

第 3 章 流域及び河川状況

第3章 流域および河川現況

3.1 流域状況

3.1.1 分割流域と土地利用

チタルム川上流域 (A= 1,771km²) は図 3.1に示す通り、15の小流域に分割される。

チタルム川的主要地点の流域面積は

- サバン地点で 754.7km²
- ダイヤコロット地点で 1,332.1km²
- ナンジュン地点で 1,718.0km²
- クルグジョンボン地点で 1,771.0km²

となっている。

流域の土地利用は、大別して5項目(森林、水田、畑地、市街地、水面)に分類される。現況及び西暦2005年における、各分割流域ごとの土地利用別面積は、表 3.1に示す通りである。

3.1.2 浸食

チタルム川上流域は、深刻な浸食問題をかかえている。流域の年平均浸食深は 2.1mm/年と想定される。水工研究所によって実施された流量観測所地点の浮遊砂量測定結果によると、下記の河川において、高濃度の浮遊砂量が確認された。

河川名(観測所)	濃度(mg/Q)	観測日
チタルム川(マジジャラヤ)	1.782	1984年12月5日
チパモコラン川(リオ)	7.238	1984年9月12日
チラセア川(アンディル)	2.579	1984年10月4日
チジャルパン川(ヤンツカイ)	3.128	1984年12月6日
チボダス川(ジャティサリ)	2.124	1984年9月15日

洪水期間中のダイヤコロットにおける平均浮游砂濃度は、200～400mg/Qと推算される。

浸食問題の深刻な地域は、図3.2に示す通りである。

3.2 河川状況

3.2.1 河川縦断および横断

チタルム川とその支川の氾濫区域における現況の平均河床勾配および河川沿いの平均地形勾配は、以下に示す通りである。

-チタルム川

・チタルム本川： クルゲジョンボンとサパンの間の40km区間

平均河床勾配 $i = 1/6,000$

平均地形勾配 $i = 1/6,800$

・チタルム川上流： サパンより上流の6km区間

平均河床勾配 $i = 1/3,600$

平均地形勾配 $i = 1/3,600 \sim 1/1,000$

-チタリック川： サパンのチタルム川合流点より上流15km区間

平均河床勾配 $i = 1/4,500 \sim 1/1,100$

平均地形勾配 $i = 1/4,500 \sim 1/1,100$

ーチクルー川： サバンのチタルム川合流点より上流 5km区間

平均河床勾配 $i = 1/2,250$

平均地形勾配 $i = 1/4,500$

ーチサンクイ川： ダイヤコロットのチタルム川合流点より、上流 9km区間

平均河床勾配 $i = 1/2,800$

平均地形勾配 $i = 1/2,800$

現況の横断は、ほとんど盛土堤のない単断面であり、河川幅と深さは以下に示す通りである。

河川名	河川幅 (m)	深さ (m)	備考
チタルム川			
チタルム本川	30~70	3~6	サバン下流
チタルム川上流	25~30	3~6	サバン上流
チタリック川	10~25	2~4	
チクルー川	10~20	2~3	
チサンクイ川	15~30	3~6	

上記河川の現況河道縦断図および代表的な横断図は、図6.13~図6.17に示す。

3.2.2 粗度係数

チタルム川における Manning 式に使用される粗度係数は、1986年洪水の実績水位縦断と不等流計算より求められた水位縦断を対比して検討した。

現況河川における粗度係数は、

0.040 : クルグジョンボンとチビデイ川の合流点の区間

0.035 : チビデイ川の合流点とチサンクイ川の合流点の区間

0.030 : チサンクイ川の合流点から上流の区間

3.2.3 水理特性

チタルム川、チタリック川、チクルー川、チサンクイ川の水理特性は、通水断面積、河川の幅と深さの比、流下能力、平均流速などで表現され、これらの値は、表 3.2に示されている。チタルム川本川（現況流路延長：40km）の水理特性は、中流部（20km～25km）を境にして、下流側と上流側で明らかに変化している。即ち、下流部（0～20km）の流下能力は、上流部（20km～40km）の流下能力の約2倍で、河川の幅と深さの比は、下流部では8～20の値であるが、上流部では、ほぼ一定で8～10の値となっている。全通水断面で算定した平均流速は、全区間（0km～40km）で約1m/sか、又はそれ以下である。

3.2.4 河川構造物

最大洪水氾濫区域内の既設河川構造物は、橋梁：12橋、取水堰：13基、築堤延長：10,720m、護岸延長：250mである。河川構造物の位置は、図 3.3に示す通りである。

3.2.5 河床材料

チタルム川の河床材料調査は調査団によって行われた。河床材料の平均粒径はパメウンタサン（チビデイ川との合流点の直下流）で8.67mm～28.4mm、ダイヤコロット（チサンクイ川との合流点の直下流）で0.52mm～2.62mm、ハウラピット（ダイヤコロットとサパンの中間点）で0.37mm～0.72mm、ボジョンアンカス（スパンとマジャラヤの中間点）で0.86mm～1.01mmである。

河川材料は、氾濫原の中央に位置するハウラピットで最小粒径となる。このことは、掃流力は洪水氾濫によって弱められることを実証している。河床材料の比重は、試験の結果2.73～2.80である。

3.2.6 河床堆積物

チタルム川はチカプドゥン川との合流点の下流、約8km以上に渡って、土砂とゴミの混合した多量の堆積物が存在する。その結果、流下能力が減少しダイヤコロットにおける浸水位は、この数年間、急激に上昇している。

表 3.1 流域別現況土地利用状況

Name of Drainage basin	Land Use (Existing)				Land Use (Year 1, 2005)				Built-up Area		Dry Field		Ruddy Field		Forest		Water		Dry Field		Built-up Area				
	Area (km ²)	Area Percent (%)	Area (km ²)	Area Percent (%)	Area (km ²)	Area Percent (%)	Area (km ²)	Area Percent (%)	Area (km ²)	Area Percent (%)	Area (km ²)	Area Percent (%)	Area (km ²)	Area Percent (%)	Area (km ²)	Area Percent (%)	Area (km ²)	Area Percent (%)	Area (km ²)	Area Percent (%)	Area (km ²)	Area Percent (%)	Area (km ²)	Area Percent (%)	
																									Area (km ²)
1. Citarum	197.0	0.5	0.2	49.0	249.0	55.7	28.3	3.1	1.6	0.5	0.3	88.7	45.0	47.1	23.9	55.7	28.3	5.0	2.5						
2. Citarum	93.1	0.0	0.0	42.7	45.8	26.8	28.8	3.5	3.8	0.0	0.0	20.1	21.6	34.7	37.2	25.1	27.0	13.2	14.2						
3. Citarik	281.4	0.8	0.3	137.5	48.9	99.0	35.2	9.1	3.2	0.8	0.3	35.0	12.4	134.2	47.7	96.5	34.3	14.9	5.3						
4. Cikaruh	204.6	0.0	0.0	43.6	21.3	90.9	44.5	62.5	30.5	0.0	0.0	43.6	21.3	77.9	38.1	48.7	23.8	34.4	16.8						
5. Kopo	53.7	0.0	0.0	33.6	62.6	18.2	33.9	1.1	2.0	0.0	0.0	0.8	1.5	33.6	62.6	18.2	33.9	1.1	2.0						
6. Cibodas	29.7	0.0	0.0	16.3	54.8	10.5	35.4	2.9	9.9	0.0	0.0	0.0	0.0	14.3	48.2	4.6	32.3	5.8	14.5						
7. Cidurian	51.8	0.0	0.0	1.5	2.9	33.6	64.9	5.4	10.4	0.0	0.0	1.5	2.9	28.4	51.0	4.5	8.7	19.4	37.5						
8. Cikapundung	144.3	0.0	0.0	38.7	26.8	13.3	9.8	48.0	33.3	0.0	0.0	38.7	26.8	4.2	2.9	45.6	31.6	55.8	38.7						
9. Cisangkuy	276.5	4.9	1.8	92.6	33.5	77.2	27.9	98.3	35.5	3.5	1.3	92.2	33.3	68.2	24.7	96.8	35.0	14.4	5.2						
Dayuh Kolot	1332.1	6.2	0.5	221.0	24.1	494.5	37.1	424.5	31.9	85.9	6.4	6.2	0.5	320.6	24.1	440.6	33.0	406.7	30.1	164.0	12.3				
10. Cijalupang	50.1	0.0	0.0	44.4	73.9	14.5	24.1	1.2	2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	34.6	57.6	13.1	21.8	12.4	20.6						
11. Civiway	200.6	0.0	0.0	73.9	36.8	78.4	39.2	48.0	23.9	0.3	0.1	0.0	0.0	73.9	36.8	45.3	22.6	7.5	3.8						
12. Cibaeureum	117.2	1.6	1.4	7.9	6.7	51.6	44.0	19.1	16.3	37.0	31.6	0.0	0.0	7.9	6.7	11.5	9.8	12.0	10.2						
13. The basin of the rest	8.0	0.0	0.0	5.1	63.7	2.7	33.8	0.2	2.5	0.0	0.0	0.0	0.0	5.1	63.8	2.7	33.8	0.2	2.4						
Nanjung	1718.0	7.8	0.4	402.8	23.4	674.0	39.2	509.8	29.7	124.6	7.3	6.2	0.4	402.4	23.4	565.7	32.9	470.8	27.6	269.5	15.7				
14. Cimahi	48.0	0.3	0.6	16.8	35.0	18.8	39.2	10.7	22.3	1.4	2.9	0.3	0.6	16.8	35.0	10.5	21.9	6.7	14.0						
15. The basin of the rest	6.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	35.0	3.5	58.3	0.4	6.7	0.0	0.0	0.0	0.0	2.1	35.0	0.4	6.7						
Cumuk Jompony	1772.0	8.1	0.5	419.6	23.7	694.9	39.2	523.0	29.5	126.4	7.1	6.5	0.4	419.2	23.7	578.3	32.6	484.0	27.3	284.0	16.0				

表 3.2 各河川の水理特性

Citarum River	Flow Area (m ²)		Width/Depth	Discharge Capacity (m ³ /s)	Mean Velocity (m/s)
	200 - 320	100 - 170			
Main (0 - 20 km)	200 - 320	100 - 170	8 - 20	170 - 320	0.7 - 1.0
Main (20 - 23 km)	100 - 170	100 - 130	10 - 20	100 - 130	0.8
Main (25 - 40 km)	100 - 130	8 - 10	8 - 10	100 - 130	0.9
Upstream	60 - 130	6 - 12	6 - 12	50 - 350	0.8 - 2.5
Citarik River	15 - 60	4 - 10	4 - 10	15 - 55	0.8 - 1.3
Cikaruh River	5 - 40	6 - 15	6 - 15	2 - 30	0.2 - 0.7
Cisangkuy River	60 - 100	4 - 10	4 - 10	50 - 110	0.9 - 1.2

Name of Drainage basin	Area (km ²)
1. Citarum	197.0
2. Cirasea	93.1
3. Citarik	281.4
4. Cikeruh	204.6
5. Kopo	53.7
6. Cibodas	29.7
7. Cidurian	51.8
8. Cikapundung	144.3
9. Cisingkuy	276.5
Dayeuh Kelot	1,332.1
10. Cijalupang	60.1
11. Ciwidey	200.6
12. Cibeureum	117.2
13. The basin of the rest	8.0
Nanjung	1,718.0
14. Cimahi	48.0
15. The basin of the rest	6.0
Curug Jompong	1,771.0

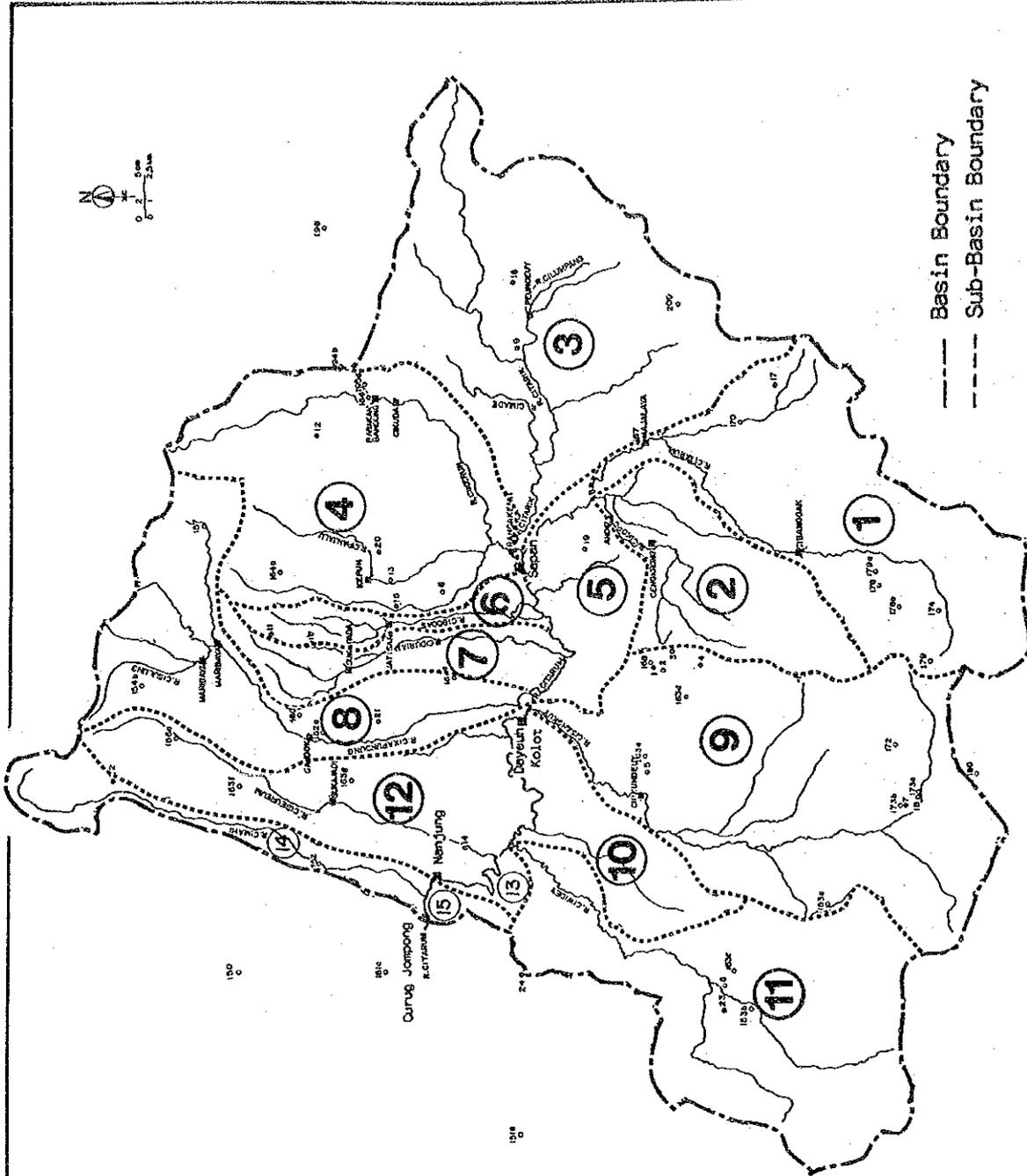
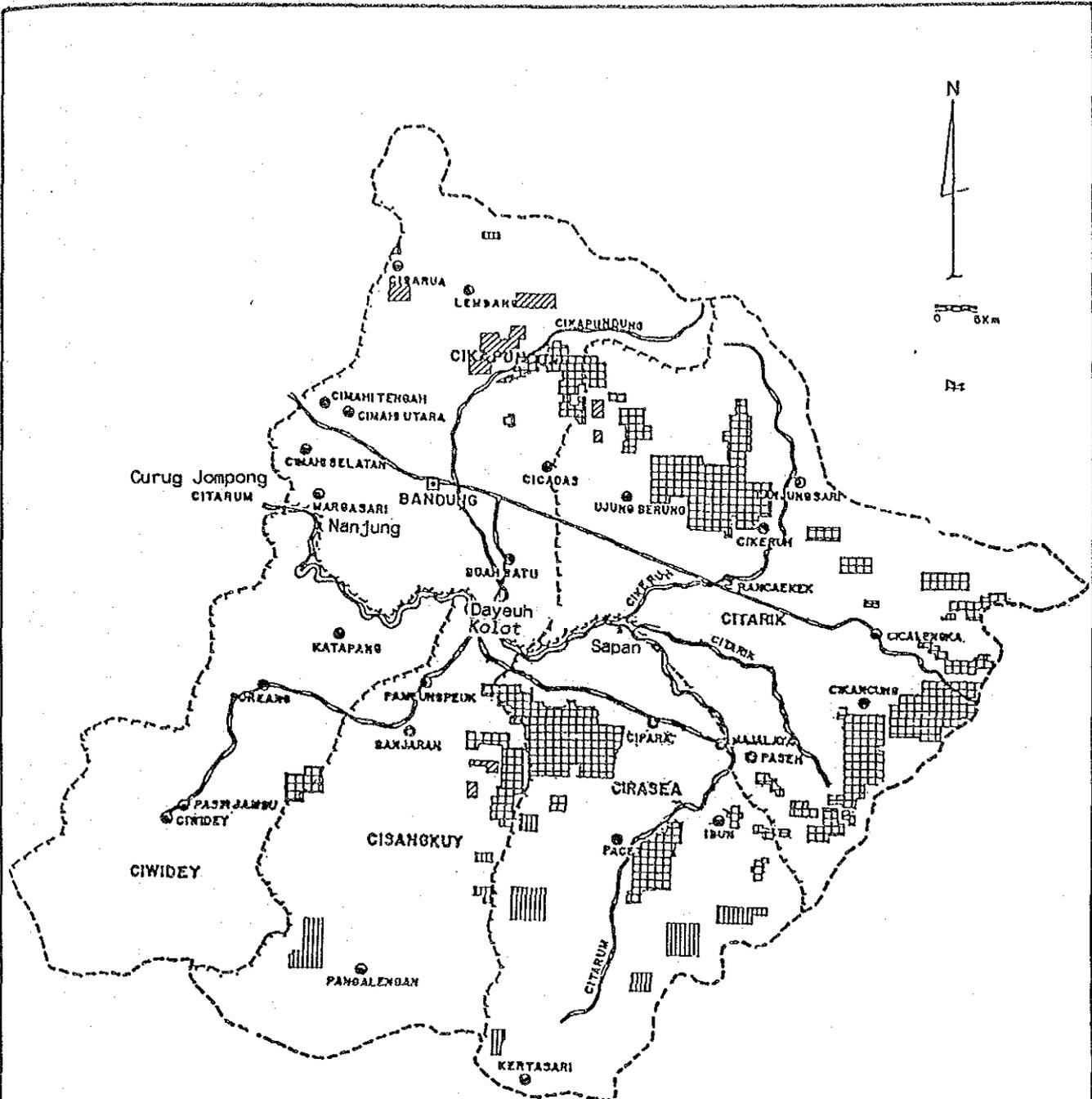


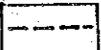
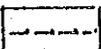
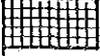
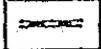
图 3.1 流域分割图

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARUM BASIN

SOURCE: STUDY TEAM



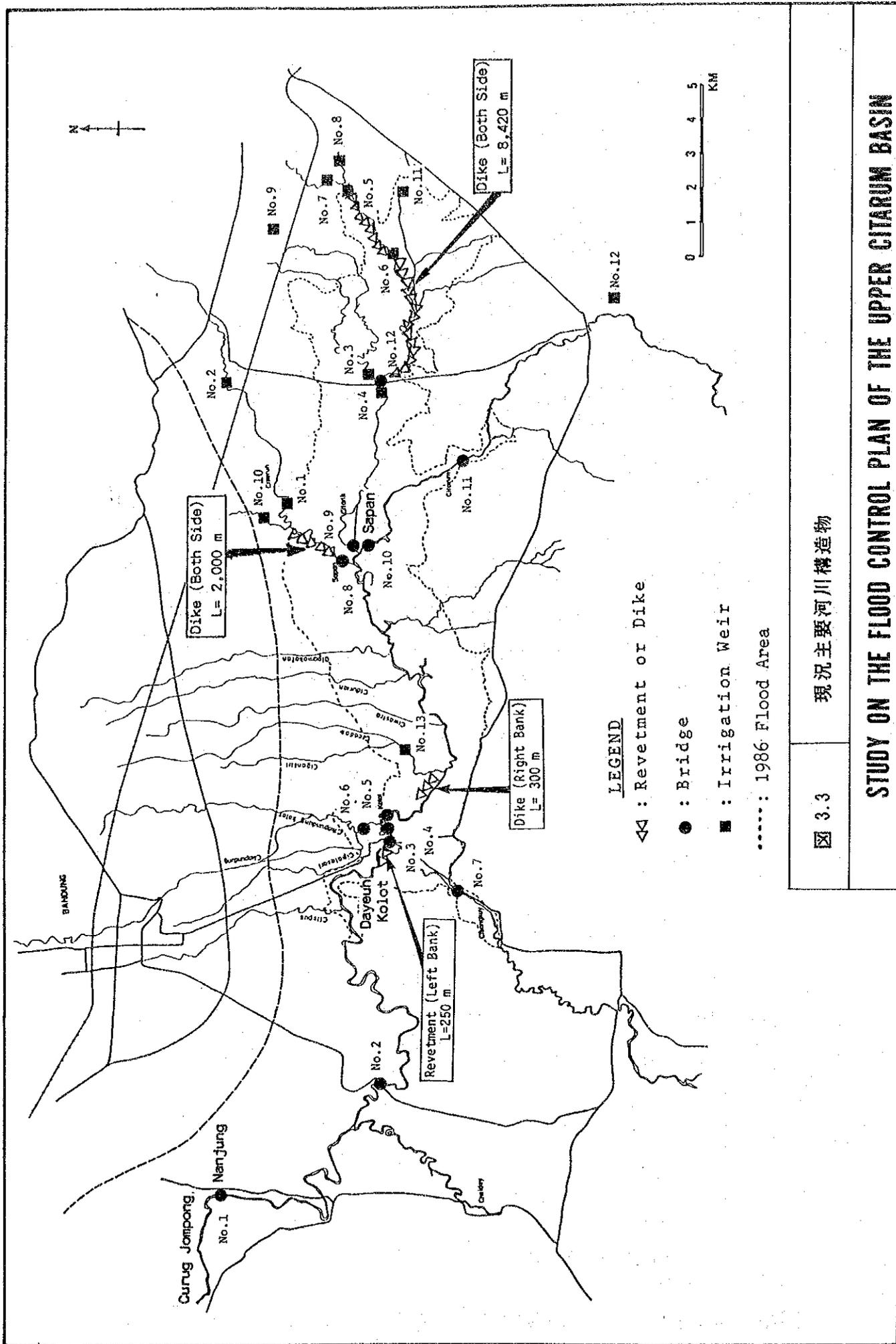
LEGEND

	CATCHMENT BOUNDARY		FOREST AREA
	SUB-CATCHMENT BOUNDARY		DRY FIELD AREA
	RIVER AND TRIBUTARIES		MIX PLANTATION AREA
	RAILWAY		

☒ 3.2

流域の土地浸食状況図

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARUM BASIN



LEGEND

◁ : Revetment or Dike

● : Bridge

■ : Irrigation Weir

..... : 1986 Flood Area

图 3.3 现况主要河川构造物

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARUM BASIN



第4章 既往洪水及び浸水被害の実態

第4章 既往洪水および浸水被害の実態

4.1 浸水状況

4.1.1 既往洪水

バンドン周辺地域の主な洪水は、1931年、1945年、1977年、1982年、1983年、1984年、1986年に発生している。

これらの洪水の内、収集できた洪水記録は、下表に示す通りである。

年・月	(1) ダイヤコロット地点 の最高浸水位 (m)	(2) 流域平均降水量 (mm)		(3) ナンジョウン地点の 洪水流出量 (m ³ /s)
		5日雨量	月雨量	
1931.3	—	177 (1.4)	476	455
1982.4	3.88	107 (1.4)	437	261
1983.2	3.98	109 (1.4)	351	303
1984.1	4.78	141 (3.0)	353	335
1986.3	5.38	116 (1.5)	357	310

注-1) : (1)、(3) は水工研究所、(2) は調査団によるデータである。

注-2) : () 内の数字は、確率年を表す。

ダイヤコロット地点における洪水位は、年々上昇を続けている。1986年3月洪水はダイヤコロット地点で既往最大洪水位を記録している。しかし、流域平均雨量やナンジョウン地点における、最大洪水流出量は、既往最大には至っていない。

この事実は、ダイヤコロット地点より下流の流下能力が、流出土砂やゴミの堆積によって近年減少したこと、さらにその結果として、上流への背水による水位上昇を招いたことを示している。

4.1.2 常襲氾濫地域

年2～3回の頻度で浸水する地域は、既存資料に加え、調査団による住民に対する面接調査によって得られた情報に基づいて想定した。

その地域は、チタルム川、チタリック川、チサンクイ川に沿った低平地部の約2,000haであり、図4.1に示す通りである。

4.1.3 1986年3月洪水

調査団は、浸水域内の住民(728軒)に対して、面接調査を実施し、1986年3月洪水の洪水氾濫の実績調査を行った。

1986年3月洪水の全浸水面積は7,249haで、湛水量は約6,600万m³である。浸水面積と浸水深の概要は、以下に示す通りである。

浸水深 (m)	浸水面積 (ha)	百分率 (%)
0.5 以下	1,894	26.1
0.5 ～1.0	2,484	34.3
1.0 ～1.5	1,854	25.6
1.5 以上	1,017	14.0
	7,249	100.0

1986年3月洪水の浸水深コンター図と浸水継続期間図は、各々、図4.2と図4.3に示す通りである。

4.1.4 洪水氾濫時の最高水位縦断図(痕跡水位縦断図)

1986年3月洪水の最高水位縦断作成のため、調査団は、チタルム川とチタリック川に対して洪水痕跡を基にした水準測量を実施した。結果は、図4.4と図4.5に示す通りである。

洪水流はダイヤロットの下流地点6～7kmに渡る狭さく部で、約2.0m

せき上げられている。

洪水時の水面勾配は、

- ダイヤコロットとチタルム川35km地点区間の勾配は 1/23,000
- チタルム川35km地点とサパンの区間の勾配は 1/9,400
- チタリック川の勾配は 1/6,100

上記の事実は、ダイヤコロット地点から下流の河道狭さく部の浚渫や拡幅工事が、上流区間の浸水位の低下に必要であることを示している。

4.2 洪水流出解析

4.2.1 計画降雨の決定

(1) 降雨強度

2年と50年の確率降雨強度曲線は、バンドン都市開発計画調査によってバンドン首都圏地域の4観測所に対して作成されている。

時間降雨強度

2年確率： 40～51mm/hr

50年確率： 67～80mm/hr

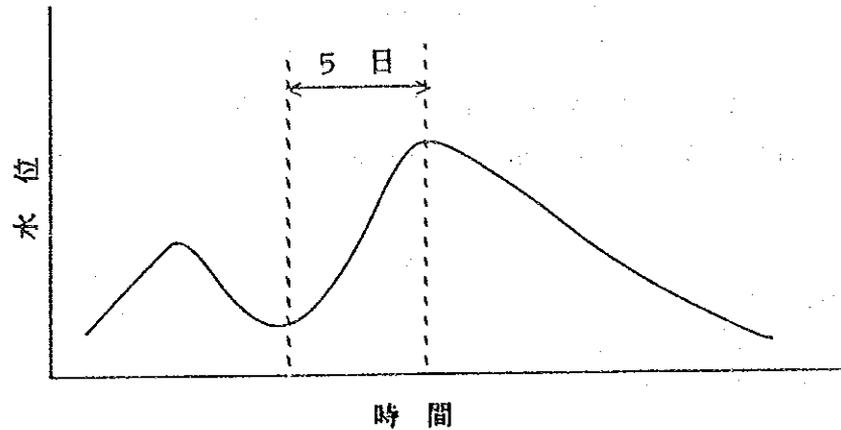
(2) 流域平均雨量

チタルム川の基準点となるダイヤコロット、ナンジュンの両地点に対する日、5日、10日、20日雨量の確率規模別流域平均雨量は、図4.6に示す通りである。

(3) 計画降雨の継続時間

ダイヤコロット地点のピーク流量は、そのピーク流量の出現する以前の数日間の降雨によって支配されている。これは、流域の貯留効果による洪水流出の遅れが原因である。

近年の洪水記録によれば、下図に示すように、約5日で洪水流量がピーク流量に達している。



この事実に基づいて、5日間流量平均降雨が、計画降雨の継続時間として選定された。

(4) 既往洪水における流域平均降雨量

既往洪水におけるピーク流量を支配する流域平均5日雨量は、表 4.1 に示す通りである。

1986年3月洪水の生起確率は、ダイヤコロットで 1.5年、ナンジュンで 1.8年と算定される。

4.2.2 現況の水理条件

(1) 水位と流量の関係

ダイヤコロットとナンジュン観測所の水位・流量曲線は、図 4.7 に示す通りである。水位・流量曲線によると、1986年3月洪水のピーク流量はダイヤコロット地点で $265\text{m}^3/\text{s}$ 、ナンジュン地点で $310\text{m}^3/\text{s}$ と算定される。

(2) 水位・浸水面積・湛水容量の関係

洪水氾濫は、ダイヤコロット観測所地点より上流域に発生する。ダイヤコロット地点の水位と上流域の氾濫原における、浸水面積、湛水容量の曲線は、図 4.8に示す通りである。1986年洪水では、ダイヤコロット観測所の最高水位はEL.659.8mを記録し、上流域の浸水面積7.249ha、湛水容量は約6,600万m³であった。

4.2.3 洪水流出解析

(1) 解析方法

洪水流出解析は、チタルム川上流域の28分割流域と、1氾濫原に対し、図 4.9に示す流出解析モデルを設定した。

この流出計算には、貯留関数法が用いられている。

(2) 1986年3月洪水による検証計算

設定した貯留関数法による洪水流出モデルの妥当性を確認することを目的として、既存水文資料が整備されている最近の大洪水（1986年3月洪水）について、検証計算を行った。その結果、図4.10に示すように、ダイヤコロットとナンジュンの両基準点の計算ハイドログラフは、実績ハイドログラフとほぼ一致し、解析手法の妥当性が確認された。

(3) 確率洪水流量

チタルム川およびそのおもな支川であるチタルム川上流、チタリック川、チクルー川、チサンクイ川の確率洪水流量は、以下に示す条件の基に算出した。

土地利用状況： 西暦2005年を想定する。

許容浸水面積： チタルム川沿いの低平湿地 1,000ha

計算結果は、表 4.2に示す通りである。

4.3 洪水氾濫被害

4.3.1 想定洪水被害

(1) 最大洪水氾濫地域

1986年洪水が近年の最大洪水であるので、この洪水の浸水面積7,249haが最大洪水氾濫地域と想定した。なお、この地域には50の町村よりなる9つの市よりなっている。

(2) 最大洪水氾濫地域の土地利用状況

最大洪水氾濫地域の現況土地利用状況は、以下に示す通りである。

項 目	面 積 (ha)	百 分 率 (%)
水 田	6,363	87.8
台 地	40	0.5
農 園	298	4.1
草 地	19	0.3
養 殖 地	77	1.1
市 街 地	452	6.2
合 計	7,249	100.0

上記の土地利用状況の地域分布は、図4.11に示す通りである。
1986年洪水の浸水深別による土地利用状況の分布は、表 4.3に示す通りである。

(3) 最大洪水氾濫地域の人口

同地域の現在の人口は、人口密度は15.5人/haで、112,252人と算定された。

(4) 最大洪水氾濫地域の資産

同地域での現況資産は、以下に述べる通りである。

1) 家屋数

永久構造物	:	14,133 棟
準永久構造物	:	3,759 棟
その他	:	9,418 棟
合計	:	27,310 棟

2) 事業所数

工場	:	45 棟
家内工業	:	33 棟
市場の店舗	:	20 棟
小売店と飲食店	:	368 棟
合計	:	468 棟

3) 道路延長

州道	:	6.9 km
県道	:	75.6 km
地方道	:	41.7 km
合計	:	124.2 km

4) 公共施設数

病院	:	34 棟
学校	:	120 棟
寺院	:	286 棟
官庁	:	28 棟
合計	:	468 棟

(5) 想定洪水被害額

農産物、家財を含めた居住用建物、事業所（商工業）、公共施設の現況の想定洪水被害額（資産や生産物）は、表 4.4に示されているように、総金額で約 1,600億ルピア（約 130億円）である。

4.3.2 常襲氾濫地域の被害

常襲氾濫地域の住民や資産は、度重なる洪水の被害を受けている。
この被害は、下記のように算出された。

- 住民	40,387 人
- 家屋	10,169 棟
- 事業所（商工業）	163 棟
- 水田	1,794 ha
- 1回当りの被害額	32億 8,000万ルピア（2億 6,756万円）
- 1年当りの予想被害額	82億ルピア（6億 6,890万円）

4.3.3 1986年実績洪水の被害

(1) 被災人口

112,252 人の住民が被害を受け、この内、1 m以上の浸水被害を受けた住民は、34,460 人で全体の34%である。

浸水深ごとの被災人口は、表 4.5に示す通りである。

(2) 被災家屋

総被災家屋数は 27,310 棟である。この内、1 m以上の浸水被害を受けた家屋数は、8,254 棟で全体の30%である。

浸水深ごとの被災家屋数は、表 4.6に示す通りである。

(3) 水田の被害

浸水した全水田面積は、6,363 haである。この内、2,443 ha（38%）の水田は、1.5m以上の浸水であった。5,236 ha（82%）の水田は7日以上の浸水であった。

水田の浸水深・浸水期間ごとの面積は、表 4.7に示す通りである。

4.3.4 年平均洪水被害

算定される洪水被害項目は、次に示す通りである。

- (1) 家屋被害 : 建物と家財
- (2) 農産物被害 : 水田と養殖地
- (3) 事業所被害 : 商工業施設と生産物
- (4) 公共施設被害 : 病院、寺院、交通機関、上水道、電気、通信等の公共施設
- (5) 間接的な被害 : 緊急活動の費用

現況の社会・経済情勢における年平均洪水被害額は、175億800万ルピア(14億2,818万円)になると想定される。

表 4.1 既往洪水の流域平均5日雨量

LOCATION	DATE	5 DAYS DEPTH (mm)	RETURN PERIOD (year)
DAYEUEH KOLOT	2/28 - 3/ 4, 1931	177	14
	4/11 - 4/15, 1982	107	1.4
	1/18 - 1/22, 1983	95	1.1
	1/11 - 1/15, 1984	141	3
	1/ 4 - 1/ 8, 1985	100	1.2
	3/ 7 - 3/11, 1986	116	1.5
NANJUNG	2/28 - 3/ 4, 1931	164	10
	4/11 - 4/15, 1982	99	1.2
	1/18 - 1/22, 1983	102	1.3
	1/11 - 1/15, 1984	134	3
	1/ 4 - 1/ 8, 1985	94	1.1
	3/ 7 - 3/11, 1986	119	1.8

表 4.2 チタルム川確率洪水流量

River	Catchment Area (km ²)	Without Inundation			With 1,000 ha Inundation			(Unit:m ³ /s)
		5-year	20-year	50-year	5-year	20-year	50-year	
Cirarum River	754.7	256	316	351	256	316	351	
Sapan	1,332.1	414	514	572	374	466	534	
Dayeuh Kolot	1,718.0	547	678	754	505	627	712	
Citarum (Upstream)	290.1	101	130	153	101	130	153	
Citarik River	281.4	74	98	114	74	98	114	
Cikeruh River	183.2	72	98	115	72	98	115	
Cisangkuy River	276.5	132	169	193	132	169	193	

表 4.3 1986年洪水浸水深・土地利用別浸水面積

FLOOD DEPTH (m)	(UNIT: ha)										TOTAL
	0 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 1.5	1.5 - 2.0	2.0 - 2.5	2.5 - 3.0	3.0 - 3.5				
PADDY FIELD	1,757.2	2,162.3	1,675.9	609.8	112.0	7.8	37.8				6,362.8
UPLAND FIELD	0.0	6.3	11.9	18.1	1.2	1.0	1.7				40.2
PLANTATION	2.1	65.4	50.5	108.2	25.9	14.1	31.6				297.8
GRASS LAND	0.2	9.1	9.3	0.0	0.0	0.0	0.0				18.6
FISH POND	11.9	64.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0				76.6
BUILT-UP AREA	122.3	176.5	106.1	37.4	6.4	1.3	2.8				452.8
TOTAL	1,893.7	2,484.3	1,853.7	773.5	145.5	24.2	73.9				7,248.8

表 4.4 想定洪水被害額

(Unit: billion Rp., 1987 price)

(1) Agricultural production	
Paddy	5.46
Fish pond	0.07
Total	5.53
(2) Residential buildings	
Permanent type	45.18
Semi-permanent type	3.92
Non-permanent type	7.65
Total	56.75
(3) Industrial and Commercial facilities	
Large-scale industry	90.18
Small-scale industry	3.66
Home industry	0.12
Marketing facilities	0.28
Retail store and refreshment shop	0.36
Total	94.60
(4) Road	
Provincial Road	0.22
Kabupaten Road	0.88
Desa Road	0.25
Total	1.35
(5) Social infrastructure	
Medical facilities	0.51
Educational facilities	1.80
Religious facilities	1.57
Public facilities	0.32
Total	4.20
Grand Total	162.43

Note: It does not include physical infrastructures such as irrigation facilities, electricity facilities, etc..

表 4.5 1986年洪水浸水深別被災人口

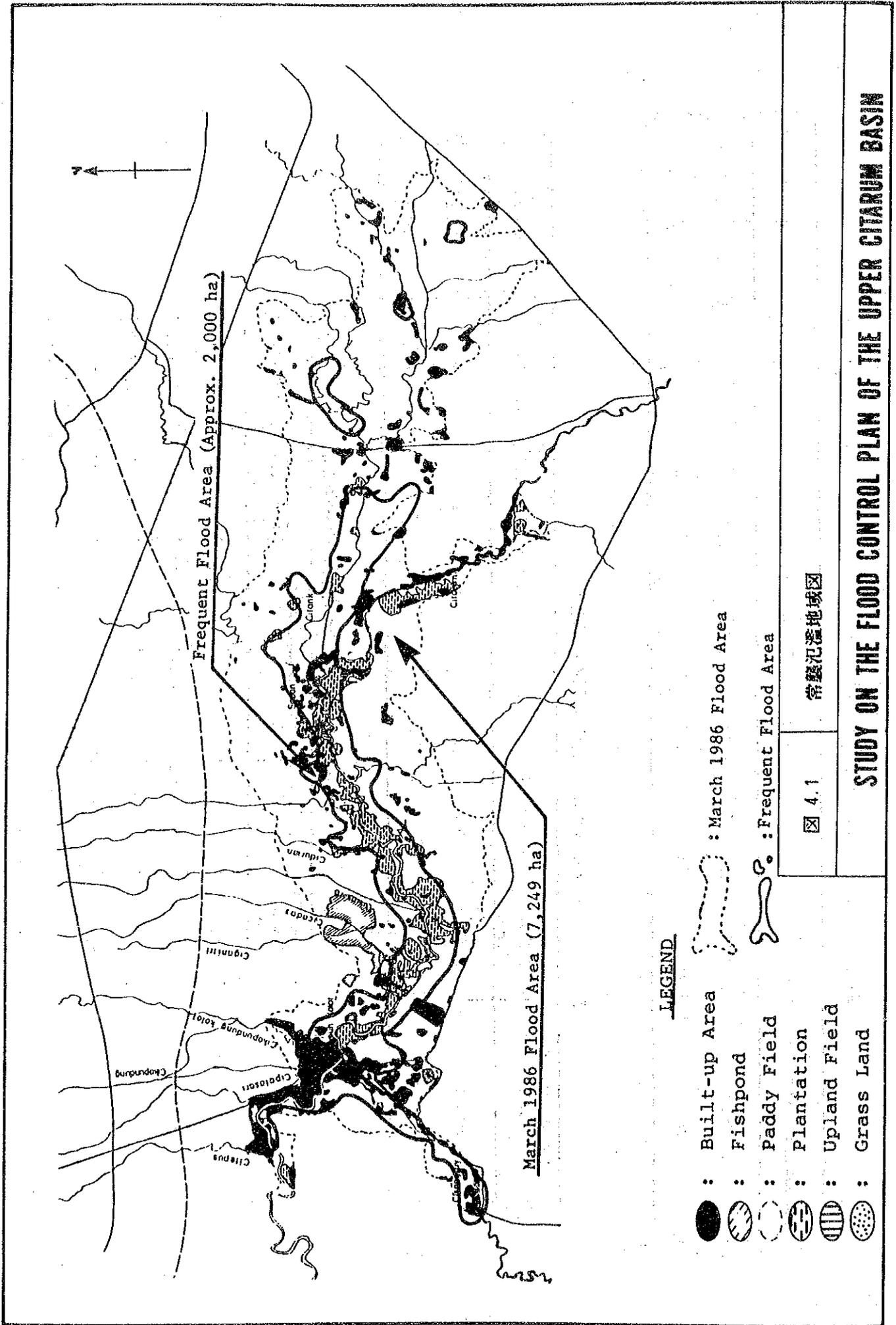
Inundation Depth (m)	0.0 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 1.5	1.5 - 2.0	2.0 - 2.5	2.5 - 3.0	More than 3.0	Total
Resident	30,162	43,630	24,846	9,912	2,788	340	574	112,252
(%)	26.9	38.9	22.1	8.8	2.5	0.3	0.5	100.0

表 4.6 1986年洪水床上浸水深別被災家屋数

Inundation Depth Above Floor (m)	Below Floor	0.0 - 0.5	0.5 - 1.0	1.0 - 2.0	2.0 - 3.0	More than 3.0	Total
Houses	1,283	7,406	10,367	7,502	654	98	27,310
(%)	4.7	27.1	38.0	27.5	2.4	0.3	100.0

表 4.7 1986年洪水浸水深・浸水期間別水田被害面積

Inundation Depth (m)	Duration (days)					Total
	1 - 2	3 - 4	5 - 6	More than 7		
0.5	740.7	89.4	18.5	908.7	1,757.3	
0.5 - 1.5	154.6	74.4	6.7	1,926.5	2,162.2	
1.5	10.7	31.9	0.0	2,400.7	2,443.3	
Area (ha)	906.0	195.7	25.2	5,235.9	6,362.8	
(%)	14.2	3.1	0.4	82.3	100.0	



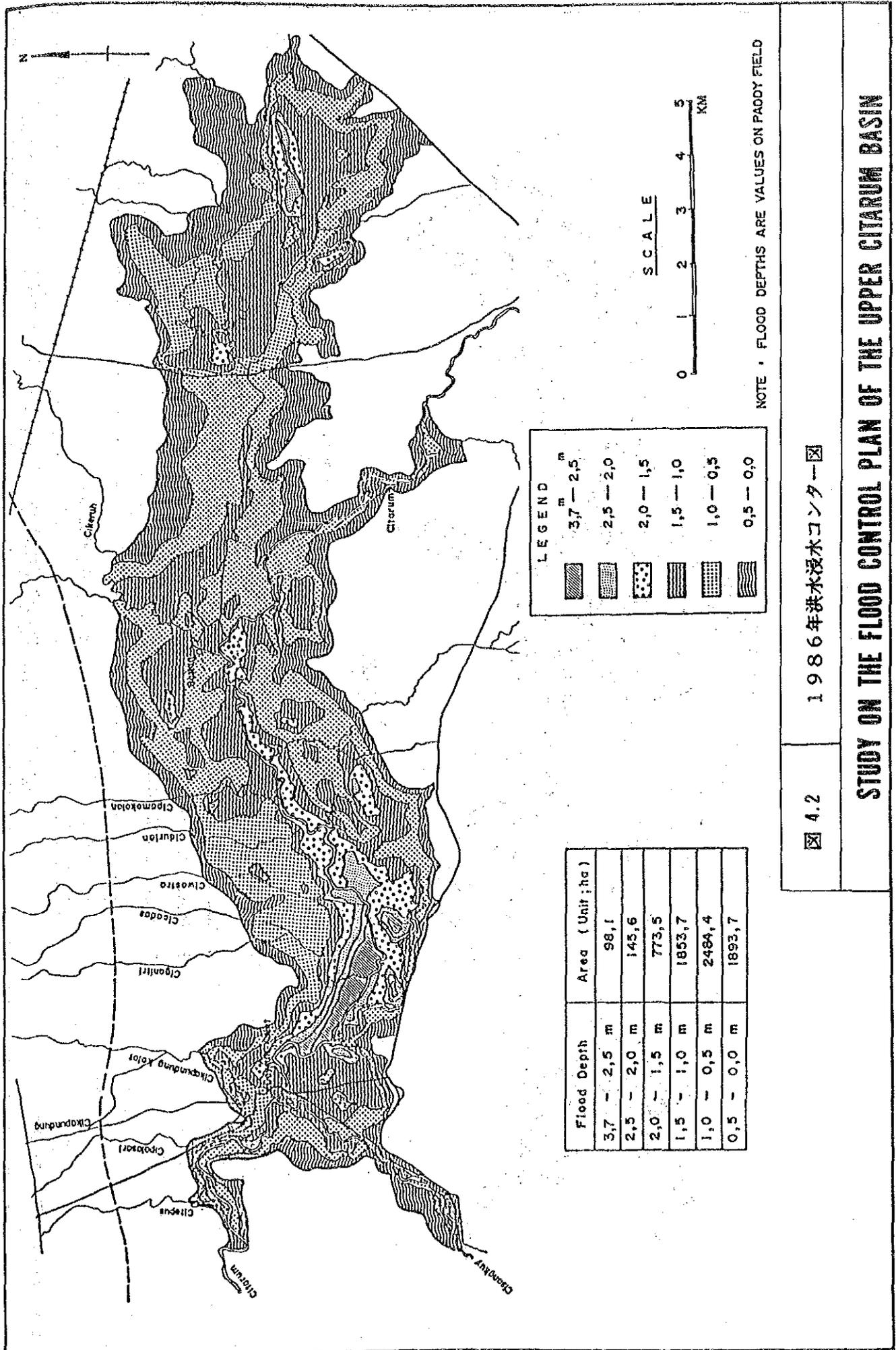
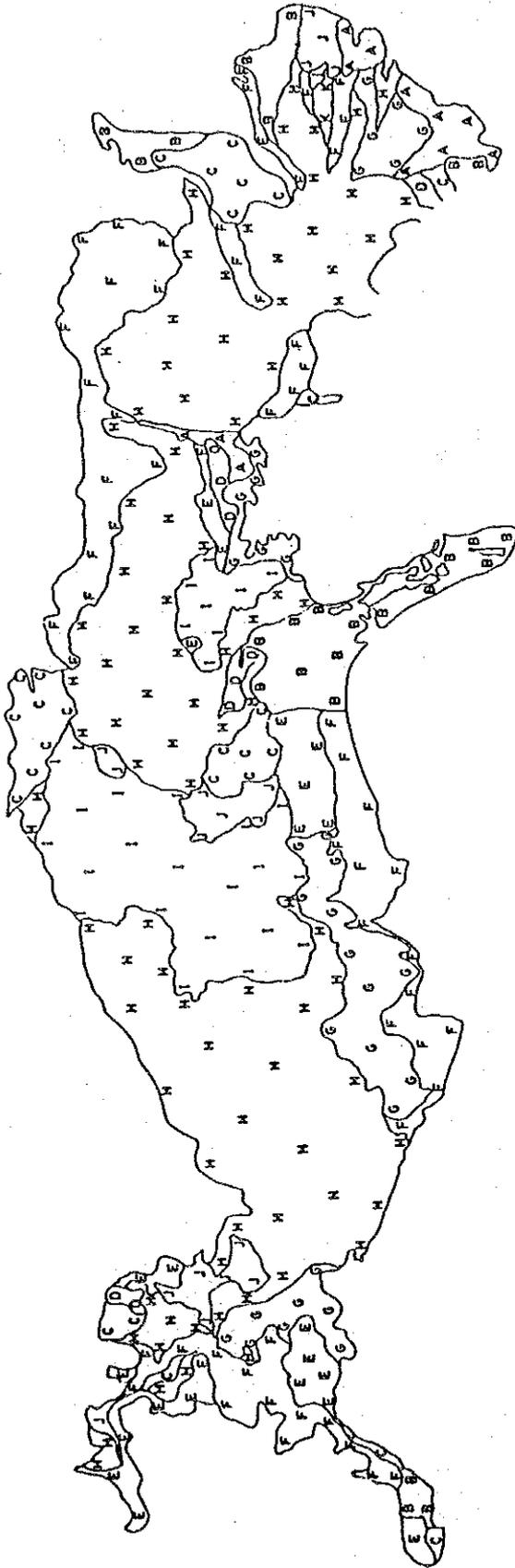


図 4.2 1986年洪水浸水コンター図

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARUM BASIN





LEGEND

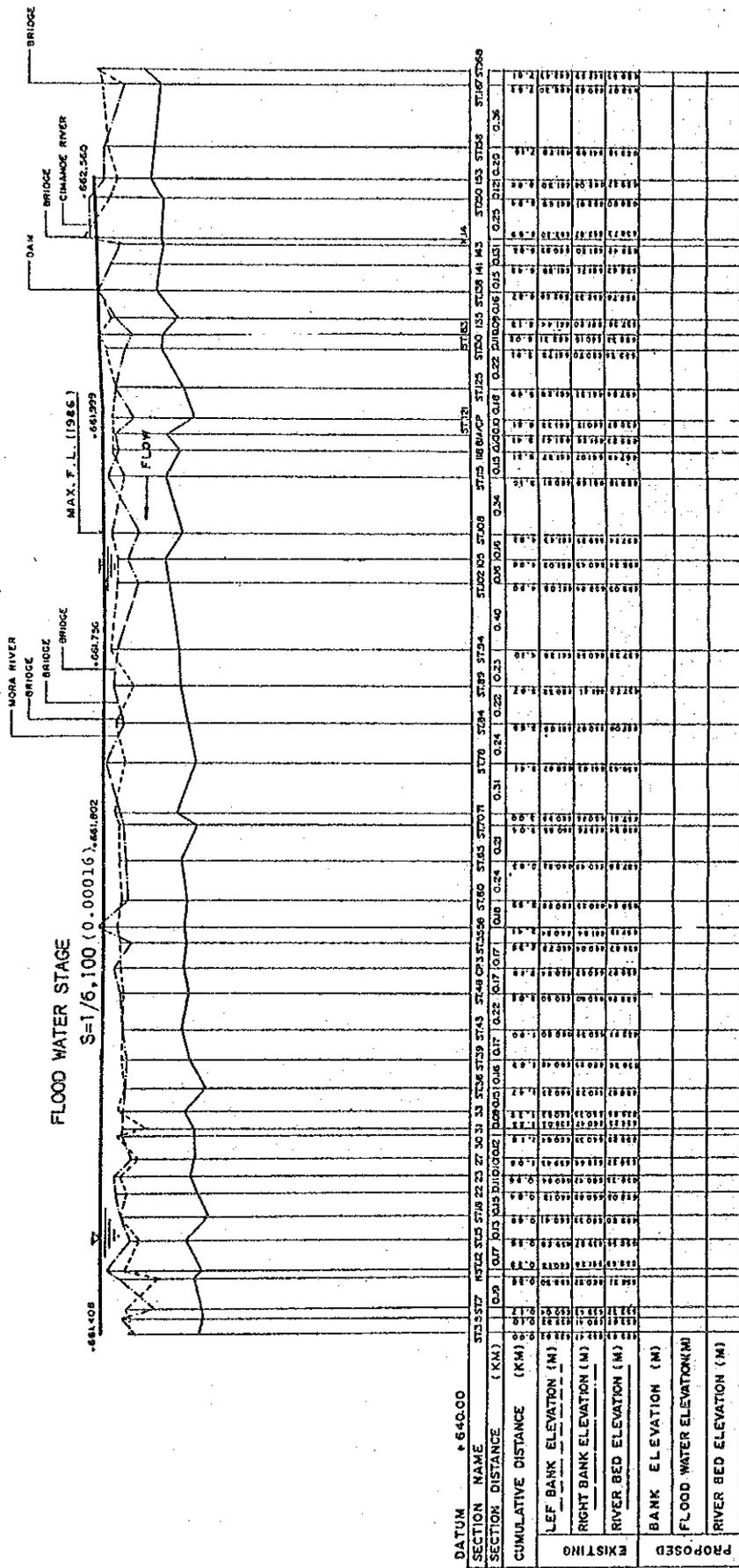
Sign	Flood Duration	Sign	Flood Duration
A:	t< 1day	G:	21days ≤t< 30days
B:	t= 1day	H:	30days ≤t< 45days
C:	1day ≤t< 3days	I:	45days ≤t< 60days
D:	3days ≤t< 7days	J:	60days ≤t< 90days
E:	7days ≤t< 14days	K:	90days ≤t
F:	14days ≤t< 21days		

图 4.3 1986年洪水浸水期间图

Source: STUDY TEAM

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARUM BASIN





SECTION NAME	SECTION DISTANCE (KM)	CUMULATIVE DISTANCE (KM)	LEFT BANK ELEVATION (M)	RIGHT BANK ELEVATION (M)	RIVER BED ELEVATION (M)	BANK ELEVATION (M)	FLOOD WATER ELEVATION (M)	RIVER BED ELEVATION (M)
ST 31.57	0.00	0.00	20.25	20.25	18.25	20.25	20.25	18.25
ST 31.58	0.01	0.01	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.59	0.02	0.02	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.60	0.03	0.03	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.61	0.04	0.04	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.62	0.05	0.05	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.63	0.06	0.06	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.64	0.07	0.07	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.65	0.08	0.08	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.66	0.09	0.09	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.67	0.10	0.10	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.68	0.11	0.11	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.69	0.12	0.12	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.70	0.13	0.13	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.71	0.14	0.14	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.72	0.15	0.15	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.73	0.16	0.16	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.74	0.17	0.17	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.75	0.18	0.18	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.76	0.19	0.19	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.77	0.20	0.20	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.78	0.21	0.21	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.79	0.22	0.22	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.80	0.23	0.23	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.81	0.24	0.24	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.82	0.25	0.25	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.83	0.26	0.26	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.84	0.27	0.27	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.85	0.28	0.28	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.86	0.29	0.29	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.87	0.30	0.30	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.88	0.31	0.31	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.89	0.32	0.32	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.90	0.33	0.33	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.91	0.34	0.34	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.92	0.35	0.35	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.93	0.36	0.36	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.94	0.37	0.37	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.95	0.38	0.38	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.96	0.39	0.39	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.97	0.40	0.40	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.98	0.41	0.41	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 31.99	0.42	0.42	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.00	0.43	0.43	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.01	0.44	0.44	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.02	0.45	0.45	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.03	0.46	0.46	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.04	0.47	0.47	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.05	0.48	0.48	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.06	0.49	0.49	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.07	0.50	0.50	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.08	0.51	0.51	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.09	0.52	0.52	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.10	0.53	0.53	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.11	0.54	0.54	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.12	0.55	0.55	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.13	0.56	0.56	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.14	0.57	0.57	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.15	0.58	0.58	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.16	0.59	0.59	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.17	0.60	0.60	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.18	0.61	0.61	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.19	0.62	0.62	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.20	0.63	0.63	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.21	0.64	0.64	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.22	0.65	0.65	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.23	0.66	0.66	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.24	0.67	0.67	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.25	0.68	0.68	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.26	0.69	0.69	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.27	0.70	0.70	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.28	0.71	0.71	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.29	0.72	0.72	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.30	0.73	0.73	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.31	0.74	0.74	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.32	0.75	0.75	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.33	0.76	0.76	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.34	0.77	0.77	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.35	0.78	0.78	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.36	0.79	0.79	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.37	0.80	0.80	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.38	0.81	0.81	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.39	0.82	0.82	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.40	0.83	0.83	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.41	0.84	0.84	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.42	0.85	0.85	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.43	0.86	0.86	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.44	0.87	0.87	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.45	0.88	0.88	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.46	0.89	0.89	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.47	0.90	0.90	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.48	0.91	0.91	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.49	0.92	0.92	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.50	0.93	0.93	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.51	0.94	0.94	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.52	0.95	0.95	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.53	0.96	0.96	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.54	0.97	0.97	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.55	0.98	0.98	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.56	0.99	0.99	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	
ST 32.57	1.00	1.00	20.25	20.25	18.25	20.25	18.25	

LEGEND
 - - - - : LEFT BANK
 - · - · : RIGHT BANK
 ——— : RIVER BED

図 4.5 1986年洪水チタリック川最大水位縦断面図

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARIUM BASIN



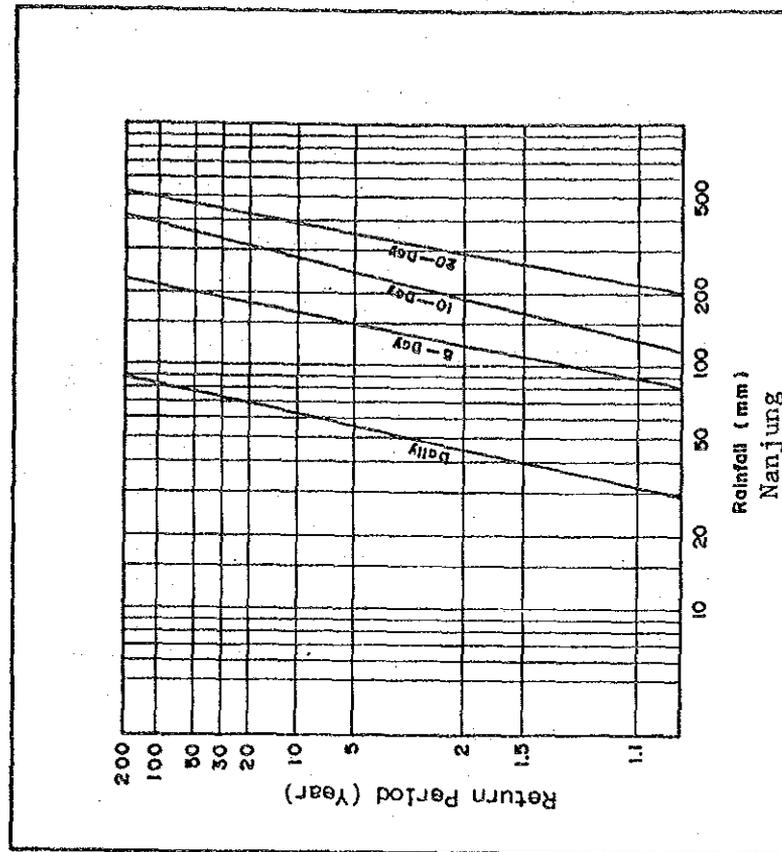
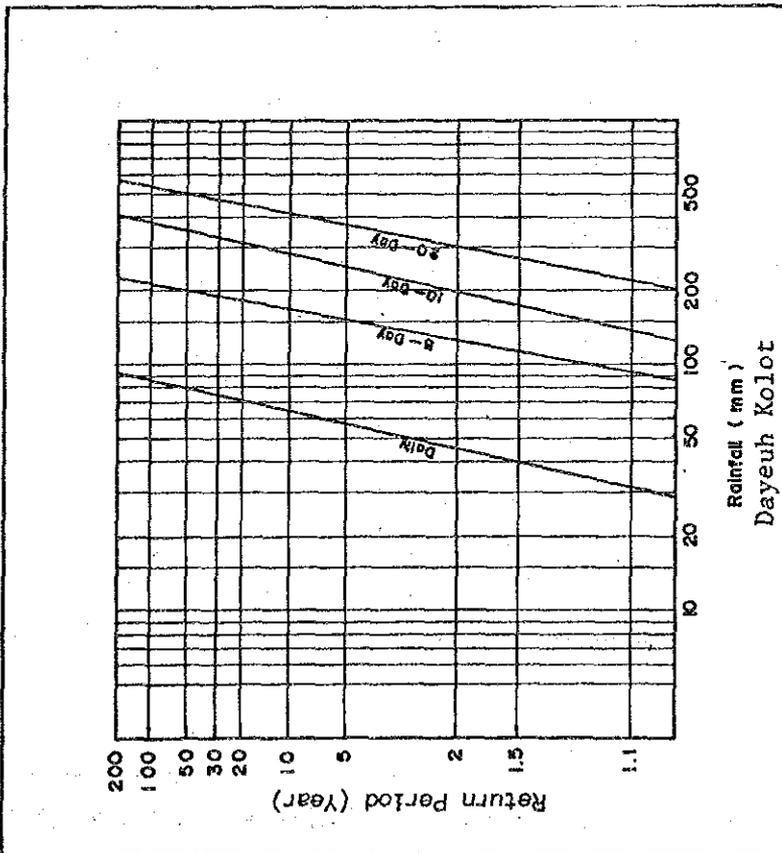


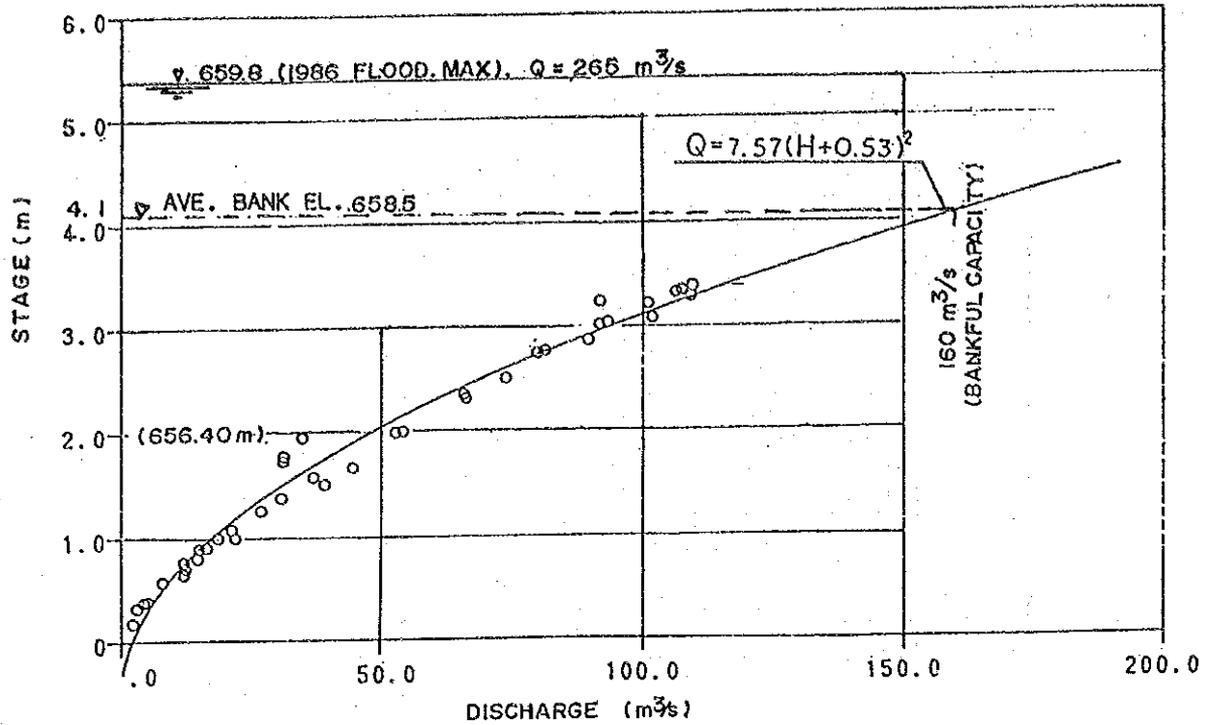
図 4.6

ダイヤコロット地点とナンジュン地点の流域平均確率降雨量

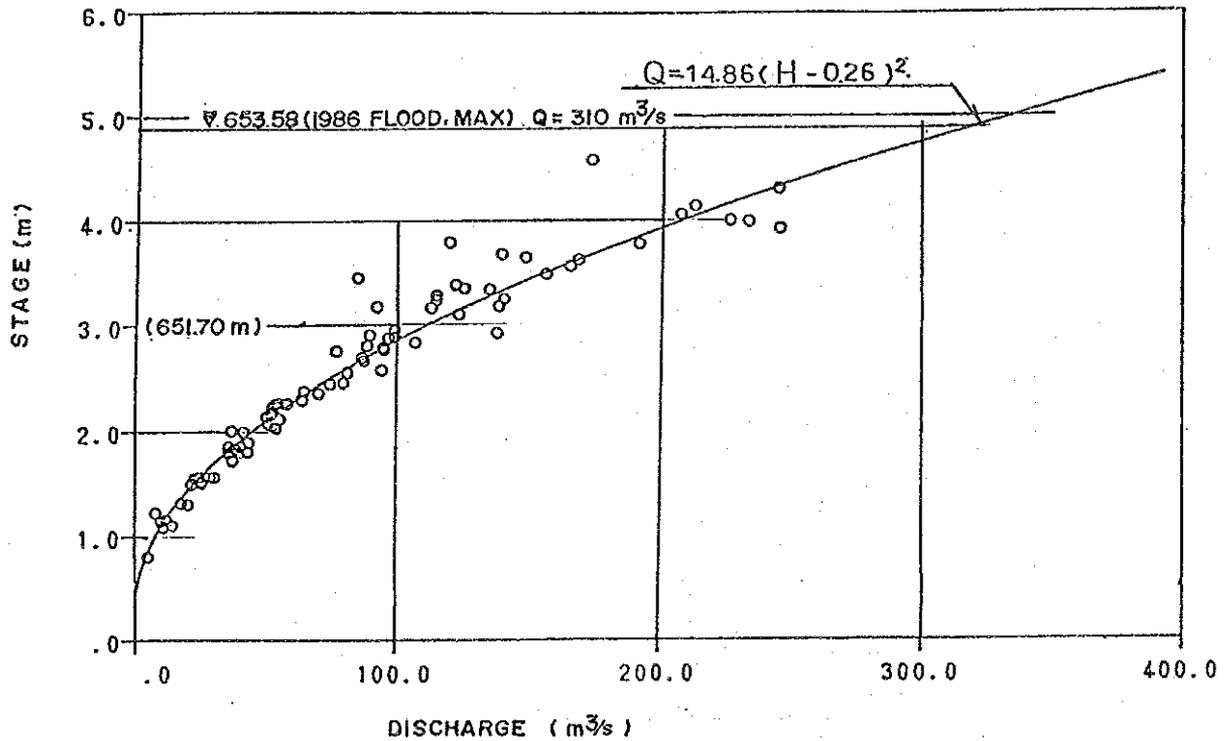
STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARUM BASIN



DAYEUKOLOT



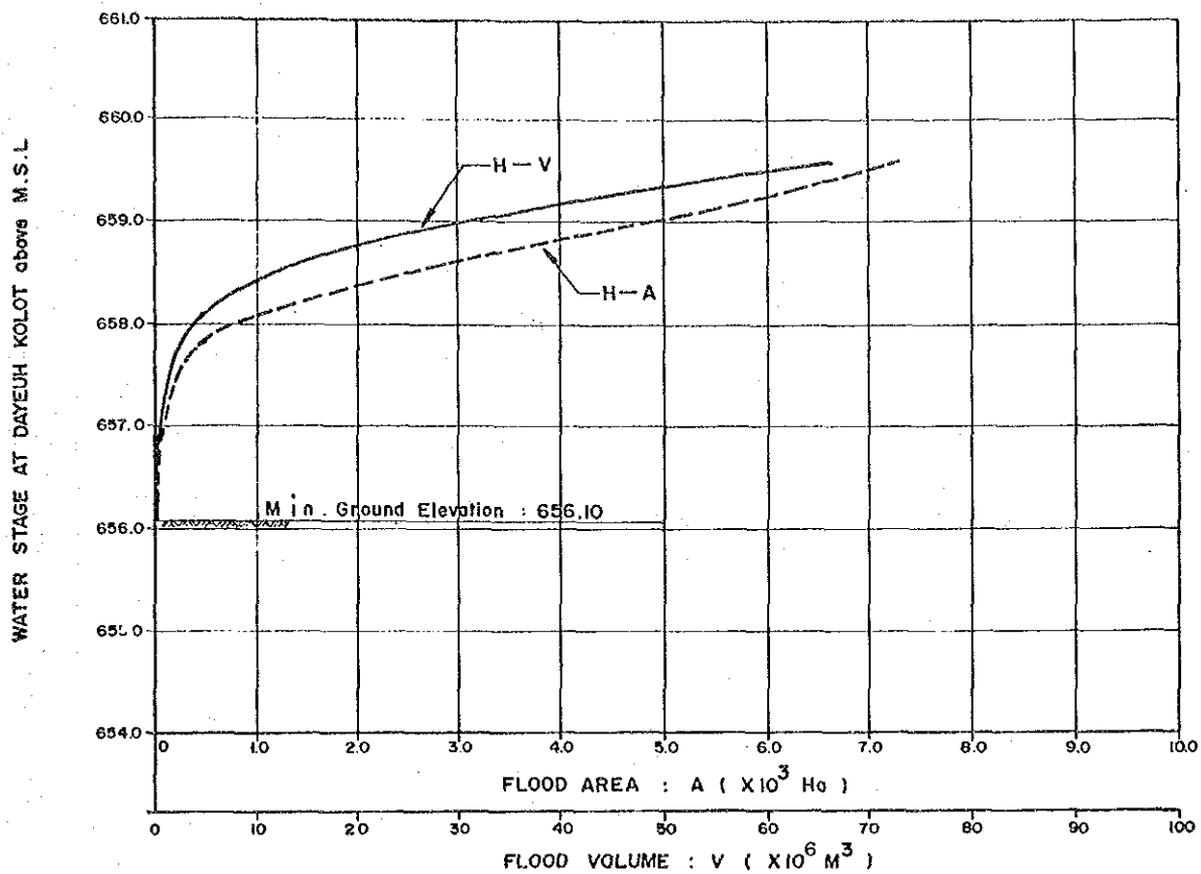
NANJUNG



SOURCE: IHE DATA, STUDY TEAM

図 4.7

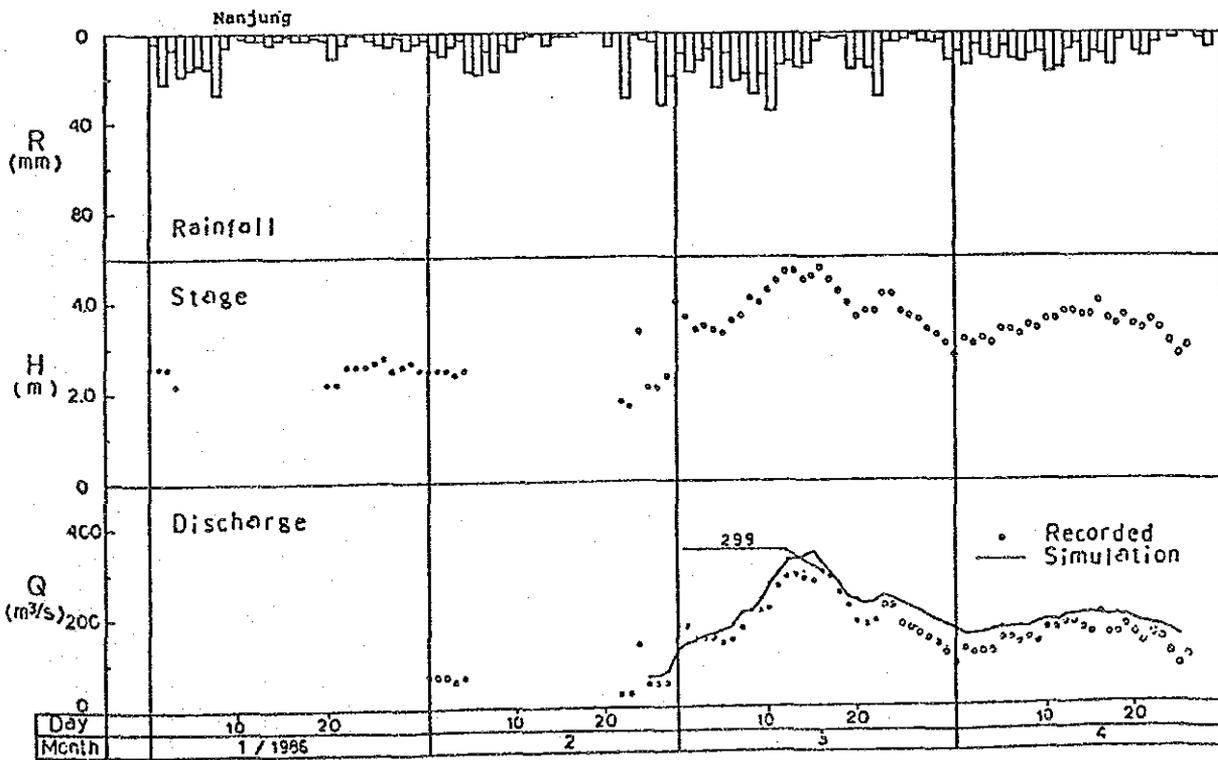
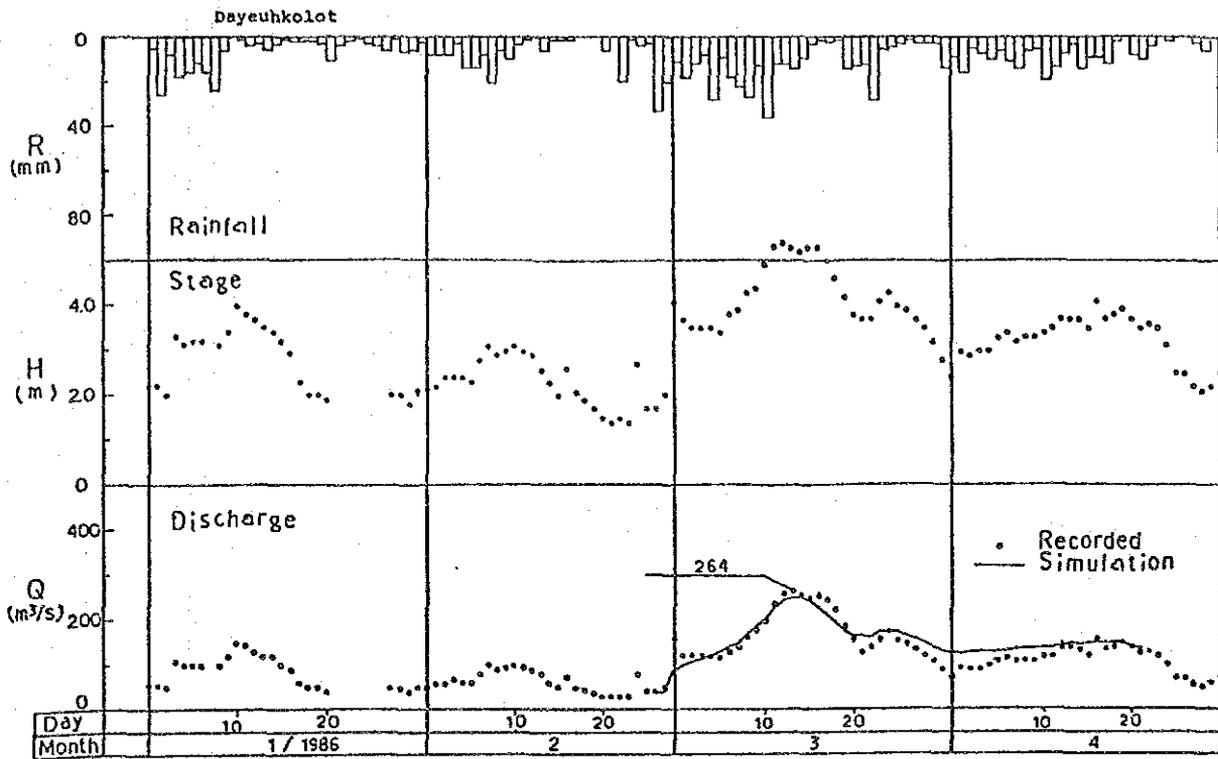
ダイヤコロットおよびナンジュン水位観測所H-Q (水位-流量) 曲線図



WATER STAGE (m)	FLOOD AREA A (x 10 ³ ha)	FLOOD VOLUME (x 10 ⁶ ha)
656.1	0	0
657.1	0.098	0.49
657.6	0.244	1.34
658.1	1.017	4.50
658.6	2.871	14.22
659.1	5.355	34.78
659.8	7.249	66.29

図 4.8

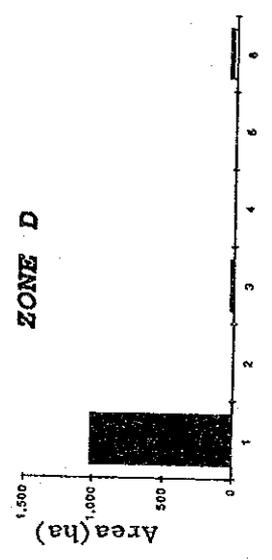
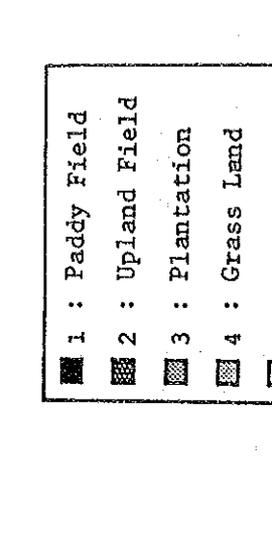
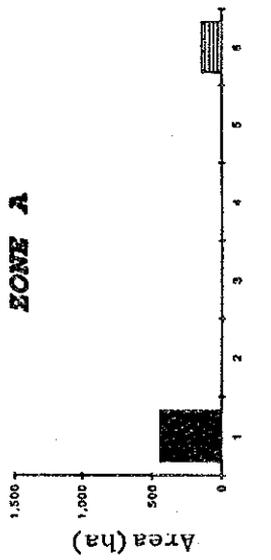
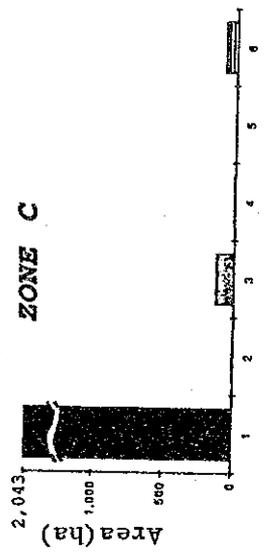
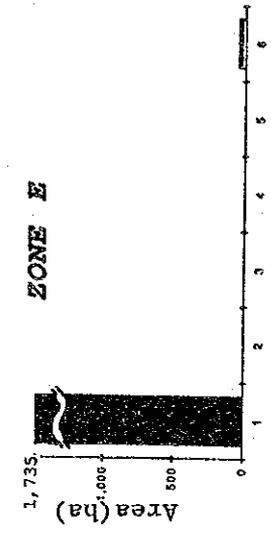
ダイヤコロット地点浸水位—湛水容量，浸水位—浸水面積曲線図



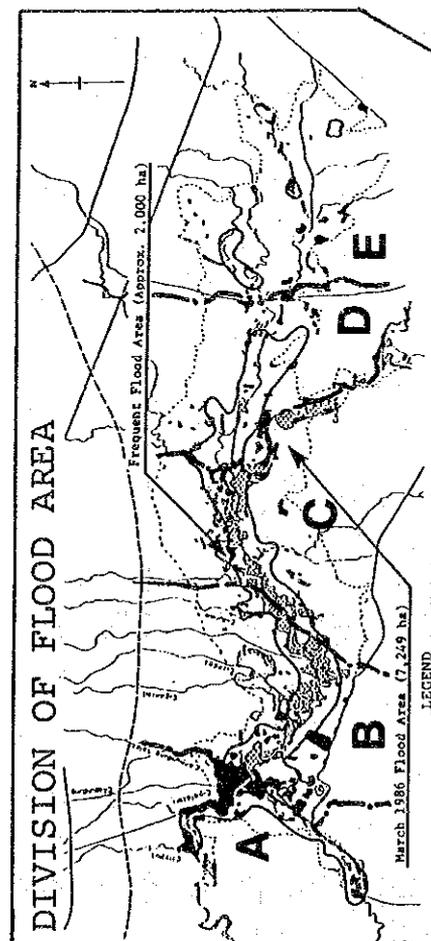
☐ 4.10

1986年洪水検証解析結果

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARUM BASIN



- 1 : Paddy Field
- 2 : Upland Field
- 3 : Plantation
- 4 : Grass Land
- 5 : Fishpond
- 6 : Built-up Area



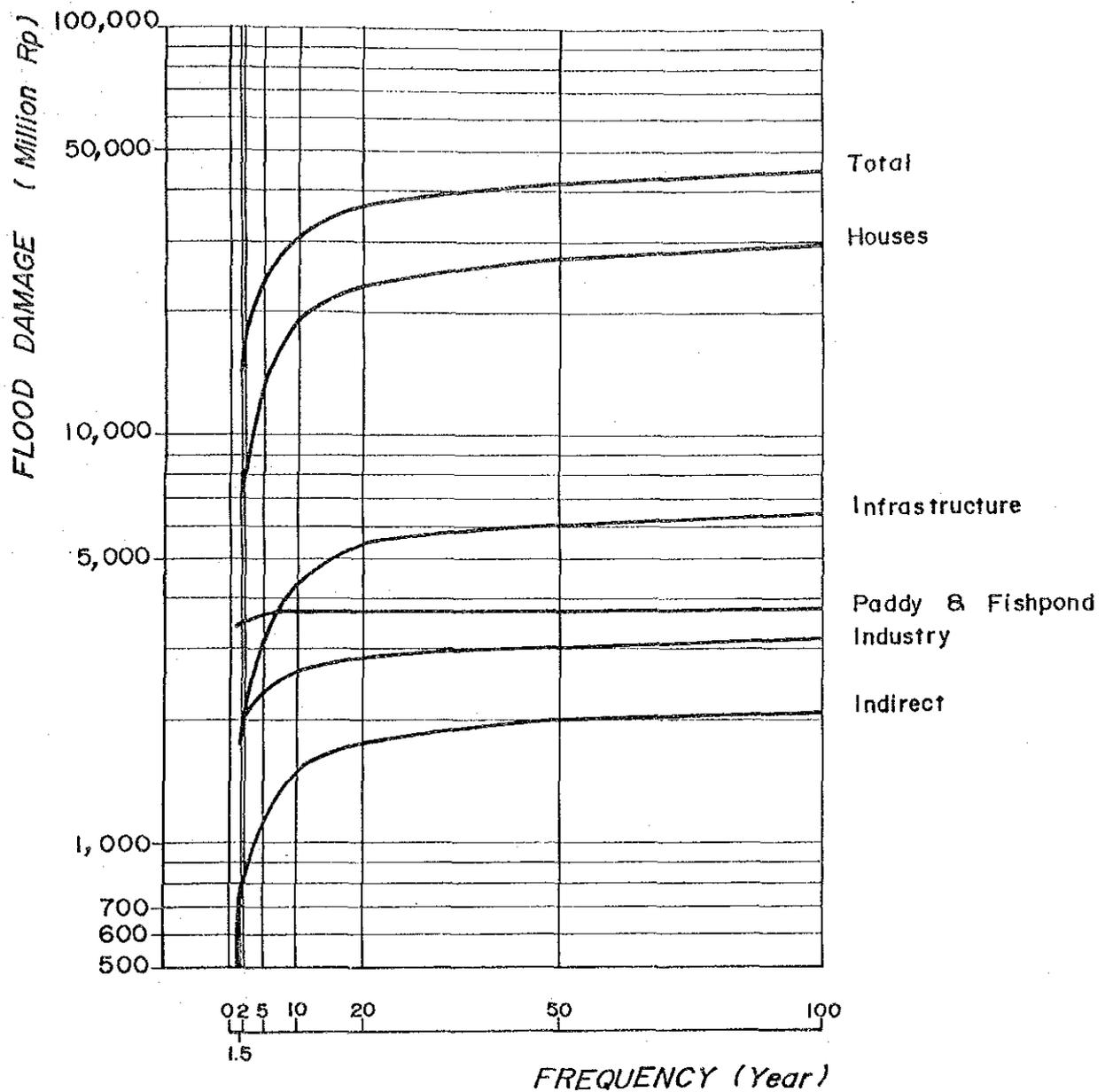
Land-use in Flood Zone (ha)

Item	Area (ha)						Total	Percentage Distribution (%)
	Zone A	Zone B	Zone C	Zone D	Zone E	Zone F		
Paddy Field	451	1,112	2,043	1,022	1,735	0	6,363	87.8
Upland Field	2	22	16	0	0	0	40	0.5
Plantation	1	134	130	33	0	0	298	4.1
Grass Land	0	3	16	0	0	0	19	0.3
Fishpond	2	75	0	0	0	0	77	1.1
Built-up Area	150	108	90	53	51	452	729	6.2
Total	605	1,454	2,295	1,108	1,786	7,249	7,249	100.0

图 4.11 1986年洪水浸水区域内土地利用状况图

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITRUM BASIN

JKGA



ESTIMATED FLOOD DAMAGE AND AVERAGE ANNUAL DAMAGE POTENTIAL BY ASSET AT 1987 FINANCIAL PRICES

(Unit : Million Rupiahs)

Asset Item	Recurrent Interval						
	1986 Flood	2-Years	5-Years	10-Years	20-Years	50-Years	100-Years
Houses	6,998.0	8,709.3	13,910.4	19,468.8	23,428.1	27,194.5	29,429.7
Industry	1,777.2	2,020.9	2,432.9	2,675.8	2,850.1	3,053.0	3,182.1
Paddy & Fishpond	3,403.5	3,521.7	3,698.7	3,748.3	3,764.9	3,784.4	3,792.3
Infrastructure	1,755.0	2,146.0	3,268.7	4,428.9	5,255.6	6,049.5	6,522.4
Indirect Damage	696.7	819.9	1,165.5	1,516.1	1,764.9	2,004.1	2,146.3
Total	14,630.4	17,217.8	24,476.2	31,837.9	37,063.7	42,085.5	45,075.8

図 4.12

計画規模別洪水被害額

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARUM BASIN

第5章 現在実施中の事業

第5章 現在実施中の事業

5.1 流域管理

チタルム川上流域の流域管理を進めるために、森林局は以下の3分野から成る土地利用計画を提案した。

- (1) 森林保護地帯 : 開発させない地域
- (2) 森林緩衝地帯 : 開発に一定の限度を加える地域
- (3) 耕作地帯 : 水田、畑など

提案された土地利用計画図は、図 5.1に示す通りである。

以下に示す浸食防止対策工は、図 3.2に示す浸食の深刻な地域に提案されている。

- 段々畑の配置
- 砂防ダム
- 排水路
- 洪水排水工事

森林局によって提案された、いくつかの具体的な浸食対策工の例を、図 5.2に示す。

5.2 チタルム川河川改修

公共事業省によって提案された計画は、以下に示す短期計画と中期計画から構成されている。なお、短期計画は、現在実施中である。

(1) 短期計画

- (a) ダイヤコロット橋地点下流の 4.4km地点から上流 5.8km地点を越えた区間のチタルム川の浚渫
- (b) 本川捷水路 I : 3.1 km

(2) 中期計画

(a) チサンクイ川の分水路	:	3.1 km
(b) 本川捷水路 II	:	0.56 km
(c) 本川捷水路 III	:	1.26 km
(d) 河道の整形	:	34.5 km
(e) 築堤	:	46 km

全事業費は、1986年価格で 459億 5,000万ルピア (37億 4,827万円) である。計画の配置図は、図 5.3に示す通りである。

5.3 支川の河川改修

バンドン都市域は、域内を流れる支川の洪水氾濫の影響を受けている。洪水危険地域は、約1,000 haと算定されている。(図 5.4参照) 流域の洪水被害を緩和するために、以下に示す河川改修工事が ADBの財政援助によって、現在進行中で、その計画位置図は、図 5.3に示す通りである。

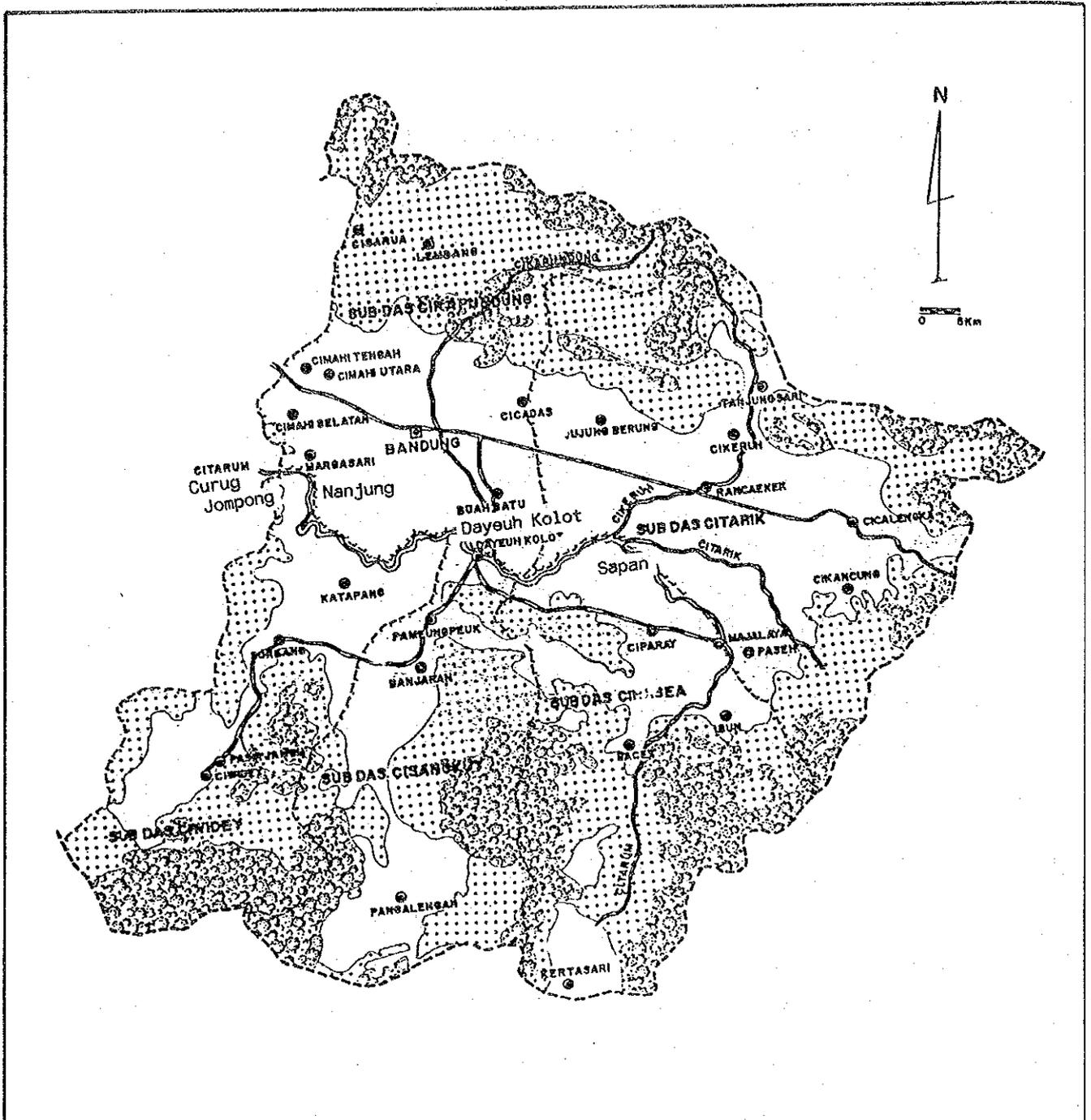
河川名	流域面積 (km ²)	改修延長 (km)	備考
(1) チパモコラン	44.8	8.7	建設中 (ADB 援助)
(2) チドリアン	23.1	8.4	計画中 (建設準備中)
(3) チワストラ	8.9	6.4	計画中 (建設準備中)
(4) チチャダス	24.1	9.6	1部完成
(5) チカブドゥンコロット	22.5	5.3	建設中 (ADB 援助)
(6) チトゥプス	18.4	6.5	建設中 (ADB 援助)
(7) チカブドゥンチパラサリ	110.2	8.8	計画中 (建設準備中)
合計		53.7	

調査団は、現在進行中の計画に対して見直しを行った。評価の概要は以下に述べる通りである。

- (1) 採用されている20年確率計画規模は、長期洪水防御計画に対して適当である。
- (2) チカブドゥーンチパラサリ、チドリアン、チパモコラン川に関する現計画の設計流量は、西暦2005年の土地利用状況下で発生する20年確率洪水流出量に対して、十分な値である。よって、河道改修は現計画によって実行されることは問題ない。
- (3) チトゥプス、チカブドゥーンコロット、チチャダス、チワストラ川に関する設計流量は、西暦2005年の土地利用状況下で増加するピーク流量に対して十分な値とはいえない。しかしながら、河川改修は、下記の考えに基づいて、まず緊急洪水防御計画を満足させるために、現計画によって実行する。さらに、現計画の事業完了後、将来増大が予想されるピーク流量に対して、再改修計画（現計画の川幅内における浚渫）を実施し、河道の流下能力の増加を計り対処する。
- (4) 総合的な治水対策が、将来、以下の条件で検討することが必要となろう。
 - － 排水区域は、将来現計画で予想した以上の無秩序な土地開発の影響を受けるかもしれない。この様な開発は、支川において予想されないピーク流量の増大をもたらすであろう。
 - － 現在進行中の河川改修計画は、西暦2005年の土地利用状況での洪水流出に対して実施されている。これは西暦2005年より遠い将来での増大した洪水流出量を満足することは出来ない。

総合的な治水対策としては、以下のようなものが考えられる。

- － 河川幅内での河床再浚渫
- － 調節池の建設
- － 洪水流の一時貯留のための運動場、公園、公共スペースの緊急利用
- － 森林区域の保全対策



LEGEND

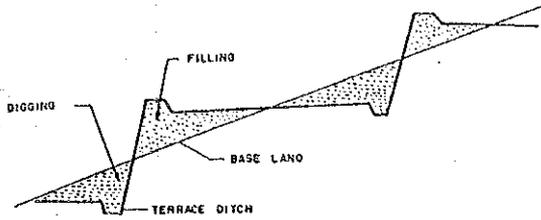
- | | | | |
|---|------------------------|---|----------------------|
|  | CATCHMENT BOUNDARY |  | PRESERVED FOREST |
|  | SUB-CATCHMENT BOUNDARY |  | BUFFER ZONE (FOREST) |
|  | RIVER AND TRIBUTARIES |  | CULTIVATION AREA |
|  | RAILWAY | | |

図 5.1

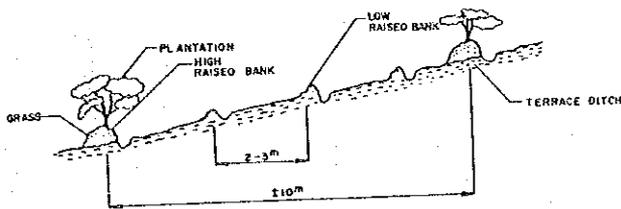
森林地帯と耕作地帯の土地利用計画図

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARUM BASIN

TERRACE FORMATION OF DRY FIELD

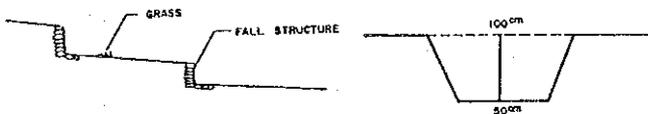


BENCH TERRACE

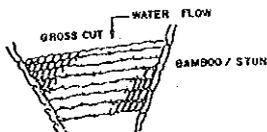


SMALL BANK TERRACE

DRAINAGE CHANNEL



DRAINAGE CHANNEL

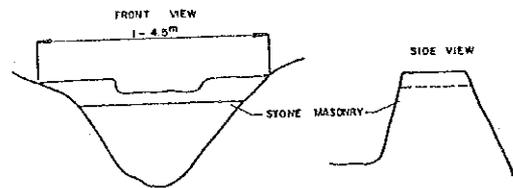


DROP STRUCTURE

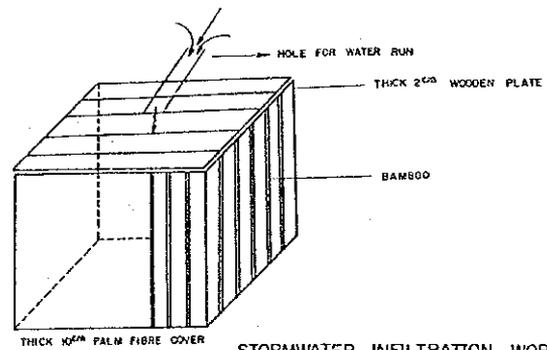
SMALL DAMS FOR SEDIMENT STORAGE



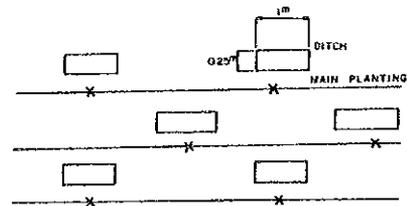
RETENTION DAM



TORRENT WORKS



STORMWATER INFILTRATION WORKS

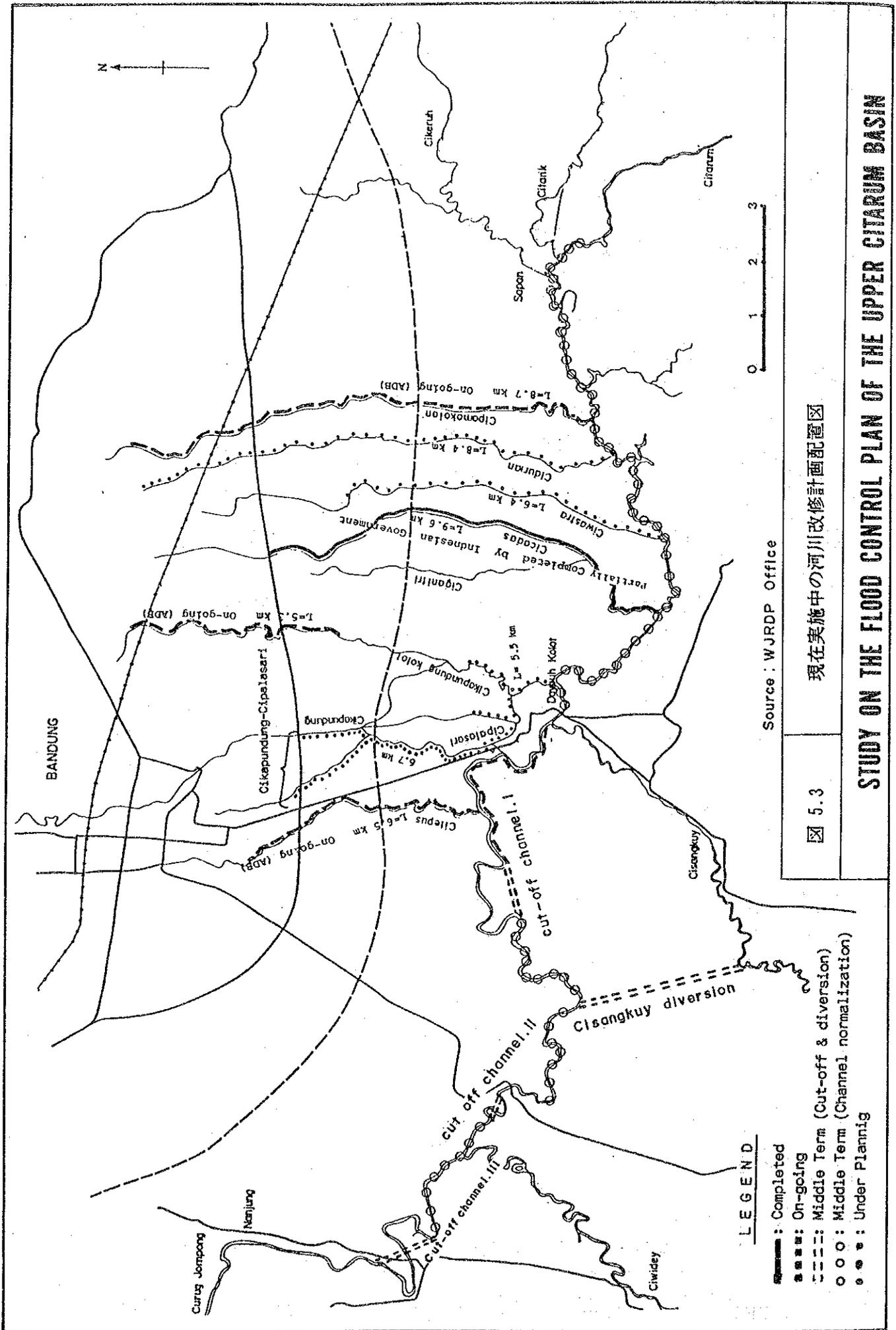


SEDIMENTS TRAP

図 5.2

森林局による浸食防止対策工法

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARUM BASIN



Source : WJRDP Office

図 5.3 現在実施中の河川改修計画配置図

STUDY ON THE FLOOD CONTROL PLAN OF THE UPPER CITARUM BASIN



第 6 章 洪水防御全体計画

第6章 洪水防御全体計画

6.1 対象流域と計画対象年

本調査の洪水防御対策は、以下に示す洪水氾濫地域に発生する洪水の諸問題を緩和するために行われる。

- － チタルム川沿いに発生する洪水氾濫地域
- － バンドン都市域に発生する洪水氾濫地域

バンドン都市域の洪水氾濫地域に対しては、関連支川の改修からなる洪水対策事業が、インドネシア国政府により現在実施中である。この実施中の事業はバンドン都市域に対して、長期的な洪水防御計画として位置付けられている。

従って本調査においては、チタルム川沿いの洪水氾濫地域に対して、計画対象年2005年の予想社会・経済状況に合せた洪水防御全体計画を立案する。

6.2 洪水防御対策工法

流域内の土地開発は、下流の河川に対して、ピーク流量を増加させ、氾濫原内の土地開発は、氾濫被害の可能性を増大させる。もし、適切な土地利用の誘導・規制なしに、洪水防御対策のみを実施し氾濫状況を改善すると、氾濫原内の無秩序な土地開発が促進されよう。この様なことが原因となり、河川改修工事のような洪水防御対策工をくり返し行うことが必要となってくる。上記で述べた問題は河川改修工事のような構造的対策のみでは解決することができないことが、過去の経験より明らかにされている。このことは下記の河川および流域状況を考慮すると、チタルム川においても同様のことが言える。

- － ダイヤコロット上流の低平地は、昔は湖であった。そこで、この地区は元来洪水多発地区である。
- － チタルム川の現況流下能力は洪水流出量に比べて非常に小さい。
(現況流下能力は、5年確率洪水流量の約40%程度)

- 河川の大規模改修は地形、地質条件によりむずかしい。
- 氾濫原の一部の地域は、将来バンドン地域からの無秩序な開発行為を受けるであろう。

チタルム川とその支川の洪水氾濫地域に対する満足のいく解決策として、構造的対策と非構造的対策とからなる総合的な洪水防御対策が必要となる。非構造的対策は、適切な土地利用の誘導や規制によってのみ効果がでるので、洪水防御対策と流域の土地利用計画は十分に調整されなければならない。

想定される構造的・非構造的対策は以下に示す通りである。

- 洪水調節用ダム
- 遊水池
- 河川改修
- 流域管理
- 氾濫原管理

上記の対策工の中で

- (1) 可能性のあるダムサイトは、支川上流に限られている。さらに、その地点は貯水容量が小さく集水面積も小さい。選定された主な可能性の高いダムの位置及び諸元は、図6.1 に示す通りである。仮にこれらの選定されたダムが建設されたとしても、チタルム川本川の洪水調節に十分な効果を上げることはできない。なぜなら、これらの貯水容量は洪水流出量を調整するのに、十分な容量となっていないからである。ダムによる洪水調節は本調査では提案しない。
- (2) 洪水氾濫地域は、すべて田畑や住居用に高度に開発されているので、利用可能な遊水池の適地は見当らない。
遊水池による洪水調節は、本調査では提案しない。
- (3) 流域内の浸食防御は、下流のチタルム川を計画通りに維持するために特に必要である。
浸食危険流域における浸食防御工事は、すでに森林局により提案された計画によって実施されている。

上記の(1)～(3)より、構造的対策として河川改修工事、非構造的対策として氾濫原管理より成る洪水防御対策工がチタルム川の洪水防御全体計画の実行可能な案として選定された。

チタルム川上流域の洪水防御全体計画の概念図は図6.2に示す通りである。

6.3 長期河川改修計画の代替案検討

6.3.1 河川改修方法

チタルム川の河川改修方法としては、大別して2案考えられる。第1案は捷水路を含む掘込河道方式で、第2案は築堤方式である。

築堤方式は、本川の築堤だけでなく、内水排除用の排水機場の建設も含めた支川の築堤も必要となる。

計画規模を20年とした場合のこれらの河川改修方法による建設費の概算を以下に示す。

(1) 築堤方式 (図6.3 参照)

1) 河川改修

－本川	L = 16.8km	:	132億ルピア	(約10.8億円)
－支川	L = 80.7km	:	379億ルピア	(約30.9億円)
－その他	1式	:	219億ルピア	(約17.9億円)

2) 排水機場	A = 137km ²	:	1370億ルピア	(約111.8億円)
合計		:	2100億ルピア	(約171.4億円)

(2) 掘込方式 (図6.3 参照)

1) 本川改修	L = 40.2km	:	803億ルピア	(約65.5億円)
2) 支川改修	L = 31.5km	:	135億ルピア	(約11.0億円)
3) その他	1式	:	249億ルピア	(約20.3億円)
合計		:	1187億ルピア	(約96.8億円)

上記の検討よりチタルム川の河川改修方式としては、掘込河道方式を提案した。

6.3.2 計画規模

インドネシアでは、一般に20～50年の計画規模で、長期的な治水計画が立案されている。本調査では、下記の2案の計画規模について代替案の検討を行った。

計画洪水規模代替案

河川名	改修範囲 (km)	代替案 I	代替案 II
チタルム川 (本川)	40.2	20年確率	50年確率
" (上流)	6.0	"	20年確率
チタリック川	15.0	"	"
チクルー川	2.0	"	"
チサンクイ川	8.5	"	"

(1) 水理設計条件

上記2案の流量配分図は、図6.4 に示す通りである。この2案の計画河床勾配と計画横断図は図6.5 に示す通りである。

(2) 建設費

代替案 I、II の建設費は、表6.2 に示す通りそれぞれ1189億9800万ルピア (97億 699万円) と1388億2400万ルピア (113億2425万円) である。

(3) 洪水被害軽減額及び経済内部収益率 (E I R R)

2代替案の年平均被害軽減額と経済内部収益率 (E I R R) は、下表に示す通りである。

項目	年平均洪水被害額 百万ERp(百万円)	軽減額 百万ERp(百万円)	軽減率 (%)	E I R R (%)
現況	16,136 (1,316)	—	—	—
代替案Ⅰ	130 (11)	16,006 (1,305)	99.2	11.6
代替案Ⅱ	88 (7)	16,048 (1,309)	99.5	10.2

注) ERp はルピア経済価格を示す。

(4) 結論

以下に示す事実や考察に基づいて、長期河川改修計画は、20年確率計画規模に設定した。

- 1) 一般的に、インドネシアの重要な河川の長期改修計画においては、計画規模は40～50年確率で、改修方式はすべて築堤方式で計画されている。しかしながら、掘込河道方式は、築堤方式に比較して、安全率の低い計画規模を採用することが可能である。なぜならば、掘込河道方式の場合、越流による洪水氾濫被害の程度は築堤方式に比べ非常に小さいからである。
- 2) 20年確率洪水による河川改修を実施すれば、50年確率洪水についてはダイヤロット地点で地盤高より30cm以内の浸水深で排除することができる。(図6.6 参照)
- 3) 計画規模で50年の計画は、20年の計画に比べて建設費において非常な増大となる。一方、それに比べて便益の増加は小さい。

6.3.3 チサンクイ分水路

ここでは、チサンクイ分水路の可能性について述べる。

(1) 分水路のルート

提案された分水路ルートは図6.7 に示す通りである。

- 分水地点 : チサンクイ川の 8.5km地点
- 放流地点 : チタルム川の11.7km地点
- 分水路長 : 約 3.1km

(2) 分水路の効果

分水路は現況チサンクイ川の改修の必要性をなくし、さらにチタルム川のマルガハユとダイヤコロット区間の改修断面を必要最小限にすることが出来る。

(3) 分水路の有無による代替案の比較

以下の2代替案について比較検討する。

代替案Ⅰ（分水路 無）：現況チサンクイ川の改修とチタルム川の大規模改修

代替案Ⅱ（分水路 有）：分水路の建設とチタルム川の小規模改修

1) 計画諸元

上記2代替案の設計流量、河床勾配、河川横断は図6.8 に示す通りである。

2) 建設費

代替案Ⅰ、Ⅱの建設費は、各々 251億ルピア（20億4748万円）、268億8500万円ルピア（21億9308万円）で、その内訳を表6.3 に示す。

(4) 結論

チサンクイ分水路は以下の理由により、本計画に採用しないこととした。

- 1) 代替案Ⅱ（分水路有）は代替案Ⅰ（分水路無）より建設費が高い。
- 2) 分水路は地域社会を分断させ、住民の交通や農業活動に悪影響を与える。
- 3) 分水路計画は工事が完成するまで便益は発生しない。これに反して、現況河川の改修は、工事の進行に伴って便益が発生する。

6.3.4 設計洪水位

洪水氾濫地域の最低地盤高はEL.656.1mで、ダイヤコロットの平均地盤高はEL.658.1mである。

EL.656.1m～EL.658.1mの区間にある浸水面積と浸水家屋数はそれぞれ約1000ha、2700棟（最大洪水被害家屋 27310棟の約10%）である。浸水面積や浸水家屋数は図6.9 に示すように浸水位 EL.658.1 m以上になると急増し、EL.657.6m以下になると急減する。

上記の事実より、ダイヤコロット地点のチタルム川の設計洪水位は標高でEL.658.1m～EL.657.6mの区間で決定する。

設計洪水位を下げることは、河床を掘り下げるため浚渫費用を増加させるが逆に、洪水被害を減少させる。次の2代替案は最適な設計洪水位決定の為の比較検討である。

項 目	代替案Ⅰ	代替案Ⅱ	差
計 画 規 模 (確率年)	20	20	-
設 計 洪 水 位 (EL. m)	658.1	657.6	0.5
建 設 費 百 万 円	118,996(9,707)	138,824(11,324)	19,826(1,617)
年平均洪水被害軽減額 百 万 円	16,006(1,306)	16,048(1,309)	42(3)

上記に示す如く、代替案ⅡはⅠ案に比較し、建設費が高い割りに便益が小さい。従って、ダイヤコロット地点における、チタルム川の設計洪水位は代替案Ⅰ(EL.658.1 m)で提案する。但し、氾濫原の低平地部における約1000haの浸水域と2700棟の家屋が洪水氾濫で許容される計画とする。

6.4 長期河川改修計画（構造的対策）

6.4.1 設計方針と設計基準

長期河川改修計画の立案に当って、下記の方針や基準を設定した。

- (1) 計画対象年は西暦2005年とする。計画は、西暦2005年の人口や土地利用状況に一致させる。

- (2) 計画は現況最大洪水氾濫地域における洪水被害を出来る限り緩和することを目的とする。
- (3) 計画規模と計画降雨波形は各々20年と1986年3月洪水時の実績波形を採用する。
- (4) チタルム川の完全な洪水防御の達成は、経済面から困難と考えられる。そこで、低平地部におけるおおむね1000haの浸水は許容される計画とする。
- (5) ダイヤゴロット、サパン、ランチャケミットの設計洪水位は、各地の地盤高や許容浸水域の範囲を考慮して、各々、EL.658.1m、EL.660.1m、EL.661.6mとした。
- (6) 河川改修方法は基本的に掘込河道方式とするが、一部築堤が必要な場合は小規模堤防を考慮する。
- (7) マニングの粗度係数は低水敷で 0.030、高水敷で 0.035を採用する。
- (8) 河道の標準法面勾配は以下に示す値を採用する。

チタルム川	:	1:1.5 ~1:2
チサンクイ川	:	1:1.5
その他河川	:	1:2

6.4.2 改修範囲と設計流量

チタルム川の長期改修計画の範囲は、クルグジョンボンから最大洪水氾濫地域の最上流端地点までとする。

チタルム川（上流）、チタリック川、チクルー川、チサンクイ川の支川の洪水氾濫の原因は現況流下能力不足のみならず、チタルム川本川の背水によって引き起こされている。そこで、チタルム川長期改修計画には、これら支川の改修計画も含むものとする。

改修される現況河川の範囲と延長は、以下に示す通りである。

チタルム川（本川）	：	クルグジョンボンからサパンまで	：	40.2km
チタルム川（上流）	：	サパンの上流	：	6.0km
チタリック川	：	“	：	15.0km
チクルー川	：	“	：	2.0km
チサンクイ川	：	ダイヤコロットの上流	：	8.5km
		合 計		71.7km

ダイヤコロット地点のハイドログラフと支川を含めたチタルム川の流量配分図は図6.10に示す通りである。

6.4.3 河川平面・縦横断計画

(1) 平面計画

チタルム川本川の大きな蛇行部を短縮し、河川勾配を急にすることを目的として捷水路を提案した。50%以上のカット率が可能な蛇行部が選定され、合計8捷水路をチタルム川のクルグジョンボンとサパンの区間で提案した。その結果、当核区間の河川延長は、40.2kmから31.2kmに短縮された。

同様に、小さな3つの捷水路を、支川チタリック川とチサンクイ川の大きな蛇行部に提案した。他の支川には捷水路の提案はされていない。

提案した捷水路の位置とカット率は、図6.11に示す通りである。

捷水路の提案によって、全改修延長は61.4kmで、その内訳は下記の通りである。（図6.12参照）

- チタルム川本川 : 31.2km (クルグジョンボン～サパン)
- チタルム川上流 : 6.0km (サパン～最大洪水氾濫地域の最上流地点)
- チタリック川 : 14.8km (サパン～ “)
- チクルー川 : 2.0km (サパン～ “)
- チサンクイ川 : 7.4km (ダイヤコロット～ “)

(2) 縦断計画

洪水時の計画水面勾配は、河川沿いの地形勾配と、6.4.1で述べている計画洪水位を考慮して、チタルム川（本川）で $n=1/5500$ 、チタルム川（上流）で $n=1/3600$ 、チタリック川で $n=1/4500\sim 1/1100$ 、チクルー川で $n=1/4500$ 、チサンクイ川で $n=1/2800$ と決定した。

計画河床勾配は流れが等流状態となるように、洪水時の計画水面勾配と平行になるように計画した。

チタルム川、チタリック川、チクルー川、チサンクイ川の計画縦断図を図6.13～6.16に示す。

(3) 横断計画

チタルム川（本川）の河川横断は、以下のような考えに基づいて計画した。

- 1) 河川の線形と河床の安定性維持の為に、原則として複断面とする。
- 2) 河川幅は、用地買収や家屋移転を最小限にするために最大 100m以内とする。
- 3) 河床掘削は、軟岩や固結土がダイヤコロット下流の現況河床のいたる所に分布しているので、出来る限り掘削深を小さくする。
- 4) 河道が比較的安定している区間の現況の河川幅と深さの比が、8～12となっている事実を考慮して、計画河川幅と深さの比は8～12の範囲に入るように計画する。
- 5) 常襲洪水は低水路部のみで流下させる計画とし、その通水面積は、現況水路の通水面積とほぼ等しくなるよう計画した。通水面積はサパンで約100㎡、チビデイ川との合流点で170㎡である。
- 6) チビデイ川との合流点下流は、単断面で計画する。複断面を採用すると、軟岩や固結土の丘陵が両岸に接近しているため、掘削量が莫大となり建設費が増大する。

支川に対する横断計画の考え方は以下に示す通りである。

- 1) 複断面を原則的に採用する。しかしながら、チサンクイ川とチタリック川上流部では、単断面を採用する。
このことは、両河川が土砂滞積問題に対して十分な河床勾配で計画されているからである。
- 2) 河川幅は、用地買収や家屋移転が最小限となるよう計画する。
- 3) チタリック川の上流部に対しては、農地かんがいのための小さな堤防を含めた河川横断形を計画する。。

チタルム川本川とその支川の計画縦断図を、図6.17に示す。

6.4.4 建設工事

長期河川改修計画における主要な工事は、捷水路を含む河川の浚渫工事と、護岸工、橋梁、取水堰、床固め工等の関連河川構造物の建設である。提案された建設工事は以下に示す通りである。

河川の浚渫	: 9.409 × 10 ³ m ³
法面整形	: 1.0 km
築堤	: 12.90 km
護岸	: 6.1 km
橋梁	: 16 橋
床固め	: 1 基
堰	: 2 基
管理用道路／連絡道路	: 97.3 km
用地買収	: 165.7 ha
家屋移転	: 254 棟

提案された主要構造物の位置は、図6.18に示す通りである。

6.5 氾濫原管理（非構造的対策）

氾濫原管理は構造的対策（河川改修工事）を補足するために計画する。
考慮される氾濫原管理は次に示す通りである。

- 家屋被害に対する救済を含む土地利用規制
- 洪水予報・警報システムの確立

6.5.1 洪水危険地図

氾濫原管理に必要な情報である洪水危険地図は、以下に示す2つの氾濫状況について作成した。

- (1) 長期計画完成後の20年確率洪水による洪水危険地図
- (2) 長期計画完成後の50年確率洪水による洪水危険地図

洪水危険地図は図6.19に示す通りである。

6.5.2 氾濫原管理の対象地域

氾濫原管理は長期河川改修計画事業の完了後を前提として、50年確率洪水が発生した場合の洪水危険地域(1260ha)に対して実施する。

6.5.3 土地利用規制

洪水危険地域への無秩序な住宅開発や他の開発行為を防止するため、インドネシア政府による適切な土地利用の誘導・規制を制度化することを提案する。
それによって、洪水被害の増加を抑制することができる。

考えられる土地利用の誘導・規制を以下に示す。

- 洪水危険地域における住宅開発の制限
- 耐水性の高い住宅開発の指導

以下に示す非構造的対策が洪水危険地域の既設家屋に対する救済に必要とされる。

- 敷地の盛土
- 床のかさ上げ（高床式住宅）
- 耐水壁の建設

6.5.4 洪水予報・警報システム

サフリングダムの運用を主な目的として設置された現況の洪水予報・警報システムを拡充して利用し、洪水危険地域の居住者の避難をさらに容易にする。

6.6 全体計画の事業費

河川改修と洪水予報・警報システムの設立からなる全体計画における事業費は、以下に示すように1987年現在価格で、総額1205億9600万ルピア（98億3700万円）である。

全体計画事業費

項 目	費用 百万ルピア(百万円)
A 直接費	85.778 (6.997)
(1) 土木工事	84.513 (6.894)
(2) 洪水予報警報システム	1.265 (103)
B 間接費	23.855 (1.946)
(1) 用地買収・家屋補償	9.555 (779)
(2) 技術費	14.300 (1.167)
C 予備費	10.963 (894)
合 計	120.596 (9.837)

全体計画事業費の内訳は、表6.4 に示す通りである。