

国際協力事業団

ルーマニア国
水・森林・環境保護省

ルーマニア国

プラホバ川流域水環境管理計画調査

最終報告書

要約

平成11年3月

株式会社 建設技術研究所
セントラルコンサルタント株式会社

JICA LIBRARY



J 1148248(6)

社調ニ

JR

99-027



1148248 [6]

国際協力事業団

ルーマニア国
水・森林・環境保護省

ルーマニア国

プラホバ川流域水環境管理計画調査

最終報告書

要約

平成11年3月

株式会社 建設技術研究所
セントラルコンサルタント株式会社

序文

日本国政府は、ルーマニア国政府の要請に基づき、同国のブラホバ川流域水環境管理計画にかかる開発調査を行なうことを決定し、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3月までの間、3回にわたり、株式会社建設技術研究所の村田直人氏を団長とし、同社及びセントラルコンサルタント株式会社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、国際協力事業団田中研一国際協力専門員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、ルーマニア国政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

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

平成11年3月

国際協力事業団

総裁 藤田 公郎

藤田 公郎

伝 達 文

国 際 協 力 事 業 団

総 裁 藤 田 公 郎 殿

ここに、ルーマニア国ブラホバ川流域水環境管理計画調査の最終報告書を提出いたします。この報告書は、日本国政府、貴事業団関係者の助言と提案を考慮した水環境管理計画の策定結果をとりまとめております。また、ドラフト・ファイナル・レポートの協議の際に得られた水・森林・環境保護省およびルーマニア水公社のコメントも含まれています。

この最終報告書には、ブラホバ川流域水環境管理についてのマスタープランが述べられています。流域の水環境改善についての緊急性と必要性の観点から、ルーマニア政府が、マスタープランから選んだ優先度の高いプロジェクトに対するフィージビリティスタディを、出来るだけ早い時期に実施することを勧告しております。

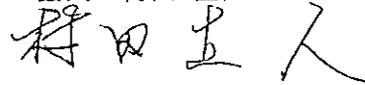
最後に、日本国政府、特に、国際協力事業団、外務省、環境庁、建設省やその他関係機関に多大な協力を賜りましたことについて、この機会を利用して、厚く御礼申し上げます。また、調査期間中、JICA 調査団に対してなされたルーマニアの水・森林・環境保護省、ルーマニア水公社、その他関係機関の協力と助力に対し、深く感謝いたします。

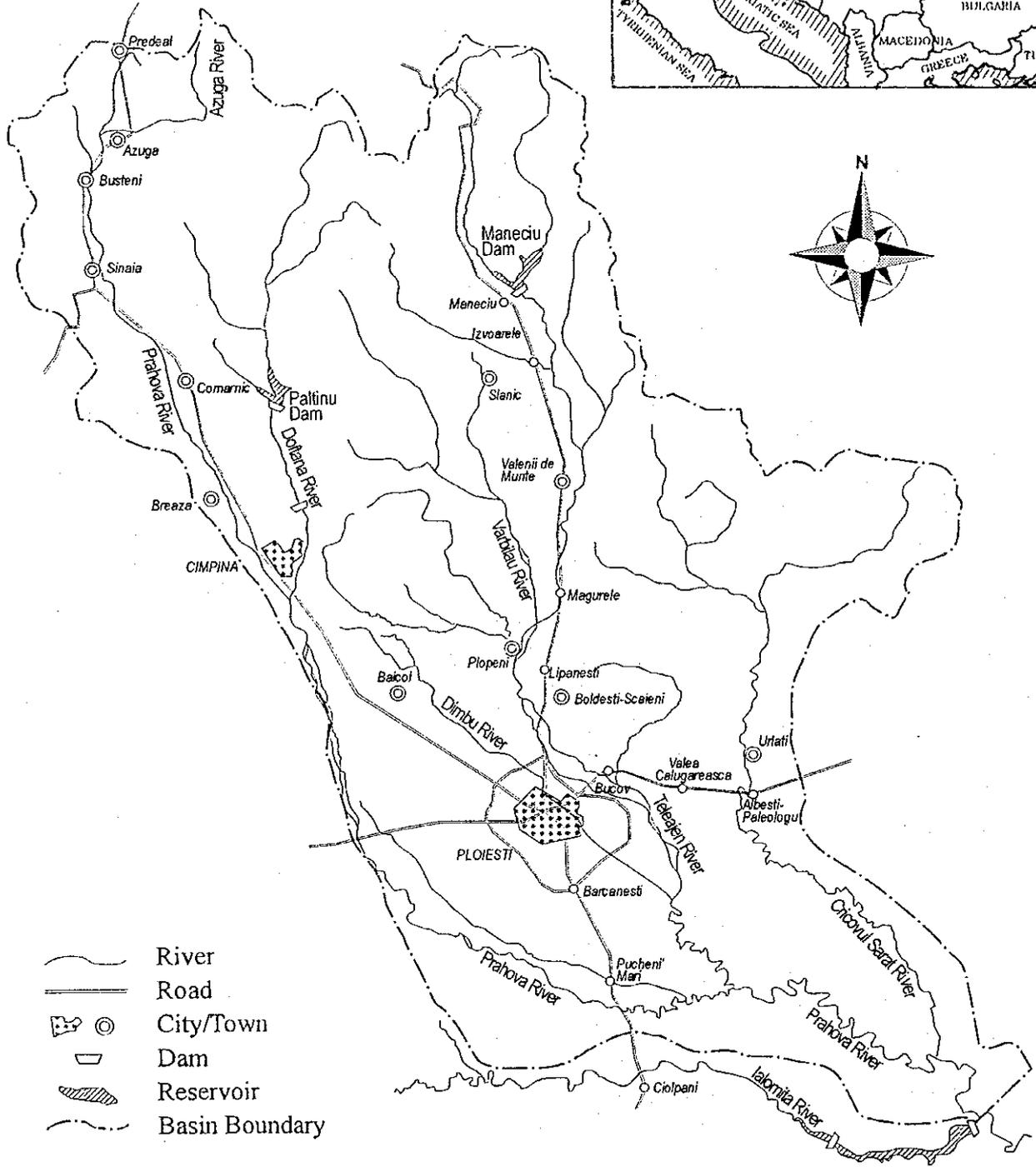
平成 11 年 3 月

ルーマニア国

ブラホバ川流域水環境管理計画調査団

団長 村田 直人





LOCATION MAP

プラホバ川流域水環境管理計画調査

要 約

目 次

位置図

第 1 章	緒言	1
	1.1 調査の背景	1
	1.2 調査の目的と調査対象域	1
第 2 章	調査対象域	2
	2.1 自然条件	2
	2.2 社会経済条件	3
第 3 章	河川汚濁の現状	8
	3.1 観測システム	8
	3.2 水需要の現況	9
	3.3 汚濁源と汚濁負荷量の現況	11
	3.4 河川水質と生態系の現況	12
	3.5 汚濁機構の分析	13
	3.6 水質汚染事故	17
第 4 章	水需要と河川流量	18
	4.1 将来水需要予測	18
	4.2 水需給バランス	19
第 5 章	将来水質の予測	21
	5.1 将来負荷量予測	21
	5.2 将来河川水質の予測	22

第6章	マスタープランの提案.....	24
	6.1 目的と内容	24
	6.2 計画目標	24
	6.3 下水道整備	24
	6.4 工場排水処理施設整備	25
	6.5 河川水質改善効果	26
	6.6 水質モニタリングシステムの強化と 水質汚染事故の防止	26
	6.7 法制度・組織の提言	27
	6.8 水環境管理における市民参加の促進	27
第7章	マスタープランの実施計画と評価.....	29
	7.1 実施計画	29
	7.2 河川水質の改善	30
	7.3 経済便益	30
	7.4 財務分析	31
	7.5 経済成長の変化が河川水質に与える影響	32
第8章	提言	34
	8.1 水質モニタリングの強化	34
	8.2 プロジェクト実施とフィージビリティ調査	34

図リスト

図 2.1	ブラホバ川水系および流域図	F1
図 2.2	水位観測所及び水質観測所	F2
図 2.3	ブラホバ県行政界図	F3
図 2.4	現況土地利用図	F4
図 3.1	主要水供給システム	F5
図 3.2	補足水質観測地点	F6
図 3.3	水質シミュレーションモデル図	F7
図 3.4	水質事故発生位置図	F8

第1章 緒言

1.1 調査の背景

プラホバ川の流域面積は3,738 km²であって、ルーマニアの首都であるブカレストの北に位置するプラホバ県を流れる。プラホバ川はドナウ川の2次支川で、エアロミタ川に注ぐ。プラホバ川本川は高度2,000 mを越える山地を有するカラパチアン山脈に源を發し、上流部では観光地であるプラホバ峡谷を、中流部ではプロイエスティ工業地区を、又、下流部では農業地帯を流下してプラホバ県南端でドナウ川の1次支川であるエアロミタ川に注ぐ。

プラホバ川流域では、石油産業を始めとする様々の工業が発展してきた。こうした工業活動に伴い、プラホバ川は有機物や毒物によって汚染されており、特に油汚染が流域の水資源にとって最も大きな被害をもたらしている。又、プラホバ川の流量が少ない事も水質をより悪化させており、中流部および下流部には全く魚類は生息していない。こうした環境問題を解決するために、総合的な水環境管理計画の早期立案が要望された。

以上の背景から、ルーマニア政府は1995年9月わが国に対し本調査の実施に関する協力を要請した。これに応じて日本政府は「プラホバ川流域水環境管理計画調査」の実施を決定し、事前調査団が派遣され、1997年7月にS/Wの署名・交換が行われた。

1.2 調査の目的と調査対象域

1.2.1 調査の目的

S/Wに示されている本調査の目的は下記の通りである。

- (1) 目標年次を2015年とするプラホバ川流域の水環境管理にかかるマスタープランを策定する。
- (2) 本調査を通じ調査の期間中ルーマニア国側カウンターパートに対し技術移転を行う。

1.2.2 調査対象域

プラホバ川の全流域(エアロミタ川との合流地点より上流域)で、対象面積は3,738 km²である。

第2章 調査対象域

2.1 自然条件

2.1.1 気象

プラホバ川流域の気象は(1) 山地部、(2) 丘陵部、 および (3) 平野部、 に大別される。その平均値を下表にまとめる。

	山地部	丘陵部	平野部
年平均気温	6°C以下	9-10°C	10°C以上
年平均降雨量	1,000-1,400 mm	500-1,000 mm	550-600 mm

降雨は主として夏期に降るものの、さほど大きくは無い。主要地点における年降雨の季節変化を下表に示す。

(単位: mm)

地点	冬 (12月-2月)	春 (3月-5月)	夏 (6月-8月)	秋 (9月-11月)	年合計
シナイア	159	240	307	199	905
クンピナ	108	184	252	138	682
ケイア	132	202	303	192	829
フローレスティ	107	147	199	127	581
バレイデム河	108	164	224	140	636

2.1.2 河川水系

プラホバ川の流域面積は3,738 km²である。プラホバ川本川はカラパチア山脈プレディアル町地点に源を發し、左支川アズガ川の水を集めプラホバ溪谷を流下し、プラホバ溪谷出口に位置するクンピナ市で左支川ドフタナ川を合流させ、更にプラホバ平野を南東に流下する。プラホバ川は更に左支川、テレアジェン川とクリコブル サラット川を合流した後、パトゥル フラティ地点でエアロミタ川に注ぐ。

プラホバ川水系を図2.1に示す。又、プラホバ本川と主要支川の諸元を下表にまとめる。

名称	流域面積 (km ²)	河川延長 (km)	上流端高 度 El. (m)	下流端高 度 El. (m)
アズガ川	89	23	1,600	940
ドフタナ川	414	51	1,400	360
テレアジェン川	1,656	122	1,760	80
ドゥンプ川	188	39	340	100
クリコブル サラット川	607	94	600	60
プラホバ川	3,738	193	1,100	60

2.1.3 流況

ブラホバ川最下流アディンカータ地点(流域面積 3,682 km²)の濁水(95 %)、低水(75 %)、平均流量はそれぞれ、11.67 m³/s、14.31 m³/s、24.23 m³/sである。又、濁水、低水、平均流量の比流量はそれぞれ、0.32 m³/s/100km²、0.39 m³/s/100 km²、0.66 m³/s/100 km²である。

ブラホバ川主要8水位観測所の流況を下表に示す(水位観測所位置は図2.2参照)。

(単位: m³/s)

河川	観測所	流域面積 (km ²)	20 %	50 %	75 %	95 %	最小	平均
ブラホバ	プスニ (PII)	130	4.54	2.09	1.27	0.43	0.29	3.22
ブラホバ	クンピナ	476	10.70	5.75	3.95	2.73	2.14	7.57
ドフタナ	テシラ	288	5.97	2.90	1.91	1.26	0.80	4.07
ブラホバ	ブラホバ	984	14.56	7.28	5.42	4.26	3.63	10.64
テレアジェン	ビライレイ	491	5.65	2.28	1.24	0.70	0.47	4.02
テレアジェン	モアラ	1,434	11.34	6.93	5.38	4.52	3.97	9.33
カコルサット	チオラニ	596	1.50	0.85	0.56	0.35	0.21	1.35
ブラホバ	アディンカータ	3,682	31.27	18.46	14.31	11.67	10.15	24.23

2.2 社会経済条件

2.2.1 現況

(1) 行政

ブラホバ県は2つの市、12の町および86の村(コミューン)から成る。この内、ブラホバ川流域には、2つの市、11の町および76の村が含まれる(図2.3)。この他ブラホバ川流域には他県の1町(プレデアル町)および6村が含まれる。又、これらの市町村の内、市街地がブラホバ川流域に含まれるのは、2市、12町、73村である(ブラホバ県は2市、11町、69村)。

(2) 人口

ブラホバ県はブカレストに次いで第二の人口を有する県であって(1997年)、その人口は86万4,154人(ルーマニア国人口2,260万人の3.8 %)である。又、人口密度は184.1人/km²で、人口密度もブカレストに次いでルーマニア第二位である。県の人口は1992年以降、年率 0.2 %~0.4 %で毎年減少しており、この減少率は全ルーマニアのそれにほぼ等しい。

ブラホバ川流域の人口は1997年で、75万4995人と推定される。これはブラホバ県全人口の87 %に当たる。

(3) GDP

ブラホバ県はルーマニア国経済において重要な地位を占めており、県GDPは1994年で2兆8百20億レイ(12億6千万USドル)とブカレストに次ぐ。同年において、工業セクターは県GDPの50 % 以上を占め、この比率はルーマニアの平均

値40%を上回っている。

資料のある1992～1995年および1997年について見ると工業セクターの内、特に石油化学工業の比率が50%以上を占めるが、この比率はルーマニアの平均に較べてはるかに高い。

農業セクターは1994年で県GDPの12%を占めているが、この比率は他県に較べてやや低い値となっている。

(4) 農業及び畜産

農地面積はブラホバ県全域の60%以上を占めており、畑(14万7千ha.)と葡萄畑(1万ha.)が県中央から南部にかけて広がっている。

主要農産物は、小麦、トウモロコシ、テンサイ、ジャガイモ、葡萄である。土地利用面積に変化は無いものの1991年以降、ブラホバ県の農産物生産量はテンサイを除き増加傾向にある。

ブラホバ県の畜産は1992年以降、大幅に減少している。1997年の家畜頭数は1991年に比較して約30%～70%減少している。

(5) 工業

上述した様に工業はブラホバ県における最大の経済セクターである。1995年におけるブラホバ県の工業構成を下記に示す。

工業分類	(%)
石油	52.2
一般機器	10.7
化学工業	6.9
食料品	5.4
ゴム製品	4.3
非金属材料	3.9
電気・ガス・水道	3.7
繊維工業	2.5
石油採掘	1.8
その他	8.6
合計	100.0

ルーマニアでは現在、1999年を目指した民営化の途上にあつて、ブラホバ県の大企業でも外資の導入による民営化が進められている。

1991年から1996年の5年間に工業セクターにおける従業員数は17万人から13万4千人に21%減少した。こうした状況にあつて従業員数が増加したのは、石油化学及び輸送業のみであつて、他は全て減少している。

(6) 観光

ブラホバ県はその北部の高地に観光発展の可能性をもっており、この面から県

経済への貢献が期待される。

1996年におけるブラホバ県への入り込み客数は40万8千人で、この内外国人は2万5千人であった。県への入り込み客数の内、約70%はシナイア、ブステニ、等のブラホバ溪谷のリゾート地を訪れている。

現在、5千百人が観光業に従事しており、この人数は他のサービス産業、例えば銀行、行政、軍、通信等より多い。又、ブラホバ県には多くの宿泊施設があり、その収容能力はブカレストより多く、ルーマニアで最大である。

2.2.2 現況土地利用

ブラホバ県の統計データによる1996年の土地利用面積を下表に示す。

(単位: ha)

耕作地	牧草地	干し草地	葡萄園	果樹園	森林	河川湖沼	その他	合計
146,771	72,150	32,406	10,733	17,074	152,222	9,656	30,575	471,587

図2.4に1995年7月2日撮影の衛星写真に基づく土地利用図を示す。この写真から求めたブラホバ本川、ドフタナ川、テレアジェン川、クリコブルサラット川流域の土地利用面積を下表にまとめる。

土地利用	ブラホバ本川		ドフタナ川		テレアジェン川		クリコブルサラット川		合計	
	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)	(ha)	(%)
農地	33,750	31.8	35	0.1	31,627	19.1	7,355	12.1	72,767	19.4
休耕地	11,590	10.9	58	0.1	14,730	8.9	2,784	4.6	29,162	7.8
牧草地	14,742	13.9	10,440	25.2	30,875	18.7	11,876	19.6	67,933	18.2
森林	42,831	40.4	30,101	72.7	77,525	46.8	32,323	53.2	182,780	48.9
果樹園	2,456	2.3	410	1.0	7,554	4.6	6,273	10.3	16,693	4.5
市街地	498	0.5	214	0.5	2,864	1.7	88	0.1	3,664	1.0
河川・湖沼	209	0.2	169	0.4	395	0.2	28	0.1	801	0.2
合計	106,076	100.0	41,427	100.0	165,570	100.0	60,727	100.0	373,800	100.0

2.2.3 社会経済予測

(1) 人口

世銀によればルーマニア全体における人口成長率は1995年から2010年まで年率-0.2%と推定されている。実際、国全体の人口成長率は1992年から1996年まで年率-0.2%から-2.5%へ徐々に減少している。

一方、都市への人口集中はルーマニアにおいても他のヨーロッパの国々同様、増加傾向にあって、ルーマニアにおける全人口に占める都市人口の割合は1990年から1995年の間に46.2%から55.4%に増加した。

ブカレストにおける将来人口は、1995年にJICAによって実施された「Study for Waste Disposal in Bucharest」によって推定されている。この調査によると年平均成長率は1995年から2010年までで0.772%と推定されている。

ブラホバ県は首都ブカレストに隣接し、道路および鉄道によって結ばれており、プロイエスティは将来においてブカレストの衛星都市になるものと考えられる。

上記を考慮して、本調査ではブラホバ川流域の人口成長率を2000年まで0.00 %、2001年から2015年まで0.50 % とした。

この結果、1997年に75万4,995人であったブラホバ川流域の人口は2015年には81万5,000人となる。

(2) GDP

国家経済予測委員会(National Commission for Economic Forecasting, NCEF)は1997年始めに、2000年までのルーマニア全体のGDP予測を行っている。世銀も又、1994年に2002年までの成長率予測を行っている。この両者の予測結果を下記に示す。

(世銀)

年	1995	1996	1997	1998-2002
成長率	1.2 %	1.5 %	2.5 %	4.0 %

(NCEF)

年	1996	1997	1998	1999	2000
成長率	4.1 %	-6.5 %	0.0 %	最小:2.3 % 最大:3.4 %	最小: 3.5 % 最大: 4.9 %

1996年、1997年の成長率は実際。

現在、ルーマニア経済は多くの経済分野で民営化を通じて市場経済へ移行しつつある。民営化は1999年末に完了予定であるが、現在の所、経済回復の兆しは今だ見られず、民営化の効果の現れは2000年以降に持ち越されるものと考えられる。

従って、本調査においてはルーマニアGDPの年成長率を2000年までは0.00 %、2001年から2015年までのそれを4.2 % (NCEF予測の平均値)とし、ブラホバ川流域のそれも国全体と同じとした。

(3) 工業生産

NCEFは2000年までの国全体における工業生産の伸びを下記のように予測している。

年	平均 1991 - 93	平均 1994 - 96	1997	1998	1999	2000
成長率	- 14.5 %	7.5 %	- 5.0 %	- 0.5 %	最小1.7 % 最大2.9 %	最小2.7 % 最大4.3 %

1991年から1997年の成長率は実際

1990年代初頭に低下した工業生産高は1994年から1996年に回復したが、現在、再び困難な局面にある。民営化はルーマニアの工業界にも急激に進行しつつあるが、1997年から1998年には工業活動の改善は今だ見られない。民営化が1999

年末に完了しても、生産が軌道に乗るには未だ時間がかかるものと考えられるが、これは機器の近代化と生産物の流通システムの改善が必要であるためである。

上記の事から、本調査ではルーマニアの工業生産高の年成長率を、2000年までは0.0%、2001年から2015年を3.5% (NCEF予測の平均値)とし、プラホバ川流域のそれも全国と同じとした。

プラホバ県における工業生産高は1997年の10兆6960億レイ(14億92百万USドル)から2015年には17兆9170億レイ(24億99百万USドル)となる。

(4) 牧畜

1990年代初頭にプラホバ県だけでなく、国全体でも家畜頭数の減少が続いたが、こうした傾向は特に私営セクターにおいて徐々に収束に向かっている。しかし、減少傾向は将来においてもしばらくは続くものと考えられる。一方、一人当たりの肉消費量は生活水準の改善に伴い今後、増加するものと推定されている。

こうした減少と増加要因を考慮して流域における家畜頭数の成長率は、2015年までの全期間、0.00%とした。

(5) 入り込み客数

観光省(Ministry of Tourism)によって1995年に策定されたシナイア観光発展計画は2000年までの入り込み客数の予測を行っており、1998年、1999年、2000年の入り込み客数の成長率をそれぞれ、5.5%、5.3%、4.9%と見積もっている。

観光は一般に他の経済活動の影響を受けるため、GDPと工業生産高の成長率を考慮して、プラホバ渓谷の入り込み客数の成長率を2000年までは0.00%、2001年から2015年までは5.0%とした。

1996年にシナイア、ブステニを含むプラホバ渓谷の入り込み客数は29万5,000人であったが、2015年には61万2,000人に増加する事になる。

第3章 河川汚濁の現況

3.1 観測システム

(1) 河川流況及び水質

プラホバ川には合計12の量水標が設置されており、ルーマニア水公社プラホバ支所によって管理されている。最も古い水位データは1951年である。

又、プラホバ川の水質観測所は16箇所有り、これも水公社プラホバ支所が管理している。観測は重要度に応じて毎月1回か二カ月に1回実施され、1993年以降のデータが水公社プラホバ支所によって保有されている。

水位観測所及び水質観測所の位置を図2.2に示す。

(2) 排水水質

プラホバ川の主要汚染源は工場、下水処理場、畜産、ホテル、病院等である。これらの汚染源に対しルーマニア水公社プラホバ支所は水質観測計画を毎年作成し、これに基づき観測を実施している。

1997年には、100汚染源の109箇所の排出口において観測が実施された。観測頻度は流量で決められており、その頻度は大流量の排出口で月一回、小流量の排出口では年一回、平均で年5.2回であった。ルーマニア水公社は1993年以降の排水水質データを保有している。

(3) 水質実験所

ルーマニア水公社プラホバ支所は四箇所の水質実験所を保有している。この内、一箇所はプロイエスティの支所本部に置かれ、河川水質および排水水質の分析を行っている。これ以外の三箇所の実験所は上水水質検査用で、三箇所ある浄水場に設置されている。

プラホバ川流域には16の水道水供給と下水道管理の組織(公共サービス公社)があるが、この内、6組織のみが上水及び下水水質試験のための実験所を有しているに過ぎない。更にこれらの実験所はルーマニア水公社のそれと共に、人的な側面からも器材の面からも不十分である。

(4) データ・ファイリング・システム

1994年ルーマニア水公社の水管理データベースとして、King II データベースシステムが開発され、本部を始め全ての支社、支所がこれを使用している。

なお、このデータベースは古いソフトで作成されていたため、JICA調査団はWindows 95上で動く最新のソフトを用いて、上記の旧データベースが持つ問題点を解決し、かつ旧データベースとのデータ交換が可能な水管理データベースを新たに作成した。

3.2 水需要の現況

3.2.1 水源と水供給

プラホバ川流域の水利用は、家庭用水、工業用水及び農業用水に大別され、その水源は表流水、地下水、水道水、工業水道水からなる。図3.1に主要水供給システムを示す。

(1) 水源

(a) 表流水

プラホバ川流域では38の利用者が年1億6千万 m^3 の表流水を取水している。この内、ルーマニア水公社はドフタナ川のボイラ堰、プラホバ川のネデレア堰、テレアジェン川のマネチュウ堰及バレニイ デ ムンテ堰の四地点で年間1億2,450万 m^3 の表流水の取水を行っている。

又、9の公共サービス公社が年間1,570万 m^3 の表流水を取水している。

(b) 地下水

地下水の年間取水量は深井戸及び浅井戸合計で年間8,600万 m^3 である。

(c) 水道水

水道水の水源は上記の表流水及び地下水である。水道水の供給者は、ルーマニア水公社、13の公共サービス公社及び8つの工業・農業の民間会社である。

供給量は年間9,150万 m^3 で、3,980万 m^3 が家庭用水、4,790万 m^3 が工業用水、380万 m^3 が農業用水に配分される。

(d) 工業水道水

水道同様、水源は表流水及び地下水である。工業水道水の供給者はルーマニア水公社及び3つの民間会社である。工業水道水の年間供給量は540万 m^3 でこの内、160万 m^3 が工業用水として、残りの380万 m^3 は農業用水として利用されている。

(2) 主要水供給システム

- (a) ドフタナ川のパルティヌダム及びテレアジェン川のマネチュウダムで開発された水は、それぞれボイラ堰、バレニイ デ ムンテ堰で取水され、導水管でモビラ ブルビ浄水場に送られ、そこから更に3本の導水管を通じてプロイエステ市、ペトロブラジ会社、ペトロテル会社に供給される。
- (b) プラホバ川本川のネデレア堰で取水された水は工業用水としてペトロブラジ会社及びエフィー プロイエステ電力会社に、又、灌漑用水としてプラホバ川本川左岸に位置する農地に供給される。

- (c) プラホバ川本川のカリネステ堰で取水された水は右岸に位置する農地に灌漑用水として供給される。

なお、バレニイ デ ムンテとモビラ ブルピ間で新たな導水管が、ルーマニア水公社によって2000年竣工を目指して現在、建設中である。

3.2.2 水利用

- (a) 家庭用水

プラホバ川の人口76万3,000人(プラホバ川から給水する流域外人口を含む)の内、50万9,000人(67 %)が水道水の供給を受け、残りの25万4,000人は浅井戸から取水しており、年家庭用水量合計は8,010万 m^3 である。この用水量の内、62.6 %がプロイエステ市とその周辺で使用されている。

- (b) 工業用水

現況の年間工業用水量は8億2,940万 m^3 で、この内、85.7 %の7億1,060万 m^3 は再利用水で、残りの1億1,880万 m^3 が純粹の工業用水量である。

用水量を地域別にみると、プロイエステ市とその周辺部での使用量が全体の88.4 %を占める。又、業種別に見ると石油精製と電気・ガス供給が第1位と第2位で、この2業種で全工業用水量の90 %近くを占めている(再利用水を除く純工業用水量では全体の64 %)。

上に見た様に、プラホバ川流域における工業用水使用の特徴は再利用水の多さで、これは石油精製と電気・ガス供給における再利用率の高さに起因する。

- (c) 農業用水

現況年間農業用水量は1,350万 m^3 であるが、この内、750万 m^3 は養魚池で使われている。

- (d) 合計水利用量

現況年間水利用量は9億2,310万 m^3 であって、これから工業用水の再利用水量を除くと純粹な水利用量は2億1,250万 m^3 となる。

以下に、地区別用水別現況水利用量をまとめる。

(単位:千m³/年)

地区	家庭用水	工業用水	農業用水	合計
プロイエス市とその周辺部	50,143	733,617 (80,029)	2,341	786,101 (132,513)
フローレスティ	191	19,387 (5,969)	0	19,578 (6,160)
クンピナ市	6,951	18,497 (7,059)	0	25,448 (14,010)
ブラホバ溪谷	8,843	17,884 (9,325)	7,540	34,267 (25,708)
その他	13,999	40,031 (16,427)	3,636	57,666 (34,062)
合計	80,124	829,417 (118,809)	13,517	923,058 (212,450)

注: 1) プロイエス市とその周辺部はアステイ、ライハニ、バルネスチ、ペルニ、ブレゾイ、アラジ、アラ、バルスチ、カカルベチを含む。
 2) ブラホバ溪谷はクンピナ市から上流域
 3) ()内は純粋水利用量である。

3.2.3 漏水

ブラホバ川流域では漏水が市町村の水道管網だけでなく、ルーマニア水公社の導水管にも見られる。市町村の水道管網の漏水は、5%から35%、平均で14~15%程度と比較的小さいが、水公社の導水管の漏水率は29.9%でその量は年3200万m³に達している。

3.3 汚濁源と汚濁負荷量の現況

3.3.1 家庭排水

(1) 処理方式

ブラホバ川流域には2市、12町、73村の市街地が含まれている。この内、2市、11町、2村に下水道が施設されているが、残りの1町、71村では各家庭で腐敗槽または便壺が使用されている。

下水道のある市町村を下記に示す。

区分	名称
市	クンピナ、プロイエステ
町	ブレディアル、アズガ、ブステニ、シナイア、ブレアザ、 バイコイ、プロベニ、スラニック、バレニイ、デムンテ、 ボルデステ、スカイエニ、ウルラティ
村	フローレスティ、マネチュウ

上記の内、アズガとブステニには処理場が無く、下水道で集められた家庭排水は無処理で河川に放流される。

流域人口75万5000人の内、下水道人口は32万2000人(43%)で、残りの43万3000人(57%)は腐敗槽又は便壺である。

(2) 下水道のインベントリー調査

流域内の主要下水道である2市、11町を対象にインベントリー調査を実施した。処理場のある2市、9町の内、プロイエステ市及びプロベニ町では沈殿池での

処理のみであるが、他の市や町では活性汚泥処理が行われている。

(3) 現況処理場排水負荷量

各処理場には家庭排水、工場排水及び浸透地下水が流入してくる。この処理場排水量と排水負荷量の推定を、ルーマニア水公社が定期的実施している処理場排水の濃度と量の観測結果、同公社が保有する工場排水データ(King II データベース)、家庭排水原単位に基づいて行った。

この結果、流域内処理場排水量は2,191 l/s、又、合計BOD負荷量は一日当たり8,808 kgと推定された。

3.3.2 工場排水

(1) 汚染源

プラホバ川流域では工場系汚水が164の事業所から189の排水口を通じて放流されている。この189の排水口の放流先について見ると、86が河川、82が公共下水道、7が私設の工業下水道、14が地下である。この内、工業下水道は2系統あり、一つは最終的に河川に排水され、他は公共下水道に排水される。

(2) 現況工場排水負荷量

ルーマニア水公社は上記汚染源の月合計排水量データを保有している。又、同公社は72事業所の75排水口において水質観測を行っており、BOD、油分、毒性物質(CN、フェノール、Cd)のデータがある。

これらのデータを用いて、河川、公共下水道に排水する事業所の排水口別現況排水量、現況BOD排水負荷量の推定を行った。プラホバ川流域内の河川に排水する事業所の合計排水量は1,794 l/s、又合計BOD負荷量は10,063 kg/日である。

上記の負荷量の73 % (7,331 kg/日)は、石油精製の3会社、すなわちペトロブラジ社、ペトロテル社、アストロロマーナ社から排出されている。

(3) 代表工場のインベントリー調査

プラホバ川流域における工場排水処理施設の現状把握のため、20工場を選定し、インベントリー調査を実施した。

3.4 河川水質と生態系の現況

3.4.1 河川水質

ルーマニアでは河川の水質基準を水利用に応じて下記の様に分類している。

カテゴリー	水質(mg/l)			水利用
	BOD	油分	CN	
I	5	0.1	0.01	<ul style="list-style-type: none"> ● 集中型飲料水供給 ● 食料品製造用集中型工業用水供給 ● その他
II	7	0.1	0.01	<ul style="list-style-type: none"> ● 工業用水供給 ● その他
III	12	0.1	0.01	<ul style="list-style-type: none"> ● 灌漑用水供給 ● 冷却用水供給 ● その他

ブラホバ川における13水質観測所の年平均水質に基づくカテゴリー分類を下表に示す。

コード	河川名	地点名	BOD	油分	CN
180	ブラホバ川本川	ブレデアル	I	I	I
195	同	アモンティ	I	I	I
200	同	コルヌ	II	I	I
217	同	ネデレア	II	D	I
220	同	ティノス	D	D	D
190	アズガ川	アズガ	I	I	I
205	ドフタナ川	アモンティ	I	I	I
230	テレアジェン川	ケイア	I	I	I
240	同	グラビティオリ	II	I	I
260	同	モアラ	D	D	D
250	ドゥンブ川	ゴガ	D	D	I
275	クリコブル サラット川	サンゲル	D	D	I
280	同	チオラニ	D	D	D

注): Dは水質基準を以上。

プロイエステ市と周辺部からの家庭及び工場排水負荷の流入によってブラホバ川下流部の全地点で水質基準カテゴリーのIII類を越えている事が判る。

3.4.2 生態系

イアロミタ川とブラホバ川の中流域に位置する諸都市では1960年の始めから(プロイエステ市では19世紀中頃から)、急激な工業化が起こった。

1960年代始めの調査によればイアロミタ川とブラホバ川には28種の魚類が生息していたが、上述の工業化によって両川の中・下流域にはほとんど魚が見られなくなった。

3.5 汚濁機構の分析

3.5.1 補足水質観測

JICA本格調査団はルーマニア水公社と共同で、ブラホバ川における水質汚濁機構解明のため、河川、処理場排水、工場・畜産排水の同時観測を3回実施した。

第1回(1998年2月9日～2月13日)と第2回(1998年3月2日～3月6日)観測は冬季の汚濁機構

の解明を目指して64箇所(河川および排水口)で採水・分析を行った。

第3回(1998年7月20日～8月3日)の観測は夏季の汚濁機構解明を目指したものであるが、さらに下水処理場・工場排水処理場の処理効率を把握するため、排水水質に加えて処理場流入水質の観測を行った。この結果、第3回の採水・分析箇所数は105となった。

図3.2に補足水質観測地点を示す。

3.5.2 水質シミュレーションモデルの作成

(1) 汚染源のモデル化

一般に汚染源は点源と非点源に分類される。プラホバ川流域における点源は処理場排水、工場排水(大規模家畜排水を含む)であって、非点源は下水道に流入しない家庭排水、家畜排水(小規模)及び農地・森林・市街地から降雨時に流出する面源からなる。

汚染源で発生、排出された負荷は地面や小水路を經由して支川に流入し、支川を流下して本川に流入して来る。

この流達過程では、負荷はまず地下への浸透や土地利用固有の自然の浄化機能によって減少し(R1)、さらに本川に流達するまでに支川で減衰する(R2)ことになる。この流達過程より、本川への流達係数は以下の様に表されるものとした。

$$\text{流達係数} = \text{発生} \cdot \text{排出負荷量} \times R1 \times R2$$

図3.3に本川及び支川のモデル図を示す。

(2) 流域のモデル化

河川水質は補足観測点を含む23地点で観測されており、これを考慮して流域を23ブロックに分割した。このブロックも図3.3に示している。

(3) 本川における水質モデル

本川における水質モデルとして以下のストリーター・ペルプ式(修正式)を用いた。

$$L_t = \left(L_u - \frac{L_a}{2.31k_r} \right) \cdot 10^{-k_1 t} + \frac{L_a}{2.31k_r}$$
$$D_t = \frac{k_1}{k_2 - k_r} \left(L_u - \frac{L_a}{2.31k_r} \right) \cdot (10^{-k_1 t} - 10^{-k_2 t}) + \frac{k_1}{2.31k_2} \cdot \left(\frac{L_a}{k_r} + \frac{D_a}{k_1} \right) \cdot (1 - 10^{-k_2 t}) + D_u 10^{-k_2 t}$$

ここに、 L : BOD (最終BOD)

D : 溶存酸素量 (mg/l)

添字 u : 上流側地点 t : 下流側地点

k_r : 河川水中でのBOD減少係数 ($=k_1 + k_2$) (l/day)

- k_1 : 溶存酸素の消費を伴う減少係数 (t/day)
- k_2 : 再曝気係数
- k_3 : 沈殿など溶存酸素を消費しない形での減少係数
- L_a : 河床から付加される BOD (mg/l/day)
- D_B : 再曝気以外の酸素の供給または消費量 (mg/l/day)
- t : 区間 A～B の流下時間 (day)

以上のモデルを1995年から1997年までの乾期(9月～11月)に適用した所、実測BODとの良好な一致が見られ、本モデルのプラホバ川における水質予測モデルとしての有効性が確認された。

3.5.3 水質評価の基準流量

(1) 基準流量の設定方針

河川流量は一年を通じて変動し、又河川水質も流量に応じて変動するため、河川水質評価のために適切な基準流量を設定する必要がある。あまり厳しい濁水流量を計画の対象とすると目標水質を維持できる安全率は高くなるが、過度の水質改善コストが必要となる。従って、河川の流況特性、水利用状況、目標水質達成のためのコストを勘案して適切な基準流量を定める必要がある。

(2) ルーマニア排水水質基準と基準流量

排水水質基準は1997年11月に一律基準が定められた(NTPA-001, NTPA-002)。これに依ると河川に排出するBODは20 mg/l以下(NTPA-001)、公共下水道に排出するBODは300 mg/l以下(NTPA-002)と定められている。上記の内、河川排水基準の20 mg/l以下は希釈率が3倍の基準流量を想定したものであり、各年最小月平均流量の95%確率流量を基準流量としている

(3) 基準流量時に河川水質基準を達成するための排出濃度とコスト

上記の基準流量をプラホバ川に適用するとこの流量が余りに小さい為、評価された水質は悪く、3.4.1で述べた河川水質基準を達成する為にはすべての下水道及び工場はBOD 5 mg/l 以下に処理する必要がある。

下表は排出基準を5 mg/l及び20 mg/lとした場合のコストを比較したものであるが、これから判る様に各年最小月平均流量の95%確率流量は非現実的である。

排出基準	建設費 (百万ドル)	年間維持管理費 (百万ドル/年)
5 mg/l	134.7	43.5
20 mg/l	96.4	17.1

(4) 基準流量の提案

基準流量として平均流況の50%、75%、95%流量を仮定し、すべての下水、工場の河川への排水水質を20 mg/l以下にした場合の各基準点の水質を求めた。この結果は下記の通りである。

(単位: BOD mg/l)

観測所	位置	50%流量	75%流量	95%流量	目標水質
ブラホバ	ブラホバ川本川下流	10	13	14	12
モアラ	テレアジエン川下流	12	16	16	12
チオラニ	クコフ川下流	10	13	17	12
7ディカータ	イアロミタ川合流点上流	10	12	14	12

一方、目標水質達成保証率は確率流量毎及び各基準点毎に異なる。流域の平均保証率は下記の通りである。

基準流量	平均保証率 (%)
50%確率流量	83.3%
75%確率流量	95.2%
95%確率流量	99.3%

水利用が主として灌漑用水である事、排水基準水質をBOD 20 mg/l以下にする事の非現実性から考えて、水質評価基準流量としては平均流況の50%流量を提案する。

3.5.4 現況水質のシミュレーション

平均流況の50%流量を用いて現況河川水質のシミュレーションを行った。

下表は本川への流出負荷量をまとめたものであって、ブラホバ川流域における合計流出負荷量は32.8トン/日である。

(単位: kg/日)

発生源	ブラホバ川本川	ドゥンブ川	テレアジエン川	クコフ川	合計	(%)
点源 (下水処理場)	1,700	6,649	408	50	8,806	26.8
点源 (工場)	5,361	2,056	1,537	1	8,955	27.3
点源 (畜産)	851	0	226	0	1,077	3.3
小計	7,912	8,705	2,170	51	18,838	57.4
非点源 (家庭)	1,565	1,002	1,409	502	4,477	13.6
非点源 (家畜)	2,496	338	1,752	761	5,347	16.3
非点源 (面源)	1,864	676	1,144	498	4,180	12.7
小計	5,925	2,015	4,304	1,760	14,005	42.6
合計	13,837	10,720	6,474	1,811	32,843	100.0

下表に平均流況の50%流量に対する主要点における水質シミュレーション結果をまとめる。

コード	観測所名	地点	現況基準流量 (m ³ /s)	現況ベースライン BOD (mg/l)
200	クンピナ	プラホバ 溪谷出口	5.26	4.3
217	ネデレア	ネデレア堰上流	7.11	7.4
220	プラホバ	プラホバ川本川下流	7.28	15.2
260	モアラ	シラジエン川下流	6.93	18.2
280	チオラニ	タココルサット川下流	0.85	11.0
11	アインカク	アインカク川合流点上流	18.46	14.2

3.6 水質汚染事故

プラホバ川流域ではしばしば水質汚染事故が発生しており、1989年以降、18回を数える。水質事故発生位置を図3.4に示す。

プラホバ川流域における水質汚染事故は大きく二つに分類される。一つ目はプロイエステ市とその周辺部における毒性物質の流出で、他の一つはプラホバ川・ドフタナ川に沿って敷設されているペトロトランス社の油送管からの油漏れである。

前者の事故はこれまで10回発生しているが、すぐに対策が取られる事、又下流に水利用が無い事から被害はさほど大きくない。

一方、後者は1989年以降、8回発生しているが、油がドフタナ川ボイラ堰を経て、ボイラ浄水場にはいると大きな被害をもたらす事になる。1995年と1996年の被害は特に大きく、2回の油漏れによって1995年3月7日～5月24日及び1995年12月27日～1996年7月31日の期間中、ブレアザ町、コルヌ村、クンピナ市、テレガ村、フロレスティ村、バイコイ村およびプロイエステ市の合計23万2千人への飲料水供給が止まった。

第4章 水需要と河川流量

4.1 将来水需要予測

2015年におけるプラホバ川流域における水需要を、家庭用水、工業用水、農業用水に分けて推定した。

4.1.1 家庭用水

家庭用水は将来水道人口と原単位から求めた。将来水道人口は環境保護庁の提言を考慮し、現在浅井戸を利用している家庭も全て水道に切り替わるものとし、更に、ルーマニア水公社の計画に従い、一部流域外地区もプラホバ川水系から給水する対象給水人口に加えた。

下表に現況及び2015年の原単位を示す。

(単位: 1/人/日)

地区	現況給水システム	現況	2015年
2市	水道	370	430
12町	水道	280	320
20村	水道	180	210
その他の村	個別の井戸	50	150

4.1.2 工業用水

プラホバ川流域における水再利用率は平均で86%に達しており、再利用のさらなる高度化は困難と考えられる。従って、工業用水需要は将来工業生産高の伸びに比例して増加するものとした。

4.1.3 農業用水

灌漑用水については1989年以降ストップしている農地への再供給を考慮したが、農業セクターの将来予測に基づき畜産及び養魚関係の用水増加は無いものとした。

4.1.4 合計水需要量

プラホバ川流域の2015年における合計年水需要量(工業における再利用を含む)は1997年の9億2,310万 m^3 から15億3,100万 m^3 に増加する。又、再利用を除いた純粋の水需要量は1997年の2億1,250万 m^3 から3億4,060万 m^3 に増加する。

下表に再利用を除いた純粋の水需要量を地区別にまとめる。

(単位:万m³/年)

地区	家庭用水	工業用水	農業用水	合計 水需要量
ブロイエスティ市と周辺部	6,670.0	13,481.3	448.1	20,599.4
フローレスティ	71.8	1,002.8	0.0	1,074.6
クンピナ市	924.5	1,189.0	0.0	2,113.5
ブラホバ溪谷	1,327.3	1,682.8	754.0	3,764.1
その他	3,176.8	2,419.5	423.0	6,019.3
流域外	445.8	-	43.8	489.6
合計	12,616.2	19,775.3	1,668.9	34,060.5

4.1.5 水需要増加量

再利用水を除く1997年から2015年までの水需要増加量は1億2820万m³/年である。

(単位:万m³/年)

地区	家庭用水	工業用水	農業用水	合計
ブロイエスティ市及び周辺部	1,655.7	5,478.4	214.0	7,348.1
フローレスティ	52.7	405.9	0.0	458.6
クンピナ市	229.4	483.1	0.0	712.5
ブラホバ溪谷	443.0	750.3	0.0	1,193.3
その他	1,776.9	776.8	59.4	2,613.1
流域外	445.8	-	43.8	489.6
合計	4,603.5	7,894.5	317.2	12,815.2

4.2 水需給バランス

4.2.1 表流水の新規取水量

将来の水需要増加分については、ルーマニア国の水資源開発方針を考慮し、下記の仮定にもとづき水供給を行う。

- 現在河川水が供給されている地区・事業所の将来需要増は河川水の供給増によりまかない、地下水取水量は増加させない。
- 現在地下水のみが供給されている地区の将来需要増は地下水の供給増による。

この結果、将来の水需要増加分1億2820万 m³/年の内、1億1140 m³/年を河川水から、残りの1,680万 m³/年を地下水から供給する。

現在見られる漏水については市町村の水道管網からの漏水対策は容易でないので現状のままと仮定するが、水公社の導水管からの漏水対策は比較的容易であるので将来は無くなるものとする。

以上より、河川水の新規取水/開発必要量は以下の通りである。

区分	新規取水/開発水量
ボイヤ(バルティヌダム)及び バレニイ デ ムンテ(マネチューダム)	4,700万m ³ /年
その他取水堰	3,200万m ³ /年
漏水対策	3,240万m ³ /年
合計	11,140万m ³ /年

4.2.2 既存ダムの可能開発水量の検討

既存のダム、すなわちドフタナ川のバルティヌ ダム(有効容量 5,300万m³)およびテレ
アジェン川のマネチュー ダム(有効容量 4,700万m³)は現在余裕があるため、可能開発
水量の検討を行った。

この結果、バルティヌ ダムは1.13 m³/s (3,560万m³/年)を、又マネシウ ダムは2.84 m³/s
(8,960万m³)を新規に供給可能であり、従って、上記の必要増加取水量4,700万m³を十分
供給できる事が明らかとなった。

4.2.3 流況の変化

上記の取水によって河川流量は減少するが、家庭用水、工業用水及び農業用水として
使用された水の一部は再び河川に還元してくる。プラホバ川の水量からみてこうした
取水・還元による河川流況の変化は河川水質に大きな影響を与えるため、2015年のプ
ラホバ川流況をダム放流有り及びダム放流無の2ケースについて予測した。この結果を
下表に示す。

(単位: m³/s)

観測所 (メトリコト)	現況			2015年ダム放流無.			2015年ダム放流有		
	50 %	75 %	95 %	50 %	75 %	95 %	50 %	75 %	95 %
クビナ (200)	5.26	3.65	2.55	5.35	3.73	2.63	5.35	3.73	2.63
ドフタナ (C)	0.83	0.39	0.01	0.44	0.01	- 0.38	0.44	0.01	0.00
テレア (217)	7.11	4.65	2.91	6.54	4.09	2.34	6.54	4.09	2.72
プラホバ (200)	7.28	5.42	4.26	7.50	5.64	4.48	7.50	5.64	4.86
バレニイ (240)	2.28	1.24	0.70	1.15	0.11	- 0.42	1.15	0.11	0.08
モアラ (260)	6.93	5.38	4.52	7.29	5.74	4.88	7.29	5.74	5.38
チオラニ (280)	0.85	0.56	0.35	0.96	0.67	0.46	0.96	0.67	0.46
ティンカータ (H)	18.46	14.31	11.67	19.26	15.11	12.48	19.26	15.11	13.36

第5章 将来水質の予測

2015年におけるベースライン(無対策の場合)発生/流出負荷量とこの場合の河川水質(BOD)の推定を行った。

5.1 将来負荷量予測

5.1.1 下水道排水負荷量

下水道のある2市、9町、2村の排水負荷量を推定した。

(1) 下水道流量

下水道には工業排水、生活排水及び浸透地下水が流入してくる。

この内、下水道に流入する事業所別工業排水については、工業生産高の増加(2015年に1.68倍)に比例して増加すると仮定した。生活排水量は将来下水道人口と将来原単位から算定し(第4章参照)、地下水浸透量は変化しないものとした。

(2) 下水道流入水質

流量同様、工業排水、生活排水(地下水の負荷は無視する)に分けて、流入水質を推定した。将来工業排水事業所別濃度はその処理法を活性汚泥法、凝集沈殿法、無処理にわけて、上述の各事業所排水量増加に伴う処理効率の低下を考慮して推定した。生活排水については排水量及びBOD原単位共に増加する事から、その濃度は現況と同じ200 mg/lとした。

(3) 下水道排水負荷量

この流入流量と水質から各下水道処理方式(活性汚泥法、沈殿処理、無処理)を毎に流量増に伴う処理効率の低下を考慮して、下水道排水負荷量を推定した。

この結果を地区別にまとめて下表に示す。

地区	現況BOD負荷量		2015年 BOD負荷量		増加率
	(kg/日)	(%)	(kg/日)	(%)	
ポロイ市と周辺部	6,466	73.4	11,603	73.8	1.79
クンピナ市	521	5.9	1,102	7.0	2.11
ブラホバ溪谷	1,108	12.6	1,836	11.7	1.66
その他	714	8.1	1,185	7.5	1.66
合計	8,808	100.0	15,726	100.0	1.79

5.1.2 工業排水負荷

(1) 排水量

河川に流入する工業関係事業所数は73でその排出口数は84である。この各排出口別の排水量は工業生産高に比例して増加するとして推定した。

(2) 排水負荷量

下水道で述べた様に、将来工業排水事業所排水口別濃度はその処理法を活性汚泥法、凝集沈殿法、無処理に分類して、上述の各事業所排水量増加に伴う処理効率の低下を考慮して推定した。

この濃度と排水量から求めた2015年における地区別工業排水負荷量を現況のそれと共に下表に示す。

地区	現況BOD負荷量		2015年BOD負荷量		増加率
	(kg/日)	(%)	(kg/日)	(%)	
ブレイエステ市と周辺部	8,908	88.5	22,206	88.2	2.49
クンピナ市	537	5.3	1,442	5.7	2.69
ブラホバ渓谷	268	2.7	747	3.0	2.79
その他	349	3.5	788	3.1	2.26
合計	10,062	100.0	25,183	100.0	2.50

5.1.3 非点源負荷量

非点源負荷としては、家庭排水負荷、家畜排水負荷、面源負荷がある。この内、2015年には人口増に伴い、家庭排水負荷のみが増加するものと仮定した。

5.2 将来河川水質の予測

汚濁物質(BOD)の本川へのベースライン排出量予測結果を下表に示す。

(単位: kg/日)

発生源	ブラホバ 川本川	ドゥンブ 川	テレアジ エン川	クリフォル サット川	合計	(%)
点源(下水処理場)	3,045	11,900	695	86	15,723	28.5
点源(工業)	14,427	5,517	4,119	3	24,066	43.5
点源(畜産)	851	0	226	0	1,077	1.0
小計	18,323	17,417	5,037	89	40,866	74.0
非点源(生活)	1,690	1,082	1,522	542	4,835	8.8
非点源(家畜)	2,496	338	1,752	761	5,347	9.7
非点源(面源)	1,864	676	1,144	498	4,180	7.5
小計	6,050	2,096	4,418	1,801	14,362	26.0
合計	24,373	19,512	9,454	1,890	55,229	100.0

又、上記負荷量から求めた2015年における主要地点のベースライン河川水質を下表に示す。なお、基準流量としては、平均流況の50%流量を用いている。

コード	観測所名	地点	将来基準流量 (m ³ /s)	2015年ハ-スライ BOD (mg/l)
200	クンピナ	フナガ 溪谷出口	5.35	6.2
217	ネデレア	ネデレア 堰上流	6.55	12.4
220	ブラホバ	フナガ 川本川下流	7.51	29.6
260	モアラ	カサエン川下流	8.05	30.1
280	チオラニ	カサエン川下流	0.96	10.6
II	アインカー	カサエン川合流点上流	19.26	23.5

第6章 マスタープランの提案

6.1 目的と内容

ブラホバ川主要地点における現況水質と2015年ベースライン水質(50%流量)を下表に示す。

(単位: BOD mg/l)				
コード	名称	地点	現況	2015年ベースライン
200	クンピナ	ブラホバ溪谷出口	4.3	6.2
217	ネデレア	ネデレア堰上流	7.4	12.4
220	ブラホバ	ブラホバ本川下流	15.2	29.6
260	モアラ	テラアジェン川下流	18.2	30.1
280	チオラニ	クリコル サット川下流	11.0	10.6
II	ティンカー	イロミ川合流点上流	14.2	23.5

本マスタープランはブラホバ川における河川水質を水質目標まで改善することを目的とする。

マスタープランは、構造物対策と非構造物対策より成る。構造物対策は下水道整備と工場排水処理施設の拡張・新設から成る。非構造物対策は水質モニタリングシステムの強化、水質事故対策、法制度・組織の改善及び水環境管理における市民参加の促進から成る。

6.2 計画目標

6.2.1 計画目標年

マスタープランの計画目標年は2015年である。

6.2.2 目標水質

現況水利用状況を考慮して6地点を基準点に選び、表流水水質基準(STAS 4706/88)に基づき、その目標水質を下記の様に設定した。

コード	名称	地点	水利用	カテゴリー	BOD (mg/l)
200	クンピナ	ブラホバ溪谷出口	リレクション(水浴等)	I	< 5
217	ネデレア	ネデレア堰上流	工業用水/灌漑用水	II	< 7
220	ブラホバ	ネデレア堰下流	灌漑用水その他	III	< 12
260	モアラ	テラアジェン川下流	灌漑用水その他	III	< 12
280	チオラニ	クリコル サット川下流	灌漑用水その他	III	< 12
II	ティンカー	イロミ川合流点上流	灌漑用水その他	III	< 12

6.3 下水道整備

下水道整備として2市11町2村において処理場のリハビリテーションと拡張または新

設、下水道の拡張を行い、更に下水道の無いコマーニク町において下水道施設を新設する。処理水質は河川へのルーマニア排出基準(NTPA-001)に従い、すべて20 mg/l、処理方式は活性汚泥法とする。下水道サービス人口は下記のとおりである。

	現況	将来
流域全人口	75.5万人	81.5万人
下水道サービス人口	32.2万人	39.4万人
普及率 (%)	42.6	48.3

建設費合計は4億6,660万ドル、2015年以降の年間維持管理費は2億6,390万ドルである。この内訳を以下に示す。

項目	費用 (万ドル)
建設費	
処理場リハビリテーション	602.4
処理場建設	3,251.2
下水道建設	812.4
合計	4,666.0
年間維持管理費	
処理場	237.5
下水道	26.4
合計	263.9

6.4 工場排水処理施設整備

対象165処理場の内、86処理場は2015年において20 mg/l (河川への排出基準、NTPA-001) 又は300 mg/l (下水道への排出基準、NTPA-002)を2015年の流量条件下でも満足する。残りの79処理場に対しては必要なりハビリテーションと拡張または新設を行う事によって、排出基準を満足する様にする。79処理場を業種別に分類すると下記の様であつて、活性汚泥、凝集沈殿、または砂濾過の内から最適な処理法を選択した。

業種	個数	業種	個数	業種	個数
製鉄	1	ホテル/レストラン	4	石油精製	8
化学/化学製品	1	運輸	1	通信	1
建設材料	7	畜産	5	行政機関	1
教育	3	機械/機器	8	ゴム/プラスチック製造	1
電気機器	2	金属製造・加工	2	皮革	1
電気/ガス供給	1	鉱業・採石	1	織物	1
食料品製造	13	非金属材料	3	木材	5
病院	7	紙・紙製造	2	合計	79

排水は有機物だけでなく、毒性物質についても排出基準を満足するものとしている。

79処理場の合計建設費は4,976万ドル、165処理場に対する2015年以降の年間維持管理費は1,446万ドルである。以下にその内訳を示す。

項目	費用 (万ドル)
建設費	
処理場リハビリテーション	608.4
処理場新設	4,367.7
合計	4,976.1
年間維持管理費	
処理場	1,446.3

6.5 河川水質改善効果

上記の下水道整備と工場排水処理施設整備によって、プラホバ川河川水質は2015年には以下に示す様にその目標水質を達成する。

(単位: BOD mg/l)

コード	観測所	地点	現況	2015年 ベースライン	2015年 対策有	目標水質
200	クンピナ	プラホバ溪谷出口	4.3	6.2	3.6	5
217	ネデレア	ネデレア堰上流	7.4	12.4	7.4	7
220	プラホバ	プラホバ本川下流	15.2	29.6	9.9	12
260	モアラ	テレアジェン川下流	18.2	30.1	12.4	12
280	チオラニ	列コフルサット川下流	11.0	10.6	10.3	12
II	77'イカー	イロミ川合流点上流	14.2	23.5	10.1	12

6.6 水質モニタリングシステムの強化と水質汚染事故の防止

6.6.1 水質モニタリングシステムの強化

プラホバ川流域には約190の排水口があり、この内約100の排水口は直接河川に排水され、残りの排水口は下水道に排水している。プラホバ川河川水質は、上記排水口からの排水が排水基準を満たす事によって初めて目標水質を達成する事が出来るため、水質モニタリングシステムの強化が極めて重要である。

このため、河川及び排水の水質モニタリングの箇所数、回数、水質項目数の増加を行い、そのために必要なルーマニア水公社のスタッフの強化とラボラトリーの新築を行う。

ラボラトリー新築に必要な費用は182.3万ドルで、採水・分析を含む年水質モニタリング費用は9.5万ドルである。

6.6.2 水質汚染事故対策

1989年以降18回の水質汚染事故が発生しているが、そのうち特に問題となる事故は、過去8回発生し、1995年及び1996年にはボイラ浄水場からの飲料水給水を長期間ストップさせた、ドフタナ川沿いに敷設されているペトロトランス社の油送管からの油漏れである。

対策としては老朽化した油送管を取り替える以外に適当な方法はない。取り替え距離はボイラ堰からパルティヌ貯水池上流端までの15.7 kmで、その費用は470.1万ドルであ

る。

6.7 法制度・組織の提言

本プロジェクトに関係する主な法律は環境保護法と水法である。環境保護法は環境全般について規定する法律であり、水法は河川および河川水・地下水を総合的に管理する法律である。河川水の取水量、河川への汚濁排水の水量・水質はこの水法により一元的に監理されている。従って、本プロジェクトの殆どすべてはこの水法によりコントロールされる事となる。実際の業務は水・森林・環境保護省水局の監督の下でルーマニア水公社が実施する。検討の結果、法制度・組織について下記の提言を行う。

- (1) NTPA-001の水質評価基準流量(年最小月平均流量の95%確率流量)は非現実的であるので適当な基準流量に変更する。
- (2) 水質モニタリング、排水の監視、水質試験の業務量の増加に対応して、ルーマニア水公社プラホバ支所の組織強化を図る。
- (3) 各排水処理場は水質試験所を設けて常時、処理水質のモニターを行う事が法律で定められている。人的、財政的資源の有効活用を図る観点からルーマニア水公社プラホバ支所に、関係市町村と共同の水質試験所を設置・運営する。この試験所は民間からの有料委託も受ける事が出来る事とする。
- (4) 下水道の整備および工場排水処理施設整備は、スムーズな実施を図るため現行の行政システムに基づいて実施する。すなわち、下水道整備は公共事業省の予算により、工場排水処理施設整備は商工業省環境指導局からの補助により実施する。
- (5) 水・森林・環境保護省、ルーマニア水公社所管の水基金(1990年設立、1996年一部変更)は財源が少ない事から十分な活動が出来ていない。外部からの資金の導入を可能にして水環境管理の強化を図る。水環境管理上、特に重要なものとして以下が上げられる。
 - (a) 油探知器および毒物探知器等の新技术の研究・開発の促進。
 - (b) 省エネルギー型の汚水処理技術の研究・開発、又、必要に応じてのモデルプロジェクトの実施

6.8 水環境管理における市民参加の促進

プラホバ川の点源は主なもので約200あり、さらに非点源汚濁負荷量が全体負荷量の40-50%をしめる。また水質事故は1989年以降で18回も発生している。これら多くの汚濁源に対する複雑でかつ緊急を要する水質管理はルーマニア水公社だけで完全に実施する事は困難である。従って、市民からの情報提供がプラホバ川水環境管理の促進に必要不可欠であり、ルーマニア水公社に大きな利益をもたらす事は明らかである。

水法にも情報の公開、市民からの情報の提供、NGOの代表者の流域委員会への参加等が定められている。従って、水環境管理への組織的市民参加を進める必要がある。流域には13のNGOがあり環境教育の分野で活動している。

アンケート調査結果によれば多くの市民が水環境についての情報を欲し、また、環境改善運動に参加したいと考えている。従って、下記の広報活動の実施を提言する。

(a) Annual Water Report の配布、(b) 展示会、(c) 講習会/研修、(d) マスゴミを通しての広報、(e) 教育冊子の配布、および (f) キャンペーン活動

上記活動に要する費用は年間約2.3万ドルである。

第7章 マスタープランの実施計画と評価

7.1 実施計画

提案した下水道整備、工場排水処理施設整備、水質モニタリングシステムの強化および水質事故防止対策は、第1期(2001年-2005年)、第2期(2006年-2010年)および第3期(2011年-2015年)に分けて実施する。

下水道整備および工場排水処理施設整備は、市町村ならびに事業所の財政能力を考慮して、2015年に目標水質を達成する様に順次実施する。すなわち、河川への排水BOD濃度を2015年に20mg/lとすると共に、油分・その他の毒性物質も2015年に排水基準以下とする。

(1) 下水道整備

- (a) 既存下水処理場のリハビリテーションを早急を実施し、2005年までに完成させる。
- (b) プロイエステ市の処理場排水はプラホバ川流域の最大の汚染源であるため、この下水処理場新設を最優先し、2001年に建設を開始する。
- (c) プラホバ川の水利用の重要性を考慮して、クンピナ市の処理場の拡張およびアズガ、ブステニ、コマーニック町の各処理場の新設を2006年に開始する。
- (d) 他の町・村の処理場拡張は第3期に実施する。
- (e) 下水道管網の拡張は第2期および第3期に順次行う。

(2) 工場排水処理施設整備

- (a) 石油産業排水がプラホバ川流域の最大の汚染源であり、又他の業種に比較して排水処理の経済効率が非常に高いため、石油産業の排水処理対策を最優先し、これら処理施設のリハビリテーションを2001年に開始し、そのBOD排水濃度を20mg/l以下にする。
- (b) ついで、畜産等その排水濃度が非常に高い業種の処理施設のリハビリテーション・新設を2006年に開始し、そのBOD排水濃度を2010年までに100mg/l以下とする。
- (c) 他の業種の処理施設に対するリハビリテーション・新設は第3期に実施する。

(3) 水質モニタリングシステム及び水質事故対策

- (a) 現行水質モニタリングシステム強化の緊急性から、水公社プラホバ支所の水質試験所設置を第1期に実施する。

- (b) ドフタナ川沿いのペトロトランス社油送管の取り替えは、油流出によってもたらされるその被害の重大性(飲料水供給の長期間にわたる停止)から、第1期に行う。

(4) 建設費の支出計画

建設費および維持管理費の支出計画を以下に示す。

(単位:万ドル)

プロジェクト	第1期 (2001- 2005)	第2期 (2006- 2010)	第3期 (2011- 2015)	合計	年維持管 理費 (2016-)
建設費					
下水道	1,271.4	1,591.0	1,803.6	4,666.1	
工場排水処理	961.6	1,373.8	2,640.7	4,976.1	
水質モニタリング/水質事故対策	652.4	-	-	652.4	
合計	2,885.4	2,964.8	4,444.3	10,294.6	
維持管理費					
下水道	589.2	766.1	974.2	2,329.5	264.1
工場排水処理	4,879.3	5,651.4	6,844.5	17,375.2	1,446.3
水質モニタリング/水質事故対策	47.5	47.5	47.5	142.5	9.5
合計	5,516.0	6,465.0	7,866.2	19,847.2	1,719.9

7.2 河川水質の改善

上記の下水道整備と工場排水処理施設整備によって、プラホバ川河川水質は2015年にはその目標水質を達成するが、段階的プロジェクト実施による2005年、2010年の水質改善効果は以下の通りであって、2005年には目標河川水質をほぼ達成できる。

(単位: BOD mg/l)

コード	観測所	地点	現況	2005年	2010年	2015年
200	クンピナ	プラホバ溪谷出口	4.3	4.8	4.2	3.6
217	ネデレア	ネデレア堰上流	7.4	8.3	7.9	7.4
220	プラホバ	プラホバ本川下流	15.2	11.3	10.2	9.9
260	モアラ	テレアジェン川下流	18.2	13.8	13.4	12.4
280	チオラニ	クリコルサット川下流	11.0	10.6	10.7	10.3
II	7ディンカ	イロミ川合流点上流	14.2	11.2	10.7	10.1

7.3 経済便益

水環境改善対策の便益のほとんどは金銭的評価が困難であるが、提案したマスタープランの便益について可能な限り金銭的評価を行った。本マスタープラン実施に伴う便益は下記の通りである。

(1) 現況水環境価値の損失からの回復

河川汚染による水環境価値の損失としては、水媒介伝染病の発生、水生生物の減少もしくは絶滅、リクレーション価値の損失、悪臭の発生、水利用および土地利用の可能性の減少等が上げられる。

(2) 観光産業収入減の防止

プラホバ川本川の河川水質の悪化によって生ずる、プラホバ渓谷での観光産業収入の減少を防止できる。

(3) 工業用水取水費用の節約

プラホバ川本川中流部のネデレア堰では現在、工業用水が取水されているが、河川水質悪化に伴い水源をドフタナ川もしくはテレアジェン川に将来、移動させる必要がある。本プロジェクトの実施によって工業用水取水費用の節約が可能となる。

(4) 農業生産減少の防止

本プロジェクトの実施により、プラホバ川下流部およびエアロミタ川沿いに広がる農地の灌漑用水の水質悪化に伴う農業生産減少を防止できる。

上記に伴う2015年における年便益は下記の通りである。

項目	(万ドル)
現況水環境価値の損失からの回復	401.6
観光産業収入減の防止	112.8
工業用水取水費用の節約	91.3
農業生産減少の防止	5.4
合計	611.1

7.4 財務分析

7.4.1 下水道整備

プラホバ川における既存の下水道は生活排水と工場排水を受け入れているが、その料金は生活排水と工場排水で異なっている。

生活排水の負担可能下水道料金は、現行料金とアンケート調査から、現在の経済状態で219レイ/m³と考えられ、これは平均家庭収入の0.4 %に相当する。一方、工場排水の負担可能下水道料金は344レイ/m³と考えられる。

上記の負担可能料金は経済の発展に伴い増大するものとして年下水道収入を求めた。これを以下に示す。

年	料金 (円/m ³)		量(千m ³ /年.)		年収入 (百万ドル/年)
	家庭	工業	家庭	工業	
-2000	219	344	40,659	11,880	1.48
2005	262	412	46,170	14,668	2.07
2010	314	494	51,680	17,455	2.83
2015	377	592	57,191	20,243	3.81
2016-	377	592	57,191	20,243	3.81

プラホバ川流域の下水道整備を財務内部収益率(FIRR)で評価した。年維持管理費は年収入で十分負担可能であるが、以下に建設費に対する負担比率を変えた4つのケースの財務内部収益率を示す。

費用負担	FIRR (%)
(1) 全建設費と維持管理費	0.19
(2) 建設費50%と維持管理費	5.77
(3) 建設費40%と維持管理費	8.57
(4) 建設費30%と維持管理費	14.13

限界FIRRを10%とすると受益者は建設費の三分の一と維持管理費を負担可能で、残りの建設費を中央政府と地方政府が負担する事になる。

7.4.2 工場排水処理施設整備

工業排水処理費の販売額に対する負担可能比率は、アンケート調査によると概略0.7%である。一方、プラホバ川流域における全工業生産額は現在の14億9200万ドルから2015年には24億990万ドルになると推定されており、この結果、流域合計負担可能工業排水処理費は以下の様になると推定される。

年	年支出可能額 (百万ドル/年)
- 2000	10.44
2005	12.41
2010	14.73
2015	17.50
2016 -	17.50

工業排水処理プロジェクトの財務内部収益率は、年負担可能額をプロジェクトの収入と見なすと、12.35%である。

限界FIRRを10%とすると工場は工業排水処理施設の建設費と維持管理費のとして年販売額の0.7%を支出可能である。

7.5 経済成長の変化が河川水質に与える影響

(1) 経済成長率の変化

将来の河川水質と水質管理費は経済成長に応じて変化する。提案したマスタープランでは下表に示す年成長率を仮定した。

項目	-2000年	2000年-2015年	比率(2015年/現在)
人口	0.0 %	0.5 %	1.08 倍
一般工業	0.0 %	3.5 %	1.68 倍
観光	0.0 %	5.0 %	2.08 倍
畜産	0.0 %	0.0 %	1.00 倍

上記の成長率の内、一般工業と観光の成長率はある程度変化するが、人口と畜産のその変化は少ないと考えられる。一方、観光関係排水負荷の全工業BOD負荷に占める割合は1.4 %と小さいため、成長率の変化は一般工業についてのみ考慮する事にした。

経済予測委員会は、2000年における年工業成長率を平均で3.5 %、最小および最大ではそれぞれ、2.7 %および4.3 %になると予測している。この結果に基づき流域における一般工業の成長率を2.7 % (低成長)と4.3 % (高成長)とした場合についての検討をおこなった。

(2) 河川水質の変化

低成長と高成長の場合の2015年における主要地点における河川水質を下表に示す。

観測所	地点	(BOD:mg/l)					
		提案ケース		低成長		高成長	
		対策無	対策有	対策無	対策有	対策無	対策有
クンピナ	ブラホバ溪谷出口	6.2	3.6	5.9	3.4	6.6	3.7
ネデレア	ネデレア堰上流	12.4	7.4	11.1	7.0	14.1	8.0
ブラホバ	ブラホバ本川下流	29.6	9.9	25.5	9.3	34.9	10.4
モアラ	ルアゲン川下流	30.1	12.4	27.3	12.2	33.9	12.8
チオラニ	クワコルサラット川下流	10.6	10.3	10.5	10.3	10.6	10.3
バンカタ	バンカタ川合流点上流	23.5	10.1	21.1	9.9	26.8	10.5

注) 対策有では、下水排水、工業排水を排水基準まで処理。

上表から低成長および高成長の場合の河川水質は、提案ケースとほとんど変わらない事が判る。

(3) 必要費用の変化

低成長および高成長に対する下水道整備および工業排水処理施設整備の建設費を提案ケースと共に下表に示す。

プロジェクト	提案ケース	(万ドル)	
		低成長	高成長
下水道整備	4,666.1	4,598.3	4,743.0
工業排水処理施設整備	4,976.1	4,652.3	5,372.6
合計	9,642.2	9,250.6	10,115.6

上表から低成長および高成長の場合の建設費は、提案ケースのそれとほとんど変わらない事が判る。

第8章 提言

8.1 水質モニタリングの強化

プラホバ川流域には、汚染源として下水処理場、工場やその他多くの事業所があるが、これらの処理施設は今後できるだけ早い機会に、政令に定められている排水基準を満足する様に整備していかなければならない。一方、ルーマニア水法によれば、ルーマニア水公社が河川水質とこれら事業所からの排水水質のモニタリングを行い、排水基準を満足する様に違反事業所を指導して行く事になっている。

しかしながら、現在のルーマニア水公社プラホバ支所の水質モニタリングシステムは人的にも又、水質試験所の器材の面から見ても不十分であるため、人的強化に加えて水質試験所の早急な改善が河川水質と排水水質管理のため必要と考えられる。

又、水法によれば各市町村も下水処理場の適切な運営のため、下水排水のモニタリングが義務づけられているが、これらの水質試験所の施設は非常に貧弱である。

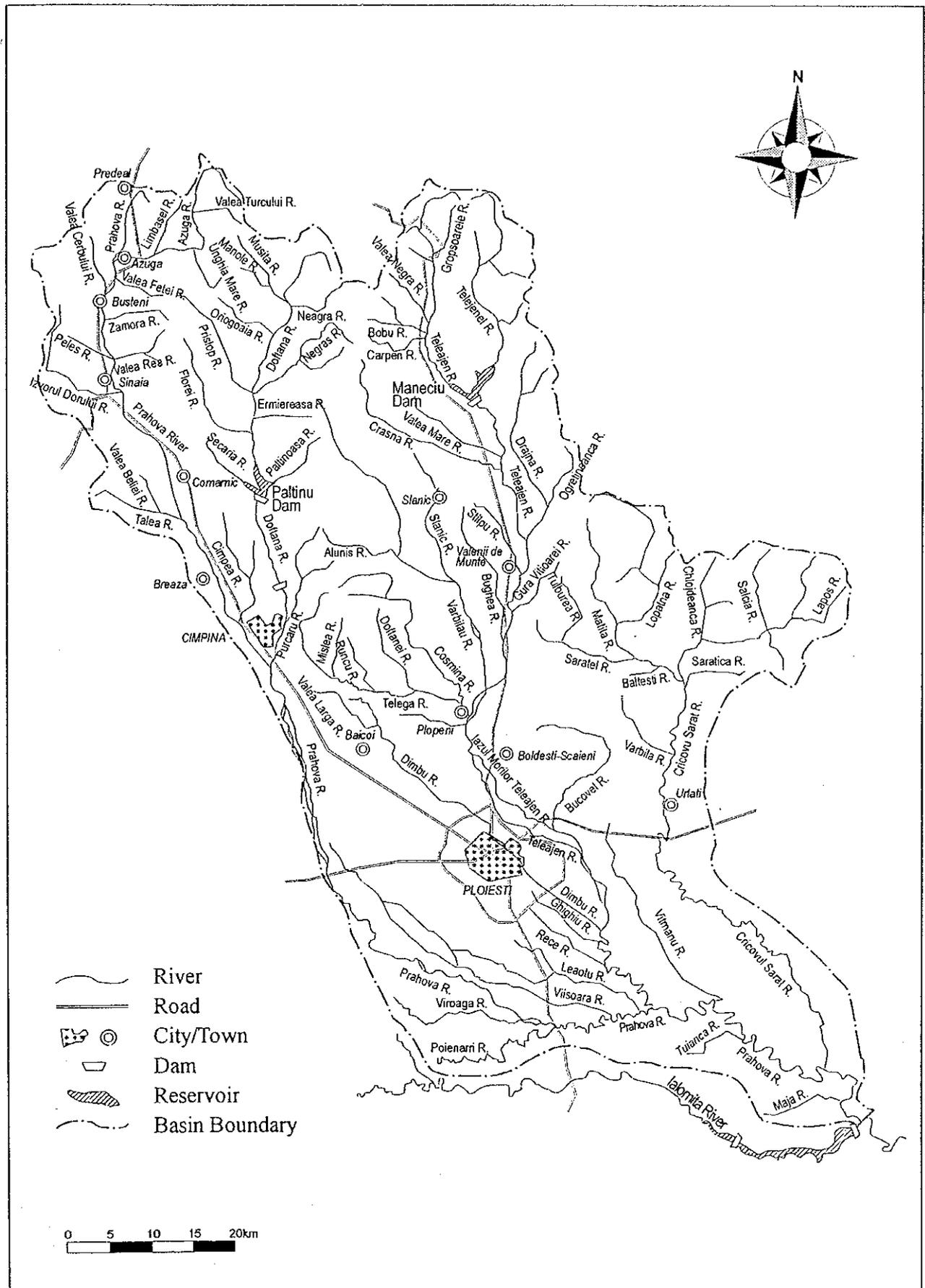
こうした事から、ルーマニア水公社と関連市町村が、流域内における二重投資をさけて共同運営する事によって、排水基準に含まれる油分や様々な毒性物質分析の最新分析機器を有する水質試験所の早期実現をはかって行く事を提言する。

8.2 プロジェクト実施とフィージビリティ調査

下記に示すプロジェクトとフィージビリティ調査の早期実施を提言する。

- (1) ルーマニア水公社と関係市町村によって共同運営される最新の水質試験所の実現、ドフタナ川沿いの油送管の取り替え、ルーマニア水公社導水管の漏水対策からなる水管理強化プロジェクトのフィージビリティ調査
- (2) プロイエステ市下水処理場のフィージビリティ調査は現地コンサルタントによって既に完了しているので、フィージビリティ調査のレビューを含む詳細設計と建設を実施するための早急な財政処置
- (3) 石油精製工業の排水処理施設整備フィージビリティ調査
- (4) シナイア町下水処理場のリハビリテーション、アズガ町、ブステニ町、コマニック町における下水処理場の新設およびクンピナ市の処理場拡張とリハビリテーションからなるクンピナ市及びプラホバ溪谷下水道整備フィージビリティ調査

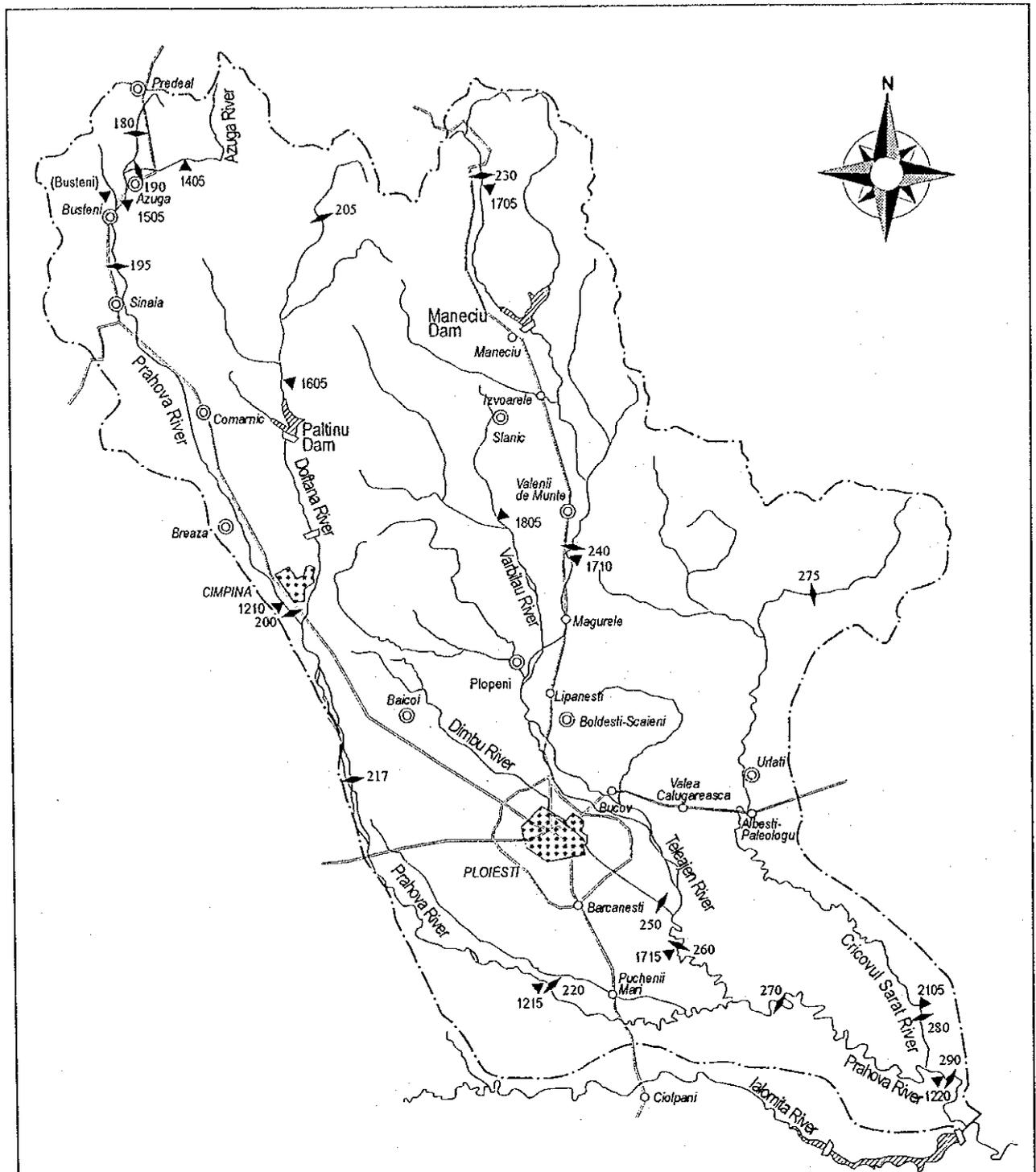




STUDY ON THE MASTER PLAN FOR
WATER ENVIRONMENT MANAGEMENT ON
THE PRAHOVA RIVER BASIN

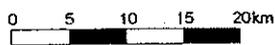
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図2.1 プラホバ川流域および流域図



Legend

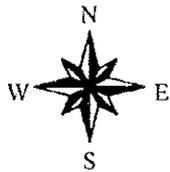
- ▲ : Water Level Gauge Station
- : Water Quality Monitoring Point



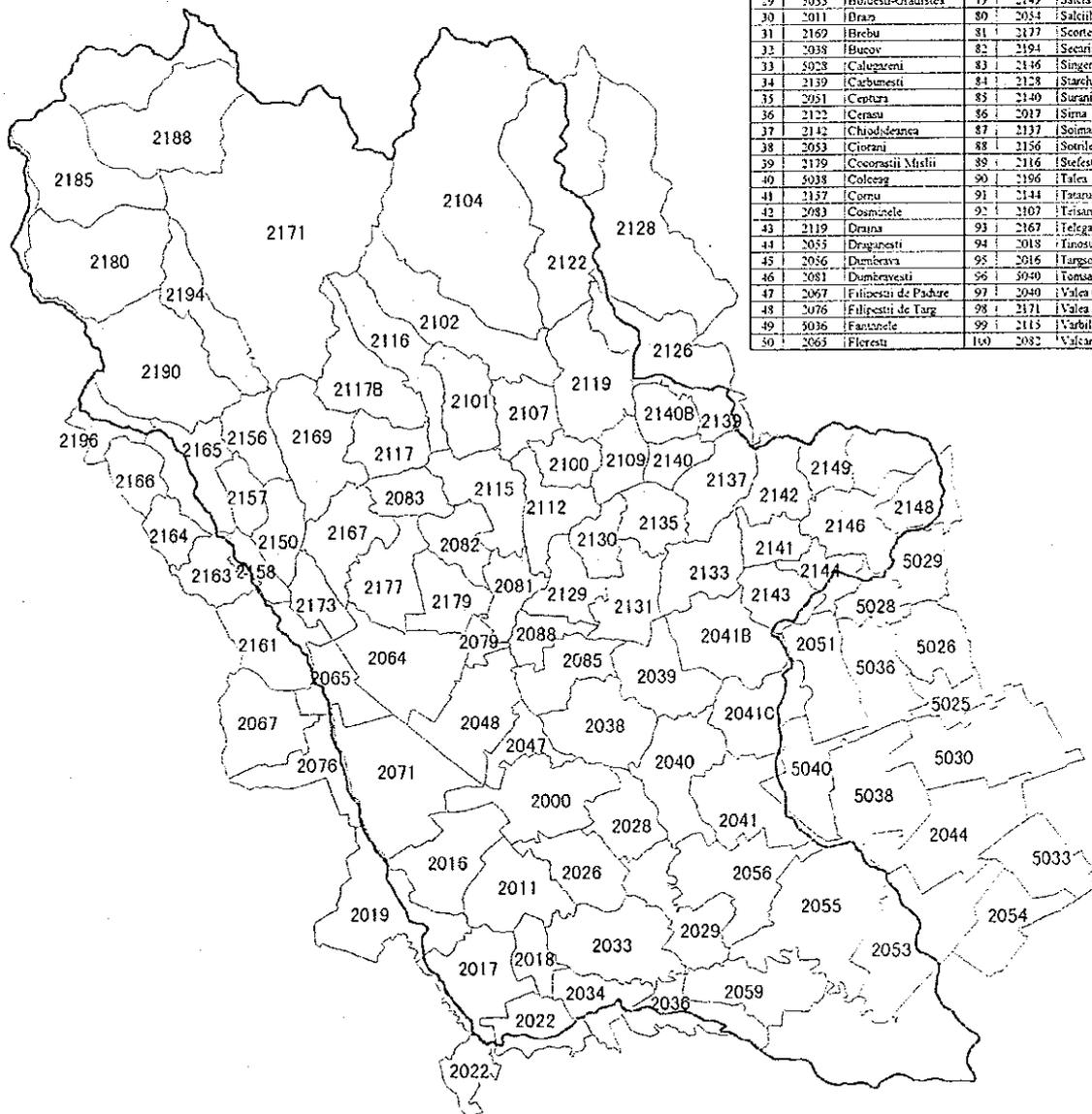
STUDY ON THE MASTER PLAN FOR
WATER ENVIRONMENT MANAGEMENT ON
THE PRAHOVA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図2.2 水位観測所および水質観測所



No.	Code	Name	No.	Code	Name
1	2150	Cămpina	51	2044	Fulza
2	2000	Florina	52	2032	Gherghita
3	2183	Înzoga	53	2034	Grădina
4	2064	Bănești	54	2143	Gănești-Crișuv
5	2033	Boldesti-Seceani	55	2130	Gănești
6	2163	Breaza	56	5026	Gura Văilor
7	2183	Busteni	57	2112	Gura Văioareii
8	2190	Comarnic	58	2041	Iordacheanu
9	2025	Mizal	59	2102	Izvoarele
10	2079	Plopieni	60	5029	Jugureni
11	2180	Sinaia	61	2148	Lăpș
12	2101	Șbatic	62	2088	Lipănești
13	2041	Utlau	63	2129	Măgurele
14	2100	Valea Jiului	64	2161	Măgureni
15	2166	Adurati	65	2104	Mănești
16	2041	Albăstii-Paleologu	66	2019	Mănești
17	2117	Aluniș	67	2135	Păcuri
18	2141	Apostolache	68	2048	Păulești
19	2071	Ancești-Rădușanu	69	2039	Păpuși
20	2140	Ancești-Zeletin	70	2133	Pădureni Noi
21	5030	Băba Ana	71	2158	Poiana Cămpina
22	2036	Băla Doamnei	72	2022	Poenari-Buzăia
23	2131	Bălești	73	2126	Poștești
24	2173	Bănești	74	2109	Predeal-Sarai
25	2026	Bărcănești	75	2163	Provița de Jos
26	2028	Bercești	76	2164	Provița de Sus
27	2117	Bertea	77	2033	Puceni-Mari
28	2047	Bileji	78	2029	Răfoș
29	5033	Boldesti-Grădina	79	2149	Salea
30	2011	Braș	80	2051	Sălcile
31	2169	Brebu	81	2177	Scorneni
32	2038	Bucov	82	2194	Secăria
33	5028	Căleșeni	83	2146	Singere
34	2139	Carbunestii	84	2128	Șarhoizi
35	2051	Căpșaru	85	2140	Surani
36	2122	Cărasu	86	2017	Sinaia
37	2142	Chioddeana	87	2137	Șoimari
38	2033	Clăreni	88	2156	Șotile
39	2179	Coarșii-Măști	89	2116	Ștefănești
40	5038	Colceag	90	2196	Tăleș
41	2157	Cornu	91	2144	Tătaru
42	2083	Cosmănele	92	2107	Tătaru
43	2119	Drăna	93	2167	Telega
44	2055	Drăganesti	94	2018	Tinosa
45	2056	Dumbrava	95	2016	Târgșoru-Vechi
46	2081	Dumbrăvești	96	5040	Tomsani
47	2067	Fălcășii-de-Pădure	97	2040	Valea-Călugărenca
48	2076	Fălcășii-de-Targ	98	2171	Valea-Doftanei
49	5036	Fântânele	99	2113	Vărbilau
50	2063	Florina	100	2082	Vălcănești



 Basin Boundary
 Administrative Boundary

5 0 5 10 15 20 km

STUDY ON THE MASTER PLAN FOR
WATER ENVIRONMENT MANAGEMENT ON
THE PRAHOVA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図2.3 プラホバ県行政界図

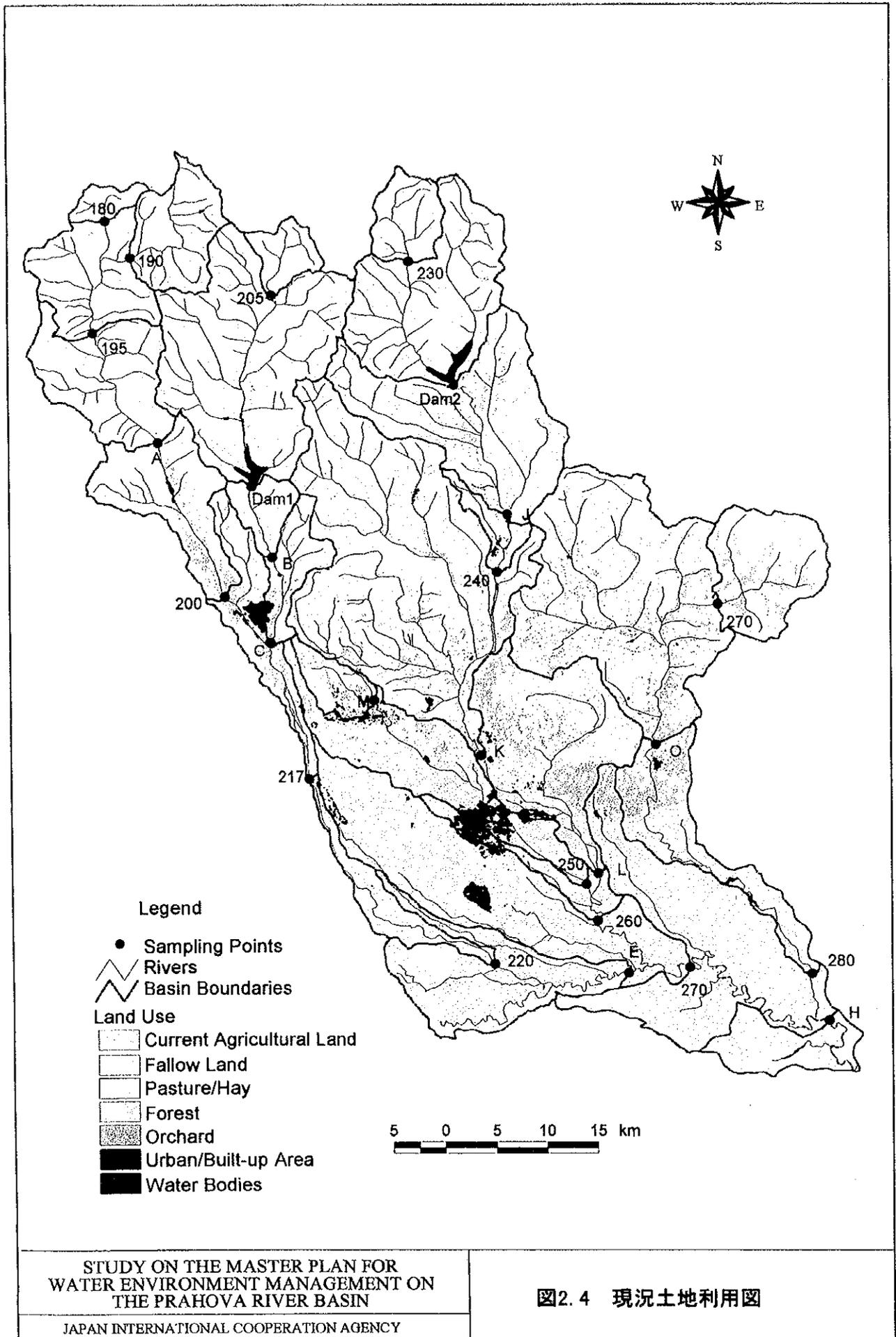
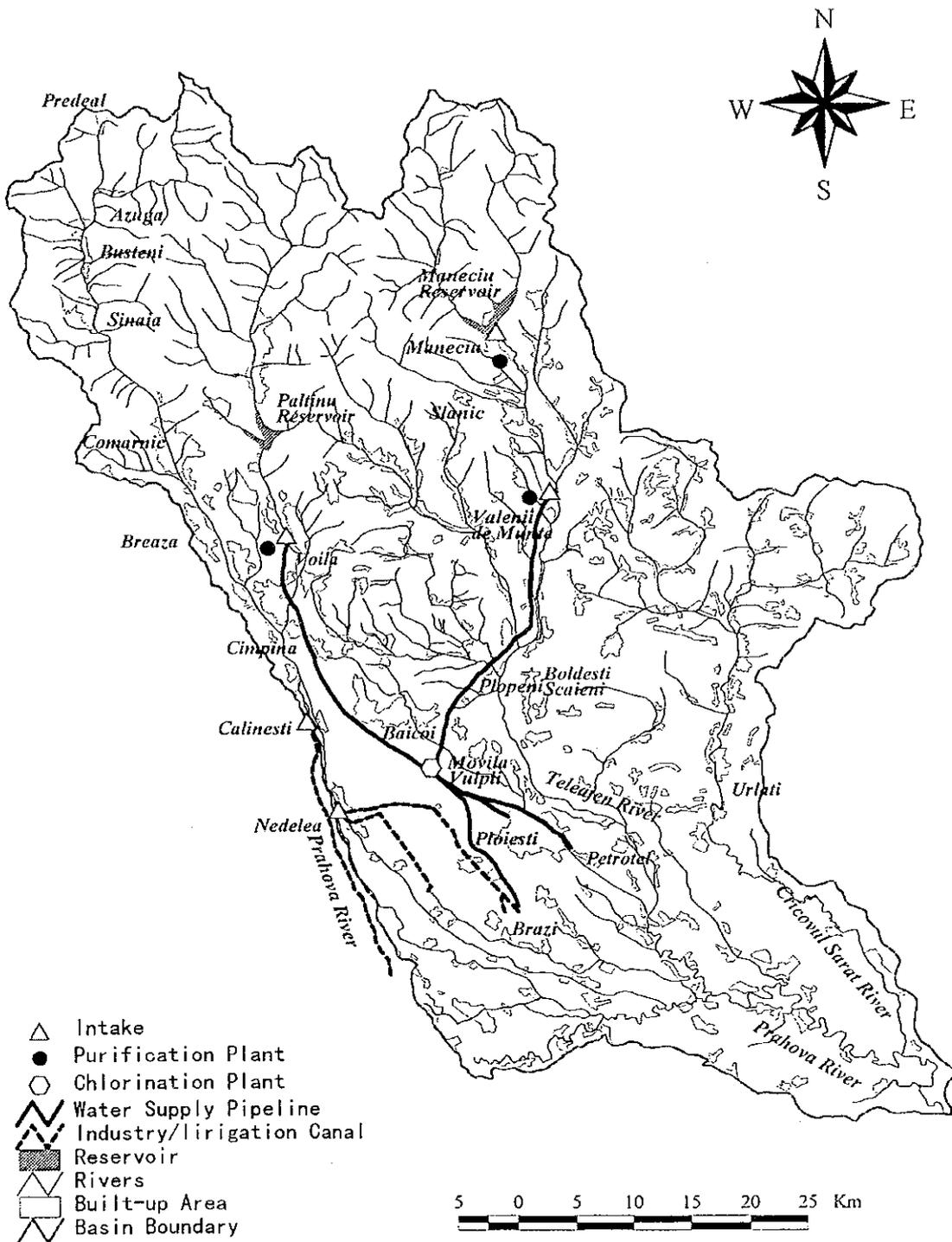


図2.4 現況土地利用図



STUDY ON THE MASTER PLAN FOR
 WATER ENVIRONMENT MANAGEMENT ON
 THE PRAHOVA RIVER BASIN

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図3.1 主要水供給システム

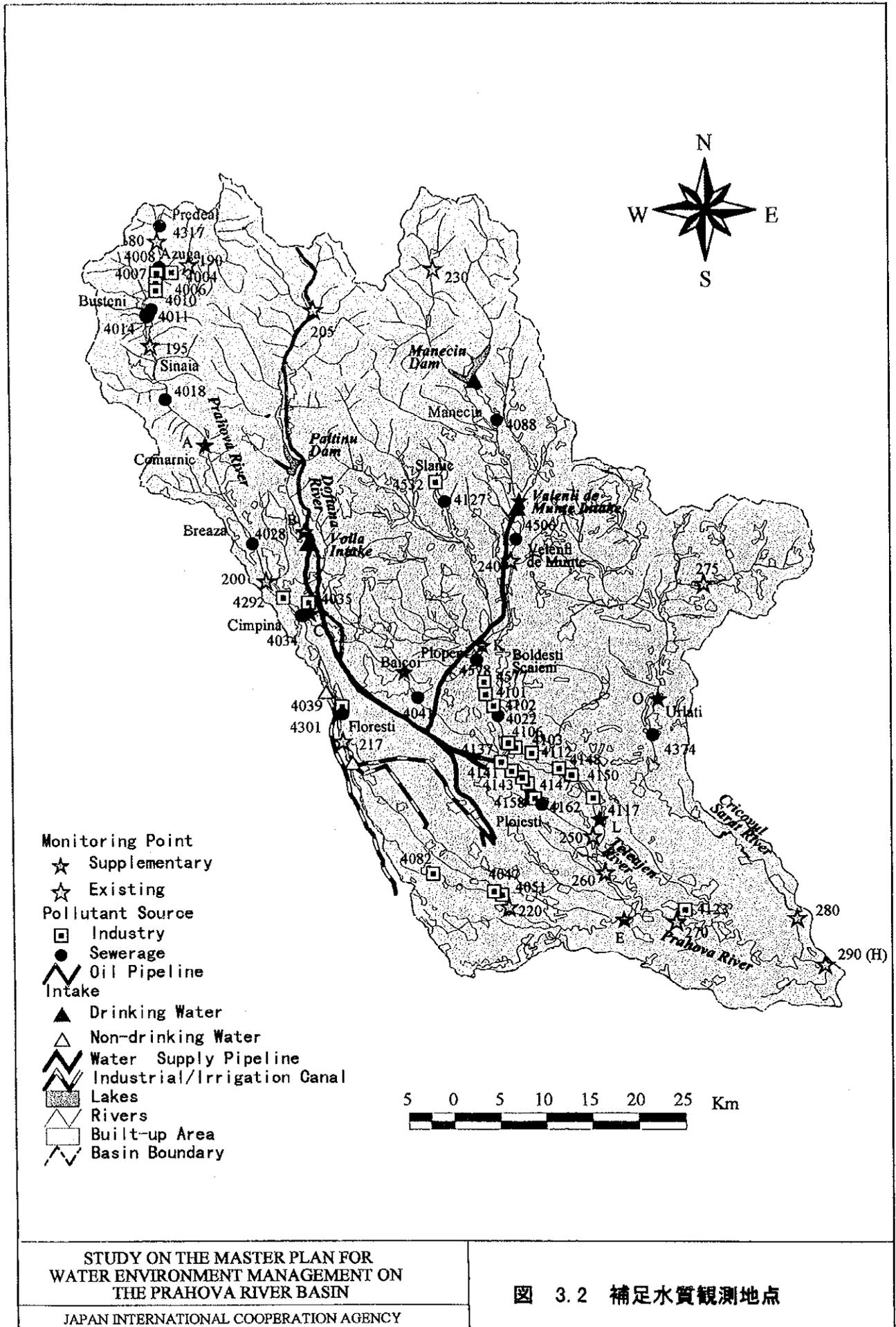
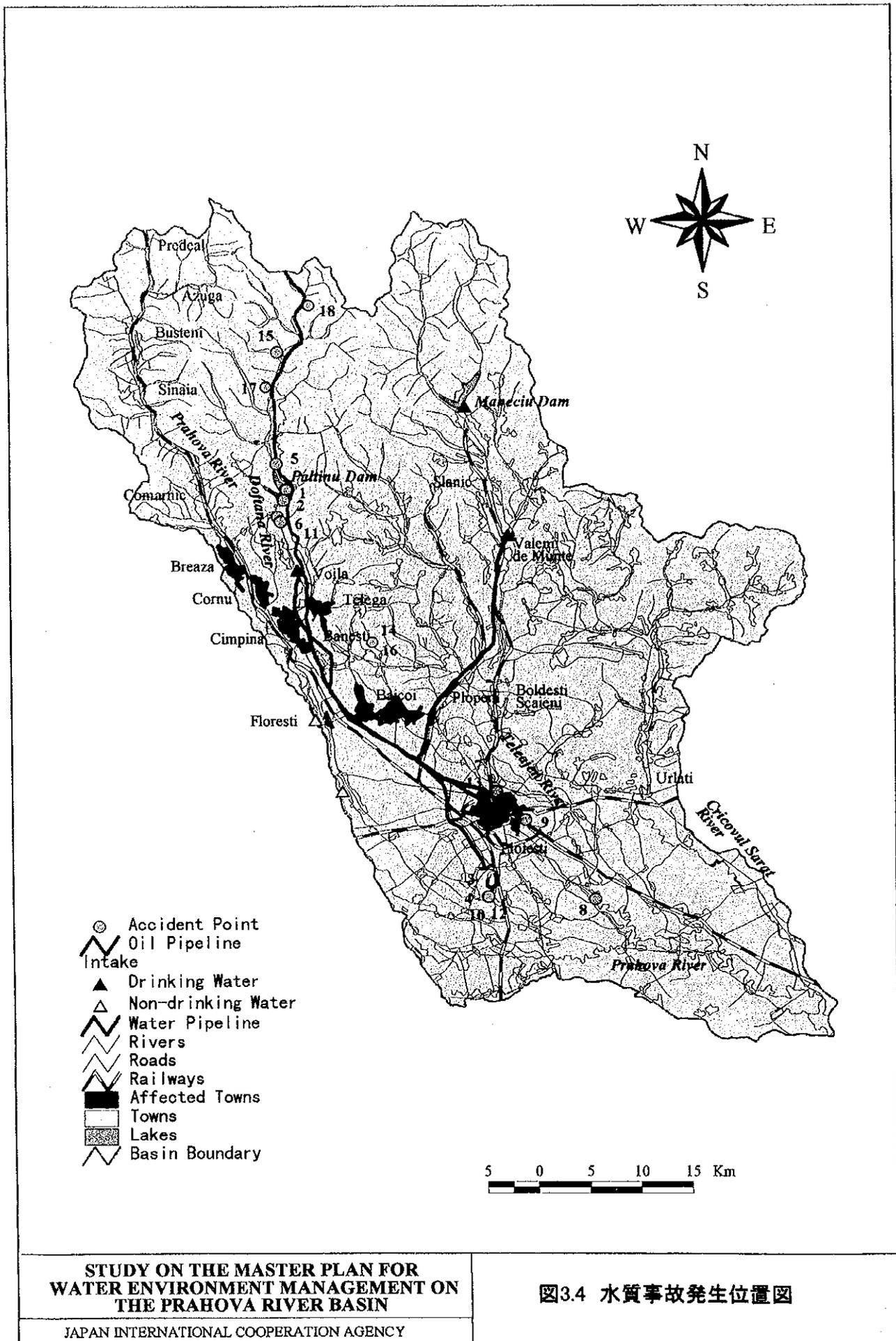


図 3.2 補足水質観測地点



**STUDY ON THE MASTER PLAN FOR
WATER ENVIRONMENT MANAGEMENT ON
THE PRAHOVA RIVER BASIN**

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図3.4 水質事故発生位置図

JICA