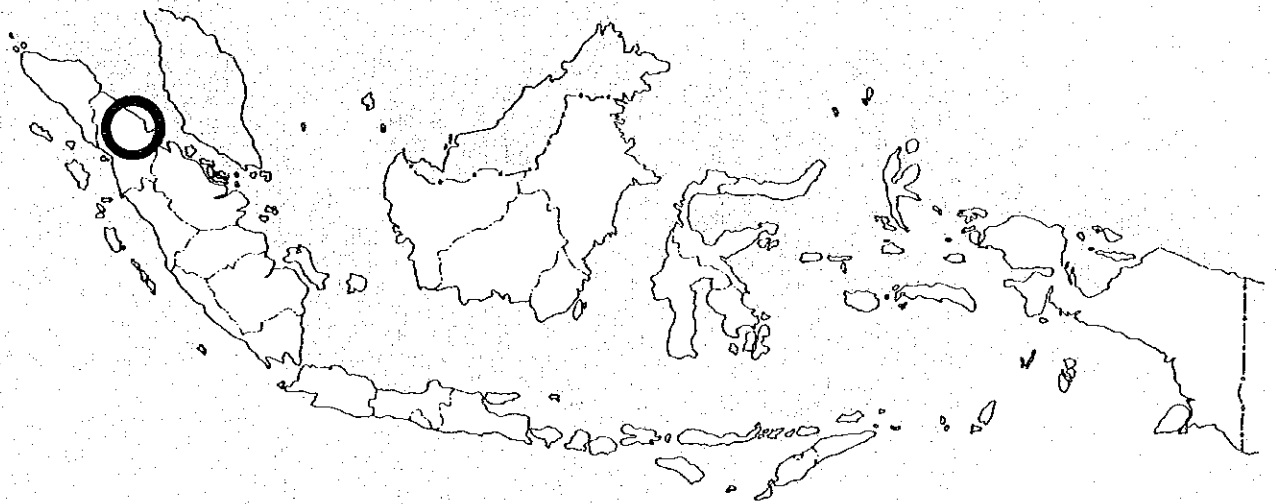


アサハン河下流域開発計画調査

主報告書



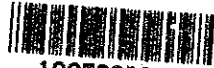
平成2年7月

インドネシア農業

アサハン河下流域開発計画調査

主報告書

JICA LIBRARY



1085820[7]

21637

インドネシア共和国
公共事業省水資源総局

アサハン河下流域開発計画調査

主報告書

平成2年7月

国際協力事業団

国際協力事業団

21637

序 文

日本国政府は、インドネシア共和国政府の要請に基づき、同国のアサハン河下流域総合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した。

当事業団は、パート1として昭和59年10月より昭和60年10月までの間日本工営株式会社津田誠氏を団長とする調査団を2回にわたって、パート2として平成元年6月より平成2年3月までの間、日本工営株式会社國廣安彦氏を団長とする調査団を3回にわたって現地に派遣した。

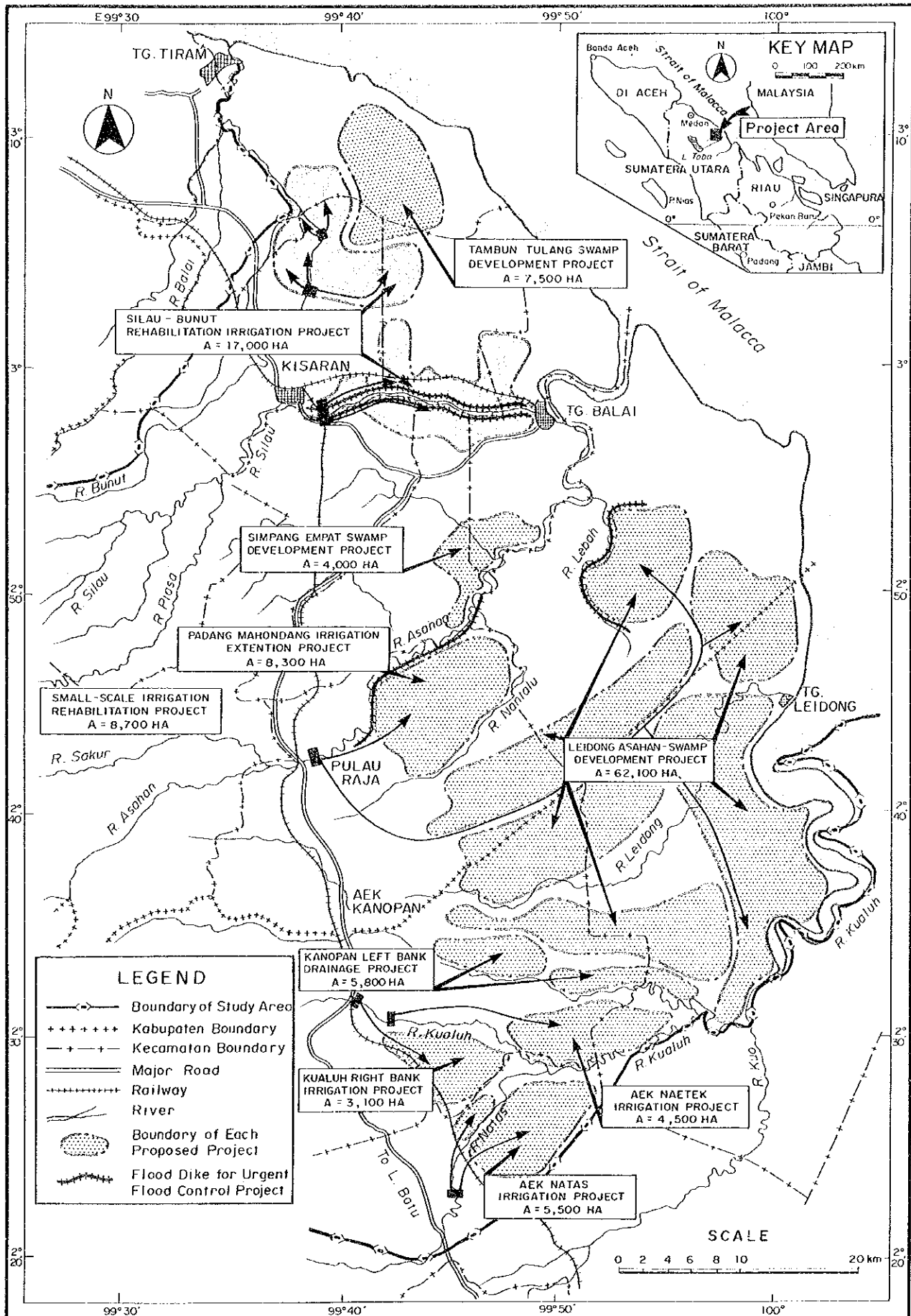
調査団は、インドネシア共和国政府関係者と協議を行うとともに、プロジェクト・サイト調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなった。

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・親善の一層の発展に役立つことを願うものである。

終わりに、本件調査に御協力と御支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝の意を表するものである。

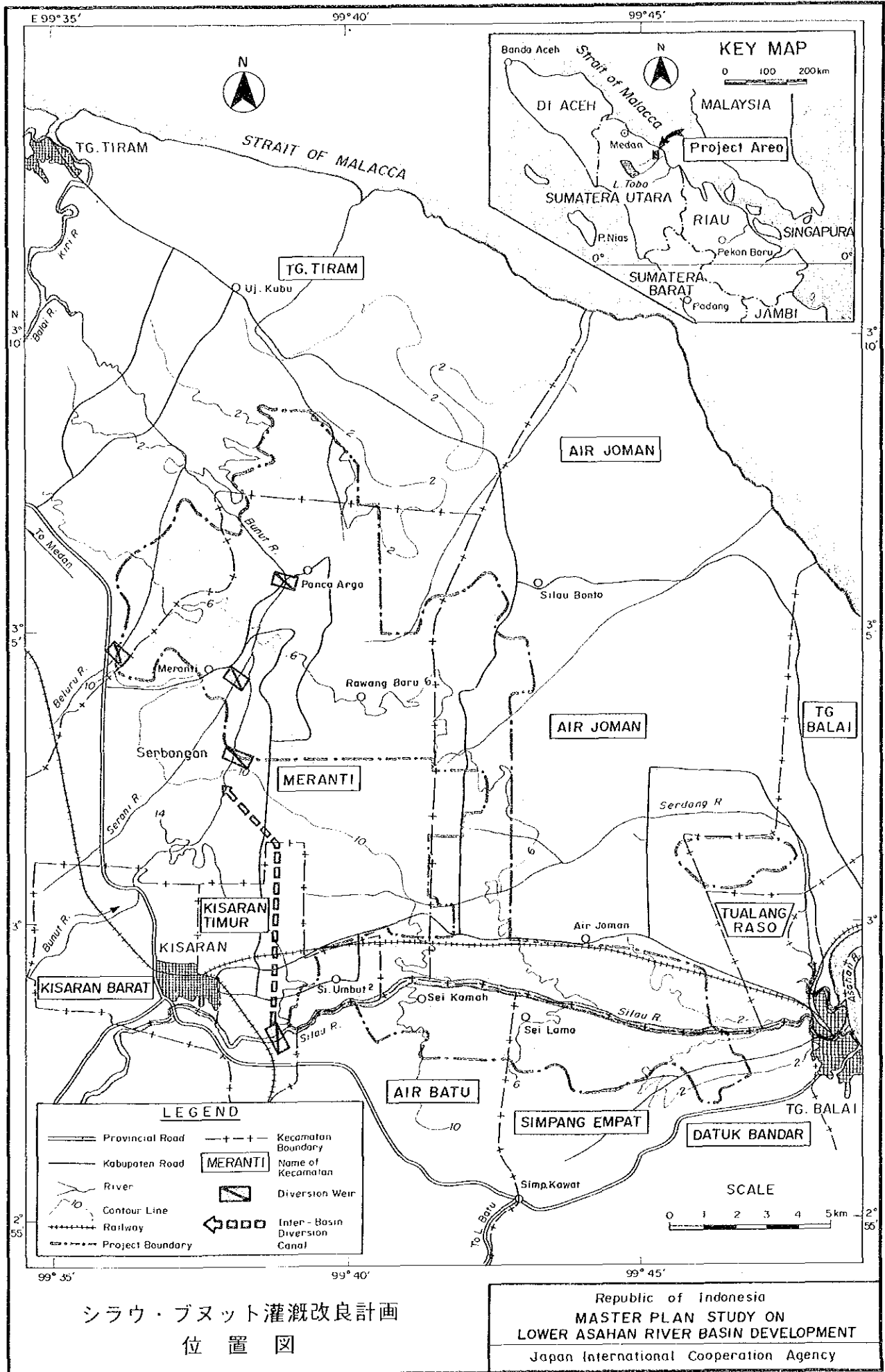
平成2年7月

国際協力事業団
総 裁 柳 谷 謙 介



アサハン下流域農業開発基本計画
位置図

Republic of Indonesia
**MASTER PLAN STUDY ON
 LOWER ASAHAN RIVER BASIN DEVELOPMENT**
 Japan International Cooperation Agency



シラウ・ブヌット灌漑改良計画
位置図

要約および勧告

1. 調査の目的

本調査の目的は、農業生産性の向上、雇用機会の創出、移民の促進および生活水準の向上等を目指す長期政策の観点より、アサハン河下流地域を対象とし、西暦2005年を目標年次とする流域開発基本計画を策定する事にある。

2. 調査の経緯

本調査は、国際協力事業団とインドネシア政府公共事業省水資源総局(DGWRD)との間で1984年7月27日に決められたスコープ・オブ・ワークに基づいて実施された。調査は二段階(Part-IおよびPart-II調査)に分けて実施した。

Part-I調査は、(a)土地・水資源開発の基本計画の立案、(b)アサハン川および近傍の河川低平地部を対象とした洪水防御計画マスタープランの策定、および(c)緊急洪水防御計画のフィージビリティ・スタディ、を取り纏めることを目的として、1984年10月に開始し、1985年10月に終了した。Part-I調査の成果は中間報告書として取り纏め、1985年10月にDGWRDへ提出した。

インドネシア政府DGWRDは、Part-I調査の勧告に従い、緊急洪水防御計画に係わる詳細設計を1988年3月に開始し1989年6月に終了した。この詳細設計は、アサハン川、シラウ川、レバー川の三川を対象とし、OECDの資金援助を受けDGWRD河川局により実施された。

Part-II調査は、Part-I調査で策定したマスタープランと調和する農業開発マスタープランの樹立を目的としたものである。Part-II調査は予定より約4年間遅れ1989年6月に開始された。Part-II調査は2次に分けて実施された。第1次調査は長期的な農業開発基本計画の策定と優先度の高い有望開発プロジェクトの選定を行ない1989年9月末に終了した。第2次調査は1989年10月に開始され1990年3月に終了した。第2次調査では、第1次調査で選定した優先農業開発プロジェクトに対するフィージビリティ・スタディ・レベルの詳細調査を実施した。

本報告書は、Part - I 並びに Part - II 調査の全成果を取り纏めたものであり、以下の4巻から構成されている。

第1巻 主報告書

第2巻 洪水防御計画 (Part-I 調査結果)

第3巻 農業開発基本計画 (Part-II 第1次調査結果)

第4巻 シラウ・ブヌット灌漑改良計画 (Part-II 第2次調査結果)

3. 調査地区

調査対象地区は北スマトラ州の東部中央に位置し、州都メダン市からは南東約150kmの距離にある。調査対象地区はアサハン河を中心とする主要4河川の流域を包含しており、年降水量は3,500mmから1,500mmの範囲にある。調査地区は豊富な水資源に恵まれているが、度重なる洪水被害に見舞われている。

地区内の人口は1987年時点で約86万人である。主要産業は農業であり、米およびゴム、オイルパーム等の永年作物が主に栽培されている。土地資源は約10万haの未開発湿地をのぞき有効に利用されている。

地区内の農業生産性は、北スマトラ州内においてもかなり低い水準にある。米の単収は、自然条件の厳しさや営農技術の稚拙さ等のためかなり低い。さらに、現況の作付率が低いうえに農家の土地所有面積が平均1ha以下と小さいため、農家経済は自給自足の域にとどまっている。したがって当該地区では、農業開発、特に米の増産を通じて農家所得の向上を図ることが必要である。

現在地区内では、道路、水道、電気、等の社会基盤は都市部に限って整備されてきており、農村地域の基盤整備は非常に立ち遅れている。このような状況も農村地域の経済開発の阻害要因の一つとなっている。

4. 洪水防御計画

洪水防御計画のマスタープランは4河川を対象として実施した。即ち、ブヌット川、シラウ川、アサハン川、およびカノパン川を含むクアルー川である。洪水防御マスタープランの策定は、河川洪水流量解析、洪水被害実績および予想被害額、洪水被害低減による便益、等の検討結果を踏まえて実施した。基本

計画高水流量としては 30 年確率高水流量を採用した。

ブヌット川、シラウ川、およびクアルー川に対する洪水防御計画では、堤防の建設および河床掘削からなる河川改良工事を提案した。一方、アサハン川の洪水防御計画としては河川改良工事および遊水池の建設を提案した。提案した事業計画内容は (i) ブヌット川: 34km の河川改良工事、(ii) アサハン川: 40km の河川改良工事、(iii) レバー川: 18km の堤防の建設、(vi) シラウ川: 22km の河川改良工事、(v) クアルー川: 34km の河川改良工事、である。

洪水防御計画の事業費 (1985年価格) は、(i) ブヌット川: 126億ルピア、(ii) アサハンおよびシラウ川: 635億ルピア、(iii) クアルー川: 205億ルピア、と見積った。また、洪水防御による年便益は、(i) ブヌット川: 18.4億ルピア、(ii) アサハンおよびシラウ川: 117億ルピア、(iii) クアルー川: 31億ルピア、と算定した。経済的内部収益率 (EIRR) は、(i) ブヌット川: 11.9%、(ii) アサハンおよびシラウ川: 14.3%、(iii) クアルー川: 12.3% である。

洪水防御計画のマスタープラン策定に引き続き、洪水被害が深刻であるアサハン川およびシラウ川下流部を対象とした緊急洪水防御計画のフィージビリティ・スタディを実施した。この緊急計画での計画高水流量は、経済性の検討を踏まえ 10 年確率高水量を採用した。

緊急洪水防御計画では、アサハン川およびシラウ川に沿った総延長 57 km の区間の河川改良を提案した。工事の主な内容は、(a) アサハン川右岸 19 km の堤防建設、(b) 遊水池の影響を受けるレバー川沿いの既存水田を守るための 18 km の堤防建設、(c) シラウ川最下流部 19 km の兩岸堤防建設および河床掘削、である。

緊急洪水防御計画の建設費 (1985年価格) は 365 億ルピアと見積った。また、洪水防御による年平均便益は 51 億ルピアと算定された。経済的内部収益率は 12.4% となり、本計画は経済的に妥当性を有している事が判明した。

フィージビリティ・スタディの結果に基づき、インドネシア政府は本計画の緊急性を考慮し「アサハン川下流洪水防御計画」の詳細設計の実施を決定した。詳細設計は 1989 年 6 月にすでに終了している。

5. 農業開発計画

アサハン下流域の農業開発マスタープランは、洪水防御マスタープランとの整合性をとりつつ策定した。初めに、土地および水資源の開発可能性の評価を行ない、合計 178,700 ha（既存水田 68,200 ha、未開発湿地 107,700 ha、および未利用地 2,800 ha）を農業開発適地として選定した。

農業開発マスタープランの策定にあたっては、(a) 地区内の土地・水資源を有効利用することによって農業生産、特に米の増産を通じて農家所得水準の向上を図ること、および (b) 北スマトラ州内における米自給の達成に寄与すること、を目的とした。

上記の目的を達成する具体的な方策として、灌漑、排水および湿地開発計画を立案した。設定した具体的な開発構想は、(a) 開発可能な水資源の灌漑用水としての最大利用による水稻の年二期作体系の確立、(b) 水資源の有効利用を図るためのシラウ川よりブヌット川への流域間導水計画の採用、(c) 未開発湿地の開発（灌漑水が確保できる地区は水田開発、灌漑水が確保できない地区や厚い泥炭層が分布している地区ではオイルパーム栽培地の開発）および (d) 農村地域における社会基盤の整備、特に農道の整備、である。

土地水資源開発ポテンシャルの評価および基本開発構想に基づき、以下の 10 プロジェクトを立案した。

- (1) シラウ・ブヌット灌漑改良計画
- (2) パダン・マホンダン灌漑拡充計画
- (3) カノパン左岸排水改良計画
- (4) 小規模灌漑改良計画
- (5) アエク・ナタス灌漑計画
- (6) アエク・ナエテック灌漑計画
- (7) クアルー右岸灌漑計画
- (8) タンプン・トラン湿地開発計画
- (9) シンパン・アンパット湿地開発計画
- (10) レイドン・アサハン湿地開発計画

前記 10 プロジェクトの評価および開発優先順位の決定は次の評価基準で行なった。即ち、(a) 経済的内部収益率が高いこと、(b) 単位面積あたりの建設費が安いこと、および (c) 受益者数が多いこと、である。評価の結果、最優先計画としてシラウ・ブヌット灌漑改良計画を、第 2 優先計画としてパダン・マホンダン灌漑拡充計画を選定した。

計画対象地区での開発目標を設定するにあたっては、2005 年時点での北スマトラ州全体の米増産目標量 (120 万トン) の 10% (=現在のアサハン下流地域の米生産シェア) を計画対象地区が担う事を目標とした。この目標を達成するために、シラウ・ブヌット灌漑改良計画およびパダン・マホンダン灌漑拡充計画を 2005 年までに実施することを提案した。

1989 年 10 月 9 日の公式会議に於て、第 2 次調査の対象地区としてシラウ・ブヌット灌漑改良計画を選定し、この計画に係わる詳細検討 (フィージビリティ・スタディ水準の検討) を実施することが決定された。

6. シラウ・ブヌット灌漑改良計画

計画地区は、州都メダン市より約 150km 南東に位置し、アサハン河の北西に広がる低平地である。計画地区面積は、排水条件、有効水資源量、土壌条件、土地利用現況、灌漑条件、等の検討および評価結果をもとに、総開発対象面積を 14,300 ha、内、純灌漑水田面積を 10,300 ha と設定した。

本地区に於ける農業開発に係わる主な問題点は、(a) シラウおよびブヌット川下流地域に於ける頻繁な湛水被害の発生、(b) 灌漑施設の未整備と、既存灌漑排水施設の老朽化ないし非効率化、(c) ブヌット川流域での、特に乾期に於ける絶対的な水資源量の不足、および (d) 適正な水管理の不在等である。この結果として、現況の米の単位面積当たり収量は低く、また年間作付率も約 120% に過ぎない。

本プロジェクトの農業開発計画の立案にあたっては、先に述べた開発基本戦略に沿い、適切な灌漑排水施設の整備を前提とした水稻の 2 期作の確立を基本方針をした。

検討の結果、本計画の事業内容として以下を提案した。即ち、(a) シラウ川統

合堰の新設、(b) シラウ川よりブヌット川への流域間導水路(約 8.3km)の新設、(c) ブヌット川の既存頭首工3ヶ所の改修、(d) 60 kmの既存灌漑用水路の改修および110 kmの用水路新設、(e) 合計180 kmの排水路の改修、新設、(f) 合計350 kmの農道の新設、(g) ブヌット川洪水堤防(約 34 km)の建設、(h) 約 9,500 haの末端施設の整備および670 haのヤシ畑の開田、(i) 70ヶ所の生産加工集荷基地の建設、(j) 施設維持管理用機器の調達、および(k) 維持管理担当政府職員並びに農民の訓練・研修、である。

本計画の事業実施に必要な期間は、詳細設計および建設準備期間2.5年を含め、合計7年間である。総事業費は1,573億ルピアと見積られ、うち内貨分は572億ルピアであり、外貨分は1,001億ルピア(5,650万米ドル)である。

計画達成時には、年間11万トンの米粉が生産されることになる。計画達成時における年灌漑便益は156億ルピア、洪水被害低減便益は年80億ルピアと見積られる。また、建設用地等で現況農地が消失することによる負の便益は6.6億ルピアと算定される。

経済的内部収益率は事業耐用年数を50年と仮定して13.2%と算定された。将来予想される事業費および便益の変動に対する感度分析の結果によれば、本計画は不利な変動条件下にあってもなお経済的な妥当性を有している。したがって、本計画は技術的のみならず経済的にも妥当性を有していると結論できる。

本計画の財務評価は、標準的農家の農家経済分析および事業費の償還計画に関するキャッシュ・フロー分析により行なった。農家の純収益または支払能力は、100万ルピアから320万ルピアの間になるものと試算できる。このような純収益の増加は、本計画地区内の農民の生活向上意欲を増進させるであろう。なお、計画実施による直接の収入は期待できないと考えられることから、インドネシア政府はローン償還費、ローン手数料、および施設維持管理費等、年間約80-100億ルピアの財政支出を行なう必要がある。

事業実施による直接便益の外にも、種々の2次的な便益および社会経済的な波及効果が想定される。想定した17項目の社会経済的波及効果のうち、主な肯定的な社会経済的効果としては、雇用機会の増加、農家収入の増加、農民の生活水準の向上、米生産の増加、外貨支出の節約、衛生条件の改善、等が上げられる。

事業実施に起因する主なマイナス効果としては、建設期間中に想定される土地投機、土地収用による社会不安、農産物の損失、等が考えられる。しかしながら、これらのマイナス効果は、地域住民にとって決定的な影響を与えるものではないと判断される。

7. 勸告

シラウ・ブヌット灌漑改良計画は技術的に実行可能であるとともに、また経済的妥当性を有している。さらに本計画は、米の増産と地域農民の所得向上を通じて、対象地区内のみならず周辺地域、さらには国全体に対して実質的かつ持続的な社会経済的効果をもたらすことが期待できる。したがって、既に詳細設計が終了しているシラウ川の洪水防御事業と平行しての建設実施が可能となるよう本計画を早急に実施に移すべきであることをここに提案したい。

さらに、上記計画の実施に引き続き、目標年次（2005年時点）での米供給目標達成を目指すために、パダン・マホンダン灌漑拡充計画のフィージビリティスタディの開始が望まれる。

目 次

アサハン河下流域農業開発基本計画位置図
シラウ・ブヌット灌漑改良計画位置図
要約および勧告

	頁
1. 緒 言	1
1.1 はじめに	1
1.2 調査の経緯	1
1.3 調査の目的	2
1.4 調査の実施経緯	2
1.4.1 Part - I 調査	2
1.4.2 Part - II 調査	2
1.5 謝 辞	3
2. 背 景	5
3. 調査対象地域と開発ポテンシャル	7
3.1 調査対象地域	7
3.2 開発ポテンシャル	9
3.2.1 土地資源開発ポテンシャル	9
3.2.2 水資源開発ポテンシャル	10
3.2.3 農業開発ポテンシャル	10
3.3 土地・水資源開発の基本計画	11
4. 洪水防御計画 (Part - I 調査)	13
4.1 洪水防御の必要性	13
4.2 長期洪水防御計画	13
4.3 緊急洪水防御計画	17
4.4 トバ湖の調整	18
4.5 計画の波及効果	18

5. 農業開発計画 (Part - II 調査)	21
5.1 農業開発の必要性	21
5.2 農業開発の目的と方法	21
5.3 開発計画の策定	22
5.3.1 開発計画の立案	22
5.3.2 優先開発計画の策定	23
5.3.3 実施計画	25
5.4 シラウ・ブヌット灌漑改良計画	25
5.4.1 概要	25
5.4.2 計画地区	25
5.4.3 農業開発計画	27
5.4.4 灌漑・排水計画	28
5.4.5 農民組織の改善	31
5.4.6 研修・訓練計画	32
5.4.7 事業費	32
5.4.8 事業実施計画	33
5.4.9 事業評価	34
5.4.10 事業の及ぼす影響	36

付表目次

表 5-1	北スマトラ州における米の入出荷	40
表 5-2	北スマトラ州における米粉需要予測	40
表 5-3	開発計画案の概要	41
表 5-4	マスタープランと詳細計画の比較	42
表 5-5	土地利用計画	44
表 5-6	事業計画の主要諸元	45
表 5-7	事業費の内訳	46
表 5-8	開発目標達成時点での灌漑便益	47
表 5-9	事業の経済費用内訳	48
表 5-10	経済費用と便益のキャッシュフロー	49
表 5-11	財務費用と便益のキャッシュフロー	50
表 5-12	事業の社会経済および環境への影響	51

付図目次

図 3-1	調査地区位置図	54
図 3-2	行政区分図	55
図 3-3	等雨量線及び雨量観測所の位置	56
図 3-4	雨量の月別分布	57
図 3-5	現況土地利用図	58
図 3-6	公共事業省管轄の灌漑排水地区位置図	59
図 4-1	長期計画での洪水流量配分図	60
図 4-2	洪水防御計画位置図	61
図 5-1	調査地区内の粉需給バランス計画	62
図 5-2	計画地区内の灌漑状況	63
図 5-3	計画作付体系	64
図 5-4	計画灌漑排水システム	65
図 5-5	シラウ統合堰の概要	66
図 5-6	既存及び計画堤防位置図	67
図 5-7	事業の実施スケジュール	68
図 5-8	建設管理事務所の計画組織図	69
図 5-9	維持管理事務所の計画組織図	70

語彙および略語

BAPPEDA	- Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Provincial Development Planning Board)
BAPPENAS	- Badan Perencanaan Pembangunan Nasional (National Development Planning Board)
BIMAS	- Bimbingan Massal
BPP	- Balai Penyuluhan Pertanian (Rural Extension Center)
BRI	- Bank Rakyat Indonesia (People's Bank of Indonesia)
BRIUD	- Bank Rakyat Indonesia Unit Desa (Village branch of BRI)
Bupati	- District Chief, Head of Kabupaten
Cabang Dinas	- PU Seksi, (Administrative area for irrigation with the PU-Wilayah)
Camat	- Sub-district Chief, Head of Kecamatan
CRIFC	- Central Research Institute for Food Crops
CS	- Construction supervision
Desa	- Village or group of small villages
DGFA	- Director General of Food Crops Agriculture, Ministry of Agriculture
DGWRD	- Directorate General of Water Resources Development, Ministry of Public Works
DIP	- Project Implementation Budget
DOI	- Directorate of Irrigation
DPU	- Departemen Pekerjaan Umum (Ministry of Public Works)
FC	- Foreign currency
E/S	- Engineering services
FY	- Fiscal year (April 1 to March 31)
GDP	- Gross Domestic Product

GOI	- Government of Indonesia
Golongan	- Division of an irrigation area in order to phase planting and reduce peak water demand
Gotong royong	- Mutual self help assistance
HYV	- High yielding variety
IBRD	- International Bank for Reconstruction and Development (World Bank)
ICB	- International competitive bidding
IGGI	- Inter-governmental Group on Indonesia
INMAS	- Intensifikasi Massal (massive intensification for self sufficiency in food)
INSUS	- Intensifikasi Khusus (special intensification program)
ISSP	- Irrigation Sub-Sector Project
JICA	- Japan International Cooperation Agency
Julu	- Official responsible for the day-to-day operation of an irrigation area, generally no greater than 1,000 ha
Kabupaten	- District (sub-division of province)
Kecamatan	- Sub-district within the Kabupaten
KUD	- Koperasi Unit Desa (village unit co-operative)
KUPEDES	- Kredit Umum Pedesaan (general rural credit program)
KUT	- Kredit Usaha Tani
LC	- Local currency
LCB	- Local competitive bidding
LP3ES	- Lembaga Penelitian Pendidikan dan Penuangan, Ekonomi dan Social (Institute of Research, Education & Information for Social & Economy)
LS	- Lump sum
M & E	- Monitoring and evaluation

MCM	- Million cubic meter (10^6 m^3)
M/M	- Man-months
OECE	- The Overseas Economic Cooperation Fund, Japan
O&M	- Operation and maintenance
PBME	- Project benefit monitoring and evaluation
Pengamat	- Water distribution supervisor
Polowijo	- All annual crops other than rice, sugar or vegetables grown on wet paddy land
PMF	- Probable maximum flood
PMP	- Probable maximum precipitation
PPA	- Penjaga Pintu Air (Gate operator)
PPK	- Penyuluh Pertanian Kecamatan (Agricultural officer in Kecamatan)
PPL	- Penyuluh Pertanian Lapangan (Field extension worker)
PPM	- Penyuluh Pertanian Madya (agricultural extension supervisor)
PPS	- Penyuluh Pertanian Spesialis (Subject matter specialist)
P2AT	- Proyek Pengembangan Air Tanah (Groundwater Development Project)
P3A	- Perkumpulan Petani Pemakai Air (Water User's Association)
P3A Union	- Water User's Association Union
P3SA	- Proyek Pengembangan dan Penyelidikan Sumber-sumber Air (Water Resources Development and Planning Project)
Rp.	- Indonesian Rupiah
PTT	- Soil Research Center, Bogor
PU	- Pekerjaan Umum (Ministry of Public Works)
PUD	- Pekerjaan Umum Daerah/PU Kabupaten (Public Works Service of District)

Sawah	- Wet rice field
SCF	- Standard conversion factor
S/W	- Scope of Work
TA	- Technical Assistance
TOR	- Terms of reference
Ulu-ulu	- An employee of the P3A responsible for O & M of the tertiary unit (Water master)
UNDP	- United Nations Development Program
Waker	- Assistant to the Juru stationed at the main river offtake
WKPP	- Wilayah Kerja Penyuluh Pertanian (working area of field extension worker)
WUA	- Water User Association
WUAO	- Water User Association Organizer

度量衡

	Metric to Imperial	Imperial to Metric
Length	1 cm = 0.349 inch	1 inch = 2.54 cm
	1 m = 3.28 feet	1 foot = 30.48 cm
	1 km = 0.621 mile	1 mile = 1.609 km
Area	1 m ² = 10.76 sq.ft	1 sq.ft = 0.0929 m ²
	1 ha = 2.471 acres	1 acre = 0.4047 ha
	1 km ² = 0.386 sq.mile	1 sq.mile = 2.59 km ²
Volume	1 lit = 0.22 gal (imp)	1 gal (imp) = 4.55 lit
	1 m ³ = 35.3 cu.ft	1 cu.ft = 28.32 lit
	1 MCM = 1 x 10 ⁶ m ³	
	= 811 acre-ft	1 acre-ft = 1,233.5 m ³
Weight	1 kg = 2.20 lb	1 lb = 0.4536 kg
	1 ton = 0.984 long ton	1 long ton = 1.016 ton
Derived Measures	1 m ³ /sec = 35.3 cusec	1 cusec = 0.0283 m ³ /sec
	= 19.0 mgd	1 mgd = 0.0526 m ³ /sec
	1 ton/ha = 891 lb/acre	1 lb/acre = 1.12 kg/ha
Temperature		
	$^{\circ}\text{C} = (^{\circ}\text{F} - 32) \times 5/9$	$^{\circ}\text{F} = 1.8 \times ^{\circ}\text{C} + 32$

通貨換算率 (as of late 1989)

US\$ 1 = Rp.1,770

第 1 章 緒 言

1.1 はじめに

アサハン河下流域開発計画調査（以下本調査という）に係る本報告書の作成は1984年7月27日に国際協力事業団（JICA）と、インドネシア政府公共事業省水資源総局（DGWRD）との間で取決められたスコープ・オブ・ワークに拠っている。本調査は Part-I 及び Part-II の 2 段階の調査に分けて実施された。本報告書は次の4分冊の報告により構成されている。

- 1巻 主報告書
- 2巻 洪水防御計画（Part-I 調査）
- 3巻 農業開発計画（Part-II調査の第一次調査）
- 4巻 シラウ・ブヌット灌漑改良計画（Part-II調査の第二次調査）

1.2 調査の経緯

インドネシア政府は、1968/69年に開始した第1次5ヶ年国家開発計画以来、経済発展に力を注いできた。とりわけ食糧の自給達成を目標として、農業開発など農村地域及び地方の開発を優先的に推進してきた。

本調査の対象地域はアサハン川下流域に位置し、北スマトラ州の州都メダンからは南東に約150kmである。調査対象地域は、ブヌット川、シラウ川、アサハン川およびクアルー川の4河川流域を含んでいる。このうち最大のアサハン川はトバ湖を水源とし、アサハン川水力発電開発計画で建設されたダム群によって調整され、年間を通じ基底流量約100m³を安定的に供給している。しかしまだ、これら4河川の下流域において洪水被害が頻発しており、流域における高い土地及び水資源開発ポテンシャルにも拘らず農業開発を妨げる阻害要因となっている。

インドネシア政府は、アサハン河下流域におけるこれらの問題を解決するため、日本政府に対しアサハン河下流域の土地および水資源開発マスタープラン策定のための技術協力の要請を行った。日本政府は、要請に応え事前調査団をインドネシアへ派遣した。本調査のスコープ・オブ・ワークは1984年7月27日 JICAと DGWRDとの間で取決められた。

1.3 調査の目的

本調査の目的は、農業生産性向上・雇用機会増大・入植促進および地域住民の生活水準向上を目指す長期政策の観点から、2005年を目標年次としたアサハン河下流域の総合開発マスタープランを策定することにある。調査対象地域は、アサハン河下流域の約6,000km²である。

1.4 調査の実施経緯

1.4.1 Part-I 調査

Part-I 調査は1984年10月から1985年9月にかけて実施された。この調査では、まず対象地域における土地・水資源開発の基本方向を提示するとともに、アサハン川、シラウ川、ブヌット川、クアルー川およびカノーパン川の長期的な洪水防御計画を策定した。防御計画の計画高水流量は、各高水量における洪水被害および事業費との経済比較検討の結果、30年確率高水流量を採用した。

引き続き、甚大な被害をしばしば被っているアサハン川及びシラウ川下流域における洪水防御計画のフィージビリティ・スタディーを実施した。これは最緊急洪水防御計画として実施したもので、経済的妥当性の検討結果に基づき10年確率高水流量を採用した。

さらに、洪水防御および効率的な水資源利用という2つの目的を満たす解決策を見出すべく、トバ湖の水量調節に係わる調査を実施し、既存調整ダムの操作方法を改善することによって、湖面水位および湖よりの流出流量の双方を季節的に調整することを提案した。

Part-I 調査の結果はインテリム・レポートとして取りまとめ1985年10月にDGWRDに提出された。本報告書の第2巻にインテリム・レポートの内容を再掲してある。

1.4.2 Part-II 調査

Part-II 調査は1989年6月に開始された。その中で洪水防御計画との整合性を考慮して農業開発計画のマスタープランを樹立し、10地区の農業開発計画を立案し

た。これら計画の開発優先順位を検討し、シラウ・ブヌット灌漑改良計画を最優先プロジェクトとして選定した。この検討結果は本報告書の第3巻に纏めてある通りである。1989年10月9日に行われた公式会議において、農業開発マスタープランの内容について、JICA及びDGRWDの双方が了解合意し、最優先計画として選定したシラウ・ブヌット灌漑改良計画のフィージビリティ・スタディー・レベルの詳細調査を引き続いて実施することが決定した。この結果に沿って第2次調査を実施した。その調査結果は本報告書の第4巻に報告してある通りである。

1.5 謝 辞

本調査の遂行に当たっては、インドネシア政府の関係諸機関より多大なご支持とご協力を頂いた。情報やデータの提供、討論への参加、貴重な提言あるいは他の様々な形でご尽力を頂いた方々に心から御礼を申し上げたい。特に北スマトラ州公共事業省水資源部による現地での日常的な援助、支援および協力に感謝の意を表すと共に、公共事業省本省の関係者による本調査実施に対する協力・助言に対し、心より御礼を申し上げる。

第2章 背景

インドネシアの経済は、国際市場における石油の価格変動と密接に関連している。同国のGDPは1970年代においては年平均8.1%の伸びを示したが、1980年代に入ってその経済は低迷し、1985/86年の石油価格の暴落によりさらに悪化した。インドネシア政府はこの状況を打開するため、通貨の切下げ、非石油製品の輸出振興、海外からの投資の振興、財政の大幅な削減など一連の方策を打ち出した。そして現在、これら方策が効を奏し、同国の経済は徐々に回復しつつある。

政府の経済開発政策は農村部および地方の開発に重点を置いている。政策の目標は、増大する国内の需要に見合う食糧、特に米の増産、農村部における雇用創出、および適切な地域開発の達成である。

第1次および第2次5ヶ年国家開発計画では、開発の重点は米の増産に置かれており、農業部門の開発予算のうち半分以上が灌漑施設の改修と拡充に充てられていた。その後、第3次および第4次5ヶ年計画では、他の作物の生産振興にも力点が置かれるようになった。

第1次～第4次5ヶ年計画による米増産は著しく、1969年に1,800万トンであった籾生産が1988年には4,100万トンへと増大し、1985年には米の自給を達成した。しかし、国内の米生産の中心であったジャワ島における、生産性の高い水田の宅地や工場への転換等によって、1985年以降は籾の生産増大は実質的に頭打ちとなり、再び国内における米の生産は徐々に需要に追いつかなくなりつつある。

このような状況下で1989年4月に第5次5ヶ年計画が開始された。計画の目標は(a)広く等しく住民の福祉を向上し生活水準の向上を図ること、(b)次期の開発のための確固たる基礎を築くことである。このために、農業および工業部門に重点をおいた経済開発が重要視されている。また米自給を継続していくことは農業部門の重要政策のひとつとなっている。

上記の目標達成のために、次のような灌漑開発プログラムが策定されている。即ち、(a)既存灌漑・排水システムの改修と維持、(b)灌漑システムの新規開発、及び(c)湿地の開発、である。

第3次5ヶ年計画以来、灌漑開発の重点は次第にジャワ島以外の地域（外領）に移行しているが、第5次5ヶ年計画では、それがさらに促進されている。北スマトラ州は外領の中で最も灌漑開発が有望な州のひとつである。同州では最も雇用人口を有している産業である農業が、地域内総生産（GRDP）の35%を占めている。水資源が豊富であるにも拘らず、農業生産、特に食糧作物生産は、その潜在的な可能生産量よりはるかに低い状況にある。これは主に、頻発する水害、貧弱な灌漑システム、灌漑水の不足、不十分な維持管理などに起因している。この結果として現在北スマトラ州では米が不足しており、他州より米を購入している。

調査対象地域は、アサハン県およびラブハンバトー県にまたがって位置しているが、北スマトラ州全体の約10%の米を生産している。調査対象地域は豊富な水資源と土地資源に恵まれているものの、(a)河川下流地域で発生する湛水、(b)灌漑システムの不足、(c)既存灌漑システムの不備、等の理由で農業生産が妨げられてきた。

以上の状況に鑑み、社会経済開発により早急に地域内の生産増大を図ることが必要であると言えらるとともに、調査対象地域内の人口が増加し続ける状況の中で、雇用機会を創出し人々の生活の安定・向上を図ることは緊急の課題である。

第3章 調査対象地域と開発ポテンシャル

3.1 調査対象地域

調査対象地域は、北スマトラ州の中央部東側に位置するアサハンおよびラブハンバトーの両県にまたがっている。図 3-1 に示すように州都メダンの南東 150 km にあり、その行政区分については図 3-2 の通りである。調査対象地域の人口は約 86 万人であり、これは 1987 年の同州の人口 990 万人の 8.7% に相当する。

調査対象地域の気候は熱帯モンスーン型である。平均気温は一年を通じて 26℃ 前後である。年間平均降雨量は、図 3-3 に示すように低地で 1,500~2,500 mm、西部の山岳地帯においては 2,500~3,500 mm である。雨期は 9 月から 12 月にかけてであるが、図 3-4 に見るような乾期にもかなりの降水量があり、季節の区分は明確ではない。

調査対象地域は北から南へブヌット川、シラウ川、アサハン川、クアルー川の 4 河川流域に展開している。ブヌット川はキリ川の支流であり、シラウ川はタンジエンバライ付近で合流するアサハン川最大の支流である（図 3-1 参照）。

これらの 4 河川の主要諸元は次の通りである。

項目		ブヌット	シラウ	アサハン	クアルー
流域面積	(km ²)	621	1,180	6,863	3,820
河川長	(km)	59	124	152	198
河川勾配		1/2,230	1/1,550	1/5,810	1/29,000
年平均流量	(m ³ /s)	23	73	233	202
流出係数		0.50	0.70	0.55	0.65

これらの河川の流出量は年間を通して多きな変化がなく、その流出係数が高い事が特徴である。低水期は 6 月から 9 月にかけてであり、またどの河川において

も、特に10月～1月と5月に洪水が発生する。過去の記録を見ると、1975年、1977年、1982年および1984年に大洪水が発生している。

調査対象地域で最大のアサハン川は、湖水面積1,100 km²のトバ湖を水源としている。その基底流量は、年間を通じて約 100 m³/秒でアサハン川水力発電開発計画により1981年2月以来調整されている。しかしアサハン川下流における最大洪水量は低減されておらず、洪水被害が発生することもある。他の河川においても、洪水が下流域における農業開発の阻害要因となっていることは同様である。

調査対象地域における主要産業は農業、特に米と永年作物の栽培である。農家戸数は全戸数の約60%であり、労働人口の約80%が農業部門に従事している。約10万haに及ぶ未利用の湿地を除けば、土地は自然条件に合理的に適合するように良好に利用されている。調査対象地域における現況土地利用は図3-5に示した。

調査対象地域は北スマトラ州の中でも農業生産性の低い地域であり、米の単位収量は低い。米生産は干ばつ、病虫害、洪水などの災害により打撃を受けることが多く、不安定である。

灌漑水田は少なく、既存水田の約85%に当たる68,000 haが天水田である。既存灌漑地区（図3-6）においても、利用可能な水量が不十分であること、取水地点における取水工と河川水位の関係が不適切であることなどから乾期の灌漑面積は制約されている。

当地域における現況作付率は低く、また一農家当たりの土地所有面積は1ha未満と小さい事に因り、農民の生活水準は自供自足的なものとなっている。従って、農業の振興、特に米の増産を通じて農民の収入増大を図ることが必要であると考えられる。

調査対象地域における道路、生活用水や電気の供給、保健サービスなどの社会基盤は、主にキサラン市やタンジュン・パライ市等の都市部においては整備されているが、農村部においては整備が遅れている。

3.2 開発ポテンシャル

3.2.1 土地資源開発ポテンシャル

調査対象地域6,000km²について現況土地利用および土地利用可能性の両面から、灌漑農業実施の可能性を検討した。現況土地利用は次表の通りである（図 3-5 参照）。

地目	面積(ha)	占有率(%)
1. 居住地	9,080	1.5
2. 農用地		
2.1 水田	68,190	11.5
2.2 畑地	38,220	6.4
2.3 ココナッツ・エステート	43,230	7.3
2.4 ゴム・エステート	107,610	18.1
2.5 オイルパーム・エステート	58,400	9.8
小 計	<u>315,650</u>	<u>53.1</u>
3. 山林・湿地		
3.1 山林	158,440	26.6
3.2 湿地（藪）	22,550	3.8
3.3 湿地（森林）	85,180	14.3
小 計	<u>266,170</u>	<u>44.7</u>
4. その他	4,100	0.7
合 計	595,00	100.0

ゴムおよびオイルパームのエステートは主に丘陵地帯に、ココナッツ・エステートは低平地および海岸沿いの砂丘帯に広がっている。畑作地は小規模であり丘陵地帯に散在している。水田は低平地および湿地の周辺に展開している。森林は丘陵地帯から山岳地帯に広がっている。

森林は、土地および水資源を保全すると共に、家畜飼料と付近住民の燃料の供給源として利用するために保全する必要がある。また畑作地は丘陵地に散在しているため、ここで小規模な灌漑開発を行うことは現実的でない。

現況の土地利用状況は妥当であり、特に改める必要はないと考えられる。従って、農業開発可能地区は、既存水田(68,200ha)、湿地(107,700ha)、未利用地(2,800ha)のうちから選定することとなる。土地分級によればこれら全ての土地は稲作またはオイルパーム栽培に適しているため、調査対象地域内の最大農業開発可能面積は 178,700 ha と推定される。

3.2.2 水資源開発ポテンシャル

調査対象地域における水資源開発ポテンシャルを明らかにするために、灌漑利用可能水量を算定した。これは作付期間内の5年確率渇水量より河川維持流量を差し引くことにより求めた。河川維持流量は、90%非超過確率の月平均流量とした。そして、本レポート第3巻に示した水収支計算に基づき、調査対象地域の灌漑開発のための全利用可能流量は $60\text{m}^3/\text{秒}$ であると算定した。

一般に当地域内の水資源量は豊富で、その開発ポテンシャルは非常に高い。しかし、水の需要と供給の関係が地域により大きく異なっている。例えば、ブヌット川流域での水不足が深刻である。一方、シラウ川流域では、地形的に灌漑面積の面的な拡大はある程度までしか可能でないが水資源量は潤沢である。

上記のブヌット川流域の水資源不足解決のために、シラウ川からブヌット川への流域間導水計画を検討した。調査・検討の結果、取水地点として最も有望であるのはキサラン市近くのシラウ川鉄道橋の下流 600 m の地点である。その取水量については導水地点におけるシラウ川の河川維持流量 $26\text{m}^3/\text{秒}$ を維持するように定めることとした。シラウ川の取水地点における5年確率渇水量は $44\text{m}^3/\text{秒}$ であり、シラウ川両岸の灌漑用水量(約 $10\text{m}^3/\text{秒}$)を考慮した結果最大導水可能流量を約 $8\text{m}^3/\text{秒}$ と算定した。

3.2.3 農業開発ポテンシャル

前述の開発目的と方法に沿って、調査対象地域における土地および水資源の開発ポテンシャルの適正な利用を検討した。当地域内での新たな土地資源開発は、

現在未利用である湿地がその対象として考えられる。これらの地域は適切な灌漑・排水施設の整備により良好な農地となることが期待できる。

土地資源をマクロな視点から見ると、総開発可能面積 178,700 ha に換算率 0.7 をかけて純作付可能面積に換算すると 125,000 ha となる。一方、灌漑利用可能水量 60m³/秒に相当する灌漑面積は 58,000 ha である。従って、両者の差の 67,000 ha については非灌漑型の農業開発を行うことが必要である。

3.3 土地・水資源開発の基本計画

調査対象地域は豊富な土地および水資源に恵まれている。投資の効率とその社会的・経済的効果から見て、農業開発を優先して土地および水資源の開発を行うことが最も望ましい。

社会経済調査によれば、調査対象地域の農家は小規模稲作栽培を行っているが、その収入は著しく低い。将来増加する人口に対応するためにも、これらの水田の生産性を高めることが先決である。それは農家の収入増大と同時に地域における米の自給達成をもたらすものである。

農業開発のためには、頻発する洪水から水田を保護することが最優先である。農業開発計画に先だってまず長期および緊急洪水防御計画を策定する必要がある。次に既存の灌漑・排水施設の改良・改善である。そして3番目は未利用湿地の開発を含めた灌漑水田の面的拡大である。

第4章 洪水防御計画 (Part-I 調査)

4.1 洪水防御の必要性

調査対象地域は、農業開発に必要な豊富な土地・水資源に恵まれている。当地域内の丘陵地帯はオイルパームやゴムなどの永年作物のエステートとして開発されている。一方、水田は河川沿いの低地や湿地の近隣に展開しているが、しばしば洪水や浸水被害に見舞われている。

アサハン川とシラウ川流域の低地は洪水が発生することが多く、1977年から1984年の8年間に大洪水が、アサハン川で6回、シラウ川では8回起きている。それにも拘らず湿地周辺の低地では農地が増加しており、洪水による社会的、経済的損失は増大しつつある。特に1984年1月の大洪水では、アサハン川下流域の2,100haの農地が浸水し、560戸の家屋が被害を受けた。このような洪水被害によって、地域住民は大きな経済的打撃を受けている。キサラン市とタンジュン・パライ市の間のシラウ川沿いの地区は、調査対象地域内で最も開発の進んだ地帯である。この地帯の保護のためにもシラウ川下流域の洪水被害緩和が重要である。

DPUは永年にわたって洪水防御堤を建設する等洪水防御の努力を続けてきた。しかし、現在の施設は10年確率高水に対しても十分な機能を持っていない。

調査対象地域において、洪水は河川下流域の農業および地域開発を妨げる最も深刻な要因のひとつである。従って、洪水防御計画の策定が当地域の農業および地域開発の前提として不可欠であり、長期および緊急防御計画の策定が必要である。

4.2 長期洪水防御計画

(1) 計画の基本構想

調査対象地区は度重なる洪水被害に頻している。適切な農業および地域開発のためには、総合的な洪水防御計画の策定が不可欠である。長期洪水防御計画策定の基本構想は以下の通りである。

- (a) 適正な設計洪水流量を設定する。
- (b) 将来、効率的な開発が可能な地域を拡大する。
- (c) 低費用で効率的な洪水被害の緩和を達成する。

(2) 対象河川

長期洪水防御計画は、数種の代替案の比較検討のうえで策定した。計画は、既開発地域のみならずその周辺の将来開発可能地域の洪水防御を図ること目指して立案した。

計画対象の河川延長はブヌット川 37km、アサハン川 62km、シラウ川 22km、クアルー川 84km、カノパン川 13km、の合計218 kmである。

(3) 洪水防御方法

以下の洪水防御方法が長期洪水防御計画の立案に際し検討された。

- | | |
|-----|--------------------|
| 上流域 | - 貯水池による洪水調節 |
| 下流域 | - 放水路による洪水の転流 |
| | - 遊水池による洪水ピーク流量の低減 |
| | - 河川改修による洪水防御 |

上流域での洪水防御方法

PLNはアサハン川上流バルヒティアン地点にアサハン第3水力発電所用のダム建設を計画した。本件に係わるフィージビリティ・スタディーは1982年にJICAによって実施され、詳細設計はPLNにより1987年に完了している。

このダム建設によって造られる貯水池は洪水調整能力を持ちうる。本貯水池による洪水調整能力はプラウ・ラジャ地点での洪水ピーク流量 $1,360\text{m}^3/\text{sec}$ (上流に位置する調整ダムよりの最大洪水時放流量 $400\text{m}^3/\text{sec}$ を含む) の約20%を低減させうる。従って、長期洪水防御計画ではこの貯水池での洪水調整能力を考慮することとした。

下流域での洪水防御方法

対象河川最下流部での現況河道は、タンジュン・バライ市からアサハン川河口までの区間およびトゥルク・ビンジャイ地点よりクアルー川河口までの区間を除いて、十分な洪水流過能力を持っていない。以下の洪水防御方法を提案した。

(a) ブヌット川

スルバンガン取水堰よりマラッカ海峡への放水路計画を検討したが、経済効率が低い理由で計画案としては採用せず、堤防の建設と河川低水路掘削による河川改修方式とした。

(b) アサハン川

プラウ・ラジャ地点よりクアルー川河口への約30 kmの放水路計画を検討したが、経済効率が低い理由で計画案としては採用せず、堤防建設による河川改修とアサハン川右岸に遊水池（95 km²）を建設する複合方式とした。遊水池は、ナンタル川合流点とレバー川の間位置する。洪水時に遊水池の水位が上昇することにより既存レバー地区が人工湛水することを防ぐために、レバー川右岸に堤防を建設する計画とした。

(c) シラウ川

地形条件より判断して、シラウ川下流部の洪水防御方法としては、堤防の建設と河川低水路掘削による河川改修方式とした。

(d) クアルー川

地形条件より判断して、クアルー川 およびカノパン川下流部の洪水防御方法としては、堤防の建設と河川低水路の掘削による河川改修方式とした。

(4) 計画高水流量

洪水流量および過去の洪水被害の結果に基づき、各想定高水に対する洪水防御計画の経済効率を検討した結果、30年確率高水流量を長期洪水防御計画の計画高水流量とした(図4-1参照)。

具体的にはブヌット川下流域では $300\text{m}^3/\text{秒}$ 、アサハン川はプラウラジャ地点において $1,100\text{m}^3/\text{秒}$ 、シラウ川はキサラン市で $950\text{m}^3/\text{秒}$ 、クアルー川は国道地点で $1,050\text{m}^3/\text{秒}$ である。

(5) 開発計画

30年確率高水流量に適合する洪水防御施設を計画し、経済的観点から評価を行った。各河川の防御計画の要旨は以下のとおりである(図4-2参照)。

ブヌット川

ブヌット川の計画施設は、(a)キリ川の7kmを含む、34kmの河川改修工事、および(b)排水樋門の建設である。

アサハン川

アサハン川の計画施設は、(a)プラウ・ラジャ地点より下流部の40kmに渡る堤防建設による河川改修、(b) 95km^2 の遊水池内の水位変動により既存水田を保護するためのレバ川右岸の18kmの堤防建設、および(c)13ヶ所の排水樋門の建設である。

シラウ川

シラウ川の計画施設は、(a)河床掘削と両岸の堤防建設による、キサラン市下流22kmの河川改修、(b)6ヶ所の排水樋門の建設、および(c)5ヶ所の既存取水工の付替工事、である。

クアルー川

クアルー川の計画施設は、(a)カノーパン川合流点と国道橋とにわたる区間にお

ける、堤防建設による33kmの河川改修、(b)9ヶ所の排水樋門の建設および、(c)既存取水工の付替工事である。カノーパン川については、(a)堤防建設による13kmの河川改修、および(c)8ヶ所の排水樋門の建設が計画された。

(6) 費用・便益及び評価

長期洪水防御計画の1985年価格における建設費（財務価格）は、ブヌット川について126億ルピア、アサハン川とシラウ川については635億ルピア、クアルー川については205億ルピアと算定した。

洪水防御便益は、洪水被害軽減便益と利用可能地の拡大便益（アサハン川流域で6,500ha、クアルー川流域で4,800ha）で構成され、2005年における洪水防御便益は、1985年価格でブヌット川では18.4億ルピア、アサハン川およびシラウ川では117億ルピア、クアルー川では31億ルピアと見積られた。

上記の費用および便益から、事業の経済的耐用年数を50年として経済的内部収益率 (EIRR)を計算した。EIRRはブヌット川で11.9%、アサハン川およびシラウ川で14.3%、クアルー川で12.3%である。洪水被害緩和が緊急に必要であること及びEIRRが最も高いことから、アサハン川およびシラウ川流域の洪水防御を緊急洪水防御計画として選定し、そのフィージビリティ・スタディーを実施することを決定した。

4.3 緊急洪水防御計画

(1) 計画高水流量

種々の確率高水に対する防御計画を立案し、その建設費用・便益を算定するとともに経済的効率の比較検討を行なった結果、緊急洪水防御計画は10年確率の高水流量を適用することとした。計画高水流量と高水配分計画は図4-1に示した。

(2) 開発計画

アサハン川では河川改修と遊水池を組合せた計画を提案した。シラウ川の洪水被害地域はキサラン市より下流に集中している。

計画施設は、(a)アサハン川右岸19kmの堤防建設、(b)計画遊水池の変動水位に起因する洪水から既存水田を保護するためのレバー川右岸の18kmの堤防建設、(c)キサラン市-タンジュン・パライ市間19kmにおけるシラウ川の河床掘削と兩岸の堤防建設による河川改修、から構成される。

(3) 費用・便益とその評価

計画に必要な施設の建設費は1985年価格で365億ルピアと見積られた。一方、平均年便益は、洪水被害低減便益46億ルピアと利用可能地拡大便益5億ルピアとの合計で、51億ルピアと見積られた。経済的内部収益率(EIRR)は12.4%と計算され、この計画は経済的に実施可能であることを示している。

(4) 計画の実現化

インドネシア政府は、Part-I調査の勧告にそって1988年3月にアサハン川およびシラウ川の緊急洪水防御計画に係わる詳細設計を開始した。設計作業はOECFからの資金援助を受けDGWRD河川局が実施し、1989年6月に終了した。

しかし、計画実施のための工事資金調達手続きは完了していない。シラウ川の河川改修については、本報告書で提案したシラウ・ブヌット灌漑改良計画と整合性をとって実施されることが望まれる。

4.4 トバ湖の調整

洪水防御計画の策定に加え、洪水防御と水力発電による水の有効利用を目指して、トバ湖の調整方法についての検討を行った。その結果、既存の調整ダムを新しい方法で操作することにより水位と水量の季節調整を行うことを提案した。これについては本報告書の第2巻6章に詳述した。

4.5 計画の波及効果

開発計画の進行に従い、調査対象地域は順次開発されることとなる。始めに洪水防御施設の建設、続いて農業開発である。

洪水防御計画により、洪水による浸水地域や浸水期間が低減するため、浸水が

誘引となる伝染病を低減することになる。さらに、堤防沿いに設ける道路によって地域住民は交通の便を享受することができる。

幸いなことに、本地域に生息するマラリヤ蚊(*Anopheles Sundaicus*種)は汽水域にのみ産卵する特種なものである。即ち、清水域においては本マラリヤ伝染病は拡大しない。洪水計画においては、汽水域の拡大を防ぐために、河床の深掘削を計画していない。また、灌漑用水網の整備は問題とはならない。

第5章 農業開発計画 (Part-II調査)

5.1 農業開発の必要性

調査対象地域における主要作物はオイルパーム、ゴム、ココナッツ等の永年作物である。これらの作物は、高台の排水の良い地域で永年にわたりエステート方式で栽培されてきた。一方、米は主要河川沿いの低地または湿地において作付けされているが、洪水や浸水の被害を被ることがしばしばである。

当地域における米生産は、その生産可能量をはるかに下回っている。その主な理由としては、(a)洪水防御堤や灌漑・排水施設など施設の不備、(b)灌漑用水の不足、(c)用水および圃場管理の不備、が挙げられる。従って農民の収入は低い。また社会基盤も整備されていない。早急に当地域の農業および地域開発を実施する必要がある。

北スマトラ州は米が不足している州の一つであり、毎年かなりの量の米を他州より購入している(表5-1参照)。同州の1987年における全人口は990万人であるが、2005年には1,360万人に増加すると予測される。これに伴い、2005年の米の需要は粳換算で360万トン(精米で210万トン)に達するものと見られている。同州の粳生産は現在240万トンであるから2005年には120万トンが不足すると予想される(表5-2参照)。

従って、北スマトラ州における米増産を優先することが重要である。調査対象地域は、同州の米の自給達成に貢献できる米生産ポテンシャルを持っている。

5.2 農業開発の目的と方法

開発の必要性と国家開発政策に照らして、調査対象地域における農業開発マスタープランの目的を次のように設定した。

- (a) 土地および水資源の開発ポテンシャルを効率よく利用し、農業生産、特に米生産の増大を図って農家収入を向上させる。
- (b) 北スマトラ州の米の自給達成を目的として、地域の米増産に貢献する。

上記目的の実現のために必要な具体的な計画立案のための開発基本方針は次の通りである。

- (a) 未利用の湿地を開発し、流域間導水を含めた水資源開発をすすめる。新規に開発する厚い泥炭土壌に覆われた湿地帯では、費用、作物の土壌への適応性および気候条件等からオイルパーム栽培を導入する。
- (b) 米の単位収量の増加、既存水田の年間作付率の向上、天水田地区における灌漑・排水施設の建設および湿地開発による水田面積の増加により、米増産を図る。
- (c) 都市部と農村部の不均衡是正のために、灌漑・排水施設の建設のみでなく、農村部において道路網など社会基盤を充実させる。

5.3 開発計画の策定

5.3.1 開発計画の立案

土地および水資源の評価及び長期洪水防御計画に基づき、開発の目的と方法に適合するように農業開発計画を具体的に立案した。以下の10件の計画が有望な開発計画として立案された。

- (1) シラウ・ブヌット灌漑改良計画
- (2) パダン・マホンダン灌漑拡充計画
- (3) カノパン左岸排水改良計画
- (4) 小規模灌漑改良計画
- (5) アエック・ナタス灌漑計画
- (6) アエック・ナエテック灌漑計画
- (7) クアルー右岸灌漑計画
- (8) タンブン・トラン湿地開発計画
- (9) シンパン・アンパット湿地開発計画
- (10) レイドン・アサハン湿地開発計画

各計画案の主要諸元は表5-3のとおりであり、開発型式、開発面積は以下のとおりである。

(単位: ha)

計画名	型式	計画面積			
		総開発面積	純作付面積		合計
			既存水田改良	新規開墾	
1. シラウ・ブヌット	I	17,000	14,300	0	14,300
2. タンブントゥラン	C/D	7,500	4,000	1,700	5,800
3. シンパン・アンパット	C/D	4,000	0	2,800	2,800
4. バダン・マホンダン	I	8,300	2,200	4,000	6,200
5. レイドン・アサハン	I	62,100	15,900	29,700	45,600
6. カノバン左岸	C/D	5,800	2,000	2,30	4,300
7. アエック・ナタス	I	5,500	2,700	1,500	4,000
8. クアルー右岸	I	3,100	2,000	400	2,400
9. アエック・ナエテック	I	4,500	2,400	1,100	3,500
10. 小規模灌漑	I	8,700	7,200	0	7,200
合計		126,500	52,800	43,500	96,300

I: 灌漑計画 C/D: 排水改良計画

上記の計画のうち、シラウ・ブヌットおよび小規模灌漑計画は、湿地の新規開発を含まない改修・改良計画である。上記の計画対象地区は、シンパン・アンパット計画を除き、全体または部分的に灌漑・排水施設を備えている。従ってこれらの計画案は新規開発ではなく、既存施設の改修、改善または拡張計画である。

純開発面積の合計は、灌漑が54,600ha、排水改良が12,900ha、オイルパーム栽培が28,800haである。上記の合計96,300haは純開発可能面積125,000haの77%に相当する。また、純灌漑面積54,000haは、利用可能な水量60m³/秒より算定した灌漑可能面積58,000haの94%に相当する。すなわち、これらの計画は、土地および水資源を最大限に利用したものと言える。

5.3.2 優先開発計画の選定

立案された10件の開発計画案を評価しその実施優先順位を決定するため、三つの評価基準を設定した。第1基準としては、経済的内部収益率(EIRR)を指標とし、経済的妥当性を評価した。第2基準としては、ヘクタール当たりの事業費を指標に

用い、初期投資の効率を評価した。第3基準としては、受益者数を指標として用い、増加便益の分配を評価した。

各評価基準の重要度を考慮し、第1基準は3倍に、第2基準は2倍に、第3基準はそのままとする各基準の重み付けを行った。適用した評価基準は以下の通りである。

基準	指標	評価	点数	区分
経済的妥当性	EIRR	A 高い	6	12%以上
		B 中間	4	10~12%
		C 低い	0	8-10%
		D 非常に低い	-2	8%未満
初期投資の効率	単位面積当たりの 事業費(US\$/ha)	A 低い	4	3,000.以下
		B 中間	2	3,000~6,000
		C 高い	0	6,000~9,000
		D 非常に高い	-2	9,000より大
増加便益の分配度	受益者数	A 高い	2	50,000以上
		B 中間	1	10,000~50,000
		C 低い	0	10,000 未満

上記の評価基準により評価点数を算出した優先計画の評価は各計画の合計点数に従って行った。合計点数が同じ場合にはEIRRが高いものを上位とした。各計画の点数配分および優先順位は以下の通りである。

基準/計画No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
経済的妥当性	6	0	0	6	0	4	4	4	4	4
初期投資効率	2	4	2	2	-2	4	2	0	0	2
受益者数	2	1	1	1	2	1	1	1	1	1
合計点数	10	5	3	9	0	9	7	5	5	7
優先順位	1	8	9	2	10	3	5	7	6	4

評価の結果、シラウ・ブヌット灌漑改良計画が最も優先度が高く、パダン・マホンダン灌漑拡充計画が第2位であった。これら二計画の対象地区はPart-I調査で選定された緊急洪水防御計画の対象地区と一致している。

5.3.3 実施計画

農業開発計画案の実施スケジュールは2005年に向かい増大する米需要に見合うように作成した。現在、調査対象地域が北スマトラ州全体に占める米生産量と水田面積を考慮して、州全体の増産必要量の10%を調査対象地域内で増産することを目指して、これを最小限の開発目標とした。

図5-1は計画実施による米生産の増加と需要との関係を表わしたものである。上述の最小限の目標（州内増産の10%）を達成するためにはシラウ・ブヌット計画およびパダン・マホンダン計画を2005年までに完了させる必要がある。

またもっと高い目標（州内増産の15%）を設定した場合は、巨額な投資が可能であるとするならば、上記の2つの計画に加えてカノーパン左岸計画および小規模灌漑計画も2005年までに終了する必要がある。政府の投資政策の現状を勘案すると、10%を目標とするのが現実的であり、推奨できる。

5.4 シラウ・ブヌット灌漑改良計画

5.4.1 概要

1989年10月9日に開催された、DGWRDとJICA調査団による農業開発マスタープランについての公式会合において、シラウ・ブヌット灌漑改良計画に係わるフィージビリティ・スタディ・レベルの詳細調査を行うことが決定した。現地調査は、上記会合の直後に開始し同年12月末に終了した。本調査期間中にマスタープランの計画案をより詳細に練り上げるために対象地区に対する補足・追加調査・検討が実施された。マスタープランと詳細調査の調査精度及び計画案の比較を表5-4に示した。

5.4.2 計画地区

計画地区は、行政的には北スマトラ州アサハン県の8郡26ヶ村に展開している。1987年時点での計画地区に関連する全ての村の人口は133,400人、また世帯数は24,400である。また、平均人口密度は236人/km²、平均家族構成員数は5.5人である。全世帯の約60%が農業及びその関連産業に従事している。農家の約70%は自作農であり、農家1世帯当たりの平均保有面積は1 ha前後である。

気候は熱帯モンスーン型である。日平均気温は年間を通じ25℃前後である。年平均降水量は1,670mmであり、5年確率渇水年の年雨量は1,460mmである。雨期は9月から12月にかけてである。

計画地区の水源はブヌット川およびシラウ川である。年平均流量はそれぞれ2.4m³/秒、32.9m³/秒であり、5年確率の渇水量はそれぞれ1.9m³/秒、26.5m³/秒である。

現況の土地利用は、水田75%、ココナツ栽培地15%、その他10%である。非農用地を除き計画地区内の土地は、土壤研究センター(PTT)の基準によれば、灌漑稲作に適している。

灌漑または排水施設を備えている水田地区は4,830haである。既存灌漑施設は全長194kmの用水路と230の関連構造物から成る。このうちかなりの部分の施設が破損や故障等により十分に機能していない。図5-2に示す様に完全二期作が行われているのは灌漑地区4,830haのうちわずか40%においてのみである。

このように灌漑が良好に行われていない要因として次のことが考えられる。(a)既存流込式取水工がうまく機能していない、(b)灌漑用水路の路線配置が適切でない、(c)ブヌット川の河川流量が絶対的に不足している、(d)灌漑施設の不足および既存施設が劣化している、(e)水管理の不在、である。その上に、シラウ川およびブヌット川の下流では洪水と排水不良の被害を受ける。これは排水路網の整備が十分でない上に通水容量が小さく、排水路底高が高過ぎる事に起因する。

計画地区内の道路の整備状況は劣悪である。都市部と農村部を結ぶ道路が整備されていないため、農産物をタンジュン・バライ市やキサラン市等の市場へ輸送することが困難な状況にある。

このような状況下で、農民は適量の肥料や農薬を施用できず、またその米生産は干魃、病虫害、洪水などに影響を受け不安定なものとなっている。米の単位収量は低く、灌漑地区で3.7トン/ha、低地の天水田で1.1トン/ha程度である(いずれも地方品種)。さらに、乾期の作付面積は、灌漑施設と水源が不備であるため全計画地区のうちの約20%に過ぎない。従って年間作付率は120%と低い。また一世帯当たりの水田面積は約1haと小さいため、灌漑田で高収量品種の栽培をしている農家を除き、農家の収入は低く最低限の生活程度にある。農業の振興、特に米増産

により農家収入を引き上げることが必要である。

農業共同組合(KUD)、水管理組合(P3A)、農民グループ等の農民組織は十分に機能していない。KUDでは農民の加入率の低いこと、P3Aでは水管理が効果的に行われていないこと等が問題である。灌漑・排水施設のみでなく、農民組織の整備も不可欠である。

5.4.3 農業開発計画

作物の単位収量と生産量の増加のために、適切な灌漑・排水施設を整備し、計画完了時には、全ての土地は周年灌漑可能な水田とする。土地利用は表5-5のように変化させるものとする。また、生産性の低いココナツ栽培地のうち、農民の強い要請のある地区を水田に転換する。

計画作付体系は米の年二期作とする。乾期に畑作物を栽培することは、土壌の酸性度、病虫害の点からみて好ましくなく、また農民の意志にも反する。計画作付体系は図5-3に示す。これは気象条件、植物の生理的特性、耕種法、水収支、排水状況、水管理等を考慮して定めたものである。将来計画を実施した場合の年間作付率は200%となる。計画が完了した場合には、適切な耕種法を実施する。高収量品種または改良品種を導入し、適切な灌漑方法のもとに適量の肥料・農薬を施用する。計画を実施した場合の単位収量は、農業省から得た情報ならびに計画地区付近の良好な灌漑田の収量から推定した。その値を下表に示す。計画地区全体の米の年間増産量は約74,000トンとなる。

(単位: トン/ha)

現在の水田状況	事業を実施した場合		事業を実施しなかった場合	
	雨期作	乾期作	雨期作	乾期作
灌漑田 (I)	5.5	5.5	4.0	4.0
灌漑田 (II)*	5.5	5.5	4.0	2.8
天水田(高収量品種)	5.5	5.5	2.8	-
天水田(地方品種)	5.0	5.0	1.5	-
ココナツ園	5.0	5.0	-	-

*: 乾季に灌漑されていない地区

5.4.4 灌漑・排水計画

(1) 計画の基本方針

灌漑・排水計画は、次の4点に留意して収益性のある灌漑農業を実現するように策定した。即ち(a)資金の有効利用と水資源の最大限の利用、(b)環境との調和、(c)既存の灌漑システムを生かした水路の配置、(d)政府による既存開発計画との調和である。基本構想として、ブヌット川地区の灌漑開発のために、シラウ川の余剰水をブヌット川流域へ転流する流域間導水がある。シラウ川については、現状では、河川流量は十分であるにもかかわらず乾期における既存取水工の取水水位は十分でない。その上、(a)シラウ川の緊急洪水防御計画による河床掘削、及び(b)流域間導水による基底流量の低下、により河川水位はさらに下がることが予想される。これらの点を勘案し、シラウ川に統合堰を建設することを計画した。計画した統合堰は、取水堰本体と両岸の取入水工より成る。

(2) 用水量と灌漑面積

稲の灌漑用水量はDGWRDの計画ガイドラインを基に算定した。作物消費水量はFAOが推奨する修正ペンマン法によった。また浸透量は2mm/日を用いた。有効雨量は計画地区における5年確率（非超過）雨量をもとに算定した。灌漑効率は60%とした。以上の数値を用いて計算した結果、設計取水量は1.67 lit./秒/haである。

流域間導水は技術的に実現性があるので、計画の水源としてはシラウ川とブヌット川の流水を統合して検討する。水収支計算によれば、5年確率渇水に対する灌漑可能面積は11,000 haである。

ブヌット川流域の標高2 m以下の地域は、経済的に見合う排水が困難なことから計画より除外した。約670 haのココナッツ園は計画地区に含めた。計画純灌漑面積は10,300 haである。

(3) 灌漑・排水施設計画

灌漑・排水施設の計画および基本設計に当たっては縮尺1:5,000の詳細地形図及び国土基本図である1:50,000の地形図を使用した。また流域間導水路とブヌット川下流域の幹線排水路の設計のために地形測量を実施した。シラウ川統合堰の設

計に必要な地質データは、DGWRD 河川局によるアサハン川洪水防御計画の調査結果を用いた。

本計画の主な構成要素は次の9つである。即ち、(a) シラウ川からブヌット川への流域間導水路の建設、(b) シラウ川における統合堰の建設、(c) 統合堰からシラウ川水系の既存取り入れ口までの水路の建設、(d) 既存灌漑・排水施設の改修と改良、(e) 灌漑・排水路の拡張、(f) 農道網の建設、(g) 圃場整備、(h) シラウ川流域の670haのココナッツ園の水田への転換、(i) ブヌット川沿い34kmの洪水防御堤の建設、である。また、農民自身による事業を拡大するために、70ヶ所の生産加工集荷基地を設ける。

灌漑・排水施設計画は図5-4に示すとおりであり、主要計画諸元は表5-6にとりまとめた。灌漑・排水施設計画の主要点は以下の通りである。

灌漑ブロック

適切な水管理と均等な水配分を行うため、標準的な灌漑ブロックの面積は60haとした。純灌漑面積10,300haは、村境や道路・水路等により270の灌漑ブロックに分割された。

シラウ川の統合堰

4ヶ所の既存取り入れ口は、取水位を確保するために合口することとした。現地調査の結果、シラウ川統合堰の建設予定地はキサラン市付近の鉄道橋の600m下流の地点に計画した(図5-5参照)。

統合堰の建設によるキサラン市への洪水時の背水等による悪影響を避けるために、堰本体を全面可動堰型式として計画した。比較検討の結果、軟弱地盤条件に適している事、洪水時のゲート操作の信頼性および安全性が高い事、建設費が安い事、および維持管理費が安い事等の利点を考慮し、ゴム製起伏堰を採用した。

流域間導水路

シラウ川からブヌット川への流域間導水路については2ヶの代替案を検討した。維持管理が容易であることと経済効率を考慮して選定された計画案は、統合堰か

らブヌット川上のスルバンガン既存堰の上流2km地点を結ぶものである。その全長は8.3kmであり、計画流量は7.4 m³/秒である。

灌漑用水路網

シラウ川統合堰からの取水を主水源とし、ブヌット川の河川水を補助水源とする統合灌漑システムとして計画した。計画灌漑システムは、現況を考慮して、シラウ川流域は2系統、ブヌット川流域は4系統の計6系統から成っている。計画灌漑システムは全長170kmの灌漑水路および340ヶの関連構造物により構成される。

排水路網

単位排水量は、DGWRDの基準に従い5年確率の3日連続降雨172mmを3日間で排水するものとし、5.1 lit./秒/haと算出した。計画排水路の全長は180kmであり、うち新規建設は98km、改修対象は82kmである。低地における排水機能を良好に保つため、低地とマラッカ海峡を結ぶ3本の既存幹線排水路を改修する。これら排水路の始点には、海水侵入を防止するための防潮水門を設置する。

農道網

計画水路沿いに全長340kmの管理用道路を建設する。幹線及び二次用水路および幹線排水路沿いの道路は、碎石または砂利舗装とする。さらに、アスファルト舗装（幅5m、延長10km）の幹線道路を、ムランティとパッサールXI/アイル・ジョマン間に建設し、ブヌット地区への交通の便の改善を図る。

圃場整備

計画地区10,300haのうち、3次または4次用・排水路、農道、関連構造物などの施設のないものは9,510haである。収益性のある農業の実現のためにはこれら施設の建設が必要である。

圃場施設の計画及び設計は、DGWRDの灌漑設計基準に準拠した。設計方針は次の通りである。(a)既存の圃場区画と水路の変更を最小限にする、(b)連続した5区画以内では、区画から区画への用水供給を許容する、(c)12圃区以下からなる区画グループへ、4次水路の用水を供給する。

(4) 洪水防御施設

Part-I 調査において、洪水防御マスタープランと、アサハン・シラウ川流域の緊急洪水防御計画のフェージビリティ・スタディーを実施した。その調査結果に基づき、DGWRD河川局はOECFの資金援助を得て緊急洪水防御計画に係わる詳細設計を行い、1989年6月に完了した。

シラウ川における洪水防御計画は、キサラン市からタンジュン・バライ市に至る19kmの区間を対象とし、両岸の堤防建設と、低水路の掘削から成る河川改修工事である。ブヌット川における洪水防御計画は、Part-I調査のマスタープランに基づいている。計画全長34kmの堤防建設と河床掘削により、10年確率の洪水の被害を低減することを目指すものである（図 5-6 参照）。

(5) 維持管理計画

施設の維持管理は、計画の目的達成のために重要であり、日常の灌漑用水管理と、施設の定期点検とがある。維持管理事務所をキサラン市に設置し、北スマトラ州公共事業省水資源部の管轄下におく。

用水管理は、事務所の用水管理課と、農民水管理組合の両者によって行う。前者は、3次水路の取入れ口より上流部の主要灌漑施設の管理を担当し、後者は、3次ブロック内の管理を行うこととする。

5.4.5 農民組織の改善

計画を成功に導くためには、農民組織の充実が重要である。現在、計画地区の農民組織は一般に活発であるとはいえ、その改善には、物理的および社会経済的に社会基盤を改善する事がまず必要である。

物理的な改善は、灌漑排水施設および洪水堤防などの改良・建設により達成される。社会経済的な改善は、農民自身はその協力意識を育てながら段階的に行うことが望まれる。日常の小規模な共同作業を通して農民が組織の重要性に気づくことが、大規模で強力な農民組織を築くためには不可欠である。そのためには、まず農民グループと水管理組合(P3A)の改善を実施し、その後、農民の多数がKUDに注意を向けるようになった時点で既存KUDの強化をすると共に、必要な所には

新規にKUDの設立をすすめるのが適当である。

従って、第一段階の目標は、(a)P3Aの再編成、(b)農民グループの調整、(c)生産加工集荷基地の建設、である。P3Aについては、1組合が平均200haの新しい灌漑ブロックを担当するように改編する。計画地区全体では、その組合数は約50、必要なスタッフ数は水管理人（ウルウル）が100人、水管理補助員（イリイリ）が400人である。同時に農民グループも調整し、ひとつの農民グループまたは農民グループ組合を新しい灌漑ブロック毎に割付け、農作業、収穫後処理、販売などを共同で行うようにする。

生産加工集荷基地は、計画地区において約150haに1ヶ所の割で設置し、合計70ヶ所とする。各基地は0.2haの広さで、会議室、肥料・農薬や生産物のための平倉庫、籾の天日乾燥床等を設置する。将来的は、精米機や農業機械の収納場を備えた米の処理施設としての機能を持たせる。

5.4.6 研修・訓練計画

灌漑・排水施設を適切に運営するためには、管理事務所の職員、農業普及員、農民の能力向上のための研修・訓練が必要である。研修の対象となるのは、38人の管理事務所職員、20人の農業普及員、50人のP3Aの代表、100人のウルウルそして400人のイリイリの合計608人であり、これに必要な講師は19人である。

研修方法は、(a)講義と実習、(b)研究集会、(c)圃場見学であり、必要な教材は(a)講師用ハンドブック、(b)指導要領、(c)研修ノートと練習問題集、である。研修期間は維持管理に関わる職員と普及員は2週間、農民は1週間である。研修プログラムは全て1994/95年に終了する必要がある。

5.4.7 事業費

事業費は基本設計に基づき、以下の条件に従って算定した。

- (a) 投入される材料、機器、労働力の単価は、1989年末価格に基づく。
- (b) 外貨換算率は、1米ドル=1,770ルピアとする。
- (c) 建設工事は、業者による請負方式とする。
- (d) 工事予備費は、直接工事費の合計の15%とする。

- (e) 物価上昇分予備費は、年間上昇率として現地貨分8%、外貨分3%を用い、計画の実施スケジュールに基づき算定する。
- (f) 付加価値税は工事予備費を含む直接工事費の10%として算定する。

事業費は詳細設計費、土地収用費、直接工事費、O&M機器調達費、コンサルタント調達費、一般管理費および研修費から成る。直接工事費には、準備工事と、統合堰の建設、既存堰の改修、灌漑・排水施設の改修・建設、圃場整備、農道建設、生産加工集荷基地の建設、ブヌット川の洪水防御堤工事の費用が含まれる。

事業費は1,573億ルピアと算定した。うち現地貨分は573億ルピア、外貨分は56.5百万米ドル(1,000億ルピア相当)である(表5-7参照)。事業費支出計画は、表5-8に示す通りである。

年間維持管理費としては、スタッフの給与、維持管理機器の運転及び更新費用、計画施設の維持管理費などがあり、合計10億ルピアと算定した。また、施設や機器の更新費は統合堰のゲートは30年、他のゲートは20~30年、O&M機器は20年の経済的耐用期間として算定した。

5.4.8 事業実施計画

(1) 実施計画

事業は1990/91年から1996/97年までの約7年間で実施する。うち始めの2年半は、詳細設計、実施計画書の作成、資金調達、建設に先立つ手続などの準備期間である(図5-7参照)。

事業は、シラウ川流域とブヌット川流域の2つのパッケージから成る。シラウ川の洪水防御工事はDPU河川局のアサハン川下流域洪水防御計画により1994/95年に完成の予定である。従って、灌漑便益をできるだけ早くあげるために、シラウ川流域の工事が早く完成するよう計画した。またシラウ川よりブヌット川への流域間導水路の建設も同様に、他の工事に先だてて行うこととした。これらの建設期間は約1年半である。用水路および圃場については、1993/94年から1996/97年の4年間で実施する。計画地区の灌漑面積は、1994/95年から次第に増加し1997/98に計画面積に達する。

(2) 実施機関

DGWRD灌漑局が、シラウ・ブヌット灌漑改良計画の事業実施機関となり、設計、建設、施工監理に責を負う。

工事の開始に先立ち建設管理事務所を設けることが必要となるが、建設地点はキサラン市が望ましい。この事務所では、事務所長が事業進捗を管理し、またこれを3つの部署が補佐する。建設事務所の組織は図 5-8 に示す通りである。

建設工事の完了時には、全ての施設は北スマトラ州公共事業省 (PU-SU) へ移管され、以後、施設の維持管理は PU-SU が行なうこととなる。維持管理事務所の組織は図 5-9 の通りである。

5.4.9 事業評価

(1) 経済評価

経済評価は、以下の条件に基づいて行った。

- (a) 事業の経済的耐用期間は、50年とする。
- (b) 全ての価格は1989年末価格を用いる。
- (c) 外貨換算率は、1米ドル=1,770ルピアとする。
- (d) 非貿易財およびサービスについては、標準変換率 0.8を適用して評価する。
- (e) 税金、金利などの移転経費は、経済分析に用いる事業費より除外する。
- (f) 貿易財となりうる農産物および農用資材の経済価格は、世界銀行の1995年予想価格より算定する。
- (g) 農業労働および非熟練労働の賃金については潜在賃金率 0.6を用いて評価する。

経済便益には、(a)灌漑便益、(b)洪水防御便益、(c)ネガティブ便益がある。灌漑便益は、将来、事業を「実施した場合」と「実施しなかった場合」に期待される純作物生産便益の差とした。灌漑便益は事業実施に伴い年々増加し、事業完成後3年目に目標最大便益に達すると計画した。最大に達した時の便益は年間約156億ルピアである。

洪水防御便益は、シラウ川及びブヌット川の洪水防御施設の完成によって軽減する洪水被害低減額である（表5-9参照）。洪水被害には、直接、間接、そしてインタンジブルのものがあるが、評価の際はインタンジブルのものは除外した。年間の洪水被害の軽減額は、ブヌット川流域で14億9千万ルピア、シラウ川流域で64億8千万ルピア、合計79億7千万ルピアである。

ネガティブ便益は、灌漑・排水施設や堤防建設により消失する農地が、将来生産するであろう農作物の額である。これは年間6億6千万ルピアと見積もられる。

事業費の経済価格は、財務事業費に基づき、移転経費、非熟練労働力には潜在賃金率を、非貿易財には標準変換率を適用して算定した。経済価格は1,484億ルピアと見積もられる。

経済的内部収益率 (EIRR) は表 5-10 に示すように13.2%である。費用および便益が不利な方向へ変化した場合の事業の経済的弾力性を評価するために、次の3ケースについて感度分析を実施した。3ケースの条件及び結果は以下の通りである。

<u>ケース</u>	<u>EIRR</u>
基本ケース	13.2%
ケース1: 費用が10%増加した場合	12.0%
ケース2: 便益が10%減少した場合	12.4%
ケース3: ケース1とケース2の組み合わせ	11.3%

以上の結果、本事業は経済的に妥当であると判断できる。また感度分析の結果は、本事業が費用及び便益の変化に対しては比較的鋭敏では無いことを示した。

(2) 財務分析

財務的観点から本事業を評価するために、標準的な農家の経営分析と、事業費の償還能力分析を行った。

事業実施後には米の収量と作付率の増加が見込まれ、農家収入のかなりの増大が期待できる。よって純余剰または支払い能力は以下のように増加すると予想される。

項目	灌漑田 (高収量品種)	天水田 (高収量品種)	天水田 (地方品種)
平均圃場所有面積(ha)	1.10	0.79	1.85
支払い能力 (万ルピア)			
事業を実施した場合	176	98	323
事業を実施しなかった場合	124	-15	45
増加分	52	113	278

純余剰の増加は、農民に生産意欲をもたらすと考えられ、農民の立場からみた場合、事業実施は妥当であるといえる。

一方、事業による収入は期待できないため、事業資金の償還期間30年間は、ローンの償還・施設の維持管理費等に対して政府は年間80億から100億ルピアの財務支出を要する。

5.4.10 事業の及ぼす影響

直接便益の他に、事業の実施によって様々な社会経済及び環境への影響が予想される。

肯定的な影響は以下の通りである。

- (a) 雇用機会の増大
- (b) 米の増産と外貨の節約
- (c) 農民の収入増加と、その生活水準の向上
- (d) 流通の改善
- (e) 公衆衛生の改善
- (f) 農村部内における情報伝達の改善
- (g) 文化の刷新

また、ネガティブな社会および環境への影響は以下の通りである。

- (a) 土地の投機
- (b) 土地接収をめぐる社会的混乱
- (c) 農地の損失

- (d) 建設期間中の農業生産の減少
- (e) 交通渋滞、交通事故および道路の損傷
- (f) 騒音と大気汚染
- (g) 土壌侵食
- (h) 河川水の濁り
- (i) 計画地区内の住民と、その他の住民との対立
- (j) 農薬使用による悪影響

影響についての詳細と、ネガティブな影響の回避・緩和方策は表 5-12 に纏めてある。ネガティブな影響は地区の住民にとってさほど深刻ではないものと推定される。

インドネシア共和国アサハン河下流域開発計画調査
主報告書

付 表

表 5-1 北スマトラ州における米の入出荷

(Unit: ton)

Year	Import	Rice Movement to North Sumatra Province			Rice Movement from North Sumatra Province			Balance
		Rice from Other Province through Dolog	Rice from Other Province through Private Sector	Total Amount	To Other Province through Dolog	To Other Province through Private Sector	Total Amount	
1974/75	116,139	0	n.a.	116,139	n.a.	n.a.	0	116,139
1975/76	121,290	0	n.a.	121,290	n.a.	n.a.	0	121,290
1976/77	155,979	0	n.a.	155,979	n.a.	n.a.	0	155,979
1977/78	188,200	0	n.a.	188,200	5,750	n.a.	5,750	182,450
1978/79	90,508	0	n.a.	90,508	5,800	n.a.	5,800	84,708
1979/80	124,502	32,300	n.a.	156,802	350	n.a.	350	153,302
1980/81	56,421	105,689	n.a.	162,110	2,850	n.a.	2,850	159,260
1981/82	42,202	150,000	n.a.	192,202	2,250	n.a.	2,250	189,952
1982/83	0	47,700	n.a.	47,700	2,550	n.a.	2,550	45,150
1983/84	183,724	55,285	n.a.	239,009	500	n.a.	500	238,509
1984/85	4,750	28,500	n.a.	33,250	n.a.	n.a.	0	33,250
1985/86	0	155,358	3,991	159,349	n.a.	n.a.	0	159,349
1986/87	25,561	154,285	65,638	245,484	n.a.	n.a.	0	245,484
1987/88	44,858	95,811	65,337	206,006	2,500	n.a.	2,500	203,506
1988/89	0	75,700	n.a.	75,700	n.a.	n.a.	0	75,700

表 5-2 北スマトラ州における米需要予測

(1,000 ton)

Year	Population (000) (1)	Percapita Consumption (kg/year)	Total Paddy Consumption (2)	Waste, Feed and Seed (3)	Total Demand of Paddy (4)	Supply of Paddy (4)	Requirement in North Sumatra (5)	Requirement in the Study Area (5)	Requirement in the Study Area (6)
1990	10,541	145	2,425	291	2,716	2,422	294	44	29
1995	11,551	145	2,659	319	2,978	2,422	556	83	56
2000	12,567	150	2,992	359	3,351	2,422	929	139	93
2005	13,605	150	3,240	389	3,629	2,422	1,207	181	121
2010	14,656	150	3,490	419	3,909	2,422	1,487	223	149
2015	15,789	150	3,759	451	4,210	2,422	1,788	268	179
2020	17,009	150	4,050	486	4,536	2,422	2,114	317	211

Remarks:

- (1) Population growth rate is assumed as follows;
 Figures in 1990 and 1995 are figures estimated by Bureau of central statistic office
 1995/2000: 1.1% per year
 2000/2005: 1.6% per year
 2005/2020: 1.5% per year
- (2) Conversion rate of paddy to rice = 1:0.63
- (3) Feed requirement: 2% of total demand
 Seed requirement: 1.3% of total demand
 Waste for paddy: 5.4% of total demand
 Waste for rice: 2.5% of consumption of rice
- (4) Total production of paddy in North Sumatra province, 1988
- (5) Requirement in North Sumatra x 15%
- (6) Requirement in North Sumatra x 10%

表 5-3 開発計画案の概要

Description	PJT-1 Silau- Bunut	PJT-2 Tambun Tulang	PJT-3 Simpang Empat	PJT-4 Padang Mahondang	PJT-5 Leidong Asahan	PJT-6 Kanopan Left	PJT-7 Aek Nalas	PJT-8 Kualuh Right	PJT-9 Aek Naetek	PJT-10 Small Scale
1 Project area										
(1) Gross area (ha)	17,000	7,500	4,000	8,300	62,100	5,800	5,500	3,100	4,500	8,700
(2) Net area (ha)	14,300	5,800	2,800	6,200	45,600	4,300	4,200	2,400	3,500	7,200
2 Type of Project	I *	C/D, S/W	C/D, S/W	I & S/W	I & S/W	C/D, S/W	I & S/W	I	I & S/W	I
3 Agricultural Development Plan										
(1) Cropping Pattern	P/P	P	P	P/P	P/P, O/P	P	P/P	P/P	P/P	P/P
(2) Cropping Intensity (%)	200	100	100	200	137	100	200	200	200	174
(3) Annual incremental production of paddy (ton/year)	90,800	14,900	11,200	53,000	136,000	13,100	35,900	20,200	29,700	40,600
4 Proposed Project Works										
(1) Irrigation canals (km)	406	0	0	216	773	0	147	85	121	205
(2) Drainage canals (km)	255	144	70	51	1,136	85	86	61	86	152
(3) Flood dikes (km)	56	0	30	29	29	11	16	19	43	0
(4) On-farm facilities (ha)	13,222	5,755	2,800	6,185	45,500	4,300	4,190	2,400	3,450	7,040
(5) Land reclamation (ha)	1,065	1,715	2,800	4,015	29,640	2,260	1,490	385	1,050	20
5 Project Cost (Rp. billion) *	205	31	26	99	657	26	64	41	59	77
6 Implementation Period (years) [†]	7	5	5	6	16	5	5	5	5	6
7 Economic Evaluation										
(1) EIRR (%)	13.2	9.9	9.6	12.2	8.5	11.3	11.2	10.1	11.3	11.5
(2) B/C ratio at 10 % interest	1.32	0.99	0.96	1.21	0.80	1.14	1.12	1.01	1.13	1.03
8 Possible number of transmigrator (families)	0	1,700	2,800	3,400	15,200	2,200	1,200	300	1,000	0

Remarks:

Type of project:

I : Irrigation and drainage development
C/D : Controlled drainage development
SW : Swamp area development

Cropping Pattern:

P/P : Double cropping of paddy
P : Single cropping of paddy
O/P : Oil palm plantation

* : Price contingency is not included.

** : Period includes further study, design, fund arrangement, and construction works.

表 5-4 マスタープランと詳細計画の比較

No	Item	Master Plan Study	In-Depth Study	Description (Main reason of change or confirmed matter)
1 Employed data and information				
1.1	Topographic map	1/50,000 (CI = 25 m)	1/5,000 (CI = 1.0 m)	New detailed map was available for the in-depth study.
1.2	Available water resources	Monthly basis river discharge	10-day basis river discharge	Shorter term river runoff discharges of the Silau and Bunut were estimated.
1.3	Soil map	Existing survey data and field reconnaissance	S=1/50,000 map based on the soil survey	Soil survey was conducted by the DGWRD under supervision of the Team.
1.4	Existing irr. and drain facilities	Inventory list of Irrigation Service Offices	Inventory survey by the Team	Status of existing irrigation and drainage conditions were investigated in the field.
1.5	Irrigation and drainage conditions	Interview results to the Irrigation Service Offices	Interview survey to the village chives and farmers by the Team	Information taken from District Irrigation Service Offices of PU was confirmed and/or modified based on the field investigation.
1.6	Tidal effect	Existing data and information	Field investigation and interview survey	Field investigation as well as interview survey are conducted to clarify the tidal reach and degree of tidal amplitude
1.7	Present land use condition	S=1/50,000 map and aerophoto	S=1/5,000 map and field investigations	Land use condition is clarified based on the map of S=1/5,000 and field investigations
1.8	Present cropping season & pattern	Existing data by kecamatan & questionnaire	Existing data by desa, field survey & questionnaire	In depth field investigation and interview survey were conducted in the project area to identify the pattern.
1.9	Farming practices	Existing data by kecamatan & questionnaire	Field survey & questionnaire	In depth field investigation and interview survey were conducted in the project area to identify the present status.
1.10	Crop yield	Existing data & interview	Questionnaire, yield survey & field survey	Questionnaire by type of cropping pattern and rice yield survey were conducted aiming at estimating present yield.
1.11	Farm economy	Questionnaire & existing data	3 questionnaire survey in the project area	Questionnaire by type of cropping pattern and in depth farm socio-economic survey such as coconut farmer's intention on land use change from coconut field into irrigated paddy field, and tenurial status of farm land.
1.12	Supporting services	Existing data by kecamatan	Interview, field survey on services	Actual situations and problems are identified through in-depth survey.

No	Item	Master Plan Study	In-Depth Study	Description (Main reason of change or confirmed matter)
2 Demarcation of the Project Area				
	2.1 Development concept			
	Increase of paddy production by introducing double cropping of paddy per year	Same as left	Same as left	No change
	2.2 Project area			
	17,000 ha in gross 14,300 ha in net	14,300 ha in gross 10,300 ha in net		(Land use) Paddy field area clarified by the detailed land use study was applied. Conversion of some coconut field to irrigated paddy field was planned. (Drainability and relation with swamp development) The low-lying land below EL.2 m was excluded for poor drainability. (Soil conditions) Deep organic soil zones were excluded based on the land suitability classification. (Water resource) Water resources are available enough for the Project according to the water balance study taking into account the river maintenance flow, and conjunctive use of the river flow of the Silau and Bunut.
	2.3 Proposed cropping pattern			
	Double cropping of paddy	Same as left		Formulated based on climatic conditions, the results of water balance and drainage study, present cropping pattern, etc. Slightly revised in order to avoid adverse effects of inundation on seedling and young plant
3 Project Works				
	3.1 Type of the Silau Integrated weir			
	Movable gate (rubber tube weir) is tentatively proposed	Rubber tube weir was selected.		Fixed type weir will cause aggradation of the river bed. Due to the decrease of the river flow capacity, flood damage to the Kisaran city is anticipated. No stable intake of irrigation water is expected by the free intake method. Rubber tube weir was selected through comparative study on movable weirs
	3.2 Inter-basin work			
	Inter-basin site on the Silau river at Prapat Janji, 20 km upstream Kisaran (Alt-1)	Alternative inter-basin plan from the Silau Integrated weir, was additionally studied as Alt-2		Plan of Alt-2 was selected based on the comparative studies on O & M works, construction cost, river hydraulics, etc.
	3.3 Irrigation and drainage canals			
	Irr. canals 400 km		170 km	Project area was reduced from 17,000 ha to 14,300 ha. Canal length was estimated based on preliminary layout of canals taking into account the full utilization of existing canals. The existing irrigation and drainage canals of about 140 km in total will be rehabilitated and upgraded under the project
	Drain. canals 250 km		180 km	
	4 Institutional and training aspects		Recommendation of enhancement plan	- Training of O & M staff, farmers. - Construction of agri-business quarter which has function of meeting room, storage of farm input and output, drying yard, rice processing center, etc.

表 5- 5 土地利用計画

(unit : ha)

Present land use	Land Use Plan						Total
	Paddy field (net)		Coconut field	Up-land field	Housing yard	Others	
	Irrigated	Rainfed					
1. Paddy field	9630	-	-	-	-	1,070 *	10700
(1) Irrigated **	(1,480)	-	(-)	(-)	(-)		(1,640)
(2) Rainfed	(8,150)	-	(-)	(-)	(-)		(9,060)
2. Coconut field	670	-	1400	-	-	80 *	2150
3. Upland field	-	-	-	240	-	-	240
4. Housing yard	-	-	-	-	810	-	810
5. Others	-	-	-	-	-	400	400
Total	10300	0	1400	240	810	1550	14300

Remarks:

- 1) Coconut field of 750 ha is converted into irrigated paddy field.
- 2) * ; Land used for additional canals and roads.
- 3) ** ; Paddy field irrigated throughout a year (Grade I condition) only.

表 5-6 事業計画の主要諸元

Item	Description
1. Location	Noth-east of Kisaran, 150 km from Medan, North Sumatra Province
2. Water resources	Conjunctive use of Silau and Bunut river flows
3. Project Command Area	
(1) Gross area	14,300 ha
(2) Net irrigation area	10,300 ha
4. Agricultural Development Plan	
(1) Cropping pattern	Double crop of paddy per year
(2) Cropping intensity	200%
(3) Annual incremental paddy production	74,000 ton/year
5. Proposed Project Work	
(1) Water resource facilities	
(i) Construction of Silau integrated weir	Rubber tube type movable weir on the Silau river
(ii) Construction of inter-basin diversion canal	Diversion canal from the Silau to the Bunut river (L= 8.3 km)
(iii) Rehabilitation of existing weirs on Bunut river	3 weirs of Serbangan, Panca Arga and Buluru
(2) Rehabilitation and construction of irrigaiton canals	49 canals of 170 km in total (Rehabilitation : 60 km, New construction ; 110 km)
(3) Rehabilitation and construction of drainage canals	48 canals of 180 km in total (Rehabilitation : 82 km, New construction ; 98 km)
(4) Construction of farm road network	354 km in total(New roads)
(5) Construction of Bunut flood dike	Construction of earth dike and dredging of river bed for 34 km
(6) Construction of on-farm facilities	9,510 ha (area of 790 ha has been developed)
(7) Land reclamation	670 ha from coconuts field to paddy fields in Silau system
(8) Construction of agri-business quarter	70 sites (each has drying yard and building in 2,000 sq-m land)
(9) Procurement of O&M equipment	Operation vehicles, maintenance equipment, etc.
(10) Training program for O&M staff and farmers	Nos. of trainees : Government staff ; 58 , Farmers ; 550
6. Project Cost *	
(1) Construction cost (Rp. million)	100,426 (US\$ 5,500/ha)
(2) Other costs (Rp. million)	31,635
(3) Total (Rp. million)	132,061
7. Project Fund Requirement	
(1) Foreign currency portion (US\$ 1,000)	56,520
(2) Local currency portion (Rp. million)	57,271
(3) Total cost (Rp. million)	157,311
8. Implementation Program	
(1) Implementation period	
(i) Detailed design and pre-construction management	2.5 years
(ii) Construction period	4.5 years
(iii) Total period	7 years
(2) Execution agency	DGWRD, DPU (Project office will be established)
9. Economic Evaluation **	
(1) Economic capital costs (Rp. million)	148,432
(2) Annual economic benefit (Rp. million)	22,901
(3) Economic Internal Rate of Return (%)	13.2 %
(4) Benefit-Cost (B/C) ratio (at 12 % discount rate)	1.10
(5) Benefit minus Cost (B-C) ratio (at 12 % discount rate)	Rp. 9,580 million

Remarks:

1. Conversion rate : US\$ 1.0 = Rp. 1,770

2. Price escalation ratio : Foreign currency ; 3% / year, Local currency ; 8 % /year

*: The cost does not include a price contingency

** : The economic evaluation is made based on the costs and benefits of the Project and Silau flood control works by DGWRD

表 5-7 事業費の内訳

Item	Foreign Currency (US \$1,000)	Local currency (Rp. million)	Total (Rp. million)	Remarks
I DETAILED DESIGN	2,418	1,834	6,113	(7 % of Item III-1 & 2)
II LAND ACQUISITION				
1 Silau Area	0	950	950	
(0) Bunut Area	0	1,550	1,550	
Total for Item II	0	2,500	2,500	
III CONSTRUCTION COST				
1 Direct Cost for Irrigation Development				
(1) Silau River System (4,250 ha)				
1) General items	1,082	850	2,766	(9%)
2) Silau integrated weir	2,959	1,125	6,363	(20%)
3) Irrigation canal system	3,509	2,302	8,513	(27%)
4) Drainage canal system	1,081	895	2,809	(9%)
5) Farm road network	1,463	1,100	3,689	(12%)
6) On-farm development	1,811	2,151	5,356	(17%)
7) Agri. business quarter	644	413	1,552	(5%)
Sub-total (1)	12,549	8,836	31,047	(100%)
(2) Bunut River System (6,050 ha)				
1) General items	1,839	1,578	4,834	(12%)
2) Rehabilitation of weirs	634	406	1,528	(4%)
4) Inter-basin canal	791	816	2,216	(5%)
5) Irrigation canal system	3,170	2,045	7,656	(18%)
6) Drainage canal system	4,067	3,591	10,790	(26%)
7) Farm road network	1,912	1,445	4,829	(12%)
8) On-farm development	2,636	3,080	7,745	(18%)
9) Agri. business quarter	965	619	2,328	(6%)
Sub-total (2)	16,015	13,579 0	41,926	(100%)
Total for Item III-1	28,564	22,415 0	72,973	US \$ 4,003 /ha
2 Direct Cost for Bunut Flood Dikes	5,975	3,779	14,354	US \$ 787 /ha
Total for Items III-1 & 2	34,539	26,194 0	87,327	US \$ 4,790 /ha
3 Contingency				
(1) Physical Contingency	5,181	3,929	13,099	(15 % of Item III-1)
(2) Price Contingency	6,139	14,384	25,250	(F/C : 3 % /year) (L/C : 8 % /year)
Total for Item III-2	11,320	18,313 0	38,349	
4 Total for Items III-1, 2 & 3	45,859	44,507 0	125,676	
5 Tax on Civil Works (VAT)	3,972	3,012	10,043	(10 % of Item III-3)
Total for Item III	49,830	47,520 0	135,719	
IV O&M EQUIPMENT	817	66	1,513	
V ENGINEERING SERVICE	3,454	2,619	8,733	(10 % of Items III -1 & 2)
VI ADMINISTRATION COST	0	2,620	2,620	(3 % of Items III-1 & 2)
VII TRAINING PROGRAM	0	113	113	
GRAND TOTAL	56,520	57,271	157,311	

(Conversion rate : US \$ 1.0 = Rp. 1,770)

表 5-8 開発目標達成時点での灌漑便益

Item	With Project Condition (1)	Without Project Condition (2)	Incremental (1) - (2)
Paddy cropping area by present land use (ha)			
<u>Wet season</u>			
Paddy			
Irrigation	2,790	2,790	0
Rained (HYV)	3,490	3,490	0
Rained (Local variety)	3,350	3,350	0
Coconut	670	670	0
<u>Total</u>	<u>10,300</u>	<u>10,300</u>	<u>0</u>
<u>Dry season</u>			
Paddy			
Irrigation	1,480	1,480	0
Rainfed (in irrigation area)	1,310	460	850
Rainfed (HYV)	3,490	-	3,490
Rainfed (Local variety)	3,350	-	3,350
Coconut	670	-	670
<u>Total</u>	<u>10,300</u>	<u>1,940</u>	<u>8,360</u>
Profit per ha by present land use (Rp.'000/ha)			
<u>Paddy</u>			
Irrigation (Wet & dry seasons)	1,092	744	
Rainfed (in irrigation area)	1,092	460	
Rainfed (HYV)	1,092	429	
Rainfed (Local variety)	950	194	
<u>Coconut</u>	950	330	
Total profit by present land use (Rp.million)			
<u>Paddy</u>			
Irrigation (Wet season)	3,047	2,076	971
Irrigation (dry season)	1,616	1,101	515
Rainfed (in irrigation area)	1,431	212	1,219
Rainfed (HYV)	7,622	1,497	6,125
Rainfed (Local variety)	6,365	650	5,715
<u>Coconut</u>	1,273	221	1,052
<u>Total</u>	<u>21,354</u>	<u>5,757</u>	<u>15,597</u>
Annual incremental benefit per ha (Rp. '000/ha)			<u>1,514</u>

表 5-9 事業の経済費用内訳

Item	Local Currency (Rp. million)	Foreign Currency (US \$1,000)	Total (Rp. million)
I Detailed Design (7 % of Item III-1)	1,254	2,418	5,533
II Land Acquisition			
1) Silau area	760	.0	760
2) Bunut area	1,168	0	1,168
Total of Item II	1,928	0	1,928
III Construction Cost			
1 Direct Cost			
1) Silau River System	6,075	12,549	28,286
2) Bunut River System	11,836	21,990	50,758
Total of Item III-1	17,911	34,538	79,044
2 Physical Contingency (15 % of Item III-1)	2,687	5,181	11,857
Total of Item III	20,598	39,719	90,901
IV Procurement of O&M Equip.	53	1,706	3,073
V Engineering Service (10 % of total cost of Item III -1)	2,230	3,454	8,343
VI Administration Cost (3 % of total cost of Item III-1)	2,112	0	2,112
VII Training Program	90	0	90
VIII Silau Flood Dike	10,262	15,886	38,380
<u>TOTAL</u>	<u>38,527</u>	<u>63,183</u>	<u>150,361</u>

Note: Conversio rate : US \$ 1.0 = Rp. 1,770

表 5-10 経済費用と便益のキャッシュフロー

(Unit:Rp.million)

No.	Year	Costs				Benefits				
		Irrigation	Flood (Silau)	OMR	Total	Irrigation	Flood	Negative (Irri.)	Negative (Flood)	Total
1	1990	1,087	2,419		3,506					0
2	1991	4,446	5,652		10,098				-32	-32
3	1992	12,808	11,305		24,113				-65	-65
4	1993	26,037	11,305		37,342		3,240	-187	-97	2,956
5	1994	25,197	9,421	430	35,048	3,079	4,536	-339	-97	7,179
6	1995	25,947		800	26,747	6,613	7,671	-491	-97	13,696
7	1996	12,808		1,040	13,848	10,973	7,969	-568	-97	18,277
8	1997			1,170	1,170	13,914	7,969	-568	-97	21,218
9	1998			1,170	1,170	15,170	7,969	-568	-97	22,474
10	1999			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
11	2000			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
12	2001			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
13	2002			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
14	2003			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
15	2004			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
16	2005			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
17	2006			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
18	2007			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
19	2008			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
20	2009			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
21	2010			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
22	2011			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
23	2012			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
24	2013			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
25	2014			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
26	2015			1,952	1,952	15,594	7,969	-568	-97	22,898
27	2016			1,952	1,952	15,594	7,969	-568	-97	22,898
28	2017			1,561	1,561	15,594	7,969	-568	-97	22,898
29	2018			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
30	2019			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
31	2020			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
32	2021			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
33	2022			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
34	2023			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
35	2024			5,159	5,159	15,594	7,969	-568	-97	22,898
36	2025			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
37	2026			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
38	2027			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
39	2028			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
40	2029			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
41	2030			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
42	2031			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
43	2032			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
44	2033			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
45	2034			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
46	2035			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898
47	2036			1,952	1,952	15,594	7,969	-568	-97	22,898
48	2037			1,952	1,952	15,594	7,969	-568	-97	22,898
49	2038			1,561	1,561	15,594	7,969	-568	-97	22,898
50	2039			1,170	1,170	15,594	7,969	-568	-97	22,898

表 5-11 財務費用と便益のキャッシュフロー

(Unit: Rp. Million)

Year	Year in Order	Cash Outflow				Cash Inflow				Total Inflow(B)	Balance (B)(A)	Accumulated Loss
		Project Cost	O & M Cost	Replacement Cost	Loan Interest	Loan Repayment	Foreign Loan	Government Budget	Government Subsidy			
1990	1	3,723	0	0	0	0	3,748	2,710	25	0	3,748	1,013
1991	2	5,110	0	0	0	25	5,241	879	131	0	5,241	5,244
1992	3	16,899	0	0	0	468	17,358	3,413	468	0	17,358	18,720
1993	4	33,691	0	0	0	1,196	36,887	6,573	1,196	0	36,887	47,839
1994	5	36,354	329	0	0	1,937	29,118	6,723	2,266	0	38,620	77,470
1995	6	38,975	597	0	0	2,732	29,631	7,176	3,329	0	42,304	109,269
1996	7	20,568	864	0	0	3,146	16,576	3,992	4,010	0	24,578	125,844
1997	8	0	1,000	0	0	3,146	0	0	4,146	0	4,146	125,844
1998	9	0	1,000	0	0	3,146	0	0	4,146	0	4,146	125,844
1999	10	0	1,000	0	0	3,146	0	0	4,146	0	4,146	125,844
2000	11	0	1,000	0	0	2,989	0	0	10,281	0	10,281	119,552
2001	12	0	1,000	0	0	2,892	6,292	0	10,124	0	10,124	113,260
2002	13	0	1,000	0	0	2,674	6,292	0	9,966	0	9,966	106,968
2003	14	0	1,000	0	0	2,517	6,292	0	9,809	0	9,809	100,676
2004	15	0	1,000	0	0	2,360	6,292	0	9,652	0	9,652	94,384
2005	16	0	1,000	0	0	2,202	6,292	0	9,495	0	9,495	88,092
2006	17	0	1,000	0	0	2,045	6,292	0	9,337	0	9,337	81,800
2007	18	0	1,000	0	0	1,888	6,292	0	9,180	0	9,180	75,508
2008	19	0	1,000	0	0	1,730	6,292	0	9,023	0	9,023	69,216
2009	20	0	1,000	0	0	1,573	6,292	0	8,865	0	8,865	62,924
2010	21	0	1,000	0	0	1,416	6,292	0	8,708	0	8,708	56,632
2011	22	0	1,000	0	0	1,259	6,292	0	8,551	0	8,551	50,340
2012	23	0	1,000	0	0	1,101	6,292	0	8,393	0	8,393	44,048
2013	24	0	1,000	0	0	944	6,292	0	8,236	0	8,236	37,756
2014	25	0	1,000	0	0	787	6,292	0	8,079	0	8,079	31,464
2015	26	0	1,000	702	0	629	6,292	0	8,624	0	8,624	25,172
2016	27	0	1,000	702	0	472	6,292	0	8,466	0	8,466	18,880
2017	28	0	1,000	603	0	315	6,292	0	8,210	0	8,210	12,588
2018	29	0	1,000	0	0	157	6,292	0	7,450	0	7,450	6,296
2019	30	0	1,000	0	0	0	6,292	0	7,292	0	7,292	0
Total		157,311	24,790	2,007	48,962	125,844	358,914	31,467	201,603	0	358,914	0

Remarks: Foreign Loan: Annual interest of 2.5% for repayment period of 30 years including 10-year grace period.

表 5-12 事業の社会経済および環境への影響

Impact to be predicted	Pre-Construction	Stage Construction	Operation & Maintenance	Remarks
(1) speculation of land	*			In the project, it will become necessary to acquire the land of about 1,400 ha for the construction of irrigation and drainage canals, dikes and related structures. It is predicted that investors from the outside of the project area speculate in land buying for profit. To minimize such negative impacts, it is proposed that a specific regulation against selling and purchasing land within the project area should be enacted. And the regulation will be put in force only for the period of project implementation stage.
(2) loss of agricultural land		*		It is estimated that 1,070 ha of paddy field and 375 ha of coconut field are lost due to construction of project facilities. These lands should be compensated by the project.
(3) social conflict of land acquisition		*		It is predicted that problems of acquisition and compensation for the land occur because of a small farmhold size of the beneficiaries in the project area. To minimize such negative impacts, detailed design of the project facilities should be done so as to minimize area for compensation. In addition the project execution organization should institute a coordination committee with the local governments such as village chiefs, Camats, Bupatis and the authorities concerned through which better understanding for the project by the farmers in the project area should be realized.
(4) loss of agricultural crop production		*		A construction of the improvement and rehabilitation of the existing irrigation systems is planned to be carried out during the dry season. It is predicted that some loss of agricultural crop production in the dry season will be brought about due breaking cropping by the construction. An appropriate construction schedule and methods such as half-closure diversion methods should be applied to for minimizing the loss.
(5) traffic jam, accident and damage against existing roads		*		A lot of the heavy equipment such as heavy truck, dump truck, bulldozer, backhoe, etc are planned to be utilized for the construction of the project facilities. Traffic jam, traffic accidents and damage against the existing roads will be considered. Compensation cost for the roads to be damaged is budgeted in the project cost.
(6) noise and air pollution		*		During the construction period, problems on noise and air pollution accrued from the construction may occur, but small.
(7) soil erosion		*		Since good soil materials are not found in the project area, borrow pit sites is to be at the undulating elevated lands located in the north of the project area. A great deal of soil materials will be excavated at the sites and sheet soil erosion is considered. Erosion control measures such as terrace structures, vegetative coverage, etc, will be needed for prevention against soil erosion.
(8) increase of turbidity in river water and unstable supply of bathing and washing water for local people		*		The excavation and dredging of the river channel of the Silau and Bunut rivers will affect turbidity of river water and increase it. This fact may give a negative impact against living organisms such as fishes especially cultured in the cages, plankton, etc. A unstable water supply to the people in the downstream which will be accrued from the construction of the integrated diversion weir in the Sulau river is planned to be minimized through an application of half-closure diversion method.
(9) social conflict between people in the project area and from the outside area		*		Labor requirement of the unskilled laborers is estimated at 4.2 million man-days during the construction period. So considerable portion of such laborers will be dependent on the laborers from the outside of the project area. Under such situation social conflict may occur between the laborers in terms of competition of seeking jobs and their different behaviour. A settlement of project workers should be placed in the particular location to prevent such problems.

Impact to be predicted	Pre-Construction	Stage Construction	Operation & Maintenance	Remarks
(10) cultural inovation		*		Skilled workers necessary for the project may be from the outside of the project area. These people will give technical knowledge and cultural inovation to the local people through the project work.
(11) increase of job opportunity		*	*	It is estimated that the project will generate employment opportunities totalling about 4.2 million man-days of unskilled labors during the construction period. In addition the project creates a demand for farm labor requirement accrued from increased farming activities due to intensive use of the land. The incremental farm labor requirement is estimated at 1.6 million man-days annually. The ratio of labor absorbed in farming activities to total available labor force will be expected to increase from 30 % at present condition to about 60 % in the project condition. Furthermore the increase of rice production under project condition will generate an additional employment opportunity of rice millers and merchants.
(12) change of land use and increase of rice production			*	At the full development stage, present land use pattern having 9,630 ha of the existing paddy field and 670 ha of coconut field will change into all the irrigated paddy field. It is expected that incremental paddy production of about 74,000 tons will be generated. These incremental product will play an important role in self-sufficiency in rice in North Sumatra province. The incrementaI production will bring in total annual foreign exchange savings of about Rp.22.2 billion equivalent.
(13) increase in farmer's income and raising of living standard			*	Farmer's income will be expected to improve considerably due to production increase of rice. Their incomes will become about twice the present level or more, which will provide motivation in improvement of living standard of farmers as well as of the regional economy.
(14) betterment of marketing			*	The project will provide about 350 km of roads including connection road with provincial and Kabupaten roads. Under such situation easy transportation of farm inputs and outputs is realized. Reduction of their marketing costs is also expected.
(15) betterment of sanitation			*	The conditions of the drainage and flooding in the project area are much improved by the construction of about 230 km of the drainage canals and river channel improvement. By these improvements, malaria, filariasis and various kinds of skin diseases will be expected to be significantly decreased will be reduced.
(16) betterment and easy communication			*	Through improvement of road network in the project area, easy and better communication among communities will be realized.
(17) use of agricultural chemicals			*	After the implementation of the projects, improved irrigation farming practices will be followed by the farmers. At the full development stage, total amount of chemicals is forecasted to become 2.3 times of that of the present use, which results from not increase of dosage/ha but expansion of cropping area. At present the chemicals used in the project area is low in toxicity. The selection and practice of these chemicals have been carefully made and guided by Department of Agriculture. It is recommended for the project office to monitor kind of chemicals and their amounts.

インドネシア共和国アサハン河下流域開発計画調査
主報告書

付 図

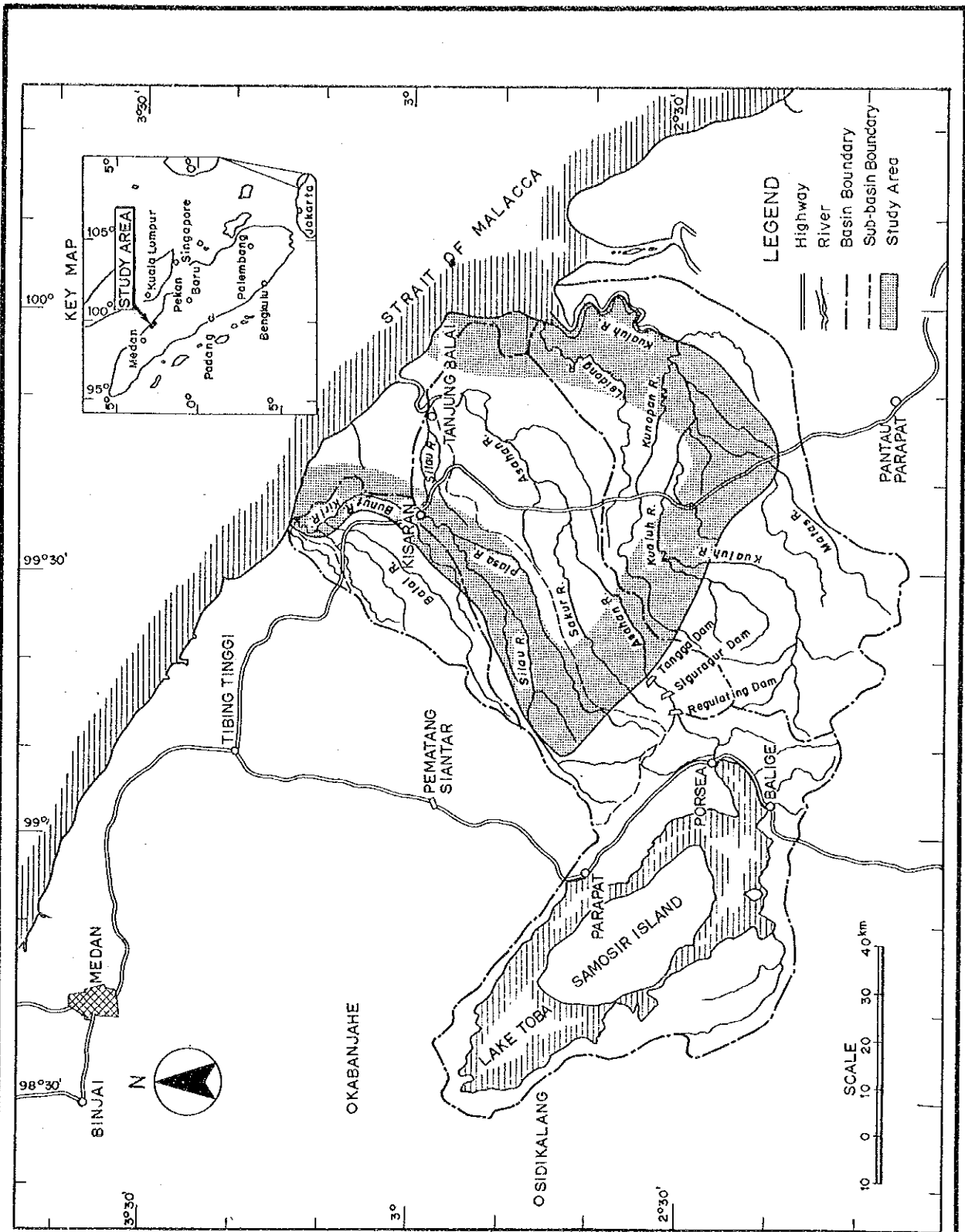


图 3-1 調查地区位置图

Republic of Indonesia
 MASTER PLAN STUDY ON
 LOWER ASAHAN RIVER BASIN DEVELOPMENT
 Japan International Cooperation Agency

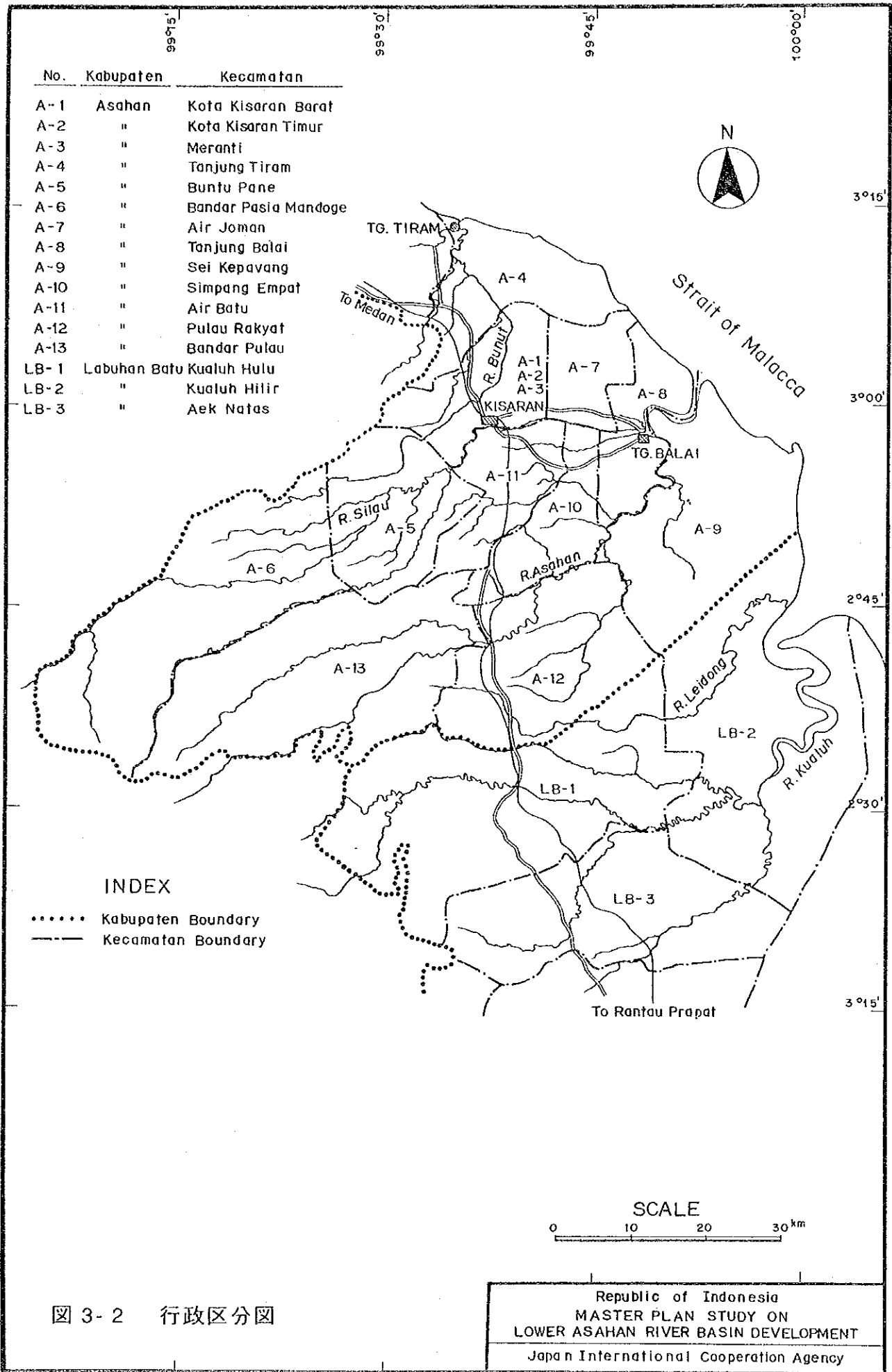


图 3-2 行政区分图

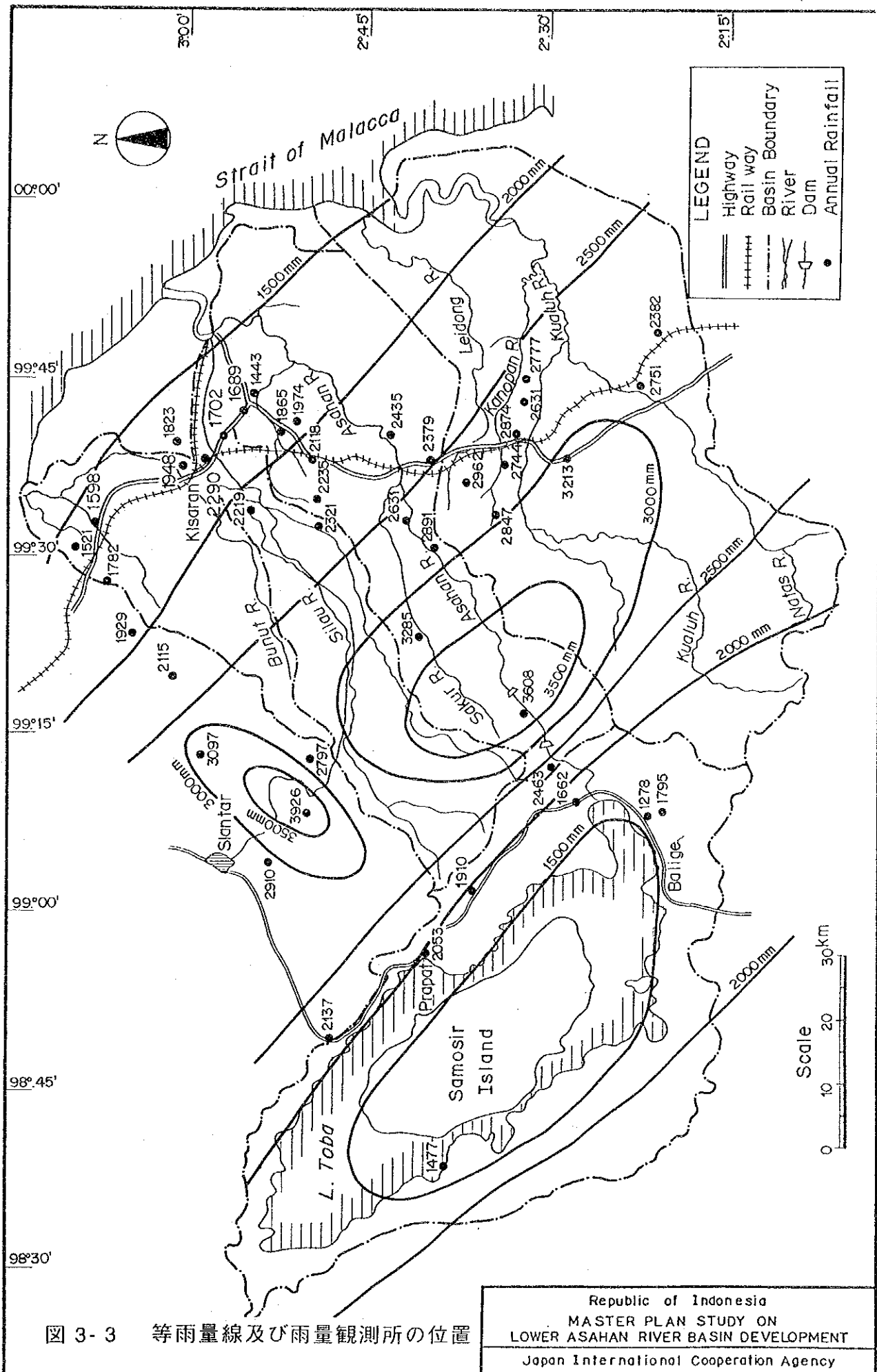


図 3-3 等雨量線及び雨量観測所の位置

Republic of Indonesia
 MASTER PLAN STUDY ON
 LOWER ASAHAN RIVER BASIN DEVELOPMENT
 Japan International Cooperation Agency

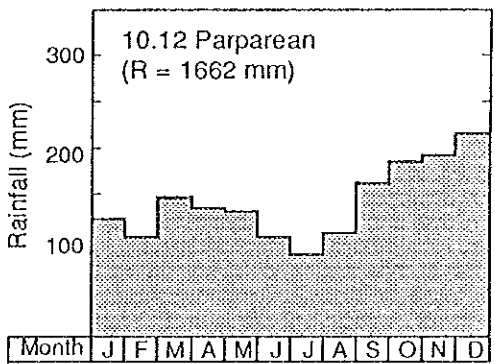
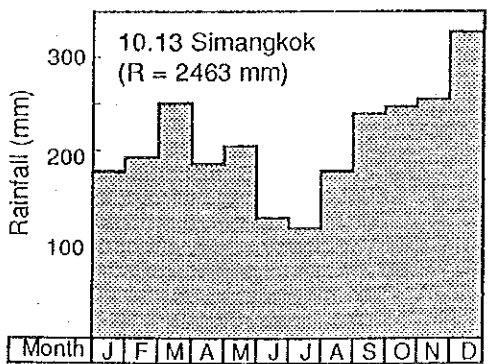
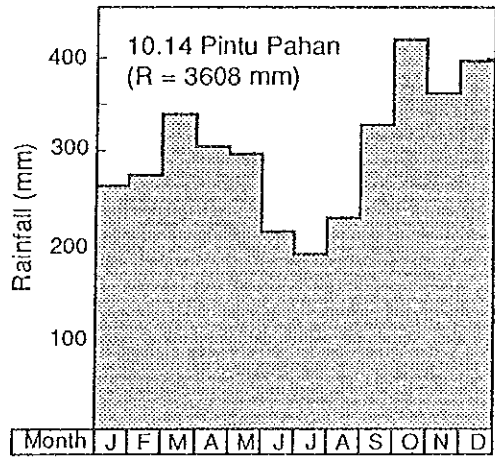
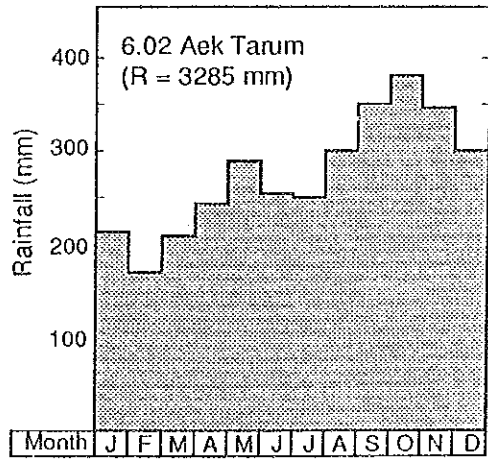
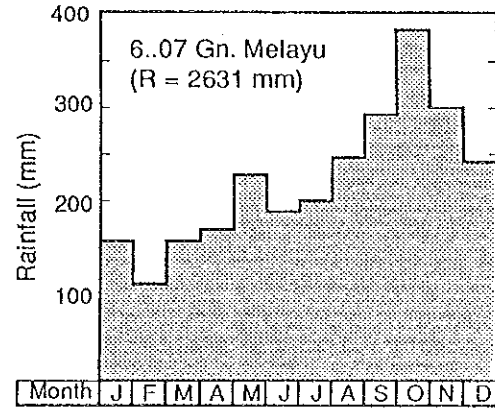
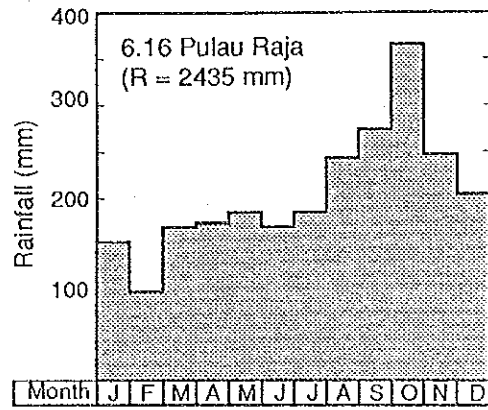
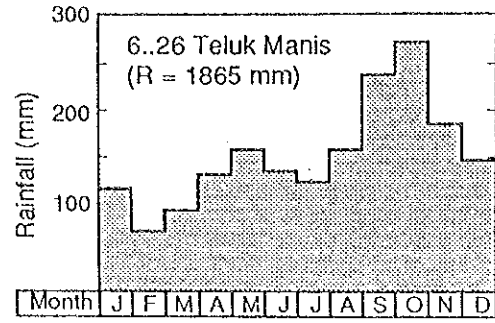
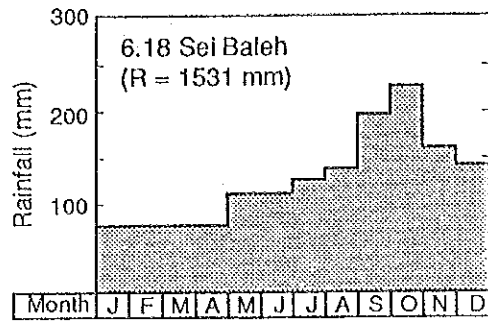


図 3-4 雨量の月別分布

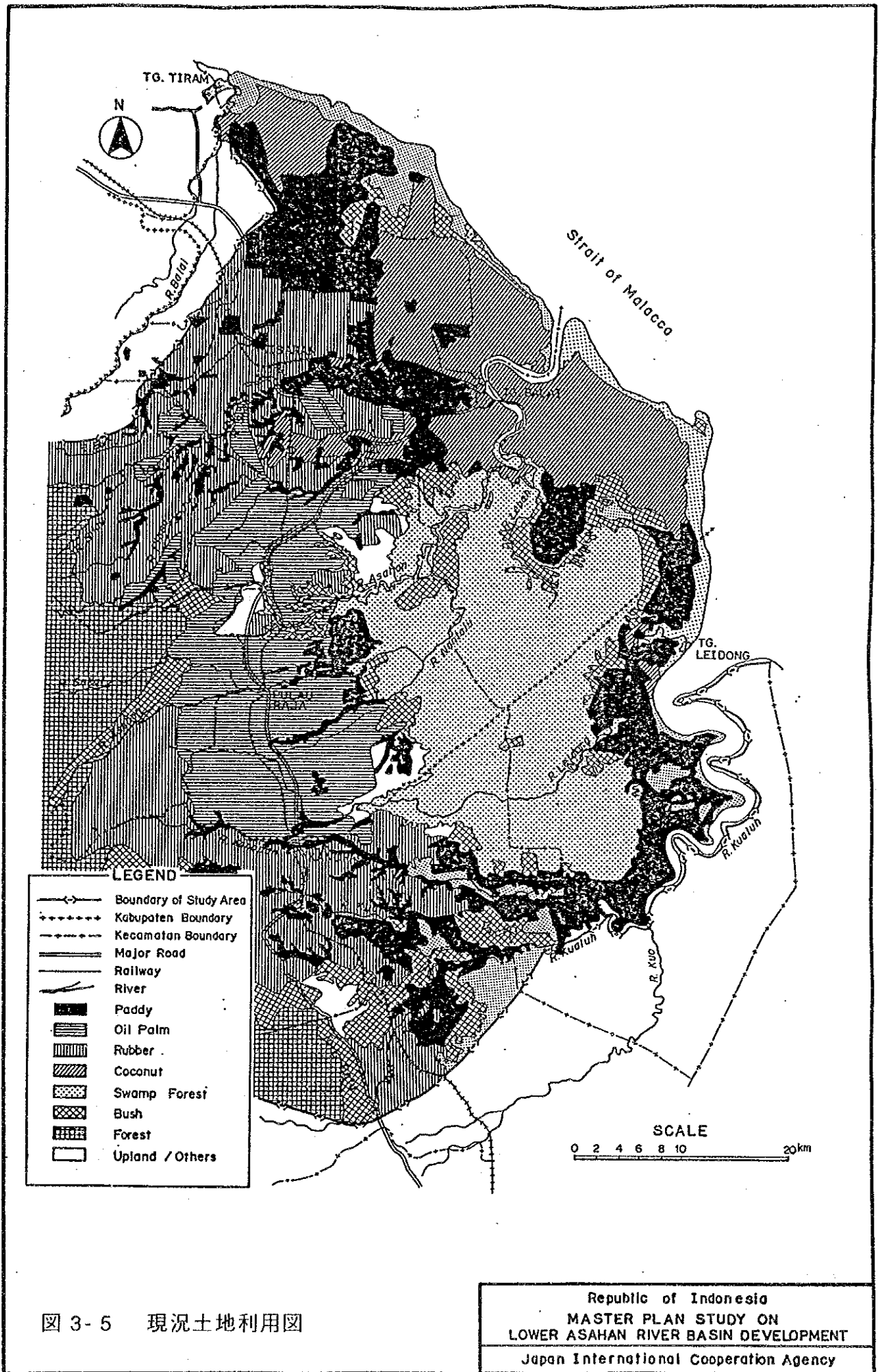


图 3-5 現況土地利用図

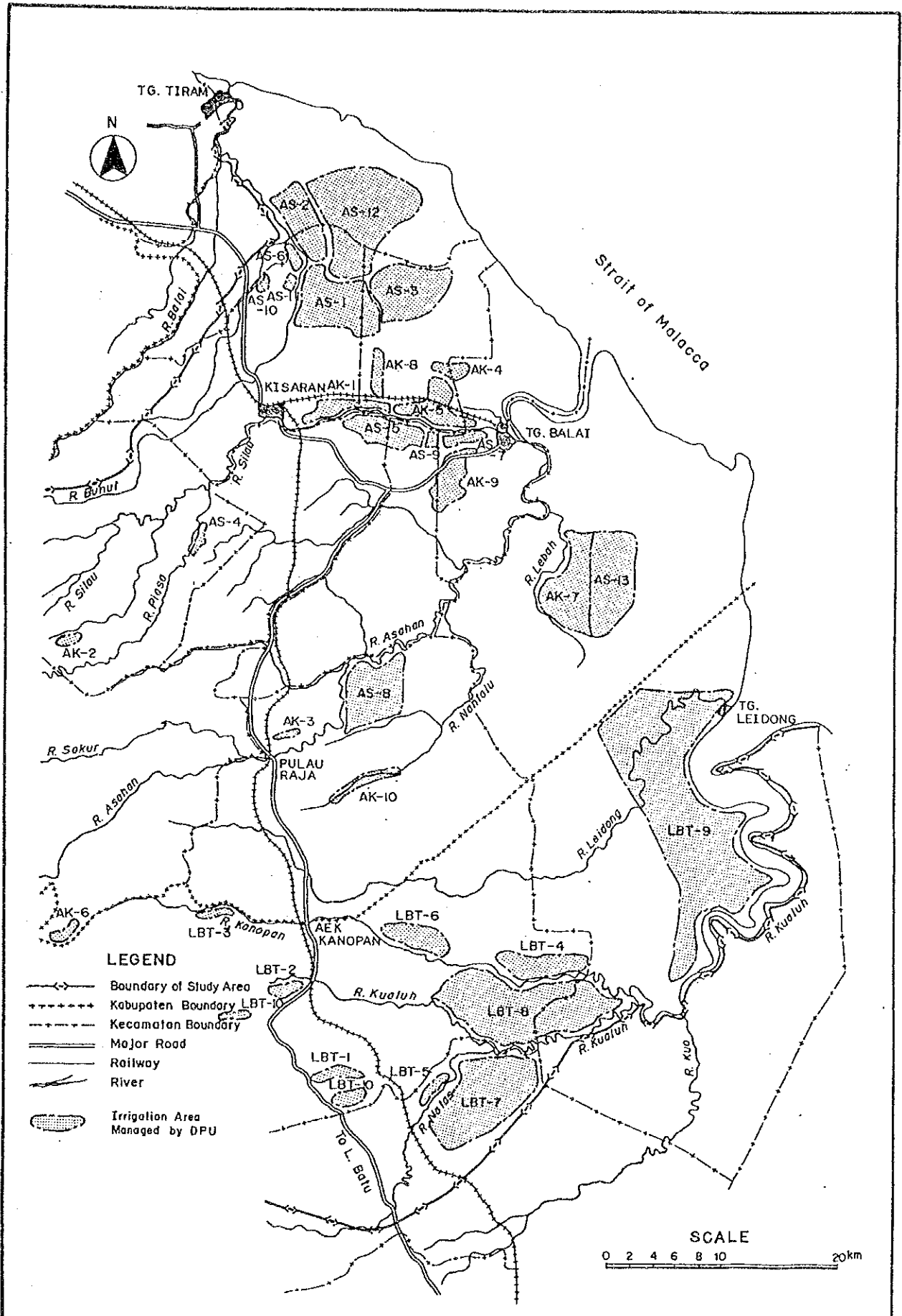
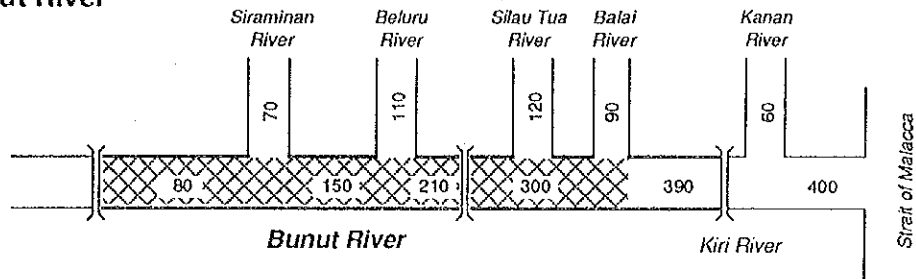


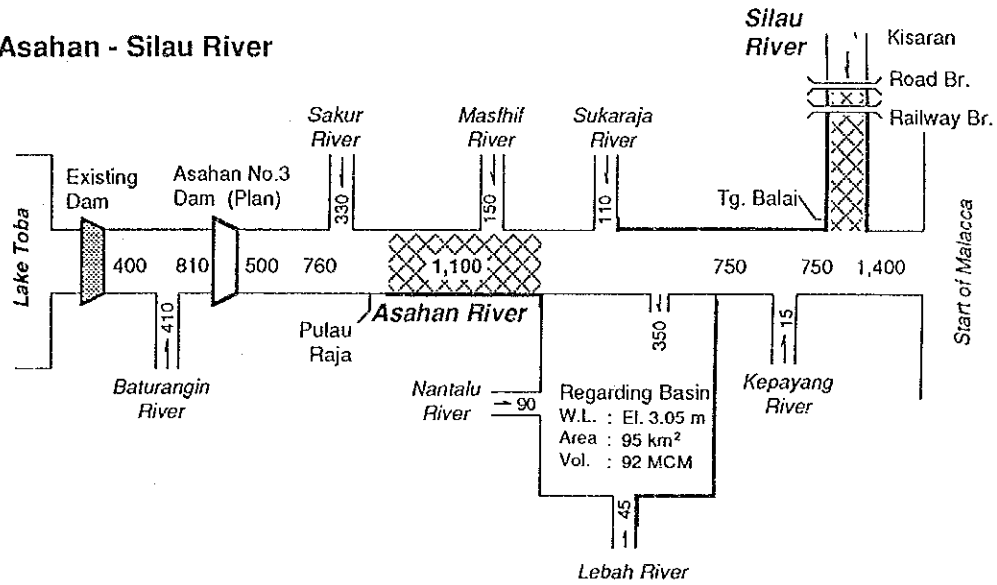
図 3-6 公共事業省管轄の
灌漑排水地区位置図

Republic of Indonesia
 MASTER PLAN STUDY ON
 LOWER ASAHAN RIVER BASIN DEVELOPMENT
 Japan International Cooperation Agency

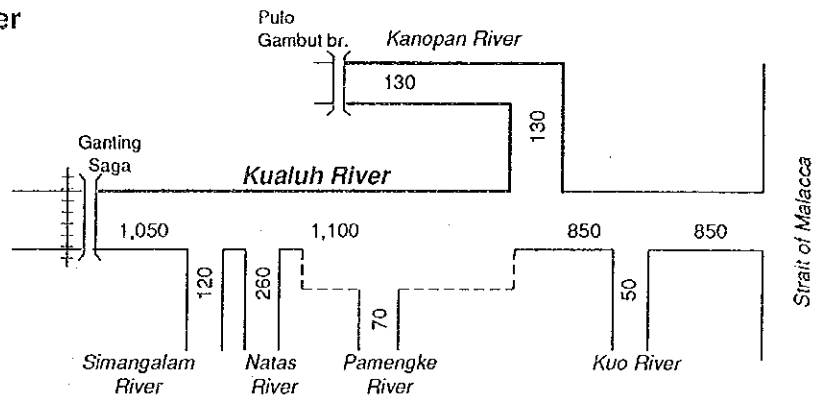
Bunut River



Asahan - Silau River



Kualuh River



LEGEND

- Dike Construction
- XX Dredging
- 150 Design Flood Discharge (m³/s)

図 4-1 長期計画での洪水流量配分図

Republic of Indonesia
 MASTER PLAN STUDY ON
 LOWER ASAHAN RIVER BASIN DEVELOPMENT
 Japan International Cooperation Agency

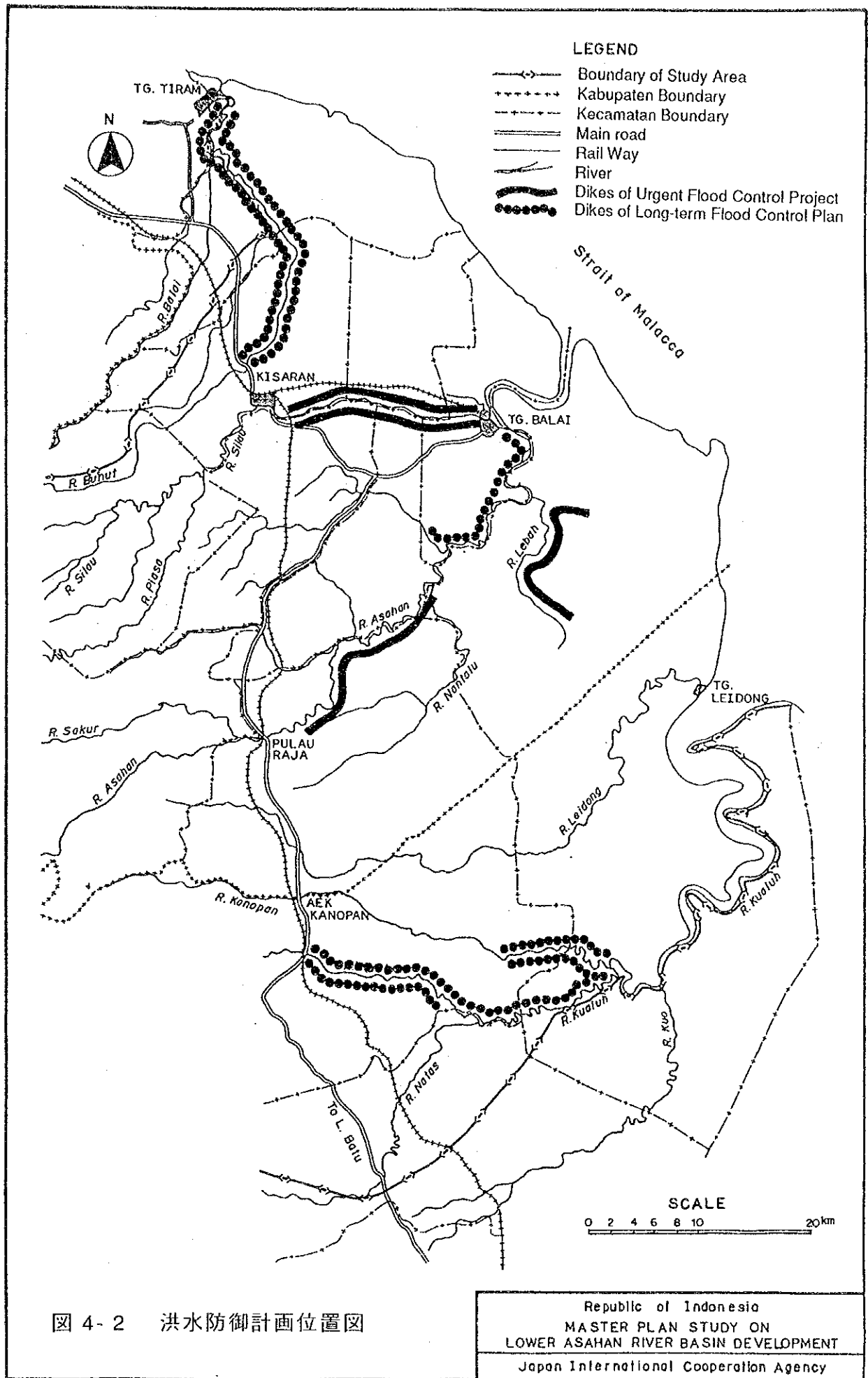
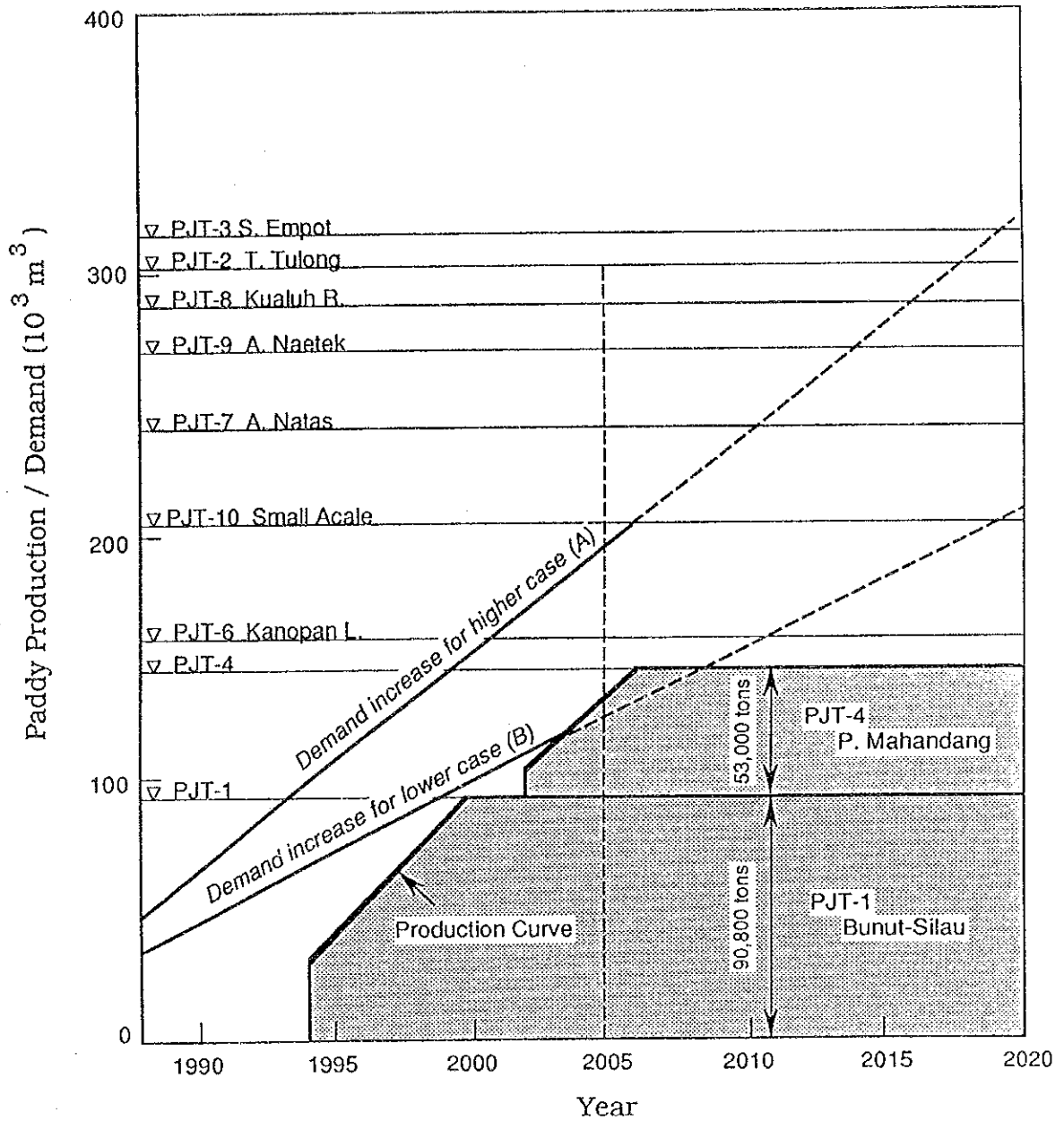


図 4-2 洪水防御計画位置図

Demand increase curve

(A): 15% of demand increase in North Sumatra Province is produced in this study area.

(B): 10% of demand increase in North Sumatra Province is produced in this study area.



Implementation Schedule

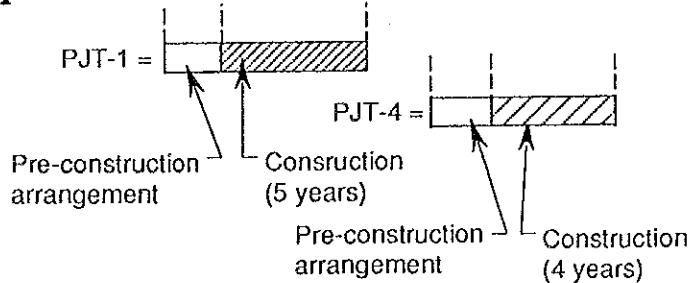


図 5-1 調査地区内の需要給バランス計画

Republic of Indonesia
 MASTER PLAN STUDY ON
 LOWER ASAHAN RIVER BASIN DEVELOPMENT
 Japan International Cooperation Agency

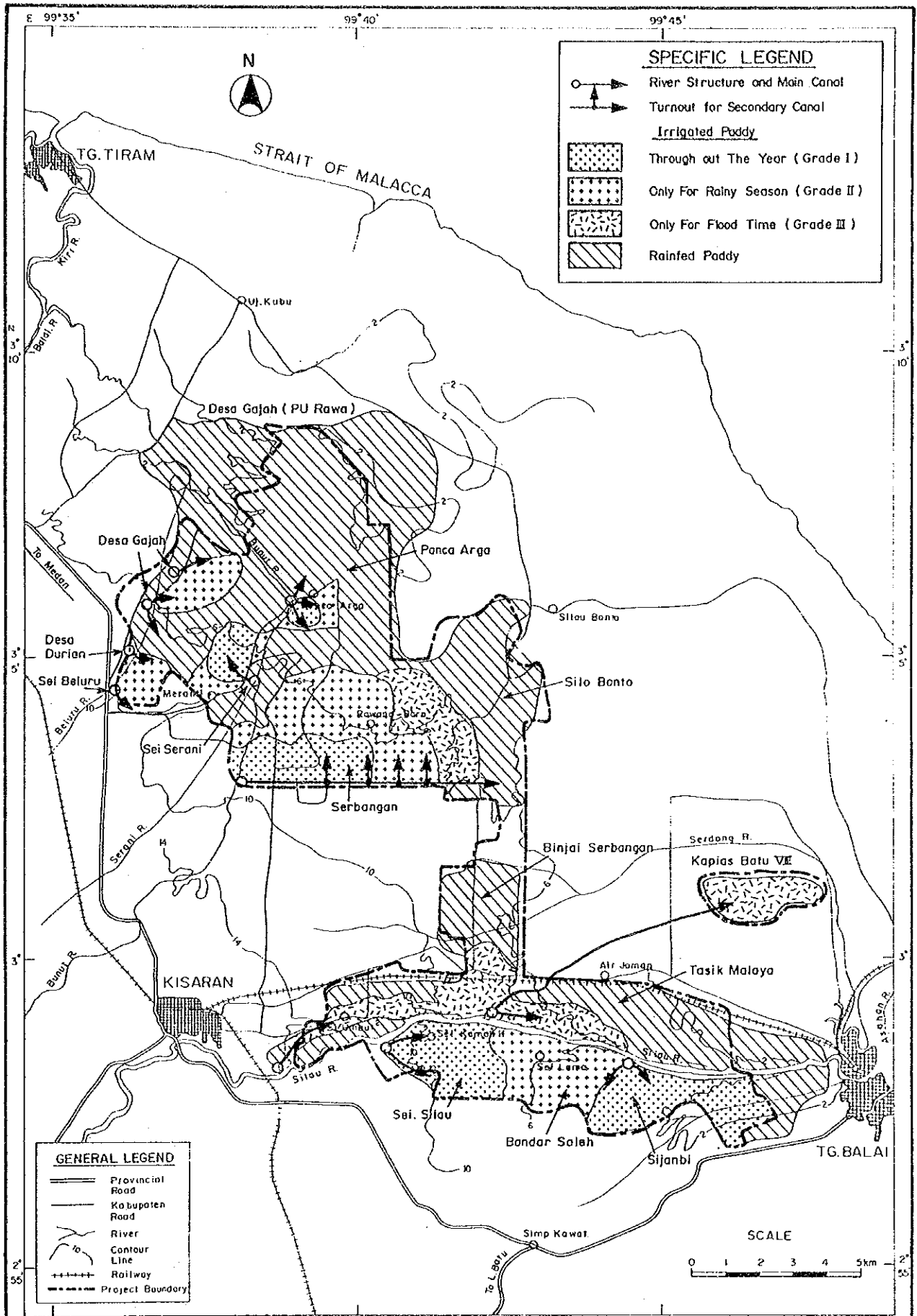


図 5-2 計画地区内の灌漑状況

Republic of Indonesia
 MASTER PLAN STUDY ON
 LOWER ASAHAN RIVER BASIN DEVELOPMENT
 Japan International Cooperation Agency

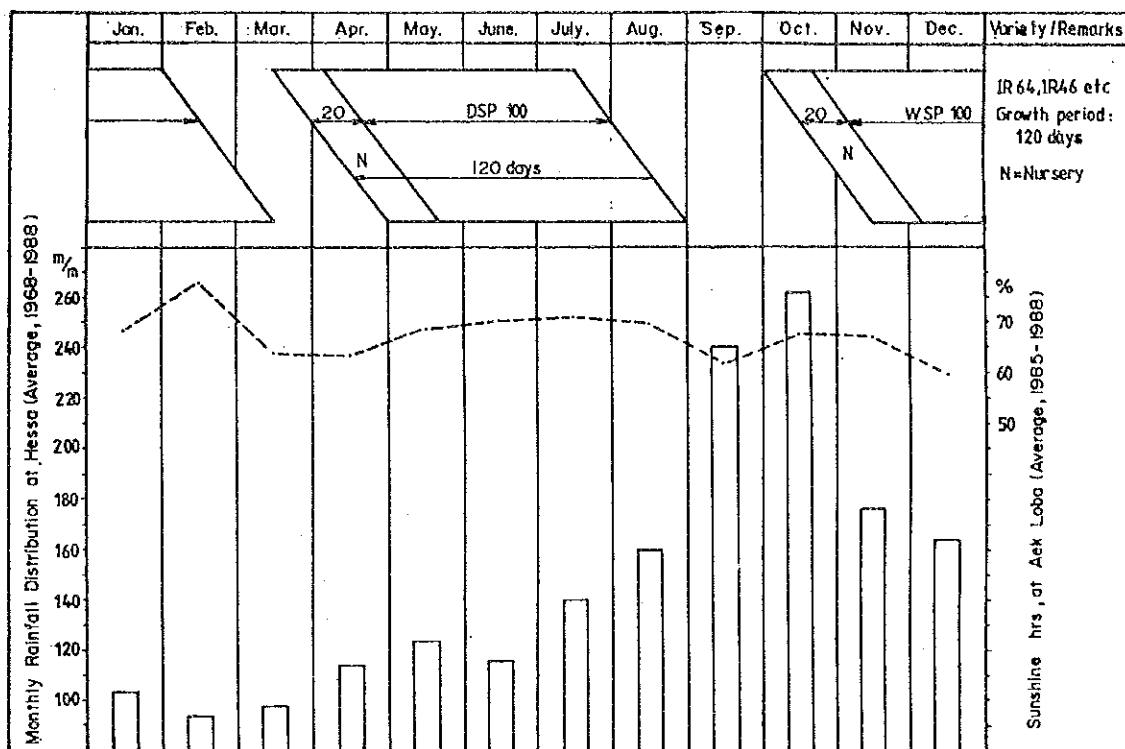


図 5-3 計画作付体系

Republic of Indonesia
 MASTER PLAN STUDY ON
 LOWER ASAHAN RIVER BASIN DEVELOPMENT
 Japan International Cooperation Agency

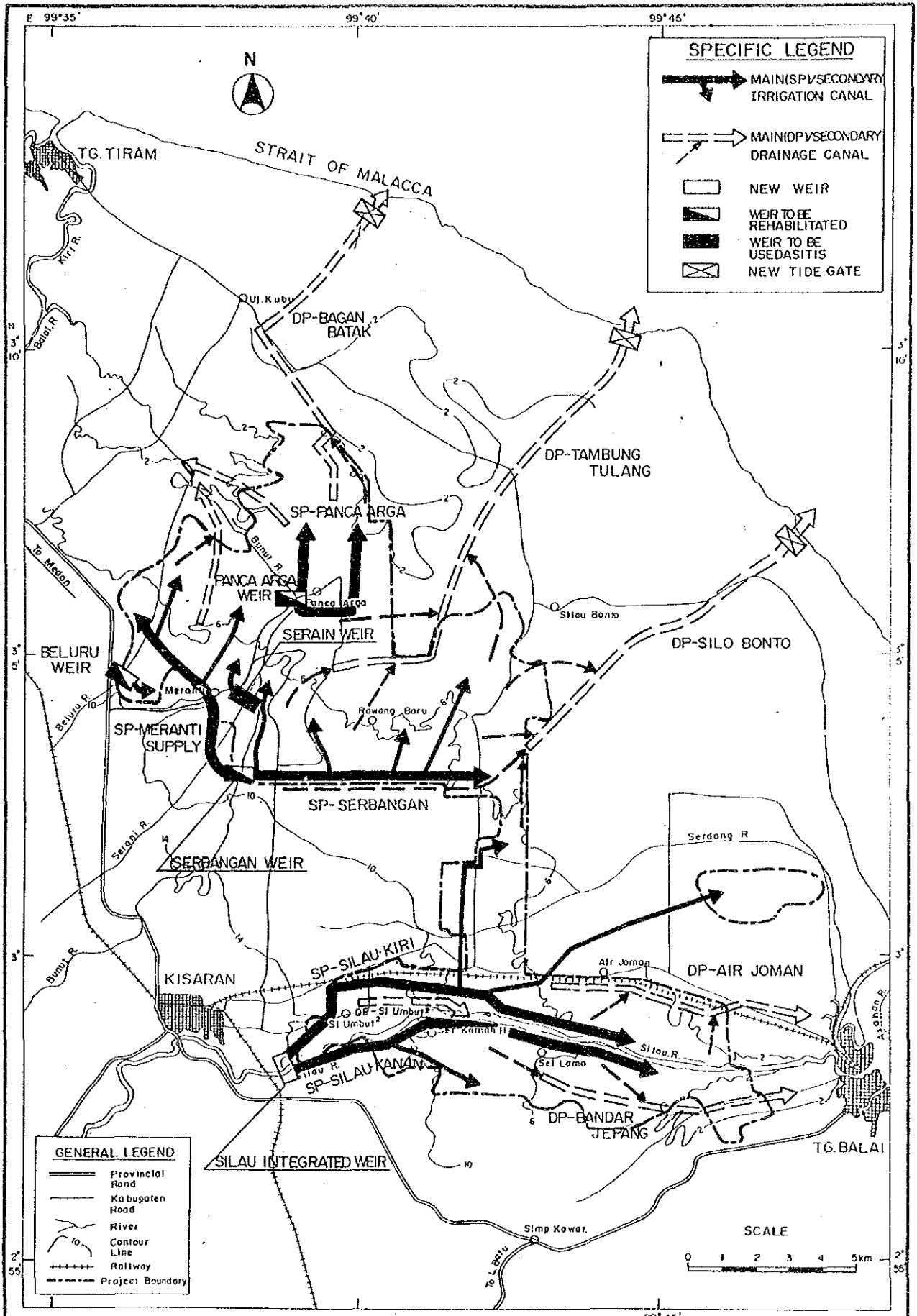
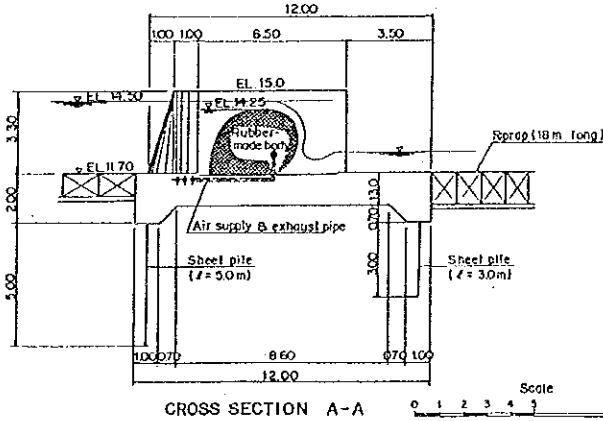
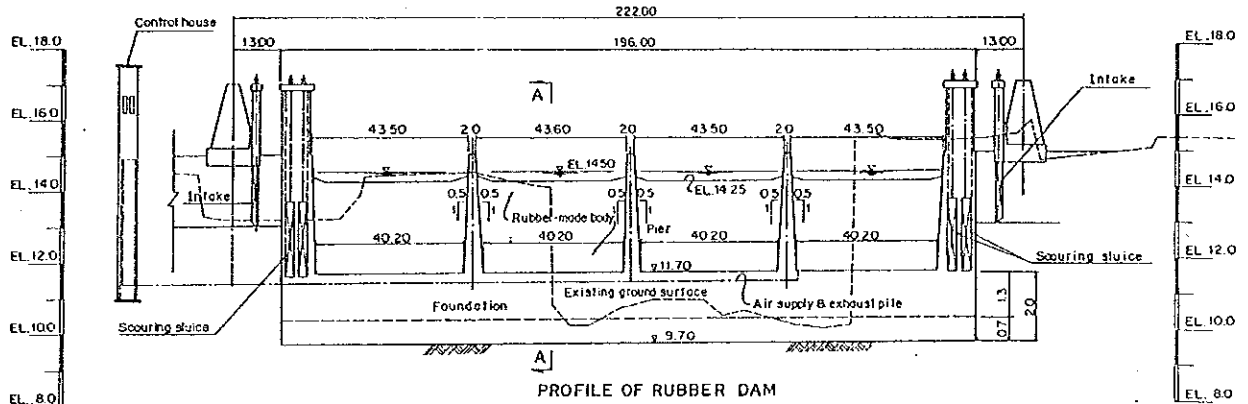
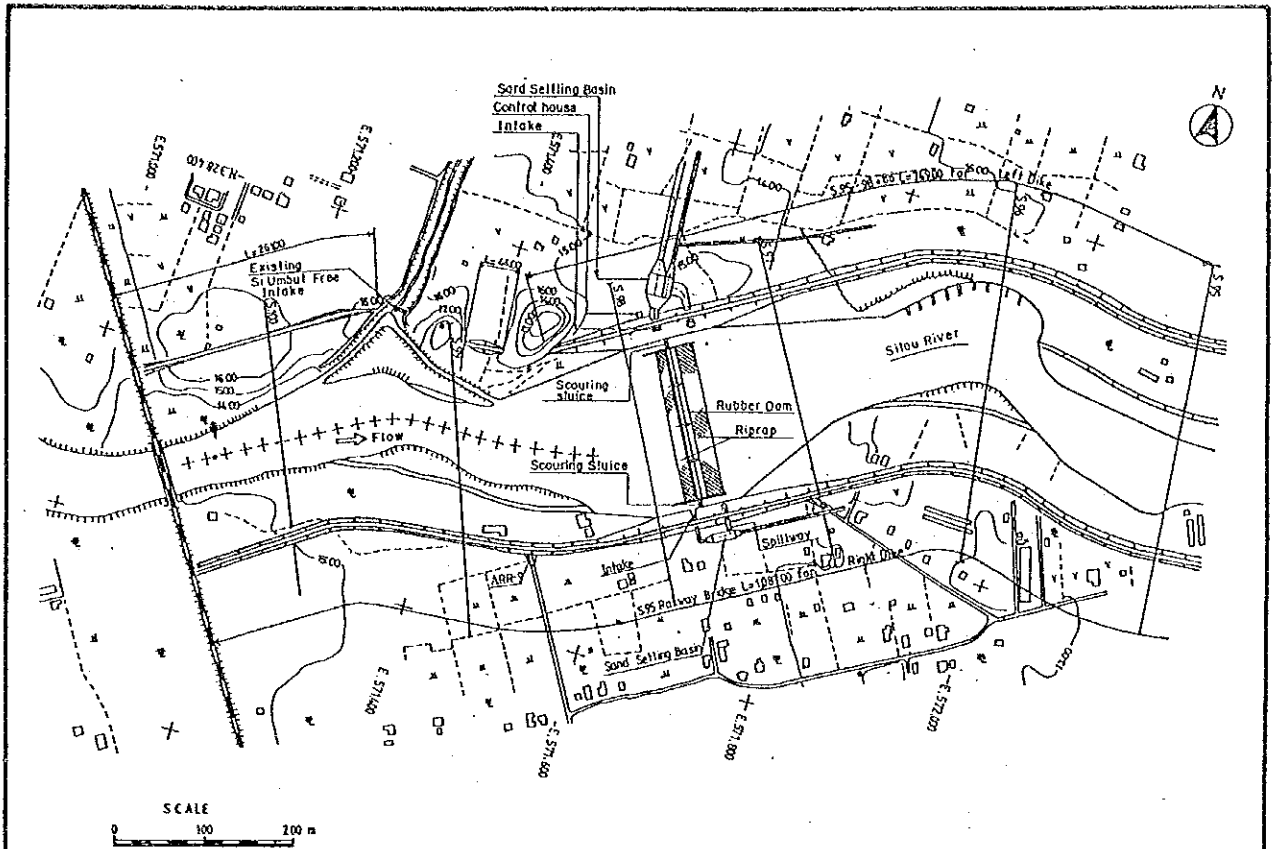


図 5-4 計画灌漑排水システム

Republic of Indonesia
 MASTER PLAN STUDY ON
 LOWER ASAHAN RIVER BASIN DEVELOPMENT
 Japan International Cooperation Agency



Scale 0 10 20 30 40 50 100 m

Note: This cross section is traced based on the cross section of S.98 in Lower Asahan River Control Project.

図 5-5 シラウ統合堰の概要

Republic of Indonesia
 MASTER PLAN STUDY ON
 LOWER ASAHAN RIVER BASIN DEVELOPMENT
 Japan International Cooperation Agency

