

ダルトン・パストンネル計画調査
フィージビリティ調査報告書

フィリピン共和国

ダルトン・パストンネル計画調査

フィージビリティ調査報告書

昭和57年3月

国際協力事業団

山崎

JICA LIBRARY



1031504(2)

フィリピン共和国

ダルトン・パストネル計画調査

フィージビリティ調査報告書

昭和57年3月

国際協力事業団

團藥協務事業團	
給	584.12.24
登錄	1513952
	378
	614
	SDH

序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づきダルトン・バーストン
ネル建設計画調査を行うこととし、国際協力事業団が、その調査を実施した。

当事業団は、建設省土木研究所地質官岡本隆一氏を委員長とする作業監理委
員会および船片平エンジニアリング大西淳氏を団長とする調査団を組織し、
1981年5月に調査団を現地に派遣した。

調査団は、7カ月に亘ってフィリピン共和国政府関係者との意見交換、資料
収集および現地調査等を実施し、帰国後、入手した資料情報に基づき解析作業
を行い、本調査報告書を取りまとめた。

本報告書が、本プロジェクトの実現に寄与しひいてはフィリピン共和国、日
本国両国の友好親善の増進により一層役立つならば、これにまさる喜びはない。

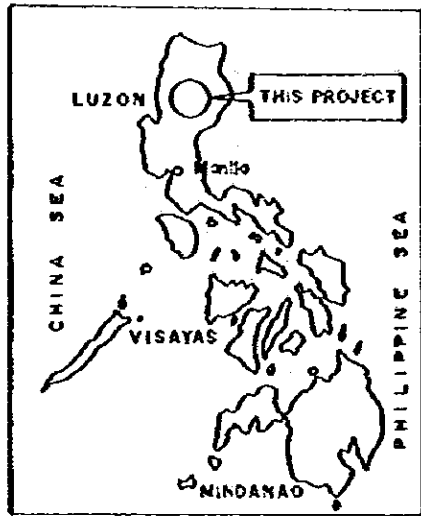
おわりに本調査の実施に際し、御協力いただいた関係各位に対し、厚く御礼
申し上げます。

1982年3月

国際協力事業団

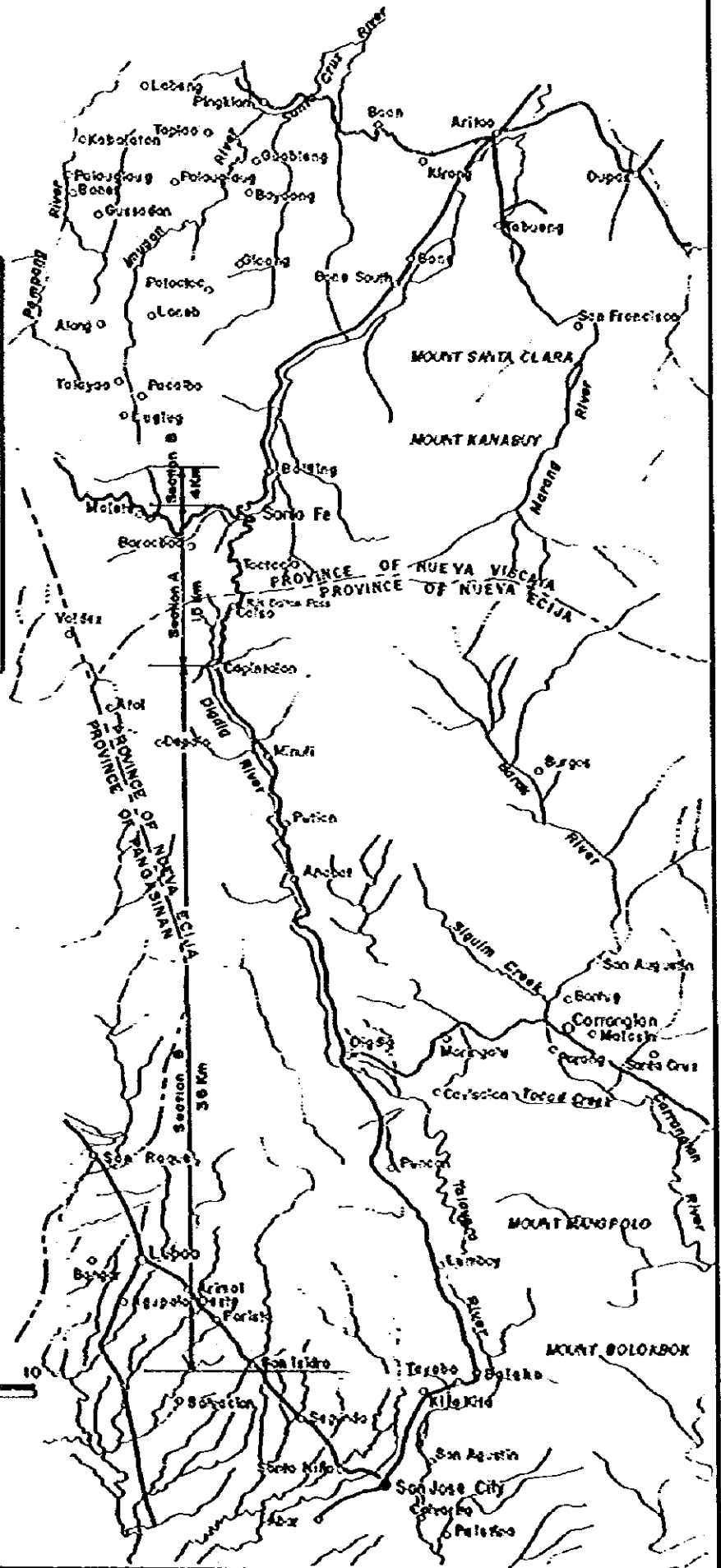
事務 有田圭輔

位置图



凡例

- 国道，县道
- 泉境
- 市
- 町村
- 部落



結論と勧告

1. ダルトンバス・トンネル計画調査は航空写真の撮影、図化および広域地表踏査を主体にした Phase I とダルトンバス・トンネルの計画を含めた計画路線の選定、概略設計、建設費の積算および計画路線に対する経済評価を含めた Capintalan ~ Sta. Fe 間 15 km の A 区間、Balaho ~ Capintalan, Sta. Fe ~ Baliling 間 40 km の現道改良のための勧告を主にした B 区間よりなる Phase II とから構成されている。
2. 計画路線の選定は $S = 1/50,000$ の地形図による予備路線の選定、 $S = 1/50,000$ の地形図による比較路線の選定、技術的検討、概算工費の積算等の結果を総合的に判断して決定した。
決定した計画路線は国道 5 号線の km 202+00 から km 217+00 に至る全長 9560 m、うちトンネル 1870 m、橋梁延長 760 m を有し、国道 5 号線の西側を南北方向に走る路線でありその概要を次図に示した。
3. 計画路線の地質はダルトンバス南側に分布する安山岩、凝灰角礫岩、輝緑岩、北側に発達する花崗岩から構成され、特にダルトンバス・トンネル付近では安山岩、凝灰角礫岩が主体であり、N-S, NNW-SSE, NNE-SSW 方向の破碎帯が発達するが、弾性波探査の結果ではトンネル施工面の地山弾性波速度は $V_p = 3.0 \sim 3.5 \text{ km/s}$ が約 70% を占めているので、トンネル岩盤としては普通である。
4. 交通量調査によるダルトンバスの日交通量は 1,628 台であり、将来人口、生産量、自動車登録台数等の増加率の推定から予測した供用開始 25 年後の 2015 年における日交通量は 7910 台である。
5. 将来交通量 7910 台を基礎にしてトンネル計画を実施したが、換気方式については交通量の増加に適應した換気方式を採用する段階施工とし、当初はジェットファンとし、順次ジェットファンを増設しながら限界に達した時点で斜坑タイプの換気方式に変更する。またトンネル施設に必要な電力は 1982 年に建設が完了する Gabut 変電所より受電する。
6. 計画路線の総工費は P 521,751,000 である。また建設に要する期間は 5 年間である。(但しこの期間にはジェットファンの増設および換気斜坑の建設に要する期間は含まない)

建設工事の予想工程は下表の通りである。

項目	年度	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990
Phase II の見直しと詳細設計				—————	—————						
用地交渉、借債				—————	—————						
入札準備										
建設、施工管理											
土工							—————	—————	—————		
橋梁、構造物							—————	—————	—————		
舗装										—————	
トンネル							—————	—————	—————		
砂防水路工							—————	—————			
その他								
施工管理											

7. 建設工事に伴う生活環境、自然環境におよぼす影響については、トンネル掘削による地下水の枯渇、用地の減少など多少の問題が残るが、トンネル坑口をベルマウスタイプとしたり、砂防ダムによる河川の汚濁防止など十分に考慮した。

8. 経済評価については、走行費用、走行時間の節約、迂回交通の便益、現道維持費の節約、地域労働者の収入増等を考慮し、4ケースについて計算を行い下表のような計算結果を得た。

Case	IRR (%)	B/C Ratio				NPV (P100,000)			
		12%	14%	16%	18%	12%	14%	16%	18%
1	17.8	1.67	1.38	1.16	0.98	2350	1278	509	-52
2	16.6	1.53	1.26	1.05	0.90	2011	950	191	-361
3	22.5								
4	14.0								

○ケース 1. 通常の場合

2. 10%建設費増

3. 20%交通量増加, 20%建設費減少

4. 20%交通量減少, 20%建設費増加

上記の結果から計画路線の建設は経済分析からみて可能である。

9. A区間のトンネル計画を含めた計画路線は技術的にも、また経済評価の点からみても建設は可能であり、早期の施工にむかって財源の確保に努めるとともに詳細検討に着手するよう計画すべきと考える。

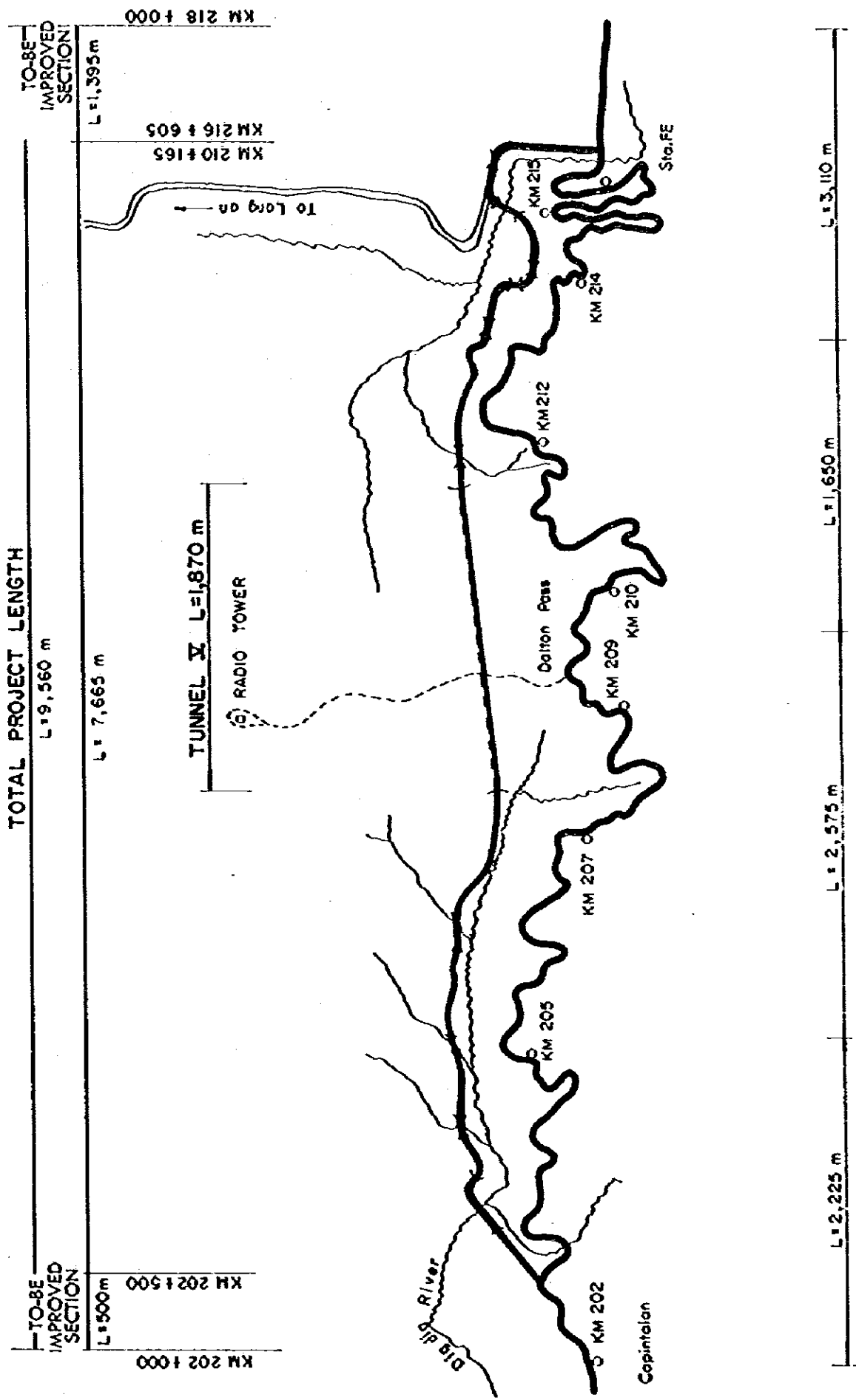
10. B区間については現地踏査により改良工間の選択を行い、測量を実施して、概略設計を行い、建設費の算定を行った。各改良箇所の対策工の概略設計は別冊図面集に示した通りであり、B区間の建設費は¥5,484,000である。

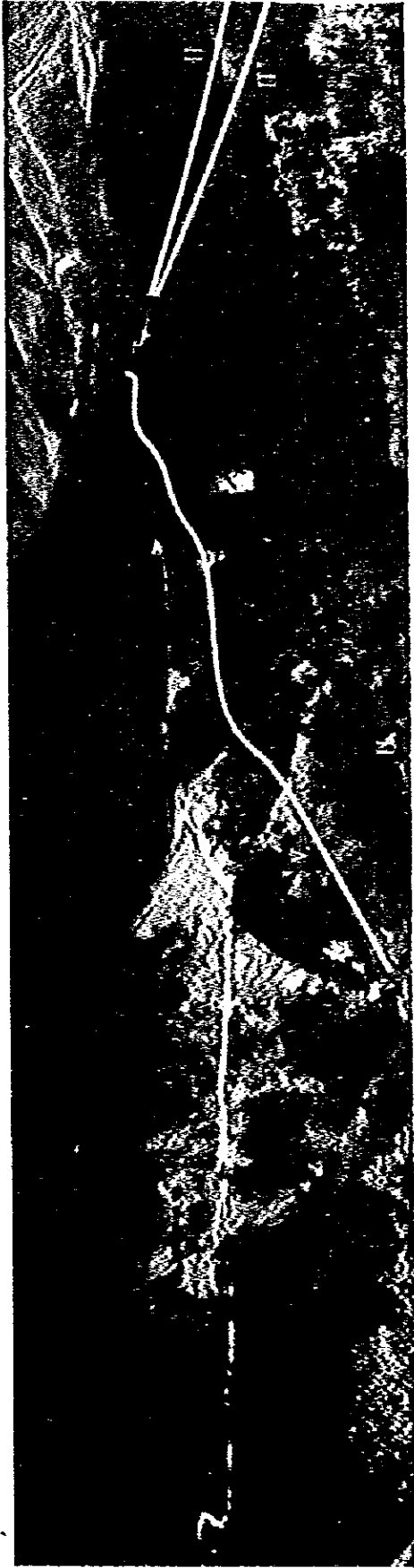
またA区間の国道5号線に対する工費の総額は¥19,932,000である。

11. A, B両区間における改良または補修の必要な箇所数に対し、危険度、重要性からA, B, Cのランク分けを行った。その結果は下表の通りである。

	A,	B,	C,	計
A 区 間	3	1	4	8
B 区 間	4	4	10	18

12. B区間については今後の台風、集中豪雨により被害の増大することも予想されるので、早急に着工順位を決定し、着工することが望ましい。

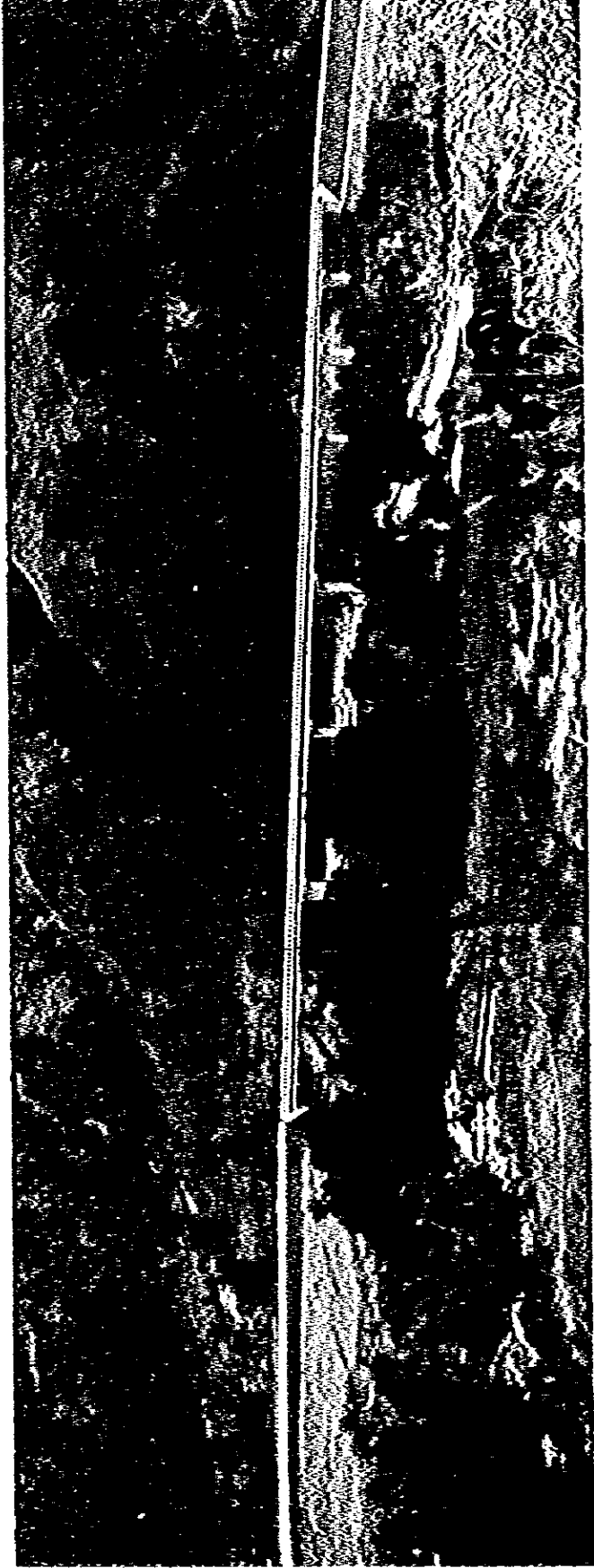




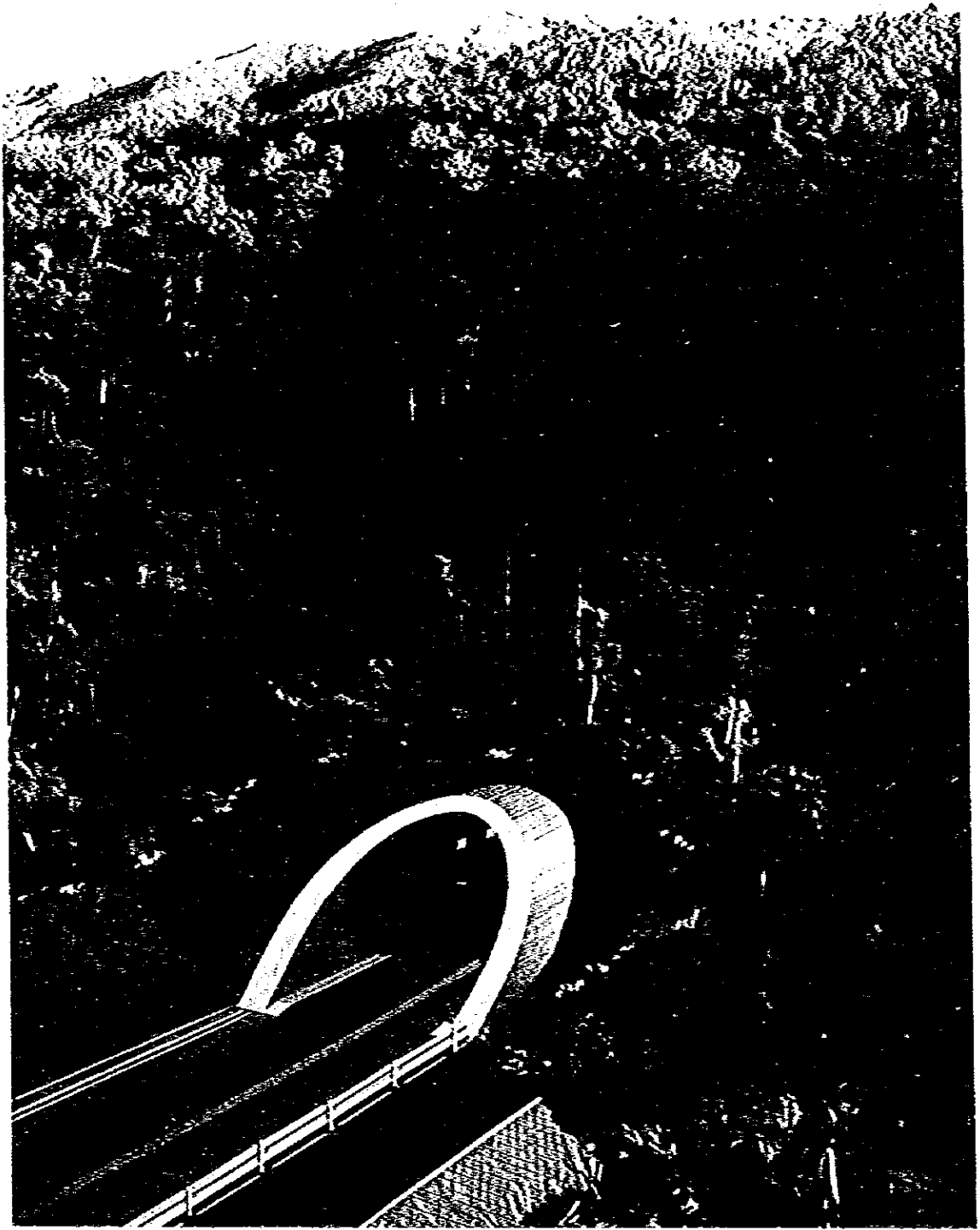
ダルトンバスタートホル南側の新設区間の全景



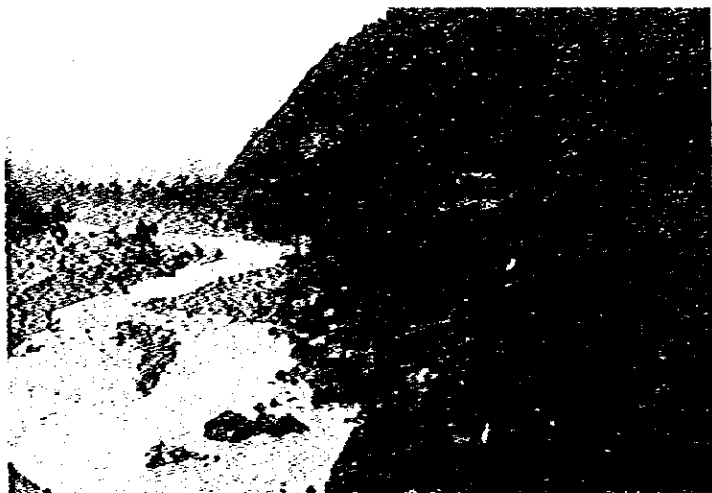
ダルトンバスタ北側の新設区間の全景



Digdig川に架橋する最大橋と北側橋台付近にみられる崩壊地の全景



ダルトンバストーンネル南側坑口付近の全景、坑口はベルマウスタイプである



KM171付近のDigdig川の侵蝕による路肩崩壊



台風Erangにより破損した架橋中のSTA Fe橋



KM219+300付近の台風Didangにより
欠壊した路肩の補修工事

目 次

1. 調査計画の概要	1
1.1 要請の経緯	1
1.2 調査目的	1
1.3 プロジェクトの背景	2
1.4 業務の内容	3
2. カガヤンバレー地域の概要	6
2.1 位置および影響圏	6
2.2 地 勢	6
2.3 カガヤンバレーの資源概観	13
2.4 カガヤンバレーの土地利用	13
2.5 カガヤンバレーの社会経済	14
2.5.1 人 口	14
2.5.2 農 業	15
2.5.3 林 業	17
2.5.4 漁 業	19
2.5.5 運輸, 交通	20
2.5.6 その他の開発計画	22
3. 交通量調査	24
3.1 OD調査	24
3.1.1 OD調査の目的	24
3.1.2 調査概要	24
3.1.3 調査結果	24
3.2 交通量観測	33
3.2.1 目的および方法	33
3.2.2 観測結果	34
3.3 交通量の推定	34
3.3.1 基本的な考え方	34
3.3.2 カガヤンバレーの経済成長	36

3.3.3	カガヤンパレー地域の将来車輛登録台数の年増加率	38
3.3.4	ダルトンパスの現在日交通量	41
3.3.5	ダルトンパスの将来交通量	41
3.3.6	計画トンネルの交通容量	45
3.3.7	ジーゼル車の比率	46
4.	地形、地質に対する検討	47
4.1	地形図の作成	47
4.1.1	作業の概要	47
4.1.2	調査地域の地形	47
4.2	地質の検討	48
4.2.1	一般地質	48
4.2.2	地質構造	53
4.3	上木地質	54
4.3.1	崩壊、地すべりと地質状況との関係	54
4.3.2	地すべり地形の分布	55
4.4	空中写真判読によるリニヤメントの分布	56
4.4.1	A地区のリニヤメント	56
4.5	トンネルに対する地質調査	58
4.5.1	トンネル付近の地形、地質の概要	58
4.5.2	トンネル部に対する調査計画	61
4.5.3	地質調査結果	62
4.6	調査結果の応用	80
4.6.1	トンネル施工面における岩盤区分	80
4.6.2	トンネル湧水	80
5.	路線検討	87
5.1	路線検討の概要	87
5.1.1	資料収集および現地調査	87
5.2	計画路線の選定	87
5.2.1	比較路線の検討	87
5.2.2	計画路線の選定	90
5.2.3	路線に対する概略計画	90
5.2.4	計画路線の選定	96

5.3	計画路線の概略計画	96
5.3.1	標準横断面	96
5.3.2	計画路線の線形について	100
5.3.3	橋梁計画	103
5.3.4	砂防	103
5.3.5	土石流の対策工検討	108
5.3.6	トンネル設計	112
5.4	工費の積算	128
5.4.1	数量計算	128
5.4.2	積算に用いた単価	129
5.4.3	総工事費	130
5.4.4	外貨、内貨の区分	130
5.4.5	維持管理費	138
5.4.6	労働者の確保	139
5.5	施工計画と工程	140
5.5.1	工事用道路	140
5.5.2	トンネルの施工計画	140
5.5.3	NATM工法	149
5.5.4	工程計画	151
6.	環境	153
6.1	調査地域の概要	153
6.2	生活環境におよぼす影響	154
6.3	自然景観におよぼす影響	154
6.4	その他の影響	155
7.	計画トンネルの便益	156
7.1	通常交通の便益	156
7.1.1	走行費用の節約	156
7.1.2	時間費用の節約	161
7.1.3	通常交通の総便益	168
7.2	誘発交通の便益	169
7.3	迂回交通の便益	172

7.4	その他の便益	177
7.4.1	維持管理費の節約	177
7.4.2	現地労働者の所得増	178
7.5	経済的インパクト	178
7.5.1	在庫投資の節約	178
7.5.2	計画トンネル開通による物価の安定	181
8.	経済評価	182
8.1	費用、便益分析	182
8.2	評価の結果	184
8.3	結 論	189
9.	B区域に対する技術的検討	190
9.1	概 要	190
9.2	現地調査	190
9.3	対策工法の概略設計	192
9.3.1	現地踏査結果の応用	192
9.3.2	切り土のり面	194
9.3.3	盛土のり面	194
9.3.4	道路沿いの地すべり対策	195
9.3.5	水理検討	196
9.3.6	橋梁、構造物	197
9.4	建 設 費	201
9.4.1	数量計算	201
9.4.2	建設費の積算	201
9.5	動 告	204

表 目 次

表 2.2 - 1 (1) STA. PE における月間降雨量 (mm)	8
表 2.2 - 1 (2) San Jose における月間降雨量 (mm)	8
表 2.2 - 1 (3) STA. PE, San Jose における台風時の日降雨量 および瞬間最大風速	8
表 2.3 - 1 カガヤンバレー地域の開発可能水力	13
表 2.4 - 1 カガヤンバレー地域の土地利用形態	13
表 2.5 - 1 カガヤンバレー地域における人口の推移	14
表 2.5 - 2 主要産業の就業人口分布	15
表 2.5 - 3 カガヤンバレー地域の主要作物の生産量	15
表 2.5 - 4 カガヤンバレー地域の余剰米	16
表 2.5 - 5 カガヤンバレー地域の土地分類	18
表 2.5 - 6 木林及び製材生産量	18
表 2.5 - 7 カガヤンバレー地域の植林計画	19
表 2.5 - 8 カガヤンバレー地域における漁獲量	19
表 2.5 - 9 カガヤンバレーの自動車登録台数	20
表 2.5 - 10 道路延長	21
表 2.5 - 11 予定年間供給水量	23
表 3.1 - 1 OD 調査調査票	26
表 3.1 - 2 ゾーニング	27
表 3.1 - 3 STA. PE における OD 調査結果	29
表 3.1 - 4 OD マトリックス	32
表 3.1 - 5 ダルトンパスにおける交通特性	33
表 3.2 - 1 ダルトンパス通過交通量	34
表 3.3 - 1 将来の人口と生産量	36
表 3.3 - 2 カガヤンバレーの経済成長	37
表 3.3 - 3 式に用いたパラメータ	38
表 3.3 - 4 前述の式の回帰分析に用いたデータ	38
表 3.3 - 5 カガヤンバレーにおける将来車輛登録台数及び増加率	39
表 3.3 - 6 カガヤンバレーにおける車輛登録台数の年増加率	40
表 3.3 - 7 ダルトンパスの現在車種別日交通量 (台/日)	41
表 3.3 - 8 トンネル区間の通常日交通量	42

表 3.3 - 9	トンネル区間の誘発日交通量	43
表 3.3 - 10	トンネル区間の合計日交通量	44
表 3.3 - 11	San. Joséにおけるジーゼル車の専有率	46
表 4.5 - 1	調査数量表	61
表 4.5 - 2	RQDと基盤岩の状態との関係	64
表 4.5 - 3	安山岩のRQD	75
表 4.5 - 4	S-1割線における速度層の分布	76
表 4.5 - 5	S-2割線における速度層の分布	76
表 4.5 - 6	S-3割線における速度層の分布	76
表 4.5 - 7	S-4割線における速度層の分布	77
表 4.5 - 8	S-5割線における速度層の分布	77
表 4.5 - 9	トンネル施工面における速度層の区分	77
表 4.5 - 10	各垂直ボーリングにおける透水試験の結果	78
表 4.5 - 11	岩石試験結果	79
表 4.6 - 1	トンネル施工面における岩質分類	80
表 4.6 - 2	岩質分類表	83
表 4.6 - 3	各ボーリングの透水試験結果	85
表 4.6 - 4	トンネル湧水量の計算結果	86
表 5.2 - 1	比較線の特徴	89
表 5.2 - 2	各比較線の概要	90
表 5.2 - 3	数量及び建設費一覧表	94
表 5.2 - 4	各ルートの特徴	95
表 5.3 - 1	設計規格	97
表 5.3 - 2	橋梁一覧表	105
表 5.3 - 3	ルソン島北部地域の確率日雨量	107
表 5.3 - 4	ダルトンバス近接地域の確率日雨量(円日)	108
表 5.3 - 5	Consuelo, Sta. Feにおける確率雨量の計算	109
表 5.3 - 6	Tayabo, San Joseにおける確率雨量の計算	109
表 5.3 - 7	土石流、洪水量の推定結果	111
表 5.3 - 8	換気方式の特徴	115
表 5.3 - 9	立坑、斜坑の概算建設費	116
表 5.3 - 10	ジェットファンの所要台数	117
表 5.3 - 11	岩区分による削アーチ支保工の種類と間隔	118

表 5.3 - 12	電力受電施設の経済比較	123
表 5.3 - 13	トンネル等級別防災設備	125
表 5.4 - 4	掘削土砂の変化率	129
表 5.4 - 1	積算に用いた単価	132
表 5.4 - 2	工種別、工区別工事費	133
表 5.4 - 3	トンネルの工事費	134
表 5.4 - 4	トンネルの工事費	135
表 5.4 - 5	橋梁の工事費	135
表 5.4 - 6	用地買収及び補償費	136
表 5.4 - 7	工事費の外貨、内貨の内訳	137
表 5.4 - 8	トンネルの維持管理費	138
表 5.4 - 9	工事に必要な労働者数	139
表 5.4 - 10	積算根拠	139
表 5.5 - 1	施工計画による仮設債容量	148
表 5.5 - 2	トンネル月間工程	151
表 5.5 - 3	当プロジェクトの全体工程	151
表 6.1 - 1	環境要因	153
表 7.1 - 1	基本走行費	156
表 7.1 - 2	ダルトンバス地域の dL の計算結果	157
表 7.1 - 3	車種別走行費用の節約額	158
表 7.1 - 4	トンネル区間の通常日交通費	159
表 7.1 - 5	通常交通の走行費用総節約額	160
表 7.1 - 6	ダルトンバスにおける走行速度調査結果	162
表 7.1 - 7	WITH PROJECT の場合のダルトンバスによる節約時間	162
表 7.1 - 8	車種別時間価値	163
表 7.1 - 9	カガキャンバレーの経済成長	164
表 7.1 - 10	将来時間価値	165
表 7.1 - 11	通常交通の時間費用の節約額	167
表 7.1 - 12	通常交通の総便益	168
表 7.2 - 1	誘発交通の便益	171
表 7.3 - 1	ゾーン・ペア表	174
表 7.3 - 2	ダルトン経由ルートの特長	175
表 7.3 - 3	迂回交通の便益	176
表 7.4 - 1	維持費	177
表 7.5 - 1	在庫投資による金利の節約	179
表 7.5 - 2	トラック保有台数の年増加率	180

表 7.5 - 3	金利負担の総節約額	181
表 8.1 - 1	投資額と残存価値	183
表 8.2 - 1	感度分析の結果	184
表 8.2 - 2	費用と便益 ケース 1	185
表 8.2 - 3	費用と便益 ケース 2	185
表 8.2 - 4	費用と便益 ケース 3	186
表 8.2 - 5	費用と便益 ケース 4	186
表 8.2 - 6	費用と便益表 ケース 1	187
表 8.2 - 7	費用と便益表 ケース 2	188
表 9.2 - 1	地形測量実施箇所 (B 区間)	191
表 9.2 - 2	地形測量実施箇所 (A 区間)	191
表 9.3 - 1	対策工法 (B 区間)	193
表 9.3 - 2	対策工法 (A 区間)	193
表 9.3 - 3	各橋梁箇所の最高洪水位	198
表 9.3 - 4	各橋梁箇所の許容洪水位	198
表 9.3 - 5	架橋の必要な橋梁	199
表 9.3 - 6	清掃の必要なパイプカルバート延長	200
表 9.3 - 7	清掃の必要なボックスカルバート延長	200
表 9.3 - 8	新設擁壁延長	200
表 9.4 - 1	数量算出のための工種	201
表 9.4 - 2	対策工の建設費	202
表 9.4 - 3	橋梁建設費 (B 区間)	202
表 9.4 - 4	カルバート及び擁壁の建設費 (B 区間)	203
表 9.4 - 5	対策工の建設費 (A 区間)	203
表 9.4 - 6	カルバート及び擁壁の建設費 (A 区間)	203
表 9.5 - 1	危険箇所のランク分け	204

目 次

図 1.4 - 1	調査作業フローチャート	5
図 2.2 - 1	北部ルソン島の地質図	9
図 2.2 - 2	気 候	11
図 3.1 - 1	ゾーニング図	28
図 3.1 - 2(1)	都市間交通流図	30
図 3.1 - 2(2)	都市間交通流図	31
図 3.3 - 1	将来交通予測フローチャート	35
図 4.2 - 1	調査地域の地質図 (S = 1/50,000)	49
図 4.2 - 2	ルソン島北部の構造帯	54
図 4.4 - 1	地形・地質の特徴に基づく調査地域の区分	57
図 4.5 - 1	トンネル地域の地質図 (S = 1/5000)	59
図 4.5 - 2	ボーリング結果図 (S = 1/500)	65
図 4.5 - 3	ボーリングコアによる RQD	66
図 4.6 - 1	トンネル施工面の速度分布図	81
図 4.6 - 2	トンネル湧水量計算のフローチャート	84
図 5.2 - 1	比較線ルート I ~ VI	88
図 5.2 - 2	路 線 図	91
図 5.3 - 1 (a)	標準横断面図 (平地及び丘陵部)	97
図 5.3 - 1 (b)	標準横断面図 (山地部)	98
図 5.3 - 2	橋梁標準横断面図	98
図 5.3 - 3	トンネル必要断面	99
図 5.3 - 4	トンネル標準断面図	99
図 5.3 - 5	登坂能力曲線図	101
図 5.3 - 6	非常駐車帯	102
図 5.3 - 7	事故防止のためのスペース	102
図 5.3 - 8	Sta. Fe のジャンクション	103
図 5.3 - 9	橋梁タイプ決定のフローチャート	104
図 5.3 - 10	降雨強度曲線 (10 年)	105
図 5.3 - 11	降雨強度曲線 (25 年)	105
図 5.3 - 12(a)	日雨量 (R) と数時間雨量 (I) との関係	106
図 5.3 - 12(b)	日雨量 (R) と数時間雨量 (I) との関係	107
図 5.3 - 13	斜坑の概略図	116
図 5.3 - 14	トンネル内交通量に対応する所要ジェットファン	117
図 5.3 - 15	非常駐車帯の標準断面図	119

図 5.3 - 16	非常駐車帯の平面形状	119
図 5.3 - 17	年度別設備容量	121
図 5.3 - 18	電力確保計画図	122
図 5.3 - 19	トンネル照明灯具の配置	124
図 5.3 - 20	トンネル照明灯具の取付図	124
図 5.3 - 21	トンネル内非常用施設の配置	127
図 5.3 - 22	両坑口配電の系統図	128
図 5.4 - 1	マス・ダイヤグラム	131
図 5.5 - 1(a)	工事用道路と土工計画 (Capintalan 例)	141
図 5.5 - 1(b)	工事用道路 (Sta. Fe 例)	143
図 5.5 - 2	工区割	145
図 5.5 - 3	上部半断面先進方式	147
図 5.5 - 4	側壁導坑方式	147
図 5.5 - 5	仮設信機器の配置図	148
図 5.5 - 6	NATM (I) の標準断面	150
図 5.5 - 7	NATM (II) の標準断面	150
図 5.5 - 8	トンネルの所要工期	152
図 7.1 - 1	通常交通の走行費用節約の計算フローチャート	156
図 7.1 - 2	通常交通による時間費用節約の計算フローチャート	161
図 7.2 - 1	誘発交通の便益計算フローチャート	170
図 7.3 - 1	迂回交通便益の計算フローチャート	172
図 8.1 - 1	費用・便益分析フローチャート	183
図 9.3 - 1	検討図	199

1. 調査計画の概要

1.1 要請の経緯

フィリピン政府は国道5号線（白比友好道路）ダルトンバス付近が台風シーズンに陥すべり、道路欠陥、河川侵蝕等によりしばしば交通が途絶するためこの地域に対しトンネル計画を含めた抜本的な道路改良を目的とした調査、検討を日本政府に要請した。

国道5号線はマニラ都市圏を含むルソン島中部平原とルソン島北部のカガヤンバレー地域を結ぶ産業および民生上非常に重要な道路であり、ダルトンバス付近における交通止めは地域住民に重大な影響をもたらすこととなり、国道5号線の完全確保を期待する声が各地で最高潮に到達した。

そのようなことからこの区域における交通確保はフィリピン政府にとっても重要な課題であり、技術援助をもとにしたダルトンバス・トンネル計画調査が国際協力事業団により実施された。

1.2 調査目的

ダルトンバス・トンネル計画調査は国際協力事業団とフィリピン政府との間で合意した実施計画および作業計画に基づいて実施した。

ダルトンバス・トンネル計画調査はPhase I, Phase IIの計画調査より構成され、その調査目的は以下の通りである。

(1) Phase I. 計画調査

1) ダルトンバス・トンネル計画調査に必要な区域の航空写真の撮影および図化 (S = 1/5,000)

2) トンネル計画地域に対する航空写真判読による線構造の把握および地質分布、地質構造の確認を目的とした地表地質調査

3) 実施数量

航空写真撮影面積

S = 1/15,000 面積 125 Km²

S = 1/8,000 面積 14 Km²

図化面積

S = 1/5,000 面積 55 Km²

地表地質調査

S = 1/5,000 面積 55 Km²

(2) Phase II. 計画調査

Phase IIは調査目的によりA, B 2区間に区分し作業を実施した。

- 1) A区間 A区間はCapintalan から STA. Fe までの15 Kmの区間である。この区間は全体が斜面傾斜の急峻な地域で交通止めの原因となる地すべりの多発区域である。

当区間の調査目的は計画路線の選定および本路線に対する技術的、経済的可能性の検討である。

- 2) B区間 本区間はBalaho-Capintalan, および STA. Fe ~ Baliling間で合計約40 Kmの区間である。

当区間の調査目的は現地調査により指摘された改良区間の対策工法の検討を行い、その概略設計の実務である。

1.3 プロジェクトの背景

調査地域はフィリピン共和国の首都マニラの北方約200 Kmの地域の日比友好道路沿にあり、Nueva Vizcaya, Nueva Ecija 両県に亘って分布している。またこの両県の県境をなす分水嶺には標高900mのダルトンパスが存在している。

このマニラ首都圏とカガヤンバレー地域とを直結する日比友好道路は別名カガヤンバレー道路または国道5号線と呼ばれフィリピン最北部のAparri からルソン島北部のカガヤンバレー地域を通過し、ルソン島を南北に縦断して、ミンダナオ島のDavao 市に至る幹線道路の一部である。

この幹線道路に関連するカガヤンバレー地域はNueva Vizcaya, Ifuags, Isabela, Quirino, Kalinga, Cagayan の北部6県から構成され、この道路の安定確保は北部諸県の悲願となっている。

今回の計画調査の対象区間であるダルトンパス地域は最近では1976年5月の台風Didang, 1980年11月の台風Aringにより多数の災害が発生し、甚大な被害を受け、長期間にわたって交通が途絶した。またこの傾向は年々増加の気配を示し、地域住民の生活不安を助長させる結果となっている。さらに災害による交通止めの期間の首都圏マニラとの連絡はルソン島西部を縦貫する国道3号線に依存することとなり運行距離、時間の増大による物価の上昇などカガヤン地域の住民に与える影響の大きさははかり知れない。

この意味で災害頻発地帯であるダルトンパス地域に対し、トンネル計画調査による技術的、経済性の検討を含めた今回の調査は意義のあるものと考えられる。

1.4 業務の内容

本業務はフィリピン政府と国際協力事業団との間で合意したダルトンパス・トンネル計画調査 Phase II の施工計画、作業計画により実施した。業務の概要は以下の通りである。

(1) 計画調査の区間

調査区間は国道5号線Km166+100のBalaho(Nueva Ecija)からKm221+00のBaliling (Nueva Vizcaya) までの55Kmの区間であり、この区間は調査目的によりA、B2区間に区分されている。

1) A区間

- Capintalan ~ STA. Pe 間の15 Km
- トンネル計画を含めた計画路線の詳細な技術的検討および経済性の検討

2) B区間

- Balaho ~ Capintalan , STA. Pe ~ Baliling 間の合計40 Km
- 現地踏査による改良区間の選定および対策工の検討、概略設計、勧告

(2) 作業方法

ダルトンパス・トンネル計画調査の作業は以下の要領にて実施した。

1) 日本における予備調査

- 施工計画の検討
- 事前調査により収集した資料の検討

2) フィリピンにおける現地調査

現地調査は調査目的によりA、B両区間に区分し、目的に合致した方法により実施した。

a) A区間

- 資料収集
- 現地踏査
- 比較路線の概略選定
- 比較路線の概略計画
- 比較路線の概略建設費の算定
- 計画路線の選定
- 計画路線のトンネル部分に対する地質調査
- 交通量調査と交通量予測
- 社会、経済的影響の調査
- 計画路線の概略設計
- 施工計画および施工工程

- ・ 建設費，維持費の算定
- ・ 走行費用の算定
- ・ 経済便益の算定
- ・ 経済評価

b) B区間

- ・ 資料収集
- ・ 現地踏査
- ・ 改良箇所の選定および測量
- ・ 対策工法の検討，設計
- ・ 建設費の算定
- ・ 勧告

3) 報告書

最終報告書はフィリピン政府からの指摘事項を受領後検討を行い国際協力事業団に提出した。

なお参考資料として図 1.4-1 に調査作業のフローチャートを示した。

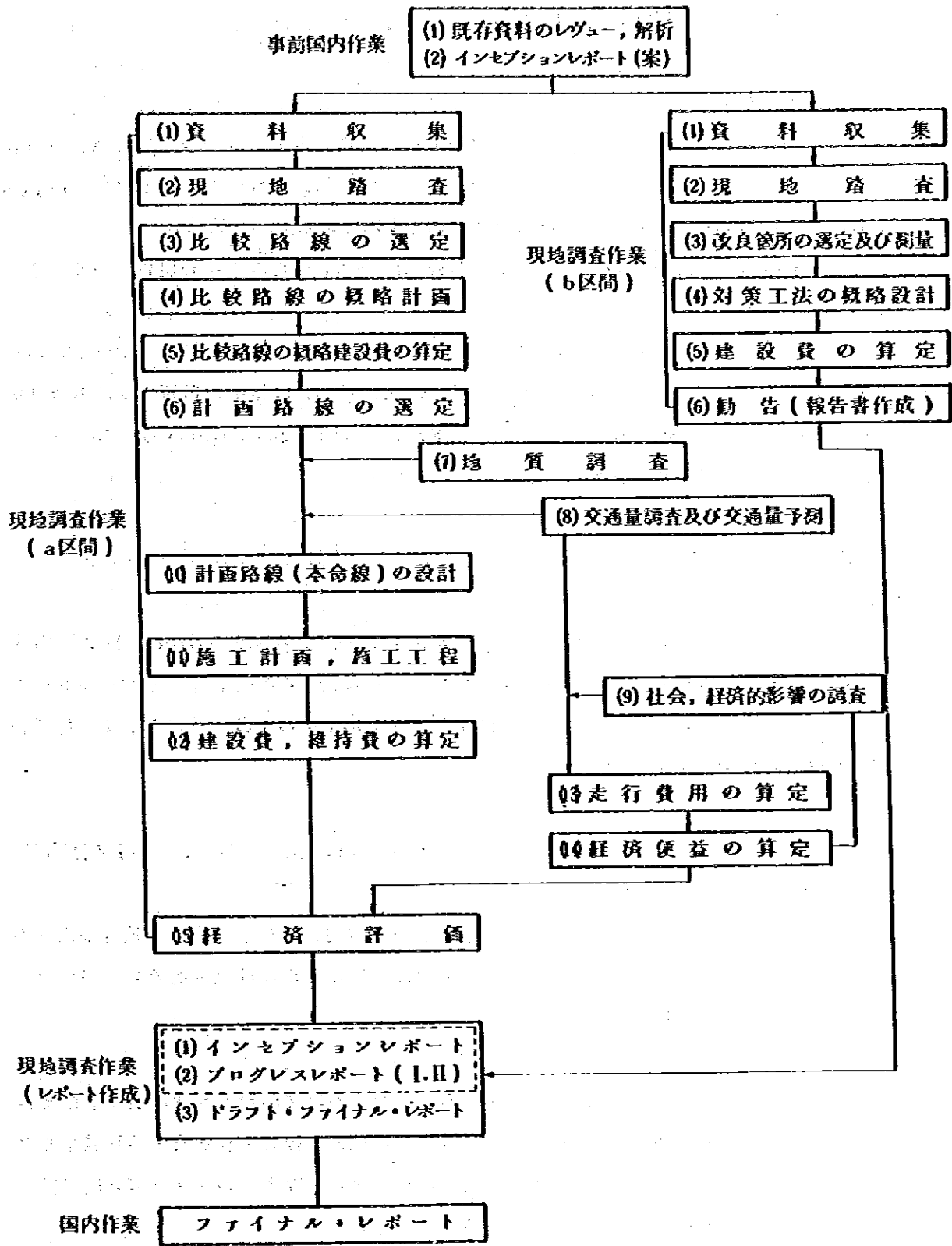


図 14-1 調査作業フローチャート

2. カガヤンバレー地域の概要

2.1 位置および影響圏

すでに述べたように調査区域はルソン島の北部地域に位置し、マニラ市の北方約200 Kmの地点にあり、マニラ首都圏とカガヤンバレー地域を結ぶ幹線道路国道5号線のKm166 (Balaho) からKm221 (Baliling) までの55 Kmである。

また調査区域はNueva Ecija, Nueva Vizcaya 両県にまたがりその境界をなす分水嶺中にダルトンパスが存在する。

行政区画はNueva Ecijaが第3地方建設局に、Nueva Vizcayaが第2建設局に所属しており、ダルトンパス地域が災害により交通止めになった時、直接その影響を受けるのは第2建設局所管の区域でCagayan, Isabela, Kalinga, Ifugao, Quirino, Nueva Vizcaya の北部6県が含まれる。

2.2 地 勢

(1) 地 理

一般にカガヤンバレーと呼ばれる地域は北部ルソン島に発達するSierra Madre 山脈とCordillera 山脈に夾在されて分布する低地帯で延長約160 Km, 平均谷幅約65 Kmを有する広大な平野である。またこの平野をカガヤン川やその支流が北流し、その総延長は26,000 Kmと言われている。

(2) 地 形

調査地点はこのカガヤンバレーの南端部とCordillera山脈の舌端部が接する付近に位置しており、その標高は約900 mである。

全体が斜面傾斜の急峻な山岳地帯であり、N-S方向に伸長する山枝、峡谷の発達が顕著である。特に調査区域の南部を流下するDigdig 川の右岸には直線的な急崖が発達し、断層谷の様相を示している。

(3) 地 質

一般にルソン島北部の地質は中生代末から第三紀にかけて活動した火山岩およびそれらの火山砕屑岩類から構成され、その一部には鉱脈形成と密接な関係を有する変質帯も存在している。また地質構造は調査区域の南部に存在するNW方向のフィリピン断層に影響されこれと交錯するN-S方向の構造線の発達が著しい。

ダルトンパスを中心とした調査地域の地質は花崗岩(トータル岩)を基底岩盤とし、花崗岩中に侵入または貫入する輝緑岩、安山岩、石英安山岩およびその火山砕屑岩類が広く分布している。特に輝緑岩と安山岩との関係は断層にて接するものが多く、周辺部

は熱水変質を受けて軟質となり、崩壊、地すべりを誘発している箇所が多い。国道5号線はこの接触部に沿って建設された道路であり、地質的に不安定な要因をもった道路と考えられる。図2.2-1は北部ルソン島の地質分布を示したものである。

(4) 気 候

ルソン島の気候は図2.2-2に示したように4つのタイプに区分されその特長は以下のように示されている。

タイプⅠ： 乾期（11月～4月）と雨期（5月～10月）が明瞭

タイプⅡ： 乾期がない

タイプⅢ： 明瞭に区分別出来ないがタイプⅠと類似

タイプⅣ： 多少にかかわらず年中平均して降雨がある

カガヤンバレー地域はタイプⅢに属し明瞭には区分別出来ないがタイプⅠと同様11月～4月が乾期、5月～10月が雨期という気候状態を示すものと考えられる。

ダルトンパス地域は位置的にはタイプⅠとタイプⅢの境界付近にあるのでカガヤンバレー地域と同様な気候条件であろう。

表2.2-1に調査地域内の STA. PE および San Jose における月間雨量および台風 Didang, 台風 Aring の通過時における日降雨量, 最高風速を示した。

表 2.2 - 1 (1) Sta. FE における月間降雨量 (m/m)

Month Year	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1976	95.3	9.0	43.2	82.5	1,117.9	884.5	241.7	297.1	347.5	210.9	47.0	17.8
1977	7.6	7.6	49.6	1.3	185.4	162.4	321.1	257.5	381.2	46.9	277.9	2.5
1978	1.3	2.6	27.9	35.6	112.0	156.8	243.4	653.2	462.9	561.4	133.9	103.2
1979	3.8	0	45.5	84.5	140.8	359.4	239.3	220.6	271.5	27.5	56.3	36.3
1980	22.5	15.2	30.4	90.4	203.4	152.2	773.8	159.3	527.5	138.7	1,037.7	54.8
Total	130.5	34.4	196.6	294.3	2,715.3	1,819.3	1,819.3	1,587.7	1,990.6	1,245.4	1,552.8	214.6
Mean	26.1	6.9	39.3	58.9	351.9	343.1	363.9	317.5	398.1	249.1	310.6	42.9

表 2.2 - 1 (2) San Jose における月間降雨量 (m/m)

Month Year	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
1976	0	0	52.1	54.9	1,363.9	616.1	269.0	374.8	377.5	16.9	44.7	17.8
1977	10.2	0.8	0	0	97.9	49.6	469.2	507.5	414.1	18.0	127.1	0
1978	0	14.5	7.6	12.1	171.0	319.4	297.7	723.8	377.8	451.8	16.5	3.8
1979	11.9	4.8	0	9.1	318.4	220.1	436.4	394.1	153.2	198.2	47.3	28.2
1980	9.9	0	15.2	0	296.4	33.7	481.0	228.3	284.3	127.0	451.1	3.0
Total	32.0	20.1	74.9	76.1	2,247.6	1,238.9	1,953.3	2,228.5	1,606.9	811.9	686.7	52.8
Mean	6.4	4.0	15.0	15.2	449.5	247.8	390.1	445.7	321.4	162.4	137.3	10.6

表 2.2 - 1 (3) Sta. FE, San Jose における台風時の日降雨量および瞬間最大風速

Typhoon	Date	Amount of Rainfall, mm.		Maximum Center Wind Velocity, KPH
		San Jose City N.E.	Sta. FE N.V.	
Didang	May 20, 1976	4.8	21.6	130
	May 21, 1976	158.0	116.3	
	May 22, 1976	424.9	193.0	
	May 23, 1976	255.6	127.0	
	May 24, 1976	238.3	401.8	
	May 25, 1976	182.1	326.4	
	May 26, 1976	27.5	49.5	
Aring	Nov. 1, 1980	5.1	9.1	260
	Nov. 2, 1980	1.3	4.1	
	Nov. 3, 1980	0	T	
	Nov. 4, 1980	133.7	197.6	
	Nov. 5, 1980	280.2	732.0	
	Nov. 6, 1980	4.6	39.6	

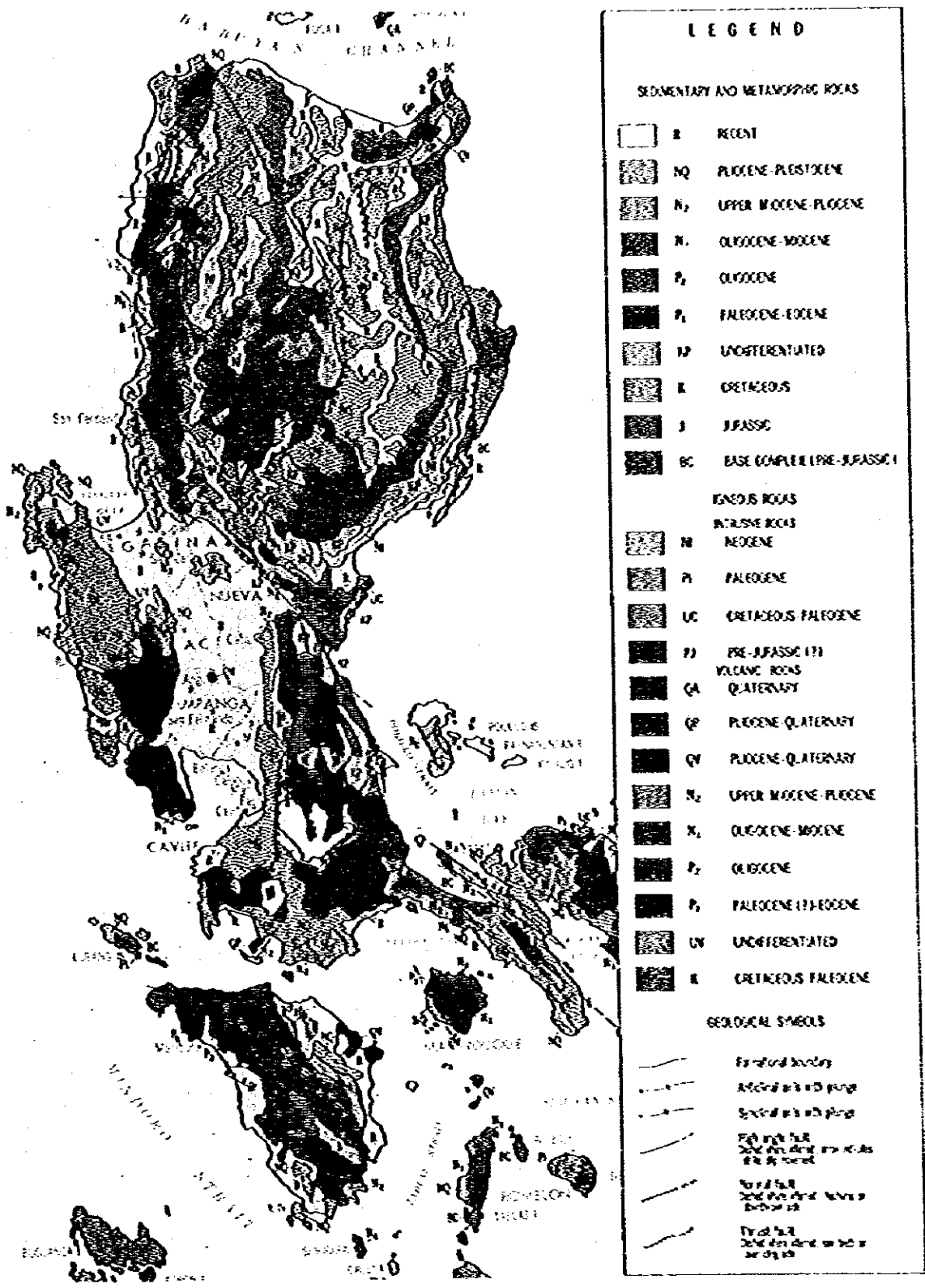
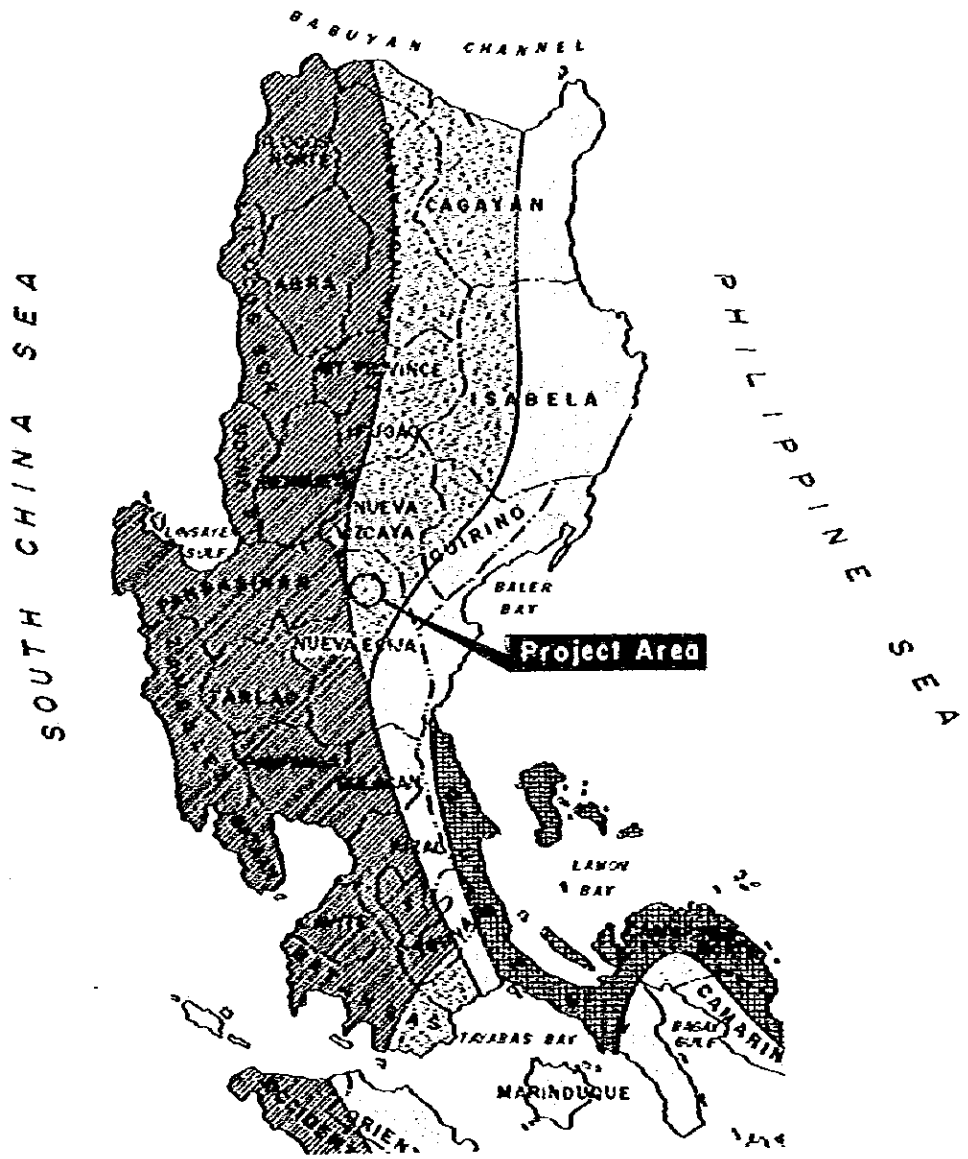


図 2.2 - 1 北部ルソン島の地質図

Source: 1972 National Economic Atlas MND, BCGS







- LEGEND**
- 
 1st Type- Two pronounced seasons; dry from November to April; wet during the rest of the year.
 - 
 3rd Type- Seasons not very pronounced; relatively dry from November to April and wet during the rest of the year.
 - 
 2nd Type- No dry season with a very pronounced maximum rainfall from November to January.
 - 
 4th Type- Rainfall more or less evenly distributed throughout the year.

图 2.2 - 2 气 候

2.3 カガヤンバレーの資源概観

- (1) カガヤンバレーの面積は Southern Tagalog 地域の 47,000,000 ヘクタールに次ぐ全国第2位の地域で、その面積は 36,400,000 ヘクタールを有し、また可耕地面積は 413,000 ヘクタールである。
- (2) 一方当地域の国有林は全体の 7.2 % でその面積は 2,625,000 ヘクタールを占めている。
- (3) 漁業については当地域の北部、東部の一部を除けば見るべきものはないが、周囲の海を開発することが出来れば優に当地域の需要を充すことは可能である。
- (4) 実在の湖、湿地帯の面積は約 16,185 ヘクタールである。
- (5) 鉱物資源は皆無に近い。
- (6) カガヤンバレー地域の河川の開発可能水力は表 2.3-1 の通りである。

表 2.3-1 カガヤンバレー地域の開発可能水力

Source	Underdeveloped Power Capability (1000 kw)	Installed Generating Capacity (1000 kw)
Abulug River	126	212
Chico River	1,275	(1)
Magat River	90	(2)
Littu River	10	—

Source: National Irrigation Administration
Magat Project Feasibility Study

2.4 カガヤンバレーの土地利用

1975 年における、カガヤンバレー地域の土地利用の形態は表 2.4-1 に示したが、この表によれば全面積 36,400,000 ヘクタールのうちの 57.5 % が森林地帯、23.4 % が平地部、17.7 % が農地で、僅かに 1.4 % が住宅、高工業地に使用されているにすぎない。

表 2.4-1 カガヤンバレー地域の土地利用形態

	1975		1982		1987	
	1000 ha	%	1000 ha	%	1000 ha	%
Total	3,640	100.0	3,640	100.0	3,640	100.0
Farmland	631	17.3	820	22.5	1,654	45.4
a. Cropland	504	13.8	552	15.2	769	21.1
1. Permanent Crops	21	0.6	27	0.7	32	0.9
2. Temporary Crops	483	13.3	525	14.4	737	20.2
b. Pasture	103	2.8	254	7.0	276	7.6
c. Fishpond	1	0.0	2	0.1	3	0.1
d. Mf	22	0.6	12	0.3	6	0.2
Forest	2,093	57.5	2,122	58.3	2,148	59.0
Openland	850	23.4	623	17.1	363	10.0
Urban	51	1.4	54	1.5	55	1.5
Lakes/Swamps	15	0.4	21	0.6	20	0.6

Source: Cagayan Valley Five-Year Development Plan, Table 24.

2.5 カガヤンバレーの社会経済

2.5.1 人口

(1) 現在の人口

カガヤンバレー地域における1970年～1980年間の人口推移は表2.5-1の通りである。

表 2.5 - 1 カガヤンバレー地域における人口の推移

	POPULATION (In Thousands)			LAND AREA (1000 Sq Km.)	POPULATION DENSITY persons per square kilometer)	AVERAGE GROWTH 1970-75	ANNUAL RATES 1975-80
	1970	1975	1980				
PHILIPPINES	36,684	42,071	47,914	300	159.7	2.78	2.63
Cagayan Valley	1,680	1,921	2,208	35.4	61.0	2.72	2.82
Cagayan	581	644	712	9	79.1	2.07	2.03
Ifugao	93	105	112	2	44.2	2.51	1.25
Isabela	648	730	870	11	81.7	2.42	3.57
Kalinga-Apayao	136	163	190	7	27.0	3.68	3.10
Nueva Vizcaya	172	213	241	4	61.7	4.36	2.48
Quirino	50	66	83	3	27.2	5.71	4.82

Source: 1981 Philippine Yearbook

1) カガヤンバレー地域の面積はフィリピン全土の12%を占めているにもかかわらず、人口は1970年、1975年の時点では全体の4.75%にすぎない。

また人口密度は61人/Km²であり全国平均の160人/Km²に比較して非常に小さい。

2) カガヤンバレー地域を構成する北部6県の1980年の総人口2,208,000人のうち39.4%がIsabela、32.25%がカガヤン、10.91%がNueva Vizcaya、8.61%がKalinga-Apayao、5.07%がIfugao、3.76%がQuirinoとなっている。

3) 1970年～1975年における年間人口増加率は2.72%であり、この増加率はフィリピン全国平均の2.78%とほぼ同じ増加率を示している。また1975年～1980年における増加率はカガヤンバレー地域が2.82%、全国平均は2.63%であり、全国平均を上回っている。

(2) 将来人口の予想

将来人口については今後開発が進むにしたがって他県からの移住が予想され、人口は増加するものと考えられる。

(3) 雇 傭

1975年におけるカガヤンバレー地域の主要産業の就業人口を表2.5-2に示した。

表 2.5-2 主要産業の就業人口分布

INDUSTRIES	Total	Cagayan	Ifugao	Isabela	K-Apayao	N. Vizcaya	Quirino
Agriculture	431,083	128,747	42,587	159,594	42,370	42,933	14,852
Manufacturing	26,322	8,993	1,198	10,749	545	3,663	1,174
Construction	9,423	3,803	191	3,289	356	1,637	147
Commerce	23,041	7,849	443	9,646	680	3,927	496
Transport	12,732	5,142	187	4,989	316	1,901	197
Services	58,259	19,896	2,470	21,875	4,114	8,357	1,547
Others	7,227	2,742	183	2,763	878	553	108
Total	568,087	177,172	47,259	212,905	49,259	62,971	18,521

Source: National Census & Statistics Office
National Economic Development Authority.

カガヤンバレーの総人口 1,921,307 の約 30% に相当する 568,087 人が就業しており、このうちの 75.88% が農業、漁業、林業等の 1 次産業に従事している。

建設、製造業等の 2 次産業は 8.53%、サービス業等の第 3 次産業は 15.59% である。

2.5.2 農 業

農業はカガヤンバレー地域における主要産業であり、1975年における農業就業人口は当該地域就業人口の 75.89%、全国農業人口の 49.18% を占めている。

また農業面積は全国の 17.8% である。

(i) 農業生産量

当該地域における 1975年～1980年間の主な作物の生産量を表 2.5-3 に示した。

表 2.5-3 カガヤンバレー地域の主要作物の生産量

CROP \ Year	1975	1976	1977	1978	1979	1980 ¹
Palay	712.6	741.1	812.9	802.1	847.7	785.6
Corn	277.0	292.6	286.0	309.6	330.0	325.0
Sugar Cane ²	—	—	—	73.2	146.6	159.6
Tobacco	17.3	14.9	12.5	12.4	12.7	12.9

¹Preliminary Estimates

²Total cane ground at Cagayan Sugar Corporation

作付面積については米作が全面積の48.4%、トウモロコシが42.3%と大半を占めている。サトウキビについては1978年にCagayan Sugar Corporation (CASUCO)が設立されるまでは生産量は極く限られた生産量であったがCASUCO設立後は生産量は年々増加している。

(2) 米の生産

米はカガヤンバレー地域の主要生産物であり、1980年には全国生産量の10.47%を占めている。また1973年に発生した台風、洪水により一時的に生産量が減少した以外は毎年余剰分が確認され、1975年~1980年の余剰米は表2.5-4の通りである。

現在の生産目標4.95 t/ヘクタールに対し、現在の生産量は2.52 t/ヘクタールと大きく目標を下廻っているが新しい技術の導入や灌漑方式の改良により生産性が次第に向上することとなる。

なお向う5年間に以下のプロジェクトがNational Irrigation Administration (NIA)により計画、実施される予定である。

- Chico River Irrigation Project 49,000ヘクタール
- Magal River Multi-Purpose Project 104,000ヘクタール
- Cagayan Intergrated Agricultural Development Project
..... 13,200ヘクタール

表 2.5-4 カガヤンバレー地域の余剰米

1975	184.9
1976	195.1
1977	230.6
1978	217.3
1979	237.0
1980	193.1

なお現地で行った聞き込み調査ではカガヤンバレー地域の余剰米はダルトンパスを通りマニラ、Bulacan、Laguna、ヤルソン島の他の地域に移出されている。

(3) トウモロコシ

トウモロコシは当地域では米につく第2の重要作物であるが、地元での消費量は全生産量の10%にすぎず、残りはNational Food Authority (NFA)により買上げられている。

カガヤンバレーにおけるトウモロコシの生産実績は1.0 t/ヘクタールであり目標の2.5 t/ヘクタールを大きく下廻っているのが現状であるが、当地域の生産量は全国生産量の10.23%を占めている。

(4) サトウキビ

サトウキビの生産は当地域、特に Cagayan Region においては有用な商業作物であり、作物面積、生産量は OASUGO のデータによれば

1978	1,803ヘクタール	6,841(t)
1979	3,886 "	17,468
1980	4,552 "	16,942
1981	7,446 "	23,960

と急激に増加している。

また現在の生産量は 34.42 t/ヘクタールであるが、これを向う5年間に36.9 t/ヘクタールに増収することが期待され、生産量の90%がダルトンパス経由で中部ルソン、マニラに移出されている。

また1979年から1981年にかけての積みつの生産量は21,651.6 t, Aparri 経由で日本に輸出されている。

(5) タバコ

カガヤンバレーにおけるタバコ生産量は北部ルソンに次ぎ全国第2位であり、1975年における生産量は1.0 t/ヘクタールであるが、5年後の1987年の生産目標は1.52 t/ヘクタールとされている。

(6) その他

当地域におけるその他の生産物として、ピーナツ、マンゴー、芋類が生産されているがその生産量は少量で問題とはならない。

2.5.3 林業

カガヤンバレー地域の地形は南側を Caraballo 山脈に、また西側を Cordillera 山脈により取り囲まれているため山岳地に比較し耕作面積が乏しく、当地域の全面積3640,300ヘクタールに対し耕地面積は1,014,983ヘクタールで全体の28%、一方、森林は2,625,317ヘクタールで全体の72%を占めている。またフィリピン全土の国有林の約15%がカガヤンバレー地域に存在し全国第2位に位置づけられている。

表2.5-5は1980年における当地域の土地分類を示したものである。

1980年現在カガヤンバレー地域には木材会社49社、製材所60社があり、1976年1980年のフィリピン全土、カガヤンバレー地域夫々の木材、製材の生産量を示したものが表2.5-6である。

表 2.5 - 5 カガヤンバレー地域の土地分類

	Area (ha.)	%
TOTAL	3,640,300	100
Alienable and disposable	1,014,983	28
Forest Land	2,625,317	72
Classified forest land	1,292,020	35
Forest Reserve	549,529	15
Timberland	702,421	19
National Parks	1,011	—
Civil Reservations	2,229	—
Others	36,830	—
Unclassified public forest	1,333,297	37

Source: Bureau of Forest Development (BFD), 1980.

表 2.5 - 6 木材及び製材生産量

	Philippines		Cagayan Valley	
	1976	1980	1976	1980
Logs (cu.m.)	8,645,835	6,352,300	1,942,404	1,062,000
Lumber (bd.ft.)	682,294	1,529,100*	209,240	312,651*
Plywood (cu.m.)	705,741**	552,870	33,161**	48,890
Veneer (cu.m.)	1,367,457**	659,873	164,992**	57,481

Note: *1980 figures for lumber is in cubic meter.

**1976 figures for plywood and veneer are in square feet.

上表によると1976年~1980年にかけての木材の伐採量の減少はフィリピン政府による森林保護政策の効果の浸透によるものであるが、他の森林資源は僅かではあるが増加の傾向がみられる。

またフィリピン政府はカガヤンバレー地域に対し5ヶ年計画で伐採地の緑化、植林計画を発表し、実行に移っている。

表 2.5 - 7 はカガヤンバレーにおける植林計画である。

表 2.5-7 カガヤンバレー地域の植林計画

Region/Province	Total Area Programmed (has.)	Total Area Planted (has.)
Cagayan Valley	113,023	24,908
Cagayan	17,536	4,376
Isabela	3,905	2,318
Nueva Vizcaya	45,925	14,712
Quirino	2,657	1,138
Ifugao	43,000	2,362
Kalinga-Apayao	—	—

Source: Bureau of Forest Development
Region II, Tuguegarao, Cagayan

2.5.4 漁業

カガヤンバレー地域は北部および東部地域以外は内陸部が主体であるので漁業資源については見るべきものはない。しかし北部ルソン島の狭陸部や東部の太平洋岸は漁業資源が豊富であるので地域開発等が行われれば発展の可能性は大きい。

1980年におけるカガヤンバレー地域の漁獲量を表2.5-8に示したが、本表によれば当地域の北部および東部に位置するIsabelaが漁獲量の大部分を占めている。しかしフィリピン全体の漁獲量に対しては僅かに1%、その漁獲量は8449.26tである。また就業全人口も2,200,060人に対して非常に低い。

したがって住民1人当りの魚消費量は383kgと低く、マニラやPangasinan, La Unionなどの近県からダルトンパス経由で陸送されているのが現況であり、今回のSTA. Feに於て実施したOD調査の結果によれば1日当りマニラから9,938kgの海産物が、La Unionからは600kgの鮮魚が、Pangasinanからは8tの塩と干物がカガヤンバレー地域に搬入されたことが記録された。

表 2.5-8 カガヤンバレー地域における漁獲量

	MUNICIPAL		COMMERCIAL		FISHPOND	
	No. of Bancas	Production	No. of Vessels	Production	Area (has.)	Production
Cagayan Valley	3,766	5,895.8	95	1,340	3,225.69	726.46
Cagayan	2,983	5,620	95	1,340	2,788.87	592.37
Isabela	693	200	—	—	311.6	93.48
N. Vizcaya	12	15.8	—	—	26.45	10.58
Kalinga-Apayao	14	10	—	—	33.77	10.13
Ifugao	—	—	—	—	2	1
Quirino	64	50	—	—	63	18.9

Source: BFAR, Region II

2.5.5 運輸, 交通

(1) 全国交通概況

フィリピンにおける交通形態は陸路（道路, 鉄道）, 海路, 空路から構成されているが, フィリピン全土が多くの島嶼の集合であるため, 航空機や船舶による交通が卓越し道路, 鉄道は島嶼内の交通路としての役割を果たしている。

(2) 自動車登録台数

1979年における全国の自動車登録台数は1,186,375台であり1970年の564,577台の登録台数に対し, 1970年~1979年までの9年間に於ける年間増加率は8.6%となっている。

一方カガヤンバレー地域における同期間の年間増加率は12.6%で全国平均より高増加率を示している。表2.5-9はフィリピン全土およびカガヤンバレー北部6県の1970年~1979年における自動車登録台数を示したものである。

なお1979年のカガヤンバレー地域における車種別比率は全車数に対し乗用車20.46%,トラック36.24%（ジブニー, バスを含む）, モーターサイクル, トライスクル41.18%, トレーラー2.12%であり, 車種別の1970年~1979年までの年間増加率は乗用車7.24%,トラック9.85%,モーターサイクル, トライスクル22.53%である。

表 2.5-9 カガヤンバレーの自動車登録台数

Year	Cars	Trucks	Motorcycles Motocycles	Trailers	Total
Philippines					
1979	552,277	412,377	249,556	22,145	1,186,357
1976	391,800	301,137	177,822	14,597	885,356
1973	310,451	252,834	150,155	13,651	735,151
1970	268,025	189,862	92,665	14,225	564,577
Cagayan Valley					
1979	5,543	9,812	11,157	574	27,091
1976	4,367	7,629	6,336	535	18,867
1973	3,532	5,323	4,934	533	14,322
1970	2,953	4,214	1,792	344	9,303
Cagayan					
1979	1,271	2,258	3,785	161	7,975
1976	1,010	2,413	2,152	113	5,838
1973	979	1,475	2,382	161	5,097
1970	1,044	1,029	814	125	3,412
Iligan					
1979	113	702	170	—	985
1976	59	99	33	—	191
1973	12	13	9	—	34
1970	—	N.A.	—	—	—
Ibabai					
1979	2,901	5,428	5,293	325	13,627
1976	2,357	3,455	2,651	307	8,770
1973	1,694	2,310	1,236	353	6,093
1970	1,443	2,223	615	204	4,690
Kalinga-Apayao					
1979	256	827	332	1	1,216
1976	93	336	111	3	413
1973	155	331	228	—	714
1970	113	193	94	4	404
Nueva Vizcaya					
1979	350	503	1,341	75	2,259
1976	678	831	1,021	81	2,611
1973	654	619	635	63	1,951
1970	353	354	269	11	917
Quirino					
1979	162	619	235	12	1,028
1976	170	295	298	31	794
1973	217	375	444	16	1,052
1970	—	—	—	—	—

Source: Bureau of Land Transportation

(3) 道路概況

フィリピンにおける道路は国道、県道、市道、町村道および部落道に区分され、国道が幹線道路として位置づけられている。

フィリピン全土の1975年の道路総延長は92,496 Kmであったが1981年には149,863 Kmと延伸しその年間増加率は8.37%を示している。その内訳は国道23,763 Km、県道23,763 Kmと幹線道路が約30%を占めている。一方市道3,691 Km、町村道11,445 Km、部落道81,209 Kmである。

カガヤンバレー地域における1980年の道路種別延長は表2.5-10の通りである。

表 2.5-10 道 路 延 長

	National	Provincial	Mun/City	Barangay	Total
Cagayan	650	589	209	1,844	3,292
Ifugao	253	176	44	357	830
Isabela	358	655	416	2,243	3,672
Kalinga-Apayao	444	173	58	565	1,240
Nueva Vizcaya	320	346	237	1,196	2,099
Quirino	252	106	66	183	607
Total	2,277	2,045	1,030	6,388	11,740

なお1975年におけるカガヤンバレーの道路総延長は6,673 Kmであり、1980年での総延長は11,740 Kmと延伸し、この間の年間平均増加率は11.96%を示している。

なおカガヤンバレー地域における道路密度は0.32 Km/Km²、0.53 Km/1000人となる。また国道の20%はコンクリート舗装、4%がアスファルト舗装、その他は砂利または未処理道路である。

(4) 港湾、空港

カガヤンバレー地域には5国営港、1県営港が開港しているが、このうちの4国営港および1県営港はCagayan Regionに1国営港はIsabela Regionにある。

またカガヤンバレーには5国営空港がある。

Tuguegarao, Cagayan	1
Cauayan, Isabela; Bagabag, Nueva Vizcaya	2
Aparri, Cagayan; Palanan, Isabela	2

カガヤンバレー地域の空軍基地はTabuk, Kalinga-Apayaoの2基地があるが、各空港の滑走路は砂利、設備は不良である。したがって7空港が5年~10年計画の中で改良計画の対象となっている。

2.5.6 その他の開発計画

(1) 電力

当地域においては水力発電計画が1980年に着手され、現在進行中である。その主なものは次の通りである。

- Abulog River Power Project

1985年までに400 MW, 1987までに400 MWを目標とし、その総工費はP 4,000,000,000である。

- Magat River Power Project

1983年までに360 MWをルソン地域に送電, 1987年には300 MWが受電される。当プロジェクトの総工費はP 4,313,400,000である。

- National Power Corporation (NPC)はChico Riverに4ヶ所の水力発電用ダムを計画し、その全発電能力は1,010 MW, 年平均消費電力量は2,000 GWH。

- カガヤンバレー地域の電化計画はBenguetのAmbukalo発電所からの電力を利用する。次の3年間で8地区以上の電力会社は人口1,500,000を有する7.5市町村に電力供給を計画している。

- Cagayan Integrated Agriculture Development Project (CIADP)もまた1983年までにカガヤンバレー地域において施工を予定している電化計画をもっている。

(2) 水資源

1) 灌漑； カガヤンバレー地域の農業生産および農業収入の増加を目的とし、総計166,000ヘクタールを灌漑するために次の3つのプロジェクトが目下進行中である。

- Magat River 多目的プロジェクト

灌漑(104,000ヘクタール), 発電, 上水道, 森林保存, 洪水調節等を目的とし1983年完成予定

- Chico River 灌漑プロジェクト

閘ダムの建設, 灌漑による耕地整理19,700ヘクタール, 1984年完成予定, 総工費P 996,070,000

- Cagayan 総合農業開発計画

Cagayan 川から利水し13,200ヘクタールを灌漑するための新灌漑計画。1983年完成予定, 総工費P 260,395,000

2) 上水道； カガヤンバレー地域の各泉は1978年~1982年, 1983年~1987年間に上水道の建設を予定しており, その各泉の年間供給量は表2.5-11の通りである。

表 2.5 - 11 予定年間供給水量

Province	1982	1987
Cagayan	4,500	6,240
Ifugao	760	920
Isabela	6,000	6,210
Kalinga-Apayao	1,200	1,350
Nueva Vizcaya	1,800	1,920
Quirino	640	680
Total	14,900	17,320

Source: Cagayan Valley Five-Year Development Plan

3) 洪水管理

Cagayan, Chico, Magat 川の多目的プロジェクトは電力、水資源の供給を目的とし、またこれらの河川に沿って分布する都市や農地を洪水から守る役割を果たしている。

洪水管理計画の一環として 1987 年までに総延長 46,645 m のコンクリート護岸が予定されている。

3. 交通量調査

3.1 OD調査

3.1.1 OD調査の目的

OD調査は以下の目的により実施した。

- (1) ダルトンバスとカガヤンバレー地域との相互間に生ずる社会的、経済的な関連性をより正確に把握する。
- (2) 国道3号線と国道5号線との間の交通に関するゾーンODの分布を決定する。

3.1.2 調査概要

(1) 調査方法

OD調査の方法は路側インタビュー方式により実施した。インタビューは表3.1-1に示すように、交通の基、終点、中間停車地、乗車格人員、積荷、重量等について通過全車を24時間調査した。

なお車種区分は乗用車(バン、ワゴン)、大型バス(乗用定員が30人以上)、小型バス(ジブニー)、大型トラック(6本以上のタイヤ)、トレーラー、その他(モーターサイクル車を除いた上記の車種以外のもの)に分類した。

また積荷については農産物、林産物、石油製品、セメント、建設資材、飲料、その他に分類した。

(2) 調査地点と日時

- Nueva Vizcaya 県 STA. FE 1981年、7月17日
- Ilocos Norte 県 Pasuquin 1981年、7月10日

(3) ゾーニング

プロジェクトの社会、経済性に影響をおよぼす地域を把握するためにマニラ以北を表3.1-2、図3.1-1に示すように20ゾーンに分割した。

3.1.3 調査結果

(1) 概要

- 1) OD調査により確認された各ゾーン間の交通量は表3.1-3、図3.1-2に示すように STA. FEを通過する車は殆んどマニラに直結し、国道5号線が幹線道路としての重要な役割を果たしていることが明らかになった。

Pasuquin で実施したOD調査の結果は表3.1-4にODマトリックスとして示したが、たまたま本調査を実施した7月10日は台風により STA. FE 橋が流出し、交通止めの期間であり、ダルトンバスが通過出来ないために3号線経由でマニラ向う車輛のあることが確認された。

2) STA. FE にて実施したOD調査の結果では国道5号線における業務用車輛の混入率は68%を示し、3号線における混入率17%に比較して格段に大きく、産業道路としての大きな役割を果たしている。

3) カガヤンバレー地域で生産された農産物等の余剰分はダルトンパス経由でマニラに搬入され、OD調査の結果1日平均1300 ton、年約500,000トンの余剰穀物が運搬されていることが明らかになった。

4) ダルトンパスを通過する旅客数は表31-5から明らかのように、上り4,470人/日、下り2,165人/日が記録され約6,600人の旅客がダルトンパスを通ることが把握され年間約2,489,000人が予想された。

5) 木材以外の貨物は殆んどがダルトンパス経由で搬出される。ただ、カガヤンバレー地域で生産される木材の約半数はAparri港から積積され、海路運搬される。

6) PasuquinにおけるOD調査の結果からダルトンパス地域が交通止めとなった時、開通待ちをしないでPatapatを通り、3号線経由で目的地に向う車輛は

大型トラック 1%

小型トラック、ミニバス 2%

と考えられる。

7) ダルトンパス地域の交通止めは、数倍の走行距離が必要な3号線を通過する以外、代替道路がないためカガヤンバレー地域に重大な不利益をもたらすこととなる。

8) 通常の運送料は0.70 P/1. Tonであるが現況では割引運賃により0.30~0.45 P/1. Tonが普通となっている。しかし、ダルトンパス地域では道路状況が急傾斜でヘヤピンが連続するため、0.50 P/1. Tonと割高運賃が採用されている。またトラックは道路状況を考慮し、安全性を重視するため過積みは行わない。

9) マニラから運搬される食料品、建設資材は穀物をカガヤンバレーからマニラに運搬したトラックの帰り荷となって当地域に入ってくる。

(2) 穀物運送

1) ダルトンパスが災害により交通止めになると、カガヤンバレー地域の米の価格は若干下がる傾向がある。しかしマニラでは在庫があるため価格は変らない。

2) カガヤンバレーで生産される米穀、トウモロコシの60~70%は余剰農産物で、その全量がダルトンパス経由でマニラへ運搬される。

3) ダルトンパスが交通止めになっても、穀類を運搬するトラックはPatapatを越らず、開通待ちをする。

4) カガヤンバレー地域の穀類の生産量はゆっくりではあるが確実に増加の傾向を示している。

表 3.1 - 1 O D 調查調查票

TABLE 3-1.1 DALTON PASS TUNNEL PROJECT FEASIBILITY STUDY
O-D INTERVIEW FIELD SHEET 1981

STA.No. _____ DATE: _____ HOUR: _____ PROVINCE: _____
DIRECTION: _____ FROM: _____ TO: _____

1. VEHICLE TYPE	<input type="checkbox"/> 1. CARS	4. BIG TRUCK (WITH 6 OR MORE TIRES)		<input type="checkbox"/>
	<input type="checkbox"/> 2. BIG BUS	5. TRUCK-TRAILERS AND SEMI-TRAILERS		
	<input type="checkbox"/> 3. MINI BUS (INCLUDING JEEPNEYS)	6. ALL OTHERS		
BARRIO CITY/MUNICIPALITY PROVINCE	2. ORIGIN	3. DESTINATION	4. INTERMEDIATE STOP	
5. NUMBER OF PERSONS (INCLUDING DRIVER AND CONDUCTOR (S))				
6. SEAT CAPACITY (ONLY FOR BUS, JEEPNEY) PASSENGER SEATS				
7. COMMODITY TYPE	TYPE 1.			
	TYPE 2.			
	TYPE 3.			
	TYPE 4.			
	TYPE 5.			
Empty <input type="checkbox"/>				
8. COMMODITY WEIGHT	TYPE 1. WEIGHT		KGS	
	TYPE 2. WEIGHT		KGS	
	TYPE 3. WEIGHT		KGS	
	TYPE 4. WEIGHT		KGS	
	TYPE 5. WEIGHT		KGS	
9. TOTAL COMMODITY WEIGHT			KGS	
10. NET LAOD CAPACITY			KGS	

表 3.1-2 ゾ ー ニ ン グ

<u>Zone No.</u>	<u>Zone Name (Zone Center)</u>	
01	San Fernando	La Union (all municipalities)
02	Bontoc	Mountain Province (all municipalities)
03	Bulnao	Kalinga-Apayao (all municipalities)
04	Bayombong	Nueva Vizcaya, Ifugao (all municipalities)
05	Cordon	Cordon, Santiago
06	Magapit	Cagayan: Appatri, Buguey, Calayan, Camalaniugan, Gonsaga, Lal-lo, Sta. Ana, Sta. Teresita, Abulug, Allacapan, Ballesteros, Claveria, Lasam, Pamplona, Sanchez Mira, Langangan Alcala, Amulung, Baggao, Gattaran Iguig, Magapit
07	Tuguegarao	Cagayan: Tuguegarao, Enrile, Penablanca, Solana
08	Alicia	Isabela: Alicia, Angadanan, Cauayan, Echague, Jone, Luna, Reina Mercedes, San Agustin, San Guillermo, San Isidro, Cabanatuan, Aurora, Benito, Dinapiguil, Mallig, Quezon, Roxas, San Manuel, San Mateo, Ramon
09	Ilagan	Isabela: Ilagan, Soliven, Burgos, Cabagan, Divilican, Gamu, Macanacon, Magsayasay, Naguilian, Palanan, Quirino, San Mariano, San Pablo, Sta. Maria, Sto. Tomas, Tumanuini
10	Urdaneta	Pangasinan (all municipalities and cities)
11	Sta. Rita	Bulacan (all municipalities except Valenzuela)
12	Sta. Rosa	Nueva Ecija: Sta. Rosa, Cabanatuan, Gapan, Gen. Tinio, Penaranda, San Leonardo, Jaen, San Antonio, San Isidro, Cabiano, Aliaga, Licab, Quezon, Zaragona, Palayan City, Bongabon, Gabaldon, Natividad, Laur, Llana, Pantabangan, Rizal
13	Talavera	Nueva Ecija: Guimba, Cuyapo Nampicuan, Talugtug, Talavera, Sto. Domingo
14	San Jose	Nueva Ecija: Carrangalan, Lupao, Munoz, San Jose City
15	Metro Manila	Metro Manila, Rizal, Cavite, Laguna, Batangas, Quezon, Albay, Camarines Norte, Camarines Sur, Sorsogon, (all municipalities and cities)
16	Tarlac	Tarlac (all municipalities and cities)
17	San Fernando	Bataan, Pampanga, Zambales (all municipalities)
18	Laoag	Ilocos Norte (all cities and municipalities)
19	Vigan	Abra, Ilocos Sur (all municipalities)
20	Baguio	Benguet (all cities and municipalities)

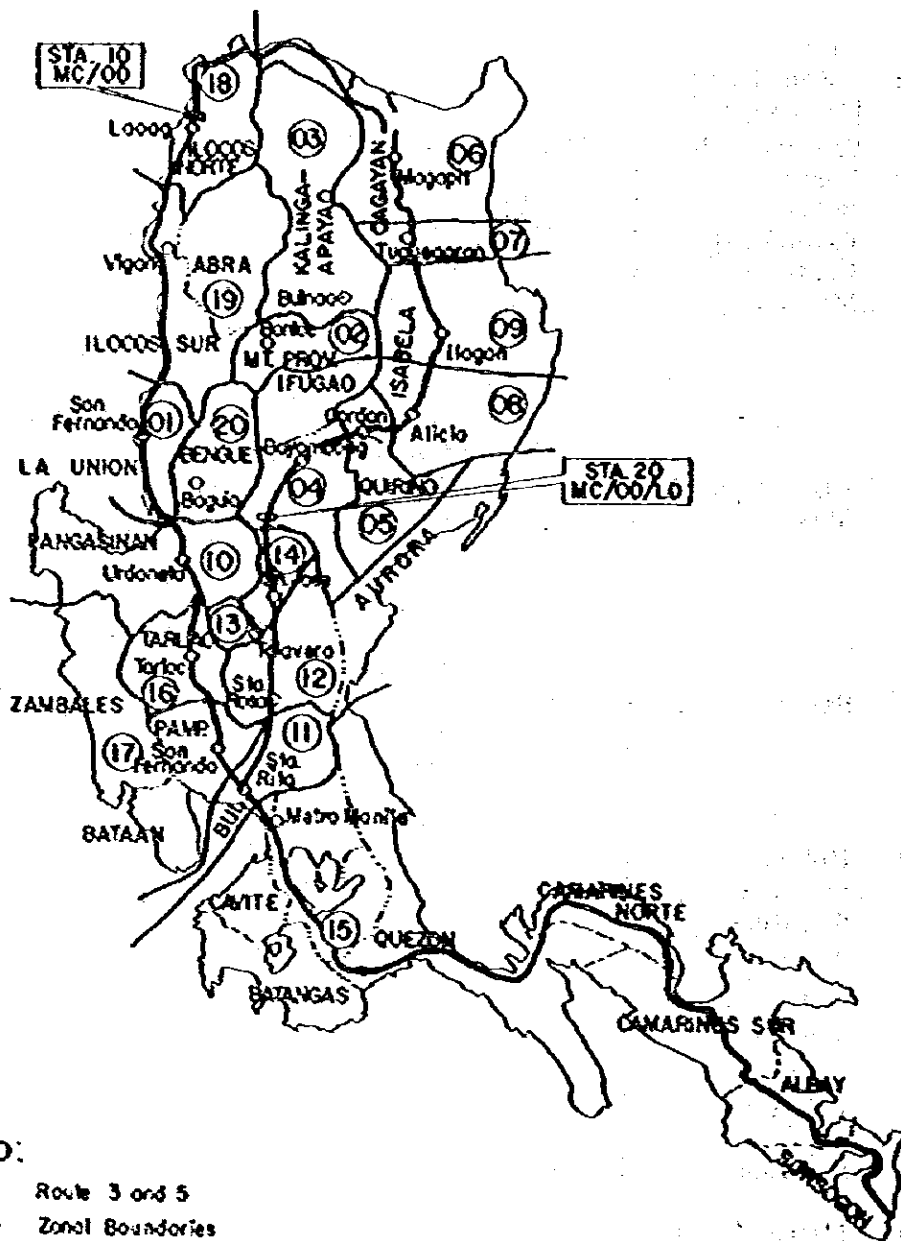


図 3.1-1 ゾ ー ニ ン グ 図

表 3.1-3 サクタ・フェにおけるOD調査結果

	(04) BAYOMBONG (Including) BONTOC	(05) CORDON CAWAYAN	(08) ILAGAN	(07) TUGUEGARAO (including) BULNAO	(06) MAGAPIT (including) APARRI	TOTAL
NORTH OF DALTON PASS						
SOUTH OF DALTON PASS						
(14) SAN JOSE	17	5	7	4	5	41
(13) TALAVERA	10		1	7 (1)	1	19 (1)
(12) STA. ROSA	24	24	13	24	12	112
(11) STA. RITA	29	16	39	14	14 (1)	140 (1)
(15) METRO MANILA	167	107	261 (2)	152 (3)	104 (9)	959 (14)
(01) SAN FERNANDO, LA UNION	13	12	6	9	(3)	45 (3)
(20) BAGUIO	19					19
(10) URDANETA	22	13	35	13	8 (1)	100 (1)
(16) TARLAC	14	1	12	6	3	40
(17) SAN FERNANDO, PAMPANGA	12	14	15	8 (1)	2 (5)	87 (6)
TOTAL	327	192	389 (2)	230 (4)	149 (19)	1,562 (26)

NOTE: The figures in parenthesis are traffic which ought to use Dalton Pass, unwillingly detoured via Patapat because they were not then informed that the Sta. Fe bridge which was destroyed by a recent typhoon had been repaired.

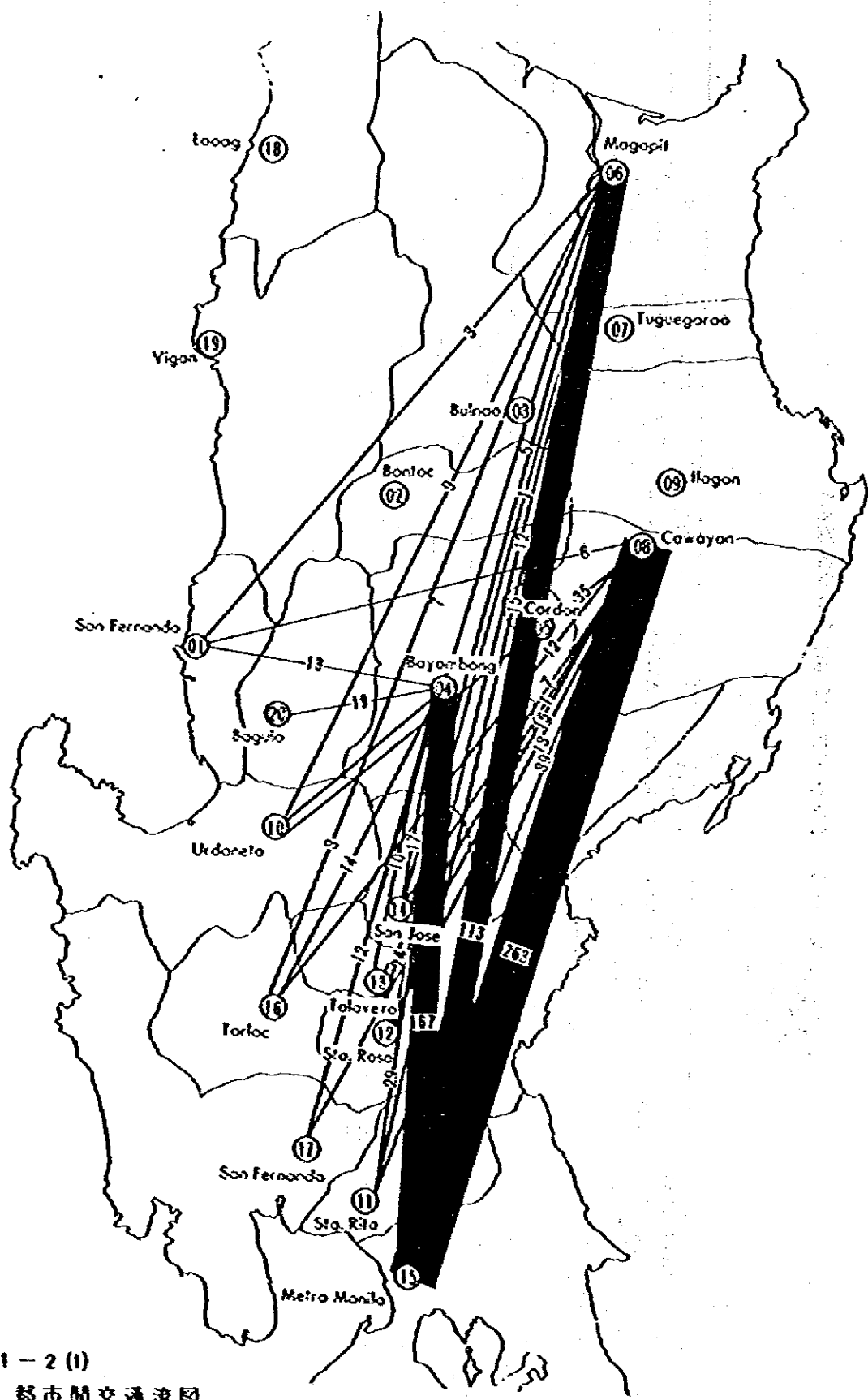


圖 3.1 - 2 (i)
 都市間交通流圖

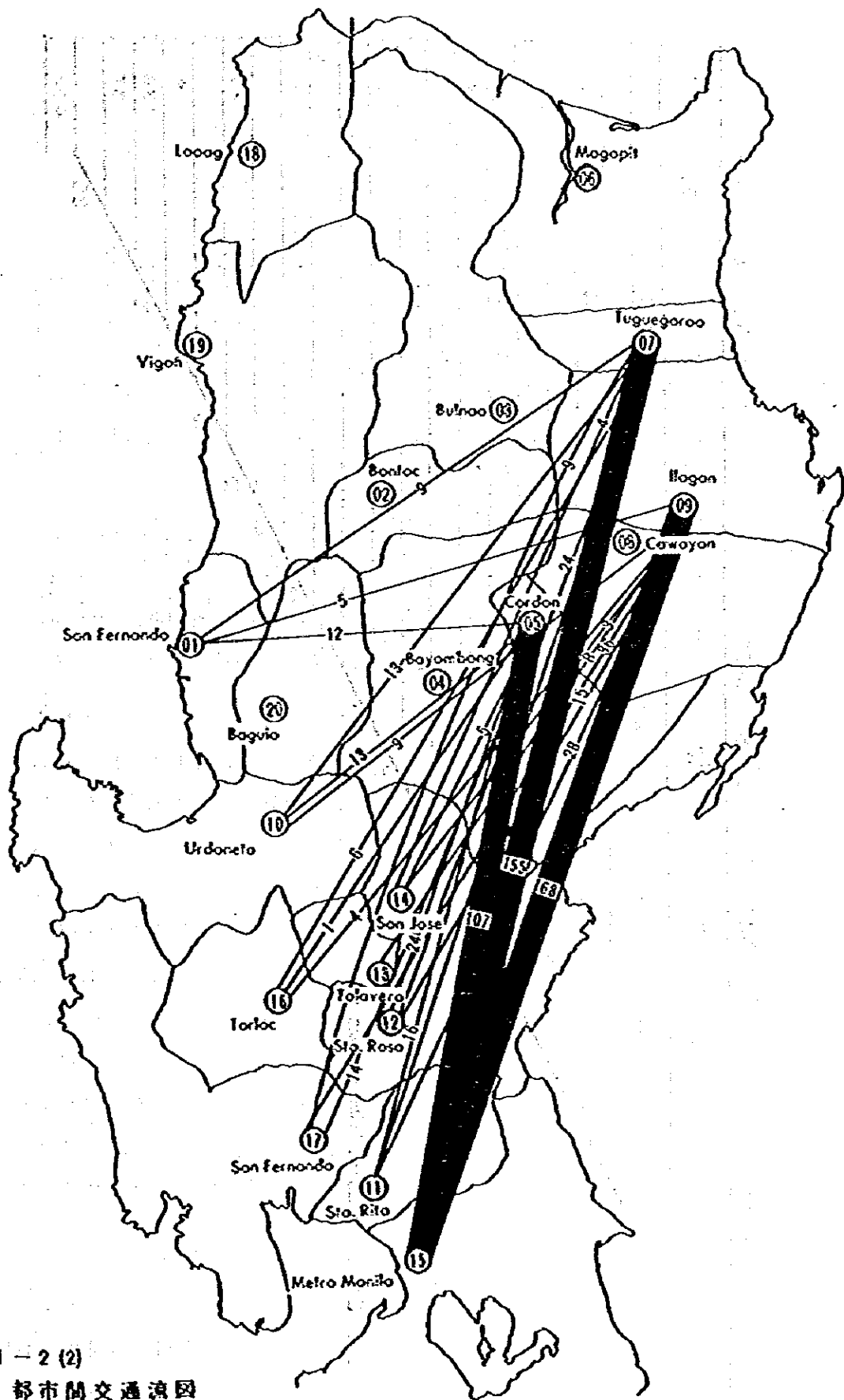


圖 3.1-2 (2)
都市間交通流圖

表 3.1-4 ODマトリックス

		PASUQUIN, ILOCOS NORTE										Vehicle Type: All Vehicles										
		Station Number: 10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
O	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	TOTAL
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	4
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	13
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	101
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	10
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	3
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	60
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	25
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	6
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	136
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	37
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	1
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	402

NOTE: Intra-zonal trips are excluded.

表 3.1-5 ダルトンバスにおける交通特性

		Daily Traffic by O.D. Survey			Estimated Annual Traffic (2)			in 1981
		Out-going from Cagayan Valley	Incoming to Cagayan Valley	Total	Out-going from Cagayan Valley (4)	Incoming to Cagayan Valley (4)	Total	Annual Marketable Surplus in Region II
Cargo (in tons)	Forestry	2,966	3	2,969	1,081,000	—	—	714,000 (1)
	Grain	1,312	64	1,376	479,000	—	—	666,000 (3)
	Cement	0	795	795	—	290,000	—	—
	Mineral Oil Products	47	338	385	—	123,000	—	—
	Construction Material	75	189	264	—	69,000	—	—
	Soft drinks, Beer, Wines	0	216	216	—	79,000	—	—
	All others (grocery in main)	70	560	630	—	240,000	—	—
	Total	4,470	2,165	6,635	1,562,000	765,000	—	—
Passenger	Auto	—	—	1,836 (5)	—	—	545,000	—
	Bus	—	—	3,325 (6)	—	—	1,544,000	—
	Total	—	—	5,161	—	—	2,489,000	—

- (1) $1,000,000 \times 0.714 = 714,000$
 1,000,000: logs and lumber production 1981 in Cagayan Valley, see "Interim Report on Central and Northern Luzon" Part III NTP, VIII — 37
 0.714: the factor which converts cu m to ton, VIII — 38
- (2) estimated annual traffic = daily traffic \times 365
- (3) See equation 3-1.1
- (4) The irregular reverse movement has been excluded in annual traffic estimation
- (5) $459 \text{ cars} \times 4 \text{ passengers} = 1,836 \text{ passengers}$
- (6) $(204 \text{ big buses} \times 27 \text{ passengers}) + (25 \text{ mini buses} \times 9 \text{ passengers}) = 5,325 \text{ passengers}$

(3) 木材運送

1) 当該域で生産される木材の半分は Aparri 港から船積され、残りの半分はダルトンバス経由でトラック運搬される。ただ船積される木材は市場価格や契約により決められ、ダルトンバスとは無関係に実施されている。

したがって、ダルトンバスが交通止めになったとしても Patapat 経由でトラック運搬することはない。

2) 木材価格はダルトンバスが交通止めになった時でもマニラ、カガヤンバレーでは変わらない。

(4) 燃料輸送

1) Nueva Vizcaya の Alicia を境にし、北部は Aparri からまた南部地域はマニラから陸送される。Alicia へは Aparri、マニラ両地区から輸送されている。

2) ダルトンバスが交通止めになるとカガヤンバレー地域のすべての燃料は Aparri から陸送される。ただし政府の行政指導により価格が上昇することはない。

3.2 交通量観測

3.2.1 目的および方法

交通量観測は車種別の到来交通量を予測するのに必要な時間交通量、日交通量を把握するため実施したものであり、OD調査と同時に STA. FE, Pasuquin の2ヶ所で、1時間毎の通過交通量を調査した。

表 3.2-1 ダルトンバス通過交通量

HOUR	VEHICLE TYPE						TOTAL
	CARS	BIG BUS	MINI BUS Including Jeeps	BIG TRUCK 6 or more tires	TRUCK-TRAILER & SEMI-TRAILER	ALL OTHERS	
24-01	9	4	—	50	3	1	67
01-02	7	4	—	39	1	1	52
02-03	8	3	—	27	3	—	41
03-04	5	1	1	31	1	—	39
04-05	3	1	—	24	4	—	32
05-06	7	—	—	31	3	—	42
06-07	15	2	1	32	1	8	58
07-08	24	4	—	37	3	7	75
08-09	27	5	2	23	5	5	67
09-10	26	10	4	28	1	—	69
10-11	41	21	3	27	4	3	99
11-12	30	21	1	24	4	4	84
12-13	29	25	3	14	—	—	71
13-14	25	24	—	24	10	3	86
14-15	29	8	—	11	1	—	49
15-16	33	20	2	33	8	—	96
16-17	25	7	—	37	7	—	76
17-18	29	9	5	45	9	1	98
18-19	17	3	1	39	9	—	69
19-20	24	4	—	44	3	—	75
20-21	12	7	1	47	1	—	68
21-22	11	6	—	54	1	—	72
22-23	11	8	—	47	2	6	74
23-24	12	7	1	42	6	—	68
Σ 24 hrs.	459	204	25	811	90	39	1,628

3.2.2 観測結果

マニュアル、カウントによる観測結果は表 3.2-1 に示す通りである。

3.3 交通量の推定

3.3.1 基本的な考え方

- (1) ダルトンバスの通過交通は主としてカガヤンバレー地域とマニラ間の 2 点間交通で構成されているが、カガヤンバレー地域の社会、経済容量はマニラの社会、経済容量に比較して著しく低い。したがってダルトンバスを通過する交通量はカガヤンバレー地域の社会、経済容量に依存することとなる。
- (2) カガヤンバレー地域における社会、経済容量は当地域内の輸送機関の伸びと関連し、自動車保有台数と関連性がある。したがってカガヤンバレー地域の交通量増加率は自動車保有台数の伸び率とほぼ等しい。
- (3) ダルトンバスにおける将来交通量の推定方式は図 3.3-1 にフローチャートして示した。

計画トンネルの将来交通量は通常交通と誘発交通から推定し、開発交通量は考慮しない。この理由として将来交通量の推定の基礎となる当地域の人口増加と生産性向上推定値（フィリピン側による）にはすでに多くの開発計画が盛り込まれているからである。

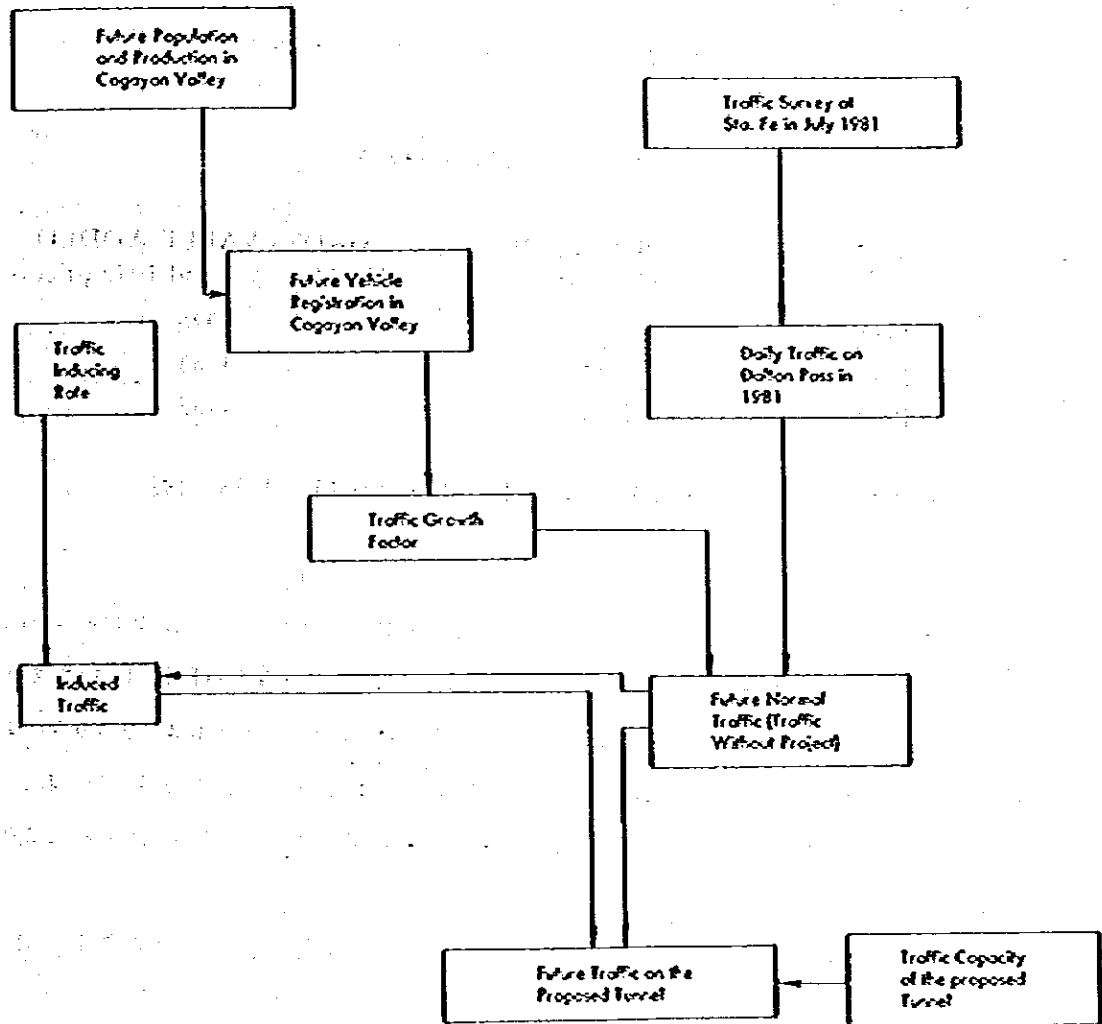


図 3.3-1 将来交通量予測フローチャート

3.3.2 カガヤンバレーの経済成長

経済的な人口計画と地域産業については、カガヤンバレー5ヶ年計画案1978年～1987年に示されているよう、1981年の人口総数 2,275,000人は1987年に2,696,000人に増加すると公表している。一方全付加価値は1987年に1982年の同一価格で ₱ 4,953,000,000に増加すると計画している。

表3.3-1は将来人口の増加と生産増加を示したものである。

表3.3-1 将来の人口と生産量

YEAR	POPULATION (in 1000 Persons)	GROSS VALUE ADDED (In Million ₱ and 1972 prices)
1981	2275	3026
1982	2341	3263
1987	2696	4953

Source: Cagayan Valley Five-Year Development Plan 1978—1987

一方 Long Term Development Plane (LTPDP)によれば カガヤンバレーにおける2000年の総人口は3,660,000人に増加するとし、また LTPDPによれば2000年のフィリピン全土の Net Domestic Product (N. D. P) は ₱ 403,203,000,000となり同時代のカガヤンバレーの NDPは全体の約33%を占めると公表している。

したがってカガヤンバレー地域の2000年における全付加価値は ₱ 12,773,000,000となる。

1981年から2000年間のカガヤンバレーの人口、付加価値、増加率を表3.3-2に示した。

表 3.3-2 カガヤンバレーの経済成長

Year	Population (in 1000 persons)	Gross Value Added (in million pesos and in 1972 prices)	Growth Factor of per capita G.V.A. (1981=1.00)
1981	2275	3026	1
1982	2341	3263	1.04792
1983	2412	3601	1.12243
1984	2483	3939	1.19267
1985	2554	4277	1.25901
1986	2625	4615	1.32177
1987	2696	4953	1.38121
1988	2770	5555	1.50771
1989	2844	6157	1.62762
1990	2918	6759	1.74144
1991	2993	7361	1.84902
1992	3067	7963	1.95198
1993	3141	8565	2.05009
1994	3215	9167	2.14367
1995	3289	9769	2.23305
1996	3363	10371	2.3185
1997	3438	10973	2.39956
1998	3512	11575	2.47787
1999	3586	12177	2.55295
2000	3660	12779	2.62499
2001	3734	13381	2.69418
2002	3808	13983	2.76068
2003	3882	14585	2.82464
2004	3957	15187	2.88548
2005	4031	15789	2.94479
2006	4105	16391	3.00196
2007	4179	16993	3.0571
2008	4253	17595	3.11033
2009	4327	18197	3.16173
2010	4402	18799	3.21068
2011	4476	19401	3.25870
2012	4550	20003	3.30519
2013	4624	20605	3.35017
2014	4698	21207	3.39374
2015	4772	21809	3.43596

3.3.3 カガヤンバレー地域の将来車種登録台数の年増加率

カガヤンバレー地域における将来の保有台数は次式の（ダグラス函数と呼ばれる）モデルで予測した。

$$Q = \alpha \cdot Y^\beta \cdot P^{r-\beta}$$

Q ; 保有台数

Y ; 生産額

P ; 人口

α, β, r ; パラメーター

回帰分析から得られたパラメーターを表3.3-3に示したが、この値は表3.3-4に示した1980年までの実績値および1981年～1985年までのフィリピン政府の公表した推定値をもとにして求めたものである。

表3.3-3 式に用いたパラメーター

VEHICLE	α	β	γ	R
Car	1.1×10^{-5}	1.0×10^{-5}	2.0	0.98
Bus	2.664×10^{-7}	0.26	2.2	0.95
Truck	5.984×10^{-5}	0.03	1.8	0.94

表3.3-4 前述の式の回帰分析に用いたデータ

YEAR	Population (in 1000 persons) (1)	Gross Value Added (In Million P and 1972 prices) (1)	Vehicle Registration		
			Car	Bus	(2) Truck
1971	1737	1742	3200	200	3700
1972	1784	1903	3300	400	4200
1973	1832	2157	3500	400	4000
1974	1881	2062	3600	500	4900
1975	1932	1809	4500	500	5200
1976	1986	2040	4400	500	5200
1977	2042	2150	4700	600	6800
1978	2100	2313	4900	500	5500
1979	2159	2615	5500	600	5400
1980	2220	2707	5600	700	6500
1981	2275	3026	5800	700	6800
1982	2341	3263	6100	800	7100
1983	2412	3601	6400	800	7400
1984	2483	3939	6600	900	7700
1985	2554	4277	6900	900	8000

政府公表の推定値は 1985 年限りであるため、表 3.3-2 のデータを用いたダグラス
 函数から表 3.3-5 に示したカガヤンバレー地域の 1985 年～2015 年までの保有台数を
 推定した。

表 3.3-5 に示した保有台数増加率を用いてカガヤンバレー地域における各年度毎の車
 種別増加率を計算し、表 3.3-6 に示した。

表 3.3-5 カガヤンバレーにおける将来車輛登録台数及び増加率

Year	Vehicle Registration			Growth Factor of Vehicle Registration (1981=1.00)		
	CAR	BUS	TRUCK	CAR	BUS	TRUCK
1985	7200	1000	8300	1.26	1.36	1.24
1986	7600	1000	8700	1.23	1.47	1.30
1987	8000	1100	9100	1.40	1.58	1.37
1988	8400	1200	9600	1.48	1.71	1.44
1989	8900	1300	10100	1.56	1.85	1.51
1990	9400	1400	10600	1.65	1.99	1.59
1991	9900	1500	11100	1.73	2.14	1.66
1992	10300	1600	11600	1.82	2.29	1.74
1993	10800	1700	12200	1.91	2.45	1.82
1994	11400	1800	12700	1.99	2.60	1.90
1995	11900	1900	13200	2.09	2.77	1.98
1996	12400	2000	13800	2.19	2.94	2.07
1997	13000	2200	14400	2.28	3.11	2.15
1998	13600	2300	14900	2.38	3.29	2.24
1999	14100	2400	15500	2.48	3.47	2.33
2000	14700	2500	16100	2.58	3.65	2.42
2001	15300	2700	16700	2.69	3.84	2.51
2002	15900	2800	17300	2.80	4.04	2.60
2003	16600	3000	18000	2.91	4.24	2.69
2004	17200	3100	18600	3.02	4.45	2.79
2005	17900	3200	19300	3.13	4.66	2.89
2006	18500	3400	19900	3.25	4.87	2.99
2007	19200	3600	20600	3.37	5.09	3.08
2008	19900	3700	21200	3.49	5.31	3.19
2009	20600	3900	21900	3.61	5.54	3.29
2010	21300	4000	22600	3.74	5.78	3.39
2011	22000	4200	23300	3.87	6.02	3.50
2012	22800	4400	24000	4.00	6.26	3.60
2013	23500	4500	24700	4.13	6.51	3.71
2014	24300	4700	25500	4.26	6.77	3.82
2015	25000	4900	26200	4.39	7.03	3.93

表 3.3-6 カガヤンバレーにおける車輛登録台数の年増加率

YEAR	CAR	BIG BUS AND MINI BUS	BIG TRUCK AND OTHERS
1985	.058	.079	.054
1986	.056	.076	.052
1987	.055	.073	.051
1988	.056	.086	.053
1989	.054	.081	.051
1990	.053	.077	.049
1991	.052	.074	.049
1992	.050	.070	.047
1993	.049	.067	.045
1994	.048	.065	.044
1995	.047	.063	.043
1996	.046	.060	.042
1997	.045	.059	.042
1998	.044	.057	.040
1999	.043	.055	.039
2000	.042	.054	.038
2001	.041	.052	.037
2002	.040	.051	.037
2003	.039	.049	.036
2004	.039	.049	.036
2005	.038	.047	.035
2006	.037	.046	.034
2007	.036	.045	.033
2008	.036	.044	.033
2009	.035	.043	.032
2010	.035	.043	.032
2011	.034	.041	.031
2012	.033	.041	.030
2013	.033	.040	.030
2014	.032	.039	.029
2015	.032	.038	.029

3.3.4 ダルトンバスの現在日交通量

ダルトンバスを通過する車種別交通量は1981年7月17日 STA. Pe にて実施した24時間交通量観測結果から以下のように把握された。

表 3.3-7 ダルトンバスの現在車種別日交通量 (台/日)

車 種	日 交 通 量
乗 用 者	459 (バン, ワゴンを含む)
大 型 バ ス	204 (定員30人以上)
ミ ニ バ ス	25 (ツブニーを含む)
大型トラック	901 (6本のタイヤ以上のもの)
そ の 他	35 (上記以外のもの)
計	1628

3.3.5 ダルトンバスの将来交通量

表 3.3-6 により求めた保有台数の伸び率を表 3.3-7 のダルトンバスの車種別日交通量に適用し、ダルトンバスを通過する将来車種別交通量を計算して表 3.3-8 に示した。

なお表 3.3-8 の交通量には誘発交通量は含まれていないので、この交通量は同時期の通常交通量と同じである。

ダルトンバス地域における誘発交通量は表 3.3-9 に示した。なお誘発交通量については第 7 章でのべることとする。

表 3.3-10 は計画トンネルにおける日交通量であり、この交通量は表 3.3-8 の通常交通量と表 3.3-9 の誘発交通量の合計したものである。

その結果ダルトンバスの将来日交通量は7910台となった。

表 3.3-8 トンネル区間の通常日交通量

YEAR	CAR	BIG BUS	MINI BUS	BIG TRUCK	OTHER	TOTAL
1986	610	300	37	1171	51	2169
1987	643	322	40	1234	53	2292
1988	679	351	43	1297	56	2427
1989	716	377	46	1370	59	2568
1990	757	408	50	1433	62	2710
1991	794	439	54	1505	65	2856
1992	835	469	58	1577	68	3007
1993	877	500	61	1649	71	3158
1994	918	532	65	1721	74	3311
1995	959	565	69	1793	78	3464
1996	1005	600	74	1865	81	3624
1997	1047	634	78	1946	84	3789
1998	1092	671	82	2027	88	3961
1999	1138	708	87	2099	91	4123
2000	1189	747	92	2180	94	4302
2001	1235	785	96	2262	98	4476
2002	1285	824	101	2352	102	4664
2003	1336	865	106	2433	105	4845
2004	1391	908	111	2523	109	5042
2005	1441	951	117	2604	113	5225
2006	1496	996	122	2694	117	5424
2007	1547	1040	128	2784	121	5619
2008	1602	1085	133	2874	124	5819
2009	1662	1132	139	2964	128	6025
2010	1717	1181	145	3063	133	6239
2011	1776	1230	151	3154	137	6447
2012	1836	1279	157	3253	141	6665
2013	1896	1330	163	3352	145	6886
2014	1955	1381	169	3451	149	7106
2015	2020	1434	176	3550	154	7333

表 3.3-9 トンネル区間の誘発日交通量

YEAR	CAR	BIG BUS	MINI BUS	BIG TRUCK	OTHER	TOTAL
1986	0	0	0	0	0	0
1987	0	0	0	0	0	0
1988	0	0	0	0	0	0
1989	0	0	0	0	0	0
1990	0	0	0	0	0	0
1991	52	37	4	129	4	225
1992	55	39	4	135	4	237
1993	57	42	4	141	4	249
1994	60	44	5	147	4	261
1995	63	47	5	154	4	273
1996	66	50	5	160	5	285
1997	68	53	6	167	5	298
1998	71	56	6	174	5	312
1999	74	59	6	180	5	325
2000	78	62	7	187	5	339
2001	81	66	7	194	6	352
2002	84	69	7	201	6	367
2003	87	72	8	208	6	381
2004	91	76	8	216	6	397
2005	94	79	8	223	6	411
2006	98	83	9	231	7	427
2007	101	87	9	238	7	442
2008	105	91	10	246	7	458
2009	109	94	10	254	7	474
2010	112	99	11	262	8	491
2011	116	103	11	270	8	507
2012	120	107	11	278	8	525
2013	124	111	12	287	8	542
2014	128	115	12	295	9	559
2015	132	120	13	304	9	577

Note: See Chapter 7-2 for estimation of Induced Traffic.

表 3.3-10. トンネル区間の合計日交通量

YEAR	CAR	BIG BUS	MINI BUS	BIG TRUCK	OTHERS	TOTAL
1986	610	300	37	1171	51	2169
1987	643	322	40	1234	53	2292
1988	679	351	43	1297	56	2427
1989	716	377	46	1370	59	2568
1990	757	408	50	1433	62	2710
1991	846	475	58	1634	69	3081
1992	890	508	62	1712	72	3244
1993	934	542	66	1790	75	3407
1994	978	577	70	1868	79	3572
1995	1022	612	74	1947	82	3737
1996	1071	650	79	2025	85	3910
1997	1115	687	83	2113	89	4088
1998	1164	727	88	2201	93	4273
1999	1213	767	93	2279	96	4448
2000	1266	809	98	2367	100	4640
2001	1315	851	103	2455	103	4828
2002	1369	893	108	2553	108	5031
2003	1423	937	114	2641	111	5226
2004	1482	984	119	2739	115	5439
2005	1535	1030	125	2827	119	5636
2006	1594	1079	131	2925	123	5851
2007	1648	1127	137	3022	127	6062
2008	1707	1176	143	3120	132	6277
2009	1770	1227	149	3218	136	6499
2010	1829	1280	155	3326	140	6730
2011	1892	1333	162	3424	144	6955
2012	1956	1386	168	3531	149	7190
2013	2020	1441	175	3639	153	7427
2014	2083	1496	182	3746	158	7665
2015	2152	1554	189	3854	162	7910

Note: Table 3.3-10= Table 3.3-8+ Table 3.3-9

3.3.6 計画トンネルの交通容量

一般に計画交通量はその道路の交通容量以下でなければならない。そこでこの点について検討することとした。

交通容量は次式により求められる。

$$C = O_B \times \gamma_L \times \gamma_O \times \gamma_T \times \gamma_I$$

C ; 時間交通量 (台/日)

O_B ; 基準容量 (2500台/時)

$$\gamma_L = 0.96$$

$$\gamma_O = 0.75$$

$$\gamma_T = \frac{100}{100 - P_T + E_T \times P_T} = 0.495$$

P_T ; 大型車混入率

E_T ; 等価係数

$$I = 4\%, T = 68\%, E_T = 2.5$$

γ_I ; ここでは $\gamma_I = 1.0$

$$\begin{aligned} C &= 2500 \times 0.96 \times 0.75 \times 0.495 \times 1.0 \\ &= 891 \end{aligned}$$

日交通容量は次式により求める。

$$V = \frac{100C}{K}$$

V ; 日交通容量

C ; 時間交通容量

K ; ピーク時率 (6%)

$$V = \frac{100 \times 891}{6} = 14,850 \text{ 台/日}$$

したがって、2015年におけるダルトンパスの日交通量7910台は交通容量14,850台/日以下であり問題はない。

3.3.7 ジーゼル車の比率

フィリピンにおけるディーゼル車の専有率は非常に大きく、今回の STA. Fe におけるディーゼル車の専有率が把握されなかったため、1980年に San Jose においてフィリピン例の実施した OD 調査により明らかになっている表 3.3-11 のディーゼル車の専有率を参考とすることとした。

表 3.3-11 サン・ホセにおけるディーゼル車の専有率

AADT 1980	GAS		DIESEL		TOTAL	
	No. of Vehicle	%	No. of Vehicle	%	No. of Vehicle	%
Cars	424	72.6	162	27.6	586	100
Big Bus	4	1.9	204	98.1	208	100
Mini Bus	41	32.3	85	67.7	126	100
Big Truck	7	1.0	720	99.0	727	100
Trk/Tlr Sem/Tlr	1	1.4	101	98.6	102	100

Note: Trk = Truck
Tlr = Trailer
Sem/tlr = Semi-Trailer

4. 地形、地質に対する検討

カガヤンバレー道路のkm 166+00～km 221+00間55kmに対する調査検討は縮尺 $S = 1/50,000$ 、 $S = 1/5,000$ の地形図を用いて実施した。特にトンネル計画調査を目的としたA区間では航空写真撮影を行い $S = 1/5,000$ の地形図を作成し、路線選定や路線計画の基図とした。

4.1 地形図の作成

地形図の作成はダルトンバーストンネル計画調査Phase Iで実施した。なお写真撮影の範囲はより有効な比較路線の選定を行うために広範囲に実施し、 $S = 1/5,000$ の地形図を航空写真をもとに図化した。作業の概要は以下の通りである。

4.1.1 作業の概要

1) 航空写真撮影

縮尺 1 : 15,000	面積 125 km ²
縮尺 1 : 8,000	面積 14 km ²

2) 現地調査

対空標式	13地点
コントロールポイント	120 km
分類	55 km ²

3) 日本における編集作業

空中三角点	28モデル
地形図の作成	55 km ² ($S = 1/5,000$)

4.1.2 調査地域の地形

(1) A区間の地形概要

カガヤンバレー道路km 202+00のCapintalan からkm 217+00のSta. Fe間15kmのA区間の地形は全体が斜面傾斜の急峻な山岳地形から構成され、地形図の等高線の乱れから予想される地すべり地形や、ケルンコロン、ケルンバットからなる断崖地形が発達している。

特に現道の西部地域ではN-S方向に崩壊地や地すべり地形が連続して分布し、構造線の存在することを暗示している。

(2) B区間の地形概要

Balaho～Capintalan, Sta. Fe～Baliling間を占めるB区間約40kmの地形は沖積地よりなる平坦地や丘陵性の地形が山岳地に夾在されて分布している。沖積地を構成する砂、礫、粘土等よりなる堆積物はDigdig川やSanta Fe川さらにこれらの河

川の分枝支流により運搬、堆積されたものである。

沖積地を夾在して発達する山岳地形はA区間と同様斜面傾斜は急峻である。

縮尺1:50,000の地形図を参考にするとB区間を縦断して流下するDigdig川はNNW~SSE方向をもった直線状の谷形状を示し、その右岸は急崖を形成しており、このような地形状況から推定するとDigdig川は断層谷であり、その周辺地域の地質は断層により擾乱されていると考えられる。

4.2 地質の検討

4.2.1 一般地質

(1) 地質層序

S=1/5,000の地形図を用いて実施したA区間の地表踏査、S=1/50,000の地形図を使用して行ったB区間の地表踏査の結果から表4.2-1に示す調査区域の地質層序を作成した。また調査区域の概略地質図S=1/50,000を図4.2-1として示した。

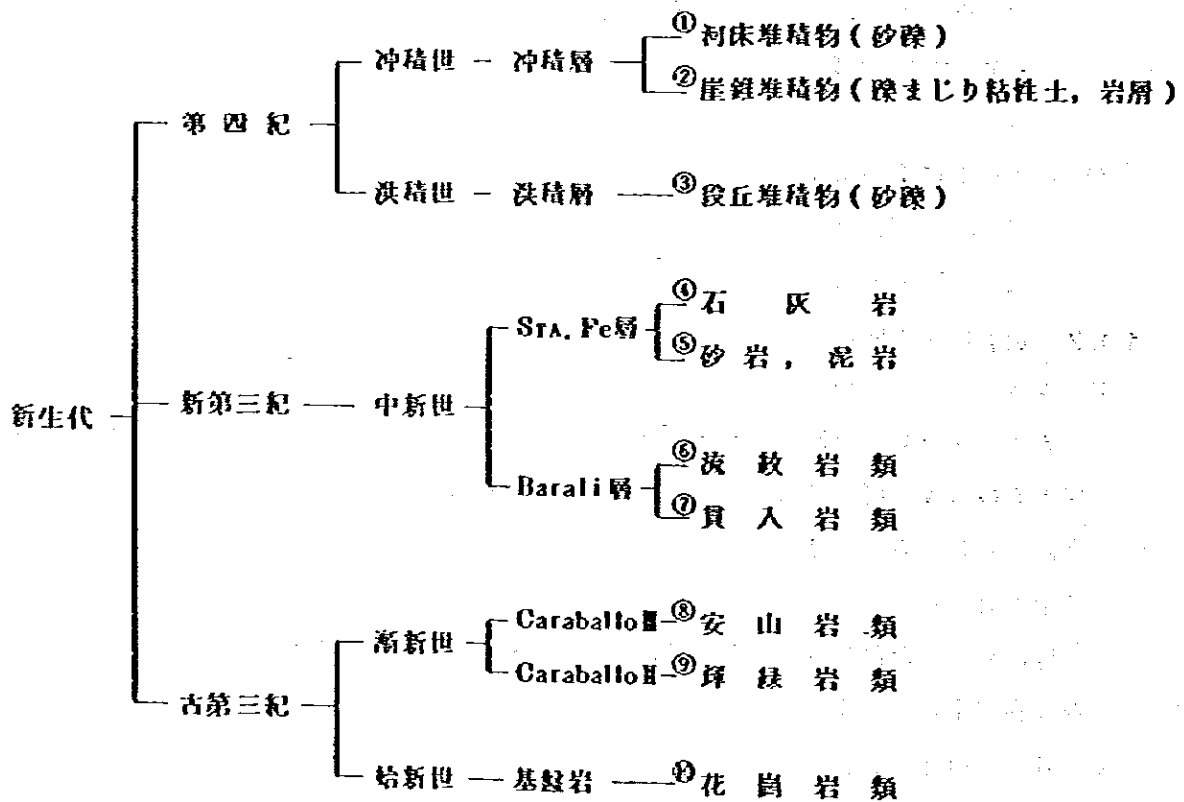


图4.2-1 GEOLOGICAL



图4.2-1 GEOLOGICAL MAP (S=1/50,000)



OGICAL MAP (S=1/50,000)



LEGEND

	Al	River Deposit
	Die	Terrece Deposit
	Lm	Limestone
	Ss	Sandstone
	Md	Mudstone
	Do	Diorite, Decite
	An	Andesite and its pyroclastic rock
	Sh	Shote
	Db	Diabase and its pyroclastic rock
	Gr	Granite (tonalite)
	Sch	Schist
		Sheor zone

(2) 地質概要

① 河床堆積物

河床堆積物は主として Digdig 川や Sta. Fe 川およびその支流の河床部に分布している。堆積物は大部分小礫、中礫、砂等であり、未固結な土層から構成されている。礫の形状や大きさは変化しやすく、観察された最大礫径には直径 2.0 m 以上のものもみられた。

② 崖錐堆積物

崖錐層は主として、調査地域に発達する山岳地形の山脚部から山腹部にかけて分布し、崖錐地形と呼ばれる緩斜面を形成している。崖錐堆積物は自然斜面の崩壊により形成された二次堆積物であり、土層は未固結層である。崖錐層の土層構成は角礫まじり粘性土、岩屑が主体であるが基盤岩との境界付近では白色粘土も観察された。角礫の形状は角礫～歪角礫でその大きさは最大径で 1.0 m 以下である。

③ 段丘堆積物

段丘堆積物は主として Digdig 川、Sta. Fe 川の両岸に発達し、その地形は氾濫原をもった 2～3 段の平坦面から形成されている。土層は円礫～歪角礫を主体にした未固結層であり、最大礫径は 1.0 m 以下である。一般的には 10～20 cm のものが多い。

④ 石灰岩

Sta. Fe 層に属する灰白色をした石灰岩であり、Sta. Fe の周辺部に分布している。石灰岩の分布する地域の地形は凹凸に富んだ台地状地形を示し、カルスト地形と考えられる。

当地域の石灰岩は塊状で亀裂の発達が少ない。また石灰岩の風化帯は土砂化が著しく、赤褐色粘土状を呈している。一般に石灰質な、ラテライト化した土壌はテラロッサと呼ばれている。

⑤ 泥岩および砂岩

Sta. Fe 層に属する泥岩、砂岩は調査区域の南東部 (B 区間) に分布している。砂岩の層厚はうすいものから厚い層厚を示すものまで様々であり、全体に無層理塊状である。

砂岩、泥岩とも風化帯は容易に土砂化し、球顆状構造を呈するのが特長である。

⑥ 流紋岩類

Barali 層は流紋岩および酸性の凝灰岩、凝灰角礫岩から構成されている。これら流紋岩類に属する岩体は主として Capintalan の周辺部およびダルトンパスの西側地域に分布しており、この地域の地形は急斜面をもった山岳地形を呈している。

灰白色をした新鮮、未変質な流紋岩は堅硬であり、また流紋岩中に発達している節理間隔は30～50cmのものが多く見られ、一部の露頭では柱状節理が観察された。

⑦ 貫入岩体

当地域における貫入岩は閃緑岩、石英斑岩および玢岩である。調査地域においては石英斑岩や玢岩は局部的に分布発達している。一方閃緑岩は堅硬で亀裂は密着し、また節理の間隔も大部分が20～50cmである。主な節理の方向はNE方向を示すものが多い。さらに閃緑岩中には砂岩、頁岩の捕獲岩が存在するという特徴があり、その大きさは10～30cm程度のものである。

⑧ 安山岩類

Caraballo Ⅲ層は安山岩およびその火山砕屑岩類や緑色凝灰岩類から形成されている。

A区間においては安山岩類は他の地層に比較してその分布範囲が最も広い。

地表踏査の結果によると当地域の安山岩類は以下のように区分され岩相変化が著しい。

- ・安山岩熔岩（黒色緻密）
- ・自破砕質安山岩（角礫質）
- ・斑状安山岩（斑晶顕著）
- ・安山岩質凝灰岩、凝灰角礫岩

当地域の緑色凝灰岩は白色凝灰岩に比較して堅硬であり、かつ層理面の発達が顕著である。また白色凝灰岩と緑色凝灰岩の薄互層も調査地域にみられ、その層厚は3～5cmである。ダルトンパスにおける互層部の層理面の方向はN40～50E、50～60NW方向を示している。

⑨ 輝緑岩類

Caraballo Ⅲ層は輝緑岩およびその火山砕屑岩類から構成されている。またこの輝緑岩は主に現道の東側地域に広く分布している。本岩の新鮮部は緑色～暗緑色を呈し堅硬な安定岩盤であるが現道に近接した地域でみられる輝緑岩は破砕作用が著しく鉄化作用や粘土化作用等を受けて、脆弱である。

ダルトンパス地域に広く分布する輝緑岩と安山岩の境界は破砕帯であり、これに沿って崩壊や地すべりが誘発されている。この接触部は現道に沿って発達しているため、現道の地質状態は良好とは言えない。

⑩ 花崗岩類

当地域の基底岩盤はStr. Fe 周辺部に主として分布する花崗岩（トータル岩）である。

花崗岩の風化部は全体に中粒～粗粒砂状のマサ土となって分布し、台風時や集中豪雨時にしばしば表層崩壊を発生している。また谷部における構造物の支持層とするには侵蝕されやすいので不適當である。

4.2.2 地質構造

(1) 構造帯

北部ルソン島の地質構造帯については、すでに国際協力事業団と金属鉱業事業団により実施された鉄道プロジェクトの研究があるので、ここでは省略するが北部ルソン島は図4.2-2に示すように東から西に向けて南北に発達するSierra Madre, カガヤンバレー, Cordillera Central, Coastal Folded beltからなる4つの構造帯に区分され、造構造運動にもなって火成活動の盛んであったことが報告されている。

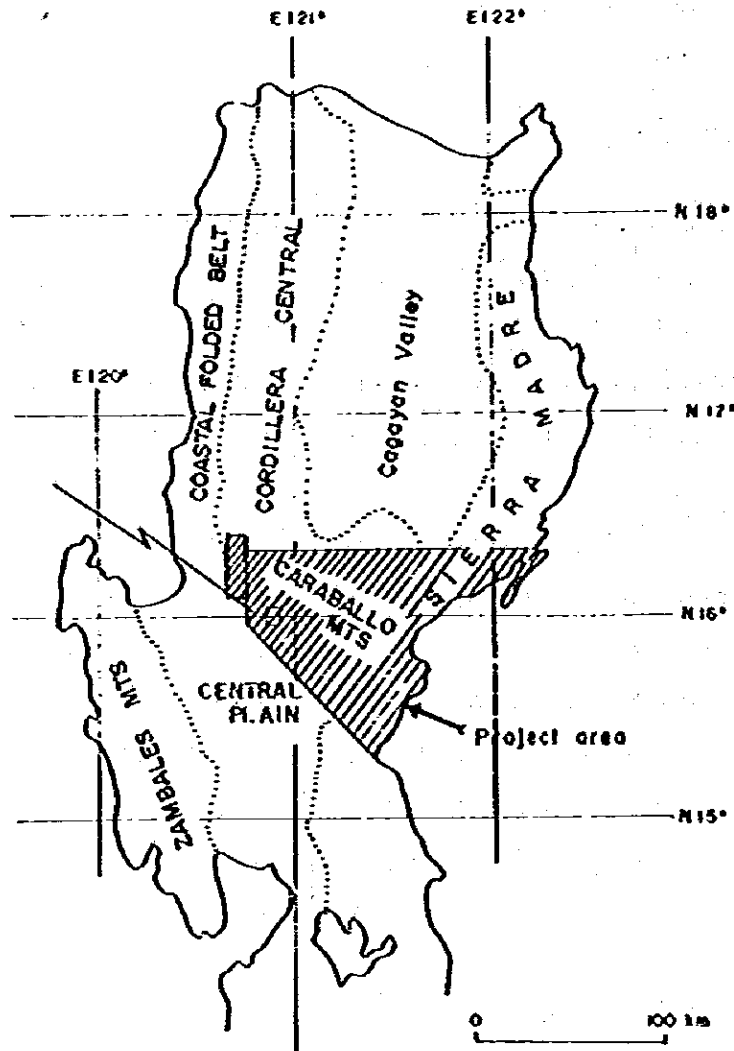
(2) 断層

当地域には地形的にみてケルンコロン, ケルンバットよりなる断層地形, 直線的な断層谷の存在などから断層や破砕帯の存在が十分に予想された。一般に地層の弱帯は線構造として地形に表現されるのが普通であり, 当地域においてはフィリピン断層の副次断層であると予想されるN-S, NNW-SSW, NNE-SSW方向のリニヤメント(破砕帯)が著しく, その連続性についてはNNW~SSE方向の破砕帯は長く連続しているがN-S, NNE-SSWのリニヤメントは連続性が悪く, 一定間隔を保ちながら分布している。現道沿において確認された断層はN-S, NNW~SSE, NNE~SSW方向のものが多く, 梯状構造を呈しながら発達する傾向がみられた。

(3) 熱水変質帯

航空写真判読から得られたリニヤメントには熱水変質帯も存在する。また現道で観察される変質帯は曹長石化, 緑泥石化が著しく, また一部では蛇紋岩化も蒙っている。当地域の熱水変質帯は断層破砕帯に沿って発達しており, このことは断層に沿って熱水液が通過し, 変質作用の行われたことを示していると考えられる。

図4.2-2 ルソン島北部の構造帯



4.3 土木地質

4.3.1 崩壊、地すべりと地質状況との関係

空中写真判読や地質調査を含んだダルトンパス・トンネル計画調査 Phase I の調査結果によれば、当地域は地形地質的にみて危険な区域であり、将来災害発生の可能性があるとされている。

事実、多くの崩壊地や地すべり地形が構造線に沿って発達し、また地質的には花崗岩の風化帯中での小規模崩壊が頻発していることから考えてもうなづける。

たゞ上記花崗岩中に発生している崩壊の大部分が新鮮な崩壊面を有しており、花崗岩

の風化土砂部は台風または集中豪雨時に小崩壊を発生する要因を含んでいることとなる。

(1) 強風化帯

当地域に分布する凝灰角礫岩や花崗岩は高温、多湿の下では容易に風化が進行し10 m以上の風化土砂部を形成している区域が多く、Sta. Fe 周辺の花崗岩は特に著しい。

このような強風化帯は集中豪雨時に地表水により容易に斜面が侵蝕されガリが形成される。崩壊はこのガリに集中して発生することが著しい。たゞこの場合崩壊は小規模であるが降雨時の流出土砂は他の岩盤地域より多量である。

(2) 強変質帯

強変質帯は当地域においては、輝緑岩と安山岩の境界付近に認められ、崩壊はこの変質帯に沿って配列している。崩壊の規模は一般的には小規模であるが、変質帯中にモンモリロナイトが含まれている場合には、大規模な地すべりとなる。

一般に変質帯は弱線を構成するため地すべりの素因の一つとなる。また変質帯が粘土化帯を形成する場合には地下水の流動とも関連するので地すべりの原因ともなる。

(3) 地層の境界

地層の境界は硬岩、軟岩および土砂の間に存在し、軟岩や土砂が硬岩上に分布する場合は豪雨により容易に崩壊が発生する。特に土砂と硬岩の場合には強度的に著しく異なり、かつ境界付近は地下水の通路となりやすく、崩壊、地すべりを発生する。現道のり面でみられる崩壊の多くはこのタイプのものである。

(4) リニヤメントの崩壊

当地域における崩壊のあるものは構造線、地層の境界や変質帯を暗示するリニヤメントに沿って配列している。

4.3.2 地すべり地形の分布

一般に地すべり地形は弧状の滑落崖を含んだ緩傾斜地を形成し、地すべり地の舌端部においてしばしば湿地や盛り丘が観察される。

地すべり地形はSta. Fe 東部、ダルトンパスのNNWおよび東部さらにCapintalanの南西部に存在することが空中写真判読により確認された。

地すべりの規模は大体300 mの滑落崖、200~600 mの拡がりをもっている。しかしすべての地すべり地形は空中写真よりみると明瞭ではない。この点から判断すると、これら確認された地すべり地形は古い時代の形成であり、現在では活動していないと考えられる。

4.4 空中写真判読によるリニヤメントの分布

4.4.1 A地区のリニヤメント

(1) A地区のリニヤメント

縮尺1:10,000の航測図をもとにして作成したA地区のリニヤメント図によれば以下のようなになる。

- 1) リニヤメントの方向はN-S, NNW~SSE, NE-SW方向のものが卓越している。
- 2) N-S, NNW-SSE方向を示すリニヤメントは連続性が良く、構造線の存在が予想される。
- 3) 上記3方向のリニヤメントのうち、N-S方向のリニヤメントは他の2方向のリニヤメントを切っているため、その形成時期は後期形成であると考えられる。

(2) リニヤメントと地質との関係

リニヤメントと地質との関係については当地域を現道および分水嶺、Sra. Fe川を基準にして図4.4-1に示す4地区に区分し夫々のリニヤメントの傾向と地質分布との関連性をまとめると次の通りである。

- 1) A地域におけるリニヤメントはN-S方向のものが著しく、一方NW-SE方向のリニヤメントはN-S方向のものに切られるものが多く、分枝したリニヤメントと考えられる。

この地域の地質はN-S方向に伸長する花崗岩類、輝緑岩から構成されている。したがってリニヤメントは地質分布に支配されている。

- 2) B地域において、N-S, NNW-SSE方向をもったリニヤメントは広範囲に連続し、その一部は構造谷を形成している。また上記のリニヤメントに関係するNW-SE, NE-SWの方向を有する他の2方向のリニヤメントが存在するが、その連続性は悪く、梯状構造を形成している。この梯状構造を形成する地域の地質は花崗岩類である。

- 3) C地域における顕著なリニヤメントはNNW-SSE方向を示し、連続性が良く、その分布から構造線の存在が予想される。一方、NNE-SSW, N-Sを示すリニヤメントも存在するがNNW-SSE方向のリニヤメントに比較してその連続性は短い。

この地域の地質は安山岩およびその火山砕屑岩類から構成されておる。また多くの崩壊が安山岩中に発達するリニヤメントに沿って発達しているため、このリニヤメントは構造線の存在を示すものと考えられる。

- 4) D地域においては、C地域におけるようにN-S方向のリニヤメントの発達著しく、連続性がよい。またこの地域では、SW~NS系のものも存在するが、これは輝

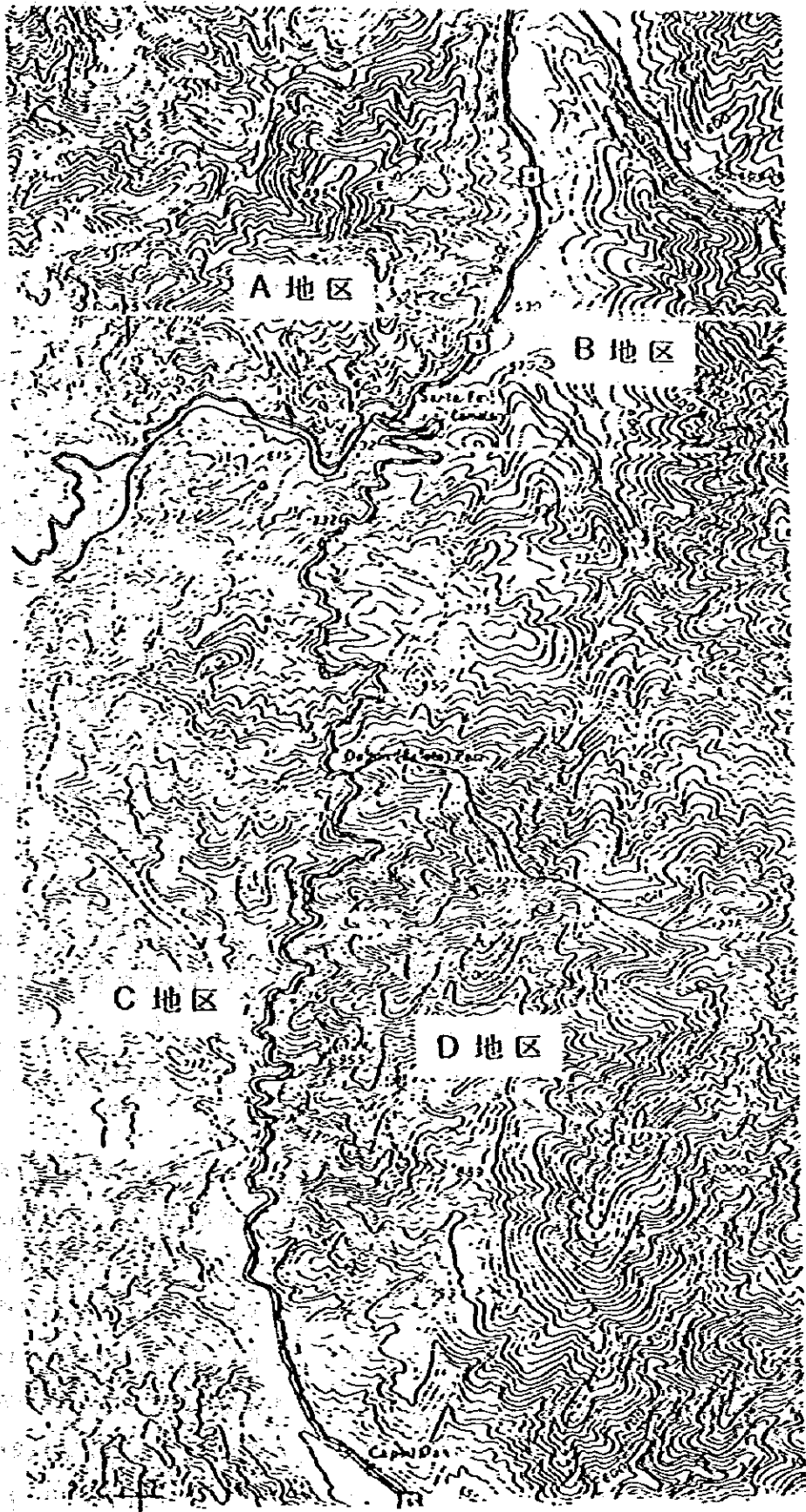


図4.4-1 地形・地質の特徴に基づく調査地域の区分