

国際協力事業団
フィリピン共和国
公共事業道路省

フィリピン国

カガヤン川下流域洪水対策計画調査

ファイナルレポート

要約

平成 14 年 2 月

日本工営株式会社
日本建設コンサルタント株式会社

社 調 二
J R
02 - 06

ファイナルレポートの構成

要約

- Volume I** : **Executive Summary**
- Volume II** : **Main Report**
- Volume III-1** : **Supporting Report**
Annex I : Socio-economy
Annex II : Topography
Annex III : Geology
Annex IV : Meteo-hydrology
Annex V : Environment
Annex VI : Flood Control
- Volume III-2** : **Supporting Report**
Annex VII : Watershed Management
Annex VIII : Land Use
Annex IX : Cost Estimate
Annex X : Project Evaluation
Annex XI : Institution
Annex XII : Transfer of Technology
- Volume III-3** : **Supporting Report**
Drawings
- Volume IV** : **Data Book**

本報告書は、2001年6月現在の物価水準並びに外貨交換レートに基づき作成されている。採用した外貨交換レートは以下の通りである。

1.00 米ドル = 50.0 ペソ = 120.0 円

序文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国のカガヤン川下流域洪水対策計画調査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12年3月から平成13年12月までの間、6回にわたり、日本工営株式会社の佐藤秀樹氏を団長とし、同社ならびに日本建設コンサルタント株式会社から構成される調査団を現地に派遣しました。

また平成12年3月から平成14年2月の間、当事業団の大井英臣国際協力専門員を委員長とする作業監理委員会を設置し、本件調査に関し専門的かつ技術的な見地から検討・審議が行われました。

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

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

終わりに、本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14年2月

国際協力事業団
総裁 川上 隆朗



平成 14 年 2 月

国際協力事業団
総裁 川上隆朗殿

伝達状

今般、フィリピン国カガヤン川下流域洪水対策計画調査を終了致しましたので、ここに最終報告書を提出し、ご報告申し上げます。

本調査では、1987 年に策定されましたカガヤン川流域水資源開発に係るマスタープランの見直しと、洪水氾濫地域の人命・財産を守り有効な土地利用をはかることを目的としましたカガヤン川下流域の優先洪水対策計画ならびに灌漑開発計画のフィージビリティ調査を行いました。本報告書は、これらマスタープラン見直しとフィージビリティ調査の結果を記述しております。

本報告書が、本調査にて提案された事業実施の推進に役立ち、洪水被害の軽減と有効土地利用が計られ、さらにはカガヤン川流域の社会経済の発展に寄与することを願うものであります。

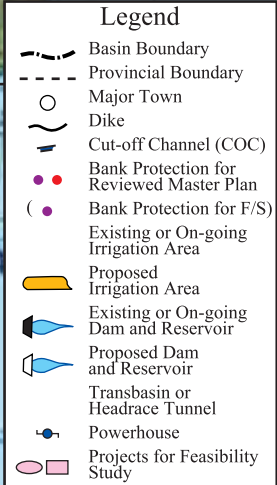
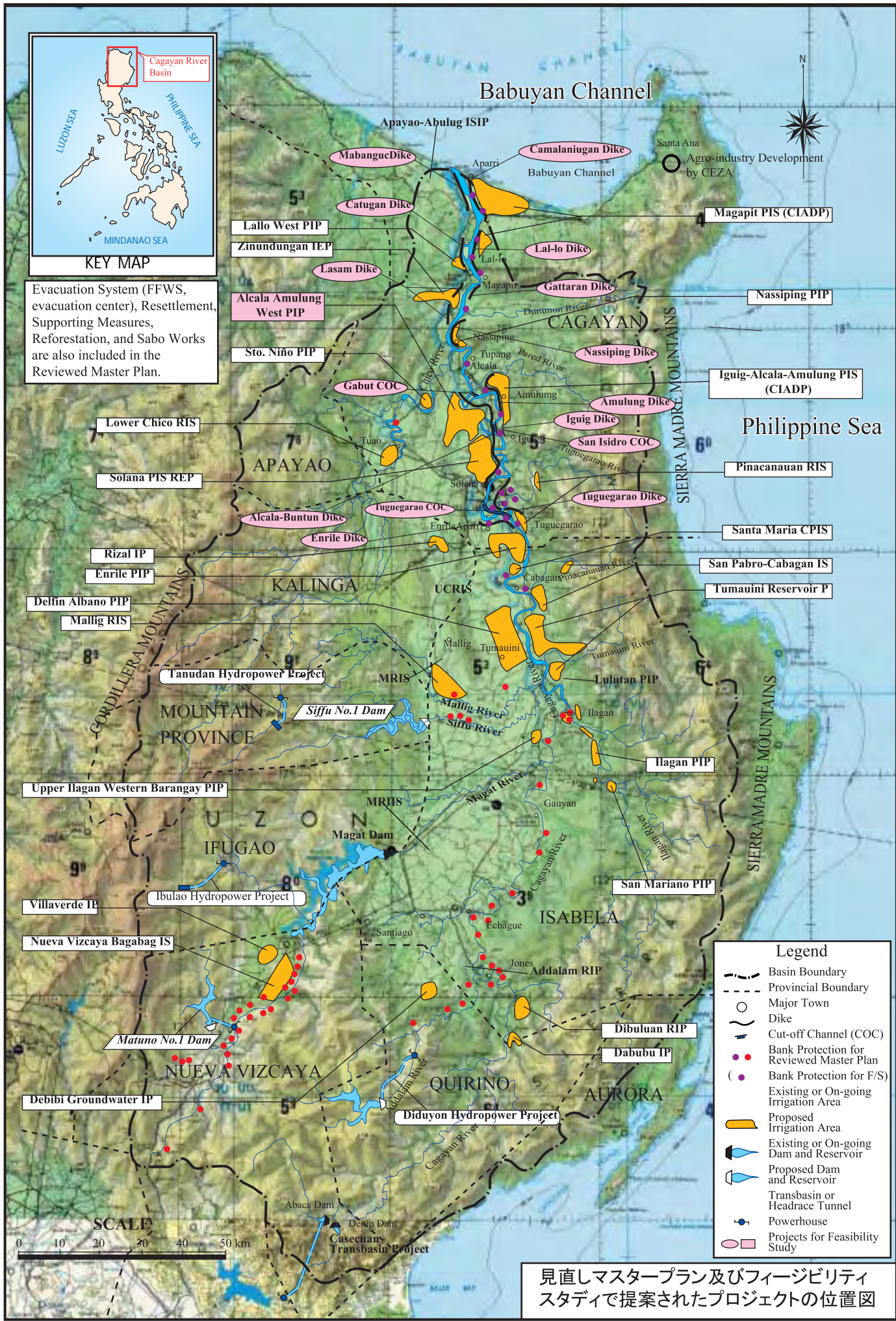
本報告書を提出するにあたり、全調査期間に亘り多大なご支援とご助言を賜った貴事業団、貴事業団フィリピン事務所、在フィリピン日本大使館、ならびにフィリピン国政府公共事業道路省をはじめとする政府諸機関の関係者各位に対し、心から感謝の意を表すものであります。

佐藤 秀樹
佐藤 秀樹

フィリピン国カガヤン川下流域洪水対策計画調査団長



Evacuation System (FFWS, evacuation center), Resettlement, Supporting Measures, Reforestation, and Sabo Works are also included in the Reviewed Master Plan.



見直しマスタープラン及びフィージビリティスタディで提案されたプロジェクトの位置図

調査概要

1. 流域特性

カガヤン川	位置:	ルソン島北東部
	流域面積:	27,281 km ²
	流路延長:	520 km
	川幅:	300 - 2,000 m (河口からツゲガラオ間)
	河床勾配:	1/7,000 - 1/21,000 (河口からツゲガラオ間)
社会経済	流域人口:	255 万人 (1995 年、比国総人口の 3.3%) そのうち 84%が第 2 行政区内に居住
	GRDP(第 2 行政区):	545 億ペソ (1998 年)
	一人当り GRDP:	20,200 ペソ (500 米ドル、1998 年)
	貧困率:	約 40%
水文	年平均雨量:	2,600 mm
	年平均流出量:	1,372 m ³ /s (河口部)
洪水被害	浸水面積:	1,860 km ² (1973 年、台風オペン) 1,740 km ² (1980 年、台風アリン)
	年平均洪水被害額:	35.5 億ペソ (河口からツゲガラオ間)
	年平均侵食:	6 m - 28 m / 年
流域内地形	傾斜:	8%以下 6,600 km ² (24.2%)
		8% - 18% 3,400 km ² (12.4%)
		18%以上 17,300 km ² (63.4%)
	森林面積:	全流域面積の 41.7%
	著しい土砂流出:	マガット貯水池内での堆砂 流域内での侵食
土地利用	農地:	25%
	水田:	472,500 ha
	トウモロコシ畑:	137,300 ha
	その他:	66,600 ha
	草地:	31%
	森林:	42%
農作物生産量	その他:	2%
	米:	全国値の 13%
	トウモロコシ:	全国値の 16%

2. 1987 年マスタープラン

1985 -1987 年に JICA により調査・策定されたマスタープランの概要

多目的プロジェクト:	既設マガットダム (灌漑・治水・発電) シフ No.1 ダム (灌漑・治水・発電) マリゲ No.2 ダム (灌漑・治水) マツノ No.1 ダム (灌漑・発電) アリミット No.1 ダム (灌漑・発電)
洪水防御計画:	ツゲガラオ堤防 マガビット狭窄部の開削 カバガン堤防 護岸工
農業開発計画:	14 灌漑プロジェクト 永年作物栽培 放牧地開発
水力発電計画:	イブラオプロジェクト タヌダンプロジェクト デイドゥヨンプロジェクト

3. カガヤン川流域開発の基本コンセプト

- (1) 調査期間:2000 年 3 月-2002 年 1 月
- (2) 調査の範囲:
 - 1) 1987 年マスタープランの見直し
 - 2) カガヤン川下流域洪水対策のフィージビリティ調査
 - 3) 技術移転
- (3) 基本コンセプト:
 - 1) 社会経済現況: 低経済開発 / 低所得
 - 2) 開発の遅れの背景・原因: 自然災害 / 少ない投資 / 中央・地方政府のカガヤン流域開発に対する不十分な認識
 - 3) 社会経済開発の必要性 : 洪水に対する安全性 / 均衡開発 / 生活水準の向上
 - 4) 開発ポテンシャル: 土地資源 / 水資源 / その他
 - 5) 開発の基本コンセプト:
 - 目標年次を 2020 年に設定
 - 一人当たり GRDP を首都圏行政区を除いた全国レベルに押し上げる
 - 貧困率の低減
 - 水資源開発分野の追加投資額: 約 300 億ペソ(2020 年まで)
 - 6) プロジェクトの構成
 - 洪水対策

- 灌漑開発
- 流域保全
- 水供給と水力発電
- 水質管理
- 河川環境管理
- 事業費

新規 / 追加投資額

多目的ダムプロジェクト	3,172	百万ペソ
洪水防御プロジェクト	19,239	
灌漑プロジェクト	9,070	
小計	31,481	
<u>現行投資額および民間投資</u>		
灌漑プロジェクト	9,500	
流域保全プロジェクト	10,472	
水力発電プロジェクト	47,901	
小計	67,873	
合計	99,354	

4. 優先プロジェクト (フィージビリティプロジェクト)

- カガヤン川下流洪水対策計画 (第 1 段階)

#緊急護岸工	21	サイト
#植樹帯工	70	km
#左岸築堤(河口～マガピット間)	17.3	km
#右岸築堤(河口～マガピット間)	26.0	km
#非構造的洪水対策	LS	
<u>プロジェクトコスト (合計)</u>	<u>2,786</u>	<u>百万ペソ</u>
- アルカラ・アムルン西部ポンプ灌漑プロジェクト (第 1 段階)

#灌漑開発 (第 1 期のみ)	4,090	ha
#農業支援策	LS	
<u>プロジェクトコスト (合計)</u>	<u>1,626</u>	<u>百万ペソ</u>
- プロジェクトコスト (総計)

	4,412	百万ペソ
--	-------	------

5. 実施体制 (第一段階)

総括管理: DPWH

共同実施機関: DA, NIA, PAGASA, LGUs 等による調整委員会

実施期間: 2002-2007 年

資金: 比政府資金および外国資金

フィリピン国
カガヤン川下流域洪水対策計画調査

ファイナルレポート

要約

目次

ファイナルレポートの構成
見直しマスタープラン及びフィージビリティスタディのプロジェクト位置図
調査概要
略語
単位

ページ

パート I 総論.....	1
I. 序.....	1
調査の背景と典拠.....	1
調査の目的.....	1
調査の対象地域.....	1
調査スケジュールと調査内容.....	2
最終報告書.....	2
II. カガヤン川流域の現況.....	3
流域の位置.....	3
社会経済現況.....	3
地形地質.....	3
気象水文.....	4
河川の現況.....	4
洪水被害と洪水対策の現況.....	4
流域の保全状況.....	4
土地利用の現況.....	5
既存洪水防御その他河川関連施設.....	5
水利用現況.....	5
環境.....	6
組織・制度.....	6
パート II 1987年マスタープランの見直し.....	8
III. 1987年マスタープラン.....	8
1987年マスタープランの概要.....	8
1987年マスタープラン策定当時の流域の変化.....	10
1987年マスタープラン見直しの必要性.....	11
IV. 目標年次(2020年)までの社会経済枠組設定.....	12
人口予測.....	12
経済成長目標と投資額.....	12

V.	気象・水文	13
	洪水流出	13
	低水流出	13
	水収支	13
	流砂	14
	河床変動	14
	塩水遡上	14
	洪水氾濫	14
VI.	多目的ダムプロジェクト	15
	1987年マスタープランで提案された多目的ダムの見直し	15
	多目的ダムの諸元	15
VII.	洪水防御	16
	基本方針	16
	フレームワークプラン(全体計画)	16
	長期計画の見直し	16
VIII.	流域保全	18
	基本方針	18
	長期計画	18
IX.	土地利用	19
	土地利用計画	19
	灌漑フレームワークプラン(全体計画)	19
	灌漑長期計画	19
X.	1987年マスタープランの見直し	21
	カガヤン川流域開発の基本コンセプト	21
	1987年マスタープランの見直し	22
	見直しマスタープランの評価	23
	見直しマスタープランの実施スケジュールと実施体制	26
パート III	フィージビリティスタディ	28
XI.	フィージビリティスタディの対象プロジェクト	28
	フィージビリティスタディの基本方針	28
	フィージビリティスタディの対象プロジェクト	28
XII.	基本設計	29
	カガヤン川下流域洪水対策の基本設計	29
	カガヤン川下流域灌漑プロジェクトの基本設計	30
XIII.	施工計画及び積算	31
	建設計画と実施工程	31
	建設実施形態	32
	事業費	32
	運営・維持管理費	32
XIV.	実施計画	33
	実施体制	33

XV.	プロジェクト評価.....	34
	自然環境評価.....	34
	社会環境評価.....	34
	経済評価.....	34
XVI.	提言.....	36
	結論と提言.....	36

表目次

	ページ
表 1	見直しマスタープランの年次別支出..... T1
表 2	カガヤン川下流域洪水対策及びアルカラ・アムルン灌漑プロジェクト、 フェーズ I(2002 - 2007)の年次別支出..... T2

図目次

	ページ
図 1	既往洪水氾濫エリア..... F1
図 2	水関連省庁の機能と組織上の関係..... F2
図 3	1987 年マスタープラン位置図..... F3
図 4	洪水対策長期計画..... F4
図 5	カガヤン流域植林計画..... F5
図 6	土地利用計画..... F6
図 7	灌漑プロジェクト長期計画..... F7
図 8	見直しマスタープランのプロジェクト位置図..... F8
図 9	見直しマスタープランの実施スケジュール..... F9
図 10	カガヤン川流域開発実施体組織図..... F10
図 11	フィージビリティスタディ対象プロジェクト位置図..... F11
図 12	カガヤン川下流域洪水対策及びアルカラ・アムルン灌漑プロジェクト、 フェーズ I(2002 - 2007)の実施スケジュール..... F12
図 13	フィージビリティスタディ対象プロジェクト実施体組織図..... F13

略語

A&D	Alienable and Disposable Land	譲渡可能地
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
AFMA	Agriculture and Fisheries Modernization Act	農漁業近代化法
AFMP	Agriculture and Fisheries Modernization Plan	農漁業近代化計画
AFP	Armed Forces of the Philippines	フィリピン国軍
Agromet	Agro-meteorological Station, PAGASA	PAGASA 農業気象観測所
AIT	Asian Institute of Technology	アジア工科大学
AO	Administrative Order	政令
APDMC	Asia Pacific Disaster Management Centre	アジア太平洋災害管理センター
ARC(s)	Agrarian Reform Committee(s)	農地改革委員会
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
B/C	Benefit-Cost Ratio	便益費用比
BAS	Bureau of Agricultural Statistics	農業統計局
BDCC	Barangay Disaster Coordinating Council	バランガイ災害調整委員会
BFP	Bureau of Fire Protection	消防局
BM	Bench Mark	基準点
BOC	Bureau of Construction (DPWH)	建設局 (DPWH)
BOD	Bureau of Design (DPWH)	設計局 (DPWH)
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
BOI	Board of Investment	投資委員会
BOT	Bureau of Telecommunication	通信局
BRS	Bureau of Research and Standard (DPWH)	研究基準局 (DPWH)
BSWM	Bureau of Soils and Water Management	土壌・水管理局
CAGELCO	Cagayan Electric Cooperative	カガヤン電力協同組合
CAR	Cordillera Administrative Region	コルディレラ特別行政区
CARP	Comprehensive Agrarian Reform Program	包括的農地改革プログラム
CBFM	Community Based Forest Management	住民参加型森林管理
CBIS	Community-Based Information System	住民参加情報システム
CDA	Cooperative Development Authority	共同組合開発庁
CDCC	City Disaster Coordinating Council	市災害調整委員会
CENRO	Community Environment and Natural Resources Office	コミュニティ環境天然資源事務所

CEZA	Cagayan Economic Zone Authority	カガヤン経済開発庁
CIADP	Cagayan Integrated Agricultural Development Project	カガヤン総合農業開発事業
CITES	Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (Washington Treaty)	ワシントン条約
CLUP	Comprehensive Land Use Plan	包括的土地利用計画
CPDC	City Planning and Development Coordinator	市計画開発調整官
CPDO	City Planning and Development Office	市計画開発室
DA	Department of Agriculture	農業省
DA-BFAR	Department of Agriculture – Bureau of Fisheries and Aquatic Resources	漁業水産局
DAR	Department of Agrarian Reform	農地改革省
DBM	Department of Budget and Management	予算管理省
DCC	Disaster Coordinating Council	災害調整委員会
DECS	Department of Education, Culture and Sports	教育文化スポーツ省
DENR	Department of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
DFA	Department of Foreign Affairs	外務省
DILG	Department of the Interior and Local Government	内務地方自治省
DO	Department Order	省令
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素
DOE	Department of Energy	エネルギー省
DOH	Department of Health	保健省
DOLE	Department of Labor and Employment	労働雇用省
DOST	Department of Science and Technology	科学技術省
DOT	Department of Tourism	観光省
DOTC	Department of Transportation and Communication	運輸通信省
DPWH	Department of Public Works and Highways	公共事業道路省
DSWD	Department of Social Welfare and Development	社会福祉開発省
DTI	Department of Trade and Industry	貿易産業省
ECA	Environmental Critical Area	環境危険区域
ECC	Environmental Compliance Certificate	環境適合証明
EIA	Environmental Impact Assessment	環境影響評価
EIAPO	Environmental Impact Assessment Project Office	環境影響評価プロジェクト事務所

EIS	Environmental Impact Statement	環境影響報告書
EIRR	Economic Internal Rate of Return	経済的内部収益率
EMB	Environmental Management Bureau	環境管理局
ENRO	Environment and Natural Resources Office (Provincial Government)	環境天然資源事務所（州政府）
EO	Executive Order	大統領令
FIDA	Fiber Industry Development Authority (DA)	繊維産業開発庁（DA）
FIRR	Financial Internal Rate of Return	財務的内部収益率
GA	Government Agency	政府機関
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GIS	Geographical Information System	地理情報システム
GOJ	Government of Japan	日本政府
GOP	Government of the Philippines	フィリピン政府
GPS	Global Positioning System	地球測位システム
GRDP	Gross Regional Domestic Product	地域内総生産
GVA	Gross Value Added	総付加価値
HLURB	Housing and Land Use Regulatory Board	居住土地利用調整委員会
HUDCC	Housing and Urban Development Coordinating Council	都市開発調整委員会
IBRD	International Bank for Reconstruction and Development	国際復興開発銀行
IEE	Initial Environmental Examination	初期環境評価
IRA	Internal Revenue Allotment	国内歳入割当
IUCN	International Union for the Conservation of the Nature and Natural Resources	国際自然保護連合
JAFTA	Japan Forest Technical Association	日本林業技術協会
JBIC	Japan Bank for International Cooperation (Ex-OECF & EXIM)	国際協力銀行 （旧海外経済協力基金と輸出入銀行）
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力事業団
LARC	Local Amateur Radio Club	地方アマチュアラジオ同好会
LBP	Land Bank of the Philippines	フィリピン土地銀行
LGU(s)	Local Government Unit(s)	地方政府
LTO	Land Transportation Office	陸運事務所
LWD	Local Water District	地方水道区
LWUA	Local Water Utility Agency	地方水道庁
M/D	Minutes of Discussion	協議議事録
MDCC	Municipal Disaster Coordinating Council	町災害調整委員会

MGB	Mines and Geo-science Bureau	鉱物地球科学局
MLUC	Municipal Land Use Committee	町土地利用委員会
MM	Minutes of Meeting	会議議事録
MMSL	Meters above Mean Sea Level	海拔標高
MPDC	Municipal Planning and Development Coordinator	町計画開発調整官
MPDO	Municipal Planning and Development Office	町計画開発室
MTPDP	Medium Term Provincial Development Plan	州中期開発計画
NAAD	Network of Areas for Agricultural Development	農業開発優先地区
NAMRIA	National Mapping and Resource Information Authority	国家地図資源情報庁
NAPHIRE	National Post Harvest Institute for Research and Extension	国家集積後研究普及所
NAPOCOR	National Power Corporation (or NPC)	国家電力公社
NCDPP	National Calamities and Disaster Preparedness Plan	国家災害対策計画
NCIP	National Commission on Indigenous Peoples	国家先住民委員会
NCR	National Capital Region	首都圏行政区
NDCC	National Disaster Coordinating Council	国家災害調整委員会
NEDA	National Economic and Development Authority	国家経済開発庁
NEPC	National Environmental Protection Council	国家環境保護委員
NFA	National Food Authority	国家食糧庁
NGA(s)	National Government Agency (Agencies)	中央政府機関
NGO(s)	Non-Government Organization(s)	非政府組織
NHA	National Housing Authority	国家居住庁
NIA	National Irrigation Administration	国家灌漑庁
NIPAS	National Integrated Protected Areas System	国定土地総合保全法
NPC	National Power Corporation (or NAPOCOR)	国家電力公社
NPAAAD	Network of Protected Areas for Agriculture and Agro-industrial Development	農業農産加工業開発優先特別地区
NPAAD	Network of Protected Areas for Agricultural Development	農業開発優先特別地区
NPV	Net Present Value	純現在価値
NSCB	National Statistical Coordination Board	国家統計調整委員会

NSO	National Statistics Office	国家統計局
NTC	National Telecommunication Commission	国家通信委員会
NWRB	National Water Resources Board (Ex-NWRC)	国家水資源委員会
O&M or O/M	Operation and Maintenance	運営維持管理
OCD	Office of Civil Defense	市民防衛局
PAGASA	Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration	気象天文庁
PAMB	Protected Area Management Board	保護地区管理委員会
PAWB	Protected Area and Wildlife Bureau	保護地区野生生物局
PCA	Philippine Coconut Authority	フィリピンココナツ庁
PCM	Project Cycle Management	プロジェクトサイクルマネジメント
PCG	Philippine Coast Guard	フィリピン沿岸警備隊
PD	Presidential Decree	大統領令
PDCC	Provincial Disaster Coordinating Council	州災害調整委員会
PDMO	Provincial Disaster Management Office	州災害管理事務所
PDZ	Permanent Danger Zone	永久的危険地帯
PENRO	Provincial Environment and Natural Resources Office	州環境天然資源事務所
PFDA	Philippine Fishery Development Authority	フィリピン水産開発庁
PHIVOLCS	Philippine Institute of Volcanology and Seismology	フィリピン火山地震研究所
PHO	Provincial Health Office	州保健事務所
PIA	Philippine Information Agency	フィリピン情報庁
PMO	Project Management Office (DPWH)	プロジェクト管理事務所
PMO-MFC DP	Project Management Office - Major Flood Control and Drainage Projects	プロジェクト管理事務所 - 洪水管理排水プロジェクト
PMS	Presidential Management Staff	大統領府職員
PNP	Philippine National Police	フィリピン国家警察
PNR	Philippine National Railways	フィリピン国有鉄道
PNRC	Philippine National Red Cross	フィリピン国家赤十字社
PPA	Philippine Port Authority	フィリピン港湾庁
PPDC	Provincial Planning and Development Coordinator	州計画開発調整官
PPDO	Provincial Planning and Development Office	州計画開発調整室
PPFP	Provincial Physical Framework Plan	州枠組計画

PRA	Participatory Rural Appraisal	参加型農村調査
PSWDO	Provincial Social Welfare and Development Office	州社会福祉開発事務所
PTA	Philippine Tourism Authority	フィリピン観光庁
RA	Republic Act	共和国法
RDC	Regional Development Council	行政区開発委員会
RDCC	Regional Disaster Coordinating Council	行政区災害調整委員会
RFPF	Regional Physical Framework Plan	行政区枠組計画
RRA	Rapid Rural Appraisal	簡易農村調査
RSRDAD	Remote Sensing and Resource Data Analysis Department	リモートセンシング 資源データ解析省
SAFDZ	Strategic Agricultural and Fisheries Development Plan	戦略的農漁業開発計画
SRA	Social Reform Agenda	社会改革アジェンダ
SS	Suspended Solid	浮遊固形物
SW	Scope of Works	作業範囲
TESDA	Technical Education and Skills Development Authority	技術教育・技能開発庁
TOR	Terms of Reference	業務内容

單位

Length

mm	=	millimeter
cm	=	centimeter
m	=	meter
km	=	kilometer
LM	=	linear meter

Volume

cm ³	=	cubic centimeter
l	=	liter
kl	=	kiloliter
m ³	=	cubic meter
MCM	=	million cubic meter

Weight

g	=	gram
kg	=	kilogram
ton	=	metric ton

Time

sec	=	second
min	=	minute
hr	=	hour
d	=	day
y	=	year

Energy

W	=	watt
kW	=	kilowatt

Area

m ²	=	square meter
ha	=	hectare
km ²	=	square kilometer

Derived Measures

m/s	=	meter per second
m ³ /s	=	cubic meter per second
kWh	=	kilowatt hour
MWh	=	megawatt hour
GWh	=	gigawatt hour
PPM	=	parts per million
kmph	=	kilometer per hour

Currency

PHP	=	Philippine Peso
¥	=	Japanese Yen
US\$	=	US Dollar

Other Measure

%	=	percent
°	=	degree
°C	=	degree(s) Celsius
10 ³	=	thousand
10 ⁶	=	million
10 ⁹	=	billion

Fiscal Year

January 1 to December 31

パート I 総論

I. 序

調査の背景と典拠

- 1.1 カガヤン川流域の最初の水資源総合開発計画(マスタープラン)はフィリピン政府と日本政府の合意の下に、1987年に国際協力事業団によって策定された(1987年マスタープラン)。フィリピン政府はそのマスタープランによって提言されたプロジェクトを実施すべく努力をしたが、計画対象地域の政情不安、安全上の問題、資金不足などの已む無き理由で、これまで何ら実施されなかった。このような状況は近年著しく改善され、フィリピン政府は今、1987年マスタープランで提案されたプロジェクトを実施しようとしている。
- 1.2 洪水の頻発がカガヤン川流域の持続的な社会経済発展と地域住民生活向上にとって大きな阻害要因となっている。これに鑑み、1987年マスタープランで提言されている治水事業に優先度を与え、フィリピン政府は日本政府に対し1999年5月に、カガヤン川下流域の洪水対策に係るフィージビリティ調査を実施すべく技術援助を要請した。この要請に応え日本政府はフィージビリティ調査の実施を決定した。1999年12月17日、フィリピン国公共事業道路省と国際協力事業団との間に、調査実施協定が締結され、この協定に基づき調査が行われた。
- 1.3 国際協力事業団は本調査を実施するためにコンサルタントを選定し、調査団を結成した。調査団は比国政府と密接な協力の下に調査を実施した。国際協力事業団は、調査団を指導し調査結果を検討するために、国土交通省、外務省、国際協力銀行のメンバーからなる作業監理委員会を設立した。フィリピン政府は公共事業道路省次官を委員長とし、関係各省をメンバーとする推進委員会(ステアリングコミッティー)を設立し、更に公共事業道路省および国家灌漑開発庁それぞれの技術作業部会を設立し、調査団に対するカウンターパートを配置し調査に協力した。

調査の目的

2. 本フィージビリティ調査の目的は以下の通りである。
 - 1) カガヤン川下流域の土地利用計画を含む洪水防御計画のフィージビリティ調査を実施すること。
 - 2) 調査の実施を通じてカウンターパートに対して技術移転を行うこと。なお、本調査では、流域の社会経済発展を目指し対象地域の洪水防御、流域保全と土地利用に焦点を当てて、1987年マスタープランの見直しも行った。

調査の対象地域

3. フィージビリティ調査の対象地域は、カガヤン川下流域である。また、1987年マスタープラン見直しの対象地域はカガヤン川全流域(流域面積27,281 km²)である。

調査スケジュールと調査内容

- 4.1 本調査は2000年3月に開始され、2002年1月に終了した。これまでに行われた6次の現地調査と5次の国内作業を通じ、関連資料収集分析、地形測量、地質・土質調査、水文観測解析、環境調査等を行い、1987年マスタープランの見直しと優先プロジェクトのフィージビリティ調査が行われた。1987年マスタープランの見直しでは、カガヤン川全流域に対する治水計画・流域保全計画・土地利用計画の長期計画を見直した後、2020年を目標年とする見直しマスタープランを提言した。フィージビリティ調査は、カガヤン川下流洪水対策計画および選定された優先灌漑事業計画につき実施した。
- 4.2 現地調査の期間中、日々の作業を通じてのオンザジョブトレーニング、8回のカウンターパートとの共同会議、4回のワークショップ、2回の技術移転セミナーを通じて技術移転を実施した。また事業実施に対する地方政府の参画に関する意見交換を目的に地方政府に対するコンサルテーションミーティングを2回実施した。

最終報告書

- 5.1 本ファイナルレポート(最終報告書)は現地調査結果とマスタープランの見直し、フィージビリティ調査を含む調査結果のすべてを網羅している。本報告書は、調査団が2001年12月4日に提出した最終報告書(案)に関する2001年12月13日に開催されたステアリングコミッティー会議の結論と、最終報告書(案)に対するフィリピン関係各省庁からのコメントを取り入れて作成されたものである。
- 5.2 本報告書は6分冊からなる。すなわち、第I巻:要約、第II巻:主報告書、第III巻:サポーティング報告書(これは更に3分冊からなる)、および第IV巻:資料集である。

II. カガヤン川流域の現況

流域の位置

6. カガヤン川流域は、ルソン島北東部に位置し、その流域面積は27,281 km²、流路延長520 kmでフィリピン国最大の河川である。流域は、東はシエラマドレ山脈、西はコルディレラセントラル山脈、南はカラバロマパラン山脈に囲まれ、北はバブヤン海峡に接している。(添付流域図参照)

社会経済現況

- 7.1 カガヤン川流域は第2行政区(リージョン)とコルディレラ特別行政区に広がり、一部ではあるが第4行政区にも属している。流域の地方行政区画としては9州(プロビンス)に広がっており、流域内には110市町がある。市としてはカガヤン州の州都ツゲガラオ市(第2行政区の中心都市)とイサベラ州のサンチャゴ市の2市のみである。
- 7.2 カガヤン川流域の人口は1995年国勢調査によると、約255万人であり、フィリピン国総人口の3.3%に当たる。人口増加率は80年代で2.25%であったが、90年代には1.73%へと減少した。流域人口の84%(214万人)は第2行政区に、コルディレラ特別行政区には16%(41万人)、第4行政区には0.5%(9千人)が住んでいる。従って、流域の社会経済状況は第2行政区のそれによって代表されるといえる。
- 7.3 第2行政区の地域内総生産は1998年には545億ペソ(約13.5億米ドル相当)で、全国15州の内14番目に位置する(資料の無い第13行政区を除く)。また、一人当たり地域内総生産は2.02万ペソ(約500米ドル)であり、これは15州の内12番目、かつ全国平均の約55%に当たり、経済開発の遅れた地域と言える。貧困率は全国レベルで見ると低い方であるが、なお40%程度と高いレベルにある。

地形地質

- 8.1 カガヤン川流域は傾斜地が多く、傾斜8%以下の土地は6,600 km²、8%~18%の土地は3,400 km²、18%以上の土地は17,300 km²に達する。カガヤン川の主要支川はマガット川、イラガン川、シフ・マリグ川、ツゲガラオ川、チコ川である。これら支川は流域の東西および南部斜面を流下した後カガヤン本川に合流する。カガヤン本川は平坦な沖積平野を南から北に向かって流れバブヤン海峡に注ぐ。
- 8.2 カガヤン川流域を構成する岩は、前第三紀の変成岩および深成岩である。これらは後期第三紀と第四紀に火成岩の貫入によって隆起した。漸新世の岩は溶岩・変成レキ岩・凝灰角レキ岩・凝灰質砂岩および泥岩から成る。後期更新世から現世の砂層・シルト・レキおよび火砕質の岩も見られる。地震は北部ルソンの西側に多く発生し、東のカガヤン川流域では地震の頻度は小さい。1990年7月に発生したバギオ地震は既往最大規模で震度7.8に達し、サンタフェ地域を含むカガヤン流域南西部の斜面崩壊を招きマガット川流域の生産土砂量・流砂量が増大した。

気象水文

9. カガヤン川流域の水資源は豊富で年平均雨量は2,600 mm、河口での年平均流出量は1,372 m³/sと算定される。気候区分は明確ではないものの、おおよそ12月から4月にかけての乾季と5月から11月の間の雨季がある。年間降雨は山地部の4,000 mm以上から北部平地部の2,000 mm以下までと多様である。カガヤン川河口での100年確率洪水は21,400 m³/sと推定され、比流量0.784 m³/sに相当する。

河川の現況

- 10.1 カガヤン川下流部(アルカラからツゲガラオ間)の通水能力は2,000 m³/sと2年確率洪水量以下である。下流部(河口からツゲガラオ間)の河床勾配は1/7,000 ~ 1/21,000、川幅は300 m ~ 2,000 mと変化している、
- 10.2 河口から30 km ~ 70 km区間は狭窄部を形成しており(マガピット狭窄部と呼ぶ)、その上流部は狭窄部の背水により、水面勾配が緩く蛇行に伴う河道の移動が顕著である。例えばイググ付近では過去50年間に5 kmも河道が移動した。一方河床高の変動に関しては、マガピット橋からツゲガラオ川合流点にかけて僅かな上昇がみられるものの、その他の区間では変化が窺えず河床は安定状態にあるといえる。

洪水被害と洪水対策の現況

- 11.1 現況の河道通水能力は低く、洪水氾濫が頻繁に生じ地域住民に被害を与えている。中でも1973年、1980年および1998年には大洪水に襲われた(参照図1)。1973年洪水は台風オペンにより起こされ浸水面積が1,860 km²に達した。1980年洪水は台風アリンにより生じ1,740 km²の地域が浸水した。1998年洪水は台風イリアンおよびロレンにより発生し浸水面積は約620 km²であった。既往最大であった1973年洪水は約25年確率洪水に相当すると想定される。年平均洪水被害額はカガヤン川河口からツゲガラオ間で約36億ペソと推定され、地域総生産の約6.6%にのぼる。
- 11.2 カガヤン川全川に亘り河岸侵食がみられる。特に侵食が激しく被害が甚大な箇所は73箇所ある。これらの地点での年平均侵食は6 mから28 mに及び、
- 11.3 公共事業道路省や地方政府が現在実施している構造的治水対策は資金の制約から小規模な護岸工事・水制工事に限定されている。非構造的対策としては現在洪水予警報システムおよび避難システムがあるが、予警報機器の故障および管理不十分のため適切な運用がなされていない。従って、適切な予警報がなされていない。また避難所設備が不十分である。

流域の保全状況

- 12.1 カガヤン流域の森林面積は現在全流域面積の41.7%で1987年マスタープラン当時の42.3%から僅かながら減少していることから森林保全が求められている。またマガット川上流域は1990年地震により斜面崩壊をきたし生産土砂量が増加している。1990年地震後、マガットダム貯水池の堆砂量が急激に増加し、1982年ダム完成後17年間に1.88億m³に達した。

これは100年設計堆砂量2.68億 m^3 の62.7%に相当する。更に、マガットダム上流部河道に3千万 m^3 の土砂が堆積していると算定され、マガット貯水池への潜在的流入土砂量と想定される。既存マガットダムの延命を図るための土砂流出防止対策が急務である。

- 12.2 環境天然資源省その他の政府組織が自己資金あるいは外国の資金援助、非政府組織の支援等を受けて、植林・砂防ダム建設など多様な流域保全策を実施している。しかし、資金不足と総合保全計画の不備などの理由から十分な保全策の実施には至っていない。

土地利用の現況

- 13.1 カガヤン川流域の約半分の面積は標高が400 m以上の丘陵・山岳地帯であり、60%以上の面積は傾斜が18%を越える。土地利用は、農地が24.8%、草地在31.1%、森林が41.7%、その他2.4%となっている。水田、トウモロコシ畑、その他の畑地は、それぞれ472,500 ha、137,300 ha、66,600 haで農地を構成している。既存の灌漑地区は218,000 haで、灌漑可能面積の46%に相当する。
- 13.2 カガヤン川流域は、三方を険しい山地で、一方を海で囲まれ、地理的に孤立している。マニラ首都圏への主要な交通路であるダルトンパスルートは、土砂崩れで閉鎖されることがあり、流通路の不備は重要な問題の一つである。流域の問題は、土地侵食、丘陵地の大土地占有、平野部の低農業生産性にある。土地侵食はかつての伐木によるものであり、丘陵地の大土地占有は畜産適地である丘陵地帯の有効利用を阻んでおり、平野部の低農業生産性は洪水や旱魃の被害によるものと想定される。
- 13.3 カガヤン川流域は比国の穀倉地帯と言われており、1995-99年の第2行政区の米(粳)とトウモロコシの生産量は全国の13%と16%を占めた。営農上の問題は、洪水や旱魃に加え、収穫後の損失が大きいこと、加工・流通・金融システムの不備などが考えられる。これらの問題は、当流域の貧困や地域格差の是正を阻んでいる要因であると考えられる。

既存洪水防御その他河川関連施設

14. 既存の洪水防御施設には河口付近の突堤・パラペットウォール、ツゲガラオ川の捷水路および護岸工、諸所に見られる護岸と水制がある。さらにマガットダムおよび洪水予警報システムや、学校等の指定避難所がある。その他の主要既存河川関連施設としては、マリス取水堰・チコ取水堰・カセクナンダム・マガピットポンプ場・アムルンポンプ場・イギグポンプ場・ソラナポンプ場・橋梁などがある。

水利用現況

15. 灌漑取水量は2000年で34.4億 m^3 と推定される。都市用水需要量は2000年で282,000 m^3 /日(1.03億 m^3 /年)と算定される。都市用水の供給源の殆どは地下水および湧水である。水資源は豊富であり(年間平均流量1,372 m^3 /s、433億 m^3 /年)、季節的変動による水不足の問題はあるものの水資源総量と水需要のバランス上大きな問題はない。

環境

- 16.1 カガヤン流域内において陸上植物種298種、陸上動物種182種が確認されている。この中にはワシントン条約(CITES)あるいは国際自然保護連合(IUCN)のレッドリストに登録されている種も含まれる。また、絶滅危惧種あるいは希少種が少数ながら存在する。カガヤン川水系には40を超える魚種が生息し、最も注目されているのがルドン(Ludong)であるが、近年乱獲やマガットダムの建設による生息区域の減少等により個体数の減少が指摘されている。カガヤン流域内には国立公園、鳥獣保護区、森林保護区域等合計18の保護区域がある。その多くはカガヤン本川から離れて位置している。
- 16.2 カガヤン川の水質は、概ねBODが2 ppm以下、DOが7 ppm以上であり、全体として良好である。しかし、大腸菌群など生物細菌による汚染が認められる地点もある。同様に井戸水の水質は、全体としては良好であるものの、大腸菌による汚染が確認された。また、環境大気質、及び騒音は、環境基準値を満たしており、特に問題は生じていない。
- 16.3 カガヤン川の沿岸地域では漁業が営まれている。漁民の多くは農業従事者であり、専業漁家は少ない。カガヤン川下流部には少なくとも18箇所の舟運航路がある。多くは小規模な客船フェリーであるが、小規模なカーフェリーも就航している。流域内には歴史・文化遺産が分布しているが、その多くはスペイン植民地時代の教会である。また、イフガオ州には世界遺産条約にも登録されているライステラス(棚田)が分布している。
- 16.4 公衆衛生は近年目覚しく改善されている。しかし安全な水へのアクセス率が約73 %、衛生トイレの普及率が約80 %等、改善の余地がある。教育環境については就学率、卒業率とも近年著しく改善されており、小学校の就学率は95 %以上である。現状における問題は教育資機材の不足および洪水発生時に小学校が避難所として使用され授業ができないことである。
- 16.5 カガヤン川流域には少数民族が分布しているものの、現在その多くが多数民族に同化しており、生活様式等の点においても大きな違いはない。

組織・制度

- 17.1 水資源開発、水利用、水管理に関係する省庁は20以上に亘っており、河川管理・水資源開発を実施・統括管理する専任省庁はない。国家水資源委員会(NWRB)が水資源管理の調整役を担っているが弱体であり、比政府は現在その強化策・水資源省設立・河川局設立案などを検討中であり、水・河川の統合管理が望まれる。現状での水関連省庁の機能と組織上の関係を添付図2に示す。
- 17.2 水・河川に関する基本法は「水法:Water Code」である。水配分・利用、河川の維持・管理、河川敷・洪水防御地域指定などを規定している。土地利用に関する基本法のひとつは「土地総合保全法:NIPAS」である。米・トウモロコシの自給自足を達成していないフィリピン国としては生産の維持・拡大を図るため農業用地の他目的への転用を禁じている。

- 17.3 比政府は中央集権行政から地方分権への移行を目指しており、その実施に向けて「地方行政法（Local Government Code）」を施行している。しかし、地方政府は資金的・技術的能力が低く中央政府の支援を必要としている。
- 17.4 これらの法律はかなり整備されていると判断されるが、河川敷・洪水防御地域指定がなされていないこと、不法占拠者・不法水利用・不法土地利用が多いことなど、法制度が実施されていないケースが多く、実施細則の見直し、実施体制の強化が必須である。

パート II 1987年マスタープランの見直し

III. 1987年マスタープラン

1987年マスタープランの概要

- 18.1 1987年マスタープランは、目標年を2005年としたカガヤン川全流域(流域面積27,281 km²)の水資源開発を目指して、1985年から1987年にかけてJICAによって調査・策定された。計画の地域経済開発目標を、2005年までに第2行政区の一人当たり地域内総生産(GRDP)を首都圏行政区(NCR)と第4行政区を除いた全国平均に押し上げることに置いた。
- 18.2 各水資源開発分野別の全体計画(フレームワークプラン)・長期計画は以下の通りであった。全体計画は将来の理想的な開発を期待したポテンシャル開発計画であり、長期計画は計画対象期間中で考えられる経済的に成り立つ計画と定義されている。
- 1) 洪水防御計画
全体計画:
 - a) 100年確率洪水を対象に、カガヤン川の洪水防御計画を策定した。
 - b) 洪水規模を削減するために上流部に治水ダムを計画した。
 - c) 洪水通水能力を増大させるためマガピット狭窄部の改良(拡幅)を行うこととした。
 - d) 中下流低地部の洪水氾濫を防ぐために堤防を構築することとした。
 - e) 支川では出来るだけ自然の洪水遊水効果を維持するよう計画するものとした。長期計画:
 - a) 全体計画に基づき、より経済効果の高い規模として、計画洪水量を25年確立洪水に縮小して長期計画を策定した。
 - b) 長期計画は下記の事業からなるものとした。
 -) カガヤン川本川および主要支川(シフ、イラガン、マガット)の築堤(付帯護岸、排水門を含む)
 -) ナシピンの狭窄部開削(マガピット狭窄部の一部)
 -) 捷水路建設(ガブット、およびサンシドロ捷水路)
 -) 護岸
 -) 治水専用ダム(カガヤンNo.1、イラガンNo.1)
 -) 多目的ダム計画による治水(シフNo.1、マリグNo.2、およびマガット)
 - 2) 農業開発計画
全体計画:
 - a) 農業適地108,000 haの全体開発(低地476,000 haおよび高地604,000 ha)
 - b) 低地476,000 haを、306,000 haの水田と170,000 haの畑地に分割開発
 - c) 高地604,000 haを、200,000 haの永年作物開発、300,000 haの牧草・畜産開発、および104,000 haの草原
 - d) 淡水漁業を主とした養魚開発

長期計画:長期計画には下記の計画が提言された。

- a) 拡張計画を含む新規灌漑計画9計画、65,330 ha(チコ、マリグ、マツノ多目的ダム計画に含まれる灌漑計画を含む)
 - b) 既存灌漑地の改修・改良計画5計画、12,200 ha
 - c) 畑地開発170,000 ha
 - d) 永年作物開発200,000 ha
 - e) 放牧・牧畜開発300,000 ha
 - f) 淡水養魚開発
- 3) 水力発電計画

全体計画:カガヤン川流域の水力開発ポテンシャルは約400万KWと推定される。このうち経済的に開発可能水力は約50%と推定されこれらポテンシャル開発を全体計画とされている。

長期計画:長期計画には下記の計画が含まれている。

- a) 発電単目的計画として、イブラオ(17 MW:流れ込み式)、タヌダン(25 MW:流れ込み式)、デイドゥオン(352 MW:ダム式)が提案された。
 - b) 多目的ダム計画による水力発電計画として、シフ第1(5.4 MW)、マツノ第1(180 MW)、アリミット第1(12.2 MW)、およびマガット(360 MW)が提案された。
 - c) 上記の他にカセクナン多目的ダム(268 MW)が実施中計画として取り上げられた。
- 4) 都市用水供給計画:都市用水需要は2005年で86万m³/日と推定された。都市用水の大部分は地下水あるいは湧水からの取水であり、1987年全体計画ではその物理的な計画はせず、水需給バランスの検討に止められた。
- 5) 多目的ダム計画:提案された多目的ダム計画は以下のとおりであった。
- a) シフ第1(治水、灌漑、発電)
 - b) マリグ第2(治水、灌漑)
 - c) マツノ第1(灌漑、発電)
 - d) アリミット第1(灌漑、発電)
 - e) マガット(既存ダム、治水、灌漑、発電)

これらの計画の内、マガットダムは既存のダムであり、その他は新規計画として提案されたものである。1987年全体計画では、マガットダム貯水池はその対象灌漑地域に対する水供給容量が不足しており、またダムが治水用ダムとして適切な地点に位置していることを明らかにした。よって、他の多目的ダムとの共同運用についての検討の結果、アリミット第1、シフ第1、マツノ第1と既設マガットダムの総合開発が提言された。その結果、マガット貯水池に治水容量139百万m³を付加しかつ灌漑不足容量94百万m³を他のダムで補填する計画が提言されている。

18.3 1987年マスタープランとして以下のプロジェクトが選定された(参照図3)。

- 1) 多目的プロジェクト: シフNo.1プロジェクト、マリグNo.2プロジェクト、マツノNo.1プロジェクト、アリミットNo.1プロジェクトおよび既設マガットダム(治水容量付加、運用変更)。

- 2) 洪水防御計画: ツゲガラオ堤防、カバガン堤防、狭窄部掘削(ナシピン下流左岸)、狭窄部掘削(ナシピン下流右岸)、護岸工。
- 3) 農業開発計画: 14灌漑新規/改修プロジェクト、畑地開発、永年作物開発、牧草地・牧畜開発。
- 4) 水力発電計画: イブラオ、タヌダン、デイドゥヨンプロジェクト。

総事業費は330億ペソ(17.36億米ドル相当)と算定された(1987年価格)。

18.4 1987年マスタープランでは10年間に実施すべき短期計画を提言している。その中に含まれているプロジェクトは以下のとおりである。

- 1) 多目的プロジェクト: シフNo.1プロジェクト、マリグNo.2プロジェクト、マツノNo.1プロジェクト。
- 2) 洪水防御計画: ツゲガラオ堤防、狭窄部掘削(ナシピン下流左岸)、護岸工、マガットダム¹⁾の治水運用。
- 3) 農業開発計画: ピナカナワン、ダブブの2灌漑プロジェクト、丘陵地モデル開発。

1987年マスタープラン策定当時からの流域の変化

- 19.1 カガヤン流域内の人口は、1980年の188万人から1995年には255万人と年率2.07%で増加している。第2行政区の地域内総生産は、1985年に153億ペソであったのが1999年には175億ペソ(1985年価格)と増加しているが、年増加率は1.0%と全国平均の3.4%に比べ低い。1985年に比べ1999年では農業およびサービス分野の伸びが見られるものの工業分野では生産高が落ちている。一人当たり地域内総生産は1985年の7,225ペソから1999年の6,441ペソ(1985年価格)へ年率0.88%で低下している。この事実は全国の経済開発の不均衡が拡大していることを示していると想定される。1987年マスタープラン当時、この地域は社会・経済・政治不安が厳しかったが、現在安定しているように見える。この状況変化は開発事業の実施が可能になってきたと言えよう。
- 19.2 最近10年間をみるとカガヤン川下流部の河川状況に大きな変化あるいは改善が見られない。河川蛇行による河岸浸食は以前同様に周辺住民にとって大きな問題である。1987年マスタープラン当時、深刻な河岸侵食地点は75ヶ所とされていたが、現在もなお73地点が深刻な河岸侵食を起こしている。カガヤン川沿いの氾濫原、特にアルカラから上流では今なお常襲的な氾濫被害に苦しめられている。1987年マスタープランでは洪水被害軽減のために、マスタープランの中から選定された緊急治水事業の実施を提言している。しかし、何ら実施に移されていない。原因は、多分、資金不足、あるいは問題の多い現況および開発の必要性にたいする理解に乏しいことではなかろうか。
- 19.3 カガヤン川流域の現有森林面積は11,384 km²、全流域面積の約41.7%であり、1987年マスタープラン当時の11,528 km²、42%から僅かながら減少している。1990年地震によるマガット川上流域の斜面崩壊と土砂流出はマガットダムへの堆砂とダム上流の河床上昇をもたらした。マガットダムの堆砂は1999年現在188百万m³に達し、設計時の期待値を大きく上回っている。

- 19.4 カガヤン川流域の米とコーンの生産高を1982-84年平均と1990-99年平均で比較すると生産高の伸びが窺える。現在全国生産高に占める割合は米が13.8%でありコーンが14%である。1987年マスタープラン調査当時建設中であった国家灌漑プロジェクト(NIP)が完成した後には実施中灌漑プロジェクトが二つあるものの、新規に完成したNIPはない。1987年に210,000 haであった灌漑面積は現在218,000 haと僅かに増加している。

1987年マスタープラン見直しの必要性

20. 1987年マスタープランの策定から既に14年が経過し、カガヤン川流域の人口・地域内総生産等社会経済現況が1987年マスタープランの予測値と異なってきている。1987年マスタープランで提案された洪水防御プロジェクトはひとつとして実現されていない。灌漑面積も1987年から僅か8,000 ha拡大したにすぎない。1987年マスタープランでは具体的提案の無かった流域保全の重要性が昨今叫ばれている。これらの観点から1987年マスタープランの見直しが必要と判断した。

IV. 目標年次(2020年)までの社会経済枠組設定

人口予測

21. 目標年次2020年までのカガヤン川流域内人口の成長は、国家統計局(NSO)予測をベースに想定すると、2000年、2010年、2020年にそれぞれ284万人、338万人、379万人と予測される。それぞれの期間の平均年成長率は2.22%、1.75%、1.13%と想定した。

経済成長目標と投資額

22. 第2行政区の経済成長の目標値を、一人当たり地域内総生産が目標年次2020年までに「首都圏行政区を除く全行政区の平均値」まで到達するものとした。この目標を達成するために必要な投資額を過去の実績に基づいて想定し、それをベースとして水資源開発に必要な投資額を設定した。その結果、水資源開発への公共投資額は約300億ペソとなった。全体の投資内訳は以下の通りである。

(単位:10億ペソ)

項目	単年投資額		累積投資額		
	2010	2020	2000-'10	2011-'20	Total
1. 継続投資事業	15.2	32.4	258.8	250.1	508.9
2. 特別投資事業	20.0	33.3	141.7	267.6	409.3
• AFMA	0.7	1.2	6.4	9.9	16.3
• CEZA	1.6	2.7	13.3	21.9	35.2
• 水資源開発	1.6	2.7	8.6	21.7	30.3
• 関連・派生投資	16.0	26.6	113.4	214.1	327.4
3. 合計	35.2	65.7	400.6	517.7	918.2

比政府は2020年までに一人あたり地域内総生産を目標レベルまで上げるために、水資源開発に約300億ペソの投資をする必要がある。詳細については主報告書第4章を参照されたい。

上記表の中で、1.「継続投資事業」とは現在実施されている公共投資規模を継続する事業であり、2.「特別投資事業」の内「AFMA」は現行農漁業近代化事業、「CEZA」はサンタ・アナ地区(カガヤン川流域北東部に位置する)の農産加工業を主体とするカガヤン経済開発区、「水資源開発」は本マスタープランで提言する開発事業、「関連・派生投資」は本計画による特別投資事業を実施することにより期待される関連あるいは派生して発生するであろう民間投資およびその他の関連投資を意味する。

V. 気象・水文

洪水流出

23. 1987年マスタープラン調査にて実施した貯留関数法による洪水流出解析の結果を見直したが、新たに追加した時間雨量・流量データが僅かであり、その結果が1987年の解析精度を上回るとは判断出来ないことから1987年の洪水流出解析結果をそのまま用いることとした。以下に1987年マスタープランの現状河道下での100年確率洪水ピーク値を示す。

基準点		100年確率洪水ピーク (m^3/s)
BP-1	カガヤン川河口	21,400
BP-2	本川チコ川合流点	21,000
BP-3	本川シフ・マリグ川合流点	25,300
BP-4	本川イラガン川合流点	23,500
BP-5	本川マガット川合流点	14,700
BP-6	チコ川本川合流点	8,700
BP-7	シフマリグ川本川合流点	3,300
BP-8	イラガン川本川合流点	9,400
BP-9	マガット川本川合流点	10,600

低水流出

24. 1987年マスタープランにて算定したタンクモデルによる1963年から1984年までの低水流出量に加え、同手法にて1985年から1998年までの低水流出量を算定した。以下は1963年から1998年までの本川、支川の主要点における年平均流出量である。

支川・本川	流域面積 (km^2)	年平均流出量 (m^3/s)
カガヤン川上流	6,633	289.3
マガット川	5,113	269.8
イラガン川	3,132	147.1
シフ・マリグ川	2,015	88.2
チコ川	4,551	256.1
カガヤン川河口	27,281	1,371.6

水収支

- 25.1 1987年マスタープランと同様に1/5確率渇水で水収支計算を行った。河川維持用水量は比流量 $0.0046 \text{ m}^3/\text{s}/\text{km}^2$ を用い、還元水量は灌漑用水30 % ; 水力発電100 % ; 上工水40 % と仮定した。都市用水需要は人口増加率から予測した。灌漑用水需要については現在・将来の灌漑計画を基に予測した。カガヤン流域内の総都市用水需要は2020年において $979,000 \text{ m}^3/\text{日}$ ($11.3 \text{ m}^3/\text{s}$)、灌漑用水需要は $65 \sim 377 \text{ m}^3/\text{s}$ と算定された。
- 25.2 水収支解析から灌漑用水不足が予想されたが、この水不足を解消するために灌漑計画に小規模貯水池を計画する必要がある。

流砂

26. 年流砂量は、1987年マスタープランと同様全流域の年間平均侵食率1.5 mm/年と仮定して推定した。また年間流砂量は1987年の算定結果と今回のそれとの差は殆どない。

河床変動

27. 河床変動解析を、マガピット狭窄部開削のケースにつき行ったところ、顕著な河床変動は狭窄部上下流には起きないことが判明した。

塩水遡上

28. 塩水遡上調査結果に基づく水理計算から、最低河床高を変えない限りでは、塩水くさびはマガピット狭窄部までは遡上しないとの結果が得られた。

洪水氾濫

29. 洪水氾濫シミュレーションを、カガヤン川河口からカバガンまでの区間を対象におこなった。氾濫域を1 km×1 kmのメッシュに分割し、各確率洪水ごとの最大湛水面積、湛水深・湛水時間を算出した。以下に確率年毎の湛水面積を示す。

確率年	2年	5年	10年	25年	50年	100年
湛水面積(km ²)	350	650	740	810	840	870

VI. 多目的ダムプロジェクト

1987年マスタープランで提案された多目的ダムの見直し

30. 1987年マスタープランでは計画地点でのポテンシャルを最大限利用することとして計画されており、提案された5多目的ダムは、その諸元を変えずそのまま採用する。

多目的ダムの諸元

31. 1987年マスタープランで提案された5ダムの諸元を以下に示す。

多目的ダム	諸元
1) 既設マガットダム	- ロックフィルタイプ、 - ダム高114 m、堤体積18百万m ³ 、堤頂長4,160 m、 - 有効貯水容量795百万m ³ 、現有治水容量164百万m ³ 、 - 追加治水容量139百万m ³ 、 - 発電設備容量360 MW、灌漑面積95,000 ha
2) シフNo.1ダム	- アースフィルタイプ、 - ダム高58 m、堤体積1.7百万m ³ 、堤頂長240 m、 - 有効貯水容量93百万m ³ (マガット灌漑地区補給容量41百万m ³ を含む)、治水容量115百万m ³ 、 - 発電設備容量5.4 MW、
3) マリグNo.2ダム	- ロックフィルタイプ、 - ダム高84 m、堤体積2.4百万m ³ 、堤頂長300 m、 - 有効貯水容量545百万m ³ 、治水容量112百万m ³ 、 - 灌漑面積31,200 ha
4) マツノNo.1ダム	- ロックフィルタイプ、 - ダム高147 m、堤体積10百万m ³ 、堤頂長580 m、 - 有効貯水容量97百万m ³ 、 - 発電設備容量180 MW、灌漑面積12,860 ha
5) アリミットNo.1ダム	- コンクリートダム、 - ダム高89 m、堤体積0.65百万m ³ 、堤頂長430 m、 - 有効貯水容量156百万m ³ 、 - 発電設備容量12.2 MW、

VII. 洪水防御

基本方針

32. 洪水対策は構造物、非構造物およびサポーティングの3つの対策から構成される。洪水対策は目標年の2020年を目指して段階的に実施するものとする。

フレームワークプラン(全体計画)

33. 洪水防御のフレームワークプラン(全体計画)は、カガヤン流域の持つポテンシャルに変化がないことから、1987年マスタープランで策定されたフレームワークプランをそのまま踏襲する。

長期計画の見直し

- 34.1 カガヤン川流域の洪水被害を軽減し、治水問題を解決するために1987年マスタープランで策定された長期計画の見直しを行った。構造物的対策に係る長期計画の見直しにあたってはカガヤン川の地形発達史、河状特性を十分に考慮しつつ、複数の代替案を検討した。なお、本川と主要支川を含む全川を見直しの対象範囲とするとともに、25年確率洪水を計画規模に採用した。

- 34.2 このような検討結果から策定された新たな構造物的対策に係る長期計画の概要を図4に示し、また以下にその大要をとりまとめた。

- 1) 築堤事業
 - カガヤン川本川
 - 主要支川(シフ、イラガン、マガット)
- 2) 捷水路事業
 - カガヤン本川:ガブット、サンシドロ、ツゲガラオの3捷水路
 - 支川:マガット、シフ、マリグ川捷水路
- 3) 全川的な護岸対策
 - 侵食の激しい73箇所の護岸
- 4) 治水ダム
 - カガヤンNo.1ダム
 - イラガンNo.1ダム

1987年マスタープランと今回の調査での長期計画の主な変更点は下記のとおりである。

- 1) 1987年マスタープランで提案されたマガピット狭窄部開削案は、今回新たに作成した河川横断面図と地形図に基づき詳細検討した結果経済効率が低いことがわかり、これを見直し長期計画から削除した。
- 2) ガブット捷水路とサンシドロ捷水路計画は1987年マスタープランにも含まれていた。今回ツゲガラオ捷水路を新たに追加した。
- 3) 護岸対象地点は1987年マスタープランでは75ヶ所だったが、今回現地調査に基づき73ヶ所とした。

34.3 洪水防御の非構造的対策として以下を長期計画に取りこんだ。

- 1) 避難システム: 既存洪水予警報システムと指定避難所の改善。
- 2) 住民移転: 洪水常襲地区からの移転と移転地開発。

その他、氾濫域・河岸侵食・表土侵食に係るカガヤン全流域のハザードマップを作成した。

34.4 サポート対策として以下の計画を長期計画に取り込んだ

- 1) 治水予算の増強
- 2) 治水行政の強化(組織改革と能力開発を含む)
- 3) 住民意識向上策

これらの対策は治水事業を実施する上で必須であるが、これらすべては組織制度に係るものであり、別途全国レベルで検討されるべきである。

VIII. 流域保全

基本方針

35. 森林面積の減少、マガット上流域等の生産土砂量増加に対処し、洪水ピーク流量低減・水源涵養と年間流出量の平滑化・土砂流出低減を目的に、カガヤン川全流域の流域保全を検討し長期計画を策定した。本検討では、上記流域保全の目的を達成するための方策として、植林と砂防ダム建設を提案した。

長期計画

- 36.1 植林の長期計画では、既存農地を除く斜面勾配18%以上の土地を全て森林とすることを前提にし、以下に示す3,188 km²の植林を提案した(参照図5)。

支流域	既存農地を除く勾配18%以上の土地面積(km ²)	勾配18%以上の土地内の森林面積(km ²)	要植林面積(km ²)
カガヤン上流域	3,657	3,266	391
マガット流域	3,670	2,443	1,227
イラガン流域	2,389	2,371	18
シフ・マリグ流域	1,032	694	338
チコ流域	3,832	3,249	583
カガヤン下流域	2,380	1,749	631
カガヤン川全流域	16,960	13,772	3,188

上記植林計画では、住民の生計維持のための換金果樹栽培、および植林に際してのボランティアの参加を提案している。植林事業は比政府による住民主体森林管理方式で実施されるものとする。植林の総事業費は50億ペソと算定された。

- 36.2 砂防ダム建設の長期計画では、現在生産・流出土砂量増加の問題を抱えているマガット上流域を対象に26個所の砂防ダムを計画した。これら砂防ダムにて流出土砂を制御することにより、既存マガット貯水池の延命が計られる。砂防ダム建設の総事業費は54.7億ペソと算定された。
- 36.3 非合法的な森林伐採や焼畑農業は禁止されているにもかかわらず未だに各所でみられる。住民の生計維持策をも念頭に置いた効果的な禁止措置が必要である。

IX. 土地利用

土地利用計画

37. 1987年マスタープラン策定後、カガヤン流域では農地が増え草草が減少したが、基本的な土地利用に係る開発戦略は今回の1987年マスタープラン見直しでも1987年マスタープランのそれをそのまま適用できる。土地利用計画見直しの基本方針を以下の通りとする。

- 1) 農地の総面積は維持するが、水田面積を増やし畑地面積を減らす。
- 2) 作付率と単位収量の増加により作物生産量を増加する計画とする。
- 3) 牧草地を増やし、野草地や灌木を減らす。
- 4) アグロフォレストリー、森林、市街集落地その他を増やす。

見直し後の土地利用計画を図6に示す。土地利用の中でもカガヤン流域にとり最も重要な灌漑計画に焦点を当てて計画する。

灌漑フレームワークプラン(全体計画)

38. カガヤン流域の灌漑フレームワークプランは以下からなる。

- 1) 灌漑可能面積475,000 haを全て灌漑する。未灌漑面積はこのうち257,000 haである。
- 2) 既存灌漑システムを維持補修し100%稼働を目指す。

灌漑長期計画

39.1 灌漑長期計画として以下の38計画を選定した。選定に当たっては、経済性・貧困度と地域格差是正ニーズ、計画の成熟度を考慮した。提案したプロジェクトは二つのカテゴリーに分類される。すなわち、洪水の影響を受ける地域の灌漑計画と洪水被害の影響の無い地域の灌漑計画である。計画位置を図7に示す。

洪水の影響を受ける灌漑プロジェクト(27プロジェクト)	
アルカラアムルン西部ポンプ灌漑	ピナカナウアン川灌漑
ソラナポンプ灌漑(補修・拡張)	サンバプロカバガン灌漑
マミルポンプ灌漑	サンタマリア共同ポンプ灌漑
サンタイサベルポンプ灌漑	デルフィンアルバノポンプ灌漑
ダマオポンプ灌漑	トゥマウイニ貯水池灌漑
ラボガンポンプ灌漑	チコ川上流灌漑
ルルトンポンプ灌漑	マリグ川灌漑
ガムポンプ灌漑	ヌエバビスカヤバガバグ灌漑
エンリレポンプ灌漑	イラガンポンプ灌漑
シヌドゥンガン灌漑(拡張)	ナパクポンプ灌漑
ラロ西ポンプ灌漑	タガランポンプ灌漑
ナシピンポンプ灌漑	レイナメルセデスポンプ灌漑
マガピットポンプ灌漑	サントニニョポンプ灌漑
イギグアルカラアムルンポンプ灌漑	
洪水の影響を受けない灌漑プロジェクト(11プロジェクト)	
イラガン上流西バランガイポンプ灌漑	バントゥグポンプ灌漑
サンアグスティンポンプ灌漑	サンマリアノポンプ灌漑
ディブルアン川灌漑	西タバカルポンプ灌漑
ダブブ灌漑	デビビ地下水灌漑
リサール灌漑	ピラベルデ灌漑
チコ川下流灌漑	

39.2 灌漑サポーターティング対策として以下提言した。

- 1) 現行農業支援サービスの継続・強化(農地改革省による農地改革推進、土地銀行による財政支援、農業省による農民組織化推進、公共事業道路省および農業省によるインフラ整備)
- 2) 灌漑システムに対するサポーターティングシステムの強化(乾燥設備・農道整備・精米施設などの収穫後処理施設の強化、小規模金融・灌漑組合の強化、サポーターティングシステムの推進の中核としての地方開発センター設立)
- 3) 首都圏とカガヤン流域間の流通システム強化(トンネル建設によるダルトンパスルートの改良、アイリン港利用による海上輸送)

X. 1987年マスタープランの見直し

カガヤン川流域開発の基本コンセプト

- 40.1 社会経済現況: 第2行政区は全国15行政区の中で社会・経済開発の遅れた地域である。第2行政区の一人当たり地域内総生産は20,200ペソと小さい(1997年)。この値は、15ある行政区の中で下から4番目に位置し、全国平均(36,500ペソ)の55.3%でしかない。第2行政区の年平均家族収入も86,822ペソと、全国平均123,168ペソに遠く及ばない。カガヤン流域は、現在政治・社会的に安定しており、前水資源開発マスタープランが策定された1987年当時の状況と大きく異なり、開発事業実施が可能な状況にあると判断される。
- 40.2 第2行政区における開発の遅れの背景・原因: 洪水の頻発が地域経済の発展を阻害している。1973年洪水では1,860 km²、実に灌漑可能面積の39.4%の土地が冠水した。その他、地震・森林面積減少・土壌侵食と堆積などの自然災害も多い。ワークショップで得た地方自治体の意見によれば、最も大きな問題は少ない投資と財政難であり、そのために包括的計画がなく、計画がないために資金手当てもできず、プロジェクト実施に至らないとしており、また中央および地方政府がカガヤン流域開発の必要性を十分認識していないことも開発の遅れを助長しているとしている。
- 40.3 社会経済開発の必要性(国家レベル): 比国は現在米の自給を達成していない。農業省では2010年になっても需要に対し5%の米供給不足が発生すると推計しており、従って灌漑開発が必要であるとしている。行政区間の開発格差が大きく、比国政府は、行政区間の均衡開発実現を基本政策としている。カガヤン州の中期開発計画では、同州の農産加工業分野において国際競争力をもつことを目標にしている。
- 40.4 開発ポテンシャル: カガヤン流域の総面積は27,281 km²であり土地資源は豊富である。そのうち276,000 haが灌漑可能な未灌漑エリアである。カガヤン川の年平均流量は1,372 m³/s、年総流出量は432億m³/年であり、開発可能な水資源は豊富である。カガヤン川流域の既存水資源開発事業の主なものはマガットダムおよびその灌漑プロジェクトのみである。カガヤン川流域にはその他観光資源、漁業資源等も豊富である。
- 40.5 開発の基本コンセプト: 本調査におけるマスタープランの目標年次を2020年とした。2020年の目標として、第2行政区の一人当たり地域内総生産を首都圏行政区を除いた全国平均レベルに押し上げることにした。2020年の貧困率を現在の40-50%を20%に低減することを目標とした。これらの目標を達成するために、2020年までの必要投資額を以下のように推計した。
- | | |
|--|-----------|
| - 継続投資事業 | 5,089 億ペソ |
| - 特別投資事業 | 4,093 億ペソ |
| (その内、AFMA 163億ペソ、CEZA 352億ペソ、水資源開発 303億ペソ、その他関連派生投資3,274億ペソ) | |
- 水資源開発投資額303億ペソの内訳は洪水防御約200億ペソおよび灌漑約100億ペソとし、その他水力発電・流域保全事業等は他の資金源・民間投資などを考えることとした。303億ペソの内、純外貨分が30~40%、純内貨分が60~70%と想定される。

1987年マスタープランの見直し

- 41.1 1987年マスタープランを見直し、洪水防御・灌漑・流域保全・水供給と水力発電・水質管理・河川環境管理の分野のプロジェクトを考慮した。
- 41.2 見直しに際しまず、ひとつの多目的ダムとそれに関連する洪水防御及び灌漑プロジェクト群を様々に組み合わせて7個のパッケージをつくり、それらパッケージを経済性・緊急性・均衡開発・環境等の観点から比較した。比較の結果選ばれた最適パッケージに対し、次に2020年までの水資源開発投資額約300億ペソに合うように、最適パッケージの中から優先プロジェクトを選び出し、それらを見直しマスタープランを構成するプロジェクトとした。
- 41.3 多目的ダムは1987年マスタープランで提案された、シフNo.1、マリグNo.2、アリミットNo.1とマガットダムの組み合わせ、およびマツノNo.1ダムを検討対象とした。この中で、マツノNo.1ダムは水力発電が主目的であるため、比国内の発電事業が民営化の方向にあることからパッケージ検討の対象外とした。またマリグNo.2ダムはその経済性がEIRR 16.6%と他のダムに比べ低い同様に対象外とした。従って、パッケージに取りこむ候補としてシフNo.1ダム(EIRR 28.3%)およびアリミットNo.1とマガットダムの組み合わせ(EIRR 20.7%)を選択した。
- 41.4 7パッケージの夫々は、シフNo.1ダムあるいはアリミットNo.1ダムのいずれかに対し、関連するダム下流の洪水防御構造物・非構造物対策、および灌漑プロジェクトを組み合わせた。洪水防御および灌漑プロジェクトは長期計画で提案されているプロジェクトである。
- 41.5 7パッケージを比較した結果、シフNo.1ダムと関連洪水防御・灌漑プロジェクトを組み合わせたパッケージを、EIRRが19.7%と最も高いこと、シフNo.1ダムは現在マガットダムからの灌漑用水の供給不足をきたしている地域への水供給が効率的に行えまたマガットダムからの十分な水供給がある地域との格差是正に資すること、などの理由から選択した。なお各パッケージとも重大な環境問題は無い。
- 41.6 上記にて選ばれたパッケージから、水資源開発投資額約300億ペソに収まるように、以下のプロジェクトを経済性および洪水防御事業を下流から開始するとの観点から選定した。
- 1) 多目的ダムプロジェクト:シフNo.1ダム
 - 2) 洪水対策計画
 - a) 築堤(護岸、排水門、河川敷植樹帯を含む)
 - カガヤン本川河口からツゲガラオ間
 - b) 捷水路プロジェクト
 - ガブット、サンシドロ、ツゲガラオの3捷水路
 - c) 護岸
 - カガヤン本川下流部、河口からカバガンまでの区間21ヶ所
 - カガヤン本川ツマウイニから上流部および支川シフ、マリグ、イラガン、マガット川全体で52ヶ所
 - d) 避難システム(洪水予警報および避難所を含む)
 - e) 再定住計画

- f) 制度組織の強化
- 3) 流域保全計画
 - a) 植林計画(植林面積3,188 km²)
 - b) 砂防計画(26砂防ダム)
- 4) 農業開発計画
 - 構造物対策:
 - a) 新規・拡張灌漑計画(17プロジェクト、54,985 ha)
 - b) 既存灌漑システム改修・改良計画(7プロジェクト、22,506 ha)
 - c) 畑地開発計画(148,400 ha)
 - d) 永年作物開発計画(105,100 ha)
 - e) 牧草地開発計画(152,700 ha)
 - f) マガットダム運転改善計画
 - サポーティング対策:
 - a) 現行農業支援サービスの継続・強化
 - b) 灌漑システムの支援サービス強化
 - c) 流通システムの強化
 - d) 丘陵地開発試験センターの設立
- 5) 水力発電計画
 - a) イブラオ計画(自流式)
 - b) タヌダン計画(自流式)
 - c) デイドゥヨン計画(ダム式)
 - d) マツノNo.1ダム計画

上記項目1)と2)の全てと4)の内NIA通常予算外のプロジェクトに対する総事業費は315億ペソと見積もられた。プロジェクト位置を図8に示す。

- 41.7 見直しマスタープラン総事業費の外枠で、NIAの通常予算で実施する灌漑事業およびDENRが実施する流域保全事業をマスタープランの一部として実施することを提案する。またアリミットNo.1ダムの建設とマガットダムへの治水容量付加の実施、水力発電事業としてイブラオ、タヌダン、デイドゥヨン計画の実施、更にマツノ多目的ダム(発電が最大の便益をもたらす)の実施を提言する。

見直しマスタープランの評価

- 42.1 自然及び物理的環境評価: 1987年マスタープランでは、ダム建設、河川改修及び農業開発の3事業について環境影響を評価した。今回、マスタープランの再検討により、新たに流域保全事業及び洪水頻発地域における住民移転事業が加わり、それらに対する環境影響を評価した。自然及び物理的環境要素への影響としては、ダム湖による水没による動植物の生育・生息空間の消滅、個体数の減少等が考えられ、ダム建設事業実施時において環境影響評価(EIA)が必要と考えられる。ダム建設は河川水系の縦の連続性を寸断することにつながるため、カガヤン水系内における移動性の魚種へのEIAが必要である。自然保護区域への影響については、マスタープランの事業の内、ダム事業が自然保護地域に重なるこ

とから、ダム建設時にEIAが必要となる。水質等の物理的環境要素に関しては、マスタープランの事業が基本的に環境汚染の発生源とならないため影響はほとんどないが、建設工事における濁水の流出等の影響が考えられる。しかし、これも工事期間中の限定的な影響である。

42.2 社会環境評価：洪水対策事業は社会開発を目的とするものであり、事業実施に伴い洪水被害の軽減と人命・資産等の保全が図られるという点で、社会環境の改善に大きく寄与することと考えられる。しかし詳細に見ていくと、社会環境への影響を検討すべき要素がある。カガヤン川水系に現存する舟運については、河川改修事業に伴う河道の単純化等により、河川水位の低下を生じる可能性があるため、舟運への影響を生じないような河川計画とする。歴史・文化遺産については、それらがカガヤン川より離れた位置に分布しているため、マスタープランの実施に伴う影響は考えられない。少数民族については、生活様式等の点で既に多数民族に同化しており、重大な影響は発生しないと考えられるが、ダム建設等比較的の山岳地域における事業実施の際には改めて詳細な社会調査が必要である。マスタープランの実施に伴うダム建設はダム湖という水域を伴うものであり、それがマラリア等の発生の原因となる可能性がある。そのため、蚊の駆除や地域住民への環境衛生教育等の徹底が必要となる。

42.3 経済評価：プロジェクトの経済評価では、一般的に社会・経済現況下で実施されるが、目標年次までには、経済開発の基で社会・経済状態は次第に変化するものであり、本調査のような開発計画調査では、開発シナリオの基で社会・経済環境が改善されることを織り込んで評価するべきである。本調査においては将来状況を踏まえた経済評価を採用した。見直しマスタープランのプロジェクト概要、事業費および経済評価の結果をまとめて下表に示す。

事業名	事業内容	事業費 百万ペリ	内部収 益率%
A 多目的ダム計画			
1) シフNo.1 ダム	目的：洪水防御、灌漑、発電 ダム：アースフィル、H=58 m、盛土=1.7百万m ³ 有効貯水容量：93 百万m ³ 水供給 115 百万m ³ 治水 発電：容量5.4 MW、発電量41.1 GWH	3,172	28.3
B. 治水計画			
構造物対策			
1) 築堤	護岸、排水門、河川敷植樹帯含む		
-本川河口からナシピン間	L=82.7 km、盛土量=9.3百万m ³	2,844	28.1
-アルカラからツゲガラオ間	L=57.5 km、盛土量=8.5百万m ³	2,891	27.0

2) 捷水路(COC)			
- ガブット COC	L=0.9km, 盛土量=4.0百万m ³	1,008	16.6
- サンシドロ COC	L=2.1 km, 盛土量=7.4百万m ³	1,722	18.8
- ツゲガラオ COC	L=6.7 km, 盛土量=17.5百万m ³	4,662	15.0
3) 護岸	73 地点		
-カガヤン本川河口~カバガン 21地点	総延長L=18.8 km, 護岸面積=514,900 m ²	726	19.2
-カガヤン本川ツマウイニ上流 支川シフ、マリグ、イラガン、 マガット川 52地点	総延長L=51.9 km, 護岸面積=931,000 m ²	3,657	15.1
非構造物対策			
1) 避難システム			
- 洪水予警報 (FFWS)	機器の改善、ツゲガラオサブセンターの強化	242	18.0
- 避難所	避難所強化、災害調整委員会強化	152	
2) 移転・再定住	移住家族2,776、土地収用7,468 ha	1,185	-
支援対策			
1) 組織・制度強化		150	-
C. 流域保全			
1) 再植林	植林面積3,188 km ²	5,000	16.3
2) 砂防ダム	マガット上流域、26砂防ダム	5,472	16.8
D. 農業開発			
施設対策			
1) 新規・拡張灌漑計画	17 プロジェクト、総灌漑面積54,985 ha		
- 新規資金源: 10 プロジェ クト 35,085 ha	アルカラ-アムルン西部ポンプ灌漑計画 その他9 プロジェクト(エンリレ、ラロ西部、ナシピ ン、デルフィン・アルバノ、サントニニョ、ダブブ、 ソラナ、シヌンドゥンガン、ツマウイニ)	1,527 6,327	22.8 17.6~ 25.0
- NIA年次予算: 7プロジェクト 19,900 ha	7 プロジェクト(ディブルアン、リサル、サン・マリア ノ、イラガン上流西部、イラガン、デビビ、ヴィラヴ エルデイ)	4.214	16.1~ 18.4

2) 灌漑改修・改良	7 プロジェクト、総灌漑面積22,506 ha		
- 新規資金源:5プロジェクト 19,960 ha	5 プロジェクト(マガピット・イギグ-アルカラ-アム ルン、ピナカナワン、サン・パブロ-カバガン、マリ グ、ヌエバ・ビスカヤ バガバグ)	866	27.0~ 37.1
- NIA年次予算:2 プロジェ クト、2,546 ha	2 プロジェクト(チコ下流、サンタ・マリア)	192	27.3~ 29.0
3) 畑地開発 (148,400 ha)	反収増強	-	-
4) 永年作物 (105,100 ha)	果樹栽培増進	-	-
5) 牧草地開発 (152,700 ha)	牧畜振興	-	-
6) マガットダムOM改善	灌漑効率改善	-	-
支援対策		1,310	-
E. 水力発電			
1) イブラオ計画	自流式. 容量17 MW, 発電量85 GWH	1,653	26.6
2) タヌダン計画	自流式 容量25 MW, 発電量130 GWH	1,938	31.5
3) デイドゥオン計画	ダム式:コンクリート重力式 H=111m 容量352 MW, 発電量957 GWH	26,745	26.5
4) マツノNo.1ダム(多目的)	ロックフィルダム H=147m 容量180 MW, 発電量528GWH	17,565	36.8

見直しマスタープランの実施スケジュールと実施体制

43.1 実施スケジュール

見直しマスタープランに含まれる諸事業に対し、2020年までの実施スケジュールを、年投資額が出来るだけ均等になるように、また優先事業の早期実施をはかること、などを勘案して図9および表1に示すように作成した。

43.2 実施体制

1) 事業の特性

ここで提言している事業は流域全体の水資源開発・管理事業であり、水源涵養・利水・治水・水質管理・河川環境保全を含む多省庁にまたがる事業である。

2) 比国での多目的事業実施形態

比国には水資源開発・管理を統括して実施する専管省庁は無い。多省庁にまたがる多目的事業を実施する場合、下記の3形態をとっている。

a) 調整委員会方式(コーディネーション・コミッティー)

2 - 3省庁からなる比較的独立性の高い要素からなる事業に適用。関係省庁の合意のもとに設立。

b) 専管委員会方式(コミッション)

より多くの省庁の関係する調整が難しい事業に適用。独自の要員と予算を確保。大統領命令で設立。

c) 特権事業実施体方式(オーソリティー)

より多岐に亘る多目的事業の実施・完成後の運営管理事業に適用。法案の国会可決により設立。

3) 当マスタープランのプロジェクト実施体制

マスタープランの事業は治水事業と灌漑事業から開始するよう計画する。この段階においては調整委員会方式で実施するものとし、その他の要素即ち流域保全、水質管理、河川環境管理事業が本格化する段階で専管委員会方式に移行し、更に現行カガヤン経済開発区、農漁業近代化事業などが本格化する段階で特権事業実施体に移行するべく計画する。この方針はフィリピン政府の推進委員会(ステアリングコミッティー)も合意している。

最終的な実施体の組織図を添付図10に示す。

パート III フィージビリティスタディ

XI. フィージビリティスタディの対象プロジェクト

フィージビリティスタディの基本方針

44. 洪水防御・灌漑・流域保全・水供給と水力発電・水質管理・河川環境管理の分野のうち、カガヤン流域では洪水防御と灌漑が、国家開発政策・経済開発目標・地域住民意向の観点から最優先課題と認識される。特にカガヤン川下流域の洪水防御は技術的・経済効率の点からまず最初に実施されるべきである。また、洪水防御事業につづく灌漑プロジェクトの実施はカガヤン川流域の開発に必須である。特にアルカラ・アムルン西部ポンプ灌漑プロジェクトは治水対策後の効率的開発が期待される。従って、フィージビリティスタディの対象を非構造的対策を含むカガヤン川下流域の洪水防御とアルカラ・アムルン西部ポンプ灌漑プロジェクトとした。

フィージビリティスタディの対象プロジェクト

- 45.1 カガヤン川下流域の構造的洪水対策として、見直しマスタープランで提案された以下のプロジェクトをフィージビリティスタディの対象とした(参照図11)。
- 1) 河口～ナシピン左岸堤防(マバングック、カトゥガン、ラサム堤防)
 - 2) 河口～ナシピン右岸堤防(カマラニュガン、ラロ、ガタラン、ナシピン堤防)
 - 3) アルカラ～ツゲガラオ左岸堤防(アルカラ・ブントゥン、エンリレ堤防)
 - 4) アルカラ～ツゲガラオ右岸堤防(ツゲガラオ、アムルン、イギグ堤防)
 - 5) アルカラ～ツゲガラオ捷水路(ガブット、サンシドロ、ツゲガラオ捷水路)
 - 6) 緊急護岸工(21サイト)
- 45.2 非構造的対策として、避難システム改善(洪水予警報システム、避難所)および移転地開発をフィージビリティスタディの対象とした。
- 45.3 灌漑プロジェクトとして、アルカラ・アムルン西部ポンプ灌漑プロジェクトをプレフィージビリティスタディの対象とした(参照図11)。調査は今回作成した1/10,000地形図に基づいて実施した。地形測量、地質・土壌などの詳細調査は実施されていないので、ここではプレフィージビリティと呼んでいるが、NIAがすでにこのプロジェクトの一部について詳細調査に基づきフィージビリティ調査を実施しており、その妥当性を確認しているため、フィージビリティレベルの調査と認識し、早急に詳細設計・実施に移すことを提言する。

XII. 基本設計

カガヤン川下流域洪水対策の基本設計

- 46.1 フィージビリティスタディは、見直しされた長期計画のうち、構造物対策に関してはカガヤン川下流部において策定された全事業を対象に実施した。全事業の概要を図11に示した。構造物対策は25年確率洪水に対し防護されるように計画、設計された河川改修事業と護岸対策からなっている。
- 46.2 河川改修事業の計画、設計にあたって、将来拡幅が不可能になることを予想し、この段階で100年洪水に対処出来るよう1.5～2 kmの川幅とした。縦断形状は現況の縦断に合わせた計画とする。
- 46.3 以下に構造物的対策としての各事業の概要をとりまとめた。

河口～ナシピン間の左岸堤防対策

- 1) マバングック堤防(延長10.9 km)
- 2) カトゥガン堤防(7.4 km)
- 3) ラサム堤防(7.0 km)

河口～ナシピン間の右岸堤防対策

- 4) カマラニューガン堤防(13.1 km)
- 5) ラ口堤防(12.9 km)
- 6) ガタラン堤防(6.1 km)
- 7) ナシピン堤防(9.7 km)

アルカラ～ツゲガラオ間の左岸堤防対策

- 8) アルカラ・ブントゥン堤防(33.5 km)
- 9) エンリレ堤防(12.2 km)

アルカラ～ツゲガラオ間の右岸堤防対策

- 10) ツゲガラオ堤防(21.3 km)
- 11) アムルン堤防(12.6 km)
- 12) イギグ堤防(3.2 km)

アルカラ～ツゲガラオ間の捷水路

- 13) ガブット捷水路(0.7 km)
- 14) サンシドロ捷水路(1.6 km)
- 15) ツゲガラオ捷水路(5.8 km)

河口～カバガン間の緊急護岸対策

- 16) 21箇所の護岸対策

上記河川改修事業の中で特にアルカラからブントゥン橋にいたる区間では、捷水路の建設を含めて低水路を強固な河岸を有する右岸側に寄せた。これはカガヤンバレーの過去から未来にいたる地形発達史上あるいは地形学的変動特性に合致し、理に合った改修計画と判断できる。

主要工事量は下記の通りである。

- 1) 総掘削土量: 3捷水路に対して33.3百万 m^3
- 2) 総盛土量: 堤防に対して18.2百万 m^3
- 3) 護岸工面積: 306,000 m^2
- 4) 河川敷植樹帯面積: 1.8百万 m^2

46.4 非構造的洪水対策は、以下につき検討した。

- 1) 既存洪水予警報システムの改善は、予警報機器の改善、PAGASAツゲガラオサブセンター強化と災害管理能力の向上、とそれらに伴うエンジニアリングサービスを含む。総費用は242百万ペソと算定された。
- 2) 既存避難所の改善・強化は、避難所の改善とともに、災害調整委員会の体制強化と住民の啓蒙を含む。総費用は152百万ペソと算定された。
- 3) 移転地開発は、6サイトで計画されており、総面積58.7 haである。

カガヤン川下流域灌漑プロジェクトの基本設計

- 47.1 アルカラ・アムルン西部ポンプ灌漑計画のスタディをプレフィージビリティレベルで行った。総灌漑面積は7,060 haで第1期4,090 haと第2期2,970 haに区分する。第1期4,090 haの内、約2,120 haはNIAにより1997年フィージビリティスタディが完了している。第1期対象地区は、現在天水田地帯であり、比較的標高が高く、カガヤン川から離れているため5年確率洪水で被害を受けない。第2期対象地区は、現在トゥモロコシ畑(一部天水田を含む)であり、比較的標高が低く、カガヤン川に近く一般に洪水頻度が5年程度以下の洪水で被害を受ける。従って第2期分は関連する洪水対策の実施時期に合わせて実施する。
- 47.2 主要施設は揚水ポンプ場、加圧ポンプ場、灌漑排水システム、道路、支川付替と堤防などである。

XIII. 施工計画及び積算

建設計画と実施工程

- 48.1 カガヤン下流域洪水対策における主要工事は、1) 緊急護岸工、2) 河川敷植樹帯工および維持管理用道路を含む築堤工、3) 捷水路建設工、4) その他関連施設(排水工、排水門等)である。主要工事の内、緊急護岸対策工(カガヤン本川とツゲガラオ川における総延長19.1 km、21箇所)を早期に実施する。また河川敷植樹帯工(70 km)は、樹木の成長を考慮して早期に開始すべきである。大規模な建設工事となるのは、本川における12箇所、総延長約150 kmで左右岸に構築される総盛土量18百万 m^3 の築堤工、及び3箇所、総延長8.1 km、総掘削工事数量33百万 m^3 の捷水路建設工である。灌漑はアルカラアムルン地区7,060 haの開発である。
- 48.2 河川下流域への工事实施による悪影響を避けるため、本事業はカガヤン川河口より上流に向かって段階的に実施する計画とする。事業費を3段階案と4段階案で試算を行った。初期投資を少なくすることを考慮してカガヤン川下流域開発は、下記表に示す4段階での開発計画とし、2002年を開始年として2020年までに竣工させるものとする。

段階	実施時期 (全体)	工事实施時期	工事範囲・区間
1	2002 - 2007	2003 - 2007	緊急護岸工、植樹帯工、河口 - マガピット間の築堤及びアルカラアムルン地区1期灌漑開発4,090 ha
2	2004 - 2011	2008-2011	マガピット - アムルン間の築堤、ガブット捷水路建設
3	2007 - 2015	2011 - 2015	アムルン - ツゲガラオ間の築堤、サンシドロ捷水路建設、及びアルカラアムルン地区2期灌漑開発2,970 ha
4	2011 - 2020	2015 - 2020	ツゲガラオーカバガン間の築堤、ツゲガラオ捷水路建設

- 48.3 非構造物対策としての洪水予警報システム整備および避難所改善は、その重要性に鑑み1期段階に含めて実施するものとする。移転対象地の整備は、移転に伴う構造物対策工の実施前に行う。支援対策は、開発段階に合わせて実施するものとする。
- 48.4 緊急護岸対策工は、主に布団籠工で1工事箇所当りの施工規模を考慮して、人力と機械の組み合わせ施工とし、数カ所で平行して進める計画とする。洪水防御工における主要工事は、築堤工と捷水路建設工であり大規模の掘削・盛土工事である。これら大量土工事は、年間施工可能日数210日とし、請負方式により大規模機械化施工で実施するものとする。掘削土は築堤盛土材として積極的に有効利用を図る。約10百万 m^3 余として見積られる掘削残土は、捷水路建設後の旧カガヤン川整地用、および低地盛土に有効利用を図る計画とする。
- 48.5 アルカラアムルン地区7,060 haのポンプ方式灌漑開発は、2期に分けて実施する。1期開発は、洪水事業無しで進めることが可能な4,090 haとし、河川工事の1期と抱き合わせて第1段階に実施、4年工期で竣工させる計画とする。洪水防御を必要とする2,970 haは、第3段階に実施する計画とする。

第1段階の実施スケジュール及び年次別支出を図12及び表2に示す。

建設実施形態

49. カガヤン川下流域建設工事の第1段階における実施形態は、緊急護岸工、洪水防御工、及び灌漑開発を国際競争入札による請負方式とし、河川植樹帯工を地方政府組織で実施する計画とする。建設事業費は、国家政府と地方政府で分担するものとする。構造物対策に係る事業費は、比政府と外国資金による調達を想定するものとする。第1段階の請負方式による契約ロットは、21箇所の緊急護岸工、河口からマガピットまでの洪水防御工、及び4,090 haの灌漑開発を各々1ロットとして計画する。

事業費

50. 事業費は以下の通りである。

単位:百万 (US\$ 1.0 = Pesos 50.0 換算)

開発段階	河川		灌漑		合計
	事業費 (ペソ)	US\$ 相当	事業費 (ペソ)	US\$相当	US\$相当
第1段階 (2002-2007)	2,786	55.5	1,626	32.5	88.0
第2段階 (2004-2011)	2,828	52.9	-	-	52.9
第3段階 (2007-2015)	4,420	88.4	982	19.6	108.0
第4段階 (2011-2020)	5,347	106.9	-	-	106.9
合計	15,381	303.7	2,608	52.1	355.8

運営・維持管理費

51. 年間の運営・維持管理費は、河川7.9百万ペソ(US\$158,600)、灌漑30.0百万ペソ(US\$ 600,000)と算定された。

XIV. 実施計画

実施体制

- 52.1 本事業を先に述べた調整委員会方式で実施する。本事業の総括管理をDPWHが行うものとする。下記の通りDPWH、PAGASA、OCD、DA、NIAおよび地方自治体が共同で事業を実施することとし、その調整をDPWHが行う。
- 52.2 洪水防御事業はDPWHの総轄とし、その下に構造物対策工、非構造物対策工のPMOを配置する。構造物対策工はDPWHのPMO直轄、非構造物対策工の内洪水予警報はPAGASAのPMO管轄、植樹帯工・避難所および移転地開発は地方自治体の管轄とする。DPWH総括の下に、灌漑事業はNIAの管轄としPMOを配置する。
- 52.3 洪水防御事業に係わる土地収用、植樹帯工・避難所・移転地開発はDPWHの第2行政区(リージョン2)が地方自治体を支援する体制とする。

XV. プロジェクト評価

自然環境評価

53. 自然環境については、堤防、水路等の建設、農地造成等に伴う植生除去等により、陸上動植物の生育・生息環境の改変、及び建設区域周辺における個体数の減少が生じる。貴重種については、それらの生育、生息区域に直接影響を及ぼすことはない。カガヤン川水系の注目種であるルドンについては、掘削工事に伴う河川への濁水の流出を避けるとともに、必要に応じて工事実施時期を、ルドンの移動時期と重ならないよう配慮する必要がある。大気汚染、騒音等の影響は、工事中の限定的な影響ではあるが、工事用車両走行ルート周辺への影響を軽減するため、工事用ルートの設定に配慮するとともに、必要に応じ専用ルートを設ける必要がある。

社会環境評価

54. 考えられ得る最大の影響は、住民移転に伴う再定住、移転後の生計の保全、適正な補償等である。本事業の実施に伴い発生する住民移転は、洪水対策事業については2,776世帯（構造物建設による直接影響世帯：343世帯、河川敷区域内住民の移転：2,433世帯）、及び灌漑農業開発については9世帯である。特に、河川敷内住民の移転は、世帯数も多く、注意深い対応が必要である。当該地方政府は移転地開発と住民移転を了承しているものの、事業実施に先だて、本プロジェクトの必要性の説明等、地方政府との更なる協議が必要である。他の社会環境要素、すなわち地域経済、舟運、漁業、公衆衛生、水利権については、大きな問題が生じることは考えられない。

経済評価

55.1 洪水対策計画

洪水対策の便益は、洪水被害の軽減額として算定される。F/Sにおける便益算定のデータは、直接被害と間接被害とに分類され、直接被害については建物施設被害、農業被害、社会基盤施設被害に、間接被害については家庭における応急対策費、営業停止損失等に細分化して算定した。具体的には、洪水地域を1 kmのメッシュに細分化し、今回作成した1万分の1の地形図と統計データからメッシュ毎の資産分布を算出し、氾濫解析の結果と組み合わせることで各確率年別の洪水の被害額を算定した。

洪水対策計画は目標年次までに4段階で実施されるべく提言されており、各段階毎の25年確率洪水に対応する想定洪水被害額は以下のように算定された。

(単位:億ペソ)

評価時点	第一段階	第二段階	第三段階	第四段階
現況(2000年)	14	33	55	84
目標時点(2020年)	48	107	179	279

この洪水被害額を基に、国土交通省の「治水経済調査マニュアル」に定める年平均被害軽減期待額(便益)を算出すると以下の通りである。

(単位:億ペソ)

評価時点	第一段階	第二段階	第三段階	第四段階
現況(2000年)	3.2	6.4	12.1	23.9
目標時点(2020年)	11.4	20.3	34.8	47.9

一方、各段階の市場価格に基づく建設費をフィリピン政府投資調整委員会の「プロジェクト評価方法マニュアル」に定める指針を参考とし経済価格の建設費を算定すると以下の通りとなった。建設費は各段階までの累計となっている。

(単位:億ペソ)

評価時点	第一段階	第二段階	第三段階	第四段階
市場価格の建設費用	28	56	100	153
経済価格の建設費用	20	43	79	121

これらの便益と費用を用いてEIRRを算定すると、現況下の便益に基づく場合ではそれぞれ14.8%、12.3%、13.0%、14.1%となり、将来の経済開発を見込む場合では27.1%、25.4%、26.8%、27.3%となった。従って、将来の経済開発を見込んだ場合に各段階とも15%を超えており経済的に有効なプロジェクトであると思料される。

第一段階工事については、建設費用が最大10%増加する場合と便益が最大10%減少する場合を想定した感度分析を実施した。いずれのケースであってもEIRRが15%超の結果となり経済的には問題ない結果となった。

55.2 灌漑開発計画

第一期計画として取り上げるアルカラ・アムルン西地区の灌漑開発計画をF/S調査の評価対象として取り上げた。灌漑計画実施後の生産額は、灌漑開発地区全体の作付け計画に基づいて、各作物の生産量、庭先価格、生産価格等から算出する。経済便益は、この開発後の生産額から現状の作物生産額を差し引いた結果として求められる。当該計画の経済便益は、2.66億ペソと算定された。一方、市場価格による建設費は15.7億ペソであるが、経済価格の建設費は11.2億ペソと換算される。更に、施設の維持管理費として2千5百万ペソ(経済価格)、15年ごとに1億8千万ペソの機械類の取替費用(経済価格)が必要となる。これらの便益と費用から求められるEIRRは16.4%となり、15%を超えていることから経済的に有効なプロジェクトと思料される。

XVI. 提言

結論と提言

56.1 フィージビリティスタディで検討したカガヤン川下流域の構造的洪水対策ならびに非構造的洪水対策、及びアルカラ・アムルン西部ポンプ灌漑プロジェクトは、国家および流域の経済開発政策に合致し、技術的にも問題がなく、また十分な経済性があることが証明された。重大な自然環境面あるいは社会環境面での問題も見受けられない。従って、これらの提案プロジェクト、特にそのうちの第1段階事業の早期実施を提言する。

第1段階事業には以下が含まれる。

- 1) 構造的洪水対策: 緊急護岸工(21箇所)、植樹帯工(70 km)、河口～マガピット間左岸築堤(17.3 km)及び右岸築堤(26.0 km)、
- 2) 非構造的洪水対策: 避難システム(洪水予警報システム・避難所)、移転地開発、
- 3) アルカラ・アムルン西部ポンプ灌漑プロジェクト: 第1期(4,090 ha)
- 4) 農業支援策: 乾燥施設・精米所増強

上記の内、アルカラ・アムルン西部ポンプ灌漑プロジェクトについては、本調査では「プレ・フィージビリティ調査」としているが、その一部をNIAがすでにフィージビリティ調査を実施しており、フィージビリティレベルの調査と認知し、早期に設計・工事に進むことを勧告する。

56.2 上記事業の実施前には以下の事前準備・手当てが必要である。関係政府機関が適切なアクションをとることを提言する。

- 1) 河川敷の指定・洪水防御地域の指定
- 2) 河川敷の農耕使用許可規定の策定、広報
- 3) 関係機関のプロジェクト実施に係る合意書作成・署名
- 4) 地主調査、および買収計画策定
- 5) プロジェクト実施ならびに住民移転に係る住民説得・合意取得
- 6) 農業支援策の実施に向けての農民組織化
- 7) 自然・社会環境調査
- 8) フィリピン政府内部の事業実施許可取得手続き(ECC取得、ICC許可取得、IPの作成等)、
- 9) 必要に応じて外資導入の手続き
- 10) プロジェクト完成後の運営・維持・管理体制の事前確立(組織・予算を含む)

56.3 カガヤン川中上流部・主要支川の河岸侵食は深刻であり、公共事業道路省リージョン2が本調査団指導の下に独自にフィージビリティ調査を実施している。第1段階開発に含まれていないが、緊急に実施することを提言する。

56.4 見直しマスタープランの予算枠外であるが、経済性が証明されている下記の事業を関連省庁の予算配分の見なおし、あるいは民間投資資金を探して実施することを提言する。

- 1) 3,188 km²の植林と26個の砂防ダムからなる流域保全事業
- 2) アルカラ・アムルン西部ポンプ灌漑プロジェクト以外の灌漑プロジェクト
- 3) マガットダムの治水容量付加と共に、アリミットNo.1ダムの発電プロジェクト
- 4) マツノ多目的ダム

56.5 カガヤン川流域の経済開発を推進する上で、中期的に以下の点を検討し実施する必要がある。関係諸機関が適切なアクションをとることを提言する。

- 1) 水法の見直しと適切な運用、
- 2) 水資源開発に係る社会・経済資料および技術的な資料の整理とデータベースの構築、
- 3) 流域水資源開発と河川管理のための最適組織に関する調査。この目的のために、全国治水事業マスタープランの策定を提言する。

カガヤン川下流域洪水対策計画調査
ファイナルレポート
要約

付 表

表1 見直しマスタープランの年次別支出

(Unit : Million Pesos)

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Total		
1. Multipurpose Dam Project																						
(1) Siffu No.1 Dam Project								317.2	713.7	713.7	713.7	713.7								3,172.0		
Subtotal (1.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	317.2	713.7	713.7	713.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3,172.0		
2. Flood Control Project																						
(1) Lower Reach Dike		284.4	426.6	426.6	426.6	426.6	426.6	426.6												2,844.0		
(2) Alcala Buntun Dike						208.3	234.3	234.3	234.3	234.3	234.3	234.3	234.3	234.6						2,083.0		
(3) Gabut Cut-off Channel						100.8	226.8	226.8												1,008.0		
(4) San Isidro Cut-off Channel									172.2	310.0	310.0	310.0	310.0	309.8						1,722.0		
(5) Tuguegarao and Enrile Dike													80.8	121.2	121.2	121.2	121.2	121.2	121.2	808.0		
(6) Tuguegarao Cut-off Channel													466.2	699.3	699.3	699.3	699.3	699.3	699.3	4,662.0		
(7) Bank Protection		640.0	640.0	640.0	164.2	164.2	164.2	164.2	164.2	164.2	164.2	164.2	164.2	164.2	164.2	164.2	164.2	164.2	164.2	4,383.0		
(8) FFWS/Evacuation Center		78.8	78.8	78.8	78.8	78.8	78.8													394.0		
(9) Resettlement		65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	65.9	1,185.0		
(10) Supporting Measures		8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	150.0		
Subtotal (2.)	0.0	1,077.4	1,219.6	1,219.6	743.8	1,052.9	1,126.1	1,126.1	871.7	1,009.5	782.7	782.7	1,329.7	1,603.3	1,058.9	1,058.9	1,058.9	1,058.9	1,058.3	19,239.0		
3. Irrigation Project																						
3.1 Irrigation Project to be Implemented by New Funding Source:																						
NIP/NIS																						
(1) Reh. of CIADP (Iguig-Alcala-Amulung PIS & Magapit PIS)	N	P	*		40.0	150.0	186.0		<As JICA Grant, on list of NIA IDP 2001-2010 (Draft)>										376.0			
(2) Tumauni Multipurpose P					50.0	375.0	500.0	600.0	450.0	374.0		<JBIC, on list of NIA IDP 2001-2010 (Draft)>										2,349.0
(3) Alcala Amulung West PIP	N	P			152.7	229.0	229.0	229.1			F/S Review	114.6	229.0	229.0	114.6					1,527.0		
(4) Nueva Vizcaya Bagabag IS	N	G	*						12.5	37.4	37.4									124.7		
(5) Mallig RIS	N	G	*						16.6	49.8	49.8	49.7								165.9		
(6) Solana PIS-REP	N	P									107.1	160.6	160.7		160.6	160.7	160.6	160.7		1,071.0		
(7) Dabubu IP	N	G									31.2	93.6	93.6	93.6						312.0		
(8) Delfin Albano PIP	N	P									50.2	150.6	150.6	150.6						502.0		
(9) Enrile PIP	N	P																		588.0		
(10) Sto. Nino PIP	N	P										24.0	55.2	58.8	176.4	176.4	176.4			223.2		
(11) Pinacanauan RIS	N	G	*																	90.6		
(12) San Pablo-Cabagan IS	N	G	*													10.8	27.1	27.2	27.2	108.2		
(13) Zinundungan Irr. Ext. P	N	G															92.0	276.0	276.0	920.0		
CIP/CIS																						
(14) Nassiping PIP	C	P			14.9	44.7	44.7	44.7			<FS/DE made by NIA, R-2>										149.0	
(15) Lallo West PIP									19.6	58.8	58.8	58.8								196.0		
(16) Supporting Measures					20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.4	20.2	367.0	
Subtotal (3.1)	0.0	75.3	417.8	855.1	794.1	849.5	519.1	540.4	354.9	571.1	425.3	403.2	465.2	540.9	563.9	509.1	532.5	356.0	296.2	9,069.6		
Total (1.-3.1)	0.0	1,152.7	1,637.4	2,074.7	1,537.9	1,902.4	1,645.2	1,983.7	1,940.3	2,294.3	1,921.7	1,899.6	1,794.9	2,144.2	1,622.8	1,568.0	1,591.4	1,414.9	1,354.5	31,480.6		
3.2 Irrigation Project to be Implemented by NIA and Other Agencies' Regular Fund																						
(1) San Mariano PIP			8.8		26.4	26.4														88.0		
(2) Rizal IP				50.0	100.0	191.0	125.0													466.0		
(3) Debibi Groundwater IP					100.0	100.0	150.0													640.0		
(4) Dibulan IP								91.0	100.0	200.0	200.0	147.0								738.0		
(5) Villa verde IP											70.0	80.0	100.0	100.0						450.0		
(6) Lower Chico RIS												13.4	40.2	40.2	40.3					134.1		
(7) Upper Ilagan Western BPIP													64.8	194.4	194.4	194.4	194.4	194.4		648.0		
(8) Ilagan PIP																	118.4	355.1	355.0	1,183.5		
(9) Santa Maria PIS																	5.8	17.3	17.3	57.6		
(10) Supporting Measures		52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	52.4	943.0		
(11) Other projects		438.8	371.2	321.2	130.2	172.6	156.6	157.6	247.6	177.6	207.2	307.4	242.6	112.9	253.2	129.0	75.2	75.3	75.6	4,151.8		
Subtotal (3.2)	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	500.0	9,500.0		
4. Watershed Management Project																						
(1) Reforestation			277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.4	5,000.0	
(2) Sabo Works			547.2	547.2	547.2	547.2	547.2	547.2	547.2	547.2	547.2	547.2	547.2	547.2							5,472.0	
Subtotal (4.)	0.0	825.0	825.0	825.0	825.0	825.0	825.0	825.0	825.0	825.0	825.0	825.0	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.8	277.4	10,472.0	
5. Hydropower Project																						
(1) Ibulao Project									165.3	371.9	371.9	371.9	372.0							1,653.0		
(2) Tanudan Project												193.8	436.0	436.0	436.0	436.2				1,938.0		
(3) Diduyon Project																				26,745.0		
(4) Matuno No.1 Dam Project (multipurpose)						1,756.5	3,161.7	3,161.7	3,161.7	3,161.7	3,161.7				2,674.5	6,017.6	6,017.6	6,017.6	6,017.7	17,565.0		
Subtotal (5.)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1,756.5	3,161.7	3,161.7	3,327.0	3,533.6	3,533.6	565.7	808.0	436.0	3,110.5	6,453.8	6,017.6	6,017.6	6,017.7	47,901.0		
Total (1.-5.)	500.0	2,477.7	2,962.4	3,399.7	2,862.9	4,983.9	6,131.9	6,470.4	6,592.3	7,152.9	6,780.3	3,243.1	3,380.7	3,358.0	5,511.1	8,799.6	8,386.8	8,210.3	8,149.6	99,353.6		

Note : N : National C : Communal P : Pump G : Gravity * : Rehabilitation

表2 カガヤン川下流域洪水対策及びアルカラ・アムルン灌漑プロジェクト、フェーズI(2002 - 2007)の年次別支出

US\$ 1.0=Pesos 50.0

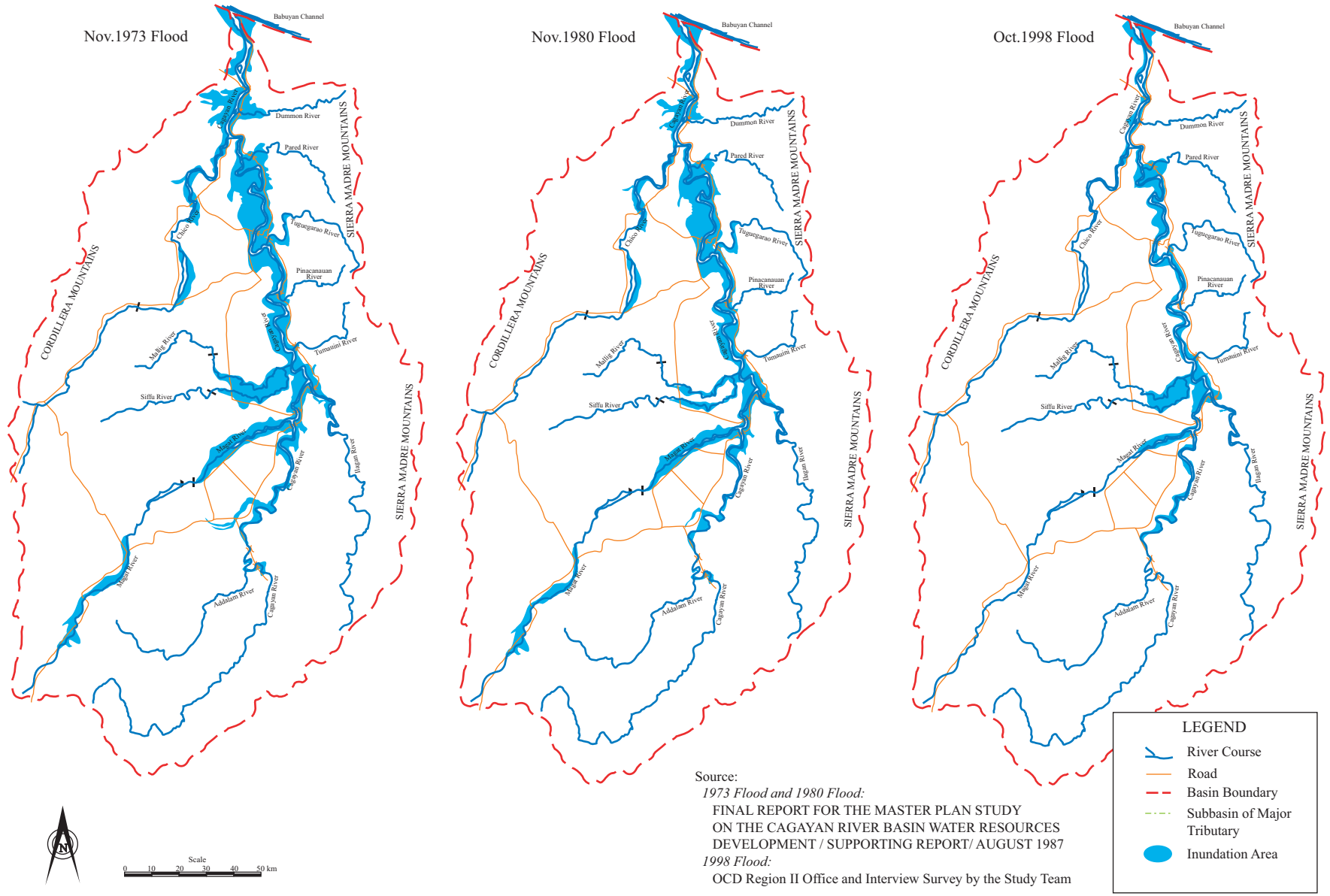
unit: Pesos million

Cost items	Total			2002	2002	2003	2003	2004	2004	2005	2005	2006	2006	2007	2007
	Total	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC	FC	LC
A Flood Control Project															
1 Direct Construction Cost w/VAT (disbursement rate %, assumed)	1,744.0	960.0	784.0	0.0	0.0	96.0	78.4	288.0	235.2	192.0	156.8	192.0	156.8	192.0	156.8
2 Land Acquisition and Compensation Cost including non-structural & supporting measures (disbursement rate %, assumed)	376.0	153.0	223.0	0.0	89.2	0.0	66.9	0.0	26.8	153.0	0.0				
3 Administration Expenses (disbursement rate %, assumed)	48.0	0.0	48.0	0.0	4.8	0.0	9.6	0.0	9.6	0.0	9.6	0.0	9.6	0.0	4.8
4 Engineering Services Expenses (disbursement rate %, assumed)	192.0	154.0	38.0	30.8	7.6	30.8	7.6	15.4	3.8	30.8	7.6	30.8	7.6	15.4	3.8
5 Sub Total, 1+2+3+4	2,360.0	1,267.0	1,093.0	30.8	101.6	126.8	162.5	303.4	275.4	375.8	174.0	222.8	174.0	207.4	165.4
6 Price Contingency (2 % for FC, 5 % for LC)	219.6	75.8	143.8	0.0	0.0	2.5	8.1	12.1	27.5	22.5	26.1	17.8	37.4	20.7	44.7
7 Sub Total, 5+6	2,579.6	1,342.8	1,236.8	30.8	101.6	129.3	170.6	315.5	302.9	398.3	200.1	240.6	211.4	228.1	210.1
8 Physical Contingency, 8 %	206.4	107.4	98.9	2.5	8.1	10.3	13.7	25.2	24.2	31.9	16.0	19.2	16.9	18.3	16.8
9 Total, 7+8	2,786.0	1,450.2	1,335.8	33.3	109.7	139.7	184.3	340.8	327.1	430.2	216.1	259.9	228.3	246.4	226.9
B Irrigation Project															
1 Direct Construction Cost w/VAT (disbursement rate %, assumed)	992.0	450.0	542.0	0.0	0.0	0.0	0.0	135.0	162.6	135.0	162.6	90.0	108.4	90.0	108.4
2 Land Acquisition and Compensation Cost including supporting measures (disbursement rate %, assumed)	230.0	126.0	104.0	0.0	31.2	0.0	20.8	0.0	6.2	50.4	10.4	37.8	10.4	37.8	10.4
3 Administration Expenses (disbursement rate %, assumed)	26.8	0.0	26.8	0.0	2.7	0.0	5.4	0.0	5.4	0.0	5.4	0.0	5.4	0.0	2.7
4 Engineering Services Expenses (disbursement rate %, assumed)	109.0	87.0	22.0	17.4	4.4	17.4	4.4	8.7	2.2	17.4	4.4	17.4	4.4	8.7	2.2
5 Sub Total, 1+2+3+4	1,357.8	663.0	694.8	17.4	38.3	17.4	30.6	143.7	176.4	202.8	182.8	145.2	128.6	136.5	123.7
6 Price Contingency (2 % for FC, 5 % for LC)	148.0	43.5	104.4	0.0	0.0	0.3	1.5	5.7	17.6	12.2	27.4	11.6	25.7	13.7	32.2
7 Sub Total, 5+6	1,505.8	706.5	799.2	17.4	38.3	17.7	32.1	149.4	194.0	215.0	210.2	156.8	154.3	150.2	155.8
8 Physical Contingency, 8 %	120.5	56.5	63.9	1.4	3.1	1.4	2.6	12.0	15.5	17.2	16.8	12.5	12.3	12.0	12.5
9 Total, 7+8	1,626.2	763.1	863.2	18.8	41.3	19.2	34.7	161.4	209.6	232.2	227.0	169.4	166.6	162.2	168.3
Grand Total A+B	4,412.2	2,213.3	2,198.9												

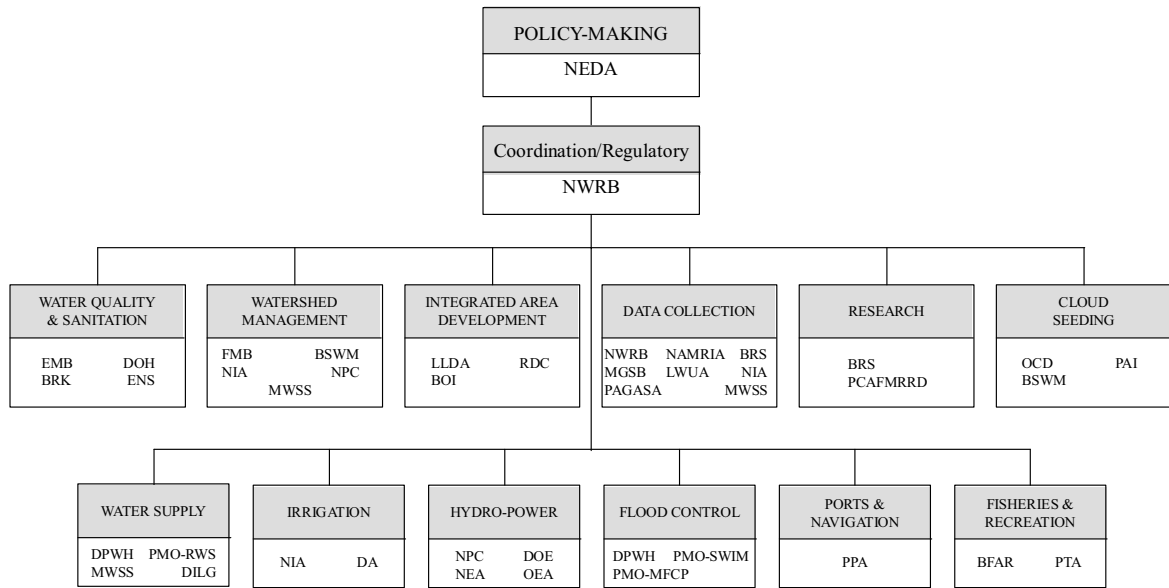
カガヤン川下流域洪水対策計画調査
ファイナルレポート
要約

付 図

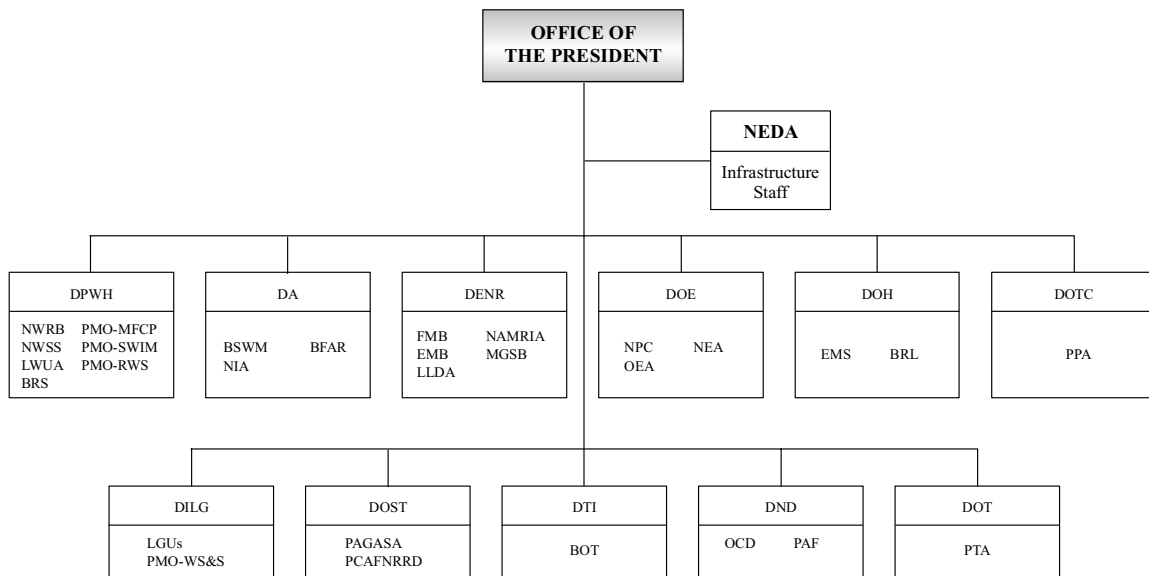
図1 既往洪水氾濫エリア



1 Functional Relationship for Water Related Works



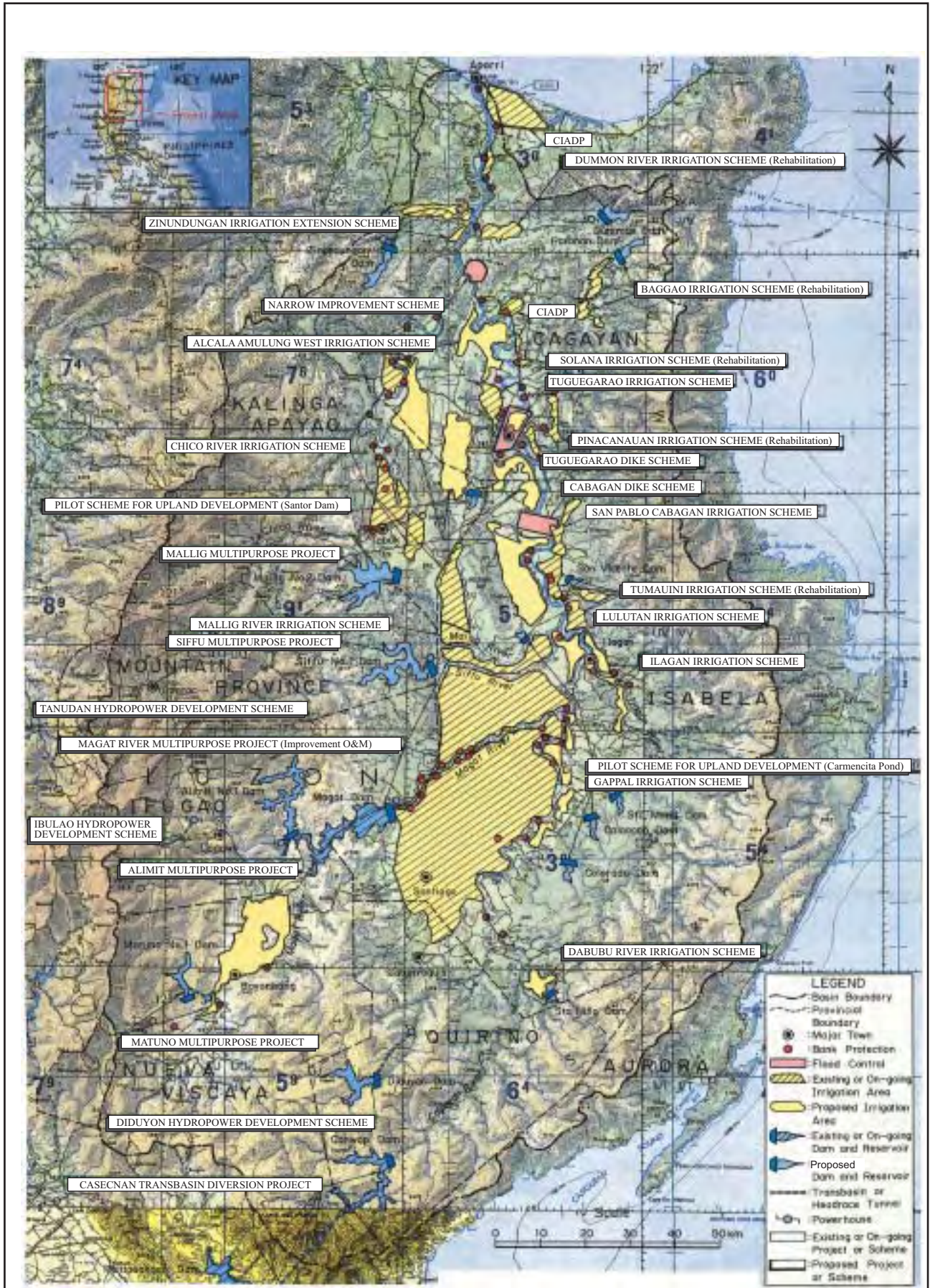
2 Organizational Relationship for Water Related Works



*The Feasibility Study of the Flood Control Project
for the Lower Cagayan River
in the Republic of the Philippines*

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

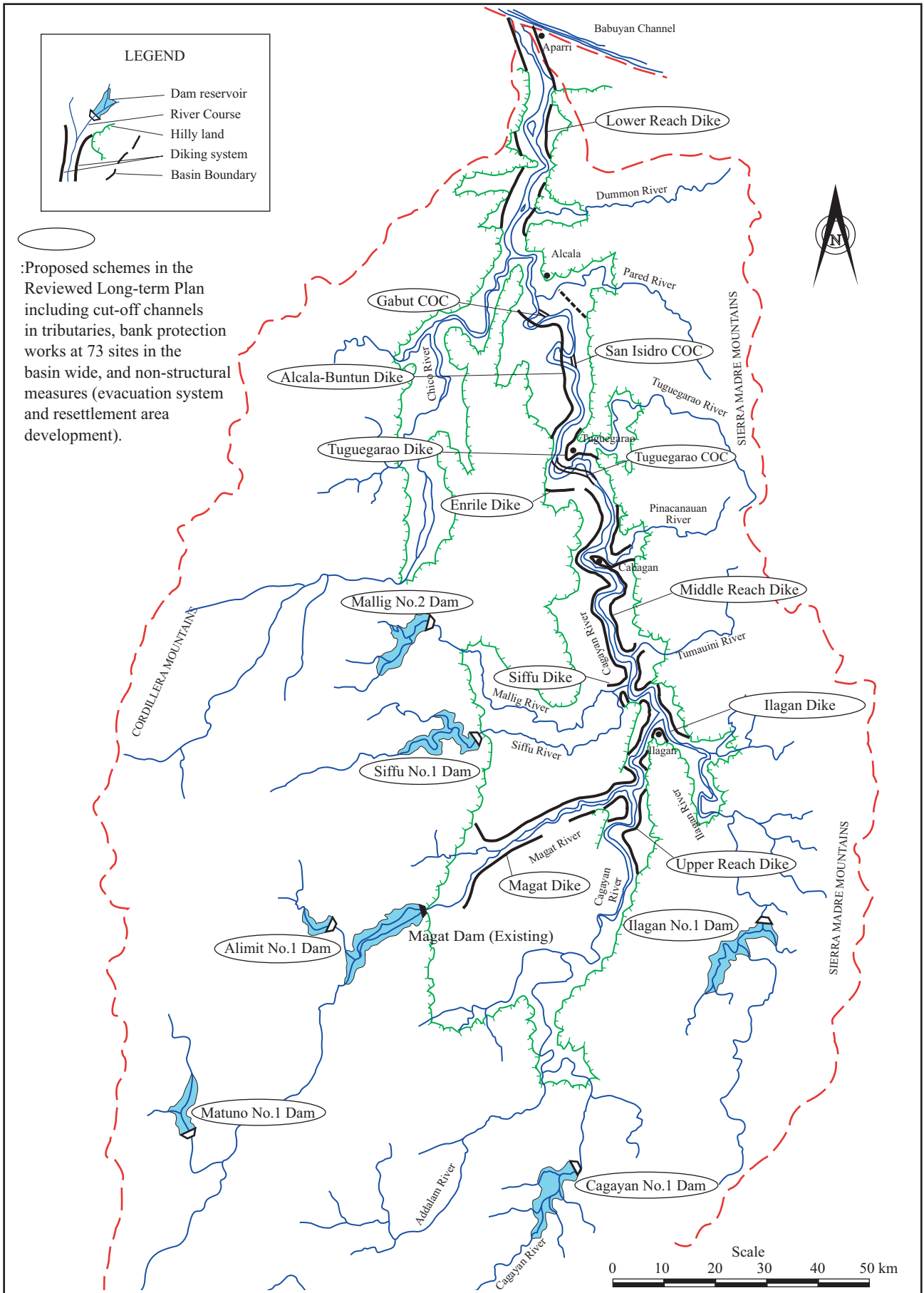
図2 水関連省庁の機能と組織上の関係



*The Feasibility Study of the Flood Control Project
for the Lower Cagayan River
in the Republic of the Philippines*

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図3 1987年マスタープラン位置図



Proposed schemes in the Reviewed Long-term Plan including cut-off channels in tributaries, bank protection works at 73 sites in the basin wide, and non-structural measures (evacuation system and resettlement area development).

The Feasibility Study of the Flood Control Project for the Lower Cagayan River in the Republic of the Philippines

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図4 洪水対策長期計画

Chico River Basin

Forest Compartment	Land (km ²)		Present Forest (km ²)		Agricultural Land over 18% in Slope	Proposed Reforestation Area
	Total Area	Area over 18%	Total Area	Area over 18%		
501	884	504	437	274	27	203
502	917	881	881	854	0	28
503	509	270	231	163	27	80
504	580	551	540	528	0	23
506	372	372	342	338	0	33
507	676	608	522	507	2	99
508	368	357	353	353	0	4
510	379	345	232	231	0	114
Total						584

Lower Cagayan River Basin

Forest Compartment	Land (km ²)		Present Forest (km ²)		Agricultural Land over 18% in Slope	Proposed Reforestation Area
	Total Area	Area over 18%	Total Area	Area over 18%		
401	752	263	400	241	19	4
402	527	158	295	121	0	37
403	851	545	567	408	41	95
404	165	154	155	154	0	0
405	997	847	770	749	0	100
406	1,004	261	213	50	2	208
407	461	148	97	5	5	138
408	705	71	115	21	0	49
Total						632

Siffu-Mallig River Basin

Forest Compartment	Land (km ²)		Present Forest (km ²)		Agricultural Land over 18% in Slope	Proposed Reforestation Area
	Total Area	Area over 18%	Total Area	Area over 18%		
409	1,027	236	191	21	6	210
505	574	402	424	327	0	75
509	450	405	371	346	5	53
Total						338

Ilagan River Basin

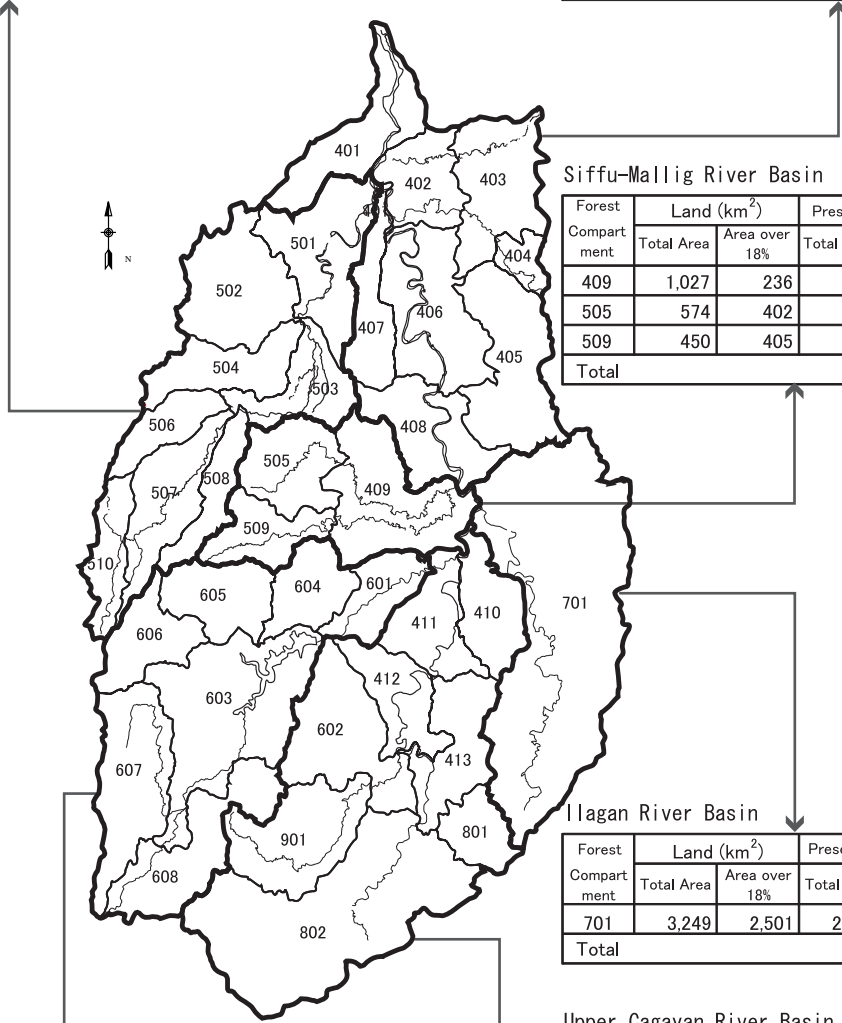
Forest Compartment	Land (km ²)		Present Forest (km ²)		Agricultural Land over 18% in Slope	Proposed Reforestation Area
	Total Area	Area over 18%	Total Area	Area over 18%		
701	3,249	2,501	2,596	2,371	112	18
Total						18

Upper Cagayan River Basin

Forest Compartment	Land (km ²)		Present Forest (km ²)		Agricultural Land over 18% in Slope	Proposed Reforestation Area
	Total Area	Area over 18%	Total Area	Area over 18%		
410	526	184	197	32	4	148
411	550	0	154	0	0	0
412	511	0	137	0	0	0
413	638	191	444	166	0	26
602	963	250	484	164	51	36
801	327	324	325	324	0	0
802	2,310	2,033	2,174	1,901	1	130
901	860	731	796	678	0	52
Total						392

Magat River Basin

Forest Compartment	Land (km ²)		Present Forest (km ²)		Agricultural Land over 18% in Slope	Proposed Reforestation Area
	Total Area	Area over 18%	Total Area	Area over 18%		
601	418	4	85	0	0	4
603	1,487	997	600	444	23	528
604	455	268	122	77	0	191
605	537	494	370	356	0	138
606	499	439	454	429	0	10
607	899	845	691	683	15	147
608	857	668	575	454	7	207
Total						1,226

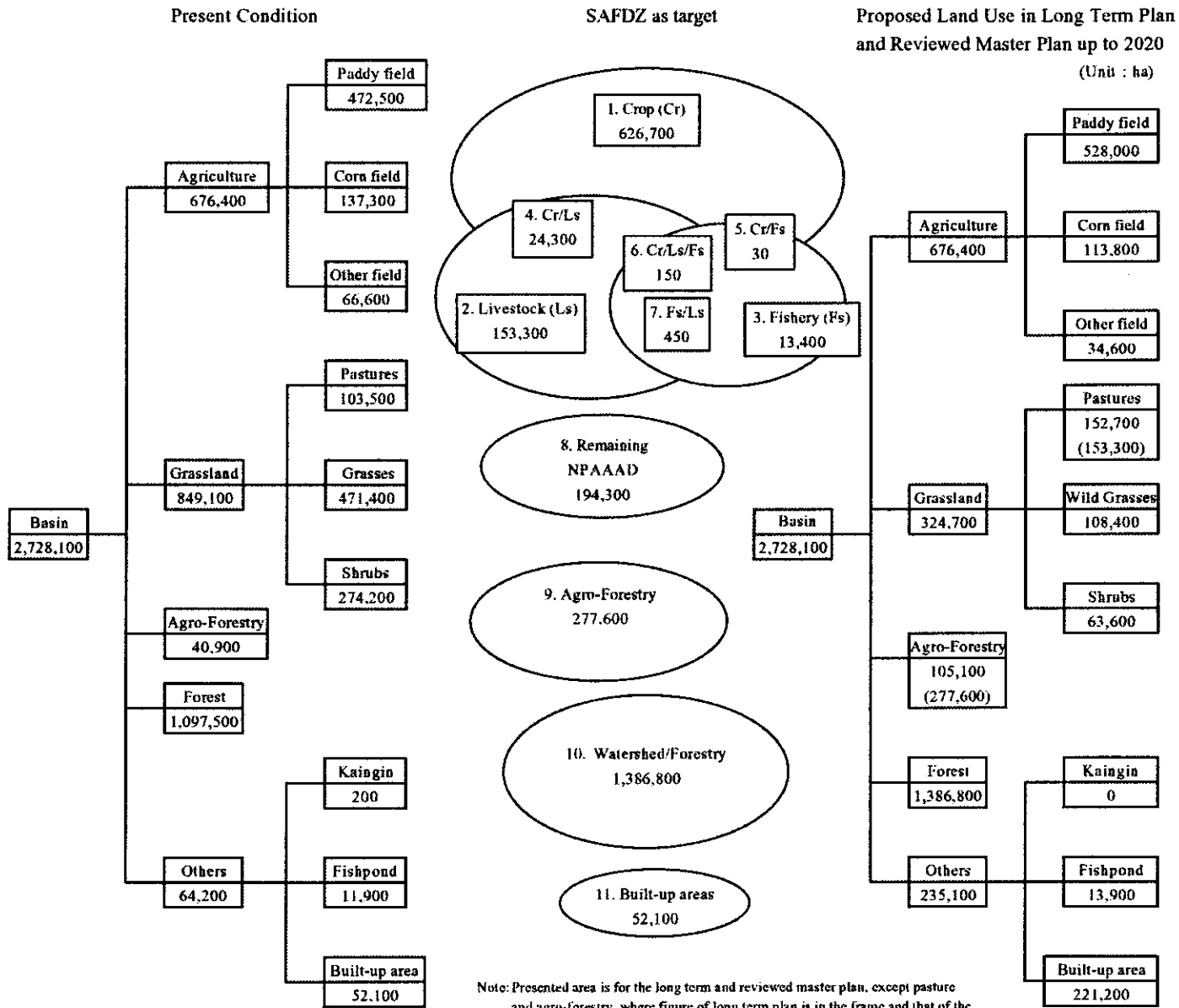


The Feasibility Study of the Flood Control Project
for the Lower Cagayan River
in the Republic of the Philippines

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

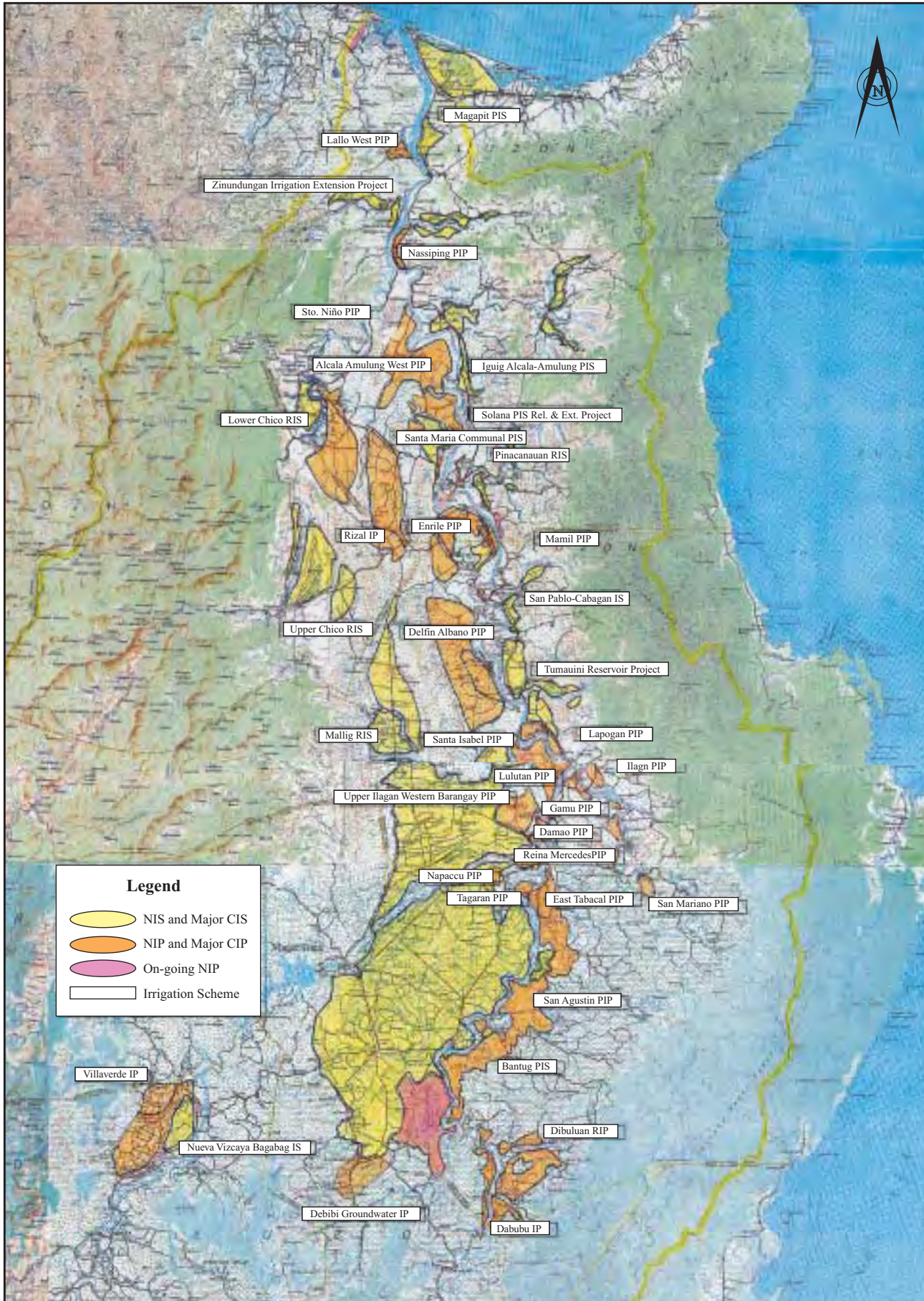
図5 カガヤン流域植林計画

图 6 土地利用計画



Note: Presented area is for the long term and reviewed master plan, except pasture and agro-forestry, where figure of long term plan is in the frame and that of the reviewed master plan is in the parenthesis.

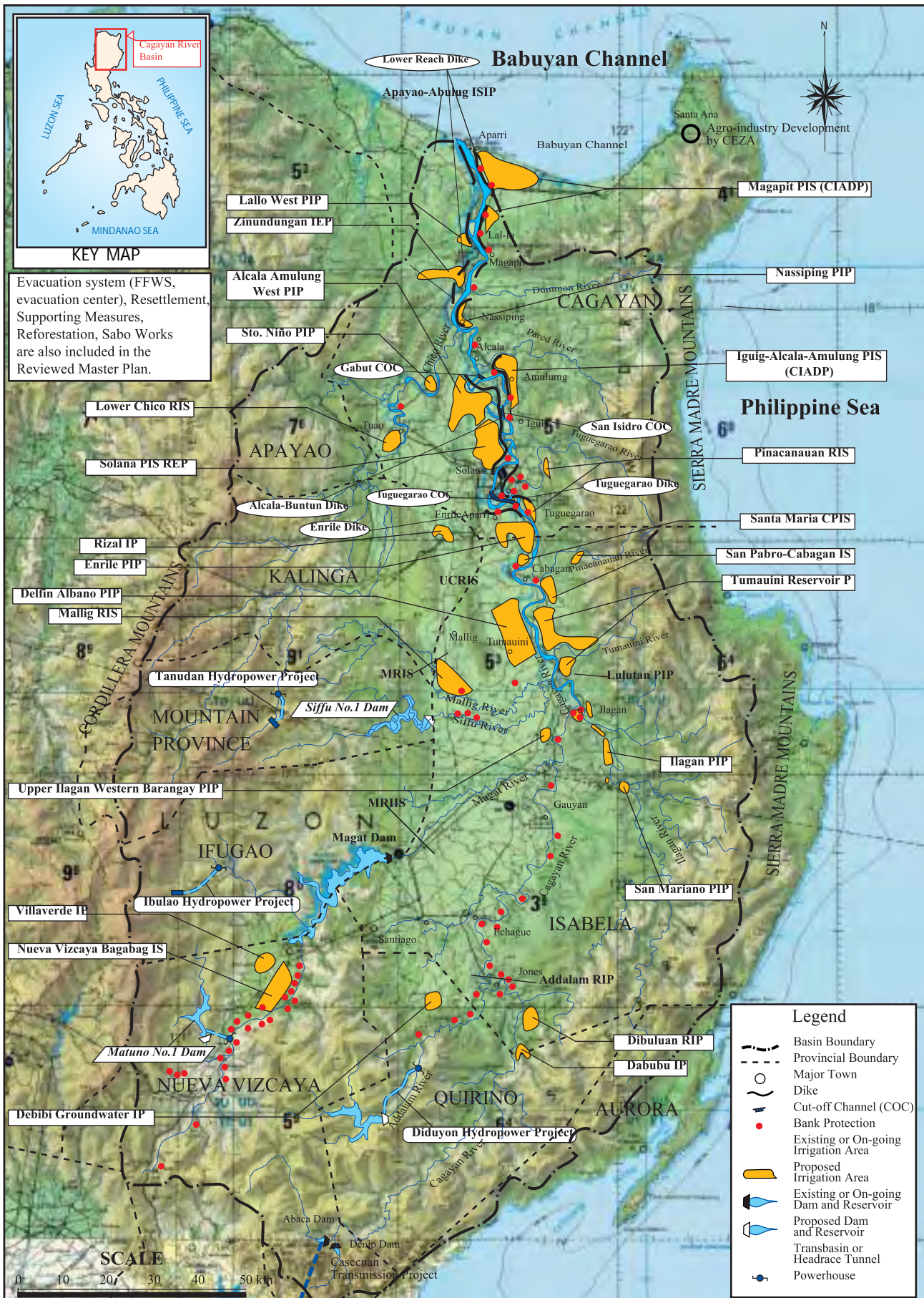
Source: Present condition and SAFDZ=SAFDZ data 1999 BSWM



*The Feasibility Study of the Flood Control Project
for the Lower Cagayan River
in the Republic of the Philippines*

図7 灌漑プロジェクト長期計画

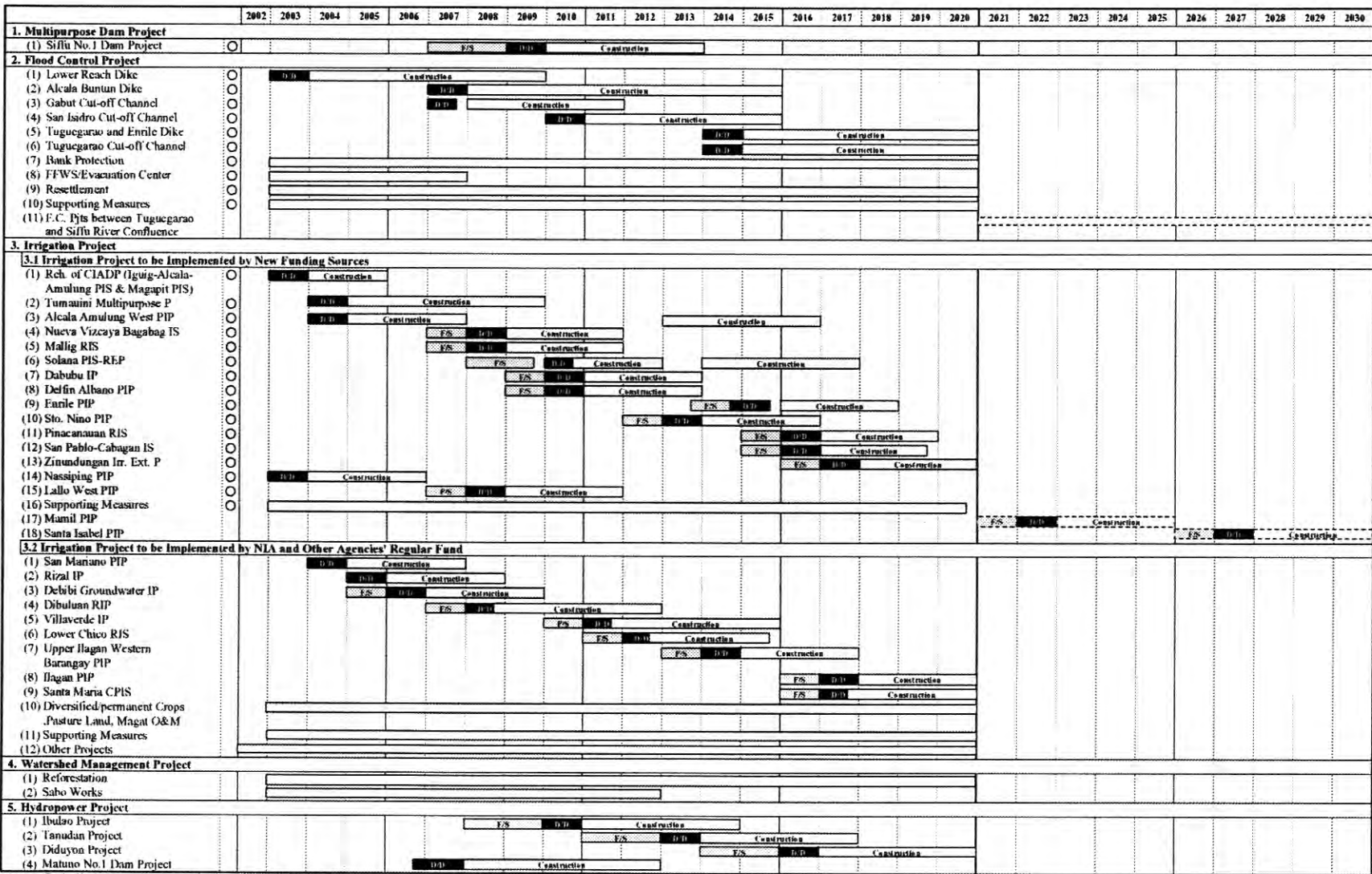
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



The Feasibility Study of the Flood Control Project for the Lower Cagayan River in the Republic of the Philippines

図8 見直しマスタープランのプロジェクト位置図

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY



Notes: O indicates projects to be implemented under the investment amount of Pesos 30 billion by the target year 2020.

The Feasibility Study of the Flood Control Project
 for the Lower Cagayan River
 in the Republic of the Philippines
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図9 見直しマスタープランの実施スケジュール

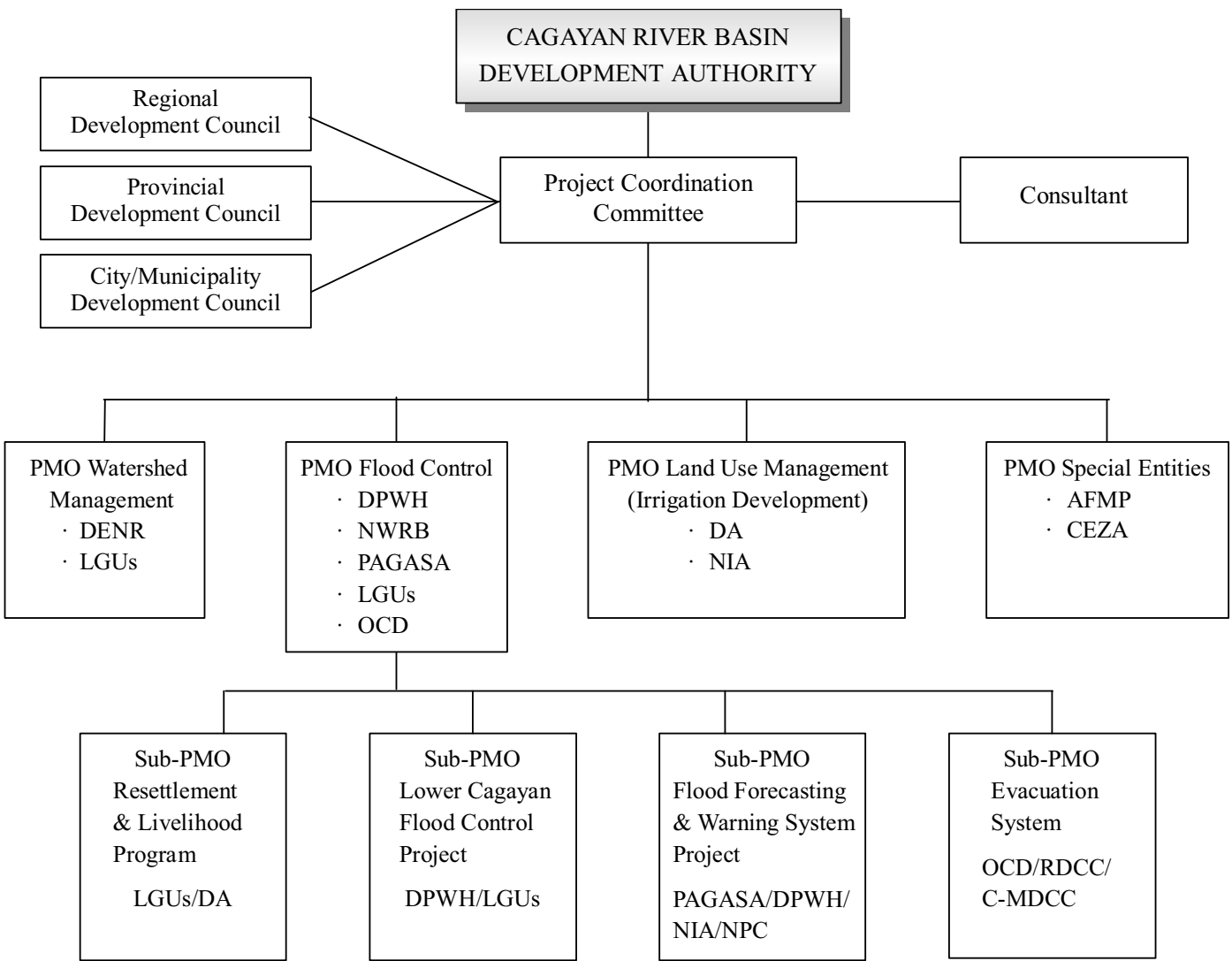
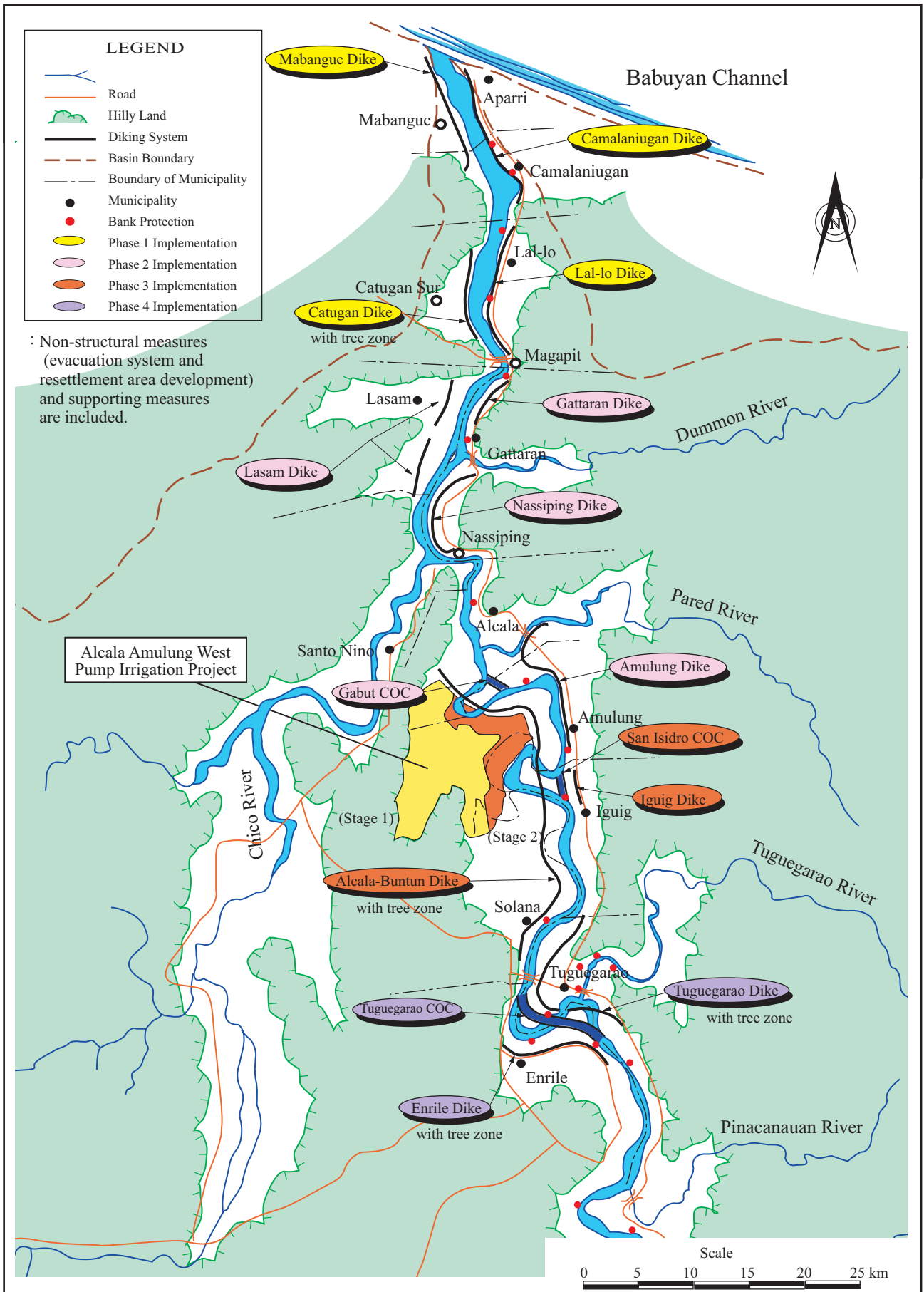


図 10 カガヤン川流域開発実施体組織図



The Feasibility Study of the Flood Control Project
for the Lower Cagayan River
in the Republic of the Philippines

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

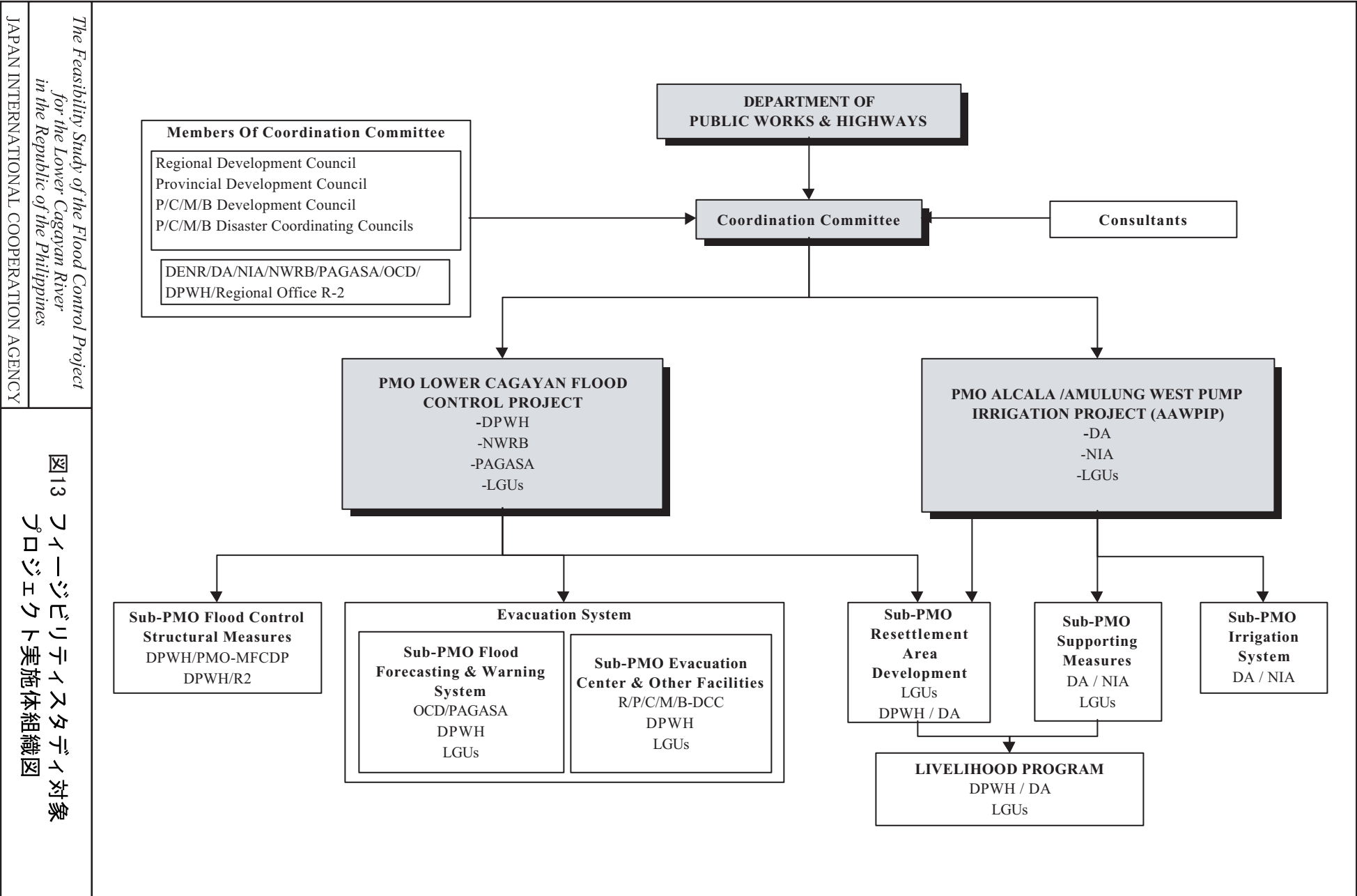
図11 フィージビリティスタディ
対象プロジェクト位置図

	Descriptions	Unit	Q'ty	1 2002	2 2003	3 2004	4 2005	5 2006	6 2007
A	Flood Control Projects								
	1 Feasibility Study	LS	1	□					
	2 Financial Arrangement	LS	1	▭					
	3 Selection of Consultant	LS	1	▭					
	4 Tender Design	LS	1		▭				
	5 Tendering Procedures	LS	1		▭				
	6 Development of Resettlement Area and Resettlement	LS	1	▭	▭	▭			
	7 Land Acquisition and Compensation	LS	1	▭	▭	▭			
	8 Construction Supervision	LS	1			▬	▬	▬	▬
	9 Construction, Structural Measures								
	1) Urgent bank protection works	site	21		▬	▬	▬		
	2) River bank tree zones	km	70		▬	▬	▬	▬	▬
	3) Left dike systems, river mouth to Magapit	km	17.3			▬	▬	▬	▬
	4) Right dike systems, river mouth to Magapit	km	26.0			▬	▬	▬	▬
	10 Related Non-structural & Supporting Measures	LS	1	▬	▬	▬	▬	▬	▬
B	Irrigation Project (AAWPIP stage 1)								
	1 Review of Feasibility Study	LS	1	□					
	2 Financial Arrangement	LS	1	▭					
	3 Selection of Consultant	LS	1	▭					
	4 Tender Design	LS	1		▭				
	5 Tendering Procedures	LS	1		▭				
	6 Development of Resettlement Area and Resettlement	LS	1	▭	▭	▭			
	7 Land Acquisition and Compensation	LS	1	▭	▭	▭			
	8 Construction Supervision	LS	1			▬	▬	▬	▬
	9 Construction, Structural Measures								
	1) AAWPIP, stage 1	ha	4,090			▬	▬	▬	▬
	10 Related Supporting Measures	LS	1	▬	▬	▬	▬	▬	▬

The Feasibility Study of the Flood Control Project
for the Lower Cagayan River
in the Republic of the Philippines

JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図12 カガヤン川下流域洪水対策及び
アルカラ・アムルン灌漑プロジェクト、
フェーズ I (2002-2007) の実施スケジュール



The Feasibility Study of the Flood Control Project
 for the Lower Cagayan River
 in the Republic of the Philippines
 JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY

図13 フェイビリティスタディ対象
 プロジェクト実施体組織図