

フィリピン国

地方道路防災計画調査

報告書

(本編)

平成4年1月

国際協力事業団

社開一

J R

92-002

JICA LIBRARY



1097287(5)

23651

フィリピン国

地方道路防災計画調査

報告書

(本編)

平成4年1月

国際協力事業団

国際協力事業団

23651

序 文

日本国政府は、フィリピン共和国政府の要請に基づき、同国の地方道路防災計画にかかる開発調査を行うことを決定し、国際協力事業団がこの調査を実施しました。

当事業団は、平成3年10月から平成4年11月までの間2回にわたり、(株)片平エンジニアリング・インターナショナルの澤野邦彦氏を団長とする調査団を現地に派遣しました。

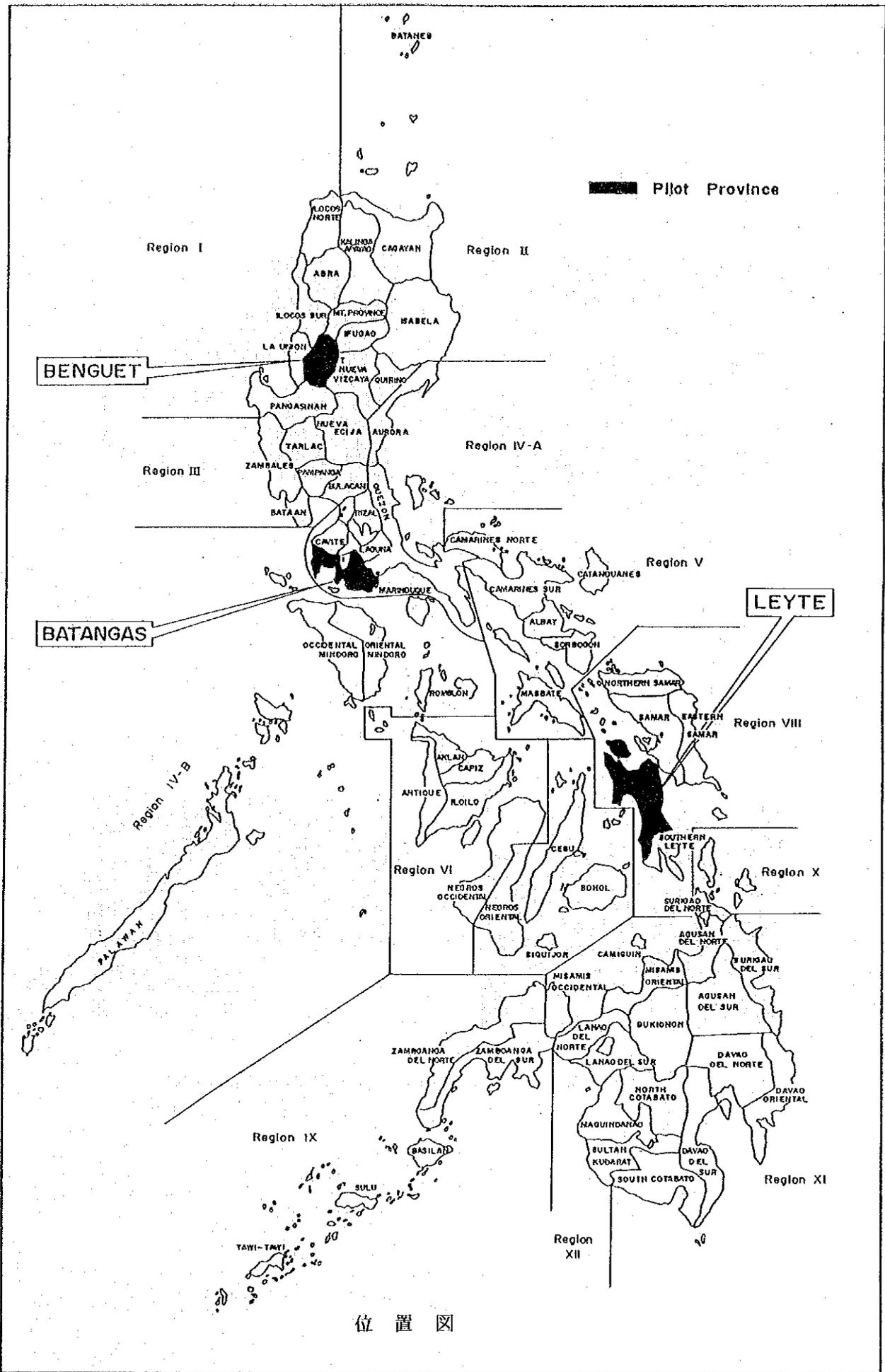
調査団は、フィリピン国政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

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

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係者各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成4年1月

国際協力事業団
総裁 柳谷謙介



位置图



1. Cut Slope Failure (C-F)
Spot Bt - 43 (Benguet)



2. Embankment Slope Failure (E-F)
Spot Bt - 20 (Benguet)



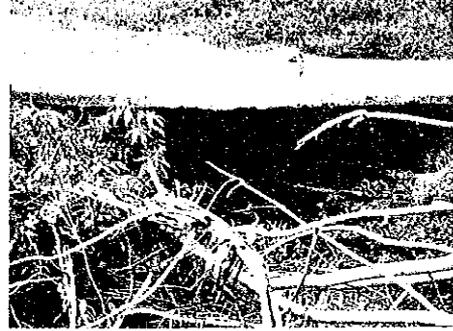
3. Rock Fall/Debris Fall (FALL)
Spot Bs - 12 (Batangas)



4. Landslide (L-SL)
Spot L - 50 (Leyte)



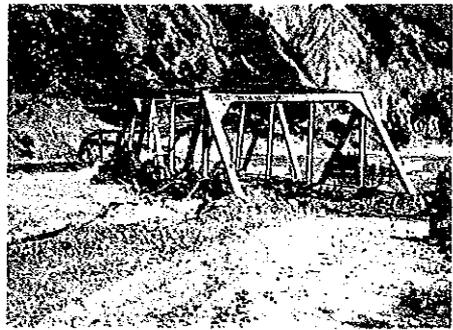
5. Debris Flow (D - FL)
Spot Bt - 39 (Benguet)



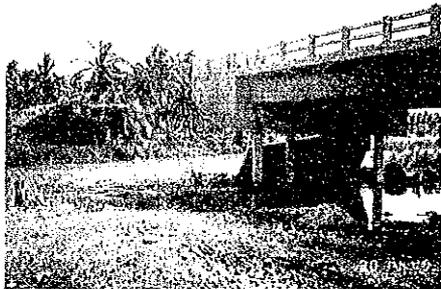
6. Scour/Washout of Roadbed (Rd - D)
Spot Bs - 45 (Batangas)



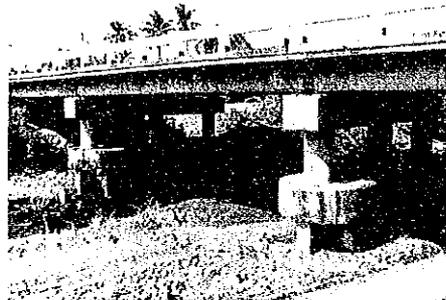
7. Flooded/Muddy Road Surface (FM-Rd)
Spot L - 23 (Leyte)



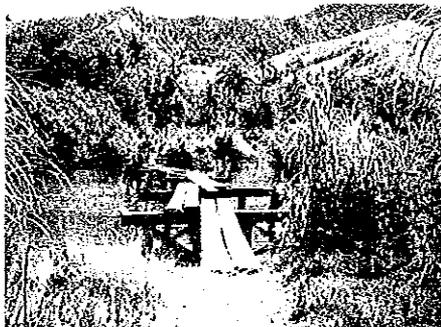
8. Permanent Bridge Washout (PBr-W)
Spot Bt - 27 (Benguet)



9. Permanent Bridge Approach Washout
(PBr - A)
Spot L - 76 (Leyte)



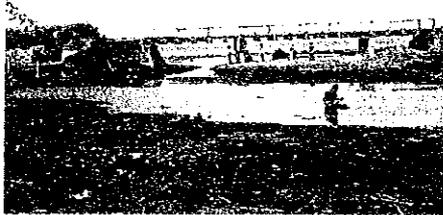
10. Permanent Bridge Other Damage
(PBr - D)
Spot Bs - 6 (Batangas)



11. Temporary Bridge Washout (TBr - W)
Spot L - 6 (Leyte)



12. Temporary Bridge Approach Washout
(TBr - A)
Spot L - 38 (Leyte)



13. Temporary Bridge Other Damage
(TBr - D)
Spot Bs - 50 (Balangas)



14. Spillway Damage (SPW-D)
Spot L - 90 (Leyte)



15. Culvert Damage (CLV - D)
Spot L - 81 (Leyte)



16. Seawall Damage (SW - D)
Spot Bs - 51 (Balangas)

目 次

位 置 図

写真（典型的な災害スポット）

結論と提言

第1部 序 文

第1章 序 文	1
1.1 調査の背景	1
1.2 調査の目的	2
1.3 調査の範囲	2
1.4 調査の組織	5
1.5 報告書	8

第2部 パイロットプロビンスの選定

第2章 フィリピンの自然および社会・経済現況	11
2.1 地 形	11
2.2 地 質	17
2.3 気 象	22
2.4 自然災害	31
2.5 道路網	44
2.6 道路災害	56
2.7 社会・経済現況	57
第3章 プロビンスの分類	59
3.1 手 順	59
3.2 道路災害の強度・頻度・タイプ	62
3.3 自然要素	65
3.4 道路災害と自然要素の相関	74
3.5 プロビンスの分類	78

第4章	パイロットプロビンスの選定	85
4.1	選定基準	85
4.2	パイロットプロビンスの選定	86
第5章	パイロットプロビンスの概要	89
5.1	ベンゲット・プロビンスの概要	89
5.2	バタンガス・プロビンスの概要	104
5.3	レイテ・プロビンスの概要	119

第3部 パイロットプロビンスの道路災害

第6章	道路災害の分類	135
6.1	道路災害の分類	135
第7章	災害スポットのアイデンティフィケーション	147
7.1	アイデンティフィケーションの手順	147
7.2	災害スポットのアイデンティフィケーション	158
第8章	フィジビリティスタディのための災害スポットの選定	165
8.1	選定手順	165
8.2	災害スポットの予備評価	168
8.3	フィジビリティスタディのための災害スポットの選定	169

第4部 災害スポットのフィジビリティスタディ

第9章	交通量予測	183
9.1	予測手法	183
9.2	交通量調査および社会経済調査	186
9.3	交通量予測	187
第10章	技術調査	195
10.1	技術調査の概要	195
10.2	地形測量	199
10.3	地質調査	200
10.4	災害調査	201

第11章	道路災害の原因と現行復旧工法	207
11.1	道路災害の原因	207
11.2	現行復旧工法	214
11.3	現行復旧工法のコメント	217
第12章	復旧工法の種類	221
12.1	応急復旧工法の種類	221
12.2	本復旧工法の種類	227
第13章	復旧工法の選定	247
13.1	応急復旧工法の選定	247
13.2	本復旧工法の選定	249
第14章	選定スポットの概略設計	283
14.1	サンプルスポットの概略設計	283
14.2	全選定スポットの概略設計	319
14.3	工費の積算	322
第15章	プロジェクトの評価	331
15.1	技術的評価	331
15.2	経済評価	335

第5部 事業実施計画

第16章	災害対策の体制	353
16.1	災害対策組織	353
16.2	DPWHの実行業務	355
16.3	災害基金	361
第17章	地方道路復旧プロジェクトの実施計画	363
17.1	プロジェクトの形成	363
17.2	プロジェクトのわく組み	364
17.3	プロジェクトコスト	367
17.4	実施手順	370
17.5	実施工程	373

第18章	復旧工事促進のための提言	375
18.1	蛇籠製造工場の建設	375
18.2	緊急用簡易橋のストック	380

結 論 と 提 言

結論と提言

1. 結論

1) プロビンスの分類

災害のポテンシャルおよび地形によって、プロビンスは、次のように分類された。

		Disaster Potential		
		L (Low)	M (Medium)	H (High)
Topo- graphy	H (Mountainous)			(CAR) Benguet (CAR) Ifugao (CAR) Abra (CAR) Mountain Province (2) Nueva Vizcaya (4) Aurora (5) Catanduanes (CAR) Kalinga-Apayao (2) Quirino
	MF (Mountainous and Flat)	(11) Davao del Sur (11) South Cotabato (11) Davao Oriental (11) Davao del Norte (12) Sultan Kudarat (10) Misamis Occidental (9) Zamboanga del Norte (12) Lanao del Sur	(6) Antique (10) Agusan del Norte (10) Misamis Oriental (7) Cebu (10) Bukidnon (7) Negros Oriental (4) Romblon (6) Aklan (10) Agusan del Sur	(3) Zambales (8) Southern Leyte (8) Samar (1) Ilocos Sur (1) Ilocos Norte (4) Rizal (5) Albay (4) Marinduque (4) Oriental Mindoro (2) Cagayan (2) Isabela (8) Northern Samar (8) Eastern Samar (6) Batangas
	F (Flat)	(12) Lanao del Norte (12) North Cotabato (9) Zamboanga del Sur (12) Maguindanao (9) Basilan (9) Tawi-Tawi (9) Sulu	(10) Surigao del Norte (4) Palawan (6) Negros Occidental (7) Bohol (6) Capiz (6) Iloilo (10) Comiguin (7) Siquijor (5) Masbate	(5) Camarines Norte (4) Occ. Mindoro (4) Quezon (5) Camarines Sur (8) Leyte (1) La Union (3) Bulacan (11) Surigao del Sur (4) Laguna (3) Bataan (3) Nueva Ecija (4) Cavite (3) Tarlac (5) Sorsogon (1) Pangasinan (2) Batanes (3) Pampanga

ベンゲット、パタンガス、レイテの3プロビンスがパイロットプロビンスとして選定された。

2) 道路災害の分類

道路災害は、次に示すように、災害箇所によって6つに大別され、さらに災害形態により16に分類された。

Classification by Portion of Roadway Damaged	Classification by Type of Damage	Abbreviation
I. Slope Damage	1. Cut Slope Failure 2. Embankment Slope Failure 3. Rock Fall/Debris Fall 4. Landslide	C-F E-F FALL L-SL
II. Debris Flow	5. Debris Flow	D-FL
III. Road Damage	6. Scour/Washout of Roadbed 7. Flooded/Muddy Road Surface	Rd-D FM-Rd
IV. Bridge Damage	8. Permanent Bridge Washout 9. Permanent Bridge Approach Washout 10. Permanent Bridge Other Damage 11. Temporary Bridge Washout 12. Temporary Bridge Approach Washout 13. Temporary Bridge Other Damage 14. Spillway Damage	PBr-W PBr-A PBr-D TBr-W TBr-A TBr-D SPW-D
V. Culvert Damage	15. Culvert Damage	CLV-D
VI. Seawall Damage	16. Seawall Damage	SW-D

上記以外の災害、例えば、橋梁部材のクラックや剥離等の損傷や舗装・道路付属物の損傷などについては、この調査の対象外とする。

3) 選定地点の概略設計

選定した62ヶ所の災害地点に適用した主要な復旧工法は、次のとおりである。

Type of Disaster	Urgent Measures	Permanent Measures
C-F (Cut Slope Failure)	U1-1: Removal of Deposit Material	P1-1: Recutting P4 : Slope Protection by Vegetation P6-2: Grouted Riprap
E-F (Embankment Slope Failure)	U1-4: Refilling/Embankment U3-1: Sheet Covering, or U3-2: Sand Bag Covering U4-3: Wooden Fence	P1-3: Refilling/Embankment P6-2: Grouted Riprap
FALL (Rock Fall/Debris Fall)	U1-1: Removal of Deposit Material U1-2: Removal of Unstable Material	P1-1: Recutting P6-2: Grouted Riprap, or P8-2: Catch Gabion Wall
L-SL (Landslide)	U1-1: Removal of Deposit Material	P3-2: Horizontal Drain Hole P16-2: Gabion Foot Protection
D-FL (Debris Flow)	U1-1: Removal of Deposit Material	P8-2: Catch Gabion Wall, or P15-1: Concrete Bridge
Rd-D (Scour/Washout of Roadbed)	U1-4: Refilling/Embankment U3-2: Sand Bag Covering	P6-2: Grouted Riprap
FM-Rd (Flooded/Muddy Road Surface)	U2-2: Temporary Side Ditch U7-1: Gravel Surfacing	P2 : Surface Drainage P19-1: Gravel Surfacing
PBr-W/TBr-W (Permanent/Temporary Bridge Washout)	U6-2: H-Pile Bent U6-3: Bailey Bridge	P15-1: Concrete Bridge, or None
PBr-A/TBr-A (Permanent/Temporary Bridge Approach Washout)	U6-3: Bailey Bridge	P6-2: Grouted Riprap P15-1: Concrete Bridge
PBr-D/TBr-D (Permanent/Temporary Bridge Other Damage)	N o n e	P16-1: Concrete Foot Protection
SPW-D (Spillway Damage)	U1-5: Selected Material Fill U4-2: Gabion Wall	P6-6: Supported Type Concrete Wall P19-3: Concrete Pavement
CLV-D (Culvert Damage)	U1-4: Refilling/Embankment U3-1: Sheet Covering U3-2: Sand Bag Covering U4-1: Sand Bag Wall	P2 : Surface Drainage P6-2: Grouted Riprap
SW-D (Seawall Damage)	U4-3: Wooden Fence	U6-4: Gravity Type Stone Masonry, or U6-5: Gravity Type Concrete Wall

4) プロジェクト評価

技術的評価

選定した62ヶ所の災害地点に提案された復旧工法について、施工性、安定性、耐久性、維持のしやすさ、環境への影響などの見地から技術的フィージビリティが検討された。

その結果、提案された復旧工法は、以下に述べるコメント付きで、技術的にフィージブルであると判断された。

- 蛇かご、H型鋼、ベイリー橋部材、植生工の種子は場合によっては容易に入手できないことがある。状況の改善が望まれる。
- 蛇かごや水平排水孔など経験の少ない工法については、その施工法を十分に理解することが必要である。
- 排水施設、植生工、落石防止待ち受け工などについては、特に、適切な維持管理作業が必要である。

経済評価

経済評価は、本復旧工法を対象とし、応急復旧のみの場合、又は、何もしない場合と、本復旧がなされた場合とを比較することによって行なわれた。

ただし、仮橋の流失については次の2つのケースが検討された。

- ・何もされなかった場合に対する、ベイリー橋で応急復旧された場合の評価
 - ・ベイリー橋で応急復旧された場合に対する、永久橋で本復旧された場合の評価
- 前者はオリジナル・コンディションへの復旧と考えられ、後者は格上げと考えられる。

経済評価の結果、提案された復旧工法は、仮橋の流失に対する格上げ案を除いて、全て経済的にフィージブルであることが明らかとなった。仮橋の流失に対する格上げ案の経済的フィージビリティは交通需要次第である。

5) 地方道路復旧プロジェクトの実施計画

地方道路復旧プロジェクトは、維持管理予算や災害基金で手当てされずにとり残されている災害箇所への復旧のための海外援助プロジェクトとして提案される。

本プロジェクトは、1)で示すプロビンスの分類で、災害ポテンシャルが高いと格付けされた10のプロビンスの2級国道、プロビンシャル道路、バランガイ道路の災害箇所への復旧を行なうもので、次の状況の道路災害が対象となる。

- 復旧されずにとり残されていて、交通が遮断されたままとなっている箇所。
- 現在は交通の障害とはなっていないが、放置すれば将来重大な被害を起こすと予想される進行性の欠陥の認められる箇所。
- 一時しのぎの対策のみが講じられていて、その再発を防止するための本格的な対策が必要とされる箇所。

実施計画

	1992	1993	1994	1995
Project Preparation	■			
Subproject Selection		■		
Detailed Engineering Design		■		
Tendering			■	
Construction			■	■

プロジェクト・コスト

建設費	510.6 百万ペソ
コンサルタント費	66.4 百万ペソ
合計	577.0 百万ペソ

2. 提 言

- 1) 既存の施設の維持・復旧を優先させるのが政府の道路行政上の基本方針であり、それに沿って、地方道路復旧プロジェクトを海外援助プロジェクトとして実施することを提言する。

本プロジェクトは、数多くの小規模プロジェクトから成っているので、プログラムタイプのローンの導入が適切であろう。

- 2) 蛇籠は、フレキシブルである、透水性がよい、容易かつ迅速に施工できる、経済的であるなどの利点をもっており、擁壁工、基礎防護工、落石防止工、斜面山留め工、砂防ダム工、床止め工、水制工などの主要材料として復旧工法に広く適用できる。しかし、供給能力は、現在まだ極めて低い。

したがって、蛇籠の普及を図るための施策が必要であり、本報告書では、全国7箇所に蛇籠製作工場を建設することを提案している。

- 3) 橋梁またはその取り付け部が流失し交通途絶を引き起こしているケースが数多く見られる。これらの箇所の交通を速やかに確保するために、分解可能で、保管・輸送・架設・撤去の容易な簡易橋を備蓄しておくことが望ましい。本報告書では、19mスパンの橋梁10組、および、橋梁建設に必要な機械・器具一式を有する、13箇所の保管所の建設を提言している。

第 1 部 序 文

第 1 章 序 文

1.1 調査の背景

フィリピン国における道路網の整備は、国家の社会・経済開発目標を達成する上での主要な課題の一つとして、政府によって重点的に実施されてきた。道路の改良及び建設は1970年代の初頭に始められ、それ以来、継続的に実施されており、現在、道路網の配置と量的な面においては一応の水準に達していると思なされるに至った。

このように道路の量的な拡大は着実に実施されてきたものの、質的水準の向上は十分とは言えず、台風や豪雨によるのり面崩壊、土石流、地滑り等の道路災害が発生し、交通途絶を余儀なくされるケースが増加している。これら道路災害の増加は、道路網全体の効率に波及し、国家の社会・経済開発の大きな障害となっている。

このため、フィリピン国政府は、道路防災長期計画を策定するため、国際協力事業団の技術協力によって、次の2つの調査を実施した。

- ・フィリピン国道路防災計画調査、1984年6月
- ・フィリピン国道路防災計画調査（ステージⅡ）、1985年7月

これらの調査は、日比友好道路のルソン・サマル・レイテ区間、および、マニラ北方道路とバギオを結ぶ3本の道路について行われたもので、その調査結果に基づき、これら主要幹線道路の防災プロジェクトが、現在、実施にうつされている。

一方、地方道路では本格的な防災対策がとられておらず、道路災害はより頻繁に発生している。これらの災害は、農業・工業製品の産地と消費地との連結を妨げ、地域中心地と後背地間の人や物の効率的な流れを阻害している。かくして、災害により被害をこうむった地方道路の復旧は、地方における基本的な輸送施設の整備と農業生産性の向上のための緊急課題となっている。

この観点に基づいて、フィリピン政府は公共事業道路省を通じて、地方道路防災計画調査の技術援助を日本政府に要請した。

フィリピン政府の要請に応え、日本政府は本調査の実施を決定した。国際協力事業団は調査団を編成し、調査団は公共事業道路省のカウンターパートと協力して、1990年9月に調査を開始し、1992年1月に完了した。

1.2 調査の目的

調査の目的は以下のとおりである。

- 1) パイロットプロビンスの地方道路上の災害スポットを確認し、復旧対策を提案する。
- 2) 提案した復旧対策の実施計画を作成する。
- 3) 地方道路の一般的復旧工法を確立する。
- 4) 調査の過程でフィリピン側カウンターパートに技術移転を行う。

1.3 調査の範囲

前述の目的を遂行するため、調査は4つのステージに分けて実施された。各ステージの調査内容は次のとおりである。

ステージⅠ：パイロットプロビンスの選定と災害地点の特定

フィリピンにおいて一般的に見られるすべての災害形態を含む3つのプロビンスをパイロットプロビンスとして選定する。

パイロットプロビンスの地方道路上の災害地点の中からフィジビリティ・スタディを実施するための約60ヵ所の災害地点を特定する。

ステージⅡ：典型的な災害復旧工法のF/Sの実施

ステージⅠで特定された災害地点について、交通調査、技術調査、概略設計、積算、プロジェクト評価を含むF/Sを実施する。

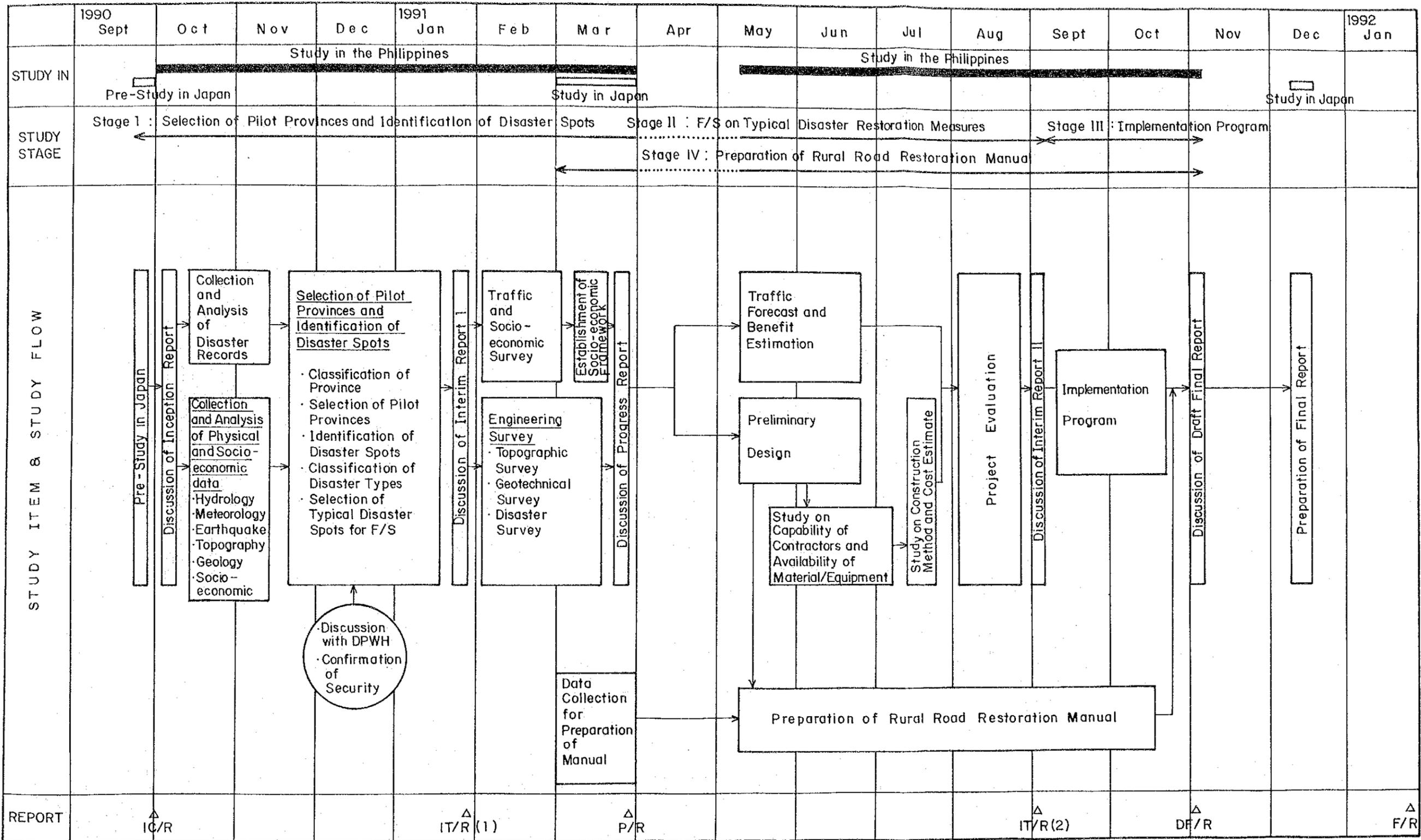
ステージⅢ：事業実施計画の策定

ステージⅡの結果に基づき、事業実施計画を策定する。

ステージⅣ：地方道路復旧マニュアルの作成

本調査全体の結果に基づき、地方道路復旧マニュアルを作成する。マニュアルは、災害地点のアイデンティフィケーション、復旧工法の設計、施工法を含む内容とする。

調査工程を図 1.3-1に示す。



Study in the Philippines
 Study in Japan

FIGURE 1.3-1 STUDY FLOW DIAGRAM

1.4 調査の組織

調査は、DPWH運営委員会及びJICA作業監理委員会の指導のもとに、JICA調査団と、DPWHカウンターパートチームが共同して実施した。調査組織図を、図1.4-1に示す。

調査の関係者は、次のとおりである。

DPWH運営委員会

委員長	TEODORO T. ENCARNACION
委員	MANUEL M. BONOAN
委員	FRANCISCO N. PASCUAL (1990年9月～1991年6月)
委員	BIENVENIDO C. LEUTERIO (1991年7月～1992年1月)
委員	LEONARDO A. NUNEZ
委員	JOSE H. ESPIRITU
委員	MANUEL V. MAPA
委員	JOSE P. GLORIA
委員	RYOJI HAGIWARA
委員	KUNIAKI NAKAMURA

DPWHカウンターパート

チームリーダー	JOSE P. GLORIA
コーディネーター／道路計画	GERONIMO S. ALONZO
道路設計、ベンケット	GENEROSO S. ALCONIS
	JOSE TEODERICO REAL
構造物設計、ベンケット	FILOMENA VALES
道路設計、バタンガス	MARIETTA T. VELASCO
	MAGDALENA B. EUSTE
構造物設計、バタンガス	BERNARDO CANERO, JR.
道路設計、レイテ	PAQUITO FRANCO
	ALEXANDER FERNANDEZ
構造物設計、レイテ	LORETO TAPALLA
交通調査	CESARIO VICENTE
運輸経済	ROMEO LESCANO
経済分析	EDGAR FABREGAS

JOEL VILORIA
ELLA DIONEDA
GLORIA MALINIT
DOLORES MANZANO
ROSEMARIE DEL ROSARIO
REBECCA TENIOZO
JEANETTE SEE
ENCARNITA CUBELO
LILIA NAUNGAYAN

J I C A 作業管理委員会

委員長 嶋津晃臣
委員 長田庄二 (1990年9月～1991年3月)
桶川 篤 (1991年4月～1992年1月)
委員 石田秀司

J I C A 調査団

総括／道路管理計画	澤野邦彦
災害解析／修復計画	土肥正彦
水文調査・解析 (1)	鈴木一正
水文調査・解析 (2)	設楽覚郎 (1990年9月～1991年3月)
	三石隆雄 (1991年4月～1992年1月)
地質・土質調査	後藤吉寛
施工計画・積算	伊藤達郎
構造物設計 (1)	奥村 孝
構造物設計 (2)	君島正美
地域計画／経済分析	佐藤 正

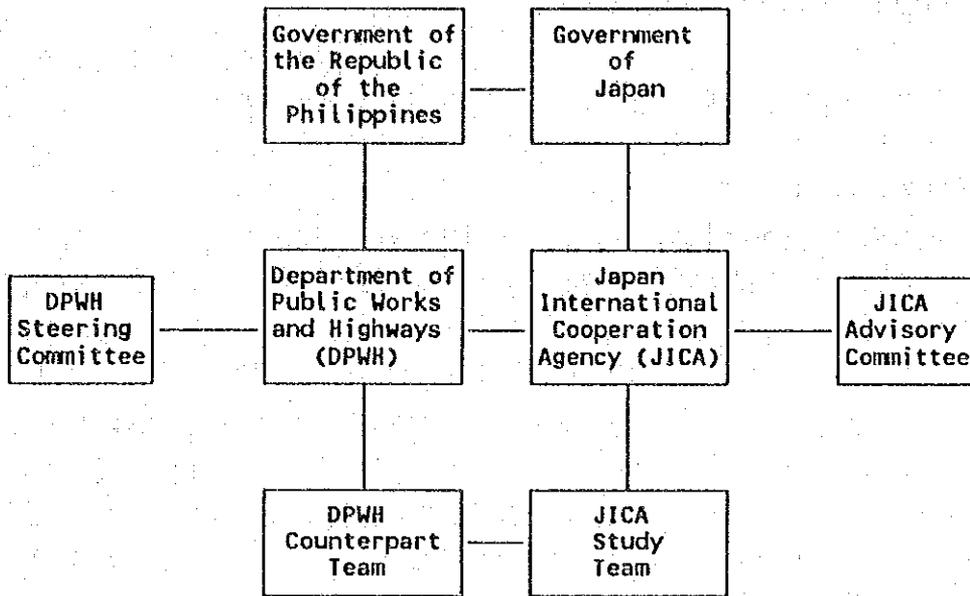


图 1.4-1 調查組織図

1.5 報告書

1.5.1 報告書の構成

調査期間中に次の報告書が作成された。

インセプション・レポート	(1990年10月)
インテリム・レポートI	(1991年1月)
プロGRESS・レポート	(1991年3月)
インテリム・レポートII	(1991年9月)
ドラフト・ファイナル・レポート	(1991年10月)

ドラフト・ファイナル・レポートに対するフィリピン政府のコメントに基づいて、ファイナル・レポートが作成された。ファイナル・レポートの構成は以下のとおりである。

Volume I : Executive Summary	(要約編)
Volume II : Main Report	(本編)
Volume III : Appendix	(資料集)
Volume IV : Drawings	(図面集)
Volume V : Rural Road Restoration Manual	(地方道路復旧マニュアル)

1.5.2 本編の構成

本編は、5部18章で構成されている。

第1部 序文

「第1章 序文」は、調査の背景、目的、範囲、組織について述べている。

第2部 パイロットプロビンスの選定

「第2章 フィリピンの自然および社会・経済現況」は、地形、地質、気象、自然災害、道路網、道路災害、社会・経済現況を含む、道路災害と関連する基礎情報を述べている。

「第3章 プロビンスの分類」は、災害ポテンシャル及び災害タイプの観点によるプロビンスの分類を示す。

「第4章 パイロットプロビンスの選定」は、選定基準の設定とパイロットプロビンスの選定について述べている。

「第5章 パイロットプロビンスの概要」は、選定された3プロビンスの自然、社会、経済及び道路網の概要について述べている。

第3部 パイロットプロビンスの道路災害

「第6章 道路災害の分類」は、災害の発生箇所と、災害形態に基づく道路災害の分類を示している。

「第7章 災害スポットのアイデンティフィケーション」は、パイロットプロビンスにおける災害スポットのアイデンティフィケーションについて述べている。

「第8章 フジビリティスタディのための災害スポットの選定」は、第4部のフジビリティスタディの対象となる典型的な災害スポットの選定について述べている。

第4部 災害スポットのフジビリティスタディ

「第9章 交通量予測」は、災害スポットが位置する道路の交通量予測を示す。

「第10章 技術調査」は、地形測量、地質調査、災害調査を含む、概略設計のための技術調査の概要を述べている。

「第11章 道路災害の原因と現行復旧工法」は、道路災害の原因について論じるとともに、現在行なわれている復旧工法とそれに対するコメントを述べている。

「第12章 復旧工法の種類」は、地方道路の復旧に適した復旧工法の概要を述べている。

「第13章 復旧工法の選定」は、最適な工法の選定手順について述べている。

「第14章 選定スポットの概略設計」は、費用積算を含む、選定スポットの概略設計の概要を述べている。

「第15章 プロジェクトの評価」は、選定災害スポットの復旧計画に対する技術的評価および経済評価について述べている。

第5部 事業実施計画

「第16章 災害対策の体制」は、災害対策の組織及び公共事業道路省の実行業務について述べている。

「第17章 地方道路復旧プロジェクトの実施計画」は、地方道路復旧プロジェクトを提案し、その実施計画を述べている。

「第18章 復旧工事促進のための提言」は、復旧工事を促進するための2つの提案、すなわち、蛇籠製造工場の建設と緊急用簡易橋のストックについて述べている。

第2部 パイロットプロビンスの選定

第2章 フィリピンの自然および社会・ 経済現況

2.1 地形

2.1.1 位置

フィリピンは地震、火山噴火の頻発する環太平洋地震帯に属する群島から成っている。この地震帯は南北アメリカ大陸の太平洋岸を走りぬけアジア大陸に達している。いいかえれば、フィリピン群島は世界で最も造構造運動と地震活動がはげしい地域といえる。群島は7,100以上の大小の島から成り南北は北緯22°から4°の間、東西は東経11°から12°の間に位置している。この位置はまた、熱帯低気圧と同時に台風の発生域である。

一方、フィリピンは、東は太平洋、西は東シナ海に囲まれ、またスル海とセレベス海にもまたがっている。したがってこの国は世界で最も長い海岸線をもつ国の一つである。このことは自然良港にめぐまれているといえるが、同時に、津波や大波によくさらされる原因にもなっている。

2.1.2 面積

群島の総面積は、約300,000 km²である。その内ルソン島は105,000 km²、ミンダナオ島は95,000 km²の面積があり、この2島で全体の2/3を占めている（表 2.1-1、参照）。

表 2.1-1 主な島とその面積

Name	Area in sq. kms.	Ratio in Percent
1. Luzon	104,688.8	34.9
2. Mindanao	94,730.0	31.6
3. Samar	13,080.0	4.4
4. Negros	12,705.2	4.2
5. Palawan	11,785.0	3.9
6. Panay	11,515.1	3.8
7. Mindoro	9,734.5	3.2
8. Leyte	7,214.4	2.4
9. Cebu	4,421.4	1.5
10. Bohol	3,864.8	1.3
	273,739.7	91.2

Source: Philippine Almanac, 1990

2.1.3 地形

フィリピンは、マニラ湾標準水位より1フィート足らずの低湿地帯から、山地まで、変化に富んだ地形をもっている。最高峰は、ミンダナオ島にそびえる約2,953 mのMt. Apoである。また、ルソン島には最も大きな山地と広い平野がある(図2.1-1参照)。

ルソン島北部Aparriの南西に位置するCagayan valleyは延長190km以上、平均64kmの巾をもつ谷である。Cagayan Riverとその支流は約26,000km²の地域の排水路となっている。Cagayan valleyの東側と海に囲まれ高くそびえるSierra Madre Mountainsはほとんどが未踏の地である。この谷の西側にはCordillera Mountainsがある。ここにあるMt. Pulogはフィリピンで3番目の高峰で標高は2,930 mある。これらの山脈には肥沃な谷があり、そのうちのあるものは、ルソン島の北部、西部沿岸の平野へと継っている。北のLingayan Gulfに流れ込むAgno Riverとその支流、南のManila Bayに流れ込むPampanga Riverとその支流が、ルソン島の中央平野を造りあげている。これらの河の水位は季節により変動し、時には極端に浅くなり小舟かバンカでないと渡れないこともある。この平野の面積は約10,000km²で、Caraballo MountainsによりCagayan Valleyと分かれている。Zambales Mountainsはルソン中央平野の西側にある。またルソン島東南部あるいはBicol Regionには、かなり大きな台地が散在しているが、重要河川は存在しない。Mount Mayonはこのリージョンにあり、標高2,432mのほぼ完全な円錐火山である。

南ルソンの一部となっているミンドロ島は山がちで、町や部落がある東部および南西部に沿岸平野があるのみである。しかもそれらの後背地はほとんどが未踏のままである。

Visayan Islandsは、高低のある島が多くそれぞれの島にはふつう1~2の山脈と、いくつかの沿岸平野がある。その中でも重要な島であるPanay島は大部分が平野と起伏の多い土地である。反対にCebu島は平坦な土地が多い。またNegros島にはその西側と北西側に高くて平らな山脈がある。Masbate, Samar, Leyte, Bohol島には起伏に富んだ高い台地がある。これらの島にはあまり大きな河川はないが、巾、深さ共ランチや小さなボートの通行が可能である。

Palawan島はほとんどが高い尾根におおわれ、平地、重要河川はほとんどない。

Mindanao島には2つの大峡谷がある。一つはAgusan Valleyであり、この谷はDavao Gulfの北に伸びる谷に水源をもつAgusan河により造られたものである。もう一つはMorro Gulfに流れ込んでいるMindanao (Cotabato) Riverを有するCotabato Valleyである。Lake BuluanとLiguasan Marshを除いたこの谷の面積は、約4,700 km²である。また、この谷は低い分水界よりSarangani Bayから分かれている。一方Mindanao西部、東部は山が多く沿岸平野は狭い。

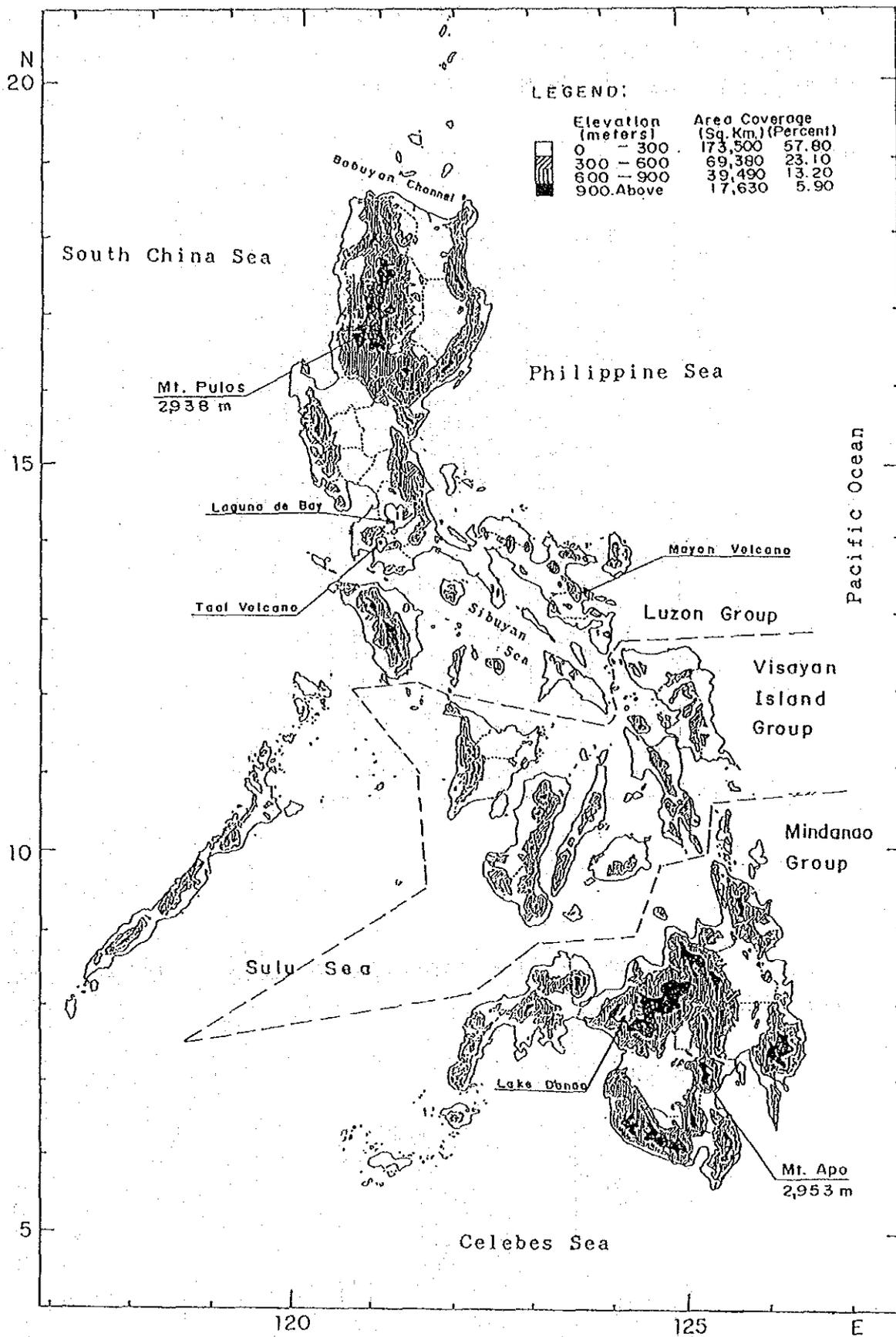


図 2.1-1 フィリピンの地形

Basilan, Jolo, Tawi-Tawi島は比較的起伏のはげしい島である。また残りのSulu Archipelagoの残りののはほとんどが小島である。
 表2.1-2、2.1-3に標高別、傾斜度別の面積を示す。

表2.1-2 標高別面積

Elevation	Area Coverage
0 m - 300 m	173,500 km ² (57.8%)
300 m - 600 m	69,380 km ² (23.1%)
600 m - 900 m	39,490 km ² (13.2%)
900 m or above	17,630 km ² (5.9%)
Total	300,000 km ² (100.0%)

表2.1-3 傾斜度別面積

Slope	Area Coverage
0 - 8%	98,210 km ² (32.7%)
8 - 18%	44,070 km ² (14.7%)
18 - 30%	55,010 km ² (18.3%)
30 - 50%	73,350 km ² (24.5%)
50% or above	29,360 km ² (9.8%)
Total	300,000 km ² (100.0%)

2.1.4 河川

全国には421の主要河川があり、それぞれの河川がもつ流域面積は、41Km²から25,649Km²である(表2.1-4参照)。

表2.1-4 流域面積別の河川の数

Number	Drainage Area Km ²
51	50 - 100
113	101 - 200
155	201 - 500
63	501 - 1000
22	1001 - 2000
9	2001 - 5000
5	5001 - 10000
3	10001 - and above
Total:421	

Source: Principal River Basin of the Philippines, 1976

上表の主要河川流域面積は一部の小河川流域も含んでいる。最低 1,400km²の流域面積をもつ主要河川は表 2.1-5に示すように18河川である(図 2.1-2、参照)。

表 2.1-5 主要河川流域

Rank	River Basin	Location	Drainage Area Km ²
1	Cagayan	Cagayan Valley	25,649
2	Mindanao	Southern Mindanao	23,169
3	Agusan	Northern Mindanao	10,921
4	Pampanga	Central Luzon	9,759
5	Agno	Central Luzon	5,952
6	Abra	Ilocos	5,125
7	Pasig-Laguna Bay	Southern Luzon	4,678
8	Bicol	Bicol	3,771
9	Abulug	Cagayan Valley	3,372
10	Tagum-Libuganon	Southeastern Mindanao	3,064
11	Ilog-Hilabangan	Western Visayas	1,945
12	Panay	Western Visayas	1,843
13	Tagoloan	Northern Mindanao	1,704
14	Agus	Southern Mindanao	1,645
15	Davao	Southeastern Mindanao	1,623
16	Cagayan	Northern Mindanao	1,521
17	Jalaud	Western Visayas	1,503
18	Buayan-Malungun	Southeastern Mindanao	1,434

Source: Principal River Basins of the Philippines, 1976

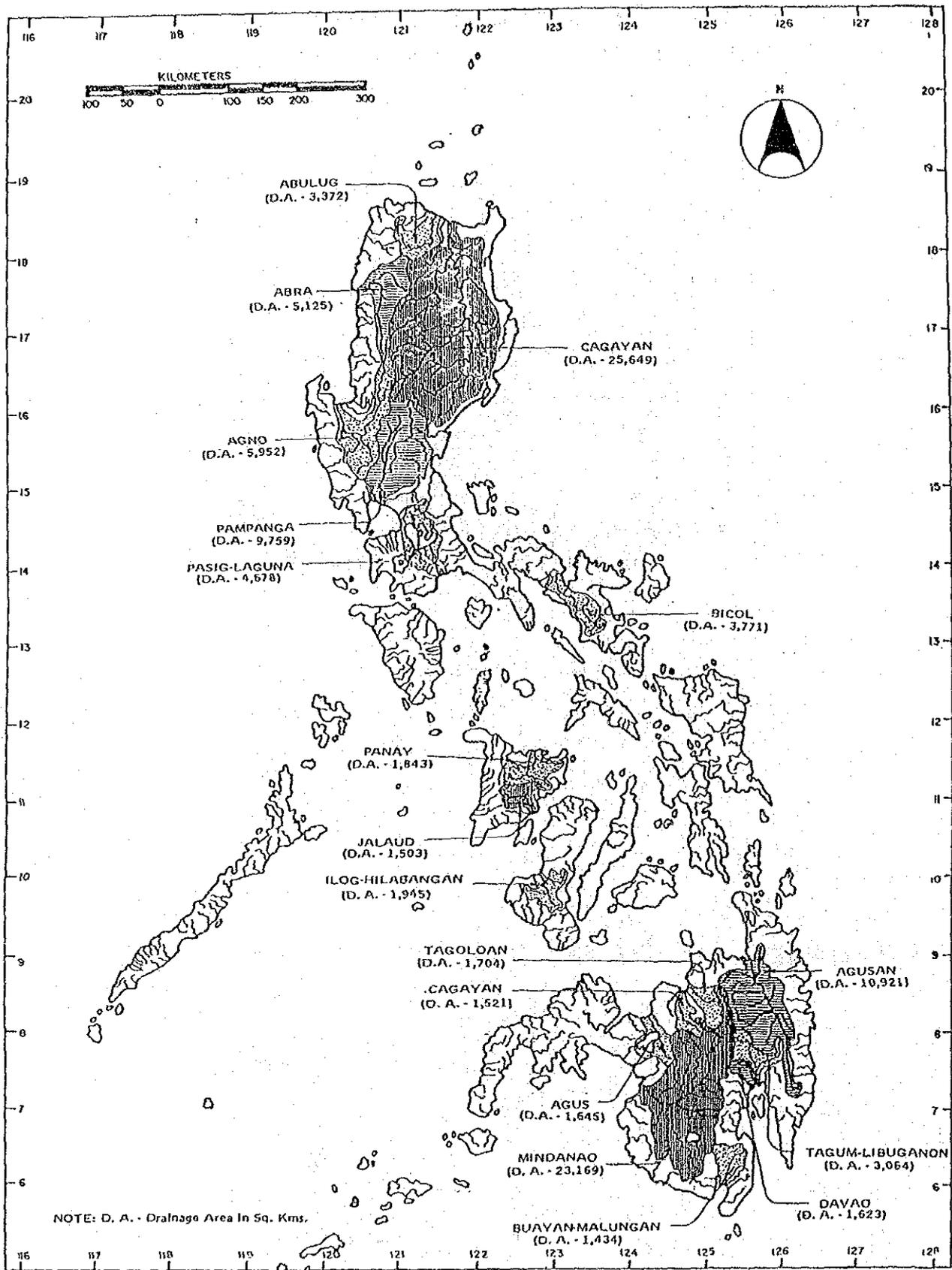


图 2.1-2 主要河川とその流域

2.2 地質

2.2.1 地質構成

図 2.2-1に示すように、フィリピンの地質はさまざまな種類の堆積層や岩盤で成り立っている。表2.2-1 に地質分類別の面積を示す。

表 2.2-1 地質分類別の面積

Geological Category	Area Coverage
Quaternary Deposit	91,820 km ² (30.6%)
Neogene Deposit	37,100 km ² (12.4%)
Palaeogene Deposit	39,360 km ² (13.1%)
Pre-tertiary Deposit	30,610 km ² (10.2%)
Intrusive Rock	19,140 km ² (6.45)
Volcanic Rock	81,970 km ² (27.3%)
T o t a l	300,000 km² (100.0%)

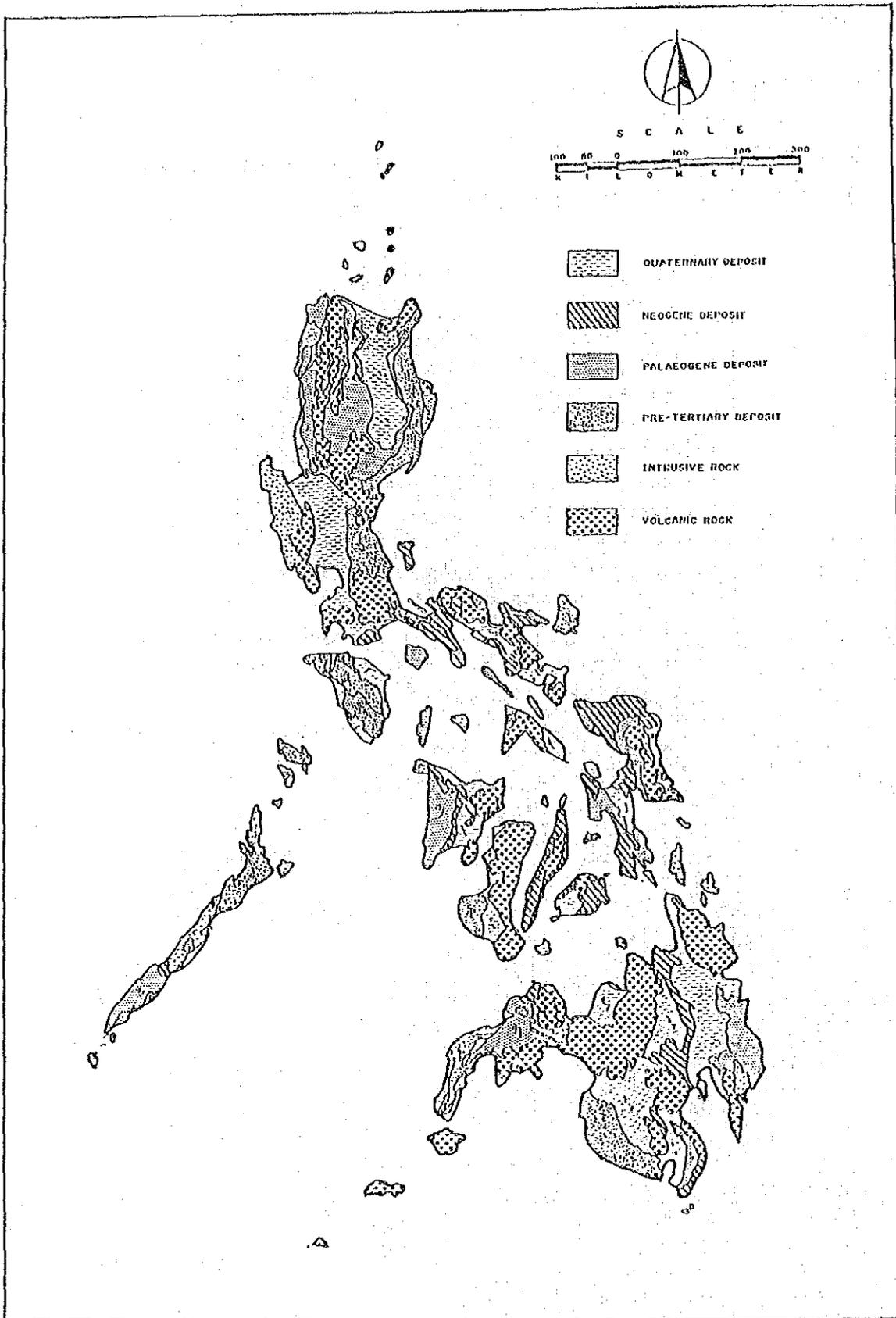


図 2.2-1 フィリピンの地質

2.2.2 断層

フィリピンの主な沿岩断層を図2.2-2に示す。

1) 走行移動断層

Philippine Faultはフィリピンにある走行移動断層のうち最大規模のものであり、その距離は約1200kmにおよんでいる。北はLingayen Gulfから始まり、Luzon Central Cordillaの南端に沿って南下し、Polillo Strait, Tayabas Isthmus, Masbate, Leyte, Agusanを通り、南はDavao Gulfに入り込んでいる。Tayabas Isthmus, Masbate, Northern Leyteの断層に関する最近の研究によると、この断層は水平移動成分が垂直移動成分より卓越した斜め移動断層ということがわかっている。

またこの断層は、古第三紀以来引き続き活動を続けており、現在の動きは、左ズレであり、Northern Leyteにある新第三紀の岩を8km変位させている。

もう一つの主な断層は、Tablas Lineament (Tablas線状構造)であり、やはり走行移動断層と考えられている。このことは、Panay Islandの西の深海からTablas Islandの東端を通り、Tayabas Isthmus (Tayabas地峡)まで北上している約350kmの地形線の存在からも明らかである。この断層は、北端のTayabas IsthmusでPhilippine Faultと併走して終わっている。

またこの断層は、北はAklanのNabasから南はAntiqueのPandanへと子午線状に走る大断層谷となっているPanayの北西部で上陸している。

Central PalawanのUlugan Bayを横断している断層もフィリピンにある主要な走行移動断層の一つである。この断層はほとんど真北-真南を向いており、Palawan Islandの全幅約30kmを横断している。この断層を境に、Palawan北部の石炭紀-三畳紀地質の地形と南部のへび状の地形とははっきりと分かれている。

フィリピン群島にはこれらの他にも多くの走行移動断層があると思われるが、まだ確認には到っていない。一方、Interpretation of Earth Resources Technology Satellites (ERTS)によればフィリピンには数多くの線状断層がある。その一つはLuzon北西部のBangui Faultである。この断層はPhilippine FaultのLuzon島部分とほぼ平行しており、これら2つの断層間には地質学的に興味深い関係があることが判っている。Philippine Faultは、Nueva EcijaのCaraballo Mountains近くで数個の小断層に裂けている。そのうちの一つはDigdig Faultであり、北にそれてLuzon Central Cordilleraの山腹に入り込んでいる。BanguiとPhilippine FaultはDigdig Faultを横切ったところで終わっている。

2) 正断層

フィリピン群島には、大小さまざまな正断層が散在している。それらは突起した断層斜面をもっているため比較的簡単に見付けることができるが、レンチ断層 (Wrench Fault) や衝上断層と同じように、構造的には優勢ではない。また、この断層はふつう主な構造断層の側面に沿って現われる。

Ilocos NorteのLaoag Plainの境界となっている断層、Cagayan Valleyにある断層、Marikina Fault等が北部Luzon島に存在する正断層である。また、Bicol region (Region V) では、Camarines Surの中央部に北西方向にのびる正断層がある。Mindoro島への北東部を横切っているMindoro Faultは、正断層である。この断層は地図や航空写真からでも確認することができる。

これらの他にも、CotabatoのDaguma Rangeの東端に沿っているCotabato Faultは正断層である。

3) 衝上断層

フィリピン群島には多くの小規模衝上断層がある。衝上断層のほとんどは、Philippine TrenchやSulu Trenchの境界と、MindoroやPanayの西端に沿って存在している。

Bicol region (Region V) には、Camarines Norte, Camarines Sur, Catanduanes Islandの北東部に、またVisayasでもSamar諸島の南西部に多くの衝上断層の存在が認められている。

Mindanaoでは、Surigao del Sur, Central Mindanao, Davao Oriental, LanaoとCotabatoの一部地域に、年代の異なる衝上断層がある。さらにZamboanga地域も、衝上断層帯である。

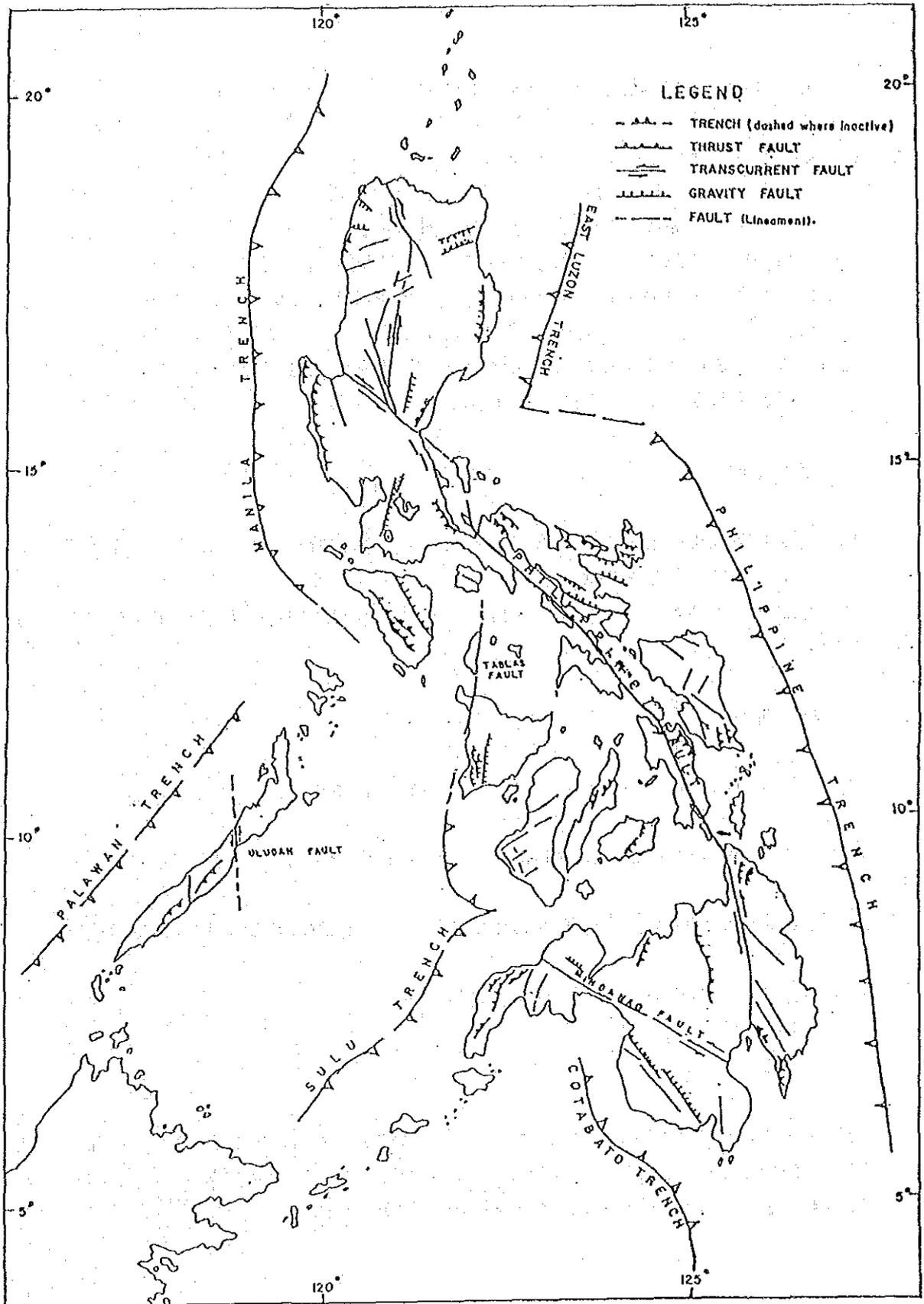


图 2.2-2 海溝と断層

2.3 気象

フィリピンの気象は高温、高湿、多雨が特徴の熱帯・海洋性である。

2.3.1 温度

上空を流れる暖気流のため、フィリピンの気温は、高い。ルソンのBaguio、ミンダナオのMalaybalayを除く57の気象観測所での平均年間気温は約26.9℃である。

1年のうち気温が高いのは、4月の27.5℃、5月の27.8℃、6月の27.4℃であり、低い月は、12月の26.2℃と1月の25.7℃である。

このように気温の季節変化はきわめて少なく、変化の巾は年間平均で2.9℃である。また、午後1時から3時の間が、最も高く、午前5時から7時の間が最低となる。

2.3.2 相対湿度

群島上空の暖気流、まわりを囲んでいる大洋、豊富な植物、多量の降雨により、フィリピンは全土にわたり高湿である。

相対湿度は、4月の78.65%から11月/12月の83.3%まで変化し、その平均は約81.6%である。

2.3.3 風向

フィリピンの風向は3つのグループに分けられる。つまり、

- 1) アジア高気圧団の東側と南東側にそって吹く北東季節風
- 2) 南半球の高気圧団域から赤道をこえてやってくる南西の季節風あるいは熱帯風、
- 3) 太平洋高気圧からの主に東寄りの貿易風、である。

2.3.4 雨量

1951年から1985年までの35年間における59のPAGASA気象観測所で観測した月間及び年間平均雨量を表2.3-1に示す。このデータをもとに等年間雨量線図を作成し図2.3-1に示す。また、Appendix 2-2には等月間雨量線図を示す。

年間雨量

フィリピンにおける年間雨量の平均は、2,405 mmである。島別ではLuzon が2,572 mm、Visayas が2,235 mm、Mindanaoが2,090 mmである。

年間雨量の平均は1,000 mmから5,000 mmまでの広い範囲で分布している。

フィリピン群島の再北端にあるBatanes IslandのItbayal では最多年間雨量の5,237 mmを記録しており、次に続くのが、Surigao del Sur of Mindanao の沿岸にあるHinatuanの4,328 mmである。

最小は南Mindanaoの峡谷にあるGeneral Santosで955mm、それに続くのがZamboanga Cityの1,212 mmである。

月間雨量

月間雨量の年間変化は、フィリピン群島の東沿岸と西沿岸ではかなり異なっている。年間変化のパターンは次のとおりである。

—西側では2つの季節、11月から4月までの乾期と5月から10月までの雨期がある。

—東側では、11月から1月の間かなりの雨量がありしかも乾期はない。

これらの現象は、季節風と熱帯低気圧の影響を受けているためである（図 2.3-2、参照）。

表 2.3-1 (1) 月間及び年間平均雨量

WEATHER STATION	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	ANNUAL RAINFALL	MONTHLY HIGHEST
Region: NCR														
1. NAIA (MIA)	12.3	3.6	13.4	15.9	109.4	253.6	332.6	417.0	308.7	180.3	116.7	54.1	1,817.6	417.0
2. Port Area	13.5	7.3	21.4	18.7	138.6	283.8	364.1	476.3	334.1	209.5	111.4	56.0	2,025.7	476.3
3. Science Garden	17.2	9.7	22.1	28.3	172.7	339.6	448.1	504.8	381.8	234.0	144.0	53.8	2,356.1	504.8
Region: CAR														
4. Basuio	12.1	35.8	55.9	102.9	331.1	480.6	670.8	847.9	582.3	262.4	152.3	28.8	3,562.9	847.9
Region: I														
5. Dagupan	6.2	6.2	17.6	73.2	216.1	346.6	462.1	608.4	324.8	158.5	63.1	13.8	2,296.6	608.4
6. Laoag	11.8	1.1	2.5	19.8	125.1	376.8	386.4	547.3	324.1	86.1	45.1	10.2	1,936.3	547.3
7. Vigan	2.3	3.3	5.0	17.4	145.9	404.3	483.3	738.9	355.7	112.5	35.1	9.1	2,312.8	738.9
Region II														
8. Aparri	141.1	76.0	45.6	35.4	100.6	184.1	183.2	225.5	274.7	343.0	396.0	208.7	2,213.9	396.0
9. Basco	183.9	126.1	102.6	83.1	138.4	278.3	259.2	43.0	370.1	330.1	317.1	259.9	2,491.8	370.1
10. Calayan	188.6	109.7	72.3	46.2	107.0	196.1	242.5	323.0	330.0	349.0	394.3	317.7	2,676.4	394.3
11. Itbayat	240.6	135.1	111.1	82.9	297.3	785.7	669.5	935.0	482.1	722.2	464.4	311.1	5,237.0	935.0
12. Tuguegarao	21.4	16.5	57.2	73.6	172.1	161.6	192.8	246.5	209.1	232.9	274.2	93.9	1,771.8	274.2
Region III														
13. Cabanatuan	7.5	4.9	16.4	19.7	150.1	267.6	340.8	395.8	305.2	190.8	134.8	39.9	1,873.5	395.8
14. Iba Zambales	3.0	2.7	12.1	28.8	280.7	579.0	763.1	1,105.9	615.8	203.9	80.9	25.6	3,701.5	1,105.9
15. Munoz	9.4	1.7	8.5	55.4	88.9	385.3	299.6	446.2	258.7	16.7	90.6	15.6	1,849.6	446.2
Region IV-A														
16. Alabat	250.8	133.5	99.3	81.5	109.5	200.2	226.4	174.9	253.4	510.1	530.9	571.4	3,141.9	571.4
17. Ambulong	22.1	9.9	16.3	37.4	105.3	237.5	289.9	323.7	259.7	234.1	156.6	97.6	1,790.1	323.7
18. Baler	193.1	150.8	213.1	232.4	301.4	272.3	240.5	218.6	300.6	416.0	444.4	327.9	3,311.1	444.4
19. Casiguran	217.2	157.5	192.8	138.9	236.6	237.9	261.2	238.2	296.9	412.3	601.7	437.2	3,427.4	601.7
20. Infanta	353.8	220.1	187.3	179.7	225.2	249.4	258.7	196.4	325.2	607.8	597.4	597.2	3,998.2	607.8
21. Lucena City	89.3	60.3	42.5	54.6	90.0	160.3	184.6	198.0	225.5	336.2	305.3	235.2	1,982.7	336.2
22. San Francisco	49.3	17.9	27.1	25.1	88.9	162.7	222.2	187.5	179.2	280.2	173.9	126.4	1,480.4	222.2
23. Sangley Pt.	25.3	2.1	7.4	13.6	102.2	259.3	259.5	460.5	243.8	185.6	91.7	32.8	1,683.8	460.5
24. Tayabas	155.1	72.3	72.3	103.2	227.5	257.9	260.6	172.6	316.1	512.7	519.9	413.7	3,083.9	519.9

表 2.3-1 (2) 月間及び年間平均雨量

WEATHER STATION	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	ANNUAL RAINFALL	MONTHLY HIGHEST
Region: IV-B														
25. Calapan	91.4	54.8	52.7	90.2	159.2	200.9	183.4	199.5	189.9	298.3	237.5	172.4	1,930.4	298.3
26. Coron	25.7	8.0	5.7	30.4	184.4	378.6	480.1	551.4	436.6	288.9	135.2	82.1	2,607.1	551.4
27. Cuyo	13.2	2.5	8.2	44.1	187.3	376.2	437.7	409.7	375.0	272.1	148.2	55.1	2,329.3	437.7
28. Puerto Princesa	30.7	16.7	37.2	42.2	142.4	184.2	177.6	183.6	196.4	210.0	205.2	137.4	1,563.8	210.0
29. Romblon	114.4	48.3	48.3	71.4	125.4	205.7	249.5	227.9	252.4	323.1	234.3	204.6	2,105.3	323.1
30. San Jose	3.1	2.3	18.7	140.5	88.9	343.4	433.1	559.3	391.8	245.2	55.4	8.7	2,290.4	559.3
Region: V														
31. Daet	312.0	175.0	153.9	126.1	139.1	173.9	235.7	222.3	267.6	518.6	590.2	591.9	3,506.3	591.9
32. Legaspi	296.9	195.6	192.6	152.1	181.3	240.9	251.3	264.2	259.9	325.5	483.7	456.0	3,300.0	483.7
33. Masbate	163.2	80.3	65.5	54.9	134.0	153.4	191.2	180.3	218.8	212.8	232.7	257.1	1,949.2	257.1
34. Virac Radar	360.5	209.1	160.5	175.2	184.8	225.9	245.7	164.2	273.9	377.3	549.5	544.1	3,479.7	549.5
35. Virac	219.9	132.2	119.2	128.6	185.6	225.2	223.8	174.1	248.8	373.9	486.4	412.5	2,930.2	486.4
Luzon Average:														
													2,571.6	
Region: VI														
36. Iloilo City	42.8	25.3	34.3	52.4	115.1	271.6	300.8	348.0	276.4	251.1	179.7	96.9	1,994.4	348.0
37. Roxas City	115.9	50.4	56.7	57.7	146.2	253.0	246.9	232.6	240.4	321.6	225.0	172.4	2,118.8	321.6
Region: VII														
38. Cebu City	106.5	67.6	54.4	50.4	107.6	183.5	206.5	184.4	196.7	195.5	157.8	127.3	1,638.2	206.5
39. Dumaguete City	80.8	54.3	54.3	49.5	75.6	134.3	139.6	123.5	137.4	183.1	162.8	113.7	1,308.9	183.1
40. Mactan Airport	96.5	78.6	46.8	34.3	68.4	181.9	187.3	164.9	189.1	137.6	150.9	145.6	1,481.9	189.1
41. Tagbilaran city	105.0	78.5	71.8	57.8	80.3	131.0	134.8	107.8	136.0	212.8	190.5	117.2	1,423.5	212.8
Region: VIII														
42. Borongan	625.3	414.1	306.9	256.1	296.9	232.0	198.8	182.0	204.5	312.7	555.4	663.3	4,248.0	663.3
43. Catarman	417.4	250.8	215.2	146.7	149.8	179.3	208.8	157.8	212.0	372.5	525.8	493.0	3,329.1	525.8
44. Catbalogan	225.3	144.8	129.8	102.6	170.1	200.0	243.7	224.9	263.0	301.5	321.4	309.6	2,636.7	321.4
45. Guiuan	255.7	284.7	152.9	161.6	121.3	278.4	185.5	133.1	212.3	180.3	321.5	368.5	2,655.8	368.5
46. Maasin	186.5	145.4	109.9	60.3	64.9	198.5	170.3	161.5	163.8	202.4	168.2	230.7	1,772.4	230.7
47. Tacloban City	261.8	205.2	137.6	121.2	146.1	154.7	167.0	129.1	146.8	184.4	244.8	316.9	2,115.6	316.9
Visayas Average:														
													2,235.3	

表 2.3-1 (3) 月間及び年間平均雨量

WEATHER STATION	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JULY	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	ANNUAL RAINFALL	MONTHLY HIGHEST
Region: IX														
48. Cagayan de Sulu	194.4	118.1	23.3	50.1	103.7	215.9	267.6	192.2	242.8	300.2	305.1	272.8	2,286.2	305.1
49. Dipolog	158.8	72.2	75.7	97.9	185.0	234.1	239.8	225.8	234.1	297.2	356.1	280.8	2,477.5	356.1
50. Jolo	104.1	94.5	85.8	145.1	226.4	242.4	187.1	161.6	194.1	264.1	194.7	150.1	2,050.0	264.1
51. Zamboanga City	43.9	44.2	37.7	51.0	94.8	142.3	135.1	128.5	145.1	192.4	108.7	88.1	1,211.8	192.4
Region: X														
52. Butuan City	435.9	205.4	100.1	63.4	124.6	124.4	161.2	73.3	182.1	181.1	158.7	223.5	2,033.7	435.9
53. Cagayan de Oro	107.4	64.7	56.7	38.4	102.7	198.8	214.0	199.1	216.7	178.2	125.0	116.3	1,618.0	214.0
54. Lumbia Airport	93.7	62.4	29.8	24.6	98.5	209.0	230.5	221.4	181.2	206.9	91.0	100.0	1,549.0	230.5
55. Malaybalay	124.5	95.9	103.2	104.4	222.5	307.1	315.9	300.3	327.0	299.4	187.3	149.8	2,537.3	327.0
Region: XI														
56. Davao City	114.7	99.0	77.9	144.9	206.7	190.1	175.9	175.2	180.1	174.8	145.7	109.7	1,792.7	206.7
57. General Santos	64.1	73.2	39.5	50.5	87.5	112.5	104.3	87.2	80.6	94.4	87.0	74.1	954.9	112.5
58. Hinatuan	730.3	523.1	434.8	320.5	275.3	257.6	214.4	190.1	213.3	232.5	350.1	586.4	4,328.4	730.3
Region: XII														
59. Cotabato City	71.3	90.9	95.3	131.8	257.2	251.4	248.9	323.3	238.3	253.6	176.7	98.7	2,237.8	323.7
Mindanao Average:													2,089.8	
Total Average :													2,405.1	

Source: PAGASA (1951-1985)

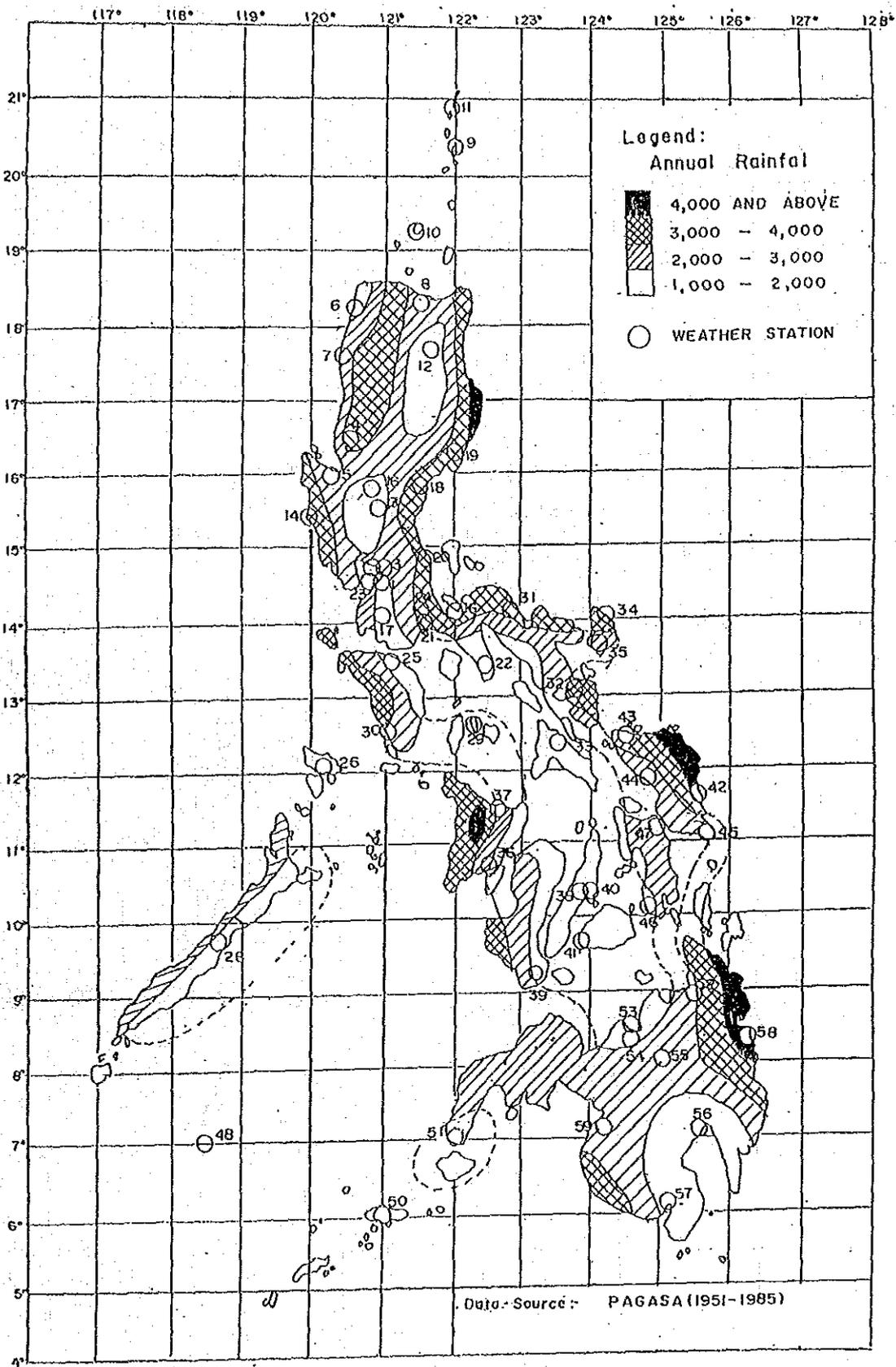


图 2.3-1 等年間雨量线图

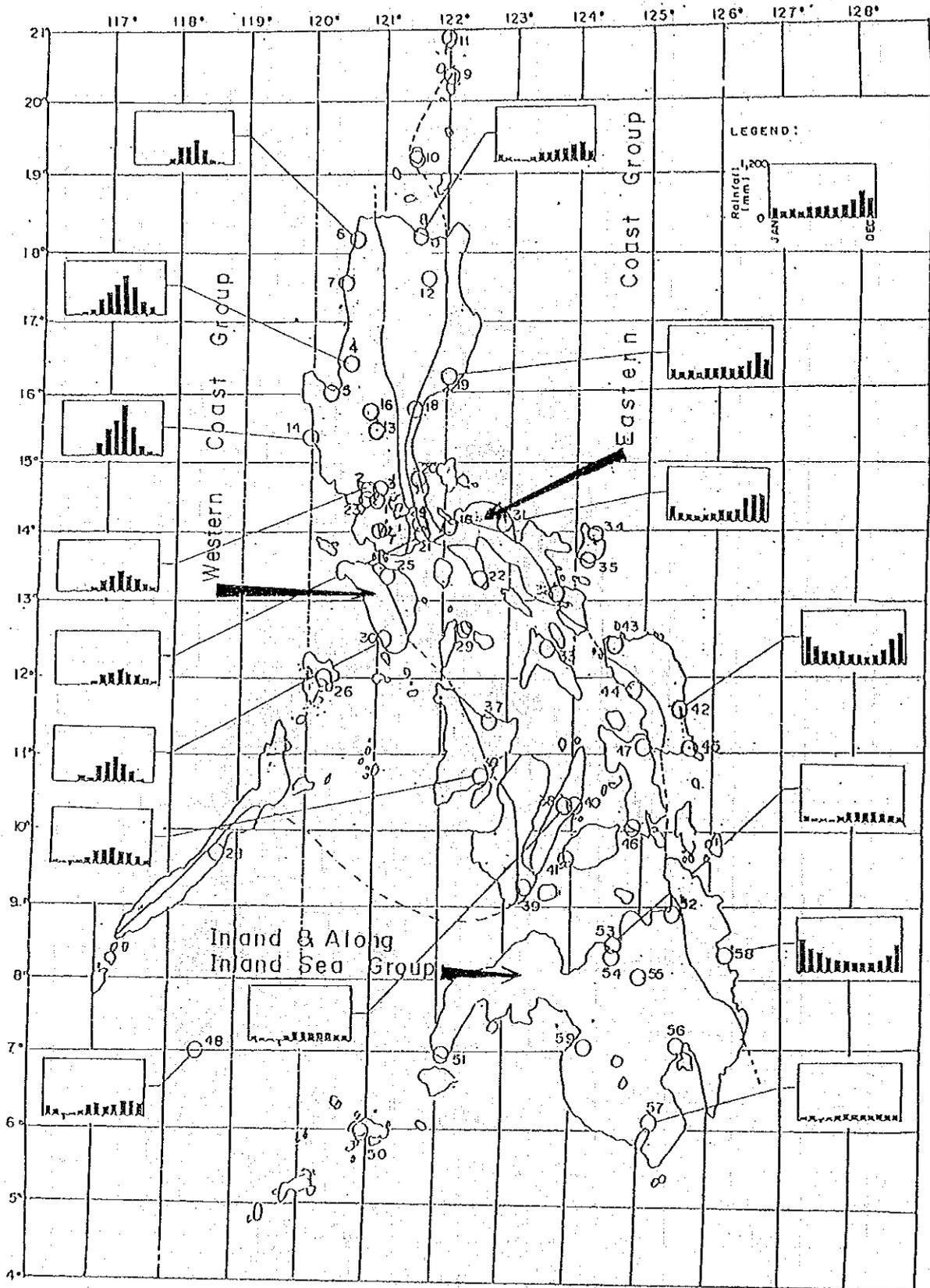


图 2.3-2 月間雨量

2.3.5 気候タイプ

PAGASAのModified Corona's Classification Systemによれば、フィリピンは4つの気候タイプに分けられる(図2.3-3 参照)。

タイプⅠ：2つの季節、すなわち冬、春の乾期と夏、秋の雨季に分かれる。南西季節風が吹く6月から9月の間の雨量が最も多く、乾期は3～6ヶ月、場所によっては7ヶ月間続く。

タイプⅡ：冬に顕著な多雨期間があり、しかも乾期はない。最も雨量が多い月は12月と1月である。月間雨量が少ない月は、春か夏で場所によって異なる。

タイプⅢ：1～3ヶ月の乾期があり、残りは雨期であるが突出した雨量のある月はない。このタイプはタイプⅠとⅡの間であるが、どちらかといえばⅠに近い。冬か春のどちらかに乾期があるというのがその理由である。

タイプⅣ：多かれ少なかれ一年を通じ常に降雨がみられる。このタイプはタイプⅠとⅡの間であるが、乾期がないという理由で、どちらかといえばタイプⅡに近い。

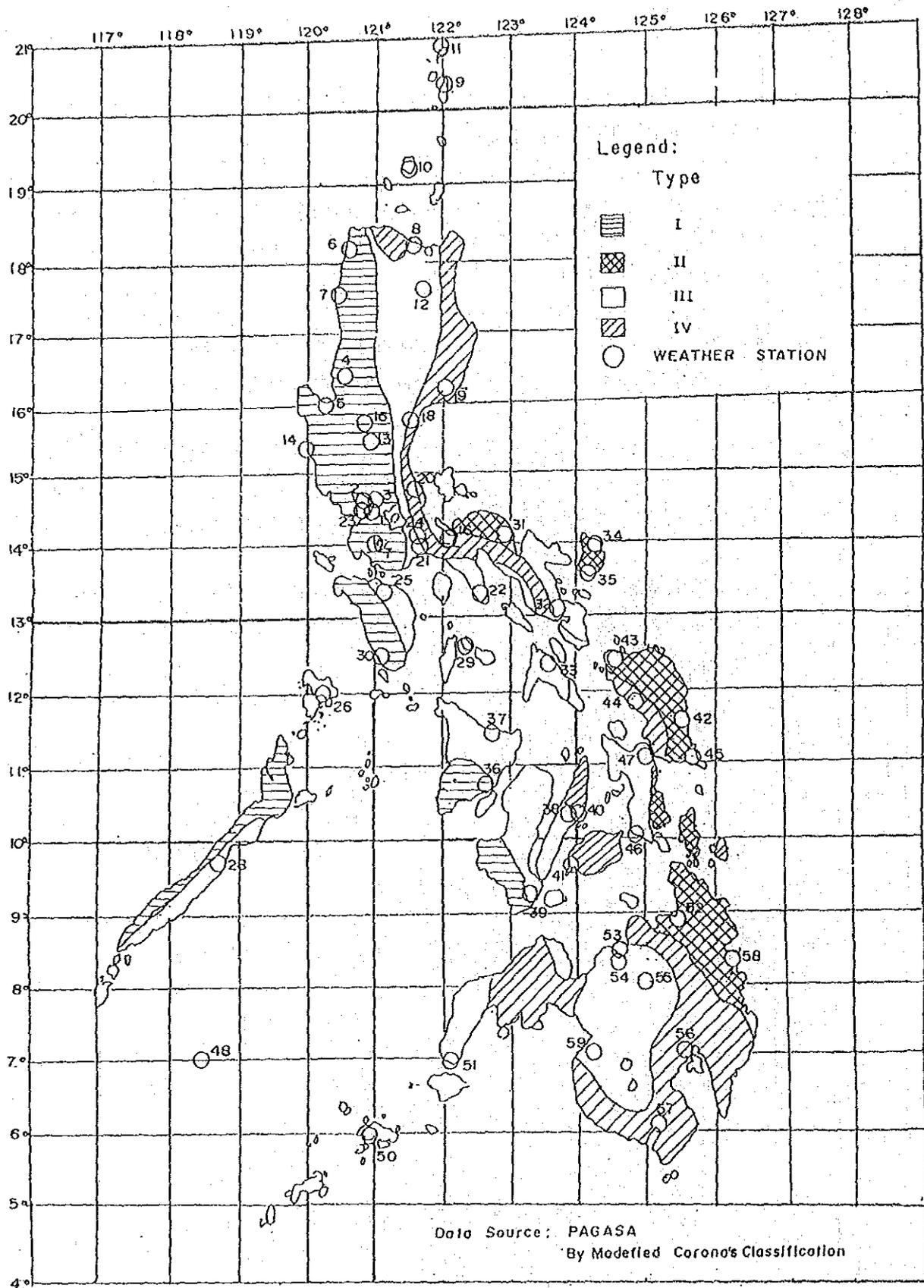


図 2.3-3 気候タイプ

2.4 自然災害

2.4.1 火山

フィリピンには第四紀火山が220あり、そのうち22は、有史あるいはここ600年の間に噴火したことがある活火山であると考えられている。表2.4-1に、20世紀に噴火がみとめられている火山を列挙する。

火山は図2.4-1に示す10の火山帯に分布している。

Sia. Ana Beltの東側の境界ははっきりしているが、西側はLuzon Central Cordilleraと併合している。また、Luzon Central CordilleraはCordillera (大山脈)の軸線に継がりBaguio Districtへ向い、東へ折れてCaraballo Mountains (山脈)にある火山を包含している。

Luzon Central Cordillera BeltとCentral Luzon Beltとの境界は、Phillipine Fault Zoneではっきりと分けられている。このFault (断層)により両方のBelt (火山帯)は右水平にねじ曲げられている。

Central Luzon Beltには火山がひしめき合っておりその西側は、Zambales、Mindoro Range (小山脈)の東側すそ野と界を境にしている。またこの火山帯にはTaal Volcano, Mt. Makiling, Mt. Banahawがあり、南の端では、Mindoroの東南端にある、鮮新世火山群を包含している。さらに、Cuyo Island Groupの鮮新世火山群に連なっているとも考えられる。

Bicol Beltは、Central LeyteつまりDiwata Rangeの西側裾野を南にのびてるBicol Peninsulaの大部分を含んでいる。またこの火山帯はCentral Luzon Beltと同じように、Tablas Lineament (リニアメント)で終わっている。

Negros, Sulu Beltは互いに平行してそれぞれNegros, Sulu Sea Trench (海溝)へ継っている。このことは火山帯のマグマ活動と海溝の地殻活動とは関係していることを示している。同じようにCotabato Beltは、Cotabato Trenchの地殻活動と関係している。

Mindanao Central Cordillera Beltは、Agusan-Davao海溝に沿った、縫合地溝 (明確ではないが)と関係がある。Lanao高原にある玄武岩の露出は他の火山帯でみられる成層火山岩構造と比べると対象的である。

火山の危険は、突然噴き出す溶けた岩石とその他の噴出物である。噴出物の粒径は、細かいダスト (火山灰) から大きな礫 (火山弾、火山塊) までさまざまである。

また液状体であれ、個体であれ、それらは有害ガスをまきちらす。また他の危険は地震である。地震はマグマの上昇力で生ずる地割山、津波、陥没、地すべりを引き起こす。

表 2.4-1 20世紀に噴火した火山

Name	Height (m)	Province/Island	Eruption
Mayon	2,462	Albay/Luzon	1988, 1985, 1984, 1978 1977, 1968, 1947, 1943 1941, 1940, 1938, 1928 1902, 1900, 1893, 1928 1971, 1890, 1989, 1888 1987, 1885, 1882, 1876 1873, 1872, 1862, 1860 1859, 1858, 1845, 1835 1828, 1800, 1776, 1616
Taal	400	Batangas/Luzon	1977, 1976, 1990, 1969 1968, 1967, 1966, 1965 1911, 1904, 1878, 1842 1825, 1808, 1754, 1749 1716, 1717, 1709, 1701 1591, 1572
Canloan	2,465	Negros Occ. and Or./Negros	1988, 1987, 1986, 1985 1980, 1978, 1969, 1933 1927, 1905, 1904, 1902 1893
Bulusan	1,559	Sorsogon/Luzon	1985, 1984, 1983, 1981 1980, 1979, 1933, 1928 1921, 1919, 1918, 1894 1886, 1852
Hibok-Hibok	1,332	Camiguin/Mindanao	1952, 1951, 1902, 1871 1862, 1852, 1848, 1827
Ragang	2,815	Lanao and Cotabato/Mindanao	1916, 1873, 1871, 1858 1856, 1840, 1834, 1756
Didicas	244	Batanes/Babuyan Island	1978, 1969, 1900, 1860 1857, 1773
Smith	688	Batanes/Babuyan Island	1924, 1919, 1917, 1907 1652, 1651
Pinatubo	1,780	Pampanga/Zambales and Tarlac/Luzon	1991
Cagua	1,158	Cagayan/Luzon	1907

Source: Philippine Almanac, 1990

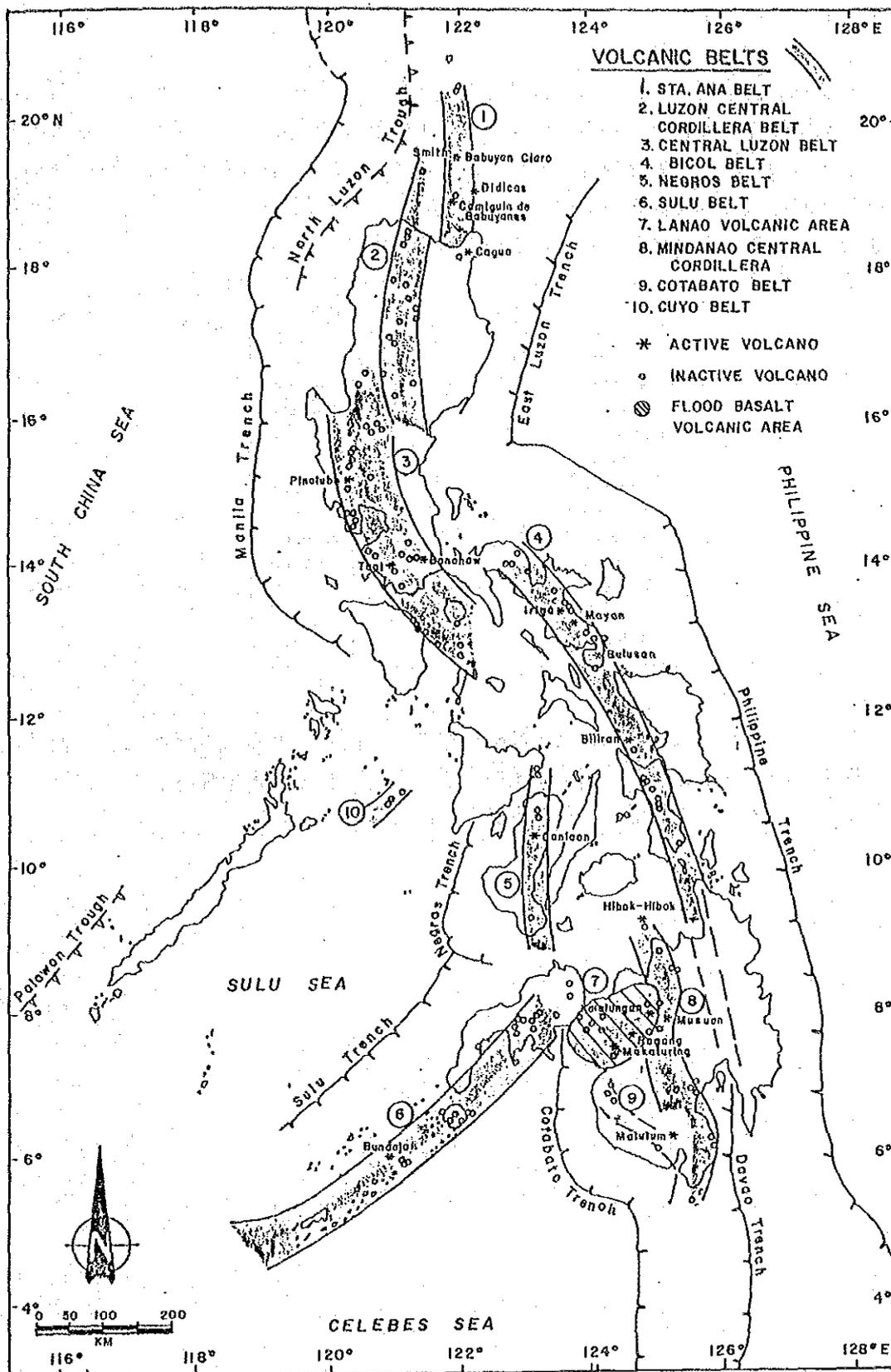


图 2.4-1 火山带

Source: PAGASA Geologic Hazards and Disaster Preparedness, 1987

Note : Volcanic Belts Supplement from "Geology and Mineral Resources, 1981

Mt. Pinatubo の噴火

Pampanga, Zambales, Tarlacの3つのプロビンスの境界に位置しているMt. Pinatuboは、1991年6月9日から15日の約1週間、連続的に噴火をくりかえした。最大の噴火は、6月14日と15日に発生し、その結果、数多くの死傷者と、インフラ施設への甚大な災害が記録された。Mt. Pinatubo 周辺の12の主要河川は、噴火後発生した泥流にみまわれた。影響を受けた河川は次表のとおりである。

River	Province
Bamban (Sacobia)	Tarlac
Abacan	Pampanga
Pasig	Pampanga
Porac	Pampanga
Gumain	Pampanga
Pamatawan	Zambales
Sto. Tomas (Marella)	Zambales
Maloma	Zambales
Tanguay	Zambales
Bucac (Maraunot, Balin Baguera)	Zambales
Motorones	Tarlac
O'Donnel	Tarlac

これらすべての河川は上流は火山性降下物で、中流は、土石流の堆積で、下流は泥流の堆積で埋めつくされた。また、道路、橋梁も、これらの火山性降下物の流下と、折からのモンスーン型豪雨により、未曾有の被害を受けた。

2.4.2 地震

フィリピンは環太平洋地震帯にあるため、常に大小さまざまな地震に見舞われている。Philippine Institute of Volcanology and Seismologyによれば、1599年から1988年までの間に40回の大地震が発生している（図2.4-2 参照）。

フィリピンにおける地震の危険性については、1986年4月に開催されたEarthquake Hazard Mitigation Programme in Southeast Asia で研究発表されている。表2.4-2 と図2.4-3 にこの研究で公表されたそれぞれのリージョンのVII MM震度の再現期間、影響人口と面積及び過去に記録された最大震度を示す。

表 2.4-2 リージョン別地震発生頻度

Region	Observation Period	Average Return Period (Years)	Population at Risk (x 106)	Area (103 KM2)	Maximum MM Intensity (1589-1983)
I	1865-1983	1.2	3.903	21.6	X-XI
II	1850-1979	2.5	2.520	36.5	X
III	1850-1979	2.2	5.456	18.2	IX
IV	1850-1979	1.8	6.330	11.9	X
V	1860-1979	1.7	3.922	17.7	X
VI	1880-1979	4.4	5.092	20.2	X
VI	1860-1979	9.0	4.195	14.9	IX-X
VIII	1870-1979	1.9	3.073	21.5	IX
IX	1880-1979	3.0	2.863	18.7	X
X	1860-1979	1.4	3.179	28.4	X
XI	1860-1979	1.7	3.836	31.7	X
XII	1820-1976	3.0	2.598	23.2	X
NCR	1820-1976	4.6	6.942	0.636	X

Source: Earthquake Hazard Mitigation Programme in Southeast Asia

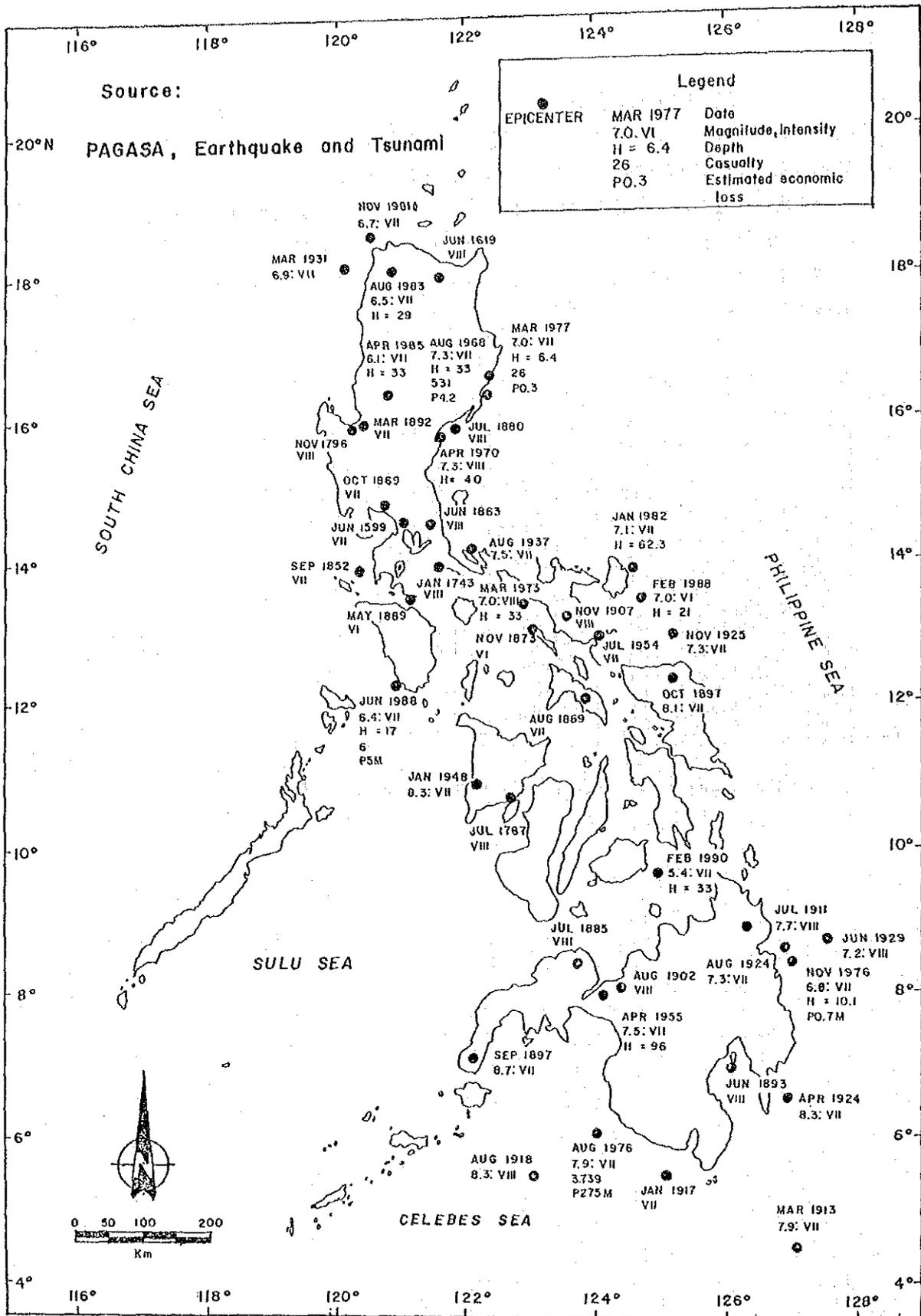


図 2.4-2 1599~1988に記録された大地震

Source: NEDA, Reconstruction and Development Program, Nov. 1990

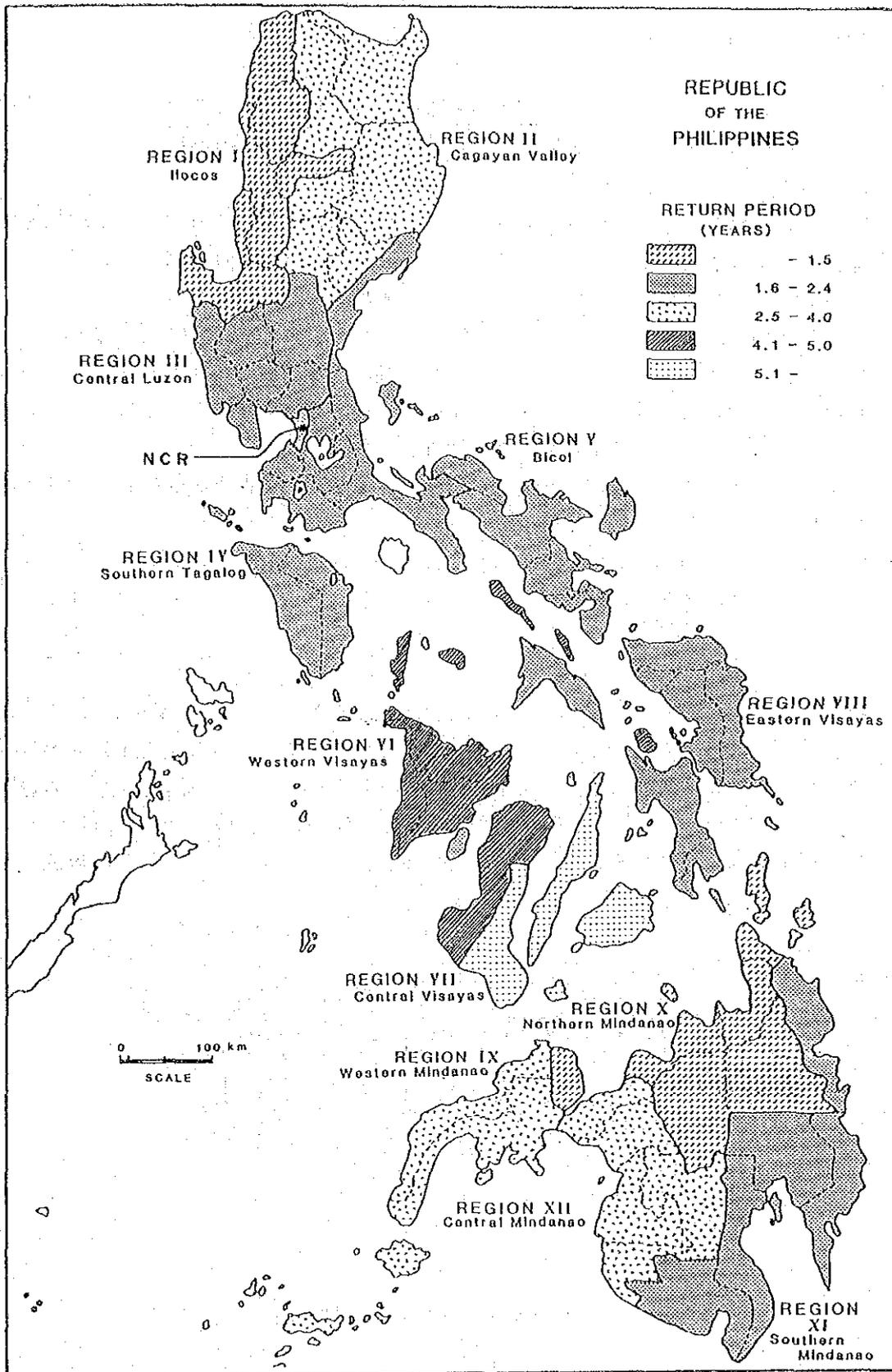


図 2.4-3 リージョン別地震発生頻度

Source: Southeast Asia and Association of Seismology and Earthquake Engineering: Series of Seismology Volume 1, Earthquake Hazard Mitigation Programme in Southeast Asia, April 1986

1990年7月16日の地震

1990年7月16日、フィリピンでは最大級の地震がLuzon 島をおそった。その震度は Richter Scale で7.7、震源地は、Nueva Ecija プロビンスのCabanatuan City とされている。

図2.4-4 はModified Rossi-Forel Scale (M. R. F.) <注 参照> で表した等震度線図である。これによると、最大震度はⅧで、Nueva Ecija, Pangasinan 全域と、Tarlac, Nueva Viscaya, Benguet, La Union, Auroraの一部の地域がその範囲である。

その被害は20,000人に及び、少くとも1,666名の死者、900名以上の行方不明者、3,500名以上の重傷者、建物の全壊25,000戸以上、半壊60,000戸であった。不等地表動現象の観測と断層線に沿って発生した群発地震の分布からこの地震は、Philippine Faultの活動によって発生したと考えられている。

商業居住建物、道路、橋梁にも大きな被害があった。主な被害を受けた幹線道路及び橋梁は、Nueva Ecija にあるPan-Philippine HighwayのSan Jose-Sta. Fe間、PangasinanのCarmen Bridge, Baguio-Bontoc (Halsema) Road, Baguio Cityへのアクセス道路であるKennon Road, Ago-Baguio Road, Naguilian Road である

注)

Rossi-Forel スケールはもともと10段階であるが、フィリピンでは、9段階の Modified Rossi-Forel (M. R. F.) スケールを用いている。このスケールは他の地震国ではあまり一般的ではない。例えば12段階のModified Mercalli (M. M.) スケールはアメリカ、南米諸国、イタリアで、8段階のJapan Meteorological Agency (J. M. A.) スケールは日本、台湾でそれぞれ使われている。M. R. F., M. M., J. M. A. 間の相関を次に示す。

M.R.F.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX			
M.M.	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
J.M.A.	0	I	II	III	V		VI	VIII				

Source: PAGASA
As of Dec., 1990

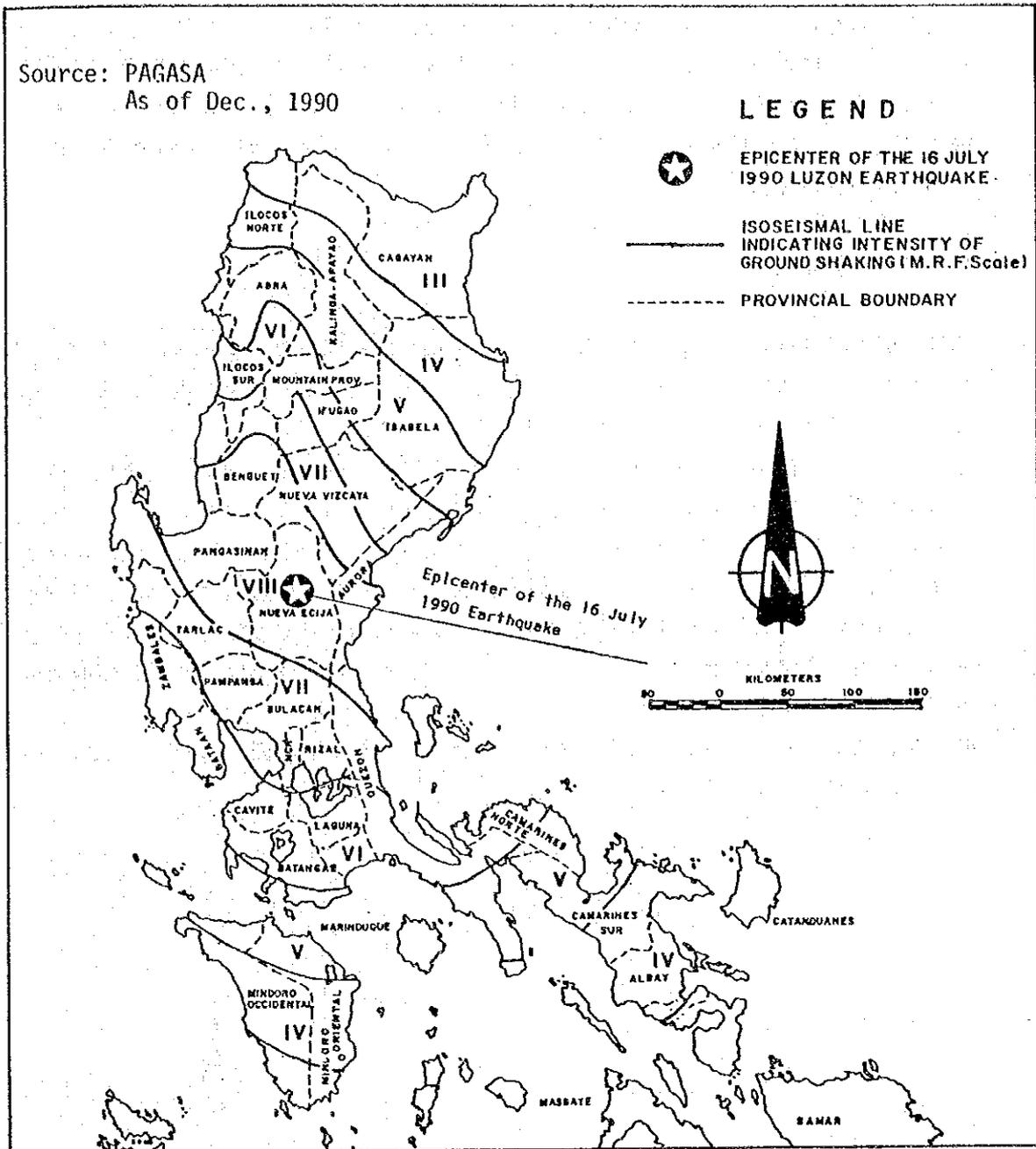


图 2.4-4 1990年7月地震の等震度線図

2.4.3 津波

津波とは海底地震、海底火山噴火が引き起こす大波のことである。フィリピンでは、群島の沿岸をおそった津波は数回記録されている。その時の発生源は広く、AlaskaからIndonesiaのKrakatauに及んでいる。しかし局地型地震も又、津波をひき起こすこととは知られている。津波を受けやすい地域は、特にCelebes Seaに面したMindoro南部である。その理由は、津波をおこしやすい地震がよく発生するからである(図2.4-5、参照)。

2.4.4 熱帯性低気圧

熱帯性低気圧は低気圧の中心であり、北半球では反時計回りのうずまき状の雲バンドをともなっている。フィリピンはこのような強い風雨と、それによる洪水、大波を伴った熱帯性低気圧による自然災害を常に受けている。

6月から12月が熱帯性低気圧のシーズンであり、この時期には、常に毎月平均数個の低気圧が発生している。しかし残りの月には全くその発生はみられない。

過去35年間(1948年～1982年)に690個、年平均すると19.7個の熱帯性低気圧がフィリピン領内を通過している。表2.4-3参照。またPAGASAの別の資料によれば、1884年から1975年までの91年間の平均通過頻度は図2.4-6に示すとおりである。太平洋の北西部で年間平均22個の熱帯性低気圧が発生するが、その内19個がフィリピン領内に侵入し、9個が国土を通過している。

熱帯性低気圧によって引き起こされる台風と洪水は毎年、広範囲におそってくるため、フィリピンの災害の大部分をしめている。

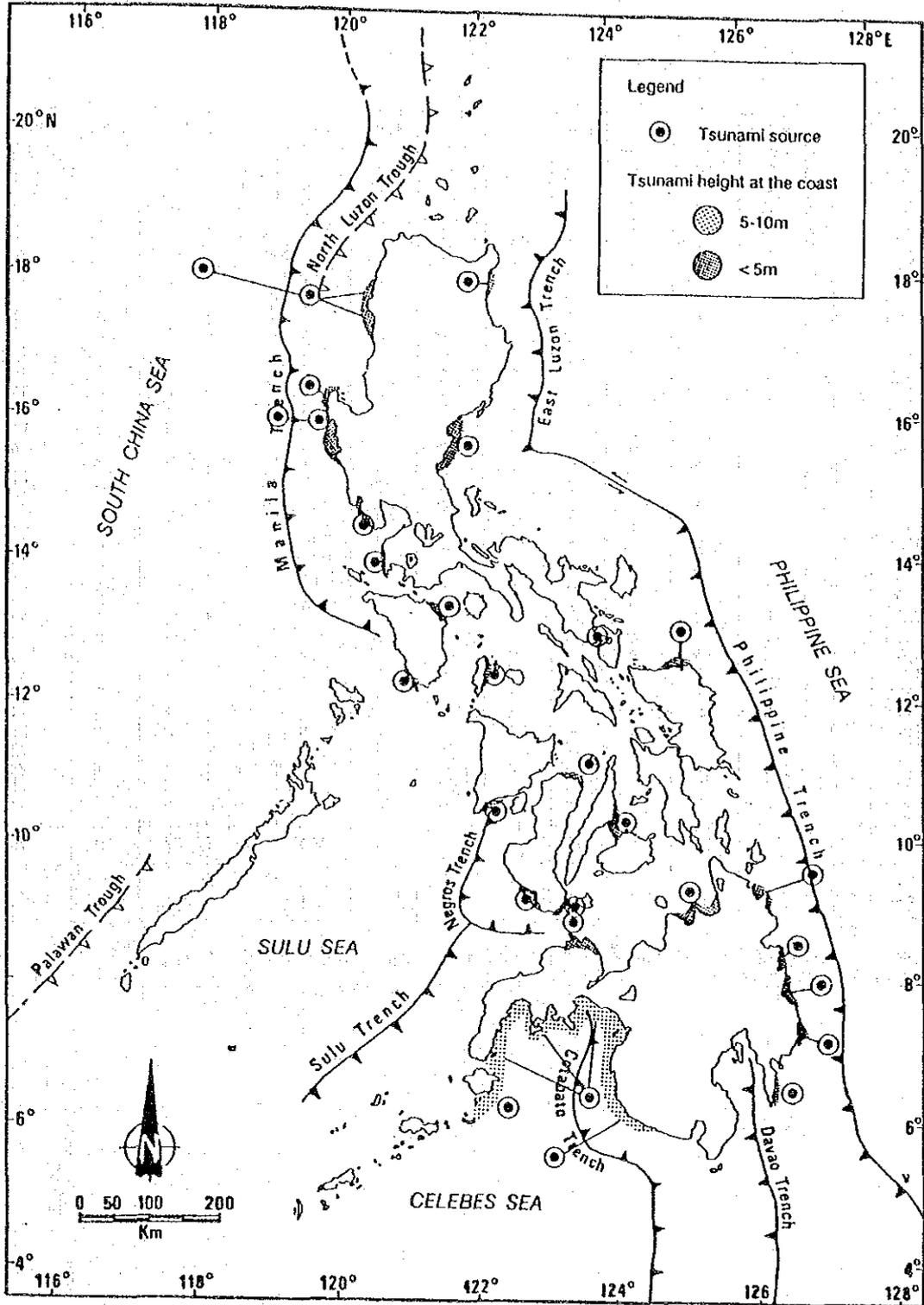


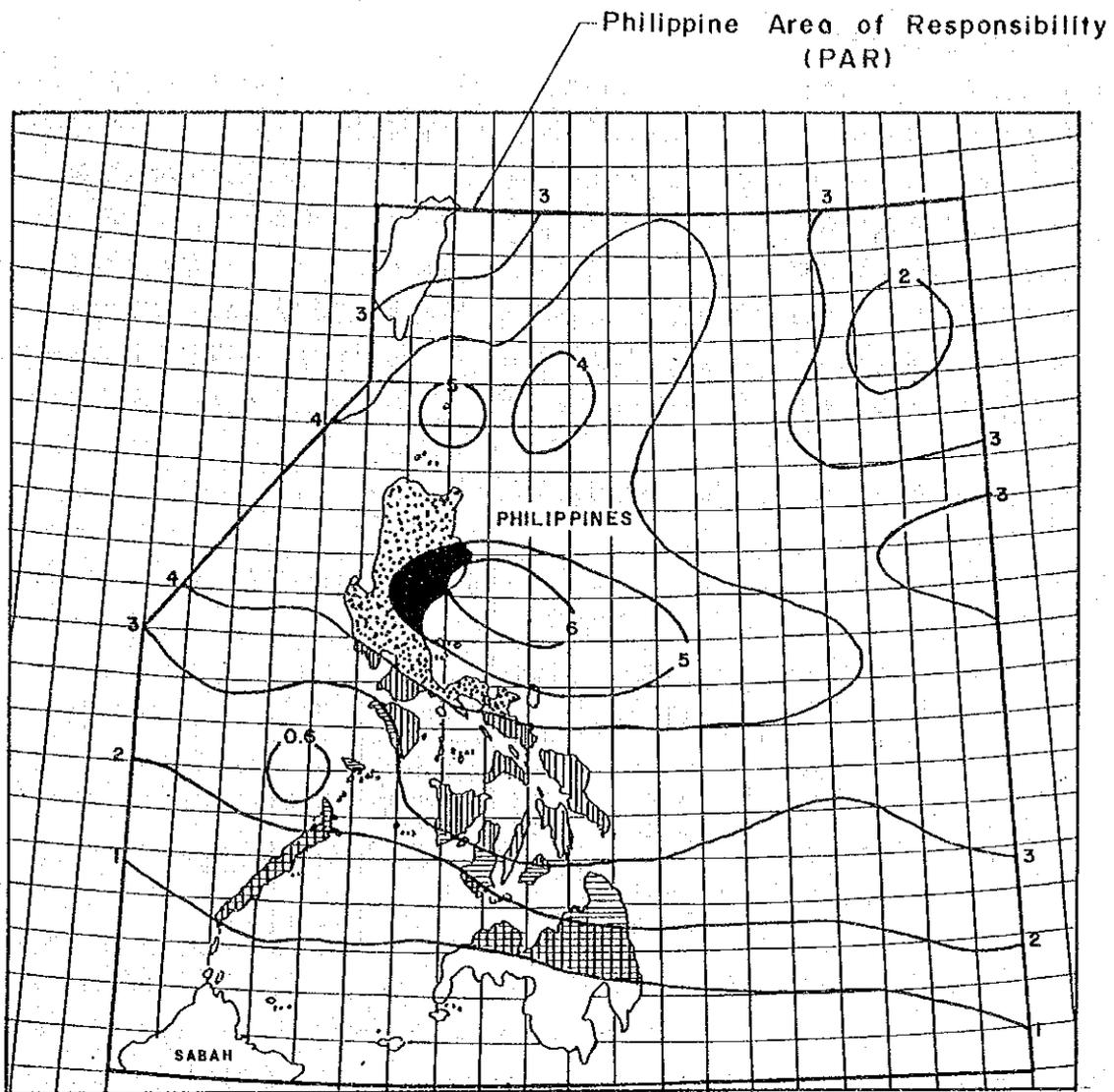
図 2.4-5 過去に発生した津波

Source: PAGASA, Earthquake and Tsunami

表 2.4-3 フィリピン領内へ侵入した熱帯性低気圧の数

Year	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Annual
1948	1	0	0	0	1	0	3	1	3	2	6	3	20
1949	1	0	0	0	0	2	5	2	4	3	3	2	22
1950	0	0	0	0	0	2	2	1	3	2	2	1	13
1951	0	0	0	1	0	1	1	4	2	1	1	2	13
1952	0	0	0	0	0	5	2	3	4	4	4	4	26
1953	1	1	0	0	1	2	0	5	2	2	3	2	19
1954	0	0	1	0	1	0	1	6	2	3	3	1	18
1955	1	1	0	1	0	0	2	3	1	4	1	1	15
1956	0	0	1	2	0	0	4	4	5	1	5	3	25
1957	2	0	0	1	0	2	1	2	3	3	1	0	15
1958	1	0	0	0	0	1	4	2	4	2	3	0	17
1959	0	1	1	0	0	0	1	4	4	4	3	2	18
1960	1	0	0	1	1	2	2	6	1	3	0	2	19
1961	1	1	1	0	1	3	4	4	4	1	1	2	23
1962	0	1	0	0	2	0	4	4	6	1	3	0	21
1963	0	0	0	0	1	3	4	2	3	1	0	2	16
1964	0	0	0	0	2	1	9	5	5	3	3	1	29
1965	2	1	1	0	2	2	6	2	3	1	1	0	21
1966	0	0	0	1	3	1	7	1	3	2	2	2	22
1967	0	1	1	1	1	2	4	5	0	2	3	1	21
1968	0	1	0	0	0	2	2	3	3	1	2	0	15
1969	0	0	0	1	1	0	4	2	4	1	2	0	15
1970	0	1	0	0	0	3	2	4	4	4	2	1	21
1971	1	0	1	3	3	2	5	2	3	5	2	0	27
1972	2	0	0	0	0	2	4	2	4	1	1	1	17
1973	0	0	0	0	0	1	2	3	2	3	1	0	12
1974	1	0	0	0	0	3	4	4	3	3	2	2	21
1975	1	0	0	0	0	0	1	3	3	3	2	1	14
1976	1	1	0	1	1	3	3	3	4	0	2	3	22
1977	1	0	0	0	1	1	4	2	4	2	2	2	19
1978	0	0	0	1	0	3	1	7	6	4	2	1	25
1979	0	0	1	1	2	1	3	3	3	4	2	2	22
1980	0	1	1	1	3	2	4	3	2	2	3	1	23
1981	0	1	0	0	0	3	5	4	3	2	3	2	23
1982	0	0	2	0	1	0	5	4	4	3	0	2	21
Total	18	12	11	16	28	55	115	117	109	83	77	49	690
Average	0.5	0.3	0.3	0.5	0.8	1.6	3.3	3.3	3.1	2.4	2.2	1.4	19.7

Note : Area of Responsibility during the 35-year period (1948- 1982)
 Source : PAGASA



LEGEND:

- 5-6
- ▨ 4-5
- ▧ 3-4
- ▩ 2-3
- 1-2

図 2.4-6 5年間の熱帯性低気圧の平均頻度

Source: PAGASA, 1987

2.5 道路網

2.5.1 輸送期間分担

フィリピンには海上、道路、鉄道、航空の4つの輸送機関がある。表2.5-1はモード別の旅客、貨物の交通量を示している。フィリピンはその地形上、高間の海運、および、ルソンと他の島を結ぶフェリーサービスに負うところが大きい。にもかかわらず、道路による輸送が、旅客で約78%、貨物で約46%を占めている。一方海上輸送は、旅客で9%、貨物で49%である。また、鉄道と航空は残りの旅客14%、貨物4%を占めているにすぎない。このようにフィリピンの輸送形態は、道路と海上輸送がそれぞれ競い合っているというより、むしろ二重形態であるといえる。

表 2.5-1 モード別旅客・貨物輸送量 (1985年)

Mode	Passenger Movement		Domestic Freight Movement	
	Passenger-Km (million)	Share (%)	Ton-Km (million)	Share (%)
Road	46,000	77.7	11,200	46.4
Sea	5,080	8.6	11,900	49.4
Rail	3,050	5.1	970	4.0
Air	5,085	8.6	39	0.2
Total	59,215	100.0	24,109	100.0

Source: NEDA

2.5.2 道路網

フィリピンの公共道路網は次の5つから成っている。

- National道路
- Provincial道路
- City道路
- Municipal道路
- Barangay道路

National道路は、主要幹線網を形成している道路で、空港、港湾、国立公園へつながるすべての道路を含む。

Provincial道路は、Municipalityを相互に結ぶ道路、Municipalityと埠頭または鉄道駅を結ぶ道路および、Sangguniang Panlalawiganで指定された道路。

City道路は、Sangguniang Panglungsod で指定された、市街地内の道路および街路。

Municipal 道路は、Sangguniang Bayanで指定された、Municipalityの中心地 (poblacion)内の道路および街路。

Barangay道路は、市街地、商工業地区、住宅地の外にある田舎道で、支線として、あるいは、農場とマーケットを結ぶ道としての役割を担っており、上記4つの道路のどれにも属さない道路。

Department of Public Works and Highways (DPWH) がNational道路とBalangay道路を管轄しており、Provincial, City, Municipal の自治体がDepartment of Interior and Local Government (DILG)の下で、Provincial, City, Municipal 道路を管轄している。各自治体には、Provincial, City, Municipal Engineer's Office がある。

1987年時点で、フィリピンには約157,800kmの道路網があり、その内訳は、National道路26,100km、Provincial道路28,900km、City道路4,000km、Municipal道路12,900km、Barangay道路85,900kmである。

2.5.3 道路延長の推移

主たる道路改良事業は、World Bankの援助で実施されたPhilippine Transport Surveyが終了した後の1969年に始まった。Philippine Transport Survey では、約6,000kmのNational道路改良が提案されている。また、Pan-Philippine Highwayの建設が、道路網整備事業に拍車をかけた。この建設は日本から資金援助を受け、1969年に着工し1979年に完成している。表 2.5-2と図 2.5-1に示されているように、道路延長は、1960年代後期から急激に伸びはじめ、1985年までコンスタントに伸びつづけている。その後、最新の道路台帳更新で、National, Barangay 道路の一部が抹消され、やや減少した。

表 2.5-2 道路延長の推移

(km)

Year	National Road	Provincial Road	City Road	Municipal Road	Barangay Road	Total
1961	15,143	18,777	3,447	12,238	-	49,605
1962	15,223	20,055	3,755	13,595	-	52,628
1963	15,457	20,569	3,841	14,432	-	54,299
1964	15,677	20,878	4,064	14,692	-	55,311
1965	15,922	21,363	4,184	14,309	-	55,778
1966	16,189	21,421	4,613	15,332	-	57,555
1967	16,616	22,337	4,875	14,774	-	58,602
1968	17,434	22,588	5,006	15,498	-	60,526
1969	18,540	23,312	5,232	16,176	-	63,260
1970	19,198	25,219	6,254	16,855	10,425	77,951
1971	20,066	27,879	6,805	18,781	12,069	85,600
1972	21,315	28,103	6,714	18,636	13,714	88,482
1973	21,415	28,123	7,397	19,444	16,651	93,030
1974	21,516	28,144	8,340	21,561	18,769	98,330
1975	21,665	28,175	2,680	7,512	44,399	104,431
1976	21,796	28,186	2,726	7,902	52,271	112,881
1977	22,333	28,224	3,004	9,141	56,518	119,220
1978	22,790	28,243	3,133	9,524	61,445	125,135
1979	23,552	29,034	3,406	10,657	80,960	147,609
1980	23,641	29,753	3,692	11,445	83,337	151,918
1981	23,489	29,953	3,723	11,914	84,449	153,528
1982	23,783	29,544	3,741	12,142	85,264	154,474
1983	24,140	29,725	3,718	12,240	85,847	155,670
1984	25,117	28,826	3,896	12,432	86,868	157,139
1985	26,191	28,193	3,987	12,825	90,671	161,867
1986	26,230	28,334	3,987	12,841	87,107	158,499
1987	26,082	28,928	3,984	12,875	85,941	157,810

Source: 1. Monitoring and Statistics Division, PES, DPWH
2. Bureau of Maintenance, DPWH

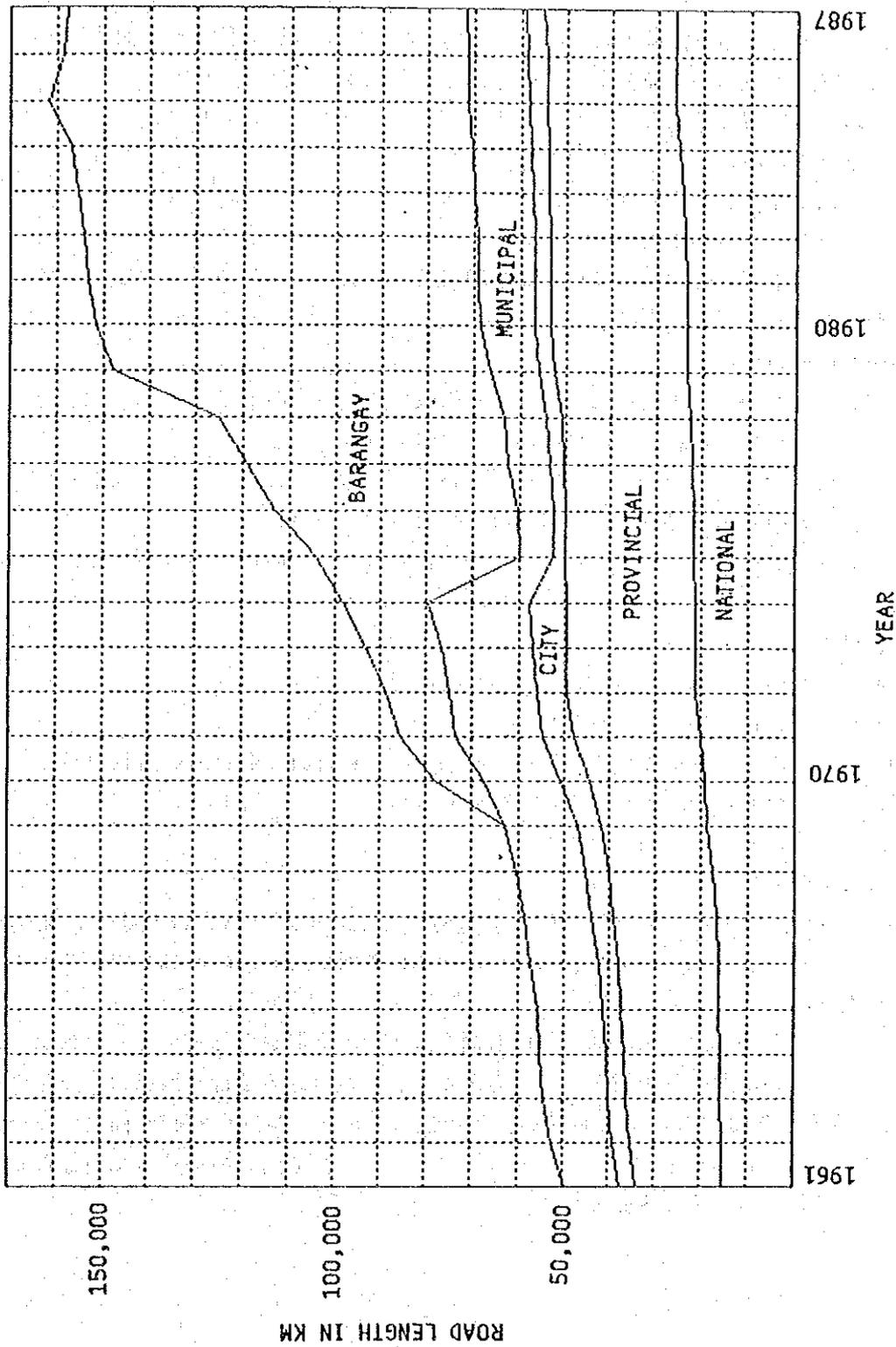


図 2.5-1 道路延長の推移

2.5.4 道路密度

一般に道路の必要量は面積と人口によると言われている。したがって、次式で定義される道路密度が道路の交通度を示す指標として用いられる。

$$\text{道路密度} = L / \sqrt{A \cdot P}$$

ここで L = 道路延長、km

A = 面積、 km^2

p = 人口、千人

Province別の道路密度を表 2.5-3および図 2.5-2に示す。また図 2.5-3は、道路密度で分類したProvinceの分布を示している。

道路密度が低いProvinceは、

- 東部Central Luzon のAurora, Quezon、Camarines Norte
- 西部Central Luzon のZambales
- Samar Sea 沿岸のSorsogon, Masbate, Northern Samar、Samar
- Visayas のOriental Mindoro, Palawan、Negros Oriental
- MindanaoのAgusan del Sur, Davao Oriental, North Cotabato, Maguindanao とTawi
- Tawi

道路密度の高いProvinceは、

- 北西Luzon のIlocos Norte, Ilocos Sur、Abra
- Central Luzon のNueva Vizcaya
- Bohol Sea 沿岸及びその周辺のBohol, Siquijor, Camiguin, Misamis Oriental, Misamis Occidental, Bukidnon、Lanao del Sur
- 南MindanaoのSouth Cotabato
- 小島であるBalanes、Romblon

Provincial毎の道路密度は明らかに不均衡である。小島Provinceを除き、最高はLanao del Surの3.297であり、Samarのそれは最低はSamarの0.438である。実に8倍の開きがある。

図2.5-2からわかるように、舗装率にも同じような不均衡が生じている。自動車が通行できない道路がたくさんあることを考えると、道路の評価を行う際には、道路延長に加え品質も考慮されねばならない。この観点から、「Pilot Study on the Rural Road Network Development Project, JICA, 1989」では全道路延長の代りに良好な状態の道路の延長で道路密度を定義した。

その定義を次に示す。

$$\text{道路密度} = l' / \sqrt{A \cdot P}$$

ここで l' = 良好な状態にある道路延長

$$= \alpha \cdot \text{LPCC} + \beta \cdot \text{LAC} + \gamma \cdot \text{LGR} + \delta \cdot \text{LET}$$

LPCC, LAC, LGR, LET = それぞれコンクリート舗装、アスファルト舗装、砂利、土道の延長

$\alpha, \beta, \gamma, \delta$ = それぞれの道路での容認できる道路長の割合
($\alpha = 1.0, \beta = 0.6, \gamma = \text{Barangay}$ 道路では
0.15, 他では0.3, $\delta = 0$)

A = 面積、 Km^2

P = 人口、1,000 人

上式で求めた道路密度を表2.4-3に併記する。

$l' / \sqrt{A \cdot P}$ は、小島Provinceを除けば、Ilocos Norteが一番高く、Masbateが最低である。

表 2.5-3 (I) Province 别道路密度

	Land Area (km ²)	1987 Population	1987 Road Length (km)		Road Density L/AP/1000	Road Density L/AP/1000			
			National	City Municipal			Total		
All Philippines	300,000.2	57,356,069	26,081.9	3,984.4	12,875.3	35,940.8	157,810.2	1.203	0.322
NCR	636.0	7,354,177	882.1	1,273.8	554.4	271.2	2,981.5	1.379	0.94
CAR	18,293.7	1,077,532	1,613.2	1,402.0	429.1	3,499.9	7,086.4	1.586	0.358
Abra	2,975.6	183,757	179.1	479.9	253.0	1,309.6	2,220.6	2.598	0.469
Benguet	2,655.4	431,260	467.1	321.1	35.6	1,791.2	1,757.2	1.642	0.485
Mountain Province	2,097.3	112,853	316.1	272.8	57.3	172.9	793.1	1.642	0.404
Ifugao	2,517.8	137,803	252.6	154.4	59.4	657.8	983.2	1.733	0.370
Kalinga-Apayao	7,047.6	221,849	398.3	173.8	85.8	668.4	1,326.3	1.061	0.212
Region I	12,840.2	3,327,781	1,428.8	1,783.6	187.7	1,078.8	7,716.1	1.862	0.477
Ilocos Norte	3,399.3	440,087	356.7	422.2	130.9	294.8	1,867.1	2.511	0.647
Ilocos Sur	2,579.6	508,274	370.1	263.1	245.5	1,933.5	2,812.2	2.456	0.527
La Union	1,493.1	532,118	216.0	251.9	121.6	638.9	1,228.4	1.378	0.435
Pangasinan	5,368.2	1,847,302	486.0	846.4	36.8	411.9	3,276.6	1.608	0.425
Region II	26,837.7	2,398,163	1,650.9	1,644.1	-	1,037.5	6,228.1	1.345	0.331
Batanes	209.3	13,395	65.7	64.6	30.5	118.4	277.2	5.235	1.306
Agatayan	9,002.7	829,709	592.0	527.0	202.6	2,318.9	3,456.8	1.265	0.331
Isabela	10,564.3	1,052,180	421.5	580.2	430.4	2,318.9	3,751.0	1.120	0.279
Nueva Vizcaya	3,803.9	295,246	313.2	369.7	285.7	1,434.4	2,403.0	2.238	0.481
Quirino	3,657.2	107,633	258.5	102.6	88.3	1,423.2	672.6	1.173	0.306
Region III	18,230.8	5,725,563	1,692.2	2,364.0	258.5	1,036.8	7,725.0	1.280	0.394
Bataan	1,373.0	411,839	295.9	225.2	52.5	501.1	1,074.7	1.430	0.563
Bulacan	2,525.0	1,334,896	257.7	352.2	245.0	1,889.7	2,944.6	1.359	0.497
Nueva Ecija	5,284.3	1,245,862	427.3	697.6	39.6	324.3	3,228.3	1.258	0.359
Pampanga	2,180.7	1,415,236	279.7	321.5	128.4	1,532.2	2,379.8	1.355	0.394
Tarlac	3,653.4	1,785,271	209.6	552.3	132.7	1,661.6	2,556.2	1.651	0.420
Zambales	3,714.4	532,868	222.0	215.2	90.5	1,600.9	1,292.9	0.819	0.291
Region IV	46,924.1	7,488,350	4,028.5	3,666.4	292.7	1,380.9	8,788.0	1.856	0.296
Aurora	3,239.5	137,174	218.4	115.9	55.1	241.3	620.7	0.936	0.237
Batangas	3,465.8	1,372,047	507.5	637.0	237.1	2,234.7	3,853.6	1.153	0.565
Cavite	1,287.6	1,003,900	302.0	429.5	91.6	717.3	1,608.3	1.413	0.508
Laguna	1,759.7	1,215,037	346.3	232.1	79.8	146.8	1,470.3	1.006	0.463
Marinduque	1,989.2	139,133	217.9	173.3	135.1	138.8	685.1	1.522	0.452
Mindoro	5,879.8	292,305	358.6	321.8	131.6	734.2	1,606.5	1.277	0.284
Occidental Mindoro	4,364.7	546,107	276.7	734.7	66.5	242.5	1,370.4	0.855	0.214
Oriental Mindoro	14,886.3	484,815	504.2	504.2	109.1	1,386.6	2,628.0	0.925	0.214
Palawan	8,706.7	1,345,948	720.1	368.4	214.1	1,833.6	2,133.5	0.817	0.213
Rizal	1,308.9	1,719,413	244.2	86.8	143.2	782.8	1,231.2	1.215	0.478
Romblon	1,355.9	214,491	285.1	282.7	74.2	810.9	1,432.9	2.657	0.585
Region V	17,632.5	4,104,522	1,936.6	1,796.6	245.3	781.6	3,851.3	1.012	0.321
Albay	2,552.6	945,248	385.4	374.7	26.9	186.6	1,637.6	1.054	0.385
Camarines Norte	2,112.5	370,364	185.0	134.8	86.2	320.7	726.7	0.822	0.338
Camarines Sur	5,266.8	1,308,911	457.4	693.3	218.4	1,815.3	3,428.5	1.306	0.373
Catanduanes	1,511.5	200,277	252.4	223.6	71.7	240.3	788.0	1.432	0.378
Masbate	4,047.7	685,483	359.0	17.8	86.6	441.0	1,004.4	0.603	0.153
Sorsogon	2,141.4	534,238	297.6	250.4	127.3	350.1	1,021.4	0.909	0.340

表 2.5-3 (2) Province 别道路密度

	1987 Land Area (km ²) A	1987 Popu- lation P	1987 Road Length (km)			Road Density L/AP/1000	Road Density L/AP/1000	Road Density L/AP/1000	
			National Province'l	City	Municipal				Barangay
Region VI	20,223.2	5,322,784	2,453.1	297.3	696.6	7,902.1	13,981.9	1.348	0.370
Aklan	1,817.9	379,053	111.9	286.1	80.3	623.1	1,131.4	1.363	0.364
Antique	2,322.0	405,994	365.8	96.7	97.1	753.6	1,310.2	1.295	0.334
Capiz	2,533.2	585,938	306.1	37.8	21.4	877.4	1,658.2	1.335	0.348
Iloilo	5,324.0	1,660,767	949.3	31.8	224.8	2,332.8	4,353.5	1.464	0.322
Negros Occidental	7,926.1	2,291,022	872.7	237.7	213.0	3,315.2	5,528.6	1.297	0.356
Region VII	14,951.5	4,362,062	1,666.7	315.2	908.7	5,485.5	10,712.8	1.327	0.353
Bohol	4,117.3	899,732	585.3	922.2	288.3	2,666.3	4,527.5	2.352	0.335
Cebu	5,088.4	2,426,444	623.4	189.3	196.3	1,000.1	3,776.2	1.075	0.333
Negros Oriental	5,402.3	957,509	382.4	60.5	196.3	1,108.7	2,947.7	0.900	0.240
Siquijor	5,343.5	78,377	75.6	184.8	20.6	80.4	361.4	2.203	0.664
Region VIII	21,431.7	3,185,293	1,963.5	1,403.7	70.6	713.9	4,319.6	1.025	0.314
Leyte	6,268.3	1,478,953	959.0	520.6	60.5	351.5	1,813.1	1.250	0.386
Southern Leyte	1,734.8	350,971	265.4	350.8	-	81.2	1,338.8	1.741	0.368
Eastern Samar	4,339.6	373,825	258.7	250.5	-	135.3	968.8	1.267	0.337
Northern Samar	3,498.0	451,989	248.1	146.7	10.1	89.4	446.3	0.748	0.233
Samar	5,591.0	529,555	232.3	135.1	-	56.5	753.9	0.438	0.178
Region IX	18,685.0	2,994,373	1,019.1	2,094.8	121.5	836.6	5,438.1	1.271	0.281
Basilan	1,327.2	241,370	62.1	229.1	-	47.9	332.0	1.186	0.238
* Sulu	1,600.4	421,073	134.8	217.3	-	19.4	481.8	1.039	0.258
* Tawi-Tawi	1,087.4	227,913	92.8	29.9	-	25.0	332.4	0.688	0.141
Zamboanga del Norte	6,618.1	688,006	260.1	807.8	46.6	344.8	1,710.0	1.485	0.329
Zamboanga del Sur	8,051.9	1,416,011	469.3	810.7	74.9	399.5	2,729.6	1.328	0.291
Region X	28,327.8	3,350,016	2,151.7	2,751.6	217.4	1,210.6	8,578.1	1.530	0.361
Agusan del Norte	2,590.3	442,313	215.1	232.9	66.0	91.3	597.6	1.202.9	0.357
Agusan del Sur	3,965.5	329,572	300.1	266.9	-	161.9	786.4	1,395.3	0.670
Bukidnon	8,293.8	766,149	613.3	787.1	-	400.9	2,899.3	1.635	0.394
Camiguin	1,629.8	61,804	63.5	94.5	-	28.0	346.0	2.901	0.752
Misamis Occidental	1,539.3	351,801	199.4	507.9	71.4	170.1	1,398.4	2,508	0.522
Misamis Oriental	3,370.1	855,759	117.5	501.5	63.5	158.6	2,000.1	1.832	0.404
Surigao del Norte	2,739.0	442,718	342.8	300.8	16.5	199.5	1,615.9	1.467	0.378
Region XI	31,692.9	4,032,431	1,954.2	3,009.4	453.7	1,261.2	8,769.4	1.366	0.296
Davao del Norte	8,129.8	853,452	351.5	743.7	-	305.1	1,641.1	1.155	0.294
Davao del Sur	5,377.6	1,388,733	513.2	425.7	267.9	257.8	2,521.0	1.338	0.298
Davao Oriental	5,564.5	1,406,822	308.3	548.9	-	73.8	1,349.2	0.932	0.217
South Cotabato	7,468.8	925,897	464.8	1,012.5	185.8	512.1	3,379.1	2.112	0.583
Surigao del Sur	4,352.2	458,157	316.4	278.6	-	112.4	1,517.4	1.051	0.252
Region XII	23,293.1	2,733,012	1,461.4	2,021.8	128.5	947.6	7,368.4	1.495	0.293
Lanao del Norte	3,092.0	559,392	224.5	201.3	67.9	229.7	1,017.6	1.347	0.335
Lanao del Sur	3,872.9	465,386	281.6	416.6	27.9	244.6	3,426.4	3.297	0.637
* Maguindanao	5,467.1	631,301	248.4	241.8	33.3	108.6	1,789.6	0.863	0.200
* North Cotabato	6,565.9	826,716	515.0	447.8	-	248.6	2,031.1	0.952	0.218
Sultan Kudarat	4,288.2	383,217	151.9	614.3	-	115.1	1,909.7	1.490	0.262

* ARMM (Autonomous Region of Muslim Mindanao)

ROAD DENSITY (KM/KM² • 1000 POPULATION)

5.0
4.0
3.0
2.0
1.0
0

UNPAVED ROAD
PAVED ROAD

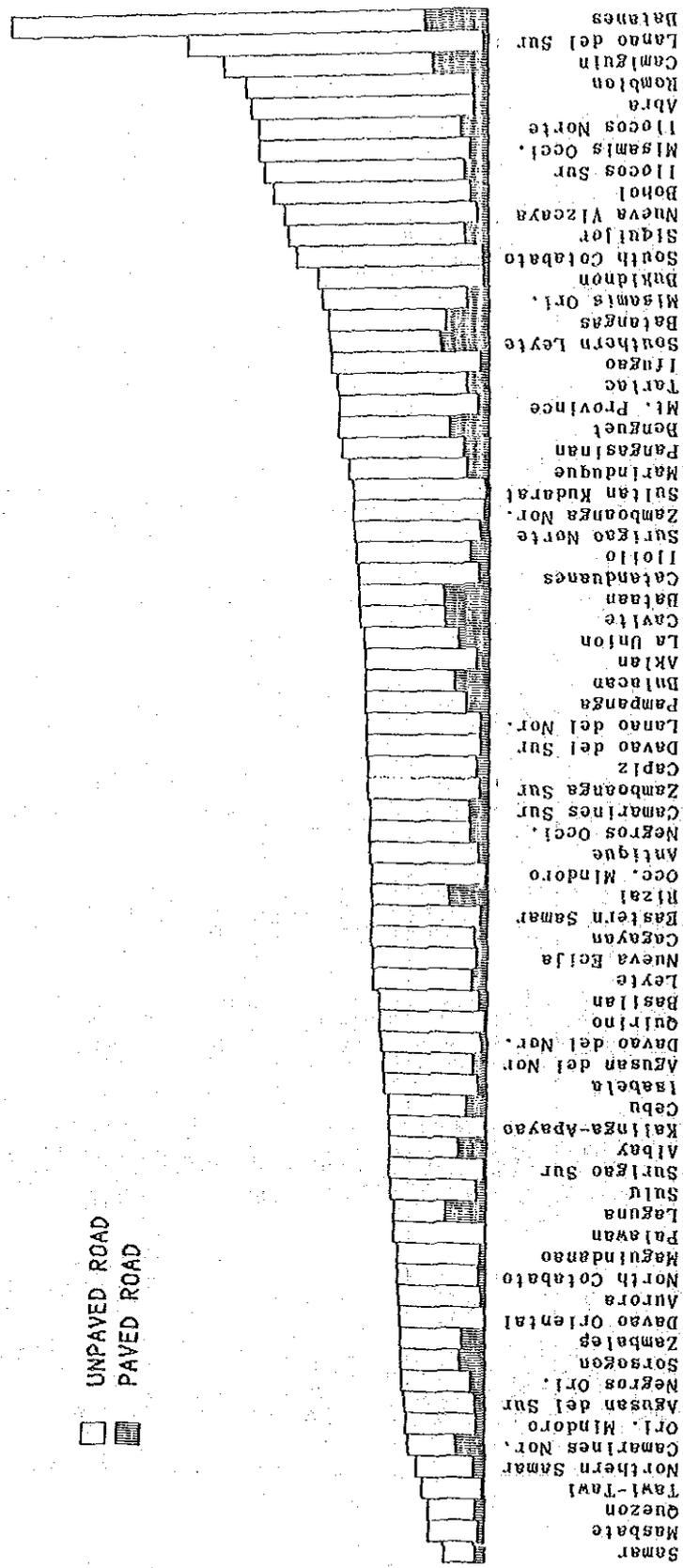


图 2.5-2 Province 别道路密度

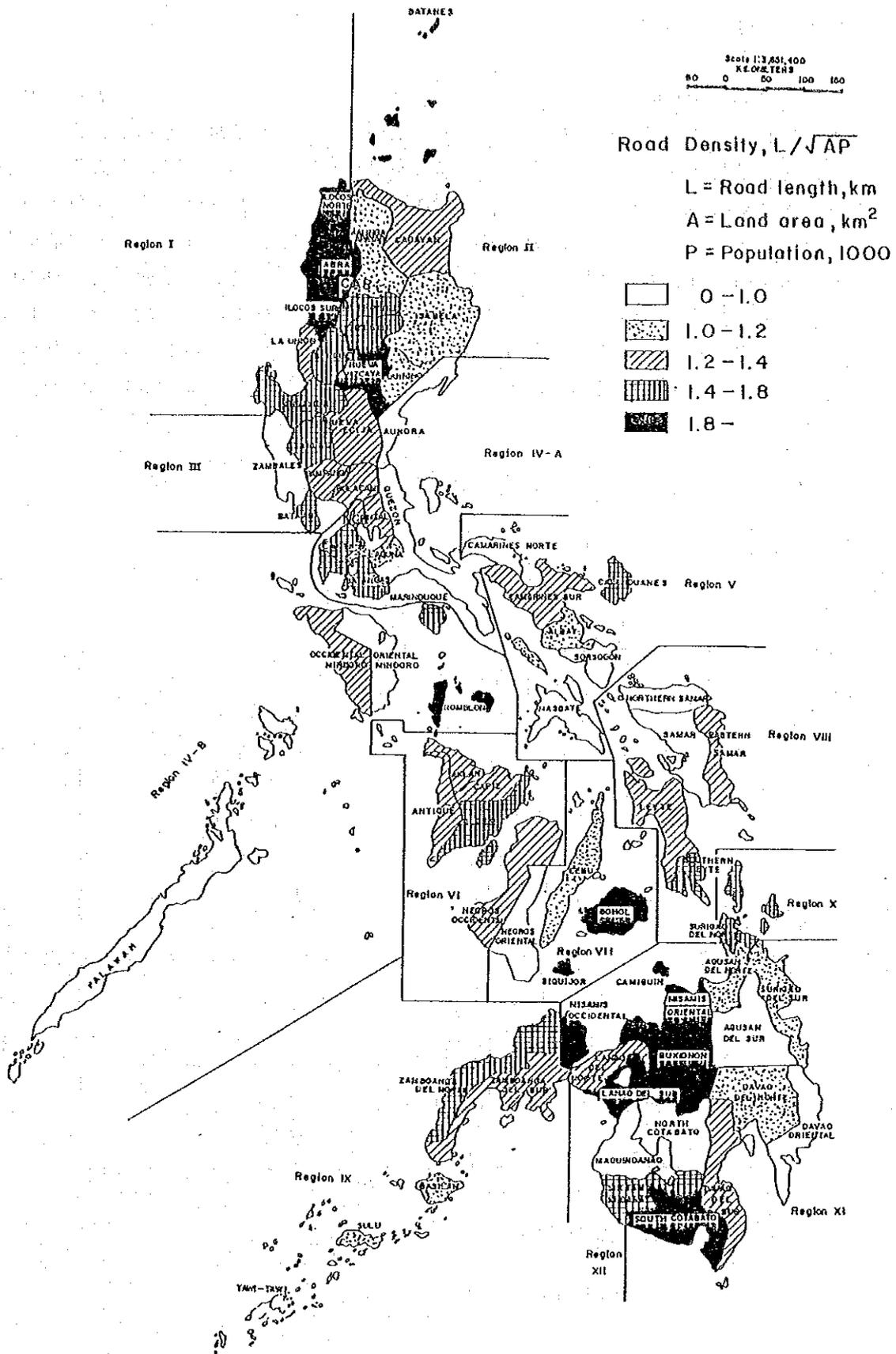


図 2.5-3 道路密度によるProvinceの分類

2.5.5 道路密度の各国比較

道路網開発の現状を把握するために、フィリピンの道路密度を、他のアジア諸国のものと比較してみる。表2.5-4に、 $L/\sqrt{A \cdot P}$ で定義された道路密度を示す。また図2.5-4には、道路密度と、国民1人当りのGDPをプロットしてある。国民1人当りのGDPは、その国の経済活動を表わす指標であり、運輸需要とも関係があるとされている。この図をみると、フィリピンの国民1人当りのGDPは、インドネシアとタイの間にあるが、道路密度はこれらの国々の2倍以上となっている。しかし舗装道路をとりあげて比較すると、フィリピンは、これら2国より遅れている。このように、フィリピンの道路は、量的には十分と考えられるが、質的には劣っているといわざるをえない。したがって、フィリピン政府は、既存道路の改良／補修／メンテナンスに重点を置いている。

表 2.5-4 アジア諸国の道路密度

As of 1989

Country	Land Area [A] (km ²)	Population [P] (1,000)	Road Length [L] (km)	Road Density [L/√AP]	Paved Ratio (%)	Per Capita GDP (US\$)
Philippines	300,000	57,356	157,810	1.203	14.0	596
Thailand	513,115	53,873	85,430	0.514	40.5	890
Indonesia	1,948,732	172,010	219,009	0.378 ¹⁾	62.2 ¹⁾	440
Malaysia	329,749	16,528	39,069	0.529	80.0	1,914
Singapore	623	2,613	2,644	2.072 ²⁾	94.8 ²⁾	7,743

Note : 1) 1986

2) 1985

Source: World Road Statistics 1985-1989, IRF

: Asean Affairs, 1990, Institute of Developing Economies

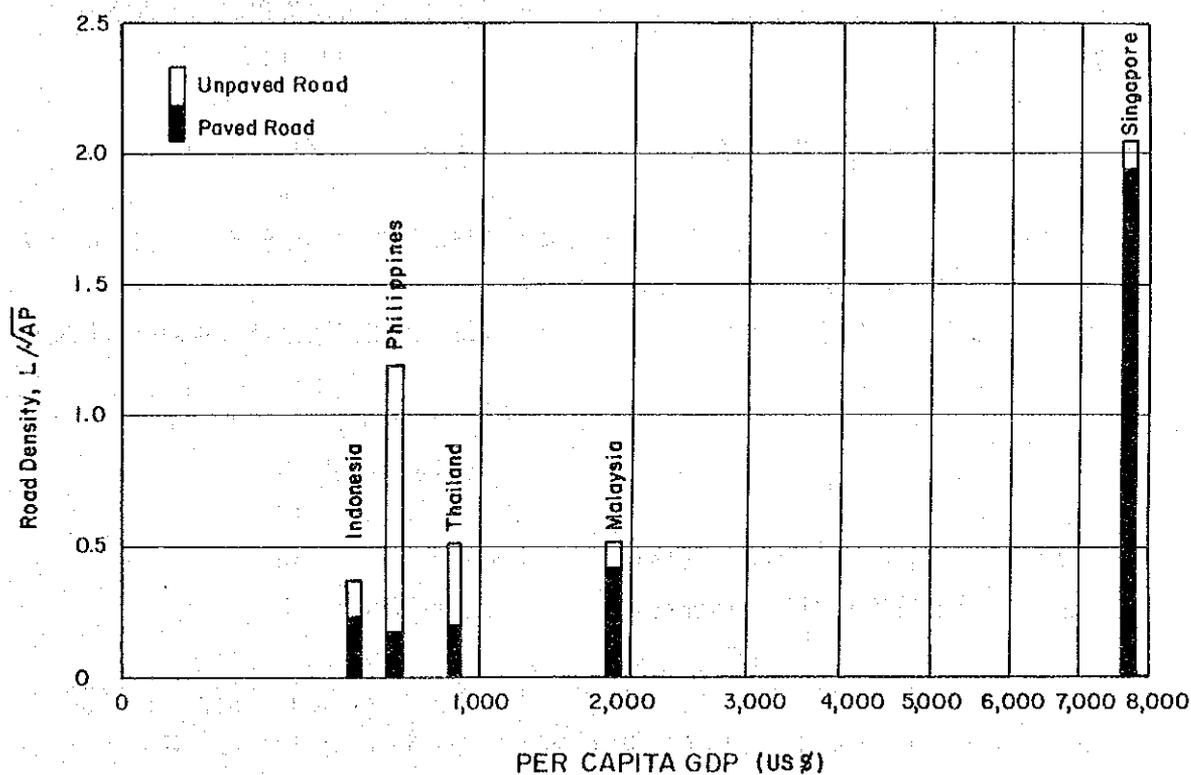


図 2.5-4 アジア諸国の道路密度

2.6 道路災害

2.6.1 自然環境と道路建設

前述したように、フィリピンの道路、橋梁は厳しい自然環境の下にさらされている。国土のほとんどが、起伏のはげしい山の多い地形である。地質の大部分は、もろい第三紀層のものであり、Philippine Faultに代表されるたくさんの構造線のために、断裂している。フィリピンは、また、地震と火山噴火の多発国である。ほとんどの河川はよくコントロールされておらず、しばしば河道を変化させている。さらに、年平均6回も大きな台風の襲来を受けている。

一方、道路開発は1970年代初頭に始まり、その後継続的に続けられてきた。1980年代前半までの道路開発の目的は次のとおりであった。

- ・全国に基盤となるアクセスをはりめぐらすために道路延長を伸ばす。
- ・路面を改良する。

限られた財源でこれらの目的を達成させようとしたため、最小の費用での建設、改良が行われた。このように建設された道路の多くは、排水施設や、法面保護等が不備であり、フィリピンの過酷な自然条件に十分耐えうるものではない。その結果、台風、豪雨をはじめとする災害に常にさらされ、そのたびに、莫大な費用が被災道路復旧に費やされている。

2.6.2 台風による道路被害

いろいろな災害の中でも台風による災害は最も頻繁に発生し、農作物、家屋、インフラ施設への被害額は毎年相当な額になっている。

表2.6-1は過去10年間の、台風によるインフラ施設、道路/橋梁の被害額を示している。これをまとめると、

	10年間の平均
・台風の数	年 6 回
・インフラ施設被害額(1989年価格)	1,025百万ペソ/年
・道路/橋梁被害額(1989年価格)	463百万ペソ/年

上述のようにインフラ施設の被害額は年間1,025百万ペソ、道路/橋梁の被害額は年間463百万ペソにもなっている。災害基金はその約20~30%が救援・救済にまわされており、そのため、被災インフラ施設の修理、再建設の予算が圧迫され、その結果、多くのインフラ施設が復旧されないまま残されている。

2.7 社会・経済の現況

主要な社会・経済統計を、Appendix 2-1に示す。

- 人 口： 1990年現在人口は約61.5百万人、人口密度は204.9人/㎢である。また人口増加率は年2.4%となっている。
- G D P： 1988年のGDPは、1972年固定価格で101,534百万ペソ（現行価格では826,749百万ペソ）、主要セクターの伸び率は6.36%であった。農業、工業、サービスセクターがGDPに占める割合はそれぞれ27.4%、32.7%、39.9%であった。また、雇用人口のセクター別割合は、農業46.3%、工業15.7%、サービス38.0%となっている。
- 収 入： 1988年の統計では年間世帯収入は、39,728ペソ、年間世帯支出は32,214ペソであった。また、20.3%が低所得世帯に属していた。都市部の世帯所得は58,948ペソ、都市部以外のそれは27,826ペソとなっており、約2倍の開きがあった。
- 貧 困 率： 貧困率は、貧困線以下の世帯数の割合で、貧困線は、食物と他の必需品が100%満足されるに足る収入と定義されている。1985年の貧困率は次のとおりであった。
- | | |
|--------|---------|
| 全国平均 | : 59.3% |
| N C R | : 44.1% |
| NCR 以外 | : 61.6% |
| 都市部 | : 56.1% |
| 地方部 | : 63.7% |

表 2.6-1 過去10年間の台風被害

Year	No. of Typhoons Entering the PAR ¹⁾	No. of Typhoons Affecting the Country	Estimated Cost of Damage ²⁾ (Million Peso)						Calamity Fund ³⁾ (Million Peso)	
			Total		All Infrastructure		Roads and Bridges		Current Price	1989 Price
			Current Price	1989 Price	Current Price	1989 Price	Current Price	1989 Price		
1980	23	9	1,465.2	4,634.4	366.4	1,158.9	78.9	249.6	300.0	948.9
1981	21	7	1,274.5	3,564.8	361.6	1,011.4	71.5	200.0	400.0	1,118.8
1982	23	8	1,659.4	4,209.8	58.7	148.9	32.9	83.5	600.0	1,522.2
1983	14	4	522.1	1,204.5	142.1	327.8	48.4	111.7	600.0	1,384.2
1984	20	4	5,869.3	9,003.4	1,850.9	2,839.2	1,099.7	1,686.9	1,500.0	2,301.0
1985	17	4	2,724.7	3,395.0	316.1	393.9	123.8	154.3	1,500.0	1,869.0
1986	21	6	1,776.8	2,197.9	526.0	650.7	330.6	409.0	1,000.0	1,237.0
1987	16	6	4,083.0	4,866.9	970.0	1,156.2	411.4	490.4	442.7	527.7
1988	20	5	8,675.6	9,508.5	1,224.9	1,342.5	589.1	645.7	442.7	485.2
1989	19	7	4,494.4	4,494.4	1,221.0	1,221.0	598.5	598.5	1,000.0	1,000.0
Total	194	60	32,545.0	47,079.6	7,037.7	10,250.5	3,384.8	4,629.6	7,785.4	12,394.0
Average	19.4	6	3,254.5	4,708.0	703.8	1,025.1	335.5	463.0	778.5	1,239.4

Note: 1) PAR = Philippine Area of Responsibility

2) Source: Asean Natural Disaster Center, Department of National Defense

3) Source: General Appropriations Act (Released amount is not available.)

第3章 プロビンスの分類

3.1 手順

図3.1-1 にプロビンスの分類手法を示す。

1) 災害記録と自然条件の解析

プロビンス毎の災害ポテンシャルを評価し、その評価に従ってプロビンスを分類するために、災害記録と自然条件をプロビンス毎にとりまとめ、解析した。解析に用いたデータを次に示す。

災害記録：

- 台風による年間道路被害額 1980年-1989年
- スポット毎の台風による被害 1988年と1989年

地形：

- 斜面の傾斜度分類毎の面積（傾斜度分類：0-8%、8%-18%、18%-30%、30%-50%、50%以上）

地質：

- 地質分類毎の面積（地質分類：第四紀層、新第三紀層、古第三紀層、前第三紀層、貫入岩、火山岩）

気象：

- 気候タイプ（タイプ分類：I, II, III, IV）
- 年間降雨量
- 月間降雨量
- 台風の通過頻度

プロビンス毎のこれらのデータは、Appendix 3-1に収録してある。

2) 指標の設定

各要素を代表する指標を次のように設定した。

道路災害：強度と頻度

タイプ

自然条件：地形

地質

気象

これらの指標を用いて、災害、地形、地質、気象の面からプロビンスを分類した。

3) 災害強度・頻度・タイプと自然要素間の相関分布

上述の指標間の相関分析を行った。

4) 災害ポテンシャルの評価

3)の相関分析の結果を基に、災害ポテンシャルを、強度、頻度、タイプについて評価した。

5) プロビンスの分類

4)の評価結果を基に、道路災害の観点からプロビンスを分類した。

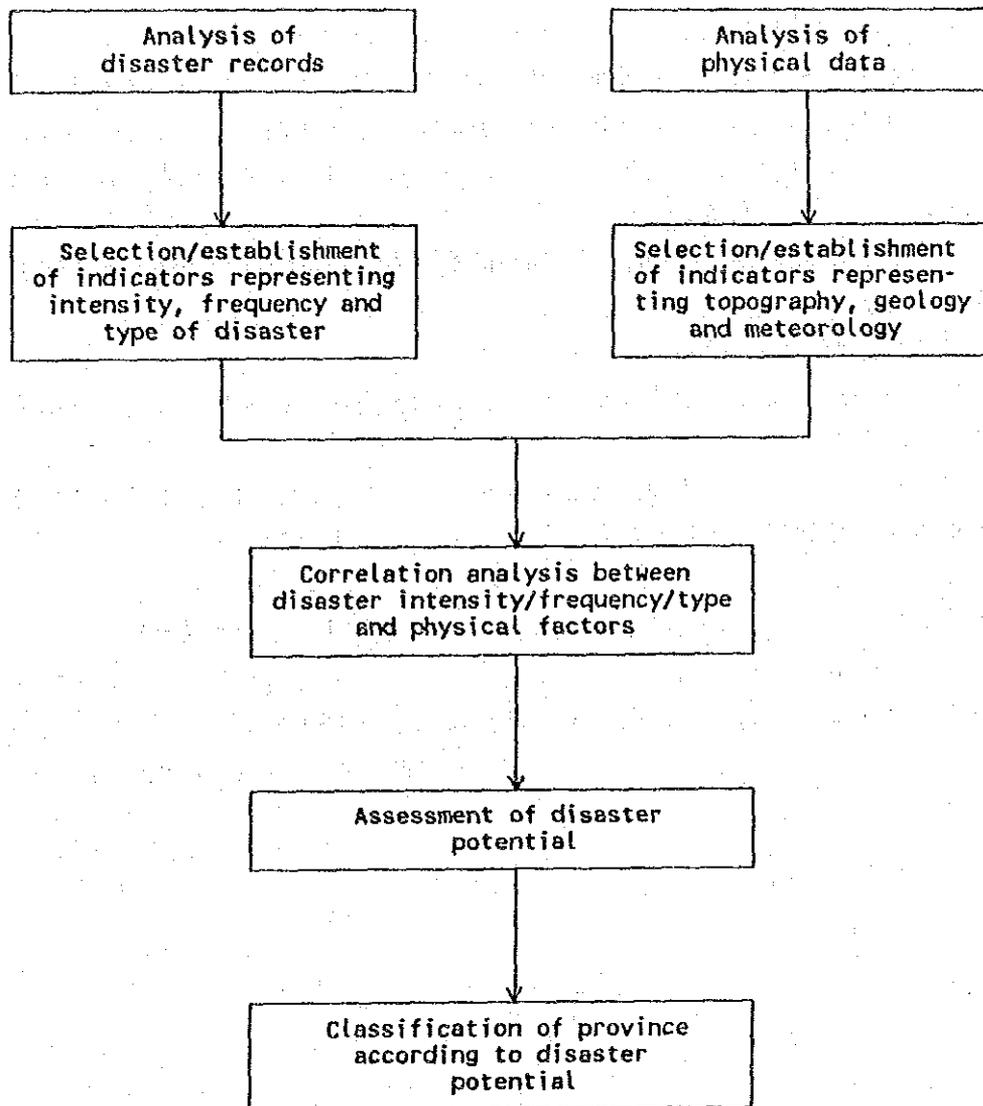


図 3.1-1 プロビンスの分類手順

3.2 道路災害の強度・頻度・タイプ

3.2.1 道路災害の強度と頻度

道路災害の強度と頻度について分析に用いたデータは、

- 台風による年間道路被害額1980年-1989年 (Asean Natural Disaster Center, Office of Civil Defense, Department of National Defense)

道路被害額の大きさは、その地域の道路災害の強度と頻度を反映していると考えられる。1980年から1989年までの10年間の道路被害総額を、各プロビンスの面積、道路延長といった原単位で割った値は、この期間のそのプロビンスの道路災害強度と頻度を表わす指標と考えられる。

この場合、次の理由で、面積よりも道路延長の方が指標作成の原単位として適当であると考えられる。

- 本調査は道路災害に限定している。
- 予備分析の結果では、道路延長当りの被害額の方が、面積当りのそれよりも自然要素との相関が高い。

上記の観点から、道路災害の強度と頻度を表わす指標としては、次のものを用いた。この指標を「被害度」と呼ぶこととした。

$$\text{被害度} = D / L$$

ここで、D = 1980年から1989年の10年間の道路被害額 (1,000ペソ)

L = 道路延長 (km)

それぞれのプロビンスの被害度は表3.5-3に示されている。

3.2.2 道路災害のタイプ

道路災害のタイプに関して分析に用いたデータは、
一スポット別の台風被害額1988年、1989年（BOM, DPWH）
スポット別のデータは、1988年と1989年のもののみが入手できた。
1988年と1989年のスポット別の台風被害を次の3つに分類した。

1. 道路の被害：路床あるいは路肩の流失と、舗装の被害を含む。
2. 橋梁の被害：橋の流失と、取付部及びカルバートの被害を含む。
3. 法面の被害：法面崩壊、落石、地すべり及び土石流を含む。

被害額による上記の被害分類の構成をプロビンス毎に求め、その結果を図3.2-1に示す。この図を基に、プロビンスを次の4つのタイプに分類した。

タイプA：道路の被害が大部分を占めている
（道路の被害 80%以上）

タイプB：道路と橋梁の被害が合わさっている
（橋梁の被害 20%以上）

タイプC：法面の被害が顕著である
（法面の被害 40%以上）

タイプD：すべての種類の被害が合わさっている
（それぞれの種類の被害 10%以上）

この分類を道路災害のタイプに関する指標として用いた。

DAMAGE CATEGORY COMPOSITION

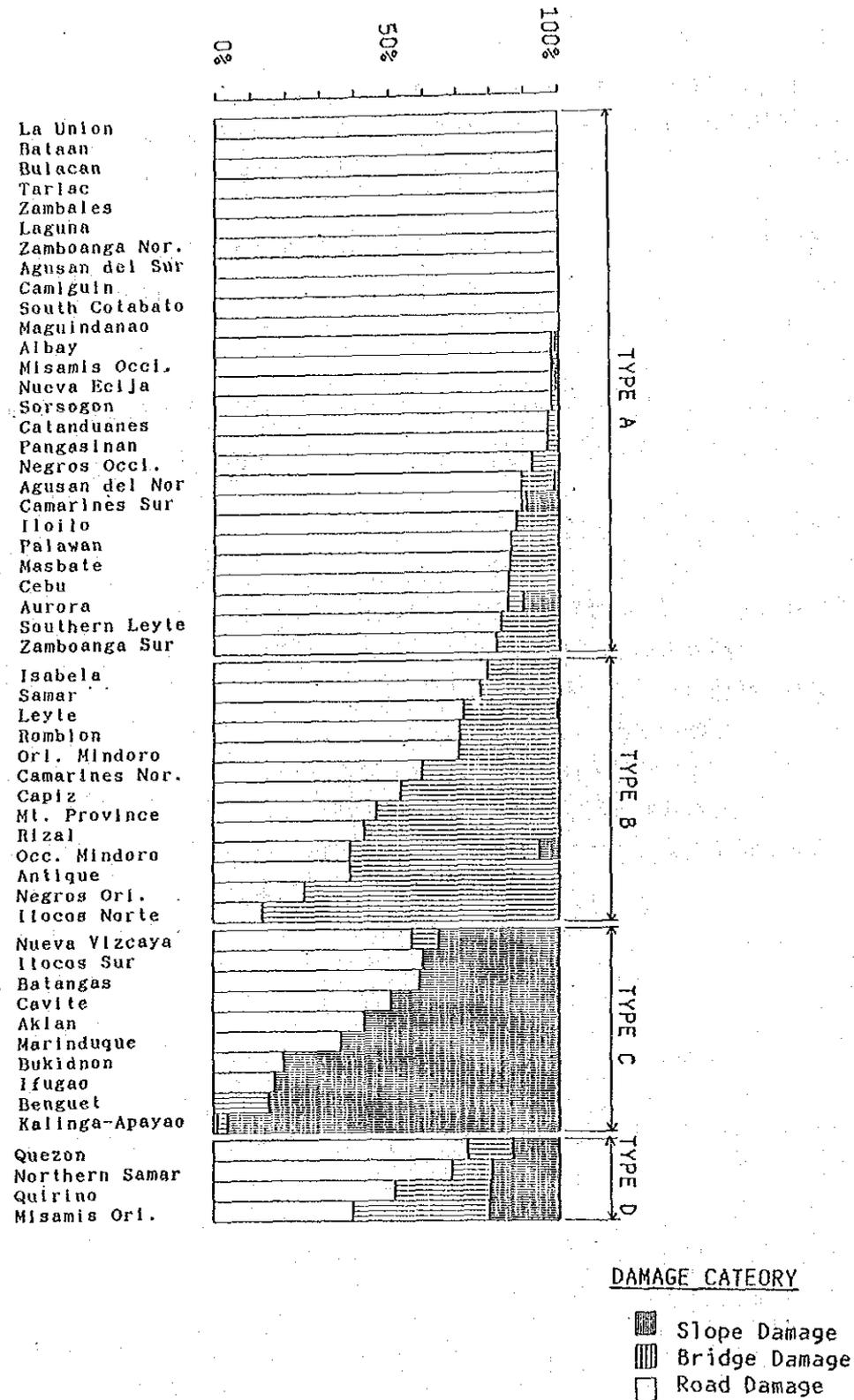


図 3.2-1 道路災害のタイプによるプロビンスの分類

3.3 自然要素

3.3.1 地形

データとしては、傾斜度分類別の面積を用いた。その分類は次のとおりである。

1. 0 - 8%
2. 8% - 18%
3. 18% - 30%
4. 30% - 50%
5. 50%以上

地形を代表する指標として、次の式で算出される平均傾斜度を用いた。

$$\text{平均傾斜度 (\%)} = 4 \times A_1 + 13 \times A_2 + 24 \times A_3 + 40 \times A_4 + 64 \times A_5$$

ここで、 A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 = 上記の1~5の分類にしたがった傾斜度別の面積の構成比

図3.3-1は、傾斜度分類別面積の構成と、平均傾斜度の関係を示している。

図3.3-2に、平均傾斜度によるプロビンスの分類を示す。

3.3.2 地質

地質のデータとしては地質分類別の面積を用いた。地質分類は次のとおりである。

- | | |
|----------|-------|
| 1. 第四紀層 | (Q) |
| 2. 新第三紀層 |] (T) |
| 3. 古第三紀層 | |
| 4. 前第三紀層 |] (I) |
| 5. 貫入岩 | |
| 6. 火山岩 | |

地質分類構成により、プロビンスを次の6つのタイプに分類した。

タイプ Q : 第四紀層 (Q) が優勢

タイプ T : 第三紀層 (T) が優勢

タイプ I : 火成岩 (I) が優勢

タイプ QT : 第四紀層と第三紀層 (Q + T) が優勢

タイプ QI : 第四紀層と火成岩 (Q + I) が優勢

タイプ TI : 第三紀層と火成岩 (T + I) が優勢

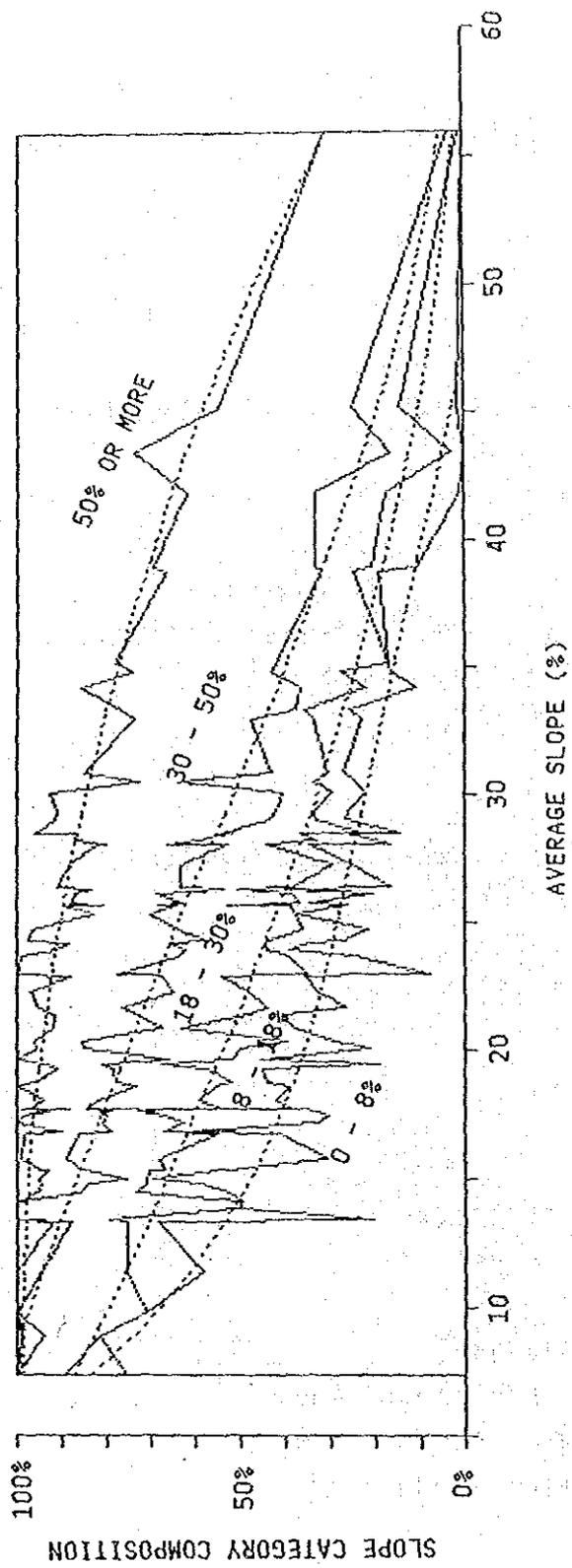


図 3.3-1 傾斜度分類別面積の構成比と平均傾斜度の関係

SLOPE CATEGORY COMPOSITION

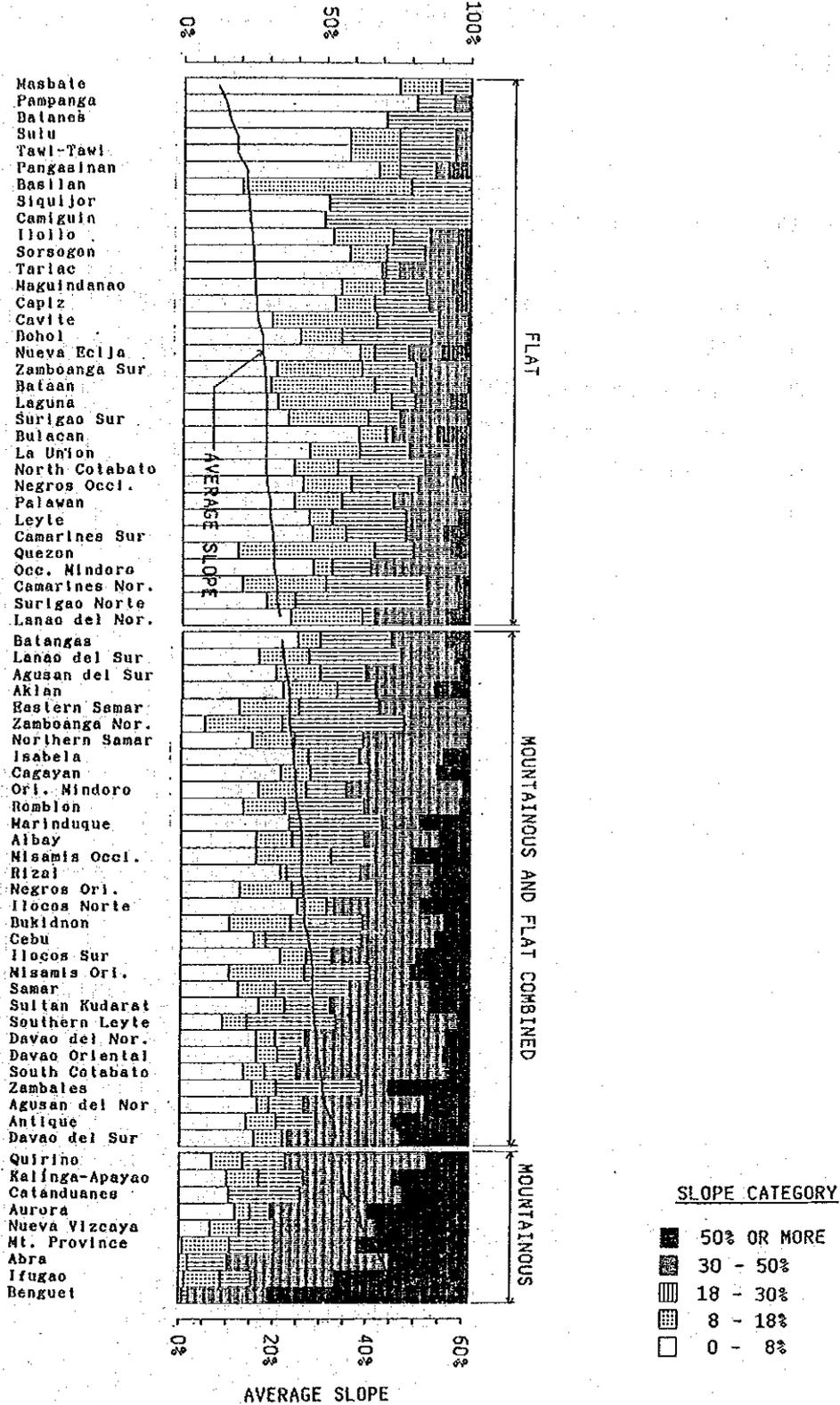


図 3.3-2 地形によるプロビンスの分類

上記のタイプ分類を、各プロビンスの地質を代表する指標として、用いた。

図3.3-3 は、プロビンスの地質分類別面積の構成とそれによるプロビンスの分類を示している。

3.3.3 気象

分析には次に示すデータを用いた。

－気候タイプ

タイプⅠ：11月から4月までの乾期と、5月から10月までの雨期がある。

タイプⅡ：乾期がなく、11月から1月に顕著な降雨がある。

タイプⅢ：一年を通じ顕著な気候の変化はないがどちらかといえば11月から4月が乾期、5月から10月が雨期。

タイプⅣ：一年を通じ降雨が平均してある。

Geological Category Composition

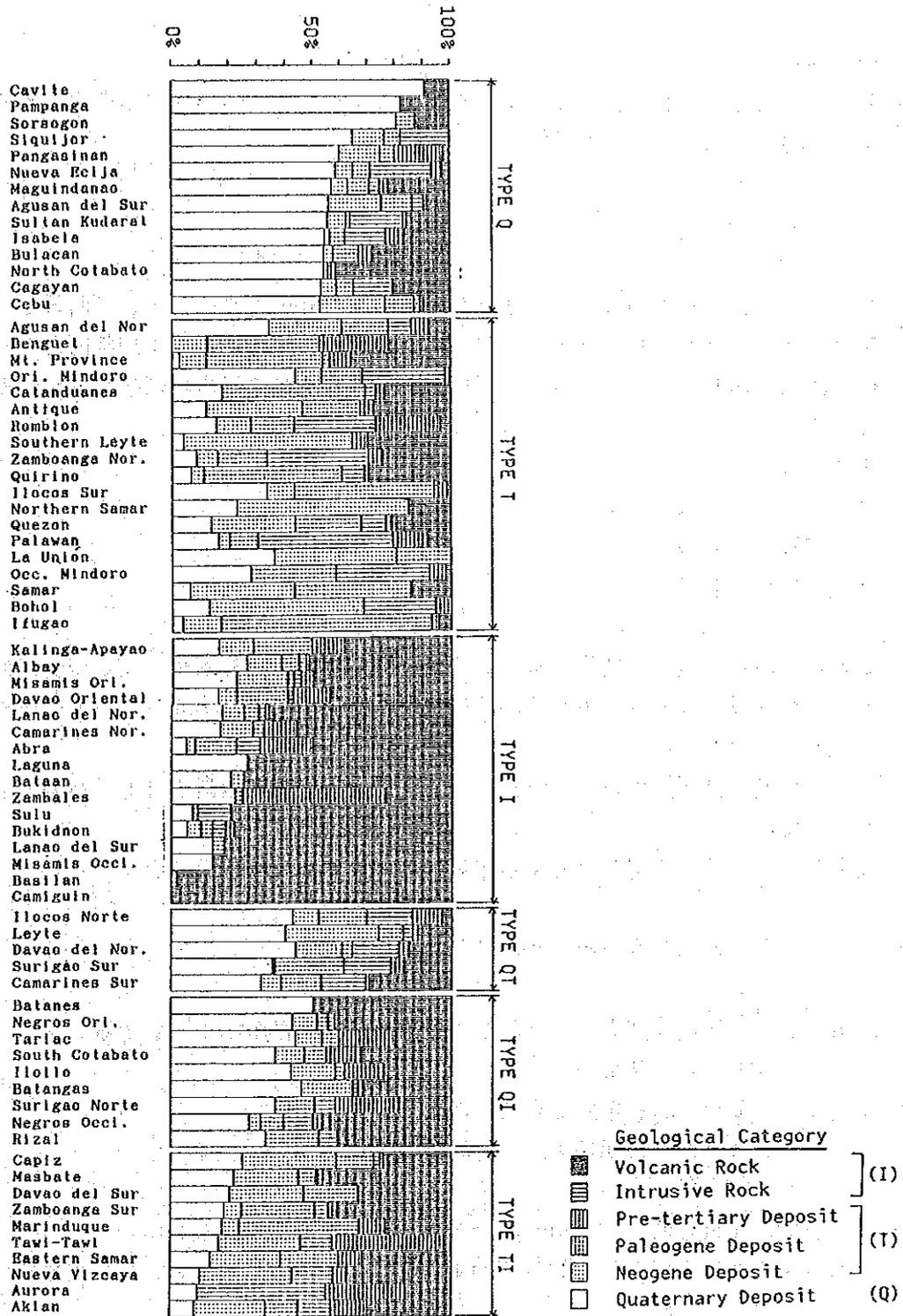


図 3.3-3 地質によるプロビンスの分類

- 年間降雨量
- 月間降雨量
- 台風通過頻度

分析を簡便にするために、次に示すように、各プロビンスの気象要素を代表する単一の指標の導入をはかった。

1) 降雨を表す指標の選定

気候タイプは一年を通じての降雨の分布の形態で分類されており、降雨量とは直接関係しない。図3.3-4は気候タイプ別に、最大月間降雨量と、年間降雨量の関係を回帰曲線で示したものである。それぞれの気候タイプの回帰相関係数は次のとおりである。

- タイプⅠ： 0.92
- タイプⅡ： 0.95
- タイプⅢ： 0.96
- タイプⅣ： 0.92

この結果から、最大月間降雨量が、気候タイプ及び年間降雨量とよい相関関係にあることが判る。つまり、最大月間降雨量は、気候タイプと年間降雨量との相乗効果を代表している。

さらに、最大月間降雨量は、気候タイプまたは、年間降雨量よりも「被害度」との相関が良い。

以上の観点から、降雨量に関する指標として最大月間降雨量を選定した。

2) 降雨量と台風通過頻度を組み合わせた指標の作成

降雨量と台風通過頻度を組み合わせた指標を次式で表わすこととする。

$$N_t + K \cdot R_m$$

ここで、 N_t = 台風の年間平均通過回数

R_m = 最大月間降雨量 (mm)

K = 係数

K の値は、「被害度」との相関が最も良くなる値の1/900とした。

上記の式で表わされる値を「気象効果指数」と名付け、プロビンスの気象を代表する指標とした。すなわち、

$$\text{象効果指数} = N_t + R_m / 900$$

ここで、 N_t = 台風の年間平均通過回数

R_m = 最大月間降雨量 (mm)

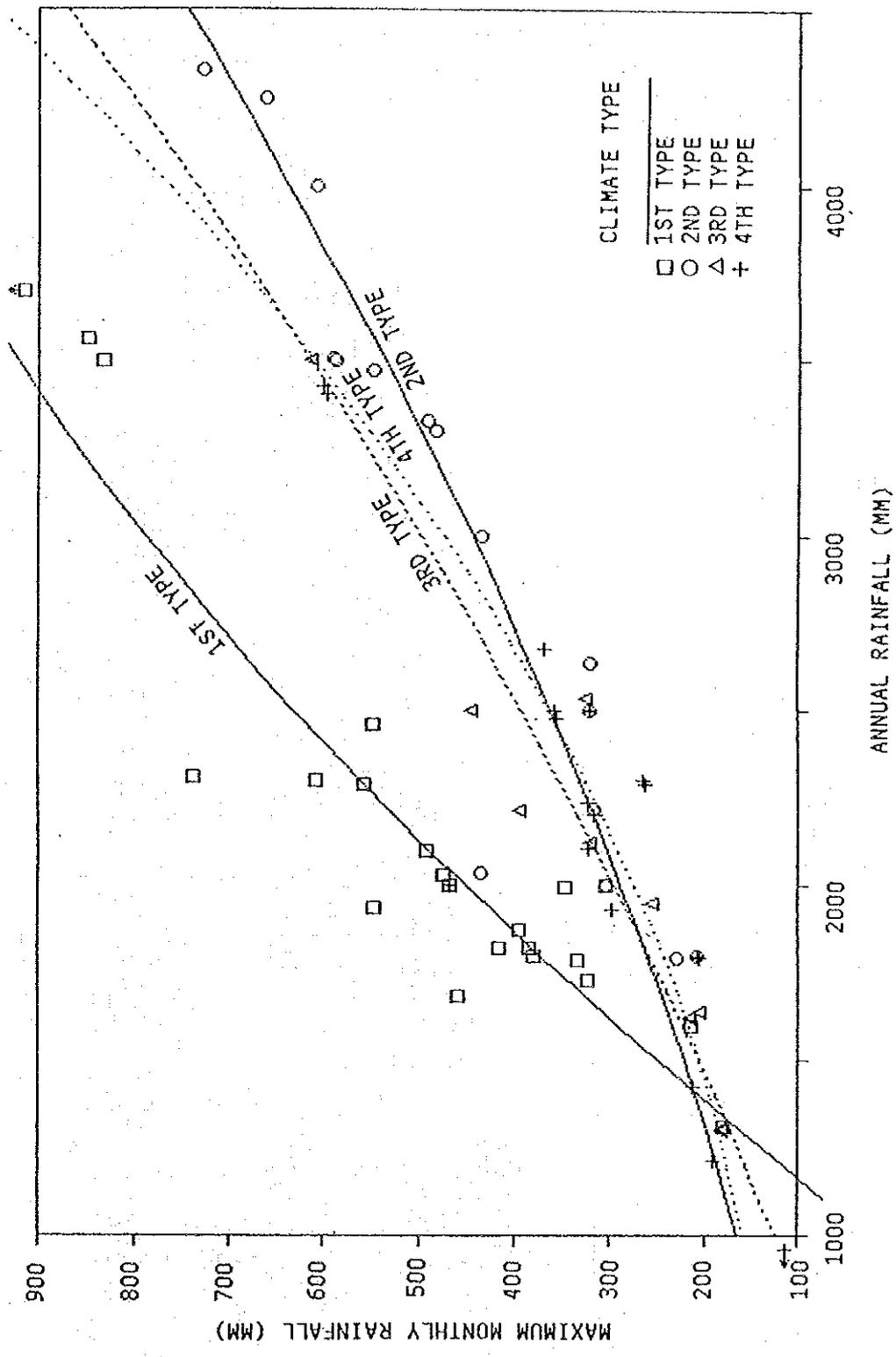
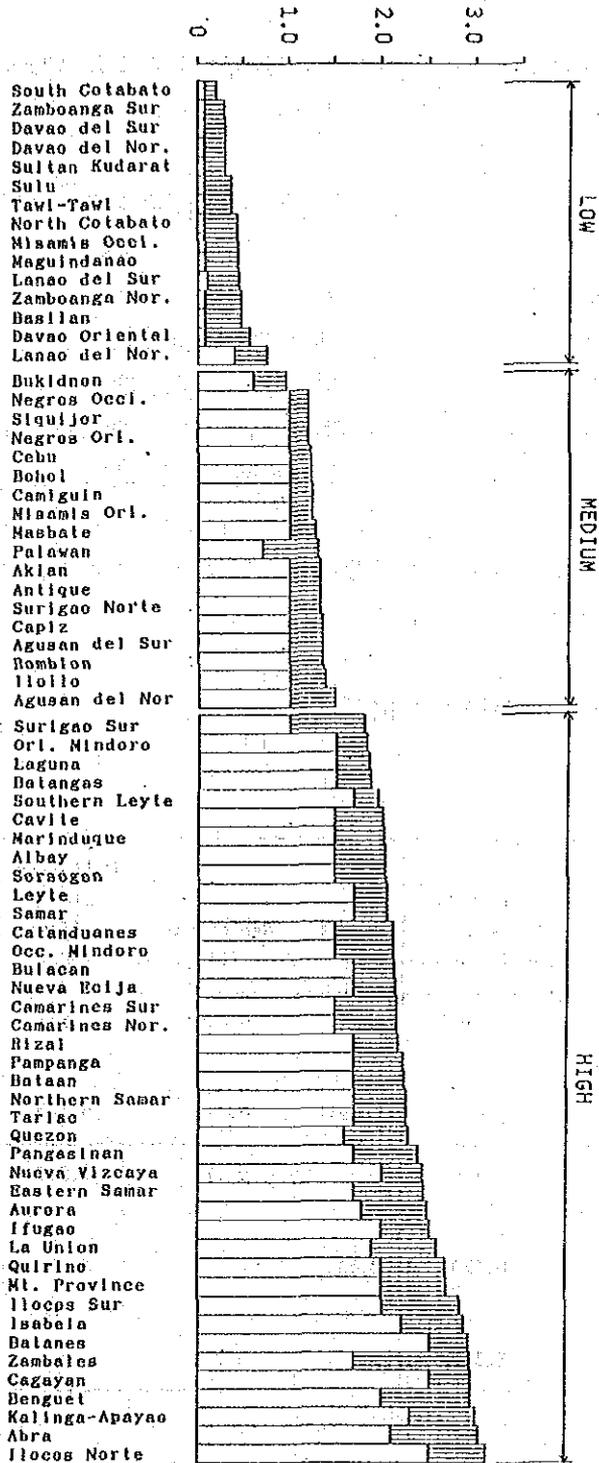


図 3.3-4 最大月間降雨量と年間降雨量の関係

各プロビンスはこの指標により図 3.3-5のように分類される。

METEOROLOGICAL EFFECT INDEX



Component of Meteorological Effect Index

- ▨ Maximum monthly rainfall in mm divided by 900
- Average number of typhoons per year

図 3.3-5 気象によるプロビンスの分類

3.4 道路災害と自然条件の相関

第 3.2 章および第 3.3 章で述べたように、災害強度・頻度・タイプおよび自然条件に関する指標を次のように設定した。

要素	指標
災害強度・頻度	被害度
災害のタイプ	災害タイプの分類
地形	平均傾斜度
地質	地質分類
気象	気象効果指数

図3.4-1 から3.4-3 に地形・地質・気象の自然要素と災害関連指標との関係を示す。また2つの指標間の相関係数を表3.4-1 に示す。

表3.4-1 指標間の相関係数

	Damage Rate	Disaster Type Classification	Average Slope	Geological Classification	Meteorological Effect Index
Damage Rate	-	0.030	0.298	0.259	0.571
Disaster Type Classification	0.030	-	0.495	0.359	0.349
Average Slope	0.298	0.495	-	0.411	0.289
Geological Classification	0.259	0.359	0.411	-	0.258
Meteorological Effect Index	0.571	0.349	0.289	0.258	-

指標間の相関について次のことがいえる。

- (1) 被害度と災害タイプの分類との相関は認められない。すなわち、災害強度・頻度と災害のタイプは互いに独立している。
- (2) 自然要素間の相関については、地形と地質の間にわずかな相関がみられる以外は互いに相関関係はない。
- (3) 自然要素の中では、気象が災害強度・頻度と最も強く相関する。
- (4) また、自然要素の中では、地形が災害タイプと最も強く相関する。

以上を要約すれば、災害ポテンシャルは、気象を基に評価することができ、災害のタイプは、地形と関係があることが判る。

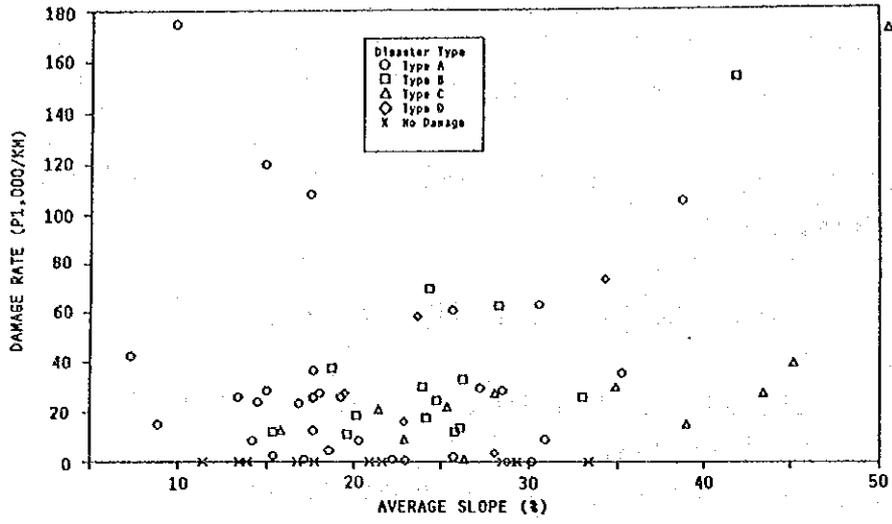


图 3.4-1 被害度 vs 平均傾斜度

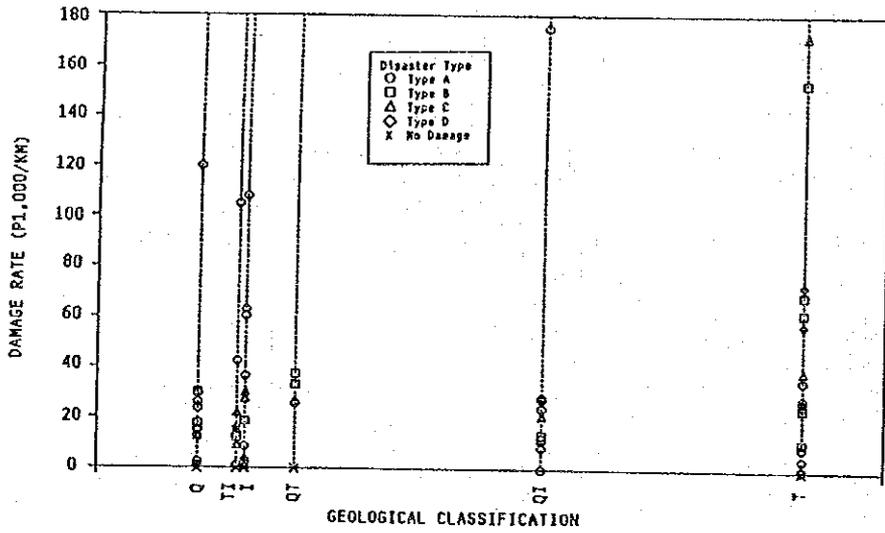


图 3.4-2 被害度 vs 地質分類

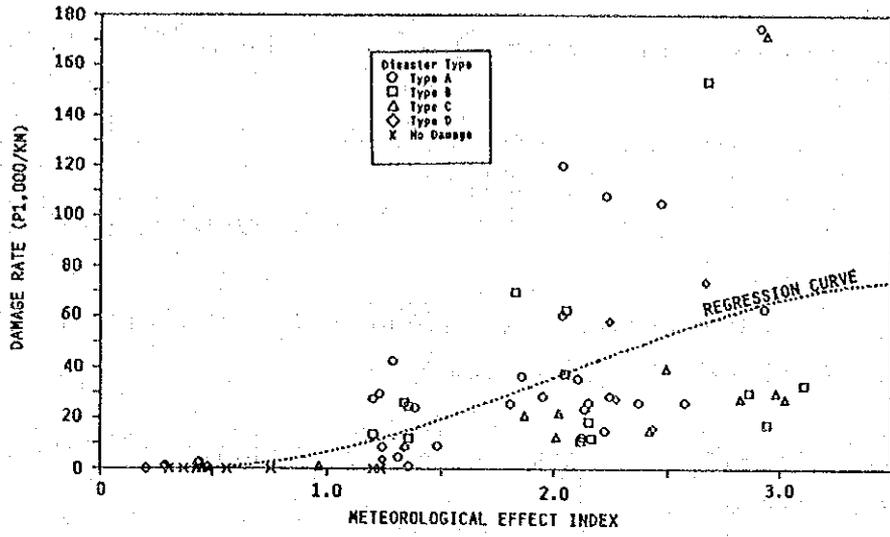


图 3.4-3 被害度 vs 气象效果指数

3.5 プロビンスの分類

道路災害と自然要素との関係を要約すれば次のとおりである。

- 災害ポテンシャルは、主として気象に関連する。
- 災害のタイプは、主として地形と関連する。
- 災害ポテンシャルと災害タイプ、および気象と地形との間には、相関がない。

上記の結果、プロビンスの分類は、気象効果指数で代表される気象要素と平均傾斜度で代表される地形要素の2つの要素を用いて行なうこととする。

図 3.5-1に平均傾斜度と気象効果指数の関係を示す。この図を基にプロビンスの分類を行いその結果を表 3.5-1に示す。

表 3.5-1 道路災害を考慮したプロビンス分類

		Disaster Potential		
		Low	Medium	High
Topo- graphy	Mountainous	-	-	Group H-M
	Mountainous and Flat Combined	Group L-MF	Group M-MF	Group H-MF
	Flat	Group L-F	Group M-F	Group H-F

それぞれのグループに属するプロビンスを表 3.5-2と図 3.5-2に示す。

また各プロビンスの主な指標をそれぞれのグループの平均値と共に表 3.5-3に示す。

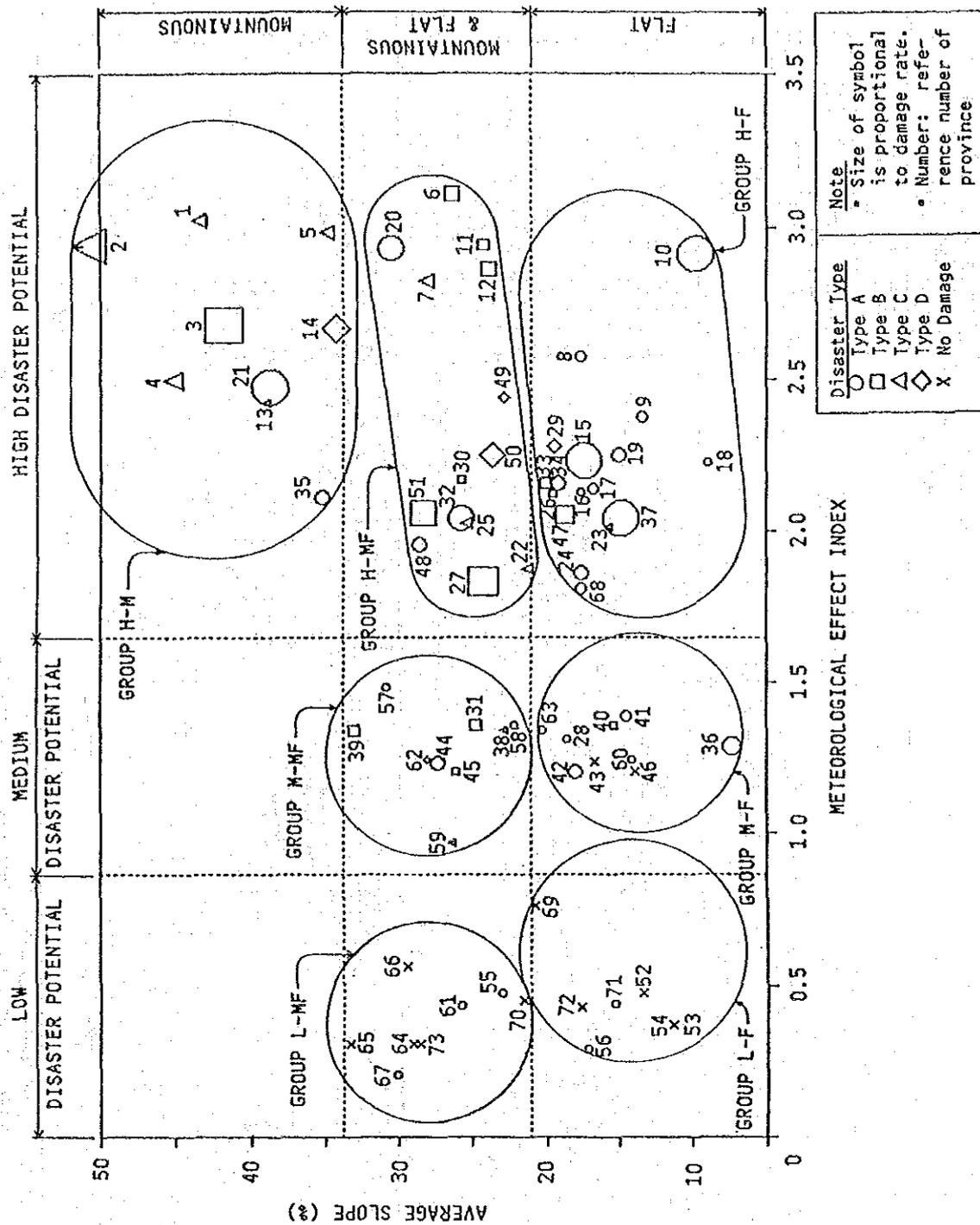


図 3.5-1 平均傾斜度と気象効果指数の関係

表 3.5-2 プロビンスの分類

		DISASTER POTENTIAL		
		L (LOW)	M (MEDIUM)	H (HIGH)
Topo- graphy	M (Mountainous)			Group H-M (CAR) Benguet 2 (CAR) Ifugao 4 (CAR) Abra 1 (CAR) Mountain Province 3 (2) Nueva Vizcaya 13 (4) Aurora 21 (5) Catanduanes 35 (CAR) Kalinga-Apayao 5 (2) Quirino 14
	MF (Mountainous and Flat)	Group L-MF (11) Davao del Sur 65 (11) South Cotabato 67 (11) Davao Oriental 66 (11) Davao del Norte 64 (12) Sultan Kudarat 73 (10) Misamis Occidental 61 (9) Zamboanga del Norte 55 (12) Lanao del Sur 70	Group M-MF (6) Antique 39 (10) Agusan del Norte 57 (10) Misamis Oriental 62 (7) Cebu 44 (10) Bukidnon 59 (7) Negros Oriental 45 (4) Romblon 31 (6) Aklan 38 (10) Agusan del Sur 58	Group H-MF (3) Zambales 20 (8) Southern Leyte 48 (8) Samar 51 (1) Ilocos Sur 7 (1) Ilocos Norte 6 (4) Rizal 30 (5) Albay 32 (4) Marinduque 25 (4) Oriental Mindoro 27 (2) Cagayan 11 (2) Isabela 12 (8) Northern Samar 50 (8) Eastern Samar 49 (4) Batangas 22
	F (Flat)	Group L-F (12) Lanao del Norte 69 (12) North Cotabato 72 (9) Zamboanga del Sur 56 (12) Maguindanao 71 (9) Basilan 52 (9) Tawi-Tawi 54 (9) Sulu 53	Group M-F (10) Surigao del Norte 63 (4) Palawan 28 (6) Negros Occidental 42 (7) Bohol 43 (6) Cebu 40 (6) Iloilo 41 (10) Camiguin 60 (7) Siquijor 46 (5) Masbate 36	Group H-F (5) Camarines Norte 33 (4) Occidental Mindoro 26 (4) Quezon 29 (5) Camarines Sur 34 (8) Leyte 47 (1) La Union 8 (3) Bulacan 16 (11) Surigao del Sur 68 (4) Laguna 24 (3) Bataan 15 (3) Nueva Ecija 17 (4) Cavite 23 (3) Tarlac 19 (5) Sorsogon 37 (1) Pangasinan 9 (2) Batanes 10 (3) Pampanga 18

NOTE: (): Region Number
Number at the end of province name: reference number of province

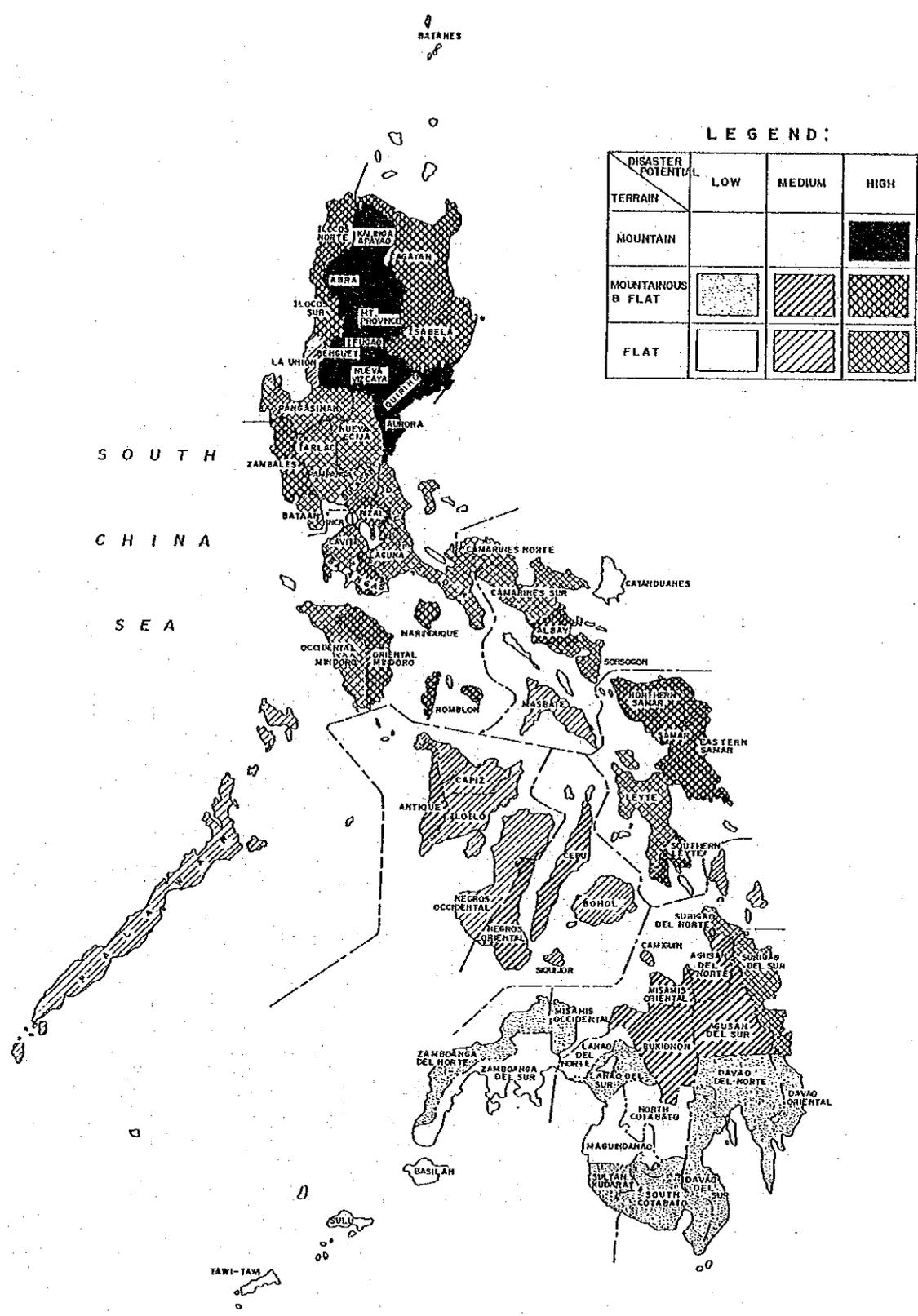


図 3.5-2 プロビンスの分類

表 3.5-3 プロビンスの主要指標

Region Province	Ref. No.	Land Area (km ²)	Road Length (km)	Average Slope (%)	Geological Classification	Meteorol. Effect Index	10-year Damage (Mp)	Damage Rate (1000p/km)	Disaster Type
{CAR} Benguet	2	2655.4	1757.2	55.9	T	2.94	301.83	171.8	C
{CAR} Ifugao	4	2517.8	983.2	45.1	T	2.50	36.76	29.4	C
{CAR} Abra	1	3975.6	2220.6	43.4	T	3.03	61.06	27.5	C
{CAR} Mountain Province	3	2087.3	799.1	41.9	T	2.68	122.85	153.7	B
{2} Nueva Vizcaya	13	3239.9	2403.0	39.0	TI	2.42	35.53	14.8	C
{3} Aurora	21	3239.9	630.7	38.7	TI	2.47	66.08	104.8	A
{5} Catanduanes	35	1511.5	788.0	35.2	T	2.11	27.80	35.4	A
{CAR} Kalinga-Apayao	5	7017.6	1326.3	34.8	T	2.98	39.91	30.1	C
{2} Quirino	14	3057.2	672.6	34.2	T	2.67	49.53	73.6	D
Average		3334.0	1286.7	40.1	TI	2.54	82.61	24.8	C

Region Province	Ref. No.	Land Area (km ²)	Road Length (km)	Average Slope (%)	Geological Classification	Meteorol. Effect Index	10-year Damage (Mp)	Damage Rate (1000p/km)	Disaster Type
{3} Zambales	20	3714.4	1282.9	20.5	I	2.93	81.69	63.2	A
{8} Southern Leyte	48	1734.8	1358.8	28.5	I	1.96	36.41	28.3	A
{8} Samar	51	5591.0	753.9	28.3	T	2.05	77.30	62.7	B
{1} Ilocos Sur	7	2579.5	2812.2	28.0	T	2.82	47.63	27.7	B
{1} Ilocos Norte	6	3399.3	3074.7	26.3	QT	3.11	101.89	33.1	B
{4} Rizal	14	1308.9	1237.2	25.8	QI	2.16	14.59	11.8	B
{4} Albay	32	2552.6	1637.6	25.7	I	2.04	89.13	60.8	A
{4} Marinduque	25	959.2	665.1	25.1	TI	2.02	14.65	22.0	A
{4} Oriental Mindoro	27	4364.7	1320.4	24.3	Q	1.83	91.57	69.4	B
{2} Cagayan	11	9002.7	3456.8	24.2	Q	2.94	61.06	17.7	B
{2} Isabela	12	10664.6	3741.0	23.6	Q	2.86	112.22	29.9	B
{2} Northern Samar	50	3498.0	940.6	23.6	TI	2.25	54.64	58.1	D
{8} Eastern Samar	49	4339.6	1643.3	22.9	TI	2.41	25.63	15.9	D
{4} Batangas	22	3165.8	3653.6	21.4	QI	1.87	75.85	20.8	C
Average		4062.5	1968.9	25.2	QT	2.38	64.02	15.8	A

Region Province	Ref. No.	Land Area (km ²)	Road Length (km)	Average Slope (%)	Geological Classification	Meteorol. Effect Index	10-year Damage (Mp)	Damage Rate (1000p/km)	Disaster Type
{5} Camarines Norte	33	2112.5	726.7	20.1	I	2.16	13.46	18.5	B
{4} Occidental Mindoro	26	5879.8	1609.5	19.5	T	2.12	18.00	11.2	B
{4} Quezon	29	8706.7	2113.5	19.3	TI	2.28	67.62	27.3	D
{8} Camarines Sur	34	5256.8	3429.5	18.3	QT	2.16	85.73	26.2	A
{8} La Union	47	1493.1	1228.4	17.7	Q	2.05	142.16	37.4	B
{1} Bulacan	16	2625.0	2544.6	17.7	Q	2.13	31.93	26.0	A
{1} Surigao del Sur	68	4552.2	1517.4	17.7	Q	1.81	38.97	25.7	A
{1} Iapuan	21	1473.0	1071.3	17.5	I	1.86	53.50	36.4	A
{3} Batangas	15	3287.6	1698.3	16.8	Q	2.23	75.75	23.5	A
{3} Nueva Ecija	17	5287.6	3228.3	15.8	Q	2.01	19.82	12.3	A
{4} Cavite	23	1627.6	1698.3	15.0	Q	2.25	72.67	28.4	A
{3} Tarlac	19	3093.4	2359.4	14.8	Q	2.04	123.22	120.2	A
{3} Sorsogon	37	2441.4	1023.4	13.4	Q	2.38	130.51	25.8	A
{2} Pangasinan	9	5368.2	5053.7	13.4	Q	2.91	38.55	175.1	A
{2} Batanes	10	209.3	277.2	6.9	QI	2.01	35.43	14.9	A
{1} Pampanga	18	2180.7	2379.8	6.9	Q	2.22	35.43	14.9	A
Average		3503.6	2097.4	17.4	QT	2.19	64.67	18.5	A

Region Province	Ref. No.	Land Area (km ²)	Road Length (km)	Average Slope (%)	Geological Classification	Meteorol. Effect Index	10-year Damage (Mp)	Damage Rate (1000p/km)	Disaster Type
{6} Antique del Norte	39	2522.0	1310.2	33.0	T	1.34	33.86	25.8	R
{10} Agusan del Norte	57	2590.3	1202.9	30.9	T	1.48	11.99	9.2	A
{10} Misamis Oriental	62	3570.1	3201.5	28.1	I	1.23	110.82	3.4	D
{7} Cebu	44	5088.1	3776.2	27.3	Q	0.86	5.23	29.4	A
{10} Bukidnon	59	8293.8	4700.6	26.4	QI	1.20	27.61	13.5	B
{7} Negros Oriental	45	5402.3	2047.7	26.1	T	1.36	33.43	24.7	B
{6} Romblon	31	1355.9	1432.9	24.8	TI	1.34	10.22	9.1	C
{6} Aklan	38	1817.9	1131.4	22.9	Q	1.36	1.35	0.9	A
{10} Agusan del Sur	58	8965.5	1495.3	22.2	Q	1.28	27.45	6.2	D
Average		4400.7	2255.4	26.2	QI	1.28	38.40	8.2	A

Region Province	Ref. No.	Land Area (km ²)	Road Length (km)	Average Slope (%)	Geological Classification	Meteorol. Effect Index	10-year Damage (Mp)	Damage Rate (1000p/km)	Disaster Type
{10} Surigao del Norte	63	2739.0	1615.9	20.3	QI	1.34	13.31	8.3	A
{4} Palawan	28	1496.3	2618.0	18.1	QI	1.31	11.52	4.4	A
{6} Negros Occidental	42	7926.1	5528.6	18.1	TI	1.20	151.17	27.3	A
{7} Bohol	43	4117.3	4527.5	15.9	TI	1.24	0.00	0.0	B
{6} Capiz	40	2633.2	1698.2	15.4	QI	1.39	103.80	23.8	A
{6} Iloilo	41	5324.0	4333.5	14.1	Q	1.24	3.02	6.7	A
{10} Camiguin	60	229.8	346.0	13.9	Q	1.20	0.00	0.0	A
{7} Siquijor	46	343.5	361.4	7.9	TI	1.29	42.72	42.5	A
{5} Masbate	36	4047.7	1004.4	7.9	TI	1.28	38.40	8.2	A
Average		4695.2	2745.9	16.6	TI	1.28	0.75	0.1	A

Region Province	Ref. No.	Land Area (km ²)	Road Length (km)	Average Slope (%)	Geological Classification	Meteorol. Effect Index	10-year Damage (Mp)	Damage Rate (1000p/km)	Disaster Type
{11} Davao del Sur	55	6277.6	3985.6	33.3	TI	0.31	0.00	0.0	A
{11} South Cotabato	67	7468.9	5254.3	30.1	I	0.21	0.06	0.0	A
{11} Davao Oriental	66	5168.5	3249.2	28.4	Q	0.56	0.00	0.0	A
{11} Davao del Norte	64	8129.6	3041.4	28.0	QT	0.31	0.00	0.0	A
{12} Sultan Kudarat	73	4288.2	1909.7	28.5	T	0.44	4.92	2.1	A
{10} Misamis Occidental	51	1939.3	2347.2	23.7	T	0.48	1.00	0.3	A
{9} Zamboanga del Norte	55	6618.1	3169.3	23.0	I	0.45	0.00	0.0	A
{12} Lanao del Sur	70	3872.9	4426.4	21.6	TI	0.38	0.75	0.1	A
Average		5482.4	3222.9	28.1	TI	0.38	0.75	0.1	A

Region Province	Ref. No.	Land Area (km ²)	Road Length (km)	Average Slope (%)	Geological Classification	Meteorol. Effect Index	10-year Damage (Mp)	Damage Rate (1000p/km)	Disaster Type
{12} Iloilo del Norte	69	3092.0	1770.9	20.9	I	0.76	0.00	0.0	A
{12} North Cotabato	72	8565.9	2031.1	17.7	TI	0.43	4.27	1.0	A
{9} Zamboanga del Sur	50	6471.1	4484.0	15.3	Q	0.48	0.00	0.0	A
{9} Maguindanao	71	5171.1	1789.6	13.4	T	0.48	0.00	0.0	A
{9} Basilan	52	1327.2	671.0	11.4	TI	0.37	0.00	0.0	A
{9} Tawi-Tawi	53	1087.4	332.1	11.4	TI	0.37	0.00	0.0	A
{9} Sulu	53	1690.4	853.3	11.4	TI	0.37	0.00	0.0	A
Average		3885.6	1704.6	16.6	QI	0.45	1.23	0.3	A

