社会開発調査部報告書

No. 2

国際協力事業団

ヴィエトナム社会主義共和国

ドンナイ川流域水資源開発計画調査

最終報告書

要　約

平成8年8月

日本工営株式会社

国際協力事業団

ヴィエトナム社会主義共和国

ドンナイ川流域水資源開発計画調査

最終報告書

要　約

平成8年8月

日本工営株式会社

本報告書では事業費を1995年12月価格で算出し、米国ドルで表示した。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=11,014 ヴィエトナムドン=101.53円
(1995年12月末の通貨換算率)

序文

日本国政府は、ヴィエトナム社会主義共和国政府の要請に基づき、同国のドンナイ川流域水資源開発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6年9月から平成8年5月までの間、4回にわたり、日本工営（株）の山口正史氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

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

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

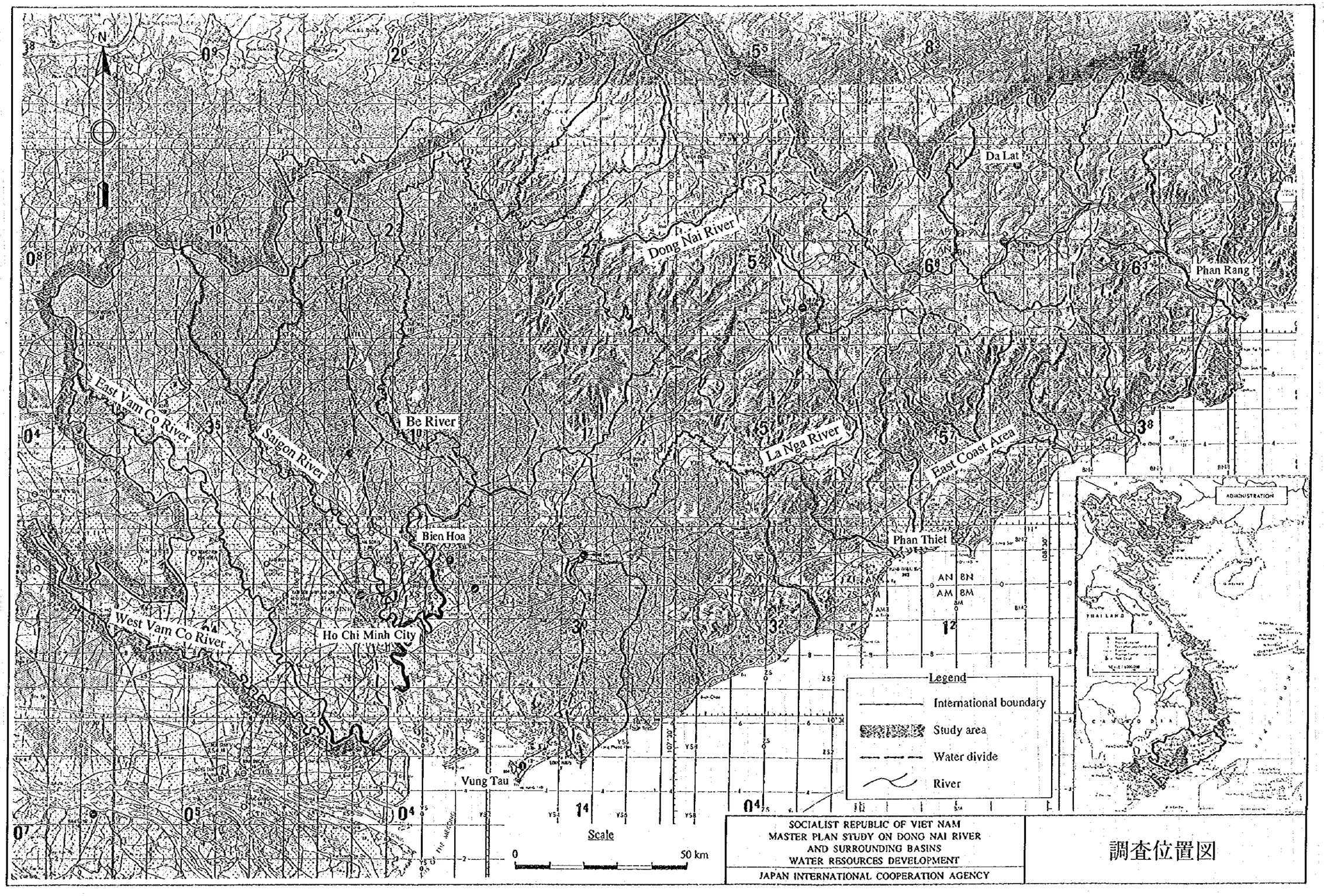
終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成8年8月

国際協力事業団

藤田公郎

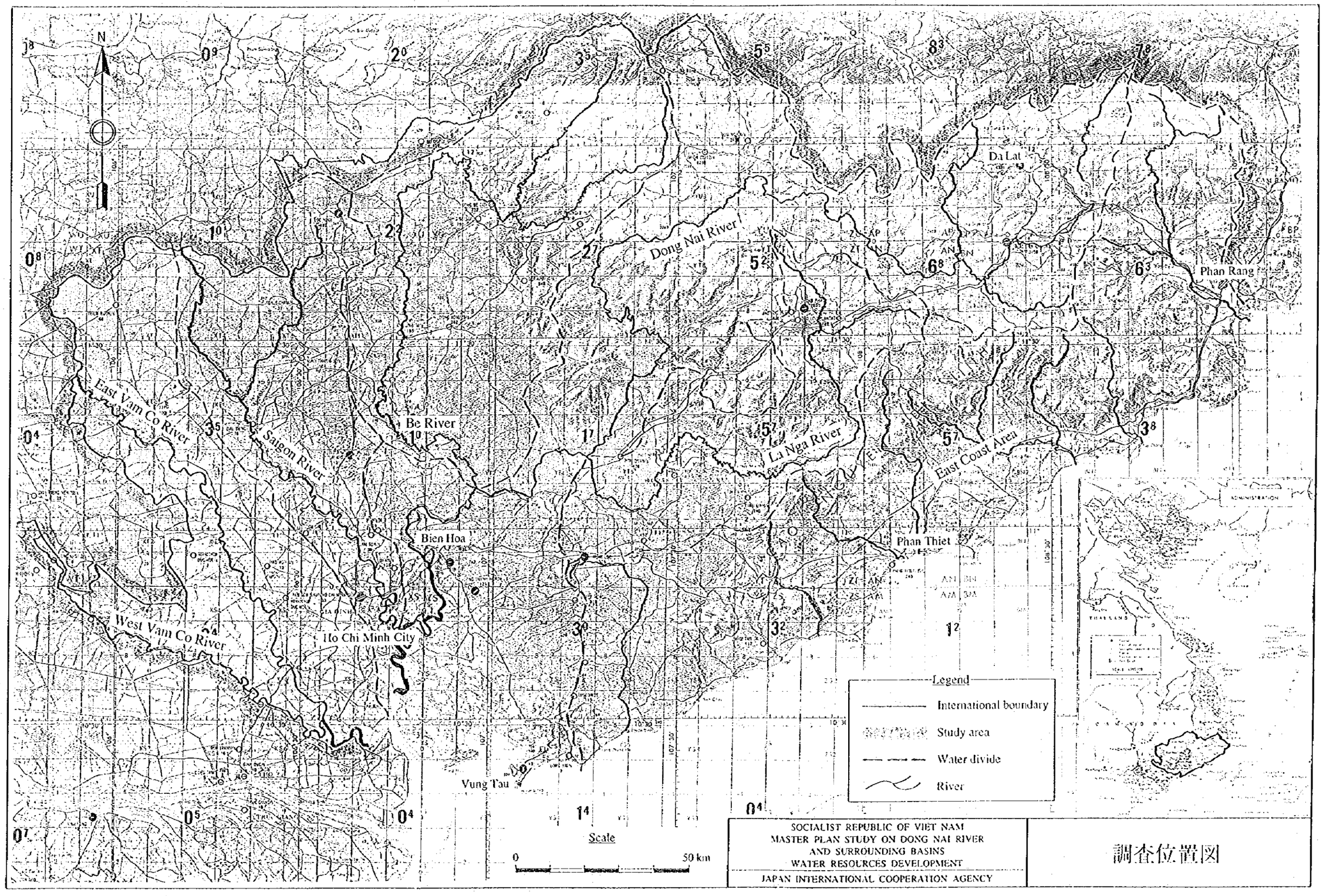
総裁　藤田　公郎

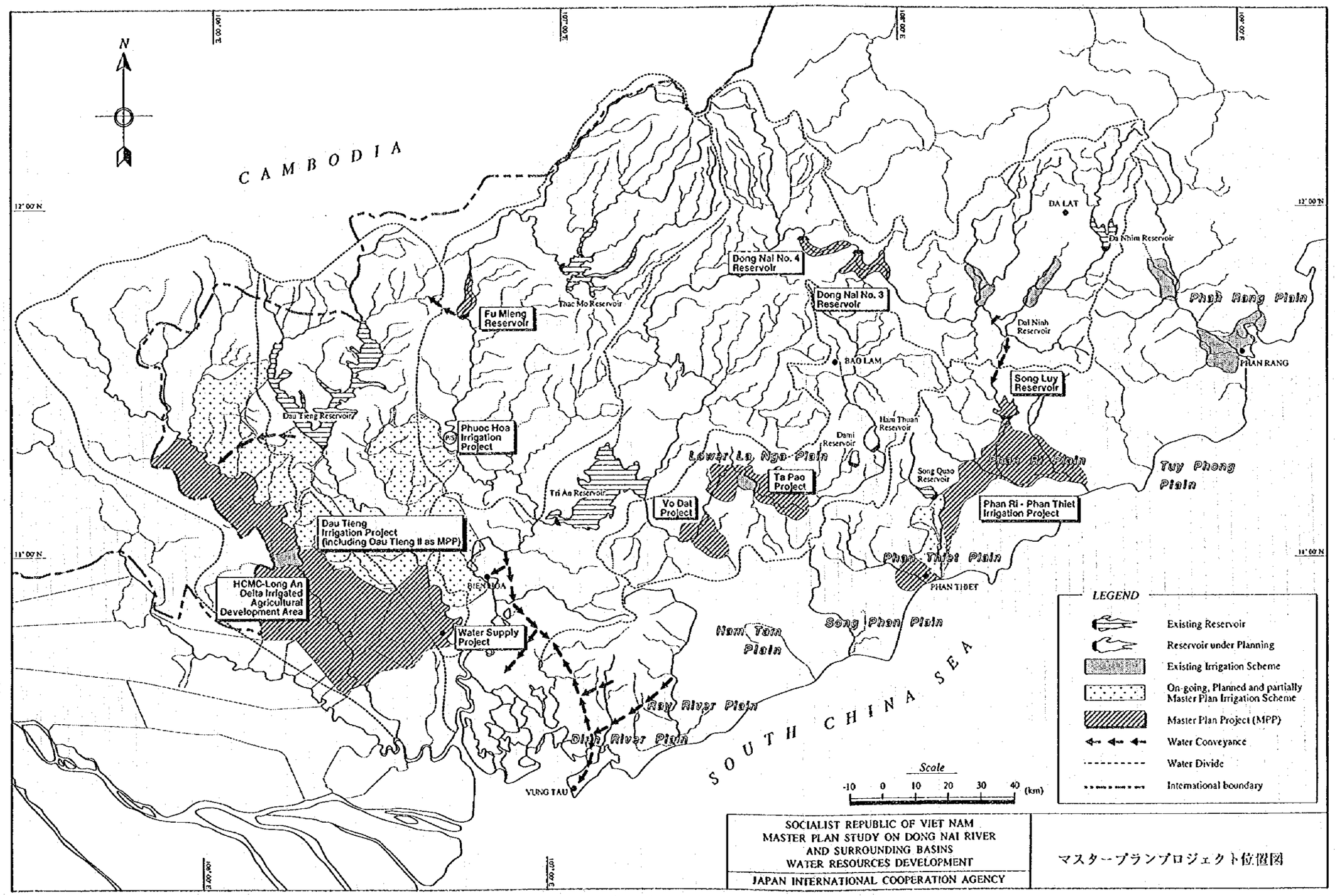


SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER
AND SURROUNDING BASINS
WATER RESOURCES DEVELOPMENT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

調査位置図


N
Da Lat
Phan Rang
Dong Nai River
East Vam Co River
Saigon River
Be River
La Nga River
East Coast Area
Bien Hoa
Phan Thiet
West Vam Co River
Ho Chi Minh City
Vung Tau
Legend
International boundary
Study area
Water divide
River
Scale
0
50 km
SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER
AND SURROUNDING BASINS
WATER RESOURCES DEVELOPMENT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY
調査位置図



SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER AND SURROUNDING BASINS WATER RESOURCES DEVELOPMENT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

マスタープランプロジェクト位置図

ヴィエトナム国
ドンナイ川流域水資源開発計画調査
調査概要

1．はじめに

ドンナイ川流域水資源開発調査は、日本国内における事前準備作業を実施した後、1994年9月22日に現地作業を開始した。本調査は1994年9月から1996年8月までの２３ヶ月間に亘り実施された。本マスタープラン調査では、計画目標年次をヴィエトナム総人口が107百万まで伸びると推定される2015年と定め、ドンナイ川流域の水資源の最適配分とその有効利用を目的として各関連セクターにおける開発計画を策定した。

2．ヴィエトナム国の社会経済概要

ヴィエトナム社会主義共和国はインドシナ半島の東縁に沿って南北に長く位置し、国土の総面積は331,114平方kmである。1993年の総人口は69.9百万人で、経済改革を目的とした"ドイモイ（刷新）政策"のもと、ヴィエトナム経済は1991年以来年８％を越える驚異的なGDPの伸び率で成長を遂げてきた。

西暦2000年を目標としたヴィエトナム経済の中期開発計画及び第６次５ヶ年計画（1996～2000）において次のような開発戦略目標を掲げている。

ーー人当たりのGDP	：	1990年の2倍
ー年間GDP成長率	：	10 - 12%
ー年間工業成長率	：	13 - 14%
ー年間農業成長率	：	4.5 - 5%
ー年間サービス成長率	：	12 - 13%

3．調査対象地域

調査地域はドンナイ川及び近傍流域48,500平方kmを対象とした地域であり、これは全国土面積の14.7%を占めている。調査地域は南部ヴィエトナムの１市９県にまたがり、人口は11.4百万人で、ヴィエトナム総人口の16.3％を占めている。1992年における調査対象地域の総生産は全国の40％を占め、セクター別では農業総生産において全体の14.3%、工業総生産において53.6%、サービス部門において32.1%を夫々占めている。経済成長はGRDPにおいて今後も年率7～10%で伸びると期待されている。

4．水資源開発の必要性

本調査対象地域は食糧需要はもとより、電気、生活用水・工業用水においても大きな需要がある。ヴィエトナム政府の試算では、本調査対象地域のGDPは2000年まで年率12乃至13％で成長するものと期待されている。一方、都市部と農村部の経済格差の拡大を防ぐ為には大規模な総合開発に加えて農村部での生活水準の向上を指向した水資源開発が必要である。さらに、塩水遡上及び流域管理の問題が検討すべき問題として取り上げられている。

5．水資源開発ポテンシャル

5.1　開発計画の基本構想

調和のとれた開発と高い経済成長を目標として、1995年、2000年、2005年、2010年及び2015年における本調査対象地域のマクロな社会・経済指標を次のように設定している。

	年	1993	1995	2000	2005	2010	2015
人口	人口 (千人)	11,406	12,026	13,726	15,484	17,290	19,089
	年成長率 (%)		(2.83)	(2.68)	(2.44)	(2.23)	(2.00)
	都市部人口 (%)	40.3	42	44	46	48	50
	GRDP (1989年価格、10億VND)	14,694	17,458	25,651	41,312	63,653	93,396
GRDP (地域総生産)	年成長率 (%)		(9)	(8)	(10)	(9)	(8)
	部門毎の変化 (%)						
	ー農業	10	10	8	7	6	5
	ー工業	50	50	45	43	42	40
	ーサービス	40	40	47	50	52	55
	一人当りのGRDP (VND)	1,274,194	1,435,876	1,848,444	2,638,894	3,636,324	4,839,277

上記対象地域内の社会・経済フレーム及び各セクターの開発の必要性と水資源ポテンシャルの偏在という観点から本調査対象地域における水資源開発マスタープラン策定の基本構想を以下の３点とした。

(1) 貯水池築造による開発ポテンシャルの高いドンナイ川とベ川流域の水資源開発
(2) ドンナイ川流域からの転流による東海岸地域の農業開発
(3) ベ川からの転流によるホーチミン市ーロンアンデルタ地域の農業開発

5.2 水力発電

実施が決定しているダイニン開発計画を含め合計１７ヶ所の地点が水力開発における有望地点として選定された。二回のスクリーニングと最適投入時期検討結果からドンナイNo.３、No.４及びフーミエンの３開発計画をダイニン以後に開発すべきマスタープランプロジェクトの候補として選定した。

5.3 灌漑農業開発

灌漑計画は既存、実施計画及び開発可能計画の三つに区分される。調査対象地域内には６つの大規模既存灌漑事業があり、その面積は 30,300 ha である。実施計画として５つの事業があり、その面積は 159,270 ha である。又、開発可能計画として１２の事業があり、その面積は 243,180 ha である。一方、地方小規模灌漑計画として 229 の事業が本調査対象地域内において選定された。この地方小規模灌漑計画及び１２の計画から選定された８つの灌漑計画はマスタープランプロジェクトの一つとして取り上げられている。

5.4 生活用水・工業用水

西暦2015年での SFEA における生活及び工業用水の需要は 3.8 百万m^3／日で、その内 1.7 百万m^3／日（10.9 m^3/sec）は国道５１号線沿いに発展する工業地帯への供給水量で、2.1百万m^3／日はホーチミン市の生活用水分である。一方、合計 1,207 の地方給水計画が 170 の村落（コミューン）の生活向上を目的として本調査対象地域内に選定された。この地方給水計画はホーチミン市及び51線沿線への上水供給計画と共にマスタープランプロジェクトの候補の一つとして取り上げられた。

6．河川及び流域管理

6.1　治水及び都市排水

ドンナイ川、ベ川及びサイゴン川には、広大な貯水面積を有するダムが近年建設され、下流のドンナイ本川及びサイゴン川の治水安全度が１５年～２０年確率洪水に対処できる程度に向上していることが判明した。従って、治水事業は、社会基盤整備事業として別個にマスタープランに採り上げることはせず、開発事業に付帯する地域的な事業の一部として対処することとした。

一方、ホーチミン市街地は、排水施設の不備・老朽化による雨期の湛水及び乾期の水質悪化に悩まされている。同市の排水システムを改善するため、マスタープラン調査を別途実施するよう提案した。

6.2　塩水遡上

ドンナイ川下流部のデルタ地域における塩水遡上の特性検討を、現地観測及びシミュレーションモデルにより行った。その結果、ドンナイ川のホアアン取水口地点（飲料水）、サイゴン川のトゥーヨーモ取水口地点（飲料水）、及び東バンコ川のサンカン取水口地点（灌漑用水）の各基準点において、夫々、100 m^3/sec、25 m^3/sec、及び 20 m^3/sec を維持流量として確保する必要があると算定された。

6.3　自然保護地区と流域管理

ドンナイ川とベ川の中・上流域には自然保護区があり、その地域では、この国に特有な生態系と生物の多様性が確認されている。これらの保護区を保全するには総合流域管理計画を必要としている。

7．マスタープランプロジェクトの形成

7.1　最適水配分計画

マスタープラン候補プロジェクト間でドンナイ川流域内に賦存する水資源を最適に配分できる様に数学的モデルが作成された。この結果に基づきマスタープランプロジェクトを選定すると共に、ドンナイ本川より東海岸地域への転流案及びベ川からサイゴン川への転流案の開発流量の算定も行った。

7.2　マスタープランプロジェクトの選定

最適水配分計算の結果、地方小規模開発の重要性、さらに水資源開発に係る組織強化の必要性を考慮した結果、計画目標年 2015年までの２０年間の間に開発する必要のあるプロジェクト（マスタープランプロジェクト）は、以下の通りとなった。

① 地方小規模灌漑計画（164ヶ所のリハビリ／改善及び65ヶ所の新規小規模灌漑計）
② 地方小規模給水計画（1,207 地点）
③ ドンナイNo.3及びNo.4発電計画（計 420 MW）
　　ドンナイNo.3：180 MW
　　ドンナイNo.4：240 MW
④ ベ川－サイゴン川転流計画（ベ川内ゾーチェン貯水池への転流量 60m^3/sec）
⑤ 8地点の灌漑計画（計 242,560 ha）
　　フックホア（45,680 ha）、タバオ（19,000 ha）、ボダット（12,620 ha）、ファンリ（29,700 ha）、ファンチェット（10,000 ha）、ゾーチエン（未整備地区 48,390 ha）、ホーチミン

(46,000 ha)、ロンアン (31,170 ha)。尚、ファンリーファンチェット灌漑計画にはソンルイ灌漑専用ダム (有効貯水量：1.1 億m^3) を含む。

⑥ 国道５１号線沿線への上水計画 (1.7 百万m3／日)

⑦ ドンナイ水資源開発に係る組織の強化／人材育成計画

ホーチミン市水道計画及びダイニン水力発電計画は調査対象地域内において最も開発の優先度が高い計画として位置づけられているが、ホーチミン市水道計画に関しては別途マスタープラン調査が実施されている事、ダイニン計画に関しては実施がすでに決定していることから本調査のマスタープランプロジェクトには含まれてない。

8．マスタープランプロジェクトの事業評価

選定されたマスタープランプロジェクトを地域格差是正を目的とした社会開発計画、地域の経済開発を目的とした経済開発計画、さらに上記社会開発計画及び経済開発計画を円滑に実施させる為の行政計画に区分し、社会開発計画においては事業費の概算を行った。経済計画においては概略設計、事業費概算及び経済評価等一連の作業を実施した。行政計画においてはその必要性を提言している。検討結果は下記の通り要約される。

マスタープランプロジェクト	事業費 (US$ 百万)
社会開発計画	
(1) 地方小規模灌漑計画	231
(2) 地方小規模給水計画	72
経済開発計画	
(3) ドンナイ№3及び№4発電計画	888 (11.4)
(4) ベ川－サイゴン川転流計画 (フーミエン多目的ダム計画の場合)	285 (11.3)
(5) 8地点の灌漑計画	803 (8.0～13.4)
(6) 国道５１号線沿線への上水計画	464 (12.9)
合 計	2,743
行政計画	
(7) ドンナイ水資源開発に係る組織の強化／人材育成計画	

注：括弧内数字EIRR, %

経済開発計画の一つであるベ川からサイゴン川への転流計画にはフーミエンとフックホアの２代替案があり、両計画の比較検討は新たに作成された地形図に基づき実施された。わずかながらフーミエン計画が有利との結果が得られたが、両者選択の最終決定は今後行われるより詳細な調査結果によろう。

初期環境評価 (IEE) が社会・自然環境に悪影響を及ぼすだろうと推定される経済開発マスタープランプロジェクトに対して実施された。ドンナイ№3及び№4発電計画の実施により起こり得るだろうと推定される環境影響としては、ドンナイ川に生息する水中生物の消失などが挙げられる。ベ川－サイゴン川転流計画の転流手段としてフーミエン多目的ダム計画が実施された場合、１０～１５年前に入植した約 500 から 550 世帯を貯水地内水没地から移転させる必要があろう。8 地点の灌漑計画に関しては水質の低下等が一般的な環境問題として考えられる。

9．マスタープランプロジェクトの実施計画

9.1 実施計画及び投資規模の妥当性

選定された社会・経済開発マスタープランプロジェクトが計画目標年である 2015 年までの20年

間に実施出来る様に実施計画を作成した。実施計画作成に当り、必要事業費がなるべく均等に分散される様配慮した。その結果、フェーズⅠ（1996～2000年）におけるマスタープランプロジェクトの実施に必要な総額は約1億7千万ドル、フェーズⅡ（2001～2005年）で10億9千万ドル、フェーズⅢ（2006～2010年）で12億1千万ドル、フェーズⅣ（2011～2015年）で2億8千万ドルとなるが、この金額は本調査対象域内の発電、灌漑、水道事業に割り当てられるであろうと推定される予算額の夫々24.9％（フェーズⅠ）、103.8％（フェーズⅡ）、77.1％（フェーズⅢ）、及び12.5％（フェーズⅣ）になった。

9.2 マスタープランプロジェクト実施に係る組織

行政計画マスタープランプロジェクトの円滑的な実施を目的として、"ドンナイ川水資源開発委員会"の設置を提案する。更に委員会の下に"プロジェクト事務局"を設置し、事務調整を行うものとする。

10. 優先プロジェクトの選定

各セクターは、おのおの独自の開発目標を有している為、セクター間での優先度の比較は困難である。従って本マスタープランプロジェクトの中から優先プロジェクトを選定するに当っては、関連する各セクター内においてそれぞれ、プロジェクトの緊急性、既に行われてきた調査、設計等の成熟度、期待される便益の即効性、地域経済格差是正への貢献度等を総合的に判断した上で下記の6プロジェクトを特に優先プロジェクトとして選定し、TOR（案）を作成した。

(1) 地方小規模灌漑計画
(2) 地方小規模給水整備計画
(3) ドンナイNo.3及びドンナイNo.4水力発電開発計画
(4) ファンリーファンチェット灌漑計画
(5) 国道51号線沿線水道整備計画
(6) ドンナイ水資源開発に係る組織の強化／人材育成計画

ヴィエトナム国
ドンナイ川流域水資源開発計画調査

最終報告書

和文要約

目　　次

付表

付図

1．はじめに

ドンナイ川流域水資源開発調査は1993年3月にヴィエトナム国水資源省（現農業・地方開発省）と国際協力事業団との間で締結された“実施細則 (Scope of Work)”に基づき、日本国内における事前準備作業を実施した後、1994年9月22日に現地作業を開始した。本調査は２３ヶ月間の調査期間を経て、1996年8月、ファイナルレポートの提出をもって完了した。

マスタープラン調査では、計画目標年次を2015年と定め、ドンナイ川流域の水資源の最適配分とその有効利用を目的として各関連セクターにおける開発計画を策定した。本調査ではこれまでの３次にわたる現地調査及び国内検討作業、即ち第一フェーズ調査（94年9月－95年3月）、第二フェーズ調査（95年5月－95年11月）及び第三フェーズ調査（95年12月－96年8月）の現地調査並びに国内作業の検討結果を集成したものである。

2．ヴィエトナム国の社会経済概要

ヴィエトナム社会主義共和国はインドシナ半島の東縁に沿って南北に長く位置し、国土の総面積は331,114平方kmである。1993年の総人口は69.9百万人で、その内56.3百万人が農村部に住み13.6百万人が都市部及びその近郊居住者である。経済改革を目的とした“ドイモイ（刷新）政策”のもと、ヴィエトナム経済は1991年以来８％を越える驚異的なGDPの伸び率で成長を遂げてきた。

ヴィエトナム経済の中期開発計画として「2000年を目標とする社会・経済安定開発戦略」及び「経済５ヶ年計画」があり、この中期開発計画ではヴィエトナムの開発に関する基本的枠組みを規定するとともに、次のような開発戦略目標を掲げている。

－一人当たりのGDP	：	1990年の2倍
－年間GDP成長率	：	10 - 12%
－年間工業成長率	：	13 - 14%
－年間農業成長率	：	4.5 - 5%
－年間サービス成長率	：	12 - 13%

3．調査対象地域

3.1　社会・経済フレーム

調査地域はドンナイ川及び近傍流域48,500平方kmを対象とし、これは全国土面積の14.7%を占める地域である。調査地域は南部ヴィエトナムのホーチミン市とタイニン県、ソンベ県、ダクラク県、ラムドン県、ニントアン県、ビントアン県、バーリア・ブンタウ県、ドンナイ県及びロンアン県の１市９県にまたがる。（参照図１）

調査対象地域の総人口は 11.4 百万人で、全国民の 16.3 %を占めている。1992年における調査対象地域の総生産は全国の 40 % を占め、セクター別には農業総生産では全体の 14.3 %、工業総生産の 53.6 %、サービス部門では 32.1 % を夫々占めている。また、外国貿易の輸出額においては全国の 21.7 % を占めている（1992年）。農業生産部門を除いた各部門の生産指数は調査対象地域の全国土に対する面積比14.7%をはるかに凌いでいる。

豊富な自然・人的資源に恵まれた本調査対象地域は国全体の平均と比べ高い経済成長を達成している。更にその大きな開発潜在力を有する本調査対象地域は今後とも高い経済成長率を維持しながら発展することが期待されている。しかしながら、その一方ではホーチミン市を中心とした急速な経済発展が都市部と農村部間の経済格差を更に拡大させ、持続的かつ調和のとれた経済開発に影響を及ぼす事が懸念されている。

調和のとれた開発と高い経済成長を目標として、1995年、2000年、2005年、2010年及び2015年における本調査対象地域のマクロな社会・経済指標を次のように設定している。

調査対象地域内のマクロ経済指標

年		1993	1995	2000	2005	2010	2015
人口	人口(千人)	11,406	12,026	13,726	15,484	17,290	19,089
	年成長率(%)	(2.83)	(2.68)	(2.44)	(2.23)	(2.00)	
	都市部人口(%)	40.3	42	44	46	48	50
GRDP (地域総生産)	GRDP (1989年価格、10億VND)	14,694	17,458	25,651	41,312	63,653	93,396
	年成長率(%)	(9)	(8)	(10)	(9)	(8)	
	部門毎の変化(%)						
	－農業	10	10	8	7	6	5
	－工業	50	50	45	43	42	40
	－サービス	40	40	47	50	52	55
	一人当りのGRDP (VND)	1,274,194	1,435,876	1,848,444	2,638,894	3,636,324	4,839,277

Source : JICA Team's estimates

3.2 自然状況

本調査対象地域は下表に示すようにドンナイ川本川の他ランガ川、ベ川、サイゴン川、東バンコ川、西バンコ川の６河川流域及びビントアンとニントアンの２県を包含する海岸地域で構成されている。

河川名	測地点	流域面積 (km²)	地域流域面積 (km²)
ドンナイ	ベ川との合流点（ランガを含む）	14,979	14,979
	（ランガ川との合流点）	(4,093)	(4,093)
ドンナイ	ベ川との合流点より河口	4,093	4,093
ベ	ドンナイ川との合流点	7,427	7,201
サイゴン	ドンナイ川との合流点	4,717	4,316
西バンコ	東バンコ川との合流点（西岸部を除く）	921	921
東バンコ	河口	8,546	5,005
海岸地区	各小河川の河口	11,956	11,956
	計	52,639	48,471

尚上記流域面積と調査対象地域流域面積との差4,168 km²はカンボジア国領内に含まれている。

本調査対象地域は比較的豊富な降水量に恵まれている。調査対象流域内の年平均降雨量は 1,945 mmであるが、地域的には著しく変化しており、ダクテ川流域で 2,800mm、ドンナイ川河口部で 1,400mm、ファンリームイディン地区においては調査対象地域内最小の800mmとなっている。（参照図２）

月流量データを15の観測所から収集し、年平均流出に関する比流量を計算した結果、0.0123cms/km²から0.0464cms/km²の範囲で変化した。ドンナイ川流域では0.0335cms/km²、ベ川流域では0.0418 cms/km²及びランガ川流域では0.0422cms/km²と高い平均値を示し、一方サイゴン川流域では0.0224cms/km²、東海岸流域では0.0207cms/km²と低い平均値をしめしている。これはドンナイ川、ベ川及びランガ川の３流域に水資源開発の高い可能性があることを示唆している。流出係数については、0.4から0.6の値を得た。

本調査対象地域の地下水分布は水文地質的に低地平野、中央台地、花崗岩－閃緑岩地帯、海岸地域及び山岳地域の5地区に分割される。地下水開発の可能性の検討を行った結果、低地平野と玄武岩が広く分布する中央台地に高い開発の可能性があることを確認した。調査対象地域における1993年時点での地下水採取量は 64万m3／日で、これは推定全賦存量（30百万m3／日）の2.2%に過ぎない（参照図３）。

4．水資源開発の必要性

4.1　背景

本調査対象地域はヴィエトナムの経済成長をリードしている地域の一つであり、特に「南部経済特別地区」（SFEA）がその中心となっている。SFEA はホーチミン市、ドンナイ県及びバーリア・ブンタウ県全域とソンベ県の一部から構成され、総面積 12,400 km²、人口 7.8 百万人を有している。

このSFEAはハノイ－ハイフォン及びダナン地区と並んでヴィエトナム経済開発の牽引役として期待されている。

本調査対象地域は食糧需要はもとより、電気、生活用水・工業用水においても大きな需要がある。ヴィエトナム政府の試算では、本調査対象地域のGDPは2000年まで年率12乃至13％で成長するものと期待されている。

一方、都市部と農村部の経済格差の拡大を防ぐ為には大規模な総合開発に加えて農村部での生活水準の向上を指向した水資源開発が必要である。

4.2 水力発電開発

ヴィエトナム南部地域においては1994年のタクモ水力発電所の完成後、総発電設備容量は1,271 MWに達し、水力発電はその内の約56％である713 MWの容量を有している。この総設備容量で年間最大ピーク需要1,000 MW及び年間電力需要5,500 GWhに対応している。当地域は、慢性的な乾季の電力発生不足による電力不足に悩んできた。調査対象地域の電力不足を補うために北部地域の余剰電力を南部地域に送電する500 kV送電線が1994年6月に完成した。

過去の実績と今後のGDPの予想伸び率から2015年までの電力需要を想定した。その結果、2015年の電力需要は低く見積っても(low case scenario) 7,900 MW, 42,000 GWh／年と推定され、高成長率の場合(high case scenario)には12,800 MW、67,000 GWh／年となり、現在の需要の１０倍以上になるものと予想される。

工業並びにサービス部門に支えられた高い経済成長率を確保するには、今後の電源開発が不可欠である。発電の主体は将来的には火力中心になると考えられるが、水力発電開発は電力の安定供給を目的とし、且つ環境保全と資源保護の観点からも積極的に推進される必要がある。

4.3 農業開発

ヴィエトナムは1994年に26百万トン、一人当り350 kgの食糧生産を達成し、かつ２百万トンの米を輸出している。2000年に向けた経済開発５ヶ年計画では今後とも国家食糧安全保障の観点から食糧増産と市場経済政策に沿った農業生産の多様化を主たる農業開発戦力とし、2000年には30百万トン、一人当り366 kgの食糧生産を目標としている。

このような農業政策並びに今後の人口増加に対応するために、生産量の10％の輸出を想定した場合、今後10年間で籾換算で現在の米生産量23百万トンから33.5百万トン、約10百万トンの増産を図らねばならない。この目標を達成するには現在の5.39百万haの既存周年作物農地（内2.1百万haは灌漑施設が整備されている）への灌漑施設整備はもとより、新規開発地区への更なる投資が求められている。

本調査対象地域における主要作物である米の1993年の生産量は 1.8 百万トンで、これは調査対象地域の人口 11.4 百万人の米需要の約 60 % を満たしているに過ぎない。もし現在の生産高で推移すれば2015年には米の自給率は更に下がり 30 %程度となろう。

ニントアンとビントアンの２県を包含する東海岸地域は降雨が少ない事により、多様な農業開発の可能性が妨げられている。これに対して、ドンナイ川流域からの転流により、現状を大幅に改善することが期待されている。一方、ホーチミン市－ロンアンデルタ地帯においては水不足により、冬春米作の作付面積の増加が望めず、また強酸性土壌と塩水遡上の影響を受け、未開墾地の農業開発が進まないでいる。このためには他の流域からの導水が必要である。

4.4 生活用水及び工業用水開発

2015年における本調査対象地域全体の生活用水及び工業用水の需要は 4.3 百万m^3／日と見積られ、その内ホーチミン市の需要（2.1 百万m^3／日）を含む、SFEA の需要は 3.79 百万m^3／日に達する。この需要に見合う開発水量は 4.12 百万m^3／日で、この内、3.18 百万m^3／日（36.8 m^3/sec）は主にドンナイ川に水源を求めることになり、残りの0.94 百万m^3／日（10.9m^3/sec）はサイゴン川となろう。

国道５１号線沿いに今後開発が予定されている工業地区の2015年における水需要は 1.7 百万m^3／日（19.7 m^3/sec）と算定された。

4.5 農村地域開発

地方の貧困化は都市への過剰な人口流入を引き起こしスラムの形成に代表される都市問題を生みつつある。このような経済格差を是正する観点から、地方の生活水準を上げ、雇用機会を増大するような地域開発が必要とされている。

水資源開発の観点からは、地方の生活水準の向上を目的とした地方水道計画が望まれている。一方、雇用機会の増大については地方の小規模灌漑事業の改修が貢献するものと期待されている。

このような小規模プロジェクトによる地域開発は数が多く、また広域に分散していることから集中的な投資で短期に完成出来ないといった側面があるものの、地方の社会・経済基盤を強化する目的として必須であるため、実情に即した現実的な実施計画を策定の上地道に実行する必要がある。

4.6 森林伐採、洪水及び塩水遡上

<u>森林伐採</u>

ヴィエトナム全土の森林総面積は1943年から1991年の間に 67 % から 29 % にまで減少した。同様に、本調査対象地域内では森林面積は 69 % から 29 % に減少した。生物種保護上、重要と

考えられる常緑樹林面積は現在 20％以下まで低下したと推定される。又、低地の川辺生息域の減少は、地域環境や野生生物に深刻な影響を与えつつある。

森林伐採は直接的には土壌侵食問題を引き起こし、間接的には河川の土砂流動として貯水池計画に影響を及ぼすことになる。山林伐採の制限及び土壌侵食や土砂生産の制御は、開発プロジェクトが実施される際には、十分に検討されなければならない。

洪水と都市排水

本調査対象地域内での洪水は３種類の型に分類できる。即ち、東海岸地域でのシャープな出水による洪水、カチエン、タンリン及びタンユエンにおける河道狭窄による冠水及びドンナイ川下流域での高水位と潮汐の複合作用による冠水である。

東海岸地域では河川路長が短くかつ急峻なため、洪水は、そのピーク時間は短いものの、下流低平地であるファンラン平野、ルイ川下流低平地及びファンチエット平野で被害をもたらしている。

ドンナイ川下流域では1932年、1952年、1964年及び1978年に甚大な被害をもたらした洪水が発生しているが、1988年のチアン貯水池完成後、このような洪水被害は激減している。従って、ホーチミン市及びその周辺地域での主たる問題は洪水による直接被害ではなく、むしろ既存の排水・下水網の未整備による冠水である。

塩水遡上

ドンナイ川の河口付近では多くの人工・自然水路が複雑に交錯しており、海への主要放流河川はドンナイ川本線、ロンタウ川とドンチャン川である。これら河川の勾配は緩いため潮汐の影響を受けて塩水はドンナイ川の支流であるバンコ川とサイゴン川の奥深くまで遡上しており、これがこのデルタ地区での農業生産及び住民生活に影響を及ぼしている。この問題は水資源開発計画策定において環境面での制約条件として十分に検討されねばならない。

5．水資源開発ポテンシャル

5.1　開発計画の基本構想

本調査対象地域は年平均雨量が約 2,000 mmと比較的豊富な降水に恵まれているものの、その降水分布は一様ではなく、主な水資源の開発のポテンシャルはドンナイ川とベ川の流域の山間地域に片寄っている。一方、サイゴン川とバンコ川の水資源は比較的少なく、東海岸地域の水資源は更に小さい。（参照図２）

前述した各セクターの開発の必要性と水資源ポテンシャルの偏在という観点から本調査対象地域

における水資源開発マスタープラン策定の基本構想は以下の３点とした。

(1) 貯水池築造による開発ポテンシャルの高いドンナイ川とベ川流域の水資源開発
(2) ドンナイ川流域からの転流による東海岸地域の農業開発
(3) ベ川からの転流によるホーチミン市－ロンアンデルタ地域の農業開発

各セクターにおける、マスタープランプロジェクトの候補の選定は以下に述べる通りであり、最適水配分の検討結果に基づくマスタープランプロジェクトの策定は第７章で詳述する。

5.2 水力発電

水力発電のポテンシャルプロジェクトは２種類のグループに区分できる。第一のグループは大流域で比較的大きな貯水容量を有するドンナイ川のドンナイNo.１、No.２、No.３、No.４、No.５、No.６及びNo.８、ベ川のカンドンとフーミエン、及びランガ川のバオロックとランガNo.３の貯水池群である。第二のグループはこれら河川の支線に位置し、流域面積は比較的小さいものの、高落差を得ることができる貯水池群である。（参照図４）

第二のグループは高出力が得られるが、小流域である為年間発生電力量は非常に限られたものである。従い、将来揚水発電開発としてとりあげることが可能であるが、本マスタープラン調査での詳細検討の対象からは除外した。

第１グループのマスタープランプロジェクト候補選定には２段階のスクリーニングを行った。第１次のスクリーニングではドンナイNo.１、No.２、No.５及びバオロックの４発電計画はkWh単価が１１米セントを超過或いはkW単価が4,000米ドルを超過していることから経済的には有望な開発計画とは云えず、候補プロジェクトから除外した。

第２次のスクリーンニングでは新たに入手した地形図と追加水文データを吟味したうえで、１次スクリーニングを通過した発電計画に対して経済的及び環境的側面から更に詳細な検討を加えた。その結果、ドンナイNo.６、No.８及びランガNo.３計画は経済的に劣り、特に前者の２開発計画はカチエン国立公園の一部を水没させることが判明した。また広大な貯水池による住民移転問題を生起する可能性があり、自然並びに社会環境面への影響が大きいと判断し、ランガNo３も含め上記３計画を候補プロジェクトから除外した。

上記スクリーニングの結果ドンナイNo.３、No.４、カンドン及びフーミエンの４開発計画が技術的・経済的に優れていることが確認された。ドンナイNo.３開発計画は１０億m^3もの大規模な貯水池を有するため、ドンナイNo.４の発電設備容量をほぼ２倍までに高めるとともに、常時発生電力量も増大させる事が可能である。更にドンナイNo.３はチアン水力発電所の常時発生電力量も増加させる。ドンナイNo.４についてはドンナイNo.３との同時開発により、ドンナイNo.４の単独開発に比べ５倍以上の純便益を得ることが可能となる。従い、ドンナイNo.３（180MW）とドンナイ

No. 4 (240MW) の同時開発をマスタープランプロジェクトの候補プロジェクトとする。

ベ川に築造するフーミエン貯水池 (55MW) は発電のみならず、ベ川の水をゾウチエン貯水池を経由してホーチミン市ーロンアンデルタの農業開発地域に転流する多目的開発計画であり、これにより約 88,000 ha の灌漑面積を増大させることが可能となる。

これら有望プロジェクトの電力供給システムへの最適投入時期を決定するために「電力最適投入計画検討」を実施し、ドンナイNo. 3、 No. 4 及びフーミエンの 3 開発計画については2005年から2009年の間に投入する必要があるとの結果を得た。カンドン開発計画は代替火力発電所の建設費が上昇した場合には2015年までの投入の可能性がある。

以上の検討からドンナイNo. 3、No. 4 及びフーミエンの 3 開発計画をマスタープランプロジェクト候補として選定した (参照表 1)。

5.3 灌漑農業開発

図 5 に既存、計画中及び開発可能灌漑計画を示す。各計画の概要は下記の通りである。

主要開発地区における農業開発

フックホア灌漑計画はその実施に向けて計画段階にあり、ベ川から取水することによりソンベ県の南部地区の 45,680 ha を灌漑しようとするものである。灌漑施設として 67 百万m^3の貯水容量を持つフックホアダムと総延長 210 km の一次・二次水路の建設が農業・地方開発省により提案されプレ・フィジビリティ調査が1995年に実施されたが、その調査に示されているコストと今回本調査により実施したコストの算定に大きな差異が生じている。検討の結果、調査団はより経済的な代替案として小さな堰を持つポンプ灌漑を推奨している。

下流ランガ平野の灌漑可能地区はタバオ計画の 23,000 ha とボーダット計画の 15,000 ha から成り、合計で 38,000 ha である。タバオ灌漑計画はランガ川沿のボースーポンプ灌漑 5,000 ha を含んでいる。上記三つの灌漑開発可能地区はマスタープランプロジェクトの候補として取り上げられている (選定過程表 2 参照)。

東海岸地区農業開発

ドンナイ川の上流部に建設されるダイニン貯水池計画はドンナイ川から東海岸地域に転流する計画の基幹を成しており、転流水により 300 MW の水力発電を可能にすると共にファンリ・ファンティエット平野の灌漑計画にも使用される。

ダイニンからの転流水と自流域内の水を利用して 39,700 ha を開発する灌漑計画もマスタープランプロジェクトの候補の一つとして取り上げられている。この計画はファンリ平野の 29,700

haとファンティエット平野の東部10,000 haを含んでいる。調査の初期段階において、ランガ川からの導水により、ファンティエット平野の灌漑計画を実施する案が検討されたが、経済的に実施の可能性が低いと判断された為、この転流案は検討の対象から外された。

ダイニン発電所からの放流水の逆調整及びルイ川の流量を調整する為にルイ貯水池の建設が必要となる。この貯水池はファンリ・ファンティエット平野全体の灌漑計画の実施に不可欠であることからルイ貯水池計画もマスタープランプロジェクトの候補の一つとして取り上げられている。

ホーチミン市－ロンアンデルタ農業開発計画

ホーチミン市－ロンアンデルタ地域の現状を改善する有望な方策はベ川の水をゾーチエン貯水池を経由して当地域に転流し淡水を供給することである。この観点から転流によるホーチミン市－ロンアンデルタ農業開発計画をマスタープランプロジェクトの候補として選定した。開発可能な面積は東バンコ川から灌漑するロンアンデルタ地区54,000 ha及びサイゴン川から灌漑するホーチミン市地区46,000 haの合計100,000 haとした。

ホーチミン市－ロンアンデルタ地域に加えてゾーチエン灌漑計画も、ベ川からの転流の恩恵を受けることになる。ゾーチエン灌漑計画総面積 93,390 ha中、現在までに灌漑設備が整備された地区は重力灌漑地区の45,000 haで、残りの未整備地区 48,390 haは、ベ川からの転流による補給がなければ十分な灌漑は望めない。この 48,390 haに対する灌漑計画はゾーチエン灌漑拡張開発計画とし、マスタープランプロジェクトの候補とした。

地方小規模灌漑計画

農家収入の向上と農村部における雇用機会の増大を図ることで都市－農村部間の経済的格差を是正することを目的とした地方小規模灌漑計画は既存事業の灌漑排水施設の修理と改善及び新規小規模事業の実施から成っている、前者において 164 計画（67,745 ha）、後者において 65 事業（61,242 ha）、合計で 229 の計画が本調査対象地域内において選定された。この地方小規模灌漑計画もマスタープランプロジェクトの一つとして取り上げられている。

5.4 生活用水・工業用水

2015年でのSFEAにおける生活及び工業用水の需要は3.8 百万m^3／日で、その内1.7 百万m^3／日（10.9 m^3/sec）は国道５１号線沿いに発展する工業地帯（参照図６）への供給水量で、2.1百万m^3／日はホーチミン市の生活用水分である。現状でもドンナイ川の水量はこの需要を十分満たしているが、国道５１号線沿線への給水計画とホーチミン市への給水計画の両開発計画をマスタープランプロジェクトの候補とした。

一方、合計 1,207 の地方給水計画が 170 の村落（コミューン）の生活向上を目的として本調査対

象地域内に選定された。この地方給水計画もマスタープランプロジェクトの候補の一つとして取り上げられた。

6．河川及び流域管理

6.1　治水及び都市排水

カチエン－タライ地域

ドンナイ№3及びドンナイ№4貯水池が完成すれば、洪水ピーク流量の約30%がカットされるが、この地域は国立自然保護区でもあるため、大幅な洪水量の低減は環境上好ましくない。又、この地域は長年下流地域への自然遊水池として機能しており、治水計画の策定に当たっては、特にこの2点に配慮する必要がある。

ランガ地域

この地域での洪水は、河道の通水能力が低い（150～350m³/s）事に起因していると考えられるが、上流のハムトアン・ダミ貯水池が完成すれば、洪水被害はかなり軽減される事が期待される。

ホーチミン市街地

人口の増加と、建設／維持の為の予算不足等により、都市排水施設の能力不足は深刻である。経済三角地帯を含む都市部でも一般家庭下水及び工業廃水は適切な処理をされず、河川へ直接排水されている為、水質汚染の問題も顕在化しつつある。1990／91年の水質調査では、タンホアーロゴモ水路、ニューロックーチーネ水路及びタンロン水路の上流部は最も汚染度の高い地域である事が判明した。

従って、この地域を含む都市部の排水システムの改善を目的としたマスタープラン調査を早急に実施する事を提案する。この調査では下水・排水システムの改善計画のみならず、潮位の影響を受ける複雑に入り組んだ水路の流れの解析、及び水質管理・制御に関する指針の策定も含むものとする。

東海岸地域

この地域の洪水は、上流域が小さいためピーク時間が比較的短いのが特徴である。洪水防御の為の小規模ダムの建設は最も有効であるが、この地域の発展度、重要度等も検討した上でその経済性を検討する必要がある。河道の整備及び局部的な堤防の建設も、洪水被害の軽減にかなり貢献することが期待される。

6.2　塩水遡上

河川の縦横断測量及び河川水のサンプリング調査の結果に基づき、塩水遡上シミュレーションモデルを作成した。

塩分濃度の水質基準は下記の通りとする。

a) CL<4 g/ℓ　：　調査対象域及びメコン地域で設定されている灌漑用水の基準
b) CL<0.25 g/ℓ　：　自然・科学・環境省が1993年に定めた飲料用水の水質基準

上記基準をホア・アン取水口地点（飲料用水）、トゥーヨーモ取水口地点（飲料用水）及びサンカン取水口地点（灌漑用水）において確保するのに必要な維持流量を上記モデルを用いて算定すると、夫々、100 m^3/sec、25 m^3/sec、及び 20 m^3/sec となった。

6.3　自然保護地区と流域管理

1992年において、ベトナム国内には８７ヶ所の自然保護地区及び特別森林地区が有り、全国土面積の約３％にあたる 993,000 ha を占めている（参照図７）。調査対象域内においては、ドンナイNo 5、No 6 及びNo 8 の貯水池（計画）は国立自然公園の一部を水没させる事が判明した。

ドンナイ川とベ川の中・上流域にはこのような自然保護区があり、その地域では、この国に特有な生態系と生物の多様性が確認されている。特にカチエン国立公園は国際的にも認知されている保護地区である為、貯水池等の計画においては慎重なる判断が必要である。

流域管理の策定にあたっては、関連する多数の森林局及び地区人民委員会が参画するので、当事者間の十分な連絡と協力態勢を確立する必要がある。

7．マスタープランプロジェクトの形成

7.1　最適水配分計画

調査対象域内の水資源の最適配分問題を数学的モデルを使って解析する為、オペレーションズリサーチの手法の一つである混合線形計画法を採用した。上述した様々な水需要と制約条件はGAMS (General Algebraic Model) というプログラミング言語を用いてモデル化した。対象流域の模式図を図８に示す。

各地点の流量は、1974年の流量を４年渇水流量と想定し、最適計算の対象流量としたが、これは灌漑計画の計画渇水年に一致させ、可能灌漑面積を評価する為である。従って、灌漑面積については正当な評価ができるものの、水力発電の発電量は過小評価してしまう欠点がある為、水力発電の評価に当たっては、別途に２９年間のシミュレーション及び最適投入計画を行った。

最適水配分計算の結果、タバオ、ボーダット及びロンアンデルタを除く灌漑地域は、ほぼ可能最大面積まで開発が可能である事が判明した。

更に、チアン・ダム下流のホアアン取水口地点においては、チアン・ダムの月間平均放流量が230 m^3/sec を下回らない限り、塩水遡上の為の維持流量 100 m^3/sec 及びホーチミン市、５１号線沿線への上水約40 m^3/sec を確保した上で、約 90 m^3/sec の水が更に開発可能であると算定された。この水は、ドンナイ川のビエンホア地点から水路を建設して、サイゴン川や更には、ラクチャ水路を経由してロンアン県まで転流し、2015年以降の地域開発に寄与することが可能である。

ロンアンデルタ地区の可能灌漑面積は、ベ川の渇水年の状況に影響を受けやすいが、これは、この地域がフーミエン貯水池からの転流水の受益地としては、最も遠く位置する為と推定される。

ベ川から、ゾーチェン・ダムへの転流案としては、フーミエン貯水池からの転流とフックホア貯水池からの転流の２案が考えられるが、純便益の比較においては、若干の差ではあるが、前者が優位である。

7.2 地方小規模開発

地方住民の生活水準の向上と雇用機会の増大を目的として、164ヶ所の既存灌漑施設のリハビリ事業及び 65ヶ所の新規小規模灌漑事業を選定した（参照図９）。

地方の小規模水道計画においては、1,207ヶ所の水道事業を実施する必要があると確認された。計画地点は、タイニン県内に119地点、ソンベ県内に79地点、ダクラク県内に43地点、ラムドン県内に96地点、ニントワン県内に47地点、ビントワン県内に193地点、バーリアーブンタウ県内に239地点、ドンナイ県内に193地点、ロンアン県内に200地点、と点在している。いずれの水道計画もその水源は地下水に依存する。

7.3 マスタープランプロジェクトの選定

7.1 で述べた最適水配分計算の結果及び 7.2 で述べた地方小規模開発の重要性を考慮した結果、計画目標年 2015年までの２０年間の間に開発する必要のあるプロジェクト（マスタープランプロジェクト）は、以下の通りとなった。

① 地方小規模灌漑計画（164ヶ所のリハビリ／改善及び65ヶ所の新規小規模灌漑計、参照表３）
② 地方小規模給水計画（1,207 地点、参照表３）
③ ドンナイNo.３及びNo.４発電計画（計 420 MW）
　　ドンナイNo.３：180 MW
　　ドンナイNo.４：240 MW
④ ベ川からサイゴン川への転流計画（ゾーチェン貯水池へ約60m^3/secの転流）
⑤ ８地点の灌漑計画（計 242,560 ha）
　フックホア（45,680 ha）、タバオ（19,000 ha）、ボダット（12,620 ha）、ファンリ（29,700 ha）、ファンチェット（10,000 ha）、ゾーチエン拡張（48,390 ha）、ホーチミン（46,000 ha）、

ロンアン（31,170 ha）。尚、ファンリーファンチェット灌漑計画にはソンルイ灌漑専用ダム（有効貯水量：1.1 億m^3）を含む。

⑥ 国道５１号線沿線への上水計画（1.7 百万m3／日）

⑦ 水資源開発に係る組織の強化／人材育成

1995年現在の価格水準に基づく上記プロジェクトの総投資額は約 27.5 億ドル（2890億円、1ドル＝105円）と推定される。上記プロジェクトの位置図を図１０に示す。

8．マスタープランプロジェクトの事業費概算及び経済評価

8.1 地方小規模灌漑計画

8 地点の灌漑計画に包含される小規模灌漑事業は地方小規模灌漑計画の対象外とし、選定された 229 事業に対して予備的スクリーニングを行った。その結果 118 の既存計画及び 58 の新規計画が地方小規模灌漑計画において実施すべき計画として選定された。前者の総灌漑面積は 50,082 ha であり、その開発に要する費用は US$ 58 百万、後者の総灌漑面積は 52,294 ha であり、その開発に要する費用は US$ 173 百万と算定された。

8.2 地方小規模給水計画

1,207 の地方小規模給水計画を実施するには概算でUS$ 72 百万が必要であると見積られた。

8.3 ドンナイ No. 3及びドンナイ No. 4の同時開発

ドンナイNo.3計画地点下流の地形が比較的急峻な勾配を持っているため、導水路トンネルを延長して落差を効果的に増加させる事が出来る。この場合、ドンナイNo. 4の常時満水位 (FSL) は EL. 480 m から EL. 440 m に低下するが、ドンナイNo. 4のダムは小規模のものになり事業費の節約が可能となる。

ドンナイNo. 3及びドンナイNo. 4の最適開発規模を検討した結果、ドンナイNo. 3では設備容量180MW、FSL 570m及びドンナイNo. 4では設備容量240MW、FSL 440mが最適な組み合わせ規模と算定された。

ドンナイNo. 3及びドンナイNo. 4の事業費はそれぞれ US$ 490 百万、US$ 398 百万で総事業費は US$ 888 百万 となった。経済評価の結果、ドンナイNo. 3及びドンナイNo. 4の同時開発の純便益は US$ 81.1 百万、経済内部収益率は 11.4 %となり、経済的実施可能性が実証された。（参照表4）

8.4 フーミエン多目的計画

フーミエン多目的計画は、ベ川からサイゴン川への転流計画の代替案の１つとして採用されたが、

その放水位 (TWL) はフェーズIIIで実施した河川横断測量の結果、5 m上昇し EL. 45 m と変更され、その結果総設備容量も 55 MW となった。周辺の土壌及び地質条件を検討した結果、アースフィルタイプダムの建設を採用した。

最大 60 m^3/sの通水能力を持つ転流水路をフーミエン貯水池より Ton Le Tru 川へ設ける。この転流水路からゾーティエン貯水池を経由して東バンコ川に更に転流する。これによりホーチミン市・ロンアンデルタ地区での灌漑面積を 88,300 ha 増加する事が可能となる。尚、転流水路末端に続く Ton Le Tru 川の約１０kmの河道区間においては、河川改修を必要とする。

ベ川からサイゴン川への転流代替案であるフーミエン転流計画及びフックホア転流計画を再度比較検討するために、次の３つの開発シナリオについて経済評価を行った。

代替案 A　フーミエン多目的ダムからの転流及びフックホア・ポンプ灌漑計画案：
代替案 B　フーミエン水力発電ダム及びフックホアダムからの転流案：
代替案 C　フックホアダムからの転流案。

純便益及び経済内部収益率に基づく評価によると代替案 Aが最も経済的実施可能性が高いと算定されたので、フーミエン多目的ダムからの転流案を採用した。しかし、各案の経済性に関する差は、あまり大きくない為、最終的な選定は、将来の詳細検討において再度確認される必要がある。

フックホア灌漑事業を除くフーミエン多目的計画の経済評価を行った結果、便益は US$ 67.8 百万、また経済内部収益率は 11.3 % となりその事業実施の経済性が確認された。（参照表３）

フーミエン貯水池の水没地域は比較的広範囲にわたり、土地収用及び住民移転が必要となるので、事業の実施に当たっては自然及び社会環境面に十分な配慮がなされねばならない。

8.5　灌漑計画

ファンリ・ファンティエット灌漑計画

ファンリ・ファンティエット灌漑計画はファンリ平野 29,700 ha とファンティエット平野 10,000 ha の合計 39,700 ha から成る。ルイ貯水池は総貯水容量1.1億m^3を有し、ダイニン発電所からの放流量およびルイ川の自流を調整する機能がある。ダムサイトの地形及び地質状況等を考慮にいれロックフィルタイプダムを採用した。一方、総貯水容量 0.3 億 m^3（灌漑可能面積 2,000 ha）を有するカージアイ (Ca Giay) 貯水池は1996年に建設を開始する予定である。

ファンリ・ファンティエット灌漑計画には二本の幹線水路（西幹線 26 km、東幹線 8 km）がある。ファンリ・ファンティエット灌漑計画の事業費はルイ及びカージアイ貯水池を含み総額 US$ 209.1 百万と算定した。この建設期間は１０年間とし毎年の開発面積を4,000 haとした。カー

ジアイ貯水池の事業費を含む、ファンリ・ファンティエット灌漑計画の経済内部収益率は 12.6 %と算定され、その事業実施の経済性が確認された。

ランガ下流域灌漑計画

最適水配分計画によりタバオ灌漑計画の規模は、総灌漑可能面積 23,000 ha のうち 19,000 ha、ヴォーダット灌漑計画は総灌漑可能面積 15,000 ha のうち 12,620 ha となった。タバオ計画では洪水常襲地区 4000 ha、ヴォーダット計画ではランガ川右岸の森林地区 2,380 haを除外した。

ランガ川にはタバオ堰及びヴォーダット堰の二つの取水堰を建設する。タバオ灌漑計画の取水堰を含む総事業費は US$ 77.3 百万であり、ヴォーダット灌漑計画の総事業費はUS$ 83.2 百万である。両計画の経済内部収益率はタバオ 12.2 %、ヴォーダット9.9 %である。

フックホア灌漑計画

最適水配分計画の結果、フックホア灌漑計画は小規模な取水堰を建設し、 45,680 ha の灌漑面積を持つポンプ灌漑計画とした。フックホア灌漑計画の事業費は US$ 220.2 百万と算定されている。またこの灌漑計画の経済内部収益率は 10.9 %、上水事業の便益を含むと 17.3 %となった。

ゾーティエン拡張及びメコンデルタ灌漑計画

ベ川からの転流によるゾーティエン拡張及びホーチミン市・ロンアンデルタの灌漑面積は 125,560haが最適解として得られている。

本計画の総事業費は US$ 242.5 百万と算定され、経済内部収益率はフーミエンダムおよび転流水路の事業費の一部を負担するとしても 10.5 %と算定された。従ってゾーティエン拡張及びホーチミン市・ロンアンデルタの灌漑計画の事業実施の経済性が確認された。

以上の各マスタープランプロジェクトの概要を表５に示す。

灌漑計画の効果

地方小規模灌漑計画を含む灌漑マスタープランプロジェクトの稲作生産増加量は 116 万トン／年と推定される。８つの大規模マスタープランプロジェクトによる換金作物の増加作付面積は合計 165,000 haとなり、そのうちサトウキビは 19,800 ha 、綿花は13,200 ha となる。

全マスタープランプロジェクトが実施されることによる調査対象地域内の稲作生産量は現在の 1.8 百万トン／年から、2015年においては3百万トン／年に増加すると推定される。この間の人口増加を 7.3 百万人及び一人当りの消費量を 285 kg/年と仮定すると、この3百万トン／年稲作生産量は2015年における調査地域内の需要の 50 %に相当する。また、換金作物の作付面積は著しく増加すると予想され、特に８つのマスタープランプロジェクトによるサトウキビの作付面積は調

査対象地域内での増加目標 60,000 ha の三分の一を、綿花については 25,000 haの半分を占めることになる。

調査対象地域内における水資源の最適開発に基づく灌漑開発は同地域内の社会経済基盤および地域住民の生活水準の向上、また安定した食料供給に貢献するであろう。

8.6 国道51号線沿線上水計画

国道５１号線沿線にはビェンホア、タンホック、ノンチャック、フーミ、ブンタウの五つの工業開発地区があり、2015年においては各地区ごとに 250,000 から 420,000 m^3／日の上工水が必要とされている。これらの水需要に対する水源としてはドンナイ川、地下水、及び近傍河川に求められる。

上記各地区の水需要を満たすためにドンナイ川、地下水、及び近傍河川を組み合わせた３つの代替案について利益の最大化および経済の安定性を考慮し比較検討をした結果、ドンナイ県（ビェンホア、タンホック、ノンチャック）はドンナイ川に、バーリアブンタウ県（フーミ、ブンタウ）はダデン及びソンライ貯水池に、その水源を求める案が最適案として選定された。

この計画に要する総事業費は US$ 464 百万 と算定された。経済評価による純便益は US$ 64 百万、経済内部収益率は 12.9 % と算定され、その経済性が確認された。（参照表６）

8.7 初期環境評価

(1) ドンナイNo. ３及びドンナイNo. ４水力発電計画

ドンナイNo. ３及びドンナイNo. ４の一連の開発地点は、比較的遠隔地域にあり、この事業により起こりうる環境的影響としては、ドンナイ川に生息する水中生物の損失などが挙げられる。従ってダムの建設においては水中生物に与える影響を最小限にするような方策をとる事が望ましい。この一連の開発により、長期的な経済効果が期待できるが、過剰な人口流入による土地の乱開発等の悪影響を引き起こす事も考えられるので、適切な規制が必要である。

また、この事業から影響を受けるであろう Dak Plao Community 及び Mnong 族などの少数民族による伝統的な土地利用方法に対しては、人類学的調査を含めた特別な配慮を必要とする。事業実施にあたり、国際援助機関が設定している条件を満たすためにも、早期に住民移転計画を策定する必要がある。

(2) フーミエン多目的計画

フーミエン多目的計画はゾーティエン貯水池への転流計画を含めた総合的な環境影響評価を行う必要がある。この地域は第二次インドシナ戦争時に大半の森林が消失しているため、本計画の

実施にあたっては、流域保全および侵食防止の観点から十分な配慮をする必要がある。

本計画の貯水池及び転流水路用地内の世帯数はおおよそ 500～550世帯と推測される。この地域の住民は10～15年前に農業再開発を目的に移転してきた世帯がほとんどで、事業実施にあたり住民移転のプロセスには比較的長い時間を要する可能性がある。

本計画では、貯水池を使った漁業開発による経済効果が期待されている。概算では、貯水池内自然養魚による年間漁獲量は 125～150トン、及び籠養魚による年間漁獲量は 50～60トン と推定される。

(3) 灌漑農業開発

一般に灌漑農業開発計画には共通した自然および社会環境問題を含んでいる。これらには水質変化による生産活動及び住民生活への影響、建設期間中の作付面積の減少、土壌侵食等が挙げられる。これらの点は環境影響評価の項目として取り上げられる必要がある。

更に各マスタープランプロジェクトにおいては、特に下記の点に配慮する必要がある：

<u>ファンリ・ファンティエット灌漑計画</u>
－ダイニン発電所からの放流水による流況、水質の変化
－少数民族居住区に対する影響
－ルイ川上流域の森林保全

<u>ランガ川下流灌漑計画</u>
－湿地帯の生態保全
－少数民族居住区に対する影響
<u>フックホア灌漑計画</u>
－ホーチミン・ビエンホア工業開発から受ける農業土地利用への影響

<u>ゾーティエンおよびホーチミン・ロンアン灌漑計画</u>
－酸性土壌の河川へ及ぼす長期的影響
－河口部における生態系への影響。

(4) 国道51号線沿線上水計画

上水計画による環境への影響は限られたものと考えられる。本計画のパイプラインルート及び関連施設の配置計画が確定するF/Sの段階で環境評価を行うべきである。

9．マスタープランプロジェクトの実施計画

9.1　実施計画

計画目標年2015年に向けて今後２０年間に実施されるべきマスタープランプロジェクトは、以下の７計画である。

(1) 地方小規模灌漑計画
(2) 地方小規模給水計画
(3) ドンナイNo.３及びNo.４発電計画
(4) ベ川からサイゴン川への転流計画
(5) ８地点での大規模灌漑計画
(6) 国道５１号線沿線上水計画
(7) 水資源開発に係る組織の強化／人材育成計画

今後のフィージビリティ調査、詳細設計等を含む上記マスタープランプロジェクトの実施スケジュールを図１１に示す。組織の強化／人材育成については随時行うものとし、又、ダイニン水力及びホーチミン市水道計画も既存計画として図１１に参考として示した。

小規模地方灌漑計画については、200地点以上の計画がある為、個々の開発優先順位は、別途フィージビリティー調査を実施して確定する必要があるが、2015年まで継続的に実施していく事とした。

小規模地方水道計画の実施スケジュールについても、別途ボーリング調査及びフィージビリティー調査を実施して、個々の開発計画の実施順位を決定する必要がある。特に経済的格差（年間収入が低い）が著しく、年間降雨量も少ないニントワン県及びビントワン県は、水道計画実施の優先順位を高くする事が望まれる。その他の地区での水道計画も2015年まで継続的に実施される必要がある。

水力発電計画については、最適投入計画の結果に基づき、実施時期を検討した結果、ドンナイNo.３とNo.４は2008年を運転開始とし、フーミエンは2010年を運転開始とした。

８地点での大規模灌漑計画については、上流のダム建設時期、計画の収益性、地域ニーズの緊急性等を考慮し、実施時期を確定した。即ちダイニン水力発電の投入年2003年に合わせて、ファンリーファンチェット灌漑計画の実施時期は2001～2010年とし、ゾーチエン拡張、ホーチミン市－ロンアンデルタでの灌漑計画実施はフーミエンの転流時期を考慮して2004～2015年とした。

国道５１号線沿線への上水計画では、各地区の水需用の増加に逐次対応し、且つ本計画で提案している全施設の建設を2010年までに完了するものとした。

9.2 投資規模の妥当性

提案されたマスタープランプロジェクトの実施に必要な事業費の、今後予想される公共投資額に対する妥当性を検討した。

過去の実績に基づき、国内総生産額に占める公共投資総額を6.5 %、国内総公共投資額に対する本調査対象地域への分配額を 27.3 % と推定した。又本調査対象地域内の発電、灌漑、水道事業へ割り当て得る予算を公共事業費総額の 35 % として、国内総生産の伸び率を 1993～2005年まで 9 %、2006～2010年迄 8 %、2011～2015年まで 7 % と想定すると、以下の表の如くなる。

マスタープランプロジェクトの公共投資額に占める割合

(Unit : Billion VND)

	予測GDP	国内公共投資額	本調査対象地域内公共投資額	本調査対象地域内での3セクター*への割り当て額 (1)	マスタープランプロジェクト投資額 (2)	MPPの占有率 (2)/(1)%
フェーズI (1996 - 2000)	1,210,609	78,690	21,484	7,519	1,870	24.9
フェーズII (2001 - 2005)	1,862,671	121,073	33,053	11,569	12,010	103.8
フェーズIII (2006 - 2010)	2,783,616	180,936	49,395	17,288	13,330	77.1
フェーズIV (2011 - 2015)	3,972,146	258,189	70,486	24,670	3,080	12.5
合　計	9,829,042	638,888	174,418	61,046	30,290	49.6

*：発電、灌漑及び水道事業
**: マスタープランプロジェクト

フェーズIにおけるマスタープランプロジェクトの実施に必要な総額は約１億７千万ドル、フェーズIIで１０億９千万ドル、フェーズIIIで１２億１千万ドル、フェーズIVで２億８千万ドルとなるが、この金額は本調査対象域内の発電、灌漑、水道事業に割り当て得るであろう予算額の夫々 24.9 %（フェーズI）、103.8 %（フェーズII）、77.1 %（フェーズIII）、及び 12.5 %（フェーズIV）に相当する。

マスタープランプロジェクトへの総投資額約２７億５千万ドルは、フェーズIII（2006～2010年）の段階で、予想される予算額を若干（3.8 %）上回るものの、その他の期間では予算内に入っており、十分妥当であると判断される。

9.3 マスタープランプロジェクト実施に係る組織

本調査対象地域は、ドンナイ川及び周辺河川を含めて、一括した流域として捉えるべきである。

従って、行政区分としては１市９県にまたがるものの、マスタープランプロジェクトの計画策定、実施、管理の有機的連携を目的とした一元化された組織体となる事が望まれる。

本調査計画については既に調整委員会（ステアリング・コミッティー）が発足されており、この組織を発展させる形で“ドンナイ川水資源開発委員会”の設置を提案する。（参照図１２）

この委員会は、１市９県夫々の知事及び水資源開発に関連する各省庁の代表者で構成される。

更に委員会の下に、各地域の個別案件を実質的に取り扱う“プロジェクト事務局”を設置し、ここを中心として、国、省庁、県／地方行政間の連絡活動、事務調整を行うものとする。

10. 優先プロジェクトの選定

各セクターは、おのおの独自の開発目標を有している為、セクター間での優先度の比較は困難である。従って本マスタープランプロジェクトの中から優先プロジェクトを選定するに当っては、関連する各セクター内においてそれぞれ、プロジェクトの緊急性、既に行われてきた調査、設計等の成熟度、期待される便益の即効性、地域経済格差是正への貢献度等を総合的に判断した上で下記の６プロジェクトを特に優先プロジェクトとして選定し、TOR（案）を作成した。

(1) 地方小規模灌漑計画
(2) 地方小規模給水整備計画
(3) ドンナイNo.3及びドンナイNo.4水力発電開発計画
(4) ファンリーファンチェット灌漑計画
(5) 国道５１号線沿線水道整備計画
(6) ドンナイ水資源開発に係る組織の強化／人材育成計画

表１　水力発電計画スクリーニング一覧

	FIRST SCREENING			SECOND SCREENING				GENERATION EXPANSION PLAN (Year)	CANDIDATES FOR MASTER PLAN PROJECT
	Estimated Capacity (MW)	Economic Index *	Economic Assessment	Assumed Capacity (MW)	Ann. Net Benef. (M $/Year) **	Degree of Impact on Environment	Overview Assessment		
Dong Nai No.1	80 - 130	SCC=3900/4400 SGC=13/18	Low Economic Viability	-	-	-	Less Attractive	-	
Dong Nai No.2	100 - 160	SCC=3300/3800 SGC=11/15	Low Economic Viability	-	-	-	Less Attractive	-	
Dong Nai No.3	110 - 170	SCC=2400/2600 SGC=9/10	Viable	130	4.6	Moderate	Viable	-	
Dong Nai No.4	120 - 190	SCC=2200/2700 SGC=6/7	Viable	147	9.4	Low	Viable	-	
Combined No.3/No.4				448	48.3	Low	Viable	2006 - 2008	Selected
Dong Nai No.5	60	SCC=5400 SGC=10	Low Economic Viability	-	-	-	Less Attractive	-	
Dong Nai No.6	200 - 350	SCC=2200/2900 SGC=8/9	Viable	322	-9	Moderate National Park	Less Attractive	-	
Dong Nai No.8	185	SCC=3700 SGC=8	Viable	134	-32.5	High National Park	Less Attractive	-	
Combined No.3/No.8				340	-11.5	Moderate/High National Park	Less Attractive	-	
Can Don	70	SCC=2800 SGC=8	Viable	80	5.4	Moderate	Viable	- ***	
Fu Mieng			Diversion involved	60 (Multi) 126 (Single)	5.8 12.9	Moderate/High	Viable	2005 - 2009 as Multipurpose	Selected
Bao Loc	80 - 140	SCC=3200/4000 SGC=11/12	Low Economic Viability	-	-	-	Less Attractive	-	
La Nga No.3			Diversion involved	62 (Multi) 73 (Single)	-3.6 -0.4	Moderate	Less Attractive	-	
Da M Bri	Further study recommended as Pumped Storage (Length of Waterway / Head = 14.3)								
Da R'Keh / Anh Kong	Further study recommended as Pumped Storage (Length of Waterway / Head = 9.2)								
Da R'Tih	Further study recommended as Pumped Storage (Length of Waterway / Head = 15)								
Da Siat	Further study recommended as Pumped Storage (Length of Waterway / Head = 7.8)								

Notes : * Specific Capacity Cost (SCC) = Inst. Capacity / Project Cost ($/kW)

Specific Generation Cost (SGC) = Annual Economic Cost / Annual Energy (Cent / kWh)

** Annual Net Economic Benefit assuming Coal Thermal Plant as the least cost alternative at Discount Rate of 10 %

*** In case the cost of Conbined Cycle Plant increased 20 %, then it will be required in 2013

表2　灌漑計画スクリーニング一覧

Code	Schemes Classification: Main	Schemes Classification: Sub	Identified Irrigation Schemes: Name of Scheme	Identified Irrigation Schemes: Area (ha)	Factors for Screening: Source of Irrigation Water	Availability of Water Resource	Maturity of Planning	Social Impact	Natural Environ. Impact	Economic Viability	Formulation and Area of Candidate M/P Projects: Formulation	Area (ha)
A	Existing Irrigation Schemes (excluding Minor Existing Irrigation Schemes [smaller than 100 ha], 339 schemes with 34,033 ha in total)	A.1 Large and Medium Irrigation Schemes (Area larger than 2,000 ha)	- Vo Xu	5,000	D	F	C (for rehabili.)	P	S+, G+, H+ & C+	-	Included in Ta Pao Irri. Scheme	
			- Phan Rang	12,800	S + DV	F	A (for rehabili.)	P	S+, G+, H+ & C+	H	Rehabilitated independently	
			- Song Pha	4,710	S + DV	F	C (for rehabili.)	P	S+, G+, H+ & C+	M	Rehabilitated independently with Phan Rang	
			- Dai Don	2,700	D	F	C (for rehabili.)	P			**Formulated as Rural Agricultural**	
			- Tuyen Lam/Quan Hiep	2,832	D	F	C (for rehabili.)	P	S+, G+, H+ & C+		**Development Project (RADP) including Tay**	
			- Phuoc Chi	2,260	S	F	C (for rehabili.)	P			**Ninh Riparian Schemes, comprising of:**	
		A.2 Small Irrigation Schemes (Area larger than 100 ha and less than 2,000 ha)	161 schemes including 2 - Tay Ninh Riparian Schemes (1,000 ha in total)	59,953	D + S + DV	A & P	C (for rehabili.)	P & J	S+, G+, H+ & C+	M	**(1) Small Existing Irri. Schemes including Dai Dong, Tuyen Lam/Quan Hiep and Phuoc Chi schemes (164 schemes)**	**67,745**
		A.3 New Small Irrigation Schemes	65 schemes including 12 - Tay Ninh Riparian Schemes (21,870 ha in total)	61,242	D + S + DV	A & P	C (for rehabili.)	P & J	S+, G+, H+ & C+		**(2) New Small Irri. Scheme (65 schemes)**	**61,242**
											(Total : Initially screened 231 schemes)	**(128,987)**
B	On-going and Planned Irrigation Schemes		- Dau Tieng Existing	45,000	D	F	In operation	P & J	G+	-	In operation	
			- Dau Tieng Extension	48,390	D	A	B	P & J	G+	H	**Selected as candidate M/P project**	**48,390**
			- Phuoc Hoa	45,680	D	F	B	P & J	S+ & H+	M	**Selected as candidate M/P project**	**45,680**
			- Hoc Mon - Bac Binh Chan	12,197	D	F	In implement.	P & J	H+ & C-	H	In implementation	
			- Song Quao	8,000	S + DV	F	In implement.	P & J	H+	-	In implementation	
C	Potential Irrigation Schemes	C.1 Potential Irrigation Schemes in HCMC - Long An Delta (including on-going Hoc Mon - Bac Binh Chanh Irrigation Scheme of 12,197 ha)	- HCMC	46,000	D	A	C	P & J	H+ & C-	M	**Selected as candidate M/P project**	**46,000**
			- Long An	54,000	D	A	B	P & J	H+ & C-	M	**Selected as candidate M/P project**	**54,000**
											(Total)	**(100,000)**
		C.2 Potential Schemes in East Coast expecting water resources diverted from Dong Nai river basin (including existing irrigation schemes with 18,928 ha in total)	- Phan Ri	29,700	S + DV	A	B	P, J & T	S+, H+ & C+	H	**Formulated as Phan Ri - Phan Thiet Irrigation Project, comprising**	
											(1) Phan Ri Irrigation Scheme	**29,700**
											(2) Phan Thiet Irrigation Scheme (excluding on-going Song Quao Irri. Scheme 8,000 ha)	**10,000**
			- Phan Thiet	24,400	S + DV	A	B	P & J	S+, H+ & C+	H (18,000 ha in Quao river basin) L (6,400 ha in Ca Ty river basin)	**(Total)**	**(39,700)**
											Omitted 6,400 ha in Ca Ty river basin from candidate M/P Project	
			- Ham Tan	8,000	S + DV	P	B	P & J	S+, H+ & C+	L	Omitted from candidate M/P project	
		C.3 Potential Schemes in La Nga River and other basins (including existing irrigation schemes with 24,660 ha in total)	- Lower La Nga	38,000	D	F	B	P & J	H+	H (Ta Pao Scheme) M (Vo Dat Scheme)	**Selected as M/P project, comprising**	
			(1) Ta Pao Irrigation Scheme	(23,000)							**(1) Ta Pao Irrigation Scheme**	**23,000**
			(2) Vo Dat Irrigation Scheme	(15,000)							**(2) Vo Dat Irrigation Scheme**	**15,000**
											(Total)	**(38,000)**
			- Phan Rang Extension	15,400	S	P	C	P & J	S+, H+ & C+	L	Omitted from candidate M/P project	
			- Tuy Phong	4,200	S	A	C	P & J	S+, H+ & C+	L	Omitted from candidate M/P project	
			- Song Phang	5,030	S	P	C	P & J	S+, H+ & C+	L	Omitted from candidate M/P project	
			- Song Ray	13,710	S	P	B	P & J	S+, H+ & C+	M	Omitted from candidate M/P project	
			- Song Dinh	4,740	S	P	B	P & J	S+, H+ & C+	M	Omitted from candidate M/P project	

Abbreviation of Screening Factors

D : Dong Nai River Basin
DV : Diversion from Dong Nai River Basin (including Possibility)
S : Surrounding Basin

F : Fully available
A : Available subject to water resources development
P : Poor or insufficient

A : F/S by Ministry
B : Pre-F/S by Ministry
C : Preliminary Study by Province

P : Poverty alleviation
J : Job opportunity
T : Transmigration

+ : Positive
- : Negative
T : Topography
S : Soil erosion
G : Groundwater
H : Hydro. situation
C : Coastal zone
F : Flora & fauna

H : High
M : Marginal
L : Low

表 3　地方小規模開発計画

Province	Rural Agricultural Development Project						Rural Water Supply Project	
	Existing		Proposed		Total		Number of communes	Number of proposed projects
	Number of schemes	Irrigation area, ha	Number of schemes	Irrigation area, ha	Number of schemes	Irrigation area, ha		
Tay Ninh	3	3,260	12	21,870	15	25,130	9	119
Song Be	16	4,581	20	11,094	36	15,675	11	78
Dac Lac	1	120	0	0	1	120	19	46
Lam Dong	25	10,809	3	3,050	28	13,859	29	93
Ninh Thuan	15	3,932	3	6,400	18	10,332	9	47
Binh Thuan	56	20,033	2	608	58	20,641	25	193
Ba Ria-Vung Tau	15	8,080	18	8,450	33	16,530	20	239
Dong Nai	33	16,930	7	9,770	40	26,700	18	190
Long An	0	0	0	0	0	0	30	202
Total	164	67,745	65	61,242	229	128,987	170	1,207

表4　水力発電マスタープランプロジェクト諸元

	Description	Unit	Dong Nai No.3	Dong Nai No.4	Combined Total	Fu Mieng (Multipurpose)
1.	Hydrology					
	Catchment Area	km^2	2,428 *1)	2,597 *1)	-	4,110
	Mean Inflow	m^3/s	56.8 *1)	62.7 *1)	-	168.8
	Maximum Flood	m^3/s	9,400	9,550	-	6,200
2.	Reservoir					
	Surface Area at FSL	km^2	40	6	46	70
	FSL	m	570	440	-	77
	MOL	m	540	430 *2)	-	69
	Active Capacity	$mil.m^3$	899	47 *2)	946	462
	Firm Discharge	m^3/s	47.5	50.3 *2)	-	55.0
3.	Major Structures					
3-1	Dam					
	Type	-	Rockfill	Rockfill		Earthfill
	Crest Length	m	690	290	-	2,820
	Height	m	84	102	-	35
	Volume	$1,000m^3$	4,280	2,700	6,980	3,430
3-2	Waterway					
	Number of Tunnel	-	2	2	-	-
	Tunnel Length	m	5,030	5,650	10,680	-
3-3	Diversion Canal					
	Canal Capacity	m^3/s	-	-	-	60
	Canal Length	m	-	-	-	7,200
3-4	Power Plant					
	Tail Water Level	m	440	287	-	45
	Plant Discharge	m^3/s	190	201 *2)	-	220
	Effective Head	m	112	141	254	28
	Installed Capacity	MW	180	240 *2)	420	55
	Number of Unit	-	2	2	-	2
4.	Energy Generation					
	Annual Firm Energy	GWh	377	506 *2)	883	111
	Annual Secondary Energy	GWh	80	121 *2)	201	85
	Annual Total Energy	GWh	457	627 *2)	1084	196
5.	Project Cost					
	Preparatory Works	mil.US$	11	10 *2)	21	6
	Civil Work	mil.US$	308	238 *2)	546	151
	Hydro-Mechanical Work	mil.US$	24	28 *2)	52	15
	Electro-Mechanical Work	mil.US$	41	47 *2)	88	28
	Indirect Cost including Contingency	mil.US$	106	75 *2)	181	85
	Total Project Cost	mil.US$	490	398	888	285

*1) excluding catchment of Da Nhim and Dai Ninh Projects

*2) under the condition of "with Dong Nai No.3 Project"

表5　農業開発マスタープランプロジェクト諸元 (1/2)

Master Plan Projects	Beneficiary Area (Province)	Proposed Irrigation Area (ha)	Impact of Master Plan: Increment of paddy product (ton)	Impact of Master Plan: Increment of cash crops area (ha)	Project Cost (million US$)
- Rural Agricultural Development Project	Lam Dong, Dac Lac, Ninh Thua Binh Thuan, Song Be, Dong Nai, BaRia-VungTau and Tay Ninh	102,680	337,860	-	231
- Phan Ri-Phan Thiet					209
Phan Ri	Binh Thuan	29,700	152,160	22,920	
Phan Thiet	Binh Thuan	10,000	39,270	7,710	
- Lower La Nga					160
Ta Pao	Binh Thuan and Dong Nai	19,000	92,150	8,000	
Vo Dat	Binh Thuan and Dong Nai	12,620	78,200	6,720	
- Phuoc Hoa	Song Be	45,680	99,730	36,920	220
- Dau Tieng and HCMC-Long An Delta					243
Dau Tieng Extension	Song Be, Tay Ninh and HCMC	48,390	54,200	59,030	
HCMC Delta	HCMC	46,000	165,830	20,460	
Long An Delta	Long An	31,170	138,870	3,300	
	Total	345,240	1,158,270	165,060	1,063

表5　ルイ・ダム計画諸元 (2/2)

Type of dam			Centre core rockfill
Full supply level	(EL.m)		129.0
Flood water level	(EL.m)		132.0
Minimum operation level	(EL.m)		120.0
Gross storage volume	(Mil. m^3)		137.0
Net storage volume	(Mil. m^3)		11.0
Dam height and crest length	(m)	Main dam	33.0 and 1,870
		Sub dam-1	4.0 and 430
		Sub dam-2	5.0 and 580
Type of spillway			Side overflow
Design flood dischrage	(m^3/sec)		1,000
Maximum outlet discharge	(m^3/sec)		48
Total embankment volume	(m^3)		2,751,000
Construction cost			
Direct cost	(Million US$)		59
Indirect cost	(Million US$)		22
Total	(Million US$)		81

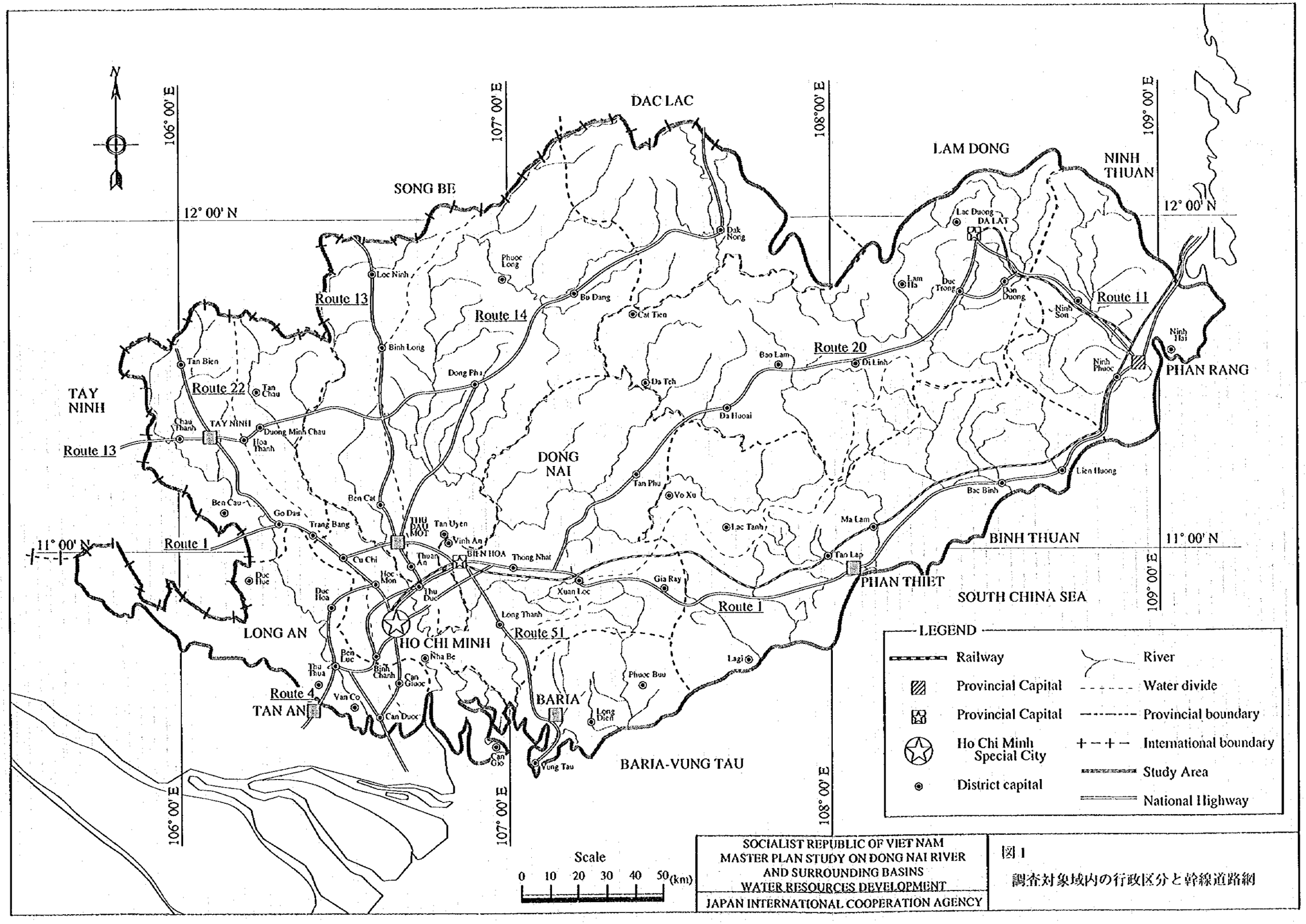
表 6　水道開発マスタープランプロジェクト諸元 (1/2)

Description		Demand Centre					Total
		Bien Hoa	Tam Phuoc	Nhon Trach	Phu My	Vung Tau	
- Water Supply Capacity	(m3/day)						
Groundwater		0	30,000	50,000	25,000	15,000	120,000
Da Den reservoir		0	0	0	125,000	125,000	250,000
Song Ray reservoir		0	0	0	200,000	250,000	450,000
Dong Nai river (Thien Tan)		300,000	250,000	350,000	0	0	900,000
Total		300,000	280,000	400,000	350,000	390,000	1,720,000
- Length of the Pipeline	(km)						
Da Den reservoir		0	0	0	6	13	19
Song Ray reservoir		0	0	0	32	27	59
Dong Nai river (Thien Tan)		8	21	30	0	0	59
Total		8	21	30	38	40	137
- Construction Cost	(Million US$)						
Groundwater		0	8	13	6	4	30
Treatment plant		60	50	70	65	75	320
Pipeline		5	10	21	7	23	66
Dam		0	0	0	23	25	48
Total		65	68	103	101	127	464

Note : Construction costs are sheared based on water supply capacity of each demand centres.

表 6　水道用水開発用ダムの諸元 (2/2)

Description		Reservoir Projects	
		Da Den	Song Ray
Catchment area	(km2)	127	750
Basin avarage rainfall	(mm/year)	1,950	2,100
Type of dam		Rockfill	Rockfill
Full supply level	(EL.m)	40.0	70.0
Flood water level	(EL.m)	43.0	73.0
Minimum operation level	(EL.m)	27.0	48.0
Gross storage volume	(Mil. m3)	63.1	276.7
Net storage volume	(Mil. m3)	56.7	239.2
Dam height and crest length	(m)	25.0 and 950	45.0 and 1,040
Type of spillway		Side overflow	Side overflow
Design flood dischrage	(m3/sec)	622	1,830
Total embankment volume	(m3)	751,200	1,663,400
Construction cost			
Direct cost	(Million US$)	19	48
Indirect cost	(Million US$)	8	18
Total	(Million US$)	27	66



SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER AND SURROUNDING BASINS WATER RESOURCES DEVELOPMENT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 1

調査対象域内の行政区分と幹線道路網

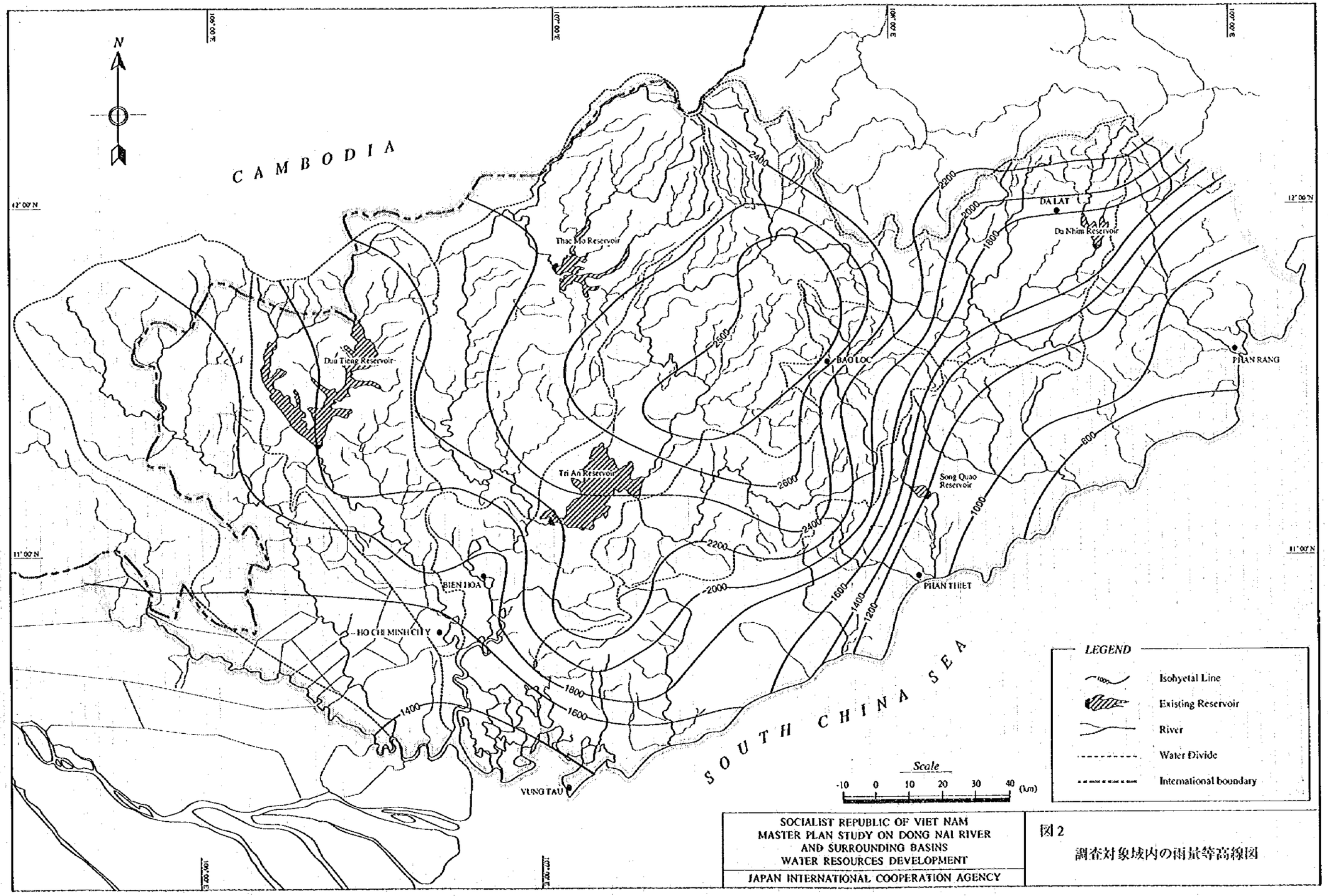
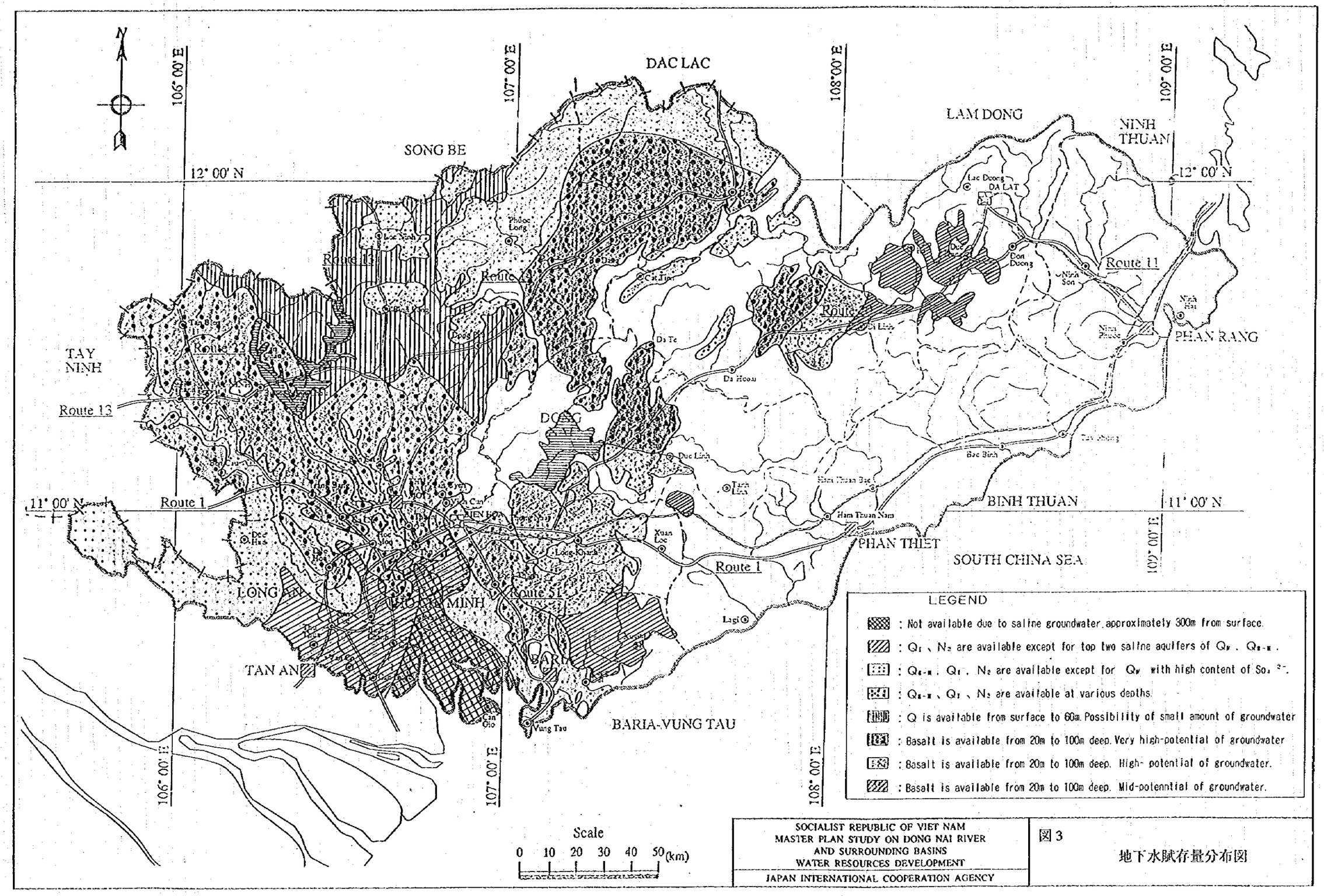


図 2

調査対象域内の雨量等高線図



SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER
AND SURROUNDING BASINS
WATER RESOURCES DEVELOPMENT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 3

地下水賦存量分布図

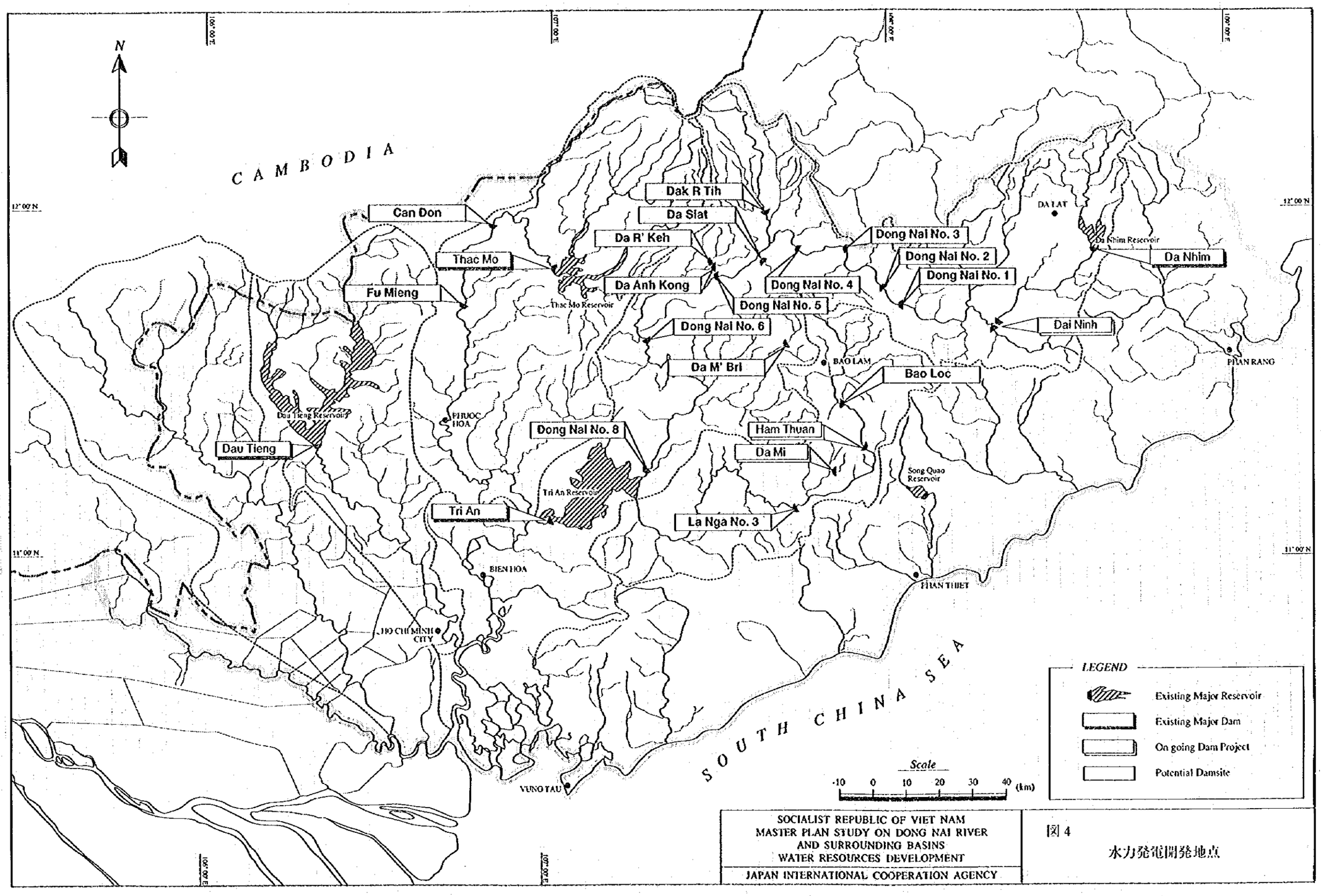
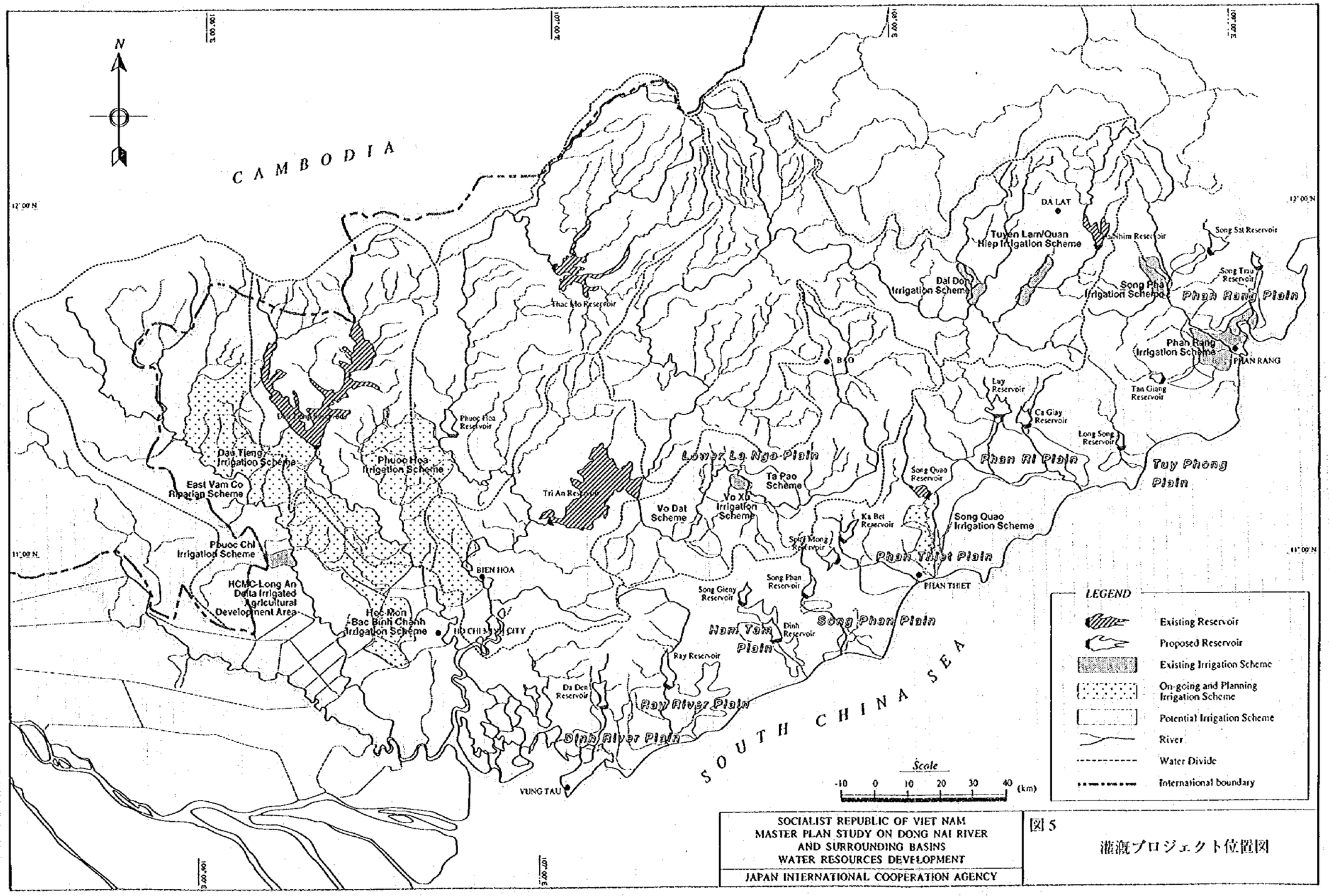

N
CAMBODIA
Can Don
Thac Mo
Fu Mieng
Thac Mo Reservoir
Dak R Tih
Da Slat
Da R' Keh
Da Anh Kong
Dong Nai No. 6
Dong Nai No. 5
Dong Nai No. 4
Dong Nai No. 3
Dong Nai No. 2
Dong Nai No. 1
Da Nhim
Da Nhim Reservoir
DA LAT
Dai Ninh
PHAN RANG
BAO LAM
Da M' Bri
Bao Loc
Dau Tieng Reservoir
Dau Tieng
PHUOC HOA
Dong Nai No. 8
Tri An Reservoir
Tri An
Ham Thuan
Da Mi
Song Quao Reservoir
La Nga No. 3
BIEN HOA
HO CHI MINH CITY
PHAN THIET
VUNG TAU
SOUTH CHINA SEA
LEGEND
Existing Major Reservoir
Existing Major Dam
On going Dam Project
Potential Damsite
Scale
-10 0 10 20 30 40 (km)
SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER
AND SURROUNDING BASINS
WATER RESOURCES DEVELOPMENT
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 4

水力発電開発地点

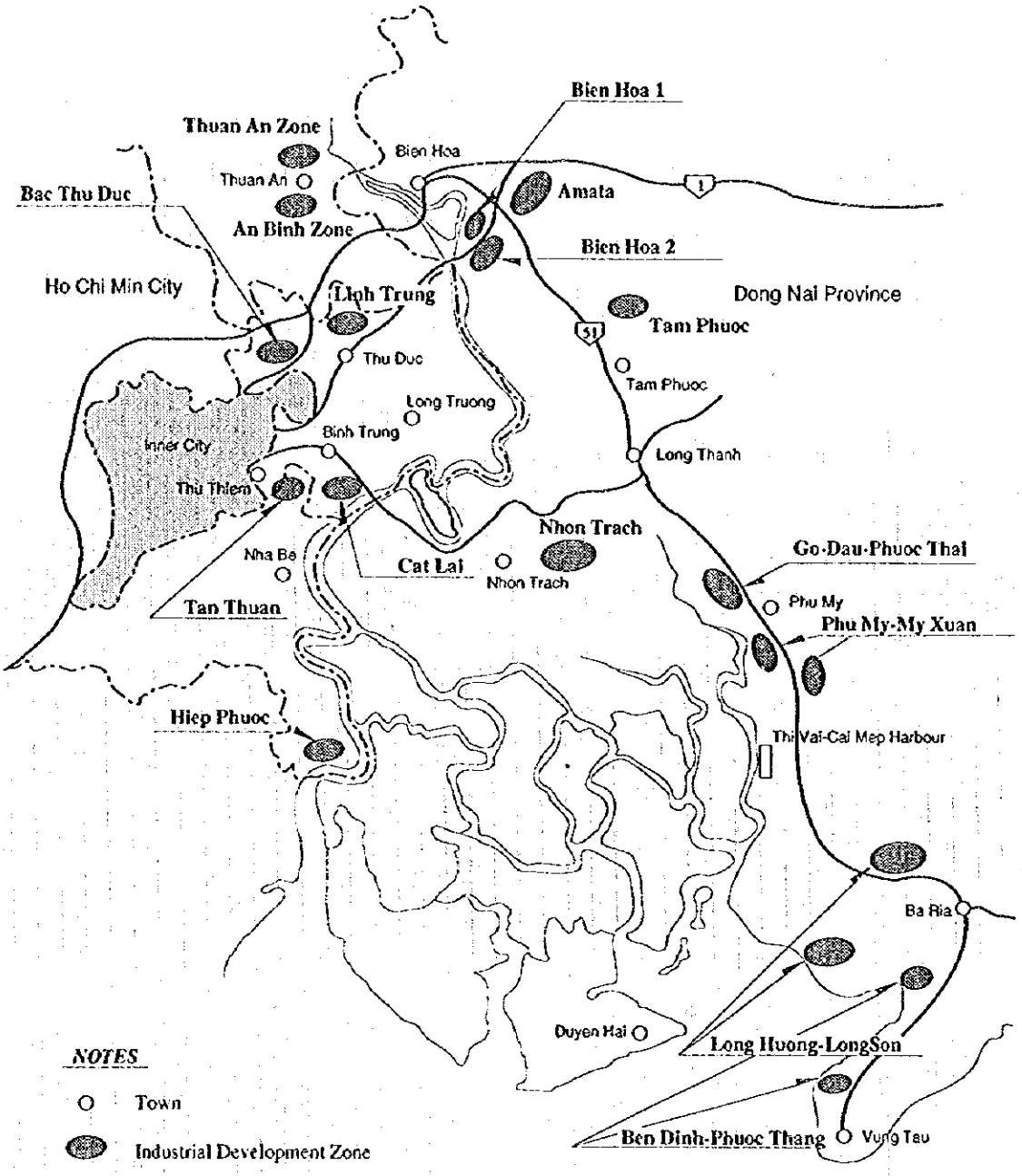


SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER AND SURROUNDING BASINS WATER RESOURCES DEVELOPMENT

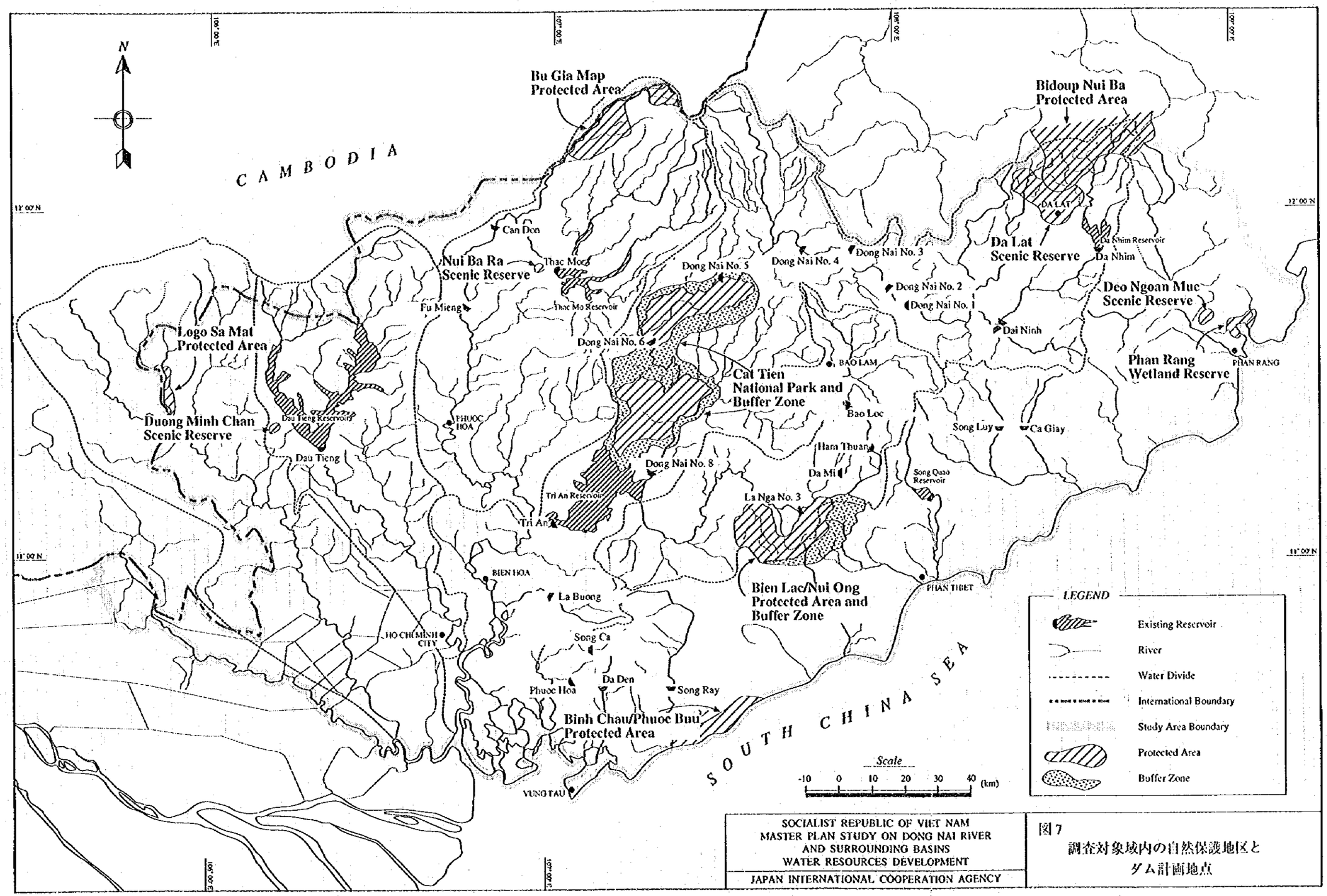
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 5

灌漑プロジェクト位置図



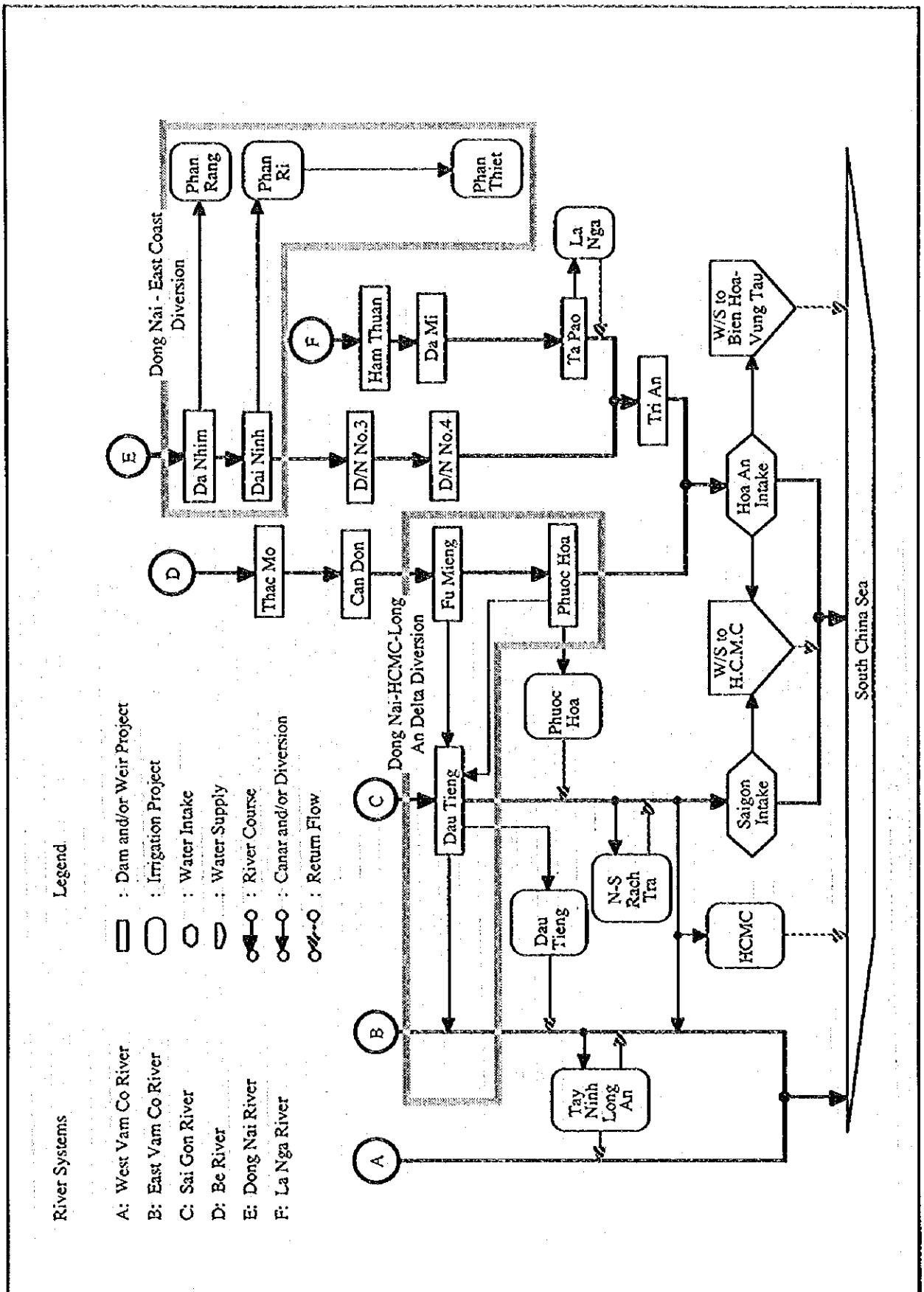
SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER AND SURROUNDING BASINS WATER RESOURCES DEVELOPMENT	図 6 調査対象域内の主要工業開発地点
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY	



SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER AND SURROUNDING BASINS WATER RESOURCES DEVELOPMENT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図7
調査対象域内の自然保護地区と
ダム計画地点

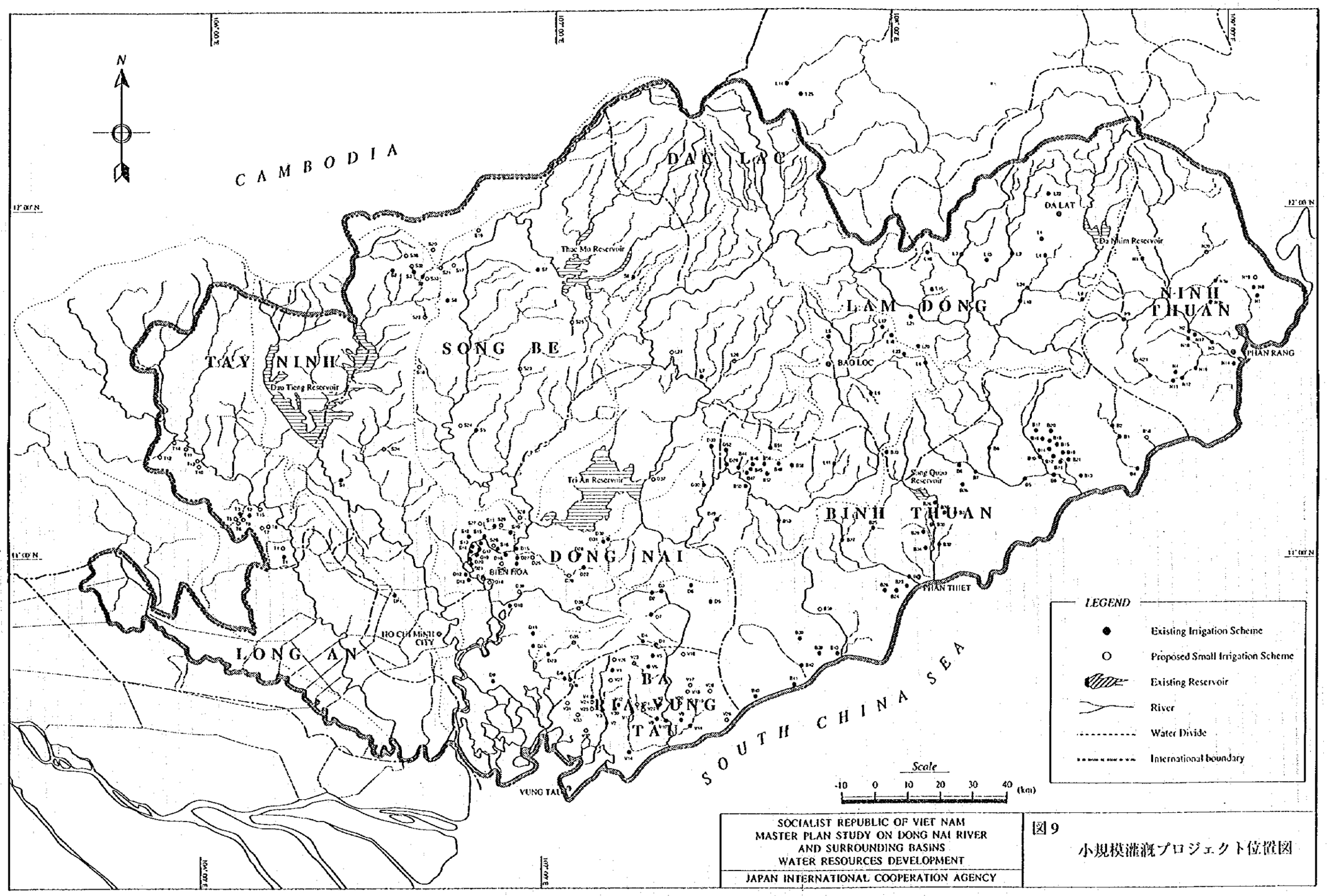


SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER
AND SURROUNDING BASINS
WATER RESOURCES DEVELOPMENT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 8

流域内河川の模式図

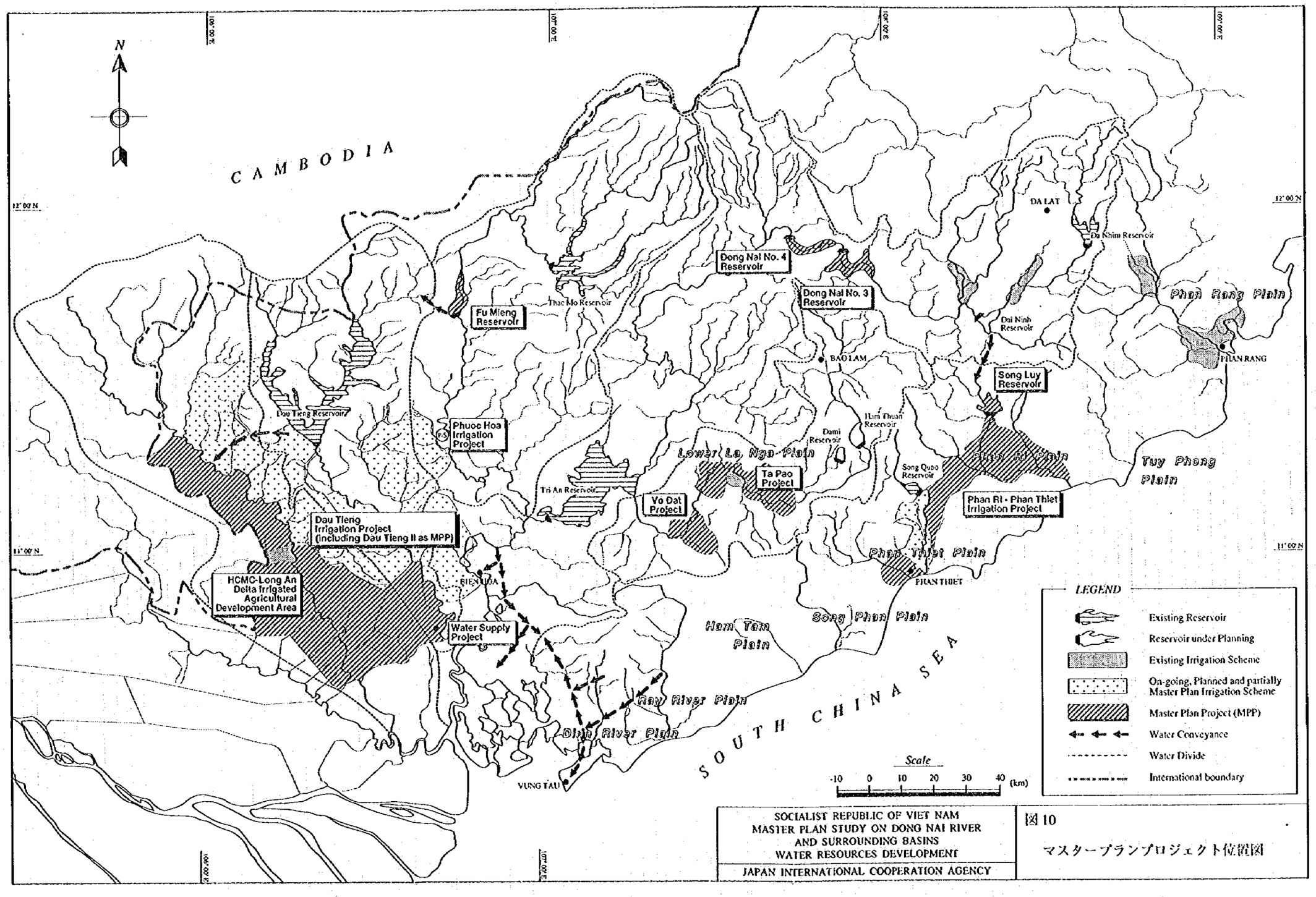


SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER
AND SURROUNDING BASINS
WATER RESOURCES DEVELOPMENT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図9

小規模灌漑プロジェクト位置図

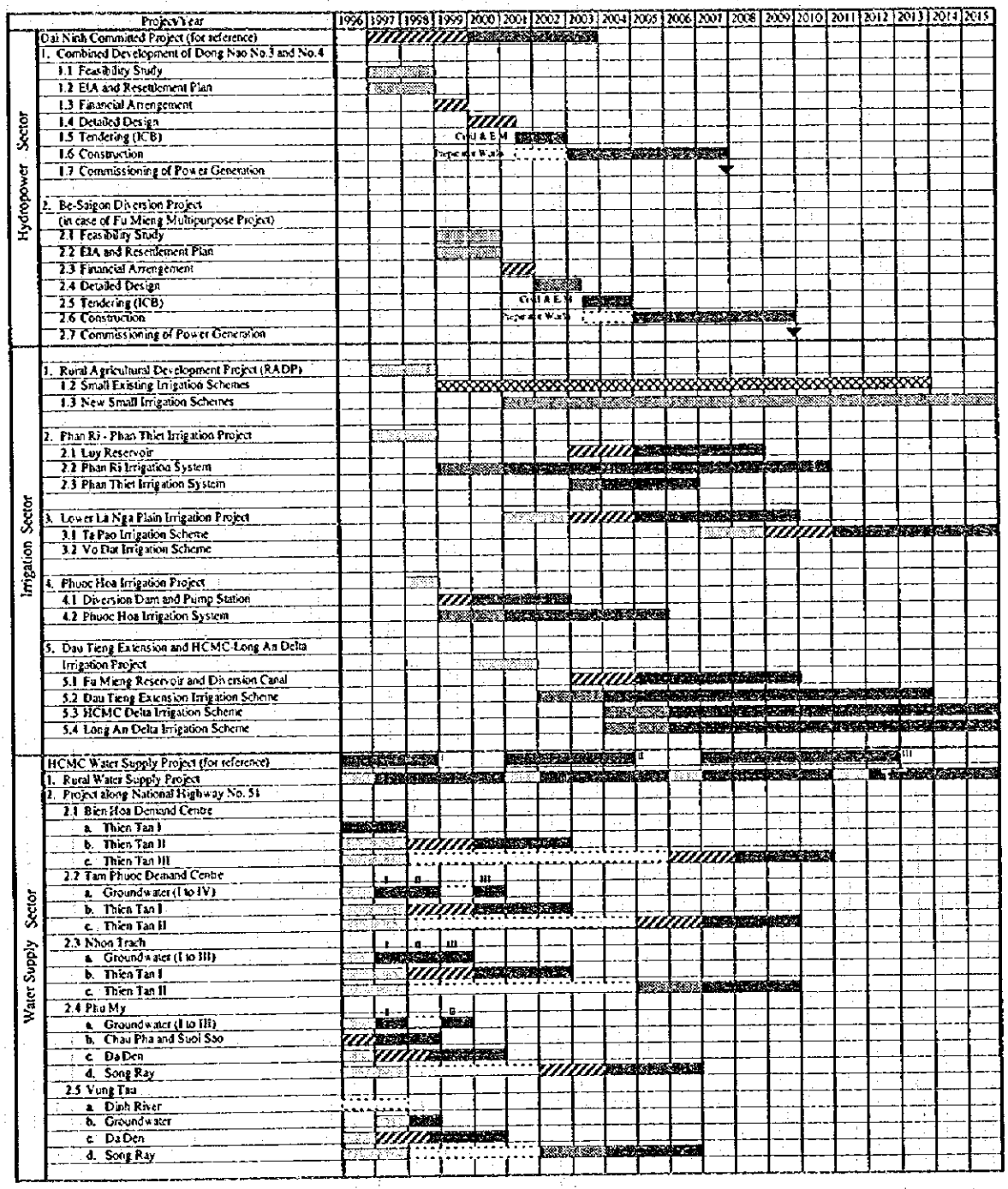


SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER AND SURROUNDING BASINS WATER RESOURCES DEVELOPMENT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 10

マスタープランプロジェクト位置図



SOCIALIST REPUBLIC OF VIET NAM
MASTER PLAN STUDY ON DONG NAI RIVER
AND SURROUNDING BASINS
WATER RESOURCES DEVELOPMENT

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図 11

マスタープランプロジェクトの
実施スケジュール