

国際協力事業団
ルーマニア国公共事業省

ルーマニア国

ドナウ川下流域下水処理施設計画調査

最終報告書

要約

平成12年1月

JICA LIBRARY



J1155865(7)

株式会社 日水コンソーシアム
株式会社 日水コン

925
61.8
SSS

LIBRARY

社 製

JR

6166-013

国際協力事業団

ルーマニア国 公共事業省

ルーマニア国

ドナウ川下流域下水処理施設計画調査

最終報告書

要 約

平成12年1月

株式会社 パシフィック コンサルタンツ インターナショナル

株式会社 日 水 コ ン



本報告書で採用した外貨換算率

通貨	外貨換算率 (対米ドル)
レイ (ROL)	15,756
日本円 (¥)	122.00
ユーロ	0.95266
ドイツマルク	1.8838

(1999年6月平均値)

序 文

日本国政府はルーマニア国政府の要請に基づき、同国のドナウ川下流域下水処理施設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11年1月から平成12年1月までの間、3回にわたり株式会社パシフィックコンサルタンツインターナショナルの武智昭氏を団長とし、同社及び株式会社日水コンから構成される調査団を現地に派遣しました。また、平成11年1月から平成12年1月の間、大阪府藤木修氏を委員長とする作業監理委員会を設置し、本調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行なわれました。

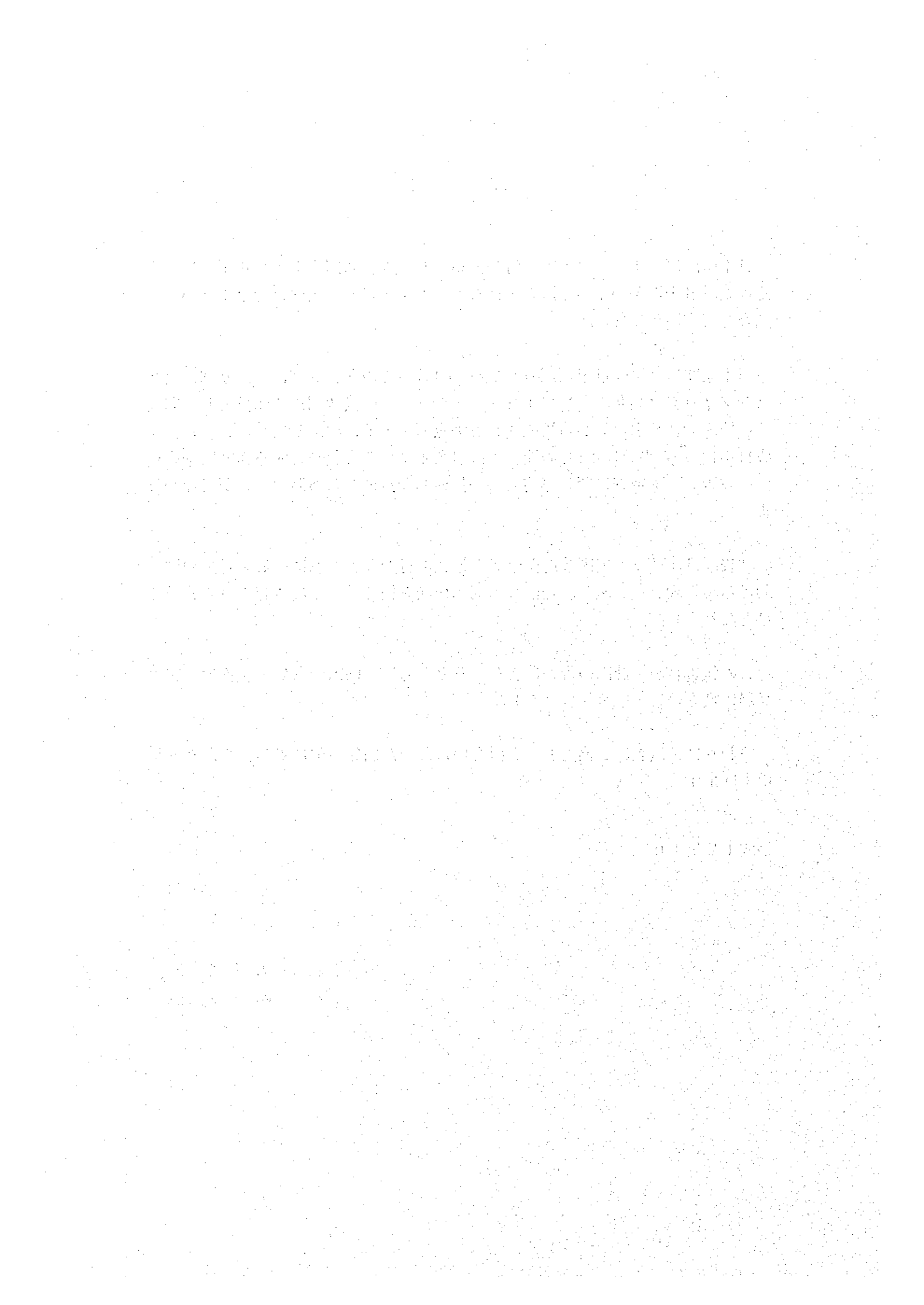
調査団はルーマニア国政府関係者と協議を行なうとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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12年1月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎



ルーマニア国ドナウ川下流域下水処理施設計画調査

伝達状

平成12年1月

国際協力事業団
総裁 藤田 公郎 殿

ルーマニア国ドナウ川下流域下水処理施設計画調査の最終報告書をここに提出いたします。本報告書は株式会社パンフィックコンサルタンツインターナショナルと株式会社日水コンの共同企業体が1999年1月18日および1999年5月13日付貴事業団との契約書に基づき作成したものです。

本調査ではドナウ下流域調査対象7都市の現況調査と下水処理場建設に関する基礎調査、およびトゥルチャ市、ガラチ市、ブレイラ市の下水処理場建設に関するフィージビリティ調査を実施しました。

報告書は、要約、主報告書、付属報告書によって構成されています。要約には全調査結果の要点をまとめ、主報告書には現況、フィージビリティ調査の結果、基礎調査の結果、結論と提言を記載しました。主報告書の内容の技術的な裏付けは付属報告書に取り纏めました。

最後に、調査団は貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、在ルーマニア国日本大使館、さらにルーマニア国の関係者の皆様のご支援に厚く感謝を申し上げますとともに、調査結果がドナウ下流域の下水処理施設建設に寄与し、さらに、これを機会として両国の友好関係がより深まることを祈念いたします。

ドナウ下流域処理施設計画調査団
総括 武 智 昭

調査結果の概要

本調査はドナウ川沿いに立地する 7 都市について、トゥルチャ、ガラチ、ブレイラ、の 3 都市の下水処理場建設に係るフィージビリティ調査、およびカララシ、ジュルジュ、トゥルヌ・マグレレ、ドロベタ・トゥルヌ・セベリンの 4 都市の下水処理場建設に係る基礎調査を実施した。

下水処理場建設のフィージビリティ調査

1. 計画諸元

計画諸元は本調査で実施した実測調査結果、文献値および適切な背景資料を有する既存資料を基に決定した。採用した諸元は表-1 のとおりである。

表-1 フィージビリティ調査の計画諸元

主要諸元	トゥルチャ	ガラチ	ブレイラ	カララシ*	ジュルジュ*	トゥルヌ・ マグレレ*	ドロベタ・ トゥルヌ・ セベリン*
人口							
現在	96,300	330,300	234,800	77,670	73,000	37,130	120,500
2010 年	100,000	382,000	257,000		83,000	47,000	140,000
下水収集人口							
現在	69,000	328,095	194,250	50,000	52,925	19,500	102,500
2010 年	73,000	377,000	221,600	54,060	221,600	21,000	138,000
下水量 (m ³ /日)							
日平均	37,000	200,000	98,000	42,600	71,900	17,000	53,800
日最大	43,000	235,000	115,000	55,730	82,100	20,000	63,400
時間最大	53,000	285,000	140,000	66,960	98,500	25,000	74,400
処理場能力 (m ³ /日)	43,000	235,000	115,000				

*: 将来のフィージビリティ調査で確認を要する暫定値。

2. 提案施設

施設計画は下水処理場、および既存の下水収集網から処理場まで下水を導くのに必要な遮集管を対象とした。

遮集管

トゥルチャは既存の汚水幹線を遮集管として使用する。ブレイラは現在建設中の遮集管を延長して処理場に下水を運ぶよう計画した。ガラチは処理場用地が市の中心から離れていたため、約 10 km の遮集管を新設するものとした。遮集管に係る主要施設を表-2 に示す。

下水処理場

標準活性汚泥法による水処理、消化脱水による汚泥処理を行うものとして下水処

理場施設を計画した。施設配置は処理場建設計画用地内に将来の高度処理施設も収まるよう計画した。下水処理場に係る主要施設を表-3に示す。

表-2 遮集管主要施設

	トゥルチャ	ガラチ	ブレイラ
遮集管渠	φ1000×2, L=300m, EC=2m φ600, L=87m, EC=2m	φ1500-2200, L=7400m, EC=1-8m	φ1650, L=2740m, EC=1-7m
ポンプ施設	Q=0.15m ³ /s × 3基(1基予備), H=30m		
圧送管	φ400, L=285m + 175m		
処理場放流管	φ800, L=150m, EC=3.5m	φ2800, L=3200m, EC=1.5m	φ2000, L=1100m, EC=1.5m
その他	CSO, バルブ, マンホール, 接合	CSO, バルブ, マンホール, 接合	CSO, バルブ, マンホール, 接合, 雨水放流管

φ: 径(mm) Q: 吐出し量
L: 長さ H: 全揚程
EC: 土被り CSO: 合流式下水道雨水吐き室

表-3 下水処理場主要施設

	トゥルチャ	ガラチ	ブレイラ
	(分流式)	(合流式)	(合流式)
スクリーン ポンプ	流入ゲート 2 (1.0×0.6) 荒目スクリーン B=1.6m, 2 細目スクリーン B=1.6m, 2 ポンプ φ350mm × 4	流入ゲート4 (1.0×1.0) (雨水用2基を含む) 荒目スクリーン B=1.6m, 2+2 細目スクリーン B=1.6m, 2+2 ポンプ φ600mm 2+2 φ900mm 2+2	流入ゲート4 (1.0×1.0) (雨水用2基を含む) 荒目スクリーン B=1.6m, 2+2 細目スクリーン B=1.6m, 2+2 ポンプ φ450mm 2+2 φ600mm 2+2
沈砂池 オイルセパレー タ	B 3m × L 8m × 2 水路	B 3m × L 22m × 8 水路	B 3m × L 22m × 4 水路
最初沈澱池	φ25 m, 有効水深2.0 m 4 池	φ35 m, 有効水深2.0 m 4 池	φ35 m, 有効水深2.0 m 4 池
曝気槽	B 5.5m × H 5.5m × L 49m 4 × 2 = 8 池	B 5.5m × H 5.5m × L 67m 8 × 4 = 32 池	B 5.5m × H 5.5m × L 76m 4 × 4 = 16 池
最終沈澱池	φ30 m, 有効水深3.5 m 4 池	φ45 m, 有効水深3.5 m 8 池	φ45 m, 有効水深 3.5 m 4 池
塩素接触池	B 4.0m × H 4.0m × L 38m (接触時間 15 min)	B 4.0m × H 4.0m × L 204m (接触時間15 min)	B 4.0m × H 4.0m × L 100m (接触時間 15 min)
汚泥消化槽	内径 12.5 m × H 21 m, 2 槽	内径 17.5 m × H 31 m, 4 槽	内径 15 m × H 26 m, 4 槽
脱水機 (ベルトプレス)	130kg/m hr, B = 2 m 4 基	130kg/m hr, B = 3 m 14 基	130kg/m hr, B = 3 m 8 基
送風機	多段ターボブロワー φ200 / φ200mm 55 m ³ /hr, 3 (1)	多段ターボブロワー φ350 / φ300mm 140 m ³ /hr, 5 (1)	多段ターボブロワー φ350 / φ300mm 80 m ³ /hr, 5 (1)

B: 幅、H: 高さ、φ: 直径、+n: 予備台数

3. 事業費

提案した施設についての建設費および年間の運営費を表-4に示す。

表-4 事業費算出結果

都市	建設費 (百万レイ)			運転、維持・管理費 (百万レイ/年)
	合計	現地貨分	外貨分	
トゥルチャ	321,054 (24.7)	107,265 (8.3)	213,789 (16.4)	3,820 (0.3)
ガラチ	1,684,237 (129.7)	504,061 (38.8)	1,180,176 (90.9)	16,518 (1.3)
ブレイラ	837,376 (64.5)	268,416 (20.7)	568,960 (43.8)	9,296 (0.7)

()内は1レイ=0.0077円として参考のために算出した日本円額。単位：億円

4. 財務計画

公共サービスの民営化進行の実態と見通しを考慮して、市が施設建設を実施し、コンセッション契約により施設を民営化された運営会社に貸し出し、運営会社が利用者から料金を徴収し運転、維持管理を行うとともに、施設の賃貸料を市に支払うという下水道事業運営形態を想定した。

EBRD (欧州復興開発銀行)、ISPA (Instrument for Structural Policies for Pre-accession)、JBIC (国際開発銀行) を資金源として4つの資金調達方法を想定し、各々の資金調達方法について、運営会社の経営の健全性を確保できる料金体系、施設賃貸料を設定した。

5. 事業評価

プロジェクトの経済便益は、世界遺産に指定されているドナウデルタ保全のためのプロジェクトの実施が、ルーマニア国民にもたらす効用水準の変化を仮想評価法 (CVM) により計量化することで算出した。この結果、3都市とも EIRR は資本の機会費用(10%)を上回り、事業は経済的に実施可能と評価された。

しかしながら、財務的には建設のための初期投資は市財政に対して大きな負担となり、次のような国の資金及び制度上の支援を前提としてのみ実施可能と判断された。

- 海外援助機関からの融資に対する国家保証
- 地方負債法に基づく債務返済総額規制に対する例外措置の適用
- 自己資金分への補助金の支出

周辺環境に対する影響は、建設段階で騒音等の一時的に軽微な影響は避けられないものの、工法の選定により軽減することは可能であり、総合的に事業実施による環境への負の影響は無視できると判断された。

6. 結論

3都市の下水処理場建設は財務的な制約から上記のような国による資金及び制度的な支援によってのみ可能となることが明らかになった。こうした支援は現在進行中の公共事業の主体性を地方に移す政策に逆行するものであるが、下水道整備に関しては以下の理由からこうした支援は妥当性を持つと結論した。

EU 加盟はルーマニアの国是であるが、EU 加盟にあたっては多くの EU の統合基準を満たす必要がある。下水道整備も環境に関する統合基準の一部であり、下水処理場の建設促進は EU 加盟にあたって不可欠な要素である。また、ルーマニアは国際河川であるドナウ川の環境保全に関して国際的な責任を有する。このように下水道整備は国の重要政策課題であり、その実施には国は相応の資金負担をすべきである。また、地方の未だ脆弱な財政能力では国の制度的、資金的支援なしにはこれらの政策課題を実施することは不可能である。

4 都市の基礎調査

カララシ、ジュルジュ、トゥルヌ・マグレレ、ドロベタ・トゥルヌ・セベリンについて、フィージビリティ調査の指針を提示するための基礎調査を実施した。基礎調査は将来のフィージビリティ調査の基礎資料として下水道に係る現況をとりまとめた。

既存資料に基づく計画諸元の試算を行い、計画諸元、及び各市が提供した処理場建設予定地案に基づき施設配置の概略検討を行い、処理場が建設できることを確認した。

フィージビリティ調査の指針はフィージビリティ調査の作業項目をフローシートで示し、作業項目毎に必要な資料、調査、作業内容、各市毎の留意点をチェックリストとして示した。

ルーマニア国ドナウ川下流域下水処理計画調査

要約

序文
伝達状
調査結果の概要
目次
図表一覧

目次

1. はじめに-----	1
2. 制度的考察-----	2
2.1 下水道事業運営体制-----	2
2.2 資金源-----	3
3. 概略設計の概念-----	3
3.1 概略設計の目的および範囲-----	3
3.2 計画基準-----	3
3.3 遮集管-----	3
3.4 処理方式の選定-----	4
4. 下水処理に関する F/S-----	4
4.1 計画諸元-----	4
4.2 遮集管計画-----	5
4.3 下水処理場計画-----	7
4.4 工事計画-----	10
5. 運転・維持管理および組織計画-----	10
6. 事業費積算-----	10
7. 実施計画-----	11
8. 資金計画-----	12
8.1 資金源-----	12
8.2 資金計画の作成-----	12
8.3 資金計画の評価-----	12
8.4 資金計画の提案-----	12
9. 事業評価-----	13
9.1 技術評価-----	13
9.2 経済評価-----	14
9.3 財務評価-----	14
9.4 環境影響評価-----	14
10. 4都市の基礎調査-----	14
11. 結論と提言-----	15
11.1 結論-----	15
11.2 市当局への提言-----	16
11.3 国への提言-----	16

図表一覧

表-1	トゥルチャ、ガラチ、ブレイラ市の計画諸元	4
表-2	遮集管関連主要施設	5
表-3	主要施設の概要	8
表-4	事業費算出結果	11
表-5	提案した資金計画	13
表-6	事業の経済指標計算結果	14
表-7	計画諸元の試算結果	15
図-1	調査対象	1
図-2	トゥルチャ市計画遮集管システム	6
図-3	ガラチ市計画遮集管システム	6
図-4	ブレイラ市計画遮集管システム	7
図-5	下水処理場処理フロー	7
図-6	トゥルチャ市下水処理場配置図	9
図-7	ガラチ市下水処理場配置図	9
図-8	ブレイラ市下水処理場配置図	10
図-9	カララシ市下水処理場配置予備検討結果	17
図-10	ジュルジュ市下水処理場配置予備検討結果	17
図-11	トゥルヌ・マグレレ市下水処理場配置予備検討結果	18
図-12	ドロベタ・トゥルヌ・セベリン市下水処理場配置予備検討結果	18

1. はじめに

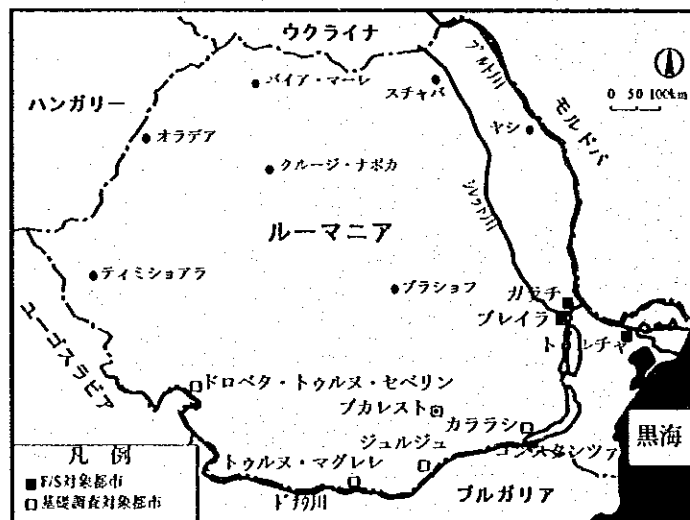
ドナウ川沿いに位置する 7 都市、トゥルチャ、ガラチ、ブレイラ、カララシ、ジュルジュ、トゥルヌ・マグレレ、ドロベタ・トゥルヌ・セベリンは、「ドナウ川流域行動計画」における優先事業並びに EU 加盟促進のための EU 統合基準達成の観点から、国全体の下水道整備の中で高い優先度が与えられる。これらの都市では下水収集の面整備は進んでいるものの、いずれの都市でも適切な下水処理は行われていない。下水は無処理または不十分な処理でドナウ川に放流されているのが現状である。

こうした問題点は広く認識されていて、多くの都市が何らかの形で下水処理場建設計画を作成している。国、都市のレベルで計画の実施に多大の努力が払われてきたが、財源の不足を主因として未だ実施に移されていない。現在のような逼迫した財政状況下では、国際援助機関の援助資金の利用が、計画を実行に移す唯一の方法と理解されている。国際援助機関は資金の貸付に当たり、厳格な技術的、財務的、社会経済的、環境的審査を実施するが、既存の計画はこうした審査に耐えうるものとはいえない。こうした背景のもとに、国際援助機関の審査に耐えうるフィージビリティ調査を実施することとなった。

調査の目的は以下の 3 点である。

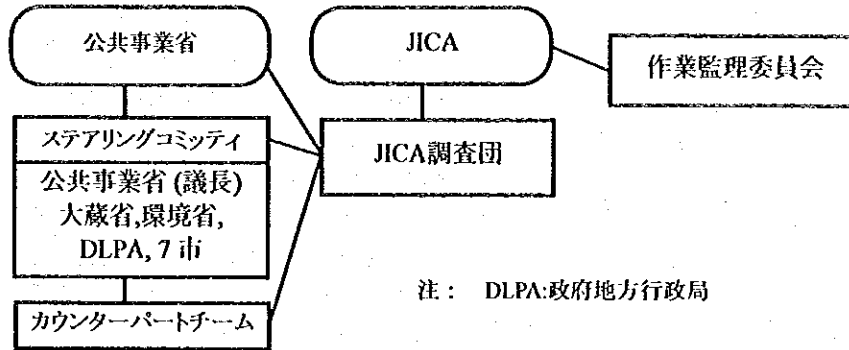
- 7 都市について下水処理に係る基礎調査を実施すること。
- トウルチャ、ガラチ、ブレイラの 3 都市の下水処理場建設に係るフィージビリティ調査 (F/S) を実施すること。
- 調査を通じて技術移転を行うこと。

調査対象は図-1 に示す 7 都市、トゥルチャ、ガラチ、ブレイラ、カララシ、ジュルジュ、トゥルヌ・マグレレ、ドロベタ・トゥルヌ・セベリンである。この内、基礎調査は全都市を対象とし、フィージビリティ調査はトゥルチャ、ガラチ、ブレイラの 3 都市を対象とする。



JICA は調査のために調査団及び監理委員会を組織した。ルーマニア側は公共事業省を調査実施機関として、7 都市及び関係省庁よりなるステアリングコミッティを組織し、

調査は JICA 調査団と、ルーマニア関係機関よりなるカウンターパートチームの共同作業で実施された。調査に関連する組織を下図に示す。



調査は 1999 年 1 月に開始され、2000 年 1 月に本最終報告書を提出して終了した。全調査工程は下図に示すとおりである。

調査段階	I			II		III			IV		V		VI
作業項目	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
国内準備	IC												
基礎調査		■	■										
プログレスレポート作成					□								
F/S 予備調査						■	■	■	■				
環境影響評価						■	■	■	■				
技術移転セミナー準備													
F/S										□			
F/S 指針										□			
4都市の予備計画										□			
ドラフトファイナルレポート作成													■
技術移転セミナー準備													■
ファイナルレポート作成													□
報告書													

凡例：
IC/R: Inception R., P/R: Progress R., IT/R: Interim R., DF/R: Draft Final R., F/R: Final R. ■: ルーマニア □: 日本

本最終報告書は全調査結果をとりまとめたもので、主報告書、付属報告書、要約により構成されている。

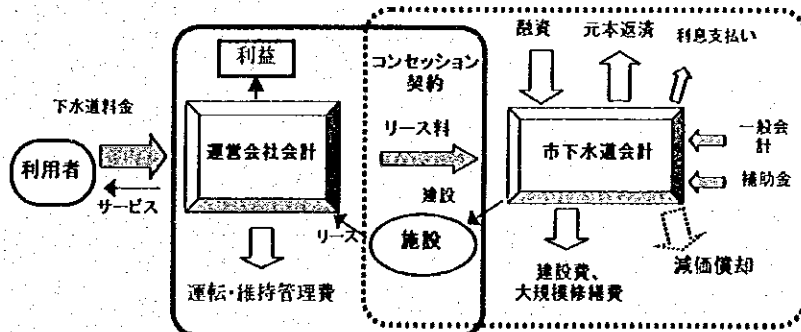
2. 制度的考察

新制度下の公共事業実施手続き、財源について調査を行い、以下の結論を得た。

2.1 下水道事業運営体制

想定される民営化の形態をもとにフィージビリティスタディの資金計画、財務分析に供する下水道事業の実施体制を右図のように定めた。

この体制では、現在の公社が株式を売却して移行すると考えられる民営会社が市当局とコンセッショ



ン契約を結び、市当局に所属する施設を使用して下水道施設を運転し、料金を徴収、市にはリース料を支払う。一般にコンセッション契約は営業権、施設の使用権・管理権、事業の運営権等の譲渡、貸借を対象とするが、現時点では将来のコンセッション契約の内容が明らかでないため、本調査では契約は下水道施設の賃貸による使用のみを対象とし、民营企业は使用料を市に支払うものとした。

2.2 資金源

新制度下では、市当局は公共事業実施に当たって、直接海外援助機関と融資契約を結ぶか、国を通して融資契約を結ぶことができる。直接契約による融資は、市の公共事業実施における主体性を高めるという「公共事業法」の目的からは好ましいものの、現状では市がこうした融資を受けるのは困難と考えられる。国家保証を受けられないこうした直接融資は、民間セクターに適用される融資条件が適用されるため、市にとっては負担が重すぎると考えられる。

したがって、本調査では市は国が保証した国を通じての融資を申請するものとした。国が保証する融資に関しては、「地方債務法」は返済金額が市の歳入の20%を越えない等、市の返済能力を担保する条件を付している。このため、本調査では下水道事業運営に直接関わる民营企业と、初期投資資金を調達する責任のある市当局の財政能力を評価することとした。

3. 概略設計の概念

3.1 概略設計の目的および範囲

本調査における概略設計の目的を、下水処理場建設事業の実行可能性の評価に技術的な基礎を与えることと定義した。その範囲は下水処理場、及び必要な場合は既存処理区からの汚水を処理場に運ぶ遮集管を含めるものとした。

3.2 計画基準

概略設計に不可欠な下水量、水質などの計画諸元は各市が過去に実施した下水道整備計画に使用されたものがある。現在設計あるいは建設中の下水道関連施設のほとんどはこうした計画諸元に準じているため、本調査で極端に異なった計画諸元を採用することは既存計画との連続性、既存施設との整合性に問題を引き起こすことになる。それゆえ、既存施設との整合性を保つために既存の諸元を採用するほうがより現実的と考えられた。

しかしながら、本調査で入手した資料で判断する限りではこうした諸元には技術的な妥当性が検証されたとはいえないものがある。したがって、本調査では既存の計画諸元を確実な裏づけのある資料、本調査での実測調査結果、文献値で確認していくものとした。

3.3 遮集管

本調査が対象とする遮集管は既存の放流口あるいは幹線から下水を集め、下水処理場に送るものである。本調査を通じて、ほとんどの市で下水収集網からの下水を集める幹線が存在、あるいは建設中であることが確認された。したがって、本調査ではこうした既存あるいは建設中の幹線をできる限り遮集管として活用することとした。

3.4 処理方式の選定

(1) 目標

計画をより現実的にするため、処理方式選定にあたって、2段階の処理目標を設定した。第1段階はBOD、SSを対象とし、第2段階はT-N、T-Pを対象とする。まず、第1段階の目標を達成しうる施設を建設し、その施設の拡張、改修により第2段階の目標を達成するものとする。本調査では第1段階の目標を達成しうる施設の建設を提案し、第2段階については提案する施設の改修により第2段階の目標を達成しうるかの技術的な検証にとどめる。各段階の水質目標値は以下のとおりである。

第1段階：BOD 20 mg/l 以下、SS 60 mg/l 以下

第2段階：T-N 10 mg/l 以下、T-P 1 mg/l 以下

(2) 方式の選定

第1段階目標に対して、標準活性汚泥法 (CAS)とオキシデーションディッチ法 (OD)を比較した。仮想的な 100,000 m³/日の規模を持つ処理場について、両法の必要面積、建設費、運転費を比較した結果、及びルーマニアでの実績を考慮しCASを採用することとした。

第2段階については下に示す3つの方式を第1段階と同じ方法で比較した結果、方式-3を適用することとした。

方式-1	BOD, SS および T-N 除去;	循環式硝化脱窒 ステップ流入式多段硝化脱窒
方式-2	BOD, SS および T-P 除去;	嫌気好気活性汚泥
方式-3	BOD, SS, T-N および T-P 除去;	薬剤添加リン除去、嫌気無酸素好気活性汚泥

4. 下水処理に関する F/S

4.1 計画諸元

3都市の計画諸元を表-1のように設定した。

表-1 トウルチャ、ガラチ、ブレイラの計画諸元

項目		トウルチャ	ガラチ	ブレイラ
市人口	現在	96,300	330,300	234,800
	2010年	100,000	382,000	257,000
給水人口	現在	96,000	335,630	234,800
	2010年	100,000	382,000	257,000
下水道接続人口	現在	69,000	328,095	194,250
	2010年	73,000	377,000	221,600
下水水量 (m ³ /日)	日平均	37,000	200,000	98,000
	日最大	43,000	235,000	115,000
	時間最大	53,000	285,000	140,000
	雨天時	-	570,000	280,000
下水水質 (mg/l)	BOD ₅	130	130	150
	SS	140	150	180
	T-N	20	20	25
	T-P	3.5	3	4
下水処理場処理能力		43,000	235,000	115,000

4.2 遮集管計画

遮集管はできる限り既存施設を利用して現在の収集網からの下水を処理場に運ぶよう計画した。主要施設の一覧を表-2 に示し、各市毎の概要を以下に説明する。

表-2 遮集管関連主要施設

	トゥルチャ	ガラチ	ブレイラ
遮集管	φ1000 x 2, L=300m, EC=2m φ600, L=87m, EC=2m	φ1500-2200, L=7400m, EC=1-8m	φ1650, L=2740m, EC=1-7m
ポンプ施設	Q=0.15m ³ /s x 3(1standby), H=30m		
圧送管	φ400, L=285m + 175m		
処理場放流管	φ800, L=150m, EC=3.5m	φ2800, L=3200m, EC=1.5m	φ2000, L=1100m, EC=1.5m
その他	雨水吐き, バルブ, マンホール, 接続工事	雨水吐き, バルブ, マンホール, 接続工事	雨水吐き, バルブ, マンホール, 接続工事, 雨水放流管

トゥルチャ

既存の下水道施設には7つの放流口がある。図-2に示すように、No.5、No.6の放流口を持つ既存の2条の主幹線を遮集管として使用し、その他の4つの放流口から放流されている下水をこの主幹線に取り込むこととした。なお、No.7の放流口は浄水場排水の放流口で将来浄水場内での処理が行われるので計画から除外した。計画施設には、新規ポンプ場および新規ポンプ場から処理場までの圧送管が含まれる。

ガラチ

既存の下水道施設には7つの放流口がある。図-3に示すように、No.3放流口から計画下水処理場まで新規の遮集管を敷設することとした。本遮集管は自然流下で計画下水処理場に流入し、No.6を除いた既解放流口から下水を自然流下で受け入れる。なお、No.2の放流口は浄水場排水の放流口で将来浄水場内での処理が行われるので計画から除外した。

ブレイラ

既存の下水道施設には12の放流口があり、主幹線が建設中である。計画対象となる主要施設は図-4に示すように、建設中の主幹線の最下流地点から下水処理場までの遮集管である。

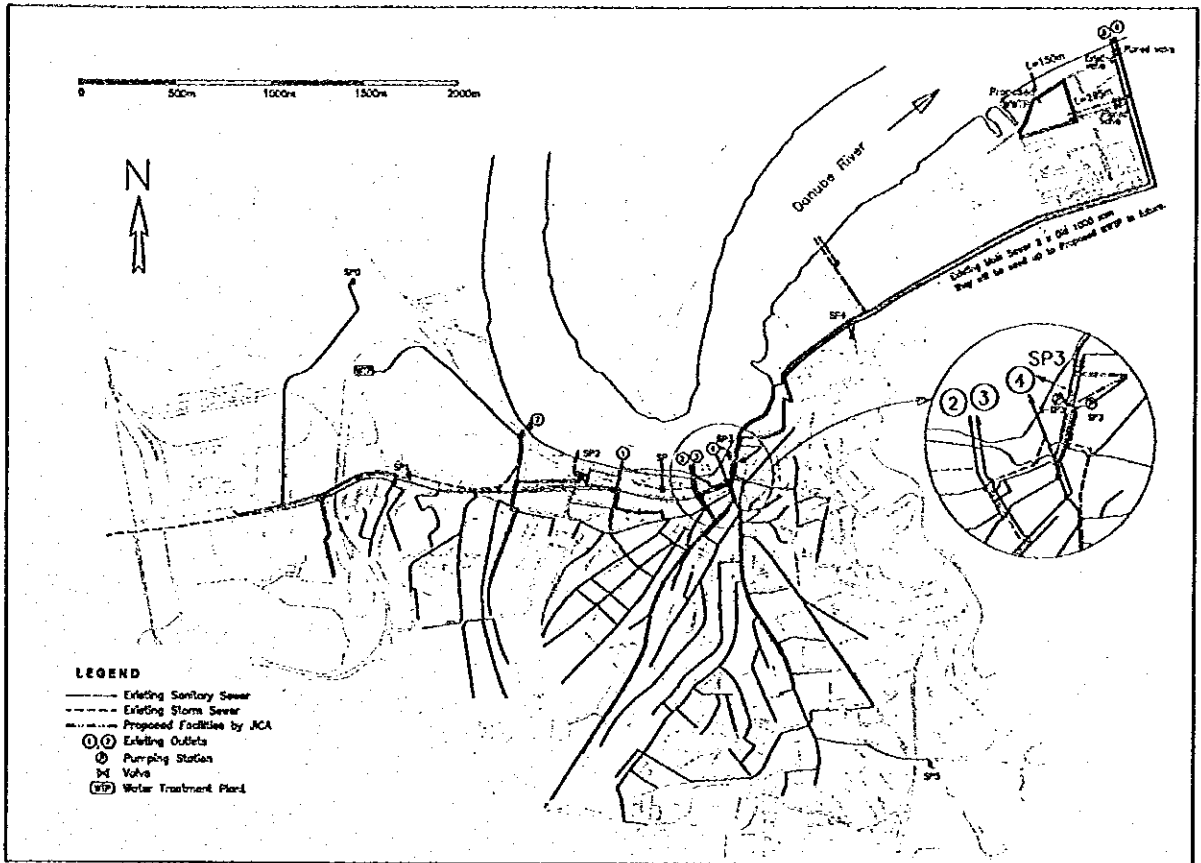


図-2 トウルチャ市計画遮集管システム

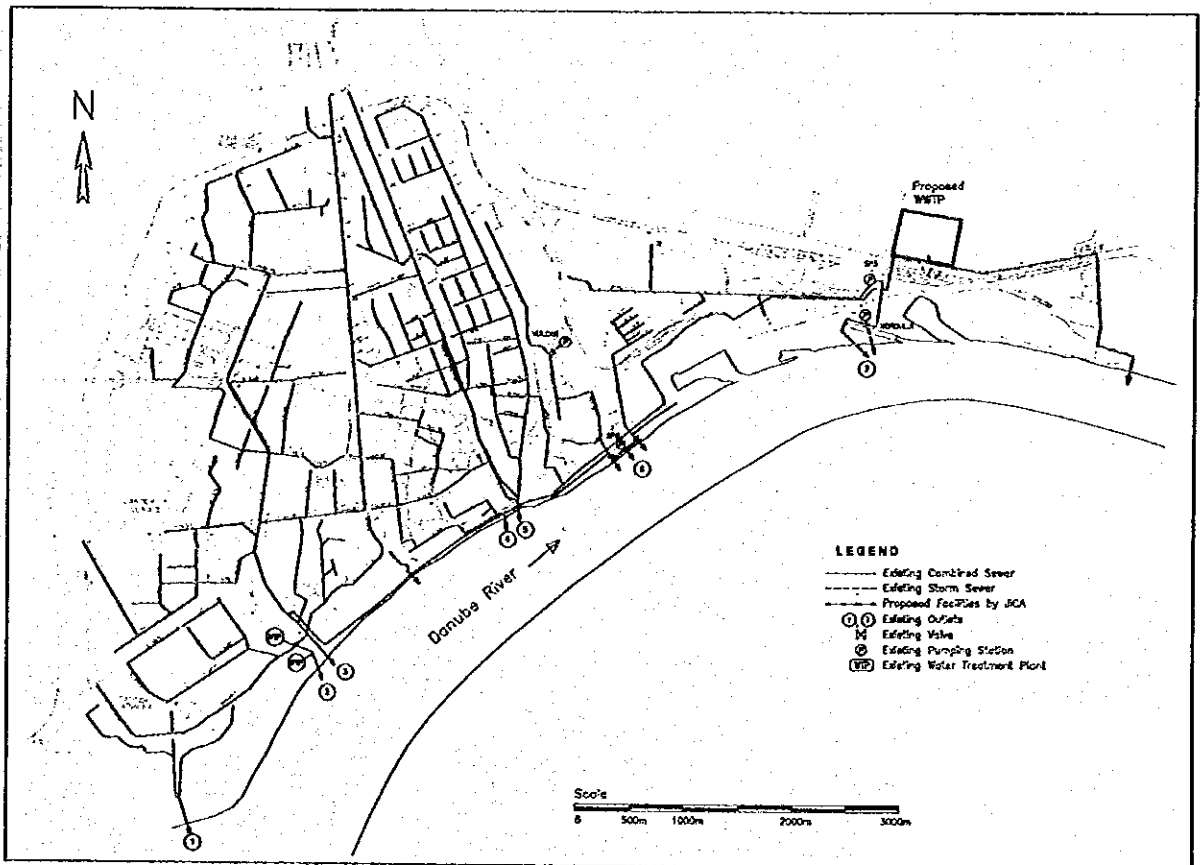


図-3 ガラチ市計画遮集管システム

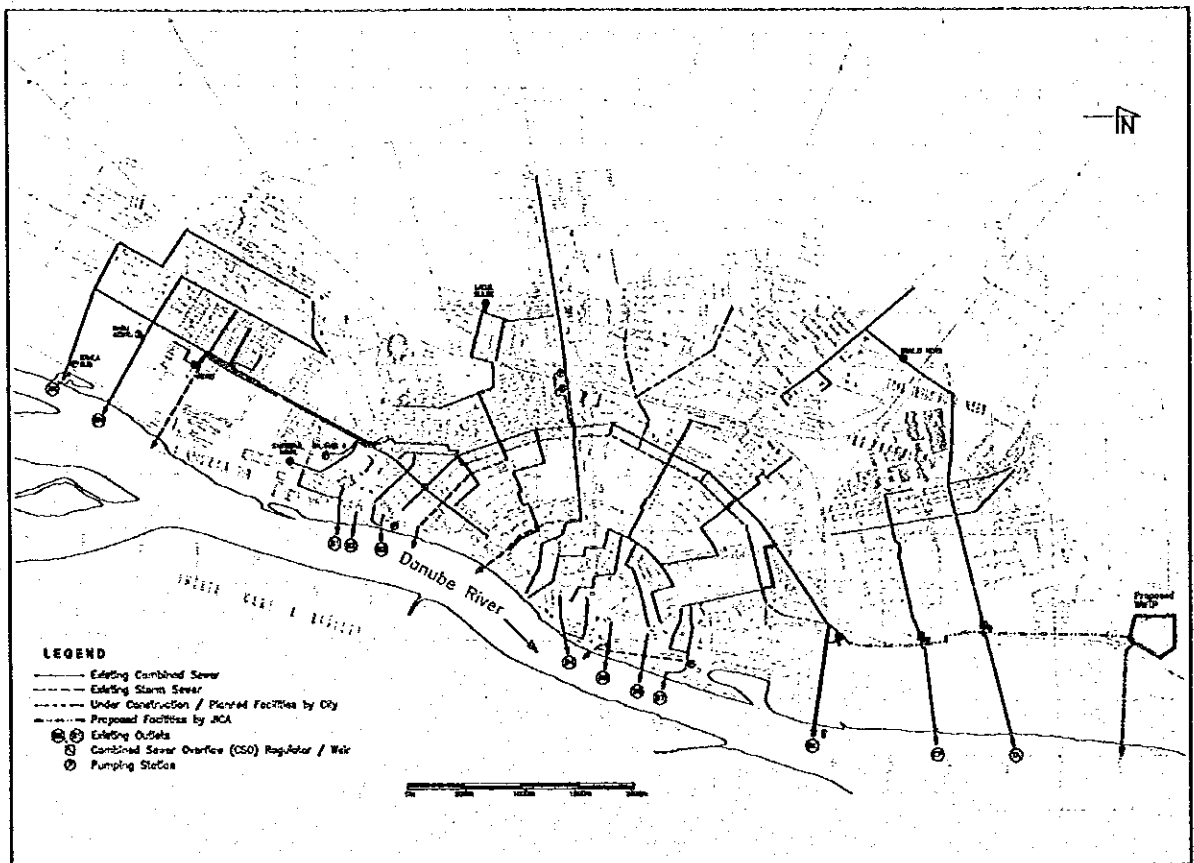


図-4 プレイラ市計画遮集管システム

4.3 下水処理場計画

(1) 処理フロー

処理フローは図-5 に示すように、水処理系、汚泥処理系より構成される。水処理系には標準活性汚泥法、汚泥処理系には嫌気消化法を採用した。

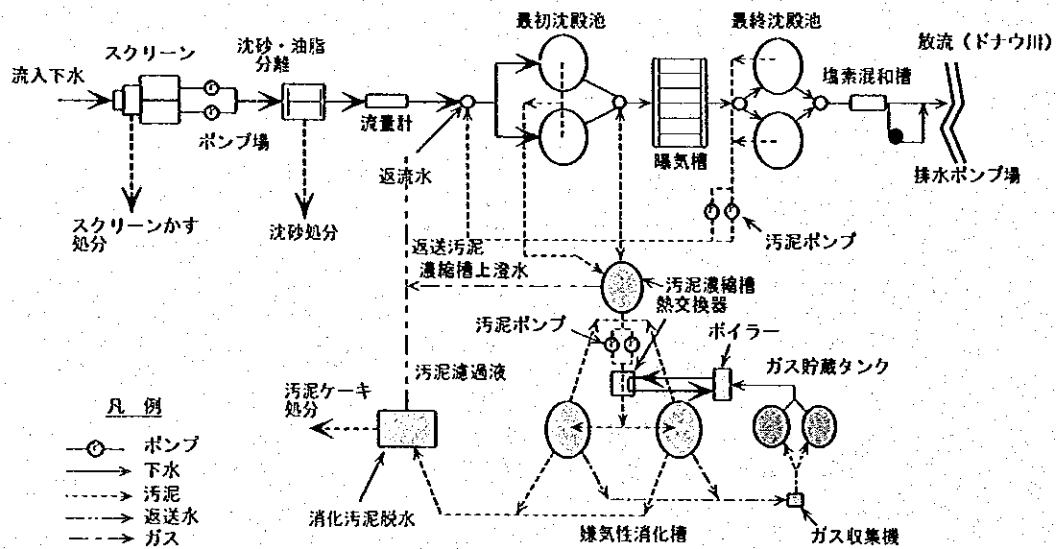


図-5 下水処理場処理フロー

(2) 施設構成

各処理場の主要施設の概要を表-3に示す。

表-3 主要施設の概要

	トゥルチャ	ガラチ	ブレイラ
	(分流式)	(合流式)	(合流式)
計画諸元	日平均Q ad = 37,000 m ³ /日 日最大Q dm = 43,000 時最大Q hm = 53,000 BOD = 130mg/l, SS = 140mg/l T-N = 20mg/l, T-P = 3.5mg/l	日平均Q ad = 200,000 m ³ /日 日最大Q dm = 235,000 時最大Q hm = 285,000 2Q = 570,000 BOD = 130mg/l, SS = 150mg/l T-N = 20mg/l, T-P = 3mg/l	日平均Q ad = 98,000 m ³ /日 日最大Q dm = 115,000 時最大Q hm = 140,000 2Q = 280,000 BOD = 150mg/l, SS = 180mg/l T-N = 25mg/l, T-P = 4mg/l
スクリーン ポンプ	流入ゲート 2 (1.0×0.6) 荒目スクリーン B=1.6, 2 細目スクリーン B=1.6, 2 ポンプ φ350×4	流入ゲート4 (1.0×1.0) (雨水用2基を含む) 荒目スクリーン B=1.6, 2+2 細目スクリーン B=1.6, 2+2 ポンプ φ600 2+2 φ900 2+2	流入ゲート4 (1.0×1.0) (雨水用2基を含む) 荒目スクリーン B=1.6, 2+2 細目スクリーン B=1.6, 2+2 ポンプ φ450 2+2 φ600 2+2
沈砂池 オイルセパレータ	B 3m × L 8m × 2 水路	B 3m × L 22m × 8 水路	B 3m × L 22m × 4 水路
バーニヤルプリーユ	306 - 12,380 m ³ /h × 1 φ25 m, 有効水深 2.0 m 4 池	306 - 12,380 m ³ /h × 2 φ35 m, 有効水深 2.0 m 8 池	306 - 12,380 m ³ /h × 2 φ35 m, 有効水深 2.0 m 4 池
最初沈澱池	φ25 m, 有効水深 2.0 m 4 池	φ35 m, 有効水深 2.0 m 4 池	φ35 m, 有効水深 2.0 m 4 池
曝気槽	B 5.5m × H 5.5m × L 49m 4 × 2 = 8 池 (高度処理用: + B 5.5m × H 5.5m × L 54m × 8)	B 5.5m × H 5.5m × L 67m 8 × 4 = 32 池 (高度処理用: + B 5.5m × H 5.5m × L 73m × 32)	B 5.5m × H 5.5m × L 76m 4 × 4 = 16 池 (高度処理用: + B 5.5m × H 5.5m × L 67m × 16)
最終沈澱池	φ30 m, 有効水深 3.5 m 4 池 (高度処理用: + φ30 m, 有効 水深 3.5 m × 4)	φ45 m, 有効水深 3.5 m 8 池 (高度処理用: + φ40 m, 有効 水深 3.5 m × 8)	φ45 m, 有効水深 3.5 m 4 池 (高度処理用: + φ40 m, 有効 水深 3.5 m × 4)
塩素接触池	B 4.0m × H 4.0m × L 38m (接触時間 15 min)	B 4.0m × H 4.0m × L 204m (接触時間 15 min)	B 4.0m × H 4.0m × L 100m (接触時間 15 min)
汚泥濃縮槽	内径 9.5 m × H 4 m、2 池	内径 16 m × H 4 m、4 池	内径 12 m × H 4 m、4 池
汚泥消化槽	内径 12.5 m × H 21 m、2 槽	内径 17.5 m × H 31 m、4 槽	内径 15 m × H 26 m、4 槽
ガスホルダー	内径 12 m × H 9.5 m V = 650 m ³ × 1 槽	内径 16 m × H 17 m V = 2,000 m ³ × 2 槽	内径 13 m × H 13.57 m V = 1,000 m ³ × 2 槽
脱水機 (ベルトプレス)	130kg/m hr, B = 2 m 4 基 (建屋 24 m × 10 m)	130kg/m hr, B = 3 m 14 基 (建屋 56 m × 20 m)	130kg/m hr, B = 3 m 8 基 (建屋 32 m × 20 m)
送風機	多段ターボブロー φ200 / φ200 55 m ³ /hr, 3 (1) (建屋 18 m × 13 m)	多段ターボブロー φ350 / φ300 140 m ³ /hr, 5 (1) (建屋 26 m × 13 m)	多段ターボブロー φ350 / φ300 80 m ³ /hr, 5 (1) (建屋 26 m × 13 m)
管理棟	30 m × 20 m = 600 m ²	30 m × 50 m = 1,500 m ²	30 m × 40 m = 1,200 m ²

(3) 施設配置

トゥルチャ、ガラチ、ブレイラの各処理場の施設配置を図-6、図-7、図-8にそれぞれ示す。

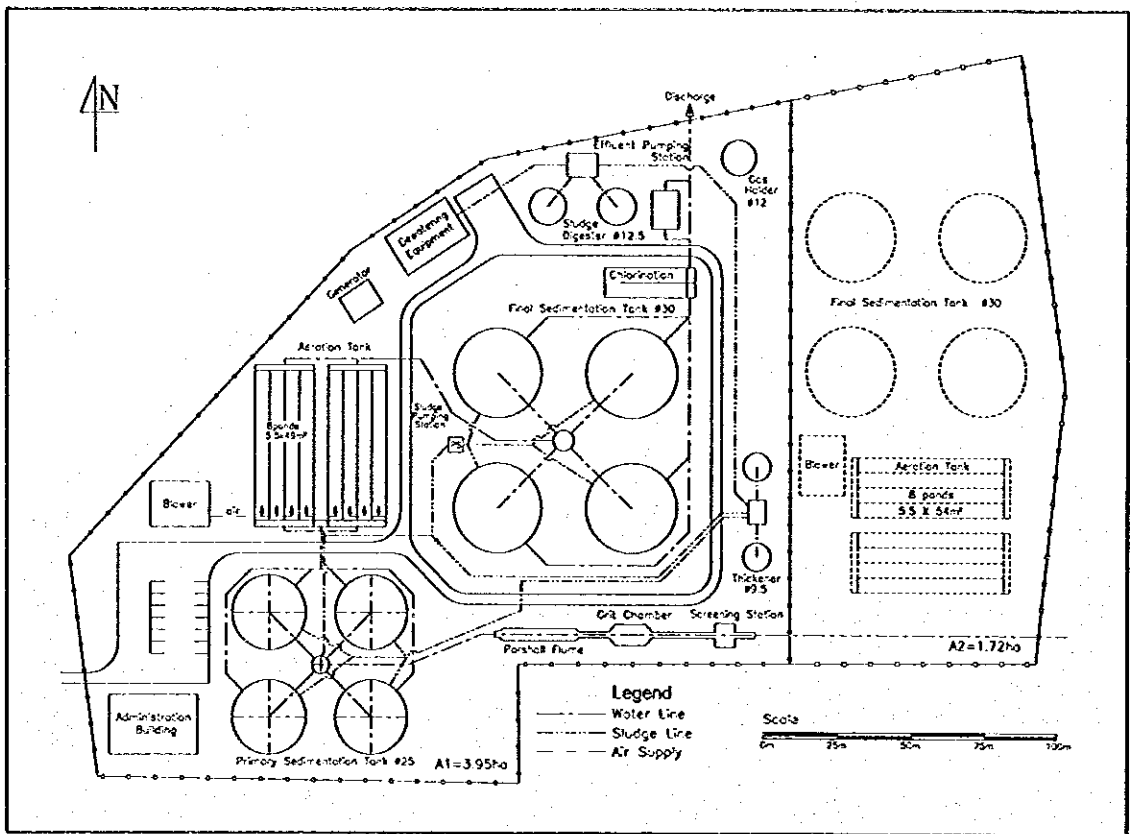


図-6 トウルチャ市下水処理場配置図

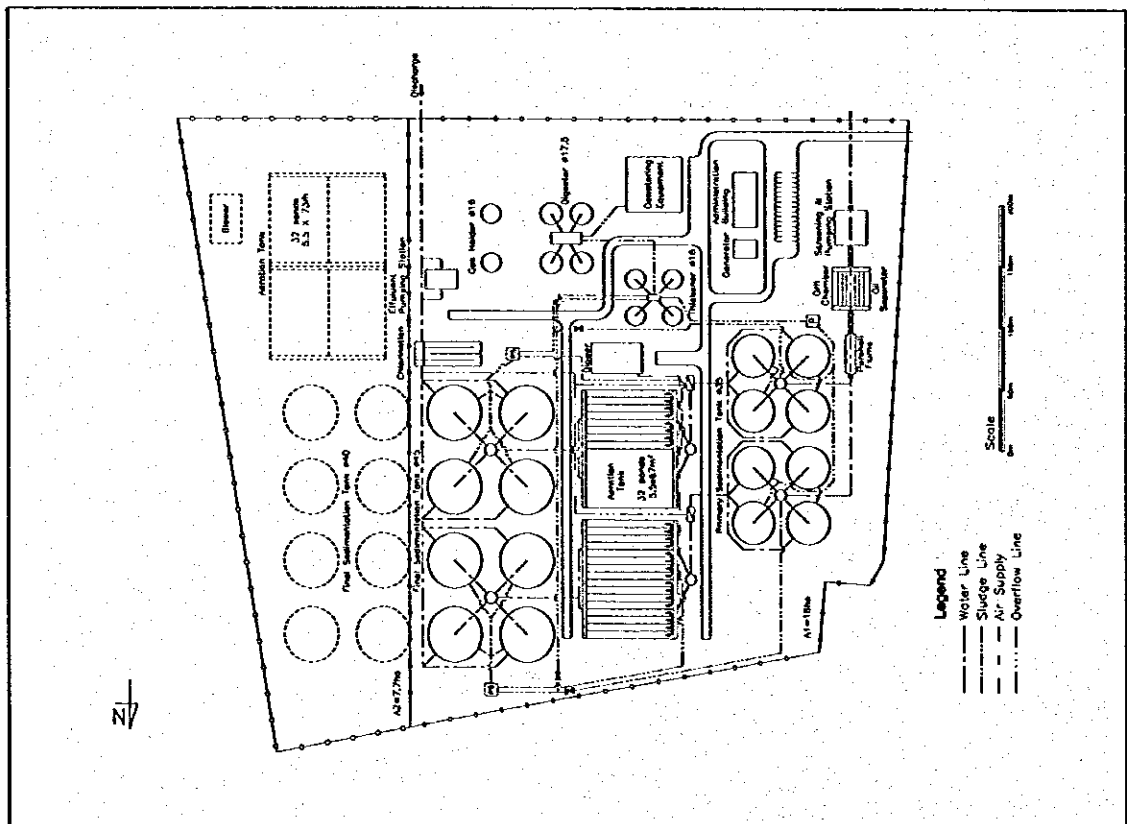


図-7 ガラチ市下水処理場配置図

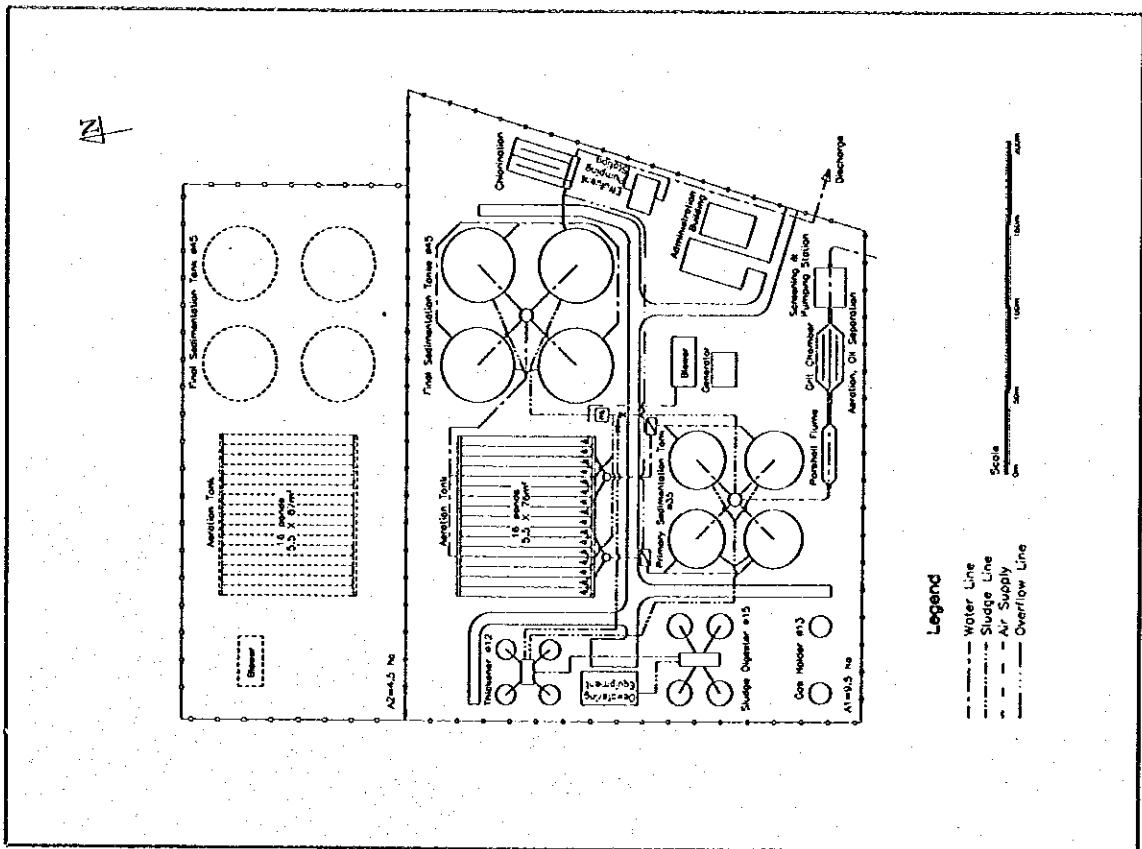


図-8 ブレイラ市下水処理場配置図

4.4 工事計画

工事計画は以下の点を考慮して作成した。

- 年間稼働日は過去 5 年間の降雨日数、ルーマニアの休日から 255 日と設定した。日作業時間は 8 時間とした。
- 主要工事は機械施工によるものとした。

必要な工期は工事数量に対して通常の機械および労力の投入を前提に設定した。

5. 運転・維持管理および組織計画

下水処理場の運転・維持管理に必要な作業項目の一覧、運転管理指標、維持管理作業内容を計画した。組織計画は計画された運転・維持管理作業を実施することを可能とする人員、組織を提案した。

6. 事業費積算

事業費は以下の内訳で算出した。

項目	備考
I 建設費	
II 設計・施工監理費	(I)の 10%
III 事務費	(I)の 2%
IV 予備費	(I+II+III)の 10%
V 事業費	I+II+III+IV

建設費は下表に示す内訳で計算した。表中、主工事費は予備設計から算出した工事数量と単価から算出した。工事単価はルーマニアの通常単価およびルーマニア、ヨーロッパ諸国、日本の建設業者、メーカーからの見積もりにより決定した。

項目		備考
I	建設費	I-1 から I-6 合計
I-1	設営・撤去費	I-3 の 5%
I-2	準備工事費	I-3 の 5%
I-3	主工事費	I-3-1 から I-3-4 の合計
I-3-1	土木工事費	
I-3-2	機電費	
I-3-3	機電据え付け費	
I-3-4	管理棟建設費	
I-4	付帯工事費	I-3 の 10%
I-5	現場経費	I-3 の 10%
I-6	諸経費	I-3 の 10%

運転・維持管理費は電気代、人件費をもとに算出した。建設費、運転・維持管理費の算出にあたっては以下の条件を適用した。

- すべての基礎単価は 1999 年 6 月価格で表現した。
- 外貨交換率は 1US ドル = 15,756 レイ = 122 円、1 ユーロ = 16,539 レイ、1 ドイツマルク = 8,364 レイとした。
- 処理場の機械費は外貨分と内貨分に分け、それぞれ 70%、30%と設定した。
- 価格上昇は見込まなかった。

事業費の積算結果を表-4 に示す。

表-4 事業費算出結果

都市	建設費 (百万レイ)			運転、維持・管理費 (百万レイ/年)
	合計	現地貨分	外貨分	
トゥルチャ	321,054 (24.7)	107,265 (8.3)	213,789 (16.4)	3,820 (0.3)
ガラチ	1,684,237 (129.7)	504,061 (38.8)	1,180,176 (90.9)	16,518 (1.3)
ブレイラ	837,376 (64.5)	268,416 (20.7)	568,960 (43.8)	9,296 (0.7)

()内は 1 レイ = 0.0077 円として参考のために算出した日本円額。単位：億円

7. 実施計画

実施計画は 2000 年より 1 年間の設計等の期間を経て、トゥルチャは 3 年、ガラチ、ブレイラは 4 年の建設期間を置くものとした。

8. 資金計画

8.1 資金源

資金計画では、各市は現在の財政能力では水処理場建設に要する費用を自己資金で調達できないことを前提条件とした。

EBRD (欧州復興開発銀行)、ISPA (Instrument for Structural Policies for Pre-accession)、JBIC (国際開発銀行) を資金源と設定して資金計画を作成した。各資金源の融資条件等は下記の条件を仮定した。

融資機関等	融資割合(%)	融資/贈与	利率 (%)	返済期間 (年)	据置期間 (年)
EBRD	70	融資	6.5	15	3
JBIC	70	融資	2.7	30	10
ISPA	75	贈与	-	-	-

8.2 資金計画の作成

以下の4つのケースについて資金計画を作成した。:

- ケース I: EBRD 70% + 自己資金 30%
- ケース II: EBRD 50% + ISPA 50%
- ケース III: EBRD 30% + ISPA 70%
- ケース IV: JBIC 70% + 自己資金 30%

各ケースで以下の二つのリース料金を設定した;

- ・ 減価償却費、元利返済の合計金額と同額。
- ・ 上記の 50 %。

さらに下水道料金について以下の3つのレベルを設定した。

- ・ 住民の支払い意志と同額。
- ・ 支払い意志額と下記の支払い可能額の間値
- ・ 支払い可能額 (家計費の 2%)

8.3 資金計画の評価

上記の条件で計算されたキャッシュフローを以下の観点で評価した。

- ・ 民営会社の財務健全性 (累積流動資本、利益)
- ・ 市当局の財政能力、返済額上限

8.4 資金計画の提案

本調査で実際にどの資金源を利用できるかを定めることはできないため、各々の資金源について表-5 に示す資金計画を提案した。

表-5 提案した資金計画

市	ケース	資金源	リース料	料金レベル
トゥルチャ	I	70% EBRD + 30%自己資金	減価償却費、元利返 済合計の 50%	支払い可能額 (世帯収入の 1.62%)
	II	50% EBRD + 50% ISPA	減価償却費、元利返 済合計の 100%	支払い可能額 (世帯収入の 1.62%)
	III	30% EBRD + 70% ISPA	減価償却費、元利返 済合計の 50%	中間値 (世帯収入の 0.96%)
	IV	70% JBIC + 30%自己資金	減価償却費、元利返 済合計の 50%	中間値 (世帯収入の 0.96%)
ガラチ	I	70% EBRD + 30%自己資金	減価償却費、元利返 済合計の 100%	中間値 (世帯収入の 1.12%)
	II	50% EBRD + 50% ISPA	減価償却費、元利返 済合計の 100%	中間値 (世帯収入の 1.12%)
	III	30% EBRD + 70% ISPA	減価償却費、元利返 済合計の 50%	支払い意志額 (世帯収入の 0.40%)
	IV	70% JBIC + 30%自己資金	減価償却費、元利返 済合計の 50%	支払い意志額 (世帯収入の 0.40%)
ブレイラ	I	70% EBRD + 30%自己資金	減価償却費、元利返 済合計の 50%	支払い可能額 (世帯収入の 1.56%)
	II	50% EBRD + 50% ISPA	減価償却費、元利返 済合計の 50%	支払い可能額 (世帯収入の 1.56%)
	III	30% EBRD + 70% ISPA	減価償却費、元利返 済合計の 50%	中間値 (世帯収入の 0.96%)
	IV	70% JBIC + 30%自己資金	減価償却費、元利返 済合計の 50%	支払い可能額 (世帯収入の 1.56%)

9. 事業評価

9.1 技術評価

提案した事業は、下水処理場の建設と、既存の下水収集システムから下水を提案処理場に送るのに必要な遮集管およびその付帯施設の建設より成る。下水処理方式は活性汚泥法を採用し、処理水質は T-N (全窒素) および T-P (全リン) を除き排水基準以下を達成できる。T-N および T-P 除去については可能性のある処理法を示し、現在の処理場予定地内に提案する活性汚泥法の増設・改修で対応できることが確認され、計画をより現実的にするためこれらの部分は将来の事業とすることが提案された。したがって、提案された事業を実施することにより、各市は現在無処理で放流している下水を適切な処理をして放流できるようになる。

各市には現在下水処理場がなく、市当局および公社(将来の民営会社)には下水処理場の建設、運転に関する経験がない。このため、事業実施にあたっては処理場建設に関して若干の困難があるかもしれない。しかしながら、採用された標準活性汚泥法はルーマニアで最も普及した生物処理である。標準活性汚泥法はすでにいくつかの処理場で稼働し、現在建設が進んでいる処理場はすべて標準活性汚泥法を採用している。したがって、各市が経験するかもしれない困難さは他の市、研究機関、民間コンサルタント等に蓄積された経験、情報、ノウハウを活用することで容易に克服できると考えられる。

9.2 経済評価

事業の経済便益を計量化するために CVM (仮想評価法) を採用した。経済便益は政府がドナウデルタを保全する政策を実行することに対する支払意志額により定量化した。

上記の経済便益に対して、以下の条件で純現在価値 (NPV)、便益・費用比率 (B/C)、内部経済収益率 (EIRR) を算出した。

- 通貨単位はレイとし、換算レートは 1999 年 6 月に固定。
- プロジェクトライフは事業開始より 30 年。
- 目標年は 2010 年。2010 年以降の運転・維持管理費は 2010 年の値に固定。
- 施工期間は 2000 年より 4 年(トゥルチャ) または 5 年(ガラチ、ブレイラ)
- 資本の機会費用は 10%。
- 外国産品に係る関税を考慮した資本コストの変換係数は 98.4%。

計算結果は表-6 に示すとおりで、各市とも EIRR は資本の機会費用を上回り、事業は経済的に実行可能と判断された。

表-6 事業の経済指標計算結果

	NPV (百万レイ)	B/C	EIRR (%)
トゥルチャ	9,523	1.03	12.5
ガラチ	111,708	1.07	13.1
ブレイラ	26,168	1.03	11.6

9.3 財務評価

下水処理場建設の資本投資額は各市の財政規模に対して際だって大きいため、国による制度的、財政的支援が事業実施の前提となる。必要な支援は以下のとおりである。

- 海外援助機関からの融資に対する国家保証
- 地方負債法に基づく債務返済総額規制に対する例外措置の適用
- 自己資金分への補助金の支出

9.4 環境影響評価

ルーマニア国内法に準拠して、各都市の下水処理場建設用地周辺の環境影響評価を実施した結果、事業は特段の悪影響を引き起こさないと結論された。

10. 4都市の基礎調査

カララシ、ジュルジュ、トゥルヌ・マグレレ、ドロベタ・トゥルヌ・セベリンについて、F/S の指針を提示するための基礎調査を実施した。基礎調査は将来の F/S の基礎資料として下水道に係る現況をとりまとめた。

既存資料に基づく計画諸元の試算を行い、計画諸元、及び各市が提供した処理場建設予定地案に基づき施設配置の概略検討を行い、処理場が建設できることを確認した。計画諸元の試算結果を表-7 に、また各市の施設配置計画を図-9 から図-12 に示す。

F/S の指針は F/S の作業項目をフローシートで示し、作業項目毎に必要な資料、調査、作業内容、各市毎の留意点をチェックリストとして示した。

表-7 計画諸元の試算結果

項目	カララシ	ジュルジュ	トゥルヌ ・マグレレ	ドロベタ・ トゥルヌ・セベリン
市人口				
現在(1998)	77,670	73,000	37,130	120,500
2010年	NA	83,000	47,000	140,000
下水道人口				
現在(1998)	50,000	52,925	19,500	102,500
2010年	54,060	140,000	21,000	138,000
計画水量				
日平均 (m ³ /日)	42,600	71,900	17,000	53,800
日最大 (m ³ /日)	55,730	82,100	20,000	63,400
時間最大 (m ³ /日)	66,960	98,500	25,000	74,400
雨天時 (m ³ /日)	-----	-----	50,000	148,800
計画流入水質				
BOD ₅ (mg/L)	230	240	130	130
SS (mg/L)	210	260	180	180
T-N (mg/L)	25	25	20	20
T-P (mg/L)	4	4	3	3

11. 結論と提言

11.1 結論

本調査は、下水処理場の建設と、既存の下水収集システムから流出する下水を提案した処理場に送るのに必要な遮集管およびその付帯施設の建設を提案した。下水処理方式はルーマニアで最も普及した生物処理である標準活性汚泥法を採用し、事業を実施することにより現在無処理で放流している下水を適切な処理をして放流できるようになることが明らかになった。

F/S は事業の技術的、経済的、また、環境影響上の実行可能性を明らかにしたが、一方、事業実施の資金的な困難さも明らかにした。下水処理場建設の初期投資額は現在の市の資金負担能力を大幅に上回る。したがって、調査は以下の国の支援を前提に、財務上実行可能と評価した。

- 海外援助機関からの融資に対する国家保証
- 地方負債法に基づく債務返済総額規制に対する例外措置の適用
- 自己資金分への補助金の支出

現在ルーマニアでは、行政改革の一環として、地方自治体の自治の拡大、地方公共事業に対する地方の主体性を強める法体系を整備しているところである。こうした状況下、国による支援を求めることは改革の方向に逆行するとも考えられる。

一方、政府は EU 加盟準備国として環境に係る EU 統合基準を満たす必要に迫られ、ドナウ川沿いの下水処理の促進に関して国際的な責任を負っている。それゆえ、下水

道整備は国の政策として高い優先度を持つはずである。調査により明らかになったように、下水道整備は未だ経済的に成長していない地方自治体にとっては大きすぎる負担である。もし、下水道整備が国の指導、支援なしに地方の主体性に任せられれば、下水道整備はほとんど進捗しないであろう。

地方が主体的に下水道整備を実行できるように経済発展を遂げるまでは、国の政策を実行するため、下水道整備に指導性を発揮すべきである。それゆえ、行政改革の精神に反する一面があるものの、下水道整備への国の支援は妥当性のあるものと判断した。

11.2 市当局への提言

本調査は、下水処理場建設が実現可能と判断した。国の支援は不可欠であるが、市当局は事業実施の第一歩を踏み出すべきである。

第一の行動は事業実施を決断することである。上記のように、事業は市財政に大きな負担をかけ、他の事業実施をほとんど困難にするであろう。自己資金捻出のすべての努力をすべきである。こうした努力の過程と結果が国の支援を引き出す手段に成りうる。国の支援がなくては事業実施が不可能なことは事実であるが、事業実施は国の支援により始まるのではなく、市の主体性により開始されるものである。

本調査は資金源の組み合わせ等により、いくつかの資金計画を提案した。個々の資金源の利用可能性は国および資金源の政策によるが、資金源探しを開始することは事業開始への第一歩である。提案した資金源の中では、贈与である ISPA が市にとって最も負担の少ない資金源であろう。本調査は市がこうした資金源に申請をするのに必要な情報を提供した。

11.3 国への提言

ルーマニアが EU 加盟準備国である限り、国全体の下水道整備計画に指導性を発揮すべきである。本調査によれば下水道建設に要する費用は明らかに市の負担能力を上回り、国の制度的、資金的支援は不可欠である。

国は融資の市負担を下げるため下水道に係る国外融資に国家保証を与えるべきである。また、下水道整備に関して、返済額の市予算に占める割合による市の借り入れ制限に例外措置を講ずるべきである。本調査で提案された資金計画は、民間会社が市に元利返済金額相当分のリース料を支払っても経営的な健全性が保たれるように設定されている。したがって、市にとっては、元利返済にリース料収入を充当することができ、実際には市の財政に負担をかけないことになっている。したがって、こうした資金計画を担保に例外措置を講ずることは可能と考えられる。

さらに、国は建設費の自己負担部分に補助金を適用すべきである。国家保証付きの融資が適用されても多くの都市で自己資金調達は困難な状態である。国家予算の現状から考え、補助金支出はきわめて厳しい状況にあるが、限られた補助金を有効に配分するために国全体での下水道整備の優先度を定め、補助金配分を手段として国の指導性を発揮すべきである。本調査対象 7 都市はドナウ川沿いという立地条件から高い優先度が与えられるべきである。

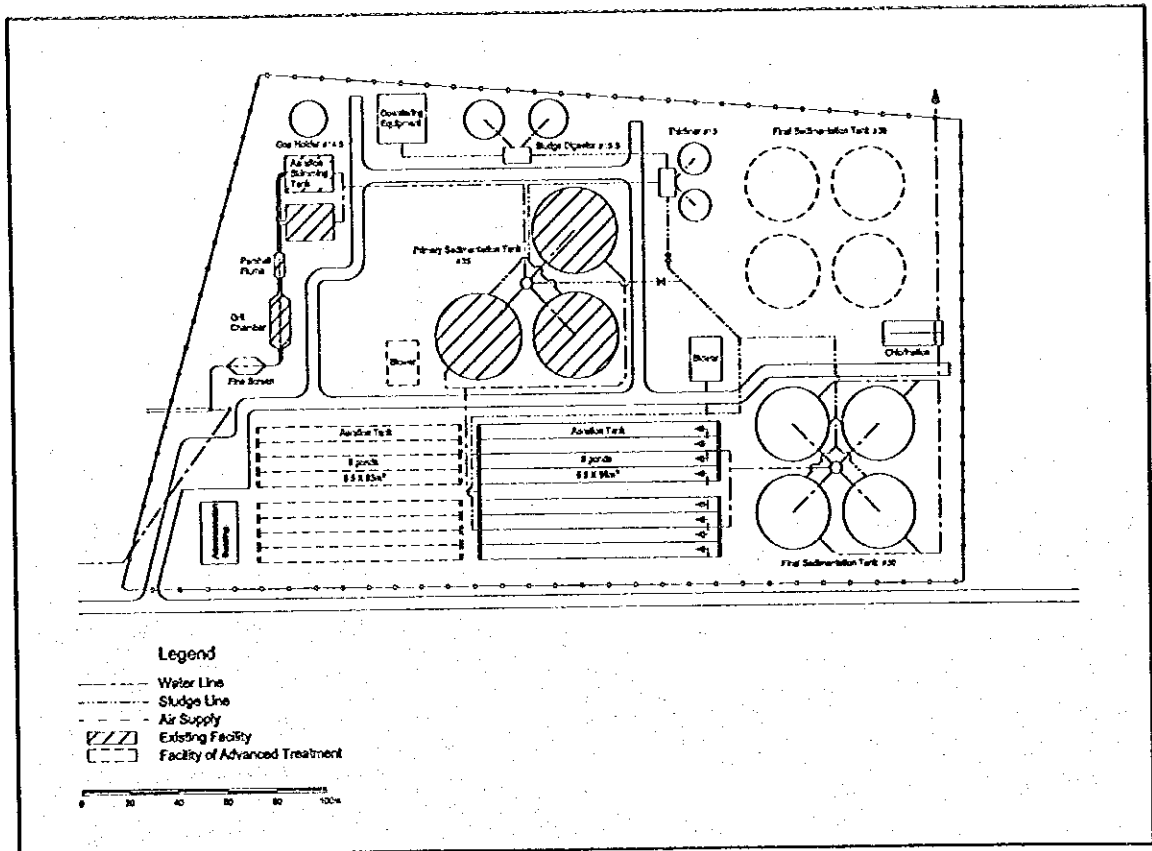


図-9 カラシ市下水処理場配置予備検討結果

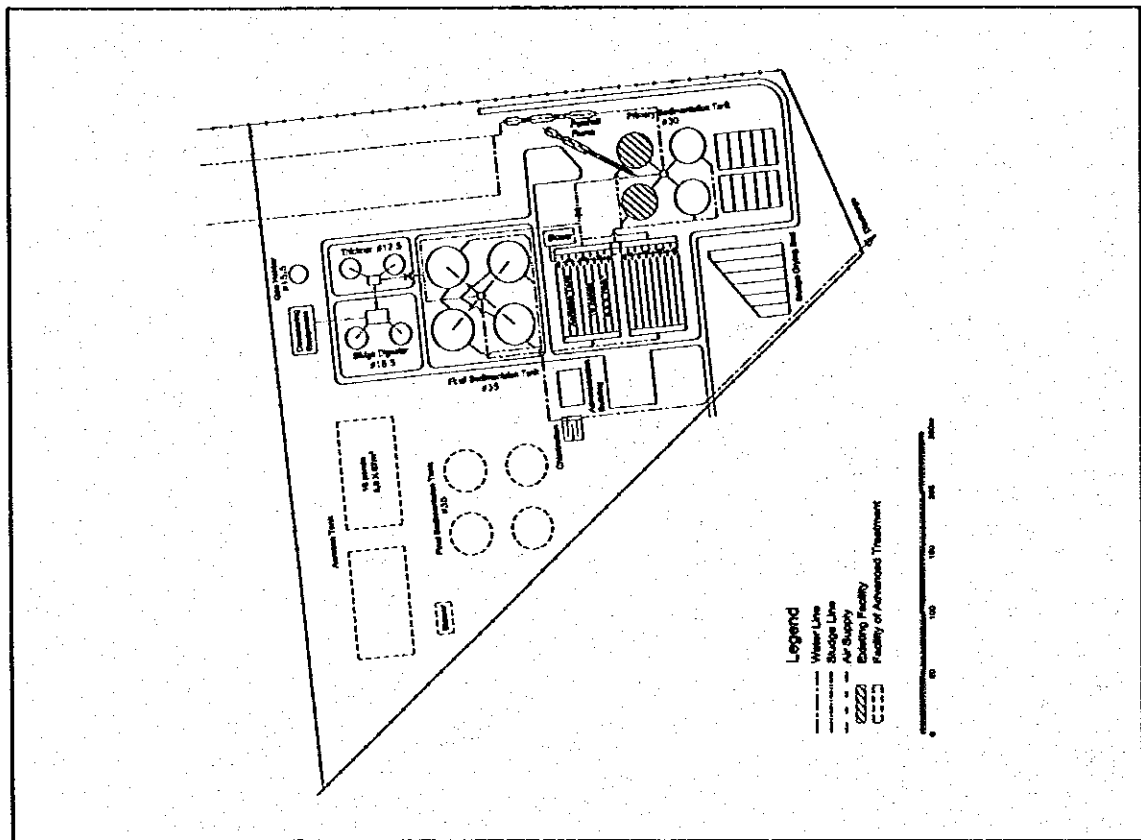


図-10 ジュルジュ市下水処理場配置予備検討結果

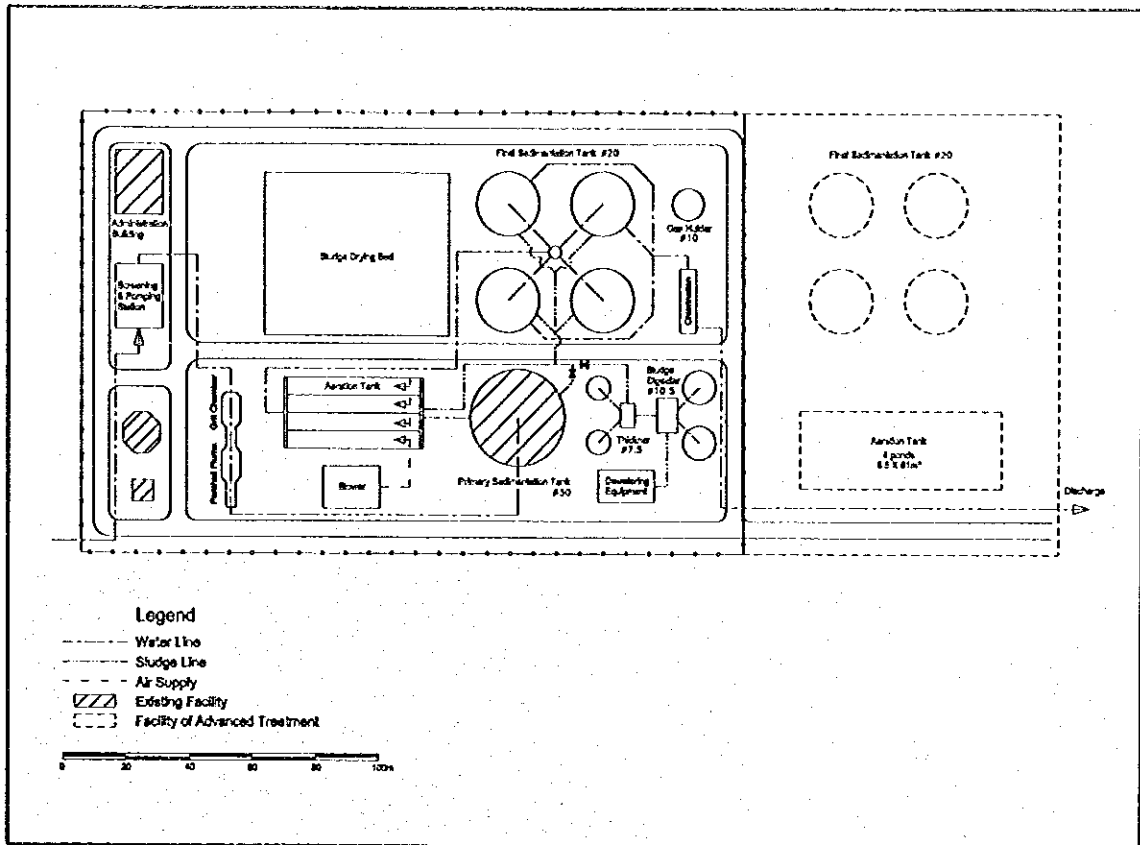


図-11 トウルヌ・マグレレ市下水処理場配置予備検討結果

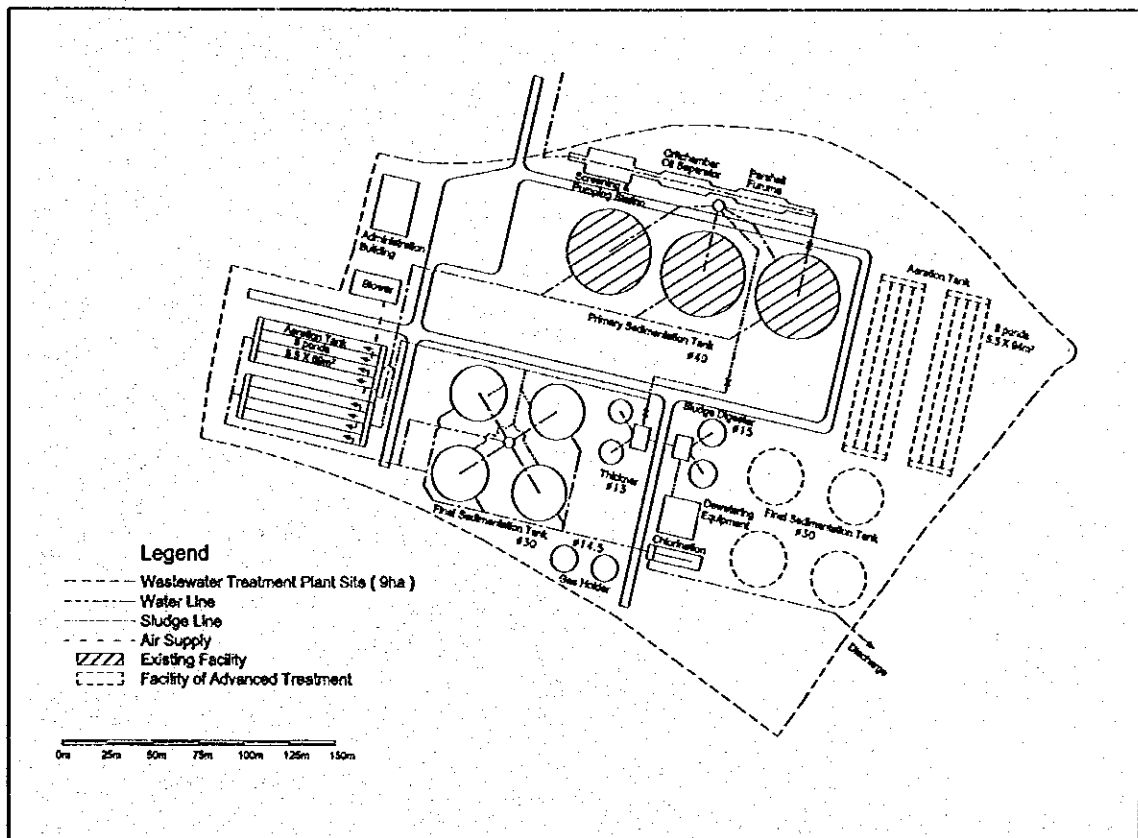


図-12 ドロベタ・トウルヌ・セベリン市下水処理場配置予備検討結果

JICA