

目 次

概説

I	緒言	1
1	調査の背景	1
2	調査の概要	2
II	第一部 水資源管理マスタープラン	4
1	国家水戦略と水政策	4
2	水セクターの現況と計画課題	6
2.1	水利用の現況	6
2.2	水セクターの組織と予算財務状況	8
3	水資源管理マスタープラン策定のための基本条件設定	12
3.1	水資源管理マスタープランの枠組み設定	12
3.2	水資源開発政策の基本方針	12
3.3	水資源管理政策の基本方針	12
4	水需要予測	15
4.1	シナリオの設定	15
4.2	生活用水の需要予測	17
4.3	工業用水の需要予測	18
4.4	観光用水の需要予測	19
4.5	農業用水の需要予測	20
5	水資源開発計画	22
5.1	表流水（従来型）	22
5.2	和平条約水（従来型）	28
5.3	地下水	28
5.4	海水淡水化（非従来型）	36
5.5	下水処理水の再利用（非従来型）	37
5.6	水資源と開発計画の問題と課題	43
6	水資源管理計画	45
6.1	量的管理	45
6.2	質的管理	50

3 水資源管理マスタープラン策定のための基本条件設定

3.1 水資源管理マスタープランの枠組み設定

水資源管理マスタープラン策定に先立ち、この枠組みとして 2000 年 9 月に世界銀行（以降、世銀）/MWI により水需要と水資源の基本水収支が考えられており、ここにジョルダン国における水資源管理上の主要な政策である「水環境の保全」及び「水資源循環」が集約されている。本調査ではこれを基本方針とし、全国 12 の行政区での水資源管理マスタープランを策定した。また、水資源管理マスタープランの目標年次は、短期（2000 年 - 2005 年）、中期（2006 年 - 2010 年）、長期（2011 年 - 2020 年）とした。

3.2 水資源開発政策の基本方針

水資源開発では、以下に述べる従来型及び非従来型の水源の開発により、持続可能な計画を目指す。

(1) 従来型水源

従来型として、表流水、循環性地下水、化石淡水地下水、和平条約水を考慮する。表流水についてはポテンシャルを最大限に利用する。循環性地下水については、既に安全揚水量を大きく上回る開発が行われていることから、将来の開発は考慮せず、逆に揚水削減を行う。化石淡水地下水については、持続的な開発ができないことから、開発期間を 50 年とした場合の開発可能量を採用する。和平条約水については和平条約が今後遵守されることを前提とする。

(2) 非従来型水源

非従来型として、地下汽水淡水化水、海水淡水化水、下水処理水を考慮する。地下汽水淡水化水については、南部ジョルダン渓谷南部及び死海沿岸部に 250-300MCM/年の利用可能量があるとされるが、地下汽水淡水化開発の検討の結果、経済性の点で課題が残るため、主たる開発は 2020 年以降あるいは水利用の不測の事態に備えた水資源とする。海水淡水化水については、水輸送のコストを考慮し、アカバでのみ利用するものとする。下水処理水については、水輸送にかかるコスト面で高原地域での広域灌漑利用は、経済的に成り立たないことから、処理場近傍での局地的再利用およびジョルダン渓谷での再利用を行う。

3.3 水資源管理政策の基本方針

3.3.1 水利用別の需要管理上の基本方針

利用可能水資源の制約から工業観光用水を含む都市用水及び農業用水の需要に対し厳しい抑制策を取る必要がある。この条件を踏まえ、水資源管理マスタープラン策定に際しての需要管理の基本方針を以下の通りとした。

(1) 生活用水

人口増加（1998 年の 470 万人から 2020 年の 920 万人、年平均人口増加率：3.03%）に伴う生活用水の需要は確保するものの、計画単位給水量は現状程度（100l/c/d から 150l/c/d 程度、漏水を含まない）に抑制する。また、12 行政区間の格差も 2020 年に向けて解消を図る。このために水資源の社会・経済的価値について利用者教育を行う。

(2) 工業観光用水

ジョルダン国の工業・観光セクターは GNP（1998 年）の 10%及び 13%を占めていることから、その国民経済上の重要性に鑑み、必要最小限の水需要を確保するものとする。需要予測では主要工業開発・観光開発計画を考慮する。それらには死海観光開発、経済特別区、

工業開発地区、オイル・シェール開発等を含む。

(3) 農業用水

農業用水については、1998年に制定された「灌漑用水政策」に述べられているように、現状の農業用地および農業用水を維持することを前提とする。しかし、今後増え続ける生活用水、工業用水、観光用水の需要をまかなっていくためには、農業用水をさらに増やしていく余地は無い。この問題に対し、世銀/MWI/JICAは、本水資源管理マスタープラン策定の前提条件として、1993年から1998年にかけての平均的な農業用水量である約620 MCM/年を現状維持のまま推移させていくこととした。

しかしながら、高原地域においては、過剰揚水により循環性地下水の枯渇や水質悪化が問題となっており、農業用の地下水揚水も削減せざるを得ない。これは、高原地帯での農業の一部縮小を意味し、農業用地を維持するために、高原地帯からジョルダン渓谷への農業地の転換を図ることを考慮する。他方、現状の農業用水量を確保するために、地下水削減の補完水源として下水処理水を当てる。

3.3.2 水資源管理上の基本方針

(1) 量的管理

1) 不明水対策

現在の不明水率（水道料金を徴収できていない水量の率）は約60%にも及び、その内給水管網からの漏水によるものは25%から30%である。現在、ドイツやアメリカその他の援助国の支援を受け、水灌漑省が給水管網のリハビリテーション事業を全国規模で計画あるいは実施しており、給水管網からの漏水率を最終的に15%にまで減少させることを最終目標としている。水資源管理マスタープラン策定ではこの計画に基づき、2010年までに給水管網からの漏水率が15%に削減されることを条件とする。

また、不明水の状況を正確に把握するため、流量監視システムの導入を考慮する。

2) 水配分対策

12行政区内において利用可能な水資源と水需要を数値化し、それぞれの過不足を行政区間の水配分により均衡を図る。

農業用水については、既存の表流水を利用する農業は将来も維持するが、地下水の利用は揚水削減計画に沿った利用量に抑制する。新規の表流水開発による水資源は都市用水（生活・工業・観光）に優先的に配分し、その残余分を農業用水に利用する。下水処理水は農業用水及び工業用水に可能な限り活用する。

行政区間における最終的な水配分計画に基づき、水資源/行政区間の送水システムを新規整備・改善する。

3) 循環性地下水揚水量削減対策

循環性地下水について安全揚水量を再評価し、これに基づき、全ての行政区について年度別の揚水削減計画を策定する。揚水削減の対象には、農業用水だけではなく都市用水も含む。この際、USAIDが提案したアンマン・ザルカ水系における循環性地下水揚水削減対策も考慮する。

(2) 質的管理

水灌漑省（WIS データベース）等が保有する表流水及び地下水の水質データ解析、及び

本調査で行う水質シミュレーション解析に基づき、モニタリングを含む全国レベルでの水質保全計画を検討する。この際、USAID が提案した全国レベルの水質モニタリングシステムの改善・構築計画を考慮する。

(3) 組織・制度管理

現在水灌漑省内で進められている組織・改善計画について、本水資源管理計画との関連で見直し、必要な改善/追加を行う。特に、現在 USAID と水灌漑省が検討している地下水揚水削減計画及び下水再利用計画では、その実施のために農民組織、法律/基準の整備等が提案されていることから、これらの施策も考慮に入れる。

4 水需要予測

4.1 シナリオの設定

ジョルダン国のおかれている状況から、水資源管理計画の基礎となる水需要予測は、持続可能な開発を前提として抑制されたものとならざるを得ない。すなわち、人口増加による需要増には対応するが、単位給水量の増加には限度があるため、全ての農業開発計画には対応できない。本調査ではこのような観点から水需要予測に3つのシナリオを考慮した。

各シナリオの内容は表 4.1-1 に集約されるとおりである。シナリオ - 1 は基本シナリオとされるもので、2000 年初頭から世銀と MWI が行ってきた水セクターの 2020 年までの全国レベルでの水資源と水利用の基本的な水収支を検討する作業に、本調査団が参加、設定したものである。

表 4.1-1 水需要予測シナリオ総括表

(数字は計画目標年次 2020 年の予測値)

	生活用水	工業用水 ^{*5*} ^{*6}	観光用水 ^{*5*} ^{*6}	都市用水計	農業用水 ^{*7}
シナリオ - 1	人口：9.18 百万人 (水灌漑省予測値 ^{*1}) 給水量 ^{*3} ：128 l/c/d	増加率： 4.2 - 1.1 %/年	増加率： 5.0 - 2.5 %/年	647 MCM/年	630 MCM/年
	501MCM/年	130MCM/年	16MCM/年		
シナリオ - 2	人口：9.18 百万人 (水灌漑省予測値 ^{*1}) 給水量 ^{*3} ：150 l/c/d ^{*4}	増加率： 5.3 - 4.6 %/年	増加率： 8.4 - 8.3 %/年	777 MCM/年	963 MCM/年
	587MCM/年	169MCM/年	21MCM/年		
シナリオ - 3	人口：7.99 百万人 (統計局予測値 ^{*2}) 給水量 ^{*3} ：150 l/c/d ^{*4*}	増加率： 2.9 - 2.9 %/年	増加率： 5.5 - 3.0 %/年	659 MCM/年	630 MCM/年
	510MCM/年	132MCM/年	17MCM/年		

*1 水灌漑省が事業計画策定に使用する人口予測

*2 政府統計局(人口予測機関)の採用値(政府の人口抑制政策を含む)

*3 給水量は漏水量を除く消費者に実際に供給される量である。

*4 150 l/c/d は水灌漑省が政策目標として掲げている生活用水給水の目標値である。

*5 工業用水及び観光用水の増加率は 1998 年から 2020 年の計画期間中の変化を示している。

*6 定率の増加に加え、特定開発計画に基づく一時的増加を考慮している。

*7 シナリオ - 1 及び 3 は総水資源量から都市用水(MIT)需要を確保した後の灌漑用水量である。

需要予測はこれらのシナリオの基本事項に基づき、ドイツの援助機関である GTZ により水灌漑省内に新たに整備された "Digital National Master Plan" の需要計算モジュールを用いて算出した。ただし、農業用水需要についてはジョルダン国の国家水戦略(1998-2002)において総使用水量の現状維持が謳われているため、シナリオ - 1 及びシナリオ - 3 にはこの政策需要である約 630 MCM/年を設定し、シナリオ - 2 にはジョルダン渓谷公団(JVA)及び農業省(MOA)の農業開発計画に基づく目標需要を設定した。図 4.1-1 は3つのシナリオの特徴を示したものである。

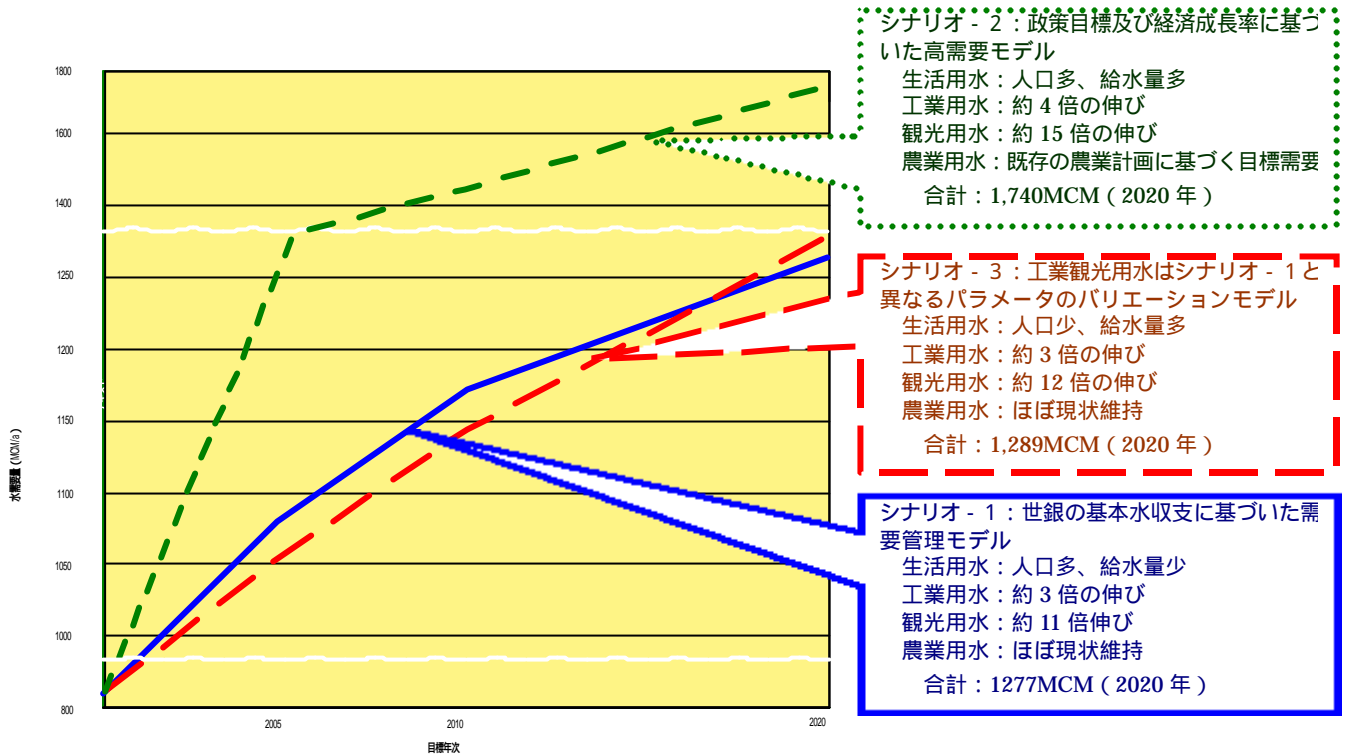
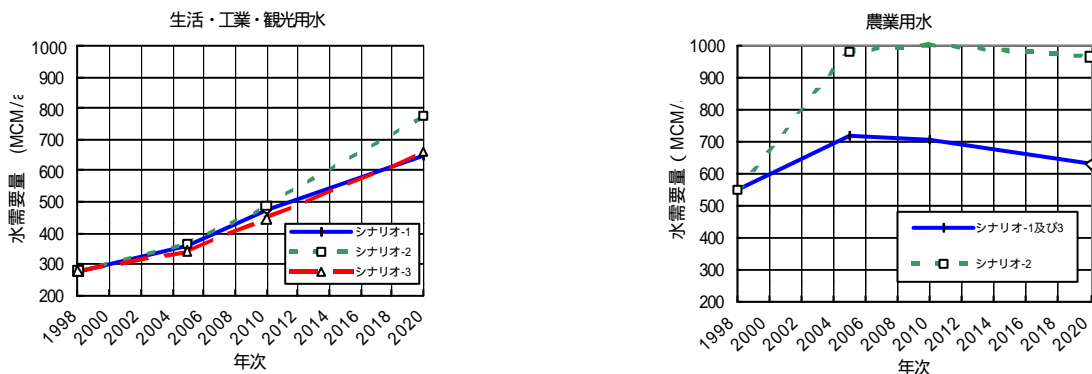


図 4.1-1 各シナリオの将来の水需要予測

シナリオ毎の水需要量の伸びを生活・工業・観光用水と農業用水に大別して図 4.1-2 に示した。なお、シナリオ - 1 およびシナリオ - 3 での農業用水の伸びについては、前述した様に総量の現状維持を基本政策としており、総水資源量から生活用水・工業用水・観光用水 (MIT) 需要を差し引いた残余分を全て農業用水に振り分けている。このため、2005 年までは多少増加するものの、2020 年までには MIT 需要の伸びにより、おおむね現状のレベルまで下がるものと予測される。シナリオ - 2 での農業用水の 2010 年から 2020 年にかけての減少は、灌漑効率が向上することに起因するものであり、灌漑面積は減少せず一定で推移する。



注：シナリオ - 1 及びシナリオ - 3 において農業用水が 2005 年まで増加し 2020 年に向けて減少する理由は、残余水量を農業用水に配分する政策調整を行うことによる。

シナリオ - 2 の 2010 年からの減少は、灌漑面積は一定で推移するが灌漑効率が向上することによる。

図 4.1-2 シナリオ別の都市用水と農業用水の需要予測

4.2 生活用水の需要予測

(1) 人口

2005年、2010年、2015年及び2020年を目標年次として、3つのシナリオについてジョルダンの行政区別人口を予測した。シナリオ-1及び2はMWIと世銀が共同で予測したものである。シナリオ-3は統計局による予測を反映している。予測人口に関して、シナリオ-1と2は同一である。

表4.2-1に示す通り、最初の2つのシナリオでは、1998年から2020年までの22年間にジョルダン国の人口はほぼ倍増するものと予測している。シナリオ-3の予測人口は他のシナリオより少ない。

表 4.2-1 シナリオ別目標年次別全国人口予測

(単位：人)

シナリオ		1998	2005	2010	2015	2020
シナリオ-1及びシナリオ-2	人口	4,756,000	5,980,000	6,970,000	8,040,000	9,180,000
	平均年増率		3.3%	3.1%	2.9%	2.7%
シナリオ-3	人口	4,756,000	5,710,000	6,450,000	7,220,000	7,990,000
	平均年増率		2.6%	2.5%	2.3%	2.0%

(2) 1人1日当たり水供給量

表4.2-2に示す通り、3つのシナリオについて、漏水を除外した1人1日当たり水供給量（実際に消費者の手元に給水される量）と漏水を含めた1人1日当たり水供給量を目標年次毎に設定した。1人1日当たり水供給量に関しては、シナリオ-2及び3は同一に設定されている。シナリオ-1の単位水供給量予測は他のシナリオより低い。

表 4.2-2 シナリオ別目標年次別単位生活用水量予測

シナリオ-1

(単位: l/c/d)

単位生活用水量	1998	2005	2010	2015	2020
実際の消費量	102	101	124	130	128
漏水込みの消費量	136	126	146	153	151
漏水率*(%)	25	20	15	15	15

シナリオ-2及び3

(単位: l/c/d)

単位生活用水量	1998	2005	2010	2015	2020
実際の消費量	102	101	124	144	150
漏水込みの消費量	136	126	146	169	176
漏水率*(%)	25	20	15	15	15

* 管網からの漏水

漏水を除外した1人1日当たり水供給量（実際の消費量）は、各目標年次において推定される開発可能総水量、人口及び工業・灌漑用水需要を考慮して予測した。これは、特定の目標年次において達成可能な最大水量となっている。また、管網からの漏水率については、水灌漑省に最近設置された不明水対策部（Project Management Unit）の中の不明水対策部の調査に基づいており、不明水対策部の最終目標値として設定されている15%が2010年に達成されるものと仮定した。表4.2-2に示されている実際の消費量は、行政区ベースの実際の消費量を加重平均した値である。

(3) 需要予測

行政区別の生活用水需要について、人口と漏水込みの1人1日当たり水供給量に基づき、目標年次別、シナリオ別に予測を行った。表4.2-3に示す通り、シナリオ-1では、需要は

2020年に500MCM強となるものと予測されている。これは、1998年における需要の2倍以上に当たる。シナリオ-2では、最終年次の需要は600MCMより若干少なく、現在の需要の2.5倍弱となるものと予測されている。シナリオ-3では、2020年の予測需要は510MCM程度で、他のシナリオで予測された数値の中間に位置する。

表 4.2-3 シナリオ別全国目標年次別生活用水需要予測

(単位：MCM)

シナリオ	1998	2005	2010	2015	2020	1998-2020 倍率
シナリオ - 1	237.06	272.67	367.51	445.12	501.26	2.1
シナリオ - 2	237.06	272.67	367.62	493.07	587.40	2.5
シナリオ - 3	237.06	260.36	340.65	443.39	510.05	2.2

注：管網からの漏水を含む

4.3 工業用水の需要予測

(1) 規則的増加

表 4.3-1 はシナリオ別の工業用水年次増加率を示したものである。シナリオ - 1 における工業用水の平均増加率には、世銀/MWI/JICA の基本水収支による増加率を採用した。この増加率は、再利用率・利用効率の向上を考慮し、シナリオ - 2 において過去数年における工業総生産を統計処理して予測した工業用水需要増加率を抑制したものとなっている。

なお、大規模工業企業へのアンケート調査の結果では現況の再利用率（総使用量に対する企業内利用量の比率）は約 70% となっており、残りの約 30% は処理の上放流されている。

シナリオ - 3 では、同アンケート調査における、企業の将来生産拡大計画に対する回答に基づく水需要をもとに増加率が決定された。

表 4.3-1 シナリオ別工業用水需要年次増加率

シナリオ	1998-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
シナリオ - 1	4.2%	3.1%	2.1%	1.1%
シナリオ - 2	5.3%	4.6%	4.6%	4.6%
シナリオ - 3	2.9%	2.9%	2.9%	2.9%

(2) 不規則的増加

工業用水需要の規則的増加とは別に、計画省で策定されている工業開発計画（例：カラク行政区での含油頁岩採掘事業）に基づく、総水量 60MCM に及ぶ急激な需要拡大を各シナリオに包含させた。

(3) 需要予測

1998 年における行政区別の工業用水の実際の消費量、規則的な一定年次増加率、既往工業開発計画、工業廃水再利用率の向上予測等に基づき、工業用水需要を行政区別、目標年次別、シナリオ別に予測した。表 4.3-2 はその結果を示したものである。

表 4.3-2 シナリオ別全国目標年次別工業用水需要予測

(単位：MCM)

シナリオ	1998	2005	2010	2015	2020	1998-2020 増加率
シナリオ - 1	38.95	76.08	94.13	113.55	130.21	3.3倍
シナリオ - 2	38.95	80.07	101.57	133.94	168.66	4.3倍
シナリオ - 3	38.95	71.85	88.68	109.85	132.28	3.4倍

注：管網からの漏水を含む

表 4.3-2 に示すように、シナリオ - 1 では、工業用水需要は最終目標年次の 2020 年には約 130MCM、即ち 1998 年における需要の 3.3 倍になるものと予測されている。シナリオ - 2 の需要は 169MCM、即ちシナリオ - 1 の 30% 増になるものと予測している。シナリオ - 3 での最終需要は、シナリオ - 1 とそれほど変わらない 132MCM である。

4.4 観光用水の需要予測

観光はジョルダン国の重要な外貨収入源の一つとして、将来その成長が期待されている分野であり、そのための水需要は政策として優先的に確保される必要がある。需要予測においては、増加を年率で想定する規則的増加と、特定の観光開発計画に基づく不規則的増加を考慮したモデルを適用した。

(1) 規則的増加

表 4.4-1 はシナリオ別の観光用水需要の年次増加率を示したものである。シナリオ - 1 における観光用水の年次平均増加率は、MWI と世銀によって設定されたものである。シナリオ - 2 は、過去数年における到着旅客数を統計処理（対数回帰）することで算出された観光用水需要の将来の増加率である。シナリオ - 3 は、シナリオ - 2 のデータに対して異なった統計処理（自然数回帰）を行うことにより算出されたものである。

表 4.4-1 シナリオ別観光用水需要年次増加率

シナリオ	1998-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
シナリオ - 1	5.0%	5.0%	2.5%	2.5%
シナリオ - 2	8.4%	8.3%	8.3%	8.3%
シナリオ - 3	5.5%	4.3%	3.5%	3.0%

(2) 不規則的増加

観光用水需要の規則的増加とは別に、既知の観光開発計画に基づく総水量 14MCM/年を各シナリオに包含させた。大規模なものとしては、ジョルダン渓谷公団(JVA)による死海沿岸総合開発計画が挙げられ、バルカとマダバの死海東岸におけるベッド数約 10,000 規模のホテル建設、及び広大な緑地を含む観光整備事業が整備される予定となっている。

(3) 需要予測

1998 年における行政区別の実際のベッド数と水需要、予測漏水率、予測平均ベッド占拠率、宿泊ベッド稼働率の季節変動、予測年次増加率、観光開発計画等に基づき、観光用水需要を行政区別、目標年次別、シナリオ別に予測した。表 4.4-2 はその結果を示したものである。

表 4.4-2 シナリオ別目標年次別全国観光用水需要予測

(単位：MCM)

シナリオ	1998	2005	2010	2015	2020	1998-2020 倍率
シナリオ - 1	1.44	6.92	11.40	16.08	16.42	11.4
シナリオ - 2	1.44	10.79	17.18	18.82	21.28	14.8
シナリオ - 3	1.44	10.38	16.12	16.55	16.99	11.8

注：管網からの漏水を含む。

表 4.4-2 に示すように、シナリオ - 1 では、観光用水需要は最終目標年次の 2020 年には約 16.4MCM、即ち 1998 年における需要の 11.4 倍になるものと予測されている。シナリオ - 2 の需要は約 21.3MCM、即ちシナリオ - 1 の 30% 増になるものと予測している。シナリオ - 3 での最終需要は、シナリオ - 1 とそれほど変わらない約 17MCM である。

4.5 農業用水の需要予測

農業用水の将来水需要について、本調査では2つの予測シナリオを想定した。1つは、政府方針に基づき現状の農業用水量（約620MCM/年）を将来も確保することを前提とした予測シナリオである。このシナリオでは、持続可能な開発水資源量から都市用水（生活用水、工業用水及び観光用水）を差し引いた残余水量をすべて農業用水として配分する。シナリオ - 1及びシナリオ - 3には、この農業用水需要予測シナリオを適用した。

もう1つの予測シナリオは、ジョルダン渓谷公団（JVA）および農業省（MOA）が有する独自の農業計画に基づく農業用水需要予測シナリオである。この予測シナリオでは限られた水源の中での都市用水との配分調整は考慮されていない。シナリオ - 2にはこの目標水需要シナリオを適用した。

(1) 水配分計画に基づく農業用水の需要予測（シナリオ - 1及びシナリオ - 3）

シナリオ - 1及びシナリオ - 3における農業用水需要の予測結果を表4.5-1に示す。この予測値は第6章で述べる水資源管理計画における水配分計画の検討結果に基づくものである。

前述のとおり、シナリオ - 1及びシナリオ - 3では、持続可能な開発水資源量から都市用水需要分を差し引いた残余分を農業用水の需要量としている。その結果、都市用水の需要量がまだ少ない2005年頃までは残余水量が多くなるため、農業用水需要量が多少増加する。しかし、2020年までには都市用水需要の伸びにより、おおむね現状のレベルまで下がるものと予測される。

表 4.5-1 水配分計画に基づく行政区別農業用水配分量
（シナリオ - 1及びシナリオ - 3）

単位：MCM/年

行政区	2005	2010	2015	2020
アンマン	42.1	41.9	40.8	39.1
ザルカ	65.2	60.0	58.1	53.8
マフラック	50.5	44.7	41.3	36.4
イルビット	150.8	167.4	166.5	167.4
アジュールン	6.8	7.7	8.3	8.6
ジェラシ	11.9	11.8	11.3	11.1
バルカ	213.1	233.6	219.9	197.3
マダバ	8.1	8.9	9.2	9.5
カラック	67.8	72.6	71.9	72.4
マアン	46.4	26.9	23.8	13.4
タフィーラ	11.6	11.4	11.4	11.5
アカバ	19.6	16.2	7.2	9.2
合計	693.9	703.3	669.8	629.6

(2) 既往の農業開発計画に基づく農業用水の需要予測（シナリオ - 2）

シナリオ - 2は、ジョルダン渓谷公団(JVA)及び農業省(MOA)の農業開発計画に基づく農業用水需要であり、都市用水との間の水資源の配分は考慮されていない。この計画についてGTZ/MWIが保有する農業用水需要予測モジュールを用いて計算を行った結果、表4.5-2の通りとなった。

表 4.5-2 に示すように、シナリオ - 2 の需要予測では、農業用水需要量は計画目標年の 2020 年で 963MCM となり、これが灌漑農業の目標水需要量といえるものである。なお、この予測では農業用水需要量が 2010 年から 2020 年にかけて減少しているが、これは灌漑効率が増加することによる需要量の減少であり、灌漑面積は変わらず一定で推移する。

表 4.5-1 行政区別の最大限の農業開発計画面積及びその場合の水需要（シナリオ - 2）

行政区	1998		2005		2010		2015		2020	
	灌漑面積	使用水量	灌漑面積	需要水量	灌漑面積	需要水量	灌漑面積	需要水量	灌漑面積	需要水量
	1000ha	MCM/年	1000ha	MCM/年	1000ha	MCM/年	1000ha	MCM/年	1000ha	MCM/年
アンマン	6.8	37	6.8	55	6.8	55	6.8	55	6.8	54
ザルカ	10.6	60	10.6	98	10.6	97	10.6	94	10.6	93
マフラック	16.9	55	16.9	122	16.9	122	16.9	121	16.9	120
イルピット	11.2	92	14.6	148	17.9	170	17.9	170	17.9	158
アジルン	1.2	6	1.2	10	1.2	9	1.2	8	1.2	8
ジェラシ	2.6	12	2.6	24	2.6	23	2.6	22	2.6	20
バルカ	12.4		24.4	331	25.8	336	25.8	334	25.8	329
マダバ	0.8	7	0.8	4	0.8	4	0.8	4	0.8	4
カラク	8.2	60	9.3	64	9.4	63	9.4	62	9.4	60
マアン	10.6	53	10.6	86	10.6	85	10.6	84	10.6	83
タフィーラ	1.8	5	1.8	18	1.8	18	1.8	17	1.8	16
アカバ	1.9	18	2.3	20	2.3	20	2.3	20	2.3	20
中高原	59.6	292	59.6	486	59.6	479	59.6	471	59.6	459
渓谷	25.4	258	42.3	495	47.0	523	47.0	520	47.0	505
総合計	85.0	551	101.9	981	106.5	1,002	106.5	992	106.5	963

出典：JVA/MOA の農業開発計画に基づき、MWI が GTZ/MWI の需要予測モジュールを用いて計算した数値（計算仮定条件の作付面積、作物種類、灌漑方式、効率改善については主報告書を参照）。

5 水資源開発計画

水資源管理マスタープランで対象とする水源は、以下の通りである。

従来型水源	非従来型水源
- 表流水 (5.1 節)	- 地下汽水淡水化水 (5.3.4 節)
- 循環性地下水 (5.3.2 節)	- 海水淡水化水 (5.4 節)
- 化石淡水地下水 (5.3.3 節)	- 下水処理水 (5.5 節)
- 和平条約水* (5.2 節)	

* 汽水淡水化が含まれるため、従来型と非従来型の間中に区分されるが、現在のところ汽水淡水化は含まれていないため、本調査では従来型水源に含める。

5.1 表流水 (従来型)

5.1.1 気象・水文

ジョルダン国の夏期は4月から10月であり、気候は乾燥し平均最高気温は38.8 である。一方、冬季は11月から3月であり、平均最低気温は0.5 である。

季節的な偏った降雨は、10月から5月まで発生する。年間の降雨量の80%は11月から3月までの間にもたらされる。年平均降水量は東部の砂漠地域では25mm以下、西部のアジールン高原では600mmである。

降雨の分布から、ジョルダン国は表5.1-1に示すように、幾つかの地域に分類される。

表 5.1-1 降雨量分布による分類

地域分類	年間降水量 (mm/年)	集水面積 (km ²)	面積率 (%)	降水量 (1937-1998 平均) (MCM/年)
半湿潤地域	500 - 600	620	0.7	425
半乾燥地域	300 - 500	2,950	3.3	1,170
乾燥地域周辺地域	200 - 300	2,030	2.2	530
乾燥地域	100 - 200	20,050	22.3	2,950
砂漠地域	< 100	64,350	71.5	3,425
合計		90,000	100.0	8,500

出典：水灌漑省 WIS データベース

表5.1-1に示されるように、ジョルダン国の93%が乾燥地域 (Arid) から砂漠地域 (Desert) に属しており、国全体の年平均降水量は200mm以下である。年平均降水量も、50mm/年以下から600mm/年と変動する。ジョルダン国の降水の大半はジョルダン渓谷 - 死海 - ワジ・アラバと続く地溝帯の東側に分布する山地性の高原地帯で発生する。また、長期観測結果の計算に基づく年平均降水総量は約8,500MCM/年である。

最近の降雨データによると、降水量がここ3年間にわたり年平均を下回っている。一方50年以上にわたる数多くの雨量観測データからは、長期的な雨量の減少傾向は見取れず、これが直ちに地球規模の気候変化の現れであるとは断定はできない。しかし、今後50年間で中東地域の降水量は10%から15%減少するとの予測結果も出されていることから (イギリスのハドレイセンターの発表による) 今後注意深く監視していく必要がある。

5.1.2 水系

ジョルダン国全体の水系は、二つの主要パターンから構成される。1つは、ジョルダン渓谷と死海の東岸を深く切り込んだワジや河川を通じてジョルダン渓谷へ流れ込む水系であり、これらの水系は最終的に死海へ流出する。もう1つは、東部高原地域を切れ込むワジを通じて東の砂漠地帯へと流出する水系であり、これらの水系は最終的に砂漠地帯の盆地やマッドフラットと呼ばれる低地に流出する。

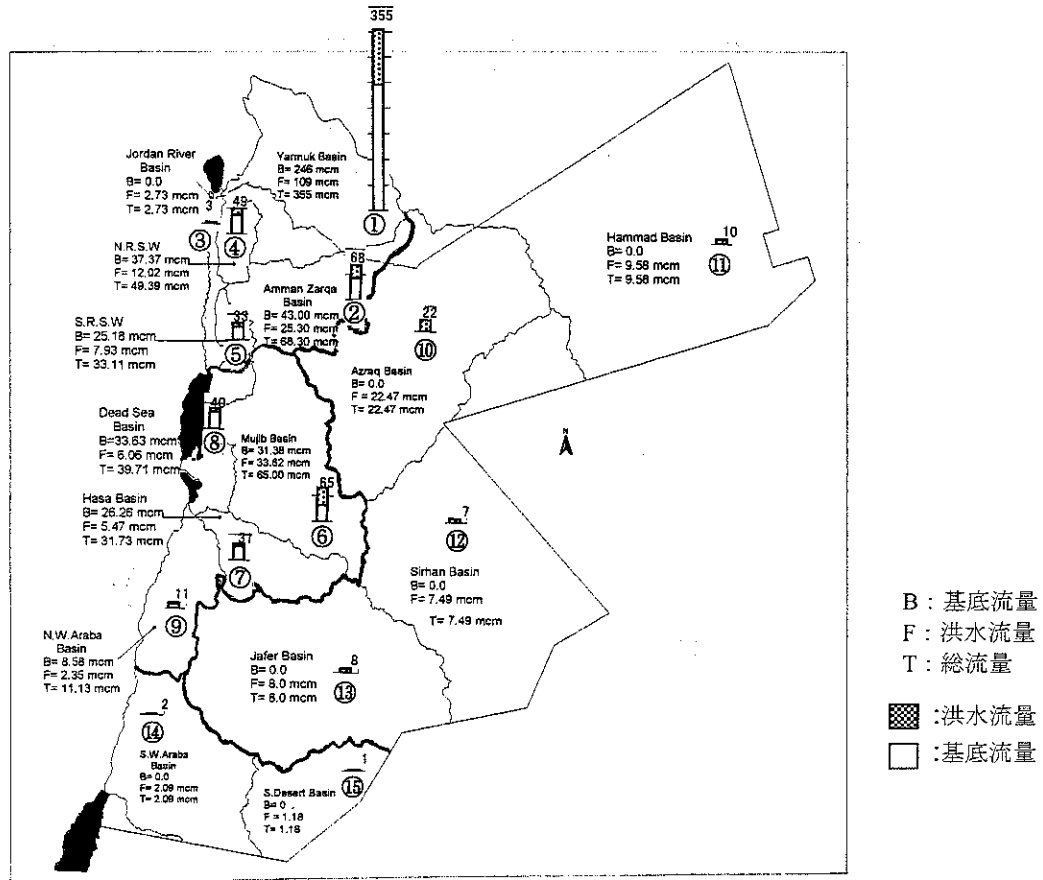
主要な地形区に従い、ジョルダン国には 15 の水系が分布する。表 5.1-2 にジョルダン国の主要水系とその分析及びこれらの主要諸元を示した。

表 5.1-2 ジョルダン国の水系

水系 番号	水系		記号	集水面積 (km ²)	平均降水量 (mm/年)	推定流出 係数 (%)	長期平均 (1937-1998) 降水体積 (MCM/年)		
	水系/地域	水系名							
	死海 水系	ジョルダン川 サブ水系	北部 地域	ヤルムーク	AD	1,426	308	5.1	439
				アンマン - ザルカ	AL	3,739	248	2.9	926
				ジョルダン渓谷	AB	780	298	1.9	233
				ジョルダン渓谷 サイドワジ	北部 AE, AF, AG AH, AJ, AK	946	618	2.9	584
			南部 AM, AN, AP	736	398	3.4	293		
	死海 サブ水系	中部 地域	ムジブ	CD	6,727	131	4.0	884	
			ハサ	CF	2,603	128	2.8	334	
			死海サイドワジ	C	1,508	192	2.5	290	
			ワジアラバ北	D	2,953	136	0.7	403	
	東部砂漠水系	アズラック	F	12,400	70	2.7	866		
		ハマッド	H	18,047	114	0.7	2,050		
		シルハン	J	15,733	28	1.9	445		
		ジャファル	G	12,363	44	1.5	545		
	南部水系	ワジアラバ南	E	3,742	37	1.3	138		
		南部砂漠	K	6,296	16	1.0	102		
合計				90,000			8,532		

記：全てジョルダン国領内の水系

出典：MWI の WIS データベース



出典：WIS データベース

図 5.1-1 水系の分布

5.1.3 表流水のポテンシャル

表 5.1-3 に主要流量観測地点での長期観測結果（1937 年～1998 年）に基づく、ジョルダン国の主要河川およびワジの年平均流量を示した。この表に示すように、ジョルダン国の洪水流を含めた表流水の総流出量は約 707MCM/年と算定される。

表流水の開発ポテンシャルは、気象条件や地理的条件を考慮すると、総流出量の 60%から 70%に当たる 420MCM/年から 490MCM/年程度と想定される。

表 5.1-3 長期観測結果に基づく行政区毎の年間表流水総流出量

行政区	基底流量 (MCM/年)	洪水流量 (MCM/年)	総流量 (MCM/年)
アンマン	0.00	0.00	0.00
ザルカ	0.00	0.92	0.92
マフラック	0.00	30.92	30.92
イルビット	278.38	122.62	401.00
アジルン	4.99	1.12	6.11
ジェラシ	43.00	25.30	68.30
バルカ	25.18	7.92	33.10
マダバ	31.38	33.62	65.00
カラク	61.32	12.12	73.44
マアン	1.64	17.07	18.71
タフィーラ	5.51	1.80	7.31
アカバ	0.00	2.10	2.10
合計	451.40	255.51	706.91

出典：WIS データベース

5.1.1 節で述べたように、ジョルダンではここ 3 年間にわたり降水量が年平均を下回っている。これが長期的な地球規模の雨量の減少傾向を示すものである可能性は否定できないが、過去の長期観測結果から見る限りこの様な傾向は明確とはなっていないことから、本調査では降水量の将来の減少傾向を考慮せずに、表流水のポテンシャルを算定した。

同様に、渇水年の表流水のポテンシャルについても、本水資源管理計画の最終目標年が 2020 年であることから、過去の長期観測結果に基づき 20 年確率の渇水年の値を適用した。長期観測結果の解析から、20 年確率の渇水年の表流水総流出量は約 560MCM/年と推算され、この水量は通常年（約 707MCM/年）の約 80%、つまり約 20%の減少となると予測される。

5.1.4 表流水開発の現況と将来計画

ジョルダン国では小規模なものも含め、既に 22 基のダムが建設されており、その総貯水容量は約 190MCM である。これらのダムの他に多くの取水工があり、1998 年の実績では、これら取水施設を通じてワジ、河川および泉から 303MCM/年の表流水が開発されている。

表 5.1-4 に表流水の既存開発計画を示した。これに示される様に、表流水開発計画のほとんどは短期目標年次（200 年～2005 年）で完成が見込まれており、124MCM/年の開発を行う計画となっている。この中で最大のものはヤルムーク川に建設が予定されているワハダダム建設計画であり、その開発量は 93MCM/年である。

2006 年から 2010 年にかけての中期目標年次では、高原地域の洪水流の開発を目的とした複数の小規模ダムの建設が予定されている。また、2011 年から 2020 年にかけての長期目標年次では、砂漠地域における洪水流開発を目的とした「ウォーターハーヴェスティング計画」の実施が予定されている。中長期目標年次（2006 年～2020 年）で開発される水量は合計 22MCM となる。

これら全ての表流水開発計画の実施によって、今後 2020 年までに新規に開発される表流水の水量は 143MCM/年である。従って、現在の表流水開発量が約 303MCM/年であることから、2020 年までの表流水の総開発量は 446MCM/年と見込まれる。

表 5.1-4 表流水の既開発量と将来の開発計画

ファイル番号	プロジェクト名	予想完成年	計画開発量 (MCM/年)	備考
既存の表流水の総開発量		-	303	サマリーレポート表 A2.1.5-1 参照
将来の開発計画				
15	タヌールダム	2001、短期	8	完成
14	ワラダム	2002、短期	5	建設中
13	ムジブダム	2003、短期	12	建設中。淡水化される 23MCM/年*を除く。
26	フィーダンダム	2004、短期	3	
62	ワハダダム	2005、短期	93	
18	小規模ダム (イブンマッド、カク、メ'イ)	2008、中期	7	
19	砂漠地域でのウォーターハーヴェスティング計画	2010-2020 長期	15	
将来の計画開発量合計			143	
2020 年までの開発量合計			446	

出典：投資計画 2000 to 2010

*：ワジ・ムジブの総開発量は基底流量の開発を含め 42MCM/年であり、その内 12MCM/年が清水として使用され、残りの 30MCM/年がワジ・ザルカマイン/ザラ汽水と混合され、スウェイマで淡水化される。この 30MCM/年の内、淡水化利用される水量は 23MCM/年である。

前述した様に、ジョルダン国の表流水の総流出量は洪水流を含め約 707MCM/年である。将来の計画総開発量は長期開発計画を含めて 446MCM/年である。ただしこの数値には、ワジ・ムジブ - ワジ・ザルカメイン/ザラ汽水淡水化プロジェクトによって淡水化されるワジ・ムジブの表流水 30MCM/年は含まれておらず（表 5.1.4 の脚注参照）これは 5.3 節で述べる地下汽水開発量に組み入れられている。この 30MCM/年を加えた表流水の総開発量は 476MCM/年であり、総流出量の 68%を占める。5.1.3 節で述べたように、ジョルダン国の気候条件、経済的・地勢的制約を考慮した場合、これ以上の開発は望めないものと判断される。従って、上表に示した以外の表流水の新規大規模開発は不可能であり、476MCM/年程度が表流水にとっての「持続可能な水資源の開発と管理」に必要な開発量と言える。

5.1.5 行政区毎の表流水開発量

将来の開発計画を考慮に入れた行政区毎の開発可能な表流水の量を表 5.1-5 に示した。この表に示した開発量には、「和平条約水」と「下水処理水」は含まれていない。

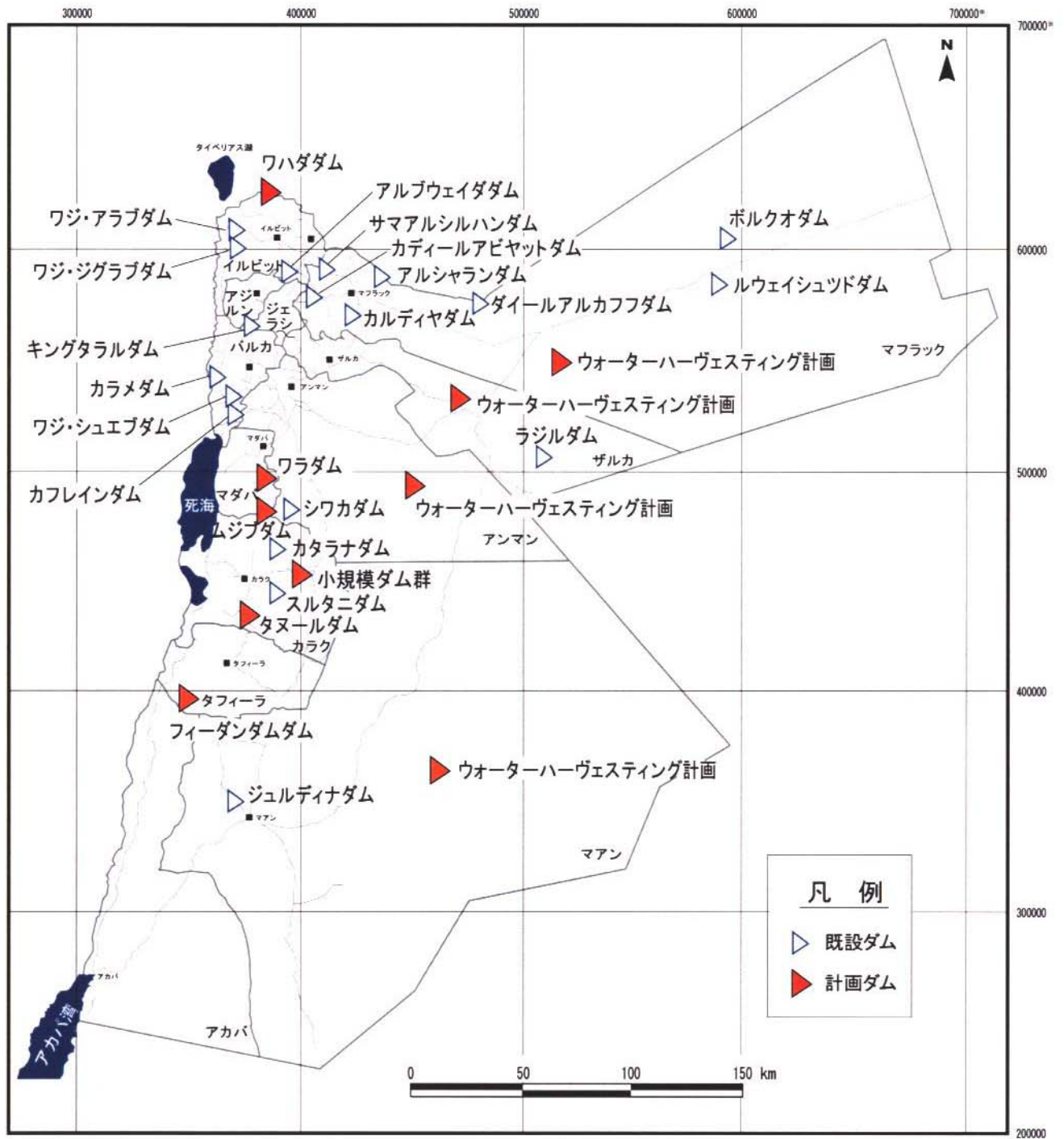
この表に示される様に、最も表流水開発量が多い行政区はイルビットであるが、これはヤルムーク川の開発がこの行政区で行われているためである。

表 5.1-5 行政区毎の表流水の開発量

行政区	既開発量 (1998) (MCM/年)	将来の開発量 (MCM/年)			2020 年の 総開発量 (MCM/年)	計画開発プロジェクト名、 予定開発量、予定完成年
		短期 (2000~2005)	中期 (2006~2010)	長期 (2011~2020)		
アンマン	7	0	0	3	10	ウォーターホールウェイニング計画、3MCM/年、2010 年以降
ザルカ	16	0	0	2	18	ウォーターホールウェイニング計画、2MCM/年、2010 年以降
マフラック	2	0	0	7	9	ウォーターホールウェイニング計画、7MCM/年、2010 年以降
イルビット	149	93	0	0	242	リハダダム、93MCM/年、2005 年
アジルン	11	0	0	0	11	
ジェラシ	20	0	0	0	20	
バルカ	27	0	0	0	27	
マダバ	5	5	0	0	10	ワラダダム、5MCM/年、2001 年
カラク	54	20	7	0	81	タヌルダム、8MCM/年、2001 年 ムジブダム、12MCM/年、2002 年 小規模ダム、7MCM/年、2008 年
マアン	4	0	0	3	7	ウォーターホールウェイニング計画、3MCM/年、2010 年以降
タフィーラ	7	3	0	0	10	ファイダダム、3MCM/年、2004 年
アカバ	1	0	0	0	1	
合計	303	121	7	15	446	
目標年次の利用可能量		424	431	446	446	

出典：水灌漑省とジョルダン渓谷開発公団からの情報および投資計画 2000 to 2010

図 5.1-2 に既設ダムと建設予定ダムの位置を示した。また、巻末資料の 2 頁に 2020 年までに開発可能な表流水の分布を行政区単位別に図で示した。



※パレスチニアグリッド

出典：MWI 資料

図 5.1-2 既設ダムおよび計画ダムの位置図

5.2 和平条約水（従来型）

和平条約水とは、1994年に締結されたイスラエルとの和平合意に基づき、イスラエルからジョルダン国へ送られる水のことである。

現在、和平合意に基づき、イスラエルのタイベリアス湖からジョルダン国のキングアブドラ水路（KAC）に、33MCM/年（1998の実績）の表流水が送られきている。この水量は2005年までに60MCM/年に増やされる予定である。当初の計画では、そのプロジェクト名（Desalination Conveyor to Urban Jordan）が示すように、タイベリアス湖周辺の汽水泉の水を淡水化してジョルダン国に送水することとなっていたが、淡水化施設がまだ完成していないことから、タイベリアス湖の表流水が送られている。従って、本調査では和平条約水を従来型水源として位置づけた。

上記のプロジェクト以外にもイスラエルとの間で和平条約水の合意がなされており、これは「ジョルダン川、サイドワジ貯水計画」と呼ばれる。本計画では、ジョルダン川およびジョルダン川に流入するサイドワジに小規模ダムを建設し、ジョルダン国側に30MCM/年の送水を行うものである。本プロジェクトは2010年までに実施される予定である。

以上のように、イスラエルから送られる和平条約水は、2010年までに90MCM/年になることで合意されている。イスラエルからの和平条約水は、全てイルビット行政区に送水され、ここから他の行政区へと送水される。表 5.2-1 に和平条約水の開発量を示す。

表 5.2-1 和平条約水の開発量

行政区	既開発量 (1998) (MCM/年)	将来の開発量 (MCM/年)			2020年の 総開発量 (MCM/年)	計画開発プロジェクト名、 予定開発量、予定完成年
		短期 (2000～2005)	中期 (2006～2010)	長期 (2011～2020)		
イルビット	33	27	0	0	60	汽水淡水化水首都圏輸送計画、 60MCM/年、2005年
イルビット	0	0	30	0	30	ジョルダン川、サイドワジ貯水計画、 30MCM/年、2010年
合計	33	27	30	0	90	
目標年次の利用可能量		60	90	90	90	

出典：投資計画 2000 to 2010

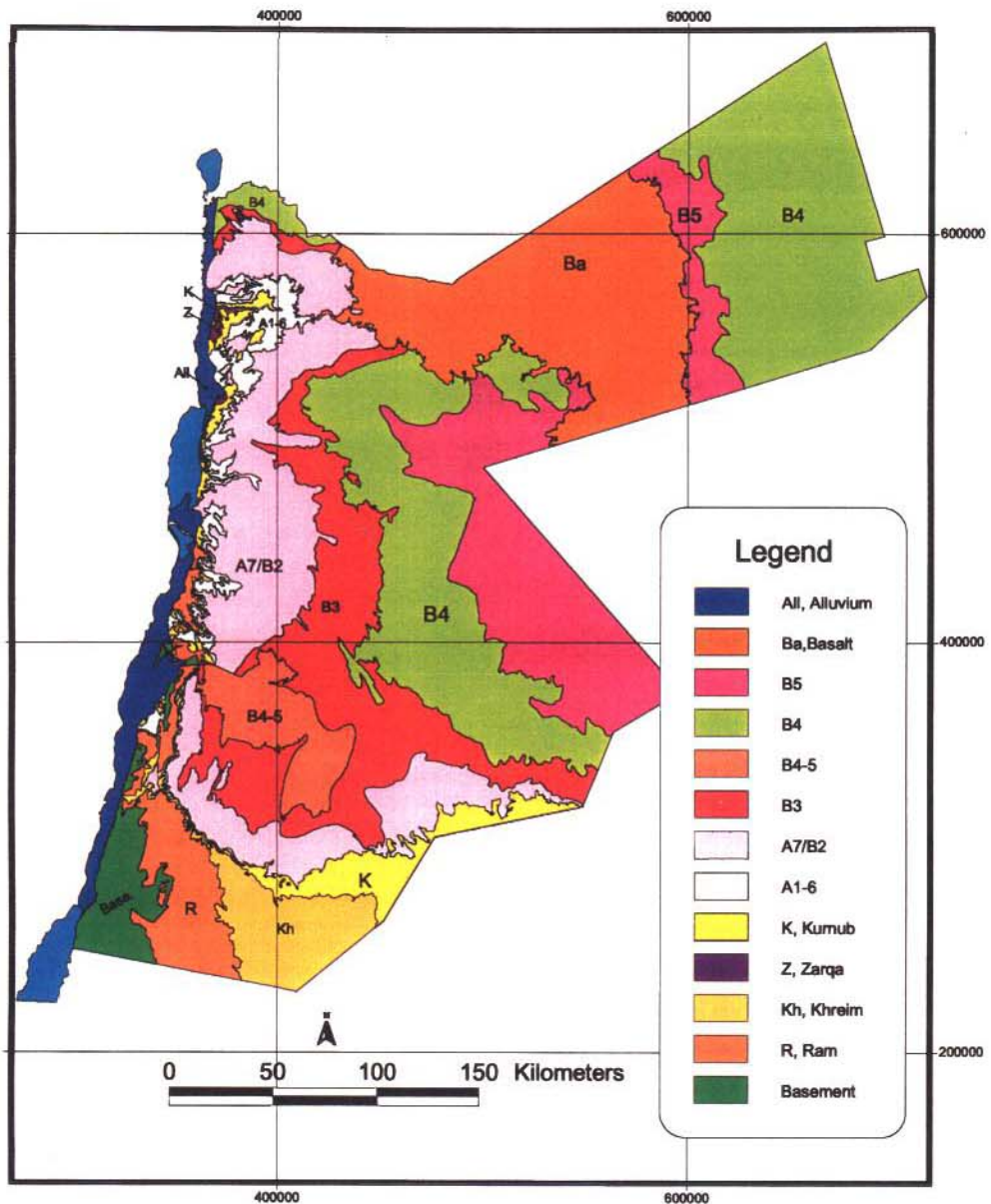
5.3 地下水

5.3.1 水文地質

ジョルダン国では、現在までに数多くの水文地質調査が実施されてきているが、これらの調査結果を総合すると、ジョルダン国の帯水層は大きく以下の3つに分類される。

- ・ 上部帯水層：第四紀 - 第三紀帯水層から構成される（All, Ba, B5, B4）
- ・ 中部帯水層：石灰岩系の帯水層から構成される（A7/B2）
- ・ 下部帯水層：砂相優勢層の帯水層から構成される（K, Z, R）

図 5.3-1 に簡略化したジョルダン国の水文地質図を示した。



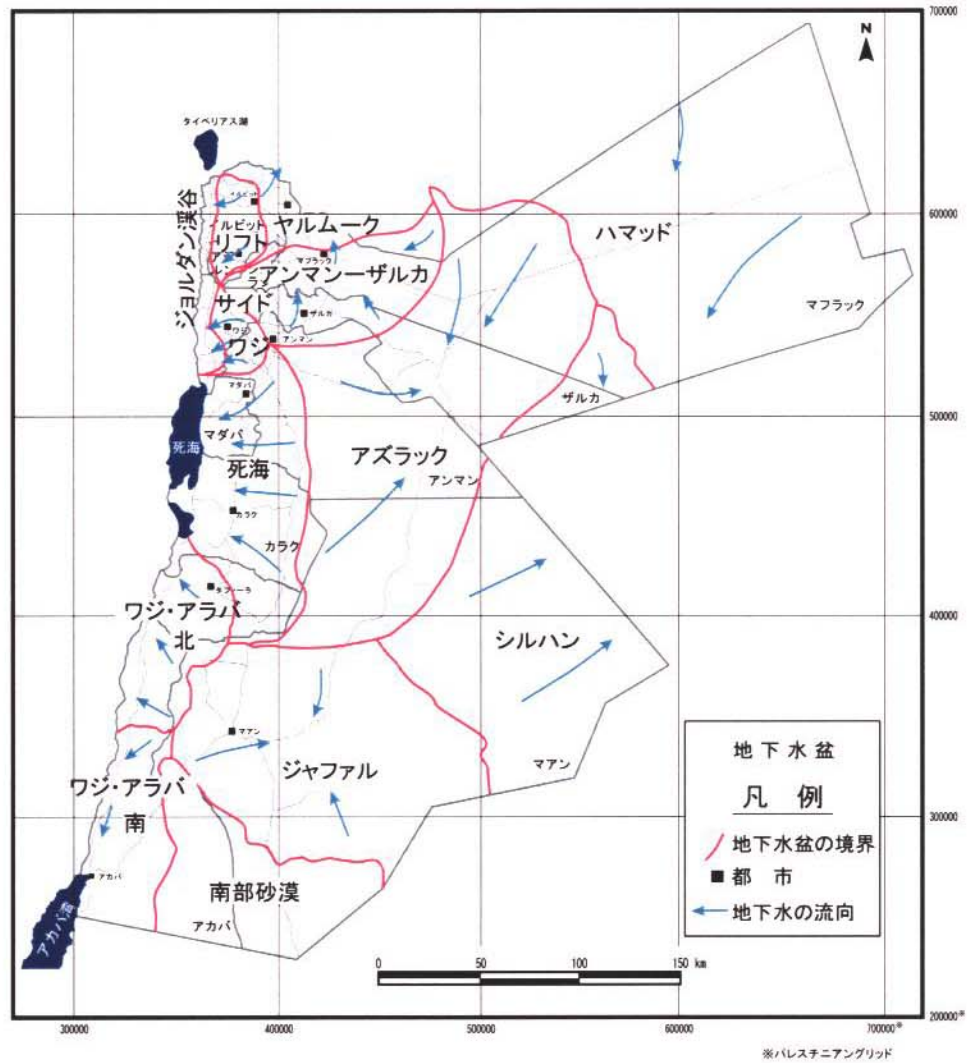
出典：WIS データベース

図 5.3-1 ジョルダン国の簡略水文地質図

5.3.2 循環性地下水（従来型）

(1) 帯水層と地下水盆

循環性地下水は主に上部帯水層中を流動し、降水からの涵養を受けている。これまで循環性地下水の地下水盆の分布に関して多くの調査が行われてきたが、これらの調査結果を総合すると、図 5.3-2 に示すように 12 の地下水盆に区分されることが判明している。この図には、上部帯水層中の循環性地下水の主要流動方向も合わせて示してある。



出典：WIS データベース

図 5.3-2 ジョルダン国の循環性地下水の一般的流動方向と地下水盆

(2) 循環性地下水のポテンシャル（安全揚水量）

表 5.3-1 は、これまでにジョルダン国で行われた、数多くの地下水調査で推算された循環性地下水の安全揚水量を取りまとめたものである。この表では、水資源管理計画を行政区毎に策定する都合上、行政区別に安全揚水量を示している。この行政区毎の安全揚水量は地下水盆毎に取りまとめ、次に面積比で各行政区に割り振って求めた。

表 5.3-1 各行政区毎の循環性地下水の安全揚水量（ポテンシャル）

		地下水盆											合計		
		ヤルムク	アンマン -ザルカ	アズラック	ジョルダン 深谷	リフトサ イドワジ	死海	ワジアラ バ北	ワジアラ バ南	シャファ アル	南部砂漠	シルハン		ハマッド	
行政区	アンマン		12 (14%)	6		2 (13%)	14 (24%)								34
	ザルカ		17 (19%)	24		6 (41%)									47
	マフラック	20 (50%)	48 (55%)									1 (8%)	8 (100%)		77
	イルビット	18 (45%)			8 (38%)	3 (19%)									29
	アジルン					2 (13%)									2
	ジェラシ	2 (5%)	6 (7%)												8
	パルカ		4 (5%)		13 (61%)	2 (14%)									19
	マダバ						9 (15%)								9
	カラク						16 (35%)								16
	マアン					3 (6%)	1 (14%)		6 (100%)	<1 (57%)	4 (92%)				14
	タフィーラ					11 (20%)	1 (35%)								12
	アカバ						2 (47%)	6 (100%)		<1 (43%)					8
	合計	40	87	30	21	15	53	4	6	6	<1	5	8		275

ジョルダン国全体の循環性地下水の安全揚水量の総量は 271MCM/年から 286MCM/年と推算される（メインレポート表 2.2.2-1 参照）。一方、世界銀行が採用している循環性地下水の安全揚水量は 275MCM/年であり、本調査での推算値とほぼ同様である。従って、本調査でも、ジョルダン国の循環性地下水の安全揚水量の総量として 275MCM/年を採用した。275MCM/年が循環性地下水にとっての「持続可能な水資源の開発と管理」を満足する開発量と言える。

(3) 循環性地下水の必要揚水削減量

表 5.3-2 は循環性地下水の安全揚水量と現在の揚水量、および両者間のバランスを行政区毎に示したものである。また、巻末資料の 3 頁に行政区単位の循環性地下水の安全揚水量と現況の揚水量（1998 年時点）を示した図を添付した。これらの図表に示される様に、現在の循環性地下水の揚水量はその安全揚水量を大きく上回っている。揚水量が安全揚水量を大きく上回っている行政区では、著しい地下水位の低下傾向が認められる。従って、循環性地下水の揚水量は、「持続可能な水資源の開発と管理」を達成するため、将来約 40% 程度削減する必要がある。

表 5.3-2 各行政区毎の循環性地下水の安全揚水量、現況の揚水量、必要揚水削減量

行政区	S) 安全揚水量 (MCM/年)	a) 1998 年の揚水量 (MCM/年)	b) 必要地下水揚水削減 量(S-a, MCM/a)	削減率 (b/a, %)
アンマン	34	62	28	45
ザルカ	47	89	42	47
マフラック	77	91	14	15
イルビット	29	46	17	37
アジルン	2	2	0	0
ジェラシ	8	4	0 (+4)	0
パルカ	19	47	28	60
マダバ	9	14	5	36
カラク	16	29	13	45
マアン	14	23	9	39
タフィーラ	12	3	0 (+9)	0
アカバ	8	6	0 (+2)	0
合計	275	416*	156	38

注：各行政区の安全揚水量は地下水盆毎の安全揚水量を面積比で割り振った。この表には非循環性淡水地下水は含まれない。

*：現状の揚水量は誤差を含めおよそ 420MCM/年程度と想定される。

5.3.3 化石淡水地下水（従来型）

(1) 帯水層と地下水盆

化石淡水地下水はラム帯水層(R/D 帯水層)として知られる深部帯水層中に賦存しており、降水からの涵養は受けおらず、その年代は 1 万年から 3 万年と判定されている。化石淡水地下水の流動範囲は広域にわたっているが、循環性地下水とは異なり、地下水盆によって流動が規制されていない。化石淡水地下水は、帯水層が比較的浅い位置に分布するディシ - ムダワラ地域で主に開発されており、その塩分濃度は TDS 値（総溶存固形成分濃度）で 200mg/lit から 300mg/lit と低い。

(2) 化石淡水地下水のポテンシャル

ディシ - ムダワラ地域の化石淡水地下水に関するいくつかの既存調査によれば、約 50 年間にわたり 125MCM/年の開発が可能とされている。一方、1995 年に行われた調査では、40 年から 200 年にわたって、155MCM/年から 225MCM/年の開発が可能との結論が出されている（Qa Disi Aquifer Study）。これらの調査から、少なくとも 50 年間にわたり 125MCM/年以上の開発が可能と推定される。

また、近年カラク行政区のラジューン地区において化石淡水地下水の存在が確認されたが、現在調査中であり、そのポテンシャルは正確には把握されていない。

(3) 化石淡水地下水の残存ポテンシャル

1998 年の水灌漑省の WIS データによると、ディシ - ムダワラ地域での化石淡水地下水の揚水量は約 70MCM/年である。前述した様に、R/D 帯水層に賦存される化石淡水地下水は、約 50 年間にわたり 125MCM/年以上の開発が可能と推定される。従って、少なくとも約 55MCM/年以上の開発ポテンシャルが将来の開発に向けて残存していると想定される。ただし、これは隣国のサウジアラビアでの R/D 帯水層中の化石淡水地下水の開発量が、これ以上大幅に増大しないとの条件下での予測である。

ラジューン地域の残存ポテンシャルは、調査中であるため、正確には把握されていない。巻末資料の 4 ページに、想定される行政区単位の化石淡水地下水のポテンシャルを示した図を添付した。

(4) 化石淡水地下水開発計画

化石淡水地下水の開発計画としては、ディシ - アンマン水輸送計画があり、このプロジェクトはディシ - ムダワラ地域での化石淡水地下水の開発と、同地域からアンマン首都圏までの送水管敷設からなる。また、カラク行政区のラジューン地区の化石淡水地下水を開発し、アンマン首都圏まで送水しようとするプロジェクトが実行に移されている。

表 5.3-3 に、実施中および将来計画されている化石淡水地下水開発プロジェクトを示す。

表 5.3-3 化石淡水地下水の開発量

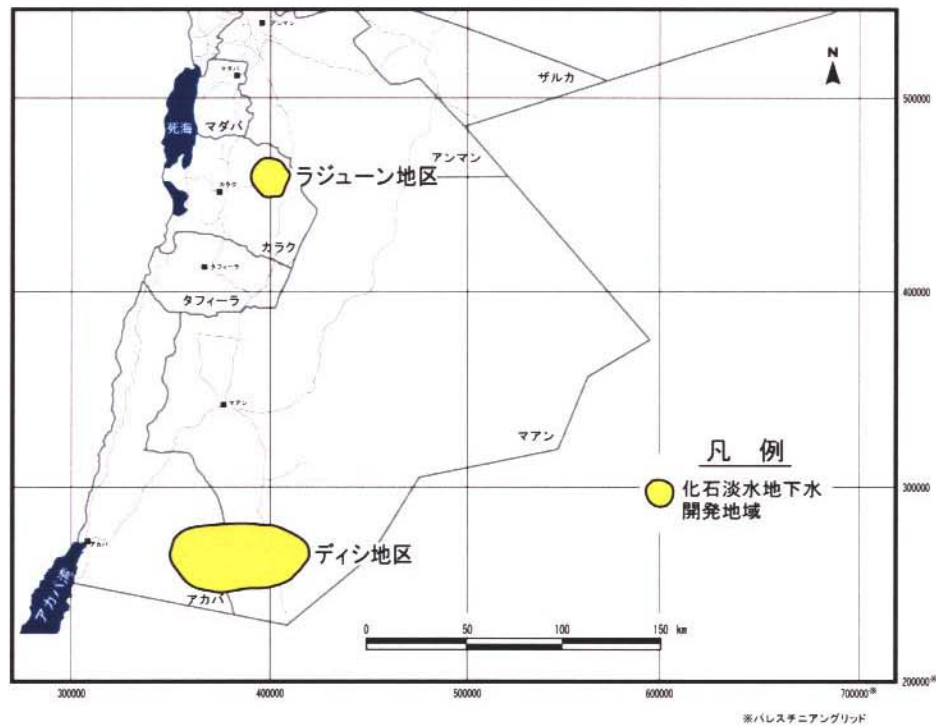
行政区	既開発量 (1998) (MCM/年)	将来の開発量 (MCM/年)			2020 年の 総開発量 (MCM/年)	計画開発プロジェクト名、 予定開発量、予定完成年
		短期 (2000～2005)	中期 (2006～2010)	長期 (2011～2020)		
カラク	0	(11) *	0	0	(11) *	ラジューン井戸群建設計画*、 11MCM/年、実施中
マアン、 アカバ	70	-5**	27	38	130	ディシ化石淡水地下水開発計画、 130MCM/年、2006年～2020年
合計	70	-5**	27	38	130	
目標年次の利用可能量		65**	92	130	130	

出典：投資計画 2000 to 2010

* 十分にポテンシャルが評価されているとは言えないため、開発水源から除外した。

** ディシの化石淡水地下水の農業利用を規制するため、一時的に開発量が減少する。

なお、ラジューン地区における化石淡水地下水開発については、表 5.3-3 に示すように、まだ十分にポテンシャルが評価されているとは言えないため、水資源管理マスタープランでは渇水年等に対応する緊急用水源として位置付け、将来の開発量には含めていない。図 5.3-3 に化石淡水地下水開発プロジェクトの位置を示す。



出典：MWI 資料

図 5.3-3 化石淡水地下水開発プロジェクトの位置図

5.3.4 地下汽水（非従来型）

地下汽水は、ジョルダン国で開発されずに残っている唯一の地下水資源である。しかし、地下汽水に関する既存調査は非常に限られている。ここでは、既存調査結果に現在の新しい情報を加えることにより、ジョルダン国の地下汽水のポテンシャルを概略検討する。

(1) 地下水盆と帯水層

既存調査結果によると、地下汽水の大半は主に下部帯水層（砂相優勢帯水層）に賦存している。地下汽水はその多くが化石水起源と考えられており、その流動範囲は広域にわたっているが、地下水盆によって流動が規制されていない。上部帯水層および中部帯水層中にも一部循環性の地下汽水が賦存するが、その分布は限られている。

(2) 地下汽水のポテンシャル

ジョルダン国の地下汽水是、その流動形態から大きく「循環性（Renewable）」と「非循環性（Nonrenewable）」に大別される。さらに、非循環性の地下汽水是「流動型（Flowing）」と「停滞型（Stagnant）」に区分される。これら地下汽水の塩分濃度は、TDS 値（総溶存固形成分）で 1,000mg/lit から 10,000mg/lit 以上と幅がある。

この分類に基づいた地下汽水のポテンシャルを表 5.3-4 に取りまとめた。

表 5.3-4 ジョルダン国全土の地下汽水ポテンシャル

地下汽水の分類	ポテンシャル	備考
a. 循環性	55MCM/年 ~ 60MCM/年	ほぼ過剰揚水の状態で、これ以上の開発は不可能。
b. 非循環性/流動型	265MCM/年 ~ 300MCM/年	有望水源であり、今後の開発が期待される。
c. 非循環性/停滞型	240 億 m ³ *	採掘型開発となるため、将来の水源として残しておくべきである。

出典：WQICP 調査、JICA 調査

* 全貯留量の 10%として算定した。

表 5.3-4 で有望水源と判定された b の「非循環性/流動型」の地下汽水是、現在でも流動している化石地下汽水であり、死海やジョルダン渓谷へと流出している。このため、死海やジョルダン渓谷の東岸が、地下汽水の有力開発候補地点であると言える。そのポテンシャルは 265MCM/年から 300MCM/年と想定される。

巻末資料の 5 頁に行政区単位の非循環性/流動型の地下汽水のポテンシャルを示した図を添付した。

(3) 地下汽水開発プロジェクト（非循環性/流動型）

現在進行している非循環性/流動型の地下汽水開発プロジェクトとしては、USAID により行われている「ワジ・ザルカマイン/ザラ汽水処理、導水プロジェクト」がある。このプロジェクトは、死海東岸の表流水と汽水泉を合わせて開発するもので、集められた汽水是ジョルダン渓谷東岸で淡水化され、アンマン首都圏へと送られる。

この他の非循環性/流動型の地下汽水開発プロジェクトとしては、1995 年の JICA 調査で、バルカのヒスバン・カフレイン地区での地下汽水開発が有望視された。また、最近ではカラクのラジューン地区での地下汽水開発が有望視されている。水資源管理マスタープランでは、これらの地区での地下汽水開発も取り込んでいる。

今後の地下汽水開発プロジェクトを表 5.3-5 に、それらの位置を図 5.3-4 に示す。

表 5.3-5 地下汽水の開発量（非循環性/流動型）

行政区	既開発量 (1998) (MCM/年)	将来の開発量 (MCM/年)			2020年の 総開発量 (MCM/年)	計画開発プロジェクト名、 予定開発量、予定完成年等
		短期 (2000～2005)	中期 (2006～2010)	長期 (2011～2020)		
カラク	0	0	13	23	36	ラジューン地区地下汽水淡水化計画、124MCM/年、2006年～2020年、地元の工業用水に使用、JICA 提案プロジェクト
バルカ	0	20 ¹⁾	20 ¹⁾	9 ²⁾	49	1)ワジ・ムジブーワジ・ザルカマイン/ザラ汽水淡水化、導水プロジェクト、F/S 実施済み、40MCM/年、この開発量はワジ・ムジブからの表流水を含む淡水化水の量、2003年 2)ヒスバン・カフレイン地区地下汽水淡水化計画、9MCM/年、2016年～2020年、アンマン首都圏へ送水、JICA 提案プロジェクト
合計	0	20	33	32	85	
目標年次の利用可能量		20	53	85	85	

出典：ムジブーザラ/マイン汽水処理、導水プロジェクト報告書、JICA 調査団の検討による

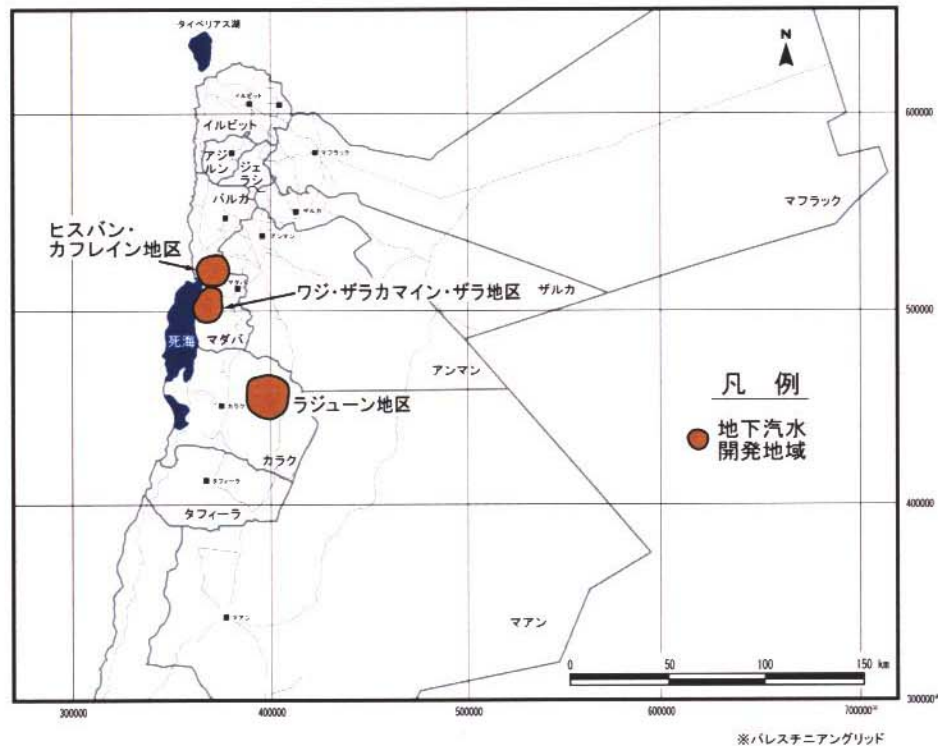


図 5.3-4 地下汽水開発プロジェクト位置図