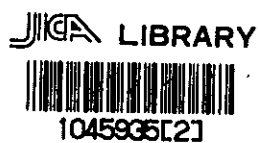


フィリピン共和国  
セブ島火力発電開発計画  
調査報告書

昭和49年9月

国際協力事業団

フィリピン共和国  
セブ島火力発電開発計画  
調査報告書



昭和49年9月

国際協力事業団

国際協力事業団	
受入 月日 '84. 3. 22	118
登録No. 01420	643
	MP

## は し が き

日本政府は、フィリピン共和国政府の要請により、同国のセブ島石炭火力発電所の開発計画策定のための調査を行なうこととし、その実施を海外技術協力事業団（同事業団は昭和49年8月1日に発足した国際協力事業団に統合された）に委託しました。

事業団は、同国における国内資源の有効活用、エネルギー資源の多様化に占める石炭火力発電所の重要性に鑑み、長尾昭五郎氏（電源開発株式会社海外技術協力部）を団長とする6名の調査団を編成し、昭和49年3月5日から3月27日までの間、現地に派遣しました。

調査団は、セブ島内に散在する炭田地域および発電所開発地点について現地調査を行ない、帰国後、石炭の稼行可能量および石炭火力発電所建設の可能性について検討を行ない、最終報告書を提出する運びとなりました。

調査団は、セブ島火力発電所を石炭・石油混焼式の火力発電所として早期に開発すべきことを勧告しており、さらにセブ島以外からの石炭の入手の可能性をより明確にするための調査が必要であると述べています。

本報告書が、石炭火力発電所の実現のために有効に活用されるとともに、日本との経済交流及び友好親善の一助となりうれば、まことに喜ばしいこととあります。

最後に、今回の調査にあられた調査団各位に謝意を表すると共に、調査にあたって協力を惜しまれなかった通産省、外務省、在フィリピン日本大使館、電源開発株式会社、およびフィリピン政府関係機関に対し、厚く感謝の意を表するものであります。

昭和49年9月

国際協力事業団

総裁 法眼晋作

## 伝 達 状

国際協力事業団

総裁 法眼晋作殿

ここに提出するものは、フィリピン共和国のセブ島石炭火力発電所開発計画に関するレコネッサンススタディの報告書であります。昭和49年3月海外技術協力事業団（同年8月1日同事業団は国際協力事業団に統合された）からの委託により、上記計画調査のため通商産業省および電源開発株式会社からの6名の専門家からなる調査団が編成されました。

同調査団は昭和49年3月5日より27日までの23日間フィリピン共和国において、セブ島内の炭田および発電所開発候補地点について、現地調査を実施し、石炭の稼行可能量および石炭火力発電所の経済性に関する簡単な中間報告書を作成し、帰国に先立ちフィリピン政府に提出しました。

帰国後、調査団は電源開発協の関係各部の協力を得て、より詳細な石炭埋蔵量および開発可能量の策定、炭坑開発費の算定、石炭試料の分析、ならびに長期電源開発計画の立案、石炭火力発電所の予備設計およびその経済性について検討を行なうとともに、セブ島以外の諸島からの石炭の輸入の必要性を含めた今後の問題点について検討を行ないました。調査団は上記の検討結果をとりまとめ、最終報告書案として、海外技術協力事業団を通じて本年6月フィリピン政府に提出しました。また、団長は7月17日より27日までの11日間、再度フィリピン関係諸機関を訪問し、上記の報告書(案)の内容を説明し、相互に意見を交換したのち、その内容の理解を得ました。これらの結果にもとづき今般、ここに最終報告書を提出いたします。

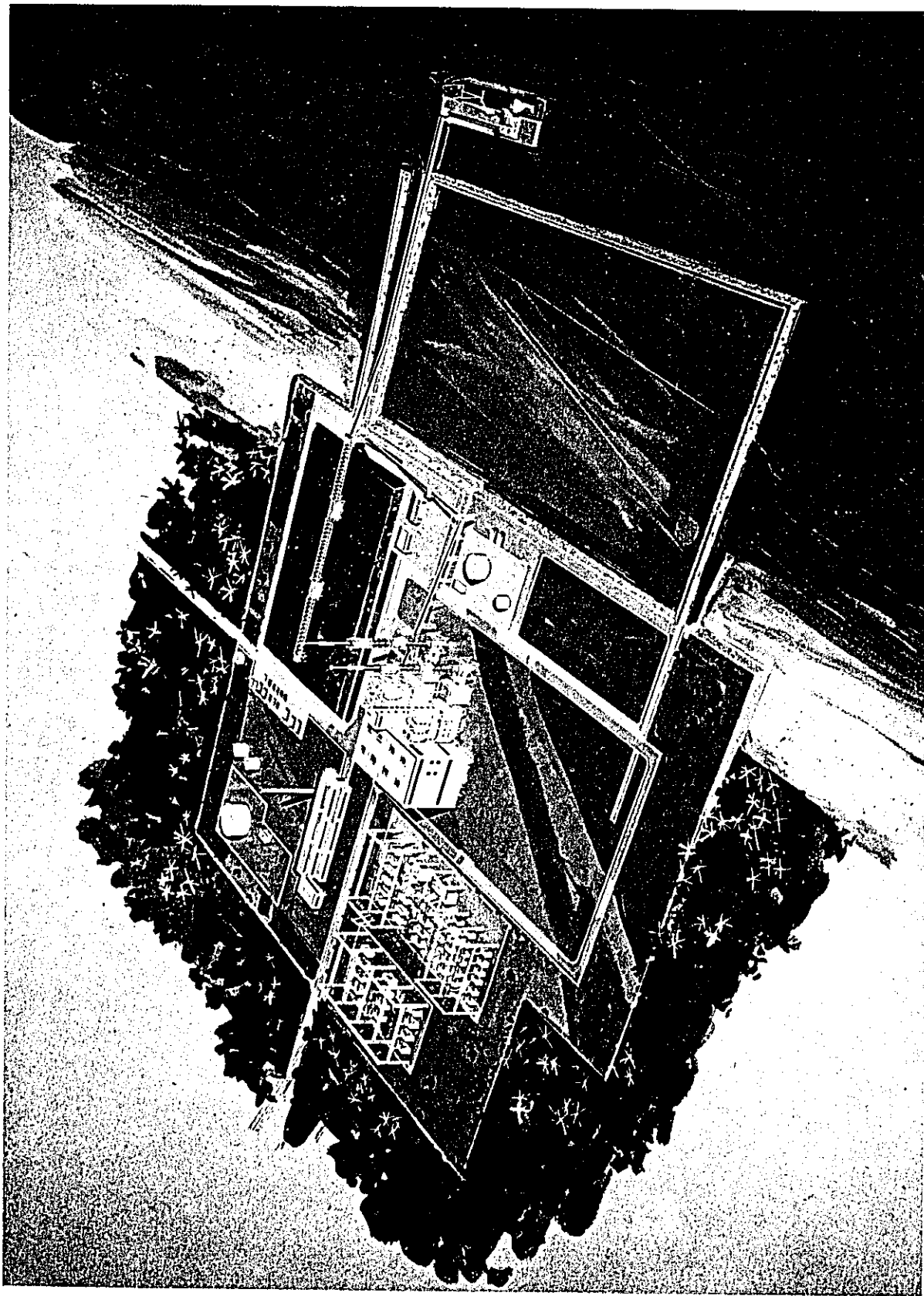
昭和48年末の石油危機の発生以後、国内資源の有効活用、エネルギー資源の多様化は世界各国に共通な問題点としてクローズアップされてきましたが、フィリピン共和国においてもセブ島における石炭火力発電所の開発が電力需要の増大に対応するのみならず、上記の目的を達成するために、大きく貢献するものと思料されます。

終りに、本調査実施に当り御協力を載いた国家電力公社(NPC)、ピサヤス電力公社(VECO)、資源省鉱山局(BM)、駐比大使館、日本政府ならびに国際協力事業団の関係諸氏に対して心から感謝の意を表するものであります。

昭和49年9月

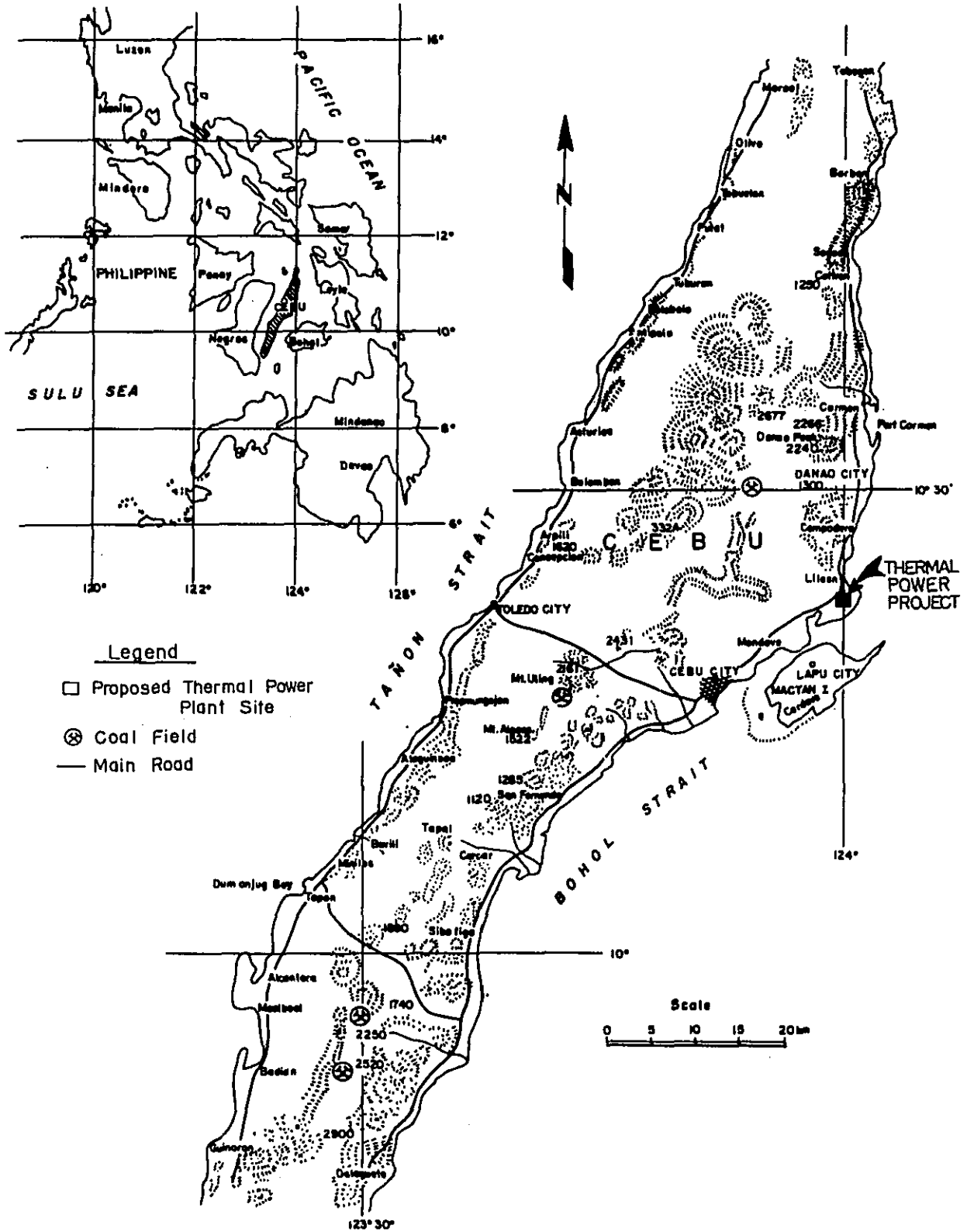
セブ島火力発電開発計画調査団

団長 長尾昭五郎



Artist's Imaginary View of Cebu Coal Fired Thermal Power Plant

# KEY AND LOCATION MAP



# 目 次

第1章 緒 言	1
1-1 調査の目的	1
1-2 プロジェクトの経緯	1
1-3 調査の概要	1
1-4 調査団の構成	2
1-5 現地調査日程	3
第2章 要 約	5
2-1 石炭資源	5
2-1-1 石炭埋蔵量と稼行可能量の推定	5
2-1-2 今後の精査の可能性	5
2-2 炭坑開発費	6
2-2-1 前提条件	6
2-2-2 推定石炭価格	6
2-3 石炭火力発電所	7
2-3-1 発電所開発計画	7
2-3-2 石炭火力発電所の経済性	7
2-3-3 火力発電所の予備設計	8
第3章 勧 告	17
第4章 石炭資源の概要	19
4-1 フィリピンの石炭資源	19
4-1-1 石炭埋蔵量	19
4-1-2 出炭量	20
4-1-3 その他	22
4-2 セブ島の石炭鉱業	23
4-2-1 石炭鉱業の推移	23
4-2-2 石炭埋蔵量	23
4-2-3 出炭量	24
第5章 石炭地域の踏査	27
5-1 地質概要	27
5-2 石炭地域及び資料	28



5-3	各石炭地域の地質	28
5-3-1	Danao-Compos tela 地域	28
5-3-2	Uling 地域	29
5-3-3	Toledo 地域	30
5-3-4	Argao-Dalaguete 地域	31
5-4	調査炭坑の現状	32
5-4-1	地質状況	32
5-4-2	採掘状況	38
5-5	石炭の分析結果	48
第6章	炭坑開発費について	59
6-1	坑内採掘計画	59
6-2	坑内施設計画	79
6-3	坑外施設計画	85
6-4	人員計画	97
6-5	経理計画	99
6-6	問題点	102
第7章	炭量と今後の精査の可能性	103
7-1	埋蔵炭量と稼行可能量の推定	103
7-2	炭坑開発のための精査	105
7-3	セブ島における調査条件	105
7-4	調査費について	107
7-5	今後の精査の可能性	110
第8章	炭坑開発の可能性	111
8-1	石炭開発の可能性	111
8-2	今後の調査方針	112
第9章	火力発電所開発計画	113
9-1	電力需要想定	113
9-1-1	セブ島の電力事情の概要	113
9-1-2	セブ島の電力需要想定	113
9-2	火力発電所の開発規模及び開発時期の決定	123
9-2-1	選定の基本的な考え方	123
9-2-2	必要開発量および開発候補発電所群	123
第10章	石炭火力発電所	129
10-1	石炭火力発電所開発の基本的考え方	129

10-2	火力発電所の建設費	129
10-2-1	建設費算定の基準	129
10-2-2	火力発電所の建設費	130
10-3	石炭量及び価格の限界値	130
10-3-1	石炭所要量	130
10-3-2	限界石炭量と限界価格との関係	138
10-4	石炭火力発電所の経済性	138
10-4-1	セブ島での石炭を使用したと仮定した場合	138
10-4-2	セブ島以外の石炭のみを使用する場合	139
第11章	火力発電所の予備設計	147
11-1	発電所建設地点の検討	147
11-2	建設工程	148
11-3	火力発電所の予備設計	148
11-4	建設に当り留意すべき事項	151
11-4-1	発電用水の調達	151
11-4-2	発電所建設地点における諸調査	151

## Tables, Figures and Plates

### Table

- 4-1 Estimation of Coal Reserves in the Philippines
- 4-2 Production of Coal in the Philippines from 1842-1972
- 4-3 Coal Production in Cebu (1960-1973)
  
- 5-1 Main Coal Mines in Operation which were Investigated
- 5-2 Analytical Results of Coal by Regions and Areas
- 5-3 Test Report
- 5-4 Test Report
- 5-5 Petrographic Analysis (Danao Compostela, Solid Mine)
- 5-6 Petrographic Analysis (Uling, Alpaco Mine)
- 5-7 Petrographic Analysis (Toledo, Base Mine)
- 5-8 Petrographic Analysis (Aragao Dalaguete, D. G. G. Mine)
- 5-9 Petrographic Analysis (Aragao Dalaguete, M. G. M. Mine)
- 5-10 Petrographic Analysis (Aragao Dalaguete, P. M. G. Mine)
  
- 6-1 Development Schedule
- 6-2 Schedule
- 6-3 Advancing Rate of Entry
- 6-4 Qualitative Comparison of Various Mining System
- 6-5 Summary of Rock Tests
- 6-6 Result of Rock Test
- 6-7 Summary of Production
- 6-8 Summary of Production Equipment
- 6-9 Surface Facilities
- 6-10 Specification of Preparation Equipment
- 6-11 Equipment of Work Shop
- 6-12 Manpower Requirement in Detail
- 6-13 Total Estimated Capital Requirement
- 6-14 Mining Equipment
- 6-15 Estimated Cost Statement
  
- 7-1 Measured Coal Reserves
- 7-2 Indicated Reserves
- 7-3 Cost of Field Work for the Detailed Exploration in the Bayabas-Balaas Area
- 7-4 Cost of Field Work for the Detailed Exploration in the Gransina-Mantalongon Area
  
- 9-1 Statistic of VECO Power System
- 9-2 Actual Data of Energy Production
- 9-3 Increase of Price of Bunk C Oil in Cebu City
- 9-4 Figures used for Load Forecast in VECO System
- 9-5 Load Demand Forecast for Cebu Grid
- 9-6 Peak Balance

- 10-1 Construction Cost
- 10-2 Unit Construction Cost
- 10-3 Construction Cost, Oil Fired Steam Power Plant  
(50 MW x 2)
- 10-4 Construction Cost, Coal/Oil Fired Steam Power Plant  
(50 MW x 2)
- 10-5 Construction Cost, Oil Fired Steam Power Plant  
(75 MW x 2)
- 10-6 Construction Cost, Coal/Oil Fired Steam Power Plant  
(75 MW x 2)
- 10-7 Consumption of Oil
- 10-8 Consumption of Coal
- 10-9 Conditions for Annual Cost Calculation of Steam Plant  
(50 MW x 2)
- 10-10 Marginal Price and Amount of Coal Required
- 10-11 Variation of Marginal Price of Coal (\$/MT)

## Figure

- 1 Main Coal Fields in the Philippines
- 2 Main Coal Fields of Cebu and the Route of the Reconnaissance Survey
- 3 Geologic Map of Cebu
- 4 Power Plant Development Program of Cebu Power Grid
- 5 Economic Boundary of Recoverable Coal at Plant Site for Thermal Power Plant (50 MW x 2)
  - 5-1 Solid Mine
  - 5-2 Base Mine
  - 5-3 Don Gil Garcia Mine
  - 5-4 M. G. M. Mine
  - 5-5 P. M. G. Mine
- 6-1 Skelton of Mining Structure
- 6-2 Entry Size
- 6-3 Measuring Apparatus of Index by EGD-AN Method
- 6-4 Full Packing Longwall Mining Method (Diagonal Face to Dip)
- 6-5 Trough in the Coal Face
- 6-6 RRB's Grain Diagram
- 6-7 Flowsheet of Coal Preparation Plant
- 9-1 Load Curve for Cebu City and Suburbs Taken on March 6, 1974 (Wednesday)
- 9-2 Long-Range Load Forecast
- 9-3 Development Program, Case-A
- 9-4 Development Program, Case-B
- 9-5 Development Program, Case-C
- 10-1 Economic Boundary of Recoverable Coal
- 10-2 Benefits-Cost Amount
- 11-1 Coal Field and Thermal Plant Site in Cebu
- 11-2 Cebu Thermal Power Plant, Proposed Construction Schedule
- 11-3 Cebu Thermal Power Plant (Plan)
- 11-4 Cebu Thermal Power Plant (Unit 1, 2)(Section)
- 11-5 Cebu Thermal Plant, Single Line Diagram
- 11-6 Coal Handling System

## Plate

- |       |   |
|-------|---|
| 1     | Main Coal Fields in the Philippines                                       |
| 2-1   | Geologic Map of Cebu  |
| 2-2   | Stratigraphic Correlation Chart   |
| 3     | Main Coal Fields of Cebu and the Route of the<br>Reconnaissance Survey    |
| 4     | Geologic Map and Sections of Danao-Compostela<br>Region                   |
| 5-1   | Geologic Map and Sections of Toledo and Uling Regions                     |
| 5-2   | Geologic Map of Uling Mine Area   |
| 5-3   | Correlation of Colummer Sections of Uling Mine Area                       |
| 6-1   | Geologic Map of Argao-Dalaguete Region                                    |
| 6-2   | Geologic Sections of Argao-Dalaguete Region                               |
| 6-3   | Geologic Map of Bayabas-Balaas Coal Area                                  |
| 6-4   | Geologic Map of Manlapay-Dumalan Coal Area                                |
| 6-5   | Geologic Map of Gransina-Mantalongon Coal Area                            |
| 6-6-1 | The Seam Correlation and Variation Chart of Bayabas-<br>Balaas Area (1)   |
| 6-6-2 | The Seam Correlation and Variation Chart of Bayabas-<br>Balaas Area (2)   |
| 6-7   | The Seam Correlation and Variation Chart of Manlapay-<br>Dumalan Area     |
| 6-8   | The Seam Correlation and Variation Chart of Gransina-<br>Mantalongon Area |
| 6-9   | Exploration Plan of Bayabas-Balaas Coal Area                              |
| 6-10  | Exploration Plan of Gransina-Mantalongon Coal Area                        |

# 第 1 章 緒 言

# 第 1 章 緒 言

## 1-1 調査の目的

この調査（Reconnaissance Survey）は、フィリピン政府の要請にもとづき、フィリピンの Visayas 諸島の中央部に位置する Cebu 島内に石炭火力発電所を建設することの可能性を明らかにするためのものである。日本政府はこの要請にもとづき、本技術調査団を派遣した。この調査団はセブ島内に散在する炭田および石炭火力発電所建設予定地点を現地調査し、これらの成果をもとに石炭埋蔵量の把握、石炭稼行可能量の算定、石炭火力発電所の予備設計ならびに石炭火力発電所の経済性について調査報告書を作成する。また、これらの検討結果に基づき、今後セブ島に石炭火力発電所を建設するための問題点を明らかにする。

## 1-2 プロジェクトの経緯

- (1) フィリピン政府は社会経済発展の基盤整備の一環として、ルソン、ミンダナオと共にビサヤス地域の電化計画を進めている。1973年日本政府はフィリピン政府の要請にもとづきセブ島を中心とするビサヤス地域の調査を行ない電力長期計画書を1973年3月に提出した。
- (2) この計画書によれば、セブ市を中心とするセブ島全域の急激な電力需要の増大に対応して、10MW×5台のガスタービン発電所（その後ディーゼル発電所に計画変更された）の建設に引き続き、50MW×2台の石油火力発電所が計画されている。
- (3) しかし、フィリピン政府は国内資源の有効活用および地域開発を目的として、セブ島内の石炭資源の活用を考慮してきた。特に、1973年末に発生した石油危機による石油価格の上昇以来、石炭を燃料とした火力発電所の優位性が注目されてきた。
- (4) したがって、セブ島内に石油専焼型として計画されている50MW×2台の火力発電所を石炭火力発電所として建設することの可能性を明確にするため、セブ島内の石炭量の調査およびこれらの石炭を使用した場合の経済性の検討を早急に行なう必要が生じてきた。そして、フィリピン政府は日本政府に対し、上記に関する技術協力を依頼してきた。
- (5) 日本政府はこの要請にもとづき、昭和49年3月5日より3月27日に至る23日間の日程で、6名の専門家よりなる調査団を派遣して、現地調査を実施せしめた。この現地調査結果の概略は、中間報告書として帰国に先立ち調査団よりフィリピン政府に提出された。
- (6) この中間報告書は、調査団帰国後、日本において更に検討を加え、今回最終報告書として日本政府よりフィリピン政府に提出されるものである。

## 1-3 調査の概要

- (1) 地質条件の調査



セブ島内に散在する炭田地区を現地踏査することにより、また既存の地質資料を整備することにより、各炭田地区の地質概要および炭層の賦存状況を把握する。

(2) 石炭埋蔵量の推定

上記地質条件の検討、ならびに現在および過去の出炭状況より、石炭の理論埋蔵量ならびに産出可能量を推定する。

(3) 炭坑開発の可能性

具体的に炭坑を開発するに当たって、事前に実施されるべき今後の精査について、その対象地点および精査の方法を検討することにより、精査の可能性を調査する。

(4) 炭坑開発費の算出

地質条件、詳細地形および労働条件などにより、今後の精査費を含めた、炭坑開発費を算出する。

(5) 石炭試料の分析

現地で入手した石炭試料を分析することにより、石炭の品質を調査する。

(6) 長期電源開発計画

電力系統の統計資料および人口、経済指標にもとづき、長期電力需要想定を行なう。またこの需要想定値および開発可能電源地点の特性にもとづき、電力系統全体が長期に亘って最も経済的となる長期電源開発計画を策定する。

(7) 石炭火力発電所の予備設計

上記の電源開発計画にもとづき、1978年までに建設すべき50 MW×2台の予備設計（機器配置図、建設スケジュール、建設費の算出）を行なうとともに、今後早急に着手すべき事前調査の項目を明確にする。

(8) 石炭火力発電所の経済性

重油火力発電所に比較して、石炭火力発電所が経済的となるための必要石炭量および石炭の限界価格との関係を明確にする。

(9) 今後の調査方針

以上の調査にもとづき、今後石炭火力発電所を建設するために必要な事項について記述する。

#### 1-4 調査団の構成

調査団は通商産業省および電源開発㈱から次の6人のメンバーで構成され、その担当事務は次の通りである。

団 長	長 尾 昭五郎	電源開発㈱海外技術協力部	総 括
団 員	茂 木 重 一	通商産業省通商政策局	経済一般
団 員	内 田 昭 八	電源開発㈱海外技術協力部	採 鉱
団 員	彌 吉 久	"	地 質

団 員	本 田 達 郎	電 源 開 発 協 会 火 力 部	火 力 発 電
団 員	古 川 一 彦	電 源 開 発 協 会 海 外 技 術 協 力 部	地 質

**1-5 現地調査日程**

昭和 49 年 3 月 5 日より 49 年 3 月 27 日までの 23 日間

## 第2章 要約

## 第 2 章 要 約

### 2-1 石炭資源

#### 2-1-1 石炭埋蔵量と稼行可能量の推定

フィリピン全土の総埋蔵炭量は、Mr. F. D. Spencer等(1957)により 6,708 万トンと報告されている。このうち、炭厚 75 cm 以上で、経験上稼行対象となる確定及び推定区域の埋蔵炭量は、約 3,000 万トンとなり、この炭量に対して地質上の安全率および採掘実収率を乗じて算定される実収炭量は 1,166 万トンになる。

また同じくセブ島全域の総埋蔵炭量は約 2,300 万トンで、そのうち炭厚 75 cm 以上で確定及び推定区域の埋蔵炭量は 1,149 万トンとなり、上記と同様にして実収炭量 425 万トンが得られる。

しかしながら、今回の現地踏査により、セブ島の地質条件は炭層の連続性が劣り、且つ炭厚の変化が激しく、又地層は一般に急傾斜で褶曲や断層が多く、地質構造は複雑であることが判明した。

日本に於いても、フィリピンに於けると同様に、北海道の天北炭田、天塩炭田等の様な新第三紀の炭田は存在するが、堆積盆地が小さいこと、炭厚の変化が激しいこと、断層や褶曲が多いこと等のために、地質構造は複雑で近代的な大規模の採掘には適していない。日本に於ける新第三紀炭田の開発の例は非常に稀であり、大部分は古第三紀に属している。(例えば、三池、空知、夕張炭田等)従って、セブ島に於いて近代的な規模の大きい炭鉱の開発は望めないと考えられる。

Argao-Dalaguete 地域に於いて、以前調査された地質資料に基づき、稼行面から検討すれば、Camote Mining でなく、或程度の規模で計画的に採掘して坑外搬出可能となる炭量は約 50 万トン程度とみなされる。これは Spencer 等の数値から導かれる Argao-Dalaguete 地域の確定、推定実収炭量の合計 173 万トンに対して約 30 % である。この比率を仮にセブ島全域に適用すると、組織的な開発の対象となるセブ島の炭量は約 120 万トンとなる。しかしながら、この炭量 120 万トンは地表調査及びドリリング調査の地質精査によって確認されねばならない。

#### 2-1-2 今後の精査の可能性

地質精査をセブ島で実施する場合には、今回の踏査結果から次の様な困難が伴うと考えられる。即ち、一般に表土の厚さは 3 m 以上あり、また付近山岳からの石灰岩転礫や崖錐におよわれているため、地表調査を行う場合、人力によるトレンチングは困難であり、剝土はブルドーザーによらなければならない。又ドリリングについては、斜めボーリング及び石灰岩礫による障害等のため、作業能率の低下が予想される。

次に各地域について、今後の精査の可能性についてみると、北方の Danao-Compostela 地域は、地質図や地形図、特に古洞図がなく、生産状況のデータが不足している。また今回の踏査

の結果、地質構造の複雑さが予想されるので、予備調査又は概査さらに精査等の段階を踏む必要があり、2年以上の期間と多額の費用を要すると考えられる。本地域の調査の困難性は、Coal Special Project の一環として Melendres 等 12 名もの編成による調査が行われたにも拘わらず、1957年に準備中であった報告書が出版されなかったことから推察できる。従って、現段階では、この地域を精査の対象とすることはできない。

中央の Uling 地域では、主要稼行炭層は1枚であり、また Toledo 地域では厚さ1 m前後のレンズ状炭層が1~2枚あるだけで炭量も少ない。よって両地域共探査価値は低い。

南方の Argao-Dalaguete 地域については、H. Barnes 等(1956)の資料により、精査計画が立案できる。この地域の中で、多少とも開発の可能性があるとみられるのは、Bayabas-Ba-laas 区域と Gransina-Mantalongon 区域である。この各区域の精査に必要な野外作業の期間は、夫々約3ヶ月で、最小限のドリリングを含む野外調査費は、前者が約82万ペソ、後者が約44万ペソと見積られる。しかし、地質構造の複雑さのため、ドリリングの追加等による調査継続の必要も予想される。

## 2-2 炭坑開発費

### 2-2-1 前提条件

地質の章で説明した様に組織的な採掘の対象となる炭量が1区域に纏って多量に賦存しないことが推定されるので、セブ島全体についての平均的な採掘費を算出することは今の段階では困難である。これには、全地区の精査が必要でそれに続いて地質条件が解析され、採掘計画が立案後全地区の採掘費の算出が可能になる。従って今回の計画は、地質構造が比較的良好に解析されている Argao-Dalaguete 地域の地質図から炭層賦存を推定して、この地域の一フィールドについて採掘計画、設備費、採掘費を算出したものである。従って、以下述べる開発費その他は全地域に適用することができない。

一フィールド当りの実収炭量は156,000トンでこれを開発するには約2ケ年の期間が必要である。採掘は斜坑方式によるものとし、出炭規模は日産200トン年産60,000トンと計画した。

この採掘に必要な人員は鉱員203人で、その他関係人員を含め合計240人である。この場合、全員能率は0.83トン/人/方となる。

### 2-2-2 推定石炭価格

総起業費は550万ドルである。その内訳は、直接設備費が370万ドル、その他間接投資が180万ドルである。

坑口推定原価は36.5\$/MTでこれには生産原価、住宅手当、管理費償却及び利子が含まれる。

この外に炭坑から発電所までの運賃を4.5\$/MTと推定すると発電所渡しの原価は41\$/MTになる。然し乍ら精査の結果、採掘条件が予想よりも悪い場合は、設備費の増加、能率の低下等で原価が増加する恐れがある。

## 2-3 石炭火力発電所

### 2-3-1 発電所開発計画

本計画は1988年まで年延べ率13.5%で増加する電力需要に対応するための長期発電所開発計画である。

すなわち、電力需要はセブ島の電力システムを、用途別、地区別に統計分析する Micro Method と、世界各国、フィリピン共和国、およびセブ島それぞれの経済指標電力需要の相関を分析する Macro Method とを用い算出した。またこの値を Most Probable なものとして、この想定値以外に将来の景気変動を考慮して、上限値(年増加率14.9%)下限値(11.4%)を設定した。

この電力需要の増加により、電力の供給力不足は5年後の1978年までには11MW、10年後の1983年までには92MW、15年後の1988年までには253MWとなる。

この供給力不足に対応した、最適の開発規模、開発時期を有する計画を選定するために、50MW、75MWの火力発電所からなる3通りの長期電力開発計画案を作成した。水力発電所はセブ島内では、机上調査の段階であり、Data も不十分であり、今回の開発計画の対象とはなり得なかった。また、火力発電所の単機容量の選定は全電力システム容量、スケールメリット、機器制作上の問題点などを考慮して行なった。

これらの3通りの開発計画案を耐用年数間について、相互に経済比較することにより最適計画を選定した。その結果1979年までに50MW#1、1983年に50MW#2、1985年に75MW#1、1988年に75MW#2の火力発電所を建設する必要がある。(Fig-1 参照)

### 2-3-2 石炭火力発電所の経済性

1973年の石油危機発生以来、国内資源の有効活用、エネルギー資源の多様化が再認識され、石炭火力発電所の優位性がクローズアップされてきた。一方、火力発電所の建設工程は仕様書作成を含めると、少なくとも4ケ年を必要とするので、1978年末に運転開始を行なうためには、燃料種別の決定を含め、早急に計画を具体化する必要がある。これに対処するため前述のセブ島内の石炭資源の調査と並行して、発電所計画立案の立場からみた石炭火力発電所の開発の可能性をその経済性を主体として検討した。

石炭火力発電所は代替供給力として考えられる重油専焼火力発電所に比し、約20%の増分建設費を必要とする。したがって、前者が後者より経済的であるためには、この増分コストを償却するために十分な量の石炭が、石油より安い価格で確保されねばならない。この場合使用し得る石炭量が少ない程、石炭の価格の限界値は低くなる。すなわち、火力発電所の混焼率を低くする程、あるいは石炭の使用年数を短くする程、より安い石炭を必要とする。

この確保すべき石炭量と価格との関係を、石炭火力発電所、重油専焼火力発電所の建設費および石油価格より算出し、Fig-5に示す。石炭火力発電所の建設費は最近の世界的なインフレ傾向を反映して、50MW×2台で6,300万ドル(外貨分4,700万ドル、内貨分1億430万ペソ)であり、

重油専焼火力発電所より、1,000万ドル高い。なお、仮に不測の理由により建設費がさらに上昇したとしても、上述の石炭の量と価格の関係はほとんど変化しない。(Fig 10-1 参照)

セブ島内の稼行可能実収炭量は 2-1 で述べた如く 120万トン以下と計算では推定される。この量は、50MW×2台の石炭火力発電所が 100%の混焼率で、耐用年数間(33ケ年)の運転に必要なとされる量の 14%に過ぎず混焼率 50%耐用年数を 20ケ年としても必要量の半分以下(47%)である。

また、この石炭量に対する価格の上限値は 6\$/MT であるにも拘らず、2-2 で述べた如く、実際の産出 Cost は約 41\$/MT と推定されている。したがって、セブ島内での石炭のみしか使用できない場合は石炭火力発電所の建設は重油火力発電所の建設に比し、極めて、不経済なものとなる。なお、火力発電所の耐用年数を 20ケ年とした場合でも、Fig-5 に示される量と価格の関係は Table 10-10 に示す如く、殆んど変化しない。すなわち、セブ島で期待される石炭量は、50MW級の火力発電所用としては極めて少ない。したがって石炭はミンダナオから、あるいは国外からの輸入により入手されることが必要とされる。

この場合、石油価格を 90\$/klとし、石炭の混焼率を 100% (耐用年数間で 870万トン、年間 27万トン)とすると、石炭価格が発電所地点で 50.4\$/MT 以下であれば、石炭火力発電所は充分経済的となり得る。また、石炭価格が 40\$/MT で入手できた場合は、その量が耐用年数間の半分の期間しか入手できなかったとしても重油専焼火力に比し、そのメリットは工事費換算で 10.2百万ドルに相当する。さらには、同じ条件で年間量 80,000トンの石炭(混焼率 30%に相当)を耐用年数間確保できれば経済性は重油火力にほぼ匹敵する。

以上の如く、Fig 5 に示すように、量と価格を有する石炭が入手できる見通しがあるならば石炭火力発電所は、重油火力に代って建設されるべきであり、さらにはその価格によっては Fig 10-2 に示すようなメリットを有することとなる。

### 2-3-3 火力発電所の予備設計

電力需要の急増に対応して、火力発電所の建設が急がれていること、および N P O が計画中のディーゼル発電所(10MW×5台)を本計画の火力発電所と同一地点に建設する予定であることなどを考慮し、発電所の Layout を含む予備設計を実施した。

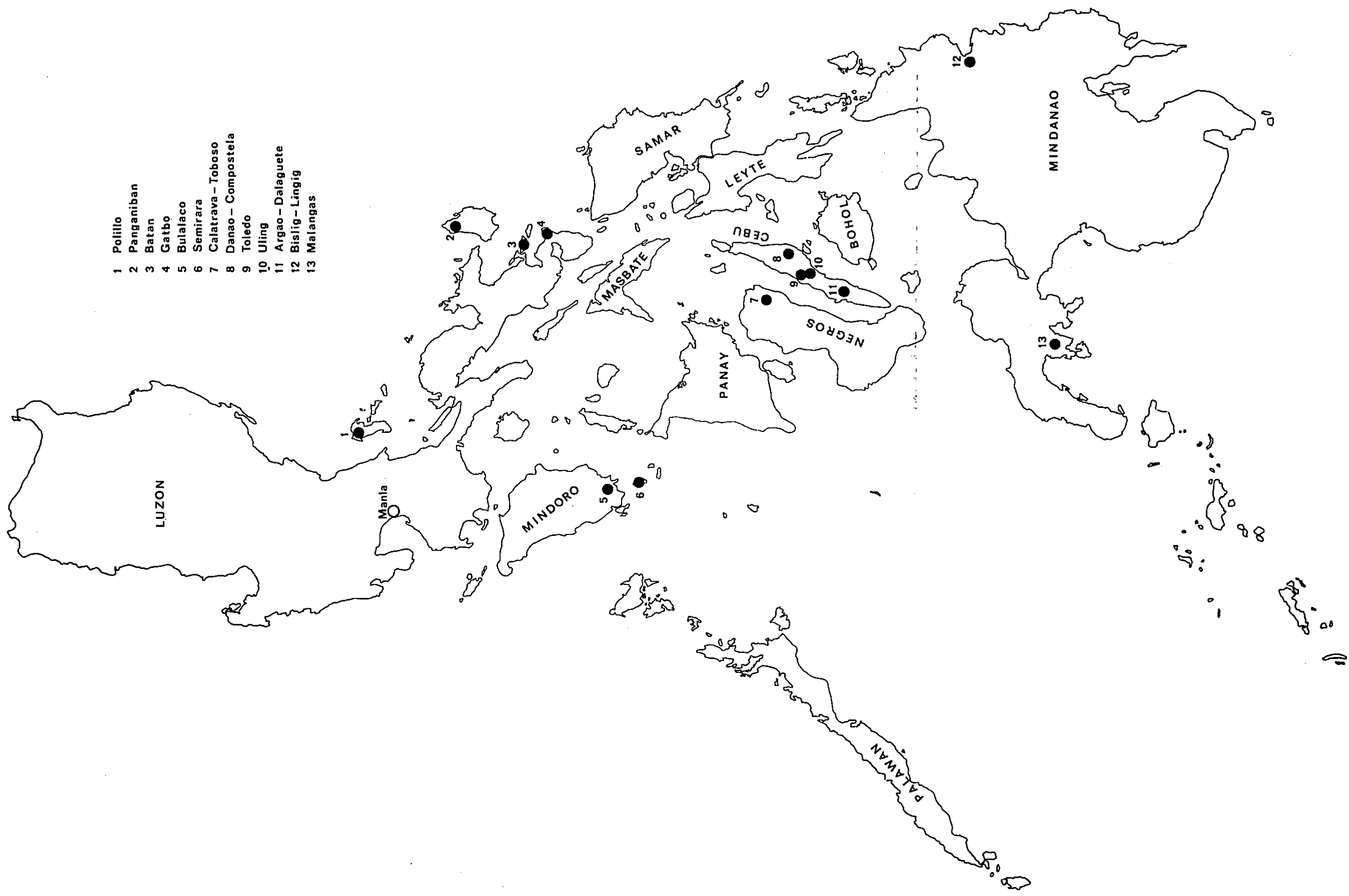
スチームプラントは将来増設を予定されるユニットを石炭専焼として設置することが可能なように配慮した。発電所の構内配置ならびに断面図は Fig 11-3.4 に示す。

灰捨池の容量は初期投資を抑えるため 50MW×1台の 10年間程度としていたので、将来灰捨池の拡張が必要になる。主要機器仕様は N P O 案通りとしたが、実施設計の時点で更に経済比較、建設費などを検討し機器仕様の見直しが必要である。開閉所の構成は、N P O 案より単純化し建設費の軽減を計ったが信頼性に問題はない。

建設工程は仕様書作成から、営業運転まで約 4年間必要であり、1978年末に 50MW×1台を営業運転させる場合は早急に建設準備をすることが必要である。

**Fig.1**  
**MAIN COAL FIELDS**  
**in the PHILIPPINES**

- 1 Polillo
- 2 Pangasinan
- 3 Batan
- 4 Gatbo
- 5 Bulalaco
- 6 Semirara
- 7 Calatrava - Toboso
- 8 Danao - Compostela
- 9 Toledo
- 10 Uling
- 11 Argao - Dalaguete
- 12 Bislig - Lingig
- 13 Malangas





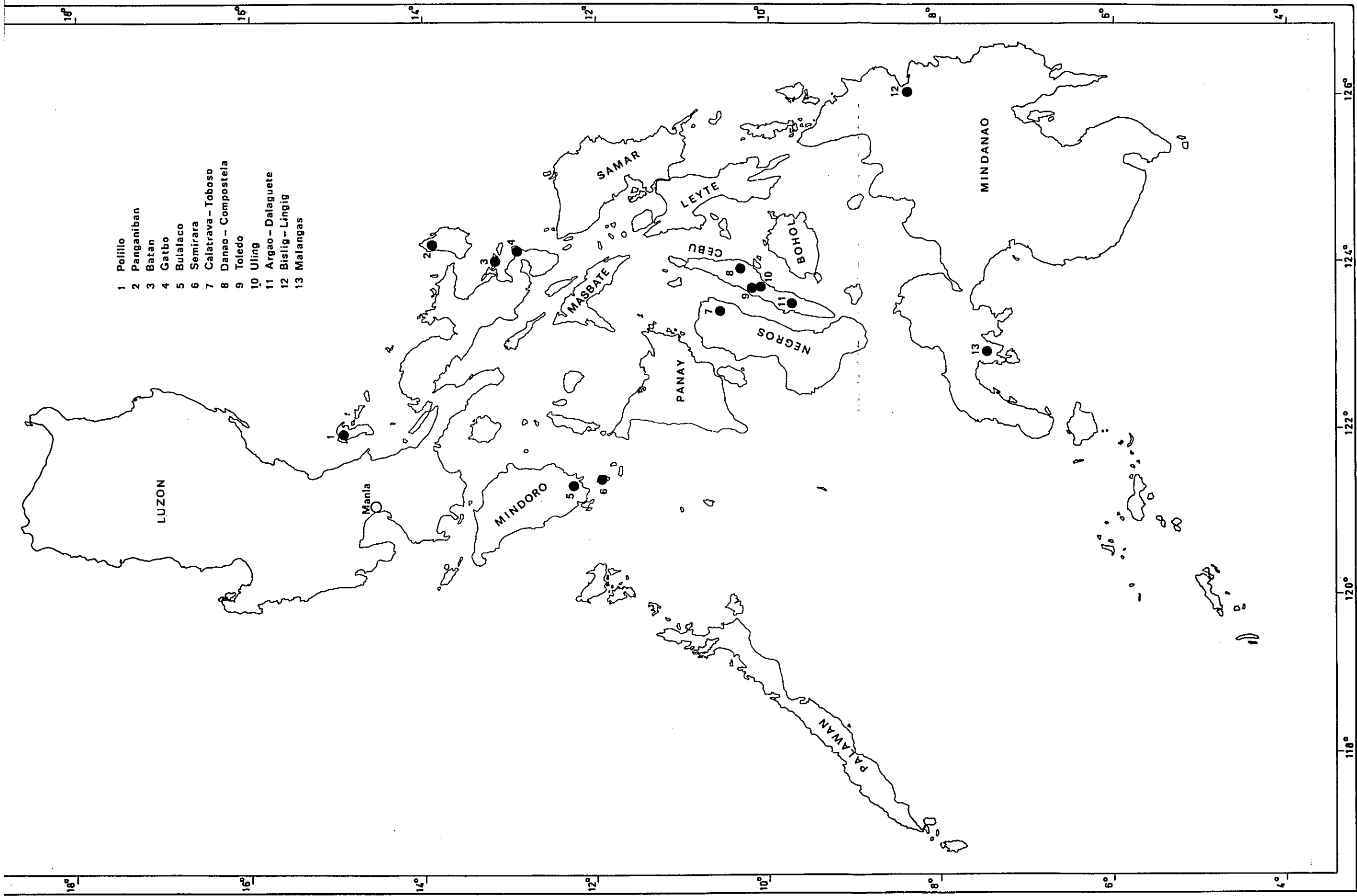
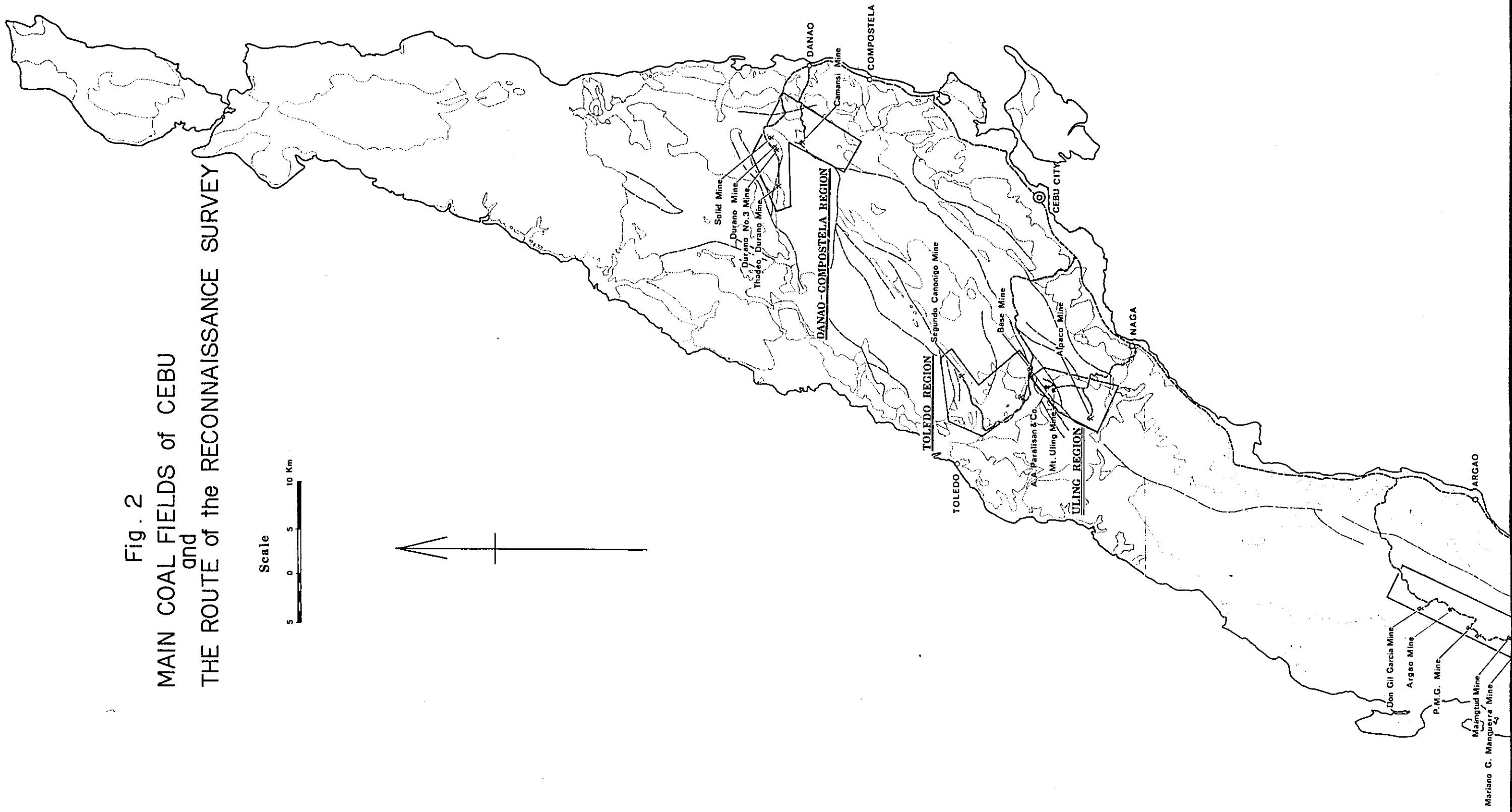
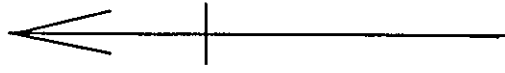
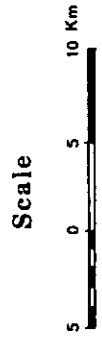


Fig. 2  
 MAIN COAL FIELDS of CEBU  
 and  
 THE ROUTE of the RECONNAISSANCE SURVEY



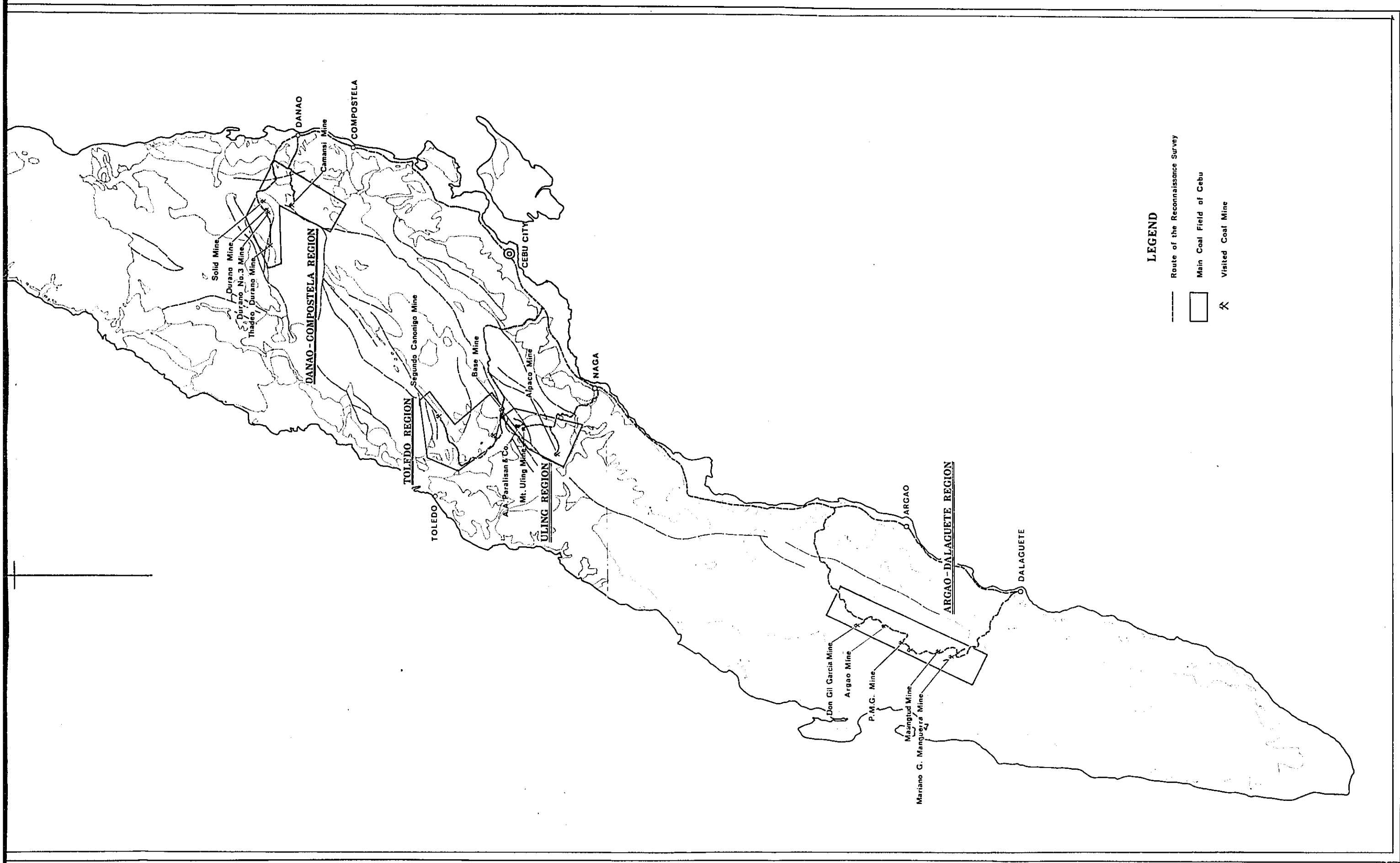
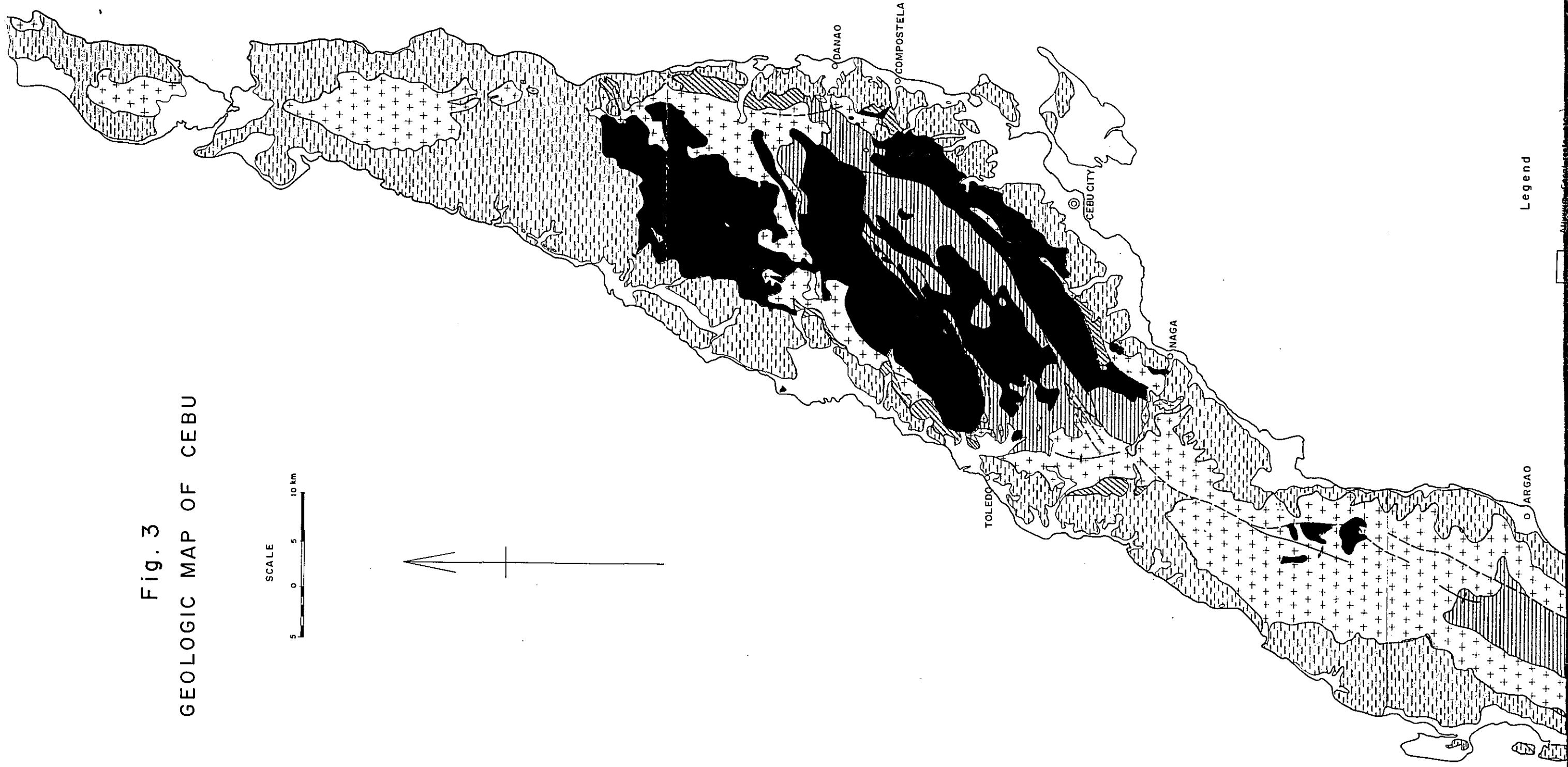
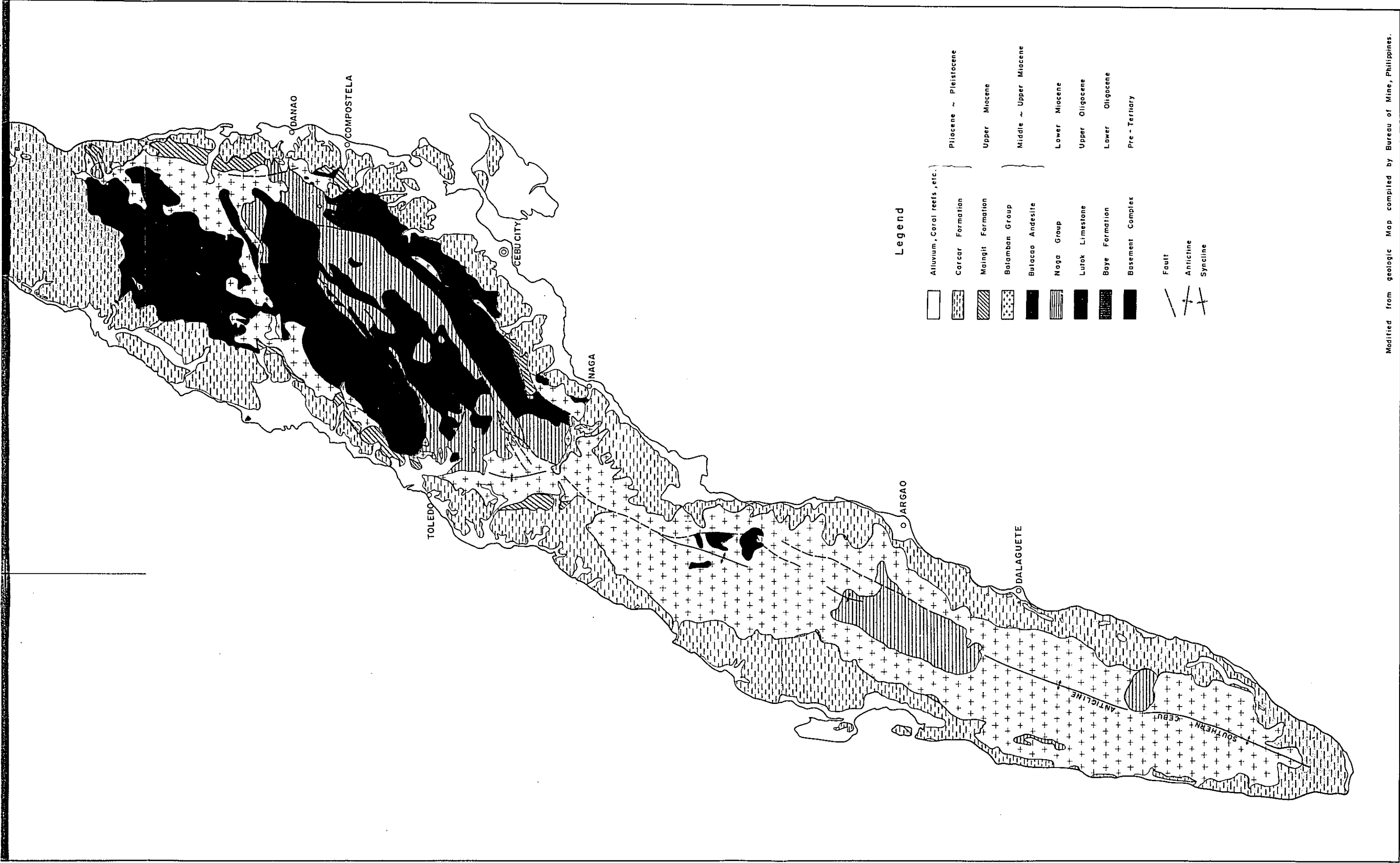


Fig. 3  
GEOLOGIC MAP OF CEBU



Legend



**Legend**




















- |   |                             |   |                        |
|---|-----------------------------|---|------------------------|
|  | Alluvium, Coral reefs, etc. |  | Pliocene ~ Pleistocene |
|  | Carcar Formation            |  | Upper Miocene          |
|  | Maingit Formation           |  | Middle ~ Upper Miocene |
|  | Balamban Group              |  | Lower Miocene          |
|  | Bulacao Andesite            |  | Upper Oligocene        |
|  | Naga Group                  |  | Lower Oligocene        |
|  | Lutok Limestone             |  | Pre-Tertiary           |
|  | Baye Formation              |   |                        |
|  | Basement Complex            |   |                        |
|  | Fault                       |  | Anticline              |
|   |                             |  | Syncline               |

Fig. 4 POWER PLANT DEVELOPMENT PROGRAM  
OF CEBU POWER GRID

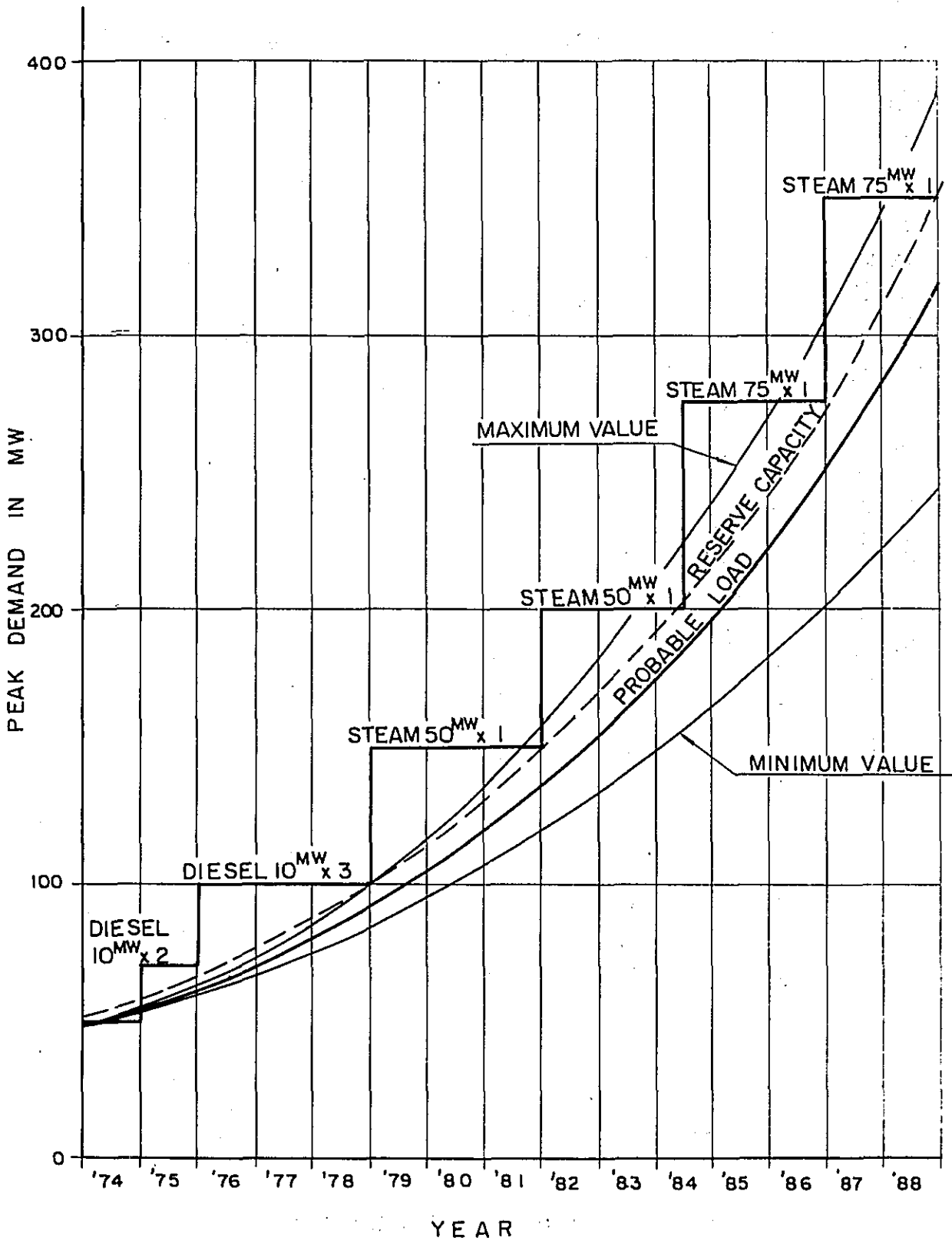
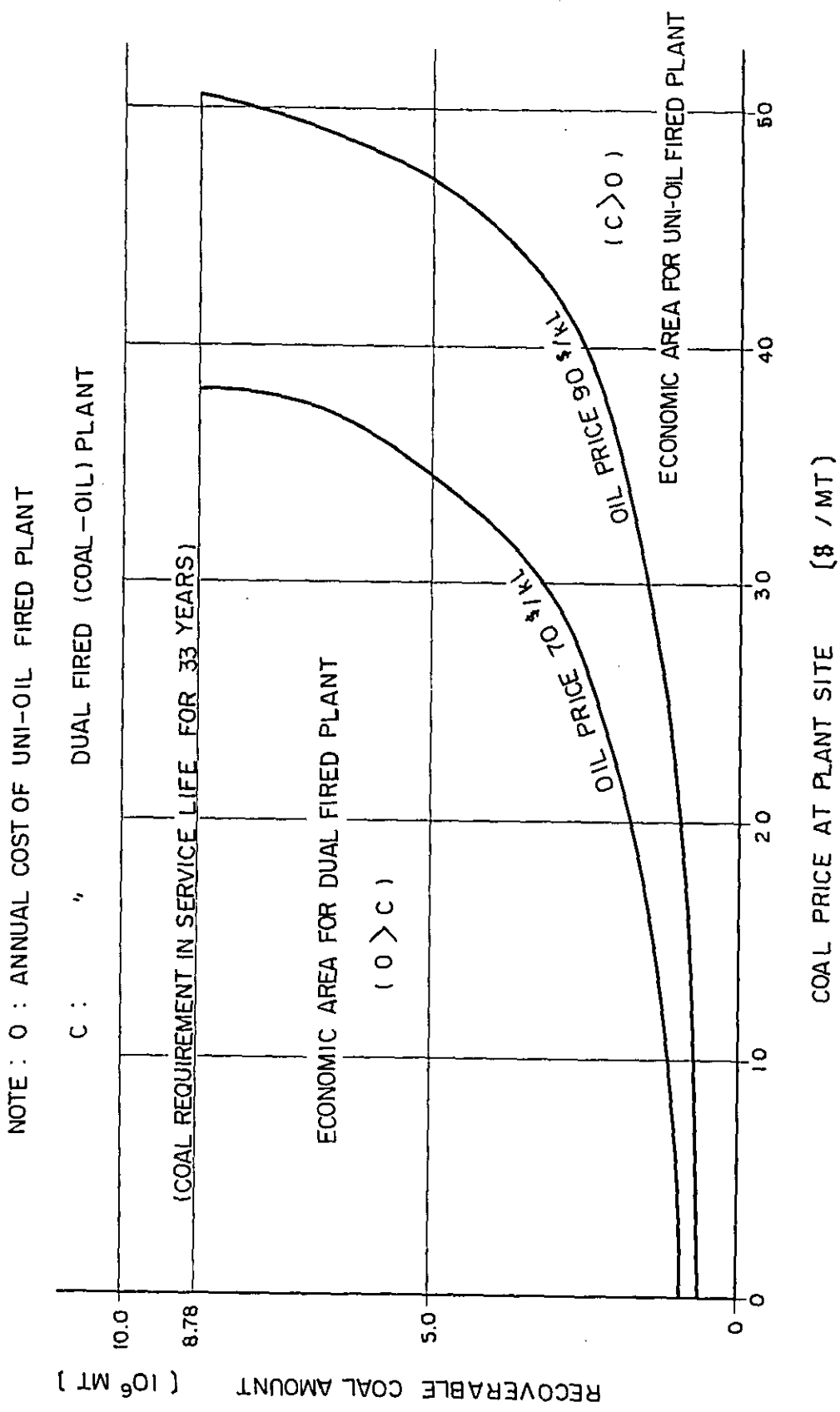


Fig. 5 . ECONOMIC BOUNDARY OF RECOVERABLE COAL AT PLANT SITE  
 FOR THERMAL POWER PLANT 50MW x 2



### 第 3 章 勸 告



### 第 3 章 勸 告

(1) 今回の踏査により、4石炭地区のうち精査の対象となり、開発の可能性が期待出来るのは Argao-Dalaguete 地区で、炭量は約 500,000 トンと見込まれる。

この地区のなかで比較的炭層賦存の密度が高い Bayabas-Balaas 区域を重点的に精査を実施することが推奨出来る。

この精査によって炭量の賦存が確認された場合には、この区域につながる区域の精査も続いて行い Argao-Dalaguete 地区の炭量が判明後石炭の開発ならびに規模が決定される。

(2) ただし、かりにセブ島内で上記の探査によりある程度の炭量の増加が期待できても、組織的に開発可能な石炭の量は 50 MW 級の火力発電所の必要石炭量に対しては非常に少ない。

従って以上の点から現段階では、セブ島産出の石炭のみを燃料源の対象とした場合には、石炭火力発電所の開発は、石油火力発電所の開発より、電力経済面では有利とはなり得ない。

(3) しかしながら、国内資源の有効活用、電力資源の多様化、地域開発などの国家的見地を重視する場合には、炭鉱および石炭火力発電所のより具体的な開発の方法を、今回の調査に引き続き検討すべきである。

このためにはミンダナオ島などの炭田を今回の様な方法で調査し、国内炭の量および価格を早急に明らかにすることが必要である。また更には、エネルギー資源の多様化を重視するならば輸入炭の確保の可能性もあわせて早急に検討する必要がある。

この場合、石炭火力発電所が重油火力発電所より経済的となるための石炭の量と価格との関係については本報告書を十分に参考にされたい。

(4) 電力需要の増加に対して、1979年までに 50 MW の火力発電所を建設する必要がある。このため(3)による石炭の量および価格の検討に基づき、火力発電所の燃料種別を 1975 年前半までには決定すべきである。

(5) 石炭に関する検討と併行して発電所建設のための具体的設計、仕様書作成、資金調達準備にとりかかる必要がある。その事前調査として、燃料種別の如何に拘らず、発電所敷地の詳細測量、発電所周辺の詳細海底図の作成および波高、汐位等の測定を Liloan 地区を中心に現在直ちに実施することを勧告する。

## 第4章 石炭資源の概要

## 第 4 章 石炭資源の概要

### 4-1 フィリピンの石炭資源

#### 4-1-1 石炭埋蔵量

フィリピン全土の石炭埋蔵量については、若干の公表された数値があるが、1957年の Spencer & Vergara の報告による 6,708 万トンが広く一般に認められている。(Special Project Series No. 20-Coal)

しかし乍ら、この数量は厚さ 35cm までの薄層を含む埋蔵炭量であるので、経験上実際の稼行対象となる厚さ 75cm 以上の炭層について、確定区域およびこれに隣接する推定区域の炭量を同報告の中からピックアップし、埋蔵炭量約 3,079 万トンが求められる。これに地質上の安全率および採掘実収率を乗じて算定すると、実収炭量は 1,166 万トンとなる (Table 4-1)。

Table 4-1 Estimation of Coal Reserves in the Philippines  
More than 75 cm thick. Based on S. P. Series No. 20-coal. (In thousand metric tons)

Region	Measured reserves (a)	Mined or lost in mining (b)	Remaining reserves (c)=(a)-(b)	Indicated reserves (d)	Total reserves (e)=(c)+(d)	Recoverable reserves (f)	Remarks
Pollillo	1,307	-	1,307	121	1,428	565	
Panganiban	68	-	68	244	312	112	
Hitoma-Manambrag	79	-	79	84	163	61	
Batan	5,848	725	5,123	1,235	6,358	2,481	*
Gatbo Peninsula	112	-	112	-	112	45	
Bulalacao	372	-	372	249	621	236	
Semirara	1,551	-	1,551	826	2,377	909	
Calatrava Toboso	331	-	331	189	520	198	
Malangas-Kabasalan	3,411	660	2,751	2,487	5,238	1,970	
Bislig-Lingig	1,553	-	1,553	625	2,178	840	*
Cebu Island							
Danao-Compostela	3,741	1,692	2,049	3,927	5,976	2,194	
Uling	774	-	774	-	774	310	
Toledo	38	9	29	-	29	12	
Argao-Dalaguete	1,932	295	1,637	3,071	4,708	1,730	
(Cebu Total)	(6,485)	(1,996)	(4,439)	(6,998)	(11,487)	(4,246)	
Grand-Totals	21,117	3,381	17,736	13,058	30,794	11,663	

Note: (1) The quantity of mined or lost in mining was assumed to have been extracted from the measured blocks.

(2) Recoverable reserves were estimated as 40% of the measured remaining reserves and as 35% of indicated one on the assumption of 80% and 70% geological safety factor and 50% recovery

(3) \* marks have been estimated to minus 200 meters below assumed drainage level, and others are to minus 100 meters.

なお、月刊紙“ASIA MINING”の1973年8月号に、フィリピンの総埋蔵量は約9,000万トンと Roa により報告されているが、大部分は Spencer 等の数値に基くもので、それに僅かの新資料を加えたに過ぎない。この数値の中で、セブ島 Danao-Compostela 地域の炭量は、1,198万トンの他に Northern Camansi として1,367万トンが記載されているが、両数値は共に Spencer 等による Remaining reserves と Original reserves である。

Northern Camansi は Danao-Compostela 地域に含まれるもので、1,367万トンが余分に計上されていることを指摘しなければならない。

#### 4-1-2 出炭量

1842年以降現在までの出炭量は、下記の如く総量約400万トンである。

#### Coal Production in the Philippines

<u>Year</u>	<u>Production in Metric Tons</u>
1842 - 1906	30,000
1907 - 1912	95,869
1907 - 1916	No commercial production (roughly during the World War I)
1917 - 1940	780,215
1917 - 1941	150,000
1942 - 1945	(No report during the World War II)
1946 - 1972	2,958,531
Total as of Dec. 31, 1972	4,014,615

1920年から1939年にかけての生産量は、年により変動はあるが、2万トン前後から5万トン程度の出炭を見ている。1940年は10万トンに近づき翌1941年は15万トンに上昇している。

第2次大戦後は再度上昇して12万トンから16万トンの出炭が1964年まで続いた。しかし、その後の生産は4万トン前後にまで下降している。

詳細は Table 4-2 に示す。

Table 4-2. Production of Coal in the Philippines from 1842 - 1972

Year	Production (in metric tons)	Year	Production (in metric tons)
1842 - 1906	30,000	1932	18,184
1907	4,123	1933	15,672
1908	10,035	1934	22,650
1909	30,336	1935	23,429
1910	28,655	1936	24,706
1911	20,000 <sup>1/</sup>	1937	21,691
1912	2,720	1938	40,522
1913	<u>2/</u>	1939	47,678
1914	<u>2/</u>	1940	96,072
1915	<u>2/</u>	1941	150,000
1916	<u>2/</u>	1942	-
1917	5,748	1943	-
1918	15,633	1944	-
1919	32,892	1945	-
1920	58,888	1946	48,427
1921	40,076	1947	73,732
1922	42,420	1948	87,748
1923	43,446	1949	123,336
1924	47,278	1950	158,822
1925	47,912	1951	150,691
1926	28,126	1952	139,440
1927	23,640	1953	154,905
1928	27,414	1954	119,627
1929	17,047	1955	130,243
1930	20,423	1956	151,708
1931	18,668	1957	191,151

<sup>1/</sup> Estimated      <sup>2/</sup> No commercial production      - No available data

(Cont'd Table 4-2.)

Year	Production (in metric tons)
1958	107,780
1959	139,853
1960	147,857
1961	152,328
1962	162,978
1963	156,535
1964	114,936
1965	94,541
1966	75,324
1967	69,753
1968	32,150
1969	53,341
1970	42,401
1971	40,024
1972	38,900

#### 4-1-3 その他

1951年当時は、政府管轄にある CEPOC (Cebu Portland Cement Company) 経営の 4 炭鉱と、独立小私企業の約 40 の小炭鉱により出炭が行われた。全生産量は約 15 万トン、総額 330 万ペソであり、従って日産は平均 500 トンであった。その当時の石炭の消費者は CEPOC のみに限られていた。

1953年4月30日当時、CEPOC による Uling, Danao, Argao および Malangas の 4 炭鉱に対する全投資額は約 400 万ペソと報ぜられている。

その後、1957-58会計年度の CEPOC に対する会計検査によれば、採掘原価が、外部よりの

購入価格をトン当り 11 ペソ上回ることから、OEPOC による石炭採掘の停止が勧告されている。1963年 に至ってOEPOC は直営石炭採掘を停止した。現在では Mindanao 島の Malangas 地域で、日産 15トン程度の小炭鉱がOEPOC の子会社により操業されているに過ぎない。

#### 4-2 セブ島の石炭鉱業

##### 4-2-1 石炭鉱業の推移

セブ島での最初の石炭採掘は、1853年にスペイン人により Toledo 地域でなされたと記録されている。1860年に 649m の探炭坑道が Mt.Uling の麓で掘られ、厚い炭層に到達した。1890年には Danao-Compostela 地域でやや規模の大きい採掘が行われ、1895年には炭鉱から Compostela と Danao の町まで軌道・道路が作られた。これらは1898年のスペインとアメリカの戦争で放棄された。

1913年に組織的な探査が Uling 地域で開始された。1860年に掘られたよりも上部で探炭坑道の掘進がなされ 121m で炭層に達した。1914年に開発がはじめられ1917年から1925年まで採炭がなされた。1920年に 471m の探炭坑道が1860年のものの直ぐ近くに同じレベルで掘られたが着炭できなかつた。その間に Uling では政府管轄のOEPOC (セブポートランドセメント会社) が1925年にコアードリングを開始し、採掘は1938年から、戦争で中止される1941年までの間日産 60~100トンの規模で行われた。その後同区域の採炭は1945年にOEPOC によって再開され、1952年にこの地域の採掘権は私企業に貸与された。

Danao-Compostela 地域の Camansi, Masaba および Mantija 区域では1917年から1922年まで Danao Mining Syndicate により炭坑の操業が行われた。Mt.Licos 区域は政府援助の National Coal Co. により1918年か1926年まで開発され、途中採掘が中断されたこともあったが、1941年の戦争中断まで続いた。Cajumay-jumayan 区域では1946年の初期にOEPOC が操業をはじめ、1954年まで日産 80~100トンの規模で採掘された。その後、鉱区は民間企業に組鉱で引継がれた。

Argao-Dalaguete 地域では、第2次大戦前には石炭の生産は微々たるものであったが、戦後に至り、まず Gransina-Mantalongon 区域で石炭の採掘が再開され、ついで Manlapay-Dumalan 区域が開発されて生産量は増加した。OEPOC は1951年に Garcia 氏の鉱区を組鉱し、生産は着実に上昇していった。そしてコスト高で閉山する1963年まで操業が継続された。

セブ島における現在の石炭採掘の殆んどは、各石炭地域の居住者による請負形式で行われている。従って組織的な採掘は行われていない。採掘方法は個々の石炭露頭付近をいわゆる“カモータマイニング”(さつまいも方式)で簡単な手工具を用いているに過ぎず、深さ 30m 以上の採掘は殆んどなされていない。

##### 4-2-2 石炭埋蔵量

1957年の Spencer & Vergara によるフィリピン全土の総埋蔵炭量は先記のように6,708

万トンで、そのうちセブ島の炭量は約1/3に相当する2,300万トンと報告されている。そのうち、炭厚75cm以上の確定、推定区域の炭量は、Table 4-1の下方に示すように、埋蔵炭量は1,149万トン、実収炭量は425万トンとなる。

#### 4-2-3 出炭量:

1960～1973年のセブ島の出炭量は Table 4-3に示す通りで、1973年の出炭は約4万トンである。2,3の数値は Table 4-2のフィリピン全出炭鉱量とえるものがあり疑問が残るが、両資料の出所が異り、確認できなかった。



Table 4-3 Coal Production in Cebu (1960 - 1973)

Year	Metric Tons					
	Danao-Compostela Region	Uling Region	Toledo Region	Argao-Dalaguete Region		Total
				Argao Area	Dalaguete Area	
1960	4,544	529	5,155	-	993	11,221
1961	6,278	1,355	19,979	783	1,133	29,528
1962	2,725	-	16,975	783	417	20,900
1963	277	277	12,565	-	-	13,119
1964	2,255	1,732	6,872	-	734	11,593
1965	1,426	978	3,885	3,277	386	9,952
1966	692	1,032	4,349	15,442	919	22,434
1967	17,864	-	-	-	-	17,864
1968	46,896	584	2,044	1,916	-	51,440
1969	17,828	-	-	-	-	17,828
1970	33,126	1,717	2,994	7,563	122	45,522
1971	13,923	669	399	6,302	4,443	25,736
1972	8,916	2,579	872	15,172	13,258	40,797
1973	19,314	3,216	4,353	5,817	8,198	40,898
Total	176,064	14,668	80,442	57,055	30,603	358,832

(Data by Bureau of Mines in Cebu.)

## 第5章 石炭地域の踏査

## 第 5 章 石炭地域の踏査

### 5-1 地質概要

セブ島に分布する岩層は、堆積岩が優勢である。Plate 2-1 は Bureau of Mines により編集された地質図を多少簡略化したものである。それらは9つの Unit に分けられている。そのうち地質時代の若い8つのユニットは漸新世から更新世とされている。基盤岩類の時代はわかっていない。

Aluvium	( Quaternary )
Carcar Formation	( Pliocene-Pleistocene )
Maingit Formation	( Upper Miocene )
Balamhan Group	( Middle-Upper Miocene )
Bulacao Andesite	( Middle - Upper Miocene )
Naga Group	( Lower Miocene )
Lutok Limestone	( Upper Oligocene )
Baye Formation	( Lower? Oligocene )
Basement Complex	( Pre-Tertiary )

Basement Complex は島の北半の南中央部に比較的広く露出している。主として変成岩からなり、しばしば火成岩塊を伴う。変成岩は所により明瞭な成層を示し一般に急傾斜である。Plate 2-1 の Basement Complex には白亜紀に属すると考えられている Pandan formation が区別して示されていない。これは広域に変成した礫岩、砂岩、頁岩および石灰岩等から成り、塩基性溶岩流を夾有する。変成度は低い。

Lutok Limestoneと Baye Formation は漸新世の初期および中期と考えられているが、その露出は極く一部に限られている。

Naga Group は夾炭層として重要で各石炭地域の地質の項で説明される。

Bulacao 安山岩はセブ市の西北方5kmと Compostela 西方10km に主として分布し、中新世中期付近のものとされている。

Balamhan Group の大部分はセブ島南半で最も広く分布する地層のひとつで、主として多孔質珊瑚の石灰岩と泥灰岩とからなる。

Maingit Formation は Danao および Toledo の町付近に分布し、下位の石灰岩、中位の礫岩層および上位の砂岩、頁岩層の3つの岩相に識別されている。

Carcar Formation はセブ島で最も広範囲を占め、全島の海岸部をとりまき、さらに島の北端およびその近くの2ヶ所では東西両海岸まで連った分布をなしている。珊瑚の多孔質を石灰岩からなり、塊状かまたは層理の発達はよくない。

第三紀層の一般走向は、北部では南北方向、中部では北東-南西方向、そして南部では北北東-南南西の傾向にあると見られる。これらは現在の海岸線にほぼ平行である。南部では主要背斜

軸が島の中央部を北北東に走っているのが目立つ。

## 5-2 石炭地域および資料

セブ島の石炭は4地域に賦存することが知られている。即ち、Danao-Compostela, Uling, Toledo および Argao-Dalaguete 地域で、それらの拡がりは夫々10×10km, 8×5km, 10×6km および15×5km程度である。(Plate 3 参照)

これらの地域は島の中央部に散在し解析された山地にある。

本報告書の地質的な説明と図面は主として下記によったが、本報告書では主に夾炭層だけに言及し、石灰岩や化石等についてはふれていない。

また、各地域の説明に用いられた地層名は、Plate 2-2 の層序対比表に示されている。Danao Compostela 地域については1957年の Melendres 等による層序区分があるが、そのレポートは出版されていないため、本報告書に引用できなかった。

1. F.D. Spencer et al, 1957.

Coal Resources of the Philippines.

2. H. Barnes et al, 1956.

Geology and Coal Resources of the Argao-Dalaguete region, OEBU

3. H. Alberding, 1940

Report on the coal resources of the Danao-Compostela, Uling and Toledo districts.

4. G.W. Corby et al, 1951

Geology and oil possibilities of the Philippines.

## 5-3 各石炭地域の地質

### 5-3-1 Danao-Compostela 地域

Danao-Compostela 地域は、Cebu 市から夫々25km, 33km北方にある Compostela と Danao の海岸町の西方乃至西北方5~10kmに位置する。主として3区域に分れ、南方の Mt. Licos 区域3.5 km 北東の Camansi 区域 Camansi の3.5 km 北の Cajumay-jumayan 区域である。

本地域は比較的平坦な地形を呈しているが、多くの石灰岩峰があって Mangilao, Lantauan および Licos 等の山のように石灰岩が露出しているところでは、しばしば高い崖をなしている。標高は350mから600mである。

この地域に分布する地層は、中新世の碎屑堆積岩、石灰岩層および石炭からなり、第三紀前の基盤岩類の上を不整合に覆っている。中新世の堆積岩は次のように区分される。下部から Cebu Orbitoid 石灰岩, Malubog 層, Mt. Uling 石灰岩, Toledo 頁岩層および Barili 石灰

岩である。中期中新世の Mt.Uling 石灰岩の下と後期中新世の Barili 石灰岩の下に不整合がある。Cebu orbitoid 石灰岩と Malubog 層は Naga 層群に対比されるもので中新世初期に属する。Melendres 等は Cebu orbitoid 石灰岩の下位にも夾炭層の存在を認めている。Malubog 層は頁岩、砂岩、礫岩および石炭からなり、Mt.Licos 区域と Camansi 区域との間では Binabac 石灰岩を夾んでいる。Cajumay-jumayan 区域では地層の厚さは少くとも 500 m と云われるが、夾炭部の厚さは 300 m またはそれ以下であろう。Toledo 頁岩層は、主として暗灰～褐色の頁岩からなり 3 枚の炭層を夾む。Danao 夾炭層を含む。

地域内各区域には対比できない 7 枚乃至 68 枚の炭層を夾有するということが、1957 年の Melendres 等の資料として Spencer & Vegrara により言及されている。しかしそれは非常に薄い炭層をも含めているであろうし、また何枚かの炭層は重複して数えられているであろうと明瞭に付言されている。Alberding のレポートによれば 4～5 枚の炭層が Malubog 層中に識別され、その厚さは 0.46～3.35 m である。Danao 夾炭層中には Cajumay-jumayan および Camansi 区域の北東部で 3 枚の炭層が知られている。それらは下位より E, F および G 層と呼ばれ、厚さは夫々 0.91, 1.22, 3.05 m である。

本地域の主な褶曲は、間に背斜をもった北東方向の 2 本の向斜である。褶曲の翼部に沿う地層の傾斜は北西および南東に 30～40 度である。地域内の主要断層は NNE から SSW の走向で Mt.Mangilao と Mt.Binaleu の東を走っている。多くの断層が National Coal Co. により Mt.Licos 区域で操業された炭鉱坑内において見出された。

### 5-3-2 Uling 地域

Uling 地域は、Naga 市の北西 12km に位置し、Naga から 17km の道程で到達できる。本地域の水系は、一般に南東方向へ流れる Pandan 河およびその支流がある。平均標高は 300～400 m であるが、最高 659 m の標高を示す Mt.Uling がある。本地域の北西端には、NE-SW 方向の石灰岩山嶺があって地形的特徴をなしている。

当地域は殆んど第三紀層で覆われ、最大厚さは 1,370 m に達する。第三紀層は 4 層群に区分され、下位から Cebu 夾炭層、Cebu orbitoid 石灰岩、Mulbog 層および Mt.Uling 石灰岩と名付けられている。そして Cebu 夾炭層、Cebu orbitoid 石灰岩および Mulbog 層は中新世初期、Mt.Uling 石灰岩は中新世中期に属し、後者は前者を不整合に覆っていると考えられている。(Plate 5-1 参照)

夾炭層は Cebu 夾炭層と Malubog 層である。Cebu 夾炭層中の炭層は薄いことおよびレンズ状のため、本地域では殆んど採行の対象となっていない。また、セブ夾炭層の厚さは 50 m に過ぎず、主に砂岩、頁岩からなる。

Malubog 層中の下部にある Cantabaco 頁岩中には炭層を欠いている。Uling Mine では炭層は Binabac 石灰岩中に夾在していて、同石灰岩層は砂岩頁岩および炭層を夾有している。夾炭部の厚さは 150～300 m である。Uling Mine では 9 枚の炭層があるが、開発されたのは下

位より1番, 3番および5番層である。(Plate 5-2, 5-3 参照)

5番層は Dona Margarita 層としてよく知られ, 平均厚さは合盤を除き2.91mで, Uling 地域で稼行価値上重要なのはこの層だけである。

Alpaco 区域は Uling の南西4.5kmに位置する。炭層は Malbog 層中の Alpaco シルト岩中に夾在する。当区域内には多くの探炭坑口が掘られた跡が存在する。5枚の炭層が知られているが, 最上位の厚さ1.8m及び2番目の0.75m以外の炭層は0.6m以下の薄層と見られている。

本地域内の地層は北東方向の向斜, 背斜軸をもった褶曲構造をなしている。Uling Mine 付近の地層は一般に北乃至北西に35°傾斜している。地域内東部の Binabac 石灰岩層は東および南東または西および北西方向に約40°傾斜している。この地域の主要断層は Uling-Masaba 断層であり, 北東方向の走向で急傾斜をなす。この断層は全長約20kmで地域外まで延び, その落差は北東側へ570mで西方で次第に小さくなっていく。

多くの小断層が Uling Mine の坑道や採炭場で出現していることは注目すべき事実である。

### 5-3-3 Toledo 地域

Toledo 地域は, Cebu 市と Toledo の間に位置する。本地域は, Malubog, Mabais Masaba および Guila-Guila の4区域に分けられる。

地形は, 樹木におおわれた石灰岩地帯から, ゆるやかな起伏で公園のような地帯, あるいは地域内を西流する Sapandaco 河下流に広がる沖積平地まで変化する。Guila-Guila 地区では Mananga 河は東に流れる。

本地域の地層は, 第三紀の砂岩, 礫岩, 頁岩, 炭層および石灰岩からなり, 最大厚さ825mに達する。それらは中新世の初期から中期にわたり5つの層に分けられ, 第三紀前の基盤岩上に不整合にのる。これらは下位から Cebu 夾炭層, Cebu orbitoid 石灰岩, Malubog 層, Mt. Uling 石灰岩および Toledo 頁岩と呼ばれる。Malubog 層と Mt. Uling 石灰岩の間には不整合が存在すると考えられている。

炭層は, この地域では Cebu 夾炭層にだけ夾在し, 他の層中になくということ, 顕著な事実である。セブ夾炭層は基盤岩上に不整合にのり, 本域では最大厚さは50mである。Malubog 地区では Malubog 層はよく露出していて, Cebu orbitoid 石灰岩と Cebu 夾炭層が尖滅消失しているところでは基盤岩上に直接のっている。

Alberding によると, 1層または2層の極度にレンズ状の炭層が各区域で識別され, Guila-Guila 区域を除き炭層中には多くの合盤が通常含まれている。

当地域の主要な地質構造は, 南西側に沈む大きな北東-南西傾向の背斜軸があり, その軸部に基盤岩類が露出していることである。第三紀層は基盤岩の核から3方向に拡った翼部に分布している。背斜軸の北西翼部に当る Malubog 区域では, 地層は北東系統の背斜・向斜軸をもつ褶曲をなしており, 軸翼では北東および南西へ14~71°の傾斜を示している。

他の地区では, 地層傾斜は北および北東を除く各方向へ傾斜し, 通常11~22°である。主な断

層は Uling-Masaba 断層で前節に述べた通りである。

#### 5-3-4 Argao-Dalaguete 地域

Argao-Dalaguete 地域はセブ島南中部の Argao と Dalaguete の両行政区にまたがる。その中心は、上位の石灰岩層が削剝されて下位の夾炭層が露出し、平均標高 600m の広い谷間をなし浸蝕窓を形成している。この浸蝕窓の西および南西側は、高度 1,000m を超す多くの峰や山頂のある高地である。地層の露出が見られるのは沢底や石灰岩の崖に限られる。

夾炭層は急傾斜をなし、北乃至北西方向の細長い窓状地帯に露出している。浸蝕窓の端は上位を緩傾斜の厚い石灰岩層によって限られる。本地域の一般層序は Barnes 等 (1956) によって示され、対比表は Plate 2-2 に示す通りである。

炭層の夾在する重要な第三紀層は初期中新世に属し Argao 層群と呼ばれ Calagasan 層、Butong 石灰岩および Linut-od 層に分けられている。それらは礫岩、砂岩、および石灰岩と炭層を伴う頁岩から成る。下位と上位の Calagasan と Linut-od の両層が夾炭層である。大部分の炭層と石灰岩は Argao 層群の中部にあり、厚い炭層は主に Butong 石灰岩のすぐ下位およびすぐ上位に生成している。石灰岩はレンズ状のため厚さが増減するとされている。炭層もまた一般的にレンズ状である。夾炭部の厚さは夫々約 300m である。(Plates 6-1, 6-2 参照)

本地域は、北部の Bayabas-Balaas、中部の Manlapay-Dumalan 南部の Gransina-Mantalongon の 3 区域に分けられ、重要な含炭区域として報告されている。Barnes 等は露頭、坑内、トレンチ、ハンドオーガー、および試すい等に基づいた調査を 1952 年 9 月から 1954 年 12 月まで行なった。特に坑内調査は炭層の連続をトレースするのに非常に有効に利用されたと見られる。9 本のダイヤモンドコアドリリングのうち、石灰岩塊による孔内障害のため孔長 61.5m をこえたものはなかった。浅いハンドオーガーによる調査が効果的な方法としてなされ、その数は 155 本に達した。

##### a) Bayabas-Balaas 区域 (Plates 6-3, 6-6-1, 6-6-2)

区域内に厚さ 35 cm から 2.4 m の炭層 2~6 枚がある。

##### b) Manlapay-Dumalan 区域 (Plates 6-4, 6-7)

35 cm から 4.0m 厚さの 3 枚が Calagasan 層中にあり、1.8m 厚さの 2~3 枚が Manlapay の北 Sankito で Linut-od 層中に含まれている。

##### c) Gransina-Mantalongon 区域 (Plates 6-5, 6-8)

35 cm から 2.23m の炭層 1~5 枚が Linut-od 層中にある。

Argao-Dalaguete 地域の地質構造には 2 つのパターンがある。ひとつは、古い Argao 層群の中で、南北方向の急斜褶曲と東西方向の横断断層がある。褶曲は垂直乃至逆転層を伴う強力なものである。一般に北および北西方向の多くの小褶曲があり、一般に地層は西側に急斜している。横断断層の動きは垂直よりも水平方向の方が大きい。

他のひとつは、若い Carcar および Balamban 層群の中で、北東の方向をもつ緩斜褶曲

と断層を示すものである。褶曲は比較的緩やかであり、断層による移動方向は主に垂直である。Argao 層群は Carcar および Balamban 層群によりつくられた石灰岩アーチが浸蝕によって削削されたところに露出しているものである。

Tacliad 断層は浸蝕窓の東端にあり、地形に最も顕著に反映している断層である。基盤の白亜紀 Pandan 層はこの断層により西側落込みブロックの Argao 層群と接している。浸蝕窓の中央近くにある東西方向の Manlapay 断層は本地域にあるもうひとつの大きな断層である。この断層は特に Butong 石灰岩の不連続としてはっきり示されている。小断層が若干あるが、多くは Argao 層群中にある横断断層である。

## 5-4 調査炭坑の現状

### 5-4-1 地質状況

調査した炭坑付近の地質に関する概略は以下の通りである。

#### (1) Danao-Compostela 地域

Cebu 市から Compostela (25km) を経て Danao (33km) の町へは幅員 8~10m の舗装道路が延びており、Danao または Compostela から本域までは幅員 6~4 m の gravel 道路である。Cebu 市から車輛にて 2-3 時間を要する。Danao から Camansi 区域へは Jangon 河の河床道を約 5km を経なければならぬので、雨期には交通が途絶する。

石灰岩地帯は急峻な地貌を呈するが、夾炭層は比較的なだらかにひらけた山地に分布している。当地域には、数多く散在して斜坑や立坑等の旧坑口が存在していることより推察して、1 坑口から安定して出炭ができるような炭層条件になかったものと判断される。

一般に表土が厚く、石灰岩帯山麓近くは崖錐があるため、ドリリングを除き特に地表皮剥ぎ精査は困難なところが多い。

#### (a) Camansi Mine, Aznab Enterprises.

沢に坑口を開設し試錐地点に向って水平坑道を岩盤中に掘さく中で、現在その長さは 37m である。坑内では地層中に slickenside や微断層があり、石炭のヒキズリも見られる。付近の小さい旧坑口と試錐資料から 3 枚の稼行炭層が賦存すると判断される。しかし炭層の厚さは 1.5 m のところもあるが、0.6 m 程度に急速に薄化している。

表土は薄いところもあるが、一般に 3 m 以上に厚くトレンチングは困難と見られる。

#### (b) Solid Mine, Solid Mining Exploration Co.

Mt. Lantouan の西側、石灰岩峰の直下に位置する。現在  $-35\sim 70^\circ$  の沿層斜坑並びに水平坑道を展開中である。坑口は 1973 年 10 月に開設された。炭層は厚さ 3 m 余の G 層と見られるが上、下盤は共に坑内で確認できず厚さ 1 cm の褐色頁岩のはさみを鍵として掘進している。

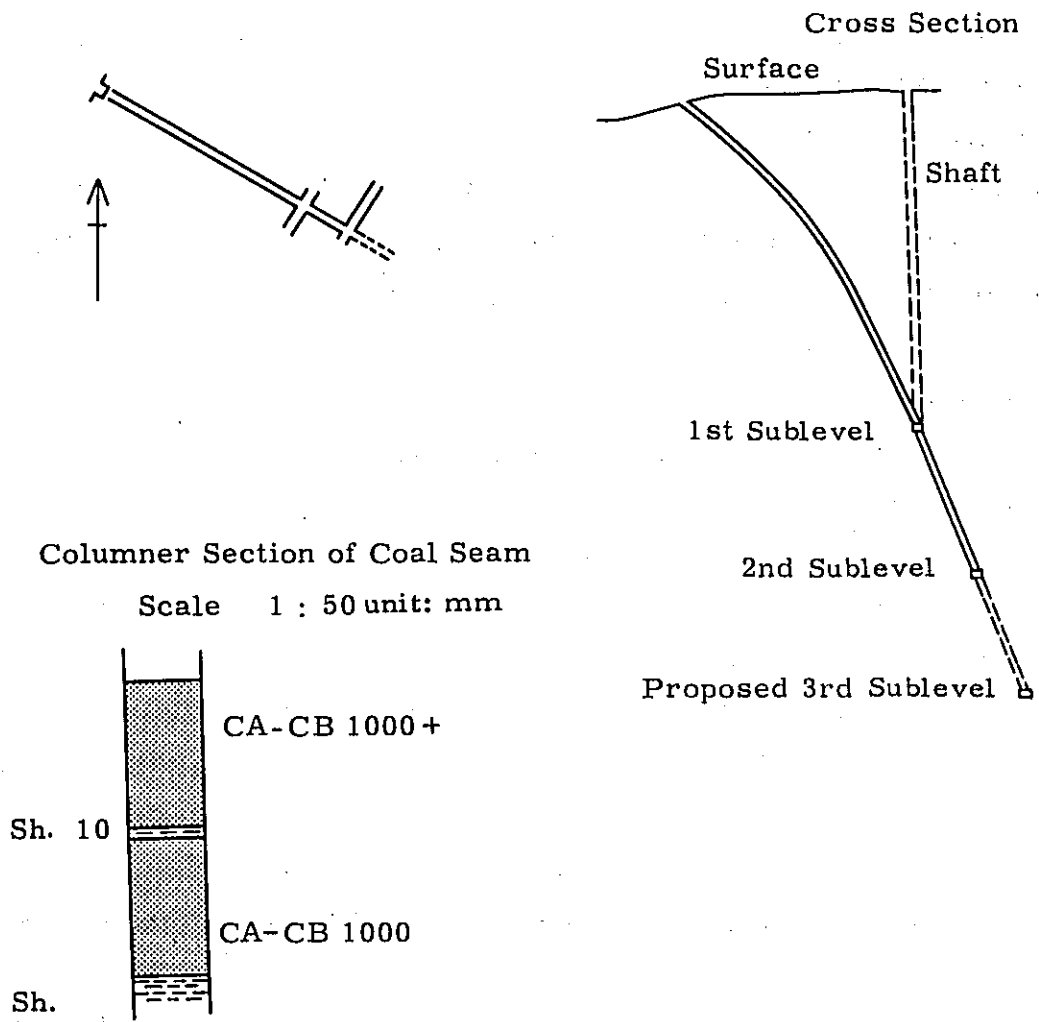
( Fig. 5-1 )

Mt. Lantouan の北側、Solid Mine の北東に浅い立坑の跡が数多く散在する。炭層はほぼ



Fig. 5-1 SOLID MINE

Scale 1 : 1000



水平と云われ、傾斜は異なるが Solid Mine と同一の炭層と見られる。

この付近は低地で坑口まで満水している。

(c) Durano Coal Mine

10~20 mの立坑と斜坑が Solid Mine の南西側石灰岩峰の麓に沿って散在し断続しているが、そのうち4坑口が開坑中または掘進中である。炭層の走向はNE-SWでSEへ40~50°傾斜し、Solid Mine に連ると考えられる。旧坑口跡から少くとも3枚の炭層があると判断される。この付近も低地で坑口は排水面に近いいため雨期には容易に冠水しあるいは崩壊すると云われる。表土は3~5 mで、山麓に近づくにつれて石灰岩の巨礫が増えてゆく。

上記(b), (c)の Mine においては、Plate4 に示されるものとは地層の傾斜が反対であるが、Plate 4 を修正出来る資料が得られなかった。

(d) Thadeo Durano Mine

Durano Coal Mine の南西の基盤岩地帯の道路を約2km進んだ山頂近くに位置する。地層の走向はほぼ東西で北に40°傾斜し、石灰岩に覆われる。付近には浅い旧斜坑や立坑が散在する。稼行炭層は1~2枚で厚さは不明であるが、石灰質団塊を炭層中に多く含んでいる。Cebu 夾炭層に対比される地層中の炭層と思われる。

(2) Uling 地域

Cebu 市から Naga 市までの22kmは、幅員6~10mの舗装道路、Naga 市から Uling までの17kmは、幅員8mの gravel 道路で、Cebu 市より約2時間で到達できる。この途中から分岐した Alpaco への道路は幅員4~5mの山岳道路で極めて悪いため、雨期には運搬不能となる。Uling にはコークス工場跡があって、Uling の石炭を使用し操業されたことがある。

(a) A.A. Paralisan & Co.

旧 Mt. Uling Mine の東端付近に位置し、現在 Drill 12 M 近く(Plate5-2)にて6番層から稼行開始すべく準備中である。地層はN40°Eの走向でNWへ30°の傾斜であり、Mt. Uling からの石灰岩転石に覆われている。当区域の炭層は、Plate5-2に見られるようにその拡がりや発達状況および Uling Mine で多数の断層があったこと等から、今後ドリリングやトレンチングによる探査を行っても、その結果に大きな期待は寄せられないと考えられる。

(b) Alpaco Mine

炭層はN70°Wの走向で南に30~35°傾斜している。現在は厚さ1.8mの最上位層が主に採掘され、9~10m下位の厚さ0.75mの2番目の層も僅かに採掘されている。付近の地形はなだらかな起伏をなし、開墾も進みまた表土も厚く3m以上あると見られる。従って、トレンチングのできる箇所は殆んどない。炭層分布範囲が向斜軸をはさみ約1kmであるので採掘規模の拡大は困難と思われる。

(3) Toledo 地域

Cebu 市から Talisay 経由で2~3時間を要する。Talisay から coal areaまでは8~5m

の gravel 道路である。

(a) Base Mine, Filipinas Carbon and Mining Corp.

炭層傾斜は  $5 \sim 6^\circ$  と緩いが、炭層中に頁岩のパッチを多数含む。西南の掘進先では  $35 \sim 40$  cm の合盤があり、夫々  $35 \sim 40$  cm の 2 枚の炭層に分れている。北東の掘進先では炭層は厚さ  $75$  cm で合盤はないが、同様に頁岩のパッチを多量に含んでいる。炭層はその層面に沿ってレンズ状から尖滅に至る状況が、沿層坑道で観察される。(Fig. 5-2 参照)

付近の地形は石灰岩層に覆われ、緩傾斜であるので調査は主としてドリリングによらざるを得ない。

(b) Segundo Canonigo mine.

炭層は 2 枚存在し、現在上位の炭層に  $45^\circ$  の沿層斜坑  $60$  m 1 本をおろし、サブレベルで両側に  $15$  m づつ展開している。炭層は比較的急傾斜で、厚さは  $1$  m 前後で薄く、且つ下位炭層は既に採掘されているので、今後の採掘には多くは期待できないものと思われる。

(4) Argao-Dalaguete 地域

Argao および Dalaguete の町は、Cebu 市から南西へ夫々  $67$  km,  $85$  km にあり、本石炭区域への北部と中部は Taloot 経由で、南部は Dalaguete 経由で到達でき、 $3 \sim 5$  時間を要する。

Cebu から Taloot までの道路は舗装されているが、Taloot 以南は一部が舗装されているに過ぎない。

Taloot から本地域北端の Bayabas に到達するには、rough な gravel 道路を登らねばならない。また Bayabas から Calagasan までの降り道路  $3$  km のうち、その半分は特に悪く  $1973$  年  $11$  月の豪雨で 2ヶ所決壊したままである。

Dalaguete から本域の南部に達する道路は比較的よく整備維持されている。中央部の Mangtud から Manlapay への道路は急斜面の山腹を這っているので、地すべりで交通が途絶することがある。

本地域は、Plate 6-3, 6-4, 6-5 に記入されている旧坑口の他に、多数の旧坑口が存在し、地表から約  $30$  m までは掘られているところが多い。Manlapay 付近は旧坑口が少ない。本地域の中では、北部の Bayabas-Balaas 区域が多少とも炭層の発達はよく、南部の Gransina-Manlalongon がこれに次ぎ、中央の Manlapay-Dumalan 区域は劣る。

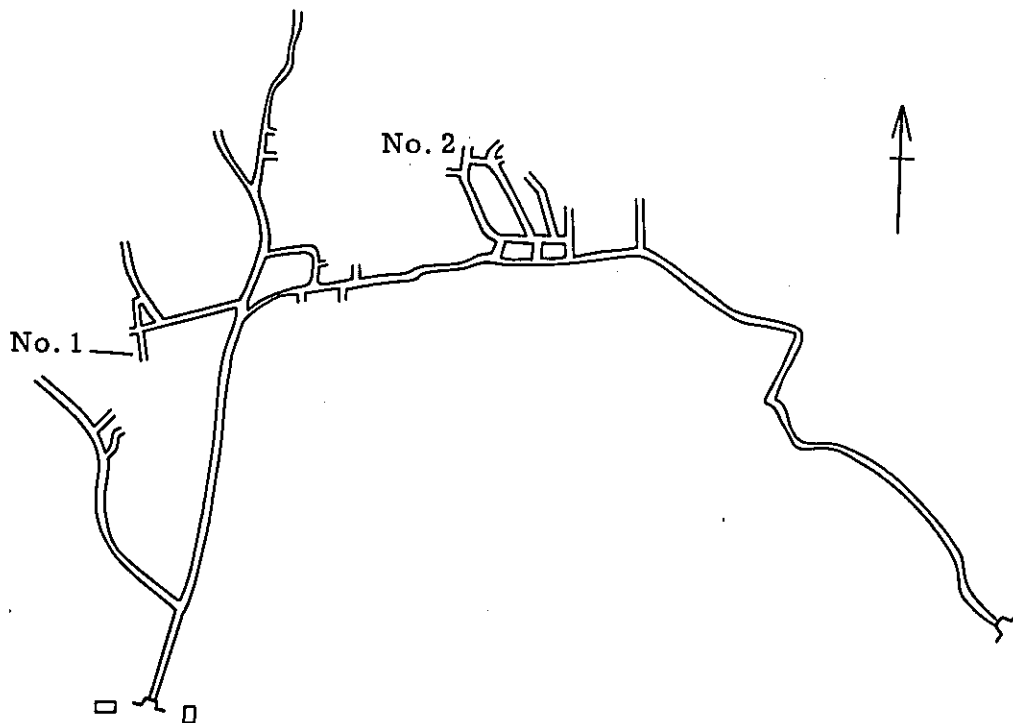
(a) D.G.G. Mine (Don Gil Garcia Lease)

過去 CEPOC により操作されていた区域で、現在は以前採掘の残炭箇所を探して、人力により 1 箇所だけ掘進しているに過ぎない。炭層の走向は  $N 40^\circ W$  で  $80^\circ E$  に傾斜し、沿層坑道に沿って  $5$  m の断層があるほか、炭層上盤にも断層がついている。(Fig. 5-3 参照)

付近には水平坑、斜坑、立坑等の旧坑口がいくつもあり、水準下の一部も採掘されたと判断される。

Fig. 5-2 BASE MINE

Scale 1 : 4000



Columner Sections of Coal Seam

Scale 1 : 50 unit: mm

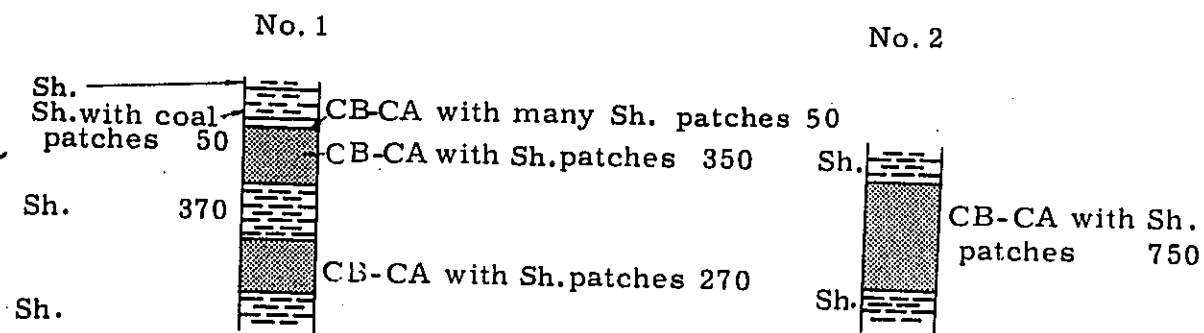
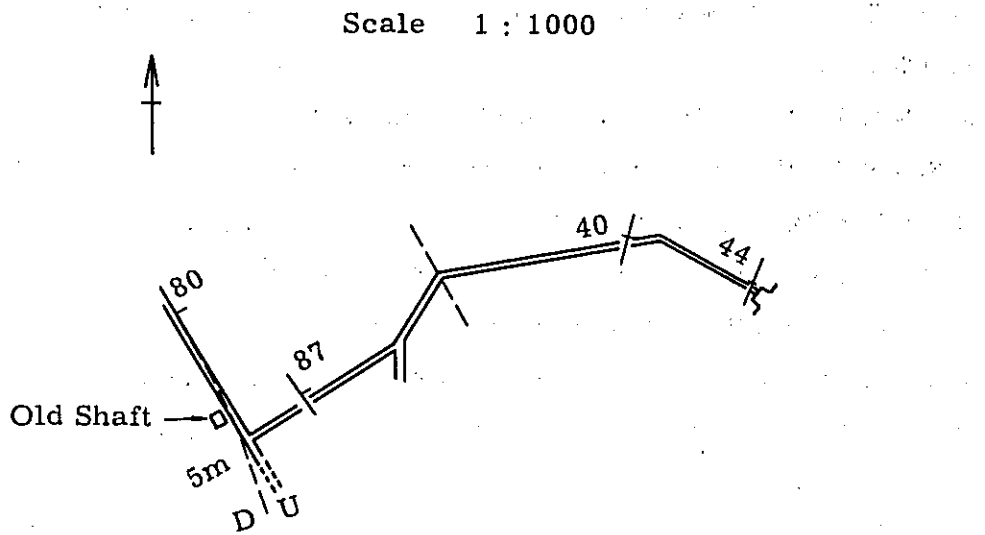
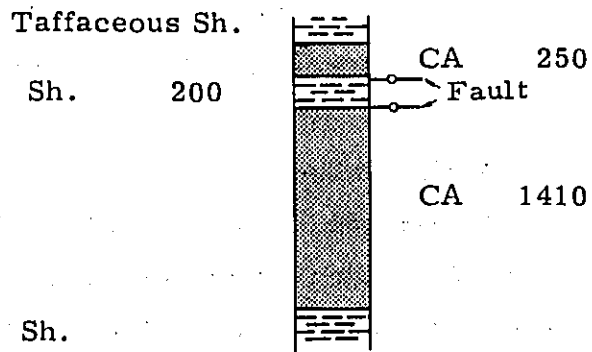


Fig. 5-3 DON GIL GARCIA MINE



Columnner Section of Coal Seam

Scale 1 : 50 unit: mm



(b) Argao Mine, CEPOC. (休坑)

Calagasan にあった CEPOC の Argao Mine は、1951 年から 1963 年まで Cebu では最も大きな規模で操業された。採掘は人員 300 名、日産 150 トンの規模で行われたと云われる。

付近の地形は多少急峻であるが、低いレベルから立入で着炭し、水準上の石炭を多く採掘できる有利な地形を呈している。

立入坑口だけでなく、沿層坑道、斜坑、立坑等の旧坑口が多数あり、水準下の一部も採掘されていると見られる。

道路が悪いため運搬関係にトン当たり 20 ペソを要したとも云われる。

付近一帯は石灰岩の転石多く、表土は 3 m 以上のところが多く、通常のトレンチングを行うのは困難である。

(c) M.G.M. Mine (Mariano G. Manguerra Carbon Mine)

鉱業権者は Mariano Cuenco Coal Mining で、M.G.M がオペレーターとなり、1974 年 2 月より作業を開始、現在旧坑の排水中 (1 日 2 方 60 m<sup>3</sup>) である。

沢底に沿って地層の露出があるが、夾炭層の分布地付近は比較的なだらかな地形のため、トレンチングできる箇所は少い。(Fig. 5-4 参照)

Maangtud では M.G.M. により 2 坑口が開かれている。沢沿いの旧坑口付近から比高 120 m 上の道路まで、約 350 m のワイヤーロープが現在残っていて材料並びに石炭の運搬に使用されたと推定される。

(d) P.M.G. Mine

当坑は Manlapay に位置し、請負ベースで個人により採掘を行っている。炭層は上位から厚さ約 2 m、1.2 m および 0.9 m の 3 層あり、層間は夫々 6~7 m である。炭層の走向はほぼ東西方向で 30° 前後北に傾斜する。1 坑口だけ開き、約 15 m 掘進している。岩盤は断層で乱れ、炭層の下盤にも断層が観察された。(Fig. 5-5 参照)

## 5-4-2 採掘状況

石炭鉱業は日本の過去と同じく炭価が重油価格との競合的な立場にあったため、重油に押されて衰退の一步をたどり、ここ 10 年間に産出も年産 16 万トンから 4 万トンに減少した。

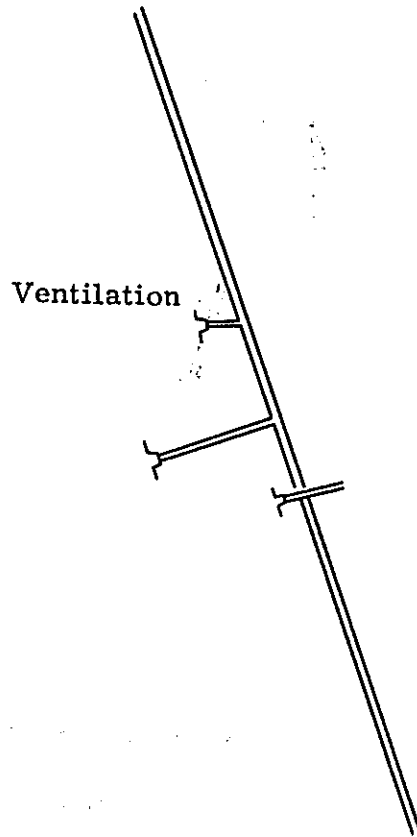
然し昨今のエネルギー危機により、石炭の見直しとなり石炭鉱業は息をとり直し新しく坑口を開設するか、旧坑の深部を採掘するため坑口を再開した様な状況である。

又一面では、国産エネルギー有効利用その他の事情により組織的な炭鉱開発を計画している炭坑もある。

今回調査を行なったのは、4 石炭地区の約 10 炭坑であった。これらの炭坑は、1 坑口からの出炭が日産で 2~10 トン、人員は約 10~20 人の零細企業である。採掘方法は一般に "Camote Mining" と呼ばれる方式である。即ち露頭又はその附近から石炭は柱房式によって採掘され通

Fig. 5-4 M. G. M. MINE

Scale 1 : 1000



Columnar Section of Coal Seam

Scale 1 : 50 unit: mm

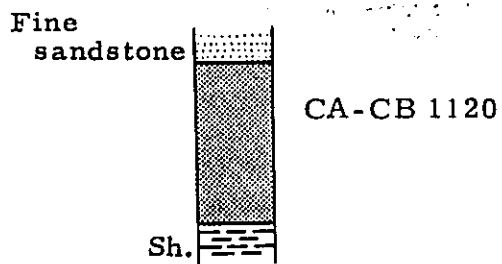
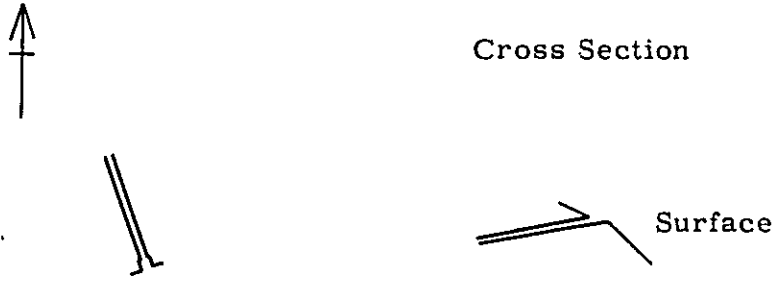


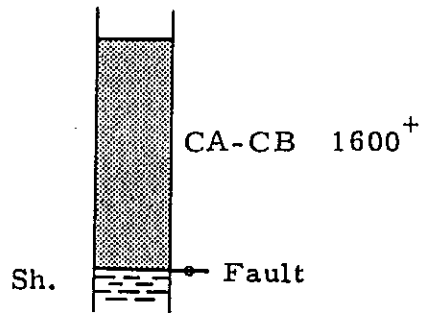
Fig. 5-5 P. M. G. MINE

Scale 1 : 1000



Columnar Section of Coal Seam

Scale 1 : 50 unit: mm





気、運搬が困難になったら又、次の坑口に移り順次露頭附近を採掘していく方法である。坑口の開設には2通りの方式がとられている。即ち沢に沿った露頭部附近から約30~40mの水平坑道を掘って着炭させ沿層坑道を展開させ、その上下を採掘する方法と、風化した小さな丘の上から約45~60°の岩石卸を約10~15m掘さくし、その上下を採掘する方法の2方法である。後者はストライキ沿いに15~20m毎に坑口が設けられている。

採掘法は緩傾斜層では坑道を広幅に掘って出炭し、急傾斜層では沿層坑道の上下部を柱房で採掘する方法である。調査した炭坑の中で1炭坑は圧気動コールピックを使用し、他の1炭坑がJack hammer (レンタルベース)を使用していたが、他の大部分の炭坑ではハンドピックによる採掘が行われていた。

坑道支保では材料はシュロ又はヤシの木を使い、加背は6'×6'で枠入れ方法としては、写真に示す様3つ枠で行われている。運搬方法では、主要運搬設備は急傾斜層では自動車のエンジンと小捲とこれに木製のスキップか又はドラム缶を取りつけ巻揚を行っている炭鉱がそれぞれ1つ他の炭鉱ではもっぱら人力により木箱、ドラム缶又は籠を巻き上げている。緩傾斜層では水力輸送によっている炭鉱もある。坑内運搬は全部人力により箱を引きづるか、一輪車により行なわれている。通気方法は過去の経験によるものであろうが、運搬坑口に近接して15m内外の距離に排気坑口が設けられ、自然通気によっている処が多い。然しながら自然通気の効果も少く、排水用のドラム缶巻揚げによる空気の移動による換気しか行われていない。

ガス量については定量的には全くわからない。調査した全炭坑では坑内照明は安全燈代りにカーバイトによる裸火のカンテラが使用されている。排水方法では採炭作業にとりかゝる前、ドラム缶による排水が行なわれているが、一般に湧水は多い様に思われる。

坑内運搬としては石炭は全部4~6トン程度のダンプトラックによって需要先まで運搬されている。一般には長い凹凸のある砂利道を利用し市まで石炭は運搬されているが、一部には川の瀬を利用し石炭の運搬が行われている。トラックの運搬費は道路状況によって異なるが、Danao 区のある炭坑では5.3¢/トン-Kmであった。

鉱員の熟練度については古い経験者が指導している故か枠入れ等の技術については問題とすべき点はなく、労働意欲は十分あるように感じられる。

採掘深度は図面その他の旧資料がなくはっきり分らないが、排水準下30m迄は採掘が行われているとのことである。

コスト構成については採掘区域、方式によって異なるが調査した炭鉱によると、カモータ方式では坑内夫3人で1方に1枠の割合で採掘が進められているので、枠代1.5ペソ、人件費3人/方×8ペソ/人/方で合計25.5ペソとなる。出炭は3.4トン/枠とすると直接コストは7.5ペソ/トンとなる。一方下請業者は所有者から請負炭価として15ペソ/トン受取っている。勿論この中には山元からの運搬費開坑費は含まれていない。この外に旧坑を再開発して機械化を企画している炭坑での調査による

と発電所渡しの単価が運搬費別で発熱量 10,000 BTU (5555Kcal/kg) でトン当り 75 ベツが現在の基準となっており、コストの構成は労務費 60%, 物品費 20%, 動力費 10%, 一般管理費 10% となっている。炭坑の経営組織は、カモータ方式では炭坑の所有者又は買炭者が石炭地区に居住している。下請業者に下請させ、下請業者が管理人として家内工業的に数名ないし数十名の坑夫を使って出炭を行っている。一方最近のエネルギー危機に伴って、カモータ採掘区域以深および以速の区域を組織的に開発しようとする炭坑も現在ではみられる。その管理、人員組織を示すと次の通りである。

#### 採炭方 Unit

直接夫	先山	1人 (坑内)
明細	ピクマン, 運搬夫	2人 (＃)
	桃運転夫	1人 (坑外)
	計	4人/方

#### (1) 直接夫

＃1 マイン	4人 × 2方 = 8人
＃2 〃	4人 × 2方 = 8人
＃3 〃	4人 × 2方 = 8人
旧坑補修	2人 × 2方 = 4
小計	28人/日

#### (2) 坑外夫

トラック運転手	2人
ブル 〃	1人
組夫	14人
トラック運転	4人
その他乗用車	1人
サービス	1人
機械工	1人
道路補修	2人
小計	26人

#### (3) 管理者

経理	7人
プロジェクトエンジニア	1人
所長	1人
小計	9人
合計	63人

なお出炭を 50 ~ 60 トン/日とすると能率は 0.8 ~ 1.0 トン/日と推定される。

生産性は調査した6炭坑の平均では0.57トン/人/日となる。

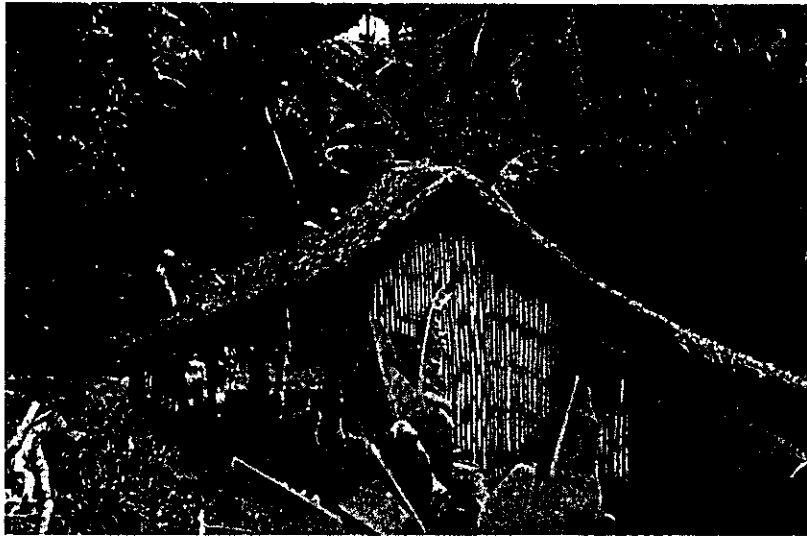
石炭の主な消費者またはユーザは The Visayan Electric Co. of Cebu City Universal Cement in Danao City, the Apo Cement Co. in Naga, Cebu および the Atlas Mining Co in Toledo City の4者である。

そして VECO は主に Argao - Dalaguete 地区から Universal Cement は Danao - Compostela 地区から Apo Cement は Uling 地区から, Atlas Mining は Toledo 地区の炭坑から石炭を購入している。その他技術的な概要については Table 5-1 を参照されたい。

Table 5-1 Main Coal Mines in Operation Which Were Investigated

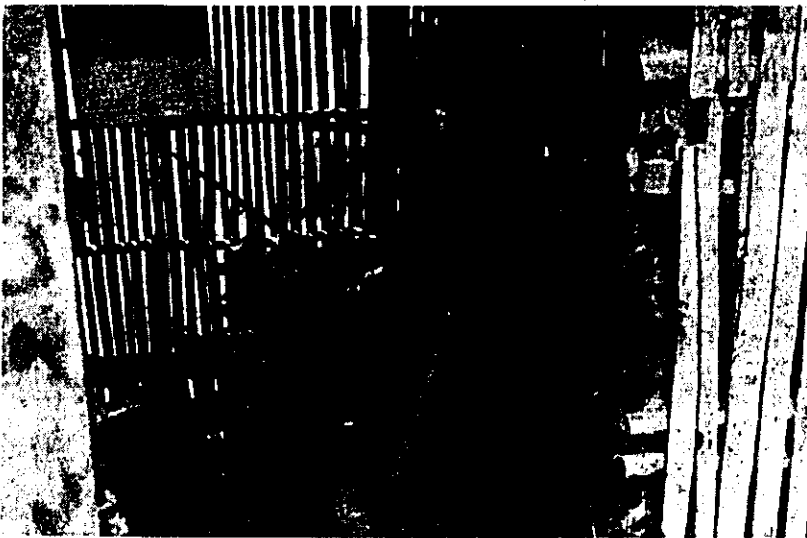
Region	Danao-Compostella	Danao-Compostella	Uting	Toledo	Argao-Dalaguete	Argao-Dalaguete
Name of region	Danao	Danao	Naga	Toledo	Argao	Dalaguete
Name of coal mine	Camansi	Solid Coal Mine	Alpaco Mine No. 1	Base Mine	Don Gill Garcia	Mariano G. Manguerra
Owner	Aznab	Solid Mining	Bernardo-Ciriaco	Base	Don Gill Garcia	Lower Garcia
Operator	Contractor	Direct Management	Ierbio D. Rozario	Filipinas Carbon	Dionisio Yabut	
Date of our visit	Mar. 12, 1974	Mar. 13, 1974	Mar. 14, 1974	Mar. 15, 1974	Mar. 16, 1974	Mar. 17, 1974
Start of production	Jan. 1974	Oct. 1973	1953	Dec. 1973	1973	Feb. 1974
Production ton/day	Max. 9 t/d	20t/d (Target of Production; 100 t/d)	6 t/d	30 t/d	8 t/d	25 - 30 ton/shift
No. of shifts per day	3	3 shift/day x 30 days/month	1 (10 hrs)	2	3	1 (12 hrs)
No. of underground workers	9	15 x 3 = 45	7	60	9	20
No. of surface workers	3	3 x 3 = 9	3	60	3	43
Total	12	54	10	120 (include, super-intendents)	12	63 (include sub-controller)
Consumer	Cement		VECO	Atlas mine	VECO	VECO
Coal price P/ton	15	12 - 15 (9,000 BUT)	80 (10,000 BTU)	75 (10,000 BTU)	75 (10,000 BUT)	85 (11,000 BTU)
Cost P/ton	(Labor cost: 1 P/hr./man)	(Labor cost = 1 P/hr./man)				
Coal seam						
Inclination	30°	55° - 60°	30°	5°	70° - 90°	70°
Thickness	3' 5' 8'	6'	4.5' - 7'	3.5'	6'	6'
Numbers	3	1	5	2	1	2
Unit cost of support	P 0.5/7'	P 1.5/14'	P 3.5/18'	P 5/8'	-	P 0.8/6'
Supporting	1/shift					
Entry size	1.5 m x 1.5 m	1.5 m x 1.5 m	1.2 m x 1.2 m	3.5 ft x 4 ft	6 ft x 6 ft	6 ft x 6 ft
Distance from the portal	32 m (level)	200' (45° - 70°)	144' (vertical shaft)	700 m	48 m (level)	19 m (slope)
Haulage	Human power	90 HP car engine x wooden skip	Jeep engine, head frame	Sluicing	Wheelbarrow	Car engine
Ventilation	No facilities	Upcast shaft	Upcast shaft	Upcast shaft	No facilities	No facilities
Drainage	No facilities	Drainage with a drum through the shaft	0.3 m <sup>3</sup> /m/min	Natural drainage	Much water	72 m <sup>3</sup> /shift
Transportation Method to the consumer	4 ton truck	Truck	Truck cost: 15 P/t(35km)	Truck	Truck	Drainage by drum through shaft in 10m Truck
Miscellaneous	Roof & floor are soft. Pit mouth is provided along a swamp. 5 Km transportation road is a shallow of a river. So, the transportation is impossible in rainy season.	For compressor, coal picks and 4 rock drills rental fee: 90 P/month Fuel: 70 l/24 hrs. Diesel oil: P 0.8/1	Rental fee of a hoist: 90P/month 25 Km distance off Cebu-City	Coal pick mining in 3.5 m face. Underground layout is bad. Target of the production is 100 t/day. 25 Km distance off Cebu-City	5 Km to main road	3 portals

主 要 卷 設 備



立  
坑  
上  
屋

Alpaco Mine  
Danao  
Compostela 地域



立坑卷  
自動車  
のエン  
ジンを  
利用し  
た

全  
上  
坑



人  
力  
卷

Danao  
Compostela 地域

運 搬 器

斜  
坑



スキップ車  
Solid Mine

Danao - Compostela 地域

水  
平



一 輪 車

D.G.G. Mine

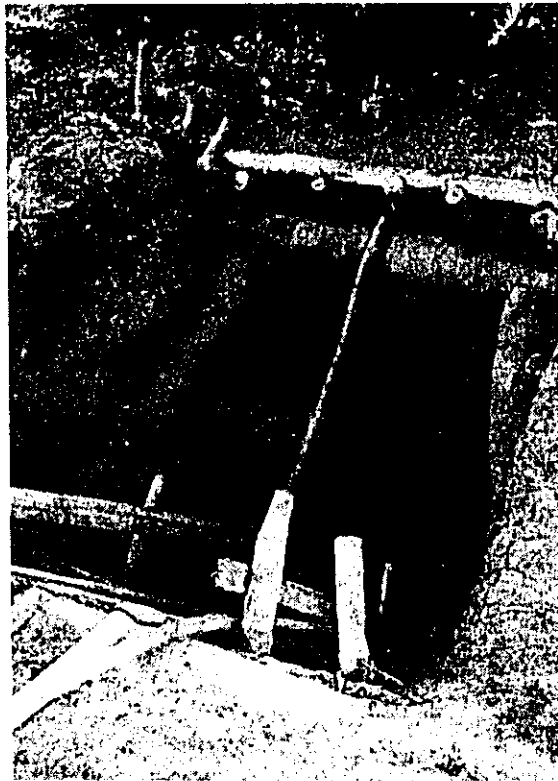
Argao - Dalaguete 地域

杵入状況  
坑道の大きさ6'×6'



水平坑道の坑口

Camausi Mine Danao Compostela 地域



45 の急傾斜坑の坑口

Solid Mine Danao Compostela 地域

### 5-5 石炭の分析結果

採取した石炭サンプルの分析結果を Table 5-2 ~ 5-10に示す。このサンプルによって石炭の性状を要約すると、次の通りである。

1. いずれも高揮発分の瀝青炭であり、分析結果より A.S.T.M に対照すると、" High Volatile B及び C bituminous coal" に属し、平均反射率 0.44~0.73 の炭化度の低い石炭である。
2. 灰分は 4.5 ~ 12%と低いが、水分は、Base, D.G.G. Mine の石炭で 5 ~ 6%、その他は 10 ~ 18%と相当高い。
3. 灰の融点は Base 及び M.G.M. Mine の石炭が、1,450 °C以上、D.G.G. Mine 及び Solid Mine の石炭は約 1,350 °Cで、共に一般のボイラー使用には差支えないと推定されるが、Alpaco 及び P.M.G. Mine の石炭は 1,255 °C以下の低い値であるので、一般のボイラーに使用するには高融点の石炭のブレンド等特別の配慮が必要となろう。
4. 全硫黄は、Base Mine の石炭が 3.29%と特に高く、M.G.M. Mine の石炭が 0.31%と特に低い。その他は約 0.7 ~ 1.2%の範囲にある。
5. N%は 1.1 ~ 1.8%と、何れも日本炭に比し高い値ではない。
6. F.S.I は低く、石炭の高温下に於ける粘着性は低い。従って、ストーカー焚でも石炭の融着によるトラブルは殆んどないものと予想される。
7. 灰の成分分析の結果 (Table 5-4) を Storach 氏の公式によって計算すると、夫々の試料について次の様な結果が得られる。

試料名	Storach 指数
Solid Mine	2.87
Alpaco Mine	1.56
Base Mine	3.61
D.G.G. Mine	1.00
M.G.M. Mine	6.17
P.M.G. Mine	1.03

この結果によると M.G.M. Mine の石炭は指数が 6.17で最も酸性が強く、Base Mine の石炭の指数は 3.61 でこれについている。共に灰の融点は 1,450°C以上を示す。また、Solid Mine の石炭の指数も 2.87 で灰の融点は 1,350 °Cである。以上の 3 試料はボイラ用炭として問題はない。

然しながら、D.G.G. Mine の石炭は灰の融点 1,335 °Cとかなり高い温度になっているが、(Table 5-3) Storachの指数が 1.00と全試料中で最も低い値を示しているところから Alpaco Mine および P.M.G. Mine の石炭と同様に混炭等の考慮が必要であると考えられる。



Table 5-2 Analytical Results of Coal by Regions and Areas

Apr. 27th 1974

Region	Mine	Sample	Proximate				Ultimate (Dry Ash Free)						Calorific Value K-Cal/Kg	Free Swell	Hardgrove Grindability	Rank	Fusion Temp of Ash (H= 1/2 W)	Total Sulphur
			Moist.	Vol. Matter	Fixed Carbon	Ash	Hydro-gen	Carbon	Nitro-gen	Oxygen	Sulphur	(Ash)						
Danao-Compostela	Solid	Face	16.6	43.8	31.0	8.6	5.4	74.4	1.6	17.6	1.0	-	5,410	0	66	High vol. C bit	1,350	1.00
Uling	Alpaco	R.O.M.	18.0	41.7	30.8	9.5	5.5	74.5	1.4	18.1	0.5	-	5,210	0	75	High vol. C bit	1,255	1.01
*Teledo (F. 1.3)	Base	Face	5.7	39.8	44.7	9.8	5.6	76.1	1.1	13.4	3.8	-	6,470	1 1/2	73	High vol. B bit	1,450	3.29
Argao-Dalaguete	D.G.G.	Face	5.4	43.3	46.8	4.5	5.8	79.0	1.6	12.6	1.0	-	7,040	1/2	67	High vol. B bit	1,335	1.13
Argao-Dalaguete	M.G.M.	Face	9.7	35.6	43.0	11.7	5.4	77.3	1.6	15.5	0.2	-	5,780	0	72	High vol. B bit	+1,450	0.31
Argao-Dalaguete	P.M.G.	Face	9.4	39.8	47.4	3.4	5.5	77.8	1.8	14.3	0.6	-	6,640	0	80	High vol. B bit	1,215	0.67

\* Float 1.8 product was tested. Recovery = 72.5%

Table 5-3 Test Report

Date: Apr. 3 to May 1, 1974

Sample Number	Sample Name	Fusion Temperature° C		
		Initial Deform	Softening (H=1/2 W)	Fluid
142	Danago Compostela Solid Mine	1,310	1,350	1,370
143	Uling Alpaco Mine	1,235	1,255	1,285
146	Toledo Base Mine	1,430	1,450	+1,450
147	Arago-Dalaguete D. G. G. Mine	1,250	1,335	1,360
148	Aragao-Dalaguete M. G. M. Mine	+1,450	+1,450	+1,450
149	Aragao-Dalaguete P. M. G. Mine	1,190	1,215	1,280

Table 5-4 Test Report

Date: Apr. 3 to June 28, 1974

Sample Name	Mineral Analysis of Ash (%)										
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	TiO <sub>2</sub>	Total
Solid Mine	36.9	27.85	11.16	9.36	2.02	0.40	0.15	5.72	1.74	1.55	96.85
Alpaco Mine	28.5	18.08	12.42	13.80	3.63	2.85	0.50	16.00	Trace	0.85	96.63
Base Mine	48.4	24.81	16.61	2.92	0.77	0.45	1.10	1.00	Trace	2.22	98.28
D.G.G. Mine	20.0	20.82	15.46	21.87	4.31	0.45	0.15	11.25	0.79	0.95	96.95
M.G.M. Mine	77.8	3.58	5.91	5.83	1.45	0.12	0.10	3.80	Trace	0.22	98.81
P.M.G. Mine	34.3	8.32	28.38	9.59	3.47	0.15	0.25	12.52	Trace	0.52	97.50

PETROGRAPHIC ANALYSIS Table 5-5

Name of Coal Solid Mine \_\_\_\_\_

Date of Sampling MAR. 13, 1974

Date of Arrival APR. 3, 1974

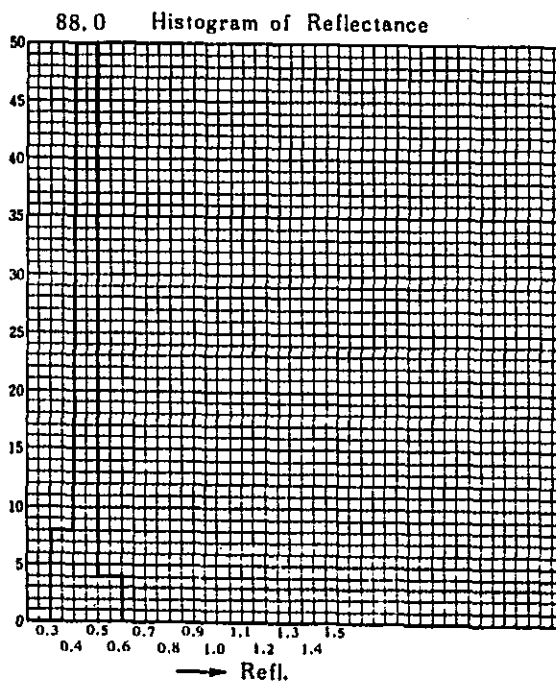
Descriptor \_\_\_\_\_

		Petrographic Analysis	
Reactive Entities	Vitrinoid Types	1	
		2	
		3	5.8
		4	63.7
		5	2.9
		6	
		7	
		8	
		9	
		10	
		11	
		12	
		13	
		14	
		15	
		16	
		17	
		18	
		19	
		20	
		21	
	Vitrinoids	72.4	
	1/3 S. Fus.		
	Resinoids		
	Exinoids	1.8	
	Total Reactives	74.2	
Inert Entities	Fusinoids		
	2/3 S. Fus.		
	Micrinoids	21.7*	
	Min. Matter	4.1	
	Total Inerts	25.8	
	Mean Refl.	0.449	
	Strength Index	2.14	
	Comp. Balance Index	1.40	
	Calculated Strength	0	

Aproximate Analysis		
Moisture	16.6	%
Volatile Matter	43.8	%
Fixed Carbon	31.0	%
Ash	8.6	%
Sulphur	1.0	%
F. S. I	0	
Cal	5410	Kcal/kg

Ultimate Analysis		
C	74.4	%
H	5.4	%
O	17.6	%
N	1.6	%
S	1.0	%

Gieseler Plastometer	
Maximum Fluidity	DDPM
Softening Temperature	°C
Maximum Fluid Temperature	°C
Solidification Temperature	°C
Range	°C



\* Included weathered 14.9%

# PETROGRAPHIC ANALYSIS Table 5-6

Name of coal Alpaco Mine

Date of Sampling MAR. 14, 1974  
 Date of Arrival APR. 3, 1974

Descriptor \_\_\_\_\_

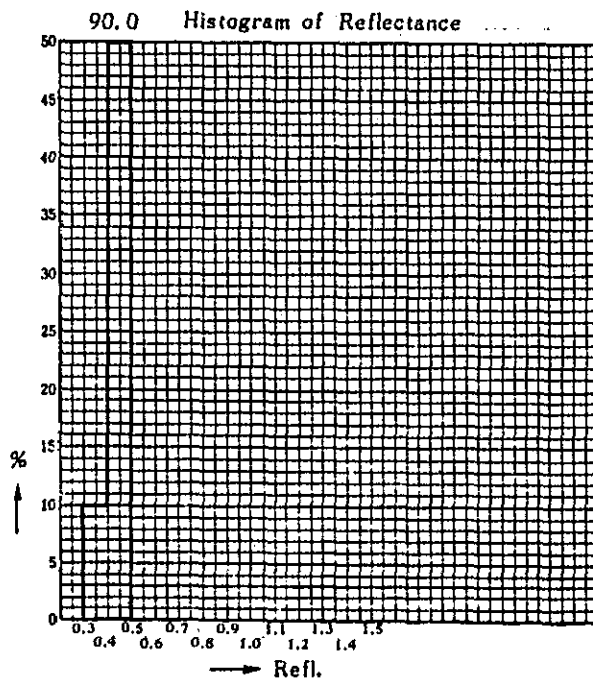
		Petrographic Analysis	
Reactive Entities	Vitrinoid Types	1	
		2	
		3	7.9
		4	71.2
		5	
		6	
		7	
		8	
		9	
		10	
		11	
		12	
		13	
		14	
		15	
		16	
		17	
		18	
		19	
		20	
		21	
		Vitrinoids	79.1
		1/3 S. Fus.	
		Resinoids	
		Exinoids	4.2
		Total Reactives	83.3
Inert Entities		Fusinoids	
		2/3 S. Fus.	
		Micrinoids	12.1*
		Min. Matter	4.6
		Total Inerts	16.7
		Mean Refl.	0.429
		Strength Index	2.37
		Comp. Balance Index	0.81
		Calculated Strength	2

\* Included weathered 5.1%

Aproximate Analysis		
Moisture	18.0	%
Volatile Matter	41.7	%
Fixed Carbon	30.8	%
Ash	9.5	%
Sulphur	1.0	%
F. S. I	0	
Cal	5210	Kcal/kg

Ultimate Analysis		
C	74.5	%
H	5.5	%
O	18.1	%
N	1.4	%
S	0.5	%

Gieseler Plastometer	
Maximum Fluidity	DDPM
Softening Temperature	°C
Maximum Fluid Temperature	°C
Solidification Temperature	°C
Range	°C



# PETROGRAPHIC ANALYSIS

Table 5-7

Name of Coal Base Mine \_\_\_\_\_

Date of Sampling MAR. 15, 1974  
 Date of Arrival APR. 3, 1974

Descriptor \_\_\_\_\_

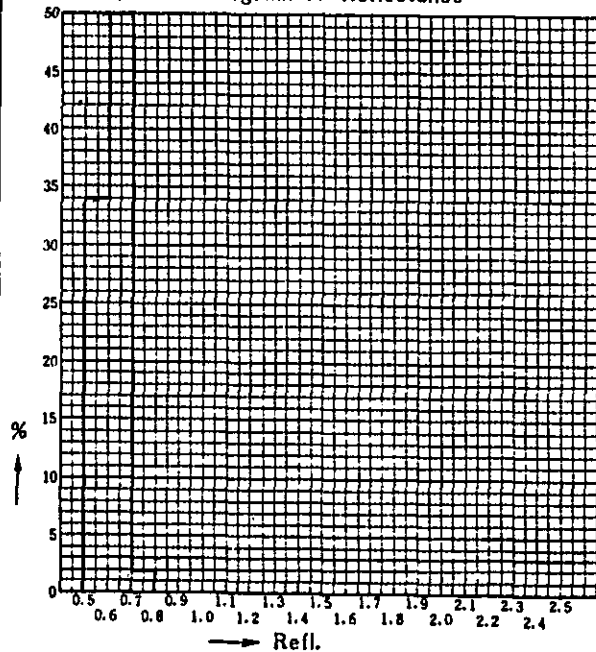
Petrographic Analysis	
1	
2	
3	
4	
5	29.8
6	56.0
7	1.8
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
Vitrinoids	87.6
1/3 S. Fus.	
Resinoids	
Exinoids	3.0
Total Reactives	90.6
<b>Inert Entities</b>	
Fusinoids	
2/3 S. Fus.	
Micrinoids	4.7*
Min. Matter	4.7
Total Inerts	9.4
Mean Refl.	0.608
Strength Index	2.45
Comp. Balance Index	0.35
Calculated Strength	1.2

Aproximate Analysis		
Moisture	5.7	%
Volatile Matter	39.8	%
Fixed Carbon	44.7	%
Ash	9.8	%
Sulphur	3.3	%
F. S. I	1.5	
Cal	6470	Kcal/kg

Ultimate Analysis		
C	76.1	%
H	5.6	%
O	13.4	%
N	1.1	%
S	3.8	%

Gieseler Plastometer		
Maximum Fluidity		DDPM
Softening Temperature		°C
Maximum Fluid Temperature		°C
Solidification Temperature		°C
Range		°C

64.0 Histogram of Reflectance



\* Included weathered 1.0%

PETROGRAPHIC ANALYSIS Table 5-8

Name of Coal D. G. G. Mine

Date of Sampling MAR. 16, 1974  
Date of Arrival APR. 3, 1974

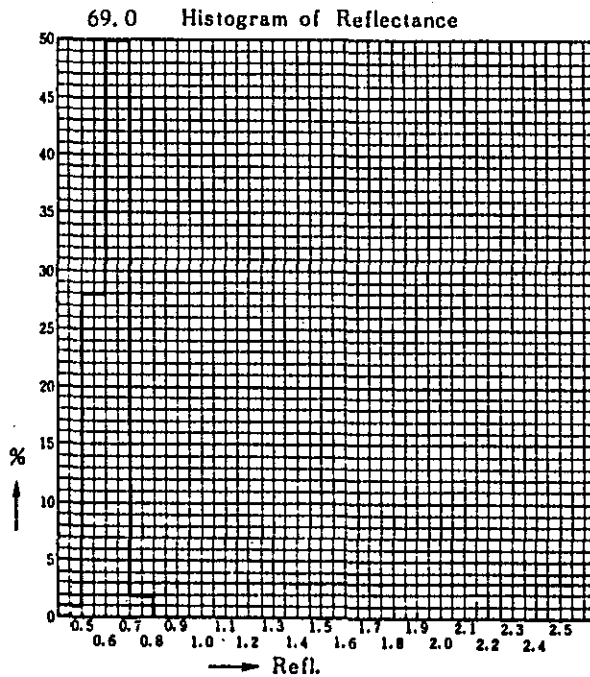
Descriptor

Petrographic Analysis	
1	
2	
3	
4	0.9
5	24.8
6	61.1
7	1.8
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
Vitrinoids	88.6
1/3 S. Fus.	
Resinoids	
Exinoids	4.4
Total Reactives	93.0
Fusinoids	
2/3 S. Fus.	
Micrinoids	4.8*
Min. Matter	2.2
Total Inerts	7.0
Mean Refl.	0.613
Strength Index	2.39
Comp. Balance Index	0.26
Calculated Strength	0

Approximate Analysis		
Moisture	5.4	%
Volatile Matter	43.3	%
Fixed Carbon	46.8	%
Ash	4.5	%
Sulphur	1.1	%
F. S. I	0.5	
Cal	7040	Kcal/kg

Ultimate Analysis		
C	79.0	%
H	5.8	%
O	12.6	%
N	1.6	%
S	1.0	%

Gieseler Plastometer		
Maximum Fluidity		DDPM
Softening Temperature		°C
Maximum Fluid Temperature		°C
Solidification Temperature		°C
Range		°C



\* Included weathered 3.1%

# PETROGRAPHIC ANALYSIS

Table 5-9

Name of Coal M. G. M. Mine

Date of Sampling MAR. 17, 1974  
Date of Arrival APR. 3, 1974

Descriptor \_\_\_\_\_

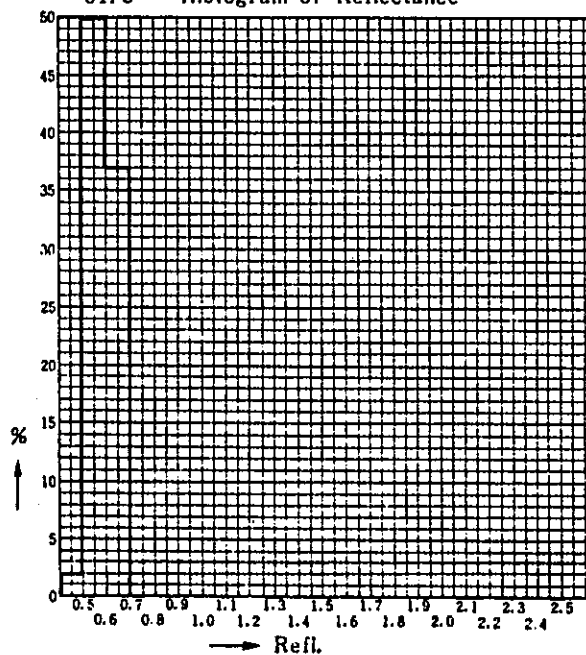
Petrographic Analysis	
1	
2	
3	
4	1.4
5	44.0
6	26.6
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	
19	
20	
21	
Vitrinoids	72.0
1/3 S. Fus.	
Resinoids	
Exinoids	4.7
Total Reactives	76.7
Fusinoids	
2/3 S. Fus.	
Micrinoids	17.8*
Min. Matter	5.5
Total Inerts	23.3
Mean Refl.	0.577
Strength Index	2.45
Comp. Balance Index	1.08
Calculated Strength	3

Aproximate Analysis		
Moisture	9.7	%
Volatile Matter	35.6	%
Fixed Carbon	43.0	%
Ash	11.7	%
Sulphur	0.3	%
F. S. I	0	
Cal	5780	Kcal/kg

Ultimate Analysis		
C	77.3	%
H	5.4	%
O	15.5	%
N	1.6	%
S	0.2	%

Gieseler Plastometer	
Maximum Fluidity	DDPM
Softening Temperature	°C
Maximum Fluid Temperature	°C
Solidification Temperature	°C
Range	°C

61.0 Histogram of Reflectance



\* Included weathered 16.3%



PETROGRAPHIC ANALYSIS Table 5-10

Name of Coal P. M. G. Mine

Date of Sampling MAR. 18, 1974  
 Date of Arrival APR. 3, 1974

Descriptor \_\_\_\_\_

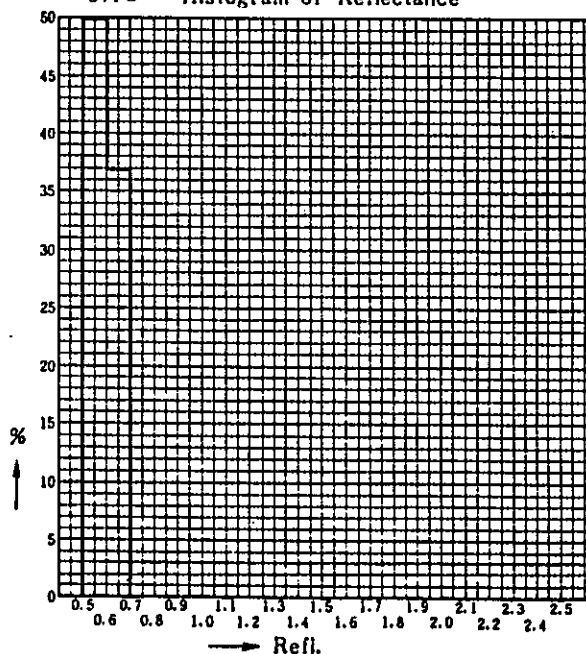
		Petrographic Analysis	
Reactive Entities	Vitrinoid Types	1	
		2	
		3	
		4	
		5	52.7
		6	39.8
		7	
		8	
		9	
		10	
		11	
		12	
		13	
		14	
		15	
		16	
		17	
		18	
		19	
		20	
		21	
	Vitrinoids	92.5	
	1/3 S. Fus.		
	Resinoids		
	Exinoids	2.5	
	Total Reactives	95.0	
Inert Entities	Fusinoids		
	2/3 S. Fus.		
	Micrinoids	3.3*	
	Min. Matter	1.7	
	Total Inerts	5.0	
	Mean Refl.	0.586	
	Strength Index	2.32	
	Comp. Balance Index	0.19	
	Calculated Strength	0	

Aproximate Analysis		
Moisture	9.4	%
Volatile Matter	39.8	%
Fixed Carbon	47.4	%
Ash	3.4	%
Sulphur	0.7	%
F. S. I	0	
Cal	6640	Kcal/kg

Ultimate Analysis		
C	77.8	%
H	5.5	%
O	14.3	%
N	1.8	%
S	0.6	%

Gieseler Plastometer	
Maximum Fluidity	DDPM
Softening Temperature	°C
Maximum Fluid Temperature	°C
Solidification Temperature	°C
Range	°C

57.0 Histogram of Reflectance



\* Included weathered 0.8%

## 第6章 炭坑開発費について

## 第 6 章 炭坑開発費について

### 6-1 坑内採掘計画

#### 6-1-1 採掘計画の基本方針

採掘計画は本来、踏査及びボーリングを含めた地質精査によって炭層の賦存状況が判明した後になされ、設備投資額及び採掘のコストを含めた全体計画として作成されるべきものである。今回の調査は単に踏査の段階であるので採掘計画を作成するのは非常に無理であるが、本採掘計画は、一応次の様な仮定の上に立って作成したものである。

- (1) セブ島には 4 主要石炭地域があるが、採掘計画を立案する上で不十分だが地質図として一応利用可能な図面は Argao - Dalaguete 地域にしかない。従ってこの地区の中で比較的炭層に連続性があると考えられる地域を採掘の対象として採掘計画を立案した。
- (2) 現在の炭坑概要で述べた様にカモータマイニングによる採掘が古くから各所で行なわれており、その結果、排水準上及び排水準下 30m 迄はカモータマイニングによる採掘跡と判断して組織的な採掘計画の対象としない。又、それ以下の深部約 20m は防水炭柱として残すから排水準下 50m 迄の炭層は採掘の対象から除外して計画した。
- (3) 次にストライキ方向の連続性が少ない事から判断して、傾斜方向の炭層の連続性も多くは期待できないことが推定される。従って、1957 年フィリピン鉱山局発行の炭量算定基準に基づいて排水準下 100 m 迄の炭量を採掘の対象として計画した。それ以下の深部区域は今後の精査を待って炭層の賦存を確認する必要があるが、確認できた場合にも引続き採掘が続けられる様に炭層の下盤沿いに主要斜坑を掘さくする。
- (4) 炭層のストライキは、1,000 m、平均傾斜は 60° 山丈は 1.2 m として計画した。
- (5) 坑外の道路補修距離は 5 km とした。
- (6) 電気施設は Power line 15 km を含む変電所設備 (1,000 kVA) とした。
- (7) 全設備及び一部の物品費は日本からの輸入品として計算した。その場合、日本からマニラ市マニラ市からセブ市までの海上輸送費、荷役費、セブ島内の陸上輸送費その他を勘案して設備価格は 1974 年 4 月 1 日の日本国内価格の 1.5 倍として試算した。
- (8) 稼行日数は年間 300 日とした。
- (9) 償却費のうち坑道費、間接、一般投資は生産高比例法による償却としたが他の設備はそれぞれ日本の法定耐用年数で償却した。
- (10) 坑外の機械据付、場内の運搬費等については間接投資の項に含むものとした。

#### 6-1-2 開坑方式

本計画は排水準下 100 m 迄の 3 炭層を採掘の対象に立案したものである。坑内骨格構造として主要斜坑は Fig 6-1 に示す様に 3 炭層の下盤側約 70m 離れた位置にある別個の炭層沿いに採掘

の対象とする3炭層と平行に掘さくする。

この主要斜坑は坑外から傾斜 $-25^{\circ}$ 、掘さく断面 $11.3\text{ m}^2$ 長さ $300\text{ m}$ の沿層斜坑とする。次にこの斜坑の $-50\text{ mL}$ 、 $-100\text{ mL}$ 地点からそれぞれ $110\text{ m}$ の岩石立入坑道を掘さくし、各炭層に着炭する。最上部炭層の着炭地点から、それぞれ沿層で上部片盤坑道(排気、充填用)及び下部片盤坑道(入気、運搬用)を掘さくする。この下部片盤坑道から約 $10\text{ m}$ 上部に沿層で中段坑道を設けこの中段坑道と上部片盤坑道間に採炭切羽を設定する。(Fig. 6-3参照)

### 6-1-3 出炭規模

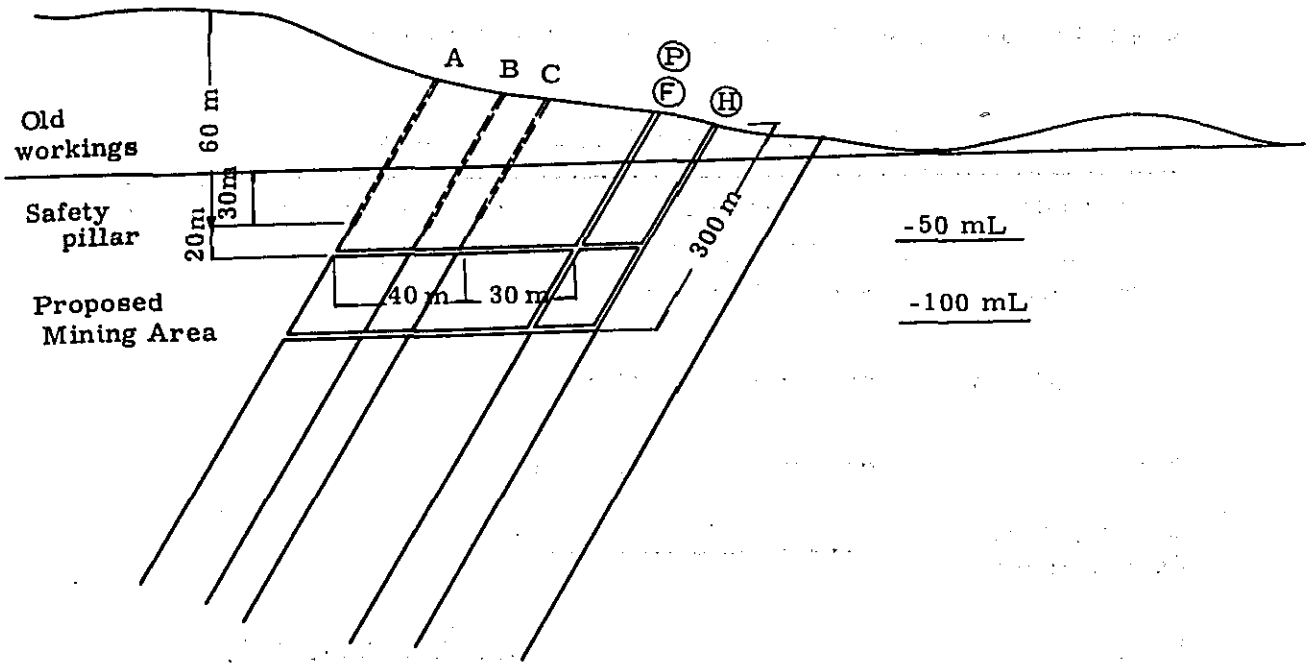
当該採炭区画の実収炭量はストライキ方向の長さが $1,000\text{ m}$ 平均山丈が $1.2\text{ m}$ 、真傾斜方向の切羽の長さが $40\text{ m}$ 原炭比重が $1.4$ 、切羽実収率が $70\%$ とした場合に一層当り $47,000\text{ トン}$ となる。採掘対象炭層が3枚と仮定した場合には、掘進炭を含むと全炭量は $156,000\text{ トン}$ である。

新しい炭坑開発を計画する場合には鉱山の寿命は $15$ 年程度を見込んで開発するのが通常である。この割合で考えると当炭坑の規模は僅か日産 $30\text{ t}$ 程度となり火力発電所用には( $5\text{ 万 kW} \times 50\%$ 混焼)数多くの炭坑が必要となる。

一方発電所用炭としては少なくとも日産 $200\text{ トン}$ が必要なので本計画では一応 $200\text{ トン/日}$ の規模で開発することにした。その場合この区画の稼行年数は $2.6$ 年になる。

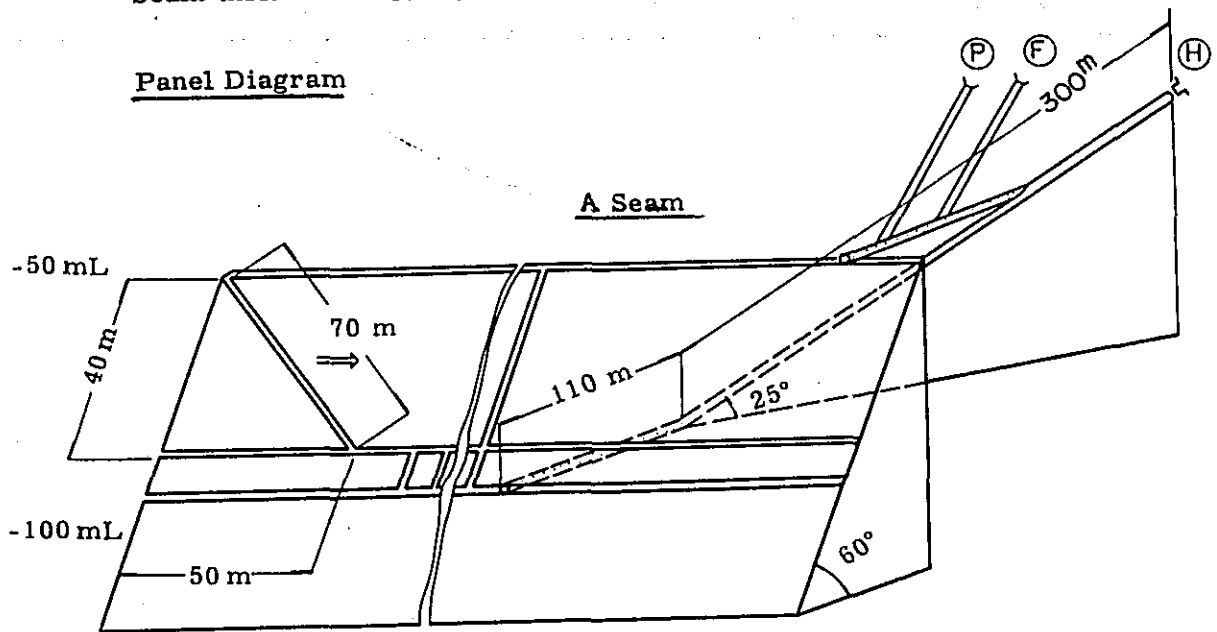
またこの炭層は急傾斜炭層なので1切羽に多数の人員を投入出来ない。1切羽、一方当り精々 $8$ 人 $\sim 9$ 人程度でその能率も精々 $10\sim 11\text{ トン}$ 程度と推定されるので(日本の三井芦別坑では精炭 $16.5\text{ トン/人/方}$ )1日2方稼行で1切羽出炭は $180\text{ トン}$ 程度である。掘進炭を全出炭の $10\%$ と見込むと日産精出炭は $200\text{ トン}$ 、年産 $6\text{ 万トン}$ となる。

Fig. 6-1 SKELTON OF MINING STRUCTURE



Inclination  $60^\circ$   
 Seam thickness 1.2 m

Panel Diagram



6-1-4 年度別計画表

炭坑の開発計画ならびに出炭計画はTable 6-1に示す通りである。

Table 6-1 Development Schedule

Periods	1st year	2nd year	3rd year	4th year	5th year
Exploration	3 months				
Road repairing	6 months				
Site	6 months				
Underground development					
Production			200MT/d	200MT/d	200MT/d
Underground & Surface Equipment					

6-1-5 坑内展開計画

(1) スケジュール

坑内の坑道掘進のスケジュールは Table 6-2 に示す通りである。

Table 6-2 Schedule

	1st year	2nd year
Winding house		
Main slope	300 m	
Main upcast slope		50 m 50 m
-50 mL crosscut	110 m	
-50 mL level entry		600 m
-100 mL crosscut		55 55
-100 mL level entry		500 m
Ventilation slope		50m
Working face and others		200
Slope for filling materilas		
Pump station & others		
<b>Total</b>	<b>515 m</b>	<b>1,535 m</b>
<b>Total production</b>	<b>75 MT</b>	<b>6,010 MT</b>

## (2) 坑道掘進計画

坑道の掘進長ならびに能率は Table 6-3 に示す通りである。

Table 6-3 Advancing Rate of Entry

Name of Entry	Length (m)	Sectional Area (m <sup>2</sup> )	Advance per day (m/day)	The day required (days)	The month required (months)	Pro- duction (MT)
Main slope	300	11.3	1.5	200	8.0	-
-50mL cross cut	110	7.8	2.0	55	2.2	-
-100mL cross cut	110	7.8	2.5	44	1.8	-
Main upcast slope	100	7.8	1.0	100	4.0	150
Ventilation slope	50	7.8	2.0	25	1.0	75
Material filling slope	80	7.8	2.0	40	1.6	-
-50mL level entry	550 (50)	7.8 11.3	3.4 2.0	162 25	6.5 1.0	- 2,700
-100mL level entry	450 (50)	7.8 11.3	3.4 2.0	132 25	5.3 1.0	- 2,250
Pocket & man way	30	5.0	4.0	8	0.4	135
Sub level	100	5.0	4.0	25	1.0	450
Face	70	5.0	4.0	18	0.7	325
Other entry (including Pump station)	(40)	(11.3)	(2.0)	(20)	(1.0)	
	11.3m <sup>2</sup>	400				
Total	7.8 5.0	1,450 200				
<b>Total</b>		<b>2,050</b>				<b>6,085</b>



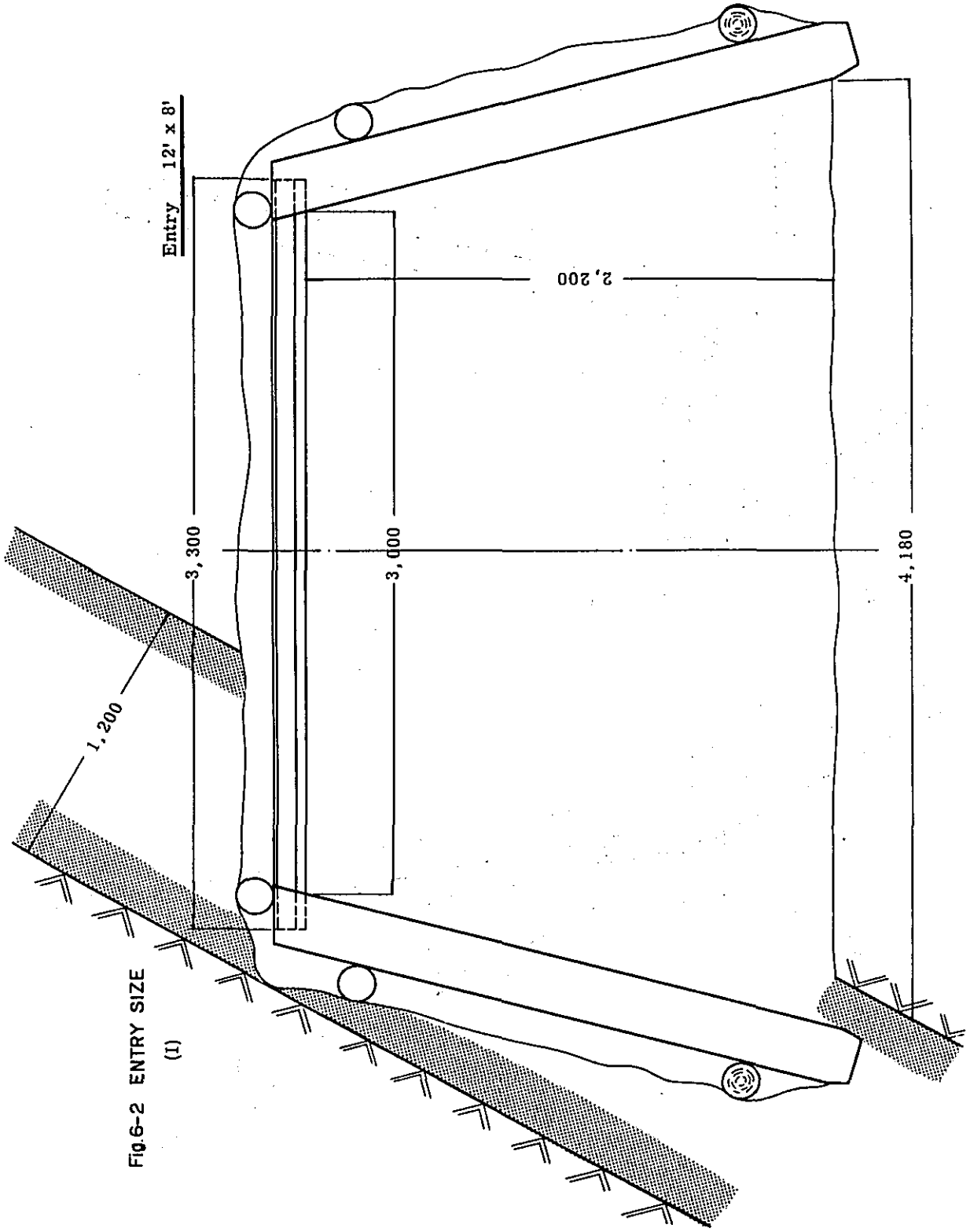
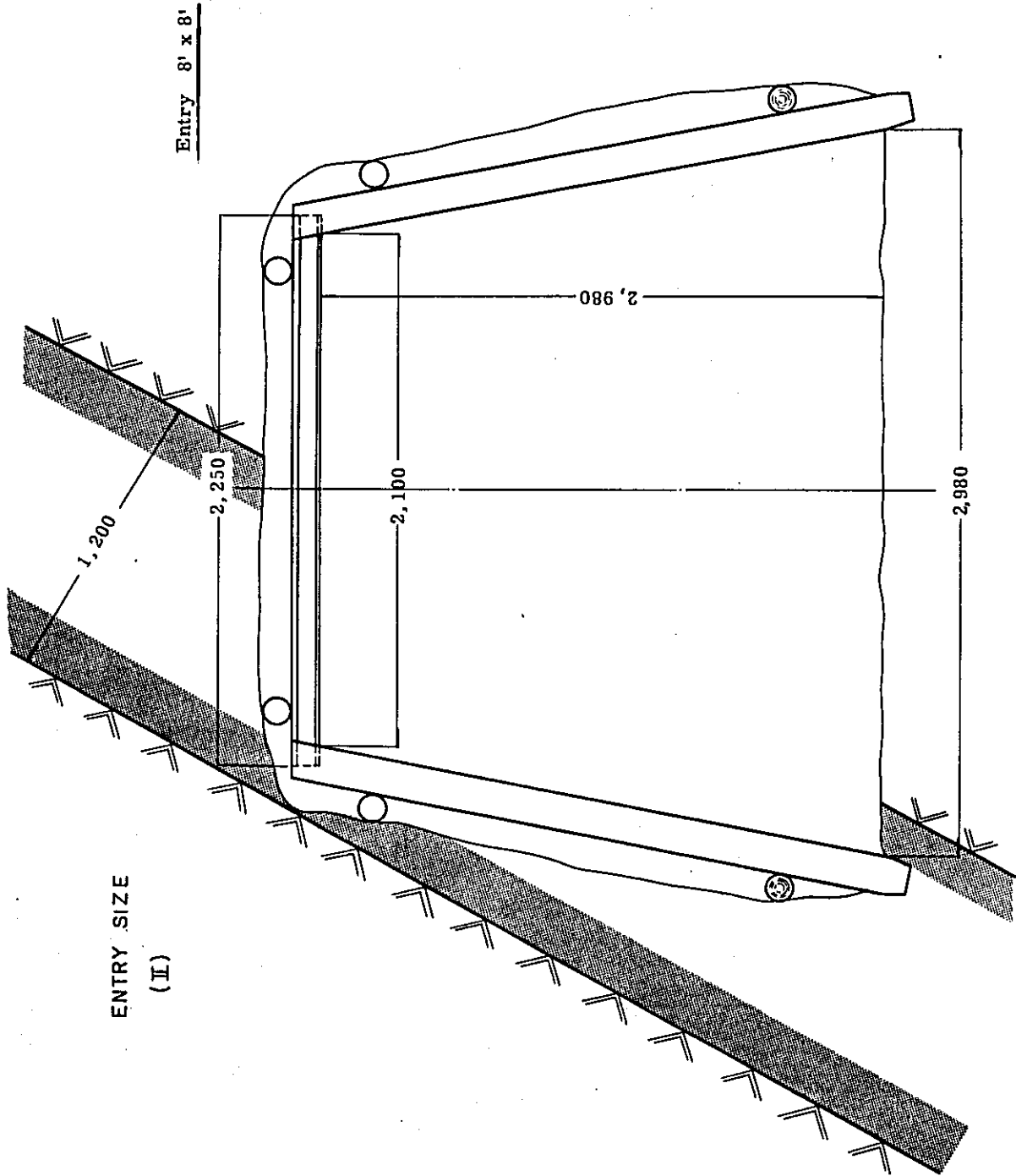


FIG 6-2 ENTRY SIZE  
(1)



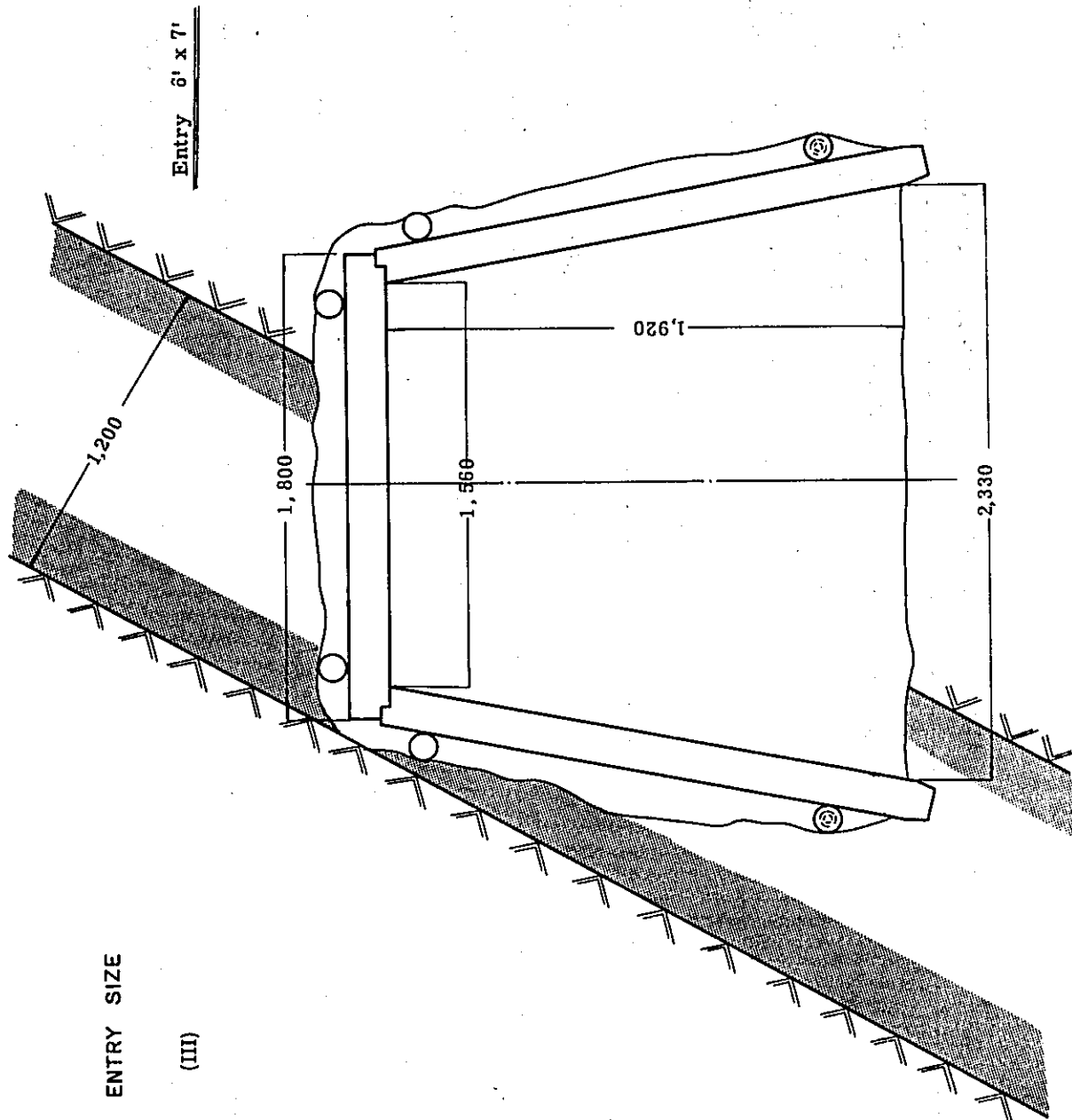


Table 6-4 Qualitative Comparison of Various Mining System

	Limit of working thickness of coal seam	Adaptability for change of thickness of coal seam	Strength of roof required	Coal reserves enough for depreciation	Skill of workers			
Hydraulic mining system	Over 3.5m	X	O	Strong	X	Required	X	Not required so much
Longwall system with self-advancing supports	From 1.5m to 2.5 m	X	Difficult to adapt	Strong a little	△	Required	X	Required
Longwall system with hydraulic steel props	ditto	X	ditto	ditto	△	ditto	X	ditto
Longwall system with timber props, caving method and face along true dip	Over 0.75 m	O	Adaptable	ditto	△	Not required	O	Not required so much
Longwall system with packing and diagonal face to dip	ditto	O	ditto	ditto	△	ditto	O	Not required

Mark: O : Suitable    △ : Suitable with proviso    X : Unsuitable

Note: 1) Above marks are applied in the case of 1.2 m of average thickness of coal seam.

2) "face along true dip" means that face line is parallel to the dip of the coal seam.  
 "diagonal face to dip" means that face line is at some angle of less than 90° with the dip.

## 6-1-6 採炭方法

### (1) 最適採炭法

この区域に適用可能な急傾斜層の採炭法とその適応条件を定性的に比較すると Table 6-4 に示す対比が考えられる。この中で、長壁式偽傾斜充填法と真傾斜無充填木柱払法とがこの区域の採掘に適用出来ると考えられる。両方法を比較すると、長壁式偽傾斜充填法は切羽作業が容易で安全である。また地質図からみて微断層が多いと考えられ、天磐の岩石試験の結果によると岩石の強度が低いこと等からみて長壁式偽傾斜充填方法がこの区域の採掘に最も適当していると考えられる。

### (2) 石炭の硬度について

A フィリピンで調査した炭鉱の石炭の硬度をイーゲーデアーエヌ法によってテストした結果は次の通りである。

	h m/m	f4	FD
Solid Mine	84.5	1.22	18.9
Alpaco Mine №1	108.3	0.95	24.2
Alpaco Mine №4	103.5	1.00	23.0
Base Mine №1	95.5	1.07	21.5
" Mine №2	116.5	0.88	26.1
D.G.G Mine	104.7	0.98	24.5
M.G.M. Mine	107.0	0.96	24.0
P.M.G. Mine	96.5	1.07	21.5
平均		1.02	22.5

### B フライアビリティ

フライアビリティとイーゲーデアーエヌ f4 値との関係は日本の石炭技術研究所によって次の様な関係式が発表されている。

$$f4 \times FD = 23$$

この式によって f4 値からフライアビリティを算出した。

### C 切削機械の選定

切削法の選定基準は FD 値から次の様に考えられる。

炭 切 法	FD ( Friability )
発 破 採 炭	< 25 中硬以上の硬炭層
カ ッ タ ー	15 - 45 中硬以下の軟 "
ドラムカッター	25 - 45 普通および中軟 "
ピ ッ ク 採 炭	> 25 普通および軟 "
ホ ー ベ ル	> 35 軟い炭層

以上から判断すると採取した試料の FD 値は 18.9~26.1でその平均値は 22.5 であるから発破採炭の適用が妥当と考えられる。

#### D 測定方法

(ИГД-АН-СССР法による)

- 1) 15×25mm の平均寸法を有する石炭粒子から成る重さ 75g の試料を取る。
- 2) この試料を容器 (別図参照) に入れ, 筒②をかぶせ, 重さ 2.4 kg の錘③を一定の落差 (60cm) から 5 回落下させる。
- 3) 上記 1), 2) を計 5 回繰返して, これらの試料を合わせて網目 0.5 mm のフルイによって分級し, フлуй下量を 23mmφ の円筒型容量計に入れ, mm 目盛の小型ピストンを差しこんでその見掛け容積を求める。
- 4) このフルイ下粒子の発生量に対する実験の個人差を除き, フлуй分け誤差をなくする為に, 簡単なパイプレータを用い, minute glass (1 分間単位の砂時計) で, 約 1 min フлуй分けを行う。簡便法としては標準篩を手持ちで 1 分間の振動を与えて上記の処理にかえる。
- 5) 強度指数はプロトジャコノフ教授の次の実験式によって求められる。

$$f = \frac{103}{l} \quad l - \text{容量計の目盛で示される見掛け容積の尺度}$$

#### E 計算について

- 1) 石炭が非常に軟かい場合  
錘の落下回数を 2~3 回にする。
- 2) ハサミなど岩石の場合  
錘の落下回数を 10 回まで増加する。  
この場合, 落下回数を n とすると,

$$f = \frac{20 \times n}{l}$$

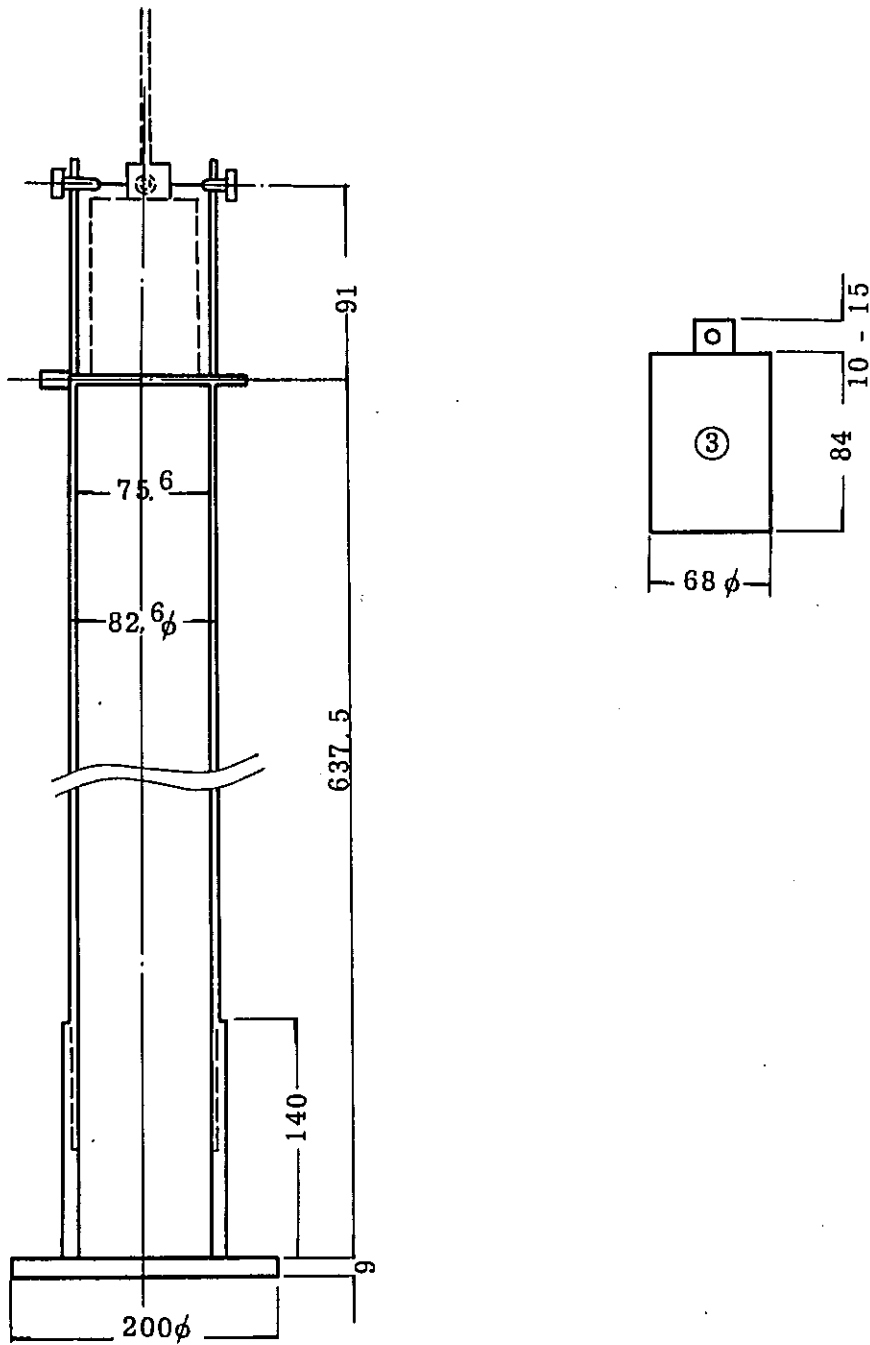
とする。

(注): この f は 3 cm 角試料の圧縮強度の (kg/cm<sup>2</sup>) の 1/100~1/150 に略見合う数字である。

#### (3) 岩石試験

天磐の性質を判定するには, 試料が少く不十分だが調査した各地区の 4 炭坑の天磐の岩石を採取し, サンコーコンサルト立川岩石試験所に試験を依頼した。その結果は Table 6-5 に示しているが, 試験方法およびその他の観察結果は次の通りである。なお試料の梱包方法が悪く, 保存が不十分だった事を記しておく。

Fig. 6-3 MEASURING APPARATUS OF INDEX BY ИГД - АН METHOD



## A 岩石試験項目

超音波伝播速度試験…………… 自然状態の P 波, S 波

一軸圧縮強度試験…………… 自然状態

見かけ比重

吸水率

有効間隙率

## B 試料名および岩質(塊状試料)

Alpaco	Mine	泥質頁岩	Uling	地 域
Camansi	Mine	微細粒砂岩	Danao	"
DGG	Mine	頁岩	Argao	"
Base	Mine	炭質頁岩	Toledo	"

## C 一軸圧縮強度試験供試体

一軸圧縮強度試験供試体の成形は、塊状試料については試料くり抜機により高さが直径( $\phi$  3.5 ~ 5.0 cm) の 2 倍になるように、くり抜いてから成形するのが普通であるが、非常に亀裂が多いものまたは水によって崩壊するおそれのあるものについては、くり抜き成形が出来ないので、直方形成形にするけれども、亀裂の程度によってはこの成形すら出来ないことがある。

今回の試料については D.G.G.Mine の岩石は立方体成形が出来たけれども、その他の岩石については、例えば Alpaco Mine の岩石は亀裂(チリワレ状になる)が多い上、水に弱く、Camansi Mine の岩石は水に弱く、また Base Mine の岩石は薄片状に剝離するので成形が出来なかった。試験結果によると D.G.G Mine の岩石の一軸圧縮強度は  $95.5 \text{ kg/cm}^2$  で岩石の強度としては非常に低い値である。(Table 6-5, 6-6 参照)

## D 超音波伝播速度試験

供試体は一軸圧縮試験の供試体を用いるので D.G.G. Mine の岩石以外のものについては、特殊なハンドグラインダーで成形した。

試験結果では、Base mine の石 P 波は時に低いがその他の Mine の岩石でも P 波は、 $2400 \sim 3200 \text{ m/sec}$  である。一方三井砂川坑の岩石の P 波は  $3700 \sim 4300 \text{ m/sec}$  である。即ち、約 70% に相当する。これは岩石中に亀裂があるかまたは強度が低いことに起因する。

## E 物理試験

測定の順序は空気中重量→飽和させるための水浸(硬岩では 4 日位)→水中重量→飽和状態の重量→乾燥炉での乾燥( $110^\circ\text{C}$  で 24 時間)→乾燥重量測定となるが、全試料共水に浸けると崩壊する(極端な例では Alpaco Mine の岩石は約 20 分後に)のでパラフィン法による測定を行った。この測定の過程でパラフィンの膜が薄いときは、吸水による膨脹によってパラフィン膜がパンクして徐々に崩壊した。



Table 6-5 Summary of Rock Tests

Sample No.	Name of rock	Supersonic Wave Propagation Velocity (m/sec, natural dry)		Dynamic Poisson's Ratio	Apparent Specific Gravity		Water Absorption Ratio (%)	Effective Porosity (%)	Confined Compression Strength (Kg/cm <sup>2</sup> )	Dynamic Modulus of Elasticity (Kg/cm <sup>2</sup> )	Remarks
		P-wave	S-wave		natural	wet dry					
Alpaco	Muddy shale	2,920	1,390	0.35	2.43	2.52	2.34	7.67	17.97	1.32 x 10 <sup>5</sup>	Broken down 20 min. after into water
Ca No.1	Very fine - fine grained sandstone	3,240	1,800	0.27	2.45	2.80	2.41	16.01	38.59	2.10 x 10 <sup>5</sup>	Broken down 20 min. after into water
D. G. G.	Shale	2,460	1,420	0.24	2.31	2.43	2.26	7.48	16.89	1.21 x 10 <sup>5</sup>	
Base	Carbonaceous Shale	1,600	890	0.27	2.22	2.31	2.16	7.16	15.45	4.64 x 10 <sup>4</sup>	Some part come off into thin leaves in water

Note: 1. As the sample of Alpaco was broken down to loss its original form 20 min after putting it into water, it was left in water for two hours under sealing on its surface with paraffin so as not to be broken down.

2. Ca No.1 was broken down in water at same time as Alpaco, but it could keep its original form for six hours in water under sealing with paraffin. It means that Ca No. 1 has larger absorption ratio than Alpaco.

3. As D.G.G. and Base came off into thin leaves because of the carbonaceous, they were left in water under sealing with paraffin for about one week in order to be completely saturated.

Table 6-6 Result of Rock Test  
(Mitsui Sunagawa Mine)...for Reference

Depth	Name of rock	P-Wave m/sec.	S-Wave m/sec.	Specific Gravity	Uniaxial Compressive Strength kg/cm <sup>2</sup>	Water Absorption Content %	Effective Porosity	Poisson's Ratio	Dynamic Young Modulus
-460 ML	nS	3,770	2,180	2.54	687	1.93	4.91	0.25	3.07x10 <sup>5</sup>
-560 ML	nS	4,020	2,270	2.55	868	2.13	5.35	0.27	3.37x10 <sup>5</sup>
-560 ML	nS	4,350	2,100	2.49	529	4.67	11.31	0.35	3.00x10 <sup>5</sup>

Remarks: Sampling place ..... North Main Entry at Noborikawa Pit &  
South Main Entry at No. 1 Pit

Test Date ..... November, 1970 at Tachikawa Laboratory

## F 考 察

試験過程では、Alpaco Mine の岩石は非常に亀裂が多く、空気中に長くさらすとチリワレ状にポロポロ崩れる。又水に対し非常に敏感で相当の膨脹を示す。

Camansi Mine の岩石は前者程極端ではないが水に対しては敏感に反応する。D.G.G.ならびに Base Mine の岩石は吸水による膨脹は少ないが、むしろ剝離して徐々に崩壊する。以上の様な試験から判断して、岩石の強度が弱く、亀裂も多く、又磐ぶくれの可能性が非常に多く、坑道維持が問題である。特に断層部の掘進、坑道維持には特に困難が伴うことが予想される。

### (4) 採掘方法

採炭方法は Fig 6-4 に示すように、片磐向長壁式全充填採炭方式とする。産炭はさく孔発達破により行われ、爆破した石炭は切羽に沿って設置された鉄製トラフ (Fig 6-5) 中を自然流下し、中段坑道に設けたコンベヤー (巾 450m/m) によってポケットに運搬される。さらに石炭は下部坑道でこのポケットから炭車に積込まれる。稼行は 1 日当り採炭 2 方、充填 1 方とする。充填礫は坑外で採取した岩石 (平均大きさ 50~60m/m) を坑外から直接充填ポケットに貯蔵する。さらにこの礫は上部坑道でダンプカーに積み込み、採炭入口で転覆し、上記鉄製トラフにより採掘払跡を上部から順次充填する。

充填後さらに採炭を行う。以下この方法が繰り返される。

Fig. 6-4 FULL PACKING LONGWALL MINING METHOD  
(DIAGONAL FACE TO DIP)

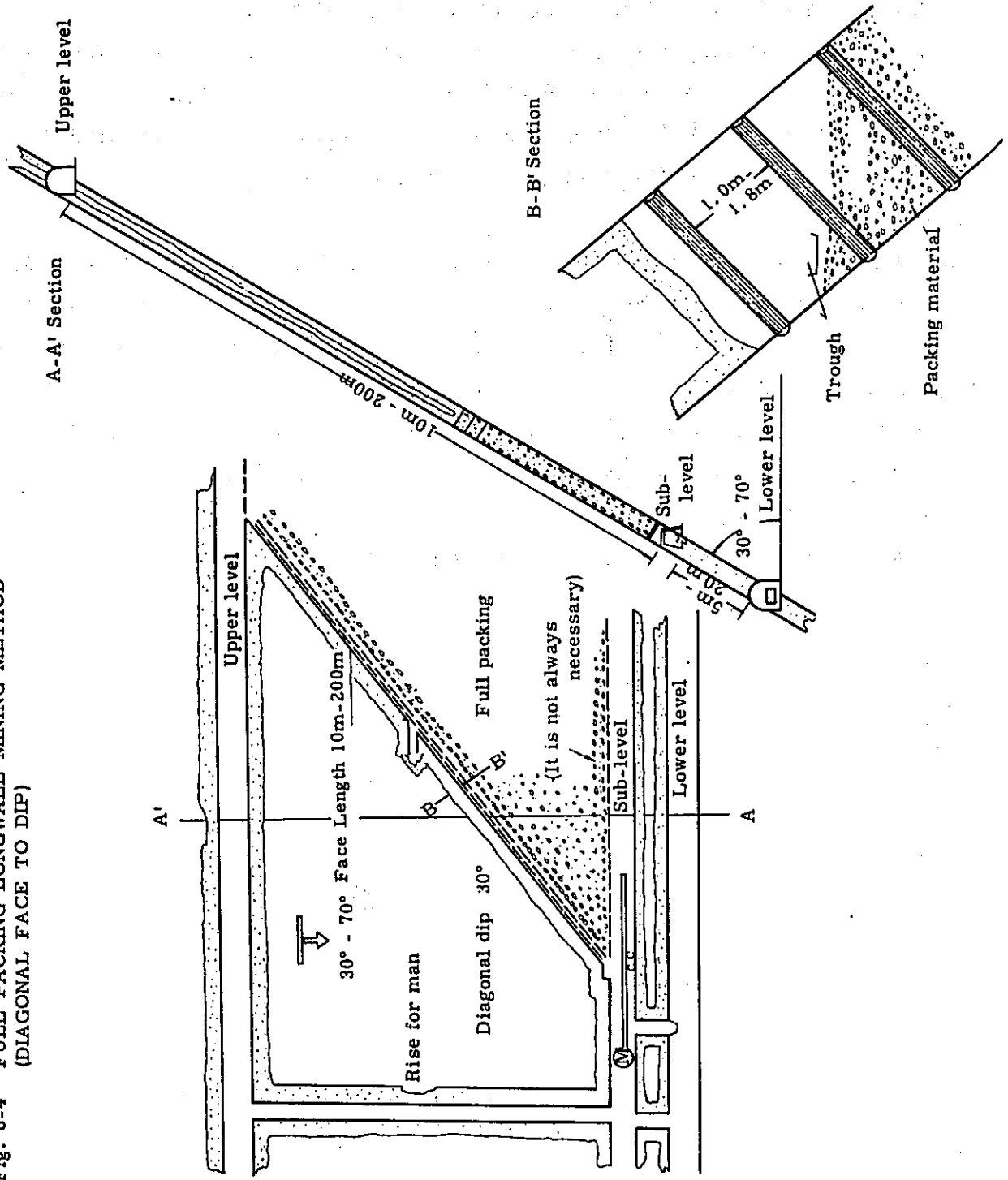
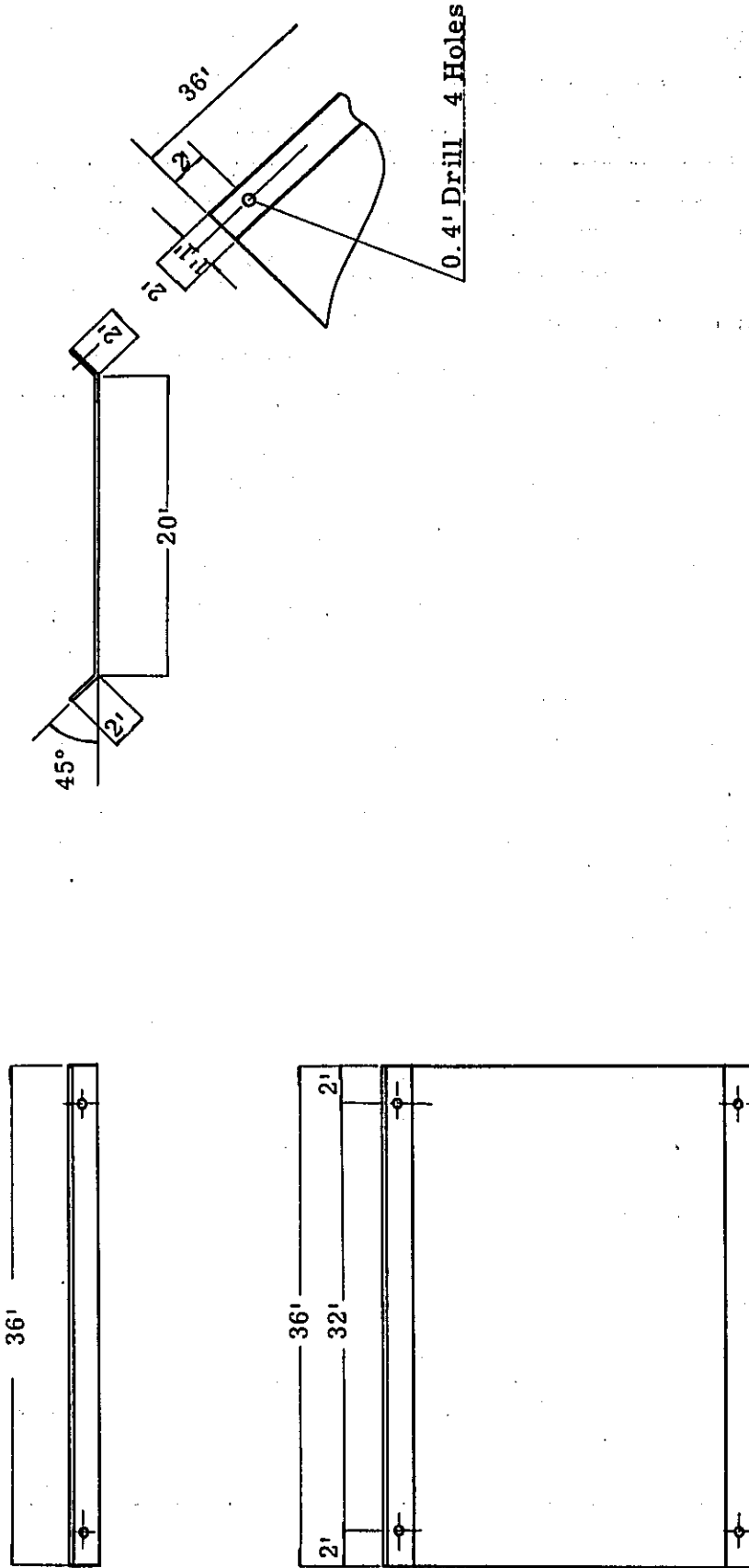


Fig. 6-5 TROUGH IN THE COAL FACE



6-1-7 生産総括表

生産概要は Table 6-7 に示す通りである。

Table 6-7 Summary of Production

Item		Remarks		
Output	Raw coal	ton/day	225	Coal is expected to mix with packing material and waste from diving.
		ton/year	67,500	
	Clean coal	ton/day	200	Operated days: 300 days/year
		ton/year	60,000	
Personnel	Underground men		143	Excluded foreman and administrator.
	Surface men		60	
	Total		203	
Productivity	tons/man clean coal		0.99	Total 0.83 t/man/shift (including other people)
Yield	%		89	
Length of driving required	Total	m/day	1,800	30m/1,000 ton coal
		m/day	6	
	Level	m/day	2.4	40%
	Sub-level	m/day	3.6	60%
Driving efficiency	Level	m/day	3.4	0.3m/man x 15men/day x 75%
	Sub-level	m/day	4.0	0.36m/man x 15men/day x 75%
Number of driving team	Level		0.7	
	Sub-level		0.9	
Coal output in driving	Level	ton/day	8.5	
	Sub-level	ton/day	12.5	
	Total	ton/day	21.0	
Coal output in mining face	No. of mining shift/day		2	
	No. of packing shift/day		1	
	Productivity t/man/shift		11.2	
	No. of workers/shift		8	
	Output/day		179	
Filling material	m <sup>3</sup> /day	110		Size: max 100 m/m mean 50 - 60 m/m
Calory of clean coal	BTU	10,000-12,000		

6-2 坑内施設計画

6-2-1 坑内生産設備総括表

坑内設備は Table 6-8 に示す通りである。

Table 6-8 Summary of Production Equipment

Equipment and Machine	No. of Unit	Remarks
Drill		
for coal mining	6	
for driving	6	included in driving cost
for spare	4	including one for road
Total	16	repair & stand-by
Coal pick	6	including the stand-by
Air compressor	200 HP x 2	air quantity required 22m <sup>3</sup> /min
Winding machine		
Main winder	300 HP x 1	
Sub-winder	75 Kw x 1	
Hoist for mining	10 HP x 2	including the stand-by
Hoist for driving	15 HP x 3	including the stand-by
Hoist for others	5 HP x 1	on the surface
Ventilating fan		
Main fan	37Kw x 81mm x 1, 100m <sup>3</sup> /min x 1	on the surface
Local fan	3.5 Kw x 5	including the stand-by
Loader		
Loader for driving	RS-55 x 1	air-powered
Locomotive		
Diesel loco.	4 ton x 2	one each for the surface and the underground
Double chain conveyor		
for coal mining	22 Kw x 3	
for driving	22 Kw x 1	
Drainage pump		
Main pump	2 m <sup>3</sup> /min x 130m x 100 HP x 1	for the underground
Small pump	10 HP x 2	for driving and others
Small pump	2 HP x 1	for the surface
for water service	30 Kw x 2	on the surface

Equipment and Machine	No. of Unit	Remarks
Mine car		
Mine car for mining and driving	1 m <sup>3</sup> x 100	including dumping car rotation ratio 3 stand-by 15%
Mine car for packing Material	1 m <sup>3</sup> x 50	ditto
Supply car	10	
Other machinery for excavating the packing material		on the surface
Dump truck	6 ton x 3	including the stand-by with ripper
Bulldozer	21 ton x 1	
Loader	2.1 m <sup>3</sup> x 1	
For supply of the packing material		
Bulldozer	11 ton x 1	
Tractor-shovel	150 HP x 1	



(4) 主要斜坑巻上能力 300 HPとする

A 条件

ロープ径 30.0 m/m

# 自重 3.33 kg/m

# 速度 180m/分

1日の運搬量 250トン(含むズリ, ピーク)

運搬距離 350m

坑道の平均傾斜 25度

1日の実作業時間 10時間

炭車自重 650kg

積載量 1,000 kg

f 0.015

$\beta$  0.1

B 1回の巻上車数

1回の巻上所要時間  $350\text{ m} \div 180\text{ m/min} \approx 2\text{ 分}$

加速および減速に要する時間をおのおの30秒とする。

又, 巻立, 坑口の操車時間10分を加えると, 1往復の所要時間は  $2\text{ 分} \times 2 + 1 + 10 = 15\text{ 分}$

1日の巻上回数  $10 \times 60 \div 15 = 40\text{ 回}$

1回の巻上t数  $250\text{ t} \div 40 \approx 6\text{ トン}$

1回の巻上車数  $6 \div 1 = 6\text{ 車}$

同上含む予備車  $6\text{ 車} + 1 = 7\text{ 車}$

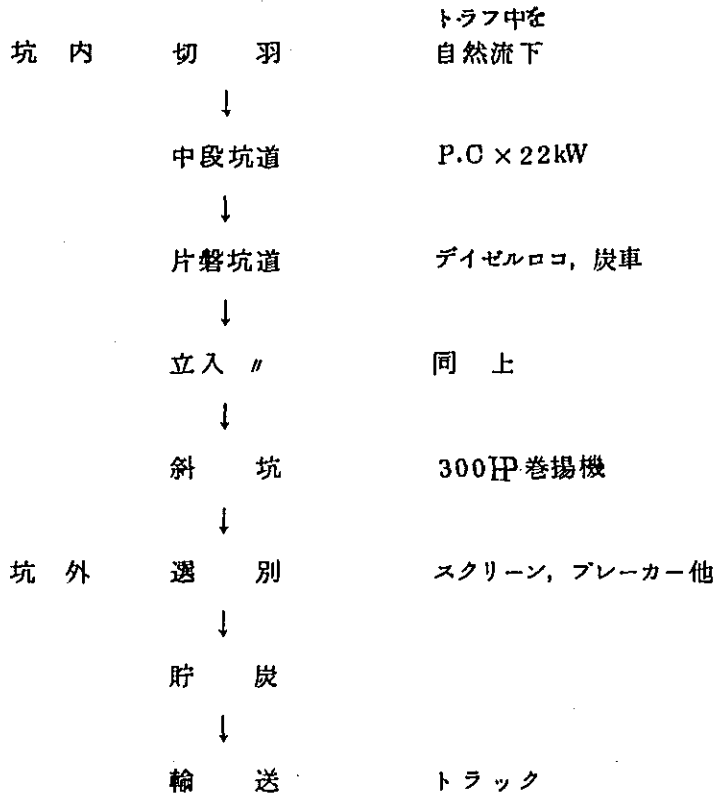
$$P = 7 \times (650 + 1000)(0.015 \cos 25^\circ + \sin 25^\circ) + 3.33 \times 350(0.1 \cos 25^\circ + \sin 25^\circ) \\ = 5038 + 598 = 5636$$

C 原動機の馬力

$$N = \frac{5636 \times 3}{75 \times 0.8} = 282\text{ HP} \approx 300\text{ HP}$$

### 6-2-2 運搬計画

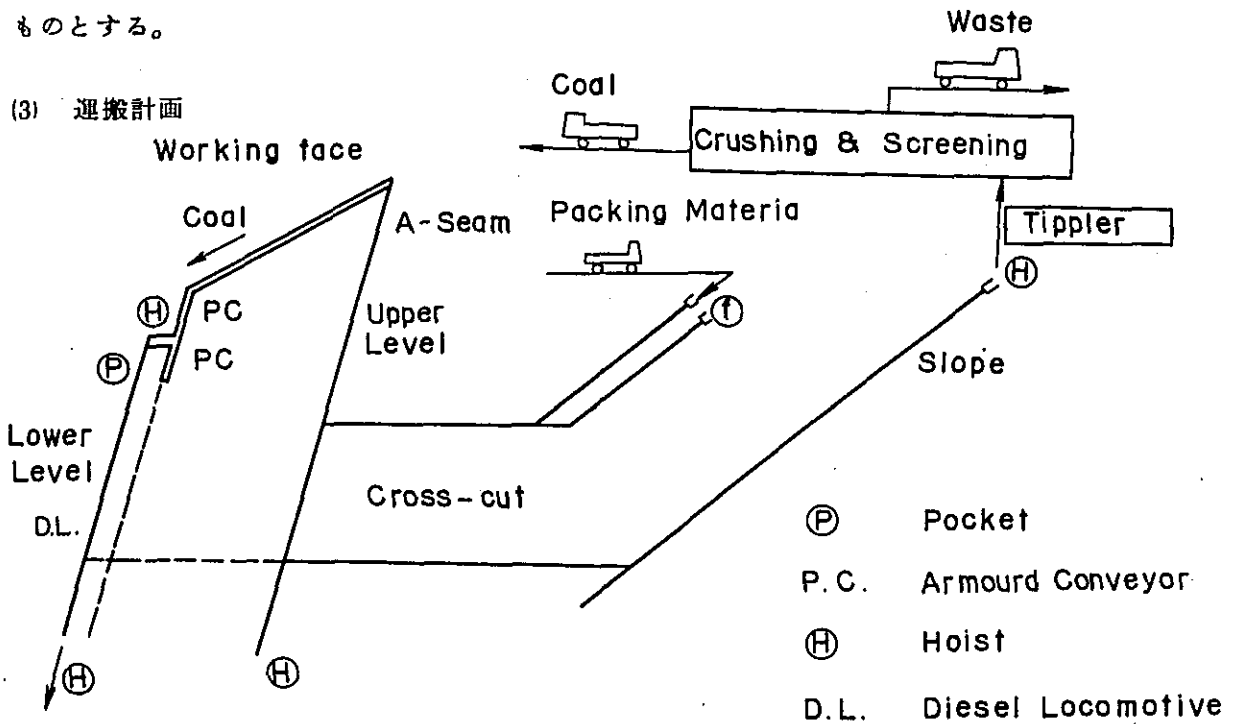
#### (1) 石炭運搬系統図



#### (2) その他運搬

材料は坑外から炭車又は材料台車によって坑内各所に搬入され、人員は徒歩により入昇坑するものとする。

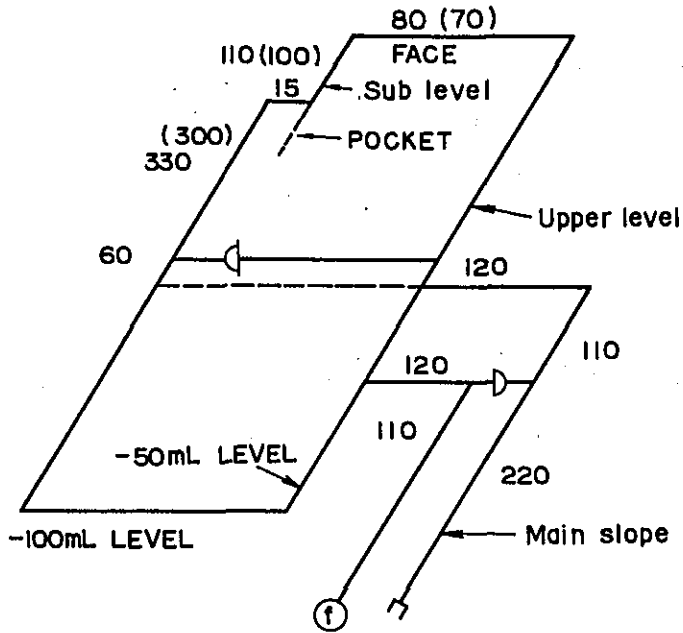
#### (3) 運搬計画



6-2-3 通気計画図

(1) 通気図

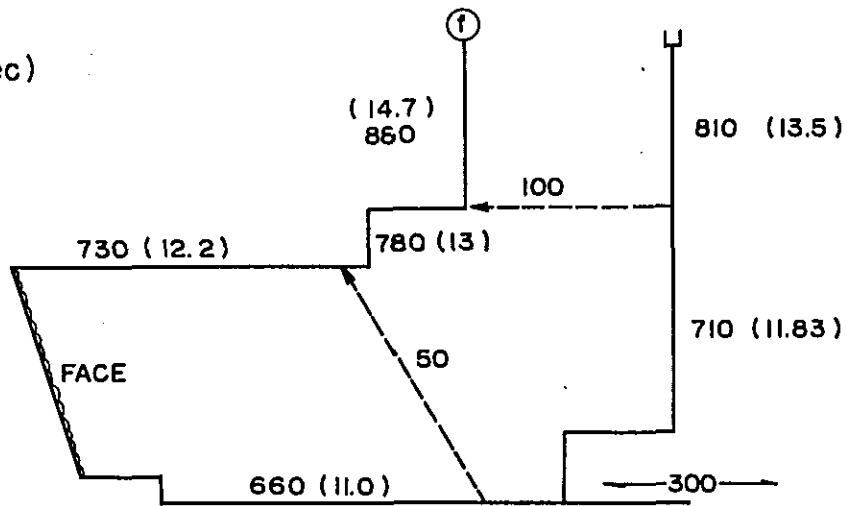
Unit : meters



( ) REAL LENGTH m

(2) 風量図

Unit :  
m<sup>3</sup>/mm ( m<sup>3</sup>/sec )



(3) 通気抵抗

坑道名	通気断面	周長	摩擦係数	R100m
12'×8'	7.73 m <sup>2</sup>	11.38 m	0.002	0.00493
8'×8'	5.24 "	9.28 "	"	0.01290
6'×7'	3.46 "	7.55 "	"	0.03645

(4) 計算坑道長は実長×110%とする。

(5) 計算風量

切羽	1.5 m <sup>3</sup> /min/t × 180 ÷ 75 %	= 360 m <sup>3</sup> /分
掘進	150 m <sup>3</sup> /min × 2ヶ所	= 300 "
その他		= 150 "
計		810 m <sup>3</sup> /分 (13.5 m <sup>3</sup> /秒)

(6) 負圧

$$\begin{aligned} & [(13.5)^2 \times 0.00493 \times 2.2 + (11.83)^2 (0.0129 \times 1.1 + 0.0129 \times 1.2 + 0.00493 \times 0.6) + (11.0)^2 \\ & (0.0129 \times 3.8 + 0.03645 \times 1.12 + 0.03645 \times 0.8 + 0.0129 \times 5.5) + (13.0)^2 \times 0.0129 \times 2.3 \\ & + (13.5)^2 \times 0.0129 \times 1.1 ] \times 1.2 \approx 45 \text{ mm} \end{aligned}$$

(7) 所要馬力

$$\frac{845}{60} \times 45 \times \frac{1}{75} \times \frac{1}{0.6} = 14.1 \text{ HP}$$

(8) 計画

以上の様に、計算上では所要馬力が約14 HPのものでよいが、ガス湧出量が現在の処予測出来ないし、又採掘区域が-100 mL以下の深部に及んだ場合でも使用できる様に3.7 kW×81 mm×1,100 m<sup>3</sup>/分のターボファンを設備することにする。

## 6-2-4 排水計画

### (1) 坑内湧水量の推定

#### A 降雨量による推定

採掘に影響がある区域の表面積は約 2.6 km<sup>2</sup> である。又年間の平均降雨量は 86.46 インチ即ち 2196mm である。この降雨量の 1/3 が地下に浸透するものとする。

$$\left\{ 2.6 \times 2.196 \times 10^6 \div (365 \times 24 \times 60) \right\} \frac{1}{3} = 3.62 \text{ m}^3/\text{分}$$

#### B 採掘による予想水量の推定

$$15,600 \text{ m}^2 \times 1,000 \text{ m} = 15,600,000 \text{ m}^3$$

$$15,600,000 \times 0.035 \text{ (浸出率 3.5 \%)} = 546,000 \text{ m}^3$$

$$546,000 \text{ m}^3 \div 2 \text{ 年} \div 525,600 \text{ 分/年} = 0.52 \text{ m}^3/\text{分}$$

### (2) 推定湧水量

坑内湧水量を推定するに当って降雨量の 1/3 が上部坑内採掘によって全部が坑内湧水になるとは考えられないし、又岩石の浸出率だけでも判断出来ない。従って他の要因も考慮しなければならない。この場合上部採掘の影響を考慮して B) の採掘による予想坑内水量の 2 倍 1.1 m<sup>3</sup>/分 が平均坑内湧水量と考えられるが、さらに雨期の場合を考慮して排水量は 2.0 m<sup>3</sup>/分 を排水計画の対象とした。

### (3) ポンプ馬力

$$HP = \frac{1000 \times 2 \times 156}{75 \times 0.7 \times 60} = 100 \text{ HP}$$

揚程 130m

ポンプおよび原動機効率 70%

## 6-3 坑外施設計画

### 6-3-1 坑外施設総括

坑外諸施設の配置は坑外の立地条件によって異なるので精査後に作成させるべきものである。従って今回は炭鉱の開発に必要な諸施設を列挙するにとどめた。その諸施設の詳細は Table 6-9 に示す通りである。

Table 6-9 Surface Facilities

Facility	Item	No. of Unit	Remarks
Ventilation	Main fan	1	37 Kw
	Housing and foundation	20 m <sup>2</sup>	
Compressed air	Compressor	200 HP x 2	
	Pipe 6"	1,000 m	
	Housing and foundation	60 m <sup>2</sup>	Wooden-made
Electricity	1 set		As stated in 6-3-2 including communication system
Safety lamp	Safety lamp		As stated in 6-3-2
	Housing	30 m <sup>2</sup>	made of concrete
Substation	1 set		As stated in 6-3-2
	Housing	100 m <sup>2</sup>	made of concrete
Coal preparation			As stated in 6-3-3
Water service	30 Kw pump x 2 & others		
Packing material and waste dumping	Truck 6 ton	3	For transportation
	Bulldozer 21 ton	1	For packing material excavation
	Bulldozer 11 ton	1	For other purpose
	Loader 2.1 m	1	For waste loading
	Tractor-shovel	1	For waste dumping
	Hoist 5 HP	1	For waste dumping
	Pump 2 HP	1	For waste dumping
	Pocket and others	1	For packing material
Miscellaneous	Wash house	330 m <sup>2</sup>	Wooden-made
	Machine store	150 m <sup>2</sup>	Wooden-made
	Material store	150 m <sup>2</sup>	
	Oil store	15 m <sup>2</sup>	Made of concrete
	Garage	30 m <sup>2</sup>	Wooden-made
	Mine office	270 m <sup>2</sup>	Wooden-made
	The fitting of the office		Air cooler 5.5Kw x 4
	Power magazine	10 m <sup>2</sup>	Made of reinforced concrete
	Timber stock yard station	15 m <sup>2</sup>	Wooden-made
	Machine shop	200 m <sup>2</sup>	Steel frame building
	Fitting for machine shop		As stated in 6-11
	Saw mill	40 m <sup>2</sup>	Wooden-made
	Road rehabilitation	5 Km	
Land preparation	80,000 m <sup>2</sup>		
Car	3		

## 6-3-2 電気施設

### (1) 総括

- A 坑外は汎用の電気設備とする。又坑内は斜坑分を除いてすべて炭鉱防爆品で設計する。坑内用ケーブルは難燃性のものを用い、且電気機器は油入品を用いず、すべて乾式化して坑内安全を期した。
- B 坑内機器の電圧は、75kW ポンプモーターは3300V、その他は440Vとする。従って坑内にはケーブルで3300Vを引き込み、且坑内で3300Vを440Vにおとす変圧器室(変圧器容量3相150kVA)を設ける。
- C 坑外機器の電圧は、225kW 巻上機と150kW×2 空気圧縮機は3300V、その他は440Vとする。
- D 各設備機器は別紙「電気設備内訳」の通り。
- E 本炭鉱の電源は、6600Vで受電するものとし、構内受電点に変電所を設ける。主変圧器は、3相1000kVA、6600V/3300Vとする。
- F 受電点まで6,600Vの延長15kmの送電線設備の建設費を見込んでいる。
- G 安全灯設備(204灯)、ガス検定器(30台)私設交換設備(30回線用)及坑内外電話設備を本設計に組み入れている。

### (2) 電気設備内訳表

#### A 動力用

##### A-1 坑内動力用電気設備

機械設備とそれに必要な電気品は下記の通り

作業別	機械品	設備容量	稼動	運転に必要な電気品
採炭	ホイスト	7.5 kW×2	7.5 kW×1	キャブタイヤケーブル 2C×3.5sq×400m キャブタイヤケーブル 4C×8sq×400m 正逆用電磁開閉器(50A型)2台、押釦スイッチ10ヶ 気中開閉器(50A型)2台 ベルトランス2台、ベル2ヶ他
	コンベア	22kW×3	22 kW×2	キャブタイヤケーブル 4C×1.4sq×600m 電磁開閉器(100A型)3台 気中開閉器(100A型)3台 キャブタイヤケーブル 4C×3.5sq×600m 押釦スイッチ 6個 他
掘進	局扇	3.5kW×5	3.5 kW×3	コンビネーションスターター(35A型)5台 キャブタイヤケーブル 4C×5.5sq×1000m
	ホイスト	11.25kW×3	11.25 kW×2	キャブタイヤケーブル 2C×3.5sq×600m 4C×8sq×600m 正逆用電磁開閉器(100A型)3台、ベルトランス 3ヶ 気中開閉器(100A型)3台 ベル3ヶ 押釦スイッチ15ヶ他
運搬	斜坑巻	225 kW×1	225 kW×1	運転制御機器1式 押釦SW 5ヶ 信号用ケーブル 4C×3.5sq 250m他
排水	ポンプ	75 kW×1	75 kW×1	高圧気中電磁開閉器1台 自動運転装置 1式 ケーブル他
	ポンプ	7.5 kW×2	7.5 kW×1	コンビネーションスターター(35A型)1台 自動運転装置 1式 ケーブル他
(計)		447.25kW	392 kW	

これに配電するため、坑内に3300V→440Vに変圧する変圧器室を設備する。

変圧器容量は3相150kVAとし、これを1台設備する。

### A-2 坑外動力用電気設備

機械設備とそれに必要な電気品は次の通り

作業別	機械品	設備容量	稼 動	運転に必要な電気品
運 搬	コンベア	22 kW × 1	22 kW × 1	キャブタイヤケーブル4 C × 14 sq × 100m " 2 C × 3.5 sq × 100m 電磁開閉器(100A型) 1台 気中開閉器(100A型) 1台 他
通 気	扇風機	37 kW × 1	37 kW × 1	架橋ポリエチレンケーブル3 C × 22 sq 100m 運転監視制御装置 1式
圧 気	圧縮機	150 kW × 2	150 kW × 2	架橋ポリエチレンケーブル3 C × 14 sq 200m 高圧電磁開閉器(100A型) 2台 " 気中開閉器( " ) 2台他
選 炭		計 25 kW	25 kW	架橋ポリエチレンケーブル3 C × 14 sq 200m ビニルキャブタイヤケーブル4 C × 3.5 sq 200m 運転制御装置 1式
給排水	ポンプ	30 kW × 2	30 kW × 2	架橋ポリエチレンケーブル3 C × 14 sq 200m 運転制御装置 1式
充填他	ポンプ	12.75 kW × 1	12.75 kW × 1	架橋ポリエチレンケーブル3 C × 14 sq 100m 運転制御装置 1式
坑 外	クレーン	5.5 kW × 4	5.5 kW × 2	ビニル外装ケーブル4 C × 5.5 sq × 200m
修理 工場		計 45 kW	45 kW	架橋ポリエチレンケーブル3 C × 14 sq 200m 運転用スイッチ 1式
(計)		523.75 kW	512.75 kW	

### B 照 明

#### B-1 坑内照明

イ) 斜坑(斜坑長200m)に100WのWL(簡易保護灯)を10mおきに取り付ける。

計 20 灯 2 kW

ロ) ポンプ座に100W WL 10灯とりつける。

計 1 kW

計 3 kW

#### B-2 坑外照明

イ) 坑 口	300W 投光器	4 灯	1.2 kW
ロ) 資材置場	"	4 灯	1.2 "
ハ) 礫取場	"	4 灯	1.2 "
ニ) 礫捨場	"	4 灯	1.2 "
ホ) 外 灯	"	2 灯	0.6 "
"	ブラケット付外灯100W	20 灯	2.0 "
		計	7.4 kW



B-3 屋内照明

名称	平均照度 (lx)	光源の種類	面積 (m <sup>2</sup> )	所要電力 (W/m <sup>2</sup> )	使用灯具数(灯)	消費電力 (kW)
事務所・宿舍	500	蛍光灯	615	20	40W 308	1.232
圧縮機室	200	蛍光灯	60	8	40W 12	0.48
倉庫	30	蛍光灯 ( 白熱灯	300	5	40W 蛍光灯18灯 100W白熱灯18灯	2.52
修理工場	200	蛍光灯	240	8	40W 48	1.92
火薬庫他	30	蛍光灯	55	5	40W 7	0.28
巻室	100	蛍光灯	100	5	40W 13	0.52
扇風機室	100	蛍光灯	20	5	40W 3	0.12
選炭工場	100	蛍光灯	100	5	40W 13	0.52
安全灯室	200	蛍光灯	30	8	40W 6	0.24
変電所	200	蛍光灯	50	8	40W 10	0.4
計					40W 蛍 438 灯 100W 白 18 灯	1.932

(参考)

・室内照明の計算について

- ・部屋指数を0とする 但し、仮に室の間口10m、奥行20m  
光源から作業面迄の高さ2mとする。

・照明率(U)と減光補償率(D)

照明率U : 0.7

減光補償率D : 1.4 とする

・総光束の計算

設計される室の必要照度をE (lx) とすると

光源全体の所要総光束 Fl (lm) は

$$Fl = \frac{EAD}{U}$$

ここでAは室の面積(m<sup>2</sup>)

$$Fl = \frac{500 \times 200 \times 1.4}{0.7} = 200,000 \text{ (lx)}$$

40Wの蛍光灯の光束を2600lmとすると必要灯数は

$$200,000 / 2600 = 77 \text{ (灯)}$$

・1 m<sup>2</sup>当りの所要電力

$$77 \text{ 灯} \times 40 / 200 = 15.4 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

局部照明の増加分その他を加え、500lx個所では20W/m<sup>2</sup>とする。

B-4 照明用変圧器容量と照明配線

- ・坑内照明及び捲室照明には専用の変圧器をおく。

捲室に单相5kVA(3300V/110V)をおく。

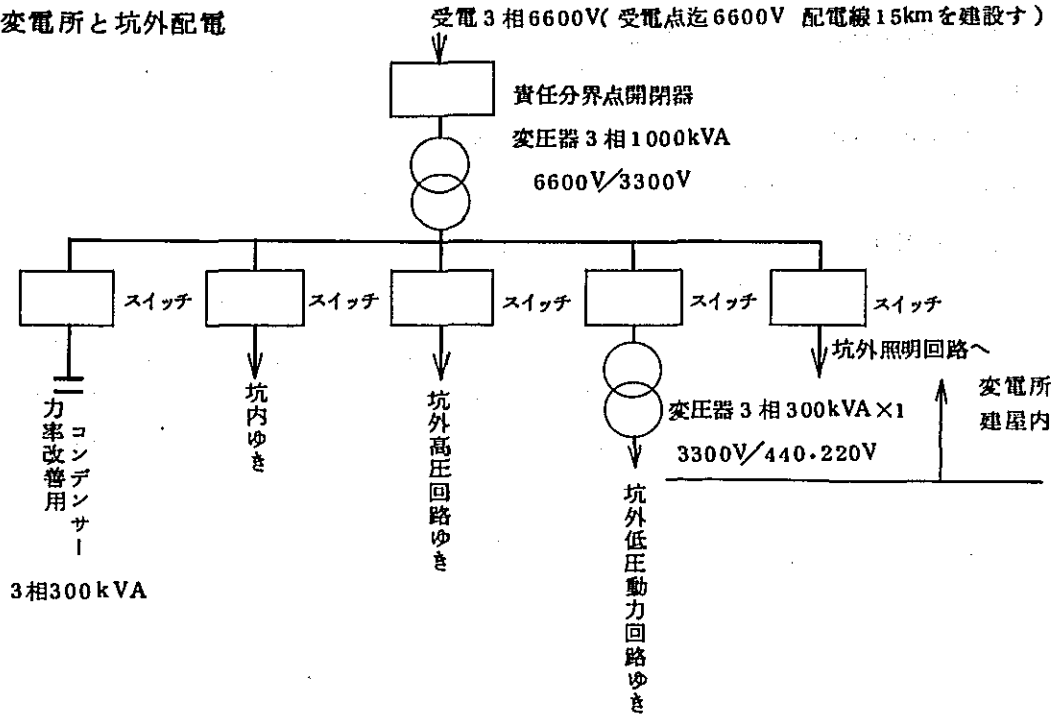
又坑内ポンプ室に单相3kVA(3300V/110V)の変圧器をおく。

- ・坑外照明には柱上変圧器を負荷の近くにおくものとする。

変圧器は单相20kVA(3300V/110V)2台を計上する。

- ・配線は坑内はビニールキャブタイヤケーブル、坑外は屋外用ビニール電線により建屋迄引き込み、建屋内はビニールケーブル工事を原則とする。

0 受電点変電所と坑外配電



6600V受電点に上記のキュービクル型機器をおさめた変電所を（建屋大きさは100m<sup>2</sup>、平屋の防火構造とする。）設置し、これから坑外は架空線により配電する。

D 受電点迄の送電線設備

受電点迄3相6600V送電線を亘長15km設備する。線路は架空線とし電線サイズは38mm<sup>2</sup>電柱は木柱によるH柱とし、電柱間隔は100mとする。

E その他

- ・安全灯設備はセルフサービス型、安全灯204灯と同上充電設備（1セット102灯用）2セットを設備する。
- ・又ガス検定器30個を準備する。
- ・通信用設備として小規模の私設交換設備を設け坑内外の必要個所に電話機を設置する。

6-3-3 選炭設備

(1) 概要

本設備はR.O.M.を篩分、手選、破碎によって粒度35mm以下の粉炭に仕上げるプラントである。プラントの原炭処理能力は225トン/日（22.5トン/時）であり、設計は大略次の想定に拠った。

- A 原炭粒度 付図 R.R.B.線図（原炭）に示す通り
- B 粉炭粒度 " " （精炭） "
- C 廃石量 25トン/日
- D 精炭量 200 "

E 作業時間 10時間/日

(2) 処理系統

原炭は約5m<sup>3</sup>の原炭ホッパ①に投入される際ホッパ上部に設けられたグリズリで+200mmが篩分けられ、その+200mmは手破碎によって-200mmとしホッパー中に入るが、殆どがズリの場合には破碎せずそのまま系統外に除去される。

原炭ホッパーからは電磁フィーダ②で制御しつつほぼ一定量(22.5t/Hr)が抜き出され、ベルトコンベア③を経て目開き35mmのリップフロー型振動篩④に給炭される。振動篩の篩下はそのままベルトコンベア④を経て精炭貯炭場へ入るが、篩上は手選ベルト⑤上で3~4人の手選工により廃石が除去され、残部が反発式破碎機⑥によって-35mmまで破碎され、前記振動篩々下に合流する。

除去された廃石はベルトコンベア④により貯硬場へ入る。精炭貯炭場は2日分の容量、貯硬場は2~3日分の容量を夫々備えているので若干の搬出作業の停滞にも耐えうる。

Fig. 6-6 RRB'S GRAIN DIAGRAM

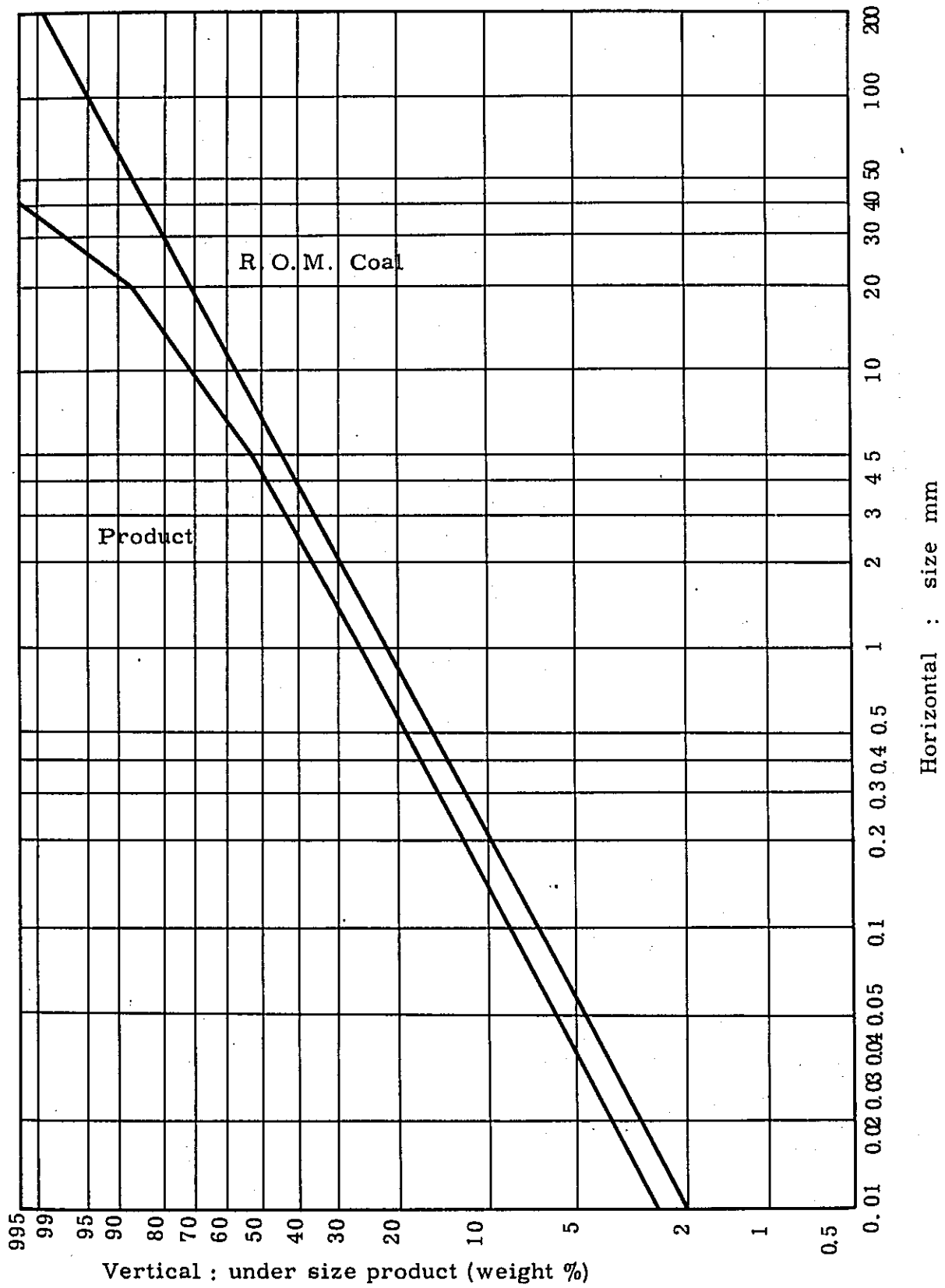


Fig 6-7 FLOWSHEET OF COAL PREPARATION PLANT

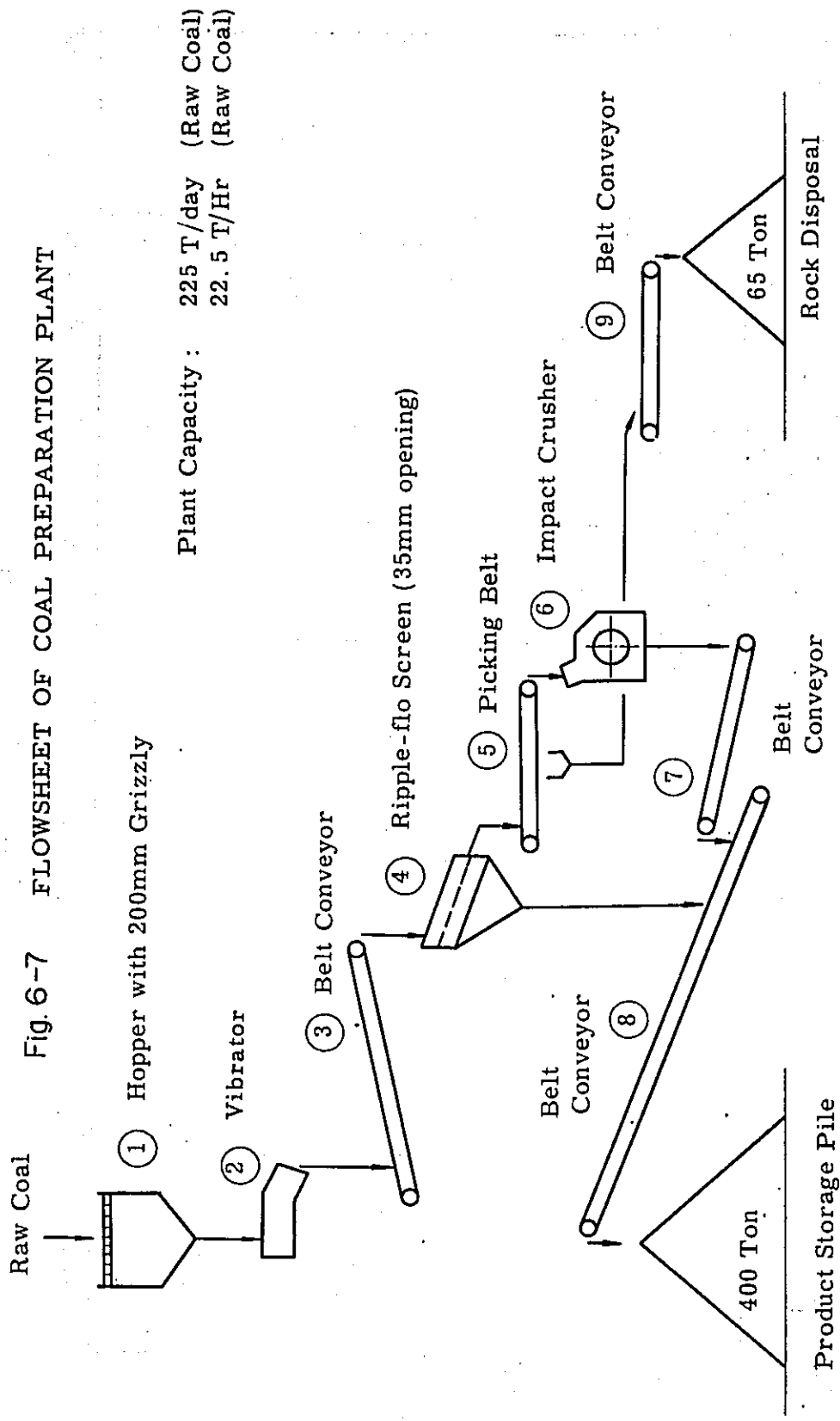


Table 6-10 Specification of Preparation Equipment

Item	Specification of Equip.	Cap. t/h	Speed		Main Dimension m. m.		Motor Type, Kw	Remarks
			m/min.	r/m	Width	Length		
1	Feed Hopper		2,000	2,000	2,000			With 200 m. m. - opening grizzly
2	Vibrating Feeder RH - 22BDT	27	3,000	458	914	2 - 3	Vibrator 0.42	
3	Belt Conveyor	"	22	600	31,000	8,000	15	G.M. 3.75 Lift
4	Vibrating Screen Ripple Flo SH Type	"	800	910	1,830	20	I.M. 3.75	Opening 35 m. m.
5	Picking Belt	8	10	600	3,000	0	G.M. 1	
6	Impact Crusher SAP-IL Type	6	650 (20m/s)	1,220	1,490		I.M. 11	Crush to -35 m. m.
7	Belt Conveyor Baby Type	6		350	4,800	15	P.M. 0.75	
8	Belt Conveyor	25	60	350	30,000	1,800	15	G.M. 3.75 Lift
9		6	10	600	7,000	0	G.M. 1	

6-3-4 修理並びに製材工場設備

採掘予定地区が市街地から遠隔地にあるので炭坑操業に必要な機械電気設備の修理機械および木工設備を備えることにした。その設備は次の通りである。

Table 6-11 Equipment of Work Shop

Work Shop	Name of Machine	Power	Unit	Remarks
for machine works	2, 140 mm lathe	5.5 Kw	1	
	650 shaper	2.2		
	1, 310 x 290 Vertical milling machine	3.7		
	700 drilling machine	1.5		
	sharpner	-	1	air powered
	Screw cutting machine	1	1	
	grinder for tools	1	1	
	sawing machine	1.5	1	
	grinder	0.75	1	
	hydraulic press	-	1	portable
	crane	4.4	1	including-beam
	measuring apparatus		1	
	tools		1	
for steel arch works	150t press	5.5	1	
	1t electrical block	1.4	1	
	19Kw welder	19	3	
for minecar works	3t chain block		2	including-beam
	oil press		1	including sur- face plate, anvil and others
	tools		1	



cont' d

Work Shop	Name of Machine	Power	Unit	Remarks
for electrical machine	grinder	0.75	1	
	small type drilling machine	0.40	1	
	electric drill	0.40	1	
	welder	19.00	1	
	chain block		2	
	measuring apparatus		1	
	tools		1	
for wood works	circular sawing machine	1.5	1	
	band sawing machine	2.2	1	
	automatic planer	2.2	1	
	fret saw	0.2	1	
	universal woodworking machine	2.2	1	
	pattern maker's lathe	1.5	1	
	tools		1	
	others		1	

#### 6-4 人員計画

この地区における人員計画の詳細は Table 6-12 に示す通りで、総人員は出役で 240 人である。この内訳は鉦員が 203 人、係員が 27 人、係長が 3 人その他管理者 7 人である。この場合、鉦員能率は 0.99 t/人/方で全員能率は 0.83 t/人/方となる。

在籍所要人員は出役率を 90% とすると鉦員が 226 人となり、合計で 263 人になる。この外に次の地区の開発に約 46 人が必要となる。

Table 6-12 Manpower Requirement in Detail

Working Place		Manpower		Number of			
				Workers	Foremen		
Mine being operated	Under- ground	panel (inside)	coal face	coal face	16	2	
				others	12	1	
			sub-total		28	3	
				entry driving		14	3
				maintenance		22	3
				transportation		16	3
				total		80	12
			panel (outside)	entry driving		11	3
				maintenance		2	-
				transportation		20	-
		sub-total			33	3	
			general		30	5	
			total		143	20	
		Surface	direct	transportation		15	3
	screening				5	2	
	others				15	-	
	sub-total				35	5	
	indirect		survey & others		15	2	
			others		10		
		sub-total		25	2		
		total		60	7		
	ground-total				203	27	
Development for other mine					(40)	(6)	

6-5 経理関係

6-5-1 総起業工事費

直接設備費の他に間接投資，建設中利子，運転資金を含むこれを Table 6-13 に示す。総起業工事費は約550万ドルとなる。

Table 6-13 Total Estimated Capital Requirement (U. S. \$, 000)

Capital cost	Percentage	Sum	Remarks
Mining equipment		3,747	
Indirect investment			
Field	2 %	75.1	
Engineering	2 %	76.5	
Overhead & administration	5 %	195.1	
Contingency	10 %	409.5	
Fee (insurance-taxbase)	2 %	90.2	
Others	8 %	368.1	
Sub-total		1,214.5	
Total		4,961.5	
Interest during construction		372.2	
Working capital		163.3	
Total		535.5	
Grand-Total		5,497.0	

6-5-2 採掘設備費

採掘に必要な直接設備の金額は設備別には Table 6-14 に示す通りで，金額は370万ドルとなる。

Table 6-14 Mining Equipment (\$, 000)

Equipment	Total Sum	1st Year	2nd Year
Exploration	119	119	-
Entry Development	505	179	326
Coal winning & Driving	260	56	204
Transportation	842	498	344
Drainage	39	11	28
Ventilation	21	-	21
Compressed Air	182	91	91
Electrical	207	207	-
Safety Lamp & Communication	53	35	18
Power Substation	210	210	-
Coal Preparation	98	-	98
Water Supply & Others	35	17	18
Packing & Wasting	281	-	281
Other Surface	288	154	134
Next Mine Development	607	-	607
<b>Total</b>	<b>3,747</b>	<b>1,577</b>	<b>2,170</b>

### 6-5-3 推定総原価

発電所渡原価は Table 6-15 の通り 41.0 US\$/トンとなる。物品費の原単位は日本の急傾斜採掘の実績を適用した。物品単価の大部分はフィリピンのNPOで調査したものを使用した。労務費の中で労務者の賃金は、福利厚生費、3交代手当、残業賃を含み1方当り1人当り11~15ペソであり、係員は平均40ペソ管理者は100ペソとして計算した。

修繕費は設備投資金額の平均4.6%を年間修繕費として計上した。

償却年数では間接投資，探査費，坑道費は生産高比例法によった。採炭，掘進設備は4年，運搬通気，排水設備は7年，選炭，充填設備は8年，その他の坑外設備は20年として計上した。

金利は年7.5%として計算を行った。

Table 6-15 Estimated Cost Statement

Cost	\$/MT	Remarks
at mine		
Operating & Maintenance supplies	5.52	Production
Labor	3.39	200 MT/day 60,000 MTPY
Facilities maintenance	1.92	
Power	1.20	
Sub-total	12.03	
Other		
Housing subsidy	0.20	
Administration	0.20	
other expenses	0.10	
Depreciation	19.52	
Depletion	0.10	
Interest	3.81	
Others	0.54	
Sub-total	24.47	
Total	36.50	
Transportation charge	4.50	5¢/MT-Km x 90 Km to the Power Plant
Grand total	41.00	

## 6-6 問題点

(1) 地質条件は精査後でないと判明しない。

現在の処-100m までの炭層の採掘計画を立案している。この計画もあくまで天盤条件等の自然条件が良好で炭層賦存が一様である想定のもとに立てている。この様な状況下でも life が 2.6 年である。従って開発のスケジュールから考えると他のフィールドの開発が一フィールドの採掘と殆んど同時に開始されなければならない。

(2) 炭層の傾斜，山丈等の地質条件についてはある仮定のもとに計算したものであるから坑道長その他については多少の誤差が見込まれる。

(3) life が 2.6 年とすると償却および金利は 23.33 \$/トンと非常に高い。又償却のなかで坑外の建物は 20 年償却としている。この場合プレハブ建築等の検討が必要と思う。

(4) 日本からの輸入品は現在日本価格の 1.5 倍としたが物価上昇の折でもあり，建設時点で再チェックする必要がある。

(5) 鉦員の作業に対する習熟度によっては開発のスケジュールが変動する。

## 第7章 炭量と今後の精査の可能性

## 第7章 炭量と今後の精査の可能性

### 7-1 埋蔵炭量と稼行可能量の推定

前述した様に、今回の炭田調査の目的はセブ島に於ける地質状況、稼行条件についての資料を収集し、又実地調査を行うことにより、今後のセブ島に於ける石炭調査の可能性を探ることにある。

現地では、実際にトレンチングを試みる時間がなく、各炭田に於ける地質及び採掘条件を調べることにより、探査法の適否を判断できたに過ぎない。

確実度の高い炭量は、詳しい地表調査やドリリング等の結果により、計上可能となる。しかし、Argao-Dalaguete 地域については、Barnes 等により調査された地質資料があるので、これに基づいて検討を行い、セブ島全域についても稼行可能炭量の推定を行った。

Spencer 等の "Coal Resources of the Philippines" に報告されたセブ島の炭量のうち、稼行可能と考えられる炭厚75cm以上の確定炭量を抽出し、実収炭量を算出すると Table 7-1 の通りとなる。

一方、Argao-Dalaguete 地域の地質資料により、炭層露頭が連続し、且つ炭厚が75cm以上あるとみられるブロックにつき、深度100m迄の実収炭量を概算して、約74万トンが得られた。これは Table 7-1 の中の Argao-Dalaguete 地域の実収炭量65.5万トンに相当するもので、両方の値が、近似していることより、Table 7-1 の合計実収炭量179.7万トンはかなり確実性のある数値と考えられる。

次に、確定区域に隣接する推定区域に於ける炭厚75cm以上の炭量は、同資料から Table 7-2 の通りである。

この推定炭量の合計約245万トンは、充分な探査に基づいてはいないが、炭層露頭の連続性を期待した、可能性のある炭量と考えられる。

従って確定、推定の合計約425万トンがセブ島に於ける最大の実収炭量と推定される。

しかしながら、収集した資料及び現地踏査から、セブ島の地質条件を検討すると次の通りである。

- (1) 夾炭層又は夾炭部の厚さは50~300mと一般に薄く、海成の石灰岩層が、夾炭層又は炭層の上、下位に近接して存在する。従って、これら海岸低地の沼沢地は、しばしば海水下に没し、植物埋積の環境は安定していなかったと考えられ、基本的に炭層の連続性が劣る。
- (2) 褶曲や断層が多く、地層は一般に急斜して地質構造が複雑である。
- (3) 炭層に伴う微断層のため、炭厚が急に変化すること、現在の坑内でも、岩盤や炭層中に、微断層が多くみられる。

一方日本に於いても、フィリピンに於けると同様に、北海道の天北炭田、天塩炭田の様な新第三紀の炭田は存在するが、堆積盆地が小さいこと、炭厚の変化が激しいこと、断層や褶曲が多



Table 7-1. Measured Coal Reserves

Unit: 1,000 MT

Regions	Measured reserves	Mined or lost in mining	Remaining reserves	Recoverable reserves
<b>Danao-Compostella</b>				
above drainage level	3,068			
below drainage level (-100 m)	673			
Sub-total	3,741	1,692	2,049	820
<b>Uling</b>				
above drainage level	774	-	774	310
<b>Toledo</b>				
above drainage level	38	9	29	12
<b>Argao-Dalaguete</b>				
above drainage level	1,808	295		
below drainage level (-100 m)	124	-		
Sub-total	1,932	295	1,637	655
<b>Total</b>	<b>6,485</b>	<b>1,996</b>	<b>4,489</b>	<b>1,797</b>

Note: Mined or lost coal in mining was assumed to be blocks which are 75 cm or more in thickness.

Recoverable reserves was estimated as 40% of the remaining reserves on the assumption of 80% safety factor and 50% recovery percentage.

Table 7-2 Indicated Reserves

Unit: 1000 MT

Regions	Indicated	Recovery Percentage	Recoverable Reserves
Danao-Compostella	3,927	35 %	1,374
Uling	-	"	-
Toledo	-	"	-
Argao-Dalaguete	3,071	"	1,075
<b>Total</b>	<b>6,998</b>	<b>-</b>	<b>2,449</b>

いこと等のために、地質構造は複雑で、近代的な規模の大きい採掘には適していない。日本に於ける新第三紀炭田の開発の例は非常に稀であり、大部分の炭田は古第三紀に属している。(例えば、三池、空知、夕張炭田等)

従って、セブ島に於いて、近代的な規模の大きい炭鉱の開発は望めないと考えられる。

Argao-Dalaguete 地域に於いて、以前調査された地質資料に基づき、稼行面から検討すれば、Camote Mining でなく、組織的に開発できると考えられる炭量は、約50万トン程度とみなされる。前にあげた Argao-Dalaguete 地域の実収炭量74万トンには分散した小区域の炭量を含んでいるので、組織的に開発し得ると考えられる主なフィールド Bayabas, Calagasan, Gransina 等を取り上げて得られる坑外搬出可能な炭量は50万トン程度である。

これは、Argao-Dalaguete 地域の確定および推定の実収炭量、即ち、Table 7-1の65.5万トンと、Table 7-2の107.5万トンの合計173万トンに対して、約30%に過ぎない。この比率を仮にセブ島全域に適用した場合には、組織的な開発の対象となる炭量は、計算上では約120万トンとなる。しかし、この炭量120万トンは詳しい地表調査および試すい調査等の地質精査によって確認されなければならない。

## 7-2 炭坑開発のための精査

炭坑の開発のためには、かなりの額の投資を必要とし、このため、精度の高い地質調査が要求される。この要求に応えるため、急傾斜地域の地質調査では、トレンチング法が効果的な手段となる。普通の場合、人力によりトレンチを掘り、層序の把握や断層の確認を行い、更には地層や炭層の対比を行うことにより、地質構造や炭層状況が詳細に解析される。

トレンチング法が適用できたとしても、深部に於ける地質構造や炭層の変化、炭質を試錐調査により確認する必要がある。地質構造の複雑な地域では、安定した地域よりも試錐の本数は増加する。

また地質構造の複雑な地域では、炭層に伴なり落差1m以下の微断層により、炭層は坑内で頻りに切断される例も多く、このことはセブ島に於いても現地オペレーターのよく知っている事実である。採掘に関係する詳細な地質状況を地表調査や試錐により把握することは、非常に困難であり、この様な場合、実際に沿層坑道を展開して判明することが多い。

## 7-3 セブ島における精査条件

夾炭層の分布区域は、植生は薄い地形のなだらかなところが多く、表土は一般に3m以上の厚さがあり、加うるに付近山岳からの石灰岩大礫あるいはその崖錐に覆われるため、普通的人力によるトレンチングを適用し得る箇所は少い。また炭層露頭線の連続を確認するためのある間隔ごとの発掘も殆んど困難である。ただ Argao-Dalaguete 地域だけは露頭際の採掘跡をトレスすることにより炭層の連続性を推定し得るに過ぎない。

セブ島の大部分の石炭地域は、前述のことから多数のドリリングが必要と推定される。また地層は急傾斜をなしているため斜め向きの試錐をなさねばならない。しかも地表近くに石灰岩礫が多いので、障害防止のためケーシング挿入等の必要がある。よって実施に際して、多少のトラブルが予想される。

#### (1) Argao - Dalaguete 地域

この地域には、1952年10月から1954年12月迄 Barnes 等により行われた野外調査による調査資料がある。それにも拘らず、各炭層露頭の平面的なつながりや対比および厚さの変化には疑問が残っているところがある。Barnes 等の調査よりも精度を高めるためには、ブルドーザーの使用による剝土が必要となる。

#### (2) Danao - Compostela 地域

本地域の大きな障害は、詳しい地質図や地形図、特に既存炭鉱の位置、坑内の拡がり等を示す古洞図の欠除および生産状況等のデータの不足にある。従って古洞図等が整備集約されれば旧採掘跡から炭層の賦存状況もほぼ推定されるので、効果的な調査計画が立案できる。表土が非常に厚く、ブルドーザーによる剝土さへ困難と見られる区域もかなりあり、そこではドリリングによる調査が主力となるであろう。また地質的には岩相の変化が大きいと推定されるため、層序の確立が難しくひいては地質構造の解釈が一層複雑となる。

本域の調査の困難性は、Coal special project の一環として Melendres 等 12名もの編成による調査が実施されたにも拘らず、1957年に準備中であつた報告書が出版されなかつたことから推察することができる。

よって本地域の調査は、図面類の整備、予備調査または概査、さらには精査等の段階を踏む必要があるので、2年以上の期間と多額の費用を要すると考えられる。

#### (3) Uling 地域

旧 Uling Mine 区域では、炭層は石灰岩層と互層して賦存し、Plate 5-2に見られるように、旧 Mine に接続する北東側と南西側では石灰岩層が優勢となり、炭層は発達していないと見られる。また稼行価値上重要な炭層は5番層だけである。旧坑内の横の拡がりには多くの小断層出現により極めて限られている。しかも地形と炭層との関係は、低いレベルでクロスカットで着炭して展開できる好条件にあるが、過去の全出炭量が10万トンに満たなかつたのは炭層条件の不安定によるものと推察される。

Alpaco 区域も主要稼行炭層は1枚であり、なだらかな起伏をなし表土も厚い。これらの状況から両区域とも探査価値は低いと考えられる。

#### (4) Toledo 地域

地層の傾斜は緩い区域が多いので、調査は主として試錐によらねばならない。しかし、本地域の炭層は薄く且つレンズ状であるので、試錐によるほか坑道展開により確認を必要とする。炭厚1m前後の1~2枚の炭層で合盤が多いから、探査価値は Uling よりもさらに低いと考える。

#### 7-4 調査費について

前項に述べた条件を比較して、精査を行なうとすれば Argao ~ Dalaguete 地域の Bayabas ~ Balaas 区域と Gransina Mantalongon 区域が対象となる。

調査計画の概略は下記の通りである。

##### (1) Bayabas ~ Balaas 区域 (Plate 6 - 9 参照)

Calagason 付近を中心とし、概全域に亘り、200m~300m間隔のトレンチと、300m~500m間隔のコアードリリングを実施する。ドリリングは主要炭層の排水準下100m付近を目標とする。

運搬路新設		1,700 m
既設道路補修		5,000 m
トレンチ(ブルドーザーによる)	20本	4,700 m
コアードリリング	8本	2,450 m

##### (2) Gransina ~ Mantalongon 区域 (Plate 6 - 10 参照)

炭層発達状況が比較的良好と判断される Gransina 付近で約200m間隔のトレンチと、2本のコアードリリングを実施する。以南の区域に於いては、現段階では約400m間隔でトレンチ調査を実施するにとどめる。

運搬路新設		300m
トレンチ(ブルドーザーによる)	12本	4,900m
コアードリリング	2本	650m

野外調査の期間は両区域共約3ヶ月、調査費用は夫々約82万ペソ(3,380万円)及び44万ペソ(1,850万円)と見積られる。(Table 7-3, 7-4 参照)

上記の計画は、既知資料に基づく図上の計画であり、実施面に於いては、調査の進展状況に応じ、ドリリングの位置、深度等、作業内容の変更は当然考慮されねばならない。又排水準下100m以深を対象とした探査、或いは Gransina 区域南部の精査等は、次の段階の調査として検討されるべきである。

Table 7-3 Cost of Field Work for the Detailed Exploration in the Bayabas.  
Balaas Area

Staff, Machines	Number	Price (₱)	Days	Total Cost (₱)
Geologist	2	40/day	90	7,200
Labour	4	11/day	90	3,960
Miscellaneous man	2	10/day	90	1,800
Bulldozer	3	1,200/day	90x2 90x1	255,600
Drilling	8	150/m	(2,450m)	367,500
Track	1	100/day	90	9,000
Jeep	2	100/day	90	18,000
Trailer house	5	150/day	90	67,500
Gasoline		0.76/l		8,100
Sub-total				738,660
Over head				73,866
				812,526
Total				₱820,000 (¥33,800,000)

Table 7-4 Cost of Field Work for the Detailed Exploration in the Gransina-Mantalongon Area

Staff, Machine	Number	Price (₱)	Days	Total Cost (₱)
Geologist	2	40/day	90	7,200
Labour	4	11/day	90	3,960
Miscellaneous man	2	10/day	90	1,800
Bulldozer	2	1,200/day	90	216,000
Drilling	2	150/m	(650m)	97,500
Track	1	100/day	90	9,000
Jeep	1	100/day	90	9,000
Trailer house	4	150/day	90	54,000
Gasoline		0.76/l		5,400
Sub-total				394,860
Overhead				39,486
				434,346
Total				₱440,000 (¥18,500,000)

### 7-5 今後の精査の可能性

前述のことを総合して、各石炭地域の今後の調査の可能性についてみると、中部の Uling 地域では主要稼行炭層は1枚であり、Toledo 地域は厚さ1m前後のレンズ状炭層が1~2枚あるだけで炭量も少ない。よって両地域とも探査価値は低い。

北方の Danao-Compostela 地域は、詳しい地質図や地形図、特に古洞図が欠除し、また岩相の変化が著しいので、予備調査または概査、さらには精査等の段階を踏む必要がある。従って本地域の調査には古洞図等の整備を含み2年以上の年月と多額の費用を費し、現段階では精査の対象とすることはできない。

南方の Argao-Dalaguete 地域は、Barnes 等による地質資料があるので精査計画が立案できる。この地域の中で多少とも開発のポテンシャルティがあると思われるのは Bayabas-Balaas 区域と Gransina-Mantalongon 区域である。この1区域の精査に必要な野外作業の期間は約3ヶ月で、最小限のドリリングを含む野外調査費は前者が約82万ペソ、後者が約44万ペソと見積られる。しかし、地質構造が複雑であることから、継続調査の必要も予想される。

## 第 8 章 炭坑開発の可能性



## 第 8 章 炭坑開発の可能性

### 8-1 石炭開発の可能性

本採掘計画は炭層が 1,000 m も連続して賦存するとして計算を行ったが、炭層の賦存形態で見ると、各ブロックは断層によって分断されている。精査の結果如何によってはこの中に新しい断層が確認される確率も高いし、又断層に伴う派生断層や微断層が出現することが推定され、採掘に影響を及ぼすことが予想される。さらに炭層の排水準上下部分は過去から現在に及ぶ *carrot mining* または、その他の小規模な採掘によって乱掘され、組織的な採掘の対象とすることは困難である。逆にこの事は区域の下部を採掘する場合、水害および自然発火等の災害を招く原因ともなり兼ねない悪要素になっている。

次に岩石試験の結果によると、岩石の一軸圧縮強度が約  $100 \text{ kg/cm}^2$  程度であること、又一部の岩石の性質は吸水後かなり膨脹性があることから判断すると断層を渡って採掘すること、又は坑道を維持することは、保安上ならびに採掘をする上に非常に困難を伴うことが推察される。

通常採掘計画を立案する場合の稼行年数は 15 ないし 20 年間程度を見込む。これは償却、住宅、その他の問題を考慮するからである。しかしセブ島に於ては組織的な採掘の対象となる炭量は確認したわけではないが、1 フィールド当たり 10 万トン内外と推定されている。この分ていくと 1 フィールドの稼行年数は 2 年程度で、次々と他の区域の開発が必要になり、主要設備が移行のために 2 倍も必要となる。この事は設備投資額の増加を来し、コスト上昇の一因となる。

一方この炭量は地表部から傾斜方向に深さが約 100 m 間を計上して算出したものである。従ってこれ以下の深部の炭量については精査後、検討し、計上さるべきであろう。然し乍ら日本の例をみると、深部区域になるに従い断層が多くなり、炭層も薄化する等で地質条件は劣化の傾向を示している。この事からセブ島の場合を想定すると、かりに排水準下 100 m より深部に炭層が連続して賦存する可能性は当然考えられるが、実収率は上部区域の 50 % 以下と落して見込む必要がある。しかしながら、いずれにしても稼行年数が 10 年と伸びる可能性はない。

今回の計画は前にも述べた様に想定した採掘区域内の地質条件は良好であるとの仮定のもとに立案したもので、出炭は 1 切羽日産で 200 トンとしたが、これも地質条件が問題となるので精査後さらに実際に坑道を展開して切羽条件を把握後、始めて出炭の確保も可能になる。仮りに断層の落差が 0.5 ~ 1.0 m 前後の微断層でも元来炭層そのものが薄層で、天盤の強度が弱い場合には 1 切羽からの予定出炭が不可能になり、さらに 1 切羽の増設が必要になる。この場合には、設備費の増加、出炭能率の低下等による採掘コストの上昇は当然考えられる。さらに組織的な採掘法に対する鉱員の習熟度も問題である。

特にコストの中で償却費が占める割合は高いが然しこの償却費も、夫々の設備の耐用年数別に償却年数が計上されており、鉱命に比べて各設備の *life* は約 2 倍以上になっている。この考

え方は1炭鉱終了後他の炭鉱でこの設備を再使用することになっている。またこの中で特に問題と考えられるのは建物の移設で、減耗費、建築費が加算される。この外に雨季の場合の山間部、沢部の運搬道路の維持が困難で供給不安定の一要素となる。

以上のようにこのセブ島の石炭地区の自然条件、地質条件ならびに採掘条件は一般に諸外国で開発されている炭鉱の条件と比較した場合には、まことにきびしい開発条件の下にある。

然しながら比国のエネルギー事情、ソシオエコノミー等の外来的要素と日産200トン程度の規模の出炭、ボーダーライン上にあるコストといった開発内部的要素の2点を考え併せると、セブ島に於ける炭坑開発の必要性を無視することは出来ない。従って今後、埋蔵量及び採掘条件を確認するための調査を実施し、その結果により、開発の意志が決定されるべきである。

## 8-2 今後の調査方針

セブ島に石炭火力発電所が建設されるためには、セブ島内で炭量120万トンを確認するための調査が進められなければならないが、供給燃料としての石炭は最低400トン/日が33年間に亘って供給される必要がある。このためにはセブ島だけの炭量だけでは不十分で、他に供給源を調査しなければならない。従ってセブ島の炭量が120万トンと仮定した場合には次の様な3ケースが石炭の供給源として考えられる。

- i)  $200\text{t/日} \times 2\text{炭坑} \times 10\text{年} + \alpha + \beta$
- ii)  $(200\text{t/日} \times 1\text{炭坑} \times 20\text{年} + \alpha) + \beta$
- iii)  $\alpha + \beta$

$\alpha$  : セブ島以外の国内炭による供給

$\beta$  : 輸入炭による供給

i) ii)のケースはセブ島での炭坑開発を肯定し、iii)のケースは否定した場合である。

i) のケースは最初の10年間はセブ島のみから石炭が供給され以後は他島からの石炭又は輸入炭によるものである。

ii) のケースはセブ島の開発と他島の炭坑開発が同時に行われ20年以後はセブ島以外の国内炭の量如何によるが、国内炭および輸入炭による場合である。

以上の例でわかる様に3ケース共セブ島開発ばかりでなく、他の島の国内炭の炭量が石炭火力源として重要な鍵を握っている。従って国内の他島の炭量および開発費共調査して、長期安定供給計画が作成されなければならない。

## 第9章 火力発電所開発計画

## 第 9 章 火力発電所開発計画

### 9-1 電力需要想定

#### 9-1-1 セブ島の電力事情の概要

1973年12月現在で、セブ島の全電力系統容量は49.4MW（発電端）であり、その大部分（85%）はセブ市に集中している。セブ市を中心とした地域の電力供給はVECO（私営電気事業者）が行ない、その他の各地方都市には19の私営並びに町村営の電気事業者が、それぞれ小規模に系統分離した0.1～2.5MW程度の電力系統を運営している。

国営電力企業であるNPCはフィリピン共和国の全国の電化達成計画（1972年の大統領令第40による）の一環として、その発送電部門を担当し、セブ島については、全系統の連系化および電源設備の拡充化の計画を有している。

セブ島の電力需要は、1973年現在セブ市周辺では人口一人当たりの発電々力量は315kWh、電化率は約50%であるが、セブ島全体ではそれぞれ110kWh、20%に過ぎない。

1974年3月現在、VECOが所有する電力設備はすべて火力発電設備で、全容量は51.1MWである。また、燃料はほとんどが重油（年間57,000トン）であり、石炭は現在小規模に産出されているものを使用しているが、全燃料に対する比率（カロリー換算）は約17%である。また燃料コストは1973年3月で、石炭が10.1\$/MT重油が78\$/klである。

また、電力需要の伸び率は過去10ヶ年間（1964～1973）で10.8%であるが、前期5ヶ年間は12.1%、後期5ヶ年間は7.7%と、最近の電力需要の伸び率は鈍化している。特に1973年10月の石油価格上昇に伴なり、電気料金の約60%の上昇により（価格上昇前の平均売電単価は0.12\$/kWh）その後の電力需要は短期的な現象とはいえ、むしろ減少傾向ですらある。

以下、Table 9-1に電力系統の概要、Table 9-2に過去10ヶ年の電力需要、Table 9-3に過去1ヶ年間の発電所用 Banker oil の価格を、Fig 9-1に代表的な日負荷曲線を示す。

#### 9-1-2 セブ島の電力需要想定

本来電力需要の将来の値は、過去の実績あるいは細分化された各要素の推定値などから算定されると同時に電力系統内の全地域の経済社会開発計画の一環として達成されるべき努力目標値として計画されるべき一面を有している。したがって、電源設備の建設も電力需要の増大に追随して行なわれるべきである反面、電力需用を喚起させるためのものとして、電力需要に先行して行なわれるべき一面を有している。

一般に電力需要想定の手法として、Macro Method と Micro Method の両方が用いられている。Macro Method は巨視的な国または一地域の経済指標（通常はGNP）と電力消費量と人口との相互関係を用いて算出するものである。また Micro Method は対象とする電力系統を用途別、地区別に分類し、これらの細分化された各要素の人口増加率、電化率、個別産業計画、生活

Table 9-1 Statistic of VECO Power System in 1973

Plant Statistics:	Steam Turbine	Bunker - Burning Diesel	Total
Rated Capacity (KW)	13,600 <sup>(1,800x2)</sup> <sub>(5,000x2)</sub>	37,500 <sup>(4,500x5)</sup> <sub>(5,000x3)</sub>	51,100
Generation (KWH)	45,919,560	175,645,860	221,565,420
Diesel Fuel Used (MT)	-	3,846	3,846
Bunker Fuel Used (MT)	13,637	39,311	52,948
Coal Fuel Used (MT)	23,515	-	23,515
Lube Oil Used (MT)	3.8	657	660.8

Fuel Prices:	March 31, 1973 Prices	Dec. 1, 1973 Prices
Bunker Fuel	24.426 \$/t	43.615 \$/t
Diesel Fuel	0.2420\$/liter	0.4480\$/liter
Coal (10,000 btu/lb)	6.46 \$/t	10.384 \$/t

Market Statistics:	No. of Customer	KWH Sold	Revenue (\$)
Residential	41,605	52,845,155	1,777,800
General Service	5,522	33,629,939	1,173,700
General Power	469	82,870,251	1,866,100
Flat Rate	2,082	911,696	29,600
Street Lighting	17	3,111,696	85,200
Gov't Offices/Bldgs	280	4,249,558	115,000
Total	49,975	177,618,306	5,047,400

System Peak Load	Yearly Maximum	Monthly Maximum
Night Peak (KW)	41,200	38,292
Day Peak (KW)	36,100	34,083

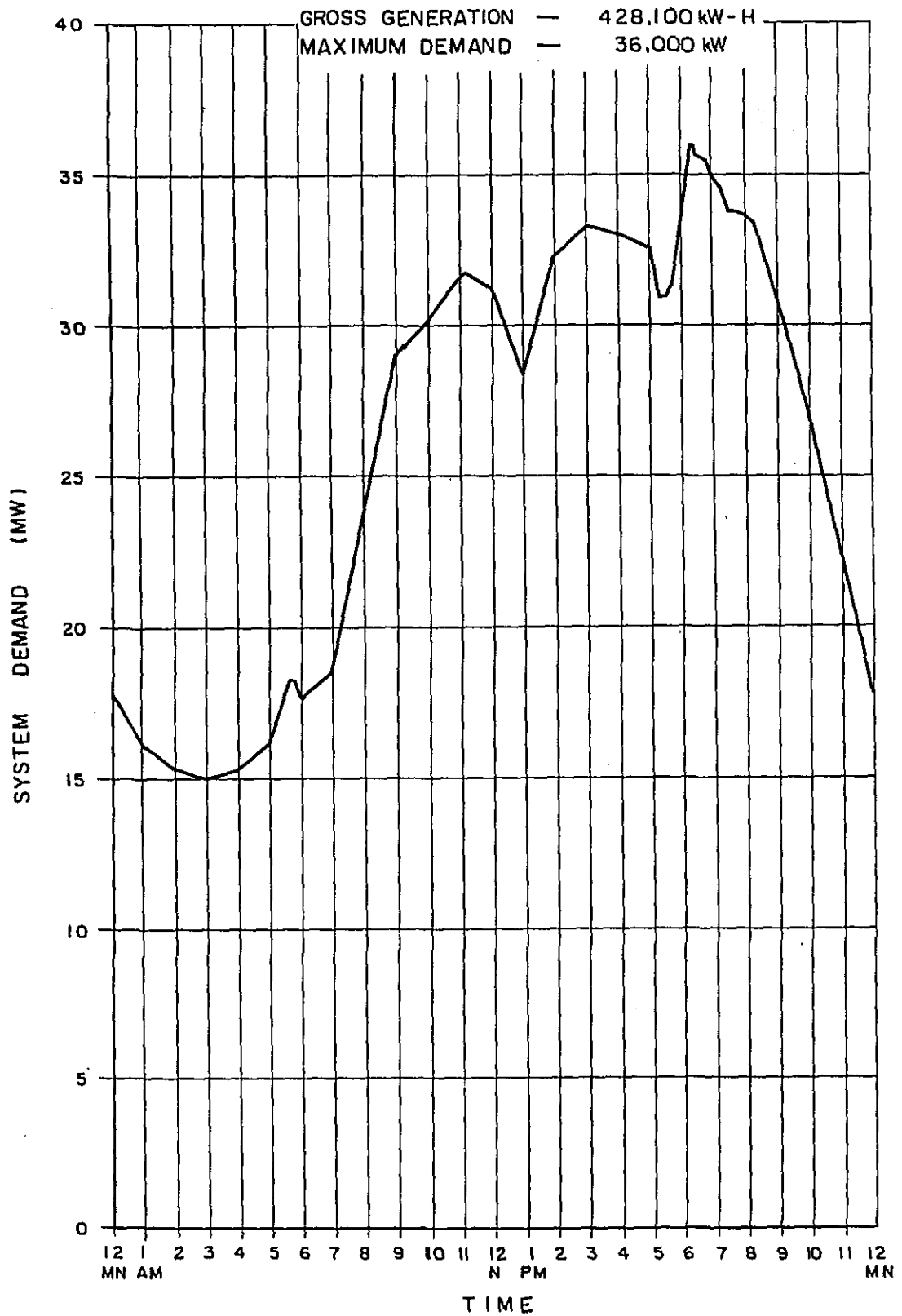
Table 9-2 Actual Data of Energy Production  
 Visayan Electric Co., Inc., (VECO)

	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	Average
Energy Generation											
Steam	GWH	71.2	67.4	75.7	73.3	71.6	57.2	73.4	42.0	34.5	45.4
Diesel	"	3.7	20.3	31.0	47.3	71.3	106.3	99.3	137.2	168.0	175.7
Total	"	74.9	87.7	106.7	123.6	142.9	163.5	172.7	179.2	202.5	221.6
Maximum Demand	MW	16.6	19.5	22.3	24.4	28.4	30.9	31.9	34.8	37.7	41.2
Rate of Growth	%	12.2	17.7	13.9	9.7	16.4	8.8	3.2	9.1	8.2	10.8
Energy Sold	GWH	56.2	67.5	83.8	96.9	112.3	124.5	141.6	147.4	165.7	177.6
Annual Load Factor	%	51.5	51.2	54.4	57.8	57.4	60.5	61.8	58.8	61.4	61.2

Table 9-3. Increase of Price of Bunker Fuel in Cebu City

	1973/Mar.	1972/Dec.	1974/Mar.
Price of Bunker Fuel (\$/Kl)	24.4	43.6	77.0 (78.2 for Bataan Thermal)

Fig 9-1 LOAD CURVE FOR CEBU CITY AND SUBURBS  
TAKEN ON MARCH 6, 1974 ( WEDNESDAY)



水準の動向などにより、各要素の電力需要を想定し、これらを集計して、全電力システムの想定を行なう。

本報告書における電力需要想定は、冒頭の基本的考え方に極力基づき行なわれるものとする。具体的手法としては、Micro Method による想定値を most probable な値として算出し、一方 Macro Method による巨視的な立場よりこれをチェックし、将来予測不能な社会経済面での変動を考慮して、上記 probable な値を中心とした上限および下限の値を、電力需要の変動巾の限界として設定した。

Micro Method としては、過去の Data の有効利用を考慮して、Customers of Electricity を Residential, Service General Power, Flat Rate, Street Light, Governmental Office に分類し、それぞれの Number of Customers と Energy Sold の将来のそれぞれの増加率を過去の資料を統計分析することによって算出した。(Table 9-4 参照)

以上はセブ島の電力需要の約 90% を占めるセブ市を中心とした V E O O 系統について行ったが、Data の整備されていない農村地域(セブ島人口の 50% を占めるにもかかわらず 5% のみが電化されているに過ぎない)については、国が策定した農村電化計画(1990 年には電化率 42%)が達成されるものとし、これを電力需要想定の基本とした。

また、セブ島には自家用発電所を有する 12 の各種企業体(主に銅、セメント、ビール、ココナツ、砂糖)があり、その総設備出力は 150MW である。セブ市を中心とした電力系統とは分離し、地方に点在している。特に西海岸の Atlas Copper Mining は 103 MW の自家発電設備を有しており更に 50 MW×2 台の発電所を計画中である。また他の企業体も現在の稼働状況、発電所の償却度から見て、電力業者から受電することは経済的でないと思われる。したがって、これらの自家発電設備を有する企業体は、今回の電力需要の想定外とした。むしろ今後系統連系した場合は、電力業者が受電する可能性が強く、この場合は下限値としての想定値に含まれるべきである。

以上にに基づき、1974 年から 1985 年までの将来の電力需要を想定し、Table 9-5 に示す。これによる想定値は 10 年後の 1983 年で 175 MW であり、年平均増加率は 13.5% である。この数値は、過去 10 ヶ年の平均増加率 10.8% に比し、やや高めであるが、1973 年 9 月において、すでに電力需要の値が設備出力の限界に達していること、後述する Macro Method に比しむしろ低いことを考慮すれば、妥当な値であり、これを probable な値とする。

Macro Method としては、フィリピン共和国の第 4 次 4 ヶ年計画(1972~1975, GNP 成長率 7%)と、フィリピン全体の電力量との関係、および電力量におけるフィリピン全体とセブ島との関係、これら 2 つの相互関係より算出した。

第一に、GNP/Capita と KWH/Capita の相関が、世界各国の中心線に向って今後進むべきであるとした。また GNP そのものの伸び率は 1983 年までは 7%、1988 年までは 6% と見込んだ。また人口の伸び率は 1983 年までは 3%、1988 年までは 2% とした。その結果フィリ



Table 9-4 Figures used for Load Forecast in VECO System

	1973 (kWh)	Past Trend		Forecasted Growth Rate	
		'62 - '69 (%)	'62 - '73 (%)	'74 - '80 (%)	'81 - '85 (%)
<b>(1) No. of Customers</b>					
Residential	41,605	7.8	7.4	7.0	7.0
Commercial	5,522	7.3	6.2	6.0	6.0
Industrial	469	6.4	5.5	5.5	5.5
Flat-Rate	2,082	3.8	3.8	-	-
Street Lightings	17	8.1	7.6	} 6.0	5.0
Gov. Buildings	280	4.1	4.1		
<b>(2) Consumption per customer</b>					
Residential	1,270	9.0	8.2	8.0	6.0
Commercial	6,090	10.3	9.2	9.0	7.0
Industrial	176,695	12.8	9.7	9.5	7.5
Flat-Rate	437	6.3	6.3	-	
Street Lightings	183,000	-	-	} 0	0
Gov. Buildings	15,175	5.7	10.4		

Table 9-5-(1) Load Demand Forecast for Cebu Grid

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	Increase (%)
<b>I Cebu City Area</b>													
(1) No. of Customers													
Residential (10 <sup>3</sup> )	44.5	47.6	50.9	54.5	58.3	62.4	66.8	71.4	76.3	81.7	87.4	93.5	7.7
Commercial ( " )	5.8	6.2	6.5	6.9	7.3	7.8	8.3	8.8	9.3	9.8	10.4	11.1	6.0
Industrial ( " )	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	5.5
Flat-Rate ( " )	2.0	1.5	1.0	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Street Lightings ( " )													
Gov. Buildings ( " )	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	6.5
Total													
(2) Consumption per customer													
Residential (MWH)	1.4	1.5	1.6	1.7	1.9	2.0	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	2.9	7.7
Commercial ( " )	6.6	7.2	7.9	8.6	9.4	10.2	11.1	11.9	12.7	13.6	14.6	15.6	8.3
Industrial ( " )	193.5	211.9	232.0	254.0	278.2	304.6	333.5	358.5	385.4	414.3	445.4	478.8	8.7
Flat-Rate ( " )	0.4	0.4	0.4	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Street Lightings ( " )													
Gov. Buildings ( " )	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	12.3	0
(3) Annual Consumption													
Residential (GWH)	62.3	71.4	81.4	92.7	110.8	124.8	147.0	164.2	183.1	212.4	236.0	271.2	14.5
Commercial ( " )	38.3	44.6	51.4	59.3	68.6	79.6	92.1	104.7	118.1	133.3	151.8	173.2	14.7
Industrial ( " )	96.8	106.0	139.2	152.4	166.9	182.8	233.5	251.0	308.3	331.4	356.3	410.9	14.7
Flat-Rate ( " )	0.8	0.6	0.4	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-

(Continued)

Table 9-5-(2)

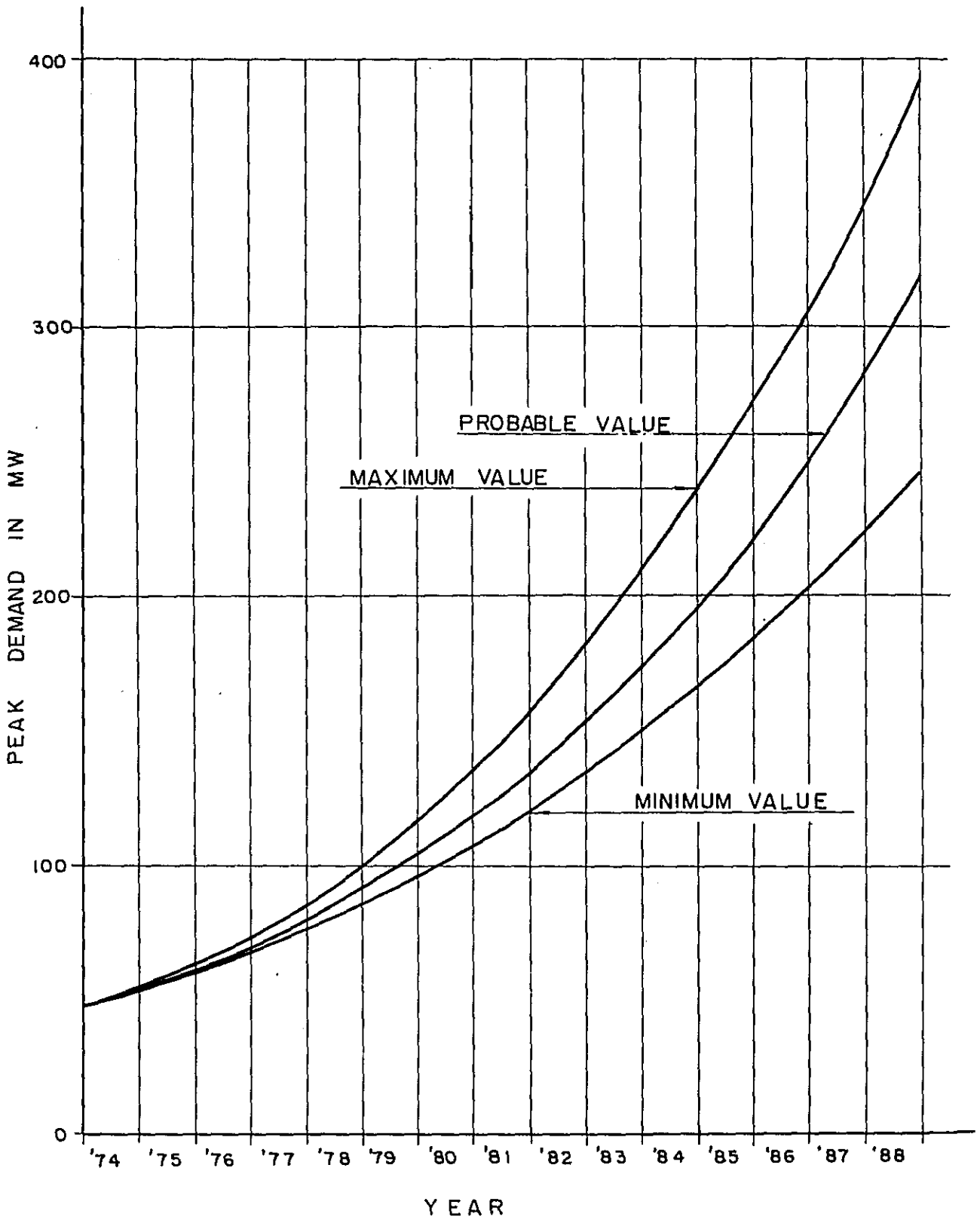
	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	Increase (%)
Street Lightings (GWH) } Gov. Buildings( " ) }	3.7	3.7	4.9	4.9	4.9	4.9	4.9	6.2	6.2	6.2	6.2	7.4	6.5
Total	201.9	226.3	277.3	309.5	351.2	392.1	477.5	526.1	615.7	683.3	750.3	882.7	14.5
Transmission Loss(%)	17.0	16.5	16.0	15.5	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	15.0	-
Energy Production (GWH)	243.3	271.0	330.1	366.3	413.2	461.3	561.8	618.9	724.4	803.9	882.7	1038.5	14.2
Annual Load Factor (%)	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	-
Max. Demand (MW)	46.3	51.6	62.8	69.7	78.6	87.8	106.9	117.8	137.8	152.9	167.9	197.6	14.2
II. Danas City Area													
Energy Production (GWH)	2.5	2.9	3.5	4.1	4.8	5.7	6.6	7.5	8.7	10.0	11.5	13.2	16.4
Max. Demand (MW)	0.6	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3	1.5	1.7	2.0	2.3	2.6	3.0	17.4
III. Mactan Area													
Energy Production (GWH)	11.5	11.7	11.8	12.0	12.1	12.3	12.5	12.8	13.0	13.3	13.6	13.9	1.7
Max. Demand (MW)	2.4	2.4	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.7	2.7	2.8	2.8	2.9	1.7
IV. Sogod Area													
Energy Production (GWH)	4.7	5.0	5.4	5.8	6.2	6.8	7.4	8.0	8.8	9.7	10.6	11.7	8.7
Max. Demand (MW)	0.8	1.0	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8	2.0	2.3	2.5	2.8	3.1	13.1

Table 9-5-(3)

(Continued)

	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	Increase (%)
<b>V. Bogo Area</b>													
Energy Production (GWH)	4.2	4.6	5.1	5.7	6.4	7.1	8.0	9.0	10.1	11.3	12.7	14.2	11.8
Max. Demand (MW)	1.3	1.5	1.7	1.9	2.1	2.4	2.7	3.0	3.3	3.7	4.1	4.5	12.2
<b>VI. Sibonga Area</b>													
Energy Production (GWH)	1.5	2.2	3.0	3.9	4.9	6.0	7.3	8.8	10.5	12.4	14.5	16.9	26.3
Max. Demand (MW)	0.7	1.0	1.4	1.7	2.1	2.5	2.9	3.4	3.9	4.4	5.0	5.7	21.2
<b>VII. Toledo City Area</b>													
Energy Production (GWH)	2.2	2.8	3.6	4.4	5.4	6.5	7.7	9.1	10.6	12.3	14.3	16.5	20.0
Max. Demand (MW)	1.0	1.2	1.5	1.8	2.1	2.5	2.8	3.2	3.7	4.1	4.7	5.2	16.3
<b>VIII. Bol-Joon Area</b>													
Energy Production (GWH)	0.7	1.0	1.4	1.8	2.3	2.8	3.4	4.1	4.9	5.8	6.8	7.9	26.3
Max. Demand (MW)	0.3	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	1.8	2.1	2.4	2.7	22.2
<b>Cebu Grid System</b>													
Energy Production (GWH)	270.6	301.2	363.9	404.0	455.3	508.5	614.7	678.2	791.0	878.7	966.7	1132.8	13.5
Max. Demand (MW)	53.4	59.9	72.4	80.6	90.9	101.9	122.6	135.4	157.5	174.8	192.3	224.7	13.5
Annual Load Factor (%)	57.8	57.4	57.4	57.2	57.2	57.0	57.2	57.2	57.3	57.4	57.4	57.6	-

Fig 9-2 LONG -RANGE LOAD FORECAST



ピン共和国全体の電力需要の伸び率は1983年までは15.7%、1988年までは13.2%である。次に過去におけるフィリピン全体の電力量の増加率を100とするとセブ島におけるそれは118である。将来もこの関係が継続するものと仮定するとセブ島における電力需要の伸び率は、1988年までは平均14.9%となる。この値を Maximum Value とする。

また、将来、国のGNPの成長率が計画通り進行しない場合およびセブ島における過去の最近5ヶ年間の平均10%以下の低い増加傾向に重点を置いた場合、1988年までは11.4%の平均増加率で電力需要は増加するものとし、これを Minimum Value とした。

以上の結果を Fig 9-2 に示す。

## 9-2 火力発電所の開発規模および開発時期の決定

### 9-2-1 選定の基本的な考え方

9-1で想定した電力需要に対応して、電源設備を早急に建設する必要があり、そのために発電所の最適容量、ユニット台数、開発時期を決定する必要がある。この最適値の選定は、長期における年経費の比較をベースとした経済評価により行なわれるものである。また年経費の比較に加えて、至近年度の所要資金の量の如何も、資金調達の面から見て考慮されるべき要素である。

現在までの調査結果では火力発電所に代替可能な水力 Project および地熱 Project をセブ島内で見い出すことは困難である。したがって開発規模および開発時期選定の対象となる発電所群はすべて火力発電所とした。

また、第8章で述べた如く、セブ島内で産出される石炭量は充分ではなく、ミンダナオその他の諸島で今後行われるであろう炭田調査の結果を待たずしては、国内で産出される石炭量およびその価格は不明確である。そのため現時点では火力発電所を石炭火力発電所にすべきか、石油火力発電所にすべきか、その選定をすることは不可能である。したがって、これらの年経費は重油専焼火力発電所の値を使用し、仮に石炭火力発電所が重油専焼火力発電所に代って計画されるとしても、前者の年経費は後者のそれより非経済的とならない（即ち両者の年経費が同一となるような価格の石炭の入手が可能である）ものとした。

### 9-2-2 必要開発量および開発候補発電所群

セブ島電力システムに必要とされる供給力は9-1で算出された Peak Demand に Reserve Required を加えたものである。この Reserve Required は確保すべき供給信頼度と、予測できない電力供給設備の事故などによる供給力不足の度合との関係から算出すべきもので、セブ島における Reserve Required は、経済性を重視して Peak Demand の .10%とした。

Table 9-6 に示すように、必要供給力は1979年で112 MW、1983年で193 MW、1988年で354 MWとなるが、現在の保有設備は51 MW である。したがって、現在建設が具体化している10 MW×5 unit のディーゼル火力発電所を考慮しても、1979年で11 MW、10年後および15年後にそれぞれ92 MW、253 MWの供給力不足が発生する。

この供給力不足に対応して、今後 10 年間に開発すべき発電所の容量および時期を決定するため、下記の如き 3 つの案の火力発電所の開発計画を選定の対象とした。Unit Capacity を 50 MW および 75 MW の 2 つのケースに限定したのは下記の理由による。

- ① 火力発電所は燃料種別の如何にかかわらず、スチーム型としたこと。特に国内資源の有効活用、エネルギー資源の多様化、地域開発を重視し、石炭火力発電所の建設が可能な限り望ましいこと。
- ② スケールメリットを追究していること。
- ③ Cebu Grid の系統容量が 15 年後でも 200 MW 程度であること。
- ④ Turbine, Boiler の製作面において、技術的、経済的に優れていること。

したがって、50 MW 以下の小容量、75 MW 以上の大容量発電機は、選定の対象外となった。

A 案：50 MW #1 (1979), 50 MW #2 (1982), 75 MW #1 (1984) 75 MW #2 (1987)

B 案：50 MW (1979), 75 MW #1 (1982), 75 MW #2 (1985) 75 MW #3 (1988)

C 案：75 MW #1 (1979), 75 MW #2 (1983), 75 MW #3 (1986), 75 MW #4 (1988)

以上の 3 案について、第 10 章で算出される各発電所の年経費を耐用年数 (33 年) の期間について算出した。なおこの場合、可変費算出に際しては、効率のよい大容量火力が、負荷のベース部分を分担することにより、優先的に運転されることとした。

この計算結果によれば、Total Present Value during 33 Years は A 案がもっとも小さく、202 百万ドルである。

75 MW の発電機容量が 1979 年の系統容量に比し過大であり、系統信頼度面ではあまり好ましくない。しかし、それにも拘らず、C 案の如く当初から計画に計上したのは、スケールメリット KW 当り建設費は 50 MW の場合 530 \$/kW に対し、75 MW の場合 480 \$/kW であり、これによる多大の経済効果を期待したからである。

各案の耐用年数間の年経費の差額は、投資額換算で  $3,700 \times 10^3$  \$ であり、多額の投資を必要とする長期電源開発計画に較べると極めて小さい。

この理由は 2 番目の発電機の建設時期がそれ程延期されなかったこと、及び低負荷運転による低効率運転が原因である。

以上、経済面及び系統運用面より判断して A 案により火力発電所の開発計画を推進することが望ましい。

Table 9-6 Peak Balance

	(MW)				
	1975	1977	1979	1983	1988
Peak Demand	60	81	102	175	322
Reserve Required	6	8	10	18	32
Required Capacity	66	89	112	193	354
Existing Supply Capacity	51	51	51	51	51
Diesel Capacity under Construction	30	50	50	50	50
Supply Capacity to be Developed	15	12	11	92	253



Fig 9-3 DEVELOPMENT PROGRAM

CASE - A

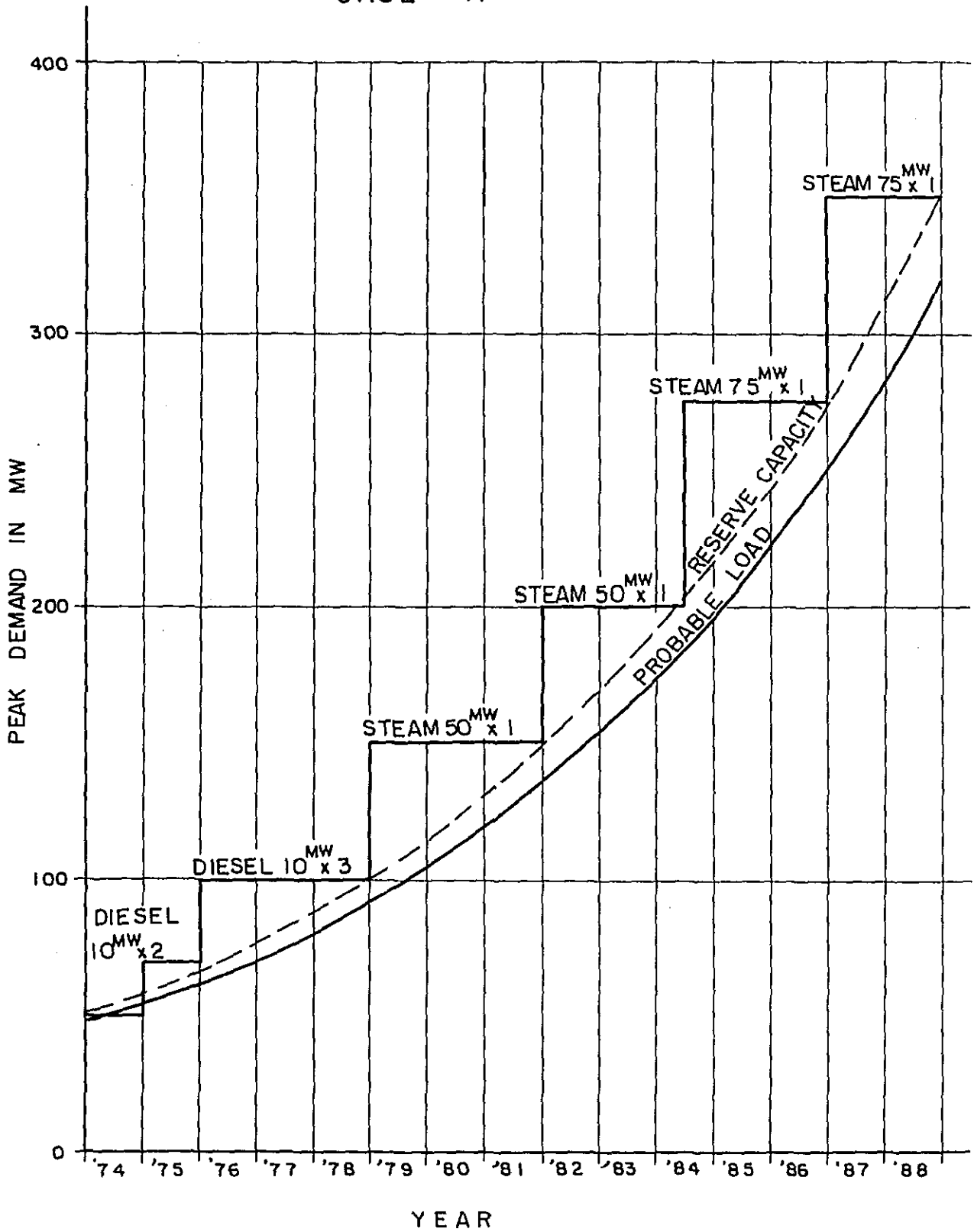


Fig 9-4 DEVELOPMENT PROGRAM

CASE - B

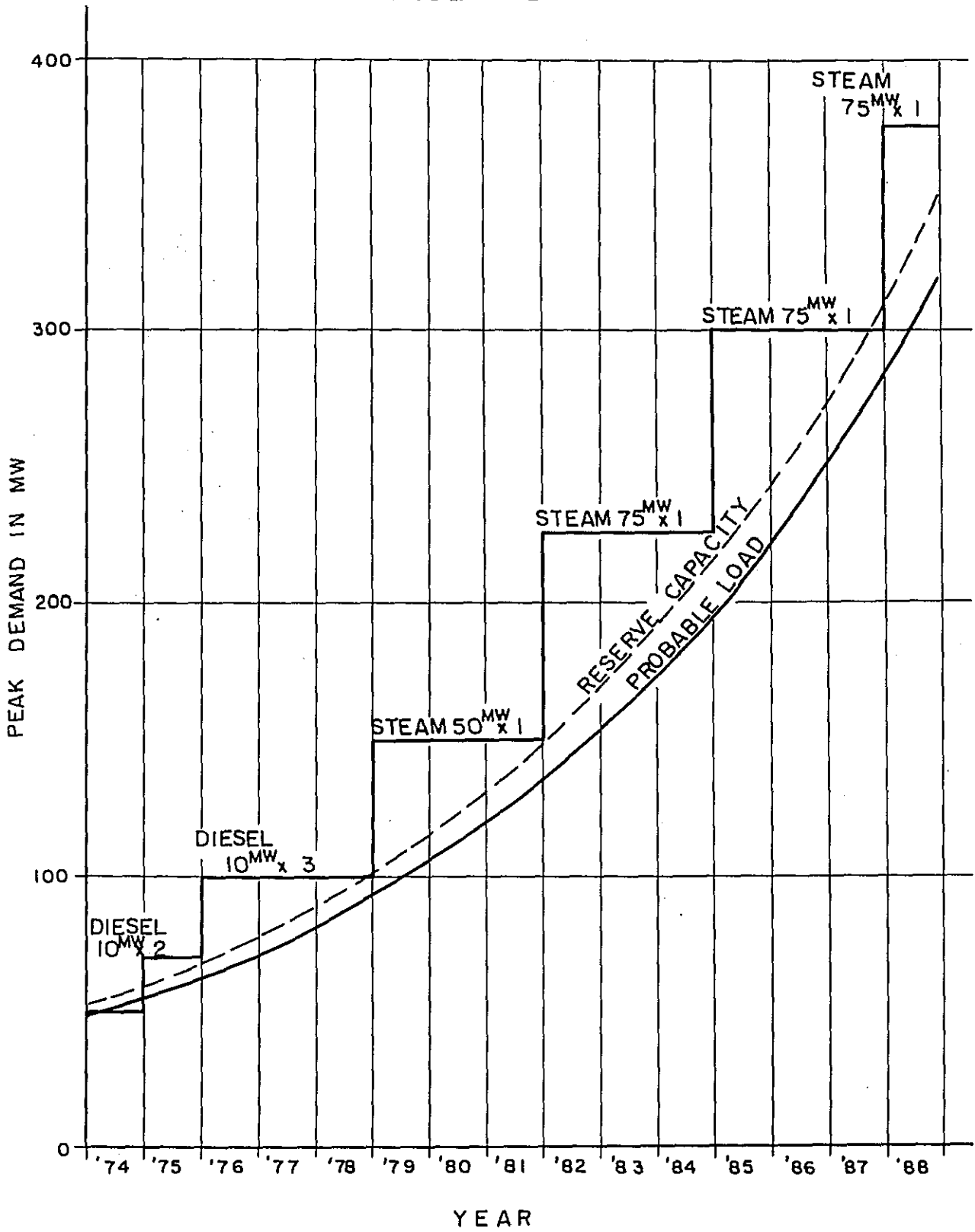
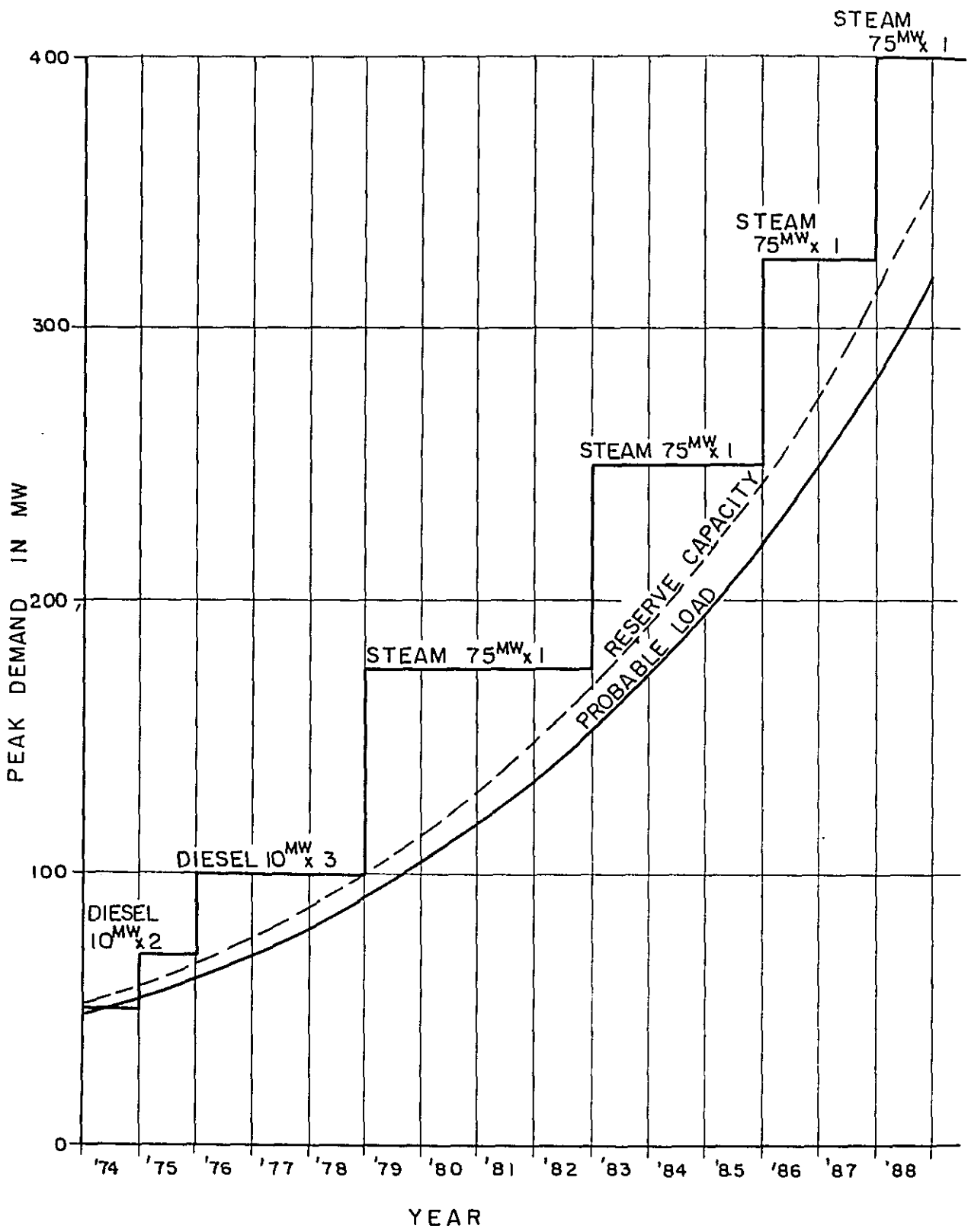


Fig 9-5 DEVELOPMENT PROGRAM  
CASE - C



## 第10章 石炭火力発電所

## 第 10 章 石炭火力発電所

### 10-1 石炭火力発電所開発の基本的考え方

1973年10月発生した石油危機以後の石油価格の異常な上昇は、国のエネルギー政策の再検討を必要としてきた。

特に火力発電所については、重油専焼火力発電所に代って石炭火力発電所の建設が、燃料費節減、国内資源の有効活用、エネルギー資源の多様化および地域開発の面から必要とされてきた。

ただし、石炭火力発電所は、石炭処理装置、灰捨池など石炭を使用するための付加設備のために、重油火力発電所より多額の初期投資額（重油火力の約20%、10-2参照）を必要とする。

このため、石炭火力発電所が重油火力発電所より、より非経済的でないためには、重油より安い価格の石炭が多量に入手出来ることが必要である。この場合入手可能な石炭量が少ない程石炭の価格は安くなる必要がある。

即ち、上記の石炭量及び石炭価格との関係を把握することにより次の点を明確にする。

- ① セブ島で120万トンの石炭のみを使用した場合の経済性。
- ② 今後、ミンダナオその他の炭田調査の前提条件である妥当な開発規模と限界 cost との関係
- ③ 更には、石炭を国外から輸入する場合の輸入量と輸入 side から見た妥当な価格

以下、石炭火力発電所を建設するための増分建設費、これを償却するために必要な石炭量と価格の関係及び重油専焼火力との比較における石炭火力発電所の経済性等について詳述する。

### 10-2 火力発電所の建設費

#### 10-2-1 建設費算定の基準

工事費は50MW×2台又は75MW×2台のスティームタービン発電所を建設するものとし、先行して併設される10MW×5台のディーゼル発電設備費ならびに送配電線開閉所設備費を含めていない。

工事費算定の基準は次の通りである。

（内外貨）

機器資材のCIF価格及び据付工事費の一部を外貨としフィリピン国内での陸上輸送費及び据付工事費の大部分および土木工事費は内貨にて支出されるものとした。火力発電所機器類は全て国外より輸入するものとした。

（租 税）

全ての租税を免除されるものとした。

(建設中利子)

建設中利子は外貨分 3.5%, 内貨分 10%と想定した。

(予備費)

予備費は直接工事費の 8%とした。

(エンジニアリング料)

エンジニアリング料は実施設計, 仕様書作成, 建設工事の監督などの費用として直接工事費の 5%とした。

(換算率)

所要資金は, 全てアメリカドルにて表示したが, ドルーベソの換算率は 6.6 ~~円/\$~~とした。

なお油危機に始まる最近の異常な物価上昇の推移を明確に判断することが非常に困難であるので建設費は現時点での価格で積算した。したがって発注時期が明確になった時点で建設費の再見直し修正が必要である。

土木工事費は, 現地で集取した資料をもとに積算したが, 発電所設計に必要なサイト周辺の詳細測量図, 海象等の諸データが不足しているため, 詳細設計の結果によっては工事費の修正が必要になる場合が考えられる。

### 10-2-2 火力発電所の建設費

火力発電所の建設費は 50MW×2台, 75MW×2台について, それぞれ重油専焼, 重油石炭混焼の場合を Table 10-1 に示す。

Table 10-1 によると混焼火力発電所の建設費は重油専焼火力発電所より 50MW×2台の場合 1000万ドル, 75MW×2台の場合 1350万ドル多く必要とし, 率にして約 20%に相当する。

これは石炭焚によるボイラ設備の増加, 石炭貯蔵運搬装置, 灰処理装置等が重油専焼ボイラより必要とするためである。Unit construction cost を Table 10-2 に, 建設費の内訳を Table 10-3, 4, 5, 6 に示す。

NPC作成(FEBRUARY, 1974)の「ADENDUM #1 TO THE FEASIBILITY REPORT ON THE DEVELOPMENT OF CEBU ELECTRIC POWER GRID PROJECT」の混焼火力建設費は, 50MW #1 480\$/kW, #2建設後の平均値は 396\$/kW になっている。本報告書の値はこのNPCの値より約 70%高くなっている。

これは, 油危機による物価上昇が著しいこと, ならびにNPC見積の土木関係工事費が比較的安く見積られていることによる。

### 10-3 石炭量および価格の限界値

#### 10-3-1 石炭所要量

50MW×2台の火力発電所に必要な石炭量と重油量を Table 10-7.8 に示す。発電所建設後も石炭

Table 10-1 Construction Cost

(10<sup>3</sup> \$)

	50 MW			75 MW		
	1 U	2 U	Total	1 U	2 U	Total
Uni Oil Fired Thermal Power Plant	30,000	23,000	53,000	40,500	31,500	72,000
Dual Fired Thermal Power Plant	38,000	25,000	63,000	51,000	34,500	85,500

Table 10-2 Unit Construction Cost

(\$/KW)

	50 MW			75 MW		
	1 U	2 U	Total	1 U	2 U	Total
Unit Oil Fired Thermal Power Plant	600	460	530	540	420	480
Dual Fired Thermal Power Plant	760	500	630	680	460	570

Table 10-3 Construction Cost of Uni Oil Fired Steam Power Plant (50MWx2)

Items	(10 <sup>3</sup> \$)			
	1st Unit		2nd Unit	
	F.C	D.C	F.C	D.C
1. Civil Works, Structure, Piers and Improvement	1,500	5,600	600	2,200
2. Boiler Plant Equipment	7,400		7,500	
3. Turbine Generator	5,300		5,400	
4. Misc. Power Plant Equipment	1,700		300	
5. Switchyard and Transformers	800		800	
6. Erection Works	300	1,600	200	1,400
7. Insurance and Freight	1,000		900	
Total Direct Cost	18,000	7,200	15,700	3,600
8. Engineering	900	400	800	200
9. Contingency	1,400	600	1,300	300
10. Interest During Construction	700	800	700	400
Grand Total	21,000	9,000	18,500	4,500
	30,000		23,000	
Unit Construction Cost (US \$/KW)	600		460	
	530			



Table 10-4 Construction Cost of Dual Fired Steam Power Plant (50MWx2)

Items	(10 <sup>3</sup> \$)			
	1st unit		2nd unit	
	F.C	D.C	F.C	D.C
1. Civil Works, Structure, Piers and Improvement	1,700	6,900	700	2,400
2. Boiler Plant Equipment	8,300		8,300	
3. Coal Handling Operators Conveyors and Ash Disposal Equipment	3,400		600	
4. Turbine Generator	5,300		5,300	
5. Switchyard and Transformers	800		800	
6. Misc. Power Plant Equipment	1,600		300	
7. Erection Works	600	1,900	200	1,500
8. Insurance and Freight	1,300		1,000	
Total Direct Cost	23,000	8,800	17,200	3,900
9. Engineering	1,200	500	900	200
10. Contingency	1,900	700	1,400	300
11. Interest During Construction	900	1,000	700	400
	27,000	11,000	20,200	4,800
	38,000		25,000	
Unit Construction Cost (US \$/KW)		760		500
			630	

Table 10-5 Construction Cost of Uni Oil Fired Steam Power Plant (75MWx2)

Items	(10 <sup>3</sup> \$)			
	1st Unit		2nd Unit	
	F.C	D.C	F.C	D.C
1. Civil Works, Structure, Piers and Improvement	2,200	7,200	900	2,900
2. Boiler Plant Equipment	10,000		10,000	
3. Turbine Generator	7,200		7,200	
4. Misc Power Plant Equipment	2,200		700	
5. Switchyard and Transformers	1,100		1,100	
6. Erection Works	500	2,100	400	1,900
7. Insurance and Freight	1,400		1,200	
Total Direct Cost	24,600	9,300	21,500	4,800
8. Engineering	1,300	500	1,200	300
9. Contingency	2,000	800	1,800	400
10. Interest During Construction	1,000	1,000	900	600
Grand Total	28,900	11,600	25,400	6,100
	40,500		31,500	
Unit Construction Cost (US \$/KW)	540		420	
	480			

Table 10-6 Construction Cost of Dual Fired Steam Power Plant (75MWx2)

Items	(10 <sup>3</sup> \$)			
	1st Unit		2nd Unit	
	F. C	D. C	F. C	D. C
1. Civil Works, Structure, Piers and Improvement	2,300	9,000	1,000	3,500
2. Boiler Plant Equipment	11,200		11,200	
3. Coal Handling Operators Conveyors and Ash Disposal Equipment	4,600		1,000	
4. Turbine Generator	7,200		7,200	
5. Switchyard and Transformers	1,100		1,100	
6. Misc. Power Plant Equipment	2,200		500	
7. Erection Works	500	2,700	300	2,100
8. Insurance and Freight	2,000		1,200	
Total Direct Cost	31,100	11,700	23,500	5,600
10. Engineering	1,600	600	1,200	300
11. Contingency	2,500	1,000	1,900	500
12. Interest During Construction	1,200	1,300	900	600
Grand Total	36,400	14,600	27,500	7,000
	51,000		34,500	
Unit Construction Cost (US \$/KW)	680		460	
			570	

Table 10-7 Consumption of Oil

Plant Factor %	Oil Mixed Rate	(kL)					
		50 MW x 1 U 50 MW	50 MW x 2 U 100 MW	50 MW x 1 U 175 MW	50 MW x 2 U 250 MW	50 MW x 2 U 75 MW x 2	50 MW x 2 U 75 MW x 3
100	100	13.8	27.6	47.6	65.8	84.9	
"	"	330	660	1,120	1,580	2,040	
100	"	9,940	19,900	33,620	47,380	61,130	
70	"	6,960	13,900	23,540	33,160	42,790	
70	100	84,600	169,200	286,400	403,500	520,600	
"	90	76,200	152,300	257,700	363,100	468,500	
"	80	67,700	135,400	229,100	322,800	416,500	
"	70	59,200	118,500	200,500	282,400	364,400	
"	60	50,800	101,500	171,800	242,100	312,400	
"	50	42,300	84,600	143,200	201,700	260,300	
"	40	33,800	67,700	114,500	161,400	208,200	
"	30	25,400	50,800	859,100	121,000	156,200	
"	20	16,900	33,800	572,700	80,700	104,100	
"	10	8,500	16,900	286,400	40,300	52,100	

Oil Grade . . . . . 9,800 kcal/L  
 Efficiency . . . . .  
     50 MW 31.9%  
     75 MW 34.5%

Table 10-8 Consumption of Coal

Plant Factor %	Coal Mixed Rate	50 MW		50 MW		50 MW		50 MW		50 MW		(MT)
		x 1	U	x 1	U	x 1	U	x 1	U	x 1	U	
		50 MW	U	100 MW	U	175 MW	U	250 MW	U	325 MW	U	
1 Hour	100	21.7		43.5		73.6		103.8		134.0		
1 Day	"	520		1,040		1,770		2,490		3,220		
1 Month	100	15,700		31,300		53,000		74,700		96,500		
(30 Days)	70	11,000		21,900		37,100		52,300		67,500		
	70	133,300		266,600		451,500		636,500		821,700		
	"	120,000		240,000		406,400		572,900		739,500		
	"	106,700		213,300		361,200		509,200		657,400		
	"	93,300		186,600		316,100		445,600		575,200		
	"	80,000		160,000		270,900		381,900		493,000		
	"	66,700		133,300		225,800		318,300		410,800		
	"	53,300		106,700		180,600		254,600		328,700		
	"	40,000		80,000		135,500		191,000		246,500		
	"	26,700		53,300		90,300		127,300		164,300		
	"	13,300		26,700		45,200		63,700		82,200		
Coal Grade												
Fixed water												
Efficiency												

12,000 BTU/lb.  
 7%  
 50 MW : 31.9%  
 75 MW : 34.5%

の入手が困難となる場合があり得ることを考慮して、石炭火力発電所は重油・石炭混焼火力発電所として開発されることとし、混焼率が変化した場合に必要な石炭量及び重油量を求めた。なお、石炭専焼火力発電所と混焼火力発電所との建設費の相違は極めて小さく、以下に述べる所要石炭量と限界価格を求めるに当たっては、その差は無視した。

### 10-3-2 限界石炭量と限界価格との関係

既に述べた如く、混焼火力発電所は50MW×2台の場合、重油専焼火力発電所のそれより1000万ドル（約20%）の増分建設費を必要とするが、更に灰捨費等のために0.3～0.7\$/トンの増分可変費を必要とする。

したがって、混焼火力発電所が専焼火力発電所より経済的であるための、石炭価格の限界値と所要石炭量との関係が、石油価格と上記の増分コストから算出される。

年経費および石炭所要量算出のための諸条件（金利、年負荷率、カロリー発生量、効率など）をTable 10-9に示す。また石炭所要量と限界価格との関係を第2章のFig 5及びTable 10-10に示す。

例えば、石油価格が70\$/klの場合、混焼率100%の所要石炭量880万トン（年間27万トン）が確保できれば、混焼火力発電所が経済的であり得る石炭の限界コストは38\$/トンであるが、この石炭量が440万トン（混焼率50%）および260万トン（混焼率30%）しか確保できない場合は、石炭の価格は、それぞれ33\$/トンおよび27\$/トン以下でなければならない。また混焼率100%において、石油価格が70\$/klから90\$/klに上昇した場合、限界石炭価格は38\$/トンから51\$/トンに上昇する。

なお、石炭量が不足した場合の対策として、50MW2台のうち1台のみを石炭火力発電所として、残りの1台を重油専焼火力発電所として建設した場合でも必要量と価格との関係は殆んど変化しない。（Fig 10-1参照）

また火力発電所の耐用年数を33年間として扱っているが、これを仮に22年間としても償却すべき石炭火力発電所の増分建設費に相当する年経費は増加し、その反面必要とする石炭量は減少するので、量と価格の関係は33年のそれとほとんど同一である。（Table 10-10の( )内を参照）

## 10-4 石炭火力発電所の経済性

### 10-4-1 セブ島での石炭を使用したと仮定した場合

第7章で述べた如く稼行可能石炭量は少なく、120万トン以下と推定される。また仮りにこれらの石炭を開発したならば、石炭の価格は第6章で述べた如く41\$/トン（事前の精査費、および運搬費約7\$/トンを含む）となる。

セブ島での稼行可能石炭量を推定限度量の120万トンと仮定しても、その量は混焼火力発電所（50MW×2台）の混焼率100%における必要量の14%に過ぎない。この120万トンの石炭量に相当する限界石炭価格は6\$/トンと極めて低い。

したがって、セブ島で産出される石炭のみを使用する場合は、石炭火力発電所の増分コストを充分償却することができず、その経済的損失は毎年140万ドル（投資額換算で1,700万ドル）に相当する。

セブ島の石炭価格（発電所渡しで41\$/トン）は石炭が充分確保された場合（混焼率100%、780万トン）の限界価格（51\$/トン）より低い。従って、セブ島内の石炭を混用した場合はセブ島への輸入炭の経済的上限価格は引き上げられる。

この限界価格は、地域開発あるいは国内資源の確保の面からエネルギー政策の一環として、今後セブ島の炭田を開発することを前提としてミンダナオその他の諸島の炭田を調査する過程において一つの指標となる。（Table 10-11）

#### 10-4-2 セブ島以外の石炭のみを使用する場合

セブ島で石炭が産出されることを期待せずに、今後セブ島以外のミンダナオその他の諸島で石炭を開発する場合、および国外からの石炭の輸入を計画する場合、必要とされる石炭量と代替石油専焼火力より経済的であるための上限の石炭価格との関係は、概に10-3-2で一般的に述べた通りである。セブ島以外の国内炭の産出可能量およびその価格は今後の炭田調査にゆだねられている。また石炭を国外から輸入する場合、その国際価格は産出コストの如何に拘らず今後石油価格の上昇に追随して変化するものと予想される。このため現時点では、将来セブ島の石炭火力発電所に使用する石炭の量（特に国内炭の場合）および価格を的確に把握することはできない。

従って、石炭、石油の価格及び石炭量を変化させた場合の混燃火力発電所の損得を重油専焼火力発電所と対比して算出した。（Fig 10-2 参照）

これによれば石油価格が90\$/kℓで石炭価格が30\$/トン以下であれば、石炭火力発電所は充分経済性がある。しかし、石油価格が70\$/kℓである場合は石炭価格が約40\$/トン以上では使用石炭量の如何に拘らず（混焼率の値如何に拘らず）、非経済的である。また重油価格90\$/kℓ、石炭価格40\$/トンの場合、年間 $266 \times 10^3$ トンの石炭を33ケ年間確保できれば、この石炭火力発電所は重油専焼火力発電所に比較して年経費で270万ドル（資本費換算で約3,500万ドル）だけ、メリットを得ることができる。この場合、確保できる石炭量が半分となっても、上記のメリットは年経費換算で80万ドルが期待できる。

すなわち、今後石油価格が80\$に近い値で推移した場合、約270万トンの石炭（混焼率で約30%）を、セブ島で稼行した場合の推定値の価格（約40\$/トン）で国内で産出あるいは輸入により入手できるとすれば、混焼火力は重油専焼火力に充分経済的に匹敵し得る。

Table 10-9 Conditions for Annual Cost Calculation of Steam Plant (50MW x 2 Unit)

Interest Rate	7.5 %
Depreciation Rate	3.03 %
Annual Salary	US \$ 1,600/person
No. of Persons	Oil fired 120, Coal fired 140
Operation and Maintenance Cost	2 % of construction cost
Administration Cost	8 % of total operation and maintenance cost
Exchange Rate	6.6 P/\$
Ash Disposal Cost of Coal	0.4 \$/MT
Plant Factor	70 %
Station Service Use	Oil Fired 5%, Coal Fired 7.5%
Thermal Efficiency at Generating	31.9 %
End	



Table 10-10 Marginal Price and Amount of Coal Required  
(50MW 2 Unit)

Dual Rate (%)	Oil Price (\$/KL)	Amount of Coal Required (10 <sup>3</sup> MT)			Marginal Price of Coal (\$/MT)	
		One year	20 years	33 years		
100	90	266	5,320	8,780	50.4	(49.6)
	70				37.9	(37.3)
70	90	187	3,740	6,170	48.6	(47.5)
	70				36.0	(35.1)
50	90	133	2,660	4,390	46.1	(44.6)
	70				33.4	(32.2)
30	90	80	1,600	2,640	40.3	(37.8)
	70				27.4	(25.4)
20	90	53	1,060	1,750	33.0	(29.3)
	70				19.8	(16.8)

Figures in the parenthesis show marginal price of coal based on the plant service life for 20 years.

Table 10-11 Variation of Marginal Price of Coal (\$/MT)

Oil Price (\$/KL)	Dual Ratio (%)	Marginal Price of Coal		
		A	B	B - A
90	100	50.4	51.9	1.5
	50	46.1	48.0	1.9
70	100	37.9	37.4	0.5
	50	33.4	30.5	2.9

A: : Marginal price of total amount of coal required (from Table 10-10).

B : Marginal price of coal imported to Cebu, in case 1.2 million MT of coal in Cebu could be used.

Fig 10-1. ECONOMIC BOUNDARY OF RECOVERABLE COAL  
 ( for Dual Fired Thermal Power Plant )

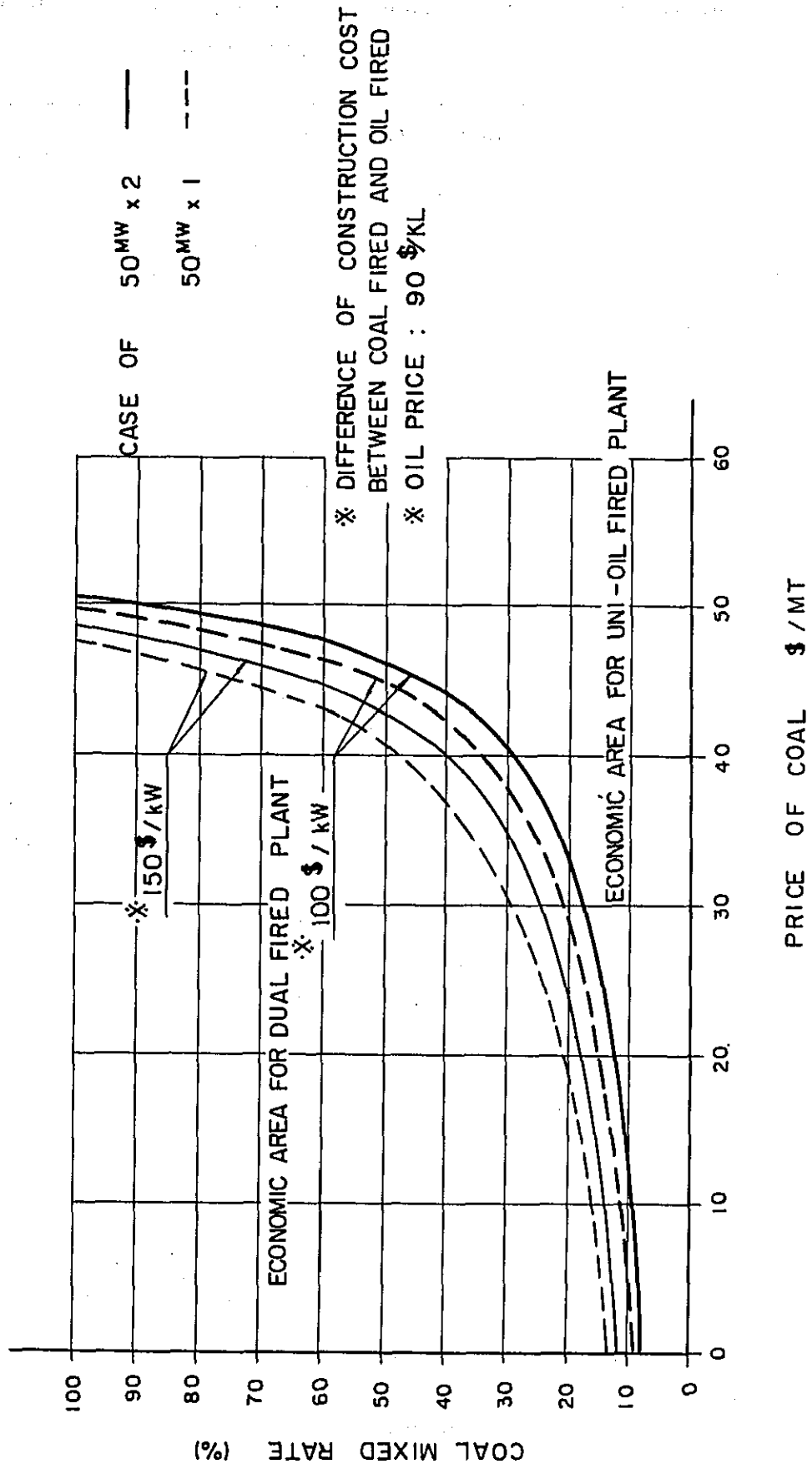


Fig 11-1. COAL FIELD AND THERMAL PLANT SITE  
IN CEBU

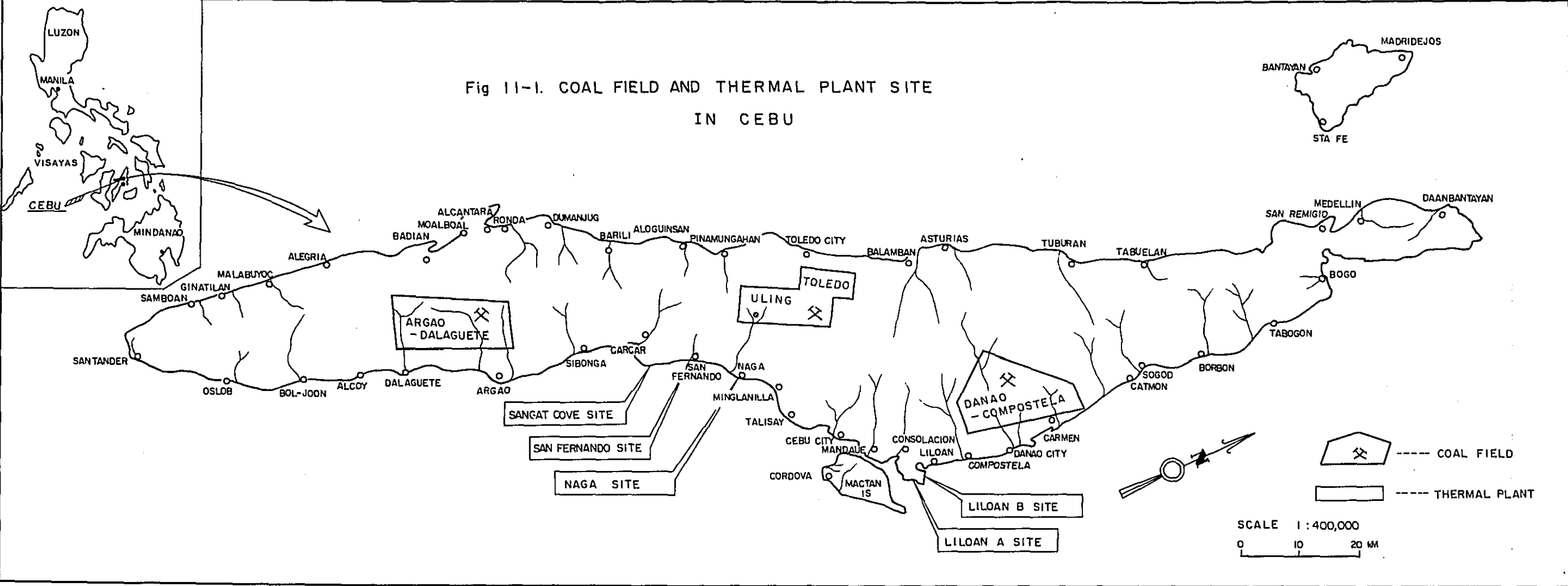
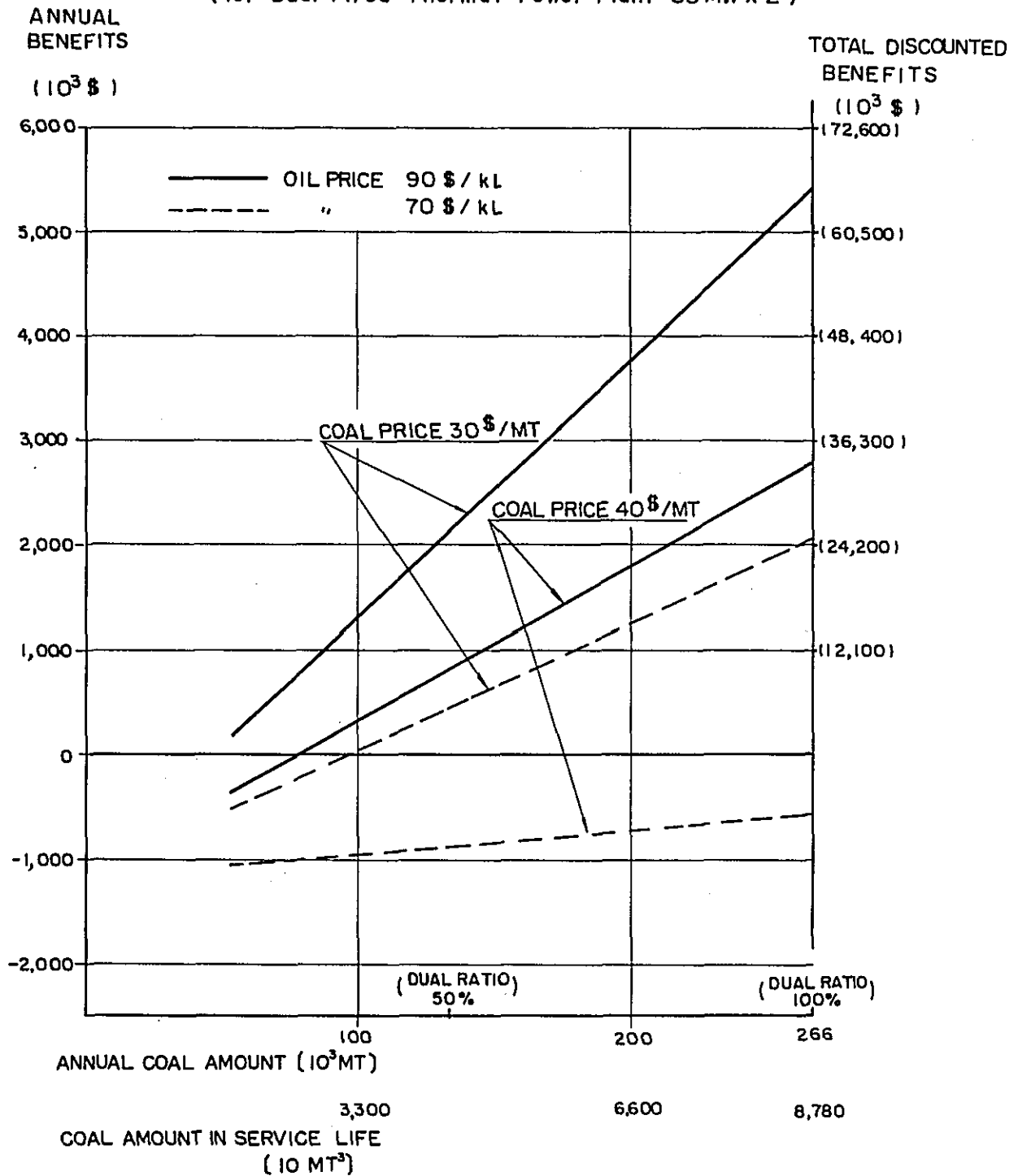




Fig 10-2. BENEFITS ~ COAL AMOUNT

(for Dual Fired Thermal Power Plant 50MW x 2)



## 第11章 火力発電所の予備設計

## 第 11 章 火力発電所の予備設計

### 11-1 発電所建設地点の検討

発電所建設候補地点として、NPCがセブ市を中心に数箇所検討している。発電所建設地点を検討する場合の要点を簡単に説明すると下記の通りである。

- (a) Load Center に近いこと。
- (b) 燃料の入手が容易なこと。
- (c) 灰処理が容易なこと。
- (d) 復水器冷却用水が豊富に得られること。
- (e) 良質の Boiler 用水が得られること。
- (f) 地盤が良好で、敷地造成が容易なこと。
- (g) 用地費が安いこと。
- (h) 重量物の搬入が可能なこと。
- (i) 公害問題が少ないこと。
- (j) 送電線の引出しが容易であること。

以上にもとずき現地調査或は入手した資料等により各地点の概要をまとめた結果、次の通りである。

#### (1) Liloan A地点

Liloan A地点は Cebu 市から北方に海岸にそって約 15kmの地点にある。発電所予定地は、海水面から 10～15mの高さにある傾斜したおろとつのある台地で一部は耕地になっており周辺に民家は存在しない。表土はうすく、コーラルで台地が形成されている。幹線道路から約 2 km はなれている。約 5km先に Mactan Island があり波浪はおだやかである。

#### (2) Liloan B地点

Liloan B地点は A地点に隣接しているが、海水面から 1～2mの高さの平坦な土地で発電所予定地点はココナツ園の中にあり農家が散在している。

今回の調査地点の内でもっとも対岸との距離があり、波浪が高くなりやすい。幹線道路に近い。

#### (3) Naga 地点

Naga 地点は Cebu 市から南西に海岸線にそって約 20kmのところにある湿地帯である。周辺に民家がなく、幹線道路に添っている。

#### (4) Fernando 地点

Fernando 地点は Cebu 市から南西方向の海岸にそって約 35kmのところにある。発電所予定地点は、幹線道路添いの海水面から 1～2m高さの平坦な土地でココナツ林になっている。

周辺に漁民の家が散在している。幹線道路に近い。

#### (5) Sangat Cove 地点

Sangat Cove 地点は Fernando 地点から更に 4 km 南西方向の地点にある。発電所予定地は海水面から 5 ~ 7 m の高さの台地で未利用地である。幹線道路に近い。

各地点とも火力発電所の建設は可能であるが、それらの内でも Liloan B 地点は次の条件で有利である。

- ① 電力需要地に近い
- ② 敷地造成が容易
- ③ セブ港に近く、資材荷上、搬入が容易

しかし発電所地点を決定するためには、各地点の地形、海象条件にもとづく土木構築物の工事費を比較することが重要である。特にシーバース、灰捨池、冷却水路は地形、海象条件等によって工事費が大きく影響するが、我々の今回現地で得た資料だけでは、この面の優劣を判断することが出来ない。したがって、11-4-3 に述べた“発電所建設地点における諸調査”を至急実施し、地点の決定をすることが必要である。

### 11-2 建設工程

セブ火力発電所建設の標準的な工程を Fig 11-2 に示す。この工程では、工事着手後の各工程は次のようになる。

主要機器発注まで	9ヶ月
土木工事着手まで	26ヶ月
機器据付開始まで	37ヶ月
運転開始まで	50ヶ月

すなわち、建設期間は約4ケ年である。この工程は、50MW×1台の場合であるが75MWの場合でもほぼ同じである。需要想定によると1978年末に50MWのスティームプラントの運転が必要であるが、この場合は、1975年までに着工準備をととのえなければならない。

### 11-3 火力発電所の予備設計

火力発電所は将来増設されるスティームプラントも石炭専焼が可能な構成とし検討した。またスティームプラントは先行して建設されるディーゼルプラントと同一構内に併設されるものとしてセブ火力発電所の Layout を Fig 11-3.4 に示すように決定した。機器ならびに設備仕様は以下の通りである。

#### (I) 発電所設備容量

セブ火力発電所は9-2の長期電力開発計画にもとづいて設備容量を次の通りとした。



ディーゼルプラント	10MW × 5台 = 50MW	建設準備中
スチームプラント	50MW × 1台 = 50MW	今回計画
"	50MW × 1台 = 50MW	将来増設
"	75MW × 3台 = 225MW	"
合 計		375MW

## (II) 主機仕様

スチームプラント 50 MW の主機仕様は以下の通りであるが、建設具体化の時点で建設費、運転条件にもとづく経済比較、送電系統の特性などの詳細な検討の結果によっては、仕様が変更されることがある。

### 1) スチームタービン

出力	50,000kW
回転数	3,600 rpm
蒸気圧力	102 kg/cm <sup>2</sup>
蒸気温度	525 °C
排気圧力	700 mmHg
型式	排気一非再熱

### 2) ボイラ

蒸気圧力	106 kg/cm <sup>2</sup>
最大蒸発量	215 ToN/Hr
主蒸気温度	525 °C
型式	屋外式

### 3) 発電機

容量	58,824 kVA
電圧	13,800 V
力率	0.85
極数	2極
周波数	60 ヘルツ

### 4) 主要変圧器

周波数	60 ヘルツ
電圧	13.8 / 115 kV
容量	60 MVA
接続	△/Y

## (III) 開閉所構成

NPO作成の開閉所構成は、次の理由により一部変更し Fig 11-5 の構成とした。

- (1) 50MWの1台スチームプラントの電力も3巻線主要変圧器で115kVと69kV系に供給することになっているが、電力需要予測によると69kV系の電力需要は長期的に見てもあまり大きくないのでスチームプラント電力は115kVだけに供給し、開閉所建設費の軽減と系統構成の単純化を計った。
- (2) NPC案によるとスチームタービンの起動用電源は、ディーゼル units の13.8kV bus から供給することになっているが、この方式をやめスチームプラントの所内電源と発電機は低圧同期させる方式とした。この方式は経済的に有利であり、信頼性も問題はない。
- (3) 115kV系統は、NPO標準方式である1ライン2OB方式であるが、これを1ライン1OB方式とする。この理由は115kVは、2回線でVECO BANILAD 変電所に連系されることならびに最近の遮断器の信頼度が向上しているため、経済的にも有利で、制御方式も単純化することによる。

#### (IV) 貯炭場容量

貯炭場容量はスチームプラントの将来増設分を含めてすべて石炭専焼(325MW)とし、この1ヶ月分とした。

貯炭量	100,000トン
積上高さ	7m
貯炭場面積	18,000m <sup>2</sup>

#### (V) 灰捨池

灰捨池容量	50MW×1台(石炭専焼)の10年間分
総灰量	20,000トン
積上高さ	4.5m(平均水深2.5m, 水上2.0m)
灰捨池面積	60,000m <sup>2</sup>

灰捨池の容量は、初期投資を少なくするため50MW×1台の10年間分とした。したがって増設機も石炭専焼になると灰捨池の寿命は更に短くなるので、将来の拡張予定地を調査しておく必要がある。

なお、石炭灰の約50%はフライアッシュとして回収し、セメントの混合物として販売できかつ灰捨池の寿命を長くできるので市場調査をすべきである。また近くに低湿地がある場合は、埋立用に灰を用いることも検討の余地がある。

#### (VI) 揚炭装置

揚炭、運炭装置の系統をFig 11-5に示す。

なお、将来セブ炭を使用する場合は、石炭ブレンダ装置を設置する必要がある。これはボイラに出来るだけ質の一定した石炭を選炭することが安定運転上望ましいがセブ炭の発熱量、質が均一でなく、また輸入炭に対しても品質が異なるのでブレンダ装置を石炭払出系統に設置できるよ

りに考慮しておく必要がある。

#### 11-4 建設に当り留意すべき事項

##### 11-4-1 発電用水の調達

スチームプラントは、次に示すように多量の水を必要とする。

50MW × 1基                    200 ~ 250 トン/日

50MW × 2基                    350 ~ 400        #

またこの他に、ディーゼルプラント 10MW× 5 台併設する場合は約 150 トン/日の水が更に必要である。NPO の計画によれば、発電用水は地下水をくみ上げ供給することになっているが、この場合は、集水可能量を確認するためテストボーリング（複数）し、次の試験を実施する必要がある。

##### I 地下水調査

- ① 地下水位の測定
- ② 水温，電気伝導度測定
- ③ 水質調査

##### II 帯水層の調査

- ① 帯水層の空間的広がり の調査  
（地質調査，ボーリング，電氣的地下探査，弾性波地下探査）
- ② 帯水層の透水調査  
（揚水テスト，現地透水試験）

もし地下水では量質ともに不十分な場合は、河川水の取水あるいは淡水設備（海水からの）等の検討が必要になる。

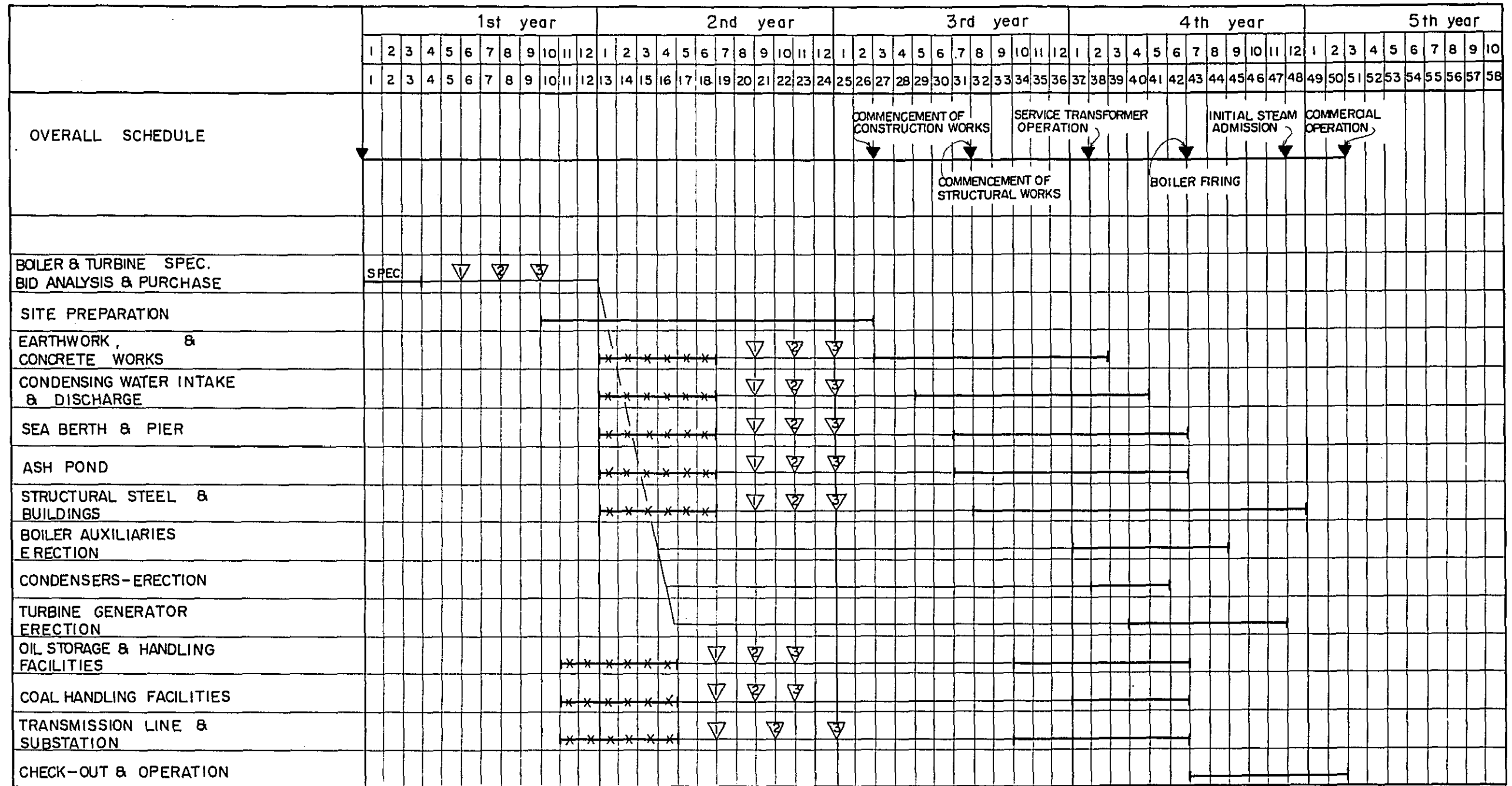
したがって至急調査に着手することが必要である。

##### 11-4-2 発電所建設地点における諸調査

火力発電所の土木関係構築物は、地形、地質等の諸データをもとに経済性を考慮し最適の工法、構造に設計される。したがってこれに必要とする次の調査を早急の実施しておかなければならない。

- (1) 発電所周辺海域の詳細海底図の作成
- (2) 発電所敷地の詳細測量
- (3)        #        の地耐力の調査
- (4) 発電所予定地点の海象，気象の連続測定ならびに同地点における過去の記録解析。

Fig 11-2. CEBU THERMAL POWER PLANT  
PROPOSED CONSTRUCTION SCHEDULE



LEGEND

----- ERECTION  
 XXXXXX DESIGN WORK  
 ▽ TENDER  
 ▽ BID  
 ▽ CONTRACT

Fig 11-3.  
CEBU THERMAL POWER STATION  
( PLAN )

0 10 20 30 40 50 100m

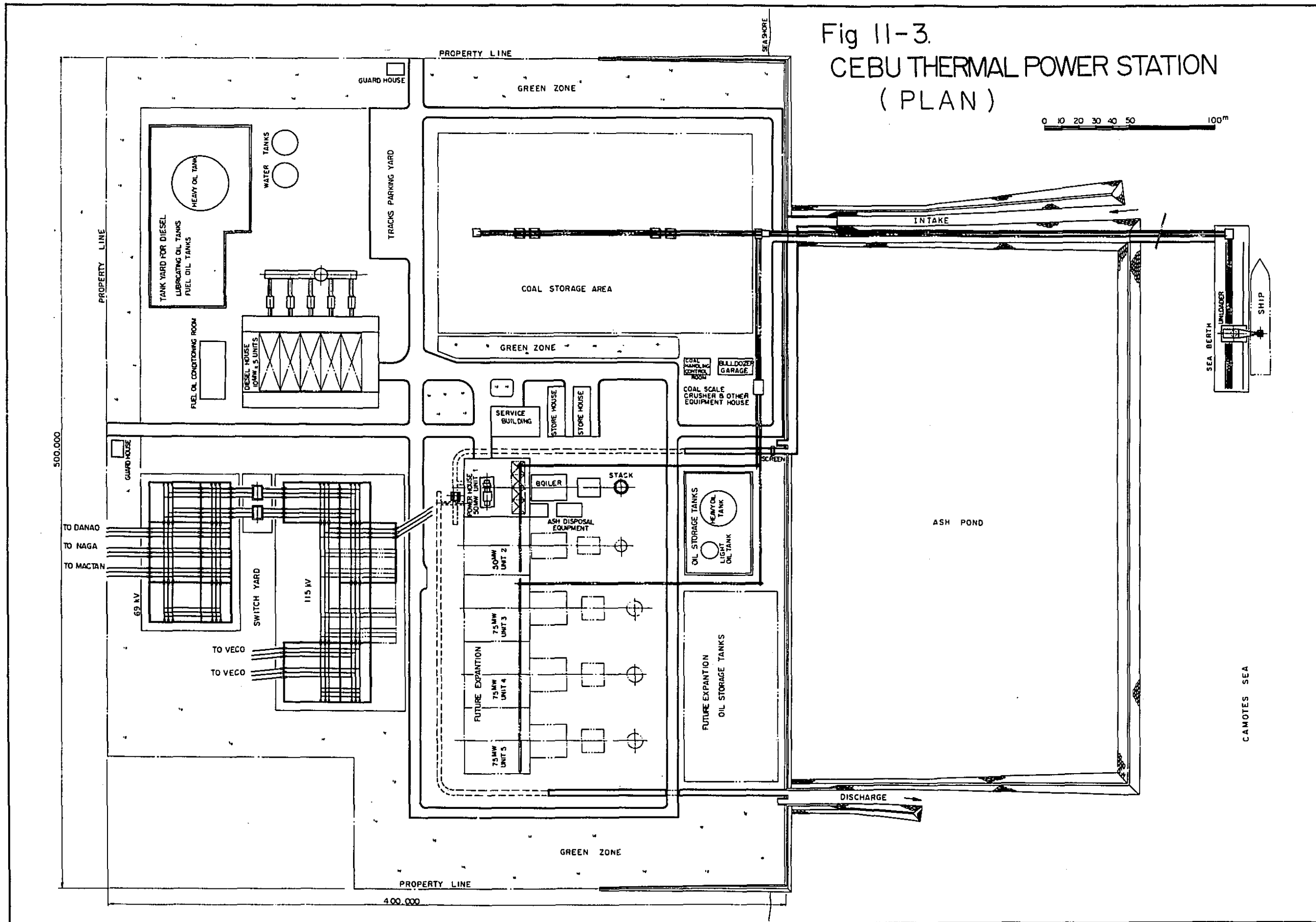
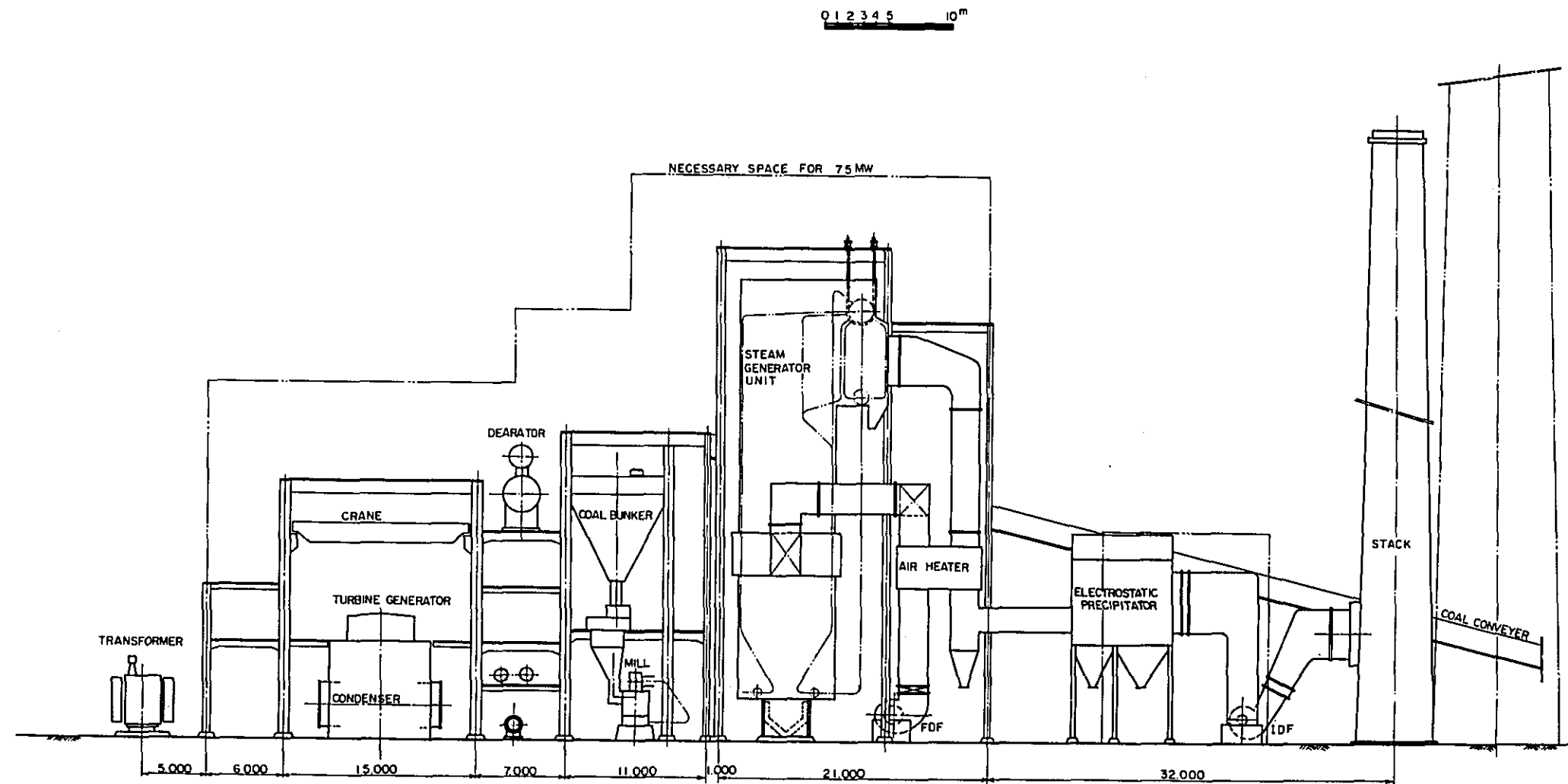


Fig 11-4.  
CEBU THERMAL POWER STATION  
SECTION (UNIT 1,2)



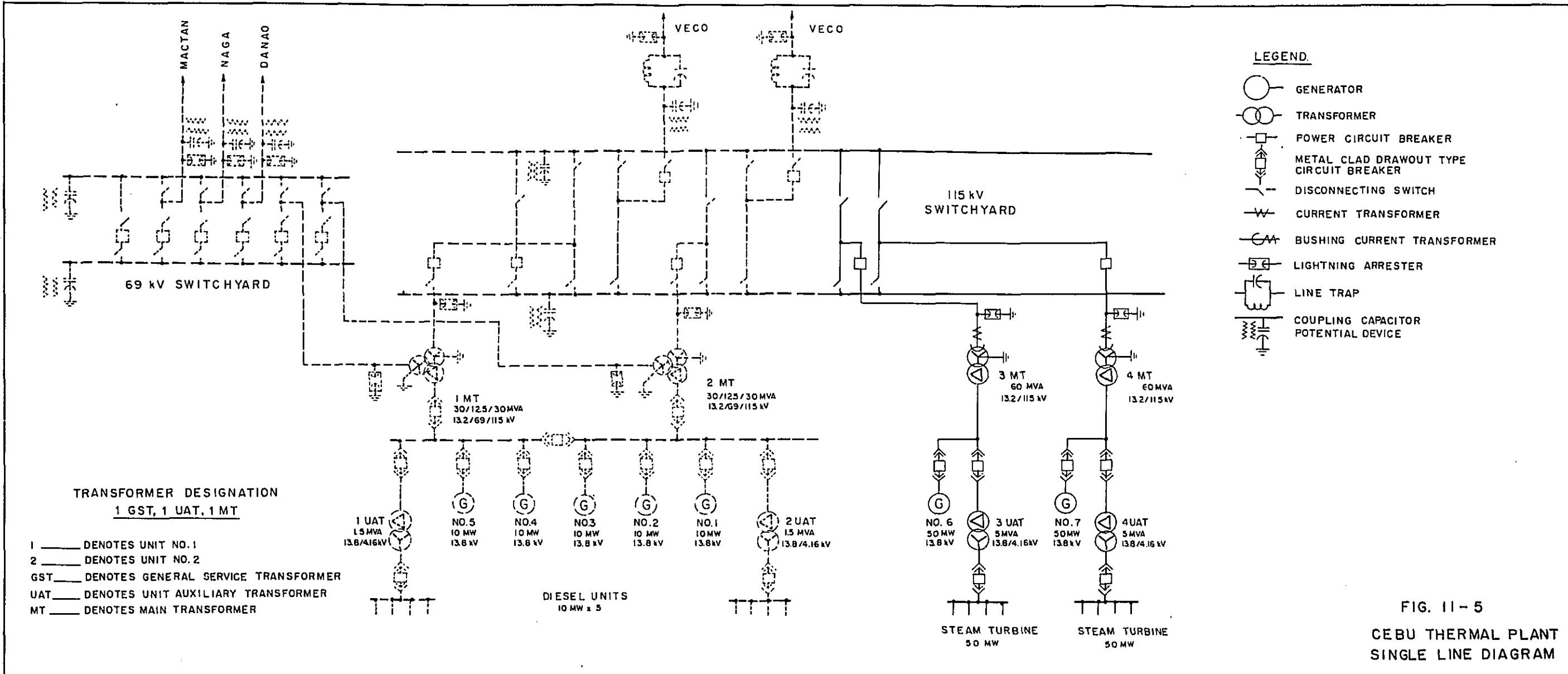
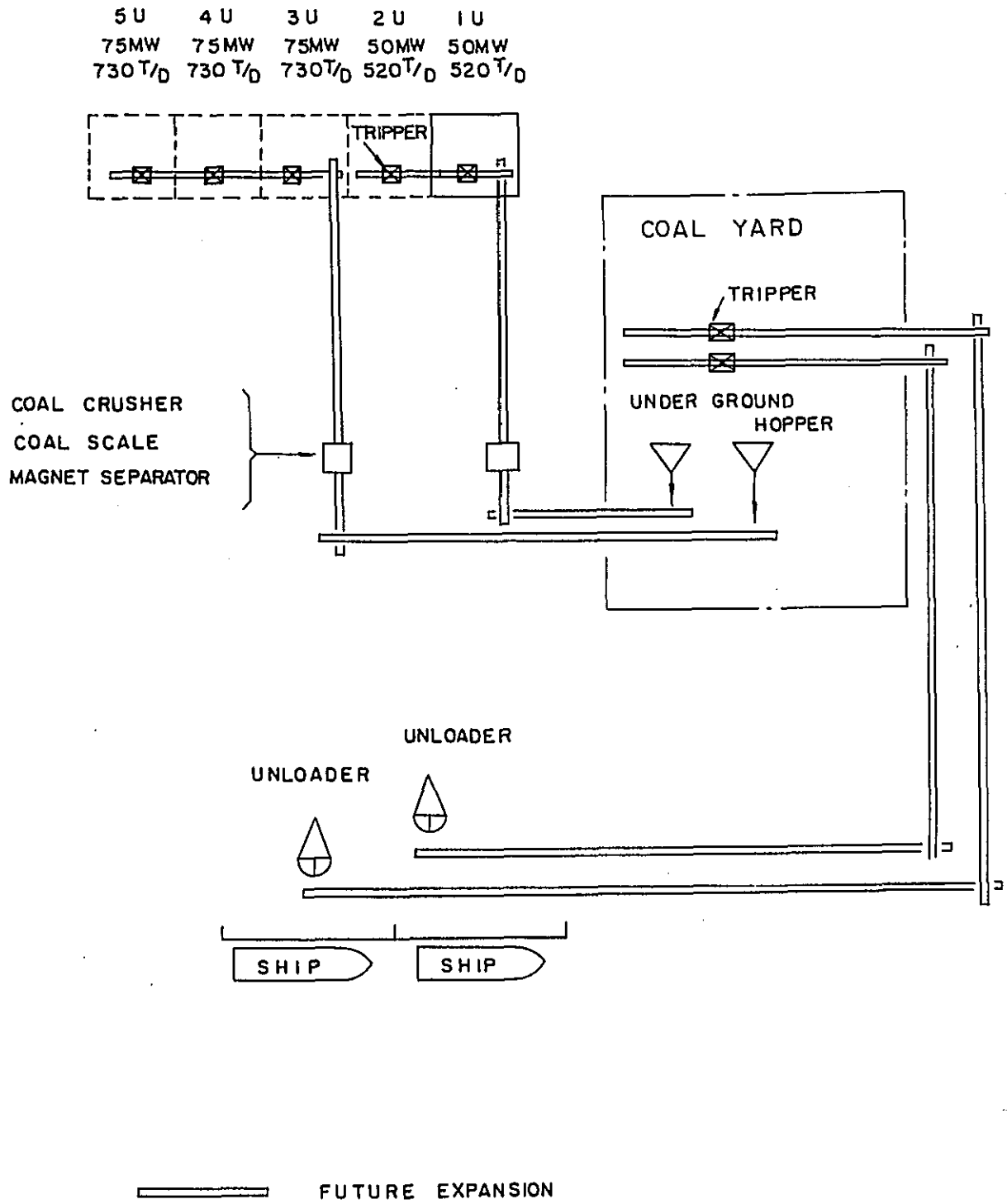


FIG. 11-5  
CEBU THERMAL PLANT  
SINGLE LINE DIAGRAM

Fig II-6. COAL HANDLING SYSTEM

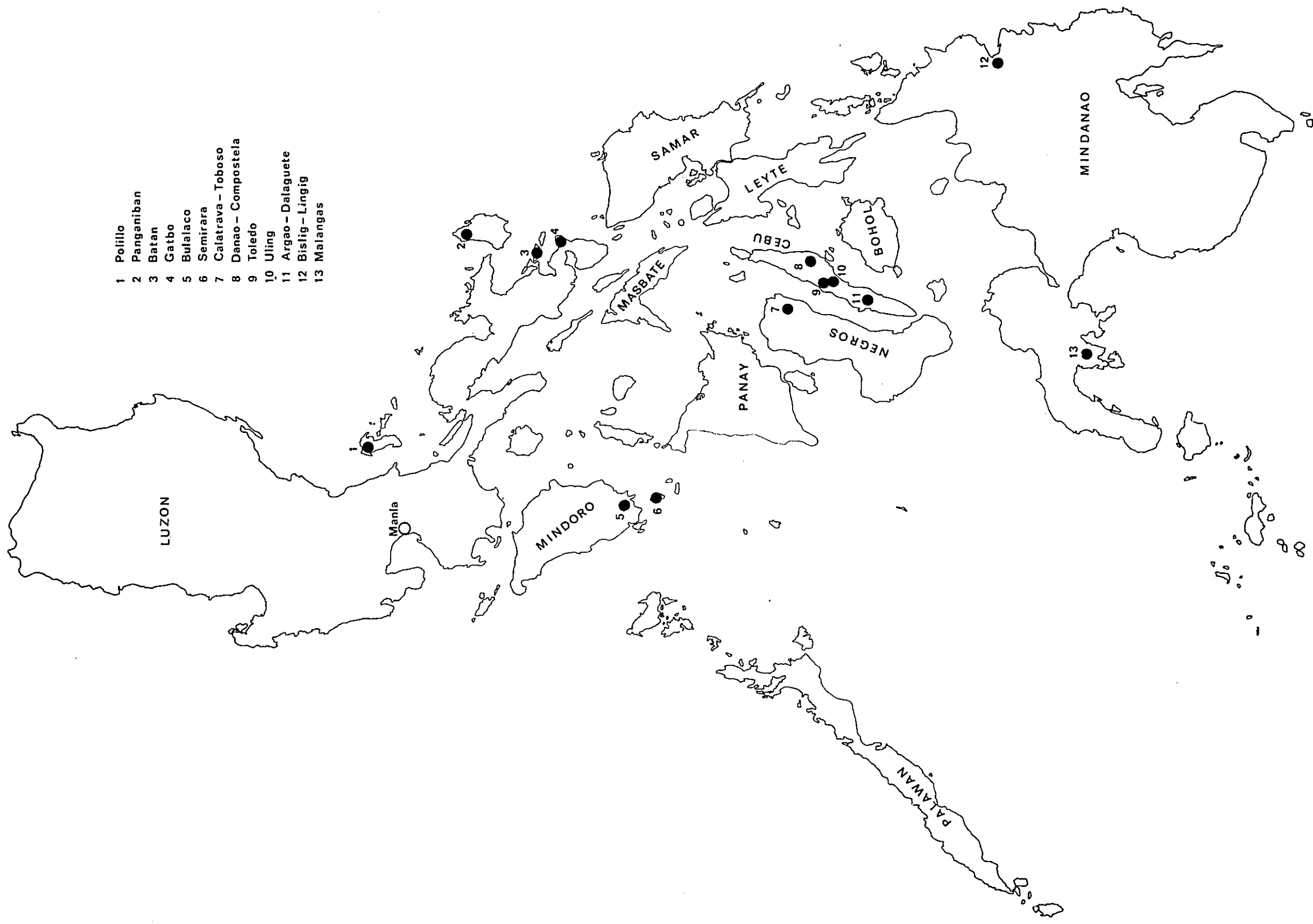


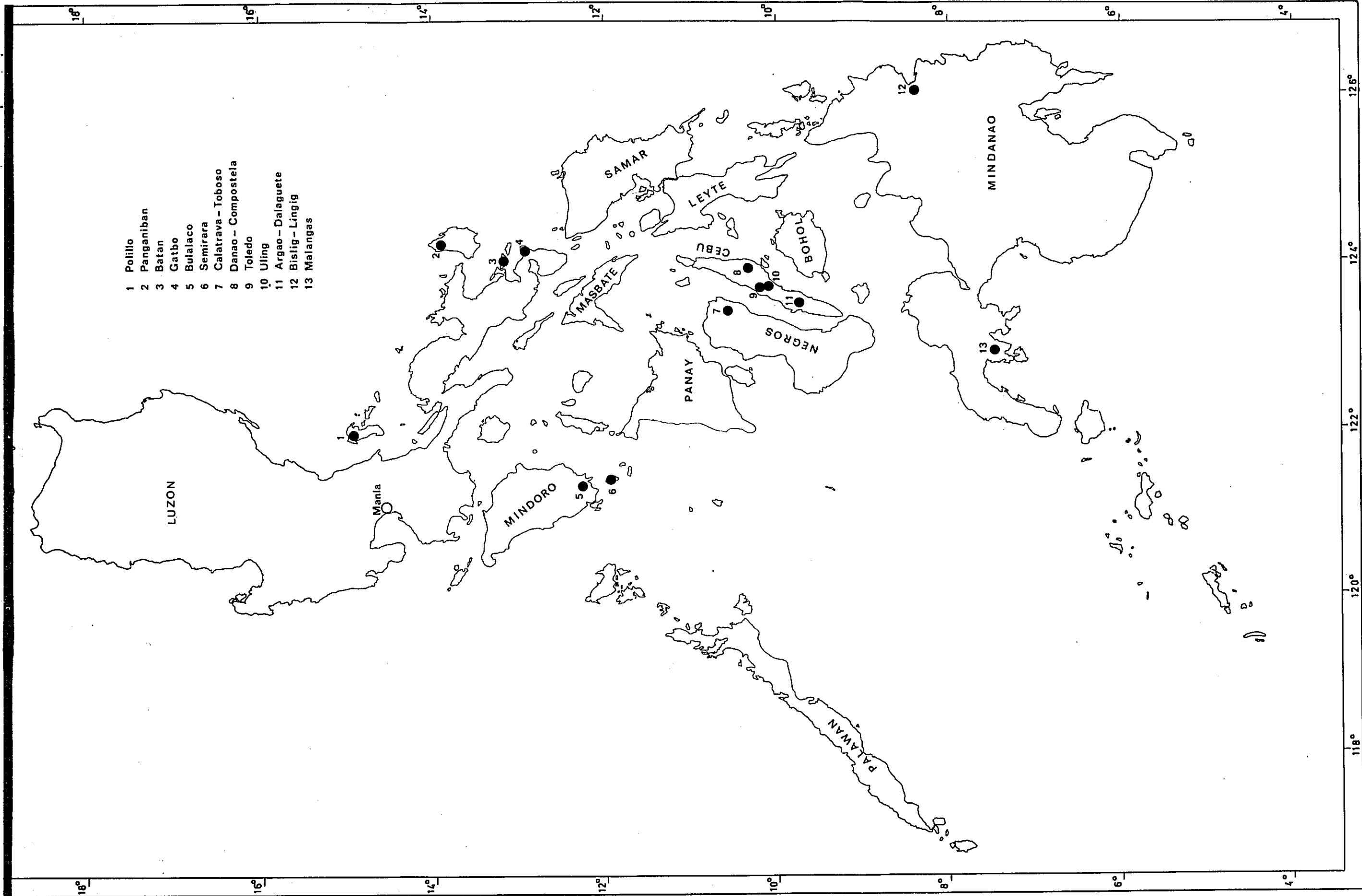


## PLATES

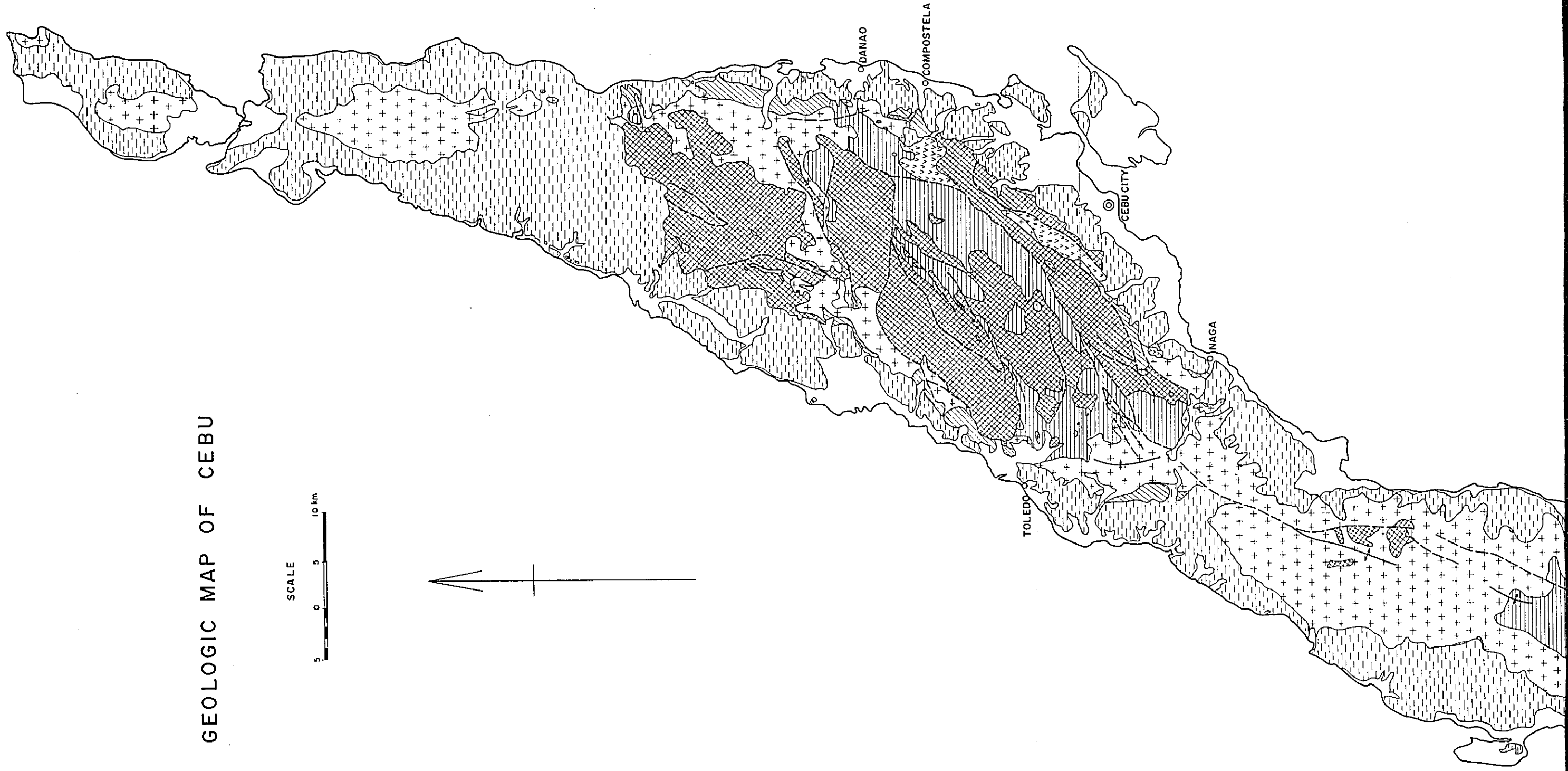
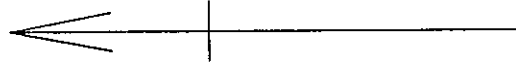
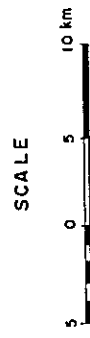
# MAIN COAL FIELDS in the PHILIPPINES

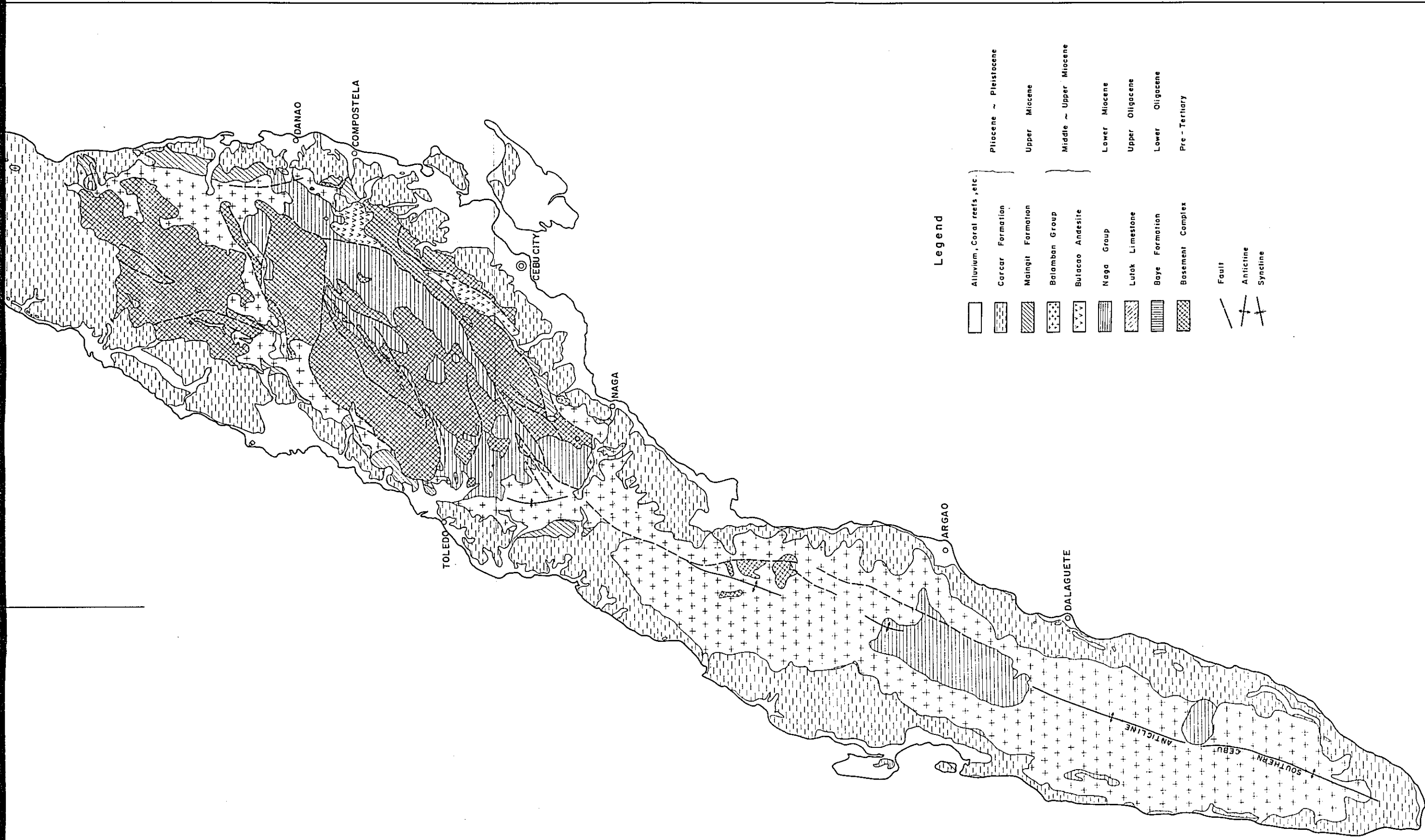
- 1 Polillo
- 2 Panganiban
- 3 Batan
- 4 Gatbo
- 5 Bulalaco
- 6 Semirara
- 7 Calatrava - Toboso
- 8 Danao - Compostela
- 9 Toledo
- 10 Uling
- 11 Argao - Dalaguete
- 12 Bislig - Lingig
- 13 Malangas





# GEOLOGIC MAP OF CEBU





**Legend**

- |  |                             |                        |
|--|-----------------------------|------------------------|
|  | Alluvium, Coral reefs, etc. | Pliocene ~ Pleistocene |
|  | Carcar Formation            |                        |
|  | Maingit Formation           | Upper Miocene          |
|  | Belamban Group              | Middle ~ Upper Miocene |
|  | Bulacao Andesite            |                        |
|  | Naga Group                  | Lower Miocene          |
|  | Lutak Limestone             | Upper Oligocene        |
|  | Boye Formation              | Lower Oligocene        |
|  | Basement Complex            | Pre-Tertiary           |
|  | Fault                       |                        |
|  | Anticline                   |                        |
|  | Syncline                    |                        |

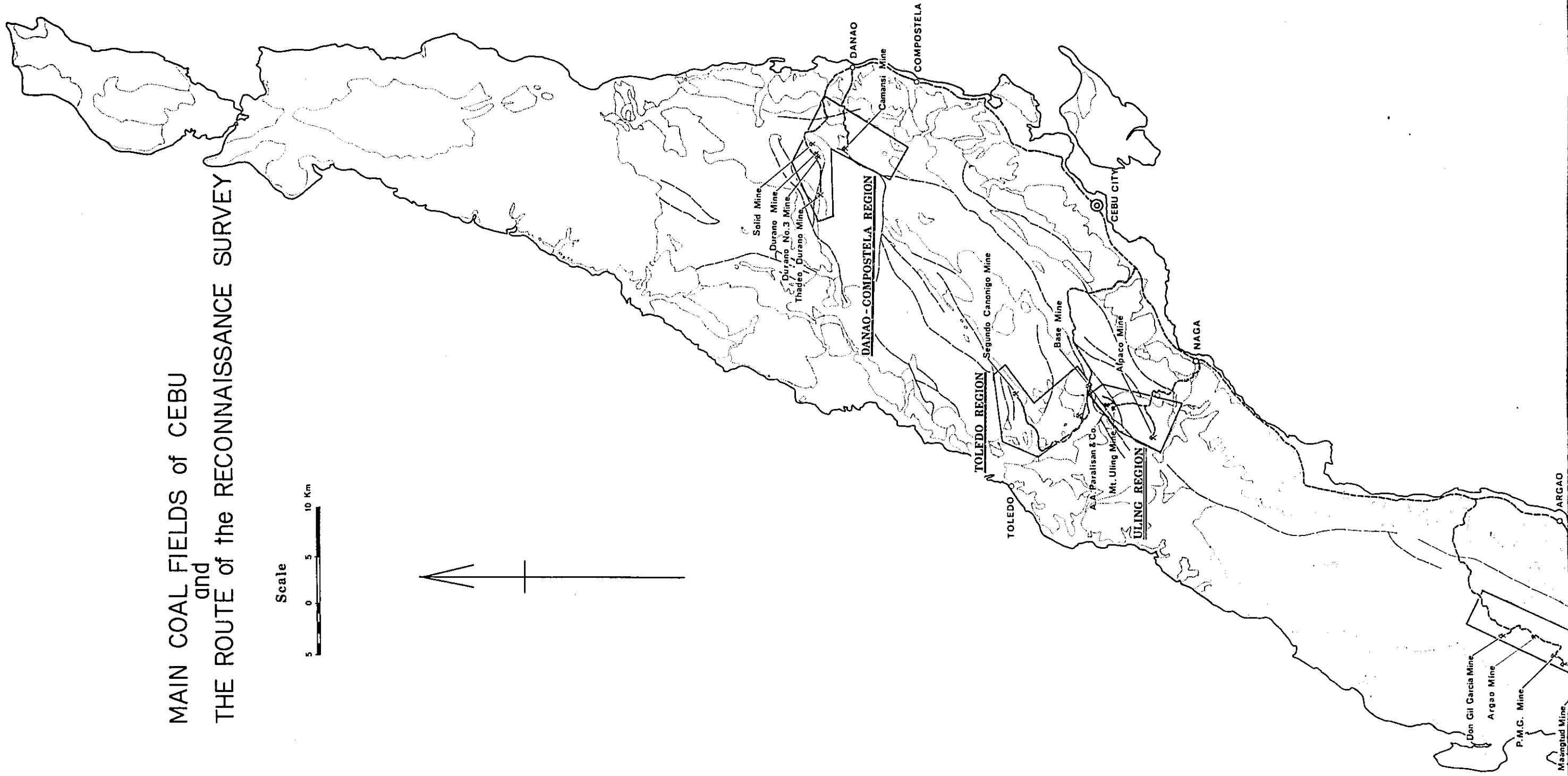
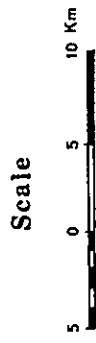
# STRATIGRAPHIC CORRELATION CHART

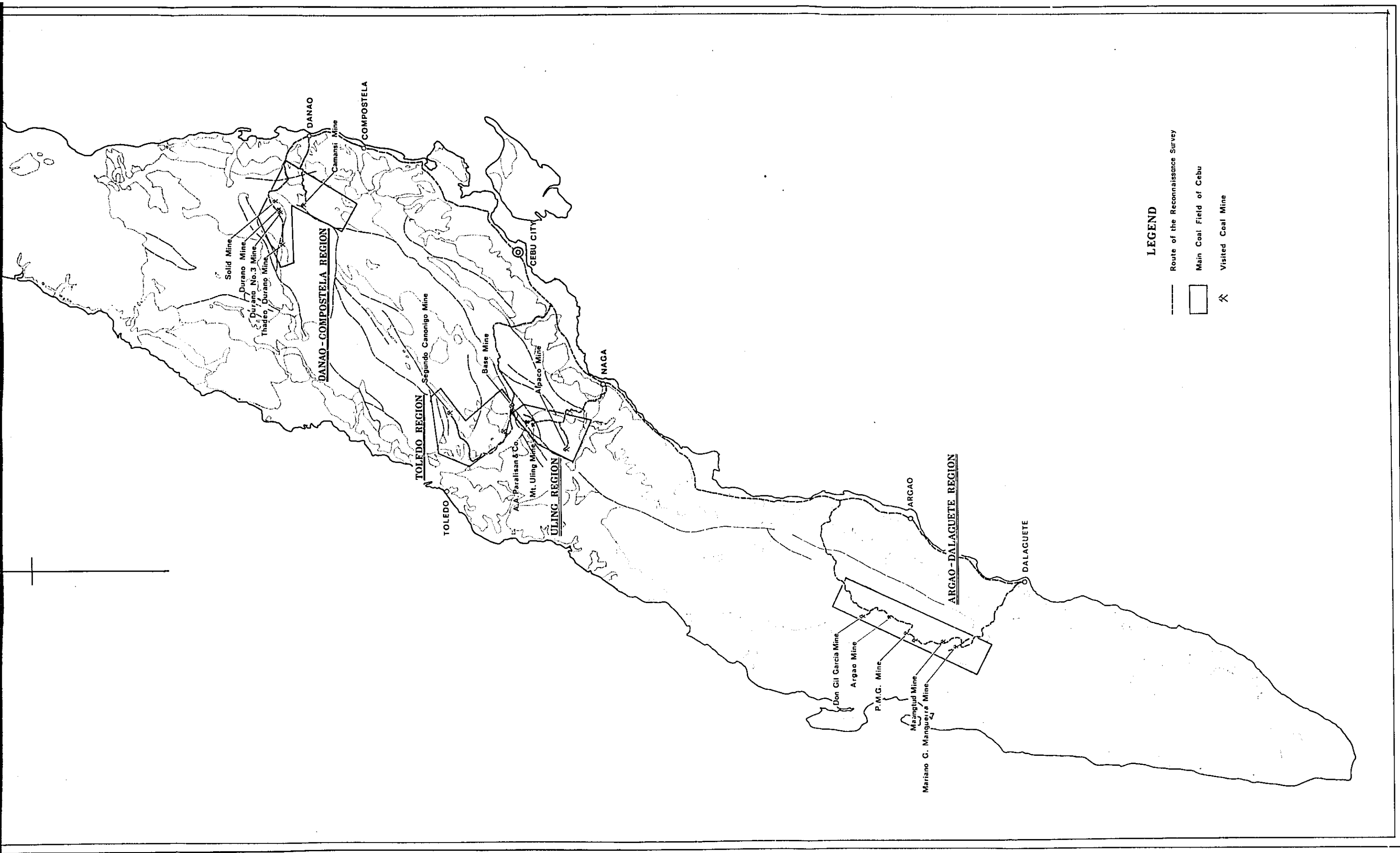
AGE		R E G I O N				
		CEBU (Geologic Map, Plate-2 Compiled by Bureau of Mine)	ARGAO-DALAGUETE (Barnes et al, 1956)	TOLEDO and ULING (Alberding, 1940)	DANAO COMPOSTELA (Alberding, 1940)	
QUATERNARY	PLEISTOCENE & RECENT	Carcar Formation	Carcar Formation	Carcar Formation	Carcar Formation	
	PLIOCENE		Carcar Formation and ....			
		MIO-PLIOCENE	Malngit Formation		Maintlg Formation	Barili Limestone (Maintlg Formation)
	TERTIARY	MIOCENE	MIDDLE AND UPPER	Balamban Group		
MIDDLE AND UPPER			Bulacao Andesite	...Balamban Group undifferentiated	Toledo Shale	Toledo Shale
TERTIARY	MIOCENE	LOWER	Naga Group	Argao Group	Balamban Group	Balamban Group
			Naga Group	Linut-ad Formation <sup>⊙</sup>	Malubog Formation <sup>⊙</sup>	Matubog Formation <sup>⊙</sup> (with Binabac Limestone)
TERTIARY	MIOCENE	LOWER	Naga Group	Butong Limestone	Naga Group	Cebu Orbitoid Limestone
			Naga Group	Calagasan Formation <sup>⊙</sup>	Cebu Orbitoid Limestone	Cebu Coal Measure <sup>⊙</sup>
TERTIARY	MIOCENE	LOWER	Naga Group	Alpaco Silt	Naga Group	Cebu Coal Measure <sup>⊙</sup>
			Naga Group	Binabac Limestone	Naga Group	
TERTIARY	MIOCENE	LOWER	Naga Group	Cantabaco Shale	Naga Group	
			Naga Group		Naga Group	
TERTIARY	MIOCENE	LOWER	Naga Group		Naga Group	
			Naga Group		Naga Group	
CRETACEOUS	Eocene to Oligocene	MIDDLE TO UPPER	Lutok Limestone Baye Formation			
			Lutok Limestone Baye Formation			
CRETACEOUS	MIDDLE TO UPPER	MIDDLE TO UPPER	Basement Complex	Pandan Formation	Basement Complex	Basement Complex
			Basement Complex	Pandan Formation	Basement Complex	Basement Complex

⊙ Coal bearing unit

Modified from Barnes et al. 1956

# MAIN COAL FIELDS of CEBU and THE ROUTE of the RECONNAISSANCE SURVEY





**LEGEND**

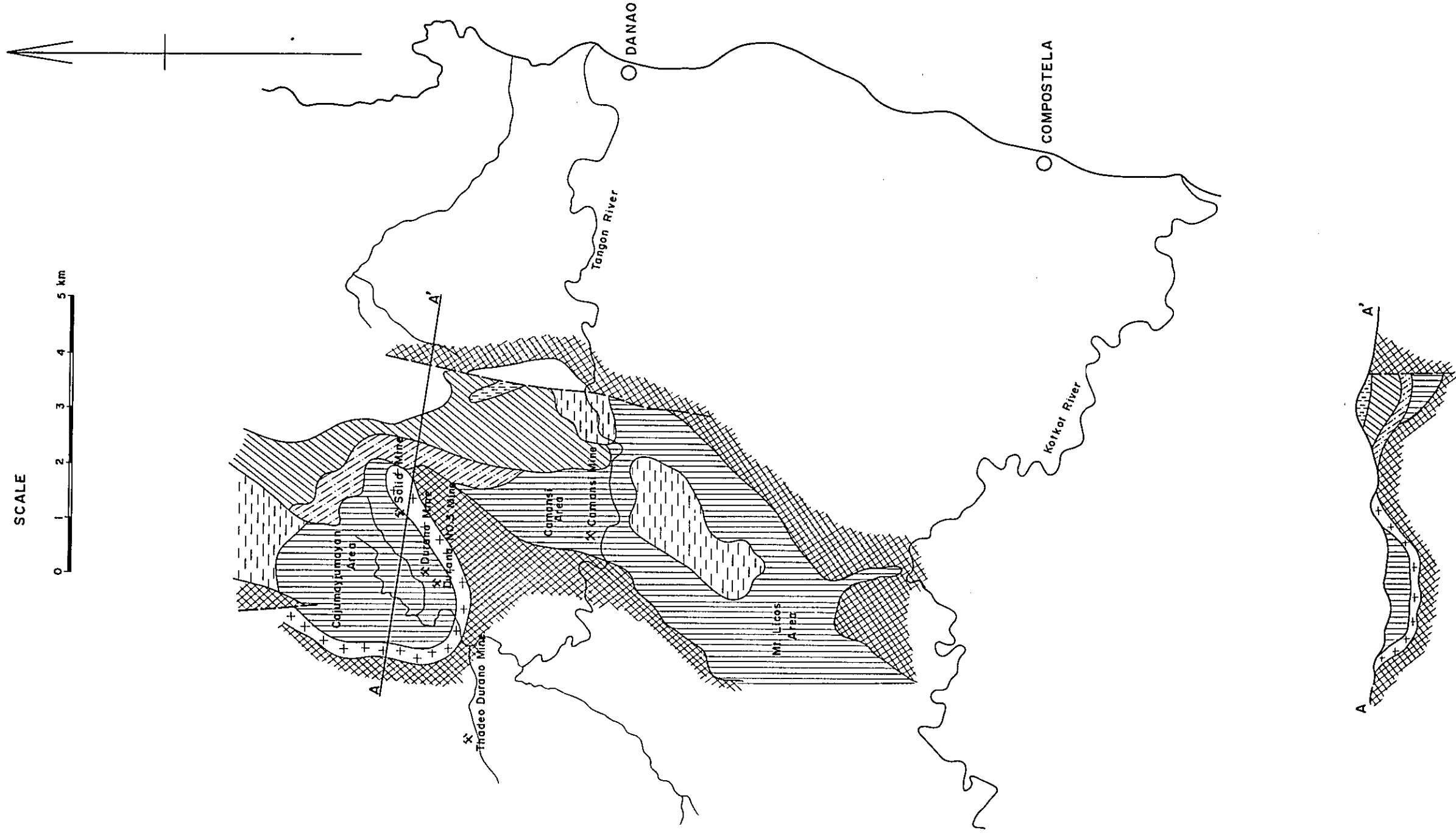
--- Route of the Reconnaissance Survey

□ Main Coal Field of Cebu

⊗ Visited Coal Mine



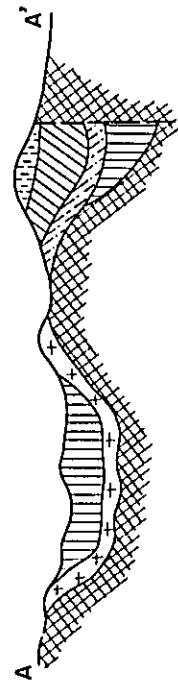
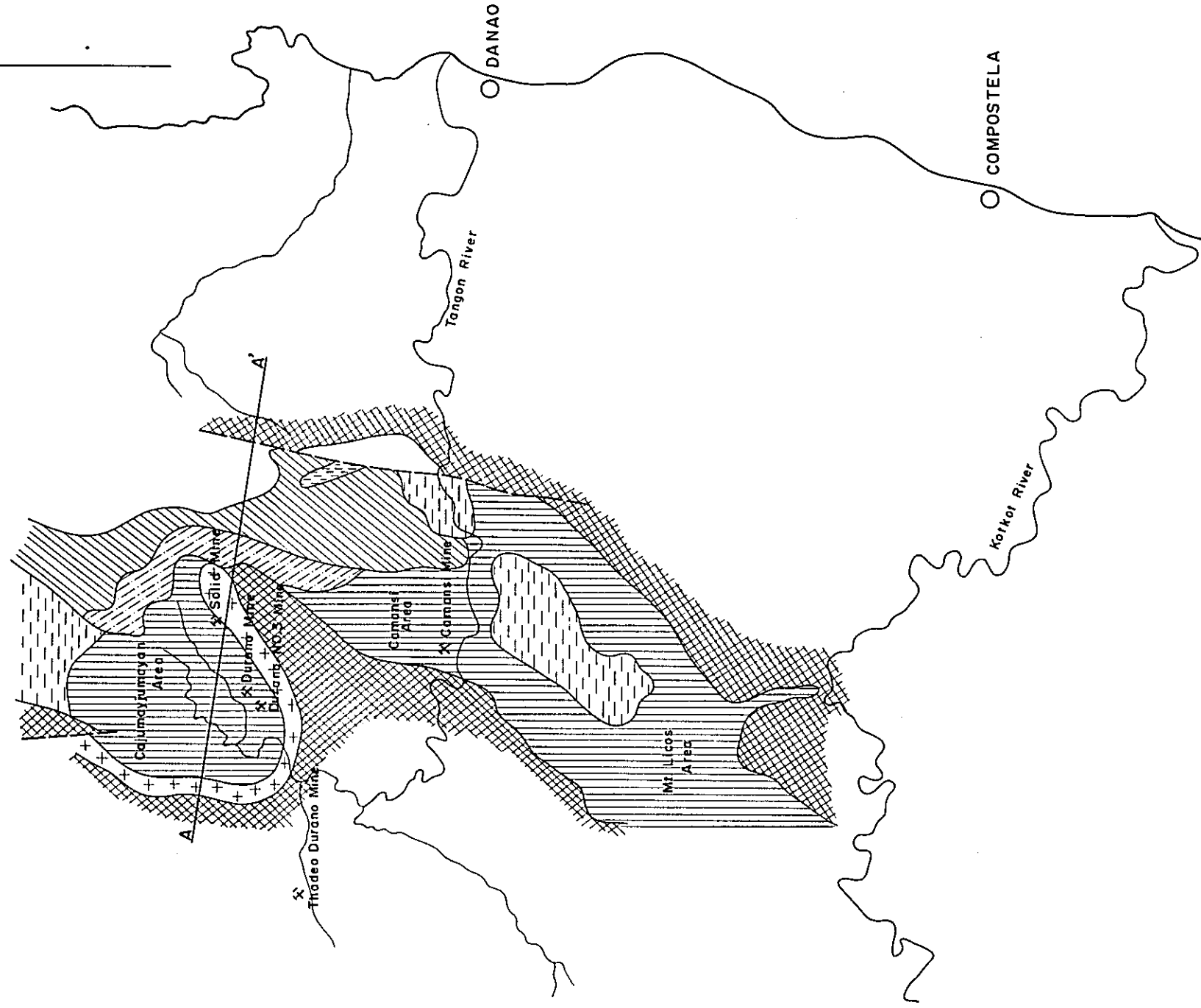
# GEOLOGIC MAP AND SECTION OF DANAOS - COMPOSTELA REGION



## Legend

- Barili Limestone
  - Toledo Shales
  - Danaos Coal Measures
- Balamban Group

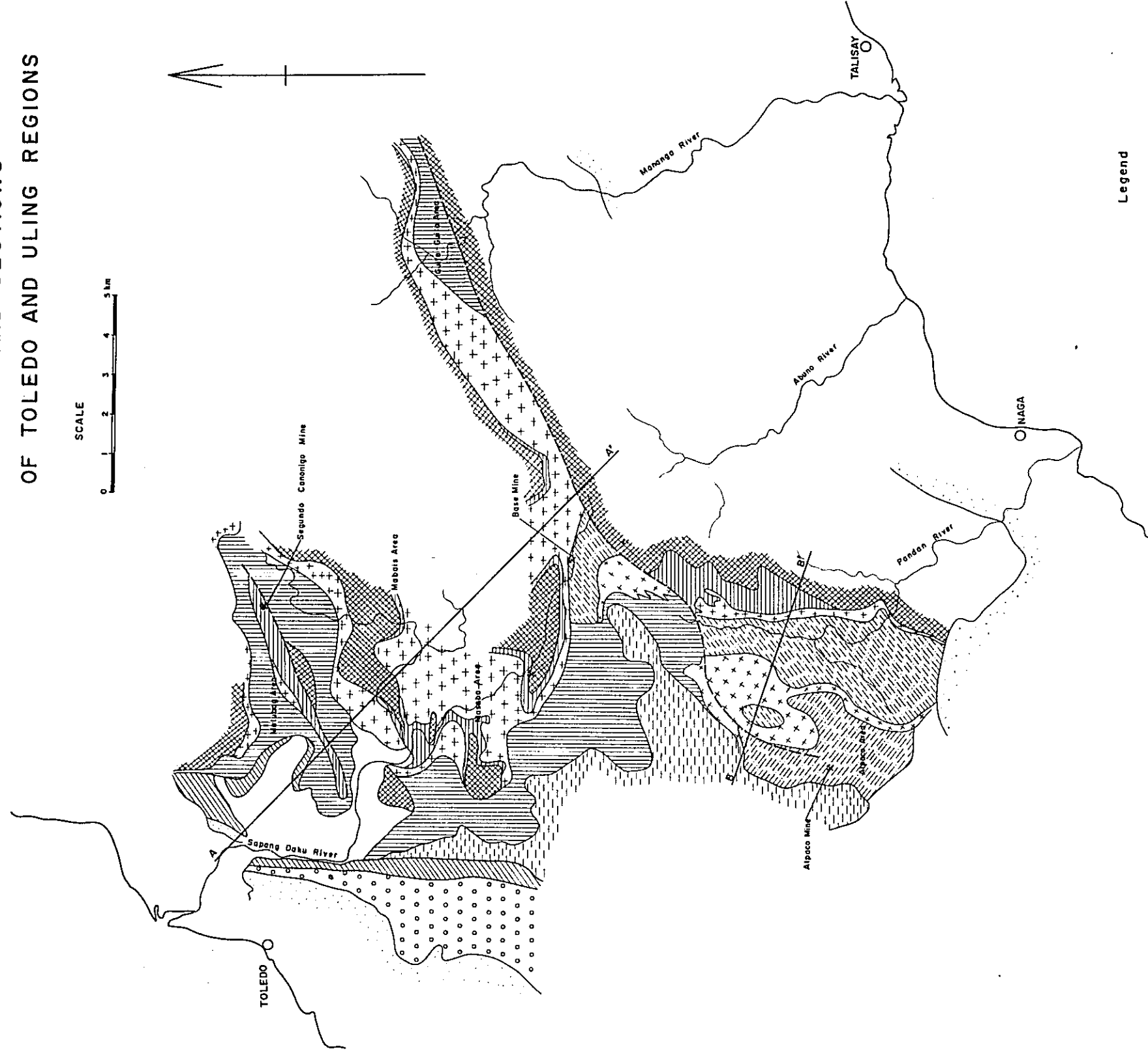
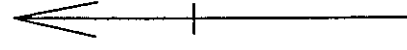
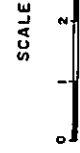
0 1 2 3 4 5 km



Legend

- |  |                         |                  |
|--|-------------------------|------------------|
|  | Barili Limestone        |                  |
|  | Toledo Shales           |                  |
|  | Danao Coal Measures     | } Balamban Group |
|  | Mt. Uling Limestone     |                  |
|  | Malubog Formation       |                  |
|  | Cebu Orbifold Limestone | } Naga Group     |
|  | Basement Complex        |                  |

# GEOLOGIC MAP AND SECTIONS OF TOLEDO AND ULING REGIONS



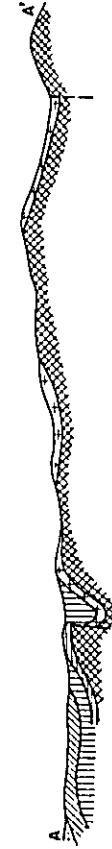
### Legend

- Carcar Limestone
- Maingit Formation
- Toledo Shale
- Mt. Uling Limestone
- Malabog Formation
- Cebu Orbifold Limestone
- Cebu Coal Measures
- Basement Complex

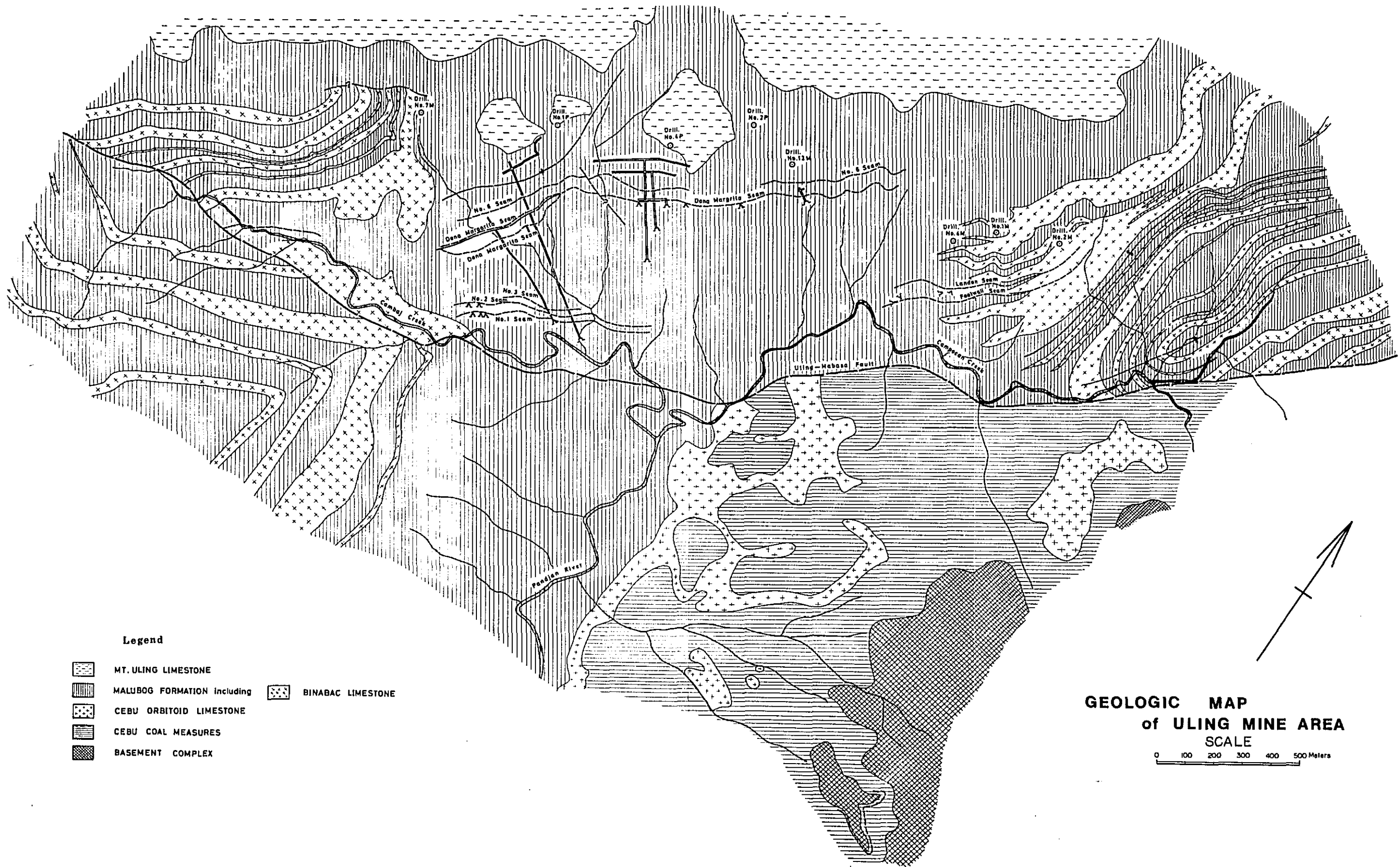
- Alpacó Silt
- Binabac Limestone
- Cantebece Shale

Boanban Group







Naga Group



By J. N. Mellister and H. Alwarding, 1940



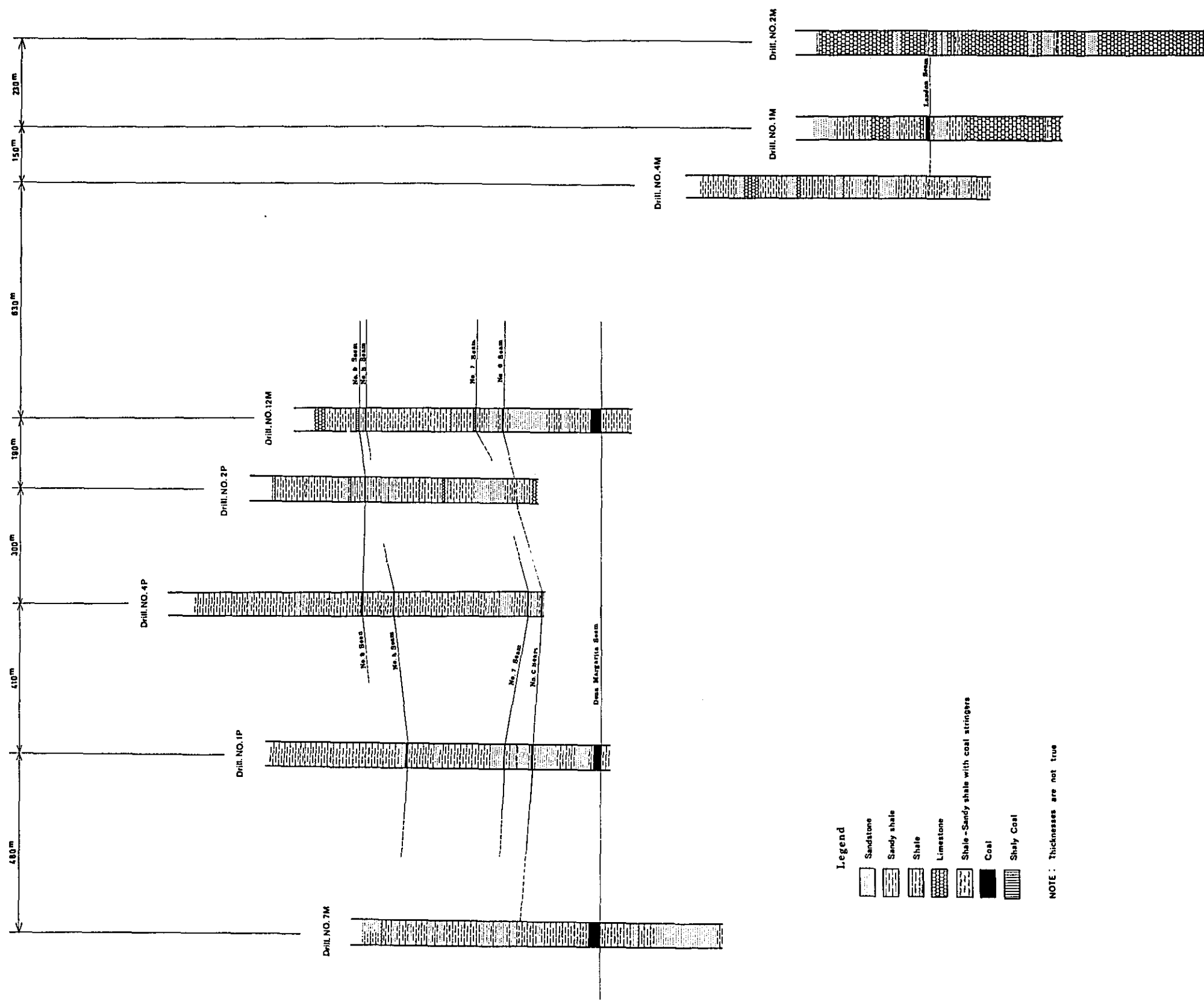
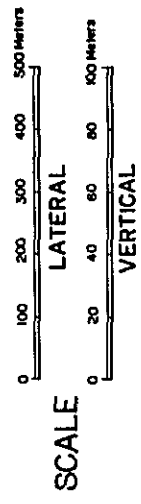
Legend

-  MT. ULING LIMESTONE
-  MALUBOG FORMATION including  BINABAC LIMESTONE
-  CEBU ORBITOID LIMESTONE
-  CEBU COAL MEASURES
-  BASEMENT COMPLEX

GEOLOGIC MAP  
of ULING MINE AREA  
SCALE

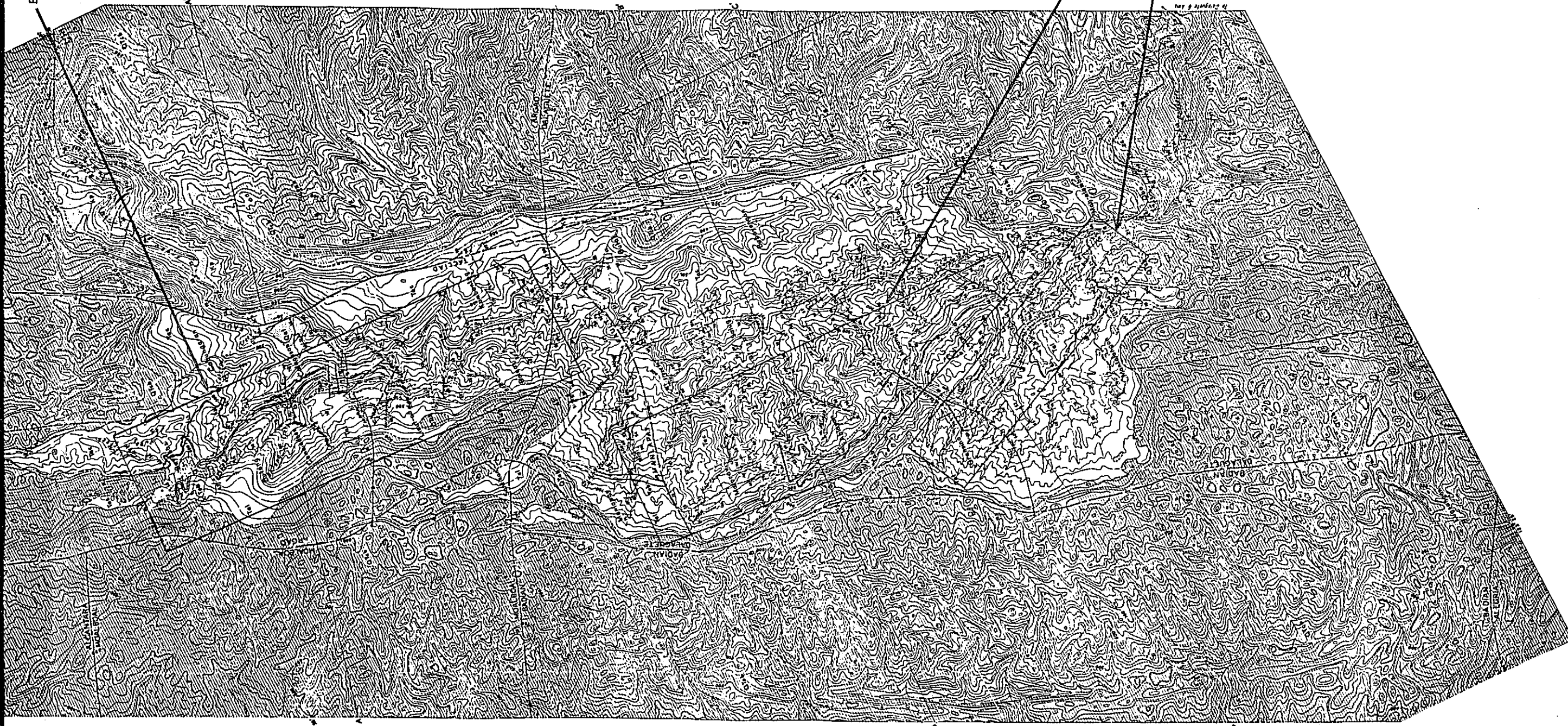
0 100 200 300 400 500 Meters

# CORRELATION of COLUMNER SECTIONS of ULING MINE AREA





BAYABAS - BALAAS AREA



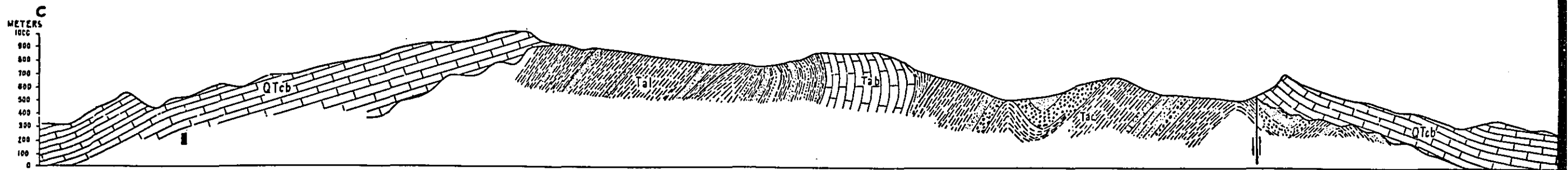
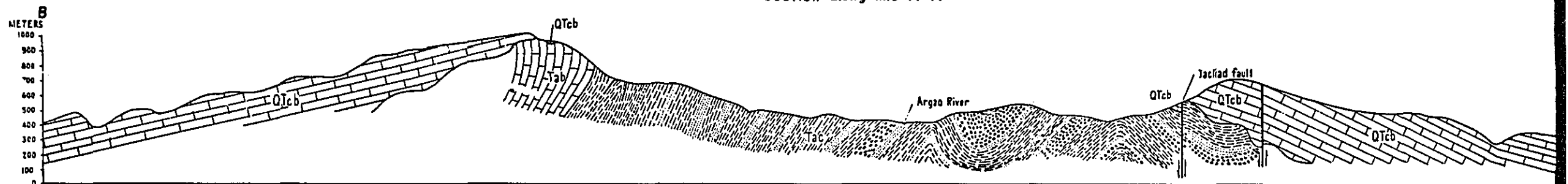
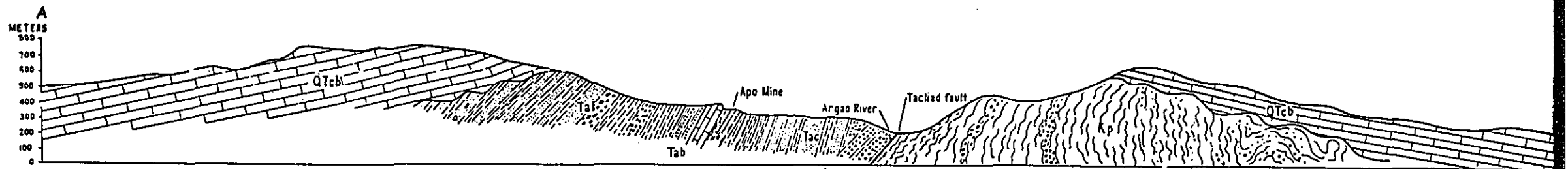
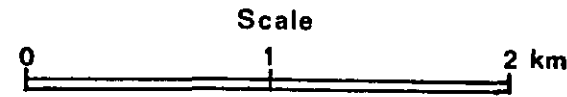
MANLAPAY - DUMALAN AREA

GRANSINA - MANTALONGON AREA

**EXPLANATION**

	1:50,000
	1:25,000
	1:12,500
	1:6,250
	1:3,125
	1:1,562
	1:781
	1:390
	1:195
	1:97
	1:48
	1:24
	1:12
	1:6
	1:3
	1:1
	1:0.5
	1:0.25
	1:0.125
	1:0.0625
	1:0.03125
	1:0.015625
	1:0.0078125
	1:0.00390625
	1:0.001953125
	1:0.0009765625
	1:0.00048828125
	1:0.000244140625
	1:0.0001220703125
	1:0.00006103515625
	1:0.000030517578125
	1:0.0000152587890625
	1:0.00000762939453125
	1:0.000003814697265625
	1:0.0000019073486328125
	1:0.00000095367431640625
	1:0.000000476837158203125
	1:0.0000002384185791015625
	1:0.00000011920928955078125
	1:0.000000059604644775390625
	1:0.0000000298023223876953125
	1:0.00000001490116119384765625
	1:0.000000007450580596923828125
	1:0.0000000037252902984619140625
	1:0.00000000186264514923095703125
	1:0.000000000931322574615478515625
	1:0.00000000046566128730773928125
	1:0.000000000232830643653869640625
	1:0.0000000001164153218269348203125
	1:0.00000000005820766091346741015625
	1:0.000000000029103830456733705078125
	1:0.0000000000145519152283668525390625
	1:0.00000000000727595761418342626953125
	1:0.000000000003637978807091713134765625
	1:0.0000000000018189894035458565673828125
	1:0.00000000000090949470177292828369140625
	1:0.000000000000454747350886464141845703125
	1:0.0000000000002273736754432320709228515625
	1:0.000000000000113686837721616035461428125
	1:0.0000000000000568434188608072727307140625
	1:0.0000000000000284217094304036363635703125
	1:0.00000000000001421085471520181818178515625
	1:0.0000000000000071054273576009090908928125
	1:0.00000000000000355271367880045454544640625
	1:0.000000000000001776356839400227272723203125
	1:0.0000000000000008881784197001136363616015625
	1:0.00000000000000044408920985005681818080078125
	1:0.000000000000000222044604925028409090400390625
	1:0.0000000000000001110223024625142045452001953125
	1:0.000000000000000055511151231257102272710009765625
	1:0.00000000000000002775557561562855113636350048828125
	1:0.0000000000000000138777878078142755681817500244140625
	1:0.000000000000000006938893903907137779090875001220703125
	1:0.000000000000000003469446951953568889545443750006103515625
	1:0.000000000000000001734723475976784444772722187500030517578125
	1:0.00000000000000000086736173798839222238636109375000152587890625
	1:0.0000000000000000004336808689941961111931805468750000762939453125
	1:0.000000000000000000216840434497098055596590273437500003814697265625
	1:0.00000000000000000010842021724854902779829513671875000019073486328125
	1:0.0000000000000000000542101086242745138991475683593750000095367431640625
	1:0.000000000000000000027105054312137256949573784179687500000476837158203125
	1:0.00000000000000000001355252715606862847478689208984375000002384185791015625
	1:0.0000000000000000000067762635780343142373944460449218750000011920928955078125
	1:0.00000000000000000000338813178901715711869722302246093750000059604644775390625
	1:0.0000000000000000000016940658945085785593486151130304687500000298023223876953125
	1:0.00000000000000000000084703294725428927796743075565150154296875000001490116119384765625
	1:0.00000000000000000000042351647362714463898371537782575077147343750000007450580596923828125
	1:0.000000000000000000000211758236813572319491857688912875037367187500000037252902984619140625
	1:0.00000000000000000000010587911840678615974592884445643750186264514923095703125
	1:0.0000000000000000000000529395592033930798729644222282187500931322574615478515625
	1:0.00000000000000000000002646977960169653993648221111413750046566128730773928125
	1:0.000000000000000000000013234889800848269968241105570687500232830643653869640625
	1:0.00000000000000000000000661744490042413498412052778534375011641532182693486328125
	1:0.0000000000000000000000033087224502120674920602638926718750058207660913467431640625
	1:0.00000000000000000000000165436122510603374603013194633593750029103830456733705078125
	1:0.000000000000000000000000827180612553016733015065973167968750145519152283668525390625
	1:0.00000000000000000000000041359030627650836650753298658398437500727595761418342626953125
	1:0.0000000000000000000000002067951531382541832537664932919921875003637978807091713134765625
	1:0.00000000000000000000000010339757656912709162688324664599609375018189894035458565673828125
	1:0.0000000000000000000000000516987882845635458134416233229980468750090949470177292828125
	1:0.000000000000000000000000025849394142281772906720811661499023437500454747350886464141845703125
	1:0.00000000000000000000000001292469707114288858134404083074951171875002273736754432320709228515625
	1:0.000000000000000000000000006462348535571444290672040416247759259289578125
	1:0.000000000000000000000000003231174267785722145336020208123879647890625
	1:0.0000000000000000000000000016155871338928610716801010406194398234375018189894035458565673828125
	1:0.000000000000000000000000000807793566946430535840050520309719647890625
	1:0.00000000000000000000000000040389678347321527192002526015485982343750090949470177292828125
	1:0.0000000000000000000000000002019483917366076359600126300774299117187500454747350886464141845703125
	1:0.00000000000000000000000000010097419586830381798000631503871495598234375002273736754432320709228515625

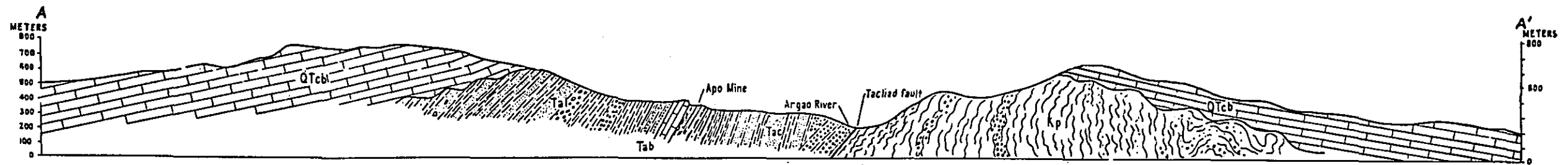
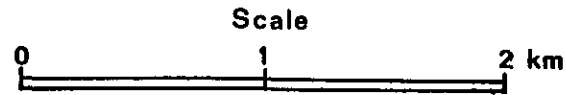
# Geologic Sections of Argao-Dalaguete Region



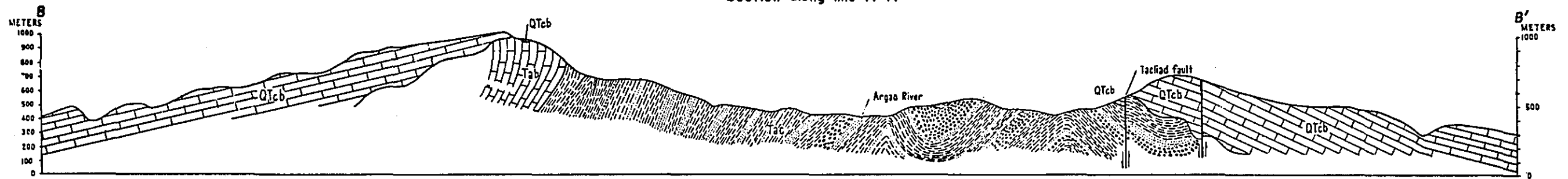
By Harley Barnes, Cresencio P. Jongco,  
Generoso C. Lazaga, Juan E. Pilac and Harold E. Vokes, 1956



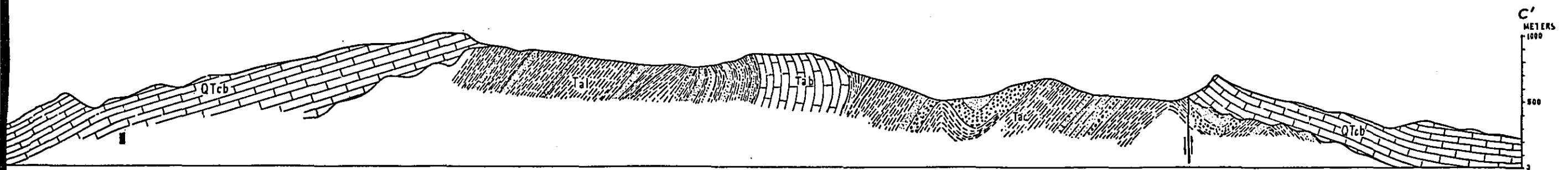
# Geologic Sections of Argao-Dalaguete Region



Section along line A-A'

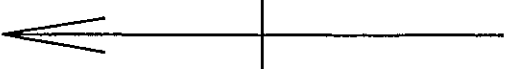
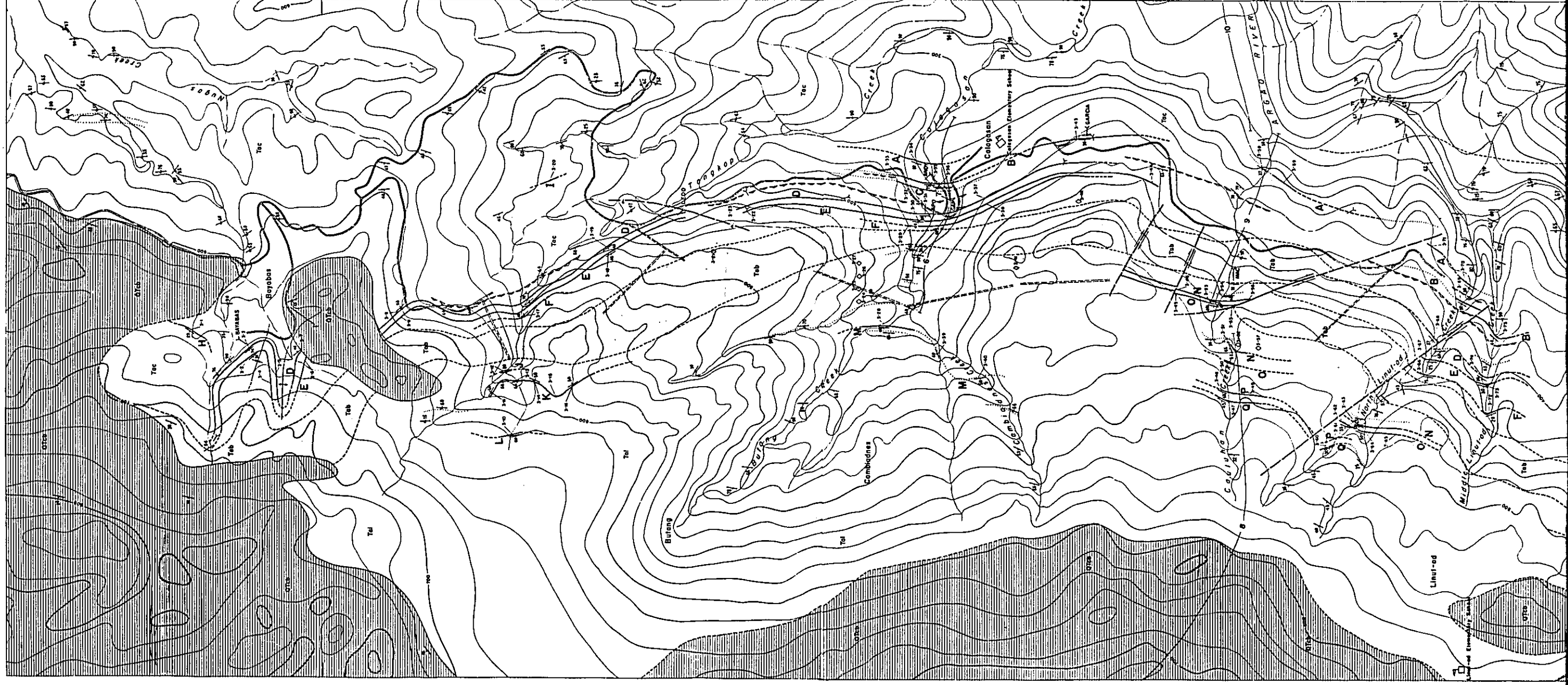


Section along line B-B'





























Section along line C-C'

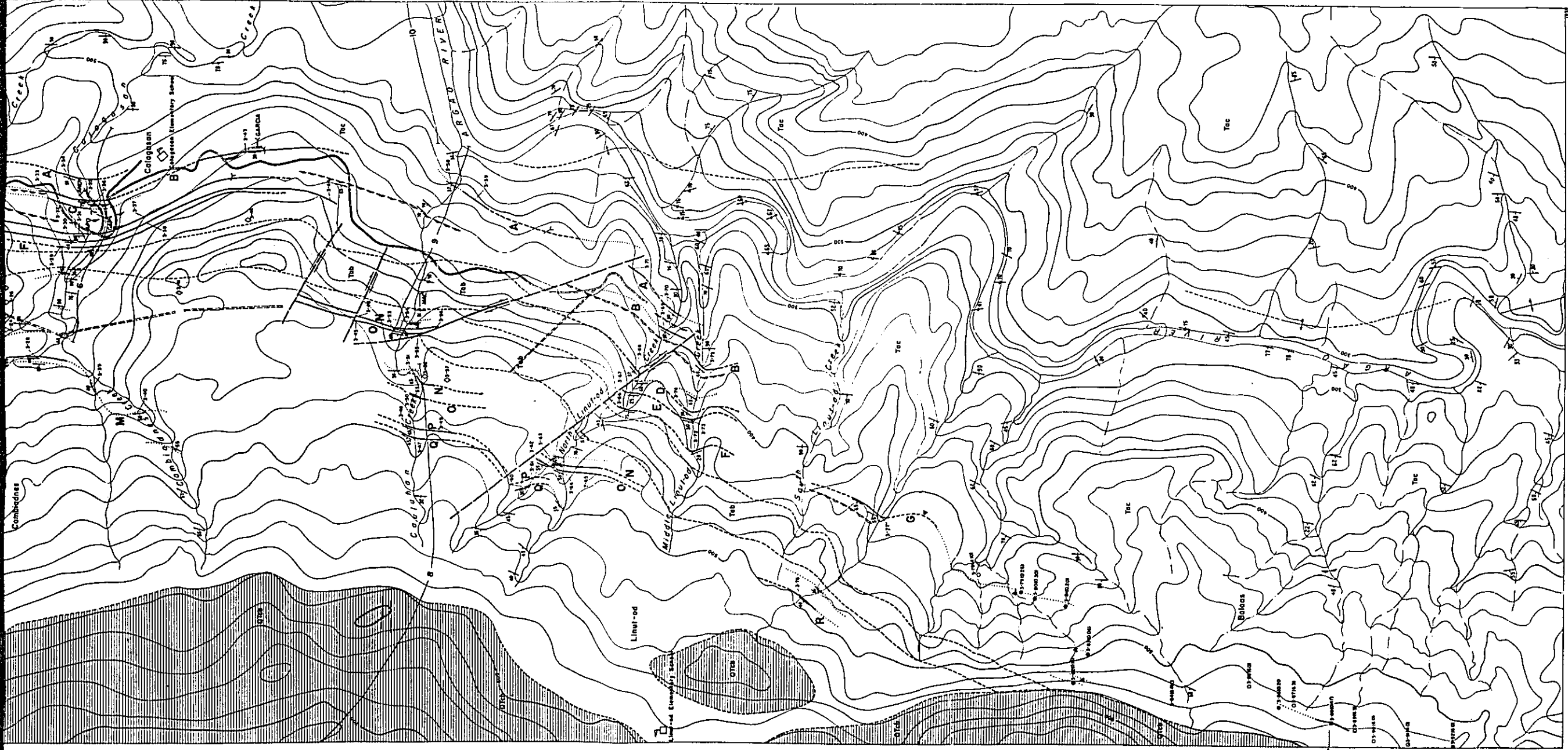
By Harley Barnes, Cresencio P. Jongco,  
Generoso C. Lazaga, Juan E. Pilac and Harold E. Vokes, 1956



**EXPLANATION**

 Carbon formation and Recent(?)  
 Bohemian group, undifferentiated  
**UNCONFORMITY**  
 Argao group, undifferentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated  
 Argao group, differentiated

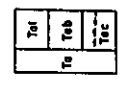
**EXPLANATION**  
 Outcrop or trace of coal bed,  
 coal more than 35 centimeters thick  
 Solid line where continuity of bed considered certain,  
 dashed line where continuity of bed considered probable.  
 Letter used to show correlation of beds Triangle marks  
 coal outcrop with undetermined strike and dip  
 A B  
 Outcrop or trace of coal bed,  
 coal less than 35 centimeters thick  
 Contact  
 Dashed where approximately located  
 Doubtful or probable fault  
 Fault, showing relative movement  
 Dashed where approximately located  
 Anticline  
 Showing trace of axial plane  
 Dashed where approximately located  
 Syncline  
 Showing trace of axial plane  
 Dashed where approximately located



**EXPLANATION**

Coal formation and  
Balaas group, undifferentiated  
TERTIARY  
AND  
QUATERNARY

UNCONFORMITY



Areas group  
Areas group undifferentiated, Tca, Linao-d  
formation, Tcb, coal-bearing, Balaas  
group, Tcc, Cebu formation, Tca, coal-  
bearing, showing arbitrary sequence

Outline or trace of coal bed;  
coal more than 35 centimeters thick  
Solid line where continuity of bed considered certain,  
dashed line where continuity of bed considered probable,  
dotted line where continuity of bed considered possible.  
Coal bed shown with undetermined strike and dip

Outline or trace of coal bed;  
coal less than 35 centimeters thick

Contact

Dashed where approximately located

Doubtful or probable fault

Fault showing relative movement  
Dashed where approximately located

Anticlines  
Showing trace of axial plane  
Dashed where approximately located

Synclines  
Showing trace of axial plane  
Dashed where approximately located

Strike and dip of beds

Strike of vertical beds

Strike and dip of overturned beds

Trace of measured stratigraphic  
section with locality number

Locality number and leader  
Number refers to each designated locality number series,  
number after each designates locality number within  
each designates locality also shown on regional map,  
plate I.

Diamond drill hole with locality number

Hand-sugar drill hole that struck coal  
Locality number is followed by number in parentheses  
showing thickness of coal in meters

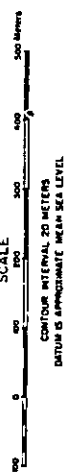
Hand-sugar drill hole that did not strike coal  
Locality number is followed by number in parentheses  
showing depth of hole in meters

Proposed Location of Trench

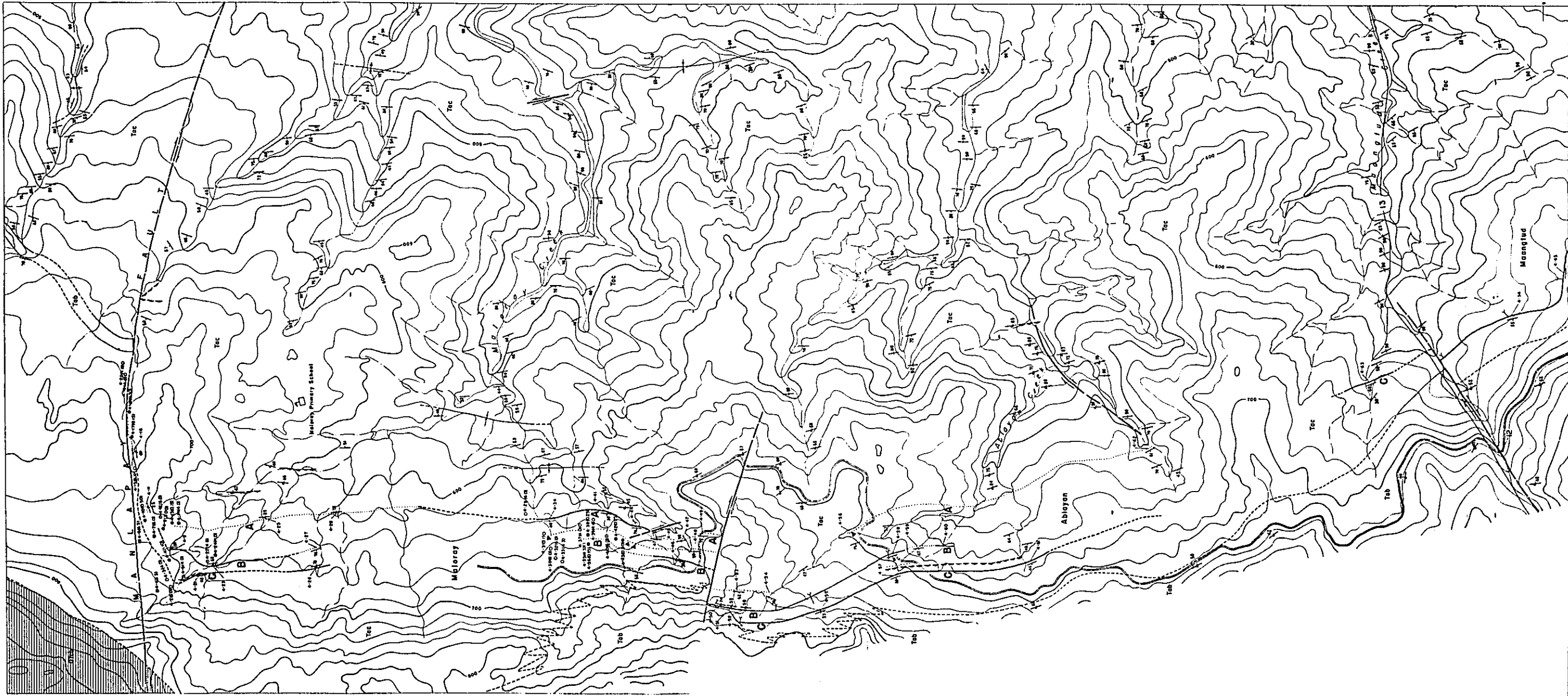
Proposed Location of Diamond Drilling

Proposed Location of Road

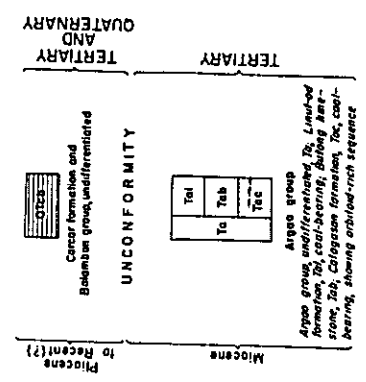
**GEOLOGIC MAP OF BAYABAS-BALAAS COAL AREA, CEBU**



By Harley Barnes, Cresencio P. Jongco,  
Generoso C. Lazaga, Juan E. Pilac and Harold E. Vokes, 1956



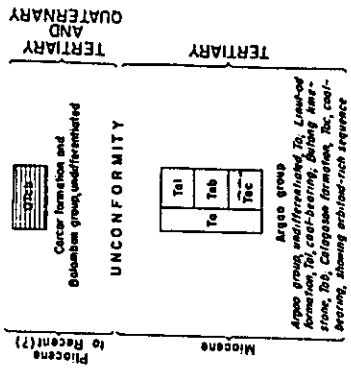
**EXPLANATION**



- Outcrop or trace of coal bed, coal more than 35 centimeters thick
- Solid line where continuity of bed considered certain, dashed line where continuity of bed considered probable. Letter used to show correlation of beds. Triangle marks coal outcrop with undetermined strike and dip
- Outcrop or trace of coal bed, coal less than 35 centimeters thick
- Contact
- Dashed where approximately located, solid lines indicate intruding between limestone and other formations of Argao group
- High-angle fault
- Dashed where approximately located (A, dip-slip; S, graben; and)
- Fault, showing relative movement
- Dashed where approximately located
- Anticline
- Dashed where approximately located



**EXPLANATION**



Outcrop or trace of coal bed; coal less than 35 centimeters thick and less than 35 centimeters wide, covered for only a few centimeters. Letter used to show correlation of beds. Single letters coal outcrop with undetermined strike and dip.

Outcrop or trace of coal bed; coal less than 35 centimeters thick.

Contact. Dashed where approximately dipping lines indicate intervening strata. Solid where limestone and other formations of Argos group.

High-angle fault. Dashed where approximately locality of optimum dip,  $\alpha$  (approximate strike).

Fault, showing relative movement. Dashed where approximately located.

Anticline. Showing trace of axial plane. Dashed where approximately located.

Syncline. Showing trace of axial plane. Dashed where approximately located.

Strike and dip of beds.

Strike of vertical beds.

Strike and dip of overturned beds.

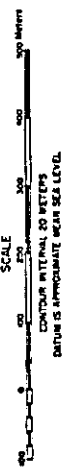
Trace of measured stratigraphic section with locality number.

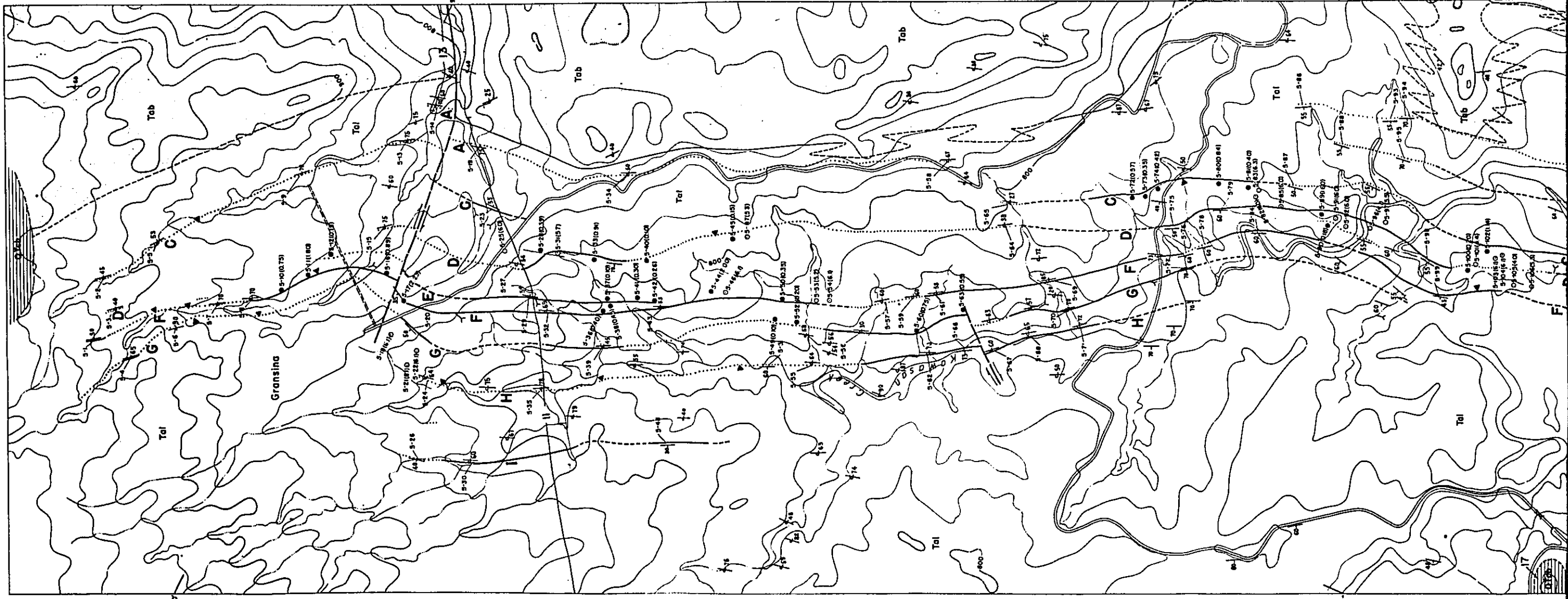
Locality number and leader. Number before dash designates locality number series; number after dash designates locality. Number without dash designates locality also shown on regional map, plate I.

Hand-survey drill hole that struck coal. Locality number is followed by number in parentheses showing thickness of coal in meters.

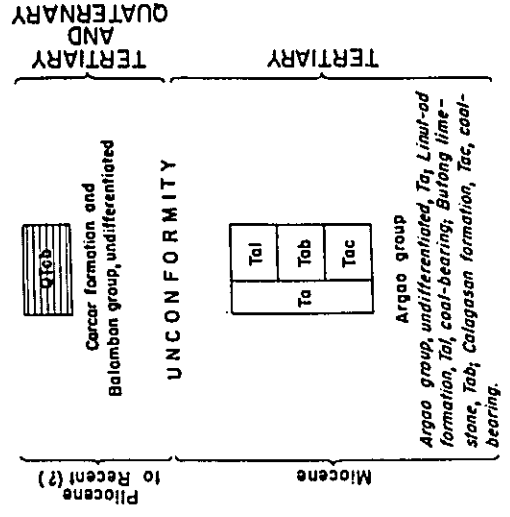
Hand-survey drill hole that did not strike coal. Locality number is followed by number in parentheses showing depth of hole in meters.

**GEOLOGIC MAP OF MANLAPAY-DUMALAN COAL AREA, CEBU**





**EXPLANATION**



Outcrop or trace of coal bed,  
 coal more than 35 centimeters thick  
 Solid line where continuity of bed considered certain;  
 dashed line where continuity of bed considered probable.  
 Letter used to show correlation of beds. Triangle marks  
 coal outcrop with undetermined strike and dip.

Outcrop or trace of coal bed,  
 coal less than 35 centimeters thick

Contact  
 Dashed where approximately located, zigzag lines  
 indicate intertonguing between lenticular *Bulung*  
 limestone and other formations of Argao group.

Fault, showing relative movement  
 Dashed where approximately located.

41  
 Strike and dip of beds

50 f  
 Strike of vertical beds

37  
 Strike and dip of overturned beds

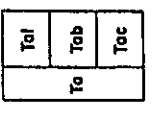
11  
 Trace of measured stratigraphic

TERTIARY AND QUATERN

Miocene to Recent

Cacer formation and Balamban group, undifferentiated

UNCONFORMITY



Argao group  
Argao group, undifferentiated, Tai, Linul-ad formation, Tai, coal-bearing; Bulong limestone, Tab, Calagasan formation, Toc, coal-bearing.

**C**

Solid line where continuity of bed considered certain, dashed line where continuity of bed considered probable. Letter used to show correlation of beds. Triangle marks coal outcrop with undetermined strike and dip.

Outcrop or trace of coal bed, coal more than 35 centimeters thick

Outcrop or trace of coal bed, coal less than 35 centimeters thick

Contact  
Dashed where approximately located, zigzag lines indicate intertonguing between lenticular Bulong limestone and other formations of Argao group.

Fault, showing relative movement  
Dashed where approximately located.

Strike and dip of beds

Strike of vertical beds

Strike and dip of overturned beds

Trace of measured stratigraphic section with locality number

Locality number and leader

Number before dash designates locality number series, number after dash designates locality. Number without dash designates locality also shown on regional map, plate I.

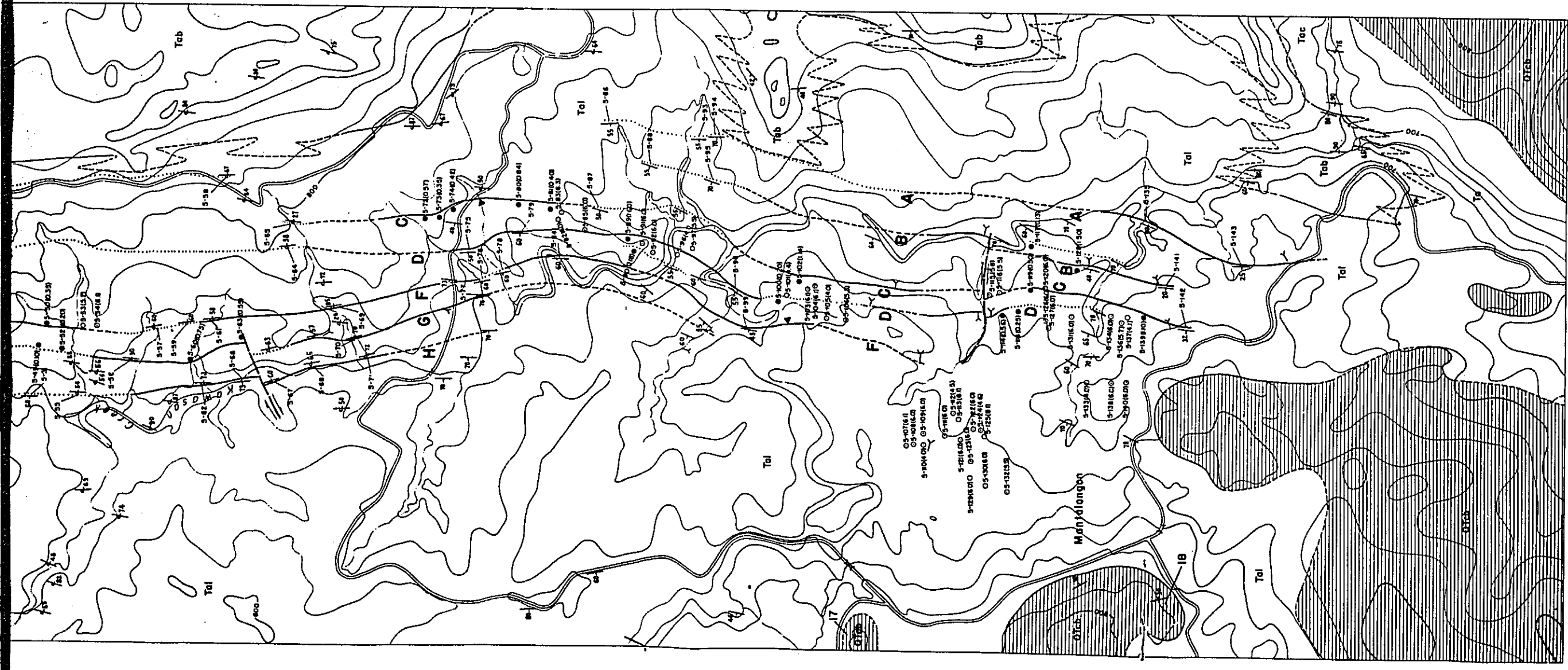
Hand-auger drill hole that struck coal  
Locality number is followed by number in parenthesis showing thickness of coal in meters.

Hand-auger drill hole that did not strike coal  
Locality number is followed by number in parenthesis showing depth of hole in meters.

Proposed Location of Trench

Proposed Location of Diamond Drilling

Proposed Location of Road

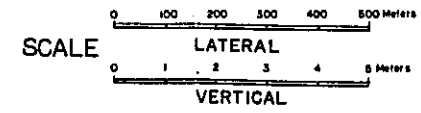




GEOLOGIC MAP OF GRANSINA-MANTALONGON COAL AREA, CEBU

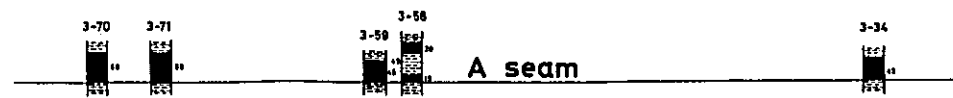
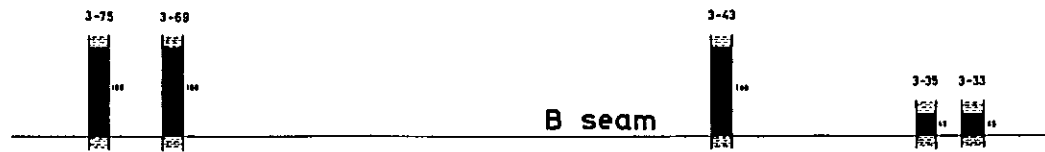
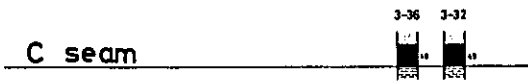
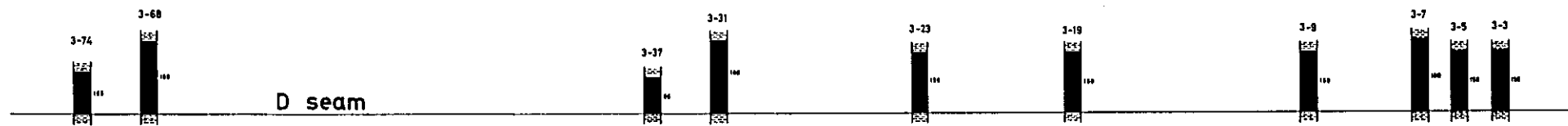
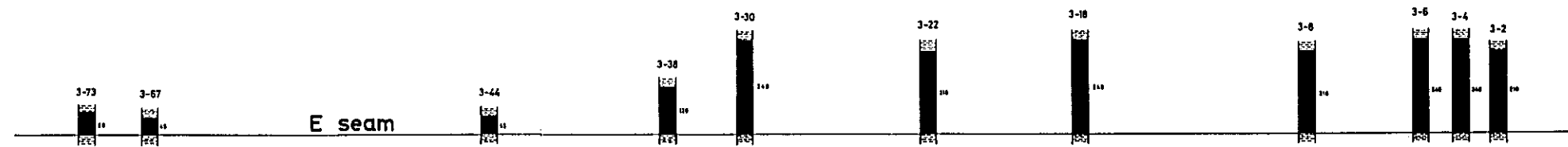
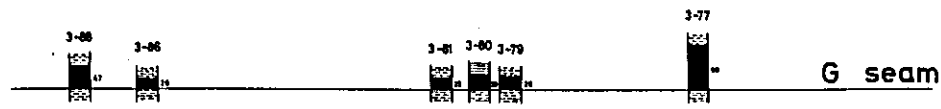
SCALE  
0 100 200 300 400 500 Meters  
CONTOUR INTERVAL 20 METERS  
DATUM IS APPROXIMATE MEAN SEA LEVEL.

By Harley Barnes, Cresencio P. Jongco,  
Generoso C. Lazaga, Juan E. Pilac and Harold E. Vokes, 1956







THE SEAM CORRELATION and VARIATION CHART  
of BAYABAS - BALAAS AREA (1)



H seam  

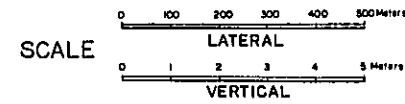


Legend

-  COAL
-  CARBONACEOUS SHALE
-  SHALE
-  SANDY SHALE
-  SANDSTONE
-  CONGLOMERATIC SANDSTONE



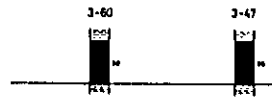
THE SEAM CORRELATION and VARIATION CHART of BAYABAS - BALAAS AREA (2)



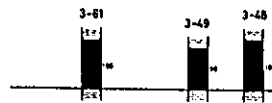
R seam



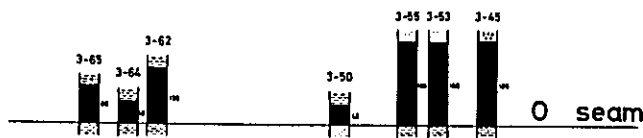
Q seam



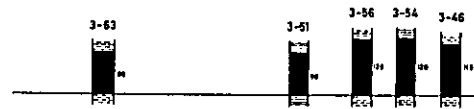
P seam



O seam



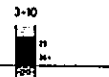
N seam



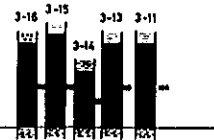
M seam



L seam



K seam



J seam

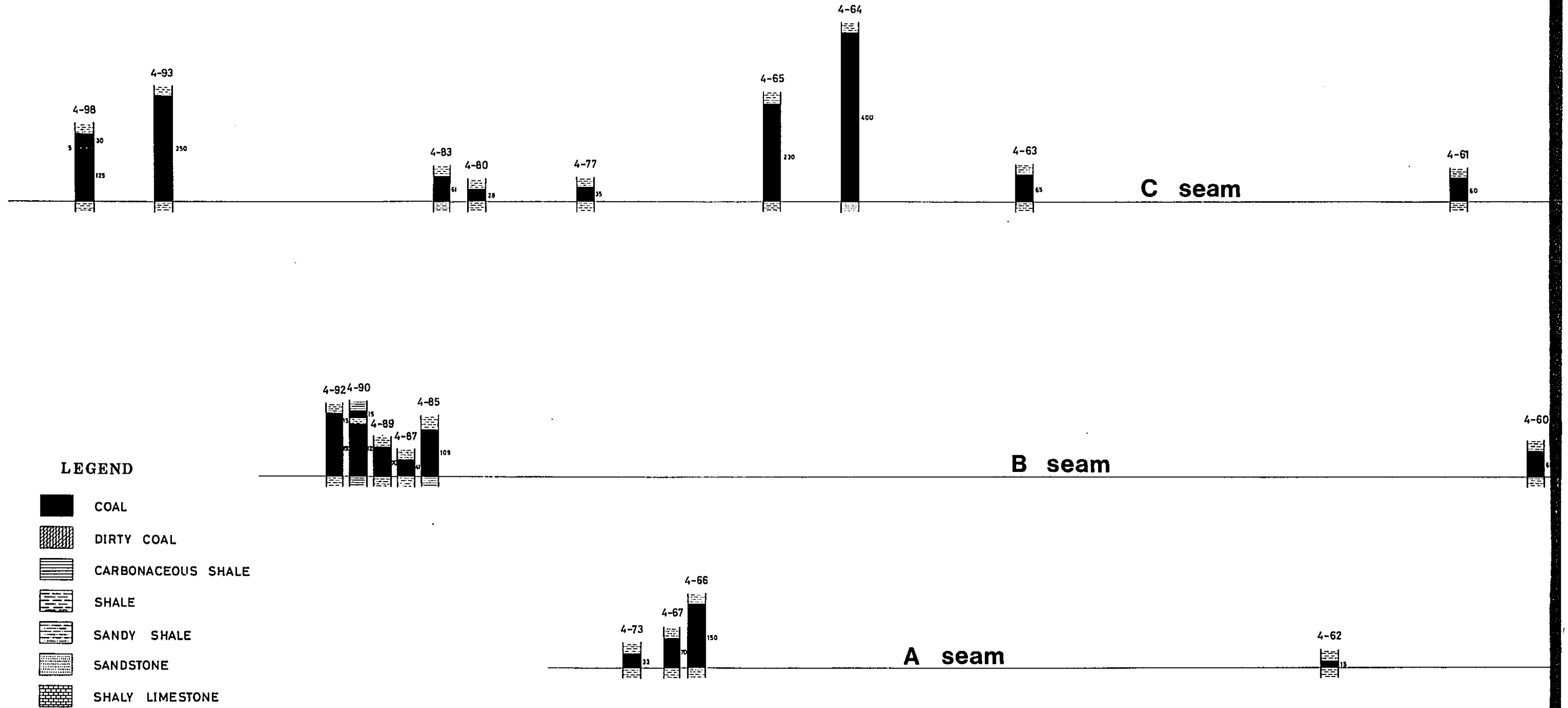
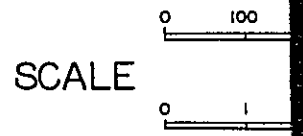


Legend

- COAL
- DIRTY COAL
- CARBONACEOUS SHALE
- SHALE
- SANDY SHALE
- SANDSTONE
- CONGLOMERATIC SANDSTONE

Modified from Harley Barnes, Cresencio P. Jongo, Generoso C. Lazaga, Juan E. Pilac and Harold E. Vokes, 1956

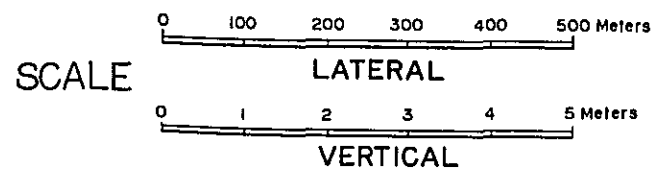
# THE SEAM CORRELATION and VARIATION CHART of MANLAPAY - DUMALAN AREA



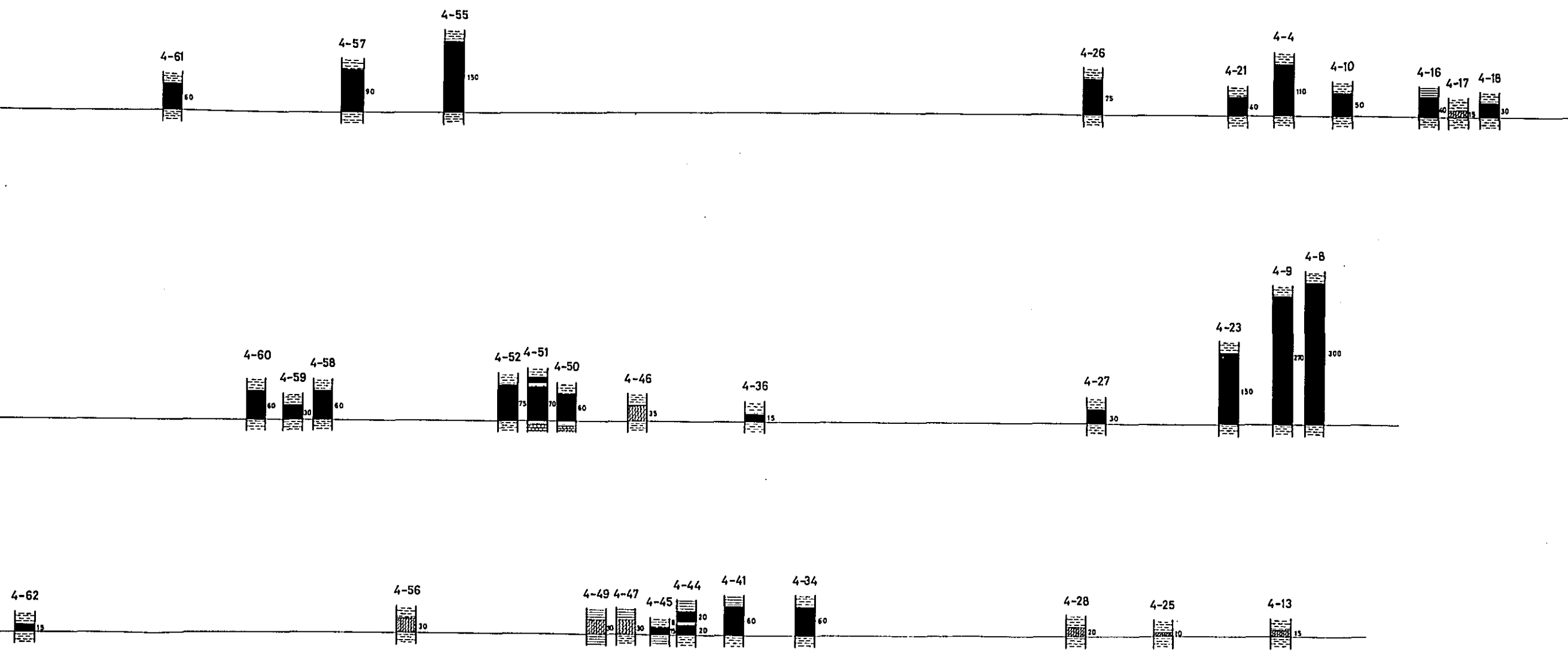
**LEGEND**

- COAL
- DIRTY COAL
- CARBONACEOUS SHALE
- SHALE
- SANDY SHALE
- SANDSTONE
- SHALY LIMESTONE

VARIATION CHART  
- DUMALAN AREA

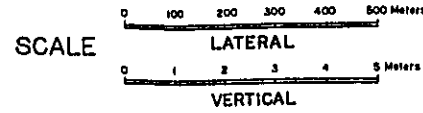


C seam

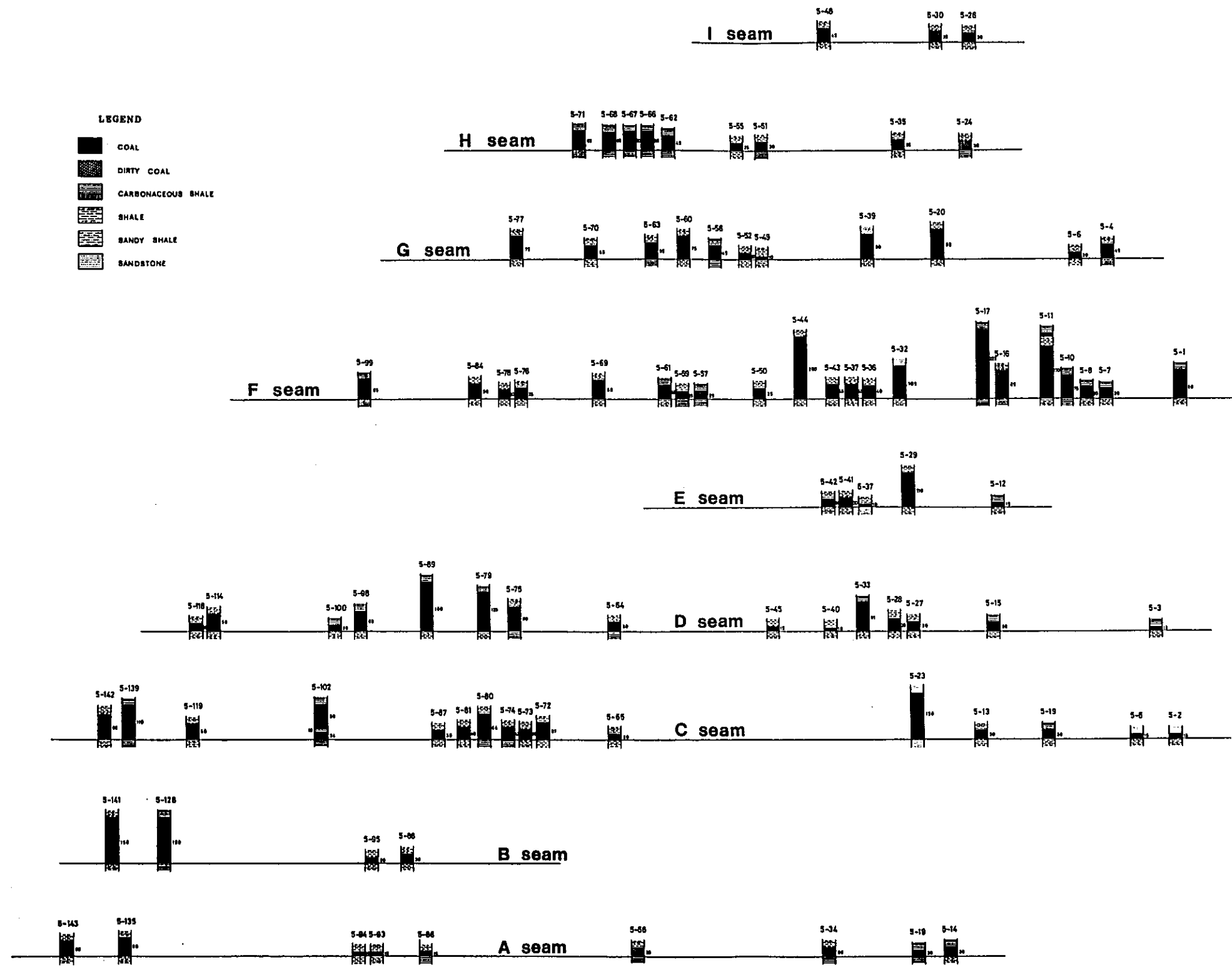


Modified from Harley Barnes, Cresencio P. Jongco,  
Generoso C. Lazaga, Juan E. Pilac and Harold E. Vokes, 1956

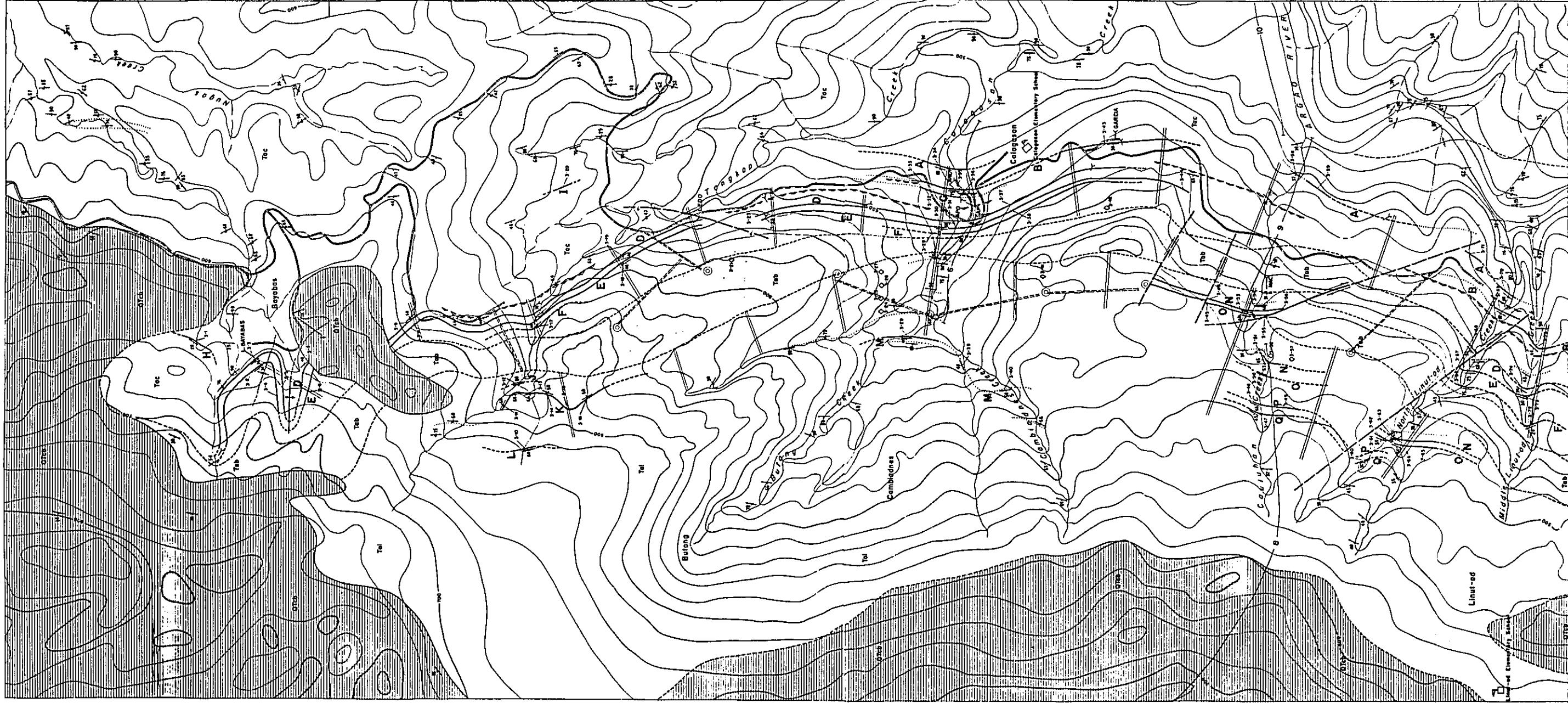
### The Seam Correlation and Variation Chart of Gransina - Mantalongon Area



- LEGEND**
- COAL
  - DIRTY COAL
  - CARBONACEOUS SHALE
  - SHALE
  - BANDY SHALE
  - SANDSTONE



Modified from Harley Barnes, Cresencio O. Jongco, Generoso C. Lazaga, Juan E. Pilac and Harold E. Vokes, 1958



### EXPLANATION

**Pliocene to Recent(?)**

Carac formation and  
Babuyan group, undifferentiated

**TERTIARY AND QUATERNARY**

**UNCONFORMITY**

**TERTIARY**

Argos group  
Argos group, undifferentiated; Tinian formation, Tinian, coal-bearing; Bulang formation, Bulang, coal-bearing; Cebu formation, Cebu, coal-bearing, showing arbitrary-rich sequence.

**Miocene**

Outcrop or trace of coal bed, coal less than 35 centimeters thick

Solid line showing outcrop or trace of coal bed, coal less than 35 centimeters thick

Dashed line showing outcrop or trace of coal bed, coal less than 35 centimeters thick

Letter used to show correlation of beds. Triangular marks coal outcrop with undifferentiated strike and dip

**Contact**

Dashed where approximately located

**Fault, showing relative movement**

Dashed where approximately located

**Anticline**

Shows trace of anticline

Dashed where approximately located

**Doubtful or probable fault**

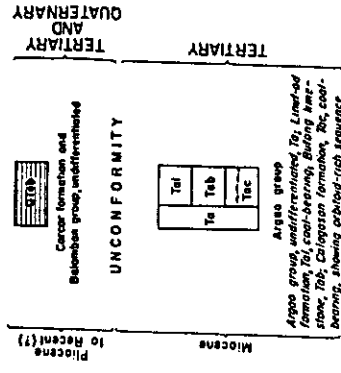
**Outcrop or trace of coal bed, coal less than 35 centimeters thick**

**Anticline**

Shows trace of anticline

Dashed where approximately located

# EXPLANATION



Areas where **Arrop group, undifferentiated**, **Tc1**, **Limokod formation, Tc1**, **coal-bearing, Burigay member, Tc1**, **Chigayon formation, Tc1**, **coal-bearing, showing tabular-trach sequence**

Outcrop or trace of coal bed; call more than 35 centimeters thick  
 Solid line: continuity of bed considered certain, dashed line: continuity of bed considered probable.  
 Letter used to show position of coal bed in sequence.  
 Coal outcrop with undetermined strike and dip.

Contact  
 Dashed where approximately located

Doubtful or probable fault  
 Fault showing obvious movement  
 Dashed where approximately located

Anticline  
 Showing trace of zone of folds  
 Dashed where approximately located

Syncline  
 Showing trace of zone of folds  
 Dashed where approximately located

Strike and dip of beds  
 Strike of vertical beds  
 Strike and dip of overturned beds

Trace of measured stratigraphic section with locality number

Locality number and leader  
 Number before data designates locality number series, number after data designates locality number within data designates locality also shown on separate map, plate I

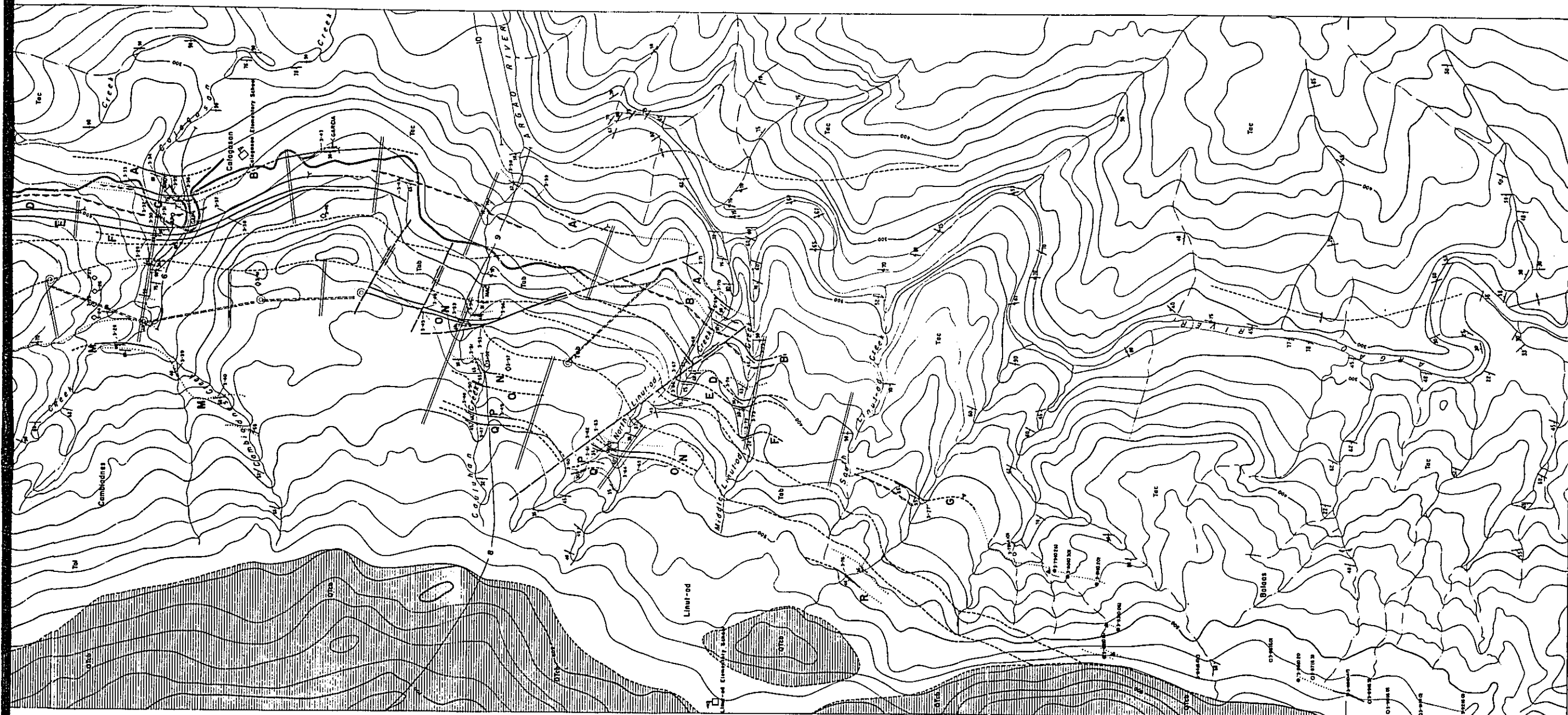
Diamond drill hole with locality number  
 Hand-sugar drill hole that struck coal  
 Locality number, followed by number in parenthesis showing meters of coal in meters

Hand-sugar drill hole that did not strike coal  
 Locality number is followed by number in parenthesis showing depth of hole in meters

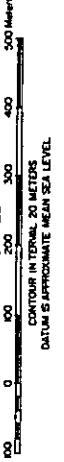
Proposed Location of Trench

Proposed Location of Diamond Drilling

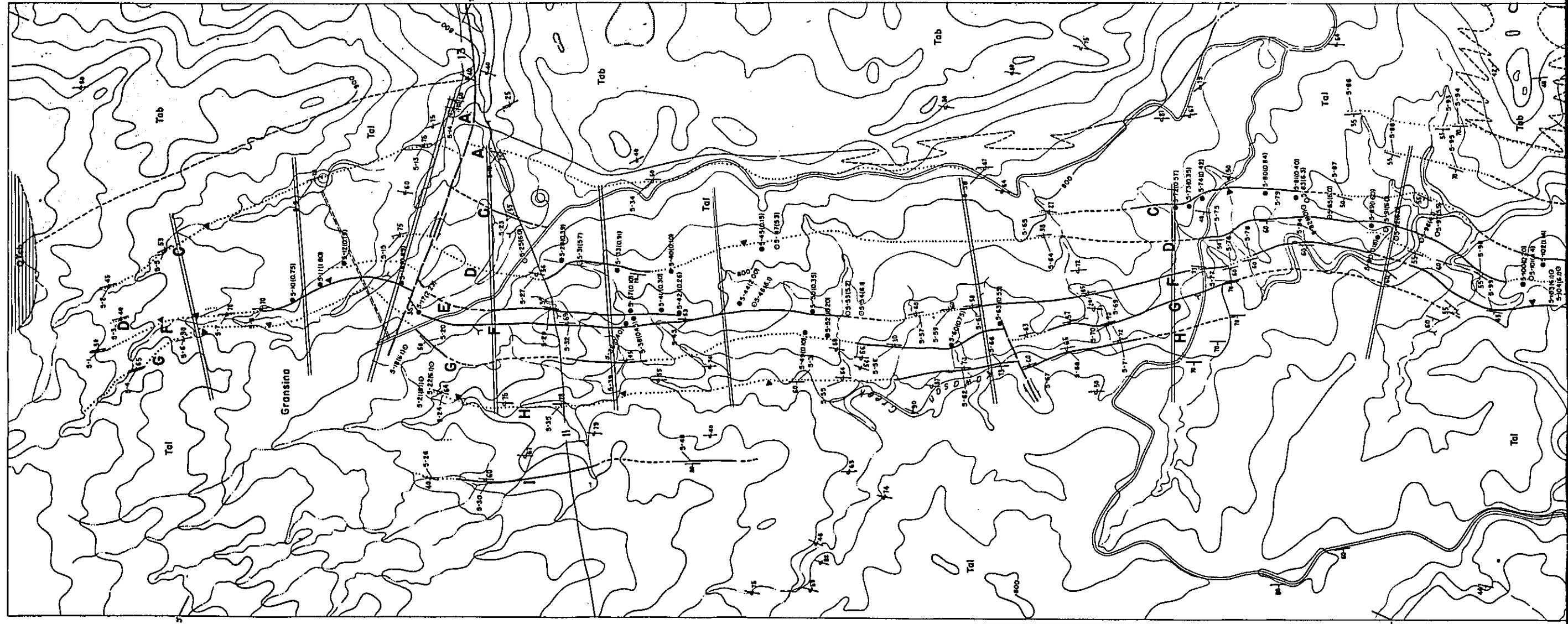
Proposed Location of Road



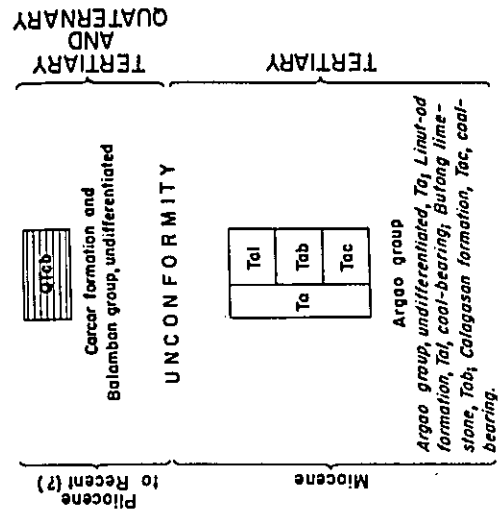
EXPLORATION PLAN OF BAYABAS-BALAAS COAL AREA



CONTOUR IN TERNAL 20 METERS  
 DATUM IS APPROXIMATE MEAN SEA LEVEL.



# EXPLANATION



Outcrop or trace of coal bed, coal more than 35 centimeters thick  
 Solid line where continuity of bed considered certain; dashed line where continuity of bed considered probable.  
 Letter used to show correlation of beds. Triangle marks coal outcrop with undetermined strike and dip.

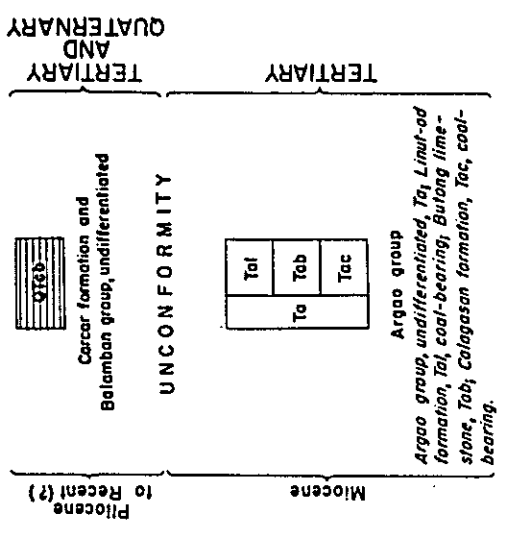
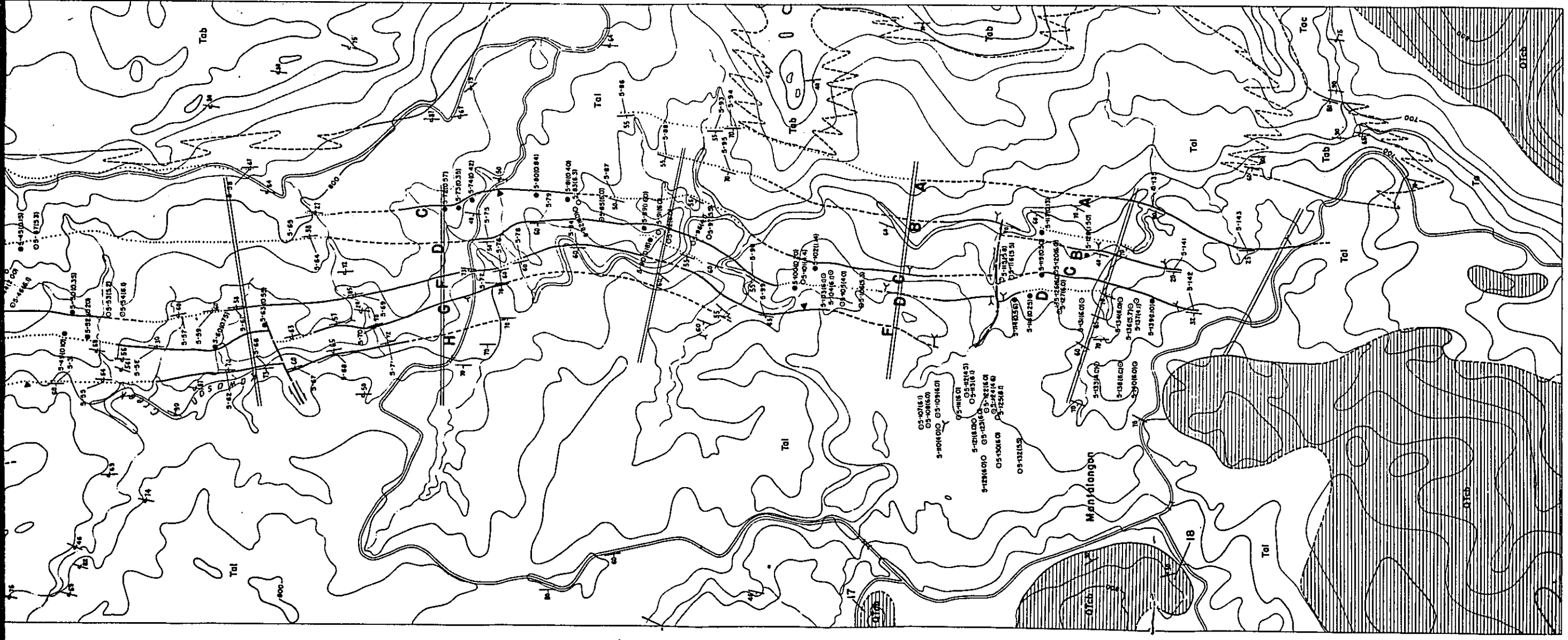
Outcrop or trace of coal bed, coal less than 35 centimeters thick

Contact  
 Dashed where approximately located, zigzag lines indicate intertonguing between lenticular *Bulang* limestone and other formations of Argao group.

Fault, showing relative movement  
 Dashed where approximately located.

Strike and dip of beds

Strike of vertical beds



Solid line where continuity of bed considered certain;  
 dashed line where continuity of bed considered probable.  
 Letter used to show correlation of beds. Triangle marks coal outcrop with undetermined strike and dip.

Outcrop or trace of coal bed, coal more than 35 centimeters thick

Outcrop or trace of coal bed, coal less than 35 centimeters thick

Contact

Dashed where approximately located, zigzag lines indicate intertonguing between lenticular *Bulang* limestone and other formations of Argao group.

Fault, showing relative movement  
 Dashed where approximately located.

Strike and dip of beds

Strike of vertical beds

Strike and dip of overturned beds

Trace of measured stratigraphic section with locality number

Locality number and leader

Hand-auger drill hole that struck coal  
 Locality number is followed by number in parenthesis showing thickness of coal in meters

Hand-auger drill hole that did not strike coal  
 Locality number is followed by number in parenthesis showing depth of hole in meters.

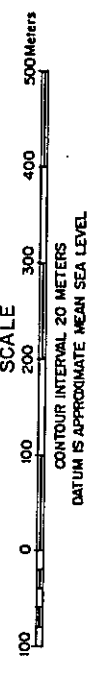
Number before dash designates locality number series; number after dash designates locality. Number without dash designates locality also shown on regional map, plate I.

Proposed Location of Trench

Proposed Location of Diamond Drilling

Proposed Location of Road

EXPLORATION PLAN OF GRANSINA - MANTALONGON COAL AREA



By Harley Barnes, Cresencio P. Jongco,  
 Generoso C. Lazaga, Juan E. Pilac and Harold E. Vokes, 1956



