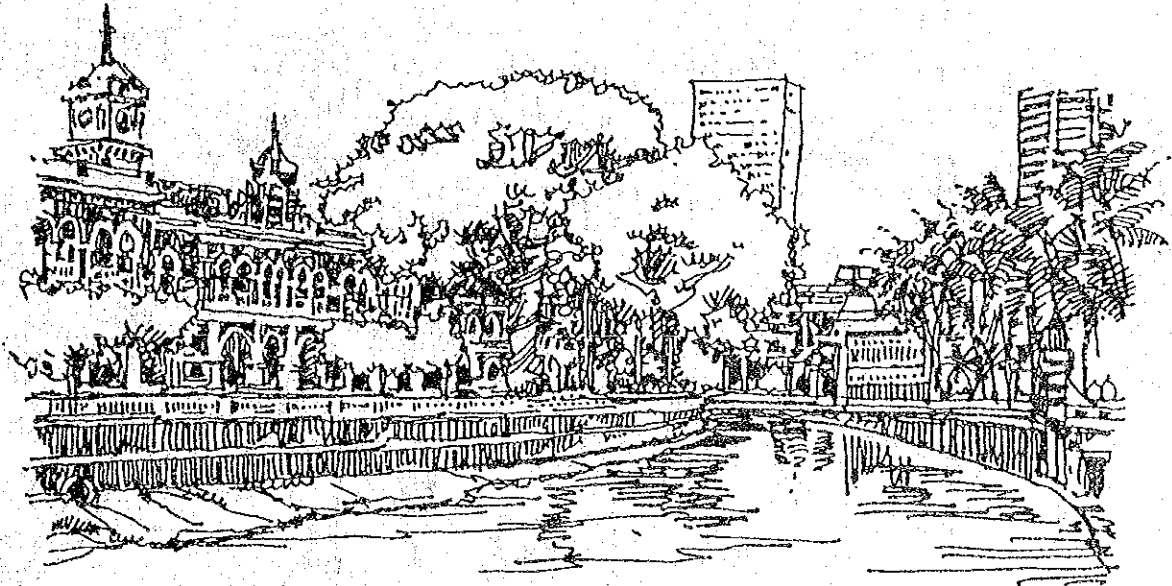




マレーシア国

クラン川流域治水計画調査

主報告書
(要約)



平成元年1月

国際協力事業団

開 二

89-022

LIBRARY

190/0

JICA LIBRARY



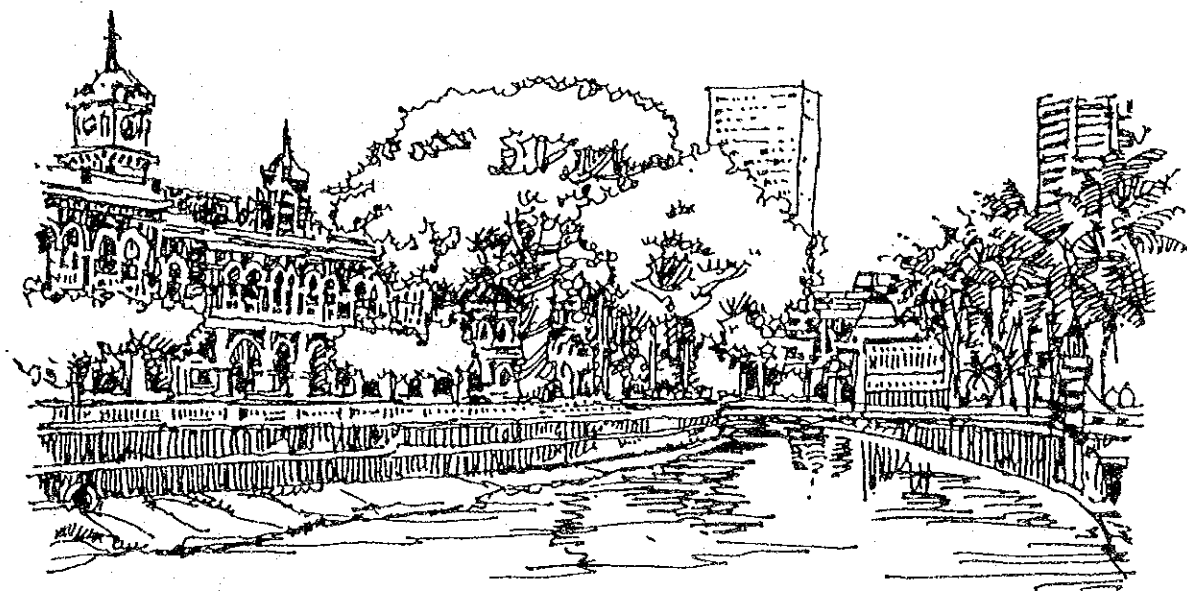
1072938[2]



マレーシア国

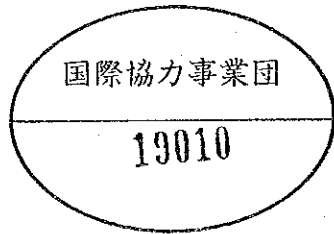
クラン川流域治水計画調査

主報告書
(要約)



平成元年1月

国際協力事業団



国際協力事業団

19010

序 文

日本国政府は、マレーシア国政府の要請に基づき、同国のクラン川流域治水計画に係わる開発調査を実施することを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施した。

当事業団は、1987年10月から12月まで、および1988年5月から6月までの二度に渡り、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 深川三郎を団長とする調査団を現地に派遣した。

調査団は、マレーシア国政府関係機関と協議を行うとともに、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った。

本報告書が本プロジェクトの推進に寄与するとともに、ひいては両国の友好親善の発展に役立つことを願うものである。

終りに、本調査団に御協力と御支援をいただいた両国の関係者各位に対し、心からお礼を申し上げる次第である。

1989年1月

国際協力事業団

総 裁 柳谷 謙介

クラン川流域治水計画調査団

伝 達 状

平成元年1月

国際協力事業団
総裁 柳谷 謙介 殿

マレーシア国クラン川流域治水計画調査の最終報告書を提出致します。本報告書は、昭和62年9月19日、および昭和63年5月18日の2回にわたる国際協力事業団と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及び日本工営株式会社との間で締結された契約に基づき結成された調査団によって、作成されました。

本報告書には、クラン川流域における治水上の問題点およびこれに対処すべき流域全体治水計画のマスタープラン、更に緊急河川改修、調節池および低地の排水計画から構成される、緊急事業計画に対するフィージビリティ調査の調査結果が述べられています。

報告書は、要約、主報告書および附属報告書に分冊されております。要約は、調査結果全体を簡潔にまとめ、主報告書には、調査の背景、状況、治水全体計画のマスタープラン、緊急事業計画ならびに提言を記述しております。附属報告書には、計画策定に用いた条件、方法論などの詳細を記述致しました。さらに、資料集も併せて作成致しております。

本報告書を提出するにあたり、全調査期間に亘って、多大なご支援を賜った貴事業団、作業監理委員会、外務省、建設省、在マレーシア日本国大使館の諸賢ならびにマレーシア政府諸機関の関係各位に対し、心から感謝の意を表するとともに、本調査の成果がクラン川流域の社会開発、経済発展および福祉向上の一助となることを希望する次第であります。

調査団長
深 川 三 郎

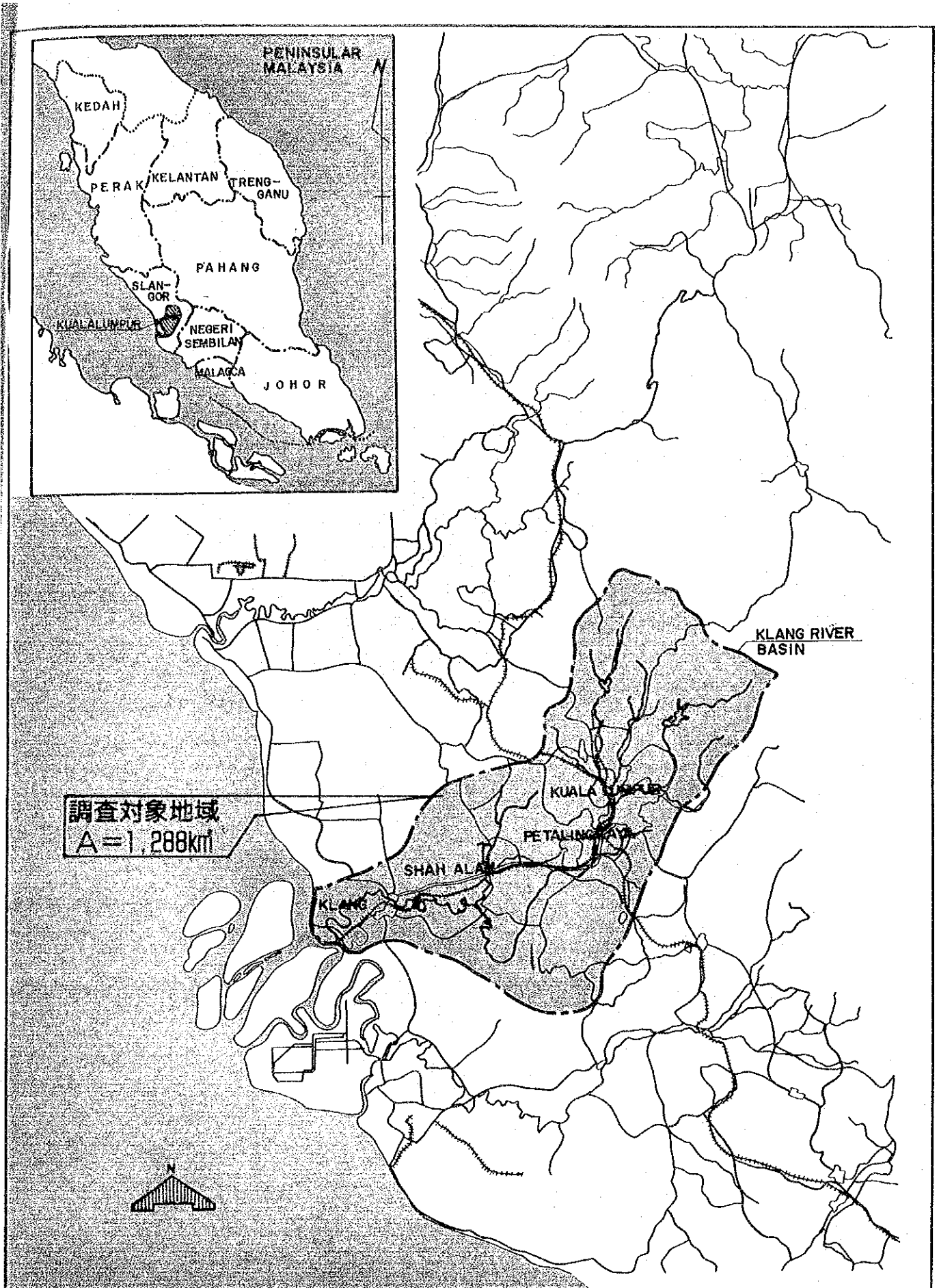
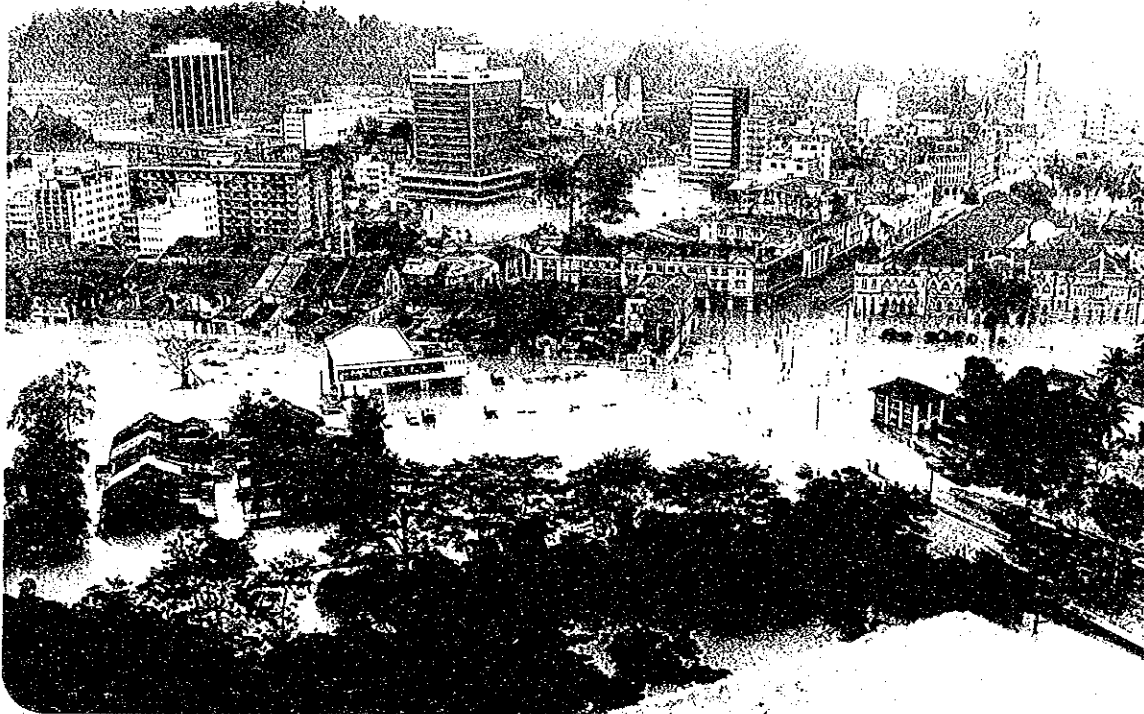


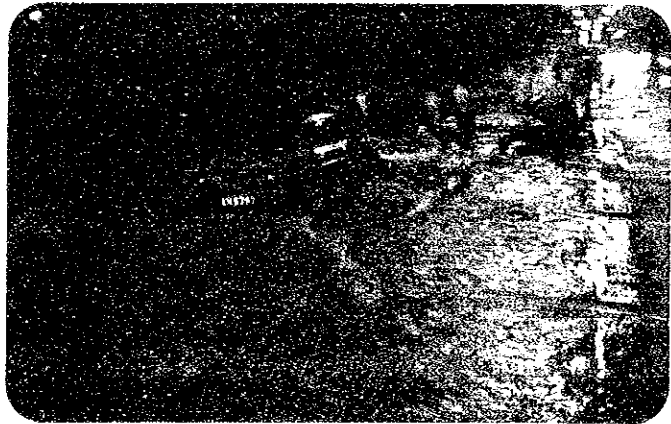
Fig. I

調査対象地域

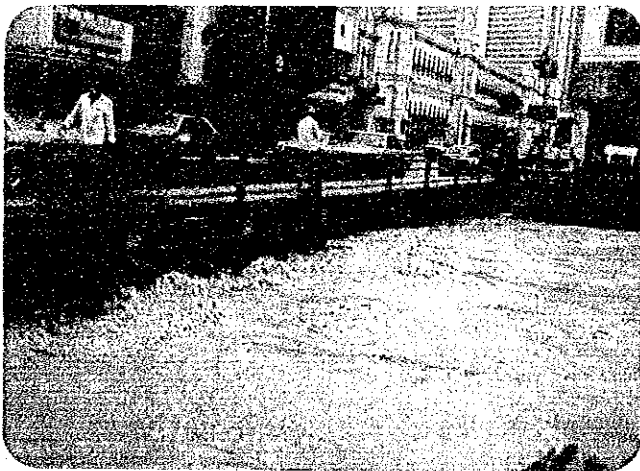
THE STUDY ON THE FLOOD MITIGATION OF THE KLANG RIVER BASIN



1971年洪水による市内中心部氾濫状況



1986年フラッシュ・フラッドによる市内氾濫状況



1987年フラッシュ・フラッドによる
市内ジャラン・トゥン・ベラック橋の増水状況

工事内容	単位	数量	短期計画					中期計画					長期計画					
			93	94	95	96	97	98	99	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	
フェーズ-1 (緊急案件)	1. バツー調整池	ha	113.4															
	2. 分水路	km	3.3															
	3. 河川改修 -バツー川 B2 (R2, 3, 4) 拡張・掘削 B3 -ゴンバック川 G4 (R7) 拡張・掘削 -クラン川 K9 (R10, 11) 拡張・掘削	km	3.4															
		km	3.2															
		km	2.5															
4. 内水排除	m ³ /sec	2.0																
フェーズ-2	1. 河川改修 -クラン川 K7 拡張・掘削 K6 拡張・掘削 K10 拡張・掘削 K4 拡張・掘削 K5 拡張・掘削 K3 造堤	km	4.4															
		km	10.1															
		km	9.4															
		km	3.3															
		km	9.1															
		km	13.5															
フェーズ-3	1. プラトン橋差工撤去 2. 河川改修 -クラン川 K6 掘削 K7 掘削 K8 掘削 -ゴンバック川 G1 掘削 G2 拡張・掘削 G3 拡張・掘削 -クラン川 K1 拡張・掘削 K3 拡張・掘削 R11 拡張・掘削 -バツー川 B1 掘削																	
		km	10.1															
		km	4.4															
		km	5.7															
		km	2.4															
		km	2.8															
		km	2.2															
		km	11.4															
		km	13.5															
		km	6.2															
		km	1.4															

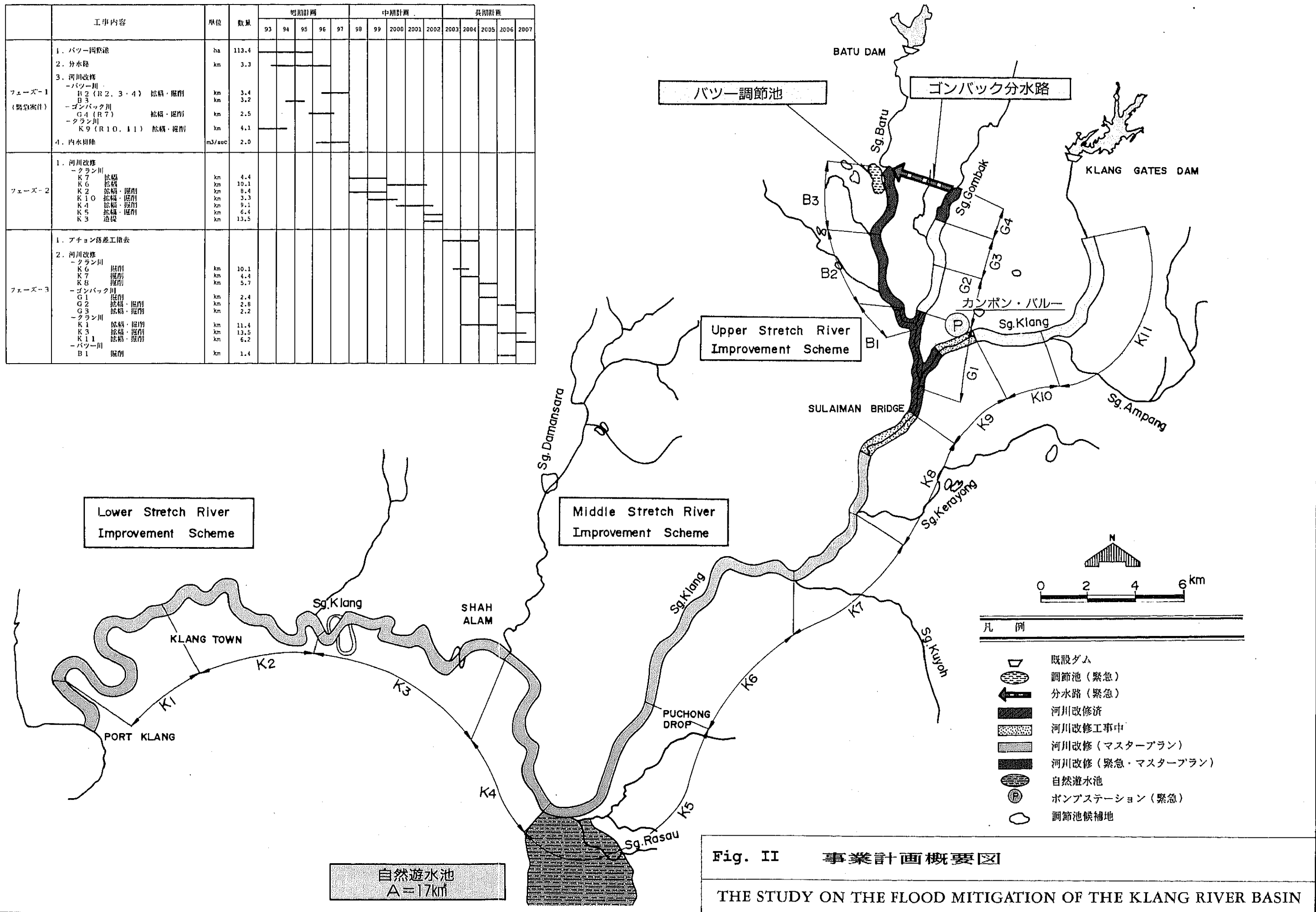
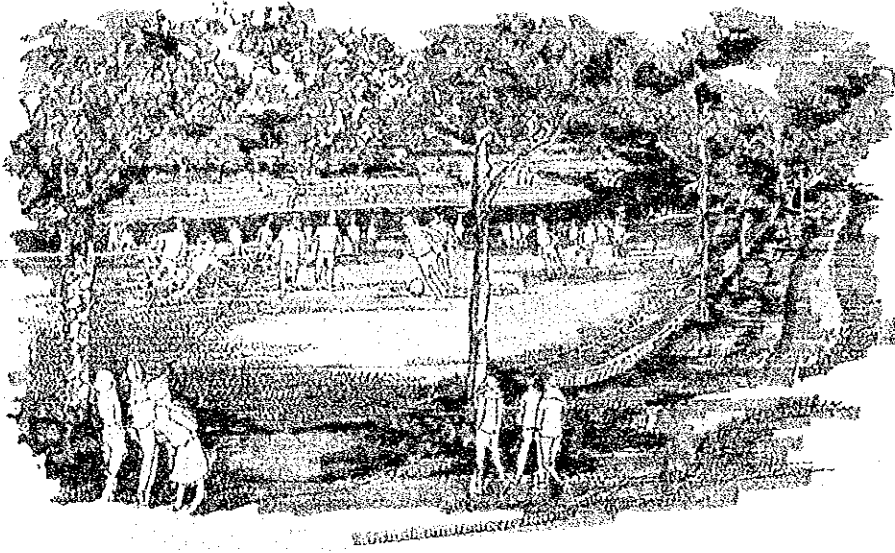
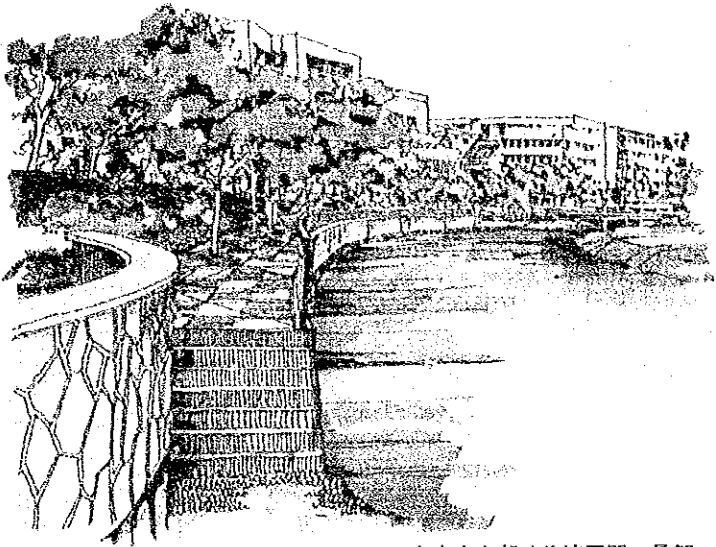


Fig. II 事業計画概要図

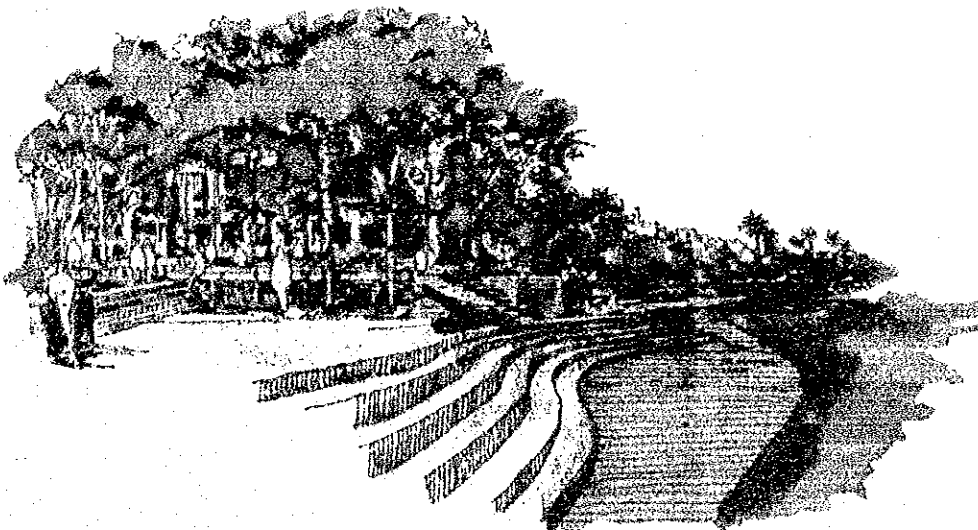
THE STUDY ON THE FLOOD MITIGATION OF THE KLANG RIVER BASIN



バツー調節池の多目的利用計画案



市内中心部改修区間の景観



シャー・アラム地域河岸景観設計案

要 約

要 約

1. はじめに

クラン川流域は、マレイ半島の西海岸、セランゴール州の中央部に位置している（図Ⅰ参照）。流域には、最も都市化の進んだ首都のクアラ・ Lumpurがある。そして、この首都は今なお急速な都市化を続けており、クラン川本川およびその支川での洪水氾濫をくり返し受けている。このため、本流域での洪水被害を軽減する必要から、“クラン川流域治水計画調査”を実施する運びとなった。

本調査は、国際協力事業団(JICA)の調査団が、マレイシア政府関係者と協力して、1987年10月より1989年1月にかけて実施したものである。

2. 調査地域

調査地域は、河道延長 120km、流域面積 1,288km²のクラン川全流域であり、その支川バツー川、ゴンバック川およびクラヨン川等を含む。河道は、図Ⅱに示すとおり、大きく上流、中流および下流区間に分割される。

当該流域の年平均降雨量は、約 2,300mmであり、降雨量は北東モンスーンの10月から11月にかけてと、南西モンスーンの4月に最も多くなる。

クラン川流域（調査地域）の全人口は、1970年の 126.6万人から、1980年の 202.0万人に増加している。この地域の過去10年間の年平均人口増加率は 4.8%である。クランヴァレー・パースペクティブ・プランによれば、流域内人口は西暦2000年には 476万人に達するものと、推定されている。

調査地域の土地利用現況は、市街地 27.5%、農地 41.8%、森林保全地域並びに湿地が 27.4%、および鉱業地域 3.3%の構成となっている。西暦2000年においては、市街地は 43.9%に増加し、農地は逆に 20.1%に減少するものと見られている。

1985年から2005年までの間の推定市街地面積の増加率を、上流、中流および下流域についてみると、それぞれ 30.3%、32.3%、および 146.5%となっている。

3. 調査の目的

本調査の目的は、次の通りである。

- (a) 既往のクアラルンプール洪水防御計画の見直し
- (b) クラン川全流域の洪水防御マスタープランの作成
- (c) 緊急洪水防御計画の策定および提案された緊急事業についてのフィージビリティ・スタディの実施

4. 洪水および洪水被害

4.1 降 雨

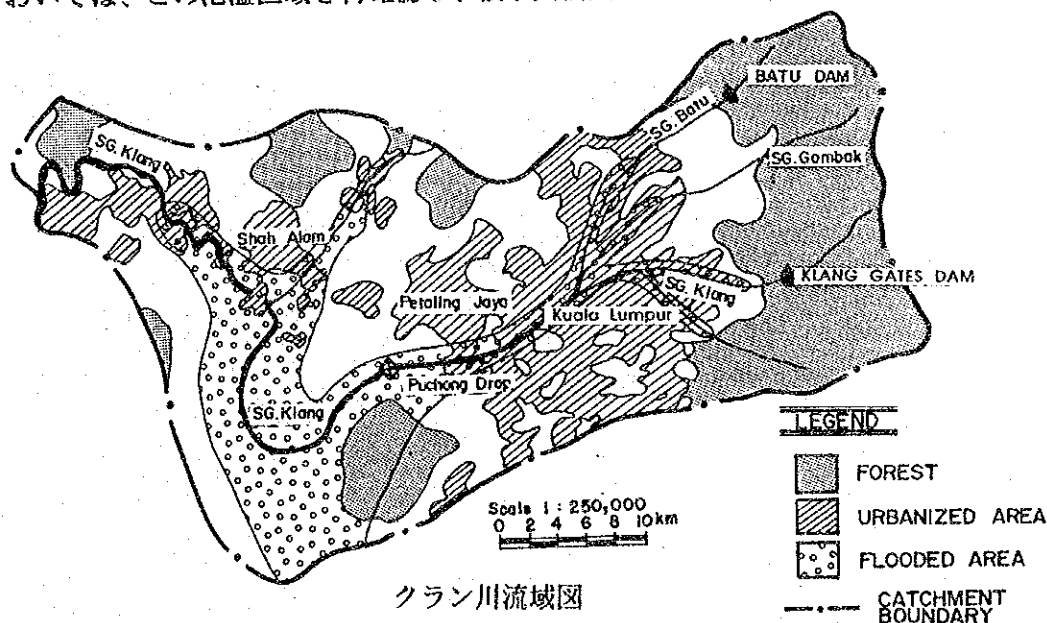
クラン川流域における洪水は、2つの前線性降雨（北東モンスーンと南西モンスーン）と対流性降雨に起因している。前線性降雨は、流域全体をカバーしうる広範囲のものであり、降雨強度は20 mm程度と弱いですが、継続時間は3日乃至5日と長い。このため、流域面積の大きなクラン川本川の洪水の原因となっている。

一方、対流性降雨は、非常に頻繁に狭い範囲に発生するもので、降雨強度は大きく、3～5時間程度の継続時間である。この降雨による洪水は、フラッシュ・フラッドと呼ばれ、小流域や支川の洪水の原因となっている。

4.2 洪水実績

クラン川流域においては、1949年から1988年までの40年間に、11個の主要洪水が、クアラ・ルンプール市内のスレイマン橋地点で観測されている。このうち最も大きなものは、1971年1月に発生した洪水で5日間続いた。この洪水では、クラン川流域の9.5%にあたる約122km²が浸水した。

クラン川流域およびこの71年洪水の氾濫域は下図のとおりである。本調査においては、この氾濫区域を再確認し、浸水実績図として別途まとめている。



クラン川流域図

4.3 洪水の原因

クラン川流域の洪水の原因をまとめれば、以下のようである。

- (a) 降雨流出量の増加によるもの
 - －急激な都市化に伴なう流域内の流出率増加
 - －潜在的な洪水調節能力をもつ、すず廃鉱池の土地開発による埋立て
 - －下流本川の現況流下能力に較べ、過大な規模の支川又は排水路の改修工事の実施
 - －洪水時の流木の河道内流下
 - －土地開発に伴なって発生する排水路又は河道内への土砂流出

- (b) 排水施設自体の問題
 - －幹線排水路又は河道の流下能力不足
 - －低地盤地域の存在
 - －橋梁等河川横断構造物の余裕高不足
 - －下流域における潮位の影響

5. マスタープラン

5.1 基本方針

治水全体計画の作成にあたって考慮した基本的な条件は、つぎのとおりである。

- －クラン川全流域にわたって、経済的に実施可能で完全な治水計画を実現することは不可能である。
- －クラン川全流域において、洪水被害を許容しうるレベルにまで押さえるため、構造的および非構造的対策を考える。
- －マスタープランにおける計画高水は、100年確率規模とし、流域の土地利用状況は2005年を想定する。
- －今回作成するマスタープランは、現在工事が進行中のクアラ・ルンプール治水計画と整合性をとる。

5.2 マスタープランの代替案

マスタープランとして最適案を選定するため、5つの代替案の比較を行なった。

これらの代替案はいずれも既設の2ダム（クランゲートダムおよびバツーダム）を含み、スレイマン橋地点での流量を $730 \text{ m}^3/\text{s}$ におさえるよう治水施設を組み合わせたものである。最適案は、技術的並びに経済的な要素をもとに選定した。

5.3 マスタープランの構造的対策

マスタープランでの構造的対策はつぎのようである。

- (1) 公園を含む全面積が 113.4haの多目的バツー調節池の建設
- (2) 延長 3.2kmのゴンバック分水路の建設
- (3) プチョン落差工の撤去
- (4) クラン川、ゴンバック川およびバツー川の合計延長 94.7 Kmの河道改修
- (5) カンボン・バルー地域のポンプ場の建設
- (6) 橋梁10ヶ所架替え

マスタープランの洪水防御施設は図Ⅱに示す。

5.4 マスタープランの非構造的対策

マスタープランにおける非構造的対策の主要なものの一つにラサウ川周辺の自然遊水池の確保がある。これに加え、以下の対策が推奨される。

- (1) 組織
- (2) 総合治水委員会の設置
- (3) 流域の土地利用の効率的な管理および監視
- (4) 洪水氾濫危険区域の設定および公表
- (5) 個人レベルでの洪水防御策の奨励
- (6) 支川の流出量抑制
- (7) 土砂浸食および流出抑制
- (8) 河川構造物等の設計基準の作成
- (9) 洪水予警報システム

5.5 実施プログラム

マスタープランの事業実施期間は、計15年間とし、投資の規模、経済効果の程度および緊急性等を考慮して、3つの段階に分けた。

i) フェーズⅠ（緊急プロジェクト）

緊急プロジェクトの内容は、6章で述べている。

ii) フェーズⅡ（中期計画）

中期計画では、クラン川本川の中流部および下流部の河道改修を行なうが、プチョン落差工より下流の区間の河川改修が中心となる。これらの河川改修事業の完了に伴ない、洪水防御レベルは、クラン川中流域では30年確率、またクラン市を含む下流域では100年確率となる。

iii) フェーズⅢ（長期計画）

このフェーズでは、まずクラン川中・上流域の河床掘削を容易にするため、プチョン落差工を撤去する。ひきつづき、クラン川、ゴンバック川、バツ川の上流域未改修部分の河道拡幅、河床掘削等を実施する。この結果、クラン川の全区間に亘って必要な河道の計画流下能力が確保され、洪水防御レベルは、100年確率で達成されることとなる。

マスタープランの全体実施工程は、図-Ⅱに示すとおりである。

5.6 マスタープランの洪水防御レベル

前述の各フェーズ毎の事業実施に伴ない、それぞれの区間毎の洪水防御レベルは、つぎのとおりとなる。

区間	現況	Phase I	Phase II	Phase III
Upper Stretch				
Klang River				
K9	1/10~1/25	1/100	1/100	1/100
K10	~1/10	~1/10	1/100	1/100
K11	1/10~1/100	1/10~1/100	1/10~1/100	1/100
Gombak River				
G1	1/25	1/35	1/35	1/100
G2	1/10	1/10~1/25	1/10~1/25	1/100
G3	1/10~1/30	1/30	1/30	1/100
G4	1/5 ~1/10	1/100	1/100	1/100
Batu River				
B1	1/5 ~1/10	1/35	1/35	1/100
B2	~1/5	1/100	1/100	1/100
B3	1/10~1/20	1/100	1/100	1/100
Middle Stretch				
Klang River				
K6	~1/10	~1/10	1/35	1/100
K7	~1/10	~1/10	1/35	1/100
K8	~1/10	1/35	1/35	1/100
Lower Stretch				
K1	1/100 ~	1/100 ~	1/100 ~	1/100 ~
K2	1/100 ~	1/100 ~	1/100 ~	1/100 ~
K3	~1/10	~1/10	1/30	1/100
K4	~1/10	~1/10	1/100	1/100
K5	~1/10	~1/10	1/100	1/100

注： 河川区間については、図Ⅱ参照。

5.7 マスタープランの事業費

マスタープランの総事業費は、1988年価格で合計 619百万マレーシアドルと見積られる。各フェーズ毎の内訳は、つぎのとおりである。

フェーズ I	193.1 百万	マレーシアドル (約 96.6 億円)
フェーズ II	172.4 百万	〃 (約 86.2 億円)
フェーズ III	253.3 百万	〃 (約 126.7 億円)

5.8 マスタープランの経済評価

マスタープランの経済評価は、次のような仮定のもとに内部収益率 (IRR)、純現在価値 (NPV) および、便益・費用比率 (B/C) を求めて行なった。

- 1) 毎年の運転および維持コストは、エコノミック建設コストの1%と仮定する。
- 2) 事業の便益は、1988年の事業実施の5年後から発生するものとする。
- 3) 資本の機会費用は、13.0%とする。
- 4) 評価の期間は50年間とする。

以上の仮定のもとに行なった経済評価の結果は、つぎのとおりである。

- 1) 内部収益率 (IRR) = 19.5%
- 2) 便益・費用比率 (B/C) = 1.66
- 3) 純現在価値 (NPV) = 193.1 百万マレーシア・ドル
(約 96.6 億円)

6. 緊急洪水防御計画

6.1 優先地域

クアラ・ルンプールの既存都市化区域は、しばしば洪水による被害を受けており、緊急にその対策を講じる必要がある。これより、マスタープランで設定したフェーズⅠの緊急事業は、スレイマン橋上流のクアラ・ルンプール市を優先区域として選定して実施するものとした。

6.2 緊急洪水防御施設

緊急事業で実施する洪水防御施設は、つぎのとおりである。

ー クラン川、ゴンバック川、およびバツー川の合計 10.4 kmの河川改修工事

ー バツー調節池およびゴンバック分水路

ー カンボン・バルー低地の排水工事

河川改修

- | | | |
|--------|---|--|
| クラン川 | ー | トゥン・ベラック橋からジャラン・スルタン・イスマイル橋までの 1.3kmの区間の河道拡幅と河床掘削 |
| ゴンバック川 | ー | 分水路に計画流量を分流するため、ペロンコン川合流点からゴンバック分水路分岐点までの 2.5km区間を河道拡幅および河床掘削する。 |
| バツー川 | ー | バツー調節池の運用に必要な水深を得るため、調節池下流 6.6km区間の河道拡中と河床掘削を行なう。 |

バツー調節池

バツー調節池は、既存のすず鉱跡地を利用して建設されるものである。調節池の容量は、270万 m^3 で、周辺の公園区域を含むと、合計面積は 113.4haである。また、洪水調節に利用する最大有効水深は、7.3mである。調節池の中央部は、

恒久的な池であり、その周辺は、一時的に湛水する池として計画される。これらの一時的な池は、洪水確率規模に応じ、用地の有効利用を考慮して、いくつかの部分に分割されている。

ゴンバック分水路

ゴンバック分水路は、延長 3.25 km で、元のすず鋳跡地を通過する。分水路に関連した主な構造物としては、カラック・ハイウェイ下のボックス・カルバート、バツァ調節池に隣接する都市計画道路下のボックス・カルバート、およびその他道路横断カ所の橋梁 5 橋があり、また分水路の流入部には、長さ 55 m、高さ 2.6 m の越流堰が建設される。

カンボン・バルーの排水計画

カンボン・バルー地区（約 35 ha）は、クラン川の全ての治水施設工事が完了した後も、クラン川の計画水位よりも地盤が低い地区である。この地区でフラッシュ・フラッドにより頻繁に発生する内水排除問題は、以下に示すような地下貯水槽とポンプを組み合わせた排水システムの完成により解決しうることとなる。

計画確率年	:	5 年
ポンプ容量	:	2 m ³ /s
地下貯水槽容量	:	32,700 m ³
幹線排水路延長	:	ボックス・カルバート 2,050 m

6.3 事業費

緊急事業の建設費は、1988年時点の価格を基準に算定した。この建設費の内訳は、つぎのとおりである。

単位：M\$×10³

	外貨分	内貨分	計
直接工事費	29,791	60,454	90,245
用地買収および補償	—	62,138	62,138
管理費	—	4,422	4,422
技術費	3,095	1,326	4,421
予備費	6,377	25,506	31,883
合計	39,263	153,846	193,109

注： 交換レート： US\$1 = M\$2.55 = ¥125

6.4 経済評価

緊急事業の経済評価は、1988年から2005年までの便益は指数関数的に増加し、2005年以降は、便益は一定であるという仮定のもとになされた。結果はつぎのとおりである。

$$EIRR = 15.7\%$$

$$B / C = 1.24$$

$$NPV = 32.6 \text{ 百万マレーシアドル (約 16.3 億円)}$$

感度分析は、上記経済指標を用いて行なった。その結果、緊急事業は、建設費が20%増加し、あるいは、便益が10%減少した場合でも経済的に実施可能であることが示された。

7. 結論と提言

- (1) クラン川流域の治水計画マスタープランは、構造的対策および非構造的対策の両面から成る。構造的洪水防御策としては、既設の2つのダムに加え、河川改修工事、調節池および放水路等が提案され、これらは、技術的にも経済的にも実施可能であり、また社会的にも妥当と認められるものである。

- (2) マスタープランの3つのフェーズのうち、緊急事業フェーズⅠについては、フラッシュ・フラッドによって頻繁に被害を受ける洪水危険区域内の市街地や、低地部の洪水防御を図るものであり、早急に実施に移すことはきわめて重要である。
- (3) 治水事業を円滑に実施するため、必要な土地の取得は工事着工前に完了しなければならない。また、ラサウ川周辺に提案されている自然遊水地に必要な土地は、ただちに開発を制限し、保留する必要がある。
- (4) クラン川の治水計画では、各支川から本川に流入する流量を抑制することはきわめて重要である。流域内に点在するすず麩跡地の池は、現在洪水調節の池として役立っており、これらの池を治水のために保全することを強く提言する。
- (5) 既存の国の公的機関であるクランバレー計画事務局内に、D I D（農業省、排水・灌漑局）を事務局とするクラン川総合治水委員会を設立することは是非とも必要である。
- (6) 治水の重要性を住民に宣伝する事は必要である。とりわけ、緊急時の避難システムや洪水防御策に関する住民の意識や関心を高めさせるため、浸水予想区域図の公表が必要である。
- (7) 支川流域内の土地開発行為に対して、新たな調節池の設置を制度化するための基準を作成する必要がある。
- (8) 降雨量測定のためのレーダー雨量計システムの導入は、既存のクラン川流域の洪水予警報システムを最新化する上で重要なステップである。従って、レーダー雨量計システムについては、国際的な専門技術者の活用も考慮し、今後、詳細な調査の実施が望まれる。
- (9) 既存の2ダムから放流する浄化用水により、クラン川の水質を改善することは、現時点では可能と思われる。しかしながら、利用可能な浄化用水の算定にあたっては、将来の水需要量の増加及び都市排水量の増加等を考慮した、より詳細な調査を行なう必要がある。

- (10) 治水、排水および海岸工学の最新技術をマレーシアの技術者が習得できるよう、河川技術訓練センターを設立することが望ましい。



JICA

