

インドネシア西部ジャワ南部の地すべりと地質

高 浜 信 行*

Landslides and geology in the southern part of west JAWA, INDONESIA

by

Nobuyuki TAKAHAMA

(Abstract)

The authors had the chance to survey the landslides in Jawa Island about a month in 1978. The basic purpose of this report is to investigate the relationship between the distribution and types of landslide and the geology in the southern part of West Jawa.

Distribution of the landslides is indicated in Fig. 2-1 to 2-4. These distribution maps are drawn by the author based on the topographic maps (1:50,000) and the geological maps (1:100,000) issued by the Geological Survey of INDONESIA.

The topographic map, however, is too small scale to recognize landslides exactly. Accordingly, the judgement of the landslides is based on the following criteria;

- 1) The areas clearly showing landslide morphology.
- 2) The area of gentle slope within the mountain slopes area and cultivated as rice field, because the natural conditions of landslide area are good for rice field.

The author confirmed that the greater part of the landslide areas have been reclaimed for the rice field in Jawa. This phenomena is same in Japan.

Relatively large landslide area can be judged, and, so far as consideration comparative geologically condition for the landslides is concerned, this may be sufficient.

The investigation of these distribution maps of the landslides lead to the following conclusions.

1. With respect to the areal distribution of the landslides two main " landslide areas " can be distinguished; the central part of the Southern Mts. and the border of the Bandung zone along the Southern Mts. In these areas, landslides are concentrated more than in their neighbored areas.
2. Two landslide types can be divided. They have intimate relation, with it's basal geology. One of them occurs in the Middle to Late Miocene and Pliocene strata in the Southern Mts. for instances the Cimandiri formation and the upper part of the Bentang formation. The occurrence of landslides in these strata is inferred to be caused from the rock facies of

*新潟大学積雪地域災害研究センター

marine tuffaceous sediments and its weak consolidation.

Another one occurs in the tectonic zone in the border of the Bandung zone along the Southern Mts.. The rocks distributed in this tectonic zone are strongly sheared and weathered, which is the cause of landslides.

Some of the detail investigations are left. It is worth, however, to point out that the geological condition is a significant point of view for the investigation of landslide in Jawa.

Ⅰ はじめに

筆者らは、1978年夏に約一ヶ月間インドネシアジャワ島における地すべりの現状を観察、調査する機会をえた。

ジャワ島には第三系が広く分布し、地質的に日本のグリーンタフ地域と共通点も多い。また、日本ではグリーンタフ地域中でも豪雪地域に典型的な“第三紀層地すべり”が熱帯気候下のインドネシアにおける第三紀層の地すべりとどのような共通性、差異が認められるかも興味深い。

調査チームの中での筆者の分担は基盤地質と地すべりの関係を調査、検討することであり、現地での観察、調査をもとに、帰国後、現地で入手した1:50,000地形図と、インドネシア地質調査所発行の1:100,000地質図により地すべり分布図を作成し、地質(層序、地質構造)との比較を試みた。

その結果、地質と地すべりの間にあきらかな相関性が認められたので報告する。

今回、対象とした範囲はジャワ島でも比較的地すべりが多くみられる西部ジャワの南部地域である。

小論をまとめるにあたり、本調査団の団長・山口真一成蹊大教授をはじめ、栃木省二広島大教授、中村三郎防衛大助教授、高田雄二舞鶴高専教授、青木 滋新潟大助教授、また、現地調査には参加されなかったが西田彰一新潟大名誉教授には調査の計画から実施、整理の段階で御指導と御援助を頂いた。

さらに、現地では渡辺正幸氏をはじめとするJAICAの方々には生活から調査に至るすべての面にわたりお世話を頂いた。インドネシア地質調査所、公共事業省、バンドン工科大学の各位には地すべり地の案内、資料の提供をして頂いた。図の作成にあたっては岡村 聡、石崎俊一両氏の御協力をえた。これらの方々には心からお礼申し上げます。

なお、本調査には文部省科学研究費補助金(海外学術調査)を使用した。

Ⅱ 西部ジャワの地形・地質概説

Van Bemmelen(1949)によれば西部ジャワは北から次の4地形区に区分される(図-1)。

1. バタビア海岸平野(Coastal plain of Batavia)
2. ボゴール帯(Bogor zone)
3. バンドン帯(Bandung zone)
4. 南部山岳地帯(Southern Mts.)

本報での調査対象地域はバンドン帯と南部山岳地帯にわたっている。

バンドン帯は西部ジャワの山間沈降帯で、地質構造的には地背斜部にあたり、下部第三系(古第三系)が強く褶曲、断層運動を受けている。南部山岳地帯は主として緩傾斜の上部新第三系からなる山地でバンドン帯との境界は階段状の断層ととう曲構造よりなる。

バンドン帯と南部山岳地帯との境界に限らず、各地形区の境界には大きな構造帯の存在が予想され、ま

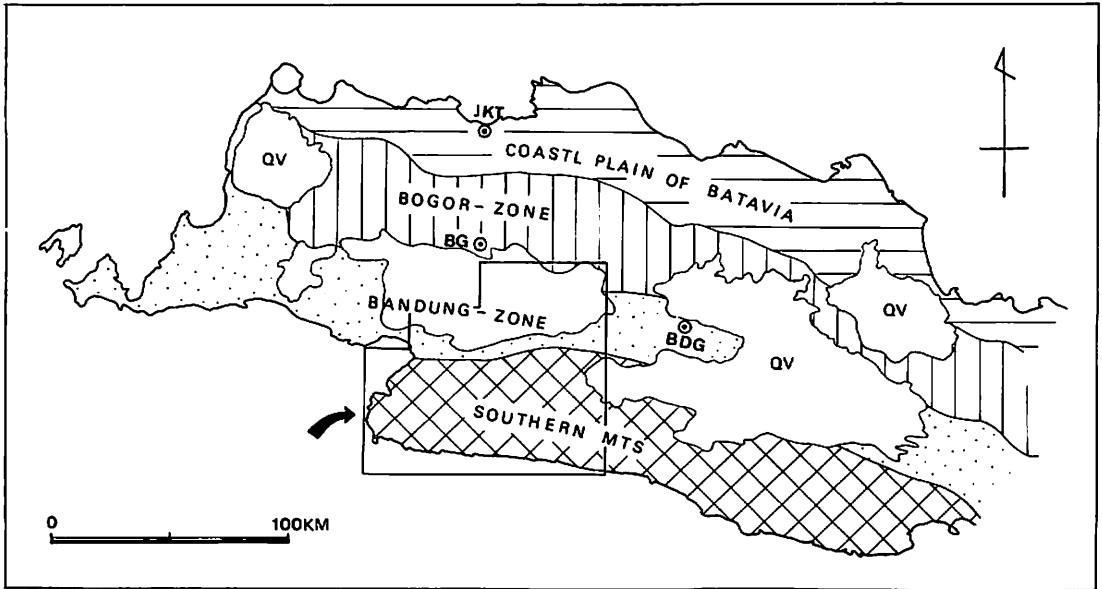


図-1 位置図，西部ジャワ地形区分図 (Van Bemmelen, 1949)

Fig.1 Index and Topographic Map of West JAWA (after Van Bemmelen, 1949)

JKT : JAKARTA , BG : BOGOR , BDG : BANDUNG , QV : Quaternary Volcanoes

た，これを裏づけるように境界部に沿って多くの第四紀火山が噴出している (Van Bemmelen, 1949) 今回，地すべり分布図を作成した範囲の地質層序の概略を表-1 に示した。

第三系の基盤岩類・Pasir Luhur schists は南部山岳地帯の西縁に小規模に分布し，変成した塩基性～超塩基性岩と片岩類から構成される。

第三系の最下部・始新統に対比される Ciletuh 層は，先第三系の Pasir Luhur schists をとりまいて分布し，砂岩，礫岩，泥岩よりなり，約 1,500 m の層厚を有する。

その上位，漸新統に対比される Rajamandala 層はバンドン帯の南縁 Cimandiri 川流域に分布し，礫岩，グレイワック砂岩，粘土岩と泥灰岩からなり，約 1,800 m の層厚をもつ。

Jampang 層は Rajamandala 層に不整合に重なり，南部山岳地帯の西部に広く分布する。本層は 3 部層 (相) に大別され，その主部は安山岩質火山角礫岩，Cikarang 部層は同質凝灰岩，Ciseureuh 部層は安山岩～玄武岩の溶岩流よりなる。本層は Lepidocyclina, Miogypsina, Operculina などの有孔虫化石を産出し，下部中新統に対比されている。層厚は総計 5,000 m に達する。筆者が確認した限りでは日本の“グリーンタフ層”とくらべてその変質度は非常に弱い。

Cimandiri 層は Jampang 層の上位に整合に重なり，バンドン帯の南部 Cimandiri 川流域に広く分布する。本層も 3 部層 (相) に大別され，その主部 (層厚約 800 m) は砂岩層が卓越し，Nyalindung 部層は粘土岩から，Bojonglopang 部層 (層厚約 400 m) は礁石灰岩から構成される。本層は産出する浮遊性有孔虫化石から中部中新統上部 (N 13 - N 14) に対比されている。

Besser 層は Cimandiri 層，Jampang 層をオーバーラップ不整合で被って南部山岳地帯北部にその分布が広く，これも 2 部層に分けられる。その主部は安山岩質火砕岩類が主体で，Cikondang 部層は安山岩溶岩流からなる。

表-1 西部ジャワ南部山岳地帯とバンドン帯の地質層序

Table 1. Stratigraphy of the Southern Mts. and the Bandung zone in West JAWA.

(after GSI., 1972, 1974, 1975, 1976)

Age	Stratigraphy	Composition	Symbol	
Quaternary	Young ~ Old • Volcanic products • lake deposits • Alluvium	Ad. ~ Bas. lava & pyroclastics River sediments	Qot	
Neogene Tertiary	Pliocene	(Citalang F.)	Ad. ~ Bas. lava & pyroclastics, sd.st., cgl. 350 m	Pb
		(Tjantajan F.) Up.	Well-bedded, poorly consolidated tf., sd.st. & crystall. tf. (pumiceous tf., Ad-br) 350 m	(Mttts) (Mt)
	Miocene	Bentang F. Low.	Well-bedded, poorly consolidated tf., sd.st., crystal. tf. & pumiceous tf. (clay, silt, marly clay, cgl., tf.br.) 500 m	Tmbu Tmbe Tmbl
		Besser F.	Consists of 2 units Main unit: dominantly Ad.-pyroclastics Cikondang M.: Ad.-lava flows	Tmbv
		Cimandiri F.	Consists of 3 units Main unit: dominantly sd.st. (tf.-sd.st., cgl., clay st., lime st.) 800 m Nyalindung M.: mainly clay st. Bojonglopang M.: mainly lime st. (reef lime st.) 400 m	Tmcm Tmn Tmcn
			Jampang F.	Consists of 3 units Main unit: largely Ad.-volcanic br. Cikarang M.: dominantly tf. & lapilli tf. Ciseureuh M.: Ad. ~ Bas. lava flows total 5,000 m
Palaeogen T.	Oligocene	Rajamandala F.	Cgl., greywacke, sd.st., clay st., & marl (shale, tf., coal) 1,800 m	
	Eocene	Ciletuh F.	Sd.st., cgl., mud st., br., & greywackes 1,500 m	
Pre-Tertiary	Pasir Luhur Schist	Metamorphic basic ~ ultra basic rocks green schist, mica schist, amphybolite schist & phyllite		

F : Formation, M : Member, Ad : Andesite, Bas : Basalt, tf : tuff, br : breccia, Cgl : Conglomerate, sd : sand, st : stone

Bentang 層は Besser 層に整合に重なり、南部山岳地帯の中央部から南部にかけてその分布が最も広い。本層は下部層と上部層に2分され、下部層は成層した弱固結の凝灰質砂岩、凝灰岩などからなり、粘土岩、シルト岩、礫岩、泥灰岩などを介在し、最大層厚 500 m である。上部層は成層した弱固結の凝灰質砂岩、凝灰岩からなり、軽石質凝灰岩を介在し、最大 350 m の層厚を有する。本層に含まれる有孔虫化石などから下部層は上部中新統に、上部層は上部中新統～鮮新統に対比されている。

バンドン帯には Bentang 層とほぼ同層準とみられる Tjantajan 層が分布し、成層した砂岩、砂質頁岩、

頁岩、礫岩などからなり、最大2,700 mの層厚を有する。

Citalang層はバンドン帯に分布する鮮新統で主として凝灰質泥灰岩からなる。また、同層準の Pb 層は安山岩～玄武岩溶岩、角礫岩、凝灰質砂岩、礫岩から構成される。

第四系は旧期～新期の火山噴出物、盆地を形成する湖成層と段丘堆積物が広く分布している。

Ⅲ 地すべり分布図

1 地すべり地の判読

1 : 50,000 地形図(実測図・青焼き)は、一部を除き、地すべり地形を正確に読みとることはかなり難かしい。

したがって、明らかな地すべり地形の判読に加えて、次の前提の下に地すべり地域を推定、区分した。

「山地斜面で周囲とくらべ、緩傾斜を示し、かつ水田に開発されている地域」を地すべり地として図示した。

これは地すべり地は山地での水田開発に条件がよく、ジャワ島でも地すべり地の大部分が水田として開発されていることを現地で確認したことによる*。

これらの条件、推定をもとに地すべり地を判読し、地質との対比も加え、地すべり分布図(図2-1～2-4)を作成した。

2 地すべり分布図の精度

今回入手した1 : 50,000の地形図で判読可能な地すべりはかなり大規模なものに限られ、すべての地すべりをおさえたことにはならない。

しかし、小論の目的は熱帯のジャワ島において下記の点を概略的に把握することにある。

- 1) 地すべりが特定の地質条件を選択するか否か?
- 2) 選択するとすればどのような地質条件か?

この目的の範囲においては、この分布図で十分に比較、考察が可能と判断される。

Ⅳ 西部ジャワ南部地域の地すべりと地質条件

1 地すべり分布の密度

図-2の検討によれば、地すべりは対象とした地域のほぼ全域にわたって広く分布しているが、次の2つの地域に特に集中しているとみられる。

1) 南部山岳地帯中央部

ここには、筆者らが観察することができたジャワ島最大のPangadegan地すべり(山口, 1979)をはじめ、大規模な地すべりが多く分布し、広域な“地すべり地域”を形成している。

2) 南部山岳地帯とバンドン帯の境界部

ここではCipatat, Sukabumi付近をはじめ、その規模は南部山岳地域より小さいが地すべりが群発して带状の“地すべり地域”を形成している。

2 地すべり発生と地質条件

図-2で地すべりの密度と基盤地質の関係を検討した結果、本地域においては次に示す特定の地質層準、地質構造に地すべりが多数発生していることが明らかとなった。

* ジャワ島では人口密度が極めて高く、米を主食としておりその増産が重要な課題で水田開発は高度に進んでいる。

1) 地質層準

地すべりは次の層準に多数発生している。

i) 中部中新統上部 Cimandiri 層 (Tmcm) (Tmn)

ii) 上部中新統～鮮新統

上部 Bentang 層 (Tmbu) (Tmbe)

Tjantajan 層 (Mttts) (Mt)

Citalang 層相当層 (Pb)

iii) 第四紀最古期火山岩類 (Qot)

このうち、上部中新統～鮮新統分布域に最も地すべりの分布が大きい。本層準各層の共通点は主として海成の凝灰質な堆積物で泥岩、砂岩を多く介在すること、固結度が弱いことなどがあげられ、いずれも粘土化しやすい条件をそなえている。Pangadegan 地すべりをはじめとする南部山岳地帯の地すべりは 上部 Bentang 層分布域で発生している。

中部中新統の Cimandiri 層の分布域には周辺とくらべ著しい地すべりの集中が認められる。本層は砂岩層が主体をなし、本層中の Nyalindung 部層 (Tmn) は粘土岩からなる。

Cianjur 地域の第四紀最古期火山岩類 Qot にも地すべりの発生が認められる。地質図では、主として、安山岩角礫岩からなりプロピライト化していると記載されている。火山岩類の(温泉?)変質に伴う地すべりの可能性もある。

2) 地質構造

地質図でも明らかなように、バンドン帯と南部山岳地帯との境界部には多数の断層、褶曲、とう曲がみられ、古第三系の始新統も分布する構造帯を形成している。

このゾーンには、比較的小規模な地すべりが群生して発生しており、筆者らも Cipatat 周辺でその典型的な状況を観察することができた。

この地域では一般に地すべりの発生が少ない下部中新統の Jampang 層、始新統にも地すべりが多数発生しており、これは基盤地質の破砕が地すべり発生 of 主要因となっているものと判断される。

以上、西部ジャワ南部の地すべりの発生状況と地質層序、地質構造との関連について概観した。現地では限られた日数と地点の調査・観察であり、これ以上の詳しい検討は今後の課題としたい。

ただし、熱帯地域においても、地すべりが最も基本的には基盤地質条件に支配をうけていることを確認できた点、また、本地域において地すべりが発生しやすい特定の地質条件を具体的に指摘できたことは、今後に大きな意義をもつものと思われる。

図-2 地すべり分布、地質概略図 (地質図は Geological Survey of INDONESIA による)

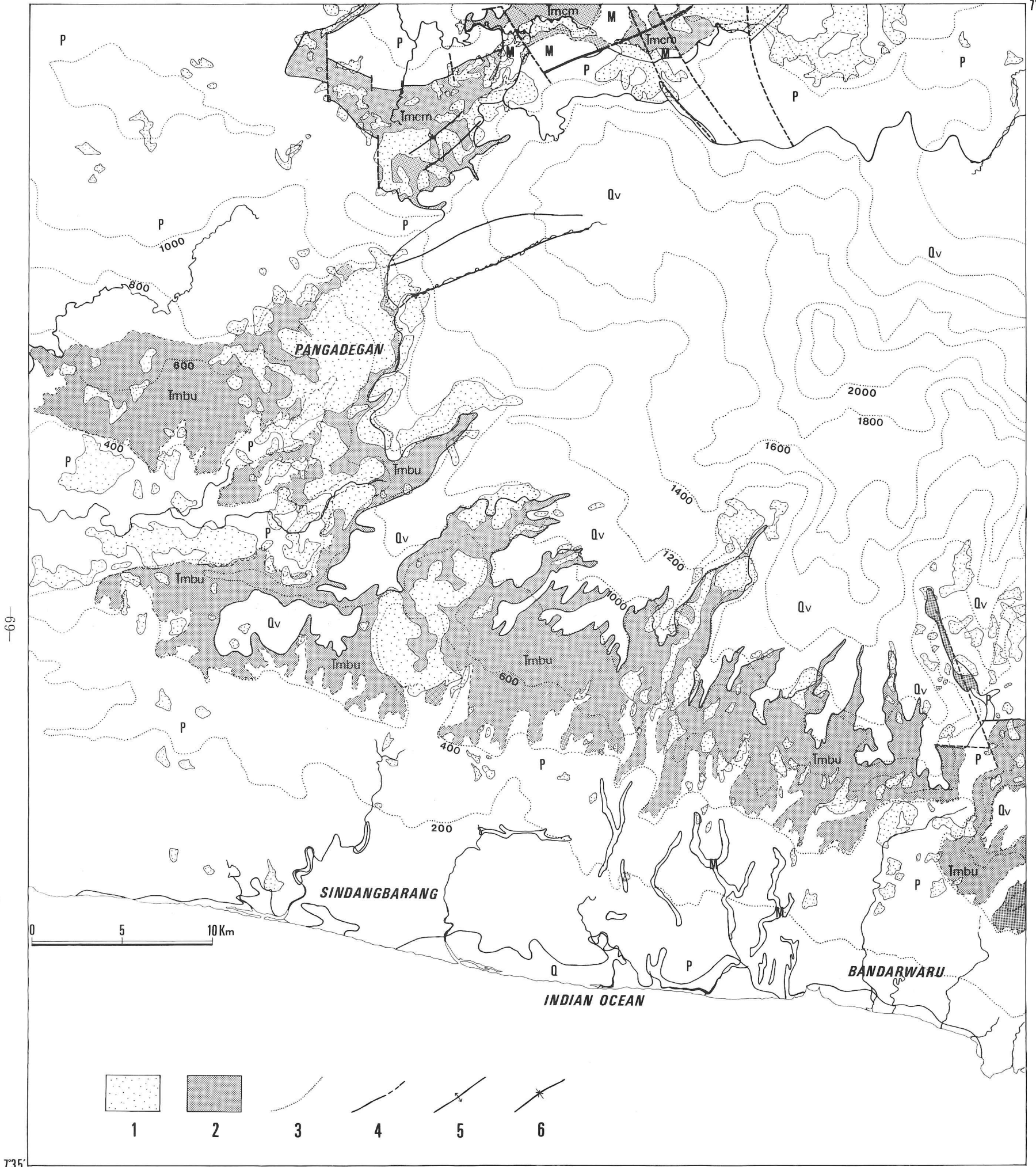
Fig.2 Distribution of the landslides and simplified Geological map. (Geological map after G. S. I)

1 : Landslide areas, 2 : Geological horizon of many landslides Occurred, 3 : Contour lines of Summit level map, 4 : Fault, 5 : Anticline, 6 : Syncline

Q : Quaternary System, Qv : Quaternary volcanics, P : Pliocene series, M : Miocene series
O : Oligocene series, E : Eocene series, C : Pre Tertiary System, Qot : The Oldest volcanic products in Quaternary, Pb : Pb formation, Mttts, Mt : Tjantajan Formation, Tmbu : Bentang Formation upper part, Tmbe : Bentang Formation, Tmcm : Cimandiri Formation, Tmn : Nyalindung Member of Cimandiri Formation

SINDANGBARANG & BANDARWARU

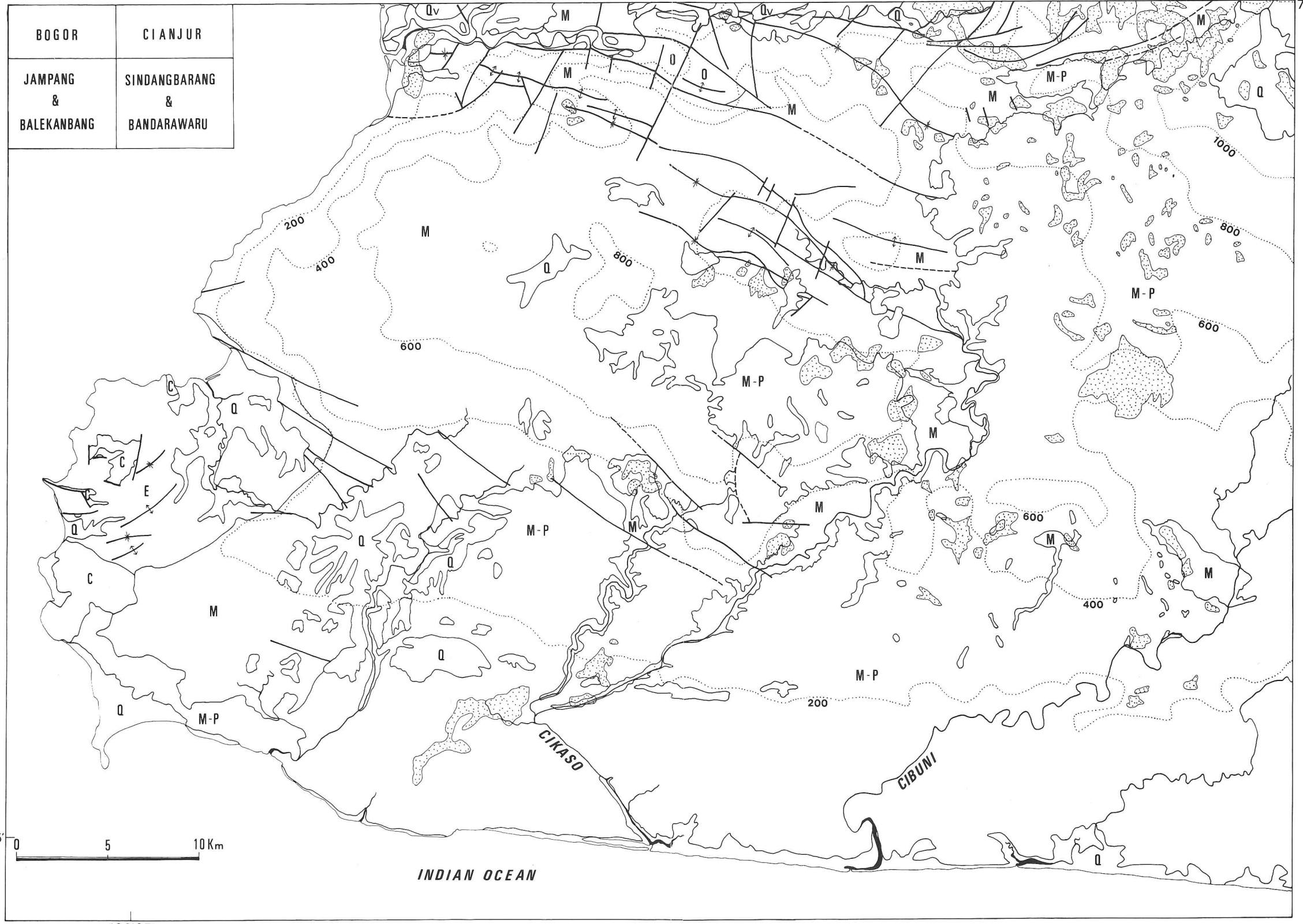
107°30'
7°00'



(simplified from KOESMONO, 1976 with additions by the author)

图-2-1

JAMPANG & BALEKAMBANG



BOGOR	CIANJUR
JAMPANG & BALEKAMBANG	SINDANGBARANG & BANDARAWARU

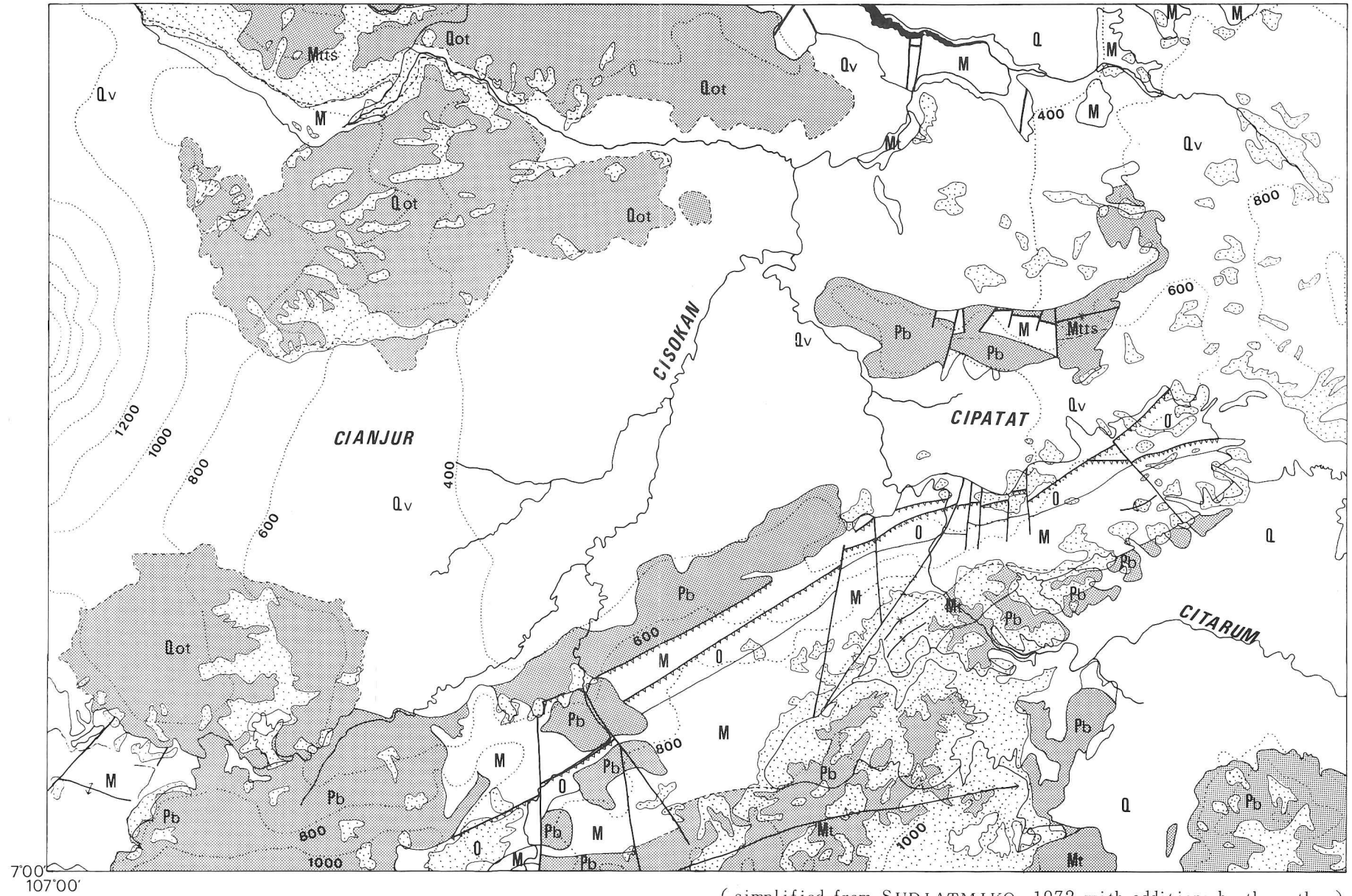
INDIAN OCEAN

☒ - 2 - 2

(simplified from SUKAMTO, 1975 with additions by the author)

CIANJUR

107°30'
640'



(simplified from SUDJATMIKO, 1972 with additions by the author)



图-2-3

BOGOR

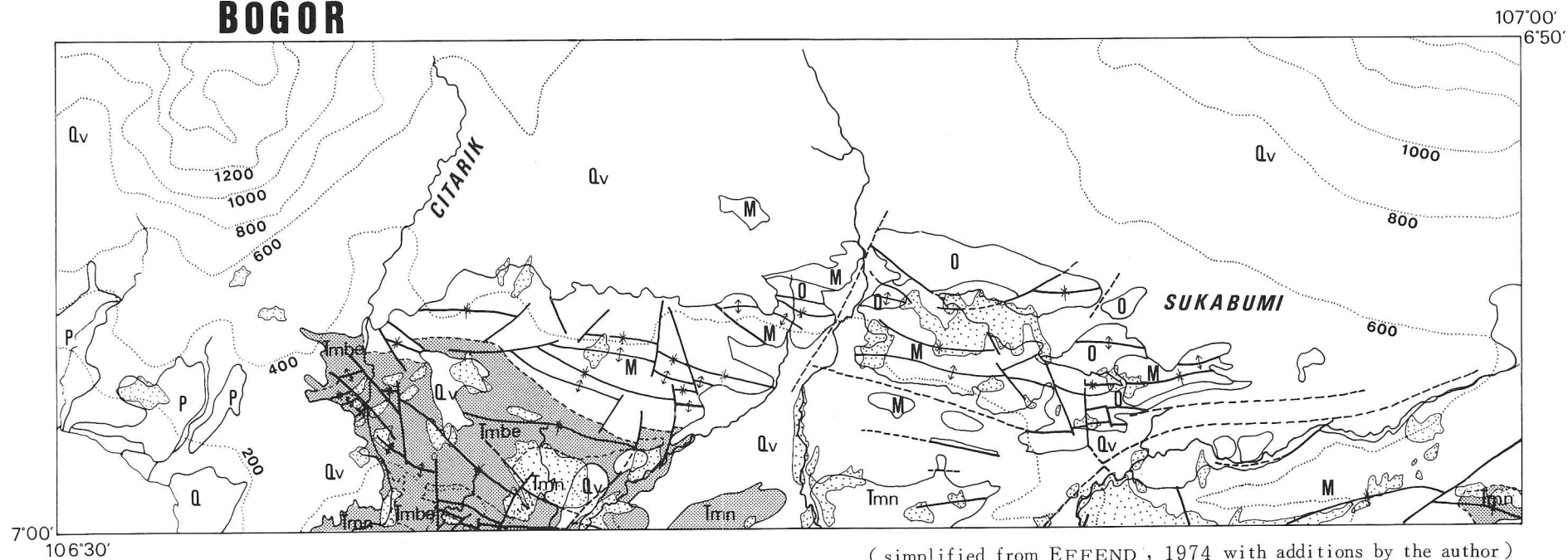


图-2-4

V ま と め

1. インドネシア西部ジャワ南部地域の地すべり分布図を作成し、地すべりの分布密度を検討した。その結果、南部山岳地帯の中央部と南部山岳地帯とバンドン帯の境界部に地すべりが集中し、“地すべり地域”を形成していることが具体的に再確認された。

2. 上記地域の地すべりは明らかに特定の地質条件を選択して発生しているとみることができる。すなわち、地質層準では中～上部新第三系の特定の層準（Cimandiri層、Bentang層上部など）に、地質構造的にはバンドン帯と南部山岳地帯の境界構造帯に地すべりが集中している。

3. 以上の結論は日本とは気候条件の全く異なる熱帯においても大局的には地すべりが第一義的にその基盤地質に支配されることを示すものである。

4. これはごく当然の結論と思えるが、現段階ではジャワ島において、その地質層序、地質構造を具体的に指摘できたことは、ジャワ島の今後の地すべり調査・研究にとってその意義は大きいと思われる。

今後の課題として次の点があげられる。

1. 空中写真、より大縮尺の地形図、現地調査をもとに、地すべり地の判定をより詳細、正確におこなう。

2. 現地調査をもとに地すべりを発生しやすい地質条件のさらに詳細な検討、解析が必要である（今回は地質層準、地質構造を指摘したにとどまる）。

3. 地すべりの発生・発展過程を第四紀地史的に検討する。

VI あ と が き

現地での観察によれば、地すべりはインドネシアにおいて、交通網の被害などでようやく現実の問題となりはじめた段階である。

小出（1973）は日本の地すべりを研究した結果、次の指摘を強調している。

「広い地域にわたって傾斜地農業を開発し、広大な著しい山地農業地帯を形成して、山村の発達をうながしたところこそ、最も注目すべき地すべり現象である。—中略—地すべり現象をこのように理解する限り、それは危険な災害として（だけ）ではなく、人間の生活を支えてきた自然現象として重要な意味をもつことがわかるだろう。」

ジャワ島における今回の観察でも大部分の地すべり地に農民が住みつき、地すべり地を水田として開発し、まさに、地すべりと調和して生活しているように筆者には感じられた。

インドネシアにおいて、今後、地すべりの調査、研究が被害をもたらす“危険な地すべり”という認識と同時に、上記の小出の指摘のような観点からも深められることが期待される。

文 献

- A. C. EFFEND. (1974) : Geologic map of the BOGOR quadrangle, JAVA 1 : 100,000. Geological Survey of INDONESIA.
- 小出 博(1973) : 日本の国土(下)・1-556, 東京大学出版会.

- M.KOESMONO (1976) : Geologic map of the Sindangbarang and Bandarawaru quardrangle ,
JAVA 1 : 100,000. Geological Survey of INDONESIA.
- R. SUKAMTO (1975) : Geologic map of the Jampang and Balekambang quardrangle , JAVA 1 :
100,000. Geological Survey of INDONESIA.
- SUDJATMIKO (1972) : Geologic map of the Cianjur quardrangle , JAVA 1 : 100,000. Geologi-
cal Survey of INDONESIA.
- Van BEMMELEN, R.W., (1949) : The Geology of INDONESIA. Goverment Printing Office ,
The Hagua , vol.1., 1-732.
- 山口真一 (1979) : インドネシアの地すべりより , 地すべり , 16 , 19-20.

写 真 説 明

1 ~ 4 Pangadegan 地すべり

5 , 6 Cipatat 地すべり

Photo.1 Pangadegan landslides

Photo.2 Pangadegan landslides

Photo.3 Pangadegan landslides

Photo.4 Active landslide part in the Pangadegan landslides

Photo.5 Cipatat landslides

Photo.6 Cipatat landslides



Photo . 1

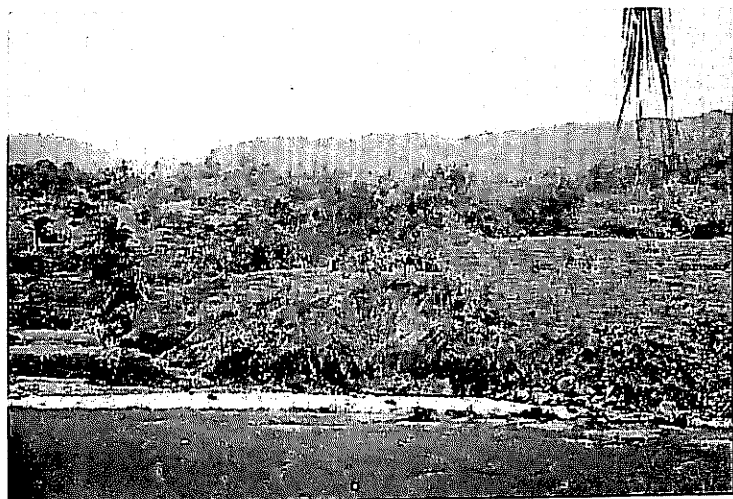


Photo . 2



Photo . 3

Photo . 4

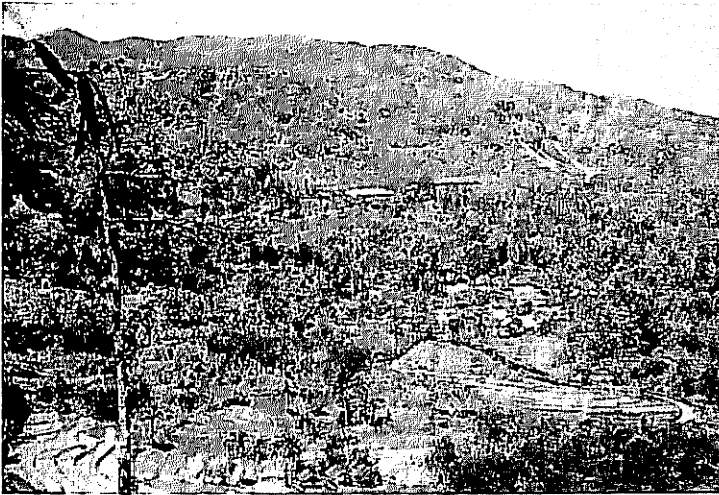


Photo . 5

Photo . 6

