

国際協力事業団

マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国
開 発 省

マケドニア国
全国総合水資源開発・管理計画調査

最終報告書

要 約

平成11年 5月

JICA LIBRARY



J 1150848(8)

日本工営株式会社
株式会社コーエイ総合研究所

社 製 二

IR

99-077

マケドニア国全国総合水資源開発・管理計画調査

最終報告書

要 約

平成十一年五月

知 本 工 研 所

154
118
ISS

国際協力事業団

マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国
開 発 省

マケドニア国
全国総合水資源開発・管理計画調査

最 終 報 告 書

要 約

平成11年 5月

日本工営株式会社
株式会社コーエイ総合研究所

マケドニア国
全国総合水資源開発・管理計画調査
最終報告書の構成

- Volume I** **Executive Summary**
- Volume II** **Main Report**
- Volume III** **Supporting Report 1: Sector Study on Current Conditions**
Appendix A Meteorology and Hydrology
Appendix B Groundwater
Appendix C Water Quality
Appendix D River Environment
Appendix E Watershed Management and Flood Control
Appendix F Socioeconomic Conditions
Appendix G Law and Institution
Appendix H PCM Workshop
- Volume IV** **Supporting Report 2: Water Demand Projection and Water Balance Study**
Appendix I Current Condition of Water Utilization
Appendix J Water Demand Projection
Appendix K Water Balance Study
- Volume V** **Supporting Report 3: Proposed Projects and Project Evaluation**
Appendix L Outline of Projects Evaluation
Appendix M Estimate of Cost, Economic Benefit and Financial Revenue
Appendix N Project Evaluation
- Volume VI-1** **Data Book : Rainfall and Discharge Records**
Appendix O Rainfall and Discharge Records
- Volume VI-2** **Data Book : Results of Water Balance Study**
Appendix P Results of Water Balance Study
Appendix Q Well Inventory
Appendix R Spring Inventory

通貨換算率

The exchange rates used in this Study are:
US Dollar (US\$)1.00 = Macedonian Denar (MKD) 52.00
Deutsche Mark (DM) 1.00 = Macedonian Denar (MKD) 30.98
1999年1月現在



序 文

日本国政府は、マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国政府の要請に基づき、同国の全国総合水資源開発・管理計画にかかる開発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 9 年 12 月から平成 11 年 5 月までの間、4 回にわたり日本工営株式会社
の橋本和治氏を団長とし、同社及び株式会社コーエイ総合研究所から構成される調査団を現地に派遣しました。

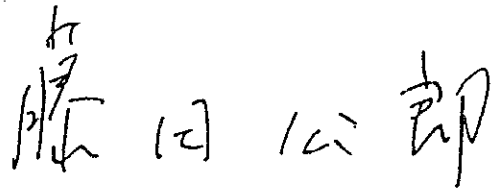
また、平成 9 年 12 月から平成 11 年 3 月の間、建設省河川局開発課水源地対策室建設専門官の川上義幸氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国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共に、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。

最後に、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 11 年 5 月



国際協力事業団
総裁 藤田 公郎

伝達状

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎 殿

今般、マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国における全国総合水資源開発・管理計画調査を終了いたしましたので、ここに報告書を提出致します。

弊社は、貴事業団との契約により、平成9年12月から平成11年5月の18ヶ月にわたり本調査を実施してまいりました。

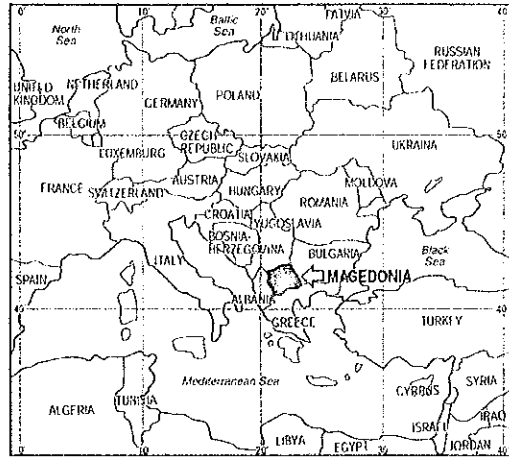
同国全土を対象に、2025年を目標年次として策定された水資源開発・管理に係るマスタープランは、同国の効率的で持続可能な水資源開発のための指針を示すことを目的とし、二つの構成要素からなっております。水資源開発計画では、流域毎の開発戦略をまず掲げ、新規開発計画とリハビリ計画を提言しております。水資源管理計画では、新規開発されるプロジェクトのみならず供用中のプロジェクトも含め各プロジェクトの効用を最大限引き出すための能率的かつ効率的な管理システムの確立を提言しております。今回策定したマスタープランは、マケドニア国が直面している水問題を解消し、限られた水資源を環境に配慮し、有効に活用する計画の立案に寄与するものと確信しており、同プランで提案している計画の実現に向け、今後実施すべきスタディを勧告しております。

なお、同期間中、貴事業団および作業監理委員会には多大なご協力とご支援を賜り、心より御礼申し上げます。また、マケドニア国政府、在ウィーン日本大使館、貴事業団オーストリア事務所の皆様より貴重なご助言とご協力を賜りました。併せて御礼申し上げます。

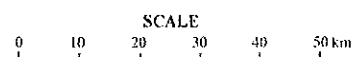
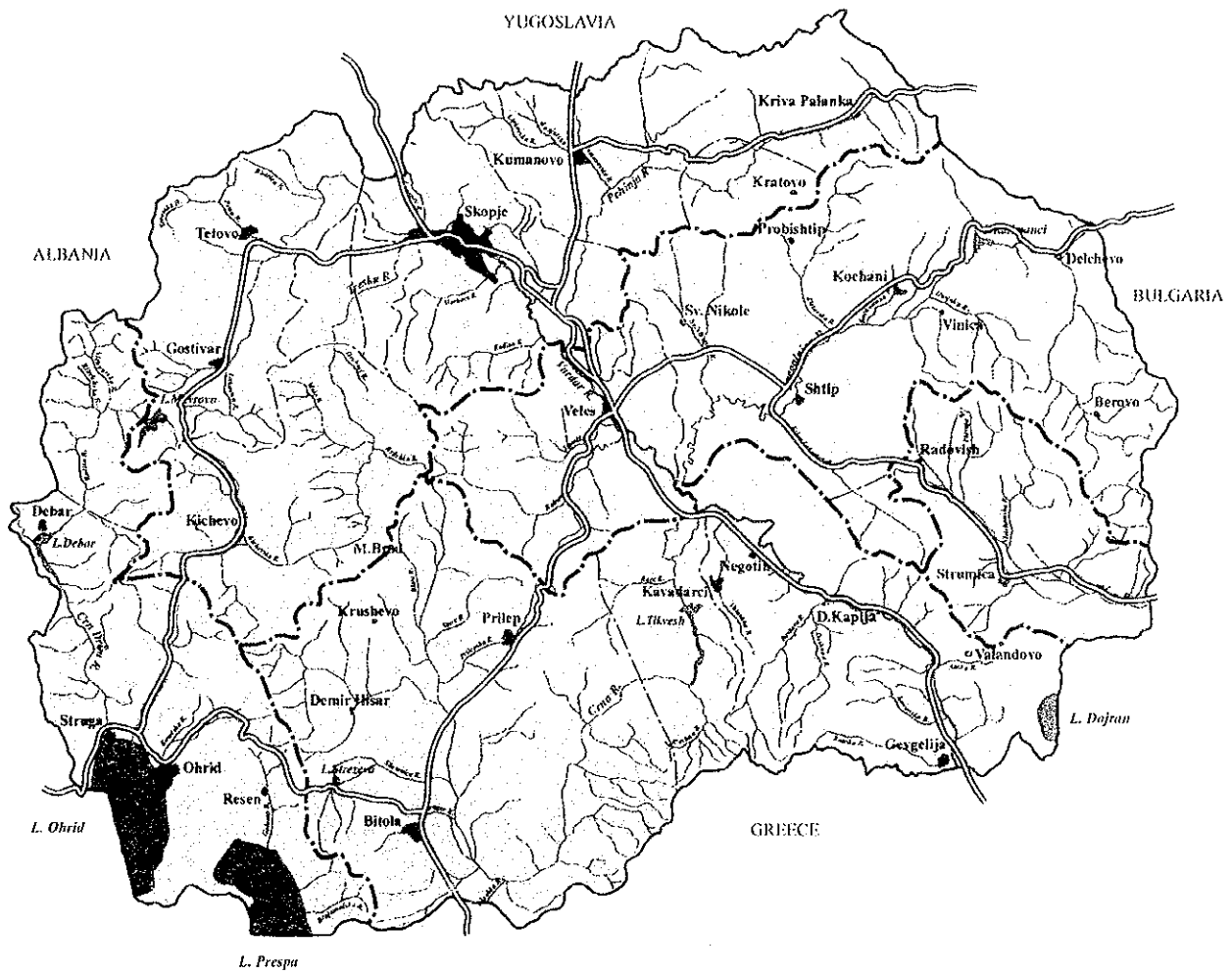
平成11年5月

橋本和治

日本工営株式会社、株式会社コーエイ総合研究所
マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国
全国総合水資源開発・管理計画調査
団長 橋本 和治



KEY MAP



調査対象地域図

マケドニア国
全国総合水資源開発・管理計画調査
調査概要

1. 調査の背景と目的

マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国（「マ」国）は、バルカン半島のほぼ中央に位置するが、年間降水量は 400～1,000mm と地域的な偏差が大きい。1980 年半ばからこの 10 年間は毎年のように渇水が発生し、都市部および衛生条件にそれほど恵まれていない郊外部において乾期にあたる夏期に飲料水が不足し、問題は深刻である。さらに、地域によって乳幼児に水系疾患がかなり発生しており、同原因が水量の不足、水質汚濁および安全基準のガイドラインの不備等に起因することが判明している。さらに、中山間地や国境近くの山岳部においては、安全な水へのアクセスが困難である等数多くの問題が顕在化している状況にある。

また、「マ」国の主要 3 河川（バルダル川、ツルンドリム川、ストウルミツァ川）はいずれも隣国へ流出する国際河川である。同国内における開発においては環境との調和を図ることが重要であると同様に、開発に伴い発生する環境負荷の下流側の国々への影響を軽減し、近隣諸国と友好的な外交関係を保つていくためには、水資源の管理面における体制の確立が望まれる。

このような状況下において、水資源の持続可能な開発と環境を配慮した適切な水資源の管理を目指した「マ」国全土を対象とした長期的かつ包括的な水資源開発・水資源管理のためのマスタープラン策定が急がれており、今般、以下の二つの目的をもった調査が実施された（調査対象地域図参照）。

- 1) 「マ」国全土を対象に、2025 年を目標年次とする水資源開発・管理計画に係るマスタープランを策定する。
- 2) 本調査の実施を通じて、「マ」国側カウンターパートに対する水資源開発・管理計画に係る技術移転を行う。

2. 調査の基本方針

本調査は、2 フェーズに分けて実施した。まず前半のフェーズ 1 は、平成 9 年 12 月から平成 10 年 9 月の期間に実施し、基礎調査、水需要予測、水資源開発ポテンシャル解析等を行い、水資源開発・管理の課題把握ならびに水資源開発ポテンシャルの評価、一方、

2025年を目標年次とした社会・経済フレームを設定したうえで、水需要の予測を行い、将来の水需給を検討した。後半のフェーズ2は、平成10年9月から平成11年5月の期間に実施し、フェーズ1の成果に基づき、計画目標を設定して水資源の開発および管理に係るマスタープランを策定した。なお、基礎調査の一部は、現地再委託による現地調査によることとした。

カウンターパートへの技術移転は、日々の作業を通し、かつフェーズ2の初めと終わりに現地において開催したセミナーを通し、また研修員を我が国に招聘して実施した。

3. 社会・経済フレーム

社会・経済の将来像を示す社会・経済フレームは、人口予測、農業分野、工業分野の開発シナリオを提示するが、本調査では現状を踏まえマ国と協議を重ねてマ国の合意の下、「マケドニア国家開発戦略」の中の数字を下方修正して設定した。主要点を示すと以下の通り。

- 1) 人口：1,974,000人（1996年）～2,304,000人（2025年）
- 2) 一人当たりGDP：US\$1,580（1996年）～US\$4,000（2025年）
- 3) 各成長率（1998年～2025年）：
 - ・一人当たりGDPの年平均増加率：3～4%
 - ・工業分野の年平均成長率：4～5%
 - ・農業分野の年平均成長率：5～6%

4. マスタープランの概要

1) 策定方針

本マスタープランは、マケドニア国全土を対象とし、同国の重要な天然資源である水資源の効率的・効果的な開発・管理を実現することにより、生活環境の改善、経済活動の活性化、ベーシック・ヒューマン・ニーズ（BHN）の充足、地域格差の是正を目標とする。特に、開発に伴って発生が予測される環境負荷の軽減に配慮し、水資源の有効利用とともに環境保全を基調とした持続的開発・管理体制の確立を目指す。

本マスタープランは、（1）水資源開発計画、ならびに（2）水資源管理計画の2つのコンポーネントから構成される。また、目標年次である2025年までを、I期（1999年～2005年）、II期（2006年～2015年）、III期（2016年～2025年）の3期に分け、期別の計画を提案する。

2) 開発計画概略

開発計画は、マケドニア国全土を主要河川の流域の地理学的特性に基づいて、5地域/流域に区分し、既存施設の利用改善を含む水資源の新規開発に係わる開発戦略を提案し、さらに具体的な個別プロジェクトを期別に示した。

個別プロジェクトの抽出・選定に当たっては、その基本戦略とするため、流域別開発ニーズ、流域別の環境面での課題を考慮し、流域別の開発の方向性を設定するとともに、流域別・用途別に開発目標年ごとの開発水量を示す開発曲線を作成した。選定されたプロジェクト群を暫定的に期分けし、以下に述べる評価を行い、優先度付けを行い、最終期分けを決定し、事業計画にも反映させた。流域別および期別に個別プロジェクト数を表示すると以下の通りである。

流域別・期別 - 個別プロジェクト数

地域/流域	I期	II期	III期	合計
1. バルダル川上流域 (含:トレスカ、プチーニア川)	7	6	2	15
2. バルダル川中流域 (含:プレガルニツァ川)	1	4	1	6
3. バルダル川下流域 (含:ツルナ川)	2	4	7	13
4. ツルンドリム川	1	2	-	3
5. ストゥルミツァ川	1	2	1	4
合計	12	18	11	41

(上記に加え、第III期に全国地方給水拡張/改善計画を提案する)

3) 管理計画概略

水資源管理計画は、(1) 水源水質保全計画、(2) 流域保全計画、(3) 表流水・地下水モニタリング・ネットワーク整備計画、(4) 施設保守運用整備計画、(5) 組織・法制度整備計画、(6) 人材育成計画の6つの計画からなる。水資源管理計画のうち、(1)の水源水質保全計画では開発計画の実施に伴い環境負荷の増大が予測されることから、それぞれの流域で提案する開発プロジェクトに対応した水質保全計画を提案する。(2)～(6)の計画は、さらに水資源の効率的・効果的管理を図る目的をもって提案する。

5. 評価

プロジェクト評価ではまず選定したプロジェクト群を、経済、財務、技術、組織、社会およびマ国優先度の6項目について評価し、これら6項目を横断的に見て全体的な傾向を把

握するため評価結果について総合的な評価（一次）を行い、暫定的に優先度を付けた。

経済・財務評価は、各々、内部収益率を主なる指標とした。技術評価は、マ国の技術レベルと必要な技術レベルのバランスから施工技術の困難度を主なる指標とした。組織評価は、現有組織や組織整備計画実施による改善効果等を主なる指標とした。社会評価は、社会貢献度、開発ニーズへの充足度、特に村落給水計画（プロジェクト）では BHN への充足度等を主なる指標とした。マ国優先度に関しては、それらプロジェクトのマ国の公共投資計画の中における位置付けを評価の指標とした。

次に一次評価の結果に、初期環境評価（IEE：選定プロジェクトの実施に当たり、環境インパクト調査の必要性の有無）、PCM ワークショップで得られた成果との整合性を加味し、さらに環境との調和を図り、水資源の持続可能な開発の観点から水質保全/流域保全計画との整合性を考慮し、選定プロジェクトに対して最終的に優先度を付けるとともに、最終的期分けならびに I 期における事業計画に反映させた。

6. 事業概要

本マスタープランではその計画の実現に向け 42 の個別プロジェクトを選定したが、I 期（1999 年～2005 年）で展開するべきプロジェクトとして以下の 12 案件を提案する。

I 期に提案するプロジェクトの一覧

流域	プロジェクト名	目的/概要	概算事業費 (百万米ドル)
1.バルダル川 上流域	1) テトボ水供給計画	上・工水供給 (200 リッター/秒)	3.2
	2) キチュエスコボレ地区灌漑システム改善計画 (キチュエボ)	既設灌漑システムの改善 (1,500 ha)	2.9
	3) パティシュカレカ水供給計画 (スコビエ東南部、他)	上水供給 (80 リッター/秒)	3.2
	4) スルプチャンカ・ダム開発計画 (クマノボ)	上水供給 (260 リッター/秒・夏季)	7.3
	5) トレスカ川上流地方給水計画	村落給水 (裨益人口: 15 千人)	19.3
	6) スコビエ地区地方給水計画	村落給水 (裨益人口: 37 千人)	21.3
	7) クリババランカ/クマノボ地方給水計画	村落給水 (裨益人口: 35 千人)	29.3
2.バルダル川 中流域	1) ズレトピツァ多目的ダム開発計画 (シュティープ、他)	上・工水供給 (300 リッター/秒)	68.2*1)
3.バルダル川 下流域	1) バラントボ地区灌漑システム改善計画	既設灌漑システムの改善 (3,600 ha)	7.3
	2) ベラゴニア地方給水計画	村落給水 (裨益人口: 24 千人)	35.4
4.ツルンドリム川流域	1) レセン灌漑システム改善計画 (プレスバ)	既設灌漑システムの改善 (5,200 ha)	7.0
5.ストウルミツァ川流域	1) オラオピツァ・ダム開発計画	上水および環境用水供給 (200 リッター/秒)	21.7
	合計		226.1

*1): 平成 10 年 3 月 31 日時点で、14.7 百万米ドルが投資済

I期で提案する水資源開発計画の全事業費は、1998年12月価格で約120億マケドニア・ディナール（2.3億米ドル相当）と概算される。また、水質保全のための排水処理施設の建設や流域保全事業などの水資源管理計画に必要な投資額は同じく約37億マケドニア・ディナール（0.7億米ドル相当；管理計画全期に係る事業費 - 4.7億米ドルを開発計画に係る事業比率で配分）と概算される。なお、1996年のマ国国家予算は、7.5億米ドル、うち公共投資額は2.8億米ドル、その中で水関連の公共投資額は0.2億米ドルとなっている。

図 - S1 に全体の概算事業費を含む事業実施計画を、図 - S2 に I 期の事業実施計画を示す。

この中で、パティシュカレカ水供給計画とレセン灌漑システム改善計画に関しては、経済・財務性の指標となる各収益率の算定を除いては、F/S ないし B/D レベルのスタディは終了している。但し、スタディが終了して、かなり日数が経過しており、パティシュカレカ水供給計画の計画・設計の見直しと両者の更新、さらに各収益率の算定を提案する。

ズレトピツァ多目的ダム開発計画に関しては、1996年までに F/S および D/D とも終了し、一部工事に着工している。上記2計画と同様に 1996年以前になされた計画・設計の見直しと更新を提案する。

本マスタープランの中における各案件の事業費、経済・財務収益率は、同プランを策定する中で作成したプロジェクト概要図面、得られたプロジェクト関連図面、資料等に基づき概算した数値である。

I期プロジェクトに対する全投資額は、2001年から2005年までの5年間分を合計して上述のように約2.3億米ドル（226.1百万米ドル、年間に均すと45百万米ドル/年）と試算される。一方、1996年のマ国国家予算に定める水関連の公共投資額は20百万米ドル/年、外国援助調整ユニット（ACU）集計による外国援助額を年間に均すと16.5百万米ドル/年、両者を合計すると、年間に36.5百万米ドルが水関連の事業に投資されていることとなる。すなわち、I期プロジェクトを実施する場合には、現行と比較して投資額を年間でさらに8.5（=45-36.5）百万米ドル増額することが必要となる。

したが、I期プロジェクトを実施するためには、上記3案件を除く9案件についても、早急に F/S レベルのスタディを実施し、事業費、経済・財務性の指標となる各収益率をより高い精度で算定し、各プロジェクトの資金ソース（内貨/自己資金、外貨/外国援助、民活/BOTあるいはPFI等）を盛り込んだ資金調達計画を策定するよう提案する。

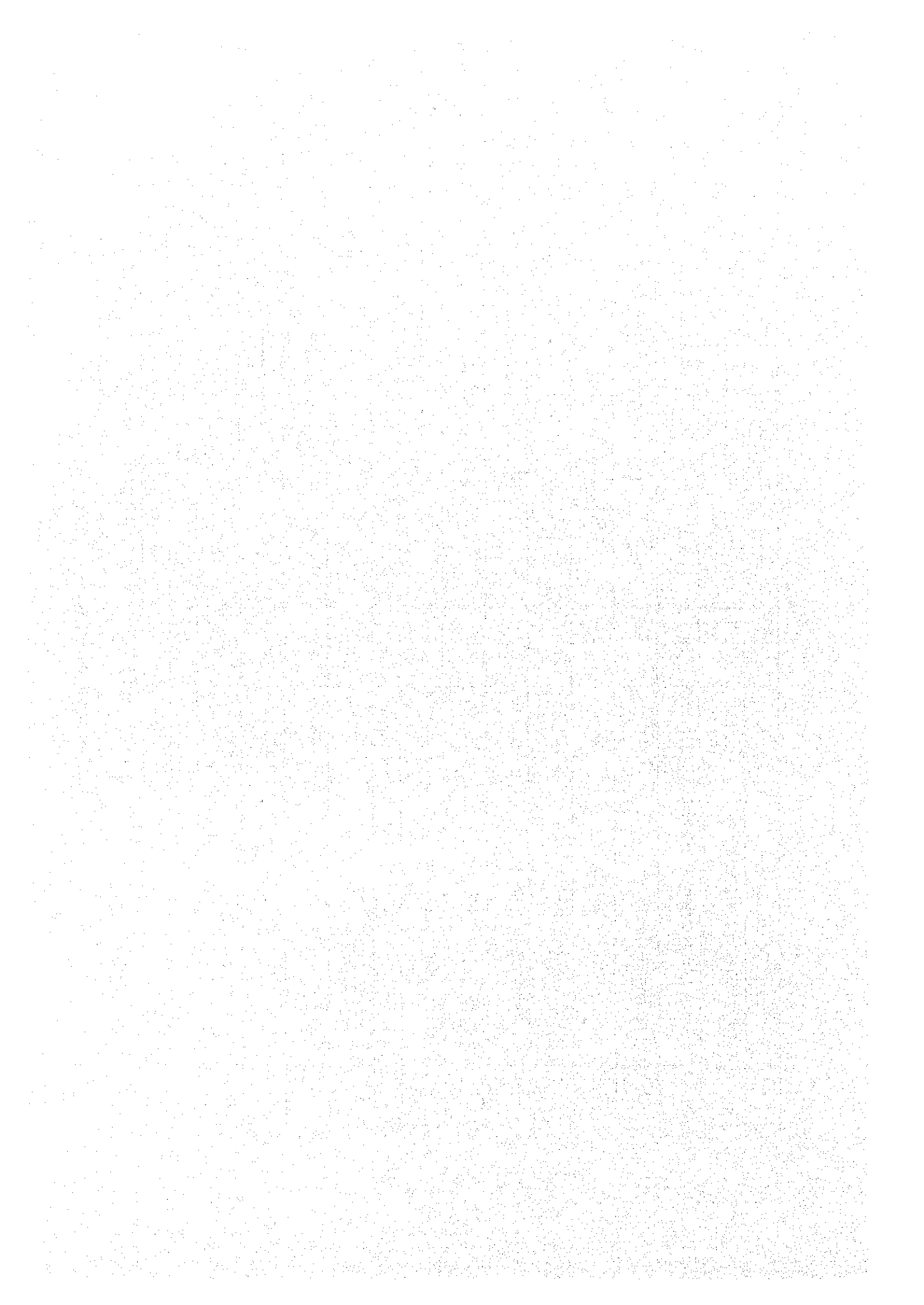
計画名	目的	全体事業費(百万米ドル)			フェーズ I					フェーズ II					フェーズ III																	
		I期	II期	III期	1999	2000	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
テトボ水供給計画(ペナ川開発計画)	上・工水	3.2																														
キチーフスコボレ地区灌漑システム改善計画	灌漑リハビリ	2.9																														
パティシュカレカ水供給計画	上水	3.2																														
スルプチャンカ・ダム開発計画	上水	7.3																														
ズレトビツァ多目的ダム開発計画(フェーズI)	上・工水	68.2																														
ブランドボ地区灌漑システム改善計画	灌漑リハビリ	7.3																														
レセン灌漑システム改善計画	灌漑リハビリ	7.0																														
オラオビツァ・ダム開発計画	上水・環境	21.7																														
トレスカ川上流域地方給水計画	村落給水	19.3																														
スコピエ地方給水計画	村落給水	21.3																														
クリバランカ/クマノボ地方給水計画	村落給水	29.3																														
ベラゴニア地方給水計画	村落給水	35.4																														
スツデナボダ地下水開発計画	上水		1.0																													
バリグラッド多目的ダム開発計画	上・工水、灌漑、発電		48.1																													
リブコヴォーグラスニャ地区灌漑システム改善計画	灌漑リハビリ		21.6																													
キシリチカ・ダム開発計画	上・工水、灌漑		46.4																													
バクフ多目的ダム開発計画	上・工水、灌漑、発電		164.3																													
ラズロプチ・ダム開発計画	上・工水、灌漑		42.3																													
レチャニ多目的ダム開発計画	上・工水、発電		50.3																													
シュティーブスコ・ボレ灌漑サブシステム開発計画	灌漑		13.9																													
スツデンチツァ水源補強計画	上・工水		2.5																													
コバンスカ・ダム開発計画	灌漑		31.9																													
コンスコ・ダム開発計画	上・工水、灌漑		66.1																													
オフリッド地区灌漑システム改善計画	灌漑リハビリ		8.2																													
マントヴォ地区灌漑システム改善計画	灌漑リハビリ		11.2																													
スツルミツァ地区灌漑システム改善計画	灌漑リハビリ		24.4																													
バルダル川上流域地方給水計画	村落給水		15.6																													
ブレガルニツァ川流域地方給水計画	村落給水		29.8																													
バルダル川下流域/スツルミツァ川流域地方給水計画	村落給水		21.4																													
南西山岳部給水計画	村落給水		7.5																													
ラベンレチツァ捷水路建設計画	灌漑			44.0																												
ペリンツェ・ダム開発計画	灌漑			57.2																												
ブラテツ・ダム開発計画	上・工水、灌漑			37.9																												
クラバ・ダム開発計画	上・工水、灌漑			54.2																												
ジュバン・ダム開発計画	灌漑			127.1																												
オベドゥニツク・ダム開発計画	灌漑			44.6																												
コチシュテ・ダム開発計画	灌漑			66.4																												
ジュルチェ・ダム開発計画	灌漑			21.5																												
コニヤルカ・ダム開発計画	灌漑			24.5																												
ベトルシュカ・ダム開発計画	灌漑			65.2																												
ボダレス・ダム開発計画	上・工水、灌漑			66.3																												
全国地方給水拡張/改善計画	村落給水			53.9																												
期別合計			226.1	606.5	662.8																											
			水資源開発計画合計			1,495.4																										
水資源管理計画	水源水質保全計画	I~III期合計	217.0																													
	流域保全計画		190.0																													
	表流水/地下水モニタリングネットワーク整備計画		61.0																													
	施設保守運用計画		2.0																													
	組織法制度整備計画																															
	人材育成計画																															
	マケドニア国によるNew Water Economy Base Plan 立案		▼ New Water Law 制定(1998年)から5年以内																													
			水資源管理計画合計			470.0																										
			総計			1,965.4																										

図-S1 事業実施計画(1999年~2025年)

No.	計画名	目的	全体事業費 (百万米ドル)	I 期						
				1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
1	テトボ水供給計画 (ペナ川開発計画)	上・工水	3.2			RE				
							1.6	1.6		
2	キチェフスコボレ地区灌漑システム改善計画	灌漑リハビリ	2.9				NP			
								1.4	1.5	
3	パティシユカレカ水供給計画	上水	3.2			RE				
							1.6	1.6		
4	スルプチャンカ・ダム開発計画	上水	7.3		RE					
						3.7	3.6			
5	ズレトビツァ多目的ダム開発計画 (フェーズI)	上・工水	68.2		RE					
						13.6	20.5	20.5	13.6	
6	バランドボ地区灌漑システム改善計画	灌漑リハビリ	7.3				NP			
								2.3	2.7	2.3
7	レセン灌漑システム改善計画	灌漑リハビリ	7.0		RE					
						3.5	3.5			
8	オラオビツァ・ダム開発計画	上水、環境用水	21.7				NP			
								6.5	8.7	6.5
		小計	120.8	0.0	0.0	20.8	30.8	33.9	26.5	8.8
34	トレスカ川上流域地方給水計画	村落給水	19.3					NP		
									9.6	9.7
35	スコピエ地方給水計画	村落給水	21.3			NP				
							10.6	10.7		
36	クリバパランカ/クマノボ地方給水計画	村落給水	29.3			NP				
							8.8	11.7	8.8	
37	ペラゴニア地方給水計画	村落給水	35.4				NP			
								11.7	12.7	11.0
		小計	105.3	0.0	0.0	0.0	19.4	34.1	31.1	20.7
		合計	226.1	0.0	0.0	20.8	50.2	68.0	57.6	29.5

備考: RE: 既存スタディ (F/S、基本設計、詳細設計等) の見直し、更新 NP: 新規計画の立案および調査

図-S2 事業実施計画 (I期:1999年~2005年)



マケドニア国全国総合水資源開発・管理計画調査
最終報告書

－ 和文要約 －

目次

最終報告書の構成

序文

伝達状

調査対象地域図

調査概要	S-1
第1章 調査の目的と背景	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	2
1.3 調査の対象地域	2
1.4 調査の範囲	2
1.5 調査実施体制	3
1.6 調査の工程と項目	3
第2章 調査地域の現況	4
2.1 自然条件	4
2.2 社会・経済	4
2.3 地形と水系	5
2.4 気象	5
2.5 水文	6
2.6 地質	6
2.7 植生と土壌	6
2.8 地下水	7
2.9 流域管理	8
2.10 水質	9
2.11 生活用水の水源	9
2.12 村落給水	9
2.13 組織・法制度	9
2.14 国家開発戦略および開発計画	10
第3章 水資源開発・管理計画に係る問題点	11
第4章 水資源ポテンシャル	13
4.1 概要	13
4.2 表流水	13
4.3 地下水	13

4.4	水資源ポテンシャル	14
第5章	水需要予測	15
5.1	概要	15
5.2	社会・経済フレームと開発方針	15
5.3	用途別水需要予測	15
5.3.1	生活用水	15
5.3.2	農業用水	17
5.3.3	工業用水	17
5.3.4	(生態系/河川)維持流量	18
5.3.5	将来の水需要量	18
第6章	水需給バランスの検討	19
6.1	概略	19
6.2	表流水に関する水需給バランス	19
6.3	地下水に関する水需給バランス	19
第7章	マスタープラン策定のプロセス	22
7.1	基本方針	22
7.2	策定の手順・手法	23
7.2.1	概略	23
7.2.2	社会・経済フレームの設定	23
7.2.3	開発(水量)目標および流域別開発シナリオの設定	23
7.2.4	個別プロジェクトの抽出・選定および暫定的期分け	24
7.2.5	プロジェクト評価(一次評価)	24
7.2.6	優先度の最終調整および最終的期分け	24
7.2.7	マスタープランの完成	25
第8章	マスタープラン	26
8.1	背景および目標	26
8.2	全体基本構想	26
8.3	水資源開発計画	26
8.3.1	バルダール川上流域水資源開発計画	26
8.3.2	バルダール川中流域水資源開発計画	30
8.3.3	バルダール川下流域水資源開発計画	32
8.3.4	ツルンドリム川流域水資源開発計画	34
8.3.5	ストウルミツァ川流域水資源開発計画	36
8.3.6	全国地方給水拡張/改善計画	38
8.4	水資源管理計画	38
8.4.1	水源水質保全計画	38
8.4.2	流域保全計画	42
8.4.3	表流水・地下水モニタリング・ネットワーク整備計画	44
8.4.4	施設保守運用整備計画	45
8.4.5	組織・法制度整備計画	46
8.4.6	人材育成計画	50

第9章 マスタープランの今後の展開に関する提言	52
9.1 アクション・プランに関する提言	52
9.1.1 全般	52
9.1.2 事業実施計画	52
9.1.3 資金調達の可能性の検討	54
9.2 水資源開発全般に関する提言	57
9.3 その他の開発計画策定に当たっての提言	58

付 表 リスト

表 1	流域別開発ニーズ・環境課題・(1/3)	T-1
表 1	流域別開発ニーズ・環境課題・(2/3)	T-2
表 1	流域別開発ニーズ・環境課題・(3/3)	T-3
表 2	選定したプロジェクト	T-4
表 3	評価クライテリア	T-5
表 4	選定したプロジェクトの評価結果 (1/2)	T-6
表 4	選定したプロジェクトの評価結果 (2/2)	T-7
表 5	水資源開発計画	T-8
表 6	水資源開発計画および水資源管理計画 (水源水質保全計画) (1/4)	T-9
表 6	水資源開発計画および水資源管理計画 (水源水質保全計画) (2/4)	T-10
表 6	水資源開発計画および水資源管理計画 (水源水質保全計画) (3/4)	T-11
表 6	水資源開発計画および水資源管理計画 (水源水質保全計画) (4/4)	T-12
表 7	表流水・地下水モニタリング・ネットワーク整備計画	T-13

付 図 リスト

図 1	全体工程	F-1
図 2	開発曲線 (生活用水)	F-2
図 3	開発曲線 (灌漑用水)	F-3
図 4	開発曲線 (工業用水)	F-4
図 5	マスタープラン策定手順	F-5
図 6	流域別開発・環境課題マップ	F-6
図 7	村落給水需要位置図	F-7
図 8	個別プロジェクト位置図	F-8
図 9	河川水質の現況 (1996年) と将来予測 (2025年)	F-9
図 10	流域保全計画	F-10
図 11	表流水・地下水モニタリング・ネットワーク整備計画	F-11
図 12	事業実施計画 (1999年～2025年)	F-12
図 13	事業実施計画 (I期: 1999年～2005年)	F-13

マケドニア国

全国総合水資源開発・管理計画調査

最終報告書

略号表

ACU	-	Aid Coordination Unit
a.s.l	-	above sea level
BOD	-	Biological Oxygen Demand
CE(s)	-	Communal Enterprise(s)
DO	-	Dissolved Oxygen
EBRD	-	European Bank for Reconstruction and Development
ECM	-	Electric Power Company of Macedonia
EC	-	European Community
EL	-	Elevation
EU	-	European Union
FRY	-	Federal Republic of Yugoslavia
FYROM	-	The Former Yugoslav Republic of Macedonia
GDP	-	Gross Domestic Product
GEF	-	Global Environment Facility
GNP	-	Gross National Product
GOJ	-	Government of Japan
GOM	-	Government of Macedonia
GTZ	-	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
HMI	-	Republic Hydrometeorological Institute
I/R	-	Interim Report
IEE	-	Initial Environmental Examination
IBRD	-	International Bank for Reconstruction and Development
IDA	-	International Development Association
IMR	-	Infant Mortality Rate
JICA	-	Japan International Cooperation Agency
JUS	-	Jugoslavian Standards
MAFWE	-	Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy
MCIC	-	Macedonian Center for International Cooperation
MKS	-	Macedonian Standards
MOD	-	Ministry of Development
MOE	-	Ministry of Economy
MOH	-	Ministry of Health
MUPC	-	Ministry of Urban Planning and Construction
MOEn	-	Ministry of Environment
MOS	-	Ministry of Science
MOFA	-	Ministry of Foreign Affairs
NDS	-	National Development Strategy 1997
NEAP	-	National Environmental Action Plan 1997
NEHAP	-	National Environmental Health Action Plan
NGO(s)	-	Non Governmental Organization(s)

略号表

ODA	-	Official Development Assistance
O&M	-	Operation and Maintenance
PCM	-	Project Cycle Management
PDM	-	Project Design Matrix
PFI	-	Private Finance Initiative
PHARE	-	Pologne et Hongri Aide a Reconstruction Economique (Poland and Hungary Aid for Economic Reconstruction)
PIP	-	Program for Public Sector Investment in the Republic of Macedonia 1998-2000
P/R	-	Progress Report
PWME	-	Public Water Management Enterprise
RIHP	-	Republic Institute for Health Protection
S/W	-	Scope of Work
SS	-	Suspended Substances
SFRY	-	Socialist Federal Republic Yugoslavia
UNDP	-	United Nations Development Program
UNESCO	-	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNICEF	-	United Nations Children's Fund
WHO	-	World Health Organization
WDI	-	Water Development Institute
WMO(s)	-	Water Management Organization(s)
WUA(s)	-	Water Users' Association(s)

衡量单位

Metric System

mm	-	Millimeter(s)	ha	-	Hectare (100m x 100m)
m	-	Meter(s)	l	-	Liter(s)
m ²	-	Square meter(s)	lit/sec (l/sec)	-	Liter per second
km ²	-	Square kilometer(s)	m ³	-	Cubic meter(s)
lpcd	-	litre/capita/day	m ³ /sec (m ³ /s)	-	Cubic meter(s) per second
			p.e.	-	population equivalent

通货

MKD	-	Macedonian Denar	DM	-	Deutsche Mark
USD	-	United States Dollar	JPY	-	Japanese Yen

マケドニア国
全国総合水資源開発・管理計画調査
最終報告書

－ 和文要約－

第 1 章 調査の目的と背景

1. 1 調査の背景

マケドニア旧ユーゴスラヴィア共和国（「マ」国）は、バルカン半島のほぼ中央に位置するが、年間降雨量は 400mm～1,000mm と地域的な偏差が大きい。国土の西部は 1,000mm 前後と比較的雨量は多いが、中央部から南東部にかけては 400mm～700mm の少雨地帯で、乾季にあたる夏季は特に少なく、1980 年代後半から 1994 年にかけては殆ど毎年渇水に見舞われている（95 年以降では、1995 年は豊水年、1996 年は渇水年と記録されている）。

都市部の抱える問題としては、上記の夏季における渇水が深刻であり、特に生活用水について地下水や湧水等既存の水源では十分な対応ができていないことが挙げられる。一方農村部では、生活用水について、渇水の問題とともに、生活雑排水によって汚染された水源（浅井戸等）を利用するため水系伝染病が発生し、特に幼児や低年齢の就学児童の間で深刻化しており、同原因は水量の不足、水質汚濁および安全基準のガイドラインの不備等に起因することが判明している。さらに、中山間地および国境近くの山岳部においても、水源が遠く安全な飲料水へのアクセスが困難である等数多くの問題が顕在化している。

また、「マ」国の主要 3 河川（バルダル川、ツルンドリム川、ストウルミツァ川）はいずれも隣国へ流出する国際河川である。同国内における開発においては環境との調和を図ることが重要であると同様に、開発に伴い発生する環境負荷の下流側の国々への影響を軽減し、近隣諸国と友好的な外交関係を保っていくためには、水資源の管理面における体制の確立が望まれる。

このように水資源を取り巻く課題が山積している中、水資源開発・管理に係る長期的・総合的計画がないまま、対症的に対応がなされてきたため、根本的な解決には至っておらず、同国では水資源の持続可能な開発と環境に配慮した適切な水資源の管理を目指した「マ」国全土を対象とした長期的かつ包括的な水資源開発・管理のためのマスタープラン策定が望まれるところとなった。上記のような背景の下、「マ」国政府は我が国に対し、マケドニア国全国総合水資源開発・管理計画調査に係る技術協力を要請した。

我が国政府はこの要請を受け、平成 9 年 12 月 14 日に国際協力事業団（JICA）よる本格調査団を現地マケドニアに派遣し、「全国総合水資源開発・管理計画調査（以下「調査」）」を

開始した。

マケドニアにおける調査団の現地調査は、4回に亘って実施された。第1回目現地調査は平成9年12月14日から平成10年3月13日までの3ヶ月間、第2回目は平成10年5月21日から同年7月25日までの2ヶ月間、第3回目は平成10年9月10日から同年12月23日までの3.5ヶ月間、第4回目は平成11年3月10日から同月24日までの半月間に亘って実施され、「マ」国側の協力と理解のもと、計画通りに調査業務は終了した。

1.2 調査の目的

- 1) 「マ」国全土を対象に、2025年を目標年次とする水資源開発・管理に係るマスタープランを策定する。
- 2) 本調査の実施を通じての「マ」国側カウンターパートに対する水資源開発・管理に係る技術移転を行う。

1.3 調査の対象地域

本調査は、「マ」国全土を調査対象地域とする。なお、「マ」国の国土面積は、25,713 km²であり、国内を流れる主要な河川は、次の3河川である。

- 1) バルダル (Vardar) 川 (「マ」国の西部に水源を発し、東南に流下し、ギリシア領を経て、エーゲ海に注ぐ。流域面積：20,546 km²)
- 2) ツルンドリム (Crn Drim) 川 (「マ」国の西南部のオフリッド (Ohrid) 湖に水源を発し、西北に流下し、アルバニア領を経て、アドリア海に注ぐ。流域面積：3,355 km²)
- 3) ストゥルミツァ (Strumica) 川 (「マ」国の東南部に水源を発し、東に流下し、ブルガリア領を経て、エーゲ海に注ぐ。流域面積：1,520 km²)

1.4 調査の範囲

フェーズ1： 基礎調査、水需要予測、水資源開発ポテンシャル解析

既存資料の収集整理、現地踏査、ヒアリング、水需給の現状調査、既往調査結果、関連計画のレビューを行うことにより、水資源開発・管理の課題把握ならびに水資源開発ポテンシャルの評価を行う。一方で、2025年を目標年次とした社会・経済フレームを設定したうえで、水需要の予測を行い、将来の水需給バランスを検討する。

フェーズ2： マスタープラン策定調査

フェーズ1の結果に基づき、計画目標を設定して水資源の開発および管理に係るマスタープランを策定する。

1.5 調査実施体制

「マ」国内における本調査に係る関係省庁との調整は「マ」国開発省が担当し、調査団は開発省を支援しつつ調査を実施した。なお、「マ」国側は、開発省等関連機関の代表からなる運営委員会 (Steering Committee) を平成9年12月に発足させた。また、11名からなるカウンターパート・パーソネルチームが形成され、必要に応じ、調査団と作業を共にした。

一方、調査団のチームリーダーは、開発省、JICA 等の関係機関と緊密な連携をとりつつ、調査団員を統括し、調査の目的を工期通り、効率的に達成するべく作業を進めた。

1.6 調査の工程と項目

調査は、以下の工程で実施した (参照：図1)。

フェーズ1：平成9年12月から平成10年9月まで

フェーズ2：平成10年9月から平成11年5月まで

現地再委託による現地調査は、以下のように実施された。

- 1) 水利用実態調査 (1998年2月～1998年3月)
- 2) 水質調査 (1998年2月～1998年3月)
- 3) 環境調査(1) (1998年2月～1998年3月)
- 4) 地下水水質調査(2) (水質の季節変動を調査するため、2) 水質調査に引き続き1998年6月～1998年7月 (平水時))
- 5) 環境調査(2) (1998年6月～1998年7月)
- 6) 地下水水質調査(3) (1998年9月～11月 (低水時))
- 7) 地形測量 (1998年10月～1998年12月)
- 8) 初期環境評価 (IEE) のための環境補足調査 (1998年11月～1998年12月)

なお、第1回技術移転セミナーは、第3次現地調査開始時 (1998年9月21日) に、以下をテーマとして実施された。

- 1) 中間報告書までの作業進捗と得られた知見
- 2) 日本における水資源開発の実状
- 3) 地下水調査法と同調査において得られた知見
- 4) PCM と参加型開発に関する手法と日本の援助における活動状況

第2回技術移転セミナーは、第4次現地調査時 (1999年3月17日) に、以下をテーマとして実施された。

- 1) 水資源開発・管理に係るマスタープランの策定プロセスと概要
- 2) 日本の水事情と利根川流域における広域水管理
- 3) 日本における環境と共生する河川事業の変遷と洪水防御活動

第2章 調査地域の現況

2.1 自然条件

「マ」国は、バルカン半島のほぼ中央（東経：20° 21'31"～23° 02'12"、北緯：40° 51'16"～42° 22'21"）に位置し、周囲を4カ国（東部：ブルガリア、北部：新ユーゴスラビア、西部：アルバニア、南部：ギリシア）に囲まれた内陸国（東西：210km、南北：160km、国境延長：850km、国土面積：25,713km²）である。

2.2 社会・経済

社会・経済の概況は以下の通り：

- 1) 人口：..... 1,945,932人(1994 センサス)
- 2) 人口密度：..... 76 人/km² (1994 センサス)
- 3) 年平均人口増加率：..... 0.77 % (1994 センサス)
- 4) 全人口に占める都市人口比率：..... 59.4 % (1994 センサス)
- 5) 主要都市における人口：..... (千人) (1994 センサス)

スコピエ	444.2
ピトラ	77.5
クマノボ	71.9
プリレップ	68.1
テトボ	50.3
ベレス	46.8
- 6) 公用語：..... マケドニア語
- 7) 通貨：..... マケドニア・デナール (MKD)
(MKD52.0 = US\$1.00/1999年1月15日現在)
- 8) 会計年度：..... 1月1日～12月31日
- 9) 民族構成：..... マケドニア人 (67%)
アルバニア人 (23%)
トルコ人 (4%)
その他 (6%) (1994 センサス)
- 10) 乳幼児死亡率：..... 出生千人対 16.4 (1994 センサス)
- 11) 一人当たり医師数：..... 人口千人対 3.2 (1994 センサス)
- 12) 初等学校就学率：..... 95%以上 (1994 センサス)
- 13) 成人識字率：..... 94% (1994 センサス)
- 14) 一人当たり名目 GDP：..... US\$1,580 (MKD82,850) (1996)
- 15) 実質 GDP 成長率：..... 0.8% (1995年)、1.5% (1996年)

2.3 地形と水系

「マ」国国土は、ギリシアとの国境付近、バルダル川沿いの低地に位置するゲブゲリア (Gevgelija) の標高 50m から、西部でアルバニア、北西部で新ユーゴスラビアと接する国境山岳地帯の標高 2,200m~2,700m の間に位置する。国土の約 20%は平地、約 80%が山岳・丘陵地帯である。同国領土内の河川流域は以下のように分割される。

主要河川の流域面積

河川/湖沼	流域面積(km ²)	国土面積に占める割合(%)
1. バルダル川 (Vardar River)		
1.1 本流	6,813	26.5
1.2 トレスカ (Treska)	2,068	8.0
1.3 プチニャ (Pchnja)	2,373	9.2
1.4 ブレガルニツァ (Bregalnica)	4,307	16.8
1.5 クルナ (Crna)	4,985	19.4
小計(1)	20,546	79.9
2. ヲドリム(Crn Drim)	3,355	5.9
3. ストルミツァ(Strumica)	1,520	13.0
小計(1 - 3)	25,421	98.8
4. その他		
4.1 ドイラン湖 (Dojran)	120	0.5
4.2 シルスカ & レブニツァ川 (Cironska & Lebnica)	128 44	0.5 0.2
4.3 ヌズナモラバ川 (Juzna Morava)	292	1.2
小計(2)		
合計(1 - 4)	25,713	100.0

2.4 気象

国内には、35ヶ所の気象観測所と 295ヶ所の雨量観測所が存在する。従って、雨量については全国 330ヶ所において 1961年からの記録があり、水文気象研究所 (HMI) でこれらデータの収集・分析が行われている。

気象観測記録は以下の通り要約される。

- 1) スコピエ (Skopje) における月平均気温 0.5~23.3℃
 - 2) 湿度 67~83%
 - 3) 日照時間 5.6~6.5 時間/日
 - 4) 風速 1.1~5.6m/s
 - 5) 雲量 4.2~5.6 (全 10 段階)
- (上記の 2)から 5)までは全国平均値)

雨量は 5月、11月、12月に多く、7月および 8月に少ない。年間平均雨量は約 630mm で、地域的な分布をみると、西部で 1,000mm 前後、東部で約 700mm、中央部で 400~500mm である。年間最小雨量は 1993年に記録され、1973年、1986年と続く。一方、年間最大雨量は 1962年に記録され、1963年、1981年、1995年と続く。

2.5 水文

水文気象研究所 (HMI) は、主要河川およびその支流に計 110 ケ所の水位観測所を持ち、バルダル川の上・中・下流域にそれぞれ位置するスコピエ (Skopje)、ベレス (Veles)、ゲブゲリア (Gevgelija) の 3 ケ所において 1923 年以降の観測記録を管理している。

主要な支流の下流端付近に位置する観測所における流況および比流量 ($\text{m}^3/\text{s}/100\text{km}^2$) は以下の通りである。

主要河川の流況

(単位: m^3/s)

河川	流域面積 (km^2)	平均	97% (355 days)	75% (265 days)	50% (175 days)	25% (90 days)
1. バルダル (Vardar)	22,301	136.0 (0.61)	21.9 (0.10)	62.1 (0.28)	100.1 (0.45)	176.2 (0.79)
2. トレスカ (Treska)	1,880	23.3 (1.24)	5.2 (0.28)	9.6 (0.51)	17.7 (0.94)	31.9 (1.70)
3. プチーニャ (Pchinja)	2,794	11.9 (0.43)	0.8 (0.03)	3.5 (0.13)	8.2 (0.29)	16.4 (0.59)
4. プレガルニツァ (Bregalnica)	2,897	11.2 (0.39)	1.1 (0.04)	3.9 (0.13)	6.9 (0.24)	12.9 (0.45)
5. ツルナ (Crna)	4,526	22.4 (0.49)	1.8 (0.04)	5.2 (0.12)	13.3 (0.31)	31.2 (0.73)
6. ツルンドリム (Crn Drim)	1,899	23.4 (1.23)	9.6 (0.51)	19.9 (1.05)	22.1 (1.16)	26.7 (1.41)
7. ストゥルミツァ (Strumica)	1,401	3.8 (0.27)	0.1 (0.01)	0.9 (0.06)	1.9 (0.14)	4.3 (0.31)

2.6 地質

地質は、先カンブリア紀から第 4 紀に亘る基岩から成り、第 3 紀のアルペン造山運動に強く影響を受け、東部のセルボマケドニア中央山塊と、アドリア海に平行に北部から北西部に向かって伸びる西部のディナリツズ地溝帯とに分けられる。ディナリツズ地溝帯はさらに、東部から西部にかけて順番に、バルダル・ゾーン、ペラゴニア・ゾーン、西部マケドニア・ゾーンの 3 つに分割される。先カンブリア紀から中生代までの古い堅固な岩盤は、一般的に高いダム基礎として十分な強度を持っており、カルスト化した石灰岩地帯を除いて水密性維持のための基礎処理は可能と考えられる。

一般的に、カルスト性石灰岩地帯における漏水問題の他は、「マ」国ではダム建設計画サイトにおいて基礎地盤工学上の大きな問題は見当たらない。

2.7 植生と土壌

植生は、大きく森林と農耕地に大別され、さらに以下の通り細分される。

植生区分

樹種区分	面積(1,000 ha)
1. 森林面積	
1. 落葉樹単相 (Pure tree stands of deciduous trees)	540
2. 針葉樹単相 (Pure tree stands of conifers)	79
3. 落葉樹混相 (Mixed tree stands of deciduous trees)	271
4. 針葉樹混相 (Mixed tree stands of conifers)	6
5. 落葉樹/針葉樹混相 (Mixed tree stands of deciduous trees and conifer)	57
小計 (1)	953 (37%)
2. 農地面積	
1. 耕作可能地 (Cultivable area)	658
2. 牧草地 (Pastures)	633
3. 湖沼、葦原、養魚池等 (Pond, reed beds and fishponds)	1
小計 (2)	1,292 (50%)
3. その他	326 (13%)
合計 (1 to 3)	2,571

同国の土壌は、肥沃度によって7クラスに分けられる。クラスIは最も肥沃度が高く、クラスVIIが最も低い。クラス別の面積は以下の通りである。

土壌区分

クラス	面積(1,000 ha) (割合)	(肥沃度)
I	190 (7%)	(高)
II	95 (4%)	
III	369 (14%)	
IV	231 (9%)	
V	975 (38%)	
VI	314 (12%)	
VII	397 (16%)	(低)
合計	2,571	

2.8 地下水

地下水の賦存状況は以下の通りである。

1) 第四紀と新第三紀の未固結砂礫層に賦存する地下水

- i) 中位から高位の湧水量を賦存する帯水層
- ii) 低位の湧水量を賦存する帯水層

ポロック谷 (テトボーゴスティバル)、スコピエ谷、バルダル川中流域 (ベレス付近)、ブレガルニツァ川上流域と中流域、ストウルミツァ谷、バルダル川下流域 (ネゴチノ付近とゲフゲリア付近) およびペラゴニア谷等に賦存する地下水。

2) 断層破碎帯や基盤岩（レッカ部）に賦存する地下水

- i) 非帯水層（実質的に帯水層として認められない）
- ii) 局所的帯水層

西部マケドニア・ゾーンとセルボーマケドニア中央山塊（上記の谷を除く）の断層破碎帯や基盤岩（レッカ部）に賦存する。

3) カルスト石灰岩や大理石の大間隙に賦存する地下水

高い透過性を示し、湧水として湧出する。生活用水として利用されている。開発され、利用されている地下水量は、以下の通りである。

1) 未固結砂礫層で井戸として利用されている地下水	: 62.8 x 10 ⁶ m ³ /年 (1.99m ³ /秒)
2) 断層破碎帯や基盤岩（レッカ部）における地下水	: 1.6 x 10 ⁶ m ³ /年 (0.05m ³ /秒)
3) カルスト地下水（湧水量と同等とみなされる）	: 243.8 x 10 ⁶ m ³ /年 (7.73m ³ /秒)
合 計	308.2 x 10 ⁶ m ³ /年 (9.77m ³ /秒)

2.9 流域管理

森林面積は約 1,000,000ha（または 10,000km²：国土の 40%）である。第二次大戦後植林が行われ、表土流出を防ぐため多大な効果を生んでいる。しかしながら、年間植林面積については、1970 年には 8,862ha/年であったのが、1986 年には 5,348ha/年と落ち込んでいる。

スコピエ大学と水開発研究所によって行われた調査によると、国土の 96.5%に当たる 24,813km²が表土流出（侵食）の可能性を有する。同国における侵食現象の強度は 5 クラスに分けられる。最も激しい侵食はクラス I に属する。クラスごとの面積は以下の通りである。

侵食度別面積（表土面積の可能性を有する地域：24,813km²）

クラス	侵食度	面積(km ²)(%)
I	Excessive erosion (gully erosion) (激しい侵食)	688 (2.8)
II	Significant erosion(高度の侵食)	1,832 (7.4)
III	Medium scale erosion(中度の侵食)	6,893 (27.8)
IV	Minor erosion(小規模な侵食)	7,936 (32.0)
V	Insignificant erosion(侵食は殆ど認められない)	7,464 (30.1)

これによると、クラス I から III に属する比較的侵食強度の高い地域の面積は 9,413.7km²、または全侵食面積の 38%に該当する。

また、同調査によると、主要貯水池の流域における年間侵食率は、リブコヴォ (0.05 mm/年)、カリマンチ (1.00 mm/年)、ティクヴェシュ (0.50 mm/年)、ツルヤ (0.43 mm/年)、シュピーレ (0.19 mm/年) である。

2.10 水質

水質汚濁については、居住地や畜産地からの汚水とともに、鉱山や工場からの未処理廃水が大きな原因となっている。バルダル (Vardar) 川本川の中・下流域、プチーニャ (Pchinja)、ブレガルニツァ (Bregalnica)、ツルナ (Crna) 川流域において、表流水の水質汚濁が進んでいる。地下水の水質悪化は、特にスコピエとベレス等都市部周辺で確認されているが、湧水は良好な水質を維持している。

オフリッド (Ohrid) 湖のブラニシュテ (Vraniste)、プレスパ (Prespa) 湖のレセン (Resen)、及びドイラン湖 (Dojran) のニュードイラン (New Dojran) の3ヶ所に生活雑排水処理場があるが、全生活雑排水の6%が処理されるにとどまっております、結果として水質悪化の原因となっている。一方、約20の大工場が敷地内に簡易処理施設を有しているが、全工場廃水の約6%が処理されている。

2.11 生活用水の水源

生活用水の水源は、地下水（井戸と湧水）と表流水（貯水池と小河川や溪流からの取水・河川取水）とからなる。各コミュニティで、地下水を水源として利用している水供給会社は23社、表流水のそれは12社である。複数の水源を利用している水供給会社もある。

2.12 村落給水

全国人口の40%に相当する約866,000人が、国土に散在する1,725ヶ村に住んでいる。水供給会社 (CE: Communal Enterprise) による配水率は1991年時点で全村落人口に対し14%、村落配水組合 (VS: Village Supply) のそれは55%である。

2.13 組織・法制度

旧ユーゴ時代(1981年)に制定された旧水法に変わって、1998年1月より新水法(Water Law)が施行された。新水法では、水資源開発・管理に係る総合的な事項を規定しており、水資源管理、水利用の優先度、水利権、水質、洪水防御、護岸、灌漑、水管理に係る財務等の条項が含まれる。新水法の発効から一年強が経過しているが、条項の中には実施に移されていないものもある。

水資源開発・管理に係る主な組織は以下の通り。

- 1) 開発省 (Ministry of Development: MOD)
- 2) 農林水利省 (Ministry of Agriculture, Forestry and Water Economy: MAFWE)

- 3) 都市計画・建設・環境省(Ministry of Urban Planning, Construction and Environment : MUPCE、1998 年末に "Ministry of Urban Planning and Construction" (MUCP:都市計画・建設省)と "Ministry of Environment" (MOEn : 環境省) とに改組された)
- 4) 保健省(Ministry of Health : MOH)
- 5) 経済省(Ministry of Economy : MOE)
- 6) 水管理公社(Public Water Management Enterprise : PWME)
- 7) 水供給会社(Communal Enterprises : CEs)
- 8) 水文気象研究所(Republic Hydrometeorological Institute : HMI)
- 9) ジオハイドロプロジェクト(Geohydroproject)
- 10) 水利用者組合(Water User's Association : WUA)

2.14 国家開発戦略および開発計画

水資源関連の国家レベルでの開発戦略および計画としては、「国家開発戦略」(1997 年策定)、「2025 年までの長期全国水供給計画調査」(1993 年策定)ならびに「バルダル川/アキシオス川流域総合開発計画調査」(1979 年策定)の3つが挙げられる。

この他、公共投資計画(Public Investment Program : PIP)には、関係省庁により提出された開発プロジェクト実施計画について優先度の高いものがリストアップされており、開発省が作成・管理を担当している。最新の PIP は、1998 年～2000 年までの3年間を対象としている。1997 年には環境保全のための国家レベルでのガイドラインを記した国家環境保全行動計画(National Environmental Action Plan : NEAP)が発行された。PIP 及び NEAP ともに世銀の技術協力のもとに作成されている。

各ドナーの水資源開発分野での援助活動については、GTZ (ドイツ技術援助機関) および世銀が中心的な役割を果たしている。例えば、GTZ では専門家を農林水利省水利局にアドバイザーとして派遣しており、各種開発プロジェクト策定のための技術協力を行っている。世銀では、水管理組織強化を含めた灌漑施設改善 (リハビリ)・プロジェクトおよび水力発電プラント・リハビリ・プロジェクトを実施している。

EU (欧州連合) では、PHARE (ポーランド・ハンガリー復興援助基金) プロジェクトの一環として、廃水処理改善のためのマスタープラン作成調査を 1998 年 10 月に開始した。EBRD (欧州復興開発銀行) は、民間セクター振興に焦点を置いていることから、水資源に直接係わるプロジェクトは実施していないが、オフリッド湖周辺での環境保全に係るプロジェクト実施の可能性を検討している。上記 EBRD も含め、同国西南端に位置するオフリッド湖は UNESCO (国連教育科学文化機関) の世界自然文化遺産に指定されていることから、複数ドナーによる援助プロジェクトが集中している。また、小規模水供給施設への援助等、草の根無償的な援助も見られる。

第3章 水資源開発・管理に係る問題点

本調査では、各種データ収集・分析、水収支の現況、PCM ワークショップ、水供給会社へのインタビュー結果等の結果を踏まえ、かつ組織・法制度の観点からも同国における水関連問題を抽出した。主要な問題点としては、以下の5つが挙げられる。

- 1) 年間を通じ、或いは季節的に水不足が生じる（水量の問題）。
- 2) 水供給ネットワークにおいて漏水により多大なロスが発生している。
- 3) 各種水供給施設が老朽化している。
- 4) 水源の汚染が進んでいる（水質の問題）。
- 5) 安全な飲み水が供給されない地域がある。

同国国土を、流域別に、(1)バルダル川上流域およびトレスカ、プチーニャ川流域、(2)バルダル川中流域およびブレガルニツァ川流域、(3)バルダル川下流域およびツルナ川流域、(4)ツルンドリム川流域、(5)ストウルミツァ川流域、という5地域に分割し、各地域における水関連の問題点を表示すると以下の通り。

水関連の主要な問題点一覧

地域	(1)バルダル川上流域およびトレスカ・プチーニャ川流域	(2)バルダル川中流域およびブレガルニツァ川流域	(3)バルダル川下流域およびツルナ川流域	(4)ツルンドリム川流域	(5)ストウルミツァ川流域
位置	中央/東部/北東部/中央西部	中央南部/東部	南部/南西部	西部/南西部	東南部
同地域に含まれる コミュニティ(旧)	1) スコピエ 2) ゴスチバル 3) テトボ 4) キチエボ 5) M. プロト 6) クマノボ 7) クラトボ 8) クハパラカ	1) ベレス 2) スパチニコ 3) シュティープ 4) プロチシュティ 5) コチャニ 6) ビニツァ 7) デルチエボ 8) ペロボ	1) デミツサル 2) クルシエボ 3) ビトラ 4) プリレップ 5) カバダルチ 6) ネゴチノ 7) バラントボ 8) ゲブゲリア	1) レセン 2) オリト 3) スカガ 4) デバル	1) トグイツ 2) スカミツァ
地形 (標高)	渓谷/山岳/丘陵 (E1.310-2,500m)	渓谷/山岳/丘陵 (E1.270-2,000m)	山岳/高原/丘陵 (E1.50-1,400m)	山岳/高原 (E1.670-2,700m)	渓谷/山岳/丘陵 (E1.220-1,700m)
年間雨量	640 mm	500 mm	560 mm	740 mm	500 mm
問題点:	1) 季節的水不足				
	スコピエ ゴスチバル M. プロト クマノボ クラトボ クハパラカ	ベレス(通年) スパチニコ シュティープ プロチシュティ ビニツァ ペチエボ デルチエボ	デミツサル クルシエボ プリレップ カバダルチ ネゴチノ バラントボ ゲブゲリア	レセン スカガ	トグイツ スカミツァ

2)システム取	27 - 40%	20 - 35%	32 - 40%	35%(オフリッド)	30 - 40%
3)施設の老朽化	--	--	デミニカル バランドボ	オフリッド	--
4)河川水質汚濁	スコピエ ゴスバル テトボ クマノボ クラトボ クバパツカ	ベレス シュティープ コチャニ ビニツァ	ビトラ プリレップ カバダルチ ネゴチノ バランドボ ゲブゲリア	オフリッド	ラドヴィツシュ ストルミツァ
5)安全な飲料水へアクセス不可能	山岳地域 新ユーゴスラビア及びアルバニアとの国境地帯	山岳地域 ブルガリアとの国境地帯	山岳地域 ギリシアとの国境地帯 ネゴチノ、カバダルチ 付近の農村部	山岳地域 アルバニアとの国境地帯	山岳地域 ブルガリア・ギリシャとの国境地帯

さらに上記以外に、以下のような問題点も指摘されている。

- 1) ドイラン湖の水位低下に伴う湖岸の環境悪化
- 2) バルダル川流域のゲブゲリアから上流 20km 地点周辺の河岸侵食
- 3) 未処理のまま流れ込む廃水によるオフリッド湖の水質低下に伴う漁獲量の減少と生態系の変化
- 4) ツルンドリム川およびサテスカ川合流地点において頻繁に発生する氾濫

また、国家レベルでの組織・法制度面の主な問題点は以下の通り。

- 1) 政策決定およびプロジェクト形成のシステムが確立していない(国家開発計画は作成されているが、プロジェクト形成および計画策定活動の調整がなされていない等)。
- 2) 社会経済データが国家レベルの統計数字として関連機関から認識されておらず、地域レベルの統計データが未整備。技術データについては収集・処理・利用システムが確立されていない。
- 3) モニタリング・評価活動が十分実施されていない。
- 4) 灌漑プロジェクトにおける運営・維持管理が十分に行われていない。
- 5) 「マ」国内のドナー活動の調整機関 (ACU) の役割・機能が関連機関に知られていない。

PCM ワークショップは、スコピエ、ラドヴィツシュ、クルシェヴォ、コチャニおよびゲブゲリアの 5ヶ所で開催された。ワークショップの目的は、(1) 各地の問題を調査する、(2) 各地のニーズを把握する、(3) 参加型開発を通しての住民に参加意識を向上させる等である。上に述べた主要な 5 つ問題点に関係する意見が出され、その成果はマスタープラン立案におけるプロジェクト評価のクライテリアの一つとして採用された。

第4章 水資源ポテンシャル

4.1 概要

水資源ポテンシャルは、降水量から蒸発散によって失われた分を差し引いた量に、マ国の国土面積を乗じて求められるが、降雪量、蒸発散量が記録されていないため、ここでは表流水と地下水とを基に算定した。

4.2 表流水

表流水はバルダル川とその支流（トレスカ川、プーチニヤ川、ブレガルニツァ川、ツルナ川）、ツルンドリム川、およびストウルミツァ川を流下する流量である。

各河川の流況は次のようである（参照：節2.5）。

主要河川の表流水賦存量

(単位：百万m³/年)

流域	流域面積 (km ²)	平均流量	97 % (355 日)	75 % (265 日)	50 % (175 日)	25 % (90 日)
1. バルダル	22,301	4,289	691	1,958	3,157	5,557
2. トレスカ	1,880	735	164	303	558	1,006
3. プーチニヤ	2,794	375	25	110	259	517
4. ブレガルニツァ	2,897	353	35	123	218	407
5. ツルナ	4,526	706	57	164	419	984
6. ツルンドリム	1,899	738	303	628	697	842
7. ストゥルミツァ	1,401	120	3	28	60	136

バルダル川最下流のゲフゲリヤ水位観測所（流域面積：22,301km²は[マ]国全土— 25,713km²の87%）では、平均流量で4,289百万m³/年、他にツルンドリム川（738百万m³/年）ストウルミツァ川（120百万m³/年）の流量が加わり、平均的な表流水ポテンシャルは約50億m³/年と概算される。

4.3 地下水

地下水の既開発量とポテンシャルは、次の通り（参照：節2.8）。

地下水の既開発量

(単位：百万m³/年)

状況	(1) 地下水 (井戸)	(2) 湧水	(3) 合計 (1+2)
1. 既開発 (利用量)	64.4 (= 62.8+1.6)	195.2~243.8	259.6~308.2
2. ポテンシャル (今後、開発可能量)	140.0	434.8~512.7	574.8~652.7
合計	204.4	630.0~756.5	834.4~960.9
(マ国国家開発戦略)	520	420	940

湧水量には幅があるが、前者（195.2 百万 $\text{m}^3/\text{年}$ ）は湧水インベントリーから得られた湧水量、後者（243.8 百万 $\text{m}^3/\text{年}$ ）は地下水解析の結果である。

地下水の既開発量とポテンシャルの合計は、834.4～960.9 百万 $\text{m}^3/\text{年}$ 、約 10 億 $\text{m}^3/\text{年}$ となる。

4.4 水資源ポテンシャル

表流水と地下水のポテンシャルの合計は、約 60 億 $\text{m}^3/\text{年}$ となる。マ国の年間降雨量は、15,000 百万 $\text{m}^3/\text{年}$ （ $=25,713 \text{ km}^2 \times 600 \text{ mm}/\text{年}$ ）、あるいは約 150 億 $\text{m}^3/\text{年}$ と概算されるので、約 40%の降雨量が流出すると考えられる。

第5章 水需要予測

5.1 概要

水需要の予測は、次に述べる「マ」国の将来像を示す社会・経済フレームにそって設定された開発シナリオに基づき、実施した。開発シナリオは、2025年を目標年次としているが、その間をさらにI期(2005年まで)、II期(2015年まで)、III期(2025年まで)と分けている。将来の水需要量は、これらの3期にわたり、生活用水、農業用水、工業用水、および(生態系/河川)維持流量からなる水需要量の総和として予測した。

5.2 社会・経済フレームと開発方針

本調査では、第1次現地調査で実施した水資源関連および社会・経済における現状分析の結果ならびにマケドニア国が1997年12月に公表した「マケドニア国国家開発戦略」に基づいて、目標年次を2025年とした社会・経済フレームを設定し、その中で人口予測とともに、農業分野・工業分野の開発シナリオを提示した。

この社会・経済フレームは、以降のマスタープラン策定作業の基礎情報となるものであることから、マケドニア政府側とは慎重な討議が行われた。最終的に、調査団より示された「マケドニア国国家開発戦略」中の開発目標を現状を踏まえ下方修正した以下の数字で、両者の合意が得られた。

社会・経済フレーム

	実績	センサス・データに基づく予測値				
	1994年	1995年	1996年	2005年	2015年	2025年
人口(人)	1,945,932	1,960,000	1,974,000	2,090,000	2,203,000	2,304,000
GDP成長率	--	--	1.5%	3.0%	4.5%	5.5%
一人当たりGDP	--	--	US\$1,580	US\$1,790	US\$2,500	US\$4,000
		1998年 - 2025年				
一人当たりGDPの年平均増加率		3 - 4%				
工業セクターの年平均成長率		4 - 5%				
農業セクターの年平均成長率		5 - 6%				

5.3 用途別水需要予測

5.3.1 生活用水

生活用水は、人口(都市部:60%、村落部:40%)予測および以下の条件に基づいて予測した。

- 1) 水供給会社の配水人口 : 95%(1996年)~100%(2025年)(都市部)
: 20%(1996年~2025年)(村落部)

- 2) 一人当たりの消費量 : 飲料水 150 リッター/日
 公共用水 24 リッター/日(1996年)～
 27 リッター/日(2025年)
 商業用水 19 リッター/日(1996年)～
 25 リッター/日(2025年)
- 3) その他 : これまでの記録から補間
- 4) 配水網における漏水率 : 30% (2025)
- 5) 村落水供給組合による一人当たりの消費量 : 250 リッター/日

人口予測および普及人口予測は以下の通り。

人口予測(都市・村落部比率)

地域	1996年(現行)	2005年	2015年	2025年
1)都市部	1,178,715(60%)	1,251,373(60%)	1,322,513(60%)	1,385,731(60%)
2)村落部	795,111(40%)	838,336(40%)	880,657(40%)	918,266(40%)
3)合計	1,973,826	2,089,709	2,203,170	2,303,997

普及人口予測

項目	1996年(現行)	2005年	2015年	2025年
1)都市部(水会社)	1,119,779(95%)	1,201,318(96%)	1,296,063(98%)	1,385,731(100%)
2)村落部(水会社)	159,022(20%)	167,667(20%)	176,131(20%)	183,653(20%)
3)小計(水会社)	1,278,801	1,368,985	1,472,194	1,569,384
4)村落部(村落配水)	437,311(55%)	503,002(60%)	616,460(70%)	734,613(80%)
5)村落部計(2+4)	596,333(75%)	670,669(80%)	792,591(90%)	918,266(100%)
6)合計(3+4)	1,716,112	1,871,987	2,088,654	2,303,997
7)普及率(全国)	87%	90%	95%	100%

上記の条件と普及人口予測を基に、生活用水に対する需要量は、以下のように算定された。

水供給会社に対する需要量(1)

(単位:千 m^3 /年)

項目	1996年(現行)	2005年	2015年	2025年
1)普及人口	1,278,801	1,368,985	1,472,194	1,569,384
需要量(単位:千 m^3 /年):				
2)飲料水(lpcd)	70,014(150)	74,952(150)	80,603(150)	85,924(150)
3)公共用水(lpcd)	11,202(24)	12,492(25)	13,971(26)	15,466(27)
4)商業用水(lpcd)	8,868(19)	10,493(21)	12,359(23)	14,321(25)
5)その他	10,564	12,521	12,521	12,521
6)漏水量(%)	55,395(35.5)	56,903(34)	56,214(32)	54,957(30)
7)合計(2~6)	156,043	167,361	175,668	183,189

(lpcd:リッター/人/日)

村落配水に対する需要量(2)

項目	1996年(現行)	2005年	2015年	2025年
1)普及人口	437,311	503,002	616,460	734,613
需要量(単位:千 m^3 /年):				
2)飲料水(250lpcd)	39,905	45,899	56,252	67,033

両者を合計し、生活用水に対する需要量は次のように予測された。

生活用水需要予測

(単位：千 m^3 /年)

項目	1996年(現行)	2005年	2015年	2025年
1) 水供給会社	156,043	167,361	175,668	183,189
2) 村落配水	39,905	45,899	56,252	67,033
合計	195,948	213,260	231,920	250,222

図2に生活用水の開発曲線を示す。

5.3.2 農業用水

農業用水の需要量は、灌漑圃場面積の予測、将来的に量水体制が人材とともに整備されるという前提、灌漑効率が現行の58%から将来、63% (2005年)、65% (2015年/2025年)と改善されるという前提に基づき予測した。

農業用水の需要量は灌漑用水と畜産用水の合計からなり、その予測量を示すと以下の通り。

農業用水需要量

項目	1996年(現行)	2005年	2015年	2025年
1) 灌漑圃場面積 (ha)	168,000	203,000	241,000	280,000
需要量 (単位：百万 m^3 /年)：				
2) 灌漑用水	1,385	1,475	1,661	1,835
3) 畜産用水	25	26	27	27
4) 合計	1,410	1,501	1,688	1,862

図3に灌漑用水の開発曲線を示す。

5.3.3 工業用水

従来記録 (1990～1996) によると、工業への給水量は著しい減少傾向を示しているが、これは旧ユーゴスラビア崩壊前後の10年間に見られる工業生産の減少を反映したためである。

特に重工業にみられる減少傾向は予想されなかったが、ソビエト崩壊後の東欧の状況と類似している。この傾向を考慮し、将来は付加価値の高い製品を生産する軽工業の需要が3～4.5%の率で伸び、一方、重工業はこれまで程度の需要が今後とも発生すると想定して、工業用水の需要量を予測した。また、工場における上水に関しては、生活用水に準じた。

工業用水の需要量を示せば、次のようになる。

工業用水需要量

工業用水	1996年(現行)	2005年	2015年	2025年
1) 軽工業	28,030	36,579	51,613	80,155
2) 重工業	50,933	50,933	50,933	50,933
3) 工場飲料水、他	34,920	38,377	41,834	45,221
4) 合計	113,883	125,889	144,380	176,309

図4に工業用水の開発曲線を示す。

5.3.4 (生態系/河川) 維持流量

(生態系/河川) 維持流量は、平均河川流量の10% (730 x 百万 m³) とした。

5.3.5 将来の水需要量

将来の水需要量は、次のように要約される(参考のため、現行の水消費量も示す)。

用途別水需要量予測

(単位: 百万 m³)

分野	1996年(現行)	2005年	2015年	2025年
1) 生活用水	196	213	232	250
2) 農業用水	1,410	1,501	1,688	1,862
3) 工業用水	114	126	144	176
4) 維持放流量	730	730	730	730
合計	2,450	2,570	2,794	3,018

第6章 水需給バランスの検討

6.1 概略

水需給バランスの検討は、表流水と地下水にわけて実施した。

表流水を供給源とする場合、その主要な需要先は、農業部門で、生活用水、工業用水部門がそれに続く。この場合には、全土を7流域（さらに、26の流域に分割される）に分けて作成した流域モデルを用いて水需給バランスを検討した。

地下水を供給源とする場合、その主要な需要先は生活用水、工業用水部門である。この場合には、各コミュニティ（旧分割）で水需給バランスを検討した。また、現行の水不足は、平成10年11月に実施した水供給会社への質問状の回答に基づき、把握した（従い、現行の水需給バランスの検討結果との間には若干の相違が見られる）。

6.2 表流水に関する水需給バランス

36年間（1961年～1996年）の河川流量記録（10日間流量に換算、需要量も同様10日間流量に換算）を採用して行った水需給バランス算定の結果、水不足が顕著に予測される流域と年間不足量（なお、灌漑用水に関しては、4年渇水時の供給量、あるいは75%保証供給量に対する不足量）を要約すると以下のとおり（参考のため、現行も示す）。

顕著な水不足流域と年間不足量

（単位：百万 m^3 /年）

流域	現行（1996年）	2005年	2015年	2025年
1. ハルダール川 B 1-5（ハラトボおよび ゲフゲリア）	-38.5	-72.6	-70.7	-71.3
1. フーチニヤ川： B 3-2（クリバハラカ、他） B 3-3（クマボ）	-0.5 -88.9	-1.5 -78.1	-126.4 -72.6	-140.7 -72.1
2. フレカールニツァ川： B 4-2（コチャニ、ヒニツァ、他）	-238.5	-249.1	-249.5	-260.4
3. ツルナ川： B 5-1（フールレフ） B 5-3（ティクハシ）	-33.3 -111.5	-27.3 -107.4	-26.2 -102.0	-162.7 -101.2
4. ストルミツァ川： B 6-2（ツリヤ） B 6-3（ストルミツァ）	-75.8 -42.3	-66.5 -38.4	-62.5 -36.0	-61.1 -35.8

6.3 地下水に関する水需給バランス

地下水に関する水需給バランスの現状は、水供給会社への質問から得た回答を基とした。その現状は、以下に示す通りであるが、ベレスは通年的に水不足が発生し、17のコミュニティ

パリテイ（スコピエ、他）では季節的な水不足が発生しており、一方12のミュニシパリテイ（キチェボ、他）では水不足は発生していない。

生活用水と工業用水の水需給バランス（現行：水供給会社資料参照）

No.	ミュニシパリテイ（旧）	水不足期間 （月/年）	不足量（10 ⁶ m ³ /年）		備考
			生活用水	工業用水	
1.	スコピエ	2	1.6	9.3	
2.	ゴスティバル	4	0.3	0.6	
3.	テトボ	8	2.2	3.5	
4.	キチェボ	0	0	0	水不足無
5.	マクドンスキ・ブロト	(1)	0	0	水不足無
6.	クマノボ	4	2.1	2.8	
7.	クラトボ	3	0.8	1.5	
8.	クリハハラカ	4	0.3	0.5	
9.	ベレス	12	2.0	4.5	
10.	スベティニョレ	5	0.5	1.1	
11.	シュティエポ	3	0.2	0.9	
12.	フロビシュティエポ	3	0.3	0.5	
13.	コチャニ	0	0	0	水不足無
14.	ビニチャ	4	0.3	0.5	
15.	テルチェボ	2	0.2	0.2	
16.	ベロボ	0	0	0	水不足無
17.	テミルビサル	0	0	0	水不足無
18.	クルシェボ	0	0	0	水不足無
19.	ビトラ	0	0	0	水不足無
20.	フロリツポ	0	0	0	水不足無
21.	カウアグルチ	4	0.5	1.0	
22.	ネコチ	6	0.8	1.5	
23.	ハラントボ	0	0	0	水不足無
24.	ケフケリア	5	0.7	1.0	
25.	オフリツボ	0	0	0	水不足無
26.	スツルカ	3	0.8	1.2	
27.	テハール	0	0	0	水不足無
28.	レセン	2	0.2	0.3	
29.	ラトウイツシ	3	0.4	0.7	
30.	ストゥルミツァ	+	0	0	水不足無

（マクドンスキ・ブロトでは、年間に1月の水不足が報告されているが、不足量は僅かである）

各流域のミュニシパリテイにおける生活用水（1）、および生活用水と工業用水（2）の需給バランスの計算結果（現行および2025年）を示すと以下の通り（不足量の単位：百万 m³/年）。

生活用水と工業用水の水需給バランス（ミュニシパリティ別水収支計算）

No.	ミュニシパリティ (旧)	(1) 生活用水		(2) 生活用水+工業用水	
		現行	2025年	現行	2025年
1.	スコピエ	+	+	-0.3(季)	-43.5(年)
2.	ゴスティアル	+	+	+	+
3.	テトホ	-9.1(年)	-15.6(年)	-11.6(年)	-19.2(年)
4.	キエホ	+	+	+	-2.5(年)
5.	マクソスキー・フド	+	+	+	+
6.	クマノボ	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)
7.	クラトホ	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)
8.	クリバハラツカ	-1.3(年)	-1.3(年)	-1.7(年)	-1.9(年)
9.	ヘルス	(河川取水)	(河川取水)	(貯水池)	(貯水池)
10.	スベティニコ	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)
11.	シュタイフ	-3.5(年)	-4.6(年)	-7.5(年)	-14.1(年)
12.	フドビシュタイフ	-0.6(年)	-0.8(年)	-1.7(年)	-3.1(年)
13.	コチャニ	-0.3(季)	-1.0(季)	-0.6(季)	-1.7(年)
14.	ビニチャ	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)
15.	テルチェホ	-0.2(季)	-0.8(年)	-0.4(季)	-1.2(年)
16.	ベロホ	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)
17.	デミルヒサル	-0.2(季)	-0.2(季)	-0.2(年)	-0.3(年)
18.	クルシェホ	+	+	+	+
19.	ビトラ	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)
20.	フレリツフ	+	+	+	+
21.	カウアタリ	-0.4(季)	-1.1(季)	-1.1(年)	-2.2(年)
22.	ネゴチ	-1.7(年)	-2.9(年)	-2.5(年)	-3.7(年)
23.	バランドホ	+	-0.2(季)	+	-0.3(季)
24.	ゲフゲリア	+	+	+	+
25.	オフリツド	+	+	+	+
26.	スツルカ	+	+	+	-0.7(季)
27.	デハール	-0.7(年)	-1.6(年)	-1.0(年)	-2.0(年)
28.	レシ	-0.2(季)	-0.3(季)	-0.4(季)	-0.7(年)
29.	ラトウイツェ	-1.7(年)	-2.5(年)	-1.7(年)	-2.7(年)
30.	ストカミツァ	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)	(貯水池)

((年): ほぼ通年にわたって水不足が発生、 (季): 季節的に水不足が発生)

水源を表流水あるいは貯水池とする8ミュニシパリティの水収支は、以下に示すように水需要量と各貯水地の有効貯水容量を比較することによって検討した。

8 ミュニシパリティの水需給状況と予測需要量

No.	ミュニシパリティ (旧)	貯水池	有効貯水容量 (百万 m ³)	生活用水需要量 (百万 m ³ /年)	
				現行	2025年
6.	クマノボ	グラツニア	24.00*	11.6	14.8
7.	クラトホ	スレトビツァ	1.58	1.0	1.0
9.	ヘルス	リシエ	23.00	6.3	7.3
10.	スベティニコ	マフウイチャ	2.52*	2.0	2.1
14.	ビニチャ	ウイニチャ	-	1.7	2.2
16.	ベロホ	ラテフスカ	9.00*	1.7	2.0
19.	ビトラ	ストツェホ	99.50*	10.3	11.6
30.	ストカミツァ	ツルヤ ホドチャ	45.00* 25.12*	8.1	10.8

*: 農業用水容量も含む。なお、クマノボの生活用水の水源であるグラツニア貯水池の放流記録によると、この10年間(1989 - 1998)に現行需要量(11.6百万 m³/年)が供給されたのは6年間で、他の4年間は水不足となっている。すなわち、クマノボでは、2~3年に1度の割合で生活用水が不足している。

第7章 マスタープラン策定のプロセス

7.1 基本方針

本マスタープランは以下の基本方針に基づいて策定された。

- 1) 本マスタープランは、直面している水問題への対処、限られた水資源の持続的可能な開発、および環境に配慮した適切な水資源の管理を目指す。従って、水資源開発計画ならびに水資源管理計画の2本柱で構成される。
 - 1) 水資源開発計画は、流域別に開発戦略および各期具体的な個別プロジェクトを提案する。
 - 2) 水資源管理計画は、開発計画に対応し、水質保全計画をはじめ、モニタリング網整備、組織・法制度改善等ハード・ソフト両面からの強化計画を提案する。
- 2) 対象地域はマケドニア国全土とする (25,713km²)。
- 3) 最終目標年次は2025年とする。1999年から2025年までの27年間で、I期(1999年~2005年)、II期(2006年~2015年)、III期(2016年~2025年)の3期に区分し、期間ごとの開発の方向性および戦略を示す。
- 4) 本マスタープランの開発目標(開発水量)は、マケドニア国国家開発戦略に基づき本調査で作成した社会・経済フレームおよび水収支計算の結果を基に設定する。なお、社会・経済フレーム、水収支計算結果、開発目標(開発水量)は、全てマケドニア政府側からの合意を得たものである。
- 5) 水資源開発の用途別優先度は、マケドニア国新水法(1998年1月施行)第11条で規定されている優先度に準ずる。さらに同国の水資源開発ニーズと経済事情を考慮し、ベーシック・ヒューマン・ニーズ(BHN)の充足を最優先とし、次いで市場化経済を目指す同国の経済活動活性化の支援を図る。従って、開発計画では生活用水、農業用水、ならびに工業用水の開発に焦点を当て、発電用水は付随的な開発とする。
 - i) 生活用水の開発は、人口増加の進む首都圏等都市部への給水と現在水供給会社および村落給水組合のサービス網でカバーされていない村落への給水計画から成る。なお、BHN重視の立場から村落給水計画については特に他プロジェクトと分離して推進する。現行では村落全体で75%の普及率を2005年に80%、2015年に90%、2025年までに100%とするため、II期中に新規開発プロジェクトを完成し、III期には全国規模で既存施設の拡張・改善(リハビリ)を図る。なお、上記普及率目標は、本調査で作成し、マケドニア政府側の合意を得たも

のである。

- ii) 農業用水については、同国の国家開発戦略である輸出作物生産振興、自給穀物確保、市場経済化推進の支援を目指す。ただし、灌漑プロジェクトについては、経済効率性を重視するため、基本的に既存施設の改善（リハビリ）を優先する。
- iii) 工業用水については、輸出促進、市場経済化を目指す国家開発戦略の下で進められている重工業重視から軽工業振興への移行を支援する。さらに、環境保全を最優先として廃水処理等への対策も配慮する。
- iv) なお、用途別開発に加え、環境重視の立場から、特に汚染の進んでいる国際河川について隣国への影響も配慮した（生態系/河川）維持流量の開発も対象に含める。

7.2 策定の手順・手法

7.2.1 概略

本調査におけるマスタープランの策定手順は、図5「マスタープラン策定手順」に示す通りである。個々のステップの手順・手法の概要を以下に述べる。なお、開発計画に含まれる個別プロジェクトの概要、プロジェクト評価の手順・手法ならびに各段階での評価結果等はサポーティング・レポート3に示す。

7.2.2 社会・経済フレームの設定

節5.2において設定した2025年における社会・経済フレームの要約を以下に示す。

社会・経済フレーム

	実績		センサス・データに基づく予測値			
	1994年	1995年	1996年	2005年	2015年	2025年
人口(人)	1,945,932	1,960,000	1,974,000	2,090,000	2,203,000	2,304,000
GDP成長率	--	--	1.5%	3.0%	4.5%	5.5%
一人当たりGDP	--	--	US\$1,580	US\$1,790	US\$2,500	US\$4,000
1998年 - 2025年						
一人当たりGDPの年平均増加率	3 - 4%					
工業セクターの年平均成長率	4 - 5%					
農業セクターの年平均成長率	5 - 6%					

(注：上記数値はマケドニア国統計局「統計年報1997」のデータに基づいた分析結果である。)

7.2.3 開発(水量)目標および流域別開発シナリオの設定

社会・経済フレームで設定された人口予測、農業・工業分野等の開発シナリオに基づいて、用途別の水需要予測を行い、次いで水収支計算を行った。これらの結果は、流域別・用途別に示されている(参照：第5章および第6章)。水収支計算の結果を受けて、流域別・用途別の開発(水量)目標が算定された。

次のステップとして、その開発（水量）目標を基本データとし、流域別開発ニーズ、さらに流域別の環境面での課題を考慮して、流域別開発の方向性を設定するとともに、流域別・用途別に開発目標年ごとの開発水量を示す開発曲線（参照：図 2、3 および 4）を作成した。この流域別開発の方向性ならびに開発曲線は、開発計画策定および具体的な個別プロジェクト選定の基本戦略である（参照：表 1 (1/3)～(3/3)「流域別開発ニーズ・環境課題」、図 6「流域別開発ニーズ・環境課題マップ」および図 7「村落給水の需要位置図」）。

7.2.4 個別プロジェクトの抽出・選定および暫定的期分け

開発（水量）目標、開発シナリオ、開発曲線に基づいて、個別プロジェクトの抽出・選定が行われた。ここでは、本調査で新規に形成したプロジェクトとともに、マケドニア側が従来より形成していた開発プロジェクトを抽出し、同国の水資源開発のポテンシャル、経済効率性も考慮の上、全流域を対象に実施可能性のあるプロジェクトを選定した（参照：表 2）。続いて、開発（水量）目標、開発曲線等に基づいて、暫定的期分けを行った。

7.2.5 プロジェクト評価（一次評価）

上記選定プロジェクトに対して、経済・財務・技術・社会・組織分野およびマケドニア国優先度の 6 項目について評価し、これら 6 項目を横断的に見た全体的傾向を判断するために評価結果について総合的な評価（一次評価）を行い、暫定的な優先度を付けた（参照：評価クライテリアは表 3、評価結果は表 4 (1/2)～(2/2)）。

なお、村落給水計画に関しては、その大部分が中山間地や山岳部における水供給であり、経済・財務性は他プロジェクトに比べるとかなり低いとその公共性を重視し、評価を行った。また、その主なる評価基準である社会評価においては、対象地のニーズに対する貢献度、BHN を最優先とした。

7.2.6 優先度の最終調整および最終的期分け

一次評価の結果に、初期環境評価（IEE：選定プロジェクトの実施に当たり、環境インパクト調査が必要か否かを判定した。選定プロジェクトの中には、この時点で明らかに環境的に負の影響があると言えるものはない。選定プロジェクトは全てこの評価結果をクリアしている。この結果は、プロジェクトの実施に当たっての留意事項の参考にもした）の結果、PCM ワークショップで得られた成果との整合性を加味し、さらに環境との調和を図り、水資源の持続可能な開発という観点から水質保全/流域保全計画との整合性等を考慮して、暫定的優先度付けの見直しを行い、個別プロジェクトに対して最終優先度を付けるとともに、最終的な期分けを決定した。

7.2.7 マスタープランの完成

以上の分析結果を踏まえて、流域別開発計画が策定された（参照：表 5）。さらに流域毎の環境保全の状況ならびに開発計画により予測される環境負荷の増大に対処するため水源水質保全計画が策定された（参照 表 6 (1/4)～(4/4)）。さらにこれらを効率的・効果的に推進するための流域保全計画、表流水・地下水モニタリング・ネットワーク整備計画、施設保守運用整備計画、組織・法制度整備計画、人材育成計画から成る管理計画が策定され、これらを統合してマスタープランが完成した。