

付属資料3．下水道の現状と課題

3 - 1 下水道事業の現状

3 - 1 - 1 ドミニカ共和国の上下水道事業の現状

ドミニカ共和国の上下水道サービスは、普及率、質、効率において依然不十分な状況にある。過去においては、中央政府は上下水道セクターに相当の投資を行ってきており、特に1990年代にはこの地域では最高の投資率となる、GDPの1.6%～1.8%を投入してきた。しかしながら1996年の統計では、各戸給水の普及率は41%、下水接続率は11%でこの地域では最低の普及率となっている。村落部では公共の水供給施設を利用できる家庭は56%にすぎず、下水処理施設は全くない状況にある。

一方、ドミニカ共和国の上下水道セクターの主要機関は、サントドミンゴ上下水道公社(CAASD)、サンティアゴ上下水道公社(CORAASAN)、モカ上下水道公社(CORAAMOCA)、ロマナ上下水道公社(COAROM)が、それぞれの都市で上下水道事業を行っており、その他の地域では国家上下水道庁(INAPA)が事業を行っている。

これらの事業体は、独立した公営企業体として設立されたにもかかわらず、設備投資費だけでなく運転維持管理費さえも中央政府の援助に依存しており、財政的自立のための自己努力がほとんどなされていない。特に、INAPAとCAASDでは運転維持管理費が料金調徴収額を超え、料金徴収率も65%以下となっている。このなかにあって、CORAASANは維持管理に関して独立で採算をとっており、最も経営状態の良い事業体といわれている。

3 - 1 - 2 CORAASANの上下水道事業の概要

(1) サービスエリア

サンティアゴ市は人口58万人で、ドミニカ共和国第2の都市でサンティアゴ州の州都となっている。表3-1にサンティアゴ州各市の人口推移を示す。

CORAASANの現在のサービスエリアは、サンティアゴ市、タンボリル市、リセイ市の3市が対象となっており、3市の2000年の合計人口は64.7万人となっている。

CORAASANのサービスエリア内の下水道は、基本的には分流式下水道となっており、雨水排水施設の整備はサンティアゴ市、及び公共事業省の管轄となっている。図3-1にCORAASANのサービスエリアを示す。

表 3 - 1 サンティアゴ州各市の人口

各市町村名	人口（実績）		人口（推定）	
	1993	1999	1999	2000
Santiago de los Caballeros サンティアゴ市	493,412	566,904	566,904	580,745
Villa Bisono (Navarrete)	33,617	38,624	38,624	39,567
Janico	28,655	32,923	32,923	33,727
Licey al Medio リセイ市	17,419	20,014	20,014	20,502
San Jose de las Matas	50,919	58,503	58,503	59,932
Tamboril タンボリル市	38,922	44,719	44,719	45,811
Villa Gonzales	26,941	30,954	30,954	31,709
Pedro Garcia (D.M.)	6,551	7,527	7,527	7,711
Sabana Iglesia (D.M.)	14,367	16,507	16,507	16,910
合 計	710,803	816,675	816,675	836,614

出典：ドミニカ共和国統計年鑑（1999）

(2) 将来の上下水道サービス計画

CORASANの水道水源は、サンティアゴ市上流部のジャケ・デル・ノルテ川のパスツール取水場(Obra Detoma-Pastor)で取水し、市内のNoriega浄水場(稼働容量4.0 m³ / s)とNibaje浄水場(稼働容量0.45 m³ / s)で浄水した後、配水されている。表3-2にCORASANの浄水場の概要を示す。

表 3 - 2 CORASANの浄水場

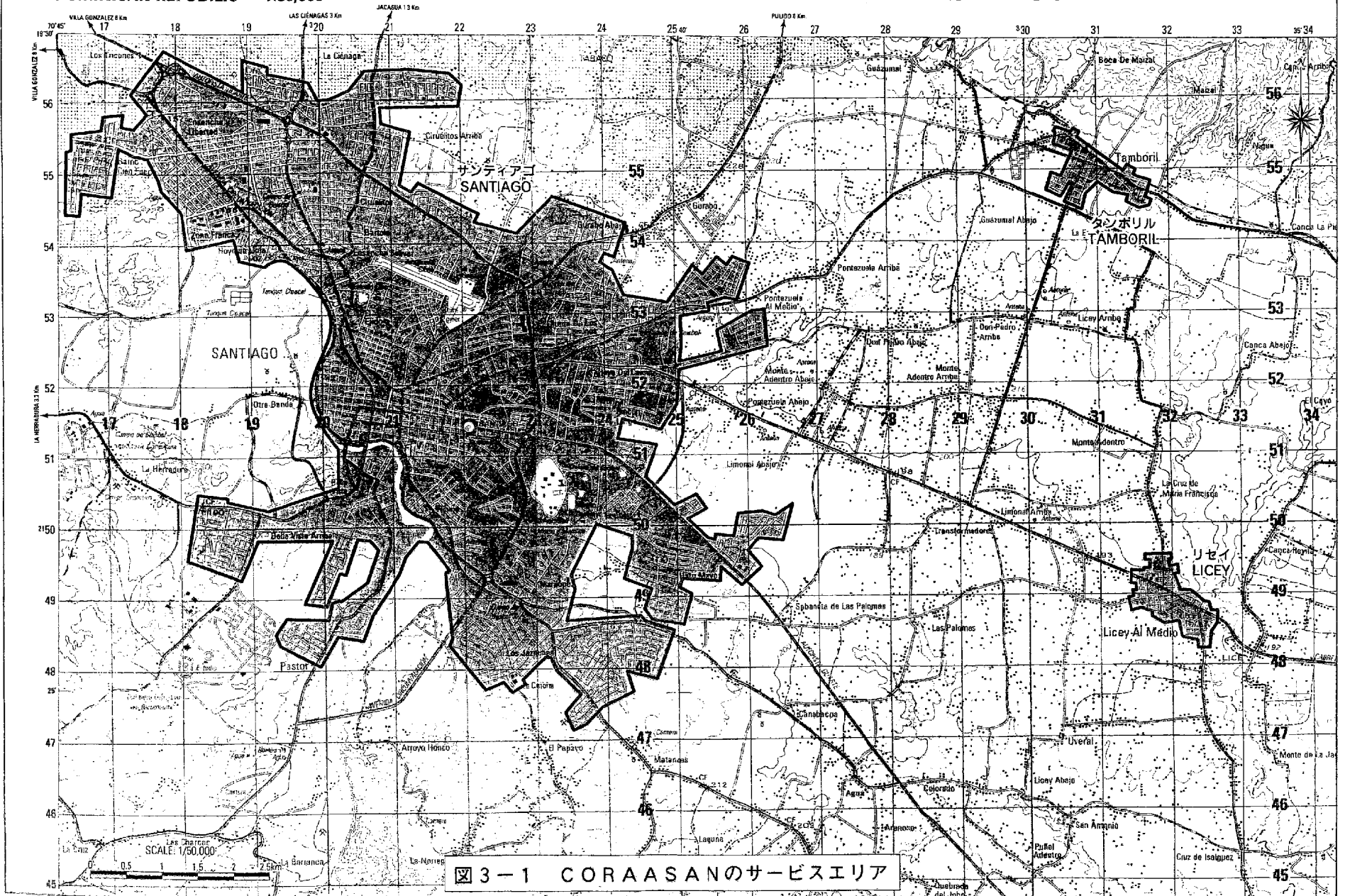
浄水場名	建設年	設計容量 (m ³ /s)	既存容量	
			m ³ /s	(m ³ /d)
Noriega 浄水場	1994	4.0	4.0	345,600
Nibaje 浄水場	1978	1.0	0.45	38,880
合 計		5.0	4.45	384,480

現在の水需要量は、23万8,610 m³ / d (表3-3参照)であるのに対し、供給能力は38万4,480 m³ / d (4.45 m³ / s)あり、水供給量が需要量を超えている。したがって、サービスエリア内では、ほぼ100%に近い水道普及率が達成されているものと思われるが、管路の老朽化等による漏水もあり、必ずしも水供給が大幅に余裕があるという状況にはない。

一方、サービスエリア内の現在の下水道普及率は39.6%となっている。ただし、この下水道普及率は下水の収集率のみを現しており、3-2「下水道施設の現状」で詳述するように、既存下水処理場の多くが運転停止の状態にあり、下水処理率では26%程度^{*1)}と推定される。

REPÚBLICA DOMINICANA 1:50,000
DOMINICAN REPUBLIC 1:50,000

SANTIAGO



なお、CORAASANの将来計画では、2005年で50.7%、2010年で61.8%、2015年で72.9%の下水道普及率をめざしている。表3-3にCORAASANの将来水需要予測、1人当たり水使用量、目標下水道普及率並びに下水道接続軒数、下水排出量予測を示す。

表3-3の水需要予測において、1人当たりの水使用量を300 l / 人 / 日から、政策的な水需要抑制策をとって将来的に250 l / 人 / 日に抑えることは、CORAASANにとって賢明な方策である。

一方、下水排出量の予測においては、工場からの排出量を給水量の20%としているが、これは各工場が独自で完全な下水処理を行うことを想定したものであると思われる。現状においては、前処理後に公共下水道に接続する方式が現実的であり、今後本格調査の工場排水処理計画で再検討すべき課題である。

表3-3 CORAASANの将来下水道普及目標値

項 目		単位	2000年	2005年	2010年	2015年
水 需 要	給水計画対象人口 (a)	人	624,135	702,714	791,185	890,795
	1人当たり水使用量 (b)	l / 日	299	268	252	250
	家庭用水需要 (c) = a × b	m ³ /d	186,616	188,327	199,378	222,698
	商業用水需要 (d)	m ³ /d	29,155	40,578	48,698	54,829
	工場用水需要 (e)	m ³ /d	22,842	31,791	38,152	42,956
	総水需要 (f) = (c) + (d) + (e)	m ³ /d	238,613	260,696	286,228	320,483
下 水 排 出 量	下水道サービス人口	人	247,425	356,376	488,839	649,008
	下水道普及率 (人口比)	%	39.6	50.7	61.8	72.9
	下水道接続軒数	軒	56,879	81,926	112,377	149,197
	家庭下水排出量 (給水量の80%)	m ³ /d	149,292	150,661	159,502	178,158
	商業下水排出量 (給水量の80%)	m ³ /d	23,324	32,463	38,958	43,863
	工場下水排出量 (給水量の20%)	m ³ /d	4,568	6,358	7,630	8,591

出典：CORAASAN

注^{*)} 実稼働処理量 49,930 m³ / d ÷ 必要下水処理量 (総水需要の80%) 190,890 m³ / d = 26.2%

3-1-3 CORAASANの組織と財政

(1) 運営組織

CORAASANの組織図を図3-2に示す。総裁の下に5部局(事務・財務部、維持・管理部、エンジニアリング部、営業部、衛生環境部)、1部門(一般サービス部門)があり、総裁は大統領の任命となっている。

運営組織において下水道部局は独立しておらず、上水道と一体の組織となっており、下水

処理場の運転管理は維持・管理部で、建設はエンジニアリング部で行っている。2000年9月現在の職員数は1,346人となっている。

(2) 上下水道料金体系

下水道料金は水道料金に含まれており、年間の水道料金収入の約1割が下水道の予算として使われている。現在まで、料金改定は2～3年に一度行われ、5～10%の値上げをしている。表3-4にCORASANの現行の水道料金表を示す。

CORASANの水道料金は、使用量の抑制を目的として、使用量が増えるごとに水道料金単価が高くなる累進制を採用している。さらに、家庭用の基本単価(RD\$20)に比べ商業用の基本単価は2倍(RD\$40)、工場用は5倍(RD\$100)で、算定式の係数を加算すると商業用は約4倍、工場用は約10倍となり、かなり割高な料金設定となっている。

したがって、工場側が安価な地下水に新たな水源を求めない限り、現行の水道料金水準からすると、工場が新たに下水処理場を導入する場合には、水道料金の軽減措置がインセンティブと成り得ると思われる。

表3-4 CORASANの現行の水道料金表

利用区分	使用量(Q)の範囲	基本単価	係数	水道料金算定式 (RD\$)
家庭用	1～45 m ³	RD\$20	0.44	$Q \times 20 \times 0.44$
	46～90 m ³		0.51	$Q \times 20 \times 0.51$
	91～180 m ³		0.57	$Q \times 20 \times 0.57$
	181 m ³ 以上		0.64	$Q \times 20 \times 0.64$
商業用	1～40 m ³	RD\$40	1.00	$Q \times 40 \times 1.00$
	41～100 m ³		1.07	$Q \times 40 \times 1.07$
	101～200 m ³		1.13	$Q \times 40 \times 1.13$
	201～500 m ³		1.20	$Q \times 40 \times 1.20$
	501 m ³ 以上		1.26	$Q \times 40 \times 1.26$
工場用	1～100 m ³	RD\$100	1.00	$Q \times 100 \times 1.00$
	101～200 m ³		1.26	$Q \times 100 \times 1.26$
	201～500 m ³		1.39	$Q \times 100 \times 1.39$
	501～1,000 m ³		1.65	$Q \times 100 \times 1.65$
	1,001 m ³ 以上		2.11	$Q \times 100 \times 2.11$

ORGANIGRAMA CORAASAN

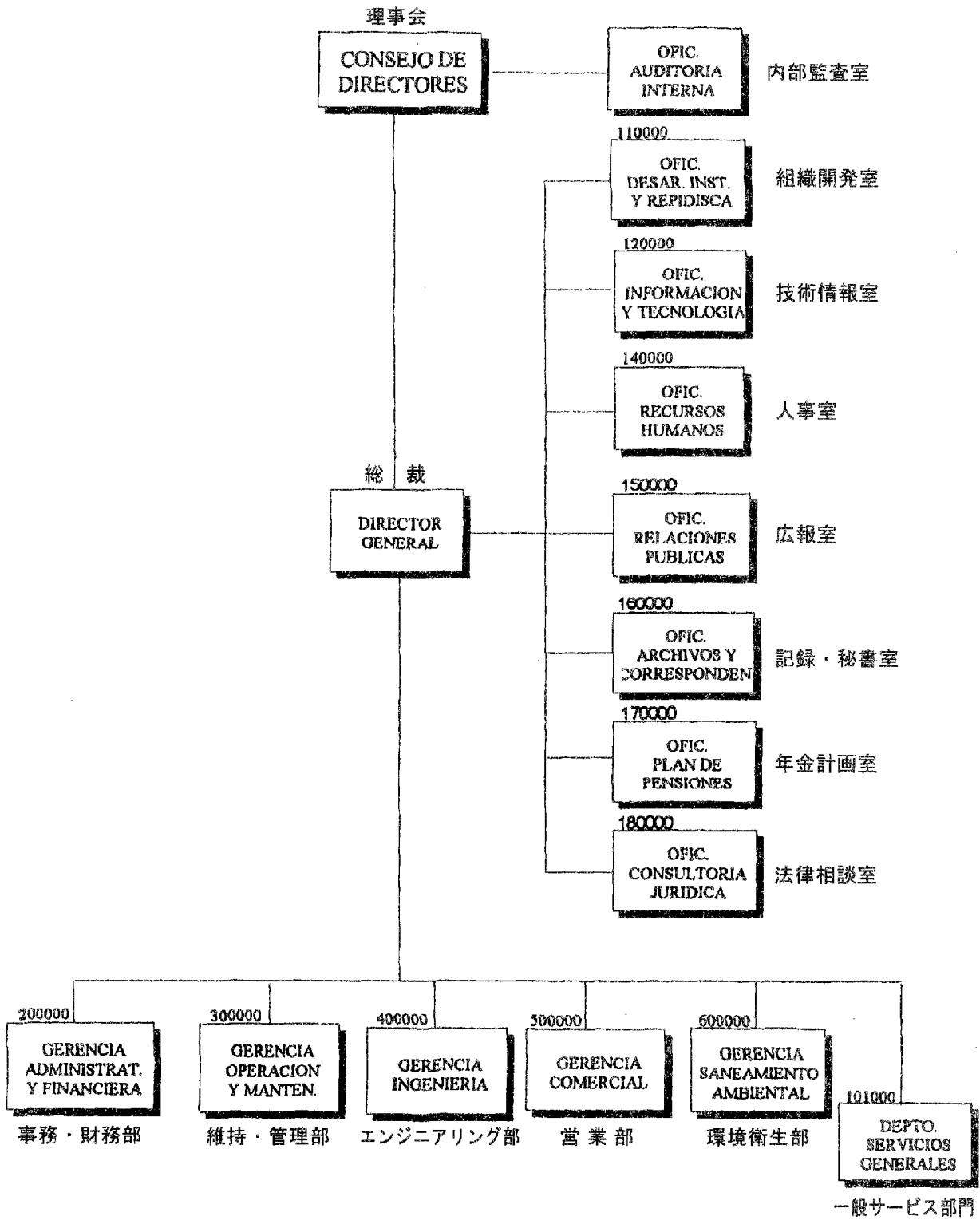


図 3-2 CORAASAN の組織図

一方、下水を現在の標準活性汚泥法で処理していく場合、東京都の実績からすると、1 m³の下水を処理するのに約RD\$1.5(10円)必要と考えられる。年間下水処理量7,000万 m³(19万890 m³/日×365日)を処理した場合、処理場だけでRD\$1億500万の維持管理費が必要で、将来的に大幅な料金値上げが必要となる。

なお、上下水道料金を一括して集金する方式は経営の安定に寄与しているが、今後、マスタープランが作成され、下水道の計画から外れた地域の下水道料金をどのように扱うかが問題となってくる。下水道の計画から外れた地域には、浄化槽を義務づける等の措置が必要となること等からも、料金の内訳を明確にしていく必要がある。

(3) 財政

CORASANの財政運営は、独立企業体として行われているが、中央政府からの補助金が収入源の1つとなっている。表3-5に1998年と1999年の損益を示す。

表3-5 CORASANの損益表

	1998年	1999年
総収入	RD\$ 173,377,199	RD\$ 234,754,234
総支出	RD\$ 172,288,411	RD\$ 233,472,117
収支決算	RD\$ 1,088,788	RD\$ 1,282,117

中央政府からの補助金が1999年で約RD\$3,000万(総収入の約13%)あるが、減価償却費も約RD\$3,000万計上されており、経常収支は黒字となっている。

1998年上半期の水道料金の徴収状況(1998年1月～6月)を表3-6に示す。料金徴収率は約90%で堅実な経営運営を行っている。

表3-6 水道料金徴収状況(1998年1月～6月)

1998年	請求金額(RD\$)	徴収金額(RD\$)	徴収率
1月	11,910,019	9,692,996	81.4%
2月	11,492,119	8,367,341	72.8%
3月	10,591,847	11,488,696	108.5% ^{*2)}
4月	10,325,710	10,004,725	96.9%
5月	11,118,925	9,657,194	86.9%
6月	10,771,378	10,055,744	93.4%
合計	66,209,998	59,266,696	89.5%

注^{*2)} 前月までの支払い繰り越しが多いため。

3 - 2 下水道施設の現状

3 - 2 - 1 下水道整備の変遷

サンティアゴ市の下水道整備は、1970年代初めにイタリア政府の援助により、西暦2000年を目標年次としたマスタープランが策定され、その計画に基づき Rafey 処理場、並びに幹線下水管網の整備が進められたが、予算上の制約から部分的な施設整備に終わっている。

このマスタープランでは、西暦2000年における下水道計画対象人口を56.8万人、計画対象地域を3,300 haとしており、表3 - 7に計画対象地域の将来の土地利用区分を示す。

表3 - 7 当初マスタープランにおける計画対象地域の土地利用区分

土地利用区分	単位	1980年	2000年
住宅地区	ha	1,421	2,204
工業地区	ha	260	548
商業地区	ha	134	185
公園・緑地	ha	205	363
合計	ha	2,020	3,300

図3 - 3に当初のマスタープランの計画対象地域、並びに計画下水幹線管網図を示す。また、図3 - 4に現在の下水幹線管網図を示す。現在のC O R A A S A Nの下水管渠総延長は、約650 kmとなっている。

1970年代以降、包括的なマスタープランの見直しが行われることもなく、場当たりの下水処理場が建設され、効果的な下水道施設整備がなされてこなかった。

当初のマスタープランでは、サンティアゴ市のすべての下水を Rafey 処理場で処理する計画となっていたが、Rafey 処理場は、4系列のうち1976年に第1期計画の1系列が建設されたものの、その後拡張工事は行われることなく現在に至っている。一方、1980年台前半に、El Emerujo と La Loteria の2つの小規模処理場が、市中央部の高級住宅街に建設されている。

近年では1994年から1997年まで、毎年1か所ずつ合計4か所の処理場が、ローカルコンサルタントの設計によりC O R A A S A Nの予算で建設されている。しかしながら、設計技術能力の不足により多くの設計ミスが発生し、現在3か所の処理場が運転停止中である。最も新しいタンボリル処理場1か所だけが、低負荷運転を行っている。

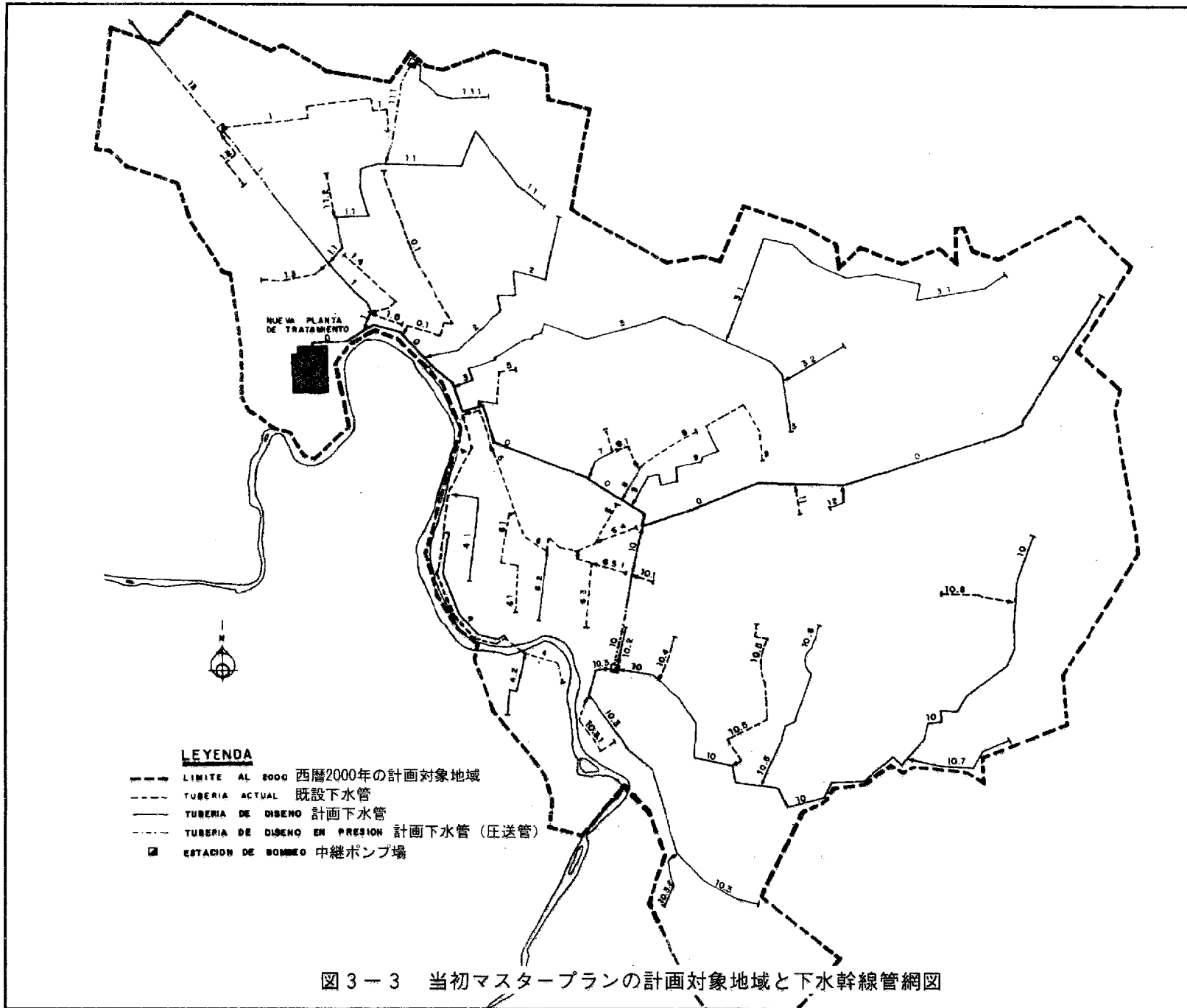


図3-3 当初マスタープランの計画対象地域と下水幹線管網図

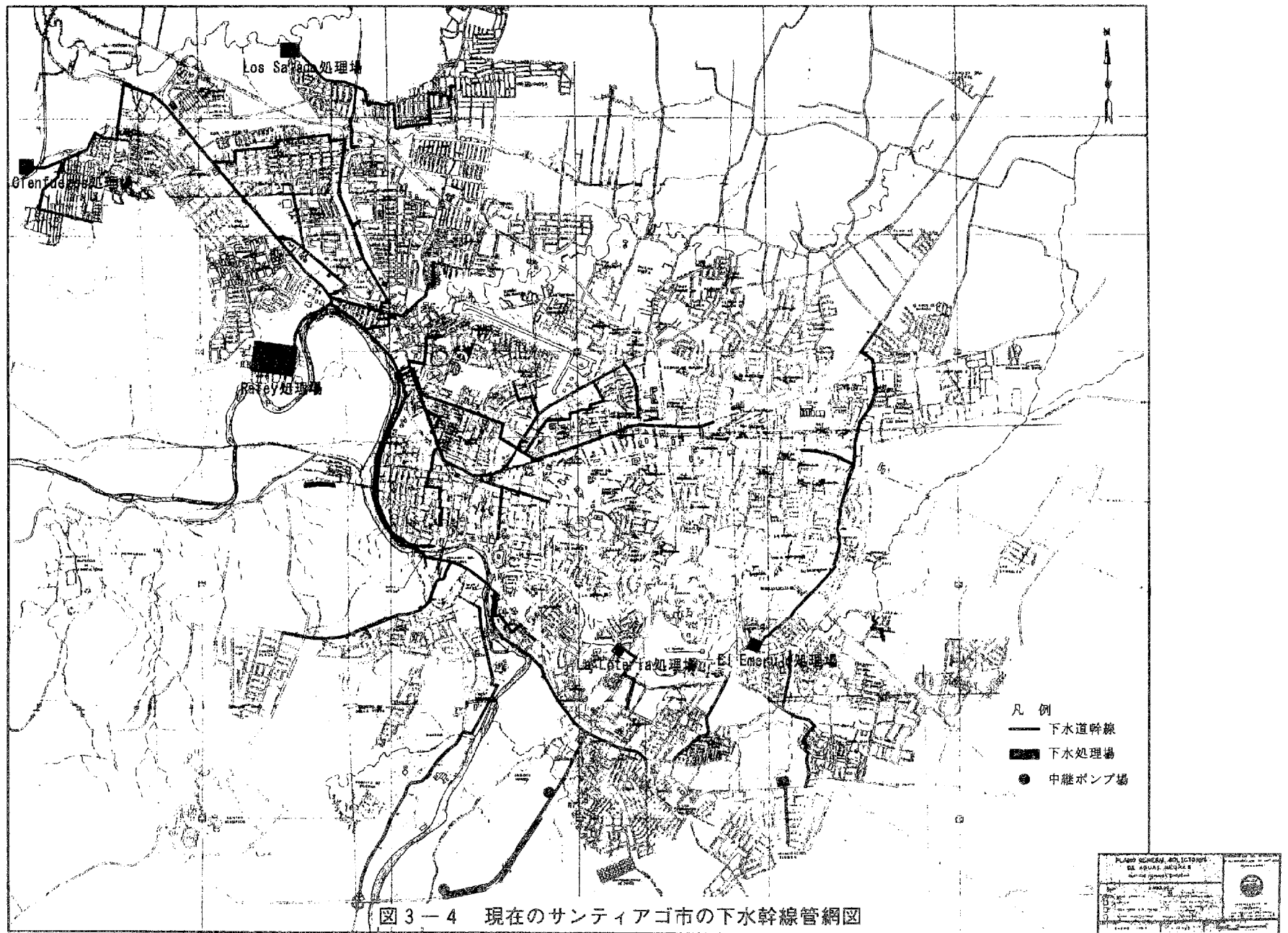


図 3-4 現在のサンティアゴ市の下水幹線管網図

3 - 2 - 2 下水処理の現状

(1) 下水道施設及び衛生状況

サンティアゴ市は急激な人口増加を続けているが、市当局に明確な都市計画規制がないこと等から、周辺部では無秩序な開発が進み、市内の小河川周辺は広範囲に不法占拠されている。下水整備がなされないまま進んだ流域の宅地化により、家庭や工場からの排水が直接川に流れ込み、乾季には汚水が流量の大部分を占めていると思われる。さらに、市内の小河川は汚物の堆積とゴミの滞留による腐敗が進み、悪臭を放っている。こうした地域から発生する下水の収集は行われておらず、小河川沿いに住む貧困層居住区の衛生状況はかなり悪化している。

CORASANの下水処理場位置図を図3 - 5に、下水処理場の概要と稼働状況を表3 - 8に示す。現状の下水処理能力(実稼働処理量)は約4万9,930 m³ / dであり、必要下水処理量(総水需要の80%)19万890 m³ / dに対し約4分の1で、絶対的な処理能力不足となっている。

既設汚水管渠においては、断面不足や管渠の破損、詰まり等の不都合により十分な流量が確保されていないと思われる。本格調査において管渠網整備のマスタープランを作成し、それに基づき能力不足箇所の特定を行うとともに、早期に改善を行う必要がある。また、下水管渠網の整備には市民の協力が不可欠であり、マスタープラン作成後はモデル地域を設定して先行整備を行い、市民にPRする等、計画的かつ段階的に整備を進める必要がある。

(2) 公共下水処理

CORASANの下水処理場は、これまで標準活性汚泥法で整備されてきたが、設計ミスに加え機器の多いことや運転が難しいことから、計画どおり稼働していない。また、水利庁(INDRHI)によると、ジャケ・デル・ノルテ川で問題になっているのは主に塩害であり、BODは大きな問題とはなっていない。

したがって、ジャケ・デル・ノルテ川に放流する下水処理場の水処理は、積極的に標準活性汚泥法による生物処理を行う緊急性に迫られておらず、経済的な観点からすれば、当面簡易処理(最初沈殿地のみ)を基本とし、既設処理場のポンプ施設、排泥設備のリハビリ及び最初沈殿池の建設を先行する、段階的整備も現実的な方法の1つとして考えられる。

REPÚBLICA DOMINICANA 1:50,000
DOMINICAN REPUBLIC 1:50,000

SANTIAGO

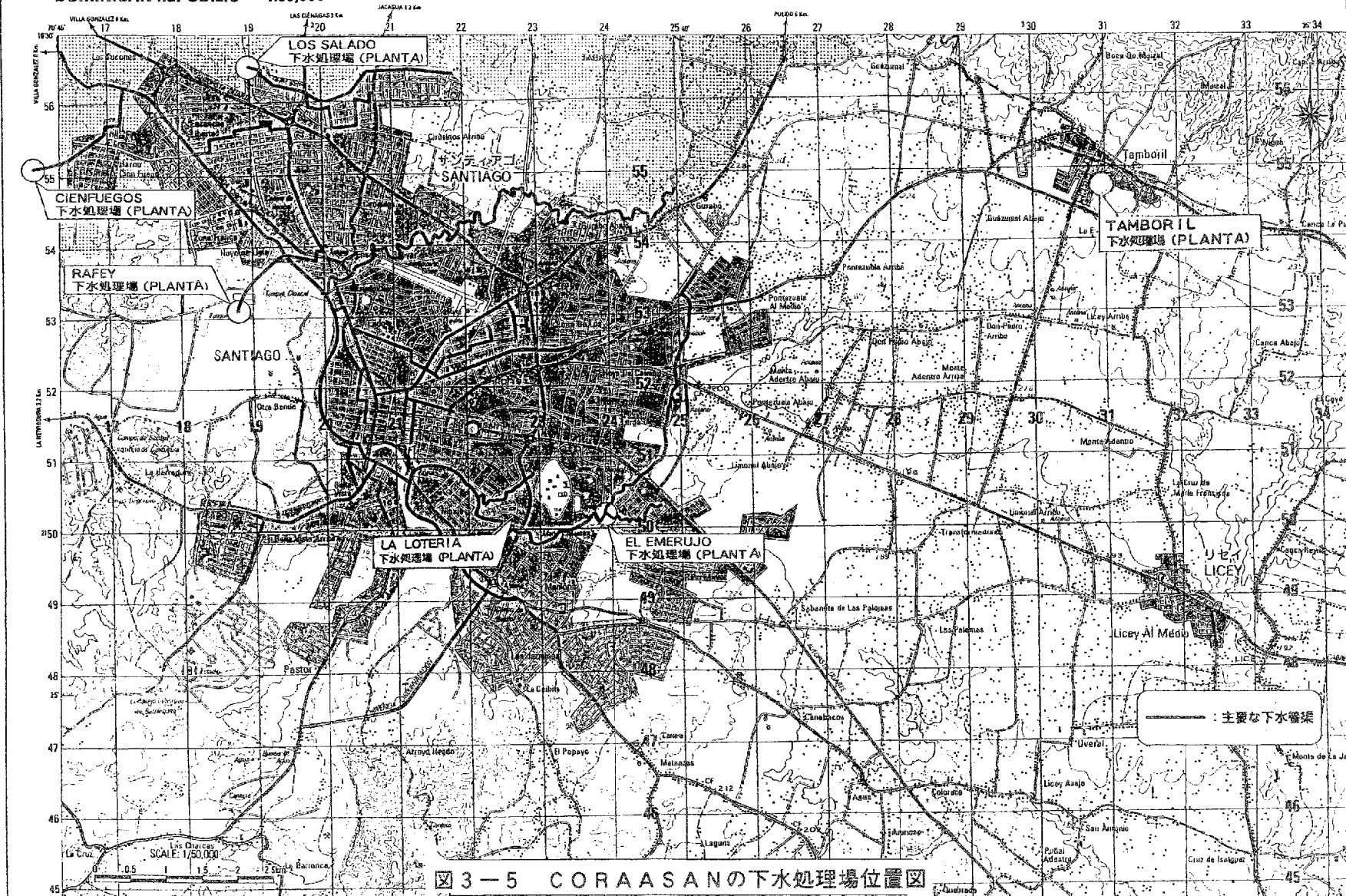


図 3-5 CORAASAN の下水処理場位置図

表 3-8 CORAASANの下水処理場の概要と稼働状況

	処理場	処理法	建設年	建設費	設計処理能力 (l/s)	実稼働		運転の現状と不稼働の原因
						(l/s)	(m ³ /d)	
①	Rafey	標準活性汚泥法	1976年	不明	900	450	38,880	1970年代の下水道 M/P に基づいて、4系列の内1系列を建設。設計はイタリアのコンサルタント。現在、下水流入部のリフトポンプが1台故障のため、設計処理能力の半分で運転。処理水質は COD 8 ppm (事前調査団測定) で運転中。
②	Cienfuegos	標準活性汚泥法	1994年	1,600万 RD\$	175	0	0	ローカルコンサルタント設計の欠陥下水処理場。 ・最初沈殿池に汚泥掻き寄せ、引き抜き装置がない。 ・曝気装置の容量が不足しており、生物処理が不完全。 ・最終沈殿池に汚泥掻き寄せ装置がなく、底版の勾配も不十分で、十分な汚泥引き抜きが出来ない。 以上の原因により、現在運伝停止中。
③	Los Salado	標準活性汚泥法	1995年	2,500万 RD\$	175	0	0	ローカルコンサルタント設計の欠陥下水処理場。欠陥理由は Cienfuegos に同じ。処理場が高台に位置しており集水システムに問題あり。また、造成盛土部に建設された消毒棟が沈下し、その下に埋設してある放流管が陥没し現在運転停止中。
④	El Emerujo (新)	標準活性汚泥法	1996年	2,500万 RD\$ (推定)	200	0	0	ローカルコンサルタント設計の欠陥下水処理場。欠陥理由は Cienfuegos に同じ。現在運転停止中。
	El Emerujo (旧)	標準活性汚泥法	1980年代前半	不明	80	40 流量計がないため能力の半分と推定	3,450	RD\$1,300万をかけて曝気処置を改修済み。なお、沈殿池容量が小さいため、沈殿池内に斜板の取り付けを検討中。処理水質は COD 20 ppm (事前調査団測定) で運転中。
⑤	La Loteria	インホフタンク	1980年代前半	不明	40	0	0	インホフタンク (沈殿池) のみの簡易下水処理場。老朽化し現在既に運転中止。
⑥	Tamboril	標準活性汚泥法	1997年	2,800万 RD\$	175	88 流量計がないため能力の半分と推定	7,600	ローカルコンサルタント設計の欠陥下水処理場。欠陥理由は Cienfuegos に同じ。 計画下水量に対し流入下水量が少ないため、処理水質は COD 30 ppm で (事前調査団測定) 運転中。流量計を既に発注し設置の準備中。曝気装置を強力なものに交換することを検討中。
合計					1,745	578	49,930	

一方、市域周辺部でも開発が進んでおり、新たな市街地の下水を効率的に処理していくためには、開発に合わせて小規模な下水処理場の整備を行う等、柔軟な対応が必要となってくる。民間の開発行為における小規模下水処理場の建設では、デベロッパーの負担による建設も想定されるため、早急な技術移転と標準設計の導入が必要である。

小規模下水処理場の水処理法としては、維持管理が簡単で維持管理費も標準活性汚泥法よりも安価な、オキシデーション・ディッチ（OD）法が適していると思われる。

（3）工場排水処理

サンティアゴ市には皮なめしの工場が多数操業している。平田短期専門家の調査（調査期間 2000 年 4 月～7 月）では、公害病が発生する危険の極めて大きい六価クロムは検出されていないが、重金属は発生ポイントで除去しないと、拡散してからの除去は難しい。除外施設の設置等の早急な対策が必要である。また、ラム酒工場からは高 BOD、高 SS やノルマルヘキサン抽出物質の流出の危険があると指摘している。

工場排水を監督する環境管理局（SEMARENA）によると、ドミニカ共和国には工場排水の水質を規制する基準はあるが、悪質排水に対する罰則規定はないとのことである。特に悪質なケースでは行政指導により操業を停止させることもあるが、その基準は明確になっていない。今後、公共水域の水質改善を進めるには、工場排水の規制が重要であるが、公平性や取り締りの強化、抑止力の増強等から、排水基準に適合しない施設への罰則規定を明確にする必要がある。

また、ゴミや汚物が沈殿し腐敗臭を放つ市内の小河川の衛生環境改善は急務であるが、川や道路にゴミを捨てることが市民の間で習慣化しており、「街を衛生的に保つことが必要である」という教育も行っていかなければならない。

3 - 2 - 3 下水処理場の施設概要

（1）Rafey 処理場

Rafey 処理場はサンティアゴ市の主力処理場である。当初のマスタープランでは、下水流入部のポンプ施設及び曝気沈砂池が 2 系列（900 l / s × 2 系列）、最初沈殿池～曝気槽～最終沈殿池の水処理施設が 4 系列（450 l / s × 4 系列）で設計されており、最終下水処理容量は 1,800 l / s（15 万 5,520 m³ / d）となっている。

現在の施設は 1976 年に第 1 期分として、それぞれ 1 系列が建設されたものである。図 3 - 6 に最終の下水処理施設配置計画図を、図 3 - 7 に第 1 期（既設）下水処理施設配置図を示す。最終計画図では、汚泥消化槽、汚泥脱水機室も建設予定となっており、汚泥の再利用も視野に入れた、当時としては最新鋭の施設計画となっている。

LEYENDA

- 1 流入ポンプ
- 2 スクリーン
- 3 曝気沈砂池
- 4 最初沈殿池
- 5 曝気槽
- 6 下水分岐堰
- 7 最終沈殿池
- 8 汚泥計量返送装置
- 9 消毒槽
- 11 最初汚泥濃縮槽
- 12 汚泥消化槽
- 13 最終汚泥濃縮槽
- 14 汚泥脱水機室
- 15 汚泥積出ホッパー

——— 下水の流れ
 - - - 汚泥の流れ
 - · - 返送汚泥の流れ

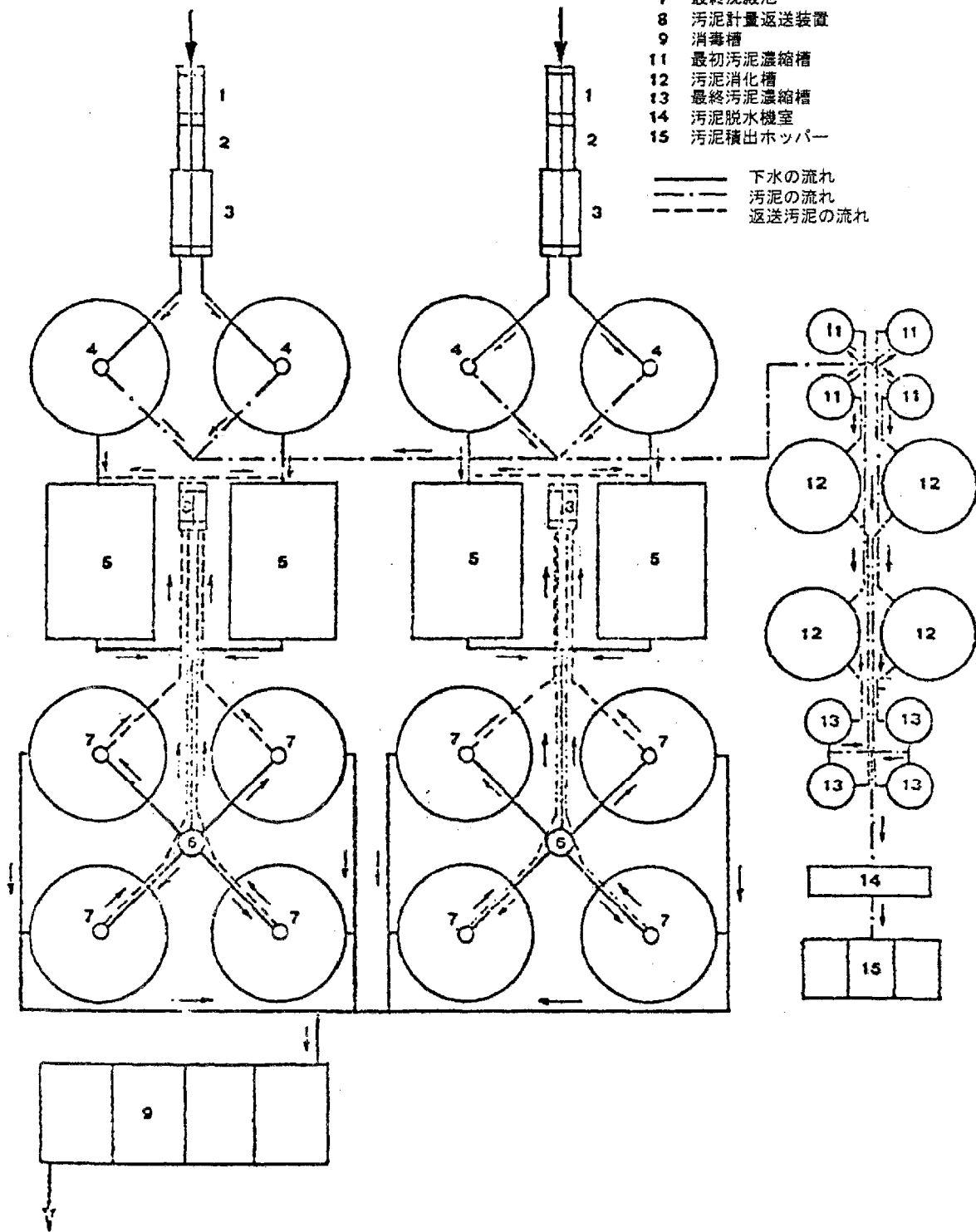


図 3 - 6 Rafey 処理場の最終下水処理施設配置計画図

LEYENDA

- 1 流入ポンプ
- 2 スクリーン
- 3 曝気沈砂池
- 4 最初沈殿池
- 5 曝気槽
- 6 下水分岐堰
- 7 最終沈殿池
- 8 汚泥計量返送装置
- 9 消毒槽
- 10 調整槽 (既設になし)
- 11 汚泥濃縮槽
- 12 汚泥乾燥床

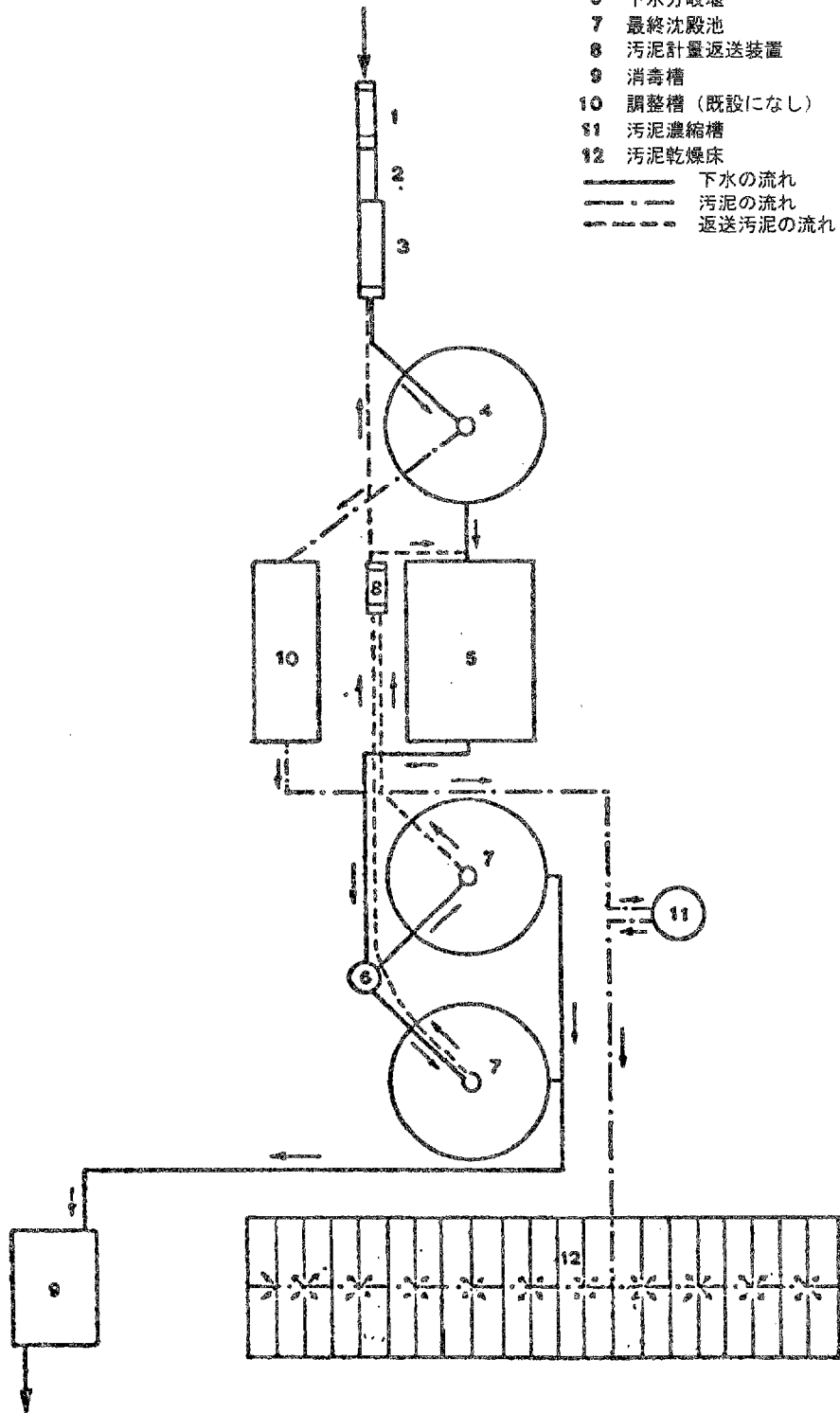


図 3-7 Rafey 処理場の第 1 期 (既設) 下水処理施設配置図

既存水処理施設の処理能力は 450 l / s ($3 \text{ 万 } 8,880 \text{ m}^3 / \text{s}$) であるが、Rafey 処理場には既に 70 インチ ($1,750 \text{ mm}$) の大口径下水幹線が接続されており、サンティアゴ市域の $3 / 2$ 以上の下水が流入しているものと思われる。したがって、処理能力を超える大半の下水は、Rafey 処理場手前のオーバーフローゲートから分岐して、未処理で直接ジャケ・デル・ノルテ川に放流されている。

Rafey 処理場からの未処理の生下水放流は、ジャケ・デル・ノルテ川の最大の水質汚濁源と考えられる。Rafey 処理場では既に最終計画までの用地が確保されており、処理場の拡張を行えば、現在流入している下水を確実に処理できる状況にあるため、早急な拡張工事が望まれる。既設の下水処理施設の形状寸法を表 3 - 9 に示す。

表 3 - 9 Rafey 処理場の下水処理施設の形状寸法

施設名	形状寸法 (m)	施設数
沈砂池	37.0 x 6.05 x H6.35	x 1 基
最初沈殿池	45.0 x H4.97	x 1 基
曝気槽	55.0 x 36.0 x H6.0	x 1 基
最終沈殿池	45.0 x H4.63	x 2 基

曝気槽の容量は、上記形状寸法より余裕高 80 cm を考慮して算定すると、約 $1 \text{ 万 } 300 \text{ m}^3$ ($55.0 \times 36.0 \times \text{H } 5.2$) であり、設計処理量 450 l / s ($3 \text{ 万 } 8,800 \text{ m}^3 / \text{d}$) に対し、反応時間は約 6.4 時間 ($10,300 \div 38,800 \times 24 \text{ 時間}$) となっている。標準活性汚泥法における反応時間の標準は 6 ~ 8 時間であり、適切な施設設計といえる。

発生した余剰汚泥は、汚泥乾燥床で天日乾燥後、市のゴミ処分場に埋め立て処分されている。ただし、現状においては下水流入部のスクリーポンプ 2 台のうち 1 台が故障していることもあって、低負荷運転を行っており、ほぼ 100 % の汚泥を返送しているため、余剰汚泥はほとんど発生していない。

事前調査団のパックテストによる水質検査では、処理水の COD は 8 ppm、未処理でジャケ・デル・ノルテ川に放流している生下水の COD は 120 ppm であった。

(2) Cienfuegos、Los Salado、El Emerujo (新)、Tamboril 処理場

Cienfuegos、Los Salado、El Emerujo (新)、Tamboril 処理場は、1994 年 ~ 1997 年にかけて C O R A A S A N の予算で建設された新しい処理場である。ローカルコンサルタントによる設計で、すべてほぼ同じ設計となっている。設計処理容量は、El Emerujo が 200 l / s ($1 \text{ 万 } 7,280 \text{ m}^3 / \text{d}$) 、他の 3 つが 175 l / s ($1 \text{ 万 } 5,750 \text{ m}^3 / \text{d}$) であり、水処理施設は

一体の長方形コンクリート水槽で、上流から最初沈殿池～曝気槽～最終沈殿池の3槽に仕切られている。Cienfuegos 処理場の形状寸法を表3 - 10に示す。

表3 - 10 Cienfuegos 処理場の下水処理施設の形状寸法

施設名	形状寸法 (m)	施設数
沈砂池	17.0 x 1.1 x H3.5	x 2 基
最初沈殿池	29.0 x 9.7 x H4.0	x 1 基
曝気槽	28.4 x 25.4 x H3.45	x 1 基
最終沈殿池	29.0 x 11.3 x H4.0	x 2 基

上記形状寸法より曝気槽の容量を算定すると、余裕高さを考慮しない容量でも約2,490 m³ (28.4 × 25.4 × H 3.45) であり、設計処理量 175 l / s (1万5,120 m³ / d) に対し、反応時間は約4.0時間 (2,490 ÷ 15,120 × 24時間) となっている。標準活性汚泥法における反応時間の標準は6～8時間であり、設計容量に対し施設容量が不足している。

さらに、設備的にも以下のような欠陥があり、ローカルコンサルタントが設計した上記の4処理場は、設計処理能力も含め再度設計を根本的に見直す必要がある。

最初沈殿池に汚泥掻き寄せ機と汚泥引き抜き装置がなく、流量調整の役目は果たすものの、最初沈殿池で沈殿した汚泥の除去ができない。

機械攪拌式で、浮上型の7馬力のエアレーターを4～6台設置しているが、馬力、台数ともに大きく不足しており、表面のエアレーター周辺の下水だけが攪拌されている状態で、曝気槽内部の対流による均等な空気の供給ができず、計画どおりの生物処理ができていない。

最終沈殿池に汚泥掻き寄せ機がなく、底版の勾配も緩く、十分な汚泥の沈降と効果的な汚泥の引き抜きができない。

なお、Los Salado 処理場は市北部の高台の住宅地にあり、下水の集水システムについても見直す必要がある。

(3) El Emerujo (旧) 処理場

El Emerujo (旧) 処理場は1980年代前半に建設された、設計処理容量 80 l / s の処理場である。その後、El Emerujo (新) 処理場が同じ敷地内に隣接して1996年に建設されている。水処理施設は曝気槽と最終沈殿池だけで、形状寸法は表3 - 11に示すとおり。

表 3 - 11 El Emerujo (旧) 処理場の下水処理施設の形状寸法

施設名	形状寸法 (m)	施設数
曝気槽	18.0 x 18.0 x H3.66	x 1 基
最終沈殿池	10.0 x 5.38 x H4.66	x 1 基

現在の曝気槽の機械攪拌式エアレーターは、RD\$1,300 万を掛けて改修済みとのことである。上記形状寸法より曝気槽の容量を算定すると、余裕高さを考慮しない容量でも約 1,180 m³ (18.0 x 18.0 x H 3.66) であり、設計処理量 80 l / s (6,910 m³ / d) に対し、反応時間は約 4.0 時間 (1,180 ÷ 6,910 x 24 時間) となっている。標準活性汚泥法における反応時間の標準は 6 ~ 8 時間であり、設計容量に対し施設容量が不足している。

流量計がないために実際の流入量は不明であるが、設計処理量の半分以下と思われる。流入量が設計の半分とすると反応時間は約 8.0 時間で標準値のなかにあり、事前調査団のパックテストによる水質検査では、処理水の COD は 20 ppm であった。

一方、最終沈殿池の容量が小さいことを CORAASAN でも認識しており、沈殿池内に斜板を取りつけることを検討している。既設最終沈殿池の容量を表 3 - 12 に示すように、水面積負荷と沈殿時間から検証すると、流入量が設計処理量の半分の場合でも、既設最終沈殿池容量の 2 倍の容量が必要であることが分かる。

表 3 - 12 El Emerujo (旧) 処理場の最終沈殿池容量の検証結果

項目	標準値 (日本下水道協会)	設計処理量の場合 80 l/s (6,910 m ³ /d)	設計量の半分の場合 40 l/s (3,460 m ³ /d)
水面積負荷	20 ~ 30 m ³ /m ² ・日	128 m ³ /m ² ・日 (6,910 ÷ 10 ÷ 5.38)	64 m ³ /m ² ・日 (3,460 ÷ 10 ÷ 5.38)
沈殿時間	3 ~ 4 時間	0.8 時間 (10 x 5.38 x 4.16 ^{*3}) ÷ 6,910 x 24)	1.6 時間 (10 x 5.38 x 4.16 ^{*3}) ÷ 3,460 x 24)

注^{*3} 余裕高さ 50 cm を考慮

3 - 3 貧困層居住区衛生改善計画の現状

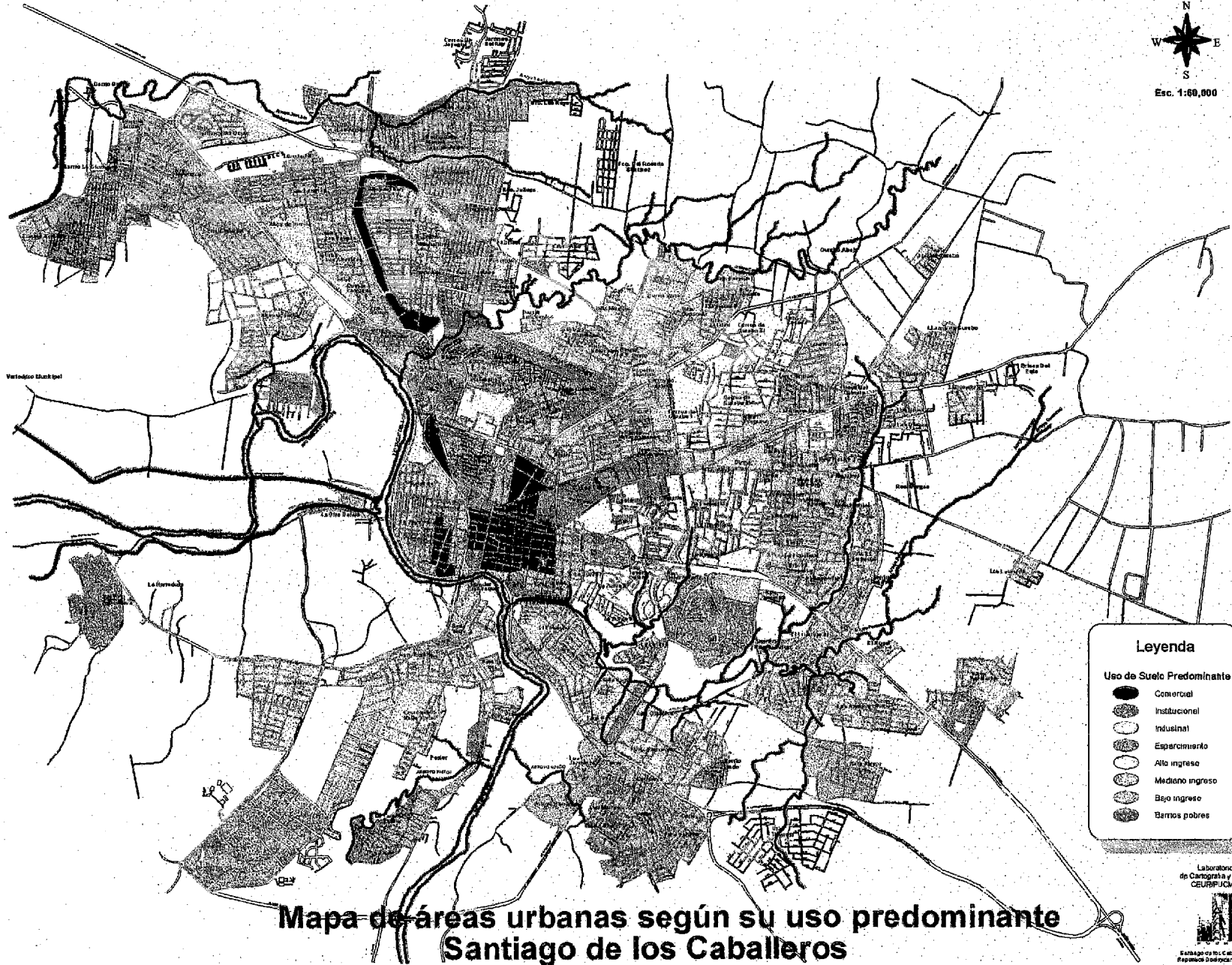
サンティアゴ市の水質汚濁負荷の最大要因として、家庭排水と工場排水の 2 つがあげられるが、家庭排水のうち、小河川 (Arroyo) 沿いの貧困層居住区からの生活排水が、河川水質汚濁要因として無視できないものとなっている。

図3 - 8にサンティアゴ市の現況の土地利用図を示す。貧困層居住区の人口は、サンティアゴ市全人口50万人の約30%で、15万人といわれている。図3 - 9に都市地方中央研究所(Centro de Estudios Urbanos y Regionales)とPontificia大学(Pontificia Universidad Catolica Madre y Maestra)が1993年に調査した、サンティアゴ市の貧困層居住区の分布を示す。

サンティアゴ市では、市が抱える諸問題に対処し市全体の発展と競争力をつけることを目的として、“サンティアゴ市戦略会議(Plan Estrategico de Santiago)”が1996年に設立され、貧困層居住区の衛生環境改善にも取り組んでいる。この戦略会議は民間人代表(フリーゾーンの会長)を会長、市長を副会長とし、大学、マスコミ関係、その他40組織が参加したNGO組織で、米州基金(Inter-American Foundation)からの援助も得て活動を行っている。戦略会議内部には、環境、政治、経済、インフラ(都市計画)の4部門の委員会があり、各委員会はそれぞれの部門の専門家から成り立っており、何を優先するかということを取り扱っている。

1998年に専属の事務局が設けられ、大学と共同でいくつかの小河川沿い貧困層居住区パイロットエリアの衛生環境改善計画案(図3 - 10参照)を作成しており、実施に向けた準備を行っている。これら貧困層居住区パイロットエリアでは、雨水排水路と歩道整備は市が担当し、下水道整備はCORASANが担当することになっており、今後協力して事業を進めていく立場にある。

事務局では、これらの活動を広くPRすると同時に、幅広い層からの支持、支援を得るためホームページ(www.pesantiago.org)を開設しており、本格調査においてもお互いに協力しあえるものと思われる。



Leyenda

Uso de Suelo Predominante

- Comercial
- Institucional
- Industrial
- Esparcimiento
- Alto ingreso
- Mediano ingreso
- Bajo ingreso
- Barrios pobres

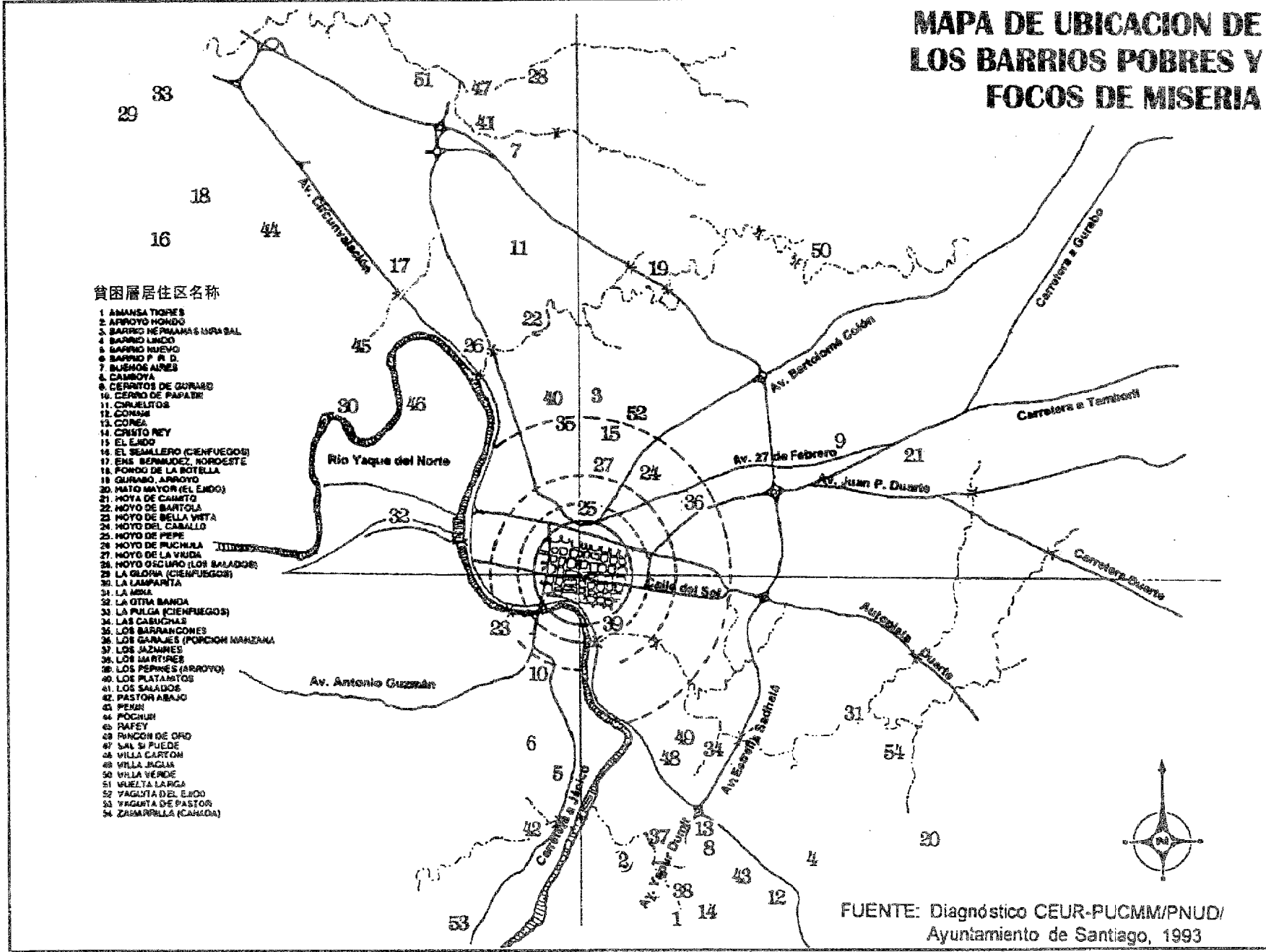
**Mapa de áreas urbanas según su uso predominante
Santiago de los Caballeros**

Laboratorio
de Cartografía y S.I.G.
CEURPUCAM

Estadísticas de Censos
República Dominicana, 1980

図 3-8 サンティアゴ市の現状の土地利用図

MAPA DE UBICACION DE LOS BARRIOS POBRES Y FOCOS DE MISERIA



FUENTE: Diagnóstico CEUR-PUCMM/PNUD/
Ayuntamiento de Santiago, 1993

图 3-9 サンティアゴ市の貧困層居住区分布図

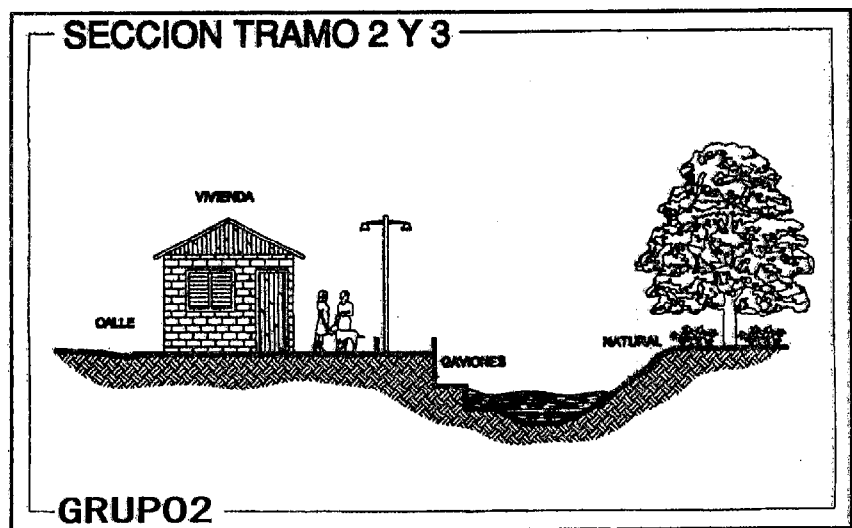
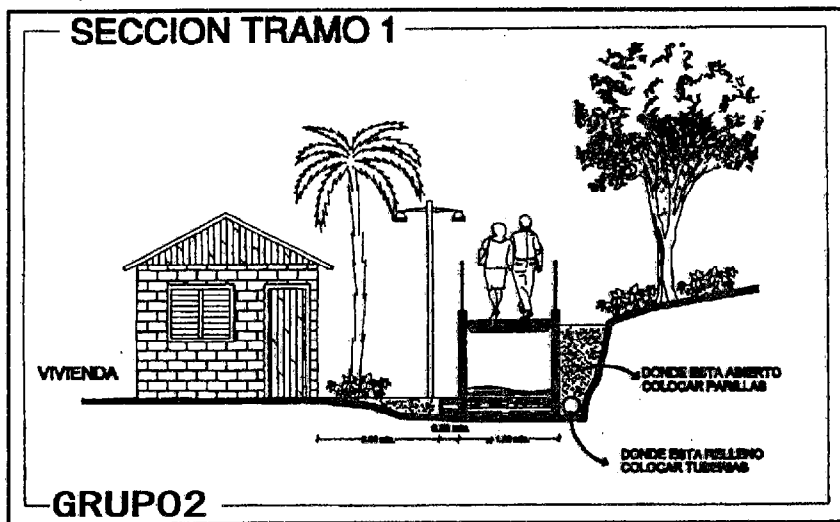
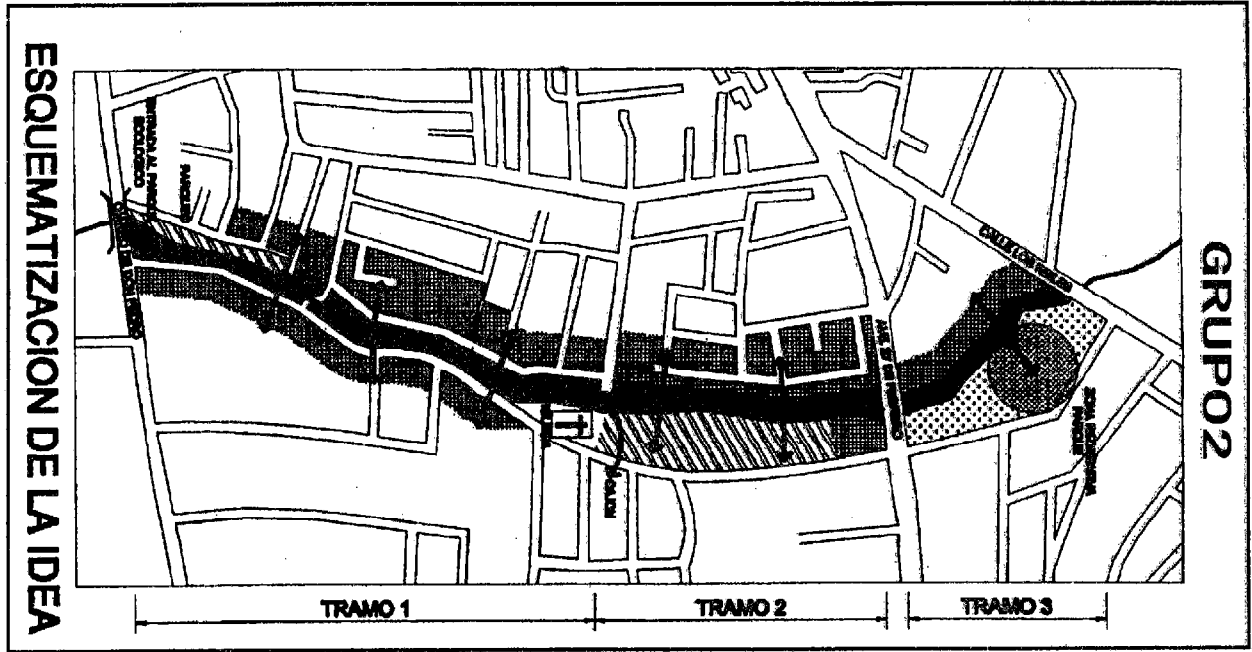


图 3-10 贫困层居住区卫生环境改善计画案

3 - 4 米州開発銀行 (I D B) の上下水道セクター改革の現状

ドミニカ共和国政府は、上下水道セクターの悪循環を打開し根本的な改革を実行するため、1996年9月に政府内部にC P R M E (A Presidential Commission for Reform and Modernization of the State) を設立した。その後1997年11月に、C T I (Inter-institutional Technical Committee) とC P R M E が、P A H O (Pan American Health Organization)、I D B (Inter-American Development Bank)、U N I C E F の協力を得て、上下水道セクターの問題点を分析し、改革のガイドラインを提案した。

【上下水道セクターの問題点】

- a) 政策の欠如 (上下水道セクターの国家政策を策定する機関の不在)
- b) 法令の未整備 (民間セクターの参入を可能とする法令の整備等)
- c) 上下水道サービス事業者の経済的視点の欠如
- d) 意思決定におけるコミュニティ参画機会の欠如 (特に村落部)

【改革のガイドライン】

- a) 上下水道セクターの国家政策を策定する機関の設立 (Oversight agency)
- b) 上下水道事業体の設立運営等に係る種々の法整備、及び事業体の監督機能をもつ独立機関の設立 (Regulatory agency)
- c) 財政・管理上の自治を確立し、効果的かつ高品質のサービスを促進するための上下水道事業体の再構築
- d) 特に村落部におけるサービスに関して、コミュニティと利用者の参画の促進

このガイドラインを受け、I D B ではドミニカ共和国の上下水道セクターの包括的な改革の取り組みとして、1998年5月に以下の3つのプログラムを承認した。さらに、1999年9月には新機関 (Oversight agency と Regulatory agency) 設立のためのプログラムを承認している。表3 - 13 に各プログラムの概要を示す。各プログラムの目的、及び内容は以下のとおり。

Reform TC

本プログラムは、セクター改革のためのM / Pステージであり、設立する新機関 (Oversight agency と Regulatory agency) の計画、水道事業体の再構築計画、コミュニティ参画の計画、必要な法整備の定義等の技術協力を行っている。実施期間は9か月以内となっており、1999年4月に完了している。

この結果を受けて、実際の Oversight agency と Regulatory agency 設立、並びにその設立・運営に必要な技術協力とトレーニングプログラムを1999年9月に承認している。

表 3 - 13 米州開発銀行の上下水道セクター改革プログラムの概要

Project Name	Project Components	Executing Agency	Budget	Date of Approval	Duration
1. Technical Cooperation for the Reform and Modernization of the Potable Water and Sewerage Sector (Reform TC)	1) Design of new governing body for sector 2) Design of new planning mechanisms 3) Production of a new regulatory framework 4) Restructuring of the service providers 5) Design of community involvement mechanisms 6) Definition of necessary legal changes	CTI (Inter-institutional Technical Committee)	US\$0.50 mil. (Spanish Fund)	May 18, 1998	Not exceed nine months 1999年4月完了
2. Technical Cooperation for Project Preparation and Analysis (Preparation TC)	The purpose of the Preparation TC is to finance the activities for the preparation of the loan proposal for the Project (DR0123). 1) Diagnosis of the Operators 2) Institutional Strengthening 3) Analyses of the components of the Project to prove their technical and financial viability * <u>The investments in new works, the potable water network expansion and new sewerage works sub-projects to be carried out for CORAASAN must be justified by technical feasibility analyses to show that they are appropriate alternatives.</u>	CTI (Inter-institutional Technical Committee) overseen by the CPRME (Comision Presidencial para la Reforma y Modernizacion del Estado)	US\$0.75 mil. (Japan Special Fund)	May 18, 1998	Not exceed nine months 1999年4月完了
3. THE PROJECT DR0123; Consolidation of Water and Sanitation Reform	The Project will support the Operators with investments, especially where there is increased involvement of the private sector. The investments will include: 1) Institutional Strengthening 2) Equipment Supply and 3) Rehabilitation and New Works. * Detailed programs of the above investment are shown in Table 1.2.	CTI (Inter-institutional Technical Committee), INAPA, CORAASAN and CAASD	US\$71 mil.	May 18, 1998	2000年9月現在、国会でローン承認審議中
4. Implementation of a New Institutional and Legal Framework for the Water Supply and Sanitation Sector	1) Activities to prepare for the introduction of a new institutional framework for the water supply and sanitation sector 2) Establishment of the regulatory agency 3) Establishment of the oversight agency * Establishment of the water and sanitation oversight and regulatory authorities proposed in this operation will facilitate the participation of private operators....	STP (Technical Secretariat of the Office of the President) through UEAPS (Executing Unit for Reform of the Water Supply and Sanitation Sector)	US\$1.80 mil.	September 22, 1999	Two years 2000年9月現在、国会でローン承認審議中

Preparation TC

本プログラムは、引き続いて実施される施設整備を中心とした、ローン (THE PROJCT DR0123) のための M / P・F / S ステージである。まずは、上下水道事業体の経営診断に始まり、組織強化計画、施設整備プログラムの技術的、財務的妥当性の分析を行う。実施期間は9か月以内となっており、これも1999年4月完了している。このプログラムのなかで CORAASAN の現状分析と経営診断も行っている。

THE PROJCT DR0123

総額7,100万ドルのローンであり、組織強化費、機材供与、施設整備(リハビリ及び新設)の3つのコンポーネントから成っている。上下水道事業体ごとにプログラムが設定されており、その具体的な内容は以下に示すとおり。

【INAPA：国家上下水道庁】

サービス地区の数が多いため、パイロットプロジェクトとして性格の異なる3地区を選定し、上下水道整備プログラムを実施する。このパイロットプロジェクトにより村落部の上下水道整備手法を確立し、残る地区については、次に予定されているローン(DR0096：総額5,000万ドル)で実施するものと思われる。

【CORAASAN：サンティアゴ上下水道公社】

上下水道ともに施設整備がローンの対象になっている。下水道整備に関する緊急施設整備の候補に以下に2つのプログラムがあがっている。

- a . Rafey 下水処理場のリハビリ (8.7万US\$)
- b . Cienfuegos 下水処理場のリハビリ (5.7万US\$)

【CAASD：サントドミンゴ上下水道公社】

CAASDの財務状況、運転維持管理状況が他の事業体に比べ著しく悪いため、まず市街地低地部の比較的給水網が整備されている地区をパイロットゾーンとして、近代化の効果(漏水検知システムの改善、運転管理の改善、料金請求徴収システムの改善等)を実証することとしている。

新規の施設整備のプログラムは全く計画されていない。上水道においては、適正な運転管理に必要なバルブ、メーター等の機材供与が計画されており、下水道においては、マスタープランの策定のみが計画されている。

上記のプログラムから判断すると、非効率的な政府公社組織から民営化による経営改善をめざして、既に動いているものと思われる。今後、策定された下水道マスタープランのBOT方式での整備を含む、民間セクターとのコンセッション契約も十分考えられる。

Implementation of a New Institutional and Legal Framework for the Water Supply and Sanitation Sector

Reform TC の結果を受けて、実際の Oversight agency と Regulatory agency 設立、並びにその設立・運営に必要な技術協力とトレーニングプログラムである。また、これらの機関の設立に伴い、民間セクター参入のための法整備を行い、促進していく計画である。

無償援助プログラムである、上記の 2 つの Technical Cooperation (Reform TC と Preparation TC) は既に 1999 年 4 月に完了し、2000 年 9 月現在、無償援助プログラムに続く上下水道事業体の再構築、上下水道施設整備、新機関の設立等、実施のためのローン契約承認が国会で審議中である。IDB では今後半年以内に国会で承認され、ローン援助プログラムが実施されるものと予想している。

3 - 5 下水道の課題

(1) 下水処理区域の再編と下水処理場配置計画の策定

1970 年代にイタリアのコンサルタントによる、西暦 2000 年を目標としたマスタープランの策定以来、包括的な見直しが行われることもなく、場当たりに下水処理場が建設され、効果的な施設整備が成されてこなかった。

当初計画では、Rafey の大規模処理場でサンティアゴ市の下水をすべて処理する計画であったが、既に市街地が拡大し、1 か所の処理場へすべての下水を搬送することは、必ずしも経済的な方法でなくなっている。したがって、市全体の下水処理区域の再編を行い、効果的かつ経済的な下水処理場配置計画を策定するとともに、サンティアゴ市の中長期的な下水道整備のビジョンを明確に示す必要がある。

(2) 欠陥既存下水処理場のリハビリ計画の策定

Cienfuegos、Los Salada、El Emerujo、Tamboril の各処理場は、1994 年から 1997 年にかけて建設された新しい処理場で、総額 9,400RD\$ (円換算約 5.6 億円) の資金が投入されている。

しかしながらこれらは欠陥処理場で、運転停止あるいは著しい低負荷運転状況にあり、計画どおりの処理能力を備えた処理場にすべく、リハビリ計画を策定し緊急プログラムとして実施することが、下水道整備計画第 1 段階での最も経済的な方法と考えられる。なお、Los Salada 処理場は高台に位置しており、集水システムにも問題があり、上記の下水処理場配置計画に合致することを確認してから実施する必要がある。

(3) 下水処理場設計技術の移転

上記の欠陥処理場で証明されているように、ローカルコンサルタント及び上下水道事業体に、下水処理場の設計技術能力が不足している。これらの原因は経験不足によるものであり、本調査を通して技術移転を図るとともに、オキシデーショディッチ法等の比較的維持管理が簡易で、かつ経済的な処理場の標準設計の導入を図る必要がある。

(4) 米州開発銀行の上下水道セクター改革プログラムとの連携

現在、IDBのCORASANの下水道に関する緊急施設整備プログラムとして、Rafey処理場（8万7,000 US\$）及びCienfuegos処理場（5万8,000US\$）の2処理場の小規模なりハビリ計画が候補にあがっている。IDBでは、CORASANへの融資額も限られており、デモンストレーション的な施設整備を考えている。

現在国会でローン契約が審議中であるが、これが承認されると、IDBではコンサルタントにより、今後ローン援助で実施する施設整備プログラムの確定作業、入札図書の作成が行われるものと思われる。したがって本調査で策定されるマスタープランを基に、緊急整備及び中長期整備に係る施設整備プログラムに関し、IDBと緊密な連携を図っていく必要がある。

付属資料4．河川環境の現状と課題

4 - 1 ジャケ・デル・ノルテ川の概況

サンティアゴ市等の都市排水を受けるジャケ・デル・ノルテ川は、ドミニカ共和国の北西部に位置し、流域面積は、7053km²(国全体の14%)、河川延長は約290km、市内における平均流量は25～40m³/secである。流域内には農業生産性が高いシバオ(CIBAO)平野が広がっており、農地は主にサンティアゴ市の下流域に発展している(図4-1～2参照)。

この下流域では、古くから灌漑施設の整備が進められてきた。現在では8万haの農地に灌漑施設が整備されている。この地域で生産される主な農産物は、米、サトウキビ、タバコ、コーヒー、ココア等である。上流部には、バオ、タベラ等のダムがあり、300万kWの電力を供給するほか、下流部のモンテクリスティ市等の水道水源として利用されている。また、最下流部には貴重な生態系を備えたモンテクリスティ国立公園が存在する。

このように、ジャケ・デル・ノルテ川は、農業用水源だけでなく流域住民の水道水源、電力源及び生態系保全の場として重要な役割を果たしている。

なお、流域人口は、約120万人で、そのうちの約40%が中流域のサンティアゴ市に居住している。

このサンティアゴ市は、人口57万人の大都市であるにもかかわらず、生活排水のほとんどが未処理のままジャケ・デル・ノルテ川に排出されている。CORASANの資料によれば、給水サービスエリア内の給水量(28万m³/day)に対して下水処理能力は8万m³/day(30%)以下で、処理場の多くは機能上の問題を抱えて稼働していない。これに加え、工場排水もほとんど未処理のまま、小河川に排出されている。

したがって、特に、流量の少ない乾季にはジャケ・デル・ノルテ川の水質汚濁が著しく、時折、新聞にも報道されている。そのほか、この流域が抱える環境問題としては、上流部の荒廃、土壌浸食及び下流部の塩害等がある。このなかでも緊急かつ大きな課題が水質汚濁による利水障害の解決である。

4 - 2 河川の水質汚染状況

ジャケ・デル・ノルテ川は、サンティアゴ市の都市排水の影響を受ける前後で水質が著しく変化する。

CORASANは、1999年7月より、サンティアゴ市内のジャケ・デル・ノルテ川に5か所モニタリング地点を設け、毎月、BOD、COD等20項目を観測している。また、同河川に流入する4本の小河川についてもBOD等6項目の水質を観測している(図4-3参照)。

その結果を取りまとめると図4-4～6、表4-1～3のとおりである。サンティアゴ市内の

都市排水の影響を受けない水道原水の取水地点 St. 1 (Antes Toma de Pastor) では、BOD は 1.0 mg / L 前後と非常に低く、日本の環境基準 (河川) でみても A 類型 (水道 2 級、水産 1 級、水浴の利用目的に適するクラス) になる。一方、市内の都市排水の影響を受ける St. 5 (St. 1 の 7 km 下流) では BOD が 20 ~ 50 mg / L となり、E 類型 (BOD 10mg / L 以下) にも達していない。また、浮遊ゴミも多く、非常に汚濁している。COD、NH₄-N 等についても同様な傾向がみられる。

更に St. 1 より 9.3km 下流 (A.N.Rafey:Rafey 下水処理場の下流) では、Rafey 下水処理場の未処理の越流水が流入するため汚濁は更に著しくなる。

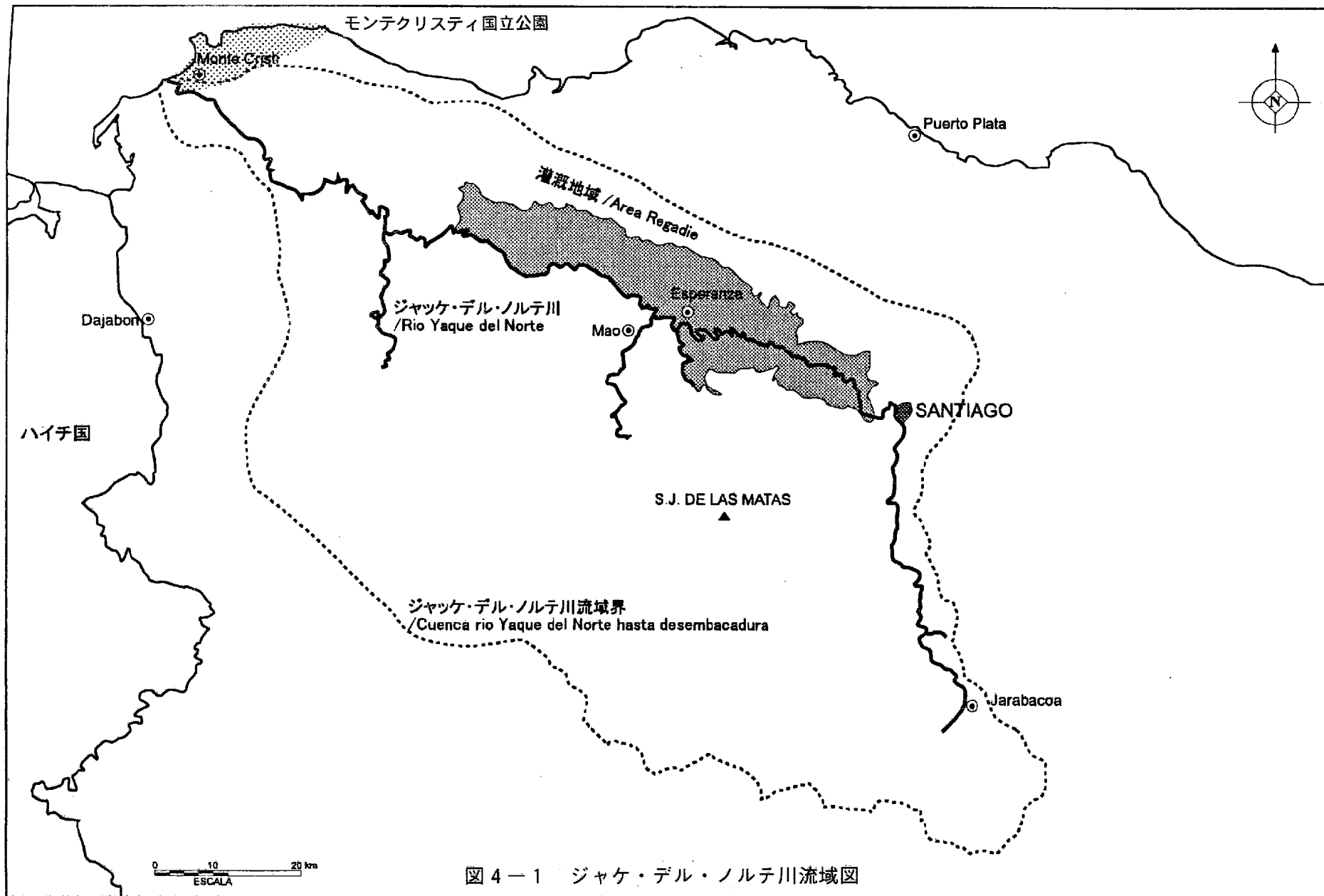
その結果、特に乾季は悪臭が発生し、魚等の生態系にとって忌々しき状態となっている。

なお、I N D R H I (水利庁) もドイツ技術協力公社 (G T Z) の協力により 1993 年からジャケ・デル・ノルテ川の全流域に 17 か所の観測地点を設置し水質モニタリングを実施しているが、有機物項目等の既存のデータが信憑性に乏しく、また、BOD、COD 等の有機物指標についてまれにしか分析がされていないため、I N D R H I のデータに基づく水質評価は難しい状況にある。

4 - 3 河川の水質基準

現在、ドミニカ共和国の河川の水質環境基準 (水域類型) は、灌漑用水としての利用の適否からみたクラス分けで、1960 年代にアメリカ合衆国農務省が定めたクラス分けに基づいている。参考までに図 4 - 7 にこの水質類型区分を示す。この水質類型区分は、溶解性塩類の全濃度、ほかの陽イオンに対する Na の割合、ホウ素 (ボロン) あるいはほかの毒性要素の濃度、必要な場合には、[Ca+Mg] の濃度に対する Na の濃度、の 4 つの指標に基づいている。言いかえれば、この分類は、塩分濃度を基にしたクラス分けで、現在問題が生じている有機物汚濁指標、富栄養化指標による水質環境基準ではない。

I N D R H I により 1993 年から実施されているジャケ・デル・ノルテ川の水質モニタリング結果によれば、既存のジャケ・デル・ノルテ川の河川水は、「C 2 - S 1」あるいは「C 1 - S 1」に分類され、灌漑用水としては適しているとされている。



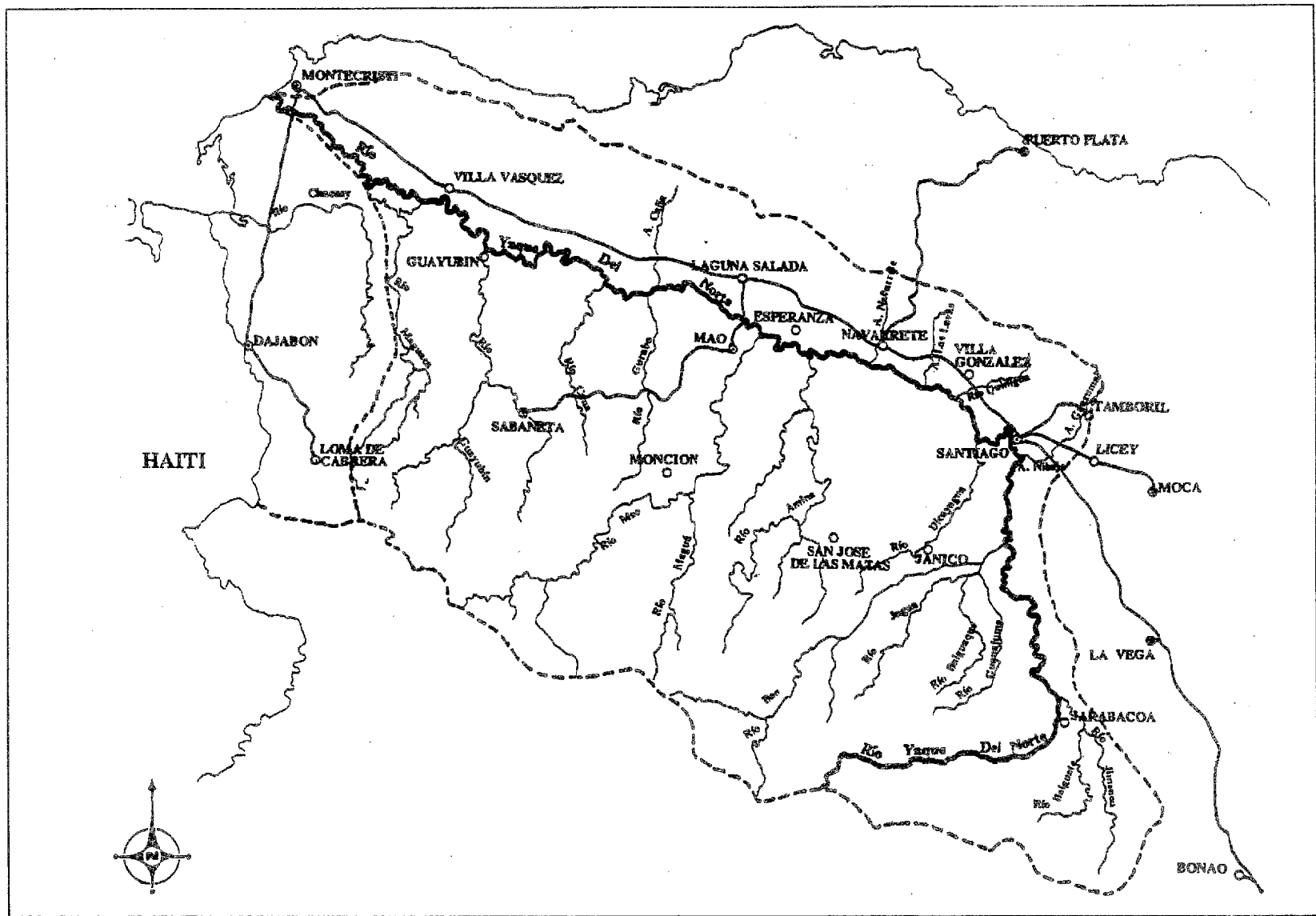


図 4-2 ジャケ・デル・ノルテ川水系図

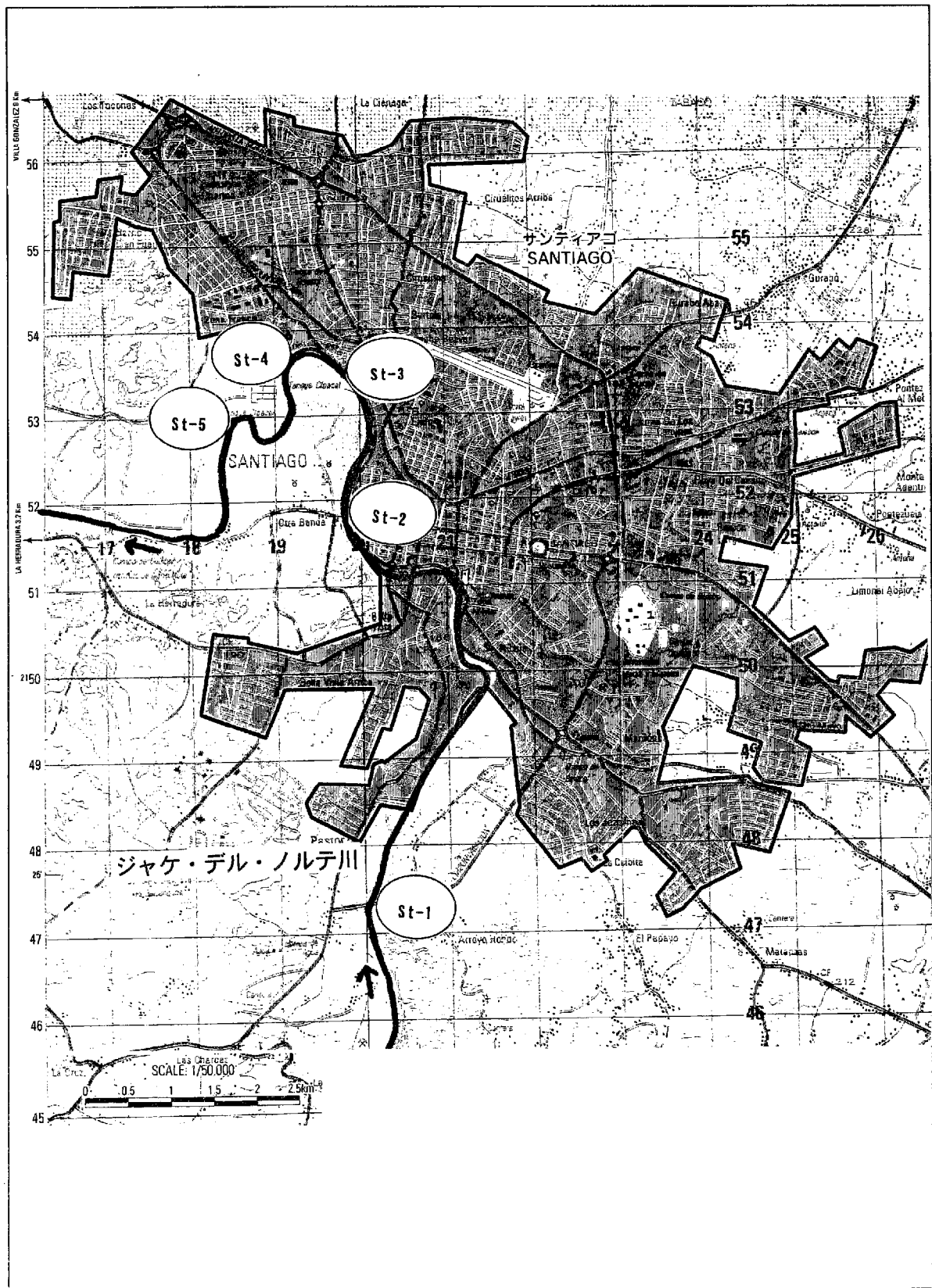


図 4-3 ジャケ・デル・ノルテ川の水質モニタリング地点 (CORAASAN)

表4-1 ジャケ・デル・ノルテ川の水質モニタリング結果 (BOD₅)

Monitoring Station	5/24	6/7	7/12	8/9
St.1 Toma de Pastor	1.2	1.4	1.3	0.4
St.2 Obra Toma de Canal	2.2	2.1	4.8	1.3
St.3 Destileria Bermudez	70.0	25.0	17.0	29.0
St.4 Planta Rafey	70.0	31.0	19.0	30.0
St.5 A. N. Rafey	52.0	21.0	18.0	40.0

Source: CORAASAN

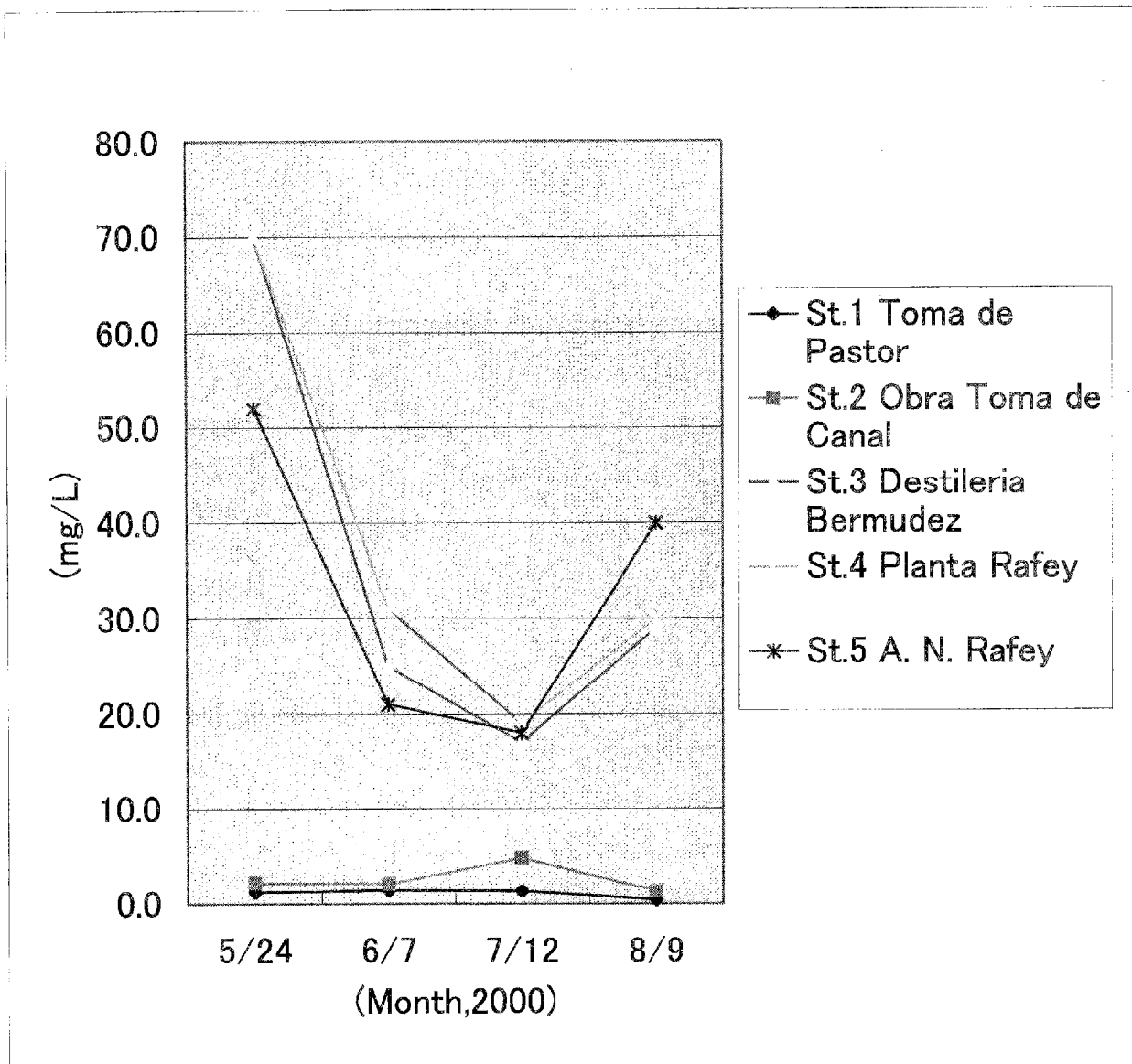


図4-4 ジャケ・デル・ノルテ川の水質 (BOD₅) の経月変化

表4-2 ジャケ・デル・ノルテ川の水質モニタリング結果 (COD_{cr})

Monitoring Station	5/24	6/7	7/12	8/9
St.1 Toma de Pastor	76.0	25.0	4.0	6.0
St.2 Obra Toma de Canal	45.0	34.0	8.0	21.0
St.3 Destileria Bermudez	109.0	96.0	143.0	160.0
St.4 Planta Rafey	55.0	98.0	159.0	154.0
St.5 A. N. Rafey	157.0	62.0	113.0	148.0

Source: CORAASAN

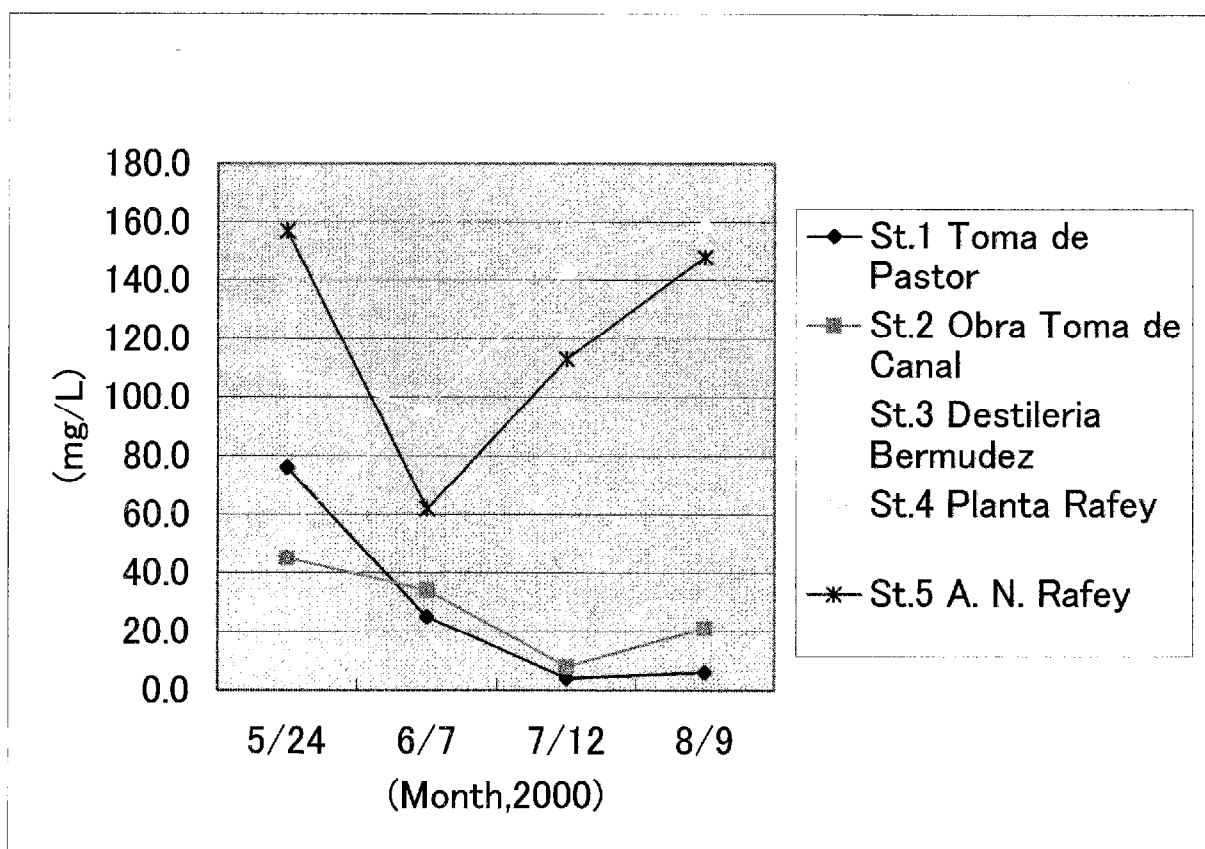


図4-5 ジャケ・デル・ノルテ川の水質 (COD_{cr}) の経月変化

表4-3 ジャケ・デル・ノルテ川の水質モニタリング結果 (NH₄-N)

Monitoring Station	5/24	6/7	7/12	8/9
St.1 Toma de Pastor	0.0	0.01	0.08	0.03
St.2 Obra Toma de Canal	0.2	0.0	0.18	0.23
St.3 Destileria Bermudez	0.0	0.05	1.41	1.81
St.4 Planta Rafey	0.7	0.0	0.2	1.08
St.5 A. N. Rafey	1.0	1.17	0.74	2.78

Source: CORAASAN

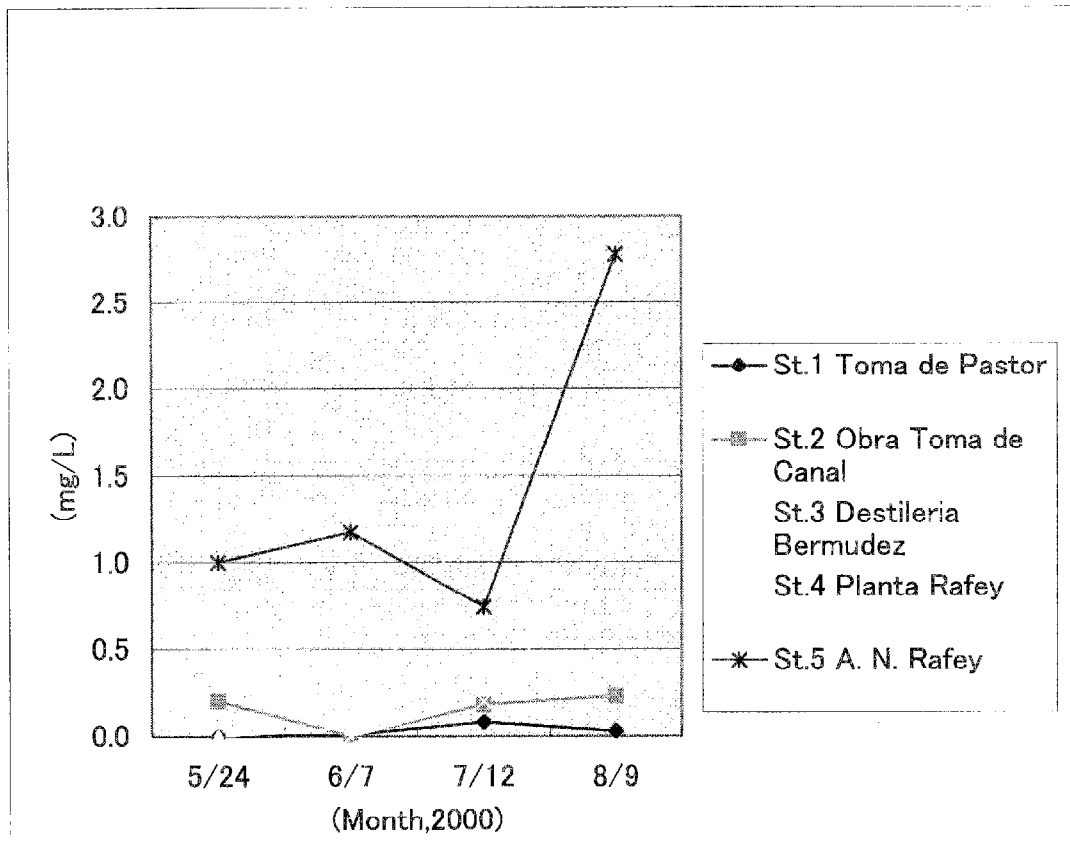
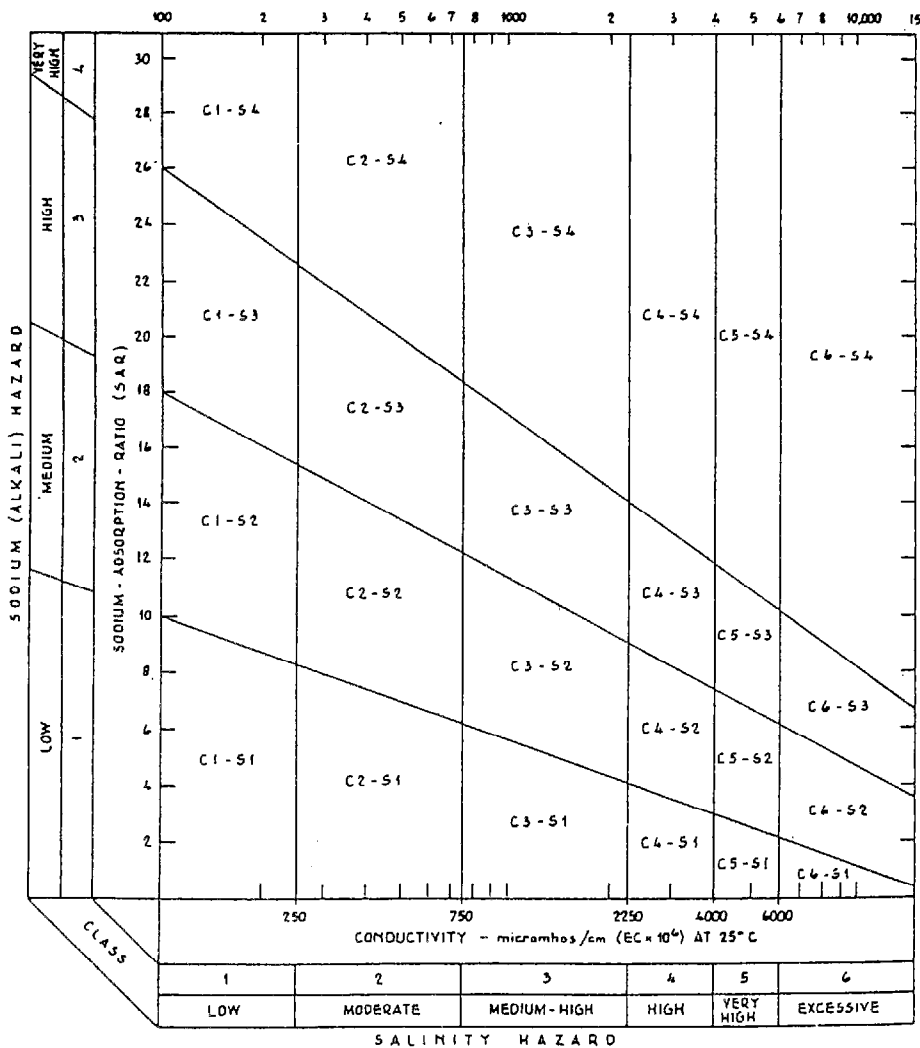


図4-6 ジャケ・デル・ノルテ川の水質 (NH₄-N) の経月変化

The relative activity of sodium ions in exchange reactions with soil are expressed in the Sodium Adsorption Ratio:

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{[(Ca^{++}+Mg^{++})/2]}}$$



SOURCE: AGRICULTURE HANDBOOK 60, U.S. DEPT. OF AGRICULTURE

Source Thorne & Peterson (1964).

図4-7 1960年代にアメリカ合衆国農務省が定めた灌漑用水の水質区分

4 - 4 水質汚染の原因

ジャケ・デル・ノルテ川の水質悪化の主な要因を整理すれば、次のとおりである。

- (1) 下水処理区には含まれているものの、下水処理場の機能が不完全なために未処理のままジャケ・デル・ノルテ川に排出されているサンティアゴ市内の家庭排水。
- (2) サンティアゴ市内下水処理区域以外の家庭排水。
- (3) サンティアゴ市内にある約 120 の工場・事業所の未処理排水 (C O R A A S A N 調査 (2000 年 8 月) による)。
- (4) 小河川沿いに分布する貧民街からの生活排水や投棄ゴミ。
- (5) ジャケ・デル・ノルテ川の流下流量の減少 (観測地点 St. 2 の直下流で灌漑用水が多量に取水されるため、取水後、ジャケ・デル・ノルテ川の流量は極端に減少し水質は著しく悪化する)。
- (6) 上流の畑作地帯に散布された農薬 (有害物質)。

4 - 5 現地水質調査結果

現況のジャケ・デル・ノルテ川及び支流小河川の水質状況を把握するために現地で水質パックテストを行った。その結果は表 4 - 4 のとおりである。また、パックテストをとおしてパックテスト使用による水質試験の技術移転も C O R A A S A N の職員に行った。

なお、使用機器 (パックテスト) は、共立化学 (株) 製 COD (Mn) 低濃度用 (0 ~ 10mg / l)、高濃度用 (0 ~ 250mg / l)、NH₄-N (0.1 ~ 4.0mg / l)、PO₄ (0.2 ~ 10.0mg / l) である。

表 4 - 4 水質パックテストによる現地水質調査結果

No	場 所	採水月日	サンプルの種類	水温()	COD(Mn)	NH ₄ -N	PO ₄
1	Rafey 下水処理場	9/2	処理水	28	8.0	1.65	0.2
2	Rafey 下水処理場側の排水口	9/2	未処理水	28	120	-	-
3	Rafey 下水処理場側の排水の流入前 St.4 (Yaque del Norte 川)	9/2	河川水	28	8.0	-	-
4	El Emerupo 下水処理場 (稼働中の小規模下水処理場)	9/2	処理水	28	20	-	-
5	Tambboril 下水処理場	9/3	処理水	30	30	5<	7.5
6	Pastor 取水口上流 St.1 (Yaque del Norte 川)	9/3	河川水	25	4.0	0.2	<0.2
7	Arroyo Gurabo (皮革工場排水流入口上流)	9/3	河川水	28	25	-	-
8	Yaque del Norte の最下流部 St.5	9/3	河川水	28	8 - 30	-	-

なお、処理場の排水の水質試験は稼働中の処理場のみを対象に実施した。

4 - 6 河川環境の課題

(1) 水質環境基準の見直し

I N D R H I が用いている現行の河川の水質環境基準は、まだ人為的汚染が問題になっていない40年も前にアメリカ合衆国農務省が策定した基準であり、現代の水質管理にはそぐわない基準である。したがって、本格調査ではこの水質環境基準を見直し、現在の水質管理に適した新たな水質環境基準(案)を提案する必要がある。これは下水道計画を策定するうえでも基本(水域の水質環境基準)となる。

(2) 水質改善計画の立案

ジャケ・デル・ノルテ川に流入する汚濁負荷量を把握し、同河川の汚濁機構を解明し、汚染源別に対策を立案する必要がある。

1) 汚染源及び汚染源別の発生負荷量の把握

汚染源には、点源と面源があり、それぞれを更に区分して汚染源別に発生負荷量を把握する必要がある。

2) 利水システムの改善計画の立案

ジャケ・デル・ノルテ川の水質汚染は水利用に大きく影響される。したがって、利水システムを解明し、その改善計画を策定する必要がある。

3) モニタリング計画の見直し

I N D R H I による水質モニタリングは、有機物汚染や富栄養化のレベルを把握するうえでは不十分であるので、水質項目、調査地点、モニタリング頻度等を見直す必要がある。また、C O R A A S A N のモニタリング計画も見直す必要がある。