

ナイジェリア連邦共和国
連邦水資源省 (FMWR)

ナイジェリア国
全国水資源管理開発基本計画策定
プロジェクト報告書

第7編

流域管理計画 (案)

HA-1:Niger North

平成26年1月
(2014)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

八千代エンジニアリング株式会社
株式会社建設技研インターナショナル
株式会社三祐コンサルタンツ

環境
JR
14-011

ナイジェリア連邦共和国
連邦水資源省（FMWR）

ナイジェリア国
全国水資源管理開発基本計画策定
プロジェクト報告書

第7編

流域管理計画（案）

HA-1:Niger North

平成26年1月
(2014)

独立行政法人
国際協力機構（JICA）

八千代エンジニアリング株式会社
株式会社建設技研インターナショナル
株式会社三祐コンサルタンツ

外国為替レート

1.00 米ドル=155.27 ナイラ=86.5 円

(2012年12月31日)

目次

目次	ページ (1)
図表目次	(3)
略語表	(9)

第7編 流域管理計画（案） HA-1: Niger North

第1章 計画対象地域の概要	1-1
1.1 計画対象地域	1-1
1.2 社会経済状況	1-2
1.3 自然状況	1-4
1.4 現状の水利用と水資源開発	1-8
1.5 水資源管理体制に係る現状の組織及びその役割と責任.....	1-10
第2章 流域管理計画のフレームワーク	2-1
2.1 流域管理計画の目的	2-1
2.2 流域管理計画の基本コンセプト	2-2
2.3 流域管理計画の構成	2-6
2.4 流域の水資源開発・管理に関わる戦略的課題	2-8
第3章 将来水需要の予測.....	3-1
3.1 将来の社会経済のフレームワーク	3-1
3.2 都市・村落給水.....	3-2
3.3 灌漑用水.....	3-10
3.4 その他サブセクターの水利用	3-15
3.5 水需要の構造	3-18
第4章 水資源ポテンシャルの評価.....	4-1
4.1 流域分割	4-1
4.2 気象状況	4-3
4.3 表流水	4-7
4.4 地下水	4-17
4.5 水資源ポテンシャルのまとめ	4-25
第5章 需要と供給の水バランス	5-1
5.1 全体的な水需要量と水資源ポテンシャルのバランス	5-1
5.2 水需給バランスの検討手順	5-2
5.3 地下水の需要・供給バランス	5-3
5.4 表流水の需要・供給バランス	5-8
第6章 水源開発計画	6-1
6.1 地下水開発	6-1
6.2 表流水開発	6-10
6.3 水源保全	6-14

第7章 水資源サブセクター開発計画	7-1
7.1 給水・衛生事業	7-1
7.2 灌漑・排水事業	7-13
7.3 その他サブセクターの事業	7-20
7.3.1 水力発電	7-20
7.3.2 洪水・土壌侵食対策および内陸水運.....	7-21
7.3.3 内陸漁業	7-25
7.3.4 畜産	7-25
第8章 水資源管理計画	8-1
8.1 概説	8-1
8.2 水資源管理体制	8-3
8.3 施設の運営・維持管理	8-7
8.4 水文モニタリング	8-20
8.5 水資源データ・情報管理	8-26
8.6 気候変動、越境水に起因するリスクの考慮	8-29
8.7 水環境管理	8-33
8.8 水の配分と規制	8-34
8.9 水資源管理のためのコミュニケーション戦略	8-39
8.10 官民連携（PPP）	8-40
8.11 人材・組織の能力開発	8-41
8.12 モニタリング・評価	8-43
第9章 事業実施プログラム	9-1
9.1 事業実施工程	9-1
9.2 事業費の積算	9-6
9.3 事業実施の財務プログラム	9-8
第10章 流域管理計画の評価	10-1
10.1 経済・財務面の評価	10-1
10.2 社会・環境面の評価	10-7
第11章 勧告	11-1
11.1 流域管理体制の整備と流域管理計画の確立	11-1
11.2 流域管理計画の活用と定期的なレビュー	11-1
11.3 水資源開発の実施	11-2
11.4 水資源管理の実施	11-2
11.5 着実な投資	11-3
付録（英）	
Supplement 3	
Supplement 8	
Supplement 10	

図表目次

図目次

図 1-1	計画対象地域図	1-1
図 1-2	HA-1 の地形.....	1-4
図 1-3	HA-1 の地形起伏.....	1-4
図 1-4	HA-1 の地質概略図.....	1-6
図 2-1	流域管理計画 (CMP) のイメージ.....	2-3
図 2-2	流域管理計画 (CMP) の内容と構成.....	2-6
図 3-1	水需要予測フロー.....	3-2
図 3-2	2010 年～2030 年の水需要予測.....	3-6
図 3-3	主要 4 州の水需要予測の感度分析結果のグラフ	3-8
図 3-4	流域別現況灌漑面積.....	3-10
図 3-5	作付カレンダー.....	3-11
図 3-6	水需要量計算フロー.....	3-12
図 3-7	セクターによる水需要量シェアの変化	3-18
図 3-8	水源別にみたセクターごとの水需要	3-19
図 4-1	HA-1 における分割されたサブ水文地域 (SHA) 境界	4-1
図 4-2	年降水量の空間分布	4-3
図 4-3	年可能蒸発散量の空間分布	4-4
図 4-4	HA-1 における平均年降水量と平均年平均気温の経年変化	4-4
図 4-5	10 年期ごとの年降水量と年可能蒸発散量の変化	4-5
図 4-6	降水量と可能蒸発散量の季節変動	4-5
図 4-7	少雨年における月ごとの降水量減少率	4-6
図 4-8	HA-1 における利用可能な水文データ	4-7
図 4-9	平均年流出高の空間分布	4-8
図 4-10	長期平均の年総流出量からみた HA-1 における地域的な水バランス	4-9
図 4-11	平均月流量、 Q_{80M} および Q_{97DS} 90%Y	4-10
図 4-12	代表地点における年間流出量の経年変化	4-11
図 4-13	代表地点における流量の季節変動	4-12
図 4-14	少雨年における月ごとの流量減少率	4-13
図 4-15	Sokoto-Rima 川に沿った代表地点における単位汚濁負荷量	4-16
図 4-16	HA-1 の地質図	4-17
図 4-17	HA-1 の地質断面概念図	4-17
図 4-18	解析結果の帯水層ごとの地下水涵養量分布	4-19
図 4-19	モニタリング浅井戸の位置	4-20
図 4-20	地下水水位の変化模式図	4-21
図 4-21	気候状況が類似した他地域の地下水水位の変化模式図	4-22
図 4-22	地下水涵養量が減少した場合の地下水水位低下の分布	4-23
図 4-23	州ごとの 1 人あたり水資源量 (内部発生分のみ)	4-27
図 5-1	水バランスの検討手順	5-2
図 5-2	HA-1 の地下水利用	5-3
図 5-3	2030 年の地下水水需給	5-4
図 5-4	気候変動の影響を受けた場合の 2030 年の地下水水需給	5-5
図 5-5	2030 年における広域的地下水水位低下の予測	5-6
図 5-6	気候変動の影響を考慮した 2030 年における広域的地下水水位低下の予測	5-7
図 5-7	詳細水バランスの検討	5-9
図 5-8	HA-1 における MODSIM-DSS によるモデルネットワーク	5-12
図 5-9	水バランス検討結果の要約および推奨対策	5-17
付図 5-1	代表地点における水バランス	5-22

図 6-1	帯水層モデル	6-2
図 6-2	風化帯水層の揚水限界のイメージ	6-3
図 6-3	井戸群による給水のイメージ	6-4
図 6-4	地下水開発計画で考慮する内容	6-5
図 6-5	井戸郡の井戸本数と揚水量の関係の例	6-6
図 6-6	段階的な地下水開発のイメージ	6-9
図 6-7	HA-1 の主要ダム位置図	6-10
図 6-8	モニタリング、予測、対策サイクルからなる地下水管理概念図	6-14
図 6-9	地下水管理・開発手法	6-16
図 6-10	表流水保全のフレームワーク	6-18
付図 6-1	HA-1 における既存、建設中ダムの位置図	6-23
図 7-1	施設計画上の給水開発計画における需要-供給グラフ (主要 4 州)	7-9
図 7-2	施設計画上の給水開発計画における需要-供給グラフ (Katsina 州)	7-9
図 7-3	施設計画上の給水開発計画における需要-供給グラフ (Kebbi 州)	7-9
図 7-4	施設計画上の給水開発計画における需要-供給グラフ (Sokoto 州)	7-10
図 7-5	施設計画上の給水開発計画における需要-供給グラフ (Zamfara 州)	7-10
図 7-6	灌漑計画 (HA-1)	7-19
図 7-7	HA 毎の年間発電電力量 (賦存量)	7-20
図 7-8	日本における低落差の発電所の事例	7-21
図 7-9	HA-1 の主な土地利用	7-22
図 7-10	HA-1 の土地劣化状況図	7-23
図 7-11	Sokoto 浄水場の取水地点と上流区間の衛星画像	7-23
図 7-12	Sokoto 付近の土地劣化状況図	7-24
図 8-1	水資源管理の目指すべき姿	8-2
図 8-2	流域管理体制のイメージ	8-4
図 8-3	ダム統合管理のあるべき姿 (利水ユーザと河川管理者の意思疎通)	8-9
図 8-4	地下水位低下	8-12
図 8-5	深部帯水層の開発	8-12
図 8-6	地下水汚染源	8-13
図 8-7	地下水汚染の広がり概念図	8-13
図 8-8	影響圏内の汚染地下水による地下水汚染のメカニズム	8-14
図 8-9	地下水汚染を防ぐための井戸と汚染源との距離の例	8-15
図 8-10	地下水汚染のイメージ	8-16
図 8-11	水質汚染対策の流れ	8-16
図 8-12	揚水規制の手順	8-17
図 8-13	揚水規制の対象となる帯水層	8-17
図 8-14	成功井戸と失敗井戸の帯水層の違い	8-18
図 8-15	成功井戸と失敗井戸の揚水試験結果	8-18
図 8-16	土壌水分と地下水浸透	8-19
図 8-17	地下水涵養量と放流間隔の例	8-19
図 8-18	地下水位変動のパターン	8-19
図 8-19	HA-1 における提案表流水観測所	8-22
図 8-20	NIHSA の地下水モニタリング地点	8-23
図 8-21	収集データの集約・分析・判断のデータフロー図	8-28
図 8-22	地下水越境水	8-30
図 8-23	Sokoto 地域の地下水流動	8-31
図 8-24	流域単位での水資源の計画、管理、規制を行う枠組み	8-34
図 8-25	流域レベルでの CMO の活動の枠組み	8-35
図 8-26	ミクロ管理における CMO の役割	8-36
図 8-27	水利用に関するコストリカバリーの枠組み	8-36
図 8-28	地下水利用に対する最適課税	8-38

表目次

表 1-1	計画対象区域の行政区別の面積・人口	1-1
表 1-2	計画対象地域の州別面積及び人口	1-2
表 1-3	州別の GRDP	1-2
表 1-4	州政府予算概要	1-3
表 1-5	HA-1 の土地利用	1-6
表 1-6	井戸 1 本からの揚水能力目安	1-8
表 1-7	帯水層タイプと深井戸深度の関係	1-9
表 1-8	HA-1 の主要 4 州の州政府組織	1-11
付表 1-1	計画対象地域に含まれる州、LGA のリスト	1-13
表 2-1	流域管理計画 (CMP) の計画条件	2-4
表 2-2	HA-1 における水資源開発・管理に関わる戦略的課題	2-8
表 3-1	計画対象地域の推計人口	3-1
表 3-2	居住地分類および水需要予測上の分類	3-3
表 3-3	居住地分類別、目標年別の主要 4 州の給水普及率	3-3
表 3-4	給水人口	3-3
表 3-5	生活用原単位水量	3-4
表 3-6	水需要予測	3-5
表 3-7	主要 4 州の州別の用水分類別の水需要予測	3-5
表 3-8	感度分析のためのシナリオ設定条件一覧	3-7
表 3-9	主要 4 州の水需要量予測の感度分析結果のシナリオ比較	3-7
表 3-10	州別の水需要量予測の感度分析結果のシナリオ比較	3-9
表 3-11	作物生産量	3-10
表 3-12	流域別現況灌漑面積	3-10
表 3-13	現況作付パターン	3-11
表 3-14	計画作付パターン	3-11
表 3-15	基準蒸発散量	3-12
表 3-16	作物係数	3-12
表 3-17	有効雨量	3-13
表 3-18	表流水源 単位用水量 (現況)	3-13
表 3-19	地下水源 単位用水量 (現況)	3-13
表 3-20	表流水源 単位用水量 (将来計画)	3-13
表 3-21	地下水源 単位用水量 (将来計画)	3-13
表 3-22	単位用水量の月別変化パターン (表流水源-(mm))	3-13
表 3-23	単位用水量の月別変化パターン (伏流水、地下水源-(mm))	3-14
表 3-24	現況水需要量	3-14
表 3-25	計画水需要量	3-14
表 3-26	気温変化による係数	3-14
表 3-27	気候変動による計画水需要量の変化	3-14
表 3-28	畜産の水需要量予測	3-15
表 3-29	主要 4 州の家畜頭数と水需要量 (2010 年)	3-15
表 3-30	主要 4 州の家畜頭数と水需要量 (2030 年)	3-15
表 3-31	淡水養殖の水需要量予測	3-16
表 3-32	水源別にみた都市・村落給水需要量及び総水需要量	3-19
表 4-1	HA-1 におけるサブ水文地域 (SHA) のリスト	4-2
表 4-2	10 年期ごとの少雨年数の変化	4-5
表 4-3	代表地点における流況	4-10
表 4-4	降水量、気温の変化に関するシナリオ	4-14
表 4-5	主要 4 州における河川における水質状況についての予備的評価	4-15
表 4-6	HA-1 の汚濁負荷量	4-16

表 4-7	HA-1 の地下水涵養量	4-18
表 4-8	帯水層ごとの地下水涵養量	4-19
表 4-9	HA-1 の帯水層特性	4-19
表 4-10	HA-1 の地下水位モニタリング浅井戸	4-20
表 4-11	観測結果の最大地下水位低下量	4-21
表 4-12	地下水涵養量	4-22
表 4-13	降雨量、気温の変化に対する「ナ」国内における地下水涵養量の変化	4-23
表 4-14	推定された HA-1 の水資源ポテンシャル	4-26
表 4-15	HA-1 の主要 4 州の水資源ポテンシャル（内部発生分のみ）	4-27
付表 4-1	SHA ごとの平均月降水量	4-29
付表 4-2	SHA ごとの 80%年信頼月降水量	4-29
付表 4-3	SHA ごとの平均月可能蒸発散量	4-30
付表 4-4	SHA ごとの流出高	4-30
付表 4-5	SHA の下流端における平均月流量、 Q_{80M} および $Q_{97DS}90\%Y$	4-31
付表 4-6	SHA ごとの汚濁負荷量	4-31
表 5-1	HA-1 における総水需要量と水資源ポテンシャルの全体的なバランス	5-1
表 5-2	HA-1 の主要 4 州の井戸	5-3
表 5-3	地下水涵養量と地下水需要量（2030 年）	5-4
表 5-4	気候変動の影響を受けた場合の地下水涵養量と地下水需要量（2030 年）	5-5
表 5-5	地下水モデルの概要と計算条件	5-6
表 5-6	気候変動の影響を考慮した地下水シミュレーション	5-7
表 5-7	HA-1 における地下水取水に伴う基底流量の減少率	5-8
表 5-8	MODSIM-DSS モデルネットワークでモデル化する都市用水利水者	5-10
表 5-9	MODSIM-DSS モデルネットワークでモデル化する灌漑用水利水者	5-11
表 5-10	HA-1 における Fadama のための大規模ダムからの義務放流量の仮定	5-11
表 5-11	SHA 内部での都市用水利水者の水バランス確認地点のリスト	5-12
表 5-12	SHA 内部での灌漑用水利水者の水バランス確認地点のリスト	5-13
表 5-13	都市用水水源供給能力評価および不足水量に対処するための対策案	5-13
表 5-14	水源水供給能力からみた既存灌漑スキームの評価	5-14
表 5-15	大規模ダムにおける発電力量の推定	5-14
表 5-16	大規模ダムにおける余剰貯留容量	5-14
表 5-17	気候変動シナリオ・ケース 1 における都市用水供給安全度の低下の予測	5-15
表 5-18	Niger 川上流国からの流入量の減少に対する Kainji ダムの発電力量の変化	5-15
付表 5-1	2010 における HA-1 の集約されたダム、都市・村落給水需要量、灌漑面積	5-19
付表 5-2	2030 における HA-1 の集約されたダム、都市・村落給水需要量、灌漑面積	5-19
付表 5-3	代表地点における水バランス	5-20
表 6-1	帯水層のモデル化	6-1
表 6-2	帯水層モデル区分	6-2
表 6-3	解析結果の地下水開発可能量	6-3
表 6-4	地下水開発方針	6-4
表 6-5	全国の地層と帯水層タイプの区分	6-4
表 6-6	井戸群当たりの最適揚水量	6-5
表 6-7	井戸の仕様	6-6
表 6-8	既設井戸の揚水量	6-7
表 6-9	新規井戸掘削による地下水開発量とリハビリ可能量	6-7
表 6-10	2030 年の給水需要を満たすための新規井戸掘削・リハビリ本数	6-7
表 6-11	地下水開発方針	6-8
表 6-12	帯水層タイプと持続可能な地下水開発可能量の関係	6-8
表 6-13	2030 年の私的灌漑・畜産・淡水養殖水需要を満たすための井戸本数	6-8
表 6-14	1 年当たりのリハビリ井戸本数	6-9
表 6-15	1 年当たりの新規井戸掘削本数	6-9
表 6-16	HA-1 の主要ダム	6-10
表 6-17	HA-1 における建設中ダム	6-11

表 6-18	表流水開発の戦略	6-12
表 6-19	表流水開発の提案事業	6-12
表 6-20	都市用水水源開発事業	6-13
表 6-21	灌漑用水水源開発事業	6-13
表 6-22	「ナ」国の地下水汚染のタイプと対策	6-14
表 6-23	地下水管理計画規模と担当機関	6-15
表 6-24	表流水源保全に関わる活動と責任分担の提案	6-19
付表 6-1	HA-1 における既存、建設中ダムのリスト	6-21
表 7-1	給水・衛生セクターの主要な所轄政府機関と責任区分	7-2
表 7-2	各州の給水普及率 (2006 年)	7-2
表 7-3	各給水事業形態における公的給水スキームの構成	7-2
表 7-4	既存の表流水利用給水スキームの概要と稼働率	7-3
表 7-5	既存の表流水利用給水スキーム (浄水施設) の一覧	7-3
表 7-6	2006 年時点の各州の既存地下水利用給水スキーム数と稼働率	7-4
表 7-7	各州の衛生普及率 (2008 年) と下水道利用率 (2007 年)	7-4
表 7-8	居住地分類別による原単位水量	7-5
表 7-9	水源別の開発事業における開発水量算出の考え方	7-5
表 7-10	開発事業の給水スキーム施設構成	7-5
表 7-11	衛生施設基準	7-6
表 7-12	衛生開発事業のメニュー	7-6
表 7-13	水資源収支上の給水開発計画	7-7
表 7-14	施設計画上の給水開発計画	7-8
表 7-15	衛生開発計画 (2015 年～2030 年)	7-10
表 7-16	衛生施設 (家庭用便所) の開発数	7-11
表 7-17	代表的な公的大規模灌漑スキーム	7-14
表 7-18	現況公的大規模灌漑スキーム (HA-1) (1/2)	7-14
表 7-19	現況公的大規模灌漑スキーム (HA-1) (2/2)	7-14
表 7-20	現況公的中小規模灌漑スキーム (HA-1) (1/2)	7-15
表 7-21	現況公的中小規模灌漑スキーム (HA-1) (2/2)	7-15
表 7-22	公共灌漑事業の分類	7-16
表 7-23	整備終了事業	7-17
表 7-24	整備実施中事業	7-17
表 7-25	整備拡張予定事業	7-18
表 7-26	ダム掛り灌漑事業	7-18
表 7-27	流域別計画灌漑面積 (2030 年)	7-18
表 7-28	期別計画灌漑面積	7-19
付表 7-1	給水開発事業リスト	7-27
表 8-1	HA-1 における組織上の主な課題	8-3
表 8-2	課題別提案の要約	8-4
表 8-3	提案内容	8-5
表 8-4	利害関係者会議 (SHMs) に関する計画内容	8-6
表 8-5	ダム管理の構成	8-7
表 8-6	ダム管理マニュアルに記載すべき項目 (案)	8-8
表 8-7	ダム管理の高度に対する「ナ」国の課題	8-8
表 8-8	水資源統合管理を目指すために必要となる整備 (ソフトとハードの両面)	8-9
表 8-9	気象と水理地質特性の組み合わせによる帯水層の運営・維持管理の現況と課題	8-10
表 8-10	Zamfara 州の鉛による水質汚染	8-16
表 8-11	全国水資源マスタープラン 2013 における表流水に関わる水文モニタリング 改善の戦略	8-20
表 8-12	全国水資源マスタープラン 2013 における表流水に関わる水文モニタリング 改善提案事業	8-21
表 8-13	表流水観測所の分類、目的、基本仕様	8-21
表 8-14	HA-1 における提案観測所リスト	8-22

表 8-15	HA-1 の地下水環境問題に関するモニタリング	8-24
表 8-16	地下水涵養調査のためのモニタリング	8-24
表 8-17	水質評価のためのモニタリング	8-25
表 8-18	データ収集・蓄積体制	8-26
表 8-19	データ品質劣化の要因	8-27
表 8-20	データ収集、集約・分析、評価・判断の仕組み	8-27
表 8-21	Sokoto 盆地帯水層	8-30
表 8-22	水環境管理に関する重要な問題と課題	8-33
表 8-23	提案内容:PR01	8-39
表 8-24	提案内容:PR02	8-39
表 8-25	提案内容:PPP01	8-40
表 8-26	提案内容:PPP02	8-40
表 8-27	提案内容:HRD01	8-42
表 8-28	プロジェクト起案書(案)	8-43
表 8-29	灌漑 A 事業の進捗・達成状況(案)	8-43
表 9-1	提案事業の概要	9-1
表 9-2	水源開発事業の実施工程	9-4
表 9-3	給水・衛生事業の実施工程	9-4
表 9-4	灌漑・排水事業の実施工程	9-5
表 9-5	水資源管理関連事業の実施工程	9-5
表 9-6	積算条件	9-6
表 9-7	水源開発事業の事業費とその内訳	9-6
表 9-8	サブセクター開発事業の事業費とその内訳	9-7
表 9-9	水資源管理関連事業の事業費その内訳	9-7
表 9-10	水資源開発投資の財務プログラム	9-8
表 10-1	経済評価方法および諸元	10-1
表 10-2	消費者支払可能額の算定	10-1
表 10-3	給水事業の経済評価	10-2
表 10-4	便益算定のための前提	10-3
表 10-5	既往灌漑・排水事業の経済評価	10-3
表 10-6	新規灌漑・排水事業の経済評価	10-3
表 10-7	州別およびステージ別事業費	10-4
表 10-8	スキームおよびステージ別事業費	10-4
表 10-9	事業資金調達の概要:Katsina 州	10-5
表 10-10	事業資金調達の概要:Kebbi 州	10-5
表 10-11	事業資金調達の概要:Sokoto 州	10-5
表 10-12	事業資金調達の概要:Zamfara 州	10-6
表 10-13	灌漑・排水事業のステージ別事業費	10-6
表 10-14	HA-1 における流域管理計画を構成する事業数	10-7
表 10-15	HA-1 における流域管理計画を構成する事業の IEE および EIA 調査の必要性に 基づく分類	10-8
表 10-16	スコーピングマトリックスの要約(ダムおよび都市・村落給水セクター)	10-9
表 10-17	スコーピングマトリックスの要約(灌漑・排水および衛生セクター)	10-10
表 10-18	推奨される緩和策	10-11

略語表

略 語	説 明
ACGSF	Agricultural Credit Guarantee Scheme Fund
ADP	Agricultural Development Project
AEPB	Abuja Environmental Protection Board
AfDB	African Development Bank
BADC	British Atmospheric Data Centre
BCM	Billion Cubicmeter
BOD	Biochemical Oxygen Demand
BOT	Build-Operate-Transfer
CCU	Climate Change Unit
CD	Capacity Development
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species
CMCC	Catchment Management Coordinating Committee
CMO	Catchment Management Office
CMP	Catchment Management Plan
CPI	Consumer Price Index
CWIQS	Core Welfare Indicators Questionnaire Survey
DDRO	Department of Dam and Reservoir Operations
DEM	Digital Elevation Model
DFID	Department for International Development in UK (UKAID)
DID	Department of Irrigation and Drainage
DO	Disolved Oxygen
DPRS	Department of Planning and Research and Statistics
DRBOI	Department of River Basin Operation and Inspectorate
DWQ&S	Department of Water Quality Control and Sanitation
DWS	Department of Water Supply
EA	Environmental Assessment
EC	European Commission
ECN	Energy Commission of Nigeria
EIA	Environment Impact Assessment
EL	Elevation
EMSS	Environmental Management Support System
ERICA	European Rivers and Catchment
ET	Evapotranspiration
EU	European Union
FAO	Food and Agriculture Organization
FCA	Fadama Association Committee
FCT	Federal Capital Territory
FEPA	Federal Environmental Protection Agency
FEWS	Flood Early Warning System
FGN	Federal Government of Nigeria
FIWD	Federal Inland Waterways Department
FMANR	Federal Ministry of Agriculture and Natural Resources
FMARD	Federal Ministry of Agriculture and Rural Development
FME (d)	Federal Ministry of Education
FME (n)	Federal Ministry of Environment
FMH	Federal Ministry of Health
FMP	Federal Ministry of Power
FMT	Federal Ministry of Transport
FMWA	Federal Ministry of Women' s Affairs
FMWR	Federal Ministry of Water Resources

略 語	説 明
FMWRRD	Federal Ministry of Water Resources and Rural Development
GCM	Global Climate Models
GDMA	Gurara Dam Management Authority
GDP	Gross Domestic Product
GIS	Geographical Information System
GWMA	Gurara Water Management Authority
HA	Hydrological Area
HYCOS	Hydrological Cycle Observation System
ICT	Information and Communication Technology
IEE	Initial Environmental Evaluation
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IUCN	International Union for Conservation of Nature
IWRM	Integrated Water Resources Management
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency
JICA	Japan International Cooperation Agency
JMP	Joint Monitoring Programme
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt-Hour
LCBC	Lake Chad Basin Commission
LGA	Local Government Authority
M&E	Monitoring and Evaluation
M/P	Master Plan
MANR	Ministry of Agriculture and Natural Resources
MCM	Million Cubicmeter
MDG	Millennium Development Goals
MICS	Multiple Indicator Cluster Survey
MLIT	Ministry of Land, Infrastructure and Transport of Japan
MW	Megawatt
MWh	Megawatt-Hour
NACRDB	Nigeria Agricultural Cooperative and Rural Development Bank
NAFDAC	Nigeria Food Drug Administration and Control
NAFSS	National Agriculture and Food Security Strategy
NASRADA	Nigeria Space Research and Development Agency
NBA	Niger Basin Authority
NBN	National Bank of Nigeria
NBS	National Bureau of Statistics
NCC	Nigeria Cameroon Commission
NCWR	National Council on Water Resources
NDHS	National Demographic and Health Survey
NEED	National Economic Empowerment and Development Strategy
NEMA	National Emergency Management Agency
NERA	National Emergency Relief Agency
NESREA	National Environmental Standards and Regulations Enforcement Agency
NEWMAP	Nigerian Erosion and Watershed Management Project
NFDLP	National Fadama Development Project
NFSSP	National Food Security Support Project
NGO	Non Governmental Organization
NGSA	Nigeria Geological Survey Agency
NIHSA	Nigeria Hydrological Services Agency
NIMET	Nigerian Meteorological Agency
NIS	Nigerian Industrial Standard
NIWA	National Inland Waterways Authority

略 語	説 明
NIWRMC	Nigeria Integrated Water Resources Management Commission
NNJC	Niger-Nigeria Joint Commission
NPC	National Population Commission
NPC	Nigeria Planning Commission
NRDS	National Rice Development Strategy
NRW	Non Revenue Water
NTN	National Training Network
NWRI	National Water Resources Institute
NWSSBS	National Water Supply and Sanitation Baseline Survey
OORBDA	Ogun-Osun River Basin Development Authority
PET	Potential Evapotranspiration
PHCH	Power Holding Company of Nigeria
PPP	Public-Private Partnership
PSP	Private Sector Participation
RBDA	River Basin Development Authority
RBMC	River Basin Management Commission
RCM	Regional Climate Models
ROPSIN	Review of the Public Irrigation Sector of Nigeria
RUWASSA	Rural Water Supply and Sanitation Agency
SEA	Strategic Environmental Assessment
SHA	Sub Hydrological Area
SON	Standards Organisation of Nigeria
SRRBDA	Sokoto-Rima River Basin Development Authority
SRTM	Shuttle Radar Topography Mission
SSHA	Small Sub Hydrological Area
STWSS	Small Town Water Supply and Sanitation
STWSSA	Small Town Water Supply and Sanitation Project
STWSSP	Small Town Water Supply and Sanitation Agency
SWA	State Water Agencies
TOR	Terms of Reference
UAC	Users Association Committee
UFW	Unaccounted for Water
UNDP	United Nations Development Programme
UNEP	UN Environment Programme
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNICEF	United Nations Children's Fund
UNISDR	United Nations International Strategy for Disaster Reduction
VAB	Visual Basic Application
WASHCOM	Water, Sanitation and Hygiene Committee
WATSAN	Water and Sanitation
WB	World Bank
WCA	Water Consumers Association
WHO	World Health Organization
WRDP	Water Resources Development Plan
WRMP	Water Resources Management Plan
WRUP	Water Resources Utilization Plan
WSSSRP	Water Supply Sanitation Sector Reform Programme
WTP or WTW	Water Treatment Plant or Works
WUA	Water Users Association

第1章 計画対象地域の概要

1.1 計画対象地域

流域管理計画（CMP）は、水文地域1（以下、HA-1）を対象地域とする。計画対象地域を図1-1に示す。図には、計画対象地域としての水文地域の境界、行政区分としての州およびLGA境界を併示している。

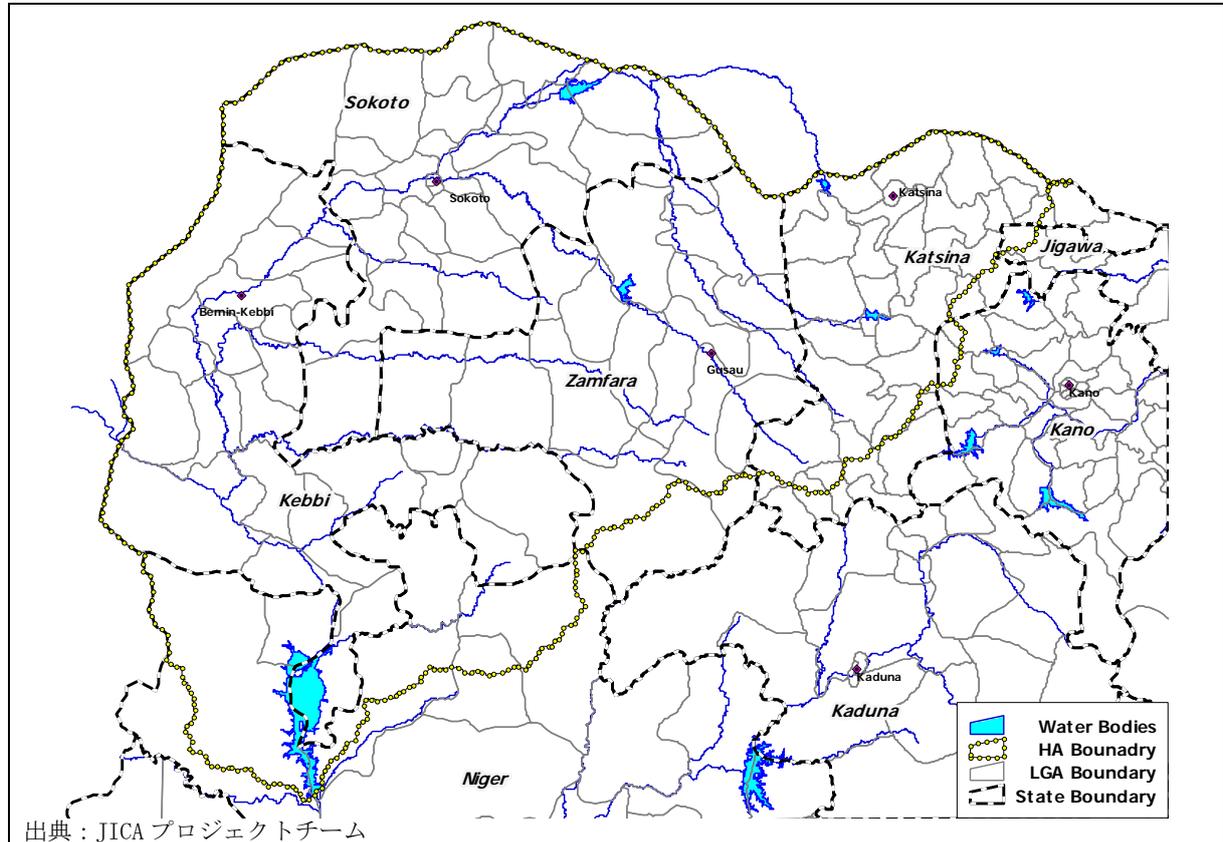


図 1-1 計画対象地域図

表 1-1 に計画対象地域に含まれる州とその面積割合、人口割合を示す。面積や人口構成から、Katsina 州、Kebbi 州、Sokoto 州、Zamfara 州の 4 州が主要な州で、その他、Jigawa 州、Kano 州および Niger 州が含まれる。計画対象地域に含まれる州、LGA のリストは巻末付表 1-1 に示す。

表 1-1 計画対象区域の行政区別の面積・人口

項目	面積 (km ²)		割合	備考
	州全体	対象地域内		
1. 全体集水域	1,589,938		100%	HA-1 最下流点からみた上流の集水域全体
国外域	1,454,810		92%	「ナ」国領土外
国内域	135,128		8%	「ナ」国領土内に含まれる分のみ

項目	面積 (km ²)				人口-2010 (1000 人)			
	州全体	対象地域内	対象地域に占める割合	対象地域に含まれる割合	州全体	対象地域内	対象地域に占める割合	対象地域に含まれる割合
2. 計画対象地域	241,421	135,128			38,041	17,142		
Jigawa	23,419	264	0.2%	1%	4,864	92	1%	2%
Kano	20,399	422	0.3%	2%	10,663	1,142	1%	1%
Katsina	23,829	18,294	14%	77%	6,503	4,975	29%	76%
Kebbi	36,167	36,166	27%	100%	3,668	3,668	21%	100%
Niger	71,907	17,766	13%	25%	4,496	661	4%	15%
Sokoto	32,066	32,066	24%	100%	4,150	4,150	24%	10%
Zamfara	33,634	30,150	22%	90%	3,697	3,483	20%	94%

出典：JICA プロジェクトチーム

1.2 社会経済状況

1.2.1 人口

(1) 国勢調査人口

「ナ」国では、1991年および2006年に全国規模の国勢調査が行われている。同調査によると対象地域の人口は、各々10.3百万人、16.0百万人であり、同期間の人口伸び率は年平均3.15%であった。対象地域の人口は、「ナ」国人口の11%に相当する（表1-2参照）。

(2) 2010年の推定人口

国家人口委員会（NPC）は2006年の国勢調査に基づいた将来人口を推計中である。一方、国連は「The 2010 Revision of World Population Prospects」にて「ナ」国の2010年人口を158.4百万人と推定しており、将来人口推計に際し、この国連の2010年推定値を基準年度人口とした（表1-2参照）。尚、2010年の州別人口はJICAプロジェクトチームが国連による2010年推定値及び2つの国勢調査間の増加率に基づき配分した。

表 1-2 計画対象地域の州別面積及び人口

地域	面積 (km ²)	LGA数	人口(千人)				
			1991年 国勢調査	2006年 国勢調査	増加率 (%)	人口密度 人/ km ²	2010年 推定
1. 「ナ」国	909,890	775	88,992	140,432	3.18	154	158,423
2. 計画対象地域全体	135,128		9,764	15,253	3.02	112	17,142
・「ナ」国に占める割合	14.9%		11.0%	10.8%	-	-	10.8%
3. 主要4州の合計			10,291	16,041	3.15	127	18,018
・「ナ」国に占める割合	13.9%		11.6%	11.4%	-	-	11.4%
・Katsina州	23,561	34	3,753	5,802	3.04	246	6,503
・Kebbi州	36,985	21	2,068	3,257	3.17	88	3,668
・Sokoto州	27,825	23	2,397	3,703	3.03	133	4,150
・Zamfara州	37,931	14	2,073	3,279	3.20	86	3,697

注：2010年の州別人口は調査団が国連による2010年推定値及び2つの国勢調査間の増加率に基づき配分した。
出典：「Annual Abstract of Statistics 2009, NBS」及びNPCの情報、並びに国連「The World Population Progress - the 2010 Revision」

1.2.2 経済・財政状況

(1) 地域総生産（GRDP）

表1-3に2005年度の州別GRDPを示す。HA-1の主要4州全体では、人口は「ナ」国で11.6%を占めるにも拘わらず、GRDPの対「ナ」国比率は2.8%と低いことがわかる。HA-1の主要な経済活動は農業を主とした第1次産業であり、農業以外ではKatsina州での牧畜業が、Kebbi州での養魚業が目立つ。第3次産業では、卸・小売業、不動産、公的部門の3分野で約70%を占めている。

表 1-3 州別のGRDP

項目	Katsina州	Kebbi州	Sokoto州	Zamfara州	合計
1. 州別のGRDP (10億ナイラ)	192.9	116.8	130.1	140.7	580.5
・「ナ」国に占める割合	0.9%	0.6%	0.6%	0.7%	2.8%
・HA-1主要4州に占める割合	33.3%	20.1%	22.4%	24.2%	100.0%
2. セクター比率 (%)	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
・第1次産業	65.9%	57.0%	45.9%	55.8%	57.2%
・第2次産業	1.1%	0.9%	3.0%	0.6%	1.3%
・第3次産業	33.0%	42.0%	51.1%	43.6%	41.5%

注：GRDPは2005年度
出典：NBS

(2) 州政府予算

HA-1 内の主要 4 州の州政府予算を表 1-4 に示す。州政府の財政は、いずれも経常収入が少なく政府交付金に大きく依存していることがわかる。一方、資本投資費に占める上水事業投資は 4 州平均で 7.3%にのぼり、全国平均の 3.9%を上回っているのが特徴的である。

表 1-4 州政府予算概要 (10 億ナイラ)

予算項目		Katsina 州	Kebbi 州	Sokoto 州	Zamfara 州	合計
		2年間平均 2011 -2012	3年間平均 2009 - 2011	3年間平均 2009 - 2011	3年間平均 2009 - 2011	
1. 収入	経常収入	13.7	6.7	14.0	2.8	37.2
	政府交付金等	69.5	42.4	53.0	41.1	206.0
	合計	83.2	49.1	67.0	43.9	243.2
2. 支出	経常費	33.0	26.0	29.9	32.8	121.7
	資本投資費等	74.1	54.0	39.0	27.6	194.7
	合計	107.1	80.0	68.9	60.4	316.4
3. 収支バランス		-23.9	-30.9	-1.9	-16.5	-73.2
4. 資本投資の内、 上水事業投資	金額	3.6	5.3	2.9	2.4	14.2
	割合	4.8%	9.8%	7.5%	8.6%	7.3%

注：前年度繰越金、補助金、借入金等で赤字はカバーされている

出典：各州の予算書

1.3 自然状況

(1) 地形

図 1-2 に示されるように、HA-1 は南東部に標高 700m 程度の高原が存在するが、その他の地域では標高が 300m 程度以下の地域が広がっている。特に、Sokoto-Rima 川に沿った地域は広く低地を形成している。

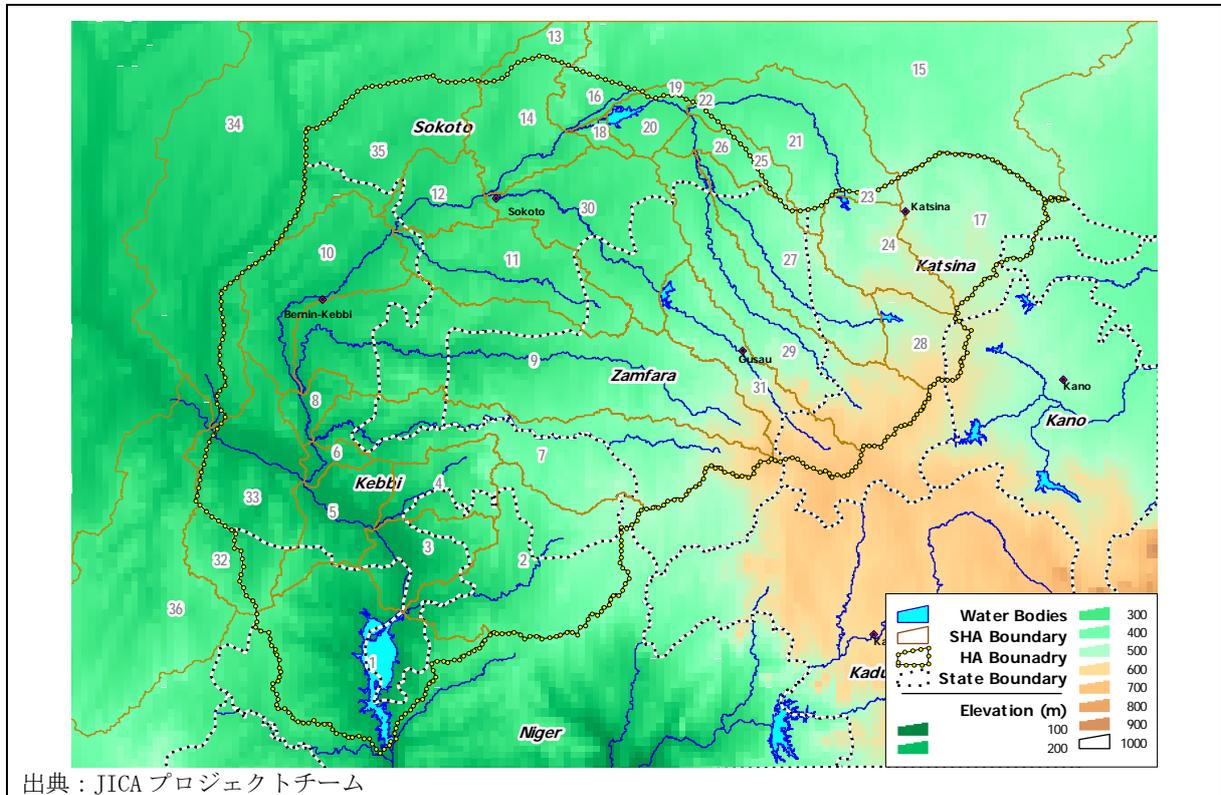


図 1-2 HA-1 の地形

HA-1 の地形的特徴として(図 1-3 参照)、東半は北部 Niger 高原と呼ばれる高原地帯であり西半は Sokoto 平野と呼ばれる低地帯である。高原の地形面は開析を受け極めて平坦である。その中でインゼルベルグと呼ばれる大小の急傾斜孤立丘が平坦な地方面から聳え立ち独特の景観を示している。一方、「低地」に分類される Sokoto 地域は内陸部に大規模に分布するのが特徴である。

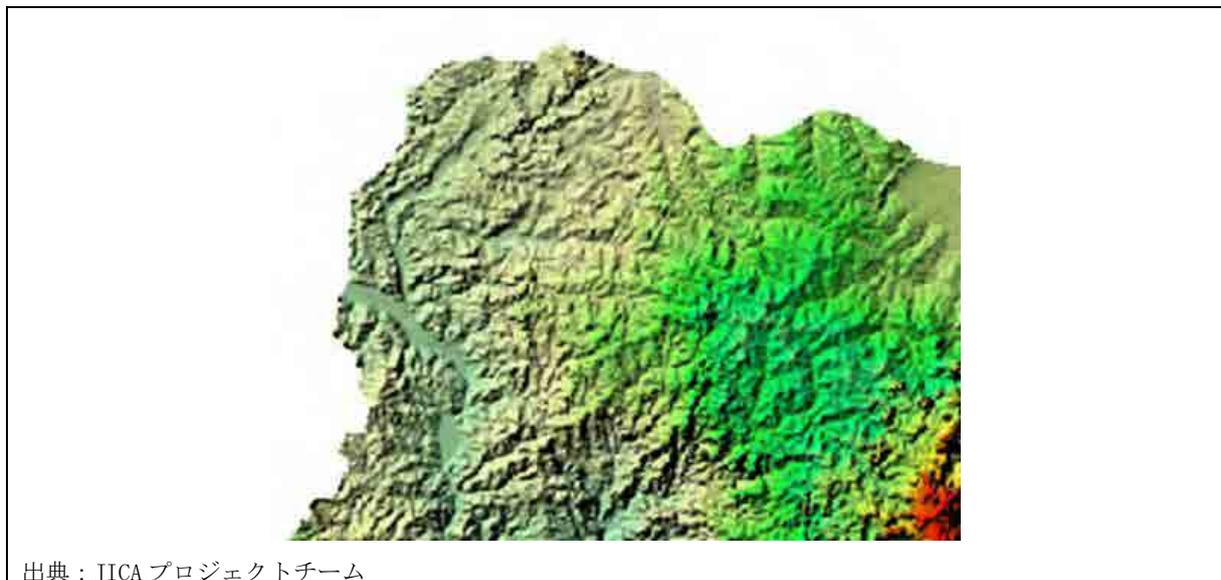


図 1-3 HA-1 の地形起伏

(2) 地質

HA-1 の地質は、基盤岩と堆積岩に区分される。基盤岩は HA-1 東半部の高原・高地を形成し分布している。基盤岩は以下の 3 区分が可能である。

- 片麻岩・ミグマタイトト複合岩帯 : 先カンブリア代の片麻岩、ミグマタイト等からなる。
- 結晶片岩帯 : 先カンブリア代の変成度の低い変堆積岩（結晶片岩、千枚岩、大理石、ドロマイト、角閃岩）からなり、片麻岩・ミグマタイト複合岩帯に取り囲まれる様な形態で分布する。
- 新規花崗岩帯 : 中生代オルドビス紀～ジュラ気にかけて流紋岩、石英閃長岩、花崗岩などで構成され、円環状の分布形態を示し基盤岩に貫入したものである。

一方、HA-1 の西半分は白亜紀以降の堆積岩類で構成される。

- 始新世 Eocene
 - ✓ Gwandu 層
- 暁新世 Paleocene
 - ✓ Kalambaina 層 (Sokoto 層群)
 - ✓ Dange 層 (Sokoto 層群)
 - ✓ Wurno 層 (Rima 層群)
- Maestri-chitian
 - ✓ Dukamaje 層 (Rima 層群)
 - ✓ Taloka 層 (Rima 層群)
 - ✓ Illo 層
 - ✓ Gundumi 層
- 先カンブリア
 - ✓ 基盤岩

HA-1 の堆積層は Iullemeden 堆積盆の東南端であり堆積盆の中心は Sokoto 平野の西方向に位置する。したがって Sokoto 平野の東から西に向かって順次新しい地層が地表に分布する構造を示す。東端の基盤岩との境界には白亜紀の Gundumi 層が分布し、西に向かって第三紀層、第四紀層が順次分布している。

Iullemeden 堆積盆は白亜紀～現在まで繰り返して海進と海退を受け、泥質岩と砂質岩が交互に入れ替わる堆積構造をもっている。海進時には頁岩・泥岩などの泥質な海成層が、一方、海退時には砂岩などの陸成層が堆積した。海進時の頁岩・泥岩などの堆積物は一般に不透水性であり、帯水層となりがたい。一方海退時の砂岩は一般に透水性であり帯水層を形成する。

(3) 水理地質

水理地質的観点から HA-1 の帯水層の特性は以下の通りである。

先カンブリア紀基盤岩地帯

HA-1 の先カンブリア紀基盤岩地帯は花崗岩・片麻岩・結晶片岩などから構成される。地表から深度 30～100m 区間が風化作用を受け岩盤が砂礫状を呈し不圧帯水層を形成している。この風化帯水層は地下水貯水規模が小さいものの、HA-1 の東半に分布し村落給水の水源として適している。また、基盤岩中に発達した割目も帯水層を形成しているが、風化帯水層が広範囲に分布するのに比較し割目帯水層の分布は局所的である。

堆積岩地帯

HA-1 の堆積岩は HA-1 の東半に分布し、白亜紀～第三紀の砂岩・頁岩(泥岩)から構成される。堆積岩の中で、砂岩の風化部分や亀裂部分が良好な帯水層となっている。HA-1 では白亜の Gundumi

層および Illo 層、第三紀 Wurno 層および Gwandu 層が良好な帯水層を形成している。これらの帯水層は砂岩・頁岩の互層である場合が多く砂岩層は被圧帯水層となる。これらの帯水層の地下水位は深く北西部の Sokoto-Rima 川流域では地下水位が GL-50m~GL-100m であることが報告されている。上記以外の地層は頁岩・泥岩優勢であり不透水層となっている。

第四紀層

Niger 川や Rima 川沿いに流出規模に応じて大～小規模に第四紀層(沖積層)が分布している。第四紀堆積層は未固結～半固結の砂層・粘土層で構成され、この中の砂層は透水性が高く優れた帯水層を形成している。河川沿い沖積平野の地下水位は通常浅い。

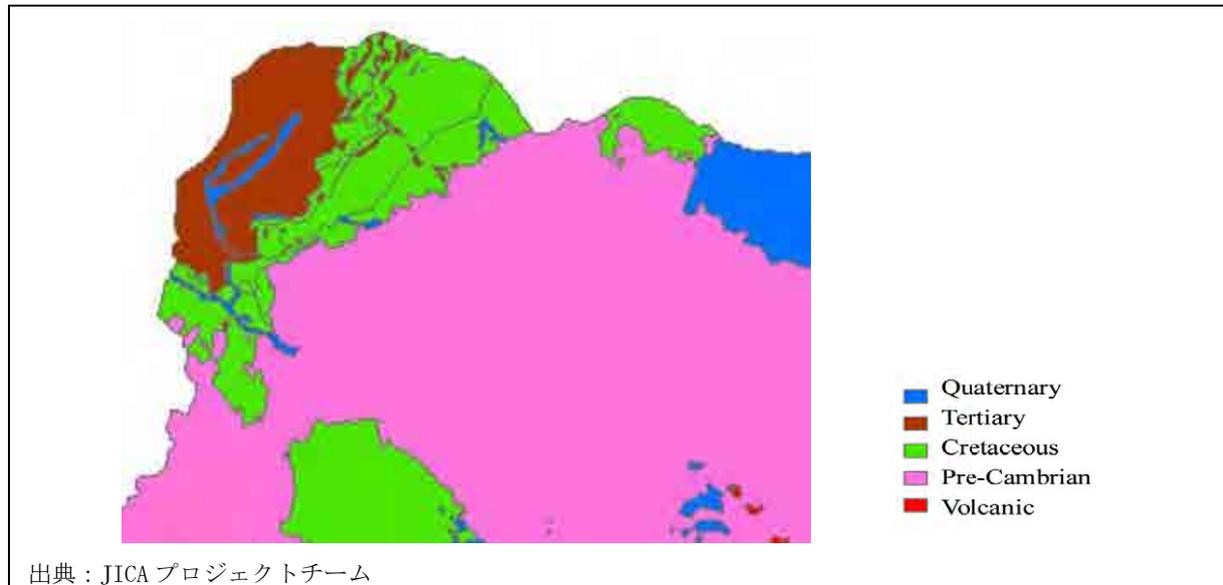


図 1-4 HA-1 の地質概略図

(4) 植生

HA-1 における植生区分はおおむねスーダンサバンナに属している。スーダンサバンナは、年間降雨量 600~1,000mm、雨季の継続期間が 4~6 ヶ月の地域に分布している。「ナ」国北部の大部分の地域がスーダンサバンナに区分されている。高さ 1m~2m の草本が多く育成し、またアカシアやバオバブなどの樹木が特徴的である。

(5) 土地利用

HA-1 における土地利用状況は以下に示すとおり、農地が 67.1%を占め、草地・灌木地が 19.6%と続く。森林面積はわずか 3.6%に過ぎない。

表 1-5 HA-1 の土地利用

項目	合計	森林	草地灌木	農地	湿地	水域	都市域	その他
面積 (km ²)	135,113	4,847	26,524	90,607	43	1,970	282	10,840
割合 (%)	100.0	3.6	19.6	67.1	0.0	1.5	0.2	8.0

出典：FME, Land Degradation Mapping and Assessment for the Prevention and Control of Potential Erosion Hazard in Nigeria, Final Report, 2010 のデータをもとに JICA プロジェクトチームが算定

(6) 気象

HA-1 はサバンナ気候から半乾燥気候に属している。JICA プロジェクトチームの分析によれば、過去 40 年間 (1970~2009) における HA-1 の年間降水量と年平均気温は、それぞれ平均 767mm/年、27.4 度であると推定される。年降水量は HA-1 の南東部における 1,000mm/年から最北端地域の 600mm/年まで分布している。雨季と乾季の区分が明確であり、雨季の継続期間は 2~3 ヶ月間と短く、降雨量のピークは 8 月に出現する。気象状況の詳細については、第 4 章 4.2 節において述べる。

(7) 水文

JICA プロジェクトチームによる過去 40 年間（1970～2009）のデータに基づく気象・水文データの分析によれば、HA-1 全域の平均で見れば、降雨量の約 8%が流出し、残りは蒸発散その他で消失する。国土内での内部生産による地下水・表流水を含む総水資源ポテンシャルは 10.7BCM/年であり、「ナ」国外からの流入水を含めると、合計 37.4BCM/年と評価される。地下水涵養量の推定から、更新可能の資源としての地下水ポテンシャルは 5.0BCM/年であると推定される。水文状況の詳細については、第 4 章 4.3～4.5 節において述べる。

1.4 現状の水利用と水資源開発

1.4.1 水利用の現状

本プロジェクトによる調査結果に基づけば、HA-1における2010年時点での総水利用量は791MCM/年であり、都市・村落給水、灌漑、その他農業（畜産、淡水養殖）の利用割合は、それぞれ31%、60%、9%となっている。水源別にみると、表流水、地下水の利用はそれぞれ489MCM/年(62%)、302MCM/年(38%)の割合である。

都市・村落給水の水利用量は246MCM/年であり、都市・村落給水の給水率は40～60%程度である。水源としては、表流水33%、地下水67%の利用となっており、地下水の利用率が高い。

灌漑スキームとしては、公的灌漑スキーム、私的小規模灌漑に大別される。公的灌漑スキームは主として表流水を利用する。計画灌漑面積は53,900ha、灌漑整備面積は32,000haであるが、現在実際に灌漑が行われている面積は15,500haとなっている。私的小規模灌漑には、Fadamaと呼ばれる河川沿いの氾濫原において洪水減衰後の伏流水を利用して行われるものと、地下水を主水源とするその他のものに分けられる。前者は乾季のみ作付けを行う。灌漑用の水利用量は471MCM/年である。

畜産、淡水養殖用の水利用は74MCM/年である。

1.4.2 表流水開発施設

本プロジェクトで確認されたHA-1における既存ダムは、総数25、総貯水容量16.92BCMである。これは、HA-1の総水資源ポテンシャルの約45%に相当する。このうち、15.0BCMは巨大水力発電ダムであるカインジダムによるものであり、残りの1.92BCMが主として、都市・村落給水、灌漑に利用される。平均的な有効貯水容量は総貯水容量の78%である

表流水を利用する浄水場はHA-1で合計1.82BCM/年の浄水能力を有しているが、平均稼働率は48.4%と低い。

1.4.3 地下水開発施設

HA-1では地下水が井戸施設を使用して広範に利用されている。その概要は以下のとおりである。

井戸の揚水量

HA-1の既設井戸の平均的揚水能力を表2-8に示す。井戸からの揚水量に統計的数値がないため表に示す値は経験的な数値と理解すべきである。砂岩とで泥質岩の揚水量には明白な差があることは広く認識されている。

表 1-6 井戸1本からの揚水能力目安

帯水層タイプ		揚水の能力
堆積岩および堆積層	砂層・礫層	20～500m ³ /程度
	砂岩	20～500m ³ /日程度
	泥質岩	20m ³ /日以下
基盤岩		20m ³ /日以下

出典：JICAプロジェクトチーム

井戸の深さ

HA-1の帯水層のタイプと井戸深度の関係を表1-7に示す。基盤岩の場合は風化部のみが帯水層となる。したがって、風化部の厚さは既設井戸の深さと一致することが多い。一方堆積岩の場合は、地層ごと、地域ごとに帯水層の厚さは異なる。また、被圧帯水層の場合は地下水深部に帯水層が分布するため井戸の深さは帯水層の分布深度に対応することになる。

表 1-7 帯水層タイプと深井戸深度の関係

帯水層タイプ		井戸の深さ
堆積岩および堆積層	砂層・礫層	10～50m
	砂岩	30～300m
	泥質岩	30～50m
基盤岩		30～50m

注記：HA-1 では地層は北西方向に傾斜しているため、帯水層の分布深度は北西に向かって深くなり井戸も北西に向かって深くなる。このように、井戸の深さには地域性があるが、本表には、HA-1 の既設井戸の分布の大きな目安としての値を示す。

出典：JICA プロジェクトチーム

井戸の稼働率

連邦水資源省（FMWR）が 2006 年に行った給水施設調査結果によると約 37%の井戸は使用不可能である。深井戸の稼働率が低い理由は、深井戸に設置されたハンドポンプや動力ポンプの故障が原因と考えられる。小都市給水や村落給水の場合は、施設の利用者住民組織がポンプの維持管理を行うことになっており、利用者組織が機能していない場合が多いため、ポンプが故障したまま深井戸が放置されるケースが多い。一方、井戸自体の経年劣化による揚水量の減少も考えられるが、かかるデータは存在しない。井戸の稼働率はポンプの故障の有無と関係していると考えられる。特に村落給水の場合は揚水量が小さいため井戸の経年劣化よりポンプの故障が稼働率に影響する。

1.5 水資源管理体制に係る現状の組織及びその役割と責任

(1) 連邦組織

水セクターに関係する連邦省庁は多数存在する。各省庁の権限と機能は政策や法律の制定から規制、さらにサービスの提供まで及んでいる。HA-1における規制担当官庁を含む主な連邦組織は次のとおりである。

- National Council on Water Resources (NCWR)
- Federal Ministry of Water Resources (FMWR)
- Nigeria Integrated Water Resources Management Commission (NIWRMC)
- Niger-North Catchment Management Office (CMO) of NIWRMC
- Nigeria Hydrological Services Agency (NIHSA)
- Sokoto-Rima River Basin Development Authority (SRRBDA)
- Federal Ministry of Environment (FMEnv)
- National Environmental Standards and Regulations Enforcement Agency (NESREA)
- Federal Ministry of Agriculture and Rural Development (FMA&RD)
- Federal Ministry of Transport (FMT)
- Nigeria Inland Waterways Authority (NIWA)
- Federal Ministry of Power (FMP)
- Power Holding Company of Nigeria (PHCN)
- Federal Ministry of Mining and Steel Development (FMM&SD)
- Nigeria Geological Services Agency (NGSA)
- Federal Ministry of Aviation (FMA)
- Nigeria Meteorological Services Agency (NIMET)
- Federal Ministry of Health (FMH)

(2) 州政府組織

HA-1において、飲料及び工業用の給水、灌漑、水力発電、洪水及び浸食防止、内陸水運、内水面漁業、家畜、農業、水質保全などに責任を負っている主な州政府組織は表 1-8 に掲載するとおりである。

(3) 地方政府 (LGAs) 組織

LGAs は以下について責任を有している。

- コミュニティに対し、給水、衛生及びその他の村落インフラ分野において各種サービスを提供すること。
- 管轄区域内において水道公社が実施する給水サービスを支援すること。
- 公衆トイレ、下水処理、ゴミ処理施設の維持補修を行うこと。
- WASHCOM (Water and Sanitation Hygiene Committee) や WASCOM (Water and Sanitation Committee) あるいは WESCOM (Water and Environmental Sanitation Committee) などコミュニティ組織の活動を通じて、地方給水衛生公社 (RUWASSA) の業務を支援すること。

表 1-8 HA-1 の主要 4 州の州政府組織

流域州政府	主な組織
Katsina	<ul style="list-style-type: none"> ● State Ministry of Water Resources ● State Ministry of Environment ● State Ministry of Agriculture ● State Water Board ● State Rural Water Supply and Sanitation Agency (RUWASSA) ● State Agriculture Development Programs/Projects (ADPs)
Kebbi	<ul style="list-style-type: none"> ● State Ministry of Water Resources and Rural Development ● State Ministry of Environment ● State Ministry of Agriculture ● State Water Board ● State Rural Water Supply and Sanitation Agency (RUWASSA) ● State Agriculture Development Programs/Projects (ADPs)
Sokoto	<ul style="list-style-type: none"> ● State Ministry of Water Resources ● State Ministry of Environment and Sanitation ● State Ministry of Agriculture ● State Water Corporation ● State Agriculture Development Programs/Projects (ADPs)
Zamfara	<ul style="list-style-type: none"> ● State Ministry of Water Resources ● State Ministry of Environment ● State Ministry of Agriculture ● State Water Board ● State Small Town Water Supply and Sanitation Agency ● State Rural Water Supply and Sanitation Agency (RUWASSA) ● State Agriculture Development Programs/Projects (ADPs)

出典：連邦水資源省 (FMWR)

(4) その他の利害関係者

HA-1 におけるその他の利害関係者には以下が含まれる。

- 連邦水資源省 (FMWR) の国家水資源研修所 (NWRI)、大学、専門学校など学問的研究的組織
- WASHCOM、WASCOM あるいは WECOM などコミュニティを基盤とする住民組織
- 民間セクター (鉱業会社、製糖会社、セメント会社、飲料水製造会社、ビール会社、など様々の投資、コンサルタンシー、建設などを行う商工業会社等)
- 農民、様々の目的で水を利用する人。Water Users Associations (WUAs) も含まれる。
- 地域の水と衛生の管理に関して、市民意識の向上と利害関係者の参加促進を通じて連邦や州政府組織を支援している非政府組織 (NGOs)
- 政府のプロジェクトとプログラムを支援している UNICEF、UNDP、EC、World Bank、ADB、JICA など外国援助機関 (ESAs)

付表1

付表 1-1 計画対象地域に含まれる州、LGA のリスト (1/2)

State	Code_State	LGA	Code_LGA	Total Area (km2)	Area in HA-1(km2)	Ratio (%)
Jigawa	17	Gwiwa	23645	450.5	260.0	57.7
Jigawa	17	Roni	23657	322.5	4.0	1.3
Kano	19	Shanono	23718	697.0	297.9	42.7
Kano	19	Tsanyawa	23723	492.2	124.4	25.3
Katsina	20	Bakori	23728	679.0	335.7	49.4
Katsina	20	Batagarawa	23729	432.7	432.7	100.0
Katsina	20	Batsari	23730	1,107.0	1,107.0	100.0
Katsina	20	Bindawa	23732	398.3	398.3	100.0
Katsina	20	Charanchi	23733	470.9	470.9	100.0
Katsina	20	Dan Musa	23736	791.7	791.7	100.0
Katsina	20	Dandume	23734	422.5	134.6	31.8
Katsina	20	Daura	23737	316.2	316.2	100.0
Katsina	20	Dutsi	23738	283.1	283.1	100.0
Katsina	20	Dutsin Ma	23739	526.8	526.8	100.0
Katsina	20	Faskari	23740	1,749.8	1,584.7	90.6
Katsina	20	Funtua	23741	448.5	224.1	50.0
Katsina	20	Ingawa	23742	892.9	482.6	54.0
Katsina	20	Jibia	23743	1,037.1	1,037.1	100.0
Katsina	20	Ka fur	23744	1,106.8	2.4	0.2
Katsina	20	kaita	23745	925.3	925.3	100.0
Katsina	20	Kankara	23746	1,462.4	1,462.4	100.0
Katsina	20	Kankia	23747	824.3	819.2	99.4
Katsina	20	Katsina	23748	142.1	142.1	100.0
Katsina	20	Kurfi	23749	572.1	572.1	100.0
Katsina	20	Kusada	23750	390.2	118.1	30.3
Katsina	20	Mai'Adua	23751	528.0	527.2	99.8
Katsina	20	Malumfashi	23752	674.2	502.1	74.5
Katsina	20	Mani	23753	784.8	784.8	100.0
Katsina	20	Mashi	23754	905.2	905.2	100.0
Katsina	20	Matazu	23755	503.3	503.3	100.0
Katsina	20	Musawa	23756	848.9	816.0	96.1
Katsina	20	Rimi	23757	452.3	452.3	100.0
Katsina	20	Sabuwa	23758	642.0	1.1	0.2
Katsina	20	Safana	23759	281.7	192.5	68.3
Katsina	20	Sandamu	23760	1,418.5	1,418.5	100.0
Katsina	20	Zango	23761	601.8	24.1	4.0
Kebbi	21	Aleiro	23762	349.0	349.0	100.0
Kebbi	21	Arewa Dandi	23763	3,880.3	3,880.3	100.0
Kebbi	21	Argungu	23764	1,290.0	1,290.0	100.0
Kebbi	21	Augie	23765	1,180.7	1,180.7	100.0
Kebbi	21	Bagudo	23766	4,755.1	4,755.1	100.0
Kebbi	21	Birnin Kebbi	23767	1,320.8	1,320.8	100.0
Kebbi	21	Bunza	23768	871.5	871.5	100.0
Kebbi	21	Dandi	23769	1,991.0	1,991.0	100.0
Kebbi	21	Fakai	23771	2,239.4	2,239.4	100.0
Kebbi	21	Gwandu	23772	1,014.5	1,014.5	100.0
Kebbi	21	Jega	23773	887.2	887.2	100.0
Kebbi	21	Kalgo	23774	1,167.3	1,167.3	100.0
Kebbi	21	Koko/Besse	23775	1,293.3	1,293.3	100.0
Kebbi	21	Maiyama	23776	1,023.1	1,023.1	100.0
Kebbi	21	Ngaski	23777	2,623.4	2,623.4	100.0
Kebbi	21	Sakaba	23778	1,257.2	1,257.2	100.0
Kebbi	21	Shanga	23779	1,635.8	1,635.8	100.0
Kebbi	21	Suru	23780	1,344.8	1,344.8	100.0
Kebbi	21	Wasagu/Danko	23770	4,008.3	4,007.0	100.0
Kebbi	21	Yauri	23781	1,383.3	1,383.3	100.0
Kebbi	21	Zuru	23782	651.5	651.5	100.0
Niger	26	Agwara	23854	1,531.8	1,531.8	100.0
Niger	26	Borgu	23856	11,210.0	7,284.1	65.0
Niger	26	Kontagora	23863	2,076.1	649.6	31.3
Niger	26	Magama	23866	4,094.4	2,541.1	62.1
Niger	26	Mariga	23867	5,543.7	2,572.5	46.4
Niger	26	Rijau	23873	3,186.8	3,186.8	100.0

出典：JICA プロジェクトチーム

付表 1-1 計画対象地域に含まれる州、LGA のリスト (2/2)

State	Code_State	LGA	Code_LGA	Total Area (km2)	Area in HA-1(km2)	Ratio (%)
Sokoto	33	Binji	24019	556.9	556.9	100.0
Sokoto	33	Bodinga	24020	562.7	562.7	100.0
Sokoto	33	Dange-Shuni	24021	1,207.4	1,207.4	100.0
Sokoto	33	Gada	24022	1,313.0	1,313.0	100.0
Sokoto	33	Goronyo	24023	1,700.9	1,700.9	100.0
Sokoto	33	Gudu	24024	3,463.6	3,463.6	100.0
Sokoto	33	Gwadabawa	24025	989.1	989.1	100.0
Sokoto	33	Illela	24026	1,243.0	1,243.0	100.0
Sokoto	33	Isa	24027	2,156.0	2,156.0	100.0
Sokoto	33	Kebbe	24028	2,608.7	2,608.7	100.0
Sokoto	33	Kware	24029	552.9	552.9	100.0
Sokoto	33	Rabah	24030	2,428.6	2,428.6	100.0
Sokoto	33	Sabon Birni	24031	2,351.9	2,351.9	100.0
Sokoto	33	Shagari	24032	1,328.4	1,328.4	100.0
Sokoto	33	Silame	24033	787.4	787.4	100.0
Sokoto	33	Sokoto North	24034	50.8	50.8	100.0
Sokoto	33	Sokoto South	24035	41.0	41.0	100.0
Sokoto	33	Tambuwal	24036	1,711.4	1,711.4	100.0
Sokoto	33	Tangaza	24037	2,469.7	2,469.7	100.0
Sokoto	33	Tureta	24038	2,378.5	2,378.5	100.0
Sokoto	33	Wamako	24039	694.9	694.9	100.0
Sokoto	33	Wurno	24040	683.1	683.1	100.0
Sokoto	33	Yabo	24041	786.2	786.2	100.0
Zamfara	36	Anka	24076	2,742.5	2,742.5	100.0
Zamfara	36	Bakura	24077	1,364.3	1,364.3	100.0
Zamfara	36	Birnin Magaji/Kiyaw	24078	1,187.4	1,187.4	100.0
Zamfara	36	Bukkuyum	24079	3,207.3	3,207.3	100.0
Zamfara	36	Bungudu	24080	2,291.2	2,291.2	100.0
Zamfara	36	Gummi	24081	2,602.8	2,602.8	100.0
Zamfara	36	Gusau	24082	3,363.2	2,802.6	83.3
Zamfara	36	Kaura Namoda	24083	867.3	867.3	100.0
Zamfara	36	Maradun	24084	2,725.7	2,725.7	100.0
Zamfara	36	Maru	24085	6,648.2	3,725.1	56.0
Zamfara	36	Shinkafi	24086	673.9	673.9	100.0
Zamfara	36	Talata Mafara	24087	1,428.3	1,428.3	100.0
Zamfara	36	Tsafe	24088	1,698.1	1,698.1	100.0
Zamfara	36	Zurmi	24089	2,833.4	2,833.4	100.0

出典：JICA プロジェクトチーム

第2章 流域管理計画のフレームワーク

2.1 流域管理計画の目的

水文地域1 (HA-1) の流域管理計画 (CMP) の目的は、HA-1 の中で「水資源管理」を実現するための、一つのガイドラインであり一つの事業実施計画書である。

「水資源管理」とは、政府や民間機関によって準備された各種の施設やシステムによって、以下に示す「3S と 2E」に基づき、HA-1 に住む住民の水資源に対する需要を満たすことを目標としている。

- 3S: 充足性 (Sufficiency)、持続性 (Sustainability) および安全性 (Safety)
- 2E: 効率性 (Efficiency) および公平性 (Equitability)

また、水資源に対する住民の需要とは、「水の利用」、「水に係る災害の軽減」および「水質の保全」であり、以下を含む。

- 生活用水、工業用水等への給水
- 灌漑用水
- 水力発電
- 洪水制御と土砂侵食制御
- 内陸水運
- 内水面漁業
- 畜産
- 水質保全
- その他

2.2 流域管理計画の基本コンセプト

(1) 流域管理計画の目標年次

HA-1 の流域管理計画 (CMP) の計画目標年次は、「全国水資源マスタープラン 2013」と同様に、2030 年とする。

(2) 上位計画

流域管理計画の上位計画は、「国家レベルの水政策」およびこの政策に基づいて作成された全国水資源マスタープラン 2013 である。さらに、計画対象流域にある各州の水政策や州レベルのマスタープランがある場合は、これらの政策や計画も上位計画に含まれる。ただし、国家レベルの政策や水政策や水計画と州レベルのそれらと相違する場合は、水に係るステークホルダー間で調整・合意が必要である。

全国水資源マスタープラン 2013 は以下の「国家レベルの水政策」に基づいて作成されている。

- ナイジェリア・ビジョン 20:2020 (Nigeria Vision 20: 2020)
- 水セクターロードマップ (The Nigeria Water Sector Roadmap)
- ミレニアム開発目標 (Millennium Development Goals, 2000)
- アフリカ・水ビジョン (The African Water Vision)
- 国家水政策 (National Water Policy, 2009)

(3) 統合水資源管理のコンセプト

流域管理計画は、全国水資源マスタープラン 2013 と同様に、統合水資源管理 (IWRM) のコンセプトに基づいて作成される。IWRM は、水資源を開発・管理するうえで有効な手法として国際的に認識されつつある。IWRM とは水や土地、その他関連資源の調整をはかりながら開発・管理していくプロセスのことで、その目的は欠かすことのできない生態系の持続発展性を損なうことなく、結果として生じる経済的・社会的福利を公平な方法で最大限にまで増大させることにある。統合水資源管理では、以下の 3 つの「統合」を目指す。図 2-1 参照。

- 自然界を統合的に考慮： 水資源と土地資源、水量と水質、表流水と地下水など、自然界での水循環における水のあらゆる形態・段階を統合的に考慮する。 ➡ 水資源ポテンシャルの評価
- 様々な水関連部門を統合的に考慮： 従来別々に管理されていた水に関連する様々な部門を統合的に考慮する。(あるべき姿の河川、治水、上下水道、農業用水、工業用水、環境のための水等) ➡ 需要の把握と予測
- 様々な利害関係者の関与： 中央政府、地方政府、民間セクター、NGO、住民などあらゆるレベルの利害関係者を含む参加型アプローチを図る。 ➡ 利害関係者の合意形成

流域管理計画の作成にあたっては、上記の 3 つの統合に関しては以下の通り対応する。

水資源ポテンシャルの評価

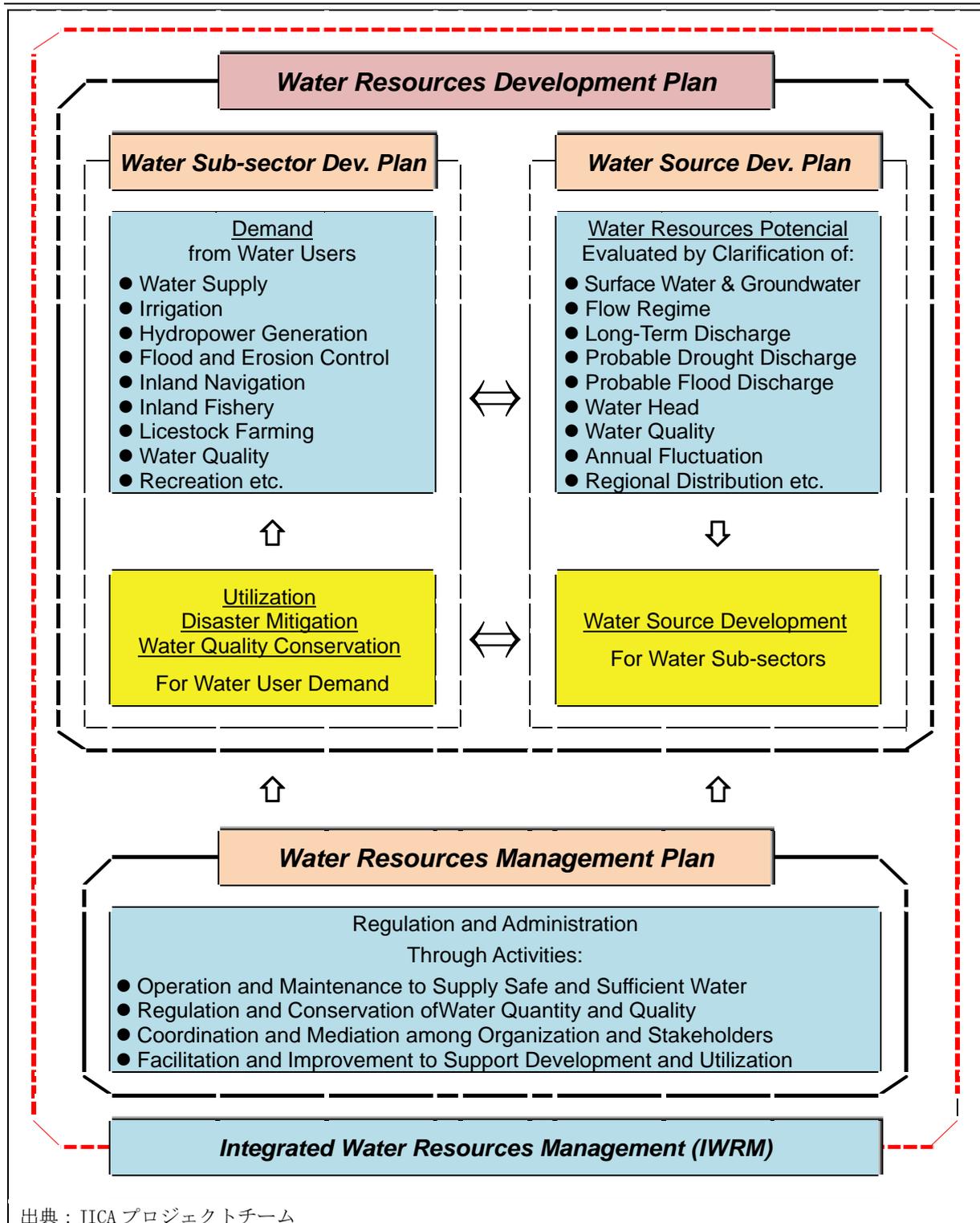
HA-1 の水資源ポテンシャルは、全国水資源マスタープラン 2013 で評価した値が最近の評価値であるので、この値を流域管理計画の立案に用いる。

水需要の予測

全国水資源マスタープラン 2013 では、HA-1 の各州の水需要を 2030 年まで予測している。この予測値と各州が行った予測の値が異なる場合は、ステークホルダー会議で、水源開発計画やサブセクター開発計画の議論と平行して、議論によって予測値を合意する必要がある。

ステークホルダーの参加

上述の” 3S & 2E” を満たす水資源開発事業実現するため、ステークホルダー会議はできるだけ多くのステークホルダーを招集して、上下流域・セクター間の問題解決の合意形成を図るべきである。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 2-1 流域管理計画 (CMP) のイメージ

(4) 流域管理計画の計画条件

流域管理計画 (CMP) 策定では、原則として、以下の計画条件をもとに施設計画を行う。

表 2-1 流域管理計画 (CMP) の計画条件

項目	計画条件
流況・気象条件	<p>1) 将来の気象条件は不確実性が大きいいため、既存の流況、気象条件をもとに策定する。</p> <p>2) 基本的流況、気象条件として、既存 (1970~2009 年) の流況、気象条件を適用する。この基本条件をもとに水需要、水源開発に関するオプションを検討する。</p>
気候変動の影響	<p>1) 将来生じる可能性のある水資源に対する気候変動の影響については、制御できない不確実なリスク要因として取り扱う。気候変動に伴うリスク要因に対する水資源量の感度分析を行う場合がある。</p> <p>2) 気候変動シナリオに関しては、GCM の出力結果に基づくシナリオを設定する。</p>
越境水	<p>1) 「ナ」国周辺上流国から流入する水資源については、周辺諸国における水資源開発の影響を受ける可能性があり、制御が難しいリスク要因となる。こうしたリスク要因に対する感度分析を必要に応じて行う。</p> <p>2) 特に、カメルーン国の既設 Lagdo ダム、ニジェール国に建設予定の Kanda ji ダムの運用には慎重に対処する必要がある。これらのダムで流況調整された水は、「ナ」国とこれらの国々の間での最低流量に対する取り決めが存在しない限りは「ナ」国内では利用できないものとして、計画を策定する。</p>
利水安全度	<p>1) 原則として、以下の利水安全度を満たすように表流水管理開発計画を策定する。</p> <p>a) 都市用水：1/10 年安全度 (10 年に一度の水不足を許容する)</p> <p>b) 灌漑用水：1/5 年安全度 (5 年に一度の水不足を許容する)</p> <p>c) その他用水：1/5 年安全度 (5 年に一度の水不足を許容する)</p> <p>ここで、都市用水には生活用水、工業用水、商業用水が含まれる。</p>
利水優先度	<p>1) 計画策定における利水優先度の設定にあたり、以下の原則を考慮する。</p> <p>a) 環境の悪化に対して妥協しないことを前提に、生活に必要となる水の確保を最優先する。</p> <p>b) 次に、食糧の安定供給の観点から必要とされる灌漑用水の確保を優先する。</p> <p>2) 以上の原則より、計画策定における利水優先度を以下のように設定する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・第 1 優先：河川維持流量 ・第 2 優先：都市用水 ・第 3 優先：灌漑用水 ・第 4 優先：水力発電を含むその他用途 <p>ここで、水力発電は非消費型の水利用であり、上記優先度を考慮したうえで、最適な利用を図る。</p> <p>3) 水資源施設の実運用時の利水優先度については、ステークホルダー間の協議によってケースバイケースで決定されるべきである。このため、各水文地域における利水調整委員会の設置を提言していく。</p>
河川維持流量	<p>1) Q97DS90%Y (1/10 渇水年における 97%日流量) を河川維持流量として設定する。これは、「ナ」国の各河川の渇水時の流量を代表する指標である。</p> <p>2) 将来的に、より多くの信頼できる流量観測データや河川の状況に対するデータがそろった時点で、ステークホルダー間の協議により、個別河川ごとによりふさわしい河川維持流量が設定されるのが望ましい。</p>
地下水開発	<p>1) 原則として、地下水涵養量で規定される安全揚水量を超える地下水利用は行わない。</p>

出典：JICA プロジェクトチーム

(5) 環境社会面への戦略的配慮

環境社会面での大きな負のインパクトを防ぐために、流域管理計画策定にあたっては、以下について戦略的に考慮することとする。

水源開発

地下水開発については、地下水の持続的利用を確保するために、地下水開発は安全揚水量以下として計画する。

表流水開発については、必要となる新規ダムサイトは入手可能な情報、データに基づく水バランスの検討結果により提案する。また、経済効率が高いとしても大きな町が水没する可能性のあるポテンシャルダム貯水池サイトは選定しない。これにより、住民移転による大きな社会的インパクトを避ける。

給水・衛生

施設のリハビリテーションによる既存給水施設の有効活用を推進することにより、新規施設建設を最小化する。

給水需要量および利用量の増加による廃水量の増加が予想されることから、清浄で安全な水の確保のために、衛生、廃水管理にも重点を置く。

灌漑・排水

水文地域ごとの降雨量、河川流量を考慮して標準作付パターンを提案する。これにより水資源の有効活用を図ることができる。

原則として Fadama 地区には新規灌漑スキームを提案しない。これにより Fadama 地区における既存の小規模灌漑農家が現在の生活スタイルを確保できるように配慮する。

2.3 流域管理計画の構成

HA-1 の流域管理計画（CMP）の内容は以下の通りである（図 2-2 参照）。

- 計画対象地域の概要
- 流域管理計画のフレームワーク
- 水需要予測
- 水資源ポテンシャル
- 水需給のバランス
- 水源開発計画
- 水サブセクターの開発計画
- 水資源管理計画
- 事業実施プログラム
- 事業評価
- 勧告

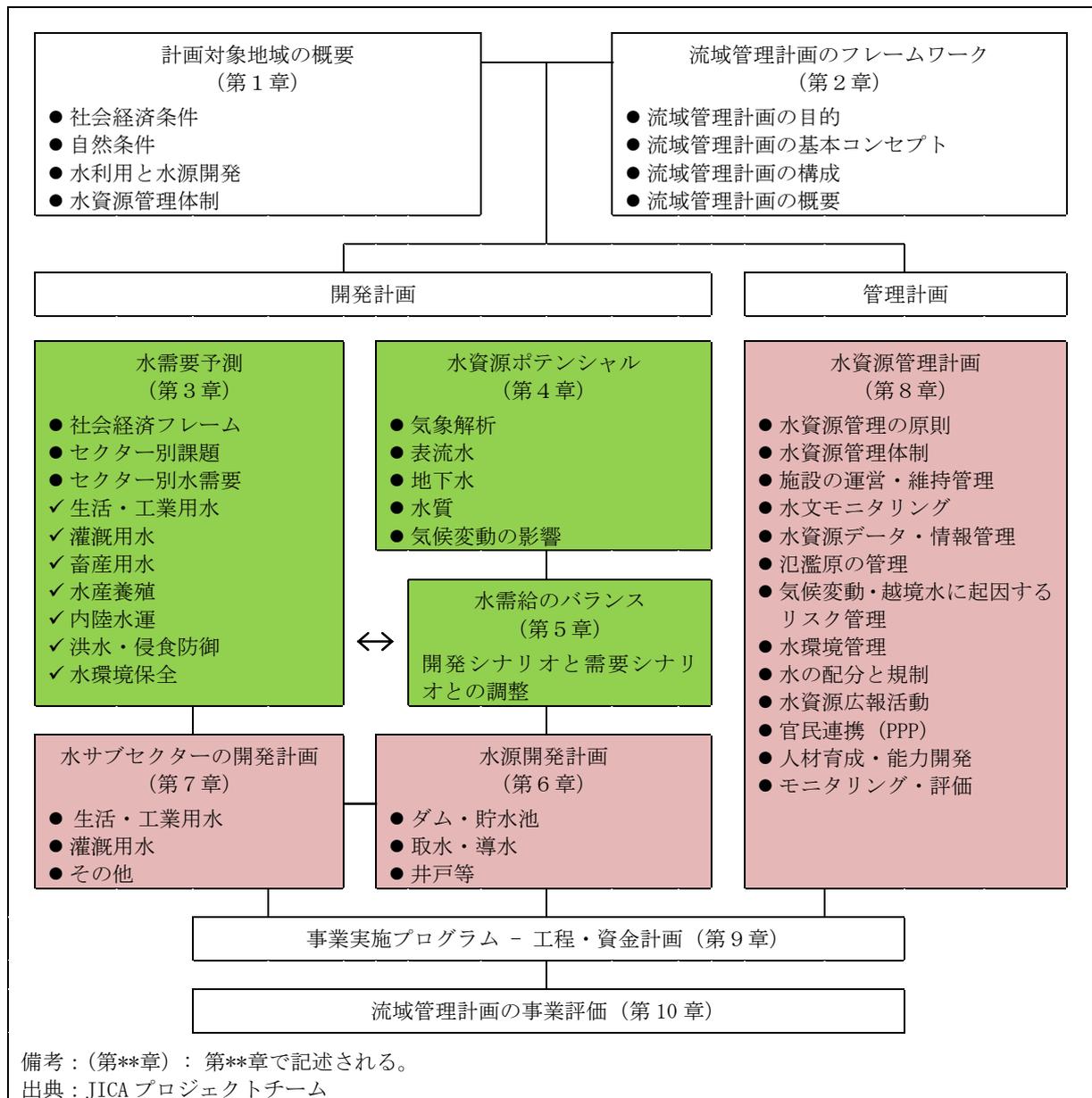


図 2-2 流域管理計画（CMP）の内容と構成

流域管理計画（CMP）を策定する範囲は行政境界である州の境界とは一致しない。このため、各セクターの事業のとりまとめ、水需要、水バランスの検討にあたり、以下の方針とする。

- 都市・村落給水、衛生事業に関しては、事業主体が州単位であることを踏まえ、主要4州の事業のみを示す。また、事業評価も、州単位で行い、主要州のみを対象とする。
- その他計画対象地域に含まれる州の都市・村落給水、衛生事業については、全国水資源マスタープラン2013を参照する。
- 都市・村落給水の水需要については、主要4州各州のそれぞれの総量を示すとともに、全国水資源マスタープラン2013を参照しつつ、計画対象地域全体の量も示す。
- 灌漑事業については、多くの事業の事業主体がRBDAになるので、計画対象地域の中にあるものを州に関わらず示す。事業評価も計画対象地域内に含まれる事業すべてを対象とする。
- 灌漑水需要量は、計画対象地域に含まれるものすべてを記述する。
- その他の農業の水需要量に関しては、主要4州各州のそれぞれの総量を示すとともに、全国水資源マスタープラン2013を参照しつつ、計画対象地域全体の量も示す。
- 水バランスについては、計画対象地域全体を扱う。

2.4 流域の水資源開発・管理に関わる戦略的課題

流域レベルのマスタープランである流域管理計画（CMP）を取りまとめるにあたり、全国水資源マスタープラン 2013 で掲げた 9 項目の切り口から流域の課題を整理し、表 2-2 に取りまとめる。

表 2-2 HA-1 における水資源開発・管理に関わる戦略的課題

戦略的課題		HA-1 における課題	記述箇所
1	偏在する水資源量、水需要量を考慮した水資源の管理開発	HA-1 は全国に中でも水資源量に乏しい地域であるが、地域内でも偏差が大きく、内部発生分のみを考慮した 1 人あたり水資源量(2030 年時点)は、Katisna 州、Sokoto 州で 90-170m ³ /年/人、Kebbi 州、Zamfara 州で 500-600m ³ /年/人となっている。このうち、Katsina 州はほぼ流域の最上流に位置しているため、この内部発生する水資源量に頼らざるを得ない状況であり、水資源の最も苦しい地域であるといえる。一方、Sokoto 州は上流州において発生する水資源量の活用が可能であるが、多くの水資源を上流州で発生するものに依存している。こうした状況を踏まえ、地域ごとの水資源ポテンシャルを考慮し、水供給可能量と水需要量のバランスの分析に基づく水資源管理開発計画を立案する必要がある。	第 4 章 第 5 章
2	現況の低い施設運転率を踏まえた将来の給水水需要量増加への対応	HA-1 の主要 4 州における確認された全浄水場の実績稼働率は全国値の 45.2%を上回る 48.4%であるが、低い状況にある。既存施設の稼働率改善および新規に建設される施設の適切な稼働率の確保が、給水率の向上のための重要な課題となる。	第 7.1 章
3	堅実な自立性のある灌漑開発の促進	公的灌漑スキームの運用・維持管理は流域管理公社 (RBDA) や州政府が主体である。灌漑スキームの多くの灌漑・排水施設では、ポンプ施設は修理や更新を必要とし、水路構造物は損傷・老朽化・雑草・堆砂が見られ、荒廃した状況にある。Bakalori 灌漑事業は既に計画灌漑面積 23,000ha まで灌漑施設の整備済みは完了したが、ディーゼル発電機やスプリンクラー用ポンプ設備の維持管理が困難となったため、スプリンクラー灌漑地区 15,000ha では灌漑は行われておらず、重力式灌漑地区 8000ha で灌漑農業が実施されている。このような現状を踏まえつつ、堅実な灌漑開発を促進する必要がある。	第 7.2 章
4	既存水源施設の今日的観点からの有効活用	水バランス検討の結果、HA-1 内の既存大規模ダムである Bakolori 及び Goronyo ダムは、2030 年に想定される水需要量を考慮しても、貯水に余裕があることが確認された。こうした余剰貯留容量は、灌漑用水供給、都市用水供給、ファーム発電量の増強、下流の洪水ピーク流量の低減、環境保全のための放流など、様々な用途への活用が考えられるが、ステークホルダーとの協議を通じて最適な利用を検討する必要がある。	第 5 章 5.4 節 第 8 章 8.4.1 節
5	水関連基礎情報の充実と一元管理	水資源関連施設（ダム、浄水場、灌漑施設、生産井戸など）に関する情報は一元管理されていないという点は HA-1 においても顕著であり、水資源関連施設の現状を迅速かつ正確に把握することはきわめて困難な状況である。流域管理を実践していく中で、こうした水関連情報の充実、一元管理が課題である。	第 8 章 8.4.3 節
6	増加する水資源	想定される気候変動シナリオのもと、流出量の変化を推定す	第 4 章

	<p>に関わるリスクの考慮</p>	<p>ると、HA-1 内部からの流出量の減少率は全国平均を上回るなど、HA-1 は気候変動による水資源量の変動の受けやすい地域である。</p> <p>さらには、HA-1 最下流端に位置する Kainji ダム地点での Niger 川の流量は上流国から流入する量が 80%以上を占め、水資源が上流国の状況に影響される越境水のリスクも存在する。こうしたリスクを考慮した水資源管理を推進することが課題である。</p>	<p>第 5 章 第 8 章 8. 4. 4 節</p>
<p>7</p>	<p>水資源管理者による重要河川・氾濫原管理への積極的関与</p>	<p>HA-1 内を貫流する Sokoto-Rima 川は大規模な氾濫原を形成しており、同河川は氾濫原の中を網状、蛇行しつつ流下している。同河川の上流に位置する Goronyo、Bakolori ダムにおいては、洪水時にダムの下流区間で河川沿いの集落が浸水する場合に、ダムの放流が原因とされる議論が過去生じるなど、ダムの運用に関連する氾濫原の管理に課題がある。</p>	<p>第 7. 3. 2 節</p>
<p>8</p>	<p>清浄かつ安全な水の確保のための水質モニタリング</p>	<p>HA-1 においては、水域の表流水水質の現況を把握するための十分なモニタリングが行われていない。このため、今後、科学的データに基づき水源保全を議論していくために、まずは水質モニタリングの強化が必要不可欠である。水域の水質汚濁、上水水源のコロイド状の高濁度等の問題がステークホルダーからの指摘されているものの、現状把握は十分でない。このため現状把握と要因解明のための詳細な調査が必要である。</p>	<p>第 4 章 4. 3. 4 節 第 4 章 4. 4. *節 第 6. 3 章 第 8 章 8. 4. 6 節</p>
<p>9</p>	<p>流域単位 - 水資源管理のための協力的・参加型の組織・制度の開発・強化</p>	<p>全国水資源マスタープラン 2013 では、組織制度の開発・強化のための方針として、「協調的な組織編制」、「参加型管理行政」、「規制に関する公正な組織フレームワーク」及び「分権化と統合」を取り上げた。これらの組織強化方針のうち、参加型アプローチを強化することが、流域単位における水資源管理にとって核心的な課題である。参加型アプローチとは、流域内のすべての利害関係者が流域管理計画（CMP）の策定と実行に参加することである。</p> <p>流域の全域に跨る総合的な組織は、流域調整委員会（Catchment Management Coordinating Committee: CMCC）、技術諮問委員会（Technical Advisory Committee）、州政府統合水資源管理委員会（State IWRM Committee）などで構成されるものと考えられる。将来開催されるであろう利害関係者によるワークショップを通じて、組織計画等を具体的に進めることが必要である。</p>	<p>第 8 章 8. 2 節</p>

出典：JICA プロジェクトチーム

第3章 将来水需要の予測

本章では計画対象地域の水需要について記述する。まず、3.1節において将来の社会経済フレームワークを示す。次いで、3.2節、3.3節において、都市・村落給水、灌漑用水の水需要量算出方法およびその算出結果を示す。3.4節においては、その他セクターに関わる水需要量を記述する。最後に、3.5節において、水需要の構造として各セクターの水需要量を取りまとめる。

計画対象地域における水需要量算出の基礎となる社会経済フレームワーク、水需要量算出手法については、全国を対象とする全国水資源マスタープラン2013と同様としている。従って、算出される水需要量は全国水資源マスタープラン2013とほぼ同じものとなるが、流域管理計画策定過程におけるステークホルダー会議、ワークショップにより得られた追加情報から、都市・村落給水に関わる施設計画、灌漑計画などを修正し、それを水需要量予測に反映させ、微修正を施している。都市・村落給水、灌漑開発計画については、第7章を参照されたい。なお、この微修正は全国を対象とする全国水資源マスタープラン2013にも反映した。

水需要量は、水利用にかかる各セクターの計画に修正が生じた場合、その都度修正が必要になるものであるが、流域管理計画（CMP）においては、2013年8月時点までに得られている各セクターの計画に関する情報に基づく将来予測値を示す。今後、流域管理計画の最終化、更新の際には、水需要量の見直しが必要になる場合があることに留意する。

3.1 将来の社会経済のフレームワーク

3.1.1 人口推計

計画対象地域である HA-1 および同地域に位置する主要4州の将来推計人口は下表の通りである。

表 3-1 計画対象地域の推計人口(千人)

地域	国勢調査 ¹⁾		推定値 ²⁾	推計値 ³⁾			
	1991年	2006年	2010年	2015年	2020年	2025年	2030年
[ナ]国	88,992	140,432	158,423	179,791	203,869	229,796	257,815
：人口伸び率	-	3.18%	3.06%	2.56%	2.55%	2.42%	2.33%
2. HA-1 合計	9,764	15,253	17,142	19,361	21,829	24,448	27,231
：人口伸び率	-	3.02%	2.96%	2.46%	2.43%	2.29%	2.18%
3. 主要4州の合計	10,291	16,041	18,018	20,342	22,928	25,672	28,590
：人口伸び率	-	3.15%	2.95%	2.46%	2.42%	2.29%	2.18%
：Katsinaの人口	3,753	5,802	6,503	7,326	8,239	9,205	10,231
：Kebbiの人口	2,068	3,257	3,668	4,152	4,692	5,267	5,880
：Sokotoの人口	2,397	3,703	4,150	4,674	5,255	5,871	6,524
：Zamfaraの人口	2,073	3,279	3,697	4,190	4,742	5,329	5,955

注：2015年以降の推定値は、第4編全国水資源マスタープラン2013の第4章を参照。

出典：1) NPC-国勢調査値、2)と3) 国連-「ナ」国推定値・推計値、3) JICA プロジェクトチーム - 国連の「ナ」国推計値に基づいた州別・流域別推定値・推計値

3.1.2 製造業経済成長予測

下記の観点を勘案し、製造業セクターのGDP伸び率を目標年度である2030年まで毎年8.5%とし、工業用水需要量予測に用いる。

- 2006年～2011年の製造業セクターの平均実質伸び率は8.4%であった。
- 製造業セクターの伸び率は、GDP全体の伸び率を概ね上回っている。
- NBS 策定の「Revised Economic Outlook for 2012-2015, September 2012」では平均GDP成長率を7.3%としている。

3.2 都市・村落給水

都市・村落給水の水需要の詳細について、給水事業の計画・実施が州単位であることから主要4州の合計と各州の数値を示す一方、HA-1 内に入る他州の情報は全国水資源マスタープラン 2013 に示されている情報を参照して、HA-1 の水需要総計値を算出する。

3.2.1 水需要予測の手法

(1) 基本的な考え方

水資源ポテンシャルとのバランスを精査するためだけでなく、適切で安定的な給水を行い、且つ適正な給水インフラ施設整備を行うためにも、将来的に必要な水需要を予測することが極めて重要である。なお、水需要予測を行うにあたっては、流域管理計画（CMP）は給水普及率向上を優先するものとし、さらに比較検討のため複数のシナリオを用いた感度分析を行う。

(2) 水需要予測のフロー

図 3-1 に示すとおり、水需要を予測する。

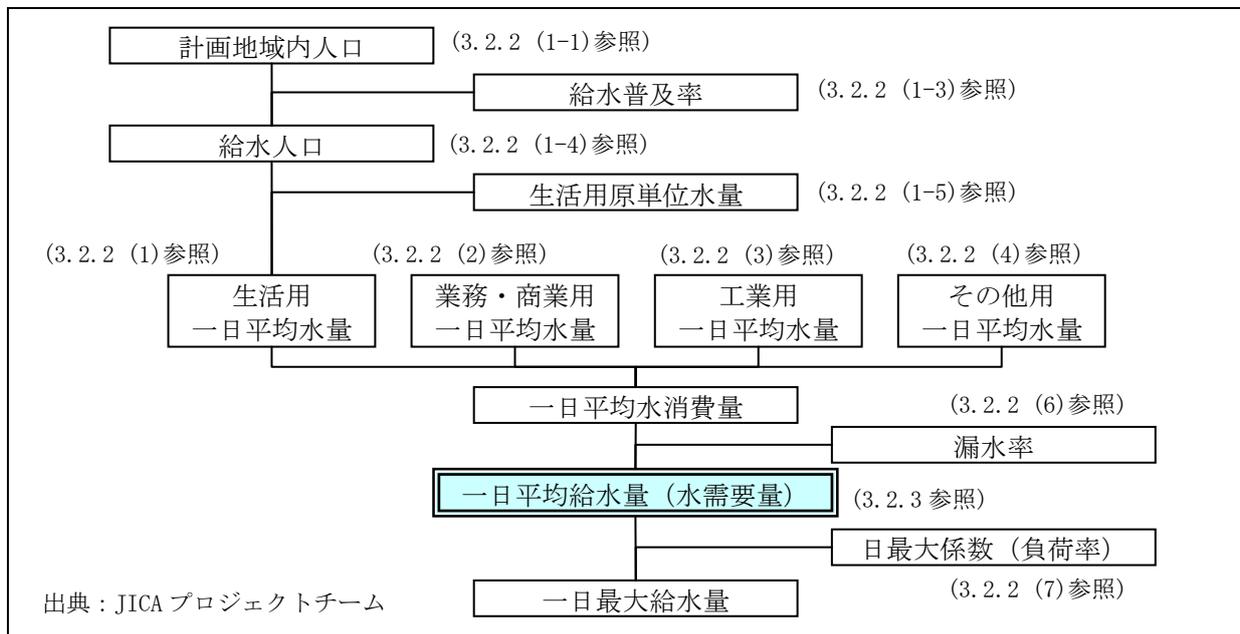


図 3-1 水需要予測フロー

3.2.2 水需要予測の条件および基本フレーム

水需要予測は、以下の基本条件およびフレームで行う。

(1) 生活用水

生活用水は家庭内の日常生活に係る使用水であり、飲料水、調理、入浴・シャワー設備、トイレの水洗、洗濯、清掃など家庭内で利用される用水である。そのため、生活用水は給水人口の増加だけでなく、生活水準の向上などによって増加する。

生活用一日平均水量は、給水人口と人口規模別の生活用原単位水量(リットル/人/日)との積によって算定する。

(1-1) 人口

LGA を最小単位として推計し、将来人口は 3.1.1 節に記述のとおりである（表 3-1 参照）。

(1-2) 居住地分類および水需要予測上の分類

連邦水資源省（FMWR）では、給水計画上の分類として、表 3-2 に示すとおり居住地をコミュニティの人口規模によって、都市、都市周辺もしくは小都市・町、地方村落の 3 つと定義しており、流域管理計画（CMP）においても同分類に準拠する。さらに、水需要予測においては、この分類事毎に生活用水原単位が設定される（後述 3.2.2 (1-5) 節参照）。

しかしながら、多様な給水形態、多様な生活・水利用形態、多様な所得層が混在していることから、人口規模のみに基づく居住地分類に従った水需要予測では、その精度が低くなると想定される。そこで、水需要の実態に沿うべく、表 3-2 に示す水需要予測上の分類を設けて、参考指標をもとに人口を配分する。

表 3-2 居住地分類および水需要予測上の分類

	人口規模	居住地分類	想定される給水形態	水需要予測上の分類
1	20,000 人を 超える	都市	主に表流水利用、配管網、各戸接続	都市生活的水利用（参考指標：水洗トイレ所有世帯数、Census 2006）
2	5,000 人以上 20,000 人以下	都市周辺もしくは 小都市・町	表流水・地下水利用、配管網、共同水栓、各戸接続	準都市生活的水利用（上記 1 と下記 3 以外）
3	5,000 人未満	地方村落	主に地下水利用、250m 以内、250～500 人/地点	地方村落的水利用（参考指標：主にハンドポンプ利用世帯数、Census 2006）

出典：JICA プロジェクトチーム

(1-3) 給水普及率

給水普及率設定に際して、連邦水資源省（FMWR）の 2011 年ロードマップにおいて達成目標とされている全国の給水普及率、2015 年（中期）に 75%、2025 年（長期）に 100%をそれぞれ目安とする。しかし、給水普及率は、水道施設整備の必要性が社会経済活動に依拠するため、上述の人口規模による居住地分類別に将来的な給水普及率を設定することにより、より実際的なものにする。

現在の給水普及率として、州レベルで居住地分類別に普及率を見ることができる基本福祉指標質問票調査（Core Welfare Indicators Questionnaire Survey：CWIQS, 2006）の結果値を採用し（8.2.3 (3) 表 8-5 参照）、各州下の LGA に平均値として一律適用した。

上記普及率に基づく水消費量の積み上げと、2025 年の普及率 100%達成とそれまでの一定の普及率での改善を条件としたところ、表 3-3 のとおりに 2010 年の主要 4 州普及率が 50%と算出され、2015 年に 66%、2020 年に 83%が、それぞれの目標年次の達成値として試算される結果となった。

なお、現実の整備目標が計画通り進まない場合を想定して、主要 4 州の給水普及率を変数とした感度分析を行う。

表 3-3 居住地分類別、目標年別の主要 4 州の給水普及率

目標年	主要 4 州の給水普及率			
	全体	都市	都市周辺もしくは小都市・町	地方村落
2010（現在）※試算値	50%	69%	47%	40%
2015	66%	79%	65%	60%
2020	83%	90%	82%	80%
2025	100%	100%	100%	100%
2030	100%	100%	100%	100%

出典：JICA プロジェクトチーム

(1-4) 給水人口

上述の給水普及率に基づき、算出した給水人口は表 3-4 のとおりとなる。

表 3-4 給水人口

地域	給水人口（千人）				
	2010 年	2015 年	2020 年	2025 年	2030 年
ナイジェリア全国	79,848	120,287	170,100	229,796	257,815
HA-1	8,135	12,580	18,006	24,448	27,231
主要 4 州合計	8,256	12,996	18,789	25,672	28,590
州別の給水人口					
20 Katsina	2,359	4,215	6,490	9,205	10,231
21 Kebbi	1,467	2,491	3,754	5,267	5,880
33 Sokoto	2,265	3,258	4,459	5,871	6,524
36 Zamfara	2,165	3,032	4,086	5,329	5,955

出典：JICA プロジェクトチーム

(1-5) 生活用原単位水量

生活用原単位水量は、連邦水資源省（FMWR）により居住地（給水形態）分類別に表 3-5 に示す 3 つの標準原単位水量が設定されており、これらを採用する。なお、将来的な生活水準の向上による原単位水量の見直しの余地があるものの、現況の給水普及率、人口増加に伴う水需要の拡大などの背景を鑑み、給水普及率の向上が最優先されるべきと判断されることから、現在の標準原単位を目標年次 2030 年に亘って採用することが妥当と判断する。

表 3-5 生活用原単位水量

	居住地（給水形態）分類	水需要予測上の分類	原単位水量（リットル/人/日）
1	都市	都市生活的水利用	120
2	都市周辺もしくは小都市・町	準都市生活的水利用	60
3	地方村落	地方村落的水利用	30

出典：連邦水資源省（FMWR）

(2) 業務・商業用水

業務・商業用水は、官公庁、事務所、商業施設、宿泊施設、病院、学校、緑化などにおいて使用される用水である。これは、都市的な活動の発展だけでなく、各施設の設備整備により増加する。

流域管理計画（CMP）では、州単位で地方村落を除く生活用一日平均水量の 10% に相当する水量を、業務・商業用水一日平均水量として簡便算定する。

なお、業務・商業用水の一日平均水量の算定にあたっては、これまでの調査において明確なデータが確認されていないため、5 国・地域（日本、マニラ市、ボゴタ平原、パリ、ブラジル・セルジッペ州）のデータを参考にした（Volume-5 Supporting Report の SR1.2.1 節参照）。

(3) 工業用水

工業用水は、製品の原料用、処理用、産業冷却用、洗浄用など多岐にわたって使用される。そのため、工業の需要水量は社会経済活動の活発化に伴い増加する。

流域管理計画（CMP）では、州単位で生活用一日平均水量の 1.25% に相当する水量を、2010 年の業務・商業用水一日平均水量として簡便算定し、以降 2030 年まで年率 8.5%（GDP 成長率）の増加とした。

なお、2010 年の工業用水の一日平均水量の算定にあたっては、これまでの調査において明確なデータが確認されていないため、業務・商業用水と同様に、上述 5 国・地域の「製造業セクターの GRDP 貢献度」および「生活用水に対する工業用水消費割合」のデータを参考にした（Volume-5 Supporting Report の SR1.2.1 節参照）。

(4) その他用水

その他用水は、水道事業用水、水道メータ不感水量などが該当するが、通常は全体用水量に占める比率が非常に小さく、上述の営業・商業用水、下記の漏水に含有されているものとして扱う。

(5) 下水の再利用

下水再生水の活用について、下水再生水の現況、施設整備の進捗や将来の普及と向上を考慮して再利用率を設定する必要があるが、「ナ」国では下水再生水が普及しておらず（統計的な情報もない）、高コストと維持管理の点でも実現が容易ではないことから、再生水利用はないものと仮定した。

(6) 漏水率

漏水は、都市、都市周辺および小都市の上水道のポンプ設備類、配水池、管路などからの水漏れを主として、不法接続により失われる水量、盗水を含んだ漏水と定義して扱う。

ただし、「ナ」国における上水道サービスは各州の水道公社によって行われているが、各戸に水道メータが設置されていないこと（料金徴収が実施されている場合は定額制）が一般的であり、水道公社も漏水率を正確に把握していない。さらに、既存管路網などの基礎的なデータ管理の不備から定量的な実態把握は非常に困難である。これらを鑑み、各州の水道公社への聞き取りをもとに漏水率を一律 30% と仮定した。

なお、既存管路の布設替え改修、水需要管理による無収水削減を考慮して、将来的に低減されることが期待される漏水率を変数とした感度分析を行う。

(7) 日最大係数（負荷率）

総水需要量に対する水資源ポテンシャルおよび水需給バランスの評価が主目的であることから、水需要予測では、給水施設計画において通常考慮される日最大係数（負荷率）は適用しない。

一方、給水分野の開発計画の策定にあたっては日最大給水量を考慮する。ただし、流域管理計画（CMP）では、稼働率を考慮した割増しを行うことから、日最大係数は適用しない。

3.2.3 水需要予測の結果

表 3-6 に、上述の基本条件に基づく HA-1、主要 4 州および州別の水需要量予測、表 3-7 に用水分類別の水需要量予測を示す。その結果、2010 年から 2030 年に HA-1 の水需要予測が 3.0 倍に、主要 4 州が 3.2 倍に増加することが分かるが（図 3-2 参照）、各州によって増加の程度に差がある。

表 3-6 水需要予測

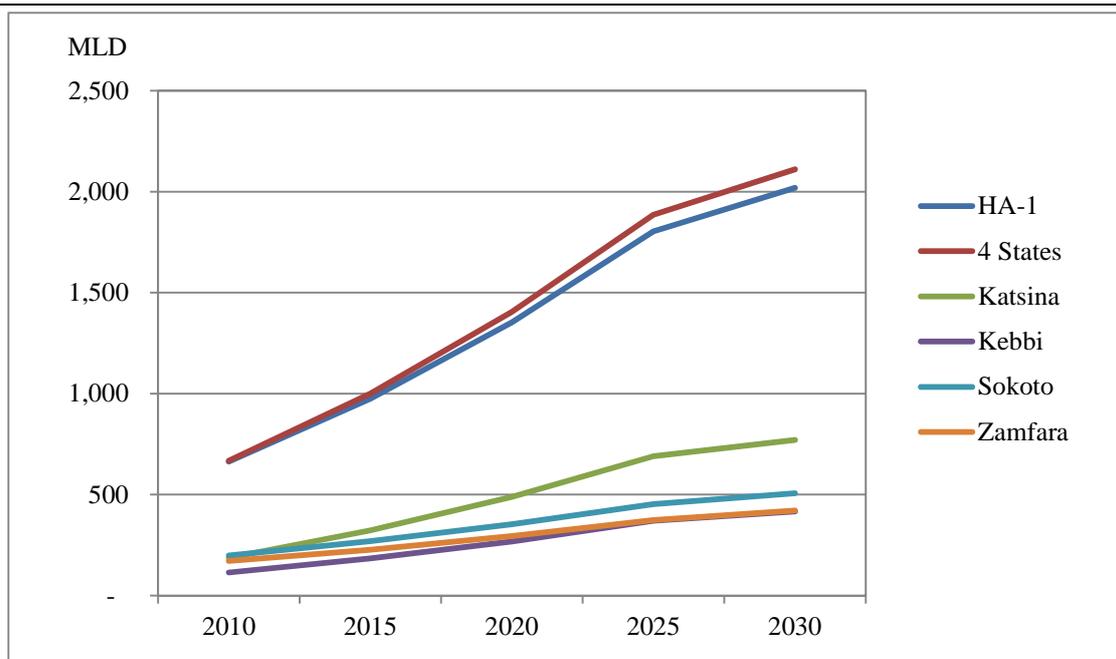
No	地域	水需要量 (Million Liter per Day : MLD)					2030/2010 比率
		2010 (現在)	2015	2020	2025	2030	
	ナイジェリア全国	8,254	11,666	15,890	20,994	23,876	2.9
	HA-1	663	974	1,354	1,804	2,020	3.0
	主要 4 州合計	668	1,000	1,405	1,886	2,112	3.2
州別の水需要量							
20	Katsina	186	322	489	689	770	4.1
21	Kebbi	114	183	268	370	416	3.7
33	Sokoto	197	268	353	453	506	2.6
36	Zamfara	171	227	294	374	420	2.5

出典：JICA プロジェクトチーム

表 3-7 主要 4 州の州別の用水分類別の水需要予測

州	用水分類	水需要量 (Million Liter per Day : MLD)				
		2010	2015	2020	2025	2030
20 Katsina	州合計	186	322	489	689	770
	都市	57	77	102	131	147
	都市周辺・小都市	79	158	255	371	412
	地方村落	33	58	88	123	137
	業務・商業	15	26	40	56	62
	工業	2	3	5	8	12
21 Kebbi	州合計	114	183	268	370	416
	都市	25	35	47	62	70
	都市周辺・小都市	59	96	142	196	219
	地方村落	19	35	55	78	87
	業務・商業	9	15	21	29	32
	工業	1	2	3	5	7
33 Sokoto	州合計	197	268	353	453	506
	都市	62	75	89	106	116
	都市周辺・小都市	90	127	172	223	248
	地方村落	25	40	58	79	88
	業務・商業	17	22	29	37	41
	工業	2	4	5	8	12
36 Zamfara	州合計	171	227	294	374	420
	都市	27	35	44	55	61
	都市周辺・小都市	102	131	165	204	228
	地方村落	24	39	57	79	88
	業務・商業	14	18	23	29	32
	工業	2	3	5	7	11

出典：JICA プロジェクトチーム



出典：JICA プロジェクトチーム

図 3-2 2010年～2030年の水需要予測

3.2.4 水需要予測に関する感度分析

(1) シナリオの設定

水需要管理によって水需要量の変動すること、給水普及率の現実性などを踏まえ、上述 3.2.2 の基本条件に基づくシナリオに3つのシナリオを加え、予測された水需要を比較した。

なお、感度分析に当たっては、主要4州合計および各州を対象とする。

基本シナリオ : 基本条件を用いた需要予測

3.2.2 の基本条件を用いた需要予測であり、流域管理計画における基本シナリオとする。

シナリオ-1 : 基本条件のうち 2025 年の給水普及率 100%が達成されない需要予測

実際のインフラ整備等が計画通り進まない場合を想定して、2025年に89%、目標年次2030年に100%の給水普及率がそれぞれ達成されるシナリオ

シナリオ-2 : 基本条件のうち漏水率が30%から10%に削減される需要予測

水需要管理と無収水対策が効果的に行なわれることにより、2030年までに段階的に漏水率が30%から10%に削減されるシナリオ

シナリオ-3 : 基本条件のうち 2025 年の給水普及率 100%が達成されず、且つ漏水率が30%から10%に削減される需要予測

シナリオ-1 とシナリオ-2 が組み合わされたシナリオ

上記のシナリオの設定条件を、以下の表 3-8 にまとめて示す。

表 3-8 感度分析のためのシナリオ設定条件一覧

項目		基本シナリオ	シナリオ-1	シナリオ-2	シナリオ-3
生活用水、原単位水量 (liter/人/日)					
都市		120	120	120	120
都市周辺および小都市		60	60	60	60
地方村落		30	30	30	30
業務・商業用水 (生活用水比)		10%	10%	10%	10%
工業用水 (生活用水比)		1.25%	1.25%	1.25%	1.25%
給水普及率					
HA-1 全体	2010年 (現在)	50%	50%	50%	50%
	2015年	66%	62%	66%	62%
	2020年	83%	74%	83%	74%
	2025年	100%	87%	100%	87%
	2030年	100%	100%	100%	100%
都市	2010年 (現在)	69%	69%	69%	69%
	2015年	79%	76%	79%	76%
	2020年	89%	84%	89%	84%
	2025年	100%	92%	100%	92%
	2030年	100%	100%	100%	100%
都市周辺 および小都市	2010年 (現在)	47%	47%	47%	47%
	2015年	64%	60%	64%	60%
	2020年	82%	73%	82%	73%
	2025年	100%	86%	100%	86%
	2030年	100%	100%	100%	100%
地方村落	2010年 (現在)	40%	40%	40%	40%
	2015年	60%	55%	60%	55%
	2020年	80%	70%	80%	70%
	2025年	100%	85%	100%	85%
	2030年	100%	100%	100%	100%
漏水率 ※地方村落 給水除く	2010年 (現在)	30%	30%	30%	30%
	2015年	30%	30%	25%	25%
	2020年	30%	30%	20%	20%
	2025年	30%	30%	15%	15%
	2030年	30%	30%	10%	10%

出典：JICA プロジェクトチーム

(2) 感度分析結果とシナリオ比較考察

表 3-9 および図 3-3 は、上述の表 3-8 のシナリオ設定条件で算出した主要 4 州の水需要量予測の感度分析結果と、基本シナリオの水需要量に対する各シナリオの水需要量の割合を示したものである。

表 3-9 主要 4 州の水需要量予測の感度分析結果のシナリオ比較

項目	水需要量 (MLD) もしくは比率 (%)				
	2010 (現在)	2015	2020	2025	2030
(1) 基本シナリオ水需要量	668	1,000	1,405	1,886	2,112
(2) シナリオ-1 水需要量	668	939	1,268	1,657	2,112
対基本シナリオ比率(2)/(1)	100.0%	93.9%	90.3%	87.8%	100.0%
(3) シナリオ-2 水需要量	668	945	1,262	1,617	1,732
対基本シナリオ比率(3)/(1)	100.0%	94.5%	89.8%	85.7%	82.0%
(4) シナリオ-3 水需要量	668	887	1,138	1,419	1,732
対基本シナリオ比率(4)/(1)	100.0%	88.7%	81.0%	75.2%	82.0%

出典：JICA プロジェクトチーム

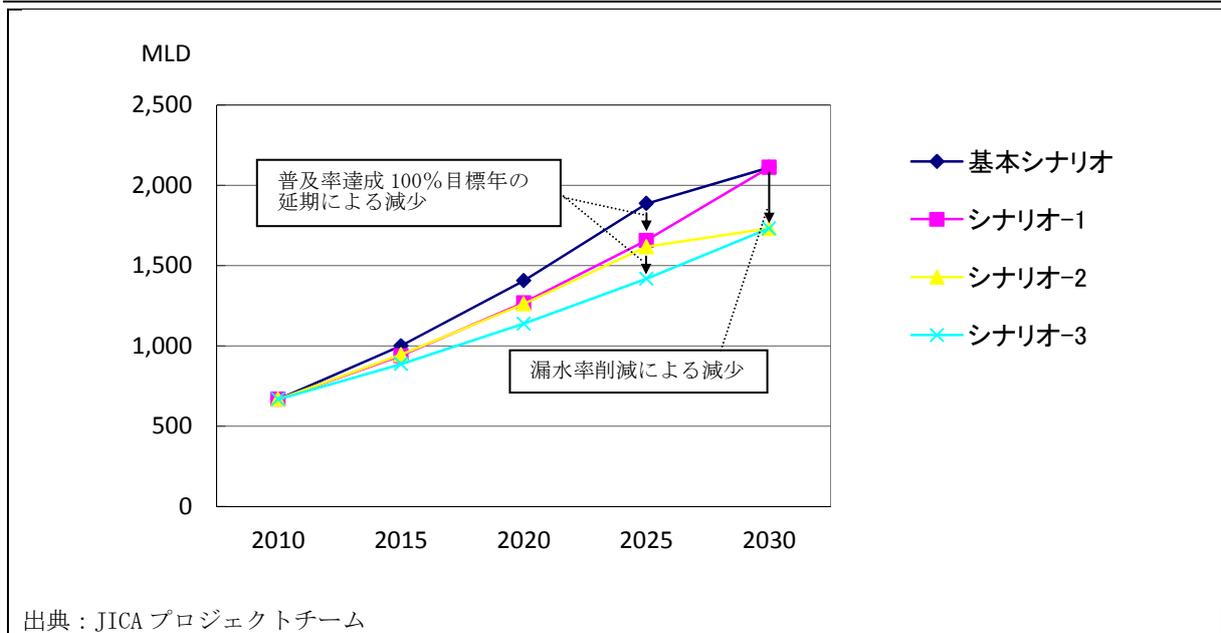


図 3-3 主要 4 州の水需要予測の感度分析結果のグラフ

● 基本シナリオとシナリオ-1 の比較

各年の給水普及率および 100%達成目標年の設定の違いであり、2030 年の水需要量は同じである。2015 年、2020 年、2025 年の水需要量が、基本シナリオと比較してそれぞれ 6.1%、9.7%、12.2%の減少となる。

● 基本シナリオとシナリオ-2 の比較

漏水削減の違いである。2011 年以降の水需要量が、基本シナリオと比較して減少し、段階的にその減少幅が大きくなり目標年次 2030 年の減少幅が 18%になる。

● 基本シナリオとシナリオ-3 の比較

シナリオ 1 とシナリオ 2 の組み合わせであり、各年の給水普及率および 100%達成目標年の設定、漏水率削減の違いである。2030 年の水需要の減少幅はシナリオ 2 と同じ 18%であるが、2010 年～2030 年の間の水需要が全シナリオのなかで最も少ない。

以上の比較から、給水普及率および 100%達成目標年の設定はより実現可能な給水整備計画を検討する上で重要であり、水需要管理、無収水対策による漏水率の改善は水需要の抑制に高い効果があることが改めて分かる。

流域管理計画 (CMP) では、連邦水資源省 (FMWR) の 2011 年ロードマップにおける給水普及率 100%達成目標を優先し、漏水率については現状値の不確実性に加え、漏水・盗水および既存配管網の情報不足ゆえ、現状維持が妥当と判断し、基本シナリオを水需給バランスの分析に採用するものとする。

なお、主要 4 州の各州の水需要量予測の感度分析結果のシナリオ比較を、表 3-10 に示す。

表 3-10 州別の水需要量予測の感度分析結果のシナリオ比較

	州	シナリオ	水需要量 (MLD)				
			2010	2015	2020	2025	2030
20	Katsina	基本	186	322	489	689	770
		1	186	294	427	584	770
		2	186	305	439	589	629
		3	186	278	383	500	629
21	Kebbi	基本	114	183	268	370	416
		1	114	170	238	319	416
		2	114	173	241	319	343
		3	114	160	214	275	343
33	Sokoto	基本	197	268	353	453	506
		1	197	257	328	410	506
		2	197	253	316	387	413
		3	197	242	293	350	413
36	Zamfara	基本	171	227	294	374	420
		1	171	218	276	343	420
		2	171	214	265	322	346
		3	171	206	248	294	346

出典：JICA プロジェクトチーム

3.3 灌漑用水

3.3.1 農業および灌漑政策

(1) 計画対象地域の農業

計画対象地域の気候は、南部でスーダンサバンナ気候、北部で半乾燥地気候であり、年間降雨は約 600mm から 1000mm である。「ナ」国では天水農業が大部分を占め、計画対象地域の主要な農作物はソルガム、ミレットであり、その他にコメ、メイズ、落花生、小麦、野菜、サトウキビ、豆類、綿花などを栽培している。

表 3-11 作物生産量 (千トン)

州	ソルガム	ミレット	コメ	メイズ	落花生
Katsina	357	337	27	170	50
Kebbi	167	203	58	29	36
Sokoto	92	495	21	15	49
Zamfara	432	323	22	43	122

注：上表の値は 1994/95 から 2005/06 までの平均生産量
出典：NBS, Agricultural Survey Report 1994/95-2005/06

(2) 灌漑農業

「ナ」国の主な作物は、コメ、キャサバ、ヤム、メイズ、ソルガム、ミレット、グランドナッツなどである。キャサバ、ヤムなど基本的な主食は自給できているが、コメ、小麦、砂糖の農産物や加工品は輸入に依存している。特にコメは政策的重要作物として特定されている。「ナ」国の年間コメ需要量（精米ベース）は 5 百万 ton と推定され、国内生産量は平均 2.2 百万 ton であり、残り 2.8 百万 ton は輸入に依存している。「ナ」国にはコメ生産適地は 4.6 百万 ha と推定されるが、現状では 1.8 百万 ha が天水で栽培されており、灌漑稲作は 5 万 ha と僅かである。

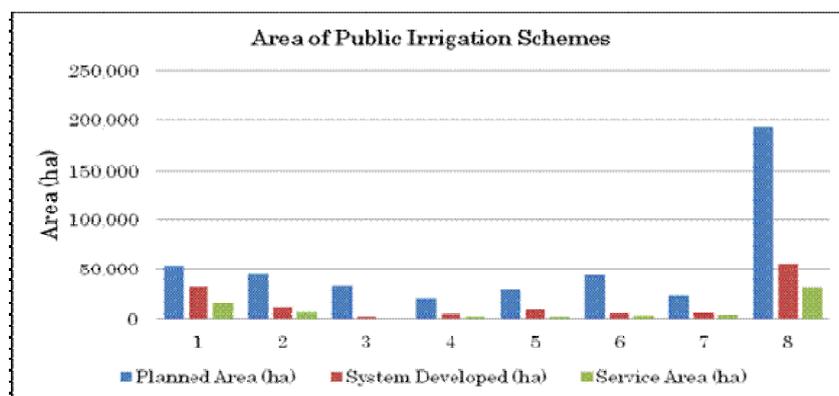
「ナ」国の灌漑農業は、連邦政府や州政府が実施し運営する公的灌漑農業、企業もしくは農民自身が実施し運営する私的灌漑農業に大別される。農民による私的灌漑農業は小規模である。そのうちの約 2/3 は都市近郊で営利目的の野菜栽培などを行っており、残り 1/3 は乾期に浅井戸や表流水を利用した Fadama 灌漑を営んでいる。Sokoto-Rima 川の氾濫原では広く Fadama 灌漑が行われている。

「ナ」国の北部地域 (HA-1、HA-8) では中部・南部地域に比べて、灌漑事業が進展している。整備済み農地の一部では既に灌漑農業が実施されており、雨期にはコメ、乾期にはメイズ、小麦、野菜などが栽培されている。今後も食料の安定供給のため灌漑事業の推進が不可欠である。

表 3-12 流域別現況灌漑面積 (千 ha)

	HA-1	HA-2	HA-3	HA-4	HA-5	HA-6	HA-7	HA-8	合計
計画灌漑面積 Planned Area	53.9	44.2	33.0	20.3	29.3	43.7	23.0	193.4	440.9
整備済み面積 System Developed Area	32.1	11.3	2.5	5.0	10.0	5.7	6.1	55.3	128.1
灌漑実施面積 Service Area	15.5	7.6	1.0	2.3	2.4	2.7	4.1	31.5	67.1

出典：JICA プロジェクトチーム



出典：JICA プロジェクトチーム

図 3-4 流域別現況灌漑面積

(3) 灌漑政策

「ナ」国の農業及び灌漑政策は、a) 農業生産性の向上、b) 灌漑農地の拡張、c) 灌漑農業の体質改善を目標としている。これらを達成するために以下のことに取り組むことが肝要である。

- 既存灌漑スキームのリハビリと事業の完工
- 新規灌漑農地の開発
- コメの生産性拡大

3.3.2 計画作付パターン

水需要量の算定のため、計画対象地域の標準的な作付カレンダー及び作付パターンを次のように設定する。

(1) 作付カレンダー

地域の気候、現況の作物作付時期、収集資料や聞き取り調査により作物の作付時期は次のとおりとする。

作物(地域)	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
コメ(北部)					(作付期間を示す線グラフ)							
穀類・野菜	(作付期間を示す線グラフ)				(作付期間を示す線グラフ)							

出典：JICA プロジェクトチーム

図 3-5 作付カレンダー

(2) 現況作付パターン

RBDA からの収集資料や公的灌漑スキームの作付パターンより次のように設定する。私的小規模灌漑農業は野菜や穀類が主体である。

表 3-13 現況作付パターン

HA	公的灌漑スキーム (%)				私的小規模灌漑 (%)			
	雨季		乾季		雨季		乾季	
	水田	畑作	水田	畑作	水田	畑作	水田	畑作
1	40	25	5	60	20	50	0	70

出典：JICA プロジェクトチーム

(3) 計画作付パターン

公的灌漑スキームの計画作付パターンは、現況作付パターンやコメを重視した農業政策を反映して次のように設定する。

表 3-14 計画作付パターン

HA	公的灌漑スキーム (%)				私的小規模灌漑 (%)			
	雨季		乾季		雨季		乾季	
	水田	畑作	水田	畑作	水田	畑作	水田	畑作
1	40	50	0	50	20	70	0	80

出典：JICA プロジェクトチーム

3.3.3 水需要量

水需要量は、次のフローに従って計算する。

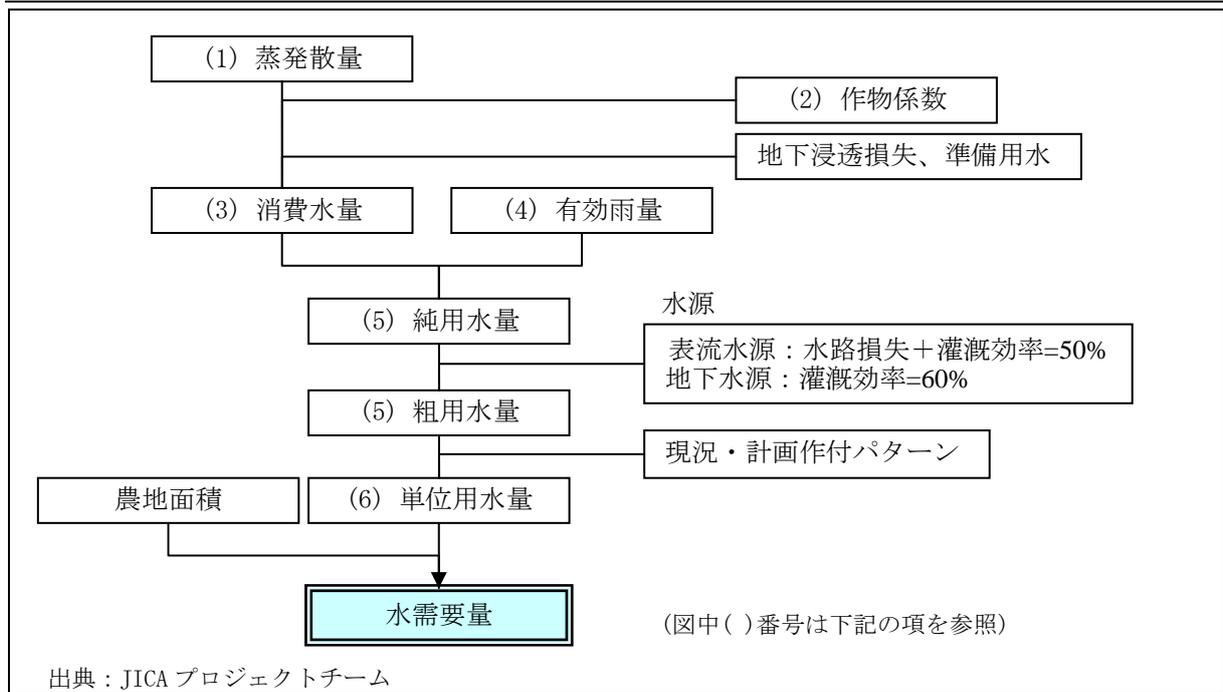


図 3-6 水需要量計算フロー

(1) 基準蒸発散量

本計算ではハーモン(Hamon)式¹により基準蒸発散量を算出する。

表 3-15 基準蒸発散量 (mm)

HA	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	81	92	133	161	175	155	137	123	118	120	96	82

出典：JICA プロジェクトチーム

(2) 作物係数

FAO 技術資料をもとに地域における生育段階毎の作物係数は下表のとおりとする。

表 3-16 作物係数

HA	作物	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	コメ	-	-	-	-	0.17	0.69	1.04	0.99	0.61	0.15	-	-
	その他	0.88	0.85	0.39	0.05	0.11	0.41	0.75	0.85	0.54	0.14	0.15	0.52

出典：FAO をもとに JICA プロジェクトチームの設定

(3) 消費水量

蒸発散量と作物係数、灌漑水が地下へ浸透する損失分および植付け前の準備用水を考慮して消費水量を算出する。ここでは地下浸透損失を 2mm/日、準備用水は水田で 150mm (代掻き用水)、畑地で 60mm とした。

- 消費水量 = 蒸発散量 × 作物係数 + 地下浸透損失 + 準備用水

(4) 有効雨量

有効雨量とは灌漑期間中に耕地に降った雨水のうち作物の栽培に利用できる雨量である。水田用水計画では 5~80mm の日降雨量の 80%程度を有効雨量とすることが多いことから、水田の有効雨量は降水量の 80%とする。一方、畑地は水田のような貯留機能が無いため、畑地の有効雨量は水田よりも小さく算出され、「ナ」国では平均的に水田の有効雨量の 70%程度が畑地の有効雨量に相当すると考えられる。

¹修正ペンマン法は、日平均気温(°C)、1日当たりの日照時間(h)、日平均風速(m/s)、日平均相対湿度(%)のデータを必要とするが、現状ではこれらのうちいくつかの情報が得られない。ハーモン(Hamon)式はより少ない気象パラメータで計算可能である。

表 3-17 有効雨量 (mm)

HA	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
水田	0	0	2	4	18	40	82	100	56	6	0	0
畑	0	0	1	3	13	28	57	70	39	4	0	0

出典：JICA プロジェクトチーム

(5) 純用水量、水路損失、灌漑効率、粗用水量

消費水量から有効水量を差し引いて純用水量を算定する。作物生育期間中に降水量が多い場合、純用水量はゼロとなる。公的灌漑スキームは主に表流水を水源とし、氾濫原に位置する Fadama 農業や一部の私的小規模灌漑農業は洪水減衰後の伏流水を主な水源とし、氾濫原以外の私的小規模灌漑農業は地下水を主な水源とする。表流水を水源とする場合、河川やダムの取水地点から圃場までの水路損失を考慮し、また圃場での灌漑効率を考慮して粗用水量を算出する。一方、伏流水や地下水を水源とする場合、圃場での灌漑効率のみを考慮して粗用水量を算出する。「ナ」国では重力方式の場合、灌漑効率 60% が通常使われている。

- 表流水源：水路損失 + 灌漑効率 = 50%
- 地下水源：灌漑効率 = 60%

純用水量を上記の水路損失及び灌漑効率で除して粗用水量を算定する。

(6) 単位用水量

粗用水量に上述の作付パターンを考慮して算定した単位用水量は次のとおりである。尚、将来計画においては、計画対象地域では降水量が少なく、乾季には稲作を行わない計画であり、水田（乾季）の作付率はゼロである。

表 3-18 表流水源 単位用水量 (現況)

HA	期間	純用水量 (mm)		粗用水量 (m ³ /ha)		作付パターン (%)		単位用水量 (m ³ /ha)
		水田	畑作	水田	畑作	水田	畑作	
1	雨季	579	221	11,580	4,420	40	25	5,737
	乾季	0	322	0	6,440	5	60	3,864

出典：JICA プロジェクトチーム (Volume-5 Supporting Report の SR1.3.4 節参照)

表 3-19 地下水源 単位用水量 (現況)

HA	期間	純用水量 (mm)		粗用水量 (m ³ /ha)		作付パターン (%)		単位用水量 (m ³ /ha)
		水田	畑作	水田	畑作	水田	畑作	
1	雨季	579	221	9,650	3,683	20	50	3,772
	乾季	0	322	0	5,367	0	70	3,757

出典：JICA プロジェクトチーム (Volume-5 Supporting Report の SR1.3.4 節参照)

表 3-20 表流水源 単位用水量 (将来計画)

HA	期間	純用水量 (mm)		粗用水量 (m ³ /ha)		作付パターン (%)		単位用水量 (m ³ /ha)
		水田	畑作	水田	畑作	水田	畑作	
1	雨季	579	221	11,580	4,420	40	50	6,842
	乾季	0	322	0	6,440	0	50	3,220

出典：JICA プロジェクトチーム (Volume-5 Supporting Report の SR1.3.5 節参照)

表 3-21 地下水源 単位用水量 (将来計画)

HA	期間	純用水量 (mm)		粗用水量 (m ³ /ha)		作付パターン (%)		単位用水量 (m ³ /ha)
		水田	畑作	水田	畑作	水田	畑作	
1	雨季	579	221	9,650	3,683	20	70	4,508
	乾季	0	322	0	5,367	0	80	4,294

出典：JICA プロジェクトチーム (Volume-5 Supporting Report の SR1.3.5 節参照)

(7) 単位用水量の月別変化パターン

将来計画における流域の単位用水量の月別変化パターンを下表に示す。表流水源の灌漑スキームの場合、計画対象地域では雨季灌漑の開始時期の 6 月で最も単位用水量が大きくなる。

表 3-22 単位用水量の月別変化パターン (表流水源-(mm))

HA	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	71	78	51	5	130	204	142	101	62	47	44	73

出典：JICA プロジェクトチーム

地下水源の小規模灌漑の場合、計画対象地域では雨季灌漑の開始時期の6月で最も単位用水量が大きくなる。

一方、氾濫原における伏流水を利用する Fadama 農業及び小規模灌漑の場合、雨期灌漑は行われず、乾季灌漑の中期である2月に最も単位用水量が大きくなる。

表 3-23 単位用水量の月別変化パターン（伏流水、地下水源-(mm)）

HA	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1	95	104	68	7	(81)	(134)	(94)	(68)	(45)	29	59	97

備考：伏流水利用の場合、雨季灌漑は行わないため、表中では（ ）で示している。

出典：JICA プロジェクトチーム

(8) 現況の水需要量

表流水を水源とする灌漑スキーム、伏流水を水源とする Fadama 農業と小規模灌漑農業、地下水を水源とする小規模灌漑農業の水需要量はそれぞれ次のとおりである。水需要量は、雨季 226MCM、乾季 246MCM、総量で 472MCM である。その総量は HA-1 地域の水資源ポテンシャル（内部生産分のみ）10,700MCM の 4.4% に相当する。

表 3-24 現況水需要量

水源	区分	面積 (ha)	雨季 (MCM)	乾季 (MCM)	計 (MCM)
表流水源	既存灌漑スキーム	32,149	185	124	309
伏流水 (氾濫原)	Fadama 農業+小規模灌漑農業一部	21,482	0	81	81
地下水源	小規模灌漑農業	10,875	41	41	82
計		64,506	226	246	472

出典：JICA プロジェクトチーム

(9) 計画水需要量

水需要量は、雨季 398MCM、乾季 398MCM、総量で 775MCM である。その総量は HA-1 地域の水資源ポテンシャル（内部生産分のみ）10,700MCM の 7.2% に相当する。

表 3-25 計画水需要量

水源	区分	面積 (ha)	雨季 (MCM)	乾季 (MCM)	計 (MCM)
表流水源	灌漑スキーム	42,541	291	137	428
伏流水 (氾濫原)	Fadama 農業+小規模灌漑農業一部	32,111	0	138	138
地下水源	小規模灌漑農業	23,680	107	102	209
計		98,332	398	377	775

出典：JICA プロジェクトチーム

(10) 気候変動を考慮した計画水需要量変化の予備的考察

計画水需要量に対する気候変動の影響は、4.3.3 節において設定される気候変動シナリオのケース 1 をもとに、将来予測される気温変化の影響を考慮し、基本となるポテンシャル蒸発散量に表 3-26 に示す気温変化による係数を乗じてポテンシャル蒸発散量 (PET) を設定して考察する。

表 3-26 気温変化による係数

	HA-1
気温変化(°C)	+2.5
PET 変化係数	1.168

出典：JICA プロジェクトチーム

気候変動の影響を考慮した場合の全体水需要量は、全体でほぼ 17% 増しとなる。水需要量は乾季よりも雨季に増加し、特に小規模灌漑農業の地下水源は 18% 増と推測される。

表 3-27 気候変動による計画水需要量の変化

水源	区分	面積 (ha)	雨季	乾季	計
表流水源	灌漑スキーム	42,541	+19%	+14%	+17%
伏流水 (氾濫原)	Fadama 農業+小規模灌漑農業一部	32,111	0%	+14%	+14%
地下水源	小規模灌漑農業	23,680	+22%	+14%	+18%
計		98,332	+19%	+14%	+17%

出典：JICA プロジェクトチーム

3.4 その他サブセクターの水利用

3.4.1 畜産

家畜の年間水需要量の予測には「FAO Livestock Guideline in African Region (FAOのアフリカ地域における家畜飼養指導書)」に準拠し、ウシ、ヤギ、ヒツジ、ブタ、ラクダ、ウマ、ロバ、及び家禽の年間成獣1頭当たり用水量をそれぞれ7.88、0.84、0.73、1.20、8.98、8.10、3.07及び0.039m³とした。

主要4州の年間水需要量は第4編全国水資源マスタープラン2013第4章4.4.1節をもとに算定する。これに加えて全国水資源マスタープラン2013に示されるHA-1流域内に入る他州の情報を参照して、面積按分によるHA-1の総計値は、2010年で55.7MCM、2030年で77.7MCMであり、20年間で約39%増が見込まれる。

表3-28 畜産の水需要量予測

	2010		2030	
	家畜頭数(千頭)	水需要量(MCM)	家畜頭数(千頭)	水需要量(MCM)
ウシ	5,205	55.7	7,883	77.7
ヤギ	8,893		10,557	
ヒツジ	8,202		8,483	
ブタ	188		288	
家禽	15,120		15,334	
ラクダ	200		200	
ウマ	120		120	
ロバ	106		106	

注：1) 家禽には鶏、アヒル、ホロホロ鳥を含む。
2) ラクダ、ウマ、ロバの頭数は2010年の資料しかなく、将来予測困難のため2010年の頭数を使用
3) 水需要量は、第4編全国水資源マスタープラン2013第4章4.4.1節から引用
出典：JICAプロジェクトチーム

表3-29 主要4州の家畜頭数と水需要量(2010年)

州	家畜頭数(頭/羽)								計
	ウシ	ヤギ	ヒツジ	ブタ	家禽	ロバ	ラクダ	ウマ	
Katsina	1,109,728	3,998,276	2,398,963	0	5,204,109	6,108	0	0	
Kebbi	440,469	1,974,189	1,063,894	140,500	3,598,760	14,726	18,057	4,174	
Sokoto	2,578,403	1,791,659	2,662,525	35,000	3,919,385	103,390	59,917	60,682	
Zamfara	1,075,973	1,129,270	2,076,802	12,975	2,397,355	75,360	42,329	41,284	
計	5,204,573	8,893,394	8,202,184	188,475	15,119,609	199,584	120,303	106,140	
州	年間必要水量(m ³)								計(m ³)
	ウシ	ヤギ	ヒツジ	ブタ	家禽	ロバ	ラクダ	ウマ	
Katsina	8,744,657	3,358,552	1,751,243	0	202,960	18,752	0	0	8,744,657
Kebbi	3,470,896	1,658,319	776,643	168,600	140,352	45,209	162,152	33,809	3,470,896
Sokoto	20,317,816	1,504,994	1,943,643	42,000	152,856	317,407	538,055	491,524	20,317,816
Zamfara	8,478,667	948,587	1,516,065	15,570	93,497	231,355	380,114	334,400	8,478,667
計	41,012,035	7,470,451	5,987,594	226,170	589,665	612,723	1,080,321	859,734	41,012,035

注：家畜頭数および水需要量はVolume-5 Supporting ReportのSRI.4.1節から引用
出典：JICAプロジェクトチーム

表3-30 主要4州の家畜頭数と水需要量(2030年)

州	家畜頭数(頭/羽)								計
	ウシ	ヤギ	ヒツジ	ブタ	家禽	ロバ	ラクダ	ウマ	
Katsina	1,680,852	4,746,398	2,481,044	0	5,277,826	6,108	0	0	
Kebbi	667,157	2,343,582	1,100,295	214,901	3,649,737	14,726	18,057	4,174	
Sokoto	3,905,383	2,126,898	2,753,624	53,534	3,974,903	103,390	59,917	60,682	
Zamfara	1,629,725	1,340,569	2,147,860	19,846	2,431,314	75,360	42,329	41,284	
計	7,883,117	10,557,447	8,482,823	288,280	15,333,780	199,584	120,303	106,140	
州	年間必要水量(m ³)								計(m ³)
	ウシ	ヤギ	ヒツジ	ブタ	家禽	ロバ	ラクダ	ウマ	
Katsina	13,245,112	3,986,974	1,811,162	0	205,835	18,752	0	0	19,267,835
Kebbi	5,257,199	1,968,609	803,216	257,881	142,340	45,209	162,152	33,809	8,670,414
Sokoto	30,774,420	1,786,595	2,010,145	64,241	155,021	317,407	538,055	491,524	36,137,408
Zamfara	12,842,230	1,126,078	1,567,938	23,815	94,821	231,355	380,114	334,400	16,600,752
計	62,118,961	8,868,255	6,192,460	345,936	598,017	612,723	1,080,321	859,734	80,676,409

注：家畜頭数および水需要量はVolume-5 Supporting ReportのSRI.4.1節から引用
出典：JICAプロジェクトチーム

3.4.2 淡水養殖

「ナ」国北部地域の淡水養殖は南部に比べて低調である。養殖池、養殖魚槽などの淡水養殖場用水は大幅に地下水に依存しているが、とくに乾期における依存度が大きい。

淡水養殖における水需要予測は、農業省漁業局の「Inventory of Private and Government Fish Farm, 2007」の養殖面積をベースとして算定する。主要4州の年間水需要量は第4編全国水資源マスタープラン2013第4章4.4.2節をもとに算定し、これに加えて全国水資源マスタープラン2013に示されるHA-1流域内に入る他州の情報を参照して、面積按分によるHA-1流域内の総計値は、年間水需要量2010年で17.9MCM、2030年で28.6MCMであり、20年間で約60%増が見込まれる。

表 3-31 淡水養殖の水需要量予測

州	2010		2030	
	水面積 (ha)	水需要量(MCM)	水面積 (ha)	水需要量(MCM)
Katsina	115	3.4	184	5.5
Kebbi	229	6.9	366	11.0
Sokoto	56	1.7	90	2.7
Zamfara	149	4.5	238	7.1
計	548	16.5	878	26.3
HA-1	594	17.9	950	28.6

注：水面積および水需要量はVolume-5 Supporting ReportのSR1.4.2節から引用した。

出典：JICAプロジェクトチーム

3.4.3 水力発電

「ナ」国では電力の安定供給が地域社会の発展のための一つの重要な要素となっている。水力発電は、そうした地域の電力の安定供給に貢献できるものとして、積極的な導入が行われようとしている。

水力発電は基本的には非消費型²の水利用であり、基本的には水量の総量を減少させることはない。しかしながら、貯留式の水力発電では下流河道の流れのパターンを変化させることがある。流れ込み式の場合でも、水流をタービンに導く際に河川の減水区間を生み出す可能性がある。

下流河道での河川環境、上水・灌漑のための水利用、を阻害しない範囲で、水力発電の最適化された活用が望まれている。

3.4.4 洪水防御

洪水は、常時、流水のない場所に雨水の滞留や河道からの水が氾濫する現象を指し、洪水防御は、その現象を、雨水や流水を池やダムによって貯水したり、水路を通じて下流へ安全に流したりして、コントロールすることである。

都市・村落給水や農漁業関連用水における水需要量は、概念的には自然の流水状態を人工的に当該用途の用に資するために、取水し、利用する量を意味している。洪水防御においては、このような取水、消費的な利用の形態を取らないため、水需要量の定量的な算定は行わない。

しかし、多目的ダムによる洪水の滞留や、乾燥地におけるWater Harvesting等の雨水や流水貯留による洪水防御と組み合わせた水資源量への寄与は、今後「ナ」国において注目されるべきと考えられる。

3.4.5 内陸水運

内陸水運は、これまで「ナ」国では歴史的、政策的に道路交通に取って代わられてきた。また、運輸省のNIWAの管轄であるため、本プロジェクトでは情報が非常に限られていて、必要な流量の評価は出来無い。

² 貯留式の水力発電では貯水池からの蒸発等によるロスが生じるが、一般的に全体水質量と比較してロスは小さい。

しかし、内陸水運は、「ナ」国が掲げている道路、空路、水運のマルチモードの運輸体系の今後の1つの柱であり、今後、航行可能な河川の維持管理は重要となってくる。

内陸水運における水需要量は、個別河川区間の平常時の流量の一部として、他のセクターの河川沿いの詳細な面的な水需要の検討と総合的に行われるべきである。

3.4.6 河川維持流量

前節までに示された水需要量とは別に、水域の環境を維持するため、もしくはその他の特定の理由により河川維持流量がより高い優先度を持って確保される必要がある。「ナ」国においては、河川維持流量の公認された設定方法は存在していない。

流域管理計画（CMP）は水文地域ごとのマスタープランレベルの計画であることから、河川維持流量の設定にあたり水文的手法を適用する³。水文的手法によって河川維持流量を決定するための基準は多く存在するが、本プロジェクトにおいては、「ナ」国の各地域における流況特性を反映した渇水状況を代表する指標である $Q_{97DS,90Y}$ （90年の信頼度を有する単年での97%日流量）を河川維持流量として適用する。英国においても類似の指標が使用されており、通常 Q_{95D} （長期複数年の95%日流量）が河川維持流量として適用されている²。

本プロジェクトで議論される河川維持流量は水資源計画および水資源管理の大枠のガイドとして利用されるものであり、特定のプロジェクトの実施に際しては、より詳細な調査が必要となる可能性がある。将来的に、より多くの信頼できる流量観測データや河川の状況に対するデータがそろった時点で、ステークホルダー間の協議により、個別河川ごとによりふさわしい河川維持流量が設定されるのが望ましい。

³ IUCN: Flow-The Essentials of Environmental Flows

3.5 水需要の構造

水需要予測に関する基本的考え方とその予測結果については、これまでの節で示された通りである。ここでは、以下に基づき、水需要量の構造が議論される。

- 生活用水、工業用水、商業用水を含む都市・村落給水水需要量については、第 3.2 節で示された基本シナリオについて 2010 年及び 2030 年段階について着目する。
- 都市・村落給水については、州ごとの給水施設の現状と将来の給水施設開発計画(第 8 章 8.1 章参照)をもとに、表流水と地下水開発の割合を算定する。表流水については、水源から浄水施設までの導水と浄水場でのロスを 5%見込んで、表流水の水源における水需要量とする。地下水に関しては導水ロスは無視できるものとする。
- 他のセクターについては、灌漑用水、畜産用水、淡水養殖用水について、2010 年及び 2030 年段階について着目する。
- 畜産用水、淡水養殖用水については、雨期の河川流量が豊富な時期に主として表流水を利用し、表流水が十分でない乾季には主として地下水を利用するものとし、表流水 25%、地下水 75%の割合での水利用と仮定する。

各セクターの水需要量を合計した HA-1 における全水需要量は 2010 年時点で 791MCM/年であり、2030 年には 1,625MCM/年に増加するものと推定される。

図 3-7 は各セクターの水需要量のシェアを示したものである。都市・村落給水水需要量のシェアは、現在(2010)では約 30%であるが、将来(2030)には約 50%に増加する。逆に、灌漑水需要量のシェアは、2010 年の約 60%から 2030 年には約 50%に減少する。これは、将来想定される灌漑用水量の増加に対して、人口増加に伴う都市・村落給水水需要量の増加が上回るためである。

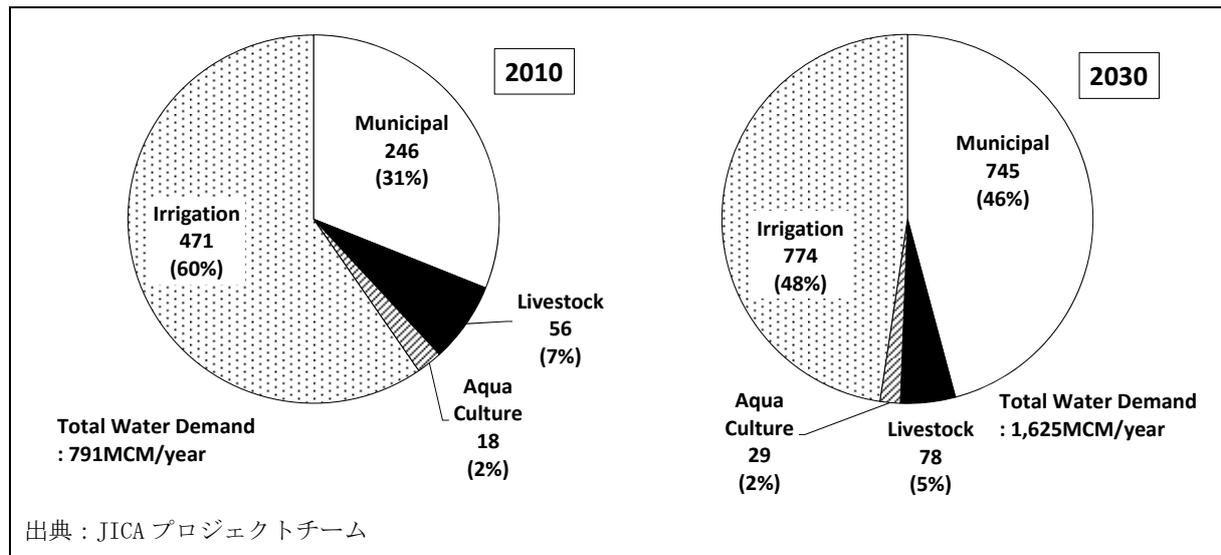


図 3-7 セクターによる水需要量シェアの変化

表 3-32 は水源別の都市・村落給水水需要量及び総水需要量を示したものである。都市・村落給水水需要量に対する表流水源の占める割合は、現在(2010)では約 33%であり、将来(2030)には約 22%に減少すると見込まれる。総水需要量に対する表流水源の占める割合は、現在(2010)では約 62%であり、将来(2030)には約 46%に若干減少すると見込まれる。

表 3-32 水源別にみた都市・村落給水需要量及び総水需要量

		都市・村落給水需要量	総水需要量
現在 (2010)	合計	246 (100%)	791 (100%)
	表流水	81 (33%)	489 (62%)
	地下水	164 (67%)	302 (38%)
将来 (2030)	合計	745 (100%)	1,625 (100%)
	表流水	162 (22%)	754 (46%)
	地下水	583 (78%)	871 (54%)

単位：MCM/年

出典：JICA プロジェクトチーム

HA-1 における表流水源、地下水源それぞれのセクターごとの水需要量については図 3-7 に示した。

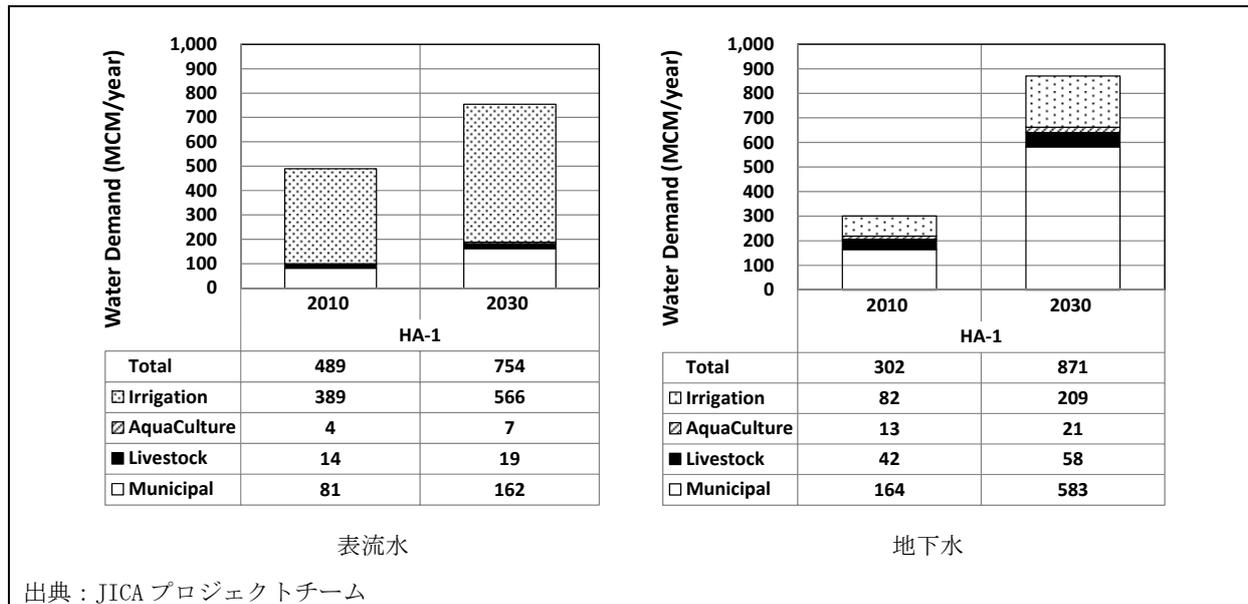


図 3-8 水源別にみたセクターごとの水需要

第4章 水資源ポテンシャルの評価

本章では、計画対象地域の水資源ポテンシャルについて記述する。まず、4.1 節において水資源を議論する際の基礎となる HA-1 における流域分割を示す。次いで、4.2 節において水資源への入力条件としての気象状況を示す。4.3 節では全国水資源マスタープラン 2013 で導入した長期降雨-流出解析結果に基づく、疑似自然状態¹の表流水ポテンシャルを示す。さらに、現状で利用可能なデータにより水資源の水質面についても議論する。4.4 節では、地下水ポテンシャルについて議論する。最後に、4.5 節においてこれらを総合した総水資源ポテンシャルを示す。

全国水資源マスタープラン 2013 の検討過程においては、「ナ」国全国を対象として水資源ポテンシャルの検討が行われており、この検討結果が現時点における最新の水資源ポテンシャル評価であると判断する。ここでは、全国水資源マスタープラン 2013 における検討結果を基に、HA-1 における状況を抜粋して記述するとともに、若干の追加分析結果についても記載するものである。水資源ポテンシャル評価手法等の詳細については、Volume-5 Supporting Report の SR2.1 節を参照いただきたい。

なお、水資源量は、気候状況等の影響を受けて変動しうるものであり、今後、継続した水文モニタリングを実施して良質の水文データを蓄積したうえで、流域管理計画 (CMP) の更新時など定期的に水資源量の評価を見直すことが必要であることに留意する。

4.1 流域分割

全国水資源マスタープラン 2013 においては、ナイジェリア水文サービス庁 (NIHSA) と JICA プロジェクトチームの協働努力による流域分割の見直しが行われた。HA-1 において分割されたサブ水文地域 (SHA) の数は 36 であり、そのうち 28 は「ナ」国内に位置している。分割された SHA は図 4-1 および表 4-1 に示すとおりである。

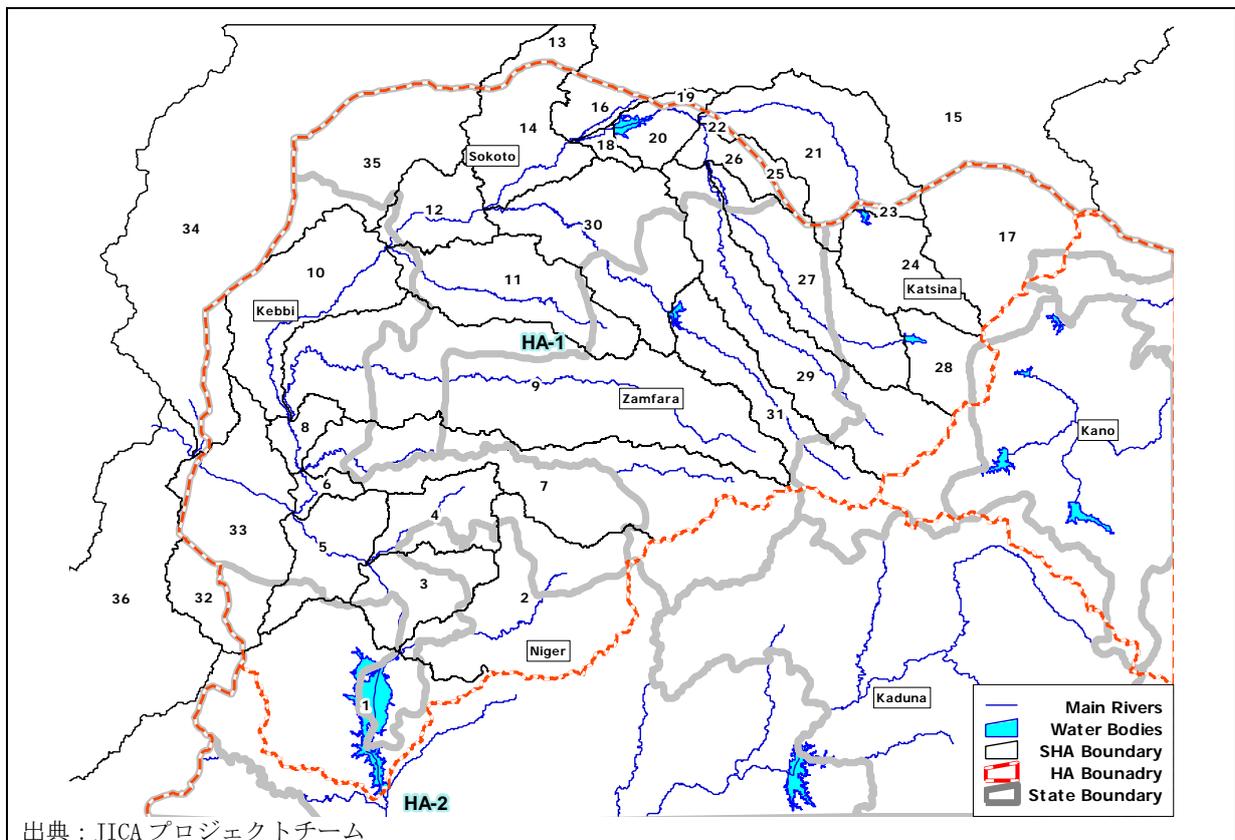


図 4-1 HA-1 における分割されたサブ水文地域 (SHA) 境界

¹ 全く人間活動の影響のない自然状態を知ることは不可能である。ここでは、大規模貯水ダムや大規模取水による影響のない状態を疑似自然状態と定義する。

表 4-1 HA-1 におけるサブ水文地域 (SHA) のリスト

SN	SHA コード	国境で分割された SHA コード	面積 (km ²)	場所	河川	備考
1	101	101	9,355.4	I	Niger	
2	102	102	9,127.2	I	Malendo	
3	103	103	3,387.3	I	Niger	
4	104	104	2,933.6	I	Damzaki	
5	105	105	3,456.6	I	Niger	
6	10601	10601	689.1	I	Sokoto	
7	10602	10602	10,960.3	I	Gulbinka	
8	10603	10603	1,084.9	I	Sokoto	
9	10604	10604	17,476.6	I	Zamfara	
10	10605	10605	6,335.9	I	Sokoto	
11	10606	10606	5,817.2	I	Gawon Gubil	
12	10607	10607	2,706.1	I	Sokoto	
13	106081	106081_e	2,220.3	0	Rima	
14		106081_i	4,132.3	I		
15	106082	106082_e	80,006.8	0	Rima 支川	主に Niger 国から流入
16		106082_i1	1,322.2	I		
17		106082_i2	6,043.4	I		
18	106083	106083	412.5	I	Rima	Goronyo ダムの下流
19	106085	106085_e	290.3	0	Rima	Goronyo ダムの上流
20		106085_i	1,499.6	I		
21	1060861	1060861_e	6,067.9	0	Gada	Jibiya ダムの下流
22		1060861_i1	164.7	I		
23		1060861_i2	548.0	I		
24	1060863	1060863	3,509.3	I	Gada	Jibiya ダムの上流
25	106087	106087_e	632.3	0	Rima	
26		106087_i	1,216.5	I		
27	1060881	1060881	5,750.6	I	Bunshur	Zobe ダムの下流
28	1060883	1060883	2,513.8	I	Bunshur	Zobe ダムの上流
29	106089	106089	8,354.1	I	Gagare	
30	106091	106091	7,636.2	I	Sokoto	Bakolori ダムの下流
31	106093	106093	4,746.6	I	Sokoto	Bakolori ダムの上流
32	107	107_e	1,924.1	0	Niger	
33		107_i	6,223.4	I		
34	108	108_e	63,517.4	0	Niger 支川	主に Niger 国から流入
35		108_i	7,724.9	I		
36	109	109	14,037.5	0	Niger	主に Benin 国から流入

SN=シリアルナンバー

* I=ナイジェリア国内, 0=ナイジェリア国外

出典: JICA プロジェクトチーム

4.2 気象状況

全国水資源マスタープラン2013においては、全国をカバーする2.5分メッシュの月降水量、月平均気温並びに月可能蒸発散量 (PET) データを1959年から2009年までの51年間分のデータベースとして整備した。以下にこれらのデータに基づくHA-1の気象状況を示す。

4.2.1 一般的空間分布

過去40年間 (1970～2009)²⁾におけるHA-1の年間降水量と年平均気温は、それぞれ平均767mm/年、27.4度であると推定される。同様に、過去40年間の年可能蒸発散量は1,419mm/年と推定される。

図4-2、4-3は年降水量と年可能蒸発散量の空間分布をそれぞれ示したものである。年降水量はHA-1の南東部における1,000mm/年から最北端地域の600mm/年まで分布している。可能蒸発散量はHamon式³⁾により推定していることから、その推定値は気温の影響を強く受ける。年平均気温はHA-1の北部ほど高くなる傾向にあり、可能蒸発散量も北部で大きくなる傾向を持つ。さらに気温は標高にも影響されることから、比較的標高の高いHA-1の南東部境界に沿った地域では年可能蒸発散量は1,200mm/年程度となるが、Sokoto-Rima川に沿った低平地では1,500mm/年を超える。

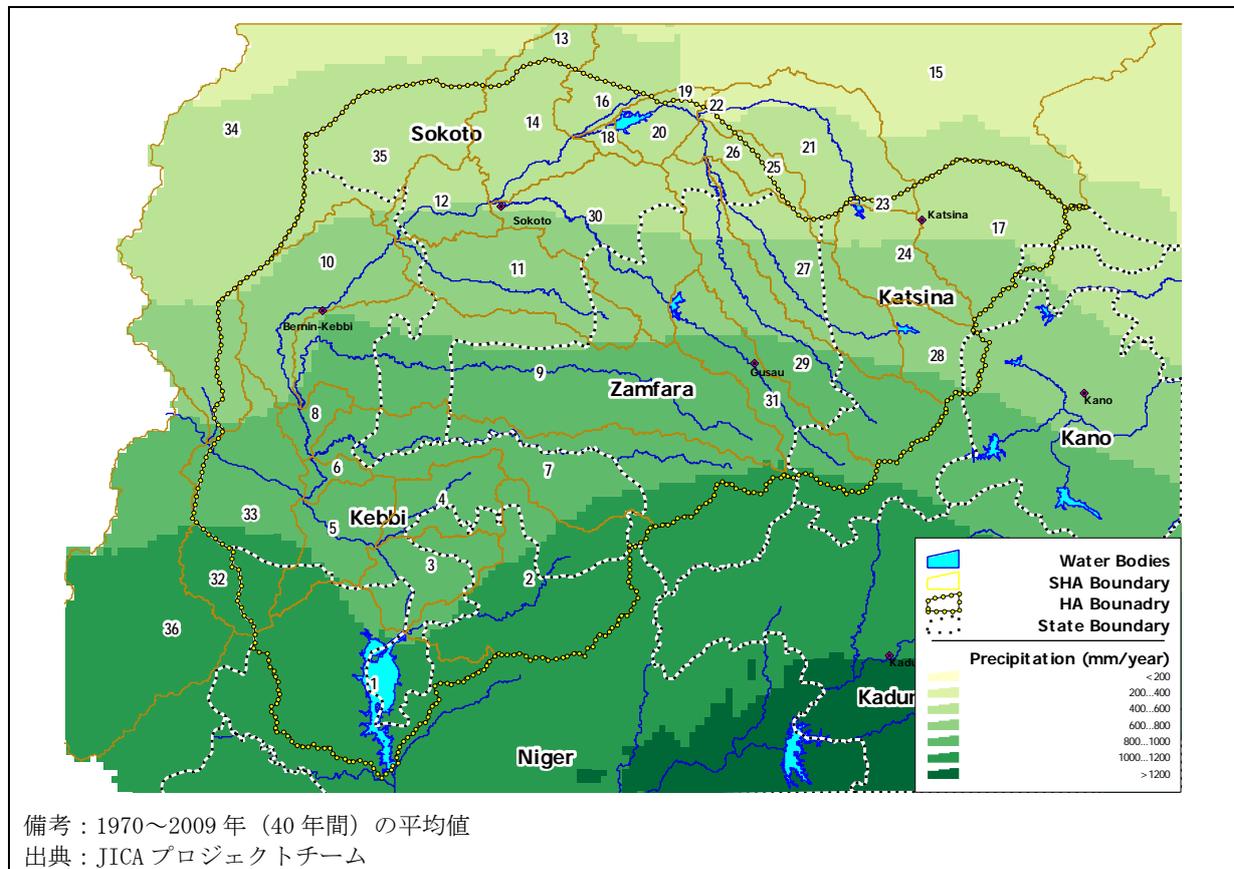


図 4-2 年降水量の空間分布

²⁾後節において 1970-2009 年のデータをもとに水資源量を評価しており、ここでも 1970-2009 年の平均値を示す。

³⁾Hamon, W. R.: Estimating potential evapotranspiration, Journal of the Hydraulics Division, Proceedings of the American Society of Civil Engineers, v. 87, p. 107-120, 1961. Hamon 式の表現には、いくつかのバリエーションがあるが、ここでは、以下の文献に示された式形および係数を用いた。G. J. McCabe and S. L. Markstrom: A Monthly Water-Balance Model Driven by a Graphical User Interface, USGS Open-File Report 2007-1088, 2007.

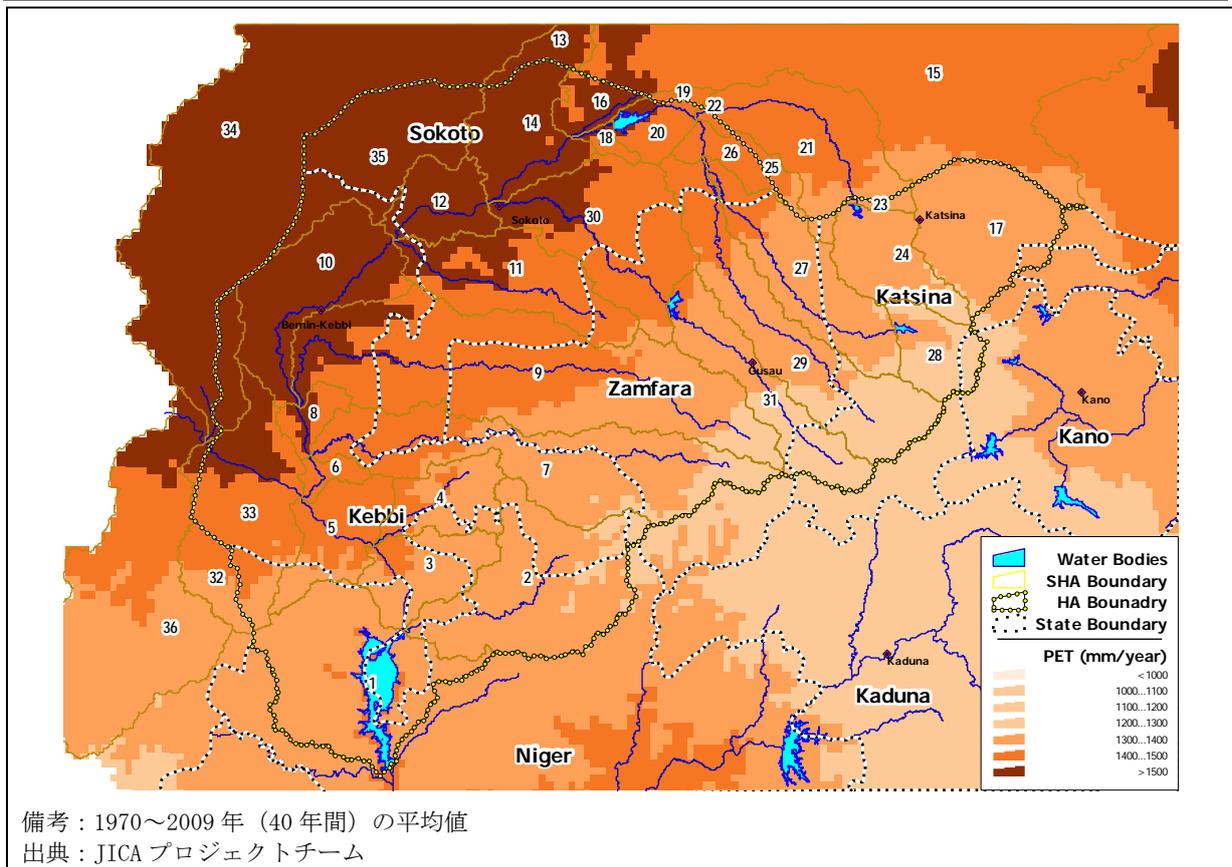


図 4-3 年可能蒸発散量の空間分布

4.2.2 長期的傾向

図4-4はHA-1における平均年降水量と平均年平均気温の経年変化を示したものである。

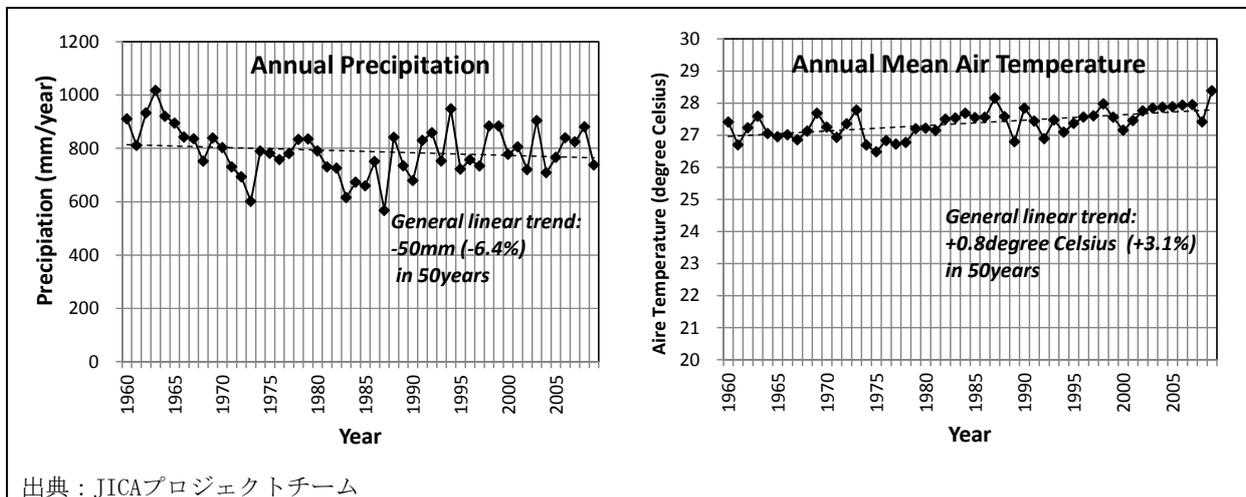
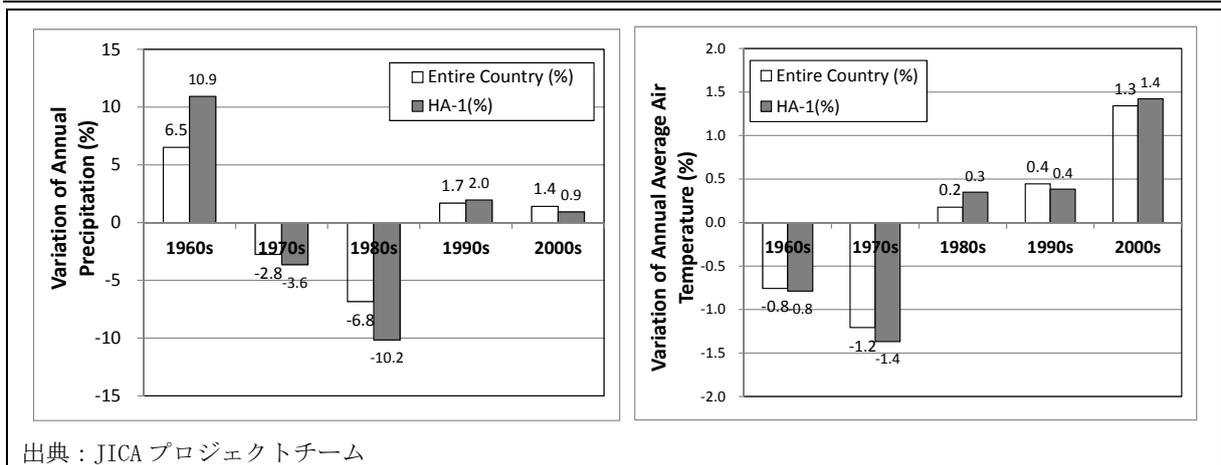


図 4-4 HA-1 における平均年降水量と平均年平均気温の経年変化

年降水量は減少傾向にあり、その割合は50年間に-6.4%である。年平均気温は上昇傾向にあり、50年間に+3.1%の割合となっている。

図 4-5 は年降水量と年平均気温の 10 年ごとの変化を示したものである。1960 年代は相対的に湿潤（多雨）な時期であり、1970～1980 年代は逆に乾燥（少雨）時期であったことがわかる。1990～2000 年代は再び湿潤傾向となっている。このような変化は、過去 50 年間の線型変化率と比べても非常に大きい。HA-1 におけるこの 10 年ごとの変動は国全体のそれと比較しても若干大きい。

一方、年平均気温は大きな変動なく、50 年間に徐々に上昇してきている様子がわかる。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 4-5 10 年ごとの年降水量と年可能蒸発散量の変化

年降水量データをもとに、80%年信頼年降水量（5年に1度程度生じる少雨時の年降水量）を算出し、10年ごとの年降水量が80%年信頼年降水量を下回る年の数を求めた結果を表4-2に示す。1980年代は5年に1度程度生じる少雨年が2年に1度程度出現しており、渇水が頻発した年代であったことを示唆している。また、1970、1980年代の少雨年はほぼ連続して生じていることが特徴的である。

表 4-2 10 年ごとの少雨年数の変化

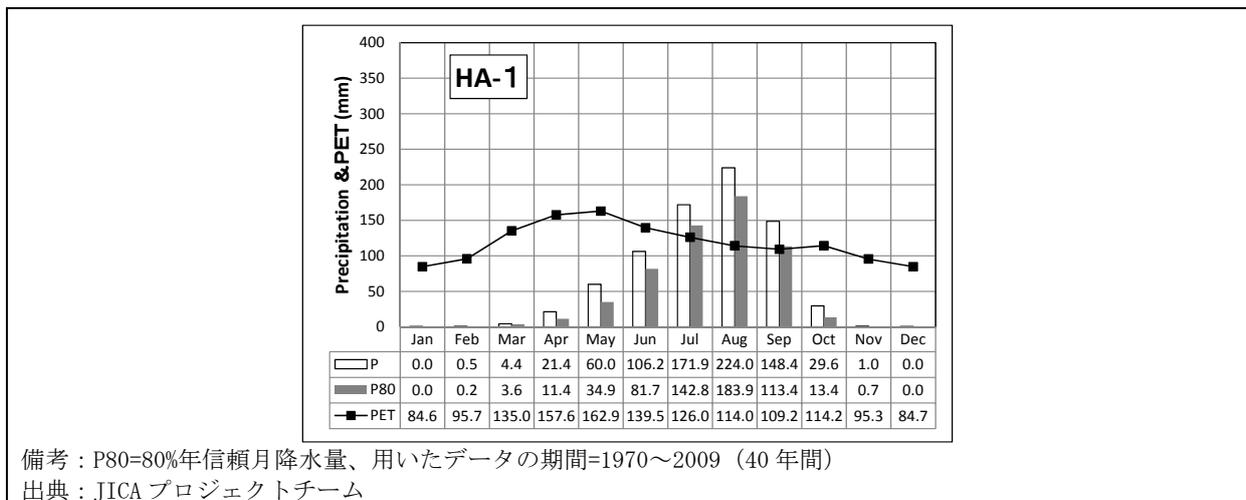
	1960s	1970s	1980s	1990s	2000s
少雨年*の数	0	2	4	2	2
少雨年* (年降水量(mm))		1972(693) 1973(601)	1983(616) 1984(672) 1985(660) 1987(567)	1990(679) 1995(722)	2002(720) 2004(708)

*ここでの少雨年とは、5年に1度程度生じる年降水量を下回る年降水量となる年をいう。

出典：JICA プロジェクトチーム

4.2.3 季節パターン

降水量と可能蒸発散量の季節変動は図4-6に示すとおりである⁴。図には、平均月降水量、平均月可能蒸発散量、月ごとの80%年信頼月降水量（5年に1度程度生じる少雨の場合の月降水量）が示されている。HA-1においては、降雨のピークは8月に出現する。年間を通じて3ヶ月程度しか平均降水量が平均可能蒸発散量を上回らず、年間のうち9ヶ月程度は水文的水不足状況となっている。



備考：P80=80%年信頼月降水量、用いたデータの期間=1970～2009（40年間）

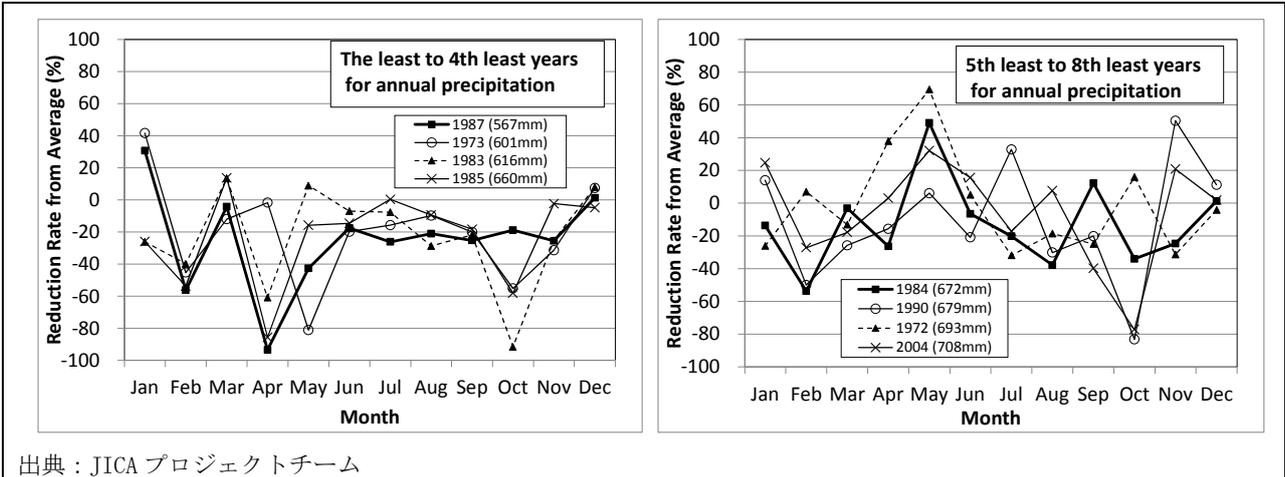
出典：JICA プロジェクトチーム

図 4-6 降水量と可能蒸発散量の季節変動

⁴ 「4.2.1 一般堤空間分布」と同様に、後節において1970～2009年のデータをもとに水資源量を評価しており、ここでも1970～2009年の平均値を示す。

SHA ごとの平均月降水量、平均月可能蒸発散量、月ごとの 80%年信頼月降水量については、章末の付表 4-1~4-3 に示す。

表 4-6 に示した少雨年のうち年降水量が少ないものから 4 番目までの年および 5-8 番目までの年について各月の平均月降水量からの減少割合を示したのが図 4-7 である。図より、降水量が極端に小さくなる少雨年ではほぼ年間を通じて降水量が減少するのに対し、より頻繁に生じるような少雨年では必ずしも年間を通じて一様に降水量が減少するのではなく、特定の時期の降水量のみが減少することがわかる。この降水量が減少する時期は年により異なり、その一般的な傾向を見出すのは難しい。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 4-7 少雨年における月ごとの降水量減少率

4.3 表流水

4.3.1 利用可能な水文データ

全国水資源マスタープラン2013においては、可能な限り多くの利用可能な水文データが収集、整理され、全国で101の観測所における月流量のデータを整理している。しかしながら、図4-7に示すように、HA-1において利用可能なデータは極めて限定されている。その詳細については、Volume-5 Supporting ReportのSR2.3.1節に示す。

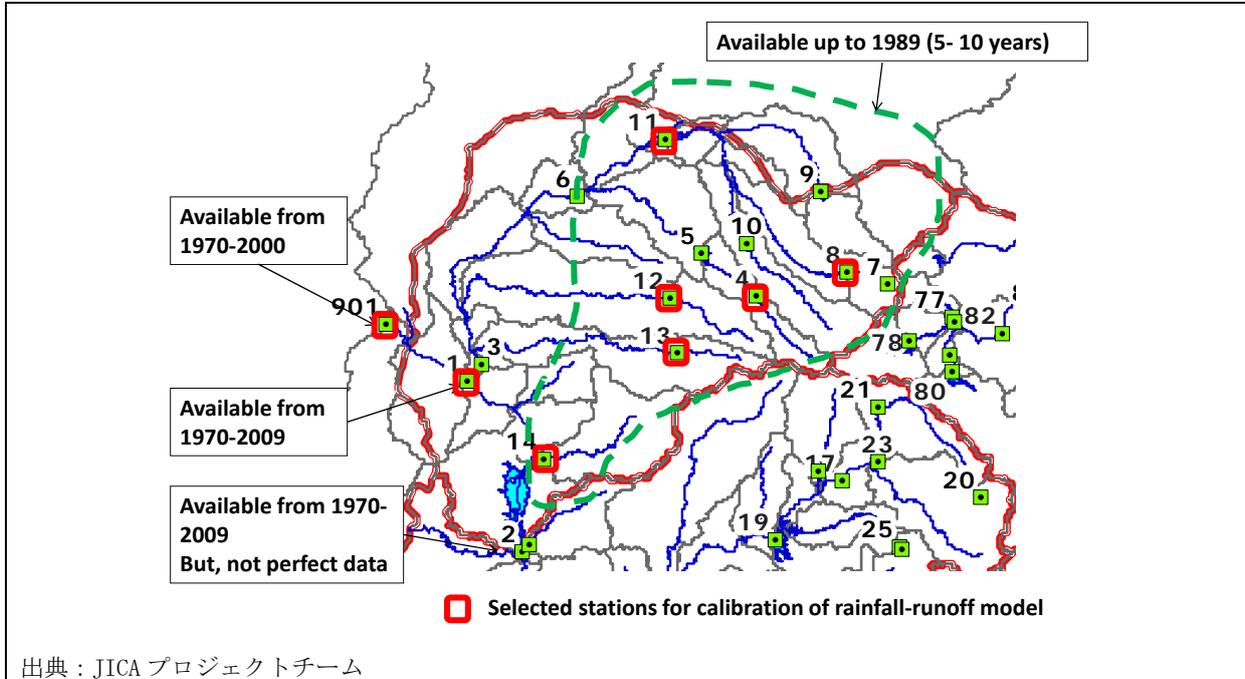


図 4-8 HA-1 における利用可能な水文データ

4.3.2 疑似自然状態における表流水ポテンシャル

(1) 長期降雨-流出解析モデルの導入

表流水ポテンシャルの推定に際し、もし精度のよい流量観測データが十分に利用できるならば、それらを直接的に利用するほうが好ましい。しかしながら、4.3.1節でも示したように、HA-1においては水資源量を評価するための時空間的に十分な観測流量は揃っていない。さらには、多くの観測流量は大規模ダム運用の影響を受けたものとなっている。大規模ダムの影響を受けない疑似的自然状態の流出量に関する時空間的な情報を補足することを目的として、全国水資源マスタープラン2013においては長期降雨-流出解析モデルを導入している。長期流出解析モデルとしては、Thorntwaite月単位水バランスモデル⁵と呼ばれる、月単位の計算ステップの土壌水分追跡モデルをセミ分布型^{6,7,8}に適用した長期流出解析モデルを用いている。モデルパラメータは選定された水文観測所の実測流量に対してキャリブレーションしている。この長期流出解析モデルの詳細については、Volume-5 Supporting ReportのSR2.3.3節に示す。

⁵ G. J. McCabe and S. L. Markstrom: A Monthly Water-Balance Model Driven by a Graphical User Interface, USGS Open-File Report 2007-1088, 2007.

⁶ Moore, J. W. Trubilowicz and J. M. Buttle: Prediction of Streamflow Regime and Annual Runoff for Ungauged Basins using a Distributed Monthly Water Balance Model, J. of the American Water Resources Association, Vol. 48, No. 1, pp. 32-42, 2012.

⁷ C. Gregory Knight, Heejun Chang, Marieta P. Staneva & Deyan Kostov : A Simplified Basin Model For Simulating Runoff: The Struma River GIS, The Professional Geographer, 53:4, 533-545, 2001

⁸ FAO: Water Resources and irrigation in Africa, available from <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/watresafrika/index4.stm>

(2) 推定された疑似自然状態における表流水ポテンシャル

上述した長期降雨-流出解析モデルにより計算された1970～2009年の40年間分の流出量を用いてHA-1における疑似自然状態の表流水ポテンシャルを推定した⁹。HA-1の平均流出高、流出率は、それぞれ、62mm/年、8.1%と推定される。

図4-9は平均年流出高の空間分布を示したものである。HA-1の最北部では流出高は10mm/年に満たないが、南東部では200mm/年に達する場所もある。SHAごとの流出高は章末の付表4-4に示すとおりである。

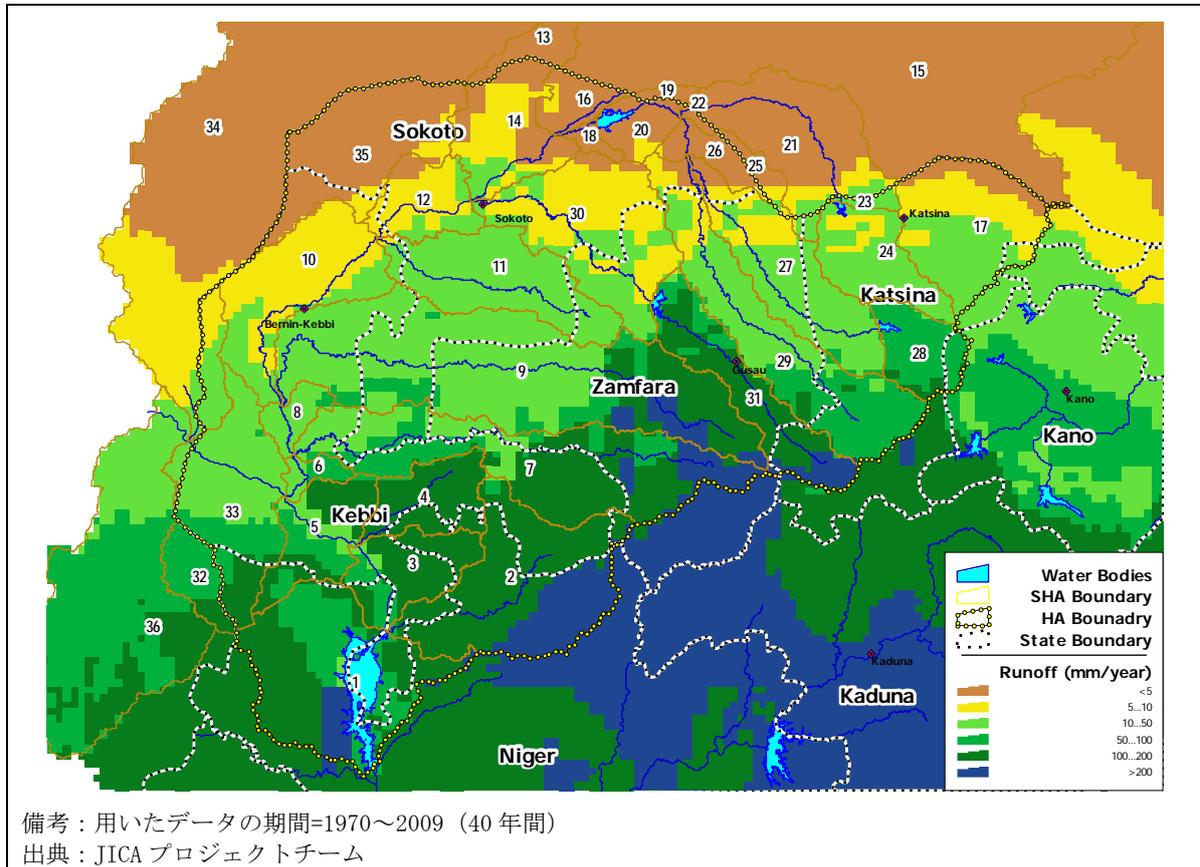


図 4-9 平均年流出高の空間分布

図4-10は長期平均の年総流出量からみたHA-1における地域的な水バランスを示したものであり、以下のように要約される。

- Rima 川の最上流域（SHA のSN=17, 24）は「ナ」国内に位置し、この地域からのニジェール国へ流れ出る流出量は 90MCM/年と推定される（図中 A）。
- ニジェール国の領域から Rima 川に戻ってくる水量は 250MCM/年と推定される（図中 B）。
- Sokoto 川が Rima 川に合流する地点より上流からの流出量は 780MCM/年（図中 C）と推定される。
- Sokoto 川の流出量は、Rima 川合流後に 1,800MCM/年（図中 D）となり、Niger 川への合流地点直前では 4,400MCM/年となる（図中 E）。
- HA-1 の北西部においては、140MCM/年がニジェール国へいったん流出（図中 F）したのち、Niger 川本川に流出する。「ナ」国国境における Niger 川本川からの流入量は 26,500MCM/年と推定される（図中 G）。
- Niger 川の支川流域のうちベニン国から流出する 150MCM/年（図中 H）を加え、Sokoto 川合流後の Niger 川の流出量は 31,300MCM/年となる（図中 I）。
- HA-1 の最下流点である Kainji ダム地点の流出量は 35,100MCM/年と推定される（図中 J）。

⁹利用できる観測流量データの制約により、ニジェール - 「ナ」国境における流入流量の推定は 1970 年以降のみ可能であることから、水資源量の評価は 1970-2009 年のデータに基づき行っている。

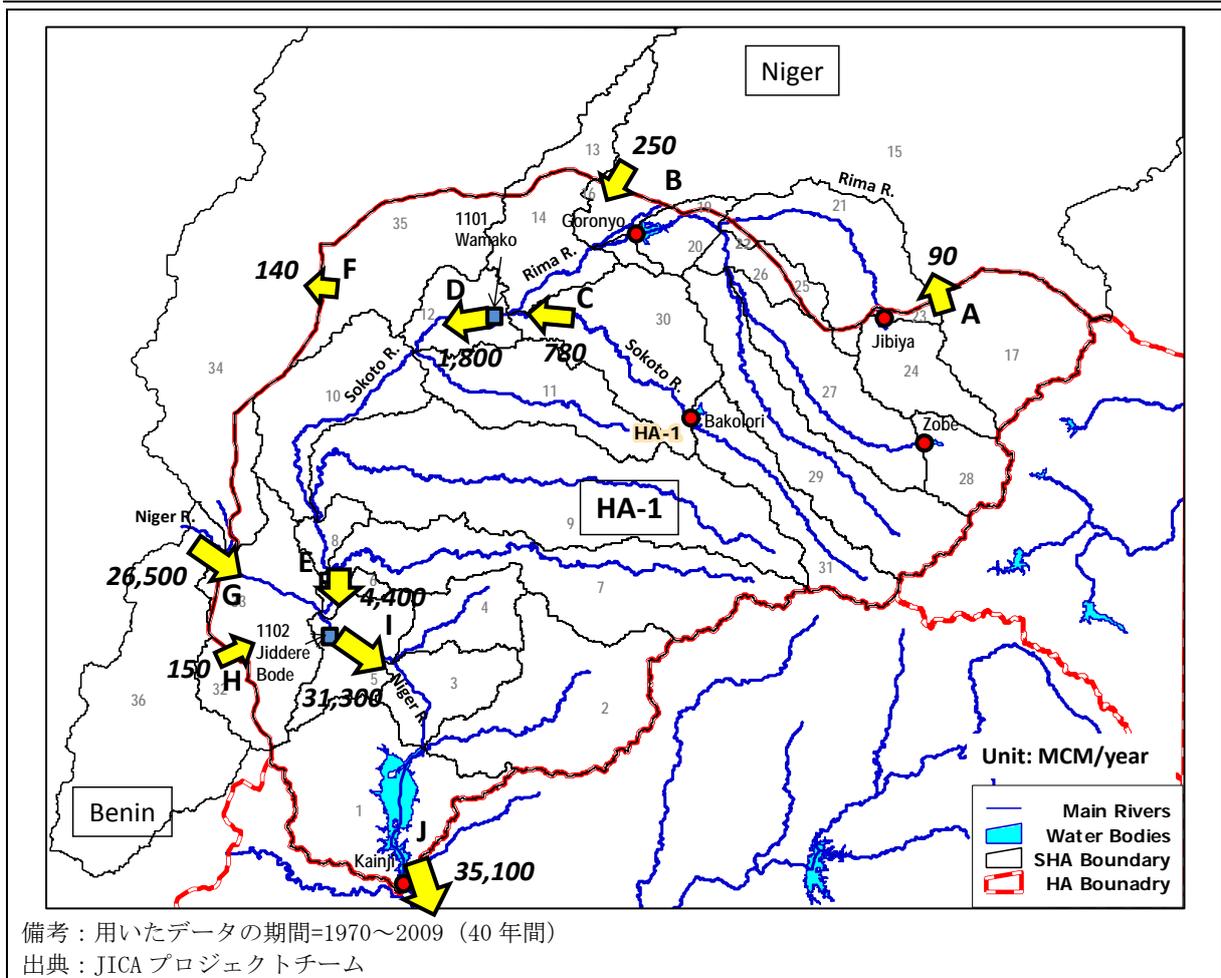


図 4-10 長期平均の年総流出量からみた HA-1 における地域的な水バランス

(3) 疑似自然状態において利用可能な表流水

HA-1においては明確な乾季と雨季が存在しており、疑似自然状態において乾季でも安定的に利用できる水量は年平均流量よりもはるかに小さい。そうした安定的に利用可能な水量を評価するために、流域内の代表点において以下に示す指標が計算された。計算された値は図4-11に示される。

- Q_{80M}
 - 80%月流量 [添字 M は月平均量であることを示す]。
 - この値は、計算された月別流出量から直接計算される。
- $Q_{97DS}90\%Y$
 - 90%年渇水流量 Q_{97DS} (Q_{97DS} : 単年における 97 パーセント流量であり通常渇水流量と呼ばれる。添字 d は日量、s は単年の値であることを示す)
 - この指標は河川の渇水状態を示すものである。

各SHAの下流端における推定された Q_{80M} 、 $Q_{97DS}90\%Y$ および平均月流量は章末の付表4-5に示す。

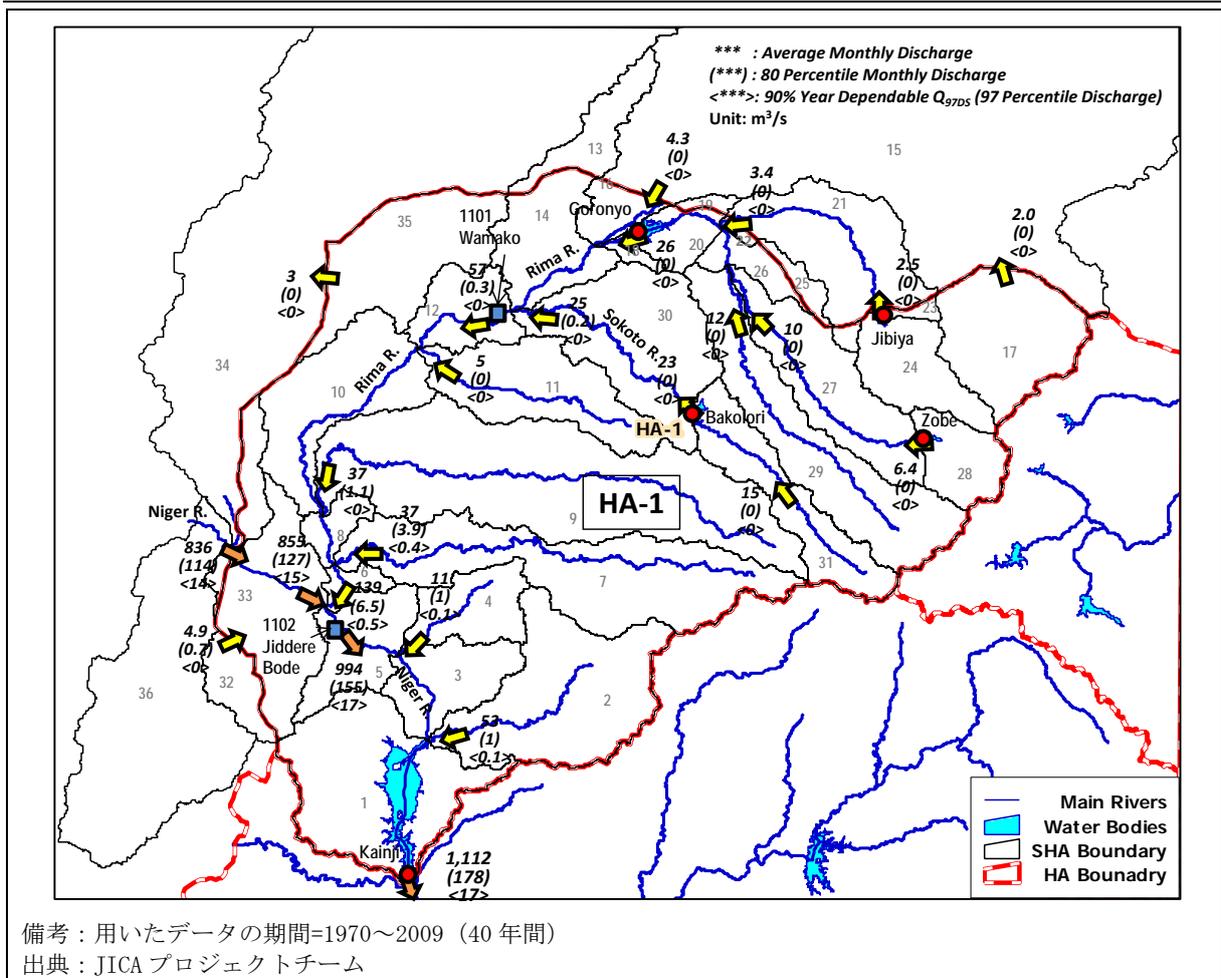


図 4-11 平均月流量、 Q_{80M} および $Q_{97DS}90\%Y$

(4) 推定された疑似自然状態における代表地点の流量特性

HA-1 内の代表地点として、全国水資源マスタープラン 2013 において主水文観測所として選定された Wamako、Jiddere Bode の 2 地点ならびに総貯水容量 100MCM 以上の大規模ダム地点に着目し、疑似自然状態における流量特性について示す。Wamako は、Sokoto 川と Rima 川の合流地点下流に位置している。Jiddere Bode は、Sokoto-Rima 川と Niger 川の合流地点下流に位置している。これらの位置については図 4-10、4-11 に示されている。

(4-1) 流況

表 4-3 は各代表地点における流況をまとめたものである。Niger 川に沿った代表地点では、80% 月流量は平均流量の 15% 程度となる。Sokoto 川および Rima 川に沿った代表地点では 60% 月流量がほぼゼロに近い値となり、かなりの期間河川に流水がない。

表 4-3 代表地点における流況

代表地点	$Q_{average}$ (m^3/s)	Q_{20M} (m^3/s)	Q_{50M} (m^3/s)	Q_{80M} (m^3/s)	$Q_{97DS}90\%Y$ (m^3/s)
Kainji dam	1,112.8	1,803.9	619.1	178.4	17.240
1102 Jiddere Bode	993.7	1,644.7	548.9	155.1	16.965
1101 Wamako	56.8	85.9	5.3	0.3	0.008
Bakolori dam	22.5	37.5	0.9	0.1	0.006
Goronyo dam	25.5	31.5	0.2	0.0	0.000
Zobe dam	6.4	8.4	0.0	0.0	0.000
Jibiya dam	2.2	2.7	0.0	0.0	0.000

$Q_{average}$ = 平均流量、 Q_{20M} = 80% 月流量、 Q_{50M} = 60% 月流量、 Q_{80M} = 20% 月流量 [添字 M は月平均量であることを示す]。
 $Q_{97DS}90\%Y$ = 90% 年渇水流量 Q_{97DS} (Q_{97DS} : 単年における 97 パーセント流量であり通常渇水流量と呼ばれる、[添字 d は日量、s は単年の値であることを示す])。

出典：JICA プロジェクトチーム

(4-2) 年間流出量の経年変化

図 4-12 は各代表地点における年間流出量の経年変化を示したものである。Sokoto 川、Rima 川に沿った代表地点と比べて、Niger 川に沿った代表地点では年ごとの年間流出量の変動は小さい。これは、上流国からの流入流量が Sokoto 川、Rima 川の流況よりも安定していることを示すものである。Sokoto 川、Rima 川の代表地点では、年により年間流出量が大きく異なる。このような大きな変動は、同河川に沿って設置されたダム の運用を難しいものとしている。

図には 10 年間の移動平均値を並示しているが、長期的にみて年間流出量が増加傾向にあることがわかる。これは 1990、2000 年代の降水量が 1970、1980 年代と比べて大きくなっていることと対応した現象であると考えられる。

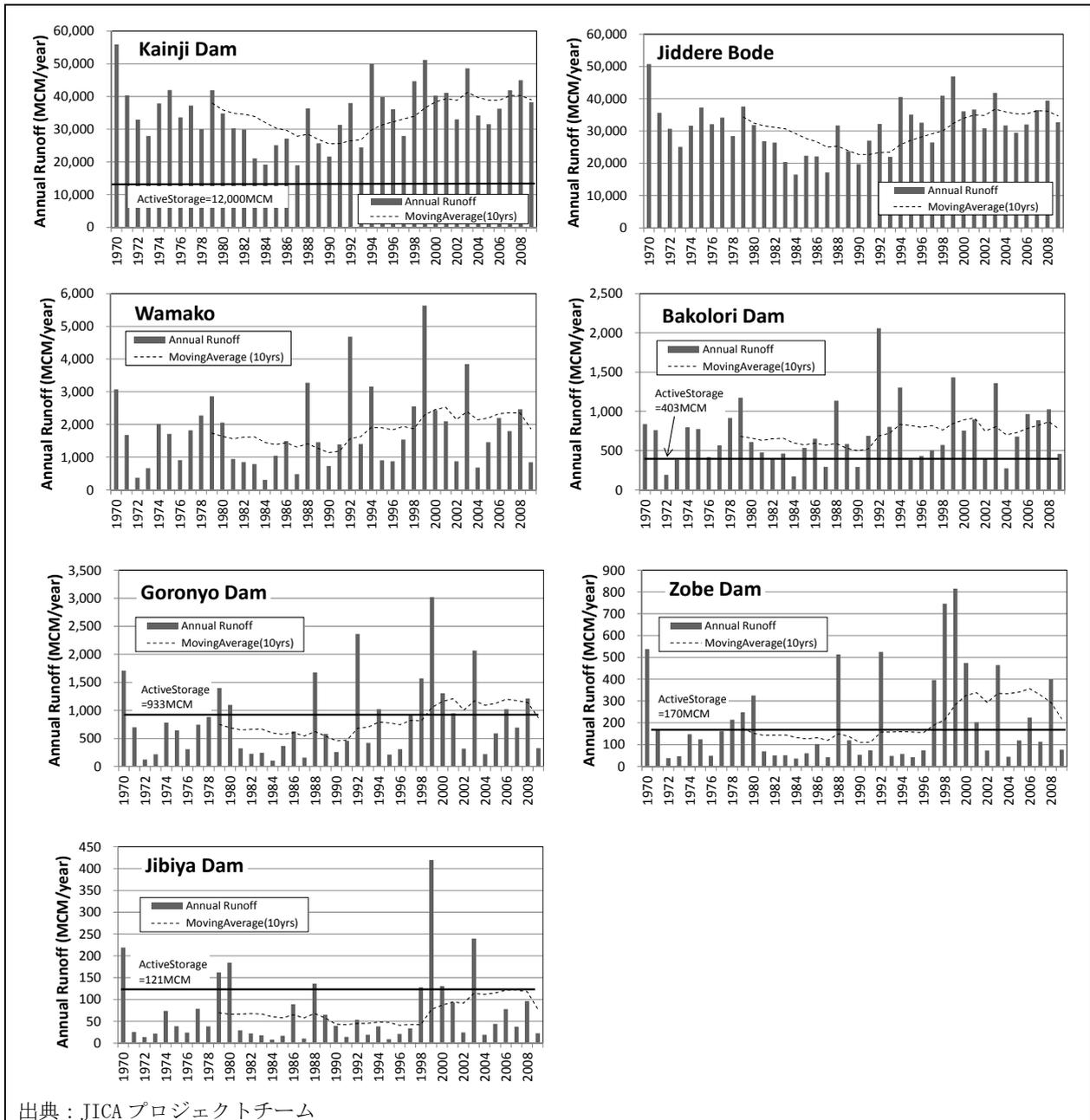
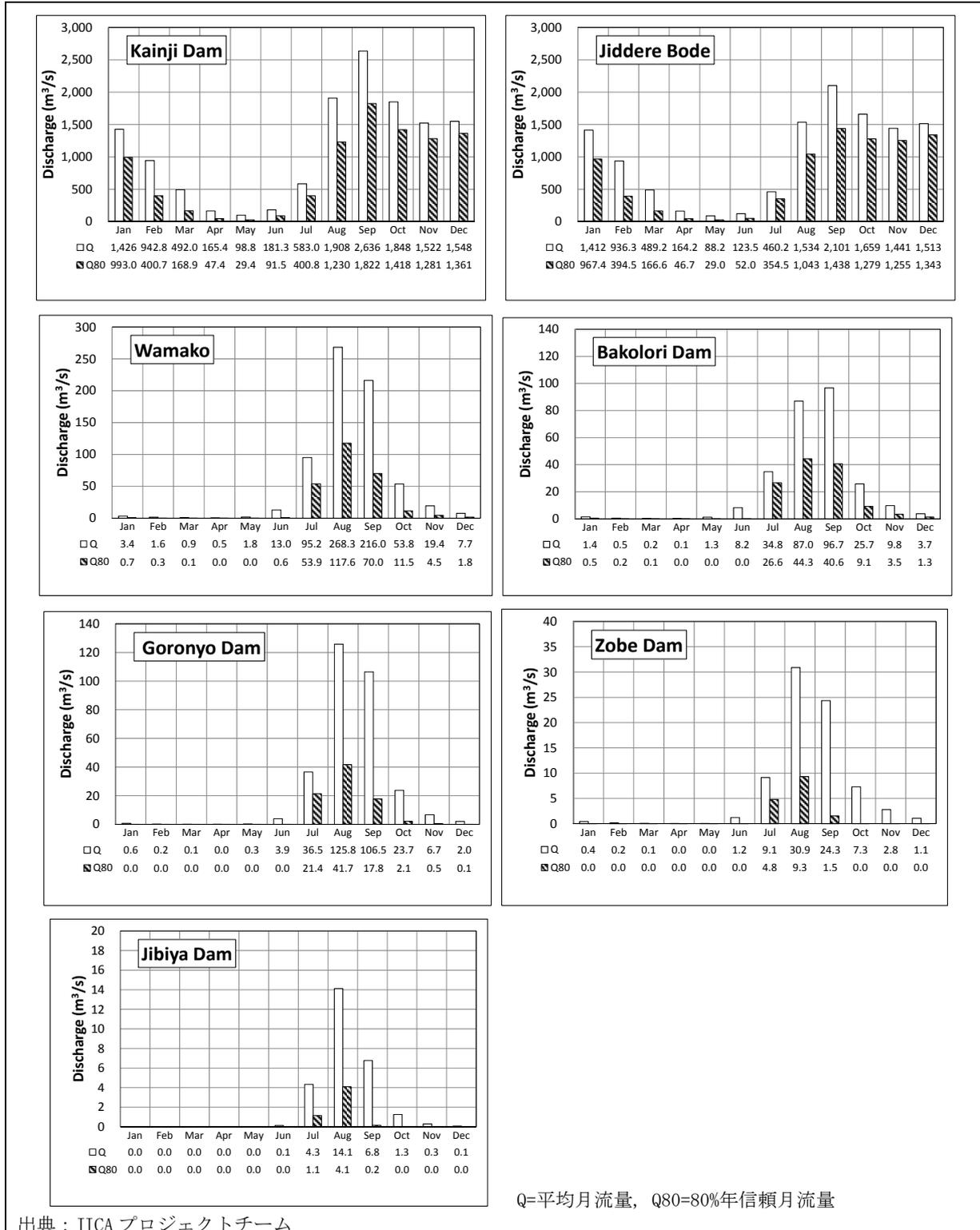


図 4-12 代表地点における年間流出量の経年変化

(4-3) 流量の季節変動

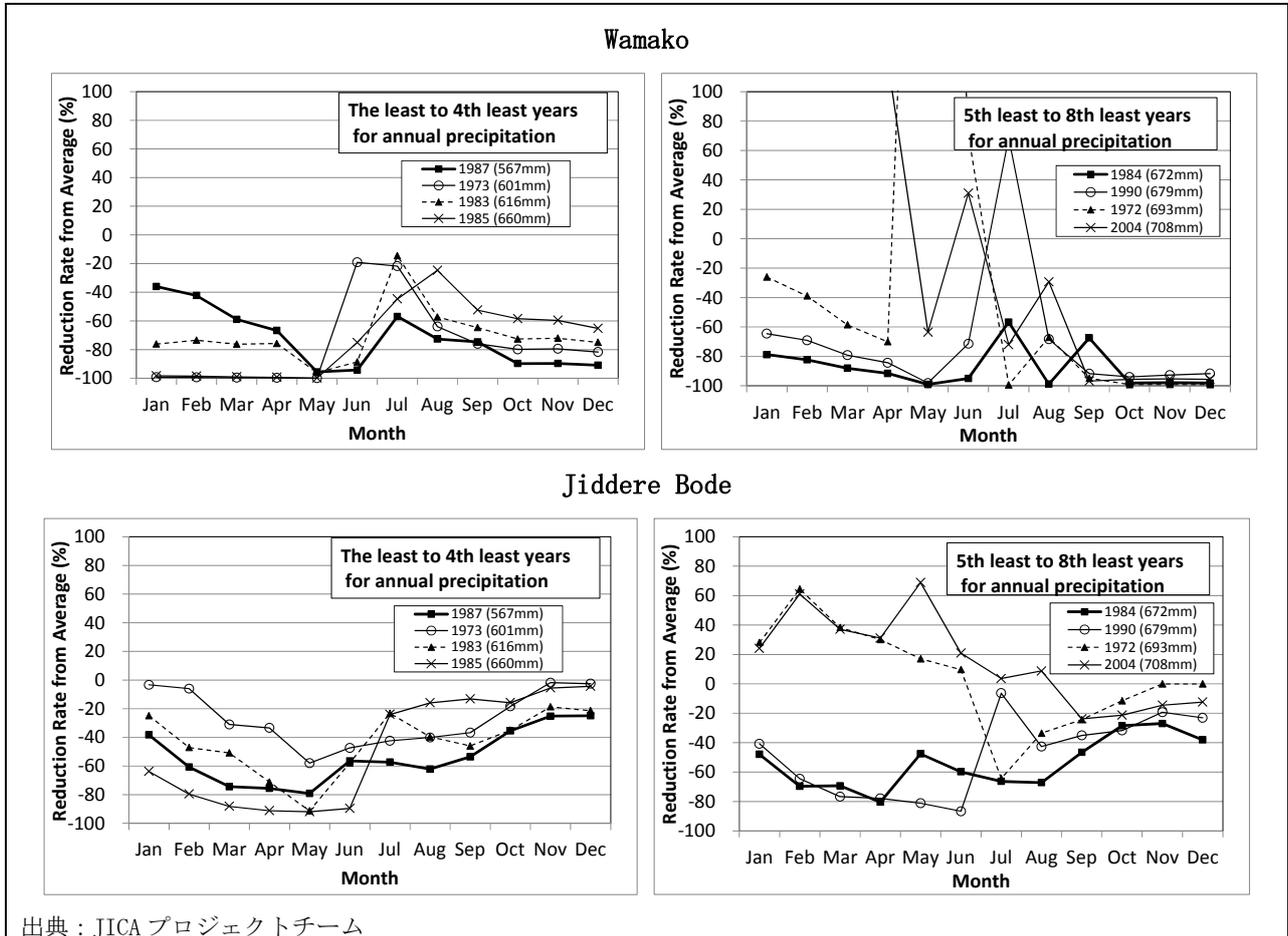
図 4-13 は各代表地点における流量の季節変動を示したものである。図には、1970-2009 年の 40 年間の月ごとの平均流量および 80%年信頼月流量が示されている。Sokoto 川、Rima 川に沿った地点では、7-9 月に流量が大きくなるものの他の時期にはほとんど河川流量がなくなる。一方、Niger 川本川に沿った地点では、4~6 月に流量が小さくなるものの、その他の時期は比較的流量が大きい。特に 10 月から翌年 3 月にかけて河川流量が確保される点が、Sokoto 川、Rima 川に沿った地点との大きな違いである。これは、10 月から翌年 3 月にかけての上流国からの流入量に依存している。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 4-13 代表地点における流量の季節変動

Wamako および Jiddere Bode 地点に対して、表 4-6 に示した少雨年のうち年降水量が少ないものから 4 番目までの年および 5-8 番目までの年について各月の平均流量からの減少割合を示したのが図 4-14 である。4.2.3 節で示した少雨年における降水量の減少率と同様に、降水量が極端に小さくなる少雨年ではほぼ年間を通じて流量が減少するのに対し、より頻繁に生じるような少雨年では必ずしも年間を通じて一様に流量が減少するのではなく、月によっては平均よりも大きな流量が発生する場合がある。Jiddere Bode 地点では、流量減少が生じない月は 1~6 月に生じる傾向にあるようである。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 4-14 少雨年における月ごとの流量減少率

4.3.3 気候変動が流出量に及ぼす影響

将来生じうる気候状態を検討するために、CCAFS¹⁰によって提供されている統計的ダウンスケールがなされた GSM の出力結果が分析された。統計的ダウンスケールとバイアス補正は Worldclim¹¹のデータセットをもとになされている。ここでは、温暖化ガス排出に関わる A1B シナリオに対して 10 秒メッシュでダウンスケールされたデータについて、HA ごとに空間平均量を求めたうえで分析を行った。詳細については Volume-5 Supporting Report の SR2.3.5 節に示す。

降水量に対する GCM 出力結果はモデルごとのばらつきが大きいが、それらの平均値と分散について計算し、それより以下のことが分かる。

- 一般的に、異なる GCM の出力結果の平均変化率はその分散よりもとても小さい。これは、

¹⁰ Ramirez, J.; Jarvis, A. 2008. High Resolution Statistically Downscaled Future Climate Surfaces. International Center for Tropical Agriculture (CIAT); CGIAR Research Program on Climate Change, Agriculture and Food Security (CCAFS). Cali, Colombia. Data are available from web-site of CCAFS <http://www.ccafs-climate.org/>

¹¹ Hijmans, R. J., S. E. Cameron, J. L. Parra, P. G. Jones and A. Jarvis, 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology 25: 1965-1978. Available from <http://www.worldclim.org/>

降水量の変化について大きな不確実性があることを示すものである。

- 降水量はMAM (3、4、5月) に減少し、JJA (6、7、8月) 及びSON (9、10、11月) に増加する傾向にある。
- 変化率は、初期の変化傾向を維持しつつ、時間の経過とともに徐々に大きくなる。

GCM出力結果に基づく気温の変化について、同様に以下のことが分かる。

- 一般的に、異なる GCM の出力結果の平均変化率はその分散よりもかなり大きい。このことは、気温の変化がかなり確かなものであることを示している。
- 気温の変化は、すべての季節に対してほぼ同じである。
- 変化率は時間の経過とともに徐々に大きくなる。

気候変動が流出に及ぼす影響について検討するために、降水量および気温の変化に関するシナリオを表4-4のように設定した。ここでは、2050年時点を想定し、GCM出力結果のうち2050年を中心とする前後30年分の結果を用いている。

表 4-4 降水量、気温の変化に関するシナリオ

ケース	項目	季節	HA-1	HA-1e
1	P (%)	ANN	0	0
	T (°C)	ANN	+2.5	+2.6
2	P (%)	DJF	+1.1	+4.7
		MAM	-0.5	+0.7
		JJA	+5.3	+9.7
		SON	+7.6	+13.1
	T (°C)	ANN	+2.5	+2.6

備考：

1) P = 降水量、T=気温

2) HA-1e：HA-1に流れ込む「ナ」国外の流域

3) DJF= 12、1、2月、MAM=3、4、5月、JJA=6、7、8月、SON= 9、10、11月、ANN=年間

出典：JICAプロジェクトチーム

降水量および気温の変化が流出量に及ぼす影響を推定するために、長期降雨-流出解析モデルが用いられた。流出解析においては、降水量および可能蒸発散量のみが、表 4-4 に示されたシナリオに基づき修正された。降水量、気温の変化に対する HA-1 内で内部発生する年間流出量の変化は以下のように要約される。

- HA-1 においては、想定される気温の変化は年間流出量の 30% 程度の減少をもたらす可能性がある。これは全国平均の減少率である 20% よりも大きい (ケース-1)。
- 想定される降水量変化に対する流出量の変化は降水量の少ない地域でより敏感となる。HA-1 では、気温の変化に対する流出量の変化を緩和し、ケース-1 よりも流出量の減少は抑えらえる可能性がある (ケース-2)。
- 80% および 90% 信頼年間流出量の減少率は、平均年間流出量のそれよりも大きい。このことは、渇水状態がより深刻になることを示している。

4.3.4 表流水水質の概況

(1) 表流水水質の一般的状況

「ナ」国では系統だった水質モニタリング、分析が行われていないことから、表流水の水質概要を評価することは難しい。連邦水資源省 (FMWR) の水質試験所によって実施されている現状の水質モニタリングは、財政面の制約により、水域の適切な水質評価のためには十分ではない。いくつかの調査が、EIA のフレームに基づきあるいは政府機関からの要請によりアドホック的に行われているにすぎない。

このように水質の一般的状況を把握するのは難しいものの、ここでは連邦水資源省水質衛生局が実施中の「水質試験所とモニタリング用のベースライン開発のためのデータ収集」調査のドラフトレポートをもとに、Katisna、Kebbi、Sokoto、Zamfara州における水質の予備的評価を表4-5に示す。

表 4-5 主要 4 州における河川における水質状況についての予備的評価

州	河川名	コード	雨季		乾季		NFA
			BOD	DO	BOD	DO	
Katsina	River Sokoto at Ajiwa Dam	SW/001	1.9	6.7	3.1	3.4	Ni
Kebbi	River Sokoto at Kebbi WTP	SW/001	2.8	9.7	4.2	3.2	-
	River Zamfara at Bunza	SW/003	1.8	8.8	3.4	3.1	-
	River Ka at Fokku	SW/005	0.8	7.9	7.5	2.5	-
Sokoto	River Rima at Sokoto WTP	SW/001	2.0	10.2	3.8	3.1	-
	River Sokoto at Sokoto WTP	SW/002	3.0	10.2	3.5	2.7	Fe, Ni
Zamfara	River Sokoto at Gusau WTP	SW/002	2.6	8.8	8.2	3.1	Ni
	River Gagre at intake Kaura Namoda WTP	SW/003	2.6	6.6	8.2	3.2	Ni, Zn

注記：水質サンプルは 2011 年の雨季と乾季の 2 回の測定のみである。ここでの評価はそれらに基づいており、あくまでも予備的なものである。

基準：

良好な水質  : BOD = < 3 および 6 =< DO (Nigeria Standard Values for surface water- recreation & fisheries に基づく)

中程度  : 3 < BOD = < 6 および 4 =< DO < 6 (Nigeria Standard Values for surface water- irrigation & reuse に基づく)

悪い  : BOD > 6 および DO < 4 (JICA プロジェクトチームによる提案)

NFA：2 回のサンプルの中で重金属類が基準値を超えているものがあり、さらなる詳細な分析が必要。

出典：JICA プロジェクトチーム

これらの結果から以下の点がいえる。

- BOD が水性生物環境のための基準値を下回り、DO 値が基準値を上回るという事実から判断して、河川水の水質は、雨季においては良好である。一般的に、河川水の水質は乾季において低下する傾向があり、その傾向は他の原因と合わせて、河川の流水の減少による自浄能力の低下のためと考えられる。
- 幾つかの川において重金属の存在が認められたため、その原因の把握と当該汚染河川の水質管理を推進するために、よい詳細な水モニタリング調査が求められる。

なお、ここで述べた状況は雨季と乾季の 2 回の測定のみに基づくものであることに留意する。水質状況の把握のためには継続したモニタリングを実施していくことを強く推奨する。

(2) コロイド状の高濁度水

Abujaで開催されたステークホルダー会議において、Sokoto-Rima川においてはコロイド状の高濁度水が問題となっていることが話題となった。(1)で示した「水質試験所とモニタリング用のベースライン開発のためのデータ収集」調査においても、Zamfara州Gusau地点 (SW/002) およびSokoto州の2地点 (SW/001、SW/002) での雨期の濁度は1,000NTUを超えるなど、高い濁度が観測されている。なお、Sokoto州水道公社によれば、このような高濁度は河川流量の減少する乾季においても観察されるとの指摘もある。濁度の計測のみでは沈殿による除去が難しいコロイド状の濁質かどうかの判断は難しいが、Sokoto浄水場での経験によれば、これまでに濁質除去のための大量のケミカルを使用してきたとの報告がある。

この問題の解決のためには、高濁度水と濁質の実態およびその要因を明らかにするための詳細調査を実施したうえでそれに基づく代替解決策を検討する必要がある。この点については、河川、土砂管理の観点から、第7章7.3.2節においてさらに議論する。

(3) 汚濁負荷量の予備的分析

上述したように、表流水の水質の評価は難しい現状にあるが、将来の人口増加、産業活動等の進展により、水域の水質に影響が出る可能性がある。この点を予備的に考察するために、現時点で入手可能なデータと情報に基づき、汚濁負荷量の予備的分析を行った。

汚濁負荷量は水域に流入する汚濁物質量として定義され、発生源、処理施設での減少レベルが考慮に入れられる。汚濁負荷は、現在と将来の状況下での表流水水質への影響を評価するために、推定される。汚濁負荷を推定するために有機物汚濁の指標として水質項目のBODが選定された。ここで、汚濁負荷量の軽減に関わる衛生施設の整備状況に関しては、第7章7.1節に示す衛生セクターの計画を反映した。汚濁負荷量推定方法については、Volume-5 Supporting ReportのSR2.3.6節(3)に示す。

表4-6に示すように、HA-1の総汚濁負荷量は、2010年時点で605x10⁶kg/年、2030年時点で907x10⁶kg/年と推定される。生活廃水による負荷量が50%以上を占め、この割合は2010年から2030年にかけてわずかに増加する。

表 4-6 HA-1 の汚濁負荷量

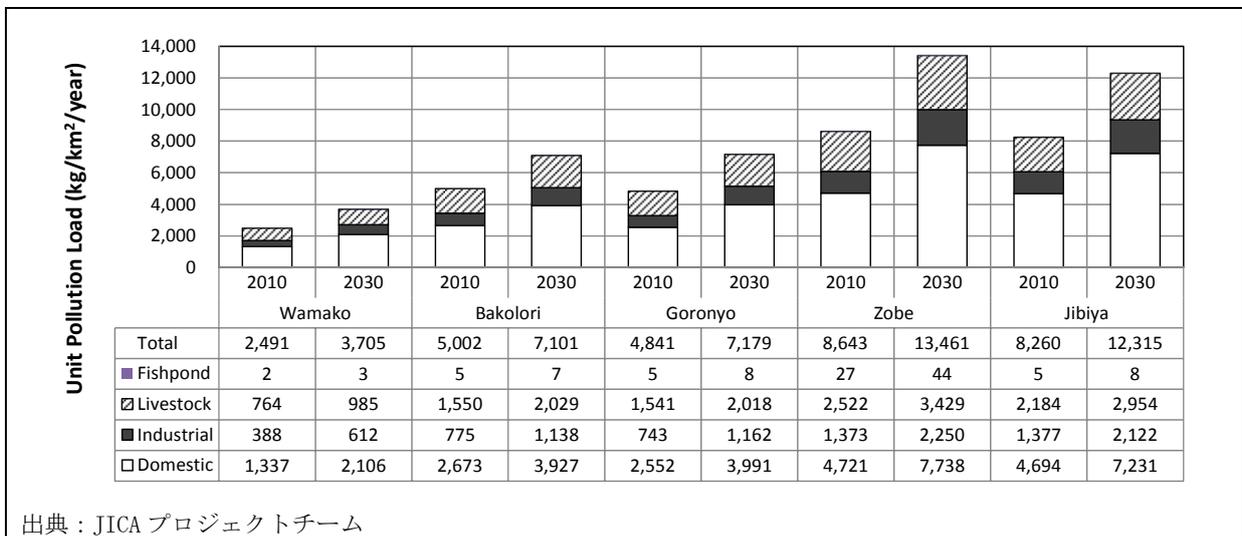
	生活廃水	工業廃水	畜産廃水	養魚廃水	合計
2010	315 (52%)	91 (15%)	198 (33%)	1 (0.1%)	605
2020	501 (55%)	145 (16%)	260 (29%)	1 (0.1%)	907

単位：10⁶ kg/年

出典：JICA プロジェクトチーム

SHAごとの汚濁負荷量については、章末の付表4-6に示す。

4.3.2節で着目した流域内の代表地点のうち、Sokoto-Rima川に沿った各代表地点における上流域からの汚濁負荷量を流域面積で除して単位汚濁負荷量として比較したものを図4-15に示す。図より、最上流域に位置するZobeダムやJibiyaダム地点における単位汚濁負荷量が大きく、また2010～2030年にかけての伸びも大きいことがわかる。各排出源の割合については代表地点ごとに大きな差は見られない。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 4-15 Sokoto-Rima 川に沿った代表地点における単位汚濁負荷量

このように、流域からの汚濁負荷量は、生活廃水に起因するものが大半を占め、今後の人口増加によって、その影響がさらに大きくなるものと推定される。第7章7.1節に示すように、流域管理計画（CMP）における衛生セクターの計画では、2030年までに衛生設備の100%充足を目指している。生活廃水による汚濁負荷量の軽減はこれらの整備状況ならびに適切な維持管理（例えば、都市部の水洗トイレにおけるセプタージの適切な処理など）に依存する。水域の汚濁負荷量の軽減のためにも、これら衛生施設の十分な整備、維持管理を行っていくことが重要である。

汚濁負荷量の増加が水域の水質に及ぼす影響に関しては、流域内の水域の水質の実態が把握できていないことから、今後、水質モニタリングを強化し、信頼できる水質データを蓄積しつつ、より詳細な議論を行っていく必要がある。

4.4 地下水

地下水ポテンシャルは地下水涵養量を意味し、地下水開発が可能な最大値に等しい。

一方、実際に開発可能な地下水量は地下水ポテンシャルと帯水層の能力によって決まる。ここでは、まず HA-1 の帯水層の特性に概略を述べ、次いで地下水涵養量に関して述べる。

4.4.1 帯水層の特性

HA-1 の帯水層は基盤岩と堆積岩からなる。HA-1 の表層地質および構造を図 4-16 及び 17 に示す。

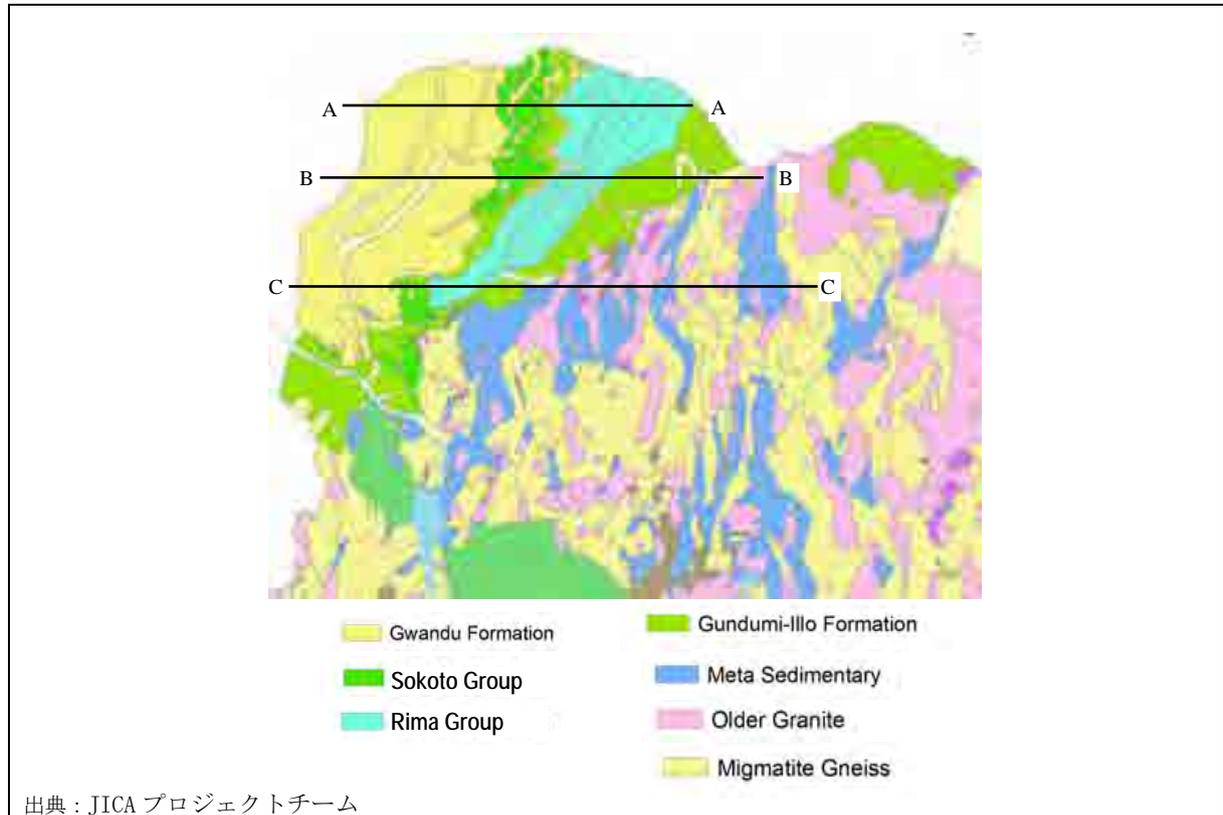


図4-16 HA-1の地質図

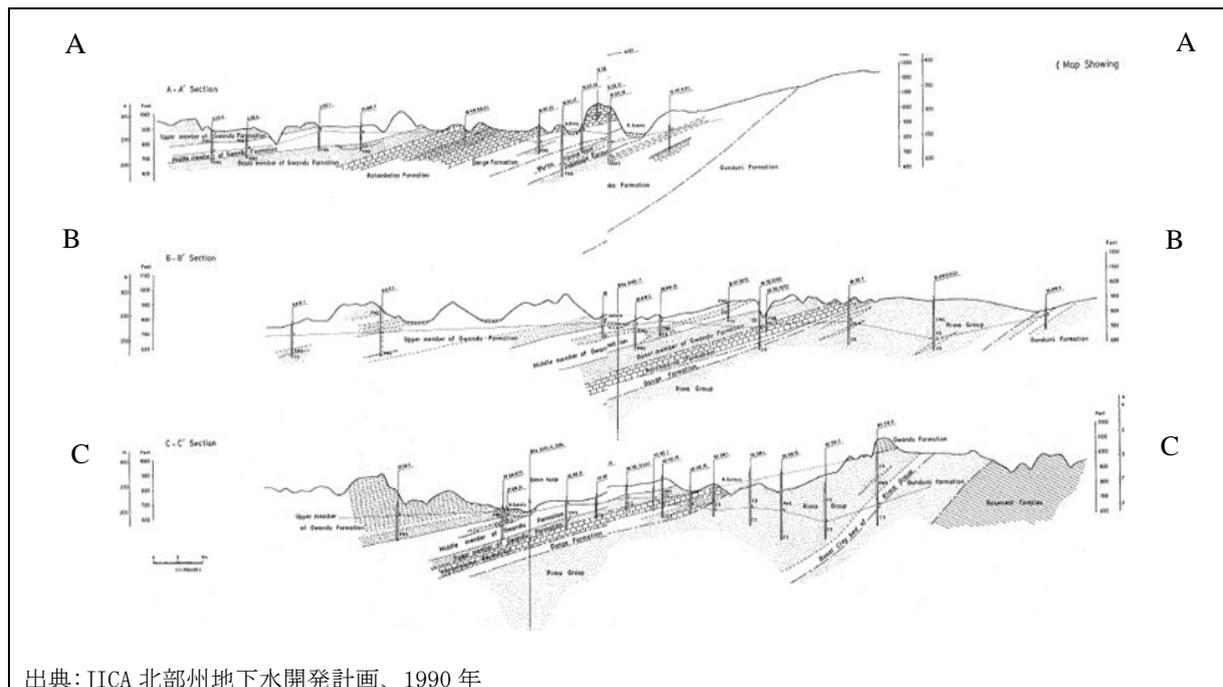


図 4-17 HA-1 の地質断面概念図

基盤岩のタイプと水理地質特性

基盤岩は、1) 片麻岩・ミグマタイト帯、2) 結晶片岩帯、3) 新規花崗岩帯の3者に区分される。3者の間に地下水開発可能量の面で際立った違いはないが、次に点に留意する必要がある。

- 基盤岩は風化部のみが帯水層を形成する。また風化岩の透水性は低いため基盤岩に掘削した井戸の影響半径は小さく、その結果として井戸1本当たりの揚水量は小さい。結晶質で粗粒な岩石（片麻岩、ミグマタイト）の方が泥質な岩石よりも、風化した場合に砂質であり透水性が高く帯水層として優れている。
- 泥質な岩石（結晶片岩）は風化した場合に粘土質であり透水性が低く不透水層となる。
- 新規花崗岩は古期花崗岩の中に貫入した岩体で、亀裂が多く帯水層として有望である。

堆積岩のタイプと水理地質特性

HA-1の堆積岩は主に砂岩（砂層）と頁岩（粘土層）で構成される。砂岩層の中で層厚が大きくまた水平方向に良く連続するものは大規模な帯水層を形成する。帯水層の規模が大きく帯水層の透水性が高い場合、井戸の影響範囲が大きくなるため1本の井戸から揚水できる地下水量が大きい。かかる地域では地下水涵養量以上に地下水を揚水することが可能であり、その結果として帯水層に貯留された地下水が次第に消費され、地下水位が経年的に低下する危険が高い。すなわち堆積岩地域では持続的な地下水開発とするためには、地下水許容量を地下水涵養量以下とすることが必要である。HA-1では白亜紀Gundumi層や第三紀Gwandu層が大規模開発の対象となるため過剰揚水に留意する必要がある。

4.4.2 地下水涵養量

(1) 地下水涵養量

地下水涵養量は後述される表4-14の中で図示される浸透余剰成分のうち遅い流出成分（LSR）を参考に求めた。表4-7に結果を示す。また、HA-1の水資源ポテンシャル全体における地下水ポテンシャルの割合を表4-14に示す。

一方、地下水涵養量の解析結果の解釈には以下の点に留意する必要がある。

- 浸透余剰成分は2つのパートに分けられる。初めのパートは1か月以内に河川に流出する成分、2つ目のパートは降雨後翌月以降に流出する成分である。例えば、基盤岩地帯の地下水は薄い風化帯が帯水層となるため比較的早期に河川に流出すると考えられる。一方、堆積岩地帯では帯水層の地質構造にしたがって、早期に流出するものから数か月以上を要するものまで変化に富んでいると考えられる。
- 地下水は最終的には河川や海に流出すると考えられるため地下水涵養量の大部分は河川流量の一部である。

表 4-7 HA-1 の地下水涵養量

	HA-1
面積(km ²)	135,128
平均降雨量(mm/年)	768
年平均地下水涵養量(mm/年)	37
同(%)	4.8
同(BCM/年)	5.0

出典:JICA プロジェクトチーム

HA-1の地下水涵養量を帯水層ごとに示し水文特性を表4-8に示す。また図4-18に地下水涵養量を示す。

HA-1の地下水涵養量は大部分の地域で50mm/年以下である。これは少雨と高温により蒸発散量が大きいためである。HA-1東部地域の高原地帯に分布する基盤岩地帯では地下水涵養量は40mm/年と比較的大きいが、西部の低地帯に分布する堆積岩地帯では20mm/年以下となる地域が多い。

表 4-8 帯水層ごとの地下水涵養量

時代区分	地層名	地下水涵養量(mm/年)
始新世	Gwandu Formation	24
暁新世	Kalambaina Formation (Sokoto group)	1
	Dange Formation (Sokoto group)	1
	Wurno Formation (Rima Group)	18
Maestrichtian	Dukamaje Formation (Rima Group)	34
	Taloka Formation (Rima Group)	6
	Ill Formation	10
	Gundumi Formation	10
先カンブリア	Basement complex	40

出典: JICA プロジェクトチーム

表 4-9 HA-1 の帯水層特性

時代区分	地層名	岩質	帯水層特性	地下水涵養量(mm/年)	地下水開発規模
始新世	Gwandu 層	部分的に固結した砂と粘土。砂は細粒～粗粒。	広大な分布域を持っている。基底砂岩は地下水が豊富。最大層厚 300m。	24	大規模
暁新世	Kalambaina 層 (Sokoto 層群)	石灰岩、石灰質頁岩。	砂岩が部分的な宙水を形成している。浅井戸の水源となっている。	1	中規模
	Dange 層 (Sokoto 層群)	頁岩、最下位には石灰岩	難透水層。下位の帯水層に対する制限層となっている。	1	小規模
	Wurno 層 (Rima 層群)	細粒砂岩、シルト。最上位は dukamaje 泥質岩層。	帯水層を形成している。涵養意域の広さは 330km ² 。中粒～粗粒砂岩が被圧帯水層を形成する。	18	中規模
Maestrichtian	Dukamaje 層 (Rima 層群)	頁岩、石灰岩、泥岩	非帯水層。層厚は 20m 以下。	34	小規模
	Taloka 層 (Rima 層群)	砂岩・泥岩	泥岩優勢であり帯水層能力は低い。1～5m ³ /時。地下水位は深く被圧している。最大層厚 180m。	6	小規模
	Illlo 層	砂岩、礫岩が帯水層となる。	涵養域が広い。不圧・被圧帯水層を形成。	10	大規模
	Gundumi 層	砂岩、礫岩が帯水層となる。	涵養域が広い。不圧・被圧帯水層を形成。	10	大規模
先カンブリア	基盤岩	花崗岩、片麻岩、結晶片岩、千枚岩、クォーツアイト	変堆積岩(低変成岩)の方が片麻岩・ミグマタイトとより帯水層として有望。	40	小規模

出典: NIHSA 資料

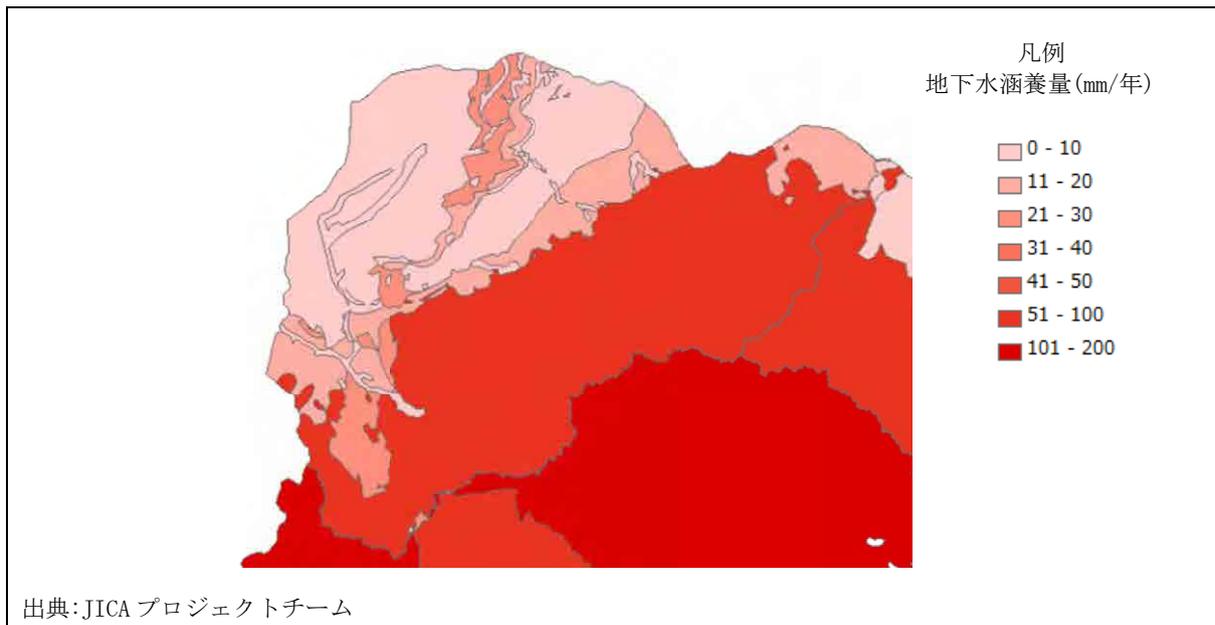


図 4-18 解析結果の帯水層ごとの地下水涵養量分布

(2) 地下水モニタリングによる水収支

表 4-10 に示した地下水涵養は河川・地下水を一体として解析する手法によって得られた解析結果であり、「ナ」国国土の地下水涵養量を均一な精度で推定し比較することができる。その一方で広大な面積を持った「ナ」国の変化に富む地下水涵養機構を同一の手法で評価することには限界があると考えられる。この欠点を補うために、流域管理計画（CMP）を策定する HA-1 地域で地下水モニタリングを実施し、その結果から地下水涵養量の評価を行った。

解析原理

降雨は土壤に達した後、土壤水分バランスにより土壤保水の残余部分が浅層帯水層に排水される。したがって、浅層帯水層の地下水面の変化を観測することによって、土壤から排水された地下水涵養量を直接的に観測することが可能である。詳細は Volume-5 Supporting Report の SR2. 4. 3 に説明してある。浅層地下水の地下水面は浅井戸¹²によって観測可能であり、本プロジェクトでは浅井戸をモニタリング井戸として建設した。

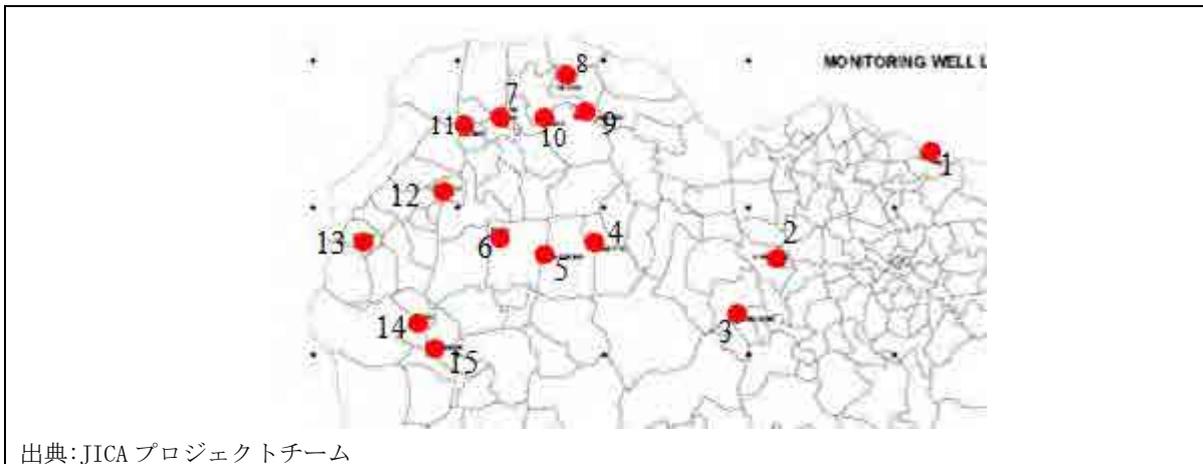
地下水モニタリング浅井戸の設置

JICA プロジェクトチームと NIHSA が共同で 15 箇所のモニタリング浅井戸位置を選定した。選定条件として代表的な地質状況であることとアクセスの容易さを重視した。JICA プロジェクトチームは、本プロジェクトのフェーズ-1 の期間に 15 箇所のモニタリング井戸の地下水位観測を行った。フェーズ-2 以降は、JICA プロジェクトチームに代わって NIHSA が地下水位の観測を行っている。モニタリング井戸の位置を図 4-19 に示す。

表 4-10 HA-1 の地下水位モニタリング浅井戸

No.	位置	州	地質	井戸深度(m)
1	BAURE	KATSINA	堆積岩	26
2	KANKARA	KATSINA	基盤岩	12
3	DANDUME	KATSINA	基盤岩	12
4	DARETA	ZAMFARA	基盤岩	12
5	YALGALMA	ZAMFARA	基盤岩	12
6	GUMI	ZAMFARA	堆積岩	12
7	GIDAN IGWAI	SOKOTO	堆積岩	12
8	TALOKA	SOKOTO	堆積岩	16
9	DANTASAKKO	SOKOTO	堆積岩	22
10	RABAH	SOKOTO	堆積岩	12
11	SILAME	SOKOTO	堆積岩	30
12	GWANDU	KEBBI	堆積岩	10
13	BUNZA	KEBBI	堆積岩	15
14	KOKO/BESE	KEBBI	堆積岩	15
15	SHANGA	KEBBI	堆積岩	15

出典: JICA プロジェクトチーム



出典: JICA プロジェクトチーム

図 4-19 モニタリング浅井戸の位置

¹² 浅井戸は手掘り井戸(shallow hand dug well) を意味する。

観測結果

15 箇所のモニタリング観測結果の地下水位の最大低下量を表 4-11 に示す。

表 4-11 観測結果の最大地下水位低下量

井戸 No	観測期間の水位変化 (m)	井戸 No	観測期間の水位変化 (m)
1	-1.46	9	-0.56
2	-1.69	10	-0.74
3	-1.08	11	-0.4
4	-0.74	12	-0.92
5	-2.34	13	-0.63
6	-0.7	14	-0.87
7	-0.37	15	-1.73
8	-0.48	平均	-0.98

出典: JICA プロジェクトチーム

地下水解析法

井戸水位の変化は以下のとおりである。

$$\mu \Delta H / \Delta t = W_n - Q_n$$

- n : 日
- P_n : 降雨量
- W_n : 地下水涵養量
- Q_n : 地下水流出量
- H_n : n 日の地下水位
- μ : 帯水層の有効空げき率
- ΔH : 地下水位の日変化

乾季においては、W_n=0 となり以下の関係が成り立つ。

$$\mu \Delta H / \Delta t = -Q_n$$

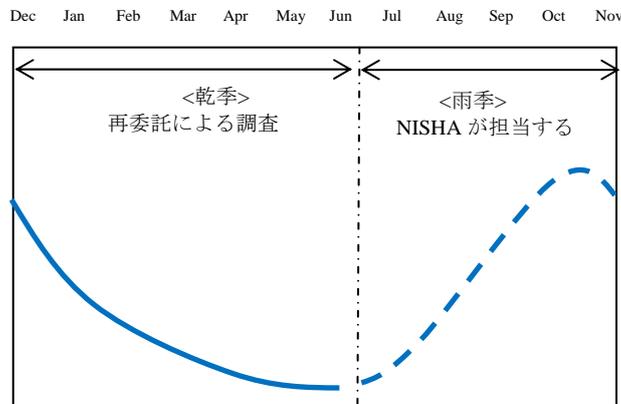
地下水流出 Q_n を以下のように近似する。

$$Q_n = a \times H_{n-1} + b$$

係数である a と b をモニタリング井戸ごとに算出し、ΔH/Δt=aH_{n-1}+b の関係から地下水流出量を算出する。計算法の詳細は Volume-5 Supporting Report の SR2.4.3 に記載されている。

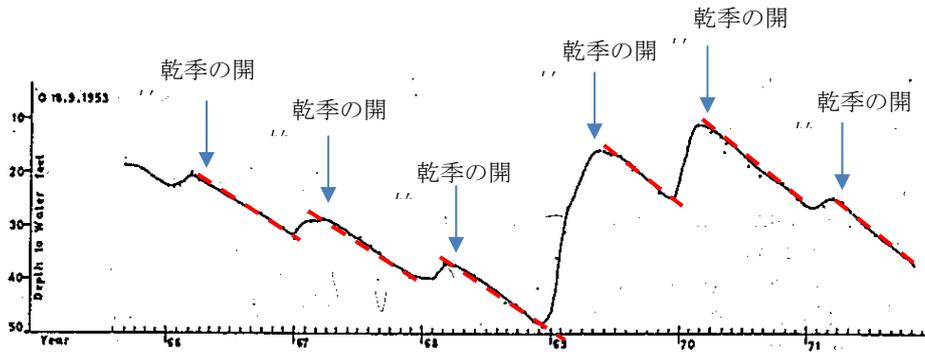
解析結果

HA-1 の 15 箇所のモニタリング井戸で 2011 年 12 月～2012 年 5 月に期間に地下水が観測された。図 4-15 に示す様にこの期間は主に乾季の地下水位低下期間である。地下水涵養量を求めるためには、連続した乾季と雨季を少なくとも 1 回を含む期間における観測が必要と考えられる。



出典: JICA プロジェクトチーム

図 4-20 地下水水位の変化模式図



出典: JICA プロジェクトチーム

図 4-21 気候状況が類似した他地域の地下水位の変化模式図

図 4-21 は雨季と乾季が明瞭な他地域における浅井戸の地下水位記録である。地下水位変動には雨季と乾季の影響が明瞭に示されている。注目すべきは乾季の水位低下速度が毎年ほぼ同一であり、そのため乾季の地下水位低下量も毎年ほぼ一定していることである。それに対して雨季の地下水位上昇量はその年の降雨量に応じて毎年異なっている。長期的には以下の関係が成立していると考えられる。

乾季の地下水位低下量=雨季の地下水位上昇量の長期的平均値

したがって、乾季の地下水位低下量が毎年ほぼ一定していると仮定した場合、乾季の地下低下量に対応した地下水位流出量が雨季の平均的な地下水位涵養量に等しいと推定できる。上記の仮定に基づき、HA-1 の 15 箇所のモニタリング井戸で 2011 年 12 月～2012 年 5 月の乾季に対応した水位低下記録から地下水涵養量を算出し表に示す。

表 4-12 地下水涵養量

井戸No	地下水涵養量(mm/年)	井戸No	地下水涵養量 (mm/年)
1	96	9	18
2	80	10	29
3	95	11	21
4	37	12	66
5	99	13	29
6	40	14	76
7	28	15	90
8	26	平均	55

出典: JICA プロジェクトチーム

解析結果による HA-1 の地下水涵養量の平均値は 55mm/年であり、長期流出解析で算出した値と整合している。したがって、本プロジェクトでは長期流出解析結果の地下水涵養量を採用する。

今後のモニタリング調査方針

2012 年 7 月以降現在まで NIHSA は地下水モニタリングを継続しており本プロジェクト終了後に本モニタリングを継続し、地下水変動特性の把握と地下水涵養量の把握に努めることが期待される。

(3) 気候変動の影響

気候変動による地下水涵養量への影響予測結果を表 4-15 に示す。同表に示すように、地下水涵養量は気候変動の影響を受けて減少する傾向を示している。全国平均では、ケース 1 の場合-21%、ケース 2 の場合-15%の地下水涵養量の減少となるが、水文地域ごとに減少幅が異なる。注目すべきは、もともと地下水涵養量の少ない地域では、地下水涵養量の減少量が他流域と同様であっても減少の影響が大きいことである。HA-1 はその例であり、地下水涵養量の減少量の絶対値は他流域と比較し大きなものではないが、現時点における地下水涵養量が少なく減少後の地下水涵養量は更に小さくなるため影響は大きい。

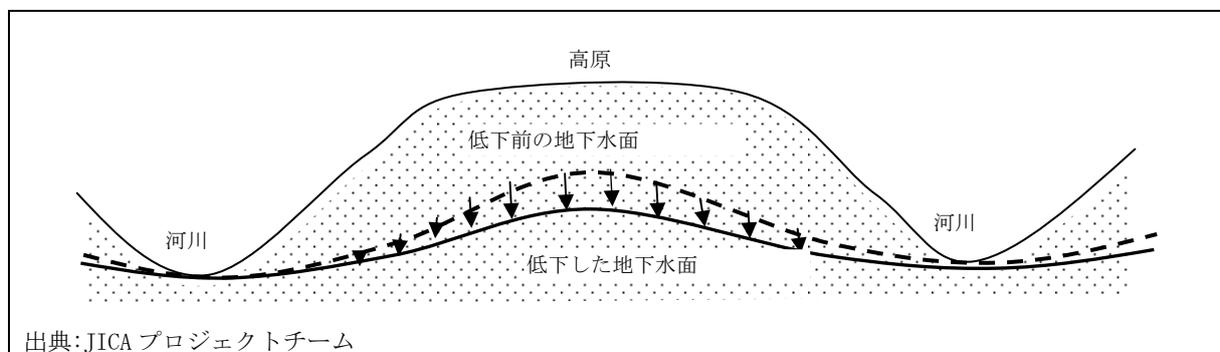
表 4-13 降雨量、気温の変化に対する「ナ」国内における地下水涵養量の変化

水文地域 (HA)		HA-1	全国平均
現状の地下水涵養量 (mm/年)		37	171
ケース1	地下水涵養量 (mm/年)	22	136
	現状に対する比率	59%	80%
ケース2	地下水涵養量 (mm/年)	31	147
	現状に対する比率	84%	86%

出典：JICA プロジェクトチーム

気候変動の影響の地域格差

地下水涵養量の減少による地下水位の低下は、地下水の流出先である河川付近では地下水位が河床付近で一定するためその変動が小さいのに対して、河川から離れるにつれて増大する(図 4-22 参照)。したがって、流域全体で地下水涵養量が同じ割合で減少したとしても、河川から遠く離れた高原奥地の方が地下水位低下の影響が大きいことに留意し対策を検討する必要がある。また、高原から河川までの地下水導水勾配が大きな地域でも涵養量の減少とそれに伴う地下水流動量の減少は導水勾配の大きな減少となって現れ、高原中央部において大きな地下水位低下の原因となる。例えば、Plateau 高原などの高標高地帯でその可能性が高い。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 4-22 地下水涵養量が減少した場合の地下水位低下の分布

4.4.3 地下水の水質

HA-1の地下水の水質は、以下の観点から分類が可能である¹³。

- 地化学的な水質分類
- 衛生学的な水質分類

(1) 地化学的水質分類

地下水の主要化学成分は、Na⁺、K⁺、Ca²⁺、Mg、SO₃⁻、HCO₃⁻、Cl⁻であり、これらの成分によって地化学的な観点から、「ナ」国の地下水は以下に分類可能である。

- カルシウム・重炭酸塩
- マグネシウム・硫酸塩、ナトリウム・塩化物・カルシウム・重炭酸塩

カルシウム・重炭酸塩は最も広く分布し、基盤岩と堆積岩の両地域に広く存在する。これは最も地表に近い部分、すなわち基盤岩や堆積岩の不圧帯水層の地下水を表している。次いでマグネシウム・硫酸塩、ナトリウム・塩化物・カルシウム・重炭酸塩が広く分布している。これは、堆積岩地帯の不圧帯水層・被圧の地下水が帯水層を流動する過程でカルシウム・重炭酸塩タイプから徐々に変化したものであり、堆積岩地帯の被圧帯水層の地下水と考えられる。

水質と地質学との関連

地下水は帯水層を流動する過程で、帯水層を構成する鉱物が地下水と反応しその成分が溶出する、したがって、溶出しやすい鉱物を含む帯水層の地下水は化学成分に富む。基盤岩と堆積岩を比較

¹³ Groundwater study and Development in Nigeria, Dr.Matthew Offiodile, 1992

した場合、堆積岩地域の地下水の方が水質変化に富んでいる。その理由として、基盤岩は地下水の存在が表層に近い風化帯に限定され、不圧地下水としての挙動を示し流動期間も短い。

一方、深部帯水層の地下水は被圧性が高く流動期間が長い。かかる特性が、水質に反映されている。

(2) 衛生的観点からの水質分類

既往地下水水質調査の結果から、HA-1 の地下水に関し以下の事項が結論できる。

- 大腸菌汚染に関しては浅井戸、深井戸ともに汚染を受けているケースが多い。浅井戸では半数以上が汚染を受けている。井戸の構造以上、浅井戸は深井戸に比べ、地表の汚水が浸透する可能性が高いためである。深さ 30m以上の深井戸は遮水工¹⁴が完全である場合は、大腸菌汚染を完全に免れるはずである。しかし、そうでないことは、遮水工が不完全であることを意味する。
- 硝酸塩に関しては、深井戸、浅井戸は同程度に汚染を受けている。
- ヒ素汚染は認められない。
- フッ素、鉄などの地質起源の成分は深井戸の方が浅井戸より多い。これらの成分は帯水層を構成する岩石鉱物の成分が地下水中に溶出したものである。深部の地下水の方が浅部の地下水より帯水層内での流動時間の長くの成分を多く溶け込んでいると考えられる。したがって、深井戸の方が浅井戸よりもこれらの成分に富んでいる。
- 浅井戸の地下水は濁度が高い。これは豪雨時の濁度の高い表層水の浸透が原因と考えられる。
- pH に関しては、低 pH と高 pH の両者が考えられるが。健康被害の他に、低 pH の場合は深井戸のパイプ・揚水管・ポンプの金属腐食の原因となる。したがって金属腐食に対して抵抗性の高い PVC やステンレスを材質とする資材を使用すべきである。かかる地域は過去の実績から明らかにされており、今後の地下水開発において考慮されるべきである。

一般に地下水は表流水に比べ水質が良い。

その一方、大腸菌による地下水汚染が進行し、水質基準を満たさない割合が増えている。井戸の地下水が汚染される理由は以下のとおりである。

- 浅井戸は地表面付近の浅い地下水を取水している。地表面付近の地下水は汚れた表面水により容易に汚染される。
- 地表水の浸透防止の深井戸遮水工が不十分であり、汚れた地表水が深井戸内に浸透する。
- 井戸が村落の中心部に位置し住宅が密集しているため家庭廃水の影響を受けやすい。

(3) その他の地下水水質問題

HA-1 では地域的に以下の地下水汚染が発生しており、今後の検討課題となっている。

- Zamfara 州の Bukkuyum LGA および Anka LGA の複数のコミュニティにおいて鉱山活動に原因した鉛汚染が報告されており、水質調査が行われた。採取された 18 箇所の井戸水源のうち 15 箇所 (83%) の水源から、飲料水の基準値を超えた鉛成分が検出された。

¹⁴ 遮水工とは、地表水の浸透を防止するために、コンクリートやベントナイトで井戸孔壁とケーシングの間隙を遮水する工法を意味する。

4.5 水資源ポテンシャルのまとめ

ここでは、前節までの結果をもとに HA-1 の水資源ポテンシャルをとりまとめる。

水資源ポテンシャル推定のベース

水資源ポテンシャル推定のベースは以下のとおりである。

- 1970～2009 年の 40 年間の降水量、気温およびそれを入力条件とした長期降雨-流出解析モデルの出力結果を用いる。
- 長期降雨-流出解析モデルは、主要水文観測地点における利用可能な実測河川流量をもとに設定されたものであり、Niger 川上流域を除く、「ナ」国内及び「ナ」国に流入する河川流域のすべてをカバーする。

推定された水資源ポテンシャル

推定された水資源ポテンシャルは、表4-14に示すとおりである。

HA-1の平均降雨量は767mmである。降雨量の約8%が流出し、残りは蒸発散その他で消失する。国土内での内部総流出量は8.3BCM/年であり、表流水のポテンシャルは35.1BCM/年である。総水資源ポテンシャルは、表流水ポテンシャルに地下水涵養量のうち基底流出として出現しない分を加えたものとして評価され、国土内での内部生産によるものは10.7BCM/年であり、「ナ」国外からの流入水を含めると、合計37.4BCM/年と評価される。地下水涵養量の推定から、更新可能の資源としての地下水ポテンシャルは5.0BCM/年であると推定される。

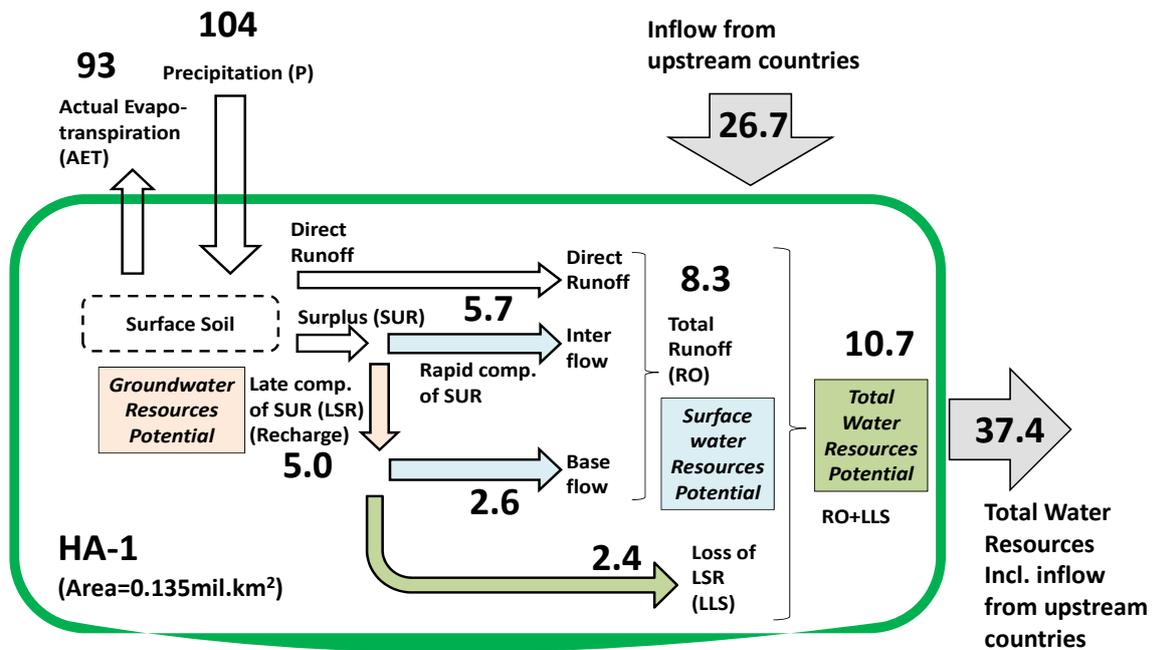
表 4-14 推定された HA-1 の水資源ポテンシャル

	HA-1	国全体
水資源ポテンシャル		
総水資源ポテンシャル¹⁾		
「ナ」国外からの流入水を含む量	(BCM/年)	37.4
「ナ」国内の内部生産分のみ	(BCM/年)	10.7
表流水ポテンシャル		
「ナ」国外からの流入水を含む量	(BCM/年)	35.1
「ナ」国内の内部生産分のみ	(BCM/年)	8.3
地下水ポテンシャル		
地下水涵養量	(BCM/年)	5.0
流出状況（「ナ」国内の内部生産分のみ）		
降水量 (P)	(mm/年)	767
総流出量 (RO)	(mm/年)	62
地下水涵養量 (GRE)	(mm/年)	37
地下水涵養損失量 (LOS)	(mm/年)	18
流出率 (RO/P)	(%)	8.1
地下水涵養量率 (GRE/P)	(%)	4.8
地下水涵養損失量率 (LOS/P)	(%)	2.3
総水資源量率 ((RO+LOS)/P)	(%)	10.4

注記：

- 1) 総水資源ポテンシャル
 = 表流水ポテンシャル + 地下水涵養量 - 基底流出量
 = 表流水ポテンシャル + 地下水涵養損失量

出典：JICA プロジェクトチーム



Unit: BCM/year (Billion m³/year)

出典：JICA プロジェクトチーム

州ごとの水資源ポテンシャル

上述した水資源ポテンシャルは水文的な流域を境界としてみたものである。行政単位としての州の境界はこの水文的な流域の境界とは一致しないものの、参考情報として、HA-1における主要4州の州領域内部から発生する水資源量についても整理し、表4-15に示した。

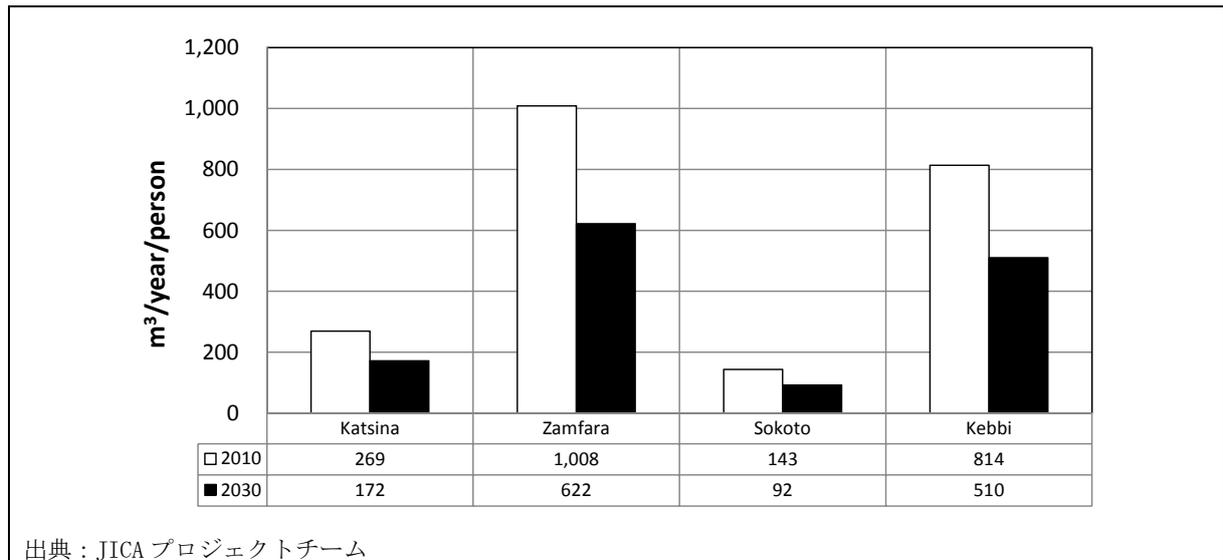
表 4-15 HA-1 の主要 4 州の水資源ポテンシャル (内部発生分のみ)

		Katsina	Zamfara	Sokoto	Kebbi
水資源ポテンシャル (州領域内の内部生産分のみ)					
総水資源ポテンシャル (州領域内の内部生産分のみ)	(BCM/年)	1.75	3.73	0.60	3.01
表流水ポテンシャル (州領域内の生産分のみ)	(BCM/年)	1.39	3.06	0.44	2.22
地下水ポテンシャル (地下水涵養量)	(BCM/年)	0.67	1.54	0.32	1.63
流出状況 (州領域内の内部生産分のみ)					
降水量 (P)	(mm/年)	707.6	819.0	576.2	838.8
総流出量 (RO)	(mm/年)	58.2	90.9	13.8	61.3
地下水涵養量 (GRE)	(mm/年)	28.1	45.7	9.8	44.9
地下水涵養損失量(LOS)	(mm/年)	15.1	20.2	4.8	22.0
流出率 (RO/P)	(%)	8.2	11.1	2.4	7.3
地下水涵養量率 (GRE/P)	(%)	4.0	5.6	1.7	5.4
地下水涵養損失量率 (LOS/P)	(%)	2.1	2.5	0.8	2.6
総水資源量率 ((RO+LOS)/P)	(%)	10.4	13.6	3.2	9.9

出典：JICA プロジェクトチーム

図4-23は州ごとの1人あたり水資源量 (内部発生分のみ) を示したものである。Katsina州、Sokoto州は、州内で内部発生する水資源量だけでみた場合には、1人あたり水資源量は他の2州に比べて小さくなる。Katsina州はほぼ流域の最上流に位置しているため、この内部発生する水資源量に頼らざるを得ない状況であり、水資源の最も苦しい地域であるといえる。

一方、Sokoto州は上流州において発生する水資源量の活用が可能であるが、多くの水資源を上流州で発生するものに依存していることがわかる。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 4-23 州ごとの 1 人あたり水資源量 (内部発生分のみ)

付表4

付表 4-1 SHA ごとの平均月降水量

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	No	Area (km2)	Average Precipitation (mm)												Total
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	101	101	1	9,355.4	0	3	11	43	103	152	190	248	207	61	4	0	1,023
	102	102	2	9,127.2	0	1	7	32	89	140	197	266	225	63	2	0	1,021
	103	103	3	3,387.3	0	1	6	30	84	136	191	252	192	47	2	0	940
	104	104	4	2,933.6	0	0	6	29	73	123	181	256	194	45	3	0	909
	105	105	5	3,456.6	0	1	6	31	84	139	190	269	182	41	3	0	945
	10601	10601	6	689.1	0	1	5	28	79	129	183	255	170	36	2	0	887
	10602	10602	7	10,960.3	0	0	6	30	75	124	186	258	198	43	1	0	922
	10603	10603	8	1,084.9	0	1	6	25	73	120	177	237	156	31	2	0	828
	10604	10604	9	17,476.6	0	0	6	26	64	111	178	240	166	32	1	0	825
	10605	10605	10	6,335.9	0	1	9	21	54	94	157	187	116	26	2	0	666
	10606	10606	11	5,817.2	0	0	2	16	49	92	165	221	129	21	0	0	695
	10607	10607	12	2,706.1	0	0	2	11	40	79	150	186	96	16	0	0	581
	106081	106081 e	13	2,220.3	0	0	0	5	26	57	122	130	56	5	0	0	401
		106081 i	14	4,132.3	0	0	0	5	31	72	139	158	75	9	0	0	489
		106082 e	15	80,006.8	0	0	0	1	9	27	83	98	36	2	0	0	256
	106082	106082 i1	16	1,322.2	0	0	0	5	25	63	134	145	67	6	0	0	446
		106082 i2	17	6,043.4	0	0	0	5	29	66	150	194	84	9	0	0	536
	106083	106083	18	412.5	0	0	0	5	23	67	137	158	76	8	0	0	473
	106085	106085 e	19	290.3	0	0	0	2	14	49	121	135	62	3	0	0	386
		106085 i	20	1,499.6	0	0	0	3	18	58	130	146	70	5	0	0	429
	1060861	1060861 e	21	6,067.9	0	0	0	2	18	50	125	142	65	5	0	0	408
		1060861 i1	22	164.7	0	0	0	1	14	50	120	134	66	3	0	0	389
	1060861	1060861 i2	23	548.0	0	0	0	5	26	65	151	178	87	9	0	0	521
		1060863	24	3,509.3	0	0	1	7	34	77	166	205	102	11	0	0	605
	106087	106087 e	25	632.3	0	0	0	3	20	58	129	152	75	7	0	0	444
		106087 i	26	1,216.5	0	0	0	2	18	57	127	148	74	6	0	0	432
	1060881	1060881	27	5,750.6	0	0	1	12	39	85	166	205	118	14	0	0	641
	1060883	1060883	28	2,513.8	0	0	2	15	51	100	187	242	132	15	0	0	745
	106089	106089	29	8,354.1	0	0	3	20	54	102	180	229	144	19	0	0	751
	106091	106091	30	7,636.2	0	0	1	9	36	83	155	193	107	14	0	0	597
	106093	106093	31	4,746.6	0	0	4	29	68	118	192	250	175	27	0	0	863
	107	107 e	32	1,924.1	0	2	8	39	95	153	194	298	191	44	4	0	1,028
		107 i	33	6,223.4	0	1	5	29	85	139	187	271	173	36	3	0	930
	108	108 e	34	63,517.4	0	0	0	3	19	48	99	110	53	5	0	0	337
		108 i	35	7,724.9	0	0	1	9	37	75	139	157	82	14	0	0	514
	109	109	36	14,037.5	0	2	12	40	109	150	195	257	190	48	3	0	1,006

出典：JICA プロジェクトチーム

付表 4-2 SHA ごとの 80%年信頼月降水量

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	No	Area (km2)	80% Dependable Precipitation (mm)												Total
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	101	101	1	9,355.4	0	1	7	19	69	119	153	183	162	39	2	0	755
	102	102	2	9,127.2	0	0	5	17	52	105	154	207	176	33	1	0	750
	103	103	3	3,387.3	0	0	4	14	46	98	146	171	142	21	1	0	644
	104	104	4	2,933.6	0	0	5	13	39	87	141	186	143	21	2	0	637
	105	105	5	3,456.6	0	1	5	14	52	104	147	198	142	21	2	0	685
	10601	10601	6	689.1	0	0	4	14	49	93	147	202	134	19	2	0	664
	10602	10602	7	10,960.3	0	0	5	14	42	97	150	208	152	19	1	0	688
	10603	10603	8	1,084.9	0	0	5	10	45	83	143	187	123	15	2	0	613
	10604	10604	9	17,476.6	0	0	5	8	39	80	150	191	125	16	1	0	616
	10605	10605	10	6,335.9	0	1	7	7	35	69	132	145	82	10	1	0	490
	10606	10606	11	5,817.2	0	0	2	5	27	53	139	162	91	9	0	0	488
	10607	10607	12	2,706.1	0	0	2	4	21	48	122	139	69	7	0	0	411
	106081	106081 e	13	2,220.3	0	0	0	3	9	28	87	93	39	2	0	0	261
		106081 i	14	4,132.3	0	0	0	2	12	39	103	116	52	4	0	0	328
		106082 e	15	80,006.8	0	0	0	0	6	15	63	74	21	0	0	0	179
	106082	106082 i1	16	1,322.2	0	0	0	3	8	33	94	102	44	2	0	0	287
		106082 i2	17	6,043.4	0	0	0	2	10	46	101	143	54	1	0	0	357
	106083	106083	18	412.5	0	0	0	2	11	33	102	115	47	2	0	0	313
	106085	106085 e	19	290.3	0	0	0	1	5	23	93	95	47	1	0	0	264
		106085 i	20	1,499.6	0	0	0	1	7	31	97	107	47	1	0	0	292
	1060861	1060861 e	21	6,067.9	0	0	0	1	6	28	93	109	42	0	0	0	279
		1060861 i1	22	164.7	0	0	0	0	5	25	91	98	49	1	0	0	269
	1060861	1060861 i2	23	548.0	0	0	0	1	10	41	111	135	63	1	0	0	363
		1060863	24	3,509.3	0	0	1	2	13	48	123	154	74	1	0	0	416
	106087	106087 e	25	632.3	0	0	0	1	7	31	95	119	42	1	0	0	296
		106087 i	26	1,216.5	0	0	0	1	7	31	97	121	43	1	0	0	302
	1060881	1060881	27	5,750.6	0	0	1	2	19	64	136	160	83	2	0	0	467
	1060883	1060883	28	2,513.8	0	0	1	5	21	71	131	187	96	3	0	0	514
	106089	106089	29	8,354.1	0	0	2	4	31	77	148	176	110	3	0	0	552
	106091	106091	30	7,636.2	0	0	1	3	20	48	128	147	76	4	0	0	426
	106093	106093	31	4,746.6	0	0	3	7	39	96	157	199	141	5	0	0	647
	107	107 e	32	1,924.1	0	1	6	18	66	119	161	240	159	18	2	0	789
		107 i	33	6,223.4	0	1	4	16	58	107	154	221	140	19	2	0	720
	108	108 e	34	63,517.4	0	0	0	2	12	35	80	84	39	3	0	0	254
		108 i	35	7,724.9	0	0	1	4	18	52	118	112	58	6	0	0	369
	109	109	36	14,037.5	0	1	8	22	79	115	156	214	159	18	1	0	773

出典：JICA プロジェクトチーム

付表 4-3 SHA ごとの平均月可能蒸発散量

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	No	Area (km2)	Average PET (mm)												Total
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	101	101	1	9,355.4	95	107	140	147	142	123	117	109	103	108	98	92	1,381
	102	102	2	9,127.2	89	99	132	146	143	121	114	106	100	105	93	86	1,334
	103	103	3	3,387.3	90	103	140	152	147	126	119	110	103	109	94	87	1,381
	104	104	4	2,933.6	88	100	138	154	152	129	120	110	104	110	94	86	1,385
	105	105	5	3,456.6	91	106	145	158	154	132	122	113	106	112	97	90	1,425
	10601	10601	6	689.1	92	107	148	164	162	139	127	116	110	117	100	91	1,472
	10602	10602	7	10,960.3	85	96	133	152	153	129	119	109	104	108	93	85	1,364
	10603	10603	8	1,084.9	91	106	148	167	168	144	130	118	112	119	102	91	1,495
	10604	10604	9	17,476.6	86	97	136	160	165	140	126	114	109	115	96	86	1,429
	10605	10605	10	6,335.9	90	102	145	171	179	155	137	122	117	125	105	90	1,540
	10606	10606	11	5,817.2	86	96	138	168	175	150	133	118	114	121	100	87	1,487
	10607	10607	12	2,706.1	87	97	141	173	184	160	141	124	119	128	104	88	1,548
	106081	106081 e	13	2,220.3	80	92	135	166	186	165	144	127	123	127	98	82	1,524
		106081 i	14	4,132.3	84	95	139	171	184	161	143	126	121	129	101	85	1,539
	106082	106082 e	15	80,006.8	73	84	126	161	185	170	146	130	125	123	93	75	1,492
		106082 i1	16	1,322.2	82	93	136	168	183	161	141	125	120	126	99	83	1,518
		106082 i2	17	6,043.4	72	81	122	149	163	145	125	112	108	111	88	72	1,347
	106083	106083	18	412.5	82	93	136	167	180	157	139	123	118	124	98	83	1,503
	106085	106085 e	19	290.3	79	90	134	165	182	160	139	124	119	122	96	81	1,493
		106085 i	20	1,499.6	81	91	135	167	181	159	139	123	119	123	97	82	1,496
	1060861	1060861 e	21	6,067.9	73	85	126	160	178	157	136	122	118	118	89	75	1,438
		1060861 i1	22	164.7	78	89	132	164	181	159	139	123	119	121	94	80	1,478
		1060861 i2	23	548.0	72	82	123	153	166	145	126	113	110	111	86	73	1,361
	1060863	1060863	24	3,509.3	72	82	122	149	161	139	122	110	106	108	86	72	1,328
	106087	106087 e	25	632.3	74	85	126	159	174	153	133	120	116	116	89	76	1,420
		106087 i	26	1,216.5	77	88	130	162	177	155	136	121	117	119	92	79	1,455
	1060881	1060881	27	5,750.6	75	86	125	153	164	139	124	112	109	110	87	77	1,362
	1060883	1060883	28	2,513.8	73	82	120	144	154	130	117	106	102	104	85	73	1,290
	106089	106089	29	8,354.1	77	87	125	150	159	133	120	109	106	107	87	78	1,339
	106091	106091	30	7,636.2	83	93	136	167	176	150	134	119	115	121	97	84	1,478
	106093	106093	31	4,746.6	78	88	124	146	154	126	116	106	103	104	86	79	1,311
	107	107 e	32	1,924.1	92	107	146	156	152	131	120	111	105	111	97	92	1,421
		107 i	33	6,223.4	93	109	150	163	160	137	125	115	109	116	101	93	1,471
	108	108 e	34	63,517.4	79	93	136	172	194	174	153	136	131	132	99	83	1,581
		108 i	35	7,724.9	87	99	143	172	185	162	143	126	121	129	104	88	1,560
	109	109	36	14,037.5	94	108	143	151	147	129	119	109	104	110	98	95	1,407

出典：JICA プロジェクトチーム

付表 4-4 SHA ごとの流出高

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	SN	Area (km2)	Average Monthly Runoff Yield (Height) (mm/month)												Average Annual Runoff Yield (mm/year)	Average Annual Precipitation (mm/year)	Average Runoff Rate (%)
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	101	101	1	9,355.4	1.1	0.5	0.2	0.1	1.5	6.8	12.0	26.0	41.3	14.0	5.9	2.5	112	1,023	10.9
	102	102	2	9,127.2	2.1	0.9	0.4	0.2	1.0	5.5	12.5	48.1	68.9	25.9	11.0	4.7	181	1,021	17.8
	103	103	3	3,387.3	1.2	0.5	0.2	0.1	0.7	4.5	10.9	32.7	43.8	14.9	6.4	2.8	119	940	12.6
	104	104	4	2,933.6	1.3	0.5	0.2	0.1	0.3	2.9	9.2	33.1	45.8	15.7	6.8	2.9	119	909	13.1
	105	105	5	3,456.6	0.8	0.3	0.1	0.1	0.4	4.3	9.4	26.7	31.2	9.7	4.2	1.8	89	945	9.4
	10601	10601	6	689.1	2.1	1.4	0.9	0.6	0.5	1.7	3.6	10.7	13.3	6.8	4.5	3.1	49	887	5.6
	10602	10602	7	10,960.3	3.1	2.0	1.3	0.9	0.8	2.4	6.4	24.3	35.6	15.2	8.4	5.0	105	922	11.4
	10603	10603	8	1,084.9	0.9	0.6	0.4	0.3	0.3	1.2	3.3	6.9	7.2	3.0	2.0	1.3	27	828	3.3
	10604	10604	9	17,476.6	1.2	0.7	0.5	0.3	0.3	1.5	7.5	19.2	22.0	7.3	3.7	2.0	66	825	8.0
	10605	10605	10	6,335.9	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.1	2.2	3.9	2.0	0.4	0.3	0.2	10	666	1.4
	10606	10606	11	5,817.2	0.8	0.6	0.4	0.3	0.2	0.3	3.0	6.9	5.9	2.8	1.9	1.2	24	695	3.5
	10607	10607	12	2,706.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	1.9	4.1	1.6	0.6	0.4	0.3	10	581	1.7
	106081	106081 e	13	2,220.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	1.6	0.1	0.0	0.0	0.0	2	401	0.6
		106081 i	14	4,132.3	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	1.4	3.2	0.9	0.4	0.3	0.2	7	489	1.4
	106082	106082 e	15	80,006.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1	256	0.4
		106082 i1	16	1,322.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.3	2.3	0.2	0.0	0.0	0.0	4	446	0.9
		106082 i2	17	6,043.4	0.2	0.1	0.1	0.1	0.0	0.1	2.1	4.6	1.7	0.7	0.5	0.3	11	536	2.0
	106083	106083	18	412.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4	2.7	0.3	0.0	0.0	0.0	4	473	0.9
	106085	106085 e	19	290.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3	386	0.8
		106085 i	20	1,499.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.5	0.3	0.0	0.0	0.0	4	429	0.9
	1060861	1060861 e	21	6,067.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.7	0.4	0.0	0.0	0.0	4	408	1.0
		1060861 i1	22	164.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	2.0	0.1	0.0	0.0	0.0	3	389	0.8
		1060861 i2	23	548.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.6	9.7	3.4	0.7	0.2	0.0	17	521	3.2
	1060863	1060863	24	3,509.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	3.2	10.6	5.1	0.9	0.2	0.1	20	605	3.3
	106087	106087 e	25	632.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	3.1	0.7	0.1	0.0	0.0	5	444	1.2
		106087 i	26	1,216.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	2.7	0.5	0.0	0.0	0.0	4	432	1.0
	1060881	1060881	27	5,750.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	2.9	8.2	7.3	1.3	0.3	0.1	20	641	3.2
	1060883	1060883	28	2,513.8	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	1.3	9.5	32.3	25.5	7.6	2.9	1.1	81	745	10.8
	106089	106089	29	8,354.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.1	0.7	3.8	16.0	18.0	3.7	0.9	0.2	44	751	5.8
	106091	106091	30	7,636.2	0.2	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2	2.4	4.0	1.9	0.5	0.3	0.2	10	597	1.7
	106093	106093	31	4,746.6	0.8	0.3	0.1	0.0	0.7	4.5	19.2	48.0	53.3	14.2	5.4	2.0	149	863	17.2
	107	107 e	32	1,924.1	3.7	2.5	1.7	1.1	1.1	2.8	4.3	14.4	22.0	12.3	8.3	5.5	80	1,028	7.8
		107 i	33	6,223.4	2.1	1.4	0.9	0.6	0.6	2.0	3.8	10.5	13.6	6.9	4.6	3.1	50	930	5.4
	108	108 e	34	63,517.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4	0.9	0.1	0.0	0.0	0.0	1	337	0.4
		108 i	35	7,724.9	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	1.3	2.7	0.7	0.2	0.1	0.1	5	514	1.0
	109	109	36	14,037.5	3.6	2.4	1.6	1.1	1.4	3.0	4.7	12.9	21.2	12.0	8.0	5.4	77	1,006	7.7

出典：JICA プロジェクトチーム

付表 4-5 SHA の下流端における平均月流量、 Q_{80M} および $Q_{97DS90\%Y}$

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	SN	Area (km2)	Average Monthly Discharge (m3/s)												Average Discharge (m3/s)	Q_{80M} (m3/s)	$Q_{97DS90\%Y}$ (m3/s)
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1	101	101	1	9,355	1,400.1	1,024.1	482.7	167.7	97.0	183.8	572.0	1,872.3	2,672.6	1,813.8	1,543.4	1,519.3	1,112.8	178.4	17.24
	102	102	2	9,127	7.0	3.4	1.3	0.6	3.5	19.2	42.7	163.9	242.7	88.4	38.7	16.2	52.4	1.0	0.09
	103	103	3	3,387	1,389.3	1,019.0	480.7	166.8	88.2	140.0	487.5	1,617.6	2,280.9	1,676.6	1,483.5	1,494.3	1,027.2	162.7	17.00
	104	104	4	2,934	1.4	0.7	0.3	0.1	0.3	3.2	10.1	36.3	51.8	17.2	7.7	3.2	11.0	0.1	0.00
	105	105	5	3,457	1,386.5	1,017.6	480.2	166.6	87.1	131.0	463.6	1,540.0	2,171.9	1,640.5	1,467.5	1,487.6	1,003.4	158.1	16.97
	10601	10601	6	689	27.0	18.5	10.7	7.2	8.2	35.1	182.5	517.5	542.2	172.5	86.8	45.5	138.5	6.5	0.47
	10602	10602	7	10,960	12.8	9.1	5.4	3.7	3.4	10.0	26.3	99.3	150.2	62.2	35.5	20.4	36.6	3.9	0.42
	10603	10603	8	1,085	13.6	9.0	5.1	3.4	4.6	24.6	155.3	415.5	388.5	108.5	50.2	24.4	100.8	2.0	0.06
	10604	10604	9	17,477	7.8	5.3	3.1	2.1	2.2	9.9	48.8	125.2	148.4	47.5	24.8	13.1	36.6	1.1	0.02
	10605	10605	10	6,336	5.5	3.4	1.8	1.2	2.3	14.3	105.1	287.5	237.1	59.8	24.6	10.7	63.2	0.6	0.01
	10606	10606	11	5,817	1.8	1.4	0.8	0.6	0.4	0.8	6.5	15.1	13.2	6.0	4.2	2.7	4.5	0.0	0.00
	10607	10607	12	2,706	3.3	1.8	0.9	0.5	1.8	13.1	93.4	263.3	219.0	52.8	19.7	7.5	56.8	0.3	0.01
	106081	106081_e	13	2,220	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	1.3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.00
		106081_i	14	4,132	1.3	0.7	0.4	0.2	0.4	4.2	50.5	162.3	113.8	25.5	8.3	3.0	31.1	0.0	0.00
	106082	106082_e	15	80,007	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	11.1	31.2	4.2	1.6	1.1	0.7	4.3	0.0	0.00
		106082_i1	16	1,322	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	11.7	32.3	4.3	1.6	1.1	0.7	4.5	0.0	0.00
		106082_i2	17	6,043	0.5	0.4	0.2	0.2	0.1	0.2	4.8	10.4	3.9	1.6	1.1	0.7	2.0	0.0	0.00
	106083	106083	18	412	0.6	0.2	0.1	0.0	0.3	4.0	36.0	123.8	108.1	23.2	6.8	2.0	25.6	0.0	0.00
	106085	106085_e	19	290	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00
		106085_i	20	1,500	0.6	0.2	0.1	0.0	0.3	4.0	35.8	123.4	108.0	23.2	6.8	2.0	25.5	0.0	0.00
	1060861	1060861_e	21	6,068	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	7.2	21.9	8.5	1.5	0.4	0.1	3.3	0.0	0.00
		1060861_i1	22	165	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	7.2	22.0	8.5	1.5	0.4	0.1	3.4	0.0	0.00
		1060861_i2	23	548	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	4.8	15.8	7.6	1.4	0.3	0.1	2.5	0.0	0.00
	1060863	1060863	24	3,509	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	4.2	13.8	6.9	1.2	0.3	0.1	2.2	0.0	0.00	
	106087	106087_e	25	632	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.7	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.00
		106087_i	26	1,217	0.6	0.2	0.1	0.0	0.3	3.8	27.9	99.8	99.3	21.7	6.4	1.9	22.0	0.0	0.00
	1060881	1060881	27	5,751	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	1.7	15.2	47.9	40.9	10.1	3.5	1.2	10.2	0.0	0.00
	1060883	1060883	28	2,514	0.4	0.2	0.1	0.0	0.0	1.2	8.9	30.3	24.7	7.2	2.8	1.0	6.4	0.0	0.00
	106089	106089	29	8,354	0.2	0.0	0.0	0.0	0.3	2.2	11.9	49.9	58.1	11.7	2.9	0.7	11.5	0.0	0.00
	106091	106091	30	7,636	1.8	0.9	0.4	0.2	1.3	8.8	40.9	96.8	103.6	26.7	10.9	4.3	24.8	0.2	0.01
	106093	106093	31	4,747	1.4	0.6	0.2	0.1	1.2	8.4	34.1	85.3	98.0	25.3	9.9	3.6	22.5	0.1	0.01
	107	107_e	32	1,924	2.7	2.0	1.2	0.8	0.8	2.1	3.1	10.3	16.3	8.9	6.1	4.0	4.9	0.7	0.02
		107_i	33	6,223	1,358.5	998.6	469.3	159.2	78.4	90.1	269.0	988.0	1,588.0	1,455.5	1,375.0	1,439.7	855.2	127.1	15.40
	108	108_e	34	63,517	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.4	13.8	29.7	4.6	0.7	0.5	0.3	4.3	0.0	0.00
		108_i	35	7,725	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	10.0	22.0	2.6	0.1	0.1	0.1	3.0	0.0	0.00
	109	109	36	14,037	1,350.8	992.9	465.8	156.8	76.2	82.9	243.4	923.6	1,534.4	1,429.9	1,357.3	1,428.1	836.1	113.5	14.31

出典：JICA プロジェクトチーム

付表 4-6 SHA ごとの汚濁負荷量

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	No	Area (km2)	2010					2030					
					Domestic	Industrial	Livestock	Fishpond	Total	Domestic	Industrial	Livestock	Fishpond	Total	
1	101	101	1	9,355.4	5,816	1,646	3,810	22	11,294	8,624	2,441	5,916	36	17,016	
	102	102	2	9,127.2	11,543	3,284	4,298	28	19,152	18,378	5,224	6,545	45	30,192	
	103	103	3	3,387.3	4,098	1,170	1,791	14	7,074	6,466	1,848	2,627	23	11,065	
	104	104	4	2,933.6	5,970	1,710	1,723	15	9,418	10,236	2,934	2,607	24	15,801	
	105	105	5	3,456.6	3,802	1,104	2,106	19	7,030	6,238	1,811	3,179	30	11,258	
	10601	10601	6	689.1	842	246	456	4	1,548	1,369	400	686	7	2,462	
	10602	10602	7	10,960.3	15,396	4,451	12,746	55	32,649	24,895	7,193	16,882	88	49,057	
	10603	10603	8	1,084.9	2,493	725	719	7	3,944	3,652	1,063	1,080	11	5,806	
	10604	10604	9	17,476.6	35,118	10,161	25,994	73	71,346	57,827	16,727	33,225	117	107,896	
	10605	10605	10	6,335.9	15,259	4,385	4,197	40	23,881	24,568	7,067	6,307	64	38,006	
	10606	10606	11	5,817.2	14,284	4,140	14,013	14	32,451	22,385	6,487	17,377	22	46,271	
	10607	10607	12	2,706.1	9,391	2,691	6,930	6	19,018	14,470	4,145	8,581	9	27,205	
	106081	106081_e	13	2,220.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		106081_i	14	4,132.3	14,917	4,288	11,213	7	30,425	21,636	6,221	13,825	12	41,694	
		106082_e	15	80,006.8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	106082	106082_i1	16	1,322.2	4,959	1,398	3,588	2	9,947	8,243	2,324	4,424	4	14,995	
		106082_i2	17	6,043.4	42,278	12,368	13,289	31	67,966	70,568	20,650	17,946	49	109,213	
		106083	106083	18	412.5	949	271	1,119	1	2,341	1,605	459	1,380	1	3,445
	106085	106085_e	19	290.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		106085_i	20	1,499.6	2,730	789	4,069	3	7,591	3,865	1,117	5,017	4	10,004	
	1060861	1060861_e	21	6,067.9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		1060861_i1	22	164.7	288	83	447	0	819	389	113	551	0	1,053	
		1060861_i2	23	548.0	1,921	562	1,130	3	3,615	2,735	800	1,521	4	5,060	
	1060863	1060863	24	3,509.3	16,472	4,833	7,664	17	28,986	25,377	7,448	10,367	27	43,219	
	106087	106087_e	25	632.3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		106087_i	26	1,216.5	2,042	591	3,255	2	5,890	3,020	874	4,015	4	7,913	
	1060881	1060881	27	5,750.6	15,179	4,407	10,078	25	29,689	24,739	7,183	13,175	40	45,137	
	1060883	1060883	28	2,513.8	11,867	3,452	6,341	68	21,728	19,452	5,656	8,620	110	33,838	
	106089	106089	29	8,354.1	27,463	7,977	14,090	36	49,567	42,343	12,296	18,383	58	73,080	
	106091	106091	30	7,636.2	23,729	6,904	16,228	22	46,883	37,253	10,838	20,184	35	68,310	
	106093	106093	31	4,746.6	12,689	3,677	7,356	22	23,744	18,640	5,401	9,629	35	33,704	
	107	107_e	32	1,924.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		107_i	33	6,223.4	6,749	1,937	3,809	34	12,528	10,200	2,928	5,748	55	18,931	
	108	108_e	34	63,517.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		108_i	35	7,724.9	7,052	1,974	15,757	25	24,808	11,698	3,267	19,881	40	34,887	
	109	109	36	14,037.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total				303,825	315,296	91,227	198,215	596	605,333	500,870	144,913	259,780	954	906,517	

単位：ton/年 出典：JICA プロジェクトチーム

第5章 需要と供給の水バランス

本章では、第3章、第4章でそれぞれ示された水需要量、水資源ポテンシャルをもとに、水需要と水供給力のバランスを議論する。

まず、5.1節では、HA-1における全体的な水需要量と水資源ポテンシャルの比較を示す。次いで、5.2節において水需要と水供給力のバランスの検討手順を示す。5.3節、5.4節では、それぞれ、地下水、表流水の水バランスの検討方法およびその結果を示す。

5.1 全体的な水需要量と水資源ポテンシャルのバランス

表5-1はHA-1における総水需要量と水資源ポテンシャルを示したものである。

表5-1 HA-1における総水需要量と水資源ポテンシャルの全体的なバランス

			HA-1
総水資源ポテンシャル			
「ナ」国外からの流入水を含む量	(BCM/年)	(1)	37.4
「ナ」国内の内部生産分のみ	(BCM/年)	(2)	10.7
地下水ポテンシャル	(BCM/年)	(3)	5.0
総水需要量			
現在(2010)	(BCM/年)	(4)	0.79
	(%)	(4)/(1)	2.1
	(%)	(4)/(2)	7.4
将来(2030)	(BCM/年)	(5)	1.63
	(%)	(5)/(1)	4.3
	(%)	(5)/(2)	15.2

出典：JICAプロジェクトチーム

現在のHA-1における総水需要量は0.80BCM/年と推定され、これが2030年には1.65BCM/年に増加する見込みである。ここでは水利用率を総水資源ポテンシャルに対する総水需要量の比と定義する。水利用率は、2010年では2.1%に過ぎないが、2030年には4.3%となる。2030年における総水需要量は依然として総水資源ポテンシャルと比較してはるかに小さい。しかしながら、水資源量と水需要量の地域差が大きいことから、地域内での水バランスの検討から水源開発を検討する必要がある。

5.2 水バランスの検討手順

水資源の利用形態は、地下水利用と表流水利用に大別される。地下水と表流水それぞれについて持続的かつ効率的に利用可能となるよう、それぞれの水バランスに配慮して水資源開発を計画する。

図 5-1 は水バランス検討の手順を示したものであり、以下のステップで実施される。

- Step1: 都市・村落給水の水需要量に対し、州政府が有する給水計画等の情報を参照して、地下水利用と表流水利用の割合を設定する。
- Step2: 都市・村落給水およびその他の地下水利用に関わる地下水水需要量をもとに、地下水の水バランスを確認し、想定される地下水利用量に対して持続的な利用が可能であるかどうかを確認する。持続的であると判断される場合には、Step1 で設定された地下水と表流水利用割合をもとに、各種計画を策定に進む。持続的でないと判断される場合には、Step1 に戻り、持続的な利用が可能となる地下水利用量となるよう地下水、表流水の利用割合を調整する。
- Step3A: Step2 の結果をもとに、必要となる地下水開発量を定め、地下水開発計画を検討する。
- Step3B: Step2 の結果をもとに、都市・村落給水における表流水分担分を定め、灌漑用水水需要量その他の表流水水需要量と併せて、表流水利用の調整、開発計画を検討する。
- Step4A: Step3 の結果をもとに、都市・村落給水における地下水利用施設、表流水利用施設の概略施設計画を検討する。
- Step4B: Step3B の結果を利用しつつ、灌漑開発計画を検討する。

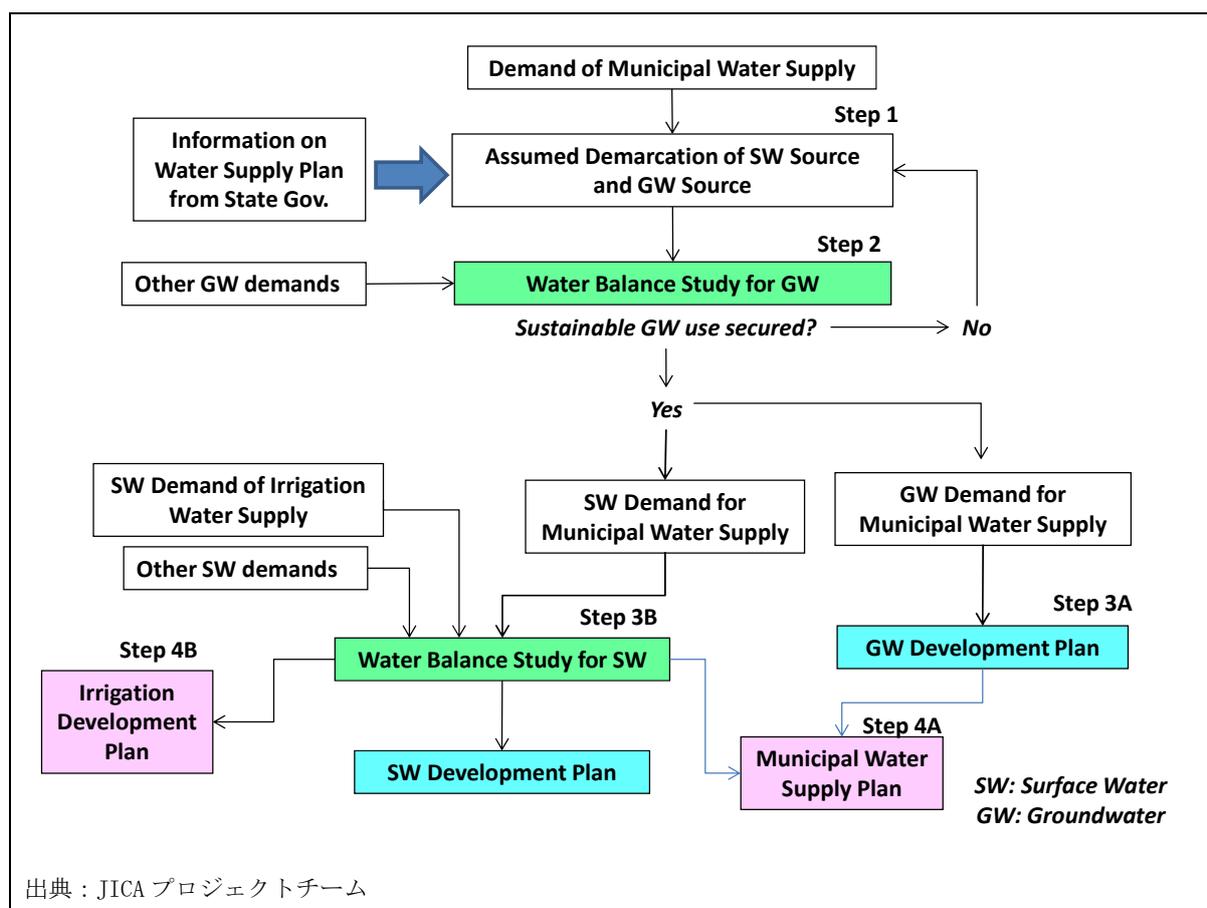


図 5-1 水バランスの検討手順

5.3 地下水の需要・供給バランス

5.3.1 既存施設による地下水供給可能量

(1) 既存地下水供給施設

HA-1 の地下水施設に関する資料として、全国給水・衛生ベースライン調査（2006 年、FMWR）があり、また本プロジェクトで井戸台帳調査を行った。その結果は次のとおりである。

- 動力ポンプ井戸 : 2,501 本
- ハンドポンプ井戸 : 5,265 本
- 手掘り浅井戸 : 3,241 本

調査結果によると公共給水のための深井戸本数（動力ポンプ井戸+ハンドポンプ井戸）は 7,766 本であり地下水使用量は約 44 万 m³/日となる。

表 5-2 HA-1 の主要 4 州の井戸

州	帯水層位	深井戸のタイプ			稼働率(%)
		動力ポンプ	ハンドポンプ	手掘り浅井戸 (No.)	
Sokoto	Sedimentary	959	891	102	37
Zamfara	B/T/S	134	903	3,039	69
Katsina	Basement/T	864	2,083	100	66
Kebbi	B/T/S	544	1,388	0	46

出典：JICA プロジェクトチーム

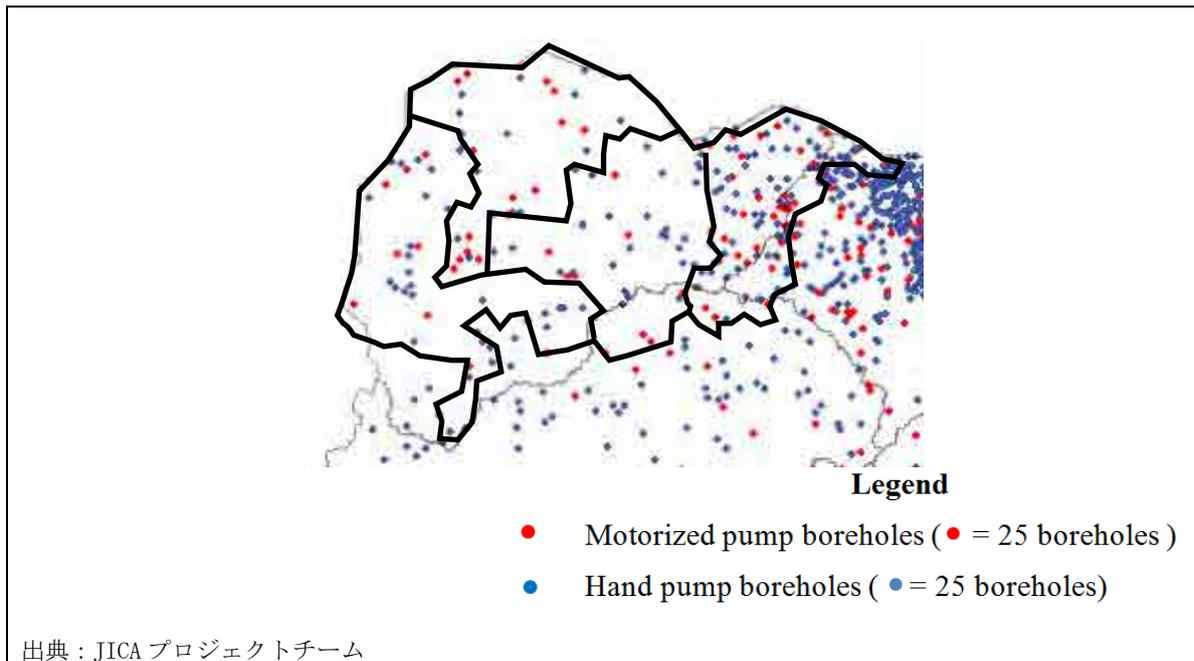


図 5-2 HA-1 の地下水利用

(2) 潜在的地下水供給可能量

井戸の稼働率を改善した場合

HA-1 地域の井戸の稼働率の平均値は 37~69%と非常に低い数字である。したがって井戸の稼働率を上げることによって給水率が飛躍的に向上する。

- HA-1 の主要 4 州の現況の揚水量 : 44 万 m³/日
- 井戸が 100%稼働した場合の地下水揚水量 : 84 万 m³/日

また、井戸の稼働率の低下の原因として井戸能力の経年的な低下も考えられる。しかし、かかるデータは存在しないためその評価はできない。

一方、「ナ」国では井戸の稼働率の低下の原因はポンプの故障にあると考えられる。

揚水ポンプを交換した場合

HA-1において村落給水の水源として使用されている水源井戸の大部分にはハンドポンプが設置されている。ハンドポンプの揚水能力は約10m³/日となっているが、ハンドポンプを動力ポンプに交換することによって、井戸の揚水可能量が増大する。その場合の合計揚水量は以下のとおりである。

- 井戸が100%稼働した場合の地下水揚水量：294万m³/日

上記の数字はあくまで仮定にも基づく数値であり、もちろん全ての井戸が動力ポンプの設置に対応しい揚水量を持っているわけではない。ハンドポンプの揚水量ですら産出できない井戸も存在することも事実であることに留意する必要がある。

結論

既存井戸からの揚水可能量として、以下の4つが考えられる。

- a) 帯水層の供給能力
- b) 既設井戸からの現況供給量
- c) 既設井戸の稼働率を100%に改善した場合の供給能力
- d) 既設井戸のハンドポンプを動力ポンプに交換した場合の供給能力

本プロジェクトでは、上記「b)既設井戸からの供給量」を既往給水施設からの供給能力とみなす。また、将来需要に対しては新たに井戸を掘削し上記「a)帯水層の供給能力」を使用すると考える。すなわち、将来水需要の可否に関しては帯水層の能力との比較によって検討する。

5.3.2 地下水の水需給

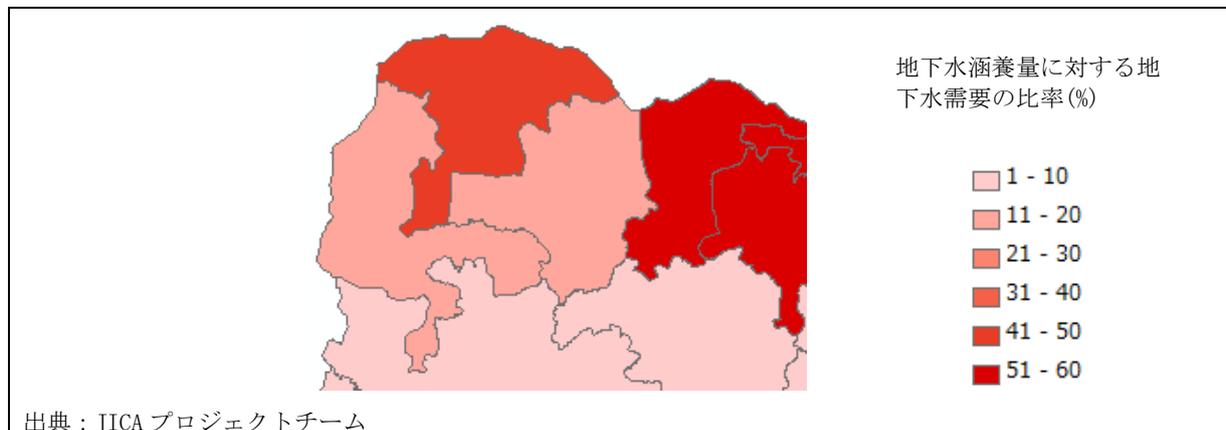
HA-1の主要4州における地下水に対する水需要を表5-3と図5-3に示す。地下水涵養量に対する地下水需要はHA-1平均で20%であるが州ごとに見ると11~47%と大きなバラツキを示し、SokotoおよびKatsina州では高い数値を示す。この差は、州ごとの需要量の差によるより地下水涵養量の差によるところが大きい。

地下水涵養量に対する地下水需要量の割合が大きい地域は北部の堆積岩地域であり、地下水涵養が少ない地域である。しかし、この地域の帯水層は州全体にまたがって連続して分布しているケースが多く、井戸から広範囲の地下水を取水し水需要を満たすことができる。

表 5-3 地下水涵養量と地下水需要量 (2030年)

No	州	地下水涵養量 (MCM/年)	地下水に対する水需要(2030年) (MCM/年)					水需要量/地下水涵養量
			給水	私的灌漑	畜産	淡水養殖	合計	
20	Katsina	592	231	74	20	4	330	56%
21	Kebbi	1,719	126	40	6	8	181	11%
33	Sokoto	407	131	42	16	2	191	47%
36	Zamfara	1,680	133	51	9	5	198	12%
	合計	4,398	621	207	51	19	900	20%

出典：JICA プロジェクトチーム



出典：JICA プロジェクトチーム

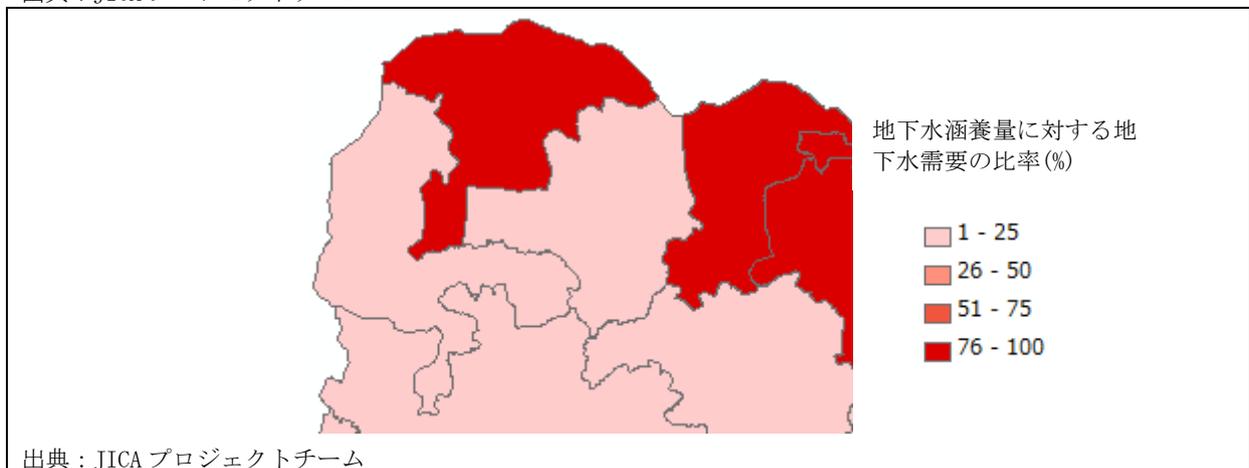
図 5-3 2030年の地下水水需給

気候変動の影響（シナリオ・ケース 1）の場合の地下水水需給のバランスを表 5-4 と図 5-4 に示す。HA-1 全体の地下水涵養量に対する地下水需要は平均で 34%であり、気候変動の影響のない場合の 20%程度増加であるが、州ごとに見ると 19~94%と州ごとの差は一段と大きくなる。気候変動の影響は州ごとの水の過不足を拡大する方向に作用し、Katsina および Sokoto 地域の地下水不足は深刻である。地下水需要量は地下水涵養量以下ではあるが、地下水涵養量が均等に分布するの対して、地下水需要は人口密集地域に集中するため、このアンバランスが水不足を引き起こす。

表 5-4 気候変動の影響を受けた場合の地下水涵養量と地下水需要量（2030 年）

No	州	地下水涵養量 (MCM/年)	地下水に対する水需要(2030年) (MCM/年)					水需要量 /地下水 涵養量
			給水	私的灌漑	畜産	淡水養殖	合計	
20	Katsina	362	231	83	20	4	339	94%
21	Kebbi	1,034	126	45	6	8	186	18%
33	Sokoto	220	131	47	16	2	196	89%
36	Zamfara	1,089	133	58	9	5	205	19%
	合計	2,705	621	233	51	19	926	34%

出典：JICA プロジェクトチーム



出典：JICA プロジェクトチーム

図 5-4 気候変動の影響を受けた場合の 2030 年の地下水水需給

5.3.3 地下水シミュレーションによる地下水需給の検証

(1) 2030 年における地下水位低下の予測

前項では地下水の水需給に関し州単位で整理した。しかし、地下水涵養量の分布と水需要の分布は州内で均等に分布しているのではなく偏って分布している。例えば給水需要は州内の LGA ごとのバラツキが大きい。また、帯水層は州の境界を越えて分布しており、地下水需給を州単位で評価することは水理地質的観点からは適切でない。上に述べた問題点を解決するために地下水シミュレーションを行った。地下水シミュレーションでは地下水涵養、水需要、帯水層の空間的な分布・偏在をより正確に扱うことが可能である。

地下水需給条件をシミュレーションモデルで再現し定常計算を行う。計算結果の定常地下水位が井戸から揚水可能な範囲にあることが地下水開発の持続性の条件となる。モデルと計算条件を表 5-5 に示す。

表 5-5 地下水モデルの概要と計算条件

項目	内容
使用したソフト	Visual Modflow
モデルの構造	平面的に 5km×5km のセルで HA-1 地域をカバーし、深度方向には地表から深さ 500m までは均一深度の 10 層構造で表現した。透水係数は帯水層区分に応じて与えた。
地下水涵養	第 4 章に示される地下水涵養量の解析結果をモデルに与えた。
水需要の分布	給水水需要に対しては、HA-1 の各 LGA の地下水開発量をモデル内で各 LGA の領域に含まれるセルに与えた。一方、私的灌漑・畜産・淡水養魚に対する地下水需要に対しては、地下水需要を地下水涵養量に換算し自然状態の地下水涵養量から差し引くことによって水使用の効果を表現した。
境界条件と初期条件	境界条件として、基盤岩地帯には不透水条件、堆積岩地帯では水位一定条件を与えた。また内部境界条件として主要河川への地下水流出条件を与えた。現状における初期地下水水位として GL-10m をモデルに与えた。

出典：JICA プロジェクトチーム

表に示す条件で提案した地下水開発を実施した場合の広域的地下水水位の低下を定常計算によって求め図 5-5 に示す。

- 図 5-5 に示す結果から提案する地下水開発を実施した場合の現時点における地下水水位からの水位低下量は 20m 以下であり、井戸の深度を確保することによって十分に対応が可能であると結論できる。
- Sokoto 市の一部の地域で地下水水位の低下が 30m に達する地域がある。この地域では Sokoto 盆地の地下水開発の中心地である。
- Rima 川沿いの地一地下水水位の低下が 10m に達する。この地域の帯水層は堆積岩であるため、井戸の深度は 50m 以深であり揚水に問題はない。しかし、井戸の集中による井戸干渉が発生するため地下水水位の低下の監視が必要である。
- Katsina 州の地下水水位の低下が 10m 程度に達する地域が存在すり。この地域は基盤岩が分布し深井戸の深度が 50m より小さいため井戸の集中に配慮する必要がある。

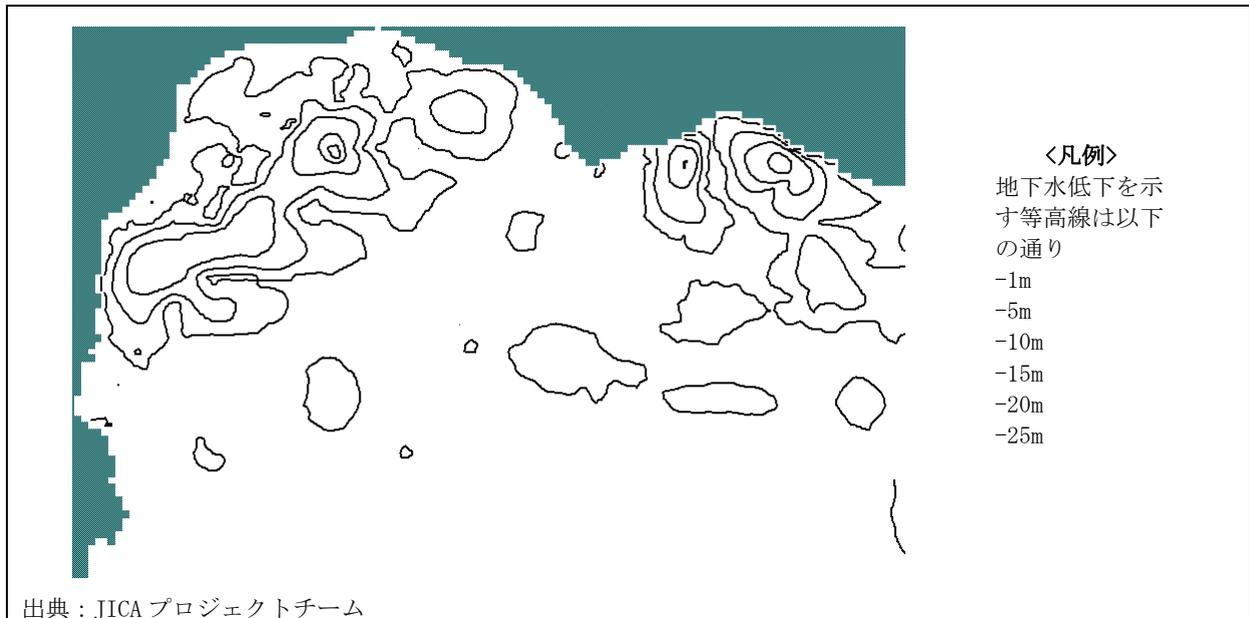


図 5-5 2030 年における広域的地下水水位低下の予測

(2) 気候変動の影響

気候変動の影響（シナリオ・ケース 1）によって地下水涵養量が減少した場合の地下水水位の低下（2030 年）を予測した。計算条件を表 5-6 に示し計算結果を図 5-6 に示す。

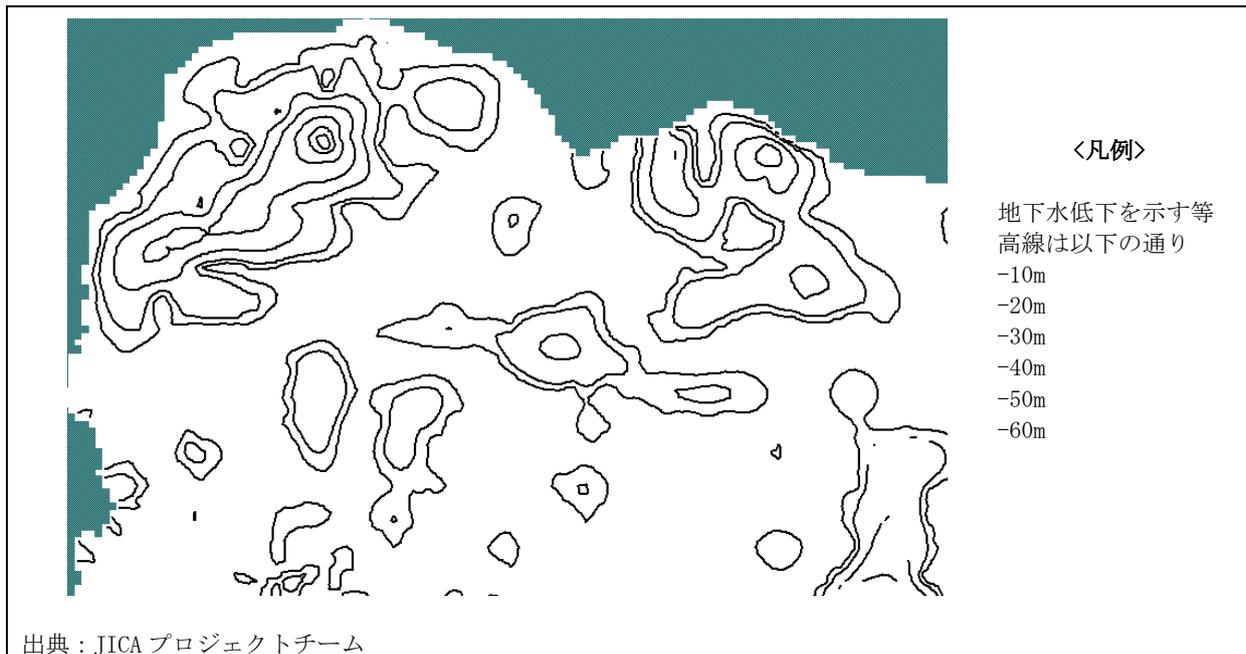
表 5-6 気候変動の影響を考慮した地下水シミュレーション

計算条件	内容
地下水涵養	気候変動シナリオ・ケース1の条件を使用した。HA ごとの地下水涵養量の減少量の平均値を用いて表 5-5 の地下水涵養量を低減した。
その他の条件	表 5-5 と同一とした。

出典：JICA プロジェクトチーム

- 図 5-5 と図 5-6 を比較した場合、地下水涵養量の減少に対応し「ナ」国全体に地下水位低下が発生し、気候変動の影響がない場合と比べ地下水位の低下が著しい。
- 多くの地域で地下水位の低下は 10m 以上となる。HA-1 の西半を占める堆積岩地域での地下水位の低下が著しい。
- Rima 川に沿った地域では、地下水位の低下は 30m に達する。Sokoto 市の周辺では地下水位低下が 50m に達することが予測される。
- Katsina 州では 30m 程度の地下水位の低下が予想される。
- Zamfara 州にも 20m 程度の地下水の低下が発生することが予測される。Zamfara 州の地下水位低下は 2030 年の揚水量の増大のみによる Zamfara 州の地下水位低下量は他地域と較べ大きな値ではないが気候変動の影響による地下水位の低下は顕著である。

留意すべきは、たとえ揚水量が地下水涵養量の範囲内であっても気候変動の影響による自然地下水位の低下によって現在の井戸深さやポンプの深度では揚水量が不十分となる可能性があることである。かかる現象は 4 章で示したように地下水涵養量の減少による地下水位の低下が高標高地帯においてより顕著になることで説ける。気候変動による地下水位低下を念頭に置いた今後の井戸建設に係る対策として以下が提案できる。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 5-6 気候変動の影響を考慮した 2030 年における広域的地下水位低下の予測

- 井戸の深さを現在の井戸の深さより 20m 程度深くする。
- 地下水位の低下に対応し取水ポンプの設置深度を深くする（20m 程度）必要があり、これを前提として井戸計画を行う。

井戸干渉による地下水位の低下は気候変動による地下水の低下の影響を拡大するため、井戸が集中する地域では気候変動の影響の進行と連動した揚水規制が必要となり、これをサポートする地下水位モニタリングシステムや揚水規制のための法的・制度的な枠組みが必要となる。この任はナイジェリア統合水資源管理庁（NIWRMC）が担当することになる。

以上の議論は、気候変動という不確定なリスクに対するものであり、今後より慎重な解析と偽議論が必要である。

5.4 表流水の需要・供給バランス

5.4.1 表流水の水バランス検討方法

(1) 地下水取水量の考慮

長期流出解析によって算出された疑似自然流況をもとに、地下水取水に伴う基底流量の変化を以下の式により概算する。

$$RO^* = DRO + IF + BF^*$$

$$BF^* = (1 - \alpha)BF$$

$$\alpha = \frac{\overline{AG}}{\overline{LSR}}$$

ここで、 DRO 、 IF 、 BF = 疑似自然状態における直接流出、中間流出、基底流出、 RO^* 、 BF^* = 流出量、地下水取水がある場合の基底流出、 α = 基底流出の減少率、 \overline{LSR} = 平均地下水涵養量、 \overline{AG} = 平均地下水取水量、である。

地下水取水による基底流量の減少メカニズムは複雑である。しかしながら、地下水取水の流出量に対する影響は、帯水層の広がりを考慮すると広域的に出現するものと考えられる。ここでは、現象係数をHAごとに算出し、HAごとに適用することとする、HA-1における減少率は表5-7に示すように算出される。

表 5-7 HA-1 における地下水取水に伴う基底流量の減少率

HA	地下水涵養量 (LSR) (mm/year)	地下水取水量 (2010) (mm/year)	減少率 α (2010)	地下水取水量 (2030) (mm/year)	減少率 α (2030)
1	36.8	2.2	0.06	6.4	0.18

出典：JICA プロジェクトチーム

SHA 内における畜産用水、淡水養殖用水のための表流水取水の影響は、以下のように考慮する。

$$RO^{**} = (1 - \beta)RO^*$$

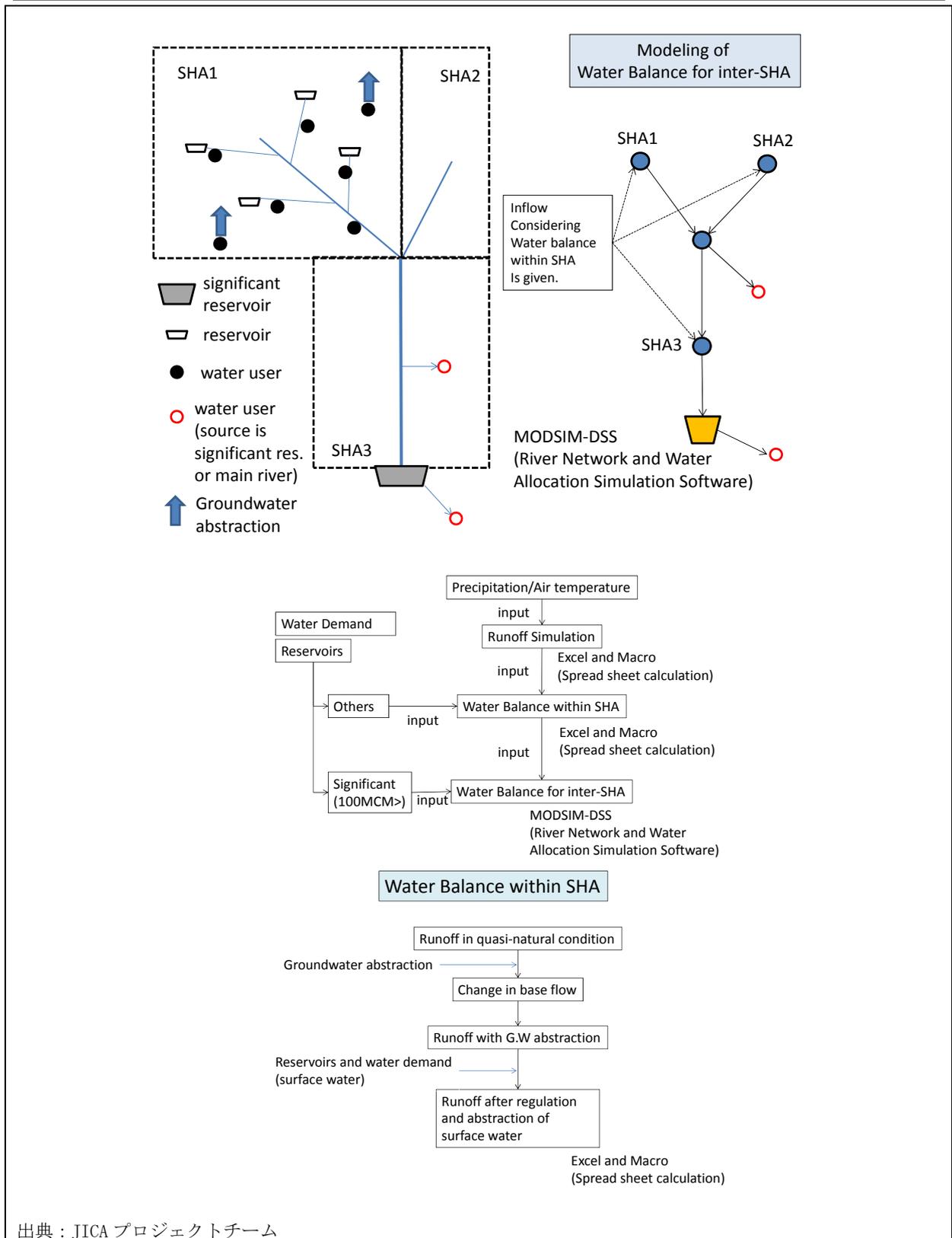
$$\beta = \frac{\overline{U_{LA}}}{\overline{RO^*}}$$

ここで、 RO^{**} = 地下水取水および、表流水源の畜産用水、淡水養殖用水取水を考慮した流出量、 $\overline{U_{LA}}$ = 平均的表流水源の畜産用水、淡水養殖用水取水量、 $\overline{RO^*}$ = 地下水取水を考慮した平均流出量、である。

(2) 利水施設の分類

分散する大小様々なスケールの利水施設を一括して同様の取り扱いで水バランスを検討することは非効率であることから、利水施設を以下のように分類して、水バランスを検討する（図5-7参照）。

- SHA をまたぐ主要河川および大規模ダムを水源とする利水施設
- SHA 内部の流域から取水する利水施設



出典：JICA プロジェクトチーム

図 5-7 詳細水バランスの検討

(3) SHA 内部で集約された水バランス

SHA 内部の流域から取水する利水施設は SHA 内で集約され、SHA 内部における集約された水バランスをスプレッドシート (Ms-Excel) による計算する。SHA ごとに集約されたダム、都市用水需要量、灌漑域面積については、章末の付表 5-1、5-2 に示す。

水バランスの計算にあたり、以下のリターンフローが考慮される。

- 都市用水利用の河川還元は水需要量の 10%と仮定する¹。
- 灌漑用水利用の河川還元は水需要量の 10%と仮定する。河川還元の時間遅れを考慮し、遅れ時間係数は 0.5 とする (灌漑還元量の 50%が取水された月のうちに還元し、残りは翌月以降に繰り越されて還元される)²

(4) SHA をまたぐ水バランス

SHA をまたぐ水バランスは以下のように MODSIM-DSS³のモデルネットワークにより直接モデル化して検討する。

- 流入ノードは基本的には SHA の単位で与える。(1)-(3)で記述された SHA 内部でのすべての取水とリターンフローを考慮した流出量を流入ノードに与える。
- 総貯水容量が 100MCM を超える大規模ダムおよびその他重要ダムについて直接的にモデル化する (表 5-10 参照)。
- 利水者として、都市用水 7 ヶ所、灌漑用水 9 ヶ所をモデル化する (表 5-8、5-9 参照)。

表 5-8 MODSIM-DSS モデルネットワークでモデル化する都市用水利水者

MODSIM-DSS ノード名	需要量 (MCM/年)		水源名	SN WTP	SHA	SN- SHA	州	スキーム	運転率(%)		状態	施設 能力 (m ³ /日)
	2010	2030							2010	2030		
M_Bakolori	0.35	14.42	Bakolori	240	106093	31	Zamfara	Maradun	45.2	80.0	E	900
			Bakolori	241	106093	31	Zamfara	Talata Mafara	45.2	80.0	E	1,125
			Bakolori	1106	106093	31	Zamfara	Talata Mafara	0.0	80.0	G	45,000
M_Jibiya	1.04	1.84	Jibiya	101	1060863	24	Katsina	Jibia	45.2	80.0	E	6,000
M_Kainji	1.73	3.07	Kainji	133	101	1	Niger	New Bussa	45.2	80.0	E	10,000
M_Zobe	13.86	32.96	Zobe	98	1060883	28	Katsina	Zobe	45.2	80.0	E	80,000
			Zobe	1048	1060883	28	Katsina	Zobe	0.0	80.0	P	27,500
M_Kebbi	11.95	21.16	Sokoto R.	103	10605	10	Kebbi	Argungu	45.2	80.0	E	8,000
			Sokoto R.	104	10605	10	Kebbi	Birnin-Kebbi/Duku	45.2	80.0	E	61,000
M_Yelwa	2.18	3.86	Niger R.	105	103	3	Kebbi	Yauri/Yelwa	45.2	80.0	E	12,600
M_Sokoto	31.96	56.57	Sokoto R.	230	106091	30	Sokoto	Sokoto Old	45.2	80.0	E	54,000
			Sokoto R.	231	106091	30	Sokoto	Sokoto New	45.2	80.0	E	103,500
			Sokoto R.	232	106091	30	Sokoto	Sokoto/Biwater	45.2	80.0	E	27,000

状態：E=既存、G=実施中、P=提案

出典：JICA プロジェクトチーム

¹ 「ナ」国における下水道の普及率が極めて低いことを考慮し、水道水として使用されるほとんどの水が近傍の河川に戻らないものと仮定する。ここでは控えめにみて 10%程度の河川還元を仮定する。

² 灌漑用水のうち作物に利用されない水 (用水量の 50%程度) は表層土層に浸透して最終的には流出するものと仮定する。このときの付加的な流出量は用水量の 50% x 24% (「ナ」国の平均的な流出率) =12%程度と考えられ、ここでは控えめにみて 10%程度の河川還元を仮定する。

³ MODSIM-DSS は Colorado State University により、流域レベルの水配分の検討用に開発されたソフトウェアである。グラフィカルユーザインタフェースを有し、種々の異なるセクターの利水者間の優先度を考慮した水配分を検討できる。http://modsim.engr.colostate.edu/ から、無償で入手可能。

表 5-9 MODSIM-DSS モデルネットワークでモデル化する灌漑用水利水者

MODSIM-DSS ノード名	灌漑面積 (ha)		水源名	SN	SHA	SN-SHA	スキーム	状態	灌漑計 画面積 (ha)	灌漑評 価面積 (ha)
	2010	2030								
I_Jibiya	3,000	2,300	Jibiya	1	1060861_j2	23	Jibiya	E	3,500	2,300
I_Zobe	60	2,000	Zobe	2	1060881	27	Zobe	E	8,200	2,000
I_Bakolori	23,000	23,000	Bakolori	3	106091	30	Bakolori	E	23,000	23,000
I_Goronyo	1,188	5,000	Goronyo	4	106083	18	Middle Rima Valley	E	5,000	5,000
I_Kainji	350	700	Kainji	9	101	1	Wara	E	2,000	2,000
			Kainji	12	101	1	Gafara	E	500	500
I_10605	200	200	Rima R.		10605	10	Others	E	200	200
I_106081	1,000	2,300	Rima R.	8	106081_i	14	Wurno	E	1,500	1,500
			Rima R.	10	106081_i	14	Kware	E	800	800
I_106083	120	120	Rima R.		106083	18	Others	E	120	120
I_1060881	100	100	Rima R.		1060881	27	Others	E	100	100

備考：灌漑評価面積とは、第3章で示された標準クロッピングパターンの作付に対して、1/5年安全度（5年に1度の水不足を許容する）を満たすための灌漑面積として評価されたものである。

状態：E=既存、G=実施中、P=提案

出典：JICA プロジェクトチーム

Fadama については、以下のように扱う。

- 大規模ダムが存在しない場合には、Fadama における灌漑水需要量に応じた伏流水の取水分を補うように河川氾濫原への地下水涵養として河川水のロスが生じるものとする。年間の総ロスは年間灌漑水需要量に等しいものとし、ロスのパターンは河川水量に比例するものとする。
- 大規模ダムが存在する場合には、当該大規模ダムによる流況制御の影響が顕著となる河川区間を想定し、その区間における Fadama の年間灌漑水需要量に相当する水量を一定量で下流に放流し、それが地下水涵養されるとする（河川流量としてはロスとなる）。

表 5-10 HA-1 における Fadama のための大規模ダムからの義務放流量の仮定

ダム	2010	2030
Bakolori	0.14	0.24
Goronyo	1.23	2.10
Zobe	0.22	0.38

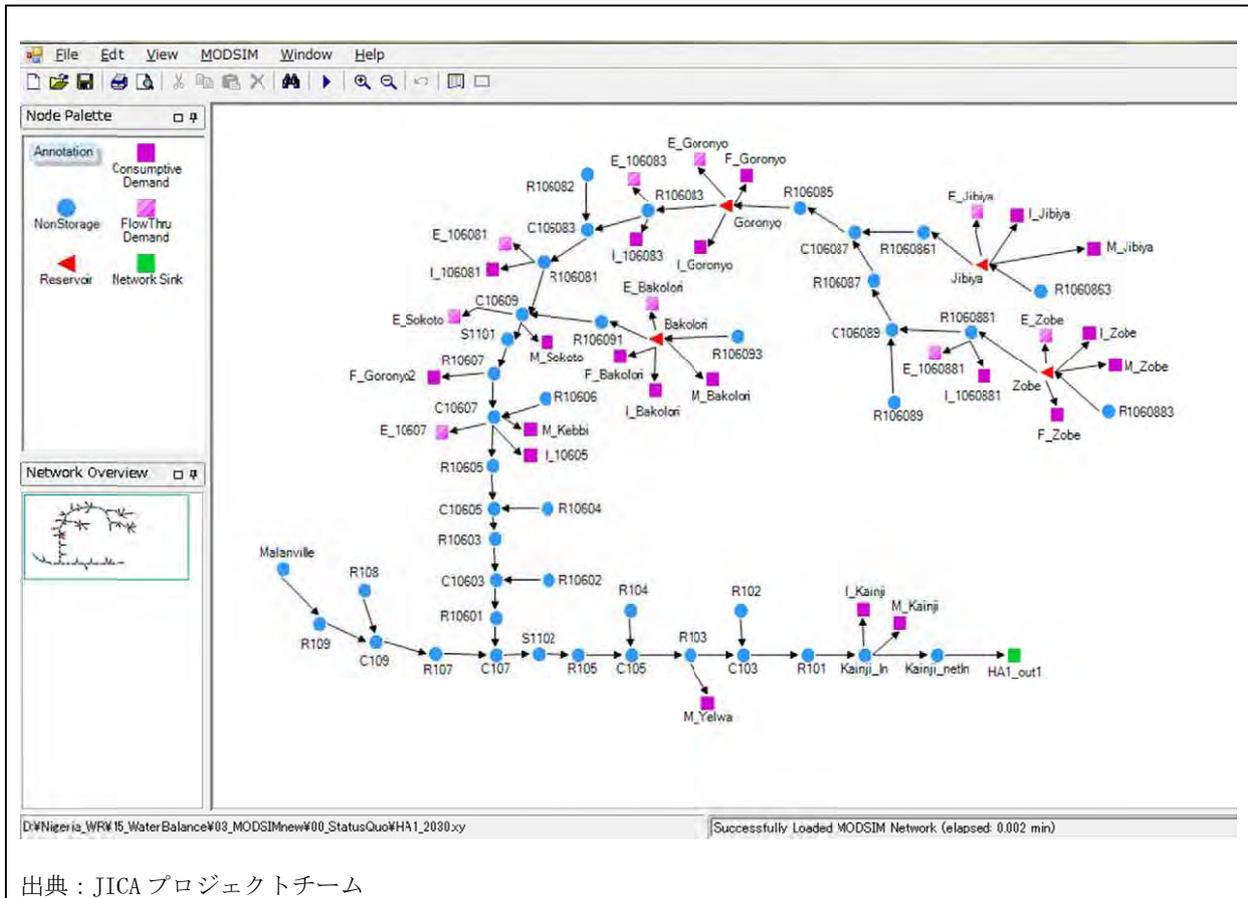
単位：m³/s

出典：JICA プロジェクトチーム

MODSIM-DSS による水バランスの計算においても、以下のリターンフローが考慮される。

- 都市用水利用の河川還元は水需要量の 10%と仮定する。
- 灌漑用水利用の河川還元は水需要量の 10%と仮定する。河川還元の時間遅れを考慮し、遅れ時間係数は 0.5 とする（灌漑還元量の 50%が取水された月のうちに還元し、残りは翌月以降に繰り越されて還元される）

HA-1 における MODSIM-DSS によるモデルネットワークを図 5-8 に示す。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 5-8 HA-1 における MODSIM-DSS によるモデルネットワーク

(5) SHA 内部の流域から取水する利水施設と水源の個別検討

SHA 内部の流域から取水する利水施設に関して、以下に示すような規模が比較的大きなものについては、個別の水バランス検討により水源供給能力を推定し、それに基づき必要に応じた新規水源開発が提案される。

- 都市用水：1ヶ所での水源取水量 3MCM/年以上が想定される浄水場（群）（3ヶ所）
- 灌漑用水：計画面積 500ha 以上の大規模灌漑スキーム（3ヶ所）

水バランスの確認地点は表 5-11、5-12 に示す。

表 5-11 SHA 内部での都市用水利水者の水バランス確認地点のリスト

スキーム/都市	需要量 (MCM/年)		SN 水源	水源名	SN WTP	SHA	SN SHA	州	スキーム	運転率 (%)		状態	施設能力 (m ³ /日)
	2010	2030								2010	2030		
Ajiwa	7.01	7.01	1	Ajiwa	95	106082_i2	17	Katsina	Katsina/Ajiwa	36.6	36.6	E	50,000
Gusau	7.80	13.80	5	Gusau	238	106093	31	Zamfara	Gusau	45.2	80.0	E	45,000
Mairuwa	3.20	5.67	9	Mariura Gwai-gwaye	99	106093	31	Katsina	Funtua/Mairua Old	45.2	80.0	E	5,000
					100	106093	31	Katsina	Funtua/Mairua New	45.2	80.0	E	13,500

状態：E=既存、G=実施中、P=提案
出典：JICA プロジェクトチーム

表 5-12 SHA 内部での灌漑用水利水者の水バランス確認地点のリスト

SN IRR	灌漑面積 (ha)		水源名	SN	SHA	SN- SHA	スキーム	状態	灌漑計 画面積 (ha)	灌漑評 価面積 (ha)
	2010	2030								
5	200	2,900	Kubil&Swashi	8	101	1	Swashi Valley	E	2,900	2,900
6	540	130	Sabke	148	106082_i2	17	Sabke	E	1,200	130
7	500	0	Ajiwa	1	106082_i2	17	Ajiwa	E	1,900	0

備考：灌漑評価面積とは、第3章で示された標準クロッピングパターンの作付に対して、1/5年安全度（5年に1度の水不足を許容する）を満たすための灌漑面積として評価されたものである。

状態：E=既存、G=実施中、P=提案

出典：JICAプロジェクトチーム

水バランスの検討にあたり以下の条件を適用する。

- (1)、(2)セクションに示されたような地下水取水および表流水源の畜産、淡水養魚用水の取水を考慮した SHA ごとの月流出量をベースに、取水地点の総流出量と SHA の総流出量の比により、取水地点の流出量を求める。
- 上流域に他の水利用がある場合には、その流域からの流出分は除外する。
- SHA 下流端における環境維持流量をもとに、取水地点の総流出量と SHA の総流出量の比により、取水地点の環境維持流量を求める。
- 貯水ダムが都市用水と灌漑用水の両方に水を供給する場合、灌漑用水供給の80%年安全度、都市用水供給の90%年安全度を満たすよう、都市用水用の優先貯留ボリュームを試行錯誤により設定する。

5.4.2 水バランス検討結果

(1) 都市用水水源

比較的大規模な浄水場（群）に対する水バランス計算の結果、2030年に必要とされる都市用水水需要量について1/10安全度で供給できる水量がいくつかの水源で不足すると評価された。

都市用水水源供給能力の評価結果および1/10安全度での都市用水水源の供給を行うための州ごとの対策案を表5-13に示す。第6章の水資源開発計画、第7章の都市・村落給水計画はこれらの評価結果、対策案を参照して策定する。

表 5-13 都市用水水源供給能力評価および不足水量に対処するための対策案

州	表流水需要量 (MCM/年)		不足水量 (2030) (MCM/年)	水源開発に関する対策案	浄水場に関する対策案
	2010	2030			
Katsina		60.36	-8.32	1. 8.32MCM分の水源をAjiwaダムからZobeダムに変更	1. Zobeダムに新規浄水場を建設 (少なくとも27,136 m ³ /日)
Zamfara		21.59	-10.59	1. Gusau スキームにおける新規ダム建設 (Dam SN:4008 GS=29.7MCM)	

注記：

- 1) GS=総貯水容量
- 2) 表中に記載のない州は、1ヶ所での水源取水量3MCM/年以上が想定される比較的大規模な浄水場（群）に対しては既存水源により1/10安全度で水源水の供給が可能であると評価された。

出典：JICAプロジェクトチーム

(2) 灌漑用水水源

計画面積500ha以上の大規模灌漑スキームに対する水バランス計算の結果、いくつかの既存灌漑スキームにおいて、第3章で示した標準的クロッピングパターンに対して1/5安全度で水源水を供給しうる灌漑面積が計画面積よりも小さくなると評価された。表5-14にこうしたスキームとその評価面積を示す。第6章の水資源開発計画、第7章の灌漑開発計画はこれらの評価結果を参照して策定する。

表 5-14 水源水供給能力からみた既存灌漑スキームの評価

SN	HA	スキーム名	計画灌漑面積 (ha)	整備済み面積 (ha)	評価面積 (ha)	備考
1	1	Jibiya	3,500	3,000	2,300	都市用水供給を優先する場合の評価面積。
2	1	Zobe	8,200	60	2,000	都市用水供給を優先する場合の評価面積。
6	1	Sabke	1,200	540	130	都市用水供給を優先する場合の評価面積。
7	1	Ajiwa	1,900	500	0	都市用水供給を優先する場合の評価面積。

注1) ここに記載されていない灌漑スキームについては、既存水源により 1/5 安全度で計画灌漑面積に対する水供給が可能であると評価された。ただし、湿地帯を水源とする灌漑スキームについては水バランスによる評価を行っていない。

出典：JICA プロジェクトチーム

(3) 大規模ダムにおける発電力量

水バランス計算の結果として得られる 2030 年に想定される水需要量に対応したダム放流量を基に、大規模ダムによる発電力量を推定した。推定結果は表 5-15 に示すとおりである。

表 5-15 大規模ダムにおける発電力量の推定

ダム	発電容量 (MW)	平均発電力量 (GWh/年)	80%年保障発電力量 (GWh/年)	備考
Bakolori	3	13.2	11.8	ダム全放流量による発電を仮定
Zobe	3	1.9	0.9	ダム全放流量による発電を仮定
Jibiya	3	0.7	0.3	ダム全放流量による発電を仮定
Kainji	500	1,825.9	1,325.7	1/5 安全度で一定供給可能な水量が一定放流されるとし、ダム全放流量による発電を仮定

備考：

- 1) 発電効率は 0.7 とした。
- 2) Bakolori, Kainji ダムについては、H-V-A 関係についての情報が得られているため、ダム湖の水位変動を考慮して水頭を算定し、発電力量の推定を行った。Zobe, Jibiya ダムについては、水頭が最大水深の 50% で一定であると近似して発電力量の推定を行った。

出典：JICA プロジェクトチーム

(4) 大規模ダムにおける余剰貯留容量

水バランス計算の結果、2030 年に必要とされる都市用水、灌漑用水を考慮しても、貯水に余裕が生じる大規模ダムが存在することが明らかとなった。こうした大規模ダムにおける、余剰貯留容量及び余剰貯留容量を利用して 1/10 安全度で一定量を供給する場合の追加供給可能量を算定し、表 5-16 に示す。こうした余剰貯留容量は、灌漑用水供給、都市用水供給、ファーム発電量の増強、下流の洪水ピーク流量の低減、環境保全のための放流など、様々な用途への活用が考えられるが、ステークホルダーとの協議を通じて最適な利用を検討する必要がある。

表 5-16 大規模ダムにおける余剰貯留容量

No	ダム	HA	有効貯留容量 (MCM)	余剰貯留容量 (MCM)	追加供給可能量の確認地点	追加供給可能量 (1/10 安全度) (MCM/年)
1	Jibiya	1	121	0		0
2	Zobe	1	170	0		0
3	Goronyo & Bakolori	1	1,336	906	Wamako 地点	216

出典：JICA プロジェクトチーム

(5) 代表地点における水バランス

MODSIM-DSS による水バランス計算の結果のうち、代表地点として Wamako 地点における水バランスを付表 5-3 および付図 5-1 に示す。

(6) 水バランス検討に関する留意事項

本プロジェクトにおける水バランスは、現時点で入手可能な水利用施設に係るデータと情報ならびに推定された疑似自然状態の流況をもとに検討されたものである。環境維持流量の設定など多くの仮定が含まれており、こうしたすべての仮定は、水バランス検討結果に影響を与える。ここでの水バランス結果はそうしたデータ、情報に基づくものであることに留意する。

水資源関連事業を実施していくために、水文観測、水利用施設に関わるデータ、情報の改善による流況推定の精緻化に関する努力の継続が強く望まれる。個々の事業実施に際しては、そうした精緻化された水バランスの検討が行われるべきである。

5.4.3 気候変動、越境水に起因する水需給面のリスクの推定

(1) 気候変動に起因する水需給面のリスクの推定

気候変動に起因する水需給面のリスクを推定するために、第4章で設定した気候変動シナリオのケース1（気温変化のみを考慮するケースであり、降水量の変化も考慮するケース2と比べると水資源量は小さめになると評価される）について、流出量の変化、灌漑水需要量の変化を考慮した水バランスの検討を行った。

取水量が3MCM/年を超えるような比較的大規模な都市用水取水地点について気候変動シナリオ。ケース1に対する水バランス計算を行った結果、表5-17に示すように、いくつかの取水地点において給水安全度が1/10を下回ると予想される。

表5-17 気候変動シナリオ・ケース1における都市用水供給安全度の低下の予測

都市用水取水地点数				
給水安全度 1/10以上	給水安全度 1/5-1/10	給水安全度 1/2-1/5	給水安全度 1/2以下	合計
8	1	1	0	10

出典：JICAプロジェクトチーム

計画面積500ha以上の大規模灌漑スキームについて気候変動シナリオ・ケース1に対する水バランス計算を行った結果、HA-1において1/5安全度で灌漑可能な面積は約92%に縮小する。

気候変動シナリオ・ケース1の場合、HA-1における大規模ダムにおける発電力量は50～90%に減少する可能性がある。

Bakolori および Goronyo ダムにおける余剰貯留容量は、気候変動シナリオ・ケース1の場合、ほぼゼロになると評価された。

(2) 越境水に起因する水需給面のリスクの推定

Niger 川本川には、Kainji、Jebba といった巨大発電ダムが設置されており、Niger 川上流から流入する流量の変化は、これらのダムにおける発電力量に大きな影響を及ぼす可能性がある。上流国からの流入量の変化を予測することは難しいが、ここでは、平均流入量が減少するシナリオを設置し、その影響を推定する。

シナリオとしては、ベニン国 Malanville における過去40年間（1970～2009）の流量パターンは変わらず、平均流量が過去40年間の平均値の10、30、50%減少となるシナリオを設定する。これらのケースについて、水バランス計算を行い、HA-1の最下流端に位置するKainjiダムにおける発電力量の変化を推定した結果を表5-18に示す。流入流量の減少率が小さい場合には、発電力量の減少率は流入流量の減少率とほぼ等しくなるが、流入流量の減少が大きくなるに従い、発電力量の減少率は流入流量のそれよりも小さめとなる。

表5-18 Niger 川上流国からの流入量の減少に対する Kainji ダムの発電力量の変化

ダム	ベースケース（過去40年間（1970～2009）の流入流量時の発電力量に対する流入量減少時の発電力量の減少率		
	平均流入量10%減少	平均流入量30%減少	平均流入量50%減少
Kainji	-9%	-23%	-38%

出典：JICAプロジェクトチーム

越境水に関わるリスクとしては、上述したような長期的な流況変化に加え、上流国に位置するダム操作による短期的な流況変化や上流国において生じた洪水流伝播によるリスクにも留意する必要がある。このような短期的な流況変化に対しては、上流国との綿密な情報交換ならびにリアルタイムの河川流況のモニタリングを行い、突発的な流況変化に対して柔軟に対応できる体制を整える必要がある。

5.4.4 水バランス検討結果の要約および推奨対策

上述した水バランスの検討に基づき、検討結果と推奨対策は以下のように要約される（図 5-9 参照）。

(1) Katsina 州

Katsina 州の水資源はとても限られたものである。州内の主要ダムにおける水バランスの結果から以下の点が指摘される。

- Ajiawa ダムでは、将来の都市用水供給のための水源が十分ではない。都市用水供給を優先する場合、灌漑用水利用の余地はほとんどない。
- Sabke ダムでは、都市用水供給を優先する場合、将来の灌漑計画面積すべてを灌漑するための水供給は難しい。
- Jibiya ダムでは、都市用水供給を優先する場合、将来の灌漑計画面積すべてを灌漑するための水供給は難しい。
- Zobe ダムは、Katsina 州に残された唯一の有望な水がめである。しかしながら、都市用水供給を優先する場合、将来の灌漑計画面積すべてを灌漑するための水供給は難しい。

以下が推奨される。

- 上述したダムを水源とする灌漑スキームでは、計画灌漑面積を縮小する、あるいは作付パターンや作付割合の再考が必要である。作付パターンや作付割合は、年の初めにおける貯水池における利用可能水量に基づいて年ごとに最適なものを設定できる可能性がある。
- Kastina 州の唯一の大規模な水がめである Zobe ダムから都市用水が供給されるべきである。

(2) Zamfara 州

水バランス検討により、Gusau ダムは将来の Gusau の都市用水供給を賄えないことが確認された。以下が推奨される。

- Sokoto 川の水資源は比較的豊富であることから Gusau の都市用水供給のための新規ダムの建設を提案する。新規ダムの貯水容量は暫定的に 30MCM 程度と設定する。

(3) Sokoto 州および Kebbi 州

既存の Goronyo ダムと Bakolori ダムは 2030 年に想定される水需要量を十分に賄えるものと評価された。これらのダムには余剰水が存在するが、その最適な活用が考慮されるべきである。

一つの考えとしては、ダム下流部の氾濫原の適正な管理を目的として、余剰水を”洪水防御機能を維持しつつ、河川環境の改善や地下水涵養促進のための施御された洪水“に利用することである。

気候変動によるリスクについても考慮する必要がある。気候変動シナリオ下では、流出量が減少して利用可能水量が減少する可能性が示されていることから、2030 年に向けて余剰水を特定の目的に固定してしまうことは危険な可能性がある。このため、今後とも気候変動の動向、流出現象の観測を継続しつつ、弾力性を持ったダム運用の工夫によって余剰水の有効活用を図ることが望ましい。ダム運用改善に関するアイデアについては、第 8 章 8.4.1 節でさらに議論する。

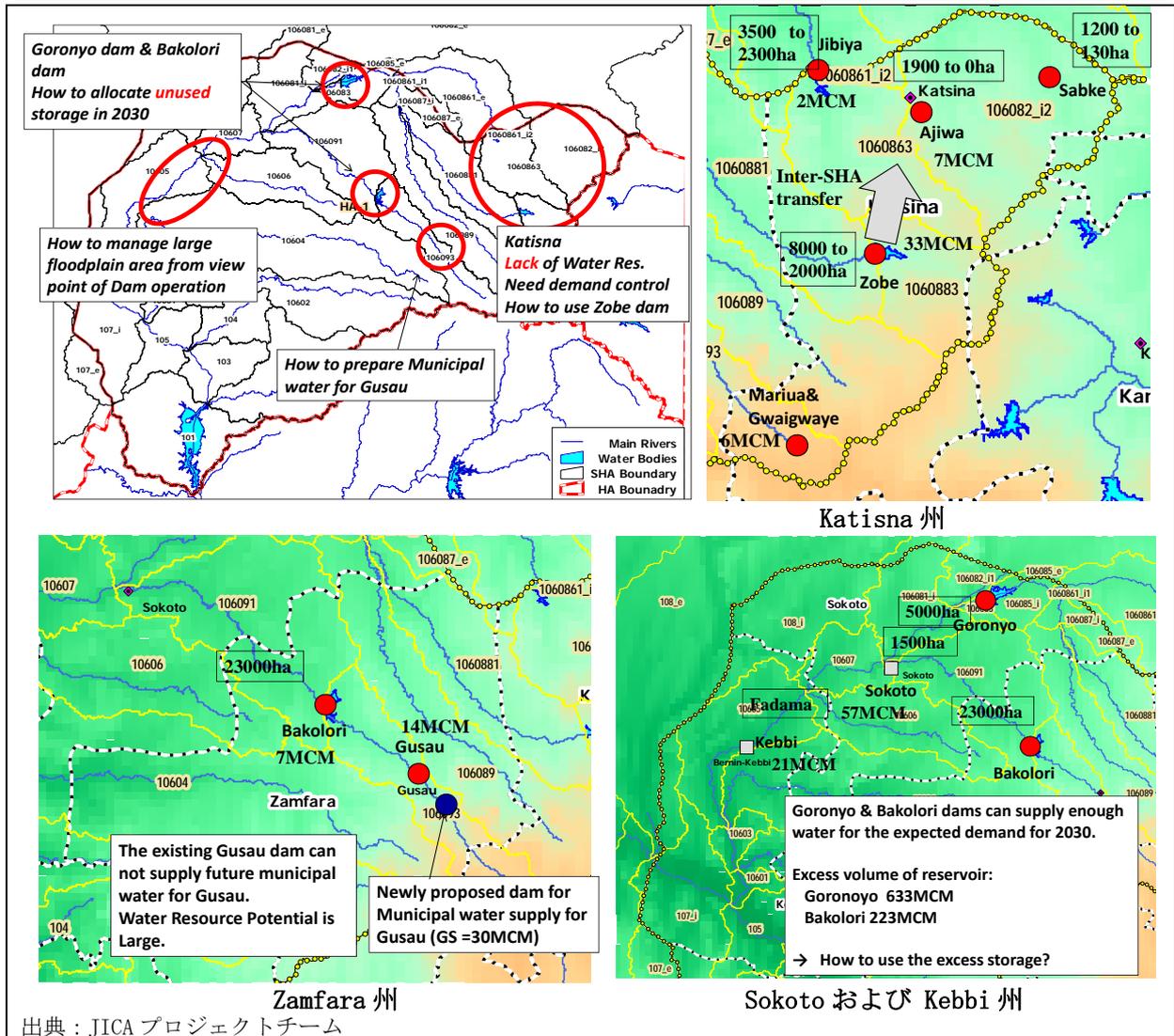


図 5-9 水バランス検討結果の要約および推奨対策

付表5

付表 5-1 2010 における HA-1 の集約されたダム、都市・村落給水需要量、灌漑面積

SN	HA	SHA	SN-SHA	Dams					Groundwater					Sub-surface Water	Surface Water			
				Name	Gross Storage Volume (MCM)	Active Storage Volume (MCM)	Surface Area (km2)	Evaporation (mm/year)	Municipal (MCM/y)	Irrigation (MCM/y)	Agri (L&A) (MCM/y)	Total (MCM/y)	Return Rate of Municipal (-)	Fadama (MCM/year)	Municipal (MCM/y)	Irrigation (ha)	Agri (L&A) (MCM/y)	Reduction Rate by L&A (%)
5001	1	101	1	aggregated	75.0	58.6	12.00	1,713	3.54	5.80	1.28	10.61	0.080	0.00	0.00	200	0.43	0.04
5002	1	102	2	aggregated	9.1	7.4	1.79	1,652	6.69	1.40	1.51	9.60	0.079	0.00	1.07	300	0.50	0.03
5003	1	103	3	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	2.13	1.00	0.69	3.82	0.078	0.00	0.00	0	0.23	0.06
5004	1	104	4	aggregated	0.7	0.6	0.23	1,737	2.65	1.00	0.69	4.35	0.076	0.10	0.00	0	0.23	0.07
5005	1	105	5	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	1.60	0.60	0.86	3.05	0.075	7.80	0.00	0	0.29	0.10
5006	1	10601	6	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.34	0.40	0.19	0.93	0.075	2.30	0.00	0	0.06	0.21
5007	1	10602	7	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	8.78	3.00	3.91	15.69	0.080	2.50	0.00	0	1.30	0.12
5008	1	10603	8	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	1.01	0.80	0.30	2.11	0.075	2.90	0.00	0	0.10	0.36
5009	1	10604	9	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	21.64	7.60	7.18	36.42	0.081	7.30	0.00	0	2.39	0.22
5010	1	10605	10	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	6.08	5.00	1.75	12.84	0.075	13.20	0.00	0	0.58	0.99
5011	1	10606	11	aggregated	15.0	11.7	20.78	1,872	8.23	6.20	3.36	17.78	0.079	0.60	0.00	470	1.12	0.86
5012	1	10607	12	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	5.01	1.00	1.64	7.65	0.078	4.70	0.00	0	0.55	2.21
5013	1	106081_e	13	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5014	1	106081_i	14	aggregated	25.0	20.0	9.80	1,906	8.07	2.40	2.61	13.08	0.078	8.20	0.00	0	0.87	3.31
5015	1	106082_e	15	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5016	1	106082_i1	16	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	2.63	0.00	0.84	3.47	0.078	6.20	0.00	0	0.28	5.53
5017	1	106082_i2	17	aggregated	55.6	43.4	12.50	1,668	16.06	9.40	3.38	28.84	0.072	1.20	8.23	1,280	1.13	1.85
5018	1	106083	18	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.51	0.00	0.26	0.77	0.078	1.10	0.00	0	0.09	4.82
5019	1	106085_e	19	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5020	1	106085_i	20	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	1.49	0.00	0.95	2.43	0.078	2.60	0.00	0	0.32	5.42
5021	1	1060861_e	21	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5022	1	1060861_i1	22	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.16	0.00	0.10	0.26	0.078	0.30	0.00	0	0.03	7.18
5023	1	1060861_i2	23	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.75	0.40	0.29	1.44	0.073	0.00	0.00	0	0.10	1.09
5024	1	1060863	24	aggregated	5.4	4.9	0.08	1,656	5.81	3.80	1.93	11.54	0.071	0.00	0.00	50	0.64	0.93
5025	1	106087_e	25	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5026	1	106087_i	26	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	1.13	0.00	0.76	1.89	0.078	0.90	0.00	0	0.25	4.88
5027	1	1060881	27	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	9.03	4.00	2.65	15.68	0.080	2.30	0.00	0	0.88	0.77
5028	1	1060883	28	aggregated	2.5	2.0	1.10	1,608	5.35	3.60	2.82	11.76	0.078	2.10	0.59	0	0.94	0.48
5029	1	106089	29	aggregated	10.1	7.9	3.50	1,639	17.20	9.70	3.74	30.64	0.081	2.70	1.01	0	1.25	0.35
5030	1	106091	30	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	14.83	4.20	4.00	23.03	0.080	3.70	0.00	0	1.33	1.82
5031	1	106093	31	aggregated	13.7	10.9	6.79	1,573	7.70	4.80	2.01	14.50	0.080	0.00	11.00	76	0.67	0.10
5032	1	107_e	32	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5033	1	107_i	33	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	2.80	2.20	1.55	6.55	0.075	7.90	0.00	0	0.52	0.18
5034	1	108_e	34	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5035	1	108_i	35	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	3.28	3.60	3.98	10.86	0.076	0.10	0.00	0	1.33	3.35
5036	1	109	36	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00

出典：JICA プロジェクトチーム

付表 5-2 2030 における HA-1 の集約されたダム、都市・村落給水需要量、灌漑面積

SN	HA	SHA	SN-SHA	Dams					Groundwater					Sub-surface Water	Surface Water			
				Name	Gross Storage Volume (MCM)	Active Storage Volume (MCM)	Surface Area (km2)	Evaporation (mm/year)	Municipal (MCM/y)	Irrigation (MCM/y)	Agri (L&A) (MCM/y)	Total (MCM/y)	Return Rate of Municipal (-)	Fadama (MCM/year)	Municipal (MCM/y)	Irrigation (ha)	Agri (L&A) (MCM/y)	Reduction Rate by L&A (%)
5001	1	101	1	aggregated	75.0	58.6	12.00	1,713	9.67	15.00	1.86	26.52	0.076	0.00	0.00	2,900	0.62	0.06
5002	1	102	2	aggregated	9.1	7.4	1.79	1,652	20.75	3.50	2.20	26.45	0.076	0.00	1.90	300	0.73	0.05
5003	1	103	3	aggregated	21.0	16.4	5.21	1,704	7.37	2.40	1.01	10.78	0.075	0.00	0.00	1,500	0.34	0.09
5004	1	104	4	aggregated	0.7	0.6	0.23	1,737	11.76	2.50	1.02	15.28	0.075	0.20	0.31	0	0.34	0.10
5005	1	105	5	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	7.27	1.50	1.26	10.03	0.075	13.40	0.00	0	0.42	0.14
5006	1	10601	6	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	1.61	1.20	0.28	3.09	0.075	3.90	0.00	0	0.09	0.30
5007	1	10602	7	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	28.59	7.40	5.68	41.67	0.075	4.20	0.00	0	1.89	0.18
5008	1	10603	8	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	4.27	1.90	0.44	6.61	0.075	5.00	0.00	0	0.15	0.53
5009	1	10604	9	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	66.09	19.50	10.35	95.93	0.075	12.40	0.00	0	3.45	0.32
5010	1	10605	10	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	28.41	12.50	2.59	43.49	0.075	22.50	0.00	0	0.86	1.47
5011	1	10606	11	aggregated	15.0	11.7	20.78	1,872	24.73	16.00	4.82	45.56	0.075	1.10	0.00	470	1.61	1.23
5012	1	10607	12	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	15.66	2.70	2.36	20.72	0.075	8.00	0.00	0	0.79	3.17
5013	1	106081_e	13	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5014	1	106081_i	14	aggregated	25.0	20.0	9.80	1,906	23.44	5.90	3.75	33.09	0.075	14.00	0.00	0	1.25	4.76
5015	1	106082_e	15	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5016	1	106082_i1	16	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	8.76	0.00	1.20	9.96	0.075	10.70	0.00	0	0.40	7.94
5017	1	106082_i2	17	aggregated	66.8	54.0	13.40	1,661	88.78	23.80	4.77	117.35	0.079	2.00	9.16	370	1.59	2.61
5018	1	106083	18	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	1.73	0.00	0.37	2.10	0.075	1.90	0.00	0	0.12	6.92
5019	1	106085_e	19	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5020	1	106085_i	20	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	4.21	0.00	1.36	5.57	0.075	4.40	0.00	0	0.45	7.78
5021	1	1060861_e	21	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5022	1	1060861_i1	22	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.42	0.00	0.15	0.57	0.075	0.50	0.00	0	0.05	10.32
5023	1	1060861_i2	23	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	3.38	1.10	0.41	4.89	0.078	0.00	0.00	0	0.14	1.54
5024	1	1060863	24	aggregated	5.4	4.9	0.08	1,656	31.67	9.90	2.74	44.31	0.078	0.00	0.00	50	0.91	1.32
5025	1	106087_e	25	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5026	1	106087_i	26	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	3.30	0.00	1.09	4.39	0.075	1.60	0.00	0	0.36	7.01
5027	1	1060881	27	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	29.32	10.40	3.79	43.51	0.076	3.90	0.00	0	1.26	1.10
5028	1	1060883	28	aggregated	2.5	2.0	1.10	1,608	23.56	9.20	4.21	36.97	0.079	3.50	1.04	0	1.40	0.72
5029	1	106089	29	aggregated	10.1	7.9	3.50	1,639	49.95	24.80	5.35	80.11	0.076	4.60	1.79	0	1.78	0.51
5030	1	106091	30	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	41.54	10.50	5.74	57.79	0.075	6.20	0.00	0	1.91	2.62
5031	1	106093	31	aggregated	43.4	34.1	12.39	1,590	22.09	12.10	2.87	37.06	0.076	0.00	19.47	76	0.96	0.14
5032	1	107_e	32	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	0.00	0.00
5033	1	107_i	33	aggregated	0.0	0.0	0.00	0	11.75	5.70	2.28	19.74	0.					

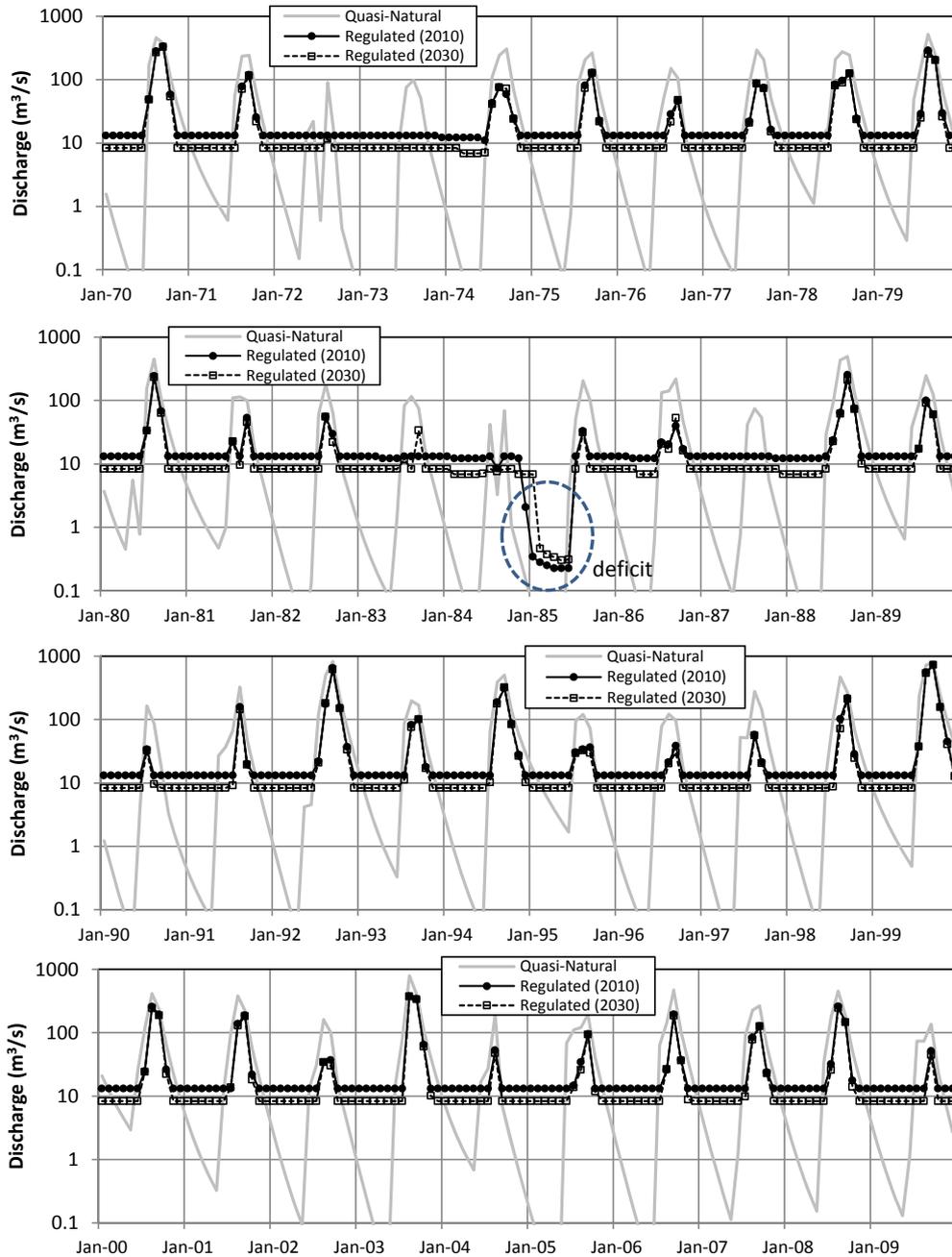
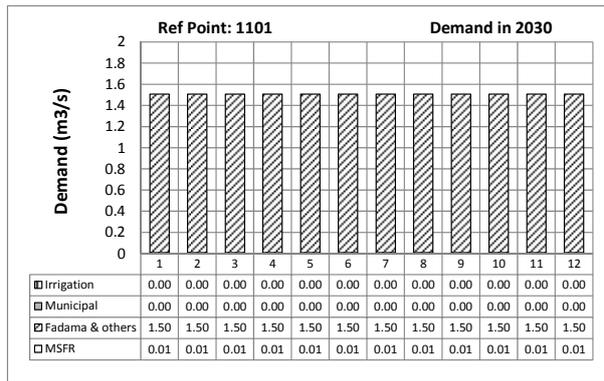
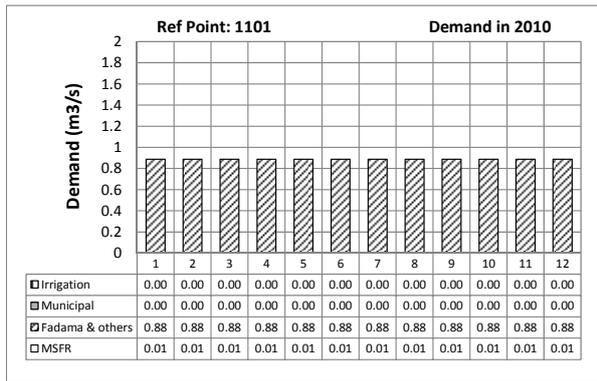
付表 5-3 代表地点における水バランス

1101: D.S.of Sokoto in Sokoto R. (Wamako)						2. Storage Dam and Upstream Water Use								
1. Quasi-Natural Flow						Ref Point	Year	Total Storage Volume in Upstream Catchment	Total Surface Water Demand in Upstream Catchment	Average Flow after Water Use in Upstream	Flow Reduction from Quasi-Natural Flow			
Ref Point	Q _{average}	Q _{20M}	Q _{50M}	Q _{80M}	Q _{97DS-90%Y}							(MCM)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
1101	56.8	85.9	5.3	0.3	0.008	1101	2010	1,823	11.25	33.4	-41			
							2030	1,864	17.63	28.2	-50			
3. Water Demand and Supply Capacity														
Ref Point	Year	Water Demand for Surface Water						Supply Capacity						
		Env. Flow	Others	Municipal Water Demand	Irrigation Water Demand			Env. Flow + Others +Mun Water Demand	Total Water Demand		90% Year Dependable Flow at the Month with Minimum Demand		80% Year Dependable Flow at the Month with Maximum Demand	
					Ave	Max	Month at max demand		Ave	Max	Quasi-Natural	Regulated	Quasi-Natural	Regulated
(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)	(m ³ /s)
1101	2010	0.01	0.88	0.00	0.00	0.00	Jun	0.89	0.89	0.89	0.01	12.18	0.64	13.06
	2030	0.01	1.50	0.00	0.00	0.00	Jun	1.51	1.51	1.51	0.01	6.85	0.64	8.35

Note: "Others" includes release for groundwater recharge for Fadama.
 出典：JICA プロジェクトチーム

付図5

1101: D.S.of Sokoto in Sokoto R. (Wamako)



出典：JICA プロジェクトチーム

付図 5-1 代表地点における水バランス

第6章 水源開発計画

本章においては、第5章で示された水需給バランスの検討結果を参照し、水源開発計画について記述するものである。

水源開発の戦略に関しては、全国水資源マスタープラン2013に示したものを踏襲する計画とする。流域管理計画では、流域管理計画の策定過程において見直しを行った水需要量をもとに水需給バランスを検討しており、その結果に基づき、水源開発計画を提案する。6.1節、6.2節において、それぞれ地下水開発、表流水開発について述べ、さらに、6.3節では、水源保全に関して記述する。

6.1 地下水開発

6.1.1 地下水開発の現状

地下水使用のメリット

HA-1における地下水利用のメリットは以下のとおりである。

- 地下水は帯水層に貯留され、「ナ」国内に普遍的に存在している。
- 地下水は乾季においても使用可能である。乾季が長い地域では、地下水はこの点で河川水や雨水に優っている。
- 開発水量が少ないうちは表流水開発に比べ地下水の開発コストは安い。したがって、水源開発のための多くの投資が期待できない村落給水や小都市給水の水源として適している。
- 地下水は河川水に比べて水質が良好であり、飲料水とする場合でも浄水処理が不要である。

一方、以下の点で地下水は表流水と比べ不利である。

- 地下水は帯水層の貯水量の規模に比べ流動量が小さく、地下水を大量取水した場合は取水量に補充量(涵養量)が追い付かないため広域の地下水位の低下を起こす。その結果、地盤沈下や海水侵入などの環境被害が発生する。

6.1.2 適切な地下水開発方法

地下水涵養量と群井の理論を用いてHA-1の帯水層ごとの地下水開発ポテンシャルを検討した。「ナ」国の帯水層を表に示す2パターンに区分した。

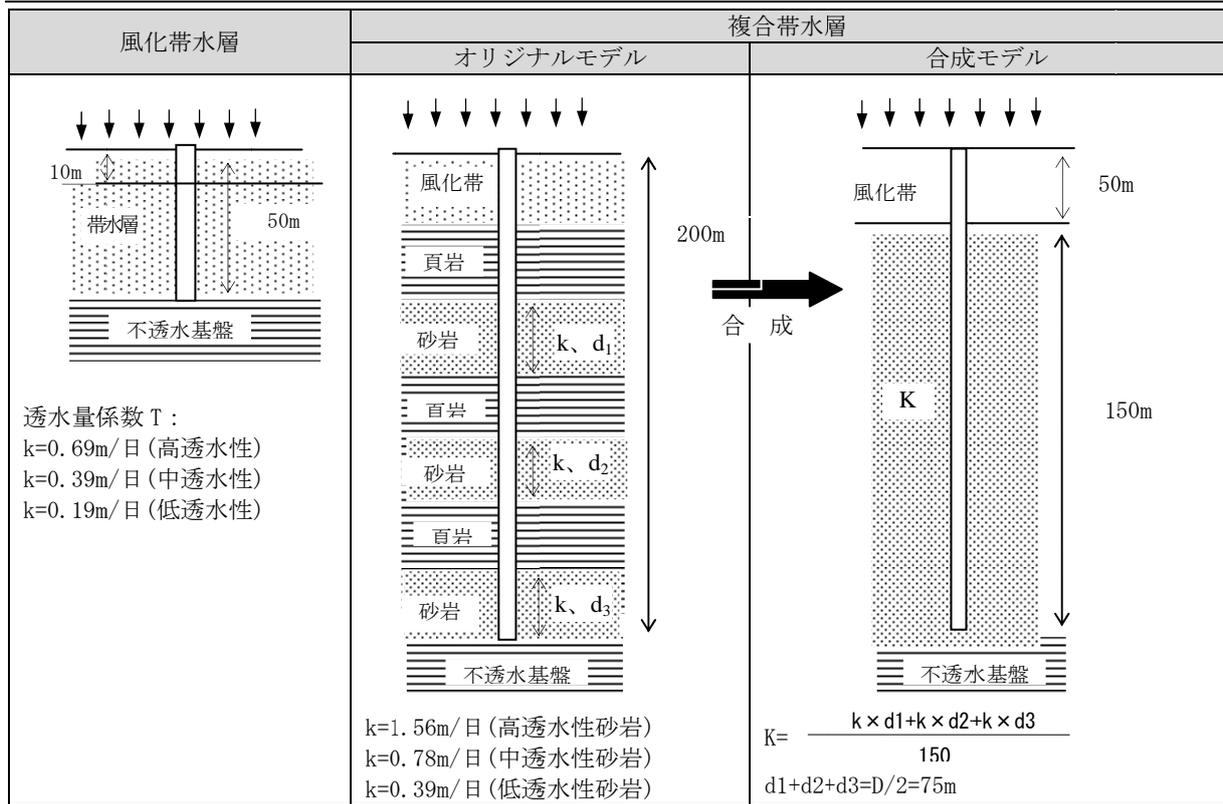
表 6-1 帯水層のモデル化

地質		モデル
基盤岩	風化部	風化帯水層
堆積岩	風化部	
		砂岩・泥岩互層の中の砂岩

出典：JICA プロジェクトチーム

また、水理地質的特性に基づき風化帯水層と複合帯水層の代表的パラメータを設定した。それを図6-1と表6-2に示す。

帯水層水理定数の設定にあたっては、現在の地下水開発量と井戸本数を参考とした。水理定数に基づき表6-2に示す6つの帯水層モデルに対して、地下水涵養量を仮定し群井とした場合の地下水開発可能量を算出した。

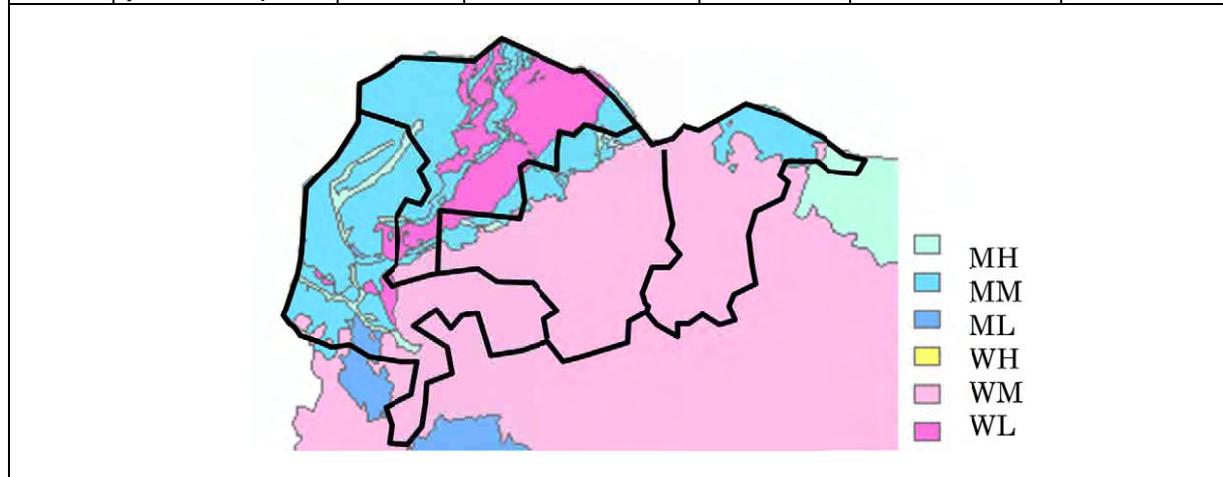


出典：JICA プロジェクトチーム

図 6-1 帯水層モデル

表 6-2 帯水層モデル区分

モデル	記号		帯水層地質	帯水層厚	透水量係数 (図 6-1 参照)	地下水位
風化帯水層	Weathered High permeability	WH	基盤岩風化部や泥質・シルト質岩の風化部	50m	0.69	GL-10m
	Weathered Middle permeability	WM			0.39	
	Weathered Low permeability	WL			0.19	
複合帯水層	Multiple High permeability	MH	砂質堆積岩(砂岩・頁岩互層)	200m	1.56	GL-50m
	Multiple Middle permeability	MM			0.78	
	Multiple Low permeability	ML			0.39	



出典：JICA プロジェクトチーム

揚水の限界

- **風化帯水層：** 図 6-2 に示す様に、群井戸の井戸干渉による最低水位と不透水基盤との距離が 10m となった時点をも揚水の限界と設定した。すなわち揚水による地下水位低下 30m を揚水限界とした。
- **複合帯水層：** 上記と同様に揚水による地下水位低下 50m を揚水限界とした。

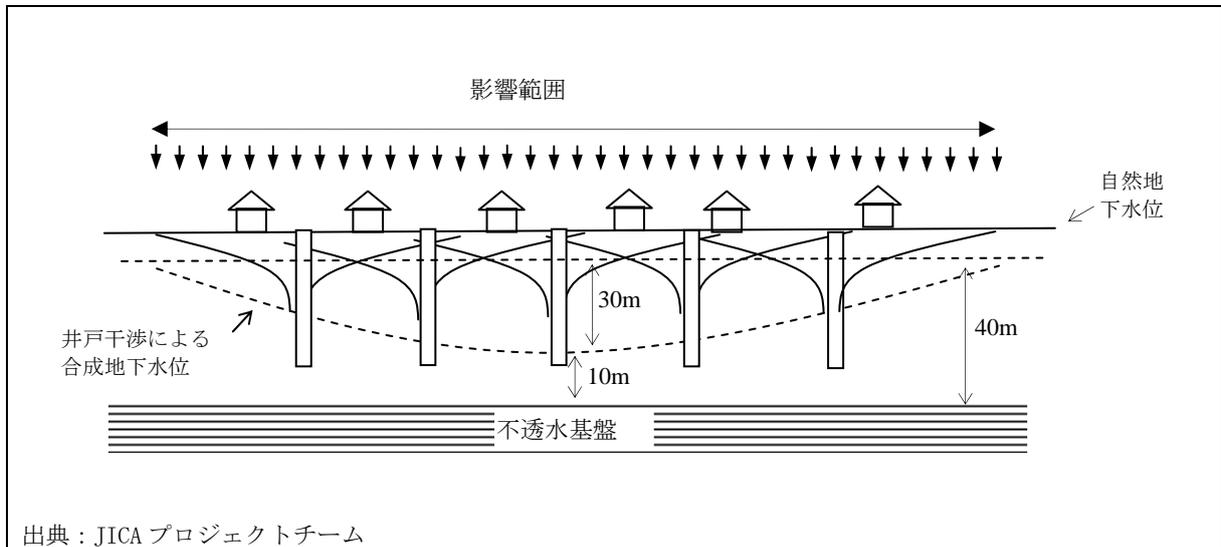


図 6-2 風化帯水層の揚水限界のイメージ

揚水可能量は、地下水涵養量、井戸本数、井戸間隔の関数として表 6-3 に示す近似式で示した。

表 6-3 解析結果の地下水開発可能量

帯水層タイプ		群井戸の持続的揚水可能量 Y の算定式 (m ³ /日)		井戸 1 本当たりの揚水量 (m ² /日)	
	T:透水量係数 (m ² /日) K:透水係数 (m/日) L:帯水層厚さ (m)	<ul style="list-style-type: none"> 井戸本数 (N) 地下水涵養量 (P, mm/年) 井戸間隔 (D, m) 		平均	範囲
	T=K*L	井戸 1 本の場合	井戸 2 本以上の場合		
WH	高透水性 風化帯水層	Y=11.08*T*P ^{0.06}	Y=T*(0.74+0.43)*N ^{0.53} *P ^{0.25} *D ^{0.47}	480	100~1,000
WM	中透水性 風化帯水層			380	300~500
WL	低透水性 風化帯水層			150	100~300
MH	高透水性 複合帯水層	Y=13.58*T*P ^{0.05}	Y=T*(0.81+1.20*N ^{0.42} *P ^{0.20} *D ^{0.37})	990	700~1,500
MM	中透水性 複合帯水層			560	500~900
ML	低透水性 複合帯水層			280	200~500

出典：JICAプロジェクトチーム

全国の帯水層を 6 つに区分し、それぞれの地下水涵養量に対して表 6-3 に示す関係式を使用して最適な井戸群の開発計画を作成した。なお、最適な地下水開発とは、井戸配置と揚水量の適正化を図ることによって井戸群の影響範囲内の地下涵養量を効率的に使用することを意味する。

6.1.3 帯水層ごとの地下水開発計画

(1) 基本方針

地下水開発の基本方針は次のとおりである。

- 持続的な揚水が可能であること
- 揚水の効率性（経済性）を高めること

地下水開発は、都市・村落給水、私的灌漑、畜産、淡水養殖の各セクターに対して行う。各セクターにおける地下水計画方針は以下のとおりである。

(2) 都市・村落給水

(2-1) 水需要の分布

給水における地下水開発は他のセクターの地下水開発に比べて集注度が高く大規模である。そのため、給水のための地下水開発計画は LGA 単位で立案し最終的に州単位で集計した。

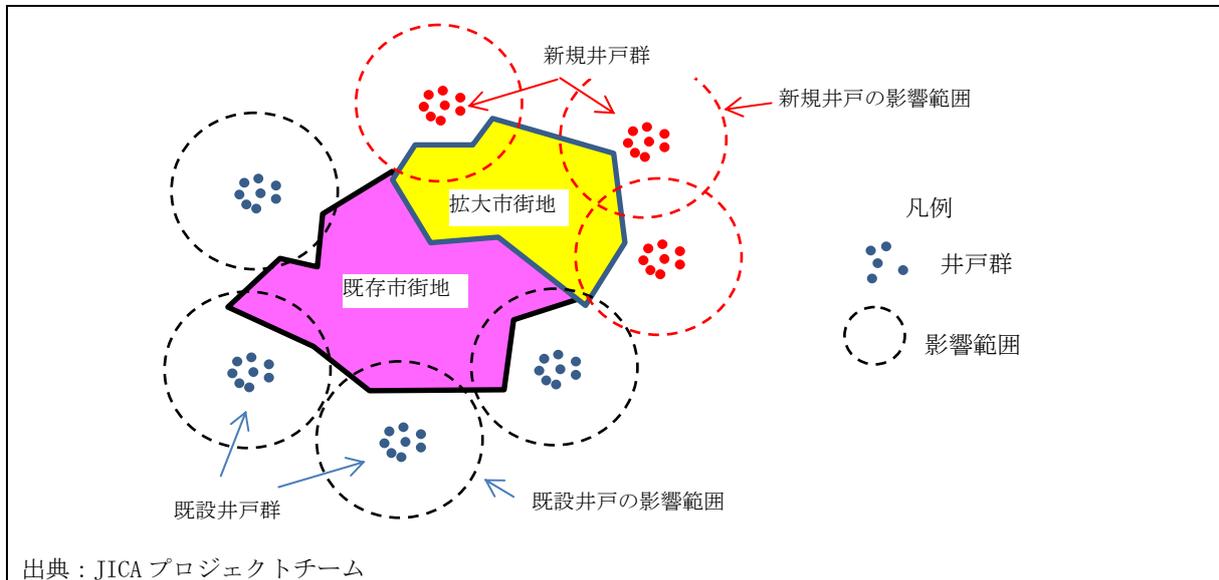
(2-2) 地下水開発方針

給水のための地下水開発方針を表 6-4 に示す。

表 6-4 地下水開発方針

給水計画上の区分	地下水計画方針
大都市/小都市・町	大都市/小都市・町の周辺部に複数の井戸群を配置し井戸群ごとに独立した給水システムを構築し給水する。 図 6-3 参照。
村落	村落コミュニティごとに動力ポンプとハンドポンプによる単独井戸を配置しポイント給水を実施する。動力ポンプとハンドポンプの揚水量比率は現況では 6:4 と推定され、これを 2030 年まで維持すると仮定する。

出典：JICA プロジェクトチーム



出典：JICA プロジェクトチーム

図 6-3 井戸群による給水のイメージ

LGA ごとに水需要に対応する井戸群を計画する。計画に当たって考慮する要素を図 6-4 に示す。具体的な計画項目は以下のとおりである。

- 井戸群数
- 井戸群の揚水可能量
- 井戸本数

各井戸群における持続可能な揚水可能量 (Y) と井戸本数 (N) は、帯水層タイプ、地下水涵養量 (P)、井戸間隔 (D) を用いて表 6-3 と表 6-5 を用いて算出する。

表 6-5 全国の地層と帯水層タイプの区分

地層名	帯水層タイプ
Alluvial Sediments	MH
Gwandu Formation	MM
Sokoto Formation	ML
Dukamaje Formation	WL
Rima Group	WL
Nupe Formation	ML
Gundumi-Illo Formation	MM

出典：JICA プロジェクトチーム

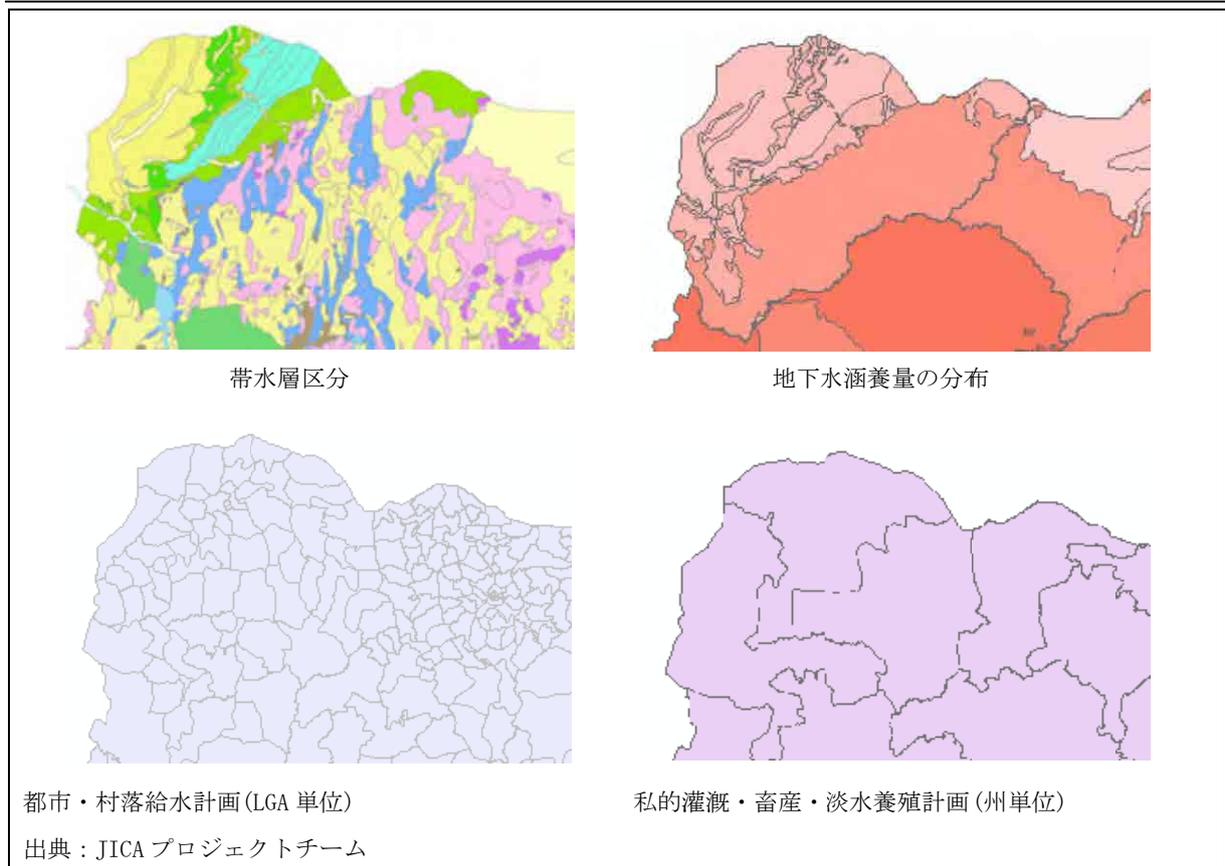


図 6-4 地下水開発計画で考慮する内容

(2-3) 井戸群計画上の制約条件

井戸群当たりの揚水量

図 6-3 に示す様に井戸群は都市の人口増加に応じて拡大していく。一つの井戸群からの揚水量を適切に設定することによって「ナ」国全体の井戸本数を最少とすることができるが、その揚水量は帯水層の能力できまる。本プロジェクトでは、井戸本数を最少にするための井戸群当たりの揚水量を帯水層ごとに算定した。その結果を表 6-6 に示す。

表 6-6 井戸群当たりの最適揚水量

帯水層タイプ	都市・小都市・町		村落 ^{注)}			
	動力ポンプ井戸		動力ポンプ井戸		ハンドポンプ井戸	
	井戸群当たりの最適揚水量 (m ³ /日)	給水人口の目安(人)	井戸群当たりの揚水量 (m ³ /日)	給水人口の目安(人)	単独井戸 (m ³ /日)	給水人口の目安(人)
WH	1,000	10,000	150m 以下	5,000 以下	10	300 以下
WM	500	5,000				
WL	400	4,000				
MH	1,500	15,000				
MM	1,000	10,000				
ML	900	9,000				

注) 村落給水の井戸群あたりの揚水量は帯水層の能力ではなく村落の人口規模の制約によって決まる。

出典：JICAプロジェクトチーム

井戸群当たりの井戸本数

1つの群井内の井戸本数が増えるにしたがって、個々の井戸の揚水可能量は井戸干渉によって減少する(図 6-5 参照)。地下水開発の経済性を考慮し、1つの群井における井戸本数の上限を 10 本に制限する。

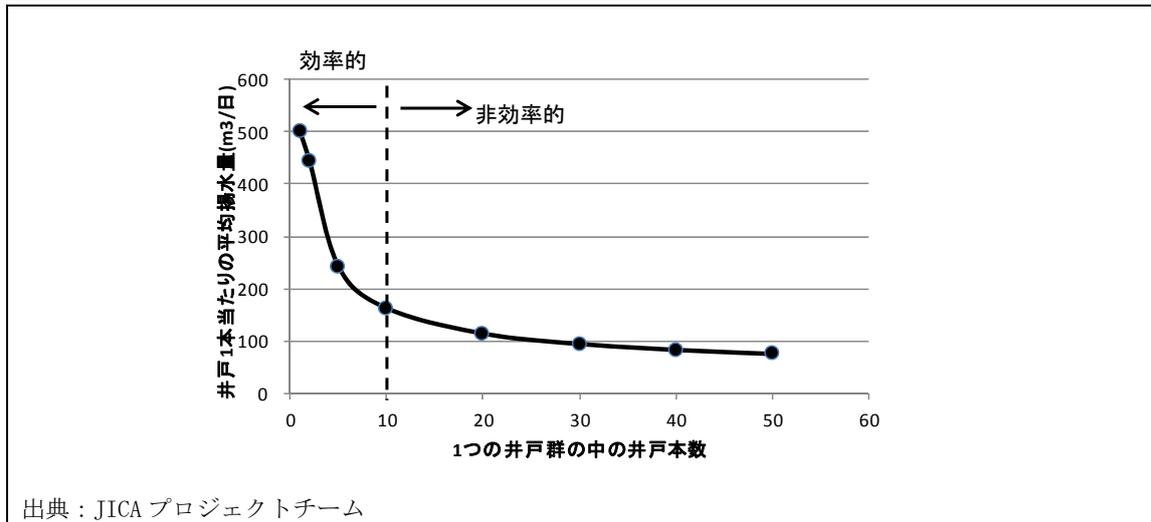


図 6-5 井戸郡の井戸本数と揚水量の関係の例

地下水涵養量による制限

持続的な地下水開発とするために、各 LGA における地下水開発量は原則として LGA 内の地下水涵養量以下であることとする。一方、LGA 内の地下水開発量が LGA の地下水涵養量を超えた場合は別途考慮する。

井戸の仕様

井戸の仕様を表 6-7 に示す。井戸の仕様は帯水層タイプに対応している。留意点を以下に記す。

- 風化風化岩帯では井戸の深さを 50m に統一した。
- HA-1 堆積岩地帯では井戸の深さは地質状況に応じて 50~300m であるが本プロジェクトでは井戸深度 200m で代表した。
- 井戸径は動力ポンプで 6 インチ、ハンドポンプで 4 インチが標準であるが、将来的にハンドポンプから動力ポンプへの転換することを考慮しハンドポンプでも 6 インチとした。
- 動力ポンプによる井戸群の井戸間隔は 200m とした。

表 6-7 井戸の仕様

帯水層タイプ		都市/小都市・町		村落			備考
		動力ポンプ		動力ポンプ	ハンドポンプ	井戸径 (インチ)	
		井戸深度 (m)	井戸径 (インチ)	井戸深度 (m)	井戸深度 (m)		
WH	風化岩	50	6	50	50	6	井戸群とした場合の井戸間隔は 200m
WM		50	6	50	50	6	
WL		50	6	50	50	6	
MH	堆積岩	200	6	200	50	6	
MM		200	6	200	50	6	
ML		200	6	200	50	6	

出典：JICAプロジェクトチーム

(2-4) 新規井戸掘削計画

現況揚水量

新規井戸掘削計画の立案に当たって既設井戸からの現況開発量を把握する必要がある。表 6-8 に HA-1 の主要 4 州の現況揚水量を州ごとに示す。

表 6-8 既設井戸の揚水量

州	都市・小都市・町	村落給水			
		動力井戸		ハンドポンプ	
		m ³ /日		m ³ /日	
1	Katsina	75,731		19,524	13,748
2	Kebbi	54,890		12,529	6,385
3	Sokoto	87,675		22,135	3,297
4	Zamfara	124,408		18,098	6,231
5					

出典：JICA プロジェクトチーム

リハビリ可能揚水量と新規開発地下水量との関係

新規井戸掘削によって開発する地下水量はリハビリ可能地下水量を考慮し、以下の関係から求める。なおリハビリとは揚水ポンプの修理・交換を意味し、これに伴って井戸洗浄を行う。

新規井戸掘削による 地下水開発量	=	2030年までに 開発する地下水量	-	リハビリによる 揚水可能量
---------------------	---	----------------------	---	------------------

リハビリ可能な井戸本数は現地再委託調査で州ごとに調査した値を使用した。またリハビリ井戸からの揚水量可能量は既設井戸からの平均揚水量を使用した。

表 6-9 新規井戸掘削による地下水開発量とリハビリ可能量

州	2030年までに開発する必要がある地下水量	リハビリ可能量				新規井戸掘削による地下水開発量		
		都市		村落		都市		村落
		動力		動力		動力	動力	ハンドポンプ
		m ³ /日		m ³ /日		m ³ /日	m ³ /日	m ³ /日
20	Katsina	421,530	103,700	39,013	17,140	382,517	51,936	34,624
21	Kebbi	203,051	68,542	64,437	22,203	138,614	27,803	18,535
33	Sokoto	182,283	62,983	91,141	31,379	91,141	18,895	12,641
36	Zamfara	151,412	63,761	55,893	10,930	95,519	31,699	21,132
	合計							

出典：JICA プロジェクトチーム

新規井戸掘削計画

前記の方法によって HA-1 の主要 4 州の LGA ごとに井戸掘削計画を策定し州ごとに整理し表 6-10 に示す。以下の 2 点に留意する。

- 新規井戸掘削本数は水需要増加と井戸の稼働率(80%)を考慮し井戸本数を割増しする。
- リハビリによる揚水量は新規に開発する水量の 50%を上限とする。

表 6-10 2030 年の給水需要を満たすための新規井戸掘削・リハビリ本数

州	都市・小都市・村落	新規井戸掘削本数						リハビリ本数			
		動力ポンプ井戸			村落給水			都市・小都市・町		村落	
		200m			200m			動力ポンプ井戸	動力ポンプ井戸	ハンドポンプ	
		50m	合計	50m	合計	合計	井戸	井戸	井戸		
20	Katsina	338	984	1,321	143	325	468	4,328	234	60	708
21	Kebbi	229	279	508	161	109	270	2,317	239	55	750
33	Sokoto	246	540	786	150	45	195	1,580	295	88	407
36	Zamfara	43	368	410	64	194	258	2,408	36	5	280
	合計										

出典：JICA プロジェクトチーム

2030年の水需要に対応する新規動力ポンプ井戸は15,361本（都市および小都市・町）、9,105本（村落）である。一方、ハンドポンプの新規掘削数量は82,538本となる。

(3) 私的灌漑・畜産・淡水養殖

私的灌漑・畜産・淡水養殖における地下水開発の基本方針を以下に示す。これらのセクターにおいて、地下水開発は単独井戸による開発を前提とする。

表 6-11 地下水開発方針

給水計画上の区分	地下水計画方針
私的灌漑	深井戸の単独井戸による地下水開発
畜産	手掘り浅井戸の単独井戸による地下水開発
水産	深井戸の単独井戸による地下水開発

出典：JICAプロジェクトチーム

(3-1) 需要の分布

水需要はHA-1の各州内で均等に分布すると仮定し、州内に分布する帯水層の能力を考慮しながら井戸本数を決めた。すなわち、同一の揚水量に対して能力の高い地域では井戸本数が少なく、能力の低い地域では井戸本数が増える。

(3-2) 帯水層ごとの揚水可能量

各井戸における持続可能な揚水可能量(Y)は、帯水層タイプに基づいて表 6-3 を用いて算出する。

表 6-12 帯水層タイプと持続可能な地下水開発可能量の関係

帯水層タイプ		揚水可能量 (m ³ /日)		
		私的灌漑	畜産	淡水養殖
WH	高透水性 風化帯水層	100	10	100
WM	中透水性 風化帯水層	50	10	50
WL	低透水性 風化帯水層	10	10	10
MH	高透水性 複合帯水層	200	10	200
MM	中透水性 複合帯水層	100	10	100
ML	低透水性 複合帯水層	50	10	50

出典：JICAプロジェクトチーム

(3-3) 井戸掘削計画

前記の方法で州ごとに計画した主要4州の地下水開発計画を表 6-13 に示す。

表 6-13 2030年の私的灌漑・畜産・淡水養殖水需要を満たすための井戸本数

No	州	私的灌漑	畜産	淡水養殖
1	Katsina	2,190	1,287	1,862
2	Kebbi	1,125	419	74
3	Sokoto	1,701	985	1,026
4	Zamfara	1,557	565	26

出典：JICAプロジェクトチーム

6.1.4 事業実施スケジュール

地下水開発は、2014年を準備期間とし2015～2025年に一定の割合で新規地下水開発を行い2025年に給水率100%とし、引き続き2030年まで給水率100%を保ちながら毎年同一量の地下水開発を行う。図 6-6 に年度ごと地下水開発のイメージを示す。なお、井戸のリハビリは2015年～2030年にかけて一定の割合で行う。

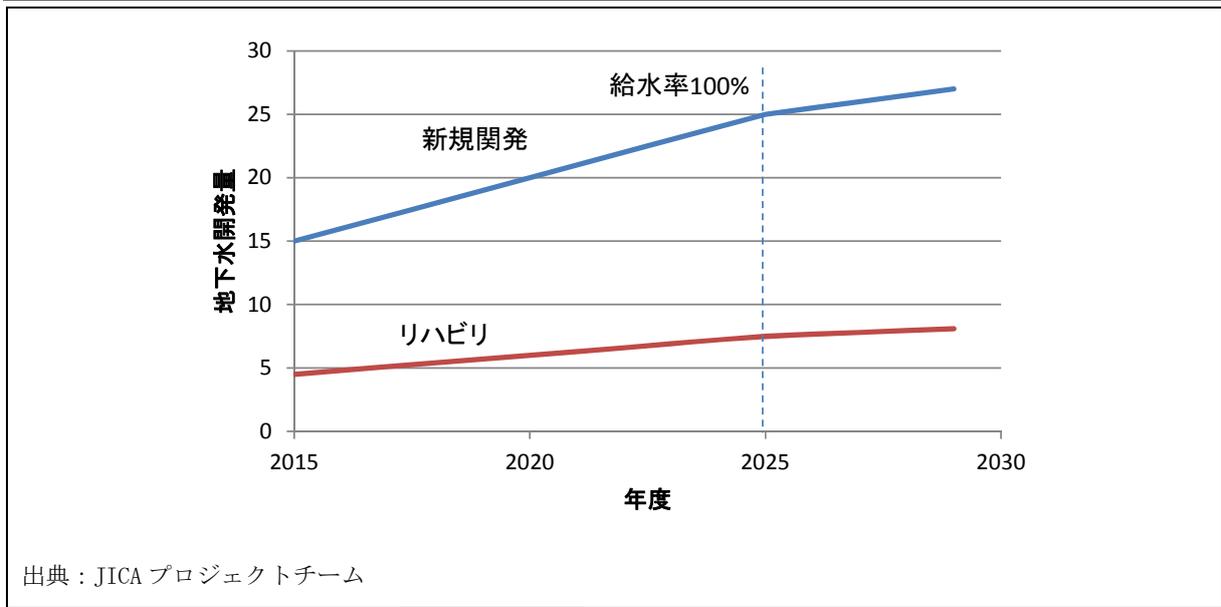


図 6-6 段階的な地下水開発のイメージ

州ごとの1年当たりのリハビリ本数、表に1年当たりの新規井戸掘削本数を表 6-10 に示す。

表 6-14 1年当たりのリハビリ井戸本数

州	都市 動力井戸本数	村落 動力井戸	都市	
			ハンドポンプ井戸	
20	Katsina	16	4	47
21	Kebbi	16	4	50
33	Sokoto	20	6	27
36	Zamfara	2	0	19
合計		340	59	892

出典：JICA プロジェクトチーム

表 6-15 1年当たりの新規井戸掘削本数

州		都市・小都市・町			村落			ハンド ポンプ
		動力井戸			動力井戸			
		200m	50m	合計	200m	50m	合計	
20	Katsina	23	66	88	10	22	32	289
21	Kebbi	15	19	34	11	7	18	154
33	Sokoto	16	36	52	10	3	13	105
36	Zamfara	3	25	27	4	13	17	161
合計		258	766	1,027	252	359	611	5,502

出典 JICA プロジェクトチーム

6.2 表流水開発

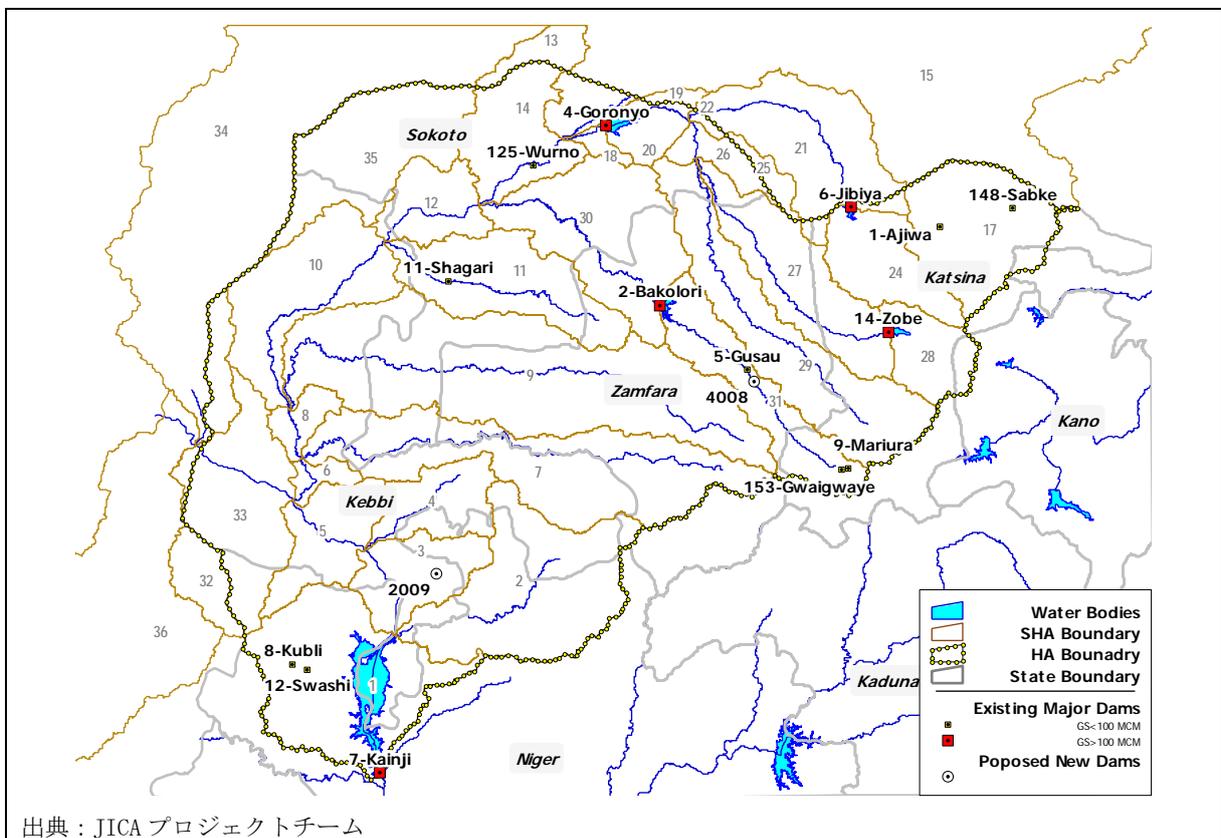
6.2.1 既存表流水開発施設

全国水資源マスタープラン 2013 において確認された HA-1 内の既存ダム数は 24 である。これらのダムのリスト、位置図はそれぞれ、章末の付表 6-1、付図 6-1 に示す。このうち、総貯水容量が 1 千万 m³ を超えるダムおよび第 5 章の水バランスの検討を行ったダムの概要について表 6-16 に示し、その位置を図 6-7 に示す。

表 6-16 HA-1 の主要ダム

SN	SHA	SN-SHA	名前	州	管理者	集水面積 (km ²)	流入量 (MCM/年)	ダム高 (m)	総貯水容量 (MCM)	有効貯水容量 (MCM)	貯水池面積 (km ²)	目的*
7	101	1	Kainji	Niger	NEPA	1,589,938	35,093.0	65.50	15,000.0	12,000.0	1,294.00	IR, WS, HP, FI, OT
4	106085_i	20	Goronyo	Sokoto	SRRBDA	30,547	805.0	20.00	942.0	933.0	192.00	FC, IR, WS, FI, OT
2	106093	31	Bakolori	Zamfara	SRRBDA	4,747	708.0	48.00	450.0	403.0	56.20	FC, IR, WS, HP, FI, OT
14	1060883	28	Zobe	Katsina	SRRBDA	2,514	203.0	18.90	177.0	170.0	38.00	IR, WS
6	1060863	24	Jibiya	Katsina	SRRBDA	3,509	71.0	19.50	142.0	121.0	25.00	FC, IR, WS, HP, FI
8	101	1	Kubli	Niger	UNRBDA	643	81.9	17.00	70.0	57.0	9.40	IR
148	106082_i2	17	Sabke	Katsina	SRRBDA	1,352	12.8	12.50	31.6		5.20	
125	106081_i	14	Wurno	Sokoto	SRRBDA	118,910	939.4	8.00	25.0	20.0	9.80	IR, WS
1	106082_i2	17	Ajiwa	Katsina	SWB	1,782	32.4	12.00	22.0		6.30	WS
11	10606	11	Shagari	Sokoto	SRRBDA	3,658	83.4	13.00	15.0		20.78	IR, WS
153	106093	31	Gwaigwaye	Katsina		128	30.8	12.00	7.2		1.90	
12	101	1	Swashi	Niger	UNRBDA	849	105.4	21.00	5.0	1.6	2.60	IR
9	106093	31	Mariura	Katsina	SWB	110	24.8	7.00	3.5		1.70	IR, WS
5	106093	31	Gusau	Zamfara	SWB	2,570	482.0	17.53	3.0	2.5	3.19	WS

*目的: FC=Flood control, IR=Irrigation, WS=Urban Water Supply, HP=Hydropower, FI=Fishery, OT=Others
出典: JICA プロジェクトチーム



出典: JICA プロジェクトチーム

図 6-7 HA-1 の主要ダム位置図

HA-1 における既存ダムの総貯水容量は 169.2 億 m³ である。このうち、HA-1 の最下流端に位置する巨大水力発電ダムである Kainji ダムが 150 億 m³ を占め、残りの 19.2 億 m³ が主として都市給水、灌漑用水供給を目的とするダムによるものである。

連邦水資源省ダム局によれば、現在連邦政府によって HA-1 において建設中のダム数は 2 であり、その総貯水容量は 1.1 千万 m³ である（表 6-17 参照）。建設中ダムの詳細および位置については、それぞれ章末の付表 6-1、付図 6-1 に併示している。

表 6-17 HA-1 における建設中ダム

SN	ダム名	州	工事契約年	事業費 (Bil. Naira)	総貯水容量 (MCM)	備考
1011	Mashi	Katsina	2005	0.52	5.0	ダム 98% 完成
1020	Dutsi Earth	Katsina	2005	0.37	6.2	ダム 50% 完成

備考：2011 時点

出典：FMWR

6.2.2 主要ダムの管理状況

全国水資源マスタープラン 2013 の策定過程において、代表的なダムの現在の管理状況を把握するための調査を実施した。調査内容は、ダムの運用関連データの収集およびダム・貯水池の概況に関する聞き取りである。この調査結果の詳細は、Volume-5 Supporting Report の SR4.2.2 節 (2) に示す。この調査結果から以下の点が着目される。

- HA-1 内の主要ダムにおけるダム運用関連データの状況について、Kainji ダムを除いてダムの運用状況を検討するための十分なデータがそろっていない。また、ダムの貯水位のデータさえ整備されていないダムが多い。
- ダム貯水池における土砂堆積、藻類、水生植物の繁茂が問題となっている。しかしながら、堆砂状況、貯水池内の水質を議論するための十分なデータがそろっていない。
- 多くのダムでクラックや漏水などの堤体の劣化が観察されている。
- 多くのダムではゲート操作に関わる機材に関する問題は見られない。
- 多くのダムで水文観測に関わる機材はほとんど機能していない。

本流域管理計画の策定過程で開催されたステークホルダー会議においても、ステークホルダーから、貯水池の堆砂が問題となっているとの指摘があった。しかしながら、詳細な堆砂の実態は明らかではなく、堆積の対策立案のためには、まずは堆砂の実態把握から始める必要がある。

貯水池の水質状況の実態も含め、HA-1 における主要ダムの貯水池の詳細実態調査が至急行われるべきである。

6.2.3 全国水資源マスタープラン 2013 における表流水開発の戦略と提案事業

全国水資源マスタープラン 2013 では、表流水開発の戦略を以下のように設定している。

表 6-18 表流水開発の戦略

戦略項目	戦 略
既存ダムの機能回復、向上	<p>「維持管理不足、貯水池運用情報とその管理の欠如などにより、多くのダムはそももとの機能を十分に発揮しているとは言い難い。増加する水需要量に対応するためにもこうした既存ダムの早急な機能回復、向上を図る。機能回復、向上にあたっては以下を考慮する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● ダム管理マニュアルの準備を含むダム管理の熟度向上 ● ダムのリハビリテーション ● ダム高度化運用
偏在する水資源量を考慮しつつ増加する水需要量に対応する表流水源の準備	<p>新規水源開発により、地域的に偏在しつつ増加が予想される灌漑用水や給水のための全国水資源マスタープラン 1995 (M/P1995) で提案されたダムやその他の新規サイトをポテンシャルサイトとして活用しつつ、水需要量に応じて必要な水源開発を提案する。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 水バランスの検討から、各水源ポテンシャルサイトの効率性を概略評価し、効率の良いサイトを優先して開発する。 ● 水資源量がかなり限定されており、将来想定される水需要量が水源供給可能量を上回ることが予想される地域については、利水者間のコンフリクトを避けるための方策として、将来の計画灌漑面積の縮小を提案する。 ● 水力発電および灌漑コンポーネントが含まれる総合開発を提案し、自立できる事業を促進する。

出典：JICA プロジェクトチーム

表流水開発に関わる戦略に基づき、全国水資源マスタープラン 2013 の提案事業は以下のとおりである。

表 6-19 表流水開発の提案事業

戦略項目	提案事業	
既存ダムの機能回復、向上	1-1	ダム管理能力強化事業
	1-2	ダムの適正運用管理のための機材リハビリテーション事業
	1-3	ダムリハビリテーション事業
偏在する水資源量を考慮しつつ増加する水需要量に対応する表流水源の準備	2-1	都市用水水源開発事業
	2-2	灌漑用水水源開発事業
	2-3	総合開発事業

出典：JICA プロジェクトチーム

6.2.4 HA-1 における表流水源開発事業

(1) 既存ダムの機能回復、向上

既存ダムの機能回復、向上は、HA-1 においても重要な課題である。全国水資源マスタープラン 2013 の方針に従い、既存ダムの機能回復、向上を図っていく。

事業 1-1: ダム管理能力強化事業

ダム管理改善の方向性については水資源管理の重要な要素として第 8 章 8.4.1 節に示されている。こうしたダム管理状況の改善のため、FMWR ダム局職員、ダム管理者である RBDAs 職員、SWB 職員等を対象とした能力強化事業である。この事業の一環として、HA-1 におけるダム管理能力の強化が図られる。

特に、ダムの運用改善という面からは、第 8 章 8.4.1 節において、HA-1 における既存ダムの事例を取り上げて議論する。

事業 1-2: ダムの適正運用管理のための機材リハビリテーション事業

ダム管理改善のために、現在劣悪な状況にある気象・水文観測施設、貯水池水位観測機材、放流量観測機材などダム運用管理に資する機材のリハビリテーションを実施する事業である。

現在故障している設備についてはその要因調査を行い、長期間の使用に耐えられるような施設配

置、保全計画を検討する。また日常のメンテナンス計画も立案する。ダム管理者によるダム施設における観測データとナイジェリア水文サービス庁 (NIHSA) による河川の水文観測データの統合的利活用を考慮する。

HA-1 における主要ダムのダム運用管理に資する機材はほとんどが劣悪な状態にあるため、これらのリハビリテーションを実施する。

事業1-3: ダムリハビリテーション事業

ダム本体の劣化などダムの安全性に影響を及ぼすと考えられるものに対して、2030 年までに随時リハビリテーションを実施していく事業である。現況を調査し、その結果から個々のダムの対策を実施する。

(2) 偏在する水資源量を考慮しつつ増加する水需要量に対応する表流水水源の準備

事業2-1: 都市用水水源開発事業

2030 年に必要とされる都市用水用表流水について、1/10 安全度で供給できないと評価される水源について、ダム建設により安定した水源供給を行う事業である。第5章で示された水バランス検討に基づき、HA-1 においては以下に示す新規ダムの建設を提案する。提案ダムの位置は図6-6に併示する。

表 6-20 都市用水水源開発事業

No	事業名	HA	州	水道事業スキーム	SN	H (m)	GS (MCM)
22	Sakin Noma/Gusau dam project	1	Zamfara	Gusau Water Supply Scheme	4008	20.0	29.7

注) SN=ダムシリアル番号、H=ダム高、GS=総貯水容量

出典: JICA プロジェクトチーム

事業2-2: 灌漑用水水源開発事業

灌漑開発計画に従い、ダムを水源とする灌漑スキームの水源開発を行う事業である。第5章で示された水バランス検討及び第7章7.2節の灌漑開発計画に基づき、HA-1 では以下に示す新規ダムの建設を提案する。提案ダムの位置は図6-6に併示する。

表 6-21 灌漑用水水源開発事業

No	事業名	HA	州	灌漑スキーム	SN	H (m)	GS (MCM)
5	Kasanu dam project	1	Kebbi	新規提案スキーム 1,500ha	2009	18.0	21.0

注) SN=ダムシリアル番号、H=ダム高、GS=総貯水容量

出典: JICA プロジェクトチーム

事業2-3: 総合開発事業

灌漑開発と水力発電を組み合わせた総合事業であるが、水資源量に乏しい HA-1 ではこのスキームは提案しない。

選定ダムサイトに関する留意点

ここでのダムサイトの選定は予備的検討に基づくものである。提案スキームは概念計画レベルであり、今後これらの実施のためにはさらなる詳細な調査が必要となることに留意する。

6.3 水源保全

水源の保全は、水資源の量と質を保全・維持するための様々なステークホルダーによる取り組みによるものである。表流水と地下水の両方が保全対象となる。

6.3.1 地下水の保全

(1) 地下水保全の目的と意義

持続的な地下水資源の使用を可能とするために、地下水資源は質的・量的に保全されなければならない。地下水資源を保全するために地下水資源の管理が必須となる。

量的保全

地下水涵養量を上回る揚水を行った場合、過剰揚水による広域的な地下水位の低下が発生し、揚水量の低下や井戸枯れ、また地盤沈下が発生する。

本プロジェクトでは地下水涵養量の範囲内での地下水開発を提案しており、このルールしたがって開発されれば地下水の低下は発生しない。しかし、地下水涵養量の評価や帯水層パラメータの評価には不確実な要素が存在し、地下水開発計画を実施に移した後に想定外の地下水位低下が発生する可能性がある。それを防ぐために図 6-8 に示す地下水モニタリング、予測、対策のサイクルを継続することが必要である。この役割はナイジェリア統合水資源管理庁 (NIWRMC) と流域管理事務所 (CMO) が担当する。

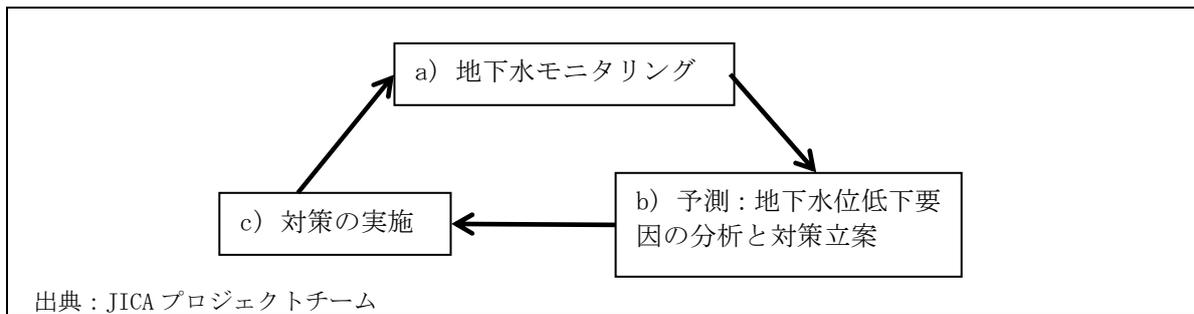


図 6-8 モニタリング、予測、対策サイクルからなる地下水管理概念図

質的保全

地表から汚染水が帯水層に浸透することによって地下水は汚染される。HA-1 で発生が予測される地下水汚染のタイプを表 6-22 に示す。

表 6-22 「ナ」国の地下水汚染のタイプと対策

地下水汚染のタイプ		原因	対策
人為的汚染	家庭排水・工場排水・ゴミ置き場などから汚染物質の帯水層への浸透	<ul style="list-style-type: none"> 下水処理の不備 井戸の施工不良 井戸への汚染物質の投棄 	<ul style="list-style-type: none"> 下水処理の充実 井戸の遮水工の完備 不法投棄の規制
地質由来の汚染	地層に含まれ成分による地下水汚染	<ul style="list-style-type: none"> Fe 高濃度地下水 高 Ph 地下水 	問題の帯水層を特定しその使用を禁止する。

出典：JICA プロジェクトチーム

(2) 地下水保全の方針

地下水開発・利用は、水道公社が行う大規模な公的開発・利用から個人の井戸掘削と利用に見られる小規模なものまで大小様々である。地下水は身近な水源であり無数の井戸が存在するためステークホルダーの数は膨大である。各井戸に影響圏が存在し、その影響圏の中に存在する井戸の所有者が地下水開発・利用におけるステークホルダーを形成する。したがって、地下水開発・利用におけるステークホルダーは膨大な数となりステークホルダーによる直接的な交渉は実質的に不可能となる。これに代わって、地下水管理者が地下水開発・利用を管理・規制することになる。地下水管理者は、対象とする規模に応じて異なる。

対象とする規模とは、①局所、②小規模、③中規模、④大規模と区分可能であり、それぞれ表 6-23 の範囲に相当し、区分に応じた管理主体が設定される。

大規模

大規模管理の対象はHA-1の全域となる。管理者はNIWRMCおよびCMOとなる。HA-1全体の地下水涵養量と地下水需要を推定する。次いで、地下水涵養量の範囲内で地下水需要を満たす地下水開発計画を策定しHA-1内における地下水資源の地域的配分の枠組みを決定する

中規模

HA-1全体の地下水資源の存在と地下水利用の配分に関する枠組みを受け、州政府レベルでの地下水開発・利用の計画を立案し、実施と管理を行う。主体は、州水資源省、水道公社、RUWASAである。

小規模

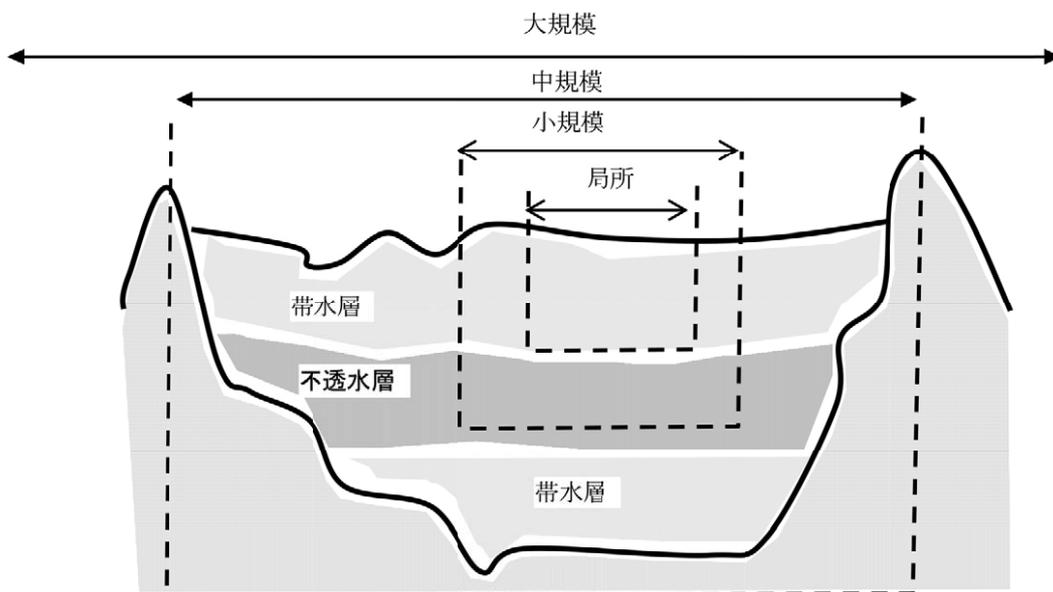
小規模地下水管理はLGAレベルの地下水管理を意味する。LGAの給水課が担当する。

局所的

コミュニティや各個人単位で井戸掘削や運用を行う。

表 6-23 地下水管理計画規模と担当機関

面積規模			管理主体
大規模	HA-1 全体	<ul style="list-style-type: none"> HA-1 全体の地下水盆の管理 	<ul style="list-style-type: none"> NIWRMC CMO NIHSA
中規模	流域レベル	<ul style="list-style-type: none"> 地下水開発量の配分 井戸分布の配置 地下水環境障害の監視(地下水汚染) 	<ul style="list-style-type: none"> 州政府 Water Board RUWASSA
小規模	LGA レベル		<ul style="list-style-type: none"> LGA
局所	コミュニティ	<ul style="list-style-type: none"> 個々の井戸の揚水量の適正な設定 井戸干渉を防ぎための井戸間隔の適切な設定 地下水汚染の防止 	<ul style="list-style-type: none"> コミュニティ 企業 個人



出典：JICA プロジェクトチーム

(3) 地下水開発・管理の手法

地域ごとの水利用形態と水理地質特性に応じて、地域ごとに異なった管理手法が定められる。共通的手法として、図 6-8 に示す内容が地下水管理の標準的な方法となる。今後、この標準的手法に従って、NIWRMC 及び NIHSA が中心となって全国レベルの地下水資源の管理を主導する事が期待される。

(4) 地下水管理における制度的課題

地下水管理の問題を解決するためには技術面だけでなく制度的な改革が必要である。将来 NIWRMC が以下に示す内容の活動を行うことが重要である。

- 井戸の登録制度
- 許容揚水量の設定
- 地下水マニュアル作成
- 地下水管理者と使用者の情報共有
- 井戸業者の登録制度

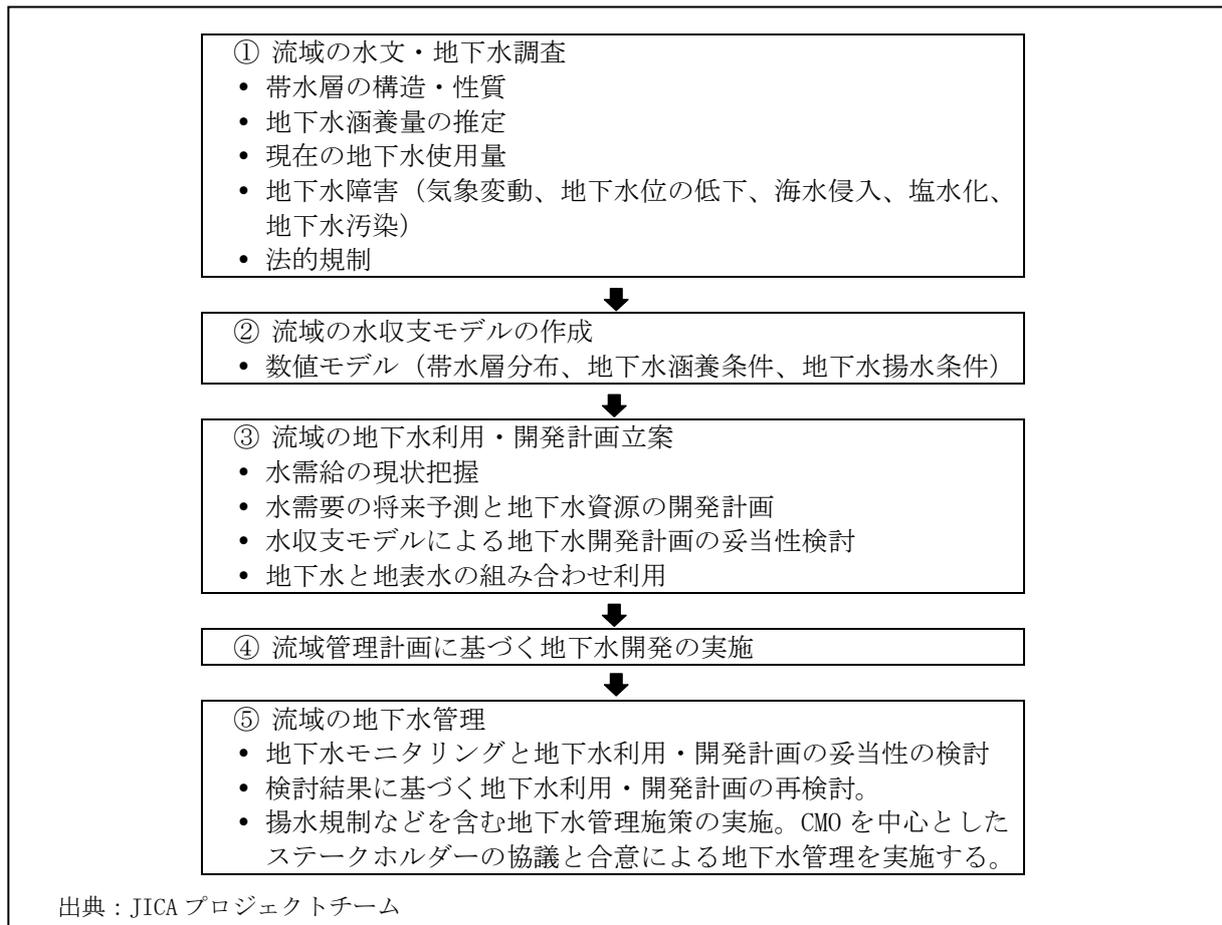


図 6-9 地下水管理・開発手法

6.3.2 表流水の保全

(1) 表流水保全の課題

表流水源は、汚濁物質のポイントソース、ノンポイントソースの両面に対して保全される必要がある。ポイントソースは未処理の生活、工業、鉱工業廃水や廃棄物処分場からの漏水によるものである。ノンポイントソースは広範囲の農地などから水文循環を通じて水域に運ばれるものである。これらに加えて、土壌侵食は表流水源に直接影響を及ぼす重要な要素である。

第4章で議論したように、HA-1においては、水域の表流水水質の現況を把握するための十分なモニタリングが行われていない。このため、今後、科学的データに基づき水源保全を議論していくために、まずは水質モニタリングの強化が必要不可欠である。

このような状況ではあるが、いくつかの観測データ、第4章で示した汚濁負荷量の予備的検討、および本流域管理計画の策定過程で開催されたステークホルダー会議でのステークホルダーからの情報に基づき、以下のように水源保全に関わる課題が指摘できる。

- 入手できた水質観測結果に対する BOD, DO を指標とした分析から、乾季の水質悪化が顕著となる可能性が指摘された。今後の継続した水質観測から、その動向を注視する必要がある。
- 入手できた水質観測結果のなかで、一部、重金属類が飲料水の水質基準を超えるデータがみられた。今後より詳細な調査が必要である。
- 予備的に検討した汚濁負荷量解析の結果から、流域における BOD の汚濁負荷量は生活廃水起源のものが 50%以上を占めていることから、水域への汚濁負荷量の軽減のためには、生活廃水の適切な処理が重要であることが示唆された。生活廃水の適切な処理のためには、衛生施設の整備拡張とその適切な維持管理が肝要である。衛生施設の維持管理には、セプテージの適切な処理も含まれ、これは廃棄物処理にも関わる問題である。
- 既存ダムの実態調査によれば、貯水池における藻類、水生植物の異常繁茂が観察されており、富栄養化傾向にあることが示唆される。しかしながら、詳細を議論するための水質データは不足しており、今後、包括的なダム貯水池の調査が必要である。
- ステークホルダーより、HA-1 全般にわたり、すべての貯水池における堆砂で顕著であるとの指摘があった。まずは貯水池の現状に関する実態調査が必要である。
- ステークホルダーより、Sokoto 川に沿った農地からの残留農薬流出の可能性が指摘された。今後、農地における農薬使用状況、土壌および河川水質状況など詳細な調査による実態解明が必要である。
- ステークホルダーより、Sokoto 浄水場の原水は雨季のみならず乾季においてもコロイド状の高濁度水となっており、浄水施設の運用を高コストなものとしているとの指摘があった。今後、この現象の実態と要因解明のための詳細調査が必要である。
- ステークホルダーより、Sokoto 川の流路変動により、同河川に沿った取水施設の運用維持が困難になる場合があるとの指摘があった。Sokoto 川の流路変動は上流の大規模ダムの運用による流量レジーム変化の影響、流域からの土砂流出により影響、氾濫原の土地利用の影響など多様な要因が絡んでいるものと考えられる。取水施設の安定運用のためにも、Sokoto 川の河道変遷とその要因に関する詳細な調査が必要である。

これらの課題に対処していくための個別課題に対する方針に関しては、以下に示す節において議論する。

- ダム運用、維持管理：第 8 章 8.4.1 節
- 水質モニタリングの強化、水環境の改善：第 8 章 8.4.6 節
- 土壌侵食、高濁度水の軽減、河道安定：第 7 章 7.3.2 節

水源保全是、水資源の管理者のみならず、流域全体での保全活動が必要であり、マルチセクター間の調整・連携が必要不可欠である。以下では、表流水の水源保全に関わる枠組みを提示する。

(2) 表流水保全の枠組み

表流水の保全はダム湖内と集水域において実施され（図 6-10 参照）、それらはお互いに関連している。前者は、ダム管理の一部であり、既存ダムの機能回復、向上に関する対策とともに改善されるように提案される。これは主としてダム管理者によって実施されるものである。一方、後者は幅広いステークホルダーの協調が必要であり、水環境保全、水質管理、侵食対策などからなる。

表流水保全に関してダム湖内で実施される活動と集水域で実施される活動内容について、それぞれの活動に対するステークホルダーの責任分担と併せ、表 6-23 に示すように提案する。ここで、流域レベルでの水資源マスタープランである流域管理計画（CMP）の策定、実施を通じて、NIWRMC が様々なステークホルダーによる流域レベルでの水源保全活動の調整役となることを提案する。

この提案は、HA-1 に対するステークホルダー会議において示されたが、内容の議論は不十分である。今後、より広範なステークホルダーを巻き込んだ会議の継続開催により、水資源保全に対するあるゆる関係者の協力体制を構築していく中で、議論を深めていく必要がある。

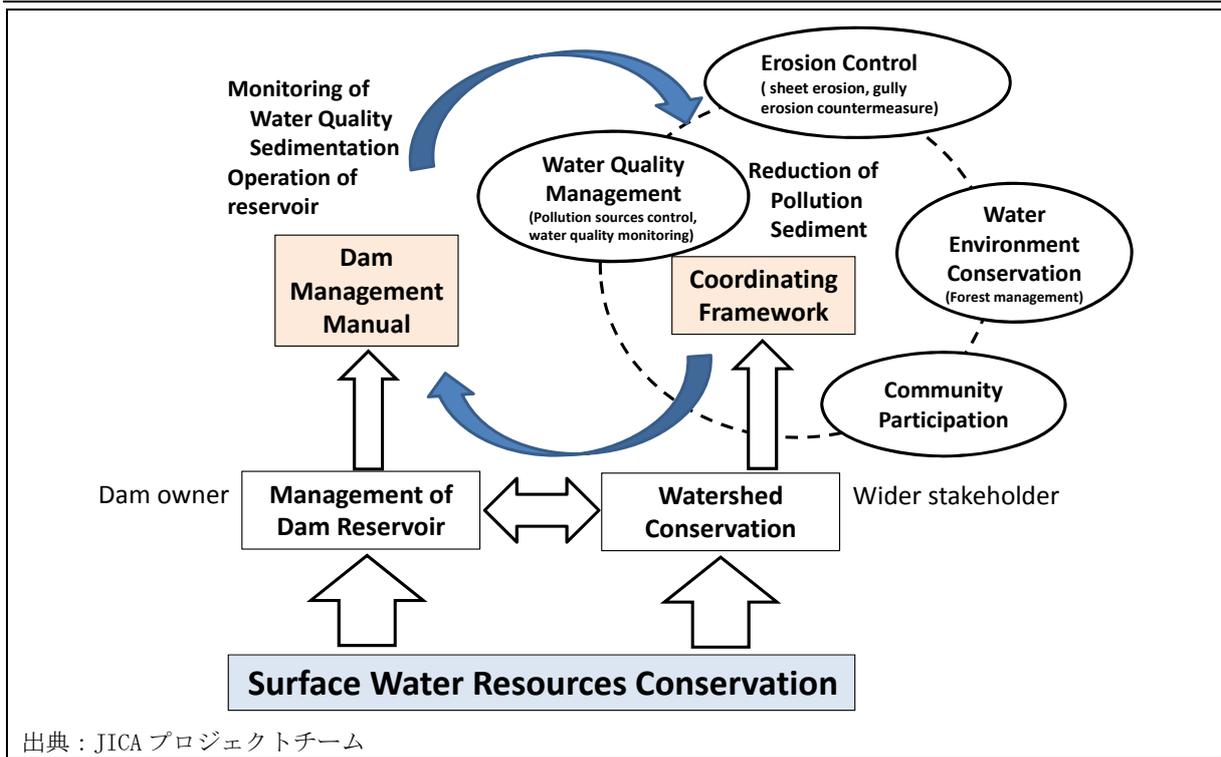


図 6-10 表流水保全のフレームワーク

表 6-24 表流水源保全に関わる活動と責任分担の提案

Surface Water Resources Conservation		Responsibility Assignment Matrix M=Main Responsibility, S=Sub Responsibilities, d=Participation in discussions																									
		dam owner (RBdA, SWB, etc)	RBdA	State Water Board	FMWR (dams division)	FMWR (Water Quality & Sanitation division)	FMWR (Irrigation & drainage division)	NWRMC	NIHSA	Ministry of Power	NIMET	NESREA	FME (Pollution Control and Environmental Health)	FME (EIA division)	FME (Forestry department)	FME (Flood & erosion control)	FME (Aquatic plant control program)	Federal/State Ministry of Health	States Ministry of Environment	Federal Ministry of Mines	Federal Ministry of Trade and Investment	Oil Spill Agency	National Orientation Agency	Farmer Association	Industrial Association	NGOs	Nigerian Citizens (community participation)
Activities																											
1.	Management of dam/Receiver																										
1.1	Proper operation of water release	M	S	d	S		S	d	d																		
1.2	Observation of hydro-meteorological condition	M	S	d	d		d	S		S																	
1.3	Monitoring of water quality and sedimentation	M	S	d	d	S	d	S																			
1.4	Removal of weeds	M	S	d	d	S										S											
1.5	dredging of sediment	M	S	d	S	d							d														
1.6	Inspection of physical-structure condition	M	S	d	S																						
1.7	Operation of hydropower station	M	S	d	d				S																		
2.	Watershed Conservation																										
2.1	Coordination of Watershed Conservation Activities	d	S	d	d	d	d	M	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
2.2	Water Quality Monitoring (water source and drinking water)	d	S	S	d	M	d	S	d	d	d	d				d	S	d	d	d			d	d	d	d	d
2.3	Control of pollution sources (domestic, industrial, agriculture, mining, etc.)	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	M	S	d		d	d	S	S	d	d		d	d	d	d	d
2.4	Water Quality Monitoring (water environment)	d	d	d	d	M	d	d	d	d	d	M	d	d		d	d	d	d	d			d	d	d	d	d
2.5	Erosion control	d	S	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	S	M		S	d					d		d	d	d
2.6	Weeds Control on Rivers and Channels (excluding navigation)	d	S	d	d	d	d	d				d				S		M					d		d	d	d
2.7	Water environment conservation (forest management)	d	d	d	d		d	d						M	d		S	d					d		d	d	d
2.8	Environmental education & awareness campaign	d	d	d	d	d	d	d				d	d	d	d	d	d	M	d			S	d	d	d	d	d

出典：JICA プロジェクトチーム

付表6

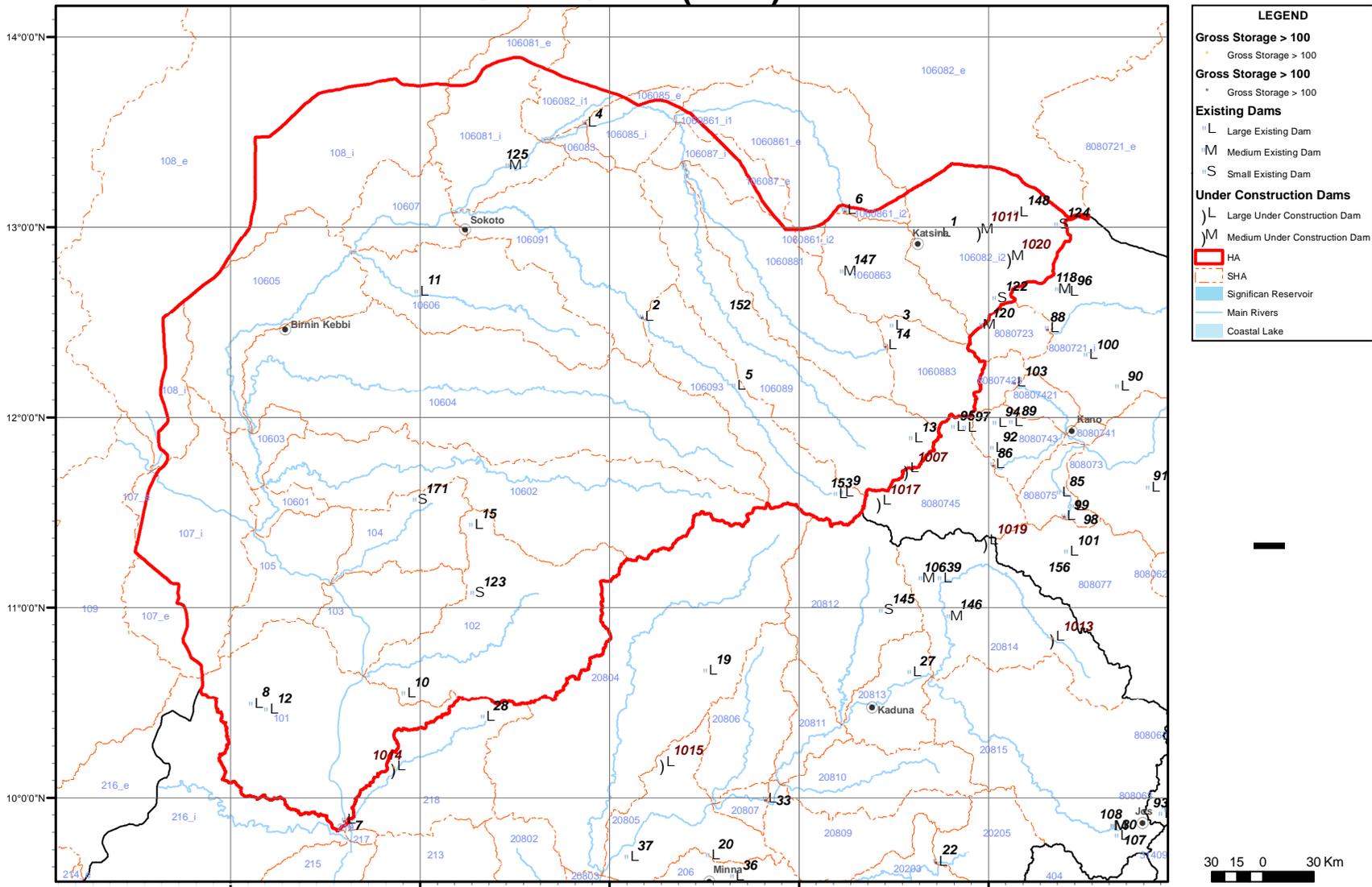
付表 6-1 HA-1 における既存、建設中ダムのリスト

SN	SHA	SN-SHA	Name	State	River	Lon	Lat	Owner	Comp. Year	Category	Drainage Area (km2)	Runoff height (mm/year)	Average Inflow Volume (MCM/year)	Height (m)	Crest length (m)	Gross Storage (MCM)	Active Storage (MCM)	Dam Type	Spillway Type	Spillway Design Dis. (m3/s)	Res. Area (km2)	Flood Control	Irrigation	Water Supply	Hydropower	Fishery	Others	
1	106082_i2	17	Ajiwa	Katsina	Tagwai	7.75104	12.95271	SWB	1974	L	1,782	18.2	32.4	12.00	1,500	22.0		Earthfill	Broad Crested Weir	70	6.30			x				
2	106093	31	Bakolori	Zamfara	Sokoto	6.18216	12.51007	SRRBDA	1982	L	4,747	149.1	708.0	48.00	5,491	450.0	403.0	Earthfill + Concrete	Free Overflow	3,750	56.20	x	x	x	x	x	x	x
3	1060883	28	Dutsin Ma	Katsina	Safana	7.50303	12.46213	SWB	1974	L	43	55.9	2.4	7.50	4,170	2.5		Earthfill	Ogee	2,000	1.10			x				
4	106085_i	20	Goronyo	Sokoto	Rima	5.88033	13.53124	SRRBDA	1984	L	30,547	26.4	805.0	20.00	5,284	942.0	933.0	Earthfill + Concrete	Ogee	1,540	192.00	x	x	x		x	x	
5	106093	31	Gusau	Zamfara	Sokoto	6.66995	12.14723	SWB	1972	L	2,570	187.5	482.0	17.53	800	3.0	2.5	Earthfill + Concrete			3.19			x				
6	1060863	24	Jibiya	Katsina	Gadda	7.25199	13.07097	SRRBDA	1992	L	3,509	20.2	71.0	19.50	3,680	142.0	121.0	Earthfill	Ungated Free Flow	2,200	25.00	x	x	x	x	x		
7	101	1	Kainji	Niger	Niger	4.61111	9.86413	NEPA	1968	L	1,589,938	22.1	35,093.0	65.50	550	15,000.0	12,000.0	Concrete, Rockfill+Earthfill	Ogee Gated	7,900	1,294.00			x	x	x	x	x
8	101	1	Kubli	Niger	Swashi	4.12183	10.47596	UNRBDA	1992	L	643	127.3	81.9	17.00	50	70.0	57.0	Concrete	Ogee	407	9.40			x				
9	106093	31	Mairuwa	Katsina	Sokoto	7.23888	11.58711	SWB	1970	L	110	225.7	24.8	7.00	457	3.5		Earthfill	Ogee		1.70			x	x			
10	102	2	Nasko	Niger	Shadaguibi	4.92603	10.52851	UNRBDA	1990	L	56	169.8	9.5	12.00	645	1.8	1.4	Earthfill (Zoned)	Uncontrolled Ogee	140	0.31			x	x		x	x
11	10606	11	Shagari	Sokoto	Gawon Gubli	4.99463	12.64238	SRRBDA	2007	L	3,658	22.8	83.4	13.00	1,340	15.0		Earthfill+Rockfill	Freeoverflow Ogee		20.78			x	x			
12	101	1	Swashi	Niger	Swashi	4.20251	10.44345	UNRBDA	1992	L	849	124.2	105.4	21.00	600	5.0	1.6	Earthfill	Ogee	385	2.60			x				
13	106089	29	Turo Malumfashi	Katsina	Shinache	7.60345	11.87062	SWB	NA	L	161	75.9	12.2	12.00	55	6.3		Earthfill	Ogee	220	2.30				x			
14	1060883	28	Zobe	Katsina	Karaduwa	7.46547	12.35838	SRRBDA	1983	L	2,514	80.7	203.0	18.90	2,750	177.0	170.0	Earthfill (Homogeneous)	Ungated Free Flow	1,087	38.00			x	x			
15	102	2	Zuru	Kebbi	Girmache	5.28272	11.41502	SWB	1978	L	90	57.2	5.1	15.00	700	6.0	5.0	Earthfill		432	1.40				x			
122	106082_i2	17	Misibil	Katsina		8.04323	12.60669		NA	S	51	16.0	0.8	3.40	1,535	0.8		Earthfill			0.76			x	x			
123	102	2	Rijau	Niger	Butulu	5.28855	11.05521	UNRBDA	1990	S	21	156.2	3.3	7.00	350	1.3	1.0	Earthfill	Ogee	40	0.08			x	x			
124	106082_i2	17	Daura	Katsina	Daura	8.37030	12.99604	SWB	1980	S	51	5.5	0.3	6.00		1.2		Earthfill	Broad Crested	60	0.24				x			
125	106081_i	14	Wumo	Sokoto	Rima	5.47392	13.30226	SRRBDA	1960	M	118,910	7.9	939.4	8.00	4,500	25.0	20.0	Earthfill	Freeflow		9.80			x	x			
147	1060863	24	Batsari	Katsina		7.24034	12.74873	SRRBDA	NA	M	34	12.4	0.4	5.00	450	5.4	4.9	Earthfill		52	0.08							
148	106082_i2	17	Sabke	Katsina		8.15893	13.05991	SRRBDA	NA	L	1,352	9.5	12.8	12.50		31.6		Earthfill		45	5.20							
152	106089	29	Modomawa	Zamfara	Gagare	6.62488	12.55362	SWB	1960	z	28	19.6	0.5		470		3.0	Earthfill	Concrete		1.20				x			
153	106093	31	Gwaiwaye	Katsina	Sokoto	7.20540	11.57710		NA	L	128	240.7	30.8	12.00	500	7.2					1.90							
171	104	4	Mahuta	Kebbi	Rafin Tsmma Mulfa	4.98579	11.54534		2010	S	32	106.6	3.4	5.50	350	0.7	0.6			120					x			
1011	106082_i2	17	Mashi	Katsina		7.96564	12.97000		UC	M	10	12.1	0.1	5.50	480	5.0	4.5	Earthfill			0.20				x			
1020	106082_i2	17	Dutsi Earth	Katsina		8.12530	12.82801		UC	M	64	13.2	0.8	5.20	460	6.2	6.1	Earthfill			0.70							

出典：JICA プロジェクトチーム

付図6

NIGER NORTH (HA-1)



出典：JICA プロジェクトチーム



(6-23)

第7編 第6章

ナイジェリア国 全国水資源管理開発基本計画策定プロジェクト

付図 6-1 HA-1 における既存、建設中ダムの位置図

第7章 水資源サブセクター開発計画

7.1 給水・衛生事業

給水・衛生事業の開発計画は、その計画・実施が州単位であることから HA-1 の主要 4 州を対象にして策定する。

7.1.1 給水・衛生計画の基本方針

後述するように、給水施設の現状は、浄水場の実績稼働率（浄水能力ベース）が全国平均でみると設計能力の 45.2%、深井戸の稼働率（施設数ベース）が 54.3%、HA-1 の主要 4 州でみるとそれぞれ 48.4%、58.0%と低い値を示すなど、既存施設が十分に活用されているとは言い難い。したがって、既存施設の稼働率改善および新規に建設される施設の適切な稼働率の確保、つまり既存施設・設備の機能回復および適切な維持管理が給水率の向上のための重要な課題となる。

将来の給水水需要量の増加への対応としては、既存施設の低い稼働率の改善を優先的、短期的に行いつつ、その一方で、新規で必要となる給水施設の増強を計画する。

全国水資源マスタープラン 2013 に倣い、流域管理計画（CMP）の給水・衛生の開発計画は、以下の 2 つの主要事業による構成とする。

- 既存施設の改修事業
- 新規施設の開発事業（拡張含む）

さらに、各州の既存のセクター開発計画、既存給水事業の現状と将来計画、HA-1 の水資源ポテンシャル、水需給バランス等を鑑みて、実態に即し実用性のある開発計画とする。

7.1.2 各州セクター開発計画

HA-1 に位置する Katsina、Kebbi、Sokoto、Zamfara の主要 4 州において、給水・衛生マスタープランなど総合的なセクター開発計画は確認されていないが、聞き取り及び質問票による調査によって将来計画などを確認し、本プロジェクトにおける開発計画に反映した。

7.1.3 給水・衛生の現状

(1) 給水・衛生セクターの所轄政府機関等

「ナ」国の給水セクターは、原則として連邦(Federal)、州(State)、地方自治体(Local Government)の 3 層行政によって事業、運営維持管理等の責任区分がされている。

表 7-1 は、人口規模に基づいて分類された大都市、都市周辺および小都市・町、地方村落の各居住地形態に従って（3.2.2(1-2)節参照）、HA-1 の主要 4 州における主要な給水・衛生の所轄、事業実施機関をまとめたものであるが、HA-1 に属する 4 州ともに概ね同じ構成になっている。しかし、実態としては、人口規模に基づく居住地形態に従う単純な区分にはなっていない。

また、これらの州レベルの機関以外に、地方自治体（Local Government Council）が一部の小都市と地方村落において運営維持管理（一部で事業実施）に責任を持ち、村落給水衛生においてはコミュニティ水衛生委員会が日常的な活動に携わる。

表 7-1 給水・衛生セクターの主要な所轄政府機関と責任区分

州	分野	政府機関等	居住地形態			備考
			都市	都市周辺・小都市	地方村落	
Katsina Kebbi Sokoto Zamfara	給水	州水資源省 (SMWR)	✓	✓	✓	所管省
		州水道公社 (SWB)	✓	✓		
		小都市給水・衛生公社 (STWSSA)		✓		Katsina 州のみ。対象は一部
		地方給水衛生公社 (RUWASSA)		✓*	✓	*対象は一部
	衛生	州環境省 (SMEn)	✓			一部の下水管、し尿回収、廃水管理
		州水資源省 (SMWR)		✓*	✓	*対象は一部
		小都市給水・衛生公社 (STWSSA)		✓		Katsina 州のみ。対象は一部
		地方給水衛生公社 (RUWASSA)		✓*	✓	*対象は一部

出典：JICA プロジェクトチーム

(2) 給水事業の現状

州レベルで都市、都市周辺、地方村落の普及率を見ることができる基本福祉指標質問票調査 (Core Welfare Indicators Questionnaire Survey : CWIQS, 2006) による各州の給水普及率を、全国水資源マスタープラン 2013 同様に流域管理計画の水需要予測に際して利用した。表 7-2 に示すが、LGA 単位の給水人口から積み上げ直したところ、HA-1 の主要 4 州における普及率は全体で 49.5%、都市で 69.2%、都市周辺・小都市で 47.3%、地方で 40.3% となり、これらを本計画のベースライン値とする。

しかしながら、都市、都市周辺・小都市の普及率を見ると、調査における居住地分類の実際の区別、維持管理不備による施設の機能不全、設備の部分稼働、給水時間制限などの実際の施設利用・稼働状況、私有井戸の利用、民間水売業者・人からの買水などの実態を考慮すると、必ずしも正確な給水普及状況を反映したものではないと判断される。

表 7-2 各州の給水普及率 (2006 年) (%)

地域・州	都市	都市周辺・小都市	地方村落	全体
全国合計	73.4 (72.2*)	- (51.3*)	40.0 (39.9*)	51.4 (56.2*)
主要 4 州	69.2*	47.3*	40.3*	49.5*
20 Katsina	62.6	30.0	38.1	42.9 (38.3*)
21 Kebbi	58.9	43.5	34.4	38.7 (43.2*)
33 Sokoto	81.4	57.3	45.5	51.7 (60.2*)
36 Zamfara	71.9	71.9	44.7	47.6 (63.7*)

* JICA プロジェクトチームによる LGA からの積み上げの結果の試算値 (本プロジェクトのベースライン値)

出典：Core Welfare Indicators Questionnaire Survey : CWIQS, 2006

(3) 公的給水スキームの現状把握

HA-1 の主要 4 州における公的な給水スキームの構成は表 7-3 のように概ね分類することができるが、都市給水事業、都市周辺もしくは小都市・町給水事業においては、これらの給水スキームが混在しているケースが多くある。さらに、各世帯、各施設もしくは宅地開発地域内に私的な水源を所有・共有しているケースも至るところで見られ、そのほとんどが小規模な地下水利用給水スキーム (動力ポンプもしくはハンドポンプを利用) である。

表 7-3 各給水事業形態における公的給水スキームの構成

水源	給水事業分類	基本的なスキーム構成
1 表流水利用	都市	浄水施設、送水・圧送ポンプ、配管網、各戸給水
	都市周辺・小都市・町	
2 地下水利用	都市	必要に応じて塩素滅菌、揚水ポンプ、配水池、管路網、共同水栓、各戸給水
	都市周辺・小都市・町	
	地方村落	深井戸ハンドポンプ、250m 以内、250~500 人/地点。また、動力ポンプ利用の小規模管路系システム。

出典：連邦水資源省 (FMWR)

以下では、既存資料および関係機関への聞き取り調査、質問票調査に基づき、表流水利用給水スキームについて浄水容量から見た定量的な稼働状況を把握する。一方、地下水利用スキームについては水量的な把握が困難なため、施設数から見た稼働状況の把握とする。

(3-1) 表流水利用給水スキーム

表流水（伏流水含む）を利用した公的な給水スキームは各州の水道公社により運営維持管理され、ダムもしくは河川から取水し、浄水処理を経て主として都市、都市周辺および近郊の小都市・町に送配水されている。浄水規模が大きいところは従来型の浄水施設が一般的であるが、小規模のところはユニット型浄水設備を利用する場合もある。

HA-1 の主要 4 州における既存の公的な表流水利用給水スキーム、主に浄水施設の概要を表 7-4、各州の浄水施設の一覧を表 7-5 に示す。全国では 243 ケ所、主要 4 州では 19 ケ所の表流水利用施設が確認されており、設計浄水量に対する現状の浄水量の割合、つまり浄水量でみた既存表流水利用スキームの平均稼働率は全国で 45.2%、主要 4 州で 48.4%である。この非効率性は、必ずしも計画的な運転調整に因るものではなく、商用電力の不安定供給、施設・設備の経年劣化、保守保全の不備に起因すると思われるポンプ等の設備類の故障などに因っており、加えて過大設計（水需要の過剰予測）も原因として推定される。

表 7-4 既存の表流水利用給水スキームの概要と稼働率

	州	浄水施設数（簡易浄水含む）※1			浄水量（m3/日）※2		
		表流水	伏流水	小計	設計	現状	稼働率
	全国合計	225	18	243	4,239,776	1,915,820	45.2
	主要 4 州	19	0	19	490,055	237,123	48.4
20	Katsina	8	0	8	169,380	43,340	25.6
21	Kebbi	4	0	4	87,800	51,500	58.7
33	Sokoto	3	0	3	184,500	114,000	61.8
36	Zamfara	4	0	4	48,375	28,283	58.5

※1 2010 年時点の既存の施設数

※2 2012 年時点の浄水量および稼働率

出典：JICA プロジェクトチーム

表 7-5 既存の表流水利用給水スキーム（浄水施設）の一覧

SN	No.	名称	州	LGA	水源	浄水容量（m3/日）		PEI*1 （%）
						設計	実働	
1	20-1	Katsina/Ajiwa (WTW)	Katsina	Batagarawa	Ajiwa Dam	50,000	37,500	75.0
2	20-2	Daura/Buja (WTW)	Katsina	Daura	Sabke Dam	7,000	0	0.0
3	20-3	Dutsin-Ma (WTW)	Katsina	Dutsin-Ma	Dutsin-Ma Dam	3,380	2,030	60.1
4	20-4	Zobe (WTW)	Katsina	Dutsin-Ma	Zove Dam	80,000	0	0.0
5	20-5	Funtua/Mairua Old (WTW)	Katsina	Funtua	Funtua Dam	5,000	1,300	26.0
6	20-6	Funtua/Mairua New (WTW)	Katsina	Funtua	Funtua Dam	13,500	2,150	15.9
7	20-7	Jibia (WTW)	Katsina	Jibia	Jibia Dam	6,000	360	6.0
8	20-8	Malumfashi (WTW)	Katsina	Malumfashi	Malumfashi Dam	4,500	0	0.0
9	21-1	Argungu (WTW)	Kebbi	Argungu	Sokoto Riv.	8,000	6,500	81.3
10	21-2	Birnin-Kebbi/Duku (WTW)	Kebbi	Birnin Kebbi	Sokoto Riv.	61,000	36,000	59.0
11	21-3	Yauri/Yelwa (WTW)	Kebbi	Yauri	Niger Riv.	12,600	5,000	39.7
12	21-4	Zuru (WTW)	Kebbi	Zuru	Zuru Dam	6,200	4,000	64.5
13	33-1	Sokoto Old (WTW)	Sokoto	Sokoto North	Sokoto Riv.	54,000	24,000	44.4
14	33-2	Sokoto New (WTW)	Sokoto	Sokoto North	Sokoto Riv.	103,500	74,250	71.7
15	33-3	Sokoto/Biwater (WTW)	Sokoto	Sokoto North	Sokoto Riv.	27,000	15,750	58.3
16	36-1	Gusau (WTW)	Zamfara	Gusau	Gusau Dam	45,000	27,000	60.0
17	36-2	Kaura Namoda (WTW)	Zamfara	Kaura Namoda	Kaura Namoda Dam	1,350	743	55.0
18	36-3	Maradun (P-WTW)	Zamfara	Maradun	Bakolodi Dam	900	540	60.0
19	36-4	Talata Mafara (P-WTW)	Zamfara	Talata Mafara	Bakolodi Dam	1,125	0	0.0

※1 PEI: Performance Efficiency Index

出典：JICA プロジェクトチーム

(3-2) 地下水利用給水スキーム

地下水を利用した公的給水スキームは、給水事業規模に関係なく各州で見られる。都市給水事業において、中心的な水源として利用されるケースと、表流水利用給水スキームと混在するケースがある。一方、小都市・町給水もしくは地方村落給水においては主要な水源であり、動力ポンプ（ソーラー含む）もしくはハンドポンプが据え付けられた深井戸から地下水を取水する。

表 7-6 は、2006 年に連邦水資源省（FMWR）によって実施され全国給水・衛生ベースライン調査（National Water Supply and Sanitation Baseline Survey：NWSSBS）の生データを整理、精査して、州別に集計したものである。この結果、HA-1 の主要 4 州における水源施設数は約 5,700 で、既存地下水スキームの稼働率は 58.0%となった。

表 7-6 2006 年時点の各州の既存地下水利用給水スキーム数と稼働率

州	ハンドポンプ			動力ポンプ			合計		
	本数	稼働数	(%)	本数	稼働数	(%)	本数	稼働数	(%)
全国合計	25,470	14,748	57.9	12,421	5,836	47.0	37,891	20,584	54.3
主要 4 州	3,923	2,374	60.5	1,784	934	52.4	5,707	3,308	58.0
20 Katsina	2,083	1,410	67.7	827	550	66.5	2,910	1,960	67.4
21 Kebbi	245	186	75.9	226	121	53.5	471	307	65.2
33 Sokoto	692	174	25.1	600	215	35.8	1,292	389	30.1
36 Zamfara	903	604	66.9	131	48	36.6	1,034	652	63.1

出典：National Water Supply and Sanitation Baseline Survey (NWSSBS), 2006 のデータを基に、JICA プロジェクトチームが精査、再集計の上で作成

(4) 衛生施設の現状

世帯の衛生施設は、衛生的なものとして、下水道利用もしくは便槽併設の水洗便所、換気改良型ピット式便所などが挙げられ、それ以外は非衛生的な環境で用便が行なわれている。

州レベルでの普及率を見ることが可能な全国人口保健調査（National Demographic and Health Survey：NDHS, 2008）による各州の衛生普及率と、併せて、下水道整備状況を概観するため複合指標群調査（Multiple Indicator Cluster Survey：MICS, 2007）による各州の下水道利用率を、表 7-7 にまとめて示す。

既存の下水道については非常に限定的で、適切な下水処理プロセスを経していない。

表 7-7 各州の衛生普及率（2008 年）と下水道利用率（2007 年）（%）

州	衛生普及率 (NDHS, 2008)	下水道利用率 (MICS, 2007)
全国	27.0	3.9
主要 4 州	42.3	0.7
20 Katsina	47.0	0.2
21 Kebbi	38.3	1.5
33 Sokoto	56.5	0.7
36 Zamfara	27.5	0.2

出典：National Demographic and Health Survey (NDHS), 2008
Multiple Indicator Cluster Survey (MICS), 2007

7.1.4 給水・衛生開発計画の基本計画条件

以上を考慮して、下記のような給水・衛生計画の基本計画条件を設定する。

(1) 給水事業

7.1.1 の基本方針に既述のとおり、流域管理計画（CMP）の給水・衛生の開発計画は、以下の 2 つの主要事業による構成とする。

- 既存施設の改修事業
- 新規施設の開発事業（拡張含む）

(1-1) 原単位水量

3.2.2 節において既述のとおり、連邦水資源省（FMWR）では給水計画上の分類として、居住地をコミュニティの人口規模によって給水形態を 3 つに分けて定義し、それぞれに原単位水量を設定している。全国水資源マスタープラン 2013 にも倣い、流域管理計画（CMP）の策定に際しては、水需要予測の基本条件に従って同原単位水量を用いる。

表 7-8 居住地分類別による原単位水量

居住地分類（給水事業にも対応）		原単位水量（リットル/人/日）
1	都市	120
2	都市周辺もしくは小都市・町	60
3	地方村落	30

出典：National Water Supply and Sanitation Policy, 2000、連邦水資源省（FMWR）

(1-2) 水源の設計生産水量

水需要に対して新規事業を計画する際には、各水源の設計生産水量の設定が必要となるが、表流水利用スキームの場合は表流水のポテンシャルを鑑み、取水可能量範囲内で水需要量を設計生産水量とする。一方、地下水利用スキームの場合は一水源当たりの能力が、地域の水理地質特性によって左右される上に、揚水設備能力も限度があることから、これらを考慮して設定する。

(1-3) 既存施設の改修事業

既存の表流水利用給水スキームについて、給水量として定量的に把握できる表流水利用施設（主に浄水場）の全国平均稼働率 45.2%を、本プロジェクトの基準年 2010 年の既存施設の給水能力として一律適用し、改修事業によって短期目標 2020 年にすべての既存施設の稼働率が 80%まで改善、以後、目標年次 2030 年まで同率が維持されるものと仮定した。事業費の算出にあたっては、改修事業による回復分をそのまま開発水量として計上する。

一方、既存の地下水利用給水スキームについて、必要な全開発水量から表流水開発水量を差し引いた地下水開発水量のうち、改修によって回復できる最大量を既存施設の改修事業で開発するとするが（6.1.3 節の表 6-9 参照）、州によって異なる。施設計画に際しては、改修事業による回復分をそのまま開発水量として計上する。

(1-4) 新規施設の開発事業

新規に建設される表流水利用給水スキームについて、水資源収支上は計画された浄水場の施設能力の稼働率 80%を開発水量とし、2030 年まで同率が維持されるものと仮定した。事業費の算出にあたっては、計画された浄水場の施設能力の 100%を開発水量として計上する。

一方、新規に建設される地下水利用給水スキームについて、地下水開発水量から改修事業による開発量を差し引いた水量を新規施設の開発事業で開発することとする。施設計画に際しては、125%（稼働率 80%の逆数）を乗じた開発水量（施設能力）として計上する。

表 7-9 水源別の開発事業における開発水量算出の考え方

給水スキーム		水資源収支上の開発水量	事業費算出（施設計画）上の開発水量
改修事業	表流水	既存施設能力の稼働率 80%への回復分	既存施設能力の稼働率 80%への回復分
	地下水	改修可能な最大限の地下水開発水量（6.1.3 節の表 6-9 参照）	改修可能な最大限の地下水開発水量（6.1.3 節の表 6-9 参照）
新規事業	表流水	計画施設能力の稼働率 80%	計画施設能力の 100%
	地下水	全地下水開発水量から改修事業による地下水開発水量を差し引いた分	全地下水開発水量から改修事業による地下水開発水量を差し引いた分に 125%乗（稼働率 80%の逆数）

出典：JICA プロジェクトチーム

(1-5) 開発事業の給水スキーム施設構成

表 7-10 に示す分類ごとに、開発事業の給水スキーム施設構成を標準化した。

ただし、居住地分類の都市と都市周辺・小都市・町においては、それぞれで水源による配水区分が容易ではないため、便宜上、双方を併せた分類とした。

表 7-10 開発事業の給水スキーム施設構成

分類 1	分類 2	分類 3	給水スキーム施設構成（標準）
改修 もしくは 新規	都市もしくは 都市周辺・ 小都市・町	表流水	浄水場～送水管～配水池～配水管～各戸給水＋公共水栓
		地下水	深井戸（動力ポンプ）～送水管～配水池～配水管～各戸給水＋公共水栓
	村落	地下水	深井戸（動力ポンプ）～併設水槽～公共水栓
			深井戸～ハンドポンプ

出典：JICA プロジェクトチーム

(2) 衛生事業

(2-1) 居住地分類別による衛生施設基準

2004年に策定された National Water Sanitation Policy によって、給水と同様に人口規模に基づく居住地分類に沿って、国民が有すべき衛生施設基準が設定されており、流域管理計画（CMP）においても同基準に準拠する（表 7-11 参照）。

表 7-11 衛生施設基準

	居住地分類	人口	衛生サービス基準	基本的な施設構成
都市	都市	20,000 人を 超える	注水式水洗便所	各戸設置、送水システム利用
	都市周辺もしくは 小都市・町	5,000 人以上 20,000 人以下	換気・スラブ改良型ピット式便所 (SanPlat など)	各戸設置、環境調和、改良 スラブ・構造
	地方村落	5,000 人未満	改良型ピット式便所	各戸設置、蠅・臭気削減等

出典：National Water Sanitation Policy, 2004、連邦水資源省（FMWR）

(2-2) 開発事業のメニュー

衛生開発事業は、表 7-12 に示すメニューとする。

家庭用便所は、その建設が各戸の自己負担によるものであるため、公的な衛生開発事業に含まれないが、必要な開発数量を別途算出する。各世帯に 1 つとし、Annual Abstract of Statistics (2009, National Bureau of Statistics) による州別の世帯構成人数を適用し、人口から求める。

公的な衛生開発事業として、都市部の公衆衛生環境の向上のため、主要公共施設に公衆便所の建設を計画する。

また、汚濁負荷の抑制の観点からも、都市部の衛生施設（水洗便所）から排泄されるし尿処理について、衛生施設の併設の便槽・浄化槽（各戸負担）～便槽・浄化槽汚泥の収集・運搬～最終処分場を標準的な処理プロセスとし、一部の州の主要都市部で下水道システム（ただし対象都市部に対して普及率 50%）を提案する。下水道システムを提案する都市部の選定に当たっては、下水道事業の高額な事業・運営コストを考慮して、州平均世帯収入が月額 50,000 ナイラ以上の州に限定したところ、HA-1 では該当する対象都市はない。

さらに、各戸が家庭用便所を自己負担で設置する一方、行政側は適切な施設建設指導、衛生教育などを実施する。とくに村落部においては、コミュニティ主導型トータルサニテーション（CLTS）によるアプローチを推進する。

表 7-12 衛生開発事業のメニュー

事業	居住地分類	主な内容
公衆便所建設	都市	市場、バスターミナル等、4 棟/20,000 人
	都市周辺もしくは小都市・町	市場、バスターミナル等、2 棟/20,000 人
最終処分場建設	都市	し尿処理施設（各戸浄化槽から回収・運搬）
下水道建設	都市	下水処理場、下水管
衛生教育	都市周辺もしくは小都市・町	従来型の衛生教育、普及活動
	村落	CLTS アプローチ

出典：JICA プロジェクトチーム

7.1.5 給水・衛生の開発計画

(1) 給水開発計画

3.2 節で既述の水需要に対して、本プロジェクトの目標年次 2030 年の開発水量を、水資源収支上および施設計画上のそれぞれを算出し、表 7-13 および表 7-14 に示す。

水需要予測の基準年が 2010 年であり、2011 年から 2030 年までの 20 年間の水需要の増加分が最終的な計画開発水量となるが、全国水資源マスタープラン 2013 に倣い流域管理計画（案）で提案する給水事業の開発計画（事業費算出の根拠）は 2015 年～2030 年であり、2011 年～2014 年の期間は流域管理計画（案）の想定する全体の開発ペースで事業が実施されるものと仮定した場合、HA-1 の主要 4 州において事業計画する開発水量は、改修事業と新規事業を併せて、水資源収支上では「1,139MLD (1 Million Litter per Day = 1,000m³/日)」、施設計画上は「1,321MLD」となる。

さらに、主要4州における事業リストを付表7-1に、各州の施設計画上の給水開発計画における需要と供給のグラフを図7-1～図7-5に示す。

表 7-13 水資源収支上の給水開発計画

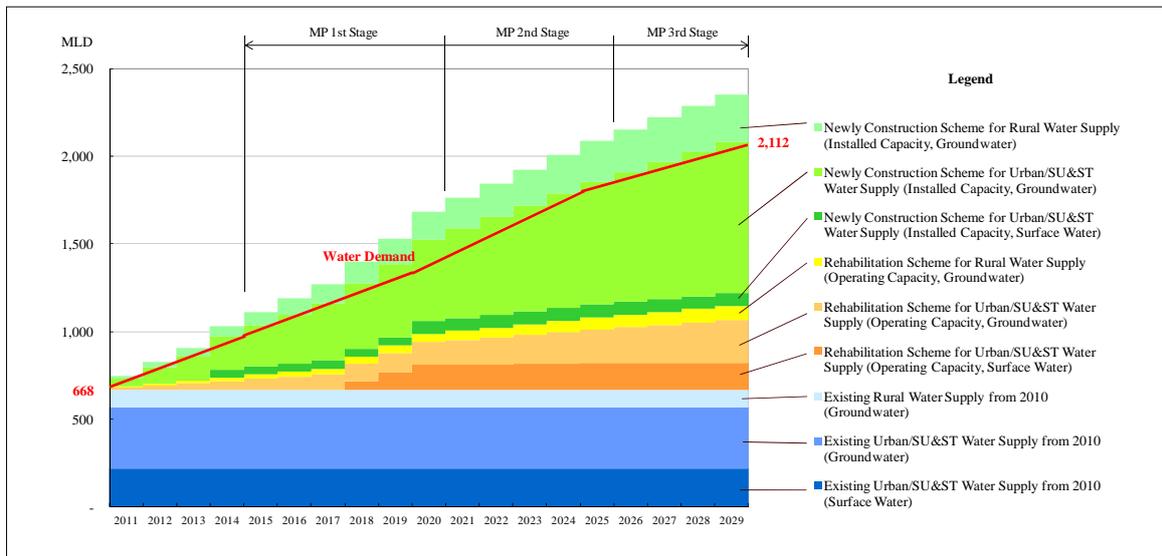
開発事業	事業分類	既存施設能力 (2010)	GAP期間 (2011-2014)	計画対象期間 (2015-2030)	合計 (2030)
HA-1					
改修事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)	217	-	153	370
	都市・都市周辺・小都市(地下水)	349	50	192	591
	地方村落(地下水)	102	19	63	184
	小計	668	69	408	1,145
新規事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)		37	22	59
	都市・都市周辺・小都市(地下水)		149	541	690
	地方村落(地下水)		50	167	217
	小計		236	731	967
合計	(MLD)	668	305	1,139	2,112
Katsina					
改修事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)	72	-	42	114
	都市・都市周辺・小都市(地下水)	81	9	30	119
	地方村落(地下水)	33	4	13	50
	小計	186	13	85	284
新規事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)		-	22	22
	都市・都市周辺・小都市(地下水)		85	293	378
	地方村落(地下水)		20	67	87
	小計		105	382	487
合計	(MLD)	186	117	467	770
Kebbi					
改修事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)	40	-	31	70
	都市・都市周辺・小都市(地下水)	55	14	50	119
	地方村落(地下水)	19	5	17	41
	小計	114	19	98	231
新規事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)		1	-	1
	都市・都市周辺・小都市(地下水)		30	108	138
	地方村落(地下水)		11	36	46
	小計		42	143	185
合計	(MLD)	114	61	241	416
Sokoto					
改修事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)	83	-	64	148
	都市・都市周辺・小都市(地下水)	88	18	72	179
	地方村落(地下水)	25	7	24	57
	小計	197	26	161	384
新規事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)		-	-	-
	都市・都市周辺・小都市(地下水)		18	72	91
	地方村落(地下水)		7	24	32
	小計		26	97	122
合計	(MLD)	197	51	258	506
Zamfara					
改修事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)	22	-	17	39
	都市・都市周辺・小都市(地下水)	124	9	40	174
	地方村落(地下水)	24	2	8	35
	小計	171	12	65	247
新規事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)		36	-	36
	都市・都市周辺・小都市(地下水)		16	68	84
	地方村落(地下水)		12	41	53
	小計		64	109	173
合計	(MLD)	171	76	174	420

出典：JICA プロジェクトチーム

表 7-14 施設画面上の給水開発計画

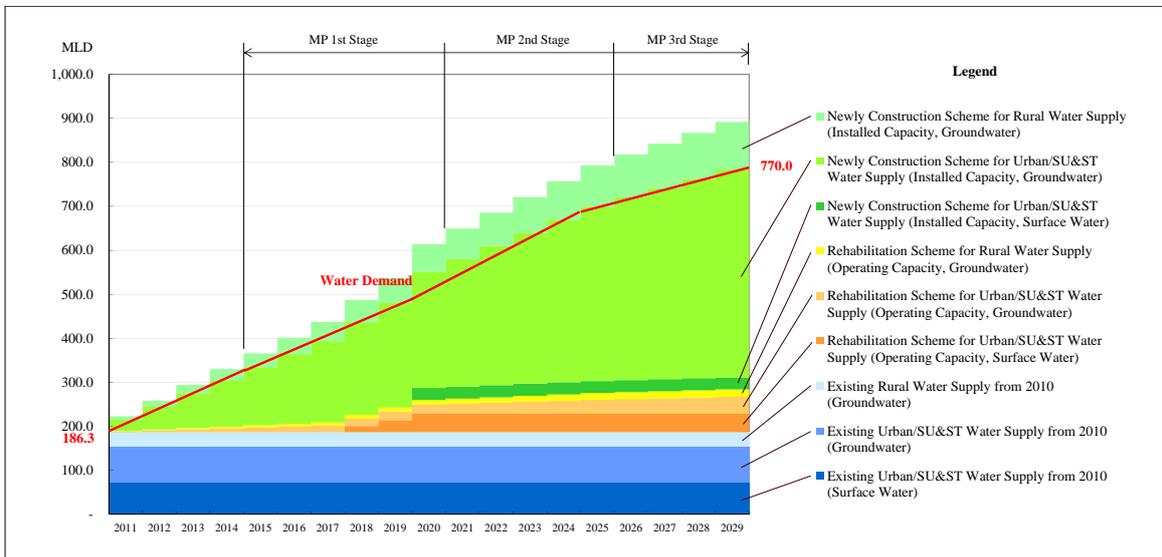
開発事業	事業分類	既存施設能力 (2010)	GAP期間 (2011-2014)	計画対象期間 (2015-2030)	合計 (2030)
HA-1					
改修事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)	217	-	153	370
	都市・都市周辺・小都市(地下水)	349	50	192	591
	地方村落(地下水)	102	19	63	184
	小計	668	69	408	1,145
新規事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)		46	28	74
	都市・都市周辺・小都市(地下水)		186	677	863
	地方村落(地下水)		63	209	272
	小計		295	913	1,208
合計	(MLD)	668	364	1,321	2,354
Katsina					
改修事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)	72	-	42	114
	都市・都市周辺・小都市(地下水)	81	9	30	119
	地方村落(地下水)	33	4	13	50
	小計	186	13	85	284
新規事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)		-	28	28
	都市・都市周辺・小都市(地下水)		106	367	472
	地方村落(地下水)		25	83	108
	小計		131	477	608
合計	(MLD)	186	143	562	892
Kebbi					
改修事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)	40	-	31	70
	都市・都市周辺・小都市(地下水)	55	14	50	119
	地方村落(地下水)	19	5	17	41
	小計	114	19	98	231
新規事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)		1	-	1
	都市・都市周辺・小都市(地下水)		38	135	172
	地方村落(地下水)		13	44	58
	小計		52	179	231
合計	(MLD)	114	71	277	462
Sokoto					
改修事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)	83	-	64	148
	都市・都市周辺・小都市(地下水)	88	18	72	179
	地方村落(地下水)	25	7	24	57
	小計	197	26	161	384
新規事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)		-	-	-
	都市・都市周辺・小都市(地下水)		23	90	113
	地方村落(地下水)		9	30	40
	小計		32	121	153
合計	(MLD)	197	58	282	537
Zamfara					
改修事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)	22	-	17	39
	都市・都市周辺・小都市(地下水)	124	9	40	174
	地方村落(地下水)	24	2	8	35
	小計	171	12	65	247
新規事業	都市・都市周辺・小都市(表流水)		45	-	45
	都市・都市周辺・小都市(地下水)		20	85	105
	地方村落(地下水)		15	51	66
	小計		80	136	216
合計	(MLD)	171	92	201	463

出典：JICA プロジェクトチーム



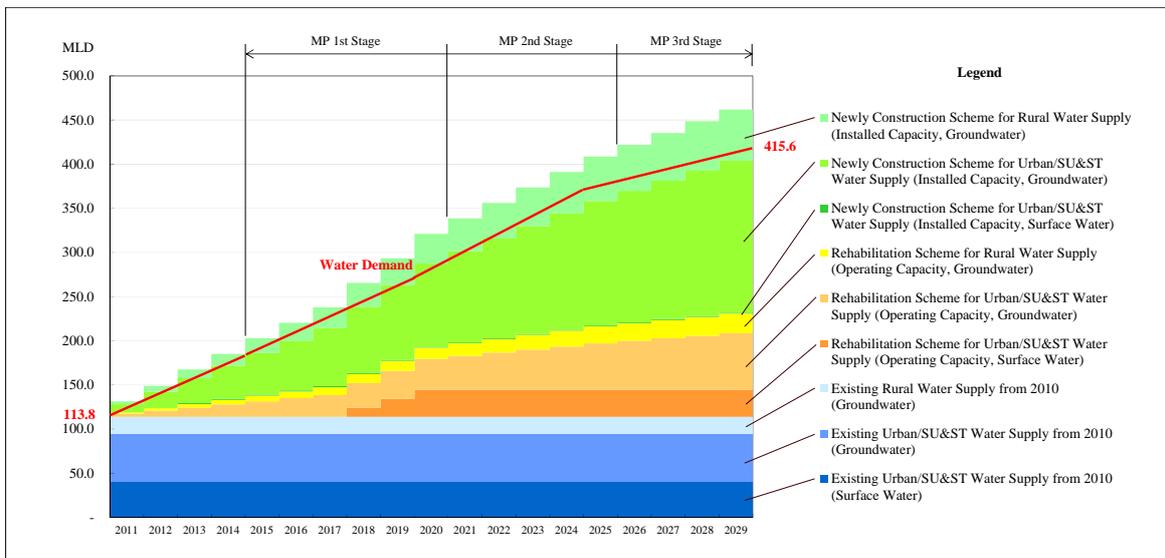
出典：JICA プロジェクトチーム

図 7-1 施設計画上の給水開発計画における需要-供給グラフ（主要 4 州）



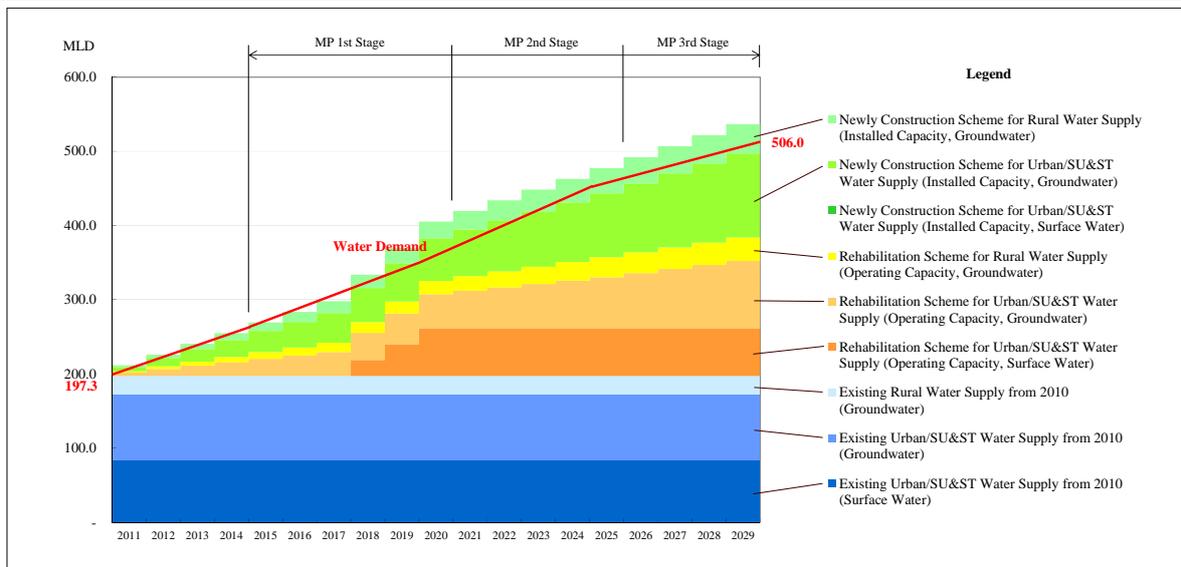
出典：JICA プロジェクトチーム

図 7-2 施設計画上の給水開発計画における需要-供給グラフ（Katsina 州）



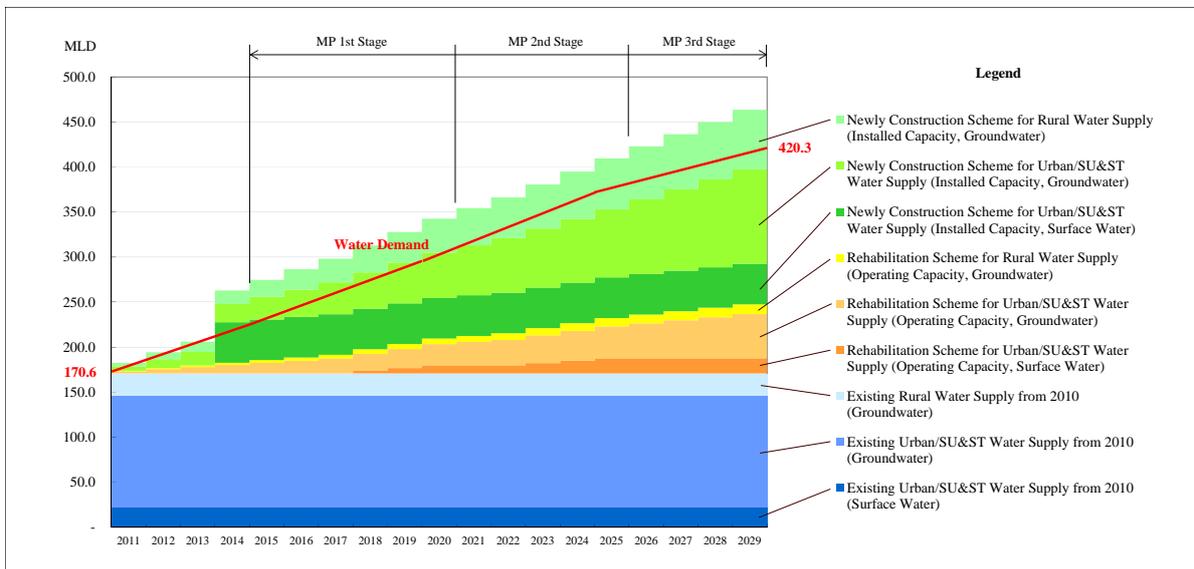
出典：JICA プロジェクトチーム

図 7-3 施設計画上の給水開発計画における需要-供給グラフ（Kebbi 州）



出典：JICA プロジェクトチーム

図 7-4 施設画上的給水開発計画における需要-供給グラフ (Sokoto 州)



出典：JICA プロジェクトチーム

図 7-5 施設画上的給水開発計画における需要-供給グラフ (Zamfara 州)

(2) 衛生開発計画

7.1.3(4)節で述べた現在の衛生普及率(表 7-7)を基準として、衛生普及率 100%の目標である流域管理計画(案)の目標年次 2030 年までの開発需要に対する計画とするが、提案する衛生事業の開発計画(事業費算出の根拠)は 2015~2030 年であり、2011~2014 年の期間は流域管理計画(案)の想定する全体の開発ペースで事業が実施されるものと仮定する。表 7-15 に衛生開発計画を示す。

一方、流域管理計画(CMP)の衛生開発計画の 2015 年から 2030 年までの間で必要な各世帯の衛生施設(家庭用便所)の開発数を、表 7-16 に示す。

表 7-15 衛生開発計画 (2015 年~2030 年)

事業	居住地分類	単位	Katsina	Kebbi	Sokoto	Zamfara	主要 4 州
公衆便所建設	都市	箇所	172	82	136	72	462
	都市周辺・小都市・町	箇所	481	256	290	267	1,294
最終処分場建設	都市	世帯	142,917	37,206	135,867	64,955	380,944
下水道建設	都市(主要都市)	m ³	-	-	-	-	-
	都市周辺・小都市・町	世帯	463,689	148,063	307,582	330,637	1,249,971
衛生教育	都市周辺・小都市・町	世帯	440,064	167,653	314,209	366,016	1,287,942
	村落	世帯					

出典：JICA プロジェクトチーム

表 7-16 衛生施設（家庭用便所）の開発数（x1,000）

居住分類	既存施設数 (2010)	GAP期間 (2011-2014)	計画対象期間 (2015-2030)	合計 (2030)
HA-1				
都市	112	47	223	381
都市周辺・小都市・町	587	263	1,250	2,099
地方村落	594	270	1,288	2,152
合計	1,292	579	2,761	4,632
Katsina				
都市	42	17	84	143
都市周辺・小都市・町	240	98	464	801
地方村落	228	93	440	761
合計	509	208	988	1,705
Kebbi				
都市	9	5	24	37
都市周辺・小都市・町	56	31	148	235
地方村落	64	35	168	267
合計	129	71	339	539
Sokoto				
都市	50	15	71	136
都市周辺・小都市・町	208	64	308	579
地方村落	211	65	314	589
合計	469	143	692	1,305
Zamfara				
都市	11	9	44	65
都市周辺・小都市・町	83	70	331	484
地方村落	91	77	366	534
合計	185	157	741	1,083

出典：JICA プロジェクトチーム

7.1.6 運営・維持管理計画

(1) 運営・維持管理の現状と課題

既述の通り、給水事業は人口規模によって都市、都市周辺および小都市・町、地方村落の3つに凡そ分類され、施設構成だけでなく運営・維持管理の形態および現状もそれぞれ異なる。

(1-1) 都市給水事業

主要都市部における給水事業は、各州の水道公社が担っているが、これらの都市給水事業における共通する運営・維持管理の現状として、程度の差はあるものの、事業の非効率性と無収水の高さが挙げられる。具体的には、既存施設の設計能力以下での運転、施設の経年劣化および不十分な保守整備、水道メータの未設置によるモニタリング不足、漏水、水道料金の徴収率（費用回収）の低さおよび低額設定などである。さらに、都市部における民間・個人の水売人の存在、低所得層への対策など、取り扱われるべき事項は多岐に亘る。

(1-2) 都市周辺および小都市・町給水事業

都市給水事業および村落給水事業の中間にある事業分類としての位置づけであるが、小規模ながら運営・維持管理上の課題が多く手間暇を要する給水事業として認識する必要がある。従来、行政サービスとしての日常的な運営・維持管理が行なわれず、その代わりにコミュニティによって運営・維持管理がなされることが一般的であるが、既存の給水事業の多くが適切な保守保全ができず、施設・設備の破損、故障などをきっかけに事業が中断、放置されてきた。これは、地下水利用施設の稼働率の低さに顕れている。この実態に対処すべく、2000年以降、世界銀行や欧州連合の支援により、持続性を確保するために利用者オーナーシップを前提とした多岐に亘るソフトコンポーネント

を盛り込んだ小都市・町給水・衛生プロジェクトが一部の州で実施され、Katsina 州には公的な実施機関として小都市・町給水・衛生公社（STWSSA）が設立されている。

(1-3) 地方村落給水事業

主として、ハンドポンプもしくは動力ポンプを利用した小規模管路系の給水事業であり、日常的な運営・維持管理は、村落住民組織が行う。ただし、運営・維持管理費の捻出のための恒常的な使用料金の徴収は行われることは少なく、実際は、ポンプ故障時に LGA や地方給水衛生公社（RUWASSA）などが資金・技術支援しており、支援が行き渡らない場合は施設が改修されず長期間放置され利用されていない。これは、地下水利用施設の稼働率の低さに顕れている（8.2.3 参照）。JICA 始め、国際機関、主要なドナー、NGO が実施する地方村落給水事業においては、住民組織啓発、能力開発などのソフトコンポーネントが組み込まれており、このような状況に対する取り組みが行われている。

(1-4) 衛生事業

低い衛生普及率にも顕れているように、対象地域の衛生は依然として非衛生的な施設利用が多く、下水道事業に限っては大都市の一部地区に限定されている。その他の都市部、都市周辺・小都市・町においては、浄化槽やピットを利用した家庭用便所も見られるが、汚泥の適切な最終処分が行われていない。一方、衛生分野の主要関係機関は、連邦省庁、州省庁、LGA など多岐に亘り、その調整不足が指摘されてきたが、近年、国際機関の主導のもと積極的に調整が推進されつつある。

(2) 適切な運営・維持管理体制の構築

(2-1) 都市給水事業

改修事業による低い稼働率の回復に併せて、回復された稼働率を維持すべく、また新規事業によって建設される施設の高い稼働率を確保すべく、水道公社は適切な運営維持管理、モニタリング体制を構築することが求められる。そのためには、施設および設備の運転、維持管理に十分な予算を配分、人材を育成、配置するだけでなく、独立採算制による事業を目指し、適切な水道料金の設定、有収水量を高める施策が必要である。低所得層への給水についても、内部相互支援による水道料金負担抑制およびコミュニティ組織の参画、雇用創出などを図り、民間・個人の水売人については肯定的にその存在を認識しつつ、安全な給水を実現する。

(2-2) 都市周辺および小都市・町給水事業

主として、水道公社（SWA）および一部の州に設立された小都市・町給水・衛生公社（STWSSA）が運営維持管理の主体となるが、将来の人口増の受け皿になる都市周辺および小都市・町における給水事業の効果的な実施が求められる。そのためには、コスト削減の工夫、適正技術の導入、コミュニティ組織の積極的な参画、雇用創出、住民の啓発、事業のモニタリング強化などを図ることが必要である。そのためには、小都市・町給水・衛生公社（STWSSA）の設立、能力開発を展開することを念頭に、現在実施されている小都市・町給水・衛生プロジェクトをモニタリング・評価し改善を重ね、事業実施体制を強化する。

(2-3) 地方村落給水事業

適切な運営維持管理が機能する仕組みを、制度、流通などを含めて整えることが求められる。そのためには、住民の啓発、住民組織、LGA および地方給水衛生公社（RUWASSA）の能力強化、迅速な維持管理が行える体制作り、予算化が必要である。併せて、地方部におけるスペアパーツの流通経路（サプライ・チェーン）の充実のために、民間事業者との連携を図る。

(2-4) 衛生事業

とくに、非衛生的な施設利用、屋外排泄が依然として習慣的になっている地方村落では、コミュニティ主導型トータルサニテーション（Community-Led Total Sanitation: CLTS）によるアプローチを推進し、衛生普及率を向上、水因性疾患の症例削減を図る必要がある。一方、都市部、都市周辺・小都市・町における衛生事業については、し尿および下水の適切な処理事業サイクルを確立するために、事業主体の能力開発、体制強化、適正な技術移転を図り、住民に対しては衛生教育、啓発活動を展開することで衛生意識の向上および受益者負担による運営維持管理を構築する。

7.2 灌漑・排水事業

7.2.1 灌漑スキームの現状

公的灌漑スキームの運用・維持管理は流域管理公社（RBDA）や州政府が主体である。灌漑スキームの多くの灌漑・排水施設では、ポンプ施設は修理や更新を必要とし、水路構造物は損傷・老朽化・雑草・堆砂が見られ、荒廃した状況にある。灌漑スキームの現状は以下の通りである。

流域開発公社（RBDA）

RBDAは灌漑施設の維持管理能力や水管理の技術力が低いので、灌漑スキームを発展的に継続していくことが困難となっている。また、予算の制約が灌漑スキームの運営能力と維持管理の低下をもたらしている。

計画対象地域の公的大規模灌漑事業は現在も工事中であるが、国の予算不足のため工事の進捗は極めて遅い。灌漑施設整備が完了した地区では一部で灌漑農業が先行しているが、予算の制約が灌漑スキームの運営能力と維持管理の低下をもたらしており、整備済み施設を十分に維持できない状況にある。

灌漑施設

重力式灌漑のスキームは維持管理費が比較的安価で、機械施設のトラブルは少ない。しかし、多くの公的灌漑スキームはポンプを使用しており、ポンプの老朽化、故障、修理、高い燃料費が負担となっている。水路は損傷や老朽化、雑草の繁茂や堆砂が生じている状況にある。

Bakalori 灌漑事業は既に計画灌漑面積 23,000ha まで灌漑施設の整備済みは完了したが、ディーゼル発電機やスプリンクラー用ポンプ設備の維持管理が困難となったため、スプリンクラー灌漑地区 15,000ha では灌漑は行われておらず、重力式灌漑地区 8000ha で灌漑農業が実施されている。

不適切な水配分

幹線水路から支線水路への流量配分は通常、チェックゲートや手動式スルースゲートの水位流量早見表を使って行われるが、水位標が無いものや信頼性が乏しいものが多い。そして用水路システムの実際の水位記録は無いのが実情である。また、スプリンクラー灌漑では農民がシステムを操作する能力に欠けている。

水利組合（WUAs）と農民

まれに灌漑スキーム内に水利組合が組織されているが、目立った活動は行っていない。農民は水料金に維持管理費が含まれるべきと考えており、スキームの維持管理活動に参画し協同する意識が薄い。

Cost-Recovery

ほとんどの灌漑スキームで課せられている水料金は約 500～3000 ナイラ/ha・シーズンであり、その料金も水供給コストに比べてかなり低額である。その不適当な価格設定が不十分な水供給サービスの原因となっており、農民が水料金を払いたくない理由となっている。

灌漑用機械と耕作用機械

スキームには大別して灌漑用機械と農業用機械が配備されている。灌漑用機械は主に水源から水を汲み上げるためにポンプ設備である。ほとんどのポンプは1980年代に購入されたもので、スペアパーツを調達できない状況である。トラクター、コンバインなどのほとんどの農業用機械は維持管理が十分でないため運用されていない。スキームではメンテナンスの人員がほとんど配置されず、RBDAsの作業所の設備や人員も低調である。スペアパーツはまれに在庫はあるが、その記録は保存されていない状況にある。

◆灌漑事業

公的灌漑農業は計画灌漑面積に応じて次のように区分される。

大規模灌漑	$A \geq 500\text{ha}$
中規模灌漑	$50\text{ha} \leq A < 500\text{ha}$
小規模灌漑	$A < 50\text{ha}$

計画対象地域の代表的な公的大規模灌漑スキームは下表に示すとおりである。Bakalori 灌漑スキーム以外の 4 地区の事業は現在も工事中であるが、予算不足のため工事は遅滞している。

表 7-17 代表的な公的大規模灌漑スキーム

事業名	州	河川	実施期間	水源施設	灌漑面積 (ha)		灌漑実施面積 (ha)
					計画	整備済み	
Jibiya	Katsina	Goda	SRRBDA	Dam	3,500	3,000	3,000
Zobe	Katsina	Karaduwa	SRRBDA	Dam	8,200	60	0
Bakolori	Zamfara	Sokoto	SRRBDA	Dam	23,000	23,000	8,000
Middle Rima Valley	Sokoto	Rima	SRRBDA	Dam	5,000	1,188	1,188
Sabke	Katsina		SRRBDA	Dam	1,200	540	0

出典：JICAプロジェクトチーム

計画対象地域の現況灌漑事業は下表のとおりである。

表 7-18 現況公的大規模灌漑スキーム (HA-1) (1/2)

SN	No.	HA	On-going	Rehabilitation	Expansion	Project Name	State	Longitude East	Latitude North	River	SHA	Agency
1	1	1	○			Jibiya	Katsina	7.26175	13.07776	Goda	1060861_i2	SRRBDA
2	2	1	○		E	Zobe	Katsina	7.45318	12.34264	Karaduwa	1060881	SRRBDA
3	3	1				Bakolori	Zamfara	6.06297	12.59716	Sokoto	106091	SRRBDA
4	4	1	○		E	Middle Rima Valley	Sokoto	5.86027	13.51345	Rima	106083	SRRBDA
5	5	1			E	Swashi Valley	Niger	4.29965	10.39572	Swashi	101	LNRBDA
6	6	1	○			Sabke	Katsina	8.15723	13.06457		106082_i2	SRRBDA
						Sub-total						
7	7	1				Ajiwa	Katsina	7.75159	12.96556		106082_i2	MANR
8	8	1		R	E	Wurno	Sokoto	5.45506	13.30017	Rima	106081_i	MANR
9	9	1				Wara	Kebbi	4.62645	10.23562	Kainji Lake	101	MANR
10	10	1		R	E	Kware	Sokoto	5.29017	13.20146	Rima	106081_i	MANR
11	11	1		R		Kalmalo	Sokoto	5.24706	13.70759	kalmalo	106081_i	MANR
12	12	1		R		Gafara	Niger	4.46507	10.58322	Kainji Lake	101	MANR
						Sub-total						
						Total						

出典：JICAプロジェクトチーム

表 7-19 現況公的大規模灌漑スキーム (HA-1) (2/2)

SN	No.	Project Name	Water Source Works	Name of Source	Irrigation Area (ha)			Irrigation Service Area (ha)		Remarks	Source	Future Irrigation Area in 2030 (ha)
					Planned Area	Area with Reliable Water Supply (*1)	System Developed	Service Area	Intensity (%)			
1	1	Jibiya	Dam	Jibiya	3,500	2,300	3,000	3,000	86		ROPISIN, Faithline	2,300
2	2	Zobe	Dam	Zobe	8,200	2,000	60	0	0	Under Construction	UNRF, 2020M/S	2,000
3	3	Bakolori	Dam	Bakolori	23,000	23,000	23,000	8,000	35		2020M/s, ROPISIN	23,000
4	4	Middle Rima Valley	Dam	Goronyo	5,000	5,000	1,188	1,188	24		ROPISIN, DID	5,000
5	5	Swashi Valley	Dam	Kubil & Swashi	2,900	2,900	200	200	7	Rice, vegetable, maize	ROPISIN	2,900
6	6	Sabke	Dam	Sabke	1,200	130	540	0	0	Under construction	UNRF, DID,	130
					Sub-total	43,800	35,330	27,988	12,388	28		35,330
7	7	Ajiwa	Dam	Ajiwa	1,900	0	500	500	26	Vegetable, maize	2020M/S, 95M/S	0
8	8	Wurno	Dam	Rima R.	1,500	1,500	700	600	40		2020M/S, Faithline	1,500
9	9	Wara	Dam	Kainji	2,000	2,000	200	200	10	Rice, wheat	2020M/S, 95M/S	200
10	10	Kware		Rima R.	800	800	300	120	15		2020M/S, 95M/S	800
11	11	Kalmalo	Pump	Natural Lake	800	800	400	230	29		2020M/S, 95M/S	800
12	12	Gafara	Dam	Kainji	500	500	150	150	30		2020M/S, 95M/S	500
					Sub-total	7,500	5,600	2,250	1,800	24		3,800
					Total	51,300	40,930	30,238	14,188	28		39,130

出典：JICAプロジェクトチーム

表 7-20 現況公的中小規模灌漑スキーム (HA-1) (1/2)

SN	No.	HA	On-going	Rehabilitation	Expansion	Project Name	State	Longitude East	Latitude North	River	SHA	Agency
1001	1	1				Rijau	Niger			Butulu	102	SRRBDA
1002	2	1				Nasko	Niger			Shodogulbi	102	SRRBDA
1003	3	1				Dongongari	Niger			Kainji Lake	101	SRRBDA
1004	4	1	○		E	Zauro Polder	Kebbi	12°35'	4°21'	Sokoto	10605	SRRBDA
1005	5	1	○			Shagari	Sokoto				10606	SRRBDA
						Sub-total						
1006	6	1				Makere	Katsina	12°34'	6°4'	Karaduwa	1060881	MANR
1007	7	1				Gagere	Katsina			Gagere	106089	MANR
1008						missing						
1009	8	1				Illo	Kebbi			Illogour	107_i	MANR
1010	9	1		R	E	Argungu/ Tabarau	Kebbi				10605	MANR
1011	10	1		R		Kwakwazo	Sokoto				10606	MANR
1012	11	1				Deberam	Katsina				106082_i2	MANR
1013	12	1				Mashigi	Katsina				106082_i2	MANR
1014	13	1				Mairuwa	Katsina			Mairuwa lake	106093	MANR
1015	14	1				Mangwal	Katsina				106082_i2	MANR
1016	15	1				Raddewa	Katsina				1060863	MANR
1017	16	1				Goronyo	Sokoto			Rima	106083	MANR
						Sub-total						
						Total						

出典：JICA プロジェクトチーム

表 7-21 現況公的中小規模灌漑スキーム (HA-1) (2/2)

SN	No.	Project Name	Water Source Works	Name of Source	Irrigation Service Area (ha)		Irrigation Service Area (ha)		Remarks	Source	Future Irrigation Area in 2030 (ha)
					Planned Area	System Developed	Service Area	Intensity (%)			
1001	1	Rijau	Dam		100	100	100	100		95M/S	100
1002	2	Nasko	Dam		200	200	200	100	rice, vegetable, maize	2020M/S, 95M/S	200
1003	3	Dongongari	Pump	Kainji	320	320	320	100	rice, vegetable, maize	2020M/S, 95M/S	320
1004	4	Zauro Polder	Dam	Sokoto R.	100	100	100	100		ROPISIN, UNRF	100
1005	5	Shagari	Dam		220	220	0	0	Under construction	UNRF, DID	220
Sub-total					940	940	720	77			940
1006	6	Makere	Pump	Karaduwa R.	300	100	100	33	wheat	2020M/S, 95M/S	100
1007	7	Gagere	Weir		100	0	0	0		2020M/S, 95M/S	0
1008	8	missing									
1009	9	Illo	Dam		120	0	0	0		2020M/S, 95M/S	0
1010	10	Argungu/ Tabarau		Sokoto R.	100	100	0	0		2020M/S	100
1011	11	Kwakwazo			250	250	0	0		2020M/S	250
1012	12	Deberam	Dam		240	240	240	100	wheat, vegetable, maize	2020M/S-Annex4	240
1013	13	Mashigi	Dam		150	35	35	23	wheat, maize	2020M/S-Annex4	35
1014	14	Mairuwa	Pump		100	76	76	76	wheat, vegetable, maize	2020M/S-Annex4	76
1015	15	Mangwal	Dam		100	0	0	0	wheat, maize	2020M/S-Annex4	0
1016	16	Raddewa	Dam		100	50	50	50	wheat, vegetable, maize	2020M/S-Annex4	50
1017	17	Goronyo	Pump	Rima R.	120	120	120	100	wheat	2020M/S-Annex4	120
Sub-total					1,680	971	621	37			971
Total					2,620	1,911	1,341	51			1,911

Sources:

95M/S: The Study on The National Water Resources Master Plan (NWRMP), JICA, March 1995

ROPISIN: Review of The Public Irrigation Sector In Nigeria (ROPISIN), ENPLAN DROUP, November 2004

Faithline: Inventory of Water Infrastructure Projects in Nigeria and Water Audit for Niger central Hydrological Basin (Hydrological Area II), FAITHLINE LIMITED, November 2010

DID: HANDOVERNOTE May 2011, Department of Irrigation and Drainage, FMWR

2020M/S: Masterplan for Irrigation and Dam Development for 2009-2020, FMAWR

UNFR: Utilization of Natural Resources Fund for Water Resources and Agricultural Development A joint presentation to the National Economic Council, FMWR/ FMARD

Inventory : Inventory Survey and response from RBDA in this time Master Plan study

Note: Evaluated by JICA Project Team with 1/5 Safety Level of Water Supply under the Assumed Cropping Pattern as well as Water Use Condition in Other Purpose such as Municipal Water Supply in 2030

7.2.2 基本方針・開発方針・開発スキーム

(1) 基本方針

灌漑セクターの開発は、国家や水分野セクターの開発方針、気象・水文・地勢・人口などの地域特性、経済性および上述の灌漑スキームの現状を踏まえて計画する。

(2) 開発方針

灌漑セクターの開発方針は次の通りである。ただし、開発は優先度に応じて段階的に進める。

- 現在実施中の公的灌漑スキームの早期完工
- 水資源省が特定する重要度の高い公的灌漑スキームのリハビリ及び整備拡張の実施
- 重要度の高い公的灌漑スキームの水源追加開発
- 既存ダムの有効活用と公的灌漑スキームの拡張
- 新規灌漑農地の整備
- 円滑なスキーム運営管理体制の構築

(3) 公共灌漑事業の分類

全国水資源マスタープラン 2013 の開発計画においては、既往及び新規の公的灌漑事業を次のように分類する。尚、計画対象地域においては、メニューNo. 2.1 及び 2.3 は該当しない。

表 7-22 公共灌漑事業の分類

No.	事業の名称	説明
1.	既往灌漑事業 (Existing Irrigation Scheme)	全国水資源マスタープラン 2013 以前に存在した灌漑計画。
1.1	整備終了事業 (Completion with No Extension Scheme)	既に圃場・灌漑施設の整備が終了・中止した事業で、今後の拡張計画がない事業。
1.2	整備実施中事業 (Ongoing Scheme)	現在進行中の事業で、ある程度の整備が終了しているが、今後の拡張計画 (圃場・灌漑施設の整備) のある事業。
1.3	整備拡張予定事業 (Extension Scheme)	未着手の事業であるが、今後着手の拡張計画 (圃場・灌漑施設の整備) のある事業。
2.	新規灌漑事業 (New Irrigation Scheme)	全国水資源マスタープラン 2013 に新たに加えられた灌漑計画。
2.1	補給灌漑事業 (Supplementary Irrigation Scheme)	計画対象地域では対象外 圃場整備と補助的な灌漑施設の整備を行う事業。水資源に恵まれた HA-5 と HA-7 に限定する。
2.2	ダム掛り灌漑事業 (Dam Irrigation Scheme)	全国水資源マスタープラン 2013 に新たに加えられたダムと灌漑地の整備を行う事業。
2.3	総合開発事業 (Integrated Development Scheme)	計画対象地域では対象外 多目的ダムで開発された水と電力を活用して灌漑を実施する総合事業。

出典：JICA プロジェクトチーム

7.2.3 開発計画

(1) 整備終了事業 (Completion with No Extension Scheme)

既存公的灌漑スキーム 28 地区のうち、既に圃場・灌漑施設の整備が終了もしくは中止した事業で、今後の拡張計画がない事業は 15 地区である。設定したクロッピングパターンで 1/5 年渇水を条件として灌漑スキームの表流水ポテンシャルに基づき評価面積を算出した。このポテンシャル評価では、水源を将来の上水使用を優先し、その残水を灌漑用水へ利用するようにした。この結果、既に開発された整備済み面積 24,941ha に対して評価面積 24,441ha となり、灌漑の水需要量に対して表流水ポテンシャルが不足するスキームがある。

表 7-23 整備終了事業

HA	スキーム数			整備済み面積 (ha)			計画灌漑面積(ha)			評価面積 (ha)
	L	M	計	L	M	計	L	M	計	
1	3	12	15	23,700	1,241	24,941	26,900	1,950	28,850	24,441

注) L: Large Scale Scheme, M: Medium and Small Scale Scheme

・評価面積は、設定したクロッピングパターンで1/5年渇水でも耕作可能な面積のことであるが、ここでは、今後拡張計画がないので、整備済み面積と同一とした。

出典: JICA プロジェクトチーム

(2) 整備実施中事業 (Ongoing Scheme)

現在、連邦水資源省 (FMWR) が実施中の公的灌漑スキームは6地区であり、これらのスキームは早期に完工すべきである。表流水ポテンシャルに基づく評価面積が計画灌漑面積より小さくなる灌漑スキームは3地区である。

表 7-24 整備実施中事業

No	HA	分類	スキーム名	州	整備済み面積 (ha)	計画灌漑面積 (ha)	評価面積 (ha)
1	1	L	Jibiya	Katsina	3,000	3,500	2,300
2	1	L	Zobe	Katsina	60	8,200	2,000
3	1	L	Middle Rima Valley	Sokoto	1,188	5,000	5,000
4	1	L	Sabke	Katsina	540	1,200	130
5	1	M	Zauro Polder	Kebbi	100	100	(100)
6	1	M	Shagari	Sokoto	220	220	(220)
		計			5,108	18,220	9,750

注) L: Large Scale Scheme, M: Medium and Small Scale Scheme

・評価面積とは、設定したクロッピングパターンで1/5年渇水でも耕作可能な面積のことである。

・評価面積欄の()値は、詳細な位置の特定が難しい中小規模スキームについて個別スキームごとの水バランス評価は実施していないもののFMWRの計画値程度に拡張が可能であると判断されたものである。

*1) 新規ダム (No. 2043 Lade Dam) の建設により、1,200 ha まで灌漑可能となる。

出典: JICA プロジェクトチーム

参考資料: 1) FMWR 予算書 2) Utilization of Natural Resources Fund for Water Resources and Agricultural Development, FMWR, FMARD

(3) 整備拡張予定事業 (Extension Scheme)

「Proposed Master Plan for Irrigation and Dam Development for 2009- 2020, FMAWR」によれば、リハビリのみを対象とする灌漑スキームは3地区、リハビリと整備拡張を対象とするスキームは3地区である。表流水ポテンシャル評価によれば、リハビリのみを対象とするほとんどのスキームでは水源に豊富な水量を有していることから、計画灌漑面積まで整備拡張を行うことは可能である。2030年に向けて灌漑農地を拡大するためには、3地区のスキームをリハビリのみならず計画灌漑面積まで整備拡張することを推奨する。

一方、既存灌漑スキームの中には既存ダムの水量が豊富にも拘らず、計画灌漑面積まで整備することを断念したものもある。これらの灌漑スキームでは新たなダム建設を必要としないため、経済的な灌漑開発が可能である。従って、既存ダムの有効利用の観点から、新たにSwashi Valley灌漑スキームでは計画灌漑面積まで整備拡張することを推奨する。

表 7-25 整備拡張予定事業

No	HA	分類	スキーム名	州	整備レベル		整備済み面積 (ha)	計画灌漑面積 (ha)	評価面積 (ha)
					R	E			
1	1	L	Kalmalo	Sokoto	R	E	400	800	800
2	1	L	Gafara	Niger	R	E	150	500	500
3	1	L	Wurno	Sokoto	R	E	700	1,500	1,500
4	1	L	Kware	Sokoto	R	E	300	800	800
5	1	L	Swashi Valley *1)	Niger		E	200	2,900	2,900
6	1	M	Kwakwazo	Sokoto	R	E	250	250	(250)
7	1	M	Argungu/ Tabarau	Kebbi	R	E	100	100	(100)
計							2,100	6,850	6,850

注) L: Large Scale Scheme, M: Medium and Small Scale Scheme

R: Rehabilitation, 機能が低下した施設を建設当初の機能まで修復する。

E: Expansion, 計画灌漑面積まで施設を建設する。

- ・評価面積とは、設定したクロッピングパターンで1/5年渇水でも耕作可能な面積のことである。
- ・評価面積欄の()値は、詳細な位置の特定が難しい中小規模スキームについて個別スキームごとの水バランス評価は実施していないもののFMWRの計画値程度に拡張が可能であると判断されたものである。

*1) 既存ダム (No. 12 Swashi Dam) の活用により、2,900 ha まで灌漑可能となる。

出典: JICA プロジェクトチーム

参考資料: 1) Baseline studies for National Water Resources Draft Final Report, ENPLAN, 2009

2) MASTERPLAN FOR IRRIGATION AND DAM DEVELOPMENT FOR 2009- 2020, FMAWR

(4) ダム掛り灌漑事業 (Dam Irrigation Scheme)

「ナ」国の農業は天水に依存している。しかしながら、国民の食料確保のためには、作付け期間を雨期のみから通年に延長でき、単位収量や生産性を高め、旱魃や気候変動の影響を緩和できる灌漑農業の推進が不可欠である。新規の灌漑スキームの開発計画は、原則として全国的に新規灌漑スキームを分散させて計画する。ここではM/P1995で計画されたダム群及び新たに提案するダムを水源とし、ダムの下流部にて通年灌漑を可能とする灌漑スキーム開発を計画する。中規模ダムの位置は、経済性、計画ダム下流の灌漑適地の有無、ダム効率、上水や既存灌漑スキームとの競合回避、住民移転の必要性の有無を考慮して選定する。計画対象地域において中規模ダムによる新規灌漑開発サイトは1箇所である。

表 7-26 ダム掛り灌漑事業

No.	HA	SHA	州	ダム番号	ダム名	総貯水量 (MCM)	安全度を見込んだ評価灌漑面積 (ha)
1	1	103	Kebbi	2009	Kasanu	18	1,500

出典: JICA プロジェクトチーム

(5) 流域別計画灌漑面積

上記の既往公的灌漑事業の評価面積及び新規公的灌漑事業の計画灌漑面積は下表の通りである。

表 7-27 流域別計画灌漑面積 (2030年)

	HA-1
既往灌漑事業	41,041
1.1 整備終了事業	24,441
1.2 整備実施中事業	9,750
1.3 整備拡張予定事業	6,850
新規開発事業	1,500
2.1 補給灌漑事業	0
2.2 ダム掛り灌漑事業	1,500
2.3 総合開発事業	0
計	42,541

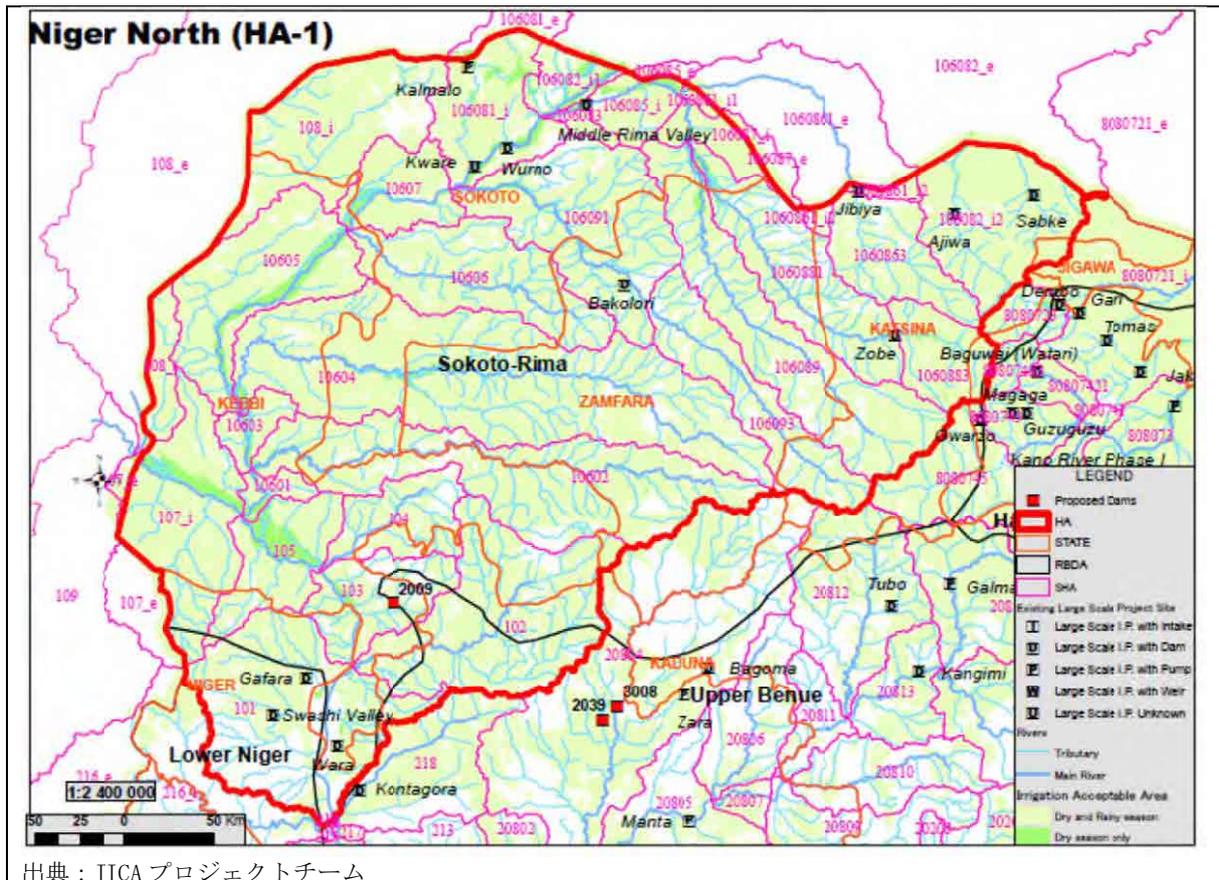
(6) 実施工程に応じた計画灌漑面積

第9章に示す事業実施工程に応じた計画灌漑面積の推移は下表の通りである。

表 7-28 期別計画灌漑面積

	短期(2020)	中期(2025)	長期(2030)
既往灌漑事業	35,135	39,041	41,041
1.1 整備終了事業	24,441	24,441	24,441
1.2 整備実施中事業	7,844	9,750	9,750
1.3 整備拡張予定事業	2,85	4,850	6,850
新規開発事業	0	0	1,500
2.1 補給灌漑事業	0	0	0
2.2 ダム掛り灌漑事業	0	0	1,500
2.3 総合開発事業	0	0	0
計	35,135	39,041	42,541

出典：JICA プロジェクトチーム



出典：JICA プロジェクトチーム

図 7-6 灌漑計画 (HA-1)

7.3 その他サブセクターの事業

7.3.1 水力発電

水力発電は落差と流量のエネルギーを電気として回収するしくみで、施設構造自体はシンプルであり、導入自体は大規模なプラント設備が必要となる火力発電所などと違って導入が容易である。しかし、その反面ある程度の落差と流量が得られない場合は費用対効果的に採算性がとれないケースが多いため注意が必要である。また、水車は流水を利用するという性質上、ゴミなどの流入による故障が多発する恐れがあり、適切なメンテナンスを行うことも重要である。

大型の水力発電所の建設は環境面、社会面に与える影響が大きいこと、またそれだけの容量を確保できるダム適地が乏しいこともあり、現実的には今回提案するダムサイトにおいて利水従属発電による水力発電所を設置することが現実的と考える。

また、電力省が計画している大型の発電ダムによる開発については、例えば減水区間の存在の有無を確認し、確保流量を放流することを指導するなど、河川環境を管理する立場として適切な指導を継続的に行うことが重要である。

(1) 水力発電賦存量（ダムの従属発電）の評価

今回の調査により整理された各ダムサイト地点の流況及びダム高から、各地点での発電電力量の賦存量を整理した。その結果を用いて今後の水力発電ポテンシャルの導入について概略で検討を行った。その結果は以下のとおりである。

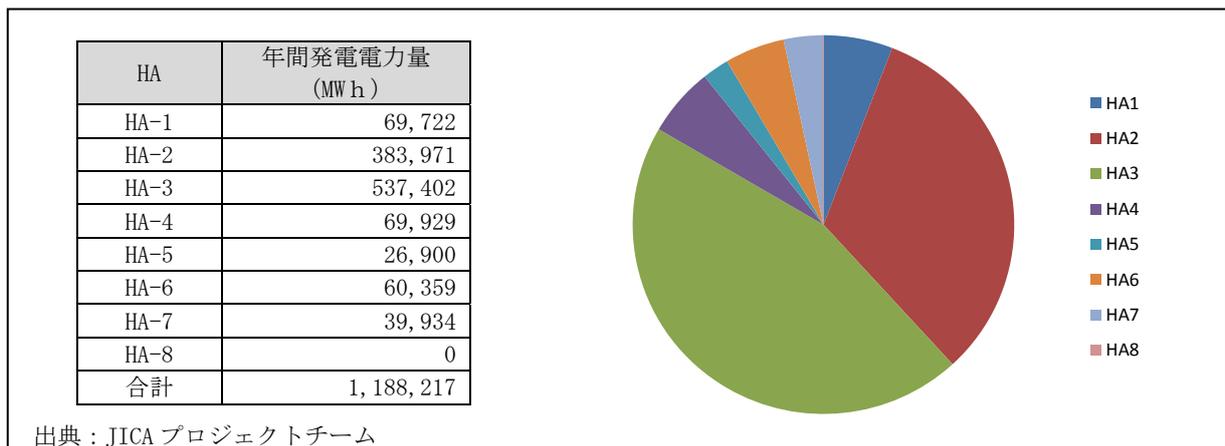


図 7-7 HA 毎の年間発電電力量（賦存量）

賦存量が大きいのは地形的、流況的に恵まれている HA-2 と HA-8 のエリアである。CMP の計画対象である HA-1 は流況が悪く、年間で安定した発電出力を期待できない。しかし、今回の全国水資源マスタープラン 2013 で提案しているダムには貯水容量の余剰が生じるものもあるため、そのダムの運用を見直すことで効率的な水力発電を行える可能性がある。

しかし、「ナ」国のダム管理実態からみて、水力発電所を建設しても効果的な運用が行うことは難しいことが予想される。今後は定期的なメンテナンスを実施する予算と人員体制を構築していくことも重要である。

(2) 低落差水力発電設備の導入検討

ダム式の水力発電はその出力が大きいことが利点である一方、ダムの建設コストが高く、また河川環境へ与える影響が大きいという欠点もある。そこで現在注目されているのが低落差で流量による発電に主眼を置いた水力発電所である。低落差のものであれば河川環境の改変も最小現に抑えることが可能である。

日本における低落差の発電所の例は以下のとおりであり、落差は 3m から 9m 程度である。七ヶ用水路は農業かんがいのための用水路に設置された水車であり、本調査の農業スキームの中にこのような発電所の適地が存在する可能性がある。

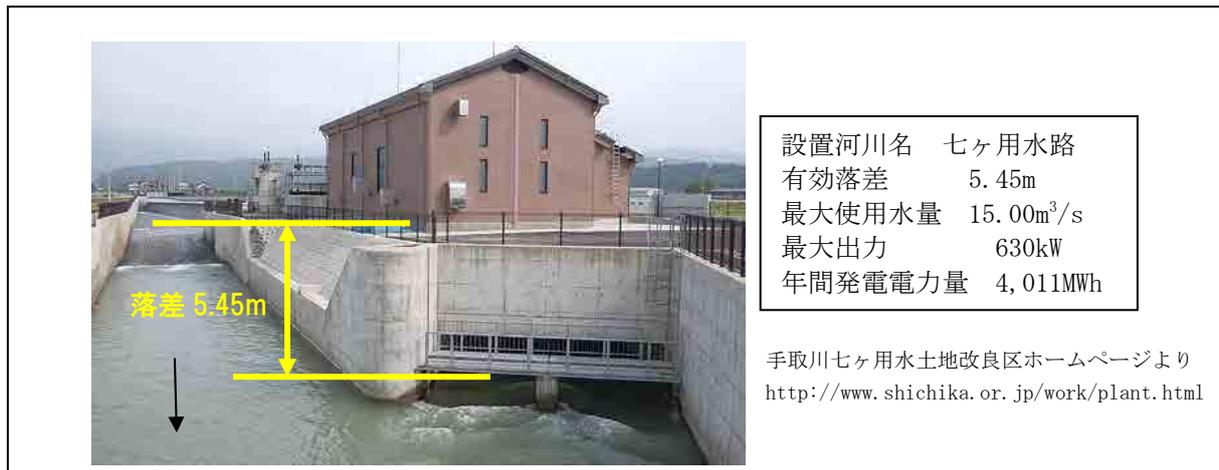


図 7-8 日本における低落差の発電所の事例

上記に示した発電所は落差がとれない分最大使用水量が大きくなっており、流量が豊富な箇所でないとならない。また、流量が多い箇所での施工となるため、仮締切りなど施工が難しい箇所も多いため十分な検討が必要である。

そのような面で見ても上記の七ヶ用水路のように新設水路の施工と併せて発電所を設置することは、大がかりな仮締切りが不要であるため非常に合理的である。このため、灌漑スキームの水路整備のうち、農業用水量が大きい箇所は積極的に導入を検討することが望ましい。低落差の水力発電所であれば地形的な条件は殆ど制約とならないため、設置可能箇所は多く存在すると思われる。

(3) 試験施工の必要性

水力発電所の管理において最も重要となるのが除塵である。河川から水を直接取水することがおおいいため、河川を流れる塵芥をどのように処理するかがきわめて重要である。このうちダム式であれば取水口が水面から低い箇所にあることが多いが、低落差の場合は取水口が河川水位とほぼ同等であるため、水面を流れてくる塵芥が水車へ流入しやすく、故障の原因となりやすい。

このためまずは規模が比較的小さい河川や水路を対象にパイロット的に水車の設置を行うことが望ましい。この試験施工により実際の発電出力や塵芥処理の程度などを確認した上で、本格導入を進めることが重要である。

7.3.2 洪水・土壌侵食対策および内陸水運

(1) 当該セクターに関連する HA-1 の問題点

HA-1 における主要な河川は、Niger 川の支川である Rima 川と、Rima 川の支川である Sokoto 川である。HA-1 の地質は第 4 編において述べたとおりであるが、第四紀の堆積層に形成された幅の広い氾濫原の中を、Rima 川が網状、蛇行を呈しながら流下している。図 7-9 は、HA-1 の主な土地利用を示している。

Rima 川の上流には Goronyo ダム、Sokoto 川には Bakolori ダムがある。計画時には flood control という名称の目的も含まれていたダムであるが、現在運用上において洪水調節は特になされていない。これらのダムにおいては、洪水時にダムの下流区間で河川沿いの集落が浸水する場合に、ダムの放流が原因とされる議論が過去起きている。Goronyo ダムにおいて 2010 年 8 月の増水時に洪水吐が一部決壊し、下流への流量が一時的に増加し、氾濫原の浸水被害をもたらした。この被害概要については、第 4 編全国水資源マスタープラン 2013 第 8 章に記述した。

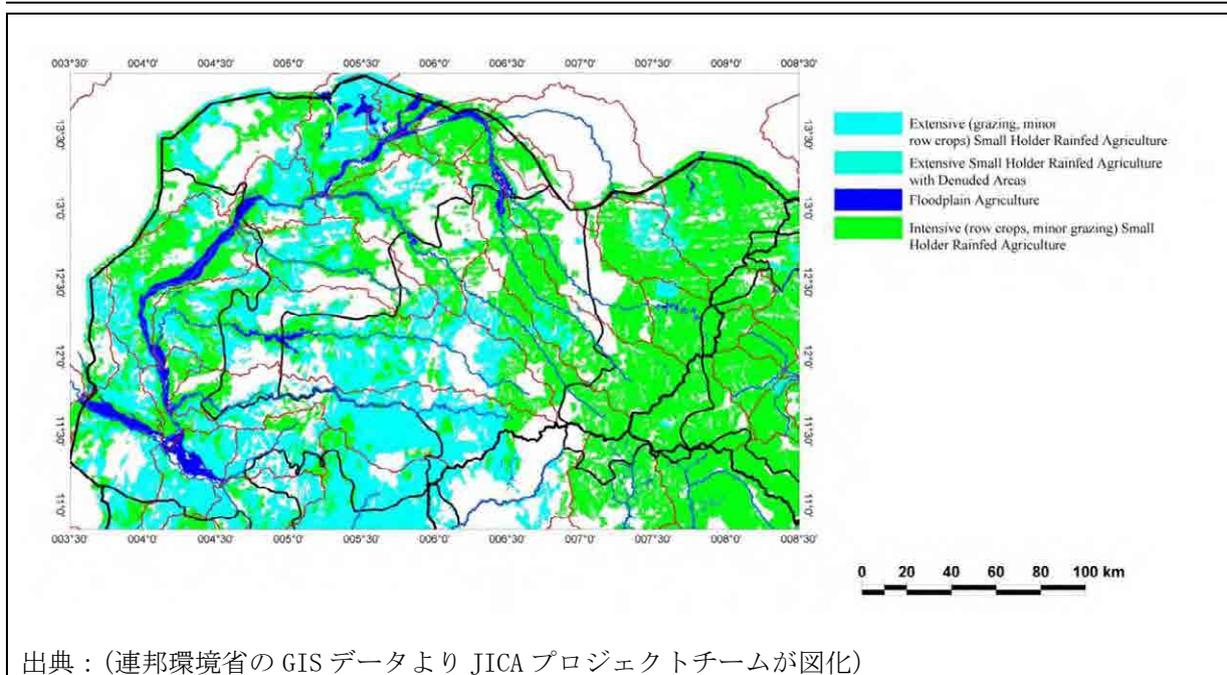


図 7-9 HA-1 の主な土地利用

HA-1 は、第三紀の地質が支配的であるが、雨季と乾季が明瞭に分かれているため、表層の風化は激しく、風雨による土壌の流出が著しい。連邦環境省が作成した土地劣化状況図によると、Rima 川の左岸は著しく劣化した地域が広がっている (図 7-10、図 7-12)。また、氾濫原で粘土採取が行われている場所が多く、そのような場所からの土壌流出が激しく、河川水は乾季においても濁度 250NTU を下回らないことが多い。このため、Rima 川の河川から取水をして、Sokoto 浄水場に送水されている水道用の原水は、濁度が高く、浄水場の運用に影響を与えている。

Rima 川には Wurno ダムと呼ばれる灌漑用ダムが 50 年ほど前に建設された (図 7-11)。その後、その上流に Goronyo ダムが建設されたが、そのダム堤体底部にある放流管から放流される水に、貯水池に溜まった土砂が混ざり、濁度の高い水が下流に流出するという状況になった。また、Wurno ダム上流の河道が Rima 川の流れを Wurno ダムに集中させるようになり、そのため、Wurno ダムの堆砂が進行した。Wurno ダムの更に下流には、Sokoto 浄水場の主要取水地点があり、上流ダムの影響により流量変動が複雑化し、取水に影響が出ている。

また、Kebbi 州関係者によると、Rima 川下流の (給水の) 取水が河道の Diversion の影響を受けているという。Rima 川下流区間は、幅 5km ほどの氾濫原の中を、幅 30m 程度の河道が蛇行、網状化して分布している。その取水は、小規模なポンプで河道からなされている。また、衛星画像の観察からは、氾濫原内にいくつかの人工水路が建設され、灌漑に供している。河道の河岸は比較的勾配が急で安定しているが、場所によっては分岐が生じていると考えられる。旧河道の箇所は、池となり、魚の養殖に利用されている。このようなことから、州関係者の言う問題は、氾濫原の微妙な地形改変、毎年の雨季乾季の水位変動によって、溜池の利用や取水に影響を受けていると理解できる。

Rima 川の内陸水運としての商業的な利用はほとんどない。NIWA の第 13 政令 (1997 年) は、Sokoto 川を連邦政府管理の可航区間として定めているが、HA-1 についての NIWRMC の 2011 年水監査報告書 (案) には内陸水運の記述がない。唯一、Rima 川の流況の変化による水草の繁茂により、農民のボートによる移動が影響を受けているという問題があるのみである。

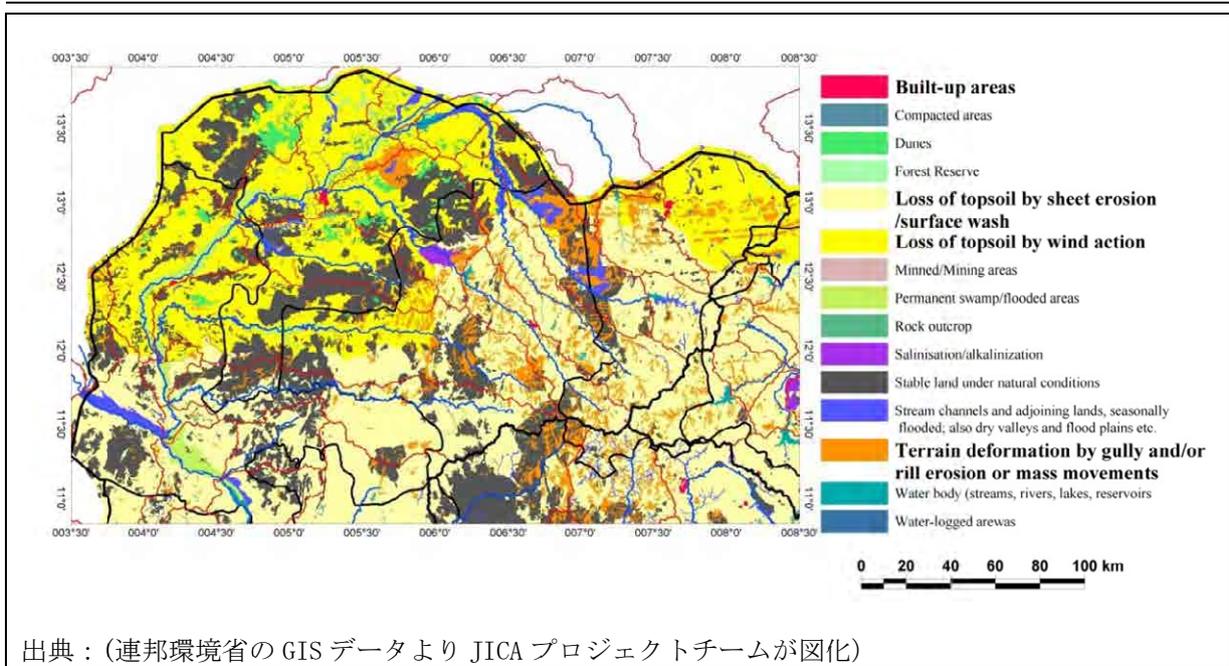


図 7-10 HA-1 の土地劣化状況図

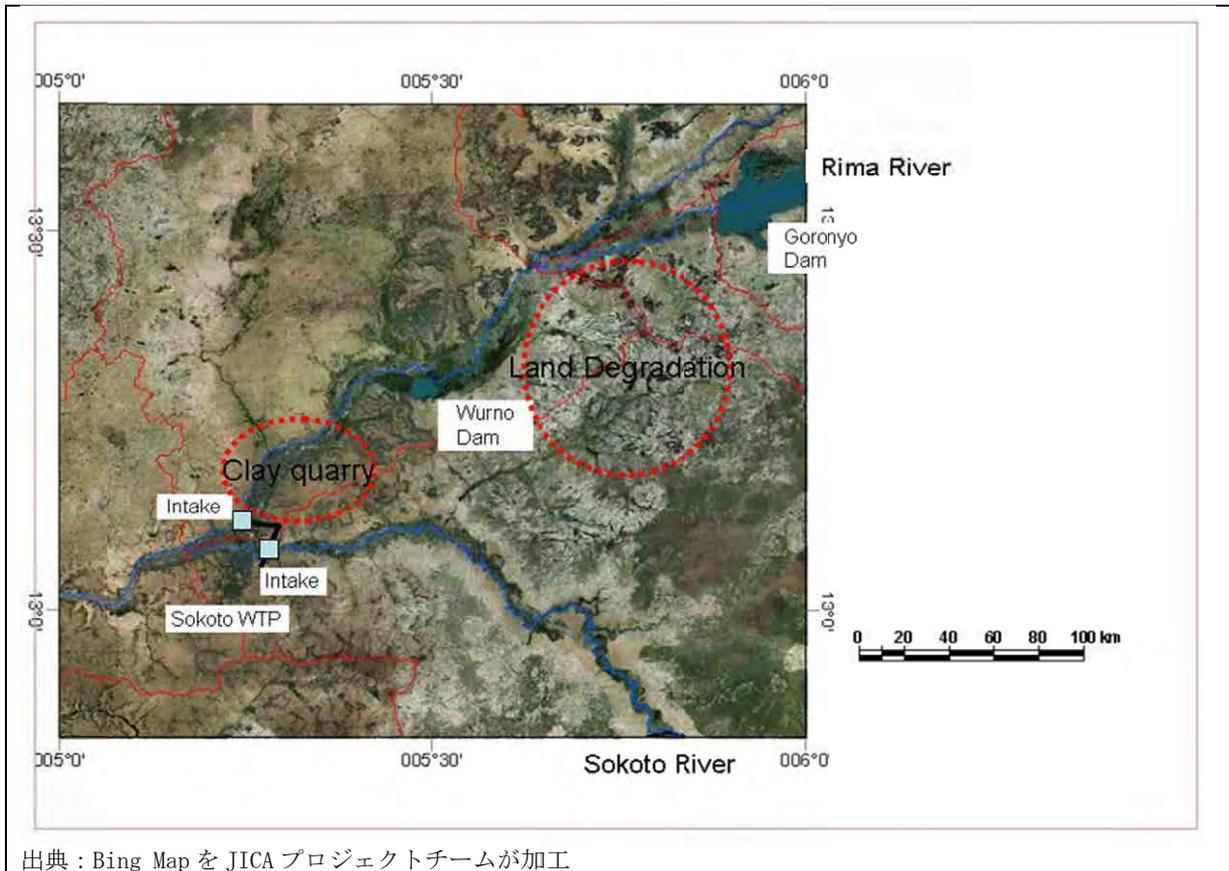


図 7-11 Sokoto 浄水場の取水地点と上流区間の衛星画像

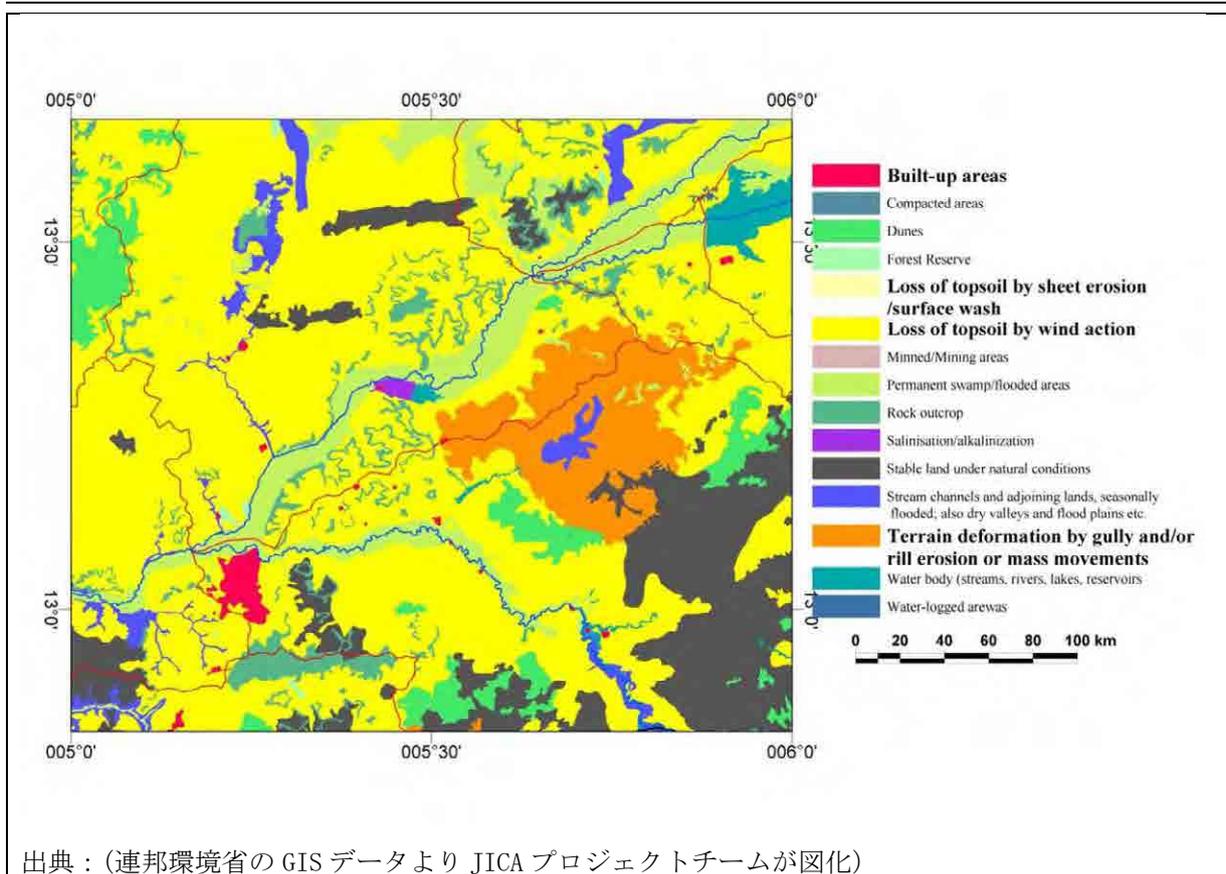


図 7-12 Sokoto 付近の土地劣化状況図

(2) 当該セクターに関わるステークホルダーの課題

HA-1 の流域管理計画として、当該セクターに関わるステークホルダーの課題は以下の通りである。

- Sokoto-Rima 川において、上流ダムの放流管理と、下流の氾濫原の管理（水位予測、影響範囲の予測）を行うこと（RBDA、州政府、FMWR-NIHS、SEMA）
- 土壌侵食による河川水の高い濁度の原因を調査し、その軽減を図ること（RBDA、州政府）
- Rima 川の取水地点周辺の河道の安定を図り、ひいては乾季の養魚場としての河道の利用、地元住民の水運の利便性を高める必要がある（RBDA、州政府）

(3) 必要な戦略

氾濫原の管理

対象区間は、Sokoto-Rima 川の、それぞれ Bakoroli ダムと Goronyo ダムから Niger 川合流点までの氾濫原とする。以下のアクションを早期に始めるべきである。

- RBDA は Geological Survey と協力して、Sokoto-Rima 川の氾濫原の測量を行う。
- RBDA は、連邦環境省と協力して、Sokoto-Rima 川の氾濫原の土地利用を 1/10,000 の精度で地図化する。
- RBDA は、Goronyo ダムと Bakoroli ダムの水位観測を定期的（毎時）に行い、下流の河道への放流量をリアルタイムで把握する。
- FMWR-NIHS は、Sokoto-Rima 川の洪水流出モデルを開発し、ダムからの放流量と合わせて、氾濫原の洪水ハザードを解析する能力を備える。
- RBDA は、FMWR-NIHS から技術支援を受けて、氾濫原の洪水ハザード評価ツールの運用能力を身につける。
- 州政府（SEMA）は、RBDA から、氾濫原の洪水ハザードに関する情報を受け取り、住民へ伝達する体制を整える。

土壌侵食対策

Sokoto 浄水場の原水の高濁度問題に対しては、州政府 (Water Board) は、浄水場の実態を詳細に調査することが肝要である。特に、原水水質の年間の変動と取水堰の取り入れ構造の調査が優先的に重要である。そして、取水堰に沈砂池が設置されていなければ、設置するべきである。

さらに流域と氾濫原の管理の観点から RBDA は、Rima 川の高濁度の発生源を明らかにするために、Sokoto から Goronyo ダムまでの区間で縦断的に水質測定を行う。その結果として氾濫原における粘土採取場が発生源である可能性があれば、排水対策や採取地点の規制を行うべきである。

Rima 川 取水の改善 (河道安定化)

氾濫原の管理の一環として、当該地点の河道の安定性を調査する必要がある。過去の衛星画像解析 (1980 年代より)、現地でのヒアリングにより、河道位置の変遷を整理する。また、水位、流量の観測を行い、当該地点の水理条件を整理する。その上で、必要な構造的対策を検討する。「ナ」国の行政機関では、このような河川技術は蓄積されておらず、「ナ」国の大学あるいは外国の技術支援を受ける必要がある。

Sokoto 州の農業天然資源省の灌漑局長 Dr. Abubakar Natatu が委員長を務めた SRRBDA の技術諮問委員会は 2012 年に Rima 川と Sokoto 川流域の特に河道状況を広範に調査し、いくつかの提言¹を行っている。その提言内容は Rima 川の 5km ピッチの氾濫原全幅を含む河道特性調査となっている。HA-1 の関係各機関は、本項で述べた戦略を現実のものにするためにも、この提言内容を元にした氾濫原の調査を早急に実施すべきである。

7.3.3 内陸漁業

内陸漁業は、水利用において灌漑セクターと基本的には競合する。その一方、人造湖や農業用ため池で淡水養殖をするなど、灌漑開発に養殖を取り入れることが提案される。とくに水田において日本及び中国で行われている水田養魚を導入すれば、用水の競合を来すことなく副収入機会を創出できる。また、畜産の屠場廃棄物や畜糞は餌料に利用できる。このように漁業セクターの開発構想と灌漑・農畜産諸部門の開発構想は密接に関連するので、これらの関連部門間で協議し、水資源の有効利用を図りながら開発を進めることが提案される。

7.3.4 畜産

移牧による家畜は湖沼、河川、農業用貯水池、用水路等の水を飲用している。また商業規模で畜産を営む場合は家畜専用の水施設が必要となることも考えられる。従って、畜産セクターの開発構想と灌漑セクターの開発構想は密接に関連することから、両セクターで協議して、水資源の有効利用を図りながら開発を進めることが必要である。

¹ SRRBDA Advisory Committee, REPORT OF THE TECHNICAL COMMITTEE ON INSPECTION TOUR OF RIVER RIMA AND DOWN STREAM OF GORONYO DAM UP TO RIVER NIGER CONFLUENCE, 2012

付表7

第8章 水資源管理計画

8.1 概説

本節では、まず「水資源管理の目的と戦略」を議論する。多くの管理項目には水資源の量・質の把握が重要になることから、次に「水資源モニタリングの枠組み」について議論し、水資源管理の管理項目や管理者等に応じた水資源モニタリングを明らかにする。

(1) 水資源管理の目的

水資源管理の目的は、水資源開発計画（すなわち、水源開発計画と水サブセクター開発計画）に基づいて設置された施設と運用システムを使って、充足性・効率性・公平性・安全性・持続性を基本に、【水の有効利用】・【洪水の減災】・【水質の保全】を期待する水ユーザーにこれらのサービス（水サービス）を適切に提供することである。水資源管理計画は、この目的を達成する手法を取りまとめたものである。

(2) 水資源管理の戦略と管理項目

水資源管理は次のような戦略に基づいて行われる。

- **戦略-1【Organization & Institution：公共水サービス組織の改善】**

現状の水資源開発・管理の組織制度の課題と問題点を分析した結果、水資源開発・管理に関わる組織を強化・改善する必要があることが分かった。8.2節で議論しているが、4つの組織・制度の強化・改善方針（①協調的な組織編成、②参加型管理行政、③規制に関する公正な組織的なフレームワーク、④分権化と調整）に従って提案している。

- **戦略-2【Operation & Maintenance：適切な水サービスの提供】**

適切な水サービスの提供は、水資源管理の最も重要な管理項目である。流域管理計画では、水資源開発施設（ダム、井戸、給水施設、灌漑施設）について、適切な運転・維持管理を提言している。第7章では、給水施設の運転・維持管理（7.1.6節）および灌漑施設の運転・維持管理（7.2.3節）について提案している。本章では、8.3節で、水源開発施設（ダムや井戸）の適切な機能維持のために、モニタリング・予測（判断）・運転のプロセスをルーチン化し施設を運転・維持すべきことを議論している。

また、適切な運転・維持管理に関わる管理項目として、水文モニタリング（8.4節）、水資源データ・情報管理（8.5節）、気候変動、越境水に起因するリスクの考慮（8.6節）および水環境管理（8.7節）について詳細に議論している。

- **戦略-3【Allocation & Regulation：水資源の配分と規制】**

水資源の配分と規制は、新設されたNIWRMCの重要な任務である。新規ユーザーへの取水の許認可や規制のために必要な制度や体制を構築する必要がある。8.8節で議論しているが、水の配分と規制に関わる現状分析およびフレームワーク分析し、事業を提案している。

- **戦略-4【Facilitation & Improvement：水資源開発管理の促進と改善】**

水資源開発・利用・管理の技術や人材をサポート・改善する活動計画や事業の効率的な促進を促す活動計画も本計画に含める。本戦略に関わる項目として、水資源広報活動（8.9節）、官民連携（8.10節）、人材育成（8.11節）およびモニタリング・評価（8.12節）について詳細に議論している。

適切な水資源管理を達成するために、流域管理計画では、図8-1に示すような管理項目にかかわる計画を現状の課題を分析し改善手法を検討して提案する。

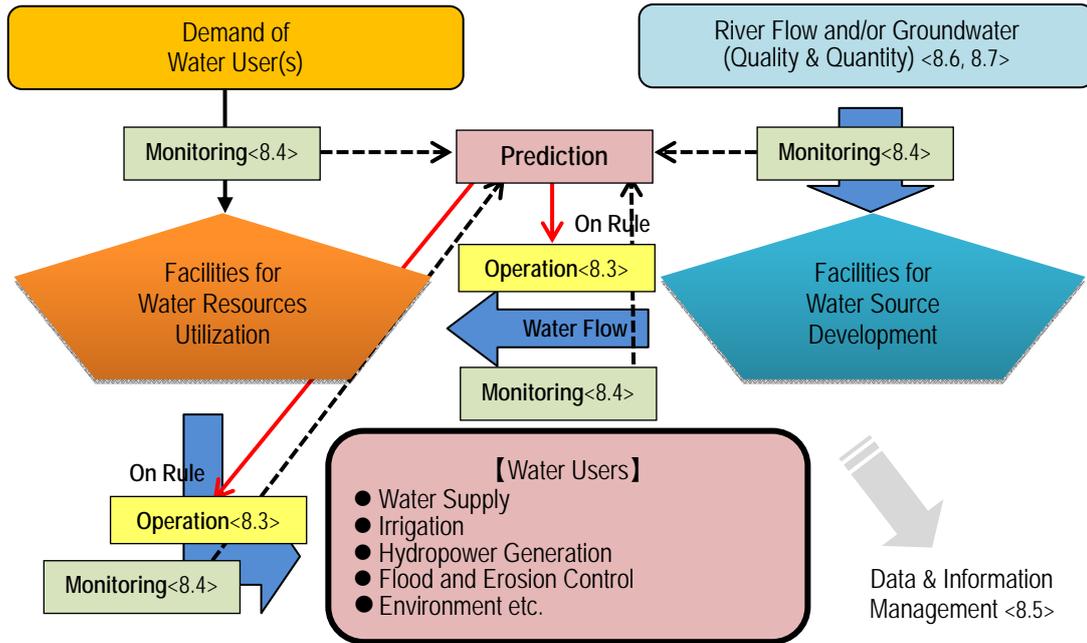
＜水資源管理の目的＞

「ナ」国の水資源管理の目指すべき姿、すなわち、1) 水資源の有効利用、2) 洪水・土砂災害の減災、及び3) 水環境の保全を、充足性・効率性・公平性・安全性・持続性を基本にして達成する。

戦略-1 組織・制度 【公共水サービス組織の改善】

＜関連管理項目＞ 8.2 公共水サービスに係る組織・制度

戦略-2 運転・維持 【適切な水サービスの提供】



＜関連管理項目＞

- 8.3 水資源開発施設の運営維持管理
- 8.4 水文モニタリング
- 8.5 水資源データ・情報管理
- 8.6 気候変動、越境水に起因するリスクの考慮
- 8.7 水環境管理

戦略-3 配分・規制 【水資源の配分と規制】

＜関連管理項目＞ 8.8 水配分と規制

戦略-4 促進・改善 【水資源開発・管理の促進と改善】

＜関連管理項目＞

- | | |
|-------------|----------------|
| 8.9 水資源広報活動 | 8.11 人材育成 |
| 8.10 官民連携 | 8.12 モニタリング・評価 |

出典：JICA プロジェクトチーム

図 8-1 水資源管理の目指すべき姿

8.2 水資源管理体制

8.2.1 現状

ワークショップ等を通じて明らかになった組織上の問題は、以下に記す問題区分にしたがって表8-1に示すとおり要約した。

- 連邦一州一地方政府の関係
- 州を跨る問題
- 複数の水セクターに跨る問題
- 水資源モニタリング及びデータ管理
- 意思決定プロセスにおける利害関係者の参加
- 能力開発
- その他（広報、PPP等）

表 8-1 HA-1 における組織上の主な課題

区分	課題
a. 連邦一州一地方政府の関係	<ul style="list-style-type: none"> ● 水資源政策・戦略の不在 ● 中央集権的な水資源管理 ● 水問題の多様性（3つの層の政府が未調整のまま個別的に水問題に取り組んでいる） ● CMOs 活動における分権化の不足 ● 流域管理面における法制度の弱さ
b. 州を跨る問題	<ul style="list-style-type: none"> ● 同一水文地域内における異なる水政策（例、汚染防止、河川管理など） ● 流域州政府間の協力の不足 ● 曖昧な水規制（水利権等） ● 流域戦略の実施と州政府の政策を調和するための流域全域をカバーする組織の欠如
c. 複数の水セクターに跨る問題	<ul style="list-style-type: none"> ● 利害関係者におけるセクター間調整の不足 ● 組織の独断的事業執行 ● 異なる組織に跨る責任の重複（例、RBDAs、NIWA、FMWRによる取水ライセンスの発行等） ● 不明瞭な職務権限等に起因する組織間における機能の重複と混乱 ● 規制に関する組織フレームワークの不確実性
d. 水資源モニタリング及びデータ管理	<ul style="list-style-type: none"> ● データ及びデータ管理の不足
e. 意思決定プロセスにおける利害関係者の参加	<ul style="list-style-type: none"> ● 市民参加の弱さ ● 地方給水・衛生活動における女性の参加の不足 ● 様々な利害関係者間の調整、連携の不足 ● 政府のトップダウンアプローチに起因する意思決定プロセスに後ろ向きの利害関係者 ● LGAのWater and Sanitation Department (RWSS Dept.)の組織の弱さ
f. 能力開発	<ul style="list-style-type: none"> ● 人材不足/退職者の後継者不足 ● 新人向けのトレーニングプログラムの不足 ● 施設の維持管理能力の低さ ● 流域レベルにおけるIWRMに関する能力不足
g. その他（広報、PPP等）	<ul style="list-style-type: none"> ● 健康、貧困等水関連意識の不足 ● ジェンダーに対する認識不足 ● NIWRMC及びCMOsに関する法制度の不備と組織能力の不足 ● 資金不足 ● 水インフラ整備と維持運営管理における適切でない資金手当て ● 水道会社に対する州政府の協力の不足（施設の維持管理のための費用） ● 低い支払意志額、不適切な料金設定 ● LGAのRWSS Dept.のプロジェクト、プログラム実行能力の欠如 ● 水サブセクター、特に地方給水衛生セクターにおけるPPPの未開発 ● RBDAの職務権限に関する説明責任

出典：連邦水資源省（FMWR）

8.2.2 提案

(1) 組織体制強化のための基本的アプローチ

(1-1) 参加型アプローチに基づく総合的な組織編制の構築

水資源管理において統合水資源管理（IWRM）の中核的原則の一つである参加型アプローチを強化することは、流域管理計画の目的を達成するために決定的に重要である。全国水資源マスタープラン 2013 では、組織の開発と強化のための基本方針を定めた。すなわち、「協調的な組織編制」、「参加型管理行政」、「規制に関する公正な組織フレームワーク」、「分権化と調整」である。組織強化のためのすべての方針のうち、流域管理における参加型アプローチに焦点を当てるのが重要である。すなわち、最も重要なことは、流域内のすべての利害関係者が適切な流域管理の実行に参加する流域全域にわたる総合的な組織体制を構築することである。そのような体制は、流域管理調整委員会（Catchment Management Coordinating Committee: CMCC）、技術諮問委員会（Technical Advisory Committee）及び州政府統合水資源管理委員会（State IWRM Committee）で構成されることになるだろう。NIWRMC 及 CMOs は、この管理システムにおいて推進と調整のための事務局としての行動が求められる。以下の図は、総合的流域管理体制のイメージである。

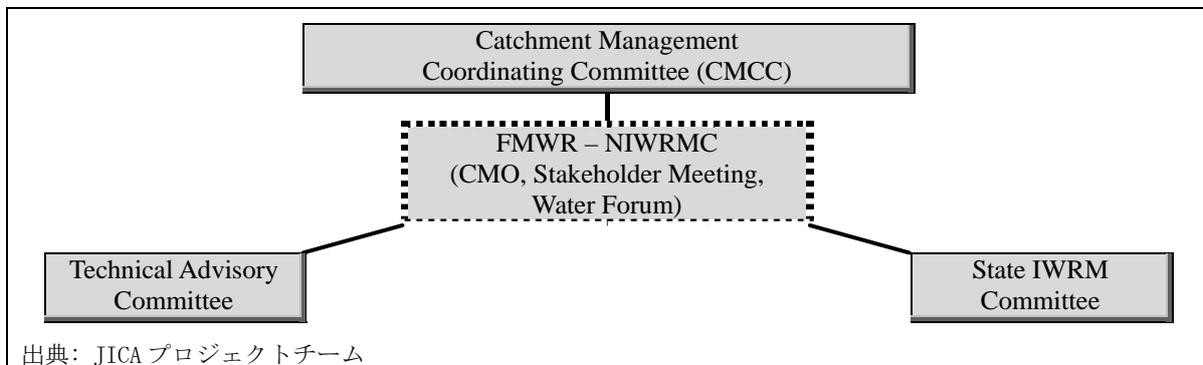


図 8-2 流域管理体制のイメージ

(1-2) HA-1 における地域的課題とギャップを考慮した組織強化

組織体制を強化するためには、以下の項目を含む地域的課題とギャップを考慮することが強く求められる。

- 人口増加に伴い増大し続ける水インフラの需要
- 地下水等を水源とする飲料水の確保（特に乾季）
- RBDA の管轄 エリアに関する流域管理レベルの観点からの説明責任
- プロジェクト実施に必要な民間セクターからの資金調達のための PPP の推進

(2) 水資源管理体制の提案

組織強化のための提案を表 8-2 に示す。これらの提案の概要は表 8-3 に要約するとおりである。

表 8-2 課題別提案の要約

課題	提案	
a. 連邦—州—地方政府の関係	IF01: 流域管理計画の実行のための総合的な組織体制の構築	IF03: 連邦機能の州及び地方政府への権限委譲と統合
b. 州を跨る問題		IF04: 州を跨る問題に関する合同会議・実習の推進
c. 複数の水セクターに跨る問題		IF05: 流域管理における規制に関する組織フレームワークの構築
d. 利害関係者の参加	IF02: NIWRMC 及び CMOs 組織能力向上	IF06: 参加型管理のためのコミュニティ組織（CBOs）の開発、強化
e. 給水・衛生	IF07: ミレニアム開発目標（MDGs）達成に向けた地方給水衛生分野における地方給水衛生公社（RUWASSA）の組織強化	
f. 灌漑・排水	IF08: 公的灌漑管理機関の組織改革	
g. モニタリング及びデータ管理	IF09: 各州における新しい専門部あるいは専門ユニットの設置 IF10: データ共有に関する各州間の合意形成	

出典：JICA プロジェクトチーム

表 8-3 提案内容

提案番号	提案内容
IF01	<p>【提案名】：流域管理計画の実行のための総合的な組織体制の構築</p> <p>【目的】：FMWR と NIWRMC が検討している CMP の目的を達成するため、流域政府を含むすべての利害関係者の間の協力関係を推進するとともに、流域政府間の関係を調整することを目的とする。以下のような組織編制が考えられる。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 流域管理調整委員会 (Catchment Management Coordinating Committee: CMCC)：流域内の各州政府の主要な政策と共通する問題を決議する。 ● 技術諮問委員会 (Technical Advisory Committee)：政策、戦略、プログラム等に関し CMCC に対し発議、助言する。 ● 州政府統合水資源管理委員会 (State IWRM Committee)：流域における利害関係者と協働で州政府レベルでの技術的政治的会合を組織化、管理する。 <p>【主組織】：FMWR/NIWRMC/RBDAs/State MDAs 【法令等】：国家水政策案と国家水資源法案の完成と法制化</p>
IF02	<p>【提案名】：NIWRMC 及び CMOs の組織能力向上</p> <p>【目的等】：機能的な統合流域管理システムを確立することが重要である。具体的な目標は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 流域における持続的な水利用と環境保全を推進する。 ● 水の配分、水利用に関するライセンス、対価、利害関係者間の対立等を管理する。 ● 水セクターにおけるプロジェクトのインパクトをモニターする。 ● 住民意識や意見を増進する。 ● 流域政府と協働で、適切な水サービス実施のために CMOs の人材を拡充する。 <p>【主組織】：NIWRMC/FMWR/NIHSA/NWRI/RBDAs/State MDAs 【法令等】： ● 国家水政策案と国家水資源法案の完成と法制化 ● NIWRMC 設置法案の大統領承認</p>
IF03	<p>【提案名】：連邦機能の州及び地方政府への権限委譲と統合</p> <p>【目的等】： ● コミュニティの能力、意思や願望に合致するプロジェクトを実施することにより受益者の便益が増大する。 ● 各省庁の役割と責任、組織間の関係が明確化、合理化され、全体として水資源セクターの効率的かつ効果的な組織構造が構築される。</p> <p>【主組織】：FMWR/NCWR/RBDAs/State MDAs/LGAs 【法令等】：国家水政策案と国家水資源法案の完成と法制化</p>
IF04	<p>【提案名】：州を跨ぐ問題に関する合同会議・実習の推進</p> <p>【目的等】：流域における共通問題を討議するための定例会議や実習を拡大発展させる。</p> <p>【主組織】：FMWR/NIWRMC/RBDAs/State MDAs, etc. 【法令等】：国家水政策案と国家水資源法案の完成と法制化</p>
IF05	<p>【提案名】：流域管理における規制に関する組織フレームワークの構築</p> <p>【目的等】：水資源管理の規制に関する権限と機能を適切に行使する。</p> <p>【主組織】：FMWR/NIWRMC/RBDAs 【法令等】：NIWRMC 設置法案の大統領承認</p>
IF06	<p>【提案名】：参加型管理のためのコミュニティ組織 (CBOs) の開発、強化</p> <p>【目的等】：WASHCOM などコミュニティ組織の開発を通じて、コミュニティが完成後の水インフラの適正な運転維持管理のためのオーナーシップと義務を行使することが期待される</p> <p>【主組織】：CBOs/LGAs/State MDAs 【法令等】：州の法令等</p>
IF07	<p>【提案名】：ミレニアム開発目標 (MDGs) 達成に向けた地方給水衛生分野における地方給水衛生公社 (RUWASSA) の組織強化</p> <p>【目的等】：州政府機関と LGAs への分権化を考慮して給水・衛生セクターにおける持続性と活動成果を強化する。主な論点は次のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 村落給水プログラムにおける様々なレベルでのトップダウンアプローチ (官僚主義) と供給面重視のアプローチ ● コミュニティや LGA ベースのプロジェクトの実行 ● 民間セクター参入の未発達 <p>【主組織】：RUWASSA/LGAs/State MDAs/FMWR 【法令等】： ● 国家水政策案と国家水資源法案の完成と法制化 ● 関連州法等のレビュー、改訂</p>
IF08	<p>【提案名】：公的灌漑管理機関の組織改革</p> <p>【目的等】：灌漑・排水セクターにおける RBDAs の権限と機能を最も効率的に計画する。主な論</p>

提案番号	提案内容
	<p>点は次のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● RBDA の規制機能とサービス提供機能の分割 ● PPP の推進 <p>【主組織】：RBDAs/FMWR/NIWRMC 【法令等】：国家水政策案と国家水資源法案の完成と法制化</p>
IF09	<p>【提案名】：各州における新しい専門部あるいは専門ユニットの設置 【目的等】：持続的な水利用と流域内の水資源開発情報に基づく規制を行うため、水資源の特性と流域におけるパラメーターに関する情報収集、解析及び普及を向上させる。 【主組織】：State MDAs/State IWRM Committee (proposed)/NIWRMC/NIHSA/RBDAs. etc. 【法令等】：関連州法等のレビュー、と改訂</p>
IF10	<p>【提案名】：データ共有に関する各州間の合意形成 【目的等】：持続的な水利用と流域内の水資源開発情報に基づく規制を行うため、水資源の特性と流域におけるパラメーターに関する情報収集、解析及び普及を図る。 【主組織】：State MDAs/State IWRM Committee (proposed)/NIWRMC/NIHSA/RBDAs, etc. 【法令等】：関連州法等のレビュー、と改訂</p>

出典：JICA プロジェクトチーム

(3) 利害関係者会議に関する将来計画

流域管理計画（CMP）を適切に実行するため、CMP 受領後も、FMWR、NIWRMC 及びその他関連する組織が利害関係者会議（Stakeholders Meeting: SHM）を発展させることは重要である。すなわち、IWRM の原則に則って実行される CMP の目的を達成するため、以下の手順を進めることは意義がある。SHMs の概略スケジュールおよび計画内容は以下に示すとおりである。

- Phase-1 (2014) : Plan-1 および Plan-2 の実施
- Phase-2 (2014&15) : Plan-2 および Plan3 の実施
- Phase-3 (2015 以降) : Plan-4、Plan-5 および Plan-6 の実施

表 8-4 利害関係者会議（SHMs）に関する計画内容

計画	計画の内容
Plan-1	<ul style="list-style-type: none"> ● 全国水資源マスタープラン 2013 を推進するため HA-1 の流域内のすべての州で SHMs とワークショップを開催する。 ● HA-1 の CMP の最終化に向けて SHMs や技術諮問会議を開催する。 ● 流域管理調整委員会（Catchment Management Coordinating Committee: CMCC）、技術諮問委員会（Technical Advisory Committee）及び州政府統合水資源管理委員会（State IWRM Committee）、利害関係者による水フォーラムなど様々の組織の設置計画を策定する。
Plan-2	<ul style="list-style-type: none"> ● HA-1 の RBDAs、CMOs、州政府機関と連携して、上記の流域管理組織の形成に着手する。
Plan-3	<ul style="list-style-type: none"> ● 様々な政府レベル（連邦、州及び地方政府）で策定される水資源開発計画を合理的なものにするための討議の場として、また、CBOs や NGOs など流域における利害関係者の参加を促すために SHMs とワークショップを開催する。
Plan-4	<ul style="list-style-type: none"> ● キャパシティアセスメントや監査の結果をベースに、HA-1 の州政府機関のための能力開発プログラムを具体的に計画する。
Plan-5	<ul style="list-style-type: none"> ● CMP の実行に関する州政府間協定や憲章に合意を得るために SHMs を開催する。 ● 以下の事柄に関するガイドライン等について、州政府統合水資源管理委員会（State IWRM Committee）に謀る。 <ul style="list-style-type: none"> - 取水及び水配分に関するライセンス - 水資源開発・管理に関する情報共有のためのパートナーシップと連携の確立 - CPM の成果に関するモニタリング・評価 - CMP の修正、更新
Plan-6	<ul style="list-style-type: none"> ● 州政府統合水資源管理委員会（State IWRM Committee）を通じて、HA-1 の水系における正常流量確保のためのプログラムを計画、推進する。 ● 水の多目的利用に備え組織能力を強化する。 ● 水資源の持続的な利用と規制のため、強固なパートナーシップと連携を確立する。

出典：JICA プロジェクトチーム

8.3 施設の運営・維持管理

8.3.1 表流水施設の運営維持管理

表流水を開発する施設としてダム役割は大きい。そのダムの目的には洪水調節、水道補給、農業用水、発電など様々な目的があるが、いずれのダムにおいても、その管理の対象となるのは基本的に以下のものである（表 8-5 参照）。

- ダム堤体施設の管理
- ダム貯水池の管理
- ダム貯水池の制御操作（高水操作、低水操作）

表 8-5 ダム管理の構成

管理の内容	管理項目	「ナ」国内のダム管理状況
ダム堤体施設の管理	ダム堤体、管理用道路、放流設備、取水設備、自家発電設備	殆ど管理されていない。Kainji、Jebba、Shiroro ダム、及び一部のダムで管理されているが、まだ完全ではない。
ダム貯水池の管理	堆砂、水質、湖岸	殆ど管理されていない
ダム貯水池の制御・操作	貯水池観測・記録、流入量観測・記録、その他水文観測・記録、ゲート操作記録下流への情報伝達	Kainji、Jebba、Shiroro ダムを除き、殆ど管理、記録がされていない。

出典：JICA プロジェクトチーム

本来はダム完成と同時に上記に示した管理を即座に、そして適切に管理できる体制と設備が整っていないからではないが、既設ダムの管理状況があまりにも劣悪であるため、今後は開発量が大きいダムなど、優先度が高いダムの順に管理の塾度を高めていくこと提案する。また、各ダムとも「ダム管理マニュアル」が存在しておらず、それが管理状況の劣悪化を招いている要因の一つである（要するにどんな管理をすれば良いのか、誰も知らない、わかっていない）。全てのダムで必ず「ダム操作規則」を作成することが義務づけられるべきである。そして各ダムの管理者はそれに従い日々適切な管理を行う。ダム管理マニュアルに記載すべき事項は暫定的に表 8-6 に示す通りである。

更に、特に HA-1 には Sokoto-Rima 川に Bakorori、Goronyo、Zobe、Jibiya、その他 Gusau や新規ダムが運用・計画されていることから、これら複数のダム群を効率よく高度に運用することが、限られた水資源開発にはきわめて重要である。ここで「複数のダム群を効率よく高度に運用すること」とは具体的には放流操作の意思疎通（管理者間のコミュニケーション能力）の高度化、そして確実な放流操作の実施、及び取水行為の監視、である。特にコミュニケーションについては近年のインターネット技術の向上、携帯電話の普及などもあり、昔に比べれば効率よく情報伝達や意思疎通をはかることが可能にも関わらず、「ナ」国のダム管理の現場ではそれはなされていないのが実態である。

表 8-6 ダム管理マニュアルに記載すべき項目 (案)

大項目	小項目	内容と説明	備考
ダム管理者の責務の定義	ダム管理職員の役割分担	【内容】ダム管理職員の役職とそれに応じた職責（役割分担、責任分担）を明文化する。【補足説明】職責（役割分担と責任分担）は、平常時、洪水時、異常時、緊急時、点検時など想定される状態毎に定める。	
ダム貯水池の制御・操作	水文観測	【内容】ダムにおいて管理すべき水文データの種類とその内容を定義する。更にはその計測頻度や故障の際の対応方法について定める。【補足説明】水文データのとりまとめ様式も定める。この様式は「ナ」国内全てのダムで統一する。	
	水文記録	【内容】ダムにおいて記録すべき水文データの種類とその内容、計測頻度を定義する。【補足説明】水文データ、堤体情報のとりまとめ様式も定める。この様式は「ナ」国内全てのダムで統一する。	
	バルブ、ゲート操作記録	【内容】ダムにおいて記録すべきバルブ、ゲート操作の記録方法について定義する【補足説明】ゲート開度記録の様式も定める。この様式は「ナ」国内全てのダムで統一する。	
	ダム操作ルール（洪水調節）（利水補給）	【内容】雨期、乾期の貯水池の操作ルールを定義する。【補足説明】今回のケーススタディとして示す Shiroro、Kainji、Jebba ダムのような運用ルールを明文化する。	
	下流への情報伝達方法	【内容】ダムからの放流時、緊急時、異常時などの情報を下流の住民や関連機関へ伝達する方法と内容について定義する。	
ダム堤体施設	ダム堤体情報の観測・記録	【内容】堤体の安全性を検証するための漏水量、変形量などの計測データの種類と計測頻度、記録方法を定義する。【補足説明】データのとりまとめ様式も定める。この様式は「ナ」国内全てのダムで統一する。	
	点検・整備	【内容】ダム堤体、付属設備の点検・整備の内容について、その項目、頻度などを定義する。【補足説明】点検・整備を行った内容の記録様式も定める。この様式は「ナ」国内全てのダムで統一する。ここにはダム堤体をはじめ、管理用道路、ゲート、電気設備などあらゆる設備の点検・整備の内容が盛り込まれる。	
ダム貯水池	水質	【内容】ダムにおいて管理すべき水質データの種類とその内容を定義する。【補足説明】データのとりまとめ様式も定める。この様式は「ナ」国内全てのダムで統一する。	
	堆砂	【内容】ダムの堆砂量計測方法についてその方法と頻度を定義する。【補足説明】データのとりまとめ様式も定める。この様式は「ナ」国内全てのダムで統一する。	
	湖岸	【内容】貯水池湖岸に対する点検・整備の内容について、その項目、頻度などを定義する。【補足説明】点検・整備を行った際の内容の記録様式も定める。この様式は「ナ」国内全てのダムで統一する。	

出典：JICA プロジェクトチーム

表 8-7 ダム管理の高度に対する「ナ」国の課題

項目	内容
放流操作の意思疎通	ダム管理者と利水ユーザー（取水者）の間で殆ど意思疎通がはかられていない。
確実な放流操作の実施	ダム管理者がいつ、どのくらいを放流したのか記録さえしていない。
取水行為の監視	利水ユーザーは取水量の記録を殆どしていない。また、河川管理者も取水量の監視をしていない。

出典：JICA プロジェクトチーム

ダムの統合管理を行う場合、統合管理の責任者は図 8-3 に示すとおり、ダム管理者（現場）の情報把握、利水ユーザーの要請の内容を総合的に勘案してダムの補給と貯留操作の指示、利水ユーザーへの取水操作の指示を的確に行う必要がある。これら統合管理を達成するために必要となる整備は表 8-8 に示すとおりである。

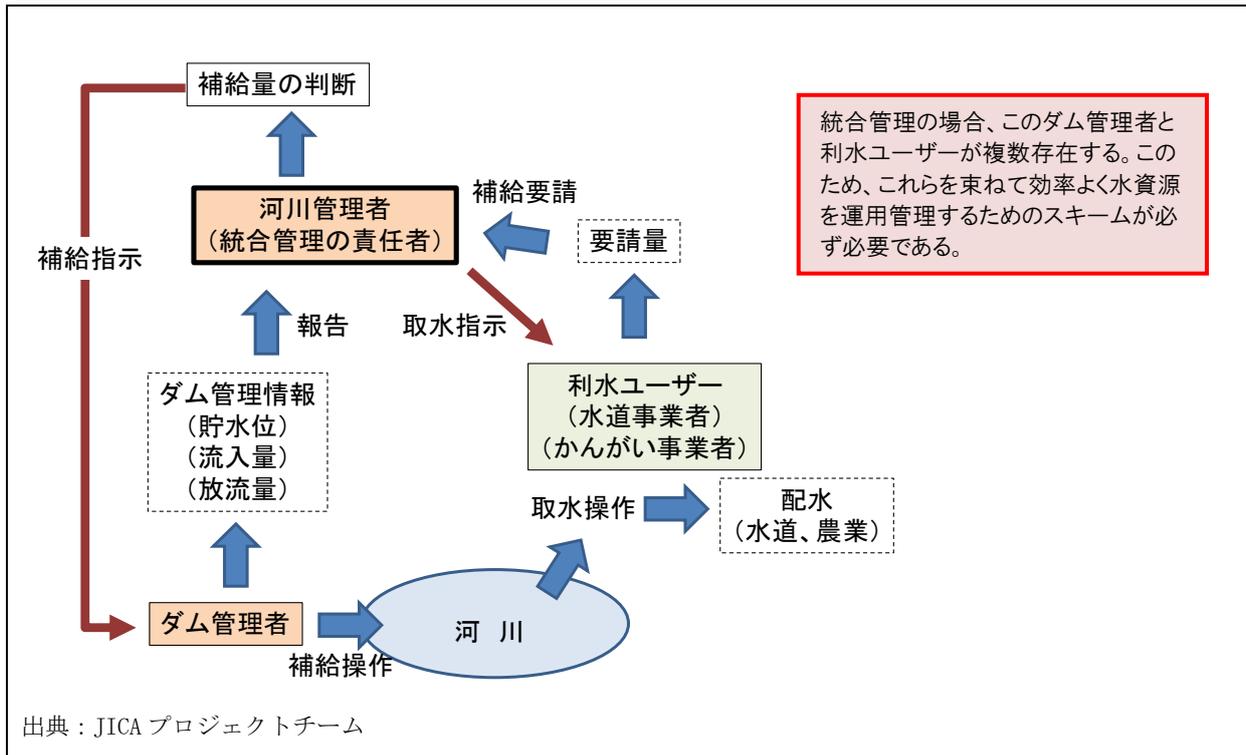


図 8-3 ダム統合管理のあるべき姿 (利水ユーザーと河川管理者の意思疎通)

表 8-8 水資源統合管理を目指すために必要となる整備 (ソフトとハードの両面)

該当者	ハード面での設備	ソフト面での整備
統合管理者	ダム、河川、利水施設からリアルタイムで水位、流量などの情報を得るための情報インフラ整備が必要である。	利水者、ダム管理者 (ダムの現場) との役割分担や、責任所在を明確化したスキーム (管理体制) の構築と、権限の明確化が必要である。
ダム管理者	ダム堤体、及び付属設備の健全化、及びダム管理データの蓄積と情報伝達を行うための情報通信管理施設の整備が必要である。	ダム操作マニュアルの整備を行い、明確な基準のもとで維持管理について責任を持って行える体制づくりが必要である。
河川施設	河川の水位と流量を計測し、リアルタイムでダム管理者、及び統合管理者へ伝達するためのシステム構築が必要である。	河川水位に応じたダム放流操作など、蓄積したデータに基づいたダム高度運用のための解析・研究を進めるべきである。
利水ユーザー	定められた取水量を正確に取水できる設備の整備、及び取水や配水状況の把握と伝達を目的とした情報通信システムの整備が必要である。	統合管理者への要請量の検討基準の明確化、及び的確な取水と配水管理を行うためのマニュアル整備などが必要である。

出典：JICA プロジェクトチーム

いずれにせよダム統合管理においては、まずはダムそのものが健全であり、かつ有効に機能することが大前提である。そのためにはダム堤体そのものが安全であることが最重要となる。「ナ」国ではアースダムが多いが、堤体の損傷が激しいダムが多く (下記の写真参照)、特に HA-1 は北部の乾燥した気候も影響してか損傷が激しい傾向にある。今後は堤体損傷の程度を把握するための調査を行い、特に重要度が高いダムから必要な維持補修工事、及び適切なメンテナンスを行うことが重要である。



出典：JICA プロジェクトチーム

写真 8-1 Gari ダム堤体の浸食状況

8.3.2 地下水施設の運営・維持管理

HA-1 の地下水利用施設の運営・維持管理の現況と課題、その改善策に関連し以下の 10 項目に関して記載する。

- 帯水層の運営・維持管理
- 深井戸利用施設の運営・維持管理
- 深井戸の揚水能力
- 深井戸の建設体制
- 過剰揚水による地下水位低下
- 地下水汚染
- 北部鉱山地域の地下水汚染
- 井戸成功率の向上
- 地下水涵養の促進
- 地下水位観測と干ばつ対策

(1) 帯水層の管理

HA-1 の地下水管理における課題を表 8-9 に整理して示す。

表 8-9 気象と水理地質特性の組み合わせによる帯水層の運営・維持管理の現況と課題

気象と水理地質 の組み合わせ	帯水層の 規模	井戸からの揚 水可能量	開発・管理上の問題	
			原因	具体例
少雨—堆積岩	大	大	過剰揚水	広域的地下水位低下
少雨—基盤岩	小	小	干ばつ	乾季の水不足

出典：JICA プロジェクトチーム

(2) 深井戸利用施設の運営・維持管理

現在、HA-1 の深井戸（機械掘り井戸）の総本数は約 7,766 本であるが、この大部分は村落・中小地方都市の給水を目的とした深井戸であり、村落あるいは中小都市のコミュニティが運営・維持管理しているケースが多い。しかし現実には施設の維持管理のための住民組織が整っているコミュニティの数は全体の 5 分の 1 程度との報告もあり、その結果、ハンドポンプが故障した場合、軽微な故障ですら修理されることなく放置され深井戸は使用不能となっている。この問題を解決すべく深井戸利用施設の運営・維持管理の改善策として以下の内容を提案する。

- 井戸建設対象コミュニティの適切な選定
- 住民の意識改革
- コミュニティによる水料金徴収体制の確立
- LGA による支援強化
- スペアパーツ供給

(3) 深井戸の揚水能力とハンドポンプから動力ポンプへの転換

現在村落部を中心に使用されているハンドポンプは揚水能力が低いため、「ナ」国の豊富な地下開発ポテンシャルを有効に使用しているとは言い難い。ハンドポンプに代わって動力ポンプを多用すれば地下水開発ポテンシャルをフルに活用可能となる。井戸の揚水能力としてハンドポンプ井戸の場合は10m³/日あれば十分であるが、これに動力ポンプを設置した場合50～150m³/日以上の上揚水能力が必要となるが、揚水記録によると「ナ」国の多くの井戸で80m³/日以上の上揚水量を持つ井戸が多く、井戸の揚水能力に応じて動力ポンプへの対応可能と考えられる。本流域管理計画Pでは村落給水における動力ポンプとハンドポンプの揚水量の比率を6:4に設定し村落における動力ポンプの普及を推進する。

また、かかる変更によって今後建設が必要な深井戸本数が大幅に減少し深井戸建設コストの大幅な削減が可能となる。一方、ハンドポンプに比べ動力ポンプは維持管理が複雑である。また、運転コストの面でもハンドポンプに比べ動力ポンプは高額である。したがって、井戸を使用するコミュニティの技術・費用面での負担が増大するためその対応策が必要となる。

(4) 深井戸建設体制の課題と改善のための基本方針

地方給水事業における深井戸建設には多くの機関が関与している。それは州政府水資源省、村落給水衛生公社(RUWASSA)、流域開発公社(RBAA)、ミレニアム開発目標事務所その他であり、それぞれの機関が独自に給水事業を実施しているためその非効率性が指摘されている。効率的な地下水開発事業を実施するためには、今後以下の課題を検討すべきである。

- 州に存在する複数の実施機関が独自に深井戸掘削事業を実施するのではなく、実施機関をRUWASSAに一元化する。
- 実施機関は井戸掘削の長期計画を策定しこれに基づき効率的な事業を実施する。

効率的な地下水開発を進めるためには、州政府実施機関の技術力と組織力を向上させ、村落・小都市給水事業の中心的存在としての機能を強化し、同時に州政府実施機関の主導により民間井戸掘削業者の技術レベルを高めることが必要である。またこれを目的として連邦政府府機関であり、ナイジェリア統合水資源管理庁(NIWRMC)やナイジェリア水文サービス庁(NIHSA)が井戸業者の登録制度や地下水開発技術移転において州政府と連携することが期待される。

(5) 過剰揚水による地下水位低下

HA-1地域の西半には白亜紀～第四紀の堆積層が広範囲に分布しこの中の砂岩層は帯水層として優れている。この帯水層から都市用水や工場用水として大量の地下水が揚水可能であるが、過剰揚水による広域的な地下水位の低下が派生する恐れがある。過剰揚水による広域的な地下水位の低下は、他の地下水利用に影響を与える。特にSokoto市を中心としてRima川沿いに人口の集中が予想されており、乾季に河川水が期待できないため地下水大量に揚水することが予想されるため地下水の低下に警戒する必要がある。流域管理計画(CMP)で提案した地下水開発計画は、地下水涵養量の範囲内における地下水開発計画であり、持続的な開発が可能である。このルールしたがって開発されれば大規模な地下水位の低下は発生しない。しかし、未秩序な井戸掘削と揚水によって地下水涵養量を超えた地下水開発となる危険性が高い。その結果、広域的な地下水位の低下が発生して、浅い井戸から順次枯渇していく。これを防ぐためには、地下水管理機関による地域ごとの地下水開発量の管理、モニタリング、揚水規制が必要となる。

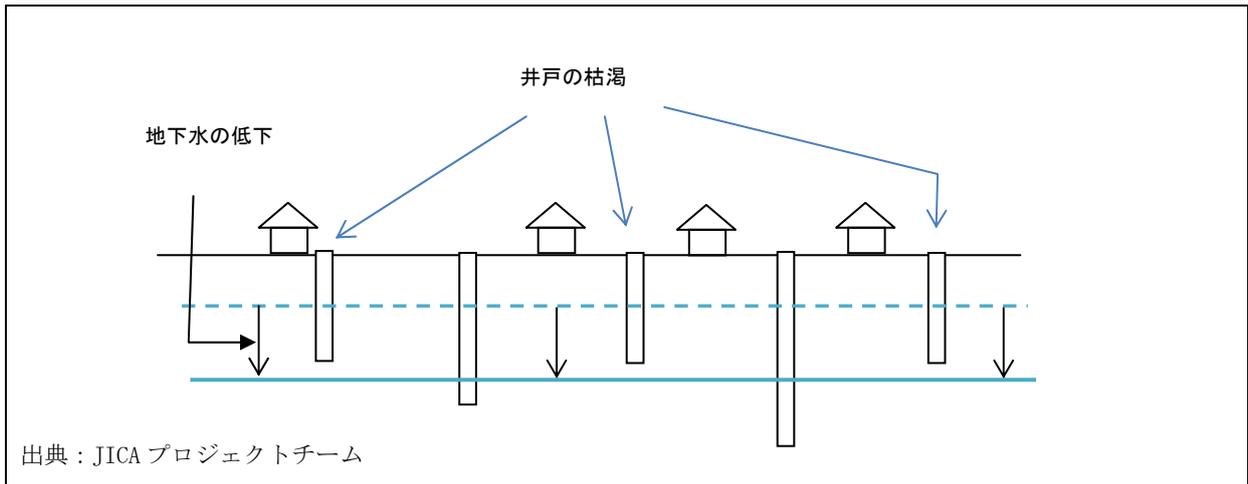


図 8-4 地下水位低下

深部地下水開発

一方、まだ開発が行われていない深部の帯水層は新規の開発ができる。HA-1 では深部帯水層は図 8-5 に示すような地質構造のため開発のポテンシャルは高く大深度深井戸を掘削し地下水開発を行う。

- 帯水層は地下深部に位置し井戸掘削地点の選定に先立ち大深度物理探査が必要である。
- 深部帯水層の地下水は地質由来の水質成分（鉄、マンガン、マグネシウム他）に富んでいるため水質の対策が必要である。
- 深部帯水層の開発によって広域的地下水低下が発生するためこの地層への地下水涵養量を解析しこれに基づき揚水量の設定を慎重に行う。
- 既開発されている帯水層への影響もあるため、地質構造に対する慎重な調査・計画が必要である。

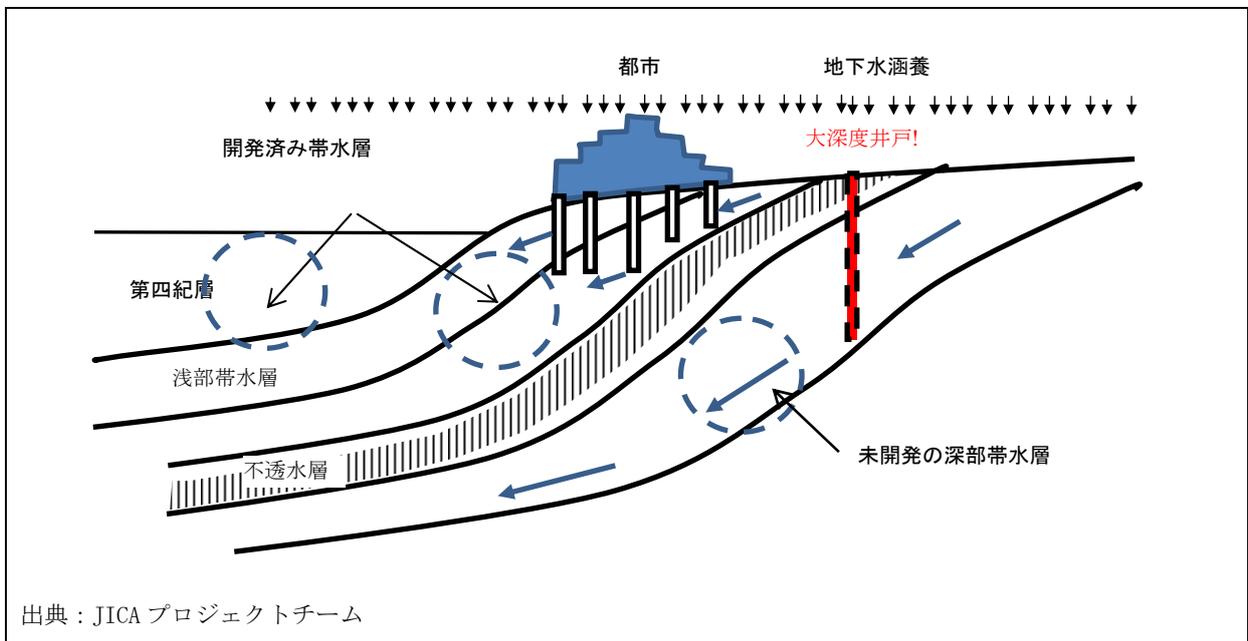


図 8-5 深部帯水層の開発

(6) 地下水汚染

HA-1 各州の州都ではゴミ処理場や汚染された河川から汚染水が帯水層に浸透し地下水汚染が発生する可能性が高い。図 8-6、図 8-7 に示すとおり、都市部には多くの地下水汚染源が存在しそこから汚染物質が不圧帯水層に浸透し、浅層帯水層を汚染している。

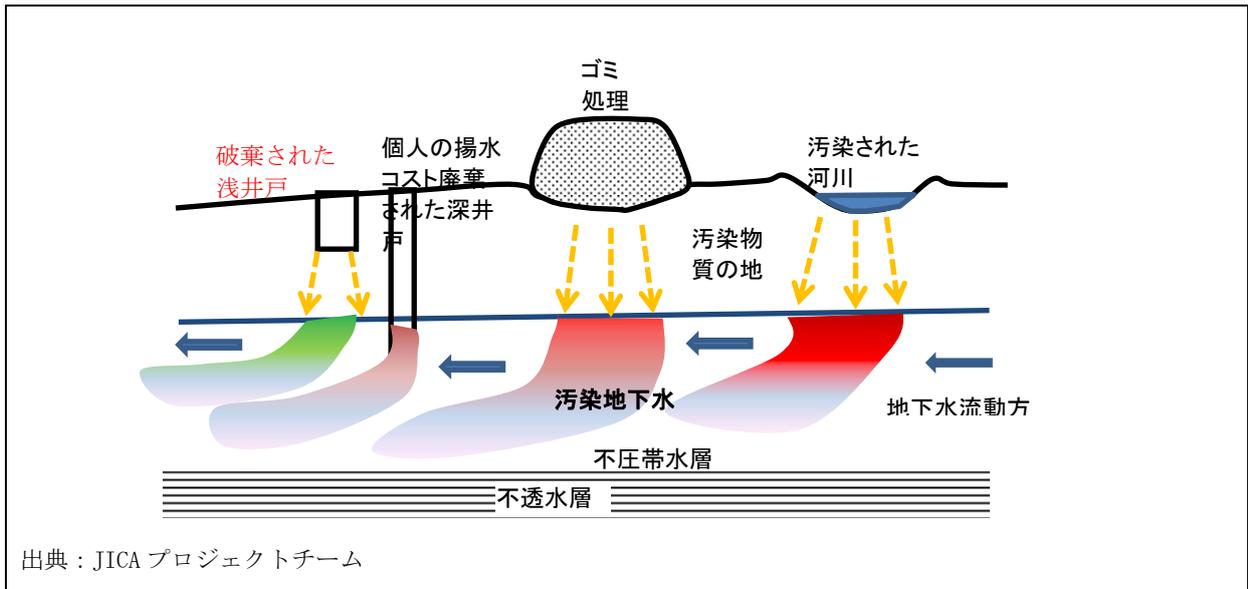


図 8-6 地下水汚染源

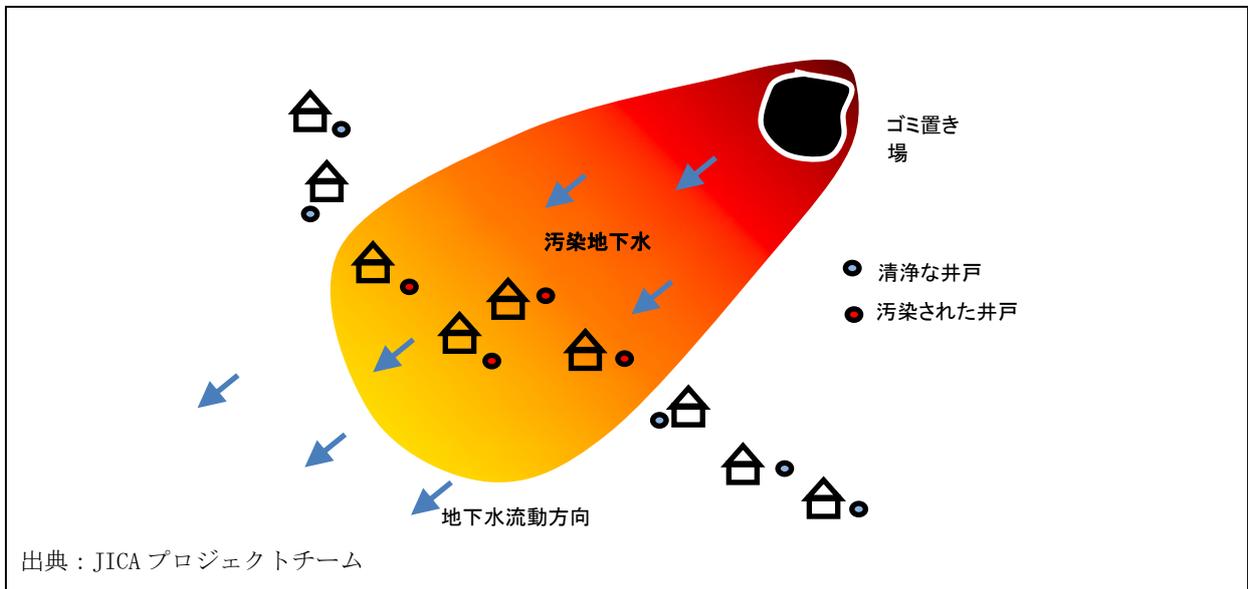


図 8-7 地下水汚染の広がり概念図

地下水汚染のメカニズム

個々の井戸は影響圏を持っており、影響圏の範囲内の地下水を揚水している。図 8-8 参照。もし、影響圏の範囲内に地下水汚染物質が存在した場合、井戸から揚水される。図参照。このメカニズムは汚染対策を検討するに当たっての重要な概念となる。

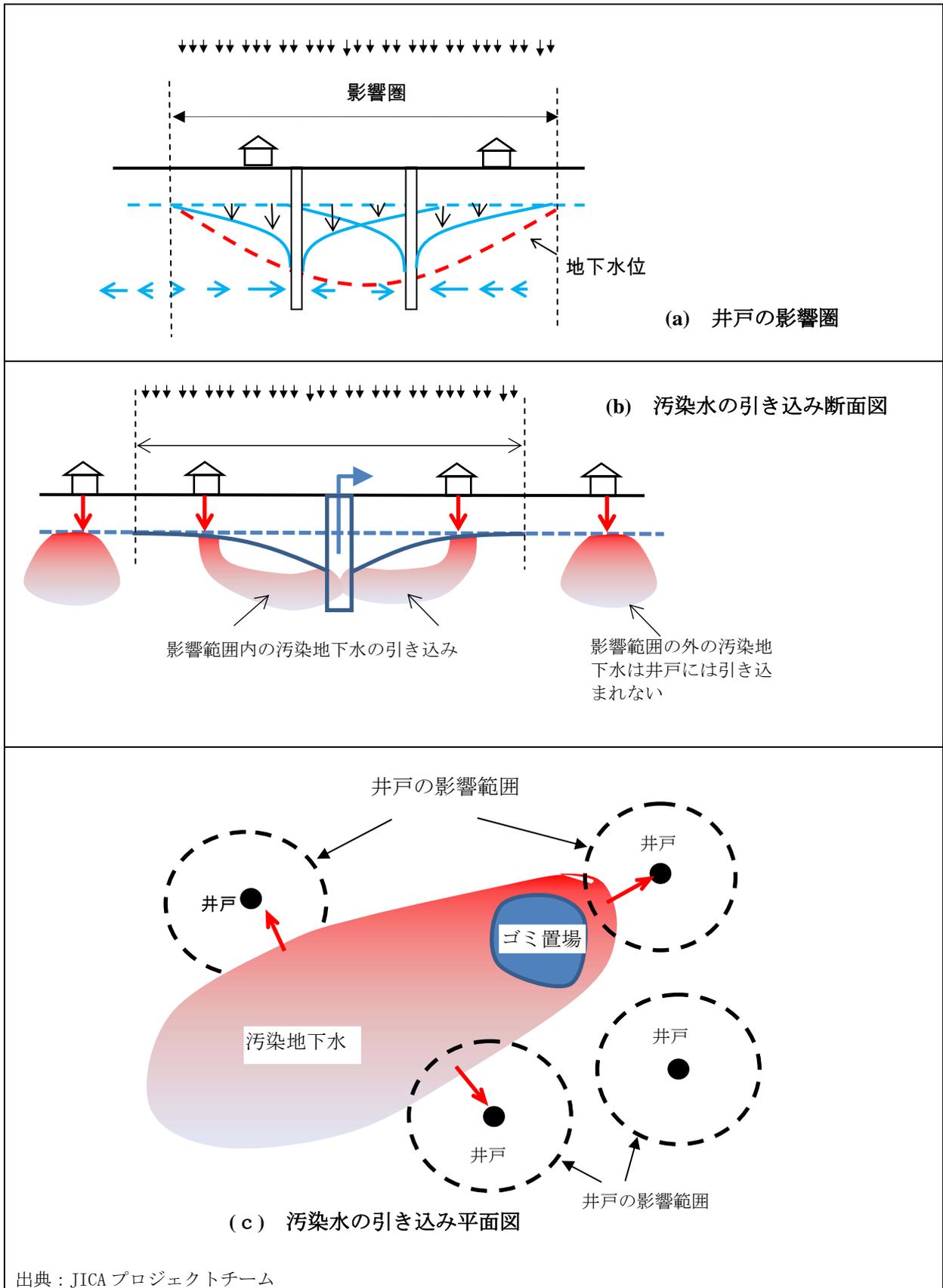


図 8-8 影響圏内の汚染地下水による地下水汚染のメカニズム

地下水汚染対策

地下水汚染対策として、「井戸の影響圏の中に汚染源を置かない」ことが原則であり以下の2つの方法がある。

- 1) 井戸と汚染物質の距離をとる
- 2) 浅井戸を深井戸に変更する。

1) 井戸と汚染物質の距離をとる

井戸と汚染物質との距離を十分に取ることによって井戸の汚染を防ぐ。

- 既設井戸の場合は井戸の影響圏の範囲内に汚染物質を置かない
- 今後井戸を計画するに当たって、汚染物質と十分な距離を取る

この方法を用いる場合は井戸の影響圏の範囲を事前に把握する必要がある。影響圏の大きさは帯水層の透水性、井戸の揚水量、汚染物質の特性の3つのパラメーターで決まる。

- 帯水層の透水性が大きいほど影響圏は大きくなり、透水性が小さいほど影響圏は小さくなる。
- 揚水量が大きいほど影響圏は大きくなり、小さいほど影響圏は小さくなる
- 地下水中で流動し易い汚染物質ほど影響圏は大きくなり、流動し難い汚染物質ほど影響圏は小さくなる。

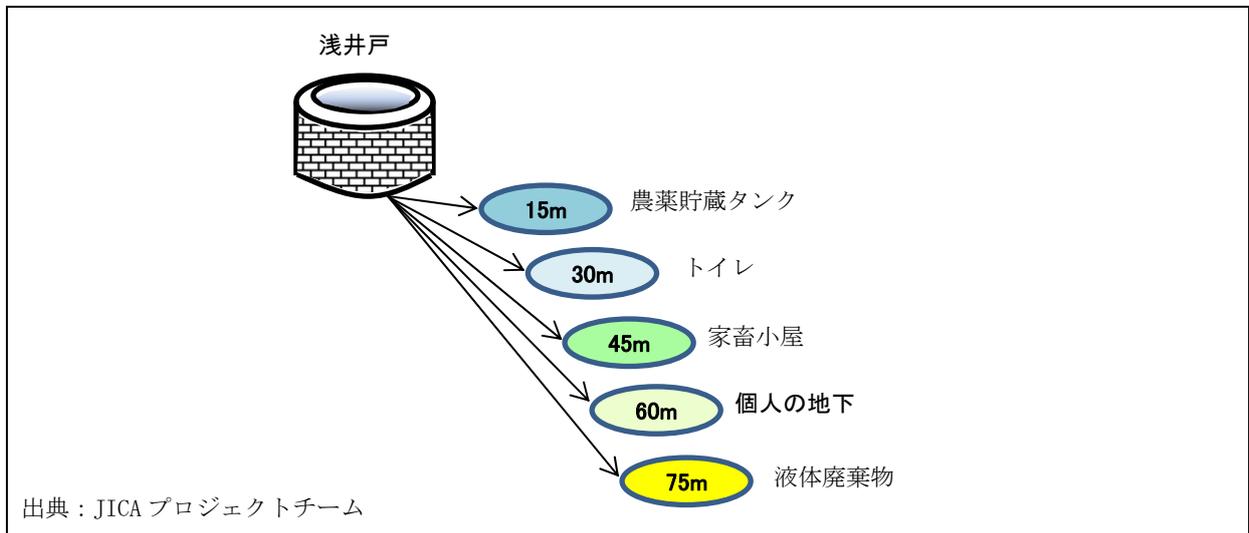


図 8-9 地下水汚染を防ぐための井戸と汚染源との距離の例

2) 浅井戸を深井戸に変更する

地下水開発における水質対策に関する JICA ガイドラインによると、深度 30m 以深の地中では大腸菌は生存できない。したがって、GL-30m 以深の地層から取水する深井戸は大腸菌の汚染を受けない。浅井戸は人力で掘削するため地下水面下の地層を掘削するのが不可能である。地下水位が浅い地域の浅井戸は極めて浅い井戸となり、地表からの汚染に脆弱である。

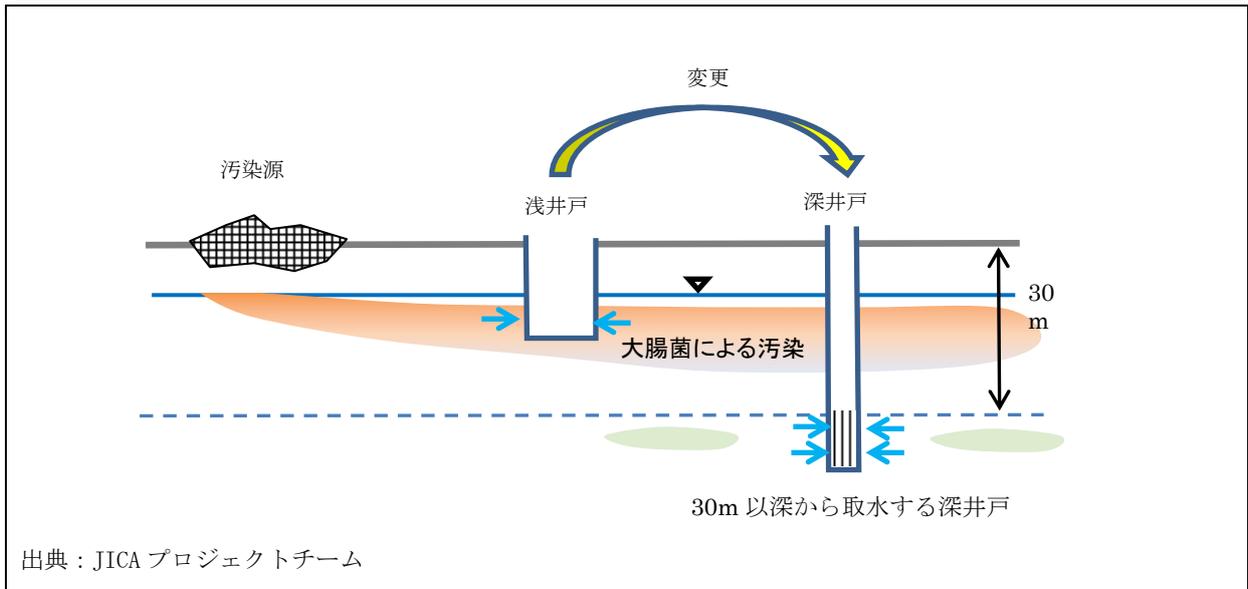


図 8-10 地下水汚染のイメージ

(7) 北部鉛山地域の地下水汚染

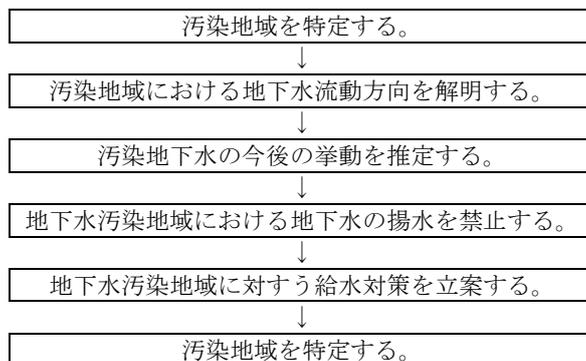
鉛山から採掘した鉛石残滓の不適切な処理によって、地下水汚染が発生する場合があります。Zamfara 州では鉛石採掘跡地の池の中に有害重金属を含む残滓が堆積し、これが池周辺の地下水を汚染している。Zamfara 州の Bukkuyum LGA および Anka LGA の複数のコミュニティにおいて鉛山活動に原因した鉛汚染が報告されており、水質調査が行われた。採取された 18 箇所の井戸水源のうち 15 箇所 (83%) の水源から、飲料水の基準値を超えた鉛成分が検出された。その概要を表 8-10 に示す。

表 8-10 Zamfara 州の鉛による水質汚染

項目	内容
発生地域	1) Bukkuyum LGA : Yargalma および Tungan Guru 村 2) Anka LGA : Dareta および Abare 村
健康被害	主に 5 歳以下の幼児に健康被害が発生し死亡者も出た。
被害の原因	村の水源は手掘浅井戸と深井戸であり、これらの地下水 (16 検体) から飲料水基準濃度を上回る高濃度の鉛が検出された。地下水中の鉛が健康被害の原因と認定された。
鉛汚染の背景	上記地域は基盤岩の分布地域であり、珪岩、結晶片岩、千枚岩が分布している。当地域には Lambargudu 鉛山が位置し、住民の多くは金の採取を行っている。住民は鉛石を粉砕し、浅井戸地下水・河川水・池水を使用し粉砕した鉛石を水洗し(「わん掛け」と呼ばれる方法)金を採取している。鉛石には高濃度の鉛が含まれ、水洗の過程で鉛が帯水層に浸透し地下水汚染した疑いが高い。
対策	汚染地域の既設浅井戸の使用を中止し、州政府が新たに 2 本の深井戸を掘削し、これを水源として給水を行っている。

出典：JICA プロジェクトチーム

この汚染は深刻な健康被害を周辺住民に及ぼしており、以下に示す対策の実施が必要である。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 8-11 水質汚染対策の流れ

揚水規制

地下水の開発・使用に係わるステークホルダーは無数に存在し、個々のステークホルダーによる直接的な調整は実質的に不可能である。個々のステークホルダーに代わって地下水開発・利用を管理・調整する機関が地下水の開発・利用を規制しなければならない。日本では1970年代に臨海工業地帯を中心に過剰揚水を原因とした地盤沈下が発生し、これを抑制するために揚水規制が行われた。その手法は以下のとおりである。

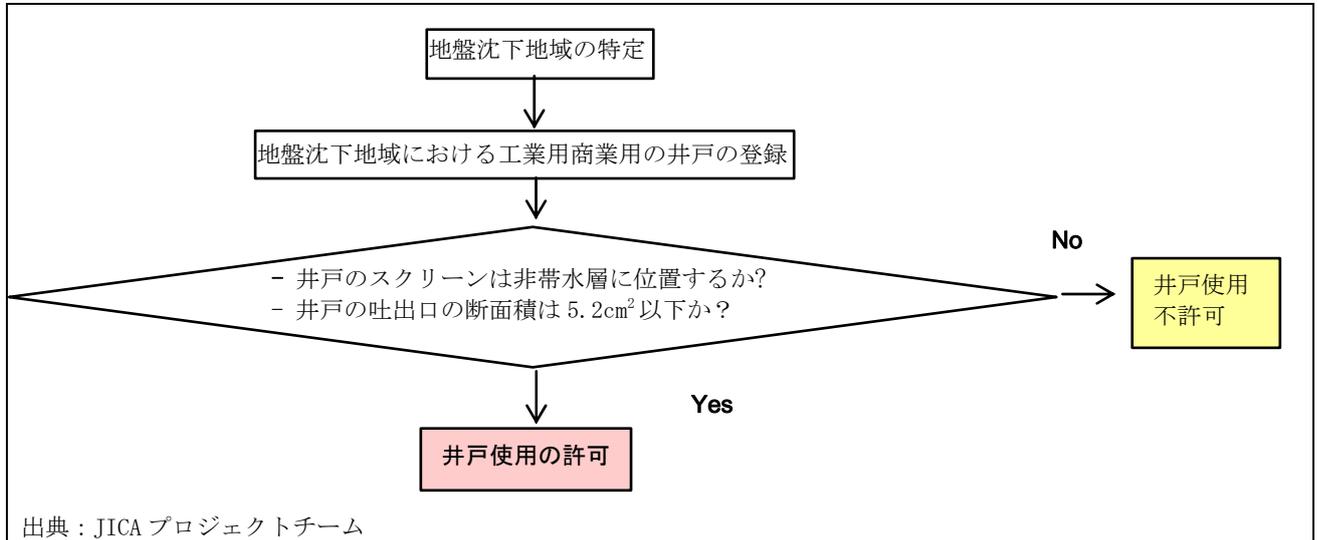


図 8-12 揚水規制の手順

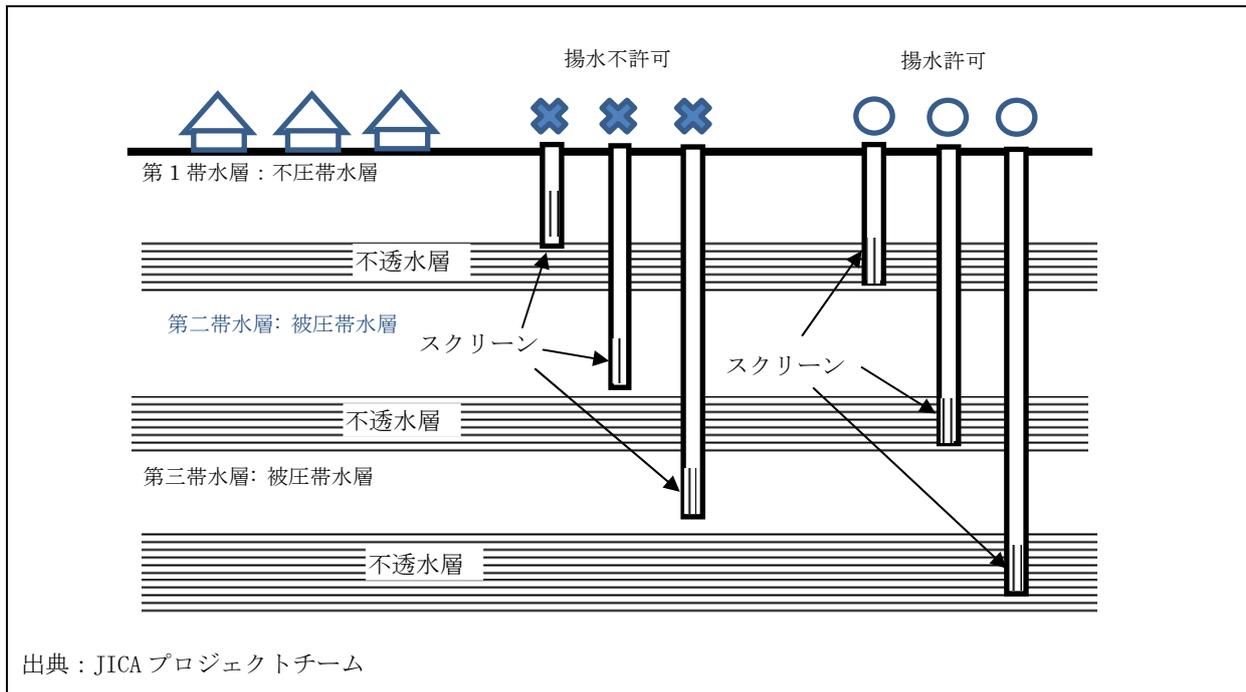


図 8-13 揚水規制の対象となる帯水層

(8) 井戸成功率の向上

HA-1 の東半分には基盤岩が広範囲に分布し、基盤岩地帯では、村落給水の水源として基盤岩風化帯の地下水が使用されている。成功井戸の確率は50～70%程度であり、井戸成功率を高めるための探査技術の向上と適切な揚水試験の実施が必要である。図 8-14 は、宙水を帯水層と誤認しこれを水源とする井戸を建設例であり、かかる井戸は建設後まもなく枯渇する。図 8-15 に示すように適切な揚水試験の実施によってかかる間違いを防ぐことができる。

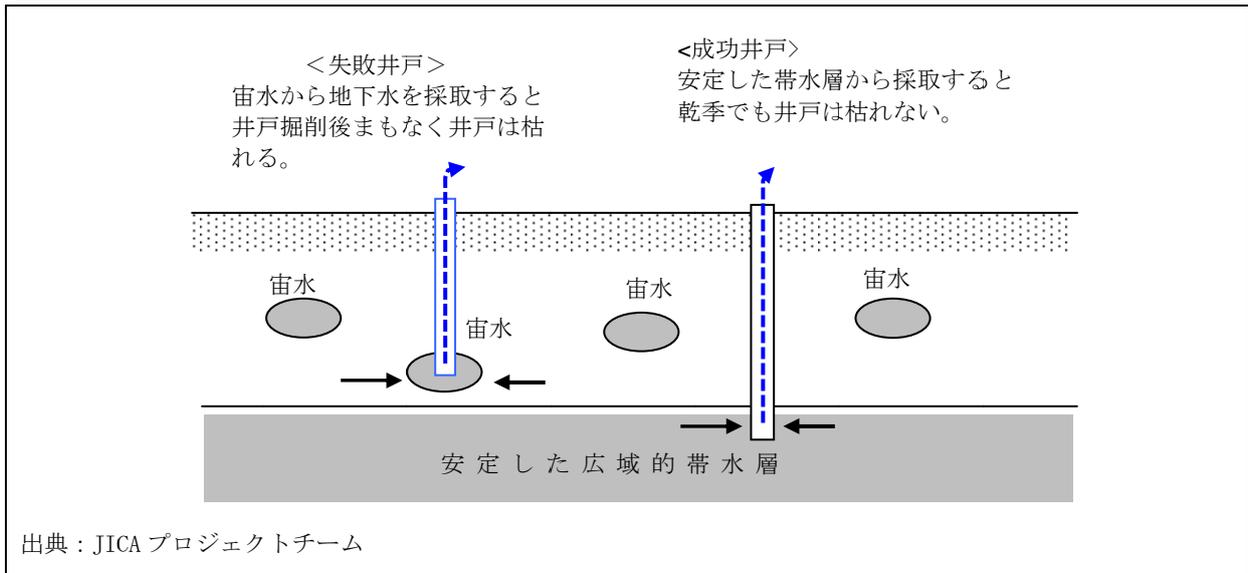


図 8-14 成功井戸と失敗井戸の帯水層の違い

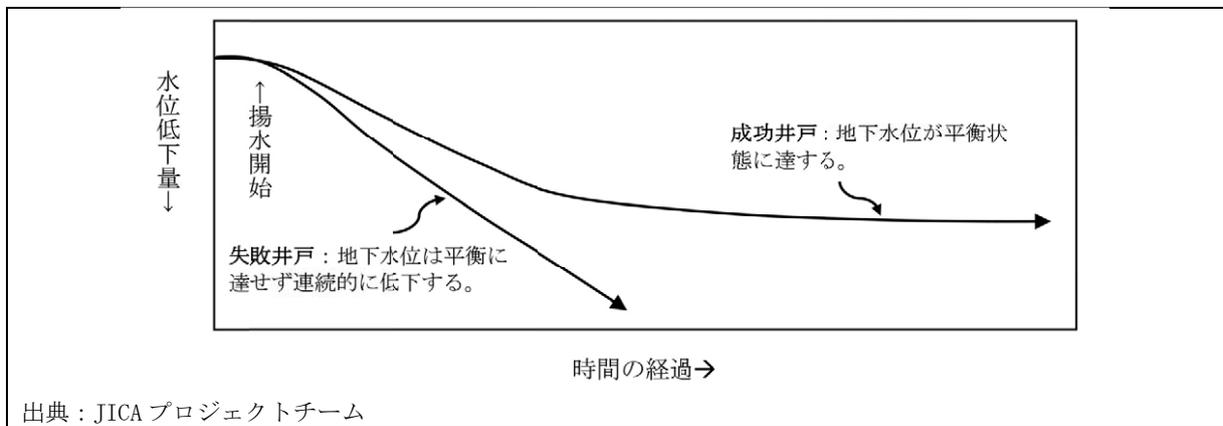


図 8-15 成功井戸と失敗井戸の揚水試験結果

(9) 地下水涵養の促進

「ナ」国の北部地域は降雨量が少なく蒸発散量が多いため地下水涵養量に乏しい。地下水開発を進めるためには地下水涵養を促進するのが望ましい。北部地域では大規模河川の河床から地下水が涵養されている可能性が高い。これに着目し、ダムによって河川流量を調整し河床からの地下水涵養を増やすことが可能である。河床からの地下水涵養には以下の特性があり、計画に当たってはこれを考慮する必要がある。

流量規模

地下水涵養量は河川流量規模に依存する。流量が小さければ下流の地下涵養の対象域まで到達しない。

放流間隔

河道浸透の一部分は地下水涵養とならない。河床-地下水水面間の土壌が乾燥状態であれば、河床から浸透した地下水は土壌に吸着され地下水水面に到達しない（図 8-16 参照）。逆に土壌が湿潤状態にあれば、浸透した地下水は容易に地下水水面に到達する。土壌の湿潤程度は放流間隔に左右される。したがって、放流間隔が短いほど土壌は湿潤化し地下水浸透量は大きい。地下水涵養量を増やすためには適切なダム放流によって過大な無効流出を抑制し、また適度な放流を長期間維持する必要がある。

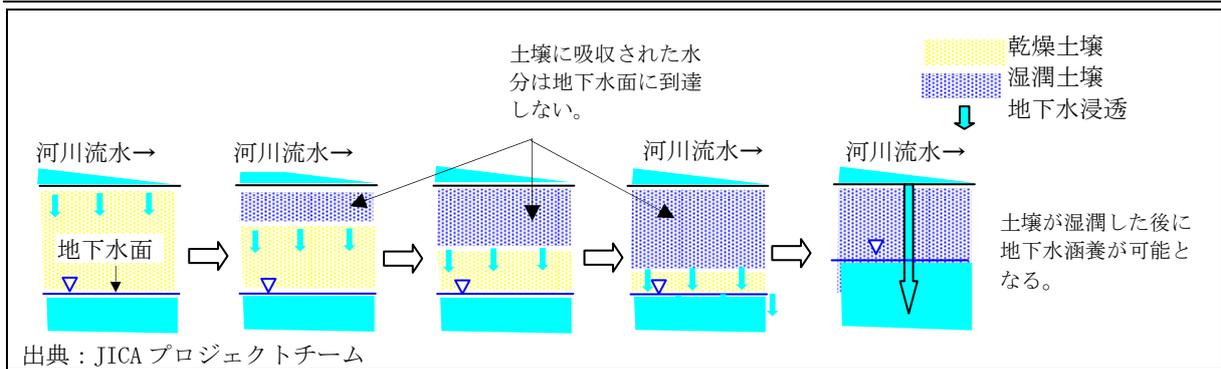


図 8-16 土壌水分と地下水浸透

適切な放流量

ダムから地下水利用の対象域までの距離を考慮し放流量を決定する必要がある。

放流間隔

河道浸透分を効果的に地下水涵養に転化するためには、放流間隔を調整する必要がある。一般に放流間隔と地下水涵養高との関係は図 8-17 に示すパターンを示すとされている。同図に示すように、放流間隔が短いほど地下水涵養率は高い。

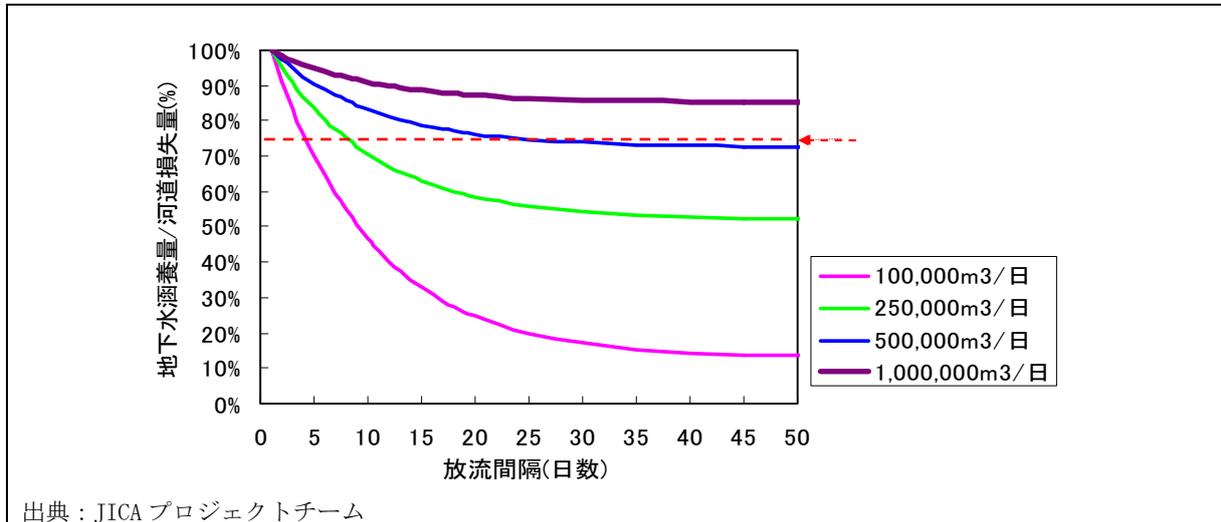


図 8-17 地下水涵養量と放流間隔の例

(10) 地下水位観測と干ばつ対策

降雨に対する地下水位変動パターンは地域ごとに異なる。ある地域（帯水層）の地下水位は降雨と敏感に対応するが、他の地域（帯水層）の地下水は降雨への対応は鈍い。長期的な地下水位モニタリングによって、経年地下水位変動のパターンを地域ごとに把握し干ばつに対する脆弱性を把握し対策に供することが望ましい。

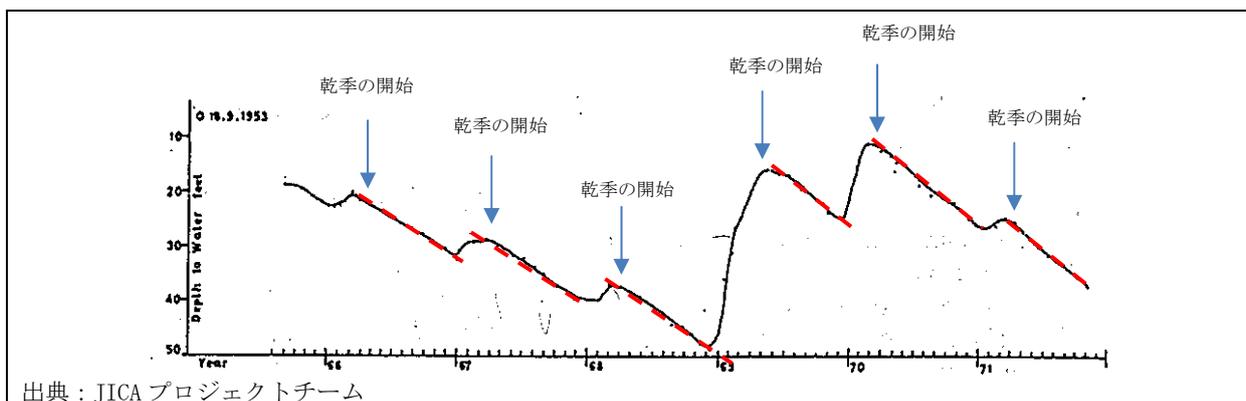


図 8-18 地下水位変動のパターン

8.4 水文モニタリング

8.4.1 表流水に関わる水文モニタリング

(1) 全国水資源マスタープラン 2013 における戦略と提案事業

全国水資源マスタープラン 2013 においては、表流水モニタリング改善の戦略を表 8-11 に示すように設定している。

表 8-11 全国水資源マスタープラン 2013 における表流水に関わる水文モニタリング改善の戦略

項目	戦略
目的・重要度に応じた観測所の分類とその配置計画	<ul style="list-style-type: none"> - 観測所ごとのモニタリングの目的を明確にし、その目的に応じて観測方法、必要となるデータの質、観測及びデータ転送時間間隔等を決定する。 - 水文観測所を主観測所、2次観測所、3次観測所に分類して、その配置計画を立案する。 - 観測所の設置、維持管理のための予算は限られていることから、主観測所、2次観測所、3次観測所の順に優先度を設定する。優先観測所では、限定された予算の中であっても、長期の連続したデータを確保するためによい状態に保たなければならない。
観測所の持続性の確保	<ul style="list-style-type: none"> - 観測所設置、改修時に自動観測装置が導入される場合でも、ゲージ観測者としての地元の人々との協働体制を構築し、観測バックアップシステムとして導入する。ゲージ観測者への報酬を十分に確保する。 - その他持続性を確保できるあらゆる可能な方策が考慮する。
良質の水位-流量曲線の設定と維持	<ul style="list-style-type: none"> - 水位-流量曲線を早急に確立し、定期的に更新する。 - 水位-流量曲線の設定は主観測所、2次観測所、3次観測所と優先度を定め、順次進める。 - 定期流量観測に加え、洪水時の観測を実施する。 - 流量観測及び水位-流量曲線の設定に関する能力強化を実施する。
水文情報と気象情報の同時観測	<ul style="list-style-type: none"> - 「ナ」国における気象観測に責任を持つ機関は NIMET である。しかしながら、NIMET が管理している総観測所の数は限定されており、水文データと組み合わせた適切な水文サービスの実施のためには不十分であると考えられる。 - 降雨、気温等重要な気象パラメータについては、水文観測の主観測所、2時観測所において同時に気象観測を実施する。これは NIMET から提供されるデータを補足することから、NIMET と NIHSA のデータ交換体制を推進する。
土砂・水質パラメータの同時観測	<ul style="list-style-type: none"> - 河川・氾濫原管理の観点から、国全体のレベルでの土砂、水質等の物質動態を概略把握するために、水文観測の主観測所における定期流量観測実施時に併せて、土砂、水質観測を実施する。土砂観測は NIHSA、水質観測は連邦水資源省水質衛生局がそれぞれ担当する。
品質管理体制の確立	<ul style="list-style-type: none"> - NIHSA はデータ収集、処理、保管、普及・伝達といったデータ管理の適切な体制を確立する。そのために必要となる能力強化を行う。
水文モデリングに関する能力強化	<ul style="list-style-type: none"> - 流出解析、氾濫解析といった水文モデリングは水資源アセスメントのための観測データを補足できる。モデリングの過程においては、観測データの品質確認も可能となる。 - 洪水警報や長期的な表流水の状況予測といった情報の普及・伝達は水文サービスの一部である。水文モデリングはそのための必要な道具となる。 - NIHSA は水文モデリングに関する能力を強化する。
水資源モニタリングに関する協力体制の構築	<ul style="list-style-type: none"> - 水資源モニタリングにおける NIHSA の主たる責任は「水資源アセスメントとその普及・伝達のための水文モニタリング」にあるが、その他の関連活動に対する貢献についても、水文サービスとして必要な事項である。水資源モニタリングに責任を有する水資源開発施設管理者 (RBDAs 等)、NIWRMC、連邦水資源省水質・衛生局との協力体制、特にデータ・情報の流通体制を構築、維持する。 - 貯水池運用データを表流水モニタリングデータとして統合する。
水文モニタリングに関わる意識向上活動	<ul style="list-style-type: none"> - 水文データの重要性が公衆に広く認識、理解されるべきである。 - NIHSA は水文に関わる意識向上活動を積極的に実施する。こうした活動が究極的には適切な水資源モニタリングをサポートすることになる。

出典：JICA プロジェクトチーム

上述した戦略に基づき、全国水資源マスタープラン 2013 において表流水モニタリングを主管する NIHSA による実施が提案される事業は以下の通りである。

表 8-12 全国水資源マスタープラン 2013 における表流水に関わる水文モニタリング改善提案事業

提案事業	説明
表流水モニタリングネットワーク整備事業	表流水モニタリングネットワークを段階的に整備する事業。目的に応じて主観測所(18)、優先2次観測所(22)、2次観測所(35)、3次観測所(93)の4タイプに分類して整備する。
水文データ管理能力強化・利活用促進事業	水文データ管理状況を改善するための事業。フェーズ1ではパイロット地域を選定して、能力強化を図る。フェーズ2では利活用促進事業としてフェーズ1で強化された能力を継続的に発展させる。
水文モデリングセンター事業	水文観測データの利活用、観測データの質確保を図るために「ナ」国政府が NIHSA 内に水文モデリングセンターを設置する。モデリングセンターの設置促進、活動強化のために能力強化事業を実施。
水文情報啓蒙促進事業	NIHSA 職員による水文情報の重要性を啓蒙促進する事業。

出典：JICA プロジェクトチーム

(2) HA-1 における表流水モニタリングネットワークの整備

全国水資源マスタープラン 2013 において提案された「表流水モニタリングネットワーク整備事業」は、表流水モニタリングネットワークを段階的に整備していくものである。表流水観測所は、既存の Niger-Hycos 観測ネットワークをベースとし、目的に応じて4タイプに分類する。それぞれの目的、基本仕様を表 8-13 に示す。

表 8-13 表流水観測所の分類、目的、基本仕様

種類	目的	観測所数・配置密度	基本仕様				
			水位観測方法	データ転送方法、頻度	ゲージ観測と観測者の配置	気象観測	土砂・水質観測
主観測所	全国の水の動きの概況を把握するために活用	HA ごとに1-数ヶ所の最重要箇所を選定*。合計：2	圧力センサー	DCP, データ転送 頻度:1 回/1 時間	あり	DCP に組み込んで観測	定期流量観測時に実施。
優先2次観測所	水文地域内の水管理の精度向上および洪水管理に活用	HA 内の水管理上重要な主要河川に配置*。過去の洪水被害実績のある河川。合計：4	圧力センサー	DCP, データ転送 頻度:1 回/1 時間	あり	DCP に組み込んで観測	なし
2次観測所	水文地域内の水管理の精度向上のために活用	HA 内の水管理上重要な主要河川に配置。合計：2	圧力センサー	短期(2020) ロガー記録、1ヶ月に1回程度の定期情報収集 中長期(2030) : DCP, データ転送 頻度:1 回/1 時間	あり	短期(2020) なし 中長期(2030) : DCP に組み込んで観測	なし
3次観測所	全国の水資源量の動向把握のために活用	SHA ごとに最低限1ヶ所配置。合計：20	ゲージの 手動読み取りのみ	1ヶ月に1回程度の定期情報収集	あり	なし	なし

注) * : Niger-Hycos 観測所と併用する場合がある。

DCP : Data Collection Platform (衛星回線による観測データ通信システムの総称)

出典：JICA プロジェクトチーム

これらの観測所は、原則として、ダム管理者によるダム貯水池の水位、流入量、放流量観測とは区別して取り扱い、水管理上重要な地点にダム貯水池が存在する場合には、その下流部の河道区間の適地に観測所を配置する。NIHSA 職員との協議の結果、これら観測所の位置を暫定的に表 8-14 及び図 8-19 に示すように提案する。これらの詳細な位置については、現地踏査等による確認が必要である。

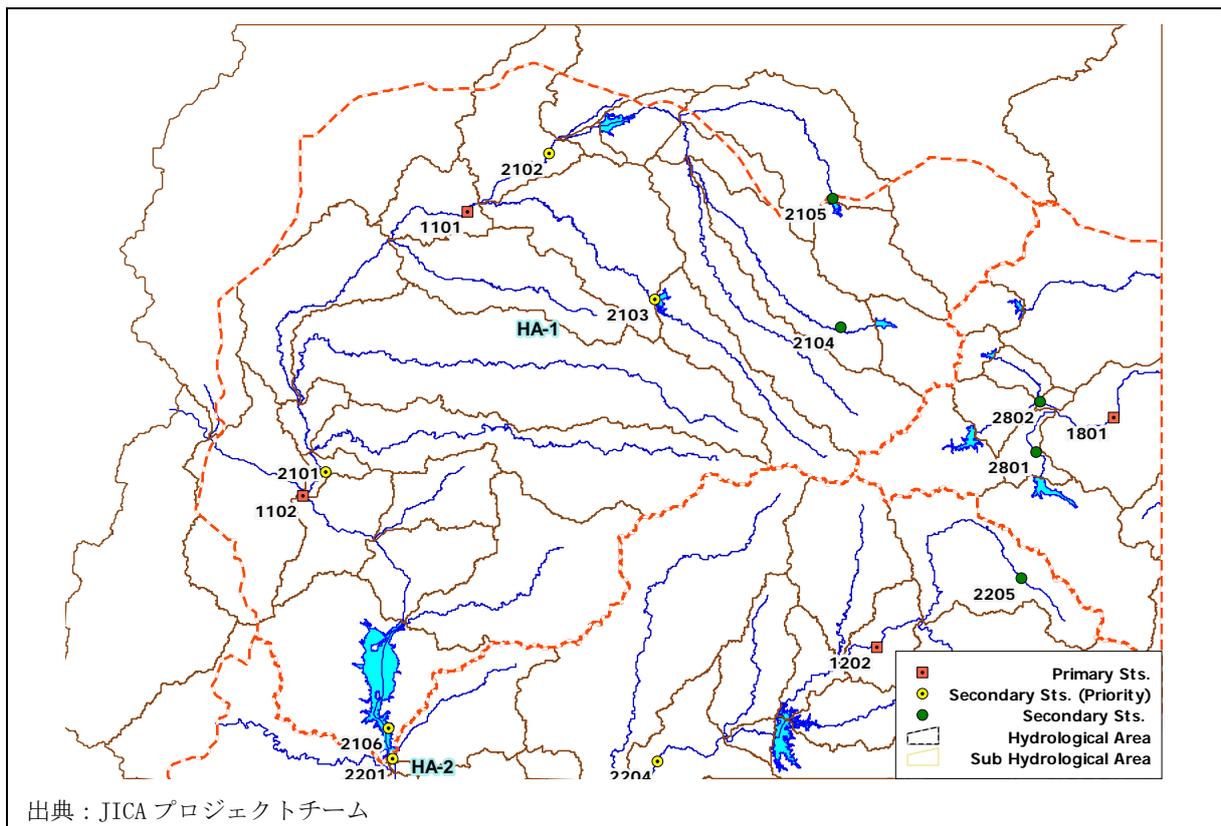
表 8-14 HA-1 における提案観測所リスト

SN	Code	Type	Name	ExistingType	River	Remarks	Lon	Lat
1	1101	1	Wamako	AR	Sokoto		5.0965	13.0345
2	1102	1	JiddereBode	NH	Niger		4.1234	11.3822
19	2101	2A	Kende	NH	Sokoto		4.2521	11.5186
20	2102	2A	Goronyo	No	Rima	DS of Goronyo Dam	5.5769	13.3687
21	2103	2A	Bakolori	No	Sokoto	DS of Bakolori Dam	6.1782	12.5160
22	2104	2B	Zobe	No	Bunshur	DS of Zobe Dam	7.2606	12.3476
23	2105	2B	Jibiya	No	Gada	DS of Jibiya Dam	7.2296	13.1001
24	2106	2A	Kainji Reservoir	NH	Niger		4.6000	10.0333

Type: 1- Primary, 2A-Secondary (Priority), 2B-Secondary

Existing Type: NH=Niger Hycos, AR=Automatic Recording by pressure logger, HS=Historical station, No=No previous station

出典：JICA プロジェクトチーム



出典：JICA プロジェクトチーム

図 8-19 HA-1 における提案表流水観測所

整備工程は次の通り提案される。

Phase-1 (緊急) (2014-2016)

- 既存 Niger-Hycos ネットワークの復旧
- 主観測所の整備
- Niger-Hycos ネットワークと主観測所の統合データ管理
- HA ごとの流量観測機材の整備
- 主観測所における水位-流量曲線の確立
- 主観測所における土砂量の把握

Phase-2 (2017-2020)

- 2次観測所の整備と主観測所ネットワークへの統合
- 主要ダム観測・運用データと主・2次観測所データの統合データ管理
- 既存観測所がある場合の3次観測所としての修復
- HA ごとの流量観測機材の整備拡張
- 主観測所における水位-流量曲線の精緻化

- 2次観測所における水位-流量曲線の確立
- 主観測所における土砂量の把握

Phase-3 (2021-2030)

- 2次観測所への DCP 導入
- 3次観測所の整備拡張
- 3次観測所における水位-流量曲線の確立
- 主、2次観測所における水位-流量曲線の精緻化
- 主観測所における土砂量の把握
- モニタリング施設、機材の更新、維持管理

(3) RBDA、州政府による表流水モニタリングに関する提案

HA-1 における Sokoto-Rima RBDA や州政府関係者へのヒアリングおよびステークホルダー会議における協議内容から、HA-1 においては、現時点で RBDA や州政府による独自の表流水モニタリングは実施されていない。これは、水文モニタリングに投入できる予算の不足が最大の要因となっているものと推定される。

このような現状を考慮して、RBDA および州政府による表流水モニタリングについては以下の戦略を推奨する。

- 全国水資源マスタープラン 2013 で提案された NIHSA が整備予定の全国水文ネットワークの維持管理への積極的協力。特に 3次観測所の運用に関する協力体制の構築。
- 全国水資源マスタープラン 2013 で提案された NIHSA が整備予定の全国水文ネットワークのデータ共有と利活用の推進。
- RBDA および州政府が管理するダム、取水施設における、水位、取水量、放流量の観測実施の徹底とそれに基づく施設流入量の推定ならびに水資源量の把握。
- 6.2 節で提案された提案ダム地点近傍における水位観測、流量観測の実施。

8.4.2 地下水に関わる水文モニタリング

(1) 現況の地下水モニタリング

HA-1 において地下水モニタリングは連邦政府機関である NISHA が担当している。NISHA は Birnin-Kebbi にモニタリング井戸を設置し地下水位の観測を行っている。このモニタリング井は、堆積岩地帯の被圧帯水層に設置され自記水位計が設置されている。このモニタリングの目的は、Bernin-Kebbi の都市給水の水源となっている帯水層の地下水位を把握することにある。しかしモニタリング井戸データの蓄積が不足しているため、地下水位変動の長期的傾向を把握するには至っていない。観測の継続によるデータ集積と、新たなモニタリング井の設置が期待される。

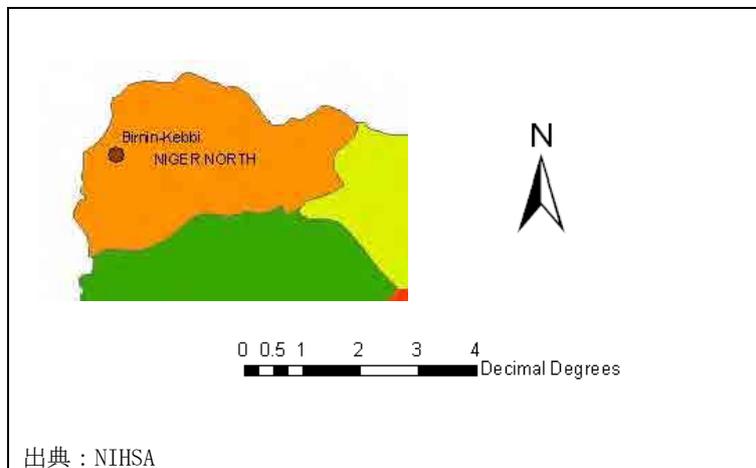


図 8-20 NIHSA の地下水モニタリング地点

(2) HA-1 で今後期待される地下水モニタリングの方向性

a) モニタリング目的・手法の明確化

HA-1 における地下水モニタリングの目的は以下の 2 つに大別される。

- 都市部における地下水環境問題の有無・原因を判断し対策を検討する。
- 地下水開発可能性を評価する。
- 地下水水質を監視する。

以下、それぞれ説明する。

都市部における地下水環境問題

HA-1 の都市部における地下水環境問題は過剰揚水により発生する。その原因とおよびモニタリング方法を表 8-15 に示す。

表 8-15 HA-1 の地下水環境問題に関するモニタリング

	原因と観測対象地域	観測方法・観測期間
過剰揚水	ソコトなどの堆積岩地帯で大量の地下水が揚水されている地域で過剰揚水が発生しやすい。都市給水の水源として使用されている群井を対象としてモニタリングを行う。特に、各州の州都で給水源としている使用している井戸群を対象とする。	観測方法：自記水位計による地下水位観測 観測期間：継続観測
水質汚染	<汚染水の浸透による地下水汚染> 家庭廃水、ゴミ置場、工場廃水が浸透し帯水層を汚染する。	観測方法：地下水の採水と水質分析 観測頻度：1 回/月の継続観測
	<鉱山廃水による地下水汚染> 鉱山活動に起因した汚染水が地下層に浸透し帯水層を汚染する。	観測方法：地下水の採水と水質分析 観測頻度：1 回/月の継続観測

出典：JICA プロジェクトチーム

表中の過剰揚水の問題は HA-1 の全域において発生する可能性が高い。現在 NIHSA が Sokoto 地域の一箇所ですべて深井戸モニタリングを実施しているが十分とは言えず質・量を今後充実する必要がある。過剰揚水は堆積岩地帯で発生し易い現象であり、HA-1 地域に南部を占める堆積岩地域で警戒する必要がある。また、基盤岩地域である Katsina 州では大規模な地下水開発が計画されており、地下水位モニタリングが必要である。

HA-1 の西半分を占める白亜紀層～第四紀層の分布域の堆積層は大規模でありまたその構造が複雑であるため、HA-1 の代表的な位置に新たに大深度のモニタリング井戸（深度 200～300m）を設置し水理地質構造を把握することは新たな地下水資源開発や地下水環境問題の解決に重要な情報の提供が可能となる。

地下水開発可能性の評価

地下水開発可能性を評価する目的のモニタリングでは、浅層地下水位の変化を長期間にわたって観測し、これと気象観測データを総合し地下水涵養量を推定する。これを目的としたモニタリングの方法を表 8-16 に示す。

表 8-16 地下水涵養調査のためのモニタリング

観測箇所	観測方法・観測期間
基盤岩地帯： 基盤岩地帯に広範囲に観測所が分布するのが望ましい。本プロジェクトで HA-1 に設置した 30 箇所のモニタリング井が継続的に観測されるのが望ましい。	観測方法：自記水位計による観測が理想的であるが、人里離れた観測地点における観測器具の管理は困難であるため、原則として観測員の定期的な巡回観測とする。 観測期間：2 回/月程度
堆積岩地帯： 基盤岩地帯の場合と同様に、広範囲に観測地点が分布するのが望ましい。	

出典：JICA プロジェクトチーム

本プロジェクトで Sokoto 堆積盆地の 15 箇所に浅井戸観測井戸を建設し地下水位モニタリングを実

施した。本調査の終了後にも NIHSA がモニタリング調査を引き継ぎ継続するとともに、同様のモニタリング活動を他の水文地域に拡大することが期待される。

水質の評価

都市部において地下水汚染の進行が指摘されている。家庭廃水、工場廃水、ゴミ置場からの廃水が地下に浸透し帯水層を汚染している。都市化の進展に伴い地下水汚染が進行しているためこれを監視し適切な対応が必要である。また、Zamfara 州における鉱山汚染は被害が深刻である。今後、地下水汚染域の広がり特定し適切な対策実施が必要である。また、類似した鉱山汚染の発生源を調査し被害が顕在化する前に対策を講じる必要がある。

表 8-17 水質評価のためのモニタリング

水質汚染のタイプ	原因と観測対象地域	観測方法・観測期間
汚染水の浸透による地下水汚染	家庭廃水、ゴミ置場、工場廃水が浸透し帯水層を汚染する。	観測方法：地下水の採水と水質分析 観測頻度：1 回/月の継続観測
鉱山廃水による地下水汚染	鉱山活動に起因した汚染水が地下層に浸透し帯水層を汚染する。	観測方法：地下水の採水と水質分析 観測頻度：1 回/月の継続観測

出典：JICA プロジェクトチーム

b) モニタリング担当機関の役割分担の明確化と組織・能力強化

連邦レベルで地下水のモニタリングを担当するのは NISHA である。また NIHSA は地下水管理を行う NIWRMC や地下水開発・管理を行う州政府機関（水道公社や RUWASSA）に対する技術的指導を行う立場にある。関係機関の役割を以下に記す。

NIHSA

NIHSA は「ナ」国の地下水モニタリング担当機関として、全国レベルの地下水位モニタリングと地下水開発ポテンシャル評価を行い適切な開発量を設定するとともに、地下水環境問題に関するモニタリングを行い異常が検知された場合は原因の分析と対策の検討を行う。また、井戸掘削を担当する州政府機関から井戸掘削データや探査データを効率的に収集しデータベース化を行う。

NIWRMC

NIHSA が行った地下水開発ポテンシャル評価に基づき NIWRMC が地下水水利権の発出や井戸登録を行う。また地下水環境に関する NIHSA の観測・解析・予測結果に基づき NIWRMC が揚水規制などの対策を提案する。

州政府機関

州政府機関である水道公社、RUWASSA などは地方および都市の給水を目的とした地下水開発を担当しているが、地下水位のモニタリングは実施していないため、水資源量の評価や管理を行うことはできない。その役割は連邦政府の NIHSA が担当している。しかし、NIHSA には資金的・人材的な限界があり、NIHSA が単独で広大な「ナ」国の 37 州を高い精度でモニタリングすることは不可能である。したがって、今後は州政府機関が NIHSA の技術的指導を受けつつ独自に地下水位モニタリングを行い、NIHSA や NIWRMC と連携しつつその成果を地下水開発・管理に役立てることが期待される。

また、地下水開発・利用に係わるステークホルダーは地域ごと無数に存在するため、ステークホルダー間の調整は連邦政府レベルでは不可能であり、州政府とその関連機関（水道公社や RUWASSA）は担当すべきである。かかる観点からも上記の期間は地下水モニタリング実施能力と問題解決能力を高めるべきである。

8.5 水資源データ・情報管理

(1) 概要

水文観測データからは、統計解析などの分析から、降雨流出現象、河川構造物の設計に必要な諸元、河川構造物の運用ルールなど、持続可能な水資源の利用を推進するために必要な貴重なデータが得られる。

こうした貴重なデータを得るためには、長期間にわたり定常的な水文観測とデータの蓄積を行う必要がある。このため、持続可能な水資源の利用を推進するためには、観測、データ収集及び蓄積に係る管理の重要性は非常に高い。

一方、残念ながら現在の HA-1 には、こうしたデータ蓄積と管理を長期にわたり実施してきた機関は少なく、HA-1 全体をカバーする信頼性の高いデータを見付けることは困難である。

このためここでは、HA-1 の事情を考慮した、観測データ取得方針とデータ収集及び蓄積に係る管理の方針を示す。

(2) 戦略目標

水資源関連データの管理の戦略目標は、以下のものとする。

- 知見を共有することで、全ての人々が「詳細な情報を得たうえでの決断」を行えるようにする。
- NIHSA と CMO がデータベースの運用及び保守を行う中心的な機関としての役割を担う。

また、次に示すようなデータ収集の体制を整備し、収集データが、NIHSA、CMO の 2 機関に蓄積され、関係機関が参照、利用できる体制の構築を目指す。

(3) 管理対象のデータについて

ここでは、水資源の利用に関連した以下の 2 種類のデータを対象としてデータ収集及び蓄積に係る管理の方針を示す。

- 降雨量、河川水位、河川流量、地下水位、取水量、水質などの観測データ
- 観測所、ダム、取水口、灌漑プロジェクトなどの諸元データ

対象とする事業分野毎のデータ収集・蓄積体制案を以下に示す。

表 8-18 データ収集・蓄積体制

事業分野	収集	集約・分析	評価・判断	備考
表流水モニタリング(主要観測点)	NISHA	NISHA	NISHA, FMWR, SMWR	
表流水モニタリング・既往施設地点(ダム等)	RBDA、州水資源省(SMWR)	NISHA	NISHA, FMWR, SMWR	
表流水モニタリング・プロジェクト計画地点	事業主体	NISHA	NISHA, FMWR, SMWR	
地下水モニタリング(大規模取水・主要観測点)	NISHA	NISHA	NISHA, FMWR, SMWR	
地下水モニタリング(大規模取水)	州水道公社(SWA)、小都市給水・衛生公社(STWSSA)	NISHA	NISHA, FMWR, SMWR	
給水・衛生大規模	州水道公社(SWA)	CMO	NIWRMC, FMWR, SMWR	
給水・衛生中・小規模	小都市給水・衛生公社(STWSSA)	CMO	NIWRMC, FMWR, SMWR	
工場・独立系給水事業者、独立系灌漑施設	民間企業者	CMO	NIWRMC, FMWR, SMWR	地下水・表流水
大規模灌漑施設	RBDA	CMO	NIWRMC, FMWR, SMWR	
電力	事業者	NISHA	NISHA, FMWR, SMWR	

出典：JICA プロジェクトチーム

(4) 観測データ取得方針

現状では、観測体制が脆弱であり、観測データを取得する上で以下に示す問題が発生し、収集データに継続性やデータの品質低下がみられる。

表 8-19 データ品質劣化の要因

問題	要因
頻繁に発生する欠測	停電などにより
低品質データの混入	データの点検体制が存在せず、監査が行われない
データの途絶	運用資金の不足により機器の更新・補修が行われない

出典：JICA プロジェクトチーム

このような脆弱性を回避するため、特に重要な観測点では、人力による観測の多重化（例：自動水位観測システムと並列で、目視による水位観測）を行い、観測データの品質（継続性・データ精度）の改善を図る。また、現行の観測項目の多重化が困難な状況では、継続性を重視し、計測条件の簡素化を検討する。多重化により得られた観測データは、以下の用途に使う。

- 欠測時の予備データ
- 計測数値の比較（自己チェックに用いる）
- 国内で安価に入手できる機材を用い、更新・補修を確実にを行いデータ途絶を回避

(5) データ収集及び蓄積に係る管理

観測データ及び諸元データは、流通環境の整備のとも、利用・流通に供される。このため、基本的なデータのチェック及び収集体制の改善を行う仕組みを NIHSA、CMO（又は NIWRMC 本体）の主要 2 機関をはじめ観測に係る機関に整備する必要がある。

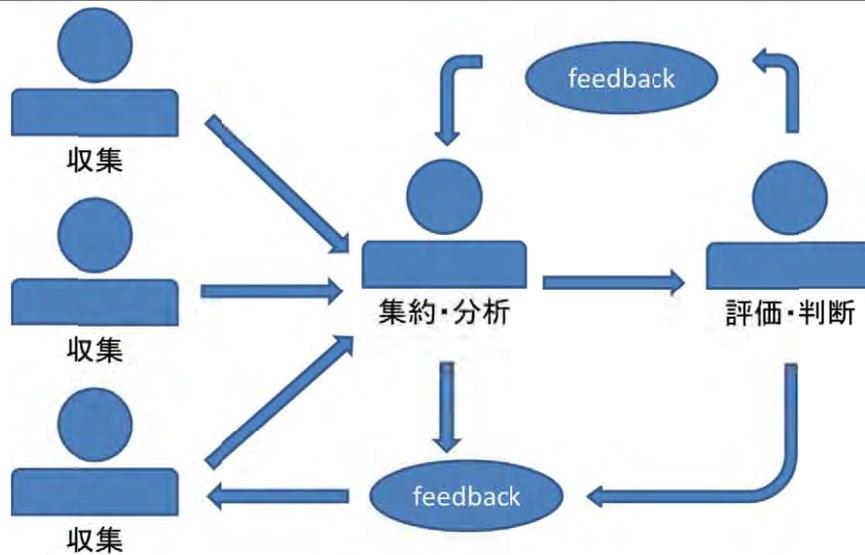
以下の表に、データの観測・蓄積状況を示すデータ等を定期的に収集し、マネジメント（評価・判断）層に報告する仕組みを示す。このような仕組み通じて、マネジメント層がデータの蓄積状況の把握・監督することを提言する。以下にデータ収集及び蓄積に係る管理を行う為の集約・分析・判断のデータフローを併せて示す。データの収集状況を示すデータは、収集環境に応じて変更や追加を加える。

表 8-20 データ収集、集約・分析、評価・判断の仕組み

	収集		集約・分析		評価・判断		Feedback	
	頻度	方法	頻度	方法	頻度	方法	時期	方法
観測データ								
欠測日数	月 1 回	観測値整理	月 1 回	フォーム集計	月 1 回	フォーム確認	随時	投入変更
観測誤差*	毎日	観測値比較	月 1 回	フォーム集計	月 1 回	フォーム確認	随時	投入変更
欠測時補填用データ	欠測時毎日	手動観測	毎日	データ追記	随時	フォーム確認	随時	補修部品投入
諸元データ								
位置情報	年 1 回	GPS 利用	年 1 回	フォーム集計	年 1 回	フォーム確認	随時	予算変更
補足データ	随時	手動計測	随時	フォーム追記	随時	フォーム確認	随時	

*観測の多重化を行った、重要観測地点のみ

出典：JICA プロジェクトチーム



出典：JICA プロジェクトチーム

図 8-21 収集データの集約・分析・判断のデータフロー図

(6) まとめ

本章では、HA の事情を考慮した上で、水資源関連データの管理の中長期的な戦略目標を達成するための方策として、以下の提言を行う。

- 特に重要な観測点では、観測の多重化を行い、観測データの品質（継続性・データ精度）の改善を図る。
- 観測の継続性維持が困難な観測項目については、観測条件の見直しを行うことで、継続性を確保する。

また、データの観測・蓄積状況を定期的に点検し、マネジメント層へ直接報告する仕組みを提案し、マネジメント層の DB 構築へのコミットを併せて提言する。

8.6 気候変動、越境水に起因するリスクの考慮

8.6.1 気候変動に起因する水資源に関するリスクの推定

第3～5章では、それぞれ、水需要量、水資源ポテンシャル、水需給バランスという観点から気候変動の影響評価を試みた。以下に、それらに基づき推定される気候変動に起因する水資源に関するリスクを示す。

- GCM の出力結果に基づき、気温変化と降水量変化に関わるシナリオを設定した。シナリオは2050年時点の気候状態を対象としている。
- 設定したシナリオに基づき、以下のリスクが予測される。
 - HA-1 では、想定される気温の変化は年間流出量の30%程度の減少をもたらす可能性がある。
 - 想定される降水量変化に対する流出量の変化は降水量の少ない地域でより敏感となる。HA-1 では、気温の変化に対する流出量の変化を緩和し、ケース-1 よりも流出量の減少は抑えらえる可能性がある。
 - 灌漑水需要量は、ベース気候状態の約17%増しとなる。乾季よりも雨季の水需要量への影響が大きく、さらに地下水源が想定される小規模灌漑の水需要量への影響がより大きくなる。
 - 地下水涵養量の減少に対応し全体的に地下水位低下が発生し、気候変動の影響がない場合と比べて5～20m程度の追加的な地下水位低下が予想される。
 - 表流水を水源とする都市用水の給水安全度はベース気候状態と比べて低下し、1/5安全度の灌漑可能面積も減少する。
 - 水力発電ダムにおける平均発電力量は気候変動の影響により50～90%程度に減少する可能性がある。

8.6.2 越境水に関する問題の事例

(1) Niger 川上流に計画される Kandaaji ダム

ニジェール国内の Niger 川において計画されている Kandaaji ダムは2011年5月にその建設が開始された¹。Kandaaji ダムはニジェール国の首都 Niamey より約187km上流の地点に建設が予定されている。総貯水容量は16億m³であり、180MWの水力発電、45,000haの灌漑用水利用（目標年2034年）が想定されている他、Niger 川の環境改善のために乾季においても常時120m³/sの放流を行うことを目的としている。

乾季における常時120m³/sの放流は「ナ」国における Niger 川の乾季の流況を改善するという意味では便益を受けるが、将来的にダムの水が灌漑用に使用、消費されることになれば、「ナ」国に流入する水資源量の総量は減少する。

(2) 地下水に関するリスク管理（越境地下水）の例

HA-1の地下水に関するリスク管理の例として Sokoto 地下水盆の越境地下水に関して述べる。

地下水は地形や帯水層の構造にしたがって流動しており隣国と国境を接する HA-1 では地下水が国境を越えて流動する可能性が高い。「ナ」国の場合、地下水越境水は堆積岩地域の地下水に限定される。その理由は以下のとおりである。

- 基盤岩地帯の帯水層は小規模な不連帯水層の集合体とみなせる。したがって、基盤岩地帯には国境を超える大規模な地下水流動は存在しない。
- 堆積岩の帯水層は広範囲にわたって連続している可能性が高く、HA-1の国境地帯に堆積岩が分布している場合は国境を超えて地下水が流動している可能性がある。

HA-1の Sokoto 盆地には表8-21に示すような複数の帯水層が分布している。図8-22に示す Sokoto 盆地の地下水位分布状況から、Sokoto 盆地の地下水は北東から南西方向に向かって流動し、最終

¹ Office of the Presidents of Republic of Niger: Technical Information File for “Kandaaji” Program of Ecosystems Regeneration and Niger Valley Development, 2011.

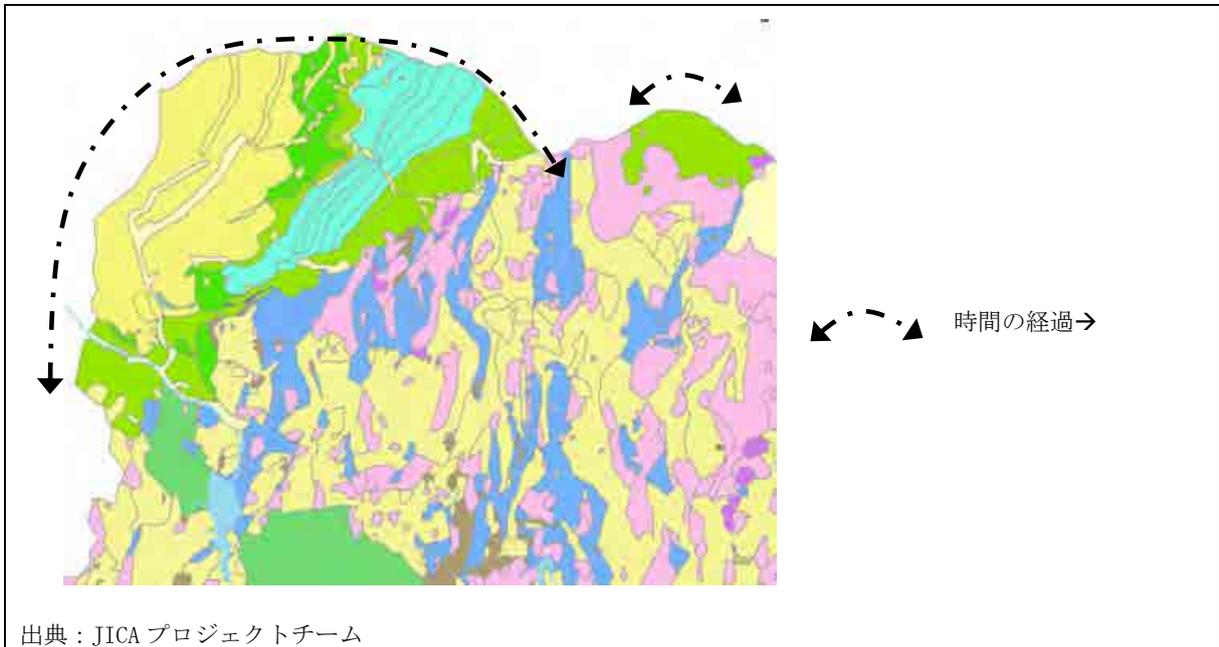
的に Niger 川に流出すると推定されている（1990 年 JICA 調査、図 8-23 参照）。Sokoto 盆地の帯水層は、ニジェールとの国境を超えて連続しているため、地下水は、ニジェール側から国境を超えて Sokoto 盆地に流入していると解析されている。

Sokoto 盆地の北東部から Niger 川に向かう地下水流動は地形・帯水層の自然状態の配置に起因した自然地下水流動である。一方、今後の人口の増加によって Sokoto 盆地の中の都市部で地下水開発が行われ、ニジェール側からの越境地下水の流動量が増大することが予測される。

表 8-21 Sokoto 盆地帯水層

	地層名	岩質
第三紀	Gwandu 層	部分的に固結した砂と粘土
	Kalambaina 層 (Sokoto 層群)	石灰岩、石灰質頁岩
	Wurno Formation (Rima 層群)	細粒砂岩、シルト
白亜紀	Illo 層	砂岩、礫岩
	Gundumi 層	砂岩、礫岩

出典：JICA プロジェクトチーム



出典：JICA プロジェクトチーム

図 8-22 地下水越境水

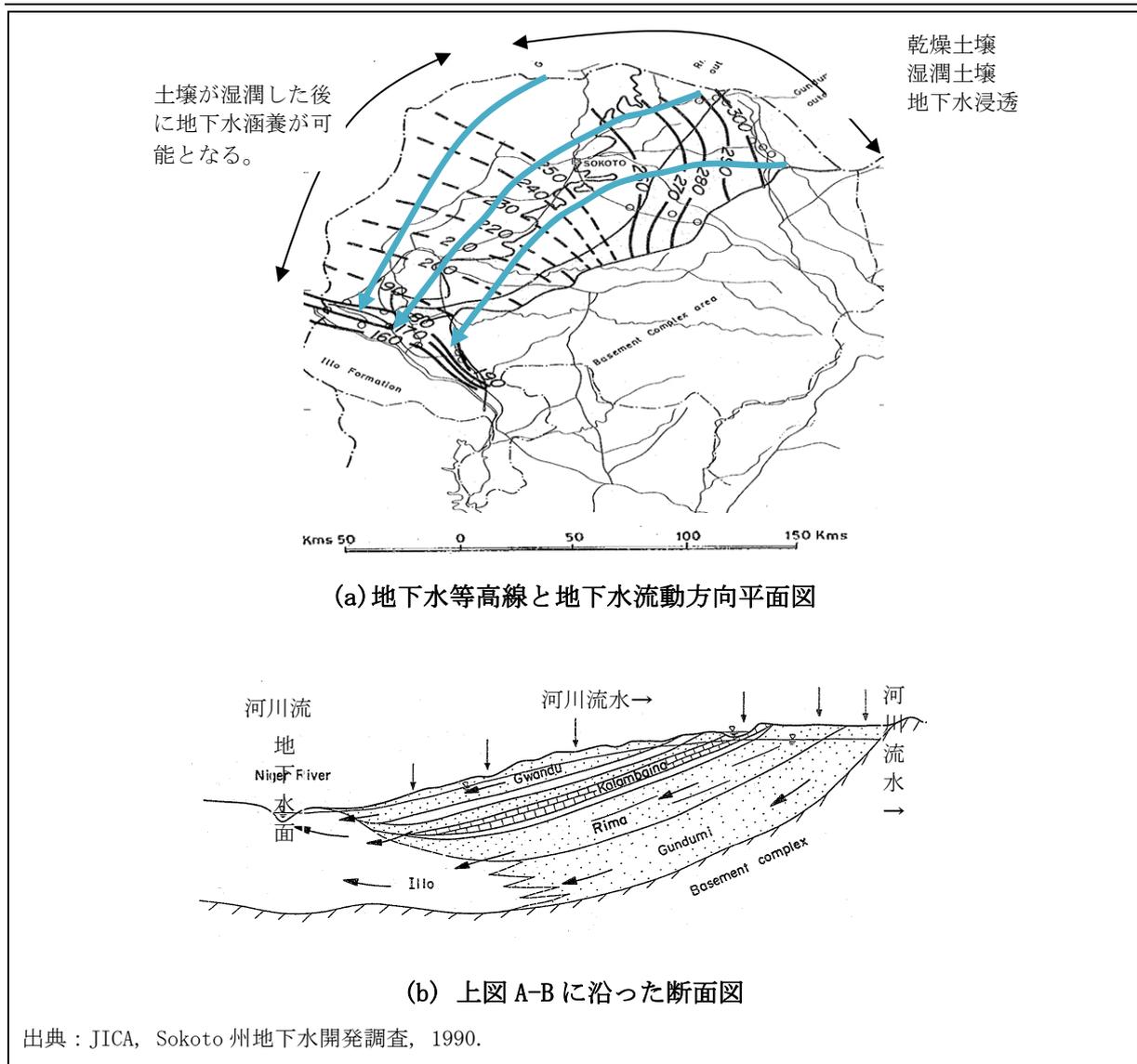


図 8-23 Sokoto 地域の地下水流動

8.6.3 リスクへの対応

気候変動、越境水に起因するリスクへの対処のために、全国水資源マスタープラン 2013 において示されている対応策と同様に、以下を推奨する。

- 水関連情報の精度向上によるリスク特定の精緻化
 - 気象、水文モニタリングならびに水文モデリングの精緻化を推進し、水資源量の推定精度を高める。
 - 水利用に関わる情報の集約、精緻化を推進し、水需要量の推定精度を高める。
 - 近隣諸国とのコミュニケーションを推進し、水資源に関わる情報の共有化を図る。
 - 越境水の影響を受けやすい Niger 川、Benue 川本川やその他重要河川に沿った河川および氾濫原の詳細調査を実施し、洪水リスクマップを準備する。
- 順応的管理の推進
 - 気候変動、越境水の影響は不確実な要素を含むものであるが、これらのリスクが確実なものとなった場合に、それに応じて柔軟に計画を修正できる管理体制を構築する。そのためには計画の実施状況の的確なモニタリングと評価がより重要となる。
- 洪水・渇水に対する危機管理体制の強化
 - 気候変動、越境水の影響により、洪水・渇水の頻度が大きくなる可能性がある。水文

地域ごとの水資源調整委員会（CMCC）を中心として、洪水、渇水の緊急時における水配分を定める体制を構築し、実践する。さらには、連邦、州、LGA 各レベルの災害対応委員会と連携し、洪水、渇水に対する事前準備、災害対応を強化する。

- 水需要管理の推進

- 将来生じうる水資源量の減少に備えるために、都市用水の送配水ロスの低減、導水ロスの低減等による灌漑効率の向上、といった水需要管理を推進する。これにより、渇水時のリスクを軽減する。

8.7 水環境管理

水環境保全と水質管理という2つの要素が、適正な水環境管理の根本をなすと考えられる。水環境保全に関しては、良好な森林管理が流域の水資源を守るために重要な役割を担う。水質管理に関しては、汚染源のコントロールと水質モニタリングが、水源水質保全の基本サブコンポーネントとなる。

本プロジェクトでは、現地調査、既存情報の検討、および種々の関係機関職員への聞き取り調査を通じて、HA-1における水環境管理セクターにおける主な問題と課題を特定した。これに加えて、レクリエーション水域についても、現状の把握と改善への提言を行うための検討を実施した。これらの調査結果に基づき、以下に示す提言を行う。なお、HA-1における水環境管理に関する詳細は Supplement-8 を参照されたい。

水環境管理に関して特定された重要な問題と課題は、以下の通りである。

表 8-22 水環境管理に関する重要な問題と課題

重要な問題	提言
飲料水の水質	
HA-1 においては、飲料水水質のモニタリングはとてども貧弱であり、公衆の健康のリスク要因となっている。水質モニタリングシステムの制約要因としては、資金及び技術能力、機材および人的資源の不足が挙げられる。このことにより、地域の水質試験所は効率的な運用ができず、分析サンプル数は少なく、現実的な水質アセスメントのためには全く不足している状況である。	HA-1 における飲料水水質モニタリングの改善のためにステークホルダー間で必要となる合意事項は以下のとおりである。 1) Katsina 州：Kano にある FMWR の水質試験所、州水道公社、RUWASA の間で、同州をカバーする水質モニタリングの共同実施に関する合意が必要。 2) Zamrafa 州：Kano にある FMWR の水質試験所、州水道公社、RUWASA の間で、同州をカバーする水質モニタリングの共同実施に関する合意が必要。 3) Sokoto 州：Kano にある FMWR の水質試験所、州水道公社、RUWASA の間で、同州をカバーする水質モニタリングの共同実施に関する合意が必要。 4) Kebbi 州：Kebbi にある FMWR の水質試験所、州水道公社、RUWASA の間で、同州をカバーする水質モニタリングの共同実施に関する合意が必要。 これらの合意は、機材の運用、維持、関係者のトレーニングのための資金確保が含まれるべきである。これらの合意により、利用可能な資金、人的資源等のよりよい活用のためのステークホルダー間のシナジー効果が期待される。
水質汚濁防止	
HA-1 における村落コミュニティでは、小規模な採掘活動がしばしば行われている。しかしながら、その多くは採掘のよい手本に従っておらず、環境汚染をもたらしている。	採掘活動による水資源への影響の診断と対策立案のために、FMWR、FMM、NESREA および HA-1 における州環境省による協働が推奨される。
水環境保全	
HA-1 における土地劣化は激しく、水域に影響を与える侵食問題が生じている。	優先地域での植生被服の増加が考えられる一つの対策である。これは、植林事業及び森林資源の保全、保護、持続的生産を達成する適切な森林管理計画の実施を通じてなしえるものである。
ステークホルダーにより指摘された Sokoto-Rima 川におけるコロイド状の高濁度水は大量の浄水用ケミカルを必要とする。	代替対策案検討のためにに詳細な調査を実施することを提案している。
HA-1 の多くの水域は水生植物の異常繁茂が問題となっている。	2007～2011 年にかけて連邦環境省は 25 の州において水生植物の繁殖抑制事業を実施しており、このプロジェクトの第 2 フェーズは現在準備段階となっている。HA-1 の重要な水域におけるこうした迷惑植物の持続的な管理のために、連邦水資源省が積極的にこのプロジェクトに参加することを推奨する。
「ナ」国は、観光産業界で観光対象として活用できるレクリエーション水域に恵まれている。また、多様な文化的集団で構成された人々による文化的な祭典は、歴史や文化を愛する旅行者に絶好の観光対象となる。しかし、国内の観光セクターを振興するために、これらの観光資源の適切な開発が必要である。	雇用と収入を生み出すために、HA-1 内で観光を推進することが不可欠である。最善の出発点は、既存の「観光セクター基本計画」を実行することである。 水に関連するレクリエーションサイトの存在は、水資源関連事業の実施に際して考慮されなければならない。また、これらのサイトの管理は集水域保全活動の一部として考慮されるべきである。

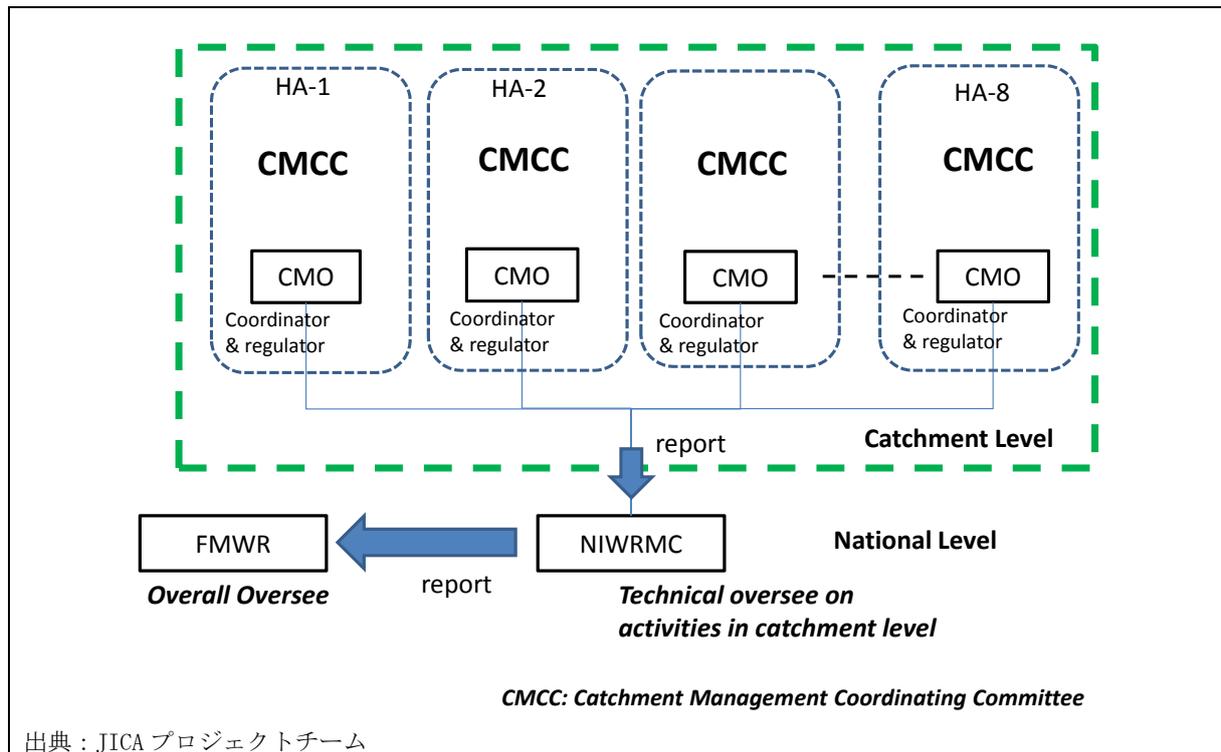
出典：JICA プロジェクトチーム

8.8 水の配分と規制

8.8.1 全国水資源マスタープラン 2013 で提案された水の配分と規制に関わるフレームワーク

全国水資源マスタープラン2013においてはナイジェリア統合水資源管理庁（NIWRMC）を中心として、流域単位での水資源の計画、管理、規制を行う枠組みについて図8-24に示すように提案されている。

水資源の管理実務を行う流域の単位として、全国で8つに分割した水文地域とする。各水文地域での水資源管理の実務はNIWRMCの水文地域ごとの事務所である流域管理事務所（CMOs）が主体となって実施する。これらの活動の技術的側面はAbujaにあるNIWRMC本部により監督される。さらに、連邦水資源省（FMWR）は監督官庁としてこれらの活動全般を監督する。NIWRMCは流域単位での水資源の計画、管理、規制に関わる活動を総括して連邦水資源省計画・研究・統計局に定期的に報告し、活動全般にわたる助言を得る。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 8-24 流域単位での水資源の計画、管理、規制を行う枠組み

流域レベルでのCMOの活動の枠組みは図8-25のように提案される。

流域レベルでの CMO の活動は、以下の 2 つに大きく分かれる。

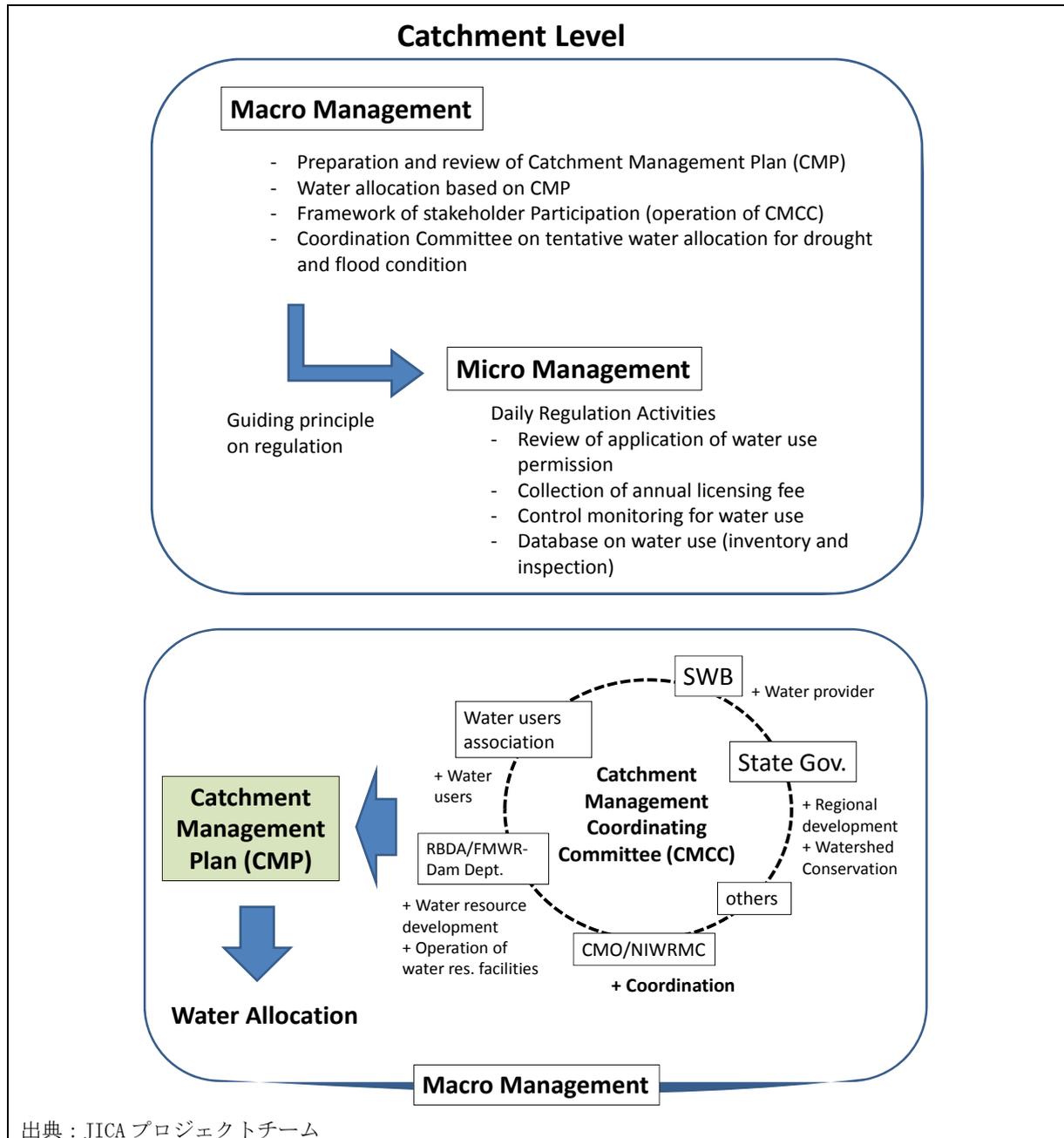
- マクロ管理におけるステークホルダー間の調整
- ミクロ管理における規制者としての日常的な水管理活動

ここで、マクロ管理およびミクロ管理は以下のように定義される。

- マクロ管理
 - 流域管理計画の中で規定される水利用計画、水資源開発計画を前提とした流域レベルでの大枠の水配分を管理する。流域における水利用状況、水資源開発施設の状況をモニタリングすることにより、流域管理計画の進展状況を管理し、それを水配分に反映させることが要求される。
 - 流域管理計画は、水文地域のステークホルダーによって構成される水資源管理に関するコミティ（CMCC）の合意により策定される。CMO および NIWRMC はその策定、更新に係る技術的支援とステークホルダー間の調整を行う役割を担う。
 - 渇水、洪水など異常時における暫定的な水配分を調整する。
- ミクロ管理

- マクロ管理においてステークホルダー間で合意された大枠の水配分を原則的ガイドとし、水利用の規制者として水利用許認可申請の審査、水利用ライセンス料の徴収、水利用許認可データの管理、管理モニタリング等の日常的管理活動を実施する。

マクロ管理なくしてマイクロ管理は不可能であるし、日常のマイクロ管理活動の内容はマクロ管理にフィードバックされるべきである。



出典：JICA プロジェクトチーム

図 8-25 流域レベルでの CMO の活動の枠組み

図8-26に、マイクロ管理におけるCMOの役割を示す。水利用の規制者としての日常の水利用に関わる管理活動は、1)水利用許認可の申請の審査、ライセンスの発行、2)ライセンス料の徴収、3)管理モニタリング、が挙げられる。

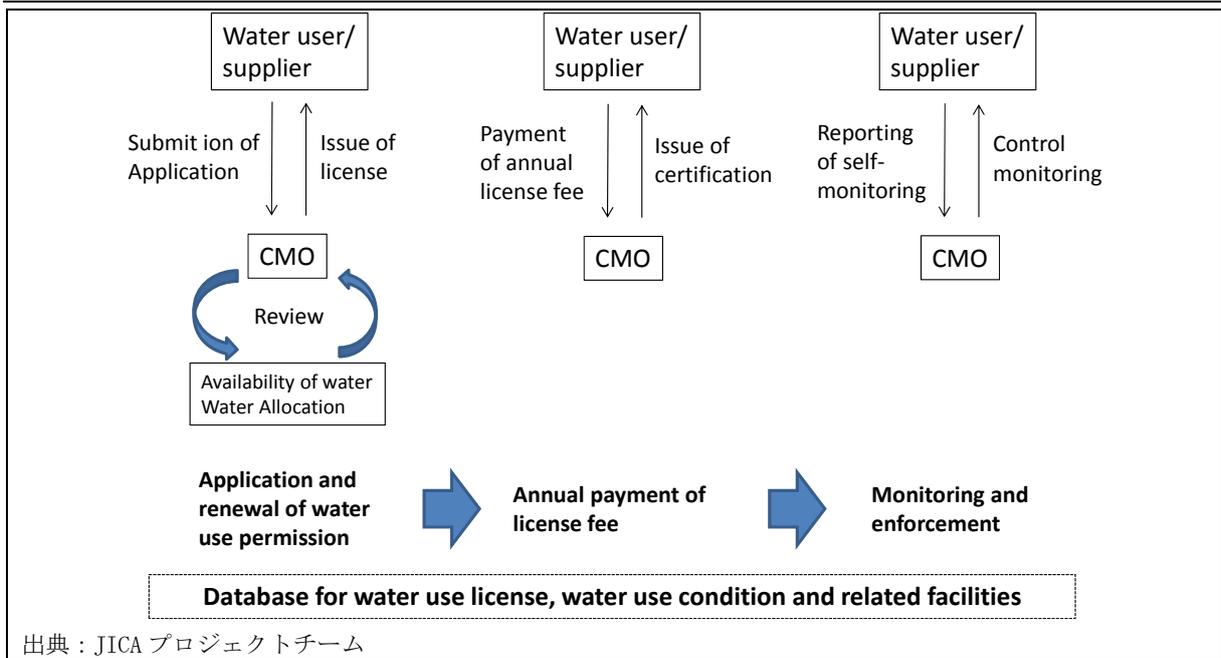


図8-26 ミクロ管理におけるCMOの役割

水利用に関するコストリカバリーの枠組みについて、幾つかのパターンごとに図 8-27 に示す。

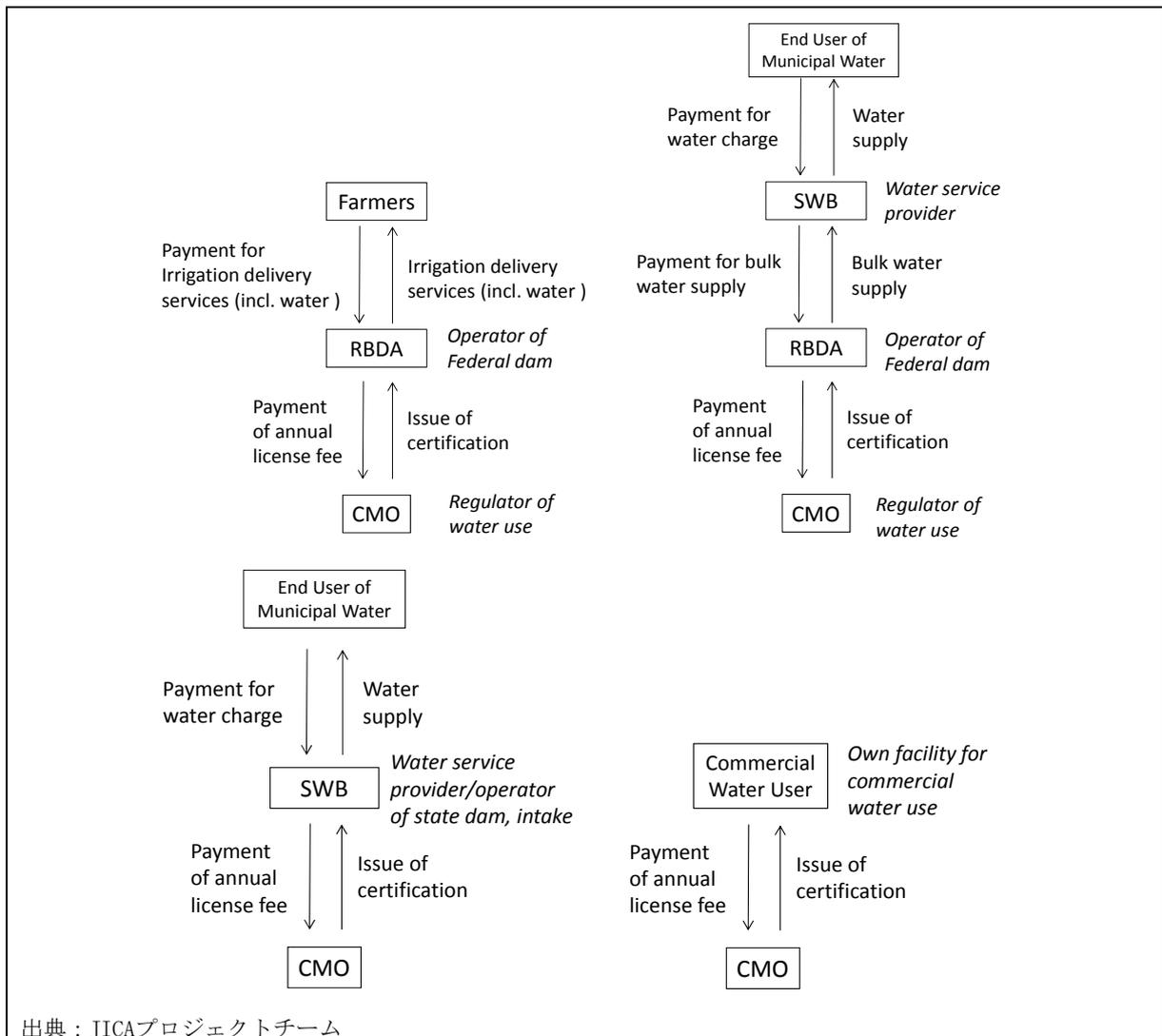


図 8-27 水利用に関するコストリカバリーの枠組み

CMOが水の規制者として徴収する水利用に関するライセンス料は、例えば都市給水のサービスプロバイダーである州水道公社が徴収する水料金やRBDAが農民から徴収する灌漑サービス料金とは異なる性質のものであることに留意する。これら水料金は、サービス提供のためにかかった経費（施設の建設費や維持・管理費など）をユーザーに負担してもらうという性格のものであるのに対し、CMOが徴収する水利用に関するライセンス料は、水が特定の目的で利用されずに自然状態で流れている場合の機会費用に対して支払われるべきものを徴収するというものである。そして、このライセンス料は、最終的な水料金に上乗せされて最終ユーザーの負担となる。

水資源管理者である連邦水資源省（FMWR）がNIWRMCを通じてこうした水利用に係るコスト算定に対する標準的ガイドラインを準備することを提案する。また、CMOが収集する水利用のライセンス料は、CMOや水文地域のステークホルダーによって構成される水資源管理に関する委員会の活動経費など水資源管理活動のために使用されるべきである。

8.8.2 HA-1における水の配分と規制に関わるフレームワークの推進

全国水資源マスタープラン2013において、提案された水の配分と規制に関わるフレームワークを推進するために以下が推奨される。

- 流域管理計画（CMP）の策定はHA-1における水の配分と規制に関わるマクロ管理の第1歩と位置付けられる。このCMPに関するステークホルダーの協議を積み重ねることにより、CMPを最終化する。
- 流域管理計画（CMP）策定のために実施したステークホルダー会議をさらに発展させ、ステークホルダーフォーラムを形成し、CMCCのベースとする。将来的には、CMPの最終化とともにCMCCを正式に立ち上げる。
- ミクロ管理を実践するために、CMOとNIWRMCの能力強化を実施する。あわせて、水管理に関わるステークホルダーの能力強化も実施する。

8.8.3 地下水の水配分と規制

(1) 地下水開発・利用の現況

HA-1では都市部・村落部で大量の地下水が使用されている。水道公社に代表される公共の地下水利用に加え私的に地下水が利用されている。すなわち個人・企業によって無数の井戸が掘削され地下水が使用されている。多くの家庭は身近な水源としての浅井戸を掘削し、工場は上水道に比べて安価な水源として深井戸を掘削し地下水を揚水している、また、私的灌漑の水源として農民によって無数の井戸が掘削されている。

(2) 未秩序な地下水開発・利用

井戸掘削と地下水利用は実質的に無制約の状態にある。無制限で無秩序な地下水開発・利用は過剰揚水を引き起こし地下水位の低下を招き地下水環境を悪化し地下利用の妨げとなす。したがって、公平で効率的また持続的な地下水利用を継続するためには無秩序な地下水利用を規制することが必要となる。

(3) 地下水開発と利用の規制

1本の井戸から揚水可能な地下水の井戸の集水範囲、すなわち影響圏の広さは限られている。地下水管理は個々の井戸の影響圏の範囲内での利用者間の適切な分配を目的とする。分配に当たって、地下水利用者は無数に存在するため、地下水利用者間による調整は現実的に不可能である。また井戸は個人の所有となるため、井戸の存在自体が公表されていない。かかる現状を踏まえ、地下水の開発・利用を規制するためには、まず井戸の登録制度の導入が必要となる。また揚水量の登録も同時に必要となる。かかる情報に基づき、地下水管理者による地下水管理が可能となる。

(4) 地下水利用の優先性

地下水は公共給水の水源として利用されている。かかる地下水利用は他の地下水利用に対して優先されると考えられる。

(5) 地下水の管理機関

井戸の影響範囲は井戸群の規模と帯水層の性質でさまる。村落給水では単独井戸の使用となるためその影響範囲は井戸の周辺数 100m 程度であるが、堆積岩地帯に位置する井戸群はでは数 km～数 10km となる場合もある。

- 地下水盆における地下水賦存量の推定：NIWRMC、NIHSA
- 地下水開発量の地域的配分：州水資源省、水道公社、RUWASSA
- 井戸の本数・深度・井戸間隔の設定：州水資源省、水道公社、RUWASSA

地下水の規制対象は地域の住民・企業であるため地下水管理者は地域の地下水使用者と直接的な対話が可能な州政府機関である水道公社や RUWASSA とすべきである。一方、連邦機関は地下水管理に係わる政策やガイドラインを策定する役割を担うべきである。

(6) 地下水利用に対する規制方法

a) 井戸使用の直接的規制

日本の過剰揚水による地盤沈下は地下水使用の直接的な規制を行った。

b) 課税による規制

地下水利用に対する課税は以下の利点・特徴を持つ。

- 無秩序な揚水によって地下水が大きく低下し、井戸枯渇や揚水コストが増大し、影響圏内の地下水使用者の全体の利益が損なわれる。
- 課税によって過剰揚水を抑制し地下水位の低下を抑制し、地下水利用の持続性を図る。
- 一方、過剰な課税によって影響圏内の地下水涵養量の効率的な使用を妨げてはならない。

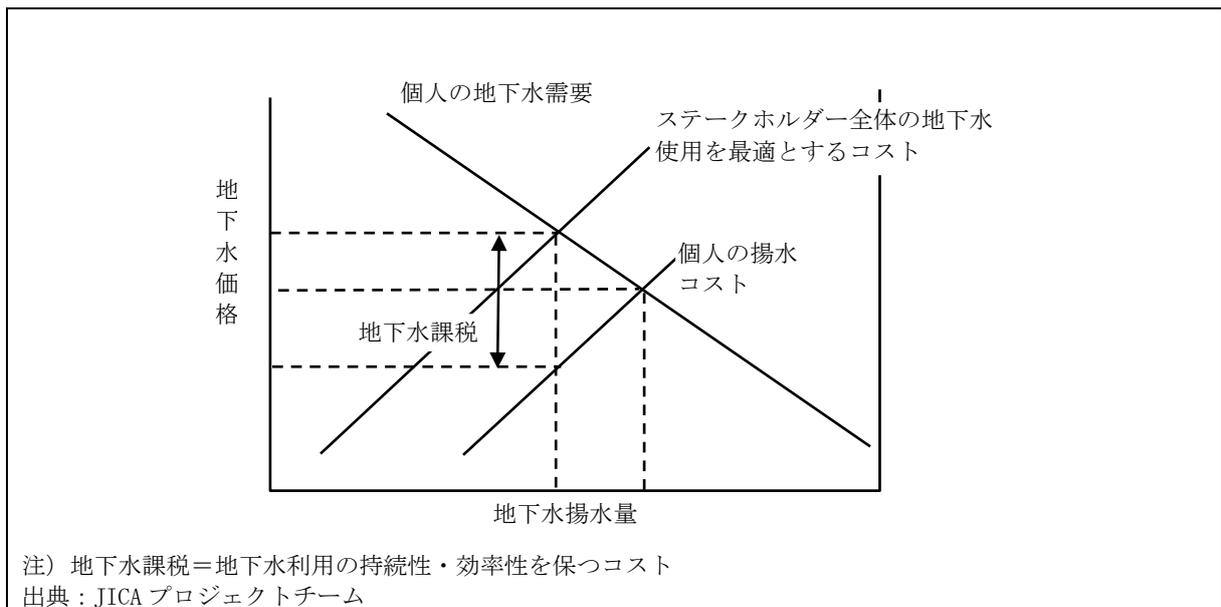


図 8-28 地下水利用に対する最適課税

地下水利用に対すう課税額を決めるにあたっては地下水利用に係わる地下水位の低下に関する以下のパラメーターを設定しその効果を慎重に検討する必要がある。

- 井戸の影響圏内の井戸本数と地下水利用者の特定
- 対象地域の地下水涵養量と帯水層のパラメーター

8.9 水資源管理のためのコミュニケーション戦略

水セクターにおける広報は主として水資源省（FMWR）の報道広報ユニット（Press and Public Relations Unit）が担当している。全国水資源マスタープラン 2013 では、FMWR の立てた広報戦略をベースにして、以下に示すアクションプランを提示した。

- FMWR の季刊誌「WATER」の充実を通じて広報（PR）を強化する。
- 新聞、TV、ラジオ、雑誌を含め PR 活動のツールを強化、多様化する。
- 省内公文書の厳格かつ効率的な管理を行う（電子化など）
- ジェンダー平等化・女性のエンパワーメント、家庭とコミュニティにおける日常活動などに配慮し、水資源管理における参加型プロセスを支援する。
- FMWR の広報ユニットとジェンダー・人権ユニット（Gender and Human Rights Unit）の人材確保及び能力開発を推進する。

上記のアクションプランに合わせて、流域水資源管理の視点から、流域管理計画（CMP）の広報に関する提案を以下に示す。

表 8-23 提案内容:PR01

提案名	国家水政策、水資源管理に係る法制度及び CMP の普及（PR Unit と協働・連携）
目的等	CMP の実行に携わる政府及び利害関係者のパートナーシップと利害関係者間で調整された活動を推進する。
主な組織	State MDAs/PR Unit/NIWRMC
法令等	CMP の完成と普及

出典：JICA プロジェクトチーム

表 8-24 提案内容:PR02

提案名	流域経済・社会における水の役割に関するプログラム、ワークショップ、セミナーの開催
目的等	健康、ジェンダー、水資源管理と利用の脆弱性などの水関連問題を覚醒させるツールと指針を開発する。
主な組織	RUWASSA/LGAs/State MDAs/NIWRMC/PR Unit of FMWR など
法令等	様々な州法に盛り込まれている規則

出典：JICA プロジェクトチーム

8.10 官民連携 (PPP)

流域内州政府の過去数年の予算の動向は 1.2.2(2) で述べたとおりである。

将来の実行可能な予算について言えば、各流域政府において計画されている水インフラ需要に応えるためには、民間セクターから代替的な資金を求めることが必要である。

したがって、全国水資源マスタープラン 2013 と同じアクションプランを流域管理計画 (CMP) でも適用することを推奨する。

- PPP ユニットの強化
- PPP プロジェクトの準備と実施に関する能力開発
- PPP プロジェクト準備のための予算配分
- Project Delivery Team 及び Steering Committee の設置
- PPP プロセスに関わる定期的利害関係者協議
- 民間セクター参入を促進するための政策と戦略の定期的更新

流域州政府に対する具体的な提案は以下のとおりである。

表 8-25 提案内容:PPP01

提案名	民間セクターの支援と主導による財務的効率性の高い水サービスの提供
目的等	給水・衛生セクター並びに水質管理における持続性と活動成果を向上させる。
主な組織	State MDAs/FMWR/PPP Unit of FMWR/ICRC
法令等	PPP に関する州レベルの政策と戦略 (FMWR の PPP Unit や ICRC と連携)

出典: JICA プロジェクトチーム

表 8-26 提案内容:PPP02

提案名	流域内各州政府に PPP Unit を設置する。
目的等	州レベルで中核的役割を果たすことが州の PPP Unit に期待されている。州の PPP Unit の役割には、他の州政府諸機関と協働して、潜在的な PPP プロジェクトを発掘、準備、調達するための諮問、調整業務が含まれる。
主な組織	State MDAs/State PPP Unit (proposed)/FMWR/PPP Unit of FMWR/ICRC
法令等	PPP に関する州レベルの政策と戦略 (FMWR の PPP Unit や ICRC と連携)

出典: JICA プロジェクトチーム

8.11 人材・組織の能力開発

全国水資源マスタープラン 2013 における人材資源開発 (Human Resources Development: HRD) に関する方針に照らし、流域レベルにおける統合水資源管理 (IWRM) に焦点を当てた HRD のニーズを強調することは意義がある。全国水資源マスタープラン 2013 の要約とともに、HA-1 の流域管理計画 (CMP) の人材・組織能力開発に関する提案を表 8-27 に示す。

【全国水資源マスタープラン 2013 HRD プランの要約】

基本方針-1: トレーニング機会へのアクセスの開発拡大

設定理由:

流域単位の水資源管理を中心的原則とする IWRM を実現するためには、様々な分野で HRD に対するニーズと優先順位が増大している。HRD に責任を負うべき様々な組織のうち、連邦水資源省 (FMWR) の人材資源局と NWRI を中核的組織に据えて、統合水資源管理に従事する全てのスタッフの能力開発を確実なものとするトレーニング機会に対するアクセスを開発、拡大する。

主な活動:

- ターゲットとする水サブセクター、職種、職階における HRD ニーズと優先度を考慮した HRD プランの策定。人材に関し、その現状と目指すべき能力を決めるために定期的な調査を実施することが強く求められる。その結果、人的ギャップを埋める適切な計画が作成されることになる。
- 予算計画 (海外の開発パートナーからの支援を考慮)
- NIHSA 等関連機関との連携強化を通じた多面的で効果的なトレーニングコース開発
- M&E システムの充実
- 中堅技術者や官吏の中途採用を含む、人事採用・昇進システムの改善

基本方針-2: 流域レベルのニーズに相応するトレーニング強化

設定理由:

流域レベルでの管理を促すためのトレーニング強化に対するニーズについては、NIWRMC、CMOs 及びその組織の中で流域での水資源管理に責任をおうべきスタッフが最も重要かつ優先度の高い HRD 問題である。

主な活動:

- 流域での水資源管理のための HRD プログラムの策定 (ガイドラインの策定など)
- NIWRMC (CMOs 含む)、NIHSA、RBDAs など流域管理組織との連携による質の高い HRD プランの推進
- 流域管理戦略・計画などの策定と実施を通じた包括的な HRD
- インフラの維持管理に関係する全ての利害関係者の参加拡大を促す支援拡充

基本方針-3: NWRI の訓練機能の強化拡充

設定理由:

国内的にも国際的にも持続的な水資源管理のための HRD に関し最も重要な組織である NWRI の全国的なトレーニング機能を強化・拡充を図る必要がある。

主な活動:

- NWRCBNet (National Water Resources Capacity Building Network) の構築

表 8-27 提案内容:HRD01

提案名	流域レベルの IWRM に焦点を当てた人材及び組織能力開発プロジェクト
目的等	<p>CMP に関する様々な利害関係者がそれぞれの責務を効率的、効果的に果たすために必要な IWRM に関する能力開発 (CD)。</p> <p>能力開発の範囲は以下のとおり。</p> <ul style="list-style-type: none"> ● キャパシティアセスメント (ベースライン) ● 水の配分、ライセンス、対価、対立処理に関する CD ● 越境水管理に関する CD ● 流域におけるパートナーシップ形成に関する CD ● 水資源モニタリング及びデータ管理に関する CD ● CMP の改訂と更新に関する CD ● 財務及び組織管理に関する CD ● PPP に関する CD ● ジェンダー、衛生行動、水の安全など水関連問題の主流化に関する CD
主な組織	FMWR/NIWRMC/RBDAs/NIHSA/FMA&RD/FMEnv/State MDAs
法令等	国家水政策案と国家水資源法案の完成と法制化

出典: JICA プロジェクトチーム

8.12 モニタリング・評価

計画された事業を着実に実施するためには、プロジェクト準備段階の M&E システムの検討が必要である。既存の M/P1995 で示された事業の実施が大きく遅れている原因の一つに「プロジェクト準備段階のプロセス」の不備が考えられる。この段階のプロセスは次のようであろう。

① M/P に基づいたプロジェクトの起案（起案書作成） ➡ ② 実現性調査（F/S）の実施 ➡ ③ 事業計画書（Project Explanatory Note :）の作成 ➡ ④ 予算要求 ➡ ⑤ 予算確保 ➡ ⑥ 事業開始である。

PDCA（Plan-Do-Check-Action）で例えると①～③は「Plan」に、④～⑥は「Do」となる。このプロセスのモニタリング・評価によって、事業の促進が期待できる。以下が、プロセス①、②、③の具体的内容となるが、その作成・実施にあたっては FMWR および関連機関である NIWRMC、RBDA、CMO 並びに対象となる州政府との密接な連携が必要となる。

(1) プロジェクト起案書の作成

CMP 提案のプロジェクトに関し、責任部署は下表のようなプロジェクト起案書を作成する。

表 8-28 プロジェクト起案書（案）

20XX 年度	責任部署：AAA			起案日：xx/xx/xx	
プロジェクト	実施内容		実施時期	概算事業費	プロジェクトの直接効果
1. 灌漑 A	1. ダム	貯水量 MCM	20XX 年～2 年	YY 百万ナイラ	・ 灌漑面積：ZZ ha ・ 作物収量増加：ZZ トン/ha ・ 農家所得増：ZZ ナイラ
	2. 幹線水路	xx km	同上	YY 百万ナイラ	
	3. 圃場整備	yy ha	同上	YY 百万ナイラ	
2. 灌漑 B					

出典：JICA プロジェクトチーム

(2) 実現性調査（F/S）の実施

連邦水資源省（FMWR）は、上記の各起案書を詳細吟味の上、緊急度、直接効果、並びに FMWR リソース（人・財務）を勘案し優先プロジェクトを選定し、責任部署の管掌の下で F/S 調査を実施し、詳細設計、事業行程、詳細事業費、経済評価、環境社会配慮等を取り纏める。

(3) 事業計画書の作成

F/S 調査結果に基づき、責任部署は事業の詳細計画（工事および調達機材内容、時期、資金調達等）を作成する。

プロジェクト準備段階の M&E システム

以上の PDCA の「Plan」を実施することにより、PDCA の「Do」である予算要求、予算確保、事業開始、という実施段階に繋がる。プロジェクト実施までの所謂「Plan」段階でのモニタリング・評価は、下表のように行うことを提案する。

表 8-29 灌漑 A 事業の進捗・達成状況（案）

実施項目	時期	活動	計画	評価	今後の対応
起案書	上半期	起案書の作成・提出	50%	40%	省内の予算会議で検討予定
	下半期		100%	100%	F/S 実施に繋げる予算準備
F/S	上半期	F/S の準備	30%	30%	TOR 作成
	下半期		60%	60%	発注書の作成
---	上半期				
	下半期				

出典：JICA プロジェクトチーム

第9章 事業実施プログラム

9.1 事業実施工程

(1) 事業概要

流域管理計画（CMP）で提案された事業の概要を表 9-1 に示す。

表 9-1 提案事業の概要

プロジェクト名	事業概要	主幹組織
A. 水源開発事業		
A.1 表流水開発		
A.1.1 実施中表流水源開発事業		
● 実施中表流水源開発事業	現在実施中の表流水源開発事業。2 ダム。全貯水容量 11MCM。	FMWR
A.1.2 既存ダムの機能回復、向上		
● ダム管理能力強化事業	ダム管理状況の改善のため、FMWR ダム局職員、ダム管理者である RBDAs 職員、SWB 職員等を対象とした能力強化事業	FMWR
● ダムの適正運用管理のための機材リハビリテーション事業	ダム管理改善のために、現在劣悪な状況にある気象・水文観測施設、貯水池水位観測機材、放流量観測機材などダム運用管理に資する機材のリハビリテーションを実施する事業	FMWR
● ダムリハビリテーション事業	ダム本体の劣化などダムの安全性に影響を及ぼすと考えられるものに対して、2030 年までに随時リハビリテーションを実施していく事業	FMWR
A.1.3 新規水源開発		
● 都市用木水源開発事業	2030 年に必要とされる都市用水用表流水について、1/10 安全度で供給できないと評価される水源について、ダム建設により安定した水源供給を行う事業。1 ダム、全貯水容量 30MCM。	FMWR
● 灌漑用木水源開発事業	灌漑開発計画に従い、灌漑スキームの水源開発を行う事業。1 ダムの、全貯水容量 21MCM。	FMWR
A.2 地下水開発		
A.2.1 既存井戸のリハビリ		
● 大都市・中小都市・町	804 本の動力ポンプ井戸 (250, 484m ³ /日) のリハビリ	水道公社
● 村落	208 本の動力ポンプ井戸 (60, 307m ³ /日)、2, 145 本のハンドポンプ井戸 (21, 450m ³ /日) のリハビリ	RUWASAA
A.2.2 新規井戸の設置		
● 大都市・中小都市・町	動力井戸の建設：200m 井戸 856 本、50m 井戸 2, 171 本、総揚水量 707, 791 m ³ /日	水道公社
● 村落	①動力井の建設：200m 井戸 518 本、50m 井戸 673 本、総揚水量 130, 333m ³ /日 ②ハンドポンプ井戸の建設：10, 633 本、総揚水量 86, 932m ³ /日	RUWASSA
B. サブセクター開発事業		
B.1 給水・衛生事業		
B.1.1 給水改修事業		
● 大都市・中小都市・町	事業対象：HA-1 の主要 4 州における都市および都市周辺もしくは小都市・町 事業内容：表流水（浄水場）利用もしくは深井戸利用の管路系給水施設の改修（2015～2030 年） 裨益人口：2, 617 千人 開発水量：345 MLD（表流水 153、地下水 192）	FMWR、州政府、水道公社、STWSSA
● 村落	事業対象：HA-1 の主要 4 州における村落 事業内容：深井戸利用のポイントソース型給水施設（動力ポンプもしくはハンドポンプ）の設備改修（2015～2030 年） 裨益人口：1, 769 千人 開発水量：63 MLD（地下水）	FMWR、州政府、RUWASSA
B.1.2 給水新規事業		
● 大都市・中小都市・町	事業対象：HA-1 の主要 4 州における都市および都市周辺もしくは小都市・町 事業内容：表流水（浄水場）利用もしくは深井戸利用の管路系給	FMWR、州政府、水道公社、STWSSA

プロジェクト名	事業概要	主幹組織
	水施設の建設 (2015～2030年) 裨益人口：5,340千人 開発水量：704MLD (表流水28、地下水677)	
● 村落	事業対象：HA-1の主要4州における村落 事業内容：深井戸利用のポイントソース型給水施設 (動力ポンプもしくはハンドポンプ) の設備設置 (2015～2030年) 裨益人口：5,868千人 開発水量：209MLD (地下水)	FMWR、州政府、RUWASSA
B.1.3 衛生事業		
● 公衆便所建設事業	事業対象：HA-1の主要4州における都市および都市周辺もしくは小都市・町 (2015～2030年) 設置場所：市場、バスターミナル等 開発数量：1,756箇所	FMWR、州政府
● 最終処分場整備事業	事業対象：HA-1の主要4州における都市 (2015～2030年) 事業内容：し尿処理施設 (各戸浄化槽から回収・運搬) 裨益世帯：223千世帯	FMWR、FME、FEPA、SEPA
● 衛生教育事業	事業対象：HA-1の主要4州における都市周辺もしくは小都市・町および村落 (2015～2030年) 事業内容：コミュニティ主導型トータルサンエーションなどによる衛生教育、普及活動 裨益世帯：2,538千世帯	FMWR、州政府、LGA
● 衛生施設建設 (各世帯負担)	対象：HA-1の主要4州における都市、都市周辺もしくは小都市・町および村落の住民 (2015～2030年) 内容：家庭用便所の設置 世帯数：都市-233千世帯、都市周辺もしくは小都市・町-1,250千世帯、村落-1,288千世帯	
B.2 灌漑・排水事業		
B.2.1 既存施設のリハビリ	事業対象地区 3地区、面積 A=1,550ha	FMWR、州政府
B.2.2 新規施設の建設		
● 整備実施中事業	現在、水資源省 (FMWR) が実施中の公的灌漑スキームの早期完工を目指す。 事業対象地区 6地区、面積 A=9,750ha	FMWR
● 整備拡張予定事業	灌漑農地を拡大するため、既往灌漑スキームの未着手エリアを今後整備拡張する。 事業対象地区 7地区、面積 A=6,850ha	FMWR
● 補給灌漑事業		
● ダム掛り灌漑事業	通年灌漑を可能とするダム掛りの新規灌漑スキームを全国に開発する。事業対象地区 1地区、面積 A=1,500ha	FMWR
C. 水資源管理関連事業		
C.1 水文モニタリング		
● 表流水モニタリングネットワーク整備事業	表流水モニタリングネットワークを段階的に整備する事業。目的に応じて主観測所 (2)、優先2次観測所 (4)、2次観測所 (2)、3次観測所 (20) の4タイプに分類して整備する。	NIHSA
● 地下水モニタリングネットワーク整備事業	地下水モニタリングネットワークを整備する事業。①地下水ポテンシャル評価 (15所)、②地下水環境監視 (過剰揚水、広域地下水位低下、地盤沈下、海水侵入：2箇所)	NIHSA
● 水文データ管理能力強化・利活用促進事業	水文データ管理状況を改善するための事業。フェーズ1ではパイロット地域を選定して、能力強化を図る。フェーズ2では利活用促進事業としてフェーズ1で強化された能力を継続的に発展させる。	NIHSA
● 水文モデリングセンター事業	水文観測データの利活用、観測データの質確保を図るために「ナ」国政府が NIHSA 内に水文モデリングセンターを設置する。モデリングセンターの設置促進、活動強化のために能力強化事業を実施。	NIHSA
● 水文情報啓発促進事業	NIHSA 職員による水文情報の重要性を啓発促進する事業。	NIHSA
C.2 水の配分と統制		
● 流域管理計画策定事業	8つの水文地域ごとの流域管理計画を策定する事業。	NIWRMC, CMO
● 水利用許認可・規制能力強化事業	NIWRMC および CMO による水利用許認可・規制能力を強化するための事業。	NIWRMC, CMO
● 流域管理促進事業	水利用許認可・規制システムの運用を含む流域管理を全水文地域で適正に実践するよう促進する事業。	NIWRMC, CMO

プロジェクト名	事業概要	主幹組織
● 水料金ガイドライン策定事業	水利用に関わるコスト算定と適正な水利用ライセンス料、水料金設定のための標準ガイドラインを準備する事業。	NIWRMC, CMO
C.3 水環境管理		
● 全国飲料水水質観測改善計画	水源および飲料水の水質に関する科学的データを生み出すために、水質観測に関する能力開発および水質観測を実施する事業。	FMWR
● 重要河川水質モニタリング計画	重要河川における水質状況を把握するための水質観測を実施する事業。	FMWR

出典：JICA プロジェクトチーム

(2) 実施工程

提案された事業の実施工程を表 9-2 から表 9-5 に示す。各事業の実施工程は次のような方針に基づいて決められた。

(2-1) 水源開発事業

表流水開発事業

実施中事業

少なくとも 2020 年までに現在実施中の事業を完工する。

既存ダムの機能回復、向上事業

緊急短期事業としてダム管理に関わる能力強化事業を実施し、その活動を通じて、ダム運用管理のための機材およびダム本体のリハビリ事業の内容を固めていく。リハビリにあたってはダム運用管理のための機材のリハビリを優先して実施する。

新規水源開発

都市給水事業については給水率 100%の実現を目指す 2025 年までに安定した水源水の供給を行うことを目標とする。灌漑事業に関しては、灌漑事業の実施に合わせた水源開発を行う。

地下水開発事業

多数の新規深井戸掘削と稼働していない既設井戸のリハビリによって地下水を開発する。水需要の伸びに密着して地下水開発量を増加させることが最も効率的な開発方法であるため、2025 年に給水率 100%とするために 2025 年までの期間で水需要が直線的に増加すると仮定し、地下水開発量（リハビリ井戸・新規井戸による揚水量）もこの期間で直線的に増加させる。また、2025 年～2030 年の期間は給水率 100%を維持する。

(2-2) 水資源サブセクター開発事業

給水・衛生事業

2025 年の給水率 100%達成および以降 2030 年まで 100%維持を目標として、表流水利用の給水スキームについて、第 1 ステージにおいては、既存給水スキームの改修事業および計画が具体化している給水スキームの新規事業を優先的および早期に実施し、第 2～3 ステージにおいて、水源開発（ダム建設）の進捗にも併せつつ新規事業を継続する。地下水利用の給水スキームについて、改修もしくは新規に関係なく、第 1～3 ステージの全期に亘り事業を実施する。

衛生事業について、公衆便所建設事業を全期に亘り実施し、第 1 ステージに最終処分場整備事業を短期的に実施する。

灌漑・排水事業

既往灌漑スキームの整備実施中事業は最も優先度が高いため早期の完工を目指し、第 2 ステージまでに完工させる。整備拡張予定事業はそれぞれ整備面積が大きいため、第 1 ステージから準備を始め、第 3 ステージまでに完工させる。ダム掛り灌漑事業は、灌漑用水水源開発事業のダム建設期間に準じて、第 3 ステージに完工させる。

(2-3) 水資源管理関連事業

水文モニタリング

モニタリングネットワーク整備については段階的に整備・拡張を行う。水文モニタリングに付随する各種サービス（水文データ管理、水文モデリング）については、短期事業として初期段階で能力開発事業を実施したうえで、引き続きそれを活かした事業を展開する。啓発促進は全事業期間継続して実施する。

水の配分と統制

短期事業として、流域管理計画策定事業を実施するとともに、パイロット地域を対象として水利利用許認可・規制に関する能力強化事業を実施する。さらに、水料金ガイドライン策定事業を行う。それらの経験をもとに流域管理を実践する流域管理事業を継続して行う。

水環境管理

短期事業として、全国飲料水水質観測改善計画のうち、水質モニタリングに関わる能力開発事業を実施する。そのうえで、継続的に飲料水水質観測および全国重要河川水質モニタリング計画を継続的に実施していく。

表 9-2 水源開発事業の実施工程

事業	第1ステージ								第2ステージ					第3ステージ				
	2014-2020								2021-2025					2026-2030				
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1. 表流水開発																		
1.1 実施中表流水源開発事業	XXX	XXX	XXX															
1.2 既存ダムの機能回復、向上																		
● ダム管理能力強化事業	XXX	XXX	XXX															
● ダムの適正運用管理のための機材リハビリテーション事業				XXX	XXX	XXX	XXX											
● ダムリハビリテーション事業				XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
1.3 新規水源開発																		
● 都市用水水源開発事業					***	***	***	XXX	XXX	XXX	XXX							
● 灌漑用水水源開発事業										***	***	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
2. 地下水開発事業																		
2.1 既設井戸の機能回復																		
● 大都市・小都市・町	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX								
● 村落	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX								
2.2 新規井戸掘削																		
● 大都市・小都市・町	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX								
● 村落	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX								

備考： ***：準備、XXX：実施
出典：JICA プロジェクトチーム

表 9-3 給水・衛生事業の実施工程

事業	第1ステージ								第2ステージ					第3ステージ				
	2014-2020								2021-2025					2026-2030				
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1 給水改修事業																		
● 大都市・小都市・町	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX								
● 村落	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX								
2 給水新規事業																		
● 大都市・小都市・町	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX								
● 村落	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX								
3 衛生事業																		
● 公衆便所建設事業	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX								
● 最終処分場整備事業	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX											
● 衛生教育事業	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX								
● 衛生施設建設（世帯負担）	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX								

備考： ***：準備、XXX：実施
出典：JICA プロジェクトチーム

表 9-4 灌漑・排水事業の実施工程

事業	第1ステージ								第2ステージ					第3ステージ				
	2014-2020								2021-2025					2026-2030				
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1. 既往灌漑事業																		
1.1 整備実施中事業	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX						
1.2 整備拡張予定事業		***	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
2. 新規灌漑事業																		
2.2 ダム掛り灌漑事業										***	***	***	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	

備考：***：準備、XXX：実施
出典：JICA プロジェクトチーム

表 9-5 水資源管理関連事業の実施工程

事業	第1ステージ								第2ステージ					第3ステージ				
	2014-2020								2021-2025					2026-2030				
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
1. 水文モニタリング																		
● 表流水モニタリングネットワーク整備事業	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
● 地下水モニタリングネットワーク整備事業	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
● 水文データ管理能力強化・利活用促進事業	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
● 水文モデリングセンター事業	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
● 水文情報啓発促進事業	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
2. 水の配分と統制																		
● 流域管理計画策定事業	XXX	XXX	XXX															
● 水利用許認可・規制能力強化事業	XXX	XXX	XXX															
● 流域管理促進事業				XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
● 水料金ガイドライン策定事業	XXX	XXX	XXX															
3. 水環境管理																		
● 全国飲料水水質観測改善計画	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
● 重要河川水質モニタリング計画	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	
4. 氾濫原の管理																		
● 氾濫原のリスク評価事業		XXX	XXX	XXX														
● Benue 川氾濫原の灌漑事業洪水防御-能力強化事業		XXX	XXX	XXX														
5. 財務力強化																		
● RBDA 会計能力強化事業		XXX	XXX	XXX														
6. 運営維持管理																		
● RBDA の灌漑料金適正化事業		XXX	XXX	XXX														
● ダム管理の人材育成事業		XXX	XXX	XXX														
7. プロジェクト管理																		
● 水資源関連プロジェクト管理の能力開発事業		XXX	XXX	XXX														
● 水資源開発・管理能力開発事業		XXX	XXX	XXX														

備考：***：準備、XXX：実施
出典：JICA プロジェクトチーム

9.2 事業費の積算

流域管理計画（CMP）で提案された各種事業の内、連邦水資源省（FMWR）が所管する「水源開発事業」、「給水事業および衛生事業」と「灌漑・排水事業」について、事業費の積算を行う。また、水資源管理に関する事業については、事業スコープの明確な事業については、その事業費を示している。

事業費は、基準年 2012 年 12 月時点の単価および為替レート（US\$1=155 ナイラ）で積算されている。基準年の単価は、連邦水資源省の工事発注実績より設定した。事業費の内訳は表 9-6 に示す通りである。

(1) 積算条件

積算条件を表 9-6 に示す。

表 9-6 積算条件

内訳	内容と積算条件
(1) 建設工事費	労務費、材料費、建設機材費等
(2) 機器調達費	建設工事に係らない調達機器（水力発電設備、揚水ポンプ・モーター等）
(3) 調査・設計費	上記(1)(2)合計の 10%
(4) 政府事務経費	上記(1)(2)合計の 5%
(5) 予備費	(1)～(4)の 10%

出典：JICA プロジェクトチーム

(2) 事業費

優先プロジェクトの事業費とその内訳を表 9-7 から表 9-9 に示す。

表流水開発事業費は 87 億ナイラ、地下水開発事業費は 152 億ナイラで両者の合計額は 238 億ナイラである。給水・衛生事業費 2,563 億ナイラ、灌漑・排水事業費は 516 億ナイラである。また、水資源管理関連事業費は 35 億ナイラである。

水源開発費と水資源管理関連事業費の合計額は上記の全体事業費の 8%を占め、給水・衛生事業費は 77%、灌漑・排水事業費は 15%であり、給水・配水事業費が占める割合が大きい。

表 9-7 水源開発事業の事業費とその内訳

プロジェクト名	事業概要の内訳（百万ナイラ）					合計 （百万ナイラ）
	建設費	機器 調達費	調査・ 設計費	管理費	予備費	
1. 表流水開発事業	6,854	0	685	343	788	8,670
1.1 実施中表流水源開発事業	154	0	15	8	18	195
1.2 新規水源開発	6,700	0	670	335	771	8,476
● 都市用水水源開発事業	3,400		340	170	391	4,301
● 灌漑用水水源開発事業	3,300		330	165	380	4,175
2. 地下水開発事業	11,990		1,189	600	1,378	15,157
2.1 既設井戸の機能回復	475		47	24	54	600
● 大都市・小都市・町	183		18	9	21	231
● 村落	292		29	15	33	369
2.2 新規井戸掘削	11,515		1,142	576	1,324	14,557
● 大都市・小都市・町	4,219		422	211	485	5,337
● 村落	7,296		730	365	839	9,230
合計	18,844	0	1,874	943	2,166	23,827

出典：JICA プロジェクトチーム

表 9-8 サブセクター開発事業の事業費とその内訳

プロジェクト名	事業概要の内訳 (百万ナイラ)					合計 (百万ナイラ)
	建設費	機器 調達費	調査・ 設計費	管理費	予備費	
1. 給水・衛生事業	202,615		20,261	10,130	23,300	256,308
1.1 給水改修事業	20,964		2,096	1,048	2,411	26,520
● 大都市・小都市・町	18,871		1,887	944	2,170	23,872
● 村落	2,093		209	105	241	2,648
1.2 給水新規事業	174,109		17,411	8,705	20,022	220,247
● 大都市・小都市・町	162,459		16,246	8,123	18,683	205,511
● 村落	11,649		1,165	582	1,340	14,736
1.3 衛生事業	7,542		754	377	867	9,541
● 公衆便所建設事業	2,283		228	114	263	2,888
● 最終処分場整備事業	5,260		526	263	605	6,653
2. 灌漑・排水事業	40,696	80	4,077	2,039	4,689	51,581
2.1 既存施設のリハビリ	2,090	8	210	105	241	2,654
2.2 新規施設の建設	38,606	72	3,867	1,934	4,448	48,927
● 整備実施中事業	18,406	0	1,840	920	2,116	23,282
● 整備拡張予定事業	15,280	72	1,535	768	1,766	19,421
● ダム掛り灌漑事業	4,920	0	492	246	566	6,224
合計	243,391		24,338	12,169	27,989	307,889

出典：JICA プロジェクトチーム

表 9-9 水資源管理関連事業の事業費その内訳

プロジェクト名	事業概要の内訳 (百万ナイラ)		合計 (百万ナイラ)
	機器 調達費	運用・ 維持管理費	
1. 水文モニタリング	1,310	1,452	2,763
● 表流水モニタリングネットワーク整備事業	249	1,109	1,358
● 地下水モニタリングネットワーク整備事業	1,050	172	1,222
● 水文モデリングセンター事業	11	171	183
2. 水環境管理	463	251	714
● 全国飲料水水質観測改善計画	463	239	702
● 重要河川水質モニタリング計画	0	12	12

注1) 機器調達費および運用・維持管理費が大きくなると想定される事業について記載した。

注2) 能力開発に関わる専門家派遣等の費用は含まれない。

出典：JICA プロジェクトチーム

9.3 事業実施の財務プログラム

前項で積算した水源開発事業、給水・衛生事業および灌漑・排水事業の財務プログラムを表9-10に示す。

水源開発事業費（表流水と地下水）のステージごとの投資比率は、第1ステージ32%、第2ステージ43%、第3ステージ25%となっており、第2ステージの投資比率が他ステージより高い。

給水・衛生事業の投資比率は第1ステージ47%、第2ステージ31%、第3ステージ21%であり第1ステージにおける投資比率が最も高くその後に漸減する。

灌漑・排水事業の投資比率は第1ステージ42%、第2ステージ31%、第3ステージ27%であり第1ステージにおける投資比率が最も高くその後に漸減する。

表9-10 水資源開発投資の財務プログラム

事業	ステージ別の投資額 (10億ナイラ)			合計投資額 (10億ナイラ)
	第1ステージ 2014-2020	第2ステージ 2021-2025	第3ステージ 2026-2030	
A. 水源開発事業	7.5	10.3	6.0	23.8
A.1 表流水開発	0.2	4.3	4.2	8.7
A.1.1 実施中表流水源開発	0.2	0	0	0.2
A.1.2 新規水源開発	0	4.3	4.2	8.5
● 都市用水水源開発	0	4.3	0	4.3
● 灌漑用水水源開発	0	0	4.2	4.2
A.2 地下水開発	7.3	6.0	1.8	15.1
A.2.1 既設井戸の機能回復	0.3	0.2	0.1	0.6
● 大都市・小都市・町	0.1	0.1	0.1	0.2
● 村落	0.2	0.1	0.1	0.4
A.2.2 新規井戸掘削	7.0	5.8	1.7	14.5
● 大都市・小都市・町	2.4	2.0	0.9	5.3
● 村落	4.6	3.8	0.8	9.2
B. 給水・衛生事業	121.6	79.8	55.0	256.2
B.1 給水改修事業	16.7	5.8	4.1	26.5
● 大都市・小都市・町	15.5	4.8	3.6	23.9
● 村落	1.2	1.0	0.5	2.6
B.2 給水新規事業	97.1	73.0	50.1	220.2
● 大都市・小都市・町	90.5	67.5	47.5	205.5
● 村落	6.6	5.5	2.6	14.7
B.3 衛生事業	7.8	1.0	0.8	9.5
● 公衆便所建設事業	1.2	1.0	0.8	2.9
● 最終処分場整備事業	6.7	0.0	0.0	6.7
C. 灌漑・排水事業	21.4	16.2	14.0	51.6
C.1 既存施設のリハビリ	1.3	0.8	0.6	2.7
C.2 新規施設の建設	20.1	15.4	13.4	48.9
● 整備実施中事業	16.9	6.4	0.0	23.3
● 整備拡張予定事業	3.2	9.0	7.2	19.4
● ダム掛り灌漑事業	0.0	0.0	6.2	6.2
合計	150.5	106.3	75.0	331.6

出典：JICA プロジェクトチーム

第 10 章 事業評価

10.1 経済・財務面の評価

10.1.1 経済評価

本章では、第 7 章で示したサブセクター開発事業の「給水事業」および「灌漑・排水事業」について、表 10-1 に基づき各々の事業の経済評価を行う。

表 10-1 経済評価方法および諸元

経済評価対象	プロジェクトコスト			便益
	水源開発事業費	固有事業費	他	
1. 給水事業				
1) 改修事業計画		-		
・都市給水	州別		施設更新	O&M 水供給量増加効果
・村落給水	州別		施設更新	O&M 水供給量増加効果
2) 新規給水事業計画				
・都市給水	州別	ダム・地下水	浄水場・管網	O&M 水供給量増加効果
・村落給水	州別	地下水	井戸掘削	O&M 水供給量増加効果
2. 灌漑・排水事業				
1) 既往灌漑				
・改修事業計画			改修費	O&M 生産高純増効果
・整備実施中事業計画	HA 別	一部ダム	灌漑・圃場	O&M 生産高純増効果
・整備拡張予定事業計画	HA 別	一部ダム	灌漑・圃場	O&M 生産高純増効果
2) 新規事業				
・補給灌漑事業計画	HA 別		灌漑・圃場	O&M 生産高純増効果
・ダム掛かり事業計画	HA 別	ダム	灌漑・圃場	O&M 生産高純増効果
・総合開発事業計画	個別	ダム	灌漑・圃場	O&M 生産高純増効果
＜評価のための諸元＞				
1. 評価	経済内部収益率 (EIRR)、便益・費用比率 (B/C Ratio)、現在価値額 (NPV)			
2. 資本の機会費用	10% (ナ国における他援助機関の実施例を参照)			
3. 評価年数	事業の工事最終年翌年から 30 年間			
4. 施設の経済耐用年数	給水：40 年、灌漑・圃場：50 年、ダム：80 年、井戸：40 年、機器：15 年			
5. 事業費	第 10 章記載数値			
6. O&M 費	構造物：事業費の 0.1%、機器：事業費の 2.5%、海水淡水化装置：事業費の 10%			
7. 事業費の経済転換係数	施設・機器：0.8、その他 0.72 (他途上国例を参照)			

出典：JICA プロジェクトチーム

(1) 給水事業

給水事業の評価は、第 9 章の事業行程および事業費、並びに下記の給水事業便益に基づき行う。なお、消費者支払可能額は表 10-2 のように算定した。

$$\text{給水事業便益} = \text{事業計画実施による消費増加量} \times \text{消費者支払可能額}$$

表 10-2 消費者支払可能額の算定

水需要	算定にあたっての前提	算定結果
1. 家庭	・1人当たり水消費量の算出 (リッター/人)	都市：67～91、村落：30
	・家族当たり人数 (NBS データ)	5.2 人
	・家計収入の推計 (NBS データに基づく)	州別 (村落は都市の 1/2)
	・家計収入に対する水支払可能額	都市：3%、村落：1%
	・算定結果 (ナイラ/m ³)	都市：65～170、村落：20～40
2. 商業・工業	他国例参照 (インドネシア、ブラジル)	家庭用水の 1.6 倍

出典：JICA プロジェクトチーム

上記に沿って行った給水事業の経済評価を州別に表 10-3 に示す。

表 10-3 給水事業の経済評価

地域	給水改修事業						給水新規事業					
	都市			村落			都市			村落		
	EIRR	B/C	NPV	EIRR	B/C	NPV	EIRR	B/C	NPV	EIRR	B/C	NPV
ナイジェリア	50%	3.6	314.7	28%	2.2	11.1	10.1%	1.0	13.5	9.2%	0.9	-4.9
対象 4 州	41%	3.1	30.6	24%	2.0	1.5	8.0%	0.9	-13.9	8.7%	0.9	-1.1
1 Katsina 州	36%	3.1	5.6	19%	1.7	0.2	7.4%	0.8	-9.6	8.0%	0.9	-0.6
2 Kebbi 州	48%	3.6	7.3	24%	2.0	0.4	9.1%	1.0	-1.1	9.1%	0.9	-0.2
3 Sokoto 州	42%	1.0	11.1	26%	2.1	0.5	7.8%	0.9	-1.8	7.9%	0.8	-0.3
4 Zamfara 州	36%	2.3	3.8	26%	2.1	0.2	9.9%	0.9	-0.1	10.0%	1.0	0.0

注) NPV=10 億ナイラ

出典: JICA プロジェクトチーム

上表の評価結果によると、各事業共州によりばらつきがあるが、HA-1 全体では資本の機会費用である 10%を上回るあるいはそれに近い数値を示し、概ね経済的に妥当と認められる。

(1-1) 給水改修事業

都市: HA-1 全体で EIRR は 41%と経済的妥当性は極めて高い。これは改修事業費が新規に比べ低いことが大きな要因である。特に地下水改修事業が主たる州の EIRR は高い。

村落: 都市と同じように、HA-1 全体で EIRR は 24%と高い経済的妥当性を示した。村落は全て地下水改修事業であり事業費が低いことが主因である。

(1-2) 給水新規事業

都市: 新規の井戸・浄水施設の建設費が負担となり、HA-1 全体で EIRR は 8%と資本の機会費用である 10%を下回る結果となった。尚、試算によると、EIRR が 10%を超えるには建設費を 15%削減する必要がある。

村落: 新規の井戸掘削・揚配水設備費が負担となり、EIRR は 9.2%と資本の機会費用 10 %を下回ったが、村落部の低い水支払可能額を勘案すれば経済的には概ね妥当とみられる。

(2) 灌漑・排水事業

灌漑・排水事業の評価は、第 9 章の事業行程および事業費、並びに下記の灌漑・排水事業便益に基づき行う。

灌漑・排水事業便益

1. 総合開発事業

= 生産者純所得 (With-project 純所得 - Without-project 純所得) + 売電利益

2. その他事業

= 生産者純所得 (With-project 純所得 - Without-project 純所得)

生産者純所得および売電利益の算定にあたっては、以下の前提に基づき行った。

表 10-4 便益算定のための前提

生産者純所得					
With-project		Without-project		共通	
農産物	単収 ト/ha	農産物	単収 ト/ha	生産者価格 ナイラ/kg	生産者原価
水稻	4.9	天水陸・水稻()	2.6	170	価格の 50%
トウモロコシ()	3.0	トウモロコシ	1.7	80	
—	—	ミレット：HA1, 8のみ	1.1	40	
売電利益					
発電力量	日	Nassarawa : 6MWx24h, Taraba : 9MWx24h, Donga : 15MWx24h			
売電単価	ナイラ/MWh	9,563 : 2012年卸売業者契約単価(出所: MYTO)			

注) ①米生産者価格は入手困難なため JICA プロジェクトチームが推定した(市場調査による価格から推定小売り利益及流通経費を差し引き推定)。②生産者原価は人件費等を家族労働としここでは比例費のみを考慮した。
出典：トウモロコシ及びミレット生産者価格は、NBS データを参照。その他は JICA プロジェクトチーム

上記に沿って行った灌漑・排水事業の経済評価を HA 別に表 10-5 及び表 10-6 に示す。

表 10-5 既往灌漑・排水事業の経済評価

地域	改修事業			整備実施中事業			拡張予定事業		
	EIRR	B/C	NPV	EIRR	B/C	NPV	EIRR	B/C	NPV
ナイジェリア	41.8%	4.1	47.9	13.2%	1.3	33.4	10.8%	1.1	5.2
HA-1	30.5%	2.9	1.7	9.7%	1.1	-0.2	9.0%	0.9	-0.5

注) NPV=10 億ナイラ

出典：JICA プロジェクトチーム

表 10-6 新規灌漑・排水事業の経済評価

地域	補給灌漑事業			ダム掛かり灌漑事業			総合開発事業		
	EIRR	B/C	NPV	EIRR	B/C	NPV	EIRR	B/C	NPV
ナイジェリア	20.3%	2.0	66.5	9.6%	0.96	-3.9	10.4%	1.0	4.3
HA-1	-	-	-	4.6%	0.5	-0.9	-	-	-

注) NPV=10 億ナイラ

出典：JICA プロジェクトチーム

灌漑改修事業： 灌漑改修事業は新規事業に比べ事業費が低く済むことから、EIRR は 30.5%を示した。

灌漑整備実施中事業： HA-1 の場合、水稻は雨期のみだが、雨期でも作付面積は耕作可能面積の 40%程度と低いことが起因し EIRR は 9.7%となった。尚、試算によると、EIRR が 10%を超えるには建設費を 5%削減する必要がある。

拡張予定事業、ダム掛かり事業： 両事業とも EIRR 10%を下回る結果となった。尚、試算によると、EIRR は 10%を超えるには、建設費を各々 10%、50%の削減が必要である。

ダムによる治水効果： ダムが整備されることにより、洪水、土砂流出によって生じる人命被害、資産被害並びに生産活動阻害を回避することが可能となり、また回避可能によって新規に農地等の開拓ならびに住宅開発等が可能となる。このような治水による経済効果は今回算定出来ないが、この効果を便益として算入した場合、本事業の経済評価数値を大きく高めることになることを念頭に置く必要がある。上記の「ダム掛かり事業」も同様である。

10.1.2 財務考察

(1) 財務スケジュール

(1-1) 給水事業

表 10-7 に目標年度 2030 年までの給水事業の州別およびステージ別事業費を示す。HA-1 地域全体の事業費は総額 2,667 億ナイラとなり、ステージ別では第 1 ステージが 45%、第 2 ステージが 33%、第 3 ステージが 21%である。

表 10-7 州別およびステージ別事業費 (10 億ナイラ)

州名	第 1 ステージ 2014 - 2020	第 2 ステージ 2021 - 2025	第 3 ステージ 2026 - 2030	合計 2014 - 2030
HA-1	121.2	89.2	56.3	266.7
1. Katsina 州	65.2	43.8	24.4	133.4
2. Kebbi 州	23.5	17.7	10.9	52.1
3. Sokoto 州	19.2	12.3	10.4	41.9
4. Zamfara 州	13.3	15.4	10.6	39.3

出典：JICA プロジェクトチーム

(1-2) 灌漑・排水事業

目標年度 2030 年までの灌漑・排水事業のスキーム別およびステージ別事業費は表 10-8 に示す通りである。HA-1 地域全体の事業費は総額 559 億ナイラであり、ステージ別では第 1 ステージが 38%、第 2 ステージが 29%、第 3 ステージが 33%となる。

表 10-8 スキームおよびステージ別事業費 (10 億ナイラ)

スキーム	第 1 ステージ 2014 - 2020	第 2 ステージ 2021 - 2025	第 3 ステージ 2026 - 2030	合計 2014 - 2030
HA-1	21.5	16.2	18.2	55.9
1. 改修事業	1.4	0.8	0.6	2.8
2. 既存事業	16.9	6.4	-	23.3
3. 拡張事業	3.2	9.0	7.2	19.4
4. 補給灌漑事業	-	-	-	-
5. ダム灌漑事業	-	-	10.4	10.4
6. 総合灌漑事業	-	-	-	-

出典：JICA プロジェクトチーム

(2) 資金調達の促進

(2-1) 給水事業

「ナ」国での給水事業開発は連邦政府と州政府が執り行っているものの、特に州政府は開発事業費の 80%以上を担っており給水事業分野での果たすべき役割は大きい。しかしながら、州政府の財政状況は厳しく必ずしも十分な開発事業予算が充当されていない。従って、事業の開発・実施にあたっては、連邦政府との緊密な連携・資金支援が望まれる。一方、州政府は、事業に対する民間資金の活用および国際援助機関の支援など資金調達の多様化を図る努力が必要である。国内外の民間資金を引きつけるためには、ビジネスモデルを精選し州政府保証を伴うような提案が欠かせない。

下記に、本流域管理計画の給水事業費に対する資金手当を州別に記す。尚、各州の資金は、1.2.2 (2) 節に示す給水事業開発に対する州の現状予算配分額に基づき算定した。

Katsina 州

表 10-9 に Katsina 州における給水事業費およびその資金調達概要を示す。同州の事業費は HA-1 内 4 州で最も大きく総額 1,334 億ナイラ、年平均 78 億ナイラとなる。しかしながら、これまでの給水事業に対する予算配分実績は年 36 億ナイラであり、同様の年配分が今後も続くとした場合、事業実施のためには州予算の追加措置または連邦政府の支援が必要となる。

表 10-9 事業資金調達の概要：Katsina 州（10 億ナイラ）

項目		第 1 ステージ 2014 - 2020		第 2 ステージ 2021 - 2025		第 3 ステージ 2026 - 2030		合計 2014 - 2030	
		通期	年平均	通期	年平均	通期	年平均	通期	年平均
1. 事業費	改修事業	4.3	0.6	1.0	0.2	0.6	0.1	5.9	0.3
	新規開発事業	60.9	8.7	42.8	8.6	23.8	4.8	127.5	7.5
	合計	65.2	9.3	43.8	8.8	24.4	4.9	133.4	7.8
2. 事業資金調達	第 1 義：現状の州予算配分額を継続する	25.2	3.6	18.0	3.6	18.0	3.6	61.2	3.6
	第 2 義：現状州予算配分額が不足の場合、配分額の追加および連邦政府からの資金支援	40.0	5.7	25.8	5.2	6.4	1.3	72.2	4.2
	合計	65.2	9.3	43.8	8.8	24.4	4.9	133.4	7.8

注：過去 2 年間（2011 および 2011 年）の Katsina 州給水事業開発予算は年平均 36 億ナイラ。
出典：JICA プロジェクトチーム

Kebbi 州

表 10-10 に Kebbi 州における給水事業費およびその資金調達概要を示す。同州の事業費は総額 521 億ナイラ、年平均 31 億ナイラとなる。同州のこれまでの給水事業に対する予算配分実績は年 53 億ナイラであり、同様の年配分が今後も続くとした場合、本事業費総額は州の予算で充当可能と見られる。

表 10-10 事業資金調達の概要：Kebbi 州（10 億ナイラ）

項目		第 1 ステージ 2014 - 2020		第 2 ステージ 2021 - 2025		第 3 ステージ 2026 - 2030		合計 2014 - 2030	
		通期	年平均	通期	年平均	通期	年平均	通期	年平均
1. 事業費	改修事業	4.1	0.6	1.6	0.3	1.0	0.2	6.7	0.4
	新規開発事業	19.4	2.8	16.1	3.2	9.9	2.0	45.4	2.7
	合計	23.5	3.4	17.7	3.5	10.9	2.2	52.1	3.1
2. 事業資金調達	第 1 義：現状の州予算配分額を継続する	23.5	3.4	17.7	3.5	10.9	2.2	52.1	3.1
	第 2 義：現状州予算配分額が不足の場合、配分額の追加および連邦政府からの資金支援	-	-	-	-	-	-	-	-
	合計	23.5	3.4	17.7	3.5	10.9	2.2	52.1	3.1

注：過去 3 年間（2009～2011 年）の Kebbi 州給水事業開発予算は年平均 53 億ナイラ。
出典：JICA プロジェクトチーム

Sokoto 州

表 10-11 に Kebbi 州における給水事業費およびその資金調達概要を示す。同州の事業費は総額 419 億ナイラ、年平均 24 億ナイラとなる。同州のこれまでの給水事業に対する予算配分実績は年 29 億ナイラであり、同様の年配分が今後も続くとした場合、本事業費総額も州の予算で充当可能と見られる。

表 10-11 事業資金調達の概要：Sokoto 州（10 億ナイラ）

項目		第 1 ステージ 2014 - 2020		第 2 ステージ 2021 - 2025		第 3 ステージ 2026 - 2030		合計 2014 - 2030	
		通期	年平均	通期	年平均	通期	年平均	通期	年平均
1. 事業費	改修事業	6.9	1.0	2.0	0.4	1.7	0.3	10.6	0.6
	新規開発事業	12.3	1.7	10.3	2.1	8.7	1.8	31.3	1.8
	合計	19.2	2.7	12.3	2.5	10.4	2.1	41.9	2.4
2. 事業資金調達	第 1 義：現状の州予算配分額を継続する	19.2	2.7	12.3	2.5	10.4	2.1	41.9	2.4
	第 2 義：現状州予算配分額が不足の場合、配分額の追加および連邦政府からの資金支援	-	-	-	-	-	-	-	-
	合計	19.2	2.7	12.3	2.5	10.4	2.1	41.9	2.4

注：過去 3 年間（2009～2011 年）の Sokoto 州給水事業開発予算は年平均 29 億ナイラ。
出典：JICA プロジェクトチーム

Zamfara 州

表 10-12 に Zamfara 州における給水事業費およびその資金調達概要を示す。同州の事業費は総額 393 億ナイラ、年平均 23 億ナイラとなる。同州のこれまでの給水事業に対する予算配分実績は年 24 億ナイラであり、同様の年配分が今後も続くとした場合、第 1 ステージおよび第 3 ステージは州予算で充当可能となるが、第 2 ステージは若干不足し州予算の追加措置または連邦政府の支援が必要となる。

表 10-12 事業資金調達の概要：Zamfara 州（10 億ナイラ）

項目		第 1 ステージ 2014 - 2020		第 2 ステージ 2021 - 2025		第 3 ステージ 2026 - 2030		合計 2014 - 2030	
		通期	年平均	通期	年平均	通期	年平均	通期	年平均
1. 事業費	改修事業	1.8	0.3	5.8	1.2	1.0	0.2	8.6	0.5
	新規開発事業	11.5	1.6	9.6	1.9	9.6	1.9	30.7	1.8
	合計	13.3	1.9	15.4	3.1	10.6	2.1	39.3	2.3
2. 事業資金 調達	第 1 義：現状の州予算配分額を継続する	13.3	1.9	12.0	2.4	10.6	2.1	35.9	2.1
	第 2 義：現状州予算配分額が不足の場合、配分額の追加および連邦政府からの資金支援	-	-	3.4	0.7	-	-	3.4	0.2
	合計	13.3	1.9	15.4	3.1	10.6	2.1	39.3	2.3

注：過去 3 年間（2009～2011 年）の Zamfara 州給水事業開発予算は年平均 24 億ナイラ。

出典：JICA プロジェクトチーム

(2-2) 灌漑・排水事業

HA-1 の灌漑・排水事業費スケジュールは表 10-13 に示したが、各ステージの年平均事業費は下表のようになる。事業費総額は 559 億ナイラ、目標年度までの期間の年平均事業費は 35 億ナイラである。

表 10-13 灌漑・排水事業のステージ別事業費（10 億ナイラ）

項目	第 1 ステージ 2014 - 2020		第 2 ステージ 2021 - 2025		第 3 ステージ 2026 - 2029		合計 2014 - 2029	
	通期	年平均	通期	年平均	通期	年平均	通期	年平均
事業費	21.5	3.1	16.2	3.2	18.2	4.5	55.9	3.5

出典：JICA プロジェクトチーム

この年平均事業費 35 億ナイラは、連邦政府の最近 3 年間（2009～2011 年度平均）の平均年間灌漑・排水事業投資額は 350 億ナイラの 10% に相当する。連邦政府予算は、全 HA の灌漑・排水事業を対象に、立地・土壌・ニーズ・経済性等を勘案の上配分決定されるべきであるが、全国水資源マスタープラン 2013 で提言したように、HA-1 の流域管理計画でも投下資本効率の高い改修事業に第一義的に配分し、暫時既存事業・新規事業に配分されることが望まれる。

しかし、全 HA の新規事業費の全額は現状の連邦政府予算配分内では賅えないが、2030 年における米自給率 100% 目標達成のためには追加予算措置及びソフトローン調達といった連邦政府による積極財政支出が望まれる。

尚、FMWR は各 RBDA の灌漑事業を PPP の対象として候補地の選定を行いつつある。しかし、PPP の実現にあたっては、内外の民間企業に関心を抱かせるような事業リスクシェアリングを明確化したビジネスプランの策定・提案が必要であり、又その実施促進に向けては省をあげての PR 活動等を通じて積極的な売り込みアクションが望まれる。

10.2 社会・環境面の評価

10.2.1 評価の目的

本評価の主目的は、HA-1における流域管理計画の提案事業が社会・環境面に対して潜在的にどのような影響を与えるかを調べることにある。負の影響が予測される場合には必要な緩和策についても検討される。

10.2.2 評価方法

HA-1における流域管理計画で提案される事業について初期環境影響評価（IEE）によって評価する。IEEの詳細方法についてはSupplement-10に示される。

10.2.3 IEEによる評価

(1) 調査対象地域の自然、社会・環境状況

調査対象地域の自然、社会・環境状況は、第1章、第4章に示されるとおりである。それらの概要はSupplement-10に示される。

(2) 事業リストと概略事業内容

HA-1における流域管理計画を構成する事業は、水資源管理関連事業を除き、4つのセクターにわたり、8の実施中事業と81の提案事業からなる。表10-14参照）これらの個別事業のリストと事業概要はSupplement-10に示される。

表 10-14 HA-1における流域管理計画を構成する事業数

セクター	実施中事業	提案事業*	合計
1. ダム（表流水開発）	2	2	4
2. 都市・村落給水**	-	43	43
3. 灌漑・排水	6	8	14
4. 衛生	-	28	28
合計	8	81	89

備考

*: ナイジェリア政府による既存提案事業及び流域管理計画の目標を達成するために必要となる対策に基づく JICA プロジェクトチームによる提案事業

** : IEE 実施の目的のため、地下水開発事業は都市・村落給水事業に含めている。

*** : 本表には水資源管理関連事業は含んでいない。

出典 : JICA プロジェクトチーム

ここで、都市・村落給水事業の IEE 実施のためには、地下水揚水量によるカテゴリー分離が必要となるため、井戸の改修、開発といった地下水開事業は、都市・村落給水事業に含めて IEE による評価を行う。

(3) 事業の分類（スクリーニング）

Procedural Guidelines on Environmental Impact Assessment, Decree 86, 1992 に基づき事業のスクリーニングを行った。スクリーニングの結果は以下のように示すとおりである。

表 10-15 HA-1 における流域管理計画を構成する事業の IEE および EIA 調査の必要性に基づく分類

EIA カテゴリー	要求調査レベル	環境省 EIA 部局に 提出が必要となる書類	事業	
			セクター	事業数
1	完全な EIA 調査が要求される。	事業提案書もしくは事業実施可能性調査レポート、EIA 調査の調査指示書	ダム（表流水開発）	4
			都市・村落給水	16
			灌漑・排水	5
			衛生	4
			カテゴリー1 合計	29
2	部分的な EIA 調査が要求される。	事業提案書もしくは事業実施可能性調査レポート、EIA 調査の調査指示書	ダム（表流水開発）	0
			都市・村落給水	23
			灌漑・排水	9
			衛生	8
			カテゴリー2 合計	40
3	EIA 調査は必要ない。	EIS 申請のレター	ダム（表流水開発）	0
			都市・村落給水	4
			灌漑・排水	0
			衛生	16
			カテゴリー3 合計	20
合 計				89

出典： JICA プロジェクトチーム

能力開発事業、啓蒙促進事業などカテゴリー3 に分類される事業は EIA を必要としないことから、ここでは IEE は実施しない。

上表より、カテゴリー1 に分類される 29 事業、カテゴリー2 に分類される 40 事業の合計 69 事業について IEE を実施する（ダム（表流水開発）、都市・村落給水、灌漑・排水、衛生の 4 セクター）。IEE は EIA のガイドライン及び JICA 環境社会配慮ガイドライン（2004 年版）に従って実施する。

(4) 潜在的な社会・環境インパクトの特定とその大きさ

IEE を実施する事業について、スコーピングマトリックスに基づき、潜在的な社会・環境インパクトとその大きさを特定した。その結果の要約を表 10-16 および表 10-17 に示す。詳細なスコーピングマトリックスは Supplement-10 に示す。

表 10-16 スコーピングマトリックスの要約 (ダムおよび都市・村落給水セクター)

Environmental Component	N°	Likely Impact Items	Overall Rating											
			Sector Dams				Sector Municipal Water Supply							
			Dams with surface area > 200 has - Group 1	Dams with surface area < 200 has - Group 2	Dam with surface area > 200 has located in Protected Areas - Group 3	Dam with surface area < 200 has located in Protected Areas - Group 4	WS with Treatment Plant Capacity more than 4,500 m3/d- Group 1	WS with Treatment Plant Capacity less than 4,500 m3/d- Group 2	WS with Motorized Boreholes Capacity > 4,500 m3/d- Group 3	WS with Single Motorized Borehole- Group 4	WS with Single Borehole with Hand Pump- Group 5	Rehabilitation of Facilities with big scale of activities- Group R1	Rehabilitation of Facilities with small scale of activities- Group R2	
Social Environment	1	Involuntary resettlement	A-	B-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	A+	B+	A+	B+	A+	B+	B+	-	-	A+	B+	-
	3	Land use and utilization of local resources	A-	B-	A-	B-	B-	B-	-	-	-	-	-	-
	4	Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	C-	C-	C-	C-	-	C-	C-	-	-	-	-	-
	5	Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	A-	B-	A-	B-	A-	B-	-	-	-	A-	B-	-
	6	The poor, indigenous and ethnic people	C-	C-	C-	C-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	Cultural heritage	-	-	C-	C-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	Local conflict of interests	C-	C-	A-	A-	-	C-	-	-	-	-	-	-
	10	Water use right and common land use right	C-	C-	C-	C-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	Water supply and/or Irrigation with Potential Power generation	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+	-	-	-
	12	Vector of diseases	A-	A-	A-	A-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13	Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	A-	B-	A-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Natural Environment	14	Topography and geographical features	C-	B-	B-	B-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	Accumulation of sediment into Dams	B-	B-	B-	B-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	Protected Area	-	-	A-	A-	C-/C+	C-/C+	C-/C+	-	-	-	-	-
	17	Ground water	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	Soil erosion	B-	B-	B-	B-	B-	B-	-	-	-	-	-	-
	19	Hydrological situation (flow regime)	B-	B-	B-	B-	B-	B-	C-	-	-	-	-	-
	20	Coastal zone	-	-	-	-	C-	C-	-	-	-	-	-	-
	21	Flora, Fauna and Biodiversity	A-	B-	A-	A-	B-	B-	-	-	-	-	-	-
	22	Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23	Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollution	25	Air pollution	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	
	26	Water pollution	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	
	27	Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	28	Waste	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	-	B-	B-	
	29	Noise and vibration	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	
	30	Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	31	Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	32	Bottom sediment	C-	C-	C-	C-	B-	B-	-	-	-	-	-	
	33	Accident	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	

Rating Criteria

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Some positive/negative impact is expected.

C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)

• -: No impact is expected.

Source: JICA Project Team

表 10-17 スコーピングマトリックスの要約（灌漑・排水および衛生セクター）

Environmental Component	N°	Likely Impact Items	Overall Rating						
			Sector Irrigation and Drainage				Sector Sanitation		
			Irrigation Schemes with Area > 5,000 ha - Group 1	Irrigation Schemes with Area < 5,000 ha - Group 2	Irrigation Schemes with Area > 5,000 ha located in protected area - Group 3	Irrigation Schemes with Area < 5,000 ha located in protected area - Group 4	Construction of Sewerage- Group 1	Construction of Septage Treatment System- Group 2	Construction of Public Toilets- Group 3
Social Environment	1	Involuntary resettlement	A-	B-	C-	C-	-	-	-
	2	Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	A+	A+	A+	B+	B+	B+	-
	3	Land use and utilization of local resources	A-	B-	A-	B-	B-	B-	-
	4	Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	C-	C-	C-	C-	-	-	-
	5	Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	A-	B-	A-	B-	B-	B-	-
	6	The poor, indigenous and ethnic people	C-	C-	C-	C-	-	-	-
	7	Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-
	8	Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-
	9	Local conflict of interests	C-	C-	C-	C-	A-	A-	-
	10	Water use right and common land use right	B-	B-	C-	C-	-	-	-
	11	Sanitation	-	-	-	-	A+	A+	A+
	12	Vector of diseases	A-	B-	A-	B-	B-	B-	B-
	13	Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	B-	A-	B-	B-	B-	-
Natural Environment	14	Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-
	15	Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-
	16	Protected Area	-	-	A-	A-	C-/C+	C-/C+	-
	17	Ground water	-	-	-	-	-	-	-
	18	Soil erosion	B-	B-	B-	B-	B-	B-	-
	19	Hydrological situation (flow regime)	B-	B-	B-	B-	-	-	-
	20	Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-
	21	Flora, Fauna and Biodiversity	A-	B-	A-	A-	B-	B-	-
	22	Meteorology	-	-	-	-	-	-	-
	23	Landscape	-	-	-	-	-	-	-
	24	Global warming	-	-	-	-	-	-	-
Pollution	25	Air pollution	B-	B-	B-	B-	B-	B-	-
	26	Water pollution	A-	B-	A-	A-	B-	B-	B-
	27	Soil pollution	B-	B-	B-	B-	-	-	-
	28	Waste	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
	29	Noise and vibration	B-	B-	B-	B-	B-	B-	-
	30	Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-
	31	Offensive odor	-	-	-	-	A-	A-	A-
	32	Bottom sediment	B-	B-	B-	B-	B-	B-	-
	33	Accident	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-

Rating Criteria

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Some positive/negative impact is expected.

C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)

- -: No impact is expected.

Source: JICA Project Team

(5) 負の社会・環境影響に対する緩和策

スコーピングマトリックスに基づき、各セクター事業に対して、以下の表に示される緩和策が推奨される。

表 10-18 推奨される緩和策

セクター	主要インパクト	主要緩和策
ダム (表流水開発)	住民移転	事業によって影響される人々 (PAPs)、地域住民を交えたパブリックコンサルテーションの実施により、事業内容とその便益の説明を行う。事業によって影響される人々 (PAPs) への補償について詳細調査を実施する。
	ローカル資源の活用	ダム建設のために使用されるローカル材料の提供サイトの有効活用計画を準備する。
	交通	建設工事中の交通渋滞を最小限化するよう交通量をコントロールする。
	疫病および HIV/AIDS の蔓延	医療チェックプログラムの実施。
	動植物	生物多様性の源泉となる植林の実施、およびダム建設に伴う伐採に対する補償。
都市・村落給水	交通	建設工事中の交通渋滞を最小限化するよう交通量をコントロールする。
灌漑・排水	住民移転	事業によって影響される人々 (PAPs)、地域住民を交えたパブリックコンサルテーションの実施により、事業内容とその便益の説明を行う。事業によって影響される人々 (PAPs) への補償について詳細調査を実施する。
	ローカル資源の活用	ダム建設のために使用されるローカル材料の提供サイトの有効活用計画を準備する。
	交通	建設工事中の交通渋滞を最小限化するよう交通量をコントロールする。
	疫病および HIV/AIDS の蔓延	医療チェックプログラムの実施。
	動植物	生物多様性の源泉となる植林の実施、およびダム建設に伴う伐採に対する補償。
	水質汚濁	<ul style="list-style-type: none"> ● 施設から漏れる化学物質、油類の適正な管理。 ● 農薬類の適切な使用に関する農民への啓蒙・教育の実施。 ● 認定農薬のみを使用することに対する確認。 ● 既存飲料水用井戸の水質モニタリングの実施。水質が影響を受けていると判断される場合の新規井戸建設。
衛生	社会的コンフリクト	施設の配置に関わる地域住民間のコンフリクトが生じる可能性があるため、事業内容の地域住民に対するパブリックコンサルテーションの実施が推奨される。事業実施機関は、視察の適正管理のために地域住民のコンセンサスを得る必要がある。
	不快なおい	Proper management of the facility 施設からの不快なおいを防ぐための適切な管理。

出典：JICA プロジェクトチーム

(6) 社会・環境面の評価の結論と勧告

HA-1 における流域管理計画を構成する事業は、主として都市・村落給水、灌漑・排水、衛生の 3 つのセクターに対して便益をもたらす。都市・村落給水に関しては、事業実施による飲料水供給は裨益者のより良い健康、衛生状態をもたらすなど高い便益が期待される。灌漑・排水に関しては、食糧の安全保障の改善とともに農業生産と雇用機会の増加により社会経済状態の高度化が期待される。衛生事業については、下水、汚物の安全な処理を通じて公衆衛生の大幅な改善が期待される。

事業実施によるいくつかの社会・環境面での負のインパクトが想定されるが、提案される緩和策の実施によりそれらのインパクトは緩和される。特に、ダム事業については、比較的大規模な建設工事および住民移転を伴う可能性があることから、留意が必要である。

第11章 勧告

11.1 流域管理体制の整備と流域管理計画の確立

連邦水資源省（FMWR）は、JICAの技術協力を得て、2011年8月からM/P1995の改訂作業を始め、30か月の作業を経て全国水資源マスタープラン2013を策定した。

HA-1の流域管理計画（CMP）は、この全国水資源マスタープラン2013に基づいて、FMWRの外局であるナイジェリア統合水資源管理庁（NIWRMC）とJICAプロジェクトチームの共同作業によって策定した初版である。流域管理計画が全国水資源マスタープラン2013に基づいているとはいえ、1) 短期間で約半年でまとめられたことによる必ずしも十分でないステークホルダーの合意形成、また、2) 流域管理計画を公式文書として認可する組織・制度が未整備であること等により、流域管理計画には、今だ課題が残る。これらの課題を解決し、区域の住民の水資源にたいする需要（すなわち、水利用・洪水被害軽減・水質保全）を充足する水資源開発・管理が重要である。

(1) 流域管理体制の整備

流域管理計画では、流域管理体制の重要な機関として、流域管理調整委員会（CMCC）、技術諮問委員会（TAC）および州統合水資源管理委員会（State IWRM Committee）の3つの新組織の設立を提案している。HA-1では、未だこれらの組織は設立されていない。水資源に関わる全ての関係者の代表が各委員会のメンバーに選定されるべきである。

また、HA-1域内に含まれる主要な州は、Katsina州、Kebbi州、Sokoto州およびZamfara州の4州であるが、Niger州については、面積および人口とある程度の割合を占めることから、CMCCやTACのメンバーになるべきと考えられる。域内に入るその他の州（Jigawa州とKano州）の各委員会への参加については、今後の課題となる。

連邦水資源省（FMWR）およびNIWRMCは、流域管理体制の整備を速やかに着手すべきである。

(2) 流域管理計画の確立

流域管理計画の初版は、準備期間が短いこともありステークホルダーの合意形成が不十分である。特に、給水・衛生や灌漑・排水分野以外の水サブセクター（例えば、水力発電、畜産、内水面漁業、洪水、水質保全等）のステークホルダーの合意形成が必要となる。

また、政府機関だけでなく、水ユーザー、NGO、学術機関等のステークホルダーを含めた合意形成も必要である。

連邦水資源省（FMWR）およびNIWRMCは、ステークホルダー会議を重ねて、流域管理計画を速やかに確立すべきである。

11.2 流域管理計画の活用と定期的なレビュー

(1) 流域管理計画の活用

流域管理計画は、日本の技術協力を得て、JICAより派遣されたコンサルタントチーム（JICAプロジェクトチーム）と水資源省からのメンバーで構成された「プロジェクト運営委員会（ステアリングコミッティー）」、「技術諮問委員会（テクニカルアドバイザリーコミッティー）」および「カウンターパートチーム」との共同作業により作成されたものである。換言すれば、このプランは水資源開発・管理に関する日本の技術と「ナ」国の水ビジョンへの熱意が作り出した作品である。今後は、流域管理計画を磨き上げ、より良く活用することを勧告する。

(2) 流域管理計画の定期的なレビュー

流域管理計画は、2030年までの人口予測や経済成長に基づいた水需要予測と科学的なアプローチに基づく水資源ポテンシャルを根拠に基づいて策定されている。今後、人口増加や経済成長の実績をみて水需要予測を確認する必要がある。

また、水資源ポテンシャルについても定期的な確認が必要となる。その最初の理由は越境水の問題である。国境を越えてNiger川上流からHA-1に流入する水資源は、26.7BCM/年になる。これは、

HA-1 域内生産水資源量（10.7BCM/年）の約 2.5 倍に相当する。上流域の水資源開発によっては流入量の低減が起こる。次の理由は、地球規模の気候変動の問題である。大洪水の発生や早魃頻度の増加が予見されている。このような状況によって、水資源ポテンシャルも変化するかもしれない。

以上のような観点から、NIWRMC および State IWRM Committee による流域管理計画の定期的なレビュー（例えば、5 年ごと）を勧告する。

11.3 水資源開発の実施

流域管理計画には、水資源開発計画として、水源開発（表流水開発と地下水開発）を含んだ 2 つの主要な水サブセクターの開発計画、すなわち「給水開発計画」と「灌漑・排水開発計画」が示されている。

(1) 給水開発計画

給水開発計画は今後 2030 年までに計画区域内の人口増加（約 10 百万人）による新規の水需要や給水率の向上に対応した事業計画である。現状の給水率は、都市：71%、中都市：51%、村落で 40%、全国平均で 56%となっているが、連邦水資源省のロードマップ（2011 年）に従って、流域管理計画では、この給水率を、2025 年にそれぞれの給水率を 100%達成するようになっている。

給水システムは国の基本となる重要なインフラで、水源開発施設（ダムや井戸）、浄水施設や配水施設等への投資は大規模となるので、政府レベル（連邦政府や州政府）の投資が必須となる。これらの計画で示された各事業の着実な実施を勧告する。

(2) 灌漑・排水開発計画

灌漑・排水開発計画は、2030 年までに天水稲作の振興と併せてコメの自給率 100%を目指した事業計画である。計画では投資効率のよい事業が選定されている。開発効率の良い水源開発の地域や重力灌漑を使える地域が選ばれている。現在、Jibiya、Zobe、Middle Rima Valley、Sabke の大規模灌漑事業が建設中である。これらの事業により雨季のコメ生産は可能となりコメの自給率向上に貢献する。

ポンプ灌漑システムの場合は、全国水資源マスタープラン 2013 では、水源開発のためのダムを利用した水力発電を使った自立型灌漑の推進を提言している。HA-1 域内の既存ダム等への水力発電設置の可能性については、今後の調査が必要である。

早魃に強く収穫量の多い灌漑農業の推進は、国の食糧安全保障上、特に重要である。都市化が進むにつれコメの需要は増加の傾向にある。都市化の進む「ナ」国では、今後、コメの需要が増える。また、灌漑農業等の大規模事業は、農村部の雇用機会の創出にも大きく貢献することになる。このような観点から連邦政府の計画的な投資が必要となる。これらの計画で示された各事業の着実な実施を勧告する。

(3) その他サブセクターへの関与

所管が異なる水資源関連事業についても、流域管理計画で議論すべき分野である。例えば、水力発電や洪水管理等が重要な分野である。水力発電については、電力を所管する連邦電力省および関連州政府との今後の連携が必要になってくる。また、洪水管理については、洪水を所管する連邦環境省および関連州政府等との今後の連携が必要になってくる。畜産や淡水養殖は、灌漑セクターと競合する場合があり、水資源の有効利用を図りながら利害関係者間の調整が必要となる。

このような背景から、他省が所管する水資源関連事業について、連邦水資源省は積極的に関与すべく関係の連邦各省や州政府各省との連携を強めていくことを勧告する。

11.4 水資源管理の実施

流域管理計画に示された水資源管理計画は、水資源開発計画に基づいて設置された施設と運用システムを使って、3S（充足性、持続性、安全性）と 2E（効率性、公平性）を基本に、【水の有効利用】・【洪水の減災】・【水質の保全】を期待する水ユーザーにこれらのサービス（水サービス）を適切に提供する手法を示すものである。

流域管理計画の水資源管理計画で示された各事業や行動計画の着実な実施を勧告する。これによって、以下に示す状態を目指している。

水資源管理の最善の状態：

- よい計画があり、適切な行動が取れる。
- 望ましい水サービス組織やシステムが構築されている。
- 水ユーザーには満足する水サービス（安全・安心）が提供される。
- 水サービスは滞ることはない。提供システムに故障があれば、誰かが速やかに修復する。
- 水サービスは適切価格のため水ユーザーは喜んで対価を払う。
- 水サービスに係る情報が収集・解析される。この情報が管理され、水サービスの向上のために活用される。
- 水サービスに従事する人々は、向上心を持って、日々研鑽を積んでいる。
- 水サービスは、常に水ユーザーからモニターされ、その成果は評価される。

流域管理計画の水資源管理計画では、網羅的に事業や行動計画が示されているが、計画対象区域特有の水資源管理項目は、「ダム群の効率的な運用」である。Sokoto-Rima 川では、Bakorori ダム、Goronyo ダム、Zobe ダム、Jibiya ダムがあり、Gusau ダムが新規に計画されている。FMWR および RBDA は、ダムの安全管理を含めて、ダム群の効率的な運用を速やかに検討し、その結果を実施することを勧告する。

11.5 着実な投資

(1) 政府の直接投資

流域管理計画のベースとなっている全国水資源マスタープラン 2013 には、2030 年目標である給水率 100%、米自給率 100% 実現に向け提案された各事業の投資計画が示されている。給水事業については、最近 3 年間平均年予算の約 2 倍（191%）のペースの投資（年間 2,000 億ナイラ）が必要である。特に、第 1 フェーズ（2014～2020）では、最近 3 年間平均年予算の約 4 倍（380%）のペースの投資（年間 2,810 億ナイラ）となる。一方、灌漑・排水事業については、最近 3 年間平均年予算の約 4 倍（390%）のペースの投資（年間 1,050 億ナイラ）が必要となる。第 1 フェーズ（2014～2020）では、最近 3 年間平均年予算の約 3 倍（288%）のペースの投資（年間 490 億ナイラ）となる。

これらの国家目標達成のためには財政支援は欠かせなく、厳しい財政状況下とは言え「ナ」国政府はかかるセクターに対し優先的に予算を配分し目標実現の後押しをすることを勧告する。

(2) その他資金源

流域管理計画で提案された給水事業や灌漑・排水事業への投資は、現況の連邦政府や州政府の年間投資レベルを超えるものがある。政府直接投資を増やす努力も重要であるが、以下のようなその他資金源を探ることも必要である。

- 民間資金の活用： 水道事業や灌漑事業を民間との連携事業（PPP 事業）や民営化を推進し、政府直接投資額を軽減させる。国内外の民間資金を引きつけるためには、ビジネスモデルを精選し州政府保証を伴うような提案が欠かせない。
- 国際開発パートナー（IDPs）の活用： 政府の直接投資の一部を、IDPs からの無償協力（Grant Technical Aid and Grant Financial Aid）や有償協力（Soft Loan）を得て、政府の直接投資を軽減させる。より効率的・具体的な投資プログラムを実現するために、「ナ」国の水道事業や灌漑事業について、各事業に関連するステークホルダー会議やドナー協調プラットフォーム等を活用して、IDPs 間に情報を共有してもらう。
- 利用者負担の推進： 水道利用者や灌漑利用者は利用に応じて、利用料を払わなければならないが、現状ではこれが徹底されず事業収益が極端に少ない。広報活動等を通じて水道や灌漑利用者に利用者負担の必要性を理解してもらい、事業収益を増やす。この収益をこれからの投資に使うことにより政府直接投資の軽減を図る。

連邦政府および州政府は、流域管理計画で示された事業の着実な実現のために、政府直接投資の軽減に貢献する上記の 3 行動を実施することを勧告する。

第7編 付録 (英)
(Volume-7, Supplement)

Supplement 3.1 Water Demand of Existing Irrigation Schemes

1. Water Demand of Existing Irrigation Schemes

A: Surface water (existing)

HA	Area (km2) (only inside Nigeria)	SHA	SHA divided by National Boundary	SHA Area (km2)	Public Irrigation Irrigated Area (ha)	Wet Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Wet Season Water Demand (MCM)	Dry Season Water Demand (MCM)	Surface Water Total (A) (MCM)	
1	135,128.3	101	101	9,355.4	870	5,737	3,864	5.0	3.4	8.4	
		102	102	9,127.2	300	5,737	3,864	1.7	1.2	2.9	
		103	103	3,387.3	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		104	104	2,933.6	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		105	105	3,456.6	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		10601	10601	689.1	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		10602	10602	10,960.3	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		10603	10603	1,084.9	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		10604	10604	17,476.6	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		10605	10605	6,335.9	200	5,737	3,864	1.1	0.8	1.9	
		10606	10606	5,817.2	470	5,737	3,864	2.7	1.8	4.5	
		10607	10607	2,706.1	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		106081	106081_e	2,220.3							
			106081_i	4,132.3	1400	5,737	3,864	8.0	5.4	13.4	
		106082	106082_e	80,006.8							
			106082_i1	1,322.2	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
			106082_i2	6,043.4	1315	5,737	3,864	7.5	5.1	12.6	
		106083	106083	412.5	1308	5,737	3,864	7.5	5.1	12.6	
		106085	106085_e	290.3							
			106085_i	1,499.6	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		1060861	1060861_e	6,067.9							
			1060861_i1	164.7	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
			1060861_i2	548.0	3000	5,737	3,864	17.2	11.6	28.8	
		1060863	1060863	3,509.3	50	5,737	3,864	0.3	0.2	0.5	
		106087	106087_e	632.3							
			106087_i	1,216.5	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		1060881	1060881	5,750.6	160	5,737	3,864	0.9	0.6	1.5	
		1060883	1060883	2,513.8	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		106089	106089	8,354.1	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0	
		106091	106091	7,636.2	23000	5,737	3,864	132.0	88.9	220.9	
106093	106093	4,746.6	76	5,737	3,864	0.4	0.3	0.7			
107	107_e	1,924.1									
	107_i	6,223.4	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0			
108	108_e	63,517.4									
	108_i	7,724.9	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0			
109	109	14,037.5									
	Total				32,149			184.3	124.4	308.7	

B. Underflow Water (existing)

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	Fadama Irrigation Area (ha)	Private Small Irrigation Area(2) (ha)	Area Sub-total (ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Underflow Total (B) (MCM)	Total (A)+(B) (MCM)	
1	101	101	0	0	0	3,757	0.0	8.4	
	102	102	0	0	0	3,757	0.0	2.9	
	103	103	0	0	0	3,757	0.0	0.0	
	104	104	23	16	39	3,757	0.1	0.1	
	105	105	1,233	852	2,085	3,757	7.8	7.8	
	10601	10601	359	248	607	3,757	2.3	2.3	
	10602	10602	388	268	656	3,757	2.5	2.5	
	10603	10603	458	316	774	3,757	2.9	2.9	
	10604	10604	1,142	789	1,931	3,757	7.3	7.3	
	10605	10605	2,073	1,432	3,505	3,757	13.2	15.1	
	10606	10606	100	69	169	3,757	0.6	5.1	
	10607	10607	733	507	1,240	3,757	4.7	4.7	
	106081	106081_e							
		106081_i	1,291	892	2,183	3,757	8.2	21.6	
	106082	106082_e							
		106082_i1	983	679	1,662	3,757	6.2	6.2	
		106082_i2	187	129	316	3,757	1.2	13.8	
	106083	106083	177	122	299	3,757	1.1	13.7	
	106085	106085_e							
		106085_i	409	283	692	3,757	2.6	2.6	
	1060861	1060861_e							
		1060861_i1	50	34	84	3,757	0.3	0.3	
		1060861_i2	0	0	0	3,757	0.0	28.8	
	1060863	1060863	0	0	0	3,757	0.0	0.5	
	106087	106087_e							

	106087_i	148	102	250	3,757	0.9	0.9
1060881	1060881	360	249	609	3,757	2.3	3.8
1060883	1060883	324	224	548	3,757	2.1	2.1
106089	106089	424	293	717	3,757	2.7	2.7
106091	106091	575	397	972	3,757	3.7	224.6
106093	106093	0	0	0	3,757	0.0	0.7
107	107_e						
	107_i	1,246	861	2,107	3,757	7.9	7.9
108	108_e						
	108_i	22	15	37	3,757	0.1	0.1
109	109						
Total		12,705	8,777	21,482		80.7	389.4

C: Groundwater (existing)

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	Private Small Irrigation Area(1) (ha)	Wet Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Wet Season Water Demand (MCM)	Dry Season Water Demand (MCM)	Ground Water Total (MCM)	
1	101	101	781	3,772	3,757	2.9	2.9	5.8	
	102	102	185	3,772	3,757	0.7	0.7	1.4	
	103	103	124	3,772	3,757	0.5	0.5	1.0	
	104	104	134	3,772	3,757	0.5	0.5	1.0	
	105	105	79	3,772	3,757	0.3	0.3	0.6	
	10601	10601	64	3,772	3,757	0.2	0.2	0.4	
	10602	10602	389	3,772	3,757	1.5	1.5	3.0	
	10603	10603	98	3,772	3,757	0.4	0.4	0.8	
	10604	10604	1,014	3,772	3,757	3.8	3.8	7.6	
	10605	10605	654	3,772	3,757	2.5	2.5	5.0	
	10606	10606	834	3,772	3,757	3.1	3.1	6.2	
	10607	10607	142	3,772	3,757	0.5	0.5	1.0	
	106081	106081_e							
		106081_i	309	3,772	3,757	1.2	1.2	2.4	
	106082	106082_e							
		106082_i1	0	3,772	3,757	0.0	0.0	0.0	
		106082_i2	1,240	3,772	3,757	4.7	4.7	9.4	
	106083	106083	0	3,772	3,757	0.0	0.0	0.0	
	106085	106085_e							
		106085_i	0	3,772	3,757	0.0	0.0	0.0	
	1060861	1060861_e							
		1060861_i1	0	3,772	3,757	0.0	0.0	0.0	
		1060861_i2	58	3,772	3,757	0.2	0.2	0.4	
	1060863	1060863	515	3,772	3,757	1.9	1.9	3.8	
	106087	106087_e							
		106087_i	0	3,772	3,757	0.0	0.0	0.0	
	1060881	1060881	541	3,772	3,757	2.0	2.0	4.0	
	1060883	1060883	478	3,772	3,757	1.8	1.8	3.6	
	106089	106089	1,290	3,772	3,757	4.9	4.8	9.7	
	106091	106091	547	3,772	3,757	2.1	2.1	4.2	
	106093	106093	636	3,772	3,757	2.4	2.4	4.8	
	107	107_e							
		107_i	296	3,772	3,757	1.1	1.1	2.2	
108	108_e								
	108_i	467	3,772	3,757	1.8	1.8	3.6		
109	109								
Total			10,875			41.0	40.9	81.9	

2. Surface Water Demand of Existing Irrigation Scheme

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	Inside (I) or Outside (O) Nigeria	Public Irrigation Irrigated Area (ha)	Wet Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Wet Season Water Demand (MCM)	Dry Season Water Demand (MCM)	Surface Water Total (A) (MCM)
1	101	101	I	870	5,737	3,864			
			Swashi Valley	200	5,737	3,864	1.1	0.8	1.9
			Wara	200	5,737	3,864	1.1	0.8	1.9
			Gafara	150	5,737	3,864	0.9	0.6	1.5
			Dongongari	320	5,737	3,864	1.8	1.2	3.0
	102	102	I	300					
			Nasko	200	5,737	3,864	1.1	0.8	1.9
			Rijau	100	5,737	3,864	0.6	0.4	1.0
	103	103	I	0					
	104	104	I	0			0.0	0.0	0.0
	105	105	I	0			0.0	0.0	0.0
	10601	10601	I	0			0.0	0.0	0.0
	10602	10602	I	0			0.0	0.0	0.0
	10603	10603	I	0			0.0	0.0	0.0
	10604	10604	I	0			0.0	0.0	0.0
	10605	10605	I	200					
		Zauro Polder	100	5,737	3,864	0.6	0.4	1.0	
		Argungu/	100	5,737	3,864	0.6	0.4	1.0	

	10606	10606	Tabarau						
			I	470					
			Shagari	220	5,737	3,864	1.3	0.9	2.2
			Kwakwazo	250	5,737	3,864	1.4	1.0	2.4
	10607	10607	I	0					
		106081_e	O						
		106081_i	I	1400					
			Wumo	700	5,737	3,864	4.0	2.7	6.7
			Kware	300	5,737	3,864	1.7	1.2	2.9
			Kalmalo	400	5,737	3,864	2.3	1.5	3.8
		106082_e	O						
		106082_i1	I	0					
		106082_i2	I	1315					
			Sabke	540	5,737	3,864	3.1	2.1	5.2
			Ajiwa	500	5,737	3,864	2.9	1.9	4.8
			Mashigi	35	5,737	3,864	0.2	0.1	0.3
			Mangwal	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0
			Deberam	240	5,737	3,864	1.4	0.9	2.3
	106083	106083	I	1308					
			Goronyo	120	5,737	3,864	0.7	0.5	1.2
			Middle Rima Valley	1188	5,737	3,864	6.8	4.6	11.4
		106085_e	O						
		106085_i	I	0					
		1060861_e	O						
		1060861_i1	I	0					0.0
		1060861_i2	I	3000					
			Jibiya	3000	5,737	3,864	17.2	11.6	28.8
	1060863	1060863	I	50					
			Raddewa	50	5,737	3,864	0.3	0.2	0.5
	106087	106087_e	O						
		106087_i	I	0			0.0	0.0	0.0
	1060881	1060881	I	160					
			Zobe	60	5,737	3,864	0.3	0.2	0.5
			Makere	100	5,737	3,864	0.6	0.4	1.0
	1060883	1060883	I	0			0.0	0.0	0.0
	106089	106089	I	0					
			Gagere	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0
	106091	106091	I	23000					
			Bakolori	23000	5,737	3,864	132.0	88.9	220.9
					5,737	3,864	0.0	0.0	0.0
	106093	106093	I	76					
			Mairuwa	76	5,737	3,864	0.4	0.3	0.7
	107	107_e	O						
		107_i	I	0					
			Illo	0	5,737	3,864	0.0	0.0	0.0
	108	108_e	O						
		108_i	I	0					
	109	109	O						
	Total			32,149			184.4	124.4	308.8

3. Existing Diversion Water Requirement of Irrigation Project

Water Resources: Surface Water

Total Loss = 50% included water deriver loss and irrigation efficiency

HA	Season	Net water Reiquiment (mm)		Diversion Water Requirement (m3/ha)		Crop Intensity (%)		Seasonal Diversion Water Req. (m3/ha)
		Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	
1	Wet	579	221	11,580	4,420	40	25	5,737
	Dry	0	322	0	6,440	5	60	3,864

Water Resources: Ground Water

Total Loss = 60% included irrigation efficiency only

HA	Season	Net water Reiquiment (mm)		Diversion Water Requirement (m3/ha)		Crop Intensity (%)		Seasonal Diversion Water Req. (m3/ha)
		Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	
1	Wet	579	221	9,650	3,683	20	50	3,772
	Dry	0	322	0	5,367	0	70	3,757

4. NET IRRIGATION REQUIREMENT (for Existing Irrigation scheme)

Hydrological Area: HA-1

Wet Season

	Unit	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Total
1) Rice														
ETo (Potential Evapotranspiration)	mm	81	92	133	161	175	155	137	123	118	120	96	82	
Kc						0.17	0.69	1.04	0.99	0.61	0.15			
① Etcrop (ETo×Kc)	mm					30	107	142	122	72	18			
② Percoration	mm					30	30	60	60	30	30			
③ Land Preparation	mm					75	75							

The Project for Review and Update of
Nigeria National Water Resources Master Plan

④ =①+②+③	mm					135	212	202	182	102	48			881
⑤ Effective rainfall	mm	0	0	2	4	18	40	82	100	56	6	0	0	
⑥ Net Irrigation Requirement	mm					117	172	120	82	46	42			579
2) Other Cereal														
ETo (Potential Evapotranspiration)	mm	81	92	133	161	175	155	137	123	118	120	96	82	
Kc						0.11	0.41	0.75	0.85	0.54	0.14			
① Etcrop (ETo×Kc)	mm					19	64	103	105	64	17			
② Pre-Irrigation	mm					30	30							
③ =①+②	mm					49	94	103	105	64	17			432
④ Effective rainfall	mm					13	28	57	70	39	4			
⑤ Net Irrigation Requirement	mm					36	66	46	35	25	13			221

Hydrological Area: HA-1		Dry Season												
	Unit	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	Total
1) Rice														
ETo (Potential Evapotranspiration)	mm													
Kc														
① Etcrop (ETo×Kc)	mm													
② Percoration	mm													
③ Land Preparation	mm													
④ =①+②+③	mm													
⑤ Effective rainfall	mm													
⑥ Net Irrigation Requirement	mm													
2) Other Cereal														
ETo (Potential Evapotranspiration)	mm	81	92	133	161	175	155	137	123	118	120	96	82	
Kc		0.88	0.85	0.39	0.05							0.15	0.52	
① Etcrop (ETo×Kc)	mm	71	78	52	8							14	43	
② Pre-Irrigation	mm											30	30	
③ =①+②	mm	71	78	52	8							44	73	326
④ Effective rainfall	mm	0	0	1	3							0	0	
⑤ Net Irrigation Requirement	mm	71	78	51	5							44	73	322

Supplement 3.2 Water Demand of Proposed Irrigation Schemes

1. Water Demand of Proposed Irrigation Schemes

A: Surface water (proposed)

HA	Area (km2) (only inside Nigeria)	SHA	SHA divided by National Boundary	SHA Area (km2)	Public Irrigation Irrigated Area (ha)	Wet Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Wet Season Water Demand (MCM)	Dry Season Water Demand (MCM)	Surface Water Total (A) (MCM)		
1	135,128.3	101	101	9,355.4	3920	6,842	3,220	26.8	12.5	39.3		
		102	102	9,127.2	300	6,842	3,220	2.1	0.9	3.0		
		103	103	3,387.3	1500	6,842	3,220	10.3	4.8	15.1		
		104	104	2,933.6	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
		105	105	3,456.6	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
		10601	10601	689.1	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
		10602	10602	10,960.3	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
		10603	10603	1,084.9	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
		10604	10604	17,476.6	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
		10605	10605	6,335.9	200	6,842	3,220	1.4	0.6	2.0		
		10606	10606	5,817.2	470	6,842	3,220	3.2	1.5	4.7		
		10607	10607	2,706.1	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
		106081	106081_e	2,220.3								
			106081_i	4,132.3	3100	6,842	3,220	21.3	10	31.3		
		106082	106082_e	80,006.8								
			106082_i1	1,322.2	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
			106082_i2	6,043.4	405			2.7	1.3	4.0		
		106083	106083	412.5	5120	6,842	3,220	35	16.5	51.5		
		106085	106085_e	290.3								
			106085_i	1,499.6	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
		1060861	1060861_e	6,067.9								
			1060861_i1	164.7	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
			1060861_i2	548.0	2300			15.7	7.4	23.1		
		1060863	1060863	3,509.3	50	6,842	3,220	0.3	0.2	0.5		
		106087	106087_e	632.3								
			106087_i	1,216.5	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
		1060881	1060881	5,750.6	2100	6,842	3,220	14.4	6.7	21.1		
		1060883	1060883	2,513.8	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
		106089	106089	8,354.1	0	6,842	3,220	0	0	0.0		
		106091	106091	7,636.2	23000	6,842	3,220	157.4	74.1	231.5		
106093	106093	4,746.6	76	6,842	3,220	0.5	0.2	0.7				
107	107_e	1,924.1										
	107_i	6,223.4	0	6,842	3,220	0	0	0.0				
108	108_e	63,517.4										
	108_i	7,724.9	0	6,842	3,220	0	0	0.0				
109	109	14,037.5										
	Total				42,541			291.1	136.7	427.8		

B. Underflow Water (proposed)

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	Fadama Irrigation Area (ha)	Private Small Irrigation Area(2) (ha)	Area Sub-total (ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Underflow Total (B) (MCM)	Total (A)+(B) (MCM)	
1	101	101	0	0	0	4,294	0.0	39.3	
	102	102	0	0	0	4,294	0.0	3.0	
	103	103	0	0	0	4,294	0.0	15.1	
	104	104	23	35	58	4,294	0.2	0.2	
	105	105	1,233	1,883	3,116	4,294	13.4	13.4	
	10601	10601	359	549	908	4,294	3.9	3.9	
	10602	10602	388	593	981	4,294	4.2	4.2	
	10603	10603	458	700	1,158	4,294	5.0	5.0	
	10604	10604	1,142	1,745	2,887	4,294	12.4	12.4	
	10605	10605	2,073	3,166	5,239	4,294	22.5	24.5	
	10606	10606	100	153	253	4,294	1.1	5.8	
	10607	10607	733	1,120	1,853	4,294	8.0	8.0	
	106081	106081_e							
		106081_i	1,291	1,972	3,263	4,294	14.0	45.3	
	106082	106082_e							
		106082_i1	983	1,501	2,484	4,294	10.7	10.7	
		106082_i2	187	286	473	4,294	2.0	6.0	
	106083	106083	177	271	448	4,294	1.9	53.4	
	106085	106085_e							
		106085_i	409	625	1,034	4,294	4.4	4.4	
	1060861	1060861_e							
		1060861_i1	50	76	126	4,294	0.5	0.5	
		1060861_i2	0	0	0	4,294	0.0	23.1	
	1060863	1060863	0	0	0	4,294	0.0	0.5	
	106087	106087_e							

	106087_i	148	226	374	4,294	1.6	1.6
1060881	1060881	360	549	909	4,294	3.9	25.0
1060883	1060883	324	495	819	4,294	3.5	3.5
106089	106089	424	648	1,072	4,294	4.6	4.6
106091	106091	575	877	1,452	4,294	6.2	237.7
106093	106093	0	0	0	4,294	0.0	0.7
107	107_e						
	107_i	1,246	1,903	3,149	4,294	13.5	13.5
108	108_e						
	108_i	22	33	55	4,294	0.2	0.2
109	109						
Total		12,705	19,406	32,111		137.7	565.5

C: Groundwater (proposed)

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	Private Small Irrigation Area(1) (ha)	Wet Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Wet Season Water Demand (MCM)	Dry Season Water Demand (MCM)	Ground water Total (MCM)	
1	101	101	1,701	4,508	4,294	7.7	7.3	15.0	
	102	102	403	4,508	4,294	1.8	1.7	3.5	
	103	103	270	4,508	4,294	1.2	1.2	2.4	
	104	104	291	4,508	4,294	1.3	1.2	2.5	
	105	105	172	4,508	4,294	0.8	0.7	1.5	
	10601	10601	139	4,508	4,294	0.6	0.6	1.2	
	10602	10602	847	4,508	4,294	3.8	3.6	7.4	
	10603	10603	213	4,508	4,294	1.0	0.9	1.9	
	10604	10604	2,209	4,508	4,294	10.0	9.5	19.5	
	10605	10605	1,424	4,508	4,294	6.4	6.1	12.5	
	10606	10606	1,816	4,508	4,294	8.2	7.8	16.0	
	10607	10607	310	4,508	4,294	1.4	1.3	2.7	
	106081	106081_e							
		106081_i	672	4,508	4,294	3.0	2.9	5.9	
	106082	106082_e							
		106082_i1	0	4,508	4,294	0.0	0.0	0.0	
		106082_i2	2,702	4,508	4,294	12.2	11.6	23.8	
	106083	106083	0	4,508	4,294	0.0	0.0	0.0	
	106085	106085_e							
		106085_i	0	4,508	4,294	0.0	0.0	0.0	
	1060861	1060861_e							
		1060861_i1	0	4,508	4,294	0.0	0.0	0.0	
		1060861_i2	126	4,508	4,294	0.6	0.5	1.1	
	1060863	1060863	1,121	4,508	4,294	5.1	4.8	9.9	
	106087	106087_e							
		106087_i	0	4,508	4,294	0.0	0.0	0.0	
	1060881	1060881	1,177	4,508	4,294	5.3	5.1	10.4	
	1060883	1060883	1,041	4,508	4,294	4.7	4.5	9.2	
	106089	106089	2,809	4,508	4,294	12.7	12.1	24.8	
	106091	106091	1,190	4,508	4,294	5.4	5.1	10.5	
	106093	106093	1,385	4,508	4,294	6.2	5.9	12.1	
	107	107_e							
107_i		645	4,508	4,294	2.9	2.8	5.7		
108	108_e								
	108_i	1,017	4,508	4,294	4.6	4.4	9.0		
109	109								
Total			23,680			106.9	101.6	208.5	

2. Surface Water Demand of Proposed Irrigation Scheme

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	Inside (I) or Outside (O) Nigeria	Public Irrigation Irrigated Area (ha)	Wet Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Wet Season Water Demand (MCM)	Dry Season Water Demand (MCM)	Surface Water Total (A) (MCM)
1	101	101	I	3920	6,842	3,220	26.8	12.5	39.3
			Swashi Valley	2900	6,842	3,220	19.8	9.3	29.1
			Wara	200	6,842	3,220	1.4	0.6	2.0
			Gafara	500	6,842	3,220	3.4	1.6	5.0
			Dongongari	320	6,842	3,220	2.2	1.0	3.2
	102	102	I	300			2.1	0.9	3
			Nasko	200	6,842	3,220	1.4	0.6	2.0
			Rijau	100	6,842	3,220	0.7	0.3	1.0
	103	103	I	1500			10.3	4.8	15.1
			2009 Kasanu	1500	6,842	3,220	10.3	4.8	15.1
	104	104	I	0			0.0	0.0	0.0
	105	105	I	0			0.0	0.0	0.0
	10601	10601	I	0			0.0	0.0	0.0
	10602	10602	I	0			0.0	0.0	0.0
	10603	10603	I	0			0.0	0.0	0.0
	10604	10604	I	0			0.0	0.0	0.0
	10605	10605	I	200			1.4	0.6	2
			Zauro Polder	100	6,842	3,220	0.7	0.3	1.0

		Argungu/ Tabarau	100	6,842	3,220	0.7	0.3	1.0
10606	10606	I	470			3.2	1.5	4.7
		Shagari	220	6,842	3,220	1.5	0.7	2.2
		Kwakwazo	250	6,842	3,220	1.7	0.8	2.5
10607	10607	I	0					
106081	106081_e	O						
	106081_i	I	3100			21.3	10	31.3
		Wumo	1500	6,842	3,220	10.3	4.8	15.1
		Kware	800	6,842	3,220	5.5	2.6	8.1
106082		Kalmalo	800	6,842	3,220	5.5	2.6	8.1
	106082_e	O						
	106082_i1	I	0					
	106082_i2	I	405			2.7	1.3	4
		Sabke	130	6,842	3,220	0.9	0.4	1.3
		Ajiwa	0	6,842	3,220	0.0	0.0	0.0
		Mashigi	35	6,842	3,220	0.2	0.1	0.3
106083		Mangwal	0	6,842	3,220	0.0	0.0	0.0
		Deberam	240	6,842	3,220	1.6	0.8	2.4
	106083	I	5120			35	16.5	51.5
106085		Goronyo	120	6,842	3,220	0.8	0.4	1.2
		Middle Rima Valley	5000	6,842	3,220	34.2	16.1	50.3
	106085_e	O						
1060861	106085_i	I	0					
	1060861_e	O						
	1060861_i1	I	0					0.0
	1060861_i2	I	2300			15.7	7.4	23.1
1060863		Jibiya	2300	6,842	3,220	15.7	7.4	23.1
	1060863	I	50			0.3	0.2	0.5
106087		Raddewa	50	6,842	3,220	0.3	0.2	0.5
	106087_e	O						
1060881	106087_i	I	0			0.0	0.0	0.0
	1060881	I	2100			14.4	6.7	21.1
1060883		Zobe	2000	6,842	3,220	13.7	6.4	20.1
		Makere	100	6,842	3,220	0.7	0.3	1.0
1060883	1060883	I	0			0	0	0
106089	106089	I	0					
		Gagere	0	6,842	3,220	0.0	0.0	0.0
106091	106091	I	23000			157.4	74.1	231.5
		Bakolori	23000	6,842	3,220	157.4	74.1	231.5
		Bakura		6,842	3,220	0.0	0.0	0.0
106093	106093	I	76			0.5	0.2	0.7
		Mairuwa	76	6,842	3,220	0.5	0.2	0.7
107	107_e	O						
	107_i	I	0			0	0	0
108		Illo	0	6,842	3,220	0.0	0.0	0.0
	108_e	O						
109	108_i	I	0			0.0	0.0	0.0
	109	O						
Total			42,541			291.1	136.7	427.8

3. Proposed Diversion Water Requirement of Irrigation Project

Water Resources: Surface Water

Total Loss = 50% included water deriver loss and irrigation efficiency

HA	Season	Net water Requirement (mm)		Diversion Water Requirement (m3/ha)		Crop Intensity (%)		Seasonal Diversion Water Req. (m3/ha)
		Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	
1	Wet	579	221	11,580	4,420	40	50	6,842
	Dry	0	322	0	6,440	0	50	3,220

Water Resources: Ground Water

Total Loss = 60% included irrigation efficiency only

HA	Season	Net water Requirement (mm)		Diversion Water Requirement (m3/ha)		Crop Intensity (%)		Seasonal Diversion Water Req. (m3/ha)
		Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	
1	Wet	579	221	9,650	3,683	20	70	4,508
	Dry	0	322	0	5,367	0	80	4,294

4. NET IRRIGATION REQUIREMENT (for Proposed Irrigation scheme)

Net water requirement for proposed irrigation scheme is the same as existing one.

Supplement 3.3 Water Demand of Climate Change

1. Water Demand of Proposed Irrigation Schemes

A: Surface water (climate change)

HA	Area (km2) (only inside Nigeria)	SHA	SHA divided by National Boundary	SHA Area (km2)	Public Irrigation Irrigated Area (ha)	Wet Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Wet Season Water Demand (MCM)	Dry Season Water Demand (MCM)	Surface Water Total (A) (MCM)		
1	135,128.3	101	101	9,355.4	3920	8,116	3,670	31.8	14.3	46.1		
		102	102	9,127.2	300	8,116	3,670	2.4	1.1	3.5		
		103	103	3,387.3	1500	8,116	3,670	12.2	5.5	17.7		
		104	104	2,933.6	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
		105	105	3,456.6	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
		10601	10601	689.1	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
		10602	10602	10,960.3	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
		10603	10603	1,084.9	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
		10604	10604	17,476.6	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
		10605	10605	6,335.9	200	8,116	3,670	1.6	0.8	2.4		
		10606	10606	5,817.2	470	8,116	3,670	3.8	1.7	5.5		
		10607	10607	2,706.1	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
		106081	106081_e	2,220.3								
			106081_i	4,132.3	3100	8,116	3,670	25.2	11.3	36.5		
		106082	106082_e	80,006.8								
			106082_i1	1,322.2	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
			106082_i2	6,043.4	405			3.3	1.5	4.8		
		106083	106083	412.5	5120	8,116	3,670	41.6	18.8	60.4		
		106085	106085_e	290.3								
			106085_i	1,499.6	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
		1060861	1060861_e	6,067.9								
			1060861_i1	164.7	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
			1060861_i2	548.0	2300			18.7	8.4	27.1		
		1060863	1060863	3,509.3	50	8,116	3,670	0.4	0.2	0.6		
		106087	106087_e	632.3								
			106087_i	1,216.5	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
		1060881	1060881	5,750.6	2100	8,116	3,670	17	7.7	24.7		
		1060883	1060883	2,513.8	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
		106089	106089	8,354.1	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
		106091	106091	7,636.2	23000	8,116	3,670	186.7	84.4	271.1		
		106093	106093	4,746.6	76	8,116	3,670	0.6	0.3	0.9		
		107	107_e	1,924.1								
			107_i	6,223.4	0	8,116	3,670	0	0	0.0		
108	108_e	63,517.4										
	108_i	7,724.9	0	8,116	3,670	0	0	0.0				
109	109	14,037.5										
	Total				42,541			345.3	156.0	501.3		

B. Underflow Water (climate change)

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	Fadama Irrigation Area (ha)	Private Small Irrigation Area(2) (ha)	Area Sub-total (ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Underflow Total (B) (MCM)	Total (A)+(B) (MCM)	
1	101	101	0	0	0	4,894	0.0	46.1	
	102	102	0	0	0	4,894	0.0	3.5	
	103	103	0	0	0	4,894	0.0	17.7	
	104	104	23	35	58	4,894	0.3	0.3	
	105	105	1,233	1,883	3,116	4,894	15.2	15.2	
	10601	10601	359	549	908	4,894	4.4	4.4	
	10602	10602	388	593	981	4,894	4.8	4.8	
	10603	10603	458	700	1,158	4,894	5.7	5.7	
	10604	10604	1,142	1,745	2,887	4,894	14.1	14.1	
	10605	10605	2,073	3,166	5,239	4,894	25.6	28.0	
	10606	10606	100	153	253	4,894	1.2	6.7	
	10607	10607	733	1,120	1,853	4,894	9.1	9.1	
	106081	106081_e							
		106081_i	1,291	1,972	3,263	4,894	16.0	52.5	
	106082	106082_e							
		106082_i1	983	1,501	2,484	4,894	12.2	12.2	
		106082_i2	187	286	473	4,894	2.3	7.1	
	106083	106083	177	271	448	4,894	2.2	62.6	
	106085	106085_e							
		106085_i	409	625	1,034	4,894	5.1	5.1	
	1060861	1060861_e							
		1060861_i1	50	76	126	4,894	0.6	0.6	
		1060861_i2	0	0	0	4,894	0.0	27.1	
	1060863	1060863	0	0	0	4,894	0.0	0.6	
	106087	106087_e							

	106087_i	148	226	374	4,894	1.8	1.8
1060881	1060881	360	549	909	4,894	4.4	29.1
1060883	1060883	324	495	819	4,894	4.0	4.0
106089	106089	424	648	1,072	4,894	5.2	5.2
106091	106091	575	877	1,452	4,894	7.1	278.2
106093	106093	0	0	0	4,894	0.0	0.9
107	107_e						
	107_i	1,246	1,903	3,149	4,894	15.4	15.4
108	108_e						
	108_i	22	33	55	4,894	0.3	0.3
109	109						
Total		12,705	19,406	32,111		157.0	658.3

C: Groundwater (climate change)

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	Private Small Irrigation Area(1) (ha)	Wet Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Wet Season Water Demand (MCM)	Dry Season Water Demand (MCM)	Ground water Total (MCM)	
1	101	101	1,701	5,497	4,894	9.4	8.3	17.7	
	102	102	403	5,497	4,894	2.2	2.0	4.2	
	103	103	270	5,497	4,894	1.5	1.3	2.8	
	104	104	291	5,497	4,894	1.6	1.4	3.0	
	105	105	172	5,497	4,894	0.9	0.8	1.7	
	10601	10601	139	5,497	4,894	0.8	0.7	1.5	
	10602	10602	847	5,497	4,894	4.7	4.1	8.8	
	10603	10603	213	5,497	4,894	1.2	1.0	2.2	
	10604	10604	2,209	5,497	4,894	12.1	10.8	22.9	
	10605	10605	1,424	5,497	4,894	7.8	7.0	14.8	
	10606	10606	1,816	5,497	4,894	10.0	8.9	18.9	
	10607	10607	310	5,497	4,894	1.7	1.5	3.2	
	106081	106081_e							
		106081_i	672	5,497	4,894	3.7	3.3	7.0	
	106082	106082_e							
		106082_i1	0	5,497	4,894	0.0	0.0	0.0	
		106082_i2	2,702	5,497	4,894	14.9	13.2	28.1	
	106083	106083	0	5,497	4,894	0.0	0.0	0.0	
	106085	106085_e							
		106085_i	0	5,497	4,894	0.0	0.0	0.0	
	1060861	1060861_e							
		1060861_i1	0	5,497	4,894	0.0	0.0	0.0	
		1060861_i2	126	5,497	4,894	0.7	0.6	1.3	
	1060863	1060863	1,121	5,497	4,894	6.2	5.5	11.7	
	106087	106087_e							
		106087_i	0	5,497	4,894	0.0	0.0	0.0	
	1060881	1060881	1,177	5,497	4,894	6.5	5.8	12.3	
	1060883	1060883	1,041	5,497	4,894	5.7	5.1	10.8	
	106089	106089	2,809	5,497	4,894	15.4	13.7	29.1	
	106091	106091	1,190	5,497	4,894	6.5	5.8	12.3	
	106093	106093	1,385	5,497	4,894	7.6	6.8	14.4	
	107	107_e							
107_i		645	5,497	4,894	3.5	3.2	6.7		
108	108_e								
	108_i	1,017	5,497	4,894	5.6	5.0	10.6		
109	109								
Total			23,680			130.2	115.8	246.0	

2. Surface Water Demand of Proposed Irrigation Scheme

HA	SHA	SHA divided by National Boundary	Inside (I) or Outside (O) Nigeria	Public Irrigated Area (ha)	Wet Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Dry Season Diversion Water Req. (m3/ha)	Wet Season Water Demand (MCM)	Dry Season Water Demand (MCM)	Surface Water Total (A) (MCM)
1	101	101	I	3920	8,116	3,670	31.8	14.3	46.1
			Swashi Valley	2900	8,116	3,670	23.5	10.6	34.1
			Wara	200	8,116	3,670	1.6	0.7	2.3
			Gafara	500	8,116	3,670	4.1	1.8	5.9
			Dongongari	320	8,116	3,670	2.6	1.2	3.8
	102	102	I	300			2.4	1.1	3.5
			Nasko	200	8,116	3,670	1.6	0.7	2.3
			Rijau	100	8,116	3,670	0.8	0.4	1.2
	103	103	I	1500			12.2	5.5	17.7
			2009 Kasanu	1500	8,116	3,670	12.2	5.5	17.7
	104	104	I	0			0.0	0.0	0.0
	105	105	I	0			0.0	0.0	0.0
	10601	10601	I	0			0.0	0.0	0.0
	10602	10602	I	0			0.0	0.0	0.0
	10603	10603	I	0			0.0	0.0	0.0
	10604	10604	I	0			0.0	0.0	0.0
	10605	10605	I	200			1.6	0.8	2.4

		Zauro Polder	100	8,116	3,670	0.8	0.4	1.2
		Argungu/ Tabarau	100	8,116	3,670	0.8	0.4	1.2
10606	10606	I	470			3.8	1.7	5.5
		Shagari	220	8,116	3,670	1.8	0.8	2.6
		Kwakwazo	250	8,116	3,670	2.0	0.9	2.9
10607	10607	I	0					
	106081_e	O						
	106081_i	I	3100			25.2	11.3	36.5
		Wurno	1500	8,116	3,670	12.2	5.5	17.7
		Kware	800	8,116	3,670	6.5	2.9	9.4
		Kalmalo	800	8,116	3,670	6.5	2.9	9.4
	106082_e	O						
	106082_i1	I	0					
	106082_i2	I	405			3.3	1.5	4.8
		Sabke	130	8,116	3,670	1.1	0.5	1.6
		Ajiwa	0	8,116	3,670	0.0	0.0	0.0
		Mashigi	35	8,116	3,670	0.3	0.1	0.4
		Mangwal	0	8,116	3,670	0.0	0.0	0.0
		Deberam	240	8,116	3,670	1.9	0.9	2.8
106083	106083	I	5120			41.6	18.8	60.4
		Goronyo	120	8,116	3,670	1.0	0.4	1.4
		Middle Rima Valley	5000	8,116	3,670	40.6	18.4	59.0
	106085_e	O						
	106085_i	I	0					
	1060861_e	O						
	1060861_i1	I	0					0.0
	1060861_i2	I	2300			18.7	8.4	27.1
		Jibiya	2300	8,116	3,670	18.7	8.4	27.1
1060863	1060863	I	50			0.4	0.2	0.6
		Raddewa	50	8,116	3,670	0.4	0.2	0.6
106087	106087_e	O						
	106087_i	I	0			0.0	0.0	0.0
1060881	1060881	I	2100			17	7.7	24.7
		Zobe	2000	8,116	3,670	16.2	7.3	23.5
		Makere	100	8,116	3,670	0.8	0.4	1.2
1060883	1060883	I	0			0	0	0
106089	106089	I	0					
		Gagere	0	8,116	3,670	0.0	0.0	0.0
106091	106091	I	23000			186.7	84.4	271.1
		Bakolori	23000	8,116	3,670	186.7	84.4	271.1
		Bakura		8,116	3,670	0.0	0.0	0.0
106093	106093	I	76			0.6	0.3	0.9
		Mairuwa	76	8,116	3,670	0.6	0.3	0.9
	107_e	O						
	107_i	I	0			0	0	0
		Illo	0	8,116	3,670	0.0	0.0	0.0
	108_e	O						
	108_i	I	0			0.0	0.0	0.0
109	109	O						
	Total		42,541			345.3	156.0	501.3

3. Diversion Water Requirement of Irrigation Project (Climate Change)

Water Resources: Surface Water

Total Loss = 50% included water deriver loss and irrigation efficiency

HA	Season	Net water Requirement (mm)		Diversion Water Requirement (m3/ha)		Crop Intensity (%)		Seasonal Diversion Water Req. (m3/ha)
		Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	
1	Wet	662	282	13,240	5,640	40	50	8,116
	Dry	0	367	0	7,340	0	50	3,670

Water Resources: Ground Water

Total Loss = 60% included irrigation efficiency only

HA	Season	Net water Requirement (mm)		Diversion Water Requirement (m3/ha)		Crop Intensity (%)		Seasonal Diversion Water Req. (m3/ha)
		Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	Rice	other Cereal	
1	Wet	662	282	11,033	4,700	20	70	5,497
	Dry	0	367	0	6,117	0	80	4,894

4. NET IRRIGATION REQUIREMENT (for Climate Change)

Hydrological Area: HA-1		Wet Season												Total
	Unit	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
1) Rice		81	92	133	161	175	155	137	123	118	120	96	82	
ETo (Potential Evapotranspiration)	mm	95	107	155	188	204	181	160	144	138	140	112	96	
Kc						0.17	0.69	1.04	0.99	0.61	0.15			
① Etcrop (ETo×Kc)	mm					35	125	166	143	84	21			
② Percoration	mm					30	30	60	60	30	30			
③ Land Preparation	mm					75	75							
④ =①+②+③	mm					140	230	226	203	114	51			964
⑤ Effective rainfall	mm	0	0	2	4	18	40	82	100	56	6	0	0	
⑥ Net Irrigation Requirement	mm					122	190	144	103	58	45			662
2) Other Cereal														
ETo (Potential Evapotranspiration)	mm	95	107	155	188	204	181	160	144	138	140	112	96	
Kc						0.11	0.41	0.75	0.85	0.54	0.14			
① Etcrop (ETo×Kc)	mm					22	74	120	122	75	20			
② Pre-Irrigation	mm					30	30							
③ =①+②	mm					52	104	120	122	75	20			493
④ Effective rainfall	mm					13	28	57	70	39	4			
⑤ Net Irrigation Requirement	mm					39	76	63	52	36	16			282

Hydrological Area: HA-1		Dry Season												Total
	Unit	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	
1) Rice														
ETo (Potential Evapotranspiration)	mm													
Kc														
① Etcrop (ETo×Kc)	mm													
② Percoration	mm													
③ Land Preparation	mm													
④ =①+②+③	mm													
⑤ Effective rainfall	mm													
⑥ Net Irrigation Requirement	mm													
2) Other Cereal														
ETo (Potential Evapotranspiration)	mm	95	107	155	188	204	181	160	144	138	140	112	96	
Kc		0.88	0.85	0.39	0.05							0.15	0.52	
① Etcrop (ETo×Kc)	mm	84	91	60	9							17	50	
② Pre-Irrigation	mm											30	30	
③ =①+②	mm	84	91	60	9							47	80	371
④ Effective rainfall	mm	0	0	1	3							0	0	
⑤ Net Irrigation Requirement	mm	84	91	59	6							47	80	367

Supplement 8.1 Water Environment Management

Two Sectors namely Water Environment Conservation and Water Quality Management are considered as fundamental for proper Water Environment Management.

As for Water Environment Conservation, the well management of forest plays an important role to protect the water resources of a basin.

As for Water Quality Management, the control of pollution of sources and the monitoring of water quality are subcomponents on which relies the water quality of the water sources.

The JICA Project Team through review of existing information, stakeholders workshop and interview to relevant officers of various relevant agencies has identified the main problems and issues in the sector of water environment management in Hydrological Area N° 1 of Nigeria (HA-1). In addition to this, the water related recreational areas were studied in order to know their current conditions and to propose recommendations for their improvement.

S8.1.1 Water Environment Conservation

(1) Policies for Water Environment Conservation

National Water Policy

The National Water Policy (draft) states that all water infrastructures shall respect the environmental requirements as laid down in the general principles. Besides, this policy states that the regulations to be established must guarantee the achievement of the following objectives: (1) To conserve and protect the environment from degradation, pollution and overexploitation; (2) To prevent uncontrolled exploitation of water as a natural resource and; (3) To ensure sustainable access to water through good environmental management practices. The Policy also presents the following main strategies in order to comply with the environmental regulations: (1) Regulations must impose the preparation of Environmental Impact Assessment and Environmental Audit for all water resources programmes and projects and to impose sanctions to control environmental degradation; (2) Resettlement and compensation programmes must be implemented when executing main projects¹. This draft Policy produced in 2004 by FMWR has gone through extensive national consultation but its approval is pending.

National Water Supply and Sanitation Policy

The objective of this Policy, which was produced by 2000 year by FMWR, is the provision of sufficient potable water and adequate sanitation to all Nigerians in an affordable and sustainable way through participatory investment by the three tiers of government, the private sector and the beneficiary. The policy target was to cover 100 % of the population in the year 2011 with the service and beyond 2011 to sustain 100% full coverage of water supply and wastewater services for the growing population².

In order to achieve the policy objective, the following strategies are mentioned in the document in relation to sanitation which is considered of our interest for water environment conservation.

- Undertake water supply and sanitation feasibility survey for all the States and the FCT to acquire baseline data for proper investment planning
- Promote improvement of sanitation (domestic and human waste disposal) facilities especially in the urban and semi-urban areas
- Promote construction of sewage system in urban areas

National Environmental Sanitation Policy

This Policy was produced in 2004 by the Federal Ministry of Environment³ to serve as an instrument for securing quality environment for good health and social well-being of present and future generations.

¹ Draft National Water Resource Policy, July 2004, pages 19-20

² National Water Supply and Sanitation Policy, 2000

³ National Environmental Sanitation Policy, 2004.

For the purpose of this Policy document, Environmental Sanitation is defined as the principles and practice of effecting healthful and hygienic conditions in the environment to promote public health and welfare, improve quality of life and ensure a sustainable environment.

The goal of the National Environmental Sanitation Policy is to ensure a clean and healthy environment by adopting efficient, sustainable and cost-effective strategies, so as to safeguard public health and wellbeing in line with the national development objectives.

Some of the specific objectives of the Policy are: to coordinate the activities of all Stakeholders involved in environmental sanitation and streamline their roles; to strengthen the capacity of all institutions and Agencies involved in environmental sanitation programmes.

The Policy includes the following as environmental sanitation components: (a) Solid waste management; (b) Medical waste management; (c) Excreta and sewage management; (d) Food sanitation; (e) Sanitary inspection of premises; (f) Market and abattoir sanitation; (g) Adequate potable water supply; (h) School sanitation; (i) Pest and vector control; (j) Management of urban drainage; (k) Control of reared and stray animals; (l) Disposal of the dead (man and animals); (m) Weed and Vegetation Control; (n) Hygiene education and promotion.

As for the component of solid waste management, the Policy strategies focus among others on waste minimization and recycling; establishment of regulations, sanctions and enforcement mechanisms for solid waste management from its source of generation to the point of disposal; development a Solid Waste Master Plan as a national blue print for effective Solid Waste Management.

As for the component of excreta and sewage management component, the Policy strategies focus among others on the development of Policy Guidelines for sustainable Excreta and Sewage Management, facilitate the construction and maintenance of adequate sanitary facilities in public places including the high ways; foster and promote private sector participation in the maintenance and operation of Excreta and Sewage Management facilities.

As for the component of adequate potable water supply component, the Policy strategies focus among others on undertake potable water supply feasibility survey for all the States and the FCT to acquire baseline data for proper investment planning; to rehabilitate/expand or to construct existing water systems to meet the demand; monitor the output of potable water supply undertakings for conformity with drinking water quality standards.

Some of the targets of the Policy are: increase access to toilet facilities by 25% in public places and 50% in households by 2006; and 75% and 100% respectively by 2010; increase sanitary management of sewage and excreta by 25% in 2006 and 75% in 2010; extend present water supply and wastewater services coverage to 80% of the population by 2007, 100 % by 2011 and to sustain full coverage beyond 2011; increase private sector participation in environmental sanitation services delivery by 20% in 2006 and 75% by 2010; empower 25% of women and youths on income generating environmental sanitation activities by 2006 and 75% by 2010.

The Policy states the creation of National Technical Committee on Environmental Sanitation (NTCES) at the National level with representatives of FME (shall act as chairman), FMH, FMWR, etc. to coordinate, monitor and evaluate the implementation strategies of the National Policy; to undertake periodic review of the National Environmental Sanitation Policy and Guidelines; and to submit annual report on Environmental Sanitation to the National Council on Environment.

Likewise, the Policy states the creation of State and Local Government Technical Committee on Environmental Sanitation.

The Policy also determines roles and responsibilities for various institutions such as FME, FMWR, FMH, etc., State Governments and Local Governments.

Among the main roles and responsibilities determined by the Policies for the FME are: (a) Formulate, review and produce the National Environmental Sanitation Policy and Guidelines; (b) Enact, review and harmonise existing Legislation on Environmental Sanitation; (c) Develop and ensure the implementation of the National Environmental Sanitation Action Plan; (d) Develop a master plan for urban solid waste management in Nigeria, and ensure its implementation; (e) Develop master plan for biomedical waste and ensure its implementation; (f) Establish a National Data Bank on Environmental Sanitation for the purpose of planning and development.

Among the roles and responsibilities determined by the Policies for the FMWR are: (a) collaborate with Federal Ministry of Environment on water sanitation activities including sewerage, storm water control and quality control of water supply sources; and (b) ensure access to adequate potable water supply for all Nigerian.

Among the main roles and responsibilities determined by the Policies for the State Governments are: (a) Provide technical assistance and logistic support to LGA on the implementation of the National Environmental Sanitation Policy and Guidelines; (b) Adopt the master plan on waste management for implementation at the State level; (c) Ensure implementation of the master plan on biomedical wastes; (d) Ensure and coordinate the storage, regular collection, transportation and disposal of solid waste in the urban areas; (e) Ensure proper siting of final disposal sites for waste management.

Among the main roles and responsibilities determined by the Policies for the Local Governments are: (a) Implement the National Environmental Sanitation Action Plan; (b) Implement the master plan on solid waste management; (c) Implement the master plan on biomedical waste management; (d) Ensure provision of adequate functional public toilets and solid waste management facilities in strategic areas, public assemblies, parks and gardens, refugee camps and other notable places for transient populations within the LGA; (e) Sensitise and mobilise community members to participate in the National Environmental Sanitation Day exercises.

National Water Sanitation Policy

This Policy was produced by 2004 by FMWR⁴ to improve the component of sanitation of the National Water Supply and Sanitation Policy approved by 2000 year. The Policy defines water sanitation as effective hygiene practice, handling and disposal of excreta, liquid (sewerage, sullage and storm water) and leachates from dump sites (solid wastes) in so far as it affects water sources.

The Policy objective is for all Nigerians to have access to adequate, affordable and sustainable sanitation through the active participation of Federal, State and Local Governments, NGOs, Development Partners, Private sector, communities, households and individuals. New targets were set as follows: sanitation coverage to 80% by 2015, sanitation coverage to 100 % by 2025 and to sustain 100 % sanitation coverage beyond 2025.

The Policy states the creation of a National Steering Committee on Water Sanitation with representatives of FMWR (shall act as lead coordinating Agency), FMH, FME, etc. including Civil Society Organizations to coordinate and monitor the implementation of the Policy. Likewise, the Policy states the creation of State and Local Government Steering Committee on Water Sanitation.

The Policy also states the establishment of Water Sanitation Division within the Department of Water Supply and Quality Control in the Federal Ministry of Water Resources to coordinate and facilitate the implementation of the National Water Sanitation Policy by collaborating with other key line Ministries at the Federal and State levels and the Local Government. Likewise, the Policy states the creation of State Sanitation Division and Local Government Sanitation Units to coordinate and facilitate the implementation of the National Water Sanitation Policy.

The Policy also determines roles and responsibilities for Federal, State and Local Government Institutions, for Communities, for Households, for NGOs, for Private Sector Participation, for Development Partners.

Among the main roles and responsibilities determined by the Policies for the Federal Government are: (a) Shall take the lead in developing policies on sanitation for Nigeria upon adequate consultation with all stakeholders; (b) Shall establish and appropriately fund the Water Sanitation Division of the Federal Ministry of Water Resources, charged with the responsibility of actualizing the policy objective of 100% sanitation by 2025 in the Federation in collaboration with the National Steering Committee on water sanitation; (c) Shall facilitate the development of sanitation programmes for the Federal Capital Territory and urban areas in consultation with all stakeholders; (d) Shall facilitate the development of sanitation programmes for the Federal Capital Territory and urban areas in consultation with all stakeholders.

Among the main roles and responsibilities determined by the Policies for the State Government are: (a) Shall establish by appropriate legislation, a State Government Agency responsible for sanitation

⁴ National Water Sanitation Policy, 2004.

(where such agencies do not exist) charged with the responsibility of actualizing the policy objective of 100% Sanitation by 2025 at the State level; (b) Shall develop sanitation programmes for State Capitals and major cities in the states in consultation with all stakeholders.

Among the main roles and responsibilities determined by the Policies for the Local Government are: (a) Shall develop hygiene and sanitation programmes for the Local Government headquarters and communities in their area in consultation with all stakeholders; (b) Shall provide support to communities and households for sanitation development; (c) Shall set sanitation tariff where applicable considering affordability and willingness to pay for services by the household.

National Environmental Policy

The major objective of the national environmental policy⁵ is to encourage measures which sustain a balance between population and environment. Its major goal is the sustainable development based on proper management of the environment and in particular to: (a) Secure a quality of environment adequate for good health and well-being; (b) Conserve and use the environment and natural resources for the benefit of present and future generations; (c) Restore, maintain and enhance the ecosystems and ecological processes essential for the functioning of the biosphere to preserve biological diversity and the principle of optimum sustainable yield in the use of living natural resources and ecosystems; (d) Raise public awareness and promote understanding of the essential linkages between the environment, resources and development, and encourage individual and community participation in environmental improvement efforts; and (e) Co-operate in good faith with other countries, international organisations and agencies to achieve optimal use of trans-boundary natural resources and effective prevention or abatement of trans-boundary environmental degradation.

The strategies used by the Policy are given in the following sectors: human population, culture, housing and human settlements, biological diversity management, natural resources conservation, land use and soil conservation, agriculture, water resources management, forestry, wildlife and protected natural areas, marine and coastal area resources, mining and mineral resources, industry, energy, gas and oil, construction, health, education, transport and communication systems, trade, tourism, science and technology.

As for the water resources management sector, the Policy states that water is a vital resource that should be managed including environmental issues to minimize among others supply shortages and pollution.

The Policy document further states that a comprehensive medium and long term national plans for water resources management and conservation should be put in place taking into consideration demand and availability. Among the strategies for this sector are: (a) Provision of water in adequate quantity and quality to meet domestic, industrial, agricultural and recreational needs; (b) Environmental impact studies of water resources development; (c) Specification of water quality criteria for different water uses; (d) Continuous monitoring of the public health implications of water resource development projects such as dams and irrigation schemes; (e) Control of point and non-point sources of pollution.

Besides strategies are given for specific issues such as disasters, drought and desertification, flood and erosion.

The Policy also deals with cross-sectoral issues such as: sanitation and waste management (domestic and industrial waste, liquid and solid), toxic, hazardous and radioactive waste management, air pollution, noise pollution, working environment and public participation.

In the sector of sanitation and waste management, the policy states that priority shall be given to the environmental studies of industrial effluents as well as the variety of solid and liquid wastes generated in the various ecological zones. Among the strategies for this sector are: (a) the study of the most reliable treatment systems that are appropriate for domestic and industrial wastes; (b) Introduction of effective protective measures against the indiscriminate discharge of particulate matter and untreated industrial effluents into lakes, rivers, estuaries, lagoons and coastal waters taking into account the following additional points: (i) the establishment of baseline studies to ascertain water quality at various points along the river or other water bodies; (ii) the physical, chemical and biological

⁵ National Policy on Environment, 1999.

characteristics of treated effluents; (iii) the location and type of existing and projected uses of river water which will determine the acceptable/optimal location of waste water treatment works and the level of treatment necessary, given the assimilative capacity of the rivers; (iv) the establishment of relevant standards based on river/water quality objectives and the public health criteria and; (v) the need for a comprehensive monitoring programme incorporating an early warning system for the down-stream users.

National Forest Policy

This Policy⁶ selects thirty (31) priority areas for its formulation. Among these priority areas, the following five (5) areas are considered pertinent for the protection of water resources: a) Forest Management, b) Community Participation in and outside forest reserves and game reserves, c) Environmental Services of Forests, d) Watershed Forests and Wetland Management and, e) Education and Awareness Creation. The policy statement for each pertinent area is described here under:

(i) Forest Management

Forest management will focus on achieving sustainable delivery of forest goods and services in perpetuity. Forest plantations will be established through-out the country to supplement the supply of wood from the natural forests for domestic consumption as well as promotion for export, industrial uses and environmental conservation.

(ii) Community Participation in and Outside Forest Reserves and Game Reserves

Encourage collaborative partnership with rural communities for the sustainable management of forest resources to ensure the supply of goods and services from the forest for the present and future generations.

(iii) Environmental Services of Forests

Government will recognize and emphasize the protective role of forests in watersheds, buffer zones around rivers and hill so as to prevent water and wind erosion as well as siltation of watercourses and as carbon sequesters.

(iv) Watershed Forests and Wetland Management

Watershed protection forests will be established, rehabilitated and conserved, while all wetlands will be monitored and managed in accordance with international standards. Government will promote the rehabilitation and conservation of forests that protect the soil and water in the nation's key watersheds and river systems. Achievements on watershed protection through forestry will result from the adoption of appropriate farm forestry methods on degraded private lands, from the improved management of natural forests on private lands, and from the restoration of degraded hills on public lands.

(v) Education and Awareness Creation

To create awareness among the populace on the importance of the forest and the need to conserve forest for the benefit of the present and future generations.

(2) Forest Management

The sustainable management of forest and wetlands are very important for the conservation of the water quality of the water sources. In the period of 1980-2007 the loss of forest and grassland area in Nigeria were of 7.6 % and 1.1 % respectively, being the large portion of the deforested area used for crop production⁷.

Forestland is widely used by local communities for cultivating crops, grazing and for fuelwood gathering, as well as building materials sourcing. Uncontrolled clearing of forest will continue until management plans are put in place to achieve a sustainable production, protection and conservation of forest resources.

The annual consumption of wood in Nigeria is estimated in 80-88 million m³ of which 80% is consumed as fluelwood mainly by the rural population (80% of the total population). However the

⁶ National Forest Policy, 2006.

⁷ Nigeria Review of Public Expenditure in Sustainable Land and Water Management, 2010, page 3.

fuelwood available on sustainable basis from Forest Reserves and natural woodland is estimated in 11-17 million m³/y⁸. The gap between the demand and supply is high and necessary action needs to be taken to counteract this situation.

In terms of deforestation, between 1980-1990, the forest area in Nigeria declined from 14.9 million ha to 10.1 million ha leading to soil degradation, water contamination, siltation, drying up of water bodies, micro-climate change and the depletion of fauna and flora. The clearing of land for farming accounts for over 80% of total forest area deforested every year⁹.

As for forest plantation, the total planted area is estimated on 269,000 ha (2006) and composed by Gmelina for the pulp and paper industries and other species (Tectona grandis, Terminalia ivorensis, Nauclea diderrichii, Triplochiton scleroxylon, Eucalyptus, Pinus, Entandrophragma, Khaya) mostly used for industrial wood production. All these plantations have been planted in forest reserves¹⁰. Wood processing plant can be found in Edo, Delta, Ondo, Ogun, Lagos and to some extent in Kwara and Benue States. Furthermore, wood base industries are located in the Northern States of the country, drawing raw materials from the humid States¹¹.

The implementation of sustainable management of forest is essential to conserve the water sources since the forest itself helps to prevent erosion that can be affected negatively the water bodies.

Forest Reserves

The States have the responsibility of forest reserve management in their territories. The JICA team approached the Federal Department of Forestry to discuss about the current condition on forest reserves and arrived to the following conclusions: (a) the list of forest reserves in the country is already old and deforestation had occurred mainly in the reserve areas. They need to update the forest reserves since some of them might be without any forest at present; (b) the States are the custody of the land but lack the capacity for management of the forest, consequently, conservation of forest or development plans of forests are not in place.

The following table shows the forest reserves, which need to be updated, in the States subjected to this study.

Table S8.1-1 Forest Reserves in Four States of HA-1¹²

Nº	States	Nº of Forest Reserve
1	Katsina	45
2	Kebbi	27
3	Sokoto	38
4	Zamfara	16
	Total in 4 States	126

Annex S8.1-1 present the name and locations of forest reserves in four (4) States of HA-1. This list is already old and need to be updated to know their existence presently.

National Parks and Game Reserve

National Parks and Game Reserve that hold an extent area of forest needs to be protected from predation. Parks and Game Reserve are designated area of conservation where large population of animals breed under natural conditions and represent a large reserve of genetic resources.

Sokoto State is the only State that has a reserve (game reserve) in the HA-1. The name of the game reserve is Kwiambana and covers an area of 2,614 km². This reserve was gazzeted by 1970 and its location is 10⁰ 50' N and 06⁰ 00' E¹³.

Wetlands

Wetlands are important habitat for many species of animals and birds. According to Ramsar list, in

⁸ National Forest Policy, 2006, page 7-8

⁹ National Forest Policy, 2006, pages 13-14

¹⁰ National Forest Policy, 2006, page 5

¹¹ National Forest Policy, 2006, page 9

¹² Source: Federal Ministry of Environment, Forestry Department

¹³ NIWRMC: Final Report on Water Management for Fisheries and Wildlife, NIWRMC, 2009, pages 15-17,25; The Status of Nigerian Biodiversity 2006, FME

HA-1 (Kebbi State) can be found a wetland of international importance named Foge Islands which area is 4,229 has with coordinates 10° 30' N and 04° 33' E¹⁴

Responsible Agency for Forest Management

National Parks are assets of the Federal Government and the agency responsible for their management is the National Parks Service, an agency of the FME.

Game Reserves and Forest Reserves are areas set aside and managed by State Governments for the protection of the wildlife and forest. These Reserves are often poorly managed due to insufficient number of personnel, poor funding and lack of equipment. Well managed Game Reserves may be upgraded to National Park status.

(3) Aquatic Weeds Control

Aquatic weeds & plants generally are considered as a nuisance in the river water systems since they restrain the free flow of water, clog the water supply and irrigation systems and besides they are home for disease vectors such as mosquitoes and snails

(4) Plans and Projects for Water Environment Conservation

(i) Aquatic Weeds on Nigeria`s River System

Nationwide Study on Aquatic Weeds and Plants on Nigeria`s River System

Recent nationwide study¹⁵ made on this field, has revealed the current situation in Nigeria. According to this Study the presence of aquatic weeds were identified in the States of Sokoto and Kebbi. As for the case of Sokoto State, the found aquatic weeds are summarized in the bellow table.

Table S8.1-2 Summary of Aquatic Weeds and Plants in HA-1

N°	State	Dominant species	Rivers & Dams affected
1	Sokoto	<i>Typha australis</i> (cattails)	Goronyo dam, Rima River, Kware River
2		<i>Pistia stratiotes</i> (Water Lettuce)*	Rima River, Kware River
3		<i>Nymphaea</i> spp (Water lily)	Goronyo dam, Rima River, Ponds & Kware River
4		<i>Nymphaea lotus</i>	
5	Kebbi		Zamare River, Ugwan River

*The Sokoto Municipal Water Project Kware River had been abandoned due to the severe infestation of this weed in the river system.

From the above table is concluded that currently that many rivers in Sokoto and Kebbi States are affected negatively by aquatic weeds and plants.

Integrated Management of Invasive Aquatic Weeds Project

It is an African Development Bank assisted project which period of implementation was from 2007 to 2011. Twenty five States of Nigeria having weeds problems in their river systems were selected for this project and Kebbi was one of them as indicated in the bellow table.

Table S8.1-3 Water Bodies where IMIAWP Operated in HA-1

N°	State	Community/LGA	Name of Water Body
1	Kebbi	i. Zamare Community, Yauri LGA. ii. Ugwan Damisa Community, Yauri LGA.	Zamare River Ugwan River

The implementing agency of this project was the FMA which worked closely with the Ministry of Environment of affected States. The project organized the farmers on Water Weeds Communities for compost production from weeds to apply them in the vegetable cultivation. This Project had finalized in 2011, and now, the second phase is under preparation.

(ii) National Parks Proposals

Commonly forest reserves are not well managed by the States according to some interviewed officers of Nigeria. For the well management of some forest reserves which includes wetlands, currently the National Parks Services is negotiating with the States so that twelve (12) forest reserves under the

¹⁴ Source: Forestry Department, FME

¹⁵ Nationwide Study on Aquatic Weeds and Plants on Nigeria`s River System, 2010, pages 11-12, 21-23,28,32,39,40,49-51,69,70,81,82,85,86,97-99,102,112-115,117,121,124.

dominions of States can be lifted to the dominions of National Parks services for its management. Negotiation started on 2011 and expected to be concluded by 2015. The forest reserve (game reserve) which could be become National Park in the HA-1 is presented in the following table.

Table S8.1-4 New National Park Proposal in HA-1

N ^o	Forest Reserve/Wetland/Game Reserve to become National Park	Location (States)
1	Upgrading of Kwiambana Game Reserve	Zamfara

Source: Information given by officers of National Parks Services.

So far, the current National Parks are considered as natural tourist attractions where the flora and fauna are managed properly.

(iii) Biodiversity Study

Nigeria has 4,600 plant species (707 of which are endemic) which is being threatened by deforestation of the remaining natural forest and the forest wetlands. By 2004, was put in place the National Biodiversity Strategy and Action Plan to achieve the conservation of the biodiversity¹⁶. Currently, a GEF funded Study on Biodiversity is being implemented to determine the Biodiversity and Action Plans nationwide. This study will be for 36 months and had started in September 2011.

(iv) Afforestation Program

As a future plan, it can be mentioned the presidential initiative to implement afforestation programs in each State involving the communities, schools, etc. Lands to be afforested are mainly degraded forest areas.

(v) NESREA Corporate Strategic Plan

This Strategic Plan was prepared for the period 2009-2012 focused on the building environmental capacity and enforcing compliance. The Plan describes strategic priorities and outcomes that NESREA will focus on and the key actions to be taken in the period to respond to environmental degradation in Nigeria. Two broad outcomes were identified: (a) Improved quality of air, land, and water as well as reduced biodiversity loss and; (b) Effective compliance and environmental stewardship in sanitation and waste control. The bellow table indicates the main Strategic Actions¹⁷ and the expected results of the Plan by 2012 year.

Table S8.1-5 NESREA Corporate Strategic Plan

Strategic Block	Main Strategic Actions	Expected results by 2012 year
Environmental Advocacy, Communication and Advice	<ul style="list-style-type: none"> To work with other Governmental Agencies (national and local) To work with industries in terms of regulation, environmental impact and future investment 	<ul style="list-style-type: none"> Partnership agreement with over 20 State Governments Sector plans published for all key industrial sectors and; environmental best practice published for key sectors
Regulations and Standards	<ul style="list-style-type: none"> To prepare a programme of appropriate regulation and guidance to manage environmental risks 	<ul style="list-style-type: none"> Regulatory programme agreed with FME Regulation approved with supporting guidance for key industry sector
	<ul style="list-style-type: none"> In support of the approved regulation, NESREA will introduce site related permits to interpret the regulation 	<ul style="list-style-type: none"> All major polluting industries will have agreed improvement plans linked to the permit conditions.
	<ul style="list-style-type: none"> To work with other National and State Government Agencies to ensure that NESREA inspection and enforcement are aligned to theirs. 	<ul style="list-style-type: none"> NESREA will have developed and piloted "Regulatory plan" with other National Agencies and State Governments linking and aligning the regulatory efforts. Industries will be introducing their own management environmental management systems.
Environmental Monitoring and Reporting	<ul style="list-style-type: none"> To finalize the baseline data and information of the current status of Nigerian Environment in relation to enforcement activities 	<ul style="list-style-type: none"> Produced a regular annual status of the Nigerian Environment in relation to enforcement activities Produced a report of the best and worst environmental industries and organizations in Nigeria
	<ul style="list-style-type: none"> To develop a system to collect, access and analyse environmental data and information 	<ul style="list-style-type: none"> NESREA will have an Information Technology based system

¹⁶ National Forest Policy, 2006, page 7.

¹⁷ Corporate Strategic Plan of NESREA-"Building Capacity, Enforcing Compliance" 2009-2012.

Strategic Block	Main Strategic Actions	Expected results by 2012 year
	<ul style="list-style-type: none"> To develop continual monitoring programmes of air quality, waste management, water quality, biodiversity and pollution in general. The monitoring program will focus on environmental pressures not monitored by other Agencies To develop agreements with international, national and relevant stakeholders to collect, access and share environmental data/information 	<ul style="list-style-type: none"> A sampling and reporting process will be established to assess impact from industry, waste disposal, land use, and climate change. Memorandum of understanding will be prepared in relation to environmental information sharing.
Partnering and Working through Others	<ul style="list-style-type: none"> To support and promote the development of key environmental infrastructure in relation to waste management, water management and air quality, linked to sustainable energy generation 	<ul style="list-style-type: none"> Reduced the scale of waste dumping Development of waste strategies and infrastructures to treat and dispose of waste in at least 10 States
	<ul style="list-style-type: none"> To work initially with 18 States where NESREA has offices to agree partnerships focusing on joint environmental awareness and compliance monitoring 	<ul style="list-style-type: none"> Establishment of Joint State Action Partnership for real environmental protection and improvement
NESREA capacity development and learning from other	<ul style="list-style-type: none"> To develop a framework for staff development and support 	<ul style="list-style-type: none"> Agreed staff attachments/secondments with major industries.
	<ul style="list-style-type: none"> To continue to share and seek support from development partners and programmes in other countries 	<ul style="list-style-type: none"> Overseas placement programmes running in 3 countries including the UK where it started.

(e) Water Recreational Areas and the Tourism

Nigeria is blessed with many natural resources that can be exploited as tourism attractions in the world of tourist industry. Besides, the cultural celebrations by its population composed by diverse cultural groups could represent the best destinations for tourist lovers of the history and culture. However, these potentials of tourism need to be developed adequately to promote the sector in the country.

Master Plan for the Tourism Sector

The Master Plan for the Tourism Sector¹⁸ was formulated by 2005. An overview of the main key findings of the MP is presented as follows: (a) the existing legislation is weak; (b) the Federal Ministry for Culture and Tourism needs strengthening and professional personnel; (c) the Nigerian Tourism Development Corporation is overstuffed, under resourced, lacks targets and action plans and consequently is in-effective; (d) the commercial sector lacks a strong unified voice; (e) the Public/Private relationships are non-existent; (f) there is a lack of an enabling environment for the private sector involvement and investment in the tourism sector; (g) current marketing of Nigeria is inadequate; (h) the sector lacks reliable statistics and market information; (i) databases to implement the Tourism Satellite Account (TSA) are not available; (j) the project identified 190,000 international air arrivals with visitor spending at US\$ 280 million for 2004. No information exists on land frontier arrivals; (k) the existing incentives and investment procedures are not attracting investment in the tourism sector; (l) Nigeria's tourist attractions are unknown to the international travel trade; (m) image of Nigeria abroad is very negative and is not being addressed; (n) the visa regime is a very real barrier to tourism growth. It is punitive and does not serve the tourism interests of Nigeria. Applicants for visas must produce a letter of invitation from Nigeria and apply at the embassy where they reside. Many of Nigeria's competitors have much more friendly visa regimes with some requiring no visa for nationals of the tourism generating countries. This issue needs to be addressed as a matter of priority; (o) Human Resources Development is totally inadequate in training quality, skills range and numbers.

The MP then gives directions and actions plans necessary to overcome the many issues presented above. Unfortunately, this MP is not implemented yet due to the lack of funds to support it.

¹⁸ Master Plan for the Tourism Sector, 2005

Current Status of the Tourism Sector

Currently in Nigeria, the tourism sector has slow pace of development. Among the main problems that affect the tourism development are¹⁹: (a) bad road infrastructure. Tourism attractions are dispersed over large areas and need good road linkages; (b) Tourist facilities are obsolete, not well maintained or not in place; (c) Lack of promotion of touristic activities such as Cultural Festivals in order to attract the coming of tourist in the country; (d) Lack of materials on tourism for the promotion of the sector. The existing ones are obsolete.

Other source consulted indicated that among the problems that affects the poor development of the tourism industry is the lack of loans facilities to prospective tourism practitioners²⁰. Other constraints that limits the growth of tourism in Nigeria is the widespread poverty, a perception of the country as unsafe because of high crime rates, and frequent political, religious, and ethnic disturbances. In addition, both private and government investors still lack skills in packaging tourism products for local and international consumers²¹. There have been losses of cultural heritage and tourism, for instance the Gogoram Fishing Festival which was an important cultural event in Yobe State could not be organized for several years due to the ecological degradation and reduced river flows. In this way, the community also loses the derived income from the festival²².

A questionnaire survey²³ was carried out by 2009 on Institutions and Establishments where recreational activities involve large water resources. The survey indicated that none understood or appreciated the value of water to recreation. Nobody regulates the usage of water at the tourist sites and none has ever thought of treating the water at their disposal. The survey also indicated that no records are available to know the number of tourist, the quantity of available water or the quantity of water required for recreation. During this survey also was observed that majority of infrastructures have broken and not worked for years, closed restaurants, bad access roads, etc. The majority of foreigners that arrive to Nigeria are for business, for official mission and for family visits. Most come from Western Europe, North America, South-East Asia, and neighboring West African countries. Nigeria had been suffering the lacks accurate statistics on arrivals and departures which are fundamental for the design of tourism development. The domestic tourism has also been very low, as many Nigerians are too poor to vacation and those with resources have not developed a “culture” of tourism²⁴. The following Table shows the tourist arrival in Nigeria in the period 2005-2010 as provided by the Nigerian Tourism Development Corporation.

Table S8.1-6 Number of Tourist Arrival in Nigeria by Continent

Nº	Continent/year	2005	2006	2007	2008	2009	2010
1	Africa	1,916,246	2,107,870	3,613,481	4,014,980	4,175,589	4,176,389
2	Americas	116,020	129,219	221,586	244,455	256,055	274,581
3	East Asia/Pacific	160,666	177,001	302,260	337,589	351,092	358,158
4	South Asia	64,796	72,000	123,627	137,364	142,858	178,855
5	Australia	3,675	4,043	5,367	7,663	7,969	8,082
6	Europe	459,985	506,000	867,487	963,874	1,000,604	1,002,737
7	Middle East	56,095	55,104	94,816	105,357	109,565	110,692
8	Other countries	-	8,606	15,191	16,879	17,555	17,779
	Total	2,777,483	3,059,843	5,243,815	5,828,161	6,061,287	6,127,273

¹⁹ Information given by officers of Nigerian Tourism Development Corporation

²⁰ "Nigeria starts taking tourism sector seriously". *afrol.com* (afrol News). Retrieved 2007-06-21.

²¹ Peace and Tourism in Nigeria by Bola Olusola Adeleke, Redeemer's University, Nigeria, page 2.

http://ww.responsibletravel.org/resources/documents/reports/TPhil_Conference_Nigeria.pdf

²² Draft Final Report on the Status of Water Resources Management in Nigeria, page 63.

²³ Draft Report on Water Related Recreation and Tourism and Integrated Water Resourc Management, 2009, page 21, 32- 33

²⁴ Peace and Tourism in Nigeria by Bola Olusola Adeleke, Redeemer's University, Nigeria, page 2.

http://ww.responsibletravel.org/resources/documents/reports/TPhil_Conference_Nigeria.pdf

New Investment Initiatives for the Tourism Sector

The Federal Government is aware of that Nigeria would be making a lot of money if developing the tourism sector rather than depending only on oil revenue. To promote the sector, the Federal Government is now planning to set up a tourism bank in order to encourage greater participation of both local and foreign investors in the tourism sector in Nigeria. This Bank, which is now at an advanced stage, will provide soft loans to tourism practitioners in Nigeria²⁵.

Touristic Resources in Nigeria

(i) General

The touristic resources in Nigeria is largely focused in cultural events since the country has about 250 ethnic groups, rain forest, savannah, waterfalls, national parks and other natural attractions. The cultural events include festivals and cultural celebrations such as Durbar festivals organized in many cities of the country including Kano, Katsina, etc., as for natural attractions it can be mentioned the national parks such Old Oyo, Cross river and Yankari. On the other hand, the country has many other physical attractions, which include hills, caves, springs, lakes and mountains, an example of these are the Aso Rock in Abuja.

(ii) Water Related Recreational Sites and Tourism Attractions

The bellow table shows the main water related recreational sites and tourism attractions in HA-1²⁶.

Table S8.1-7 Main Water Related Recreational Site and Tourism Attraction in HA-1

State	Name	Description
Sokoto	Argungu Fishing Lake	Argungu is located in Sokoto state. It is famous for its fishing festival in which a lake is stocked with fish and which are fed until the time of the festival. Individuals go into the lake without the aid of boats and the competition goes the one with the largest catch. This festival is international and attracts visitors from all over the world.

Usually reservoirs are designed for water supply, irrigation and power generation. However, most of the reservoirs provide recreational activities which component was not included in the design. Direct use of water for recreation include boating, swimming, fishing and indirect use of water are those activities that are carried out in the proximity of the water sources such as camping, picnicking and hiking²⁷. Recreational facilities are not provided in the older water resources projects and recreation benefits were not accounted for in the socio-economic benefit of such projects²⁸.

²⁵ "Nigeria starts taking tourism sector seriously". *afrol.com* (afrol News). Retrieved 2007-06-21

²⁶ Final Draft Report on Water Related Recreation and Tourism and Integrated Water Resources Management, 2009, pages 8, 10-20.

²⁷ Draft Report on Water Related Recreation and Tourism and Integrated Water Resources Management, 2009, page 34

²⁸ Draft Final Report on the Status of Water Resources Management in Nigeria, page 63

S8.1.2 Water Quality Management

(1) Water Pollution Control

General

Surface and underground water pollution has become of increasing concern in Nigeria, especially for those places underlying industrialized and agricultural areas and for those receiving water bodies²⁹. Domestic and industrial wastewater in Nigeria is to a large extent still discharged untreated into open drains, streams and other watercourses. Irresponsible effluent disposal by industries in Nigeria is common. For example, by 2001, researchers observed that all textile mills wastewater are emptied into natural water ways via public drainage with little or no treatment³⁰.

In the rural communities of Nigeria are very common the activities of mining at artisanal and small-scale levels (ASM). It constitutes over 95% of mining activity in Nigeria. Main minerals mined by these ASM people include barite, gold, gypsum, tantalite and kaolin. Most of these people work on informal basis and lack interest or capacity to follow good mining practices. As a result, cases of environmental pollution were reported due to these activities. One example is the Zamfara episode in 2010 where was reported over 200 deaths through lead poisoning attributed to informal mining and processing of gold ores with high concentration of lead.

Pollution coming from fixed places belong to point pollution sources, meanwhile, such land areas as agricultural lands, urban areas, etc., which discharge sorts of pollutants belong to non-point pollution sources. In Nigeria the pollution derived from non-point sources is significant, because the country has vast lands for agricultural and livestock activities. Therefore, this could become major issues in water quality management. Nevertheless, there is not information or studies and measures for controlling pollution from non-point sources.

Policies on Water Pollution Control

The Federal Ministry of Environment, FME, has the responsibility of preparation of the Policies for water pollution control in the country. To design the Policies for the sector, they need to know the status of water pollution in all the States and this is still lacking.

Responsible Agency for Water Pollution Control

(i) NESREA

The National Environmental Standards and Regulations Enforcement Agency (NESREA), parastatal organization from the FME, is the institution responsible in Nigeria for the elaboration of Environmental Standards and Regulations and its enforcement at country level. Besides, NESREA is to enforce compliance with provisions of international agreements, protocols, conventions and treaties on the environment.

NESREA has its main office at Abuja, six (6) Zonal Headquarters with its eighteen (17) State Offices and two National Environmental Reference Laboratories located in Kano and Port-Harcourt cities³¹. As for water pollution, NESREA recently has promulgated the National Environmental (Surface and Groundwater Quality Control) Regulation, 2011. According to these Regulations, a person shall not release any substance into, or conduct any activity which will likely cause or contribute to pollution or adversely affect species of the water of the nation (surface water and groundwater); without having obtained all required approvals and permits from NESREA. Such activities include but not limited to:

- Secure a quality of environment adequate for good health and well-being;
- discharge of wastewater
- discharge of pollutants
- dredging of surface water
- dredging and dredged material disposal
- filling of surface water of the nation
- construction activities
- mining activities

²⁹ Studies for Industrial Effluent Treatment Facilities in Kano, Volume 1, page 18.

³⁰ Studies for the construction of industrial effluent waste treatment facilities in Aba, Report N°1, page 12

³¹ Magazine of NESREA, Volume 10.

- any commercial, industrial, state or municipal land development that results in the creation of 3700 m² or more of additional impervious area
- two hectares or more of land disturbance
- marinas-construction of new facilities or expansion of existing facilities
- flow alterations
- harbor management plans for those elements which will likely affect water quality
- a point source discharge of pollutants
- any other activity that may produce a measurable change in a water

The application for permits shall be submitted and processed in accordance with the National Environmental (Permitting and Licensing System) Regulations, 2009.

NESREA, for water pollution control, operates two National Environmental Reference Laboratories located in Kano and Port-Harcourt cities. However, the number of laboratories is insufficient and the existing equipments are now obsolete and needs to be replaced in order to enhance compliance monitoring. Most of the major constraints as stated by NESREA authorities in carrying out enforcement duties are as follows:

- Lack of willingness by the facilities to comply with environmental laws;
- Low level of awareness on environmental sanitation and waste in the society;
- Facilities claimed that they are hampered from acquiring appropriate pollution abatement technologies as recommended by NESREA due to financial constraint;
- Insufficient number of laboratories and equipment to develop standards for compliance monitoring;
- Inadequate laboratory equipment; the existing ones are now obsolete and needs to be replaced;
- Inadequate equipment to enhance compliance monitoring;
- Inadequate capacity building programmes for staff; and
- Inadequate operational vehicles to carry out compliance monitoring including non motorable areas

(ii) Department of Pollution Control and Environmental Health

This Department that belongs to the FME is responsible for the elaboration of policies and strategies for environmental pollution control at country level

(iii) Ministry of Mines

The Ministry of Mines through its EIA Division implements inspection of mines licensed by them in order to check environmental compliance

(iv) State Ministry of Environment

This agency is to formulate the policies and regulations or standards and implementation of programs for environmental control and management at State level

Relevant Program for Water Pollution Control

(i) Enforcement of Standards and Regulations

Some of the actions made by NESREA for improving the enforcement of Standards and Regulations for water resources protection in Nigeria include:

- Promulgation of twenty four (24) Environmental Regulations;
- Provision Guideline for Environmental Audit in Nigeria;
- Delineation of roles and responsibilities to relevant stakeholders to implement Regulations;
- Dialoguing with State Ministries, Departments and Agencies and relevant stakeholders;
- Accreditation of competent environmental auditors;
- Establishment of the NESREA Green Corps;
- Advocacy and creation of awareness on the Environmental Regulations; and
- Capacity building of staff on natural resources protection and conservation.

(2) Water Quality Monitoring

Water Quality Monitoring System by FMWR

The FMWR is the main agency responsible for water quality monitoring of drinking water and water

sources (surface and groundwater). In addition, surface water samples are taken upstream of water intakes in order to know the current status and tendency of the water quality.

(i) Policy of FMWR on Water Quality Monitoring

The Department of Water Quality and Sanitation of FMWR follows the National Water Supply and Sanitation Policy which objective is the provision of sufficient potable water and adequate sanitation to all Nigerians in an affordable and sustainable way through participatory investment by the three tiers of government, the private sector and the beneficiary.

The component of the Policy objective on water quality states that water supply undertakings must ensure good water quality standards using the following strategies:

- The WHO drinking water quality standards shall be the baseline for the national drinking water quality standard
- All water works serving 5,000 citizens and above to be equipped with a functional water quality laboratory of appropriate capacity
- Maintain a national water quality reference laboratory network
- Monitor and protect the quality of raw water sources for drinking
- Monitor the output of water supply undertakings for conformity with drinking water quality standards
- Traditional water supply sources shall be protected and traditional water quality practices promoted

(ii) Current Conditions on Water Quality Monitoring in HA-1

The status of drinking water quality and water source is currently monitored by FMWR through its Water Quality and Sanitation Department. For this purpose, in HA-1, the FMWR is running a Reference Water Quality Laboratory as indicated bellow.

Table S8.1-8 Existing FMWR Water Quality Laboratory and Operational Area in HA-1

N°	Laboratory	States	River basins
1	Kano*	Kano, Jigawa, Katsina, Bauchi, Sokoto, Kebbi and Zamfara	Hadeja-Jama' are, Sokoto-Rima,

Main constraints of the current water quality monitoring system are financial, lack of some equipment and lack of sufficient human power according to some technicians interviewed at FMWR. Due to this fact, the Laboratory cannot cover the operational area efficiently and the number of samples analyzed is very poor. The following table shows the number of samples analyzed by this laboratory during the year 2010.

Table S8.1-9 Number of Sample at Kano Reference Water Quality Laboratory in 2010 year

N°	Laboratory	Covered States	Number of Samples Analyzed
1	Kano	Kano, Jigawa	19

Source: FMWR

As can be observed in the above table, samples from Katsina, Sokoto, Kebbi, Zamfara and Bauchi were not taken, and this represent a potential risk for the health of the consumers population since no data are available to assess the water quality of their drinking sources.

The JICA Project Team has visited Kano Reference Water Quality Laboratory in 2011 in order to know its current condition for water quality monitoring and the main findings are as follows:

- 1) The Water Quality Reference Laboratory located in Kano has four (4) main sections: i) Physico-chemical Section; ii) Gravimetry Section; iii) Instrument Section and; iv) Microbiology Section.
- 2) Officers of the Laboratory take water sample, make in situ-examination for some parameters and transport it to the Laboratory for conducting other detailed analysis. Samples are taken from surface river water including dams and groundwater from boreholes. No sediment analysis from river bottom is carried out.
- 3) All data are stored in excel files and sent to FMWR.

- 4) Parameters analyzed include all the parameters in the Nigeria Standard for Drinking Water Quality NIS 554, 2007, except Hg, Ni, Mineral oil, Pesticides, Polyaromatic hydrocarbons, Trihalom-ethanes, total 2,4,6-trichlorophenol, Radionuclides, Faecal streptococcus, Clostridium perfringens spore. These last parameters cannot be analysed due to the lack of microbiologist.
- 5) The staff is insufficient. They asked for six (6) persons more.
- 6) About 1000 boreholes/y should be monitored but not realized due to financial constraints.
- 7) JICA Project Team noted that they need to improve their equipment capability to analyze all parameters required by the standard NIS 554, 2007 (such as pesticides, heavy metals, etc.).
- 8) The Laboratory staff informed the JICA Project Team that Lead and Arsenic were found in boreholes in Sokoto area and Fluoride in the northern part that exceeded the standards.

Water Quality Laboratory operated by RUWASA

In HA-1 exists organizations named Rural Water and Sanitation Agency (RUWASA) in Katsina and Zamfara States. These two organizations have their own Water Quality Laboratory to carry out basic analyze of water from boreholes in the rural area.

Water Quality Laboratory operated by Water Corporations

In HA-1 all Water Corporations have their own Water Quality Laboratory to check the potability of treated water and the water quality of the raw water source.

(iii) On-going Projects for Improvement of Water Quality by FMWR in HA-1

The construction of new six (6) Reference Water Quality Laboratories is the most important project of the Ministry towards the improvement of Water Quality Monitoring in the Country. Among the six (6) exists the Sokoto Reference Laboratory which construction was already completed and now is waiting the provision of the necessary equipment which was estimated to be about 3 Million US Dollar.

Table S8.1-10 New FMWR Reference Water Quality Laboratory in HA-1

N°	Regional Laboratory	State	River basin
1	Sokoto	Kebbi, Sokoto, Zamfara	Sokoto-Rima

This Laboratory also will depend also on Water Quality and Sanitation Department of FMWR.

S8.1.3 Problems and Issues on Water Environment Management

The JICA team through review of existing information, stakeholder workshops and interview to relevant officers of various relevant agencies has identified the main problems and issues in the sector of water environment management in HA-1. In addition to this, the water related recreational areas were studied in order to know their current conditions and to propose recommendations for their improvement. Based on these findings recommendations were proposed.

The identified important problems/issues and recommendations are presented in the bellow table.

Table S8.1-11 Important Problems/Issues and Recommendations on Water Environment Management

Important Issues	Recommendations
Drinking Water Quality Monitoring	
<p>Drinking Water Quality Monitoring is very poor in HA-1 and this present a risk for the public health of the population. Main constraints of the water quality monitoring system are financial, technical capability, lack of equipment and sufficient human power. Due to this fact, the Laboratories cannot cover the operational areas efficiently and the number of samples analyzed is very poor and not adequate for realistic water quality assessment.</p>	<p>A joint-work agreement among stakeholders is proposed to be implemented for improving the existing Drinking Water Quality Monitoring in HA-1 as follows: <u>For Katsina State:</u> agreement shall be made between FMWR Water Laboratory at Kano, Katsina Water Corporation and RUWASA for the joint elaboration and implementation of a monitoring program to cover the whole State of Katsina <u>For Zamfara State:</u> agreement shall be made between FMWR Water Laboratory at Kano, Zamfara Water Corporation and RUWASA for the joint elaboration and implementation of a monitoring program to cover the whole State of Zamfara <u>For Sokoto State:</u> agreement shall be made between FMWR Water Laboratory at Kano and Sokoto Water Corporation for the joint elaboration and implementation of a monitoring program to cover the whole State of Sokoto <u>For Kebbi State:</u> agreement shall be made between FMWR Water Laboratory at Kebbi and Kebbi Water Corporation for the joint elaboration and implementation of a monitoring program to cover the whole State of Kebbi. These agreements must include the provision of funds for operation and maintenance of equipment and the training upgrading of the involved personnel. Through these agreements is expected a synergy among stakeholders for a better use of the available financial, human and technical resources.</p>
Water Pollution Control	
<p>In the rural communities of HA-1 are very common the activities of mining at artisanal and small-scale levels. However, most of these activities do not follow good mining practices resulting in environmental pollution</p>	<p>A joint-work between FMWR, FMM, NESREA and State Ministries of Environment in HA-1 is proposed to assess the impact of mining activities into the water sources, in order to determine possible countermeasures.</p>
Water Environment Conservation	
<p>Land degradation in HA-1 is substantial and as results erosion increase affecting water courses</p>	<p>One of the countermeasures is to increase vegetation coverage in priority areas. This can be made through reforestation programs and to implement adequate management plans of forest to achieve a sustainable production, protection and conservation of forest resources.</p>
<p>High colloidal turbidity of Sokoto and Rima Rivers had been expressed by Stakeholders of Sokoto State which to be removed use a huge amount of chemicals</p>	<p>The JICA Project Team recommends conducting a detailed survey on the water catchment in order to propose the solution alternatives.</p>
<p>Currently many water bodies in HA-1 are affected negatively by aquatic weeds and plants</p>	<p>In the period 2007-2011, the FME implemented a project for aquatic weeds and plants control in 25 states. A second phase of this project is now under preparation. It is recommended that FMWR takes part actively of the above project to promote a sustainable control of this nuisance in important surface water of HA-1.</p>
<p>Nigeria is blessed with many water recreational areas that can be exploited as tourism attractions in the world of tourist industry. Besides, the cultural celebrations by its population composed by diverse cultural groups could represent the best destinations for tourist lovers of the history and culture. However, these potentials of tourism need to be developed adequately to promote the sector in the country</p>	<p>The promotion of tourism in HA-1 is indispensable for creating jobs and income generation. The best point to start, is implementing the existing Master Plan for the Tourism Sector. The existence of water related recreation places should be considered when water resources development project is proposed. The management of these places should also be considered as a part of watershed conservation activities</p>

Annex S8

Annex S8.1-1 Forest Reserves in Four States of HA-1 (1/2)

N°	Name	HA	State	Latitude	Northing		Longitude	Easting	
					Degrees	Minutes		Degrees	Minutes
1	Baru Giginya Forest Reserve	1	Katsina	13.16666700	13	10.000020	7.733333	7	43.99998
2	Dan Babba Forest Reserve	1	Katsina	13.30000000	13	18.000000	7.883333	7	52.99998
3	Dan Kabba Forest Reserve	1	Katsina	13.21666700	13	13.000020	7.7	7	42
4	Daura Forest Reserve	1	Katsina	12.99174200	12	59.504520	8.307906	8	18.47436
5	Daura Native Area Number 2	1	Katsina	12.95548900	12	57.329340	8.259617	8	15.57702
6	Dono Forest Reserve	1	Katsina	13.31666700	13	19.000020	7.833333	7	49.99998
7	Dutsawa Forest Reserve	1	Katsina	12.87845000	12	52.707000	8.159416	8	9.56496
8	Dutsawa Giginya Native Area Number 7	1	Katsina	12.87845000	12	52.707000	8.159416	8	9.56496
9	Dutsin Bamli Forest Reserve	1	Katsina	13.25000000	13	15.000000	7.916667	7	55.00002
10	Dutsin Kura Forest Reserve	1	Katsina	13.08333300	13	4.999980	7.333333	7	19.99998
11	Garu Giginya Plantation Native Area 5	1	Katsina	13.16666700	13	10.000020	7.733333	7	43.99998
12	Gulbin Baure Forest Reserve	1	Katsina	13.00000000	13	0.000000	7.116667	7	7.00002
13	Jibiya Forest Reserve	1	Katsina	13.05000000	13	3.000000	7.233333	7	13.99998
14	Kabobi Forest Reserve	1	Katsina	13.20000000	13	12.000000	7.666667	7	40.00002
15	Karaduwa Forest Reserve	1	Katsina	12.35000000	12	21.000000	7.666667	7	40.00002
16	Karaduwa Giginya Native Area Number 4	1	Katsina	12.35000000	12	21.000000	7.666667	7	40.00002
17	Katsina Fuel Plantation Number One Forest Reserve	1	Katsina	12.98333300	12	58.999980	7.616667	7	37.00002
18	Katsina Fuel Plantation Number Two Forest Reserve	1	Katsina	13.01666700	13	1.000020	7.616667	7	37.00002
19	Katsina Native Area Number 10	1	Katsina	11.58333300	11	34.999980	6.95	6	57
20	Katsina Native Area Number 14	1	Katsina	13.00000000	13	0.000000	7.116667	7	7.00002
21	Katsina Native Area Number 2	1	Katsina	12.41666700	12	25.000020	7.116667	7	7.00002
22	Katsina Native Area Number 20	1	Katsina	13.11666700	13	7.000020	7.533333	7	31.99998
23	Katsina Native Area Number 28	1	Katsina	13.25000000	13	15.000000	7.916667	7	55.00002
24	Katsina Native Area Number 31	1	Katsina	12.86666700	12	52.000020	7.383333	7	22.99998
25	Kaya Forest Reserve	1	Katsina	12.95548900	12	57.329340	8.259617	8	15.57702
26	Kirbo Forest Reserve	1	Katsina	13.26666700	13	16.000020	8.033333	8	1.99998
27	Kogo Forest Reserve	1	Katsina	11.58333300	11	34.999980	6.95	6	57
28	Kogo Katsina Native Area Number 10	1	Katsina	11.58333300	11	34.999980	6.95	6	57
29	Kukar Hangara Katsina Native Area Number 1	1	Katsina	12.50000000	12	30.000000	7.216667	7	13.00002
30	Kukar Jankarai Forest Reserve	1	Katsina	12.50000000	12	30.000000	7.216667	7	13.00002
31	Kurmayel Forest Reserve	1	Katsina	12.86666700	12	52.000020	7.383333	7	22.99998
32	Madatai Forest Reserve	1	Katsina	13.11666700	13	7.000020	7.533333	7	31.99998
33	Makoda Forest Reserve	1	Katsina	12.90000000	12	54.000000	8.1	8	6
34	Makoda Giginya Plantation Native Area Number 6	1	Katsina	12.90000000	12	54.000000	8.1	8	6
35	Masibi Forest Reserve	1	Katsina	12.62165200	12	37.299120	8.042497	8	2.54982
36	Masibi Giginya Plantation Native Area Number 8	1	Katsina	12.62165200	12	37.299120	8.042497	8	2.54982
37	Mazanya Forest Reserve	1	Katsina	13.05000000	13	3.000000	7.283333	7	16.99998
38	Rade Forest Reserve	1	Katsina	12.89949600	12	53.969760	8.316868	8	19.01208
39	Rafin Lili Forest Reserve	1	Katsina	13.03333300	13	1.999980	7.383333	7	22.99998
40	Ruma Forest Reserve	1	Katsina	12.41666700	12	25.000020	7.116667	7	7.00002
41	Ruma Kukar Jankarai Forest Reserve	1	Katsina	12.50000000	12	30.000000	7.216667	7	13.00002
42	Sandamu Forest Reserve	1	Katsina	12.97779400	12	58.667640	8.367372	8	22.04232
43	Shimfida Forest Reserve	1	Katsina	12.81666700	12	49.000020	7.083333	7	4.99998
44	Shimfida Katsina Native Area Number 13	1	Katsina	12.81666700	12	49.000020	7.083333	7	4.99998
45	Yangaya Forest Reserve	1	Katsina	13.01666700	13	1.000020	7.316667	7	19.00002
46	Argungu Native Area Number 1	1	Kebbi	13.13333300	13	7.999980	4.25	4	15
47	Argungu Native Area Number 2	1	Kebbi	12.08333300	12	4.999980	3.8	3	48
48	Argungu Native Area Number 3	1	Kebbi	12.66666700	12	40.000020	4.3	4	18
49	Argungu Native Area Number 4	1	Kebbi	12.66666700	12	40.000020	4.683333	4	40.99998
50	Belare Native Area Forest Reserve	1	Kebbi	12.63333300	12	37.999980	4.7	4	42
51	Dabai Native Area Number 1	1	Kebbi	11.25000000	11	15.000000	5.633333	5	37.99998
52	Dende Native Area Forest Reserve	1	Kebbi	12.08333300	12	4.999980	3.8	3	48
53	Gayi Native Area Forest Reserve	1	Kebbi	12.38333300	12	22.999980	4.116667	4	7.00002
54	Gijja Native Area	1	Kebbi	12.66666700	12	40.000020	4.683333	4	40.99998
55	Giro Forest Reserve	1	Kebbi	11.83333300	11	49.999980	4.333333	4	19.99998
56	Giru	1	Kebbi	11.83333300	11	49.999980	4.333333	4	19.99998
57	Gwandu Native Area Number 1	1	Kebbi	11.83333300	11	49.999980	4.333333	4	19.99998
58	Gwandu Native Area Number 2	1	Kebbi	12.63333300	12	37.999980	4.7	4	42
59	Gwandu Native Area Number 3	1	Kebbi	11.86666700	11	52.000020	4.5	4	30
60	Gwandu Native Area Number 4	1	Kebbi	12.38333300	12	22.999980	4.116667	4	7.00002
61	Gwandu Native Area Number 5	1	Kebbi	12.50000000	12	30.000000	4.5	4	30
62	Illoka Oje Forest Reserve	1	Kebbi	11.28961986	11	17.377192	3.861792299	3	51.70753792
63	Kasanu Forest Reserve	1	Kebbi	10.95000000	10	57.000000	4.933333	4	55.99998
64	Kwari Kwasa Forest Reserve	1	Kebbi	11.86666700	11	52.000020	4.5	4	30
65	Lema Native Area Forest Reserve	1	Kebbi	13.13333300	13	7.999980	4.25	4	15
66	Mohono Native Area Forest Reserve	1	Kebbi	12.50000000	12	30.000000	4.5	4	30
67	Sainyinan Native Area Forest Reserve	1	Kebbi	12.61666700	12	37.000020	4.783333	4	46.99998
68	Sokoto Native Area Number 32	1	Kebbi	12.61666700	12	37.000020	4.783333	4	46.99998
69	Wasagu Sakaba Forest Reserve	1	Kebbi	11.25000000	11	15.000000	5.633333	5	37.99998
70	Wasaini Native Area Forest Reserve	1	Kebbi	12.66666700	12	40.000020	4.3	4	18
71	Yauri Native Area Forest Reserve	1	Kebbi	11.00000000	11	0.000000	4.966667	4	58.00002
72	Yauri Native Area Number 1	1	Kebbi	11.00000000	11	0.000000	4.966667	4	57.99996
73	Babban Rafi Sokoto Native Area Number 22	1	Sokoto	13.25000000	13	15.000000	6.533333	6	31.99998
74	Babban Rafi Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.25000000	13	15.000000	6.533333	6	31.99998
75	Bauni Forest Reserve	1	Sokoto	13.63333300	13	37.999980	5.183333	5	10.99998
76	Dankaiwa Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	12.83333300	12	49.999980	5.966667	5	58.00002

Source: Forestry Department, FME

Annex S8.1-1 Forest Reserves in Four States of HA-1 (2/2)

N°	Name	HA	State	Latitude	Northing		Longitude	Easting	
					Degrees	Minutes		Degrees	Minutes
77	Dankaiwa Sokoto Native Area Number 24	1	Sokoto	12.83333300	12	49.999980	5.966667	5	58.00002
78	Dogwandaji Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	12.30000000	12	18.000000	4.933333	4	55.99998
79	Farfar Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.16666700	13	10.000020	5.716667	5	43.00002
80	Farfar Sokoto Native Area Number 25	1	Sokoto	13.16666700	13	10.000020	5.716667	5	43.00002
81	Garu Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.66666700	13	40.000020	5.383333	5	22.99998
82	Garu Native Area Number 3	1	Sokoto	13.66666700	13	40.000020	5.383333	5	22.99998
83	Gidan Mainu Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.61666700	13	37.000020	6.2	6	12
84	Gidan Mainu Native Area Number 7	1	Sokoto	13.61666700	13	37.000020	6.2	6	12
85	Gulbin Ka Forest Reserve	1	Sokoto	11.86666700	11	52.000020	4.9	4	54
86	Gundumi Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.08333300	13	4.999980	6	6	0
87	Gundumi Sokoto Native Area Number 20	1	Sokoto	13.08333300	13	4.999980	6	6	0
88	Isa Zurmi Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.20000000	13	12.000000	6.683333	6	40.99998
89	Kaikaimako Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.58333300	13	34.999980	5.983333	5	58.99998
90	Kaikaimako Native Area Number 5	1	Sokoto	13.58333300	13	34.999980	5.983333	5	58.99998
91	Karfe Binji Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.25000000	13	15.000000	4.666667	4	40.00002
92	Kawara Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	12.46666700	12	28.000020	5.6	5	36
93	Kawara Sokoto Native Area Number 35	1	Sokoto	12.46666700	12	28.000020	5.6	5	36
94	Madawal Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.61666700	13	37.000020	6.3	6	18
95	Madawal Native Area Number 8	1	Sokoto	13.61666700	13	37.000020	6.3	6	18
96	Mallamji Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	12.50000000	12	30.000000	5.25	5	15
97	Manu Forest Reserve	1	Sokoto	13.66666700	13	40.000020	4.833333	4	49.99998
98	North Tangaza Forest Reserve	1	Sokoto	13.65000000	13	39.000000	4.666667	4	40.00002
99	Sangiwa Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	12.75000000	12	45.000000	5.583333	5	34.99998
100	Sangiwa Sokoto Native Area Number 21	1	Sokoto	12.75000000	12	45.000000	5.583333	5	34.99998
101	Sokoto Native Area Number 14	1	Sokoto	11.86666700	11	52.000020	4.9	4	54
102	Sokoto Native Area Number 28	1	Sokoto	13.25000000	13	15.000000	4.666667	4	40.00002
103	Sokoto Native Area Number 29	1	Sokoto	12.50000000	12	30.000000	5.25	5	15
104	Sokoto Native Area Number 30	1	Sokoto	13.65000000	13	39.000000	5.2	5	12
105	Sokoto Native Area Number 36	1	Sokoto	12.30000000	12	18.000000	4.933333	4	55.99998
106	Sokoto Native Area Number 27	1	Sokoto	13.41666700	13	25.000020	4.5	4	30
107	Tara Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.41666700	13	25.000020	6.5	6	30
108	Tara Native Area Number 16	1	Sokoto	13.41666700	13	25.000020	6.5	6	30
109	West Tangaza Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.41666700	13	25.000020	4.5	4	30
110	Zauna Native Area Forest Reserve	1	Sokoto	13.65000000	13	39.000000	5.2	5	12
111	Bakura Tureta Native Area Forest Reserve	1	Zamfara	12.58333300	12	34.999980	5.75	5	45
112	Bakura Tureta Sokoto Native Area Number 15	1	Zamfara	12.58333300	12	34.999980	5.75	5	45
113	East Anka Native Area Forest Reserve	1	Zamfara	11.83333300	11	49.999980	6.2	6	12
114	East Anka Sokoto Native Area Number 12	1	Zamfara	11.83333300	11	49.999980	6.2	6	12
115	Illela Native Area Forest Reserve	1	Zamfara	12.60000000	12	36.000000	6.4	6	24
116	Illela Sokoto Native Area Number 10	1	Zamfara	12.60000000	12	36.000000	6.4	6	24
117	Maradun Native Area Forest Reserve	1	Zamfara	12.88333300	12	52.999980	6.283333	6	16.99998
118	Maradun Sokoto Native Area Number 23	1	Zamfara	12.88333300	12	52.999980	6.283333	6	16.99998
119	Marbe Native Area Forest Reserve	1	Zamfara	11.83333300	11	49.999980	6.666667	6	40.00002
120	Marebi Sokoto Native Area Number 33	1	Zamfara	11.83333300	11	49.999980	6.666667	6	40.00002
121	Maru Bongudu Native Area Forest Reserve	1	Zamfara	11.75000000	11	45.000000	6.333333	6	19.99998
122	Maru-Bongudu Sokoto Native Area Number 17	1	Zamfara	11.75000000	11	45.000000	6.333333	6	19.99998
123	Rakuma Native Area Forest Reserve	1	Zamfara	12.50000000	12	30.000000	5.883333	5	52.99998
124	Rakuma Sokoto Native Area Number 31	1	Zamfara	12.50000000	12	30.000000	5.883333	5	52.99998
125	West Anka Native Area Forest Reserve	1	Zamfara	11.75000000	11	45.000000	5.916667	5	55.00002
126	West Anka Sokoto Native Area Number 13	1	Zamfara	11.75000000	11	45.000000	5.916667	5	55.00002

Source: Forestry Department, FME

Supplement 10.1 Evaluation from Social and Environmental Aspects

S10.1.1 Objectives of Evaluation from Social and Environmental Aspects

The principal objective of this evaluation is to examine the current condition of the natural and social environment and how the proposed projects in the CMP may influence on them. If negative impacts are forecasted by the project's implementation, then, necessary mitigation measures will be examined.

S10.1.2 Methodology on Evaluation of Environmental and Social Aspects

The projects proposed in the CMP shall be evaluated through the execution of the Initial Environmental Examination (IEE). The term of reference for IEE is presented in Annex S10.1-1.

S10.1.3 Evaluation through IEE

(1) Legal and Institutional Aspects on Environment and Social Considerations

(1-1) Laws and Legislations related to Environment

The laws and legislations related to Environment in Nigeria are summarized as follows.

(a) Law and Legislation for Environment Impact Assessment (EIA)

1. Environment Impact Assessment, Decree 86, 1992
This Decree makes EIA mandatory for any major development project likely to have adverse impacts on the environment.
2. EIA Procedural Guideline, 1992
It indicates the steps to be followed in the EIA process from the project conception to commissioning. It assists to project proponents in conforming to the requirements of Decree 86, 1992 and to obtain certification from the Federal Government of Nigeria through the FME.
3. EIA Sectorial Guidelines for Agriculture and Rural Development, 1995, FEPA
These guidelines assist project proponents in conducting detailed environmental assessment of projects and in the preparation of EIA reports for agricultural and rural development projects which includes among others Dams and Reservoirs, Irrigation and Drainage, etc.

(b) Law and Legislation related to Environmental Management

1. The Constitution of the Federal Republic of Nigeria
It recognizes the importance of improving and protecting the environment and makes provision for it.
2. Nigeria Water Resources Decree 101, 1993
By this Decree, the FG has the right to use and control all surface and groundwater and of all water in any water course affecting more than one State.
3. Federal Environmental Protection Agency (FEPA) Act, 1988 (Decree N° 58)
FEPA was created by this Decree as a parasternal of the Federal Ministry of Works and Housing
4. FEPA (amendment) Decree N° 59 of 1992
By this Decree, FEPA was strengthened and transferred to the Presidency and expanded its mandate to include the conservation of biodiversity and sustainable use of Nigeria's natural resources as well as the preparation of a comprehensive national policy for the protection of the environment and conservation of natural resources, including procedure for environmental impact assessment for all development projects.
5. National Environmental Standard and Regulation Enforcement Agency (NESREA) Act, 2007
By this Act, NERSREA was established as a parasternal of the Federal Ministry of Environment, Housing and Urban Development. By the NESREA Act, the FEPA Act has been repealed.
6. The Nigerian Minerals and Mining Act, 2007
This gives provisions for regulating the exploration and exploitation of solid materials in Nigeria. The Act also gives provision on environmental management aspects including prohibition of pollution of watercourses.

7. Nigeria Industrial Standards 554, 2007
Provide standard for drinking water quality.
8. National Effluent Limitation regulation, S.I.8 of 1991, FEPA
This makes it mandatory for industrial facilities to install anti-pollution equipment, make provision for effluent treatment and prescribes maximum limits for effluent discharging.
9. Pollution Abatement in Industries and Facilities Generating Wastes Regulations, S.I.9 of 1991, FEPA
Among other thing, this Regulation imposes restrictions on the release of toxic substances and stipulates requirements for monitoring the pollution and gives directions on how to proceed before unusual or accidental discharges
10. National Environmental Protection Management of Solid and Hazardous Wastes Regulations 1991, FEPA
Give provisions for the appropriate management of solid and hazardous wastes not to pollute the environment with special emphasis to groundwater protection.

(c) Environmental Regulations

1. National Environmental (Permitting and Licensing Systems) Regulations, 2009, NESREA
The purpose of the Regulation is among others, to enable consistent application of environmental laws, regulations and standards in all sectors of the economy and geographical regions.
2. National Environmental (Sanitation and Waste Control) Regulations, 2009, NESREA
This Regulation is to minimize pollution through sustainable and environmental friendly practices in environmental sanitation and waste management.
3. National Environmental (Chemical, Pharmaceutical, Soap and Detergent Manufacturing Industries) Regulations, 2009, NESREA
4. National Environmental (Food, Beverages and Tobacco Sector) Regulations, 2009, NESREA
5. National Environmental (Textile, Wearing Apparel, Leather and Footwear Industry) Regulations, 2009, NESREA
These Regulations are to prevent and minimize pollution from all operations and ancillary activities of the Sector to the environment. It also provides standards for effluents, air pollutants, soil quality and noise.
6. National Environmental (Mining and Processing of Coal, Ores and Industrial Minerals) Regulations, 2009, NESREA
The purpose of this Regulation is to minimize pollution from the Sector. It provides standards for effluents, air pollutants and noise.
7. National Environmental (Noise Standard and Control) Regulations, 2009, NESREA
This Regulation is to ensure maintenance of a healthy environment through limiting noise levels.
8. National Environmental (Ozone Layer Protection) Regulations, 2009, NESREA
By this Regulation is controlled the management of ozone-depleting substances.
9. National Environmental (Access to Genetic Resources and Benefit Sharing) Regulations, 2009, NESREA
The Regulation intends to prevent and control the depletion of the biodiversity of Nigeria.
10. The National Environmental (Wetlands, River Banks and Lake Shores Protection) Regulations, 2009, NESREA
This Regulation is for conservation and wise use of wetlands and for sustainable utilization and conservation of resources on river banks and lake shores.
11. The National Environmental (Watershed, Mountainous, Hilly and Catchment Areas) Regulations, 2009, NESREA
This regulation gives provisions for the well use and conservation of watershed, mountainous, hilly and catchment areas.
12. National Environmental (Coastal and Marine Area Protection) Regulations, 2011, NESREA

This Regulation intent to preserve the natural ecological conditions of the estuarine system, the barrier islands system and the beaches through a sustainable use of resources and control of activities that could degrade the coastal and marine environment.

13. National Environmental (Protection of Endangered Species in International Trade) Regulations, 2011, NESREA

This Regulation is to controls the international trade of wildlife species listed in the Convention on International Trade in Endangered Species (CITES).

14. National Environmental (Soil Erosion and Flood Control) Regulations, 2011, NESREA

It gives standards and procedures to abate soil erosion and the sustainable protection and enhancement of the ecological integrity of flood plains as well as vulnerable lands and waters from significant adverse effects of environmental degradation resulting from soil erosion, flooding and deposition of sediments.

15. National Environmental (Desertification Control and Drought Mitigation) Regulations, 2011, NESREA

It gives regulatory framework for the sustainable use of all areas already affected by desertification and the protection of vulnerable lands.

16. National Environmental (Surface and Groundwater Quality Control) Regulation, 2011 by NESREA

This Regulation intent to restore, enhance and preserve the water quality of surface waters and its existing water uses by regulating pollutants discharges. Also to protect groundwater sources by regulating the discharge and underground injection of hazardous wastes, fluids used for extraction of minerals, fossil fuels energy, etc.

17. National Environmental (Control of Bush, Forest Fire and Open Burning) Regulations, 2011, NESREA

Its main objective is to prevent and minimize the destruction of ecosystem through fire outbreak and burning of any material that may affect the health of the ecosystem due to the emission of hazardous air pollutants.

18. National Environmental (Standards for Telecommunications and Broadcast Facilities) Regulations, 2011, NESREA

Main objective of this regulation is to protect the environment and human health, ensure safety and general welfare, eliminate or minimize public and private losses due to activities of the telecommunication and broadcast industry.

19. National Environmental (Domestic and Industrial Plastic, Rubber and Foam Sector) Regulations, 2011, NESREA

20. National Environmental (Base Metal, Iron and Steel Manufacturing/Recycling Industries Sector) Regulations, 2011, NESREA

21. National Environmental (Non-metallic Minerals Manufacturing Industries Sector) Regulations, 2011, NESREA

22. National Environmental (Electrical/Electronic Sector) Regulations, 2011, NESREA

These Regulations is to prevent and minimize pollution from all operations and ancillary activities of the Sector to the environment. It also provides standards for effluents and air pollutants.

23. National Environmental (Construction Sector) Regulations, 2011, NESREA

This Regulation is to prevent and minimize pollution from construction, decommissioning and demolition activities to the environment. The Regulations requires the minimization of dust and prohibition of open burning of solid waste and also provides standards for noise and illumination intensity.

24. National Environmental (Control of Vehicular Emission from Petrol and Diesel Engines) Regulations, 2011, NESREA

This Regulation is to restore, preserve and improve the quality of air. Standards are given for the protection of the air from pollutants coming from vehicular emissions.

(1-2) Environmental Impact Assessment

(a) General

The Environmental Impact Assessment in Nigeria is governed by the Decree 86 of 1992 and it is mandatory for all projects that are considered potentials to affect the Environment. Such study must include all the impacts to be generated by the implementation of the project and the analysis of alternatives as well as the mitigation proposal for the negative impacts.

An Environmental Impact Assessment Study shall include a least the following subjects as stated in the above Decree.

1. A description of the proposed activities
2. A description of the potential affected environment including specific information necessary to identify and assess the environmental effects of the proposed activities
3. A description of the practical activities, as appropriate
4. An assessment of the likely or potential environmental impacts on the proposed activity and the alternatives, including the direct or indirect cumulative, short-term and long-term effects
5. An identification and description of measures available to mitigate adverse environmental impacts of proposed activity and assessment of those measures
6. An indication of gaps in knowledge and uncertainty which may be encountered in computing the required information
7. An indication of whether the environment of any other State, Local Government Area or areas outside Nigeria is likely to be affected by the proposed activity or its alternatives
8. A brief and non technical summary of the information provided under paragraph (1) to (8).

(b) Projects covered by EIA

According to the Decree 86 of 1992 that governs EIA, exists three categories of projects as follows: (a) Category I for which EIA is mandatory; (b) Category II for which a partial EIA will be required and, (c) Category III for which EIA is not required. The lists of projects that are related to water resources development in the said Categories are presented in the bellow Tables S10.1-1, S10.1-2, and S10.1-3, respectively.

**Table S10.1-1 Projects related to Water Resources Development that Falls under Category 1
Full-Scale EIA is required**

I-1 Agriculture	I-1-1	Land development schemes covering an area of 500 hectares or more to bring forest into agricultural production
	I-1-2	Agricultural programmes necessitating the resettlement of 100 families or more.
	I-1-3	Development of agricultural estates covering an area of 500 hectares or more involving changes in type of agricultural
I-2 Drainage and Irrigation	I-2-1	Construction of dams and man-made lakes and artificial enlargement of lakes with surface areas of 200 hectares or more
	I-2-2	Drainage of wetland, wild-life habitat or of virgin forest covering an area of 100 hectares or more.
	I-2-3	Irrigation schemes covering an area of 5,000 hectares or more.
I-3 Fishery	I-3-1	Construction of fishing harbours
	I-3-2	Harbour expansion involving an increase of 50 per cent or more in fish landing capacity per annum
	I-3-3	Land based aquaculture projects accompanied by clearing of mangrove swamp forests covering an area of 50 hectares or more
I-4 Forestry	I-4-1	Conversion of hill forest land to other land use covering an area of 50 hectares or more
	I-4-2	Logging or conversion of forest land to other land use within the catchment area of reservoirs used for municipal water supply, irrigation or hydro power generation or in areas adjacent to state and national parks and national marine parks
	I-4-3	Logging covering an area of 500 hectares or more.
	I-4-4	Conversion of mangrove swamps for industrial, housing or agricultural use covering an area of 50 hectares or more
	I-4-5	Clearing of mangrove swamps on islands adjacent to national marine parks
I-5 Mining	I-5-1	Sand dredging involving an area of 50 hectares or more
I-6 Power generation	I-6-1	Dams and hydroelectric power schemes with either or both of the following: (a) dams over 15 metres high and ancillary structures covering a total area in excess of 40 hectares; (b) reservoirs with a surface area in excess of 400 hectares
I-7 Waste Treatment and Disposal	I-7-1	Municipal sewage: (a) construction of wastewater treatment plant; (b) construction of marine outfall
I-8 Water Supply	I-8-1	Construction of dams, impounding reservoir with a surface area of 200 hectares or more.
	I-8-2	Groundwater development for industrial, agricultural or urban water supply of greater than 4,500 cubic metres per day

**Table S10.1-2 Projects related to Water Resources Development that Falls under Category 2
Partial EIA will be required***

II-1 Agriculture and Rural Development	II-1-1	Any reforestation/afforestation project
	II-1-2	Smale scale irrigation and drainage
	II-1-3	Smale scale aquaculture/mariculture
II-2 Infrastructure	II-1-1	Mini hydropower development
	II-1-2	Rural water supply and sanitation
	II-1-3	Any form of quarrying or mining

*If the project is located in or close to Environmental Sensitive Areas a full-scale EIA will be required

**Table S10.1-3 Projects related to Water Resources Development that Falls under Category 3
EIA is not required***

III-1 Institutional Development
III-2 Health programs
III-3 Educational Programs
III-4 Environmental Awareness

*If the project involves physical interventions in the environment then the project is in Category II

Note: The Agency will issue the Environmental Impact Statement for Projects in Category III which are expected to have essentially beneficial impacts on the environment

(c) Sensitive Areas in Nigeria

The same Decree 86, 1992, establishes the list of Sensitive Areas in Nigeria as shown in the bellow Table S10.1-4.

Table S10.1-4 Environmental Sensitive Areas in Nigeria

S-1 Coral reefs
S-2 Mangrove swamps
S-3 Small islands
S-4 Tropical rainforest
S-5 Areas with erosion prone soils
S-6 Montain slopes
S-7 Areas prone to desertification (and semi arid zones)
S-8 Natural conservation areas
S-9 Wetland of national or international importance
S-10 Areas with harbour protected and or endangered species
S-11 Areas of unique scenary
S-12 Areas of particular scientific interest
S-13 Areas of history or archeological interest
S-14 Areas of importance to threatened ethnic groups

(d) Outline of the Organization in charge of EIA

The Environmental Assessment Department through its Environmental Impact Assessment Division is in charge of EIA studies in Nigeria. Figure S10.1-1 shows the flowchart of the Organization and the main functions of EIA Division.

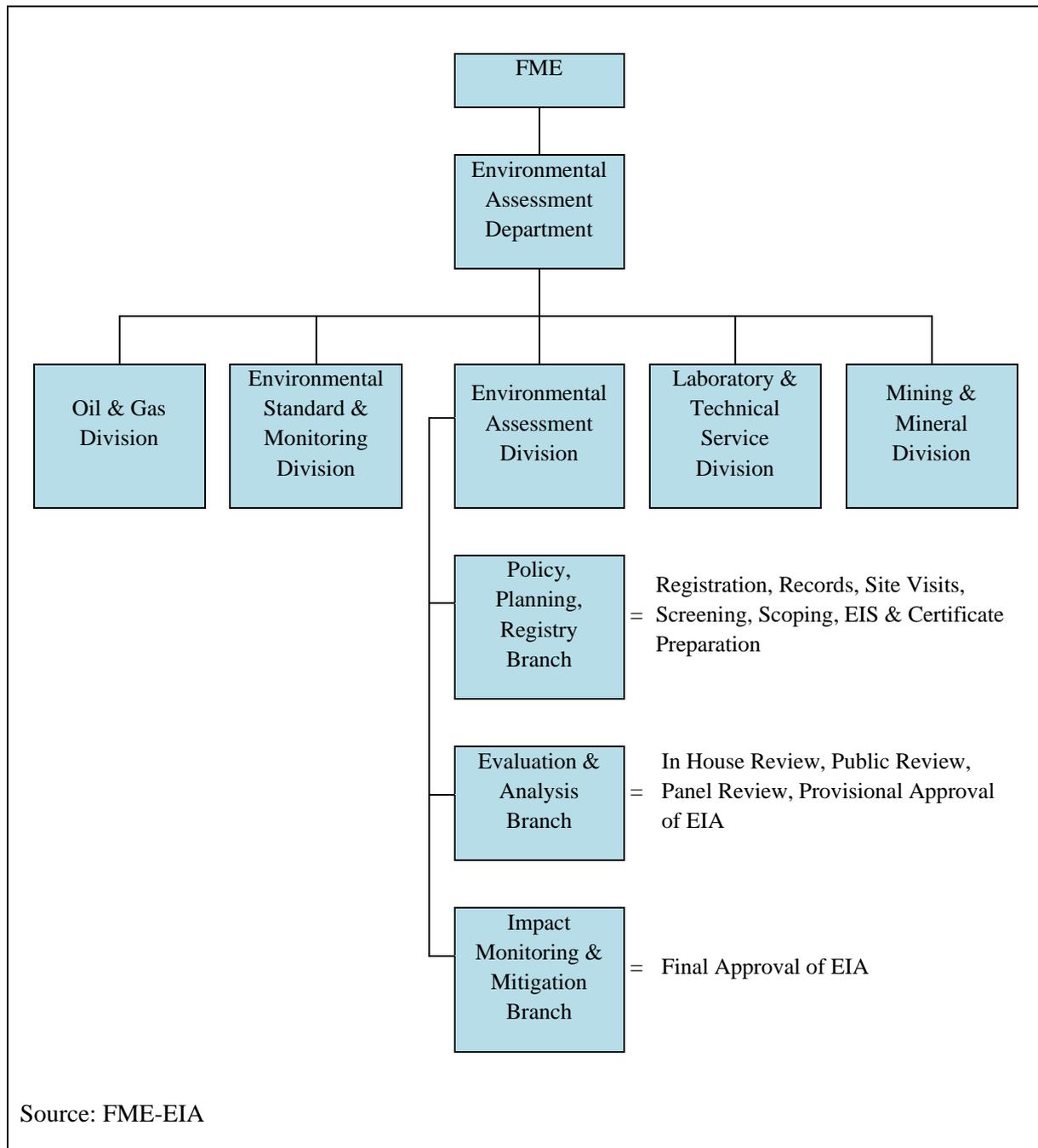


Figure S10.1-1 Organizational Structure for EIA Study

(e) Procedure for EIA

Figure S10.1-2 shows the EIA process flowchart in Nigeria. The current procedure for conducting EIA in Nigeria starts with the submission of the Project Proposal or the Feasibility Study conjointly with the Terms of Reference (TOR) for EIA Study to the FME. In this step, the proponent pays the sum of 50,000 Naira and gets the Registry of the Project. The Terms of Reference must be prepared by a registered consultant before the EA Department of FME.

Then, officers of EA Department make an Initial Environmental Evaluation through visiting the project area verifying the present condition which will serve as a base to categorize the proposed project (screening process).

After visiting the site, the TOR is reviewed or confirmed and in this last case receive the approval by the EA Department. With this approval, the registered Consultant may start the implementation of the EIA study.

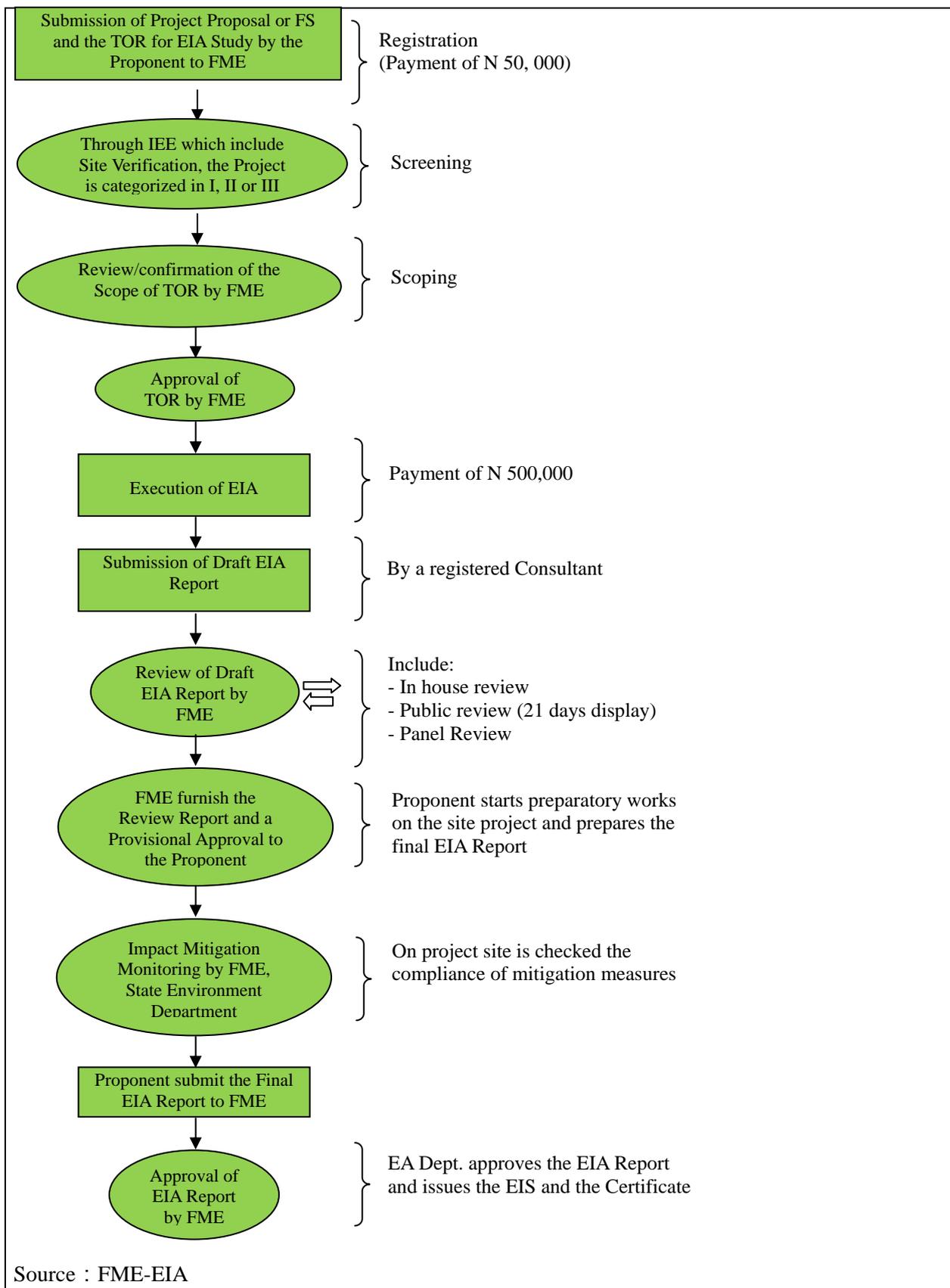


Figure S10.1-2 Current EIA Process Flowchart

When the draft EIA report is completed, the proponent must submit it to EA Department for review and must pay the sum of 500,000 Naira. The review is made through the following mechanism:

In-house Review

Report analysis by officers of EA Department only

Public Review

In this case, the public is advertised through three newspaper (at national and State/local level) to come to a certain public institution in order to review the report for a period of 21 days; the advertisement cost is paid by the proponent of the project.

Panel Review

Inviting independent panellist for 2 days review in the State Capital where the project is proposed to be implemented, being the first day used for site observation and the second day for meeting; the panellist shall be integrated by various experts such as hydrologist, hydro-biologist, geologist, socio-economy, and representatives from local government council and from the FME. The logistic for holding this panel review is paid by the proponent of the project.

The Review Report then is furnished by EA Department conjointly with a Six Months Provisional Approval to the proponent. The Provisional Approval allows the proponent to start preparatory works in the site while preparing the EIA Final Report which must incorporate all subjects appointed in the Review Report. In this interim, the officers of EA Department and State Environment will make a site visit to check the compliance of mitigation measures for predicted impacts.

After the submission of the EIA Final Report by the proponent and the verification of compliance of mitigation measures during preparatory works at the site, the EA Department shall make its final approval by issuing the Environmental Impact Statement and the Certificate in which is stated that an environmental assessment of a project has been completed.

After three years of the project implementation, the EA Department will make the Environmental auditing of the project to assess the positive and negative impacts of the project.

As for the timing frame for conducting EIA studies on the sector of water resource development, the tentative schedule is shown in Table S10.1-5.

Table S10.1-5 Tentative Schedules for EIA Execution on Water Resources Development

Activities		Month 1				Month 2				Month 3				Month 4				Month 5				Month 6				Month 7				Month 8			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Submission of Project Proposal or FS and the TOR for EIA Study by the Proponent to FME- Registration	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Screening	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
3	Review/confirmation of the Scope of TOR by FME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
4	Approval of TOR by FME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
5	Execution of EIA including Public Hearing	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6	Submission of Draft EIA Report to FME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7	Review of Draft EIA Report by FME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7.1	In house review	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7.2	Public Review (21 days display)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
7.3	Panel Review	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
8	FME furnish the Review Report and a Provisional Approval to the Proponent	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	Impact mitigation monitoring by FME, State Environment Dept.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
10	Proponent submit the Final EIA Report to FME	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
11	Approval of Final EIA Report by FME (Include Issuance of EIS and Certificate)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Source: FME-EIA

(2) Natural and Social-Environmental Condition of the Study Area

The Study Area is composed of Sokoto, Kebbi, Katsina and Zamfara States that falls under the jurisdiction of HA-1. An initial assessment of the current state of the environment in the Study Area considering relevant environmental components to this CMP study was made and presented in the bellow table.

Table S10.1-6 Initial Assessment of the Current State of Environment in the Country

Component	Assessment
Surface water quality	In HA-1, the water quality of rivers (Sokoto, Rima, Zamfara, Gagre, Ka at Fokku) is good in the wet season judging from the fact that the concentrations of BOD and DO are maintained within the standards to support the aquatic living environment, however, the quality tends to be diminished in the dry season, this is according to a Study conducted in 2011 by FMWR on water sources quality nation-wide. Sokoto and Rima Rivers present high levels of colloidal turbidity which implies the use of huge amount of chemicals for its removal in the water treatment plant operated by Water Corporations. Aquatic weeds affects negatively Rima river, Kware river and Goronyo dam in sokoto State while Zamare river and Ugwan river in Kebbi State.
Groundwater quality	During the Workshop conducted for Stakeholders of HA-1, it was mentioned that lead poison in Zamfara State is a big problem. Delineation of contaminated sites in this State is necessary, through a deeper study in a joint work among stakeholders.
Drinking water quality	The Study conducted in 2011 by FMWR through a local contractor on water sources quality nation-wide indicated that in the groundwater samples (used for drinking) of the 4 States in HA-1, most of the elements have high compliance with the Nigerian Drinking Water Quality Standard; however, E.Coli is of concern since it was found in all samples.
Water Pollution	In the rural communities of HA-1 are very common the activities of mining at artisanal and small-scale levels. However, most of these activities do not follow good mining practices resulting in environmental pollution. One example is the Zamfara episode in 2010 where was reported over 200 deaths through lead poisoning attributed to informal mining and processing of gold ores with high concentration of lead. On the other hand, during the Stakeholder Workshop, Officer of Sokoto Water Board mentioned that in the area exist irrigation schemes that are believed to create groundwater pollution of boreholes and proliferation of aquatic weeds in the rivers.
Fauna and Flora	Nigeria has a very rich fauna and flora. Faunal resources include 274 species of mammals, 839 species of birds, 648 species of fish, etc. Floral resources include 7,895 species of plants. However, new research must be conducted to update the above figures.
Vegetation	Two categories of vegetation can be found in the Study Area: the Sudan savanna and the Sahel savanna. The Sudan savanna belt stretches from the Sokoto Plains through the northern section of the High Plains of Hausa land to the Chad Basin. The actual vegetation is made up of short grasses, about 1-2 m high, and some stunted trees. The trees found in the Sudan savanna include the acacia, the dum palm, the silk cotton and the baobab. The Sahel savanna is found to the extreme northwest and northeast of the country where grasses are short and inter-spaced with sand dunes. The main tree found in the area is acacia.
Protected Areas	Five categories of protected areas recognized in Nigeria as follows: national parks; game reserves; forest reserve; biosphere reserves and strict nature reserves; and special ecosystems and habitats. Although wetlands are not included in the category, in this Study it will be considered as protected area since they are home of many rich species of fauna and flora in the country. Distribution of forest reserves in HA-1 are: Katsina (45), Kebbi (27), Sokoto (38), Zamfara (16). Sokoto State is the only State that has a game reserve named Kwiambana which was proposed to become National Park. According to Ramsar list, in Kebbi State can be found a wetland of international importance named Foge Islands. Illegal cutting of trees and poaching are the major threat of protected areas.
Land use change	The desertification has affected 50% to 75% of the area in the sparsely populated Sudan and Sahel zones in northern states (Bauchi, Bomo, Gombe, Jigawa, Kano, Katsina, Kebbi, Sokoto, Yobe, and Zamfara). Soil erosion also faces HA-1 due to land degradation.
Socio-economy	In the four States, the agriculture sector employs the majority of the people. In addition, animal rearing and fishing are also common in the States. It is opportune to mention here the annual celebrations to mark beginning of the fishing season in Argungu, Kebbi State as one of the most famous cultural festivals in Nigeria. Unemployment rates by 2011 in the Study area are as follows: Zamfara (42.6%), Kebbi (25.3%), Sokoto (17.9%) and Katsina (28.1%).
Water related diseases	By 2010 from all cases reported having water related diseases, about 55% were due to diarrheal diseases which were reported in 33 States of the country. From all diarrheal diseases cases reported at national level Kebbi accounted for 8 % and Sokoto for 9% while no information were provided from Zamfara and Katsina. The diarrheal diseases may be attributable to poor or inadequate sanitary facilities and hygienic practices.

(3) List of Projects and Brief Description

Projects were classified into same type of projects by Sector i.e. Sector Dams; Sector Irrigation and so on. In addition projects were classified according to its current status of implementation (e.g. ongoing project and proposed projects).

The list of projects is composed of 4 sectors including 8 ongoing and 81 proposed projects as listed below. The complete list of the projects with a brief description of the main activities is given in Annex S10.1-2 for Dam Sector, Annex S10.1-3 for Municipal Water Supply Sector; Annex S10.1-4 for Irrigation/Drainage Sector; and S10.1-5 for Sanitation Sector.

Table S10.1-7 Number of Projects for CMP-HA1

Sector	Ongoing Projects	Proposed Projects*	Total
1. Dam	2	2	4
2. Municipal Water Supply**	-	43	43
3. Irrigation and Drainage	6	8	14
4. Sanitation	-	28	28
Total	8	81	89

Note (*): Proposed by JICA Project Team based on existing proposed projects by Nigerian government as well as necessary measures for achieving the CMP in HA-1, (**): The projects for groundwater development are included in the projects for Municipal Water Supply for the purpose of conducting IEE.

Source: JICA Project Team

It is opportune to mention here that for IEE purposes the Sector Municipal Water Supply includes projects for construction and rehabilitation of boreholes since the categorization depend on the volume to be abstracted from the water source.

(4) Categorization of Projects (Screening)

The categorization (screening) was made on on-going and proposed projects following Nigerian EIA guidelines. On-going projects were included in this MP study since majority of them still had not passed through EIA study. The procedure for categorization is presented here down:

- Screening by list of projects for which EIA is mandatory (Category I)
- Screening by list of projects for which a partial EIA will be required (Category II)
- Screening by list of projects for which EIA is not required (Category III), specifically those which only involve preparation of studies, environmental awareness programs, institutional development, etc.

The screening of projects was made based on the Categories List stipulated in the Procedural Guidelines on Environmental Impact Assessment, Decree 86, 1992 (Federal Environmental Protection Agency). Categories List is shown in Tables S10.1-1, S10.1-2 and S10.1-3.

The result of the screening is shown in Annex S10.1-2 to Annex S10.1-5 and summarized in the bellow Table.

Table S10.1-8 Categorization of Projects in CMP-HA1 subjected to IEE/EIA Study

EIA Category	Description	Documents Required For Application to EIA Division	Projects affected	
			Sector	Number
1	Full EIA is required	Submission of Project Proposal or FS and the TOR for EIA Study	Dam	4
			Municipal Water Supply	16
			Irrigation/Drainage	5
			Sanitation	4
			Total Category 1	29
2	Partial EIA may be required	Submission of Project Proposal or FS and the TOR for EIA Study	Dam	0
			Municipal Water Supply	23
			Irrigation/Drainage	9
			Sanitation	8
			Total Category 2	40
3	Not require EIA	Application letter for EIS	Dam	0
			Municipal Water Supply	4
			Irrigation/Drainage	0
			Sanitation	16
			Total Category 3	20
Total Projects in the CMP-HA1				89

Source: JICA Study Team

Projects in Category 3 such as capacity development, awareness creation, etc. do not require EIA therefore these projects are not scoped for IEE.

From the above table, 29 projects in Category I and 40 projects in Category II are subject to scoping at IEE study level (total=69) in four (4) Sectors (Dams, Municipal Water Supply, Irrigation/Drainage and Sanitation). This is in compliance with the Guidelines for EIA and JICA guidelines for environmental and social considerations.

(5) Identification of Impacts and Its Significance

For projects that have been scoped for IEE study as shown in the Annex S10.1-2 to Annex S10.1-6, the identification of impacts and its significance were made based on scoping matrix. To realize this, each Sector of projects was divided into several groups since scoping outcome would be similar for each group. The criteria applied for this grouping is as follows:

Table S10.1-9 Grouping of Projects subject to IEE Study

Sector	Criteria	Group	N° Projects
Dam	Dam with surface area more than 200 has	1	1
	Dam with surface area less than 200 has	2	0
	Dam with surface area more than 200 has located in Protected Areas	3	1
	Dam with surface area less than 200 has located in Protected Areas	4	2
Municipal Water Supply	Water Treatment Plant with capacity more than 4,500 m3/h	1	1
	Water Treatment Plant with capacity less than 4,500 m3/h	2	1
	Well Field with capacity more than 4,500 m3/h	3	4
	Single Borehole Equipped with Electrical-mechanical Pump	4	4
	Single Borehole Equipped with Hand pump	5	4
	Rehabilitation of water system (big scale activities including important civil works)	R1	11
Rehabilitation of water system (small scale activities including minor civil works)	R2	14	
Irrigation/ Drainage	Irrigation Scheme with area more than 5,000 has	1	0
	Irrigation Scheme with area less than 5,000 has	2	9
	Irrigation Scheme with area more than 5,000 has located in Protected Area	3	1
	Irrigation Scheme with area less than 5,000 has located in Protected Area	4	4
Sanitation	Construction of Sewerage	1	0
	Construction of Septage Treatment System	2	4
	Construction of Public Toilets	3	8
Total Projects for IEE			69

The results are presented here down for each Sector:

(5-1) Sector Dam

The identification of impacts and its significance were made for the following four (4) Groups as shown in the bellow tables:

Table S10.1-10 Matrix for Scoping (Sector Dams- Group 1)

N°	Likely Impact Items	Overall Rating	Planning Phase		Construction Phase			Operation Phase	
			Land Acquisition	Change of land use plan	Clearance of vegetation from inundation zone	Construction of Embankment, appurtenances, etc.	Operation of Equipment for construction and vehicles	Storage of Water into the Dam	Operation of intake and gates for water use
Social Environment	1 Involuntary resettlement	A-	A-	A-	-	-	-	-	-
	2 Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	A+	-	-	A+	A+	A+	-	-
	3 Land use and utilization of local resources	A-	-	-	-	A-	-	-	-
	4 Social institutions such as social infrastructure and local decision-making	C-	C-	-	-	-	-	-	-
	5 Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	A-	-	-	-	A-	A-	-	-
	6 The poor, indigenous and ethnic people	C-	-	-	C-	-	-	-	-
	7 Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-
	8 Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-	-
	9 Local conflict of interests	C-	C-	C-	-	-	-	-	-
	10 Water use right and common land use right	C-	C-	-	-	-	-	-	C-
	11 Water supply and/or Irrigation with Potential Power generation	A+	-	-	-	-	-	-	A+
	12 Vector of diseases	A-	-	-	A-	-	-	A-	A-
	13 Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	A-	-	-	A-	A-	A-	-	-
Natural Environment	14 Topography and geographical features	C-	-	-	C-	C-	-	-	-
	15 Accumulation of sediment into Dams	B-	-	-	-	-	-	B-	-
	16 Protected Area	-	-	-	-	-	-	-	-
	17 Ground water	C-/C+	-	-	-	-	-	C-/C+	-
	18 Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	-	-	-
	19 Hydrological situation (flow regime)	B-	-	-	-	-	-	-	B-
	20 Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-	-
	21 Flora, Fauna and Biodiversity	A-	-	-	A-	A-	-	-	A-
	22 Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-
	23 Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-
24 Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pollution	25 Air pollution	B-	-	-	-	-	B-	-	-
	26 Water pollution	B-	-	-	-	B-	B-	-	-
	27 Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-	-
	28 Waste	B-	-	-	-	B-	B-	-	-
	29 Noise and vibration	B-	-	-	-	B-	B-	-	B-
	30 Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-
	31 Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-	-
	32 Bottom sediment	C-	-	-	-	C-	-	-	-
	33 Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	-	C-
	Group 1: Dams with surface area more than 200 has								
	Rating Criteria								
	A+/-: Significant positive/negative impact is expected.								
	B+/-: Some positive/negative impact is expected.								
	C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)								
	- -: No impact is expected.								
	Source: JICA Study Team								

Table S10.1-11 Matrix for Scoping (Sector Dams- Group 2)

N°	Likely Impact Items	Planning Phase			Construction Phase			Operation Phase	
		Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Clearance of vegetation from inundation zone	Construction of Embankment, appurtenances, etc.	Operation of Equipment for construction and vehicles	Storage of Water into the Dam	Operation of intake and gates for water use
Social Environment	1 Involuntary resettlement	B-	B-	B-	-	-	-	-	-
	2 Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	B+	-	-	B+	B+	B+	-	-
	3 Land use and utilization of local resources	B-	-	-	-	B-	-	-	-
	4 Social institutions such as social infrastructure and local decision-making	C-	C-	-	-	-	-	-	-
	5 Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	B-	-	-	-	B-	B-	-	-
	6 The poor, indigenous and ethnic people	C-	-	C-	-	-	-	-	-
	7 Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-
	8 Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-	-
	9 Local conflict of interests	C-	C-	C-	-	-	-	-	-
	10 Water use right and common land use right	C-	C-	-	-	-	-	-	C-
	11 Water supply and/or Irrigation	A+	-	-	-	-	-	-	A+
	12 Vector of diseases	A-	-	-	A-	-	-	A-	A-
	13 Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	-	B-	B-	B-	-	-
Natural Environment	14 Topography and geographical features	B-	-	-	-	-	-	B-	-
	15 Accumulation of sediment into Dams	B-	-	-	-	-	-	B-	-
	16 Protected Area	-	-	-	-	-	-	-	-
	17 Ground water	C-/C+	-	-	-	-	-	C-/C+	-
	18 Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	-	-	-
	19 Hydrological situation (flow regime)	B-	-	-	-	-	-	-	B-
	20 Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-	-
	21 Flora, Fauna and Biodiversity	B-	-	-	B-	B-	-	-	B-
	22 Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-
	23 Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-
24 Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pollution	25 Air pollution	B-	-	-	-	-	B-	-	-
	26 Water pollution	B-	-	-	-	B-	B-	-	-
	27 Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-	-
	28 Waste	B-	-	-	-	B-	B-	-	-
	29 Noise and vibration	B-	-	-	-	B-	B-	-	-
	30 Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-
	31 Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-	-
	32 Bottom sediment	C-	-	-	-	C-	-	-	-
	33 Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	-	C-
Group 2: Dams with surface area less than 200 has									
<u>Rating Criteria</u>									
A+/-: Significant positive/negative impact is expected.									
B+/-: Some positive/negative impact is expected.									
C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)									
• -: No impact is expected.									
Source: JICA Study Team									

Table S10.1-12 Matrix for Scoping (Sector Dams- Group 3)

N°	Likely Impact Items	Planning Phase			Construction Phase			Operation Phase	
		Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Clearance of vegetation from inundation zone	Construction of Embankment, appurtenances, etc.	Operation of Equipment for construction and vehicles	Storage of Water into the Dam	Operation of intake and gates for water use
Social Environment	1 Involuntary resettlement	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	A+	-	-	A+	A+	A+	-	-
	3 Land use and utilization of local resources	A-	-	-	-	A-	-	-	-
	4 Social institutions such as social infrastructure and local decision-making	C-	C-	-	-	-	-	-	-
	5 Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	A-	-	-	-	A-	A-	-	-
	6 The poor, indigenous and ethnic people	C-	-	-	C-	-	-	-	-
	7 Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-
	8 Cultural heritage	C-	C-	-	-	-	-	-	-
	9 Local conflict of interests	A-	A-	A-	-	-	-	-	-
	10 Water use right and common land use right	C-	C-	-	-	-	-	-	C-
	11 Water supply and/or Irrigation with Potential Power generation	A+	-	-	-	-	-	-	A+
	12 Vector of diseases	A-	-	-	A-	-	-	A-	A-
	13 Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	A-	-	-	A-	A-	A-	-	-
Natural Environment	14 Topography and geographical features	B-	-	-	-	-	-	B-	-
	15 Accumulation of sediment into Dams	B-	-	-	-	-	-	B-	-
	16 Protected Area	A-	A-	A-	A-	A-	A-	-	-
	17 Ground water	C-/C+	-	-	-	-	-	C-/C+	-
	18 Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	-	-	-
	19 Hydrological situation (flow regime)	B-	-	-	-	-	-	-	B-
	20 Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-	-
	21 Flora, Fauna and Biodiversity	A-	-	-	A-	A-	-	-	A-
	22 Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-
	23 Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-
24 Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pollution	25 Air pollution	B-	-	-	-	-	B-	-	-
	26 Water pollution	B-	-	-	-	B-	B-	-	-
	27 Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-	-
	28 Waste	B-	-	-	-	B-	B-	-	-
	29 Noise and vibration	B-	-	-	-	B-	B-	-	B-
	30 Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-
	31 Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-	-
	32 Bottom sediment	C-	-	-	-	C-	-	-	-
	33 Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	-	C-
Group 3: Dams with surface area > 200 ha located in Protected Area									
Rating Criteria									
A+/-: Significant positive/negative impact is expected.									
B+/-: Some positive/negative impact is expected.									
C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)									
- -: No impact is expected.									
Source: JICA Study Team									

Table S10.1-13 Matrix for Scoping (Sector Dams- Group 4)

N°	Likely Impact Items	Planning Phase			Construction Phase			Operation Phase	
		Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Clearance of vegetation from inundation zone	Construction of Embankment, appurtenances, etc.	Operation of Equipment for construction and vehicles	Storage of Water into the Dam	Operation of intake and gates for water use
Social Environment	1 Involuntary resettlement	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	B+	-	-	B+	B+	B+	-	-
	3 Land use and utilization of local resources	B-	-	-	-	B-	-	-	-
	4 Social institutions such as social infrastructure and local decision-making	C-	C-	-	-	-	-	-	-
	5 Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	B-	-	-	-	B-	B-	-	-
	6 The poor, indigenous and ethnic people	C-	-	-	C-	-	-	-	-
	7 Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-
	8 Cultural heritage	C-	C-	-	-	-	-	-	-
	9 Local conflict of interests	A-	A-	A-	-	-	-	-	-
	10 Water use right and common land use right	C-	C-	-	-	-	-	-	C-
	11 Water supply and/or Irrigation with Potential Power generation	A+	-	-	-	-	-	-	A+
	12 Vector of diseases	A-	-	-	A-	-	-	A-	A-
	13 Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	-	B-	B-	B-	-	-
Natural Environment	14 Topography and geographical features	B-	-	-	-	-	-	B-	-
	15 Accumulation of sediment into Dams	B-	-	-	-	-	-	B-	-
	16 Protected Area	A-	A-	A-	A-	A-	A-	-	-
	17 Ground water	C-/C+	-	-	-	-	-	C-/C+	-
	18 Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	-	-	-
	19 Hydrological situation (flow regime)	B-	-	-	-	-	-	-	B-
	20 Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-	-
	21 Flora, Fauna and Biodiversity	A-	-	-	A-	A-	-	-	A-
	22 Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-
	23 Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-
24 Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pollution	25 Air pollution	B-	-	-	-	-	B-	-	-
	26 Water pollution	B-	-	-	-	B-	B-	-	-
	27 Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-	-
	28 Waste	B-	-	-	-	B-	B-	-	-
	29 Noise and vibration	B-	-	-	-	B-	B-	-	B-
	30 Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-
	31 Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-	-
	32 Bottom sediment	C-	-	-	-	C-	-	-	-
	33 Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	-	C-
Group 4: Dams with surface area < 200 ha located in Protected Area									
Rating Criteria									
A+/-: Significant positive/negative impact is expected.									
B+/-: Some positive/negative impact is expected.									
C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)									
- -: No impact is expected.									
Source: JICA Study Team									

(5-2) Sector Municipal Water Supply

The identification of impacts and its significance were made for the following seven (7) Groups as shown in the bellow tables:

Table S10.1-14 Matrix for Scoping (Sector Municipal Water Supply- Group 1)

N°	Likely Impact Items	Planning			Construction Phase				Operation Phase		
		Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Land Reclamation	Construction of intake, pumping station, etc.	Construction of water plant, distribution system, etc.	Operation of Equipment for construction and vehicles	Operation of water intake	Operation of water plant, etc.	Operation of water distribution
Social Environment	1 Involuntary resettlement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	A+	-	-	A+	A+	A+	A+	B+	B+	B+
	3 Land use and utilization of local resources	B-	-	-	B-	-	-	-	-	-	-
	4 Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5 Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	A-	-	-	A-	B-	A-	A-	-	-	-
	6 The poor, indigenous and ethnic people	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7 Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8 Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9 Local conflict of interests	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	10 Water use right and common land use right	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11 Sanitation (water supply)	A+	-	-	-	-	-	-	A+	A+	A+
	12 Vector of diseases	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13 Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	-	B-	B-	B-	B-	-	-	-
Natural Environment	14 Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15 Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16 Protected Area	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+
	17 Ground water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18 Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	B-	-	-	-	-
	19 Hydrological situation (flow regime)	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-	-
	20 Coastal zone	C-	C-	C-	C-	C-	C-	-	-	-	-
	21 Flora, Fauna and Biodiversity	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-	-
	22 Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23 Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24 Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollution	25 Air pollution	B-	-	-	-	-	-	B-	B-	B-	B-
	26 Water pollution	B-	-	-	-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
	27 Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	28 Waste	B-	-	-	-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
	29 Noise and vibration	B-	-	-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
	30 Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31 Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	32 Bottom sediment	B-	-	-	-	-	-	-	-	B-	-
	33 Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-
Group 1: Water Supply with Treatment Plant Capacity more than 4,500 m3/d											
<u>Rating Criteria</u>											
A+/-: Significant positive/negative impact is expected.											
B+/-: Some positive/negative impact is expected.											
C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)											
• -: No impact is expected.											
Source: JICA Study Team											

Table S10.1-15 Matrix for Scoping (Sector Municipal Water Supply - Group 2)

N°	Likely Impact Items	Planning			Construction Phase				Operation Phase		
		Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Land Reclamation	Construction of intake, pumping station, etc.	Construction of water plant, distribution system, etc.	Operation of Equipment for construction and vehicles	Operation of water intake	Operation of water plant, etc.	Operation of water distribution
Social Environment	1 Involuntary resettlement	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	2 Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	B+	-	-	B+	B+	B+	B+	B+	B+	B+
	3 Land use and utilization of local resources	B-	-	-	B-	-	-	-	-	-	-
	4 Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	C-	C-	-	-	-	-	-	-	-	-
	5 Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	B-	-	-	B-	B-	B-	B-	-	-	-
	6 The poor, indigenous and ethnic people	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	7 Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8 Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9 Local conflict of interests	C-	C-	C-	-	-	-	-	-	-	-
	10 Water use right and common land use right	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	11 Sanitation (water supply)	A+	-	-	-	-	-	-	A+	A+	A+
	12 Vector of diseases	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	13 Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	-	B-	B-	B-	B-	-	-	-
Natural Environment	14 Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15 Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16 Protected Area	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+
	17 Ground water	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18 Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	B-	-	-	-	-
	19 Hydrological situation (flow regime)	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-	-
	20 Coastal zone	C-	C-	C-	C-	C-	C-	-	-	-	-
	21 Flora, Fauna and Biodiversity	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-	-
Pollution	22 Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23 Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24 Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25 Air pollution	B-	-	-	-	-	-	B-	B-	B-	B-
	26 Water pollution	B-	-	-	-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
	27 Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	28 Waste	B-	-	-	-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
	29 Noise and vibration	B-	-	-	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
	30 Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31 Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	32 Bottom sediment	B-	-	-	-	-	-	-	-	B-	-
	33 Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	C-	C-	C-	C-

Potential conflict impact are predicted in some projects among water users due to not enough water (for the report), then delete from here

Group 2: Water Supply with Treatment Plant Capacity less than 4,500 m3/d

Rating Criteria

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Some positive/negative impact is expected.

C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)

• -: No impact is expected.

Source: JICA Study Team

Table S10.1-16 Matrix for Scoping (Sector Municipal Water Supply- Group 3)

	N°	Likely Impact Items	Planning Phase		Construction Phase		Operation Phase	
			Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Construction of Borehole	Construction of power house and for setting disinfection facility	Operation of generator and pumps for water abstraction
Social Environment	1	Involuntary resettlement	-	-	-	-	-	-
	2	Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	B+	-	-	B+	B+	B+
	3	Land use and utilization of local resources	-	-	-	-	-	-
	4	Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	C-	C-	-	-	-	-
	5	Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	-	-	-	-	-	-
	6	The poor, indigenous and ethnic people	-	-	-	-	-	-
	7	Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-
	8	Cultural heritage	-	-	-	-	-	-
	9	Local conflict of interests	-	-	-	-	-	-
	10	Water use right and common land use right	-	-	-	-	-	-
	11	Sanitation (water supply)	A+	-	-	-	-	A+
	12	Vector of diseases	-	-	-	-	-	-
	13	Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	-	B-	B-	-
Natural Environment	14	Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-
	15	Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-
	16	Protected Area	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+
	17	Ground water	-	-	-	-	-	-
	18	Soil erosion	-	-	-	-	-	-
	19	Hydrological situation (flow regime)	C-	-	-	-	-	C-
	20	Coastal zone	-	-	-	-	-	-
	21	Flora, Fauna and Biodiversity	-	-	-	-	-	-
	22	Meteorology	-	-	-	-	-	-
	23	Landscape	-	-	-	-	-	-
	24	Global warming	-	-	-	-	-	-
Pollution	25	Air pollution	B-	-	-	B-	B-	B-
	26	Water pollution	B-	-	-	B-	B-	B-
	27	Soil pollution	-	-	-	-	-	-
	28	Waste	B-	-	-	B-	B-	B-
	29	Noise and vibration	B-	-	-	B-	B-	B-
	30	Ground subsidence	-	-	-	-	-	-
	31	Offensive odor	-	-	-	-	-	-
	32	Bottom sediment	-	-	-	-	-	-
	33	Accident	C-	-	-	C-	C-	C-
	Group 3: Water Supply with Field Motorized Boreholes Capacity > 4,500 m3/d							
	<u>Rating Criteria</u>							
	A+/-: Significant positive/negative impact is expected.							
	B+/-: Some positive/negative impact is expected.							
	C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)							
	· - : No impact is expected.							
	Source: JICA Study Team							

Table S10.1-17 Matrix for Scoping (Sector Municipal Water Supply - Group 4)

	N°	Likely Impact Items	Planning Phase			Construction Phase		Operation Phase	
			Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Construction of Borehole	Construction of power house and for setting disinfection facility	Operation of generator and pump for water abstraction	Operation of distribution system (pumping station, disinfection)
Social Environment	1	Involuntary resettlement	-	-	-	-	-	-	-
	2	Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	-	-	-	-	-	-	-
	3	Land use and utilization of local resources	-	-	-	-	-	-	-
	4	Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	-	-	-	-	-	-	-
	5	Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	-	-	-	-	-	-	-
	6	The poor, indigenous and ethnic people	-	-	-	-	-	-	-
	7	Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-
	8	Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-
	9	Local conflict of interests	-	-	-	-	-	-	-
	10	Water use right and common land use right	-	-	-	-	-	-	-
	11	Sanitation (water supply)	A+	-	-	-	-	A+	A+
	12	Vector of diseases	-	-	-	-	-	-	-
	13	Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	-	B-	B-	-	-
Natural Environment	14	Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-
	15	Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-
	16	Protected Area	-	-	-	-	-	-	-
	17	Ground water	-	-	-	-	-	-	-
	18	Soil erosion	-	-	-	-	-	-	-
	19	Hydrological situation (flow regime)	-	-	-	-	-	-	-
	20	Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-
	21	Flora, Fauna and Biodiversity	-	-	-	-	-	-	-
	22	Meteorology	-	-	-	-	-	-	-
	23	Landscape	-	-	-	-	-	-	-
	24	Global warming	-	-	-	-	-	-	-
Pollution	25	Air pollution	B-	-	-	B-	B-	B-	B-
	26	Water pollution	B-	-	-	B-	B-	B-	B-
	27	Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-
	28	Waste	B-	-	-	B-	B-	B-	B-
	29	Noise and vibration	B-	-	-	B-	B-	B-	B-
	30	Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-
	31	Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-
	32	Bottom sediment	-	-	-	-	-	-	-
	33	Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	C-
Group 4: Water Supply with Single Motorized Borehole									
<u>Rating Criteria</u>									
A+/-: Significant positive/negative impact is expected.									
B+/-: Some positive/negative impact is expected.									
C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)									
• -: No impact is expected.									
Source: JICA Study Team									

Table S10.1-18 Matrix for Scoping (Sector Municipal Water Supply - Group 5)

N°	Likely Impact Items	Overall Rating	Planning Phase	Construction Phase	Operation Phase	
			Land Acquisition	Construction of well	Operation of hand pump for water abstraction	
Social Environment	1	Involuntary resettlement	-	-	-	-
	2	Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	-	-	-	-
	3	Land use and utilization of local resources	-	-	-	-
	4	Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	-	-	-	-
	5	Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	-	-	-	-
	6	The poor, indigenous and ethnic people	-	-	-	-
	7	Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-
	8	Cultural heritage	-	-	-	-
	9	Local conflict of interests	-	-	-	-
	10	Water use right and common land use right	-	-	-	-
	11	Sanitation (water supply)	A+	-	-	A+
	12	Vector of diseases	-	-	-	-
	13	Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	B-	-
Natural Environment	14	Topography and geographical features	-	-	-	-
	15	Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-
	16	Protected Area	-	-	-	-
	17	Ground water	-	-	-	-
	18	Soil erosion	-	-	-	-
	19	Hydrological situation (flow regime)	-	-	-	-
	20	Coastal zone	-	-	-	-
	21	Flora, Fauna and Biodiversity	-	-	-	-
	22	Meteorology	-	-	-	-
	23	Landscape	-	-	-	-
	24	Global warming	-	-	-	-
Pollution	25	Air pollution	B-	-	B-	-
	26	Water pollution	B-	-	B-	-
	27	Soil pollution	-	-	-	-
	28	Waste	-	-	-	-
	29	Noise and vibration	B-	-	B-	-
	30	Ground subsidence	-	-	-	-
	31	Offensive odor	-	-	-	-
	32	Bottom sediment	-	-	-	-
	33	Accident	C-	-	C-	C-
	Group 5: Water Supply with Single Borehole with Hand Pump					
	<u>Rating Criteria</u>					
	A+/-: Significant positive/negative impact is expected.					
	B+/-: Some positive/negative impact is expected.					
	C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)					
	• -: No impact is expected.					
	Source: JICA Study Team					

Table S10.1-19 Matrix for Scoping (Sector Municipal Water Supply - Group R1)

	N°	Likely Impact Items	Rehabilitation						
			Overall Rating	Rehabilitation of Well Field boreholes	Reparation of intake structure, replacement of equipment, etc.	Reparation of structures of water plant, storage	Reparation of Water Tank	Reparation of main, secondary and tertiary pipelines	Operation of Equipment for rehabilitation and vehicles
Social Environment	1	Involuntary resettlement	-	-	-	-	-	-	-
	2	Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	A+	A+	A+	A+	A+	A+	A+
	3	Land use and utilization of local resources	-	-	-	-	-	-	-
	4	Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	-	-	-	-	-	-	-
	5	Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	A-	B-	B-	B-	B-	A-	A-
	6	The poor, indigenous and ethnic people	-	-	-	-	-	-	-
	7	Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-
	8	Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-
	9	Local conflict of interests	-	-	-	-	-	-	-
	10	Water use right and common land use right	-	-	-	-	-	-	-
	11	Sanitation (water supply)	-	-	-	-	-	-	-
	12	Vector of diseases	-	-	-	-	-	-	-
	13	Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
Natural Environment	14	Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-
	15	Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-
	16	Protected Area	-	-	-	-	-	-	-
	17	Ground water	-	-	-	-	-	-	-
	18	Soil erosion	-	-	-	-	-	-	-
	19	Hydrological situation (flow regime)	-	-	-	-	-	-	-
	20	Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-
	21	Flora, Fauna and Biodiversity	-	-	-	-	-	-	-
	22	Meteorology	-	-	-	-	-	-	-
	23	Landscape	-	-	-	-	-	-	-
	24	Global warming	-	-	-	-	-	-	-
Pollution	25	Air pollution	B-	-	-	-	-	-	B-
	26	Water pollution	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
	27	Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-
	28	Waste	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
	29	Noise and vibration	B-	B-	B-	B-	B-	B-	B-
	30	Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-
	31	Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-
	32	Bottom sediment	-	-	-	-	-	-	-
	33	Accident	C-	C-	C-	C-	C	C-	C-
Group R1: Rehabilitation of Water Supply System with big scale activities including important civil works									
<u>Rating Criteria</u>									
A+/-: Significant positive/negative impact is expected.									
B+/-: Some positive/negative impact is expected.									
C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)									
· -: No impact is expected.									
Source: JICA Study Team									

Table S10.1-20 Matrix for Scoping (Sector Municipal Water Supply - Group R2)

	N°	Likely Impact Items	Rehabilitation				
			Overall Rating	Rehabilitation of Boreholes	Reparation of Water Tank	Reparation of main, secondary and tertiary pipelines	Operation of Equipment for rehabilitation and vehicles
Social Environment	1	Involuntary resettlement	-	-	-	-	-
	2	Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	B+	B+	B+	B+	B+
	3	Land use and utilization of local resources	-	-	-	-	-
	4	Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	-	-	-	-	-
	5	Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	B-	-	-	B-	B-
	6	The poor, indigenous and ethnic people	-	-	-	-	-
	7	Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-
	8	Cultural heritage	-	-	-	-	-
	9	Local conflict of interests	-	-	-	-	-
	10	Water use right and common land use right	-	-	-	-	-
	11	Sanitation (water supply)	-	-	-	-	-
	12	Vector of diseases	-	-	-	-	-
	13	Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	B-	B-	B-	B-
Natural Environment	14	Topography and geographical features	-	-	-	-	-
	15	Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-
	16	Protected Area	-	-	-	-	-
	17	Ground water	-	-	-	-	-
	18	Soil erosion	-	-	-	-	-
	19	Hydrological situation (flow regime)	-	-	-	-	-
	20	Coastal zone	-	-	-	-	-
	21	Flora, Fauna and Biodiversity	-	-	-	-	-
	22	Meteorology	-	-	-	-	-
	23	Landscape	-	-	-	-	-
	24	Global warming	-	-	-	-	-
Pollution	25	Air pollution	B-	-	-	-	B-
	26	Water pollution	B-	B-	B-	B-	B-
	27	Soil pollution	-	-	-	-	-
	28	Waste	B-	B-	B-	B-	B-
	29	Noise and vibration	B-	B-	B-	B-	B-
	30	Ground subsidence	-	-	-	-	-
	31	Offensive odor	-	-	-	-	-
	32	Bottom sediment	-	-	-	-	-
	33	Accident	C-	C-	C	C-	C-
Group R2: Rehabilitation of Water Supply System with small scale activities including minor civil works							
<u>Rating Criteria</u>							
A+/-: Significant positive/negative impact is expected.							
B+/-: Some positive/negative impact is expected.							
C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project)							
• -: No impact is expected.							
Source: JICA Study Team							

(5-3) Sector Irrigation/Drainage

The identification of impacts and its significance were made for the following four (4) Groups as shown in the bellow tables.

Table S10.1-21 Matrix for Scoping (Sector Irrigation/Drainage - Group 1)

N ^o	Likely Impact Items	Overall Rating	Planning		Construction Phase			Operation Phase		
			Land Acquisition	Change of land use plan	Deforestation	Land preparation and irrigation facilities	Operation of Equipment for construction and vehicles	Operation of intake for irrigation including pumping	Application of fertilizers, pesticides	Distribution of water in channels
Social Environment	1 Involuntary resettlement	A-	A-	A-	-	-	-	-	-	-
	2 Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	A+	-	-	A+	A+	A+	B+	B+	-
	3 Land use and utilization of local resources	A-	-	-	-	A-	-	-	-	-
	4 Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	C-	C-	-	-	-	-	-	-	-
	5 Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	A-	-	-	-	A-	A-	-	-	-
	6 The poor, indigenous and ethnic people	C-	-	-	C-	-	-	-	-	-
	7 Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8 Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9 Local conflict of interests	C-	C-	C-	-	-	-	-	C-	-
	10 Water use right and common land use right	B-	C-	-	-	-	-	B-	-	-
	11 Sanitation	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12 Vector of diseases	A-	-	-	A-	-	-	-	-	A-
	13 Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	-	B-	B-	B-	-	-	-
Natural Environment	14 Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15 Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16 Protected Area	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17 Ground water	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18 Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	-	-	-	-
	19 Hydrological situation (flow regime)	B-	-	-	-	-	-	B-	-	-
	20 Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21 Flora, Fauna and Biodiversity	A-	-	-	A-	-	-	A-	A-	-
	22 Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23 Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24 Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollution	25 Air pollution	B-	-	-	-	-	B-	B-	-	-
	26 Water pollution	A-	-	-	-	B-	B-	B-	A-	-
	27 Soil pollution	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-
	28 Waste	B-	-	-	-	B-	B-	B-	B-	-
	29 Noise and vibration	B-	-	-	B-	B-	B-	B-	-	-
	30 Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31 Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	32 Bottom sediment	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-
	33 Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	C-	C-	-
	Potential conflict impact is predicted among water users due to not enough water (Project Codes IP35, IP38)									
	Group 1: Irrigation schemes with area more than 5,000 has									
	<u>Rating Criteria</u>									
	A+/-: Significant positive/negative impact is expected.									
	B+/-: Some positive/negative impact is expected.									
	C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)									
	• -: No negative impact is expected.									
	Source: JICA Study Team									

Table S10.1-22 Matrix for Scoping (Sector Irrigation/Drainage - Group 2)

N ^o	Likely Impact Items	Planning			Construction Phase			Operation Phase		
		Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Deforestation	Land preparation and irrigation facilities	Operation of Equipment for construction and vehicles	Operation of intake for irrigation including pumping	Application of fertilizers, pesticides	Distribution of water in channels
Social Environment	1 Involuntary resettlement	B-	B-	B-	-	-	-	-	-	-
	2 Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	A+	-	-	A+	A+	A+	B+	B+	-
	3 Land use and utilization of local resources	B-	-	-	-	B-	-	-	-	-
	4 Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	C-	C-	-	-	-	-	-	-	-
	5 Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	B-	-	-	-	-	B-	-	-	-
	6 The poor, indigenous and ethnic people	C-	-	-	C-	-	-	-	-	-
	7 Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8 Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9 Local conflict of interests	C-	C-	C-	-	-	-	-	C-	-
	10 Water use right and common land use right	B-	B-	-	-	-	-	B-	-	-
	11 Sanitation	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12 Vector of diseases	B-	-	-	B-	-	-	-	-	B-
	13 Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	-	B-	B-	B-	-	-	-
Natural Environment	14 Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15 Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16 Protected Area	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17 Ground water	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18 Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	-	-	-	-
	19 Hydrological situation (flow regime)	B-	-	-	-	-	-	B-	-	-
	20 Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21 Flora, Fauna and Biodiversity	B-	-	-	B-	-	B-	B-	B-	-
	22 Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23 Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	24 Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollution	25 Air pollution	B-	-	-	-	-	B-	B-	-	-
	26 Water pollution	B-	-	-	-	B-	B-	B-	B-	-
	27 Soil pollution	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-
	28 Waste	B-	-	-	-	B-	B-	B-	B-	-
	29 Noise and vibration	B-	-	-	B-	B-	B-	B-	-	-
	30 Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31 Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	32 Bottom sediment	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-
	33 Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	C-	C-	-
	Potential conflict impact is predicted among water users due to not enough water (Project's Codes: IG2, IG4)									
	Group 2: Irrigation schemes with area less than 5,000 has									
	<u>Rating Criteria</u>									
	A+/-: Significant positive/negative impact is expected.									
	B+/-: Some positive/negative impact is expected.									
	C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)									
	• -: No impact is expected.									
	Source: JICA Study Team									

Table S10.1-23 Matrix for Scoping (Sector Irrigation/Drainage - Group 3)

N°	Likely Impact Items	Planning			Construction Phase			Operation Phase		
		Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Deforestation	Land preparation and irrigation facilities	Operation of Equipment for construction and vehicles	Operation of intake for irrigation including pumping	Application of fertilizers, pesticides	Distribution of water in channels
Social Environment	1 Involuntary resettlement	C-	C-	C-	-	-	-	-	-	-
	2 Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	A+	-	-	A+	A+	A+	B+	B+	-
	3 Land use and utilization of local resources	A-	-	-	-	A-	-	-	-	-
	4 Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	C-	C-	-	-	-	-	-	-	-
	5 Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	A-	-	-	-	-	A-	-	-	-
	6 The poor, indigenous and ethnic people	C-	-	-	C-	-	-	-	-	-
	7 Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8 Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9 Local conflict of interests	C-	C-	C-	-	-	-	-	C-	-
	10 Water use right and common land use right	C-	C-	-	-	-	-	-	-	-
	11 Sanitation	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12 Vector of diseases	A-	-	-	A-	-	-	-	-	A-
	13 Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	A-	-	-	A-	A-	A-	-	-	-
Natural Environment	14 Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15 Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16 Protected Area	A-	A-	A-	A-	A-	-	-	-	-
	17 Ground water	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18 Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	-	-	-	-
	19 Hydrological situation (flow regime)	B-	-	-	-	-	-	B-	-	-
	20 Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21 Flora, Fauna and Biodiversity	A-	-	-	A-	-	-	A-	A-	-
	22 Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23 Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-	-
24 Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
Pollution	25 Air pollution	B-	-	-	-	-	B-	B-	-	-
	26 Water pollution	A-	-	-	-	B-	B-	B-	A-	-
	27 Soil pollution	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-
	28 Waste	B-	-	-	-	B-	B-	B-	B-	-
	29 Noise and vibration	B-	-	-	B-	B-	B-	B-	-	-
	30 Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31 Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	32 Bottom sediment	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-
	33 Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	C-	C-	-
	Potential conflict impact is predicted among water users due to not enough water (Project Code: IP37)									
	Group 3: Irrigation schemes with area more than 5,000 has located in Protected Area									
	<u>Rating Criteria</u>									
	A+/-: Significant positive/negative impact is expected.									
	B+/-: Some positive/negative impact is expected.									
	C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)									
	• -: No impact is expected.									
	Source: JICA Study Team									

Table S10.1-24 Matrix for Scoping (Sector Irrigation/Drainage - Group 4)

N ^o	Likely Impact Items	Planning			Construction Phase			Operation Phase		
		Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Deforestation	Land preparation and irrigation facilities	Operation of Equipment for construction and vehicles	Operation of intake for irrigation including pumping	Application of fertilizers, pesticides	Distribution of water in channels
Social Environment	1 Involuntary resettlement	C-	C-	C-	-	-	-	-	-	-
	2 Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	B+	-	-	B+	B+	B+	B+	B+	-
	3 Land use and utilization of local resources	B-	-	-	-	B-	-	-	-	-
	4 Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	C-	C-	-	-	-	-	-	-	-
	5 Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	B-	-	-	-	-	B-	-	-	-
	6 The poor, indigenous and ethnic people	C-	-	-	C-	-	-	-	-	-
	7 Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	8 Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	9 Local conflict of interests	C-	C-	C-	-	-	-	-	C-	-
	10 Water use right and common land use right	C-	C-	-	-	-	-	-	-	-
	11 Sanitation	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	12 Vector of diseases	B-	-	-	B-	-	-	-	-	B-
	13 Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	-	B-	B-	B-	-	-	-
Natural Environment	14 Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	15 Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	16 Protected Area	A-	A-	A-	A-	A-	-	-	-	-
	17 Ground water	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	18 Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	-	-	-	-
	19 Hydrological situation (flow regime)	B-	-	-	-	-	-	B-	-	-
	20 Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	21 Flora, Fauna and Biodiversity	A-	-	-	A-	-	-	A-	A-	-
	22 Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	23 Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollution	24 Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	25 Air pollution	B-	-	-	-	-	B-	B-	-	-
	26 Water pollution	A-	-	-	-	B-	B-	B-	A-	-
	27 Soil pollution	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-
	28 Waste	B-	-	-	-	B-	B-	B-	B-	-
	29 Noise and vibration	B-	-	-	B-	B-	B-	B-	-	-
	30 Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	31 Offensive odor	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	32 Bottom sediment	B-	-	-	-	-	-	-	B-	-
	33 Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	C-	C-	-
	Potential conflict impact is predicted among water users due to not enough water (Project Code: IG1)									
	Group 4: Irrigation schemes with area less than 5,000 has located in Protected Area									
	<u>Rating Criteria</u>									
	A+/-: Significant positive/negative impact is expected.									
	B+/-: Some positive/negative impact is expected.									
	C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)									
	• -: No impact is expected.									
	Source: JICA Study Team									

(5-4) Sector Sanitation

The identification of impacts and its significance were made for the following two (3) Groups as shown in the bellow tables.

Table S10.1-25 Matrix for Scoping (Sector Sanitation- Group 1)

N°	Likely Impact Items	Planning			Construction Phase			Operation	
		Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Land Reclamation	Construction of treatment plant and sewers, etc.	Operation of Equipment for construction and vehicles	Operation of treatment plant	Operation of sewage pumping station
Social Environment	1	Involuntary resettlement	-	-	-	-	-	-	-
	2	Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	B+	-	-	B+	B+	B+	-
	3	Land use and utilization of local resources	B-	-	-	B-	-	-	-
	4	Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	-	-	-	-	-	-	-
	5	Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	B-	-	-	B-	B-	B-	-
	6	The poor, indigenous and ethnic people	-	-	-	-	-	-	-
	7	Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-
	8	Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-
	9	Local conflict of interests	A-	A-	A-	-	-	-	-
	10	Water use right and common land use right	-	-	-	-	-	-	-
	11	Sanitation (Sanitary Disposal of Sewage)	A+	-	-	-	-	-	A+
	12	Vector of diseases	B-	-	-	-	-	-	B-
	13	Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	-	B-	B-	B-	-
Natural Environment	14	Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-
	15	Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-
	16	Protected Area	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+
	17	Ground water	-	-	-	-	-	-	-
	18	Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	-	-
	19	Hydrological situation (flow regime)	-	-	-	-	-	-	-
	20	Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-
	21	Flora, Fauna and Biodiversity	B-	-	-	-	-	-	B-
	22	Meteorology	-	-	-	-	-	-	-
	23	Landscape	-	-	-	-	-	-	-
Pollution	24	Global warming	-	-	-	-	-	-	-
	25	Air pollution	B-	-	-	-	-	B-	B-
	26	Water pollution	B-	-	-	-	B-	B-	B-
	27	Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-
	28	Waste	B-	-	-	-	B-	B-	B-
	29	Noise and vibration	B-	-	-	B-	B-	B-	B-
	30	Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-
	31	Offensive odor	A-	-	-	-	-	-	A-
	32	Bottom sediment	B-	-	-	-	-	-	B-
	33	Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	C-
Group 1: Construction of Sewerage									
<u>Rating Criteria</u>									
A+/-: Significant positive/negative impact is expected.									
B+/-: Some positive/negative impact is expected.									
C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)									
- -: No impact is expected.									
Source: JICA Study Team									

Table S10.1-26 Matrix for Scoping (Sector Sanitation- Group 2)

	N°	Likely Impact Items	Planning			Construction Phase			Operation	
			Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Land Reclamation	Construction of septage treatment plant	Operation of Equipment for construction and vehicles	Operation of septage treatment plant	Operation of vacuum trucks
Social Environment	1	Involuntary resettlement	-	-	-	-	-	-	-	-
	2	Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	B+	-	-	B+	B+	B+	-	-
	3	Land use and utilization of local resources	B-	-	-	B-	-	-	-	-
	4	Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	-	-	-	-	-	-	-	-
	5	Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	B-	-	-	B-	B-	B-	-	B-
	6	The poor, indigenous and ethnic people	-	-	-	-	-	-	-	-
	7	Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-	-
	8	Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-	-
	9	Local conflict of interests	A-	A-	A-	-	-	-	-	-
	10	Water use right and common land use right	-	-	-	-	-	-	-	-
	11	Sanitation (Sanitary Disposal of Sewage)	A+	-	-	-	-	-	A+	A+
	12	Vector of diseases	B-	-	-	-	-	-	B-	-
	13	Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	B-	-	-	B-	B-	B-	-	-
Natural Environment	14	Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-	-
	15	Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-	-
	16	Protected Area	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+	C-/C+
	17	Ground water	-	-	-	-	-	-	-	-
	18	Soil erosion	B-	-	-	B-	B-	-	-	-
	19	Hydrological situation (flow regime)	-	-	-	-	-	-	-	-
	20	Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-	-
	21	Flora, Fauna and Biodiversity	B-	-	-	-	-	-	B-	-
	22	Meteorology	-	-	-	-	-	-	-	-
Pollution	23	Landscape	-	-	-	-	-	-	-	-
	24	Global warming	-	-	-	-	-	-	-	-
	25	Air pollution	B-	-	-	-	-	B-	B-	B-
	26	Water pollution	B-	-	-	-	B-	B-	B-	-
	27	Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-	-
	28	Waste	B-	-	-	-	B-	B-	B-	B-
	29	Noise and vibration	B-	-	-	B-	B-	B-	B-	B-
	30	Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-	-
	31	Offensive odor	A-	-	-	-	-	-	A-	A-
	32	Bottom sediment	B-	-	-	-	-	-	B-	-
	33	Accident	C-	-	-	C-	C-	C-	C-	C-
Group 2: Construction of Septage Treatment System										
<u>Rating Criteria</u>										
A+/-: Significant positive/negative impact is expected.										
B+/-: Some positive/negative impact is expected.										
C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)										
· - : No impact is expected.										
Source: JICA Study Team										

Table S10.1-27 Matrix for Scoping (Sector Sanitation- Group 3)

	N°	Likely Impact Items	Planning Phase			Construction Phase		Operation Phase	
			Overall Rating	Land Acquisition	Change of land use plan	Land Reclamation	Construction of Toilets	Operation of Toilets	Removal of Sludge from Toilets
Social Environment	1	Involuntary resettlement	-	-	-	-	-	-	-
	2	Local Economy such as Employment & Livelihood, etc.	-	-	-	-	-	-	-
	3	Land use and utilization of local resources	-	-	-	-	-	-	-
	4	Social institutions such as social infrastructure and local decision-making institutions	-	-	-	-	-	-	-
	5	Existing social infrastructure & Services such as Traffic/Public Facilities	-	-	-	-	-	-	-
	6	The poor, indigenous and ethnic people	-	-	-	-	-	-	-
	7	Inequality between beneficiaries and project-affected peoples	-	-	-	-	-	-	-
	8	Cultural heritage	-	-	-	-	-	-	-
	9	Local conflict of interests	-	-	-	-	-	-	-
	10	Water use right and common land use right	-	-	-	-	-	-	-
	11	Sanitation (Sanitary Disposal of Sewage)	A+	-	-	-	-	A+	-
	12	Vector of diseases	B-	-	-	-	-	B-	B-
	13	Disaster (natural risk) and infectious diseases such as HIV/AIDS	-	-	-	-	-	-	-
Natural Environment	14	Topography and geographical features	-	-	-	-	-	-	-
	15	Accumulation of sediment into Dams	-	-	-	-	-	-	-
	16	Protected Area	-	-	-	-	-	-	-
	17	Ground water	-	-	-	-	-	-	-
	18	Soil erosion	-	-	-	-	-	-	-
	19	Hydrological situation (flow regime)	-	-	-	-	-	-	-
	20	Coastal zone	-	-	-	-	-	-	-
	21	Flora, Fauna and Biodiversity	-	-	-	-	-	-	-
	22	Meteorology	-	-	-	-	-	-	-
	23	Landscape	-	-	-	-	-	-	-
	24	Global warming	-	-	-	-	-	-	-
Pollution	25	Air pollution	-	-	-	-	-	-	-
	26	Water pollution	B-	-	-	-	B-	B-	B-
	27	Soil pollution	-	-	-	-	-	-	-
	28	Waste	B-	-	-	-	B-	B-	B-
	29	Noise and vibration	B-	-	-	-	B-	B-	B-
	30	Ground subsidence	-	-	-	-	-	-	-
	31	Offensive odor	A-	-	-	-	-	A-	A-
	32	Bottom sediment	-	-	-	-	-	-	-
	33	Accident	C-	-	-	-	C-	-	C-
	Group 3: Construction of Public Toilets								
	<u>Rating Criteria</u>								
	A+/-: Significant positive/negative impact is expected.								
	B+/-: Some positive/negative impact is expected.								
	C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project for								
	• -: No impact is expected.								
	Source: JICA Study Team								

(6) Description of Mitigation Measures against Adverse Impacts

Based on the scoping activities as shown above, the following mitigation measures are recommended for adverse impacts in each Sector.

(6-1) Sector Dams

The bellow table summarizes the mitigation measures for adverse impacts expected in the sector of dams.

Table S10.1-28 Predictable Negative Impacts and Mitigation Measures (Sector Dam)

Predictable Impacts	Impact Stage	Mitigation Measure
Involuntary settlement	PL	<ul style="list-style-type: none"> Conduct public consultation with Project affected person (PAPs) and local residents to explain the benefits of the project. For PAPs prepare detail analysis for compensation
Utilization of local resources	C	<ul style="list-style-type: none"> Prepare utilization and post utilization plan for those areas from where materials will be extracted for construction of the dam
Traffic	C	<ul style="list-style-type: none"> Control on the number of vehicles/equipment to avoid traffic congestion
Vector of diseases	O	<ul style="list-style-type: none"> Implement medical check-up program
Infectious diseases such as HIV/AIDS	C	<ul style="list-style-type: none"> Implement medical check-up program
Sediments	O	<ul style="list-style-type: none"> The entrance of sediments into the dams will reduce its storage capacity as it already happen in many dams of Nigeria. The well management of the water basin including forest management is recommended to minimize this impact.
Soil erosion	C	<ul style="list-style-type: none"> Provision of drains with sediment traps
Protected Area, Flora & Fauna	PL, C	<ul style="list-style-type: none"> 19 Dams in total are expected to be located mainly in forest reserves. However, the list of forest reserves is old and some of them may not be in place presently. Therefore it is recommended to check these candidates' sites in the EIA stage to confirm the forest reserves. Anyway, many conflicts may arise if the project is to be located into a protected area. Some mitigation shall include the plantation of forest to be home of the biodiversity and to compensate deforestation due to the construction of the dams.
	O	<ul style="list-style-type: none"> Minimum environmental flow shall be maintained downstream to support aquatic life.
Flow regime	O	<ul style="list-style-type: none"> Minimum environmental flow shall be maintained downstream. Operation of Dam Manual must be prepared including this subject.
Air pollution (Dust, exhaust fumes from vehicles and equipment)	C, O	<ul style="list-style-type: none"> Control on the number or speed of vehicles/ equipment Watering of access road and operational places. Soil materials should be covered with sheet Proper maintenance of vehicle and equipment
Water Pollution	C	<ul style="list-style-type: none"> Provision of drains with sediment traps Proper management of the construction Proper management of waste oil from vehicle maintenance
	O	<ul style="list-style-type: none"> Removal of vegetal before filling the dam
Waste	C	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of construction waste
Noise	C, O	<ul style="list-style-type: none"> Trucks shall use exhaust mufflers to maintain the current noise levels Control of number or speed of vehicles/ equipment Adequate maintenance of equipment Work schedule should be informed to the public and operation of heavy equipment should be limited to the day time only

Legend: PL: Planning Phase; C: Construction Phase, O: Operation Phase

(6-2) Sector Municipal Water Supply

The activities to be implemented in the projects of this sector depend on the type of water sources they use (surface or groundwater). Thus, mitigation measures are proposed for (a) projects using surface water as water source (Construction of Water Treatment Plant); and (b) projects using groundwater as water source (Construction of Boreholes). The bellow tables show the impacts and the mitigation measures for the two cases.

Table S10.1-29 Predictable Negative Impacts and Mitigation Measures for Projects using Surface Water as Water Source

Predictable Impacts	Impact Stage	Mitigation Measure
Utilization of local resources	C	<ul style="list-style-type: none"> Prepare utilization and post utilization plan for those areas from where materials will be extracted for land reclamation of the facility site (water treatment Plant and intake)
Traffic	C	<ul style="list-style-type: none"> Control on the number of vehicles/equipment to avoid traffic congestion
Infectious diseases such as HIV/AIDS	C	<ul style="list-style-type: none"> Implement medical check-up program
Soil erosion	C	<ul style="list-style-type: none"> Provision of drains with sediment traps
Flow regime	O	<ul style="list-style-type: none"> Minimum environmental flow shall be maintained down stream
Flora&Fauna	O	<ul style="list-style-type: none"> Minimum environmental flow shall be maintained down stream to support aquatic life.
Air pollution (Dust, exhaust fumes from vehicles and equipment)	C, O	<ul style="list-style-type: none"> Control on the number or speed of vehicles/ equipment Watering of access road and operational places. Soil materials should be covered with sheet Proper maintenance of vehicle and equipment
Water Pollution	C	<ul style="list-style-type: none"> Provision of drains with sediment traps Proper management of waste oil from vehicle maintenance Proper management of the construction
	O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of chemicals and waste oil from equipment maintenance Provision of treatment facility for wastewater and sludge originated from the water treatment plant
Waste	C,O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of construction waste Proper management of chemical waste
Noise	C, O	<ul style="list-style-type: none"> Trucks shall use exhaust mufflers to maintain the current noise levels Control of number or speed of vehicles/ equipment Adequate maintenance of equipment Work schedule should be informed to the public and operation of heavy equipment should be limited to the day time only
Bottom sediment	O	<ul style="list-style-type: none"> Provision of treatment facility for wastewater and sludge originated from the water treatment plant

Legend: C: Construction Phase, O: Operation Phase

Table S10.1-30 Predictable Negative Impacts and Mitigation Measures for Projects using Groundwater as Water Source

Predictable Impacts	Impact Stage	Mitigation Measure
Infectious diseases such as HIV/AIDS	C	<ul style="list-style-type: none"> Implement medical check-up program
Air pollution (Dust, exhaust fumes from truck of drill rig and power generator)	C, O	<ul style="list-style-type: none"> Proper maintenance of vehicle and equipment
Water Pollution	C	<ul style="list-style-type: none"> Provision of drains with sediment traps Proper management of the borehole construction
Waste	C	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of construction waste
Noise	C, O	<ul style="list-style-type: none"> Truck of drill rig shall use exhaust mufflers to maintain the current noise levels Adequate maintenance of equipment Operation of equipment should be limited to the day time only

Legend: C: Construction Phase, O: Operation Phase

(6-3) Sector Irrigation and Drainage

The bellow table shows the impacts that can be expected in the sector of dams and summarize the mitigation measures.

Table S10.1-31 Predictable Negative Impacts and Mitigation Measures (Irrigation Sector)

Predictable Impacts	Impact Stage	Mitigation Measure
Utilization of local resources	C	<ul style="list-style-type: none"> Prepare utilization and post utilization plan for those areas from where materials will be extracted for land reclamation of the irrigation site
Traffic	C	<ul style="list-style-type: none"> Control on the number of vehicles/equipment to avoid traffic congestion
Conflicts among water users	O	<ul style="list-style-type: none"> Five (5) Irrigation Projects will face conflicts among other water users (water supply) due to enough water at the project's sites. The changes of cropping pattern or the reduction of irrigation area are alternative options to solve this conflict. It is recommended to conduct public consultation with project affected person to arrive to a beneficial agreement for the both side (irrigation users and water supply users).
Vector of diseases	O	<ul style="list-style-type: none"> Implement medical check-up program
Infectious diseases such as HIV/AIDS	C	<ul style="list-style-type: none"> Implement medical check-up program
Soil erosion	C	<ul style="list-style-type: none"> Introduction of right agriculture practices Provision of drains with sediment traps
Flow regime	O	<ul style="list-style-type: none"> Minimum environmental flow shall be maintained down stream. Operation of Intake for Irrigation Manual must be prepared including this subject.
Protected Area, Flora&Fauna	C	<ul style="list-style-type: none"> Twenty five (25) Irrigation projects are expected to be implemented in protected area (mainly forest reserves). However, the list of forest reserves is old and some of them may not be in place presently. Therefore it is recommended to check these candidates' sites in the EIA stage to confirm the forest reserves. Anyway, many conflicts may arise if the project is to be located into a protected area. Some mitigation shall include the plantation of forest to be home of the biodiversity and to compensate deforestation due to the construction of irrigation projects
	O	<ul style="list-style-type: none"> Minimum environmental flow shall be maintained downstream to support aquatic life. Implement training and education of farmers on the kind of chemicals they can use rationally Check that only authorized chemicals are used at the site
Air pollution (Dust, exhaust fumes from vehicles and equipment)	C, O	<ul style="list-style-type: none"> Control on the number or speed of vehicles/ equipment Watering of access road and operational places. Soil materials should be covered with sheet Proper maintenance of vehicle and equipment
Water Pollution	C	<ul style="list-style-type: none"> Provision of drains with sediment traps Proper management of waste oil from vehicle maintenance Proper management of the construction
	O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of chemicals and waste oil from equipment maintenance Implement training and education of farmers on the kind of chemicals they can use rationally Check that only authorized chemicals are used at the site Implement water quality monitoring for existing drinking wells. If affected, construct boreholes for affected people
		<ul style="list-style-type: none"> Proper management of waste oil from equipment maintenance
Soil pollution	C, O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of chemicals
Waste	C,O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of construction waste Proper management of chemical waste
Noise	C, O	<ul style="list-style-type: none"> Trucks shall use exhaust mufflers to maintain the current noise levels Control of number or speed of vehicles/ equipment Adequate maintenance of equipment Work schedule should be informed to the public and operation of heavy equipment should be limited to the day time only
Bottom sediment	O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of chemicals and waste oil from equipment maintenance

Legend: C: Construction Phase, O: Operation Phase

(6-4) Sector Sanitation

Mitigation measures are proposed for (a) the construction of sewerage and septage treatment system and (b) the construction of public toilets. The bellow tables show the impacts and the mitigation measures for the two cases.

Table S10.1-33 Predictable Negative Impacts and Mitigation Measures for Construction of Septage Treatment System

Predictable Impacts	Impact Stage	Mitigation Measure
Utilization of local resources	C	<ul style="list-style-type: none"> Prepare utilization and post utilization plan for those areas from where materials will be extracted for land reclamation of the facility site (sewage treatment Plant)
Traffic	C	<ul style="list-style-type: none"> Control on the number of vehicles/equipment to avoid traffic congestion
Social Conflicts	PL	<ul style="list-style-type: none"> Conflicts to get approval from citizens for the location of the facility may arise. It is recommended to conduct public consultation with project affected person to arrive to a beneficial agreement. The Agency should make a compromise to manage properly the facility to obtain the consensus of the population on the Project implementation.
Vector of diseases	O	<ul style="list-style-type: none"> Implement medical check-up program
Infectious diseases such as HIV/AIDS	C	<ul style="list-style-type: none"> Implement medical check-up program
Soil erosion	C	<ul style="list-style-type: none"> Provision of drains with sediment traps
Flora&Fauna	O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of facility to avoid pollution of the aquatic environment
Air pollution (Dust, exhaust fumes from vehicles and equipment)	C, O	<ul style="list-style-type: none"> Control on the number or speed of vehicles/ equipment Watering of access road and operational places. Soil materials should be covered with sheet Proper maintenance of vehicle and equipment
Water Pollution	C	<ul style="list-style-type: none"> Provision of drains with sediment traps Proper management of waste oil from vehicle maintenance Proper management of the construction
	O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of the facility to avoid water pollution Proper management of waste oil from equipment maintenance
Waste	C,O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of construction waste
Noise	C, O	<ul style="list-style-type: none"> Trucks shall use exhaust mufflers to maintain the current noise levels Control of number or speed of vehicles/ equipment Adequate maintenance of equipment Work schedule should be informed to the public and operation of heavy equipment should be limited to the day time only
Offensive Odor	O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of the facility
Bottom sediment	O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of the facility

Legend: PL: Planning Phase, C: Construction Phase, O: Operation Phase

Table S10.1-34 Predictable Negative Impacts and Mitigation Measures for Construction of Public Toilets

Predictable Impacts	Impact Stage	Mitigation Measure
Vector of diseases	O	<ul style="list-style-type: none"> Maintain the facility in good hygiene condition with adequate maintenance
Water Pollution	O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of the facility to avoid water pollution
Waste	C,O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of construction waste Proper management of toilet paper waste
Offensive Odor	O	<ul style="list-style-type: none"> Proper management of the facility

Legend: PL: Planning Phase, C: Construction Phase, O: Operation Phase

(7) Conclusions and Recommendations

In general, the projects proposed in the CMP for HA-1 will benefit three main sectors namely water supply, irrigation and sanitation. As for water supply high positive impacts are expected through the project implementation on the current health level of the beneficiary population by consuming potable water which in turn will allow the exercise of better hygiene practices in the households. As for irrigation, the socio-economic status of the population will be highly upgraded through the increase of agricultural production and employment opportunities. In addition food security for the population will be improved.

As for sanitation, a high positive impact is expected on the public health of the population through the safe disposal of sewage and excreta.

Some adverse impacts on the environment are also expected from the project implementation which shall be diminished through the proposed mitigation measures. In this sense, especial attention must be given to the dam sector since it involve huge physical intervention and may need the resettlement of people living around the candidate site.

ANNEX S10.1-1

TERMS OF REFERENCE FOR INITIAL ENVIRONMENTAL EXAMINATION

TECHNICAL SPECIFICATIONS

1. General

The Initial Environmental Examination (IEE) is the first field recognition of the environment where a project is planned to be executed.

2. Targeted Projects for IEE

The CMP in this JICA Survey involves the study for the execution of projects in HA-1 on water resources development and sanitation such as (1) Construction of Dams; (2) Construction of Water Supply System; (3) Construction of Irrigation System; and (4) Construction of Sanitation System. In this sense, the IEE in this stage will be realized on all on-going and proposed projects that relates to water resources development and sanitation.

3. Items to be study into the IEE

The following points shall be checked utilizing existing information in Nigeria

3.1 Legal and Institutional Aspects on Environment and Social Considerations

3.2 Natural Environmental Condition of the Study Area

The Study Area is composed of Sokoto, Kebbi, Katsina and Zamfara States that falls under the jurisdiction of HA-1. The state of the environment in the Study Area shall be checked from the point of view of the followings components.

(1) Water

The actual condition of surface and groundwater shall be checked.

(2) Fauna and Flora

Existing species of flora and fauna shall be checked.

(3) Protected Areas

The protected areas shall be identified including national parks, games reserves, forest reserves and wetlands.

3.3 Social Environment

The social environmental condition shall be checked from the point of view of the followings components.

(1) Socio-economy

The socioeconomic condition of the population shall be checked.

(2) Health condition

The number of people affected by waterborne or other communicable disease shall be checked

3.4 List of Projects and Brief Description

Projects will be listed by location with a brief description of the major activities

3.5 Categorization of Projects (Screening)

Projects will be categorized through the following steps:

- Classification and grouping into same type of projects by Sector i.e. Sector Dams; Sector Irrigation and so on.
- Screening by list of projects for which EIA is mandatory (Category I)
- Screening by list of projects for which a partial EIA will be required (Category II)
- Screening by list of projects for which EIA is not required (Category III), specifically those which only involve preparation of studies, environmental awareness programs, institutional development, etc.
- Checking the status of projects (e.g. ongoing project)

The screening of projects will be made based on the Categories List (see Annexes) stipulated in the Procedural Guidelines on Environmental Impact Assessment, Decree 86, 1992 (Federal Environmental Protection Agency).

3.6 Identification of Impacts and Its Significance

For all projects that need IEE/EIA, the identification of impacts and its significance shall be made based on scoping matrix.

3.7 Description of Mitigation Measures against Adverse Impacts

Mitigation measures shall be proposed based on the identified impacts in the scoping process.

3.8 Conclusion and Recommendations

4. Methodology

4.1 Data Collection and Analysis Methods

The IEE will start with the collection of existing data and information on natural and social environment in the Study Area. These data, so called primary data, may be available in relevant institutions or agencies and will be used for further analysis work on environmental components of the Study.

For analysis of the IEE shall be used the following documents:

- (1) Nigerian Environmental Guidelines and Standards and International standards
- (2) JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations

4.2 Methods for Identification of Impacts and Determination of Significant Impacts

The impacts, its significance and its sources shall be identified in preliminary form during the IEE.

- (1) Identification of Impacts and Impact Sources

Environmental impacts and impact sources shall be predicted for each phase of project implementation, i.e., planning, construction and operation.

(2) Significant impacts

The relevant environmental impacts will be ranked depending on its environmental and social significance in accordance with rating criteria listed below.

Rating Criteria

A+/-: Significant positive/negative impact is expected.

B+/-: Some positive/negative impact is expected.

C+/-: Extent of positive/negative impact is unknown. (A further examination is required in the further project formulation)

• -: No impact is expected.

Significant impact shall be determined on the basis of non-negligible environmental changes induced by project implementation.

Annex S10.1-2 List of Dams Projects in the CMP-HA1

SN	Sector	Status	Type	Code	Name of Project	Implementing Agency	HA	State	Outline/Scope of the Project	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Protected Area	Category for EIA	Scoping for IEE
1	D	G	1	DG10	Mashi dam project	FMWR	1	Katsina	New dam construction(SN=1011): H=5.5m, GS=5MCM, SA=0.2km2, Purpose: WS				1	Kirbo, Dutsin Bamli and Dan Babba Forest Reserves	1	1
2	D	G	1	DG19	Dutsi Earth dam project	FMWR	1	Katsina	New dam construction(SN=1020): H=5.2m, GS=6.2MCM, SA=0.7km2, Purpose: not specified				1	Dutsawa Forest Reserve; Dutsawa Giginya Native Area N° 7	1	1
3	D	P	1A	DP22	Sakin Noma/Gusau dam project	FMWR	1	Zamfara	New dam construction(SN=4008): H=20m, GS=29.7MCM, SA=5.6km2, Purpose: To ensure stable water source for the existing Gusau Water Supply Scheme			1		Marbe Forest Reserve; Marebi Sokoto Native Area N° 33	1	1
4	D	P	1B	DP28	Kasanu dam project	FMWR	1	Kebbi	New dam construction(SN=2009): H=18m, GS=21MCM, SA=5.21km2, Purpose: To supply stable irrigation water for newly proposed irrigation scheme with 1,500ha	1					1	1
										1	0	1	2			4

G: on-going project =2; P: proposed project by JICA Project Team=2

Group of projects for For IEE Study: Group 1: Dams with SA more than 200 has; Group 2: Dams with SA less than 200 has; Group 3: Dams with SA more than 200 has located in protected area;

Group 4: Dams with SA less than 200 has located in protected area

Type: 1=Small to Medium scale dam; 1A=Small to medium scale dam for municipal water supply; 1B=Small to medium scale dam for irrigation development; 2: Large scale dam for irrigation development

3=Integrated project (Irrigation&Hydropower); 4=Rehabilitation project; 5=Capacity development project

Purpose: FC= Flood control; IR= Irrigation; MW=Municipal water supply; HP= Hydropower; FI= Fishery, OT= Others

Summary	
Categorization	Projects for EIA/IEE
Category 1	4
Category 2	0
Category 3	0
Total	4

Annex S10.1-3 List of Municipal Water Supply Projects in the CMP-HA1 (1/2)

SN	Sector	Status	Devel. Type	Code	Name of Project	Implementing Agency	State	LGA	Settlement Category (U/S/R)	Water Source (SG)	Develop 1 Water Supply (m3/day)	Outline / Scope of the Project(s)	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Rehabilitation			Category for EIA	Scoping for IEE
																		Type				
																		R1	R2	R3		
						(LM)																
1	WS	P	R	WSP206	Sabke Regional Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Katsina	Daura	U	S	2,437	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc							1		2	1
2	WS	P	R	WSP207	Dutsin-Ma Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Katsina	Dutsin-Ma	U	S	1,177	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc							1		2	1
3	WS	P	R	WSP208	Zobe Regional Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Katsina	Dutsin-Ma	U	S	27,851	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc						1			1	1
4	WS	P	R	WSP209	Funtua/Mairua Water Supply Scheme / Old Rehabilitation Project	State Water Board	Katsina	Funtua	U	S	1,741	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc							1		2	1
5	WS	P	R	WSP210	Funtua/Mairua Water Supply Scheme / New Rehabilitation Project	State Water Board	Katsina	Funtua	U	S	4,700	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc						1			1	1
6	WS	P	R	WSP211	Jibia Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Katsina	Jibia	U	S	2,089	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc							1		2	1
7	WS	P	R	WSP212	Malumfashi Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Katsina	Malumfashi	U	S	1,567	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc							1		2	1
8	WS	P	R	WSP213	Urban/Small-Town Water Supply Schemes Rehabilitation Project	State Water Board & STWSSA	Katsina	-	U/S	G	38,549	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc						1			1	1
9	WS	P	R	WSP214	Rural Water Supply Facilities Rehabilitation Project (Point-Source, Handpumps)	State RUWASSA	Katsina	-	R	G	7,082	Replacement of handpump, rizer pipes, accessories, repair of platform, etc								1	3	0
10	WS	P	R	WSP215	Rural Water Supply Facilities Rehabilitation Project (Mini/Point-Source, Motorized Pumps)	State RUWASSA	Katsina	-	R	G	10,058	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc							1		2	1
11	WS	P	N	WSP216	Zobe Regional Water Supply Project	State Water Board	Katsina	Dutsin-Ma	U	S	27,500	Intake, water treatment works, pumping main, reservoirs and/or overhead tanks, distribution networks and public taps, etc	1								1	1
12	WS	P	N	WSP217	Urban/Small-Town Water Supply Projects	State Water Board & STWSSA	Katsina	-	U/S	G	472,465	Boreholes, motorized pumps, rizer pipes and accessories, generators, pumping main, reservoirs and/or overhead tanks, distribution networks and public taps,			1						1	1
13	WS	P	N	WSP218	Rural Water Supply Projects (Point-Source, Handpumps)	State RUWASSA	Katsina	-	R	G	43,280	Boreholes, handpumps, rizer pipes and accessories, etc					1				2	1
14	WS	P	N	WSP219	Rural Water Supply Projects (Mini/Point-Source, Motorized Pumps)	State RUWASSA	Katsina	-	R	G	64,920	Boreholes, motorized pumps, rizer pipes, accessories, generator, overhead tanks, pipes and public taps, etc				1					2	1
15	WS	P	R	WSP220	Argungu Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Kebbi	Argungu	U	S	2,785	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc		1							2	1
16	WS	P	R	WSP221	Birnin-Kebbi/Duku Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Kebbi	Birnin Kebbi	U	S	21,236	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc						1			1	1
17	WS	P	R	WSP222	Yauri/Yelwa Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Kebbi	Yauri	U	S	4,386	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc							1		2	1
18	WS	P	R	WSP223	Zuru Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Kebbi	Zuru	U	S	2,158	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc							1		2	1
19	WS	P	R	WSP224	Urban/Small-Town Water Supply Schemes Rehabilitation Project	State Water Board	Kebbi	-	U/S	G	64,065	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc						1			1	1
20	WS	P	R	WSP225	Rural Water Supply Facilities Rehabilitation Project (Point-Source, Handpumps)	State RUWASSA	Kebbi	-	R	G	7,495	Replacement of handpump, rizer pipes, accessories, repair of platform, etc								1	3	0
21	WS	P	R	WSP226	Rural Water Supply Facilities Rehabilitation Project (Mini/Point-Source, Motorized Pumps)	State RUWASSA	Kebbi	-	R	G	14,708	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc							1		2	1
22	WS	P	N	WSP227	Urban/Small-Town Water Supply Projects	State Water Board	Kebbi	-	U/S	G	172,269	Boreholes, motorized pumps, rizer pipes and accessories, generators, pumping main, reservoirs and/or overhead tanks, distribution networks and public taps,			1						1	1
23	WS	P	N	WSP228	Rural Water Supply Projects (Point-Source, Handpumps)	State RUWASSA	Kebbi	-	R	G	23,169	Boreholes, handpumps, rizer pipes and accessories, etc					1				2	1
24	WS	P	N	WSP229	Rural Water Supply Projects (Mini/Point-Source, Motorized Pumps)	State RUWASSA	Kebbi	-	R	G	34,754	Boreholes, motorized pumps, rizer pipes, accessories, generator, overhead tanks, pipes and public taps, etc				1					2	1
25	WS	P	R	WSP440	Sokoto Metropolis Water Supply Scheme / Old Rehabilitation Project	State Water Board	Sokoto	Sokoto North	U	S	18,799	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc						1			1	1
26	WS	P	R	WSP441	Sokoto Metropolis Water Supply Scheme / New Rehabilitation Project	State Water Board	Sokoto	Sokoto North	U	S	36,032	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc						1			1	1
27	WS	P	R	WSP442	Sokoto Metropolis Water Supply Scheme / Biwater Rehabilitation Project	State Water Board	Sokoto	Sokoto North	U	S	9,400	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc						1			1	1
28	WS	P	R	WSP443	Urban/Small-Town Water Supply Schemes Rehabilitation Project	State Water Board	Sokoto	-	U/S	G	90,751	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc						1			1	1
29	WS	P	R	WSP444	Rural Water Supply Facilities Rehabilitation Project (Point-Source, Handpumps)	State RUWASSA	Sokoto	-	R	G	4,068	Replacement of handpump, rizer pipes, accessories, repair of platform, etc								1	3	0
30	WS	P	R	WSP445	Rural Water Supply Facilities Rehabilitation Project (Mini/Point-Source, Motorized Pumps)	State RUWASSA	Sokoto	-	R	G	27,311	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc							1		2	1
31	WS	P	N	WSP446	Urban/Small-Town Water Supply Projects (including Wamakko/Asare)	State Water Board	Sokoto	-	U/S	G	113,440	Boreholes, motorized pumps, rizer pipes and accessories, generators, pumping main, reservoirs and/or overhead tanks, distribution networks and public taps,			1						1	1
32	WS	P	N	WSP447	Rural Water Supply Projects (Point-Source, Handpumps)	State RUWASSA	Sokoto	-	R	G	15,802	Boreholes, handpumps, rizer pipes and accessories, etc					1				2	1

Annex S10.1-3 List of Municipal Water Supply Projects in the CMP-HA1 (2/2)

S/N	Sector	Status	Devel. Type N/R	Code	Name of Project	Implementing Agency	State	LGA	Settlement	Water Category (U/S/R)	Develop't Water Supply Source (S/G)	Develop't Water Supply (m3/day)	Outline / Scope of the Project(s)	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Group 5	Rehabilitation			Category for EIA	Scoping for IEE			
																			Type							
																			R1	R2	R3					
33	WS	P	N	WSP448	Rural Water Supply Projects (Mini/Point-Source, Motorized Pumps)	State RUWASSA	Sokoto	-	R	G	23,703	Boreholes, motorized pumps, rizer pipes, accessories, generator, overhead tanks, pipes and public taps, etc					1					2	1			
34	WS	P	R	WSP469	Gusau Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Zamfara	Gusau	U	S	15,666	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc							1			1	1			
35	WS	P	R	WSP470	Kaura Namoda Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Zamfara	Kaura Namoda	U	S	470	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc								1		2	1			
36	WS	P	R	WSP471	Maradun Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Zamfara	Maradun	U	S	313	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc									1		2	1		
37	WS	P	R	WSP472	Talata Mafara Water Supply Scheme Rehabilitation Project	State Water Board	Zamfara	Talata Mafara	U	S	392	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc									1		2	1		
38	WS	P	R	WSP473	Urban/Small-Town Water Supply Schemes Rehabilitation Project	State Water Board	Zamfara	-	U/S	G	49,116	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc								1		1	1			
39	WS	P	R	WSP474	Rural Water Supply Facilities Rehabilitation Project (Point-Source, Handpumps)	State RUWASSA	Zamfara	-	R	G	2,799	Replacement of handpump, rizer pipes, accessories, repair of platform, etc										1	3	0		
40	WS	P	R	WSP475	Rural Water Supply Facilities Rehabilitation Project (Mini/Point-Source, Motorized Pumps)	State RUWASSA	Zamfara	-	R	G	8,131	Replacement of motorized pump(s), generator(s), accessories, repair of structure(s) and pipes, etc										1		2	1	
41	WS	P	N	WSP476	Urban/Small-Town Water Supply Projects	State Water Board	Zamfara	-	U/S	G	104,922	Boreholes, motorized pumps, rizer pipes and accessories, generators, pumping main, reservoirs and/or overhead tanks, distribution networks and public taps,				1							1	1		
42	WS	P	N	WSP477	Rural Water Supply Projects (Point-Source, Handpumps)	State RUWASSA	Zamfara	-	R	G	26,415	Boreholes, handpumps, rizer pipes and accessories, etc							1				2	1		
43	WS	P	N	WSP478	Rural Water Supply Projects (Mini/Point-Source, Motorized Pumps)	State RUWASSA	Zamfara	-	R	G	39,623	Boreholes, motorized pumps, rizer pipes, accessories, generator, overhead tanks, pipes and public taps, etc											2	1		
P: proposed project by JICA Project Team=43														1	1	4	4	11	14	4	39					
Group of projects for For IEE Study: Group 1: Water Treatment Plant with capacity more than 4,500 m3/d; Group 2: Water Treatment Plant with capacity less than 4,500 m3/d; Group 3: Well Field with capacity more than 4,500 m3/d; Group 4: Single Borehole Equipped with Electrical-mechanical Pump																										
Group 5: Single Borehole Equipped with Hand pump; Group R1: Rehabilitation of water system (big scale activities including important civil works); Group R2: Rehabilitation of water system (small scale activities including minor civil works); Group R3: Replacement of handpumps, etc.																										
Summary																										
Categorization		Projects for EIA/IEE																								
Category 1	16		16																							
Category 2	23		23																							
Category 3	4		-																							
Total	43	Total	39																							

Annex S10.1-4 List of Irrigation and Drainage Projects in the CMP-HA1

SN	Sector	Status	Type	Code	Name of Project	Implementing Agency	HA	State	Outline/Scope of the Project	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Protected Area	Category for EIA	Scoping for IEE	Remarks
1	I	G	1	IG1	Jibiya	SRRBDA	1	Katsina	Future Irrigation area 2300 ha, Dam				1	Dutsin Kura, Gulbin Baure, Jibiya, Mazanya, Rafin Lili, Shimfida, Shimfida Katsina Native Area N°13	1	1	Conflict with urban water supply
2	I	G	1	IG2	Zobe	SRRBDA	1	Katsina	Future Irrigation area 2000 ha, Dam		1				2	1	Conflict with urban water supply
3	I	G	1	IG3	Middle Rima Valley	SRRBDA	1	Sokoto	Future Irrigation area 5000ha, Dam			1		Gundumi Native Area Forest Reserve; Gundumi Native Area N°20	1	1	
4	I	G	1	IG4	Sabke	SRRBDA	1	Katsina	Future Irrigation area 130ha, Dam		1				2	1	Conflict with urban water supply
5	I	G	1	IG25	Zauro Polder	SRRBDA	1	Kebbi	Future Irrigation area 100ha, Dam, rice				1	Wasami Native Area, Gijia Native Area	1	1	
6	I	G	1	IG26	shagari	SRRBDA	1	Sokoto	Future Irrigation area 220ha, Dam, maize, wheat				1	Mallamji Native Area Forest Reserve	1	1	
7	I	P	2	IP1	Swashi Valley	LNRBDA	1	Niger	Future Irrigation area 2900ha, Dam		1				2	1	
8	I	P	2	IP2	Wurno	MANR	1	Sokoto	Future Irrigation area 1500ha, Dam		1				2	1	
9	I	P	2	IP3	Kware	MANR	1	Sokoto	Future Irrigation area 800ha, unknown		1				2	1	
10	I	P	2	IP4	Kalmalo	MANR	1	Sokoto	Future Irrigation area 800ha, Pump				1	Bauni, Garu and Zauna Forest Reserves; Garu Native Area N° 3	1	1	
11	I	P	2	IP5	Gafara	MANR	1	Niger	Future Irrigation area 500ha, Dam		1				2	1	
12	I	P	2	IP45	Argungu/ Tabarau	MANR	1	Kebbi	Future Irrigation area 100ha, unknown		1				2	1	
13	I	P	2	IP46	Kwakwazo	MANR	1	Sokoto	Future Irrigation area 250ha, unknown		1				2	1	
14	I	P	4	IP89	Kasanu (Dam No.2009)	SRRBDA	1	Kebbi	V=18MCM, Future Irrigation area 1500ha		1				2	1	
										0	9	1	4			14	
G: on-going project=6; P: proposed project by JICA Project Team=8																	
Group of projects for For IEE Study: Group 1: Irrigation shemes with area more than 5,000 has; Group 2: Irrigation shemes with area less than 5,000 has; Group 3: Irrigation shemes with area more than 5,000 ha located in Protected Area																	
Group 4: Irrigation shemes with area less than 5,000 ha located in Protected Area																	
Existing Irrigation Scheme: Type=1 : On-going Scheme; Type=2 : Proposed Extension of Existing Scheme																	
New Irrigation Scheme: Type=3 : Proposed Supplementary Irrigation Scheme; Type=4 : Proposed Dam Irrigation Scheme; Type=5 : Proposed Integrated Scheme																	
Summary																	
Categorization		Projects for EIA/IEE															
Category 1	5	5															
Category 2	9	9															
Category 3	0																
Total	14	14															

S10-40

Volume-7, Supplement

The Project for Review and Update of Nigeria National Water Resources Master Plan

Annex S10.1-5 List of Sanitation Projects in the CMP-HA1 (1/2)

SN	Sector	Status	Code	Name of Project	Implementing Agency	State	Settlement Category (U/S/R)	Qty (m3/day) (no.)	Outline / Scope of the Project(s)	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Category for EIA	Scoping for IEE
					(I.M)										
1	SA	P	SP135	Construction of Septage Treatment System (Urban)	FMWR, FME, FEPA or/and SEPA	Katsina	U		Construction of septage treatment facilities, final disposal site, etc.		1			1	1
2	SA	P	SP136	Construction of Public Toilets (Urban)	FMWR or/and StateAgencies	Katsina	U	172	Construction of a unit of 3 compartment toilet, urinals and hand washing facilities. 4 public toilets per 20,000 urban population.			1		2	1
3	SA	P	SP137	Construction of Public Toilets (Semi-Urban/Small-Towns)	FMWR or/and StateAgencies	Katsina	S	481	Construction of a unit of 3 compartment toilet, urinals and hand washing facilities. 2 public toilets per 20,000 semi-urban/small-towns population.			1		2	1
4	SA	P	SP138	Social Intervention (Semi-Urban/Small-Towns)	StateAgencies or/and LGA	Katsina	S	561,415	Social intervention activities to promote appropriate choice of sanitary latrine.				1	3	
5	SA	P	SP139	Social Intervention (Rural) / Community-Led Total Sanitation	StateAgencies or/and LGA	Katsina	R	532,934	Social intervention activities to promote appropriate choice of sanitary latrine with Community-Led Total Sanitation Approach.				1	3	
6	SA	P	SP140	Promotion of Public Toilets (Urban)	FMWR or/and StateAgencies	Katsina	U		Promotion and education of use of public toilets for upgrading sanitation level and public health of people. 30% of construction cost.				1	3	
7	SA	P	SP141	Promotion of Public Toilets (Semi-Urban/Small-Towns)	FMWR or/and StateAgencies	Katsina	S		Promotion and education of use of public toilets for upgrading sanitation level and public health of people. 30% of construction cost.				1	3	
8	SA	P	SP142	Construction of Septage Treatment System (Urban)	FMWR, FME, FEPA or/and SEPA	Kebbi	U		Construction of septage treatment facilities, final disposal site, etc.		1			1	1
9	SA	P	SP143	Construction of Public Toilets (Urban)	FMWR or/and StateAgencies	Kebbi	U	82	Construction of a unit of 3 compartment toilet, urinals and hand washing facilities. 4 public toilets per 20,000 urban population.			1		2	1
10	SA	P	SP144	Construction of Public Toilets (Semi-Urban/Small-Towns)	FMWR or/and StateAgencies	Kebbi	S	256	Construction of a unit of 3 compartment toilet, urinals and hand washing facilities. 2 public toilets per 20,000 semi-urban/small-towns population.			1		2	1
11	SA	P	SP145	Social Intervention (Semi-Urban/Small-Towns)	StateAgencies or/and LGA	Kebbi	S	178,995	Social intervention activities to promote appropriate choice of sanitary latrine.				1	3	
12	SA	P	SP146	Social Intervention (Rural) / Community-Led Total Sanitation	StateAgencies or/and LGA	Kebbi	R	203,051	Social intervention activities to promote appropriate choice of sanitary latrine with Community-Led Total Sanitation Approach.				1	3	
13	SA	P	SP147	Promotion of Public Toilets (Urban)	FMWR or/and StateAgencies	Kebbi	U		Promotion and education of use of public toilets for upgrading sanitation level and public health of people. 30% of construction cost.				1	3	
14	SA	P	SP148	Promotion of Public Toilets (Semi-Urban/Small-Towns)	FMWR or/and StateAgencies	Kebbi	S		Promotion and education of use of public toilets for upgrading sanitation level and public health of people. 30% of construction cost.				1	3	
15	SA	P	SP229	Construction of Septage Treatment System (Urban)	FMWR, FME, FEPA or/and SEPA	Sokoto	U		Construction of septage treatment facilities, final disposal site, etc.		1			1	1
16	SA	P	SP230	Construction of Public Toilets (Urban)	FMWR or/and StateAgencies	Sokoto	U	136	Construction of a unit of 3 compartment toilet, urinals and hand washing facilities. 4 public toilets per 20,000 urban population.			1		2	1
17	SA	P	SP231	Construction of Public Toilets (Semi-Urban/Small-Towns)	FMWR or/and StateAgencies	Sokoto	S	290	Construction of a unit of 3 compartment toilet, urinals and hand washing facilities. 2 public toilets per 20,000 semi-urban/small-towns population.			1		2	1
18	SA	P	SP232	Social Intervention (Semi-Urban/Small-Towns)	StateAgencies or/and LGA	Sokoto	S	371,264	Social intervention activities to promote appropriate choice of sanitary latrine.				1	3	

Annex S10.1-5 List of Sanitation Projects in the CMP-HA1 (2/2)

SN	Sector	Status	Code	Name of Project	Implementing Agency	State	Settlement	Qty	Outline / Scope of the Project(s)	Group 1	Group 2	Group 3	Group 4	Category for EIA	Scoping for IEE
							Category (U/S/R)	(m3/day) (no.)							
19	SA	P	SP233	Social Intervention (Rural) / Community-Led Total Sanitation	StateAgencies or/and LGA	Sokoto	R	378,896	Social intervention activities to promote appropriate choice of sanitary latrine with Community-Led Total Sanitation Approach.				1	3	
20	SA	P	SP234	Promotion of Public Toilets (Urban)	FMWR or/and StateAgencies	Sokoto	U		Promotion and education of use of public toilets for upgrading sanitation level and public health of people. 30% of construction cost.				1	3	
21	SA	P	SP235	Promotion of Public Toilets (Semi-Urban/Small-Towns)	FMWR or/and StateAgencies	Sokoto	S		Promotion and education of use of public toilets for upgrading sanitation level and public health of people. 30% of construction cost.				1	3	
22	SA	P	SP250	Construction of Septage Treatment System (Urban)	FMWR, FME, FEPA or/and SEPA	Zamfara	U		Construction of septage treatment facilities, final disposal site, etc.		1			1	1
23	SA	P	SP251	Construction of Public Toilets (Urban)	FMWR or/and StateAgencies	Zamfara	U	72	Construction of a unit of 3 compartment toilet, urinals and hand washing facilities. 4 public toilets per 20,000 urban population.			1		2	1
24	SA	P	SP252	Construction of Public Toilets (Semi-Urban/Small-Towns)	FMWR or/and StateAgencies	Zamfara	S	267	Construction of a unit of 3 compartment toilet, urinals and hand washing facilities. 2 public toilets per 20,000 semi-urban/small-towns population.			1		2	1
25	SA	P	SP253	Social Intervention (Semi-Urban/Small-Towns)	StateAgencies or/and LGA	Zamfara	S	400,896	Social intervention activities to promote appropriate choice of sanitary latrine.				1	3	
26	SA	P	SP254	Social Intervention (Rural) / Community-Led Total Sanitation	StateAgencies or/and LGA	Zamfara	R	443,169	Social intervention activities to promote appropriate choice of sanitary latrine with Community-Led Total Sanitation Approach.				1	3	
27	SA	P	SP255	Promotion of Public Toilets (Urban)	FMWR or/and StateAgencies	Zamfara	U		Promotion and education of use of public toilets for upgrading sanitation level and public health of people. 30% of construction cost.				1	3	
28	SA	P	SP256	Promotion of Public Toilets (Semi-Urban/Small-Towns)	FMWR or/and StateAgencies	Zamfara	S		Promotion and education of use of public toilets for upgrading sanitation level and public health of people. 30% of construction cost.				1	3	
P: proposed project by JICA Project Team=28										0	4	8	16		12
Group of projects for For IEE Study: Group 1: Construction of Sewerage; Group 2: Construction of Septage Treatment System; Group 3: Construction of Public Toilets; Group 4: Promotion & Education Activities															
Summary															
Categorization		Projects for EIA/IEE													
Category 1	4	4													
Category 2	8	8													
Category 3	16	-													
Total	28	Total	12												

(S10-42)

Volume-7, Supplement

The Project for Review and Update of Nigeria National Water Resources Master Plan

