

インドネシア共和国
ブラワン-パダン統合河川流域開発計画調査
事前調査報告書

平成 2 年 1 月

国際協力事業団

社調二

90-010

国際協力事業団

20657

20657

JICA LIBRARY



1080128[0]

序 文

日本国政府は、インドネシア国政府の要請に基づき同国北スマトラ州メダン市近傍のブラウン、パダン両河川に挟まれた複数の河川流域を対象としたブラウン-パダン統合河川流域開発計画調査を行うことを決定し、その調査を国際協力事業団が実施することとなった。

国際協力事業団は、平成元年11月12日から29日までの18日間にわたり建設省河川局河川計画課河川調整官・葛城幸一郎氏を団長とする事前調査団を同国へ派遣した。

同調査団は、現地踏査及び資料収集を行い、併せて本格調査を行ううえで日本及びインドネシア両国政府のとるべき措置と本格調査の枠組みを規定したScope of Work (S/W)についてインドネシア国政府と協議を行った。

本報告書は、その結果をとりまとめたものである。

本報告書が、今後の本格調査を立案・検討し実施するに際し参考となることを期待するとともに、今回の調査実施にあたり多大のご協力をいただいたインドネシア国政府、在インドネシア国日本国大使館並びに関係各位に対し厚く御礼申し上げます次第である。

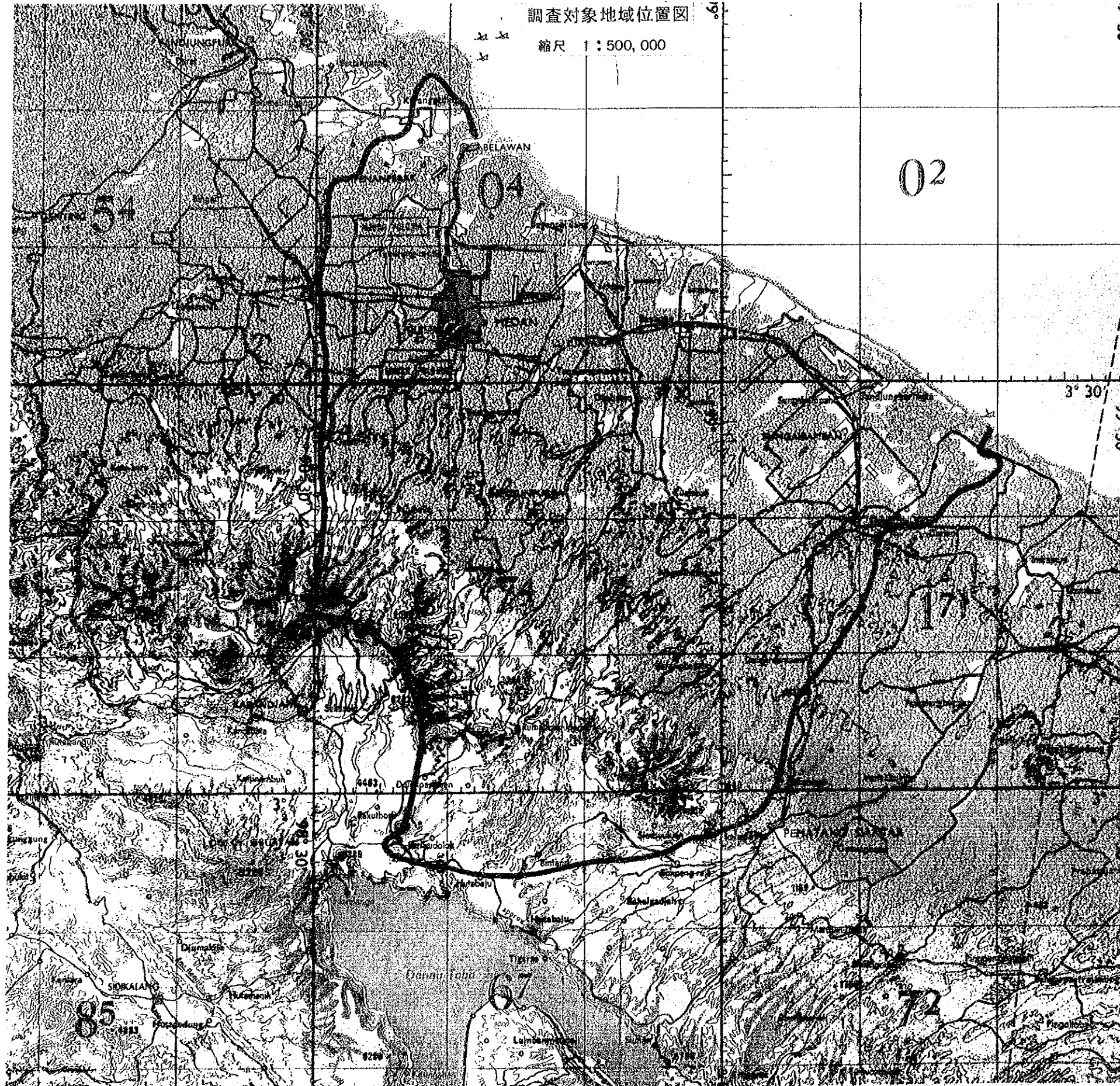
平成2年1月

国際協力事業団

理事 玉 光 弘 明

調査対象地域位置図

縮尺 1 : 500,000



02

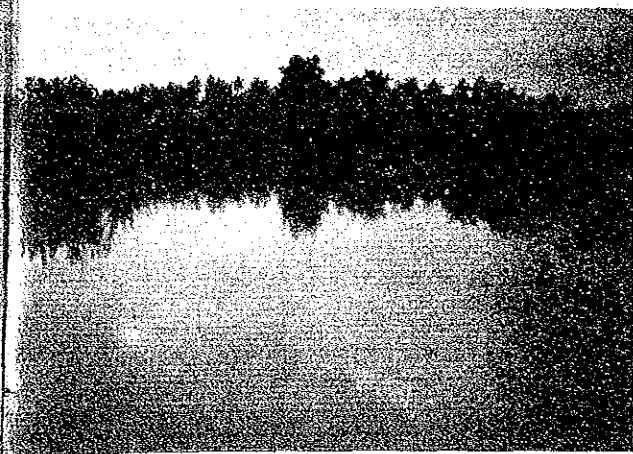
04

54

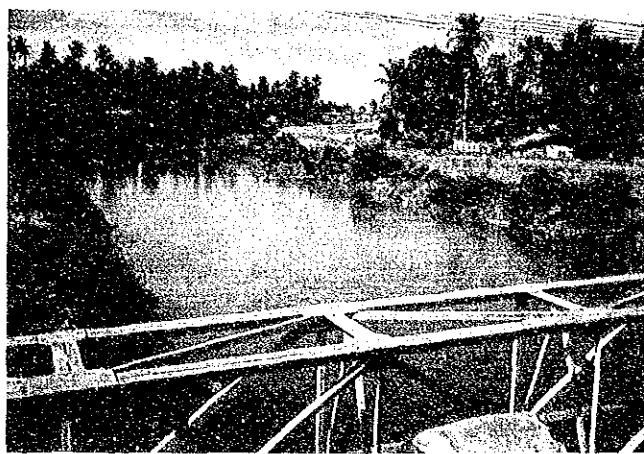
17

85

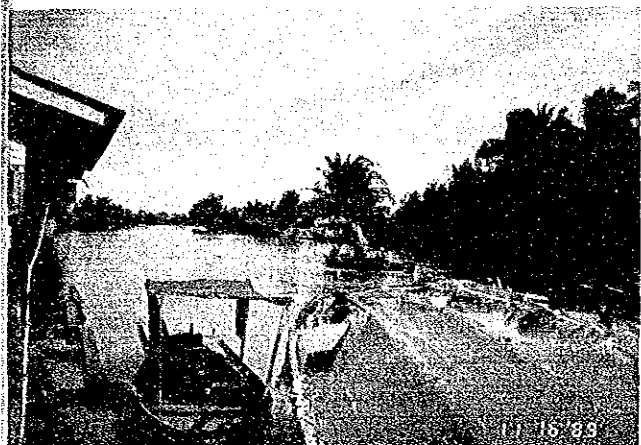
NC 4



▲ブラワン川中流部・メダン市上水道取入口付近



▲デリー川国道橋下流部右岸堤防工事中



▲ブルチュット川河口付近



▲セルダン川支川のブルメイ川上流部、国道橋下流側



▲ブルトゥ川国道橋下流側



▲バダン川中流部ティンティンギ市内

目 次

序 文	
調査対象地域位置図	
写 真	
1. 事前調査の概要	1
1-1 事前調査の目的	1
1-2 事前調査団の構成	1
1-3 相手国受入れ機関	1
1-4 調査行程	1
2. 事前調査結果の概要	3
2-1 要請の背景及び経緯	3
2-2 要請の内容	3
2-3 S/W協議の経緯及び結果	4
3. インドネシア国の水資源開発に関する行政機構	8
4. 調査対象地域の概要	11
4-1 対象地域	11
4-1-1 社会的立地条件	11
4-1-2 地形・地質状況	13
4-1-3 気象・水文状況	15
4-2 河川の概況	36
4-2-1 河川の現況	36
4-2-2 洪水被害状況	46
4-2-3 治水施設及び治水計画	47
4-2-4 利水施設及び利水計画	53
4-2-5 流域保全	55
4-3 上下水道施設及び上水道計画	55
4-4 流域開発計画	58

5. 本格調査の内容	60
5-1 調査の基本方針	60
5-2 対象地域及び範囲	61
5-3 調査項目及び内容	61
5-4 調査工程	65
5-5 報告書	67
5-6 調査の執行体制	67
5-7 要員計画(案)	68
5-8 調査用資機材	68
5-9 調査実施上の留意点	69

附属資料

1. インドネシア国政府からの技術協力要請書(TOR)	73
2. Scope of Work	97
3. Minutes of Meeting	105
4. 関連資料の賦存状況	109
5. 質問書	113
6. 面談者リスト	121

1. 事前調査の概要

1-1 事前調査の目的

インドネシア国政府からの要請に基づき、同国北スマトラ州メダン市近傍のブラワン、パダン両河川に挟まれた複数の河川流域を対象とした、治水・利水を主な内容とする流域開発計画のマスタープランの策定及び優先度の高い河川を対象とした緊急計画に関するフィージビリティ調査を実施するものである。本事前調査は本格調査に先だって要請内容の確認及び本格調査の方針、内容等を検討し、調査の Scope of Work (S/Wと略称)を協議・署名することを目的とする。

1-2 事前調査団の構成

葛城幸一郎	総括・水資源計画	建設省河川局河川計画課河川計画調整官
大平 一典	水文・水理	建設省河川局治水課課長補佐
森川 一郎	河川計画	建設省近畿地方建設局河川部河川計画課課長補佐
吉元 清	調査企画	国際協力事業団社会開発調査部社会開発調査第二課
鶴木 和夫	施設計画	㈱アイ・エヌ・エー新土木研究所海外事業部理事

1-3 相手国受入れ機関

公共事業省水資源総局計画局 (MINISTRY OF PUBLIC WORKS, DIRECTORATE GENERAL OF WATER RESOURCES DEVELOPMENT, DIRECTORATE OF PLANNING)

1-4 調査行程

事前調査は平成元年11月12日から23日まで12日間の日程で実施された(ただし資料等収集のため鶴木団員のみ11月29日まで)。調査行程は表1-1に示すとおりである。

表1-1 調査行程表

日順	月 日	曜日	行 程	調 査 内 容
1	11月12日	日	東京→ジャカルタ	GA 873
2	13	月		AM: 公共事業省水資源総局計画局長、河川局長表敬、日程打合せ、S/W案に対するコメント聴取、JICA事務所表敬 PM: 移動(GA152)
3	14	火	ジャカルターメダン	AM: 在メダン日本領事館表敬、北スマトラ州公共事業局表敬(局長、水資源部長)及び打合せ PM: 現地踏査-メダン市近郊デリー川、ブラウン川河口
4	15	水	メダントゥビン・ティンギーパラパット	現地踏査-調査対象地域下流域;ブルメイ、バツ-ギンギン(セルダン川支川)、ウラール、ブルトゥ、パダンの各河川
5	16	木	パラパットトゥビン・ティンギーメダン	現地踏査-調査対象地域中流域;パダン、ウラールの各河川 -メダン市近郊;プルチュット川下流域
6	17	金	メダン→ジャカルタ	PM: 移動(GA153);葛城団長、大平、森川、吉元団員 * 鶴木団員は20日まで北スマトラ州公共事業局で資料収集
7	18	土		AM: 公共事業省水資源総局長表敬、計画局でS/W案に対するコメント聴取
8	19	日		資料整理
9	20	月		AM: S/W協議 PM: M/M作成
10	21	火		AM: M/M協議、国家開発企画庁(BAPPENAS)農業・水資源局表敬 PM: S/W、M/M署名 * 鶴木団員移動(GA153)
11	22	水	メダン→ジャカルタ	AM: JICA事務所報告 PM: 帰国(GA872);葛城団長、大平、森川、吉元団員 * 鶴木団員は28日まで資料収集・同賦存状況調査
12	23	木	ジャカルタ→東京	資料収集・同賦存状況調査
17	28	水	ジャカルタ→東京	鶴木団員帰国(GA872)
18	29	木	東京	

2. 事前調査結果の概要

2-1 要請の背景及び経緯

- (1) インドネシア国政府は、第4次国家開発計画の下、労働力、経済の地域格差の是正、地域開発に必要な水資源開発、開発地域の洪水対策等積極的に推進しており、特にスマトラ島等外領の開発は国内移民政策との連携により実施されている。
- (2) 調査対象地域の位置する北スマトラ州北部は、国内移民の定着率も高く、開発が期待されている。しかしながら、毎年雨季に発生し甚大な被害をもたらす洪水が開発の大きな阻害要因となっている。
- (3) また、北スマトラ州の州都であるメダン市は、人口約150万人(1984年)を擁するスマトラ島最大の都市で、調査対象地域人口約300万人(1984年)の半分を占め、近年の都市化の拡大に伴い水需給問題が深刻化している。
- (4) 我が国は同地域内のウラル川総合河川改修事業に対し、調査段階から事業の実施まで一貫した協力を行っている。
- (5) かかる状況下、インドネシア国政府は、1989年7月に開催された年次協議において我が国に対し、上記の複合流域を対象とした流域開発計画のマスタープラン策定及び優先度の高い河川を対象とした緊急プロジェクトのフィージビリティ調査に係る協力を要請してきた。

2-2 要請の内容

インドネシア国政府から提出された要請内容の要旨は次のとおりである。

(1) 目的

- ブラワン川からパダン川までの全流域を対象とする総合的な治水計画の策定
- 同河川流域の水利用計画の策定
- 優先度の高い緊急計画(治水)のフィージビリティ調査

(2) 調査内容

Phase I: マスタープラン策定

- a. 河川縦横断測量(既存図面の検討、主要河川について補足調査)
- b. 調査関連資料・情報の収集
- c. 既往調査報告書のレビュー(治水、農業開発、都市用水、ほか)
- d. 気象・水文
- e. 地質
- f. 土地利用

- g. 地域社会経済
- h. 水資源の利用及び同開発賦存量
- i. 洪水対策
- j. 排水対策
- k. 都市・工業用水
- l. 侵食対策（航空写真判読及び現地踏査による侵食被害地域の把握等）
- m. ダム計画
- n. 社会・環境影響
- o. マスタープランの策定

Phase II： フィージビリティ調査

- a. 地形測量（選定地域の地形測量及び縦横断測量）
- b. 土質（ボーリング調査、探査、土質分析等）
- c. 治水計画調査
- d. 土地利用調査
- e. 排水計画調査
- f. 土砂流出対策計画調査
- g. 多目的ダム計画調査
- h. プロジェクト評価（経済分析、社会・環境影響、財務面の検討）

(3) 調査行程

約20カ月間を予定。

2-3 S/W協議の経緯及び結果

(1) S/Wの変更点

① II. OBJECTIVE OF THE STUDY

- a. II-2 "To conduct the Feasibility Study on urgent projects"を"To conduct the Feasibility Study on urgent projects based on ranking of priority"に変更。

② IV. SCOPE OF THE STUDY

- a. IV-(2) 2) "river survey (profile and cross-section)"を"River survey (longitudinal and cross-section profile)"に修正。
- b. IV-(2) 9) "other related surveys"を"other related survey (aerial photographic survey)"に修正。
- c. IV-(2) 4) "water demand projection"を"water demand projection and water balance"に変更。

d. IV-(4)、1)、b. basic layout of major structures for ;

- flood control - erosion control

- drainage - dams

を

- flood control including drainage - erosion control

- dams - water supply

に変更。

③ Phase II : FEASIBILITY STUDY ON URGENT PROJECTS

a. (3) "geological survey" を "geological survey including construction materials survey" に変更。

b. (8) "social and environmental impact" を "social and environmental impact study" に修正。

④ VI. UNDERTAKINGS OF THE GOVERNMENT OF THE REPUBLIC OF INDONESIA

a. VII-1、(7)に in accordance with the Indonesian regulations を追加挿入

b. VII-4、(5) "Appropriate number of vehicles with drivers" を Arrangement of vehicles with drivers に変更。

(2) S/W協議経過及び議事録記載事項

事前調査団は携行したS/W(案)を基に、11月13日及び20日の計2回にわたって公共事業省水資源総局計画局、河川局、その他関係機関関係者とS/Wに係る協議を行い、11月21日、事前調査団の葛城団長とインドネシア側水資源総局のMamad Ismail次長との間でS/W及びS/W協議に係るミニッツ(M/M)の署名交換を行った。S/W協議経過及びM/M記載内容は次のとおりである。

① 本計画調査のマスタープラン策定に関し、インドネシア側がアジア開発銀行(ADB)の資金協力により現在実施中のメダン都市開発計画(MUDP)のフェーズⅡとしてメダン市街地を対象とする治水・排水計画調査を計画中であるため、調査団は公共事業省(DPU)に対し、両調査の実施にあたり調査項目の重複を避けるための必要な措置を講ずるよう要請した。

これに対し、イ側は、MUDP-PhaseⅡは本来緊急的なものであり、調査対象地域もメダン市街地に限定されているとし、さらに同調査が本計画調査におけるマスタープラン調査に基づき実施されるものである旨説明した。

協議の結果、MUDP-PhaseⅡのすべての調査資料は、本計画調査のインプットとして活用されるものであること、また、日本側本格調査団はS/Wで予定される調査を実施す

ることを確認した。

- ② インドネシア側は、本計画調査対象地域が無計画な流域管理により、特に河川上流域では農地開発等が急速に進展しており現在深刻な状況にあることから、流域管理計画の策定が重要であるとの考え方を示し、本計画調査の目的の一つとしてこれを追加してほしい旨日本側に対し強く要請してきた。これに対し、当初要請の業務仕様書（TOR）には流域管理計画については明記されていないため、日本側からイ側に対し流域管理計画の内容等を質したところ、イ側は、主として侵食対策計画を意図したものである旨回答した。

協議の結果、イ側の意向を尊重しこれを実施することとし、同調査については日本側がS/Wの中で提案している侵食対策計画の中で対応可能であるので調査項目として新たな追加は行わないことで合意した。

- ③ インドネシア側は現地補足調査に関し、調査に必要な対象地域の航空写真、地形図がないため調査対象地域全域をカバーする航空写真測量を日本側負担で実施するよう強く要請した。これに対し、日本側は、調査実施予算に限度があるためイ側要請内容をすべて受け入れることは困難であり、したがって航空写真の縮尺及び対象地域等測量調査の仕様の変更があり得る旨説明した。

必要な航空写真測量の仕様の概要は以下のとおり。

- a. 航空写真撮影（対象面積：約 5,700 km²）
 - 下流域（3,000 km²）、縮尺 1/15,000
 - 上流域（2,700 km²）、縮尺 1/40,000
- b. 航空写真図化—選定地域 縮尺 1/5,000

*ただし、予算の都合に合わせ全流域の図化（1/20,000）を検討する。

- ④ 本計画調査のマスタープラン策定における水需要予測及び水収支調査の目標年次は各々西暦 2010年（20年後）、2040年（50年後）の2段階設定することで合意した。
- ⑤ 本計画調査のマスタープラン策定及び緊急計画のフィージビリティ調査における社会・環境影響調査に関し、イ側は、主要構造物については、施行されているインドネシア政府の法令・規則に従う必要がある旨説明した。なお、マスタープラン策定段階では、環境担当団員により、既存資料、調査報告書及び現地踏査結果に基づき影響の度合を把握・検討することになるが、フィージビリティ調査段階では主要構造物を対象とする場合、別途調査項目をイ側と協議決定し、環境影響調査を実施する必要がある。イ国では同調査の実施は通常各州の大学の附属機関である環境研究所等に委託して行われている。
- ⑥ 本計画調査の技術移転に関し、イ側はインドネシアにおける現場指導（OJT）において、特に水需要予測及び水収支調査で使用する解析法、モデル設定法に関する指導を強く希望するとともに、日本での技術研修のため少なくとも3名のカウンターパートを受け入

れるよう強く要請した。日本側は、本件については現段階で如何なる約束もできかねるが要請に十分配慮する旨説明した。

- ⑦ インドネシア側は、調査実施に必要な水文・気象観測機器（Serdang、Belutu、Padangの各河川用）及び少なくとも2台の車両の供与を要請した。日本側は、これに留意した。

3. インドネシア国の水資源開発に関する行政機構

インドネシア国の水資源開発事業は、公共事業省水資源総局が担当している。

図3-1は水資源総局を中心とした公共事業省の組織図である。また図3-2は北スマトラ州における水資源関係の組織である。

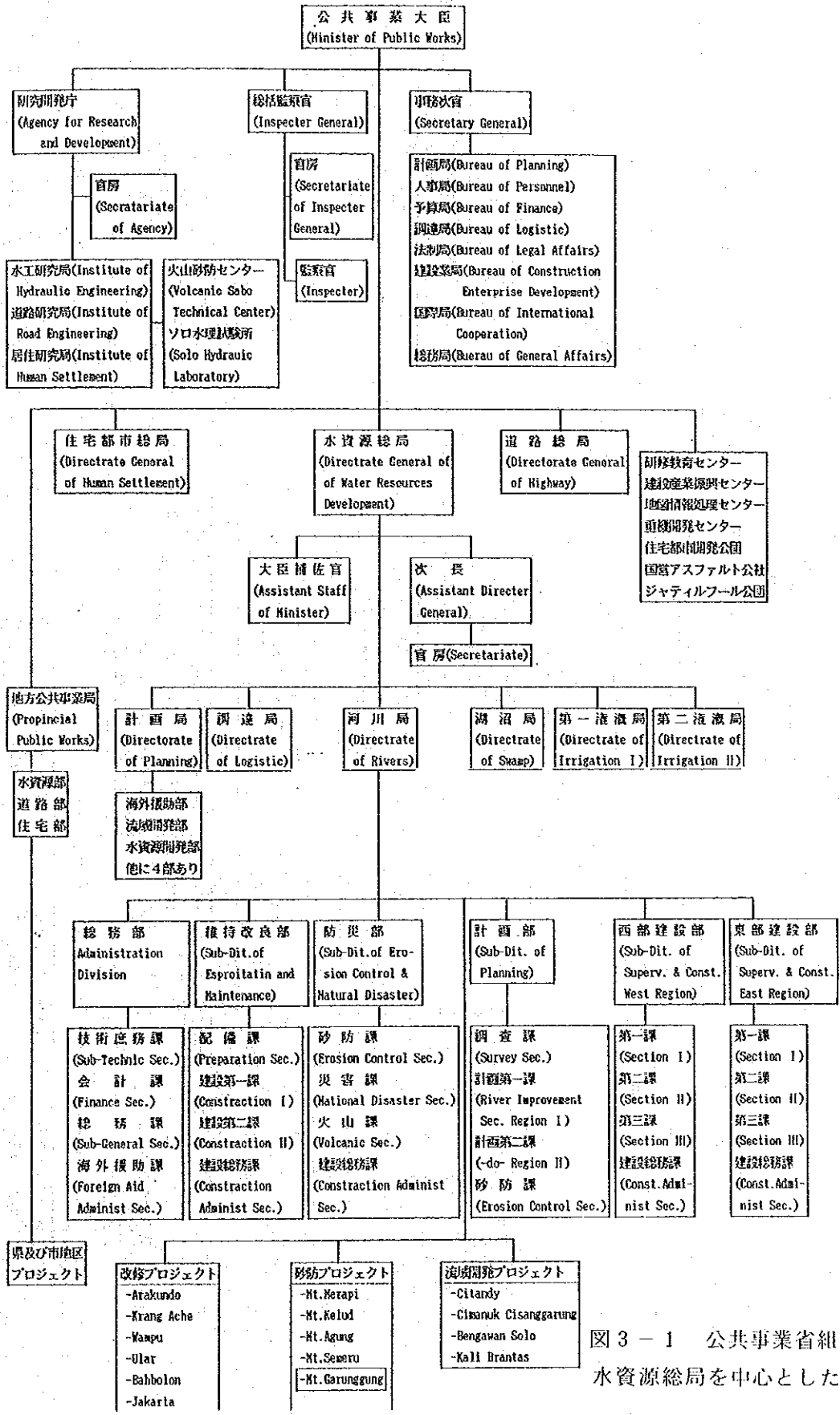


図3-1 公共事業省組織図
水資源総局を中心としたもの

出所：公共事業省水資源総局

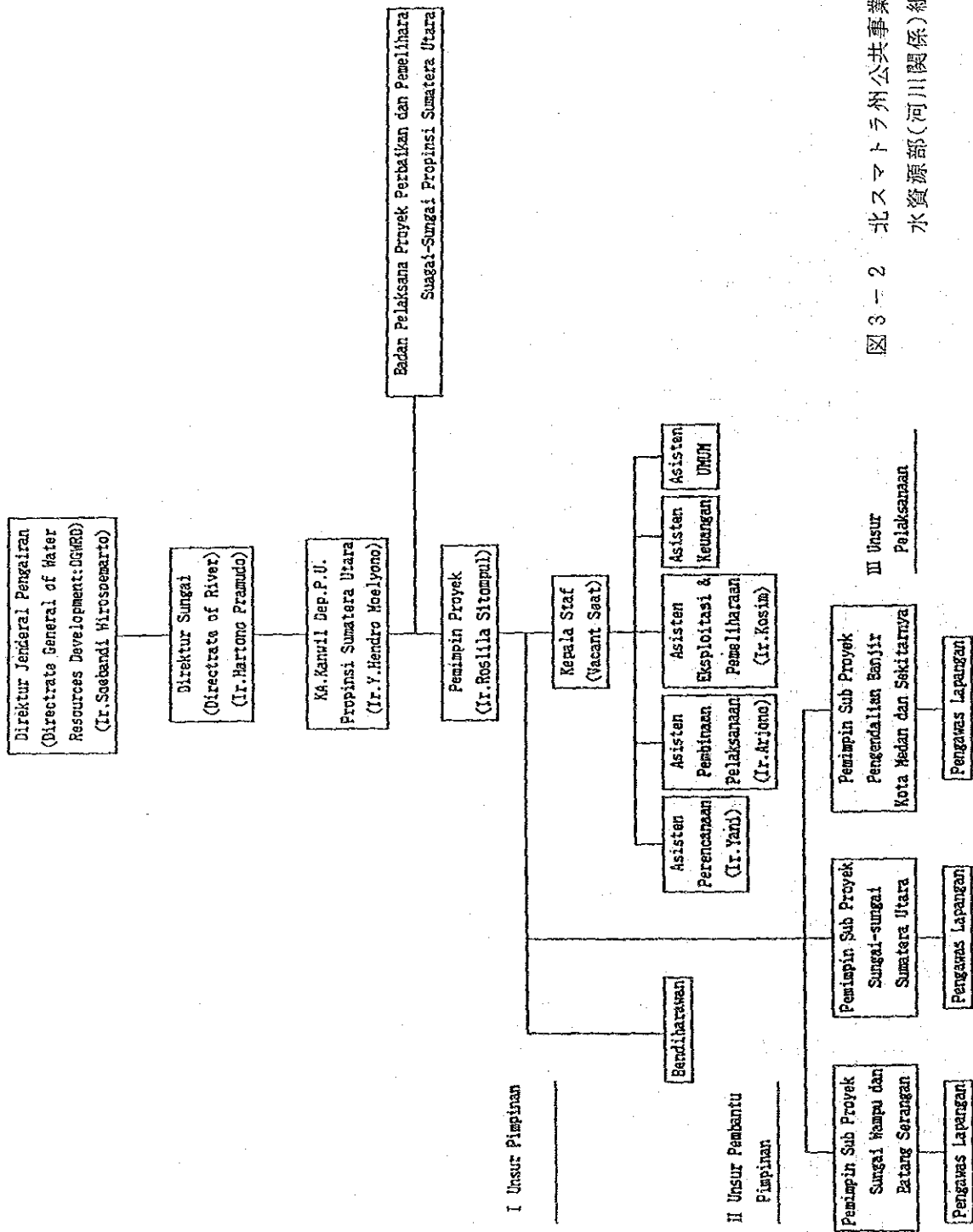


図 3 - 2 北スマトラ州公共事業局
水資源部(河川関係)組織図

出所: 北スマトラ州公共事業局

4. 調査対象地域の概要

4-1 対象地域

4-1-1 社会的立地条件

1. 北スマトラ州の位置と地理

北スマトラ州は北緯1度～4度、東経98度～100度の間、スマトラ島の北部に位置する総面積71,680km²の州である。この広さは、インドネシア全25州のうち9番目にあたる。州の北西部にアチェが、東部にリアウ、南部に西スマトラの各州が隣接する。

州のほぼ中央部にはバリサン山脈が走り、その一部であるトバ高原には、琵琶湖の約2倍の面積を持つトバ湖があり、清涼な気候であるためインドネシア有数の観光避暑地になっている。

州は、さらに地方自治組織である11の県と6つの自治市とに分かれる。図4-1は北スマトラ州の各県と自治市の位置を示したもので、表4-1はそれぞれの面積を示したものである。

2. 北スマトラ州の人口と人口密度

1987年度に行われた、北スマトラ州統計局の統計によれば、北スマトラ州の人口は約990万人であった。この数はインドネシアの総人口1億7千200万人の約5.8%を占め、全インドネシア25州の上位4番目になる。

人口の増加率は年平均約2.3%であるが、この数字はインドネシア全国の人口増加率2.1%に比べやや大きい値になる(参考までに、1984年4月にスタートしたインドネシアの第4次5カ年計画(84/85～88/89)では人口の増加率を2%と設定していたので、この数字は計画を上回っていることになる)。

人口密度は138人/km²であり、全インドネシアの人口密度180人/km²より小さいが、スマトラ島では第2位(第1位はランブン州の185人/km²)であり、インドネシア全国の第7位(特別市であるジャカルタ・ジョグジャカルタを除く)になる。

表4-1には州内の各県・自治市ごとの人口を示しているが、州北部の平野部で人口が多く、南部で少ない。特に今回調査の対象地域である北スマトラ州北西部の地域では、メダン市を中心として人口が非常に多いのが特徴である。

3. メダン市の概況

メダン市は北スマトラ州の州都であり、政治・行政・産業・教育・文化の中心地である。面積は265km²であるが、人口は約175万人でインドネシアで第3番目、スマトラ州最大の都市である。

	面積 (ha)	人口 (人)	人口密度 (人/ha)
(Regency)	56,515	7,580,671	133
Nias	5,318	575,280	108
Tapanuli Selatan	18,897	905,985	48
Tapanuli Tengah	2,187	215,278	99
Tapanuli Utara	10,805	737,691	70
Labuhan Batu	9,323	687,371	72
Asahan	4,647	860,286	189
Simalungun **	4,427	205,485	462
Dairi	3,146	291,413	93
Karo	2,127	257,395	121
Deli Serdang *	4,362	1,486,195	341
Langkat	6,303	756,092	120
(Municipality)	338	2,321,511	6,868
Sidoarjo	11	69,184	6,289
Tanjung Balai	2	45,584	22,792
Pematang Siantar	12	137,964	16,497
Tebing Tinggi*	31	99,696	3,216
Medan	265	1,749,207	6,601
Binjai	17	159,675	9,404
Total	71,680	9,901,662	138
Balaen-Padangに 関係する流域内 (12.7%)	9,085	4,142,583	456
Simalungunを除く た流域内 (6.5%)	4,658	3,337,088	716

図4-1 北スマトラ州の面積・人口・人口密度
(1987年現在)

出典: North Sumatra in Figures 1987

*: Balaen-Padang流域に属する地域

** : 同上流域に一部がかかる地域

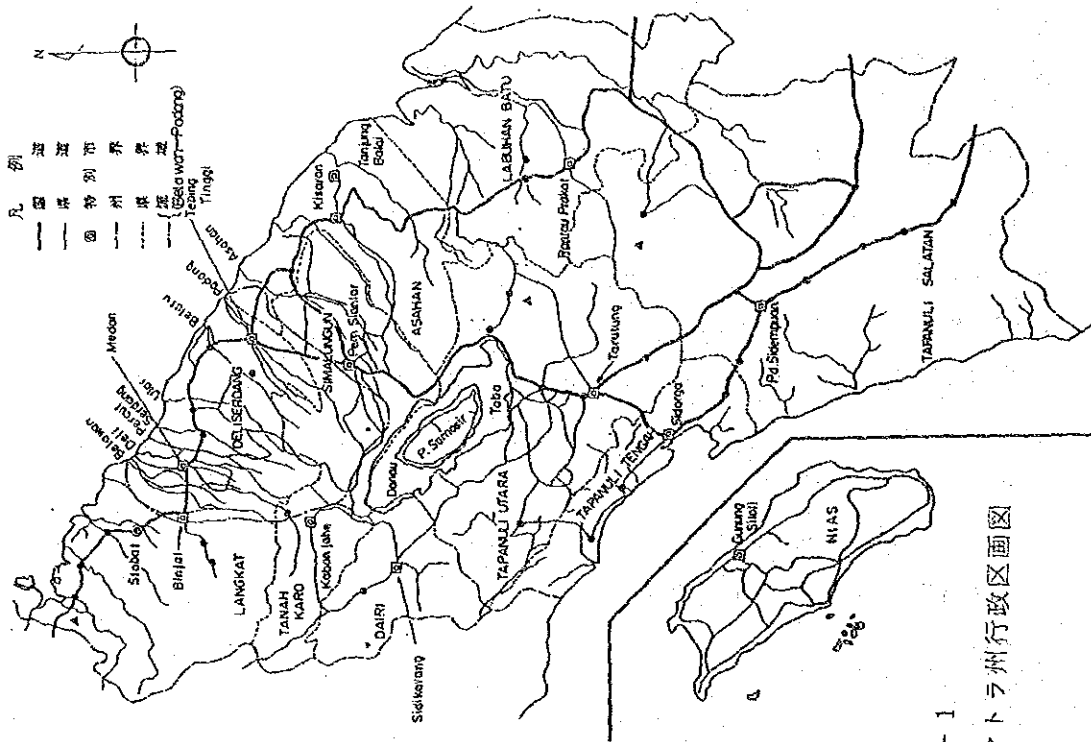


図4-1

北スマトラ州行政区画図

メダン市を含む調査対象地域（アリスルダン県）の総人口は約323万人で、北スマトラ州の総人口の約33%を占めており、人口密度も約700人/km²と非常に高い。人口の増加率は1980年から1987年の7年間の平均で約4.2%（メダン市は約2.7%）と、他の地区に比べて高い数字を示している。

4-1-2 地形・地質状況

1. 地形

(1) スマトラ島の地形の概況

インドネシア群島は、東西に約5,100km、南北に約1,900kmに及ぶ海域内に点在する大小約13,700（うち有人島3,500）の島々より成る島嶼国家である。

スマトラ島はこれらの島々の西端に位置し、約481,780km²（周辺の属島を含む）の面積を持つインドネシア群島3番目の広さを持つ島である。地理的には、ジャワ、カリマンタン、スラウェシの諸島とともに大スンダ列島を構成している。

スマトラ島の西海岸を北西から南東方向に中央山脈（ブキット・バリサン山脈）が縦断しているが、この山脈はアジア大陸の南端、ミャンマーのアラカンヨマ山脈から南下しスマトラ島の西南側、ジャワ島の南側を通過して、バリ、ロンボック、スンバワ等の諸島の中央山脈を構成した後、バンダ海から北上してフィリピン群島に至る火山系の山脈である。

特に、スマトラ、ジャワの両島の地形の特徴としては、火山系の山を主とした山脈が島の南側（スマトラ島では西南側）の海岸近くまで迫り、島の南側では平野部が少なく、北側では山脈から流出した土砂による扇状台地と、広い平野部、海岸近くの河口デルタ地帯が広がるということが挙げられる。北スマトラ州も同様で、州の南側の地域は平野部が少なく、北側が多い。北スマトラ州の各県の人口は表4-1でも明らかなように、平野部の多い北側の地区に人口の集中がみられる。

河川の流路延長も南側のものは一般に短く、北側の河川は長い。また河床勾配は、南側の河川では急であるが、北側の河川は平野部に入るとかなり緩やかなのが特徴である。ただ、北スマトラ州の場合、ジャワ島北部の河川などと異なり、河川全体の勾配が様に緩やかであるといった傾向はみられず、平野部もスマトラ島南部、ジャワ島と異なり、いくぶん狭いため、緩勾配の部分の距離は短く、山地に入る部分で勾配が急変する。

スマトラ、ジャワの両島で、中央山脈を構成する2,000m～3,000m級の山々の間は、多くの場合丘陵地帯であるが、これと海岸平野（デルタ地帯）の間に山間盆地といえる高原を持っている。北スマトラ州の中央部のトバ高原は代表的なものであり、この州にはその他ラヤ・プルバ等の高原がある。海岸近くのデルタ地帯には湿地帯が多い。

(2) 調査対象地域の地形の概要

対象地域の北側の海岸線は、マラッカ海峡に面しており、その方向は北西から南東方向である。この地域は北西側のメダンと南西側のティンティンギの二つの大きな都市が地域の行政を二分した形になっている。

対象地域の地形は、海岸線に平行に次のような四つの地帯に大別される。

- ① 自然森林に覆われた標高 500 m 以上の急峻な山岳地帯
- ② 標高 50 m~500 m の緩やかに起伏した丘陵と段丘地帯
- ③ 標高 50 m 以下の広く平らな沖積平野で、一部に湿原を含んでいる地帯
- ④ 海岸線に沿って幅 2 km から 3 km の間に広がる標高 0 m~10 m の海岸砂浜地帯

前述したように、調査対象 7 河川は、上流域である南側の山脈ではほぼ 1/50 程度の急勾配の河床勾配を持ち、北ないし北東の海岸に向けて流下するが、その後中流域の扇状地ではほぼ 1/600 程度になり、下流の平野部では 1/1,200 くらいの緩やかな勾配となって海に注ぐ。

流域の丘陵地帯や下流平野部には多くの水田が開けており、またゴム、オイルパーム等の農園も多い。これらの丘陵地帯には主な市、町を結ぶ国道、州道や鉄道が走り、これらの道路、鉄道に沿って村落が点在する。

下流域の低平地では標高の低い所が多く、河川の感潮区間で水が溢れる所、つまり浸水常習地帯がある。

2. 地質の概況

(1) スマトラ島の地質概要

インドネシア群島の南北には、中生代、古生代に属する古い地質で構成される安定した地塊が分布するが、この地層は新しい地殻運動による変化を被ることが少ないといわれる。これらの地層に挟まれた中央部は新しい地殻運動による不安定地層であり、これはスマトラ島の南西側を中心に島を縦断している。この地層は第四紀の火山岩が広く発達しており、地質が若く侵食が起こりやすい。北スマトラ州のほとんどはこの地層に覆われていて、この地方では長期にわたる侵食作用が起きやすいといえる。

地表の岩石の風化は、熱帯性気候で雨量が多いため、ボーキサイト、ラテライト、カオリナイト型風化を示し、厚い風化帯を形成している。

(2) 調査対象地域の地質

対象地域の東側の山岳地帯と丘陵地帯は酸性凝灰岩（第四紀時代、トバの火山性爆発で発生したもの）で広く覆われている。この酸性凝灰岩の層は非常に厚く、100 m 以上に及ぶ。この層の下には、石英安山岩及び石英安山岩質凝灰岩が横たわっており、河岸の至る所に露出している。西側の大部分の地域でも石英安山岩と石英安山岩質凝灰岩がみられる。先第三紀堆積岩は所々に出現しているが、その量は少ない。

低平地の部分は、第四紀の堆積物であるクレイ、砂、砂利を主とした層で広く覆われている。海岸砂丘及び砂嘴は火山性の砂粒や硬い石英粒でできた荒い砂で構成される。対象地域の地質を図4-2に示す。

4-1-3 気象・水文状況

1. 気象の概況

(1) スマトラ島及び対象地域の気象概況

インドネシア群島の気候は熱帯雨林気候で、年間を通じて高温多湿である。日本の冬季にあたる11月から3月にかけて、アジア大陸で冷却され乾燥した気団（大陸高気圧）は、北東季節風として南西方向に吹き出す。この気団はこの季節に卓越する北東貿易風とともに勢力を増しながら赤道付近に達するが、太平洋上を通過する間に海面の水蒸気を多量に吸収し、暖かくて湿った気団となってこの国に達する。この季節にインドネシアの南の地方はこの気団によって雨の降りやすい状態になるが、これがこの国の雨季になる。

北スマトラ州の場合、赤道が州の南側の西スマトラ州とリアウ州を通っているため、気候の変化はインドネシアの他の地方とは異なった様子を見せる。際立った違いは、赤道の南側にある他の地方のように雨季と乾季の差が顕著な形で現われないことである。前述したように赤道の南側の海域に点在する他の島々と異なり、マラッカ海峡を隔てて大陸の南端に近接しているため、北東季節風と北東貿易風の影響を強く受けないからであろう。

年間の平均気温は26℃で、最高33℃から21℃の間で変化している。平均湿度は85%であり、最高87%から最低83%の間で変化し、年間を通じて非常に高温多湿である。

風の記録は年間を通じ、北ないし北東のモンスーンの風が吹いており、一般に静穏である。

(2) 対象地域の雨量

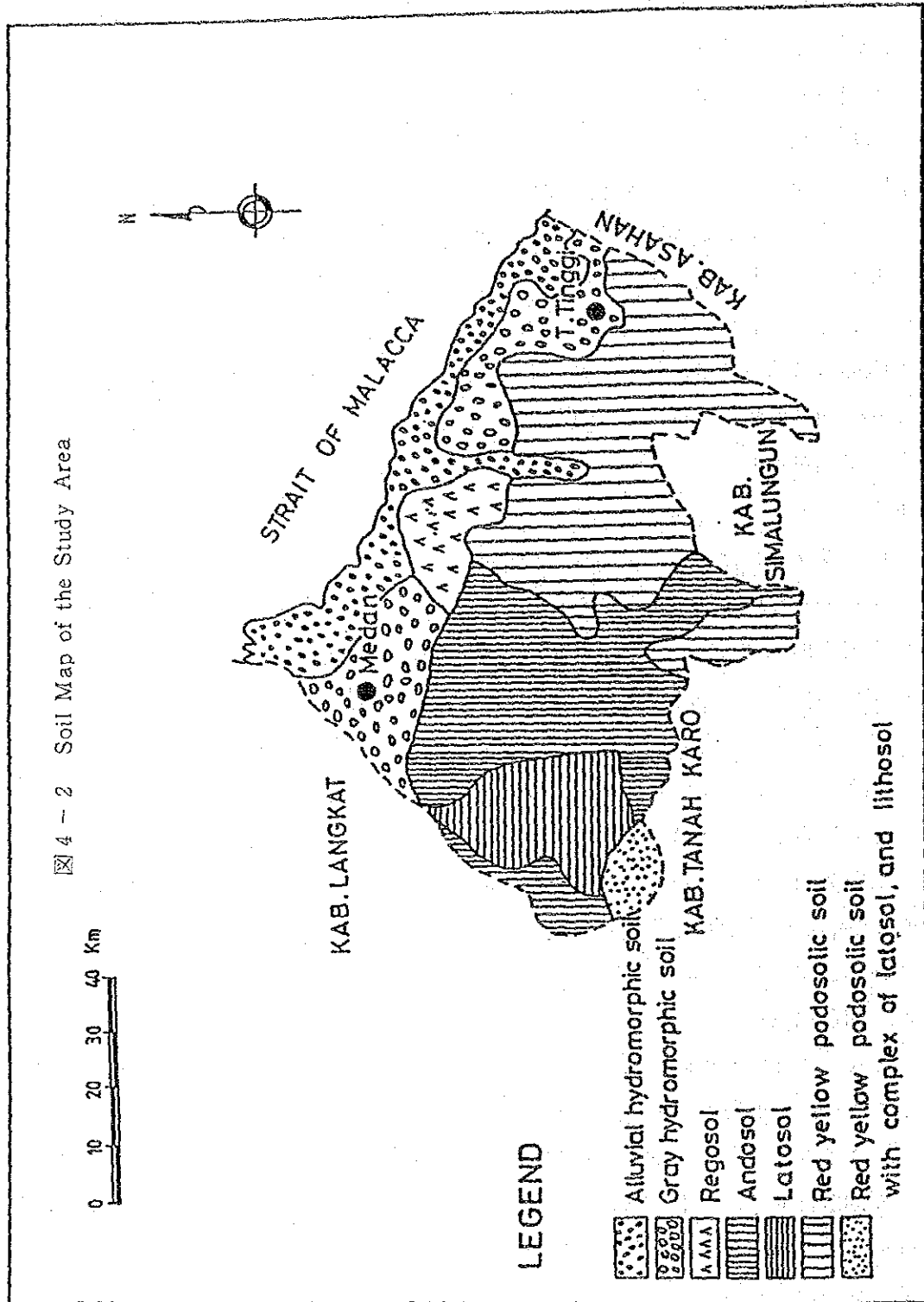
表4-2はメダン市近郊のサンパリ地区での雨量記録であるが、対象地域の雨量は、南部の山岳地帯では年間3,500mm、北部海岸地区では1,900mmの降雨が記録されている。

表で見ると、1月から3月までの間の雨量は他の月に比べて少ない。したがってこの期間が乾季といえる。雨量の多い期間は9月から11月の間であり、この期間が雨季である。しかし前述したように、年によってこの期間で雨量が少ないこともあり、はっきりしないことも事実である。

図4-3はメダン市近郊における気象観測資料の種類と観測期間を示したもので、図4-4はウラル川流域を含めた気象観測所（雨量）の位置を示したものである。

主な雨量観測所としては、P.M.G（Meteorological and Geophysics Center）が所

图 4-2 研究区土壤分布图



出典：収集資料 35

表4-2 メダンの雨量(1974~1984)

年\月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計
1974	82	148	13	163	223	97	70	251	143	241	373	17	1,821
1975	76	79	18	93	105	85	88	146	206	270	151	380	1,697
1976	34	8	43	127	241	140	210	92	188	253	228	149	1,713
1977	44	55	84	98	82	183	29	231	290	315	179	173	1,763
1978	189	7	74	109	132	75	116	216	264	297	128	240	1,847
1979	100	52	1	284	65	137	215	129	98	224	397	13	1,715
1980	98	31	63	29	160	38	203	257	249	188	210	342	1,868
1981	51	59	145	136	201	54	66	95	271	158	233	167	1,636
1982	9	24	272	188	87	74	194	66	147	372	205	324	1,962
1983	50	3	33	33	298	185	86	125	202	328	146	187	1,676
1984	127	203	145	71	316	54	313	19	121	333	43	93	1,838
平均	78	61	81	121	174	102	145	148	198	271	208	190	1,777

管する観測所として、上述のサンパリのほか、ポロニア(メダン国際空港内)、ブラウン、タンジュンモロワの計3カ所がある。

このほか、流域内の農園(公営・私営)の中に合計91カ所の雨量観測所が、またウラル川のプロジェク実施中に設置された25カ所の観測所がある。

これらの気象資料は、B.M.Gが記録を観測整理して保管しているが、同時にすべての記録はジャカルタの気象庁にも集中保存されている。

観測開始年は、観測所によってまちまちであるが、メダン地域では1949年から観測を開始しているなど、かなり長期間の観測がなされている。図4-5で対象地域内の観測所の位置を示した。また観測期間を図4-6に示した。図4-7はウラル川流域の雨量観測所の観測期間を示したものである。資料の賦存状況は改修の進んでいるウラル川流域が多く、偏った傾向をみせている。

2. 水文資料

(1) 観測所の位置と記録の整理状況

図4-8に対象河川の水位観測所の位置を、表4-3に各河川ごとの観測所設置箇所名を示す。この図及び表によると、対象河川のすべてに水位観測所が設置されているが、観測は量水標を主体として行われており、自記記録計導入による観測網整備が検討されている。

これらの水位記録はすべて北スマトラ州公共事業局の水文部(Proyek Hydologi)で整理・保管されているほか、公共事業省研究開発庁バンドン水工研究所(I. H. E. :

表 4-3 水位流量観測所の位置と地名

河川名	観 測 所 名
Belawan	1. Kp. Lalag, 2. Sam Kumbang
Deli	3. Helvetia P. Brayan, 4. Simeme
Percut	5. Tembung
Serdang	6. Serdang, 7. Tanjung Herawa
Ular	8. Perbaungan, 9. Ular Bridge, 10. Serbajadi Bridge
	11. Serbajadi, 12. Bandar Tiga, 13. Paku Bridge
	14. Siujan Ujan
Belutu	15. Silau Dunia
Padang	16. Tibing Tinggi

出典：収集資料 35 より作成

Institute of Hydraulic Engineering) に送付され、コンピュータにインプットされ、解析された結果からは、H-Q等の水理データとしてアウトプットされることになっており、各河川のデータのすべてが把握されることになっている。

図 4-9 はこれらの観測所における観測期間を示したものであるが、現地でのデータの整理状況はあまり良くない。最近のものは生データのまま(記録紙のまま)保管され、整理・解析がされていないものもあった。ウラルのプロジェクトを実施した時、かなり長期間にわたって周辺の河川も含めた観測と解析を行った実績があるが、データとしては古いものである。

(2) 観測所の維持状況

図 4-9 で明らかなように欠測の期間が多い。水位計等の観測機器の維持管理の状態は悪く、故障したものが多い。また機器が故障しても必要な交換部品が入手できず、故障した場合はその観測所を閉鎖するか、もしその観測所が重要な場合は、近接した別の観測所の計器の部品を使用して修理する等の方法を取っている。つまり 2カ所以上の観測所を統合して観測している。その後もこの状況は改善されておらず、1985年以降、特にここ 2~3年はほとんどが使用できない観測所もあるとのことである。

(3) 流量観測

流量観測は図 4-9 に示したように、セルダン、ブルツ、パダンを除いた河川で実施されている。図 4-10~図 4-16 は上記観測所で観測した各河川の流量資料をまとめたものである。

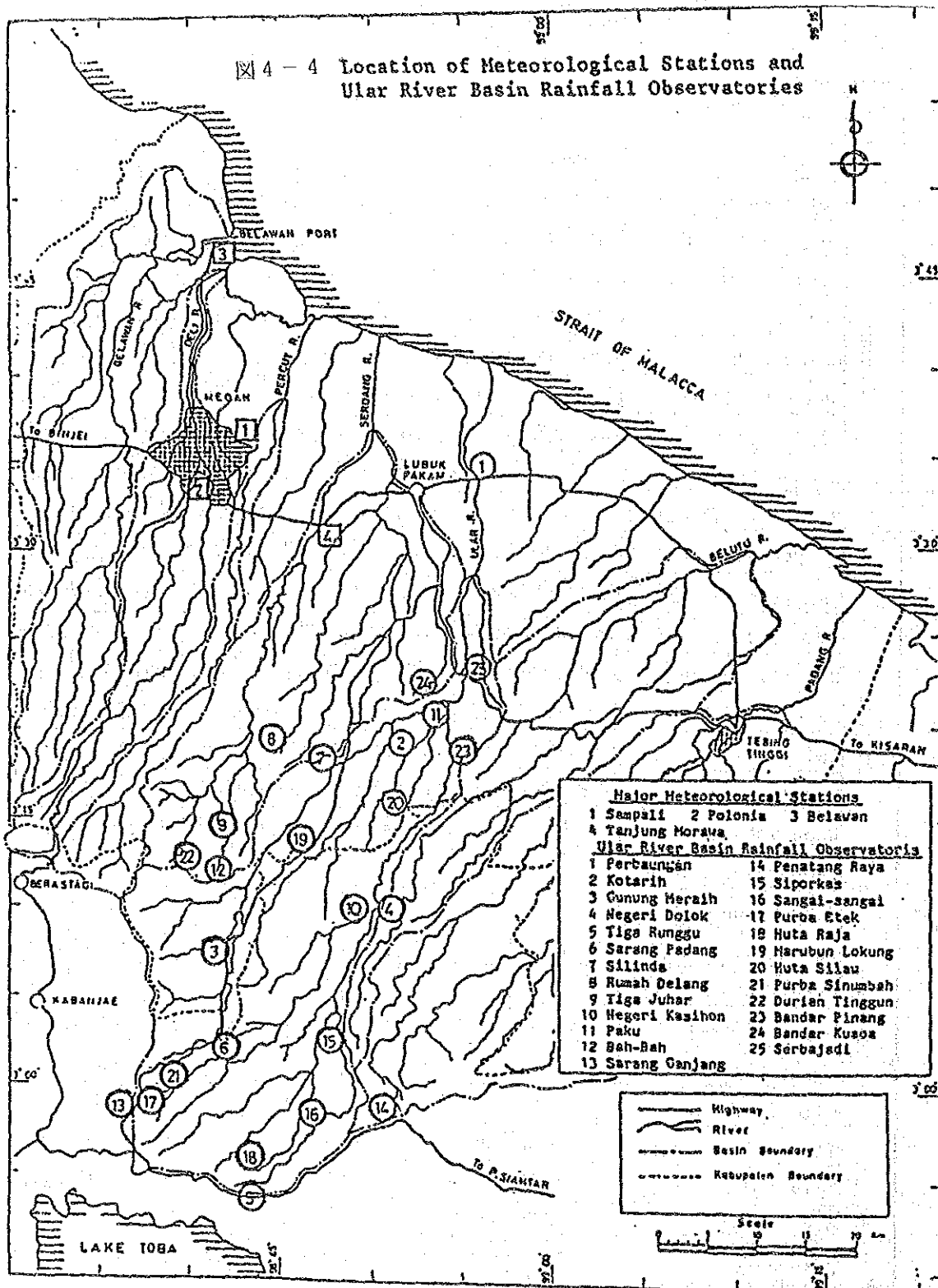
長期間観測されている観測所としてはブルチュット川のテンブング観測所で 1972 年からの資料がある。また最も古い資料としてはウラル川のセルバジャディ橋の観測所の記録は 1972 年からのものである。

☒ 4 - 3 Observating Items and Available Period at Major Meteorological Stations

ST.	OBS. ITEM	'74	'75	'76	'77	'78	'79	'80	'81	'82	'83	'84
Sampali	Temperature, Mean											
	Temperature, Max.											
	Temperature, Min.											
	Relative humidity											
	Day. rainfall											
	Rainy days											
	Sunshine duration											
	Wind velocity											
	Evaporation											
	Rainfall intensity ^{2/}											
Polonia	Temperature, Mean											
	Temperature, Max.											
	Temperature, Min.											
	Relative humidity											
	Day. rainfall											
	Rainy Days											
	Shunine duration											
	Wind velocity											
Belawan	Temperature, Mean											
	Temperature, Max.											
	Temperature, Min.											
	Relative humidity											
	Day. rainfall											
	Rainy days											
	Wind velocity											
T. Morawa	Temperature, Mean											
	Relative humidity											
	Day. rainfall											
	Rainy days											

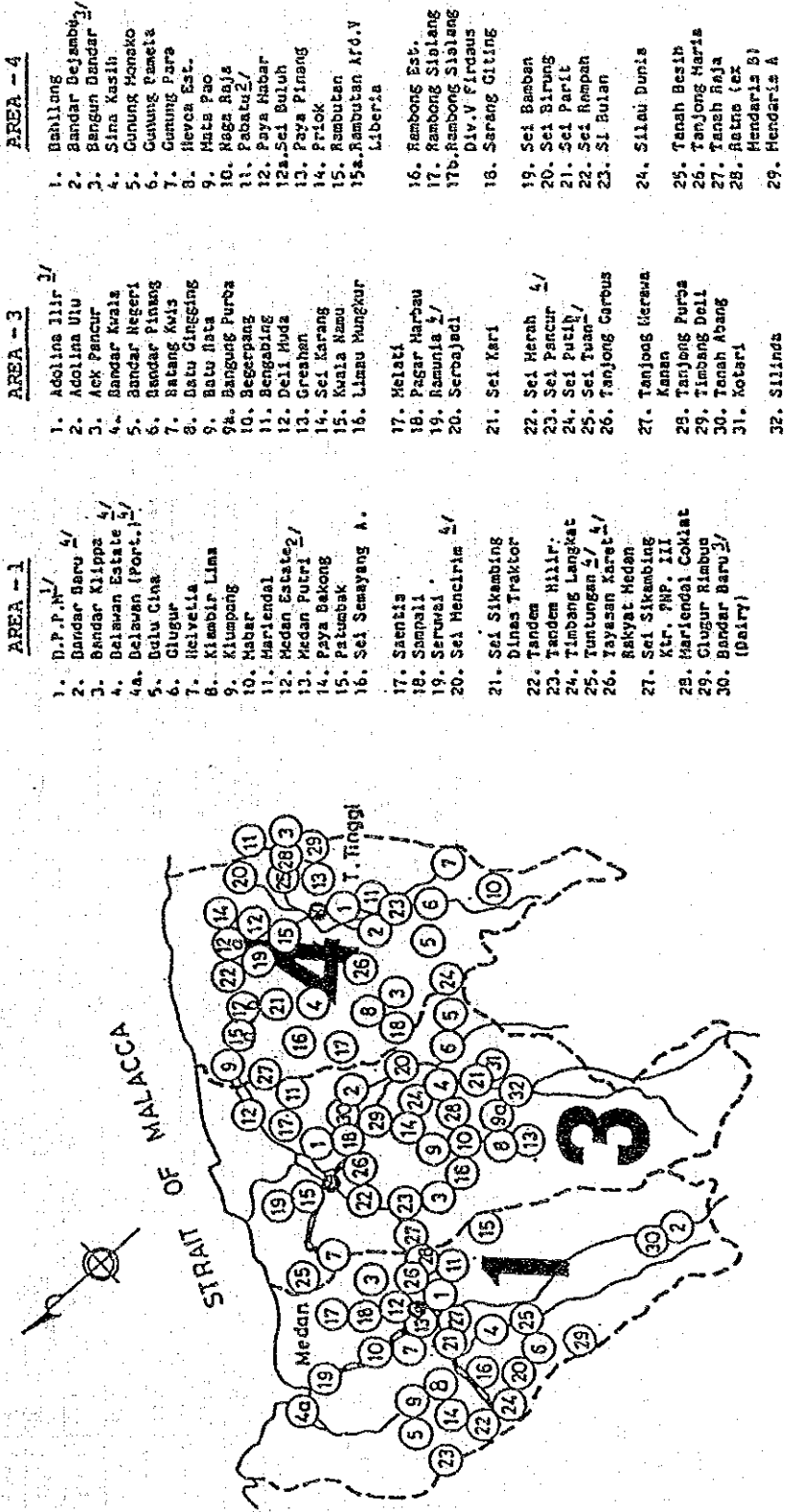
Remarks ^{2/} : Rainfall intensity recorded for periods of 5 min, 15 min, 30 min, 1 hour, 2 hours, 6 hours, 12 hours and 24 hours

出典：収集資料 35



出典：収集資料 35

图 4-5 Location of Rainfall Observatories in Estates in the Study Area



AREA - 1

1. D.P.P. 1/
2. Bandar Baru 4/
3. Bandar Klipang 4/
4. Belawan Estate 4/
5. Gulu Cina 5/
6. Glugur
7. Halvetia
8. Kimbir Lima
9. Klumpang
10. Nabor
11. Hariendal
12. Medan Estate 2/
13. Medan Putri 2/
14. Paya Bakong
15. Patubak
16. Sei Semayang A.
17. Saentia
18. Sempall
19. Serawai
20. Sei Hencirah 4/
21. Sei Sikambang
22. Tandem
23. Tandem Hillir
24. Timbang Langkat
25. Tuntungan 2/ 4/
26. Yayasan Karet Rakyat Medan
27. Sei Sikambang Ktr. FNP. III
28. Hariendal Coklat
29. Clugur Rimbua
30. Bandar Baru 3/ (Dairy)

AREA - 3

1. Adolina Ilir 3/
2. Adolina Ulu
3. Ack Pancur
4. Bandar Kuala
5. Bandar Negeri
6. Bandar Pinang
7. Batang Kwis
8. Batu Gingsing
9. Batu Hata
10. Begerang
11. Bengabing
12. Deli Huda
13. Greshan
14. Sei Karang
15. Kuala Namu
16. Limau Mangkar
17. Melati
18. Pagar Harbau
19. Samania 2/
20. Serbajadi
21. Sei Kari
22. Sei Harah 4/
23. Sei Pancur
24. Sei Putih
25. Sei Tuar
26. Tanjong Carbus
27. Tanjong Kerawa Kanan
28. Tanjong Purja
29. Timbang Deli
30. Tanah Abang
31. Kotari
32. Silinds

AREA - 4

1. Bahllang
2. Bandar Bejsambé 2/
3. Bangun Dandar 2/
4. Sina Kasih
5. Gunung Hentak
6. Gunung Tameta
7. Gunung Para
8. Hevas Est.
9. Hata Pao
10. Kaga Raja
11. Pabatu 2/
12. Paya Hobar
13. Paya Pinang
14. Priok
15. Rambutan
- 15a. Rambutan A.G.V Liberia
16. Rambong Est.
17. Rambong Silang
- 17b. Rambong Silang Div. V Firdaus
18. Sarang Giting
19. Sei Bambi
20. Sei Sirung
21. Sei Parit
22. Sei Rempah
23. Si Bulan
24. Silau Dunia
25. Tanah Bestih
26. Tanjong Haris
27. Tanah Raja
28. Retne (ex Hendaris 8)
29. Hendaris A

Remarks : 1/ With observing solar radiation and temperature
 2/ With observing solar radiation
 3/ With observing temperature
 4/ Observing rainfall being interrupted

Period Available of Rainfall Records at Estate in the Study Area (3/4)

NO.	Estates or Place of Observation	EL.	Distance from site	E. Longitude	N. Latitude	481295	51525364	5556575061	6061636364	656867506970	71727374757677	78798081828384
3.17	Melati	16	11	98°58'	3°33'							
3.18	Pagar Merbau	24	18	98°54'	3°30'							
3.19	Ramunia	8	7	98°54'	3°37'							
3.20	Serbajadi	58	30	98°56'	3°23'							
3.21	Sei Kari	109	38	98°32'	3°20'							
3.22	Sei Merah	16	17	98°50'	3°32'							
3.23	Sei Pancur	25	22	98°48'	3°30'							
3.24	Sei Putih	54	28	98°53'	3°24'							
3.25	Sei Tuen	4	5	98°48'	3°40'							
3.26	Tanjung Carbus	14	17	98°52'	3°31'							
3.27	Tanjung Morawa Kanan	20	21	98°47'	3°31'							
3.28	Tanjung Purba	60	31	98°51'	3°24'							
3.29	Timbang Deli	36	23	98°54'	3°27'							
3.30	Tanah Abang	27	20	98°54'	3°29'							
3.31	Notari	121	40	98°51'	3°19'							
3.32	Silinda	207	44	98°48'	3°14'							
4.01	Bahilang	30	23	99°08'	3°18'							
4.02	Bandar Bejambu	43	28	99°05'	3°17'							
4.03	Bangun Bandar	60	30	99°01'	3°19'							
4.04	Sina Kasih	23	19	99°04'	3°25'							
4.05	Gunung Monako	110	42	99°00'	3°13'							
4.06	Gunung Pamela	76	38	99°04'	3°13'							
4.07	Gunung Para	114	39	99°06'	3°10'							

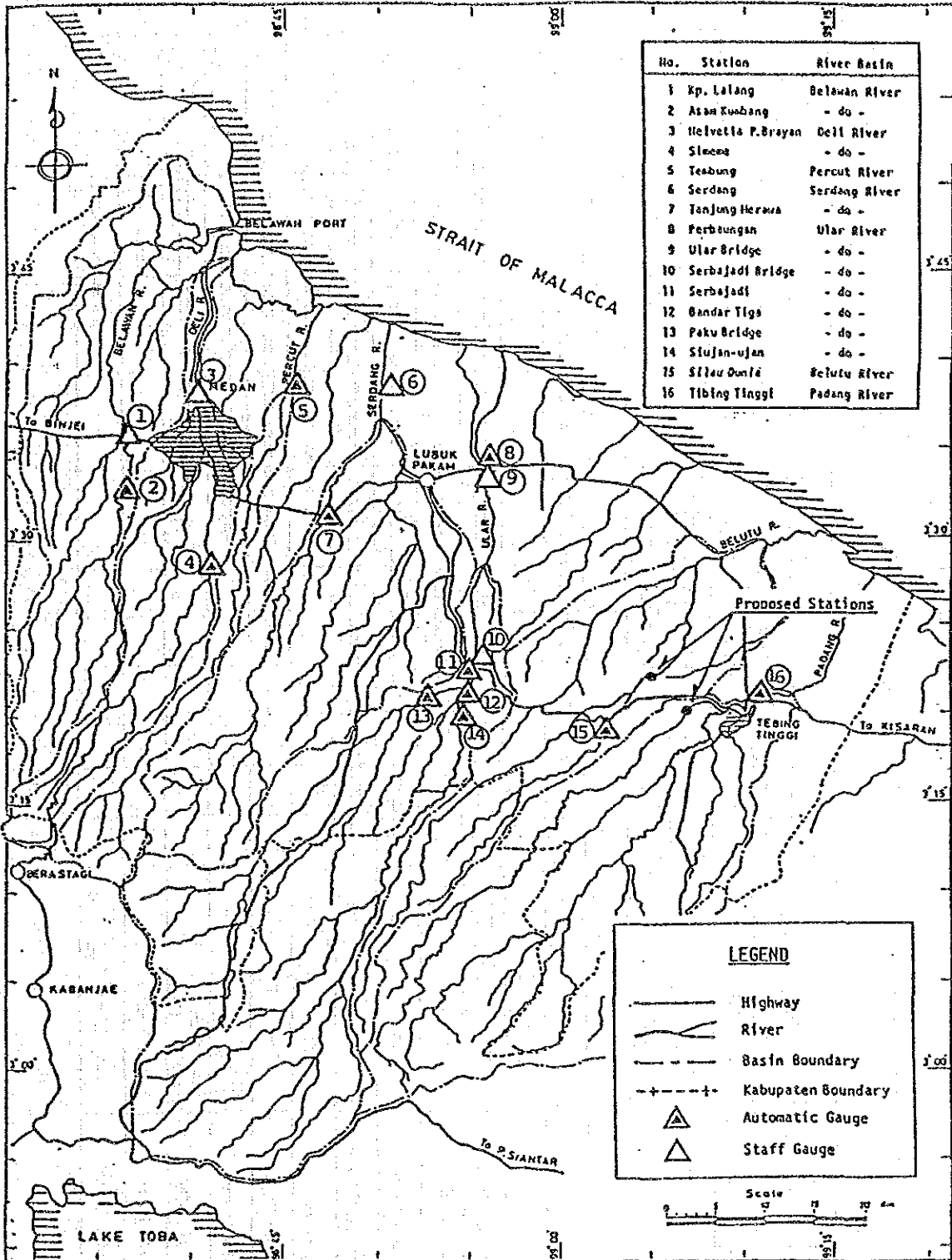
Period Available of Rainfall Records at the Ular River Basin

Station	Year	EL (m)	LOCATION	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85
1	Perbaungan	15	E 98° 55' 50" N 3° 31' 00"														
2	Kotarih	110	E 98° 51' 40" N 3° 19' 30"														
3	Cunung Heriah	680	E 98° 41' 45" N 3° 7' 25"														
4	Legeri Dolok	250	E 98° 51' 00" N 3° 10' 20"														
5	Triga Lunggu	1,210	E 98° 43' 15" N 2° 53' 40"														
6	Sarang Padang	1,080	E 98° 41' 35" N 3° 21' 55"														
7	Silinda	200	E 98° 47' 55" N 3° 18' 10"														
8	Jutek Deleng	210	E 98° 45' 10" N 3° 18' 25"														
9	Higa Juhar	310	E 98° 42' 25" N 3° 15' 50"														
10	Legeri Kasihan	200	E 98° 49' 30" N 3° 9' 10"														
11	Paku	70	E 98° 57' 10" N 3° 21' 15"														
12	Jah-Bah	540	E 98° 47' 40" N 3° 31' 45"														
13	Sarang-Ganjang	1,400	E 98° 36' 20" N 2° 58' 15"														
14	Pesatang Raya	1,010	E 98° 50' 45" N 2° 51' 50"														
15	Siporkas	910	E 98° 51' 10" N 3° 01' 05"														
16	Bangkal-sangkal	950	E 98° 48' 10" N 2° 51' 30"														
17	Purba Etak	1,400	E 98° 36' 35" N 2° 58' 20"														
18	Juta Raja	1,200	E 98° 47' 05" N 2° 50' 25"														
19	Harubun Lokung	360	E 98° 45' 10" N 3° 12' 25"														
20	Jutar Silau	120	E 98° 51' 55" N 3° 11' 05"														
21	Pura Simubah	1,300	E 98° 38' 55" N 2° 59' 15"														
22	Burik Tinggung	530	E 98° 31' 55" N 3° 11' 30"														
23	Bandar Pinang	80	E 98° 53' 20" N 3° 19' 15"														
24	Bandar Kuala	70	E 98° 53' 25" N 3° 21' 40"														
25	SerbaJedi	70	E 98° 56' 50" N 3° 22' 40"														

Remarks : Cylinder type Gauge Automatic Recording Gauge

出典：収集資料35

图 4-8 Location Map of Water-level gauge Station



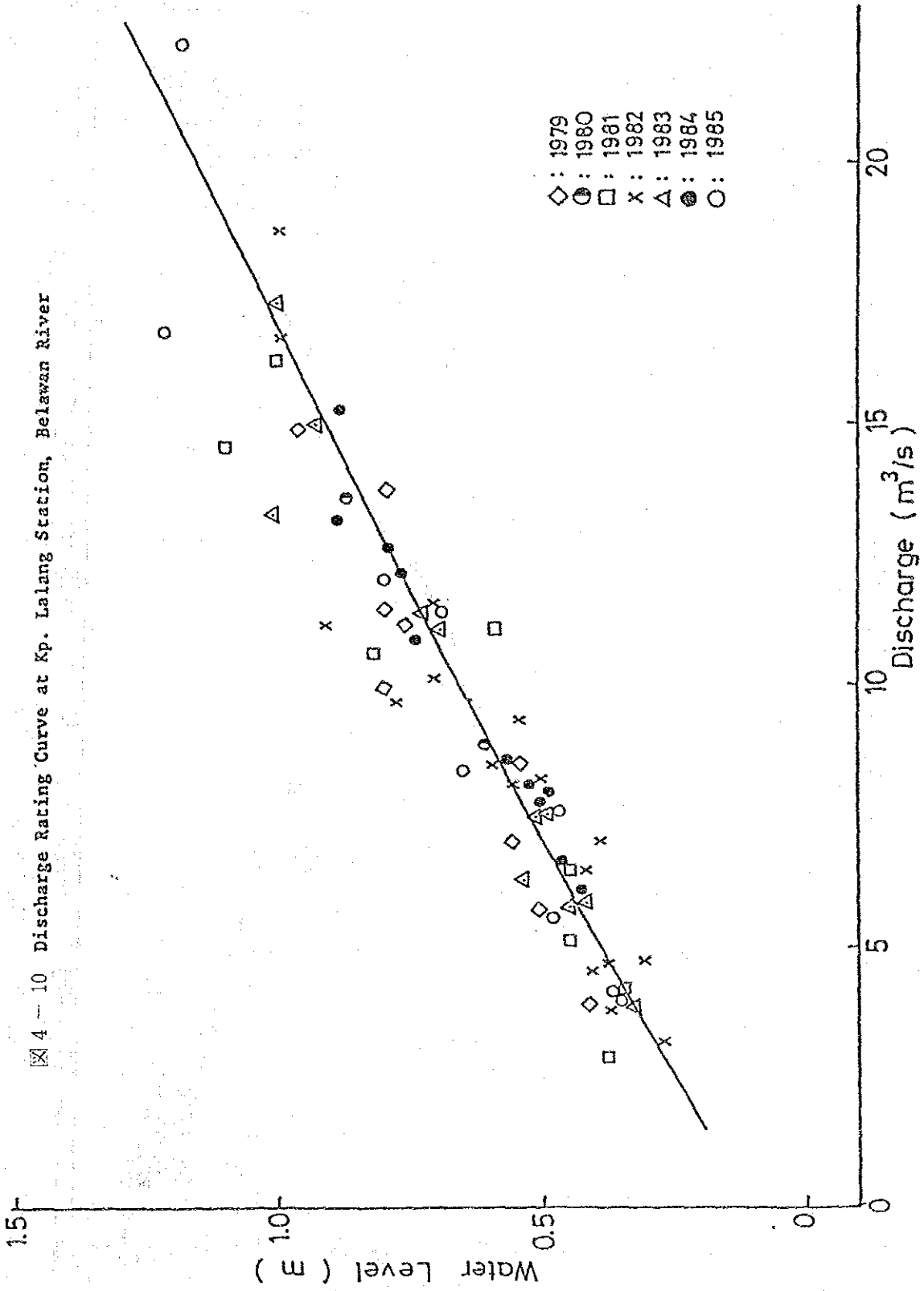
出典：収集資料 35

图 4-9 Water-level Records

No.	Station	River Basin	Coordinates	Water Level Records												Discharge Measurement	Catchment Area (km ²)		
				1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982			1983	1984
1	Kp. Lalang	Belawan River																1978 - 1985	
2	Asam Kumbang	- do -																1976 - 1985	
3	Helvetia P. Brayan	Deli River																1978 - 1985	
4	Simene	- do -																1976 - 1985	134
5	Tendung	Percut River	N 3°37'36" E 98°44'42"															1979 - 1985	340
6	Serdang	Serdang River																	323
7	Tanjung Marawa	Serdang River (Belumai R.)	N 3°32' E 98°47'																251
8	Perbaungan	Ular River																	1,081
9	Ular Bridge	- do -																1984 - 1985	1,081
10	Serbajadi Bridge	- do -																1976 - 1985	1,013
11	Serbajadi	- do -																	1,013
12	Bandar Tiga	- do -																1975 - 1985	1,013
13	Paku Bridge	Ular River (Busya River)																1984 - 1985	440
14	Sujan-ujan	Ular River (Karai River)																1984 - 1985	500
15	Silau Dunfa	Delutu River																	779
16	Tibing Tinggi	Padang River	N 3°19'36" E 99°10'24"																717

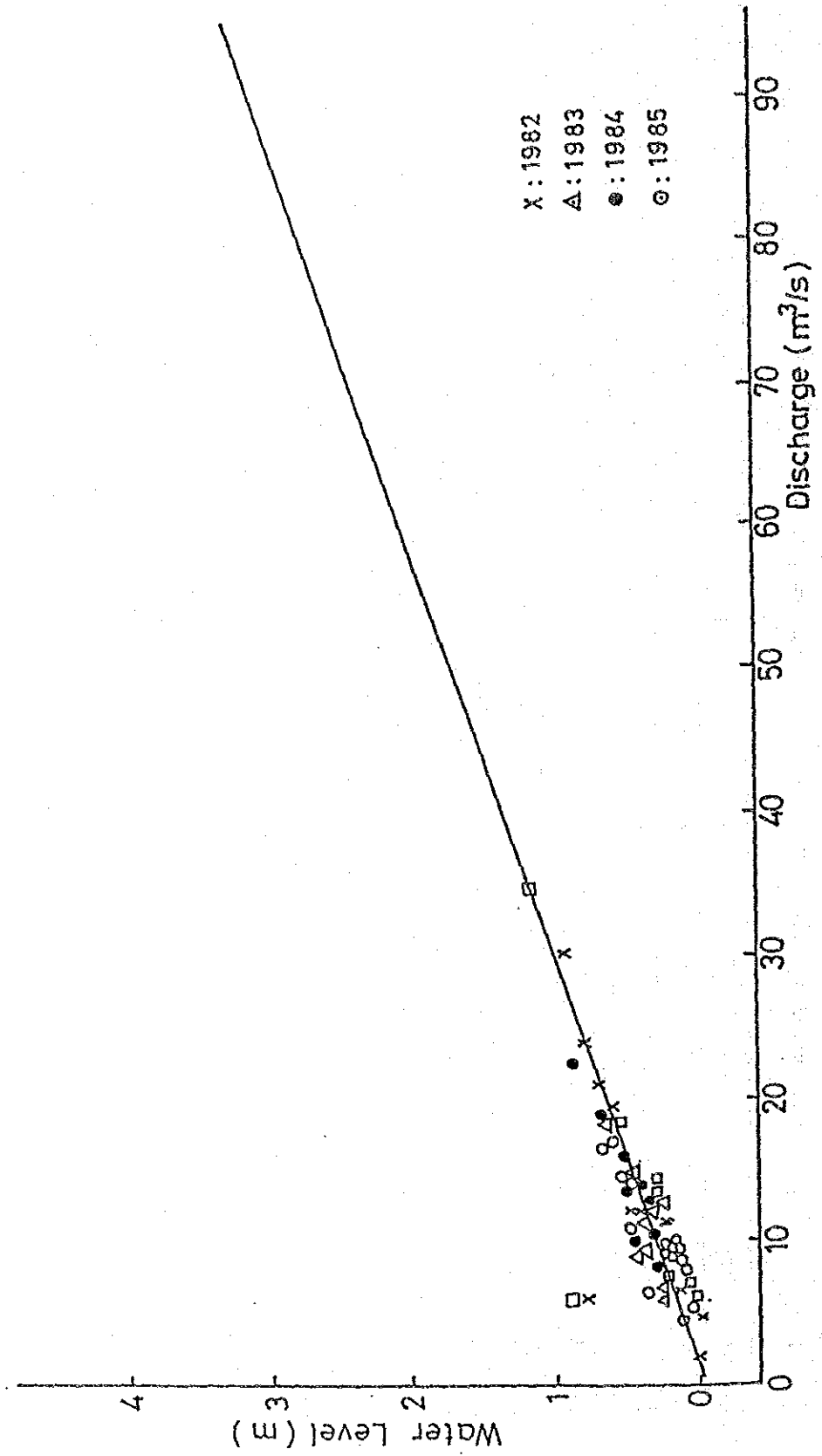
出典：収集資料 35

图 4-10 discharge Rating Curve at Kp. Lalang Station, Belawan River



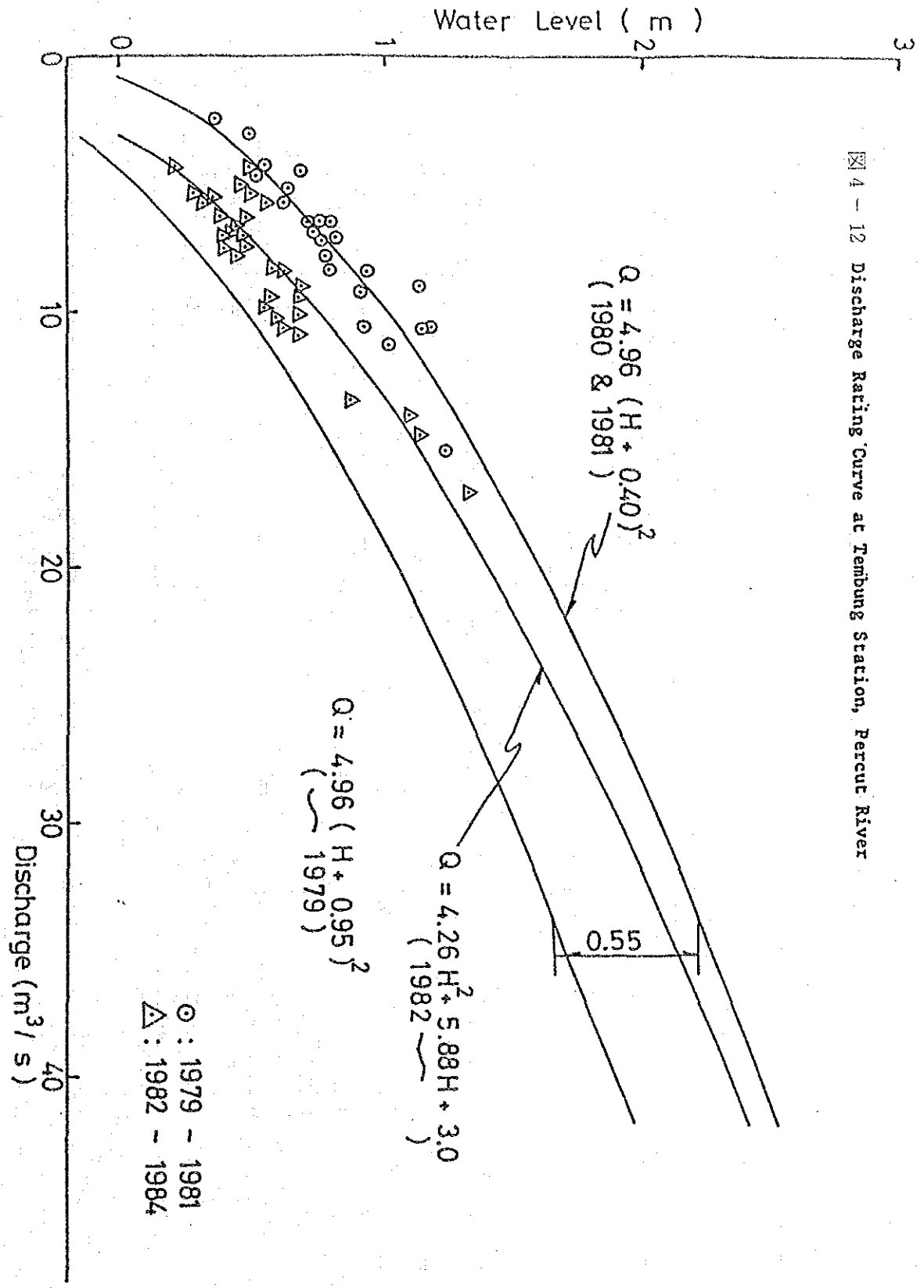
出典：収集資料 35

圖 4-11 discharge Rating Curve at Helvetia Station, Deli River



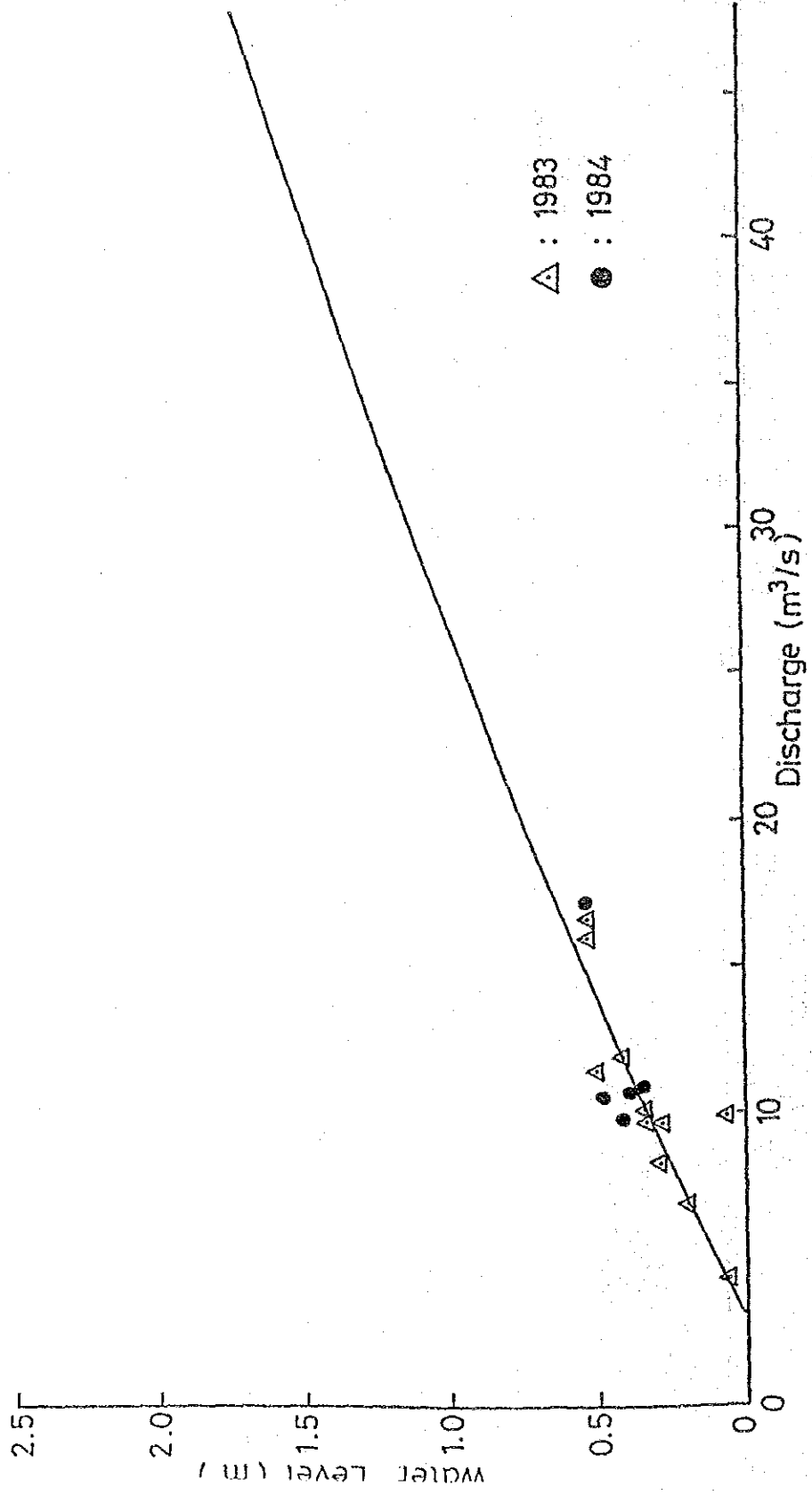
出典：収集資料 35

图 4-12 discharge Rating Curve at Tembung Station, Percut River



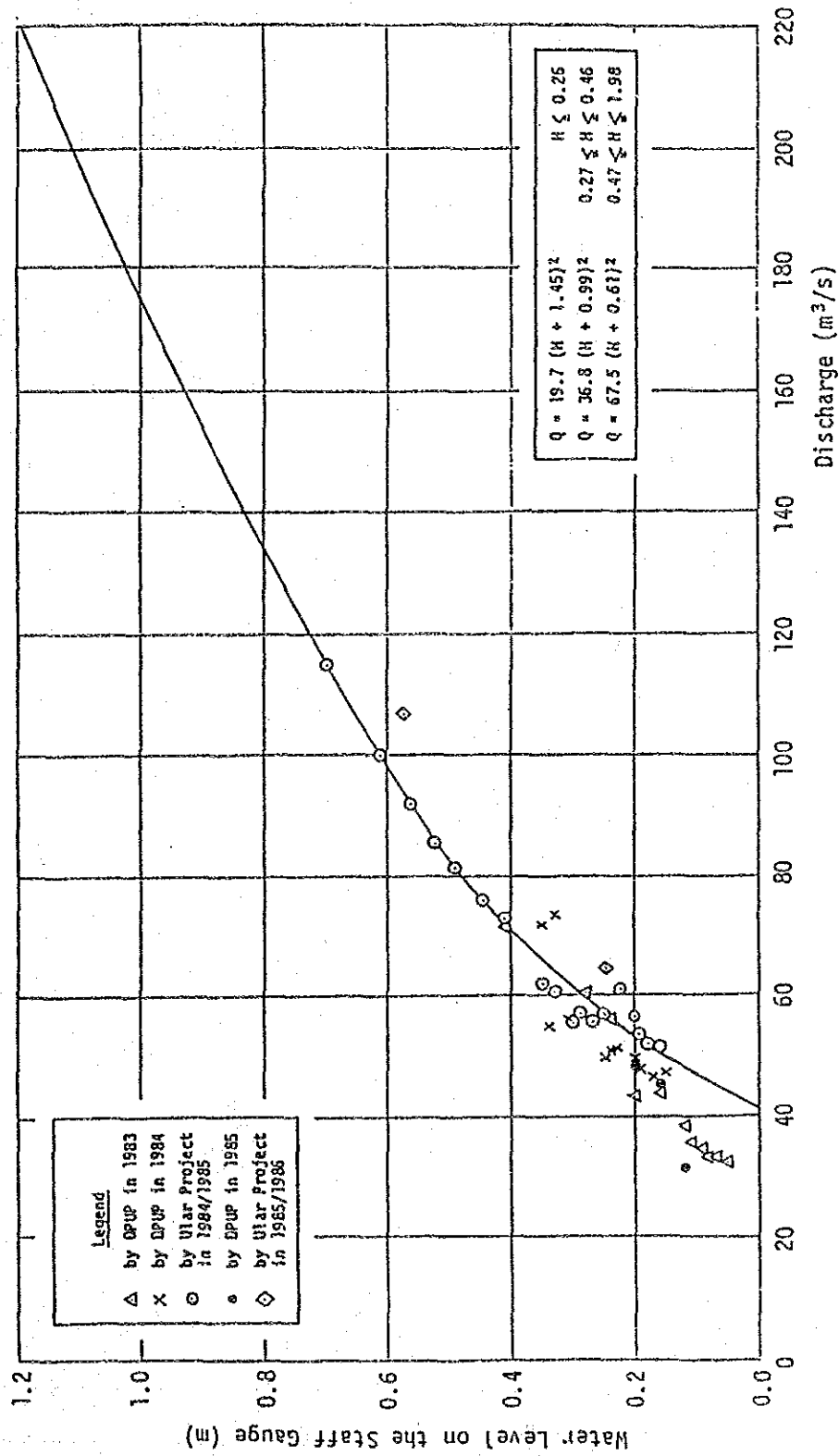
出典：収集資料 35

图 4-13 discharge Rating Curve at Tg. Morawa Station, Serdang River



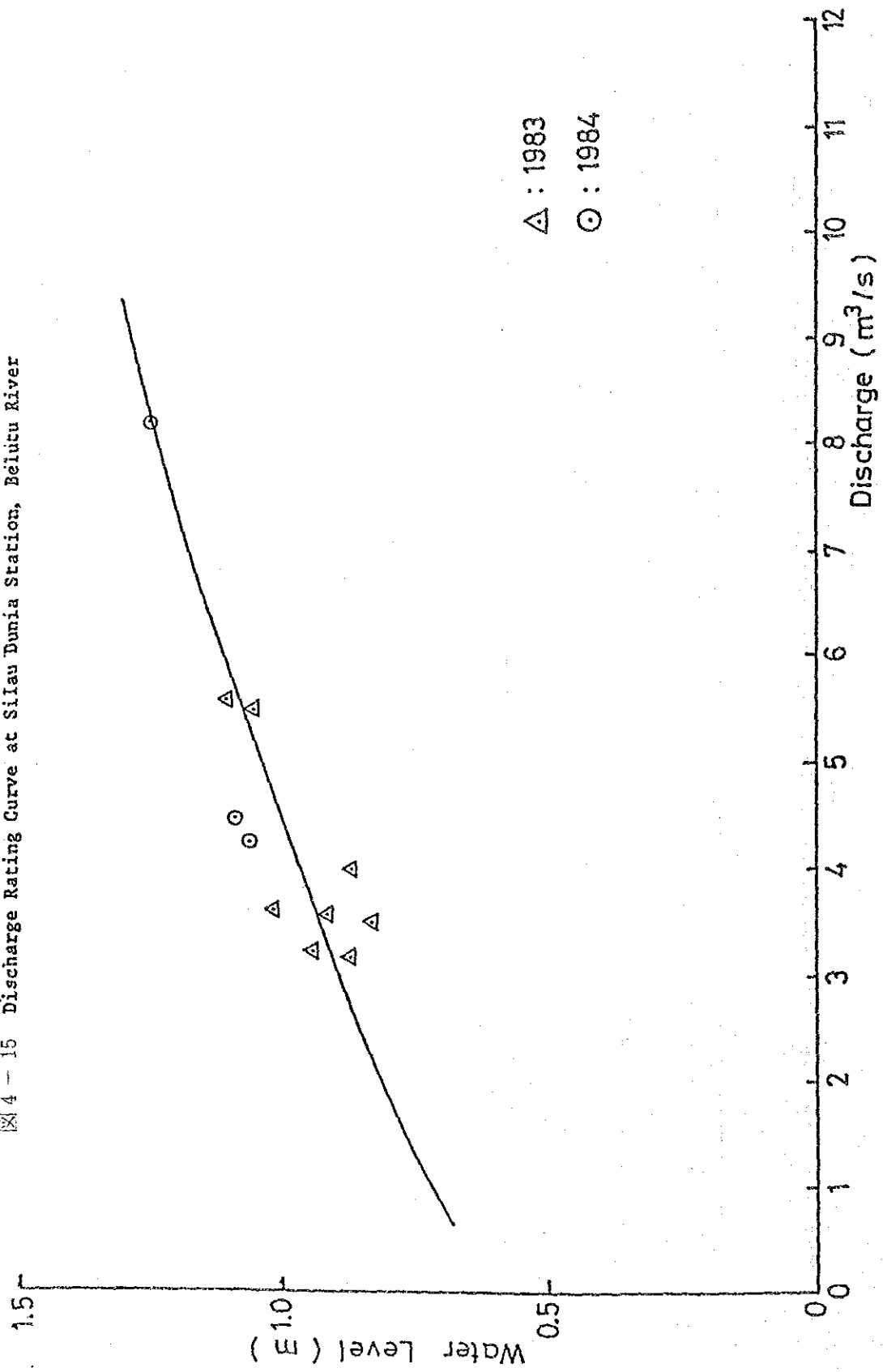
出典：収集資料 35

图 4 - 14 Discharge Rating Curve at Serbajadi Bridge Station, Ular River



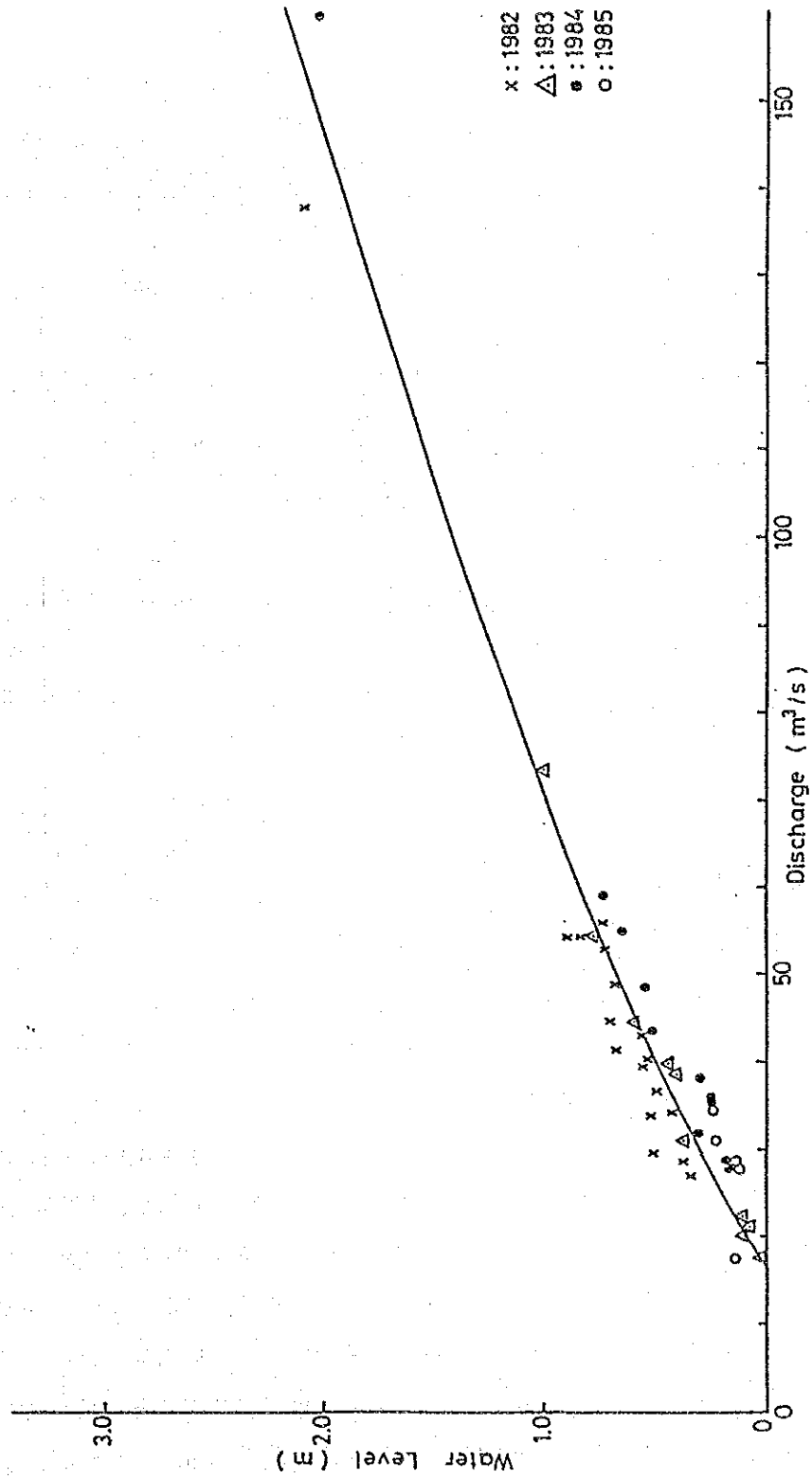
出典：収集資料 35

图 4-15 discharge Rating Curve at Silau Dunia Station, Belutu River



出典：収集資料 35

图 4-16 discharge Rating Curve at Tebing Tinggi Station, Padang River



出典：収集資料 35

4-2 河川の概況

4-2-1 河川の現況

1. 流域面積と流路延長

対象主要河川の諸元を表4-4に示す。

表4-4 対象河川諸元

River Name	Catchment Area (km ²)	River Length (km)
1. Belawan	674	80
2. Deli	395	82
Babura	100	31
Siambang	46	18
3. Percut	170	75
4. Serdang	711	72
Belumai *	262	62
Batu Gingging	409	45
5. Ular	1,081	115
Kari *	573	75
Buaya	440	56
6. Belutu	564	90
Rampah	257	34
7. Padang	942	104
Balong	240	70

(* : Mainstream)

出典：収集資料35より作成

2. 各河川の現況

(1) ブラワン川 (Belawan River)

ブラワン川は北スマトラ州の両端の山域にあるピントゥ山 (Mt. Pintau : 2,212m) を水源としマラッカ海峡に向けて北流する、流域面積は 674 km²、流路延長 80 km の河川である。水源のピントゥ山の北側から北流するこの川は途中で主な支川である Deksi、Bedera の両川を合流している。河口部はメダン市の外港であるブラワン河口港となっている。河川の縦断曲線は図4-17に示したように上流部の山域では約 1/300~1/400、中流部の扇状台地では約 1/600 であるが、下流平野部に入ると約 1/1,600 と非常に緩やかな勾配になる。下流平野部の延長は約 20 km 程度である。

河川の改修はまだ本格的に実施されておらず、部分的に築堤工事が行われているもの

の全体的には未改修とっていい。

この川の中上流部では、水質の汚染はまだ進行していないため、メダン市の上水道の取水も行われている。

(2) デリー川 (Deli River)

デリー川はブラワン川の水源でもあるピンタウ山の南側、センプレナンギン山 (Mt. Semplenangin : 2,304 m)、シバヤ山 (Mt. Sibayak : 2,094 m) の山域を水源とする流域面積 395 km²、流路延長 82 km の河川で、途中で Babura、Sikambing、Selayan、Kambing の各支川を合流した後、メダン市の中心部を縦断しながら北流する。河口部はブラワン川河口と近接しており、河口デルタ部分では両川の流域界ははっきりと分けられない。

縦断勾配は図4-18に示すように、河口から約 13 km 上流までは約 1/1,500 と緩やかであるが、上流域では平均勾配は約 1/600 と急になる。

(3) プルチュット川 (Percut River)

プルチュット川はバルス山 (Mt. Barus : 1,906 m) の北斜面、クタルマン山 (Mt. Ketaruman : 890 m) の東斜面、タクルタクル山 (Mt. Takur-takur : 1,524 m) の西斜面を水源とし、メダン市の東を北流する流域面積 170 km²、流路延長 75 km の河川である。

縦断勾配は図4-19に示すとおり、河口から 12 km 地点までは約 1/1,200 程度であるが、それより上流域では約 1/300 から 1/600 程度と急になる。

(4) セルダン川 (Serdang River)

セルダン川はタクル・タクル山 (Mt. Takur-takur) の東斜面を水源とし、対象地域のほぼ中央を北流する流域面積 711 km²、流路延長 72 km の川である。河口から約 10 km 地点でバン・ギンギン川 (Batu Gingging River) と合流するが、その地点から下流部がセルダン川と呼ばれており、そこから上流のブルメイ川 (Belumai River) がセルダン川の本流となる。

図4-20で見られるとおり、河口からバン・ギンギン川の合流点までの約 10 km の区間は約 1/1,800 程度と緩やかで、さらに中流部でも平均勾配約 1/1,100 程度と比較的緩やかである。しかし、これは河口から約 24 km 地点までであり、それより上流では勾配は急になるものと思われる (データがない)。

(5) ウラール川 (Ular River)

ウラール川はシモンパル山 (Mt. Simompar : 1,119.6 m) を水源とする流域面積 1,081 km²、流路延長 115 km の対象地域最大の河川である。河口から約 40 km 地点のバンダル・ティガ (Bandar Tiga) から上流では本流はカライ川 (Karai River) と名前を変える。この地点は河川勾配の変化点であり、河口から約 40 km 地点までは約 1/700 から 1/1,000

と緩やかであるが、そこからバンドル・ティガまで(約70 km地点)は1/100、さらにカライ川と名前が変わった地点から上流域では平均で約1/50と急勾配になる(図4-21参照)。

流域はシマルンガン及びデリ・セルダンの両県にまたがっている。

この川の改修は1971年以降1988年までの間、OTCA、JICA、OECFの協力により実施されており、対象7河川のうちでは最も改修が進んでいる河川である。改修前のウラル川では河口から13 km地点の国道橋から上流10 kmの区間が毎年のように越流または破堤し、下流地域に大きな被害を与えていたため、1971年にOTCAによりF/S調査が実施され暫定計画高水量として $600\text{m}^3/\text{sec}$ が提案された。同調査結果に基づき上記10 km区間の改修事業が我が国の円借款によりウラル川緊急洪水防御計画として1972年から1975年の間実施され、洪水被害が大幅に軽減された。このプロジェクトは1977年さらに治水のみならず、下流平野の灌漑・排水の改良及び、開発も含めたウラル川総合河川改修計画としてJICAにより調査が実施され、その後円借款事業として現在まで引き継がれている。

総合河川改修計画調査においては、過去に暫定計画高水量を超える洪水が発生したことが判明したので、河口より35.5 km地点のセルバジャディ橋における計画高水量が $600\text{m}^3/\text{sec}$ 、 $800\text{m}^3/\text{sec}$ 、 $1,000\text{m}^3/\text{sec}$ 、 $1,200\text{m}^3/\text{sec}$ の4種の計画高水流量が提案され、河道改修単独、ダム建設単独、両者の組合せの三つの治水対策が考えられたが、ダムについては灌漑等の水需要については必要でなく、治水のみが対象にされた。これらの改修事業は1987年に既にその大部分が終わっている。また灌漑事業を含むすべての事業の完成は1992年に終了する予定で、現在も鋭意進められている。

(6) ブルトゥ川 (Belutu River)

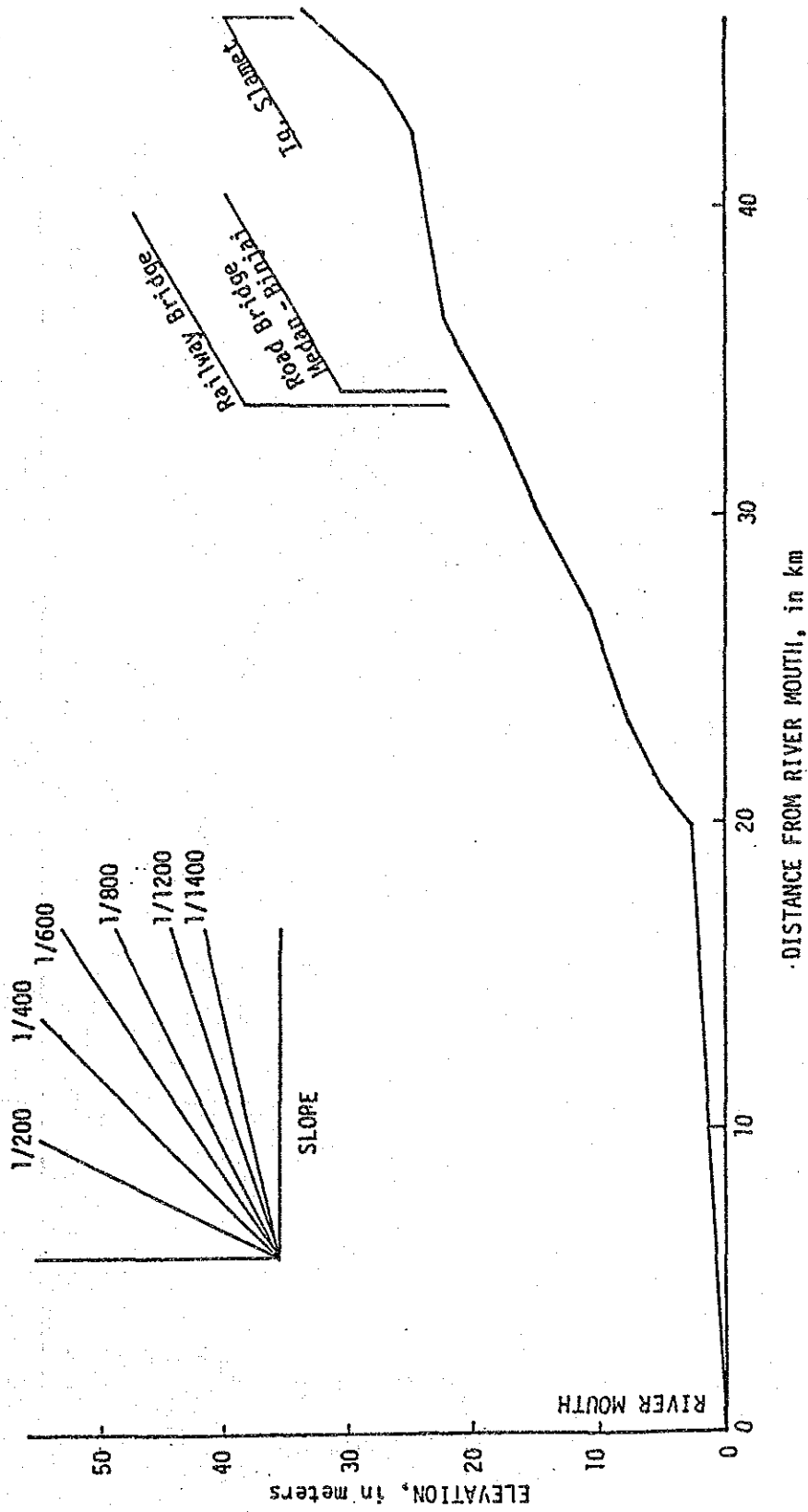
ブルトゥ川はタマンサル山(Mt. Taman Saluk: 1,165 m)の北面のプルバ(Purba)及びラヤ(Raya)の両高原を水源とし東北方向に流下する流域面積約 564 km^2 、流路延長約90 kmの河川である。主な支川はランパ川(Lampah)である。下流域の両岸にはゴム等の農場が開けており、農業生産の拠点でもある。

河口から約25 km地点までの河床勾配は、約1/1,000から1/1,200程度で緩やかであるが、その地点から上流では1/300~1/500程度に勾配が急変する(図4-22参照)。

(7) パダン川 (Padang River)

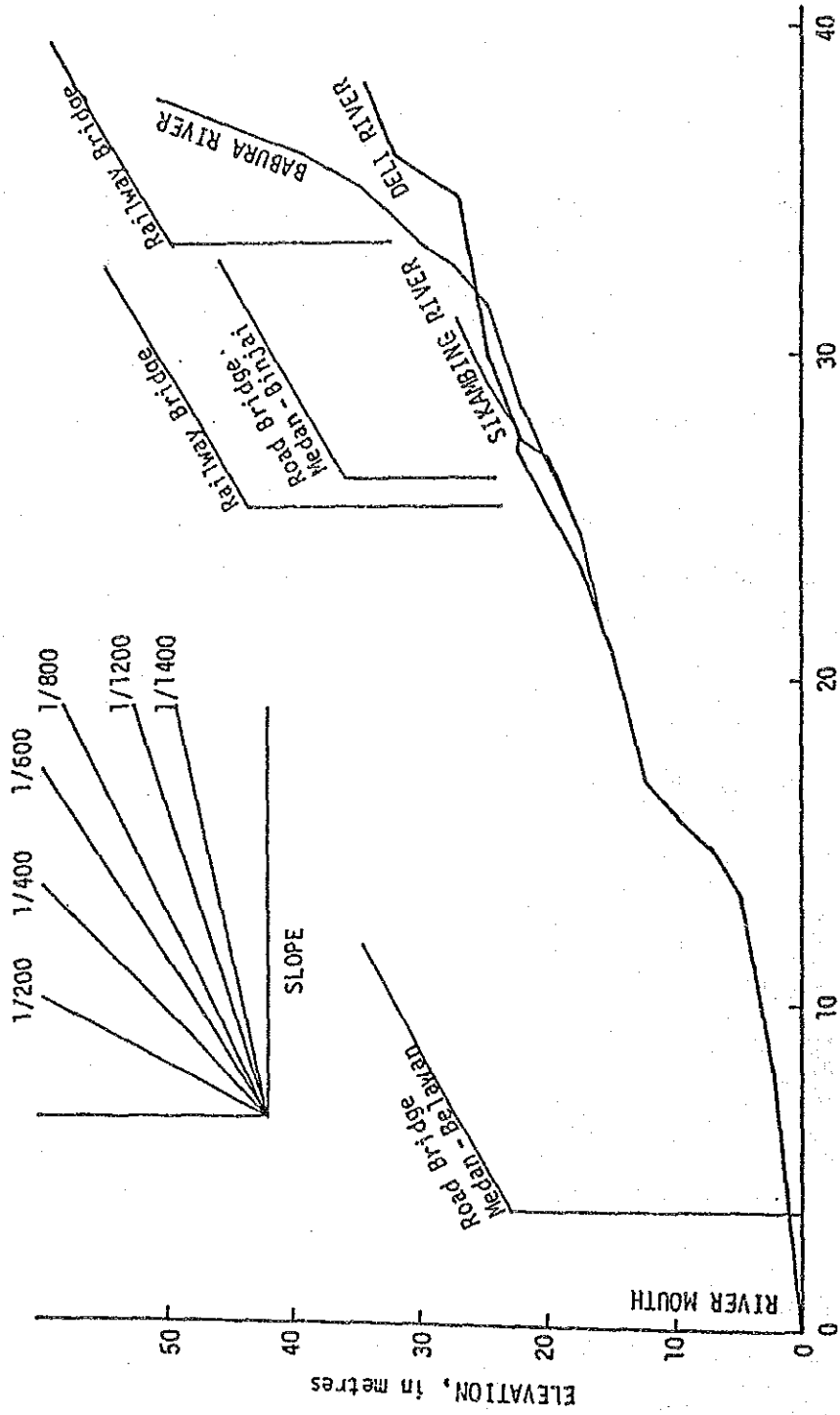
シンボロン山(Mt. Simbolon: 1,360 m)の北斜面とラヤ高原の東側を水源として北流する流域面積 942 km^2 、流路延長104 kmの河川である。主な支川はパロン川である。中流部ではティンギ市内を貫流している。中下流部の地形は非常に平坦であり、河口から40 km地点から下流の河床勾配はほぼ1/1,000から1/2,000と緩やかであり、河口

图 4-17 Profile of the Belawan River



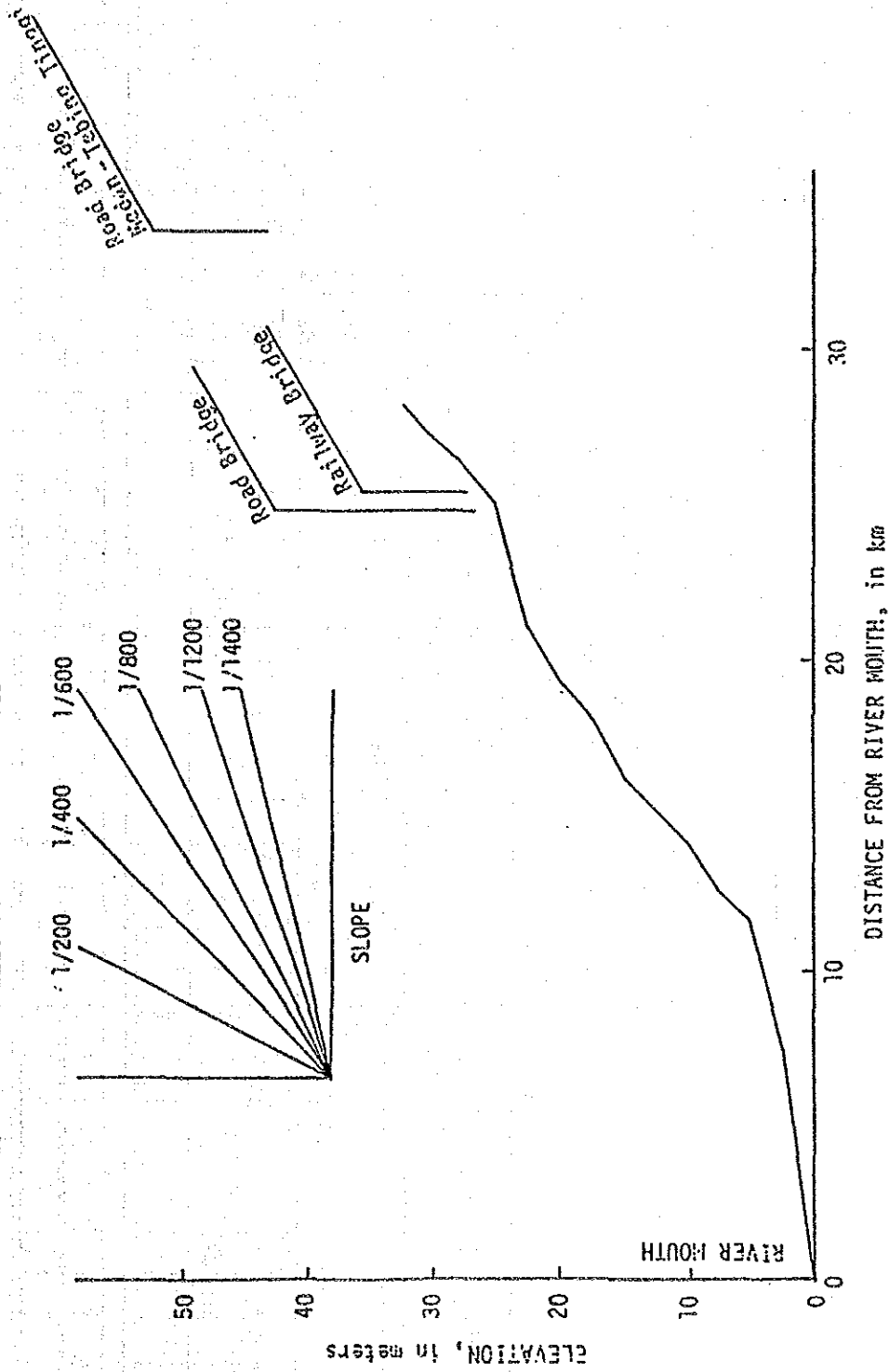
出典：収集資料 35

图 4 - 18 Profile of the Deli River



出典：収集資料 35

图 4-19 Profile of the Percut River



出典：収集資料 35

4 - 20 Profile of the Serdang River

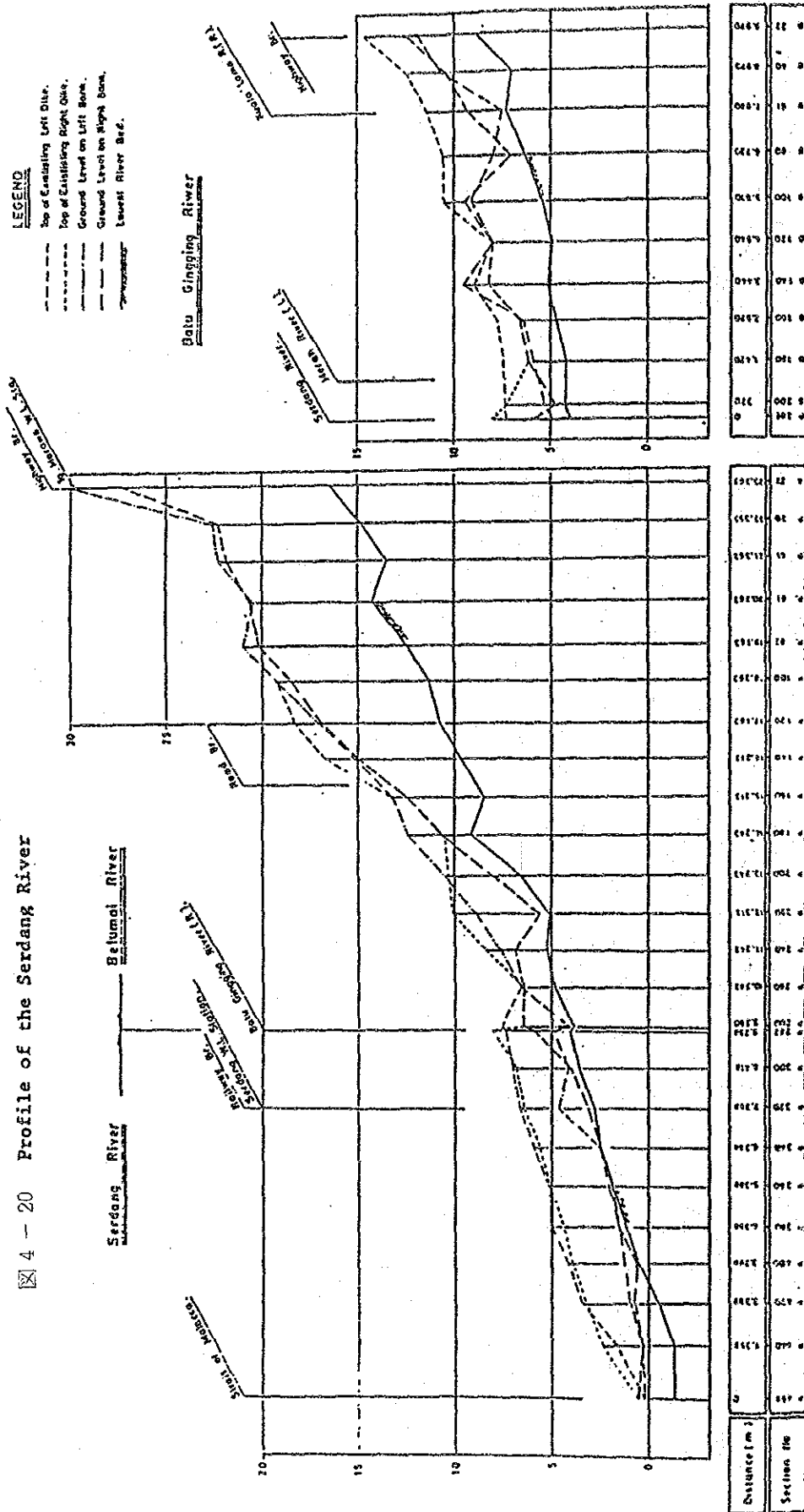


图 4-21 Profile of the Ular River

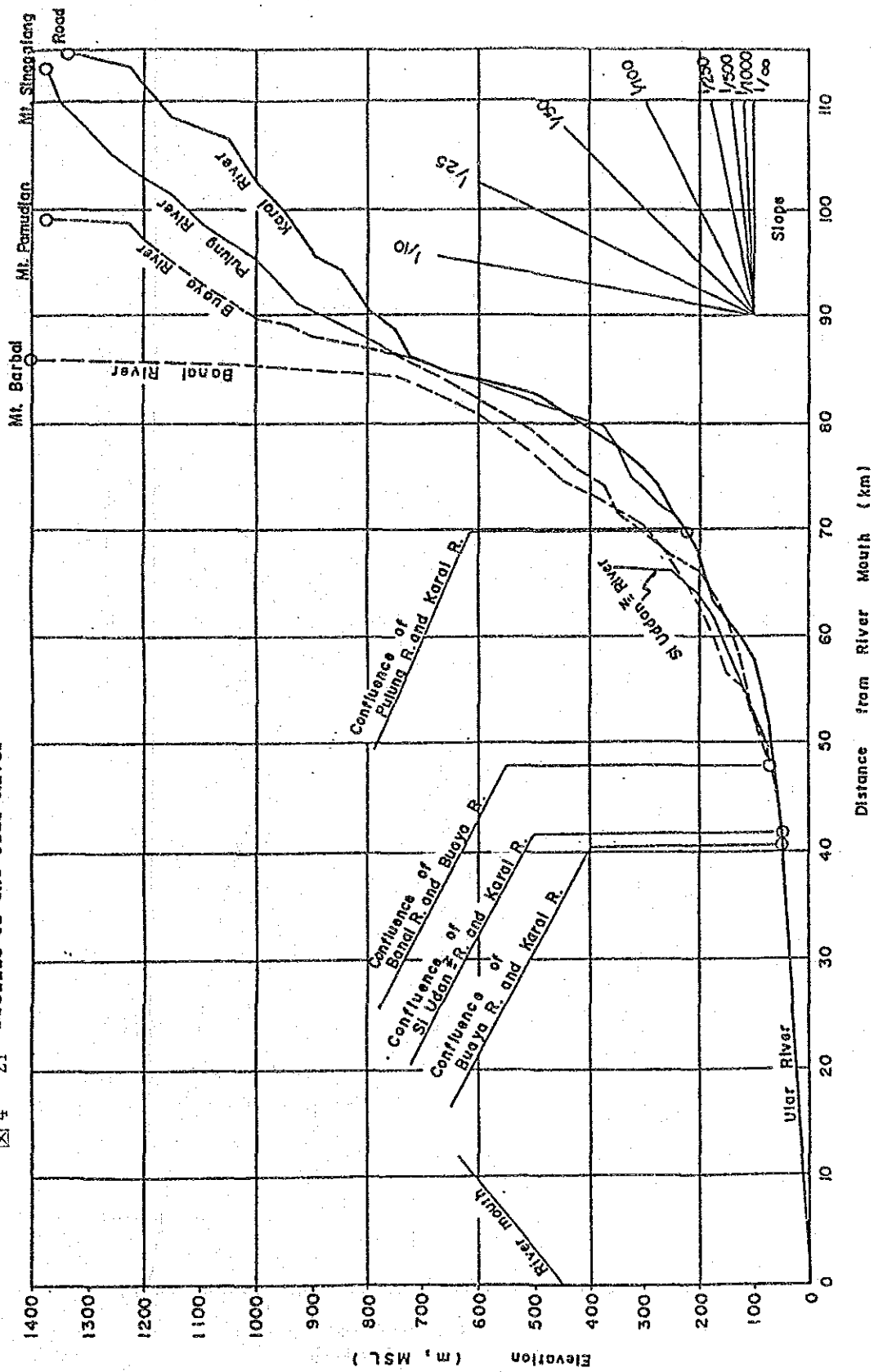
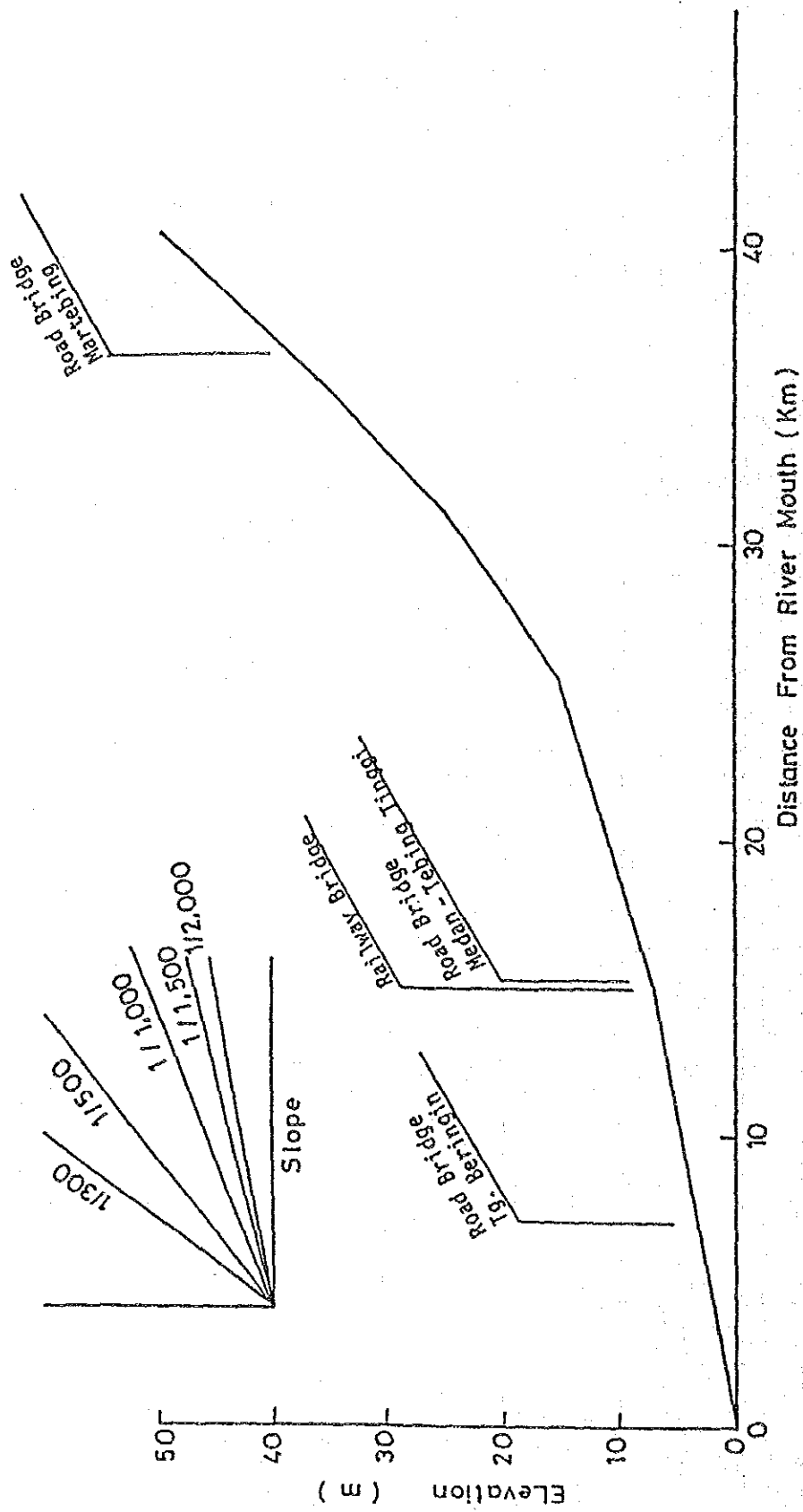
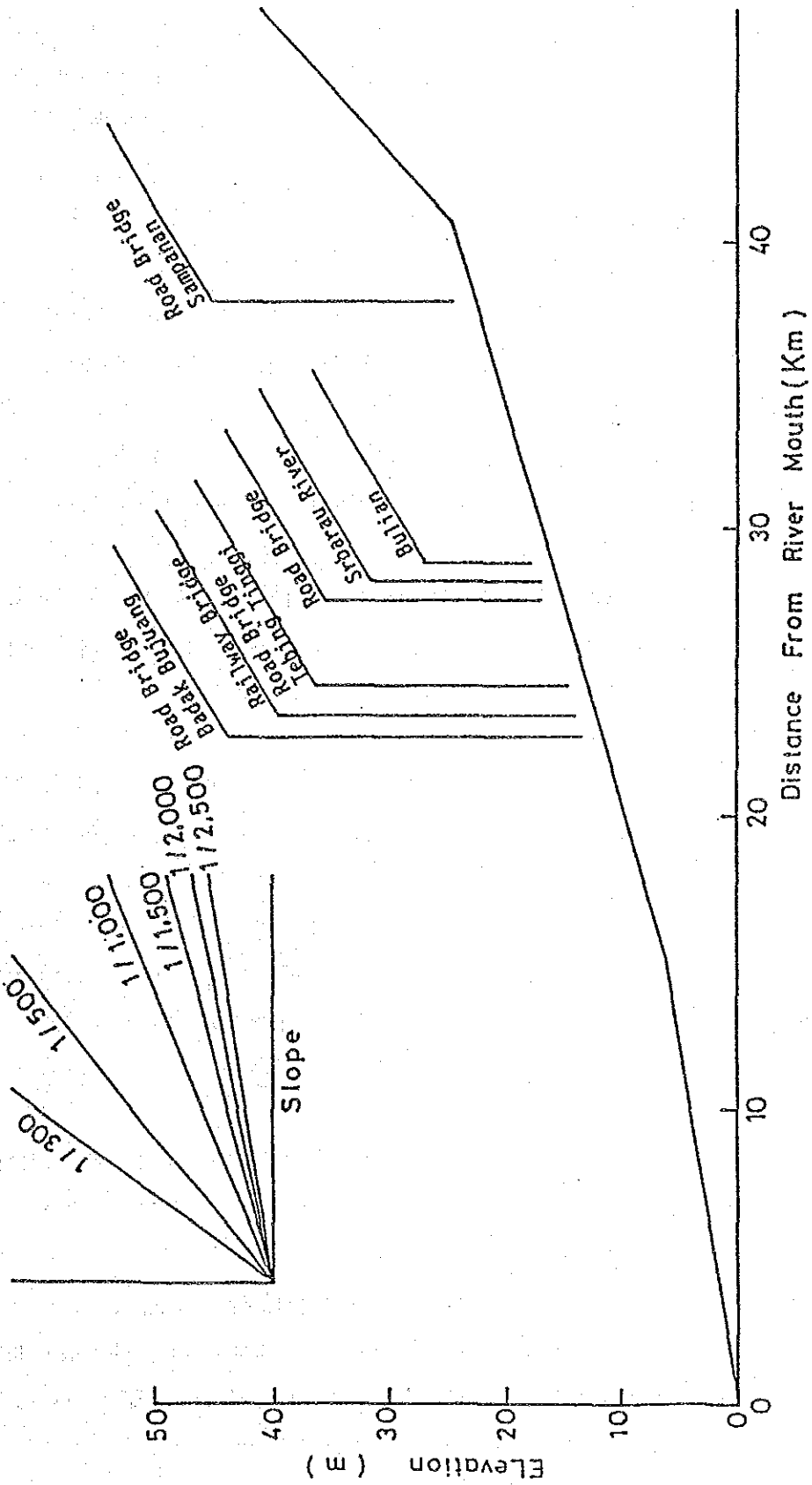


图 4 - 22 Profile of the Belutu River



出典：収集資料 35

图 4-23 Profile of the Padang River



付近では一部蛇行がみられる。上流部では勾配は約 1/300 と急変する (図4-23)。

4-2-2 洪水被害状況

対象地域内では毎年のように洪水被害が発生しているようである。図4-24 に洪水による浸水地域を、表 4-5 に北スマトラ州内各河川での洪水時の浸水面積と対策工の状況を年度ごとに示した。

浸水の原因として次の各点が考えられる。

(1) 対象流域内の各河川が持つ地形は、

- ① 流路延長はそれほど長くない、
 - ② 河川の縦断勾配は上流の山域では急であるが、平野部に入った地点で勾配が急変している。また中下流部では平野部が比較的狭く緩勾配の区間が短い、
- 等の特徴を持つ。

(2) 各河川ともに河積が小さく流下能力が低い。

(3) 下流の海岸近くの平野部には湿地帯 (スワンプ) が多く排水が悪い。

(4) 堤防等の施設が不備である。

(5) 上流山地の崩壊や河岸横侵食が原因した流送土砂による河床の上昇が激しい。

浸水箇所が下流の平野部のみでなく、上流域にも多いこともこの地域の特徴である。

各河川ごとの洪水の被害と対策の概要は次のとおりである。

(1) ブラワン川

メダンとピンジャイを結ぶ国道橋の下流側で洪水被害がしばしば起きる。洪水防御のために 12 km の長さに小断面の堤防が建設されているが、河積が小さいこともあって、溢水の回数は多い。

(2) デリー川

デリー川の洪水による浸水は、この川がメダン市の中心を貫流しているため深刻な社会問題になっている。メダン市とブラワン港をつなぐ国道の周辺をはじめ、メダン市の低平地の部分の道路、住宅街等の被害が多い。

(3) プルチュット川

テンブンを通る鉄道橋の下流側 (河口より約 20 km 地点まで) の両岸に広がる水田地帯が洪水による浸水常習地帯である。

(4) セルダン川

支川バツ・ギンギン川の合流点から下流側の両岸に堤防が築造されているが、浸水被害は河積が不足しているため、しばしば起きている。河床は上流からの流砂によって年々上昇しており、河床高が両岸の地盤と同じ高さまで上昇している所もある。

(5) ウラール川

ウラール川の両岸に広がっている沖積平野は洪水被害をしばしば受けていたが、1972年から始まったウラール川洪水対策事業の進展に伴い、被害は減少しつつある。

(6) プルトゥ川

この川も上流からの流送土砂の堆積による河床の上昇がみられ、このため河積が減少し、これが原因した溢水がしばしば起きている。

(7) パダン川

ティンティンギ市の下流側で洪水がしばしば起きている。下流側には約36 kmの長さに堤防が築かれているが、これらの堤防もしばしば破堤等の被害を受けている。

4-2-3 治水施設及び治水計画

1. 治水施設

対象7河川の流域における治水設備は、ウラール川を除くと、ほとんどの河川で堤防は築造されているものの、効果的な治水施設はほとんどないといっている。ウラール川の改修事業は1987年度でほとんど完了しており、上流のダム計画のみ残っているだけである。

河川の改修は、北スマトラ州公共事業局の手によりローカル予算を使用して実施されている。表4-6は1983/84年度から87/88年度までの間に現地で実施された対象7河川の改修工事（維持工事を含む）の一覧表である。図4-25は各河川の下流部における築堤の状況を示したものである。築堤の延長は図中に示された表でも明らかのように、ウラール川の61 kmを筆頭に7河川で222 kmの総延長になる。

洪水対策のために現地のプロジェクトが実施している工事の内容は、

- (1) 河道掘削
- (2) 護岸の築造
- (3) 築堤

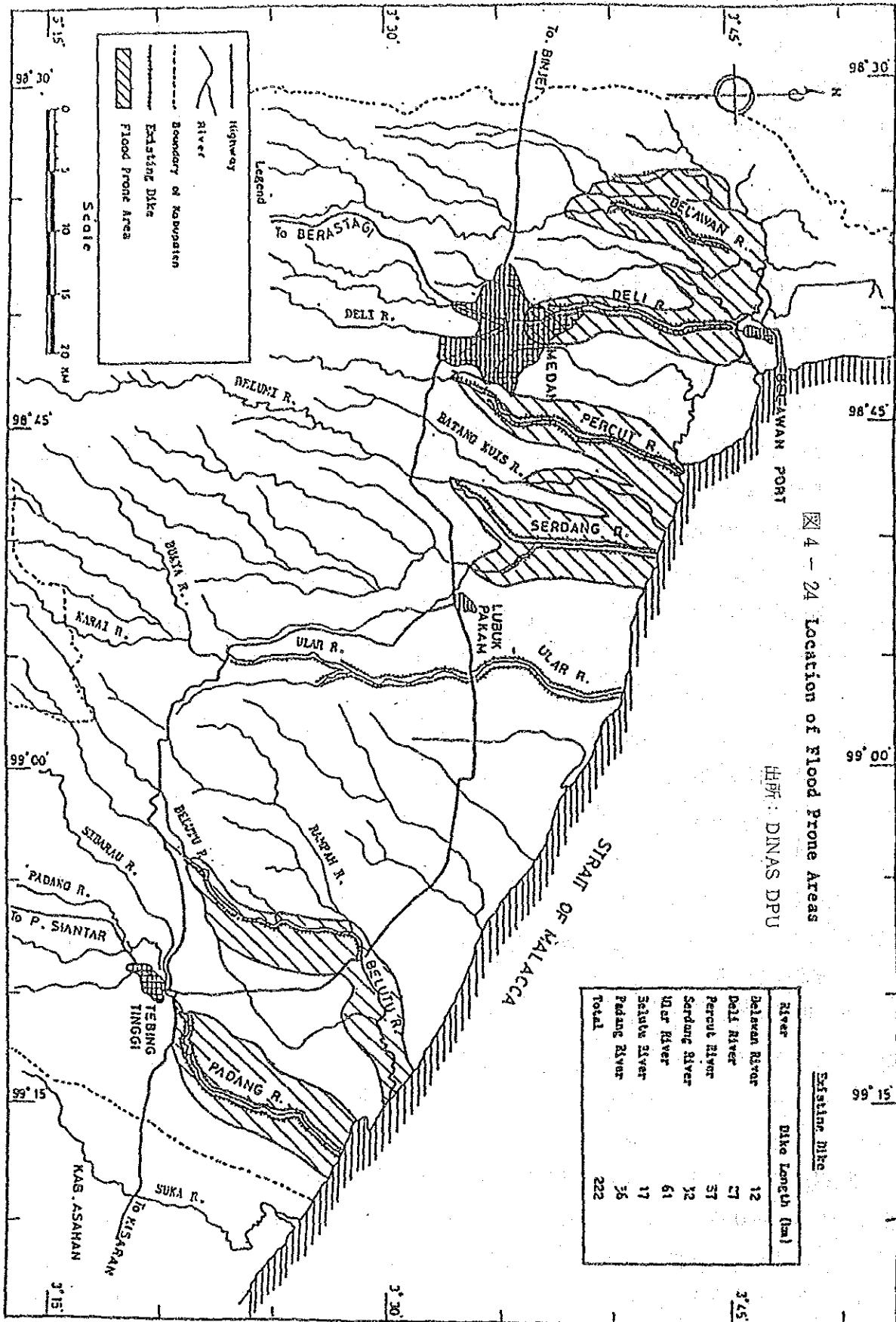
等である。

ウラール川については、堤防の築堤のほか、河道掘削、橋梁等の狭窄部分の拡張等も含まれている。

2. 治水計画

ウラール川以外の河川で、ローカルのコンサルに発注して治水計画が立てられている河川としてデリ、プルチュット、セルダン、パダン川の改修計画が立てられている。特にデリ川はメダン市都市開発事業に関連して、デリ川の支川を含み、プルチュット川とともに改修計画が立てられている（Survey Pengukuran/ Penelitian dan Perencanaan Teknis Pengendalian Banjir Kotamadya Medan Sepanjang Tahap IV, 1988/89）。

これらの改修計画は既にファイナル・レポートも出されている（内容はすべてインドネシア語である）。ウラール川については、Ular River Flood Control Projectが1972年



4 - 24 Location of Flood Prone Areas
 Dis: DINAS DPU

表 4 - 5 (a) 洪水地区台帳 (デリー - セルダン県)

— 実行計画の推移 —

Desa Suci: (河川名)	Nama Daerah Desa/ Kecamatan (洪水地域名)	Yang telah / sedang ditangani/dikerjakan (実行年度)										(実施期間) Pihak yang menangani (Masyarakat/Pejabat/DFW/Proyek/All.)	(備考)		
		1952/1953	1953/1954	1954/1955	1955/1956	1956/1957	1957/1958	1958/1959	1959/1960	1960/1961	1961/1962				
KAMPANG DELI SERDANG	Desa Kota Bentang Paluh Manan dan Paya Malimbo	500	1000	500	500	500	500	500	500	500	500	4500	Banjir tahunan	Dinas PUP Deli I Sumatera Utara	
		500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	2500	ada	s.d.a.	
Sei Belawan	Desa Lams, Sei Mehara dan Empatun Perak.	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	1500	ada	s.d.a.	
Sei Badara	Desa Serjun dan Tengah Perak.	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	1500	ada	s.d.a.	
Sei Deli	Desa Tj. Malia, Mabar Kota Bangun, Kp. Besar, Labuhan, Deli Merilian, Tanah Boc, Paya Pesisir dan Pematang Sibubak.	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	12000	ada	s.d.a.	Kondisi sar- tengah yang bangun hanya pada Pelita telah rusak.
Sei Serah	Desa Pasar Belarant, Sungai, Gemarah, Sinar Gunung dan Pematang Johar.	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	ada	s.d.a.	
Sei Percut.	Desa Tj. Rejo, Bapdar Siboras dan Percut.	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	1500	ada	s.d.a.	
Sei Rtg. Kulis/ Sei Tumb.	Desa Bangun Kuala dan Saer Malio	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	1200	ada	s.d.a.	
Sei Beluwai	Desa Soket, Rumbia dan Rigaudin	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	1500	ada	s.d.a.	
Sei Batu Giggiling	Desa Rauder Dairi, Perbarakan, Bangun Serpang dan Tj. Kulifa.	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	3000	ada	s.d.a.	
Sei Serdang	Desa Ayas Kabu, Merian, Pematang Bakar, Menter Puring dan Serbang.	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	2500	ada	s.d.a.	Kondisi tanah yang ditumbu- hakan pada Pelita I telah rusak.

表 4-5 (b) 洪水地区台帳 (デリー・セルダン県)

— 実行計画の推移 —

Nama Sungai (河川名)	Nama Daerah Daerah (洪水地域名)	Luas Daerah Banjir (Ha.) (洪水面積)	Tahun Pelaksanaan / Rencana Pelaksanaan (実行年度)												(備考)		
			1958/1959 An. I	1958/1959 An. II	1958/1959 An. III	1958/1959 An. IV	1958/1959 An. V	1958/1959 An. VI	1958/1959 An. VII	1958/1959 An. VIII	1958/1959 An. IX	1958/1959 An. X	1958/1959 An. XI	1958/1959 An. XII			
Sei Perbangsan	Desa Perbangsan, Kendak, Jabuk - Cernara, Antak - Cernin dan Naga Nagar.	3000	-	Banjir tahunan	-	Banjir tahunan	500	Banjir tahunan	-	Banjir tahunan	500	Banjir tahunan	2000	Banjir tahunan	2000	Banjir tahunan	Diatas PUP Dati 2 Sumatera Utara.
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sei Beluh.	Desa Sei Beluh, Bagak Besar, Tanah Baja, Beluk Hengkade dan Silang Buk- dan.	6400	-	sda	2000	sda	-	sda	-	sda	-	sda	4000	sda	4000	sda	s.d.a.
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sei Belutuh.	Desa Pekan Dolok, Dolok Manduh, Sei Sei Belutuh, Sei Paret dan Belidahan.	7500	-	sda	1000	sda	1000	sda	1000	sda	1000	sda	1000	sda	1000	sda	s.d.a.
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sei Bachua	Desa Kabez, Sei Putih, Ky. Pori dan Merah Putih.	1500	-	sda	500	sda	-	sda	-	sda	200	sda	500	sda	500	sda	s.d.a.
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sei Martebing	Desa Pematang Serang, Masuk Pulau dan Pematang Cermai.	5000	-	sda	1000	sda	500	sda	-	sda	1000	sda	2000	sda	2000	sda	s.d.a.
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sei Padang	Desa Tambangan, Perbangsan, Silanjel Mangas Dua, Jahar, Angunda, Sei Tempu- rang, Bada, Khalifah Paya Lombang, Sei Periuk, Langan Papian	11.500	1000	Banjir tahunan	1000	Banjir tahunan	2000	Banjir tahunan	1000	Banjir tahunan	1000	Banjir tahunan	5700	Banjir tahunan	5700	Banjir tahunan	Dipada PUP Dati 2 Sumatera Utara.
			-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

出所: DINAS DPU

表4-6 現地で実施した改修工事

年度	河川名	工 種	金額(X千Rp)
83/84	Padang	護岸87m、築堤3,000m	72,000
"	Belutu	護岸55m、補修2,500m	55,000
"	Deli	護岸240m、特殊堤140m	20,000
"	Kera	河道掘削5,563m	10,000
84/85	Belutu	河道掘削1,936m、護岸96m	30,000
"	Padang	築堤1,210m	40,000
"	Deli	特殊堤85m、32m	30,000
"	Babura	特殊堤25m	26,000
85/86	Padang	築堤1,105m	40,000
"	Belutu	築堤1,145m、225m、350m、木護岸35m	35,000
"	Deli	特殊堤52.5m、55m、290m	170,000
"	Babura	特殊堤62m、62.5m	85,000
86/87	Deli	特殊堤32m、28m、木製水制・護岸73m	85,000
87/88	Padang	築堤1,900m、2,300m、木護岸34m、木製水制93m	78,000
"	Belutu	河道掘削2,000m、築堤1,000m、木護岸350m	50,000
"	Deli	築堤1,000m、木製水制・護岸240m	40,000

出所：DINAS DPU

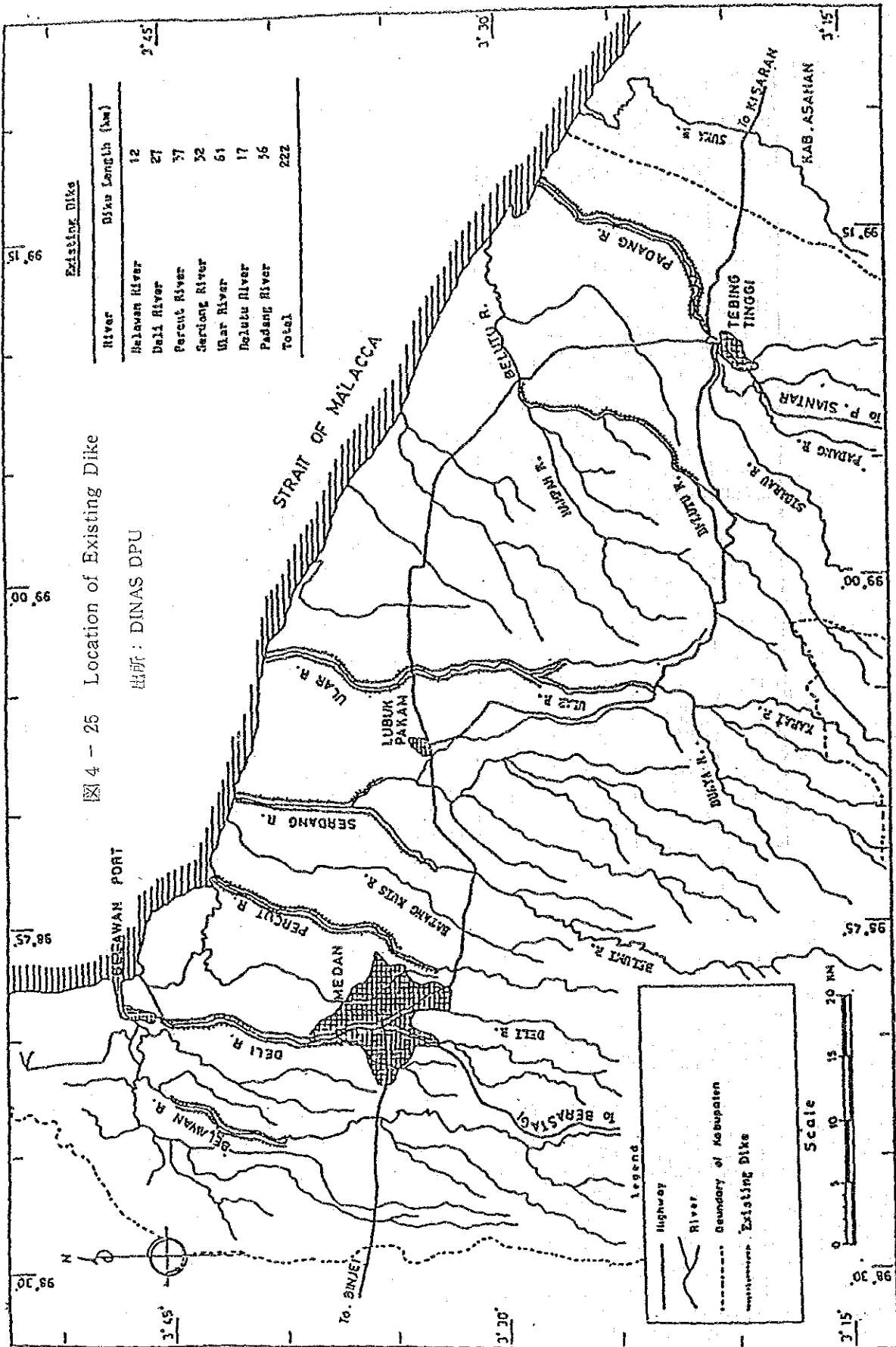


图 4-25 现有堤防位置

资料来源: DINAS DPU