

フィリピン共和国
バギオ市下水処理施設建設計画
基本設計調査報告書

昭和59年5月

国際協力事業団

JICA LIBRARY



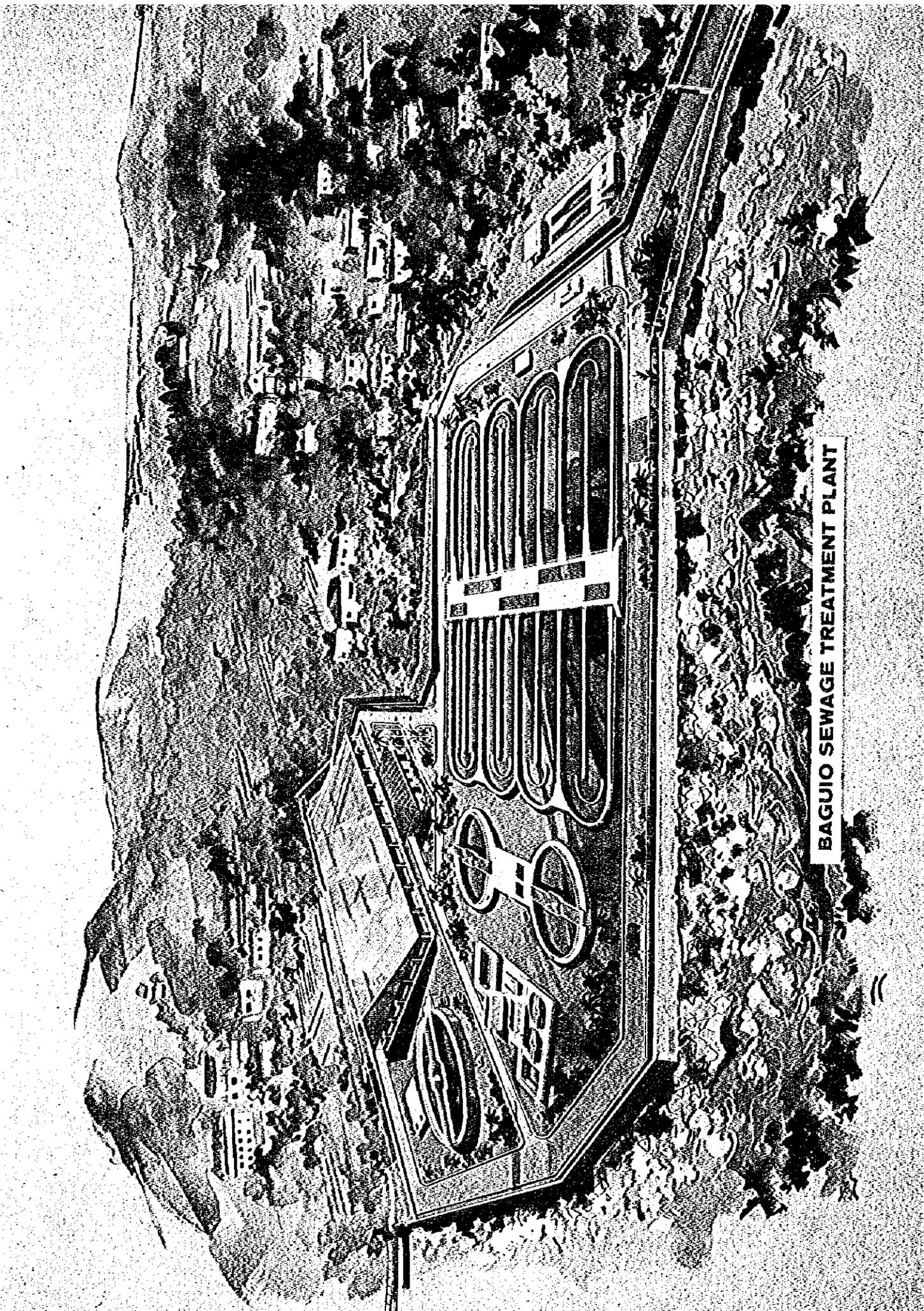
1031537[2]

フィリピン共和国
バギオ市下水処理施設建設計画
基本設計調査報告書

昭和 59 年 5 月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84.10. 4	118
登録No. 10760	61.8
	GRB



BAGUIO SEWAGE TREATMENT PLANT

序 文

日本国政府はフィリピン共和国政府の要請に基づき、バギオ市下水処理施設建設計画にかかる基本設計調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

国際協力事業団は1984年2月8日より3月1日に亘り基本設計調査団を現地に派遣し、フィリピン国関係者と協議を行うとともに現地調査を実施した。調査団の帰国後国内作業を経て、ここに報告書提出の運びとなった。

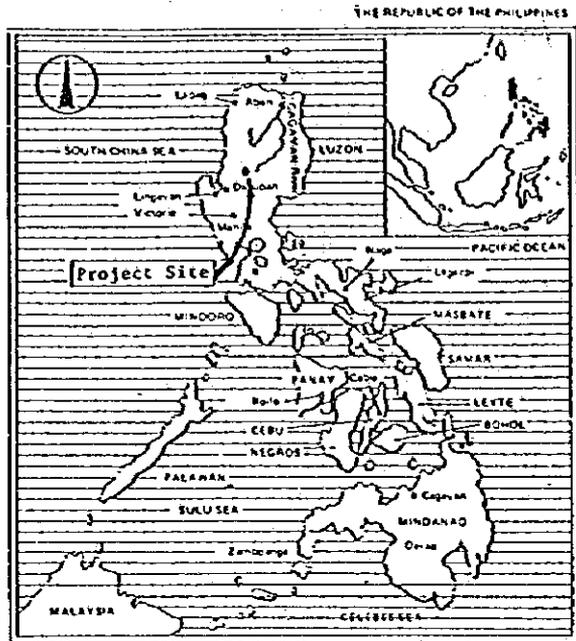
本報告書が本プロジェクトの推進に寄与し、フィリピン共和国とわが国との友好親善の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本件調査にご協力とご援助をいただいた関係各位に対し、心より感謝の意を表すものである。

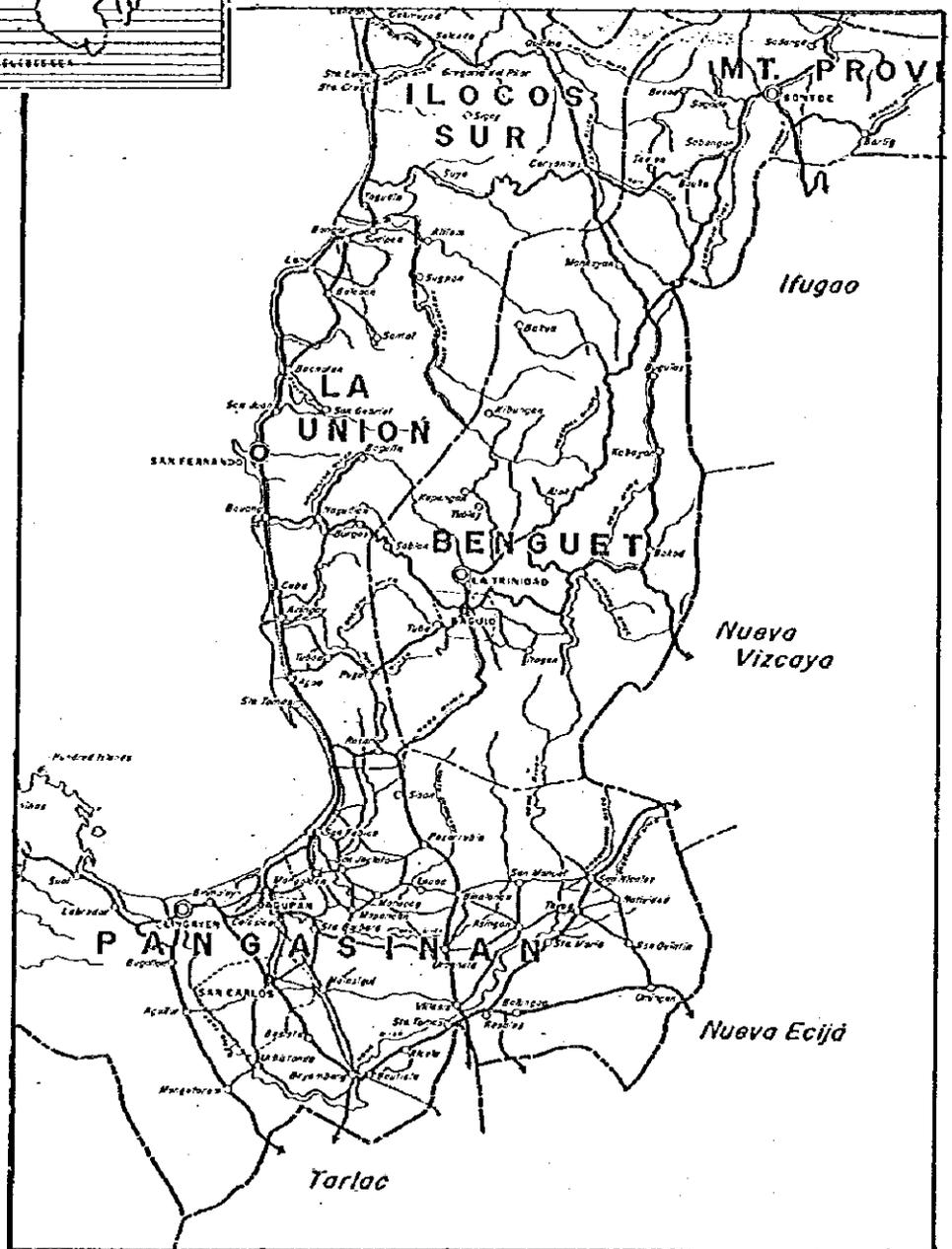
昭和59年5月

国際協力事業団

有 田 圭 輔



バギオ市位置図



目 次

要 約

第1章 緒 論	3
第2章 計画の背景	
2-1 バギオ市の社会経済の概要	5
2-1-1 社会経済の一般事情	5
2-1-2 産業及び教育	6
2-1-3 都市排水および衛生処理状況	9
2-2 ラ・トリニダッド市の社会経済の概要	12
第3章 下水処理施設設計諸元の設定	
3-1 バギオ市の土地利用の現況および将来	15
3-2 バギオ市の人口の現況および将来	19
3-2-1 定住人口の規模および増加率	19
3-2-2 バギオ市定住人口の予測	20
3-2-3 移動学生人口	20
3-2-4 観光人口	20
3-3 バギオ市の給水量の現況および将来	21
3-3-1 バギオ市における上水供給状況	21
3-3-2 給水地区別の水使用状況	21
3-3-3 1人1日当り平均給水量	22
3-3-4 月別の給水量変動	26
3-4 下水処理対象区域および現況使用水量	27
3-5 バギオ市の衛生環境	34
3-5-1 既存下水管架網の状況	34
3-5-2 既存管架およびクリークの状況調査結果	34
3-5-3 計画対象区域内の水質汚濁状況	41
3-5-4 下水処理水放流水域の状況	46
3-6 計画下水量および水質の設定	52
第4章 計画の内容	
4-1 建設予定地の位置および周辺の事情	57
4-1-1 位置および気象条件	57
4-1-2 周辺事情	59
4-1-3 インフラストラクチャー	59

4-2	下水処理施設	63
4-2-1	当初計画および既存施設の状況	63
4-2-2	代替案の選定	68
4-2-3	代替案の比較	69
4-2-4	選択案の概要	87
4-3	基本設計図	92
4-4	概略事業費	113
第5章 事業実施計画		
5-1	実施体制	115
5-2	建設工程計画	118
5-3	工事範囲	119
5-4	施工工程	120
第6章 運転・維持・管理計画		
6-1	運営体制	123
6-2	要員計画	123
6-3	運営コスト	124
6-4	運転計画	125
6-5	水質試験	128
第7章 事業評価		
7-1	バリリ川の水質汚濁の軽減とその効果	131
7-2	施設規模の設定	132
第8章 結論と提言		
133		
付属資料		
付属資料	1 関係者、調査団の日程、ミニッツ	139
付属資料	2 フィリピン国の上水道および下水道事業の概要	159
付属資料	3 実測調査結果	163
付属資料	4 当初計画および既存施設の問題点	173
付属資料	5 施設容量計算書	177
	5-1 代替案容量計算書	177
	5-2 選択案容量計算書	183
付属資料	6 計画下水幹線ルート	191

図・表 一 覧 表

図 第2章

図 2-1 バギオ市人口及び総生産構成比推移	5
------------------------------	---

図 第3章

図 3-1 土地利用の状況	17
図 3-2 給水地区	25
図 3-3 下水処理対象区域	29
図 3-4 下水処理対象区域と給水地区の関連	31
図 3-5 下水処理対象区域内ブロック分割	35
図 3-6 バリリ川付近の状況図	37
図 3-7 既存下水管梁および主要クリークの現地調査地点	39
図 3-8 現場測定および水質分析・採水地点	43
図 3-9 バリリ川流量の日間変動	47
図 3-10 バリリ川採水地点位置	48
図 3-11 BOD-ORP 相関図	50
図 3-12 計画下水算出フローチャート	53

図 第4章

図 4-1 バギオ市の位置図	57
図 4-2 バギオ市における月間平均降雨量	58
図 4-3 バギオ市における月間平均温度	58
図 4-4 建設予定地	60
図 4-5 当初計画処理フロー	63
図 4-6 当初計画配置図	64
図 4-7 水位関係図 (1) 水処理系統 (当初計画)	65
図 4-8 水位関係図 (2) 汚泥処理系統 (当初計画)	66
図 4-9 高速散水汙床法による配置計画	81
図 4-10 下水処理場一般平面図	82
図 4-11 処理フローシート	87
図 4-12 水位関係図	88
図 4-13 一般平面図	93
図 4-14 沈砂池	94
図 4-15 最初沈殿池	95
図 4-16 オキシデーション・ディッチ	96
図 4-17 最終沈殿池	97

図 4-18	消毒タンク	98
図 4-19	汚泥濃縮タンク・汚泥貯留タンク	99
図 4-20	汚泥乾燥床	100
図 4-21	管 理 棟	101
図 4-22	機械設備フローシート	102
図 4-23	機械設備平面図(1)-1 (横形エアレータ使用の場合)	103
図 4-24	機械設備平面図(1)-2 (整形エアレータ使用の場合)	104
図 4-25	機械設備平面図(2)	105
図 4-26	電気設備単線結線図	106
図 4-27	電気設備配線図	107
図 4-28	道路計画平面図	108
図 4-29	排水計画平面図	109
図 4-30	ボックス・カルバート	110
図 4-31	側溝、道路	111
図 4-32	護岸、擁壁	112

図 第5章

図 5-1	LWUA組織図	116
図 5-2	バギオ市下水施設プロジェクト遂行組織図	117
図 5-3	建設工程計画	118
図 5-4	バギオ下水処理場建設工事工程表	121

図 第8章

図 8-1	幹線ルート(案)	134
-------	----------	-----

付 属 資 料

付属資料 2

図 付 2-1	フィリピン全国の衛生処理施設の普及状況	161
---------	---------------------	-----

付属資料 3

図 付 3-1	河川断面図	164
図 付 3-2	水位および流速変動	165
図 付 3-3	流量の日間変動	166

付属資料 4

図 付 4-1	循環水の返送方法	173
図 付 4-2	バイパス	174
図 付 4-3	接触タンク	175

付属資料 6

図 付 6 - 1 幹線ルート(案)ケース 1	191
図 付 6 - 2 幹線ルート(案)ケース 2	192

表 第 2 章

表 2 - 1 バギオ市における労働人口	6
表 2 - 2 バギオ市における事業所数	7
表 2 - 3 バギオ市 1 世帯当りの年間支出内訳(1980年)	8
表 2 - 4 バギオ市公共料金一覧表	8
表 2 - 5 バギオ市全世帯における衛生処理状況	9
表 2 - 6 バギオ市及び全国平均の水系伝染病発生率並びに死亡率の推移	11
表 2 - 7 ラ・トリニダッド市における病気発生状況(1982年)	12
表 2 - 8 ラ・トリニダッド市における小児病気発生状況(1982年)	13
表 2 - 9 ラ・トリニダッド市における小児死亡率(1982年)	13

表 第 3 章

表 3 - 1 現況における土地利用状況	15
表 3 - 2 バギオ市の人口推移	19
表 3 - 3 バギオ市の定住人口予測	20
表 3 - 4 1983 年 12 月における地区別使用水量	22
表 3 - 5 供給地区別の想定人口と平均給水量原単位	23
表 3 - 6 月別給水量の変動	24
表 3 - 7 バリリ川流域内の既設下水管	27
表 3 - 8 1983 年 12 月における給水地区別月平均給水量および想定人口	33
表 3 - 9 水質分析結果	42
表 3 - 10 水質分析結果	49

表 第 4 章

表 4 - 1 主要施設の概要	67
表 4 - 2 各種処理方式の運転特性	70
表 4 - 3 各下水処理方式の原理と特徴	71
表 4 - 4 標準生活汚泥法における処理成績の例	73
表 4 - 5 長時間エアレーション法における処理成績の例	74
表 4 - 6 オキシデーションディッチ法における処理成績の例	75
表 4 - 7 高速散水汙床法における処理成績の例	76
表 4 - 8 回転生物接触法における処理成績の例	77
表 4 - 9 各種下水処理方式の評価	79
表 4 - 10 電力使用量および電気料金の想定	83

表 4 - 11	負荷および使用電力一覧表（散水戸床方式）	84
表 4 - 12	負荷および使用電力一覧表（オキシデーショントッチ法）	85
表 4 - 13	年間維持管理費の比較	86
表 4 - 14	主要施設の概要	89
表 4 - 15	主な保守管理の内容	91

付 属 資 料

付属資料 2

表 付 2 - 1	フィリピン全国水道給水率（1980年現在）	160
-----------	-----------------------	-----

付属資料 3

表 付 3 - 1	日間下水量の推算	167
表 付 3 - 2	流速および水位測定 Data Sheet	168
表 付 3 - 3	水質試験のための採水地点等	170
表 付 3 - 4	WATER QUALITY ANALYSIS, BAGUIO CITY	172

要 約

要 約

バギオ市は、マニラの北方208km、ルソン島北西部にあるベンゲット州の中央高地に位置する。同市の面積は48.9km²、標高1,300～1,600mで市街地は1,400mの台地に開発されている。フィリピンにおける夏の首都と呼ばれる同市は、気候、風土に恵まれた高原の特性を活かし観光分野を中心に急速に発展してきた。今世紀初めには、わずか500人足らずに過ぎなかった人口は、1984年現在約13万人と推定され、同国の中でも非常に高い人口増加率を示している。

しかし、急激な拡大、著しい経済発展の反面、同市の都市基盤整備には立ち遅れがみられ、特に都市下水については、全長58kmにわたり既に下水管網が敷設されているものの、下水処理施設がないため無処理のまま流域河川に放流され下流域の水質汚濁により種々の被害を発生させている。

バギオ市から北へ流れるバリリ川は、隣り町ラ・トリニダッド市において高原野菜栽培の灌漑用水として使用される他、湧水、深井戸を通じ水道水源の一部にも使用されている。ラ・トリニダッド市はバリリ川に沿って発展した人口約3万人の田園都市であり、ベンゲット州の州庁所在地である。同市の面積56.6km²の約80%が農耕地であり、就業人口の約90%が農業に従事し、主に野菜栽培、米作が行われている。特に、この地域の野菜は高級高原野菜として有名であり、米軍キャンプ、マニラへ供給される他レガスピ等観光地へも空輸されている。

バギオ市の急速な都市開発に伴い、バリリ川の汚染も急速に進み、汚染された水が灌漑用水に利用されているという理由からラ・トリニダッド市においては野菜の販路が少なくなり、また水系伝染病の発生が見られるに至った。このため、かつてはフィリピンのサラダボールといわれた同地域は現在ではバギオ市のトイレットボールといわれている。

このため、バギオ市は1977年、地方水道庁(Local Water Utilities Administration LWUA)の支援のもと下水処理場の建設に着手し、沈砂池、沈澱池、消化タンク、汚泥乾燥床等処理施設のかなりの部分が建設されたものの建設資金の不足から建設途上で中断され放置されたまま現在に至っている。

このような状況を改善するため、バギオ市は下水処理施設の整備を計画し、フィリピン国政府を通じて我が国に対し無償資金協力を要請した。

この要請を受け、日本国政府は昭和59年5月30日より10日間にわたり、国際協力事業団を通じて事前調査団を派遣すると共に、この結果に基づき、昭和59年2月8日より23日間にわたり基本設計調査団を派遣した。

基本設計調査団は、現地調査及びフィリピン国側関係機関との協議を行い、要請内容、計画の背景を確認し、計画の妥当性について検討するとともに、本計画に必要とされる施設の規模、下水処理方式および施設内容を策定した。

本計画は、バギオ全市のうち既に下水管渠網が敷設されているバリリ川流域のみを対象とするものであり、対象区域内の人口は、本計画の稼働が想定される1986年時点において約7万2千人と推定

される。これは、この時点におけるバギオ市全人口14万8千人の約50%に相当する。

計画下水水量については、バギオ市には上水道以外の水源が無いという現状から、バリリ川流域内に対する上水供給量を同地域内の使用水量と等しいものと想定し、この70%、8,600 m³/日 を計画下水水量とした。なお、バギオ市の気候は乾期と雨期がはっきり分かれており、雨期においてはかなりの雨水が下水管渠に流入することが予想される。しかし、この時期の水量増に対しては、処理施設の運転方法を工夫することにより対応することとし、計画水量としては乾期を対象として設定した。本計画における処理方式及び施設内容の設定については、特に本計画の運転・維持・管理に当たるバギオ市の財政能力(年間予算規模約3.5億円)が低いと判断されることを考慮し運転コストを極力安価にすること、および、下水処理施設が同国においては一般的でないことから技術的に容易であることに重点を置くと共に施設設置による2次公害の発生がないこと、処理効果が高く処理水質が安定していること等の基準に基づき検討され、オキシデーション・ディッチ方式が採用されることとなった。なお、バギオ市がかって建設に着手したものの中断され放置されている既存施設については、最初沈澱池のみを使用し、その他は撤去することとなった。また、処理水質については、BOD、SSを30 ppmに設定した。本計画の実施には約16ヶ月の工期を要し、建設所要資金は約16億円が必要とされる。

本計画の実施により、バギオ市の都市下水により汚染されたバリリ川の水質汚濁は著しく改善され、環境汚染公害として訴訟にまで至ったラ・トリニダッド市の被害は解消されるものと期待される。また、このことは、ただ単に一地方都市の問題としてだけでなく、フィリピン国の公衆衛生の重要性に対する国民の意識の高揚にも寄与することとなろう。

本計画は、施設建設が完了するまでの建設段階においてはフィリピン国地方水道庁が実施機関となり、建設完了後バギオ市へ移管され、バギオ市が運転・維持・管理にあたる。なお、施設の使用開始後においても、地方水道庁は引続きバギオ市に対し技術的な援助を行うこととされている。

本施設の運転には年間約130万~160万ペソ(約2,100万円~2,700万円)が必要とされ、バギオ市は、これを下水道料金を徴収することにより受益者負担により運転することを計画している。1家庭当たりの下水道料金は月額10.20~12.80ペソ(約170円~210円)と推定され、これは、現行水道料金の約75%、家計支出の約1%に相当するものと考えられる。下水道料金の徴収は、各家庭にはかなりの負担となり、また、徴収制度の確立には困難が予想される。

このため、市からの財政援助を含む料金制度の確立と共に、本施設の運転に際しては、例えば、バリリ川の水量が増大する雨期における運転時間の短縮、伝染病発生時のみの塩素の使用等運転コスト低減のための柔軟な方法が検討される必要がある。

第1章 緒 論

第 1 章 緒 論

バギオ市はマニラ市の中心より北方に 208km、ルソン島北西部にあるベンゲット州の中央部高原に位置する。同市の面積は 48.9 平方 km、標高 1,300～1,600 m で、市街地は約 1,400 m の台地に開発されている。同市は、フィリピンにおける夏の首都と呼ばれ高原の避暑地として広く知られている。夏期のシーズンには国内ばかりでなく、海外からの観光客も多く、これらの訪問客でピーク時には定住人口 130 万人の 2 倍にもふくれあがるといわれる。

同市は急速な都市開発が進められたが、反面都市計画における基盤整備の現状についてはその一部に立ち遅れがみられる。特に都市下水についていえば、総延長 58 km にわたり下水管網の施設は設置されているものの下水処理施設がないため、無処理のまま河川に放流されており、流域の河川の水質汚濁の原因になっている。

バギオ市を水源として北へ流れるバリリ川は、同市内を流れる 4 つの河川のうち最も大きい河川である。丘陵地の多いバギオ市とは対照的にこのバリリ川沿いに広い耕地を有する隣り町ラ・トリニダッド市は、高原野菜の産地として知られる。同地域は、かつては「フィリピンのサラダボール」と呼ばれ周辺地域のみならず首都マニラの野菜供給基地であった。しかし、現在ではバギオ市の都市下水によって汚染された川の水を使っているため「バギオ市のトイレボール」との悪評が立てられて、最近では野菜の販路がなくなったといわれている。また、ラ・トリニダッド市では水系伝染病患者が目立って多い。この原因はバリリ川流域にある同市水道の水源の一部である深井戸が汚濁した河川の影響を受けているのではないかとの疑惑がもたれている。ラ・トリニダッド市は、これらの被害についてバギオ市を相手に訴訟を起し、その公判で勝訴した。

このような背景のもとに、バギオ市は早期にこの問題を解決するために下水処理施設の建設を計画し、同国政府を通じわが国に協力を要請してきたものである。

フィリピン国政府からの要請にこたえて、日本国政府は国際協力事業団を通じ昭和 58 年 5 月 30 日より 10 日間にわたり事前調査団を派遣し、要請内容を確認すると共に計画の背景について調査を実施した。

この結果に基づいて基本設計調査が実施されることになり、昭和 59 年 2 月 8 日から同年 3 月 1 日までの 23 日間にわたり建設省都市局下水道部公共下水道課村山哲夫課長補佐を団長とする基本設計調査団が派遣された。調査団はフィリピン国政府関係者及びバギオ市当局関係者との協議を行なうと共に、計画内容を更に検討し基本設計を策定するために必要な現地調査を実施した。

主な協議並びに調査事項は次の通りである。

(1) フィリピン国政府の要請内容を確認するための討議

- 1) 計画目的の確認
- 2) 計画の基本構想についての協議と合意

- (2) 計画の目的や基本構想を裏付けるための河川汚濁状況の調査、水質調査並びに既存施設の調査
- (3) 建設予定地周辺の現地調査
- (4) 施設の容量と機能についての協議
- (5) 日本の無償資金協力のしくみを説明し、両国政府の分担範囲、事業主体、施設の維持管理についての協議
- (6) 下水道管渠システムの現状調査と復旧についての提案
- (7) 建設事情調査

以上の結果、基本的合意事項については2月18日付議事録にまとめられ調査団長及びフィリピン国側関係者の間で署名されるに至った。調査団は、これに引き続き更に議事録に基づく詳細な技術的事項について調査協議を実施した。

本報告書は、これら協議・調査の結果並びに計画内容を取りまとめたものである。なお、調査団の編成、日程および議事録については付属資料に示す通りである。

第2章 計画の背景

第 2 章 計画の背景

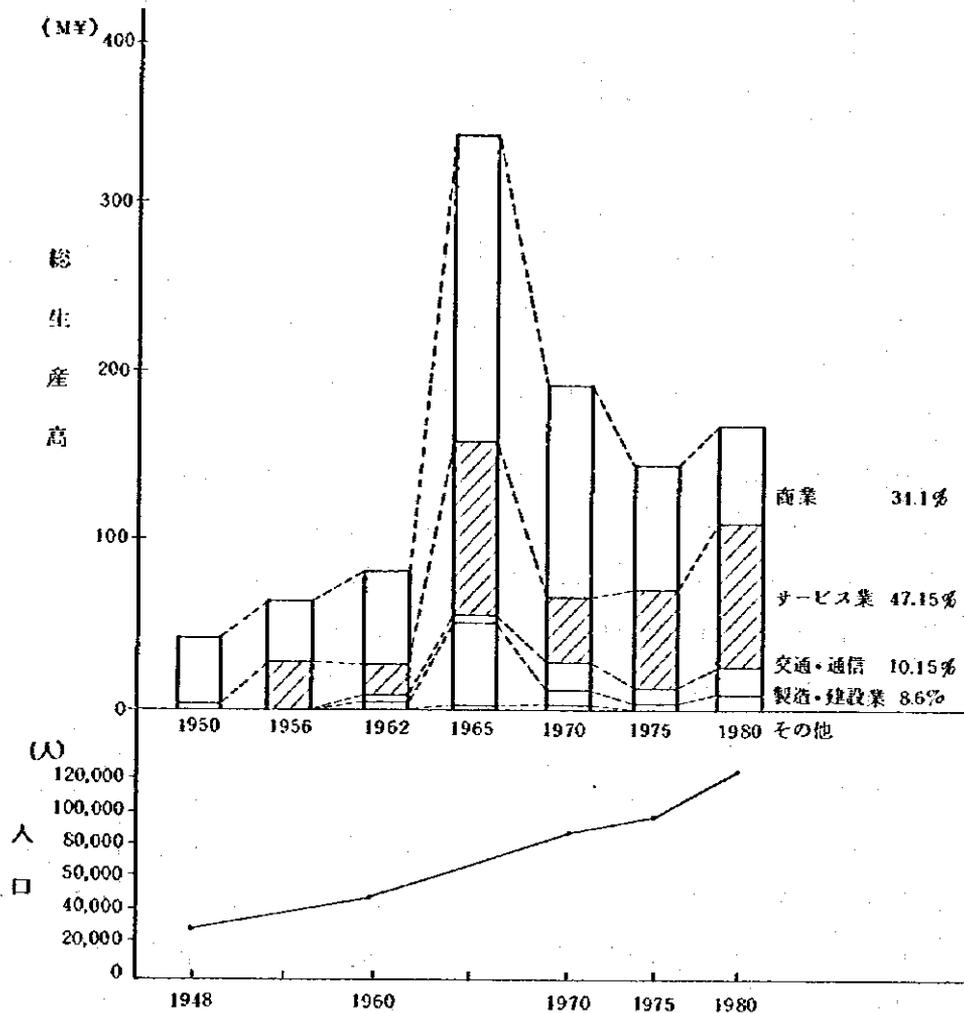
2-1 バギオ市の社会経済の概要

2-1-1 社会経済の一般事情

今世紀初めには、わずか 500 人足らずに過ぎなかったバギオ市は、高原の町としての特性を活かして急激に発展し、1984 年における人口は約 13 万人である。

観光地として発展して来た同市の産業は、サービス業と商業が中心であり、同市の総生産額の内訳をみると、この 2 部門で全体の 80% 以上を占めている。

図 2-1 は過去 30 年間のバギオ市の人口と総生産高を占める主要産業の比率の推移を示したものである。同図にみられるように、1970 年までは商工業が総生産高の第 1 位を占めていたが、



Source: Economic Base Study, city planning Staff Baguio, 1973 & 1980.

図 2-1 バギオ市人口及び総生産構成比の推移

その後商工業は後退しサービス業が急伸している。1980年における主要産業の総生産高比率は、サービス業47.15%、商工業34.1%、交通・通信業10.15%、製造業6.1%及び建設業・その他2.5%となっている。

バギオ市は急激な人口増とサービス業の急伸により飛躍的に拡大したために公共投資がこれに追随できず、下水道をはじめ都市基盤整備に立ち遅れが生じている。このため同市では、現在1983年を初年度とする開発5ヶ年計画(1983-1987年)を策定し開発を進めている。

2-1-2 産業及び教育

(1) 人口・雇用

表2-1はバギオ市の労働力と雇用人口の現状と将来予測を示したものである。

項 目	基本年度 (1980年)	計 画 年 度	
		1983	1985
総 人 口	119,516人	130,079	137,427
労働力人口	76,318	83,063	87,755
就 業 者	30,611	33,317	35,199
未 就 業 者	45,707	49,746	52,556

(出所) City project Development Staff, 1980.

表2-1 バギオ市における労働力人口予測

この表でみられるように、15才以上の労働力人口に対する労働化率(就業者数/労働力人口)は40.11%(1980年)で、同年の全国平均37%と比較するとやゝ高い比率を示している。この比率は、バギオ市における高等教育課程への進学率が高いことを考え合わせると、実質的な労働比率は更に高いものであろうと推定される。

(2) 産 業

バギオ市内の総事業所数は4,568(1980年)である。このうち53.15%に当たる2,428事業所は卸売りと小売業であり、続いて商業、倉庫業あるいは個人サービス業の11.63%、製造業6.00%、金融・不動産業1.43%、交通・通信サービス0.62%となっている。公共事業投資によって影響される電気、ガス、水道事業及び建設業はそれぞれ0.08%を占めている。

これらの事業所を産業別に示したものが表2-2である。

主要産業分類	事業所数	割合
農水林業	2	0.03%
鉱業	5	0.11
製造業	274	6.00
電気、ガス、水道業	4	0.08
建設業	5	
卸・小売り業	2,428	53.15
交通、通信業	28	0.62
商業、サービス業	531	11.63
金融、不動産業	65	1.43
分類不祥	1,227	26.86
計	4,568	100.00

表2-2 バギオ市における事業所数

バギオ市には観光客用のホテル及び宿泊所が64個所あり、これらの施設による収容能力は総部屋数2,313室である。

(3) 教育

バギオ市は、学園都市としても有名であり、市域外からの学生、居住者が多い。全就学者76,393人(1981-1982)の約50%が大学生で、初等科の学生は27.5%、高等科の学生が22.5%である。

また、他の統計資料によれば、大学生のうち26%はバギオ市居住者の子弟で、残りの74%約3万人は市域外からの学生であるといわれる。

(4) 収入、支出

1980年度のバギオ市全体の総収入額^{注1}は144.5百万ペソ(約25億円)である。これは定住者1人当たり1,325.46ペソ(約2.3万円)、1世帯当たり7,820.20ペソ(約13.5万円)の収入に相当する。

一方、同年の総支出額は228.2百万ペソ(約39.5億円)で、1世帯当たり12,350ペソ(約21.5万円)の支出に当たる。

表2-3は平均世帯の支出の家計に占める割合を示すものである。飲食費が全支出の51.8%を占め、続いて住宅費14.9%、衣服費5.8%、教育費4.8%となっている。

(注1) 出所: Socio-Economic profile, Baguio 1980

光熱費は全支出の 4.5% であるが、これには燃料、電気料、水道料及び下水道料（下水道整備地域住民のみ）が含まれているものと考えられる。

項 目	支出額 (ペソ)	割合 (%)
飲 食 費	6,400	51.8
住 宅 費	1,840	14.9
衣 服 費	720	5.8
教 育 費	590	4.8
光 熱 費	560	4.5
交 際 費	490	4.0
娯 楽 費	370	3.0
家 具 調 度 費	250	2.0
医 療 費	210	1.7
そ の 他	920	7.5
合 計	12,350	100.0

表 2-3 バギオ市 1 世帯当たりの年間支出内訳 (1980 年)

(5) バギオ市の公共料金

バギオ市の公共料金を表 2-4 に示す。

このうち、電気及び水道はメータ制による基本料金制度が採用されており、表 2-4 は、メータ当たりの料金を示している。

これらのメーターは概ね 1.5 ~ 2.0 世帯に 1 個の割合で設置されているものと推定される。

なお、下水道料は下水管渠に接続されている約 7,000 世帯が対象とされている。

項 目	基本料金	超過料金
電 気 料 (15 kWh)	16.05 ペソ	1.06 ペソ/kWh
水 道 料 (10 m ³)	26.00	2.60 ペソ/m ³
下 水 道 料	5.00	—

表 2-4 バギオ市公共料金一覧表 (月額)

2-1-3 都市排水及び衛生処理情況

(1) 都市排水

バギオ市の都市排水の特徴は、地形の関係からまず道路の建設が行なわれ、これに伴って雨水の排除が計画されたことである。同市の記録によると下水管渠の布設は1940年代に始まると云われ、現在市内には総延長58kmの下水管が整備されている。

バギオ市の下水排水は、4つの系統に大別することができる。すなわち、市の北部へ流れるバギオーラ・トリニダッド排水系（バリリ川を形成）及びアシンツバ排水系（アシンツバ川を形成）と、南部へ流れるアグノ排水系及びブエッド排水系（ブエッド川を形成）の4つである。

同市の下水排除の方法は、地形を有効に利用し、各家庭の汚水と雨水がそれぞれ独自の管渠（または側溝）によって排水される分流式と、汚水と雨水が側溝、共同管渠、クリークなど同一のルートによって排水される合流式の2通りが採用されている。現在、バギオ市で下水道システムと呼ばれている下水管渠システムは、そのほとんどが前述した4つの排水系統のうちのバギオーラ・トリニダッド排水系内に布設されている。

市の商業中心街及び比較的人口が密集している住宅地の汚水は、この下水道システムによって排除されている。しかしながら、このシステムには処理施設がないため、汚水は無処理のままバリリ川に放流されており、同河川の水質汚濁の原因となっている。

(2) 汚水・汚物処理情況

バギオ市における衛生処理の情況を全家庭26,810世帯について分類すると表2-5のようになる。

処理方式	世帯数(戸)	割合(%)
下水道施設利用	9,568	35.7
し尿浄化式水洗便所	4,448	16.6
浸透式水洗便所	11,807	44.0
屋外便所	987	3.7
合計	26,810	100.0

表2-5 バギ市全世帯における衛生処理状況(1983年)

この表でみられるように、バギオ市ではほとんどが水洗式便所を使用している。しかしながら一番多く用いられている浸透式水洗便所は、周辺に索掘りのピットを設けたいわゆる地下浸透式の水洗便所（バケツで水を流す場合も含む）と考えられ、維持管理が不十分で

あれば必ずしも衛生的であるとは云えない面もある。

(3) 保健衛生情況

表 2-6 は、バギオ市における水系伝染病の発生率及び死亡率の推移を全国平均と比較したものである。

同表によれば、バギオ市における水系伝染病のうち、赤痢、胃腸炎及び伝染病肝炎の発生率は全国平均に較べると著しく高いことがわかる。1979年同地域の下水道設備と衛生処理施設について調査した LWUA の報告書^{注1}によれば、この高率の理由として、①下水設備と衛生処理施設の未整備、②保健衛生に関する住民の意識不足、③安全給水の欠如が指摘されている。

(注1) : Pre-Feasibility Study Report of the Sewerage and Sanitation system,
Baguio City, 1979.

	1973		1974		1975		1976		1977		平均	
	バギオ市	全国	バギオ市	全国	バギオ市	全国	バギオ市	全国	バギオ市	全国	バギオ市	全国
発生率												
コレラ	—	7.3	—	5.1	—	2.8	—	—	—	—	—	—
赤痢	270.40	59.5	284.65	56.8	241.28	47.5	151.76	—	210.75	—	271.76	—
胃腸炎	4857.00	689.0	3998.50	592.9	3404.94	476.2	2327.00	—	2013.00	—	3300.00	—
伝染病肝炎	137.77	16.8	123.12	14.4	153.67	10.4	128.27	—	143.10	—	137.18	—
腸チフス	10.28	12.1	48.26	9.1	240.49	7.3	102.07	—	39.89	—	88.20	—
小児まひ	1.02	—	0.96	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.40	—
死亡率												
コレラ	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
赤痢	1.02	0.90	3.93	0.86	2.99	1.94	0.90	—	0.86	—	1.94	—
胃腸炎	51.40	45.00	21.66	36.60	17.96	27.80	10.84	—	10.40	—	22.45	—
伝染病肝炎	0.00	1.40	0.98	1.50	2.99	1.50	0.00	—	0.86	—	0.97	—
腸チフス	0.00	1.50	0.98	1.40	0.99	1.40	0.00	—	0.86	—	0.56	—
小児まひ	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—	0.00	—

出所：バギオ市保健部統計より
(注1)：人口100,000人当たり

表2-6 バギオ市及び全国平均の水系伝染病発生率並びに死亡率の推移

2-2 ラ・トリニダッド市の社会経済の概要

(1) 社会及び産業の一般事情

バギオ市都市排水の河川放流による直接の被害地であるラ・トリニダッド市は、バリリ川沿いに発展した人口約3万人の田園都市である。また同市はベンゲット州の州庁所在地であり行政機関の中心地でもある。

同市の面積は56.6 km²、そのうち約80%が農耕地である。農業従事者は全人口の90%と云われており、主に米作、野菜栽培及び養豚・養鶏が行われている。同地域は高原野菜の産地として有名で、マニラその他への貴重な供給地となっている。

(2) 水質汚濁による被害状況

ラ・トリニダッドの水道水源には湧水及び深井戸が使用されている。同市保健所の報告書^{注1}によれば、バリリ川付近に施工されている深井戸の水質は下水によって汚染された河川の影響を受けており、このため、アメーバ性疾患、腸チフス、赤痢、下痢性寄生虫炎などの発生がみられることが指摘されている。

表2-7～2-9に同市の保健事情を示す。これらのデータを先に述べたバギオ市及び全国平均の水系伝染病発生率(表2-6参照)と比較してみると、バギオ市における発病率ほどではないが全国平均より高い疾患率を示していることがうかがえる。

項 目	件 数	人口1万人当たり発生率
1. 気管支炎	276	93.79
2. 胃炎・大腸炎	93	31.60
3. インフルエンザ	63	21.40
4. 結 核	59	20.05
5. 肺 炎	44	14.95
6. 赤 痢	37	12.57
7. りん病	8	2.71
8. はしか	5	1.69
9. 肝 炎	2	0.67
10. 水 痘	1	0.33
11. 破 傷 風	1	0.33

表2-7 ラ・トリニダッド市における病気発生状況
(1982年)

(注1) 出所: Report of the Municipal Health Office La Trinidad Benguit

また、主要産業である農業においては、灌漑用水にバリリ川の水を使用しているために同地域の水系伝染病の多発が川の汚染と深い関係があると云う悪評によって野菜の販路がなくなっており経済的に大きな被害を受けている。

項 目	発生件数	出生千人当たり発生率
1. 上気道感染症	183	120.96
2. 気管支炎	50	57.60
3. 下痢	33	38.01
4. 皮膚病	15	17.28
5. 気管神経病	13	14.97
6. 中耳炎	3	3.45
7. かいせん	3	3.45
8. 栄養失調	3	3.45

表2-8 ラ・トリニダッド市における小児病気発生状況
(1982年)

項 目	発生件数	出生1万人当たり死亡率
1. 気管支肺炎	6	69.12
2. 胎盤不全	4	46.08
3. 呼吸器疾患	2	23.04
4. 肺炎	2	23.04
5. 小児腐血症	1	11.52
6. 先天性体質変異	1	11.52
7. 下痢	1	11.52

表2-9 ラ・トリニダッド市における小児死亡率
(1982年)

第3章 下水処理施設設計諸元の設定

第3章 下水処理施設設計諸元の設定

3-1 バギオ市の土地利用の現況および将来

バギオ市は、起伏に富んだ高地に位置し、平地地はほとんど見あたらない。しかし、その気候的な特性から、人口が集中し、傾斜地に器用に家を立て、日本では考えられないような高度な土地利用を行なっている。但し、高層建築はホテル、大学等に限られ、平屋、二階建て程度の建物が大半を占めている。

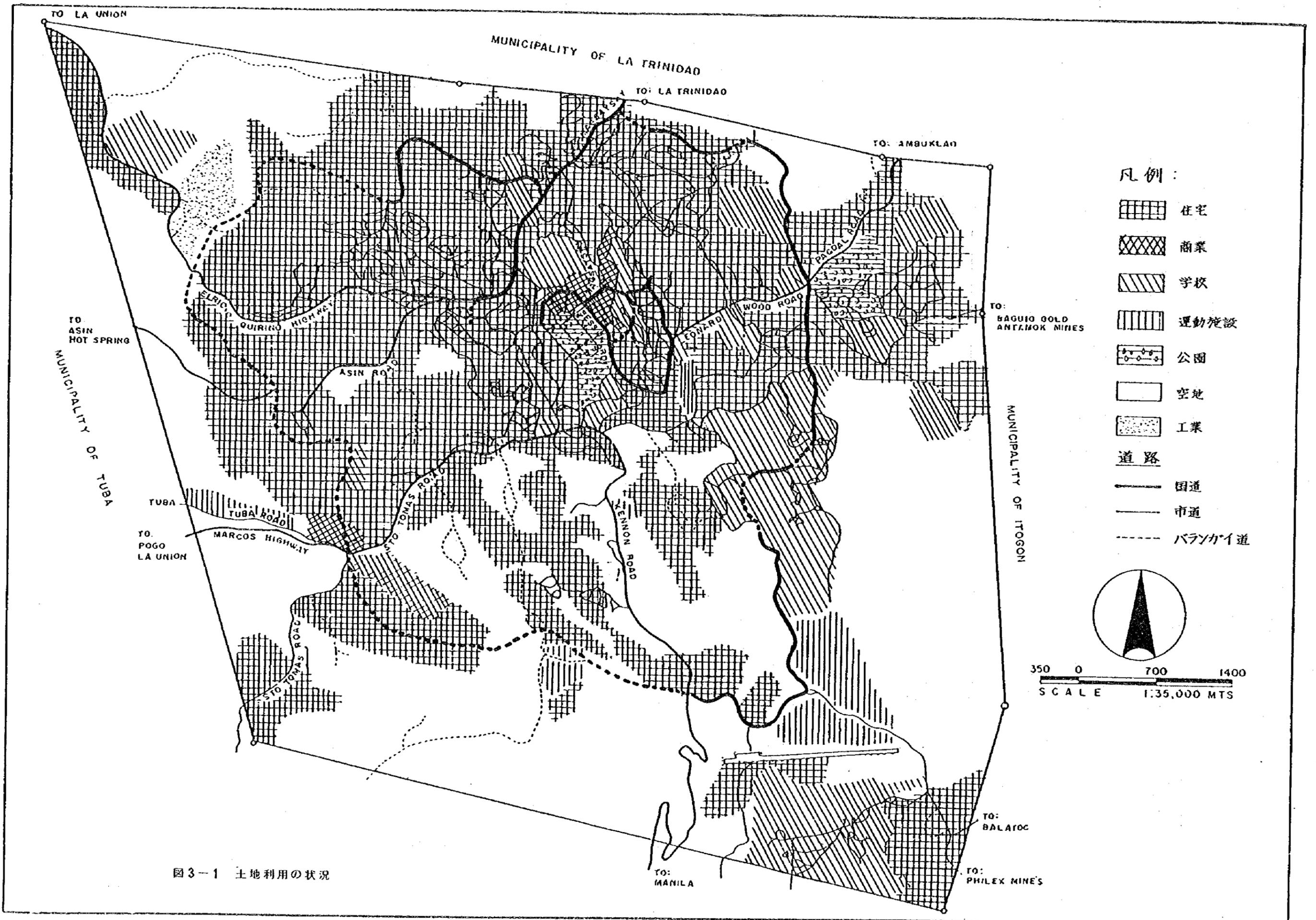
道路は町の中を縦横に走っており、舗装率も高いが、直線部はほとんどなく、曲線が多く、急勾配なものとなっている。

現況における全市域および下水管渠敷設区域内の土地利用状況は表3-1のとおりであり、図3-1は全市の土地利用状況を示したものである。

土地利用区分	下水管渠敷設区域	バギオ市全域	備考
住居地区	45%	13.0%	
学校・官庁等地区	20	17.25	
公園地区	20	18.25	
商業・工業地区	5	1.5	
空地	20	50.0	

表3-1 現況における土地利用状況

今後の都市開発として、市周辺を囲む幹線道路および公園建設の他、空地利用の促進があげられる。明確な空地利用計画は入手できなかったが、現地調査、バギオ市担当部局から得た情報から、今後ともこれらの空地利用が進むものと考えられ、人口増に伴う土地利用促進が予想される。



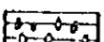
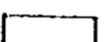
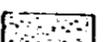
- 凡例：
-  住宅
 -  商業
 -  学校
 -  運動施設
 -  公園
 -  空地
 -  工業
 - 道路
 -  国道
 -  市道
 -  バランカイ道

図3-1 土地利用の状況

3-2 バギオ市の人口の現況および将来

バギオ市の人口はその構成を定住・学生・観光客に分けられる。

これらの人口動態について、1983年現況および本プロジェクトの稼働想定年次である1986年時点について検討する。

3-2-1 定住人口規模および増加率

バギオ市において人口調査が始まったのは1903年からであり、1980年まで随時実施されてきた。表3-2に示したのはその結果であり、概ね次のようなことが言える。

1903年以後、市の人口は急激な伸を示し、特に1903年～1918年においては、過去における最高年間伸び率17.43%を記録した。しかし1938年～1948年における成長は戦争のために混乱し、2%程度を示した。その後1960年代から今日に到るまで急激な伸びを示し、1960年人口50,436人が1970年には67%増に、また1980年には2倍以上となった。

人口増に比例して人口密度も、1903年時点で0.09人/ヘクタールであったものが、1980年現在24人/ヘクタールとなっており、イロコス地方の平均1.64人/ヘクタールをはるかに上まわったものとなっている。

センサス年	人口	年間平均絶対増	人口動態相対増	年間平均人口増率	平均人口密度	備考
1903	489				0.09	
1918	5,464	331	67.82	17.43	1	
1939	24,117	932	17.07	7.31	4	
1948	29,262	514	2.13	2.17	6	
1960	50,436	1,764	6.03	4.64	10	
1970	84,538	3,410	6.76	5.30	17	
1975	97,449	2,582	3.05	2.88	20	
1980	118,560	4,312	4.42	4.00	24	

資料：バギオ市NCSD

表3-2 バギオ市の人口推移

3-2-2 バギオ市定住人口予測

バギオ市の現在(1983年)人口は132,600人と推計されている。これは過去5ヶ年間 1975年～1980年の年間伸び率4%を勘案の上、1981年～1985年まで3.8%/年の伸び率を仮定して算出したものである。同様に伸び率をさらに0.2%へらして1986年～1990年人口を下表のように予測している。これ等の予測値は、現在から10年以内の人口予測として妥当なものと考えられる。

従って、本プロジェクトの下水処理開始年次を1986年と想定した場合の市全体予測人口を148,000人と推定するものとする。

年次	年間 伸び率	人口	備 考
1975		97,449	
1980	4.0	118,560	
(1983)	3.8	132,600	1981～1985年伸び率3.8%/年採用
1985	3.8	142,860	
1986	3.6	148,000	1986～1990年伸び率3.6%/年採用
1990	3.6	170,500	

表3-3 バギオ市の定住人口予測

3-2-3 移動学生人口

バギオ市はフィリピン国において学生の町としても特徴づけられ、市域外からもフィリピン人の他外国人も滞在している。その数は1980年現在、約4万人と推計されており、将来1990年には5万人程度が市によって予測されている。これ等学生のうち、約30%はバギオ市定住人口に含まれる。また残りの人数には、バギオ市居住者の親戚・知人が多く含まれるものと思われる。

3-2-4 観光人口

休暇に訪れる人口および観光目的人口を指すもので、バギオ市の地理・気候的な特性からピーク時(3月～5月)には、現況報告によると約10万人の観光客が滞在していると推定される。市当局は将来の動行としてかなりの観光人口の伸びを予想している。但し、観光客の滞在期間としては平均1週間程度が現実のようである。

3-3 バギオ市の給水量の現況および将来

3-3-1 バギオ市における上水供給状況

現在バギオ水道事業所(Baguio Water District)の管理下において水道水の供給がなされており、給水システムは地形上から高圧、低圧、中間の3つの系統に大きく分けられている。本計画対象区域は、このうち中間および低水圧供給区域(全体の約80%)の大部分を占めている。

水源としては、湧水/クリークあるいは深井戸を使用しているが、乾期と雨期ではこれらの割合が下記のようになっている。

乾期：全取水量の80%が湧水/クリークであり、残りの20%が深井戸である。

雨期：全取水量の20%が湧水/クリーク、80%が深井戸である。

市全体の上水供給状況の概要は次の通りである。

(1) 取水量：800,000 m³/月 (26,667 m³/日)

(2) 使用水量：500,000 m³/月 (16,667 m³/日)
(料金徴収)

(3) 料金未徴収、漏水、火事用水等：300,000 m³/月 (10,000 m³/月)

このように取水量の約37.5%が無収・無効水量となっている。

3-3-2 水供給地区別の水使用状況

バギオ水道事業所による、水供給地区区分に従った20給水地区(図3-2参照)について、1983年12月における給水状況を示したのが表3-4である。これらの水量は、水道料金徴収のために設置された水道メーターから集計されたものであり、これらの地区に水道以外の水源がないため、実際の使用水量を示すと考えられる。

給水地区	月間給水量 (m^3 /月)	日間給水量 (m^3 /日)	備 考
1	24,588	793.2	
2	16,333	526.9	
3	35,578	1,147.7	
4	33,727	1,088.0	
5	28,204	909.8	
6	23,882	770.4	
7	30,282	976.8	
8	30,053	969.5	
9	13,533	436.5	合計にはバギオ輸出加工区への供給量 17,016 m^3 /月(548.9 m^3 /日)を含む。
10	13,046	420.8	
11	21,404	690.5	
12	9,169	295.8	
13	18,878	609.0	
14	19,142	617.5	
15	19,901	642.0	
16	16,232	523.6	
17	15,230	491.3	
18	23,441	756.2	
19	16,262	524.6	
20	24,429	788.0	
合計	433,314	13,978.1	

表 3-4 1983年12月における給水地区別給水量

3-3-3 1人1日当り平均給水量

各給水地区別の水道メーター数に1給水栓当りの平均使用人数9人をかけて人口を推算し、この結果と給水地区別の給水量から現況における1人1日当り平均給水量を算出したのが表3-5である。ここで1給水栓当りの使用人数9人を使用したのは、バギオ水道事業所が経験的に用いている値を用いたものである。

なお、給水地区別の給水量は家庭、商業利用を含むものであり、ホテル・商業地区が存在する給水地区における1人1日当り給水量原単位はかなり高いものとなっている。そしてその範囲は70 l /人・日から250 l /人・日にわたっている。

一方総平均を見ると約115 l /人・日であり、フィリピン国における水供給事業計画、定義さ

れている給水レベルⅡ（各戸給水）において使用されている設計1人1日当り給水量原単位100ℓ/人・日との比較において、対象地域内の商業地区・ホテル等を勘案した営業用水として家庭用水の15%程度を見込むと、ほぼ同程度の水量となっている。

将来の1人1日当り水量原単位については、水使用用途および水量との係わりで生活様式の変わる要因が見あたらないこと、さらに住民が使用料金との関係で水道メーターを見ながら1ヶ月当りの使用水量をコントロールしている現状から変動がないものとするのが現実的であろう。

給水地区	水道メーター数 (人)	想定人口* (人)	日間給水量 (m ³ /日)	1人1日平均 給水量ℓ/人・日	備 考
1	435	3,915	793.2	205	商業地区含む
2	682	6,138	526.9	85	
3	671	6,039	1,147.7	190	
4	482	4,338	1,088.0	250	ハイアット・ホテル含む
5	723	6,507	909.8	140	商業地区
6	695	6,255	770.4	125	
7	513	4,617	976.8	210	
8	858	7,722	969.5	125	
9	629	5,661	436.5	75	
10	622	5,598	420.8	75	
11	894	8,046	690.5	85	
12	310	2,790	295.8	105	
13	724	6,516	609.0	95	
14	588	5,292	617.5	115	
15	853	7,677	642.0	85	
16	771	6,939	523.6	75	
17	756	6,804	491.3	70	
18	734	6,606	756.2	115	
19	620	5,580	524.6	95	
20	992	8,928	788.0	90	
合計	13,552	121,968	13,978.1	115	

* 水道メーター数 × 9人/メーター数

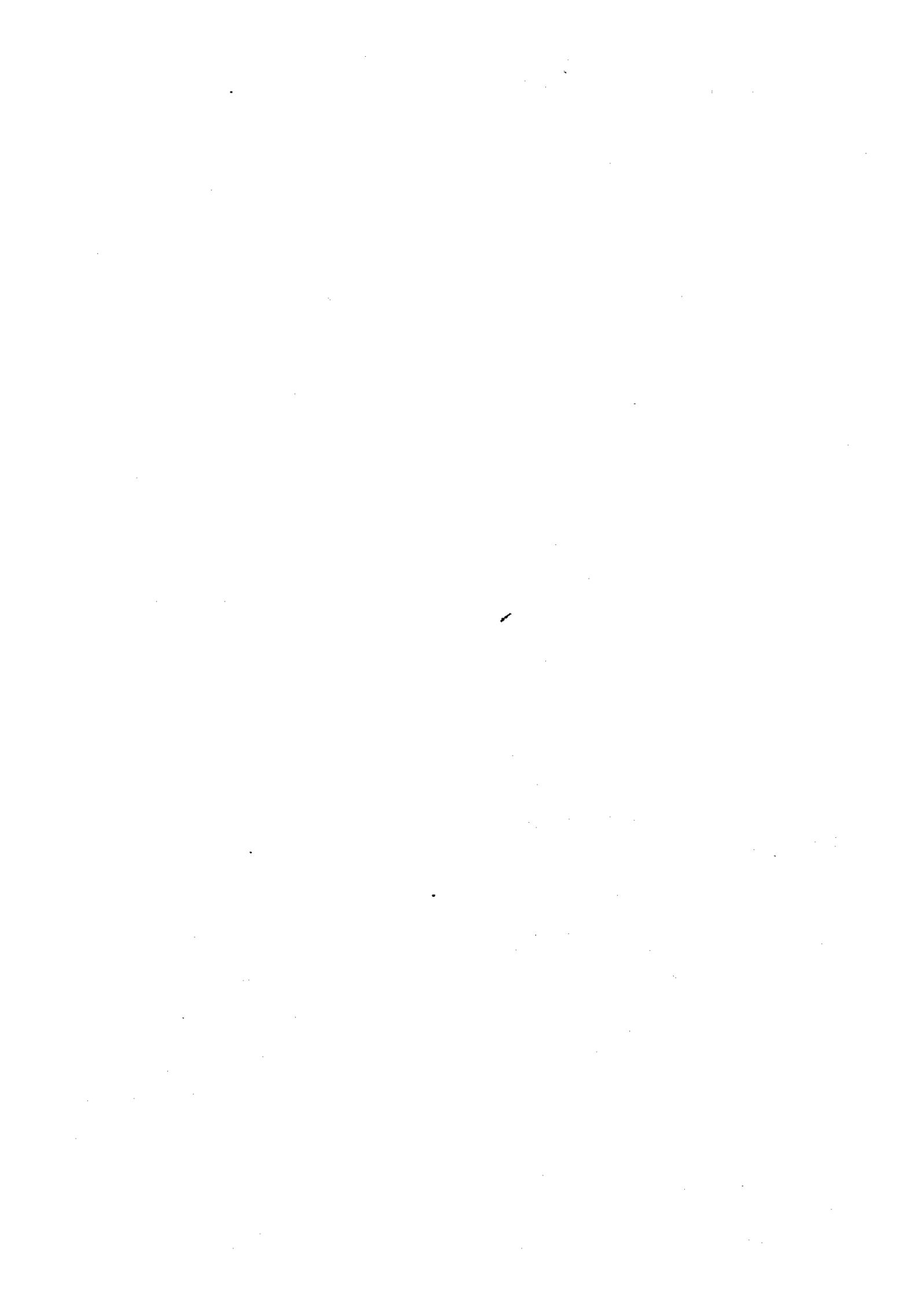
表3-5 給水地区別の想定人口と平均給水量原単位

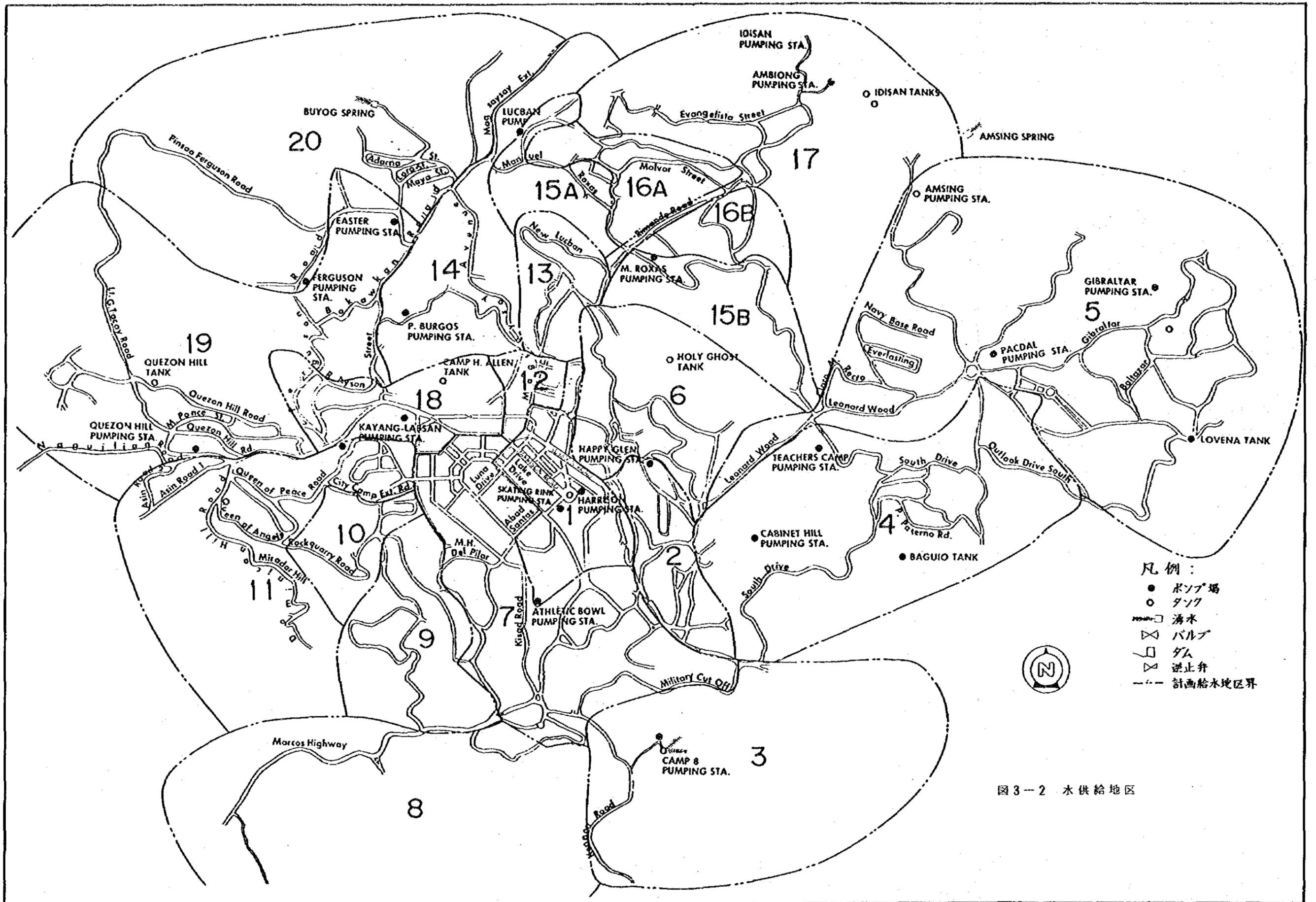
3-3-4 月別の給水量変動

1983年における月別の給水量実績を示したのが表3-5であり、年間平均給水量に対する月別給水量の割合をみると、この年次においては9月が一番大きく112%、6月が最低で93%となっている。しかし、年間を通じて±10%程度の変化しかなく、日本のように四季の変化のある地域とは水利用形態が異なり、月別使用水量の変動は小さい。しかし、バギオ水道事業所がLWUAの援助を受けて開発しているサント・トーマスの貯水地が1984年中に完成される予定で、これに伴う給水可能量の増加が予想される。また観光のピーク時には、一時的にしても、将来使用水量が増加することも考えられ、施設計画にあたってはこれについての対応を考えておく必要がある。

月	給水量 (m ³ /月)	年間平均に 対する割合	備 考
1月	434,841	99.8	月別変動は±10%程度
2月	439,680	100.9	
3月	415,642	95.4	
4月	467,936	107.4	
5月	440,283	101.0	
6月	406,010	93.2	
7月	431,794	99.1	
8月	407,454	93.5	
9月	488,779	112.2	
10月	429,873	98.7	
11月	436,719	100.2	
12月	428,766	98.4	
合計	5,227,777	435,648 (100%)	

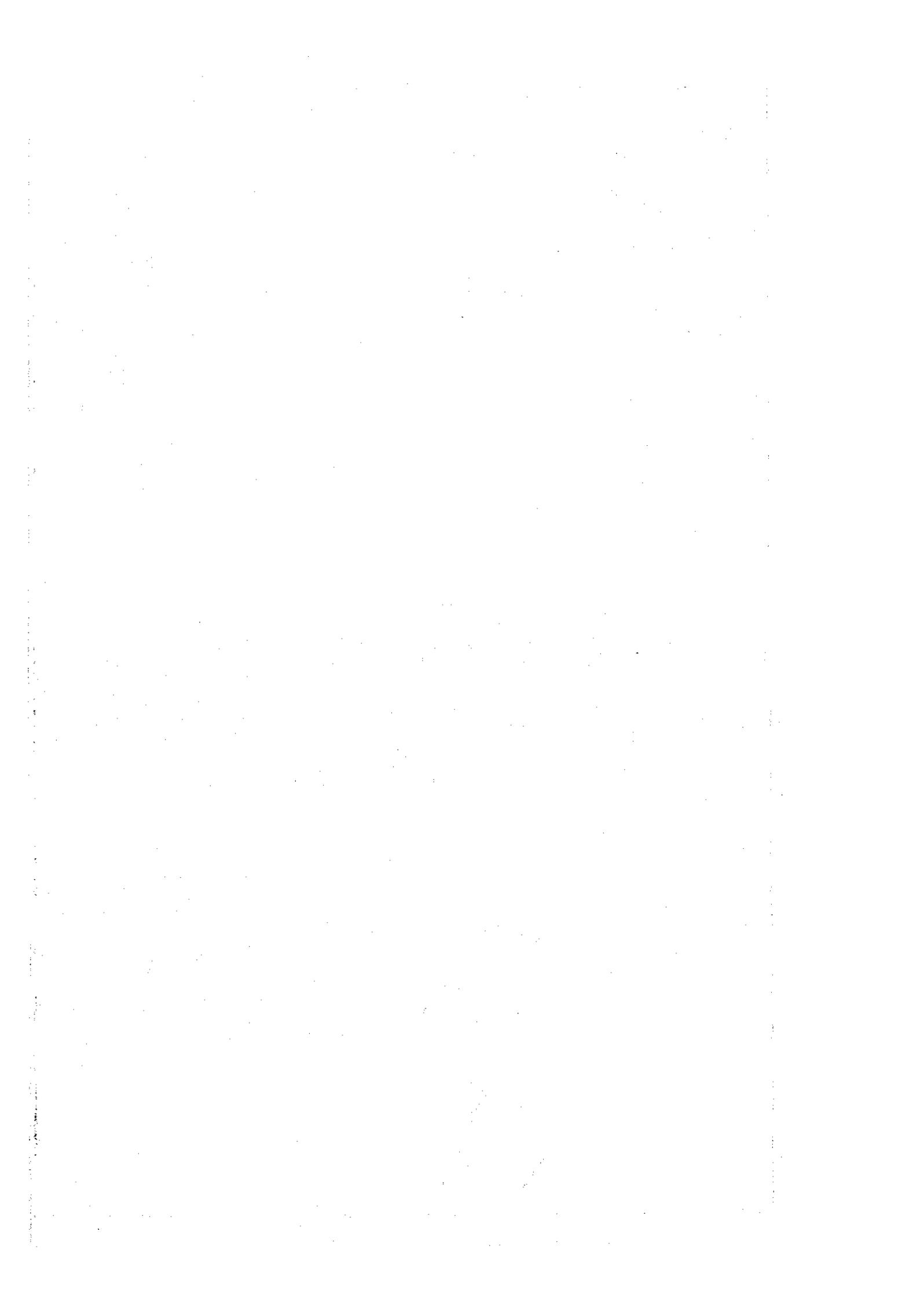
表3-6 月別給水量の変動





- 凡例：
- ポンプ場
 - タンク
 - 湧水
 - ⊗ バルブ
 - ダム
 - ⊘ 逆止弁
 - - - 計画給水地区界

図3-2 水供給地区



3-4 下水処理対象区域および現況使用水量

バギオ市は128の「バランガイ」(最小行政単位)から構成され、また図3-3に示したように25の地区に大きく分けられている。これらの行政地区の分割は給水地区の分割とは異なったものとなっている。

全市25行政地区のうち、バリリ川流域でしかも現在下水管渠が布設されている地区は表3-7に示す14行政地区である。本件に係るフィリピン国側の要請はこれら14行政地区から排出される下水を対象とするものである。

地区No	行政地区名称
②	Aurora Hill-Trancoville
④	Campo Sioco-Baguio Gen-Hosp.
⑤	Camp Allen-New Lucban
⑦	Campo Filipino
⑨	Central Business District
⑩	Central City
⑪	City Camp
⑬	Gov't Center-Teachers Camp
⑭	Buisad-Pinsao
⑯	Holy Ghost Hill
⑳	Mansion House-Mines View
㉑	Pacdcil
㉒	Quirino Hill
㉓	Quezon Hill

表3-7 バリリ川流域内の既設下水管渠区域

一方、全市20給水地区のうち、下水処理対象区域に係る地区は図3-4に示したように16給水地区にわたっている。本計画の対象となる下水処理区域内の使用水量の推計にあたってはバギオ水道事業所による給水地区別の現況給水量が各給水地区の使用水量と等しいと想定した。また、1メートル当りの想定使用人口と水道メーター数から対象区域内人口を推定した。その結果、表3-8に示すように、現況における使用水量は約11,000 m³/日と推定される。

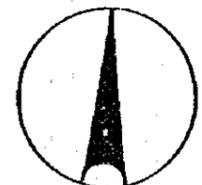
なお、対象区域外はNo. 3, 8, 10, 11の4給水地区であり、No. 9地区については約半分が対象地域内に含まれるものとして算定した。

下水道のある地区 (14地区)

No	地区名称
2	Aurora Hill - Trancoville
4	Campo Sioco-Baguio General Hospital
5	Camp Allen - New Lucban
7	Campo Filipino
9	Central Business District
10	Central City
11	City Camp
13	Government Center - Teachers Camp
14	Guisad - Pinsao
16	Holy Ghost Hill
20	Mansion House - Mines View
21	Paddal
22	Quirino Hill
23	Quezon Hill

凡例:

- 市域界
- 行政地区界
- 国道
- 市道
- バランガイ道
- 計画道路
- 計画下水処理対象区域



350 0 700 1400
SCALE 1:35,000 MTS

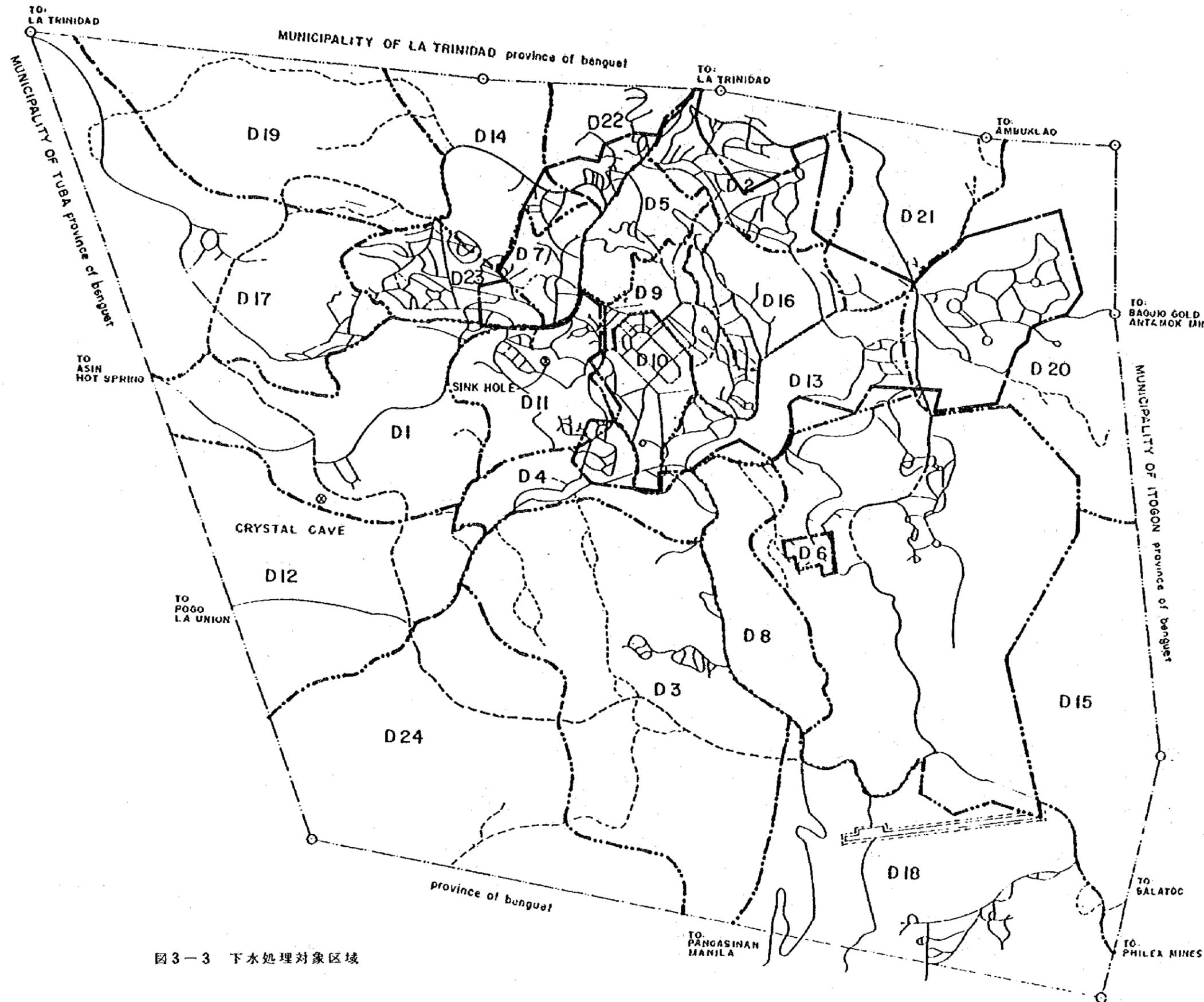


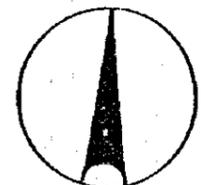
图3-3 下水処理対象区域

下水道のある地区 (14地区)

No	地区名称
2	Aurora Hill - Trancoville
4	Campo Sioco-Baguio General Hospital
5	Camp Allen - New Lucban
7	Campo Filipino
9	Central Business District
10	Central City
11	City Camp
13	Government Center - Teachers Camp
14	Guisad - Pinsao
16	Holy Ghost Hill
20	Mansion House - Mines View
21	Paddal
22	Quirino Hill
23	Quezon Hill

凡例:

- 市域界
- 行政地区界
- 国道
- 市道
- バランガイ道
- 計画道路
- 計画下水処理対象区域



350 0 700 1400
SCALE 1:35,000 MTS

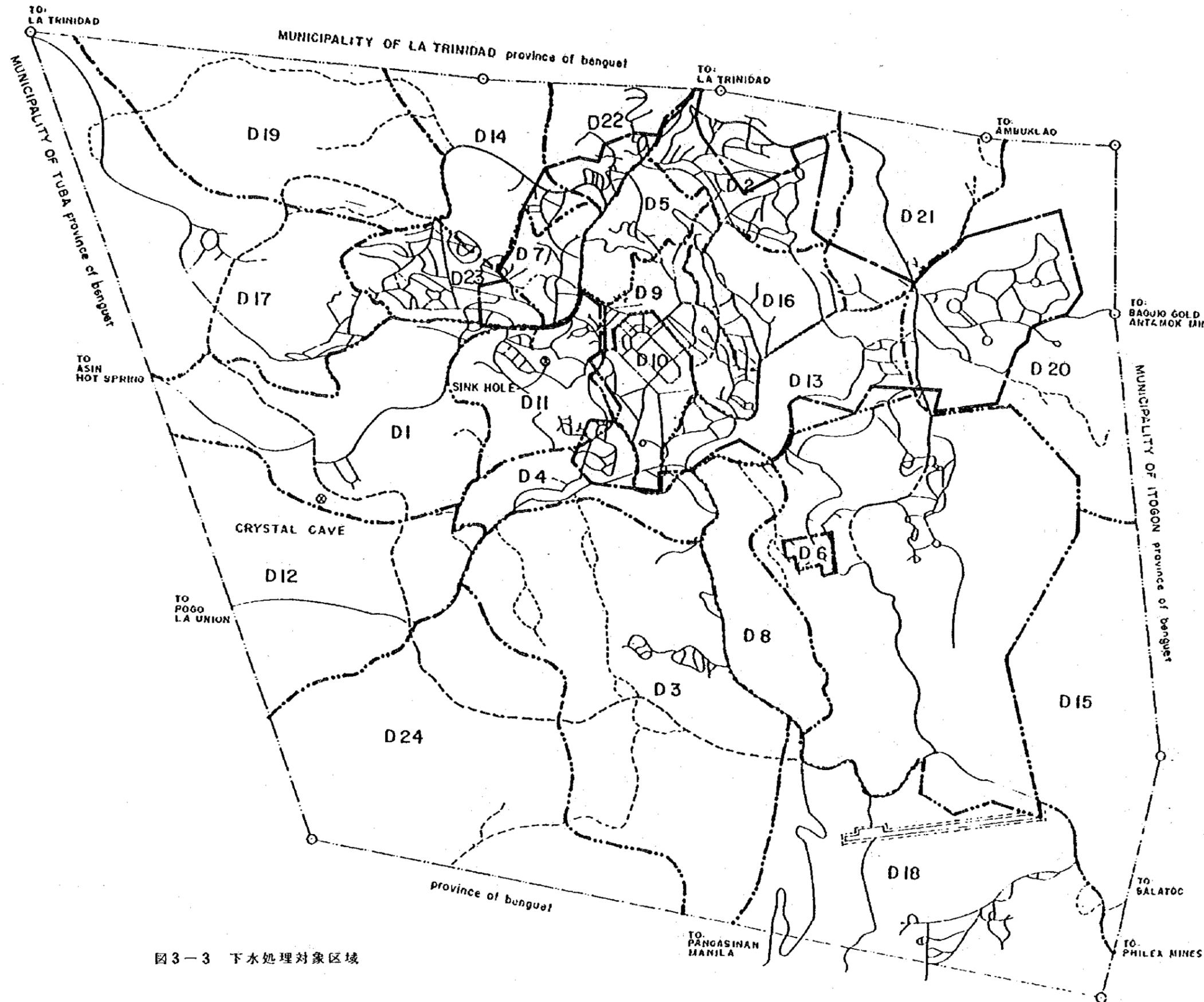


图3-3 下水処理対象区域

給水地区	想定人口 ^{*1} (人)	使用水量 ^{*2} (m ³ /日)	備 考
1	3,915	793.2	全地区対象
2	6,138	526.9	全地区対象
3	—	—	対象区域外
4	4,338	1,088.0	全地区対象
5	6,507	909.8	〃
6	6,255	770.4	〃
7	4,617	976.8	〃
8	—	—	対象区域外
9	2,830	218.3	約半分の地区が対象
10	—	—	対象区域外
11	—	—	〃
12	2,790	295.8	全地区対象
13	6,516	609.0	〃
14	5,292	617.5	〃
15	7,677	642.0	〃
16	6,939	523.6	〃
17	6,804	491.3	〃
18	6,606	756.2	〃
19	5,580	524.6	〃
20	8,928	788.0	〃
	91,732 ^人 ≒92,000 ^人	10,531.4 ^{m³/日} ≒11,000 ^{m³/日}	

注) *1 水道メーター数×9人/メーター数から推定

*2 現況給水量と等しいものと想定

表3-8 1983年12月における対象区域内給水地区別日平均使用水量および想定人口

3-5 バギオ市の衛生環境

3-5-1 既存下水管渠の状況

バギオ市の下水排除方式は主に分流式が採用されており、汚水は浄化槽に流入処理されているか、下水管によって輸送され、処理されないまま河川に放流されている。

下水管渠のほとんどは、バリリ川流域内に布設されており(図3-5参照)、この流域の周辺に、現在オーバーロードとなっているが使用されている浄化槽が点在している。これらの下水管渠システムは、建設当初約620ha、開発区域の約50%の地域の下水を収集あるいは処理していた。しかし最近では施設の能力低下に伴い30%以下の市街地のみがシステムの利用をしているに過ぎないとの報告もある。

バリリ川流域内の想定人口は現況92,000人と予想され、市当局による最近の調査によると、このうちの90%が下水管渠システムに下水を流している。

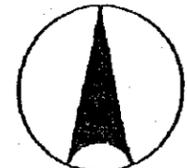
下水管渠についてみると、総延長58kmにわたって口径150mmから400mmの管渠が布設されている。管種としては、無筋コンクリート管が最も多く、その他鋼管、铸铁管などが空中配管されている。主要下水幹線として布設され、バリリ川流域の収集下水を下流に輸送していたパイプは1972年の台風時に流出してしまい現在まで復旧されることなく放置されている。

浄化槽についても前述したように、その機能が十分果たされておらず、周辺の小河川に生下水同様な汚水が流れ込んでいる。バリリ川流域には現在使用されている浄化槽は存在しないが、バギオ市全体としては、衛生改善対策の一環として浄化槽の構造改善を始め、機能回復のための方法を講ずる必要があろう。

バリリ川流域内の既存管渠システムについて集水区域を7つのブロックに分割したのが図3-5であり、大きく分けて2つの系統、すなわち東部および中央部の一部(①, ②, ③ブロック)および西部および中央部の一部(④, ⑤, ⑥ブロック)から成るものである。各系統は現地調査結果に示したようにクリークに沿って幹線が布設されており、現況ではこれらのクリークに下水が流れ込んでいる。従ってマグサイサイ橋上流1km程度の位置から下水処理場に致るまでの区間について下水管渠の修繕、あるいは一部新設が必要となろう。

3-5-2 既存管渠およびクリークの状況調査結果

下水処理場附近の集水区域末端の幹線パイプが台風による大水の影響を受けて流出してしまっていることにより、既存管渠システムによって収集された汚水は市内を流れるクリークおよびバリリ川へ直接流れこんでいる実情である。バリリ川へ流入する主要なクリーク(下水路となっている)は以下のとおりである。

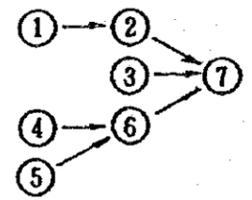


300 150 0 300 600 900
SCALE 1:22,400 MTS.

ブロック別面積 (測定値)

No	各面積	追加面積
1	319 ha	ha
2	75	394
3	97	
4	171	
5	170	
6	13	354
7	15	860

流向

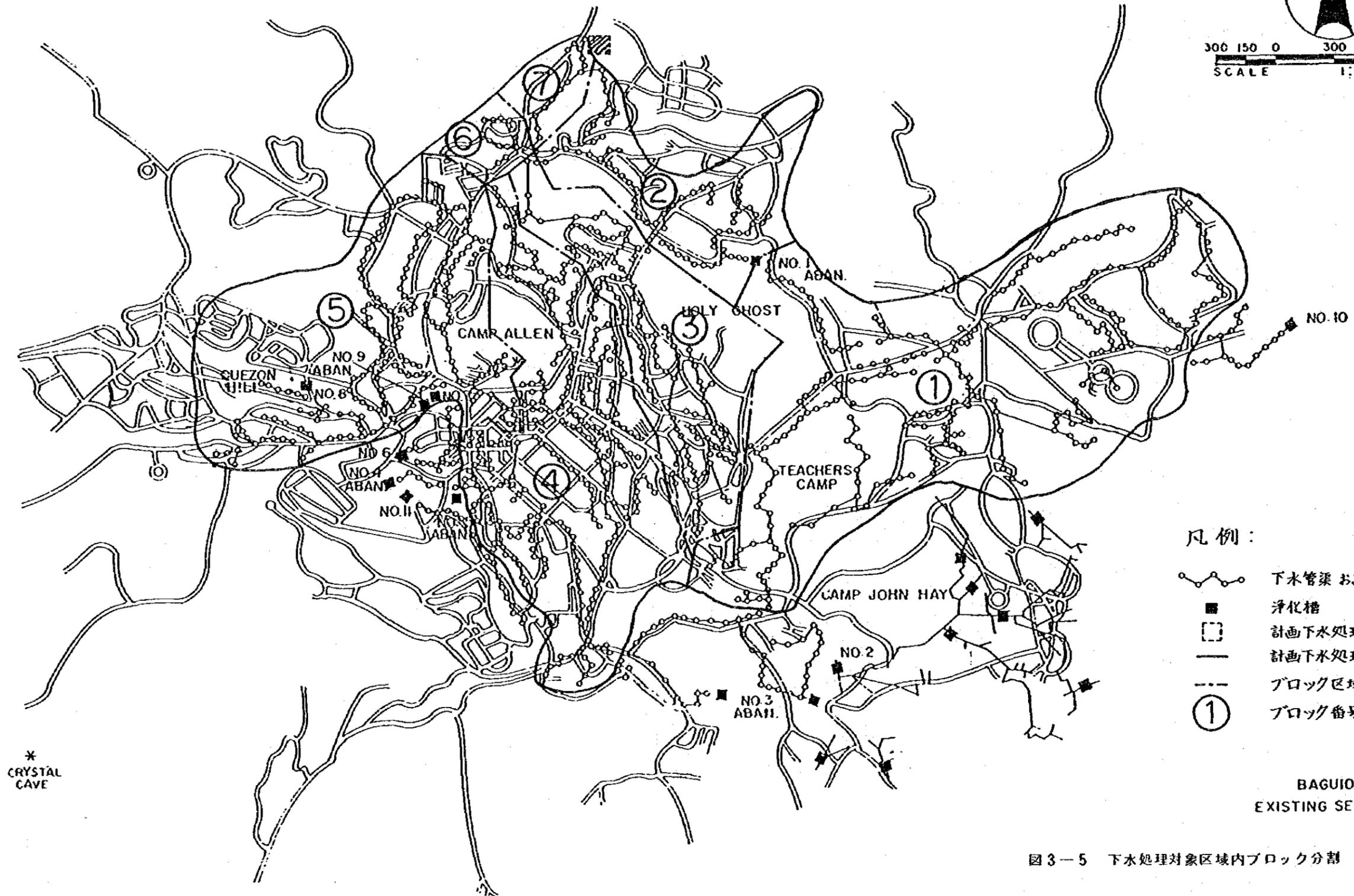


凡例:

- 下水管渠およびマンホール
- 浄化槽
- 計画下水処理施設
- 計画下水処理対象区域界
- ブロック区域界
- ブロック番号

BAGUID CITY
EXISTING SEWERAGE SYSTEM

図3-5 下水処理対象区域内ブロック分割



* CRYSTAL CAVE

- (1) マグサイサイ通りに沿ったクリーク：クリーク①
(パインズ・ホテル、バーンハム公園からの汚水が流入)
- (2) マニユエル・ロハス通りに沿ったクリーク：クリーク②
(アーマン通りを切って流れるクリークと途中合流する。ティーチャーズキャンプ、テラシスホテル等からの排水を含む)
- (3) ホーリィ・ゴースト丘、セント・ルイス大学等からの汚水を収集するクリーク：クリーク③

図3-7に示した位置において、マンホールから汚水がオーバーフローしたり、管渠が破損して汚水が流出している。以下に各クリーク毎の状況を概略述べるものとする。

Creek ①

Creek ②合流前(採水地点)のマグサイサイ・プライベート道路地点で地下水に近い下水が大量に流れている。

No 1 : $\phi 300$ 鋼管が道路わきの護岸に設置されているが、管の閉そくにより、下水が途中からあふれて、クリークに合流している。

No 2 : 下水管渠の能力不足により、マンホールから下水がオーバーフローして、クリークに流入している。

No 3 : マグサイサイ通り沿いの雨水排水路(マンホール深74cm)を下水が流下しており、幾つかの地点でクリーク①に流入、あるいは道路に沿って下流のマグサイサイ橋に到る。

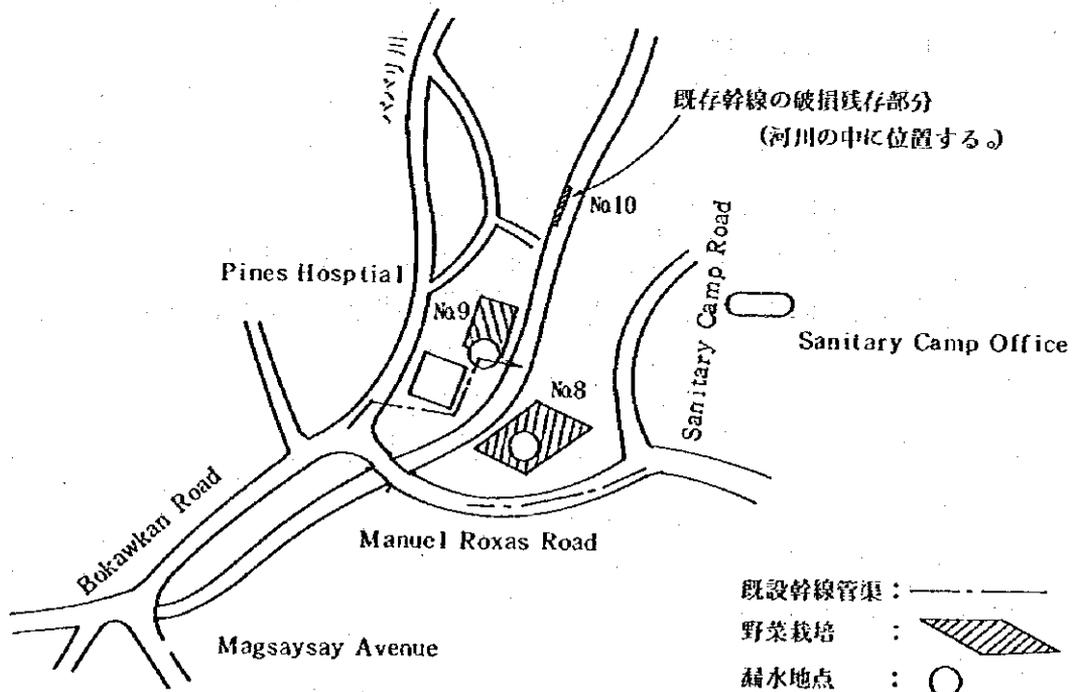


図3-6 バリリ川附近の状況図 (No.8 ~ No.10)

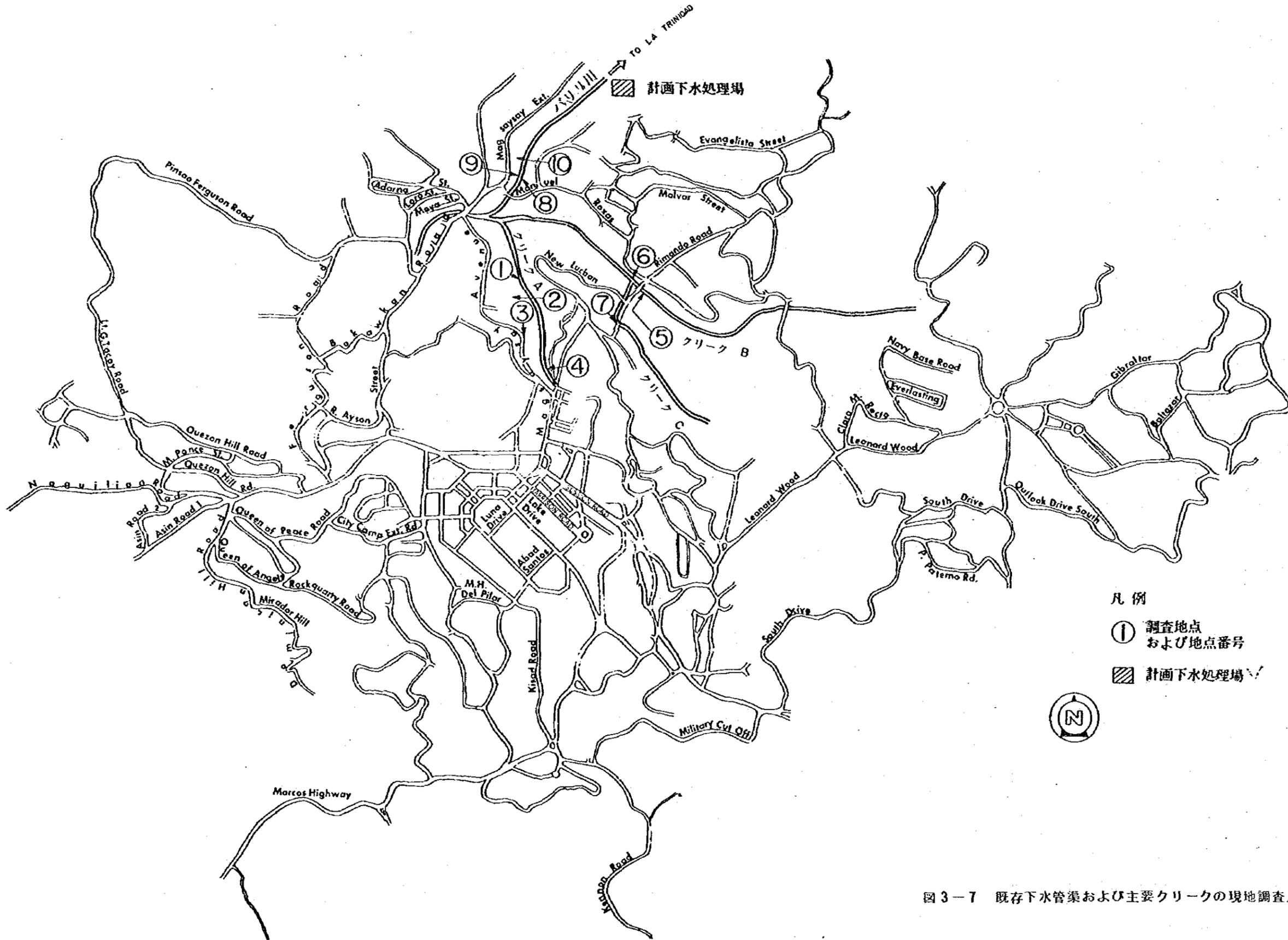
- №4 : マグサイサイ通りとボナファシオ通りとの交叉点下流地点で馬てい形の水路となっており、市街地中心部から集まった下水が流れている。

Creek ②

- №5 : 既存のマンホールからオーバーフローした下水がクリークに流入している。
№6 : 比較的浄化された下水が流れており、クリーク③と合流した地点で生下水の様相を呈している。また、クリーク③との合流によりかなりの水量となっている。

Creek ③

- №7 : セント・ルイス大学等からの汚水が流下しており、この地点で管渠が切れ、クリークに下水が流れ落ちている。
№8 : サニタリーキャンプ事務所の近くに位置しており、計画では処理対象区域のうち東部および中央部の汚水が収集され、この地点を通過後バリリ川を横断して対岸の幹線に合流することになっている。しかし、この地点で人為的にマンホールからオーバーフローさせた下水を野菜栽培に利用しており、使用後の下水はバリリ川へ流入している。但し水量は少なく(5ℓ/sec以下)、上流で漏水した残りの下水となっている。
№9 : パインズ教育センター、病院の横にマンホールがあり、本来ここに処理区域の西部および中央部の汚水が集まるはずであるが(図3-6参照)、ほとんど下水は流れていなかった。またパインズ病院の下流で下水マンホールからオーバーフローさせた下水を野菜栽培に利用していた。
№10 : パインズ病院近くのバリリ川の左岸
パインズ病院の下流、バリリ川の上手(川の中)に既設の無筋コンクリート管(φ300mm)が一部露出しており、土砂がつまっていた他、穴があいており、台風によって流出してしまっただ幹線管渠の一部として残っている。主要幹線は川の中の上手、しかも川底近くに布設することは避けるべきであり、下水処理場建設までには、新しい幹線管渠をアクセス道路に沿って布設する必要がある。



凡例
 ① 調査地点
 および地点番号
 ▨ 計画下水処理場



図 3-7 既存下水管渠および主要クリークの現地調査点

3-5-3 計画対象区域内の水質汚濁状況

バギオ市、特に下水道処理対象区域内の水質汚濁状況を調査するため、下記のような項目を勘案の上、2月15日に事前調査、翌16日に採水を実施し、マニラ市内の分析センターに水質分析を依頼した。測定概要は以下のとおりである。

(1) 測定目的

- 1) バギオ市内の小川(クリーク)の水質汚濁状況
- 2) 浄化槽流出水の水質汚濁への影響度合
- 3) 下水管渠内の下水水質

以上の他に3-5-4で述べる、下水道処理水の放流先として予定されているバリリ川およびラ・トリニダッドにおける農業用水水質についても調査を実施した。

(2) 測定項目および分析方法

水温、pH、SS、BOD、COD、大腸菌群数、TN、NH₃-N、DO、*cl*⁻、ORP(酸化還元電位)

分析方法は「Philippine Standard Method for the Analysis of Air and Water (Human Settlement Commission, 1978)」に準拠した。

(3) 測定地点

水温、pHおよびORP(酸化還元電位)の現場測定およびサンプリングを実施したバギオ市内の地点を図3-8に示した。

(4) 測定および水質分析結果

水質分析の結果を表3-9に示す。

No	地点名	現場測定				ケ						バッチリア		備考
		水温 °C	PH	CRP (mV)	PH	Total SS (mg/L)	NH ₃ -N (mg/LN)	T-N (mg/L)	eL ⁻ (mg/L)	溶存酸素 (mg/L)	COD (mg/L)	BOD (mg/L)	大腸菌群数 MPN/100mL	
	バギオ市内小河川												×10 ⁴	
1	Teachers Camp	19	7.46	-50	7.0	10	6.00	21.6	150	0	40	18	≥ 2.4	下水路
2	Brookside	22.5	8.04	104	7.1	6	0.10	0.7	82	7.9	10	1.2	≥ 2.4	湧水で清澄
3	Magsaysay Bridge	23	7.52	-18	6.5	3	1.70	4.6	150	0	40	60	1.1	下水路
4	Mag. Private Road 浄化槽流出水	22	7.66	-80	6.7	530	7.60	74.6	266	0	520	190	1.1	下水路
5	Naguillian & Kayang	21	7.11	-220	7.1	340	9.30	108.0	308	0	490	400	≥ 2.4	オーバーフロー
6	Pines Hotel 下水管渠内下水				6.9	16	0.31	2.1	82	0	150	40	≥ 2.4	洗たく排水
7	Sanitary Camp	22	7.37	-150	2.3	460	7.30	125.0	242	0	700	370	≥ 2.4	下水マンホール 越流水
8	Pines Hospital	21	7.01	-220	7.0	140	8.30	55.9	196	0	260	120	≥ 2.4	

現場測定：59年2月15日 晴
採水：59年2月16日 晴

表3-9 水質分析結果

(5) 水質分析結果に基づく水質汚濁状況

表3-8に示した分析結果は、事前調査および採水時に観察された状況を反映しており、各測定目的別に以下のようなことが言える。

1) バギオ市内小河川

市街地内を流下する小河川(クリーク)は、ほんの一部の河川を除いて下水路と化しており、河川水は外見、臭気ともに下水そのものである。但し、河川によっては、午前と午後でかなりの水質変化が見られ、特に早朝には湧水による希釈効果が観察された。このことは、水質測定結果からも裏づけられている。

下水との対比を見るために湧水を水源として、見た目ではほとんど汚濁されていないブルック・サイドを採水点の一つとして選定した。この地点においては水質分析結果としてBOD 1ppm、溶存酸素もほぼ飽和に近い値を示した他ORPも全検体の中で唯一の正の値を示した。これに対して特にマグサイサイ・プライベート道路横のクリークにおいては、 $\text{NH}_3\text{-N}$ を始めとしてTNも高く、BODは190ppmが測定され、河川というよりも下水排水路であることを如実に示した。

ティーチャーズ・キャンプおよびマグサイサイ・ブリッジにおける水質はかなりの量の湧水の流入があること、採水時間が午前(9時頃)であったことから、BODについては20~60ppmと比較的低濃度が記録された。しかし、いずれにしても、かなりの量の $\text{NH}_3\text{-N}$ 、TN、 cl^- が検出されており、下水との係わりが大きいことを示している。なお、午後に入って下水量が増加したことにより、外観からも水質悪化がはっきり認められた。このことは事前調査時に実施したORPの測定結果(-50以下)にも現われている。

2) 浄化槽流出水

バリリ川流域内には、かつて使用されていたが、現在廃棄された浄化槽が一つ存在するが、接続管渠が布設されて、収集下水は下流側へ排除されている。現在、浄化槽を使用しているのは、バリリ川流域外の谷間の地区である。これらの地区の中で現在使用されている浄化槽を数ヶ所訪れ、流出水についての状況を把握した。その結果どの浄化槽も過負荷状態であり、しかも維持管理がなされていないことから流出水路の周辺は不衛生の状況となっており、近くの住民もこのことを指摘し、改善を望んでいた。浄化槽流出水の代表として、ナギリアン&キャンにおける浄化槽流出水々質を測定した。この施設は、谷間のバランガイ人口500~600人の汚水を処理するために建設されたが、現在過負荷状態でありBOD 400ppmを示したばかりでなく、 $\text{NH}_3\text{-N}$ 検出量も全検体中最大となっている。なお、他の浄化槽もほとんど同様な状況となっており、施設の改善・拡張の必要性が強く望まれる。

3) 下水管渠内の下水

既設の下水管渠の二次幹線の各々の末端近くにおいて採水を行なった。分析結果をみると、これら2採水点においてBOD、SSともに違いが出ているものの $\text{NH}_3\text{-N}$ 、 Cl^- 等は相方ともかなり高く、生下水としての性状を示している。

サニタリー・キャンプおよびパインズ病院でのBOD、SSともに各々120~370 ppm、140~460 ppmの違いが出たのは上流側に位置する下水管渠の収集区域あるいは管渠の流下能力等の条件の違いからタイムラグが出たものと思われる。また、このことは1日のうちで下水々質がかなり変動することを表わしているとも言えよう。現地滞在中、これらの2地点の重要性を考慮して何回も観察に訪れた結果、午前と午後で水質の変動がある他、ピーク流量時(午後2時頃)には両者ともかわらないほど水質が悪化していることも確かめた。

3-5-4 下水処理水放流水域の状況

本調査を通じて乾期におけるバリリ川の流況、水質および河川の概略の浄化能力について定量的な把握を試みた。次に述べるのは実測調査概要と考察である。

(I) バリリ川の流況

- 1) 測定目的 : バリリ川流域からの日間流出量の把握と共に、下水処理場の計画規模設定資料の入手を目的とした。
- 2) 測定地点 : バリリ川流域内の小河川(クリーク)が合流した後のバリリ川本川、サニタリー・キャンプ事務所横の地点を選定した。
- 3) 測定日時および測定方法 :

2月22日(晴)午前8:30から1時間おきに18:00まで水位、流速(2ヶ所)を測定。なお流速の測定には、広井式流速計を使用。夜間19:00~22:00および翌日の午前5:00~7:00までには水位観測のみ実施。

4) 河川流量測定結果 :

測定流量はほとんどが $0.19\text{ m}^3/\text{秒}$ ~ $0.22\text{ m}^3/\text{秒}$ (時間当り勘算 $700\text{ m}^3/\text{時}$ ~ $800\text{ m}^3/\text{時}$)の幅に入っており、ピーク流量は午後14:00に計測された。図3-9に時間毎の流量を示したが、測定ができなかった午後23:00~午前5:00の流量は、観測データの中での最小流量(午前9:00)が継続するものと仮定した。

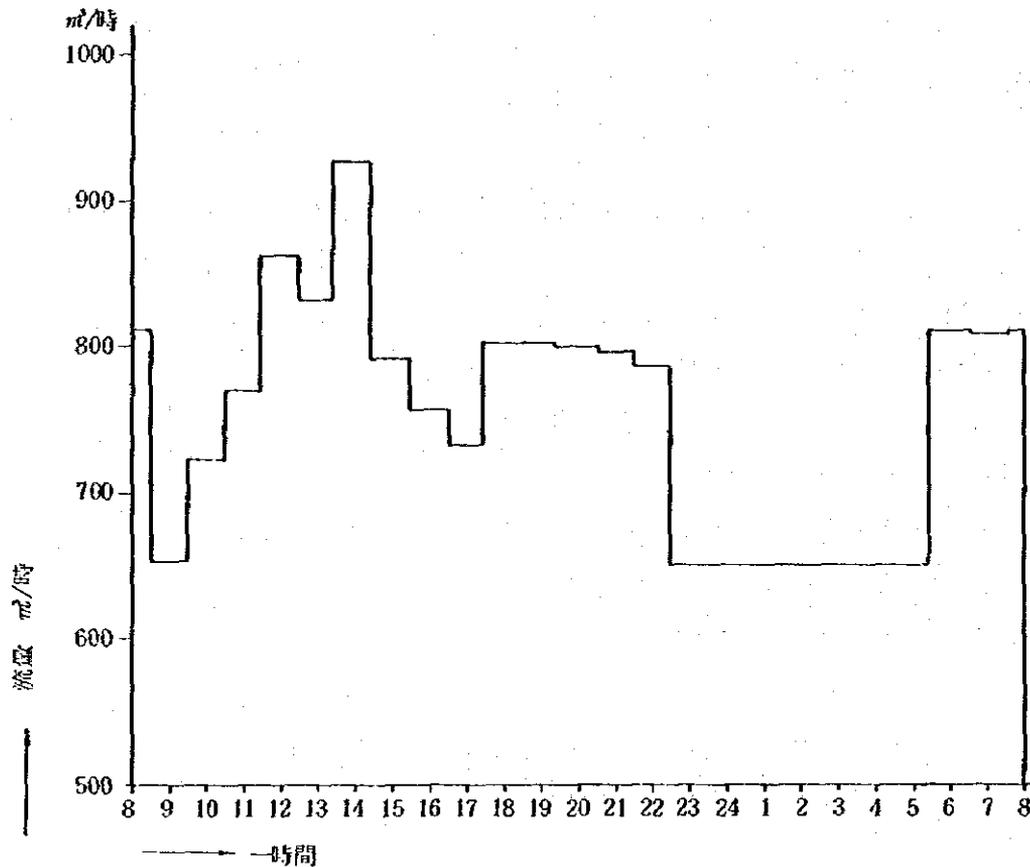


図3-9 バリリ川流量の日間変動

時間毎の流量を積み上げて、日間流量を算出すると約18,000 m³/日(平均流量0.21m³/秒)程度となる。この流量は概ね乾期におけるバリリ川の平均的なものと考えられる。

次に述べるのは測定流量を自流(湧水等)と下水量の面から論じたものである。

a) 下水量の最少値

流量測定結果のうち最低流量(午前9時)が河川の自流であると仮定すると下水量は約2,400 m³/日(18,000 m³/日 - 650 × 24)と計算される。

しかし、午前9:00の時点での河川水の外觀、臭気等は流量も多く最悪の水質が観測されたPM14:00と比較して、希釈効果は認められたものの、下水としての性状は変わっておらず、依然としてかなりの下水の流入を示すものであった。このことから上述の約2,400 m³/日は下水量の最少値と考えられる。

b) 想定される湧水量

バリリ川流域内の現在給水量は約11,000 m³/日であり、使用された水が地下浸透、漏水もなく、河川に流入していると仮定すると約7,000 m³/日(18,000 m³/日 - 11,000 m³/日)が自流となる。

ここで給水量がそのまま下水となって河川に到達しているとは考えられないので、少なくとも河川流量 18,000 m³/日のうち半分程度が湧水等からなる自流と考えるのが妥当であろう。

以上のような考察と共に現地調査を通じて少なくとも 2,000 m³/日～3,000 m³/日の清澄な湧水が流れるクリークが確認された他、早朝における市内小河川（クリーク）の水がかなり浄化されている状況であったこと等から現況における下水量は 8,000 m³/日～9,000 m³/日以下であると考えられる。

(2) バリリ川の水質汚濁状況

バギオ市およびラ・トリニダッドにおけるバリリ川の水質汚濁状況を調査すると共に、河川の浄化能力についての概略を把握するために、2月15日の事前調査に引き続き2月16日に採水を行った。測定項目および分析方法はバギオ市内の小河川（クリーク）の調査と同様とした。また測定地点は下図に示したように下水処理場建設予定地横とラ・トリニダッド市街地入口付近を選定した。なお、ラ・トリニダッドにおける農業用水（水源は山地部）の水質も参考までに採水・水質分析を行った。

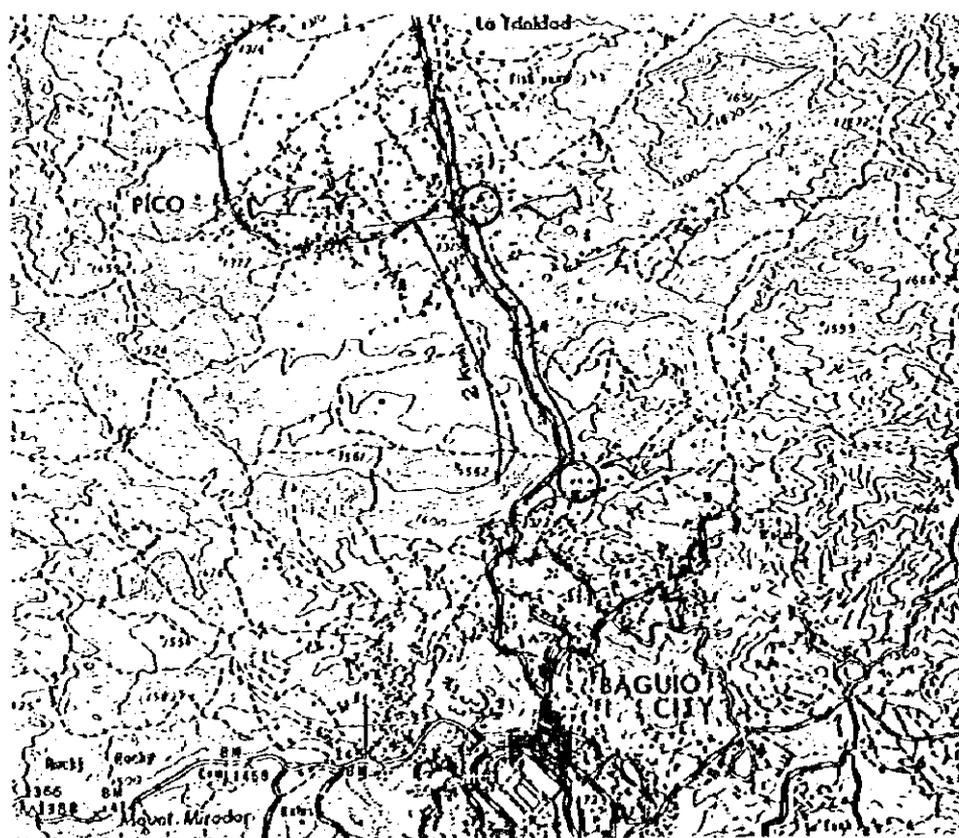


図3-10 バリリ川採水地点位置

1) バリリ川における水質変化（浄化能力）測定方法

選定した2地点について事前調査の結果として2地点間の距離約2km、河川の平均流速0.3m/秒（1,080m/時）を設定し、2地点間の流下時間を1時間50分と想定した。これに基づき各地点とも2回の採水を行った。

2) 測定および水質分析結果

No	地 点 名	現場測定		ケ ミ カ ル							バクテリア	備 考
		ORP (mV)	PH	Total SS (mg/l)	NH ₅ N (mg/lN)	T-N (mg/l)	Cl ⁻ (mg/l)	溶 存 酸 素 (mg/l)	COD (mg/l)	BOD (mg/l)	大腸菌 数 MPN/ 100ml	
9	バリリ川	(14:00) -140	7.1	45	6.90	20.3	150	0	90	60	×10 ⁴	
	下水処理場横										8:00	
10	"		7.1	170	10.00	27.9	174	0	180	74	1.1	
11	ラ・トリニダッド	(14:20) -10	7.2	4	4.76	13.2	150	4.9	40	7.3	≥2.4	
12	"										10:50	
14	下水処理場横		7.0	280	9.70	53.6	220	0	320	60	≥2.4	
13	ラ・トリニダッド農業用水		6.9	4	2.32	4.9	104	2.0	20	14	≥2.4	
	農業用水路											

現場測定：59年2月24日PM2:00

採 水：59年2月16日午前中

No 14 下水処理場横は追加採水

表 3-10 水質分析結果

3) 水質分析結果に基づくバリリ川の水質汚濁状況

水質分析をマニラ市内の分析センターに依頼せざるを得なかったこと、分析項目によっては採水後分析開始までの時間に制限があること等から、現地での採水時間が午前中に限られ、水質の日変化については実施した補助的な調査を参考として考察するものとする。

水質分析結果によると、下水処理場予定地付近でBOD 60~80 ppm、ラ・トリニダッドで15 ppm程度となっている。これらの濃度は採水時に外観等から、およそ推測できたものであった。しかし現地滞在中の河川水質がかなり変化することを確認しており、採水日の後日、同地点で午後2時~2時半の間にORPの測定を試みた。この結果、両地点ともORPが負の値を示したこと、外観・臭気とも午前のそれとは比べものにならないほど悪化していることを確認した。図3-11に示したのは、現場測定のDRPとBODのプロットしたもので、測定数、測定日が一致していないことから多少問題があるが取り扱った検体が生下水に近いものであることからORP-BODの関係を知

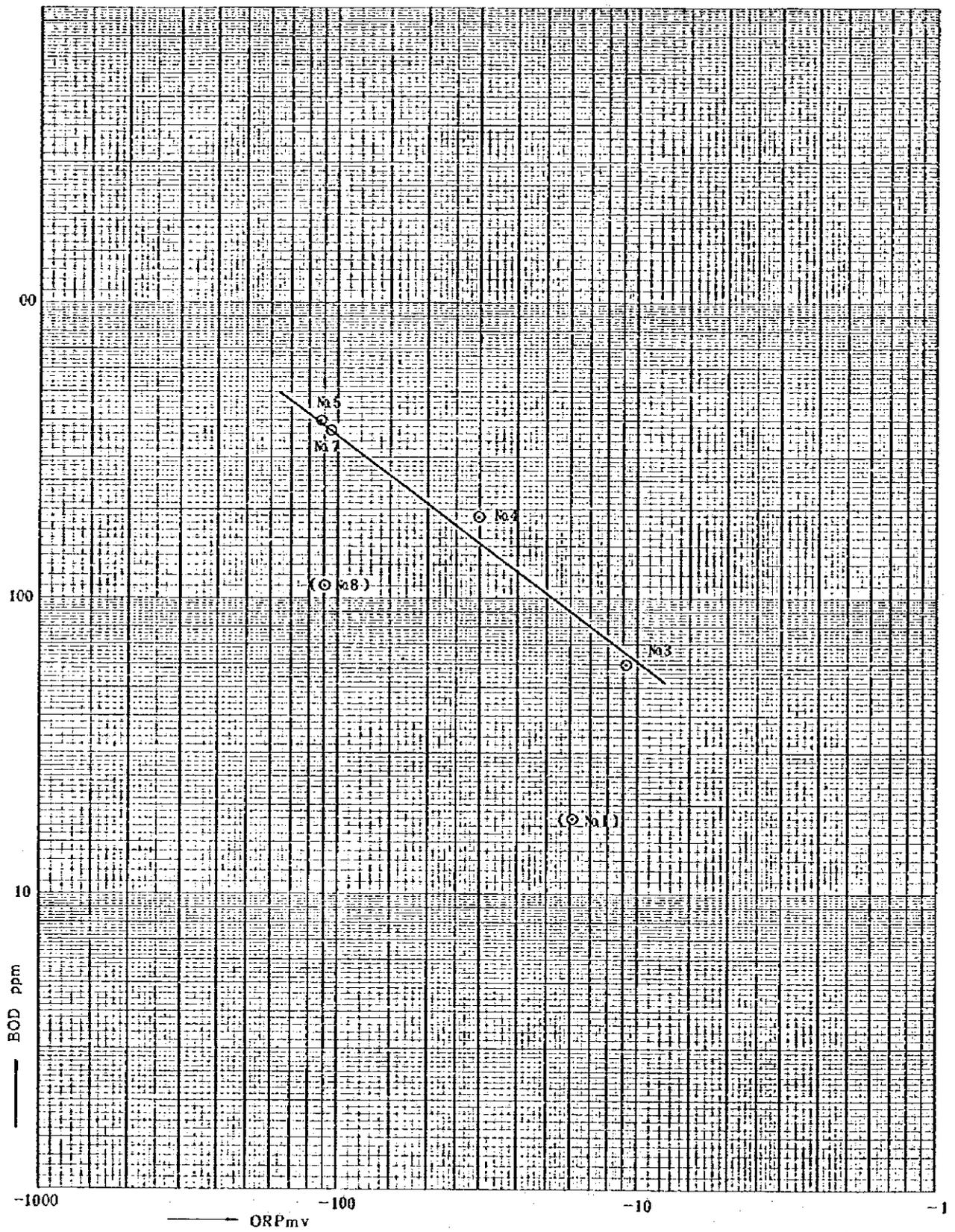


図 3-11 BOD-ORP 相関図

る目安となるものである。ここで図上の2サンプルについては、下記の理由により除外して相関図を作成した。

№1 : クリークの上流部にあり、ORP測定は、午後の水質悪化時に行ったが採水は早朝であり、湧水により水質がかなり異なっていた。

№8 : 数回の観察からORP測定時(午後)と採水(午前)時は、下水水質変動の上・下限に対応するものと考えられる。

一日を通じたバリリ川の水質を議論するために、ORP-BOD相関数により、午後14:00頃測定したORP値に対応するBODを読みとると、下水処理場予定地横で300ppm以上、ラ・トリニダッド市街地入口付近で60ppmとなる。この結果と現地調査によって確かめた河川水の状態から、ラ・トリニダッド市街地入口付近のバリリ川水質が午後14:00をピークとして、午前8:00~9:00における下水処理場予定地附近の河川水と変わらない程度に汚濁されていると言える。

4) バリリ川の浄化作用

選定された河川の上・下流2地点間の流下時間に伴うタイムラグを考慮した採水、水質分析の結果、60ppm程度のBOD水質が15ppm程に変化していることから70%以上の沈澱等を含む広義の意味での浄化が起きていることになる。このことは2地点における簡易流量測定の結果、相方とも0.3m³/秒~0.4m³/秒の範囲となっており、ほぼ同量の水量が流れているものと考えたことから得られた考察である。いずれにせよ、かなりの浄化が約2kmの区間で期待できるものと考えられるが、上流側の水質が悪化した場合、3)項で述べたように、かなりの高濃度の有機汚濁物質が浄化されずに残ることになる。従って、外見からも水質汚濁状況が顕著に観察され、下水処理の必要性に結びつくものである。

5) ラ・トリニダッドにおける農業用水々質

バリリ川の水質とラ・トリニダッドで使用されている農業用水の水質を比較検討するために、水源を山地に求めている農業用水路を探して水質分析を行った。この結果、NH₃-Nの存在が認められた他、BOD水質も14ppmと汚濁が進行していることが認められた。このことはバリリ川における午前中の比較的きれいな水質と変わらないものである。しかし前述したようにバリリ川水質の日間変動を勘案すると、バギオ市における下水処理による河川水質汚濁防止が最も効果的かつ緊急度の高いものであると言えよう。

3-6 計画下水量お限び水質の設定

事前調査団による調査結果および今回の調査を通じて得られた補足資料、関係当局との協議結果等を踏まえ、本計画の規模を設定するために、現実的な下水量の推定を行った。すなわち、対象区域内の給水は全てバギオ市の給水システムによってまかなわれていることから使用水量が下水量と等しいものとした。なお、計画人口は使用水量から推定した。また下水処理場が流入水質については水質分析結果を基に想定した。

下水処理場が供用開始する年次を1986年と想定し、計画下水量を8,600 m^3 /日(2.27 MGD)、流入水の水質をBOD、SS共に200 ppmと設定した。

検討手順の概要を図3-12に示したが、現況(1983年)におけるバリリ川流域内の使用水量を把握し、1人当たり日平均使用量が計画年次(1986年)においても変わらないものとして、人口増による給水量の増加を見こみ使用水量を推算した。その後バギオ市の調査結果に基づき、下水管渠システム利用者の給水対象人口に対する割合および管渠からの想定漏水率を使用して、下水処理場流入下水量を算出した。なお、バギオ市の気候は、乾期と雨期がはっきり分かれており、雨期においては既存管渠の布設状況、使用管種上の問題からかなりの量の雨水が下水管渠に流入することが予想される。しかしこの期間の水量増に対しては、処理施設の設計にあたる十分考慮するものとして計画下水量は、乾期を対象として設定した。また、対象河川流域の地形的特性と既設管渠の埋設深が浅く、既存管渠に地下水の流入がないことから乾期においては、地下水は見込まないものとした。

以下に図3-12に示した主要検討項目について概要を述べる。

ただし、行政地区、給水地区および給水実績等については既に説明したので省略してこれらを受けて説明するものとする。

(1) バリリ川流域内の現況(1983年)給水量(使用水量)および給水人口

バギオ市全域のうち本計画対象区域内の給水実績を把握する上で都合のよい給水地区を拾いあげると全20地区のうち16地区となる。バギオ水道事業所から提供された各給水地区別の給水人口を積みあげると想定人口92,000人に対して11,000 m^3 /日がバリリ川流域内総給水量となった。

本計画においては、前述したように、現実に使用されている水量を下水量推算の基礎水量とした。

(2) 計画年次(1986年)人口の現況(1983年)人口に対する伸び率

バギオ市における最近の人口センサスは1980年に実施されたものである。そこでバギオ市は1980年人口118,560人を基準として、1985年までを年率3.8%の伸び率、1986年から1990年までを年率3.6%増として人口予測を行っている。これによると1983年、

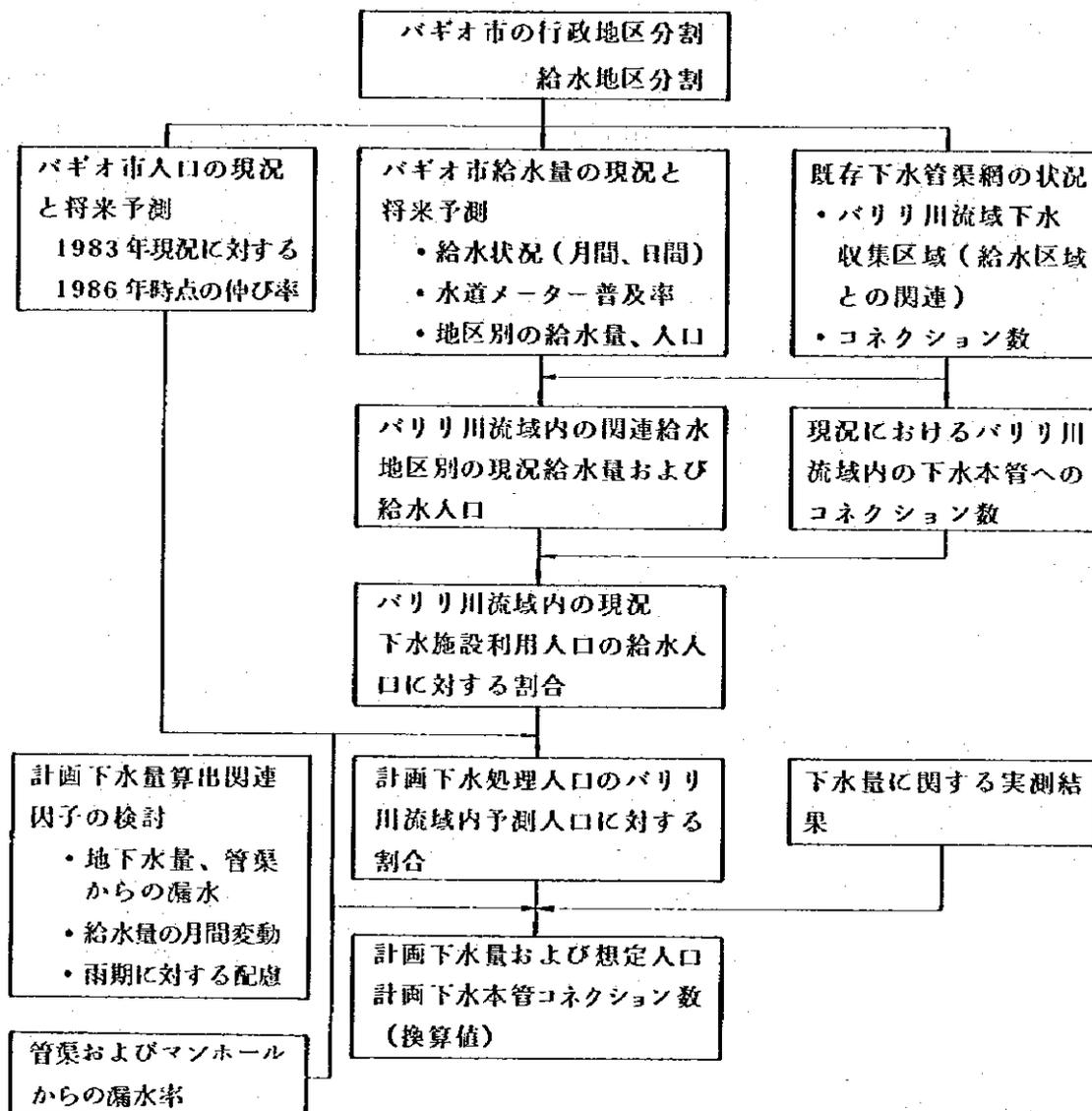


図3-12 計画下水道量算出フローチャート

1986年人口はそれぞれ132,600人、148,000人であり、結果として1986年人口は現況人口の約12%増が見込まれていることになる。

本計画においては、バリリ川流域内外を問わず、バギオ市全域において同様な割合で人口が増加するものと考え、この人口増加率が使用水量増に直接影響するものと考えた。

(3) 計画下水道処理人口のバリリ川流域内予測人口に対する割合

現在バギオ市は、下水管渠システムを利用している。7,000コネクションを対象として下水道料を徴収しており、その額は35,000ベソ/月程度となっている。

これらに対応するコネクション数は市による調査結果から約7,000となっている。しかし、現実的には、料金徴収の対象となっていない家庭でも既存下水施設を下水本管に接続、利

用しておりその数は約 2,700 コネクションと報告されている。以上に述べた全市のコネクションのうち約10%は既存の浄化槽に接続されており、処理後放流水はバリリ川流域外に流出している。従って、現在約 8,700 のコネクションが本流域内に存在することになる。ここで、給水栓と同様に 1 コネクションの平均人口を 9 人と仮定すると 78,300 人が、下水施設利用者に該当することになる。この人口はバリリ川流域内想定(給水)人口 92,000 人に対して約 85%にあたる。なお計画年次までの増加人口については、バギオ市の下水管渠拡張計画の実施が期待できるものとして、既存下水管渠に組み込まれるものとする。

(4) 計画下水量算出関連因子の検討

1) 下水量の月別変動

現在、バギオ市は配水量がその水源および配水管からの漏水によって限定されていることもあるが、月間変動は±10%程度であり、計画下水量設定には考慮しないものとした。但し、処理施設の設計にあたってはこの変動を勘案し、施設の運転方法等に反映させるものとする。

2) 地下水量

乾期においては考慮しないものとするが、雨期における対策は処理施設の設計時に十分考慮するものとする。

3) 管渠およびマンホールからの漏水

バギオ市による下水管渠の修繕効果を勘案して、発生下水量の20%を漏水率と想定した。

(5) 計画下水量

上述した主要事項の検討から、次のように計画下水量を算出した。

〈設定条件〉

1) バリリ川流域内の現況給水量	11,000 m ³ /日
2) 計画年次の現況に対する人口増割合(1983年/1986年)	12%
3) 下水処理人口のバリリ川流域人口に対する割合(1986年時点)	85%
4) 備水率	20%

〈計画諸元〉

1) 計画対象人口	92,000 人	$\times (1.0 \times 0.85 + 0.12 \times 1.0) \div 9 \div 9,900$ ヶ所
2) 計画下水量	11,000 m ³ /日	$\times (1.0 \times 0.85 + 0.12 \times 1.0) \times 0.8 \div 8,600$ m ³ /日
3) 換算コネクション数	89,200 人	$\div 9 \div 9,900$ ヶ所

下水処理場予定地上流におけるバリリ川日間流量観測結果から、現況の下水量は 8,000 ~ 9,000 m³/日が最大値と考えられ、上記計算結果を本計画に採用しても問題ないと判断し

た。

(6) 下水処理場流入下水水質

2月16日に実施した水質測定結果から、下水管渠内の下水および現実に下水排水路となっているクリーク水の平均値から下水処理場流入水質を次のように推定した。

BOD水質：次に示す4ヶ所における水質分析の結果の平均値

地 点 名	BOD水質	備 考
マグサイサイ・ブリッジ	60 ppm	早朝の下水
マグサイサイ・プライベート道路	190 ppm	下水管渠破損流出下水
サニタリーキャンプ	370 ppm	下水々質の幅を示す
パインズ病院	120 ppm	
4ヶ所の平均値	$185 \text{ ppm} \div 200 \text{ ppm}$	

SS水質：下水の平均SSとしてはサニタリーキャンプ、パインズ病院、ナギリアン & カャン浄化槽流出水等の測定結果から140 ppm~300 ppmが得られたが、平均的に200 ppm程度が妥当なものと思われる。

