

国際協力法第16条

国際協力法第17条

国際協力法第18条

金属水資源総合開発計画調査

最終報告書

(要約)

昭和7年(1932)

調査員 佐藤 謙三 佐藤 謙三 佐藤 謙三
調査員 佐藤 謙三 佐藤 謙三 佐藤 謙三

24
78
30

国際協力事業団

ナイジェリア連邦共和国
連邦水資源農村開発省

全国水資源総合開発計画調査

最終報告書

(要約)



平成7年3月

共同企業体代表者
共同企業体構成員

株式会社 三祐コンサルタンツ
住鉦コンサルタンツ株式会社

通貨換算率

(1994年2月15日現在)

US\$ 1.00	= ₦ 22	= ¥ 110
¥ 100	= ₦ 20	= US\$ 0.909
₦ 1.00	= US\$ 0.045	= ¥ 5

ナイジェリア国通貨 Naira (₦)



序 文

日本国政府は、ナイジェリア連邦共和国政府の要請に基づき、同国の全国水資源総合開発計画にかかるマスター・プラン調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施いたしました。

当事業団は、平成4年4月から平成7年2月までの間、4回にわたり、株式会社三祐コンサルタンツの伊藤 秀氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

調査団は、ナイジェリア政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好・親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成7年3月

国際協力事業団
総裁 藤田 公 郎

ナイジェリア連邦共和国全国水資源総合開発計画調査 (M/P)

調査期間：1992年3月～1995年3月

受入機関：連邦水資源・農村開発省

概 要

1. 背景

ナイジェリア国は比較的多くの水資源を保有し、1970年代から石油資源収入増に伴って水資源開発事業が実施され、また将来に向けて一層促進しようとしている。連邦水資源・農村開発省は、ナイジェリア国全体の水資源開発・管理の効率的運用を目指した“全国水資源マスタープラン調査”をFAOに依頼して1984年に実施したが、調査資金不足等によって予備的ドラフト・レポートが作成されたのみで完結に至らなかった。そして、このマスタープラン調査を完結するために、日本政府へその調査実施を要請した。

ナイジェリア国の水資源開発は、水系水運用を無視した大規模開発に偏重してその効用発現の施策が弱く、また水資源量・事業等に関するインベントリーの整備に乏しく、全体的に水行政能力が低い。また、近年の財政危機による予算枠の減少に伴って、プライオリティをどこに置くかの明確な施策がなかった。

2. 目的

水資源量の量・質的把握、水源工・灌漑・上水道・洪水制御・水力発電・舟運・漁業等の事業の開発・運用、地表水・地下水・河川の統括的管理、ガリ浸食防止を含む流域保全、水資源環境対策、水資源行政等の広範囲な分野に亘って、系統的かつ地域の社会・経済的需要にマッチした、水資源の開発と管理にかかるマスタープラン(2020年を目標とした総合的長期計画と2000年を目標とした短期計画)を策定する。

3. 調査対象地域

ナイジェリア国の全国土面積923,800km²(30州と1首都圏)を対象とし、調査の特性から全国を8大流域と6地域に分割して実施した。現在までの開発状況と水利用率は、別紙の通りである。

4. 計画の概要

4.1 基本方針

2020年及び2000年の各々の長期、短期目標を設定し、次の基本方針が策定された：

- (1) 連邦水資源法(1993年公布)の執行体制の確立
必要な施行令の公布と法執行組織体制の確立を短期目標とする。
- (2) 地表水・地下水の観測網整備とモニタリングの実施
現在軽視されている観測・管理体制の整備を短期目標とする。
- (3) 既存水資源事業の水管理強化とリハビリの実施
技術・運営面で多くの問題を抱えており、短期目標として貯水池運用ルールの設定、灌漑システムの水利用グループ設立、リペア不足による老朽化と欠陥施設のリハビリ、施設維持運営の強化を行う。

- (4) 既設水源工のもとにおける未完成末端システムの完了
多くの貯水池が建設されたが、関連する灌漑・上水の受益システムの未完了が多く、この完了を短期目標で実施する。
- (5) 新規中小規模水資源開発計画
2020年に向かったの灌漑農業の拡大(150万ha)と安全な生活用水の供給(給水率80%)の目標を設定し、従来の大規模志向型から即効的な中小規模多目的振興型へと方向転換する。そして、地方分権、民営化、受益者参加等の有効な仕組みを取り入れていく。資源に乏しい北部地域では既存事業の効率的運営管理に専念しつつ、新規事業は中央・南部地域において展開することとし、2000年までの準備を経てその後の実施を促進する。また、中小規模開発計画の実施により蓄積される経験、知識は、将来の大規模事業の円滑推進の基盤となろう。

4.2 事業内容

4.1の基本方針に基づいて策定された2020年目標の事業内容と水利用率は、別紙の通りである。

5. 必要な事業費

1994年2月時点の物価レベルで積算された2020年までの公的な事業費は次の通りである：

(単位：10⁶ナイラ)

	1996~2000	2001~2005	2006~2010	2011~2015	2016~2020	計
1. 水資源観測プログラム	270	250	230	240	250	1,240
2. 水源工事業	800	7,300	9,400	10,900	13,300	41,700
リハビリ、水管理事業	600	-	-	-	-	600
新規ダム事業	200	7,300	9,400	10,900	13,300	41,100
3. 公的灌漑・排水事業	7,780	7,580	6,450	7,690	8,930	38,430
既存事業	7,680	3,100	-	-	-	10,780
新規事業	100	4,480	6,450	7,690	8,930	27,650
4. 上水道事業	40,780	25,610	69,590	74,260	113,540	313,780
リハビリ事業	3,400	5,160	21,020	10,050	13,260	52,890
新規事業	37,380	20,450	35,130	49,050	67,820	209,830
再構築事業	-	-	3,440	15,160	32,460	51,060
5. Dadin Kowa 水力発電事業	600	-	-	-	-	600
6. ガリ侵食復旧	7,610	-	-	-	-	7,610
計 (1.+2.+3.)	8,850	15,130	16,080	18,830	22,480	81,370
合計 (1.~6.)	67,840	40,740	75,670	93,090	136,020	403,360

1994年の連邦、州政府水資源関連予算から年率3%の自然増と想定して、2020年までの年平均予算と対比すると次のとおりである：

(単位: 10⁹ナイラ)

	マスタープラン期間中の 年平均事業費 (A)	予測年平均予算 (B)	A/B
1. 水資源観測費	0.005	0.036	0.2
2. 公的灌漑・排水事業費	2.737	2.653	1.0
3. 上水道事業費	12.911	4.167	3.1
計 (1.+2.)	2.742	2.689	1.2
計 (1.+2.+3.)	15.653	6.856	2.3

この比率からみて上水道事業費が予測年平均予算の3.1倍に達し、BHN充足という観点から大幅な資金配分増が必要となる。もし、この予算増がないとすれば、2020年の上水道整備レベルは都市普及率が60~70%、農村給水のそれが30~40%程度となる。

6. 評価

6.1 経済分析

計画期間中の主要事業となる中小規模公的灌漑・排水と上水道事業の評価を国際的手法に基づいて実施した。灌漑・排水事業のERRは、北部地方が10%前後、中央部地方が10~14%、南部地方が14%以上となって、経済的妥当性が示されている。また、上水道ではOM費を対象とした水価として地下水2~3ナイラ/m³、地下水2~4.5ナイラ/m³と評価され、妥当な水準である。

6.2 環境評価

現在までの水資源開発事業においては環境影響調査が軽視され、サヘル乾燥化による水資源量の減少、不適切な開発による水資源利用とのアンバランス、下流湿地における既得水利の無視、流域保全無視による流砂増加とガリ浸食を含む土壌浸食の多発、南部地域の都市洪水、水系疾病の急増、水産資源の減少等が緊急課題となっている。今後はすべての事業に環境影響評価(EIA)を導入すべくその手法・ガイドラインを明示し、かつ既存及び新規の代表的ダム事業からサンプルを取り出してEIAを実施して詳細ガイドラインを早急に作成することを提言する。

7. 提言

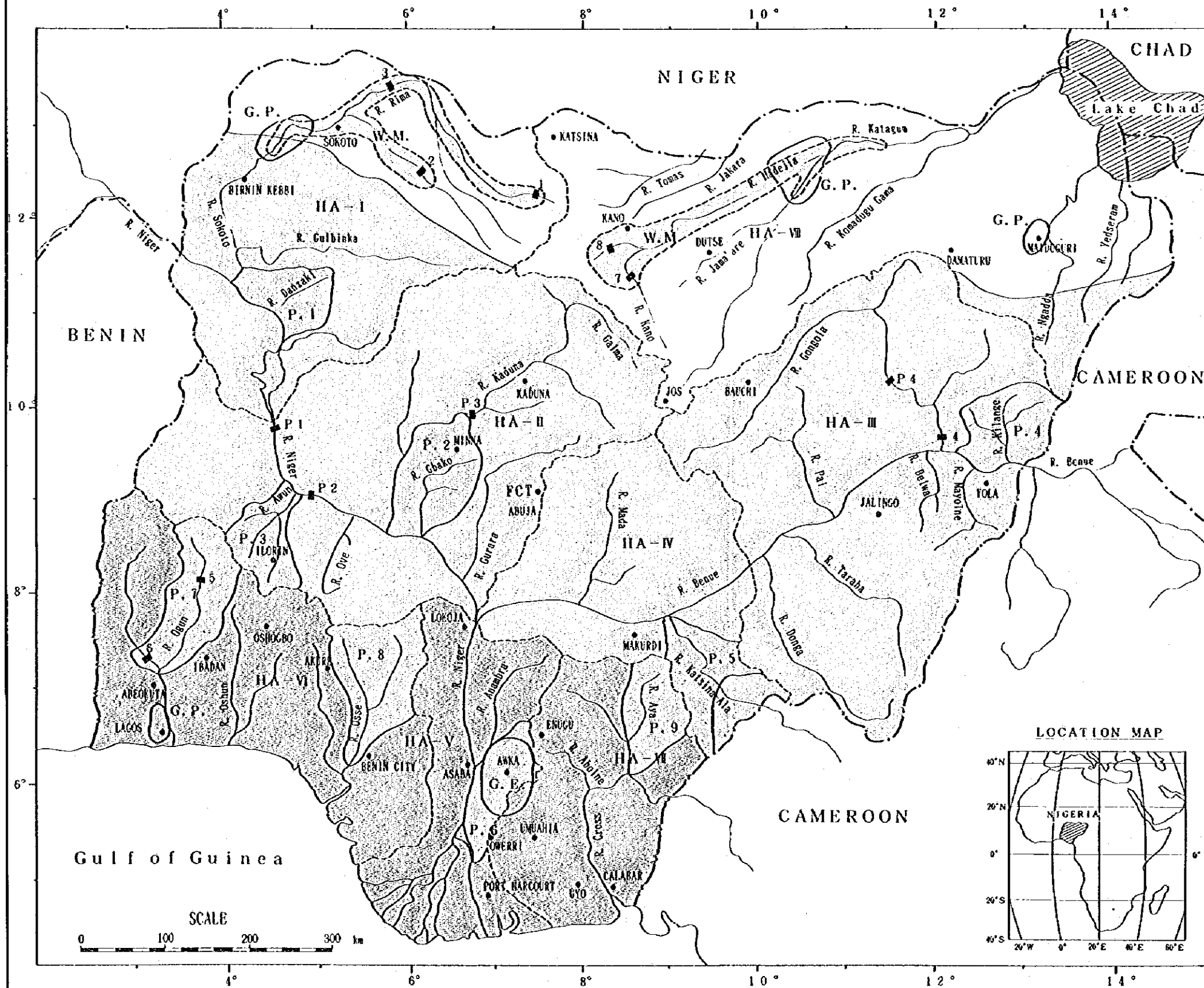
- 1) 1993年連邦水資源法の一元的執行体制を確立するため、現在の水文局を水政局に改組し、その中に水政、水文、環境の3部を設け、かつ全国に4つの地方水政事務所設立を提案する。また、水文業務の技術事項を国家水資源研究所に集中させるとともに、関連予算執行の充実化を計るべきである。
- 2) 現在民営・公益事業化が進められている12の連邦流域開発公社の機能を、多目的ダムをはじめとして灌漑水路(WUAへの引継点まで)と上水導水路(SWAへの引継点まで)の建設、運用に限定し、関係機関から水利費を徴収する。また、多目的ダムの費用振り分けを徹底するとともに、当分の間技術力の弱い州政府の水資源開発事業をこれらの公社に吸収する。

- 3) 水資源事業受益地における利用者参加の促進、女性がもつ社会的影響力の活用、住民水利用技術の向上が事業成功への鍵となることから、事業計画時における利用者による組織づくり、事業実施申請の制度化、事業の建設・管理への積極的参加を提言する。また、水資源開発・管理に関連する他省庁、州政府と連邦水資源・農村開発省、連邦流域開発公社との連携を強化する。
- 4) 現在の水資源関連の人的資源は量・質ともに脆弱であり、水資源マスタープランの円滑な実施に向かってその強化を計るべきである。このため、国家水資源研究所のスタッフ・トレーニング部門を抜本的に強化するとともに、先進国技術アドバイザーによる行政・技術面のすべてにおいて技術移転プログラムを推進することが急務である。人材育成は中堅技術者に重点をおいて業務についてのモチベーション、責任配分を明確にすべきであり、かつ上級職の意識改革も必要である。
- 5) 国際機関もしくは2国間による外部からの援助案件については多くのことが考えられるが、既存の水資源施設の適切な開発・管理を中心に、社会基盤整備・営農・流通等広範な分野からのアプローチにより末端の農民が受益して実効の上がるプログラムのモデルとして、パイロット流域における“河川流域総合管理プログラム”(開発調査)の実施を提言する。
- 6) 調査において実施された全国水資源インベントリーの完全化を早急に実施してデータバンク化するとともに、今回作成された全国水資源マスタープランの5年ごとの見直し作業の実施を勧告する。

ナイジェリア国全国水資源総合開発計画の主な指標

地域 大流域	NW HA-I	NE HA-III	CW HA-II	CE HAs-III/IV	SW HA-VI	SE HAs-V/VI	全国計 又は平均
1. 国土面積 (10 ³ km ²)	131.6	188.0	168.1	231.9	100.5	113.7	923.8
2. 人口 (10 ⁶)							
- 1991	10.3	16.8	10.5	9.7	22.3	18.9	88.5
- 2020	17.0	28.2	25.3	24.4	49.3	41.8	186.0
- 増加率 (%/年)	1.74	1.80	3.08	3.23	2.77	2.77	2.59
3. 水資源量							
3.1 地表水							
- 資源量 (10 ⁹ m ³)	22.4	8.2	32.6	83.0	35.4	85.7	267.3
- 単位量 (mm)	38	44	206	245	352	674	178
3.2 地下水							
- 資源量 (10 ⁹ m ³)	4.3	5.6	8.2	11.4	9.0	13.4	51.9
- 単位量 (mm)	33	30	52	49	132	118	56
4. 現在までの開発状況							
4.1 水源工							
- ダムの数	20	23	32	35	32	18	160
- 有効貯水量 (10 ⁶ m ³)	13,269	5,951	7,980	2,413	1,053	2	30,668
4.2 灌漑排水							
- 公的: 受益面積 (10 ³ ha)	8	27	12	12	3	8	70
- 私的: 受益面積 (10 ³ ha)	35	98	10	3	0	4	150
4.3 上水道 (取水地点給水量: 都市において108ℓcd、農村において40ℓcd)							
- 都市: 給水人口率 (%)	67	58	82	44	45	35	50
- 農村: 給水人口率 (%)	10	9	10	9	10	6	9
4.4 水利用率							
- 地表水 (%)	2.1	14.6	1.1	0.3	0.8	0.2	1.0
- 地下水 (%)	0.5	1.1	0.2	0.1	0.9	0.5	0.5
5. 全国マスター・プラン							
5.1 新規水源工 (2020)							
- 多目的ダムの数	64	20	304	362	141	193	1,084
- 有効貯水量 (10 ⁶ m ³)	950	100	4,090	4,690	1,410	1,720	12,960
5.2 灌漑排水 (2020)							
- 公的: 受益面積 (10 ³ ha)	120	95	305	305	115	180	1,120
- 私的: 受益面積 (10 ³ ha)	75	190	40	45	10	20	380
5.3 上水道 (2020) (取水地点給水量: 都市において216ℓcd、農村において80ℓcd)							
- 給水人口率	← 都市・農村ともに80% →						
- 深井戸の数 (10 ³)	36.96	59.23	38.43	49.68	44.70	57.80	286.80
既存	4.16	5.23	3.03	2.88	3.10	3.00	21.40
新設	32.8	54.0	35.4	46.8	41.6	54.8	265.4
5.4 水利用率							
- 地表水 (%)	9.1	35.6	13.5	5.5	9.8	3.3	7.6
- 地下水 (%)	7.8	11.1	4.5	3.7	10.8	8.9	7.5
5.5 必要な事業費 (1994年物価レベル: 10 ⁶ ナイラ)							
- 水資源規制	154	188	187	214	224	273	1,240
- 水源工	3,000	470	11,950	14,650	5,320	6,310	41,700
リハビリ	300	170	50	50	20	10	600
多目的ダムの新設	2,700	300	11,900	14,600	5,300	6,300	41,100
- 灌漑排水	4,734	4,122	12,013	12,127	4,499	8,735	46,230
公的: リハビリ	48	162	72	72	18	48	420
公的: 新設	3,802	2,738	10,043	9,923	3,922	7,582	38,010
私的: 新設	884	1,222	1,898	2,132	559	1,105	7,800
- 上水道	25,940	45,360	39,690	36,740	100,920	65,130	313,780
リハビリ	5,230	8,440	7,080	5,970	16,590	9,580	52,890
新設	15,800	27,180	26,870	25,020	71,400	43,560	209,830
再構築	4,910	9,740	5,740	5,760	12,930	11,990	51,060

NATIONAL WATER RESOURCES MASTER PLAN (TARGET YEAR : 2020)



GENERAL TARGET

- 1. Northern Zone : ○
Water resources management
- 2. Middle zone : ◐
Medium/small-scale water resources development for irrigation and water supply
- 3. Southern Zone : ◑
Medium/small-scale water resources development for water supply and irrigation

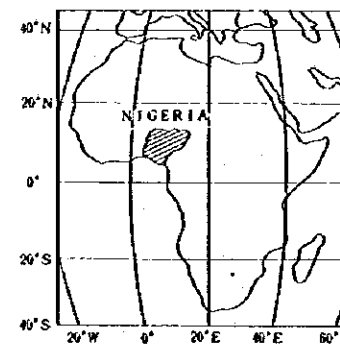
PRIORITY BASINS FOR WATER RESOURCES DEVELOPMENT

- | | |
|---|-------|
| 1. Danzaki (SHA 110): Sokoto-Rima RBDA | (P.1) |
| 2. Gbako (SHA 214): Upper Niger RBDA | (P.2) |
| 3. Awun (SHA 204): Lower Niger RBDA | (P.3) |
| 4. Kitlange (SHA 301): Upper Benue RBDA | (P.4) |
| 5. Katsina-Ala (SSHA 4052 to 3): Lower Benue RBDA | (P.5) |
| 6. Manu (SHA 504): Anambra-Imo RBDA | (P.6) |
| 7. Upper Ogun (SSHA 6022 to 3): Ogun-Oshun RBDA | (P.7) |
| 8. Osse (SHA 608): Benin-Owena RBDA | (P.8) |
| 9. Aya (SHA 702): Cross RBDA | (P.9) |

AREAS FOR SPECIAL ATTENTION

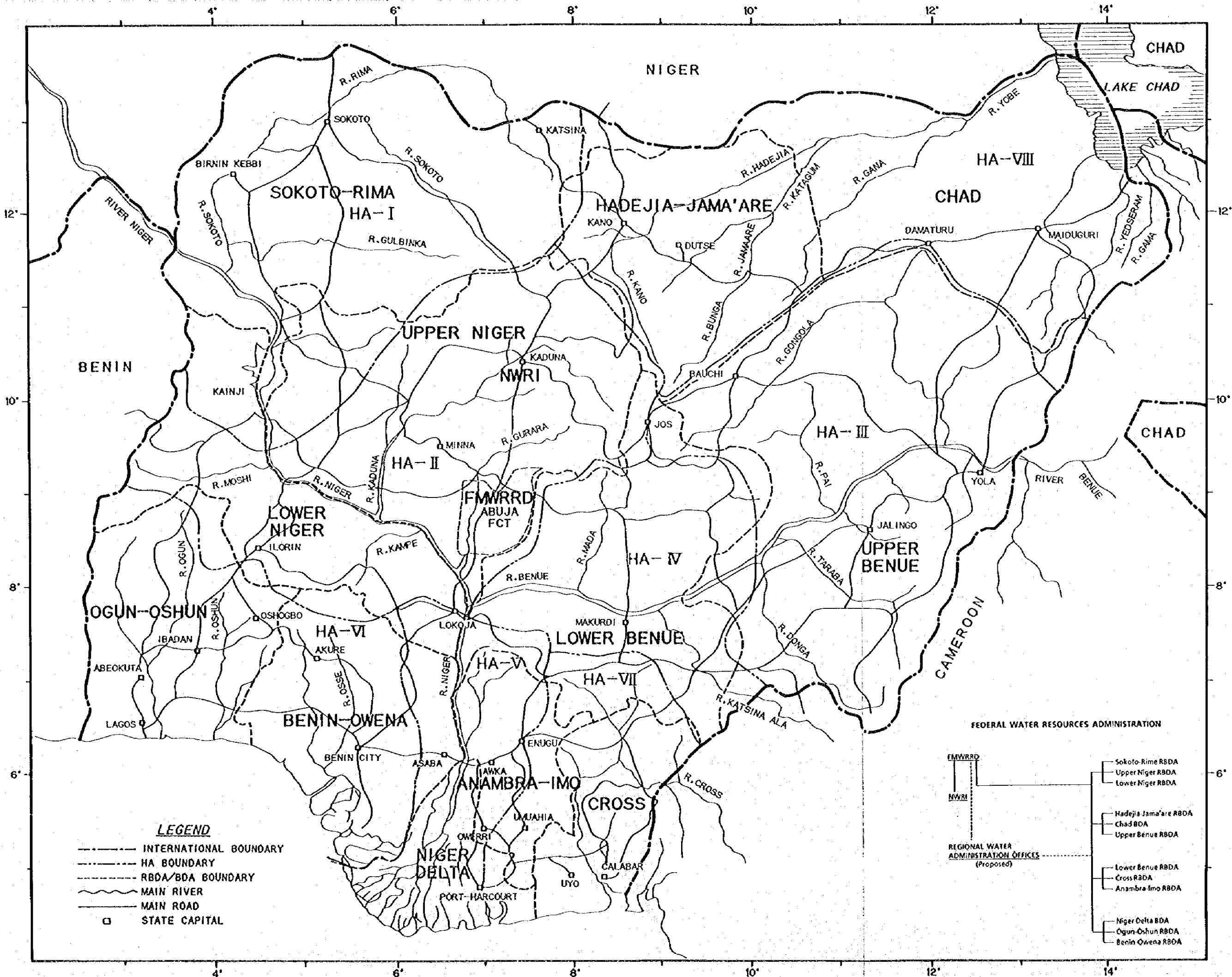
- 1. Water Management under Existing Reservoirs : (W.M.)
- 2. Groundwater Monitoring and Surveillance Programs by 2000 : (G.P.)
- 3. Severe Gully Erosion Disaster : (G.E.)

LOCATION MAP



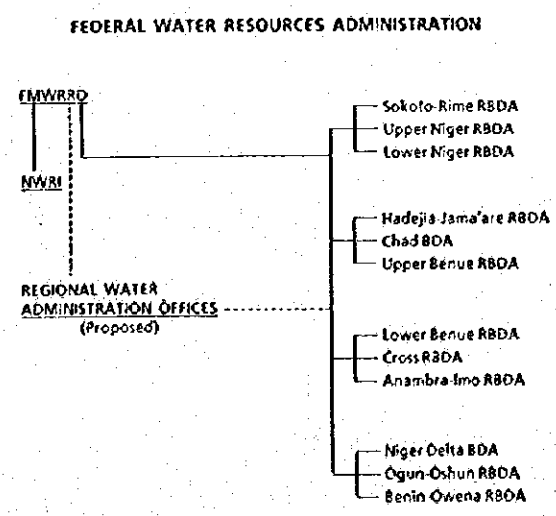
GENERAL LEGEND

- International Boundary : - - - - -
- State Capital : ●
- Major River : ~~~~~
- HA-Boundary : - · - · -
- Existing Major Dam : ■
- For Irrigation General : ■
- 1. Zobe
- 2. Bakolori
- 3. Goronyo
- 4. Kiri
- 5. Ikere Gorge
- 6. Oyan
- 7. Tiga
- 8. Challawa Gorge
- For Power Specific : ■
- P1. Kainji
- P2. Jebba
- P3. Shiroro
- P4. Dadin Kowa



LEGEND

- INTERNATIONAL BOUNDARY
- - - - - HA BOUNDARY
- · - · - RBDA/BDA BOUNDARY
- ~~~~~ MAIN RIVER
- MAIN ROAD
- STATE CAPITAL



略 語

ADP	Agricultural Development Project	(農業開発プロジェクト)
EIA	Environmental Impact Assessment	(環境インパクト評価)
ERR	Economic Rate of Return	(経済的収益率)
ESAF	Economic Structure Adjustment Facility	(経済構造調整融資)
FAO	Food and Agriculture Organization	(国連食糧農業機関)
FCT	Federal Capital Territory	(連邦首都圏)
FEPA	Federal Environmental Protection Agency	(連邦環境庁)
FIWD	Federal Inland Waterways Department	(連邦舟運局)
FMANR	Federal Ministry of Agriculture and Natural Resources	(連邦農業・天然資源省)
FMWRRD	Federal Ministry of Water Resources and Rural Development	(連邦水資源・農村開発省)
GDP	Gross Domestic Product	(国内総生産)
GNP	Gross National Product	(国民総生産)
HA	Hydrological Area SHA : Sub-Hydrological Area SSHA : Sub-SHA	(河川水文大流域) (同中流域) (同小流域)
IDA	International Development Association	(国際開発協会、俗称第二世銀)
IMF	International Monetary Fund	(国際通貨基金)
IUCN	International Union for the Conservation of Nature (The World Conservation Union)	(国際自然保護連盟)
LGA	Local Government Area	(州の下部行政単位)
LLDC	Least Among Less Developed Countries	(後発開発途上国)
ℓcd	litre per capita per day	(日・1人当たりリットル)
MW	Megawatt	(100万ワット)
NEPA	National Electric Power Plc.	(国家電力公社)
NESCO	National Electricity Supply Corporation (NIG) Limited	(国家電力供給会社)
NGO	Non-Governmental Organization	(非政府間組織)
NPC	National Planning Commission	(国家計画委員会)
NWRI	National Water Resources Institute	(国家水資源研究所)
OM	Operation and Maintenance	(維持管理)
OPEC	Organization of Petroleum Exporting Countries	(石油輸出国機構)
RBDA	River Basin Development Authority	(連邦流域開発公社)
SAP	Structural Adjustment Program	(構造調整計画)
SWA	State Water Agency	(州水道局)
WUA	Water Users Association	(水利用組織)

目 次

	頁
序 文	
ナイジェリア連邦共和国全国水資源総合開発計画調査 (M/P)：概要	iv
MAP：全国水資源総合開発計画 (2020年)	x
MAP：連邦水資源行政	xi
略 語	xii
目 次	xiii
第 1 章 全国水資源総合開発計画調査の背景	1-1
1.1 調査の経緯	1-1
1.2 国土面積、気候、人口、経済	1-3
1.3 水資源の概況	1-4
1.4 土地利用の概況	1-7
第 2 章 水資源開発の現況及び問題点	2-1
2.1 水資源管理の現況と問題点	2-1
2.2 水資源開発の分野別現況と問題点	2-2
2.3 地域別開発現況と問題点	2-10
第 3 章 全国水資源開発計画	3-1
3.1 開発計画の基本方針	3-1
3.2 部門別水資源開発事業計画の概要	3-3
3.3 地域別水資源開発計画の概要	3-16
3.4 環境保全	3-22
3.5 水資源行政及び組織	3-22
第 4 章 水資源開発事業の実施計画	4-1
4.1 実施計画の基本方針	4-1
4.2 水資源開発事業の予算	4-1
4.3 水資源開発事業の評価	4-4
4.4 2000年へ向っての事業実施計画	4-5
4.5 外国機関による援助プログラム	4-7
4.6 提言・勧告	4-8
添付資料：調査に参加したメンバー・リスト	5-1

第1章 全国水資源総合開発計画調査の背景

1.1 調査の経緯

ナイジェリア国(「ナ」国)は多くの水資源を保有し、1970年代から水資源開発事業が積極的に実施され、また、将来へ向けて促進されようとしている。連邦水資源・農村開発省(FMWRRD)は、「ナ」国の水資源開発・管理の効率的運用を目指した“全国水資源マスタープラン”を1984年にFAOの援助により実施した。しかし、このマスタープラン調査は、資金不足等により予備的ドラフト・レポートが作成されたのみで完結に至らなかった。

FMWRRDはこのマスタープランを完結するために、日本政府へその調査実施を要請した。日本政府の実施決定とあいまって、国際協力事業団は1991年10月に事業団宮本房也技術参与を団長とする事前調査団を「ナ」国に派遣し、本格調査を行ううえで日本及び「ナ」国政府のとるべき措置と本格調査の枠組みを規定したScope of Workについて「ナ」国政府と協議し、同年11月6日に合意、署名された。

国際協力事業団はこの調査を三祐コンサルタンツ、住鉱コンサルタントの共同企業体(調査団)に委託し、1992年3月末より1995年3月末までの期間において、以下の内容をもって進められた:

(1) 第一段階・準備調査(1992年3月~6月)

国内準備作業後の現地調査作業(第1次)において、基礎資料を収集するとともにFMWRRDと調査の内容及び工程を具体的に協議した。この結果にもとづき、国内作業(第1次)で第2段階・本格調査のプラン・オブ・オペレーションにかかるレポートを作成した。また、国内及び現地における再委託調査の内容、工程の詳細を作成した。

(2) 第2段階・本格調査

(a) 現地調査作業(第2次): 1992年8月~1993年3月

FMWRRDは本件調査に関する基礎資料を殆ど保有しておらず、また1991年に州、LGAなどの行政組織の境界などが変更されて州ベースの資料はすべて再構築する必要があったので、「ナ」国内の6つのコンサルタント会社を雇用して水資源インベントリー調査を行って全国レベルの基礎資料の作成を行った。また、8つのRBDAに委託して、22地点の地表水観測調査を実施した。これらの結果にもとづいて、プログレス・レポートを作成した。

また、国内においては、ハスコ・インターナショナル社に衛星画像解析 (1/500,000) を委託して、「ナ」国全土の地勢、流域、地質構造、土地利用、植生等の検討を行い、1993年3月末にその成果を得た。

(b) 国内作業 (第2次): 1993年6月~8月

現地作業 (第2次) の結果にもとづき、水資源開発と管理の現況と問題点の検討把握及び将来計画に対する指針の作成を行った。この結果をインテリム・レポートに包含した。

(c) 現地調査作業 (第3次): 1993年11月~1994年2月

「ナ」国の政変により、現地調査の出発が当初予定より2ヶ月遅れた。現地調査ではインテリム・レポートの説明、全国ワーク・ショップの開催及びマスタープラン策定のための追加現地踏査と関係機関との協議を行い、その結果をターミナル・レポート (非公式) にとりまとめた。

(d) 国内作業 (第3次): 1994年3月~8月

現地調査作業 (第3次) の結果にもとづき、マスタープランの策定をとりまとめ、その結果にもとづいてドラフト・ファイナル・レポートを作成した。

(e) 現地調査作業 (第4次): 1995年1月~2月

「ナ」国の政治・社会状況が不安定なまま回復せず、現地調査出発が予定より遅れた。先に送付したドラフト・ファイナル・レポートを「ナ」国側に説明し、コメントをとりまとめた。その結果にもとづいて、国内でファイナル・レポートを作成した。

本件調査に参加した作業監理委員会、調査団、及びFMWRRD関係者のリストを本報告書の末尾に添付した。なお、英文ファイナル・レポートの構成は、次のとおりである。

1. メイン・テキスト (サマリーを含む; A4)
2. セクター・レポート (サポーティング資料を含む; A4)

次の12章よりなり、それぞれが完結の形をとっている。

CHAPTER 1. NWRIS and SIA

CHAPTER 2. Socio-Economy and Land Use

CHAPTER 3. Water Resources and Management

CHAPTER 4. Water Source Works

CHAPTER 5. Irrigation and Drainage

CHAPTER 6. Water Supply and Sanitation

CHAPTER 7. Gully Erosion and Flood Control

CHAPTER 8. Hydropower Generation

CHAPTER 9. Inland Navigation

CHAPTER 10. Inland Fisheries

CHAPTER 11. Environmental Management

CHAPTER 12. Institution and Legislation

3. インベントリー総括表 (A3)

4. データベース図 (A2)

5. 衛星画像解析図 (A2)

1.2 国土面積、気候、人口、経済

「ナ」国の国土面積は $923.8 \times 10^3 \text{ km}^2$ で、東部はチャド国、カメルーン国、北部はニジェール国、西部はベニン国に接しており、南部はギニア湾に面している。国土面積の約60%をNiger及びBenue川流域が占めており、残りはChad湖流域及び南部沿海流域に属する。「ナ」国の熱帯性気候は地域によって異なり、北部は半乾燥(年降雨量400~700mm)、中央部はサバンナ(年降雨量1,000~1,500mm)、南部は熱帯多雨(年降雨量2,000~2,500mm)に属する。各地域とも雨期(6~10月)と乾期(11~5月)に区分され、降雨は雨期に集中して乾期には殆どない。

「ナ」国の行政組織は、1991年に30州と1首都圏に区分改組され、更に589のLGAが設定された。この行政改組のもとに行われた1991年人口センサスの速報値によると、人口は 88.5×10^6 人、人口密度は96人/ km^2 である。調査団により予測された2020年の人口は 186.0×10^6 人で、1991年の2.1倍に達する。1991年、2020年の地域別人口は、下表のとおりである：

地域 流域	NW HA-I	NE HA-III	CW HA-II	CE HA-III/IV	SW HA-VI	SE HA-V/VII	計又は 平均
1. 面積 (10^3 km^2)	131.6	188.0	158.1	231.9	100.5	113.7	923.8
2. 1991年人口 (10^6)	10.3	16.8	10.5	9.7	22.3	18.9	88.5
同人口密度 (人/ km^2)	78	89	66	41	222	166	96
3. 2020年人口 (10^6)	17.0	28.2	25.4	24.4	49.3	41.8	186.0
同人口密度 (人/ km^2)	129	150	160	105	491	368	201
4. 人口年増加率 (%)	1.74	1.80	3.08	3.23	2.77	2.77	2.59

北部、中央部の地域は農業を中心とし、また南部の地域は商工業を中心とした経済圏よりなりその人口密度は大きい。「ナ」国は、現在OPEC第6位の産油国であり、大量の未開発天然ガス埋蔵を有している。原油、農業を含む一次産業がGDPの50%を超え、製造業の二次産業は

業は10%以下にとどまっている。農業部門はGDPの38%を占めるとともに重要な雇用機会を与えているが、小農自給体制に属している。

1980年までは、莫大な石油収入によって政府投資による各種の開発行政が積極的に進められたが、計画性に乏しくかつ貧困な運営管理下にあった。加えて、1980年代初頭のオイル・ショックにより政府財政が破綻を来し、1986年にIMF、世界銀行支援の構造調整計画(SAP)を導入して、ナイラ通貨切下げ、補助削減、国営企業・法人民営化等の市場経済政策を積極的に進めている。現在迄のSAP効果については意見混交の状況にあるが、1994年連邦予算政策についてはSAP後退(ナイラ通貨交換率固定、経済規制強化)と非難されている。1993年10月の外国債務残高が287億US\$と報じられ、1994年連邦予算歳出に占める債務返還が37%を占めるに至るなど、債務管理が「ナ」国経済の重要な課題ともなっている。SAP効果と相まって、パリ・クラブ債務のリスク、IMFによる経済構造調整融資(ESAF)と世銀のIDA援助が議論されているが、1997年以前の適用はありえないと牽制されている。現在の1人当たりGNPは200 US\$を切り、LLDCに転落したとも報じられている。

1.3 水資源の概況

(1) 河川水系

国土の中央に国際河川のNiger川、Benue川がY字型に存在し、Nigerデルタを経てギニア湾へ注いでいる。この両河川には多くの支流が入り、Niger川にはSokoto-Rima、Kaduna、Gbako、Guraraなどが、Benue川にはGongola、Taraba、Donga、Mada、Katsina-Alaがある。北東地域のChad湖流域にはHadejia、Jama'aré、Komadugu-Yobe、Yedseram川などがあり、Chad湖に流下している。南部地域では、その西部にOgun、Oshun、Owena、Osseの諸川が、また東部にAnambra、Imo、Crossの諸川があって、そのすべてがあってギニア湾に注いでいる。

(2) 流域区分

調査団は、上記の河川流域を流域特性と衛星画像解析にもとづいて、8大流域(HA)、90中流域(SHA)及び202小流域(SSHA)に区分した。各HAごとの流域面積及びSHA、SSHAの数は、下表のとおりである：

流域	大河川流域 (HA)								計	
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
1. 流域面積										
自国内 (10 ³ km ²)	131.6	158.1	158.9	73.0	53.9	100.5	59.8	188.0	923.8	
他国 (10 ³ km ²)	461.6	-	98.0	8.3	-	-	13.4	-	581.3	
計	593.2	158.1	256.9	81.3	53.9	100.5	73.2	188.0	1,505.1	
2. SHA数	14	16	14	9	5	10	7	15	90	
3. SSHA数	34	34	25	29	10	18	19	33	202	

(3) 降雨、蒸発量

「ナ」国の降雨量はサヘル乾燥化の影響を受けて1960年代より減少化傾向にあり、特に北部地域の減少率が20~30%と大きい。各地域の代表地点における1979年以前と1980年代の平均年降雨量の変化は下表のとおりである：

地域	NW	NE	CW	CE	SW	SE
代表観測点	Sokoto	Maidugori	Kaduna	Jos	Ikeja	Enugu
1979年以前年降雨量 (mm)	710	670	1,290	1,380	1,620	1,800
1980年代年降雨量 (mm)	540	460	1,150	1,270	1,370	1,600
減少率 (%)	24	32	10	8	16	11

年蒸発量は北部で3,000~3,500mm、中央部で2,000~2,500mm、南部で1,500~2,000mmである。

(4) 地表水資源量

地表水資源量も降雨量と同様に1980年代にはそれ以前に比べて減少してきており、主な観測点の流出量変化は以下のとおりである：

河川流域	代表観測点	流域面積 (10 ³ km ²)	年流出量 (10 ⁶ m ³)		年流出高 (mm)		減少率 (%)
			1970s	1980s	1970s	1980s	
Niger	Jiddere Bode	525.5	34.1	25.1	64	47	26
	Kainji Dam	593.0	34.0	22.4	57	37	35
	Baro	730.7	57.1	43.3	78	59	24
	Lokoja	1,089.5	165.8	137.9	152	127	17
	Onitsha	1,100.8	168.0	141.9	153	129	16
Benue	Yola	108.4	22.7	14.2	209	130	37
	Makurdi	305.5	88.8	75.1	291	245	15
Cross	Ikot Okpara	48.3	54.3	51.0	1,124	1,056	6
Chad湖	Tiga Dam	6.5	0.92	0.70	141	107	24
	Challawa Bridge	6.9	0.83	0.60	120	88	27

調査団は90観測点より利用可能な流量データを収集し、各流域ごとの地表水資源量を推定した。その結果は下表のとおりで、全国の地表水資源量は $267.3 \times 10^9 \text{m}^3$ とかなり多いが、北部地域(HA-I/VIII)のそれは極端に少ない。

流 域	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	計
流域面積 (10^3km^2)	593.2	158.1	256.9	81.3	53.9	100.5	73.2	188.0	1,505.1
年流出量 (10^9m^3)	22.4	32.6	55.0	28.0	20.0	35.4	65.7	8.2	267.3
年流出高 (mm)	38	206	214	344	371	352	898	44	178

(5) 地下水資源量

「ナ」国は水文地質の観点よりみると、大別して“Basement Complex Area”と“Sedimentary Deposit Area”より構成されている。前者は花崗岩を主体とした岩盤層よりなり、地下水の賦存量は小さい。一方、後者は砂岩、頁岩及び沖積層より形成されて賦存量は大きい。調査団は各流域ごとの地質条件、降雨にもとづく涵養などを検討して、地下水資源量を以下のように推定した。全国の地下水資源量は $51.93 \times 10^9 \text{m}^3$ と推定され、かなりの量に達する。

流 域	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	計
1. Basement Complex									
流域面積 (10^3km^2)	66.5	121.9	89.5	35.2	5.3	59.7	11.1	53.7	442.9
賦存量 (10^9m^3)	1.66	5.13	3.59	1.64	0.27	3.08	0.65	1.21	17.23
2. Sedimentary Deposit									
流域面積 (10^3km^2)	65.1	36.2	69.4	37.8	48.6	40.8	48.7	134.3	480.9
賦存量 (10^9m^3)	2.68	3.05	3.40	2.75	6.88	5.94	5.63	4.37	34.70
3. 賦存量 計 (10^9m^3)	4.34	8.18	6.99	4.39	7.15	9.02	6.28	5.58	51.93

1.4 土地利用の概況

水資源を涵養する流域の土地条件、また水資源を最も多く利用する農業現況などを把握するために、衛星画像解析にもとづき土地利用概況を検討した。各流域の森林、草地、農地などの面積分布は次頁のとおりである：

(単位: 10^3km^2)

流域	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	計	%
森林	2.8	27.4	13.3	14.7	14.8	44.2	13.7	5.9	136.8	15
草地	46.6	59.7	75.9	13.9	3.8	4.7	0.8	75.7	281.1	30
農地	69.5	67.0	46.3	39.3	14.3	41.0	38.6	76.3	392.3	42
湿地	0.9	0.8	1.2	1.5	11.2	6.7	0.8	2.0	25.1	3
その他	11.8	3.2	22.2	3.6	9.8	3.9	5.9	28.1	88.5	10
計	131.6	158.1	158.9	73.0	53.9	100.5	59.8	188.0	923.8	100

森林面積は農地の開発により年々減少しており、国土面積の僅か15%を占めている。特に、北部地域の森林は殆ど消滅している。一方、農地は年々拡大されて国土面積の42%を占めている。しかし、農地は旧来の焼畑、天水農業で耕作されているものが多く、また土地肥沃性を回復する休閑サイクル期間が人口増により減少しており、この結果農地の表土流失、浸食が発達し、流域が荒廃しつつある。なお、灌漑農業のポテンシャルが高い河川沿いの湿地 (Wetland) 面積は、 $2.5 \times 10^6 \text{ha}$ に達している。

第2章 水資源開発の現況及び問題点

2.1 水資源管理の現況と問題点

(1) 降雨観測

全国の観測地点1,070のうち、適正に管理されているものは480地点である。この480地点のうち、長期観測を行っている代表的かつ信頼性の高い89地点の資料を収集し、スタディに適用した。全国面積よりみて観測地点の数、分布はほぼ良好と思われるが、管理不十分な観測所の再構築が必要である。

(2) 蒸発量観測

適正かつ長期に蒸発量を観測している観測地点は23のみで、著しく少ない。従って、観測地点を増設する必要がある。

(3) 地表水観測

観測地点は全国で358が確認されたが、このうち継続的に水位観測を実施しているのは173地点(48%)である。また、流量観測を実施している観測地点は119(33%)あるが、そのうち5年以上の継続記録をもつのは65地点(18%)のみである。地表水観測所の維持及び観測は機器の破損、河床変動、予算の不足等で円滑に実施されておらず、この結果各流域の地表水資源量を正確に把握することが困難となっている。従って、地表水観測所の再構築及び観測業務の大巾な改善が必要である。

(4) 水質、流砂観測

地表水の水質、流砂観測は、殆ど実施されていない。「ナ」国の流域は、農地、都市の乱開発による水質汚濁の進行及び表土流失、ガリ浸食等による河川への流砂供給が増加しており、水質及び流砂観測を強化する必要がある。

(5) 地下水資料の管理

生活、工業用水の給水のため、多くの機関が深井戸による地下水開発を独自に実施しており、現在その数は全国で 23×10^3 余に達している。そして、深井戸の地域分布、深度、水位、揚水量などの資料は、各機関に散在していて全く整備されていない。調査団は全国水資源インベントリ調査で各LGAベースの深井戸資料を収集して下表のようにとりまとめ、またこの結果を地下水賦存量を推定する資料として使用した。深井戸事業は今後著しく増大するので、FMWRRDは地下水資料(量、質)を整備していく必要がある。

(単位：10³)

地域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. 深井戸本数	5.32	6.76	3.34	2.64	4.08	1.09	23.23
2. 深井戸深度							
100 m以上	0.64	0.99	0.10	0.08	0.46	0.55	2.82
50～100 m	1.87	2.08	0.69	0.30	0.43	0.35	5.72
50 m以下	2.28	2.83	1.80	2.17	3.00	0.08	12.16
不明	0.53	0.86	0.75	0.09	0.19	0.11	2.53
3. 揚水量							
100 ℓ/分 以上	2.53	1.30	0.91	-	0.43	0.60	5.77
50～100 ℓ/分	0.37	1.17	0.34	0.01	0.28	0.02	2.19
50 ℓ/分以下	1.37	2.58	0.75	2.54	2.64	0.01	9.89
不明	1.05	1.71	1.34	0.09	0.73	0.46	5.38

(6) 河川管理

「ナ」国では河川管理という概念に乏しく、FIWDが主として舟運のためにNiger及びBenue川の水位観測と流路管理を行っている。「ナ」国の河川流域においては、林野の減少と農地の乱開発により荒廃し、河川には多くの土砂が流入しつつある。また、水資源量の少ない北部の流域には多くの大規模ダムが集中的に建設され、流域水収支が大幅に変化して多くの問題が生じている。今後の水資源開発においては、各流域の保全、水収支、河川維持などを考慮して計画を策定する必要があり、このためFMWRRDは各流域ベースに河川水系特性、地表水資源量、河川工作物などの資料をまず整備する必要がある。また新規開発事業に対しては、その河川流域における種々の影響を詳細に検討して事業実施認可を行う必要がある。

2.2 水資源開発の分野別現況と問題点

2.2.1 水源工(貯水ダム)

「ナ」国の河川は雨期にかなりの流量をもつが乾期には殆どないので、灌漑、上水道、水力発電などが河川流量を有効に利用するには貯水ダムが必要である。1991年までに、下表に示すように、160地点にダムが建設されその総貯水量は $30.7 \times 10^9 \text{m}^3$ に達している。

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. ダムの数							
灌漑用	10	17	12	11	11	10	71
上水道用	9	6	18	21	21	8	83
水力発電用	1	0	2	3	0	0	6
計	20	23	32	35	32	18	160
2. 有効貯水量(10 ⁶ m ³)							
灌漑用	1,725	5,885	489	2,225	840	0	11,164
上水道用	44	66	441	139	213	2	905
水力発電用	11,500	0	7,050	49	0	0	18,599
計	13,269	5,951	7,980	2,413	1,053	2	30,668

水力発電用ダムとして、NEPAによって運営されている Kainji、Jebba、Shiroro の大規模ダム及び NESCO による Jos 高原の小規模ダム群があり、これらの貯水池は適正に運用され発電に寄与している。一方、灌漑、上水道用のダムは FMWRRD 及び州政府により建設、管理されているが、次に述べるように多くの問題に直面している：

(1) 貯水池の運用

貯水池の運用ルールが殆どのダムにおいて全く設定されておらず、受益地区への放流が適正に実施されていない。特に、北部地域においては数多くの大規模ダムが建設されたが、以下のような問題を有している：

- サヘル乾燥化による貯水池流入量の減少。
- 貯水池流入量に比べて著しく大きな貯水容量をもつダムにおいては、雨期の末期に貯水位の回復が期待出来ない。
- 貯水面からの大きな蒸発ロスがあり、貯水の利用可能量がかなり減少する。
- ダム下流に展開している湿地利用への貯水放流がなく、湿地における水不足が大きな社会、環境問題となっている。

調査団は北部、中央部地域の代表的な11のダムについてマスタープラン・レベルの貯水池運用試算を行い、貯水池運用ルールの指針を与えた。また、既存ダム全体について、流入量、貯水量、蒸発量、下流放流量を概略検討して、各ダムの貯水利用可能量を検討した。地域別の貯水利用可能量は下表に示すとおりである。全国の灌漑、上水道用ダムの総貯水量 $12.0 \times 10^9 \text{m}^3$ に対して貯水利用可能量は $6.5 \times 10^9 \text{m}^3$ で、利用可能率率は64%と低い。特に、北東部に位置するChad湖流域の利用可能率は36%と著しく低い。その理由は、貯水池流入量に対して2倍の貯水量を有する Tiga、Challawa Gorge の大規模ダムがあり、その

貯水利用可能量率が30%以下と極めて低いからである。換言すると、北東部では極めて不経済なダムが建設されたといえる。

(単位：10⁶ m³)

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計/平均
1. 有効貯水量	1,750	5,940	940	2,340	1,030	50	12,050
2. 利用可能量	980	2,120	790	1,620	890	60	6,460
灌漑用	580	1,120	380	1,160	490	30	3,760
上水道用	130	270	330	200	350	30	1,310
下流湿地用	270	730	80	260	50	0	1,390
3. 利用可能量率：2./1.(%)	56	36	84	69	86	120	64

(2) 貯水池の利用

既存貯水池による灌漑及び上水道用水のための利用可能量は上表に示すように各々 $3.76 \times 10^9 \text{ m}^3$ 及び $1.31 \times 10^9 \text{ m}^3$ と評価されるが、現在灌漑農業、上水道に利用されている実際の利用量はそれぞれ $0.35 \times 10^9 \text{ m}^3$ 、 $0.62 \times 10^9 \text{ m}^3$ と推定されてその利用率は著しく低い。その理由は、ダムは完成したものの、受益地区の灌漑、上水道事業が遅れているからである。

(3) ダムの維持管理

既存ダムのなかには、基礎よりの漏水、堆砂による貯水量減少、洪水吐の設計洪水量不足、洪水吐及び放水工下流の洗掘、ダム法面におけるガリ浸食、OM道路の未整備など、ダムの機能維持及び安全性の観点から改修を必要とするものがある。

2.2.2 灌漑・排水

灌漑・排水事業には公的と私的なものがあり、前者はFMWRRDや州政府がダムや水路を建設、管理して用水を受益地区へ供給する事業であり、後者はFMANR・州ADPの支援のもとに湿地における農民の自己投資(市中銀行融資)による小堰、小水路利用の地表水取水や浅井戸利用の伏流水揚水等よりなる事業である。ダムやポンプ場などの既水源による公的灌漑計画面積は、FMWRRDの当初計画では $450 \times 10^3 \text{ ha}$ であったが、調査団の評価によると $320 \times 10^3 \text{ ha}$ となる。また、実際の灌漑面積は現在僅かに $70 \times 10^3 \text{ ha}$ である。一方、私的灌漑面積は $150 \times 10^3 \text{ ha}$ で、その灌漑農業は支援制度が整備されて順調に展開されている。

地域別の計画灌漑面積、実際の灌漑面積は、下表のとおりである：

(単位：10³ha)

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計/平均
1. 公的灌漑面積							
計画面積	60	90	55	40	45	30	320
現在サービス面積	8	27	12	12	3	8	70
達成率 (%)	13	30	22	30	7	26	22
2. 私的灌漑面積	35	98	10	3	0	4	150

上記の灌漑面積に対する灌漑用水需要量は、下表のとおりである：

(単位：10⁶m³)

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. 公的灌漑用水量							
1.1 計画用水量	580	860	630	510	660	410	3,650
ダム水源	500	560	260	300	560	30	2,210
ポンプ場、その他	80	300	370	210	100	380	1,440
1.2 実際の利用量	80	260	140	150	40	110	780
ダム水源	60	150	20	110	10	0	350
ポンプ場、その他	20	110	120	40	30	110	430
2. 私的灌漑用水量	320	880	70	20	0	20	1,310

公的灌漑・排水事業は次に述べるような多くの問題点を持つため、当初の灌漑計画面積が減少したり、灌漑農業達成率が低い状況にある：

(1) 計画灌漑面積の未確定

灌漑事業の計画面積は、未確定のものが多い：

- ダムを水源としている灌漑事業の計画面積は、貯水池の運用計画にもとづいて算定されたものは殆どない。貯水の運用計画にもとづく貯水利用可能量を算定して、計画面積を再検討する必要がある。
- Chad湖水位低下により湖水利用の揚水灌漑事業においては、その一部が灌漑不可能な状態にあって計画面積が減少する。
- Dadin Kowaダムのよう下流に受益対象地が実際に小さいにもかかわらず、大規模貯水池が建設されている事業では計画面積が減少する。

(2) 灌漑事業の未完成

水源を有しながら 250×10^3 haの受益計画地区において、灌漑農業が実施出来ない状況にある：

- FMWRRDは水源事業に積極的に投資を行なうが、灌漑事業の建設に当たっては技術的困難性、予算不足等によってその進捗度が小さい。
- 灌漑のための水源利用可能量調査が不十分であるため、灌漑受益地区の範囲、面積が確定していない。
- 受益地区の灌漑計画策定のための地形図作成、土地利用・社会経済調査などが、殆ど実施されていない。
- 既水源において、公的灌漑地区と私的灌漑を実施している下流湿地への水配分計画が未確定である。
- FMWRRDは、灌漑事業のブレF/S及びF/Sに対する内容・手法を十分に把握していないし、また受益農民が当初から参加するシステムを持っていない。

(3) 灌漑農業における問題点

70×10^3 haの既存灌漑地区においても、農業は計画通りの農業生産に達していない：

- 灌漑施設の計画、設計、施行が不適正であって、事業完成後のOMに支障をきたしている。
- 灌漑施設及び圃場の水管理ための施設運営が不十分で、水源からの用水を有効に利用していない。
- 農民組織が確立しておらず、灌漑用水の利用、灌漑農業実施のうえで農民間の協調性に乏しく、地区全体の灌漑農業が円滑に進行していない。
- 政府の農業普及サービス、金融、農業生産資機材に関する支援制度が確立されておらず、農民の灌漑農業技術も向上していない。
- 大規模灌漑事業では、特に上記の問題が大きく、受益地区の生産・便益性が極めて低い。

2.2.3 上下水道

1970年代までに260の都市に生活用水給水が実施され、都市用水事業は現在も拡大中である。一方、農村給水は1980年代より積極的に開始された。現在の生活用水需要量に対する給水普及率は、都市部で平均50%、農村部では僅かに9%と著しく低い。地域別の給水現況は、下表のとおりである：

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計/平均
1. 都市給水							
(1)1991年人口 (10 ³)	4,261	6,835	5,941	4,034	16,552	11,432	49,055
(2)施設容量							
給水計画人口 (10 ³)	3,135	6,129	5,643	2,093	15,598	6,354	38,952
原水給水能力 (MLD)	440	598	740	281	1,523	612	4,194
1人当り給水量 (ℓcd)	103	88	125	70	92	54	85
(3)実際の給水量							
推定原水給水量 (MLD)	250	344	516	161	988	379	2,639
1人当り給水量 (ℓcd)	59	50	87	40	60	33	53
(4)推定給水率 (%)	67	58	82	44	45	35	50
2. 農村給水							
(1)1991年人口 (10 ³)	6,070	9,932	4,555	5,633	5,778	7,494	39,462
(2)施設容量							
給水計画人口 (10 ³)	848	1,221	650	719	982	600	5,030
原水給水能力 (MLD)	34	49	25	29	34	23	194
1人当り給水量 (ℓcd)	6	5	6	5	6	3	5
(3)実際の給水量							
推定原水給水量 (MLD)	24	34	18	21	24	17	138
1人当り給水量 (ℓcd)	4	3	4	4	4	2	3
(4)推定給水率 (%)	10	9	10	9	10	6	9

上表の給水現況にもとづく地表水、地下水の水資源利用量は下表のとおりである：

(単位：10⁶ m³)

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. 地表水による給水	68	62	149	45	238	59	621
都市用水	68	62	149	45	236	59	619
農村用水	0	0	0	0	2	0	2
2. 地下水による給水	20	58	20	13	84	66	261
都市用水	12	47	15	6	78	61	219
農村用水	8	11	5	7	6	5	42

上表に示すように、都市給水では人口の多い南部地域の給水率が他地域に比べて低い。一方、農村給水は全地域において給水率10%以下と著しく低い。1人当りの全国平均給水量も、都市部53ℓcd、農村部3ℓcdと極めて少ない。

下水道事業は Lagos、Port Harcourt、Ibadan、Kano、Abuja などの大都市の一部地域で小規模で進められているのみである。「ナ」国では、下水道事業の必要性が大きいですが、未だ本格的に実施する段階にきていない。

上水道事業は拡大しているが、以下のような問題に直面している：

(1) 都市給水事業

- 事業計画の策定に当たって適正な人口予測、計画給水量の検討がなく、既存施設のなかには需要量と施設の給水能力に整合性を欠くものが多い。
- 浄水施設の規模設計に妥当性を欠くものがあり、OMを困難にしている。
- 浄水施設の維持管理に対する費用が少ないこと、管理スタッフの技術レベルが低いことにより、施設の老朽化、機器の故障が多くて給水能力は低下しており、断水現象が多発している。
- 水道料金の徴収が充分に行われず、この事がOM費用不足の原因ともなっており、全体として公的企業意識が低い。

(2) 農村給水事業

- 先行している都市用水事業に比べて、農村給水事業は著しく遅れ、農村地域ではギニアウォームなど多種の水系疾病が多発する原因となっている。
- 農村給水用の深井戸及びポンプは主として住民によってOMを行うことになっているが、低い受益者意識と弱い政府の支援システムから生じるOM費用不足、管理能力不足等によって給水能力が低下している。特に、ポンプ故障が放置されている事例が多い。

2.2.4 ガリ浸食による災害

「ナ」国では、全国的に土壌浸食による流域荒廃が進行している。特に、南東部地域の Anambra 及び Enugu 州では500箇所以上のガリ浸食地点があり、都市、農地、道路などの一部が崩壊している。このガリ浸食は、次の原因により生じている：

- 都市、農地の開発によって森林、草地が失われ、高い強度の降雨量は開発地区内で保留できずに大きな流出となって砂質土壌の洗掘、流失が生じている。
- 都市、農地、道路の開発の際に、上記の降雨流出に対する排水施設が適正に設置されていない。

- 農地に土壌浸食が生じた場合、農地の土地所有が明確でないため農民は他の地域に移動し農地の保全が全くなされていない。
- 開発地域の植林、草地造成などがなく、その多くは裸地のまま放置されている。

ガリ浸食災害の拡大を防止するためには、緊急的な埋戻し・仮排水事業の実施及び小規模浸食に対する即効的な法止め、適正な排水施設の建設が必要であって、初期対策の効果的実施体制づくりを確立すべきである。

2.2.5 水資源関連のその他部門

(1) 水力発電

「ナ」国の電力は、国家レベルの NEPA が開発、管理を担当しており、現在の総発電施設容量は6,000MW（水力が1,900MW、火力が4,100MW）、その送電線は330KVラインの 3.7×10^3 km、132KVラインの 40×10^3 kmをもって、全国の州都をほぼカバーしている。水資源に関連する主な水力発電所の概要は、下表のとおりである：

発電所	完成年	発電機台数	発電容量 (MW)	稼働容量 (MW)	稼働現況
Kainji	1969	8	760	500	5台稼働、定期整備必要
Jebba	1984	8	540	540	8台稼働、スベアパーツ必要
Shiroro	1989	4	600	450	3台稼働、1台修理中

水力、火力発電所及び送電線のOMは予算不足、管理能力不足等により適正に行われておらず発電能力は低下しつつあり、6,000MWの設備容量に対する現在の稼働容量は僅かに2,500MWである。また、Niger川に建設されたKainji、Jebbaの貯水池流入量はサヘル乾燥化とNiger川上流に位置する他国の水資源開発の影響により、1980年代より約30%減少してきている。この結果、両水力発電所の発電量は減少化傾向にあり、電力供給に大きな問題となっている。

(2) 内水面舟運

Niger、Benue川及びNigerデルタと沿岸河川など舟運に利用可能な河川延長は約3,000kmに達している。「ナ」国ではかつて、この河川を利用して海岸部と内陸間の物資輸送が盛んに行われ、全国物流量の30%がこのシステムによって処理されていたといわれている。しかし、近年の道路網発達による陸上輸送の増大化とNiger、Benue川の堆積土砂による

航行困難性などにより、内水面舟運の利用価値が減少してきている。FIWDはNiger、Benue両川の大規模浚渫とその維持浚渫の構想をもっているが、大量の流砂からみてその実施には莫大なコストを必要とする。将来、道路網が更に発達すると予想されるので、この浚渫計画の投資効果に疑問が多い。

(3) 内水面漁業

「ナ」国は現在魚類の輸入を行っているが、1人当たり消費量は4kg/年程度で、アフリカの平均値9.3kg/人、FAOが提案している11.5kgを大幅に下回っている。水資源開発事業によって魚類の移動不能による資源量の減、湿地への貯水池からの放流カットによる収量減が問題となっている。

2.3 地域別開発現況と問題点

2.3.1 水資源量と現在の水利用量

推定した水資源量と現在までの水資源開発にもとづく地域別の水利用量とのバランスは下表のとおりで、北東地域のChad湖流域を除いた地域での現在の水利用率は小さくて将来の水資源開発に対して十分な資源量を持っている。Chad湖流域の地表水開発はかなり進んでおり、ここでは開発された水資源の管理を今後重要視する必要がある：

(単位：10⁶m³)

地域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計/平均
1. 地表水							
(1) 資源量	22,400	8,200	32,600	83,000	35,400	85,700	267,300
(2) 現在の水利用量	470	1,200	360	210	280	190	2,710
公的灌漑	80	260	140	150	40	110	780
私的灌漑	320	880	70	20	0	20	1,310
上水道	70	60	150	40	240	60	620
(3) 水利用率：(2)/(1)(%)	2.1	14.6	1.1	0.3	0.8	0.2	1.0
2. 地下水							
(1) 資源量	4,340	5,580	8,180	11,380	9,020	13,430	51,930
(2) 現在の水利用量	20	60	20	10	80	70	260
灌漑	-	-	-	-	-	-	-
上水道	20	60	20	10	80	70	260
(3) 水利用率：(2)/(1)(%)	0.5	1.1	0.2	0.1	0.9	0.5	0.6

2.3.2 北東地域 (Chad湖流域: HA-VII)

(1) 水資源の概況

Chad湖流域の河川水系は大別して流域の西部に位置する Hadejia-Jama'are 水系と東部に位置する Yedseram 水系等に分かれ、すべてChad湖に流入している。これらの河川流量は、サヘル乾燥化の影響により1970年代から減少しており、また、Chad湖水位も極端に低下してきている。このため、本流域の水需要に見合う水供給、特に地表水の供給は困難な状況になりつつある。本流域で最も重要な Hadejia-Jama'are 川は、下表に示すように上流部においてかなりの豊富な流量を有するが、下流に向かうにつれて河川沿いの沖積層における浸透と蒸発及び湿地における農業用水としての利用等により漸次減少し、Chad湖への流入地点では殆どその流量を失う:

河川沿い観測点	Hadejia 川 Wudil 地点	Jama'are 川 Bunga 地点	Hadejia 川 Gashua 地点	Yobe 川 Damasak 地点
流域面積 (km ²)	16,400	8,000	55,700	82,600
年流出量 (10 ⁶ m ³)	1,640	1,270	310	540
年流出高 (mm)	100	160	15	7

Hadejia 川は、従来下流河川沿いの広大な湿地における雨期河川水貯溜と伏流水涵養の機能を有し、湿地住民の農業、漁業、生活用水及びその環境保全に寄与してきた。しかし、Hadejia 川上流に1970年代より多くのダムが建設され、それらの貯水により下流湿地は現在著しい水不足に陥っている。この水不足は湿地地域の大きな社会、経済及び環境破壊問題となっており、1985年以來IUCNによる“Hadejia - Nguru Wetland Conservation Project”の名のもとにその実態調査が続けられている。この調査のなかで、上流貯水池群より下流湿地への放流が強く主張されている。しかしながら、上流貯水池をどのように運営すれば良いかは現在まで全く検討されておらず、その総合的水管理計画が重要課題となっている。

流域の東部に位置する Borno 州には Yedseram、Ngadda 等の河川があるが、これら流域年降雨量は500mmと小さくそれらの流量も小さい。一方、Chad湖はかつて25×10³km²の水面積を持っていたが現在は1.5×10³km²と著しく縮小して干上がり寸前にあり、Chad湖周辺で実施されてきたポンプ灌漑農業は湖水を利用が困難となって年々その面積を縮小している。この状況下で、Yedseram 川水系の貴重な地表水資源と、やや豊富な地下水資源をいかに有効に利用、管理するかが今後の重要な課題となっている。なお、本地域は降雨量

が少ないため地下水への涵養量も小さく、地下水賦存量は $5.6 \times 10^9 \text{m}^3$ ($30 \times 10^9 \text{m}^3/\text{km}^2$)と他地域に比べて少ない。地下水の水質は、飲料水に適用できる。

(2) 水資源開発の問題点と可能性

(a) Hadejia川上流域の水資源開発

Hadejia川上流域には、Kano州の灌漑農業及び上水道の目的で14地点に大、中規模ダムが建設されていて、その総貯水容量は河川流量の約2倍に相当する $3 \times 10^9 \text{m}^3$ に達している。一方、貯水池面からの蒸発量は $500 \times 10^6 \text{m}^3$ と推定され、河川流量の34%を蒸発により失っている。主なダムの貯水流入量、貯水容量、貯水蒸発量、貯水利用可能量を検討した結果は、下表のとおりである：

ダ ム	Tiga	Challawa Gorge	Watari	Guzuguzu	Kafin Chiri
(1) 貯水池流入量 (10^6m^3)	910	460	75	22	35
(2) 貯水容量 (10^6m^3)	1,845	900	92	21.5	35
(3) 貯水面積 (km^2)	178	100	19.6	6.4	8.4
(4) 貯水蒸発ロス (10^6m^3)	270	130	30	9	12
(5) 貯水利用可能量 (10^6m^3)	700	330	20	9	8
蒸発量率：(4)/(1) (%)	30	28	40	41	34
利用可能量率：(5)/(2) (%)	38	37	22	42	23

上表に示したように、不合理な貯水池計画で建設されたダムが多く、また下流湿地への放流がないことから、全てのダムについて貯水池運用方法を再検討する必要に迫られている。

(b) Jama'are川のKafinZakiダム

Jama'are川もChad湖流域ではかなりの流出量をもつが、この下流にも大規模湿地が存在して、その河川水は湿地の農業、漁業、環境保全に利用されている。このJama'are川上流にはKafinZakiダムが計画されて、1991年に着工したが、予算不足等により現在その工事が中断されている。このダム計画は流入量 $1.05 \times 10^9 \text{m}^3$ に対し貯水容量が $2.5 \times 10^9 \text{m}^3$ という妥当性を欠いた計画で、その蒸発ロスは $400 \times 10^6 \text{m}^3$ と流量の40%にも達して流域の限られた水資源量を失う結果を招く。従って、このダム計画は事業の経済性、下流湿地への影響等について再検討する必要性がある。

(c) 公的灌漑・排水事業

既存公的灌漑事業の計画面積は 90×10^3 haであるが、実際の灌漑面積は 27×10^3 haで 63×10^3 haが未開発となっている。未開発面積は他地域に比べて著しく多く、その整備事業の実施が重要な課題となっている。この実施にあたっては、上述の各ダム貯水運用計画を確立することが前提である。

(d) 湿地への水配分

Hadejia ~ Yobe 間には 70×10^3 haの大規模湿地が横たわり、世界銀行の援助によって私的灌漑事業が進行中である。また、多くの住民が湿地を利用した農業、漁業等に従事している。さらに、この湿地は欧州からの越冬鳥類や種々の野生動物の生息地でもあり、Chad湖流域で最も重要な環境保全地域である。現在、この湿地は、上述のダム群によって水収支バランスを失い、破壊されつつある。従って、上流ダム群からの適切な水配分を考慮する必要がある。

(e) 上水道事業

地域の都市給水は、全国平均レベルを若干上回って普及率が58%であるが、ダム群の多いKano州に都市給水が集中していて、他州の都市給水率は低い。本流域の地表水資源量は少ないため、地下水に依存する都市、農村給水が重要となっている。地下水による給水量は 58×10^6 m³と推定され他地域に比べて大きい。農村給水は普及率9%、1人当たりの給水量は3ℓcdと極めて低い。

(f) Maiduguri 地区の水道

Chad湖流域東部のNgadda川下流のMaiduguri市上流地点に、灌漑農業のために 100×10^6 m³の貯水量をもつAlauダムが建設され、Ngaddaの水をすべて貯留している。Borno州都Maiduguri市はカメルーン、チャドの国境近くに位置する重要な都市で、その上水道用水は深井戸に頼っている。しかし、この地域の地下水は、都市及び周辺の人口増による上水道需要の増加に伴って多くの深井戸で乱開発され、その水位、揚水量は年々低下してきている。上記のAlauダムの建設によりNgadda川による涵養が減少したことも、地下水位低下、揚水量減少に影響を与えている。従って、この地域ではAlauダムからの下流放流や地下水揚水規制などの地下水管理に対して配慮を払うとともに、Alau貯水池の上水道利用への転換が必要である。

(g) 新規水資源開発

本地域には地表水は少なく、かつ水資源開発が既に進められてきているので、新規開発の大きな可能性は殆どない。一方、地下水開発は、生活給水を目的として積極的に推進する必要がある。

(h) RBDA間の協調性

Chad湖流域において水資源の豊富な西部地区はHadejia-Jama'are RBDA、一方水資源の少ない東部地区はChad BDAによってそれぞれ運営管理されている。西部地区のHadejia、Jama'are川の流量はその下流に位置するYobe川経由でChad湖に注いでおり、またこのYobe川沿いの湿地における水の管理はChad BDAの管轄下にある。従って、Chad湖流域の上下流地区の水配分、水利用計画については両RBDAが協調して推進していく必要がある。

2.3.3 北西地域 (Niger川北部流域: HA- I)

(1) 水資源の概況

本地域は、Sokoto-Rima流域の $88.3 \times 10^3 \text{ km}^2$ とNiger川へ注ぐ支流域群の $43.3 \times 10^3 \text{ km}^2$ との計 $131.6 \times 10^3 \text{ km}^2$ よりなる。Sokoto-Rima流域には7大支流がSokoto-Rima本流へ流下してその地表水資源量は $7.3 \times 10^9 \text{ m}^3$ と評価されているが、この資源量は本流下流沿いの湿地を流下する過程でその一部を失い、Sokoto川河口においては $6.0 \times 10^9 \text{ m}^3$ に減少するものと推定される。主な支流の年流出量は、下表のとおりである:

河川	Gada	Bunshur & Gagere	Sokoto	Gawon Gulbi	Zamfara	Gulbinka
流域面積 (km ²)	4,000	17,500	12,200	8,700	17,100	11,400
年流出量 (10 ⁶ m ³)	280	1,300	980	1,040	2,220	1,480
年流出高 (mm)	70	74	80	120	130	130

支流域群にはDanzaki、Malendo、Swashi川等があり、これらは地域の南部に位置して年降雨量も1,000~1,200mmと多いことから、年流出高も120~140mmと多く、地表水資源量は $4.0 \times 10^9 \text{ m}^3$ に達する。

本地域にはニジェール国より流下するNiger川があって、その年流出量は国境地点で $19 \times 10^9 \text{ m}^3$ と推定される。Niger川は上記のSokoto-Rima及び支流域と合流してKainjiダムへ流下している。各河川の流出量はNiger川を流下する過程で河川ロスを生じ、またKainji貯水池面、蒸発で失われ、Kainjiダム地点の年放流量は $22.4 \times 10^9 \text{ m}^3$ に減少している。

本地域は、Basement Complexの占める面積が大きいことと少降雨量によって、地下水涵養量も小さいことにより地下水賦存量は $4.34 \times 10^9 \text{ m}^3$ と他地域に比べて小さい。しかし、

Sokoto-Rima 川本流沿いは沖積層で形成され、地下水賦存量はやや多い。地下水の水質は、飲料水として問題ない。

(2) 水資源開発の問題点と可能性

Sokoto-Rima 流域の北部地区には多くの大規模ダムが主として灌漑目的で建設されており、その貯水池概要は以下のとおりである。いずれのダムも貯水面積が大きく、多くの蒸発ロスを生じることから地表水利用可能量がかなり減少している。

ダ ム	Jibiya	Zobe	Bakolori	Goronyo	Kubli
(1) 貯水池流入量 (10 ⁶ m ³)	260	240	760	660	160
(2) 貯水容量 (10 ⁶ m ³)	121	170	403	933	62
(3) 貯水面積 (km ²)	26	45	80	200	9.4
(4) 貯水蒸発ロス (10 ⁶ m ³)	36.4	63	96	280	9.4
(5) 貯水利用可能量 (10 ⁶ m ³)	67	104	326	344	47
蒸発量率:(4)/(1) (%)	14	26	13	42	6
利用可能量率:(5)/(2) (%)	55	61	81	37	76

(a) Sokoto-Rima 北部地区

本地区には大規模ダムが建設されたため、流域の殆どの地表水をコントロールすることが可能である。しかし、Goronyo、Zobe ダムは妥当性を欠いた貯水池計画を持っていること、Goronyo 貯水池への流入量は上流ダムの貯水、水利用により減少する恐れがあること、下流湿地への貯水放流が必要であること等から、Chad 湖流域で述べたと同様に、全てのダム群を考慮した貯水池運用方法を再検討する必要がある。

(b) Goronyo 及び Bakolori ダム

Goronyo ダムは基礎に大きな漏水があり、ダムの安全性が心配されている。Bakolori ダムの小水力発電取水口からも多くの漏水があり、発電は中断されている。これらは、早急に調査、検討して改修する必要がある。

(c) Kainji 発電ダムへの流入量減少

Kainji ダムの流入量は1970年代の34.1×10⁹m³から1980年代の25.1×10⁹m³に減少し、水力発電に大きなマイナスを与えている。これは Niger 川へ流入する他国からの Black flood の減少、Sokoto-Rima 上流域の水資源開発による White flood の減少に起因している。FMWRRD は Black flood に関して他国との間で水利用協議を行うこと、ま

た Sokoto-Rima 流域における将来の水資源開発は Kainji 流入量を考慮して行うこと等に留意する必要がある。

(d) 地表水の新規開発

Sokoto-Rima 流域南部地区の大支流及び Niger 川へ直接流下する支流域群は北部地区に比べて豊富な地表水資源量を有するが、Kainji 貯水池への影響を考えると大規模水資源開発には問題があると思われるので、その新規開発は中小規模に限定されるべきである。

(e) 公的灌漑・排水事業

上記のダム群及びポンプ場などの既存水源による公的灌漑の推定計画面積は 60×10^3 ha に達するが、実際の灌漑面積は 8×10^3 ha と少なく 52×10^3 ha が未開発として残されている。これらの未完成灌漑事業の早期整備が重要となっている。

(f) 上水道事業

地域の都市給水普及率は 67% と、全国平均レベルの 50% よりかなり高い。しかし、Sokoto 市の上水道事業が集中的に開発されているのみで、他都市の給水普及率は低い。Sokoto 州 Rima 川沿いの流域では深井戸による都市、農村給水の開発が促進されているが、その乱開発と上流ダム群よりの放流量減少による影響で、地下水位や揚水量の低下が生じてきている。農村給水は普及率 10%、1 人当たりの給水量が 4ℓcd と低い。

2.3.4 中央西地域(Niger 川中部流域: HA-II)

(1) 水資源の概況

本地域の面積は 158×10^3 km² で、大別すると Niger 川左岸の Kaduna、Gurara、Kontagora、Gbako などの大支流域 120×10^3 km² と右岸に位置する Moshi、Oshun、Awun、Ove、Kampe などの小支流域 38×10^3 km² に区分される。この流域では年平均降雨量が 1,000~1,500mm と多いため河川流出量も北部地域に比べて多く、全流域で年 32.6×10^9 m³ に達する。主な河川の流出量は、下表のとおりである:

河 川	Kaduna	Gurara	Kontagora	Gbako	Oshun/ Ove	Kampe
流域面積 (km ²)	63,700	17,080	8,970	12,120	10,800	12,310
年流出量 (10 ⁶ m ³)	13,800	8,200	1,080	2,670	1,940	2,710
年流出高 (mm)	217	480	120	220	180	220

一方、本地域の地下水賦存量は 8.2×10^9 m³ で、北部地域に比べて多くその水質も飲料水として問題ない。

(2) 水資源開発の問題点と可能性

本地域には Shiroro、Jebba の水力発電ダムの他、灌漑用の大規模ダム Kontagora 及び Omi (貯水量計 $420 \times 10^6 \text{m}^3$) と 10 地点の中規模ダム (貯水量計 $70 \times 10^6 \text{m}^3$) があって、前者は建設中、後者は完成している。本地域は水資源、土地資源に恵まれているにもかかわらず、灌漑のための水資源開発は北部地域に比べて著しく遅れている。地域には首都 Abuja の他、Kaduna、Zaria、Minna、Irolin など多くの都市があり、都市上水道のための水源として 18 地点のダムが建設されてその貯水量は $440 \times 10^6 \text{m}^3$ に達している。これは、全国上水道用ダムの総貯水量の 50% に相当する。調査団が検討した主な上水道用ダムの貯水池諸元は、下表のとおりである:

上水道用ダム	Asa	Kagara	Zaria	Kangimi	Suleja	Usuman
(1) 貯水池流入量 (10^6m^3)	184	40	450	1,800	42	260
(2) 貯水容量 (10^6m^3)	34	38	30	59	49	100
(3) 貯水面積 (km^2)	不明	5.8	8.0	6.6	7.4	8.0
(4) 貯水蒸発ロス (10^6m^3)	7.0	7.0	9.0	7.0	7.0	8.0
(5) 貯水利用可能量 (10^6m^3)	24	23	21	52	32	100
利用可能量率: (5)/(2) (%)	71	61	70	88	65	100

本地域のダムは灌漑、上水道用ともにほぼ適正な貯水池計画で建設されており、北部地域のような貯水池運用上の問題は特にない。ただ、中小規模ダムには堆砂により貯水容量が減少しているものがある。

(a) 地表水の新規開発

本地域では利用可能な水資源、土地資源が豊富にあるが、その開発が殆ど行われていないので将来に向けて水資源開発のポテンシャルが最も高い。

(b) 公的灌漑・排水事業

既存水源による公的灌漑計画面積は $55 \times 10^3 \text{ha}$ であるが、このうちには建設中の Kontagora と Omi の大規模ダムによる面積 $15 \times 10^3 \text{ha}$ が含まれている。その他の既存水源のもとでは、 $40 \times 10^3 \text{ha}$ の計画面積に対して灌漑実施面積は $12 \times 10^3 \text{ha}$ 、その達成率は 30% となって他地域に比べて良好である。しかし、未完成面積も多いので、その整備の一層の促進となつてが必要である。

(c) 上水道事業

本地域の都市給水事業はかなり進行しており、その普及率は82%と全国で最も高い。また、1人当たりの給水量も87ℓcdと他地域より多い。しかし、農村給水に対する普及率は10%、1人当たり給水量は4ℓcdと著しく低い。

2.3.5 中央東地域 (Benue川流域: HA-Ⅲ及びⅣ)

(1) 水資源の概況

本地域はカメルーン国より流下する Benue 川流域により構成され、その面積はカメルーン国分を含めて $338 \times 10^3 \text{ km}^2$ である。この地域の地表水資源量は $83 \times 10^3 \text{ m}^3$ と他地域に比べて著しく多い。Benue 川の左右岸には多くの流出量が大い大支流流域があり、その概況は下表のとおりである:

支 流	Benue 川右岸			Benue 川左岸		
	Gongola	Ankwe	Mada	Taraba	Donga	Katsina-Ala
流域面積 (km ²)	53,800	11,600	8,700	22,400	21,200	22,800
年流出量 (10 ⁶ m ³)	5,500	1,390	1,040	12,000	19,400	23,000
年流出高 (mm)	102	120	120	535	915	1,008

一方、地下水賦存量も $11.38 \times 10^3 \text{ m}^3$ と他地域に比べて多く、飲料としての水質も良好である。

(2) 水資源開発の問題点と可能性

本地域には11地点の灌漑用ダムが建設されており、その貯水量合計は $2.23 \times 10^9 \text{ m}^3$ である。Dadin Kowa ダム (貯水量 $1.77 \times 10^9 \text{ m}^3$) と Kiri ダム (貯水量 $0.33 \times 10^9 \text{ m}^3$) が主なもの、他のダムはいずれも貯水量 $15 \times 10^6 \text{ m}^3$ 以下の中、小規模ダムである。一方、上水道用のダムは21地点に建設されているが、いずれも中小規模でその総貯水量は $140 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。これらの中小規模ダムは、主に Plateau 州の Jos 高原地域に集中して建設されている。他の大支流流域における水資源開発は、殆ど行われていない。

(a) Dadin Kowa ダム

この地域で最大の Dadin Kowa ダムは Gongola 川の中流に灌漑面積 $38 \times 10^3 \text{ ha}$ 、水力発電 34MW の多目的計画で 1988 年に完成した。しかし、灌漑面積はダムの右岸に $4 \times 10^3 \text{ ha}$ が確認されたのみで、ダム下流にはその受益地を見出せない。また、水力発電用のプラントも建設されていない。 $4 \times 10^3 \text{ ha}$ の灌漑も未完成で、貯水は現在全く利用されていない。灌漑受益地区が減少することから、このダムは発電専用として計画変更し、ピーク発電によって早急に便益をあげる必要がある。

(b) 地表水の新規開発

本地域も中央西地域と同様に豊富な地表水資源、土地資源を有するが、その殆どが未開発の状況にあって将来の開発ポテンシャルが極めて高い地域である。特に、Benue川の左岸における数多くの大、中支流域の開発ポテンシャルが高い。

(c) 公的灌漑・排水事業

本地域の公的灌漑計画面積は 40×10^3 haであるが、灌漑実施面積は 12×10^3 haと評価されてその達成率は30%である。水源が用意されていることにより、未開発の 28×10^3 haを早期に完成する必要がある。

(d) 上水道事業

地域の都市給水普及率は44%、1人当たりの給水量は40lcdと全国平均より低い。しかも、上水道事業はJos高原に集中しており、他州の都市給水はかなり遅れている。農村給水は他地域と同様に普及率9%、1人当たり給水量4lcdの状況下にある。

2.3.6 南西地域(西部沿海流域: HA-VI)

(1) 水資源概況

本地域の面積は 100.5×10^3 km²で、Niger川の右岸に位置してギニア湾に注ぐ9つの河川によって構成されている。地域の降雨量は北部丘陵の1,500mmから南部海岸の2,000mmと増加するので、河川流出高も北より南にかけて増加していく。地域の全河川流出量は 35.4×10^9 m³、年流出高は352mmと推定され、南東地域に次いで高い。主要河川の流出量、流出高は下表のとおりである:

河川	Ogun/ Oyan	Ondo	Oshun	Owena	Osse	Ossiomo
流域面積 (km ²)	22,060	5,640	10,130	10,900	13,730	10,300
年流出量 (10 ⁶ m ³)	6,620	2,260	4,050	4,360	4,810	4,120
年流出高 (mm)	300	400	400	400	350	400

地域の南部はSedimentary Depositで構成されて多くの降雨が涵養されやすい状況にあり、地域全体の地下水賦存量は 9.02×10^9 m³と大きい。地下水の水質は、部分的に鉄分を含むものと海岸線近くで塩分を含むものがあるが、一般的には飲料水としての問題はない。

(2) 水資源開発の問題点と可能性

本地域には多くの都市が存在することにより、都市給水を目的とした水資源開発が早くから進められ、上水道用のダムが21地点に建設されている。降雨が多いことにより灌漑用のダムは未だ少なく11地点のみである。灌漑、上水道、発電の多目的ダムである Ikere Gorge、Oyan ダムを除いては、いずれのダムも中小規模である。また、河川流量が十分にあることにより、貯水量をもたない頭首工もかなり建設されている。主なダムの貯水池流入量、貯水池容量は以下のとおりである。この地域のダムは大きな流入量のもとに貯水池が計画され、貯水池運用上特に問題はない。そして、貯水池容量と同量の水が乾期に利用可能で、ダム投資に対する貯水利用は、北部、中部の各地域に比べて有利な条件下にある。

ダ ム		Ikere Gorge	Oyan	Elinle	Asejire	Egbe
貯水池流入量	(10^5m^3)	1,020	2,250	360	1,860	670
貯水池容量	(10^5m^3)	565	254	75	31	20

(a) 貯水ダム

Ikere Gorge、Oyan の大規模ダムはすでに完成し、その貯水は Lagos その他大都市の上水道用に利用されようとしているが、浄水施設建設の遅れから貯水は十分に利用されていない。また、この両ダムの灌漑システム $24 \times 10^3 \text{ha}$ は未完了で、貯水は全く利用されていない。他の中小規模ダムでは、上水道への貯水利用が高く、灌漑への利用は考慮されていない。

(b) 地表水の新規開発

地域の地表水、土地資源は豊富にあり、地表水の新規開発ポテンシャルは高い。地域の北部丘陵には多くの都市、農村が流域沿いに展開しているが、乾期に水がないため貯水ダムによる開発が必要である。しかし、流域沿いには都市、農村が密集しており、大規模ダムの可能性はなく、すべて中小規模ダムによる開発となる。一方、沿岸部では、乾期にも河川流量がかなりあるので、ポンプによる地表水利用開発の可能性が高い。

(c) 公的灌漑・排水事業

公的灌漑事業の計画面積は $45 \times 10^3 \text{ha}$ であるが、実際の灌漑面積は僅かに $3 \times 10^3 \text{ha}$ でその達成率が極めて低い。

(d) 上水道事業

本地域には Lagos の他大都市が多く、その人口は北部及び中部地域の2倍に達し、都市給水の需要量は大きい。従って、多くの浄水施設が建設されその供給量は $240 \times 10^9 \text{m}^3$ と推定され、他地域の2~3倍に達している。しかし、本地域の給水普及率は現在45%、1人当たりの給水量は60ℓcdと見積もられ、大都市が多いにもかかわらず低い給水状況にあって、地表水による給水拡大が重要な課題となっている。南部沿岸部では、地下水量が豊富なことから深井戸による都市給水も多く、地下水による都市給水量 $78 \times 10^6 \text{m}^3$ は他地域に比べて多い。しかし、Lagos LGA では地下水の乱開発によって海水が侵入し、水質が悪化しつつある。農村給水は普及率10%、1人当たり給水量4ℓcdと低い。

2.3.7 南東地域(Niger 川南部・東部沿海流域:HA-V及びⅦ)

(1) 水資源の概況

本地域は Niger デルタ、カメルーン国境に接した丘陵及び沿岸部を占めており、その面積は $113.7 \times 10^3 \text{km}^2$ である。地域には Niger 川末流、Anambra、Imo、Cross River などの河川があり、降雨が2,000~2,500mmと全国で最も多いこともあって、地表水資源量も $85.7 \times 10^9 \text{m}^3$ と推定され全国で最も多い。主な河川の流出量概況は、下表のとおりである：

河川	Anambra	Asa & others	Upper Cross	Middle Cross	Lower Cross
流域面積 (km ²)	11,490	6,340	7,490	18,000	13,370
年流出量 (10 ⁶ m ³)	5,750	2,090	4,120	23,300	18,720
年流出高 (mm)	500	330	550	1,290	1,400

本地域の85%は Sedimentary Deposit からなって地下水賦存量は $13.4 \times 10^9 \text{m}^3$ と全国の25%を占めており、その開発の可能性は著しく大きい。特に、沿岸部の賦存量は $100 \sim 140 \times 10^3 \text{m}^3/\text{km}^2$ と高い。しかし、鉄分や塩分を含んだ地下水層が若干あるので、注意を要する。

(2) 水資源開発の問題点と可能性

(a) 貯水ダム

本地域には18地点の灌漑、上水道用ダムがあるが、何れも小規模ダムあるいは頭首工でその貯水量は極めて小さい。従って、乾期には水不足を生ずるダムがある。

(b) Niger デルタの開発状況

Niger 川河口には、Delta 州 Aboh を頂点とする三角形状の大デルタが発達している。可耕地約 700×10^3 ha があるとされているがその殆どが利用されていない現状は、世界の他のデルタが資源の豊庫としての開発と対比される。洪水と付帯する浸食のコントロールが必要で、その予備的対策が多く検討されてきたが、実施の段階には程遠い。まず、地形図の作成と水文、環境等の観測網整備が必要であり、その後のマスタープラン作成が順序である。また、関係機関の連携強化も課題となっている。

(c) 地表水の新規開発

本地域の北部支流域は豊富な地表水と広大な農地を持っているが、乾期水量が少ないことから中小規模ダムによる水資源開発の可能性が極めて高い。また、Niger デルタを除く南部沿岸部には乾期にもかなりの河川流量をもつので、ポンプによるクリーク型灌漑開発の可能性が高い。

(d) 公的灌漑・排水事業

公的灌漑事業の計画面積は 30×10^3 ha であるが、 28×10^3 ha がポンプ灌漑によるものである。しかし、その灌漑実施面積は 8×10^3 ha と達成率は低い。ポンプ灌漑事業は、ポンプ OM に配慮がなく、ポンプ故障で灌漑不能の地区が多い。

(e) 上水道事業

本地域には南部に石油・ガス関連の工業都市が多く、都市給水の需要量大きい。都市上水道は北部では地表水と地下水によって行われているが、南部では豊富な地下水によるものが多い。従って、地域の現在都市給水量は、地表水 59×10^6 m³、地下水 61×10^6 m³ と地下水の方が若干多い。しかし、都市給水の普及率は 35%、1人当たりの給水量は 33ℓcd と他地域に比べて低い。その理由は、地下水による都市用水供給は地表水に比べて大量の給水が出来ないからである。農村給水は普及率 6%、1人当たりの給水量 2ℓcd と低い。

(f) ガリ浸食

本地域全体特に Anambra、Enugu 州においてガリ浸食が大規模に発生し、500地区以上が被害を受けている。この災害復旧と予防対策がこの地域の一つの重要課題となっている。

第3章 全国水資源開発計画

3.1 開発計画の基本方針と戦略

全国水資源開発計画マスタープランの作成に当たっては、NPCによって1992年12月に作成された国家長期計画案：2010年(A Pre-Plan Vision Document Towards A Perspective Development Plan for the Federal Republic of Nigeria)に盛り込まれた基本的アプローチに沿って、その基本方針が設定された。この案は、SAP実施の基盤に立って従来の政府全面依存から住民の自立達成を促進する政策に切り替えることを大方針として、人間中心の発展プラン(Human-Centered Development Plan)を目的としている。そして、本件関連として人口増に伴う食糧需要に応える灌漑農業の拡大、安全な生活用水を供給する施設整備、環境の質の保全が重要施策として折り込まれている。

この基本方針に沿って、全国水資源開発計画マスタープランは、2020年、2000年の長期、短期目標を設定して、次の戦略をもって策定された：

(1) 水資源事業実施・管理にかかる手順の改善

前述されているように、現在までの水資源開発事業は住民不在、環境軽視の立場をとり大規模指向型で実施された結果、その効果発生に大きな弱体性が見出された。これを是正するために：

- 水資源関連セクター間の相互依存強化と生態系保護を基本フレームとし、関係機関間の調整、一貫した政策・規制の設定・運用を促進すること。
- 地方分権、利用者参加(NGO協力、WID強化を含む)、民営化、財政的自立化等の施策を重点的に取り入れて、水資源関連事業の効率化を計ること。

(2) 連邦水資源法(Federal Water Resources Decree)の適正執行

1993年8月に公布された本法は20条よりなり、次の骨子に集約できる：

- 2州以上にまたがるすべての水の利用、コントロールの権限は、連邦に帰属する。
- この法は、取水から漁業、動植物保護、環境への事前調査までのすべてを取り扱う。
- この法公布以降、取水等はすべてライセンスによって実施する。
- マスタープランに含まれていない事業に予算をつけないよう、大蔵省に指示できる。
- 各種機関が徴収する水利費の最大値を大臣が定める。
- 法施行の細部については、別途 Regulations(施行令)によって行う。

この法は基本法ともよばれるべきもので、実際運用に当っては連邦管理担当分の明確化、河川台帳等の整備、河川基準点とモニタリング井戸設置による水文観測と監視、法執行組織の確立等の早急な整備とともに、必要な施行令の作成、公布を伴って、初めて適正な執行が可能となる。

(3) 既存水資源開発事業の水管理・リハビリと未完成部分の完結

第2章で述べたように既存水資源開発事業は多くの技術的問題を抱えているので、それを改善すべく以下の項目を2000年へ向っての短期目標で実施する方針とする：

- 既存貯水群、特に北部地域の貯水群について貯水池運用ルールを設定し、貯水の適正運用と効率的利用を図る水管理プログラムの実施。
- 既存のダム、灌漑システム、上水道及び深井戸などで老朽化あるいは欠陥をもった施設についてのリハビリの実施、また施設機能維持のためのOMと運営の強化。

また、既存水源工のもとにおける灌漑、上水道事業のなかで、未完成事業が多い。凡ね2000年の短期目標でこの未完成事業を実施完了する。

(4) 新規水資源開発事業計画

2020年へ向かっての灌漑農業面積、上水道水需要の目標値を、次のように設定し、水源工、灌漑・排水、上水道事業計画を策定する：

- 灌漑農業面積： 1.5×10^6 ha (公的灌漑 1.12×10^6 ha、私的灌漑 0.38×10^6 ha)
- 上水道給水：給水率80%、給水量 7.39×10^9 m³/年 (都市 5.74×10^9 m³、農村 1.65×10^9 m³)

新規事業は従来の大規模指向型から中小規模振興型へと方向転換しつつ、次の点に留意して、2020年に向ってその事業実施を推進していくものとする：

- 北部地域では限られた地表水資源がすでに開発されているので、今後はその管理に重点を置き、一方新規水資源開発は地下水を除いて殆ど行われぬ。
- 新規地表水開発は水及び土地資源が豊富な中央部、南部地域において推進される。中央部では灌漑農業に、南部では生活用水供給に重点を置いた開発を促進する。
- 地域の安定化、振興化を図るため、大規模を一極集中型開発をさけて全国的分布を考慮した中小規模多目的事業による開発を推進する。中小規模事業は大規模に比べて即効性があり、そのOMも容易である。また、FMWRRDの技術レベル、適切な住民の参加・協力を考慮した場合、中小規模事業は大規模に比べて成功率が高い。
- 2000年までは既存事業の水管理、リハビリ、受益地区整備に専念するため、またFMWRRDの技術向上をはかるため、新規の中小規模多目的開発事業の実施は2000年以降とする。そのために、FMWRRDは水資源開発のポテンシャルが高く水需要の

多い優先流域 (Priority Basin) を選定し、これらの流域における新規事業の計画立案を2000年までに行う方針とする。一方、上水道事業においては、現在の拡大路線に沿って2000年へ向っての新規事業を促進させる方針とする。

3.2 部門別水資源開発事業計画の概要

前述の基本的戦略にもとづいて策定した2020年へ向っての水資源開発事業計画の概要は、以下のとおりである：

3.2.1 水資源観測プログラム

水資源開発・管理運営及び水資源行政の基礎となる降雨、地表水、地下水の観測・管理体制は現在極めて悪いので、これらの観測プログラムを主として短期目標で確立し、継続的観測、データ整理を実行する。

(1) プログラムの内容

- 降雨、蒸発観測点のリハビリ及び新設。
- 地表水観測に関して河川基準点 (23箇所)、既存貯水池観測点 (130箇所)、各流域 (281箇所) の観測点の新設。
- 地下水位低下地域の深層地下水モニタリング深井戸及び湿地の浅層地下水(伏流)モニタリング浅井戸の新設。
- 上記観測点における持続的観測とその資料の整備。

新規に計画する観測点数は、下表のとおりである：

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. 降雨観測点	11	6	18	22	10	11	78
2. 蒸発観測点	11	7	12	18	10	8	66
3. 地表水観測点	39	46	52	69	81	147	434
4. モニタリング深井戸	10	23	-	-	20	15	68
5. モニタリング浅井戸	34	47	73	83	21	42	300

(2) 所要経費

上記観測網の整備及び2020年までの観測継続に必要な費用は以下のとおりで、 1.24×10^9 ナイラである。このうち、2000年までに必要とする費用は、 271×10^6 ナイラである。

(単位：10⁶ナイラ)

年次	1996~2000	2001~2005	2006~2010	2011~2015	2016~2020	計
1. 地表水観測	208.2	226.8	202.0	208.7	228.2	1,073.9
観測点設置	136.5	94.8	58.1	57.9	54.8	402.1
観測機器	20.9	39.3	39.8	23.1	27.7	150.8
観測業務	50.8	92.7	104.1	127.7	145.7	521.0
2. 地下水観測	63.1	24.9	30.7	27.4	24.6	170.7
深井戸設置	42.9	7.6	10.8	8.6	4.2	74.1
浅井戸設置	17.2	10.3	10.3	6.9	6.9	51.6
観測業務	3.0	7.0	9.6	11.9	13.5	45.0
3. 計(1.+2.)	271.3	251.7	232.7	236.1	252.8	1,244.6

3.2.2 水源工事業

(1) 既存貯水池の水管理プログラム作成

- 既存貯水池の殆どがその運用ルールを確立していないので、貯水池運用計画を各RBDAにおいて詳細に検討する。そして、2000年までに各貯水池の有効利用計画を策定する。
- Chad湖流域のHadejia上流域及びSokoto-Rima流域のRima流域には多くのダムが建設されたが、それらの貯水池は流入量の減少、大きな蒸発ロス、受益水需要量の未確定、下流湿地への適正放流などの理由によって、貯水池の実際運用が困難となっている。従って、各ダムの流域水収支、受益地と下流湿地への水配分などを詳細に検討したうえで、各貯水池の運用ルールを設定する必要がある。このために、総合的流域水管理プログラムを、2000年までに検討、策定する計画とする。

(2) 既存ダムのリハビリ事業計画

全国の160地点にダムがあるが、このうち約50のダムについては機能維持、安全性の観点からリハビリ事業を行う必要があり、2000年までにそれを完成する計画とする。

(3) 新規ダムの実施計画

2020年における地表水依存の公的灌漑用水及び都市給水の需要量は、それぞれ $13.5 \times 10^9 \text{ m}^3$ 、 $3.5 \times 10^9 \text{ m}^3$ と予測され、総需要量は $17 \times 10^9 \text{ m}^3$ となる。このうち、 $5 \times 10^9 \text{ m}^3$ は既存貯水ダムから供給可能と判断されている。従って、2020年へ向って新規に $12 \times 10^9 \text{ m}^3$ の用水を確保する水源工が必要となる。「ナ」国の殆どの河川は乾期に地表水を持たないので、 $12 \times 10^9 \text{ m}^3$ の80%に当たる $10 \times 10^9 \text{ m}^3$ を貯水ダムによる供給計画とする。

残りの $2 \times 10^9 \text{m}^3$ は、南部地域などの乾期にも地表水を持つ河川から新規低揚程ポンプ、頭首工等により供給する計画とする。新規ダムの中には大規模ダムも若干含まれるが、以下に述べる理由により、中小規模多目的ダムに優先度をおく：

- 灌漑用農地及び地方都市は主として各河川流域の小支流沿いに沿って展開しており、小支流の水資源は中小規模による多目的開発が適している。
- 中小規模ダムはその調査、計画、設計、施工が大規模に比べて容易であり、かつ工期も短い。従って、RBDAの技術をやや向上させれば実施可能となるものと期待される。
- 事業完了後のOMも容易であり、かつ積極的な住民参加を事業着手時から求めて効率的なOMが実施可能な態勢をとっていく。
- 一事業の予算規模は小さく、FMWRRD予算を全国の農村地域に配分可能である。
- 貯水池の補償、環境問題が少なく、事業実施を円滑に進めることが可能である。
- 灌漑受益地区がダムの直下流あるいは周辺に位置し、ダムよりの灌漑、上水道等の水利施設が比較的小さな工事費で建設可能である。

中小規模ダムの標準的な規模は、下表のとおりである：

地 域	北 部	中 央 部	南 部
流域面積 (km ²)	50~300	30~200	20~100
河川流出量 (10 ⁶ m ³)	10~60	10~60	10~50
堤高 (m)			
中規模	15~25	15~25	15~20
小規模	10~15	10~15	10以下
貯水量 (10 ⁶ m ³)	6~30	6~30	3~15

調査団が1/50,000地形図、インベントリー調査結果、代表的流域の現地踏査によって予備的に検討した結果、地域別の新規ダムの数、貯水量、貯水利用可能量は次頁のとおりとなる：

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. ダムの数	64	20	304	362	141	193	1,084
大、中規模	14	0	74	92	41	43	264
小規模	50	20	230	270	100	150	820
2. 有効貯水容量 (10 ⁶ m ³)	950	100	4,090	4,690	1,410	1,720	12,960
大、中規模	700	0	2,940	3,340	910	970	8,860
小規模	250	100	1,150	1,350	500	750	4,100
3. 貯水利用可能量 (10 ⁶ m ³)	630	60	3,060	3,430	1,280	1,600	10,060
大、中規模	480	0	2,140	2,350	830	920	6,720
小規模	150	60	920	1,080	450	680	3,340

マスタープランは、灌漑、上水道等の将来水需要に応えるため2020年までに1,084地点の中小規模ダム事業による水資源開発事業を立案した。この長期的な大プログラムを効率的に実現するために、2000年迄の短期事業計画のなかに、パイロット流域におけるブレF/SとF/Sを実施して2000年以降の実施に備える構想を提案する。この優先流域は、既存の事業が少なく新規事業のポテンシャルが高いこと、RBDAあたり一つの代表流域の条件で検討した結果、次の9優先流域が選ばれた:

No.	RBDA	流域名	SHA No.	流域面積 (10 ³ km ²)	立案された 中小ダムの数
P.1	Sokoto-Rima	Danzaki	110	0.81	14
P.2	Upper Niger	Gbako	214	7.67	24
P.3	Lower Niger	Awun	204	7.15	29
P.4	Upper Benue	Kilange	301	9.45	27
P.5	Lower Benue	Lower Katsina-Ala	4,052~3	8.55	37
P.6	Anambra-Imo	Mamu	504	4.27	23
P.7	Ogun-Oshun	Upper Ogun	6,022~3	20.14	36
P.8	Benin-Owena	Osse	608	13.73	22
P.9	Cross	Aya	702	8.66	37

Hadejia-Jama'are、Chad、Niger Deltaの3RBDA管内には候補流域がないことから、除外されている。これらの9優先流域は、口絵の中に示されている。これらの調査を、国際レベルの精度で実施する必要からP.3、P.4、P.9の3優先流域が外部機関の援助によって実施されるべき代表的な流域プログラムと考えられる。上記の新規ダム計画は、今後

FMWRRDにより以下の方法で調査、計画を行って実施プログラムを策定していく必要がある:

- 各RBDAによって、社会・経済条件を十分に検討してモデル流域を選定する。
- モデル流域(流域面積 $10 \times 10^3 \text{ km}^2$ 程度)においてプレF/Sを行い、可能なサブ・プロジェクトを抽出し、その概要を把握する。また、河川の支流域における地表水資源量とサブ・プロジェクトの水需要量にもとづき、各支流域の水収支を検討する。次いで、F/Sを行うべき代表的かつコアとなる複数のサブ・プロジェクトを選定する。
- サブ・プロジェクトのF/Sを実施する。なお、これに先立って、FMWRRDは関係政府機関とともに事業説明を住民に実施した上で、住民代表から事業実施の申請を受けておくこととする。
- 上記F/Sにもとづき、全サブ・プロジェクトの内容を検討し優先順位をつけて事業実施のためのパッケージ・プログラムを策定する。

(4) 水源工事業費

上記の水管理、リハビリ、新規ダムの計画にもとづく1994年2月レベルで見積もった所要経費は下表のとおりで、総事業費は 41.7×10^9 ナイラ、そのうち2000年までに 0.8×10^9 ナイラを必要とする:

(単位: 10^6 ナイラ)

年次	1996~2000	2001~2005	2006~2010	2011~2015	2016~2020	計
1. 既存ダム	600	-	-	-	-	600
水管理プログラム作成費	100	-	-	-	-	100
リハビリ事業費	500	-	-	-	-	500
2. 新規ダム	200	7,300	9,400	10,900	13,300	41,100
事務費、エンジニアリング費	200	800	900	900	1,000	3,800
建設事業費	-	6,500	8,500	10,000	12,300	37,300
3. 計(1.+2.)	800	7,300	9,400	10,900	13,300	41,700

上記新規ダム費用を灌漑・排水、上水道及び漁業・小水力発電にアロケすると:

(単位: 10^6 ナイラ)

年次	1996~2000	2001~2005	2006~2010	2011~2015	2016~2020	計
灌漑・排水	150	5,340	6,840	7,950	9,720	30,000
上水道	40	1,600	2,050	2,390	2,920	9,000
漁業、小水力発電	10	360	510	560	660	2,100
計	200	7,300	9,400	10,900	13,300	41,100

3.2.3 灌漑・排水事業

(1) 既存の公的灌漑・排水事業

- 既存公的事業の計画面積 320×10^6 haのうち現在灌漑を行っている面積は 70×10^6 haで、その水路システム、圃場施設などについてのリハビリ事業を2000年までに完了する。
- 残された 250×10^6 haの未完成地区については、その事業実施を凡ね2000年目標で実施する。ただし、このうち 100×10^6 haは大規模事業地区にあり、その計画もないので計画、設計、施工期間を考慮するとき、この完成は2000~2005年になるものと見られる。

(2) 新規の公的灌漑・排水事業

新規公的事業2020年までの計画面積は 800×10^3 haで、貯水ダムによる 705×10^3 haとポンプ施設による 95×10^3 haよりなる。貯水ダムによる公的事業は3.2.2 “水源工事業”で述べられたように、中小規模に優先を置いて促進される。中規模、小規模の計画灌漑面積は、それぞれ平均 $3,000$ ha及び 300 haとする。中小規模事業は水源工と同様に2000年以降に実施する方針とし、2000年までには各RBDAより選定される優先流域における計画立案・策定を行うものとする。新規公的事業は、次の点を考慮しながら計画を立案していく：

- 灌漑受益地区はダムサイトの近くに位置し、貯水池管理をRBDAの指導のもとに極力受益住民に行わせる。
- 受益地の灌漑システムは重力方式とする。
- 受益地内の凹部、小溪流には可能な限り小ポンドを建設し、貯水を導水して生活用水の供給、魚類飼育の促進、家畜兼野菜生産の庭先農業等の農村の多様な目的に利用される。
- 貯水池、小ポンド、村落周辺には薪炭用森林や現金収入用果樹を配置し、住民の需要に寄与していく。
- 灌漑水路、小ポンドはいずれも小規模施設であって、RBDAの指導援助のもとに受益住民の積極的参加で建設及び管理を行う。このため、事業実施に先立って、水利用組織(WUA)を結成することが前提となる。

ポンプ施設による灌漑事業も中小規模を対象とし、貯水ダムによる灌漑事業と同様な考え方で計画を立案して実施・運営する。

(3) 新規の私的灌漑事業

新規私的灌漑事業は湿地において実施され、2020年に向っての計画面積は 600×10^3 haである。私的事業は公的事業と違って、個人タイプでかつ即効性があるので、公的事業に先行して実施する。私的事業は乾期用水の確保が不安定であり、施設更新時期（小型ポンプ等）とも関連させて貯水ダムなどによる公的事業の拡大受益に順次転換していく。

(4) 2020年における計画灌漑事業面積

2020年における既存事業のリハビリ、未完成事業の完結及び新規事業を含めた灌漑計画面積を次のとおりとする：

(単位： 10^3 ha)

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. 公的灌漑事業	120	95	305	305	115	180	1,120
1.1 既存灌漑	60	90	55	40	45	30	320
リハビリ事業	8	27	12	12	3	8	70
未完成事業	52	63	43	28	42	22	250
1.2 新規灌漑	60	5	250	265	70	150	800
ダム水源	55	5	240	250	60	95	705
ポンプ水源	5	0	10	15	10	55	95
2. 私的灌漑事業							
2.1 既存面積	35	98	10	3	0	4	150
2.2 新規面積	68	94	146	164	43	85	600
2.3 最終面積	75	190	40	45	10	20	380
3. 計 (1. + 2.3)	195	285	345	350	125	200	1,500

註：2.3の最終面積は、公的灌漑へ転換後の2020年における面積。

(5) 2020年における灌漑用水需要量

上記の計画灌漑面積にもとづく灌漑用水量需要量は下表のとおりである：

(単位： 10^9 m³)

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. 公的灌漑事業	1.16	0.91	3.48	3.80	1.68	2.42	13.45
既存	0.58	0.86	0.63	0.51	0.66	0.41	3.65
新規	0.58	0.05	2.85	3.29	1.02	2.01	9.80
2. 私的灌漑	0.69	1.71	0.31	0.40	0.07	0.12	3.30
既存	0.32	0.88	0.08	0.02	0	0.03	1.33
新規(最終)	0.37	0.83	0.23	0.38	0.07	0.09	1.97
3. 計 (1. + 2.)	1.85	2.62	3.79	4.20	1.75	2.54	16.75

(6) 灌漑・排水事業費

上記の計画にもとづく所要経費は下表のとおりで、総事業費は 46.23×10^9 ナイラ、そのうち2000年までに 9.08×10^9 ナイラを必要とする：

(単位： 10^9 ナイラ)

年次	1996~2000	2001~2005	2006~2010	2011~2015	2016~2020	計
1. 公的灌漑・排水事業	7,780	7,580	6,450	7,690	8,930	38,430
1.1 既存	7,680	3,100	-	-	-	10,780
リハビリ事業	420	-	-	-	-	420
未完成事業	7,260	3,100	-	-	-	10,360
1.2 新規	100	4,480	6,450	7,690	8,930	27,650
事務費、エンジニアリング費	100	400	560	670	780	2,510
工事費	-	4,080	5,890	7,020	8,150	25,140
2. 私的灌漑事業	1,300	1,950	1,950	1,300	1,300	7,800
3. 計(1. + 2.)	9,080	9,530	8,400	8,990	10,230	46,230

注：多目的ダムの費用分担を含まない。

3.2.4 上水道事業

(1) 既上水道施設のリハビリ事業

既上水道施設は不十分なOMにより老朽化あるいは欠陥を持ったものがかなりあり、現在の全国レベルの平均給水量は原水、浄水施設の設計給水能力に比べてその利用率は地表水施設で68%、地下水施設で57%と推定された。地域別の設計給水能力及び現在の給水量は下表のとおりである。2000年を目標に既上水道施設のリハビリを行って給水能力を回復する計画とし、リハビリ事業によって給水量は地表水施設で $620 \times 10^6 \text{m}^3$ から $910 \times 10^6 \text{m}^3$ 、地下水施設で $260 \times 10^6 \text{m}^3$ から $460 \times 10^6 \text{m}^3$ に増加するものと推定される。現在、この都市リハビリ事業は世界銀行、アフリカ開発銀行の支援のもとで進行中である。

(単位： 10^6m^3)

地域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. 設計給水能力							
地表水利用施設	90	110	210	90	330	80	910
地下水利用施設	40	90	30	20	160	120	460
2. 現在の給水量							
地表水利用施設	70	60	150	40	240	60	620
地下水利用施設	20	60	20	10	80	70	260
3. 利用率(2./1.)(%)							
地表水利用	78	55	71	44	73	75	68
地下水利用	50	67	67	50	50	58	57

(2) 2020年における生活、工業用水需要量の予測

2020年における人口は 186×10^6 人で現在の2.6倍に達し、生活・工業用水は著しく増加する。2020年の水需要量を、次の目標値で推定した:

- 給水普及率を80%とする。
- 都市の単位給水量は人口規模により異なるので、各LGAベースの都市人口にもとづいて予測する。この結果、全国平均の取水地点給水量は216lcdとなる。
- 農村の1人当たり給水量は、取水地点80lcdとする。

上記の目標値にもとづいて算定された地域別の2020年における上水需要量は、下表のとおりとなる:

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. 2020年人口 (10^6)	17.0	28.2	25.4	24.4	49.3	41.7	186.0
都市 (10^6)	7.0	11.5	14.4	10.2	36.5	25.2	104.8
農村 (10^6)	10.0	16.7	11.0	14.2	12.8	16.5	81.2
2. 2020年給水人口 (10^6)	13.6	22.6	20.3	19.5	39.4	33.4	148.8
都市 (10^6)	5.6	9.2	11.5	8.1	29.2	20.2	83.8
農村 (10^6)	8.0	13.4	8.8	11.4	10.2	13.2	65.0
3. 2020年水需要量							
(1) 都市給水 ($10^6 m^3$)	320	580	770	480	2,430	1,160	5,740
1人当たり取水地点給水量 (lcd)	180	199	211	186	262	181	216
地表水利用量 ($10^6 m^3$)	180	300	620	340	1,690	290	3,420
地下水利用量 ($10^6 m^3$)	140	280	150	140	740	870	2,320
(2) 農村給水 ($10^6 m^3$)	210	340	220	290	260	330	1,650
1人当たり取水地点給水量 (lcd)	80	80	80	80	80	80	80
地表水利用量 ($10^6 m^3$)	0	0	10	0	30	0	40
地下水利用量 ($10^6 m^3$)	210	340	210	290	230	330	1,610
4. 水利用量合計 ($10^6 m^3$)	530	920	990	770	2,690	1,490	7,390
地表水利用量 ($10^6 m^3$)	180	300	630	340	1,720	290	3,460
地下水利用量 ($10^6 m^3$)	350	620	360	430	970	1,200	3,930

(3) 新規開発による給水量

2020年の水需要に対し、リハビリ事業で回復する給水量を除く残りの上水道需要については、新規事業で対応する。新規に開発すべき地域別給水量は下表に示すとおりで、全国レベルの都市、農村給水量はそれぞれ $4.44 \times 10^9 m^3$ 、 $1.59 \times 10^9 m^3$ である。また、地表水及び地下水の新規に開発する量は、それぞれ $2.55 \times 10^9 m^3$ 、 $3.47 \times 10^9 m^3$ となる。南部地域は都

市人口が多くて新規に開発すべき都市用水は南西地域 $1.95 \times 10^9 \text{m}^3$ 、南東地域 $0.96 \times 10^9 \text{m}^3$ 、計 $2.91 \times 10^9 \text{m}^3$ に達し、それは全国都市給水量の66%に相当する。

(単位： 10^6m^3)

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. 新規の都市給水量	210	400	540	380	1,950	960	4,440
地表水	90	190	410	250	1,370	210	2,520
地下水	120	210	130	130	580	750	1,920
2. 新規の農村給水量	190	320	220	280	250	330	1,590
地表水	0	0	10	0	20	0	30
地下水	190	320	210	280	230	330	1,560
3. 計(1. + 2.)	400	720	750	660	2,200	1,290	6,020
地表水	90	190	420	250	1,390	210	2,550
地下水	310	530	330	410	810	1,080	3,470

新規に開発する都市給水量のうち地表水供給量は全国で $2.55 \times 10^9 \text{m}^3$ で、この水源は中小規模多目的ダムの促進と河川水利用のポンプ施設で確保していく計画とする。一方、地下水供給量は都市、農村を合わせて $3.47 \times 10^9 \text{m}^3$ となり、これは地表水供給量より多くなる。その理由は、(1)全国的に農村給水が著しく遅れていること、(2)農村給水の殆どは地下水源に頼ること、(3)都市給水においても、北部地域のように地表水不足や南部沿岸部のように地下水豊富な地域では地下水源に頼ること、になるからである。地下水給水のために新規に開発される深井戸の概数は、2020年までに 265×10^3 となる：

(単位： 10^3)

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
都市用深井戸数	1.8	1.8	1.7	1.7	5.5	2.1	14.6
農村用深井戸数	31.0	52.2	33.7	45.1	36.1	52.7	250.8
計	32.8	54.0	35.4	46.8	41.6	54.8	265.4

南部地域の都市給水用深井戸は、豊富な地下水を機械揚水とする計画でもって $100 \text{m}^3/\text{hr}$ が可能となり、井戸掘削本数は少ない。一方、農村地域の深井戸揚水は手動ポンプが中心で、その可能量を $12 \text{m}^3/\text{hr}$ として新設すべき深井戸数は多くなる。水道事業における2020年の目標値は上記に述べたとおりであるが、「ナ」国の都市、農村給水の現状は著しい不足状況にあり、2000年の水需要に対して既存施設のリハビリ事業のみでは対応出来ない。従って、新規上水道事業は1996年より促進していく必要があり、新規上水道事業の2020年までの期間別の給水計画は下表のとおりである：

(単位：10⁶m³)

年次	1996~2000	2001~2005	2006~2010	2011~2015	2016~2020	計
1. 都市給水	600	400	790	1,120	1,550	4,460
地表水	280	240	470	660	890	2,540
地下水	320	160	320	460	660	1,920
2. 農村給水	410	180	240	330	430	1,590
地表水	10	0	0	10	10	30
地下水	400	180	240	320	420	1,560
3. 給水量計(1.+2.)	1,010	580	1,030	1,450	1,980	6,050
地表水	290	240	470	670	900	2,570
地下水	720	340	560	780	1,080	3,480
4. 深井戸本数(10 ³)	67.6	29.6	40.8	54.4	73.0	265.4
都市給水	2.6	1.3	2.4	3.4	4.9	14.6
農村給水	65.0	28.3	38.4	51.0	68.1	250.8

(4) 上水道事業費

上記の計画にもとづく上水道事業所要経費は下表のとおりで、総事業費は314×10⁶ナイラ、そのうち2000年までに40×10⁶ナイラを必要とする。なお、浄水場は15年に一度、深井戸は10年に一度の割合でポンプその他機器のリハビリを必要とするので、既存、新規ともに2020年までのリハビリ費用を含めた。また、浄水場は30年経過後、深井戸は20年経過後に再構築する必要があり、この費用も計上した。

(単位：10⁶ナイラ)

年次	1996~2000	2001~2005	2006~2010	2011~2015	2016~2020	計
1. リハビリ事業	3,400	5,160	21,020	10,050	13,260	52,890
(1) 都市給水	2,960	4,040	11,630	5,900	7,280	31,810
地表水	2,060	1,190	7,650	4,100	3,080	18,080
地下水	900	2,850	3,980	1,800	4,200	13,730
(2) 農村給水	440	1,120	9,390	4,150	5,980	21,080
地表水	0	0	20	60	30	110
地下水	440	1,120	9,370	4,090	5,950	20,970
2. 新規施設事業	37,380	20,450	35,130	49,050	67,820	209,830
(1) 都市給水	18,020	12,000	23,740	33,870	47,480	135,110
地表水	8,920	7,340	14,750	20,840	28,020	79,870
地下水	9,100	4,660	8,990	13,030	19,460	55,240
(2) 農村給水	19,360	8,450	11,390	15,180	20,340	74,720
地表水	140	70	100	130	180	620
地下水	19,220	8,380	11,290	15,050	20,160	74,100
3. 再構築事業	0	0	3,440	15,160	32,460	51,060
(1) 都市給水	0	0	2,560	12,900	13,240	28,700
地表水	0	0	0	4,900	2,950	7,850
地下水	0	0	2,560	8,000	10,290	20,850
(2) 農村給水	0	0	880	2,260	19,220	22,360
地表水	0	0	0	10	0	10
地下水	0	0	880	2,250	19,220	22,350
4. 計(1.+2.+3.)	40,780	25,610	59,590	74,260	113,540	313,780

3.2.5 ガリ浸食防御

全国規模、特に Anambra、Enugu 州で多発的に生じているガリ浸食を防御するためには、現在発生しているガリ浸食地域の拡大を防ぐための緊急災害復旧対策を実施することが必要である。この対策はガリ浸食地の土砂による埋戻し、法面安定のための蛇籠や沈床による土留工、地表水、地下水に対する十分な排水などの土木施設が主体となる。一方、ガリ浸食発生予防対策を徹底させていく必要がある。

現在のガリ浸食被害地を復旧するに必要な経費は、概略以下のように算定された。ただし、この対策事業の実施は、FMWRRD の管轄下ではなく州政府の担当であり、資金は FEPA 管轄下の環境資金 (Ecological Fund) から主に拠出されている。

(単位：10⁶ナイラ)

地 域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
ガリ侵食災害復旧費	6	87	35	621	687	6,171	7,607

3.2.6 水資源関連のその他部門

(1) 水力発電

水力発電事業は主としてNEPAの管理下にある。NEPAは、今迄種々の水力発電事業を提案してきたが、2020年までに可能性の高い事業は以下のとおりである：

- Zungeru大規模ダムによる発電(950MW)

Kaduna川のShiroroダム直下流に建設予定のもので、そのF/S及び実施設計を完了している。しかし、貯水面積が970km²と大きくて水没補償や環境問題を抱えており、また火力に比べて投資コストが高い。その実現は、水没対策の期間、多目的によるコスト削減を考慮するとき、2010年以降にズレこむものと予想される。

- Dadin Kowaダムによる発電(34MW)

RBDAによって建設されたDadin Kowaダムの水力発電については、FMWRRDよりNEPAに権利移管したうえで、ダム投資の利益回収を促進するため2000年までの短期計画として実施する計画とする(2.3.5参照)。

- Benue川左岸流域の水力ダム計画

Benue川左岸流域のTaraba、Donga川上流は豊富な流量をもち、ピーク型水力発電に適したダムサイトがある。調査団によりSuntai、Karamti、Mayo Yim、Su、Kamなどの水力を中心とした多目的ダムが予備的に検討された。これらについては、2020年に向けてFMWRRD、NEPA等により調査・検討を行うものとする。

なお、中小規模多目的ダムの建設は、NEPA全国配慮網からはずれた農村電化を振興していくものと期待され、州農村電力公社等が担当する。

(2) 内水面漁業

水源工事業として多目的中小規模ダムが推進されていくなかで、魚類生態系に留意しつつ、この事業の一部門として貯水池漁業と灌漑地区内での養魚池等による漁業を振興していくものとする。

3.3 地域別水資源開発計画の概要

3.3.1 水資源量と2020年における水利用量

各地域別の水資源量と2020年における水利用量のバランスは下表のとおりである。地表水の利用率は、Chad湖流域において35.6%と現在の14.6%に比べて著しく高くなる。従って、この地域の既に関与された地表水の水管理は極めて重要となり、連邦水資源法にもとづく地表水観測の強化、水利権の適正な運用等が求められる。他流域の地表水利用率及び地下水利用率は3~13.5%と予測され、なお水資源に余裕がある。

(単位：10⁶m³)

地域	NW	NE	CW	CE	SW	SE	計
1. 地表水							
(1) 水資源量	22,400	8,200	32,600	83,000	35,400	85,700	267,300
(2) 水需要量	2,030	2,920	4,410	4,560	3,470	2,820	20,210
公的灌漑	1,160	910	3,480	3,820	1,680	2,420	13,470
私的灌漑	690	1,710	300	400	70	110	3,280
上水道	180	300	630	340	1,720	290	3,460
(3) 水利用率：(2)/(1) (%)	9.1	35.6	13.5	5.5	9.8	3.3	7.6
2. 地下水							
(1) 賦存量	4,340	5,580	8,180	11,380	9,020	13,430	51,930
(2) 水需要量	350	620	360	430	970	1,200	3,930
上水道	350	620	360	430	970	1,200	3,930
(3) 水利用率：(2)/(1) (%)	8.1	11.1	4.4	3.8	10.8	8.9	7.6

3.3.2 北東地域 (Chad湖流域：HA-VII)

(1) 地表水の管理計画

本地域の地表水資源量が小さく、現在までにその主要な開発をほぼ完了している。従って、開発された地表水の適正な水管理が重要課題となる：

- Hadejia川上流域の14のダム群(総貯水量 $3.01 \times 10^9 \text{m}^3$ 、利用可能量 $1.13 \times 10^9 \text{m}^3$)を含む総合的流域水管理プログラムを設定し、公的灌漑 $41 \times 10^3 \text{ha}$ 、私的灌漑 $34 \times 10^3 \text{ha}$ 、都市用水 $250 \times 10^6 \text{m}^3$ に対して安定した水供給を行う。特に、連続渇水年時の節水対策等を予め定めておくこととする。
- Ngadda川のAlauダム貯水利用に関し、Maiduguri市の周辺の都市用水、地下水涵養並びにダム上流のSambissa湿地保全を考慮した水管理計画を確立する。

(2) 灌漑・排水事業

- 既存水源下にある 90×10^3 haの公的灌漑事業のうち、未完成の 63×10^3 haの灌漑施設を完了する。また、Yedseram川上流域の支流において、小規模貯水池による 5×10^3 haの新規灌漑事業を計画する。
- 私的灌漑は、全河川流域の湿地で新規に 94×10^3 haと大きな面積に達する。

(3) 上水道事業

2020年の都市、農村給水需要量はそれぞれ 530×10^6 m³、 340×10^6 m³と推定され、これに対して地表水、地下水による供給量をそれぞれ 300×10^6 m³、 620×10^6 m³と計画する。新規に開発すべき地表水、地下水量はそれぞれ 190×10^6 m³、 530×10^6 m³である。本地域は地表水資源量が少ないので地下水利用が大きくなり、このために新規に計画する深井戸数は 54×10^3 に達して、他地域に比べて著しく多くを必要とする。従って、深層地下水用モニタリング井戸を設置して地下水管理を強化する計画が必要となる。

3.3.3 北西地域(Niger川北部流域:HA-I)

(1) 地表水の管理計画

本地域の北部地区には8地点のダム群(総貯水量 1.66×10^9 m³、利用可能量 0.91×10^9 m³)が既に建設されているが、その貯水利用計画は確立していない。従って、北東地域同様にこれらのダム群について総合的水管理プログラムを設定し、公的灌漑 50×10^3 ha、私的灌漑 34×10^3 ha、都市用水 82×10^6 m³の需要に対して適切な水利用計画を確立する。

(2) 新規多目的ダム計画

新規水源として、64地点のダム(総貯水量 950×10^6 m³)が水資源未開発の南部地区を中心に計画される。このダム群のなかには大規模も含まれるが、その殆どが中小規模として計画されており、これらは2000年以降に実施の段階に入る計画とする。

(3) 灌漑・排水事業

- 本地域の既存水源による公的灌漑計画面積は 60×10^3 haであるが、そのうち未完成事業 52×10^3 haでその早期完成を計画する。
- 新規ダム群及び若干のポンプ施設による灌漑可能面積は 60×10^3 haで、その事業実施を2000年以降に計画する。
- 新規に計画される私的灌漑面積は 68×10^3 haで、主としてSokoto-Rima川本流沿いの湿地において計画される。

(4) 上水道事業

2020年の都市、農村生活用水需要量をそれぞれ $320 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $210 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、計 $530 \times 10^6 \text{ m}^3$ と予測し、これに対し地表水、地下水による供給量を $180 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $350 \times 10^6 \text{ m}^3$ とする。この地域も北東地域同様に地表水が少ないので、上水道は地下水開発に頼らざるをえない。新規に開発すべき地表水及び地下水量はそれぞれ $90 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $310 \times 10^6 \text{ m}^3$ で、地下水開発のための計画深井戸数は 32×10^3 に達する。

3.3.4 中央西地域 (Niger川中部流域: HA-II)

(1) 新規多目的ダム計画

本地域は豊富な地表水資源を持ちながらその開発は北部地域に比べて著しく遅れているものの、2020年へ向って地表水開発の可能性が最も高い地域であり、地域全域にわたって灌漑、上水道を目的とした新規中小規模多目的ダムにより開発を進める計画とする。304地点の中小規模ダム(一部大規模を含み総貯水量 $4.09 \times 10^9 \text{ m}^3$)が計画された。このダム群による貯水利用可能量は $3.06 \times 10^9 \text{ m}^3$ で、そのうち、公的灌漑及び上水道へそれぞれ $2.76 \times 10^9 \text{ m}^3$ 、 $0.30 \times 10^9 \text{ m}^3$ の配分計画とする。特に、地域のなかでAwun、Galma/Karami、Gbakoの支流の開発可能性が高い。これらのダム建設は2000年以降と計画するが、Awun、Gbakoなど特に優先度の高い流域のF/Sを2000年までに完了する計画とする。

(2) 灌漑・排水事業

- 地域の既存水源による公的灌漑計画面積 $55 \times 10^3 \text{ ha}$ のうち、未完成 $43 \times 10^3 \text{ ha}$ の完成を2000年までとする。
- 新規の公的灌漑計画面積は、上記の中小規模多目的ダムで開発される重力灌漑 $240 \times 10^3 \text{ ha}$ と低揚程ポンプによる $10 \times 10^3 \text{ ha}$ の計 $250 \times 10^3 \text{ ha}$ で、大きな面積を占める。これらの事業実施はダムと同様、2000年以降となり、Awun、Gbakoなど優先流域の計画を2000年までに確立するものとする。

(3) 上水道事業

本地域の2020年における生活用水需要量は都市 $770 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、農村 $220 \times 10^6 \text{ m}^3$ で、地域内に重要な都市が多いことから都市用水の需要が多い。従って、新規に開発すべき地表水は $420 \times 10^6 \text{ m}^3$ と多く、新規の中小規模多目的ダム開発で供給する計画とする。一方、新規地下水開発量は $330 \times 10^6 \text{ m}^3$ で、その深井戸計画数は 35.4×10^3 と予測される。

3.3.5 中央東地域 (Benue川流域: HA-III及びIV)

(1) 新規多目的ダム計画

本地域も中央西地域と同様に地表水開発が相当に遅れている地域で、開発の可能性が最高の地域である。地域の全流域にわたって362の多目的中小規模ダム(総貯水量 $4.69 \times 10^9 \text{m}^3$)を中心とした地表水開発を計画する。このダム群による貯水利用可能量は $3.43 \times 10^9 \text{m}^3$ で、灌漑用水に $3.08 \times 10^9 \text{m}^3$ 、水道用水に $0.35 \times 10^9 \text{m}^3$ を供給する。地域のなかで開発可能性が高い支流域は、Kilange、Hawal、Belwa、Ankwe、Katsina-Ala、Madaなどで、特にKilange、Katsina-Ala支流域はUpper Benue RBDA及びLower Benue RBDAの代表モデル優先流域として評価される。この2支流域の開発計画は2000年までに策定されることとし、事業の実施はすべて2000年以降とする。

(2) 灌漑・排水事業

- 地域の公的灌漑計画面積 $40 \times 10^3 \text{ha}$ のうち、未完成面積は $28 \times 10^3 \text{ha}$ で他地域に比べて少ない。この完成を2000年までと予定する。
- 新規公的灌漑面積はダム水源によるものが $250 \times 10^3 \text{ha}$ 、低揚程ポンプ施設によるものが $15 \times 10^3 \text{ha}$ の計 $265 \times 10^3 \text{ha}$ で、他地域と同様に上記優先地区の計画樹立を2000年までに、事業実施を2000年以降とする。

(3) 上水道事業

本地域の2020年における生活用水需要量は、都市 $480 \times 10^6 \text{m}^3$ 、農村 $290 \times 10^6 \text{m}^3$ と他地域に比べて少ない。このうち、地表水及び地下水の利用量はそれぞれ $340 \times 10^6 \text{m}^3$ 、 $430 \times 10^6 \text{m}^3$ で、地下水利用の占める割合が大きい。本地域の上水道事業は全国的にみてかなり遅れていて、既存水道施設よりの供給量は少なく、新規に開発すべき地表水、地下水量はそれぞれ $250 \times 10^6 \text{m}^3$ 、 $410 \times 10^6 \text{m}^3$ で2020年の需要量の80~90%を占める。地下水開発のための新規深井戸数は 46.8×10^3 に達する。

(4) Dadin Kowaダムの水力発電

Dadin Kowaダムの水力発電プラントを2000年までに完成してNEPA全国送電網に入れることによって、電力による便益が早期に得られるように計画する(3.2.6の(1)参照)。

3.3.6 南西地域 (西部沿海流域: HA-IV)

(1) 新規多目的ダム計画

本地域も多くの水資源を有すること、また多くの中小都市、農地が地域の北部支流域に展開していることから、新規水源として141の中小規模多目的ダム(総貯水量 $1.41 \times 10^9 \text{m}^3$)を

計画する。一方、大規模ダムの建設は水没補償の問題があってその可能性はない。また、地域の南部は降雨が多く乾期にも河川流量があることにより、水源計画は低揚程ポンプ施設による事業が中心となって、ダム計画は少ない。利用可能貯水量は灌漑、上水道に対しそれぞれ $905 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $375 \times 10^6 \text{ m}^3$ で、上水道利用率が北部、中央部地域より大きい。優先開発支流域としてUpper Ogun、Oshun、Osse流域が適当と考えられ、そのうちUpper OgunはOgun-Oshun RBDA、OsseはBenin-Owena RBDAのモデル開発流域として計画される。

(2) 灌漑・排水事業

- 既存水源下の公的灌漑計画面積 $45 \times 10^3 \text{ ha}$ に対して未完成事業は $42 \times 10^3 \text{ ha}$ と大きく、早期に完成する必要がある。特に、Ikere Gorge、Oyan大規模ダムの灌漑事業は、計画が完了してないので直ちにその策定を行うものとする。
- 新規公的として、ダム水源、ポンプ施設によるものそれぞれ $60 \times 10^3 \text{ ha}$ 、 $10 \times 10^3 \text{ ha}$ 、計 $70 \times 10^3 \text{ ha}$ を計画する。
- 降雨量が多いこと、また現在の農業が水稻中心であることから、水稻を中心とした補給灌漑をこの地域で拡大する計画とする。

(3) 上水道事業

2020年における都市、農村の用水需要量はそれぞれ $2.43 \times 10^9 \text{ m}^3$ 、 $0.26 \times 10^9 \text{ m}^3$ で、都市用水が他地域に比べて著しく大きい。特に、都市用水需要量が大きな州は、Lagos、Oyo、Ondo、Ogunなどである。上記の需要量に対して、地表水、地下水の計画供給量はそれぞれ $1.72 \times 10^9 \text{ m}^3$ 、 $0.97 \times 10^9 \text{ m}^3$ で、そのうち新規開発量はそれぞれ $1.39 \times 10^9 \text{ m}^3$ 、 $0.81 \times 10^9 \text{ m}^3$ である。地域の北部では乾期に河川流量が減少することにより、都市用水は中小規模多目的ダムによる。一方、南部では、乾期においても河川に地表水があることから低揚程ポンプ施設、豊富な地下水開発の両者によって都市用水が供給される。特に、Delta、Ondo、Oshun、Oyo州の沿岸部では、多くの地下水開発が計画される。そして、地域南部の地下水揚水量は $100 \text{ m}^3/\text{hr}$ 以上と大きく、新規深井戸数は 41.6×10^3 と見積もられ他地域とほぼ同数である。

3.3.7 南東地域(Niger川南部・東部沿海流域:HA-V及びVI)

(1) 新規多目的ダム計画

本地域も南西地域と同様に、水資源、土地資源が豊富に存在するにもかかわらず、殆ど未開発の状況にある。従って、地域の北部支流域において193の多目的中小規模ダム(総貯水量 $1.72 \times 10^9 \text{ m}^3$)による水源を灌漑、上水道目的のために建設計画する。都市、村落、農地

は小支流域に沿って展開しており、大規模ダムの可能性は水没補償、環境上の問題で殆どない。また、地域南部は降雨、河川流量、地下水量が豊富であることからダム開発の必要性はなく、その地表水は低揚程ポンプ施設により開発される。中小規模多目的ダムによる優先開発支流域として Aloma、Aya、Abo Ine、Mamu 支流域が選定され、このうち Aya は Cross RBDA、Mamu は Anambra-Imo RBDA のモデル流域として先行開発が期待される。

(2) 灌漑・排水事業

地域の既存公的灌漑計画面積は 30×10^3 ha で、そのうち未完了 22×10^3 ha をまず完成させる。新規公的灌漑計画面積は中小規模多目的ダムによる 95×10^3 ha、ポンプ施設による 55×10^3 ha で、前者は主として北部丘陵部、後者は南部沿岸部に立地する。中小規模ダムによる優先地区として Mamu 及び Aya 支流域の事業を先行して 2000 年までに F/S を完了し、2000 年以降に事業実施に入る計画とする。

(3) 上水道事業

本地域の都市、農村における需要量はそれぞれ 1.16×10^9 m³、 0.33×10^9 m³ で、都市用水需要量は南西地域に次いで大きい。本地域は北部を除いて地下水が豊富にあり、需要に対して地表水、地下水の供給はそれぞれ 0.29×10^9 m³、 1.20×10^9 m³ で、地下水が 80% と大きな割合を占める。このうち、新規地表水、地下水の開発量はそれぞれ 0.21×10^9 m³、 1.08×10^9 m³ となる。地表水開発は主として Anambra、Enugu 州などの丘陵地で計画する。その理由は、これらの丘陵地における深井戸は 150~200m を必要とするのでコスト高から不利となる。一方、地下水開発は南部海岸沿いで計画され、特に Rivers、Akwa Ibom 州では都市、農村のすべてが地下水により供給される。この地域の井戸平均揚水量が 65 m³/hr と大きいことから、新規深井戸数は 54.8×10^9 と推定され地下水開発量に比べると多くない。

(4) ガリ浸食防衛

本地域の Anambra、Enugu 州のガリ浸食は最も規模が大きく、かつ浸食災害地域も広い。従って、緊急災害復旧事業をこの地域に集中して実施する計画とする。

3.4 環境保全

環境保全行政はFEPAの管轄であるが、今後水資源開発事業を進めるにあたっては環境に与えるインパクトを充分留意する必要がある。特に、「ナ」国の流域ではサヘル乾燥化による水資源量の減少、不適切な開発による水資源の利用とのアンバランス、河川への流砂増加、ガリ浸食を含む土壌浸食の多発、南部沿岸域の都市洪水、水を媒介とする病気の増加、魚類の減少などが緊急問題となっている。このため、水資源開発にあたっては、これらについて充分検討する必要がある。

FMWRRDは、今日までの開発において環境影響評価作業(EIA)を全く実施していないので、既存及び新規の事業特に代表的なダム事業からサンプルを取り出してEIAを実施し、EIAガイドラインを早急に作成する計画とする。また、マスタープラン期間中に計画、実施する事業については、すべてにEIAを適用することにする。

3.5 水資源行政及び組織

3.5.1 水資源管理

連邦水資源法が制定されたので、今後の水資源行政はこの法にもとづいて実施される。法執行の細部については一連の施行令等の細部整備が必要であって、2000年を目標にその体制づくりを完了する。このために、以下のような項目についての検討と調査、施行令整備が必要である：

- FMWRRDが連邦管理する河川と州管理河川の分類と州行政の内容、報告業務等。
- 河川現況及び水利台帳の整備。
- 河川工作物構造基準(多目的ダムを含む)、河川工事実施基本計画、多目的ダム費用振分け基準等の河川行政基準。
- 水文観測基準。
- 灌漑/上水道事業の実施開始手続。
- 受益者参加等を含む取扱いと水利費徴収に関する事項。
- 流域保全、水質管理等の連邦行政及び水資源開発にかかる環境影響評価の行政基準。

3.5.2 水資源に関連する行政組織

今後の水資源開発事業を連邦水資源法の執行のもとに適正かつ円滑に実施するFMWRRDの行政組織について、以下のように提言する：

(1) 水政局の新設

この局は連邦水資源法の執行を担当する事務局で、水資源の水量、水質の一元管理を行い、連邦及び州政府関係機関にまたがる流域管理プログラムを申告させ内容を検討して認可する。この局は、現在の水文局 (Dept. of Hydrology and Hydrogeology) を拡大する形で設置され、従来の水資源観測行政はこの局に統轄される。なお、水資源量の観測プログラム、データ管理、解析などの技術的業務の全ては、国家水資源研究所 (NWRD) に担当させる。

(2) 他の事業関連局の改組

現在あるダム・貯水池運用局、灌漑・排水局、水道・水質管理局はその内部組織を再編成して、マスタープランの実施と関係機関との間の調整を強化する：

- ダム・貯水池運用局は、多目的ダム、流域変更事業の調査から OM までの事項、灌漑、上水道、水力発電、漁業等の実施機関との間の調整、多目的ダム費用振り分けを担当する。
- 灌漑・排水局は、灌漑排水の公共投資部門の調査から OM までの事項を担当し、FMANR との調整を強化してその事業末端の州 ADP による普及サービスとの連結を調整し、事業効果発生を促進する。また、灌漑事業の事前キャンペーンを積極的に実施して農民参加の道を開き、その事業実施は農民の申請を前提とする。
- 水道・水質管理局は、連邦公共事業住宅省、保健厚生省、FMWRRD の農村開発部門、FEPA との連携を強化して、州レベルの上下水道事業の連邦調整を行う。連邦水資源法の第一条に記載されている“上水道事業についての技術援助、リハビリ”の目的達成の業務をも実施し、SWA の上水道公益事業 (水質を含む) の推進を計る。現在 SWA が州内のすべての都市水道の OM を担当しているが、これを LGA レベルに分権していくのが望ましい。将来の下水道事業の展開に当たっては、連邦レベルの調整を行う。

(3) 地方水政事務所の新設

現在、地方に散在している 14 の Zonal Office を統廃合して FMWRRD の地方事務所として 4 つの Regional Water Administration Office にまとめる。この組織は、水資源観測を全て管理すると共に、州政府にかかる連邦水資源法関連事項の処理などを担当する。

(4) 国家水資源研究所 (NWRD)

水資源開発と管理にかかわる行政と、そのための調査、研究、技術者訓練、データバンクなどの技術的支援業務を明確に区分したうえで、後者を担当するこの研究所 (NWRI) の機能を強化する。また、上述のように水資源の量・質的把握を一貫して担当する。

(5) 連邦流域開発公社 (RBDA)

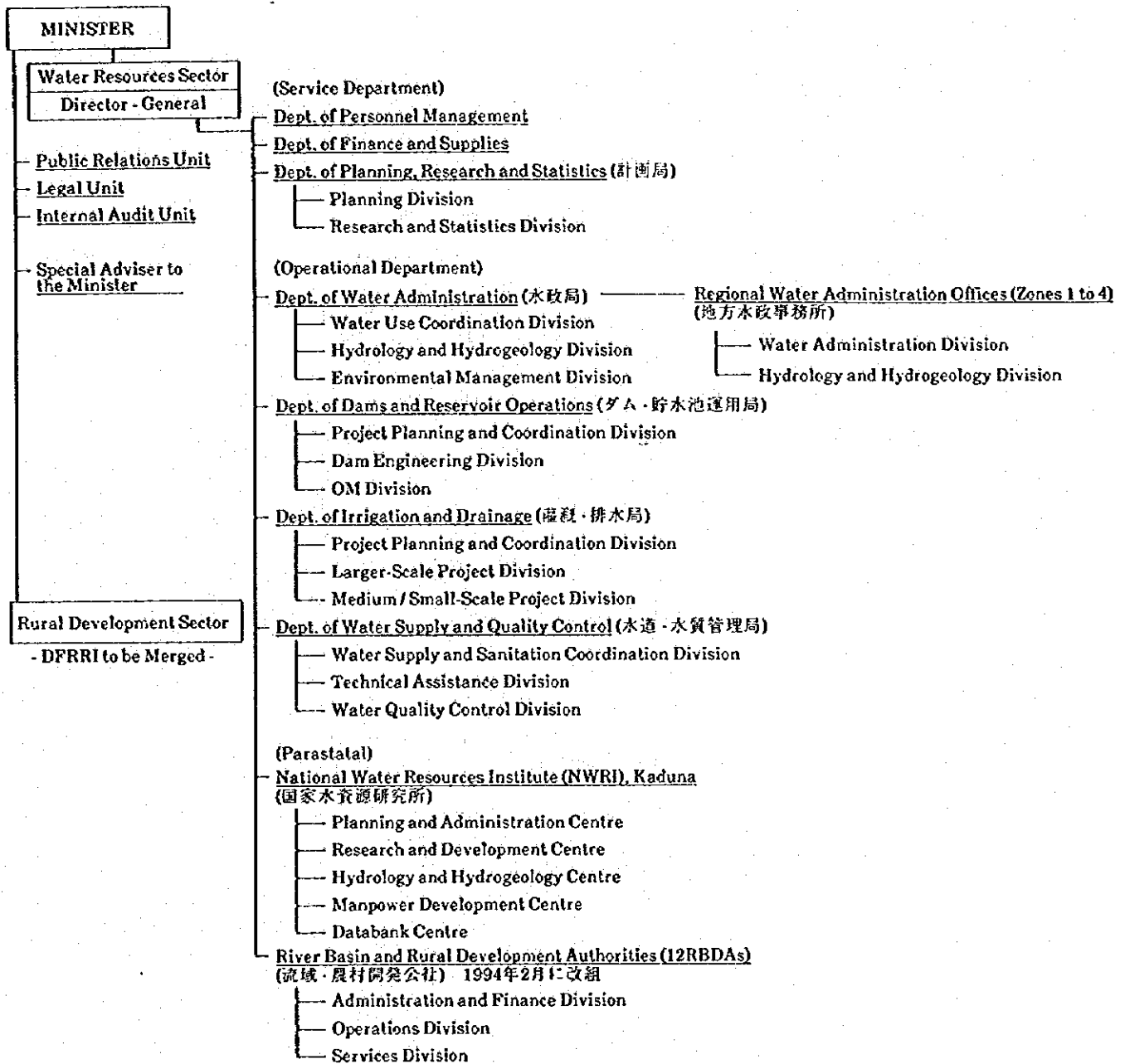
1994年2月に11のRBDAのうちNiger RBDAが2つに分割され、かつ公社名称も River Basin and Rural Development Authorityに変更された。この詳細は未定である。RBDAは現在SAPのもとに公益事業化が進められ、業務内容は日本の水資源開発公団に類似してきた。現在州政府が担当している公的灌漑事業はその技術レベルが低いので、当分の間すべてをRBDAに一本化する。さらに、多目的ダムをはじめとして灌漑水路(WUAへ引継点まで)、上水導水路(SWAへの引継点まで)の建設とOMなどの水資源事業を担当し、関係機関から水利費を徴収する。また、州政府からのガリ浸食、河川洪水対策事業の調査から実施までを受託し、事業竣工後にその施設を関係州へ移管する。

提案されるFMWRRDの機構は、次頁のとおりである：

3.5.3 人的資源

FMWRRDの人事局(Dept. of Personnel Management)には現在の連邦水資源部門にかかる人的資源のインベントリーもなく、調査団の依頼によってFMWRRDはコンサルタント会社を雇用して全国水資源人的資源インベントリー調査を実施し、そのドラフト・レポートを1994年2月に受領した。調査方法は質問票を全国の220機関に発送し、その回収率は54%であった。この調査によると、水資源担当者は全国で24,000人、FMWRRD関係者が2,400人となっている。別の情報によると、本省の上級レベル定員は500人、空席率46%となっている。

FMWRRD関連の技術者は給料が民間に比べて格段に低いこと、日常業務についてのモチベーション付与、責任配分に問題があって、優秀な技術者が極めて少ない。RBDAにおいても、ダム、灌漑技術者が一名もいない所があり、いても経験、技術ともに未熟である。現在、事業の調査から建設まではコンサルタント会社に委託して実施しているが、OM段階に入るとその雇用はなく適正な運営ができない。このような現状下で、このマスタープランの実施にあたっての最大の課題は人材育成、特に中堅技術者(30歳台)に置かれ、そして上級職の意識改革もまた必要である。このため、2000年までの事業計画のなかで、人材育成プログラムの国際機関もしくは二国間援助による実施が必要不可欠のものと考えられる。



第4章 水資源開発事業の実施計画

4.1 実施計画の基本方針

FMWRRDは現在までに多くの水資源開発事業を実施してその管理に入っているが、その運営にあたって多くの困難に直面し、便益があがらないのみか事業施設の老朽化加速の現状下にある。一方、FMWRRD行政組織の機能及び人的能力は、水資源事業を実施・管理するにあたって、余りにも低く多くの改善を必要としている。従って、2020年に向かつてのマスタープラン事業実施計画では、まず2000年までの短期計画期間中に以下に述べる項目の改善に専念し、その改善後に新規開発事業の実施を推進していく方針とする：

- 既存事業について、リハビリ、未完成事業の完結及び施設OMと末端サービスの強化を実施して、既投資の回収を促進する。
- 連邦水資源法の執行態勢確立と平行してFMWRRD行政組織の機能強化及び水資源開発・管理に関連する連邦他省局・州政府との連携を強化するとともに、地方分権、利用者参加、民営化、財政的自立化等の施策をも積極的に導入して、水資源関連事業の効率化を計ること。
- 人的資源の大幅な質、量的改善を行うため、NWRIにおけるスタッフのトレーニング強化と先進国技術アドバイザーによる行政、技術面の全てにおいて技術移転プログラムを推進することが必要である。
- 事業受益地においてNGOの積極的活用とWIDコンセプトの具体化を通じて利用者組織化を促進し、利用者水利用技術と所得の向上に必要な関連サービスを強化する。

マスタープランで設定された2020年に向かつての新規開発事業は莫大な事業予算を必要とする。FMWRRDはこの予算準備と各分野別事業についての適正予算配分と執行に考慮を払いつつ、事業を効率的に実施していくこととする。勿論、マスタープランで提案されている事業内容は目標値であるから、FMWRRDは連邦政府ローリング・プラン(国家3ヶ年計画)においてその事業内容を予算及び事業優先性よりレビューすることが重要である。

4.2 水資源開発事業の予算

2020年に向かつての水資源開発事業の財政的実施可能性に関して、「ナ」国の現在予算及び将来予算予測により以下の検討を行った：

(1) 2020年へ向っての水資源事業費

第3章で述べた各分野別の1994年2月物価レベルの事業費(物価上昇率を含まず)をまとめると下表のとおりで、その総額は 411×10^9 ナイラと概算されるが、このうち上水道事業費が 314×10^9 ナイラを必要とし76%と大きな割合を占める：

(単位： 10^6 ナイラ)

年次	1996~2000	2001~2005	2006~2010	2011~2015	2016~2020	計
1. 水資源観測プログラムと	270	250	230	240	250	1,240
2. 水源工事業	800	7,300	9,400	10,900	13,300	41,700
リハビリ、水管理事業	600	-	-	-	-	600
新規ダム事業	200	7,300	9,400	10,900	13,300	41,100
3. 公的灌漑・排水事業	7,780	7,580	6,450	7,690	8,930	38,430
既存事業	7,680	3,100	-	-	-	10,780
新規事業	100	4,480	6,450	7,690	8,930	27,650
4. 私的灌漑事業	1,300	1,950	1,950	1,300	1,300	7,800
5. 上水道事業	40,780	25,610	59,590	74,260	113,540	313,780
リハビリ事業	3,400	5,160	21,020	10,050	13,260	52,890
新規事業	37,380	20,450	35,130	49,050	67,820	209,830
再構築事業	0	0	3,440	15,160	32,460	51,060
6. Dadin Kowa 水力発電事業	600	-	-	-	-	600
7. ガリ侵食対策	7,610	-	-	-	-	7,610
計 FMWRRD (1.+2.+3.)	8,850	15,130	16,080	18,830	22,480	81,370
合計 (1.~7.)	59,140	42,690	77,620	94,390	137,320	411,160

3.2.2で述べられた新規ダム事業費を公的灌漑、上水道に振り分けると、それぞれの総事業費は以下ようになる：

(単位： 10^6 ナイラ)

	専用事業費	ダム費用振り分け費	計
公的灌漑	38,430	30,000	68,430
上水道	313,780	9,000	322,780

上記事業費は1996~2020年の25年間の全費用で、FMWRRD関連分の年平均事業費に換算すると以下ようになる：

$$\begin{aligned}
 \text{水資源観測費：} & \quad 1.24 \times 10^9 \div 25 \text{年} = 5 \times 10^6 \text{ ナイラ} \\
 \text{公的灌漑・排水事業費：} & \quad 68.43 \times 10^9 \div 25 \text{年} = 2,737 \times 10^6 \text{ ナイラ} \\
 \text{上水道事業費：} & \quad 322.78 \times 10^9 \div 25 \text{年} = 12,911 \times 10^6 \text{ ナイラ}
 \end{aligned}$$

(2) 水資源開発マスタープラン期間中の事業予算の予測

「ナ」国の現在の連邦予算は、IMF、世界銀行の指導のもとにSAPを推進しつつ極めて厳しい予算となっている。1994年の連邦予算書によると、歳出総額は110.1×10⁹ナイラ(35%)、資本形成費31.0×10⁹ナイラ(28%)、債務返還41.0×10⁹ナイラ(37%)となっている。債務返還が国家予算の37%と大きな率を占め、これが緊縮予算の原因となっている。なお、FMWRRD関連の資本形成費は1.3×10⁹ナイラで、前年比20%のアップである。水資源開発関連の予算、外国よりのローン規模を知る最近の資料として、NPCの1993~95年ローリング・プランとFMWRRDの1994~95年ローリング・プラン(案)がある。これらの資料をベースとして3ヶ年平均値を年間予算とみなし、年率3%の予算自然増を仮定して年平均予算を予測すると下表のとおりである:

(単位: 10⁹ナイラ)

分野	水資源観測	公的灌漑	上水道	計
1. 1993~95予算	68	5,144	8,079	13,291
FMWRRD	62	56	264	382
RBDAs	6	1,428	75	1,509
州政府等	-	356	2,763	3,119
外国ローン	-	3,304	4,977	8,231
2. 1993~95年平均予算	23	1,715	2,693	4,431
3. 年率3%増による2020年予算	48	3,591	5,639	9,278
4. マスタープラン期間の年平均予算: (2. + 3.) / 2	36	2,653	4,167	6,856

(3) 水資源事業費と事業予算の比較

上記(1)で算定した水資源事業費と(2)で予測した事業予算を比較すると、下表のとおりとなる:

(単位: 10⁹ナイラ)

	マスタープラン期間中の年平均事業費 (A)	予測年平均予算 (B)	A/B
1. 水資源観測費	0.005	0.036	0.2
2. 公的灌漑・排水事業費	2.737	2.653	1.0
3. 上水道事業費	12.911	4.167	3.1
4. 計(1. + 2.)	2.742	2.689	1.1
5. 計(1. + 2. + 3.)	15.653	6.856	2.3

上記から、FMWRRDが直接担当する水資源観測プログラム、公的灌漑・排水事業は、外国からのローンが現在の率で継続して水資源関連予算が年3%で自然増加するとすれば、一応予測した予算でカバー可能と考えられる。一方、上水道事業費は予測年間平均予算の3.1倍に達し、予算規模を大きく拡大しない限り事業費をカバーすることは不可能となる。この観点から、上水道目標値を変化させて必要事業費を概算する感応度テストを実施した。この結果から、予測年間平均予算に相当する上水道目標値は次のとおりとなる：

ケース	都市給水		農村給水	
	1人当り取水 地点給水量	給水普及率	1人当り取水 地点給水量	給水普及率
	(ℓcd)	(%)	(ℓcd)	(%)
(1)	129	70	47	40
(2)	164	60	47	30
(注) マスタープラン目標値	216	80	80	80
現在状況	108	50	40	9

上記の水資源開発のための予算は、現在の緊縮予算をベースに年3%の自然増加率で検討したものである。現在IMF/世界銀行は進行中のSAP完了に引続き、IMFのESAF(1988年のトリニダード協定)の適用による債務棒引き並びに世界銀行グループのIDA資金供与を考慮しているが、現在のところ1977年以前のESAF適用はありえないと牽制している。これらの一連の国際的救済圧力のもとに、「ナ」国の一層の自助努力が結び付くのは2000年位と予想され、EASFの適用とあいまって連邦予算のうちの資本形成費は大幅に増大していくものと考えられる。そして、現在ストップしている2国間援助も拡大していくだろうと予測される。なお、上水道事業は、国際社会監視のもとにBHNとして欠くべからざる事業であり、「ナ」国の予算が改善された場合には、上水道事業予算を優先的に増加させる国家政策がとられるべきことを提案する。

4.3 水資源開発事業の評価

水資源開発のなかの主要事業である公的灌漑・排水と上水道事業の評価を行った結果は、以下のとおりである。