

国際協力事業団

タイ国

王室灌漑局

タイ国

チャオプラヤ川流域洪水対策総合計画調査

最終報告書

要約

平成11年8月

JICA LIBRARY



J1152792161

株式会社 建設技研インターナショナル

株式会社 アイ・エヌ・エー

社調二

JR

99-111

国際協力事業団

タイ国

チャオプラヤ川

流域洪水対策

総合計画調査

最終報告書

要約

平成11年8月

JICA LIBRARY

J1152792161

株式会社 建設技研インターナショナル

株式会社 アイ・エヌ・エー

社調二

JR

99-111

22

17

SS

ARY

200



国際協力事業団

タイ国
王室灌漑局

タイ国

チャオプラヤ川流域洪水対策総合計画調査

最終報告書

要 約

平成11年8月

株式会社 建設技研インターナショナル
株式会社 アイ・エヌ・エー

本報告書では、事業費を 1998 年 12 月時点での価格で見積り、
タイバーツで表示した。

また、使用した通貨換算率は以下の通りである。

1.00 米ドル=36.5 タイバーツ=115.7 円

(1998 年 12 月の通貨換算率)



COMPOSITION OF FINAL REPORT

Vol. 1 EXECUTIVE SUMMARY

Vol. 2 MAIN REPORT

Vol. 3 SUPPORTING REPORT (1/2) (SECTOR I to VI)

SECTOR I HYDROLOGY AND FLOOD SIMULATION

SECTOR II SOCIOECONOMY

SECTOR III LAND USE

SECTOR IV GEOLOGY AND SOIL MECHANICS

SECTOR V FLOOD DAMAGE

SECTOR VI FLOOD MITIGATION PLAN

Vol. 4 SUPPORTING REPORT (2/2) (SECTOR VII to XV)

SECTOR VII RIVER IMPROVEMENT PLAN

SECTOR VIII INTEGRATED DAM OPERATION PLAN

SECTOR IX FARMLAND WATER MANAGEMENT PLAN

SECTOR X URBAN DRAINAGE PLAN

SECTOR XI INSTITUTION AND ORGANIZATION

SECTOR XII PRELIMINARY DESIGN, COST ESTIMATE
AND CONSTRUCTION PLAN

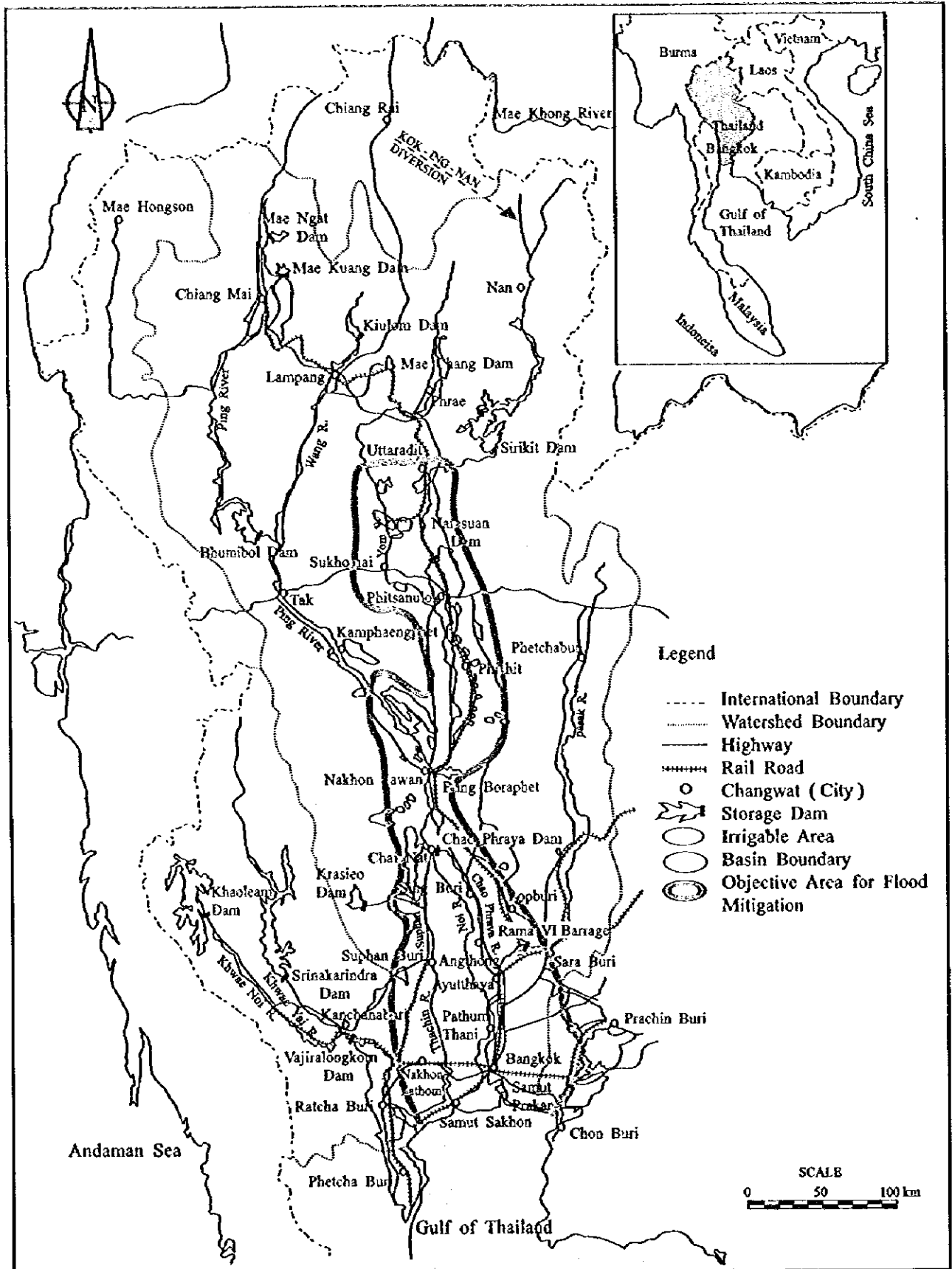
SECTOR XIII ECONOMIC EVALUATION

SECTOR XIV ENVIRONMENTAL CONSIDERATION

SECTOR XV TOPOGRAPHIC SURVEY

Vol. 5 DATA BOOK

Vol. 6 EXECUTIVE SUMMARY (in Thai)



STUDY ON INTEGRATED PLAN FOR FLOOD MITIGATION IN CHAO PHRAYA RIVER BASIN

流域概要図

CTI ENGINEERING CO., LTD. AND INA CORPORATION

序 文

日本国政府は、タイ王国政府の要請に基づき、同国のチャオプラヤ川流域の洪水対策総合計画にかかる開発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8年12月から平成11年8月までの間、5回にわたり株式会社建設技研インターナショナルの代表取締役 阿部 勝久氏を団長とし、株式会社建設技研インターナショナル及び株式会社アイ・エヌ・エーから構成される調査団を現地に派遣しました。

また平成8年11月から平成11年8月の間、当事業団国際協力専門員 大井 英臣を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

調査団は、タイ王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。

最後に、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11年8月

国際協力事業団
総裁 藤田公郎

伝 達 状

国際協力事業団

総裁 藤田公郎 殿

今般、タイ王国におけるチャオプラヤ川流域洪水対策総合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、貴事業団との契約に基づき、弊社および株式会社アイ・エヌ・エーの共同企業体が、平成8年12月から平成11年8月までの間で実施してまいりました。今回の調査に際しましては、タイ国の現状を十分に踏まえ、西暦2018年を目標年次とした総合的な洪水対策のマスター・プランの策定、マスター・プランの構成プロジェクトの中から選定された優先プロジェクトについてフィージビリティ調査の実施に努めてまいりました。

なお、同期間中、貴事業団を始め、外務省、建設省、農林水産省の関係者には多大のご理解並びにご協力を賜り、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、タイ政府、JICAタイ事務所、在タイ日本国大使館の貴重な助言とご協力を賜ったことも付け加えさせていただきます。

貴事業団におかれましては、本計画の推進に向けて、本報告書を大いに活用されることを切望致す次第です。

平成11年8月

株式会社建設技研インターナショナル

タイ王国

チャオプラヤ川流域洪水対策総合計画調査団

団長 阿部勝久

調査結果概要

1 調査の目的

本調査の目的は以下の通りである：

- (1) チャオプラヤ川流域における洪水被害、農地保全、水利用、土地利用等を考慮した総合的な洪水対策のマスタープランを策定する。
- (2) マスタープランの中から選定された緊急かつ優先プロジェクトのフィージビリティ調査を行う。
- (3) 調査の実施を通してタイ側カウンターパートに技術移転を行う。

2. 流域の状況

2.1 既往洪水概要

チャオプラヤ川流域では過去に多くの洪水を経験しているが、その中でも特に最近の1983年・1995年の洪水は大規模な氾濫が発生し、都市部・農地部に大きな被害を出している(図A-1参照)。 図A-2に示すように氾濫による浸水地域は、大別すると (1)上流部平野地区、(2)ナコンサワン地区、(3)下流部高地デルタ地区、(4)下流部低地デルタ地区の4つに分かれる。この(1)から(4)地区の氾濫量を1995年洪水で見ると約16 billion m^3 に及び、これはほぼプミポン・シリキットのダム有効貯水容量の合計に匹敵している。 この大規模な氾濫は一方で洪水に対する自然の遊水効果をもたらし、バンコクを始めとする下流の都市部での洪水被害が緩和される結果となっている。

2.2 洪水の原因

洪水氾濫の主な原因として、河川の流下能力が乏しいことがあげられる。現在のチャオプラヤ川の流下能力は、図A-2に示すように概ね次ぎのようである：ナコンサワン地区で約3,000 - 4,000 m^3/s 、下流部デルタとの境界付近のアユタヤ上流で約1,300 m^3/s 、アユタヤ下流で約2,900 m^3/s 、バンコク周辺で約3,600 m^3/s である。

この乏しい流下能力のため1995年洪水では本川及び派川の多くの場所で堤防が越流・決壊した。またバンコクでの流下能力は3,600 m^3/s 程度であるが、これはチャイナートより下流部において、洪水を氾濫がなく、すべて河川内で流下させたと仮定した場合の 確率流量で見れば、3年確率程度の能力でしかない。 さらに潮位、内水等の影響によって洪水氾濫はより増大する結果となっている。

このような自然的な洪水原因の他、人為的な原因としては洪水被害危険区域での土地利用、上流部の開発による下流部への流量増加、(特に都市の防御に

よる下流部への影響)、流況調節施設(ダム)などの洪水に対する効果的運用における問題、関係機関の洪水対策についての調整の問題などがあげられる。

2.3 現在及び将来の洪水被害状況

上述のように、洪水被害は流域全域に深刻な影響を与えている。洪水被害分析結果によると、1995年洪水での被害額は流域全体で約72 billion baht となっている。この洪水被害額は、将来土地利用が進んだ状態で同規模の洪水が発生したとすると、164 billion baht にまで増加すると考えられる(図A-2参照)。現在の洪水被害の内容は都市及び農地での一般資産に対する被害、それに公共物被害等があるが、将来では浸水危険域の土地開発によってこれらの被害が増大することになる。

2.4 関係機関による洪水対策事業

このような洪水被害状況に対応するため関係機関で主に以下のような洪水対策事業を計画または実施している。

- BMA実施による100年確率対応のバンコク周辺堤防嵩上げ事業
- PWD実施による100年確率対応の主要都市部輪中堤建設事業
- RID実施による河川改修事業(実施済み)及びモンキーチーク計画と呼ばれる下流デルタでの排水システム整備事業
- RID実施によるバンコク港近辺のチャオプラヤ川ループカット計画それに多目的ダムの建設事業

これら洪水対策事業の実施により、全般的には都市部での洪水に対する安全度は向上する。しかしパトンタニ・ノンタブリの都市に対する洪水対策事業は下流バンコクに流量増加という影響を与え、逆にバンコクの安全度は低下する。また農地に対する安全度は現在計画されている対策事業では、それほど大幅な向上は期待できない。

2.5 洪水対策上の問題

これらの状況から、洪水対策のマスタープラン策定上の問題点を整理すると次のようになる。

- 将来の流域開発により、現在の洪水被害がさらに増加する。
- 主要都市洪水防御のために行われる輪中堤建設のうち、パトンタニとノンタブリの洪水対策事業についてはこれを実施することによりバンコクの洪水に対する安全度が低下する。
- 現在の農地の洪水に対する低い安全度は、将来もあまり向上しない。

3. マスタープラン調査

3.1 マスタープランのコンセプト

チャオプラヤ川のこれらの洪水問題に対処するための基本的なコンセプトとして次のものがあげられる。

- チャオプラヤ川流域のもつ自然の遊水機能を極力保全し、将来の洪水被害増加を最小限にする。（この洪水対策に対する考え方は世界の潮流であり、またタイで実践されているモンキーチークのコンセプトに基づくものである。）
- バンコク及び都市域の安全度を確保し、さらに農地の洪水被害を軽減するため適切な対策を導入する。

3.2 マスタープランの対策

マスタープランは2018年を目標年次として策定する。基本的にはこの洪水対策のため構造物及び非構造物対策からなる種々の対策の組み合わせを提案している(図A-3参照)。これら対策のうち特に主要な対策は以下のものである。

3.2.1 現在の遊水効果の保全及び将来被害増大を押さえるための対策

現在の遊水効果を保全し、将来被害額の増大を防ぐための対策としては、洪水被害を直接的に増加させる浸水危険地域での新規の開発に対し、賢明な土地利用規制・誘導を行う。この土地利用規制・誘導の実施のために洪水被害危険図を作成し、これに基づいて、土地利用を進めるよう関係機関が土地利用の計画を調整するとともに、一般住民にもこの危険図を公表する。

3.2.2 都市域の洪水に対する安全度を確保する対策

都市域の洪水に対する安全を確保する対策としては、既設・計画ダム熟练操作ルールの改善、洪水予警報、水防活動、土地利用規制・誘導など非構造物対策を導入するとともに構造物対策として輪中堤（PWDによって計画）の建設があげられる。

更にバンコクの洪水の安全度を確保する構造物対策として次の代替案が考えられる(図A-4参照)。

- 代替案1: パトンタニとノンタブリの洪水対策を一部のみ実施
- 代替案2-1: バンコク堤防の嵩上げの実施
- 代替案2-2: 放水路の建設

3.2.3 農地における洪水軽減対策

農地での被害を軽減する対策として、同じくダム熟练操作ルールの変更、洪水

要約

予警報、水防活動、土地利用規制・誘導等の非構造物対策の導入と、構造物対策としては築堤による河川改修と農地での洪水氾濫量配分システム及び排水システムの改善を提案している。これらの対策の組み合わせによって農地の洪水に対する安全度は10年確率まで向上する。

3.2.4 これら対策を実施するための組織

これらの対策は基本的には既存の関係機関がそれぞれの役割・責任によって実施することになる。ただ、これらの対策をスムーズに実施するために既存の関係機関を調整する新たな組織（河川流域委員会）の設置が必要となる。

3.3 マスタープランの経済評価

マスタープランは前述のように構造物・非構造物対策の組みあわせで成り立っている（図A-3参照）。この中でパトンタニ、ノンタブリ及びバンコクの洪水対策については上述の3つの代替案を提案している。このマスタープランの対策案のうち、経済的に評価可能な対策案について、その実施に必要な費用・便益・経済性をみると以下の表に示すようである。（輪中堤についてはPWDで計画・提案されておりこれを前提としているため経済評価の対象からは外している。）

	対策案	費用 (mil. Baht) (Financial)	便益 (mil. Baht)	経済性		
				EIRR*	B-C	B/C
Alt. -1	ダム操作ルールの変更、排水・分水システムの改善、河川改修、その他	6,907 as initial cost and 464 as annual cost	3,268/year	21.1%	5,875 (mil.B)	2.4
Alt. 2-1	Alt.-1とバンコク堤防嵩上げ、パトンタニ、ノンタブリ及びバンコクの防御	8,400 as initial cost and 476 as annual cost	4,838/year	24.0%	9,014	2.9
Alt. 2-2	Alt.-1と放水路の建設、河川改修規模のアップグレード、パトンタニ、ノンタブリ及びバンコクの防御	39,896 as initial cost and 671 as annual cost	6,300/year	12.0%	1,427	1.1

*:ダム操作ルールの変更を含まず。

この他、本マスタープランの実施に伴い住民生活の安定、疫病発生の減少、労働機会の増加などの定量的には評価しがたい効果が期待される。

4. F/S調査

マスタープランで提案したいくつかの対策案の中から特に洪水の被害軽減に効果的でかつ早期に実施すべきF/S調査対象の対策案として以下のものを選定した。

- 非構造物対策: (1) ダム操作ルールの変更, (2) 土地利用規制及び誘導, (3) 組織・法制度の整備

- 構造物対策: 農地を守るための河川改修

F/S調査は基本的に2005年を目標年として実施する。

4.1 非構造物対策

4.1.1 ダム操作ルールの変更

F/S調査では対象となるダムをブミボン、シリキット及びパサックの3つに絞り込んで行う。また本調査に大きく関係のあるコクインナン導水プロジェクトについては完成予定年が2012年となっており、F/S調査対象の目標年(2005年)までには運用がなされていないという条件で行う。このダム操作ルールの変更はダムからの放流による下流での洪水被害を最小限にとどめる操作の実施ということを中心に検討する。

具体的には現状の操作ルールを以下の方針のもとに変更することを検討した：

- ブミボン及びシリキットダムは下流が氾濫状況にある場合、ダムからの放流量を極力押さえる。
- パサックダムは貯水池容量に比べて流域が大きく貯水位の回復が充分期待できるため、洪水調節の開始をできるだけ遅らせ、洪水ピーク時の洪水調節機能を確保する。

上記方針に基づく操作ルールとして利水への影響を考慮し新たなルールカーブを提案した。

このダム操作ルール変更による便益と費用（毎年の補償にかかる費用）は以下の表の如くである。

項目	年平均便益(million Baht)	年平均費用 (million Baht)
3ダム合計	1,038	80

4.1.2 土地利用規制及び誘導

マスタープラン調査で指摘しているように、将来の洪水被害増加を防ぐ有効な洪水対策の一つとして効率的な土地利用規制・誘導を提案している。ここでまず、当流域内の土地利用規制・誘導が必要と思われる地域を明らかにするため、種々のアプローチによる洪水被害危険図を作成した。

この各種危険図をもとに土地利用規制・誘導は具体的には以下のように実施することが考えられる。

- 洪水危険図を関係する行政機関で共有する。また、一般住民に対し洪水危険区域での土地利用に対して警告を与えるために洪水危険図を公表する。
- 洪水被害の増加を最小限にし、また遊水機能を保全するための土地利用計画を策定するために、この洪水危険図を利用する。
- 道路・灌漑水路・鉄道など盛土建設等を伴う開発事業が洪水危険区域に実施される場合、遊水効果の保全と被害増大に十分な対応を行う様、行政機関の間で調整を行う。

4.1.3 組織・法制度の検討

マスタープランでは洪水被害軽減のために種々の対策が提案されている。ここでまず、これらの対策が現在の組織・法制度の枠組みの中で実施可能かどうかを検討した。その結果、ほとんどの対策については、多少現在の組織・制度を強化する必要はあるが、一応現在の枠組みの中での実施が可能と判断される。

しかしながら、いくつかの対策の実施に際し各関係機関の調整が必要となる。この調整の役割を果たすため、以下の機能をもつ河川流域委員会の設置が必要であると考えられる。

- 総合的洪水軽減の戦略の設定
- 洪水軽減プロジェクトの実施に関して関係機関の指名及び調整
- 次の各段階での洪水災害管理：洪水発生前、洪水発生中、洪水発生後
- その他洪水軽減の能力向上を計るための業務（洪水情報センター、研修、研究及び住民参加等）

4.2 構造物対策（河川改修の検討）

チャオプラヤ川の下流デルタ（チャオプラヤダムからパトンタニまでの区間）に対する河川改修の可能性について、主にその改修区間と規模を検討するF/S調査を行った。

河川改修について水理水文及び予備設計の検討を行った結果、河川改修案の概要は以下のようなになる。

4.2.1 改修規模

河川改修の規模は最終的にバンコクへの悪影響が及ばない範囲での規模として3年確率とした。この結果、少なくとも現在の農地への氾濫被害が3年確率の出水までは免れることになる。

4.2.2 堤防法線及び流況調整施設

堤防法線は現在堤防の役割を果たしている既存の道路、もしくは灌漑水路の法線に基づいて設定した。河川改修延長は67kmでまた樋管は現在の堤防と水路との交点に全体で13箇所設置した。全工事費は1,425 million baht、また便益は221million baht/年である。

4.3 プロジェクト評価

4.3.1 経済評価

F/S対象のプロジェクト評価は経済的な評価が可能なダム操作ルールの変更と河川改修についてEIRR、B-C及びB/Cを求めて行った。

項目	(1)河川改修	(2)ダム操作ルールの変更
EIRR (%)	12.5	-
B-C (million Baht)	28	5,693
B/C	1.0	13.3

この数値からわかるように、河川改修の経済性はそれ程高くないもののプロジェクトの実現性を評価する目安となるEIRR12%を越えており、経済的には十分実施可能である。またダム操作ルールの変更については十分な経済的収益性がある。

このプロジェクト実施に必要となる資金の資金源は政府の予算であるが、この財源の根拠としては、洪水被害が軽減、また生産性が向上し、この結果政府の税収が増収するという事で賄われると考える。

またこれら直接便益の他、本F/S対象プロジェクトの実施に伴い住民生活の安定、疫病発生の減少、労働機会の増加など、定量的には評価しがたい効果が期待される。

4.3.2 環境評価

環境評価 (EIA) はプロジェクトの特性から判断し、実施が必要と考えられる河川改修について行った。この調査の結果、河川改修の実施に伴う環境への影響はそれほど大きなものではないということが明らかになった。

5. 結論及び勧告

5.1 結論

本調査では2018年を目標年次とし、チャオプラヤ川流域の特にチャイナートから下流のデルタ地区に重点を置いて、モンキーチークのコンセプトに基づく現在の流域のもつ遊水効果を保全すること、更に適切な洪水対策手法を導入することをコンセプトとしてマスタープランを策定した。また、このマスタープランを具現化するためより早急な実施が必要と思われる対策を選定し、その実施の可能性（フィージビリティ）を検討した。

この調査においてマスタープランに基づく洪水軽減の実施が、この流域及びこの国全体の発展のために必要であり、さらに選定した対策の早期実施が重要であるという結論を得た。

5.2 勧告

(1) マスタープランの位置づけ

チャオプラヤ川流域の総合的洪水対策のマスタープランが策定された。このマスタープランの実施がこの流域及び国の発展に重要であると考えられるところから、このマスタープランを国家開発計画の中に位置付けることを勧告する。

(2) 現在ある組織の強化、及び河川流域委員会の設置

本調査で策定されたマスタープランの対策のほとんどは現在ある組織の役割・責任に置いて実施されるものであるが、これら対策の実施を遅滞なくすすめるためには現在の組織を強化することが望ましい。

またこれら対策の実施にあたって関係機関の調整が必要であるが、この調整のためには現在国会で審議されている水資源法（案）の中で提案されている河川流域委員会の設置が必要であり、この委員会の早急な設置を勧告する。

ただ、現在タイ政府で組織の見直しが行われている状況で新しい組織の早急な設置が困難な場合は、現在の組織による暫定的な調整機関を設置することを提案する。

(3) 代替案の選定

マスタープランでは下流のバンコク・パトンタニ・ノンタブリを中心とする都市域の洪水に対する安全を確保するために3つの代替案（代替案-1、2-1及び2-2）を提案している。これらの代替案はいずれも実施に際し難しい問題を抱えており、すべての関係者が受け入れることの出来る代替案を選定するためには、今後更に議論を進めていくを勧告する。

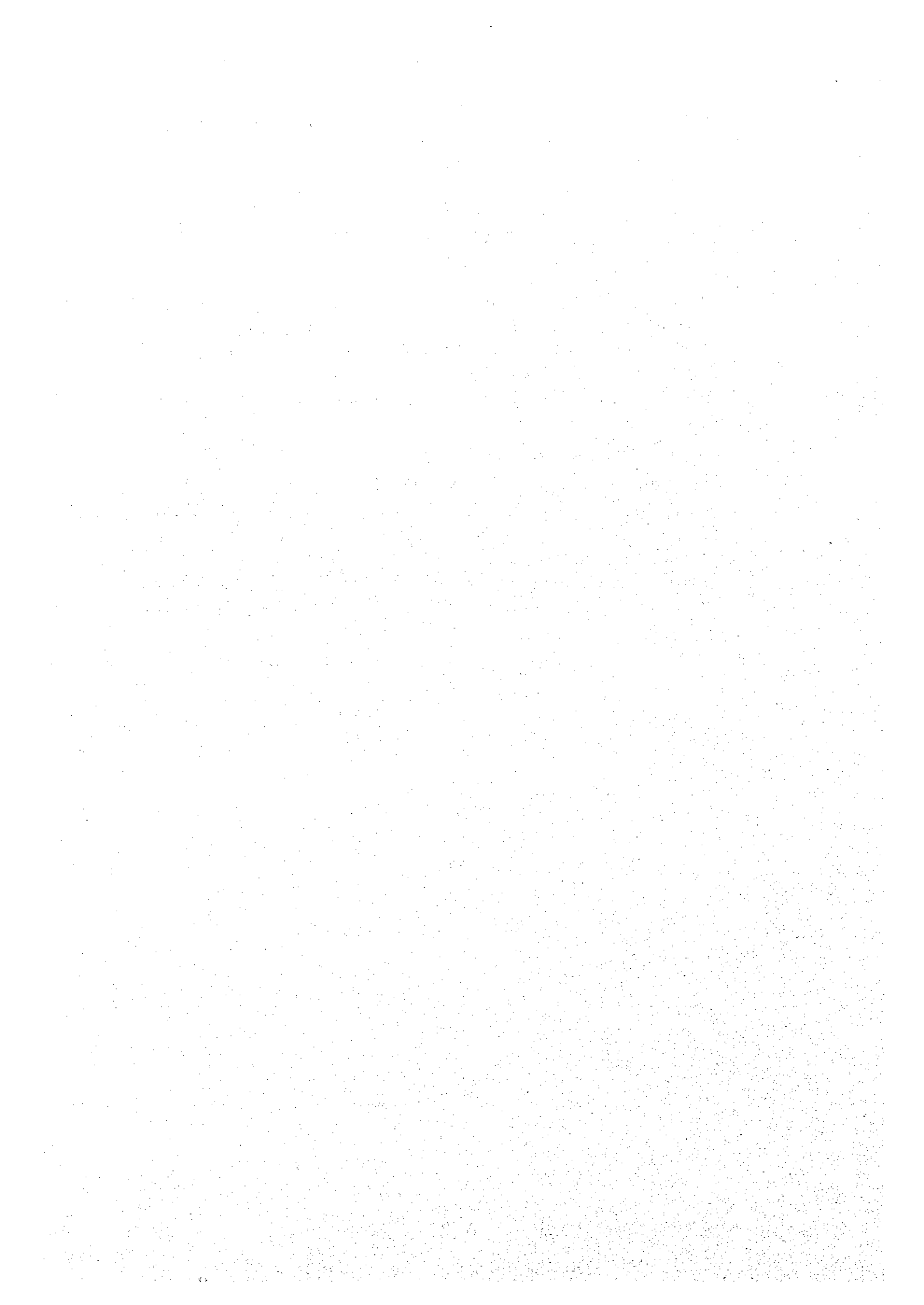
右議論に際しては、放水路案実現のためには、更なる調査が必要であること及びバンコク堤防嵩上げ案に関しても、同案の実現のためには詳細な社会環境影響評価の実施について検討する必要がある。

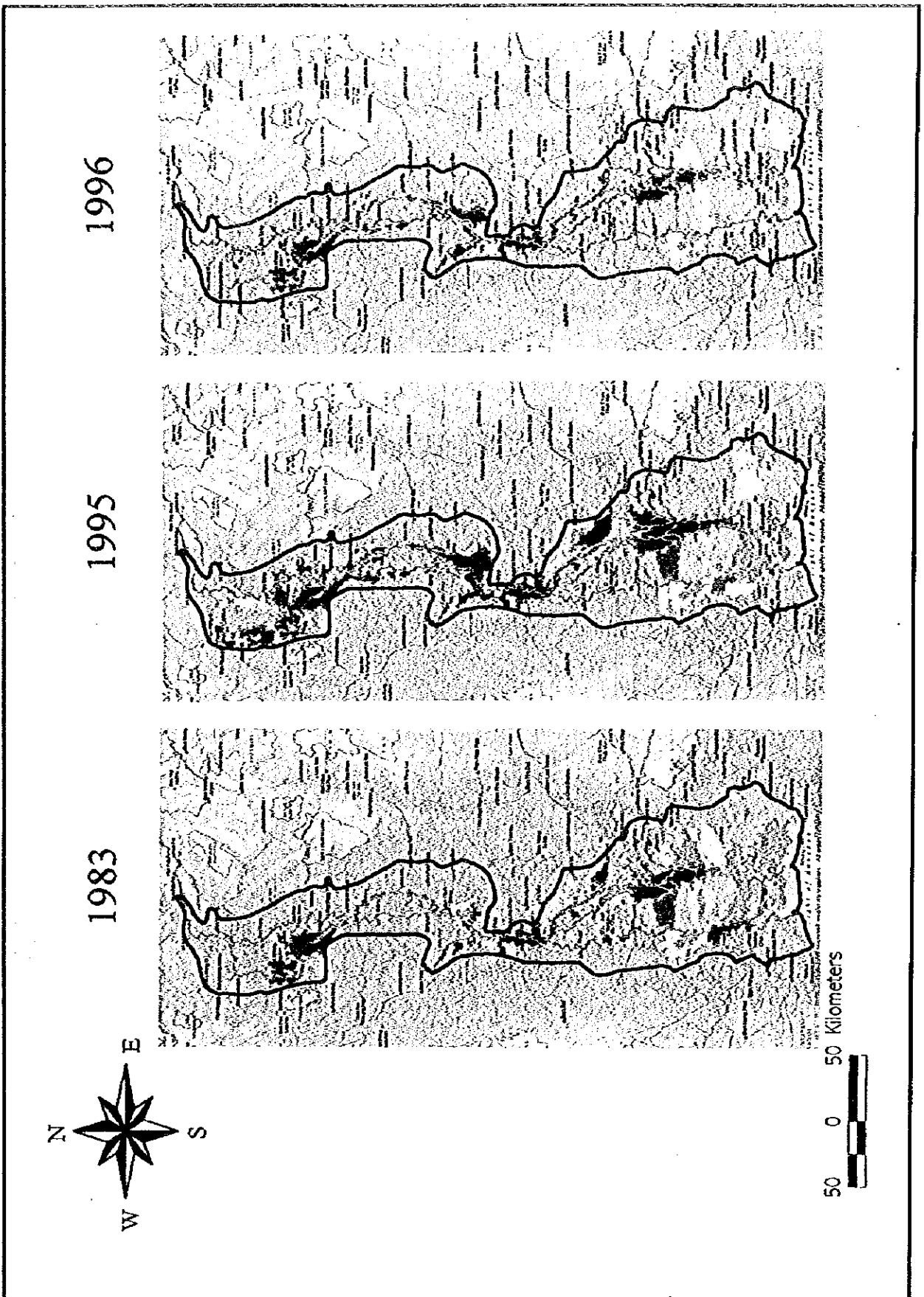
(4) 優先プロジェクトの実施

マスタープランの枠組みの中で4つの優先プロジェクト：ダム操作ルールの変更、土地利用規制・誘導、組織・法制度、河川改修が選定された。これらの優先プロジェクトはチャオプラヤ川流域の洪水軽減を計るのにいずれも技術的・社会・環境面からみて必要であり、これらの対策の実施に向けて出来るだけ早急に次ぎの段階に進めることを勧告する。

(5) 農地での洪水対策の詳細な調査

農地での洪水軽減対策として河川改修、洪水氾濫水の配分及び排水システムの改善を提案しており、このうちF/S対象の対策案として河川改修について検討を行い、システム改善についてはその調査の方向性のみを示した。農地の洪水被害を軽減するには河川改修の実施とともに、氾濫水の配分及び排水システムの改善を進めていく必要があるところから、これらシステム改善のより詳細な調査を早期に実施することを勧告する。





STUDY ON INTEGRATED PLAN FOR FLOOD MITIGATION IN CHAOPHRAYA RIVER BASIN

図 A-1

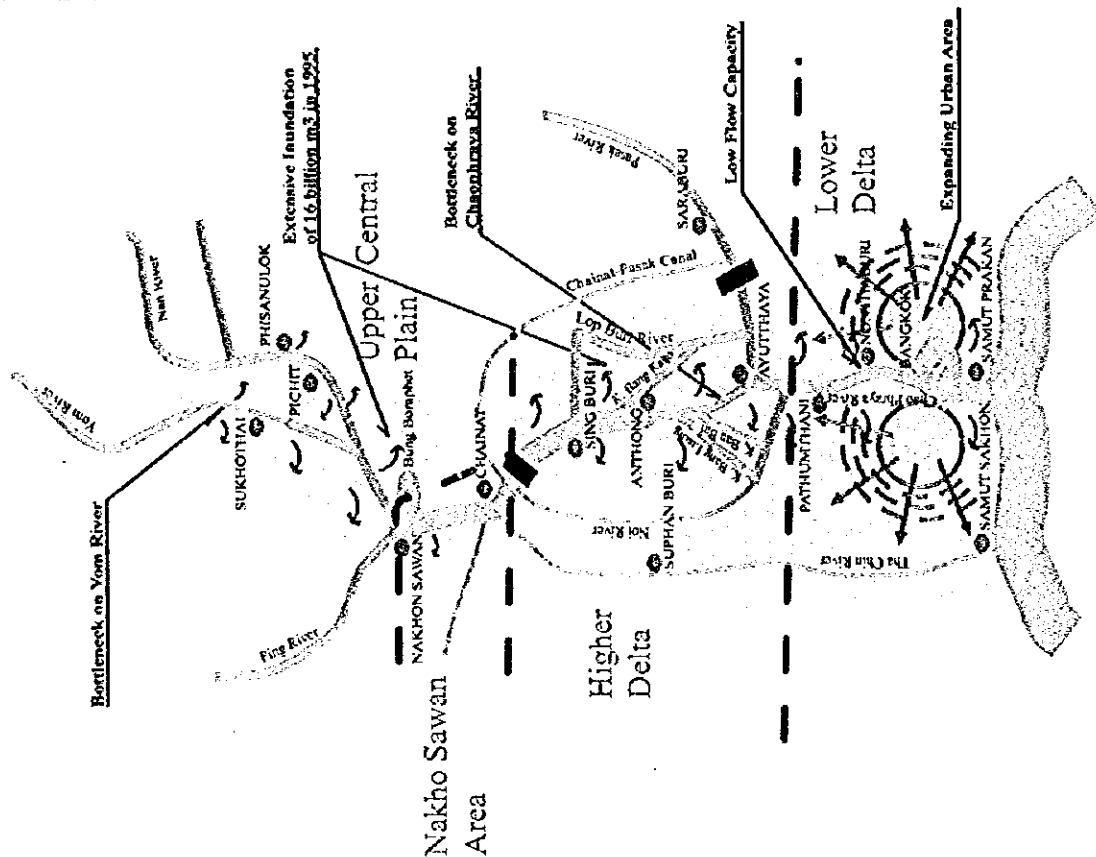
実績氾濫図

CTI ENGINEERING CO., LTD & INA CORPORATION

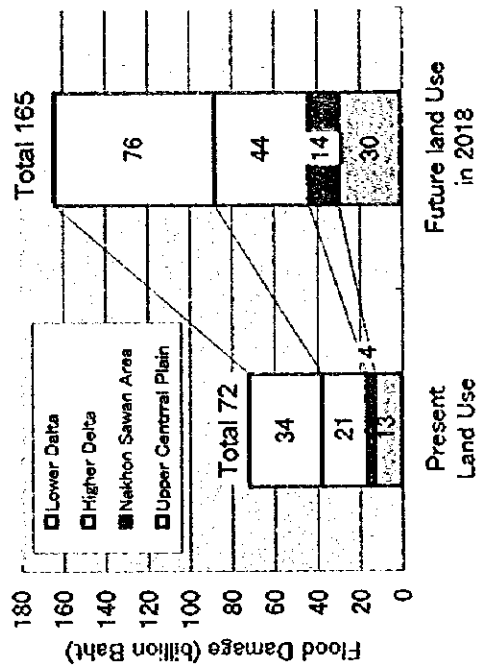
River and Flooding Condition

Area	River	Stretch	Flow Capacity (m ³ /s)	Inundation Volume in 1995
Upper Central Plain	Nan	Phisanulok to Chao Phraya River	1,000 to 2,000	5 billion m ³
	Yom	Sukhothal to Nan River	50 to 1,100	
Nakhon Sawan Area	Chao Phraya	Nakhon Sawan to Chainat	2,500 to 4,500	1 billion m ³
Higher Delta	Chao Phraya	Chainat to Ayutthaya	4,200 to 1,300	7 billion m ³
Lower Delta	Chao Phraya	below Ayutthaya	2,900 to 3,200	3 billion m ³
	Chao Phraya	BMA Flood Barrier*	3,600	

*: On-going Project



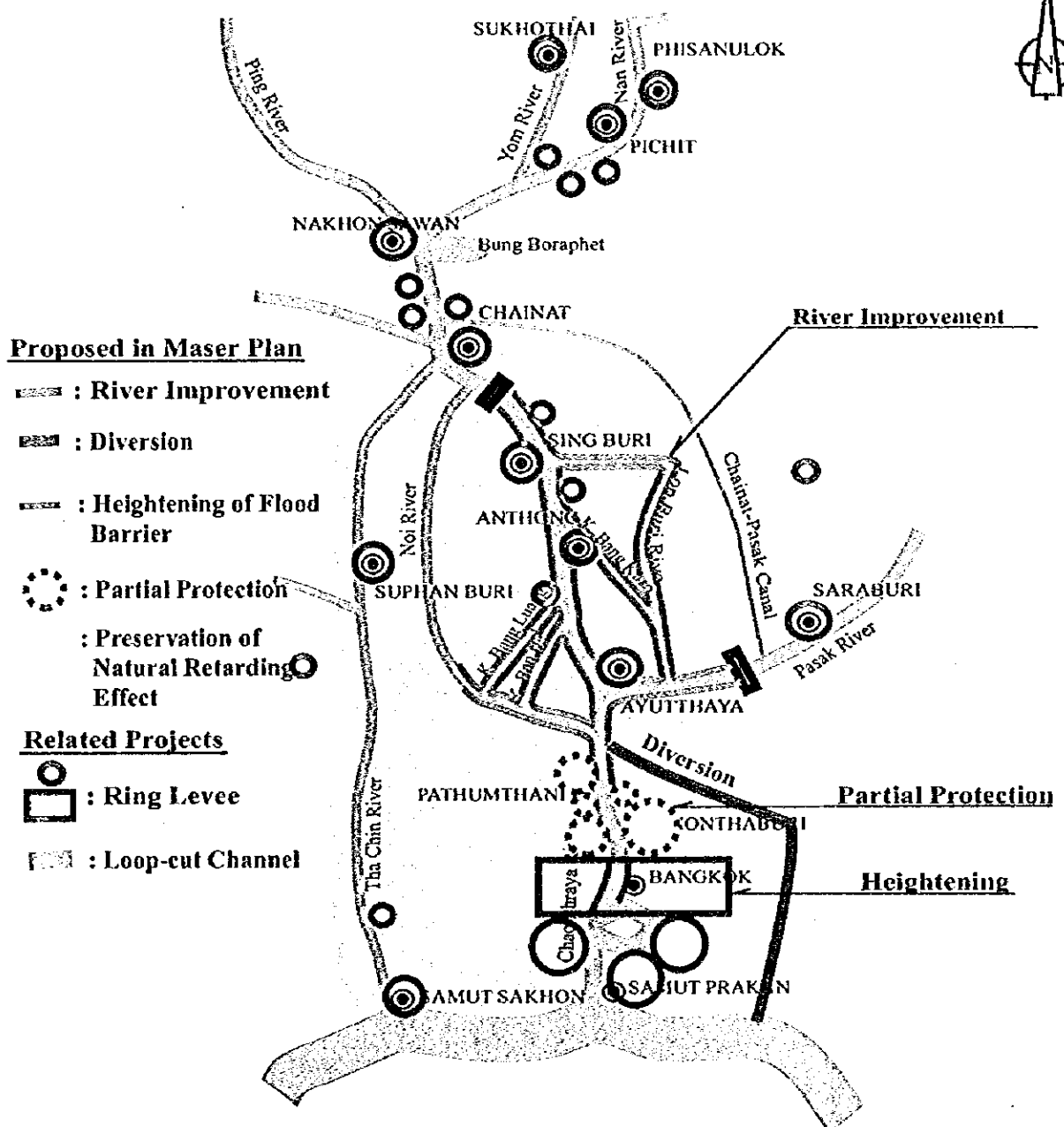
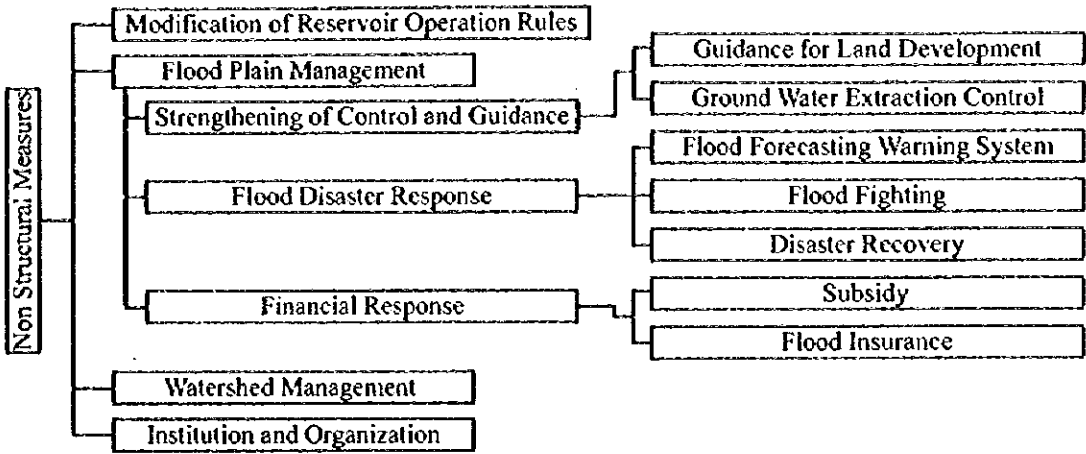
Flood Damage in 1995 Flood



STUDY ON INTEGRATED PLAN FOR FLOOD MITIGATION IN CHAO PHRAYA RIVER BASIN
 CTE ENGINEERING CO., LTD. AND INA CORPORATION

図 A-2

流域の洪水氾濫状況



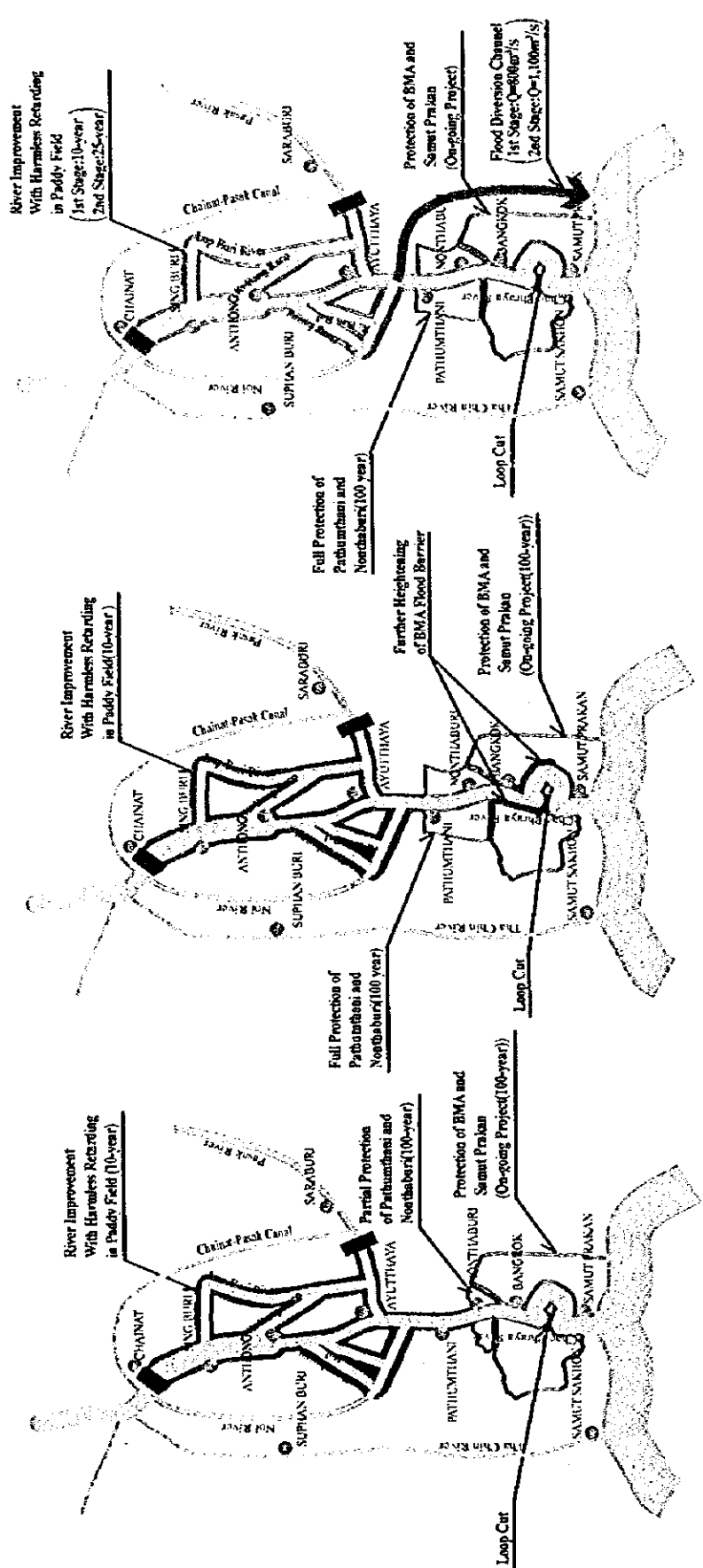
STUDY ON INTEGRATED PLAN FOR FLOOD MITIGATION IN CHAO PHRAYA RIVER BASIN
 CTI ENGINEERING CO., LTD AND INA CORPORATION

☒ A-3
 マスタープランにおける主要対策案

Alternative-2-2
(Flood Diversion Channel and Upgrading of River Improvement)

Alternative-2-1
(Further Heightening of BMA Flood Barrier)

Alternative-1
(Partial Protection of Pathumthani and Nonthaburi)



STUDY ON INTEGRATED PLAN FOR FLOOD MITIGATION IN CHAO PHRAYA RIVER BASIN
CTI ENGINEERING CO., LTD AND INA CORPORATION

☒ A-4

代替案

チャオブラヤ川流域
洪水対策総合計画調査

最終報告書
(要約)

目次

流域概要図		
序文		
伝達状		
目次	.....	i
表目次	.....	iii
図目次	.....	iii
略号	.....	v
調査結果概要	.....	A-1
1. 概要		
1.1 調査の目的	.....	1
1.2 調査対象域	.....	1
1.3 調査期間	.....	1
2. 流域の状況		
2.1 現在の流域の状況	.....	2
2.1.1 過去の主要洪水	.....	2
2.1.2 洪水の特性	.....	2
2.1.3 洪水被害	.....	4
2.2 将来流域状況	.....	4
2.2.1 将来の流域開発及び洪水被害	.....	4
2.2.2 関係機関実施による洪水対策事業	.....	4
2.2.3 将来の洪水状況	.....	5
3. マスタープラン調査		
3.1 マスタープラン調査の方針	.....	5
3.1.1 マスタープラン策定上の問題点	.....	5
3.1.2 コンセプト	.....	6
3.2 マスタープランの対策	.....	6
3.2.1 現在の遊水効果の保全し将来 被害額増大を押さえるための対策	.....	6

	3.2.2	都市の安全度の確保.....	6
	3.2.3	農地の洪水被害軽減対策.....	7
3.3		マスタープラン.....	8
	3.3.1	マスタープランで選定された対策.....	8
	3.3.2	各代替案の問題点.....	8
	3.3.3	これら対策を実施するための組織.....	8
	3.3.4	マスタープランの経済評価.....	9
3.4		F/S調査の対策案の選定.....	9
3.5		洪水対策案の多目的利用の可能性検討.....	10
3.6		農地排水システムの改善.....	10
4.		F/S調査	
4.1		非構造物対策.....	12
	4.1.1	ダム操作ルールの変更.....	12
	4.1.2	土地利用規制及び誘導.....	14
	4.1.3	組織・法制度の検討.....	15
4.2		構造物対策（河川改修の検討）.....	17
	4.2.1	調査の概要.....	17
	4.2.2	河川改修の方針.....	17
	4.2.3	河川改修案の概要.....	17
4.3		プロジェクト評価.....	18
	4.3.1	経済評価.....	18
	4.3.2	財務検討.....	19
	4.3.3	環境評価.....	19
	4.3.4	事業実施計画.....	19
	4.3.5	対策案実施のための組織.....	19
5.		結論及び勧告	
5.1		結論.....	20
5.2		勧告.....	20

表 目 次

表 2.1	洪水状況の要約.....	T-1
表 2.2	1995年洪水被害額推定値.....	T-2
表 2.3	将来開発による影響.....	T-3
表 3.1	各対策案の適用性.....	T-4
表 3.2	洪水被害軽減の対策案の比較	T-5
表 3.3	マスタープランの対策.....	T-6
表 3.4	排水域の特性.....	T-7
表 3.5	排水上の主な問題.....	T-8
表 3.6	排水システム改善の実施優先順位	T-9
表 4.1	代表5洪水での治水効果.....	T-10
表 4.2	対策実施に関係する機関.....	T-11
表 4.3	諸外国における河川流域管理状況.....	T-12

図 目 次

図 2.1	1995洪水再現氾濫域図	F-1
図 2.2	7月から12月までの洪水収支バランス	F-2
図 2.3	現河道流下能力.....	F-3
図 2.4	将来土地利用の予測.....	F-4
図 2.5	氾濫量及び洪水被害の変化.....	F-5
図 2.6	関係機関による洪水軽減対策	F-6
図 2.7	ノンタブリ・パトクニの洪水対策による バンコク水位の上昇.....	F-7

図 2.8	将来開発によるバンコクへの水位の影響	F-8
図 3.1	チャオプラヤ川流域総合洪水対策の考えられる案	F-9
図 3.2	バンコク・ノンタブリ・パトンタニ洪水対策案の 組み合わせ	F-10
図 3.3	バンコク・ノンタブリ・パトンタニ洪水対策 の安全度の関係	F-11
図 3.4	マスタープランの各対策案の構成	F-12
図 3.5	マスタープランの概要(構造物対策)	F-13
図 3.6	マスタープランの概要(非構造物対策)	F-14
図 3.7	マスタープランの実施計画	F-15
図 3.8	排水システム改善の対象域	F-18
図 3.9	排水システム改善の考えられる対策	F-19
図 3.10	排水システム改善の優先度	F-20
図 4.1	提案ルールカーブ	F-21
図 4.2	実績氾濫図	F-22
図 4.3	3洪水 (1983,1995,1996) の最大湛水深図	F-23
図 4.4	氾濫ポテンシャル図	F-24
図 4.5	洪水被害額変化図	F-25
図 4.6	河川流域委員会及び幹事局の組織	F-26
図 4.7	現況流下能力図と水位横断図	F-27
図 4.8	典型的な横断図	F-28
図 4.9	堤防改修位置図	F-29
図 4.10	緊急対策実施スケジュール	F-32
図 4.11	河川改修実施のための組織	F-33
図 5.1	マスタープランの概念図	F-34

ABBREVIATIONS

Thailand Government / Agencies

AIT	: Asian Institute of Technology
ALRO	: Agricultural Land Reform Office
BMA	: Bangkok Metropolitan Administration
CAT	: Communication Authority of Thailand
DDS	: Department of Drainage and Sewerage, BMA
DEDP	: Department of Energy Development and Promotion
DF	: Department of Fisheries
DIW	: Department of Industrial Works
DOH	: Department of Highway
DOLA	: Department of Local Administration
DPW	: Department of Technical and Economic Cooperation
DTCP	: Department of Town and Country Planning
EGAT	: Electricity Generating Authority of Thailand
GOT	: Government of the Kingdom of Thailand
HD	: Harbor Department
H&D	: Hydrographic Department
IEC	: Irrigation Engineering Center, RID
LAD	: Local Administration Department
MD	: Meteorological Department
MOAC	: Ministry of Agriculture and Cooperative
MOI	: Ministry of Interior
MOSTE	: Ministry of Science, Technology and Environment
NESDB	: National Economic and Social Development Board
NEB	: National Environmental Board
NSO	: National Statistic Office
OARD	: Office of Accelerated Rural Development
OEPP	: Office of Environmental Policy and Planning
PAT	: Port Authority of Thailand
PTD	: Post and Telegraph Department
PWD	: Public Works Department
RFD	: Royal Forest Department
RID	: Royal Irrigation Department
SRT	: State Railway of Thailand
TOT	: Telecommunication Organization of Thailand
FFC	: Flood Forecasting Center

Japanese Government and International Organizations

GOJ	: Government of Japan
JICA	: Japan International Cooperation Agency
MAFF	: Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan
MOC	: Ministry of Construction, GOJ
ADB	: Asian Development Bank
IBRD	: International Bank for Reconstruction and Development (World Bank)

Units of Measurement

(Length)

mm	:	millimeter(s)
cm	:	centimeter(s)
m	:	meter(s)
km	:	kilometer(s)

(Weight)

g, gr.	:	gram(s)
kg	:	kilogram(s)
ton	:	ton(s)

(Area)

mm ²	:	square millimeter(s)
cm ²	:	square centimeter(s)
m ²	:	square meter(s)
km ²	:	square kilometer(s)
ha	:	hectare(s)
rai	:	0.16 ha

(Time)

s, sec	:	second(s)
min	:	minute(s)
h (hrs)	:	hour(s)
d (dys)	:	day(s)
y, yr (yrs)	:	year(s)

(Volume)

cm ³	:	cubic centimeter(s)
m ³	:	cubic meter(s)
l	:	liter(s)
mcm or MCM	:	million cubic meter(s)

(Electrical Units)

W	:	watt(s)
kW	:	kilowatt(s)
MW	:	megawatt(s)
kWh	:	kilowatt-hour
MWh	:	megawatt-hour
GWh	:	gigawatt-hour
V	:	volt(s)
kV	:	kilovolt(s)

(Speed/Velocity)

cm/sec, cm/s	:	centimeter per second
m/sec, m/s	:	meter per second
km/hr, km/h	:	kilometer per hour

(Stress)

kgf/cm ²	:	kilogram per square centimeter
tonf/m ²	:	ton per square meter

(Discharge)

l/sec, l/s	:	liter per second
m ³ /sec, m ³ /s	:	cubic meter per second
m ³ /yr, m ³ /y	:	cubic meter per year

(Note : Other combined units may be constructed similarly as above)

Monetary Terms

¥, YEN	:	Japanese Yen
Bht, Baht	:	Thai Baht
US\$	:	United States Dollar

Other Measurements

HWL	:	High Water Level
MSL	:	Mean Sea Level
°	:	degree
'	:	minute
"	:	second
%	:	percent
°C	:	degree centigrade
KB	:	kilobyte
MB	:	megabyte
RAD	:	radian
bps	:	bit per second
BPI	:	bit per inch
AH	:	Ampere Hour

要 約

1 概要

1.1 調査の目的

本調査の目的は以下の通りである：

- (1) チャオプラヤ川流域における洪水被害、農地保全、水利用、土地利用等を考慮した総合的な洪水対策のマスタープランを策定する。
- (2) マスタープランの中から選定された緊急かつ優先プロジェクトのフィージビリティ調査を行う。
- (3) 調査の実施を通してタイ側カウンターパートに技術移転を行う。

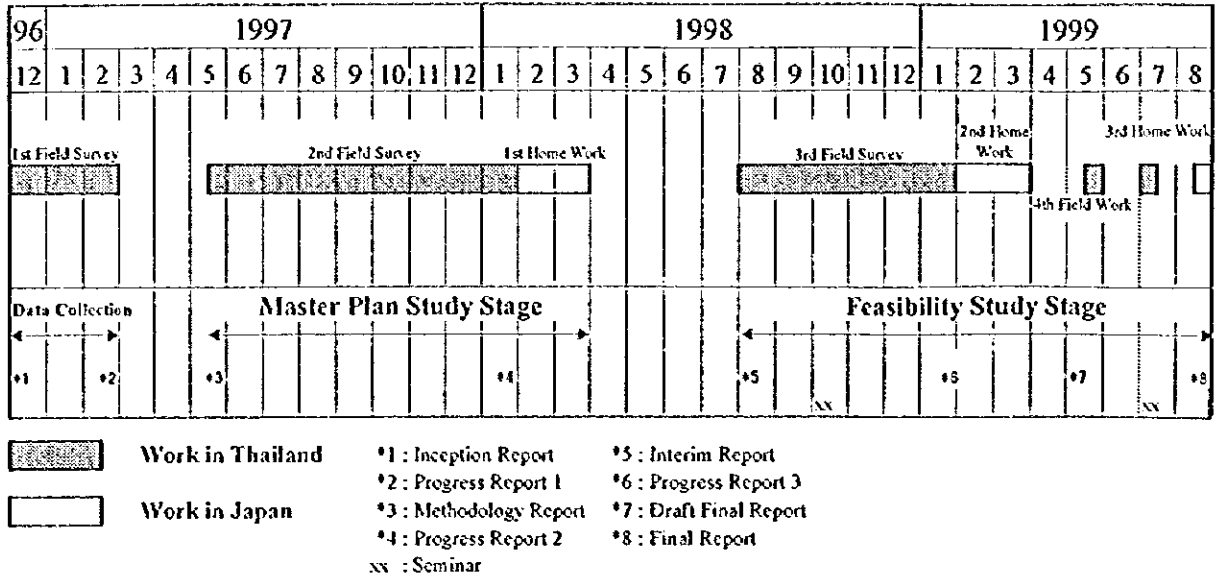
1.2 調査対象域

調査対象域はチャオプラヤ川全流域 (163,000 km²)である。このうちチャオプラヤ川デルタ及びナン川、ヨン川の下流域を洪水被害軽減の対象域とし、中でも社会・経済的重要性を考慮しバンコック首都圏を含むチャオプラヤ川デルタに重点を置いて調査を行う。

1.3 調査期間

調査実施期間は下の調査工程表に示すようにマスタープラン段階の調査は1996年の12月から1998年の3月まで行い、その後優先プロジェクトのF/S調査を1999年の3月まで実施した。これらM/PとF/S調査結果を取りまとめた最終報告書(案)の報告を1999年の5月に実施、続いて7月にセミナーを行い、その後最終報告書(案)に対するコメントを考慮した最終報告書を同8月に提出した。

調査工程表



2. 流域の状況

2.1 現在の流域の状況

2.1.1 過去の主要洪水

チャオプラヤ川流域では過去に多くの洪水を経験しているが、その中でも特に最近の1983年・1995年の洪水では非常に大きな被害が出ている。図2.1に示すように洪水時には河川沿いに膨大な区域が浸水し、一方でこれが自然の遊水効果をもたらしている。

2.1.2 洪水の特性

チャオプラヤ川流域における洪水の特性として以下のものがあげられる。(表2.1参照) なおここで、当流域の洪水氾濫区域は大別すると (1)上流部平野地区、(2)ナコンサワン地区、(3)下流部高地デルタ地区、(4)下流部低地デルタ地区の4つに分けて考えられる。(図2.1参照):

(1) 広大な氾濫域と遊水効果

前述のように近年での最大の洪水は1995年それに1983年の洪水であるが、前者の洪水氾濫量はそれぞれ 上流平野部 で 5.1 billion m³, ナコンサワン地区 で 1.3 billion m³, 下流部高地デルタ地区 で 7.0 billion m³ それに 下流部低地デルタ地区 で 2.5 billion m³ となっている。この全氾濫量は16 billion m³ でほぼブミポン・シリキットのダム有効貯水容量

の合計に匹敵している。またこの氾濫量が氾濫せずすべて河道を流下したとすると、バンコクの水位は実績2.3mに対し約3.9mまで上昇する。(図2.2参照)。

このように、この広大な氾濫によってバンコクを始めとする下流の都市での氾濫被害が緩和される結果となっている。

(2) 河川からの洪水氾濫

洪水氾濫の主な原因として河川の流下能力が乏しいことがあげられる。1995年洪水では本川及び派川の多くの場所で堤防が越流・決壊した。

図 2.3 に不定流計算によるチャオプラヤ川本川・支川及び派川の流下能力図を示す。これからみると現在のチャオプラヤ川の流下能力は概ね以下のようなものである：

- ナコンサワン地区で約3,000 - 4,000 m³/s
- 下流デルタとの境界付近のアユタヤ上流で約1,300 m³/s
- アユタヤ下流で約2,900 m³/s
- バンコク周辺で約3,600 m³/s

このうち特に高地デルタ地区のアユタヤ付近がボトルネックとなっており、その流下能力は1,300 m³/s しかない。そのためこの付近を中心に常習的な氾濫が生じている。またバンコクでの流下能力は3,600 m³/s 程度である。これはチャイナート下流で生じている氾濫水が、氾濫しないですべて河道内を流下したと仮定した場合の確率流量でみると、およそ 3年確率程度の能力しかない。

(3) 内水による氾濫

河川からの氾濫とは別に、地域的な集中豪雨による内水氾濫も深刻な問題である。内水氾濫域は通常極めて限られた地域で生じているが、時には河川からの氾濫水も加わって膨大な区域での氾濫被害を生じる。1983年の洪水はその典型的なケースで、下流部の高地及び低地デルタ地区で同時に広大な氾濫被害が生じた。

(4) 潮位の影響

下流部低地デルタ地区では本川の洪水とともに高潮位の影響も受け、この現象が重なった場合、被害はさらに膨大なものとなる。通常チャオプラヤ川では9月の終り頃に洪水流量が多くなり、約2ヶ月間その状態が続くが、一方タイ湾の高潮位もこの時期に発生し、この現象が重なり大きな被害をもたらす。

(5) 氾濫域における流域開発及び公共施設の建設（築堤盛土による）の影響

この他、一般に洪水被害危険区域での土地利用・流域開発が洪水被害の原因となっている。さらに氾濫域での道路・鉄道・灌漑水路など築堤盛土による公共施設の建設も時には洪水氾濫の動向に大きな影響を与える。衛星画像からみた洪水氾濫状況を見ると国道32号線、チャイナートーパサック灌漑水路、ラピパット・ヤック・タック排水路等の盛土による公共施設が洪水氾濫域の拡大を妨げており、このことが自然の遊水効果を減じる結果となっている。

(6) 流況調整施設の運用による影響

流域内にはブミボン・シリキット・チャイナートダム等の大規模な流況調整施設がある。これらの流況調整施設は水資源管理を主要目的とし、あわせて洪水調節の機能も有するが、水資源管理のための運用が時には逆に洪水被害を大きくする結果になることがある。1995年洪水では、シリキットダムの貯水池が満杯となり洪水吐けから溢れた水が下流での被害を増大させた。

2.1.3 洪水被害

このように洪水被害は全域に拡大し深刻な被害を与えている。洪水被害分析結果によると1995年洪水による被害は全体で約72 billion baht となっている(表2.2参照)。この被害の主な内訳は家屋・事務所・工場・農業それに公共施設であるがそれらの割合はそれぞれ14%、27%、50%、5%及び4%となっている。

2.2 将来流域状況

2.2.1 将来の流域開発及び洪水被害

チャオプラヤ川流域では今後も都市域の拡大、栽培作物の転換、栽培時期の変更、湿地や池等の未利用地の開発等が進められていくが予想される。ここで、DTCPやPWDが提案している都市開発計画や近年の土地利用変化の傾向に基づいて、将来の土地利用を推定すると図2.4のようになる。

この推定した将来の土地利用状態で1995年と同規模の洪水が発生したとすると、その洪水被害額は現在の72billion baht から164 billion baht にまで増加すると考えられる。(図2.5参照)

2.2.2 関係機関実施による洪水対策事業

このような洪水被害状況に対応するため、関係機関では主に以下のような洪水対策事業を実施している。(図2.6参照):

- BMA実施による100年確率対応のバンコク周辺堤防嵩上げ事業
- PWD実施による100年確率対応の主要都市部輸中堤建設事業
- RID実施による河川改修事業（実施済み）及びモンキーチーク計画と呼ばれる下流デルタでの排水システム整備事業
- RID実施によるバンコク港近辺のチャオプラヤ川ループカット計画それに多目的ダム建設事業

2.2.3 将来の洪水状況

この将来の流域開発と洪水対策事業が相まって将来の洪水状況も変化する。シミュレーションによるこの洪水状況の変化を見ると次の点が指摘される（表2.3及び図2.5参照）:

- 一般に洪水被害は土地利用変化に伴い増加する傾向にあるが、その一つに遊水効果の減少による下流への氾濫流量の増大があげられる。（計算結果によるとその影響はバンコクで1cmの上昇となっている。（表2.3参照））
- 洪水対策事業は都市域の洪水に対する安全度の向上をもたらす。その結果洪水被害額も大幅に減少している。ただ農地に対する安全度は現在計画されている対策事業では、それほど大幅な向上は期待できない。（図2.5参照）。
- 上流における洪水対策事業も一般に下流へ悪影響をもたらす。チャオプラヤ川の場合その影響はバングサイ地点までを見る限りほとんど無いものの、パトタニ及びノンタブリに対する洪水対策事業はバンコクにかなり大きな影響を与える。図2.7及び2.8に示すようにこの洪水対策事業はバンコクの河川水位の上昇を招き、その結果バンコクの洪水に対する安全度は100年から10年確率にまで低下する。

3. マスタープラン調査

3.1 マスタープラン調査の方針

3.1.1 マスタープラン策定上の問題点

前述の流域状況からみて、洪水対策のマスタープラン策定上の問題点を整理すると次のようになる。

- 将来流域の開発により現在の洪水被害がさらに増加すること
- バンコクの洪水の安全度が、パトタニとノンタブリの洪水対策事業実施によって低下すること。
- 現在の農地の洪水に対する低い安全度は、将来もあまり向上しないこと。

3.1.2 コンセプト

チャオプラヤ川のこれらの問題に対処するための基本的なコンセプトとして次のものがあげられる。

- チャオプラヤ川流域のもつ自然の遊水機能を極力保全し、洪水被害を直接的に増加させる浸水危険地域での新規の開発に対し賢明な開発を誘導、あるいは規制し将来の洪水被害増加を最小限にする。（この洪水対策に対する考え方は世界の潮流であり、またタイで実践されているモンキーチークのコンセプトに基づくものである。）
- バンコク及び都市域の安全度を確保しさらに農地の洪水被害を軽減するため適切な対策を導入する。

3.2 マスタープランの対策

マスタープランは2018年を目標年次として策定する。基本的にはこの洪水対策のため構造物及び非構造物対策からなる種々の対策の組み合わせを提案している(図3.1参照)。またこれら対策案の適用性については表3.1に示す如くである。これらのうち特に主要な対策は以下のものである。

3.2.1 現在の遊水効果を保全し将来被害額増大を押さえるための対策

現在の遊水効果を保全し将来被害額の増大を防ぐための対策としては、洪水被害を直接的に増加させる浸水危険地域での新規の開発に対し賢明な土地利用規制・誘導を行う。この土地利用規制・誘導の実施するために洪水被害危険図を作成し、これに基づいて土地利用を進めるよう関係機関が土地利用計画を調整するとともに一般住民にもこの危険図を公表する。

3.2.2 都市域の安全度の確保

都市域の洪水に対する安全を確保する対策としては、既設・計画ダムの操作ルールの改善、洪水予警報、水防活動、土地利用規制・誘導など非構造物対策を導入するとともに構造物対策として輪中堤（排水システム整備を伴う）の建設があげられる。

パトンタニとノンタブリで洪水対策事業を実施することによって、バンコクの100年確率の安全度が10年に低下することの対策として次のオプションが考えられる（図3.2参照）。

- (1) オプション-1: パトンタニとノンタブリの安全度を現状のままとし洪水対策事業を実施しない。
- (2) オプション-2: パトンタニとノンタブリの安全度をバンコクが許容できる範囲内で向上させる。

- (3) オプション-3: バンコクの安全度を若干低下（例：100年を50年程度にする）、その範囲内でパトンタニとノンタブリの安全度を向上させる。
- (4) オプション-4: パトンタニとノンタブリの洪水事業実施区域を狭める。
- (5) オプション-5: バンコクの堤防を更に嵩上げする。
- (6) オプション-6: 放水路を建設する。

パトンタニとノンタブリをある安全度で洪水対策をした場合とそれによるバンコクの安全度の低下との関係を図3.3に示す。またこれらオプションの得失をまとめて表3.2に示す。

これらオプションの選定に関して関係機関と協議を進め最終的に適正なものを選択する必要があるが、本調査では前述の6つのオプションから代替案として以下の絞り込みを行った。

- 代替案1: オプション-4 (パトンタニとノンタブリの部分的洪水対策の実施)
- 代替案2-1: オプション-5 (バンコク堤防の嵩上げ)
- 代替案2-2: オプション-6 (放水路の建設)

3.2.3 農地の洪水被害軽減対策

農地での被害を軽減する対策として同じくダム操作ルールの変更、洪水予警報、水防活動、土地利用規制・誘導等の非構造物対策と、構造物対策として築堤による河川改修の提案を行っている。

また、マスタープランの対策のコンセプトとして現在の遊水効果を保全することあげているが、この遊水効果を発揮しているのはほとんど農地であり、この農地での被害軽減の対策を考える必要がある。ここで、農地のもつ遊水効果を保全しながら被害を軽減する対策として洪水氾濫量の配分システム及び排水システム改善の提案を行う。

これらの対策の組み合わせによって以下の効果が期待される。

- 配分システムと排水システムの改善、河川改修及びダム操作ルールの変更の組み合わせにより農地の洪水に対する安全度は約10年確率まで向上させることが出来る。
- この安全度は更に放水路の建設を組み合わせることで25年確率まで高めることが出来る。（安全度上昇による流量増加を放水路で吸収するとした場合。）

ただし、上記の配分システム改善によって従来被害の無かった地域で多少洪水被害が発生する可能性があるが、これについては補償が必要である。

3.3 マスタープラン

3.3.1 マスタープランで選定された対策

前述のようにマスタープランは構造物・非構造物対策の組みあわせで構成されている(図3.4, 3.5, 3.6, 3.7参照)。この中でパトンタニ、ノンタブリ及びバンコクの洪水対策として3つの代替案が提案されている: 代替案-1(パトンタニとノンタブリの部分的洪水対策), 代替案2-1(バンコクの堤防嵩上げ) それに代替案2-2(放水路の建設)。これら代替案の相違はこの3都市の洪水対策が異なっているだけで他の対策については基本的に同じである(表3.3参照)。

3.3.2 各代替案の問題点

各代替案はそれぞれ得失を持っているが主な点は次のものである。

(1) 代替案-1(パトンタニとノンタブリの部分的洪水対策)

この代替案は現状の遊水機能を出来るだけ保全するという事で望ましい案ではある。しかし、社会的な面から考えると市街化が著しい地域住民にとっては同じ行政区の中で守られる区域と守られない区域が出来ることになり、住民の間で不公平感が出るという社会的問題があると考えられる。

(2) 代替案2-1(バンコクの堤防嵩上げ)

技術的・経済的な面からみるとこの代替案の問題は少ないが、堤防を嵩上げすることで、川縁で生活している住民にとっては不便を来すことになる。また眺望が妨げられることで社会・環境面での問題があると考えられる。

(3) 代替案2-2(放水路の建設)

この代替案は経済面・社会面からみると建設費用が高く、多くの家屋移転と用地買収を伴うため問題は大きい。ただ他の代替案での実施が難しいとした場合の唯一残される案と考えられる。

3.3.3 これら対策を実施するための組織

これらの対策は基本的には既存の関係機関がそれぞれの責任によって実施することになる。ただ、既存の関係機関がこれら対策をスムーズに実施するのを調整する新たな組織(河川流域委員会)の設置が必要となる。

3.3.4 マスタープランの経済評価

このマスタープランを実施するのに必要な費用・便益・経済性は以下の表にまとめるようである。

	Project Component	Cost (mil. Baht)		Benefit (mil. Baht) /year	Economic Viability		
		Initial	O&M		EIRR*	B-C (mil.B)	B/C
Alt. 1	Modification of Dam Operation Rule	40	394	3,268 /year	21.1%	5,875 (mil.B)	2.4
	Distribution and drainage systems improvement	5,633	39				
	River Improvement	1,234	31				
	Total Cost	6,907	464				
Alt. 2-1	Modification of Dam Operation Rule	40	394	4,838 /year	24.0	9,014	2.9
	Distribution and drainage systems improvement	5,633	39				
	Heightening of Flood Barrier	1,493	12				
	River Improvement	1,234	31				
	Total Cost	8,400	476				
Alt. 2-2	Modification of Dam Operation Rule	40	394	6,300 /year	12.0	1,427	1.1
	Distribution and drainage systems improvement	5,633	39				
	Diversion Channel	31,402	167				
	River Improvement	2,821	71				
	Total Cost	39,896	671				

*: ダム操作ルールの変更の費用・便益は含まない

財政面でみるとこのプロジェクトの費用は中央政府から支出されると考えられる。この費用はそれぞれRID(44.4 billion bahts)、BMA(12.3 billion bahts)とPWD(39.8 billion bahts)の1997年度総予算(96.5 billion bahts)の0.5～3.1%に相当する。この政府予算の財源としては洪水被害が減少し、生産性が向上し、この結果税収が増えることで賄われると考えられる。

3.4 F/S調査の対策案の選定

F/S調査の対象となる対策は図3.7に示すマスタープランの実施計画の中から緊急に実施すべき対策を選定する。ただ最適案の選定にまだ今後の議論が必要と考えられる代替案の対策(堤防嵩上げ、放水路案)についてはF/Sの対象から外す。

これらの対策のうち現在政府で1部実施中、もしくは別プロジェクトで実施すべきと考えられるものを除き、最終的に以下の対策をF/S対象の対策として選定した。

- 非構造物対策：土地利用規制及び誘導、ダム操作ルールの変更及び組織・法制度
- 構造物対策：河川改修 (Stage-1)

このうち河川改修については以下の理由でF/S調査が必要であると判断した：

- 洪水被害軽減を推し進めるための対策として河川改修は非常に重要な対策である。
- ただし、上流部での部分的な河川改修は下流に悪影響を及ぼす恐れがある。
- ここで、下流部（バンコク）に悪影響を与えずに農地の洪水被害軽減を計るため上流での河川改修が実施できる規模を早急に確定し、事業を実施する必要がある。

なおパトンタニとノンタブリを部分的に防御する対策（代替案一1）については、現在PWDが進めている計画に基づいて調整することを提案する。

3.5 洪水対策案の多目的利用の可能性検討

本調査で種々の対策が洪水被害軽減の対策として提案されたが、ここでこれら対策の多目的利用の可能性について検討する。提案された対策のうち、現在の遊水効果を保全する対策（貯水容量約16billion m³）と放水路案については多目的利用の可能性が考えられる。しかし、このうち遊水効果の保全については特に新たな施設を導入するのではなく現在の氾濫状況の維持ということで、水利用面でみた状況も現在と変化はない。一方放水路についてはこの施設を貯留施設として利用すると、約55million m³の貯水が可能であり、この水を乾季に利用することが考えられる。この貯水量は約2,600haの水田に必要な灌漑水量に相当し、この灌漑によって15.3 million bahtの米の増産による収益が期待できる。

3.6 農地排水システムの改善

流域全体の洪水対策と平行し、チャオプラヤ川流域の農地排水システム改善として以下の検討を行った。

(1) 調査対象域

チャオプラヤ川では農地の排水問題を抱える区域は流域全体に広がっているが、このうち特に問題が深刻な区域としてはチャオプラヤ川下流部のデルタ地域があげられる。ここでこの下流部デルタ地域を調査対象域としてシステム改善の検討を進める(図3.8参照)。

(2) 対象域の分割

河川水路網及び地形的特性から判断し、この下流部デルタ地域を大きく次の2つの区域に分割する：高地デルタ及び低地デルタ。この区域を更に以下の区域に分割する。

(a) 高地デルタ

- タチン川とノイ川に囲まれる区地域
- ノイ川とチャオプラヤ川に囲まれる区域
- チャオプラヤ川とロップブリ川に囲まれる区域
- ロップブリ川とパサック川に囲まれる区域

(b) 低地デルタ

- チャオプラヤ川東岸区域
- チャオプラヤ川西岸区域

これらの区域は更にいくつかのRIDのプロジェクト区域に分割される（図3.8参照）。

(3) 各分割区域の特性

各分割区域の排水面から考えた特性として次の項目について検討した：排水面積、区域の地形勾配、主排水路の排水先、栽培作物状況等。各分割区域の特性を表3.4に示す。

(4) 排水上の問題点の検討

各分割区域での排水面から考えた問題を検討した結果を整理すると表3.5に示す如くである。

(5) 洪水被害軽減対策

上記排水上の問題からみて、洪水被害軽減をする上で適当と考えられる対策として以下の対策があげられる。（図3.9参照）：

- 既存排水路の改修
- 排水ポンプの設置
- 遊水池の設置
- 新規排水路の建設
- 下流域への排水

- 河川からの流入を防ぐため輪中堤の嵩上げ

(6) 排水システム改善実施の優先順位

前述の分割した排水域に対して、どの地域から排水システム改善事業を実施していくかという優先順位は、その問題の重要性、対策の経済的効率性など種々の観点から検討する必要がある。しかし、本調査対象域は非常に広大であり、本調査のなかで各区域に対する最適な対策案を選定するのは困難である。ここでは各地域の排水問題の重要性に対する定性的な判断に基づいて排水システム改善実施の優先順位を設定した(表3.6参照)。さらにこの優先順位に基づいて2018年までの実施計画を考えると図3.10に示すようになる。

4. F/S調査

F/S調査は基本的に2005年を目標年として実施する。この目標年はF/S対象の対策のうち実施上最も期間を要する対策と考えられる河川改修の実施期間を基本に設定した。

4.1 非構造物対策

4.1.1 ダム操作ルールの変更

(1) 概要

F/S調査では対象となるダムをブミボン、シリキット及びパサックの3つに絞りこんで行う。また本調査に大きく関係のあるコクインナン導水プロジェクトについては完成予定年が2012年となっており、F/S調査対象の目標年までには運用がなされていないという条件で行う。このダム操作ルールの変更についてはマスタープランで検討した内容に対し、さらにダムからの放流による下流での洪水被害を最小限にとどめるための操作の行うということを重点に検討する。

(2) 調査の方針

ブミボン、シリキットダムは貯水池運用操作によって下流側での洪水被害軽減に大きく貢献している。しかし過去の洪水時にはダムからの放流及び余水吐けから溢れた水によって下流側に大きな洪水被害をもたらしている。これは基本的にダム貯水池の洪水調節容量が充分確保されていなかったことが原因としてあげられる。

一方パサックダムにおいては貯水池容量が少なく、灌漑目的のみということとくに貯水池運用のルールカーブは設定されていない。このため、貯水池は雨期の始まりとともに余剰水をため込むという方針で

運用され、結果的に洪水の最盛期には貯水池がほぼ満水状態になっており、この時期での洪水調節効果はほとんど期待できない。

これらの状況から判断し、ダム操作ルールの変更は以下の方針で行う：

- 下流が氾濫している期間は原則としてダムからの放流は抑制する。
- 洪水調節に関わるダムの上限ルールカーブは原則として洪水調節に必要な容量が確保できるように変更する。
- パサックダムの場合は洪水の最盛期に洪水調節効果が発揮できるように上限のルールカーブを新たに設定する。

(3) 変更による効果及び影響

この操作ルールはいくつかのケースによる案に対し試行錯誤を繰り返してその中から経済的にみて最も効率の高い案を選定する(図4.1参照)。この結果最適な各ダムの操作ルールとして図4.1に示すようなルールが得られた。この操作ルールカーブでの運用による洪水被害軽減効果および利水影響は次のようになる(表4.1参照)。

(a) 洪水調節効果

過去45年間のうち、主要な5洪水(75、81、83、95及び96年洪水)に対する低減量は0.8 billion m³である。また、過去最大といわれる1995年洪水に対して3ダム合わせた氾濫量は現状での運用ルール(但しシリキットダムについてはコクインナン調査で提案されているルール)に対して1.6 billion m³減少する。この量は1995年洪水氾濫量の約10%に相当する。

(b) 灌漑・発電への影響

(i) 乾季での灌漑面積の減少

乾季の灌漑面積は現在実施(パサックでは計画上)の操作ルールに比べ、変更後は下表に示すように4,400 ha(1.3%)の減少である。

(ii) 発電への影響

一方発電への影響についてみると、年間発電量は27Gwhの減少となる。

提案オペレーションによる治水効果と利水影響

ダム名称	治水効果 (5洪水平均)		利水影響			
	氾濫量の低減 (MCM) *		乾期の灌漑面積 (ha)		年間発生電力量 (Gwh)	
	合計	Without との 差	合計	Without との 差	合計	Without との 差
Bhumibol	2,232	234 (12%)	171	-	1,195	13 (1.1%)
Sirikit	1,458	255 (17%)	126	2,300 (2%)	899	14 (1.5%)
Pasak	252	252 (100%)	48	2,100 (4%)	-	-
3ダム合計	3,942	756 (19%)	345	4,400 (1.3%)	2,094	27 (3%)

*下流基準点で溢水している期間に、貯水池に貯められた水量で計算

(4) 操作ルール変更の評価

操作ルール変更による便益は下表に示すように、変更によって生じる利水への影響を補償するのにかかる費用に比べ非常に大きなものとなり、操作ルールの変更が経済的に非常に効果が高いことが明らかになった。

項目	年平均便益 (million Baht)	年平均費用 (million Baht)
3ダムの合計	1,038	80

この他初期コストとして、34million baht が詳細調査のために必要である。

4.1.2 土地利用規制及び誘導

(1) 概要

マスタープラン調査で指摘しているように、将来の洪水被害増加を防ぐ有効な洪水対策として効率的な土地利用規制・誘導が必要である。ここでまず、当流域内で土地利用規制・誘導が必要と思われる地域を明らかにするため以下に示す種々のアプローチで求めた洪水危険図を作成した。

(2) 土地利用規制及び誘導の対象区域の選定

洪水危険図作成は以下のアプローチで行った。

(a) Historical Approach

洪水危険区域図作成の一般的手法の1つとして1983、1995、1996年の洪水における実績洪水氾濫図を、衛星写真等を基に作成した(図4.2、4.3参照)。

(b) Hydrological-hydraulic Approach

潜在的に洪水被害の危険のある地域として5年確率規模の洪水時での氾濫ポテンシャル図を、上記実績洪水氾濫図を基本に作成した(図4.4参照)。

(c) Damage Approach

現在と将来の土地利用変化による洪水被害の増加程度を現わすために、洪水氾濫解析結果とそれに基づく被害計算を行い、その結果をベースに氾濫区域内の各メッシュ毎に被害額を算定した。この算定結果から現状と将来の被害額の変化に応じて色分けした洪水被害額変化図を作成した(図4.5参照)。

(3) 土地利用規制及び誘導の実施

上記の調査結果をもとに、氾濫域で開発を行った場合、どの程度の遊水効果が失われ、またどの程度の洪水被害があるか概ね把握できる。こういった状況を考慮に入れて土地利用規制・誘導は具体的には以下のように実施することが考えられる。

- 洪水危険図を関係する行政機関で共有する。また、一般住民に対し洪水危険区域での土地利用に対して警告を与えるために洪水危険図を公表する。
- 洪水被害の増加を最小限にし、また遊水機能を保全するための土地利用計画を策定するために、この洪水危険図を利用する。
- 道路・灌漑水路・鉄道など盛土建設等を伴う開発事業が洪水危険区域に実施される場合、遊水効果の保全と被害増大に十分な対応を行う様、行政機関の間で調整を行う。

4.1.3 組織・法制度の検討

(1) 概要

マスタープランでは洪水被害軽減のために種々の対策が提案されている。ここでまずこれらの対策が現在の組織・法制度の枠組みの中で実施可能かどうか検討する。さらに現在の組織・法制度で実施し得ないものに対して必要な組織・制度について検討を行う。

(2) 現在の枠組みでの実施の可能性

マスタープランで提案されている対策の実施について、その対策の性格から判断して関係すると思われる機関を選定した。(表4.2参照)この表からわかるようにほとんどの対策については、多少現在の組織・

制度を強化する必要はあるが、一応現在の枠組みの中での実施が可能と判断される。

しかしながら、いくつかの対策の実施に際し各関係機関の調整の役割を果たすため以下に示す河川流域委員会の設置が必要であると考えられる。

(3) 河川流域委員会の設置

新しい組織の設置にあたっては、他の国での例をその国の歴史的背景を考慮に入れながら参考にするのが望ましい。この参考例について本調査で取りまとめた結果を表4.3に示す。この例から、どの国の組織を適用するのがよいか選択するのは難しい問題であるが、現在のタイで抱えている問題を基に判断すると、必要な組織の概要として次のように考えられる。

(a) 現在の組織・制度上の抱える問題

タイでは洪水の問題を流域全体及び総合的に取り扱う機関が現在のところ設置されていない。この状況から種々の問題が生じている。例えば現在農地の洪水対策はRIDが、またバンコクについてはBMAが、さらに主要都市についてはPWDが洪水対策を独自に検討・実施している。この結果、上流部での農地や都市に対する対策が下流に影響を及ぼすといった問題が生じている。

この種々の問題に対処するのに関係機関の調整を行い、洪水被害軽減の対策をより効率的に実施するために、河川流域委員会の設置が必要と考えられる。

(b) 現在の河川流域委員会の設置への動き

今まで政府が水問題に対処する新しい組織を設置するために行ってきた動きは以下のものである。

- 1996年全国水資源委員会の設置
- 河川流域委員会の設置を規定した水資源法の準備
- チャオプラヤ川河川流域委員会設置プロジェクトの検討

(c) 河川流域委員会が洪水軽減のために果たすべき機能

新しい組織である河川流域委員会が洪水軽減のために果たすべき機能として次のように考えられる (図4.6参照)。

- 総合的洪水軽減の戦略の設定

- 洪水軽減プロジェクトの実施に関して関係機関の指名及び調整
- 次の各段階での洪水災害管理：洪水発生前の準備管理、洪水発生中での管理、洪水発生後の復旧管理
- その他洪水軽減の能力向上を計るための業務（洪水情報センター、研修、研究及び住民参加等）

4.2 構造物対策（河川改修の検討）

4.2.1 調査の概要

チャオプラヤ川の下流デルタ（チャオプラヤダムからパトンタニまでの区間）の河川改修の可能性について、主にその改修区間と規模を検討するFIS調査を行った。

4.2.2 河川改修の方針

河川改修は堤防嵩上げを基本的な手法として検討する。ただし、改修によって流域への氾濫水が減少し、これが下流への流量増加を招くという悪影響を与える恐れがある。ここでは、この悪影響がバンコクを中心とする下流都市域に及ばない範囲で河川改修を行う。

4.2.3 河川改修案の概要

河川改修について水理水文及び予備設計の検討を行った結果、河川改修案の概要は以下のようになる。

(1) 改修規模

河川改修の規模は最終的にバンコクへの悪影響が及ばない範囲での規模として3年確率とした。流下能力が3年確率に満たない区間の堤防が嵩上げされることになり、少なくとも河川の溢水による農地への氾濫被害が3年確率の出水までは免れることになる（図4.7参照）。

(2) 計画高水位および堤防高

計画高水位は3年確率の流量配分に基づく流量に対する各断面での水位を求めて設定した。また計画堤防高はこの計画水位に余裕高30 cmを加えて設定した。堤防の嵩上げは最大で約1.5m、平均で約50 cmである。図4.8に代表的な横断図を示す。

(3) 堤防法線及び流況調整施設

河川改修は総延長67kmになるが、この改修の堤防法線は現在、堤防の役割を果たしている既存の道路、もしくは灌漑水路の法線に基づいて設定した。また樋管は堤防と水路との交点に全体で13箇所設置した。図4.9に堤防改修区間と樋管の位置を示す。

(4) 工事数量及び事業費

工事数量の概要及び事業費は以下の表に示す通りである。またO&M費用としては毎年34 million bahtが必要となる。

Item	Chao Phraya R.	Lop Buri R.	Noi R.	K. Bang Bal	K. Bang Phro Mo	Total
Total Length of Dike Heightening Stretches (km)	41.8	14.0	6.6	2.5	2.1	67.0
Regulators (places)	10	3	-	-	-	13
Land Acquisition (m2)	12,600	12,200	-	-	-	24,800
House Relocation (houses)	4	1	-	-	-	5
Financial Cost (mil. Baht)	1,052	284	55	23	11	1,425

(5) 便益

河川改修実施により対象となった地域では3年確率洪水まで安全となる。この河川改修による便益は221million baht/年である。

4.3 プロジェクト評価

4.3.1 経済評価

F/S対象のプロジェクト評価は、経済的な評価が可能なダム操作ルールの変更と河川改修についてEIRR、B-C及びB/Cを求めて行った。

項目	(1)河川改修	(2)ダム操作ルールの変更
EIRR (%)	12.5	-
B-C (million Baht)	28	5,693
B/C	1.0	13.3

この数値からわかるように、河川改修の経済性はそれ程高くないもののプロジェクトの実現性を評価する目安となるEIRR12%を越えており、経済的には十分実施可能である。またダム操作ルールの変更については下記に示す計算式の特徴から経済性をEIRRで表示するのに適切でないと判断されるため、EIRRでの表示は行わない。(年便益と年費用が一定値である場合、この等式はEIRRがどんな値を取っても成り立たない。)

$$\Sigma(B_n/(1+i)^n)/\Sigma(C_n/(1+i)^n)=1$$

ここに、

- B_n: 事業開始後 n 年次目の年便益
- C_n: 事業開始後 n 年次目の年費用
- i: EIRR
- Σ: プロジェクトライフ期間の年便益・費用の累加

このためダム操作ルールの変更はB-CとB/Cでその経済性を評価する。この表からみるとダム操作ルールの変更による経済効果は非常に高い値となっている。

またこれら直接便益の他本F/S対象プロジェクトの実施に伴い住民生活の安定、疫病発生への減少、労働機会の増加などの定量的には評価しがたい効果が期待される。

4.3.2 財務検討

このプロジェクト実施に必要なダム操作ルール変更と河川改修の資金は初期投資資金が1,459 millionバーツであり、また維持管理費としては114 millionバーツである。この資金源は政府の予算であり、洪水被害が軽減し、また生産性が向上する結果政府の税収が増収するということで賄われると考える。

4.3.3 環境評価

環境評価 (EIA) はプロジェクトの特性から判断し、実施が必要と考えられる河川改修について行った。この調査の結果河川改修の実施に伴う環境への影響はそれほど大きなものではないということが明らかになった。

4.3.4 事業実施計画

F/S対象となったほとんどの非構造物対策プロジェクトは半年から1.5年程度のさらに詳細な調査の後、運用段階に入ると考えられる。

また河川改修については、1年半のD/Dの後準備期間を含む約5年間の事業実施期間でプロジェクトが完成しその後運用段階に入る。

事業実施計画を図4.10に示す。

4.3.5 対策案実施のための組織

F/S対象となった対策案は4.1.3で述べたように、基本的にはそれぞれ関係する機関 (DTCP、LDD、EGAT、RID、ONWRC等) がその責任の範囲で実施する

ことになる。ただしこのうち、河川改修については、RIDの中に新たに実施のための組織（Project Office）を設置する必要がある。この組織としては図4.11に示すものが必要と考えられる。

5. 結論及び勧告

5.1 結論

本調査では2018年を目標年次とし、チャオプラヤ川流域の特にチャイナートから下流のデルタ地区に重点を置いて、モンキーチークのコンセプトに基づく現在の流域のもつ遊水効果を保全すること、更に適切な洪水対策手法の導入をコンセプトとしてマスタープランを策定した（図5.1参照）。また、このマスタープランを具現化するためより早急な実施が必要と思われる対策を選定し、その実施の可能性（フィージビリティ）を検討した。

この調査においてマスタープランに基づく洪水軽減の実施がこの流域及びこの国全体の発展のために必要であり、さらに選定した対策の早期実施が効果的であるという結論を得た。

5.2 勧告

(1) マスタープランの位置づけ

チャオプラヤ川流域の総合的洪水対策のマスタープランが策定された。このマスタープランの実施がこの流域及び国の発展に重要であると考えられるところから、このマスタープランを国家開発計画の中に位置付けることを勧告する。

(2) 現在ある組織の強化、及び河川流域委員会の設置

本調査で策定されたマスタープランの対策のほとんどは現在ある組織の役割・責任に置いて実施されるものであるが、これら対策の実施を遅滞なくすすめるためには現在の組織を強化することが望ましい。

またこれら対策の実施にあたって関係機関の調整が必要であるが、この調整のためには現在国会で審議されている水資源法(案)の中で提案されている河川流域委員会の設置が必要であり、この委員会の早急な設置を勧告する。

ただ、現在タイ政府で組織の見直しが行われている状況で新しい組織の早急な設置が困難な場合は、現在の組織による暫定的な調整機関を設置することを提案する。

(3) 代替案の選定

マスタープランでは下流のバンコク・パトンタニ・ノンタブリを中心とする都市域の洪水に対する安全を確保するために3つの代替案（代替案-1、2-1及び2-2）を提案している。これらの代替案はいずれも実施に際し難しい問題を抱えており、すべての関係者が受け入れることの出来る代替案を選定するために、今後更に議論を進めていくことを勧告する。

右議論に際しては、放水路案実現のためには、更なる調査が必要であること及びバンコク堤防嵩上げ案に関しても、同案の実現のためには詳細な社会環境影響評価の実施について検討する必要がある。

(4) 優先プロジェクトの実施

マスタープランの枠組みの中で4つの優先プロジェクト：ダム操作ルールの変更、土地利用規制・誘導、組織・法制度、河川改修が選定された。これらの優先プロジェクトはチャオプラヤ川流域の洪水軽減を図るのにいずれも技術的・社会・環境面からみて必要であり、これらの対策の実施に向けて出来るだけ早急に次ぎの段階に進めることを勧告する。

(5) 農地での洪水対策の詳細な調査

農地での洪水軽減対策として河川改修、洪水氾濫水の配分及び排水システムの改善を提案しており、このうちF/S対象の対策案として河川改修について検討を行いシステム改善についてはその調査の方向性のみを示した。農地の洪水被害を軽減するには河川改修の実施とともに、氾濫水の配分及び排水システムの改善を進めていく必要があるところから、これらシステム改善のより詳細な調査を早期に実施することを勧告する。

