国際協力事業団
タイ王国
内務省
公共事業局

No. 2

タイ王国

チャオピア川下流域下水道整備計画調査

第1巻

和文要約

平成6年1月

JICA LIBRARY
J 1124468 [8]

日本上下水道設計株式会社
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

社調
JR
94-019

国際協力事業団 タイ王国 チャオピア川下流域下水道整備計画調査 第1巻 平成6年1月 日本上下水道設計株式会社 パシフィック コンサルタンツ
122
61.8
SSS

バーツ・円の交換レート

1993年12月1日現在　　B＝¥4.21

国際協力事業団

タイ王国
内務省
公共事業局

タイ王国

チャオピア川下流域下水道整備計画調査

第1巻

和文要約

平成6年1月

日本上下水道設計株式会社
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

1124468 [8]

序　文

日本国政府はタイ王国政府の要請に基づき、同国のチャオピア川下流域下水道整備計画にかかるマスタープラン策定及び予備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いたしました。

当事業団は、平成４年５月から平成５年12月までの間４回にわたり、日本上下水道設計㈱の百瀬　正敏氏を団長とし、同社及び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より構成される調査団を現地に派遣しました。

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

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

終りに、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６年１月

国際協力事業団
総裁　柳谷　謙介

伝　達　状

国際協力事業団
総裁　柳谷　謙介　殿

今般、タイ王国におけるチャオピア川下流域下水道整備計画調査が終了致しましたので、ここに最終報告書を提出致します。

本調査は平成4年3月末より現地調査・解析等を開始し、平成5年12月末に完了致しました。

本報告書は2回にわたり提出を行ったプログレス・レポート、インテリム・レポートを整理解析したサマリーレポート、メインレポート、サポーティングレポート、データレポートの4分冊で構成されております。サマリーレポートには、調査内容全体と提言等を簡潔にまとめ、メインレポートには、チャオピア川の総合的水質汚濁防止計画、8都市の下水道基本計画、優先2都市についての予備設計の主要な成果を記述しております。サポーティングレポートには、詳細解析、関連情報を、また、データレポートには現地調査にて収集したデータ等を収録しております。

チャオピア川下流域における下水道整備計画を目的とした本プロジェクトの実施により、調査対象地域における公共用水域の水質と衛生状況が大きく改善されることを切望する次第です。

なお、同調査期間中、貴事業団には多大なご理解を賜りましたこと御礼を申し上げます。また、タイ国における現地調査期間中はタイ国内務省公共事業局関係者にも多大なご協力並びに支援を頂き感謝の意を表させて頂きます。

平成6年1月

日本上下水道設計株式会社
タイ王国チャオピア川
下流域下水道整備計画調査
調査団長　　百瀬　正敏

和文要約概要

本調査業務は3部から構成され、それらはチャオピア川下流域を対象とした水質汚濁防止計画、8都市対象下水道基本計画及び2都市対象下水道予備設計である。

第1部　水質汚濁防止計画

1．計画対象区域：7県対象（チャイナット、シンブリ、アントン、ロッブブリ、アユタヤ、パトムタニ及びノンタブリ）、流域面積 6,037.4㎢、流路延長 380km、14町、66衛生区を抱含し、現況人口約 335万人。典型的な熱帯モンスーン地域。

2．表流水水質環境基準及び水質汚濁の現況

上流（河口より142km-379km)クラス2(BOD 1.5mg／ℓ）：基準を満足しているが将来対策必要
中流（河口より 62km-142km)クラス3(BOD 2.0mg／ℓ）：　　同　上
下流（河口より-62km)クラス4(BOD 4.0mg／ℓ):基準を上回り現行対策のままでは達成不可能

3．現況及び将来における衛生条件と下水道システム
衛生状況：飲料水及びトイレの普及率92%、ごみ収集普及率81%
下水道　：地方の下水道は公共事業局（PWD)の管轄。13下水道システムが全国で建設済あるいは建設中（7処理場が運転）。対象区域内に3箇所の計画プロジェクトがある（アユタヤ、パトムタニ及びノンタブリ）。

4．対象流域内の人口、工業、農業及び漁業の現況と見通し

項　　目		1992 年	1996 年	2001 年	2011 年
人　　口（人）		2,276,271	2,476,416	2,791,077	3,568,516
従業員数（人）		652,388	713,802	716,601	742,320
家畜頭数	水牛（頭）	97,000	84,100	79,400	77,600
	牛　（頭）	411,900	443,400	476,400	534,000
	ブタ（頭）	365,600	464,500	526,800	601,700
養漁池（㎡）		20,863,033	20,863,033	20,863,033	20,863,033
ト畜頭数	水牛（頭）	47,110	43,730	40,510	33,150
	牛　（頭）	49,810	44,900	40,810	36,100
	ブタ（頭）	307,020	344,700	393,010	490,470

5．水利用及び河川水理条件の見通し

水利用：家庭、工業、農業及び漁業用水（首都圏水道公社MWA 取水-125万㎥／日）、パトムタニ～サムットプラカーン間での取水－ 265万㎥／日）

チャオピア川流況：9月～11月チャオピア川ダムからの放流最大（800 ㎥／秒）、維持管理用水約 60㎥／秒

6．BOD 水質予測結果

単位： BOD mg/l

水質基点	位	置	環境基準	1996年	2001年	2011年
R_1	本川	ノイ川分水前	1.5	1.3	1.3	1.3
R_2	本川	パサック川合流前	1.5	0.9	1.1	1.5
R_3	本川	ノイ川合流後	2.0	1.4	1.7	2.2
R_4	本川	ノンタブリ地点	2.0	3.5	4.2	6.2
SP_2	本川	チャオピアダム	1.5	1.2	1.2	1.2
N_0	ノイ川	本川から分水後	-	1.2	1.3	1.3
SP_3	パサック川	本川合流前	-	4.1	4.9	6.5
J_4	本川	パサック川合流後	2.0	1.2	1.4	2.0
J_{10}	ノイ川	本川合流前	-	1.5	2.9	3.6
IP_3	本川	MWA取水前	2.0	1.3	1.5	2.0
IP_4	本川	農業用水取水前	2.0	2.0	2.3	3.1

7．汚濁負荷量削減対策

(1)家庭排水：町及び衛生区が削減分担を下水道整備により行う。農村部では衛生改善（トイレ）。R_3-R_4基点流域では、すぐに全対象域における100%下水道整備が必要。

(2)工場、ト畜排水：R_3-R_4基点流域の汚濁対策として全対象地域に対し、全工場に現行排水規制（平均 100mg／ℓ）の適用。但しパトムタニ及びノンタブリ地区にはBOD 50mg/lの上乗せ規制を提案。

(3)家畜、養魚場排水：R_3-R_4基点流域においてBOD 100mg/l 程度の排水規制を行っても水質基準達成が難しい。そこで立地規制あるいはフレーム値の圧縮を提案。

第２部　８都市対象下水道基本計画

１．８都市共通下水道計画基本諸元

－調査計画対象地域　：ＤＴＣＰ地域（都市計画地域）

－下水道基本計画区域：現況都市域及び近い将来拡張予定区域

－計　画　年　次：基準年次　1991年、中間年次　2001年、最終年次　2011年

－計画対象区域、現況及び将来人口

対象区域	面積（㎢） 人口	現況 町／衛生区	将来 拡張区域	下水道 計画区域	調査対象区域 （DTCP）
1.チャイナット	面積	6.06	0.84	6.90	56.49
	1991年人口	13,983	-	-	
	2011年人口	19,765	2,054	21,800	
2.シンブリ	面積	9.02	2.89	11.91	31.33
	1991年人口	22,570	-	-	
	2011年人口	35,973	5,727	41,700	
3.ロッブブリ	面積	6.85	3.38	10.23	12.85
	1991年人口	36,832	-	-	
	2011年人口	49,320	11,980	61,300	
4.アントン	面積	3.73	1.45	5.18	23.98
	1991年人口	9,607	-	-	
	2011年人口	10,686	2,814	13,500	
5.パモック	面積	6.89	0.24	7.13	26.86
	1991年人口	10,686	-	-	
	2011年人口	12,857	443	13,300	
6.セナ	面積	1.20	0.79	1.99	26.10
	1991年人口	4,607	-	-	
	2011年人口	7,790	1,610	9,400	
7.ランシット	面積	33.30	0	33.30	33.30
	1991年人口	100,600	-	-	
	2011年人口	154,000	-	154,000	
8.バンブアトン	面積	1.60	11.90	13.50	13.50
	1991年人口	45,786	-	-	
	2011年人口	76,600	-	79,600	
合　　計	面積	68.65	21.40	90.14	224.41
	1991年人口	244,671	0	0	
	2011年人口	364,991	24,609	394,600	

(1)下水収集方式及び下水処理方法

合流式下水排除方式採用（既存排水施設の有効利用と最小建設費を達成）

小規模中級処理：アユタヤまでの上流部（BOD 40mg／ℓ以下）

大規模高級処理：パトムタニ及びノンタブリ（BOD 20mg／ℓ以下）

(2)下水道計画概要、建設及び維持管理費

都市／区域		設計容量 ㎥／日	処理方式 下水	処理方式 汚泥	維持管理人数 人	建設費 (百万バーツ)	維持管理費 (千バーツ)
ﾁｬｲﾅｯﾄ		5,900	SP	DB	13	190.30	952
ｼﾝﾌﾞﾘ	東部	3,000	SP	DB	11	185.66	1,286
	西部	8,200	AL	DB	16	171.56	1,524
	計	11,200			27	357.22	2,810
ﾛｯﾌﾞﾌﾞﾘ		16,500	AL	DB	21	372.16	4,902
ｱﾝﾄﾝ	東部		SP	DB		93.36	666
	西部					60.39	429
	計	3,700			11	153.75	1,095
ﾊﾟﾓｯｸ	東部	2,000	SP	DB	8	117.97	432
	西部	1,700	SP	DB	8	97.34	313
	計	3,700			16	215.31	745
ｾﾅ		2,600	SP	DB	9	84.80	241
ﾗﾝｼｯﾄ	予備設計		AS	DU		682.18	19,123
	他区域					1,065.19	29,854
	計	75,000			50	1,747.37	48,977
ﾊﾞﾝﾌﾞｱﾄﾝ	予備設計		AS	DU		352.28	8,189
（北部）	他区域					237.33	5,523
	計	23,600			30	589.61	13,712
ﾊﾞﾝﾌﾞｱﾄﾝ						307.55	6,751
（南部）		7,900	OD	DB	15		
ﾊﾞﾝﾌﾞｱﾄﾝ	計	31,500			45	897.16	20,463

注）SP：酸化池　AL：ｴｱﾚｰﾃｯﾄﾞﾗｸﾞｰﾝ　OD：ｵｷｼﾃﾞｰｼｮﾝﾃﾞｨｯﾁ
AS：活性汚泥　DB：汚泥乾燥床　DU：脱水機

(3)組織、運営

－ＰＷＤ下水道事業室（ＯＳＷ）による政策担当と下水道事業促進
－国家、地方レベルでの下水道公社設立

－下水道に関する技術、運営におけるトレーニングコースの開設と実施

－下水道公社設立のための法的対応。水質汚濁状況の監視、排水規制遵守において処罰システムの設定

(4)財政

－中央政府による自己資金による資金確保。外貨部分に外国ローンを充当する場合は、無理のない負担率の考慮。

－地方政府の自己資金不足において、外国／国内ローンの組合せによる対処。

－１家庭当り所得の１％が下水道料金（利用者負担金）の一般的上限である。受益家庭による資金負担の平均化を図るため段階的施行計画の勘案。負担能力を上回る場合、政府からの特例財源補助システムの導入。

(5)経済分析と事業評価：下水道の設置による便益は1)河川水質の改善、2)住民の健康、衛生の改善、3)土地価値の向上の３項目に集約される。

(6)中間対応策：(1)下水道基本計画の定期的レビューとアップディト、(2)し尿処理施設の改善と定期的汚泥除去、(3)ごみ収集処理の改善、(4)排水施設の増設、改善による雑排水収集処理、(5)工場排水の規制

(7)実施計画及び環境対策：1991年から2011年にわたる４ステージの事業実施。下水道事業から派生すると考えられる環境影響対策提案（悪臭、害虫、放流水質対策）が示された。

(8)ＤＴＣＰ区域：農村地域における衛生改善対策として住民への情報伝藩を伴う水封式トイレの普及、中央／地方政府による施設建設のための資金援助。

下水収集施設計画概要

都市／地域	遮集渠（m）	マンホール（数）	ポンプ場（ヶ所）	伏越（ヶ所）	河川横断（ヶ所）
チャイナット	10,070	260	2	－	－
シンブリ	16,883	401	6	－	－
ロッププブリ	14,745	311	7	2	2
アントン	9,780	245	6	－	1
パモック	9,865	266	3	－	－
セナ	2,898	78	2	－	1
ランシット	21,332	390	9	5	－
バンブアトン	18,252	425	8	1	－

第３部　２都市対象下水道予備設計

１．ランシット地区（プラチャティパット及びクコット衛生区にまたがる1,288ha）

(1)基本事項

人口　　：現況 41,000 人、計画人口（2001年） 62,830 人

計画汚水量及び BOD負荷量：21,355㎥／日（日平均）、 4,497kg／日

下水収集システム：合流式遮集幹線（2011年容量）、６ポンプ場及び４伏越施設。

下水、汚泥処理：処理場位置はクローンランシットから約２km北方の民有地（3ha)。活性汚泥法、汚泥の機械脱水、全体６系列とし、第１ステージ２系列建設。

計画汚水量（㎥／日）

種　別	2001年	2011年
日平均	21,350	62,500
日最大	25,700	75,000
時間最大	33,300	97,500
雨天時	100,000	292,500

流入、放流水質（mg／ℓ）

	BOD	SS
流入	175	150
放流	20	30

(2)建設費（百万バーツ)及び維持管理費（千バーツ)

建　設　費

項　目	内　貨	外　貨	計
1) 直接費	348.3	248.7	597.0
2) 予備費	69.7	49.7	119.4
3) 1)＋2)	418.0	298.4	716.4
4) 技術料	121.8	－	121.8
5) 土地取得	76.9	－	76.9
合　計	616.7	298.4	915.1

維持管理費

項　目	費　用
1) 遮集渠	847
2) ポンプ場	6,178
3) 処理場	15,460
合　計	22,485

(3)プロジェクト実施スケジュール：1994年準備開始、1997年末工事完了、処理場建設期間２年。

(4)組織運営

国家レベル：PWD 内のOSW の下水道政策重点介入、国家レベルでの下水道公社設立、下水道法、下水道公社法の策定と施行

ランシット地区：地方下水道公社の設立、管理、技術両面でのスタッフトレーニング、技術者増員

(5)財務：国策として中央政府の負担となっている建設費対策として全額政府自己財源利用あるいは30%外国ローン、70%国家予算案が現実的（財務的内部収益率 FIRR が約12%となり資本機会費、10～12%と同程度）。

地方政府による土地取得費（中央政府の施策により、土地取得費の25%を地方政府が、残り75%を中央政府が負担することとなっている。）と維持管理費負担について、半分づつ、外国ローン及びローカルローンを適用した場合FIRRが約10%。1家庭当りの負担は1%未満。

(6)事業効果

河川水質改善、健康、衛生改善、経済貢献と生活水準の向上があげられた。なお、定量的試算が行われ、この種の事業としては高い経済的内部収益率（EIRR）が得られた。

2．バンブアトン町

(1)基本事項

入口　：現況入口 13,973 人（除く団地人口）、計画入口（2001年団地内人口含む）32,110 人

計画汚水量及び BOD負荷量： 9,031㎥／日（日平均）、 1,580kg／日

下水収集システム：合流式遮集幹線（2011年容量）、2ポンプ場及び1伏越施設

下水、汚泥処理：処理場位置はピモル・ラチャ村、チョルラダ団地の後背地で寺院所有（1.8 ha）、活性汚泥法、汚泥の機械脱水、全体4系列とし、第1ステージ2系列建設。

計画汚水量（㎥／日）

種　別	2001年	2011年
日平均	9,100	19,700
日最大	10,900	23,600
時間最大	14,200	30,700
雨天時	42,600	92,100

流入、放流水質（mg／ℓ）

	BOD	SS
流入	180	150
放流	20	30

(2)建設費（百万バーツ）及び維持管理費（千バーツ）

項目	建設費 内貨	建設費 外貨	建設費 計
1) 直接費	118.9	101.2	220.1
2) 予備費	23.8	20.2	44.0
3) 1)+2)	142.7	121.4	264.1
4) 技術料	44.9	−	44.9
5) 土地取得	150.5	−	150.5
合計	338.1	121.4	459.5

項目	維持管理費 費用
1) 遮集渠	366
2) ポンプ場	1,405
3) 処理場	7,929
合計	9,700

(3)プロジェクト実施スケジュール：1994年準備開始、1997年中旬を目途に工事完了。処理場建設期間 1.5年。

(4)組織運営、財務：ランシットと同様

和 文 要 約

目　　次

頁

全体事項 …… I

第１部　水質汚濁防止計画 …… 1

第１章　緒論 …… 1
第２章　行政組織及び自然条件 …… 2
第３章　水質汚濁防止に係る法規制及び水質汚濁現況 …… 7
第４章　現況及び将来における衛生状況と下水道システム …… 11
第５章　現況及び将来における社会経済状況と土地利用 …… 13
第６章　現況及び将来における人口・工業・農業及び漁業 …… 15
第７章　将来に亘る水利用及び河川水理条件 …… 22
第８章　汚水の水量、水質原単位 …… 25
第９章　現況汚濁解析 …… 32
第10章　将来汚濁解析 …… 39
第11章　汚濁源別削減汚濁負荷量 …… 44
第12章　汚濁負荷量削減に関する提案 …… 45

第２部　８都市対象下水道基本計画 …… 46

第１章　緒論 …… 46
第２章　下水道基本計画策定上の基本方針及び対象区域共通条件 …… 47
第３章　対象都市別下水道基本計画 …… 67

第３部　ランシット地区及びバンブアトン町下水道予備設計 …… 91

第１章　緒論 …… 91
第２章　ランシット地区 …… 92
第３章　バンブアトン町 …… 106

全体事項

1．1　調査の背景

チャオピア川の源流はタイとミャンマーとの国境に発し、タイの中央部ナコンサワン市で、ピン川、ヨム川、ナン川を合流し、チャイナットで再び分流しつつ南下してシャム湾に注いでいる。流域面積は 162,000㎢（タイ全土の32%）、河川延長は 980㎞に及ぶ。

チャオピア川は母なる川とも呼ばれ、タイ国の発展に大きな役割を果たしており、上・工業用水、農業用水などの重要な水源となっている。しかし、近年下流域、特にチャイナットより下流では開発と都市化によりチャオピア川の水質が悪化し大きな問題となっている。

特に、人口約 800万人を有する首都バンコクはその上水道水源の96.5%をチャオピア川に求めているため、水質汚濁の影響は深刻であり、このまま推移すれば早晩水源として使用できない事態に陥る状況にある。この水源を地下水源が補足しているが、過度の地下水汲み上げによる地盤沈下と塩水侵入問題のため、チャオピア川の水源としての重要性は絶対的なものである。

タイ国政府としても水源としてのチャオピア川の水質保全のために1986年に水質基準を定めたり、緊急問題対処として1988年以降閣議にて各種の決議を行ってきている。

これらを背景として1989年８月、タイ国政府はチャオピア川流域の水質保全を目的として、バンコクより上流域の８都市（チャイナット、シンブリ、ロプブリ、アントン、パモク、セナ、ランシットおよびバンブアトン）の下水道整備にかかるマスタープラン策定のための調査の実施を我が国政府に要請し、これを受けて国際協力事業団（JICA）は1991年11月事前調査団を派遣した。その後第１年次調査が1992年３月31日から同年10月末、第２年次・その１調査として1992年11月30日から1993年３月14日、第２年次・その２調査として1993年３月24日から同年８月６日、そして第３年次調査として1993年９月８日から1994年１月12日まで、都合４回にわたって調査が実施された。

1－2　調査の目的

タイ国政府の要請に基づき、チャイナット・ノンタブリ間のチャオピア川の総合的水質汚濁防止計画を策定の上、2011年を目標年次とする同流域内の８都市の下水道整備基本計画を策定した。

なお、基本計画対象８都市の内、優先的に整備すべき２都市については、予備設計を行い、また、併せて、当該調査を通じ、調査の実施期間中タイ側カウンターパートに対し、技術移転を行った。

1－3　調査の概要

1－3－1　調査対象地域

(1)　チャイナット・ノンタブリ間のチャオピア川の総合的水質汚濁防止計画の策定については約 6,000㎢を調査対象地域とした。

(2)　2011年を目標年次とする同流域8地区の下水道整備基本計画についてはチャイナット、シンブリ、ロプブリ、アントン、パモク、セナ、ランシット地区およびバンブアトンとした。各都市の調査対象範囲については、現在の境界を原則とするも、近い将来拡張が見込まれている地域について考慮し、下表のとおりである。

都市名	下水道基本計画対象面積 (㎢)	現在人口 (1991年推定) (人)	将来人口 (2011年予測)
1.　ﾁｬｲﾅｯﾄ県ﾁｬｲﾅｯﾄ市	6.90	16,018	21,800
2.　ｼﾝﾌﾞﾘ県ｼﾝﾌﾞﾘ市	11.91	28,297	41,700
3.　ﾛﾌﾞﾘ県ﾛﾌﾞﾘ市	10.24	48,812	61,300
4.　ｱﾝﾄﾝ県ｱﾝﾄﾝ市	5.18	12,421	13,600
5.　ｱﾝﾄﾝ県ﾊﾟﾓｸ 市	7.13	11,129	13,300
6.　ｱﾕﾀﾔ県ｾﾅ市	1.99	9,217	12,400
7.　ﾊﾟﾄﾑﾀﾆ 県ﾗﾝｼｯﾄ 地区	33.28	100,600	154,000
8.　ﾉﾝﾀﾌﾞﾘ 県ﾊﾞﾝﾌﾞｱﾄﾝ市	15.64	10,354	79,600
8都市合計	92.27	236,848	397,700

(2)　調査の範囲

本調査業務は2段階に分けて実施するものである。ただし、共通する調査については、一括して第1段階で行った。

第1段階：総合的水質汚濁防止対策計画の策定

調査区域全域を対象として、2011年を目標年次とする総合的水質汚濁対策計画を策定した。

本調査は、先ず地形、降水量、河川の流量等の自然条件、土地利用、水利用、汚水量、水質、放流先の状況などについての基礎調査に基づき、ＢＯＤを主な水質指標として汚濁負荷量の現況と将来見通しを検討した。その上で、生活排水系、工場排水系、農業系およびその他の汚濁負荷の地域別、発生源別の寄与率を勘案し、水質基準に照らして必要と考えられる汚濁負荷削減計画を提言し、その対策計画を策定したものである。

第２段階：下水道整備基本計画の策定（２都市の予備設計を含む）

第１段階の調査結果に基づき、調査対象８都市について2011年を目標年次として下水道により下水を排除、処理すべき区域、処理場及び幹線管渠等の位置、能力を定め、タイ側にとり技術、環境、社会経済及び財政面から実施可能な下水道整備基本計画を策定した。

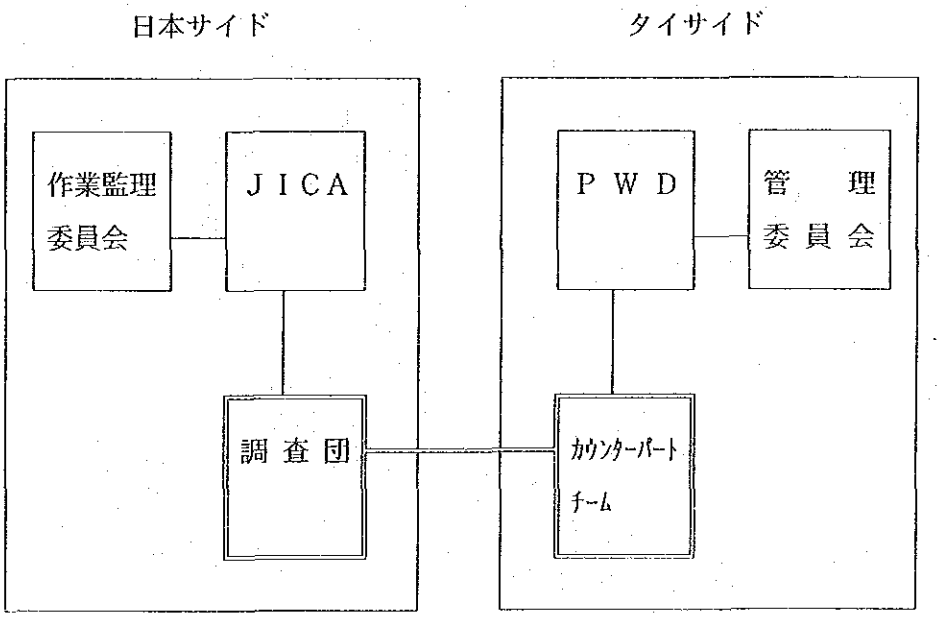
基本計画対象都市の内、優先的に下水道を整備すべき都市２都市を選定し、概ね５～７年後を目標に予備設計を行った。

なお、本計画では、水質汚濁防止の観点から汚水を排除し、処理するためのシステムを中心として計画し、既設の灌漑排水路、道路側溝等の活用を含め、低廉な建設費で早期に効果を上げるシステムの提案をした。

１．４　調査体制

１．４．１　全体組織

全体的な調査実施体制を次表に示す。



１．４．２　日本側体制

日本側の実施体制は、国際協力事業団監督下の調査団及び作業監理委員会より構成される。

調査団の構成メンバーは以下の通りである。

氏　名	担当分野
百瀬　正敏	総　　括
竹内　昭夫	水質保全／下水道計画
近藤　雅美	下水処理計画
白石　　弘	施設計画
木口　孝文	汚濁解析
ﾁｬｲｻｯｸ･ｽﾘﾊﾟﾄﾞｳﾝｸﾞｻﾑ	水文・水理
川田　賢治	水質分析・環境
勝木　隆昌	施工計画・積算
野田　典宏	組織・運営・制度
土金　達男	経済財務・事業評価
中里　浩一	測量

作業監理委員会のメンバーは以下の通りである。

氏　　名	担当分野	現　　職
市村　訓男	委員長	建設省土木研究所 下水道部　部長
宮原　茂	下水道計画	岡山県倉敷市下水道局　局長
山田　雅利	水質汚濁解析	下水道事業団計画部 課長補佐

1．4．3　タイ側実施体制

タイ側の調査実施体制は、カウンターパートチームと内務省公共事業局を中心とした管理委員会より構成される。

カウンターパートチームの主要メンバーは以下の通りである。

所属機関	氏　　名	関連分野
PWD	ｸﾘｰﾀ ｿｲｷｰﾘｰ	衛生土木
PWD	ﾌﾟﾚﾝﾁｯﾄ ﾎﾝｼﾞｭﾝﾀﾇｸﾙ	農業土木
PWD	ｾｸｿﾝ ﾁｮﾙﾝｻﾘｯﾄ	土木
PWD	ﾃﾌﾟﾁｬｲ ｾﾚｳﾑﾉｲ	土木
PCD	ﾀｳｨｰ ﾋﾟｴﾝﾁｬﾛ	環境
DIW	ｺｿﾙ ｼﾞｬｲﾙﾝｸﾞｼｰ	産業

ＲＩＤ	ｳｨﾗｰﾄ ｶｵ ｳﾊﾟﾄﾑ	灌漑
ＴＣＰ	ｿﾑｻﾝｸﾞｱﾝ	都市計画

注：ＰＣＤ　：科学技術環境省、公害管理局
　　ＤＩＷ　：産業振興局
　　ＲＩＤ　：王室灌漑局
　　ＤＴＣＰ：都市計画局

管理委員会の構成メンバーは以下の通りである。

氏　名	現　職
ﾌﾞﾗﾁｬｰ ｽﾀﾀﾞｯﾄ （委員長）	公共事業局　局長
ｽﾁﾝ ﾁｬﾝﾅﾛﾝ	公共事業局　副局長
ｼﾘﾀﾝ ﾊﾟｲﾛｰﾂﾎﾘﾌﾞｰﾝ	公害管理局　副局長
ｳｨﾁｬﾝ ｳｫﾝｸﾞｳｨﾜｯﾄ	公共事業局衛生土木部　部長
ﾄｻﾎﾟﾝ ｽﾀﾁﾝｸﾞ	公共事業局衛生土木部　副部長
ｻｸﾁｬｲ ｽﾘﾔｰｼﾞｬﾝｸﾀﾄﾝｸﾞ	産業振興局

１．５　報告書

調査報告書は、以下のようにとりまとめた。

(1)メインレポート（Volume 2-1, Volume 2-2）
(2)サマリーレポート（Volume 1）
(3)サポーティングレポート（Volume 3）
(4)データレポート（Volume 4-1）
(5)図面集　　（Volume 4-2）

メインレポートには、全体の調査結果を記述した。報告書内容は、３部から構成され、それらは第１部水質汚濁防止計画、第２部８都市対象下水道基本計画及び第３部ランシット地区、バンブアトン町を対象とした下水道予備設計から成る。

第１部においては水質汚濁解析を行い、チャオピア川下流域水質防止の為の提言を記述した。第１次及び第２次に亘る現地調査の結果は、流域水質汚濁防止計画の立案に反映された。タイ国

における他の実施機関が行った調査報告書は、本計画において有効に活用され、これらの主要部分の概略については、データレポート（Volume 4-1）に概述した。

第2部下水道基本計画では、選定8都市について個別下水道計画を立案し、条件、仮定さらに検討方法については、8都市共通事項を第2章にまとめている。計画設計基本数値であるフレーム値や汚水量、水質原単位等については、水質汚濁防止計画の検討結果を総括し示した。

第3部においては、調査対象8都市より選定されたランシット地区及びバンブアトン町を対象として実施した予備設計を記述した。

第1部 ― 水質汚濁防止計画

第1章 緒　　論

流域総合水質汚濁防止計画が、2ステージの調査計画期間を通じ、タイ王国において実施された連続4回の現地調査の結果を十分反映して策定された。なお、補助的情報としてタイ国の関係機関によって作成された分野別レポートも有効利用された。

水質汚濁防止計画の策定にあたって考慮された項目は以下のとおりである。

(1) 水質汚濁解析及び下水道基本計画策定上の基礎諸元の設定
(2) 現況水質汚濁解析
(3) 将来水質汚濁解析
(4) 汚濁源別必要削減負荷量
(5) 汚濁負荷量削減対策の提案

第２章　行政組織及び自然条件

2.1　行政組織

調査対象地域は、チャオピア川下流域である。この地域は実質的に上部中央平原の５県及びバンコク都市圏近隣２県を含む。上部中央平原にはチャイナット、シンブリ、アントン、ロッブブリ及びアユタヤ県が立地し、バンコク都市圏近隣には、パトムタニ及びノンタブリ県が立地している。図2.1は県の内訳を含む調査対象区域の位置を示す。

調査対象区域内の地方自治行政区は14町及び66衛生区から構成されている。さらに対象区域は 587のタンボン（村）を含む57のアンポー（郡）に分割される。対象区域内の1990年現在人口は 3,350,000であり、このうち約38%が町、衛生区内に居住している。表2.1は1990年現在の人口、面積及び行政構成を示す。

2.2　地形、地質及び気候

チャオピア川流域は 162,600㎢を占め、全国土面積の約1/3 である。この流域は３地域から構成されており、それ等は北部高原の上流部、中央洪水平原の中央部及びチャオピアデルタの下流部である。対象区域の上流部における平均地盤高は、海抜16m程度であり、アユタヤ地区の地盤高海抜２mに傾斜し、アユタヤ南部からノンタブリにかけては、ほとんど平坦となっている。

海岸線沿及びバンコク周辺の南部海浜地域は広範囲に亘り、活発な古い潮汐による堆積が見られる。この地域の土壌は粘性土からなる保水性の灰色沖積層である。

沖積層の中に、古い海水を含む堆積が見られる。この地域は強雨時に、洪水被害を繰り返し受けている。近世河川沖積層の洪水平原は、アユタヤからピットサンロック及びサンペン・オーエットに到る河川沿に見られる。上流部では、適度の通水性を有するローム沖積土壌を有するが、下流部では、粘土質の非通水性沖積土壌により占められている。洪水平原の両側には、低沖積台地が存在する。下流域には、細ローム及び粘土質で非通水性の灰色土壌が存在し、上流側には、褐色の通水性土壌も見られる。

シンブリ北部の地下水水源は、台地及び近世沖積滞水層である。地表に近い滞水層は、農業用水利用に合致する水質を有する。対象地域の下流域では約 650mの深度において、多くの台地及び近世沖積滞水層が存在する。これ等の地下水の過剰使用が確認されている。特にバンコク都市圏では地下水の低下による地盤沈下、塩水浸入問題を生じている。

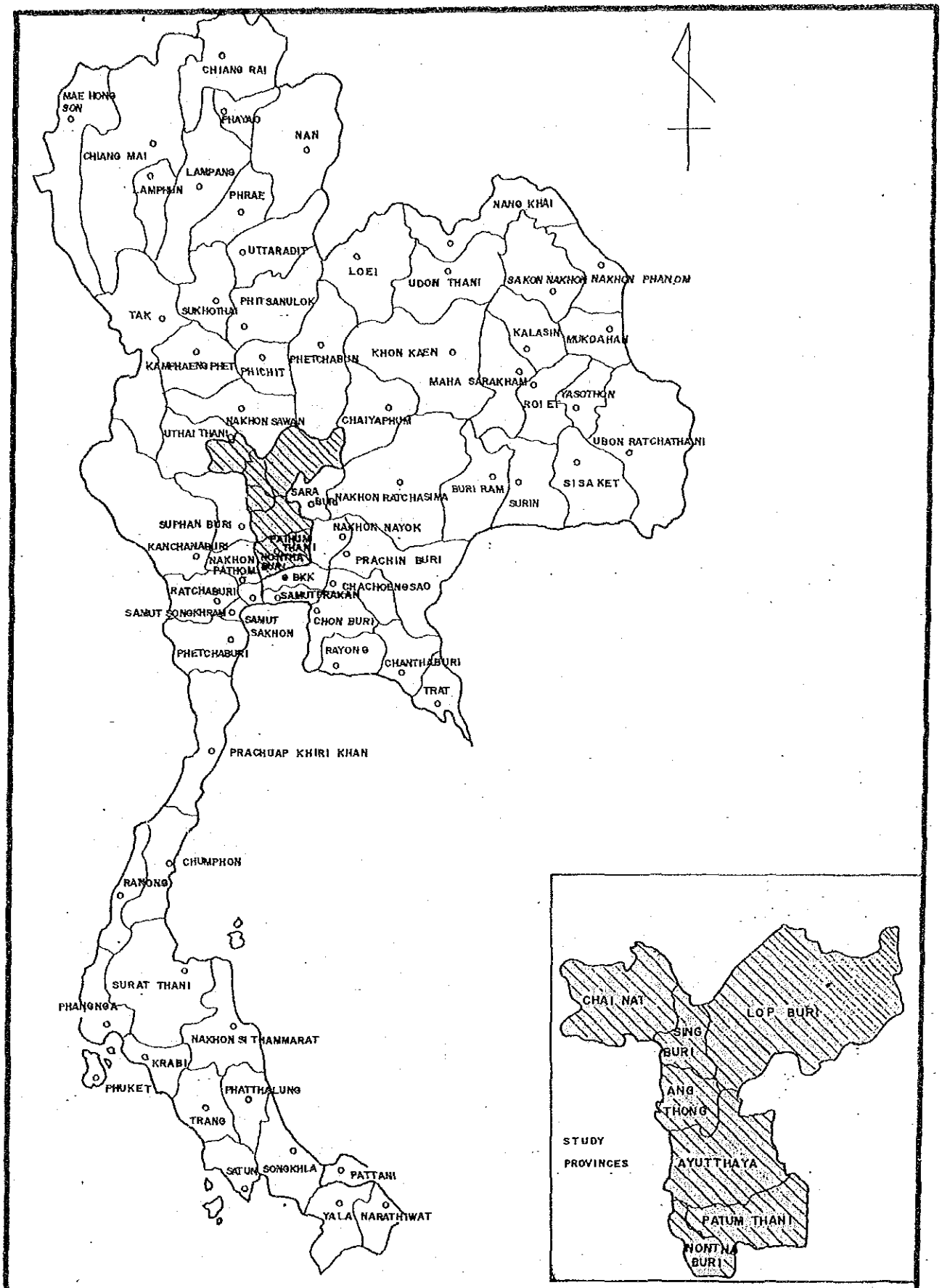


図2.1　調査対象区域位置図

表2.1　調査対象区域内現況人口及び面積

PROVINCE			AMPHOE			MUNICIPALITY			SANITARY DISTRICT			OTHERS			
												Number			
Name	Area (sqm)	Population	Number	Area (sqm)	Population	Number	Area (sqm)	Population	Number	Area (sqm)	Population	(Tam)	(Tes)	Area (sqm)	Population
Chai Nat	2,469.70	355,155	6	2,469.75	355,151	2	8.06	18,705	6	9.53	17,297	50	425	2,452.15	319,149
Sing Buri	822.50	229,816	6	822.48	229,816	1	7.81	22,570	6	69.4	48,427	43	354	745.27	158,819
Lop Buri	6,199.00	704,432	10	6,199.75	704,432	3	9.03	44,401	10	66.5	80,915	110	969	6,124.23	579,116
Ang Thong	968.40	278,168	7	968.37	278,168	2	15.73	20,293	7	116.3	54,632	73	501	836.34	203,243
Ayutthaya	2,556.64	681,920	16	2,556.64	681,920	3	18.20	78,553	21	167.47	151,387	208	1,456	2,370.97	451,980
Pathum Than	1,525.90	451,152	7	1,525.86	451,152	1	7.10	12,002	11	271.67	195,187	60	529	1,233.30	243,963
Nonthaburi	622.30	652,462	6	622.30	652,462	2	40.50	248,661	7	57.28	177,957	52	369	524.52	225,844

2.3　チャオピア川流域における降雨及び河川の特徴

チャオピア川流域は熱帯モンスーン地域に属する。約85%の年間降雨量、1,200mm は5月から9月における南西モンスーンによる。一方、北西モンスーンは10月から4月の間に少降雨をもたらす。年間を通じ、3季節に分けられる。それは2月から5月の夏期、5月から10月の雨期と11月から2月中旬にかけた冬期である。チャオピア川は約380km の流路延長と流域面積 163,000km²を有する。年間流下量は 300億m³で、流量は 1,000m³／秒以上である。

上流域は北部地域の大部分を占め、山地部分である他、流域に沿って広範囲に谷間が存在する。中央渓谷において、チャイナットの北部に位置する上部平原は、ピン、ヨン及びナン川の低河川渓谷により形成されている。デルタ流域は洪水期間中浸水にみまわれ、米作に有利となっている。チャイナットの下流域では本川がノイ川、ロッブブリ川及びパサック川に分岐している。その後本川沿に、アユタヤ南部からタイ湾に注ぐまで主要支川はない。

河口から 160kmまでの下流域は潮位の影響を受けている。今回の調査対象区域はこの下流域 6,037.4km²である。図2.2がその調査対象流域を示す。

2.4　浸水及び洪水制御

主要な洪水被害は、降雨時における本川からの越流と強降雨強度の降水によるものである。
洪水の発生はナコンサワンの上・下流においてみられる。洪水被害はナコンサワン上流において33,000ha、下流域で約171,000ha に及んでいる。下流域において洪水の原因として、潮汐の影響もあげられる。

チャオピア川沿に設置された水理施設として4種類がある。それ等は、ダム／滞水池、取水堰、取水制御ゲート及び堤防である。河川流量は雨季において、洪水防止上の制御、乾季には農業用水利用・塩水浸入制御及び就航上制御されている。

本川上流部には、プミポン及びシリキットダムが主要2ダムとして建設されている。下流部の主要ダムは、チャオピアダムとラマⅥダムである。チャオピア川及びその支川沿には、農業用水、就航上の目的から幾つかの手動流量制御施設／ゲートが設置されている。また洪水対策のための堤防は主に周辺農業地域保護のために、本川及びパサック川の下流部分に設置されている。

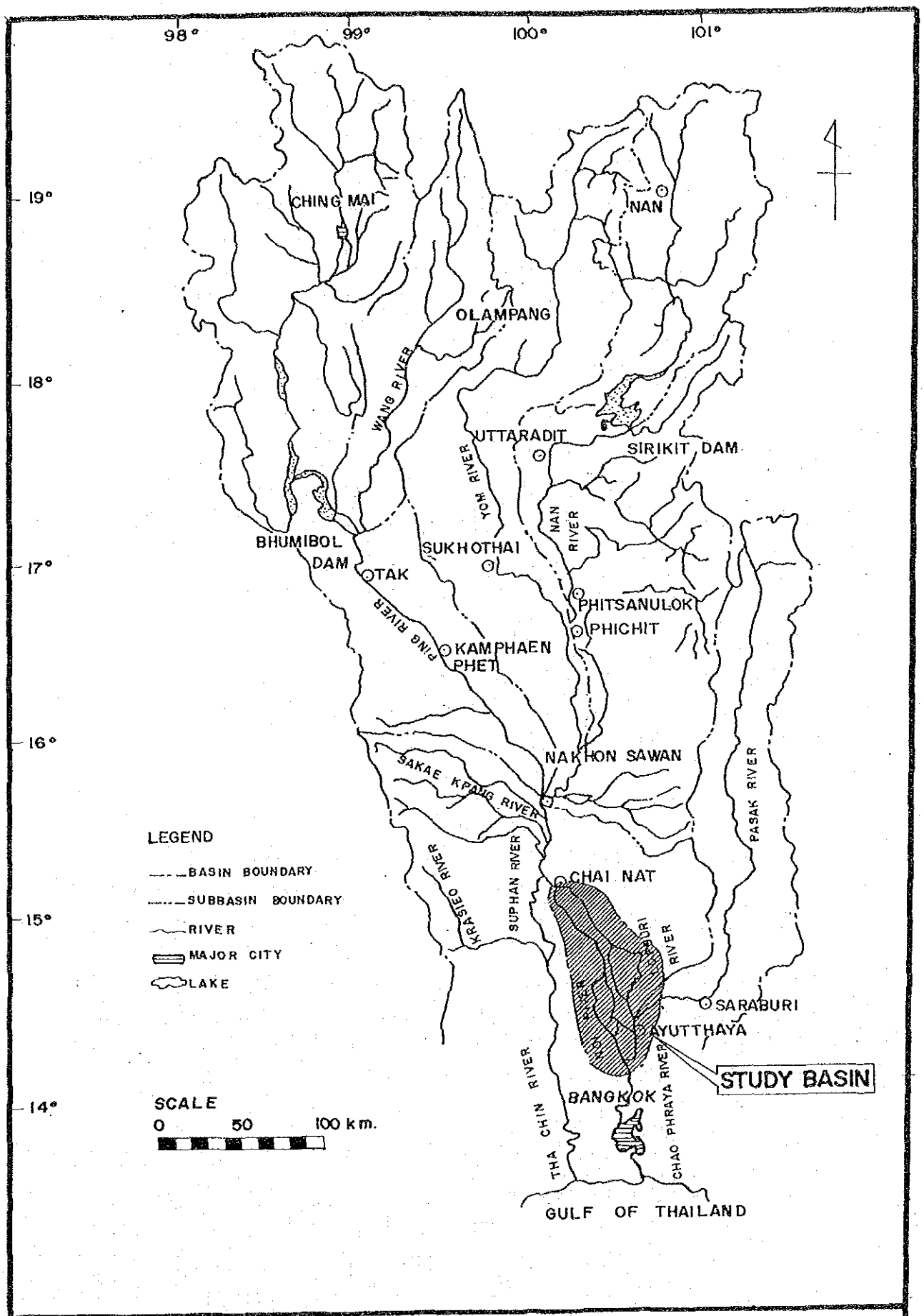

98°
99°
100°
101°
19°
18°
17°
16°
15°
14°
CHING MAI
NAN
OLAMPANG
WANG RIVER
UTTARADIT
SIRIKIT DAM
YOM RIVER
NAN RIVER
BHUMIBOL DAM
TAK
SUKHOTHAI
PHITSANULOK
PHICHIT
PING RIVER
KAMPHAEN PHET
NAKHON SAWAN
SAKAE KRANG RIVER
PASAK RIVER
LEGEND
BASIN BOUNDARY
SUBBASIN BOUNDARY
RIVER
MAJOR CITY
LAKE
KRASIEO RIVER
SUPHAN RIVER
CHAI NAT
RIVER
SARABURI
AYUTTHAYA
STUDY BASIN
SCALE
0
50
100 km.
THA CHIN RIVER
BANGKOK
CHAO PHRAYA RIVER
GULF OF THAILAND

図2.2　調査対象流域

第３章　水質汚濁防止に係る法・規制及び水質汚濁現況

3.1　概　　要

経済の伸びは、環境の悪化をもたらし、工業化と農村部から都市部への人口移動は、水質汚濁問題に拍車をかけた。このような状況認識の基にタイ国政府は、水質汚濁防止、環境保全上の対策をとるため、組織化と関連機関を明確にした。そして関連機関による調整が行われている。特に国家レベルでの環境関連機関として、国家社会経済委員会(NESDB),工業局(DIW),厚生局(DOH),公共事業局(PWD),環境政策及び計画局(OEPP), 汚染防止局(PCD),環境促進局(EPD),王室灌漑局(RID)及び地方政府があげられる。

3.2　水質汚濁防止上の現況施策と対策

水質汚濁防止を含む環境保全のため多くの施策と対策が講じられてきた。それ等は、第７次国家社会経済開発計画に明確にされている。詳細な施策や規制は、水・空気・騒音問題に関する施策を含み、対策特別委員会等によって作成されている。

第７次国家社会経済開発計画による水質汚濁に係る施策は、以下の項目を含むものである。

1)　都市・工場・農業活動から派生する汚濁負荷量の削減
2)　公共用水域への汚水排出に対する制御の強化と追加排水の禁止
3)　下水道施設の建設投資

3.3　水質環境基準と関連法規

主として幾つかの基準及び法規の強化を通して、策定された政策が実施される。たとえば、排水基準が工場、家庭及びビルディングからの排出水に対して設定されている他、公共用水域へのゴミ投棄禁止法も施行された。

タイ国における表流水は、使用目的、条件、有効利用を勘案してランク付けがなされている。表流水水質基準は表3.1に示す水質ランキングに従い、図3.1のように設定された。この基準に関連して、バンコク都市圏の水道水源保全のための規制地区とその内容が明らかにされた。具体的には規制区域内において、１日１kg以上の BODを含む有機物あるいは、毒物を排出するビルディングあるいは、工場の追加誘致を禁止するものである。

3.4　水質汚濁現況

水質汚濁状況は、PCD, MWA, PWD 及びDOH によって監視されている。以上の機関及び本プロジェクトによるチャオピア川下流における水質調査の結果から次のようなことが言える。チャイナットから本川とノイ川合流点までの区間は、BOD 及び SS 指標において、現在のところ基準を下まわっている。しかしノンタブリ地区においては、既に汚濁がかなり進行している。図3.2 はチャオピア川の現況水質汚濁状況を示す。

表3.1　利用目的別水質基準

Classification	Objectives, Conditions and Beneficial Usages
Class 1	Extra clean fresh surface water resources used for: (1) consumption (not necessary to pass through water treatment processes, require only ordinary process for pathogenic destruction) (2) ecosystem conservation, where basic living organisms can breed naturally
Class 2	Very clean fresh surface water resources used for: (1) consumption (require ordinary water treatment process before use) (2) aquatic organism conservation (3) fishery (4) recreation
Class 3	Medium clean fresh surface water resources used for: (1) consumption (need to pass through an ordinary treatment process before use) (2) agriculture
Class 4	Fairly clean fresh surface water resources used for: (1) consumption (require special water treatment process before use) (2) industry (3) other activities
Class 5	The resources which are not classified in Class 11-4 and used for: (1) navigation

Source: Notification of the Ministry of Science, Technology and Energy (B.E 2528 (1985)), published in the Royal Government Gazette, Vol. 103, Part 60, dated April 15, B.E 2529 (1986)

河川区間毎の環境基準との比較において、河口から62km地点間においては、現況対策程度で放置する限りクラス4の基準を達成することは難しい。また河口から 142kmと 379km間におけ、るクラス2、河口から62kmと 142km間におけるクラス3基準を将来に亘って達成するためには今から対策を講ずる必要がある。

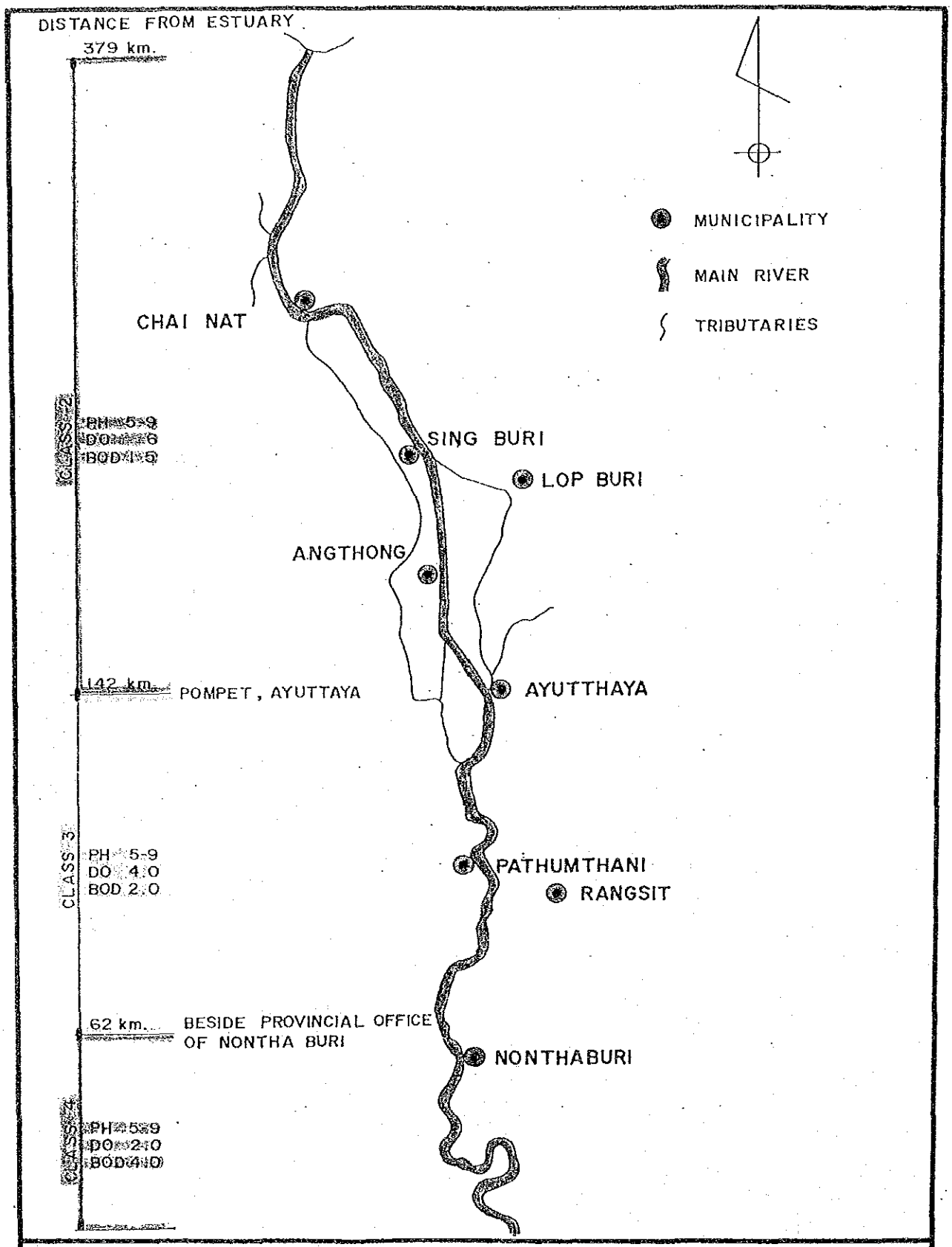


図3.1　チャオピア川水質環境基準

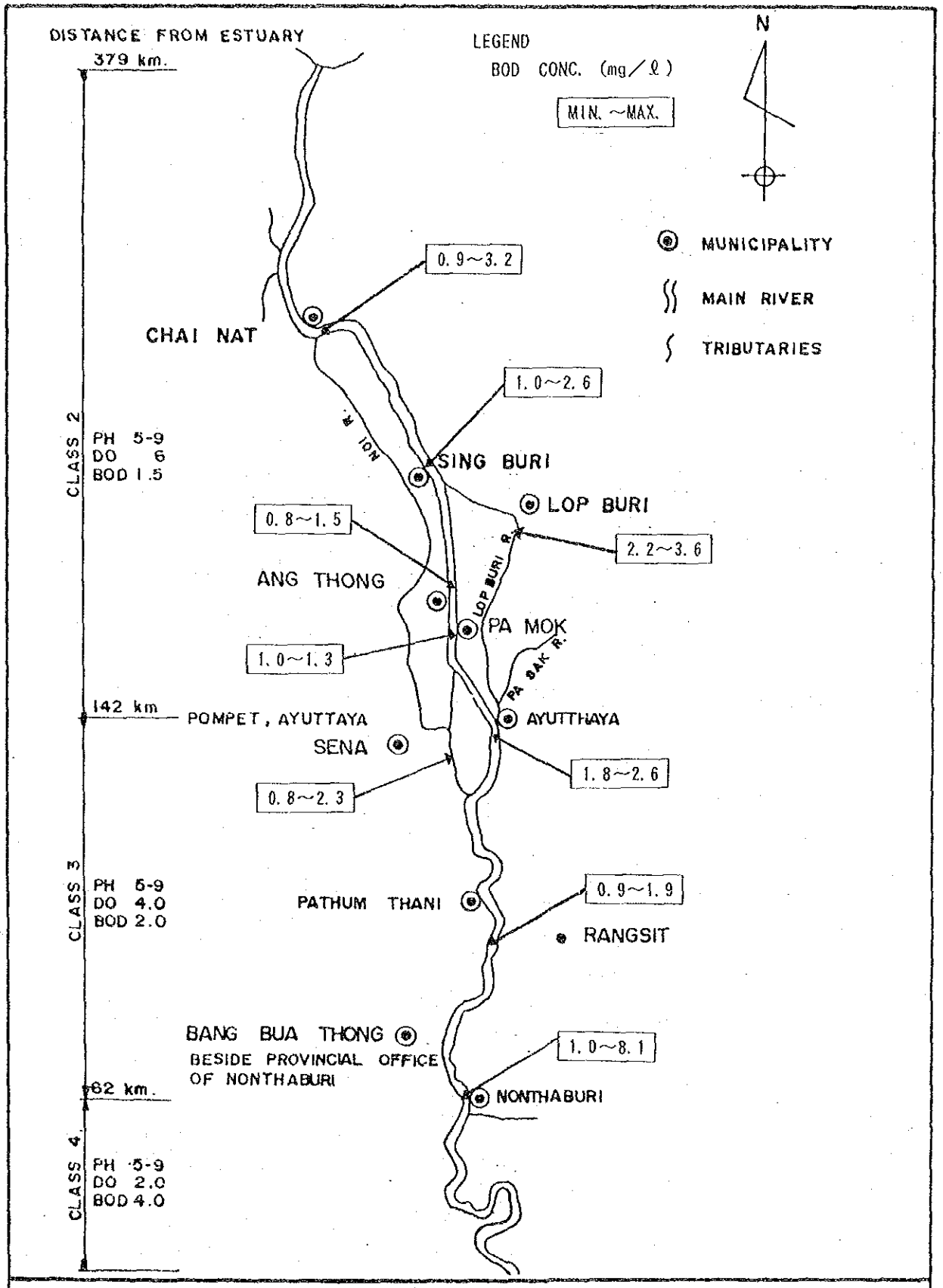


図3.2　現況水質汚濁状況

第4章　現況及び将来における衛生状況と下水道システム

4.1　衛生状況

現況における給水及び衛生状況並びに将来改善対策提案が、1989年に作成された「タイ国飲料水及び衛生状況」にまとめられている。

1988年において、総人口の約74%が配管を伴なう給水あるいは、雨水利用により飲料水を得ている。質と量に関する人口普及率の調査結果、量的には飲料水において73%、一方、質的（大腸菌）には26%であった。従って大腸菌を対象とした飲料水の改善が必要である。

水封式トイレが一般に使用されている。1980年における全国都市部での家庭トイレ普及率は95%、農村部では49%にとどまっている。本調査対象区域内においては飲料水、トイレ普及率とも92%であった。そしてゴミ収集率は81%となっている。

4.2　タイ国における既存下水道及び調査対象区域における現行水質汚濁防止計画

現在、タイ国における下水道事業は、まだ開発初期段階にある。バンコクにおいて総面積、人口各々 155.3km²、1,955,000 を対象とした6プロジェクトが進められている。6つのプロジェクトのうち3プロジェクトは活性汚泥変法を採用している。合計 776,000m³／日の処理が必要で、各処理施設容量は30,000m³／日から 350,000m³／日の幅にある。

地方都市においては、 PWDが下水道の計画から建設監理まで担当している。各都市は建設された下水道システムの維持管理を担当する。

図4.1に示したように、全国の地方で合計34の下水道プロジェクトがある。このうち13システムは建設済あるいは建設中である。そして7システムが運転されている。残りのプロジェクトは現在計画あるいは設計中である。地方における処理施設は小規模ないしは中規模であり、2,200 m³／日から32,000m³／日の容量である。主要な処理方式は回転円板接触法(RBC), オキシデーションディッチ(OD)及び酸化池(SP)である。

現在、本調査対象区域内で進められている下水道の計画、設計は3都市（アユタヤ、パトムタニ、ノンタブリ）及びランシット地区においてである。このうち、DIW によるランシット地区における工場排水処理施設の実施設計は最近完了した。他のプロジェクトは PCDあるいは PWDの所轄下、フィージビリティースタディーの段階である。

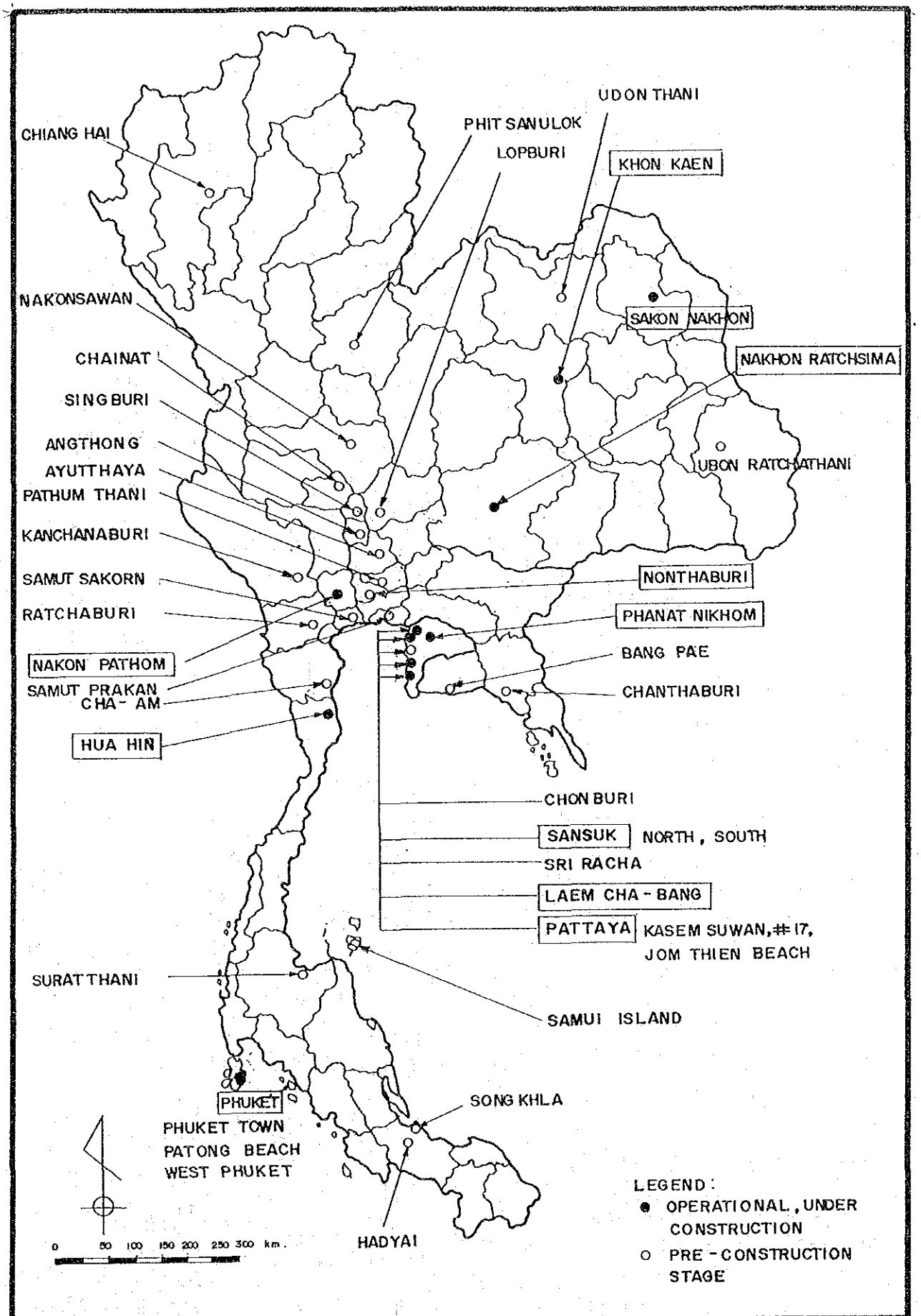


図4.1　地方における下水道プロジェクト

第５章　現況及び将来における社会経済状況と土地利用

5.1　社会経済の見通し

タイ国の経済は過去数年間にかなりの成長を遂げ、国民総生産において第６次国家計画期間（1987－1991年）に平均10.5%の伸びを示した。特にめざましい発展を遂げたのは、輸出用投資と観光分野であった。1991年の国際的リザーブは 170億ドルに達した。

急速な経済発展を通じ、農業ベースの経済から工業化経済に移行した。1991年の工業総生産の国民総生産に占める割合は26%、一方農業分野は11.5%であった。
このような経済の発展にもかかわらず、経済状態の異なる家庭、地方と都市部における収入格差が広がった。収入構成をみると上部20%層は全収入の55%を占め、下部20%層は 4.5%に過ぎない。

国家主要開発目標が第７次国家計画示され、次のような項目を含む。

1)　持続性と安定性を図るため、適度なレベルの経済成長率を保持すること
2)　さらに、収入を地方に配分すると共に開発を地方に分散すること
3)　人的資源の開発、生活基準の向上、環境・自然資源の保全を図ること

主要な社会経済開発目標は、上記事項を達成すべく策定された。

調査対象区域内の経済見通しにおいては、中央平原上流部の５県は農業生産中心、パトムタニ、ノンタブリにおいては、工業集約経済と言える。

中央平原における広大な土地と上質の土壌、豊富な水資源が農業中心経済の裏づけとなっている。一方、他２地域はバンコク都市圏の拡張区域であることから、工業中心経済となっている。

調査対象区域は全国国民総生産の約 7.4%を占めている。1989年対象区域内の県民総生産は40,341バーツ／人で全国平均32,028バーツ／人の約26%増であった。

急激な都市化が調査対象区域内、特にノンタブリ、パトムタニ及び一部の中央平原地域で進められた。調査対象区域内人口の約37%が都市部である町、衛生区内に居住している。

5.2　現況及び将来の土地利用

1988年現在、全国の約74%が農業（46%）及び森林（28%）に利用されている。同年、農地面積1,516,515ha は、関連７県の総行政面積に対して83%の高率を占めた。なお稲作用地は総面積の52%であった。
農地利用と共に居住・商工業目的における利用面積は適度に増加したが、森林用地は減少し

た。特にパトムタニとノンタブリ県においては将来、町の開発促進が予測される。表5.1は都市計画局(DTCP)による土地利用計画に基づき、下水道計画に使用する関連都市の土地利用の見通しを示す。

表5.1 下水道計画関連都市の土地利用の見通し

(単位：km²)

Municipality	Present Pop. in Muni/SD (1990)	Present Area of Muni/SD	Future Expansion Area	Other Area	DTCP Area
Chai Nat	13.983	6.061	1.039	49.390	59.490
Sing Buri	22.570	7.810	2.890	20.626	31.326
Lop Buri	36.832	6.850	6.000	0.003	12.853
Ang Thong	9.607	3.750	1.450	18.775	23.975
Pa Mok	10.686	12.000	--	14.860	26.860
Sena	4.607	1.200	2.300	22.596	26.096
Rangsit	77.410	33.300	--	--	33.300
Bang Bua Thong	10.354	1.600	1.800	6.450	9.850
TOTAL	186.049	72.571	15.479	132.700	220.750

第6章　現況及び将来における人口、工業、農業及び漁業

6.1　人口予測

対象7件の人口予測が計画年次1996年、2000年及び2001年毎になされた。
基礎データは労働局(DOLA)によって調査された登録人口である。予測人口は水質汚濁防止計画に使用される。一方未登録人口は、現実を考慮して PWDが下水道計画で考慮しているように、下水道計画において勘案することとした。

人口予測は中央平原地域とバンコク都市圏拡張区域別に県、郡さらに町、衛生区レベル毎に行われた。

上記2地域毎に、タイ国関連機関によって最近予測された人口予測結果が基本的に採用された。但し、これ等の予測結果は、収集された1970年, 1980年, 1985年及び1990年の実績人口を用い、年間平均増加率法により算出されたものと比較され、両者とも許容範囲にあることが確認された。対象行政区域内総人口は1992年現在 4,013,170、2011年 6,126,378と予測された。

対象流域 6,037.4km²内の人口は、1992年 2,276,271、2011年 3,568,516と予測された。表6.1は対象流域内面積及び予測人口を示す。

6.2　工業開発

現況の工業開発とその特徴が検討された。またこれまで実施された調査結果が総合的かつ広域を勘案した手法を適用するためにレビューされた。対象区域は人口予測において述べた2地域、中央平原内の県及びバンコク都市圏隣接地域に分け検討された。

中央平原地域においては、自然資源を利用した産業が中心であり、一方パトムタニ、ノンタブリ地域では被服・繊維・機械・電気製品が主体となっている。

汚濁負荷量原単位との関係から、NESDB がJICAスタディーを通じて行った中央平原地域総合開発計画によるフレーム値が利用された。すなわち地域総生産がフレーム値予測基本因子として採用された。現実対処策として、地域総生産と関連づけた雇用者数がフレーム値として選択された。そして表6.2及び6.3に示すように、計画年次別の従業員数が5つの産業分類別に関連県を対象に予測された。

6.3　畜産及び漁業開発

現地調査の結果、乾季においては、一般に家畜による汚濁負荷量は河川まで到達していないことが確認された。しかし、養豚場からの排水は汚濁要因となり得る。対象区域南部に立地する養漁池もONEBの調査に考慮されているように、汚濁源の一つである。養漁池関連情報も7県

表6.1　対象流域内面積及び予測人口

Provinces / Amphoes	Area (km2)			Population in 1992			Population in 1996			Population in 2001			Population in 2011		
	Total	Within Basin	Out of Basin	Total	Within Basin	Out of Basin	Total	Within Basin	Out of Basin	Total	Within Basin	Out of Basin	Total	Within Basin	Out of Basin
Chai Nat	2,469.7	624.3	1,845.4	359,998	151,628	208,370	370,091	154,680	215,411	387,558	159,934	227,622	416,009	166,847	249,162
** Muang Chai Nat	255.4	147.0	108.4	72,957	47,504	25,453	72,852	48,013	24,839	73,037	48,763	24,274	75,611	51,332	24,279
Manorom	225.6	0.0	225.6	35,943	0	35,943	36,914	0	36,914	38,039	0	38,039	40,402	0	40,402
Wat Sing	606.3	0.0	606.3	45,256	0	45,256	45,460	0	45,460	46,200	0	46,200	48,879	0	48,879
* Sankhaburi	354.8	249.0	105.8	69,550	50,486	19,044	71,255	51,775	19,480	74,248	53,951	20,297	77,065	56,079	20,986
* Sanphaya	228.3	228.3	0.0	53,548	53,548	0	54,692	54,692	0	57,220	57,220	0	59,436	59,436	0
Hankha	799.3	0.0	799.3	82,764	0	82,764	88,888	0	88,888	98,212	0	98,212	114,816	0	114,816
Sing Buri	822.5	822.5	0.0	234,635	234,635	0	244,889	244,889	0	260,869	260,869	0	290,239	290,239	0
** Muang Sing Buri	112.4	112.4	0.0	54,800	54,800	0	58,326	58,326	0	63,738	63,738	0	74,318	74,318	0
* Khai Bang Rachan	88.4	88.4	0.0	30,904	30,904	0	32,406	32,406	0	34,758	34,758	0	39,043	39,043	0
* Tha Chang	34.4	34.4	0.0	16,228	16,228	0	16,571	16,571	0	17,193	17,193	0	18,074	18,074	0
* Bang Rachan	190.5	190.5	0.0	40,110	40,110	0	42,460	42,460	0	46,007	46,007	0	53,013	53,013	0
* Prom Buri	82.5	82.5	0.0	25,657	25,657	0	25,130	25,130	0	24,752	24,752	0	23,445	23,445	0
* In Buri	314.3	314.3	0.0	68,936	68,936	0	69,796	69,796	0	74,341	74,341	0	82,346	82,346	0
Lop Buri	6,199.8	849.5	5,350.3	727,260	292,658	434,602	778,748	325,844	452,902	856,653	373,889	482,764	1,014,708	474,063	540,645
** Muang Lop Buri	565.6	426.8	138.8	267,289	215,307	51,982	302,165	241,980	60,185	352,978	280,723	72,255	461,681	363,651	98,030
Khok Samrong	982.5	17.5	965.0	75,827	1,013	74,814	66,256	800	65,456	56,093	572	55,521	38,535	148	38,387
Chai Baden	1,253.0	0.0	1,253.0	87,211	0	87,211	89,103	0	89,103	91,720	0	91,720	93,154	0	93,154
Tha Luang	538.9	0.0	538.9	25,500	0	25,500	29,415	0	29,415	35,239	0	35,239	48,475	0	48,475
* Tha Wung	242.8	242.8	0.0	52,027	52,027	0	56,864	56,864	0	62,777	62,777	0	73,337	73,337	0
Ban Mi	585.7	162.4	423.3	90,934	23,711	67,223	100,439	26,200	74,239	113,971	29,817	84,154	140,660	38,027	102,733
Pattana Nikom	517.0	0.0	517.0	58,003	0	58,003	61,442	0	61,442	69,136	0	69,136	83,902	0	83,902
Sa Bost	304.7	0.0	304.7	24,692	0	24,692	25,002	0	25,002	25,658	0	25,658	25,745	0	25,745
Khok Charoen	317.1	0.0	317.1	23,985	0	23,985	24,363	0	24,363	24,942	0	24,942	25,018	0	25,018
Lam San Thi	447.0	0.0	447.0	23,202	0	23,202	23,567	0	23,567	24,129	0	24,129	24,201	0	24,201
Nang Muang	445.5	0.0	445.5	–	0	–	–	0	–	–	0	–	–	0	0
Ang Thong	968.4	888.2	80.2	280,307	262,613	17,694	284,702	266,821	17,881	293,700	275,292	18,408	305,950	287,019	18,931
** Muang Ang Thong	102.9	102.0	0.9	48,288	47,943	345	48,884	48,547	337	50,199	49,864	335	51,736	51,420	316
* Chaiyo	72.3	72.3	0.0	22,613	22,613	0	22,391	22,391	0	22,344	22,344	0	21,764	21,764	0
** Pa Mok	80.9	80.9	0.0	29,016	29,016	0	28,913	28,913	0	29,108	29,108	0	28,834	28,834	0
* Pho Thong	219.4	212.4	7.0	58,379	56,421	1,958	60,618	58,572	2,046	64,254	62,062	2,192	70,557	68,109	2,448
* Wisat Chai Chan	224.7	189.3	35.4	68,072	60,246	7,826	68,059	60,452	7,607	68,809	61,340	7,469	68,739	61,915	6,824
* Samko	86.9	50.0	36.9	17,815	10,250	7,565	18,583	10,692	7,891	19,810	11,398	8,412	22,003	12,660	9,343
* Sawangha	181.3	181.3	0.0	36,124	36,124	0	37,264	37,264	0	39,176	39,176	–0	42,317	42,317	0
Ayutthaya	2,556.6	1,907.5	649.1	693,210	557,651	135,559	716,748	575,221	141,527	755,973	604,803	151,170	823,196	654,556	168,640
** Muang Ayutthaya	130.6	130.6	0.0	123,553	123,553	0	130,757	130,757	0	141,839	141,839	0	162,824	162,824	0
** Tha Rua	106.2	106.2	0.0	52,192	52,192	0	53,740	53,740	0	56,330	56,330	0	60,360	60,360	0
* Nakhon Luang	198.9	198.9	0.0	33,809	33,809	0	35,949	35,949	0	39,096	39,096	0	45,112	45,112	0
* Bang Sai	150.7	119.3	31.4	19,375	16,558	2,817	19,025	16,269	2,756	18,793	16,053	2,740	17,888	15,265	2,623
* Bang Sai	219.7	219.7	0.0	44,297	44,297	0	45,229	45,229	0	46,913	46,913	0	49,239	49,239	0
* Bang Ban	135.3	135.3	0.0	34,675	34,675	0	34,826	34,826	0	35,387	35,387	0	35,644	35,644	0
* Bang Pahan	121.9	121.9	0.0	37,077	37,077	0	37,948	37,948	0	39,479	39,479	0	41,684	41,684	0
* Bang Pa-In	229.1	189.1	40.0	64,008	55,088	9,020	68,829	59,475	9,354	74,849	64,898	9,951	86,352	75,547	10,805
* Ban Phraek	39.1	39.1	0.0	9,301	9,301	0	9,152	9,152	0	9,063	9,063	0	8,671	8,671	0
* Phak Hai	189.0	189.0	0.0	45,138	45,138	0	44,086	44,086	0	43,258	43,258	0	40,631	40,631	0
Phachi	104.5	0.0	104.5	29,691	0	29,691	30,199	0	30,199	31,152	0	31,152	32,360	0	32,360
* Maha Rat	120.1	120.1	0.0	23,614	23,614	0	24,103	24,103	0	24,989	24,989	0	26,206	26,206	0
Lat Bua Luang	199.9	136.9	63.0	33,302	21,742	11,560	34,684	22,723	11,961	35,878	24,293	12,585	40,674	27,029	13,645
Wang Noi	219.2	0.0	219.2	43,977	0	43,977	47,604	0	47,604	53,116	0	53,116	64,513	0	64,513
** Sena	205.6	198.9	6.7	60,499	59,257	1,242	61,677	60,494	1,183	63,850	62,716	1,134	66,757	65,811	946
Uthai	186.8	2.5	184.3	37,712	460	37,252	38,949	470	38,479	40,951	469	40,482	44,261	513	43,748
Pathum Thani	1,525.9	485.5	1,040.4	479,195	296,315	182,880	547,552	326,008	221,544	647,635	372,455	275,180	909,416	477,017	432,399
** Muang Pathum Thani	120.2	120.2	0.0	96,546	96,546	0	110,433	110,433	0	130,632	130,632	0	182,792	182,792	0
* Sam Khok	95.0	95.0	0.0	40,517	40,517	0	43,848	43,848	0	48,401	48,401	0	58,972	58,972	0
* Lat Lum Kaeo	188.1	188.1	0.0	36,684	36,684	0	39,752	39,752	0	43,081	43,081	0	53,836	53,836	0
* Thanyaburi	112.1	8.7	103.4	88,658	39,657	48,001	103,522	42,966	60,556	125,301	49,075	76,226	183,566	58,478	125,088
* Lam Luk Ka	297.7	6.0	291.7	89,749	26,308	63,441	105,365	27,922	77,443	128,760	31,170	97,590	192,287	36,326	155,961
* Khlong Luang	299.2	67.5	231.7	84,946	56,323	28,623	99,672	61,667	37,605	118,989	69,196	49,793	173,034	86,613	86,421
Nong Sua	413.6	0.0	413.6	41,915	0	41,915	45,960	0	45,960	51,571	0	51,571	64,929	0	64,929
Nonthaburi	622.3	273.6	348.7	715,316	449,979	265,331	861,168	553,429	307,739	1,089,195	714,281	374,914	1,757,962	1,192,834	565,128
** Muang Nonthaburi	77.0	42.3	34.7	318,579	202,595	115,984	393,748	252,632	141,116	513,121	329,631	183,490	871,414	559,451	311,963
Krual	57.4	0.0	57.4	81,652	0	81,652	93,353	0	93,353	110,364	0	110,364	154,252	0	154,252
Bang Yai	96.4	25.9	70.5	42,006	9,309	32,787	45,934	10,216	35,718	51,226	11,306	39,920	63,712	14,177	49,535
** Bang Bua Thong	116.4	116.4	0.0	68,406	68,406	0	79,203	79,203	0	95,127	95,127	0	137,225	137,225	0
* Pak Kret	89.0	89.0	0.0	169,669	169,669	0	211,378	211,378	0	278,217	278,217	0	461,981	461,981	0
Sai Noi	186.1	0.0	186.1	34,008	0	34,008	37,552	0	37,552	41,140	0	41,140	49,378	0	49,378
Total of 7 Provinces	15,165.2	5,851.1	9,314.1	3,469,915	2,245,479	1,244,436	3,808,696	2,456,692	1,357,004	4,291,581	2,761,523	1,530,058	5,517,460	3,542,575	1,974,905
Other															
Saraburi	3,576.6	186.3	3,390.3	523,255	30,792	492,463	537,024	29,724	507,300	579,249	29,554	549,695	608,898	25,941	582,957
Muang Saraburi	503.8	0.0	503.8	124,852	0	124,852	129,857	0	129,857	141,490	0	141,490	149,317	0	149,317
Kaeng Khoi	871.1	0.0	871.1	69,790	0	69,790	70,085	0	70,085	73,086	0	73,086	70,179	0	70,179
Don Phut	65.6	65.6	0.0	5,541	5,541	0	5,008	5,008	0	4,573	4,573	0	3,370	3,370	0
Ban Mo	279.0	93.7	185.3	45,952	15,433	30,519	45,797	15,360	30,357	47,099	15,818	31,281	44,158	14,830	29,328
Phra Phutthabat	324.6	0.0	324.6	41,582	0	41,582	37,636	0	37,636	34,467	0	34,467	25,525	0	25,525
Muak Lek	752.5	0.0	752.5	73,194	0	73,194	85,750	0	85,750	108,419	0	108,419	153,036	0	153,036
Wihan Daeng	228.8	0.0	228.8	31,150	0	31,150	31,075	0	31,075	32,137	0	32,137	30,351	0	30,351
Sadhai	125.1	0.0	125.1	24,180	0	24,180	23,174	0	23,174	22,797	0	22,797	19,478	0	19,478
Nong Khae	293.8	0.0	293.8	78,744	0	78,744	81,207	0	81,207	87,618	0	87,618	89,995	0	89,995
Nong Saeng	97.4	0.0	97.4	15,579	0	15,579	15,368	0	15,368	15,719	0	15,719	14,483	0	14,483
Nong Don	34.9	27.0	7.9	12,091	9,818	2,873	12,109	9,368	2,741	11,844	9,163	2,681	10,006	7,741	2,265
7 Prov + Sara Buri	18,741.8	6,037.4	12,704.4	4,013,170	2,276,271	1,736,899	4,346,720	2,476,416	1,864,304	4,870,830	2,791,077	2,079,753	6,126,378	3,568,516	2,557,862

Note: "***" refers to amphoes that have a municipality within the basin.
" **" refers to amphoes that have sanitary district/s within the basin.
"– " means data is not available

表6.2　業種別県別従業員数

(1992)

Industrial Group	Whole UCR	Chai Nat	Sing Buri	Lop Buri	Ang Thong	P. N. Si Ayutthaya	Saraburi
FOOD PROCESSING	56,230	4,547	6,378	6,091	2,459	18,895	17,860
MIN/CEMENT/CERAM.	64,648	226	896	2,447	4,672	6,892	49,515
LIGHT PROCESSING	73,749	205	795	686	8,051	10,481	53,531
MACHINE/ELECT.	106,001	240	671	4,908	424	83,148	16,610
OTHERS	49,575	478	839	1,942	2,898	29,183	14,235
TOTAL	350,203	5,696	9,579	16,074	18,504	148,599	151,751

(1996)

Industrial Group	Whole UCR	Chai Nat	Sing Buri	Lop Buri	Ang Thong	P. N. Si Ayutthaya	Saraburi
FOOD PROCESSING	65,839	5,324	7,468	7,132	2,879	22,124	20,912
MIN/CEMENT/CERAM	54,777	192	759	2,073	3,959	5,840	41,954
LIGHT PROCESSING	87,885	244	947	817	9,594	12,490	63,793
MACHINE/ELECT.	137,872	312	873	6,384	551	108,148	21,604
OTHERS	55,288	533	936	2,165	3,232	32,546	15,876
TOTAL	401,661	6,605	10,983	18,571	20,215	181,148	164,139

(2001)

Industrial Group	Whole UCR	Chai Nat	Sing Buri	Lop Buri	Ang Thong	P. N. Si Ayutthaya	Saraburi
FOOD PROCESSING	79,382	6,419	9,004	8,599	3,472	26,675	25,213
MIN/CEMENT/CERAM	50,708	177	703	1,919	3,665	5,406	38,838
LIGHT PROCESSING	99,616	277	1,074	926	10,875	14,157	72,307
MACHINE/ELECT.	149,948	340	949	6,943	599	117,621	23,496
OTHERS	60,011	579	1,016	2,350	3,508	35,326	17,232
TOTAL	439,665	7,792	12,746	20,737	22,119	199,185	177,086

(2011)

Industrial Group	Whole UCR	Chai Nat	Sing Buri	Lop Buri	Ang Thong	P. N. Si Ayutthaya	Saraburi
FOOD PROCESSING	91,459	7,396	10,374	9,907	4,000	30,733	29,049
MIN/CEMENT/CERAM	49,462	173	685	1,872	3,575	5,273	37,884
LIGHT PROCESSING	107,021	298	1,153	995	11,684	15,209	77,682
MACHINE/ELECT.	150,187	340	951	6,954	600	117,808	23,534
OTHERS	61,690	595	1,044	2,416	3,606	36,315	17,714
TOTAL	459,819	8,802	14,207	22,144	23,465	205,338	185,863

表6.3　パトムタニ及びノンタブリにおける従業員数

Industrial Group	Pathum Thani 1992	1996	2001	2011	Nonthaburi 1992	1996	2001	2011
FOOD PROCESSING	4,244	4,385	3,891	3,971	2,470	2,551	2,264	2,309
MIN./CEM./CERAMIC	10,485	10,795	9,565	9,703	4,230	4,369	3,876	3,954
LIGHT PROCESSING	69,751	72,065	63,944	65,255	40,595	41,929	37,199	37,941
MACHINE/ELEC.	86,517	89,389	79,314	80,940	50,353	52,008	46,140	47,061
OTHERS	21,201	21,905	19,436	19,835	12,339	12,745	11,307	11,532
TOTAL	192,198	198,539	176,150	179,704	109,987	113,602	100,786	102,797

を対象に収集された。平均水深1.5mの現況池面積が将来に亘って変わらないものと仮定した。以上に述べた汚濁源に関し、フレーム値が予測された。

表6.4及び6.5は、過去5ヶ年間の実績から直線回帰による家畜頭数の予測と郡・町別の養漁池面積をまとめたものである。

6.4　ト畜場及びフレッシュマーケット

ト畜場及びフレッシュマーケットは主要点汚濁源である。過去4ヶ年間の実績から表6.6に示すように県別ト畜頭数が予測された。これ等の施設は各町あるいは衛生区に1～2存在するものと仮定した。

限られた情報から、比較的大規模なフレッシュマーケットからの汚濁負荷は、一律で年間変動がないものと仮定した。

表6 4. 家畜頭数（実績及び予測）

Province	Livestock	Past Record 1986	1987	1988	1989	1990	Projection 1992	1996	2001	2011
Chai Nat	Buffaloes	22,408	20,581	19,948	20,887	23,052	22,000	22,700	23,400	25,000
	Cattle	50,171	50,979	51,378	54,278	51,136	53,700	55,800	58,400	63,600
	Swine	38,361	38,970	36,573	33,830	39,573	36,400	35,300	33,900	31,200
Sing Buri	Buffaloes	6,924	4,987	4,713	4,454	3,075	2,500	1,900	1,600	1,300
	Cattle	17,026	17,340	21,251	27,758	26,934	32,600	42,700	51,100	61,400
	Swine	40,483	32,252	26,675	31,337	28,237	22,900	17,100	14,300	12,000
Lop Buri	Buffaloes	40,292	25,612	24,202	22,212	19,910	16,100	12,100	10,100	8,400
	Cattle	156,899	159,797	164,750	172,157	166,569	176,700	189,400	205,200	236,900
	Swine	82,019	84,215	97,123	87,726	77,672	83,700	81,600	79,000	73,800
Ang Thong	Buffaloes	12,381	9,170	7,442	5,924	7,547	6,100	4,600	3,800	3,200
	Cattle	32,689	33,293	32,639	33,651	36,057	36,500	39,300	42,900	50,000
	Swine	28,878	29,143	28,132	36,432	40,903	45,200	57,800	73,400	93,200
Ayutthaya	Buffaloes	31,882	34,277	29,043	26,997	27,872	23,900	17,800	14,100	11,800
	Cattle	33,008	33,618	34,265	35,527	33,249	34,900	35,800	37,000	39,400
	Swine	25,827	25,980	25,612	40,273	43,362	52,000	68,800	82,300	98,800
Pathum Thani	Buffaloes	4,207	5,086	4,806	5,846	6,923	7,900	10,300	13,400	15,800
	Cattle	4,528	4,612	4,701	7,117	9,178	10,700	14,600	17,400	20,900
	Swine	3,195	13,316	34,435	39,949	37,395	45,200	59,300	71,000	85,200
Nonthaburi	Buffaloes	1,012	1,175	1,442	1,318	1,383	1,600	2,000	2,400	3,200
	Cattle	3,156	3,334	3,322	3,313	3,340	3,400	3,600	3,700	4,100
	Swine	1,897	1,989	3,770	2,831	3,751	4,500	6,000	7,100	8,500
Saraburi	Buffaloes	41,737	33,890	27,485	24,432	20,920	16,900	12,700	10,600	8,900
	Cattle	63,398	64,569	66,389	68,260	60,075	63,400	62,200	60,700	57,700
	Swine	53,558	54,719	98,225	88,759	87,322	105,700	138,600	165,800	199,000
TOTAL	Buffaloes	160,843	134,778	119,081	112,070	110,682	97,000	84,100	79,400	77,600
	Cattle	360,875	367,542	378,695	402,061	386,538	411,900	443,400	476,400	534,000
	Swine	274,218	280,584	350,545	361,137	358,215	395,600	464,500	526,800	601,700

Source: Office of Agricultural Economics and Department of Livestock Development, Ministry of Agriculture and Cooperatives (MOAC)
JICA Study Team (projection)

表6.5　1990年　町・郡別養漁池

Province / Amphoe	Area (m^2)
Chai Nat	
Muang Chai Nat	276,237
Manorom	136,588
Wat Sing	138,400
Sankhaburi	383,200
Sanphaya	165,236
Han Kha	231,785
Total	1,331,446
Ratio to G. Total	6.4%
Sing Buri	
Muang Sing Buri	90,776
Khai Bang Rachan	90,730
Tha Chang	32,452
Bang Rachan	109,148
Phrom Buri	75,613
In Buri	62,155
Total	460,874
Ratio to G. Total	2.2%
Lop Buri	
Muang Lop Buri	263,113
Khok Samrong	131,055
Chai Badan	37,360
Tha Wung	79,015
Ban Mi	279,477
Phatthana Nikhom	412,975
Sa Boat	1,600
Total	1,204,595
Ratio to G. Total	5.8%
Ang Thong	
Muang Ang Thong	124,986
Chaiyo	15,804
Pa Mok	75,745
Pho Thong	173,318
Wiset Chai Chan	277,756
Samko	2,800
Sawaengha	25,010
Total	695,419
Ratio to G. Total	3.3%

Province / Amphoe	Area (m^2)
Ayutthaya	
Muang Ayutthaya	37,200
Tha Rua	14,100
Nakhon Luang	56,050
Bang Sai	1,886,350
Bang Shai	481,900
Bang Ban	46,209
Bang Pahan	135,931
Bang Pa-in	146,676
Ban Phraek	33,148
Phak Hai	1,580,472
Phachi	43,370
Maha Rat	307,044
Lat Bua Luang	633,520
Wang Noi	4,700
Sena	2,689,554
Uthai	22,400
Total	8,118,624
Ratio to G. Total	38.9%
Pathum Thani	
Muang Pathum Thani	470,150
Sam Khok	740,590
Lat Lum Kaeo	1,864,051
Thanyaburi	545,914
Lam Luk Ka	1,456,540
Klong Laung	1,534,756
Nong Sua	440,760
Total	7,052,761
Ratio to G. Total	33.8%
Nonthaburi	
Muang Nonthburi	653,600
Kruai	150,670
Bang Yai	133,140
Ban Bua Thong	589,764
Pak Kret	94,000
Sai Noi	378,140
Total	1,999,314
Ratio to G. Total	9.6%
Grand Total	20,863,033

Source: Department of Fisheries, MOAC

表6.6　ト畜頭数（実績及び予測）

Province	Livestock	Past Record 1986	1987	1988	1989	Projection 1992	1996	2001	2011
Chai Nat	Buffaloes	892	1,811	1,943	1,689	1,570	1,330	1,020	690
	Cattle	2,337	1,179	944	692	500	390	330	280
	Swine	16,062	14,937	15,674	16,866	17,300	18,560	20,140	23,280
Sing Buri	Buffaloes	255	252	122	120	90	70	60	50
	Cattle	2,249	1,857	1,019	695	510	390	330	280
	Swine	17,478	14,528	10,634	9,071	6,610	5,060	4,320	3,700
Lop Buri	Buffaloes	401	298	276	275	240	190	130	110
	Cattle	8,226	8,017	8,094	7,493	7,000	6,150	5,090	3,050
	Swine	23,899	24,408	26,190	24,447	26,280	27,650	29,360	32,790
Ang Thong	Buffaloes	1,286	1,188	1,463	1,115	1,160	1,060	940	700
	Cattle	3,933	3,422	2,909	1,971	1,440	1,100	940	800
	Swine	17,741	22,474	23,879	20,675	25,790	29,870	34,970	45,180
Ayutthaya	Buffaloes	3,680	4,031	4,000	5,314	6,450	8,400	10,690	12,590
	Cattle	4,998	5,558	4,871	6,947	7,920	9,980	12,560	16,460
	Swine	43,307	44,196	43,321	47,525	49,890	54,600	60,490	72,270
Pathum Thani	Buffaloes	33,802	35,306	33,905	31,233	29,460	25,820	21,270	12,720
	Cattle	28,228	26,113	25,345	25,743	22,660	19,370	15,260	10,490
	Swine	64,733	72,790	64,418	79,391	86,350	100,590	118,400	154,000
Nonthaburi	Buffaloes	11,580	11,559	9,404	8,607	6,270	4,800	4,100	3,510
	Cattle	8,585	8,357	7,531	7,294	5,830	4,070	3,470	2,970
	Swine	33,494	35,645	37,719	37,390	42,250	47,760	54,640	68,400
Saraburi	Buffaloes	1,474	1,706	1,878	1,576	1,870	2,060	2,300	2,780
	Cattle	4,761	4,466	4,460	4,348	3,950	3,450	2,830	1,770
	Swine	40,004	42,150	46,464	45,286	52,550	60,610	70,690	90,850
TOTAL	Buffaloes	53,370	56,151	52,991	49,929	47,110	43,730	40,510	33,150
	Cattle	63,317	58,969	55,173	55,183	49,810	44,900	40,810	36,100
	Swine	256,718	271,128	268,299	280,651	307,020	344,700	393,010	490,470

Source: Office of Agriculture Economics, MOAC
JICA Study Team (Projection)

第７章　将来に亘る水利用及び河川水理条件

7.1　チャオピア川における水利用

チャオピア川の主要水利用は家庭、工業給水、農業及び漁業用水である。 MWAは、バンコク圏における家庭、工場への総給水量 265万㎥／日のうち、 125万㎥／日をチャオピア川に依存している。原水取水ポンプ場はパトムタニのサムレーに設置されている。他の家庭、工場用水の取水は、パトムタニからサムットプラカーン県に到る下流域に集中している。これらの取水量は合計 265万㎥／日と推算されている。

取水ゲートあるいはポンプ場の多くは、チャオピア川沿のアントンからバンコク都市圏の上流部に設置されている。雨季には、全流域の農地において11億㎥／月が使用されている。チャイナットからノンタブリの下流域では稲作用として約２億㎥／月が利用されている。乾季においても農業生産に供する利水が行われている。すなわち全流域内使用水量は７億㎥／月、下流域では 1.2－1.3 億㎥／月が使用されている。 RIDが農業用水管理を行っており、流域内の農地、その他を対象に年間を通じた水の確保に努めている。また農業用水路網、取水ゲート、ポンプ場の建設管理も担当している。図7.1は、これらの施設位置及び流下パターンを示す。

7.2　河川の水理条件

降雨観測は RID及び他の関連機関によって行われている。流域内での月間最大降雨は、 200－300mm の範囲で９月に、最小降雨は０－20mmで12月から２月の間に記録されている。
河口からアユタヤにかけての下流域における月間最大降雨量は、タイ湾方向からのモンスーンに影響され、上流域より多い。

RIDのデータからチャオピア川の流下パターンが表7.1に示すように検討された。アユタヤ上流の観測点における流量は、Ｈ－Ｑ曲線により計算される。しかし、バンサイからタイ湾までの下流区間では、潮汐の影響を受けており、水位のみが入手可能である。アジア工科大学（AIT)が作成した調和流下モデルが、この区間で利用可能である。洪水時の流出モデルは複雑であるが、乾季においては、流量がダム、ゲート等で制御されていることから、比較的簡易なものである。流量観測所の数は限られるが、確立年別水位が調査された。

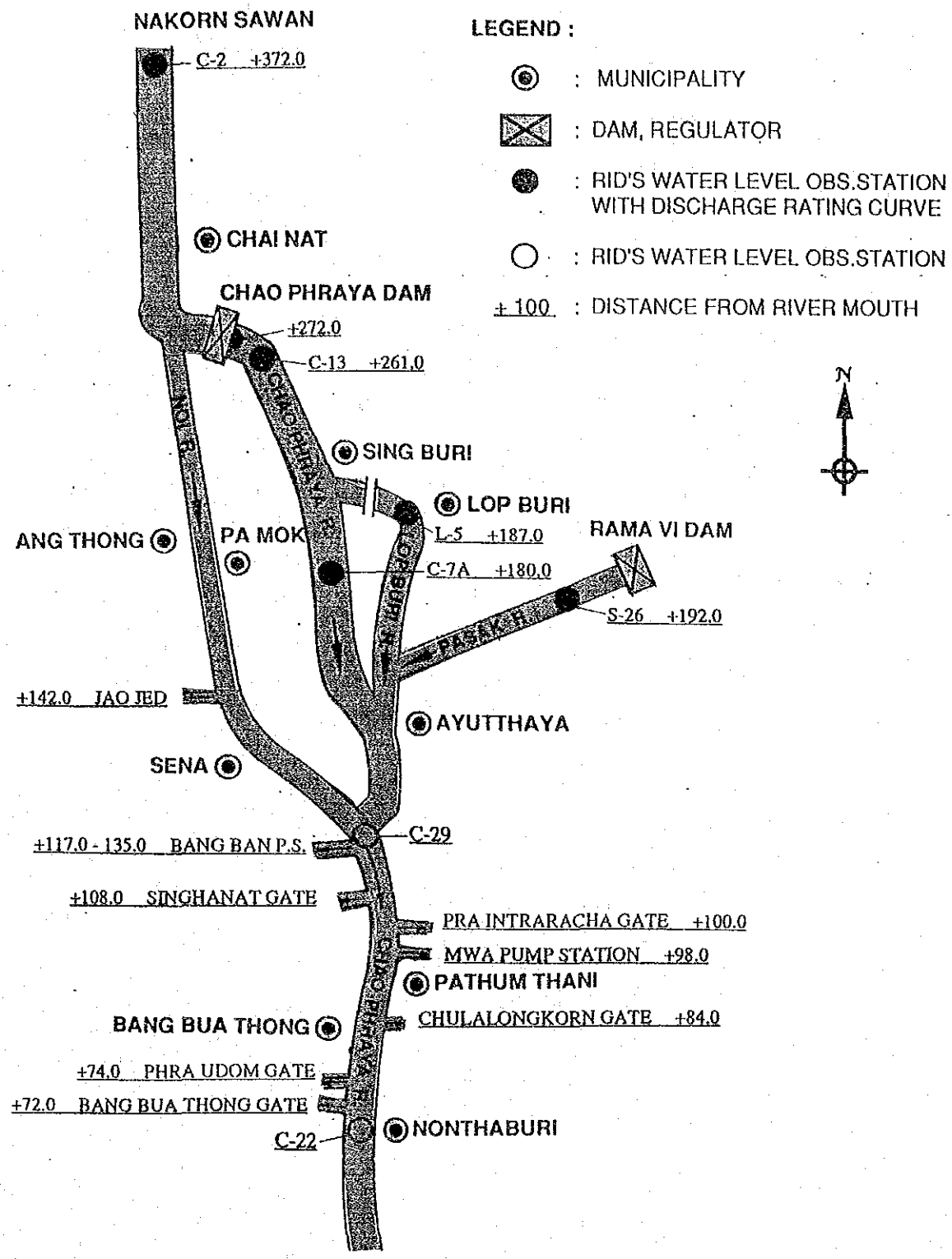


図7.1　チャオピア川の流下パターン

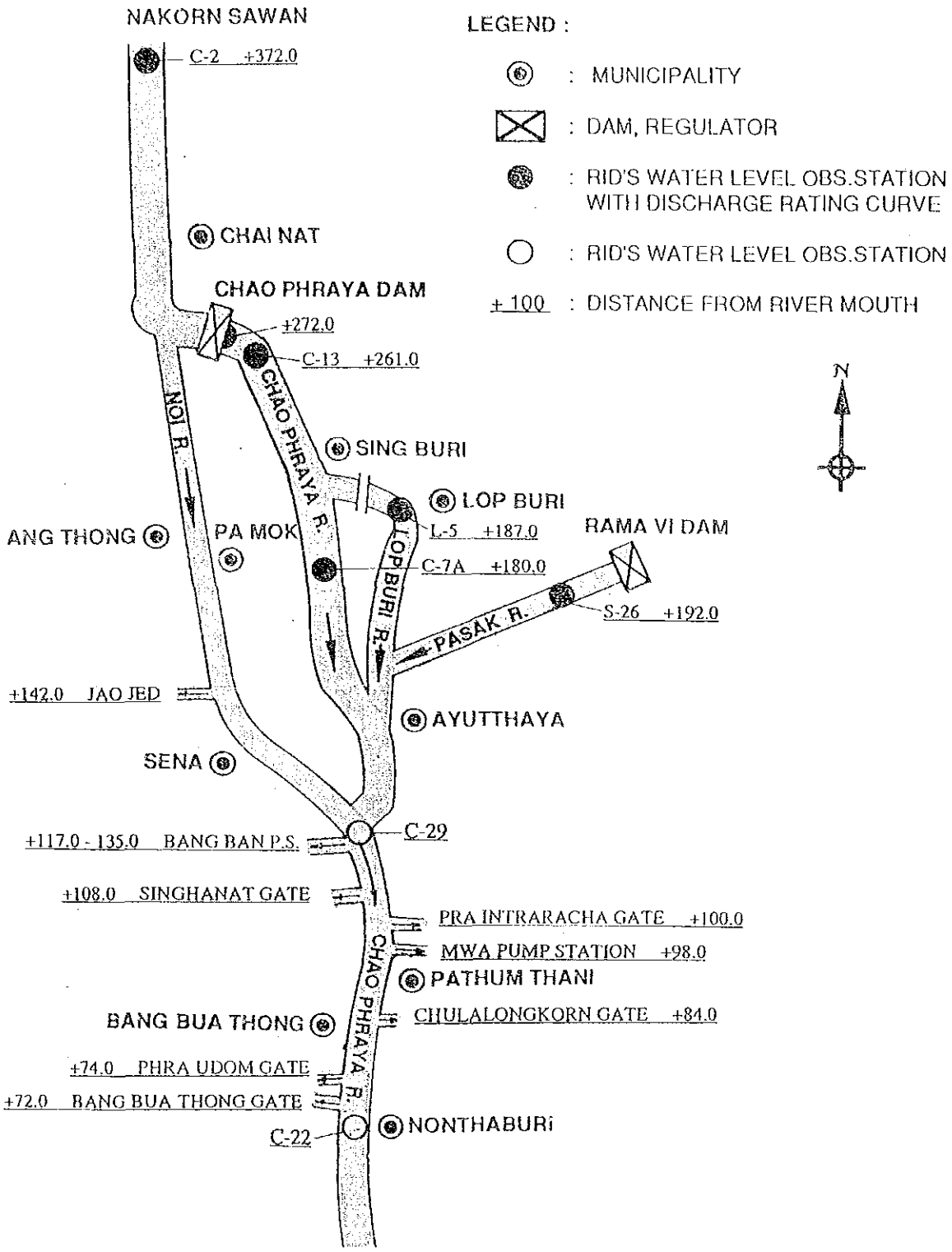
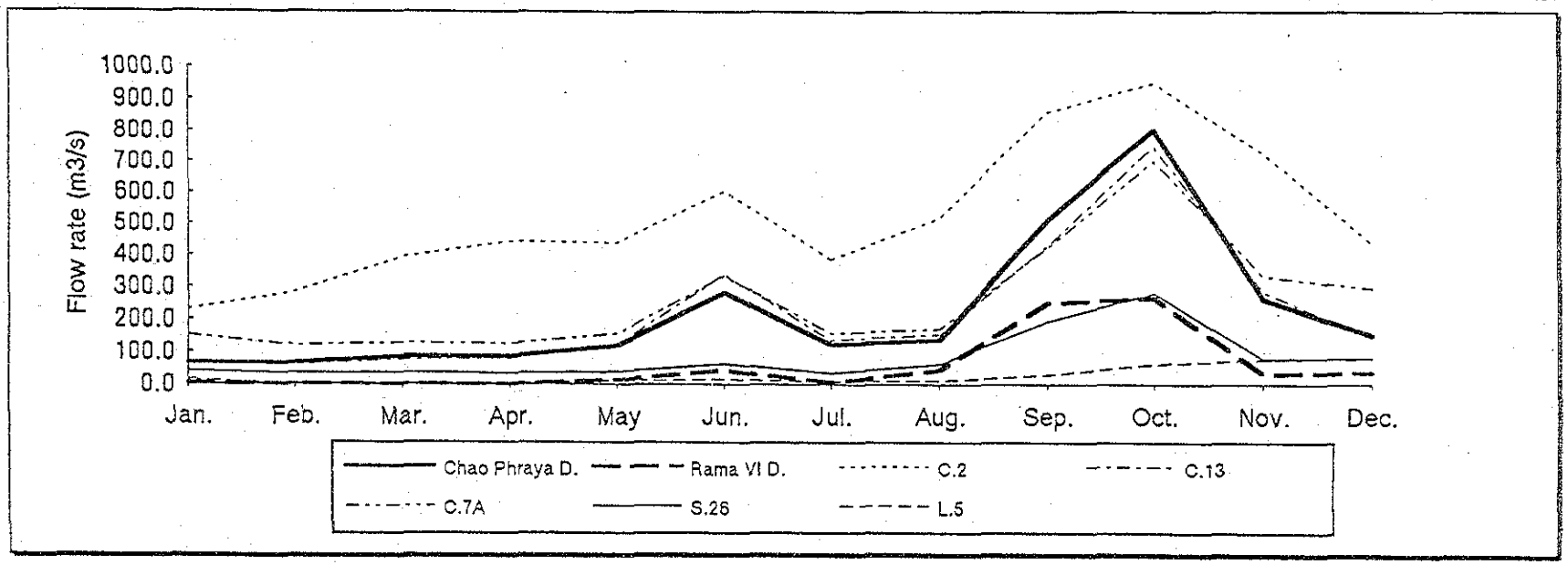


図7.1　チャオピア川の流下パターン

表7.1　チャオピア川及びその支川における流量（1988-1992 年平均）

Station	Dist (km)	Average flow rate (m3/s) Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.
C.2, A.Muang, Nakorn Sawan	372.0	230.7	284.9	392.5	442.5	438.5	605.2	386.2	519.0	860.4	951.2	727.8	436.8
C.7A, A.Muang, Ang Thong	180.0	152.5	119.9	128.6	125.5	157.2	334.7	159.4	173.5	422.0	700.9	334.6	297.4
C.13, A.Sanphaya,Chai Nat	261.0	60.6	58.5	75.9	78.0	123.5	340.2	137.5	155.8	428.0	747.9	286.3	147.3
S.26, A.Tha Rua,Ayutthaya	192.0	40.2	33.0	34.8	34.6	38.6	63.0	34.8	63.1	196.4	282.6	78.9	81.3
L.5, A.Ban Phreak,Ayutthaya	187.0	14.6	0.9	0.9	2.7	11.6	16.0	8.5	11.4	29.0	62.4	77.6	82.5
Chao Phraya Dam, Chai Nat	272.0	63.4	64.2	84.0	84.0	118.4	283.6	123.2	137.2	510.4	803.2	263.2	153.2
Rama VI Dam, Ayutthaya	-	0.6	0.0	0.0	0.0	11.8	42.4	4.7	43.8	251.4	267.0	32.6	37.6



第８章　汚水の水量、水質原単位

8.1　家庭排水

水質汚濁防止計画及び下水道計画策定のため、汚濁源別の水量、水質原単位が検討された。

汚水量は、原則として測定給水量あるいは排出水量データを用いて、算出された。水質においては、 BOD負荷が有機物代表指標として採用された。原単位は、日本及び他国における報告を参考とし、タイ国において実施された調査結果を勘案して決定された。

本調査においては、家庭給水量が基礎家庭用水及び営業用水から成るものと定義した。一人当りの給水量原単位が、町あるいは衛生区のランク付けを行った後、現況給水状況と類似都市における将来予測結果を基に予測された。表8.1はランク別の給水量原単位予測を示す。

一人当り BOD負荷に関する情報が収集されレビューされた。本調査計画のために、現況値53ｇ／人・日（発生負荷量）が提案された。その内訳はし尿11ｇ／人・日、雑排水41ｇ／人・日である。将来負荷量は、雑排水年間 0.1ｇ／人・日の増加、し尿は現況固定として積算された。

発生負荷量の他、行政区域毎に排出 BOD原単位が算出された。ここにおいて、し尿処理施設での除去率を50％と仮定した。表8.2及び8.3は、発生及び排出 BOD原単位を示す。

8.2　工場排水

現況における業種別従業員一人当りの工場排水量原単位がパトムタニに立地する約 300工場からのデータを基に算出された。

将来予測において、労働生産性の向上と用水節減が勘案された。これら因子の基礎数値は、JICAによって作成されたサムットプラカン地域における工業用水の効率的利用計画と中央平原地域総合計画によった。従業員による汚水についても平均 280ℓ／人・日を見込んだ。

DIWによって調査された、チャオピア川沿のナコンサワンからサムットプラカンに到る区域における、主要 250工場からの排出 BOD負荷量も参考とした。表8.4はこれらの結果を総括したものである。

表8.1　都市ランク別給水量原単位

Category	Province	Municipality / S. D.	Consumption Rate (lcpd)												
			1991	1992			1996			2001			2011		
				dome.	busi.	Total	dome.	busi.	Total	dome.	busi.	Total	dome.	busi.	Total
Manicipality	Chai Nat	Muang Chai Nat	179	131	53	184	146	58	204	164	65	229	200	80	280
		Wat Sing	(120)	104	21	125	121	24	145	142	28	170	180	40	220
	Sing Buri	Muang Sing Buri	149	111	45	156	130	52	182	154	61	215	200	80	280
	Lop Buri	Muang Lop Buri	280	200	80	280	200	80	280	200	80	280	200	80	280
		Khok Samrong	128	111	22	133	126	25	151	145	29	174	180	40	220
		Muang Bang Mi	128	111	22	133	126	25	151	145	29	174	180	40	220
	Ang Thong	Muang Ang Thong	159	118	47	165	135	54	189	156	63	219	200	80	280
		Pa Mok	113	86	35	121	111	44	155	141	56	197	200	80	280
	Ayutthaya	Muang Ayutthaya	314	211	105	316	217	109	326	225	112	337	242	118	360
		Muang Sena	200	146	58	204	157	63	220	171	69	240	200	80	280
		Tha Rua	128	111	22	133	126	25	151	145	29	174	180	40	220
	Pathum Thani	Muang Pathum Thani	294	198	99	297	207	104	311	218	109	327	242	118	360
	Nonthaburi	Muang Nonthaburi	226												
		Pak Kret	226	155	78	233	173	87	260	195	98	293	242	118	360
		Muang Bang Bua Thong	226												
S. D.s in Rangsit area	Pathum Thani	Prachatipat													
		Thanyaburi	181	127	63	190	151	75	226	181	90	271	242	118	360
		Khu Kot													
		Klong Luang													
S. D.	S.Ds except for Rangsit area		120	104	21	125	121	24	145	142	28	170	180	40	220
Rural Area	Rural Communities		95	96	-	96	101	-	101	108	-	108	120	-	120

Note : (　) present average consumption rate in class B.

表8.2　1人1日当り発生 BOD負荷量原単位

Category	Province	Municipality / S. D.	Unit BOD Load gpcd															
			1992				1996				2001				2011			
			Sullage	N.S	Busi.	Total	Sullage	N.S	Busi.	Total	Sullage	N.S	Busi.	Total	Sullage	N.S	Busi.	Total
Manicipality	Chai Nat	Muang Chai Nat	42	11	6.4	59.4	42.4	11	7.0	60.4	42.9	11	7.8	61.7	43.9	11	9.6	64.5
		Wat Sing	42	11	2.5	55.5	42.4	11	2.9	56.3	42.9	11	3.4	57.3	43.9	11	4.8	59.7
	Sing Buri	Muang Sing Buri	42	11	5.4	58.4	42.4	11	6.2	59.6	42.9	11	7.3	61.2	43.9	11	9.6	64.5
	Lop Buri	Muang Lop Buri	42	11	9.6	62.6	42.4	11	9.6	63.0	42.9	11	9.6	63.5	43.9	11	9.6	64.5
		Khok Samrong	42	11	2.6	55.6	42.4	11	3.0	56.4	42.9	11	3.5	57.4	43.9	11	4.8	59.7
		Muang Bang Mi	42	11	2.6	55.6	42.4	11	3.0	56.4	42.9	11	3.5	57.4	43.9	11	4.8	59.7
	Ang Thong	Muang Ang Thong	42	11	5.6	58.6	42.4	11	6.5	59.9	42.9	11	7.6	61.5	43.9	11	9.6	64.5
		Pa Mok	42	11	4.2	57.2	42.4	11	5.3	58.7	42.9	11	6.7	60.6	43.9	11	9.6	64.5
	Ayutthaya	Muang Ayutthaya	42	11	12.6	65.6	42.4	11	13.1	66.5	42.9	11	13.4	67.3	43.9	11	14.2	69.1
		Muang Sena	42	11	7.0	60.0	42.4	11	7.6	61.0	42.9	11	8.3	62.2	43.9	11	9.6	64.5
		Tha Rua	42	11	2.6	55.6	42.4	11	3.0	56.4	42.9	11	3.5	57.4	43.9	11	4.8	59.7
	Pathum Thani	Muang Pathum Thani	42	11	11.9	64.9	42.4	11	12.5	65.9	42.9	11	13.1	67.0	43.9	11	14.2	69.1
	Nonthaburi	Muang Nonthaburi	42	11	9.4	62.4	42.4	11	10.4	63.8	42.9	11	11.8	65.7	43.9	11	14.2	69.1
		Pak Kret	42	11	9.4	62.4	42.4	11	10.4	63.8	42.9	11	11.8	65.7	43.9	11	14.2	69.1
		Muang Bang Bua Thong	42	11	9.4	62.4	42.4	11	10.4	63.8	42.9	11	11.8	65.7	43.9	11	14.2	69.1
SDs in Rangsit area	Pathum Thani	Prachatipat	42	11	7.6	60.6	42.4	11	9.0	62.4	42.9	11	10.8	64.7	43.9	11	14.2	69.1
		Thanyaburi	42	11	7.6	60.6	42.4	11	9.0	62.4	42.9	11	10.8	64.7	43.9	11	14.2	69.1
		Khu Kot	42	11	7.6	60.6	42.4	11	9.0	62.4	42.9	11	10.8	64.7	43.9	11	14.2	69.1
		Khlong Luang	42	11	7.6	60.6	42.4	11	9.0	62.4	42.9	11	10.8	64.7	43.9	11	14.2	69.1
S. D.	SDs except for Rangsit area		42	11	2.5	55.5	42.4	11	2.9	56.3	42.9	11	3.4	57.3	43.9	11	4.8	59.7
Rural Area	Rural Communities		42	11	-	53.0	42.4	11	-	53.4	42.9	11	-	53.9	43.9	11	-	54.9

表8.3　1人1日当り排出 BOD負荷量原単位

Category	Province	Municipality / S. D.	Unit BOD Load gpcd											
			1992			1996			2001			2011		
			Sullage & Busi.	N.S	Total	Sullage & Busi.	N.S	Total	Sullage & Busi.	N.S	Total	Sullage & Busi.	N.S	Total
Manicipality	Chai Nat	Muang Chai Nat	48.4	5.5	53.9	49.4	5.5	54.9	50.7	5.5	56.2	53.5	5.5	59.0
		Wat Sing	44.5	5.5	50.0	45.3	5.5	50.8	46.3	5.5	51.8	48.7	5.5	54.2
	Sing Buri	Muang Sing Buri	47.4	5.5	52.9	48.6	5.5	54.1	50.2	5.5	55.7	53.5	5.5	59.0
	Lop Buri	Muang Lop Buri	51.6	5.5	57.1	52.0	5.5	57.5	52.5	5.5	58.0	53.5	5.5	59.0
		Khok Samrong	44.6	5.5	50.1	45.4	5.5	50.9	46.4	5.5	51.9	48.7	5.5	54.2
		Muang Bang Mi	44.6	5.5	50.1	45.4	5.5	50.9	46.4	5.5	51.9	48.7	5.5	54.2
	Ang Thong	Muang Ang Thong	47.6	5.5	53.1	48.9	5.5	54.4	50.5	5.5	56.0	53.5	5.5	59.0
		Pa Mok	46.2	5.5	51.7	47.7	5.5	53.2	49.6	5.5	55.1	53.5	5.5	59.0
	Ayutthaya	Muang Ayutthaya	54.5	5.5	60.1	55.5	5.5	61.0	56.3	5.5	61.8	58.1	5.5	63.6
		Muang Sena	49.0	5.5	54.5	50.0	5.5	55.5	51.2	5.5	56.7	53.5	5.5	59.0
		Tha Rua	44.6	5.5	50.1	45.4	5.5	50.9	46.4	5.5	51.9	48.7	5.5	54.2
	Pathum Thani	Muang Pathum Thani	53.9	5.5	59.4	54.9	5.5	60.4	56.0	5.5	61.5	58.1	5.5	63.6
	Nontha Buri	Muang Nonthaburi	51.4	5.5	56.9	52.8	5.5	58.3	54.7	5.5	60.2	58.1	5.5	63.6
		Pak Kret	51.4	5.5	56.9	52.8	5.5	58.3	54.7	5.5	60.2	58.1	5.5	63.6
		Muang Bang Bua Thong	51.4	5.5	56.9	52.8	5.5	58.3	54.7	5.5	60.2	58.1	5.5	63.6
SDs in Rangsit area	Pathum Thani	Prachatipat	49.6	5.5	55.1	51.4	5.5	56.9	53.7	5.5	59.2	58.1	5.5	63.6
		Thanyaburi	49.6	5.5	55.1	51.4	5.5	56.9	53.7	5.5	59.2	58.1	5.5	63.6
		Khu Kot	49.6	5.5	55.1	51.4	5.5	56.9	53.7	5.5	59.2	58.1	5.5	63.6
		Khlong Luang	49.6	5.5	55.1	51.4	5.5	56.9	53.7	5.5	59.2	58.1	5.5	63.6
S. D.	SDs except for Rangsit area		44.5	5.5	50.0	45.3	5.5	50.8	46.3	5.5	51.8	48.7	5.5	54.2
Rural Area	Rural Communities		42.0	5.5	47.5	42.4	5.5	47.9	42.9	5.5	48.4	43.9	5.5	49.4

表8.4　業種別 BOD負荷量

Industrial Type	No. of Fac.	Wastewater Quantity (m3/day)	BOD Concentration (mg/l) Generated	Discharged	BOD Load (kg/d) Generated	Discharged
Beverage	18	16,710	1,972.0	10.7	32,952.9	178.3
Food	73	19,916	872.0	24.0	17,366.0	478.2
FOOD PROCESSING TOTAL	91	36,626	1,373.9	17.9	50,318.9	656.5
Non-metallic	9	940	371.7	3.2	349.4	3.0
MIN/CEMENT/CERAMIC TOTAL	9	940	371.7	3.2	349.4	3.0
Apparel	1	90	400.0	55.0	36.0	5.0
Leather	3	603	473.5	277.1	285.5	167.1
Textiles	89	33,633	462.9	35.7	15,568.4	1,200.2
LIGHT PROCESSING TOTAL	93	34,326	462.9	40.0	15,889.9	1,372.3
Basic Metal	1	100	240.0	5.0	24.0	0.5
Transport Equipment	1	100	250.0	30.9	25.0	3.1
Others	2	210	61.9	6.4	13.0	1.4
MACHINE/ELECTRIC. TOTAL	4	410	151.2	12.0	62.0	4.9
Chemical	20	4,668	390.1	40.2	1,820.9	187.5
Paper	20	41,620	623.3	31.2	25,942.5	1,297.5
Plastics	1	12	0.0	0.0	0.0	0.0
Others	12	2,732	606.1	48.3	1,655.9	132.1
OTHERS TOTAL	53	49,032	600.0	33.0	29,420.7	1,617.3
GRAND TOTAL	250	121,334	791.5	30.1	96,040.8	3,654.1

Source: Department of Industrial Works

将来予測において、労働生産性の向上は考慮したが、用水の節減については無視することとした。計画年次別に産業分類別発生及び排出負荷量原単位が予測された。現況における工場排水処理状況と、処理施設を設置していない小規模工場の存在を考慮して総発生負荷量の半分が未処理放流されるものと仮定した。そして小規模工場あるは、未登録工場の存在を勘案し、産業分類別従業員当りの発生及び排出負荷量原単位が表8.5及び8.6のように予測された。

表8.5　業種別発生BOD 原単位

Industrial Group	Avg. BOD Concen'n (mg/l)	Unit I.W.W. Quantity (m3/d/head)	Unit BOD Load (g/d/head)	Projected Unit BOD Load (g/day/head)			
				1992	1996	2001	2011
Food Processing	1,374	0.768	1,055	1,115	1,354	1,655	2,404
Min./Cement/Ceramics	372	0.322	120	126	154	188	273
Light Processing	463	0.261	121	128	155	189	275
Machine/Electrical.	151	0.081	12	13	16	19	28
Others	600	0.665	399	421	512	626	909

表8.6　業種別排出BOD 原単位

Industrial Group	Unit BOD Load from Factory w/WWTP. (g/d/head)	Unit BOD Load from Factory w/o WWTP. (g/d/head)	Average Unit BOD Load from Factory (g/d/head)	Projected Unit BOD Load per Employee (g/day/head)			
				1992	1996	2001	2011
Food Processing	14	1,055	544	567	684	839	1,219
Min./Cement/Ceramics	1	120	61	64	77	95	138
Light Processing	10	121	66	69	84	103	149
Machine/Electrical.	1	12	7	7	8	10	15
Others	22	399	211	223	269	330	480

8.3　その他排水

日本における基準及びタイ国における既存調査結果を参考として、畜産、卜畜、フレッシュマーケット及び養漁池の発生水量、水質原単位が検討された。フレッシュマーケット及び養漁、池に関する原単位は、タイ国における既存調査結果を採用した。フレッシュマーケットからの排水は40㎥／日、 BOD濃度 1,000mg／ℓと設定された。また養漁池からの放流水量及び水質は93.8㎥／ha、 BOD 20 mg／ℓと仮定された。表8.7及び8.8は畜産及び卜畜に関する汚濁負荷量原単位を示す。

自然汚濁については、現地調査結果と一般的に採用されている数値を勘案して、 0.5～1.0 kg／㎢を採用した。

表8.7　畜産汚濁負荷量原単位

Item	Generated Cattle	Generated Swine	Discharged Cattle	Discharged Swine
Wastewater (l/head/day)	90 (45-135)	13.5	-	13.5
BOD (g/head/day)	640	200	0	100

Note : Discharged BOD load for Cattle is assumed to be zero percent, while for swine 50 percent

Data source: Guideline for comprehensive Basin-Wide Water Pollution Control plan, Japan

表8.8　ト畜汚濁負荷量原単位

Item	Quantity (l/head/d)	BOD (g/head/d)
Raw wastewater	1,166	2,200
Effluent from WWTP	1,450	160

Note: Effluent quality is based on the experience in Thailand (110 mg/l).
The figures are in case of swine and conversion rate of cattle to swine is 3:1.

第９章　現況汚濁解析

9.1　水質基点を勘案した汚濁負荷量流出モデル

現況汚濁解析が流出モデルの設定、将来汚濁解析のための基礎因子を決定するために行われた。この解析のための基礎データは、２回にわたる現地調査から得た調査地点毎の流出負荷量と、フレーム値と汚濁源別の BOD負荷量原単位から求めた排出負荷量である。図9.1は、汚濁負荷量の概念的流下システムを示す。

図9.2に示すようにチャイナット、ノンタブリ間の本川に沿って合計５ヶ所の水質基点が設定された。ほとんどの現地調査地点は、水質基点と合致している。

フレーム値、発生、排出負荷量が、各水質基点／負荷量流入点（各小流域各に各県１地点）に配分された。各県別の関連小流域を表9.1に示す。

表9.1　県別関連流域

Province	Noi River	Lop Buri River	Pasak River	Main R. (R0-R1)	Main R. (R1-R2)	Main R. (R2-R3)	Main R. (R3-R4)
Chai Nat	N1	--	--	C1	C2	--	--
Sing Buri	N2	L1	--	--	C3	--	--
Lop Buri	--	L2	--	--	C4	--	--
Ang Thong	N3	--	--	--	C5	--	--
Ayutthaya	N4	L4	P2	--	C6	C7	C8
Pathum Thani	--	--	--	--	--	--	C9
Nonthaburi	--	--	--	--	--	--	C10
Sara Buri	--	L3	P1	--	--	--	--

9.2　流達率及び浄化率

中央平原地域及びバンコク都市圏における乾季流達率が、日本における基準、タイ国における調査結果及び今回の現地調査結果を基に検討された。それ等の率は、位置、汚濁負荷量排出地域別の土地利用を勘案してカテゴリー分けされた。

排出負荷量と流達負荷量の計算結果より、図9.3に示すように流達率は人口密度と相関関係が高い。表9.2は、中央平原及びバンコク都市圏の現況情況下における土地利用別流達率を示す。

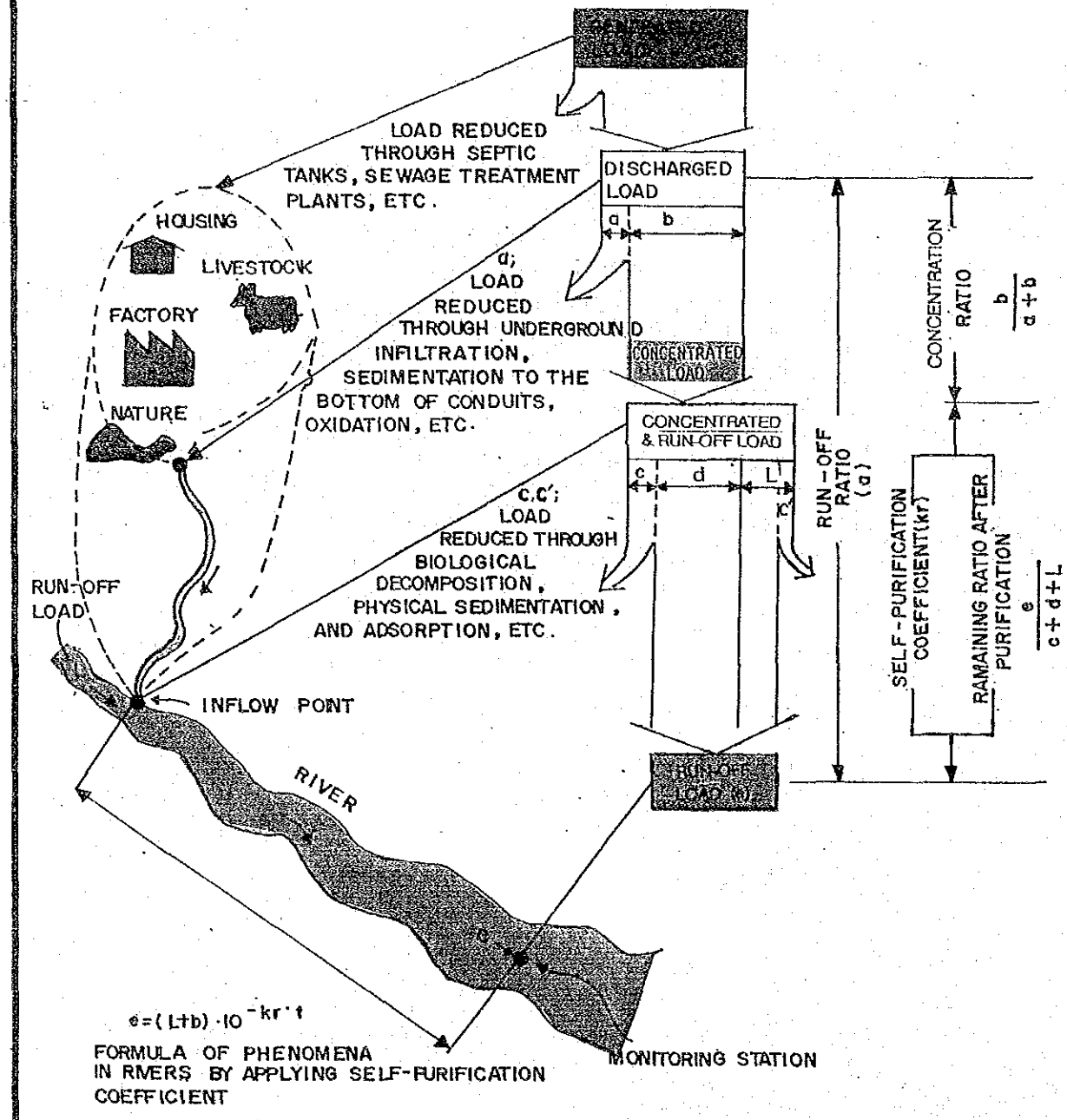


図9.1　汚濁負荷量流下システム

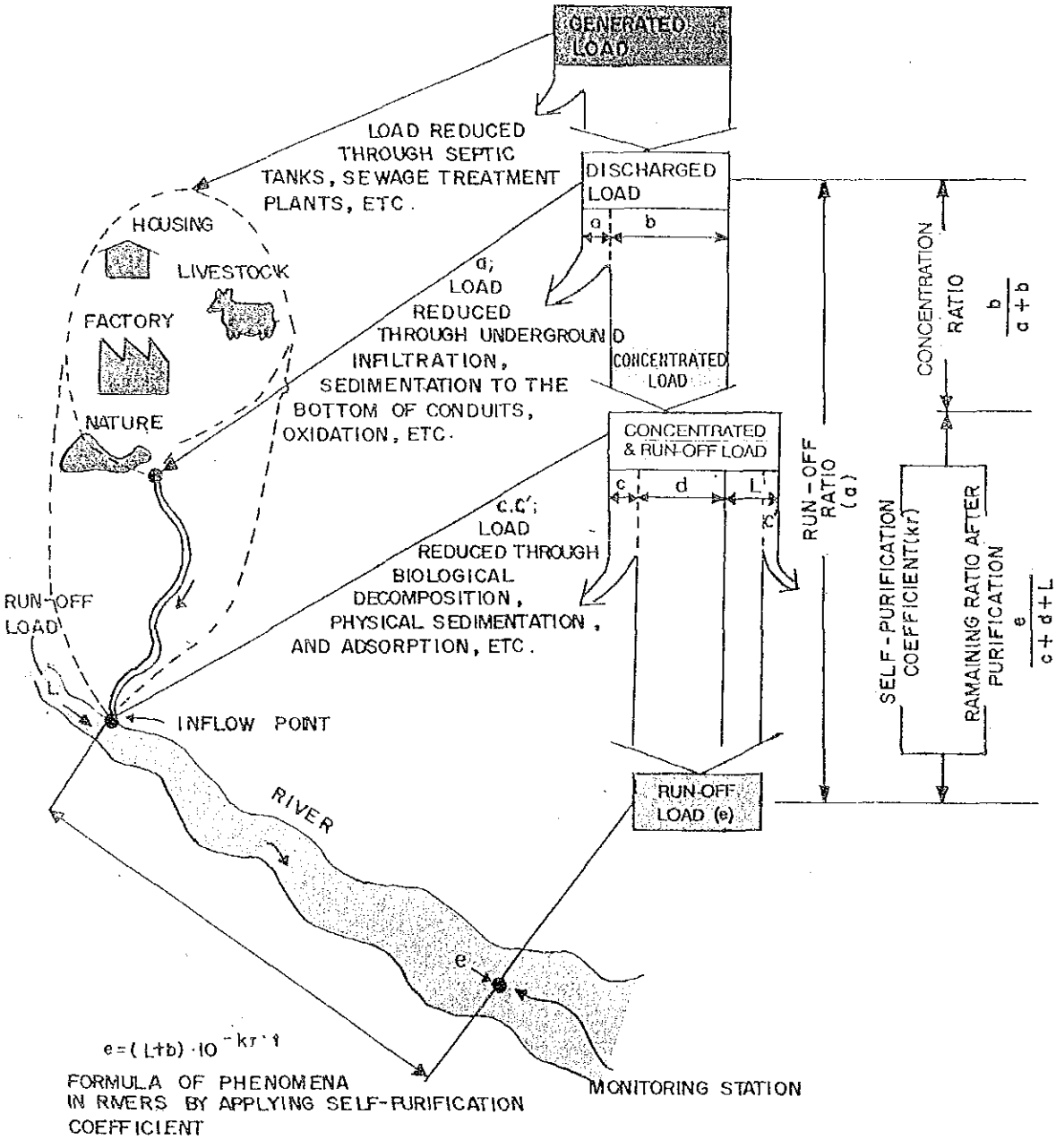


図9.1　汚濁負荷量流下システム

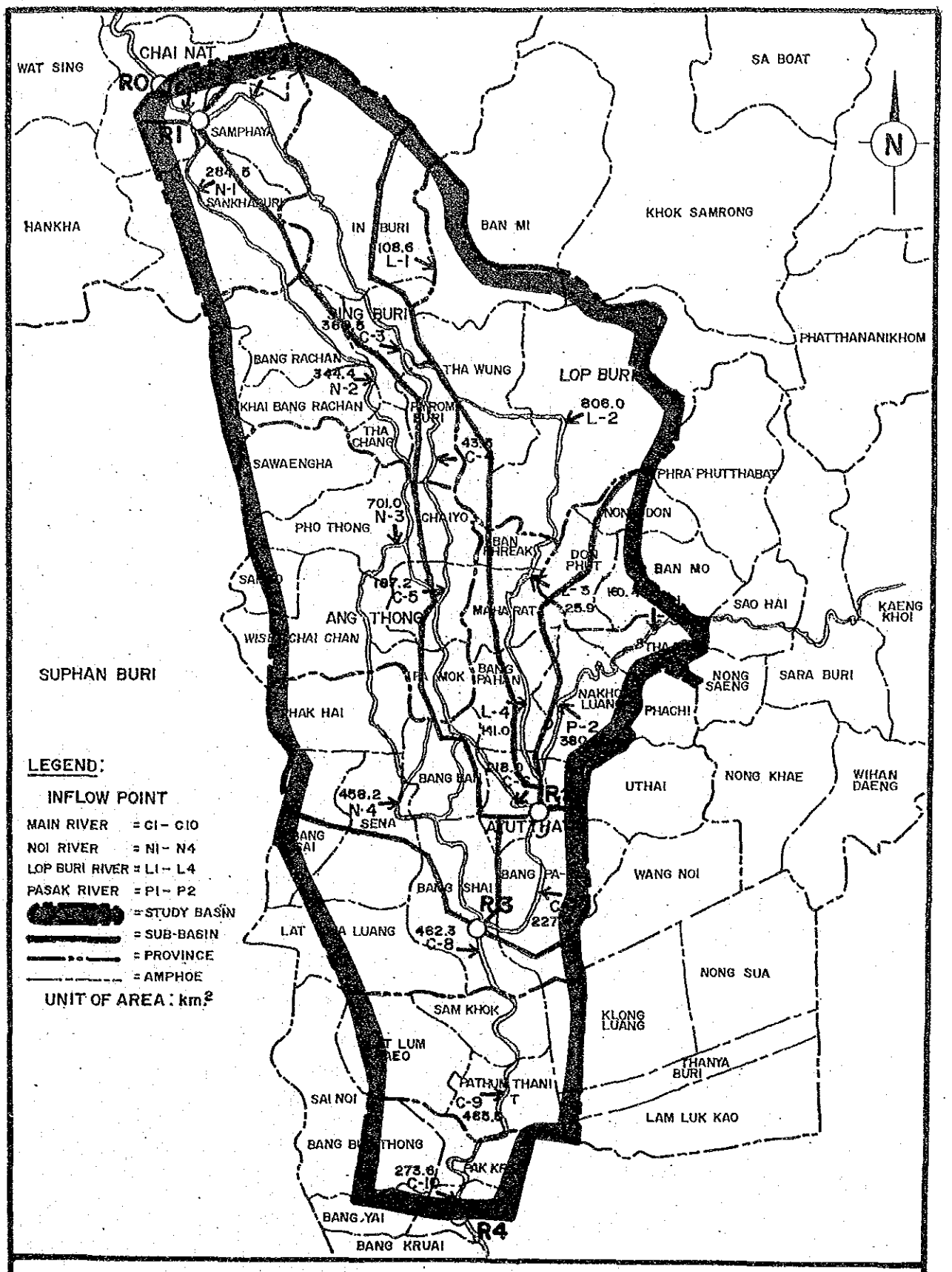


図9.2　水質基点及び負荷量流入点

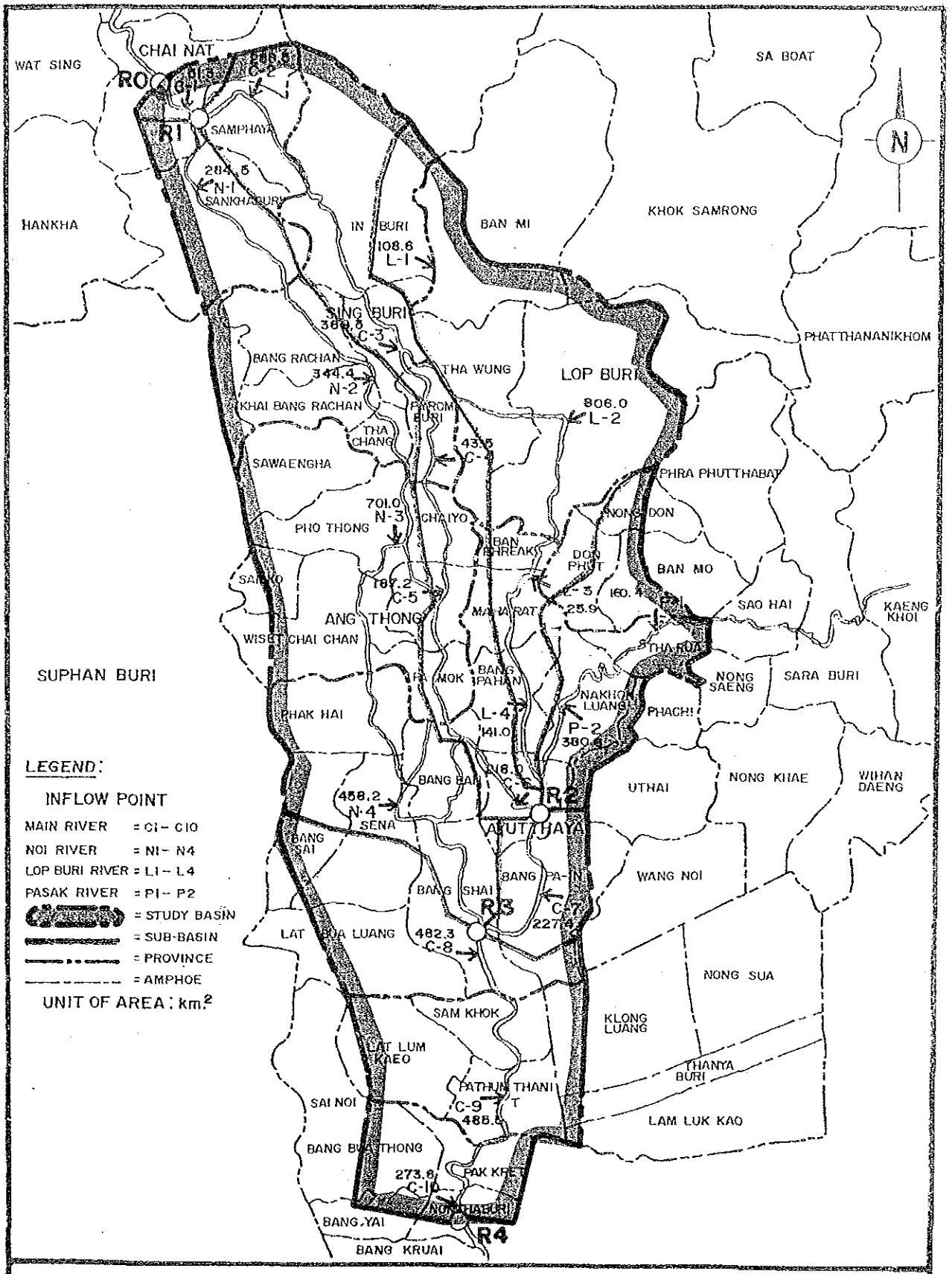


図9.2　水質基点及び負荷量流入点

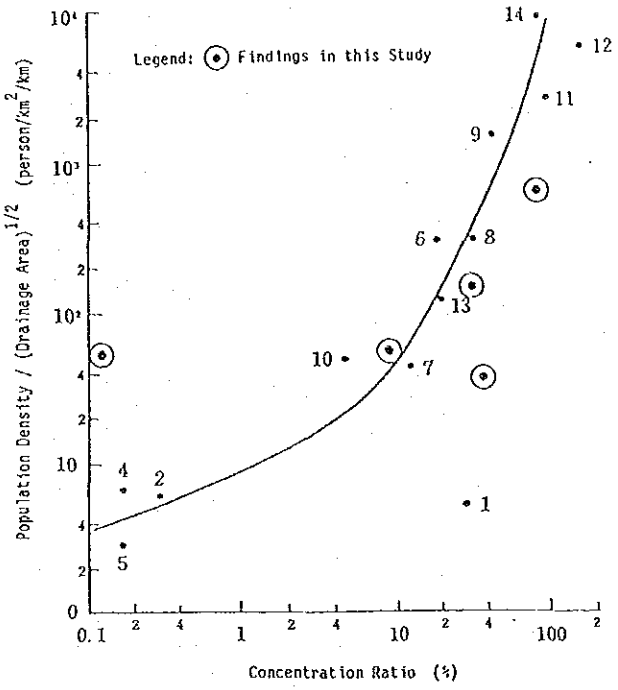


図9.3　流達率と人口密度の関係

表9.2　採用流達率

Land Use Type	Application for the Study	Concentration Ratio	
		UCR	BMR
Rural Area	Outside area of municipality and S.D., fish pond	0.1	0.1
Urban Area			
1) Med.-Low population density	S.D., factory, slaughterhouse	0.2	0.5
2) High population density	Municipality including Rangsit area, fresh market	0.4	0.9
Sewerage System		1.0	1.0

Note: BMR includes Pathum Thani and Nonthaburi.

将来汚濁解析に使用される小流域毎の比排水量の計算結果と共に解析基点における流量がまとめられた。図9.4は本川筋の主要地点における流量を示す。

浄化作用を受けた後の流出率／残率が最終的に河川区間毎に計算された。得られた流出率は本川と支川（ノイ、パサック及びロップブリ川）で異なっており、このことは、物理的・生物学的見地において、汚濁濃度・人口密度・流下条件が違うことに起因していると思われる。

図9.5は、流出及び流達負荷量を含む汚濁解析必要諸数値をまとめたものである。表9.3は提案された自浄係数は以下を示す。

表 9.3　採用自浄係数

River Section (Water quality Checking Point	Self-Purification Coefficient	Remarks
Main River		
R0 - R1	0.08	Same ratio as the Section of R1 - R2
R1 - R2	0.08	
R2 - R3	0.00	
R3 - R4	0.00	
Tributaries		
Noi river	0.02	Noi, Lop Buri and Pasak rivers are regarded to have same assimilation capacity
Lop buri and Pasak rivers	0.02	

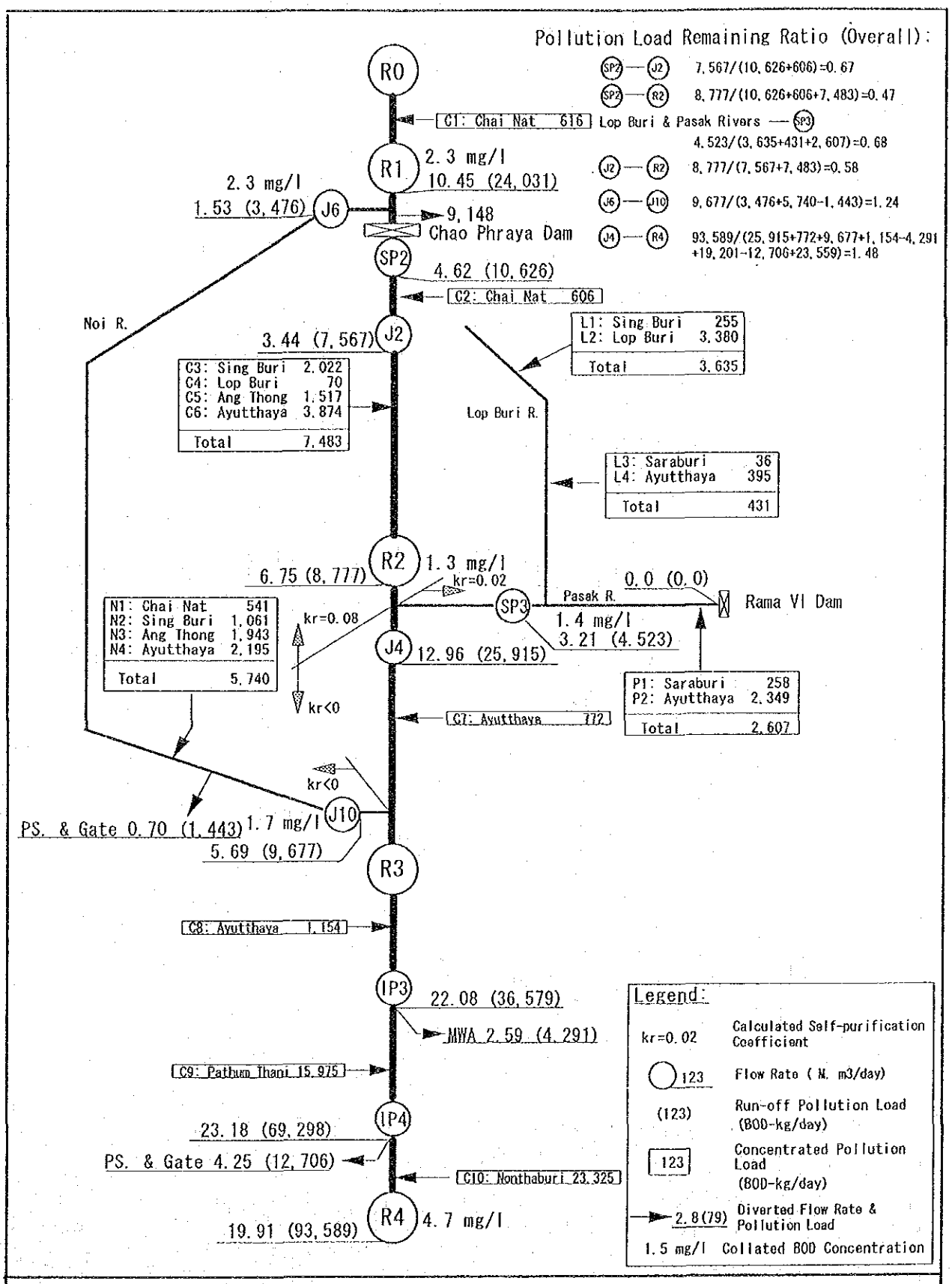

Pollution Load Remaining Ratio (Overall):
SP2 — J2 7,567/(10,626+606)=0.67
SP2 — R2 8,777/(10,626+606+7,483)=0.47
C1: Chai Nat 616
Lop Buri & Pasak Rivers — SP3
4,523/(3,635+431+2,607)=0.68
J2 — R2 8,777/(7,567+7,483)=0.58
J6 — J10 9,677/(3,476+5,740-1,443)=1.24
J4 — R4 93,589/(25,915+772+9,677+1,154-4,291+19,201-12,706+23,559)=1.48
R0
R1
2.3 mg/l
10.45 (24,031)
2.3 mg/l
1.53 (3,476)
J6
9,148
Chao Phraya Dam
SP2
4.62 (10,626)
C2: Chai Nat 606
Noi R.
3.44 (7,567)
J2
L1: Sing Buri 255
L2: Lop Buri 3,380
Total 3,635
C3: Sing Buri 2,022
C4: Lop Buri 70
C5: Ang Thong 1,517
C6: Ayutthaya 3,874
Total 7,483
Lop Buri R.
L3: Saraburi 36
L4: Ayutthaya 395
Total 431
R2
1.3 mg/l
6.75 (8,777)
kr=0.02
0.0 (0.0)
Pasak R.
Rama VI Dam
SP3
1.4 mg/l
3.21 (4,523)
N1: Chai Nat 541
N2: Sing Buri 1,061
N3: Ang Thong 1,943
N4: Ayutthaya 2,195
Total 5,740
kr=0.08
J4
12.96 (25,915)
P1: Saraburi 258
P2: Ayutthaya 2,349
Total 2,607
kr<0
C7: Ayutthaya 772
kr<0
PS. & Gate 0.70 (1,443)
1.7 mg/l
J10
5.69 (9,677)
R3
C8: Ayutthaya 1,154
IP3
22.08 (36,579)
MWA 2.59 (4,291)
C9: Pathum Thani 15,975
IP4
23.18 (69,298)
PS. & Gate 4.25 (12,706)
C10: Nonthaburi 23,325
R4
4.7 mg/l
19.91 (93,589)
Legend:
kr=0.02 Calculated Self-purification Coefficient
123 Flow Rate (M. m3/day)
(123) Run-off Pollution Load (BOD-kg/day)
123 Concentrated Pollution Load (BOD-kg/day)
2.8(79) Diverted Flow Rate & Pollution Load
1.5 mg/l Collated BOD Concentration

図9.4　現況汚濁解析

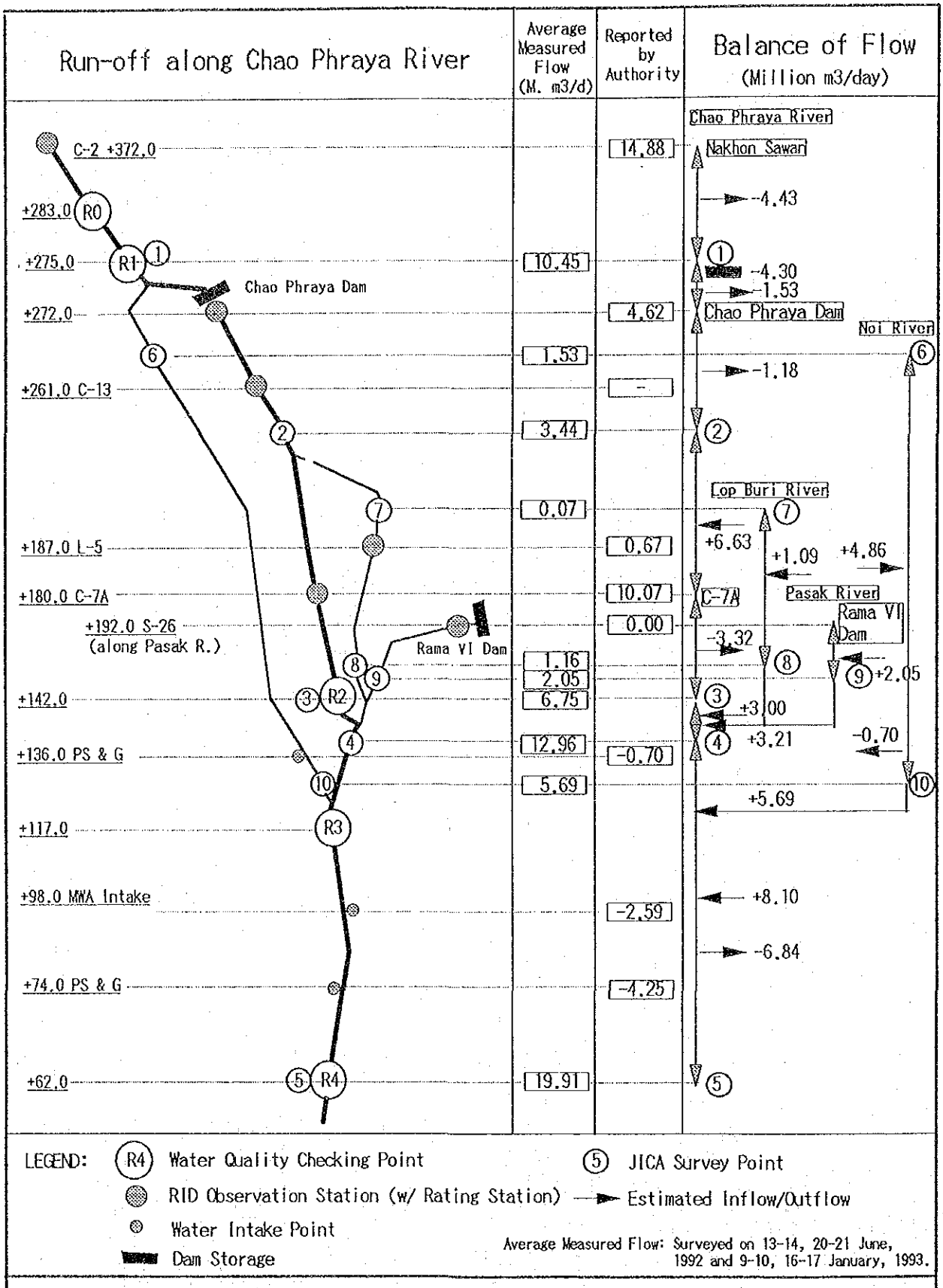


図9.5　主要地点における流量

第10章　将来汚濁解析

10.1　将来汚濁解析対象流量

現況汚濁解析から得られた基礎因子及び流出モデルに各基点別将来流量が適用された。この流量は、 RIDによる過去4ヶ年の3月、4月における平均流量である。図10.1は将来汚濁解析対象流量を示す。

10.2　水質基点別水質予測

水質基点及び幾つかの補助点における BOD水質が、計画年次1996年、2001年、2011年において予測された。将来汚濁解析の結果は表10.1に総括されている。環境基準との比較においてR_1－R_4 にわたる予測 BOD水質のうち、R_4 地点の基準達成は現況から将来にわたって困難である。さらに2011年にはR_3 地点の BOD濃度も基準を越える結果となった。図10.2、10.3及び10.4は1996年、2001年、2011年における小流域別 BOD負荷量及び基点別の流出負荷量を示す。

表10.1　基点別将来水質予測

Water Qty Check Point	Location	Env. Std. (mg/l)	Calculation Result 1996	2001	2011
R1	Chao Phraya R., before diversion to Noi R.	1.5	1.3	1.3	1.3
R2	Chao Phraya R., before confluence of Pasak R.	1.5	0.9	1.1	1.5
R3	Chao Phraya R., after confluence of Noi R.	2.0	1.4	1.7	2.2
R4	Chao Phraya R., Nonthaburi	2.0	3.5	4.2	6.2
SP2	Chao Phraya R., Chai Nat Dam	1.5	1.2	1.2	1.2
No	Noi R., after diversion from Chao Phraya R.	-	1.2	1.3	1.3
SP3	Pasak R., before confluence of Chao Phraya R.	-	4.1	4.9	6.5
J4	Chao Phraya R., after confluence of Pasak R.	2.0	1.2	1.4	2.0
J10	Noi R., before confluence of Chao Phraya R.	-	1.5	2.9	3.6
IP3	Chao Phraya R., before intake of MWA	2.0	1.3	1.5	2.0
IP4	Chao Phraya R., before intake of irrigation	2.0	2.0	2.3	3.1

表10.1から次のようなことが言える。

－R_4 地点においては1996年から2011年まで環境基準値を越える

－R_3 地点においては2011年で基準値を越える

－チャオピア川との合流点前におけるパサック川の水質は1996年から BOD 2 mg／ℓを越える

－チャオピア川との合流点前におけるノイ川の水質は2001年に BOD 2 mg／ℓを越える

－ MWAの取水点においては、2011年まで BOD 2 mg／ℓを越えることはない

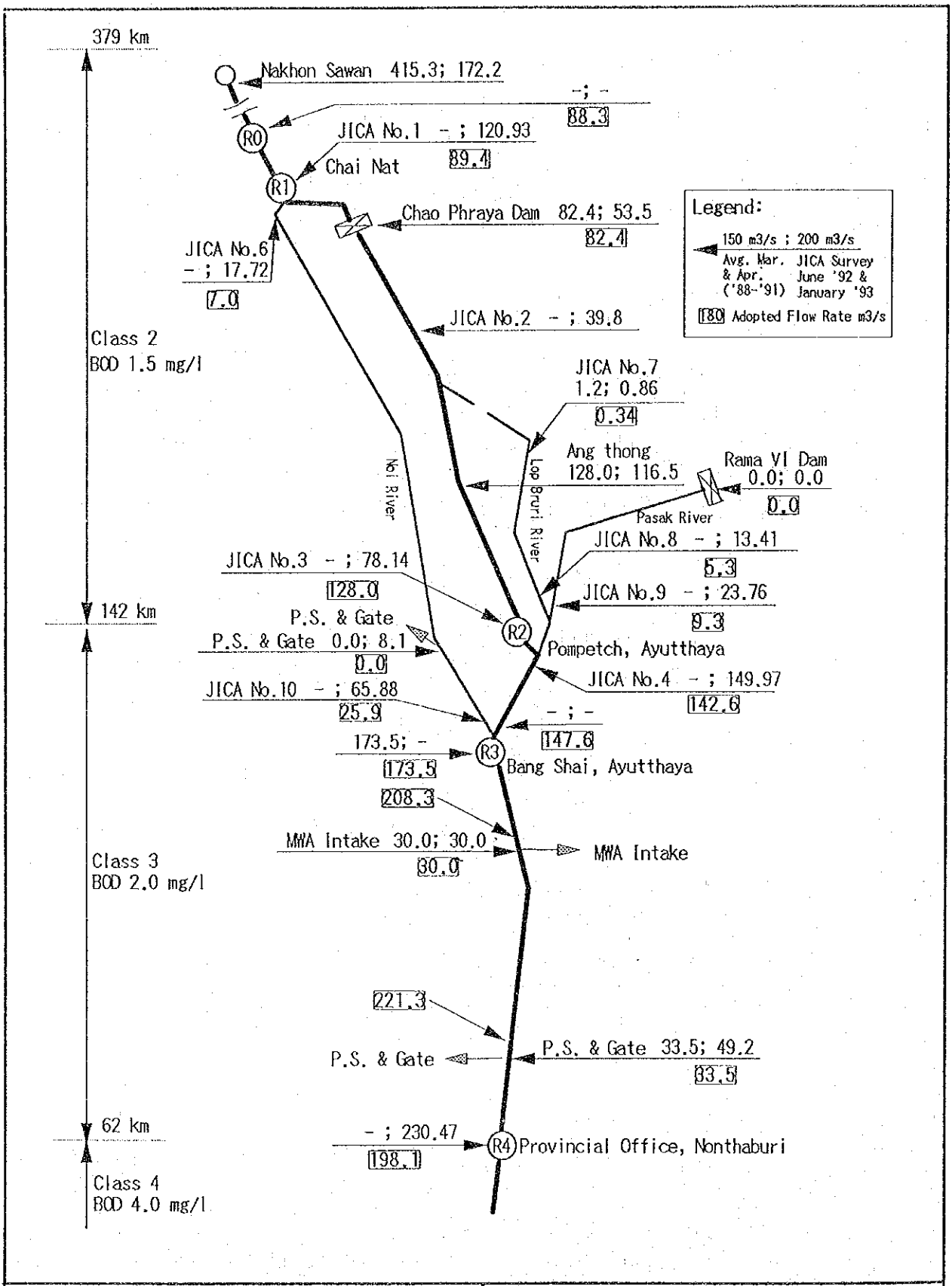


図10.1　将来汚濁解析使用流量

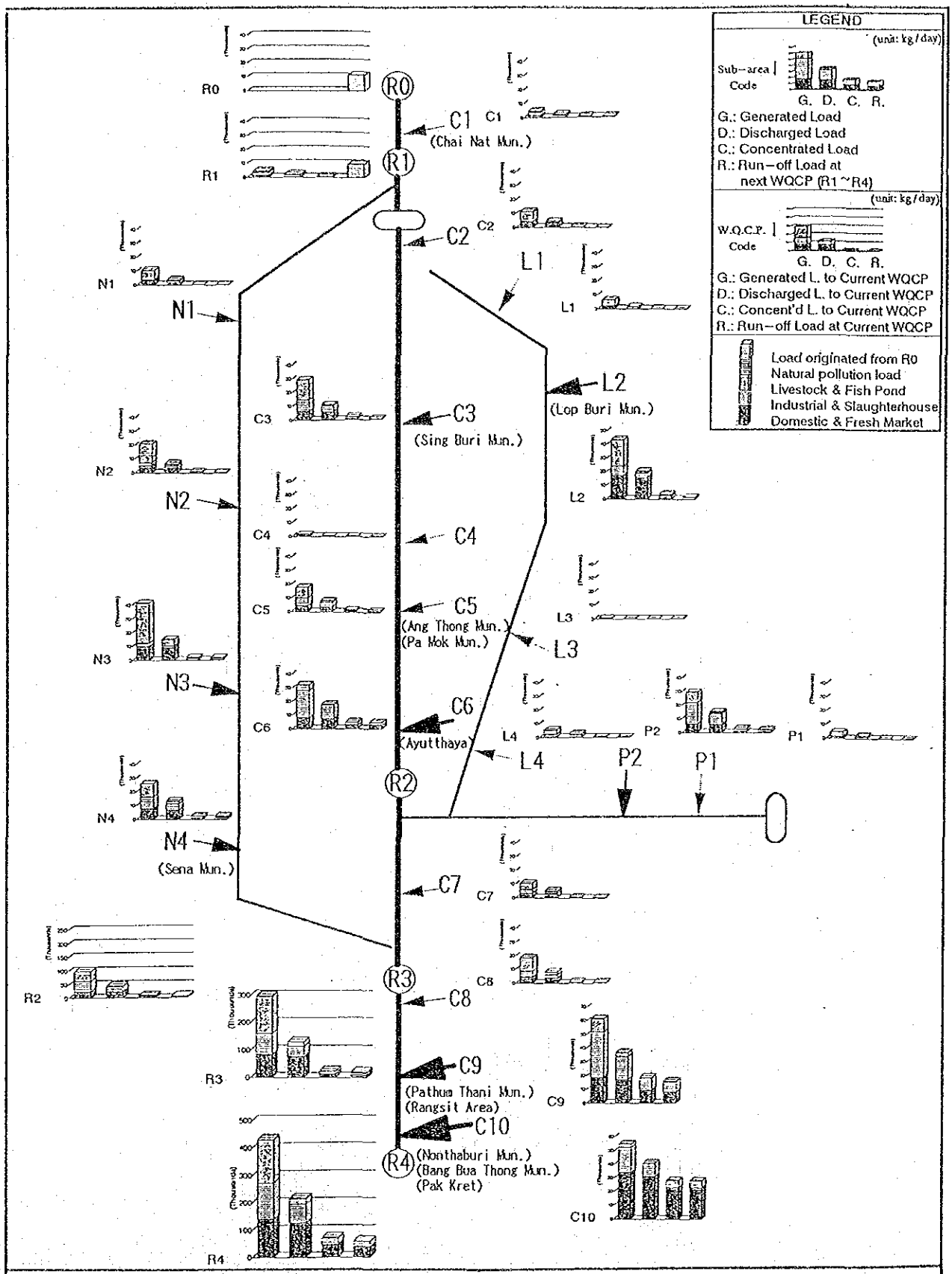


図10.2　小流域別 BOD負荷量及び
基点別流出負荷量（1996年）

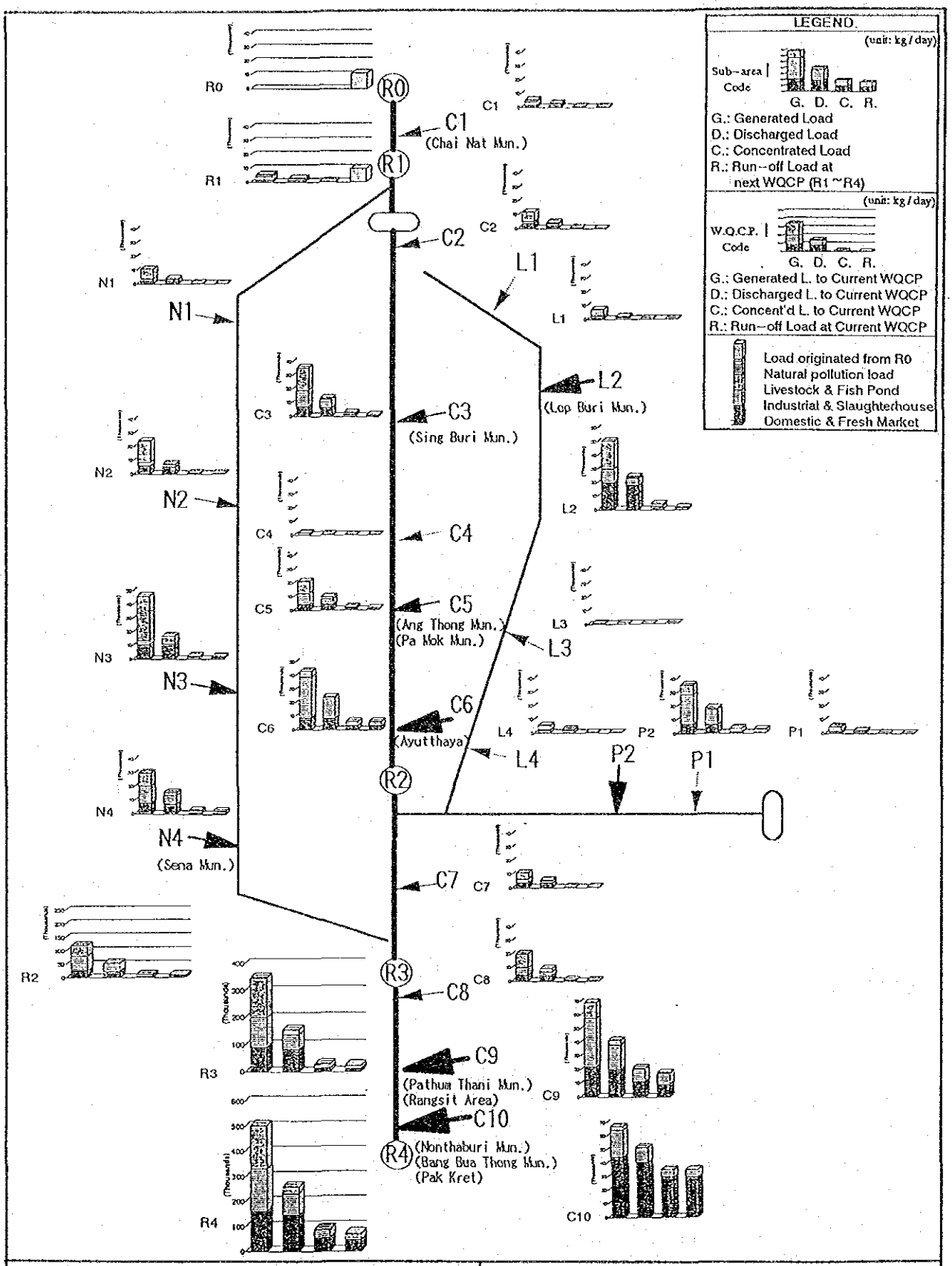


図10.3　小流域別 BOD負荷量及び
基点別流出負荷量（2001年）

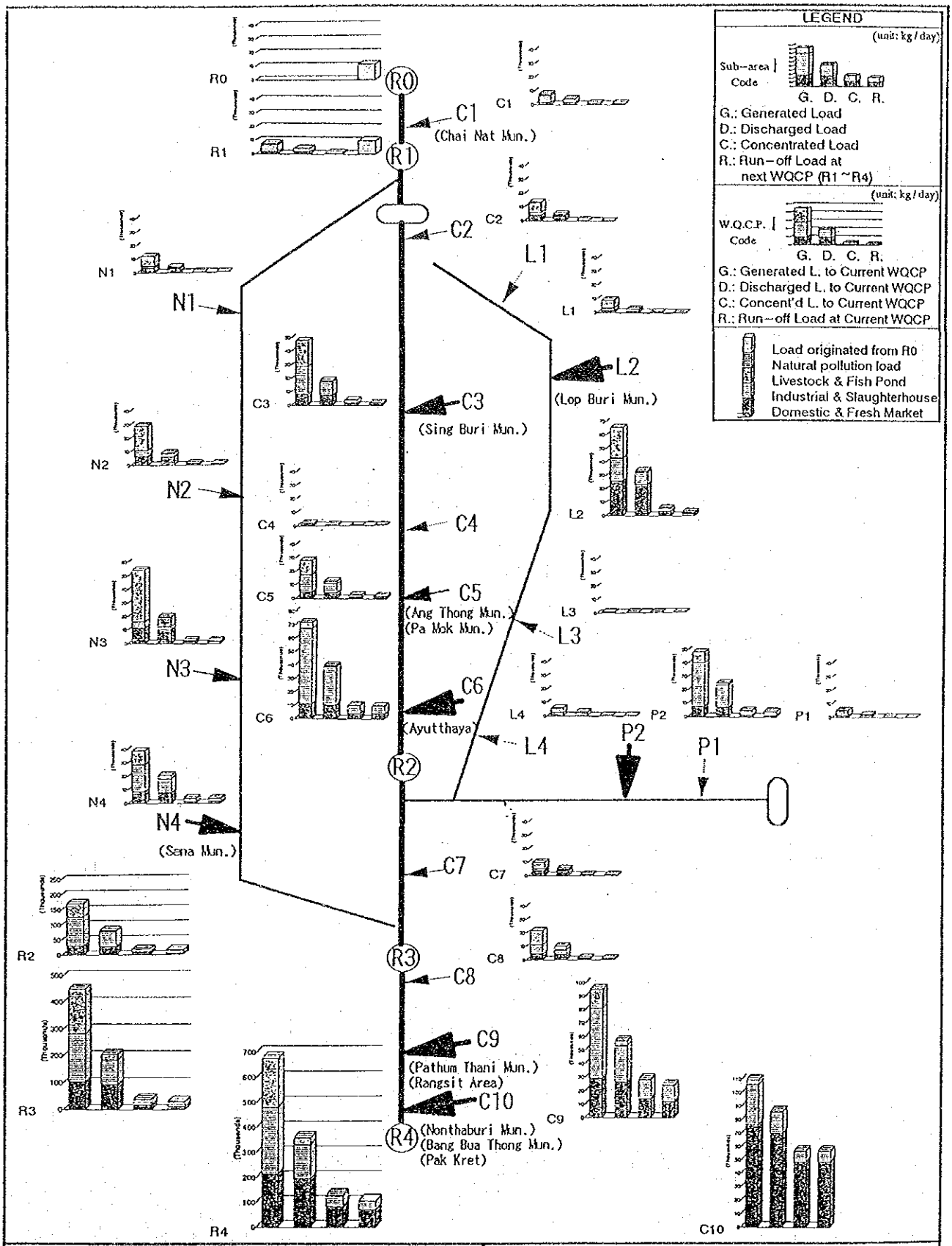


図10.4　小流域別 BOD負荷量及び
基点別流出負荷量（2011年）

第11章　汚濁源別削減汚濁負荷量

11.1　許容汚濁負荷量の算定

各水質基点別の汚濁源別許容負荷量が現況流出負荷量の割合に応じて配分された。このことは、既に現在、対象流域内のある区域は汚濁がかなり進行しており、環境基準を達成するために現況においてすら早急な対策が必要であるからである。図11.1は汚濁源別の許容負荷量計算方法を示すものでる。

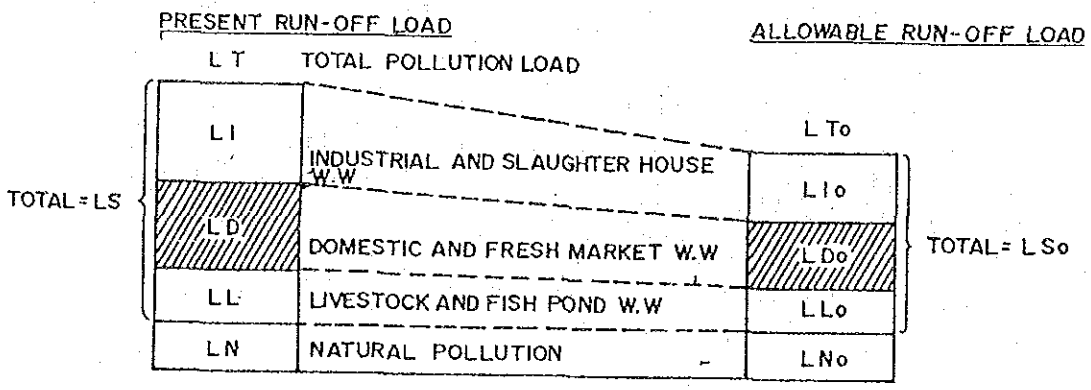


図11.1.1　汚濁源別許容負荷量配分方法

次に示すのは、削減不可能な固定された自然負荷量を除き、将来にわたる汚濁源別必要削減負荷量をまとめたものである。

－フレッシュマート排水を含む家庭排水
　R_3 －R_4 基点流域においては、1996年から将来にわたって要削減。
　2011年にはR_2 －R_3 基点流域にまで削減が及ぶ。

－工場・卜畜排水
　R_3 －R_4 基点流域において、1996年から要削減。2001年にはR_2 －R_3 基点流域、2011年にはR_1 －R_2 基点流域まで削減が及ぶ。

－畜産・養漁池排水
　R_2 －R_3 及びR_3 －R_4 基点流域において1996年から要削減。
　環境基準達成のために削減負荷量配分を上流基点流域まで拡張することが必要となる。

第12章　汚濁負荷量削減に関する提案

必要削減汚濁負荷量は、汚濁源別にその貢献度に応じて、各々が対策を講ずることとする。

公共下水道が、家庭排水に起因する汚濁負荷量の削減上重要な対策となる、工場排水及びその他の排水に対しては、上乗せ排水規制が可能な対策である。さらに最終選択として、立地規制、フレーム値の圧縮も代替案となりうる。次に示すのは、汚濁源別の対策提案である。

－フレッシュマーケットを含む家庭排水

現実的に可能な下水道整備区域を町及び衛生区と仮定する。他の区域については、衛生改善（し尿処理施設）を対策とする。R_3 －R_4 基点流域においては、関連町・衛生区を全て対象として、早急に全域下水道整備が必要である。これより上流域における下水道整備も、問題点R_4 における環境基準の達成上、有効なものとなろう。

－工場・ト畜排水

R_3 －R_4 基点流域内における水質汚濁問題と水質保全上、処理施設を有しない工場（発生工場排水のうち50％が未処理放流と設定）に対する処理必要割合が算出さた。

パトムタニ・ノンタブリ地区を除き、全工場を対象とした現行排水規制の励行により環境基準の達成が可能となる。上記２地区については、上乗せ規制（ BOD排水濃度50mg／ℓ）が必要となる。

－畜産、養漁池排水

畜産、養漁池排水に関する汚濁負荷量削減対策は、一般に難しい（処理後の放流水質を BOD 100mg／ℓと仮定）。処理対策は、R_3 －R_4 基点流域内で 100％必要となる。現実対処策として、R_3 －R_4 基点流域の上流まで規制を拡張するか、立地規制が必要となろう。

表12.1は汚濁負荷量削減提案を示す。

第2部　— 8都市対象下水道基本計画

第1章　緒　　論

下水道基本計画が選定8都市について策定された。それ等は、チャイナット、シンブリ、ロッブブリ、アントン、パモック、セナ、ランシット及びバンブアトンである。各下水道計画に関する計画諸元や条件、仮定等はJICAティームと PWDスタッフ間で協議調整された。

第2部下水道基本計画では、条件、仮定さらに検討方法について、8都市共通事項を第2章にまとめている。計画設計基本数値であるフレーム値や汚水量、水質原単位等については、水質汚濁防止計画の検討結果を総括し示した。