

## 第6章 農業開発

### 6.1 現況農業土地利用

カガヤン河流域の総農地面積は、約 5,339 km<sup>2</sup> であり、その内訳は、水田が 2,470 km<sup>2</sup> (全体の 46.3%)、畑地が 1,303 km<sup>2</sup> (24.4%) 牛の放牧地が 1,269 km<sup>2</sup> (23.8%) 永年作物地が 270 km<sup>2</sup> (5.0%)、養魚池が 27 km<sup>2</sup> (0.5%) となっている。

水稻、トウモロコシ等の単年生作物は、カガヤン河畔の沖積低平地に栽培されており、総農地面積の約 70% を占めている。牛の遊牧地は、近年急速に開発されたもので、起伏のある丘陵地に広がっている。バナナ、柑橘、ココナッツ、コーヒー等の永年作物は、丘陵地と、山間部に散在して栽培されている。現況農業土地利用図は、Fig. 6.1 に表すとおりである。

地形区分からみた耕作適地は、傾斜 18% 以下の土地に限定される。現況農業土地利用図 (Fig. 6.1) と傾斜区分図 (Fig. 2.2) を比較すると、現況農地の大半は、傾斜 3% 以下の地域に分布していることが明らかである。傾斜 3% から 8% までの土地は、比較的小面積であり、その一部が農業利用されている。したがって耕作最適地のほとんどは、既に開発されており、拡大可能な耕作適地の大半が丘陵地に残されていることがわかる。

### 6.2 農業生産現況

#### 6.2.1 概要

カガヤン河流域の農業生産は、(i) 都市部人口に比べ農村部人口比率が高い、(ii) 農業生産の地域総生産に対する貢献度が高い (iii) 低平地における農用地拡大に限界がある、(iv) 丘陵地に広大な未利用野草地が存在する、(v) 農業生産は、米、トウモロコシ等の単年性作物生産が中心である、(vi) 農業生産性が低位である、等の特徴をもつ。カガヤン河流域 (Region II) と、フィリピン全国の農業生産比較は Table 6.1 と Fig. 6.2 に、また作物収量比較は Fig. 6.3 に示すとおりである。これらから明らかなのは、カガヤン河流域の農業生産は、地域経済の最重要部門でありながら、その生産性は非常に低いということである。

#### 6.2.2 作付体系と耕種法

現況作付体系は、Fig. 6.4 に表すとおりである。灌漑水田の主な作付体系は米の 2 期作であり、乾期の灌漑用水供給不足のために作付比率は約 180% に留まっている。灌漑水田地域では、米の近代的栽培技術が高収量品種と共に広範に普及しており、化学肥料や農薬の使用も一般的である。天水田地域 (約 100,300 ha) では、米は雨期に栽培され、その裏作としてトウモロコシが 1 月から 5 月までの乾期に、天水田の約 20% に栽培されている。

したがって残りの80%の耕地は、水不足のために休閑されている。これらの天水田地域では、改良品種の普及、肥料・農薬の投入は一部に限られており、一般的でない。

低平地に広がる畑地(約130,300 ha)の主要作物はトウモロコシである。トウモロコシは、天水下で年2回栽培されており、その90%以上が、在来品種の白色トウモロコシで占められている。高収量黄色トウモロコシの栽培は、カガヤン河流域では一般的でない。トウモロコシ収量はTable 6.1にみるとおり低位であるが、これは在来品種を中心とした無肥料・無農薬栽培に依るところが大きい。サトウキビはカガヤン州のピアット地区を中心として栽培されている。サトウキビの収量は不順な降雨条件のために、非常に低位である。サトウキビの大半はピアットにある砂糖工場に運ばれ加工されている。ピーナッツは主に乾期のトウモロコシと間作されている。主要根茎作物は、サツマイモであり、主に丘陵地で栽培されている。主要な果樹・永年作物は、バナナ、ココナッツ、柑橘、コーヒーであるが、流域内にはこれら作物を栽培する大規模企業農園はない。

### 6.2.3 農産物価格と流通

米とトウモロコシは、全国規模の流通体系の上で取引が行われているが、他の作物は一般的に域内消費されている。畜産物と魚類も、大半が域内消費されている。カガヤン河流域内の近年の初生産量は84万トンであり、その内35万トンが域内消費され、残りの49万トンが他地域へ移出されている。トウモロコシの生産量は14.5万トンであり、その内55%がマニラへ移出されている。約1,700の中間流通業者が、域内で取引を行っており、域外移出分の内、米の約90%とトウモロコシの大半を取扱っている。国家食糧庁は米流通の主導的役割を担っており、米流通の約10%を取扱っている。

米の農家庭先価格は、季節変動が大きい。流域内の農民の主要所得源は米生産に負うところが大きく、この価格変動は農民の生活に直接影響を与えている。

### 6.2.4 農産加工業

流域内の総初処理能力は、年間80万トンである。その内近代的精米施設の初処理能力は29.5万トンであり、これは域外移出される49万トンの初約60%にあたる。旧式の精米施設で加工される米は品質が悪く、主に域内消費にまわされる。したがって残りの19.5万トン余の初は、初のまま中部ルソンの精米工場へ移出されている。域内で加工される初総量は、域内食用消費分25.6万トンと、近代的精米工場で加工される29.5万トンの合計55.1万トンであり、これは、流域内の総初処理能力80万トンの約70%にあたる。

その他農産加工施設としては、カガヤン砂糖会社(CASCO)の砂糖工場が一日当たり4,000トンの、またカガヤン溪谷開発会社(CAVALDECO)の飼料工場が時間当たり6トンの

処理能力を持っている。しかしこれらの工場は、サトウキビやトウモロコシ等の原料が十分に集荷出来ず、稼働率は極端に低い状況にある。

#### 6.2.5 農業支援組織

農業省は農業支援組織において、主導的役割を担っている。ツゲガラオに農業省の地区事務所があり、各州庁所在地には州事務所が置かれている。農業省は農民に対して次の様な支援サービスを行っている。

試験研究活動 : イラガンに農事試験場があり、主に天水下における作物生産の試験研究が行われている。マガット灌漑地区内には、カガヤン溪谷農事試験場があり、灌漑水稲作の試験研究が行われている。その他、(i)カガヤン州立大学、(ii)カガヤン総合農業開発計画(CIADP)、(iii)イザベラ州立大学、等で試験研究活動が行われており、農業省の地区事務所を中心に、それらの活動成果の交換が行われている。

種子増殖活動 : 種子増殖は、ルナ・アブルグ種子農場、イラガン農事試験場、カガヤン溪谷農事試験場の3ヶ所で行われている。これらの機関はマニラの植産局の下に、主に米種子の増殖、種子生産農家への技術普及、種子の調整・貯蔵・普及等を行っている。しかしながら、これら機関の施設整備状況は悪く、種子生産農家へ配布する登録種子と一般農家へ配布する保証種子の生産は、域内需要を満たしていない。

農民組織設立 : 地区IIには934の農業協同組合(サマハン ナヨン)が登録されており、その内15%にあたる144組織が活動している。組織力は一般に弱く、組合員の大半は資金余力のある大農であり、小農の組織化が進んでない。

普及活動 : 政府の米生産計画(Masagana 99, Intensified Rice Production Program)の対象面積は約84,000 haで、全栽培面積の34%にあたる、これらの計画に、34,000軒の農家が参画している。トウモロコシ生産計画(Expanded Corn ProgramでMaisagana Programが修正されたもの)の対象面積は約10,600 haであり、全栽培面積の約10%を占めている。これらの生産計画では普及活動と共に、農業金融サービスも提供している。

#### 6.2.6 農業生産

##### (1) 作物生産

流域内で生産されている主要作物は、米とトウモロコシであり、その他、ピーナッツ、タバコ、サトウキビ、サツマイモ、豆類、野菜がある。1985年の作物生産統計は、Table 6.2に示す通りである。カガヤン河流域では、米とトウモロコシの生産が重

要な位置を占めているが、生産面積と生産量は Fig. 6.5 から Fig. 6.8 に表すとおり、年変動が大きく、不安定である。

## (2) 畜産

流域内の畜産は、作物生産農家の副業的飼養か、小規模畜産農家によるものが大半を占めており、大規模な商業飼養農家はごくわずかである。畜産統計は Table 6.3 に示すとおりである。

現況の畜産は、(i)低い屠体重、(ii)低い枝肉歩留り率、(iii)高い幼牛死亡率と長期に亘る肥育期間、等で明らかなように、生産性が低い。この様な生産性の低さは、(i)小規模な自給的畜産経営が大半を占める、(ii)在来種による生産性が主体であり、改良種の導入が遅れている、(iii)各種の伝染病、寄生虫の発生率が高い(生産性に障害をおよぼす重大な疾病はみられない。主な疾病には、出血性敗血症、気腫疽があり、これらはワクチン注射によって予防できる。)、(iv)乾草、サイレージ、濃厚飼料等の利用が少ない、(v)放牧地開発のための技術的基準がない、等に起因している。

## (3) 漁業及び林業生産

流域内の養魚は、開発途上にあり、天然の湖沼や河跡湖が養魚池として利用されている。主な魚種は、ミルクフィッシュ、マッドフィッシュ、ティラピアである。大規模な養魚池は、カガヤン州北部沿岸に散在している。流域内には約 1,600 の養魚池があり、総面積は 2,700 ha である。総生産量は約 1,500 トンで、ヘクタール当たり、0.57 トンの収量である。

1985年の丸太切出し量は、林産局(BFD)の統計によると 715,000 m<sup>3</sup> である。

## (4) 農林漁業生産額

1985年の農林漁業生産額(GVA換算)は、1972年価格で8億6,200万ペソであり、その内米が約50%を占める。林業生産額は1億4,700万ペソで米に次いで多く、約17%を占める。トウモロコシとその他作物の生産額の割合は、それぞれ、11%と12%である。その他、畜産が9%、漁業が1%を占めている。

### 6.2.7 現況灌漑整備状況

#### (1) 既存灌漑組織

建設中も含めた、既存灌漑組織の計画支配面積は約 224,000 ha であり、その内国営灌漑組織(NIS)が 150,800 ha、共同灌漑組織(CIS)が 58,300 ha、ポンプ灌漑組織(PIS)が 2,800 ha、民営ポンプ灌漑組織が 12,100 ha をそれぞれ占めている。民営重力

式灌漑組織の計画支配面積は小さく、統計も不備なため、カガヤン河流域の既存灌漑組織の対象面積から外している。流域内における既存灌漑組織の配置概要は、Fig. 6.9に表すとおりである。

## (2) 国営灌漑組織

1986年12月現在、国営灌漑組織(NIS)が8組織、建設中の国営灌漑計画(NIP)が3流域内にある。NISのうち、6組織は国内資金で、2組織は海外借款によって建設された。計画支配面積は、NISが131,480 ha、NIPが19,317 haである。NISとNIPの名称と位置図は、Table 6.4とFig. 6.10に示すとおりである。

8組織のNISのうち、マガット川総合灌漑組織(マガットRIIS)は、イサベラ州とイフガオ州にまたがって位置する。チコ河灌漑組織(チコRIS)は、イサベラ州、カリンガアパヤオ州、カガヤン州に分散している。トゥマウイニ河灌漑組織(トゥマウイニRIS)はイサベラ州に位置し、その他5組織は、カガヤン州に全て位置している。

マガットRIISとチコRISは海外借款で、また他の6組織は国内資金で建設されたものである。ソラナーツゲガラオ灌漑組織(ソラナーツゲガラオIS)は、カガヤン河からポンプによって揚水している。その他の5つの灌漑組織は、自然流下のカガヤン河支流から導水している。したがってこれらの組織には、貯水ダムや取水ダムがなく、一方集水域は小さいので、特に、乾期の間、河川流量減少による取水流量変動が大きい。

灌漑用水路は、土性と侵食性の相違を特に考慮せずに、全て土水路であり、沈砂と崩壊が激しい。用水路の盛土は幅および高さが不十分であり、計画支配面積全てを灌漑するには限界がある。多くの分水工や構造物が、幹線・二次・三次用水路から灌漑地区に導水するために適切に配置されている。しかし構造物のほとんどは、取水箱とコンクリートパイプで構成されているに過ぎず、調整ゲートや測定ゲージは付設されていない。圃場用水路は全ての組織にあるが、その密度は10m/haから60m/haまでばらつきがある。圃場排水には一部不良なものもあるが、極端な排水不良はどの組織にもみられない。

各組織の実灌漑面積は、Table 6.5に示すとおり、乾期作のみならず雨期作においても計画支配面積より小さい。Table 6.6には、最近5年間または組織完成後の、年平均実灌漑面積と計画支配面積に対する実灌漑面積比率を示している。

計画支配面積が20,108 haであるチコRIS(ステージI)は、カリンガアパヤオ州のタブック郡とビヌクブック郡、カガヤン州のツアオ郡、イサベラ州のケソン郡とマリグ郡に、それぞれ広範に分布している。チコRISは、世銀の融資で1976年から建設が開始され、1986年12月時点で灌排水施設がほぼ完成している。組織の部分的灌漑は、

1983年11月に4,700 ha、1985年の雨期作に7,000 ha、乾期作に11,200 haにおいてそれぞれ行われている。

マガット川多目的計画(MRMP)は、1976年から1987年にかけて、世界銀行とアジア開発銀行の協調融資により建設され、カガヤン、マガット、シフ川の氾濫原に開ける沖積平野の水田約97,400 haを計画地区としている。MRMPの実灌漑面積は、雨期作に40,000 ha、乾期作に19,000 haに限られていたが、1982年のマガットダム完成後、実灌漑面積は飛躍的に増大し、1984年から1985年には、雨期作に75,000 ha、乾期作に70,000 haが灌漑されている。MRMPに加えて、2つの国内資金による灌漑開発計画(サンパブローカバガン灌漑計画とマリグ川灌漑計画)と1つの海外借款による開発計画(カガヤン総合農業開発計画)が現在建設中である。

### (3) 共同灌漑組織(CIS)

カガヤン河流域における共同灌漑組織(CIS)の開発は、スペイン統治時代から農民によって行われ始め、1960年まで継続されている。1950年代に、政府機関はCISの建設に着手している。1985年11月現在、CISとして1,156組織があり、計画支配面積は58,290 haである。CISの州別面積は、Table 6.7に示すとおりである。

CISは自然流下小河川を水源としており、取水ぜきのない自然取入れが一般的である。用水路は幹線水路と二次水路からなり、圃場用水路は近年建設されたCISには完備していない。

計画支配面積に対する実灌漑面積の割合である灌漑率は、河川流量変動や他の要因によって、年変動が激しい。1985年の灌漑率は年間1.36で、雨期作が0.73、乾期作が0.63である。州別灌漑率はTable 6.7に示すとおりで、カガヤン州の1.89から、キリノ島の0.58までばらつきが大きい。CISの計画支配面積と実灌漑面積との大きな相違は、次の様な理由による。

- 1) 計画支配面積は、自然河川流量に大きく依存している。
- 2) 計画支配面積の一部は、用水路網建設終了にもかかわらず未開発のまま残されている。
- 3) 水利組合の改修資金不足のため、施設の改修が行われず、多くの地区で灌漑が行われていない。

#### (4) ポンプ灌漑組織 (PIS)

ポンプ灌漑組織 (PIS) の建設は、1970年代中頃から営農開発組合 (FSDC) によって建設され、1985年に40組織の建設が終了しており、1組織が現在建設中である。PISの流域内における総計画支配面積は2,800 haである。しかし維持管理経費が高く必ずしも全面積が灌漑されていない。州別 PIS の数と面積は、Table 6.8 に示すとおりである。

#### (5) 民営灌漑組織

重力式民営灌漑組織は、カガヤン河流域内に建設されており、民間資本によって運営されている。しかし重力式民営灌漑組織に関する資料は整備されておらず、位置と面積について確認されていない。

1973年から1979年までに、NIA が各農民に配布したポンプ機器は、3,365セットであり、それによる灌漑面積は30,872 haと推計される。しかし故障、紛失、流用等によって、稼働可能なポンプ機器は1,825セットに、灌漑面積は約12,000 haへと減少している。州別のポンプ機器使用台数と灌漑面積は Table 6.9 に示すとおりである。

#### (6) 灌漑組織運営現況

国営灌漑組織の維持管理は、頭首工から三次水路の分水工までを NIA の灌漑組織事務所が行っている。圃場用水路の維持管理は、事務所の技術指導の下に、農民が行っている。ゲートの操作はゲートキーパーによって、幹線水路から三次水路までの分水工操作は、ウォーターマスターが行っている。ウォーターマスターは1人当たり、500 ha から700 ha の灌漑面積を管理している。一般的に同時灌漑が適用されているが、乾期に用水不足の生じた地区について、輪番灌漑が行われることがある。水稻栽培に対する用水供給は、月別要水量計算にもとづき行われている。

共同灌漑組織とポンプ灌漑組織の維持管理は、水利組合が行っている。最大単位用水量が1.5～2.5 l/秒/haと規定されているほかは、全ての操作は農民の経験に依存している。

各国営灌漑組織事務所は、日別取水量を記録する規定になっているが、記録に欠損があり、測定ゲージが完備していないことから考えると信頼性に欠ける。その他共同灌漑組織、ポンプ灌漑組織、民営灌漑組織には、取水量の記録はない。

## 6.3 可能最大農業開発と開発戦略

### 6.3.1 可能最大農業開発

傾斜 18% 以下で市街地と裸地 (約 50 万 ha) を除いた可能最大農用地面積は、約 108 万 ha と推定される。可能最大農用地は、傾斜 8% 以下の低平地 (47.6 万 ha) と 8% から 18% までの丘陵地 (60.4 万 ha) からなる。

国家灌漑庁、農業省土壌局から収集した、地勢図 (Fig. 6. 11) と土壌図をもとに土壌および土地分級調査を行った。土壌調査結果は Table 6. 10 に示すとおりであり、水田と畑地に対する土地分級は、米国農務省基準にもとづき、各土壌統について行った。水田と畑地に対する土地分級調査結果は、Fig. 6. 12 と Fig. 6. 13 に表すとおりである。土地分級調査にもとづくと、低平地の可能最大農用地 47.6 万 ha のうち、30.6 万 ha が水田耕作に最も適していることがわかる。また傾斜 18% 以下の可能最大農用地面積 108 万 ha は、畑地として利用可能である。したがって流域総面積 273 万 ha に対して、水田および畑地として利用不可能な土地は、それぞれ 225.4 万 ha と 165 万 ha である。

低平地の可能最大農用地 47.6 万 ha に対して、水稻、トウモロコシ等が栽培されている現況農用地面積は、37.7 万 ha であり、残りの 9.9 万 ha は野草地として未利用のまま残されている。丘陵地の可能最大農用地 60.4 万 ha のうち、15.4 万 ha が永年作物地と放牧地として利用されており、残りの 45 万 ha は将来農業利用することが可能である。

低平地における最大利用を考えた農業土地利用は、水田として 30.6 万 ha、トウモロコシ畑として 14.2 万 ha、その他畑作物として 2.8 万 ha が想定される。この場合、野草地 9.9 万 ha は全て農用地として利用されることになる。

丘陵地の農業土地利用は、将来永年作物が 20 万 ha に、放牧地が 30 万 ha に拡大され、未利用野草地は、45 万 ha から 10.4 万 ha へ減少する。

現況農業生産性と各種農業試験結果にもとづき、洪水防御、灌漑、その他農業開発の必要と考えられる施策が全て行われると仮定すると、ヘクタール当り農業生産額 (GVA 換算) は、最大で 2 倍にすることが可能である。したがって可能最大農用地の全ての利用を考えた場合、可能最大農業生産額 (1972 年価格) は、Table 6. 11 に示すとおり、流域全体で 24 億 800 万ペソになる。

### 6.3.2 農業開発基本方針

カガヤン河流域における農業生産上の障害は以下のとおりである。

- a) 季節変動と年変動の激しい降雨条件。



- b) 頻繁な台風来襲による洪水被害。
- c) 不十分な農業支援サービス。

その他、不十分な肥料、農薬の投入や在来種子の広範な利用等、栽培技術上の課題も山積している。

農業開発基本方針は、政府の農業開発政策に沿って策定する必要がある。新政権は、農業開発を経済開発の柱としており、農業省が作成した「農村部における短期復旧計画」では、次の様な開発目的が設定されている。

- a) 土地無し農民の就労機会創出。
- b) 最貧農民への土地及び収入の再分配。
- c) 生産者庭先価格の上昇。
- d) 農業投入資材価格の低減。
- e) 農業生産性の向上。

上記開発目的にもとづき、次の様な開発基本方針を策定した。

1) 灌漑と洪水防御により、現況農用地の土地生産性を向上する。

- 低平地の主要作物は米とトウモロコシであるが、度重なる洪水と不規則な用水供給のため、不安定な生産と低収量を余儀なくされている。
- 灌漑開発の重点地域は現況水田とする。Fig. 6.14に表すとおり米の供給不足が将来にわたって予測されるため、米の二期作という作付体系の大幅な変更は考えない。畑地における主要作物はトウモロコシとし、Fig. 6.14に表すとおり飼料需要の大幅な増大が予測されるため、飼料用黄色トウモロコシ栽培面積を食用白色トウモロコシに代えて拡大する。

2) 丘陵地における農用地を拡大する。

- 広大な未利用農用地が丘陵地に残されており、これを永年作物地と牛の放牧地として開発する。流域の経済開発を行う上で、この丘陵地開発は必要不可欠なものである。

- Fig. 6.14 に表すとおり、牛肉需要は将来的に増大するが、流域内の丘陵地は牧草栽培に適していることから、牛の放牧が特に有望である。

- 3) 農村社会の主要構成員である、小規模零細農民に対して、農業支援サービスを拡充する。

### 6.3.3 2005年までの農業開発目標

カガヤン河流域の経済開発上位計画では、西暦 2005年までに、人口一人当たり地域総生産 (GRDP) を全国平均にまで増大するとしている。したがって流域内の GRDP (1972年価格) は、2005年で 60億 2,800万ペソとなり、これは 1985年の GRDP 16億 5,000万ペソの約 3.7倍になる。

農林漁業生産額は、1985年の GRDP の約 50% を占めており、農業部門の発展は経済開発上重要な役割を担っている。林業を除く農業部門の開発達成目標として、2005年までに可能最大農業生産額の約 70% を開発するよう設定した。したがって、林業の生産額を現状維持の 1億 4,700万ペソとすると、2005年の農林漁業生産額は、1972年価格で 18億 3,700万ペソとなる。これは、1985年の農林漁業生産額 8億 6,200万ペソの約 2倍に相当する。

### 6.3.4 農業開発戦略

2005年の農業生産目標を達成するために、以下の開発戦略を採用する。

- 1) 水田開発適地 30.6万 ha を、次に挙げる方策によって全て灌漑化する。
  - 現在建設中の灌漑開発事業の早期完工。
  - 既存の国営および共同灌漑組織の改修。
  - 新規灌漑開発計画の推進。
- 2) 稲作栽培技術の改善・普及により、生産性の向上を図る。
- 3) 低平地における畑地開発適地 17万 ha を全て農用地 (畑) 化し、トウモロコシの生産を拡大する。
- 4) 畑地の生産性向上は、灌漑以外の手段、すなわち優良品種の導入および耕種法の改善によって行う。
- 5) 丘陵地の開発は、永年作物および畜産開発を中心に行う。

- 6) 永年作物開発は、カシューナッツ、マンゴ、柑橘類を中心に実施する。
- 7) 畜産開発は、乳肉兼用牛の繁殖および肥育を中心に行う。牛の飼養形態として、繁殖牛は主として放牧により、素牛の肥育は舎飼いで行うものとする。
- 8) 養魚開発は沿岸地域の汽水養殖の可能性が低いいため、内水面淡水養殖を主体とする。養魚生産の拡大は、水産局(BFAR)の「中期開発計画」にもとづき、年率4.5%の増産を行う。
- 9) 林業開発は、フィリピン政府の政策および環境保全の必要性にもとづき、現況の生産水準に留める。

上記開発戦略にもとづき、2005年の農業土地利用計画を次のように設定した。

(単位：10<sup>3</sup> ha)

<u>低平地</u>	<u>1985年</u>	<u>2005年</u>	<u>可能最大面積</u>	<u>比率(%)</u>
		(1)	(2)	(1)/(2)
1) 水田	247	306	306	100
2) 畑地 - トウモロコシ	102	142	142	100
- その他	28	28	28	100
3) 野草地(未利用地)	99	-	-	-
<u>丘陵地</u>				
1) 永年作物地	27	57	200	29
2) 放牧地	127	210	300	70
3) 野草地(未利用地)	450	337	104	-

#### 6.4 灌漑開発計画

##### 6.4.1 計画対象地区

カガヤン河流域の灌漑農業適地は476,000 haと見積られ、224,000 haの既開発地区と、252,000 haの未開発地区に大別出来る。

未開発地区のうち、傾斜3%以下で、灌漑ブロックが100 ha以上の地区を優先灌漑開発適地とした。この優先灌漑開発適地は、流域内に約82,400 ha存在し、国営灌漑組織開発地区53,800 haと共同灌漑組織開発地区28,600 haに区分される。

既灌漑開発地区 224,000 ha は、国営灌漑組織 (NIS) 150,800 ha、共同灌漑組織 (CIS) 58,300 ha、ポンプ灌漑組織 (PIS) 2,800 ha、民営灌漑組織 12,100 ha からなる。

既開発 NIS 150,800 ha のうち、5 組織 12,200 ha は、計画支配面積に対して実灌漑面積が小さいため、改修の必要性が高い。

既開発 CIS 58,300 ha のうち、11,500 ha は NIS に取り込んで開発する。その他 46,800 ha の CIS のうち、実灌漑面積が計画支配面積に対して、極端に小さい地区は改修が必要である。

以上の土地資源と既灌漑開発地区の評価にもとづき、2005年までの灌漑開発上位計画を次のように設定した。(Fig. 6.15 参照)

- 新規 NIS 開発地区 : 65,300 ha (CIS 11,500 ha を含む)
- 新規 CIS 開発地区 : 28,600 ha
- 既存 NIS 改修地区 : 12,200 ha
- 既存 CIS 改修地区 : 46,800 ha のうち改修の必要な地区

上記灌漑開発上位計画には、マガット川総合灌漑組織 (97,400 ha) の維持管理強化計画が含まれている。

本水資源開発基本計画では、新規国営灌漑組織開発計画地区 65,300 ha および既存国営灌漑組織改修計画地区 12,200 ha を、計画対象地区として取り上げた。

#### 6.4.2 計画対象地区の現況

##### (1) 新規灌漑開発計画地区

新規国営灌漑開発計画地区は 9 組織あり、対象面積は 65,300 ha である (Table 6.12 および Fig. 6.16 参照)。現況土地利用は、水田が 45,100 ha (全体の 69%)、畑地が 14,200 ha (22%)、未利用野草地が 6,000 ha (9%) である。計画地区には、16 の土壌統があり、これらは次の 6 つの土性区分が出来る。

- |            |           |
|------------|-----------|
| 1) 埴壤土     | 34,100 ha |
| 2) 砂質埴壤土   | 17,200 ha |
| 3) シルト質埴壤土 | 5,000 ha  |
| 4) シルト質埴壤土 | 4,600 ha  |
| 5) 壤土      | 2,700 ha  |

6) 砂壤土 1,700 ha

---

合 計 65,300 ha

計画地区の土壌条件は、灌漑水稻栽培と畑作物栽培に適しており、農業省の土地分級基準では「A」に区分されている。計画地区の現況土地利用と土壌は Table 6.13 のとおりである。

計画地区の総人口は 269,400 人、総世帯数は 47,700 戸であり、農家世帯は 35,100 戸で全世帯の 74% を占める (Table 6.14 参照)。

現況作付体系は Fig. 6.17 に表すとおりであり、作付率は 129% と見積られる (Table 6.15 参照)。

## (2) 改修計画地区

既存国営灌漑組織の改修計画地区は 5 組織あり、対象面積は 12,200 ha である (Table 6.12 および Fig. 6.16 参照)。改修計画地区の実灌漑面積は、Table 6.16 に示すとおり雨期作 3,815 ha (計画支配面積の 32%)、乾期作 2,965 ha (25%) である。ヘクタール当り収量は、3.1 トン/ha から 3.8 トン/ha まで地区によって異なり、平均収量は雨期作が 3.1 トン/ha 乾期作が 3.5 トン/ha である。

灌漑農業を営んでいる農家は現在 5,950 戸あり、これは計画対象地区の総農家世帯数 (10,500 戸) の約 57% に相当する。したがって改修計画が実施されれば、さらに 4,600 戸の農家が新しく灌漑用水を受益出来ることになる (Table 6.17 参照)。現況作付体系は Fig. 6.18 に表すとおりである。

## 6.4.3 営農開発計画

### (1) 土地利用計画及び計画作付体系

新規灌漑および改修計画が実施されれば、天水田は灌漑され、既存灌漑水田の灌漑効率は改善される。現況野草地は主に灌漑水田として開発し、天水畑の土地利用の変換は、地域住民の慣習と食生活の点から困難が予想されるため、灌漑畑として開発する。

計画作付体系は、Fig. 6.19 から Fig. 6.21 に表すとおり 3 体系を想定する。作付体系 A と B は水田に、作付体系 C は畑地に対し適用する。作付体系 A は、米・米・豆の作付を行うもので、可能最大便益と生産安定を目的として作成している。作付体系 B は、米・米の作付で、灌漑用水量、ダム・灌漑施設建設費の極小化を目的として作成し

ている。水田開発地区には、作付体系 A と B を適用して、各計画地区の、経済評価を行う。

計画作付体系 A と B には、水稲早生品種で生育日数 110 日以内の IR-36、IR-56、IR-58、IR-60 を採用する。作付体系 B の雨期作水稲は、作付体系 A より約半月遅れて播種、移植、収穫作業を行う。したがって作付体系 B の約半数の面積は、10 月に台風被害を受ける可能性が高い。作付体系 B の乾期作水稲は、作付体系 A より約半月早く各作業を行う。作付体系 A では、水稲 1 作目の収穫終了から、2 作目の開始まで(9 月から 11 月)の 3 ヶ月間に、モンゴ豆か他の豆類を栽培する。灌漑用水供給は、作付体系 A の場合 4 月に、作付体系 B の場合 4 月/5 月に休止し、施設の補修を行う。

計画作付体系 C は灌漑畑に適用する。栽培は作物は、トウモロコシ、野菜、モンゴ豆、タバコである。一代雑種トウモロコシ品種は、生産費が高く、台風常襲地域の栽培には適さないため、放任受粉型のトウモロコシ改良品種を採用する。作付体系 C は、砂質土壌地区と現況畑地に対して適用する。計画が実施された場合の、将来土地利用および収穫面積は、Table 6.18 に示すとおりである。

## (2) 計画耕種法

適切な耕種法の導入は、計画地区の農業開発便益の発現にとって必要不可欠な要素の 1 つである。計画耕種法は、イラガン農事試験場、カガヤン溪谷農事試験場、カガヤン総合農業開発計画の農業パイロットセンター、フィリッピン農業・資源研究開発委員会(PCARRD)から収集した資料にもとづき作成している。また計画が実施されない場合の将来の耕種法は、現況と同様であると仮定した。

生産費、労力、畜力、機械等の資料は、Table 6.19 に計画が実施された場合とされない場合について示している。

## (3) 目標収量/生産量

流域内の現況作物収量は、季節/年変動の激しい降雨条件、不安定な灌漑用水供給のため、全国平均収量に比べて相対的に低い。灌漑開発を実施し、十分な灌漑用水供給、耕種法の改善、農業支援サービスの拡充が行われることによって、作物収量は安定し、増大するであろう。

将来の目標収量は、流域内にある各種農事試験場の資料にもとづき推定した。現況収量は、建設終了後から増大し、5 年目に目標収量に達成するものと仮定した。

(単位:トン/ha)

		計画が実施 されない場合	計画が実施 された場合
1. 水 稲			
灌漑水田	- 雨期作	3.40	4.50
	- 乾期作	3.50	5.00
天水田	- 雨期作	2.23	-
	- 乾期作	-	-
2. トウモロコシ		0.90	3.75
3. タバコ		0.60	2.00
4. 野菜		4.02	13.00
5. 豆類		0.34	1.50

計画作付体系 B の雨期作水稲収量は、台風被害を想定して 4.1 ton/ha と推定した。

計画が実施されない場合の将来作物生産量は、現況作付体系、収穫面積、現況収量をもとに推算している。計画が実施された場合の将来作物生産量は、計画作付 A・B・C について、計画収穫面積、目標収量をもとに推算している。各計画地区将来作物生産量は、Table 6.20 に示すとおりである。

#### 6.4.4 採用基準

候補としてあげられている事業の優先順位の決定に際しては、全てが同一の基準で比較されるように、統一された方法および基準を用いて行った。

##### (1) 灌漑用水量

計画作付体系に基づき、経験法により月毎の灌漑用水量を算定した。用いた計算方法および前提条件については、ANNEX IR に詳述してある。

##### (2) 灌漑・排水組織

灌漑開発に要する施設は、灌漑組織、排水組織及び維持管理施設の3つに大別される。

灌漑組織は、取水工、幹線・支線用水路、一次及び二次圃場用水路ならびに付帯構造物から成る。重力灌漑方式を採用するようまず考慮し、これが経済的に妥当でない場合に限りポンプ灌漑方式を考えるものとする。圃場は、輪番区画に分割し、その標準面積は 500 ha (縦 1000 m、横 500 m の長方形) とする。輪番区画内に一次及び二次圃場用

水路を設け、それらの標準密度は、各 20 m/ha、50 m/ha とする。付帯構造物は、用水の搬送、制御、量水、及び水路の保護等を考慮して設置する。

排水組織は、圃場排水路、支線及び幹線排水路ならびに付帯構造物から成る。圃場排水路は輪番区画内に建設し、それらの標準密度は一次圃場排水路で 16 m/ha、二次では 50 m/ha とする。排水組織の付帯構造物は、主にサイフォン、カルバートなどである。

維持管理施設としては、本調査では維持管理用道路及びその付帯構造物のみをとりあげる。原則として、維持管理用道路は全ての灌漑用水路に沿って設ける。幹線及び支線用水路に沿う道路は、全天候型で、管理作業用の車輛及び機材の通行に十分な幅員をもたせるよう計画した。

### (3) 設計流量

幹線・支線用水路、および付帯構造物の設計流量は、5年確率洪水で求める。各計画対象地区の設計流量を Table 6.21 に示した。一次及び二次の圃場用水路の設計流量は、圃場適用損失を見込んだ代かき用水量により定まる。

水田における設計排水量は、10年確率の3日連続雨量による余剰水を排除するように設定し、畑地における設計排水量は、10年確率の4日連続雨量を基に設定する。

### (4) 予備設計

施設の予備設計は、マンニングの公式と次の条件に基づいて行う。

項 目	灌漑施設	排水施設
- 水路タイプ	台形水路	台形水路
- 粗度係数	0.025	0.03
- 許容流速	0.3-0.8 m/s	0.4-0.9 m/s
- ノリ面勾配	1.5 : 1	1.5 : 1
- 構造物	コンクリート	コンクリート

#### 6.4.5 灌漑開発の候補事業

候補事業である9地区の概要図及び特徴は、Fig. 6.22～6.31、及び Table 6.22 に示す通りである。各地区の概要を次に示す。



## (1) チコ-マリグ灌漑計画

チコ-マリグ灌漑計画はイサベラ、カガヤン、カリంగాアパヤオの州境付近に位置する。現在のチコ RIS は、チコ RIS stage 2 として拡大され、Stage 2 へ十分な水量を供給するためのサイフォンが建設されている。しかし、社会情勢によりチコ No. 4 ダムの建設が中止となったため、この計画も保留となった。このチコ-マリグ灌漑計画は、チコ RIS stage 2 の計画地区を含むものである。計画支配面積は、31,200 ha であり、チコイースト地区 8,100 ha、リワンガド地区 9,000 ha、エンリレ地区 4,100 ha、マグサイサイ地区 10,000 ha の4地区に分かれている。

この計画の水源は、建設が計画されているマリグ No. 2 ダムが考えられているが、このダムのみでは十分でない。したがって、現在チコ RIS へ優先的に供給されている水をマリグ川流域へ全長 5.6 km (開水路 1.6 km 管水路 4.0 km) の水路で転流することとする。

灌漑用の必要貯水量は 5年確率流量を用いた水収支計算により、作付体系 A の場合は  $421 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、作付体系 B の場合は  $334 \times 10^6 \text{ m}^3$  と算出される。チコ RIS へも灌漑用水を補給するために、更に作付体系 A 及び B について各々  $116 \times 10^6 \text{ m}^3$  及び  $146 \times 10^6 \text{ m}^3$  の貯水量を要する。

マリグ No. 2 ダムから放流された灌漑用水は、Fig. 6. 32 に示す全長 34.7 km の導水路組織から 4 つ灌漑地区へ搬送される。幹線用水路は 135 km、支線用水路 416 km に達する。

導水路の設計流量は、始点において  $59.3 \text{ m}^3/\text{s}$  (計画地区へ  $51.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 、チコ RIS への補足分が  $7.5 \text{ m}^3/\text{s}$ )、終点において  $28.4 \text{ m}^3/\text{s}$  である。

## (2) マツノ灌漑計画

計画支配面積 12,680 ha を持つマツノ川灌漑計画地区は、ヌエバビスカヤ州の北部に位置し、マガット川左岸に沿う沖積平野に広がっている。

この計画の水源は、サンタクルス川及びサンタフェ川のいずれも流量調整されていない水量と、マツノ川に計画されているマツノ No. 1 ダム (サンタフェ川との合流点より 17 km 上流の地点) からの放流による。

5年確率流量を用いて算出したダムの灌漑用の必要貯水量は、作付体系 A 及び B においてそれぞれ  $66.7 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $45.5 \times 10^6 \text{ m}^3$  と計算される。

河川からの取水のために、マナムタム、バヨンボン、及びラノグの3つの取水せきを新たに計画する。マナムタム取水せきは、比較的高い標高の1,090 haの灌漑のためにマツノ川に設けられ、それはスタッフェ川との合流地点より7 km上流の地点である。バヨンボン取水せきは、バヨンボン付近のマガット川に計画され、計画地区の大部分(約11,200 ha)を受益面積とする。ラノグ取水せきは、貯水機能を重視したものでラノグ川に建設する。

既存用水路は、計画灌漑組織に統合する。全長90.4 kmの幹線用水路は、58.0 kmの新設用水路と32.4 kmの既存用水路とから成り、全長174.4 kmの支線用水路のうち、98.6 kmは既存のものである。

### (3) ダブブ川灌漑計画

ダブブ川灌漑計画地区は、イザベラ州の商業の中心である。サンチアゴの南東、約40 kmに位置する。その計画支配面積は1,000 haは、カガヤン河上流の一支流であるダブブ川下流域の右岸に広がっている。

ダブブ川における取水せきは、カガヤン河との合流点の上流約14.5 kmの地点に建設する。灌漑用水は、上記の取水せき地点に設置される取入れ口から右岸へ分水され、13.6 kmの幹線水路、19.0 kmの二次水路を経て計画地区へ搬送される。周年灌漑を実施するため、貯水ダムを建設する。小河川やクリーク等の自然の排水路が、計画地区より余分の水を排水するように都合よく配されているため、排水路を設ける必要はない。取入れ口における設計流量は、作付体系Aにおいて1.22 m<sup>3</sup>/s、作付体系Bにおいて1.15 m<sup>3</sup>/sである。

### (4) シヌンドウンガン灌漑拡張計画

シヌンドウンガン灌漑拡張計画地区は、現在シヌンドウンガン川下流域の左岸に広がるシヌンドウンガンRISの北端に位置する。シヌンドウンガン灌漑拡張計画地区の計画支配面積は1,750 haであり、一方、現存のシヌンドウンガンRISの計画支配面積は1,760 haである。

シヌンドウンガンRISは、その水源を流量調整施設のないシヌンドウンガン川とし、地区全体において周年灌漑が行われていると報告されている。しかし水収支計算の結果によれば、調整の行われていない流量は、特に乾期において全支配面積を灌漑するには不十分であると考えられる。最大灌漑面積は、作付体系Aにおいては雨期作1,060 ha、乾期作810 ha、作付体系Bにおいては雨期作1,760 ha、乾期作780 haと算出される。

現存及び拡張の両地区の灌漑用水を確保するために、シヌドゥンガン川の現在の取入れ口から上流 1km の地点において、貯水ダムの建設を計画する。5年確率流量から算出された必要貯水容量は、作付体系 A 及び B で各々  $53.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $34.7 \times 10^6 \text{ m}^3$  である。

ダムから放流された灌漑用水は、現在利用されている取入れ口より取水され、既存幹線用水路及び新設の支線用水路(延長 37.0km)により搬送される。既存幹線用水路の始点より 8km の地点に分水工を新設し、新支線用水路へ分水するものとする。

拡張地区を加えた場合の幹線用水路の設計流量は、作付体系 A 及び B において各  $5.41 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $5.06 \text{ m}^3/\text{s}$  であるが、これらに比較して現幹線用水路は  $5.89 \text{ m}^3/\text{s}$  と十分な容量をもつため、幹線用水路を拡張する必要はない。新設の支線用水路の最大設計流量は、作付体系 A 及び B において共に  $1.84 \text{ m}^3/\text{s}$  である。

#### (5) アルカラ・アムルグ西部灌漑計画

アルカラ・アムルグ西部灌漑計画地区は、ツゲガラオの北西 25 km に位置し、カガヤン河の左岸に広がっている。

計画支配面積 6,750 ha への灌漑用水は、カガヤン河の、ブントアン橋より 1.5 km 上流の左岸に計画される揚程 29 m のポンプ場において、同河川より取水する。

幹線用水路の始点での設計流量は、作付体系 A 及び B において各  $9.38 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $9.19 \text{ m}^3/\text{s}$  である。分水後の灌漑用水を、延長 27.8 km の幹線用水路により計画地区へ搬送する。

#### (6) ツゲガラオ灌漑計画

ツゲガラオ灌漑計画地区は、計画支配面積 1,400 ha であり、ツゲガラオ市の北端に位置する。

ピナカナワン・デ・ツゲガラオ川の右岸、カガヤン河との合流点より 6 km 上流の地点に揚程 23 m のポンプ場を建設する。幹線及び支線用水路の延長は、それぞれ 9.5 km、14.9 km である。幹線用水路の始点における設計流量は、作付体系 A において  $1.54 \text{ m}^3/\text{s}$ 、作付体系 B において  $1.43 \text{ m}^3/\text{s}$  である。

#### (7) ルルタン灌漑計画

ルルタン灌漑計画地区は、カワヤンの北、約 25 km に位置しカガヤン河の左岸に広がっている。

2,950 haの灌漑地区は、ポンプ灌漑組織により灌漑される。ポンプ場を、カガヤン河の左岸の、イラガン川との合流点より10.5 km上流の地点に計画した。その揚程は26 m、設計流量は、作付体系Aにおいて $4.19 \text{ m}^3/\text{s}$ 、作付体系Bにおいて $4.10 \text{ m}^3/\text{s}$ である。ポンプ場を始点とする延長13.5 kmの幹線水路は、丘陵に沿って北上しカガヤン河とシフ川との合流点付近で終点となる。

#### (8) イラガン灌漑計画

イラガン灌漑計画地区は、イラガン川の下流域に沿って細く延びている。イラガン川からの取水のために設けられる揚程19 mのポンプ場を、カガヤン河との合流点より約36 kmの上流地点、ベニト・ソルベン付近に計画した。ポンプ場で揚水された灌漑用水は、延長16.9 kmの幹線水路により3,200 haの計画地区へ搬送される。他に水源のない右岸の地区を灌漑するため、水路はイラガン川をサイフォンにより横断する。計画されているポンプ場と幹線水路はツマウイニRISも対象とするもので、始点における設計流量は、両地区分あわせて、作付体系A及びBでそれぞれ $7.18 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $6.63 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

#### (9) ガッパル灌漑計画

計画支配面積4,400 haをもつガッパル灌漑計画地区は、マガット川灌漑計画地区の対岸、カガヤン河の右岸に位置する。

この計画の水源として2か所、即ちカガヤン河と計画地区を横切るクリークが考えられるため、予備調査はそれぞれの水源について行った。

##### ケースI (水源；カガヤン河)

揚程33 mのポンプ場を、アンガダナン付近のカガヤン河右岸に建設する。ここで取水された灌漑用水を、延長40.3 kmの幹線水路により4,400 haの計画地区へ搬送する。幹線水路の始点における設計流量は、作付体系A及びBにおいて各 $5.98 \text{ m}^3/\text{s}$ 、 $5.86 \text{ m}^3/\text{s}$ である。

##### ケースII (水源；シナルガン川、マダラン川支流及びカウナヤンクリーク)

シナルガン川、マダラン川支流及びカウナヤンクリークに3つの貯水ダムを計画し水源とする。シナルガン川に計画されるコロラドダムの貯水量は、作付体系AおよびBにおいて各 $58.4 \times 10^6 \text{ m}^3$ 及び $42.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。カラオカンダムおよびサンタマリアダムの作付体系Aにおける必要貯水量は、それぞれ $41.0 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、及び $18.1 \times$

10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>である、一方、作付体系 B においては必要貯水量はやや少なく、それぞれのダムで 28.6 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>、および 16.2 × 10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>である。

灌漑用水を、各ダムの直下流の 1か所で取水し、全長 29.4 km の 3本の導水路で計画地区へ搬送する。

#### 6.4.6 改修計画の対象地区候補

改修計画の候補としてあげられている 5つの対象地区については、その概要図と特徴を Fig. 6.33～6.37 及び Table 6.23 に示す。

ソラナ-ツゲガラオ IS の灌漑用水は、現在、流量調整の行われていないカガヤン河から 2か所のポンプ場で取水している。一方、ドゥモン RIS、バガオ IS、ピナカナワン RIS 及びツマウイニ IS は、カガヤン河支流の自然流下水を取水することにより灌漑している。上記 5か所の灌漑地区の実灌漑面積は、雨期作においても計画支配面積よりかなり小さい。これらに共通の問題点は、水路及び構造物の劣化、および圃場設備の不十分なことである。

ドゥモン RIS、バガオ IS のパラナン地区及びツマウイニ IS における実灌漑面積は、乾期のみでなく雨期においても変動の激しい自然河川流量に影響をうける。一方、ピナカナワン IS、バガオ IS のパレド地区及びソラナ-ツゲガラオ IS においては、年間を通じて水量が豊富であるにも拘らず、その実灌漑面積は小さい。これは、既存施設の劣化または不十分さが、実灌漑面積の縮小の原因となっていることを示しているともいえる。しかしながら、一般には既存の取水施設は各計画支配面積に対し十分な設計流量をもっており、また配置も適切である。ソラナ-ツゲガラオ IS に関しては、既存ポンプ容量が大幅に低下し、灌漑面積の制限要因となっている。

年間の灌漑可能面積を、5年確率の河川流量を用いて算出したものを Table 6.24 に示す。この結果は、次のことを示している。

- 1) バガオ IS のパレド地区及びピナカナワン地区では、既存施設の改修により、全計画支配面積において作付率 1.90 以上で周年灌漑することが可能である。
- 2) ドゥモン RIS、バガオ IS のパラナン地区及びツマウイニ地区では、新しい水源が開発されない限り既存施設の改修を行っても、作付率は 0.6 から 1.2 にとどまる。
- 3) ソラナ-ツゲガラオ IS においては、機能の低下したポンプを修復してもその容量が小さいため、作付率は 1.3 までしか上昇しない。

上記の問題点を解決するための各修復計画を Table 6.23 に示す。以下にその要約を示す。

- ドゥモン RIS
  - a. 既存組織の改修
  - b. ドゥモンでの貯水ダム建設
  
- バガオ IS
  - バレット地区
    - a. 既存組織の改修
  - バラナン地区
    - a. 既存組織の改修
    - b. バラナンでの貯水ダム建設
  
- ソラナ-ツゲガラオ IS
  - ソラナ地区
    - a. 既存組織及び既存ポンプ場の改修
    - b. ポンプ場の追加建設
  - ツゲガラオ地区
    - a. 放置
  
- ピナカナワン RIS
  - a. 既存組織の改修
  
- ツマウイニ IS
  - a. 既存組織の改修
  - b. サンビセント付近での貯水ダム建設
  - c. 新たな水源の利用(イラガン川)

## 6.5 灌漑開発計画の実施順位

### 6.5.1 事業費の算定

各計画地区の事業費は、直接工事費、補償費、維持管理費、技術費、管理費、予備費からなる。

直接工事費は、施設予備設計と標準単価にもとづき積算している。標準単価は、フィリピンの類似灌漑実施計画や、流域内で建設中の計画を参照して、Table 6.25 に示すとおり定めた。ヘクタール当り維持管理費は、新規開発地区で1,000 ペソ/ha 改修計画地区で500 ペソ/ha と推定する。技術費と管理費はそれぞれ、直接工事費の8%と7%を見積った。予備費は以上事業費合計額の15%とした。

事業費は、1985年12月現在ペソ価格で表示している。フィリピンペソ、米ドル、日本円のそれぞれの換算レートは、1米ドル = 19ペソ = 200円である。

各計画地区の事業費は、計画作付体系 A と B について、Table 6.26 に示すとおり算定している。14 計画地区のうち、バガオ改修計画地区のヘクタール当り事業費が最も高く、作付体系 A の場合で211,000 ペソ/ha である。最も低い事業費はピナカナワン改修

計画地区の 19,000ペソ/ha である。新規開発計画地区のうち、事業費が最も低い地区はイラガン開発計画地区であり、作付体系 B の場合で 51,000 ペソ/ha と見積られる。ダム建設を含んだ計画地区の事業費は一般的に高いといえる。

経済評価事業費は、租税、関税、施工業者利益等の移転項目を除くために、標準変換係数 0.82 を補償を除く事業費に乗じて求めた。経済評価補償費としては事業実施に伴う農業逸失便益を適用した。各計画地区の経済評価事業費は Table 6.27 に示すとおりであり、バガオ改修計画地区の 195,000 ペソ/ha が最も高く、ピナカナワン改修計画地区の 17,000 ペソ/ha が最も低い。

以上事業費に加え、灌漑施設の機能維持のために維持管理費と施設改修費が必要である。ポンプ灌漑計画地区以外の年間維持管理費は、ヘクタール当り 400 ペソ/ha と推算し、ポンプの運転経費は、月別の平均取水用水量と電力使用料金 (2.11 ペソ/kWh) にもとづき算定した。また施設改修費は、各施設の耐用年数にもとづき算定した。

#### 6.5.2 便益の算定

米、トウモロコシ、豆類、ピーナッツ、タバコ、砂糖、肥料等の貿易財の経済価格は、世銀による世界市場価格の長期予測をもとに求めた。

サツマイモ、野菜、畜力等の非貿易産物には、市場価格を用いた。投入資材と生産物の市場価格および経済価格は、Table 6.28 に示すとおりである。

各計画地区の計画実施による純便益の増分は、計画を実施した場合と実施しない場合の、純生産便益の差として定義できる。純生産便益は、粗生産額から生産費を差し引いて求められる。各計画地区の純便益の増分は、Table 6.29 に示すとおりであり、ヘクタール当り純便益の増分はチコ-マリグ開発計画の 24,946 ペソ/ha が最も高い。

作物の洪水被害額と、ダムや灌漑施設建設による農業逸失便益は、本調査では負の便益として評価している。

作物の洪水被害額は、建設省河川砂防技術基準にもとづき推算した。各計画地区の洪水被害対象額は、計画を実施した場合の作物の粗生産額である。100年洪水規模までの年平均被害額を Table 6.30 に示すとおり推算した。

年間農業生産逸失額は、ダム貯水池や灌漑施設によって失われる耕地における、計画が実施されない場合の純生産便益と考えられる。改修計画地区の年間農業逸失便益は、計画したダム貯水池内に耕地が存在せず、既に必要な灌漑施設は建設済みであることから見積もっていない。年間農業逸失便益額は、Table 6.31 に示すとおりである。

### 6.5.3 事業評価/計画実施順位

経済評価は、次のような基準にもとづいて行った。

- 1) 事業経済年数は、事業開始後 50年とする。
- 2) 経済評価にあたり、直接便益のみを対象とし、間接便益や無形便益は考慮しない。
- 3) 多目的ダムを水源施設として考える場合、配分された建設費を灌漑開発事業として考える。
- 4) 経済価格は1985年水準価格で求める。

経済評価便益は、灌漑便益と洪水被害額および農業生産逸失額の負の便益からなる。経済評価事業費は、ダムおよび灌漑施設の建設費、施設改修費、維持管理費からなる。

建設計画に沿った、各年の経済便益と事業費のフローを作成し、経済内部収益率(EIRR)を求めた。各計画地区のEIRRsはTable 6.32に示すとおりである。新規開発計画地区のうち、イラガン開発計画地区のEIRRが28.4%と最も高く、改修計画地区では、ピナカナワンの75.7%が最も高い。

農家経営収支分析(市場価格表示)にもとづくヘクタール当り純農家所得(NFI)は、事業評価における、重要な指標である。一般的に重力式灌漑計画地区のNFIは高く、ピナカナワン改修計画地区が33,000ペソ/ha、チコ-マリグ開発計画地区が31,000ペソ/haと高い所得増大効果を示している。ツゲガラオ開発計画地区は、EIRRが19.5%と比較的高いが、ヘクタール当りNFIは22,000ペソ/haと低い。

一方バガオ改修計画地区のEIRRは、7.3%と低いが、NFIは33,000ペソ/haと高い値を示している。各計画地区のヘクタール当り純農家所得は、Table 6.33に示すとおりである。

事業実施による社会経済波及効果は、地域農民だけでなく、他産業に従事しているか現在失業中の地域住民に対しても及ぶと考えられる。したがって灌漑開発計画地区周辺の人口を、灌漑計画支配面積で割った値は、事業実施による社会経済波及効果の指標の1つとなる。事業実施効果の受益者数は、Table 6.34に示すとおりであり、ピナカナワン、イラガン、ソラナの各計画地区の受益者数は、ヘクタール当り8人以上と高い値を示している。

各計画地区の事業実施順位の決定は、次のような手順で行った。



- 1) 各計画地区は EIRR によって、2つのグループ(15%以上と未満)に分割する。  
EIRR 15%以上の地区の実施を優先する。
- 2) EIRR によって分割した各グループ内では、純農家所得の大きい地区の実施を優先する。
- 3) 純農家所得が同一の場合、受益者数の多い地区の実施を優先する。

事業実施順位はTable 6.35に示すとおり、ピナカナワン、チコ-マリグ、ダブブ、ルルトン、ソラナ、ガッパル、イラガン、ツゲガラオ、アルカラアムルグ西部、バガオ、ドゥモン、マツノ、トゥマウイニ、シヌンドゥンガン、の順になる。

## 6.6 灌漑用水需要

各計画地区の実施工程は、実施順位にしたがい作成した。ピナカナワン改修計画とダブブ開発計画は、1989年に実施するものとした。ピナカナワン改修計画は1990年に完工し、取水量が増大する。同様に用水需要は、各計画の完工にしたがい年々増大していく。

月別用水需要は1963年から1984年までの22年間の月別有効雨量をもとに算定した。灌漑用水需要は、支流域ごとの共同およびポンプ灌漑組織面積と、既存および計画国営灌漑組織ごとの面積にもとづき、Table 6.36に示すとおり求めた。カガヤン河流域の水収支分析を行うため、Fig. 6.38に表すとおり、各灌漑組織の取水地点を考慮して43の支流域を設けた。

月平均用水需要は、1985年と2005年について、それぞれTable 6.37とTable 6.38に示すとおりである。1985年の最大用水需要量は2月の158 m<sup>3</sup>/秒で、7月の156 m<sup>3</sup>/秒がそれに次ぐ。2005年の最大用水需要量は、7月の379 m<sup>3</sup>/秒で2月の338 m<sup>3</sup>/秒がそれに次ぐ。1985年から2005年までの用水需要の増大量は、3月と7月に200 m<sup>3</sup>/秒以上となる。

## 6.7 畑地開発

低平地の天水畑地は、17万 haに拡大する。主要作物としてトウモロコシを導入し、拡大する畑地はトウモロコシ畑として開墾する。その他の導入作物として、野菜、豆類、タバコを奨励する。

トウモロコシ栽培の留意点は、台風被害を出来る限り避けることにある。一代雑種品種の栽培は、種子、肥料、農薬用の多額の生産費が必要であり、台風や洪水被害が著しいカガヤン河流域では、一代雑種品種の栽培は不相当と考える。したがって比較的生産費を必要としない。開放受粉型の早生品種を奨励する。

## 6.8 丘陵地農業開発

丘陵地は、26,700 ha まで開発し、主に乳肉兼用牛の放牧地と永年作物地として利用する。

乳肉兼用牛開発計画の基本指針は次のとおりである。

### (1) 飼養品種

乳肉兼用種の雑種生産を主体とし、ブラーマン種、ホルスタイン種、サヒオール種等の一代雑種を基礎畜とし、3元雑種または戻し交配による、子牛生産を行う。

### (2) 飼養形態

乳肉兼用牛の繁殖と肥育を経営の中心とする。放牧地では輪換放牧による素牛生産を行い、雄子牛は舎飼い肥育を行う。雄子牛の舎飼い肥育は、カガヤン河流域では現在まで行われていない。経営収入は、肥育牛、雌牛、牛乳の販売から得る。

### (3) 牧草/飼料作物

野草地は、牧草種子の播種によって放牧地として改良する。放牧地は、ギニアグラス、パラグラス、セントロ、スタイロなどの混播草地とする。イビルイビルは、牧棚樹兼飼料として活用出来る。飼料作物としては、ネピアグラス、ギニアグラス、パラグラス、セントロ、スタイロ、イビルイビルを導入し、採草地で生産する。

### (4) 牧草/飼料作物収量

放牧地の平均牧草収量は Table 6.39 に示すとおり、47.5 トン/ha、採草地の飼料作物収量は 80 トン/ha と見積られる。牧草と飼料作物の利用率は、それぞれ、55%と 85%を想定する。

### (5) 飼養牛の構成

カガヤン河流域にある牧場の、現況平均規模は 280 ha であり、この規模で見積った飼養牛の構成は、Table 6.40 に示すとおりである。素牛構成比率は約 26%となる。

### (6) 放牧および肥育生産計画

現況の連続放牧方式を輪換放牧方式に変更する。放牧強度は、現況の 0.4 頭/ha から、将来は 1.3 頭/ha に高める。放牧生産経営の概要は Table 6.41 に示すとおりである。

雄子牛は舎飼いによって肥育し、目標平均体重は400 kg/頭以上とする。平均経営規模280 haの牧場では、年間約41頭の肥育牛の生産が行われる。この肥育牛用の飼料作物生産には、採草地在2.8 ha必要となる。肥育生産経営の概要はTable 6.42に示すとおりである。

#### (7) 防疫対策

飼養生産に障害をおよぼす重大な疾病は、流域内にはみられない。流域内の主な疾病には、出血性敗血症、気腫疽があるが、これらはワクチン注射によって予防できる。現況の防疫対策諸施設は不十分であるため、防疫施設の増設と獣医師の増員が必要である。また乳肉兼用牛の交配を促進し、生産性を改善するために、人工受精施設の増設が必要である。

#### (8) 野草地の利用/開発

丘陵地にある大半の放牧地は、政府から民間投資家が借用しているものである。丘陵地における放牧地の拡大には、政府の援助が不可欠である。小農を組織化して、丘陵地における放牧経営に参加させることも考えられよう。

永年作物地は将来57,000 haまでに拡大する。導入奨励作物として、カシューナッツ、マンゴ、柑橘類が考えられる。丘陵地における永年作物生産の拡大には、次のような施設が必要である。

- a) 気象条件と消費者の嗜好に合った栽培品種の選定。
- b) 台風被害を想定した、作付体系と耕種法の試験研究。
- c) 種苗生産/配布施設の建設。
- d) 収穫物集、出荷/加工施設の建設。
- e) 永年作物生産に必要な農業金融サービスの整備。
- f) 丘陵地開発を円滑に推進するための、永年作物生産基本開発計画(M/P)の策定。

### 6.9 漁業及び林業

#### (1) 漁業

流域内の養魚開発は、次のような理由から汽水養殖の可能性が低いいため、内水面淡水養殖を主体とする。

- 1) 水産局 (BFAR) が選定した汽水養殖開発適地 (3,800 ha) は、流域外にある。
- 2) 汽水養殖適地の大半は、硫酸酸性土地であり、低平地で排水不良の上、洪水被害を受け易い。したがって、カガヤン河本流から淡水を導水して、集約的養魚を行うことは採算性が低い。また水産局はこの地域では粗放的養魚を奨励している。

ダム貯水池や養魚池における養殖事業は、開発適地が流域内に数多く存在するにもかかわらず、未開発の状況にある。淡水養殖開発の促進には、次のような施策が必要である。

- 1) 淡水養殖技術の試験研究強化。
- 2) 普及員の増員と普及サービスの充実。
- 3) 農薬による淡水汚染に対する十分な対策。
- 4) 試験研究、冷凍貯蔵、加工に必要な施設の建設。
- 5) 淡水養魚開発を円滑に推進するための、開発計画の策定。

## (2) 林業

JICA の森林調査団は、傾斜 18% 以上の土地を森林保全地として定めている。本調査の土地利用計画は、森林調査団の定めた計画に順拠した。流域内の植林計画、森林運営計画は、森林調査団によって作成されている。

### 6.10 農業支援組織の改善

現況農業支援組織の改善は、農業開発目標の達成にとって、必要不可欠なものであり、次のような改善施設が必要である。

#### (1) 灌漑低平地

- 1) 台風被害軽減のために、特に米とトウモロコシの早生品種の普及促進を行い、作付体系を変更する。
- 2) 高収量を得るための、集約的栽培法を普及する。
- 3) 種子増殖施設の拡充を図り、登録種子および保証種子の増産を行う。

- 4) トウモロコシ、野菜、豆類、タバコの灌漑栽培技術の試験研究を強化し、優良種の種苗増殖と普及を促進する。
- 5) 種子生産農家組合の拡充を図る。
- 6) 野菜、豆類、タバコの生産促進のために、農業金融サービスの整備を行う。
- 7) サマハンナヨンの活動を強化し、特に市場での生産物の販売取引力を強化する。
- 8) 農民に対して、市場情報の提供を行う。

## (2) 天水低平地

- 1) トウモロコシ、野菜、豆類、ピーナッツ、タバコ、サトウキビの天水栽培技術の試験研究を強化し、優良品種の種苗増殖と普及を図る。
- 2) 上記作物の生産促進のために、農業金融サービスの整備を行う。
- 3) サマハンナヨンの活動強化と市場情報提供を行う。

## (3) 丘陵地

- 1) 乳肉兼用牛の飼養と、永年作物生産に関する試験研究を行うために、丘陵地農業総合開発研究センターを設立する。
- 2) 肉牛開発に対する、現況農業省諸施設の拡充を行う。
- 3) 人工受精とワクチン注射による防疫対策のために施設拡充を行う。

## 6.11 農業開発計画

2005年における農業開発目標は、作物、畜産、漁業、林業の各開発計画を実施することによって達成される。農業支援組織の改善は、この農業開発目標達成のために、必要不可欠な施策である。

水田とトウモロコシ畑の農業生産額(GVA)は、1972年価格で見ると、1985年の5億2,400万ペソから、2005年には11億5,600万ペソへ増大する。低平地で栽培される其他作物のGVAは、7,000万ペソから1億500万ペソへ増大する。丘陵地の2005年における永年作物生産額は、1985年の3,700万ペソの約4.2倍に増大する。丘陵地全体のGVAは、2005年には4億1,200万ペソとなり、これは1985年の約3.6倍になる。

漁業生産額は、2005年には1,700万ペソへ増大し、作物、畜産、漁業の総生産額は、16億9,000万ペソとなる。これは可能最大農業生産額24億800万ペソの約70%に相当する。

林業生産額は、1985年の1億4,700万ペソの水準に保つことを想定した。したがって、林業を含む農業林漁業生産額は、2005年に18億3,700万ペソとなる。

流域内の月別必要農業労働力を、各農業開発計画にもとづき推算した。これによると最大必要労働力は、4月から6月の間、延べ1,000万人/月、10月に延べ800万人/月となる。流域内で供給可能な農業労働力は、延べ1,200万人/月であることから、本農業開発計画は流域内の労働力で十分に達成でき、労働力不足は生じないと考えられる。

## 第7章 水力発電計画

### 7.1 現状における電力供給

1985年におけるフィリピン電力公社 (NAPOCOR) がフィリピン全土で保有する総発電設置容量は5,550MWであり、その年間発生電力量は18,757GWhである。このNAPOCOR以外に公共事業体と個人企業がそれぞれの発電設備を保有しておりそれらの設備容量は以下の通りである。

- 電気組合	: 約230 MW
- 個人事業体	: 約480 MW
- 自家発電	: 約950 MW

したがって総設備容量は約7,200MWと見積もられ、NAPOCORはその約75%を保有している。NAPOCORは公共事業体に送電し、その電気を公共事業体は消費者に配電している。公共事業体は地方政府所有の電気組合から成り立っており、個人事業体は個人会社が所有している。

ルソン島においてNAPOCOR以外に70の公共事業体の内8つの公共事業体が発電を行っており、それらの概要をTable7.1に示す。NAPOCORは第一の電力供給組織でありルソン島全土で4,101MWの設備容量を持ちルソン島内総設備容量の約99%を占める。NAPOCORの発電施設による年間発生電力量は14,449 GWhである。

ルソン島内にあるNAPOCORが保有する発電施設をTable7.2に示す。その内石油火力の総設備容量は総設備容量1,925MWの47%を占める。マラヤ2発電所は350MWの設備容量を持ち10箇所の石油火力発電所の内で最大である。水力発電が占める割合は石油火力発電に次いで大きく約30%を占めその設置容量は1,216MWである。ルソン島内にあるNAPOCORが所有する24の水力発電の内最大のもはマガット発電所であり、その設備容量は360MWである。地熱及び石炭火力が占める割合はそれぞれ16%と7%である。

公共事業体が所有している発電設備は木炭火力、小水力等である。ルソン島内では6つの小水力及び火力発電があり、1984年におけるそれらの設備容量は21MWであった。

上記に示したマガット発電所はカガヤン河流域にある。このNAPOCOR所有の発電所の他にISELCO I はラモンにおいて小水力発電を行っており、ISELCO II はツマウイニで小水力発電及びイラガンで木炭火力発電を行っている。それらの設置容量は5,300KWである。カガヤン河流域内にある他の7つの公共企業体は発電設備を保有していない。

カガヤン河流域を含むルソン島全土すべての送電線はNAPOCORが備付け、配電網は電気組合又は個人企業体が備えつけている。Fig.7.1に送電線網の位置を示す。

ルソン島において孤立した公共発電組織は無い。1984年における総発生電力量は14,733GWhであり、その内のNAPOCORは14,655GWh、残りの78GWhは他の組織によって発電されている。総消費電力量は1984年において11,408GWhであった。

## 7.2 現状における電力消費

1984年似におけるMERALCOが消費した電力量は8,428GWhであり総消費量の74%である。1984年における需要及び供給をTable7.3に示す。

ルソン島における電化率は74%であり3,270,985軒に供給されている。又1984年における想定される需要は4,406,388軒である。その内訳をTable7.4に示す。

電力消費の割合は、住宅用、商業用および工業用ではほぼ同等である。1985年におけるMERALCOの記録をTable7.5に示す。

カガヤン河流域内に9つの電気組合があり合計で154,378軒に供給している。その内イザベラIが最大であり38,864軒に供給している。それらの内訳をTable7.6に示す。

流域内の電化率は40%と推定され、ルソン島全土の電化率の74%及び全電気組合に関連する電化率62%と比べてかなり低い。

1984年におけるカガヤン河流域内の電力消費量は83GWhであり1軒当たりでは537KWhとなる。ちなみに全ルソン島における1軒当たりの平均電力消費量は675KWhである。

1984年における流域内の尖頭負荷は33MW、電力需要は119GWhであり同じ流域内の設備容量365MW、発生電力量1,122GWhと比べると極めて少ない。すなわちカガヤン河流域は電力移出地域である。

カガヤン河流域内の電力消費の割合は、ISELCO Iの売電記録から判断すると、居住用に43%、工業用に38%、商業用に15%及びその他に4%である。

ルソングリッドにおける乾期平日の電力負荷をFig.7.2に示す。又Fig.7.3に日負荷曲線を示す。この日負荷曲線より日負荷率は87.5%となる。



## 7.3 包蔵水力

### 7.3.1 水力発電単目的の検討

ルソン島における包蔵水力は国際協力事業団によるルソン島包蔵水力調査で検討されている。その主たる目的は以下のごとくフィリピン政府のエネルギー政策の基本方針、ルソン島における水力発電計画を策定することにある。

- 石油エネルギーへの依存度の低減
- エネルギーの有効利用と需要の安定化
- エネルギー供給源の多様化
- 国内エネルギー資源のうち地熱、石炭火力、水力の開発促進

前期調査団はルソン島全土より水力発電として有望な地点を145箇所見出した。その内65箇所を技術的に可能な地点として選定した。これらの水力地点を電力及び発電量の両面より評価している。

選定された65箇所の水力地点以外に12箇所の水力地点がありこれらはすでに施工が実施中のもの、詳細設計又はフィージビリティスタディが完了したものである。以上の地点の推定総出力及び発電量は7,260 MW及び20,600 GWhである。

上記に示した65の水力地点の内カガヤン河流域内に位置するものが34地点あり、さらに4箇所の水力地点において施工が実施中又はフィージビリティスタディが完了している。これらの水力地点の推定総出力及び発電量はそれぞれ3,420 MW及び9,700 GWhである。

### 7.3.2 多目的ダムとしての検討

当調査においてカガヤン河流域内より14のダム地点を洪水調節、水供給及び水力発電の目的より選定した。その内フィージビリティスタディ又はプレフィージビリティスタディが完了しているものが5地点ある。これらの多目的ダムで計画している設備容量及び年間発生電力量を以下に示す。

- チコ II ;	360 MW	784.5 GWh/年
- チコ IV ;	360	955
- デイドゥヨン ;	352	957
- マツノ No.1 ;	180	528
- カセクナン ;	268	1,379

他のダム地点においても有効落差、使用水量及び効率等を算出し水力発電の賦存量を検討した。この場合貯水池利用曲線より算出される95%補償流量を常時使用水量とした。各ダム地点における水力発電計画の概要をTable 7.7に示すとともに以下に設備容量及び年間発生電力量を示す。

- カガヤン No. 2 ;	7,300 KW	46 GWh/年
- アダラム ;	9,600	60
- アリミット No. 1 ;	14,300	89
- イラガン No. 1 ;	20,600	129
- ディサブンガン ;	10,700	70
- シーフ No. 1 ;	9,500	59
- マリグ No. 2 ;	4,100	26
- ピヌクブック ;	13,300	83

#### 7.4 需要予測

Fig. 7.4にNAPOCORによる電力開発に対応したルソングリッドの電力量需要予測を示す。電力量需要は図に示すごとく $13 \times 10^3$  GWhと低い値を示しているが今後増加していくと予想され、1990年及び1995年には $17 \times 10^3$  GWh及び $22 \times 10^3$  GWhに達するものと考えられる。2005年においては低めに予想した場合需要は $37.1 \times 10^3$  GWhとなり、高めの場合は $38.7 \times 10^3$  GWhとなる。ルソン島における現時点での電力供給能力は $14.7 \times 10^3$  GWhと見積もられるので1990年において需要は現在の供給能力を超過するであろう。2005年においては低めに予想した需要の場合でも今の供給能力を $22 \times 10^3$  GWh以上超過するものと思われる。日負荷率は87.5%と予想した。

#### 7.5 水力発電が主目的の計画

##### 7.5.1 選定された計画

国際協力事業団はルソン島包蔵水力調査によってカガヤン河流域での2005年までに実施すべき5つの計画を選定した。これらの計画は年ごとの電力及び発電量の需要を満たす発電計画の中から最小費用法を用いて選定したものである。選定されたものはカセクナン、デイドゥヨン、イブラオ、タヌダン及びマツノ水力発電事業である。

1985年においてカセクナン計画は詳細設計が実施中である。マツノ及びデイドゥヨン水力発電計画はフィージビリテースタディーが終了している。これらの計画している設備容量はそれぞれ268 MW, 180 MW および352 MWである。また期待される年間発生電力

量はそれぞれ1,379 GWh,528 GWh および957 GWhである。これらの総発生電力量は  $2.9 \times 10^3$  GWhでありこれは2005年に予想される不足量の約13%に相当する。

新たに見出され又選定されたものはイブラオ及びタヌダン水力発電計画であり、夫々の期待される年間発生電力量は85 GWh,130 GWhである。この合計の発生電力量は2005年に予想される不足量の1%である。

#### 7.5.2 計画の概要

この調査では、カセクナン計画は予想通り実施されるものと仮定し、進行中の計画とした。したがってこの調査が提案する水力発電計画はマツノ、デイドゥヨン、イブラオ及びタヌダン水力発電計画である。それらの概要を以下に示す。

- 1) マツノ計画 : 多目的ダム
  - 計画使用水量 ; 110 m<sup>3</sup>/s
  - 総落差 ; 220 m
  - 設備容量 ; 180 MW
  - 発生電力量 ; 528 GWh
  - 水車 ; フランス型 2台
- 2) デイドゥヨン計画 : デイドゥヨングム
  - 計画使用水量 ; 85.2 m<sup>3</sup>/s
  - 総落差 ; 486 m
  - 設備容量 ; 352 MW
  - 発生電力量 ; 957 GWh
  - 水車 ; フランス型 2台
- 3) イブラオ計画 : 流れ込み式
  - 計画使用水量 ; 7.8 m<sup>3</sup>/s
  - 総落差 ; 274 m
  - 設備容量 ; 17 MW
  - 発生電力量 ; 85 GWh
  - 水車 ; フランス型 3台
- 4) タヌダン計画 : 流れ込み式
  - 計画使用水量 ; 11.9 m<sup>3</sup>/s
  - 総落差 ; 270 m
  - 設備容量 ; 25 MW
  - 発生電力量 ; 130 GWh
  - 水車 ; フランス型 2台

## 7.6 水力発電が二次目的の計画

### 7.6.1 ダムの選定

水供給ダム及び洪水調節ダムとして見い出されたダムについても二次目的として水力発電の可能性を検討した。結果として、ダムの下流に利益を生じる地域があり又川に水を放流するようなすべてのダムは水力発電として適当である。しかしながらダム近傍に利益を生じる地域があるがダムとの水位差がさほど大きくないか、又は貯水池から直接取水する様な場合には利用水頭が低い為水力発電には適当ではない。すなわちアリミット No.1 ダム、シフ No.1 ダム、シヌンドウンガンダム、ドゥモンダム及びパラナンダムが水力発電に適している。

選定されたダムはすべてが水供給ダムであり水力発電は二次目的である。したがってこれらのダムから放流される水量は、灌漑及び飲料水の水需要によって決定される。満水位及び低水位も同様に水供給を満たす貯水容量による。落差を得る為いくつかの長水路案を検討してみたが有利でなかった。したがって仮排水路を導水路の一部として利用することとした。

### 7.6.2 候補事業

#### (1) アリミット No.1 ダム

アリミット No.1 ダムの規模は、マガット貯水池の一部を洪水調節用に利用した場合、その容量を補う為にマツノ No.1 ダム及びシフ No.1 ダムとの組合せの中から最適のものを選んだ。したがって明確な使用水量及び落差は示されないが、最大使用水量 26  $m^3/s$  及び有効落差 56.3 m と仮定すると設備容量は 12.2 MW となり、又年間発生電力量は 81 GWh と考えられる。この場合水収支計算の結果から 95% の信頼度で年間設備利用率は 75% である。2 台のフランシス型水車を仮定した。

#### (2) シフ No.1 ダム

アリミット No.1 ダムで示したと同様に計画し、最大使用水量約 20  $m^3/s$ 、有効落差 32 m と仮定すると設備容量は 5.4 MW、年間発生電力量は 41 GWh となる。年間設備利用率は 87% と算定され、2 台のフランシス型水車を仮定した。

#### (3) ドゥモンダム

ダムの最適規模を検討した結果、ドゥモンダムから放流される水は水力発電を行った後ドゥモン灌漑地区へ供給される。作付体系 A を適用した場合、使用最大流量は 4.0  $m^3/s$  及び有効落差 18.9 m となる。又 95% の信頼度で設備容量 0.6 MW 及び発生電力量 4.2 GWh となり、年間設備利用率は 76% となる。小流量・低落差であるのでクロスフロー型の水車 2 台を提案した。

作付体系 B を適用した場合、使用最大流量は  $4.0 \text{ m}^3/\text{s}$  及び有効落差  $17.6 \text{ m}$  となる。この場合、設備容量は同じく  $0.6 \text{ MW}$  となり発生電力量は  $3.7 \text{ GWh}$  と見積もられ、年間設備利用率は  $72\%$  となる。

#### (4) パラナンダム

パラナン貯水池に貯水された水はバガオ灌漑地区に放流する時  $5 \text{ GWh}$  の電力量を生じることが出来る。作付体系 A を適用した場合、最大使用水量は  $2.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 、有効落差は  $28.4 \text{ m}$  となる。この場合設備容量は  $0.6 \text{ MW}$  となり年間設備利用率は  $86\%$  である。

作付体系 B を適用すると有効落差は  $26.1 \text{ m}$  に減少し、年間発生電力量は約  $4.2 \text{ GWh}$  又年間設備利用率は  $79\%$  となる。

このパラナンダムは最大使用水量  $2.8 \text{ m}^3/\text{s}$ 、有効落差約  $28 \text{ m}$  であるので 2 台のクロスフロー型水車を提案する。

#### (5) シヌンドゥンガンダム

貯水池の水はシヌンドゥンガン灌漑地区に放流する時  $10.2 \text{ GWh}$  の電力量を生じる。作付体系 A を採用した場合、最大使用水量  $7.2 \text{ m}^3/\text{s}$ 、有効落差  $24.3 \text{ m}$ 、設備容量  $1.4 \text{ MW}$  となり年間設備利用率は  $80\%$  となる。

作付体系 B を採用した場合、有効落差は  $22.5 \text{ m}$  に減少し発生電力量も  $8.9 \text{ GWh}$  に減る。又年間設備利用率は  $75\%$  となる。小流量・低落差であるのでクロスフロー型水車 2 台を提案する。

### 7.6.3 採用された計画の費用算定

水力発電に関係する土木工事費は、それぞれの土木工事数量に仮定した単価を適用して算出した。一方発電機器等は、既存の資料を基にして得られる経験式より見積もった。アリミット計画の財務費用が一番大きく  $\text{P}199.73 \times 10^6$  が必要となり、次いでシフ計画が  $\text{P}112.41 \times 10^6$  である。ドゥモン、パラナン、シヌンドゥンガンの費用は 1985 年 12 月の時点でそれぞれ  $\text{P}24.96 \times 10^6$ 、 $\text{P}22.01 \times 10^6$  及び  $\text{P}41.70 \times 10^6$  と見積もられた。費用の内訳を Table 7.8 に示す。

### 7.6.4 便益算定

電力価値及び電力量価値は代替費用を基に算定する。選定されたすべての水力発電計画は既存の火力発電に比べ小規模であるので、これらの大規模の火力発電を代替することは適当でないと考えられる。したがってジーゼル発電を仮定しその費用を算定した。この方法により電力価値及び電力量価値をそれぞれ  $\text{P}2,470/\text{kW}$ 、 $\text{P}1.18/\text{kWh}$  とした。



## 第8章 水道の水需要

### 8.1 水道事業の現況

水道施設は一般的にその機能によって三段階に仕分けされている、すなわちレベルⅠは点水源による供給；レベルⅡはレベルⅠに加えて共同蛇口による供給；レベルⅢはいわゆる配水管による供給である。Table 8.1には地区Ⅱ全体(ただし、バタネス州を除きマウンテン・プロビンス州を含む)の既存の水道施設と供給人口を示す。1985年現在では、レベルⅠ・Ⅱ及びⅢの施設によって供給されているのは、27.4万世帯で、全世帯の60%にあっている。

全供給世帯のうち、84%の230,218世帯はレベルⅠの3,419施設によって供給されている。全施設のうち2,139施設はここ5年間で敷設されたものである。レベルⅡは82施設あり、6,276世帯に供給しているが、これは全供給世帯の2%にあたる。レベルⅢは33施設あり、全供給世帯の14%にあたる37,196世帯に供給している。1施設当りの供給人口は次のとおり：レベルⅠ、303人；レベルⅡ、1,037人；レベルⅢ、3,694人。

LWUA(地方水道事業団)は、1985年時点ではレベルⅢの全施設33のうち現在は5施設を運営・管理している。それらは次の5都市である：カガヤン州のツゲガラオ、アバリ及びソラナ並びにイサベラ州のイラガン、サンチャゴ。その他にLWUAでは計画中ないしは修理中の施設を11持っているが、稼働するまでには時間を要する。既存のレベルⅢ水道施設の水源は全て地下水によっている。各施設の1985年末現在の供給接続口数は以下のとおり：ツゲガラオ、1,500口；アバリ、650口；ソラナ、230口；イラガン、630口；サンチャゴ、2,400口。

ツゲガラオ水道会社は1983年に設立されたばかりなので、データに乏しいが、Table 8.2は、1985年の1月から9月までの供給実績を示している。この間の平均接続口数は1,112口で、内訳は次のとおり：住宅、719口(全体口数の65%)；商業、383口(34%)；工業、3口(0.3%)；公共施設、7口(0.6%)。水の月当り消費量は25,513 m<sup>3</sup>であり、内訳は次のとおり：住宅用、13,455 m<sup>3</sup>/月(全消費量の57%)；商業、9,535 m<sup>3</sup>/月(40%)；工業、170 m<sup>3</sup>/月(1%)；公共施設、353 m<sup>3</sup>/月(2%)。この結果、水消費原単位は次のように推定される：住宅、597 l/世帯/日；商業、815 l/施設/日；工業、1,859 l/施設/日；公共施設、1,658 l/施設/日。ツゲガラオの平均世帯人口は、1985年で、5.5人なので、1人当り水消費原単位は109 l/人/日となる。また、同年の配管網からの漏水率は35%とされている。

水の給水原価は、LWUAの実績データより求められ、平均給水単価は1.10ペソ/m<sup>3</sup>であり、配水に要するコストは0.47ペソ/m<sup>3</sup>であった。原水単価としては1.0ペソ/m<sup>3</sup>になるものと仮定した。

## 8.2 給水原単位

現状の住宅事情については流域内の社会・経済状況データや標本調査によって把握できる。将来は、経済成長に伴って生活水準も上昇するものと考えられる。そして生活水準が改善されれば、住宅や家具等の保有資産もよくなり、水の消費量も増加する。同時に、人々はより良質の水をより便利に入手できることを望むようになる。こうして、流域内の供給水準も年々改善されることになる。従って本調査においてもこうしたことを反映し、DOH、MHS及びDPWHによってまとめられた“農村における上下水計画”に基づいて、上水道の普及がTable 8.3に示すように図られるものと仮定する。さらに、レベルⅢで供給される地区内の水消費量原単位は経済成長に伴って大きくなるものとする。この数値をTable 8.3に示すが、これらはLWUAで作成されたF/S調査や基本設計等を参考として設定されたものである。一方、住宅数は人口予測や世帯数の変化に基づいて推定される。地域内の住宅用の水総需要量は、以上の諸数値すなわち消費原単位、世帯人口、世帯数、普及率の演算によって算出される。

次に、商業・サービス施設の現況について、すなわち棚卸し資産や什器備品等の状況についても、住宅事情同様社会・経済状況データによって把握される。そしてこれらの状況は経済成長に伴って改善され、またサービス・レベルを向上させるために人口増加につれて企業数も増大するものと考えられる。これら施設の水消費原単位についても、LWUAのF/Sレポート等を基礎として設定した。商業・サービス施設の水総需要量は上記の水消費原単位と施設数との積によって求められる。また、公共施設の水総需要量もこれとほぼ同じプロセスで算出することができる。

工業部門は、製造業と建設業から成るものと仮定し、各々の需要量を合計して総需要量を推定する。工業部門の現況も同様に社会・経済状況データにより把握される。将来の状況については経済予測により求められた工業部門のGVA予測値に基づいて工場数や生産性の予測を行った。製造業と建設業との比率は、当初は現状の生産高比率によるものの、本プロジェクトの推進に伴って建設業の比率が逡増するものとし、またプロジェクトの完了に伴って逡減するものとした。水消費原単位は、日本の工業立地原単位(財団法人日本立地センター)を準用し、GVA当りの消費原単位を設定した。しかし、製造業の循環利用の割合は、1985年時点では日本の循環利用比率の50%、2005年時点で75%と仮定した。この結果、水消費原単位は、Table 8.3に示すように、1985年には763 m<sup>3</sup>/100万ペソ(GVA)/日となり、2005年には684 m<sup>3</sup>/100万ペソ(GVA)/日となった。なお、市別の水需要量の分布は、都市人口の分布に比例するものと仮定し算出した。



### 8.3 水需要予測

農業部門以外の総水需要量は、上記により求めた各部門別の需要量の計として求められる。需要量は経済開発目標に向かって恒常的に増加する。2005年時点では、都市人口の全部と農村人口の85%はレベルⅠからⅢまでのどれかの水道施設から水供給を受けるものと考えられている。こうして求められた水需要量は、Table 8.4には市別に、Table 8.5には産業部門別に示されている。この表によれば、2005年時点の総水需要量は、64.2万 m<sup>3</sup>/日である。これに浄水場内消費や漏水等の割合を算入すれば、取水サイドの水需要量が算出される。この比率(LWUAレポートを準用)を考慮して、流域の原水需要量を求めるとTable 8.6のようになる。同表は、1980年時点で人口10万人程度になるよう設定された給水ブロック別に算出したものである。また、Table 8.7は産業部門別の原水需要量が示されている。2005年の原水需要は85.5 m<sup>3</sup>/日に達する。



## 第9章 ダム計画

### 9.1 ダム可能地点

カガヤン河流域は多くのダム建設可能地点を有している。NIA及びNAPOCORは種々のダム開発計画の検討を実施してきた。フィージビリティスタディーが完了したものとしてはチコⅣ、ディドゥヨン、カセクナン及びマツノダム計画があげられる。DPWHも44のダム計画を含むカガヤン河流域洪水調節を検討した。カガヤン河流域内で現在までに完成した大貯水容量を持つものはマガットダムのみである。今後20年間のマスタープランを作成するに当たり、上記の計画を参照し有望なダム開発計画を選定した。

候補として上げられているダムは比較的大規模な灌漑地区への水供給、飲料水及び洪水調節に寄与するものであり、この恩恵を受ける地域は平坦な沖積地に位置している。さらに農業開発として、丘陵地の集約的土地利用も目的としており、この目的に対応する小規模ダム開発の可能性も検討する。

ダム開発に可能なすべての地点を利用可能な1:25,000又は1:50,000の地形図を用いて検討した。その結果、55の多目的ダム候補地点、56の小規模ダム候補地点及び4つの溜池候補地点を確認した。多目的ダム候補地点をFig. 9.1に示し、小規模ダム及び溜池候補地点をFig. 9.2に示す。

### 9.2 多目的ダムの絞り込み

一次絞り込み作業において貯水量に対するダム盛土量すなわち貯水効率、集水面積及び可能ダム高等を検討し、26のダム地点を二次絞り込み作業の候補地点として選んだ。

二次絞り込み作業では、灌漑用ダムとしての効率、水力発電用ダムとしての効率及び洪水調節用ダムとしての効率をそれぞれ各ダムについて求め、これらの効率を3つに区分し各ダムの評価を行った。この評価以外に以下の技術的及び経済的評価も考慮した。

- 1) 流域内で特に重要と見なされる洪水調節に対する効果的なダム開発及び均等な地域開発という視点より、一つの主要な支流に一つのダムを選ぶ。
- 2) 石灰岩地帯に位置するダムは詳細な調査が必要とされ、又基礎処理に費用もかかる為、原則的にこの時点で除く。
- 3) 土地及び資産に対する補償及び社会環境はこの地域でも最も重要な問題である。補償の問題が予想され、ダム開発による各々の目的に特に魅力が無いものは除く。

一次及び二次絞り込み作業を行い14のダムを候補として選んだ。それぞれの結果を Table 9.1 及び 9.2 に示す。

選ばれたダム計画を以下に示す。

シフNo.1・マリグNo.2・イラガンNo.1・ディサブンガン・アリミットNo.1・カガヤンNo.1・ピヌクブック・カガヤンNo.2・アダラム・チコNo.4・チコNo.2・マツノNo.1・カセクナン及びデイドゥヨンドム

### 9.3 選出されたダム計画地点の状況

選ばれた14ダム地点の内、チコNo.4、チコNo.2、マツノNo.1、カセクナン及びデイドゥヨンは前記したごとくすでに他の調査によって計画及び検討されたものである（7章参照）。

既存のマガットダムはマガット川の全流域面積の81%を占め、又山脈からの出口に位置している為、前述のごとく洪水調節に対して効果的である。このマガット貯水池に洪水調節容量を設けこれによって洪水調節の目的を達成させる為、アリミットNo.1ダムをマガット貯水池の容量を補う目的として提案した。

#### (1) ダム地点の地質

二度にわたる現地調査の結果、選ばれたダム地点の地質状態はダム建設に適當であることを確認した。Table 9.3 に地質調査結果の概要を示す。

調査の結果、ピヌクブック、シフNo.1、マリグNo.2、ディサブンガン及びアダラムダム地点は基礎の地質状況よりフィルタイプダムのみが適している。一方イラガンNo.1、アリミットNo.1、カガヤンNo.1及びカガヤンNo.2はコンクリート重力式ダム及びフィルタイプダム両方に適している。現地調査を通じ各ダムの建設材料も検討し、その結果を Table 9.4 に示す。

各ダム地点におけるダム基礎までの表土及び風化層の厚さを両岸の露出している岩等より判断した。そして基礎掘削に必要な深さを3つのグループに分けた。以下に各ダムの基礎掘削の深さを示す。

- Aクラス(掘削3m) : マリグNo.2、イラガンNo.1、アリミットNo.1
- Bクラス(掘削5m) : ピヌクブック、シフNo.1、アダラム
- Cクラス(掘削7m) : ディサブンガン、カガヤンNo.1及びNo.2

#### (2) 貯水池内の土地利用及び家屋数

現況における貯水池内の土地利用及び家屋数を地形図及び現地調査より区分け及び算出した。Table 9.5に各ダム地点の算出結果を示す。この中でカガヤンNo.1の満水位160 mにおける補償すべき土地が5,040 haと最大であり、この水位で3,458軒の家屋が水没する。

### (3) 取付道路

国道及び州道からダム地点までの必要な取付道路の長さを地形図より測定した。その長さは各ダム計画によって大きく異なり最短はピヌクブック及びカガヤンNo.1の0km、最長はアリミットNo.1の30kmである。

## 9.4 小ダム及び溜池の絞り込み

有望なダム地点を選ぶ為小ダムの貯水効率を比較した。ダムによって近傍の土地利用を高めるのが目的である為、ダム地点近傍に未利用の草地が広がっているという条件も絞り込みの基準とする。この場合、草地を牧場として利用するものと仮定し、計画された貯水池から4km以内の利用可能な草地を計画地域とした。広い利用可能な草地が近傍にあるダムは高い優位性を持っていると考えられる。最終的に10の小ダムと1つの溜池地点を有望な計画として選び出した。それらの位置をFig. 9.2に示し、スクリーニングの結果及び概要をTable 9.6及び9.7に示す。

### 9.4.1 優先順位

10の小ダムの内3つの地点(サンタ・マリア、カラオカン及びコロラド)は灌漑部門においてガッパル灌漑計画の水源の代替案として検討されているので、これら3つの小ダムは以後の検討から除く。

これらの小ダムのフィージビリティを検討する為、予備的な経済性を評価する。この場合2ケースの代替案について検討した。片方は貯水した水を近傍の稲作灌漑と牧畜に利用する案、もう一方は牧畜のみに利用する案である。費用としてダム及びそれに付随する施設、灌漑施設、牧場施設、取付道路及び補償費を見積り、便益は灌漑及び牧畜から発生するものを見積る。灌漑計画を除いた場合では灌漑に関連する費用及び便益を取り除く。見積った費用及び便益を基に経済評価を各ダムについて実施した。割引率は10%を適用した。

7つの小ダムの内最も高い経済性を示すダムは、経済的内部収益率(EIRR)及び便益費用比(B/C)から判断すると、サントールダムである。もしこのダムが牧畜用の単目的ダムとして計画された場合EIRR16.5%及びB/Cは1.35である。各々のダムの経済評価及び優先順位の結果をTable 9.8に示す。

カルメンシート溜池についても同様の経済評価を行い同じく2ケースの代替案について検討した。カルメンシート計画は、灌漑開発を除いた場合サントールダムよりも経済性(EIRR)が高いが、以下に示すごとく両ケースともサントールダムの方がカルメンシート溜池より利益額が大きいことを示している。

#### 灌漑計画を含む場合

- EIRR ; サントールダム ; 12.6 %	:	カルメンシート溜池 ; 10.3 %
- NPV ; サントールダム ; ¥13.6×10 <sup>6</sup>	:	カルメンシート溜池 ; ¥0.7×10 <sup>6</sup>
- B/C ; サントールダム ; 1.17	:	カルメンシート溜池 ; 1.02

#### 灌漑計画を含まない場合

- EIRR ; サントールダム ; 16.5 %	:	カルメンシート溜池 ; 18.6 %
- NPV ; サントールダム ; ¥18.7×10 <sup>6</sup>	:	カルメンシート溜池 ; ¥9.9×10 <sup>6</sup>
- B/C ; サントールダム ; 1.35	:	カルメンシート溜池 ; 1.44

各々の計画の経済指標を Table 9.8 に示す。表に示すごとくほとんどの計画において、牧畜のみの単目的ダムの方が経済的に有利であることを示している。しかしながら位置的条件によっては灌漑目的が期待できる場合もある。

## 9.5 選定されたダムの予備設計

### 9.5.1 ダム設計基準

国際協力事業団によって、シフNo.1、マリグNo.2、イラガンNo.1、ディサブンガン、カガヤンNo.1及びカガヤンNo.2のダム及び貯水池内の1:25,000地形図が作成され、これらの地形図はダム計画に利用された。構造物をこれらの地形図上に計画し工事数量等を算定した。

ダム及び関連施設を設計するに当たり、すでにプレフィージビリティスタディ及びフィージビリティスタディが完了しているダム以外のものに対し、以下の基本設計基準を適用した。

#### (1) ダム及び貯水池

- 1) 多目的ダムに対し堆砂位は100年の堆砂量を、小ダムに対しては25年の堆砂量を適用した。

- 2) サーチージ水位 (SWL) は100年確率洪水を計画通り調節した時の水位とし、貯水池の運転は一定率一定量放流とする。
- 3) 洪水位はコンクリートダムに対しては200年確率洪水のピーク流入量がそのまま放流された時の水位とし、フィルタイプダムに対しては200年の確率洪水の1.2倍を適用する。
- 4) ダム型式は地形、地質及び建設材料等を考慮し以下の中から選択する。
  - i) ロックフィルダム
  - ii) アースフィルダム
  - iii) コンクリート重力式ダム
- 5) ダムの勾配及び天頂巾は以下の値を適用する。

	上流勾配	下流勾配	天頂巾
ロックフィルダム	1:2.9	1:2.0	12 m
アースフィルダム(多目的)	1:3.9	1:2.7	12 m
アースフィルダム(小ダム)	1:4.0	1:3.0	8 m
コンクリート重力式ダム	1:0.1	1:0.8	8 m

## (2) 洪水吐

- 1) 多目的ダムに対し、フィルタイプダムはゲート式又は横越流式、コンクリート重力式ダムはゲート付穴あきと自由越流式の混合
- 2) 小ダムに対しては自由越流式
- 3) 減勢工は減勢池式

## (3) 仮排水

- 1) 多目的ダムに対して、施工中の仮排水はトンネル式を採用する。
- 2) 小ダムに対しては地形条件を考慮し、開水路式又はトンネル式を採用する。
- 3) 以下の確率洪水を仮排水の計画に適用する。

- フィルタイプダム ..... 25年確率洪水
- コンクリートダム ..... 2年確率洪水

取水工、導水路、水圧鉄管路及び発電所等の設計も行う。

### 9.5.2 施設計画

ダム及び関連施設を設計基準に基づいて計画した。これに先立ち各ダム地点のダム型式を地形、地質及び利用可能な建設材料等を考慮し以下のごとく決めた。

- ビヌクブック	ロックフィル
- シフNo.1	アースフィル
- マリグNo.2	ロックフィル
- ディサブンガン	ロックフィル
- イラガンNo.1	コンクリート重力式
- アリミットNo.1	コンクリート重力式
- アダラム	ロックフィル
- カガヤンNo.1	コンクリート重力式
- カガヤンNo.2	コンクリート重力式
- サントール	アースフィル
- カルメンシート溜池	アースフィル

### 9.5.3 費用の見積り

建設費の見積りに用いる単価は、チコNo.4、グメイン、バナイ及びカセクナン計画で用いている単価を参照して算出した。又、換算レート、物価指数等の主要指標は1985年12月を基準とした。Table 9.9にダム工事に関連する単価を示す。工事数量及び単価から見積られる建設費に加え以下の費用を考慮する。

- 雑土木工事	: 見積られた費用の10%
- 準備工事(取付道路、橋を除く)	: 雑土木工事費を含む土木工事費の8%
- 技術費	: 直接工事費の10%
- 政府管理費	: 直接工事費の5%
- 予備費	: 直接工事費・技術費・政府管理費及び補償費の合計の15%

上記の条件を適用し、施設設計によって算出された工事数量と単価によってダム、洪水吐及び仮排水施設の建設費が見積られた。Fig. 9.3に各ダム計画のダム、洪水吐及び仮排



水施設の総土木工事のコストカーブを示す。ダムによる貯水池内の補償費を土地利用、家屋数より見積り、これらのコストカーブを Fig. 9. 4 に示す。

選択された14のダム計画の内、フィージビリティスタディーが完了しているものはチコNo.4、マツノNo.1、デイドゥヨン及びカセクナン計画の4つである。しかし、これらの事業費は2年から13年前に見積られたものでありこの間に物価等の変動が生じている。したがって1985年12月時点における事業費に改訂する必要がある。ルソン島包蔵水力調査団によってこれらの事業費が以下のごとく改訂された。

- カセクナン	909.8 × 10 <sup>6</sup> US\$
- マツノ No.1	267.0 × 10 <sup>6</sup> US\$
- デイドゥヨン	469.2 × 10 <sup>6</sup> US\$
- チコ No.4	534.9 × 10 <sup>6</sup> US\$



## 第10章 水需給収支解析

### 10.1 解析条件

カガヤン河流域内の総水消費量は、分野別の開発計画を前提として推定した灌漑用水量、家庭用水量、工業用水量、サービス用水量及び公共用水量の和として2005年まで求めた。この他、河川維持用水量がもうひとつの水需要となる。

水の需給収支を、計画された経済活動によって今後需要が変化すると考えられるすべての地点で求めた。すなわち、ダム予定地点、灌漑や都市用水取水地点、支川との交流点及び河口を含め全部で48地点での収支を求めた。水需給の構成を示すダイヤグラムをFig. 10.1に示す。

収支計算にあたり次のような基準、条件を仮定した：

#### (1) 流入量

各点の基本的な流入量は1963年から1984年まで22年間の自然流量である。

#### (2) 河川維持用水

- 1) 河川維持用水量の推定にあたり一般的には(a)水運、(b)漁業、(c)景観、(d)塩水遡上、(e)河口閉塞、(f)河川構造物、(g)地下水盆の維持、(h)生態圏及び(i)水質の維持という河川の機能を保つ最低流量をとる。
- 2) カガヤン河にとって(a)、(e)及び(g)は特に考慮しないで良いものと仮定した。
- 3) (a)、(e)及び(g)を除く各機能を維持するための最小流量として比流量で $0.0046 \text{ m}^3/\text{s}$ を考えた。これは流域内の水位観測所で記録されたn年間の記録中n番目に小さい流量の平均値にあたる。この数値は、マガットとシフ取水ダムの下流を除く各水収支点に適用するものとした。マガット、シフの取水ダムの下流では現在でも渇水時には流量はゼロになっており、この事実は今後も容認されるべきであると仮定した。

もうひとつの問題となる所はマガビットポンプ場とその下流である。この地点での河川維持用水量は塩水遡上による被害を防ぐために $140 \text{ m}^3/\text{s}$ とした。この流量は22年間の流量に対し1985年の取水を行った場合に下流に流れて

いく流量の4番目に小さい流量である。逆にいうと1985年の取水量に伴って生じる80%保障流量である。

### (3) 保障流量

計画流量の超過確率を以下のようにとった。

灌漑用水	80%
水力発電用水	95%
都市用水	95%
養魚用水	90%

### (4) 還元水

各事業の還元水を以下のように仮定した。

灌漑用水	30%
水力発電用水	100%
都市用水	40%
養魚用水	90%

## 10.2 水不足量の推定

水資源開発を行わなかった場合の、5年確率年水不足量を22年間のシミュレーション結果の4番目に大きい年間不足量として求めTable 10.1に示した。ここで下流への還元水は取水量から消費量を差引いたものと考えた。換言すればもしある取水地点での水不足のために取水できなかった場合は当然ながら下流域への還元水もゼロとなる。

水需給収支計算の結果、マリグNo.2ダム地点(収支点30)では1995年に $650 \times 10^6$  m<sup>3</sup>の水不足が生じることになる。1975年の水文条件がこの不足を生じている。不足は、チコマリグ灌漑事業が1995年に稼働を開始するという仮定によって生じている。

もうひとつの大きい水不足はチコ川の収支点23で生じている $139 \times 10^6$  m<sup>3</sup>である。これはチコ灌漑によって1990年からひき起こされる。この不足は1980年の水文条件に対して生じる。同様に、マガット灌漑とマツノ灌漑が実施されるに及びその需要の増大が水不足を生じる。1990年に於ける収支点13の水不足は $27 \times 10^6$  m<sup>3</sup>であるが2005年には $146 \times 10^6$  m<sup>3</sup>に増大する。この場合1975年の水文条件が最も危険であ

る。ガッパル灌漑の収支点8では $75 \times 10^6 \text{ m}^3$ の水不足が2000年に生じることになっている。これはガッパル灌漑の取水によるもので1982年の水文条件に対して生じている。収支点11ではマツノ灌漑により2005年には $87 \times 10^6 \text{ m}^3$ の水不足が生じることがわかる。前述の収支点13に於て予想された水不足はこの水不足の影響をうけたものと考えられる。1984年の水文条件に対しこの不足が生じている。マリグ灌漑計画はマリグ川の水を消費する。このため収支点31に於て1995年以後年間で $55 \times 10^6 \text{ m}^3$ の水不足が発生する。1978年の水文条件が最も危険である。この他本流・支流での水不足が発生しているがこれは主として灌漑計画の水消費に帰因する。

マスタープランの目標年内では2005年に最大の水不足が発生する。例えば1978年の水文条件が再現した場合、流域内の7収支点で水不足が発生し、 $107 \times 10^6 \text{ m}^3$ が不足する。1969年及び1980年の水文条件では3収支点で水不足となりその量は夫々 $109 \times 10^6 \text{ m}^3$ 及び $166 \times 10^6 \text{ m}^3$ である。

### 10.3 支川に於ける水不足に対する供給

ガッパル灌漑事業に伴って生ずる5年確率水不足の $75 \times 10^6 \text{ m}^3$ に対しサンタマリア、コロラド及びカラオカンという3ダムから水供給を行う。水不足を解消するためにこの3ダムを2000年までに完成せしめる。

マツノ川の水不足はマツノNo.1ダムによって完全に解消される。ダムは1997年に運転開始の予定である。ダムは同時にマガットダムの水供給にも貢献するよう計画されている。但しマガットダムの補填は、アリミットNo.1ダム及びシフNo.1ダムとの組み合わせで検討する。

マリグNo.2ダムは、チコ川からの流域変更による流入量と併せてマリグ川の水不足(収支点23)を解消する。チコ川からの流入は一端マリグ貯水池に溜められた後、チコ灌漑事業及びチコマリグ灌漑事業地域に給水される。この還元水により収支点32に於ける水不足も解消されることになる。

バラナングムからの放流により、パレド川の水不足 $14 \times 10^6 \text{ m}^3$ は解消する。同様にシヌドゥンガン、ドゥモン、ダブ及びトゥマウニ川の水不足はシヌドゥンガンダム、ドゥモンドム、サントニーニョダムおよびサンヴィセンテダムからの放流によって補填され解消する。

サンバプロ・カバガン灌漑は実施中の事業であるが、ダムの建設は予定されていない。同事業が所期の成果をあげ得るよう、ピナカナワン川上流部にダムを計画するよう勧告する。

チコ川では収支点21, 22, 26及び27に於て水不足が生じるものと思われるが、本調査ではチコ川流域の社会状況を考慮してダムの計画を検討していないので水不足は解

消しない。収支点 26 に於ける水不足は年間で  $20 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、10-日流量で最大  $5.9 \text{ m}^3/\text{s}$  である。水不足の継続期間は需要  $1.8 \text{ m}^3/\text{s}$  に対し、20日間である。この場合、河川維持用水を  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  と考えているので、上記の水不足はあまり深刻なものにはならないと考えられる。

以上の水不足は計画されたダムからの水供給及び還元水にて補填される。水供給用ダムの位置を Fig. 10.2 に示す。

#### 10.4 本流に於ける水不足に対する供給

水収支点 7 に於て年間不足量  $6 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、最大 10-日不足量  $4.2 \text{ m}^3/\text{s}$  が生じる。この点に於ける流域面積は  $5,580 \text{ km}^2$  であり、河川維持用水は  $25.7 \text{ m}^3/\text{s}$  が確保されている。このような事情から  $4.2 \text{ m}^3/\text{s}$  の水不足はあまり深刻なものとは考えられない。

収支点 9 に置ける  $11 \times 10^6 \text{ m}^3$  の水不足はガッパル灌漑事業からの還元水で補填される。収支点 47, 48 に於ける水不足、 $37 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $34 \times 10^6 \text{ m}^3$  は収支計算の結果、各支流域に計画されている灌漑事業からの還元水によって補充されることがわかった。

以上のことから、本流に生ずる水不足を解消するためのダムは特に必要としないと結論した。

## 第11章 マスタープラン

### 11.1 ダムの最適規模

#### 11.1.1 開発するべきダム

前節に述べたように自然流量を補填し、水不足を解消するために以下のダムが必要である。

- a) マガットダムの肩替わりをし、補充するためのダム；マツノNo.1、アリミットNo.1及びシフNo.1
- b) 水供給及び水力発電のためのダム；ドゥモン、パラナン及びシヌドゥンガン
- c) 水供給ダム；マリグNo.2、サンタマリア、カラオカン、コロラド、サントニーニョ、及びサンヴィセンテダム
- d) 水力開発ダム；カセクナン、ディドゥヨン及びマツノNo.1ダム

この他、丘陵地開発の水源として小ダムと溜池の開発が必要である。小ダムの建設は単に経済開発を目的としたものではなく、雇傭機会の増大等社会問題解決もその趣旨としていいる。従って小ダムと溜池については特に最適規模の検討を行っていない。

#### 11.1.2 マツノNo.1、アリミット No.1及びシフ No.1ダムの最適化

これらのダムは、マガットダムに洪水防御の容量をもたせた場合にその肩替りをするべきダムである。一方、水需給収支計算の結果によれば、97,400 haに灌漑用水を給水するためには追加容量  $94 \times 10^6 \text{ m}^3$  が既存マガット貯水池に必要である。上記ダムはこの容量も補うものとする。

水収支計算によってマガット貯水池の単位容量を肩替りするに要する各ダムの貯水容量を求めた。こうしてマガット貯水池が洪水防御にその容量を割いた場合、それを肩替りするに要する各ダムの容量が求まった。その各々の容量を得るに要するダムの建設費を推定した。こうしてマガット貯水池の容量を洪水防御に割くことによって生ずる費用が各肩替りダム毎に求まった。結果を Fig 11.1 に示す。

但し各ダムは夫々個別の目的すなわち、肩替り以外の便益を持っている。前述の費用からこれらの便益を差し引いた残りが、マガットダム肩替りの純費用となる。計算の結果、どのダムについても肩替りの純費用は肩替り貯水容量にはほぼ比例することがわかった。従って、一つの与えられた洪水防御容量を生み出すための三つのダムの最適規模は線型計

画法の解として求めることができる。目的関数はコスト最小、変数は各ダムによって生み出すマガットダムの洪水防御容量。制限条件は i) 各ダムが生み出した洪水防御容量の和が与えられた容量以上であること ii) 各ダムの水文のもしくは地形的制限 iii) 各ダム固有の目的を満たす最小規模である。線型計画法で求めた解は、いくつかのマガットの洪水防御容量に対する費用最小ダム規模を与えた。結果を Fig. 11.2 に示す。図は与えられた洪水防御容量に対し一番下側の線が最適な組み合わせを与えることを示す。一方、マガット貯水池容量を肩替りした場合の総費用、便益-すなわちマガットに洪水防御を与えた場合の洪水防御便益も含めた-を求めプロットし、費用-便益曲線を作った。費用-便益曲線を Fig. 11.3 に示す。図より割引率を 12% とすると肩替りされるマガット貯水池の容量が  $233 \times 10^6 \text{ m}^3$  の時プロジェクトの純現在価値 (NPV) は最大となり、 $\text{P}1,336 \times 10^6$  となる。結論として次のようなダムの組み合わせを提案した。すなわち

- アリミット No.1 ダム	貯水容量	$156 \times 10^6 \text{ m}^3$	(ダム高 89 m)
	生み出したマガット容量	$156 \times 10^6 \text{ m}^3$	
- マツノ No.1 ダム	貯水容量	$97 \times 10^6 \text{ m}^3$	(ダム高 147 m)
	生み出したマガット容量	$36 \times 10^6 \text{ m}^3$	
- シフ No.1 ダム	貯水容量	$93 \times 10^6 \text{ m}^3$	(ダム高 58 m)
	生み出したマガット容量	$41 \times 10^6 \text{ m}^3$	
- マガットダム	洪水防御容量	$139 \times 10^6 \text{ m}^3$	
	補填容量	$94 \times 10^6 \text{ m}^3$	

### 11.1.3 灌漑・発電ダムの最適規模

ドゥモン、パラナン及びシヌンドゥンガンダムは灌漑用水供給に加え、水力発電の機能をもっている。ダムからの灌漑用水の供給便益を原水価値から  $\text{P}0.38/\text{m}^3$  と仮定し、供給量に乗じて求めた。一方発電便益は、前述のように出力とエネルギーの価値で求めた。ダム規模に応じた費用は同様に別途求めてある。これら費用・便益の現価を割引率 12% で求め Fig. 11.4 にプロットした。図より各ダムの最大純現在価値 (NPV) を与える規模が読みとれる。最大 NPV を与える規模を最適と定義し各ダムについて以下のように提案した。

- ドゥモンダム	貯水容量	$24.1 \times 10^6 \text{ m}^3$	ダム高	36.0 m
- パラナンダム	〃	$18.1 \times 10^6 \text{ m}^3$	〃	50.0 m
- シヌンドゥンガンダム	〃	$53.1 \times 10^6 \text{ m}^3$	〃	48.0 m

各ダムの最適規模は 2005 年の水需要を丁度満足する規模となった。これは、2005 年以後水需要の伸びがないためである。



上記に加えてダムは洪水低減の機能をもっている。すなわちダムへの流入洪水は高水位と洪水位との間で貯留される。この効果は附随的な物であり、従って経済評価には勘案しなかった。

#### 11.1.4 水供給ダム

ダムの中には灌漑用水の他に都市用水供給の機能を持つものもある。この場合、ダムの水供給便益として、原水価値を求め都市用水は  $\text{P}1.0/\text{m}^3$ 、灌漑用水は  $\text{P}0.38/\text{m}^3$  と仮定した。これら原水価値に供給量を乗じて便益を求めた。一方、ダム費用は第9章に述べたとおり求めてある。求めた費用・便益は、割引き率を12%として現在価値に直した。ダム規模に応じた費用・便益の現価を Fig. 11.4 にプロットした。図からプロジェクトの純現在価値 (NPV) が判り、これの最大を与える点を最適規模と考えた。各ダムの最適規模は以下のとおり。

－マリグNo.2ダム	:	貯水容量	$545.0 \times 10^6 \text{ m}^3$	ダム高	84.0 m
－サンタマリアダム	:	〃	$18.1 \times 10^6 \text{ m}^3$	〃	26.5 m
－カラオカンダム	:	〃	$41.0 \times 10^6 \text{ m}^3$	〃	30.5 m
－コロラドダム	:	〃	$58.4 \times 10^6 \text{ m}^3$	〃	32.5 m
－サントニーニョダム	:	〃	$2.0 \times 10^6 \text{ m}^3$	〃	18.0 m
－サンヴィセンテダム	:	〃	$6.9 \times 10^6 \text{ m}^3$	〃	30.0 m

結果として、2005年の水需要を満たすダムが最適規模となった。

#### 11.2 多目的ダムの費用配分

多目的ダムの目的別費用配分は、分離費用残余便益法によった。すなわち、ある目的を除いた時に生ずる費用からその目的の分離費用を求め、目的毎の便益及び妥当投資額を求めた。目的別に配分した費用を Table 11.1 に示す。シフ No.1 及びマリグ No.2 ダムの費用は洪水防御に配分された費用も含む。洪水防御のための貯水池容量はシフ No.1 は  $115 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、マリグ No.2 は  $112 \times 10^6 \text{ m}^3$  である。この結果シフ No.1 による洪水防御事業の内部収益率は12.8% から18.6% に向上した。同様にマリグ No.2 による洪水防御は9.3% から10.3% になった。

#### 11.3 費用配分による優先順位の調整

各事業に対するダム費用の配分額は前述の計算方法にもとづいて決められ、従って各事業の経済性が変更となった。新たな経済性に従って優先順位を更新した。

### 洪水防御プロジェクト

- |      |    |                     |
|------|----|---------------------|
| 優先順位 | 1  | ツゲガラオの堤防            |
|      | 2  | 狭窄部の開削 (ナシビン左岸:NLL) |
|      | 3  | シフ No.1 ダム          |
|      | 4  | 河岸侵食防止工             |
|      | 5  | カバガンの堤防             |
|      | 6  | 狭窄部の開削 (ナシビン右岸:NLR) |
|      | 7  | マガット/アリミット No.1 ダム  |
|      | 8  | カガヤン No.1 ダム        |
|      | 9  | マリゲ No.2 ダム         |
|      | 10 | イラガン No.1 ダム        |
|      | 11 | 狭窄部の開削 (ナシビン上流:NUP) |

### 灌漑プロジェクト

- |      |    |                 |
|------|----|-----------------|
| 優先順位 | 1  | ピナカナワンシステム改修    |
|      | 2  | チコマリグシステム       |
|      | 3  | ダブブシステム         |
|      | 4  | ルルタンシステム        |
|      | 5  | ソラナシステム改修       |
|      | 6  | ガッバルシステム        |
|      | 7  | イラガンシステム        |
|      | 8  | ツゲガラオシステム       |
|      | 9  | アルカラ・アムルング西システム |
|      | 10 | バガオシステム改修       |
|      | 11 | ドゥモンシステム改修      |
|      | 12 | マツノシステム         |
|      | 13 | トゥマウイニシステム改修    |
|      | 14 | シヌンドゥンガンシステム    |

### 水力発電プロジェクト

- |      |   |          |
|------|---|----------|
| 優先順位 | 1 | マツノ No.1 |
|      | 2 | イブラオ     |
|      | 3 | タヌダン     |
|      | 4 | ディドゥヨン   |

灌漑用水の給水に伴って付随的に発電を行う計画は、灌漑の優先順位に従うものとする。また丘陵地の農業開発は計画どおりに実施されるものとする。

#### 11.4 マスタープランに選定されるべき事業

##### 11.4.1 事業選定の原則

2005年に於ては人口、財産が増加し、年洪水被害額は1985年の現価にして $\text{P}8,998 \times 10^6$ に達するものと思われる。被害調査の結果から総被害額の50%すなわち $\text{P}4,500 \times 10^6$ は、工業及びサービス部門から生ずることが判った。この被害額は、洪水がなければ生産高に計上されるべきものであるが、実際には洪水によって生産されなくなる、いわば機会生産高とでもいうべきものである。経済開発の目標にかかげた工業・サービスの付加価値を効率よく達成するために、推定被害額の10%が防がれる必要があるものと仮定した。それを満たす洪水防御計画は工業・サービス部門で $\text{P}450 \times 10^6$ 、全体で $\text{P}900 \times 10^6$ の被害減額をもたらす。

換言すれば2005年に於ける洪水防御便益は1985年現価で $\text{P}900 \times 10^6$ である必要がある。この洪水便益を満たすよう洪水防御事業を選択しマスタープランに組み入れることとした。

農業開発事業についてはフィリピン政府の政策に従い低平地は農業用に完全に開発することとした。従って全ての灌漑事業を2005年までに実施する。マスタープランには、永年作物、牧畜及び畑作物の開発を含める。更にマガット灌漑の改修計画が検討されているがこれもマスタープランに含めることとした。

もうひとつのJICA調査であるルソン島包蔵水力調査によって水力開発事業がカガヤン流域内でいくつか取り上げられている。同調査は2005年の電力需要を満たす最小費用代替案を提案している。これら事業の実施は必須である。本マスタープランに、これらの水力事業を取り入れることとした。また水供給に付随する水力開発も、もしその水供給事業がマスタープランに取り込まれた場合はマスタープランに取り入れることとした。

##### 11.4.2 多目的事業の総合評価

多目的ダムは異なる複数の事業に対して効果を発揮する。本調査では、一つの多目的ダムに関連する複数の事業をまとめて多目的事業と称することとした。マリグプロジェクト、シフプロジェクト、マツノプロジェクト及びアリミットプロジェクトがこれにあたる。ドゥモン、バラナン及びシヌドゥンガンプロジェクトはいずれも主目的が灌漑で発電は付随的なものであるから単目的と考えた。

各多目的プロジェクト構成する事業は以下の通り。

- 1) マリグプロジェクト : チコ・マリグ灌漑事業及びマリグ洪水防御事業
- 2) シフプロジェクト : シフ洪水防御事業、シフ水力発電事業及びおよびシフ灌漑(マガットの補填)
- 3) マツノプロジェクト : マツノ水力発電事業、マツノ灌漑事業、都市用水及びマガット補填
- 4) アリミットプロジェクト : アリミット水力発電事業及びマガットの補填

これら多目的事業の総合的な費用便益にもとづく経済的内部収益率はマリグ:15.2%、シフ:14.5%、マツノ:15.3%、アリミット:12.1%であった。これらのEIRRは多目的事業に含まれる各事業の経済性を代表している。従って各要素となっている事業のEIRRをここに算出したものにおき替えて優先度を評価し直した。

その結果洪水防御に関してマリグ洪水防御事業が3番目に、また、シフ洪水防御がその次になった。マガットとアリミットの組み合わせによる洪水防御は5番目に、その他の順位は変わらなかった。

総合評価によって灌漑事業のEIRRはあまり影響をうけなかった。従って、優先順位は変わらなかった。

マガット貯水池の水不足を補充するという事は既存のシステムの所期の目的を達成することでありその必要なことは絶対である。従って将来の計画と経済性を比較することなくそれらを最優先事業とした。

#### 11.4.3 選定した事業

11.4.1に述べた各事業をマスタープランに選定するための原則にもとづき、前節にあげた経済的優先性を参照しつゝ、マスタープランを構成する事業を選定した。

マスタープランに取りあげた各事業の主な構成は以下のとおり。

##### (1) 多目的プロジェクト

- 1) シフプロジェクト:水力発電、洪水防御及びマガットの補充事業によって構成される。プロジェクトを支えているのはシフNo.1多目的ダムである。当ダムは高さ58m、堤体積 $1,660 \times 10^3 \text{m}^3$ 、有効貯水容量 $93 \times 10^6 \text{m}^3$ 、洪水防御容量 $115 \times 10^6 \text{m}^3$ 。発電容量は5,400KW。ダムの配置をFig 11.5に示す。

- 2) マツノプロジェクト：水力発電(180 MW)、灌漑(12,860 ha)都市用水供給及びマガットダム<sup>1</sup>の補充事業よりなる。マツノダムは高さ147 m、堤体積 $10,000 \times 10^3 \text{m}^3$ 有効貯水容量 $97 \times 10^6 \text{m}^3$ をもつ。
- 3) マリグプロジェクト：灌漑(31,200 ha)及び洪水防御よりなる。プロジェクトはマリグNo.2ダムによって可能となる。ダムは高さ84 m、堤体積 $2,365 \times 10^3 \text{m}^3$ 、貯水容量 $545 \times 10^6 \text{m}^3$ 及び洪水防御容量 $112 \times 10^6 \text{m}^3$ をもつ。ダムの配置をFig. 11.6に示した。
- 4) アリミットプロジェクト：主目的はマガット貯水池に洪水防御容量をもたせるための身代わりである。ダムの高さ89 m、有効貯水容量 $156 \times 10^6 \text{m}^3$ 、コンクリート堤体積は $647 \times 10^3 \text{m}^3$ 。このダムによりマガット貯水池に $139 \times 10^6 \text{m}^3$ の洪水防御容量が生み出せる。発電は12,200 KWが期待される。ダムの配置をFig. 11.7に示す。

## (2) 洪水防御

- 1) ツゲガラオ堤防：ツゲガラオの都市部を洪水から守ることを目的とする。長さ22.1 kmの堤防を築き25年洪水を対象とする。河岸侵食防止工も設ける。盛土体積 $2,350 \times 10^3 \text{m}^3$ 、護岸 $190 \times 10^3 \text{m}^2$ 、33ヶ所の樋管を設ける。
- 2) 狭窄部の開削(NLL)：ナシピンの対岸(左岸)下流部を開削し、上流部の洪水位低下を計る。掘削量 $5,830 \times 10^3 \text{m}^3$ 、掘削面積 $184 \times 10^3 \text{m}^2$ 。
- 3) カバガン堤防：カバガンの都市部を洪水から防ぐことを目的とする。長さ15.4kmの堤防で25年洪水を対象とする。盛土量 $1,240 \times 10^3 \text{m}^3$ 、 $82.2 \times 10^3 \text{m}^2$ の護岸、樋管23箇所。
- 4) 狭窄部の開削(NLR)：ナシピン下流部を開削し上流部の洪水位低下を計る。掘削量 $17,620 \times 10^3 \text{m}^3$ 、面積 $985 \times 10^3 \text{m}^2$ 。
- 5) 河岸侵食防止工：河岸侵食のにより家屋、道路その他重要構造物が被害をうけるのを防ぐ。75地点で総面積 $838 \times 10^3 \text{m}^2$ の護岸及び1,880本の水制工を設ける。

## (3) 農業開発

- 1) ビナカナワン灌漑：既存1,220 haの修復。

- 2) チコマリグ灌漑：マリグ No.2ダムによる給水。対象面積 31,200 ha。流域変更のためのトンネルは径 4 m、長さは 4 km。開水路は 1.6 km。灌漑用主水路は 59.3 m<sup>3</sup>/s の能力で 34.7 km の長さとなる。
- 3) ダブブ灌漑：サントニーニヨダムからの給水によって 1,200 ha を開発する。ダム高 18 m、堤体積 145.1×10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>、主水路は 1.2 m<sup>3</sup>/s の容量をもち延長 13.6 km。ダムの配置図を Fig. 11.8 に示す。
- 4) イラガン灌漑：開発対象面積 3,200 ha。主水路は容量 7.2 m<sup>3</sup>/s で延長 16.9 km。
- 5) ソラナ灌漑：既存 2,829 ha の修復。
- 6) ルルトン灌漑：2,950 ha の開発を対象とする。26 m 揚程のポンプを 4 基据える。
- 7) ガッパル灌漑：対象面積 4,400 ha を開発する。サンタマリア・カラオカン・コロラドの 3ダムからの給水による。各ダムの高さは夫々 26.5 m、30.5 m 及び 32.5 m。総堤体積 1,083.1×10<sup>3</sup>m<sup>3</sup>。主水路は 5.98 m<sup>3</sup>/s の容量をもち、延長 40.3 km。ダムの配置を Fig. 11.9、11.10 及び 11.11 に示す。
- 8) アルカラ・アムルング灌漑：6,750 ha を開発する。このため揚程 28.6 m のポンプ 6 基を据える。主水路の容量は 9.4 m<sup>3</sup>/s で延長 27.8 km。
- 9) ツゲガラオ灌漑：1,400 ha を開発する。主水路は容量 1.5 m<sup>3</sup>/s で延長 9.5 km。
- 10) バガオ灌漑：1,812 ha を開発する。パラナダムを建設する。高さは 50 m で、堤体積 640×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、有効貯水容量は 18.1×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>。主水路の容量は 2.2 m<sup>3</sup>/s で延長は 24.8 km。ダムの配置を Fig. 11.12 に示す。
- 11) マツノ灌漑：12,860 ha を開発する。マツノダムに水源を求める。主水路は 12.6 m<sup>3</sup>/s の容量をもち、延長 90.4 km。
- 12) ドウモン灌漑：2,070 ha を灌漑する。ドウモンダムに水源を求める。ダムは高さ 36 m、堤体積 493.3×10<sup>3</sup> m<sup>3</sup>、有効貯水容量 24.1×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup>、主水路の容量は 4.9 m<sup>3</sup>/s で延長 20.4 km、ダムの配置を Fig. 11.13 に示す。

- 13) シヌンドウンガン灌漑：1,750 haを開発する。水源はシヌンドウンガンダム。ダムの高さは48 mで堤体積  $60.5 \times 10^3 \text{ m}^3$ 、有効貯水容量  $53.1 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、主水路は、容量  $5.9 \text{ m}^3/\text{s}$  で延長 27.6 km。ダムの配置を Fig. 11.14 に示す。
- 14) トゥマウイニ灌漑：3,987 haを開発する。サンヴィセンテダムを水源とする。ダムは高さ30 m、堤体積  $384 \times 10^3 \text{ m}^3$ 、貯水容量  $6.9 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、主水路の容量は  $9.2 \text{ m}^3/\text{s}$  延長は 23.5 km。ダムの配置を Fig. 11.15 に示す。
- 15) 畑作開発：170,000 ha
- 16) 永年作物開発：57,000 ha、水源に小ダムを考える。
- 17) 草地開発：210,000 ha、水源に小ダムを考える。
- 18) マガット灌漑の改良：既存 97,400 ha の運転維持の改良。

#### (4) 水力発電開発

- 1) マツノ発電：設備容量 180 MW・エネルギー出力 528 GWh・フランシスタイプ水車 2 基・落差 220 m
- 2) イブラオ発電：設備容量 17 MW・エネルギー出力 85 GWh・フランシス水車 3 基・落差 274 m
- 3) タヌダン発電：設備容量 25 MW・エネルギー出力 130 GWh・フランシス水車 2 基・落差 270 m
- 4) デイドゥヨン発電：設備容量 352 MW・エネルギー出力 957 GWh・フランシス水車 2 基・落差 486 m
- 5) アリミット発電：設備容量 12.2 MW・エネルギー出力 80.6 GWh・フランシス水車 2 基・落差 75 m
- 6) シフ発電：設備容量 5.4 MW・エネルギー出力 41.1 GWh・フランシス水車 2 基・落差 40 m
- 7) パラナン発電：設備容量 0.6 MW・エネルギー出力 4.96 GWh・クロスフロー水車 2 基・落差 39 m

- 8) ドゥモン発電：設備容量 0.6 MW ・エネルギー出力 4.21 GWh ・クロスフロー水車 2 基 ・落差 25 m
- 9) シヌンドゥンガン発電：設備容量 1.4 MW ・エネルギー出力 10.21 GWh ・クロスフロー水車 2 基 ・落差 33 m

これらマスタープランに盛り込まれた事業の配置を Fig. 11.16 に示す。

#### 11.4.4 事業の実施スケジュール

各事業のスケジュールを下記を原則として計画した。

- 1) 同目的の事業は 2005 年までの間に出来るだけ平均化するように実施する。
- 2) 2005 年までの間灌漑面積の増加が一定となるよう配慮する。
- 3) 洪水防御事業については安全に関する緊急性を重視する。
- 4) 水供給・電力共に不足を満たすものはこれを優先する。
- 5) マガットダムの補充と肩替りについて実施順位を検討した結果、シフ No.1、マツノ No.1、アリミット No.1 の順が最適であることが判った。
- 6) マガット灌漑の維持・運転改良調査の実施スケジュールを重視する。

洪水防御事業の中で、安全重視の観点から、ツゲガラオの堤防と河岸侵食防止工を最初に実施するべきものと考えた。

実施が容量なことまた経済性が高いことからピナカナワン灌漑改修を最初に実施する。最大の灌漑事業であるチコマリグ灌漑事業はマリグ多目的プロジェクトの実施に伴い 2 番目の実施となる。

マガットの水不足は深刻であるからシフ多目的ダムを第 1 番目に実施することとする。マツノ多目的プロジェクトは 2 番目に実施する。マツノダムは、ルソン送電網の需要を満たすため 1997 年までに完成させる必要がある。

これらの実施スケジュールをまとめて Fig. 11.17 に示す。またマスタープランの事業費の年次分割を Table 11.2 に示す。



## 11.5 水資源開発マスタープランの評価

### 11.5.1 地域水需給収支に対する影響

現状に於てすでに水不足が生じている地域がいくつかある。それは既存灌漑地域に於て著しい。水収支の計算によれば、1985年現在でチコ灌漑の取水点に於て  $40 \times 10^6 \text{ m}^3$  の水不足が5年に1回の割合で発生する。チコ西灌漑取水点では  $15 \times 10^6 \text{ m}^3$  の不足が生じる。同様にトゥマウニ取水点で  $7 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、パラナン、シヌドゥンガン、ドゥモンでは夫々  $6 \times 10^6 \text{ m}^3$ 、 $14 \times 10^6 \text{ m}^3$  及び  $16 \times 10^6 \text{ m}^3$  の不足が生じる。若しも水源の開発を実施しなかった場合 1985年現在の水需要で生じる流域全体の不足は  $109 \times 10^6 \text{ m}^3$  に達するものと思われる。今回提案しているマスタープランによってこれらの不足はチコ川の  $5 \times 10^6 \text{ m}^3$  を除きすべて解消されることになる。チコ川については、社会問題もあり本マスタープランでも手をつけていない。

水需要は人口の増加、経済活動の進展に伴って年々増加していく。2005年に於ける総水需要は  $7,181 \times 10^6 \text{ m}^3$  に達するであろう。若し水資源開発を何ら実施しなかった場合、 $1,373 \times 10^6 \text{ m}^3$  以上の水不足が5年に1回の割合で起こることになる。ここに提案したマスタープランは、チコ川に生じる水不足も含め、 $11 \times 10^6 \text{ m}^3$  に減じる。

信頼度の高い水供給は、農業、工業、サービスの生産性を向上させる。そして住民の生活水準を引き上げるのに大いに貢献するであろう。年間を通じた農業生産が可能になり、住民の雇傭機会を安定的なものにする。洪水防御による生産性の向上はもとより民生の安定も多大なものがある。またマスタープランでは河川維持用水を確保しているので河川の通常の機能が確保される。この事から流域の環境維持が可能となる。安定した水供給が、衛生状態の改良につながることは論をまたない。

### 11.5.2 社会・経済状況に及ぼす影響

#### (1) 生活水準の改善

本プロジェクトの遂行に伴って、流域の地域経済が改善され同時に家計収入も増加するので、流域内の人々の生活水準もそれに比例して向上すると考えられる。その水準は国全体(ただしNCRとRegion IVを除く)の平均レベルまで到達するものということが目標設定されている。これにより、人々は収入の増加を生かして生活の質を改善するよう、また人々の消費パターンを産業の生活性を高める方向へと向けるよう努力すべきであろうし、関係諸機関はこれをうまく誘導することが肝要であろう。

#### (2) 社会活動の改善とコミュニティの形成

洪水などの再発する災害によって、農民の多くは農業生産の改善意欲を削がれてしまう。洪水防御はこうした問題を解決するのに有効である。例えば、2005年時点で

は、2年確率洪水の場合であっても、これを防御することで46.2万人、8.4万世帯の人々を救済することが可能なのである。またこれによって防御される地区は5万haに及ぶ。さらに、洪水防御用と同時に提案されている水力発電施設は、電化率40%という地区、特に農村地域に対する電気の普及に寄与するものと考えられる。

本プロジェクトの推進は、農村部における地域社会の開放のための一翼を担っているとも言える。例えば、地域の基盤施設である道路は、道路密度の面からみると0.336km/km<sup>2</sup>(1984年)であり、これは全州の中で最低水準である。また、医療状況の面でも、居住者1000人当たりの医療用ベッド数は1.2であり、これはWHOの推奨する5ベッド/1000人と比較してあまりにも低い。こうした地域基盤施設も、本プロジェクトの推進に併行して改善されるものと期待される。

### (3) 所得分配の不均衡と再分配政策

本プロジェクトの完成によって、流域の人々はその恩恵に浴することができる。例えば、新規に灌漑計画が導入される地域の農家の収入は、導入によって3.8から8.7倍にも膨れ上がると期待される。例え修復だけの計画であっても、農家収入は3.4から4.7倍にも増加する。従って、プロジェクトの効果が大きければ大きいほど、プロジェクトの恩恵を受けるところとそれ以外のところの格差が拡大することになる。このことは農業の生産性を高めるための動機付けには有効に機能すると言えるが、所得分配の不公平を拡大することは、プロジェクトの実施過程では不可避である。こうした状況下では、開発の恩恵を公平に分配するための所得再分配政策の導入がきわめて重要な意味を持つ。この政策立案の段階では、真の不均衡がどこにあるか、農業部門内だけの問題ではなく、全産業間の問題として把握の必要がある。再分配政策としては、税制、社会福祉、市場機構への介入政策等の公的セクターの政策に加えて、民間セクターを誘導することも同じく重要である。

### (4) 関連産業の育成と雇用機会の創出

主要産業が健全に成長するためには、それに関連しそれを助長する産業の存在も重要なことである。例えば、農業プロジェクトが成功をおさめるためには次の様な関連産業の育成が必要となる、すなわち、精米、肥料、農器具、缶詰工場などである。このような関連産業については、流域内の産業構造の相互の連関を分析することによって明かとなる。いづれにせよ、関係諸機関は主要産業はもちろんのこと関連産業の育成にも十分力をそそぐ必要がある。ちなみに、1978年のNEDAによる産業連関分析の逆行列表によれば、建設工事の付加価値係数は1.01と算定されている。従って、本調査で提案されているプロジェクトにこの係数を適用すれば、各計画で算出されたEIRR以上の経済

効果が期待できる。例え算出されたEIRRが低い結果となっていたとしても、多くの計画が経済的に実行価値があると言っても過言ではないかもしれない。

この点に関連して、本プロジェクトの建設工事が始まれば、一時的な雇用機会が創出されることになる。臨時の労働力や建設資材のみならず、それに関係するサービス産業等が流域の内外から調達されることになり、これらが派生的に雇用機会をつくることになる。ちなみに、2005年時点の労働力需要を、1980年の労働事情を基礎に各産業セクターの労働者当たりの付加価値が人口1人当たりのGRDPに比例して伸びるという前提条件のもとに、算出すると次のようになる：農業部門で55万人：工業部門で8万人：商業サービス部門で25万人。従って全産業での労働力需要は88万人と見積られる。その時点の地域内の生産年齢人口は207万人とみられ、労働力化率は55%程度と仮定すると、労働力としては114万人となり、2005年時点においても労働力不足に陥ることはないと考えられる。

#### (5) 生産性向上のための関連諸機関の強化

流域経済にとって、本プロジェクトの実施が経済発展に有効であることは間違いなが、完成後の施設の運営・管理もまた重要であることは論をまたない。維持・運営・管理に係わる業務とは次のような事柄があげられる：(a)建設された諸施設の運転管理；(b)生産性向上のための技術革新についての指導；(c)市場・流通に関する民間機関の組織化と普及促進；(d)金融サービスの経営指導。新しい施設や制度に係わる組織は、その経験不足のために効率的に維持・運営することはきわめて難しい。効率よく維持・運営するためには、まず指導機関が十分その任に耐えられるように強化されなければならない。そのためは、各スタッフは自己啓発を重ね、互いに必要なノウハウを蓄積することが不可欠となる。つまり、建設・運営・管理が一体になってこそ地域の真の技術革新が達成されるからである。

### 11.5.3 環境評価

#### (1) 環境上問題となるプロジェクト

マスタープランの環境に対する影響はフィリピン環境影響報告書(EIA)の仕様に則って検討を行った。先ず公共事業道路省が決めている検討対象プロジェクト、対象地域の範ちゅうに入るかどうかの検討からはじめた。その結果、ダム、水力開発、灌漑、牧畜等の農業開発及び河川改修も検討の対象となった。

## (2) 検討すべき項目

EIAの規定からイ)土地 ロ)水 ハ)棲息圏 ニ)学問的価値 ホ)文化及び伝統  
ヘ)公衆衛生について考察を加える必要があると判断した。

## (3) 評 価

カガヤン河流域で大切な地域は保全林 (Fig. 11. 18)、国立公園、鳥類保護区域、保護動物の生息地域 (Fig. 11. 19)である。またマラリアの汚染地域はもうひとつの注目すべき地域である。現地踏査及び資料の検討から以下に述べるような環境影響が考えられる。

### ダム計画

マリゲ No.2ダムは豊栄養化の可能性をもっている。またマリゲ No.2ダム、シフ No.1ダム、ディサブングダム、アリミット No.1ダム、マツノ No.1ダムの流域の中に保護林を含む。(Fig. 11. 18)

ディジョンダム及びカセクナダムの流域内にフィリピン鹿や、青えり鳩等保護鳥獣の棲息圏がある。

マリゲ No.2ダム、シフ No.1ダム及びディサブングダムは、ボラの種類でルドンと呼ばれる魚の回遊を妨げる恐れがある。(Fig. 11. 9)

公衆衛生に関しては、ダム建設が水棲生物を媒介とするマラリヤやデング熱のような病気のまん延に関する恐れがある。その可能性のあるダムは、マリゲ No.2、シフ No.1、ディサブガング及びマツノ No.1ダムである。

ダムは河川維持用水を確保し、異常な濁水を防ぐ。従って種々の水棲動物にとってより良い環境が生まれるものと思われる。

洪水防御の効用のひとつは衛生状態の維持である。洪水防御ダムはこの点でも環境の改善に寄与するであろう。

### 河川改修

河川改修事業は二つの点で環境に影響を与えるであろう。ひとつは洪水を減少させることによる公衆衛生状態の維持。いまひとつは護岸等による農用地の保全である。

## 農業開発

ここに提案している農業開発が環境に大きな影響を与えるとは考えられない。然しながら過度な開発は土壌の荒廃をまねくこと、農薬が水質劣化をまねくことに注意する必要がある。また家畜が病気の原因となる可能性をもっているという事に注意を払う必要がある。

全体的にみてマスタープランの環境への悪い影響はむしろ小さく有益な面の方が大きい。マスタープランは環境面からも肯定される。



## 第12章 短期計画

### 12.1 短期計画

マスタープランに取り込まれた事業のうちいくつかは、安全の面または、経済目標を達成するという観点からその実施が急がれる。そのような事業をとり出し、短期計画を策定した。それらの事業の早期実施にむけて必要となる行動計画を、検討しここに提言している。原則として、マスタープランを構成する事業のうち1995年までに実施されるものを短期計画を構成する事業とした。

小ダムと溜池は特にマスタープランには取り上げられていないが、モデル事業としてこの短期計画に組み込んだ。これらモデル事業は、カガヤン河流域の経済開発に重要な役割を演じる丘陵地の開発に関する知見を与えてくれるであろう。

### 12.2 選定されたプロジェクト及び事業

多目的プロジェクトの中で選定されたのはマリグ、シフ及びマツノ多目的プロジェクトである。これによってシフ洪水防御、マリグ洪水防御、チコマリグかんがい、マツノかんがい、マツノ水力、シフ水力事業が選定される。これらの事業を支えるためにマリグNo.2ダム、シフNo.1ダム及びマツノNo.1ダムが必要となる。

洪水防御単目的の事業としてはツゲガラオの堤防、ナシピン左岸の開削(NLL)及び河岸侵食防止工があげられる。

単目的の農業開発事業としては、ピナカナワンの改修及びダブブかんがい事業がある。ダブブかんがい事業には小ダムの建設が含まれている。またモデル事業としてサントールダム及びカルメンシータ溜池とその近隣丘陵地の農業開発を含める。このモデル事業で得られる知見は農業省が提案している丘陵地開発のマスタープランに有用であろう。ダムと溜池の配置をFig. 12.1及びFig. 12.2に示す。

単目的の水力開発事業は短期計画に含まれなかった。水力開発は全て多目的プロジェクトとして包含されている。

### 12.3 行動計画及び実施スケジュール

事業を実施に移すため迅速な対応が必要である。必要な対応あるいは行動は以下の通り。

(1) マリグ多目的プロジェクト

1) 業務範囲の設定がまず必要であろう。次いでフィージビリティ調査のためのプロジェクト提案書 (Project Aid Proposal) 及び業務実施計画書 (TOR) 案を作成する必要がある。

2) 地形測量のための予算措置

- かんがい地域: 31,200 ha (1:5,000)

- 主水路沿いの縦横断測量: 135 km

- ダム地点 100 ha (1:500)

3) 地質調査 (ボーリング) のための予算措置

- ダム軸: 300 m

- トンネル沿い: 800 m

(2) シフ多目的プロジェクト

1) 業務範囲の明確化。フィージビリティ調査のためのプロジェクト提案書及び TOR 案の作成。

2) 地形測量

- ダム地点 100 ha (1:500)

- 川沿いの氾濫域 15,000 ha (1:5,000)

3) 地質調査 (ボーリング)

- ダム地点: 400 m

4) 貯水池内の資産調査

(3) マツノ多目的プロジェクト

1) 業務範囲の明確化、詳細設計のためのプロジェクト提案書及び TOR の作成。  
フィージビリティ調査の見直し。



2) 設計業務及び実施のための予算措置

(4) ツゲガラオ堤防事業

1) フィージビリティ調査のためのプロジェクト提案書及びTORの作成。

2) ツゲガラオ地域の地形測量(1:5,000)

3) カガヤン河の縦横断測量

ブントゥン橋より12km下流より上流約30km区間、横断間隔:200m

4) ツゲガラオ川の縦横断測量

合流点より上流へ10km、横断間隔:200m

(5) ナシピン左岸の狭窄部の開削事業

1) フィージビリティ調査のためのプロジェクト提案書及びTORの作成。

2) カガヤン河の横断測量

河口よりツゲカラオまで、横断間隔:200m

3) カガヤン河の河床縦断測量

ラロからアルカラまで3縦断

4) 地形測量(掘削地域)

400ha(1:5,000)

5) 地質調査(掘削地域)

(6) 河岸侵食防止工事業

1) 既存護岸工データの整理。

2) 詳細設計のためのプロジェクト提案書及びTOR作成。

3) 予算措置

(7) ビナカナワン改修事業

1) 詳細設計のためのプロジェクト提案書及びTORの作成。

2) 対象地域(1,500ha)の地形測量(1:5,000)

(8) ダブブかんがい事業

1) フィージビリティ調査ためのプロジェクト提案書及びTORの作成。

2) 地形測量

- かんがい地域 1,000 ha (1:5,000)

- ダム地点 50 ha (1:500)

- 縦横断測量(主水路沿い) 13.6 km

3) ボーリング調査のための予算措置(200 m)

(9) サントールダム及びカルメンシート溜池事業

1) フィージビリティ調査のためのプロジェクト提案書及びTORの作成。

2) ダム及び溜池地点の測量(1:500)

3) ダム及び溜池地点でのボーリング調査(各200 m)

4) 詳細設計及び工事のための予算措置

農業省が推進している丘陵地開発のマスタープランと協調して実施することにより大きな効果が得られよう。

これら短期計画に取り上げられた各事業についての行動計画工程をスケジュール表にし、Fig. 12.3に示した。

付 表



Table 1.1 List of Members of the Steering Committee

---

OSCAR L. RODRIGUEZ (From Oct.1985 to July 1986) Deputy Minister, MPWH	Chairman
TEODORO G. GENER (From Aug.1986 to July 1987) Undersecretary, DPWH	Chairman
TEODORO T. ENCARNACION Undersecretary, DPWH	Vice-Chairman
JOSE B. DEL ROSARIO (From Oct.1985 to June 1, 1986) Asst. Administrator, NIA	Member
JOSE PENDOZA Regional Director, Region II, DPWH	Member
DR. ANGEL ALEJANDRINO Executive Director, NWRC	Member
JESUS M. SUNGA Director, Infrastructure Staff, NEDA	Member (by invitation)
LIRIO ABUYUAN Regional Director, Region II, NEDA	Member (by invitation)
MARCIANO C. AVENDANO Manager, Hydropower Project Department NAPOCOR	Member (by invitation)
GUMERSINDO LASAM Director, Region II Department of Agriculture and Food	Member (by invitation)
EDMUND V. CORTES (From Oct. 1985 to March 1986) Director, Bureau of Forest Development, MNR	Member (by invitation)
DR. ROMAN L. KINTANAR Administrator, Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration (PAGASA)	Member (by invitation)

---

Table 1.2 List of Members of Advisory Committee and Technical Working Group

Designation	Name	Agency
<u>ADVISORY COMMITTEE</u>		
Project Manager IV	Antonio A. Alpasan	Project Management Office for Major Flood Control Projects, DPWH
Chief	Trino-Trinica G. Meris	Planning Service DPWH
Project Manager III	Roger A. Flores	Project Management Office for Major Flood Control Projects, DPWH
<u>TECHNICAL WORKING GROUP</u>		
Chief Civil Engineer	Jose C. Guanzon (Chairman, TWG)	DPWH
Head Civil Engineer	Manuel S. Alconis	DPWH
Assistant Chief	Rawlinson B. Dimayuga	Water Resources Division Infrastructure Staff NEDA
Division Manager	Isidro R. Digal (Co-Chairman, TWG)	NIA
Chief Water Resources Staff Officer	Melchor O. Baltazar	NWRC
Chief	Lorenzo V. Guillermo	Watershed Division BFD
Desk Officer	Alex M. Laurecio	BFD
Director	Cipriano C. Ferraris	NFFO, Director PAGASA
Division Chief	Rodolfo C. dela Cruz	NAPOCOR
Principal Engr. C	Patricia L. Lopez	NAPOCOR
Regional Soil Technologist	Teofilo C. Ferraris	DAF, Region II
Head	Edilberto Davis	Infrastructure Sector NEDA, Region II

(to be continued)

(Continuation)

Designation	Name	Agency
Assistant Head	Pablo Carbonell	Infrastructure Sector NEDA, Region II
Supervising C.E.III	Cecilia de Veyra	DPWH, Region II

Note: DPWH, Region II Representative will be assigned in addition to the above.

Table 1.3 List of Counterpart Officer

Position	Agency	Name
Project Manager	DPWH	Jose C. Guanzon
Deputy Project Manager	DPWH	Manuel S. Alconis
Chief Engineer	DPWH	Malaquias L. Santos
Head, Plan'g/Admin. Staff	DPWH	Oscar L. Astraquillo
Planning Engineer	DPWH	Rebecca T. Garsuta
Highway Engineer	DPWH	Antonio G. Alejo
River Engineer	DPWH	Ricardo E. Fabian
River Engineer	DPWH	Ignacia M. Ramos
Hydrologist	DPWH	Carlos P. Zamora
Hydro Planner	NAPOCOR	Patricia Lopez
Hydrologist	NAPOCOR	Nilda Santiago
Hydrologist	DPWH	Napoleon S. Famadico
Hydrologist	NWRC	Jorge Estioko
Dam Design Engineer	NIA	Cesar Ramos
Dam Design Engineer	NAPOCOR	Angelo V. Vicuna
Geologist	NAPOCOR	Johnny Tolentino
Geologist	NIA	Pablito Supnet
Agronomist	DAF	Antonio Riazonda
Agro-Economist	DAF	Esmenia Gurat
Agro-Economist	NWRC	Francis Hilarie
Irrigation Engineer	NIA	Asterio M. Dagang
Irrigation Engineer	NIA	Cesar F. Carbonell
Economist	NEDA	Lirio Calixto
Economist	NEDA	Segundo Salvador
Economist	DPWH	Jesus O. Averilla
Struct'l/Locating Engr.	DPWH	Jaime L. Samaniego
Survey Expert	DPWH	Noel Barquez
Survey Expert	DPWH R-II	Melanio Briosos
Environmental Expert	DPWH	Belinda L. Fajardo
Environmentalist	DPWH	Marilyn Aquino



Table 1.4 List of Advisory Committee Members (including JICA Coordinator)

Designation	Name	Agency
Chairman	S. Nakamura	River Bureau, Ministry of Construction, Japan
Water Resources Development	T. Uesaka	River Bureau, Ministry of Construction, Japan
Flood Control (Apr. '86 - Jun. '86)	T. Sunakawa	River Bureau, Ministry of Construction, Japan
Flood Control (July '86 - Mar. '87)	S. Fukuda	River Bureau, Ministry of Construction, Japan
Hydrology and Hydraulics	M. Kuriki	Chubu Regional construction Bureau, Ministry of Construction, Japan
Irrigation and Drainage	N. Kanamori	Agriculture Structure Improvement Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan
Agronomy	K. Sakai	Agriculture Structure Improvement Bureau, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan
JICA Coordinator	H. Kutsuna	Social Development Cooperation Department, JICA

Table 1.5 Officials of Japanese Embassy and JICA Philippines

Designation	Name	Agency
First Secretary	Y. Motoda	Embassit to the Philippines
"	Y. Nakajo	"
Colombo Plan Expert	I. Seko	DPWH (JICA)
"	T. Kawakami	" ( " )
"	Y. Mishima	NIA ( " )
"	N. Tamura	" ( " )
"	O. Umekawa	" ( " )
	Y. Okazaki	JICA Philippines

Table 2.1 Socio-Economic Profile of the Cagayan River Basin

Item	Unit	Country	Basin	Share (%)
<b>I. Population (1980)</b>				
1) Total	10 <sup>3</sup>	48,317	1,885	3.9
2) Rural Population	10 <sup>3</sup>	30,291	1,568	5.2
3) Share of the above in total	%	62.7	84.1	-
4) Total Labor Force	10 <sup>3</sup>	14,174	542	3.8
5) Agricultural Labor Force				
- Agriculture	10 <sup>3</sup>	6,513	383	5.9
- Forestry	10 <sup>3</sup>	708	6	0.9
- Fishery	10 <sup>3</sup>	73	8	11.0
- Others	10 <sup>3</sup>	1	-	-
Total	10 <sup>3</sup>	7,295	397	5.4
6) Shaer of the above in total	%	51.5	73.2	-
<b>II. GDP (1984)</b>				
1) Total	P10 <sup>6</sup>	95,555	2,360	2.5
2) Contribution to GDP				
- Agriculture	P10 <sup>6</sup>	15,594	747	4.8
(Paddy)	P10 <sup>6</sup>	(4,172)	( 448)	(10.7)
(Corn)	P10 <sup>6</sup>	(1,469)	( 130)	( 8.9)
(Others)	P10 <sup>6</sup>	(9,953)	( 299)	( 3.0)
- Livestock	P10 <sup>6</sup>	4,748	231	4.9
- Fishery	P10 <sup>6</sup>	4,032	16	0.4
- Forestry	P10 <sup>6</sup>	671	178	26.5
Total		25,045	1,172	4.7
3) Share of the above in total GDP	%	26.2	49.7	-
4) Agricultural Labor Productivity	P	2,394	1,645	68.7
<b>III. Land Use</b>				
1) Total Area	km <sup>2</sup>	300,000	27,300	9.1
2) Agricultural Land				
- Temporary crops	km <sup>2</sup>	44,880	3,773	8.4
- Permanent crops	km <sup>2</sup>	33,130	270	0.8
- Pasture	km <sup>2</sup>	6,100	1,269	20.8
- Others	km <sup>2</sup>	6,230	27	0.4
Total		90,340	5,339	5.9
3) Share of the above in total area	%	30.1	19.6	-

Table 3.1 Runoff Estimation

(Unit:  $\times 10^8 \text{ m}^3$ )

Year	Upper Cagayan		Magar		Ilagan		Siffru-Mallig		Chico		Whole Basin	
	Jan. → May	June → Dec.	Jan. → May	June → Dec.	Jan. → May	June → Dec.	Jan. → May	June → Dec.	Jan. → May	June → Dec.	Jan. → May	June → Dec.
1963	16.6	100.2	10.5	80.0	8.5	48.0	3.4	26.1	9.2	56.2	56.7	369.4
1964	20.3	128.4	16.1	102.8	11.9	61.2	5.3	33.6	9.5	95.8	72.7	552.4
1965	18.2	50.7	25.5	44.8	13.1	24.2	8.3	14.6	23.1	54.5	111.9	257.1
1966	16.8	78.3	15.1	55.8	9.1	36.2	4.9	18.2	20.9	66.0	91.0	353.1
1967	21.0	46.4	18.3	66.6	13.3	21.6	6.0	21.8	11.5	97.0	95.1	358.1
1968	10.1	62.7	24.3	71.4	5.9	29.0	7.9	23.3	15.4	79.6	74.6	342.2
1969	10.6	66.7	10.5	26.3	6.1	30.0	3.4	8.6	11.0	71.5	49.0	275.1
1970	18.1	85.6	19.4	79.4	10.8	39.2	6.3	26.0	20.9	79.5	94.9	395.8
1971	30.8	182.0	33.7	92.4	16.9	87.4	11.0	30.2	11.4	77.8	118.6	601.8
1972	50.2	42.5	25.1	46.4	29.5	24.4	8.2	15.2	20.7	52.0	162.4	232.8
1973	11.8	120.3	9.7	74.8	8.3	57.2	3.2	24.4	12.8	85.9	54.1	479.2
1974	19.6	122.6	10.6	60.9	13.1	58.1	3.5	19.9	17.6	82.6	83.1	443.1
1975	23.9	48.6	17.9	29.5	15.5	22.9	5.8	9.6	17.6	57.3	98.9	238.0
1976	23.3	90.1	27.4	70.2	12.4	42.2	8.9	22.9	12.9	63.7	101.8	358.2
1977	22.0	32.0	17.3	51.9	13.1	15.2	5.7	17.0	8.4	58.7	77.1	253.6
1978	9.5	59.6	10.6	70.1	5.2	27.0	3.5	22.9	7.4	60.4	46.6	330.9
1979	18.1	78.7	18.5	72.0	9.4	38.0	6.0	23.5	10.5	34.2	76.2	304.1
1980	10.3	49.1	20.3	62.9	6.4	22.3	6.6	20.6	15.9	63.4	74.4	297.9
1981	10.3	58.3	29.2	93.7	6.5	26.1	9.6	30.6	12.6	60.1	82.4	347.4
1982	8.6	34.0	33.8	58.3	5.6	14.4	11.0	19.1	10.3	50.8	82.9	235.4
1983	12.3	22.7	9.1	31.3	6.2	10.2	3.0	10.2	8.3	41.2	50.1	158.0
1984	16.7	64.9	23.8	54.2	6.9	30.0	7.8	17.7	14.8	53.5	85.4	298.5
Average	18.1	73.8	19.4	63.4	10.6	34.8	6.3	20.7	13.8	65.5	83.6	340.1
Sub-basin Drainage Area (km <sup>2</sup> )	6,633	5,113	3,132	2,015	4,551	27,281						

Table 3.2 Comparison of Calculated Monthly Runoff with Observed or Studied One  
(Unit: m<sup>3</sup>/s)

<u>Basin 1 at Palattao (6626 km<sup>2</sup>)</u>						1963-1967, 1969-71							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	223	155	124	83	144	353	370	367	394	554	784	675	353
Observed :	211	154	162	83	206	224	331	341	430	690	1095	732	389
<u>Basin 1 at Casecnan Damsite (1150 km<sup>2</sup>)</u>						1963-79							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	48	32	23	20	39	72	64	72	77	110	149	111	68
Studied :	67	36	32	26	33	44	62	65	89	125	136	113	69
<u>Basin 2 at Hapid (606 km<sup>2</sup>)</u>						1965-66, 1968-69							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	27	21	14	20	31	61	59	71	56	40	69	58	44
Observed :	25	18	14	11	32	43	77	90	78	47	63	34	45
<u>Basin 2 at Magat Damsite (4143 km<sup>2</sup>)</u>						1963-84							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	145	93	85	103	214	267	279	317	327	343	327	226	228
Studied :	134	122	78	81	175	210	305	338	399	408	329	200	232
<u>Basin 2 at Siffu Diversion Damsite (627 km<sup>2</sup>)</u>						1963-72							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	28	16	12	13	26	38	45	50	47	45	53	44	35
Studied :	22	14	13	15	24	40	57	54	62	61	62	38	38
<u>Basin 2 at Matuno Damsite (550 km<sup>2</sup>)</u>						1963-76							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	28	17	14	13	28	41	41	52	51	52	54	44	36
Studied :	30	19	16	15	27	39	52	55	58	61	52	37	38
<u>Basin 3 at Dipalin (198 km<sup>2</sup>)</u>						1966-68							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	8	6	4	4	6	12	8	12	10	9	17	16	9
Observed :	9	7	6	6	7	7	6	7	9	12	17	20	10
<u>Basin 4 at Calaoagan (308 km<sup>2</sup>)</u>						1965-70							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	7	4	3	5	8	13	19	23	18	22	23	14	13
Observed :	7	5	3	6	4	10	19	29	13	34	22	10	14
<u>Basin 4 at Calantac (907 km<sup>2</sup>)</u>						1963-66							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	27	19	12	8	37	51	93	95	77	56	153	102	61
Observed :	60	31	12	8	46	21	72	30	72	114	77	194	62
<u>Basin 4 at Antagan (170 km<sup>2</sup>)</u>						1965-71							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	7	5	3	4	7	12	19	21	18	25	29	17	14
Observed :	18	9	9	5	8	10	12	16	9	26	37	36	16
<u>Basin 5 at Chico 4 Damsite (1410 km<sup>2</sup>)</u>						1963-84							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	30	20	14	28	87	119	159	151	151	123	97	53	86
Studied :	34	21	16	26	83	129	168	154	131	106	113	57	86
<u>Basin 6 at Escolta (655 km<sup>2</sup>)</u>						1965-72							
	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Ave.
Calculated:	20	12	8	16	34	38	53	62	49	57	60	37	37
Observed :	25	19	15	17	25	28	48	41	42	65	57	45	36

Table 3.3 Probable Basin Mean Rainfall in the Base Points

(Unit: mm)

Basin	1/2	1/5	1/10	1/25	1/50	1/100	1/200	1/1,000	1/10,000
Casecnan	155	248	328	400	480	560	650	900	1,250
Cagayan No. 2	150	241	321	390	470	550	640	890	1,250
Cagayan No. 1	138	223	298	360	440	510	620	840	1,200
Diduyon	149	239	316	420	510	600	700	980	1,400
Addalam (A)	115	183	236	315	382	457	539	768	1,209
Matuno No. 1	117	153	176	205	226	247	267	316	386
Alimit No. 1 (A)	83	114	137	168	193	219	247	319	443
Magat	91	123	144	169	188	207	227	272	339
Ilagan No. 1	135	201	247	310	358	408	461	591	804
Disabungan	135	201	251	321	377	439	505	681	998
Siffu No 1 (A)	68	103	128	161	187	214	242	312	426
Mallig No. 2	76	111	136	169	194	221	248	316	427
Chico No. 2	124	171	202	242	271	301	331	403	511
Chico No. 4	97	144	177	220	253	287	323	410	549
Pinukupuk	88	127	153	188	215	242	270	337	444
<hr/>									
1-day Probable Rainfall									
Base Point No. 1	168	217	248	286	314	341			
Base Point No. 2	170	229	267	315	351	386			
Base Point No. 3	178	244	288	344	385	427			
Base Point No. 4	188	261	310	372	419	466			
Base Point No. 5	204	285	340	409	462	515			
Base Point No. 6	169	233	276	330	371	412			
Base Point No. 7	165	220	256	301	335	367			
Base Point No. 8	191	264	313	375	421	468			
Base Point No. 9	177	241	283	336	376	416			

Table 3.4 Water Quality in Cagayan River

LOCATION	TURBIDITY	COLOR	pH	EC µmhos/cm	HARDNESS			Cl ppm	ALKALINITY		
					Ca ppm	Mg ppm	Total ppm		Bicarb ppm	Carb ppm	CaCo3 ppm
Larion Alto, Tuguegarao	nil	nil	7.20	157	65	15.79	130	70	134.2	0	110
	nil	5	7.70	191	130	15.80	145	120	164.7	0	135
Casile, Mallig	11	55	6.92	190	80	0	100	70	94.5	0	77.5
	107	1,000	7.29	201	110	4.86	100	115	122	0	100
Malalam (Alinguigan)	nil	nil	6.94	85	60	0	70	70	97.6	0	80
	7	30	7.15	115	100	8.50	135	115	134.3	0	110
Palattao, Naguilian	nil	nil	6.92	128	65	7.29	100	80	88.45	0	72.5
	9	120	7.45	201	90	8.51	120	100	195.2	0	160
Cabulay, Santiago	nil	nil	6.93	280	100	21.87	210	80	207.4	0	170
	140	530	7.47	302	160	26.73	250	135	269.4	0	220
Hapid, Lamut (Tupaya)	nil	nil	7.12	178	60	4.86	80	70	97.6	0	80
	nil	5	7.58	240	80	4.86	100	150	122	0	100
Dabubu, Pequino	nil	nil	7.05	108	60	2.43	100	70	97.6	0	80
	nil	10	7.38	128	110	4.86	120	100	231.8	0	190
Dippadiw, Madella	nil	nil	7.07	154	70	7.29	120	80	76.25	0	62.5
	nil	75	7.59	197	100	12.15	130	110	195.2	0	160
Pingkian, Kayapa	nil	0	6.81	260	85	0	160	70	173.85	0	142.5
	34	900	7.94	280	160	32.81	220	110	183	0	150
Bangag	nil	nil	6.83	150	70	9.11	100	70	134.2	0	110
	4	260	7.67	172	120	2.43	107.5	275	183	0	150
Baybayog	10.5	10	7.22	240	130	12.75	182.5	65	183	0	150
	12	280	7.86	350	180	17.01	200	125	256.2	0	210
Rosario	nil	nil	7.40	310	120	0	160	75	256.2	0	210
	nil	5	7.94	320	180	14.58	230	90	280.6	0	230
Tungngod	nil	nil	7.16	250	60	9.75	140	50	158.6	0	130
	nil	10	7.50	300	140	14.58	200	80	244	0	200
Careb	nil	nil	7.33	250	140	24.3	240	60	256.2	0	210
	nil	7	7.68	380	190	27.95	280	70	292.8	0	240
Baliling	nil	nil	6.91	200	130	0	140	60	170.8	0	140
	nil	65	7.87	290	200	21.87	290	120	256.2	0	210
Beti	nil	nil	6.77	112	60	2.43	70	65	146.4	0	120
	1	10	7.70	280	105	8.51	140	100	231.8	0	190
Ilut	nil	nil	7.10	220	70	2.43	120	70	183	0	150
	nil	10	7.30	250	110	9.72	150	100	250.1	0	205
Aurora East	nil	nil	7.59	260	100	12.15	210	70	219.6	0	180
	nil	15	7.83	310	160	36.45	280	100	256.2	0	210
Gamis	nil	nil	6.64	340	130	18.22	250	70	195.2	0	160
	nil	15	7.58	420	180	29.16	300	90	451.1	0	370
Jones	nil	0	6.74	132	60	0	70	60	97.6	0	80
	5	50	7.30	195	160	2.43	160	75	146.4	0	120

Observed in June to August, 1985 by NWRC

Table 4.1 Medium Term Philippines Development Plan

(Unit: 10<sup>6</sup> Pesos at 1972 Prices)

Region	1987	1992	Average Annual Growth Rates 1987/1992
Philippines	96,935	135,331	6.9
NCR	28,208	37,607	5.8
I	4,265	6,099	7.4
II	2,714	3,916	7.7
III	8,530	12,152	7.3
IV	13,862	19,662	7.2
V	3,296	4,753	7.4
VI	7,755	10,923	7.0
VII	6,785	9,452	6.9
VIII	2,423	3,511	7.7
IX	3,490	5,024	7.4
X	4,944	7,109	7.6
XI	6,689	9,452	7.3
XII	3,974	5,671	7.3

Source: NEDA Regional Office  
Philippine Development Plan, 1987-1992

Table 4.2 Long-Term GDP Projection

Sector	1985	1990	1995	2000	2005
Gross Domestic product (10 <sup>9</sup> Pesos at 1972 Prices)					
GDP	90.5	118.9	154.3	189.3	229.0
- Agriculture	26.2	34.5	44.8	55.5	66.2
- Industry	29.0	38.0	49.2	59.1	74.9
- Services	35.3	46.4	60.3	74.7	87.9
Percentage Distribution (%)					
GDP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
- Agriculture	29.0	29.0	29.0	29.3	28.9
- Industry	32.0	32.0	31.9	31.2	32.7
- Services	39.0	39.0	39.1	39.5	38.4
Average Annual Growth Rate (%)					
	1985/1990	1990/1995	1995/2000	2000/2005	1985/2005
GDP	5.61	5.35	4.17	3.88	4.75
- Agriculture	5.66	5.36	4.38	3.59	4.74
- Industry	5.55	5.30	3.73	4.85	4.86
- Services	5.62	5.38	4.38	3.31	4.67

Table 4.3 Population Projection by Province in the Basin

Province Region	Projected Basin Population					Density (Persons /km <sup>2</sup> )	
	1985	1990	1995	2000	2005	1995	2005
Cagayan	473,565	528,167	583,896	638,896	690,034	137	162
Ifugao	122,898	135,435	148,349	160,926	172,370	59	68
Isabela	938,317	1,066,608	1,201,204	1,335,054	1,460,221	146	177
Kalinga-Apayao	141,657	158,083	174,830	191,107	205,767	48	56
Nueva-Vizcaya	265,016	304,301	345,496	386,775	426,492	105	129
Quirino	100,339	119,208	139,969	162,031	184,202	46	60
Mountain Province	86,364	92,300	97,780	102,575	106,590	53	58
Aurora	7,714	9,107	10,637	12,217	13,563	27	34
Total	2,135,869	2,413,208	2,702,161	2,989,325	3,259,238	99	119
Region II-B	2,508,020	2,830,655	3,166,803	3,500,310	3,632,435	87	100
Region II	2,520,974	2,844,695	3,182,116	3,517,966	3,834,664	87	105
Philippines	54,686,332	61,480,180	68,424,077	75,223,853	81,590,921	228	272

Source: EC-326



Table 4.4 Population Projection by Urban/Rural and by Province in the Basin

Province	Urban/Rural	1985	1990	1995	2000	2005
Cagayan	Total	473,565	528,167	583,896	638,639	690,034
	Urban	91,835	110,497	132,114	156,357	117,521
	Rural	381,730	417,670	451,782	482,282	507,555
Ifugao	Total	122,898	135,435	148,349	160,926	172,370
	Urban	12,323	15,108	18,453	22,324	26,607
	Rural	110,575	120,327	129,896	138,602	145,263
Isabela	Total	938,317	1,066,608	1,201,204	1,335,054	1,460,221
	Urban	188,795	243,055	310,001	389,357	479,033
	Rural	749,522	823,553	891,203	945,697	981,188
Kalinga- Apayao	Total	141,657	158,083	174,830	191,107	205,767
	Urban	23,320	31,682	42,554	56,196	72,474
	Rural	118,337	126,401	132,276	134,911	133,293
Nueva- Vizcaya	Total	265,016	304,301	345,496	386,775	426,492
	Urban	60,320	79,860	104,229	133,399	166,809
	Rural	204,690	224,347	241,077	253,087	259,295
Quirino	Total	100,339	119,208	139,969	162,031	184,202
	Urban	21,652	28,845	37,964	49,140	62,184
	Rural	78,687	90,363	102,005	112,891	122,018
Mountain Province	Total	86,364	92,300	97,780	102,575	106,590
	Urban	4,563	5,382	6,311	7,339	8,444
	Rural	81,801	86,918	91,469	95,236	98,146
Aurora	Total	7,714	9,107	10,637	12,217	13,563
	Urban	0	0	0	0	0
	Rural	7,714	9,107	10,637	12,217	13,563
Basin	Total	2,135,869	2,413,208	2,702,161	2,989,325	3,259,238
	Urban	402,808	514,429	651,626	814,112	998,030
	Rural	1,733,061	1,898,779	2,050,535	2,175,213	2,261,208

Source: EC-326

Table 4.5 Long-Term Projection of GRDP in Region II

Sector	1985	1990	1995	2000	2005
Gross Regional Domestic Product (10 <sup>6</sup> Pesos at 1972 Prices)					
GDP	2,324	3,270	4,972	6,732	8,490
- Agriculture	1,213	1,496	1,948	2,297	2,587
- Industry	295	480	801	1,685	2,727
- Services	816	1,393	2,223	2,750	3,176
Percentage Distribution (%)					
GDP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
- Agriculture	52.2	44.4	39.2	34.1	30.5
- Industry	12.7	14.2	16.1	25.0	32.1
- Services	35.1	41.4	44.7	40.8	37.4
Average Annual Growth Rate (%)					
	1985/1990	1990/1995	1995/2000	2000/2005	1985/2005
GDP	7.72	8.09	6.25	4.75	6.69
- Agriculture	4.28	5.42	3.35	2.41	3.86
- Industry	10.23	10.78	16.04	10.11	11.76
- Services	11.30	9.78	4.35	2.92	7.03

Table 4.6 Long-Term Projection of GRDP in the Basin

Sector	1985	1990	1995	2000	2005
Gross Regional Domestic product (10 <sup>6</sup> Pesos at 1972 Prices)					
GDP	1,825	2,689	4,014	5,536	7,080
- Agriculture	862	1,062	1,383	1,631	1,837
- Industry	272	444	743	1,568	2,544
- Services	691	1,183	1,888	2,337	2,699
Percentage Distribution (%)					
GDP	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
- Agriculture	47.2	39.5	34.5	29.5	25.9
- Industry	14.9	16.5	18.5	28.3	35.9
- Services	37.9	44.0	47.0	42.2	38.1
Average Annual Growth Rate (%)					
	1985/1990	1990/1995	1995/2000	2000/2005	1985/2005
GDP	8.06	8.35	6.64	5.04	7.01
- Agriculture	4.28	5.42	3.35	2.41	3.85
- Industry	10.31	10.86	16.10	10.16	11.83
- Services	11.33	9.81	4.36	2.93	7.05

Table 5.1 Carrying Capacity of Existing Channels

Rivers/stretches	Ave. capacity(range) (m3/s)	Specific capacity (m3/s/km2)
1. Main Cagayan R.		
- Mouth to Alcala	11,500(7,300-36,600)	0.42
- Alcala to Tuguegarao	4,700(2,500-7,000)	0.23
- Tuguegarao to Magat jct.	7,000(2,300-14,600)	0.37
- Magat jct. to Pangal Norte	7,100(2,100-15,300)	1.07
2. Chico R. (Sta.0-94 km)	4,000(1,100-8,700)	0.88
3. Tuguegarao R. (Sta.0-8 km)	320(160-460)	0.49
4. Siffu-Mallig R.		
- Siffu-Mallig R.	1,900(1,800-2,100)	0.94
- Siffu R. (Sta.5-8 km)	820(440-1,100)	0.77
- Mallig R. (Sta.0-5.5 km)	740(490-1,100)	0.78
5. Ilagan R. (Sta.0-36 m)	2,700(580-4,830)	0.86
6. Magat R. (Sta.0-50 km)	3,300(920-9,070)	0.65

Table 5.2 Flood Mitigation Measures

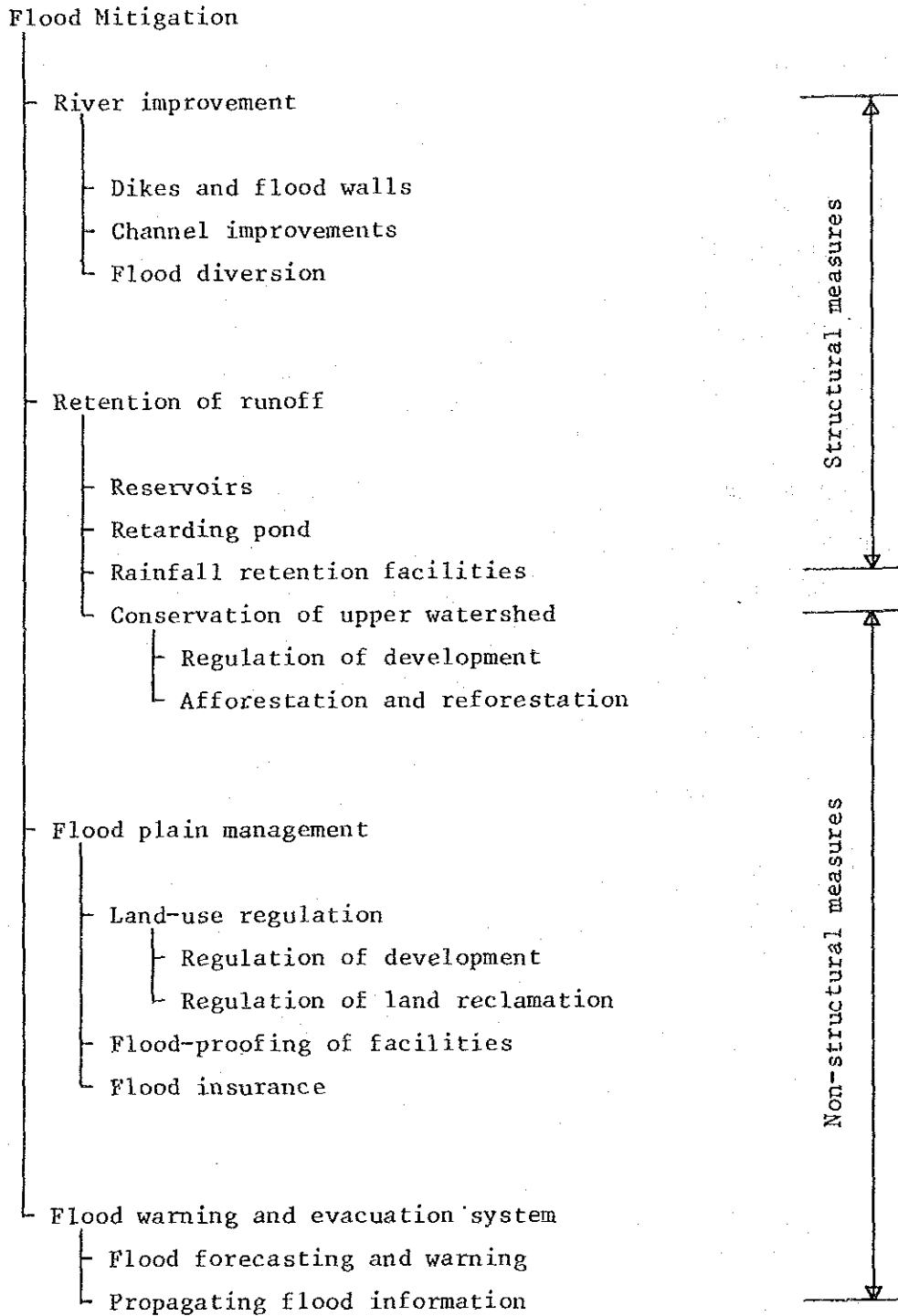


Table 5.3 Standard Unit Construction Costs for Flood Control Facilities (Financial)

Item No.	Work	Unit	Cost (₹)		Remarks
			F.C.	L.C.	
			Total		
1	Excavation (1) (common)	m3	27	22	49 incl. spoil bank works
2	- do - (2) (coarse material)	m3	31	24	- do -
3	- do - (3) (rock)	m3	120	90	- do -
4	- do - (4) (rock 33 %, common 67 %)	m3	58	44	- do -
5	Dredging	m3	14	16	Dredging + piping + spoil bank
6	Embankment (1) (borrowed materials)	m3	34	29	incl. exc., embank., sodding
7	- do - (2) ( - do - )	m3	65	55	High dike (Hd > 10 m)
8	Revetment (1) (masonry, l.w. chan.)	m2	220	730	incl. foot protection works
9	- do - (2) ( " , h.w. chan.)	m2	130	580	- do -
10	- do - (3) (gabion, l.w. chan.)	m2	410	230	- do -
11	- do - (4) ( " , h.w. chan.)	m2	340	210	- do -
12	Wooden pile groyne	unit	7,400	21,300	28,700
13	Boulder spur dike	m3	60	220	280
14	Drainage sluice (1)	unit	110,000	428,000	538,000
15	- do - (2)	unit	146,000	585,000	731,000
16	Bridge	m2	1,390	5,560	6,950
101	Land (irrigated)	ha	-	23,000	23,000
102	" (non-irrigated)	ha	-	10,000	10,000
103	" (upland crops)	ha	-	8,000	8,000
104	" (open land)	ha	-	3,000	3,000
105	" (residential)	m2	-	30	30
106	Building	nos	-	38,000	38,000
107	Compensation (average)	m2	-	7.4	7.4

Remarks : 1. Price level is at the end of December, 1985.  
 2. Exchange rates referred are US\$ 1 = ₹ 19 = ¥ 200.

Table 5.4 Standard Unit Construction Costs for Flood Control Facilities (Economic)

Item No.	Work	Unit	Cost (₹)			Remarks
			F.C.	L.C.	Total	
1	Excavation (1) (common)	m3	27	18	45	incl. spoil bank works
2	- do - (2) (coarse material)	m3	31	20	51	- do -
3	- do - (3) (rock)	m3	120	74	194	- do -
4	- do - (4) (rock 33 %, common 67 %)	m3	58	36	94	- do -
5	Dredging	m3	14	13	27	Dredging + piping + spoil bank
6	Embankment (1) (borrowed materials)	m3	34	24	58	incl. exc., embank., sodding
7	- do - (2) ( - do - )	m3	65	45	110	High dike (Hd > 10 m)
8	Revetment (1) (masonry, l.w. chan.)	m2	220	600	820	incl. foot protection works
9	- do - (2) ( " , h.w. chan.)	m2	130	480	610	- do -
10	- do - (3) (gabion, l.w. chan.)	m2	410	190	600	- do -
11	- do - (4) ( " , h.w. chan.)	m2	340	170	510	- do -
12	Wooden pile groyne	unit	7,400	17,500	24,900	
13	Boulder spur dike	m3	60	180	240	
14	Drainage sluice (1)	unit	110,000	351,000	461,000	1.5 m x 1.5 m x 1 gate
15	- do - (2)	unit	146,000	480,000	626,000	1.5 m x 1.5 m x 2 gates
16	Bridge	m2	1,390	4,560	5,950	
101	Land (irrigated)	ha	-	14,900	14,900	
102	" (non-irrigated)	ha	-	5,060	5,060	
103	" (upland crops)	ha	-	2,800	2,800	
104	" (open land)	ha	-	0	0	
105	" (residential)	m2	-	30	30	
106	Building	nos	-	31,000	31,000	
107	Compensation (average)	m2	-	5.7	5.7	

Remarks : 1. Price level is at the end of December, 1985.  
2. Exchange rates referred are US\$ 1 = ₹ 19 = \$ 200.

Table 5.5 Damage Ratios

Properties	Inundated depth above ground level						Constitution ratio
	- 0.5 m	0.5 to 1.0 m	1.0 to 1.5 m	1.5 to 2.5 m	2.5 to 3.5 m	3.5 m -	
<b>BUILDINGS</b>							
Buildings	0.030	0.053	0.072	0.109	0.152 (0.534)	0.220 (0.571)	-
<b>Movables</b>							
Household	0.043	0.086	0.191	0.331	0.499	0.690	16.8 %
Non-residential	0.077	0.156	0.985	0.399	0.509	0.597	6.5 %
Farmer & fishery	0.089	0.178	0.304	0.394	0.471	0.571	76.7 %
Weighted mean	0.080	0.161	0.284	0.384	0.478 (0.713)	0.593 (0.776)	100.0 %

Notes : 1. For inundated depth more than 2.5 m, 45 % of buildings are assumed to be completely razed (damage ratio = 1.0).  
 2. Some modifications to the Philippine conditions were made based on Technical Standard for River and Sabo Works, MOC, Japan.

AGRICULTURAL CROPS												
Depth (m)	Duration (day):											
	1 to 2	3 to 4	5 to 6	7 -	1 to 2	3 to 4	5 to 6	7 -	1 to 2	3 to 4	5 to 6	7 -
									0.5 to 1			- 1.0
Paddy	0.21	0.30	0.36	0.50	0.24	0.44	0.50	0.71	0.37	0.54	0.64	0.74
Upland crops	0.27	0.42	0.54	0.67	0.35	0.48	0.67	0.74	0.51	0.67	0.81	0.91

Note : Based on Technical Standard for River and Sabo Works, MOC, Japan.

Table 5.6 Flood Control Dams

Dam	Drainage area (km <sup>2</sup> )	Control Starting discharge		Out-flow rate	Capacity (MCM)			Dam	
		Specific discharge (m <sup>3</sup> /s/km <sup>2</sup> )	Discharge		Effective flood control space	Sediment space	Gross storage capacity	Maximum W.L. (Fl.m)	Dam height (m)
Pinukpuk	856	0.23	200	0.10	196	128	363	115.7	52.7
Chico 4	1,410	0.23	320	0.10	299	211	570	437.5	144.5
Mallig 2	362	0.23	85	0.10	93.4	54	166	148.0	43.0
Siffu 1(A)	656	0.23	150	0.10	96.1	98	213	107.0	44.0
Disabangan	652	0.23	150	0.10	154	98	283	96.0	43.0
Ilagan 1	1,350	0.23	310	0.10	382	203	661	168.0	69.0
Magat	4,143	0.20	830	0.638	200	-	-	-	-
Alimit	559	-	-	-	-	84	324	279.0	84.0
Addalam (A)	864	0.23	200	0.495	153	58	242	162.0	51.0
Cagayan 1	2,364	0.23	540	0.683	318	182	564	158.0	45.0

Remarks : 1. Specific discharge of 0.23 corresponds to average existing channel capacity in the reaches from Alcalá to Tuguegarao.

2. Gross storage capacity = 1.2 x (effective space) + sediment space



Table 5.7 Design Discharge Distributions for Alternative Framework Plans

Reaches	Existing	Alt.0D	Alt.5D	Alt.9D	Alt.0DM	Alt.5DM	Alt.9DM
Mouth to Chico jct.	21,600	27,400 (127)	25,300 (117)	25,000 (116)	27,600 (128)	25,400 (118)	25,100 (116)
Chico jct. to Siffu jct.	26,600	28,800 (108)	25,600 (96)	25,200 (95)	28,800 (108)	25,600 (96)	25,200 (95)
Siffu jct. to Ilagan jct.	25,600	27,500 (107)	24,600 (96)	24,300 (95)	27,500 (107)	24,600 (96)	24,300 (95)
Ilagan jct. to Magat jct.	23,900	25,900 (108)	23,100 (97)	22,800 (95)	25,900 (108)	23,100 (97)	22,800 (95)
Magat jct. to Addalam jct.	16,000	16,300 (102)	15,100 (94)	13,500 (84)	16,300 (102)	15,100 (94)	13,500 (84)
Chico R.	8,700	8,700 (100)	8,700 (100)	8,600 (99)	8,700 (100)	8,700 (100)	8,600 (99)
Siffu R.	3,300	3,300 (100)	3,200 (97)	3,200 (97)	3,300 (100)	3,200 (97)	3,200 (97)
Ilagan R.	9,400	9,900 (105)	8,200 (87)	8,000 (85)	9,900 (105)	8,200 (87)	8,000 (85)
Magat R.	10,600	13,800 (130)	9,700 (92)	9,700 (92)	13,800 (130)	9,700 (92)	9,700 (92)
Addalam R.	4,800	4,800 (100)	4,800 (100)	3,100 (65)	4,800 (100)	4,800 (100)	3,100 (65)
Upper Cagayan R.	12,100	12,100 (100)	9,100 (75)	9,100 (75)	12,100 (100)	9,100 (75)	9,100 (75)

- Note : 1. Figures without ( ) show design discharge in m<sup>3</sup>/s and those in ( ) show percentage to the existing runoff.  
 2. Discharge for Alt.0D with only diking system is called as basic flood discharge.