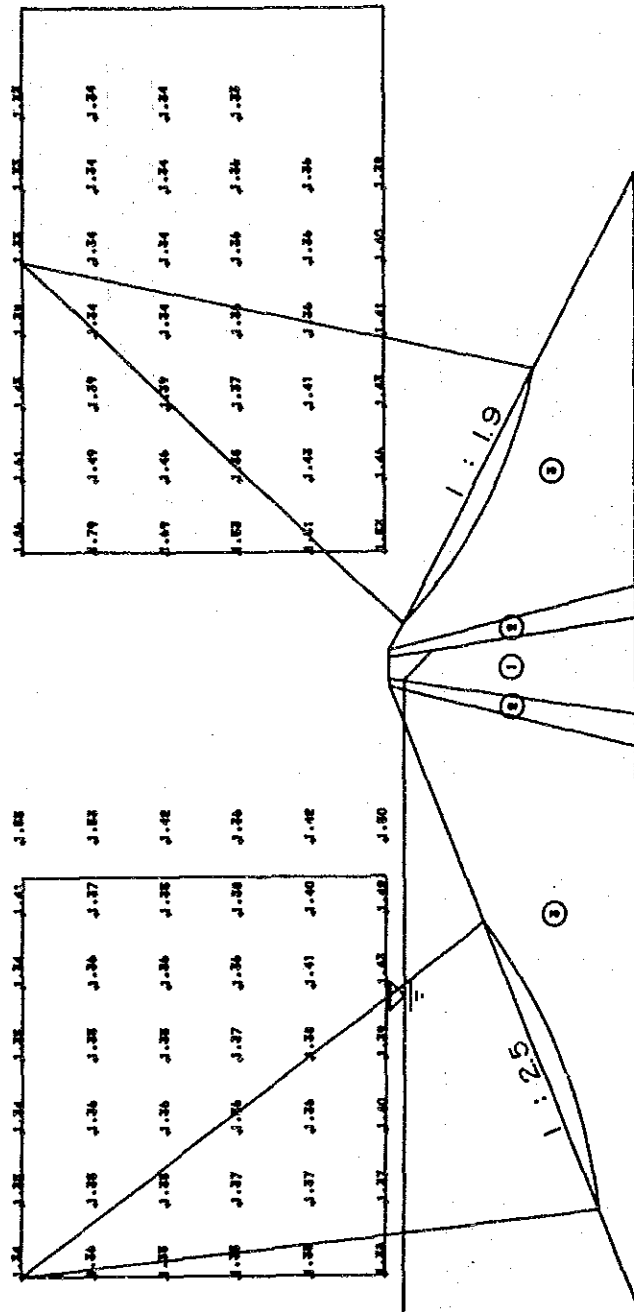
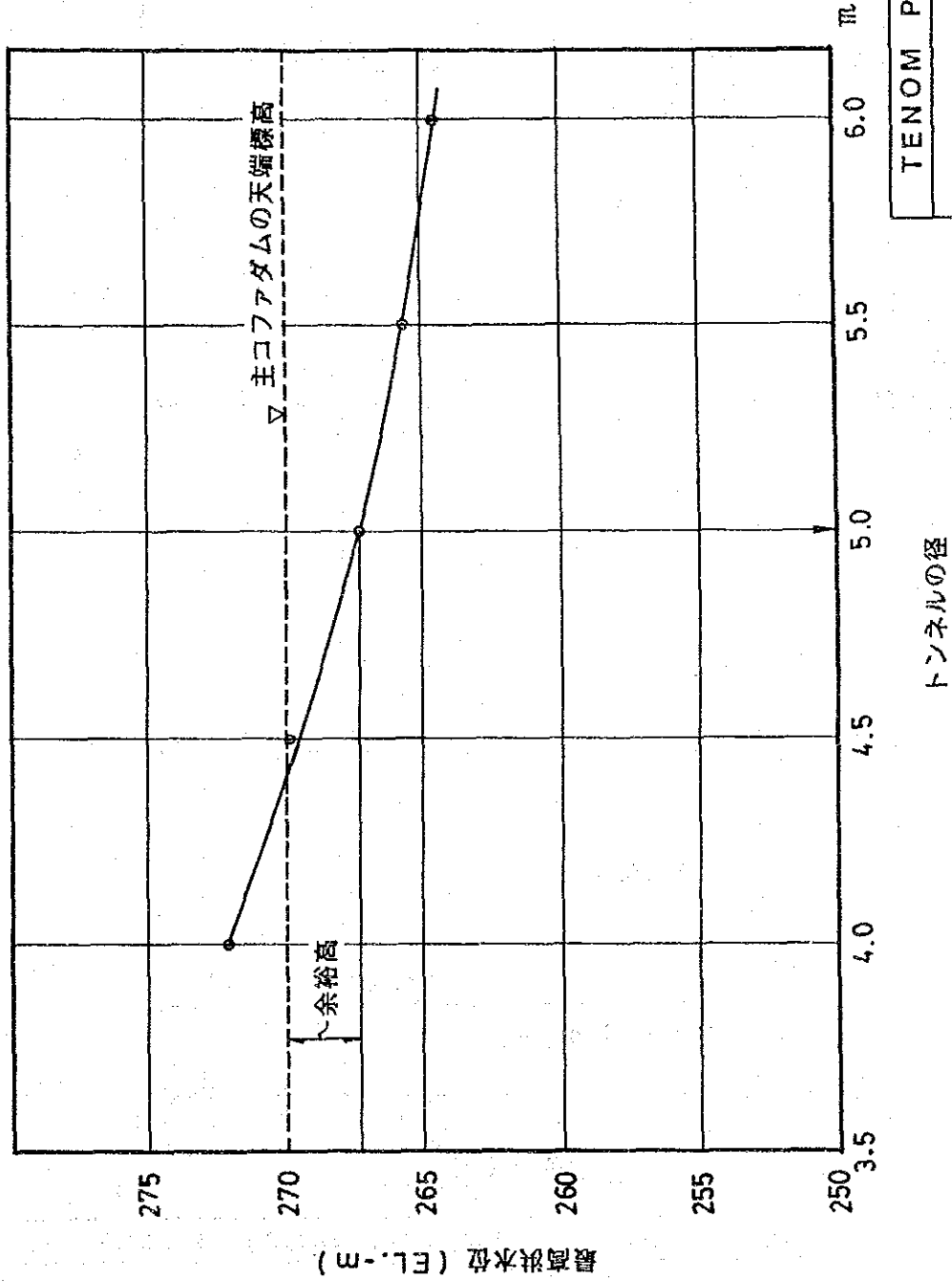


付図 : 5.7

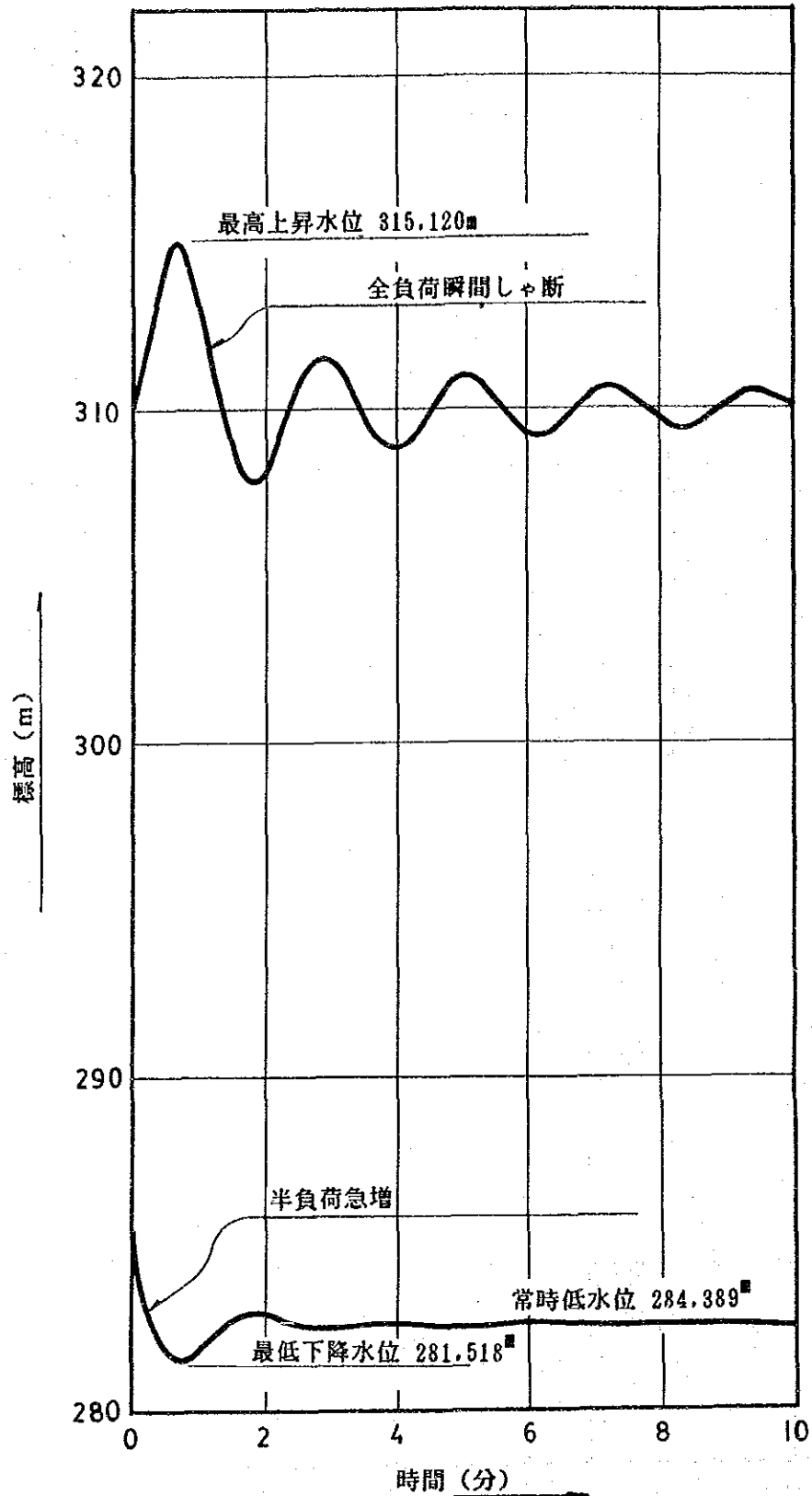




TENOM PANGI PHASE III

仮排水トンネルの径

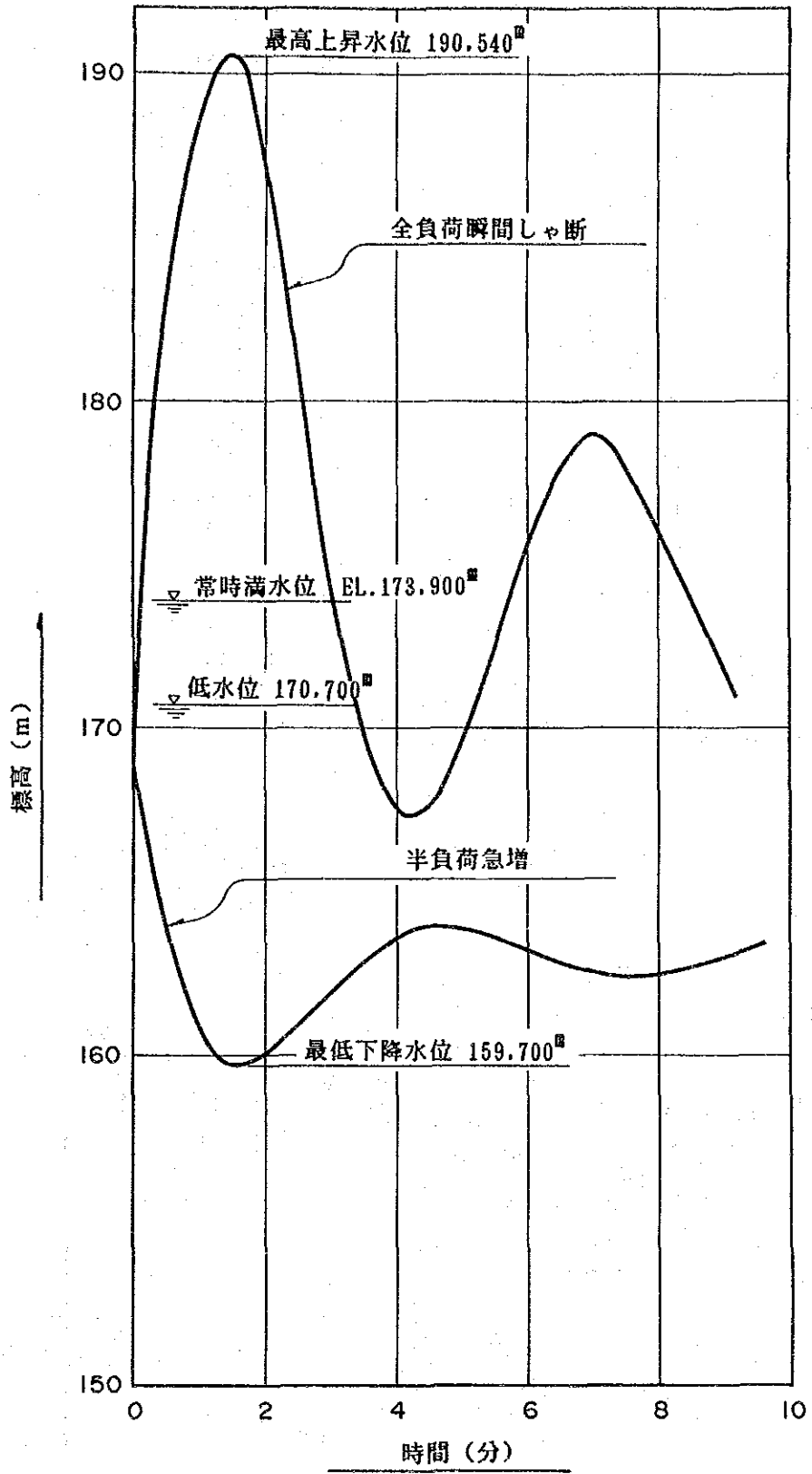
SEB / JICA



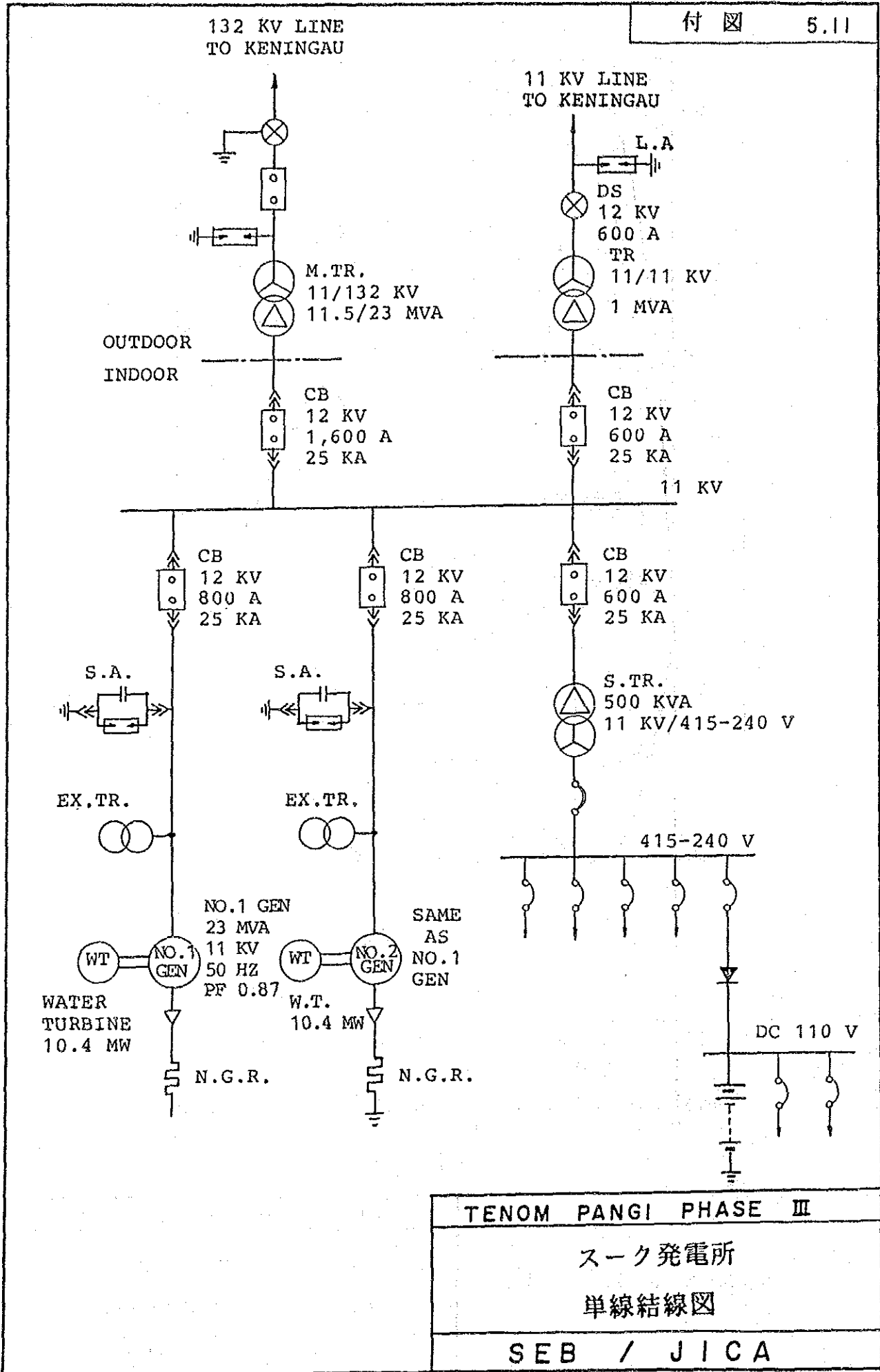
TENOM PANGI PHASE III

サ-ジング・カ-ブ (ス-ク)

SEB / JICA



TENOM PANGI PHASE III
サ-ジング・カ-ブ (テノムパンギ増設分)
SEB / JICA



TENOM PANGI PHASE III

スーク発電所

単線結線図

SEB / JICA

第6章 工事計画

6.1 概説

この章では、テノムパンギ発電所の増設およびスーク・ダムと発電所の工事計画ならびに適用する基本条件、準備工事、本工事に対する工法の概要、ならびに工事工程を述べる。

工事計画の作成には、プロジェクトの諸元、現場の諸条件、現場調査中に得られた現地の状況に関するデータおよび既存のテノムパンギ・プロジェクト（第1期、第2期）の工事記録を考慮に入れている。

6.2 基本条件

6.2.1 工事の様式

このプロジェクトの建設工事は競争入札によって選ばれた数社の請負会社によって施工され、下記の契約区分に分割されるものとする；

1) スーク・ダムと発電所

(1) 国際入札

- I) 主土木工事： 仮排水工事、主ダム、サドルダム、洪水吐、放流設備、取水口、導水トンネル、調圧水槽、水圧鉄管路、発電所および放水路
- II) 水力機械工事： ゲート、バルブおよび水圧鉄管
- III) 水力電気工事： 水車、発電機、変圧器、開閉所設備、送電線

(2) 国内入札

- I) 土木工事： 取付け道路および事務所・宿舎

2) テノムパンギ発電所の増設

(1) 国際入札

- i) 主土木工事： 導水トンネル、調圧水路、水圧鉄管路、発電所および放水路
- ii) 水力機械工事： ゲート、水圧鉄管
- iii) 水力電気工事： 水車、発電機、変圧器、開閉所設備、変圧所設備

6. 2. 2 工事数量

予備設計に基づいて見積った主な工事数量を表 6.1および 6.2に示す。

6. 2. 3 作業可能日数および時間

建設工事の作業可能日数は、降雨、日曜や祭日などの休日を考慮に入れて下記の如く仮定した。

工 事	月間可能作業日数
1. 土工事 (盛土)	16日
2. 土工事 (掘削)	18日
3. 岩工事 (掘削, 盛土)	20日
4. コンクリート工事	20日
5. トンネル工事	24日

プロジェクト地域周辺では、季節的な降雨のパターンが見られないので、上記の月間可能作業日は一年を通じて適用できる。

一日の作業時間は2交代で18時間（9時間×2）と仮定する。但し、スーク川仮排水工事と、テノムパンギ導水トンネル工事には3交代制（8時間×3）を適用する。建設機械の運転時間は、上記作業時間の約70%と想定する。

6. 2. 4 盛土材料とコンクリート骨材の採取地

コンクリート骨材とダム盛土工事のための材料採取地を下記の如く仮定する。

材 料	数 量	主 入 手 源
1) スーク・ダムと発電所		
i) コンクリート骨材	182,000トン	土取場C
ii) 不透水性コア材	460,000m ³	主ダム用は土取場A サドルダム用は土取場B
iii) フィルター材	225,000m ³	土取場C
iv) ロック材	1,475,000m ³	主ダムの北東約1kmの原石山
2) テノムパンギ発電所の増設		
i) コンクリート骨材	147,000トン	発電所下流の河川堆積砂利および 導水トンネル掘削岩

土取場と原石山の所在地は図 2.7に示されている。

6. 3 準備工事

6. 3. 1 取付け道路

1) 現場への取付け道路

コタキナバル港、またはサパンガル港で陸揚げされたプロジェクト用の輸入機

器、材料は、鉄道または道路を經由して現場に輸送される。鉄道輸送の制限サイズ（95トン、2.8m高および2.5m巾）を超える重量物または大容積の荷物は道路輸送による外はない。荷の最大重量とサイズに依っては、建設工事開始に先立って、橋をも含めて部分的に道路を改良する必要がある。

2) 現場内の取付け道路

スーク・ダムと発電所建設の取付け道路として、既存のケニンガウ—マブラット道路（KM道路）およびケニンガウ—ペンシアンガン道路（KP道路）とそれらの支線道路に若干の改良を加えて利用する。現場と上記の既存道路とを結ぶために、プロジェクト地域に下記の取付け道路を新たに建設する。

(1) 永久道路

- 1) KM道路から発電所へ : 約 1.5km
- 11) KM道路から主ダム天端へ : 約 2.0km

(2) 仮設道路

- 1) 原石山から主ダムサイトへ : 約 2.0km
- 11) 土取場から主ダムサイトへ : 約 2.0km

テノムパンギ発電所の増設のためには既存の道路が利用できるもので、調圧水槽敷地への道路を除いては新設取付け道路の必要はない。

6. 3. 2 仮設建物

請負業者の事務所、宿舎、労務者キャンプ、仕事小屋および倉庫等は、スークサイトではアンシップ村の近くに建設され、SEBの主事務所と宿舎はケニンガウ町に置かれることになろう。

テノムパンギ発電所の増設のためには、請負業者の仮設備はパダス川に沿うプロジェクトの敷地内に建設され、SEBのスタッフ用には、既存の事務所と宿舎を、利用することになろう。

6. 3. 3 建設用プラント

コンクリート工事のためには、次の建設用プラントが必要となる。

プラント	容量	数量	場所
1) スークサイト (コンクリート合計体積 : $81,000m^3$)			
骨材プラント	65t/時	1 基	アンシップ村近辺
コンクリート・プラント	$45m^3$ /時	1 基	同上
2) テノムパンギサイト (コンクリート合計体積 : $70,000m^3$)			
骨材プラント	50t/時	1 基	現行作業搬入坑(No.2) の入口近辺
コンクリート・プラント	$30m^3$ /時	1 基	同上

仮設備の暫定的な設置場所を、図6.1 と 6.2に示す。

6. 3. 4 電力供給システム

建設工事用のピーク時電力需要は、スーク・サイトに於いて1,000kW、テノムパンギ・サイトでは1,500kWと概算されている。テノムパンギ・サイトへの電力は、パダス川に沿って走っている既存の11kW配電線によって供給される。但し、スーク・サイトに対しては、近くに適当な電源がないので、ディーゼル発電機を必要台数だけ設置することになる。

6. 3. 5 給水システム

建設工事中の水の消費量はスーク・サイトとテノムパンギ・サイトに対し、各々 6.0m^3 /毎分および 4.5m^3 /毎分と概算見積られている。水は建設プラント、仮設備、トンネルの入口やグラウティング現場などへ、スーク・サイトの場合はスーク川とペガラン川から、テノムパンギ・サイトの場合はパダス川からポンプアップしなければならない。

6. 3. 6 通信システム

プロジェクト地域内における事務所、宿舍、キャンプ、建設プラントや主要作業場間の内部通信のために内線50をもつ電話設備を備える。

6. 4 主要建設工事

6. 4. 1 スーク・ダムサイト

1) 仮排水工事

主ダムと発電所の建設工事に着工する前に、ダムサイトの左岸に2本の仮排水トンネル（各々、内径5m、長さ600m）を建設しなければならない。2本のトンネルは原則として全断面掘削工法で、坑口付けとコファダムの建設が完了してから同時に掘削する。トンネルの掘削は、各切羽につき、3ブーム・クローラジヤンボを2基、 0.8m^3 サイド・ダンプタイプのトラクターシャベルおよび8トン・ダンプ・トラックなどの重機を使用して行なう。原則として鋼製支保工は不要であろう。但し、せい弱な岩を含む部分には、ショット・クリートとロック・ボルトを適用する。トンネル掘削の完了後、アーチと側壁部に対してはスライディング・フォームを、またインバート部に対してはインバート・フィニッシャーを、さらに 4.5m^3 トラック・ミキサー、および 60m^3 /時コンクリート・ポンプを、各

各のトンネルに使用してコンクリート巻立てを行ない、その後グラウティング工事をを行う。トンネルは、掘削とコンクリート工事が、各々毎月80mと100mの進捗を保持すると仮定して、約18ヶ月で完成すると見積られる。スーク川の流れは、主ダムの上下流にコファダムを建設した後、これらトンネルを通じて転流される。

2) 主ダム

約 640,000 m^3 と見積られるダム基礎の掘削は33トンブルドーザ、1.2 m^3 バック・ホウ、4.0 m^3 ホイール・ローダ、10 m^3 /分クローラ・ドリルおよび20トンダンブ・トラックなどの重機を用いて、両取付部の上部から実施する。スーク川の仮排水工事完成後、河床部の掘削を行い、その後、グラウティング工事とグラウティング・ギャラリーの建設が続く。主ダムの盛土は上記の工事に続いて行われる。盛土工事のためには、下記の建設用重機の使用が考えられる。

ゾーン	体積	重機		
		名称	作業種目	数量(基)
コア	240,000 m^3	21 t ブルドーザ	A	1
		2.3 m^3 トラクタ・シャベル	A	1
		11 t ダンプ・トラック	B	4
		21 t ブルドーザ	C	1
		20 t ダンピング・ローラ	C	1
		10 t タイヤ・ローラ	C	1
フィルタ	190,000 m^3	21 t ブルドーザ	A	1
		2.3 m^3 トラクタ・シャベル	A	2
		11 t ダンプ・トラック	B	5
		21 t ブルドーザ	C	1
		8 t 振動ローラ	C	1

ゾーン	体積	重機		
		名称	作業種目	数量(基)
ロック	1,300,000 m^3	20 m^3 /分クローラ・ドリル	A	3
		83tブルドーザ	A	2
		4 m^3 ホイールローダ	A	3
		20tダンプ・トラック	B	10
		33tブルドーザ	C	1
		15t振動ローラ	C	1

注： 1) コファダムの盛土体積(180,000 m^3)は上記体積に含まれている。

2) 作業種目は次の通りである。

A = 土取場または原石山での掘削作業

B = 運搬作業

C = ダムサイトでの引き均しと転圧

上記の重機を使って、この盛土工事を完成するには約2ヶ年を要する。但し、発電所の操業を早めるために、湛水は盛土工事完成の数ヶ月前に開始する。

3) サドルダム

盛土工事量が370,000 m^3 と推定されるサドルダムは主ダムと同じ工法で建設される。サドルダムの盛土のための不透水性材料は、サドルダム現場近くの土取場Bから入手できる。

4) 洪水吐

ダムの掘削と平行して、380,000 m^3 の洪水吐掘削を、21トン・ブルドーザ、2.3 m^3 トラクタシャベル、10 m^3 /分のクローラ・ドリルおよび11トンドンプトラックなどの重機を用いて行う。35,000 m^3 のコンクリートは主として60 m^3 /時コンクリート・ポンプを用いて打設する。

その後、2門の洪水吐ゲート(巾11.5m、高さ7.7m)を取付ける。

5) 取水口と導水トンネル

先づ初めに、約 $61,000\text{m}^3$ と推定される取水口基礎の掘削を、E1.278mとE1.320m間に数本の進入路を作った上で、ベンチ・カット法によって実施する。掘削は、20トンプルドーザ、 1.2m^3 バック・ホー、 2.3m^3 トラクタ・シャベルおよび11トンドンプ・トラックなどの重機を用いて行う。その後、取水口構造物のコンクリート $2,200\text{m}^3$ を 60m^3 /時コンクリート・ポンプとシュートを用いて打設する。取水口構造物のための掘削工事の完了後、長さ449m、径3.9mの導水トンネルの掘削を取水口側から、仮排水工事に用いた3ブームクローラ・ジャンボ、 0.8m^3 のサイド・ダンプ・タイプのトラクタ・シャベル、および8トン・ダンプ・トラックを用いて、全断面掘削工法に依って実施する。コンクリート巻立ては、ニードル・ビーム・タイプの全断面・スライド・フォームと、 40m^3 /時のコンクリート・ポンプ・トラックおよび 4.5m^3 トラック・ミキサーを用いて行う。

6) 調圧水槽

径12m、高さ約50m、その内地下部分が約35mの立坑を、導坑先進切り掘げ工法により掘削する。 $2.5\text{m} \times 2.5\text{m}$ のパイロット・シャフト(導坑)は切り掘げ段階ではシュートとして利用され、ストーパーを備えたレイズ・クライマーを用いて上方に向かって掘削する。掘削土は、立坑掘削以前に施工された水圧鉄管トンネルを通して8トン・ダンプ・トラックを用いて搬出する。断面拡張のための掘削は、調圧水槽の上部平地より、下方に向かって 10m^3 /分クローラ・ドリルを用い、ショート・ステップ・シンキング法に依って行う。1次コンクリートの巻立ては、断面拡張段階での掘削工事の進行と平行して施工する必要がある。2次コンクリートの巻立ては、立坑掘削完了後に立坑の底から上方に向かって、スライド・フォームを用いて打設する。また、コンクリートの打設は地下部分ではクレーンで操作する 1m^3 コンクリート・バケットあるいはフレキシブル・コンクリート・シュートを、地上部分では 60m^3 /時のコンクリート・ポンプを用いて施工する。

7) 水圧鉄管路

水圧鉄管路(長さ 139m) 上流部分の長さ56mのトンネル部は、レッグ・ドリル、 1.4m^3 ホイール・ローダなどの重機を用いて掘削する。水圧鉄管路あかり部分の $50,000\text{m}^3$ の掘削は、発電所基礎の掘削以前に行う。あかり部分の基礎コンクリートは、20トン・トラック・クレーンで操作する 1m^3 コンクリート・バケットで打設する。

水圧鉄管はトラック・トレーラーで現場に運び、現場のショッパで組立てる。水圧鉄管の据え付けはトラック・クレーンを使用する。トンネル内の水圧鉄管の据え付けは、調圧水槽の掘削工事完了後に開始する。最後に、トンネル内の水圧鉄管の回りに埋戻しコンクリートを打設し、水圧鉄管の下流部分には掘削土を用いて埋戻し工事を行う。

8) 発電所と放水庭

発電所は主ダムのすぐ下流側に位置するので、 $28,000\text{m}^3$ の基礎掘削は仮排水工事の後に、20トンブルドーザー、 $10\text{m}^3/\text{分}$ クローラ・ドリル、 2.3m^3 トラクタ・シャベルや11トンダンプ・トラックなどの重機を使用して開始する。

掘削工事の後、コンクリートを、 $60\text{m}^3/\text{時}$ コンクリート・ポンプおよび20トントラック・クレーンで操作される 1m^3 コンクリート・バケットを用いて打設する。下部構造の施工中、トラック・クレーンを用いて吸出管をコンクリートの中に据え付ける。発電機器の取付けは、発電所上部構造に頭上走行クレーンの取付けを完了した後に開始される。機械工事としては、コンクリート完了後に放水庭ゲート4門を取付ける。

6. 4. 2 テノムパンギ発電所増設工事

1) 取水口と導水トンネル

取水口構造物は、このプロジェクトの前段階で施工が完了しているため、今回の段階では、ゲートとトラッシュ・ラックの取付けなどの機械工事のみが必要となる。

導水トンネルは、径 5.2m、長さ 4,150m であり、コンクリートで巻立てられる。取水口から下流側に、それぞれ約 600m および 2,900m 地点にある、既存の 2ヶ所の作業坑を導水トンネル工事のために使用する。但し、下流側の作業坑は、最も実際的と考えられるトラック工法を採用するにはその高さが不充分であるため、断面を拡張する必要がある。既存の作業坑の外に、更に調圧水槽とトンネル水圧鉄管路の建設と、水圧鉄管据え付け工事のために傾斜トンネル水圧鉄管路上下部の 2ヶ所に作業坑が作られる。導水トンネルの掘削には、基本的には全断面掘削工法が適用される。但し、地質状況が良くない場所では、適宜に、上部半断面先進ベンチカット工法への切換えが必要となろう。トンネルの少なくとも 80% は全断面掘削法で掘削できるものと予想される。ピーク時には、四切羽で同時に平行して掘削が行なわれ、各切羽について、3ブーム・クローラ・ジャンボ、1.5 m^3 サイド・ダンプ・タイプ・トラクタ・シャベル、8トンドンプ・トラックが使用される。1ヶ月の平均掘削速度は 75m/切羽と見積られている。建設用重機のディーゼルエンジンが多量のガスを発生するので、トンネルを安全な作業環境に保つため、強力な換気システムが必要となる。

コンクリート巻立ては、ニードル・ビーム・タイプ・フルセクション・スライド・フォーム、60 m^3 /時コンクリート・ポンプおよび 4.5 m^3 トラック・ミキサを使用して行われる。ピーク時には、スライドフォーム 3基を使用して、毎月進度 140m/基を保つ必要がある。バックフィル・グラウトと、コンソリデーショングラウトは、レッグ・ドリル、グラウト・ポンプおよびグラウト・ミキサによって施工される。

2) 調圧水槽

径14m、高さ60mの立坑を導坑先進切り掘り工法によって掘削する。施工手順と使用重機はスーク・サイトの調圧水槽の場合と同じである。調圧水槽の掘削の前に、調圧水槽のすぐ下流部分に作業坑を掘削する。調圧水槽の掘削土は、この新しい作業坑から搬出される。

3) 水圧鉄管路

平均径 4.0m、長さ 153mの地下式水圧鉄管路は64mの上部水平部分、44mの傾斜部分および45mの低部水平部分からなる。地下式水圧鉄管路の施工には、新しい作業坑が使用される。水圧鉄管路の水平部分は、レッグ・ドリル、0.6 m^3 サイド・ダンプ・タイプのトラクタ・シャベルや3トン・ダンプ・トラックなどの重機を使用して掘削する。傾斜部分の掘削は、レイズ・クライマーを使用して上向きに先進導坑工法で施工し、続いて、トンネルの上端から下向きに拡張のための掘削を行なう。トンネルの1次コンクリート巻立て完了後に、現地の作業場で組立てた3m長さの水圧鉄管を据え付けるため、トンネル内部に搬入する。傾斜トンネル部分での鉄管据え付け工事は、最低部から上に向かってレールに乗せたキャリアーを使用して施工する。最後に40 m^3 /時コンクリート・ポンプとコンクリート・シュートを用いて水圧鉄管の回りに埋戻しコンクリートを打設する。

4) 発電所と放水庭

増設する発電所と放水庭は既存の発電所と放水庭に隣接して建設する。従って、既存の施設に損害や悪影響を与えないよう特別の注意を払わなければならない。60,000 m^3 の掘削は、リッパー付の20トンブルドーザ、2.3 m^3 トラクタ・シャベル10 m^3 /分クローラ・ドリル、および11トン・ダンプ・トラックなどの重機を使用して実施する。掘削工事の後に、15,000 m^3 のコンクリートを60 m^3 /時コンクリート・ポンプ・トラックと20トン・トラック・クレーンで操作される1 m^3 コンクリート・バケットを用いて打設する。吸出管は、下部構造の施工中にトラック・クレーンを用いて構造物の中に設置される。発電機器の取付けは、頭上走行クレーン

ンが使用できるようになった時に開始する。機械工事としては、コンクリート工事完了の直後に4門の放水庭ゲートを取付ける。発電所内の仕上工事は発電機器の取付けと平行して施工する。

6. 5 建設機械と材料

6. 5. 1 建設機械

テノムパンギ第3期工事の実施に必要な主要建設機械を、表 6.8に示す。これらの機械は殆んど輸入する必要がある。

6. 5. 2 建設材料

スーク・プロジェクトおよびテノムパンギ増設プロジェクトの実施に必要な建設材料は次の通りである。

No.	材 料	必 要 数 量	
		スーク	テノムパンギ
1.	セメント	30.000 t	24.000 t
2.	鉄 筋	4.000 t	3.100 t
3.	爆 薬	530 t	420 t
4.	燃 料	7.000kl	600kl

6. 6 工 事 工 程

スークおよびテノムパンギ増設プロジェクトの工期は、図 6.3と 6.4に示された通り、それぞれ5年および4年と見積られている。工事開始はスーク・サイトでは1989年1月、テノムパンギ・サイトでは1990年1月として、両現場共に1993年12月に発電開始が予定されている。

両現場共に建設工程に依れば、建設工事のクリティカルパスは次に示す通りである。

1) スーク・サイト

準備工事



仮排水トンネルの建設



ダム掘削



ダム盛土



湛水



操業開始

発電所掘削



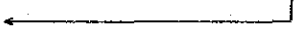
発電所下部構造および上部構造



頭上走行クレーン取付け



発電プラント取付け



2) テノムバンギ・サイト

既存作業搬入坑の改良を含む準備工事



導水トンネル掘削



導水トンネル・コンクリート内貼り



導水トンネル・グラウティング工事



導水トンネルのプラグ工事



操業開始

表 6. 1 スーク・ダムと発電所の主要工事数量(1/3)

工 事 項 目	単 位	数 量
1. 仮排水工事		
1) 掘削(土)	m ³	55,000
2) 掘削(風化岩)	m ³	4,000
3) 掘削(岩)	m ³	1,000
4) トンネル掘削	m ³	45,000
5) コンクリート(明かり)	m ³	1,800
6) コンクリート(トンネル)	m ³	17,000
7) 鉄筋	トン	480
8) コンソリデーショングラウティング	トン	1,000
2. 主ダム		
1) 掘削(土)	m ³	580,000
2) 掘削(風化岩)	m ³	32,000
3) 掘削(岩)	m ³	30,000
4) 盛土(不透水性コア)	m ³	240,000
5) 盛土(フィルタ)	m ³	190,000
6) 盛土(ロック)	m ³	1,300,000
7) コンクリート(明かり)	m ³	6,800
8) 鉄筋	トン	410
9) カーテングラウティング	m	26,000
10) ブランケットグラウティング	m	8,000
11) 吹付けコンクリート	m ³	6,000
3. サドルダム		
1) 掘削(土)	m ³	90,000
2) 盛土(不透水性コア)	m ³	220,000
3) 盛土(フィルタ)	m ³	35,000
4) 盛土(ロック)	m ³	115,000

表 6. 1 スーク・ダムと発電所の主要工事数量(2/3)

工 事 項 目	単 位	数 量
4. 洪水吐		
1) 掘削(土)	m ³	250,000
2) 掘削(風化岩)	m ³	80,000
3) 掘削(岩)	m ³	50,000
4) コンクリート(明かり)	m ³	35,000
5) 鉄筋	トン	1,400
6) 吹付けコンクリート	m ³	6,000
5. 放流設備工事		
1) トンネル掘削	m ³	300
2) コンクリート(トンネル)	m ³	2,000
3) 鉄筋	トン	80
4) 機械工事	トン	50
6. 取水口		
1) 掘削(土)	m ³	35,000
2) 掘削(風化岩)	m ³	13,000
3) 掘削(岩)	m ³	5,000
4) コンクリート(明かり)	m ³	2,000
5) 鉄筋	トン	100
7. 導水路および調圧水槽		
1) 掘削(岩)	m ³	40,000
2) 掘削(風化岩)	m ³	2,000
3) トンネル掘削	m ³	12,000
4) 立坑掘削	m ³	8,500
5) コンクリート(明かり)	m ³	3,500
6) コンクリート(立坑)	m ³	1,000
7) 鉄筋	トン	320
8) コンソリデーショングラウティング	Uトン	70

表 6. 1 スーク・ダムと発電所の主要工事数量(3/3)

工 事 項 目	単 位	数 量
8. 水圧鉄管路		
1) 掘 削 (土)	m ³	15.000
2) 掘 削 (風化岩)	m ³	10.000
3) 掘 削 (岩)	m ³	20.000
4) トンネル掘削	m ³	1.000
5) コンクリート (明かり)	m ³	2.000
6) トンネル掘削	m ³	400
7) 鉄 筋	トン	240
9. 発電所と放水路		
1) 掘 削 (土)	m ³	4.000
2) 掘 削 (風化岩)	m ³	6.000
3) 掘 削 (岩)	m ³	23.000
4) コンクリート (明かり)	m ³	8.500
5) 鉄 筋	トン	450
6) 発電所上部構造	1式	
10. 開 閉 所		
1) 掘 削 (土)	m ³	1.000
2) 盛 土	m ³	1.000
3) コンクリート (明かり)	m ³	500
4) 鉄 筋	トン	20

表 6. 2 テノムバンギ発電所増設工事の主要工事数量

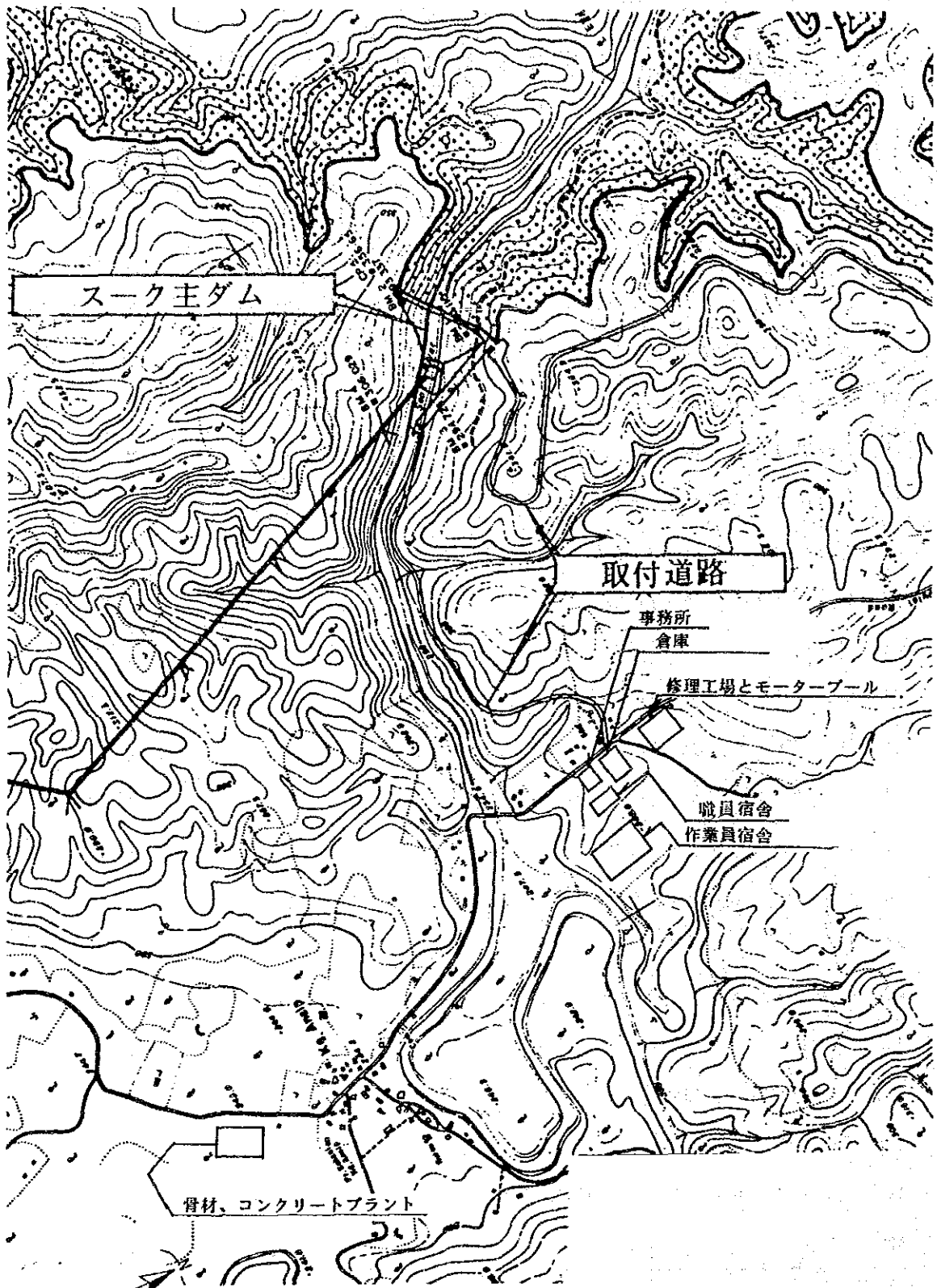
工 事 項 目	単 位	数 量
1. 導水路と調圧水槽		
1) 掘 削	m ³	40.000
2) トンネル掘削	m ³	145.000
3) 立坑掘削	m ³	19.000
4) コンクリート (トンネル)	m ³	45.000
5) コンクリート (立坑)	m ³	5.000
6) 鉄 筋	トン	2.000
7) コンソリデーショングラウティング	トン	2.100
2. 水圧鉄管路		
1) トンネル掘削	m ³	13.000
2) コンクリート (トンネル)	m ³	5.000
3) 鉄 筋	トン	200
4) コンソリデーショングラウティング	トン	60
3. 発電所と放水路		
1) 掘 削 (土)	m ³	30.000
2) 掘 削 (風化岩)	m ³	20.000
3) 掘 削 (岩)	m ³	10.000
4) コンクリート (明かり)	m ³	15.000
5) 鉄 筋	トン	900

表 6.3 主要建設機械リスト (1/2)

No.	機 械	必 要 数 量	
		スーク	テノムパンギ
1.	ブルドーザ 33t リッパ付	3	—
2.	ブルドーザ 20t	5	4
3.	ブルドーザ 11t	3	1
4.	トラクタ・シャベル 2.3m ³	6	4
5.	ホイール・ローダ 4.0m ³	4	—
6.	ホイール・ローダ 1.4m ³	1	1
7.	バック・ホー 1.2m ³	2	1
8.	トラクタ・シャベル (サイド・ダンプ型) 1.5m ³	0	4
9.	トラクタ・シャベル (サイド・ダンプ型) 0.8m ³	3	—
10.	ダンプ・トラック 20t	12	—
11.	ダンプ・トラック 11t	20	5
12.	ダンプ・トラック 8t	—	20
13.	ダンプ・トラック 3t	5	5
14.	ダンピング・ローラー 20t (自走)	1	—
15.	振動ローラ 15t	1	—
16.	振動ローラ 8t	1	—
17.	タイヤ・ローラ 10t	1	—
18.	ロード・ローラ 10t	2	1
19.	モータ・グレーダー 3.7m	2	1
20.	クローラ・ドリル 20m ³ /分	3	—
21.	クローラ・ドリル 10m ³ /分	5	3
22.	クローラ・ジャンボ 3本ブーム	4	4
23.	レイズ・クライマ	1	1

表 6.3 主要建設機械リスト (2/2)

No.	機 械	必 要 数 量	
		スーク	テノムパンギ
24.	ポータブル・エア・コンプレッサ 20m ³ /分	3	-
25.	ポータブル・エア・コンプレッサ 10m ³ /分	5	3
26.	ステーションナリ・エア・コンプレッサ 30m ³ /分	4	4
27.	トラック・ミキサ 3m ³	10	10
28.	コンクリート・ポンプ・トラック 60m ³ /時	2	2
29.	コンクリート・ポンプ 40m ³ /時	1	2
30.	コンクリート・バケット 1.0m ³	4	4
31.	ボーリング・マシン 5.5 KW	10	-
32.	グラウト・ポンプ 11 KW	8	6
33.	グラウト・ミキサ 600リットル×2	8	6
34.	コンクリート・スプレイ・マシン 8m ³ /時	1	1
35.	カーゴ・トラック 8t	3	2
36.	カーゴ・トラック 5t	5	3
37.	トラック・クレーン 30t	1	1
38.	トラック・クレーン 20t	2	1
39.	トラック・トラクタ, セミトレラー付 300t	1	1
40.	水スプリンクラー, トラック 8kl	2	1
41.	フル・タンク・トラック 5kl	2	1
42.	骨材プラント 65t/時	1	-
43.	骨材プラント 50t/時	-	1
44.	コンクリート・プラント 45m ³ /時	1	-
45.	コンクリート・プラント 30m ³ /時	-	1

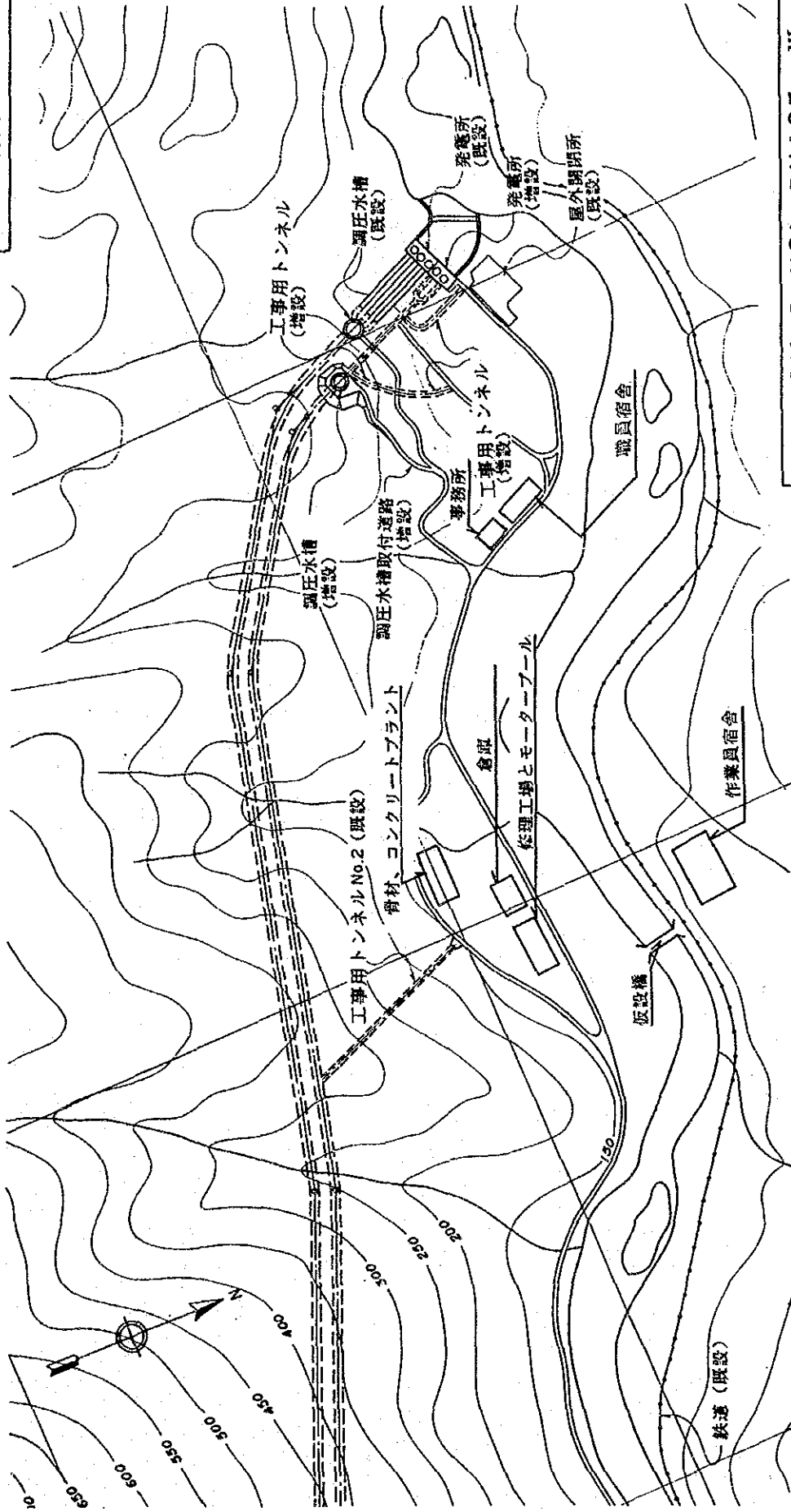


TENOM PANGI PHASE III

スークサイトにおける仮施設

SEB / JICA

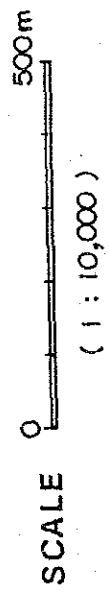
付図 : 6.2



TENOM PANGI PHASE III

テノムパンギサイトにおける仮施設

SEB / JICA



第7章 建設費見積り

7. 1 基本条件

このプロジェクトの実施費用は予備設計ならびに工事計画および工程に基づいて見積っている。見積りは1 US\$ に対し 2.45 マレーシアドル (M\$) または 200円の換算率を用い1985年末もしくは1986年初頭の価格レベルで行った。見積りに適用した基本条件を下記に要約する。

- 1) 土木工事の単価は、提案された工事計画と最近サバ州またはその近隣地域で完成した同タイプのプロジェクト費用のデータに基づいて見積った。見積り単価の要約を表7. 1に示す。
- 2) 上記単価の見積りには、表7. 2に示す最近の材料価格と労務費も参考にした。
- 3) 据付け費用を含む発電機器、水門及び水圧鉄管の工事費は、類似の工事に対する国際的市場における最近の契約価格から導き出したトン当りの単価に基づいて見積った。水門ならびに水圧鉄管工事の見積りに用いた単価を表7. 3に示す。
- 4) エンジニアリング・サービスと管理コストは直接工事費の8%と見積っている。
- 5) 貯水池による水没地域の道路付替え、移住および土地補償のためのコストを補償費として見積り、表7. 4に示す。
- 6) 予測できない物理的条件の変化に対する予備費は直接工事費、エンジニアリング・サービス費、管理費および補償費の総計の10%と見積っている。

7) 価格予備費としては経済事情や価格変動等を想定して全建設費の40%を見積った。

7. 2 建設費

建設費の見積りは、価格予備費を含まなければ、US\$174,139,000となり、その内スーク・ダムと発電所の建設費はUS\$101,555,000となり、テノムパンギ発電所増設の費用はUS\$ 72,584,000となる。価格予備費を含めれば全プロジェクトの実施費用はUS\$243,800,000となり、その内 US\$142,200,000はスーク・ダムと発電所、US\$101,600,000はテノムパンギ発電所の増設工事の費用である。それらの明細は表A-7.1(1)~(7) およびA-7.2(1)~(3) に示す。

7. 3 内貨および外貨部分

建設費は下記の仮定に基づいて内貨と外貨部分に分ける。

<u>外貨部分に含まれる項目</u>	<u>内貨部分に含まれる項目</u>
- 修理用部品を含む建設機械 と機器	- セメント
- 構造用鉄骨と鋼製支保工	- 鉄筋
- ゲート、バルブ、トラッシュ・ ラック、水圧鉄管など	- 爆薬
- 発電機タービン、スイッチギア 機器など発電関連機器	- 燃料、油および潤滑油
- 送電線と変電所機器	- 木材
- 外国の監督員に対する給与と経費	- 現地の監督員および作業員の給与・賃金
- 外国の請負者の間接費と利益	- 現地の請負者の間接費と利益

プロジェクト・コストの内貨および外貨部分は表7. 5に示した如くに見積った。

7. 4 支出計画

テノム・パンギ第3期工事に要する期間は7年半で、その内2年半は詳細設計と工事の契約、残る5年間は準備工事を含む建設工事の工期である。工事資金の支出計画は、提案した建設工程を考慮して、表7. 6に示す様に作成した。この支出計画では前渡金は考慮していない。

表 7. 1 工 事 単 価

工 事 種 目	単 位	単 価 (U S \$)
掘 削		
- 普通	m ³	4.0
- 風化岩	m ³	8.0
- 岩	m ³	12.0
- トンネル	m ³	70.0
- 地下立坑	m ³	85.0
盛 土		
- 不透水性コア	m ³	8.0
- フィルタ	m ³	13.0
- ロック	m ³	8.0
コンクリート		
- オープン構造物	m ³	120.0
- トンネルおよび立坑	m ³	160.0
- ショットクリート	m ³	45.0
鉄 筋	トン	750.0
グラウティング		
- カーテンおよびブランケット	m	110.0
- コンソリデーション	トン	700.0

表 7. 2 主要建設資材の価格と労賃

項 目	単 位	単価 (MS \$)
セメント	トン	250
鉄筋	トン	1,160
H型鋼	トン	1,290
L型鋼	トン	1,140
ガソリン	KQ	1,200
ディーゼル油	KQ	800
マシン・オイル	KQ	3,000
爆 薬	k g	26
雷 管	ヶ	5
木 材	m ³	280
職 長	1人1日	90
電 工	"	45
鉄筋工	"	36
機械工	"	52
大 工	"	42
オペレーター (重機)	"	68
" (軽機)	"	42
溶接工	"	45
配管工	"	39
鉄 工	"	45
ドリル工	"	55
石積工	"	53
グラウト工	"	40
非熟練工	"	24

表 7.3 ゲートおよび水圧鉄管の工事単価

工 事 種 目	単 位	単価 (US \$)
仮排水路ゲート	トン	3.800
洪水吐ゲート	トン	7.000
放流設備	トン	8.000
取水口トラッシュ・ラック	トン	3.500
取水口ゲート	トン	7.000
放水庭ゲート	トン	6.500
水圧鉄管	トン	3.600

表 7. 4 補償費の予備的見積

項 目	単 位	数 量	単価(M\$1,000)	金額(M\$1,000)
1. 土 地				<u>30,935</u>
(1) 森林	km ²	3.2	150	480
(2) かん木地	km ²	14.7	150	2,205
(3) ゴム林	km ²	4.4	2,500	11,000
(4) 農 地	km ²	1.2	2,500	3,000
(5) 牧草地	km ²	4.3	2,500	10,750
(6) 宅 地	km ²	0.7	5,000	3,500
2. 建物その他				<u>6,459</u>
(1) 家 屋	戸	384	9.0	3,006
(2) 墓 地	"	304	0.5	152
(3) 公共の建物	"	8	9.0	72
(4) 学 校	"	20	6.0	120
(5) クリニック	"	3	8.0	24
(6) 教 会	"	5	7.0	35
(7) 精米場	"	2	25.0	50
(8) 製材所	"	3	1,000.0	3,000
3. 道 路				<u>7,630</u>
(1) 地方道路	km	8.7	500	4,350
(2) 材木運搬道路	km	6.3	200	1,260
(3) 村 道	km	20.2	100	2,020
合 計				45,024
				(US\$18,000,000)

表 7.5 (1) プロジェクト・コストの内貨と外貨部分 1/
(スークダムと発電所)

工 事 種 目	(単位US\$)		
	現地通貨	外国通貨	合 計
1. 準備工事	2,709,000	651,000	3,360,000
2. 仮排水工事	2,981,000	5,010,000	7,991,000
3. 主ダム	11,755,000	12,049,000	23,804,000
4. サドル・ダム	1,786,000	2,009,000	3,795,000
5. 余水吐	4,805,000	3,305,000	8,110,000
6. 放流設備	192,000	249,000	441,000
7. 取水口構造	372,000	277,000	649,000
8. 導水路とサージタンク	1,148,000	1,737,000	2,885,000
9. 水圧鉄管	565,000	464,000	1,029,000
10. 発電所と放水庭	1,692,000	983,000	2,675,000
11. 開閉所	57,000	34,000	91,000
12. 水力機械工事	1,023,000	4,094,000	5,117,000
13. 発電機器	750,000	6,750,000	7,500,000
14. 送電線	150,000	850,000	1,000,000
15. 1から14までの合計	29,985,000	38,462,000	68,447,000
16. 技術費と管理費	1,095,000	4,381,000	5,476,000
17. 補償費	18,400,000	0	18,400,000
18. 物理的予備費	4,948,000	4,284,000	9,232,000
19. 1から18までの合計	54,428,000	47,127,000	101,555,000
20. 価格予備費	28,472,000	12,173,000	40,645,000
21. 総計	82,900,000	59,300,000	142,200,000

1/ : 現地通貨分US\$ 11,275,000、外国通貨分US\$4,578,000、合計US\$ 15,853,000と

見積られる。建設期間中の金利は含まない。

表 7.5 (2) プロジェクト・コストの内貨と外貨部分^{1/}

(テノムパンギ発電所増設)

(単位US\$)

工 事 項 目	現地貨分	外国貨分	合 計
1. 準備工事	4,074,000	1,386,000	5,460,000
2. 取水口構造	390,000	210,000	600,000
3. 水路とサージタンク	8,359,000	15,513,000	23,872,000
4. 水圧鉄管	691,000	1,306,000	1,997,000
5. 発電所と放水路	2,808,000	1,534,000	4,342,000
6. 水力機械工事	1,365,000	5,461,000	6,826,000
7. 発電機器	1,800,000	10,200,000	12,000,000
8. 変電所機器	900,000	5,100,000	6,000,000
9. 1から8までの合計	20,387,000	40,710,000	61,097,000
10. エンジニアリングと管理	988,000	3,900,000	4,888,000
11. 補償	0	0	0
12. 物理的予備費	2,138,000	4,461,000	6,599,000
13. 1から12までの合計	23,513,000	49,071,000	72,584,000
14. 価格予備費	14,487,000	14,529,000	29,016,000
15. 総 計	38,000,000	63,600,000	101,600,000

^{1/} : 現地通貨分US\$ 4,852,000、外国通貨分US\$ 3,976,000、合計US\$ 8,828,000

と見積られる建設期間中の金利は含まない。

表 7. 6 (1) スーク・ダムと発電所の建設費年間支出

(単位: US\$1,000)

工 事 項 目	合計額	1989	1990	1991	1992	1993
1. 準備工事	3,360	2,016	1,334	-	-	-
2. 仮排水工事	7,991	443	4,883	887	-	1,778
3. 主ダム	23,804	-	3,662	6,408	10,986	2,748
4. サドル・ダム	3,795	-	2,846	712	-	-
5. 洪水吐	8,110	-	1,520	3,041	3,041	508
6. 放流設備	441	-	-	220	-	221
7. 取水口	649	-	-	216	433	-
8. 水路とサージタンク	2,885	-	-	-	1,511	1,374
9. 水圧鉄管	1,029	-	-	571	458	-
10. 発電所と放水路	2,675	-	-	81	1,234	1,360
11. 閉閉所	91	-	-	-	-	91
12. 水力機械工事	5,117	-	-	-	2,653	2,464
13. 発電機器	7,500	-	-	394	2,368	4,783
14. 送電線	1,000	-	-	-	-	1,000
小 計	68,447	2,696	14,255	12,580	22,684	16,282
15. エンジニアリングと管理	5,476	2,415	790	652	1,014	605
16. 補償	18,400	1,000	1,000	1,000	7,700	7,700
17. 物理的予備費	9,232	611	1,604	1,418	3,139	2,460
合 計	101,555	6,722	17,649	15,600	34,537	27,047
18. 価格予備費	40,645	2,711	7,060	6,240	13,815	10,819
総 計	142,200	9,433	24,709	21,840	48,352	37,866

1] : 詳細設計の費用は1989年度分に含まれる。(US\$ 2,200,000)

表 7.6 (2) テノムパンギ発電所増設の建設費年間支出

(単位: US\$1,000)

工 事 項 目	合計額	1989	1990	1991	1992	1993
1. 準備工事	5,460	-	5,460	-	-	-
2. 取水口	600	-	-	200	200	200
3. 水路とサージタンク	23,872	-	917	5,814	10,710	6,431
4. 水圧鉄管	1,997	-	-	703	703	591
5. 発電所と放水路	4,342	-	-	1,860	1,549	933
6. 水力機械工事	6,826	-	-	620	3,722	2,484
7. 発電機器	12,000	-	-	570	4,570	6,860
8. 変電所機器	6,000	-	-	1,200	3,000	1,800
小 計	61,097	0	6,377	10,967	24,454	19,299
9. エンジニアリングと管理	4,888	2,000	201	460	1,310	917
10. 補 償	0	0	0	0	0	0
11. 物理的予備費	6,599	200	657	1,142	2,576	2,024
合 計	72,584	2,200 ¹⁾	7,235	12,569	28,340	22,240
12. 価格予備費	29,016	862	2,894	5,028	11,336	8,896
総 計	101,600	3,062	10,129	17,597	39,676	31,136

1) : 詳細設計の費用は1989年度分に含まれる。(US\$ 2,200,000)

第8章 プロジェクト評価

8.1 概 説

本章では、テノムパンギ水力発電開発プロジェクトの経済的・財務的評価、及び社会、環境面からの評価を取り扱う。1984年から操業を開始した既存のテノムパンギプロジェクトを考慮した上で、最初にテノムパンギの拡張分（第3期のみ）について、次に既存のテノムパンギ発電所、テノムパンギ発電所の拡張分、及びスーク貯水池と発電所といった全テノムパンギ水力システムを包括するプロジェクト（すなわち、テノムパンギプロジェクトの第1、2、3期のすべて）についての評価を行なう。経済的・財務的評価は、プロジェクト供用期間あるいは、評価期間内のプロジェクトの建設及び維持・管理費と、プロジェクトにより発生する便益を比較して行なう。

プロジェクトの費用は、前章で計画・設計された全作業について見積る。一方、便益は、スーク発電所とテノムパンギ発電所の拡張分（第3期単独）による新たな電力に対して、見積られる。テノムパンギプロジェクトの第1、2、3期全てを包括したものについて評価をするために、既存のテノムパンギ発電所の電力便益・建設費用を算定し、使用する。費用・便益は、1985年/86年の価格水準で算定する。

8.2 経済評価

8.2.1 概 説

経済評価は、国家の経済発展に対するプロジェクトの貢献度を評価するために行なう。1985年/86年時の市場価格で見積られた費用・便益は、物価上昇分や建設期間中の利子を除いて再評価され、経済価格・国境価格に変換される。この価格の変換には、連邦経済企画庁で集約された、マレーシアにおける公的な換算係数を用いる。換算係数は表8.1に示す通りである。

表 8.1 国家経済換算係数

項 目	係 数
1) 総合換算係数	0.89
2) 建設費用一般	0.84
3) 建設材料	0.91
4) 賃貸、燃料及び電気	0.95
5) 民間業者による運搬	0.56
6) 機器・機材の運搬	1.08
7) 運搬一般	0.79
8) ディーゼル油	0.88
9) 重 油	1.40
10) 潤滑油	0.80
11) 電信電話	0.78

8. 2. 2 プロジェクト費用

プロジェクトの経済的費用は、(プロジェクトの総事業費) - (補償費) + (スーク貯水池一帯が水没により失う生産額の機会費用) の手順で算定される。最後の機会費用は貯水池一帯の土地生産性と関連している。荒野及び非耕作地に付随する費用は考慮されない。現在、スーク貯水池一帯の生産地域としては、陸稲栽培地、ゴムのプランテーション及び牧草地があげられる。この中で貯水池一帯が水没により失う生産活動の大部分は、陸稲とゴムの栽培により占められている。牧草地の水没による損失生産額は、その規模が陸稲栽培と殆んど同じか、低めであるために、金額的には、陸稲栽培と同等に見積り、項目としては、陸稲栽培に含める。水没による貯水池一帯の損失生産額は、年間でUS\$ 282,000 (M\$ 690,000) に相当する。

プロジェクトの経済的費用は、次の表 8.2に示す通りである。

Table 8.2 (1) プロジェクトの経済的費用

(単位: 10³ US\$)

項 目	換算係数	財務的費用			経済的費用		
		外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
I. 第Ⅲ期のみ							
1. <u>スークダムならびに発電所</u>							
1) 土 木	0.84	26,768	28,062	54,830	26,768	23,572	50,340
2) 水力機械	0.84	4,094	1,023	5,117	4,094	859	4,953
3) 発電機器ならびに 送電線	0.84	7,600	900	8,500	7,600	756	8,356
小 計 :		<u>38,462</u>	<u>29,985</u>	<u>68,447</u>	<u>38,462</u>	<u>25,187</u>	<u>63,649</u>
4) エンジニアリングと 管理	0.89	4,381	1,095	5,476	4,281	975	5,356
5) 補償	-	0	18,400	18,400	0	0	0
6) 損失生産額	-	0	0	0	0	2,796 ^{1/}	2,796 ^{1/}
7) 物理的予備費	-	4,284	4,948	9,232	4,284	2,896	7,180
合 計		<u>47,127</u>	<u>54,428</u>	<u>101,555</u>	<u>47,127</u>	<u>31,854</u>	<u>78,981</u>
						(29,058) ^{2/}	(76,185) ^{2/}
2. <u>テノムパンギ発電所の増設</u>							
1) 土 木	0.84	19,949	16,322	36,271	19,949	13,710	33,659
2) 水力機械	0.84	5,461	1,365	6,826	5,461	1,147	6,608
3) 発電機器 ならびに送電線	0.84	15,300	2,700	18,000	15,300	2,268	17,586
小 計 :		<u>40,710</u>	<u>20,387</u>	<u>61,097</u>	<u>40,710</u>	<u>17,125</u>	<u>57,835</u>
4) エンジニアリングと 管理	0.89	3,900	988	4,888	3,900	879	4,779
5) 物理的予備費	-	4,461	2,138	6,599	4,461	1,800	6,261
合 計		<u>49,071</u>	<u>23,513</u>	<u>72,584</u>	<u>49,071</u>	<u>19,804</u>	<u>68,875</u>
総計(第Ⅲ期のみ)	:	<u>96,198</u>	<u>77,941</u>	<u>174,139</u>	<u>96,198</u>	<u>51,658</u>	<u>147,856</u>
						(48,862) ^{2/}	(145,060) ^{2/}

1/: 毎年US\$282,000の損失生産額をプロジェクト寿命を50年、割引率を10%として換算。

2/: 損失生産額を見込まない場合

Table 8.2 (2) プロジェクトの経済的費用

(単位: 10³ US\$)

項 目	換算係数	財務的費用			経済的費用		
		外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
II. 第 I、II、III 期全体							
1. 第 III 期のみ	-	96,198	77,941	174,139	96,198	51,658	147,856
2. 第 I、II 期							
1) 土 木	0.84	36,371	29,758	66,129	36,371	24,997	61,368
2) 電機・機械	0.84	23,846	4,208	28,054	23,846	3,535	27,381
3) その他	0.84	1,000	6,822	7,822	1,000	5,730	6,730
小 計		<u>61,217</u>	<u>40,788</u>	<u>102,005</u>	<u>61,217</u>	<u>34,262</u>	<u>95,479</u>
4) エンジニアリングと 管理	0.89	5,894	4,898	10,792	5,894	4,359	10,253
5) 契約金額の補正等	0.84	25,162	0	25,162	25,162	0	25,162
6) 1985年までの利子		0	10,204	10,204	0	10,204	10,204
合 計		<u>92,273</u>	<u>55,890</u>	<u>148,163</u>	<u>92,273</u>	<u>48,825</u>	<u>141,098</u>
						(38,621) ^{1/}	(130,894) ^{1/}
総 計							
(第 I、II、III 期全体)		<u>188,471</u>	<u>133,831</u>	<u>322,302</u>	<u>188,471</u>	<u>100,483</u>	<u>288,954</u>
				(312,098) ^{1/}		(90,279) ^{1/}	(278,750) ^{1/}
						(87,483) ^{1/2}	(275,954) ^{1/ 2/}

1/: 1985年までの利子を見込まない場合

2/: 損失生産額を見込まない場合

Table 8.3 経済的費用の支出計画

(単位：10³ US\$)

No.	年	第Ⅲ期のみ			第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期全体		
		外貨	内貨	合計	外貨	内貨	合計
1	1979	-	-	-	92,273	38,621	130,894 ^{1/}
.
.
.
6	1984	-	-	-	-	-	-
7	1985	-	-	-	-	(10,204) ^{2/}	(10,204) ^{2/}
8	1986	-	-	-	-	-	-
9	1987	-	-	-	-	-	-
10	1988	-	-	-	-	-	-
11	1989	4,601	2,704	7,305	4,601	2,705	7,305
12	1990	10,837	10,746	21,583	10,837	10,746	21,583
13	1991	15,367	9,692	25,059	15,367	9,692	25,059
14	1992	35,514	15,985	51,499	35,514	15,985	51,499
15	1993	29,879	9,735	39,614	29,879	9,734	39,614
16	1994	-	282	282	-	282	282
17	1995	-	282	282	-	282	282
18	1996	-	282	282	-	282	282
19	1997	-	282	282	-	282	282
20	1998	-	282	282	-	282	282
.
.
.
65	2043	-	282	282	-	282	282

^{1/}: 1985年度末に見積もられた最終工事費^{2/}: 1985年度末までに支払われた利子

テノムパンギプロジェクトの第3期のみについて、及び第1、2、3期を包括したものの経済的費用の支出計画は、表 8.3に示す通りである。その詳細を表A-8.1 ~ 8.3に示す。

毎年発生する維持・管理費 (OMR 費) は、第3期のみについての場合、US \$ 2,272,000で、第1、2、3期を包括したものについては、US \$ 1,800,000~ 4,072,000である。

プロジェクトの経済的費用は、建設開始が1989年、建設期間は5年、経済寿命は50年、割引率は10%と想定して算出する。表 8.4にその要約を示す通りである。

表 8.4 経済的費用

(単位: 10^3 US\$)

項 目	費 用	
	第3期単独	第1, 2, 3期
1 プロジェクト費用	145,060	275,954
2 年間OMR費	2,272	1,800 - 4,072
3 水没による年間損失生産額	282	282
4 プロジェクト開始時の現価換算費用		
1) プロジェクト費用	113,382	301,183
2) OMR費	13,986	40,115
3) 水没による損失生産額	1,736	1,736
5 現価換算経済的費用の総額	129,104	343,034

8. 2. 3 プロジェクト便益

テノムパンギ プロジェクトでは、最小費用の代替発電所を想定して、便益を算定した。今回は、プロジェクトの規模、代替発電所の経済性及びマレーシア国内の電源を考慮して、50MW級の発電機を備える石炭火力発電所を代替発電所として選んだ。

代替発電所のkW価値、kWh価値は、次に示す通りである。

- 1) 代替発電所 : 石炭火力発電所
- 2) 設備容量 : 50MW級
- 3) kW当りの建設費 : 1.350 US\$/kW

(1985年/86年の物価水準)

- 4) 供用期間 : 25年
- 5) 年間OMR費 : 3.0%
- 6) 補正係数 :

	石炭火力	水力
事故停止	0.03	0.005
所内電力消費	0.07	0.005
補修	0.15	0.01
送電損失	0.02	0.04

$$\text{kW価値補正係数} = \frac{(1-0.005)(1-0.005)(1-0.01)(1-0.04)}{(1-0.03)(1-0.07)(1-0.15)(1-0.02)} = 1.252$$

$$\text{kWh価値補正係数} = \frac{(1-0.005)(1-0.04)}{(1-0.07)(1-0.02)} = 1.048$$

7) kW 価値 :

割引率 : 10%

資本回収率 : 0.1102

$$\begin{aligned} \text{kW 価値} &= 1,350 \times (0.1102 + 0.03) \times 1.252 \\ &= 237.0 (\text{US\$/kW}) \end{aligned}$$

8) kWh 価値 :

石炭の値段 : 0.055 US\$/kg

石炭の消費率 : 0.45 kg/KW 時

$$\begin{aligned} \text{kWh 価値} &= 0.055 \times 0.45 \times 1.048 \\ &= 0.026 (\text{US\$/kW 時}) \end{aligned}$$

プロジェクトの便益は、電力需要の伸びに伴う、いわゆる拡大期を考慮に入れて、上記のkW価値、kWh価値及びテノムパンギプロジェクトに関与する電力需要にもとづいて算定した。便益は、スーク・テノムパンギ水力システムに対し月毎の貯水池運用によるシミュレーション結果にもとづいて算定した。便益を求めるための電力及び電力量には各々95%保証電力及び年平均電力量を用いた。

	電 力 量 (GW時)			保証 電力(MW)
	常 時	2 次	計	
1. スーク発電所	45.5	6.3	51.8	9.9
2. テノムパンギ増設分	283.8	-	283.8	61.1 ¹⁾
3. 計 (第Ⅲ期単独)	329.3	6.3	335.6	71.0
4. テノムパンギ既存分	331.6	184.6	516.2	45.0
総計 (第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期)	660.9	190.9	851.8	116.0

1) : 既存のテノムパンギにおける発生電力増加分を含む。

プロジェクトの便益は、割引率10%、プロジェクト供用期間を50年として、年平均便益及び1989年（プロジェクト開始年）での現価換算便益として表わす（表 8.6 参照）。詳細は表 A-8.4 (1)～(2) を参照のこと。

表 8.5 経済的便益

項 目	便 益	
	第3期単独	第1, 2, 3期
1. 年平均便益		
1) kW 便益	9,700~16,800	1,400~27,500
2) kWh 便益	8,600	8,500~19,700
2. 建設開始年での現価換算便益	163,000	432,200

8. 2. 4 経済的費用・便益の比較

1985年/88年の価格水準で算出したプロジェクトの経済的費用と便益を比較し、便益・費用比率及び経済的内部収益率（EIRR）を求める（表 8.6参照）。

表 8.6 経済的費用・便益の比較

項 目	第3期単独	第1, 2, 3期
1. 経済的費用 (C)		
(10^3 US\$)	129,104	343,034
2. 経済的便益 (B)		
(10^3 US\$)	163,000	432,200
3. 純便益 (B-C)		
(10^3 US\$)	33,896	89,166
4. 便益費用比率 (B/C)	1.26	1.26
5. 経済的内部収益率		
(EIRR) (%)	12.6	13.9

8. 2. 5 感 度 分 析

感度分析では、仮定や条件が変化した場合、プロジェクトの経済性 (EIRR) が、いかに変化するかを調べる。

感度分析で変化させる仮定は、次の通りである。

- ケース1 : 建設費が10%増加した場合
- ケース2 : 建設費が20%増加した場合
- ケース3 : 便益が10%減少した場合
- ケース4 : 便益が20%減少した場合
- ケース5 : ケース1とケース3を組合わせた場合
- ケース6 : ケース1とケース4を組合わせた場合
- ケース7 : ケース2とケース3を組合わせた場合

感度分析の結果を表 8.7に示す。

表 8.7 感度分析結果

(単位：%)

ケ ー ス	経済的内部収益率 (EIRR)	
	第Ⅲ期単独	第Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ期
何も変化させない場合	12.6	13.9
1	11.7	13.5
2	10.8	13.1
3	11.4	12.4
4	10.2	10.9
5	10.5	12.0
6	9.4	10.6
7	9.8	10.2

8.3 財務分析

8.3.1 概 説

財務分析では、テノムバンギプロジェクトの第I期単独の場合、及び第I、II、III期を包括した場合についての財務的な妥当性を検討する。

費用・歳入は、すべて、1985年/86年時点での財務価格、即ち市場価格で見積る。

8.3.2 財務計算書

プロジェクトの財務的妥当性を調べるのに、次の条件のもとに財務計算書を作成した。

- 1) 費用のうち外貨分は、すべて、国際金融機関から融資されるものとする。内貨分は、すべてマレーシア連邦政府基金で賄われるものとする。融資条件は、次の通りである。

	内 貨	外 貨
a) 年 利 率	8.5%	4.0%
b) 返済据置き期間	5年	7年
c) 据置き期間を除いた返済期間	25年	13年

- 2) プロジェクトの歳入は、発電所端での電力^{1/}を販売して得られるものとし、現行の平均的な電力料金から、送配電費用と管理費用を差し引いた売電価格をもとに算出する。電気料金としては、1986年に改訂されたものを使用する。歳入の算出方法は、次の通りである。

$$\begin{aligned} & \{ (1986年の電気料金) - (送配電費用) \} \times \{ 1 - (送電による損失) \} \\ & = \{ (1985年の電気料金) \times 0.9 - 5.0 \} \times \{ 1 - 0.15 \} \\ & = (28.99 \times 0.9 - 5.0) \times 0.85 \\ & = 17.93 \text{ M}\phi \\ & = 7.32 \text{ US}\phi \end{aligned}$$

^{1/} : 表A-8-4、8-5における電力量を用いる。

^{2/} : 1986年の電気料金は1985年の電気料金の90%と報告されている。

テノムパンギ プロジェクトの第Ⅲ期のみについての場合、及び第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期を包括した場合の財務計算書を、それぞれ表 8.8、表 8.9に示す。第Ⅲ期のみについての場合、プロジェクトの収支は、完成後3年目から黒字に転じ、一方、第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期を包括した場合については、完成直後に黒字に転じる。故に、このプロジェクトは通常の借款条件に対しては、財務的に妥当であると言える。

8. 3. 3 財務的内部収益率

財務的内部収益率 (FIRR) の計算には、50年のプロジェクト供用期間で、財務計算書と同じプロジェクト費用や売電量を用いた。その結果、FIRRは各々 10.8%、18.3%である。

8. 3. 4 感度分析 (財務)

財務的感度分析は、経済分析と同様の方法で行なった。

分析に用いた条件を以下に示す。

ケース1：プロジェクト費用の価格予備費が10%増加した場合

ケース2：プロジェクト費用の価格予備費が40%増加した場合

ケース3：売電量が10%減少した場合

ケース4：売電量が20%減少した場合

ケース5：ケース1とケース3を組合わせた場合

ケース6：ケース1とケース4を組合わせた場合

ケース7：ケース2とケース3を組合わせた場合

感度分析の結果を表 8-10 に示す。

表8-10 財務的感度分析結果

(単位：%)

ケ ー ス	F I R R	
	第Ⅲ期単独	第Ⅰ, Ⅱ, Ⅲ期全体
何も変化させない場合	10.8	18.3
1	9.9	17.7
2	7.8	15.9
3	9.7	15.9
4	8.5	13.7
5	8.8	15.3
6	7.8	13.1
7	7.0	13.7

表8.8 財務分析表（スークダムと発電所+テノムバンギ増設分-第Ⅲ期単独）

(単位：10³ US\$)

No.	年度	支出		収入	運転維持管理費	純益	返済		返済額 合計	収支	累加収支
		内貨	外貨				内貨	外貨			
0	1985										
1	1986			0		0	0	0	0	0	0
2	1987			0		0	0	0	0	0	0
3	1988			0		0	0	0	0	0	0
4	1989	4,319	4,601	0		0	367	184	551	-551	-551
5	1990	13,934	10,947	0		0	1,551	621	2,172	-2,172	-2,723
6	1991	12,691	15,477	0		0	2,630	1,241	3,871	-3,871	-6,594
7	1992	27,359	35,514	0		0	4,955	2,661	7,616	-7,616	-14,210
8	1993	19,638	29,659	0		0	6,624	3,847	10,471	-10,471	-24,681
9	1994			24,335	2,610	21,725	7,615	3,847	11,462	10,263	-14,418
10	1995			24,335	2,610	21,725	7,615	3,847	11,462	10,263	-4,155
11	1996			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	321
12	1997			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	4,797
13	1998			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	9,273
14	1999			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	13,749
15	2000			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	18,225
16	2001			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	22,701
17	2002			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	27,177
18	2003			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	31,653
19	2004			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	36,129
20	2005			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	40,605
21	2006			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	45,081
22	2007			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	49,557
23	2008			24,335	2,610	21,725	7,615	9,634	17,249	4,476	54,033
24	2009			24,335	2,610	21,725	7,615	7,615	14,110	14,110	68,143
25	2010			24,335	2,610	21,725	7,615	7,615	14,110	14,110	82,253
26	2011			24,335	2,610	21,725	7,615	7,615	14,110	14,110	96,363
27	2012			24,335	2,610	21,725	7,615	7,615	14,110	14,110	110,473
28	2013			24,335	2,610	21,725	7,615	7,615	14,110	14,110	124,583
29	2014			24,335	2,610	21,725	7,615	7,615	14,110	14,110	138,693
30	2015			24,335	2,610	21,725	7,615	7,615	14,110	14,110	152,803
31	2016			24,335	2,610	21,725	7,615	7,615	14,110	14,110	166,913
32	2017			24,335	2,610	21,725	7,615	7,615	14,110	14,110	181,023
33	2018			24,335	2,610	21,725	7,615	7,615	14,110	14,110	195,133
合計		77,941	96,198	608,375	65,250	543,125	206,502	141,490	347,992	195,133	-

表8.9 財務分析表（スークダムと発電所、テノムパンギ増設分+テノムパンギ既設分
- 第Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ期）

（単位：10³ US\$）

No.	年度	支出		収入	運転維持管理費	純益	返済		返済額 合計	収支	累加収支
		内貨	外貨				内貨	外貨			
0	1985	55,890	92,273	23,856	2,070	21,786	5,461	3,691	9,152	12,634	12,634
1	1986			26,162	2,070	24,092	5,461	3,691	9,152	14,940	27,574
2	1987			29,624	2,070	27,554	5,461	9,240	14,701	12,853	40,427
3	1988			31,029	2,070	28,959	5,461	9,240	14,701	14,258	54,685
4	1989	4,319	4,601	31,029	2,070	28,959	5,828	9,424	15,252	13,707	68,392
5	1990	13,934	10,947	31,029	2,070	28,959	7,012	9,861	16,873	12,086	80,478
6	1991	12,691	15,477	31,029	2,070	28,959	8,091	10,481	18,572	10,387	90,865
7	1992	27,359	35,514	31,029	2,070	28,959	10,416	11,901	22,317	6,642	97,507
8	1993	19,638	29,659	31,029	2,070	28,959	12,085	13,087	25,172	3,787	101,294
9	1994			55,365	4,680	50,685	13,076	13,087	26,163	24,522	125,816
10	1995			55,365	4,680	50,685	13,076	13,087	26,163	24,522	150,338
11	1996			55,365	4,680	50,685	13,076	18,874	31,950	18,735	169,073
12	1997			55,365	4,680	50,685	13,076	18,874	31,950	18,735	187,808
13	1998			55,365	4,680	50,685	13,076	18,874	31,950	18,735	206,543
14	1999			55,365	4,680	50,685	13,076	18,874	31,950	18,735	225,278
15	2000			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	253,253
16	2001			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	281,228
17	2002			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	309,203
18	2003			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	337,178
19	2004			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	365,153
20	2005			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	393,128
21	2006			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	421,103
22	2007			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	449,078
23	2008			55,365	4,680	50,685	13,076	9,634	22,710	27,975	477,053
24	2009			55,365	4,680	50,685	13,076		13,076	37,609	514,662
25	2010			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	557,732
26	2011			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	600,802
27	2012			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	643,872
28	2013			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	686,942
29	2014			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	730,012
30	2015			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	773,082
31	2016			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	816,152
32	2017			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	859,222
33	2018			55,365	4,680	50,685	7,615		7,615	43,070	902,292
合計		133,831	188,471	1,649,941	135,630	1,514,311	343,027	268,992	612,019	902,292	-

8. 4 社会-環境影響評価

8. 4. 1 概 説

マレーシア第5次5カ年計画（1986～1990年）に記載されている環境保全戦略に依れば、プロジェクトの開発計画、実施、運転及び維持管理のすべての面で、環境影響評価を考慮しなければならないとし、環境対策及び環境保全に必要な経費を、上記プロジェクトの計画や実施に組み込むべきであるとしている。

このようなマレーシアの環境保全に取り組む状況を勘案して、テノムパンギ第Ⅲ期プロジェクトの社会-環境評価は、プロジェクトが社会的、かつ環境上、及ぼすであろう影響にもとづいて実施した。環境に及ぼす影響は有益か不利益かで表現され、かつプロジェクトの影響を受ける社会的単位の占める位置によっても変化する。スーク貯水池の完成によって、立ち退きを余儀なくされる住民にとっては、大きな不利益をこうむる事になる。一方、プロジェクトに依って、新しく電力の供給や改良された交通施設を享受する地域や、洪水の被害から解放される地域では、有益な効果を受ける事になる。

8. 4. 2 社会的な局面

1) 社会学的転換

貯水池予定地内のすべての住民は、補償手続きを完了して立ち退く事になるが、貯水池境界線上に土地を所有している住民や、借地人は、もし彼らの土地が貯水池によって分断され、生産性が落ち、従って彼らの生活水準を維持出来なくなる様な場合は、その地を去る事になる。

テノム第Ⅲ期プロジェクト地域及び周辺に残る住民や地域社会は、プロジェクトから有益な影響を受ける事になる。すなわち、電力供給、付替道路網、建設中の工事用に使用されたりプロジェクトの維持管理用に新しく作られた道路や、学校、診療所又は病院、教会や公民館等の公共施設が、これら住民や地域

社会に役立つものとなる。

スーク貯水池が有する事になるであろう自然の洪水調節効果は、スーク・ダムより下流の川沿いに分布する、洪水氾濫地域の住民にとって有益な影響となり得る。

計画された貯水池内での漁業については、あまり期待できない。なぜならば、年間25mもの貯水池水位の変動があり、それが魚の養殖に適していないからである。しかしながら、貯水池より上流の河川で産卵をしてまた貯水池に戻って来る性質を持っている魚類については、その限りではない。

2) 立ち退きと移住

第2章で述べられている様に、スーク・ダムは、スーク川に建設される計画になっている。従ってスーク平野のうち、約5km²に及ぶ貯水池区域が水没する。この貯水池区域は、表 8.11 に示した様に3分の2は雑木林（42%）と森林（9%）で覆われている。残りの地域は、ゴム園（13%）、牧草地（12%）、耕作地（3%）等に利用されている。

表 8.11 貯水池区域に於ける土地利用及び補償項目

項 目	単 位	数 量
1. 人 口		
家 族	数	416
住 民	人	2,225
2. 土地利用		
森 林	km ²	3.2
雑木林	"	14.7
ゴム園	"	4.4
耕作地	"	1.2
牧草地	"	4.3
居住地	"	0.7
その他	"	6.5
合 計	"	35.0

項 目	単 位	数 量
3. 家及び建物		
家 屋	戸	334
公共の建物	〃	8
学 校	〃	20
教 会	〃	5
診 療 所	〃	3
製 材 所	〃	3
製 米 所	〃	2
墓	〃	304
4. 道 路		
地 方 道	km	8.7
材木運搬道路	〃	6.3
村 道	〃	20.3
合 計		35.3

およそ 2,230人の住民がスーク貯水池予定地から立ち退く事になる。その様な住民の移住は、彼らの家族、隣人それに崩壊するであろう地域社会に対して大きな影響を与える事になる。

貯水池区域の住民に対して実施した個別調査結果に依れば、およそ80%の住民は、移住に対しては消極的な姿勢を示しながらも、付近に移住地が得られ、現在の生計を維持できるなら、プロジェクトの実施に同意する旨を表明している。貯水池区域周辺の移住可能地域を添付の図A-8.1 に示す。

従って、貯水池区域に於ける立ち退きと移住に関しては、プロジェクトにより、近隣地域に移住地が考慮されるのであれば、問題となるような影響はほとんど無いものと結論づける事が出来る。

3) 湖畔ならびに湖面の利用

a) 貯水池

約35㎦の湖水面積を有する貯水池の出現により湖畔及び湖面の利用が期待できる。リクリエーション資源の開発が最も有望である。なぜならば、スーク・ダム地点は、ケニンガウの町から5km、コタキナバルから約100kmの地点に位置しており、キナバル山（サバ州に於ける最も有名な観光地として知られている）を経て、コタキナバルから観光客を魅き付けるに十分なリクリエーション地区になる可能性が高いからである。従って、貯水池周辺に土地を選定し、リクリエーション施設を開発する事が考慮されよう。このリクリエーション開発は選定された地区のより集約的な利用につながり、特に貯水池の出現に依って立ち退かねばならない人達に対し、いくらかの就業、及び商業の機会をも提供することとなる。

この様なリクリエーション開発は、スーク貯水池の25mにも及ぶ年間水位変動を考慮に入れて実施されねばならない。貯水池周辺、あるいはダムの近くで有望なリクリエーション施設は下記の通りである：

- a ダムと貯水池を望む展望台
- b 公園及び休憩所
- c ホテル及びレストラン
- d ボート及びウインドサーフィン
- e キャンプ施設（キャンプ場および宿泊設備）
- f フィッシング施設（フィッシング池、フィッシング・ポート、レストハウス）

b) スーク川流域

スークダム地点での流域面積は、1,705 ㎦である。五万分の一の地形図と土地台帳をもとに作成したスークダム流域における土地利用の現況は、図8.1 に示す通りで、以下のように要約される。

スークダム流域の土地利用の現況

<u>土地区分</u>	<u>面積 (Km²)</u>
森林	1,286.6
FELDA 等の開発用地	103.4
草地 (スーク平原)	60.0
稲作地 (主として陸稲)	60.0
ゴムプランテーション	4.4
牧場	4.3
その他の農耕地	0.3
かん木地	15.0
宅地	1.0
その他	170.0
合計	<u>1,705.0</u>

流域の大部分は森林である。これらの森林では、木材の生産活動である山林伐採が進行してきた。流域内の人口分布は稀薄なため、森林開拓はさほど進んでいないが、山林伐採のあとには、植林をするか二次林の育成に努めるのが望ましい。そうすれば将来の森林資源ならびに水資源の滋養に役立つ。森林地内の一定地域は、FELDA による開発のように、オイルパーム、ゴム、香辛料、コーヒー等のプランテーションとして利用されよう。現在計画されている開発用地面積は約 250Km²(25,000ha)である。

平坦なスーク平原は、牧場あるいは牧草地として利用できる。その面積はほぼ60Km²(6,000ha)である。稲作地は流域内にまばらに分布しており、主として焼畑農法によっている。それらの一部は、近くの川から水を引く灌漑設備を設けることにより、水田に変えることができる。このような土地の面積は30Km²(3,000ha)ほどある。

スーク貯水池が完成すると、流域内にある35km²の土地が水没するが、ゴムプランテーション、牧場、宅地等は貯水池内から移転される。従って現況ならびに将来の状況を考慮して予測される将来の土地利用は以下の通りである。

将来のスークダム流域の土地利用

<u>土地区分</u>	<u>面積 (km²)</u>
森林	1,122
PELDA 等の開発用地	250
牧草地	60
水田	30
陸稲耕作地	30
ゴムプランテーション	5
牧場	5
農耕地	1
かん木地	-
宅地	2
スーク貯水池	35
その他	165
合計	1,705

4) 水 利 用

a) 灌 漑 用 水

現在、スークダムサイトとテノムパンギ取水堰の間で、スーク、ペガラン及びパダス川本流から、直接の灌漑用水の取水は行なわれていない。これらの地区に於ける農業用水の多くは、支川から水田に直接取水するか又は、雨に頼っているのが実情である。この地区はケニンガウとテノムの両平野間に

位置しているため、平坦な土地は本流と支流に沿った区域に限定されている。このような平坦地は、稲、畑作物、ココアやゴムなどの為に既に耕作されている。従って、将来灌漑の為に本流からの河川水を直接利用する機会は非常に少ない。これらの事柄より下記の結論を導き出す事が出来よう。

①テノムパンギ第三期のプロジェクトは、スーク・ダム地点からテノムパンギ取水堰までの間の灌漑用水に対して影響を与える事はない。

②しかも、将来、本流からの河川水を直接灌漑に使用する可能性は非常に少ない。

b) 水道用水

ペガララン川とパダス川の水は、ケニンガウとテノムの町へ水道用水を供給するために利用されている。ケニンガウの町への水道用水の取水地点はペガララン川とスーク川との合流点の上流に位置しているため、本プロジェクトの影響は受けない。一方、テノムの町に対する水道用水の取水地点は、ペガララン川とパダス川の合流点直下に位置している。テノムの町への取水量は、現在 $1,530\text{m}^3/\text{日}$ 又は $0.02\text{ m}^3/\text{秒}$ である。この取水地点よりも約 1 km 下流にあるテノムラマ測水所での平均流量は $210\text{m}^3/\text{秒}$ であることから、テノム町で必要とする水道用水が、将来、今の必要量の10倍に増大したとしても、無視できるほど小さい。スーク・ダム地点での流域面積は、テノムラマ地点の流域面積の22%でしかない。従って、本プロジェクトによる、テノムの町への水道用水の供給に対する影響は無いものと結論づける事ができる。

スーク・ダム地点より約 2 km 下流に位置しているアンシブ村の人々は、スーク川の水を生活用水-洗濯や水浴に使用している。本プロジェクトの完成後は、発電の為に貯水池操作によって、ダム下流の河川水が人工的に変動することになる。従って、本プロジェクトが、アンシブ村の住民の生活用水利用にどのような影響を及ぼすかを把握した上で、井戸あるいは水道施設を準備する必要がある。

5) 雇用機会

プロジェクトの建設期間中に、立ち退いた住民から可能な限りの労務者を雇用する事で、プロジェクトが住民に与える不利な影響を少しでも、やわらげる事ができる。工事に於いて量的に最も必要とする未熟練又は半熟練労務者は、立ち退いた住民から優先的に雇用されるべきである。その様な住民が、資産の蓄積を果し、彼らの生活水準を引き上げる様になるならば、貯水地域からの立ち退きを余儀なくされた住民側の不利益な影響をやわらげる事につながる。

6) 公衆衛生

プロジェクト地域に於ける最も一般的な病気はマラリヤである。マラリヤは、住民や労務者が、十分な医療対策なしでプロジェクトの建設現場等に集中する様な場合に、拡散する可能性がある。従って、プロジェクトの建設中及び建設後にマラリヤが蔓延する事の無い様十分な注意を払う必要がある。

8. 4. 3 環境的側面

1) 生態系の変化

生態系は環境的-生物学的システムであり、独立した因子や成分でなく、一つのシステムとして作用する。利害関係の主体者が個々か又は集合的な人間である場合は、そのシステムは物理学的-生物学的-文化的システムすなわち、自然-文化生態系を意味する。

テノムパンギ第三期プロジェクトの完成と運用は、スーク川の生態系に環境的变化をもたらす。スーク川の生態系は、現在、システムの変動特性である低水と洪水という両極端を反映して動いている。

内陸の漁業は、その様な自然河川のもつ条件に左右されている。“自然な”スーク川が現在保持している河相を考慮するならば、第三期プロジェクトの完成は、スーク川の生態系に基本的な変化をもたらす。スークダムからの調節された放流量は、自然の低水流量や、平均低水流量よりも大きくなるので、異常濁水による不都合は除去される事になる。スーク貯水池で洪水が自然に低減さ

れるという事は、が自然に低減されるという事は、下流に於いて異常に大きな流速と水深が押えられる事に他ならない。河川水系は慎重に取り扱われねばならないので、プロジェクトの運転・管理基準を作成する時には、新しい河川生態系を考慮に入れなければならない。ここでは、スーク川に生息する魚、水生動物及び水生植物の季節的な移動に関する資料が無いので、プロジェクト完成後の貯水池及び貯水池上流地域での生態系に対する評価が出来なかった。従って、プロジェクトの生態学的、社会・文化的影響を追跡調査する事が推奨される。

2) 水 質

スーク・ダムと発電所の建設中には、スーク川の浮遊土砂濃度や有機質含有量が増大する可能性が強い。よって、プロジェクトの工事現場には、沈砂池や浄化槽を準備して、骨材製造/洗浄設備や下水施設からの汚濁水が流出しない様十分配慮しなければならない。

熱帯気象条件下の貯水池内で繁殖する水生植物や汚染の性質を考慮して、全ての木々を含む植物類は、貯水開始以前に貯水池区域から除去すべきである。

3) 植 生

スークダム流域に於ける植生は熱帯常緑原生林から、主として伐採や部分的には焼畑に依って二次林に移行してきている。水没する貯水池区域では、樹林は、主としてスーク川沿いに残っており貯水池区域の15%を占めているに過ぎない。それらの二次林は品質上商品価値は乏しい。従って、テノムパンギ第三期プロジェクトが貯水池区域で、直接的な利益又は、不利益となる環境的影響を及ぼすことは無いと言える。

流域に於ける集中的な伐採による山岳地域の荒廃を防ぐ事と、森林の商品価値を取り戻す為、再植林を実施する事が望ましい。

4) 鉱 物 資 源

マレーシア政府、地質調査部の報告によれば、既存の地質調査報告書(Collenette, 1965)を引用して、“貯水池予定区域には、商品価値のある鉱物資源は存在しない”と報告している。

5) 野生生物

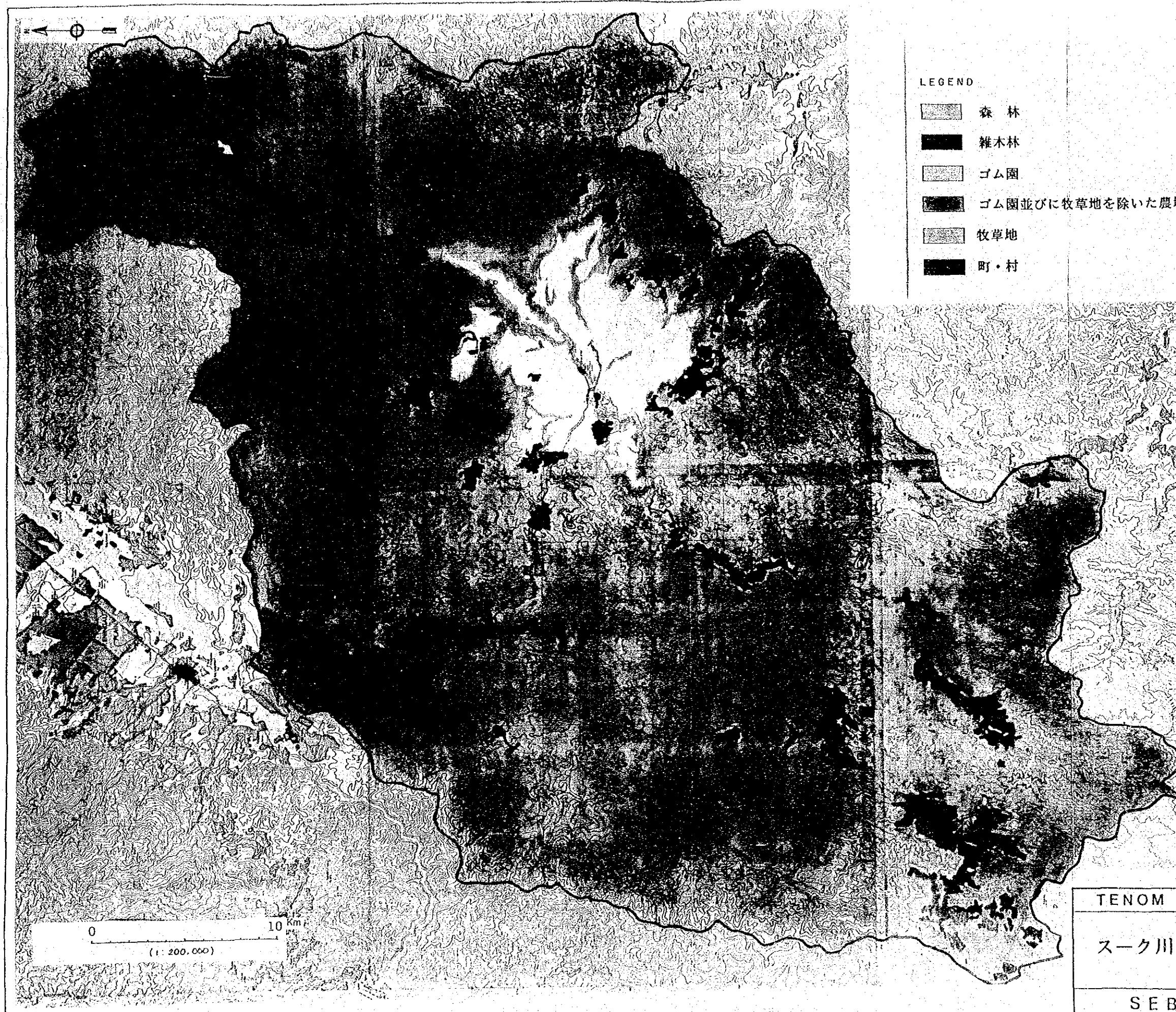
貯水池予定区域の野生生物資源は、基本的に鳥類と、野豚、鹿等の動物及びトカゲ類、ヘビ類によって占められるが、さほど多くはない。野豚や鹿は、土地の人達によって狩猟やワナによって捕獲されている。他の大部分の野生生物は、水没する貯水池区域外の山岳地域に住んでいる。従って、本プロジェクトは、現在の野生生物資源に対しては、いかなる重大な影響も与える事がないと結論出来る。

8.5 結論と勧告







フィージビリティスタディの結果、テノムバンギ水力発電開発（第Ⅲ期）プロジェクトは、技術的、財務的ならびに経済的にフィージブルであり社会環境的にも受容できると結論づけられる。

それゆえ当プロジェクトの早期実施を強く勧告するとともに、次項目に示すような実施を推奨する。

- 1) 予測される電力需要を満たすため、1993年末までに当発電所の運転を開始するには、追加調査、詳細設計、入札書類の作成等の作業を1987年初頭に開始すべきである。
- 2) 貯水池の流域内における新規の開発行為を管理するため、適切な対応策をただちに講ずべきである。
- 3) 貯水池地域内の住民の移住計画の作成は、委員会を設置し、詳細設計の期間中に実施すべきである。
- 4) 取付道路、事務所、宿舎の建設等の準備工事は1989年初頭に開始すべきである。
- 5) 完成までに5年を要する主土木工事は、1989年中期に開始すべきである。



LEGEND

-  森林
-  雑木林
-  ゴム園
-  ゴム園並びに牧草地を除いた農地
-  牧草地
-  町・村

TENOM PANGI PHASE III

スーク川流域の土地利用の現況

SEB / JICA

第9章 今後の調査

9.1 概説

テノムバンギ水力発電第3期開発計画のフィージビリティ調査に引き続いて、建設工事の開始に先立ち、詳細な設計作業が必要である。この詳細設計段階で実施すべき業務範囲には、下記項目が含まれる。

- 1) 詳細な現地調査
- 2) 詳細設計
- 3) 入札書類の作成

本章では、次期段階で実施すべき詳細な現地調査について、必要事項をいくつか述べる。

9.2 今後の現地調査

1) 地上測量

フィージビリティ調査の段階で実施した航空及び地上測量の結果、下記の地形図が詳細設計の際に利用できる。

- (1) スーク主ダムサイト用の等高線1m間隔の1:5000の地形図
- (2) スーク副ダムサイト用の等高線間隔1mの1:5000の地形図
- (3) スーク貯水池域用の等高線間隔10mの1:10,000の地形図

主ダム用に4ヶ所、サドルダム用に3ヶ所の新しいベンチマークを設定してあるが、これらのベンチマークは今後の調査と建設工事に利用できる。

次期段階では、現場への取付け道路、移設道路、送電線の路線選定を含む設計作業に必要な地上測量を実施する必要がある。測量すべき項目を下記に列記する。

- (1) スークダムの天端と発電所用地への取付け道路
- (2) スークの貯水池域外への移設道路

(3) テノムパンギ増設発電所用サージタンクサイトへの取付け道路

(4) ケニンガウ変電所への送電線

取付け道路、移設道路、及び送電線のための測量に加えて、貯水域内の住民の補償と移住のための測量も必要で、これは州政府の土地取得局又はSEBによって遂行されることになる。

2) 地質調査

(1) 主ダム

ダムの基礎岩盤は高い静水圧のもとでは、著しく透水性が高い。それ故、深さ80mのコアボーリングによるルジオンテストと50mのテストグラウティングを実施することが望ましい。ダムのシェル部の基礎の必要な掘削深さを決定するために、コアボーリング孔内で地表から5～7mの層で標準貫入試験(SPT-Standard penetration test)を実施する必要がある。

左右兩岸の取付部では、厚さ10～15mの表層が成層面と斜面に沿って、ゆるんでいるように思える。ダムのコアゾーンの基礎の状態を直接確認するために試掘坑を掘削することが望ましい。

主ダムに関して、下記項目の地質調査が想定される。

(I) ダム軸沿いのコアボーリング

- コアボーリング
- ボーリング孔内でのルジオンテスト
- 標準貫入試験

(II) テストグラウティング

(III) 試掘孔

(2) 付属構造物

以下に示す構造物の基礎岩盤の深さ並びに密実度を確認するために、コアボーリング、ルジオンテストおよび標準貫入試験の実施が必要である。

- 洪水吐； ゲート、シュートウェイ、減勢池
- 仮排水トンネル； 流入口と流出口構造物
- 取水口； 取水塔、流入口と流出口構造物
- 発電所； 敷地

(3) 副ダム

副ダムサイトは厚い段丘堆積物から出来ている。堆積物の厚さと層の連続性を明らかにする必要がある。更に、液化現象とパイピングの問題をより明確にしなければならぬ。このため下記の調査が必要である。

(1) コア掘削と掘削孔試験

- コアボーリング
- 透水試験
- 標準貫入試験

(11) 標準貫入試験で入手したサンプルを用いた室内試験・比重、自然含水量、粒度分布

(4) 原石山

ロック材を得るための原石山は、掘削孔Q85-3の周辺から選定する事が望ましい。風化状態、砂岩、頁岩、泥岩の比率、原石山での層向を明確にすべきである。このため、下記の調査が必要となる。

- コアボーリング
- 試掘坑ボーリング

(コアボーリングの結果によっては、試掘坑の省略も可)

3) 材料調査と室内試験

フィージビリティ調査の段階で実施した材料調査と室内試験に加えて、次期段階では下記の調査が必要となる。

(1) 主ダムの不透水コア材

図2. 7で示すように、詳細な調査を実施するため、土取場Aが選定された。調査と室内試験の結果、土取場Aの段丘堆積物は、主ダムの不透水コア材として利用できることが確認された。しかし、思いがけず、主ダムの近傍で適当な不透水コア材が発見された。この場所は図2で「仮設道路」として表示してある。このため、新しい有望な土取場に関する材料調査と室内試験を実施すべきである。

(2) 主ダムのロック材

原石山を選定するために、3ヶ所でコアボーリングを実施した。コアボーリングの結果、現段階に於いてはボーリング№Q 85-3の周辺を原石山に選定した。しかし、選定した原石山の地質条件とロック材の採取可能量を明確にするために、更に数本のコアボーリングを実施すべきである。

(3) 副ダムの堤体材料

副ダムの堤体材料の土取場は、ダムサイト近傍の貯水池域内に選定したが、後にコアボーリングを実施したところ、厚い砂礫層が表土の下に存在することがわかった。それ故、副ダム用の土取場は、貯水池地域外に選ぶべきであるが、もし貯水池内に選ぶなら、副ダムサイトから十分離れたところに選ぶべきである。副ダムサイト周辺の地域では、地質条件は同じであるから代替の土取場を選定するのは容易である。しかし、確認のための材料調査と室内試験が必要である。

(4) 水文調査

フィージビリティ調査段階中に収集した水文データを補充し、最新のものにするため、下記の項目に関して更にデータ収集及び水文調査を実施すべきである。

- 1) 流量記録の追加収集
- 2) 降雨量記録の追加収集
- 3) 気象データの追加収集
- 4) 降雨量データの追加収集

- 5) 流量の追加測定
- 6) 掃流土砂量測定用試料の追加採取
- 7) 水質検査用試料の追加採取

次期段階では、最新の水文データを使用して、水文解析の再検討を行なう。

(5) 環境調査

本プロジェクトの環境調査についての予備調査が、フィージビリティ調査段階に於いて1985年10月に実施された。予備調査に加えて、移住に関する政策及び計画を立案する前に、より詳細な情報を収集するために、更に調査が必要となろう。

今後の環境調査は、詳細設計作業とは別の独立した調査としてとりかかるべきである。環境調査には下記の一般的な事項を含むべきである。

- (1) プロジェクト地域に特有な環境データの完備
- (2) 本プロジェクトが環境に及ぼす影響についての予備評価の確認並びにその展開
- (3) 下記項目について、必要な施策を勧告すること。
 - (a) 好ましくない影響が、もしあるならば、その軽減策
 - (b) 移住問題の解決策
 - (c) 本プロジェクトと移住のエコロジー的、社会・文化的影響の追跡調査

今回の調査段階では、SEBが「環境影響評価報告書」を作成する義務があるのか未定であった。情報によると、このような手続きの大枠は、マレーシア化学技術環境庁環境部(DOE)で作成されているということである。大手の融資機関などの有力筋が、このプロジェクトに対する融資に際し、かかる報告書を要求する可能性がある。

環境調査を独立して実施するよう推奨する理由は次の考えに基づいている。

- (1) サバ州の政府諸機関は、移住に関する政策、計画、及び実施計画の立案・実施に密接にかかわる必要がある。
- (2) 政府諸機関には活用すべき地域的、技術的専門家が揃っている(サバ博物館や医学研究所等)。

(3) 特定の問題、殊にエコロジーに関しては、学術団体が利用できる。

移住適地の選定や、この用地に於ける農業生産力の評価など、再定住についての基本的なアプローチを合理的に遂行するために、サバ及びマレーシアに於ける他の開発プロジェクトの補償や再定住政策を検討すべきである。

合理的な再定住政策・計画を立案するために、下記事項を調査する必要がある。

- (1) 共同体の構造及び個々の共同体の民族学的構造を含む、このプロジェクトの社会文化的背景
- (2) 貯水地域の共同体の位置、人口、及びリーダー、並びに移住に対する住民の姿勢
- (3) 貯水池の開発と再定住計画に関連して、健康上の問題が潜在的に在するかどうか。

添 付

A-1.1 調査団团员名簿

JICA Team		SEB Counterpart	
Name	Assignment	Name	Assignment
1. S. Omura	Team leader	1. N.F. Pang	Chief Engineer/Hydro Civil
2. M. Ogawa	Deputy team leader	2. Amat Aji	Co-team leader
3. K. Watanabe	Civil engineer (dam)	3. Sahril Jaraei	Civil engineer
4. A. Katayama	Hydrogist	4. Chu Pui An	Civil engineer
5. H. Kashiwagi	Sr. Geologist	5. Jokolin Jomini	Mechanical engineer.
6. K. Choshi	Geologist		
7. M. Kikuchi	Geophysicist		
8. H. Yoshida	Material engineer	(1) JURUKUR PERUNDING SERVICE SDN. BHD.	Local Contractor for ground surveying
9. T. Masuda	Aerial surveying engineer	(2) GROUND ENGINEERING SDN. BHD.	Local Contractor for geological and material investigations and laboratory test
10. K. Yamashita	Ground surveying engineer		
11. S. Tsukahara	Electrical engineer		
12. S. Hakoshima	Construction planner		
13. M. Nishimura	Environmental engineer		
14. M. Ohashi	Project economist		
15. T. Ito	Civil engineer		
16. I. Shimohara	Civil engineer		
17. Y. Ataka	Electrical engineer		
18. A. Odatai	Mechanical engineer		
19. S. Osumi	Architectural engineer		

A - 2. 1 パダス川本流及び支流の水質

1984年に環境局 (the Department of Environment) は、パダス川とその支流の 8ヶ所 (図A-2.1 参照) において、河水を採取して水質検査を実施した。水質検査の結果を、表A-2.1 および図A-2.2 に示す。

このほかに、1985年にJICA調査隊は、スーク川の 4ヶ所 (図A-2.3 参照) で採取した河水の水質検査をした。この結果を表A-2.2 に示す。

表 A-2. 1 (1) パダス川流域の水質分析

Station: Beringun (St. 1)										Year: 1984			
Date	18/1	7/2	9/3	11/5	22/6	17/7	7/8	7/9	N	Av	Rg	SD	
Time	15:10	15:40	14:25	16:00	12:40	12:50	13:15	14:00					
pH*	7.05	6.20	6.71	-	-	-	-	6.34	4	6.58	6.20-7.05	0.38	
Temperature*	°C	26	25	27.5	26	25	27	-	28	7	26.4	25-28	1.18
DO*	mg/l	7.4	7.5	6.7	7.7	5.4	6.5	-	5.9	"	6.6	5.4-7.7	0.98
Conductivity*	micromho/cm	60	60	80	40	50	65	-	50	"	58	40-80	12.8
pH		6.4	7.2	6.5	6.6	6.7	6.8	7.2	6.9	8	6.8	6.5-7.2	0.3
Suspended Solids	mg/l	129	151	30	131	333	88	26	74	"	115	26-333	102.2
Total Solids	"	239	237	68	176	421	155	102	77	"	184	68-239	116.2
BOD at 30°C	"	4.8	3.9	3.0	1.3	4.5	0	0	1.5	"	2.4	0-4.8	1.57
COD	"	9.1	8.4	3.0	6.0	27.0	0	3.1	9.1	"	8.2	0-27.0	7.68
Phosphones	"	0	0	0	0	0.01	0	0	0	"	0.00	0-0.01	0.00
Colour		50	120	15	80	20	50	15	70	"	46	15-120	37.7
Conductivity	micromho/cm	70	70	90	50	60	70	90	60	"	70	50-90	14.1
Turbidity		140	260	51	100	150	92	25	49	"	108	25-260	75.4
Silica	mg/l	3.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	"	2.2	2.1-3.1	0.35
Sulphate	"	1.5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.6	1.7	1.3	"	1.3	1.0-1.7	0.3
Ammonia (as N)	"	0.01	0.02	0.02	0	0.02	0.01	0.02	0.01	"	0.01	0-0.02	0.007
Nitrite (as N)	"	0.13	0.04	0	0	0.10	0.38	0	0.06	"	0.09	0-0.38	0.12
DO	"	6.5	5.7	6.3	6.7	5.8	6.1	7.0	5.6	"	6.2	5.6-7.0	0.5
Chloride	"	3	3	6	12	7	5	5	2	"	5	2-12	3.2
Hardness		23	23	30	18	21	28	33	23	"	25	18-30	5.0
Heavy Metal													
Cu	mg/l	0.01	0.02	0	0.01	0.06	0.01	0.01	0	"	0.02	0-0.06	0.018
Zn	"	0.39	0.28	0.03	0.06	0.31	0.04	0.04	0.08	"	0.15	0.03-0.39	0.14
Fe	"	2.72	2.22	0.25	2.21	12.7	4.40	2.19	3.37	"	3.75	0.25-12.7	3.56
Mn	"	0.14	0.13	0.05	0.25	0.39	0.15	0.11	0.14	"	0.17	0.05-0.39	0.10
K	"	1.5	1.2	3.4	1.8	3.2	2.1	1.8	1.3	"	2.0	1.2-3.4	0.78
Na	"	4.1	4.2	8.0	2.8	7.9	6.2	5.2	3.9	"	5.6	2.8-8.0	1.79
Pb	"	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	"	0.01	0-0.02	0.006
Co	"	0.01	0	0	0.01	0.02	0	0	0	"	0.01	0-0.02	0.007
Cd	"	0	0	0	0	0	0	0	0	"	0	0	0
Cr	"	0	0	0	0.01	0.01	0.01	0	0	"	0.00	0-0.01	0.005

*: Field test

Source: Department of Environment

N: No. of data Av: Average Rg: Range SD: Standard deviation

表 A-2. 1 (2) パダス川流域の水質分析

Station: Beaufort (St. 2)											Year: 1984		
Date	18/1	7/2	9/3	11/5	22/6	17/7	7/8	7/9	N	Av	Rg	SD	
Time	14:20	16:38	15:15	14:00	13:15	13:25	14:00	15:00					
pH*	6.74	6.20	6.43	-	-	-	-	6.66	4	6.51	6.20-6.74	0.24	
Temperature*	°C	26	25	27	26	26	27	-	27	7	26.3	25-27	0.76
DO*	mg/l	7.6	7.5	6.5	7.6	6.0	6.0	-	8.0	"	7.0	6.0-8.0	0.84
Conductivity*	micromho/cm	60	60	80	40	50	65	-	70	"	61	40-80	13.1
pH		6.5	7.0	6.5	6.8	6.8	6.8	7.2	7.1	8	6.8	6.5-7.2	0.26
Suspended Solids	mg/l	102	132	81	146	386	118	20	17	"	125	17-386	115.8
Total Solids	"	222	194	127	156	478	189	102	65	"	192	65-478	126.0
BOD at 30°C	"	4.8	1.5	2.5	3.0	0	0	2.0	2.4	"	2.0	0-4.8	1.58
CCD	"	12.2	8.4	3.0	15.1	0	0	8.1	3.0	"	5.6	0-15.1	5.66
Phosphones	"	0	0	0	0	0.01	0	0	0	"	0.00	0-0.01	0.00
Colour		30	50	20	90	20	40	5	20	"	34	20-90	26.4
Conductivity	micromho/cm	70	70	80	60	60	70	90	70	"	71	60-90	9.9
Turbidity		130	160	175	200	100	100	27	47	"	117	27-200	60.8
Silica	mg/l	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	"	2.1	2.1	0
Sulphate	"	1.5	2.0	1.4	0.8	1.6	1.0	1.6	1.8	"	1.5	0.8-2.0	0.39
Ammonia (as N)	"	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	"	0.02	0.02	0
Nitrite (as N)	"	0.13	0.05	0	0	0.05	0.33	0	0.05	"	0.08	0-0.33	0.11
DO	"	6.9	6.4	6.6	6.6	6.2	6.1	6.6	5.5	"	6.4	5.5-6.9	0.43
Chloride	"	3	2	5	14	7	5	5	3	"	6	2-14	3.8
Hardness		24	24	28	20	22	28	34	28	"	26	20-34	4.2
Heavy Metal													
Cu	mg/l	0.01	0.01	0	0.01	0.02	0.01	0	0	"	0.01	0-0.02	0.007
Zn	"	0.23	0.09	0.02	0.04	0.08	0.04	0.06	0.15	"	0.09	0.02-0.23	0.07
Fe	"	2.35	2.01	0.22	2.04	12.10	4.11	1.84	4.03	"	3.59	0.22-12.1	3.66
Mn	"	0.11	0.16	0.05	0.23	0.34	0.16	0.09	0.18	"	0.17	0.05-0.34	0.09
K	"	1.8	1.1	1.4	2.3	2.1	1.5	1.3	1.5	"	1.6	1.1-2.3	0.41
Na	"	4.9	3.6	5.0	3.0	4.9	4.1	5.0	4.0	"	4.3	3.0-5.0	0.76
Pb	"	0.02	0.01	0	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	"	0.01	0-0.02	0.007
Co	"	0.00	0	0	0.02	0.01	0	0	0	"	0.00	0-0.02	0.007
Cd	"	0.02	0.01	0	0.02	0.02	0	0.01	0	"	0.01	0-0.02	0.009
Cr	"	0.00	0	0	0.02	0.01	0.01	0	0	"	0.01	0-0.02	0.007

*: Field test

Source: Department of Environment

N: No. of data Av: Average Rg: Range SD: Standard deviation

表 A-2. 1 (3) パダス川流域の水質分析

Station: Amboi (Sta. 3)		Year: 1984								
Date		18/1	7/2	9/3	7/8	13/9	N	Av	Rg	SD
Time		9:00	8:15	16:25	14:40	15:30				
pH*		5.20	6.77	6.05	6.71	6.49	5	6.24	5.20-6.77	0.45
Temperature*	°C	24	25	28	29	24	"	26.0	24-29	2.35
DO*	mg/l	7.5	6.2	6.0	5.3	6.9	"	6.4	5.3-7.5	0.81
Conductivity*	micromho/cm	40	70	50	102	35	"	59	35-102	27.3
pH		8.3	7.4	7.4	7.2	6.9	"	7.4	6.9-83	0.52
Suspended Solids	mg/l	100	63	70	4	178	"	83	4-178	63.5
Total Solids	"	389	178	117	99	262	"	209	99-389	119.1
BOD at 30°C	"	4.8	2.4	1.0	2.7	1.5	"	2.5	1.0-4.8	1.47
COD	"	20.0	8.2	11.7	3.0	15.0	"	11.6	3.0-20.0	6.47
Phosphones	"	0	0	0	0	0.01	"	0.00	0-0.01	0.004
Colour		90	30	30	5	20	"	35	5-90	32.4
Conductivity	micromho/cm	50	80	50	110	40	"	66	40-110	28.8
Turbidity		200	44	36	21	100	"	80	21-200	73.3
Silica	mg/l	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	"	2.1	2.1	0
Sulphate	"	1.0	1.6	0.8	2.3	1.5	"	1.4	1.0-23	0.59
Ammonia (as N)	"	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	"	0.02	0.01-0.02	0.006
Nitrite (as N)	"	0.04	0	0.04	0.07	0.02	"	0.03	0-0.07	0.03
DO	"	4.6	7.1	6.0	6.7	6.4	"	6.2	4.6-7.1	0.96
Chloride	"	4	3	6	6	3	"	4	3-6	1.5
Hardness	"	18	30	18	39	17	"	24	17-39	9.8
Heavy Metal										
Cu	mg/l	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	"	0.01	0.01	0
Zn	"	0.33	0.27	0.28	0.19	0.09	"	0.23	0.09-0.33	0.09
Pb	"	2.18	2.17	1.98	2.24	5.82	"	2.88	1.98-5.82	1.05
Mn	"	0.27	0.13	0.23	0.22	0.28	"	0.23	0.13-0.28	0.06
K	"	1.5	1.6	1.7	1.3	1.3	"	1.5	1.3-1.7	0.18
Na	"	2.9	5.0	4.5	5.6	3.0	"	4.2	2.9-5.6	1.21
Pb	"	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	"	0.01	0.01-0.02	0.006
Co	"	0	0	0	0	0.01	"	0.00	0-0.10	0.005
Cd	"	0	0	0	0	0	"	0	0	0
Cr	"	0.01	0.01	0.01	0	0.01	"	0.01	0-0.01	0.005

*: Field test

Source: Department of Environment

N: No. of data Av: Average Rg: Range SD: Standard deviation

表 A-2. 1(4) バダス川流域の水質分析

Station: Kouran (St. 4)		Year: 1984						
Date		18/1	7/2	9/3	N	Av	Rg	SD
Time		16:40	16:30	8:57				
pH*		6.04	6.40	6.20	3	6.21	6.04-6.40	0.18
Temperature*	°C	24	25	25	"	24.7	24-25	0.58
DO*	mg/l	9.2	8.3	6.7	"	8.1	6.7-9.2	1.26
Conductivity*	micromho/cm	35	40	30	"	35	30-40	5.0
pH		8.1	7.5	7.1	"	7.6	7.1-8.1	0.50
Suspended Solids	mg/l	98	1	115	"	71	1-115	61.5
Total Solids	"	99	111	162	"	124	99-162	33.5
BOD at 30°C	"	3.4	1.9	0.5	"	1.9	0.5-3.4	1.45
COD	"	14.3	13.7	21.0	"	16.3	13.7-21.0	4.05
Phosphones	"	0	0	0	"	0	0	0
Colour		20	30	20	"	23	20-30	5.8
Conductivity	micromho/cm	40	50	40	"	43	40-50	5.8
Turbidity		20	9	38	"	22	9-38	14.6
Silica	mg/l	2.1	2.1	2.1	"	2.1	2.1	0
Sulphate	"	1.5	1.6	1.0	"	1.4	1.0-1.6	0.32
Ammonia (as N)	"	0.02	0.01	0.02	"	0.02	0.01-0.02	0.006
Nitrite (as N)	"	0.05	0	0.04	"	0.03	0-0.05	0.016
DO	"	7.1	6.7	6.3	"	6.7	6.3-7.1	0.04
Chloride	"	3	3	6	"	4	3-6	1.7
Hardness		13	20	13	"	15	13-20	4.0
Heavy Metal								
Cu	mg/l	0.01	0.01	0.01	"	0.01	0.01	0
Zn	"	0.24	0.27	0.07	"	0.19	0.07-0.27	0.11
Fe	"	1.09	0.73	2.94	"	1.59	0.73-2.94	1.28
Mn	"	0.08	0.05	0.11	"	0.08	0.05-0.11	0.03
K	"	1.0	0.9	0.9	"	0.9	0.9-1.0	0.06
Na	"	3.0	3.9	2.7	"	3.2	2.7-3.9	0.62
Pb	"	0.01	0.01	0.01	"	0.01	0.01	0
Co	"	0	0	0	"	0	0	0
Cd	"	0	0	0	"	0	0	0
Cr	"	0	0.01	0.02	"	0.01	0-0.02	0.01

*: Field test

Source: Department of Environment

N: No. of data Av: Average Rg: Range SD: Standard deviation

表 A-2. 1 (5) パダス川流域の水質分析

Station: Keningan (St. 5)		Year: 1984									
Date		18/1	7/2	9/3	11/5	14/8	13/9	N	Av	Rg	SD
Time		10:40	14:10	14:12	14:55	16:15	16:50				
pH*		6.37	7.40	6.20	-	7.38	6.45	5	6.76	2.60-7.40	0.58
Temperature*	°C	21	26	26	25	29	25	6	25.3	21-29	2.58
DO*	mg/l	7.5	7.4	7.0	-	7.2	6.8	"	7.2	6.8-7.5	0.26
Conductivity*	micromho/cm	60	80	80	40	110	60	"	71	40-110	24.0
pH		8.2	7.1	7.1	7.3	7.5	7.0	"	7.4	7.0-8.2	0.45
Suspended Solids	mg/l	92	67	23	218	-	58	5	92	23-218	74.9
Total Solids	"	264	135	78	260	102	125	6	161	78-264	81.0
BOD at 30°C	"	4.3	1.0	0	2.0	4.4	2.0	"	2.3	0-4.4	1.76
COD	"	17.1	5.5	5.9	10.0	12.0	8.9	"	9.9	5.5-17.1	4.30
Phosphones	"	0	0	0	0.01	-	0	5	0.00	0-0.01	0.005
Colour		40	5	5	120	5	5	6	30	5-120	46.3
conductivity	micromho/cm	70	90	50	60	120	70	"	77	50-120	25.0
Turbidity		220	11	4.5	330	5.5	50	"	104	5-330	138.4
Silica	mg/l	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	"	2.1	2.1	0
Sulphate	"	1.0	1.0	1.0	0.8	-	1.5	5	1.1	0.8-1.5	0.26
Ammonia (as N)	"	0.02	0.01	0.02	0.04	-	0.02	"	0.02	0.01-0.04	0.01
Nitrite (as N)	"	0.08	0.05	0.04	0	0.05	0	6	0.04	0-0.08	0.03
DO	"	6.7	6.5	6.0	6.5	6.8	6.7	"	6.5	6.0-6.8	0.29
Chloride	"	4	2	5	13	-	2	5	5	2-13	4.6
Hardness		25	34	30	23	-	27	"	28	23-34	4.3
Heavy Metal											
Cu	mg/l	0.01	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	6	0.02	0.01-0.03	0.008
Zn	"	0.25	0.48	0.27	0.08	0.16	0.08	"	0.22	0.08-0.48	0.15
Fe	"	1.91	1.02	0.94	2.34	0.76	3.32	"	1.72	0.76-3.32	1.00
Mn	"	0.14	0.09	0.07	0.63	0.08	0.17	"	0.19	0.07-0.63	0.22
K	"	1.3	1.1	1.0	1.6	1.1	1.0	"	1.2	1.0-1.6	0.23
Na	"	3.4	4.1	4.9	3.7	5.4	3.1	"	4.1	3.1-5.4	0.89
Pb	"	0.09	0.01	0.02	0.03	0.01	0.01	"	0.03	0.01-0.09	0.03
Co	"	0	0	0	0.02	0	0	"	0.00	0-0.02	0.008
Cd	"	0	0	0	0	0	0	"	0	0	0
Cr	"	0	0.01	0.01	0	0	0.01	"	0.01	0-0.01	0.006

*: Field test

Source: Department of Environment

N: No. of data Av: Average Rg: Range SD: Standard deviation

表 A-2. 1(6) バダス川流域の水質分析

Station: Apin-Apin (St. 6)		Year: 1984									
Date		18/1	7/2	9/3	11/5	14/8	13/9	N	Av	Rg	SD
Time		9:30	12:00	11:18	13:25	11:20	13:22				
pH*		7.76	6.95	7.66	-	7.92	7.47	5	7.60	6.95-7.92	0.37
Temperature*	°C	21	23	26	25	25	23	6	23.8	21-26	1.83
DO*	mg/l	8.2	8.0	8.0	-	7.0	9.1	"	8.1	7.0-9.1	0.67
Conductivity*	micromho/cm	57	100	70	50	100	70	"	75	50-100	21.2
pH		8.0	7.6	7.2	7.4	7.4	7.4	"	7.5	7.2-8.0	0.28
Suspended Solids	mg/l	105	2	0	14	8	13	"	24	0-105	40.2
Total Solids	"	107	113	82	98	90	95	"	97	82-113	11.3
BOD at 30°C	"	4.3	1.9	0	1.5	0	0	"	1.3	0-4.3	1.70
COD	"	11.4	2.7	2.9	9.1	0	0	"	4.4	0-11.4	4.79
Phosphones	"	0	0	0	0	0	-	5	0	0	0
Colour		5	5	5	10	5	10	6	7	5-10	2.6
Conductivity	micromho/cm	80	110	50	80	120	90	"	88	50-120	24.8
Turbidity		13	5.5	5.5	25	6.0	4.0	"	10	4.0-25	8.0
Silica	mg/l	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	"	2.1	2.1	0
Sulphate	"	1.0	1.0	0.8	0.5	1.6	1.2	"	1.0	0.5-1.6	0.37
Ammonia (as N)	"	0.01	0.01	0.03	0	0	0.02	"	0.01	0-0.03	0.01
Nitrite (as N)	"	0.05	0.01	0	0	0.05	0	"	0.02	0-0.05	0.02
DO	"	7.0	6.9	7.2	6.5	7.1	7.1	"	7.0	6.5-7.2	0.25
Chloride	"	4	3	4	12	5	2	"	5	2-12	3.6
Hardness		33	45	42	31	48	37	"	39	31-48	6.8
Heavy Metal											
Cu	mg/l	0.01	0.01	0	0	0.01	0	"	0.01	0-0.01	0.006
Zn	"	0.25	0.51	0.16	0.06	0.14	0.08	"	0.20	0.06-0.51	0.17
Fe	"	0.38	0.38	0.48	0.94	0.34	0.42	"	0.49	0.34-0.94	0.23
Mn	"	0.03	0.05	0.08	0.07	0.04	0.03	"	0.05	0.03-0.08	0.02
K	"	0.6	0.9	0.8	1.0	1.0	0.9	"	0.9	0.7-1.0	0.12
Na	"	3.4	4.2	4.9	3.2	5.0	3.4	"	4.0	3.2-5.0	0.80
Pb	"	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	"	0.02	0.01-0.02	0.006
Co	"	0	0	0	0	0	0	"	0	0	0
Cd	"	0	0	0	0	0	0	"	0	0	0
Cr	"	0	0.01	0.01	0	0	0.01	"	0.01	0-0.01	0.006

*: Field test

Source: Department of Environment

N: No. of data Av: Average Rg: Range SD: Standard deviation

表 A-2. 1 (7) パダス川流域の水質分析

Station: Tambunan (St. 7)		Year: 1984									
Date		18/1	7/2	9/3	11/5	14/8	13/9	N	Av	Rg	SD
Time		8:15	14:15	13:42	12:10	10:25	11:05				
pH*		5.53	6.96	6.78	-	7.10	5.84	5	6.44	5.53-7.10	0.71
Temperature*	°C	20	26	32	29	25	23	6	25.9	20-32	4.26
DO*	mg/l	7.5	7.2	7.0	-	9.4	7.1	"	7.6	7.0-9.4	0.90
Conductivity*	micromho/cm	55	60	60	39	80	50	"	57	39-80	13.6
pH		8.0	7.6	7.1	7.1	7.4	7.2	"	7.4	7.1-8.0	0.35
Suspended Solids	mg/l	82	7	8	117	8	9	"	39	7-117	48.9
Total Solids	"	96	85	63	187	70	69	"	95	63-187	46.7
BOD at 30°C	"	3.4	2.4	1.0	1.0	0	1.0	"	1.5	0-3.4	1.22
COD	"	14.3	2.7	8.8	24.0	0	3.0	"	8.8	0-24.0	9.65
Phosphones	"	0	0	0	0.01	0	0	"	0.00	0-0.01	0.004
Colour		5	5	5	60	5	5	"	14	5-60	22.5
Conductivity	micromho/cm	60	70	30	50	100	60	"	62	30-100	23.2
Turbidity		8.5	7.0	5.5	130	5.5	10	"	28	5.5-130	50.1
Silica	mg/l	2.1	2.5	2.1	2.1	2.1	1.0	"	2.0	1.0-2.5	0.51
Sulphate	"	1.0	0.5	0.5	0.5	0.4	0.7	"	0.6	0.4-1.0	0.20
Ammonia (as N)	"	0.01	0.02	0.01	0	0	0.04	"	0.02	0-0.04	0.02
Nitrite (as N)	"	0	0	0.04	0	0.04	0	"	0.01	0-0.04	0.02
DO	"	6.7	7.0	6.9	7.0	7.1	7.0	"	7.0	6.7-7.1	0.14
Chloride	"	3	2	6	11	3	3	"	5	2-11	3.4
Hardness		27	26	26	21	40	26	"	28	21-40	6.4
Heavy Metal											
Cu	mg/l	0.02	0.01	0	0.01	0.01	0	"	0.01	0-0.02	0.008
Zn	"	0.25	0.35	0.10	0.12	0.13	0.06	"	0.17	0.06-0.35	0.11
Fe	"	0.77	0.53	0.88	2.02	0.61	0.74	"	0.93	0.53-2.02	0.55
Mn	"	0.12	0.07	0.07	0.31	0.04	0.05	"	0.11	0.04-0.31	0.10
K	"	1.5	0.8	1.3	1.3	0.8	0.8	"	1.1	0.8-1.3	0.32
Na	"	3.4	7.5	4.0	2.9	4.4	2.9	"	4.2	2.9-7.5	1.73
Pb	"	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0	"	0.01	0-0.02	0.008
Co	"	0	0	0	0.01	0	0	"	0.00	0-0.01	0.004
Cd	"	0	0	0	0	0	0	"	0	0	0
Cr	"	0	0.01	0.02	0	0	0.01	"	0.01	0-0.02	0.00

*: Field test

Source: Department of Environment

N: No. of data Av: Average Rg: Range SD: Standard deviation

表 A-2. 1 (8) バダス川流域の水質分析

Station: Biah (St. 8)		Year: 1984						
Date		18/1	7/2	9/3	N	Av	Rg	SD
Time		11:20	13:25	13:41				
pH*		6.17	6.53	6.73	3	6.48	6.17-6.73	0.28
Temperature*	°C	21	24	28	"	24.3	21-28	3.51
DO*	mg/l	8.4	7.1	5.0	"	6.7	5.0-8.0	1.54
Conductivity*	micromho/cm	110	115	150	"	125	110-150	21.8
pH		8.0	7.5	7.0	"	7.5	7.0-8.0	0.50
Suspended Solids	mg/l	149	62	48	"	86	48-149	143.5
Total Solids	"	249	193	139	"	194	139-249	55.0
BOD at 30°C	"	3.4	3.9	3.0	"	3.4	3.0-3.9	0.45
COD	"	11.4	10.9	8.8	"	10.4	8.8-11.4	1.38
Phosphones	"	0	0	0	"	0	0	0
Colour		40	30	5	"	25	5-40	26.5
Conductivity	micromho/cm	110	120	160	"	130	110-160	26.5
Turbidity		140	44	60	"	65	44-140	47.4
Silica	mg/l	3.1	5.1	3.1	"	2.1	2.1	0
Sulphate	"	3.9	2.7	2.7	"	3.1	2.7-3.9	0.69
Ammonia (as N)	"	0.02	0.01	0.02	"	0.02	0.01-0.02	0.006
Nitrite (as N)	"	0.04	0	0.18	"	0.07	0-0.18	0.08
DO	"	6.1	2.0	6.2	"	4.8	2.0-6.2	3.87
Chloride	"	3	-	6	2	5	3-6	1.5
Hardness		43	47	57	3	49	43-57	7.2
Heavy Metal								
Cu	mg/l	0.01	0.01	0.01	"	0.01	0.01	0
Zn	"	0.23	0.53	0.18	"	0.29	0.18-0.53	0.10
Fe	"	1.90	2.23	0.12	"	1.42	0.12-2.23	1.17
Mn	"	0.27	0.21	0.14	"	0.21	0.14-0.27	0.07
K	"	2.3	3.1	3.3	"	2.9	2.3-3.3	0.53
Na	"	5.8	7.6	8.3	"	7.2	5.8-8.3	1.35
Pb	"	0.01	0.02	0.02	"	0.02	0.01-0.02	0.006
Co	"	0	0.01	0	"	0.00	0-0.01	0.006
Cd	"	0	0	0	"	0	0	0
Cr	"	0	0.01	0.01	"	0.01	0-0.01	0.006

*: Field test

Source: Department of Environment

N: No. of data Av: Average Rg: Range SD: Standard deviation

表 A-2. 2 (1) スーク川流域の水質分析

Station: Kg. Ansip Lant (St.9)		River: Sook			
Date		19/9	27/9	10/10	Average
Time		1730	1430	1440	
Temperature*	°C	29.0	28.0	26.0	27.7
Odour		Earthy	Earthy	Earthy	
pH		7.5	6.9	6.5	7.0
Colour		200	1,350	1,375	975
Turbidity		42	620	700	454
Conductivity	micrombo /cm	100	60	38	66
Iron (Fe)	mg/l	2.25	6.2	4.3	4.3
Manganese (Mn)	"	0.10	0.50	0.35	0.32
Chloride (Cl)	"	3	2	3	3
Free Carbon Dioxide	"	3.6	6.4	6.8	5.6
Alkalinity	"	33	28	11	24
Total Hardness	"	34	24	13	24
Total Organic Nitrogen	"	-	1.1	0	0.6
Ammonia (as N)	"	0.15	0.10	0.70	0.32
Nitrate (as N)	"	0.75	0.15	0	0.30
Nitrite (as N)	"	0	0	0	0
Oil and Grease	"	-	12	14	13
Oxygen Absorbed in 4 hrs	"	3.60	7.75	12.90	8.08
DO	"	5.45	8.0	4.85	6.1
Total Solids	"	90	358	424	291
Dissolved Solids	"	84	216	162	154
Suspended Solids	"	6	142	262	137
Sulphate (SO ₄)	"	3.0	15.0	13.0	10.3
Cadmium (Cd)	"	-	0	0	0
Arsenic (As)	"	ND	ND	ND	ND
BOD	"	-	2.10	0	1.1
COD	"	-	9.2	76	42.6
Fluoride (F)	"	0.05	0	0.05	0.03
Phosphate (PO ₄)	"	0	0	0	0
Potassium (K)	"	-	4.0	6.0	5.0
Calcium (Ca)	"	8.8	6.8	3.2	6.3
Sodium (Na)	"	-	3.6	1.2	2.4
Magnesium (Mg)	"	2.9	1.7	1.2	1.9

* : Field Test

表 A-2. 2 (2) スーク川流域の水質分析

Station: Kg. Kuala Tigasa (St.10)		River: Punteh			Average
Date Time		19/9 1800	27/9 1500	10/10 1510	
Temperature*	°C	26.0	26.5	25.5	26.0
Odour		Earthy	Earthy	Earthy	
pH		7.7	7.5	6.5	7.2
Colour		250	250	1,375	625
Turbidity		69	80	760	303
Conductivity	micrombo /cm	175	115	46	112
Iron (Fe)	mg/l	1.30	1.60	5.20	2.7
Manganese (Mn)	"	0.10	0.15	0.40	0.22
Chloride (Cl)	"	3	2	3	3
Free Carbon Dioxide	"	4.0	4.0	5.6	4.5
Alkalinity	"	77	61	21	53
Total Hardness	"	66	51	26	48
Total Organic Nitrogen	"	-	2.3	0.74	1.52
Ammonia (as N)	"	0.15	0.18	0.40	0.36
Nitrate (as N)	"	0.40	0.05	0.05	0.17
Nitrite (as N)	"	0	0	0	0
Oil and Grease	"	-	25	15	20
Oxygen Absorbed in 4 hrs	"	4.05	4.55	13.70	7.43
DO	"	4.75	5.50	4.65	4.97
Total Solids	"	160	184	486	277
Dissolved Solids	"	144	152	170	155
Suspended Solids	"	16	32	316	121
Sulphate (SO ₄)	"	12.0	13.5	14.0	13.2
Cadmium (Cd)	"	-	0	0	0
Arsenic (As)	"	ND	ND	ND	ND
BOD	"	-	0.30	0.50	0.40
COD	"	-	22.0	98	60.0
Fluoride (F)	"	0.10	0.05	0.20	0.12
Phosphate (PO ₄)	"	0	0	0	0
Potassium (K)	"	-	8.9	7	8.0
Calcium (Ca)	"	18.0	14.0	7.2	13.1
Sodium (Na)	"	-	15.0	2.1	8.6
Magnesium (Mg)	"	5.1	3.8	1.9	3.6

* : Field Test

表 A-2. 2 (3) スーク川流域の水質分析

Station: Kg. Kuala Aging (St.11)

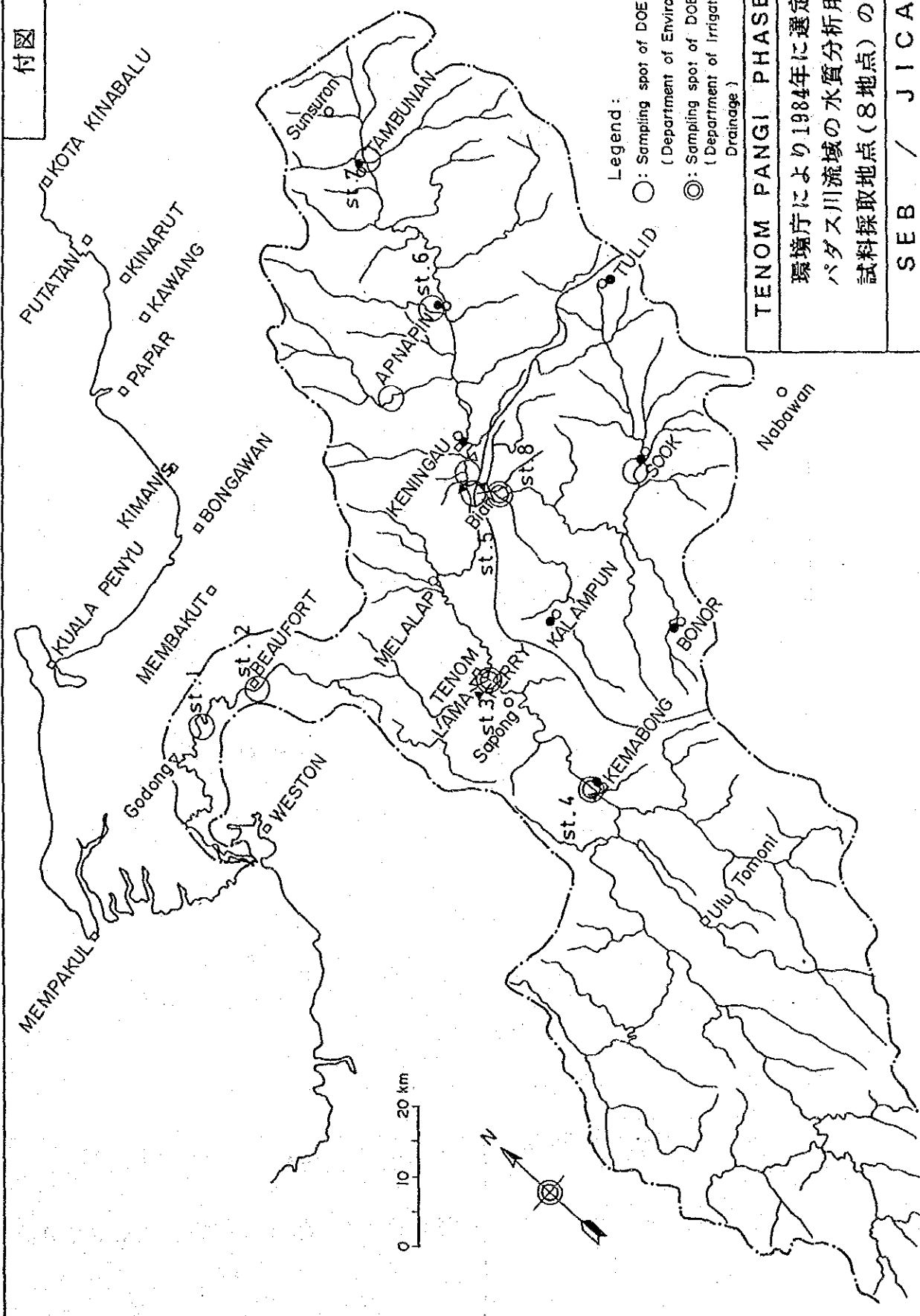
Date Time		19/9 1600	27/9 1130	10/10 1145	Average
Temperature*	°C	27.5	26.0	25.5	26.3
Odour		Earthy	Earthy	Earthy	
pH		7.3	6.7	6.1	6.7
Colour		200	1,000	1,100	767
Turbidity		41	440	410	297
Conductivity	micromho /cm	92	50	38	60
Iron (Fe)	mg/l	2.60	4.50	4.20	3.77
Manganese (Mn)	"	0.10	0.20	0.15	0.15
Chloride (Cl)	"	3	2	3	3
Free Carbon Dioxide	"	4.0	7.4	11.6	7.7
Alkalinity	"	42	29	13	28
Total Hardness	"	32	18	14	21
Total Organic Nitrogen	"	-	0.85	0.74	0.80
Ammonia (as N)	"	0.20	0.23	0.90	0.44
Nitrate (as N)	"	0.75	0.40	0.25	0.47
Nitrite (as N)	"	0	0	0	0
Oil and Grease	"	-	17	7	12
Oxygen Absorbed in 4 hrs	"	3.55	10.20	13.70	9.15
DO	"	4.75	6.75	1.80	4.43
Total Solids	"	128	290	292	237
Dissolved Solids	"	112	162	122	132
Suspended Solids	"	16	128	170	105
Sulphate (SO ₄)	"	1.0	4.0	6.0	3.7
Cadmium (Cd)	"	-	0	0	0
Arsenic (As)	"	ND	ND	ND	ND
BOD	"	-	2.20	0	1.10
COD	"	-	12.0	33	22.5
Fluoride (F)	"	0.10	0.05	0.10	0.08
Phosphate (PO ₄)	"	0	0	0	0
Potassium (K)	"	-	2.6	2.9	2.8
Calcium (Ca)	"	8.8	4.8	3.2	5.6
Sodium (Na)	"	-	4.6	1.2	2.9
Magnesium (Mg)	"	2.4	1.4	1.4	1.7

* : Field Test

表 A-2. 2(4) スーク川流域の水質分析

Station: Kg. Karamatol Tengah (St.12)		River: Karamatol			
Date		19/9	27/9	10/10	Average
Time		1620	1150	1215	
Temperature*	°C	26.5	25.0	25.5	25.7
Odour		Earthy	Earthy	Earthy	
pH		7.3	6.6	6.5	6.8
Colour		1,350	1,500	400	1,083
Turbidity		510	780	185	492
Conductivity	micrombo /cm	87	42	48	59
Iron (Fe)	mg/l	3.35	5.20	2.20	3.58
Manganese (Mn)	"	0.20	0.55	0.15	0.30
Chloride (Cl)	"	2	3	3	3
Free Carbon Dioxide	"	4.4	7.0	6.4	5.9
Alkalinity	"	37	12	19	23
Total Hardness	"	29	16	12	19
Total Organic Nitrogen	"	-	0.99	0.53	0.76
Ammonia (as N)	"	0.06	0.25	0.25	0.19
Nitrate (as N)	"	1.30	0.15	0.15	0.53
Nitrite (as N)	"	0	0	0	0
Oil and Grease	"	-	13	13	13
Oxygen Absorbed in 4 hrs	"	3.70	10.85	4.75	6.43
DO	"	4.85	7.0	5.60	5.82
Total Solids	"	290	414	186	297
Dissolved Solids	"	148	230	68	149
Suspended Solids	"	142	184	118	148
Sulphate (SO ₄)	"	17.0	6.0	10.0	11.0
Cadmium (Cd)	"	-	0	0	0
Arsenic (As)	"	ND	ND	ND	ND
BOD	"	-	3.05	0	1.5
COD	"	-	9.2	7.2	8.2
Fluoride (F)	"	0	0	0	0
Phosphate (PO ₄)	"	0	0	0	0
Potassium (K)	"	-	5.4	3.3	4.4
Calcium (Ca)	"	7.6	2.8	2.8	4.4
Sodium (Na)	"	-	4.4	2.0	3.2
Magnesium (Mg)	"	2.4	2.2	1.9	2.2

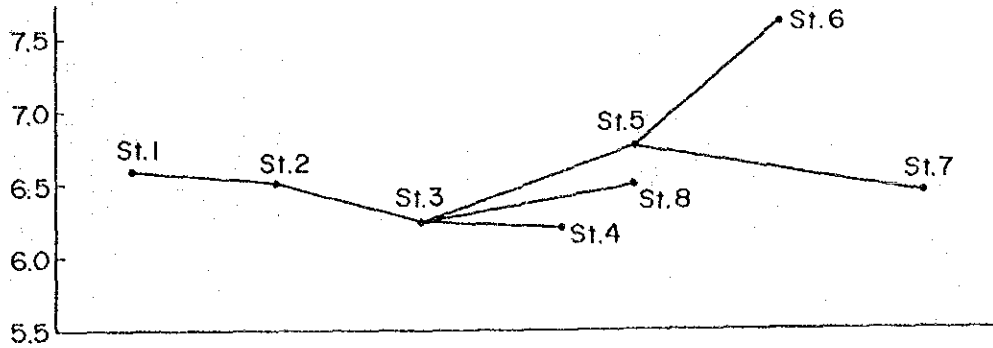
* : Field Test



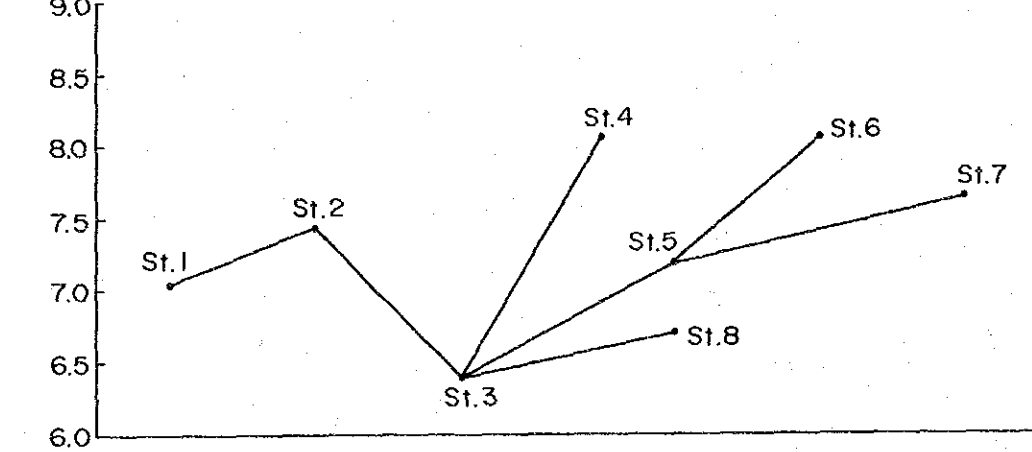
TENOM PANGI PHASE III
 環境庁により1984年に選定された
 パダス川流域の水質分析用
 試料採取地点(8地点)の位置図

SEB / JICA

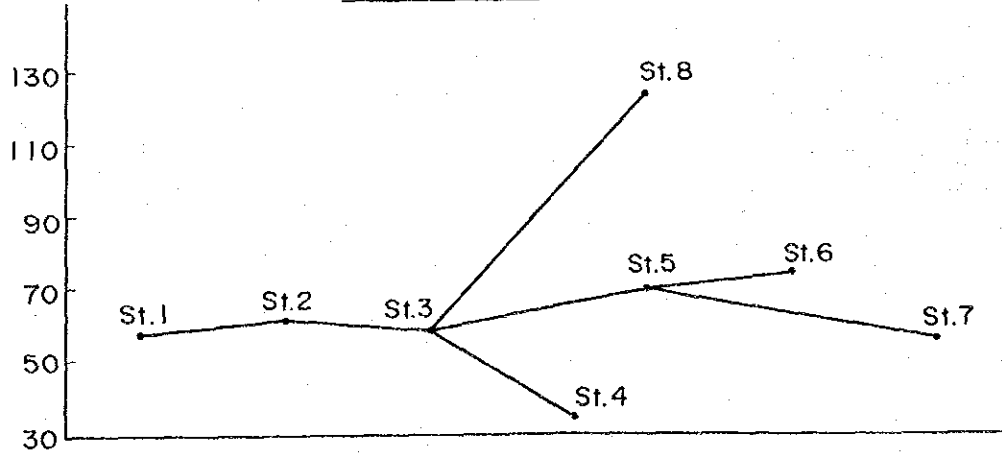
PH (In-situ measurement)



DO (In-situ measurement)



Conductivity (In-situ measurement)



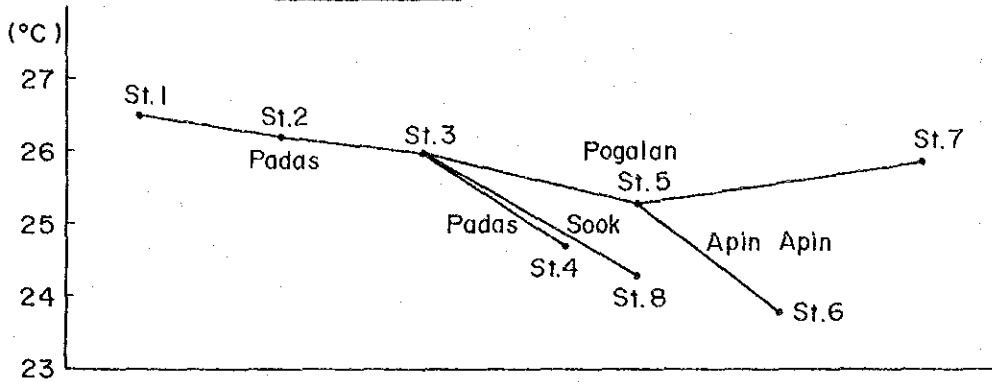
Station No.	No. of Samples
1, 2, 5~7	6
3	5
4, 8	3

TENOM PANGI PHASE III

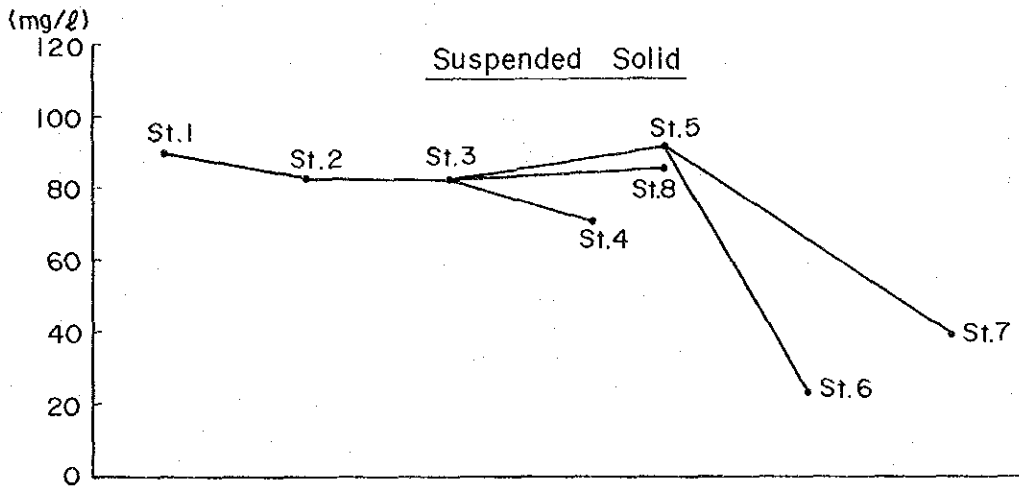
環境庁により1984年に実施された水質分析

SEB / JICA

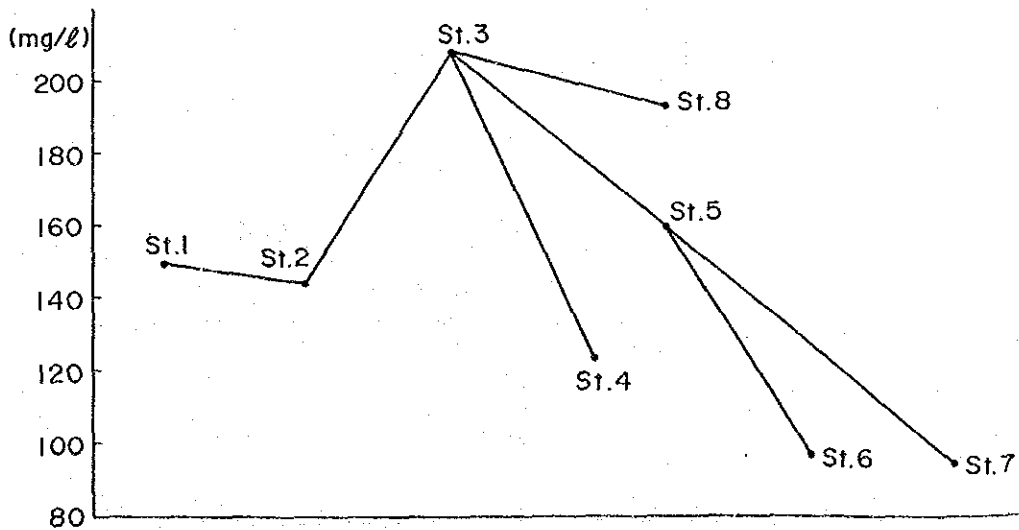
Temperature (In-situ measurement)



Suspended Solid



Total Solid

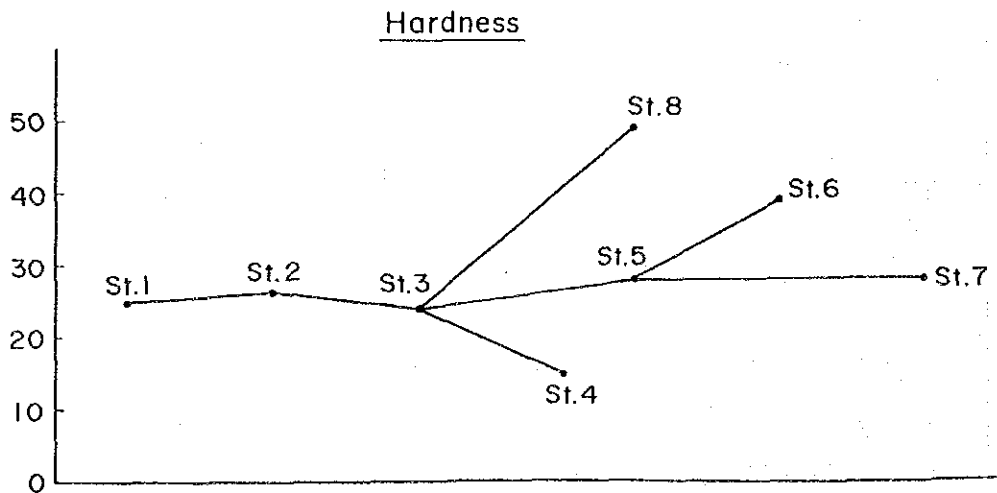
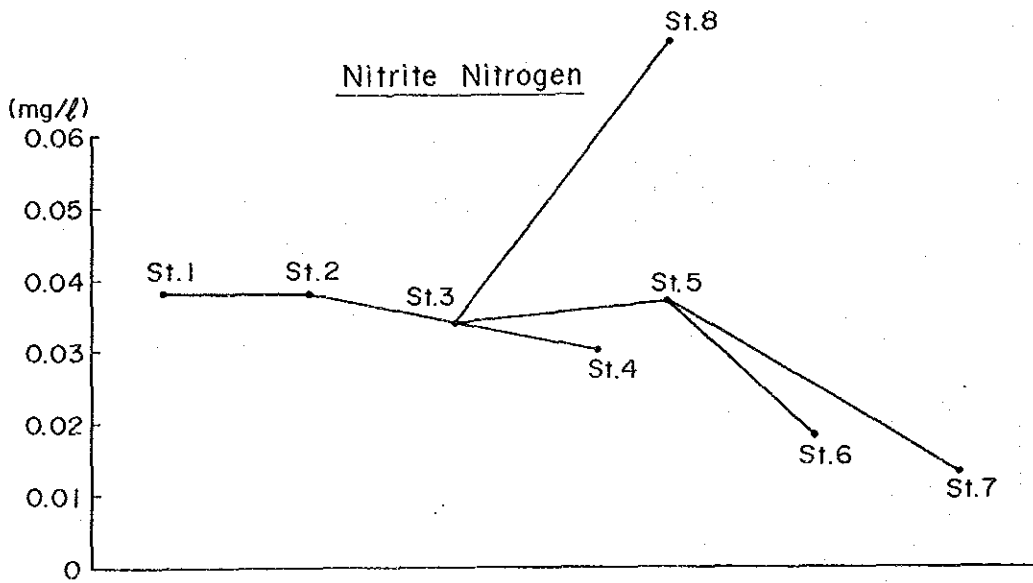
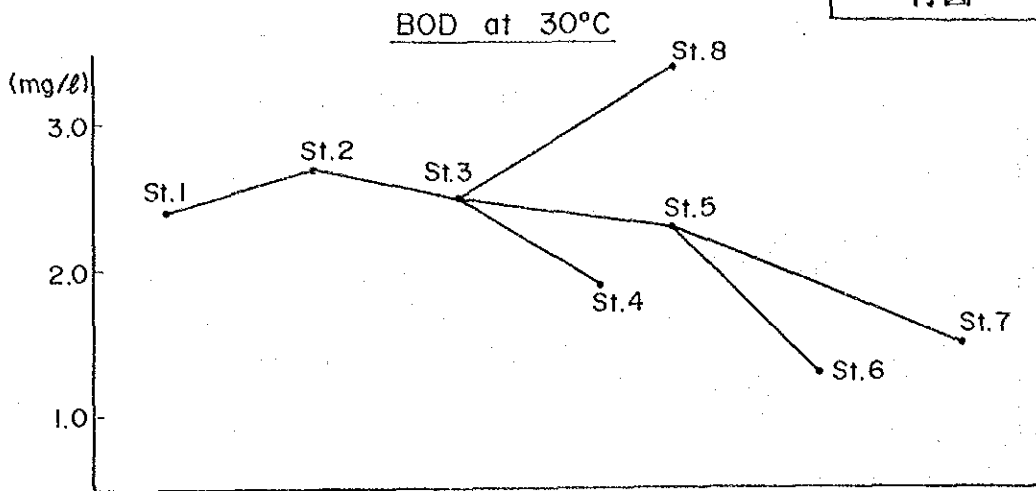


Station No.	No. of Samples
1, 2, 5~7	6
3	5
4, 8	3

TENOM PANGI PHASE III

環境庁により1984年に実施された水質分析

SEB / JICA

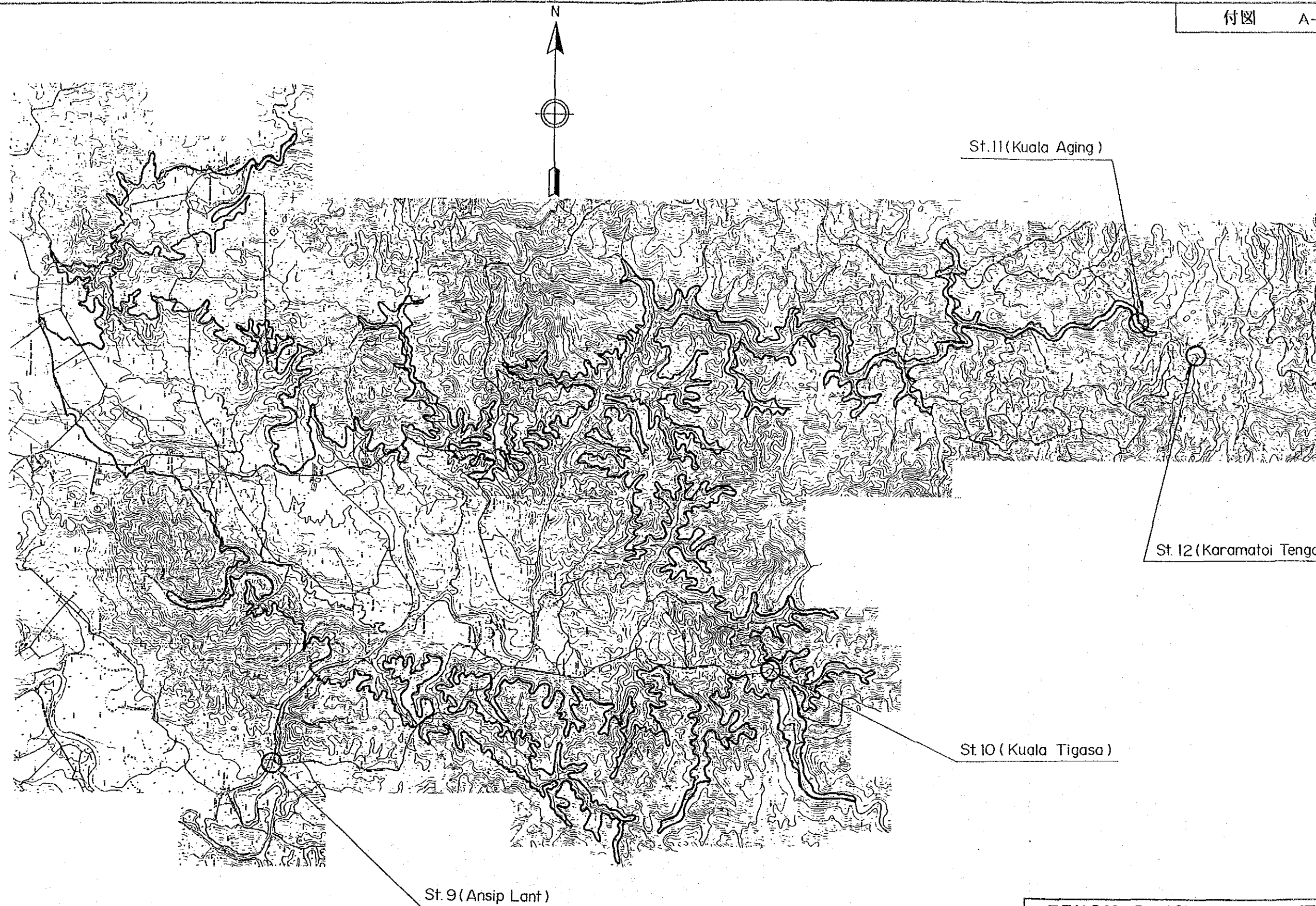


Station No.	No. of Samples
1, 2, 5~7	6
3	5
4, 8	3

TENOM PANGI PHASE III

環境庁により1984年に実施された水質分析

SEB / JICA



SCALE 0 2,500m
(1 : 50,000)

TENOM PANGI PHASE III
JICA調査団により1985年に行なわれた 水質分析試料採取地点(4地点)の位置図
SEB / JICA

A-3. 1 混合サイクル式発電設備による発電

1) 概 説

ラブアン島では1日に約800万cftの天然ガスが、サバガスインダストリーズから入手できると報告されている。今回、天然ガス燃焼式混合サイクル式発電についての検討をした。その結果を次に示す。

2) 条件ならびに仮定

(1) 1985年度の物価水準にもとづく混合サイクル式発電設備の建設費は次の通りである。

- (a) 60MW (20MW×3基) ; US\$ 1,200/kW
- (b) 90MW (30MW×3基) ; US\$ 1,000/kW
- (c) 180MW (60MW×3基) ; US\$ 850/kW

(2) 混合サイクル式発電設備の経済寿命は20年とする。

(3) 運転維持費は、固定部分については、建設費の2.5%、変動部分については、US\$ 0.25/kWh時とする。

(4) ガス資源の賦存期間がどのくらいかは、はっきりしない。天然ガス資源の賦存期間が、ガス燃焼式混合サイクル式発電設備の寿命より短い場合、発電費用は高くつくであろう。この点を明確にするために、天然ガスの賦存期間を20年、15年、10年とした場合について、ガス燃焼式混合サイクル式発電の発電単価を算定した。

(5) 天然ガスの価格は1000cftあたりMR.5.00であると仮定する。しかし、今回は、天然ガスの価格による影響を調べるために、天然ガスの価格が1000cftあたり、MR.10.00とMR.15.00の2ケースについても検討した。

(6) 天然ガス燃焼式混合サイクル式発電設備の設備容量を60MW (3×20MW)、ならびに90MW (3×30MW)とした。これは、サバガスインダストリーから得ることのできる天然ガスの量が、1日につき、800万cftと見積られているため、この場合、設備利用率は次のようにして求めた。

(i) 年間発生電力量

$$\frac{8 \times 10^6 \text{ cft/日} \times 365 \text{ 日}}{8.5 \text{ cft/kWh}} = 344 \times 10^6 \text{ kWh}$$

(ii) 60MW (20MW × 3基) の発電設備の設備利用率

$$\frac{344 \times 10^6 \text{ kWh}}{60 \text{ MW} \times 24 \text{ 時間/日} \times 365 \text{ 日}} = 0.654$$

(iii) 90MW (30MW × 3基) の発電設備の設備利用率

$$\frac{344 \times 10^6 \text{ kWh}}{90 \text{ MW} \times 24 \text{ 時間/日} \times 365 \text{ 日}} = 0.436$$

以上から、設備利用率は60MW発電設備に対しては、0.6および0.7とし、90MWに対しては0.4および0.5とする。

(7) 発電単価は次のようにして求めた。

$$C = \frac{P \times U \times (i + r) + P \times 24 \times 365 \times PF \times (f + v)}{P \times 24 \times 365 \times PF}$$

ここで、

- C (US\$ / kWh) : 発電単価
P (kW) : 設備容量
U (US\$ / kWh) : kWhあたりの建設費
i : 資本回収率
r : 運転維持費の固定部分の割合
PF : 設備利用率
f (US\$ / kWh) : kWhあたりの燃費

$$f = \text{ガスの価格} \times \text{ガスの消費率}$$

$$\text{ガス消費率} = 8.5 \text{ cft / kWh}$$

- v : 運転維持費の変動部分 (US\$ 0.25 / kWh)

(8) 割引率は10%とした。

故に、資本回収率は次のようになる。

期 間 (年)	資 本 回 収 率
10	0.1627
15	0.1315
20	0.1175

3) 発 電 単 価

発電単価は次に示す通りである。

(1) 設 備 容 量 = 60MW, 設 備 利 用 率 = 0.6

(単位 : US\$ / kW時)

ガスの価格 (M\$ / 1000cft)	ガス資源の賦存期間 (年)		
	20	15	10
5.0	0.052	0.056	0.063
10.0	0.070	0.073	0.080
15.0	0.087	0.090	0.097

(2) 設 備 容 量 = 60MW, 設 備 利 用 率 = 0.7

(単位 : US\$ / kW時)

ガスの価格 (M\$ / 1000cft)	ガス資源の賦存期間 (年)		
	20	15	10
5.0	0.048	0.050	0.057
10.0	0.065	0.068	0.074
15.0	0.082	0.085	0.091

(3) 設備容量=90MW, 設備利用率= 0.4

(単位: US\$ /kW時)

ガスの価格 (M\$ /1000cft)	ガス資源の賦存期間 (年)		
	20	15	10
5.0	0.062	0.067	0.076
10.0	0.080	0.084	0.093
15.0	0.097	0.101	0.111

(4) 設備容量=90MW, 設備利用率= 0.5

(単位: US\$ /kW時)

ガスの価格 (M\$ /1000cft)	ガス資源の賦存期間 (年)		
	20	15	10
5.0	0.054	0.057	0.065
10.0	0.072	0.075	0.082
15.0	0.089	0.092	0.100

これらをまとめて図A-3, 1に示す。

4) 検討結果

- (1) 天然ガス資源の賦存期間は混合サイクル式発電設備の経済寿命より長く、天然ガスの価格はMR5.00/1,000cftという好条件のもとではガス燃焼式混合サイクル式発電の発電単価はUS\$0.048/kW時である。
- (2) 経済寿命20年の混合サイクル式発電設備の発電単価の増加の割合は、天然ガス資源の賦存期間が15年の場合は、3%から7%であり、天然ガス資源の賦存期間が10年の場合には、11%から20%である。
- (3) 天然ガス燃焼式混合サイクル式発電設備の発電単価は、天然ガスの価格の上昇に伴って上昇する。天然ガスの価格が2倍になると、発電単価は、平均で33%増加する。

(4) 水力発電の発電単価と比較するために、混合サイクル式発電の発電単価を、次に示す補正係数で補正する。

	<u>水 力</u>	<u>混合サイクル式</u>
所内電力使用	0.5%	4.0%
送電損失	4.0%	4.0%
補正係数 =	$\frac{(1-0.005)(1-0.04)}{(1-0.04)(1-0.04)} = 1.036$	

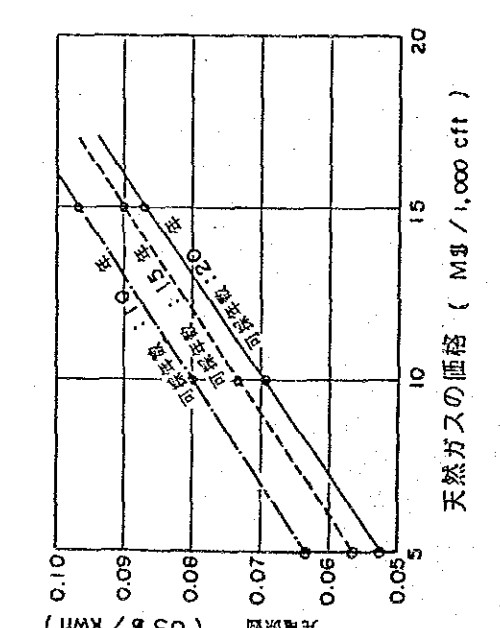
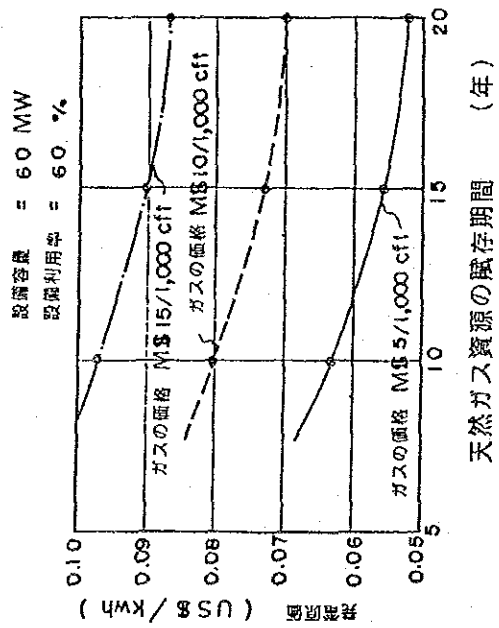
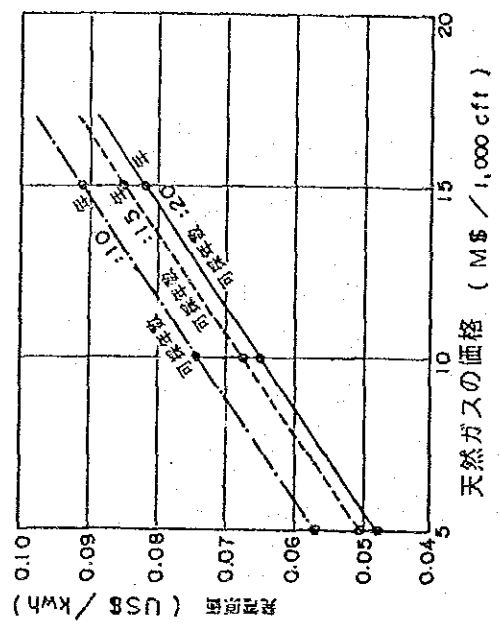
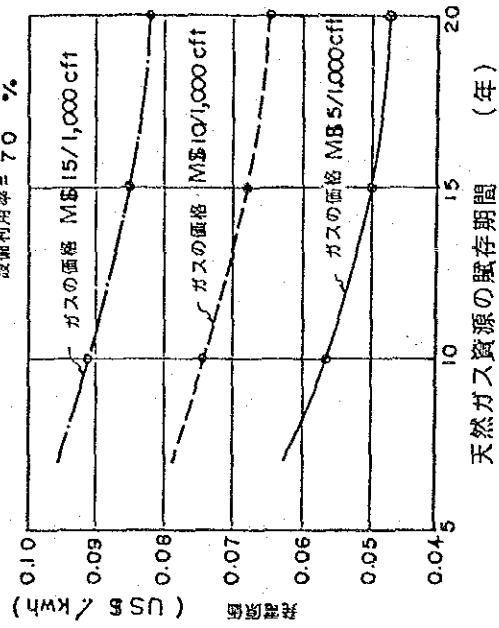
この補正係数を用いると、混合サイクル式の最低発電単価US\$0.048/kW時はUS\$0.050/kW時と補正される。

(5) テノムパンギプロジェクトの発電単価はUS\$0.053/kW時である。結論としては、以下に示す最も有利な条件を同時に満足しない限り、ガス燃焼式混合サイクル式発電は、テノムパンギプロジェクトより経済的に劣る：

- a) 天然ガスの価格はM\$5.0/1,000cftよりも安価であること
- b) 天然ガス資源の賦存期間は15年以上であること
- c) 設備利用率は65%以上であること

付図 A-3.1 混合サイクルプラントの発電原価 (1/2)

設備容量 = 60 MW
設備利用率 = 70 %



付図 A-3.1 混合サイクルプラントの発電原価 (2/2)

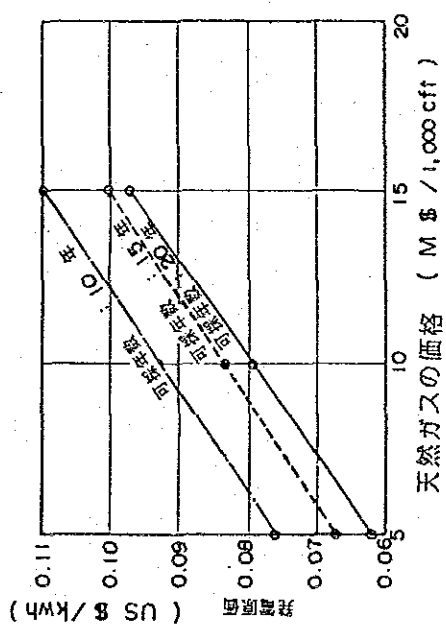
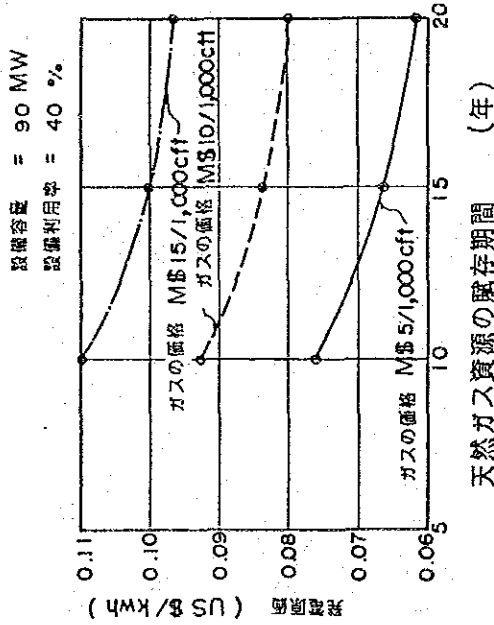
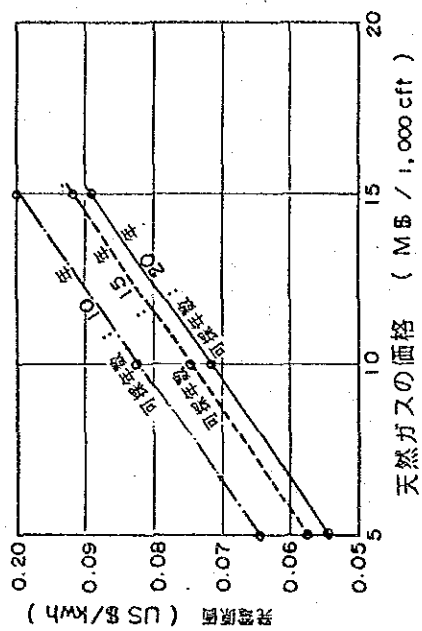
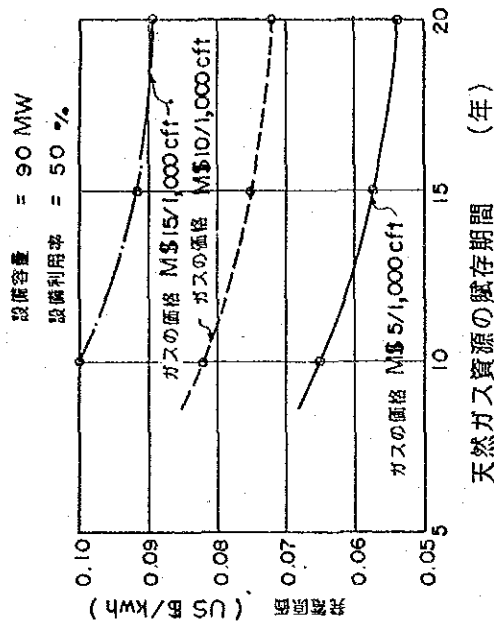


表 A-3. 1 既存発電設備 (コタキナバル発電所)

Unit Number	Manufacturer	Type	Speed (r.p.m)	Commissioning Date	Estimated Retirement	Name Plate Rating (MW)	Derated Output (MW)	Projected after Rehabilitation (MW)
1.	English Electric	16SV	600	1961	1985	1.00	0.75	0.80
2./1	"	16CSV	750	1963	1987	1.50	0	0
3.	"	16SCV	750	1964	1987	1.60	1.00	1.30
4.	"	16CS	750	1965	1988	1.60	1.00	1.30
5./1	"	16V	600	1962	1983	1.00	0	0
6.	Ruston	18ATC	500	1979	1994	3.1	2.5	2.75
7.	"	18ATC	500	1968	1989	3.1	1.5	2.75
8.	Niigata	16V40X	428	1971	1989	5.0	4.0	4.3
9.	"	16V40X	428	1972	1986	5.3	3.8	4.0
10.	"	16V40X	428	1975	1989	5.3	4.0	4.4
11.	SEMT Pielstick	12PA0	1,000	1976	1990	2.75	2.0	2.5
12.	Pielstick	18PC2.5	500	1977	1994	8.1	6.5	7.4
13.	"	18PC2.5	500	1977	1994	8.1	6.5	7.4
14.	Niigata Pielstick	18PC2.5	500	1978	1995	8.22	6.5	7.4
15.	"	18PC2.5	500	1979	1995	8.22	6.5	7.4
16./2	Westinghouse	Gasturbine	1,500	1982	1998	14.75	14.75	14.75
17./2	"	Gasturbine	1,500	1982	1998	14.75	14.75	14.75

Note: /1. Not operational and parts are used for the running sets.
/2. Existing non-diesel generating sets.

表 A-3.2 既存発電設備 (ラプア ン発電所)

Unit Number	Manufacturer	Type	Speed (r.p.m)	Commissioning Date	Estimated Retirement	Name Plate Rating (MW)	Derated Output (MW)	Projected after Rehabilitation (MW)
1.	English Electric	12SVA	750	1964	1988	1.00	0.8	0.85
2. <u>1</u>	"	6E 8CSV	750	-	1988	1.00	-	-
3.	SEMT Pielstick	12PC2.5	500	1977	1995	5.4	3.5	5.1
4.	"	12PC2.5	500	1978	1995	5.4	4.3	5.1
5.	N.K.K. Pielstick	12PC2.5	500	1981	1999	5.5	5.2	5.3
6.	Niigata Pielstick	18PC2.5	500	1984	2002	8.0	7.5	-

Note: 1. Under installation.

表 A-3. 3 既存発電設備 (クニニガン発電所)

Unit Number	Manufacturer	Type	Speed (r.p.m)	Commissioning Date	Estimated Retirement	Name Plate Rating (MW)	Derated Output (MW)	Projected after Rehabilitation (MW)
1.	Dorman	12STK	1,500	1982	1994	0.5	0.45	0.45
2.	Caterpillar	3412DI	1,500	1979	1992	0.3	0.18	0.25
3.	Dorman	80TCA	1,500	1976	1990	0.3	0.21	0.25
4.	Caterpillar	3412DI	1,500	1979	1992	0.3	0.21	0.25
5.	Dorman	12STK	1,500	1976	1989	0.5	0.45	0.45
6.	Cummins	VT-635, GS	1,500	1976	1989	0.3	0.18	0.25
7.	Caterpillar	3412DI	1,500	1979	1992	0.3	0.24	0.25
8.	Ruston	6AP230	750	1982	1998	0.75	0.71	0.71
9.	"	"	750	1982	1998	0.75	0.71	0.71
10.	Caterpillar	3508CAT	1,500	1983	1999	0.5	0.45	0.45
11./1	Stark	-	-	1985		1.0		
12./1	"	-	-	1985		1.0		

Note: /1. Construction of foundations is going on as of July 1985 and the generating sets are expected to be commissioned toward the end of 1985.

表 A-3. 4 既存発電設備 (クダット発電所)

Unit Number	Manufacturer	Type	Speed (r.p.m)	Commissioning Date	Estimated Retirement	Name Plate Rating (MW)	Derated Output (MW)	Projected after Rehabilitation (MW)
1.	Ruston	6AP230	750	1981	1997	0.75	0.6	0.66
2.	"	6AP230	750	1983	1998	0.75	-	0.66
3.	"	16PK3C	750	1976	1994	2.08	-	1.9
4.	"	16PK3C	750	1976	1994	2.08	-	1.9

表 A-3.5 既存発電設備 (テ / ム発電所)

Unit Number	Manufacturer	Type	Speed (r.p.m)	Commissioning Date	Estimated Retirement	Name Plate Rating (MW)	Derated Output (MW)	Projected after Rehabilitation (MW)
1.	Blackstone	EV5	600	1965	1985	0.15	0.1	0.1
2.	"	"	600	1965	1985	0.15	0.1	0.1
3.	Caterpillar	3412DI	1,500	1980	1993	0.3	0.21	0.25
4.	"	"	1,500	1978	1991	0.3	0.21	0.25
5.	"	"	1,500	1978	1991	0.3	0.25	0.25
6.	Dorman	12STK	1,500	1982	1995	0.5	0.45	0.45
7.	"	"	1,500	1982	1995	0.5	0.45	0.45

表 A-3.6 既存発電設備 (コタベルド発電所)

Unit Number	Manufacturer	Type	Speed (r.p.m)	Commissioning Date	Estimated Retirement	Name Plate Rating (MW)	Derated Output (MW)	Projected after Rehabilitation (MW)
1.	Dorman	12STK	1,500	1982/81	1995	0.5	0.42	0.45
2.	"	12QTCA	1,500	1976	1991	0.5	0.4	0.45
3.	"	12QTCA	1,500	-	-	0.5	0.4	0.45
4.	"	8QTCA	1,500	1975/71	1989	0.3	0.2	0.25
5.	"	6QT	1,500	1962	1987	0.18	0.1	0.15
6.	"	8QTCA	1,500	-	-	0.3	0.2	0.25
7.	Caterpillar	3508	1,500	1985	2006	0.5	0.45	-
8.	"	3508	1,500	1985	2000	0.5	0.45	-

Power Demand of West and East Coasts Load Centers

West Coast Load Centers

Kota Kinabalu

Labuan

Keningau

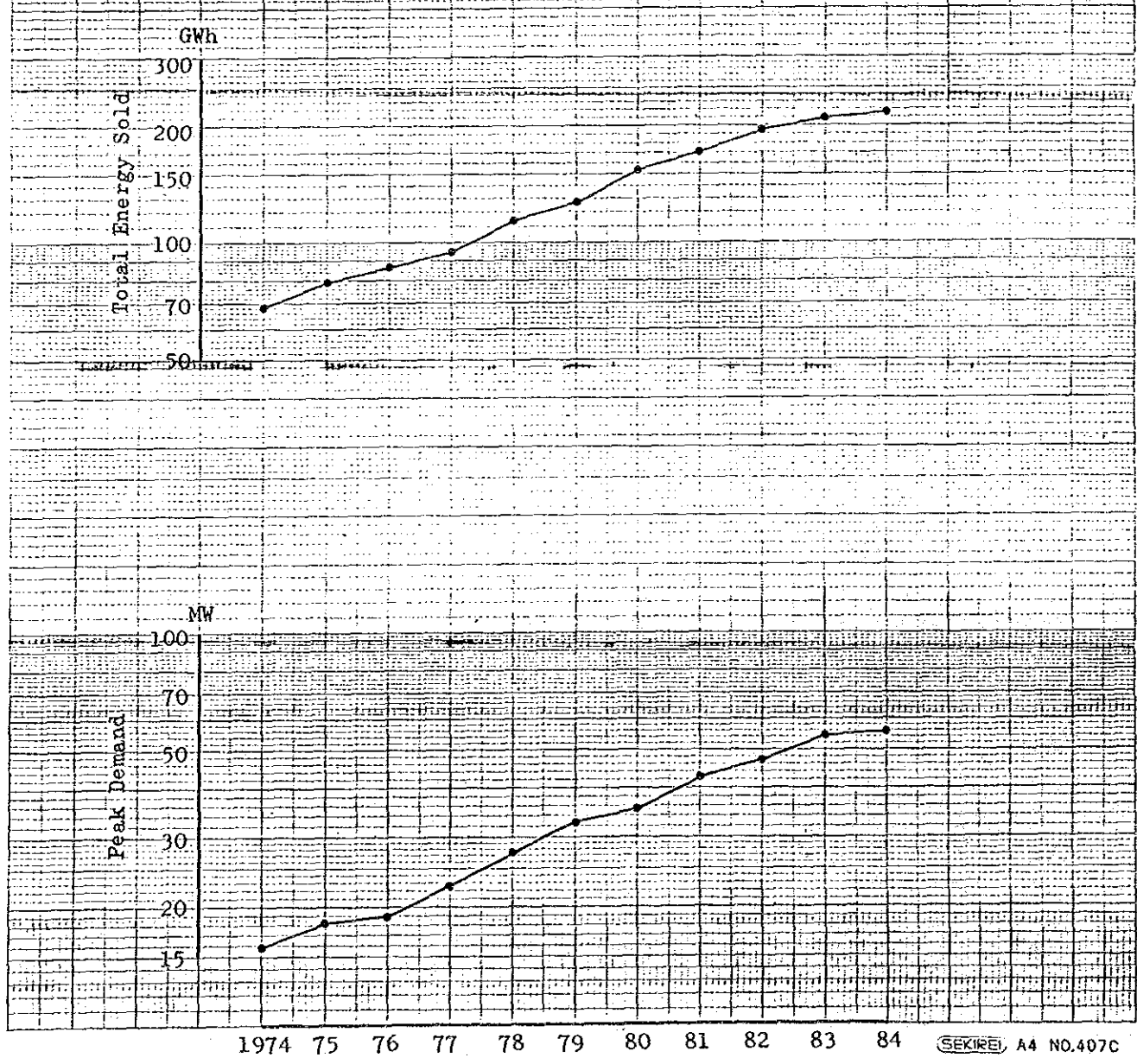
Kudat

Tenom

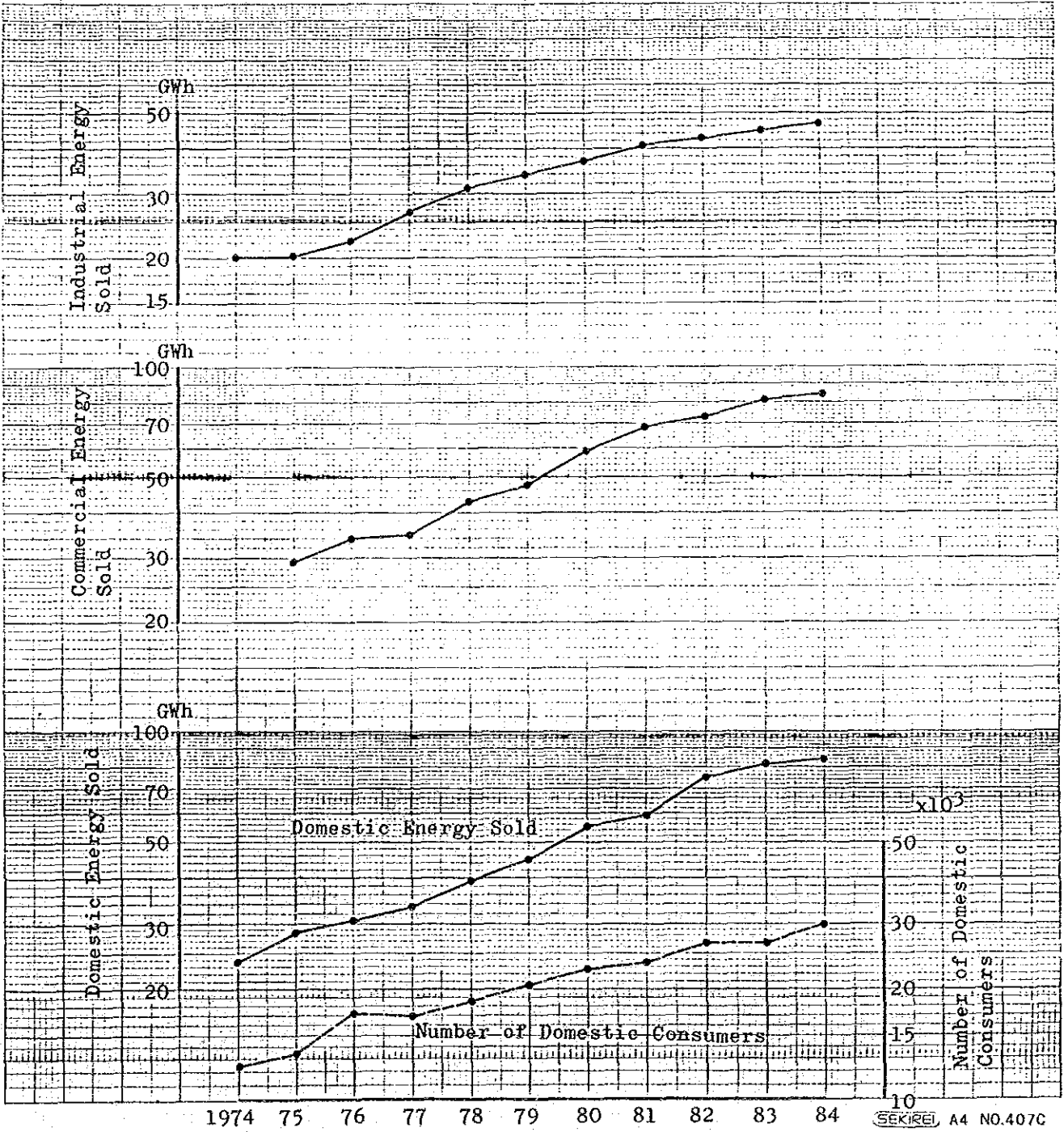
Beaufort

Kota Belud

付図 A-3.2 Trend of Power Demand Growth (1)
(Kota Kinabalu-1)



付図 A-3.3 Trend of Power Demand Growth (2)
(Kota Kinabalu-2)



SEKIREI, A4 NO.407C