



ブルガリア共和国
環境・水省

ブルガリア国 全国総合水資源管理計画調査

最終報告書 要約

平成 20 年 3 月
(2008 年)



独立行政法人 国際協力機構 (JICA)



株式会社 建設技研インターナショナル

事業費見積もり

通貨レベル： 2007年8月時点の換算レート

通貨交換レート： 1ユーロ = 1.954ブルガリアンレバ = 161.85日本円

100日本円 = 1.207ブルガリアンレバ

序 文

日本国政府は、ブルガリア国政府の要請に基づき、全国総合水資源管理計画に係わる調査を実施することを決定し、独立行政法人国際協力機構がこの調査を実施いたしました。

当機構は、平成18年5月から平成20年3月まで、株式会社建設技研インターナショナル業務部の佐々部氏を団長とし、同社から構成される調査団を現地に派遣いたしました。

調査団は、ブルガリア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戴いた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成20年3月

独立行政法人国際協力機構
理事 松本 有幸

伝 達 状

独立行政法人国際協力機構

理事 松本有幸 殿

今般、ブルガリア国における全国総合水資源管理計画調査が終了いたしましたので、ここに最終報告書を提出いたします。

本調査は、貴機構との契約に基づき、株式会社 建設技研インターナショナルが、平成 18 年 5 月から平成 20 年 3 月までの間に実施してまいりました。今回の調査においては、ブルガリア国環境・水省が、選定対象地域における流域管理計画を策定すること、および流域管理のための GIS データベースや解析モデルといったツールを開発することに対する技術的支援に努めました。

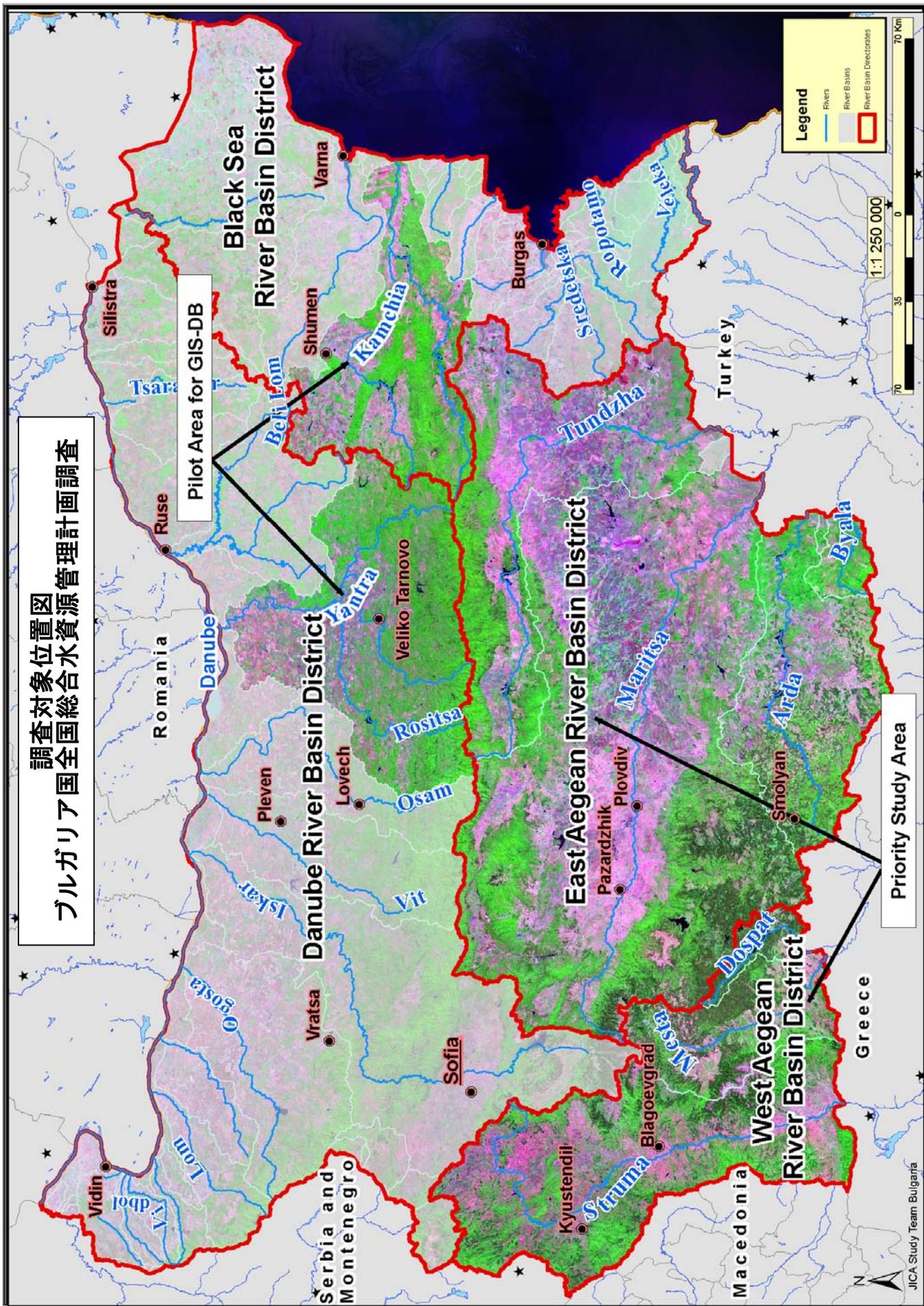
なお、同期間中、貴事業団を始めとして、外務省、およびその他の機関の関係者に多大な協力を賜りましたことについて、この機会を利用して、厚く御礼申し上げます。また、現地調査期間中、ブルガリア国政府の環境・水省およびその他関係機関よりいただきました協力と支援について深く感謝いたします。

本報告書がブルガリア国における水管理のさらなる改善に大いに活用されることを切望する次第です。

平成 20 年 3 月

株式会社 建設技研インターナショナル
ブルガリア国全国総合水資源管理計画調査
団長 佐々部 圭二

ブルガリア全国総合水資源管理計画調査
調査対象位置図



Priority Study Area

Legend

- Rivers
- River Basins
- River Basin Directorates



要 約

1. 概 説

1.1 調査の目的

この調査は、ブルガリア国政府の要請に基づき、日本政府の技術協力プログラムの実施機関である独立行政法人国際協力機構（JICA）により実施されたものである。調査は、ブルガリア国環境・水省と独立行政法人国際協力機構との間で2005年10月14日に締結されたS/Wに基づき実施された。調査の目的は下記のとおりである。

- 調査対象流域（東・西エーゲ海流域区）で EU 水枠組指令（EU-WFD）の要求事項に適合した流域管理計画（案）作成について環境・水省を支援する。支援内容は以下を含む。
 - 選定地域を対象流域として流域管理計画（案）を準備する。
 - 全国を対象に、GIS システム、モニタリング計画および水収支を作成する。
- 上記調査を通して、カウンターパートに統合水管理に係る技術移転およびトレーニングを実施する。

ブルガリア国は2000年に制定した「水法」（2006年8月に一部を改正）に基づき、流域管理の実施のために全国を4管理区に分け、下記の4河川流域管理局を設立している。

- ダニューブ川流域管理局（DRBD）
- 黒海流域管理局（BSRD）
- 東エーゲ海流域管理局（EABD）
- 西エーゲ海流域管理局（WABD）

調査は東エーゲ海流域管理局（EABD）および西エーゲ海流域管理局（WABD）を選定地域として流域管理計画（案）を策定し、ダニューブ川流域管理局（DRBD）および黒海流域管理局（BSRD）については選定されたパイロット河川（DRBDはヤントラ川、BSRDはカムチャ川）について流域管理計画に必要なGISデータモデルを作成した。

ブルガリア国は2007年1月にEUメンバー国となった。EUメンバー国はEU-WFDの要求事項「2015年までに全ての水域の良い水環境¹の達成」を実現する処置が必要である。EU-WFDはメンバー諸国に対し、重要処置の実施について下記のマイルストーンを設定している。

- 2008年までに流域管理計画を策定する。
- 2009年までに住民に計画説明をする。
- 2010年までにEUに計画を提出する。
- 2015年までに河川流域の水環境改善を達成する。

1.2 基本的アプローチ

流域管理計画（案）はEU-WFDおよびブルガリア国水法に沿い、統合水管理を基本に策定した。また、同計画（案）は水質管理計画および水量管理計画を中心に取りまとめ、河川管理、モニタリングおよび計画の実施について考察した。さらに、調査を通じ、流域管理計

¹ 「良い水環境」の数値等による明確な定義はEU-WFDでは示されていないが、すべての水域における、生態および水質を中心に、水量も考慮した総合的な意味での良好な状態としている。

画策定および流域管理実施の意思決定支援ツールとして「GIS-DB」および「統合流域解析モデル」を開発した。

技術移転については、環境・水省および流域管理局のカウンターパートの能力向上を、OJTを基本に図り、その効果を高めるため、技術会議（3回）および技術移転セミナー（3回）を実施し、パブリック・コンサルテーション（東・西エーゲ海流域区各3回）の実施について支援した。

1.3 調査スケジュール

調査期間は2006年5月から2008年3月の23ヶ月（当初計画20ヶ月）である。実施した調査は以下の通りである。

- フェーズ I（2006年5月から12月）
 - 「インセプション・レポート」（2006年5月）説明協議後、現地調査に着手し、調査地域の現状を把握するため、GIS-DB および統合流域解析モデルの開発、補足的な水質調査および補足的な河川横断測量を含む、基礎調査を実施した。調査結果は「インテリム・レポート」（2007年1月）に取りまとめた。
- フェーズ II（2007年1月から2008年3月）
 - 「インテリム・レポート」の説明協議後、東・西エーゲ海流域の流域管理計画（案）の策定調査に着手した。1月の説明協議の結果、環境・水省のGIS全国システム構築を目指すこととなり、この目的のもと、GISワーキング・グループを設置し、全国ベースのGISデータモデルの構築と情報システムのTORを作成した。また、要請によりダニューブ川流域管理局および黒海流域管理局のGIS-DB作成作業が加わり、調査期間が3ヶ月延長された。2007年9月には流域管理計画の構造物対策（案）にかかる説明を実施、11月からダニューブ川流域管理局および黒海流域管理局についてパイロット河川に選定されたヤントラ川（DRBD）およびカムチャ川（BSBD）の流域管理計画に必要なGISデータモデルを作成した。調査結果は「ドラフト・ファイナル・レポート」（2008年1月）に取りまとめた。「ファイナル・レポート」は、2008年1月のドラフト・ファイナル・レポートの説明協議およびブルガリア国政府のコメントを反映させ取りまとめた。

1.4 カウンターパート機関

調査実施機関は環境・水省および東・西エーゲ海流域管理局である。調査のカウンターパートは環境・水省、東・西エーゲ海流域管理局より選定され、GISワーキング・グループのメンバーは環境・水省、環境執行局、4流域管理局から選定された。環境・水省は調査のために関係機関（環境・水省、経済エネルギー省、地域開発公共事業省、農業森林省を含む）の代表者をメンバーとするステアリング・コミッティーを編成した。

2. 流域管理計画の対策プログラム

調査では、東・西エーゲ海流域の流域管理計画の対策プログラムを作成した。

2.1 対策プログラムの基本シナリオ

2.1.1 課題の総括

EU-WFDは、「2015年までに、表流水および地下水の良い状況」を達成することを目標としている。本件調査の結果によると、調査地域の「水の状況」と、EU-WFDが定める「良い水の状況」との間には極めて大きなギャップがあることが判明した。

河川の水質（物理化学指標）は、概ねクラスIII（中程度）からクラスV（悪い）であるが、クラスIV（不適）からクラスV（悪い）の地点が5割以上を占める。生物学的指標は未処理地下水の流入を示し、また、栄養塩（窒素、リン）の流入、重金属（砒素、鉛、亜鉛、カドミウム）の存在も認められ、水質改善には多くの課題が存在する。

流域の主要な水利用セクターは水力発電、農業、上水および工業用水であり、主要な汚染源は都市・集落、工業、家畜飼育場および農場であるが、何れも改善が必要である。

旧体制時代、ブルガリア国は、河川流量・水質、環境流量等、環境的側面には殆ど配慮せずに、流域間導水を含む大規模な発電システムや灌漑システム（総灌漑面積：120万ha以上）を開発し、上水施設（普及率：98%以上）も整備してきた。しかし、維持管理の不足と施設の老朽化により、灌漑システムは荒廃し（現在可能灌漑面積：50万ha、実灌漑面積：約5万ha）、上水は高い給水ロス（60%以上）を示しており、水管理上からは、早急な改善が課題である。

下水については、まだ多数の都市・集落および工場が汚水や廃水を適正に処理せずに排水している状況である。現在、下水処理場は全国で73箇所存在するが、下水処理場、下水管網共に老朽化しており、下水管からの大量の漏水汚水が地下水を汚染しており、早急な対応が課題である。

河川管理の不備から、不適正な取水・排水許可、過度な河川砂・砂利の採取、河川沿いの固形廃棄物の不法投棄等の違法行為が認められ、堤防、川岸の浸食は洪水氾濫の危険を助長しており、洪水予防対策を含め、河川管理の確立が課題である。

2.1.2 対策計画実施完了目標年次

2008年末までに改善計画を含む流域管理計画を全国4流域管理区に対し策定し、2010年から計画の実施を開始することがEU-WFDで求められており、ブルガリアもそのスケジュールに従うよう努力しようとしている。しかし、国レベルの流域管理計画の策定は容易ではない。2010年からの個々の対策案の実施に関しても、効率的な手続きの実施は困難と思われる。従い、目標年2015年までの「良い水の状況」の達成は実質上不可能とみられ、目標達成はEU-WFDで規定されている6年毎の見直し年次に相当する2021年または2027年とする対応が必要であると考え、対策プログラムの策定にあたっては、無理にすべての事業の実施を2015年までに完了させることは考えなかった。

2.1.3 対策プログラムの基本シナリオ

今後、「良い水の状況」を達成し、水資源の持続的利用を図るための対策プログラムは、構造物対策および非構造物対策により構成されるさまざまな対策を含むものとする必要がある。流域管理計画は水量、水質、河川地形、災害対策を含む総合水資源管理の観点から策定することが必要である。対策プログラムの基本的シナリオは下記のとおりとした。

- 水質の改善は、表流水・地下水の物理化学的指標の「良い状態」の達成を図ることに優先順位を与える。
- 水質改善の対策は、下水処理場の新設および既存下水処理場の改善による段階的な都市地域の下水処理能力拡大とする。

- 下水処理効率を高め、下水による地下水汚染を防ぐため、下水処理場の整備と同時に既設下水管網の改修を図る。
- 管理と規制の改善・強化により、工場、鉱山、家畜飼育場からの無処理または処理不足の汚水排水を解消させる。
- 給水網の改修により、上水給水網の高い送水ロス（60%以上）を低減させる。
- 上水配水施設および灌漑施設といった水利用セクターにおける効率的な水利用に必要な施設の改善を図る。
- 各流域の水バランスを基に、取水許可および水配分を改善する。
- 河川地形、河道、河川流、流送土砂、洪水被害、洪水氾濫地域について、より組織的な管理を進める。
- 対策プログラムは下記の要素により構成する。
 - 水質改善管理
 - 水量改善管理
 - 河川の管理

2.2 水質改善管理計画

2.2.1 構造物対策

対策の方向性

水質を改善する計画の、構造物対策の方向性は下記のとおりとする。

- 流域全体の水質改善の観点から、本川の水質を指標にして集水区域の汚濁負荷を削減する。汚濁負荷削減の優先ゾーン（小流域の集合体）を、BODの負荷量をベースに設定する。
- 上記BOD負荷量削減の優先ゾーンと、各都市の下水処理による流域のBOD負荷量削減効果を勘案して、下水処理対象となる主要都市を選定する。
- 主要都市から順次下水処理場の新設と既存下水処理場の改修を実施する。次に中小規模の都市あるいは集落の下水処理を実施する。
- 窒素および燐の処理（高度処理）を実施する。
- 下水管網の改修・改善を図る。

提案する対策計画案

上記方向性のもとで、提案する対策計画案は下記を条件に策定した。

- 下水処理の優先都市について下水処理場の新設および既存下水処理場の改修を図る。
- 「良い水質（クラスII：BOD 3.0mg/l）」の達成には、マリツァ、トゥンザ、ストゥルーマ、メスタ川において、BOD負荷量の50%削減を図ることが必要であるが、2015年ないし2021年までの実施可能性を考慮すると、BOD負荷量の段階的な削減が現実的な方法である。従って、提案する優先都市における下水処理によるBOD負荷量の目標削減量は30%とする。
- 下水処理実施の優先都市は、BOD負荷量に対する削減量と、下水処理場整備国家計画における下水処理の優先都市の双方を参照し選定する。
- 提案の下水処理場（新設、既設）はBOD、TN、TPの削減を図るための下水処理施設を計画する。
- 以上より、下水処理の優先都市は下記のとおりとする。

(1) 東エーゲ海流域地域：22 都市

下記の下水処理場の新設（18都市）および下水管網の改修を図る。

- マリツツァ川流域： 13 都市
- トウンザ川流域： 4 都市
- アルダ川流域： 1 都市

下記の既設下水処理場の改修（4都市）および下水管網の改修を図る。

- マリツツァ川流域： 3 都市
- トウンザ川流域： 1 都市

(2) 西エーゲ海流域地域：9 都市

下記の下水処理場の新設（6都市）および下水管網の改修を図る。

- ストゥルーマ川流域： 3 都市
- メスタ川流域： 2 都市
- ドスパット川流域： 1 都市

下記の既設下水処理場の改修（3都市）および下水管網の改修を図る。

- ストゥルーマ川流域： 3 都市

下水処理関連の概算事業費は以下の表に示すとおりである。

新設下水処理場の建設、既設下水処理場の改修および下水管網の改修の概算事業費

流域管理局	下水処理場		下水管網		合計事業費 (1,000 ユーロ)
	2015 年に おける PE	事業費 (1,000 ユーロ)	改修延長 (m)	事業費 (1,000 ユーロ)	
EABD	1,352,249	206,050	3,130,054	1,628,082	1,834,133
WABD	336,711	72,074	1,216,948	536,553	608,627
合計	1,688,960	278,124	4,347,002	2,164,635	2,442,760

2.2.2 非構造物対策

水質を改善する計画の、非構造物対策は下記のとおりとする。

- 日常の水質管理にかかる各種活動について、流域管理局と市町村等自治体との連携を強化し、流域内で生じていることの日常的な監視を通じて、水質事故等に対する即応体制をとれる仕組みを構築する。
- 規制の強化により産業および大規模家畜飼育場からの汚濁流出量を削減する。
- シールドタイプの腐敗槽への改善および個別処理の導入、定期的なスラッジの引き抜きと処理、施設改善のための住民への資金援助を提案する。
- 農法および技術の改善により化学肥料および農薬使用量を削減せしめ農地における汚濁負荷量を削減する。
- 優先物質と重金属の流出による圧力と影響にかかる基礎調査を実施する。

2.2.3 表流水モニタリング計画の改善

EU-WFDの要求に基づき、環境・水省および流域管理局は、2007年3月に表流水および地下水の新しいモニタリング計画を作成した。新しい表流水モニタリング計画のモニタリング

地点数は、従来実施されていた環境執行局 (ExEA) のモニタリングをベースに再編成したものであり、箇所数は、既存の表流水のモニタリング箇所と比較すると若干多い程度であり大きな変化はない。しかしながら、モニタリングの項目数は大幅に増加し、観測の頻度もまた多い。その上、ブルガリアは優先物質の多くについては分析の経験がないという状況である

このような状況を踏まえ、安定したモニタリングを確実に実行し、河川流域の水質状況を概観するために、監視モニタリング箇所の中から基準モニタリング地点と重要なモニタリング地点を定めること（重要地点の絞込み）を提案する。さらに、これら地点においては、水量の観測を実施することが重要である。基準モニタリング地点において、このような継続的なモニタリングを実施するためには、流域管理局は自前の水質と水量のモニタリング地点を設置することが必要である。

2.3 水量改善管理計画

2.3.1 構造物対策

対策の方向性

水量改善のための構造物対策の方向性は下記のとおりとする。

- 高い給水ロス（60%以上）を改善するため、給水管（主に石綿セメント管：74%、鋼管：15%）の改修を行う。
- 既存の灌漑システムは荒廃しており、ロスは60-70%以上と高い値である。実際の灌漑用水の使用量は小さいが、ロスと取水施設および分水施設（ゲート、水路）の不備により、取水量は使用量に比べかなり大きな値になっていると推定されている。灌漑システムの改修には、現在および将来の灌漑用水の需要を考慮する必要がある。
- 以上より、灌漑地区において、適正な灌漑用水の供給とロスの削減を含む効率的な水利用を目的とした灌漑施設の改善を実施する。

提案する対策計画案

(1) 高い給水ロス（60%以上）の削減を目的とした給水施設の改修

既存給水システムの給水管の取替え延長は下記のとおりである。

既存給水システム改修規模および事業費

流域管理局	給水管取替え延長（1,000m）	事業費（百万 ユーロ）
東エーゲ海流域管理局	最大約 16,564	3,139
西エーゲ間流域管理局	最大約 4,886	919
合計	最大約 21,450	4,058

改修に必要な事業費は、概算で40億ユーロ規模である。

(2) 水利用の効率化をはかることを目的とした灌漑システムの改善

東エーゲ海流域管理地域には8灌漑地域、82灌漑システム、西エーゲ海流域管理局地域には4灌漑地域、41灌漑システムがある。改善対象の灌漑地域は以下のとおりであり、これら地域で、主に、取水・分水施設の改修、一部水路の改修を実施する。

改善対象灌漑地域および事業費

流域管理局	灌漑面積 (ha)	灌漑システム数	事業費 (百万ユーロ)
東エーゲ海流域管理局	316,468	82	231
西エーゲ間流域管理局	50,738	41	42
合計	367,206	123	273

灌漑システム改善の優先地域としては以下の灌漑地域を選定する。

灌漑地域改善優先地域

流域管理局	灌漑面積 (ha)	灌漑ブランチ	建設費 (百万ユーロ)
東エーゲ海流域区	94,948	- プロヴディフ灌漑地域 - パザルヂック灌漑地域	84
西エーゲ海流域区	17,730	- ペルニック灌漑地域 - サンダンスキ灌漑地域 - ゴツチェ・ドルチェ灌漑地域	20
合計	112,678		104

2.3.2 非構造物対策

水量改善のための非構造物対策は下記のとおりとする。

- 各種用水の適正な取水と利用、流域間導水について、水利用許可の見直しと改善を図る。
- 河川の重要地点については、水利用者が観測施設を設置し、水利用者と流域管理局の協調のもとで取水量のモニターを実施する。
- 水量の管理にはデータの質の改善を図る (NIMH や他の関連機関との連携を含む)。

2.4 地下水管理計画

地下水管理の予備的な対策プログラムと、EU-WFDの要求に基づき2007年3月に環境・水省および流域管理局で策定した地下水の新しいモニタリング計画の改善について提案する。

東エーゲ海流域区における予備的な対策プログラムは次のとおりである。

- EABD では主要鉱物質が濃縮されている。環境の安全性に危険のある古い選鉱くずが存在しており、これに関するデータベースおよび GIS マップの作成が必要である。EABD では廃鉱のインベントリーと改善を図るクリーンアップ・プログラムが特に必要である。適正なクリーンアップ・プログラムが水質を改善し、公共の安全を向上させることにつながる。
- ポイブレイン村の飲料水の砒素の問題はまだ解決していない。この村は、鉱山地域の下流に位置しており、古い選鉱くずによる汚染の可能性がある。これは緊急課題であり早急な対応が必要である。
- ストラザゴラ地域の窒素分の含有を減らすには、農法の改善が必要である。
- ヤンボル・エルホヴォ地域は地下水の地域モデルを計画する必要がある。

西エーゲ海流域区における予備的な対策プログラムは次のとおりである。

- ブラゴエフグラード地下水盆（リスクあり）は水量のモニタリングに特別な注意を払う必要がある。この地下水の賦存量を再評価するには地下水調査およびモデリングの計画が必要である。
- ストゥルーマ川上流地域については、鉍物質の影響を受けている山間部の地下水の評価を行う必要がある。
- 冬季リゾートのバンスコ地域では地下水の汲み上げについては注意深く規制する必要がある。

提案されている東エーゲ海流域区および西エーゲ海流域区の地下水モニタリング計画によると、流域管理局と国立気象・水文研究所（NIMH）、上下水道会社（WSS）との連携のもと、全国480箇所で開催4回～12回のモニタリングをするものとなっている。NIMHおよびWSSとの可能な協力は法的根拠がないこと、ブラゴエフグラードおよびソフィアのラボはスタッフが不足しており、増加する業務に対応するには人材が不足していることに留意すべきである。

2.5 河川管理計画

河川管理計画のための対策は下記のとおりとする。

- 河道および周辺の氾濫原の不安定化を防ぐため、河川の砂利の採取について、より厳格に規制する。
- 固形廃棄物の投棄や開発行為を含め、河川沿いの違法行為、不適切な行為を規制する。
- 洪水被害防止および砂利採取規制、さらに河川地形的観点からの河川環境改善のための基礎として、「河川維持計画」について調査が必要である。
- 詳細な河川流況、導水、利水、環境流量等を考慮し、新規水資源開発施設の整備あるいは中断している水資源開発施設の建設再開を含めた、水資源開発管理計画について調査が必要である。

2.6 構造物対策の年間投資規模

策定された流域管理計画（案）における、構造物対策の概略の実施計画に基づく年間投資規模は下記のとおりである。下水施設への2,443百万ユーロ下記の投資により、当該地域の現況の河川水質が、クラスII（良好）からIII（中程度）の中間程度までに改善されることになる。上水施設は必要な改善を2027年までに実施完了するとすると、年間239百万ユーロ規模の投資が必要になる。灌漑施設は、2020年までに実施完了とした場合、年間28百万EUR規模の投資が必要である。

項目	投資計画（百万ユーロ）	年間の投資規模（百万ユーロ）
下水施設	2011年－2014年：4年間 2,051	513
	2015年－2018年：4年間 392	98
上水施設	2011年－2027年：17年間 4,057	239
灌漑施設	2011年－2020年：10年間 273	27

2.7 構造物対策の経済評価

提案の構造物対策にかかる経済評価の結果は、下表に示すように何れも経済的に効果が期待出来る値を示している。

(1) 下水施設

地域	NPV(百万レバ)	EIRR	B/C
東エーゲ海流域	108	10.8%	1.06
西エーゲ海流域	208	14.0%	1.35
両地域	316	11.7%	1.14

備考: 割引率10%, 目標年2021年

(2) 上水施設

地域	NPV(百万レバ)	EIRR	B/C
東エーゲ海流域	1,454	17.8%	1.63
西エーゲ海流域	275	15.0%	1.41
両地域	1,729	17.1%	1.58

備考: 割引率10%, 目標年2021年

(3) 灌漑施設

地域	NPV(百万レバ)	EIRR	B/C
東エーゲ海流域	65	14.5%	1.29
西エーゲ海流域	14	15.2%	1.34
両地域	79	14.6%	1.30

備考: 割引率10%, 目標年2021年

3. 事業評価

3.1 技術面の評価

提案した水質改善、水量改善にかかる構造物対策、非構造物対策は、特段の技術的困難を伴うものではなく、ブルガリア国で蓄積された技術をもって対処できるものと評価できる。ブルガリア国内に技術的な蓄積がないものがあつた場合は他のEUメンバー国の支援を得ることができると考える。

流域管理計画策定および管理実施のツールとして開発されたGISデータベースおよび統合解析モデルは、最先端の技術に基づいており、技術的に高い精度で水量、水質のシミュレーションが可能となり、技術的な根拠をもって水管理ができる状態になった。ブルガリア国の流域管理が高い水準の技術ツールに支えられることになったことは高く評価できる。

3.2 経済面の評価

既述のとおり、水質および水量改善のために提案した構造物対策は十分な経済的妥当性を有するレベルのものであると判断された。これは、これまでに進行した水質の悪化、水量における無駄が、ブルガリア国の国家経済に大きな負の影響を与えていたことを意味する。

3.3 財務評価

流域管理にかかる支出は、政府支出項目の「住宅・公共施設・空間・環境保護」に含まれるものと考えられるが、その項目の支出額および全体支出に対する比率は、2004年で586百万レバ、3.9%、2005年で726百万レバ、4.4%である。政府全体で、2004年で655百万レバ、

2005年で1,334百万レバの歳入歳出剰余額があったことから、流域管理にかかる「住宅・公共施設・空間・環境保護」予算の増額は可能であると考えられる。

現在の水道料金は上下水道会社からの申請をもとに国で決定されているが、基本的に水供給にかかる費用をもとに算出したものではなく、利用者（住民）の福祉を前提に算定されているものである。世銀等の国際金融機関の提案はサービスコストの回収を前提にした料金設定である。ブルガリア国水法も利用者負担の原則を導入するとしており、この意味からも水道料金の見直しが必要である。ただし、利用者の支払い可能額も考慮する必要はある。

灌漑会社の財政状況は、年間利益の総資産に対する比率で見ると0.04%（2005年）と極めて低い数字である。水量管理で実現される水量ロスの解消による灌漑開発が進み、また、上水改善が進めば、年間利益の増大が見込まれ、経営が改善されることが期待される。

3.4 社会および環境面の評価

流域管理計画（案）自体（提案されている対策の実施）は、「良好な水環境」を実現することを目的としており、対象流域の表流水および地下水の水質改善、水質改善に伴う衛生環境の改善ならびに動植物・生態系の保全、高い給水ロスの改善等の社会インフラサービスの向上、効率的な水利用の促進に伴う社会経済の発展、適正な河川管理の実施に伴う生活環境の保全等を初めとして、多大な好ましい環境および社会影響をもたらすと考えられる。

この一方で、流域管理計画（案）で提案した構造物対策（下水処理場の整備等）の施設が建設される際には、軽微な負の環境影響（下水処理場の建設に伴う一時的な水質汚濁、騒音、粉塵等）を引き起こす可能性がある。また、効率的な水利用の供給計画または洪水被害予防の対策の実行方法によっては、遠隔地に散らばって居住する多くの貧困層や少数民族が、これらの便益を受けられずに社会経済格差が拡大する可能性等もある。

したがって、これらの負の影響に対する未然防止策または軽減策と環境モニタリングまたは事業実施の際の環境社会配慮活動を、今後ファイナライズされる流域管理計画の活動のひとつとして検討する必要がある。

4. 対策計画の実施体制

4.1 課題の総括

対策計画の実施にかかる組織・制度上の課題を総括すると下記のとおりである。

流域管理局は流域管理業務として、流域レベルの各種許認可および、これら行為の監視・監督、保護地域の保全、洪水時の緊急対応が求められている。しかしながら、水に関する責任・権限の分散が流域管理の実施を複雑、困難なものとしている。

河川管理は、地域的には自治体の管理区間、河川施設の管理は施設の所有者によって異なる。流域には多数の管理者が存在し、アドホックな対応をしている状況である。

環境・水省および流域管理局は、水法により、EU-WFD対応の流域管理計画策定および定期的な見直し義務（6年毎）を有する。今後、EU-WFD対応のモニタリング計画への対応もあり、自前の多数の観測施設の設置、観測の実施が必要となる。しかし、流域管理局の現状は河川流域の管理組織として必要な責任を果たすには、事務所、組織の維持に必要な予算が不足しており、人材の確保も困難な状況である。

洪水については、2006年にMSPDAが設立され、緊急対応の体制は出来ているが、洪水防御に対する体制は未整備である。洪水防御については、流域管理の一環として環境・水省水局および流域管理局による対応が必要である。河川地形・河川施設の管理、開発行為およ

び違法行為の規制についても、流域管理の一環として追加されることになるが、流域管理の基礎となる技術的な準備が不足している。

EU-WFDの要求もあり、住民参加による流域の管理の実施が進められている状況であるが、今後もこれを継続する必要がある。

4.2 実施体制の整備

上記の組織・制度上の課題を解決するためには下記を実施する必要がある。下記の法令改正、所掌事項の改変、組織・制度改革は詳細な検討が必要であり、所掌事項の改変により必要な組織人員が決められる等、相互に複雑に関係している。従い、本調査では方向性を示すにとどめているが、今後、流域管理計画の最終案を作成する作業にあわせ、ブルガリア国自身でこれらを検討していくことが求められている。

- 流域管理を組織的に進めることを目的に、流域管理局の責任を明確にし、そのために必要な権限の強化を行う。河川管理については、特に義務、権限が分散しているため、河川の一元管理に留意した所掌の見直しを実行する。
- ブルガリア国における流域管理を EU-WFD の要求に応じて実施していくためには、中央レベル（環境・水省水局）および流域レベル（4 流域管理局）の両レベルにおける強化が不可欠である。それぞれの組織での責任を明確にし、権限を強化するためには、人材の確保（最低現状の二倍）、職員の能力向上、機材の整備、これらに伴う予算の確保は必須事項となる。今後ブルガリア政府はこの組織強化および関連機関との良い協力関係確立について検討が必要である。
- 流域管理の実施には、流域内の多くのステークホルダーの意識の向上を図った上で協力体制の構築が不可欠である。モニタリングへのステークホルダーの取り込みも考慮する。

5. 結論と勧告

5.1 結論

この調査では、流域管理計画（案）の作成について環境・水省を支援した。調査を通じて得られた主要な具体的成果としては下記があげられる。

- 水量、水質を中心に流域管理にかかる流域の現状を調査し、評価した結果、ブルガリア国の現在の水の状況と EU-WFD の定める「良い水の状況」との間には大きなギャップがあることが明らかとなった。
- EU-WFD で要求されている GIS データベースにつき、コア部分については全国を対象に、ローカル部分および WFD 部分については東西エーゲ海流域およびダニューブ河流域と黒海流域のパイロット河川流域を対象に、ローカル部分については東西エーゲ海流域を対象に構築した。その結果、流域管理局は正確な GIS データベースに基づく流域管理の実施が可能となった。
- 統合流域解析モデルとして、水量および水質それぞれにつき、詳細モデル（MIKE11 を使用）、簡易モデル（MS-Excel を使用）を開発した。これらモデルを用いることで、技術的に高い精度で水量、水質のシミュレーションが可能となった。
- これらを活用し、「良い水の状況」を達成するための水量改善、水質改善を中心とした対策プログラムを提案した。
- 提案の流域管理計画は EU-WFD およびブルガリア水法に基づく基本的な計画であり、EU-WFD の要求事項に沿ったものではない。

策定された流域管理計画（案）の対策プログラムによると、東西エーゲ海流域区の水質につき、現況のクラスⅢ（中程度）からクラスⅤ（悪い）の水質を、クラスⅡ（良好）からクラスⅢ（中程度）の中間程度までに改善するためには、新規下水処理場の建設、既設下水処理場の改修、下水道網の改修からなる構造物対策の実施が必要であり、これには24億ユーロ規模の投資が必要である。東西エーゲ海流域区の水質については、現況の上水施設、灌漑施設における漏水を削減するため、上水施設改善に40億ユーロ規模、灌漑施設の改善に270百万ユーロ規模の投資が必要である。経済分析の結果、これらの投資は経済的に妥当であると判断された。

構造物対策でカバーされない改善を実現し、また、提案している構造物対策を円滑に実施し、その実施による効果をより確実なものとするため、規制の強化、モニタリングの強化等、提案している非構造物対策の実施が不可欠である。

5.2 勧告

ブルガリア国政府が、流域管理計画の実施にかかる下記の提案について速やかな対応を取るように勧告する。

- EU-WFDの目標を達成するためには、ブルガリア国政府は流域管理計画を完成させ、2010年中に流域管理計画を開始しなければならない。本調査の成果を活用、参照し、東西エーゲ海流域管理局が流域管理計画を策定し、他の二流域管理局の流域管理計画と共に、ブルガリア国政府が、国の流域管理計画を策定することを勧告する。
- 水質改善・管理、水量改善・管理および河川管理のために提案された構造物対策および非構造物対策は、ブルガリア国の「良い水の状態」を達成するための基礎的な対策であり、それぞれの事業実施体、自治体等がばらばらに実施するのではなく、国の全体計画の一環として実施されることを勧告する。
- 流域管理計画の実施のため、また EU-WFD の要求事項の達成のためにも、環境・水省水局（中央レベル）および4流域管理局（流域レベル）の強化を勧告する。強化の内容は今後ブルガリア国で検討する必要があるが、最低2倍の人員体制、職員的能力向上、機材の整備、これらに伴う予算の確保が必須である。今後、ブルガリア政府はこの組織強化および、流域の気象・水文の基礎的データを持つ NIHH を含め、関連機関と良い協力関係確立について検討が必要である。
- 流域管理局は流域管理のために下記の基本調査を実施することを勧告する。
 - 洪水被害防止および砂利採取規制、さらに河川地形的観点からの河川環境改善のための基礎として、「河川維持計画調査」を実施する。
 - 有害物質の流出による危険から住民を守るため、有害物質および重金属の流出、閉鎖鉱山の圧力および影響について調査を実施する。
 - 詳細な河川流況、導水、利水、環境流量等を考慮し、新規水資源開発施設の整備あるいは中断している水資源開発施設の建設再開を含めた、水資源開発管理計画の策定を実施する。
- GIS データモデルおよび統合水管理モデル等管理ツールは、流域管理に効果的に活用するために継続的に維持・更新することを勧告する。

調査対象位置図

要 約

目 次

目 次.....	i
表リスト	v
図リスト	v
資料リスト.....	v
略語集.....	vi
単 位.....	viii
1. 概 説.....	1
1.1 調査の目的.....	1
1.2 基本的アプローチ.....	1
1.3 調査スケジュール.....	2
1.4 カウンターパート機関.....	2
1.5 調査の関係者.....	2
2. 地域の特徴.....	3
2.1 自然条件.....	3
2.1.1 地 形.....	3
2.1.2 土地利用.....	3
2.1.3 気 象.....	3
2.1.4 水 文.....	3
2.1.5 全国の水収支.....	4
2.2 社会経済.....	4
2.2.1 行政構造および行政区.....	4
2.2.2 人 口.....	4
2.2.3 国内総生産（GDP）および一人当りGDP.....	4
2.2.4 政府の財政状況.....	4
2.2.5 産業の展望.....	5
2.2.6 収入と家族.....	5

2.3	水 量	5
2.3.1	国全体における水利用の概観	5
2.3.2	水供給	6
2.3.3	灌漑の概観	6
2.3.4	大規模貯水池と他流域への導水	6
2.3.5	現状の水収支	6
2.3.6	水問題に関する質問調査の結果	7
2.4	地下水	7
2.4.1	賦存量の概要	7
2.4.2	地下水量の問題	8
2.4.3	地下水水質の問題	8
2.5	水 質	8
2.5.1	水質の状況	8
2.5.2	既存および将来の下水処理場整備計画	9
2.6	自然環境	10
2.6.1	植物相および動物相	10
2.6.2	保護地域	10
2.6.3	WFDによる保護地域	11
2.7	森林管理	11
2.7.1	森林地域の特徴	11
2.7.2	森林管理の機関	12
2.7.3	森林セクター発展の国家戦略	12
2.8	法令および組織	12
2.8.1	水 法	12
2.8.2	流域管理に係る主な政府組織	12
2.8.3	流域管理に係わる他の政府機関・組織	14
3.	GISデータベースの開発	17
3.1	GISデータベースの目的	17
3.2	データ・モデルの概略の構造	17
3.3	GIS活動	17
3.3.1	GISワーキング・グループの活動	18
3.3.2	GIS技術指導	18

3.4	今後必要な活動.....	18
4.	統合流域解析モデル.....	19
4.1	モデリングの概念.....	19
4.1.1	概要.....	19
4.1.2	簡易モデルとMIKE11 モデル.....	19
4.2	MIKE11 水量モデル.....	21
4.2.1	モデルの概要.....	21
4.2.2	水量モデルの入力データ.....	21
4.3	MIKE11 水質モデル.....	22
4.3.1	概要.....	22
4.3.2	水質モデルの入力データ.....	22
4.4	簡易モデル.....	23
4.4.1	水量簡易モデル.....	23
4.4.2	水質簡易モデル.....	23
5.	社会経済フレーム.....	25
5.1	人口.....	25
5.2	経済成長.....	25
6.	流域管理計画の対策プログラム.....	27
6.1	対策プログラムの基本シナリオ.....	27
6.1.1	課題の総括.....	27
6.1.2	対策計画実施完了目標年次.....	27
6.1.3	対策プログラムの基本シナリオ.....	28
6.2	水質改善管理計画.....	28
6.2.1	構造物対策.....	28
6.2.2	非構造物対策.....	31
6.2.3	表流水モニタリング計画の改善.....	32
6.3	水量改善管理計画.....	33
6.3.1	構造物対策.....	33
6.3.2	非構造物対策.....	34
6.4	地下水管理計画.....	34
6.4.1	東エーゲ海流域区における予備的な対策プログラム.....	34

6.4.2	西エーゲ海流域区における予備的な対策プログラム.....	34
6.4.3	地下水モニタリング計画の問題点.....	35
6.5	河川管理計画.....	35
6.6	構造物対策の年間投資規模.....	35
6.7	構造物対策の経済評価.....	36
6.7.1	下水施設.....	36
6.7.2	上水施設.....	36
6.7.3	灌漑施設.....	36
7.	事業評価.....	39
7.1	技術面の評価.....	39
7.2	経済面の評価.....	39
7.3	財務評価.....	39
7.4	社会および環境面の評価.....	40
8.	対策計画の実施体制.....	41
8.1	課題の総括.....	41
8.2	実施体制の整備.....	41
9.	結論と勧告.....	43
9.1	結論.....	43
9.2	勧告.....	43

表リスト

表 1	全国の主要河川の延長、流域面積.....	46
-----	----------------------	----

図リスト

図 1	EABD における現状水バランスの空間分布	49
図 2	WABD における現状水バランスの空間分布	50
図 3	BOD5 の最大値レンジ.....	51
図 4	NH4-N の最大値レンジ.....	52
図 5	生物指標による水質.....	53
図 6	重金属（2005 年における最大値）	54
図 7	既存下水処理場.....	55
図 8	EABD における提案された下水処理の優先都市	56
図 9	WABD における提案された下水処理の優先都市	57
図 10	EABD および WABD における提案された基準ならびに重要モニタリング・ゾーン.....	58
図 11	EABD における提案された灌漑改善施設	59
図 12	WABD における提案された灌漑改善施設	60

資料リスト

資料 1	JICA 調査団
資料 2	MoEW カウンターパートチーム
資料 3	EABD カウンターパートチーム
資料 4	WABD カウンターパートチーム
資料 5	ステアリングコミッティ
資料 6	GIS ワーキンググループ

略語集

ATP	: Affordability of People to Pay
B/C	: Benefit Cost Ratio
BEN	: Balkan Endemic Nephropathy
BI	: Biotic Index
BOD	: Biochemical Oxygen Demand
BSBD	: Black Sea River Basin Directorate
C/P	: Counterpart
COD	: Chemical Oxygen Demand
CPI	: Consumer Price Index
DEM	: Digital Elevation Models
DO	: Dissolved Oxygen
DRBD	: Danube River Basin Directorate
EA	: Environmental Assessment
EABD	: East Aegean Sea River Basin Directorate
EC	: European Commission
EEC	: European Economic Community
EIA	: Environmental Impact Assessment
EIRR	: Economic Internal Rate of Return
EMEPA	: The Enterprise for Management of Environmental Protection Activities (PUDOOS)
EPA	: Environmental Protection Act
ETM	: Enhanced Thematic Mapper
EU	: European Union
EUR	: Euro
EU-WFD	: EU Water Framework Directive
ExEA	: Executive Environment Agency, MoEW
GDB	: GeoDataBase
GDP	: Gross Domestic Products
GFSM	: Government Financial Statistics Manual
GIS	: Geographical Information System
GIS-DB	: Geographical Information System Database
GNP	: Gross National Product
GWB	: Groundwater Body
GWL	: Groundwater Level
HDPE	: High Density Polyethylene
HG	: Hydro-geological
HH	: Household
HMS	: Hydro-metric Station
HPP	: Hydro-electric Power Plant
ICPDR	: International Commission for the Protection of the Danube River
IEE	: Initial Environmental Examination
IS	: Irrigation System Company
ISPA	: Instrument for Structural Policies of EU
IT	: Information Technology
IUCN	: The World Conservation Union
JICA	: Japan International Cooperation Agency
MoAF	: Ministry of Agriculture and Food Supply (former Ministry of Agriculture and Forestry)
MoEE	: Ministry of Economy and Energy
MoEW	: Ministry of Environment and Water
MoH	: Ministry of Health
MoRDPW	: Ministry of Regional Development and Public Work
MoSPDA	: Ministry of State Policy for Disasters and Accidents
MoT	: Ministry of Transport
MPD	: Monitoring Department, EABD

NEK	: Natsionalna Elektricheska Kompania (National Electricity Company)
NGO	: Non-governmental Organization
NH ₄ -N	: Ammonia Nitrogen
NHGN	: National Hydrogeological Networks
NIMH	: National Institute of Meteorology and Hydrology, Bulgaria Academy of Sciences
NO ₃ -N	: Nitrate Nitrogen
NPV	: Net Present Value
NSI	: National Statistical Institute
NVZ	: Nitrate Vulnerable Zones
O/M	: Operation and Maintenance
PET	: Potential Evapo-transpiration
PMD	: Planning and Managing Department, EABD
RBD	: River Basin Directorate
RBMP	: River Basin Management Plan
RIEW	: Regional Inspectorate of Environment and Water
S/W	: Scope of Works
SAF	: State Agency for Forests
SEA	: Strategic Environmental Assessment
SPM	: Suspended Particulate Matter
TDS	: Total Dissolved Solids
TN	: Total nitrogen
ToR	: Terms of Reference
TP	: Total phosphorous
UTM	: Universal Transverse Mercator (UTM) Coordinate System
VAT	: Value Added Tax
WABD	: West Aegean Sea River Basin Directorate
WB	: The World Bank
WCD	: Water Cadastre Department, EABD
WGS	: World Geodetic System
WHO	: World Health Organization
WICU	: Supreme Consulting Council on Water
WQ	: Water Quality
WSS	: Water Supply and Sewerage Company
WTP	: Willingness of People to Pay
WWTP	: Wastewater Treatment Plant

単位

長さ

mm : millimeter (s)
cm : centimeter (s)
m : meter (s)
km : kilometer (s)

面積

mm² : square millimeter (s)
cm² : square centimeter (s)
m² : square meter (s)
km² : square kilometer (s)
ha : hectare (s)
dec : decare (=0.1 ha)

重量

mg : milligram
g, gr : gram (s)
kg : kilogram (s)
ton : ton (s)

時間

s, sec : second (s)
min : minute (s)
h, hr : hour (s)
d, dy : day (s)
y, yr : year (s)

体積

cm³ : cubic centimeter (s)
m³ : cubic meter (s)
l, ltr : liter (s)
mcm : million cubic meter (s)

速度

cm/s : centimeter per second
m/s : meter per second
km/h : kilometer per hour

1. 概説

1.1 調査の目的

この調査は、ブルガリア国政府の要請に基づき、日本政府の技術協力プログラムの実施機関である独立行政法人国際協力機構（JICA）により実施されたものである。調査は、ブルガリア国環境・水省と独立行政法人国際協力機構との間で2005年10月14日に締結されたS/Wに基づき実施された。

調査の目的は下記のとおりである。

- 調査対象流域（東・西エーゲ海流域区）で EU 水枠組指令（EU-WFD）の要求事項に適合した流域管理計画（案）作成について環境・水省を支援する。支援内容は以下を含む。
 - 選定地域を対象流域として流域管理計画（案）を準備する。
 - 全国を対象に、GIS システム、モニタリング計画および水収支を作成する。
- 上記調査を通して、カウンターパートに統合水管理に係る技術移転およびトレーニングを実施する。

ブルガリア国は2000年に制定した「水法」（2006年8月に一部を改正）に基づき、流域管理の実施のために全国を4管理区に分け、下記の4河川流域管理局を設立している。

- ダニューブ川流域管理局（DRBD）
- 黒海流域管理局（BSRD）
- 東エーゲ海流域管理局（EABD）
- 西エーゲ海流域管理局（WABD）

調査は東エーゲ海流域管理局（EABD）および西エーゲ海流域管理局（WABD）を選定地域として流域管理計画（案）を策定し、ダニューブ川流域管理局（DRBD）および黒海流域管理局（BSRD）については選定されたパイロット河川（DRBDはヤントラ川、BSRDはカムチャ川）について流域管理計画に必要なGISデータモデルを作成した。

ブルガリア国は2007年1月にEUメンバー国となった。EUメンバー国はEU-WFDの要求事項「2015年までに全ての水域の良い水環境¹の達成」を実現する処置が必要である。EU-WFDはメンバー諸国に対し、重要処置の実施について下記のマイルストーンを設定している。

- 2008年までに流域管理計画を策定する。
- 2009年までに住民に計画説明をする。
- 2010年までにEUに計画を提出する。
- 2015年までに河川流域の水環境改善を達成する。

1.2 基本的アプローチ

流域管理計画（案）はEU-WFDおよびブルガリア国水法に沿い、統合水管理を基本に策定した。また、同計画（案）は水質管理計画および水量管理計画を中心に取りまとめ、河川管理、モニタリングおよび計画の実施について考察した。さらに、調査を通じ、流域管理計画策定

¹ 「良い水環境」の数値等による明確な定義はEU-WFDでは示されていないが、すべての水域における、生態および水質を中心とし、水量も考慮した総合的な意味での良好な状態としている。

および流域管理実施の意思決定支援ツールとして「GIS-DB」および「統合流域解析モデル」を開発した。

技術移転については、環境・水省および流域管理局のカウンターパートの能力向上を、OJTを基本に図り、その効果を高めるため、技術会議（3回）および技術移転セミナー（3回）を実施し、パブリック・コンサルテーション（東西エーゲ海流域区各3回）の実施について支援した。

1.3 調査スケジュール

調査期間は2006年5月から2008年3月の23ヶ月（当初計画20ヶ月）である。実施した調査は以下の通りである。

- フェーズ I（2006年5月から12月）
 - 「インセプション・レポート」（2006年5月）説明協議後、現地調査に着手し、調査地域の現状を把握するため、GIS-DB および統合流域解析モデルの開発、補足的水質調査および補足的河川横断測量を含む、基礎調査を実施した。調査結果は「インテリム・レポート」（2007年1月）に取りまとめた。
- フェーズ II（2007年1月から2008年3月）
 - 「インテリム・レポート」の説明協議後、東・西エーゲ海流域の流域管理計画（案）の策定調査に着手した。1月の説明協議の結果、環境・水省のGIS全国システム構築を目指すこととなり、この目的のもと、GISワーキング・グループを設置し、全国ベースのGISデータモデルの構築と情報システムのTORを作成した。また、要請によりダニューブ川流域管理局および黒海流域管理局のGIS-DB作成作業が加わり、調査期間が3ヶ月延長された。2007年9月には流域管理計画の構造物対策（案）にかかる説明を実施、11月からダニューブ川流域管理局および黒海流域管理局についてパイロット河川に選定されたヤントラ川（DRBD）およびカムチャ川（BSBD）の流域管理計画に必要なGISデータモデルを作成した。調査結果は「ドラフト・ファイナル・レポート」（2008年1月）に取りまとめた。「ファイナルレポート」は、2008年1月のドラフトファイナル・レポートの説明協議およびブルガリア国政府のコメントを反映させ取りまとめた。

1.4 カウンターパート機関

調査実施機関は環境・水省および東・西エーゲ海流域管理局である。調査のカウンターパートは環境・水省、東・西エーゲ海流域管理局より選定され、GISワーキング・グループのメンバーは環境・水省、環境執行局、4流域管理局から選定された。環境・水省は調査のために関係機関（経済エネルギー省、地域開発公共事業省、農業森林省を含む）の代表者をメンバーとするステアリング・コミッティーを編成した。

1.5 調査の関係者

調査の関係機関は次の通りである。

- JICA 調査団および環境・水省、東・西流域管理局カウンターパートチーム
- GIS ワーキング・グループ
- ステアリング・コミッティー

各組織のメンバーは資料1から6に示すとおりである。

2. 地域の特徴

2.1 自然条件

2.1.1 地形

ブルガリア国の国土面積は約111,000km²、国の地形は概略、北部のダニューブ台地、中央のバルカン山群、南部のトラキア平原、南西部のロドピー、リラ、ピリン山群に分かれる。国の平均標高は480mで、最高峰はリラ山群のムサラ山（2,925m）である。国土の約31%は標高200m以下で、標高800m以上の地域は約20%である。ブルガリアにおいては標高が高い地域は降水量が比較的多いことから水資源の上では重要な地域にあたる。東・西エーゲ海流域の水源地域にあたる山岳地帯は水資源保全上重要な地域に該当する。東・西エーゲ海流域区の面積および平均標高は、それぞれ35,230km²と533m、11,966km²と1,008mである。

2.1.2 土地利用

2000年のCorine Land Coverによる「土地被覆データ」によると、果樹林を含む農業地域は国全体の49.7%、森林は31.5%、灌木・草地は10.5%を占めている。

東エーゲ海流域管理局の主要河川流域、トゥンザ川流域およびマリツァ川流域の土地利用は農業地域が支配的で、それぞれ50.6%、46.4%を占めている。アルダ川およびビアラ川流域は森林が占める割合が、それぞれ51.5%、56.7%と高い値を示している。

西エーゲ海流域区は山地・丘陵が多い地形を反映して、農業地域の割合は26.8%と低い値を示し、森林地域は45.9%を占めている。

2.1.3 気象

ブルガリア低地の大部分は、年降水量500-700mmである。山岳地帯は年降水量が多く、場所により900mm以上となる。WORLDCLIMデータベースの月平均温度を基にThornthwaite法により算出した年可能蒸発散量（PET: Potential Evapo-transpiration）は、山岳地域で600mmより低い値、低地域では700mm以上の値を示している。

年間の水収支として、年降水量と年可能蒸発散量を比較すると、山岳地域では降水量が年可能蒸発散量を上回っているが、国土の大半の地域では年可能蒸発散量が年降水量を越えている。これは、山岳地帯が水資源の上では重要な役割を持っていることを示している。山岳地帯は降雨と同時に降雪が年降水量に貢献している。積雪と融雪はブルガリアの水資源を検討する上で重要な構成要素である。

近年の年間降雨量の変動は大きい。2000年の年降水量は400mmと極端に少なかったが、2005年は900mmを超えていた。

2.1.4 水文

全国の主要河川の延長、流域面積のまとめを表1に示す。ブルガリア国で河川延長が最も長い河川はイスカール川でその延長は338km、流域面積が最も大きい河川はマリツァ川でその面積は21,292km²である。

水文年は11月から翌年の10月とされている。2000-2005年の平均の降水量に対する損失（主に蒸発散）割合は長期のそれに類似しているが、単年の水収支にはバラツキが見られる。こ

これは、前の水文年の降水量が影響しているものとみられる。当然のことながら、前の水文年の降水量が少ない場合、当該年の流出は減少する傾向にある。

2000-2005水文年の東・西エーゲ海流域区の主要河川の代表水文観測所流域の年単位流出および流出率を見ると、流出率で、トゥンザ川: 0.08-0.41、マリツァ川: 0.17-0.46、アルダ/ビアラ川: 0.30-0.60、ストゥルーマ川: 0.16-0.39、メスタ川: 0.40-0.72と、流域により大きな幅があることがわかる。

2.1.5 全国の水収支

全国の降水量は、蒸発散を除きダニューブ川と黒海の2方向と隣接国（トルコ、ギリシャ、セルビアおよびルーマニア）に流出する。他国からの流入としては、マケドニアおよびセルビアから西エーゲ海流域管理区のストゥルーマ川流域への流入がある。

長期間の全国の水収支をみると、降水量の70%以上は蒸発散により失われ、流出は隣接国に16%、ダニューブ川および黒海に12%である。他国からの流入は、全国レベルの水収支における影響においては小さいが、地域レベルでは重要である。水収支は人工の流域間導水や取水等による影響を受けている。

2.2 社会経済

2.2.1 行政構造および行政区

ブルガリアの全国土は、行政的に、北西、北央、北東、南東、南央および南西の6州（Region）により構成される。この6州の下部構造として27の郡（District）と首都ソフィアがある。各郡はそれぞれ複数の市町（Municipality）からなり、最下位の行政単位は市町に属する市町村（CityまたはVillage）である。

2.2.2 人口

ブルガリア国の人口は歴史的にみて1985年までは増加の一途をたどってきたが、この年の人口（8,948,649人）を境に減少に転じ、2001年の人口は7,928,901人である。国全体の人口減少傾向はその後も続いている。しかし、人口の増減には場所によるばらつきがあり、南西州の人口は2001年から上昇している。南西州の首都ソフィア、ブラゴエフグラード、南央州のプロブディフは近年人口増加傾向にある。

2.2.3 国内総生産（GDP）および一人当たりGDP

ブルガリア国における国内総生産（GDP）および一人当たりGDPは、2004年の数字でそれぞれ383億レバ、4,919レバ/人である。2001-2004年の伸び率で見ると、国内総生産（GDP）、一人当たりGDPにつき、実勢レートでそれぞれ8.82%、9.44%とかなり高いが、消費者物価指数（CPI）を考慮した場合の実上昇率は4.35%、4.96%とおおむねその半分の値である。

2.2.4 政府の財政状況

ブルガリア国では、政府の財政収支について(1)国連国際通貨基金の提言によるGFSM 2001 Systemによる方法と、(2)通常の内国会計方式との二通りの方法で報告している。政府の財政は(1)中央政府の財政、(2)地方公共団体(州政府等)の財政、(3)社会保障財政の3つのカテゴリーからなっている。国家全体の財政収支は、これら3つのカテゴリーを統合して「一般政府財政」と呼称している。したがって、国全体の費目別財政収支をみるには、通常の内国会計

方式による「一般政府財政」により、国際収支を把握するためにはGFSM 2001 Systemによる財政収支報告による必要がある。

2000年に168百万レバ、2002年に253百万レバの欠損を出してはいるものの、1998年以降、おおむね健全財政を維持してきたといえる。しかしながら、国際収支の観点からみると、「現金外財務資本の純取得額」においては1998年以降現時点まで欠損を出し続けている。

政府歳入は(1)税収、(2)税収外歳入、及び(3)グラントからなるが、このうち、税収が約80%と最も高い割合を占めている。

2.2.5 産業の展望

産業生産の約80%は民間セクターからである。2004年の事業生産は2001年の21,360百万レバから29,866百万レバに増加した。特に2003年から2004年では前年の約21%と高い伸び率を示している。主な2004年の生産活動割合は食品加工、飲料およびタバコ(18%)、繊維生産(8%)、化学および化学生産(5%)、生産業ではないが、電力、ガス、給水が(16%)を占めている。

2.2.6 収入と家族

平均家族規模は、2000年の2.77人/家族から2004年の2.58人/家族と年々減少している。家族の老年依存率(男性63歳以上、女性58歳以上の人数が家族構成員数に占める割合)は、2000年の21.41%が2004年には22.15%に増加している。

2004年の家族当たりの平均年収および個人所得はそれぞれ6,356レバ、2,466レバである。給料収入の割合が最も高く40%を占め、年金が第2位で約22%を占めている。2004年の家族および個人の総支出はそれぞれ5,332レバおよび2,068レバである。

2.3 水 量

2.3.1 国全体における水利用の概観

統計局発行の公報(2000-2005)によれば、平均年間降水量の約5%、人間活動の影響を受けた状態でのブルガリア国全土からの平均年間流出量の約15%に相当する2,700百万 m^3 /年が陸域から取水されている。そのうち、2,200百万 m^3 /年が表流水であり、その約90%が貯水池を通しての取水である。地下水取水量は約500百万 m^3 /年である。水供給システムは次の2つのカテゴリーに分けられる。

- 公共水供給システム
- その他(自己供給システムを含む)

公共水供給システムにおいては、地下水からの取水が大きく貢献しており、公共水供給システムで供給される水のほとんどは生活用水として使用されている。送水に伴うロスが60%以上と推定されている。

自己供給システムを含むその他のシステムによって供給される水は、表流水、特に貯水池に頼っている。取水量の80%は貯水池に依存している。この水は、主として、工業用水および農業用水として使用されており、工業用水の使用が農業用水の約4倍となっている。自己供給システムにおいてもロスは大きく、全取水量の約40%が使用されずに消失している状況である。

水力発電用に使用された水のうち約1,500百万 m^3 /年が他の目的用（灌漑：54%、生活用水：12%、工業用水：34%）に送水されている。しかし送水量の一部は、使用されずに消失している。これら、水利用上のロスが非常に高い値であることから、効率的な水利用のためには「水の管理」は重要な課題である。

2.3.2 水供給

ブルガリア国には51の上下水道会社（WSS）があり、その内訳は、国有会社が13、国・自治体所有会社が16、自治体所有会社が22である。既存の給水システムは上下水道会社により運営されている。既存の給水網は送水ロスが50-60%以上あり、重大な問題となっている。維持管理の不足と老朽化した管網（石綿セメント管：74%、鋼管：15%）が原因であり、敷設替えが必要な状況である。

2.3.3 灌漑の概観

灌漑は大きな水利用セクターである。1980年代には、国土の約10%に相当する約1,000,000ha以上が灌漑され、約3,500百万 m^3 /年の水が使用されていた。1990年代の体制の変更に伴い、旧体制の灌漑システムは崩壊し、その後まだ回復していない。現在の灌漑可能面積は約500,000haであるが、そのうち実際に灌漑されているのは、約20,000-30,000haであり、水使用量も100-200百万 m^3 /年と1980年代の数%に過ぎない。水使用量は少ないが、発電からの送水も含め、大量の取水が行われていることが想定される。

現在の灌漑システムは取水施設、分水施設等コントロール施設が不備（損傷、老朽化による機能不全）であり、高い送水ロス（60-70%以上）も推定されている。効率的な水利用を図るには、現状に適合した灌漑施設の整備が必要である。

2.3.4 大規模貯水池と他流域への導水

ブルガリア国には、かなりの数にのぼる貯水池および湖水が存在している。そのうち、水法で大規模貯水池として指定されている貯水池は51である。その51の大規模貯水池の総貯水容量は約6,600百万 m^3 である。この貯水容量は、人間活動の影響を受けた状態でのブルガリア国全土の平均年間流出量の約1/3に相当している。

環境・水省に提出された貯水池の運用記録により2001-2005年の流域間の年平均導水量を推定すると、以下のとおりである。

- トウンザ川流域からマリツァ川流域へ： 約 254 百万 m^3 /年
- ストゥルーマ川流域からマリツァ川流域へ： 約 37 百万 m^3 /年
- メスタ川流域からマリツァ川流域へ： 約 42 百万 m^3 /年
- メスタ川流域からドスパット川流域へ： 約 63 百万 m^3 /年
- ドスパット川流域からマリツァ川流域へ： 約 140 百万 m^3 /年

2.3.5 現状の水収支

ここでは、現状（2001-2005）の水収支について述べる。今回開発した降雨流出モデル、主要貯水池の運用記録および水利用の許認可データ等を用いて、各河川流域の水収支を推定した。水収支の計算には簡易モデルを用いた。

東・西エーゲ海流域の、流域間導水を含む、水収支の空間分布は図1および図2に示すとおりである。各流域の下流端（国境）における2001-2005年平均水収支を概観すると下記が特徴

的と言える。人為的影響による河川における水量の減少は、EABDのトゥンザ川、WABDのドスパット川で顕著である。河川からの取水量の潜在水量に対する比率で見ると、マリツァ川、トゥンザ川、ストゥルーマ川といった比較的流域面積の大きい河川で河川水の利用率が高く、中小河川では小さい傾向がみられる。

2.3.6 水問題に関する質問調査の結果

自治体の上水・下水にかかる問題意識を確認することを目的に、質問調査を実施した。訪問した自治体は、東エーゲ海流域区で合計17、西エーゲ海流域区で合計9である。確認した主な問題は以下のとおりである。

(1) 飲料水に関する問題

- 最も緊急な問題は、給水システムの老朽化、石綿セメント管および鋼管の高い送水ロス、低い水圧、高い頻度の事故である。
- 一般に給水量は十分だが、質問した自治体の 1/5 の自治体では水源の不足を回答している。西エーゲ海流域区の自治体の大半は、水源の不足を回答している。これは、西エーゲ海流域区では、上水の水源を地下水より表流水に依存する率が高いことによるものと思われる。
- 東エーゲ海流域では、マンガンの含有を問題として指摘した例があった。
- 浄水場が充分にないとの指摘があった。

(2) 下水に関する問題

- 緊急な問題としては、多くの自治体で下水処理施設を有していないこと、また、下水道普及地域の不足である。
- 河川への無処理の工場廃水の排出、無処理の家畜飼育場の汚水の排出の問題も指摘されている。
- 下水管網の老朽化についても重要課題と回答している。

(3) 洪水に関する問題

- 多くの自治体が 2005 年および 2006 年の洪水被害について回答している。洪水被害は家屋、市街および集落、道路および橋梁、鉄道、給水施設、下水施設、農地および堤防等の施設に対するものと回答している。
- 予報および緊急対応の不足を回答している。

(4) 水質汚染事故

- 自治体の 40-50%が過去に事故による汚染の経験を回答しているが、その内容については明らかでない。

2.4 地下水

2.4.1 賦存量の概要

最も高い地下水流の率（10-20 l/s/km²以上）は山岳地域の石灰岩カルストに関係している。高い浸透性の層序と降水量とが豊富な地下水涵養の好条件となっている。ロドピー及びピリンの大理石群が最も顕著な例である。

賦存量で見ると、大きな地下水資源は一般に河川沿いの帯水層であり、特にくぼ地に堆積した粗い沖積土の帯水層であり、ダニューブ川沿いの低地の帯水層が代表例である。これら浅層地下水の一般的な地下水流の率は $5-7\text{l/s/km}^2$ である。

低い地下水涵養と低い透水性の層の組み合わせは低い賦存量となるが、この場合地下水流の率は 0.5l/s/km^2 以下であり、国の南部で多く見られる。

2.4.2 地下水量の問題

地下水にかかる問題は、地下水の過剰汲み上げと基底流出の減少である。河川沿いの地下水環境は流域の上流からの水の涵養に依存している。春季に中流・下流地域の広範囲の地域で、氾濫が地下水を涵養している。このプロセスが継続的に地下水を涵養する。トゥンザ川の取水は河川沿いの帯水層への涵養量を減少する結果になっている。

2.4.3 地下水水質の問題

浅層地下水における問題が顕著である。地下水水質の問題地域としては下記の地域があげられている。

- ブルガリア北東部サルマティアン石灰岩層：窒素分
- プロヴディフ - パザルジック、ハスコヴォおよびソフィア地域の地下水：窒素分、重金属、鉄およびマンガン
- ストラ・ザゴラ、ヤンボル、ブルガス南部地域：窒素分
- ラズグラッド：窒素分

さらに、洪水氾濫地域は汚染の危険がある。氾濫水は低地の浅い地下水に浸透する。氾濫地域の汚濁が洪水と共に地下に浸透し、地下水を汚染する。例として、鉱山により汚染されたトポルニツァ・ダムがある。洪水はプロヴディフ-パザルジック地域に人為的な影響を与えている。2005年8月の前回の洪水は、ブルガリア各地の多くの低地に影響を与えている。地下水に地表の汚染物質が浸透しているといわれている。

2.5 水質

2.5.1 水質の状況

(1) 物理化学指標による水質

ブルガリア国で実施されている物理化学指標に関するモニタリング網には509箇所および数箇所の追加地点がある。これらの地点で、24から43項目について一年間に異なる頻度（年間4、6、12回）で観測が実施されている

2005年に環境・水省は物理化学指標での表流水の類型分けの基準を提案している。これは、EU-WFDおよびICPDRの類型分けも参考にしている。この提案はまだ公式には承認されていないが、一般的に類型分けを行う上では妥当とみられる。この類型分けはBOD₅およびDOについては、日本の河川の環境基準における「生活環境の保全に関する環境基準」に近似している。

この基準に基づくと、国の河川の水質は、流量が低下する夏季のBOD₅、COD、NH₄-NおよびNO₃-Nで高い値を示しており、全国的にクラスIII（中程度）からクラスV（悪い）で、このうちの5割以上の観測所がクラスIV（不適）からクラスV（悪い）となっている（図3およ

び図4を参照)。広範囲にわたる有機物汚染の主な原因は都市地域からの未処理の下水、不十分な処理の工場廃水の排出、農地からの汚濁物質の流出と考えられている。

(2) 生物指標による水質

ExEAの表流水に関する生物モニタリング網は全国で2000箇所のサンプリング地点により構成されている。生物モニタリングでは底生動物（無脊椎動物）が観察されている。観測データに基づき、Biotic Index (BI) (Irish Methodによる計算)により水質区分を実施した。

主にExEAの2004年のデータを基に、2000-2005年のデータを参考に、全国ベースの生物指標による水質区分マップを作成した（図5参照）。

生物指標による水質クラスは、クラスIII（中程度）からクラスV（悪い）である。クラスIV（不適）からクラスV（悪い）の水質は不十分な処理の下水および工場廃水の排出ならびに栄養塩類（窒素、リン）の河川への流入によるものと見られる。

(3) 補足的な水質調査

本調査の中で東エーゲ海流域区および西エーゲ海流域区において、2006年9月中旬から11月の間で補足的な水質調査を実施した。サンプリング地点はEABDで24地点、WABDで12地点、合計36地点、サンプリング回数は各サンプル地点で1回とした。調査結果によると有機物指標ではクラスIII（中程度）より悪く、多くの地点で栄養塩類（総窒素、総リン）の高い値の存在が認められている。都市・集落、工場および家畜牧場からの汚水が原因と見られる。

(4) 特殊指標による水質（重金属）

全国レベルの特殊指標につき、砒素（As）、鉛（Pb）、亜鉛（Zn）、カドミウム（Cd）、銅（Cu）等の重金属について、ExEAのデータ（2000年-2005年）を基に検討した。最近（2005年）の最高値を基にクラス分けをした結果を図6に示す。

最近6年間に、これら重金属について高い値を記録している主な河川は、オゴスタ川、イスカール川、オッサム川、ヤントラ川、ルセンスキ・ロム川、カムチャ川、マリツァ川、トゥンザ川、アルダ川、ストゥルーマ川およびメスタ川である。データの精度について問題はあつたものの、結果は、河川水が重金属で汚染されている可能性を示している。

重金属汚染は、操業中の鉱山および閉鎖鉱山からの廃水、精錬工場の廃水および排煙が原因である可能性が考えられている。トポルニツァ川（マリツァ川の左支川）、アルダ川、トゥンザ川中流部については鉱山と重金属汚染の関係は想定はされるものの、明らかではない。重金属による汚染は、水質汚染と同時に、灌漑地区の土壌汚染および住民の健康の問題であり、基本的な調査の実施が必要である。

2.5.2 既存および将来の下水処理場整備計画

(1) 既存の下水処理場

自治体の既存下水処理場は73箇所あり、建設中のものが25箇所である。図7にこれらの位置を示す。東エーゲ海流域区および西エーゲ海流域区の、既存の下水処理場の問題は以下のとおりである。

- 多くの下水処理場は1970年代および1980年代に建設され、その後、十分に機器の更新がされていない。施設は古く、運転できない施設も存在する。

- 下水処理場に流入する BOD₅ 濃度が一般に 40–60 mg/l と非常に低い。これは、下水が下水管から地中へ漏れ、周辺の水が流入していることによるものと思われる。
- 下水処理場で、処理場が処理対象としていない、工場からの油類、重金属の流入が認められ、重金属が含有する汚泥の処理の問題が発生しているといわれている。
- 有害物質を含まない汚泥の場合でも、農業への活用はされていない。

(2) 下水処理場整備国家計画

ブルガリアは、EU-WFDの要求を考慮した、新しい下水処理場建設の国家計画を有する。計画の名称は「Implementation Program for Directive 91/271/EC concerning Urban Wastewater Treatment」(2005)であり、計画は2015年までに相当人口 (Population Equivalent: PE) 2,000人以上の都市について下水処理場を新設することを目指している。2015年までに下水処理場を建設する相当人口2,000人以上の都市の総数は430都市である。この計画によると、2015年までに、下水処理場を新設しなければならない都市・集落は364箇所になる。

上記計画の他に「National Program for Priority Construction of Urban Wastewater Treatments Plants for Populated Areas with over 10,000 Equivalent Inhabitants in the Republic of Bulgaria」(1999)もある。この計画は相当人口10,000人以上の都市について36箇所の新しい下水処理場を建設するものである。2007年までの下水処理場の新設は15箇所である。

2.6 自然環境

2.6.1 植物相および動物相

ブルガリアの植物相を概観すると次のとおりである。バルカン山脈地域では、低緯度では広葉樹、高緯度は針葉樹に覆われている。トラキア平原地域では、北部および地中海植生の中緯度地域の森林が混合しており、多様な植物相が見られる。しかしながら、東エーゲ海流域地域を含むダニューブ川流域を中心としたブルガリア全域の多くの樹木が耕作地への転換のために、伐採されてきた。

ブルガリアの動物相も多様であるが、その一方で、熊、キツネ、リス、ヘラジカ、ヤマネコ、ゲッ歯類等の多くの種が貴重種としてブルガリアのレッドデータブックに登録されている。水生生物では、黒海の魚類と淡水の魚類も含めて合計24種がブルガリアのレッドデータブックに貴重種、絶滅の危機に瀕している種、絶滅種として登録されている。なお、東エーゲ海流域区ならびに西エーゲ海流域区には沿岸域は含まれてなく、ブルガリアでは東部にのみ、砂浜の沿岸が多くを占める黒海沿岸域がある。

2.6.2 保護地域

上記のとおり、ブルガリアは変化に富んだ生態系を有し、生物多様性に恵まれている地域にあるといえる。下表は2003年にブルガリアおよびヨーロッパで提案された保護地域を示す。

保護地域

保護地域の 카테고리	ブルガリア	ヨーロッパ全体
自然保護、野生保護、自然公園 (IUCN Category I and II)	75	34,628
自然モニュメント、特別管理地域、陸景観・海景観保護 (IUCN Category III, IV and V)	518	95,234
持続的利用管理地域および分類地域 (IUCN Category VI and “other”)	523	50,859
総保護地域 (IUCN all categories)	1,117	180,721
保護地域の全体面積に対する比率	10.1%	8.4%
湿地および国際重要地域（ラムサール地域）2002	地点数: 5 総面積: 3	地点数: 699 総面積: 19,248

注：単位は、地点数、比率を除き1,000ha

出展：“Country Profile of Bulgaria – Biodiversity and Protected Areas, 2003, Earth Trends”

調査地域内には、3ヶ所の国立公園（セントラル（ツェリトゥラレム）バルカン国立公園、ピリン国立公園、リラ国立公園）および4ヶ所の自然公園（シニテ・カマニ自然公園、ヴェイストーサ自然公園、リラ・モネストリー自然公園、バルガルカ自然公園）がある。

ブルガリアにおける保護地域の主たる責任機関は環境・水省である。全ての「国立公園」は管理機関があり環境・水省（公園局）に所属している。その一方でブルガリアの「自然公園」の管理は森林庁（SAF）の責任である。

国立公園は、保護地域法により、おのおの管理計画を持ち、10年毎に改定する。国立公園管理計画の内容は、天然資源の管理、安全管理、生態のモニタリング、旅行者のルート、道路他のサービスの維持、公共意識の向上、教育ツールおよび地方機関との活動である。

東・西エーゲ海流域内国立公園の位置は、それぞれ次のとおりである。

- 東エーゲ海流域管理区では、セントラル（ツェリトゥラレム）バルカン国立公園の南部がトゥンザ川の上流、リラ国立公園はマリツァ川上流に位置している。
- 西エーゲ海流域管理区では、ピリン国立公園全域およびリラ国立公園の西部がストゥルーマ川およびメスタ川流域に属している。

2.6.3 WFDによる保護地域

EU-WFDによると公布4年以内に保護地域の指定を完了することとなっているが、現在、東・西エーゲ海流域管理区は共に、EU-WFDによる保護地域の指定は完了していない。

2.7 森林管理

2.7.1 森林地域の特徴

ブルガリアの森林面積は約4,100,000ha（国土の3分の1以上）である。そのうちの3,600,000ha以上は植林されたものである。これは、過去50年間にわたり、森林地域の増加と自然災害防止とを目的に進められてきた植林事業の結果である。森林は水資源および土壌保全、ならびに洪水、地すべり等自然災害の予防に貢献していると認識されている。

2.7.2 森林管理の機関

ブルガリアの森林管理の歴史は100年以上あるといわれている。現在、森林に関連する行政上の責任は森林庁にある。森林庁は2007年7月に設立され、森林政策の策定・実施の責任を有する。

2.7.3 森林セクター発展の国家戦略

2007-2011の森林セクター発展の戦略計画は、「森林セクターの持続的発展の国家戦略(2006-2015)」の実施を図るものである。戦略計画は以下の戦略目的を持っている。

- 森林セクターの競争力の改善と森林の生産物およびサービスの安定的な利用の増加による、森林セクターの経済的な強化
- 健康的な森林生態系の管理、生態系の機能による長期的な炭素の貯留と同時に生物多様性の保全
- 森林における社会・文化の保護と改善による生活の質の改善
- 森林保全のための意識、共同および横断的な協力の改善

戦略計画の実施は、森林庁をとおして農業食料省の責任である。森林管理は、森林地域が各河川の上流域に位置することから流域管理計画とは密接な関係があり、流域管理局は上流部の森林地域の管理について、森林庁との協調が重要である。

2.8 法令および組織

2.8.1 水 法

ブルガリアでは、水にかかる法令の大半は1999年に公布された水法に含まれている。水法は、水資源、水利用、水質に関するブルガリアで最初の総合的な法令である。水法はEU-WFDの要求に沿って策定された。同法では、水は国の固有の自然資源として、ブルガリアにおける水の所有権および管理ならびに、水開発システムおよび施設の所有権について規定している。

水法は2006年8月に改定された。第1条は以前の水法と全く同一であるが、目的（第2条）は全体に変更されている。すなわち、旧法の目的は、人々の関心、健康、ブルガリア国の持続的発展のために、水資源の多目的利用、効率的利用・開発、水質の改善、生態系の保全等により、水の均質で均衡のとれた管理をすとしていた。これに対し、新法の目的では、水資源開発の色合いが薄れ、統合管理（Integrated Management）の概念が新たに導入され、社会の関心、人々の健康のために、表流水、地下水、海水（黒海）において適切な水量・水質を提供し、生態系の保全等々を実施し、このためには、流域単位の管理、汚染者負担、利用者負担の原則を導入するとしている。また、新しい水法は、ブルガリア国内の水として、ダニューブ川、レゾフスカ川およびトモール川の水を加えている。

2.8.2 流域管理に係る主な政府組織

流域管理に係る機関としては、重要な3機関とその他多数の機関がある。重要な3機関は閣僚会議、環境・水省、4流域管理局である。これら機関の責任と権限は以下のとおりである。

(1) 閣僚会議（Council of Ministers）

- 排他的国家水域内での鉱物資源の採取利権を付与する。

- 水域の保護と持続的利用に関する国家プログラムを採択する。
- 国家防衛ならびに安全を目的とした水利用を許可する。
- ブルガリア固有の領界に影響する恐れのある予見不可能または異例の水域利用を規制する。

閣僚会議が上記の責任を実行するために、環境・水省が支援する。

(2) 環境・水省 (MoEW)

環境・水省は、政府の環境および水分野の所轄官庁として、環境保護、水を含む自然資源の利用に関する責任を有している。環境・水省の水局は統合および持続的水管理に関する国の政策に責任を有する。

環境・水省は、水法に基づき水管理にかかる下記の主要な権限を有する。

- 水管理に係る国の政策を実施する。
- 閣僚会議承認以前の水セクターに関する管理と開発に対する国家戦略を策定する。
- 流域管理計画を承認する。
- 水域の持続的開発と保護に関する国家プログラムを検討する。
- 水法に基づき行われる取水および水利用に対する許可証を発行する。

(3) 流域管理局

流域管理局は、環境・水省に直接従属する機関の一つである。流域管理局の局長は、水法の155条に基づき、管理区域内において、下記の権限を有する。

- 関連自治体の測量事務所、地図作成事務所等の技術職員の協力を得て、それぞれの公共水域および水域の境界を設定する。
- 流域管理計画を策定する。
- 水法に基づき、管理区域内の許可証を発行する。

(4) 環境執行局 (ExEA)

環境執行局は、環境・水省に直接従属する機関の一つである。水法に基づき、水セクターにおいては下記の責任を有する。

- 国家レベルの水モニタリングを実施する。
- 水域の状況に関する国レベルの地理情報システム (GIS) を維持する。
- 水域の状況に関する年報を作成する。
- 国レベルのモニタリングネットワークに関する地理情報システムを維持する。
- ヨーロッパ環境局 (EEA) に 11 優先データに関する年次報告をする。
- ダニューブ委員会に年次報告をする。
- 黒海委員会に年次報告をする。

(5) 組織間調整室 (Inter Institutional Unit: Supreme Consulting Council on Water: WICU)

下記の重要な任務と、関連機関に対しEU-WFDの実施の調整を図る任務がある。

- ブルガリアにおいて EU-WFD の統合的実施について、調整とコントロールを行う。
- EU-WFD の異なる段階で求められる住民意識の高揚を図る。

(6) 流域委員会 (Basin Councils)

流域委員会は水法に基づき、流域管理局の作業実施活動の評価と意思決定過程において住民参加による支援を目的に、2003年に設立された。構成員は、政府機関、自治体、水利用者、NPO、水に関する研究機関である。

(7) 環境・水監視事務所 (Regional Inspectorate of Environment and Water: RIEW)

環境・水監視事務所は環境・水省の組織として、地域レベルの環境保護政策を実施し、流域管理局の活動を支援する。最新の水法による特別な任務は下記を含む。

- 汚水のモニタリング
- 汚水発生地点の規制
- 水質に関するモニタリングに関するデータベースの維持

(8) 地方自治体

地方自治体の長は、自治体の資産内の水管理の直接の関係者である。自治体の長は、最新の水法第9条により、自治体の資産を構成する水開発システムおよび施設の運営、建設、改善・近代化の活動に係る政策の実施権限を有する。また、各長は、最新の水法191条により、下記の項目を管理する権限を有する。

- 下水道網および自治体の下水処理場の建設、維持・運営
- 自治体の公共施設を構成する上水道および施設の建設、維持、運営
- 自治体領内での自治体独自の地下水取水目的の生産井の建設と登録

2.8.3 流域管理に係わる他の政府機関・組織

下記の政府機関は、流域管理に関連した役割を有する。

(1) 地域開発公共事業省 (MoRDPW)

地域開発公共事業省は流域管理に関して下記の責任を有する。

- 地方での上水および下水施設の建設
- 上水および下水に関する上下水道会社の管理

(2) 保健省 (MoH)

保健省は水質を規制している。(1)飲料 (家庭用ミネラル・ウォーターを含む)、(2)水浴水、流域管理に関する下記について責任を有する。

- 飲料水および水浴に関する水質の規制

- 表流水源および地下水を対象にした飲料水のための定期的なサンプリングおよび分析
- 環境執行局（ExEA）と伴に実施する水質モニタリング

(3) 農業食料省（MoAF）

農業食料省はブルガリアにおける灌漑施設の管理を灌漑システム会社を通して実施している。

(4) 森林庁（State Agency for Forest: SAF）

森林庁は2007年7月に設立された。全国で16の地方事務所が、森林管理と森林地域の保全を実施している。水源地域の森林保全活動は流域管理と密接に関連している。

(5) 経済エネルギー省（MoEE）

経済エネルギー省は、国家電力公社を通して、揚水式水力発電所、通常水力発電所、ダムとの管理に関し流域管理に関係している。

(6) 交通省（MoT）

交通省は輸送の目的で内陸水、領海およびダニューブ川の利用の管理を行っており、流域管理と関係している。

(7) 災害事故国家政策省（Ministry of State Policy for Disasters and Accidents: MoSPDA）

災害事故国家政策省は、2005年の洪水後に大規模な洪水災害を含む、災害予防、緊急対応、管理・復興に関連する機関を統一し設立された。

(8) 国立気象・水文研究所（NIMH）

NIMHはソフィアのセンターと、4地方センターで構成されている。NIMHの主たる活動は気象予報と関係機関に対する水文データの供給である。水文観測とモニタリングは1920年に開始した。

(9) 上下水道会社（WSS）

ブルガリアには51の主要上下水道会社がある。このうち、国の所有会社は13、国および自治体所有の会社は16、自治体所有は22である。主要上下水道会社は1999年にスタートし、上水および下水システム供給と維持管理を実施し、料金徴収を行っている。

(10) NGO

ブルガリアには河川流域管理に関連する地方のNGOが若干ある。ブルガリアの水関連環境問題の住民参加の推進、湿地・鳥類保全に関与している。

3. GISデータベースの開発

3.1 GISデータベースの目的

本調査におけるGISデータベース開発の目的は、流域管理計画に必要な全ての基本データおよび情報を貯蔵するためのGISデータベース（GIS-DB）を開発することにある。GISデータベースは、後述する統合解析モデルと共に、流域管理計画の作成と更新のための効果的なツールである。

開発にあたっては、国際的および国内の基準と法令に基づき、最新のGISの原理と技術を用い、環境・水省および関係機関における流域管理に関連した正確で新しい地理情報の活用に資することを念頭においた。また、GIS-DBの開発は、既存の環境・水省および関係機関のインフラ（ソフトウェア、ハードウェア）を基本にしたが、一部ハードウェア、地理情報を使用するための新しいソフトウェア、技術を導入した。

環境・水省のGIS-DBを使用するための一般的な機能は下記を考慮した。

- 様々なソースからのデジタルおよび非デジタルデータを収集・統合し、標準化・モデル化する。
- 地理情報および他の地理情報レベルの非空間情報を貯蔵する。
- 地理情報および他の非空間情報を表現する。
- 地理情報の分析およびモデル化を実施する。
- 環境・水省組織内の異なる情報データベース間の地理情報の交換を容易にする。
- 外部機関（他省、政府機関、EU委員会）との地理情報の交換を可能にする。

GIS-DBは、環境・水省（水局）、環境執行局および4流域管理局で使用するものとの前提で開発した。

3.2 データモデルの概略の構造

データベースは、次の3つの主要部分を含むものとした。

- GIS-DBのコア部分：4流域管理局に共通な基礎的データを含む、基本データ
- GIS-DSのWFD部分：WFDで要求される特別なデータ
- GIS-DBのローカル部分：流域管理局および環境・水省に必要な水法に基づく特別なデータ

コア部分は基本的データを全て含み、ブルガリア国全体を対象とする。コア部分は「共通の図面」および、50以上の情報レイヤーを含む、国の最新のマップを提供している。データモデルのローカル部分は、流域管理局ごとに作られ、利用され、情報を提供する。データモデルのWFD部分はEUへの報告書に必要な情報を提供する。このデータは、WFDの要求に従い、コア部分およびローカル部分により作られた。

3.3 GISに関する活動

調査においては、GISデータモデルの開発と同時に、以下のGISに関する活動を実施した。

- GIS ワーキンググループの設立
- 環境・水省及び関連機関の統合情報システムのための TOR の作成
- カウンターパートへの技術移転

3.3.1 GISワーキング・グループの活動

GISワーキング・グループは、GISデータモデルの一般的な構造について議論し、見直しを行い、同意を形成することを目的に設立した。調査期間中にGISワーキング・グループ会議は、5回の正式会議、1回の作業部会会議が開催された。GISワーキング・グループは環境・水省、4流域管理局、環境執行局およびJICA調査団のメンバーで構成した。主な話題は以下のとおりである。

- 流域管理局が収集したデータ（データの状態および構造）の見直し
- データモデルのコア部分（説明文書および GIS データベースの構造）にかかる見直しと議論
- WFD 部分（説明文書および GIS データベースの構造）にかかる見直しと議論
- ローカル部分のデータモデルの見直し

3.3.2 GIS技術指導

全てのGISワーキング・グループ・メンバーを対象にしたGIS技術指導と、東西エーゲ海流域区については、それぞれの事務所において、関係部門のGIS関係者を含め技術指導を実施した。技術指導の主な内容は以下の通りである。

- ジオデータベース(GeoDataBase)の主要部の紹介
- データモデルのコア部分の見直しと利用
- データモデルの WFD 部分の見直しと利用
- データモデルのローカル部分の見直しと利用

3.4 今後必要な活動

環境・水省および流域管理局が今後実施すべきGISに関する活動は下記のとおりである。

- 環境・水省は GIS データモデルのコア部分について継続的に維持および拡大を図る。
- 流域管理局は GIS データモデルのローカル部分について継続的に維持、開発、更新を図る。
- 流域管理局は GIS データモデルの WFD 部分について、WFD の要求事項のタイムフレームに沿って、データの更新を図る。
- 環境・水省は、データの維持、今後のデータモデルの開発および GIS に関連する問題を討議するために、GIS ワーキング・グループによる会議の定期的開催を継続する。

4. 統合流域解析モデル

4.1 モデリングの概念

4.1.1 概要

本調査における統合流域解析モデルの開発は、下記を目的とした。

- 現況の評価
 - 一定の仮定の下に、観測の点データを空間的に分配する（地点降雨量に基づく流域降雨量の推定等）。
- 水管理および対策プログラムの長期的戦略等に活用
 - 対策プログラムの効果のチェック
 - 水管理のために長期的戦略に基づく許認可の参考

流域管理局がモデルを直接使用し、彼らの積極的な流域管理を支援することを目的とし、モデルの前提に関する明確な説明をとおり、モデルの透明性を確保することに留意した。

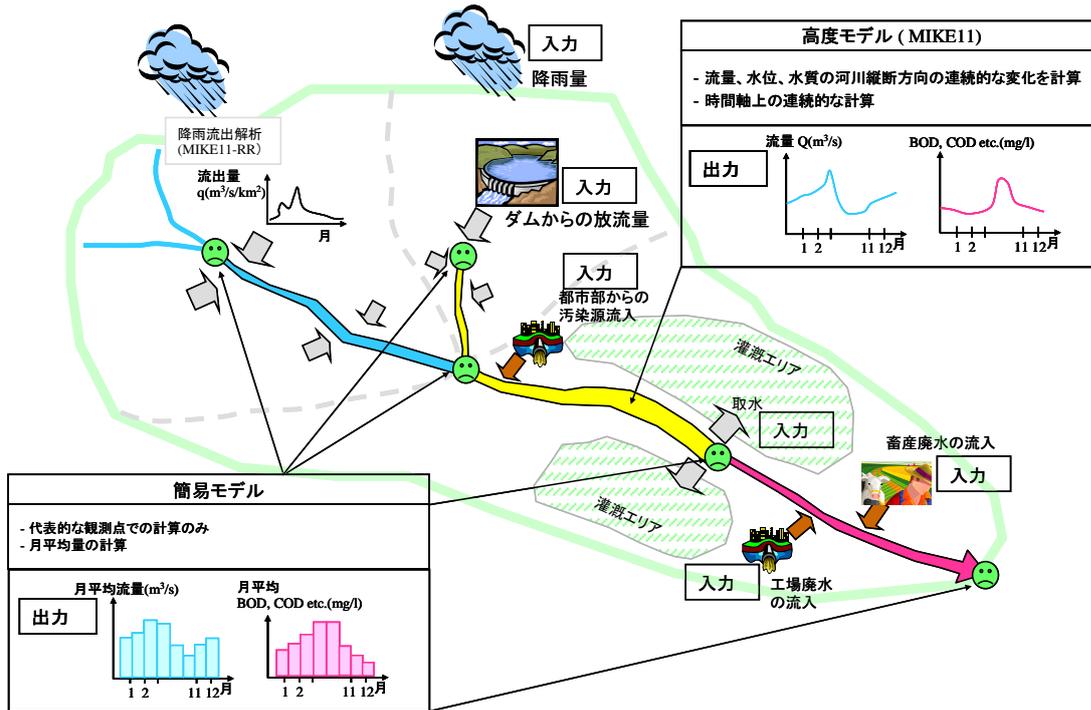
4.1.2 簡易モデルとMIKE11 モデル

調査では、二種の異なるタイプのモデルを作成した。「簡易モデル」は基本的には単純なマスバランスをベースにしており、MS-Excelのような一般的なソフトによるものとした。「MIKE11モデル」は詳細な解析が可能であるが、特別なソフトウェアが必要である。

二つのモデルの特徴を要約すると下記のとおりである。

- 簡易モデル
 - 特別なモデリングソフトウェアは使用しない
 - 表計算のみとする
 - 管理のための基準点で計算する
 - 時間スケール：月または年平均および/または夏季
 - 許認可の参考
 - 改善計画のシナリオ設定の参考
- MIKE11モデル
 - 特別なソフトを使用（MIKE11 および MIKE BASIN）
 - 物理過程を考慮したプロセスモデル
 - 河川ネットワークに沿った時間空間上の表現
 - 時間スケール：日単位
 - 改善計画の効果確認のための詳細シミュレーションが可能

簡易モデルとMIKE11モデルの関係は下図に示すとおりである。



簡易モデルとMIKE11モデルの関係

今回の調査ではMIKE11モデルについては下記のモジュールを使用している。

- 降雨流出モジュール (MIKE11-RR)
 - 集水域の降雨を流出量に変換
 - NAM モデルを選定
- 水動力学モジュール (MIKE11-HD)
 - 流入量 (集水域の流出量)を河川沿いの流れに変換
- 水質モジュール (MIKE11-AD および Eco-Lab)
 - 河川の流量と汚濁負荷量を河川沿いの水質状況に変換

MIKE11は上記の構成要素を同時に実行することが出来る。また、調査で開発したGIS-DBはモデリング環境のベースになっている。

4.2 MIKE11水量モデル

4.2.1 モデルの概要

モデルセットアップの概要は下表に示すとおりである。

MIKE11河川ネットワークと降雨-流出 (NAM) 集水域

河川流域	モデル用流域面積 (km ²)	降雨-流出モデル (NAM) 流域数	モデル用 総河川延長(km)	モデル用河川 支川数
ストゥルーマ	8,667.18	25	343.14	6
メスタ・ドスパ ット	3,397.71	14	141.80	3
アルダ・ピアラ	5,811.84	12	332.10	5
トゥンザ	7,890.93	20	409.46	5
マリツァ	21,272.27	34	954.98	20

MIKE11水量モデルの結果は、MIKE11水質モデルの計算に利用される。さらに、流出計算の結果は、水量簡易モデルに活用される。

4.2.2 水量モデルの入力データ

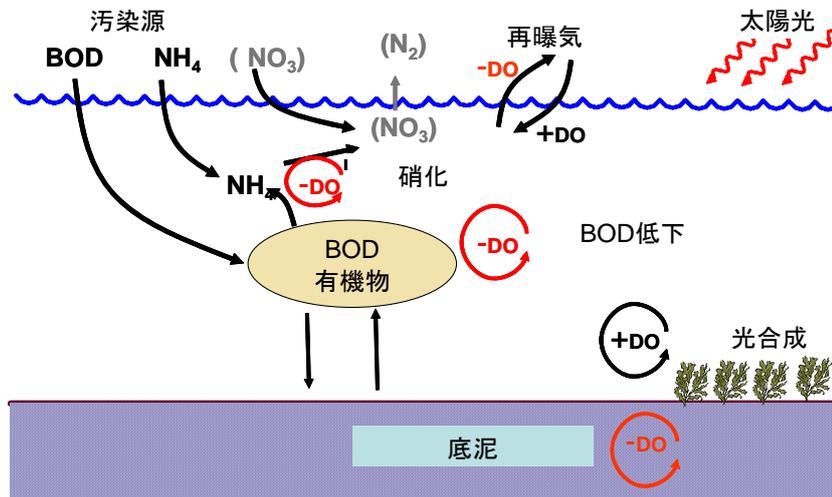
本調査においては、モデル作成のために次のデータが収集された。

- 気象水文データ
 - 降水
 - 可能蒸発散量 (PET)
 - 気温
 - 流量：主要流量観測所
- 導水、取水、排水データ
 - 貯水池操作 (主要貯水池)
 - 取水
 - 灌漑用水
 - 上水 および 工業用水
 - 排水 (廃水)
- 河川条件データ
 - 横断面データ

4.3 MIKE11水質モデル

4.3.1 概要

水質モデルは、水量モデルを構築した全ての河川について構築した。選択された水質モジュールは有機物の分解、窒素成分の変化、酸素濃度の変化に焦点を当て、リン化合物も対象にした。BOD、酸素、窒素成分の変化について概略は下図のとおりである。



BOD、酸素、窒素成分の変化についての概略

水質モジュールは以下の濃度（状態変数）について表現する。

- 生物学的酸素要求量 (BOD)
- 溶存酸素 Dissolved Oxygen (DO)
- 全アンモニア ($\text{NH}_4\text{-N}$)
- 硝酸塩 ($\text{NO}_3\text{-N}$)
- リン酸塩 ($\text{PO}_4\text{-P}$)
- リンと結合した微粒子 (Particulate -P)
- 温度

4.3.2 水質モデルの入力データ

- 農業発生源
 - 家畜
 - 肥料
- 都市の点源発生源
 - 下水処理場からの流出（工業廃水を含む可能性）
 - 未処理の下水施設からの流出（工業廃水を含む可能性）
- 都市の面源の発生源
 - 下水のある集落
- 下水の無い集落および個別の家屋及び農場
 - 工場点源発生源

- 直接排出（含む大規模牧畜農場）

4.4 簡易モデル

4.4.1 水量簡易モデル

水量の簡易モデルの基本的概念は次のとおりである。

- 月単位のマスバランスの計算をベースにし、MS-Excel を用いた表計算で実施する。
- 水量簡易モデルによる解析の単位は集水域単位である。簡易モデルにより、集水域間の水の動きおよびバランスが解析される。モデリングの集水域レイヤーは GIS 環境を用いて記録される。

集水域では下記が推定される。

- 集水面積
- 集水域からの流出
- 集水域からの取水
- 集水域からの流量
- 集水域からの導水

4.4.2 水質簡易モデル

水質管理計画の策定および将来の水質管理を容易にする目的で、水質の簡易モデルを開発した。簡易水質モデルの基本的な考えは次のとおりである。

- 水質簡易モデルは河川の汚濁負荷量（BOD）の削減効果をシミュレートする。
- シミュレーションは河川沿いの基準地点で行う。
- 計算は MS-Excel で行う。
- このモデルは将来、流域の良い水質(クラス II、BOD: 3.0 mg/l)を達成する BOD 負荷量と比較して、流域の BOD 負荷量の条件を速やかに見直すことができる。

5. 社会経済フレーム

5.1 人口

ブルガリアの人口は1985年をピークに全体に減少傾向にあるが、首都ソフィア市、東エーゲ海流域のプロヴディフ市および西エーゲ海流域のブラゴエフグラード市の人口は、近年、増加傾向を示している。2015年の調査地域の人口は以下のように設定する。

- 東エーゲ海流域は、プロヴディフ市の人口は2005年の人口341,673人から2015年には348,206人(増加率:0.18%/年)(ケース2:中間のケース)に増加する、他の都市の人口は現状の人口を維持することとした。
- 西エーゲ海流域は、ブラゴエフグラード市の人口は2005年の77,462人から、2015年には77,601人(増加率0.03%)(ケース2:中間ケース)に増加する、他の都市は現状の人口を維持することとした。

5.2 経済成長

過去のGDPの伸びの傾向により、東・西エーゲ海流域のGDPは2015年まで年平均5%で成長することとする。

最近、GDPは年平均8.8%、一人当たりGDPは年平均9.4%で成長しており、この傾向は安定している。しかし、物価上昇を考慮すると、実際のGDPおよび一人当たりGDPは変動し、4%台の後半になる。したがってGDPが将来も5%前後で成長するとの推定は妥当であると考えられる。

6. 流域管理計画の対策プログラム

6.1 対策プログラムの基本シナリオ

6.1.1 課題の総括

EU-WFDは、「2015年までに、表流水および地下水の良い状況」を達成することを目標としている。本件調査の結果によると、調査地域の「水の状況」と、EU-WFDが定める「良い水の状況」との間には極めて大きなギャップがあることが判明した。

河川の水質（物理化学指標）は、概ねクラスIII（中程度）からクラスV（悪い）であるが、クラスIV（不適）からクラスV（悪い）の地点が5割以上を占める。生物学的指標は未処理下水の流入を示し、また、栄養塩（窒素、リン）の流入、重金属（砒素、鉛、亜鉛、カドミウム）の存在も認められ、水質改善には多くの課題が存在する。

流域の主要な水利用セクターは水力発電、農業、上水および工業用水であり、主要な汚染源は都市・集落、工業、家畜飼育場および農場であるが、何れも改善が必要である。

旧体制時代、ブルガリア国は、河川流量・水質、環境流量等、環境的側面には殆ど配慮せずに、流域間導水を含む大規模な発電システムや灌漑システム（総灌漑面積：120万ha以上）を開発し、上水施設（普及率：98%以上）も整備してきた。しかし、維持管理の不足と施設の老朽化により、灌漑システムは荒廃し（現在可能灌漑面積：50万ha、実灌漑面積：約5万ha）、上水は高い給水ロス（60%以上）を示しており、水管理上からは、早急な改善が課題である。

下水については、まだ多数の都市・集落および工場が汚水や廃水を適正に処理せずに排水している状況である。現在、下水処理場は全国で73箇所存在するが、下水処理場、下水管網共に老朽化しており、下水管からの大量の漏水汚水が地下水を汚染しており、早急な対応が課題である。

河川管理の不備から、不適正な取水・排水許可、過度な河川砂・砂利の採取、河川沿いの固形廃棄物の不法投棄等の違法行為が認められ、堤防、川岸の浸食は洪水氾濫の危険を助長しており、洪水予防対策を含め、河川管理の確立が課題である。

6.1.2 対策計画実施完了目標年次

2008年末までに改善計画を含む流域管理計画を全国4流域管理区に対し策定し、2010年から計画の実施を開始することがEU-WFDで求められており、ブルガリアもそのスケジュールに従うよう努力しようとしている。しかし、国レベルの流域管理計画の策定は容易ではない。

個々の構造物対策の実施には「F/S」、「D/D」、「建設」の3段階が必要である。入札、コンサルタント選定、建設業者選定などの手続きには通常2年から数年かかる。しかし、実施体制の不備、手続きに必要な書類準備等の経験が乏しいことを考慮すると、効率的な手続きの実施は困難と思われる。

また、多くの既設下水施設は、維持管理の不足と老朽化により改善が必要であり、想定外の対応が増加している。以上より、目標年2015年までの「良い水の状況」の達成は実質上不可能であるのは明確で、目標達成は、EU-WFDで規定されている6年毎の見直し年次に相当する、2021年または2027年とする対応が必要であると考えられる。すなわち、対策プログラム

の策定にあたっては、無理にすべての事業の実施を2015年までに完了させることは考えないこととする。

6.1.3 対策プログラムの基本シナリオ

今後、「良い水の状況」を達成し、水資源の持続的利用を図るための対策プログラムは、構造物対策および非構造物対策により構成されるさまざまな対策を含むものとする必要がある。流域管理計画は水量、水質、河川地形、災害対策を含む総合水資源管理の観点から策定することが必要である。対策プログラムの基本的シナリオは下記のとおりとした。

- 水質の改善は、表流水・地下水の物理化学的指標の「良い状態」の達成を図ることに優先順位を与える。
- 水質改善の対策は、下水処理場の新設および既存下水処理場の改善による段階的な都市地域の下水処理能力拡大とする。
- 下水処理効率を高め、下水による地下水汚染を防ぐため、下水処理場の整備と同時に既設下水管網の改修を図る。
- 管理と規制の改善・強化により、工場、鉱山、家畜飼育場からの無処理または処理不足の汚水排水を解消させる。
- 給水網の改修により、上水給水網の高い送水ロス（60%以上）を低減させる。
- 上水配水施設および灌漑施設といった水利用セクターにおける効率的な水利用に必要な施設の改善を図る。
- 各流域の水バランスを基に、取水許可および水配分を改善する。
- 河川地形、河道、河川流、流送土砂、洪水被害、洪水氾濫地域について、より組織的な管理を進める。
- 対策プログラムは下記の要素により構成する。
 - 水質改善管理
 - 水量改善管理
 - 河川の管理

6.2 水質改善管理計画

6.2.1 構造物対策

対策の方向性

水質を改善する計画の、構造物対策の方向性は下記のとおりとする。

- 流域全体の水質改善の観点から、本川の水質を指標にして集水区域の汚濁負荷を削減する。汚濁負荷削減の優先ゾーン（小流域の集合体）を、BODの負荷量をベースに設定する。
- 上記BOD負荷量削減の優先ゾーンと、各都市の下水処理による流域のBOD負荷量削減効果を勘案して、下水処理対象となる主要都市を選定する。
- 主要都市から順次下水処理場の新設と既存下水処理場の改修を実施する。次に中小規模の都市あるいは集落の下水処理を実施する。
- 窒素および燐の処理（高度処理）を実施する。
- 下水管網の改修・改善を図る。

適用したPE/人口比 (PE: Population Equivalent=相当人口)

集落規模ごとの PE	PE / 人口比
PE ≥ 10,000	● 主として 1.5、もしくは、文書 A で用いられた比率
2,000 ≤ PE < 10,000	● 主として 1.2、もしくは、文書 A で用いられた比率
500 ≤ PE < 2,000	● 主として 1.2
PE < 500	● 1.0
文書 A: “Implementation Program for Directive 91/271/EC concerning Urban Wastewater Treatment” (National Program for WWTP).	

下水システムに排出される家庭排水および工場廃水の単位負荷量

項目	BOD (g/day/PE)	全窒素 (g/day/PE)	全リン (g/day/PE)
1) 1PE あたりの負荷量	60	11	1.8
2) 処理なしの下水	60	11	1.8
3) 既存下水処理場による 1 次処理あり	35	11	1.8
4) 既存下水処理場による 2 次処理あり	10	4	1
5) 下水ネットワークなし	15	3	1
6) 窒素、リンの処理を含む新規下水処理場あり	6	2.5	0.9

提案する対策計画案

上記方向性のもとで、提案する対策計画案は下記を条件に策定した。

- 下水処理の優先都市について下水処理場の新設および既存下水処理場の改修を図る。
- 「良い水質 (クラス II、BOD 3.0mg/l)」の達成には、マリツァ、トゥンザ、ストゥルーマ、メスタ川において、BOD 負荷量の 50%削減を図ることが必要であるが、2015 年ないし 2021 年までの実施可能性を考慮すると、BOD 負荷量の段階的な削減が現実的な方法である。従って、提案する優先都市における下水処理による BOD 負荷量の目標削減量は 30%とする。
- 下水処理実施の優先都市は、「近い将来」ケース (現状+現在建設中の下水処理場+今後 2~3 年で実施される下水処理場 (既に EU 等の資金がついた、あるいは、つくことがコミットされた)) の BOD 負荷量に対する削減量と、下水処理場整備国家計画における下水処理の優先都市の双方を参照し選定する。
- 提案の下水処理場 (新設、既設) は BOD、TN、TP の削減を図るための下水処理施設を計画する。
- 以上より、下水処理の優先都市は下記のとおりとする (図 8 および図 9 参照)。

(1) 東エーゲ海流域地域：22 都市

下記の下水処理場の新設 (18都市) および下水管網の改修を図る。

- マリツァ川流域： 13 都市
- トゥンザ川流域： 4 都市
- アルダ川流域： 1 都市

下記の既設下水処理場の改修（4都市）および下水管網の改修を図る。

- マリツァ川流域： 3都市
- トウンザ川流域： 1都市

EABD地域の下水処理の優先性の高い都市 (22 都市)

優先	町	流域	2015年におけるPE	下水処理場	下水管網	備考
I. マリツァ川流域における新規下水処理場						
I-1	アセノグラッド	マリツァ	78,054	新規	改善	
I-2	プロヴェディフ	マリツァ	681,985	既存	改善	下水管網のみ改善
I-3	カルロヴォ	マリツァ	37,181	新規	改善	部分的に建設中 (建設資金増加必要)
I-4	ヴェリングラッド	マリツァ	28,752	新規	改善	
I-5	ペントラ	マリツァ	28,691	新規	改善	
I-6	ハルマンリ	マリツァ	28,538	新規	改善	
I-7	シヴィリエングラッド	マリツァ	28,050	新規	改善	
I-8	チパマン	マリツァ	25,413	新規	改善	
I-9	ラコフスキ	マリツァ	23,453	新規	新規	
I-10	パニャギュリシュテ	マリツァ	23,029	新規	改善	
I-11	パルヴォマイ	マリツァ	22,200	新規	改善	
I-12	スタンヴォリスキ	マリツァ	18,068	新規	改善	
I-13	コステネツ	マリツァ	11,048	新規	改善	最上流域の町
II. トウンザ川流域における新規下水処理場						
II-1	ヤンボル	トウンザ	118,971	新規	改善	
II-2	カルノバット	トウンザ	28,916	新規	改善	
II-3	エルホヴォ	トウンザ	16,808	新規	改善	
II-4	カロファ	トウンザ	4,229	新規	改善	最上流域の町
III. アルダ川流域における新規下水処理場						
III-1	カルジャリ	アルダ	67,346	新規	改善	
IV. 既存下水処理場の改修						
IV-1	ノバ・ザゴラ	マリツァ	36,185	改修	改善	
IV-2	ラドネヴェオ	マリツァ	20,691	改修	改善	
IV-3	イヒティマン	マリツァ	20,234	改修	改善	
IV-4	パベル・バンヤ	トウンザ	4,407	改修	改善	

(2) 西エーゲ海流域地域：9 都市

下記の下水処理場の新設（6都市）および下水管網の改修を図る。

- ストゥルーマ川流域： 3都市
- メスタ川流域： 2都市
- ドスパット川流域： 1都市

下記の既設下水処理場の改修（3都市）および下水管網の改修を図る。

- ストゥルーマ川流域： 3都市

WABD地域の下水処理の優先性の高い都市（9都市）

優先	町	流域	2015年におけるPE	下水処理場	下水管網	備考
I. ストゥルーマ川流域における新規下水処理場						
I-1	ペトリッチ	ストゥルーマ	45,020	新規	改善	
I-2	サンダンスキ	ストゥルーマ	40,358	新規	改善	
I-3	シミトゥリ	ストゥルーマ	8,242	新規	改善	
II. メスタ川流域における新規下水処理場						
II-1	ゴツチェ・ドルチェ	メスタ	30,185	新規	改善	
II-2	バンスコ	メスタ	11,493	新規	改善	
III. ドスパット川流域における新規下水処理場						
III-1	ドスパット	ドスパット	3,218	新規	改善	現在、町からの下水のみが河川流を形成している。
IV. 既存下水処理場の改修						
IV-1	ペルニック	ストゥルーマ	121,350	改善	改善	
IV-2	デュブニツア	ストゥルーマ	55,224	改善	改善	
IV-3	ラドミール	ストゥルーマ	21,621	改善	改善	

対策計画の事業費

下水処理関連の概算事業費は以下の表に示すとおりである。

新設下水処理場の建設、既設下水処理場の改修および下水管網の改修の概算事業費

流域管理局	下水処理場		下水管網		合計事業費 (1,000ユーロ)
	2015年におけるPE	事業費 (1,000ユーロ)	改修延長 (m)	事業費 (1,000ユーロ)	
EABD	1,352,249	206,050	3,130,054	1,628,082	1,834,133
WABD	336,711	72,074	1,216,948	536,553	608,627
合計	1,688,960	278,124	4,347,002	2,164,635	2,442,760

6.2.2 非構造物対策

水質を改善する計画の、非構造物対策は下記のとおりとする。

- 次項で述べる表流水モニタリング計画の実施とは別に、日常の水質管理にかかる各種活動について、流域管理局と市町村等自治体との連携を強化し、流域内で生じていることの日常的な監視を通じて、水質事故等に対する即応体制をとれる仕組みを構築する。
- 規制の強化により産業および大規模家畜飼育場からの汚濁流出量を削減する。
- シールドタイプの腐敗槽への改善および個別処理の導入、定期的なスラッジの引き抜きと処理、施設改善のための住民への資金援助を提案する。
- 農法および技術の改善により化学肥料および農薬使用量を削減せしめ農地における汚濁負荷量を削減する。
- 優先物質と重金属の流出による圧力と影響にかかる基礎調査を実施する。これには、毒性物質の流出に伴う災害から人々を守ることを目的とした既存および閉鎖鉱山による圧力と影響にかかる調査を含めることとする。

6.2.3 表流水モニタリング計画の改善

(1) 表流水の新モニタリング計画

EU-WFDの要求に基づき、環境・水省および流域管理局は、表流水および地下水のリスク評価の結果を基に、2007年3月に表流水および地下水の新しいモニタリング計画を作成した。新しい表流水のモニタリング計画のモニタリング地点は全国で522箇所、この内、監視モニタリングは259箇所、運用モニタリングは263箇所である。監視モニタリングの目的は、流域を概観し、流域の長期的な変化をモニターすることであり、運用モニタリングの目的は、「リスクあり (at Risk)」に指定された水域をモニターし、対策計画の効果を評価することにある。

新モニタリング計画の522箇所は、従来のExEAの観測所を中心にした再編であり、箇所数については従来のExEAの表流水モニタリング箇所に比較すると若干多い程度であり大きな変化はない。しかしながら、モニタリングの項目数は大幅に増加し、観測の頻度もまた多くなった（例えば、監視モニタリングの優先物質については12回/年、最短一年間）。その上、ブルガリアは優先物質の多くについては分析の経験がないという状況である。

(2) 基準および重要モニタリング地点の提案

このような状況を踏まえ、安定したモニタリングを確実に実行し、河川流域の水質状況を概観するために、監視モニタリング箇所の中から基準モニタリング地点と重要なモニタリング地点を定めることを提案する。さらに、これら地点においては、水量の観測を実施することが重要である。基準モニタリング地点において、このような永続的なモニタリングを実施するためには、流域管理局は自前の水質と水量のモニタリング地点を設置することが必要である。

東西エーゲ海流域区に、基準モニタリング・ゾーンと重要モニタリング・ゾーンを設け、このゾーンの中に基準モニタリング地点と重要モニタリング地点を設定することを提案する。提案のゾーンは図10に示す。

提案するEABD およびWABDの基準モニタリング・ゾーンと重要モニタリング・ゾーン

モニタリング・ゾーン	EABD	WABD	モニタリング
基準モニタリング・ゾーン	12 箇所	7 箇所	毎日の目視観測および簡易水質テスト 毎月の水質サンプリングと分析
重要モニタリング・ゾーン	10 箇所	4 箇所	毎週の目視観測および簡易水質テスト 毎月の水質サンプリングと分析
合計	22 箇所	11 箇所	

仮に東西エーゲ海流域区に上記の基準モニタリング・ゾーンおよび重要モニタリング・ゾーンを設定し、ダニューブ川流域区、黒海流域区でも同様な考え方でこれらを設定した場合、全国では、基準モニタリング・ゾーンは50ヶ所、重要モニタリング・ゾーンは25ヶ所のオーダーになる。EUには監視モニタリング・ステーション259ヶ所のモニタリングの結果ではなく、基準モニタリング・ゾーンおよび重要モニタリング・ゾーンのモニタリングの結果を報告することを提案する。

6.3 水量改善管理計画

6.3.1 構造物対策

対策の方向性

水量改善のための構造物対策の方向性は下記のとおりとする。

- 高い給水ロス（60%以上）を改善するため、給水管（主に石綿セメント管：74%、鋼管：15%）の改修を行う。
- 既存の灌漑システムは荒廃しており、ロスは60-70%以上と高い値である。実際の灌漑用水の使用量は小さいが、ロスと取水施設および分水施設（ゲート、水路）の不備により、取水量は使用量に比べかなり大きな値になっていると推定されている。灌漑システムの改修には、現在および将来の灌漑用水の需要を考慮する必要がある。灌漑システムの改善は、効率的取水と水利用をベースにした、持続的水利用および農業・地域開発にとって重要な改善の一つになる。
- 以上より、灌漑地区において、適正な灌漑用水の供給とロスの削減を含む効率的な水利用を目的とした灌漑施設の改善を実施する。

提案する対策計画案

(1) 高い給水ロス（60%以上）の削減を目的とした給水施設の改修

既存給水システムの給水管の取替え延長は下記のとおりである（上下水道会社からの聞き取りを基にした概略の推定値）。

既存給水システム改修規模および事業費

流域管理局	給水管取替え延長（1,000m）	事業費 （百万ユーロ）
東エーゲ海流域管理局	最大約 16,564	3,139
西エーゲ間流域管理局	最大約 4,886	919
合計	最大約 21,450	4,058

改修に必要な事業費は、概算で40億ユーロ規模である。

(2) 水利用の効率化をはかることを目的とした灌漑システムの改善

東エーゲ海流域管理地域には8灌漑地域、82灌漑システム、西エーゲ海流域管理局地域には4灌漑地域、41灌漑システムがある。改善対象の灌漑地域は以下のとおりであり（図11および図12参照）、これら地域で、主に、取水・分水施設の改修、一部水路の改修を実施する。

改善対象灌漑地域および事業費

流域管理局	灌漑面積（ha）	灌漑システム数	事業費 （百万ユーロ）
東エーゲ海流域管理局	316,468	82	231
西エーゲ間流域管理局	50,738	41	42
合計	367,206	123	273

灌漑システム改善の優先地域としては以下の灌漑地域を選定する。

灌漑地域改善優先地域

流域管理局	灌漑面積 (ha)	灌漑ブランチ	建設費 (百万ユーロ)
東エーゲ海流域区	94,948	- プロヴディフ灌漑地域 - パザルジック灌漑地域	84
西エーゲ海流域区	17,730	- ペルニク灌漑地域 - サンダンスキ灌漑地域 - ゴツチェ・ドルチェ灌漑地域	20
合計	112,678		104

6.3.2 非構造物対策

水量改善のための非構造物対策は下記のとおりとする。

- 各種用水の適正な取水と利用、流域間導水について、水利用許可の見直しと改善を図る。
- 河川の重要地点については、水利用者が観測施設を設置し、水利用者と流域管理局の協調のもとで取水量のモニターを実施する。
- 水量の管理にはデータの質の改善を図る (NIMH や他の関連機関との連携を含む)。

6.4 地下水管理計画

地下水管理の予備的な対策プログラムと、EU-WFDの要求に基づき2007年3月に環境・水省および流域管理局で策定した地下水の新しいモニタリング計画の改善について提案する。

6.4.1 東エーゲ海流域区における予備的な対策プログラム

- EABD では主要鉱物質が濃縮されている。環境の安全性に危険のある古い選鉱くずが存在しており、これに関するデータベースおよび GIS マップの作成が必要である。EABD では廃鉱のインベントリーと改善を図るクリーンアップ・プログラムが特に必要である。適正なクリーンアップ・プログラムが水質を改善し、公共の安全を向上させることにつながる。
- ポイブレイン村の飲料水の砒素の問題はまだ解決していない。この村は、鉱山地域の下流に位置しており、古い選鉱くずによる汚染の可能性がある。これは緊急課題であり早急な対応が必要である。
- ストラザゴラ地域の窒素分の含有を減らすには、農法の改善が必要である。
- ヤンボルーエルホヴォ地域は地下水の地域モデルを計画する必要がある。

6.4.2 西エーゲ海流域区における予備的な対策プログラム

- ブラゴエフグラード地下水盆 (リスクあり) は水量のモニタリングに特別な注意を払う必要がある。この地下水の賦存量を再評価するには地下水調査およびモデリングの計画が必要である。
- ストゥルーマ川上流地域については、鉱物質の影響を受けている山間部の地下水の評価を行う必要がある。
- 冬季リゾートのバンスコ地域では地下水の汲み上げについては注意深く規制する必要がある。

6.4.3 地下水モニタリング計画の問題点

EU-WFDの要求に基づき2007年3月に環境・水省および流域管理局で策定した地下水モニタリング計画は非常に野心的である。その内容は、流域管理局と国立気象・水文研究所（NIMH）、上下水道会社（WSS）との連携で、下記地点で年間4回～12回のモニタリングをするものとなっている。

新地下水モニタリング計画の地点数

観測地点	EABD	WABD	DRBD	BSBD
水質監視モニタリング	38	33	49	66
水質運用モニタリング	12	-	21	37
水量	41	34	86	63

新地下水モニタリング計画を概観すると問題は下記のとおりである。

- NIMH および WSS との可能な協力は法的根拠がない（MoEW と NIMH、WSS との間で合意書がない）
- ブラゴエフグラードおよびソフィアのラボはスタッフが不足しており、増加する業務に対応するには人材が不足している。

6.5 河川管理計画

河川管理計画のための対策は下記のとおりとする。

- 河道および周辺の氾濫原の不安定化を防ぐため、河川の砂利の採取について、より厳格に規制する。
- 固形廃棄物の投棄や開発行為を含め、河川沿いの違法行為、不適切な行為を規制する。
- 洪水被害防止および砂利採取規制、さらに河川地形的観点からの河川環境改善のための基礎として、「河川維持計画」について調査が必要である。
- 詳細な河川流況、導水、利水、環境流量等を考慮し、新規水資源開発施設の整備あるいは中断している水資源開発施設の建設再開を含めた、水資源開発管理計画について調査が必要である。

6.6 構造物対策の年間投資規模

策定された流域管理計画（案）における、構造物対策の概略の実施計画に基づく年間投資規模は下記のとおりである。下水施設への24億ユーロ規模の投資により、当該地域の現況の河川水質が、クラスII（良好）からIII（中程度）の中間程度までに改善されることになる。上水施設は必要な改善を2027年までに実施完了するとなると、年間239百万ユーロ規模の投資が必要になる。灌漑施設は、2020年までに実施完了するとした場合、年間27百万ユーロ規模の投資が必要である。

項目	投資計画（百万ユーロ）	年間の投資規模（百万ユーロ）
下水施設	2011年－2014年：4年間 2,051	513
	2015年－2018年：4年間 392	98
上水施設	2011年－2027年：17年間 4,057	239
灌漑施設	2011年－2020年：10年間 273	27

6.7 構造物対策の経済評価

6.7.1 下水施設

下水道施設の新設、改修にかかる費用は、聞き取りデータから相当人口当たりの単価を想定し、対象となる施設の相当人口を乗じて算出したものを経済費用に換算した。プロジェクトの維持管理期間は工事完了後30年間とし、年間維持管理費は直接工事費の7.5%とした。下水処理場の便益は、下水処理により水質が改善され利用できる水量が増加すると考え、原水単価をもとに便益単価を設定した。また、水因性疾病の減少による医療費の減少、休業による収入減の減少を便益とした。下水道網改修の便益は、これにより解消される漏水による地下水汚染がなくなること、これにより地下水の生活用水使用が可能になることから、生活用水単価を基にした便益単価とした。事業の実施は2011年から2018年までの8年間とした。経済的妥当性は、EIRRで見ると10%を上回っており、事業実施の妥当性はあると判断できる。

地域	NPV(百万レバ)	EIRR	B/C
東エーゲ海流域	108	10.8%	1.06
西エーゲ海流域	208	14.0%	1.35
両地域	316	11.7%	1.14

備考: 割引率10%, 目標年2021年

6.7.2 上水施設

上水道ネットワーク改修にかかる基本数量データは上下水道公社からの聞き取りに基づいたが、26公社のうちの22公社で得られたデータをもとに上下水道公社ごとの評価を実施した。今後、個別の事業を実施するには事業ごとにフィージビリティ調査の実施が必要であるが、ばらつきはあるものの、上水施設改修における経済的妥当性はかなり高いものと想定された。工事費は聞き取りに基づく推定値、プロジェクトの維持管理期間は工事完了後30年間とし、年間維持管理費は直接工事費の1.5%とした。便益は、上水道の改修により削減される漏水量をもとに、住民の水費用支出の減少とした。事業の実施は2011年から2020年の10年間とした。

地域	NPV(百万レバ)	EIRR	B/C
東エーゲ海流域	1,454	17.8%	1.63
西エーゲ海流域	275	15.0%	1.41
両地域	1,729	17.1%	1.58

備考: 割引率10%, 目標年2021年

6.7.3 灌漑施設

灌漑施設改修にかかる費用は灌漑システム会社からの聞き取りに基づき推定した。プロジェクトの維持管理期間は工事完了後30年間とし、年間維持管理費は直接工事費の5.0%とした。便益は、施設改修により解消される水量のロスにより、新規灌漑が実現すると考え、その水量による農作物の生産額とした。事業の実施は2011年から2020年までの10年間とした。提案された灌漑施設の改修は、十分に高い経済性を有すると判断された。

地域	NPV(百万レバ)	EIRR	B/C
東エーゲ海流域	65	14.5%	1.29
西エーゲ海流域	14	15.2%	1.34
両地域	79	14.6%	1.30

備考: 割引率10%, 目標年2021年

7. 事業評価

7.1 技術面の評価

提案した水質改善、水量改善にかかる構造物対策は、下水処理場の建設、改修、下水道網の改修、灌漑施設の改修、上水施設の改修等、特段の技術的困難を伴うものではなく、ブルガリア国で蓄積された技術をもって対処できるものと評価できる。

提案した非構造物対策は、法令の改正、組織・制度的改革、規制の強化、組織的連携の強化については特段の技術的困難を伴うものはない。農法、技術改革による化学肥料、農薬使用量を削減する対策については、ブルガリア国内に技術的な蓄積がない場合は他のEUメンバー国の支援を得ることができると考える。

流域管理計画策定および管理実施のツールとして開発されたGISデータベースおよび統合解析モデルは、最先端の技術に基づいており、技術的に高い精度で水量、水質のシミュレーションが可能となり、技術的な根拠をもって水管理ができる状態になった。ブルガリア国の流域管理が高い水準の技術ツールに支えられることになったことは高く評価できる。

7.2 経済面の評価

既述のとおり、水質および水量改善のために提案した構造物対策は十分な経済的妥当性を有するレベルのものであると判断された。これは、これまでに進行した水質の悪化、水量における無駄が、ブルガリア国の国家経済に大きな負の影響を与えていたことを意味する。

今後、水質改善、水量改善にかかる個別の事業を実施するにあたっては、それぞれの事業でフィージビリティ調査を実施して経済的妥当性を判断することが必要である。

7.3 財務評価

政府の財政

流域管理にかかる支出は、政府支出項目の「住宅・公共施設・空間・環境保護」に含まれるものと考えられるが、その項目の支出額および全体支出に対する比率は、2004年で586百万レバ、3.9%、2005年で726百万レバ、4.4%である。政府全体で、2004年で655百万レバ、2005年で1,334百万レバの歳入歳出剰余額があったことから、流域管理にかかる「住宅・公共施設・空間・環境保護」予算の増額は可能であると考えられる。

水料金システム

現在の水道料金は上下水道会社からの申請をもとに国で決定されているが、基本的に水供給にかかる費用をもとに算出したものではなく、利用者（住民）の福祉を前提に算定されているものである。世銀等の国際金融機関の提案はサービスコストの回収を前提にした料金設定である。ブルガリア国水法も利用者負担の原則を導入するとしており、この意味からも水道料金の見直しが必要である。ただし、利用者の支払い可能額も考慮する必要はある。

灌漑会社の財政状況は、年間利益の総資産に対する比率で見ると0.04%（2005年）と極めて低い数字である。民間企業であれば、総資産の2%から5%程度の利益が必要である。水量管

理で実現される水量ロスの解消による灌漑開発が進み、また、上水改善が進めば、年間利益の増大が見込まれ、経営が改善されることが期待される。

7.4 社会および環境面の評価

流域管理計画（案）自体（提案されている対策の実施）は、「良好な水環境」を実現することを目的としており、対象流域の表流水および地下水の水質改善、水質改善に伴う衛生環境の改善ならびに動植物・生態系の保全、高い給水ロスの改善等の社会インフラサービスの向上、効率的な水利用の促進に伴う社会経済の発展、適正な河川管理の実施に伴う生活環境の保全等を初めとして、多大な好ましい環境および社会影響をもたらすと考えられる。

この一方で、流域管理計画（案）で提案した構造物対策（下水処理場の整備等）の施設が建設される際には、軽微な負の環境影響（下水処理場の建設に伴う一時的な水質汚濁、騒音、粉塵等）を引き起こす可能性がある。また、効率的な水利用の供給計画または洪水被害予防の対策の実行方法によっては、遠隔地に散らばって居住する多くの貧困層や少数民族が、これらの便益を受けられずに社会経済格差が拡大する可能性等もある。

したがって、これらの負の影響に対する未然防止策または軽減策と環境モニタリングまたは事業実施の際の環境社会配慮活動を、今後ファイナライズされる流域管理計画の活動のひとつとして検討する必要がある。流域管理計画（案）の段階では提案した構造物対策の施設の具体的建設予定地または規模等は特定されていいため、施設の建設または供用に伴い起こる可能性のある、より詳細な負の環境社会影響ならびにその影響区域は、このJICA調査終了後にブルガリア側によって調査し、より具体的な軽減策を検討する必要がある。

なお、今回の環境社会配慮（IEE）は、EUならびにブルガリアの関連条例に則った「環境アセスメント」報告書（案）の作成も含んでおり、今回のIEEを参考として、ブルガリア側は、今後ファイナライズされる流域管理計画を対象として、EUならびにブルガリアの関連条例に則った「環境アセスメント」となる環境社会配慮を実施することを提言する。

8. 対策計画の実施体制

8.1 課題の総括

対策計画の実施にかかる組織・制度上の課題を総括すると下記のとおりである。

流域管理局は流域管理業務として、流域レベルの許認可（取水・排水、地下水井掘削、河川砂利の採取、河川工事、開発行為等）および、これら行為の監視・監督、保護地域の保全、洪水時の緊急対応が求められている。しかしながら、工場が下水管網へ排水する場合は自治体の許認可に、また、主要ダムからの取水、ミネラル・ウォーターの採掘権については、環境・水省本省の許認可になっている等、水に関する責任・権限の分散が流域管理の実施を複雑、困難なものとしている。

河川管理は、地域的には自治体の管理区間、河川施設の管理は施設の所有者によって異なる。例えば、発電施設はMoEE、堤防はMoAFおよび自治体、固形廃棄物処理は自治体とRIEW、工場排水の監視はRIEWと、地域、対象によって管理者が異なり、流域には多数の管理者が存在し、アドホックな対応をしている状況である。

環境・水省および流域管理局は、水法により、EU-WFD対応の流域管理計画策定および定期的な見直し義務（6年毎）を有する。今後、EU-WFD対応のモニタリング計画への対応もあり、自前の多数の観測施設の設置、観測の実施が必要となる。しかし、流域管理局の現状は河川流域の管理組織として必要な責任を果たすには、事務所、組織の維持に必要な予算が不足しており、人材の確保も困難な状況である。今後、新規分野への対応、職員の能力向上、新規人材の確保が必要である。

洪水については、2006年にMSPDAが設立され、緊急対応の体制は出来ているが、洪水防御に対する体制は未整備である。洪水防御については、流域管理の一環として環境・水省水局および流域管理局による対応が必要である。河川地形・河川施設の管理、開発行為および違法行為の規制についても、流域管理の一環として追加されることになるが、流域管理の基礎となる技術的な準備が不足している。

EU-WFDの要求もあり、住民参加による流域の管理の実施が進められている状況であるが、今後もこれを継続する必要がある。

8.2 実施体制の整備

上記の組織・制度上の課題を解決するためには下記を実施する必要がある。下記の法令改正、所掌事項の改変、組織・制度改革は詳細な検討が必要であり、所掌事項の改変により必要な組織人員が決められる等、相互に複雑に関係している。従い、本調査では方向性を示すにとどめているが、今後、流域管理計画の最終案を作成する作業にあわせ、ブルガリア国自身でこれらを検討していくことが求められている。

- 流域管理（水質、水量、河川）を組織的に進めることを目的に、流域管理局の責任を明確にし、そのために必要な権限の強化を行う。河川管理については、特に義務、権限が分散しているため、河川の一元管理に留意した所掌の見直しを実行する。これには、許認可権限を詳細に分析、整理し、望ましい許認可権限配分の提案も含めることとする。

- ブルガリア国における流域管理を EU-WFD の要求に応じて実施していくためには、中央レベル（環境・水省水局）および流域レベル（4 流域管理局）の両レベルにおける強化が不可欠である。それぞれの組織での責任を明確にし、権限を強化するためには、人材の確保（最低現状の二倍）、職員の能力向上、機材の整備、これらに伴う予算の確保は必須事項となる。今後ブルガリア政府は組織強化および関連機関との良い協力関係確立について具体的に検討していく必要がある。
- 流域管理の実施には、流域内の多くのステークホルダー（水利用者、汚水排出者、開発行為者）の意識の向上を図った上での協力体制の構築が不可欠である。モニタリングへのステークホルダーの取り込み（取水量、排水量・水質、採掘量を把握できる観測機器設置の義務付け等）も考慮する。

9. 結論と勧告

9.1 結論

この調査では、流域管理計画（案）の作成について環境・水省を支援した。調査を通じて得られた主要な具体的成果としては下記があげられる。

- 水量、水質を中心に流域管理にかかる流域の現状を調査し、評価した結果、ブルガリア国の現在の水の状況と EU-WFD の定める「良い水の状況」との間には大きなギャップがあることが明らかとなった。
- EU-WFD で要求されている GIS データベースにつき、コア部分については全国を対象に、WFD 部分については東西エーゲ海流域およびダニユーブ河流域と黒海流域のパイロット河川流域を対象に、ローカル部分については東西エーゲ海流域を対象に構築した。その結果、流域管理局は正確な GIS データベースに基づく流域管理の実施が可能となった。
- 統合流域解析モデルとして、水量および水質それぞれにつき、詳細モデル（MIKE11 を使用）、簡易モデル（MS-Excel を使用）を開発した。これらモデルを用いることで、技術的に高い精度で水量、水質のシミュレーションが可能となった。
- これらを活用し、「良い水の状況」を達成するために水量改善、水質改善を中心とした対策プログラムを提案した。
- 提案の流域管理計画は EU-WFD およびブルガリア水法に基づく基本的な計画であり、EU-WFD の要求事項に沿ったものではない。

策定された流域管理計画（案）の対策プログラムによると、東西エーゲ海流域区の水質につき、現況のクラスⅢ（中程度）からクラスⅤ（悪い）の水質を、クラスⅡ（良好）からクラスⅢ（中程度）の中間程度まで改善するために、新規下水処理場の建設、既設下水処理場の改修、下水道網の改修からなる構造物対策の実施に24億ユーロ規模の投資が必要である。東西エーゲ海流域区の水質については、現況の上水施設、灌漑施設における漏水を削減するためには、上水施設改善に40億ユーロ規模、灌漑施設の改善に270百万ユーロ規模の投資が必要である。経済分析の結果、これらの投資は経済的に妥当であると判断された。

構造物対策でカバーされない改善を実施し、また、提案している構造物対策を円滑に実施し、その実施による効果をより確実なものとするため、規制の強化、モニタリングの強化等、提案している非構造物対策の実施が不可欠である。

9.2 勧告

ブルガリア国政府が、流域管理計画の実施にかかる下記の提案について速やかな対応を取ることを勧告する。

- EU-WFD の目標を達成するためには、ブルガリア国政府は流域管理計画を完成させ、2010年中に流域管理計画を開始しなければならない。本調査の成果を活用、参照し、東西エーゲ海流域管理局が流域管理計画を策定し、他の二流域管理局の流域管理計画と共に、ブルガリア国政府が、国の流域管理計画を策定することを勧告する。

- 水質改善・管理、水量改善・管理および河川管理のために提案された構造物対策および非構造物対策は、ブルガリア国の「良い水の状態」を達成するための基礎的な対策であり、それぞれの事業実施体、自治体等がばらばらに実施するのではなく、国の全体計画の一環として実施されることを勧告する。
- 流域管理計画の実施のため、また EU-WFD の要求事項の達成のためにも、環境・水省水局（中央レベル）および 4 流域管理局（流域レベル）の強化を勧告する。強化の内容は今後ブルガリア国で検討する必要があるが、最低 2 倍の人員体制、職員の能力向上、機材の整備、これらに伴う予算の確保が必須である。今後、ブルガリア政府はこの組織強化および、流域の基礎的な気象・水文データを持つ NIMH を含め、関連機関との良い協力関係確立について検討が必要である。
- 流域管理局は流域管理のために下記の基本調査を実施することを勧告する。
 - 洪水被害防止および砂利採取規制、さらに河川地形的観点からの河川環境改善のための基礎として、「河川維持計画調査」を実施する。
 - 有害物質の流出による危険から住民を守るため、EU-WFD が優先物質（Priority Substances）として観測することを指定している 33 種類の有害物質および重金属の流出、閉鎖鉱山の圧力および影響について調査を実施する。
 - 詳細な河川流況、導水、利水、環境流量等を考慮し、新規水資源開発施設の整備あるいは中断している水資源開発施設の建設再開を含めた、水資源開発管理計画の策定を実施する。
- GIS データモデルおよび統合水管理モデル等管理ツールは、流域管理に効果的に活用するために継続的に維持・更新することを勧告する。

要 約
表

表1 全国の主要河川の延長、流域面積

番号	名前	総延長 (km) (*1)	総流域面積 (km ²) (*1)	平均流量 (m ³ /s) (*2)	年間流量変動パターン (*2)	
					最大流量	最小流量
1	オゴスタ	135	4,282	18	4月	8月
2	イスカール	338 (*3)	8,634	54	4月	8月
3	ヴィット	157 (*4)	3,228	15	5月	10月
4	オッサム	199 (*5)	2,838	15	5月	10月
5	ヤントラ	219	7,862	42	4月	10月
6	ルセンスキー・ロム	165 (*6)	2,985	5	3月	9月
	その他		13,007			
	DRBD 合計		42,837			
7	カムチャ	191	5,363	22	4月	10月
	その他		15,603			
	BSBD 合計		20,966			
8	トゥンザ	310	7,901	38	4月	10月
9	マリツア	302	21,292	108	3-4月	8月
10	アルダ	229	5,213	73	1月	9月
11	ピアラ	70	636			
	その他		823			
	EABD 合計		35,230			
12	ストゥルーマ	266	10,852 (8,541 ブルガリア国内)	80	5月	8月
13	メスタ	122 (*7)	2,785	32	5月	8-9月
14	ドスパット	79	635			
	その他		5			
	WABD 合計		11,966			

(*1) 出展: JICA 調査団

(*2) 出展: Knight and Staneva, The Water Resources of Bulgaria. An Overview, GeoJournal, 40-4, pp.347-362, 1996.

(*3) ベリ・イスカール川を含む、(*4) ベリ・ヴィット川を含む、

(*5) チェルニ・オッサム川を含む、(*6) ベリ・ロム川を含む、(*7) ベリ・メスタ川を含む

