

広域地下水流動解析のための 水平地質断面図の作成

(動力炉・核燃料開発事業団 契約業務報告書)

平成8年3月

アジア航測株式会社

限 定 資 料
PNC ZJ7360 96-003
1996年 3月

広域地下水流動解析のための水平地質断面図の作成

山井忠世*¹, 若松尚則*¹,
岡崎彦哉*¹,

要 旨

広域地下水流動解析を実施する際に必要な水平地質断面図を、平成4年度に作成した全国の地質構造モデルおよび地形モデルに基づいて作成した。

断面図は、標高2,000m～-4,000mの9深度について、100万分の1、250万分の1、400万分の1の3つのスケールで作成した。地表の地質分布を表したモデル図（地質図）も作成した。

断面図作成の結果、新第三紀以降の新しい堆積物のまとまった分布があるのは、北海道、東北地方日本海側～北陸、南関東、山陰であることがわかる。

本断面図のデジタル化について検討した結果、現モデルによって地質構造を三次元的に表現するには、多数の鉛直断面図を作成することが最も効率的であると考えられる。

本報告書は、アジア航測株式会社が動力炉・核燃料開発事業団との契約により実施した業務の成果である。

契約番号：07C1414

事業団担当：東濃地科学センター環境地質課 稲葉秀雄

*1：アジア航測株式会社 地質部

Illustration of horizontal geological sections
for groundwater flow analyses

Tadayo Yamanoi*¹, Hisanori Wakamatsu*¹,
Hikoya Okazaki*¹,

ABSTRACT

Horizontal geological sections which are necessary for groundwater flow analyses were illustrated based on the geological and topographical models of Japan developed in 1992.

Geological sections at the nine levels from 2,000m to -4,000m E.L. were illustrated on the scales of 1:1,000,000, 1:2,500,000 and 1:4,000,000. Geological maps which show the distribution of geological bodies on the surface were also illustrated.

The sections illustrated shows that large distributions of Neogene or younger bodies (large sedimentary basins) are in Hokkaido, Japan-sea side of Tohoku to Hokuriku, southern part of Kanto, and San'in districts.

Digitalization of the sections illustrated here are discussed, and it can be say that making the many vertical geological sections may be effective to express the three-dimensional geological structure.

Work performed by Asia Air Survey Co.,Ltd, under contract with Power Reactor and Nuclear Fuel Development Corporation.

PNC Liaison : Waste Isolation Reserch Section, Tono Geoscience Center, Hideo Inaba

*1 Geological section, Asia Air Survey Co.,Ltd

目 次

1. はじめに	1
1.1 調査の目的	1
1.2 調査の概要	1
2. 水平地質断面図の作成	3
2.1 地質構造モデルおよび地形モデル	3
2.2 地質図の作成方法	5
2.3 水平地質断面図の作成方法	12
2.4 水平地質断面図における地域ごとの設定	14
2.5 水平地質断面図から見た地域ごとの地質構造の特徴	74
3. 水平地質断面図のデジタル化の検討	77
3.1 水平地質断面図の三次元化における問題点	77
3.2 地質構造のデジタル化について	78
4. まとめ	81

図表目次

[図]

図-1.1	本調査における作業の流れ	1
図-2.1.1	地質体の形状区分	4
図-2.1.2	地形モデルの概念図	5
図-2.2.1	地質図	6
図-2.3.1	厚さ一定の地質体が分布する場合の水平断面での境界位置	13
図-2.3.2	堆積盆のモデル断面の例	15
図-2.3.3	北海道の水平地質断面図	16
図-2.3.4	東北の水平地質断面図	25
図-2.3.5	関東の水平地質断面図	34
図-2.3.6	中部の水平地質断面図	43
図-2.3.7	中国・四国の水平地質断面図	52
図-2.3.8	九州の水平地質断面図	61
図-2.4.1	十勝平野のモデル設定	70
図-2.4.2	北陸の Mio の分布	71
図-2.4.3	四国の PM(Iz) の分布の設定	73
図-2.4.4	筑後平野の Q の設定	73
図-2.4.5	宮崎平野の設定	73

[表]

表-2.1.1	地質構造モデルにおける地質体の区分	4
表-3.2.1	デジタル化の方法の比較	79

[付図]

付図 1～6 地質図 (1/250 万)

付図 7～60 水平地質断面図 (1/250 万)

付図 7～15 北海道

付図 16～24 東北

付図 25～33 関東

付図 34～42 中部

付図 43～51 中国・四国

付図 52～60 九州

付図 61 地質図 (カラー, 1/400 万)

付図 62～70 水平地質断面図 (カラー, 1/400 万)

1. はじめに

1.1 調査の目的

本調査では、わが国の広域地下水流動特性の評価のために実施する全国を対象とした地下水流動解析の基礎資料として、水平地質断面図を作成することを目的とする。

動燃事業団では平成2年度「広域地下水流動評価に関する研究（その3）」および平成3年度「広域地下水流動評価に関する研究（その4）」において日本全国の地形モデルと地質構造モデルを作成した。一部の地域については、平成3年度に水平地質断面図が作成されている。

今年度は全国の水平地質断面図を作成し、わが国全域の地下水流動解析を実施する際にメッシュ分割の基礎となる水平地質断面図を作成する。

1.2 調査の概要

(1) 水平地質断面図および地質図の作成

広域地下水流動評価に関する研究（その3）および同（その4）の地形特性図および地質構造図を用いて、水平地質断面図および地質図を作成した。本業務の作業の流れは図-1.1のようになる。作成した図は以下のとおりである。

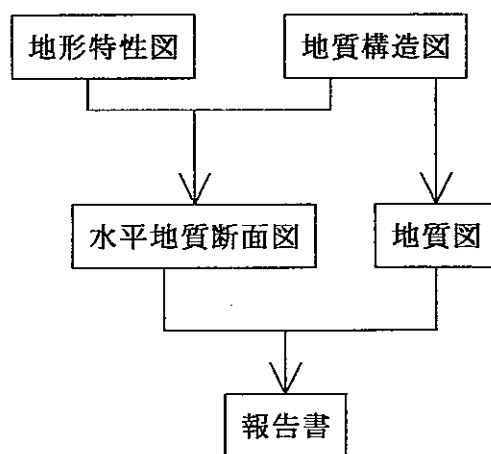


図-1.1 本調査における作業の流れ

1) 水平地質断面図

①日本全国の水平地質断面図（縮尺 400万分の1，カラー）

標高 2,000m、1,000m、500m、200m、0m、-500m、
-1,000m、-2,000m、-4,000m (9枚)

②地域ごとの水平地質断面図（縮尺 100万分の1）

北海道、東北、関東、中部、中国・四国、九州 の6地区について、
標高 2,000m、1,000m、500m、200m、0m、-500m、
-1,000m、-2,000m、-4,000m の9深度分 (54枚)

③地域ごとの水平地質断面図（A4版、縮尺 250万分の1）

北海道、東北、関東、中部、中国・四国、九州 の6地区について、
標高 2,000m、1,000m、500m、200m、0m、-500m、
-1,000m、-2,000m、-4,000m の9深度分 (54枚)

2) 地質図

①日本全国の地質図（縮尺 400万分の1，カラー） (1枚)

②地域ごとの地質図（縮尺 100万分の1）

北海道、東北、関東、中部、中国・四国、九州 (6枚)

③地域ごとの地質図（縮尺 250万分の1，A4版）

北海道、東北、関東、中部、中国・四国、九州 (6枚)

(2) 水平地質断面図のデジタルデータの形態および仕様の検討

本作業で作成した水平地質断面図等のデジタル化について検討した。

(3) 報告書の作成

(1)(2)の結果をまとめ、報告書を作成した。

2. 水平地質断面図の作成

水平地質断面図および地質図は、広域地下水流動評価に関する研究（その3）および広域地下水流動評価に関する研究（その4）において作成された地形特性図（地形特性図によって表される内容を「地形モデル」と呼ぶ）と、同業務で作成された地質構造図（地質構造図によって表される内容を「地質構造モデル」と呼ぶ）に基づき、以下の手順で作成した。

2.1 地質構造モデルおよび地形モデル

はじめに、広域地下水流動評価に関する研究（その3）および同（その4）に従い、地質構造モデルと地形モデルの概要を簡単に述べる。

①地質構造モデルにおける地質体区分

広域地下水流動評価に関する研究（その3）と同（その4）では、日本の地質構造発達史を考慮して、表-2.1.1に示す地質体区分を行っている。

8種類に分類した地質体のうち、PM（古生代～古第三紀の堆積岩）、G（花崗岩）、Me（変成岩）、Vp（白亜紀～古第三紀の火山岩類）は基盤岩としてこれらの間は鉛直の分布境界とし、このうち前三者は地下深部まで分布が続いているものとする。

②地質構造モデルの地質体の形状と深度表示

地質体の重なる組み合わせにより分けられたエリアごとに、地質体の境界深度を示す。各地質体の分布形状は、図-2.1.1に示すいずれかの型に設定する。

③地形モデルの表現する地表面形状

地形モデルでは、接峰面図の等高線の中で地形分類（平地、台地、丘陵、山地）の境界にあたる標高の等高線を選定し、これをモデル上のラインとしてある。地形モデルでは、山頂や盆地最深部以外には選定した等高線しか表現されていないため、これらの等高線間の標高の部分は線形補間するものとする。地形モデルで表される三次元地形の概念は図-2.1.2のようになる。

表-2.1.1 地質構造モデルにおける地質体の区分

地質体		記号
新しい地質体	上部更新統～完新統	Q
	鮮新統～下部更新統	Plio
	中新統 (クワンフ等の火山岩を含む)	Mio
	鮮新世～第四紀の火山岩	V
基盤	白亜紀～古第三紀の火山岩	Vp
	古生界～古第三系 (石灰岩)	PM (Ls)
	深成岩	G
	変成岩	Me

広域地下水流動評価に関する研究 (その3) (1991)に基づく。

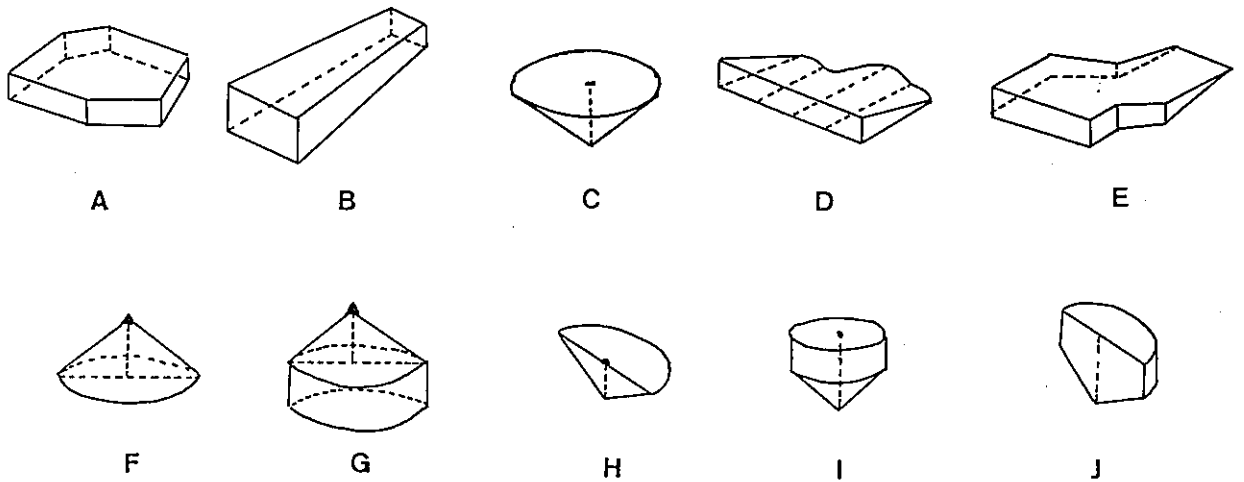


図-2.1.1 地質体の形状区分

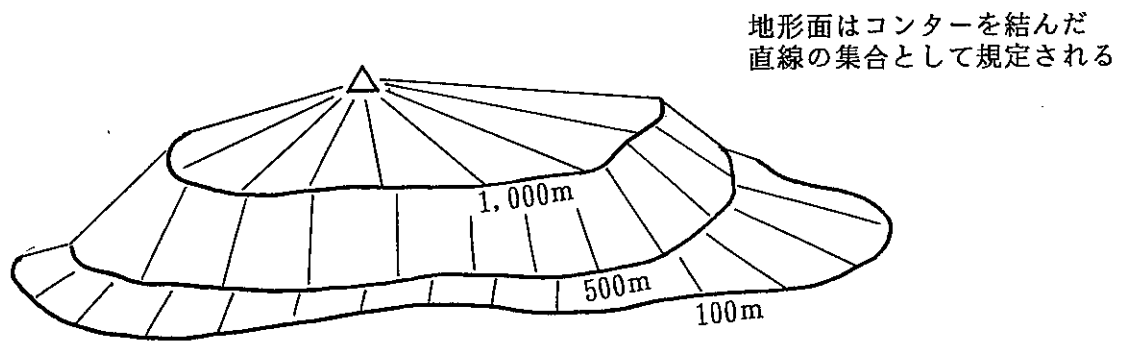


図-2.1.2 地形モデルの概念

2.2 地質図の作成方法

ここでいう「地質図」とは、地質構造図における地表での地質分布を表した図のことである。

地質構造図は、地質体の重なるの組み合わせによって細かくエリア分けされているが、地表面に分布する地質体の種類によって地質構造図を再区分することにより、地質図を作成した。地質図は図-2.2.1に示す。

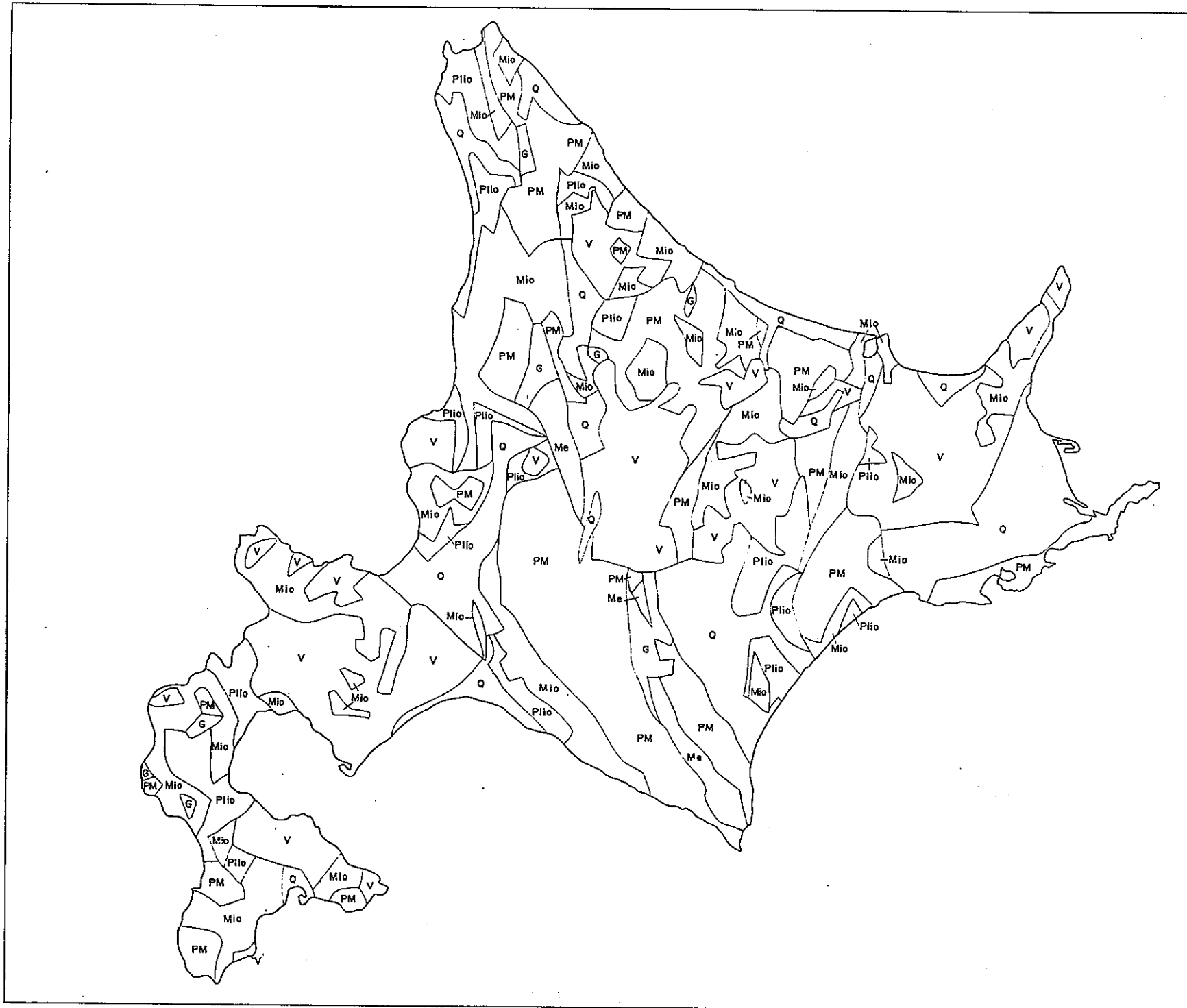


図-2.2.1(1) 地質図 北海道

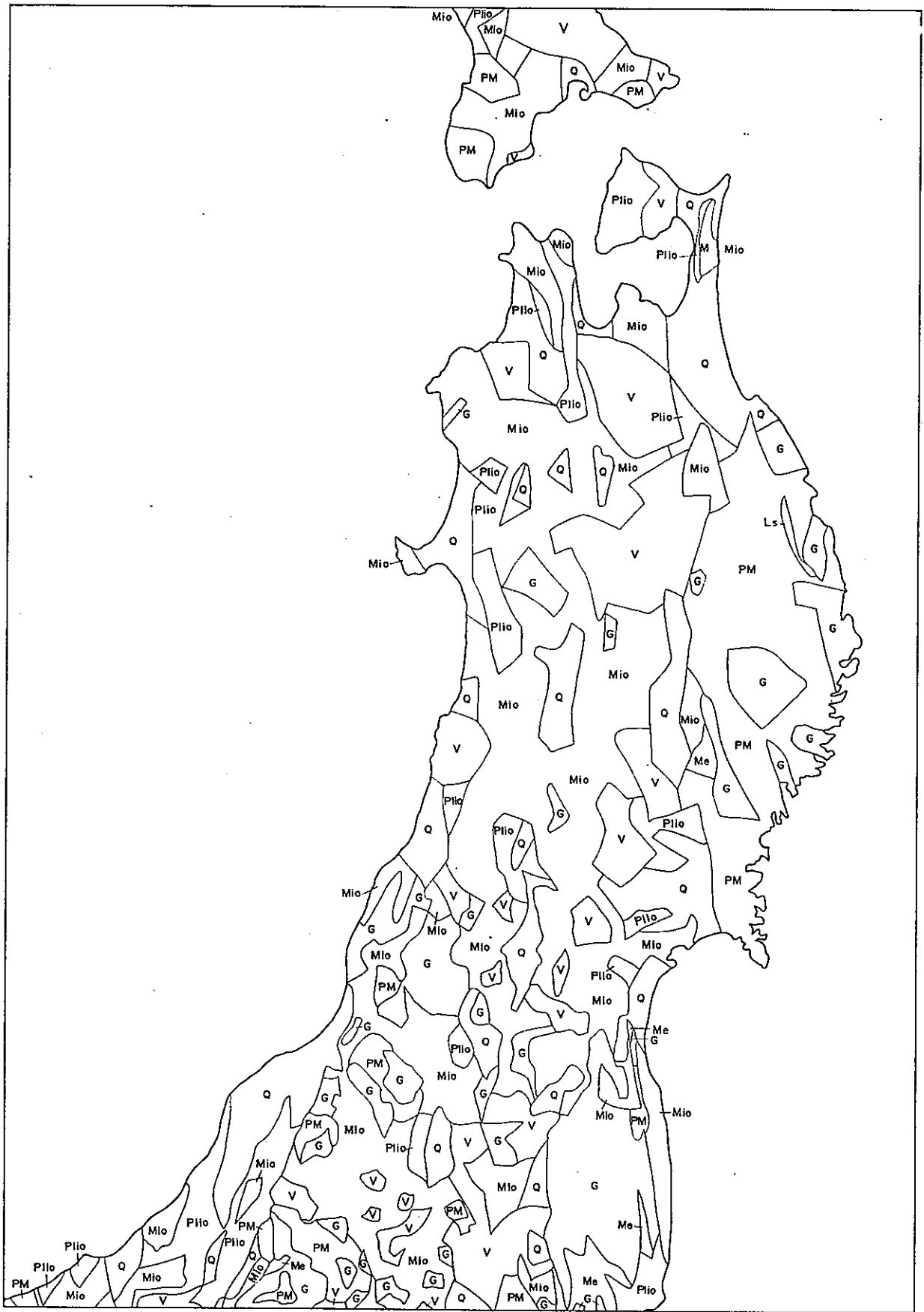


図-2.2.1(2) 地質図 東北

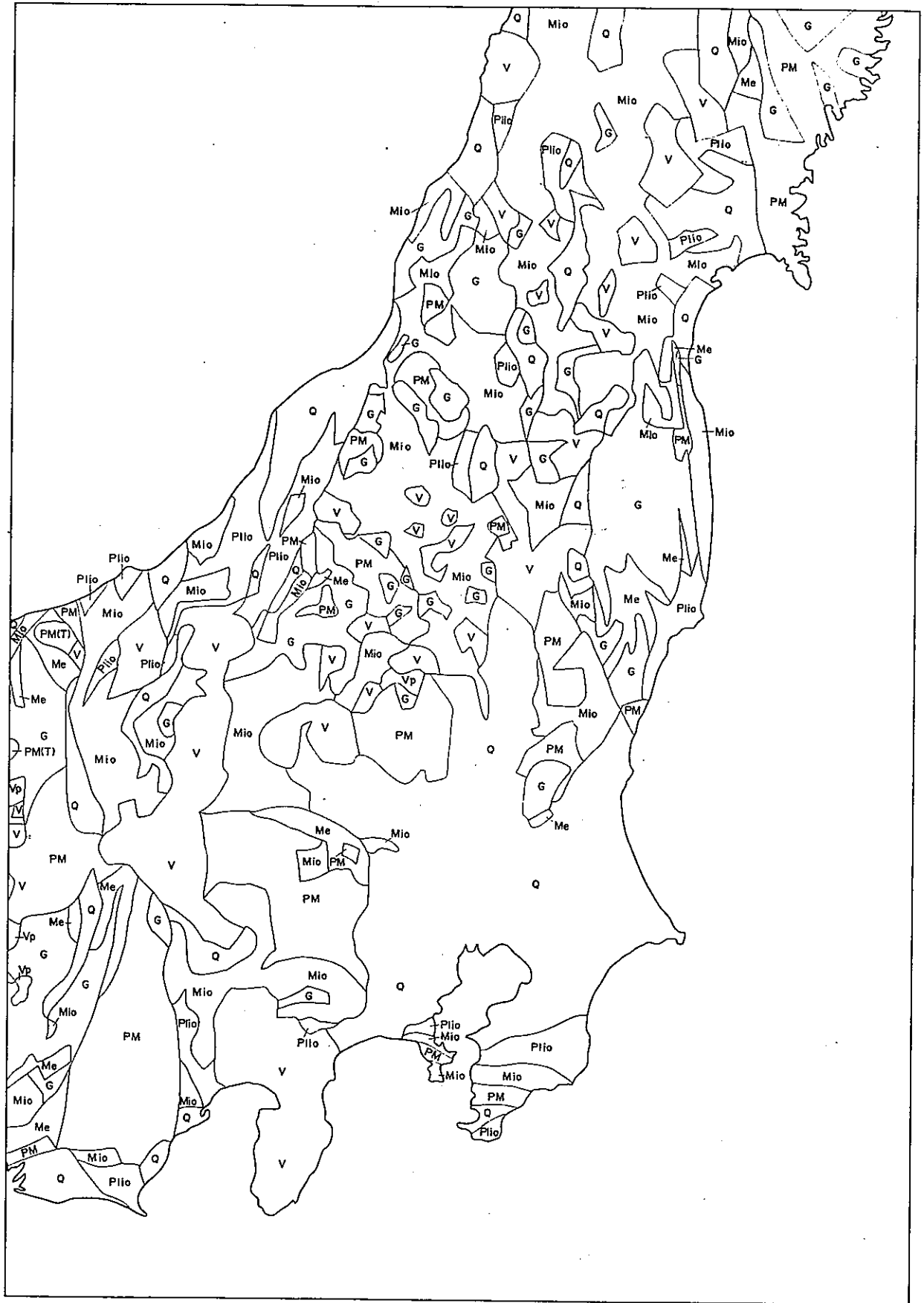


図-2.2.1(3) 地質図 関東

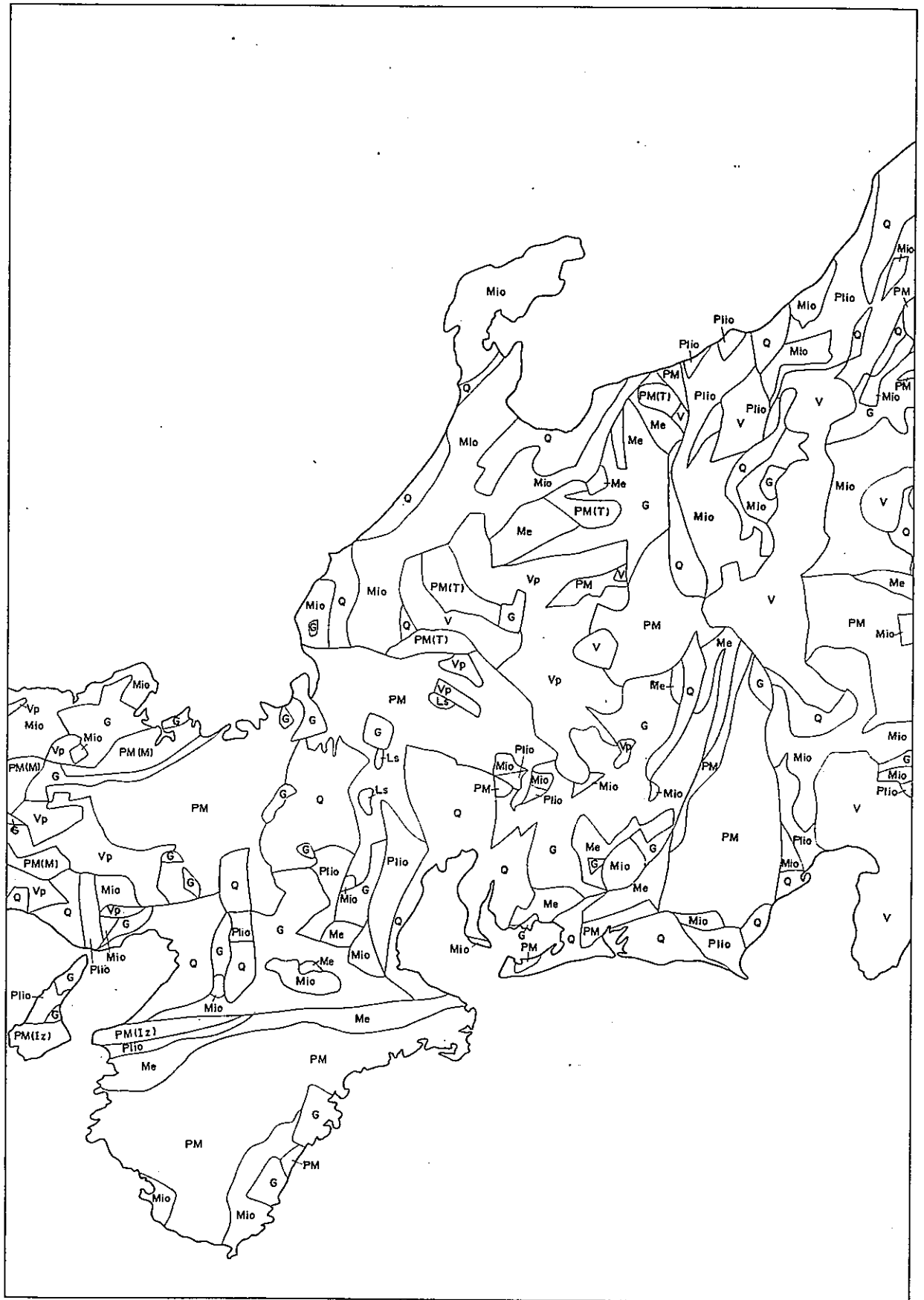


图-2.2.1(4) 地質图 中部

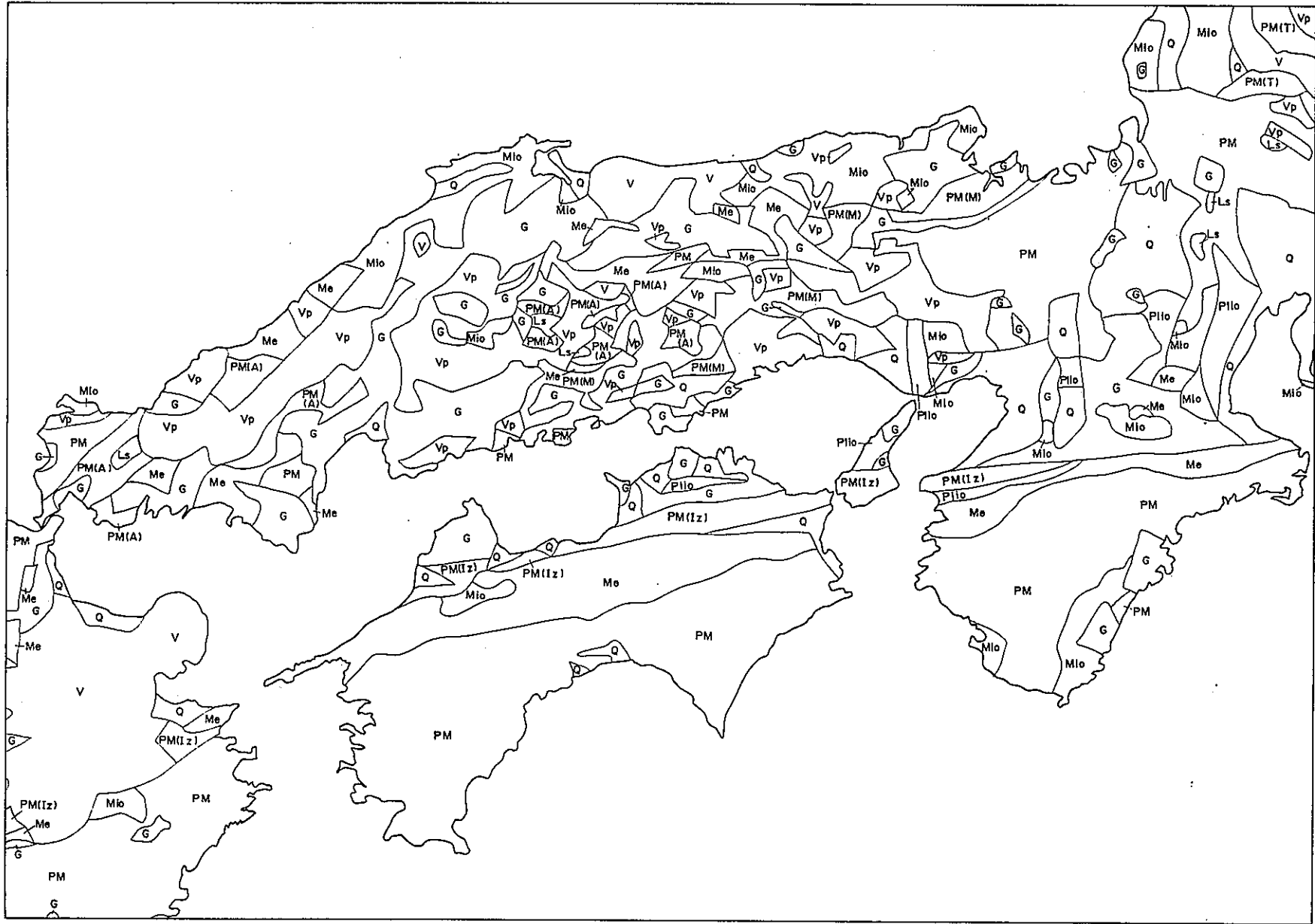


图-2.2.1(5) 地質圖 中国·四国

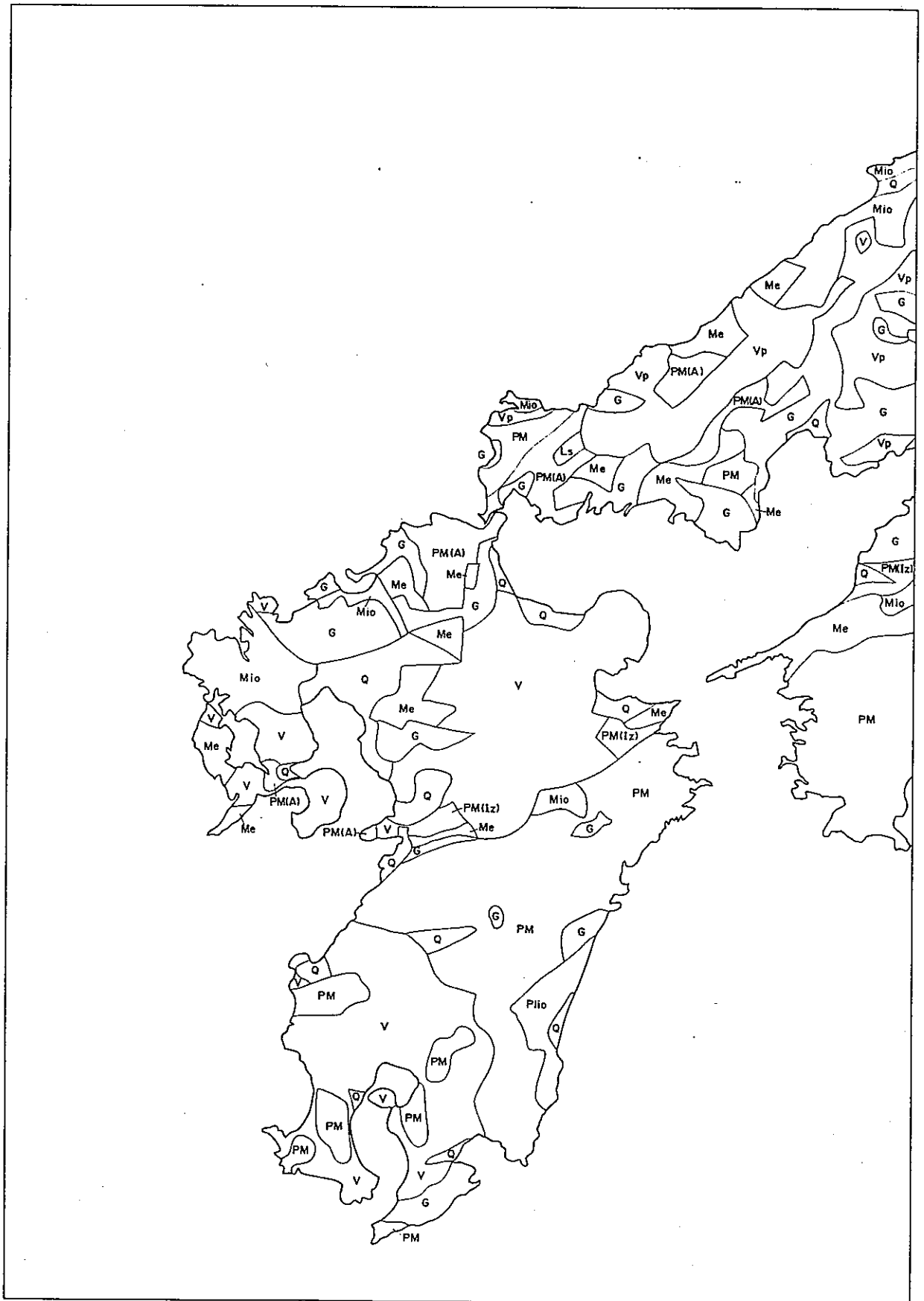


图-2.2.1(6) 地質図 九州

2.3 水平地質断面図の作成方法

水平地質断面図は以下の手順で作成した。

①地盤分布領域の記載

標高0 mより高いレベルの断面図では水平面が地盤を横切らない部分（断面が空中を通る部分）が生じるため、「地形特性図」に基づいて断面標高よりも低い部分は記載の対象から除く。

なお、「地形特性図」では必要な標高（断面標高）のコンターラインがない所があるが、その場合、地形特性図上にコンターラインを線形補完により加筆した。

②基盤の分布の記載

基盤の地質体（花崗岩類：G、変成岩類：Me、古生界～古第三系：PM）の間の分布境界は鉛直に続いているものとするため、これらの地質体の境界が現れている部分は深度にかかわらず同じ位置となる。これによって基盤地質体の境界線の位置を書くことができる。

③“根なしの地質体”の分布の記載

PM(A), PM(T), PM(M), PM(Iz), Vp といった地質体は、ある厚さをもった岩体とみなされ、これらには分布エリアごとに一定の厚さが与えられている。またこれらの岩体の厚さは地表からの深度として表されるので、地形面の形状から当該深度において分布する地質体を読み取る。東北のMio(グリーンタフ)なども同様の一定の厚さをもつ地質体としてある。

この作業は、地質構造モデルに写し取った地形モデルのコンターラインと地質境界深度を参照しつつ行う（図-2.3.1）。

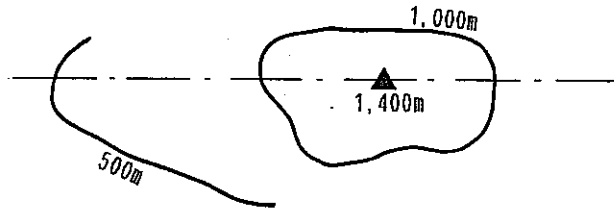
④新しい地質体の堆積盆の記載

Q, Plio, Mio といった新しい堆積盆は、ある位置を中心とした堆積盆であったり、海岸方向へ傾斜している形状であると設定している。これらの場合、堆積盆の縁辺部から堆積盆の最深部にむかって直線的に地質体境界があるものとする。（1つの堆積盆の範囲は地質構造モデルに示されている。）

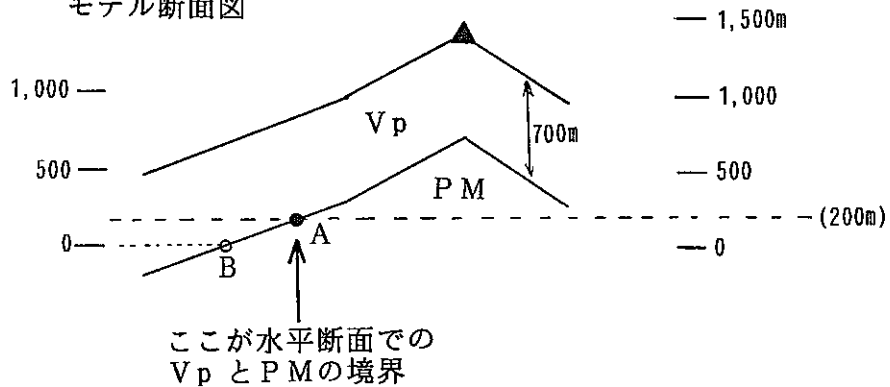
堆積盆内の最深点と盆地縁とを結ぶ何本かの線上の縦断面をとり、対象深度における地質境界の位置を縦断面図より読み取った上で、その上での境界の二次元的な位置

厚さ700mのA型（厚さ一定）の岩体V_pがPMの上に分布し、
 下のような地形モデルの条件において、標高200mの水平断面
 におけるV_pとPMの境界を求める場合

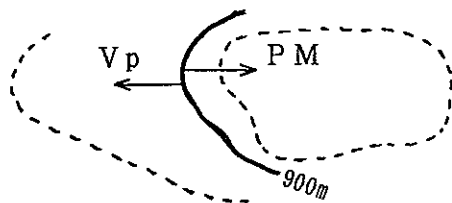
地形モデル



モデル断面図



Aは、地形モデルにおける900mのコンターの位置
 である ($900=700+200$)。
 よって、地形モデルに900mの補助コンターを描けば、
 それより地形標高の高い部分がPM、低い部分が
 V_pということになる。



標高0mの水平断面での境界位置(B)を求めるには、
 $700+0=700$ mの補助コンターを描けばよい。

図-2.3.1 厚さ一定の地質体が分布する場合の水平断面での境界位置

を線上にプロットする。1つの堆積盆内にいくつかの断面をとり、求められた点を結ぶことにより、およその分布型がわかる（図-2.3.2）。

地質構造モデルの地質体の最深点と地形モデルの盆地最低点の位置がずれる場合は、地質構造モデルの最深点の位置に地形モデルの盆地最低点もあるものとした。

⑤火山体の分布の記載

火山体には、地質構造モデルでその厚さが、また、地形モデルで最高点の標高が与えられている。火山体の分布域は、この最高点から火山体の厚さを引いた標高値よりも上の部分とする。

作成した水平地質断面図を図-2.3.3～2.3.8 に示す。

2.4 水平地質断面図作成における地域ごとの設定

水平地質断面図は基本的に 2.3節で述べた方法によって作成したが、この方法だけでは三次元的な地下構造が表現できない場合や、一義的に境界が決められない場合がある。

以下に、地域ごとに特定の条件を設定して作成した地区について述べる。

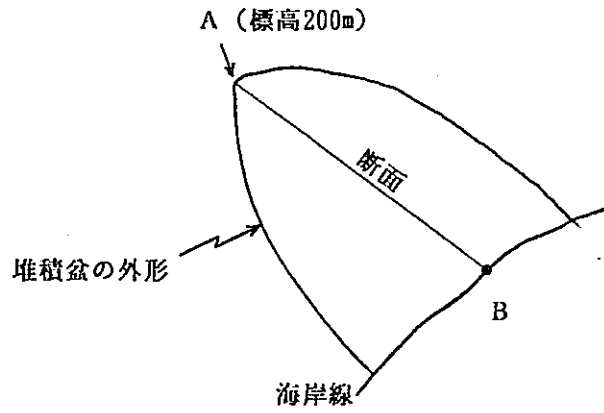
①十勝平野

Plioの分布形状はE型（海側に向かって下端が傾斜する）、Qの分布形状はH型（海岸線の一点に向かって下端が傾斜する半盆状）と設定してあるが、十勝平野の中央部海岸寄りにはMioの島状の高まり（豊頃丘陵）があり、これを考慮してPlioとQの堆積盆を考えると環状の複雑な形になってしまう。そこで、堆積盆の形状は十勝平野の外形と設定し、豊頃丘陵のMio, Plioの高まりは無視して堆積盆の下端を設定し、その後Mioの高まり部分を除いて形状を設定する（図-2.4.1）。

②北陸のMio

北陸地方に広く分布するMioは細かなエリアごとに分布深度が異なり、モデル上の分布は複雑である。そこで各小エリアでの分布深度は無視し、福井～富山の全体で1つの堆積盆を形成するものとする。この堆積盆の最深部は福井県の海岸線から邑知瀨に抜ける線（図-2.4.2）とし、これより日本海側では一律に3,000mのMioの厚さを設定する。

モデル断面（縦断面）の設定方法

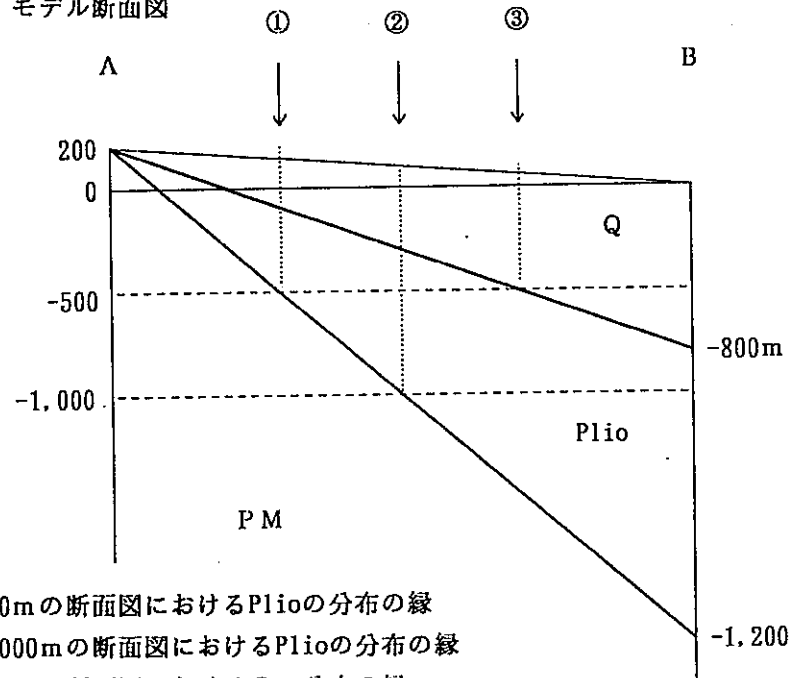


$$\frac{Q}{\text{Plio}} = 0.8(\text{km})$$

$$\frac{\text{Plio}}{\text{PM}} = 1.2$$

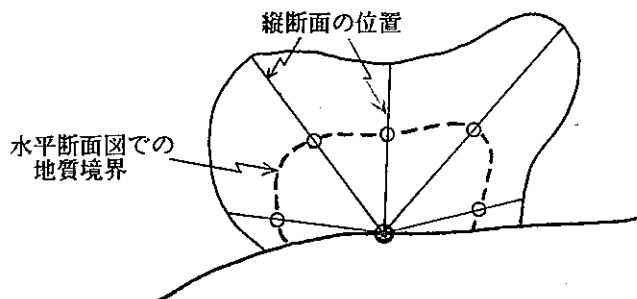
分布形は
Q, Plio とも
H型の場合

モデル断面図



- ① -500mの断面図におけるPlioの分布の縁
- ② -1,000mの断面図におけるPlioの分布の縁
- ③ -500mの断面図におけるQの分布の縁

水平断面図での地質境界の引き方



いくつかの縦断面をとり、各縦断面での地質境界の位置を結ぶことにより、水平断面図上での地質境界を引く

図-2.3.2 堆積盆のモデル断面の例

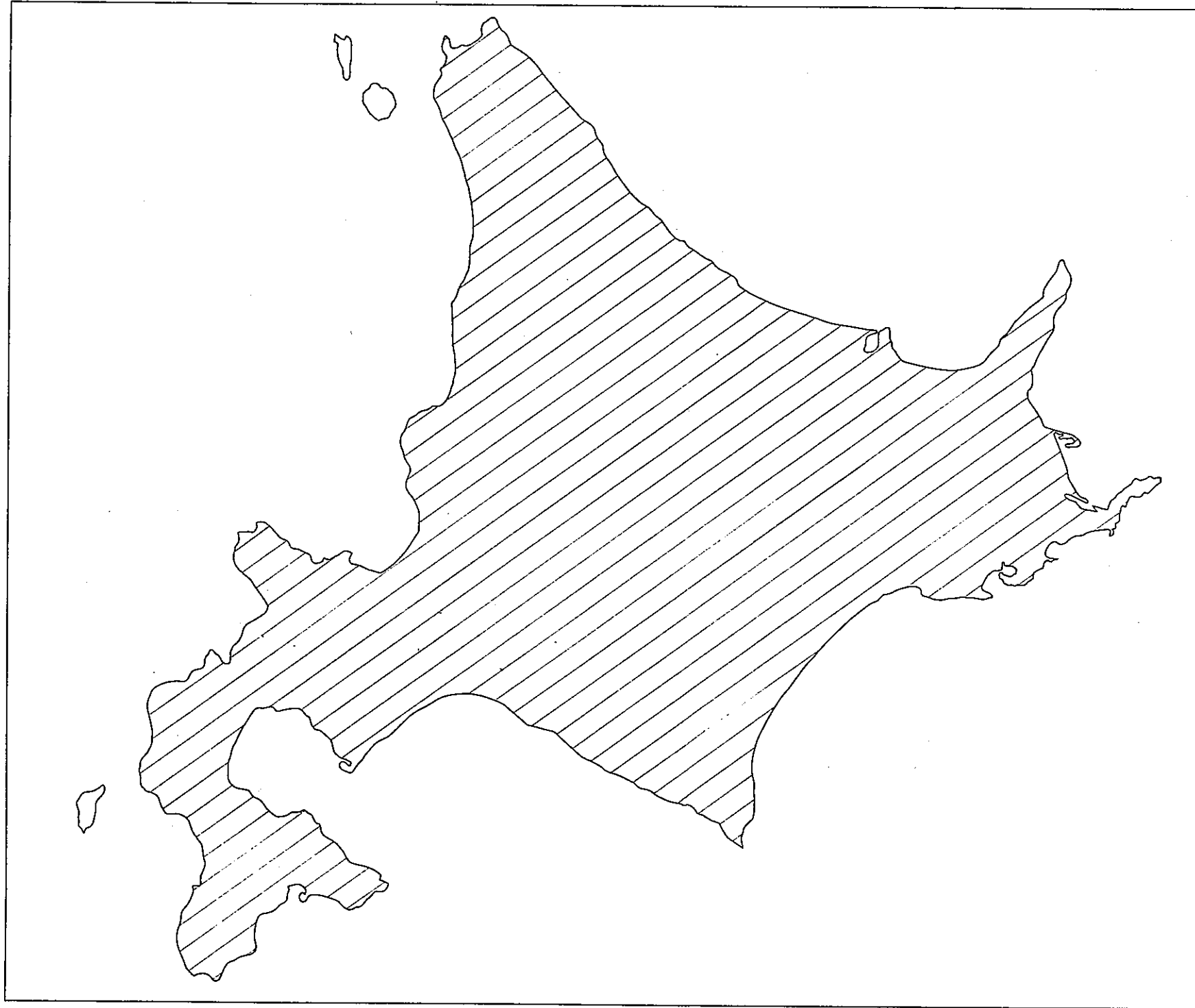


図-2.3.3(1) 北海道の水平地質断面図 +2,000m

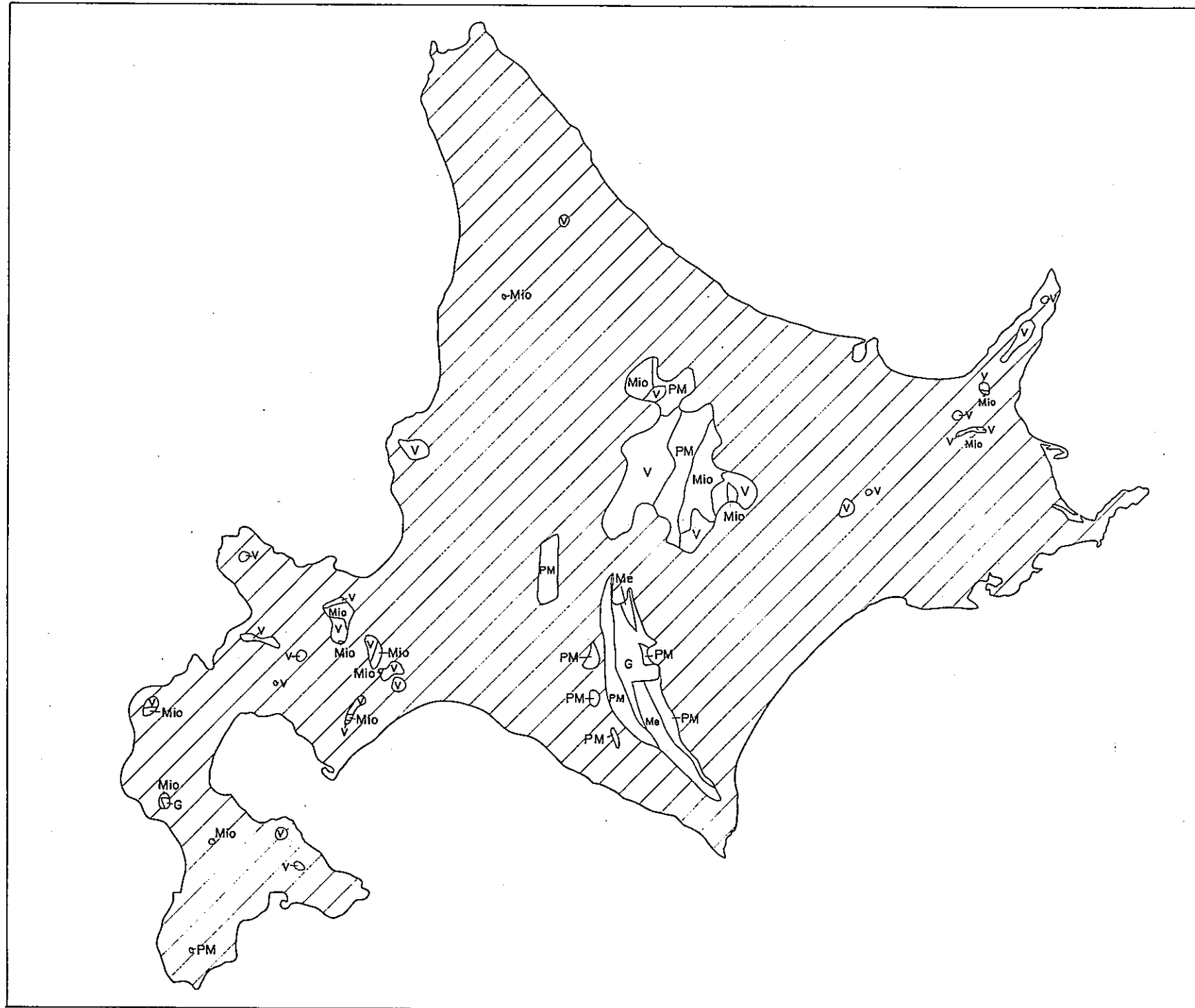


図-2.3.3(2) 北海道の水平地質断面図 +1,000m

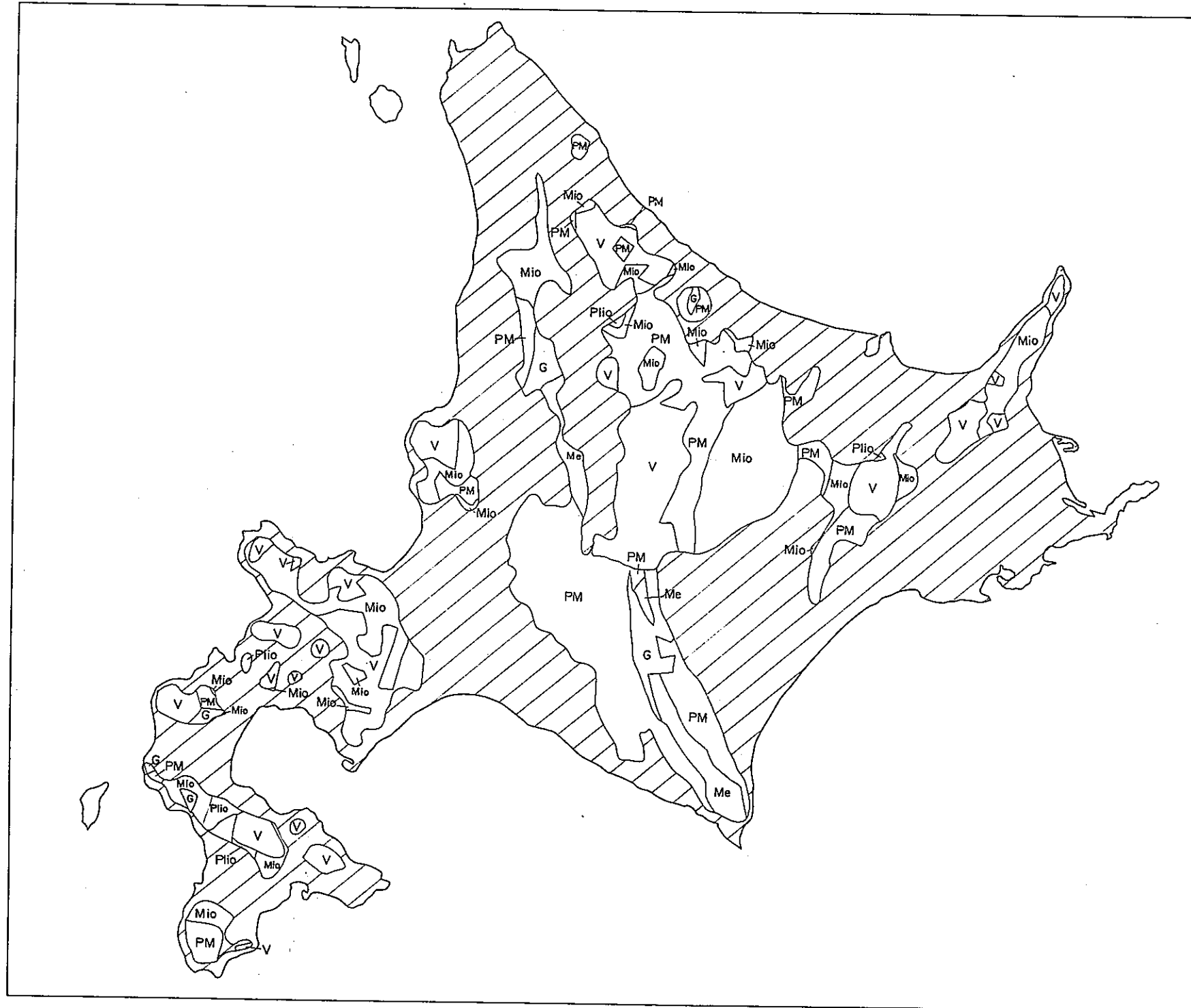


図-2.3.3(3) 北海道の水平地質断面図 +500m

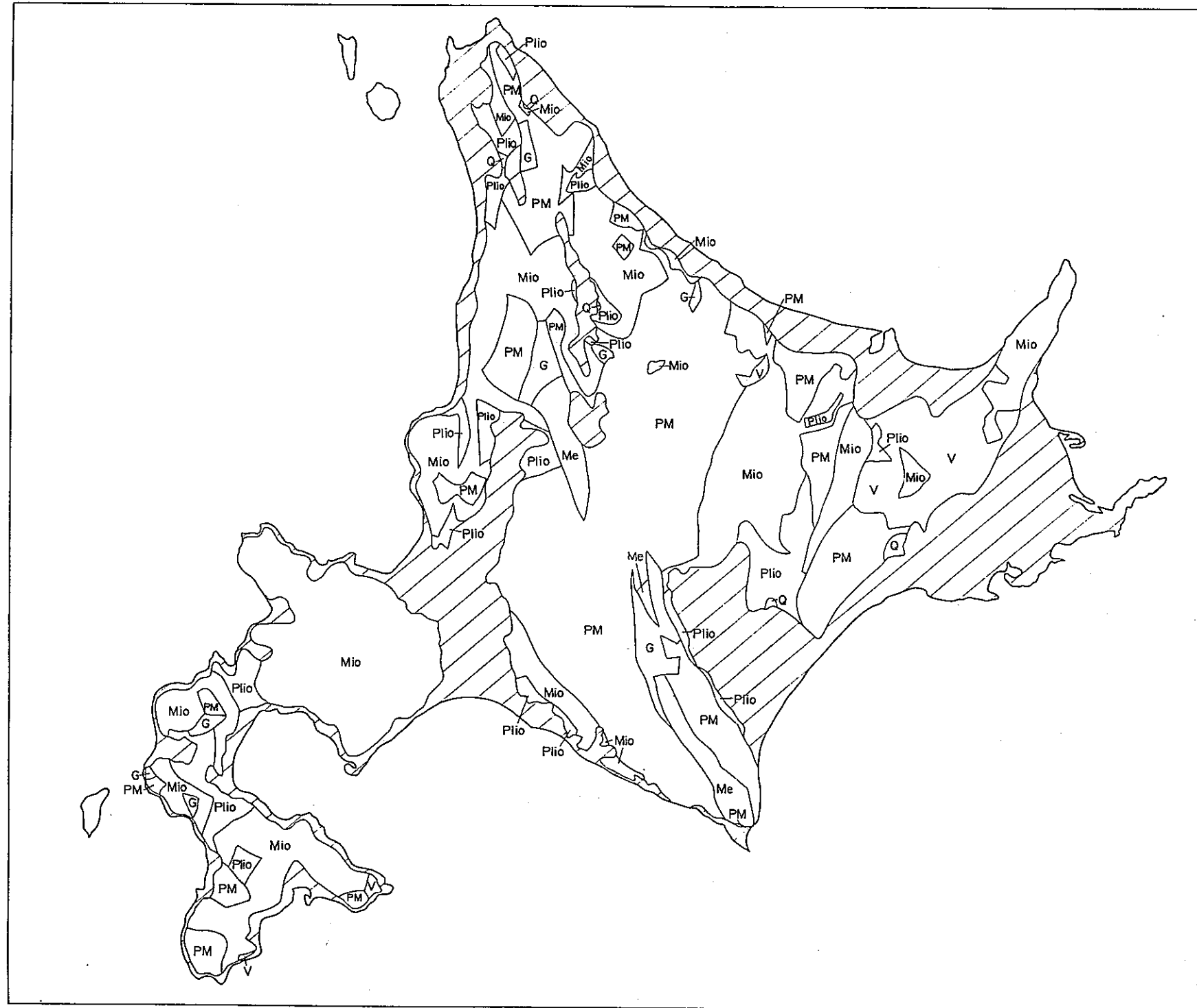


図-2.3.3(4) 北海道の水平地質断面図 +200m

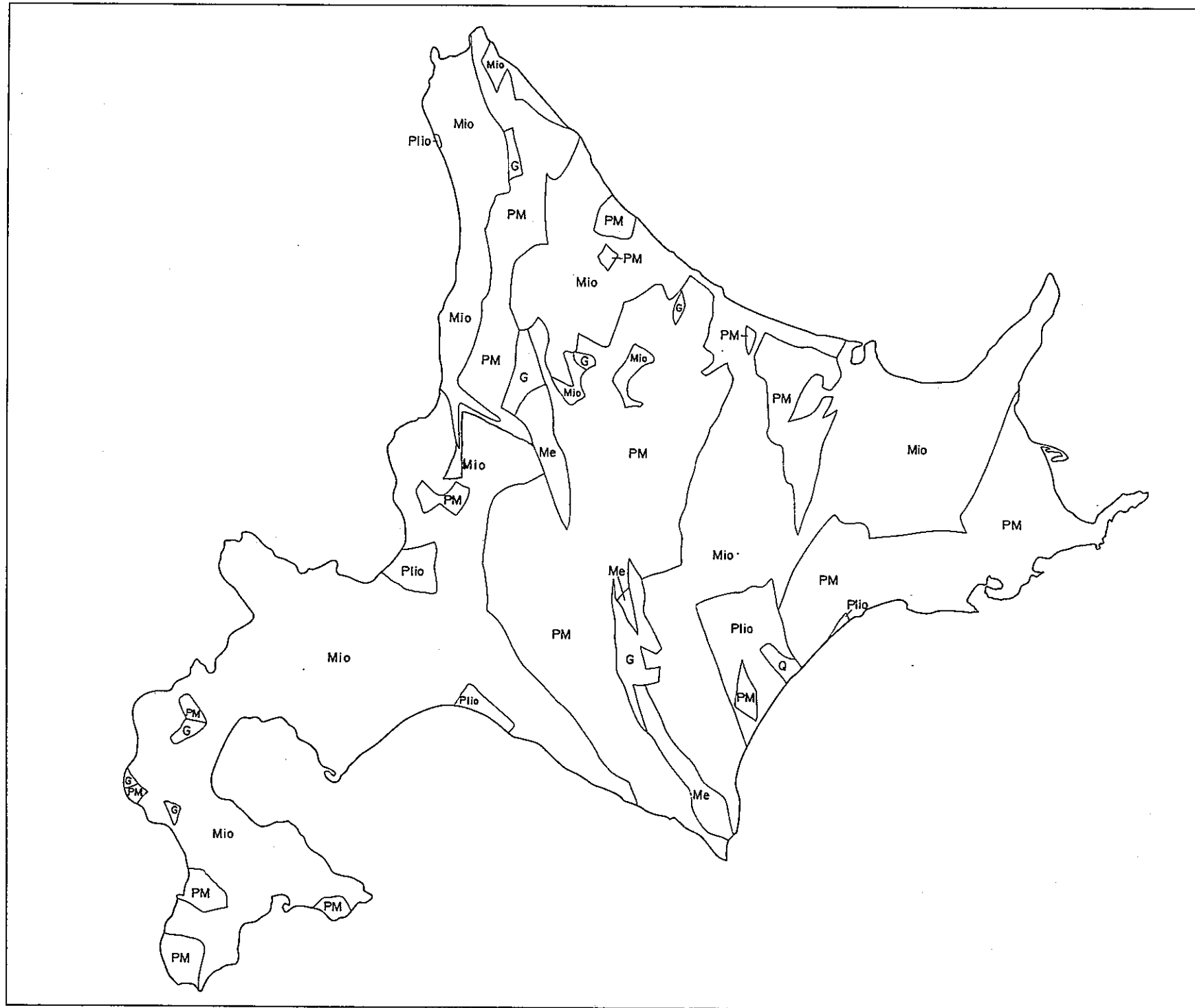


図-2.3.3(6) 北海道の水平地質断面図 -500m

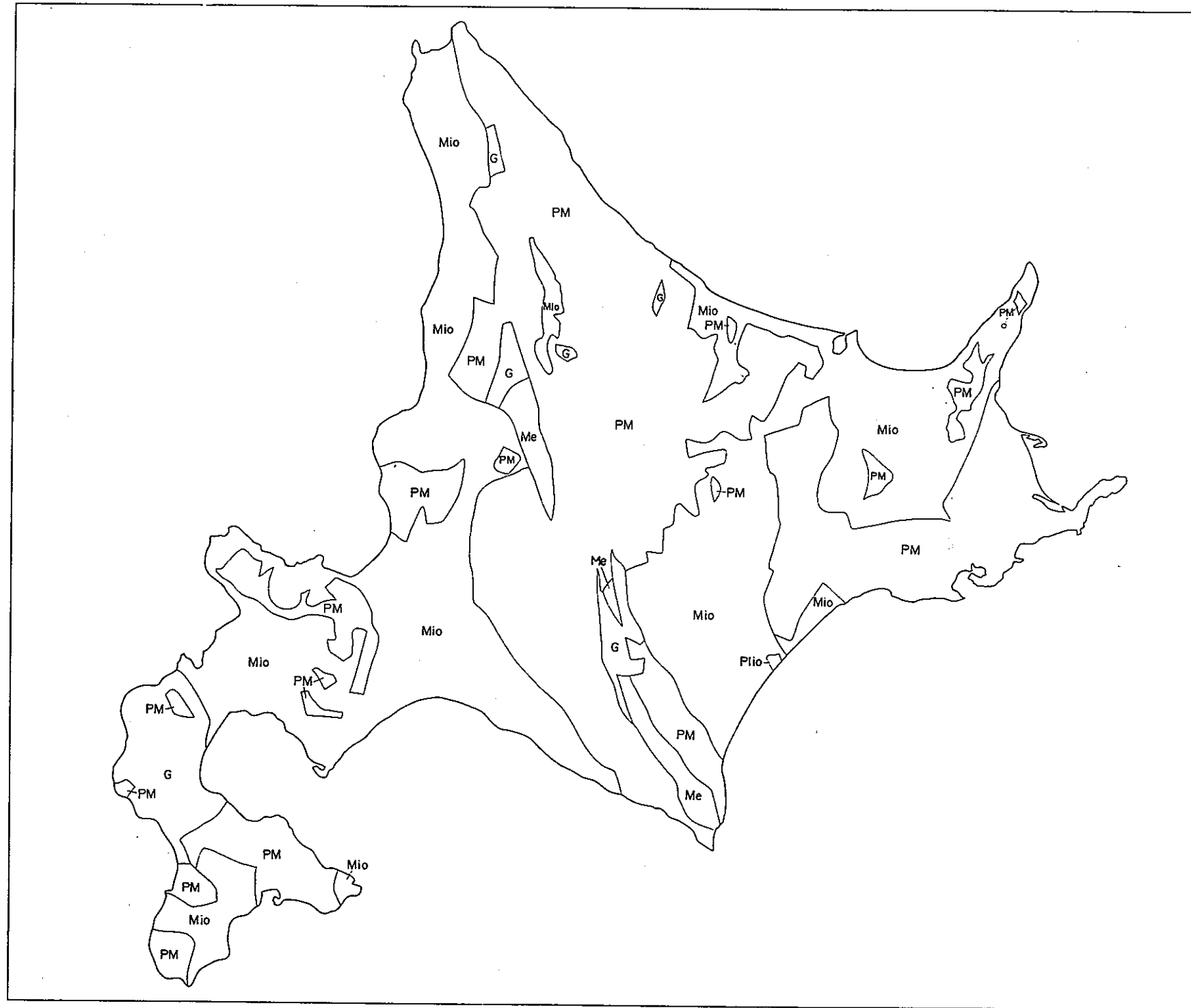


図-2.3.3(8) 北海道の水平地質断面図 -2,000m

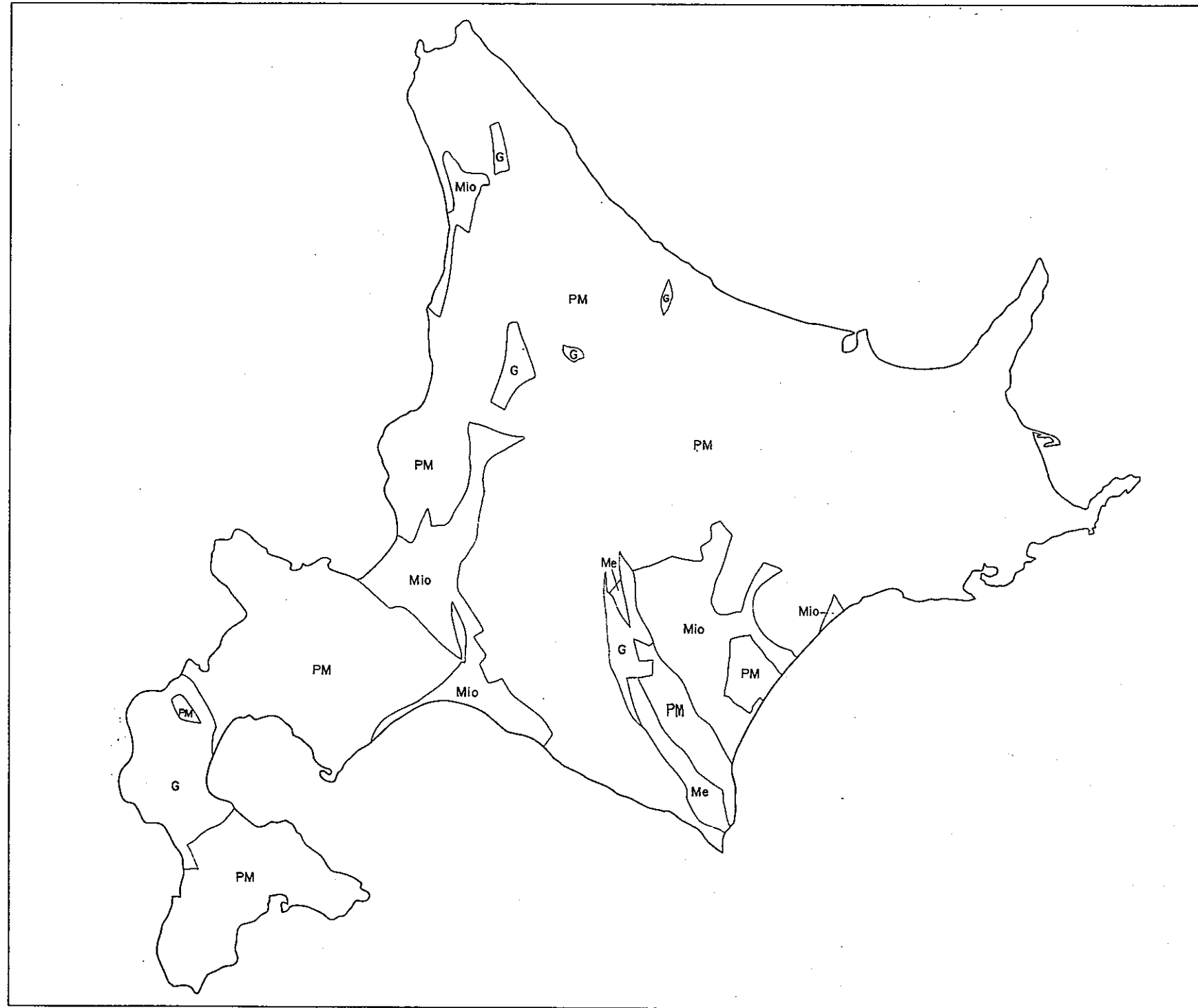


図-2.3.3(9) 北海道の水平地質断面図 -4,000m

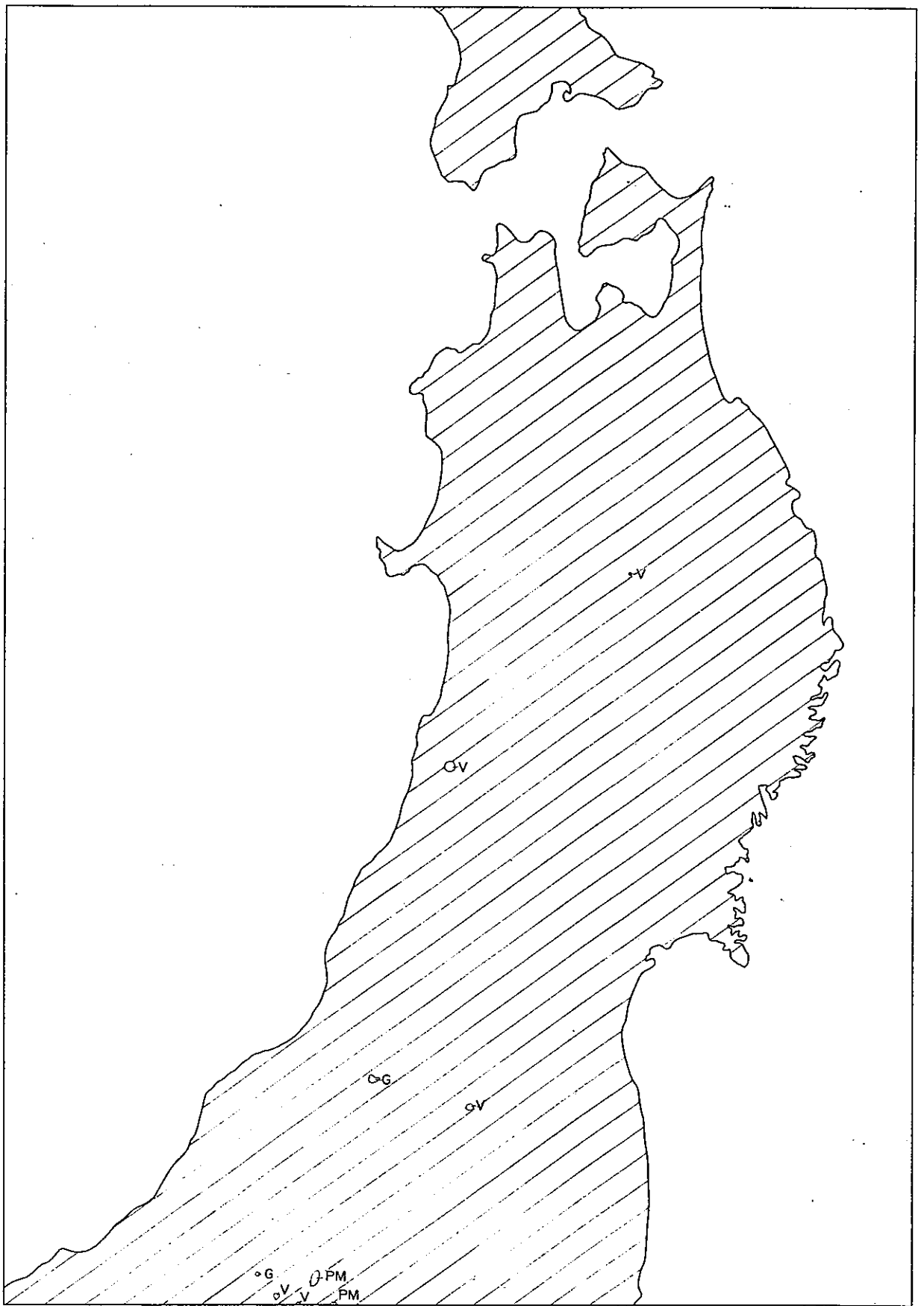


図-2.3.4(1) 東北の水平地質断面図 +2,000m

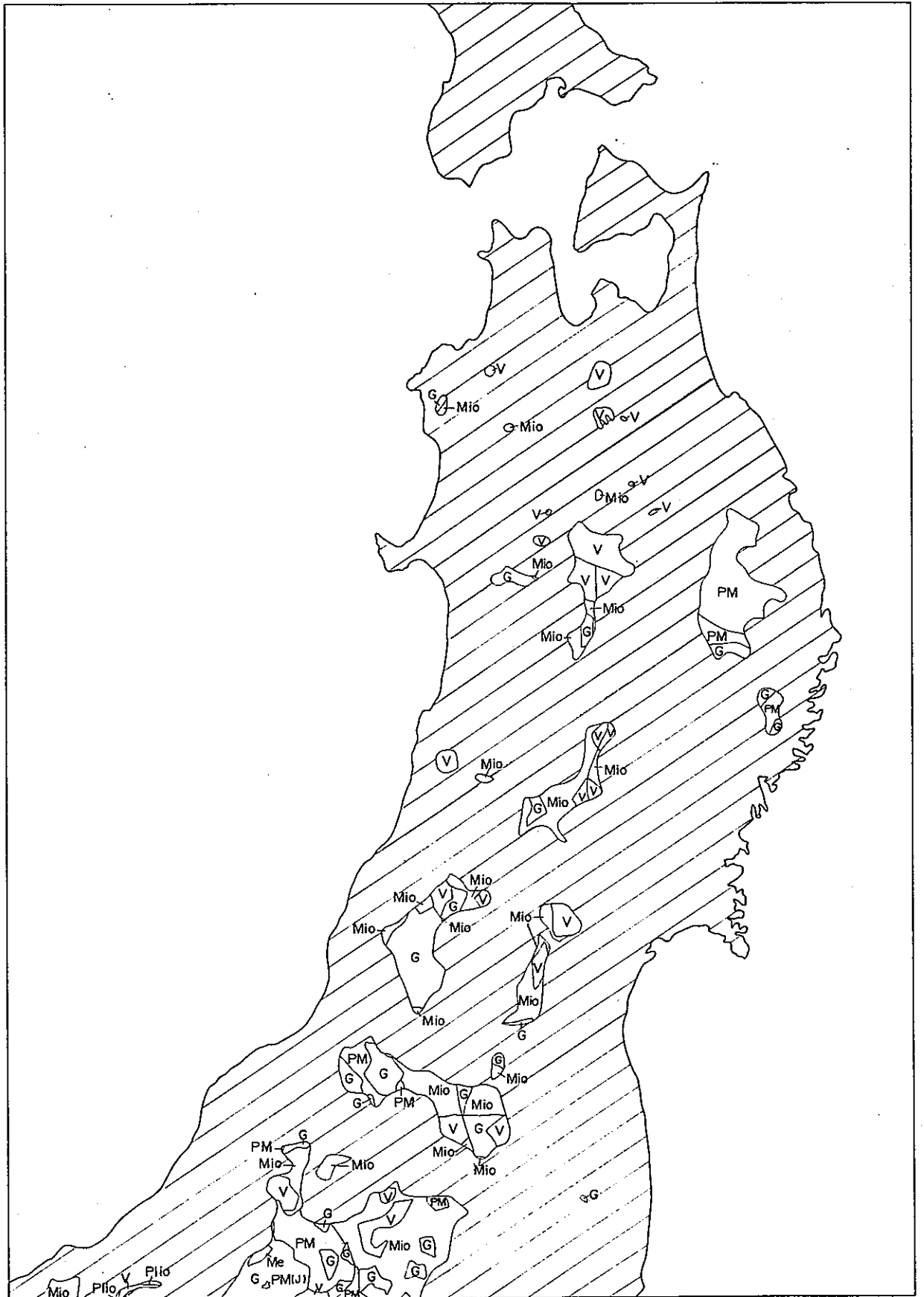


図-2.3.4(2) 東北の水平地質断面図 +1,000m

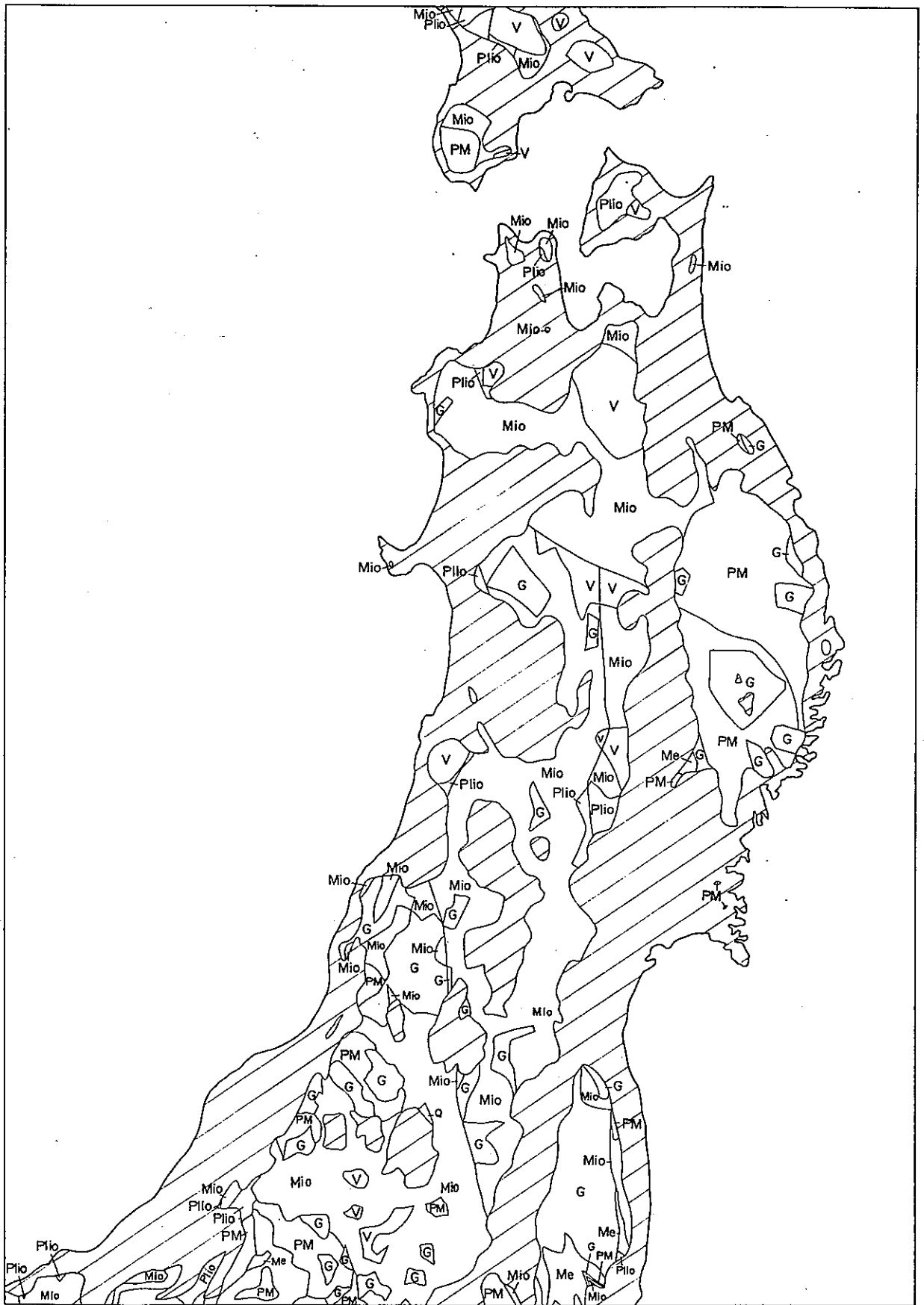


図-2.3.4(3) 東北の水平地質断面図 +500m

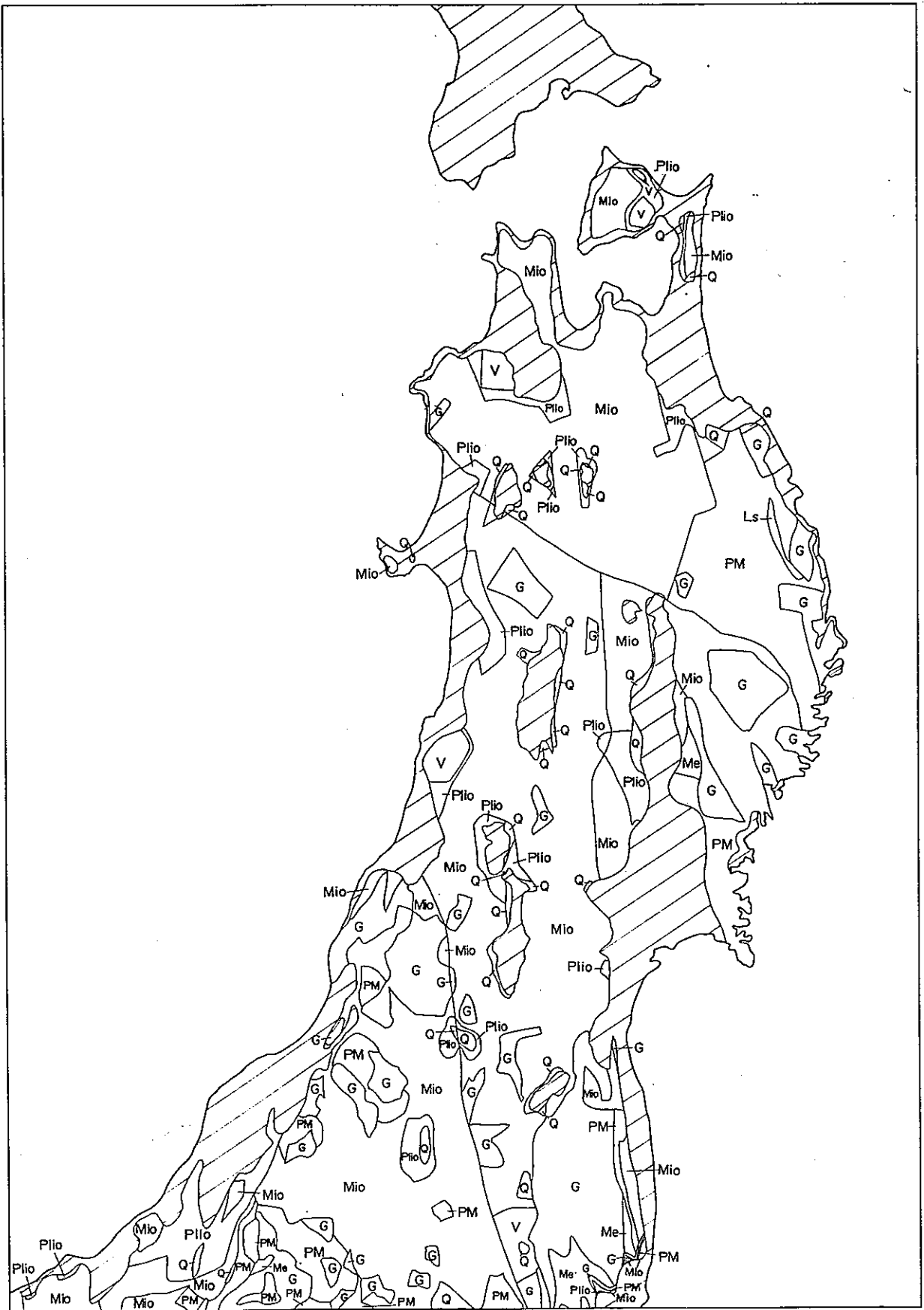


図-2.3.4(4) 東北の水平地質断面図 +200m

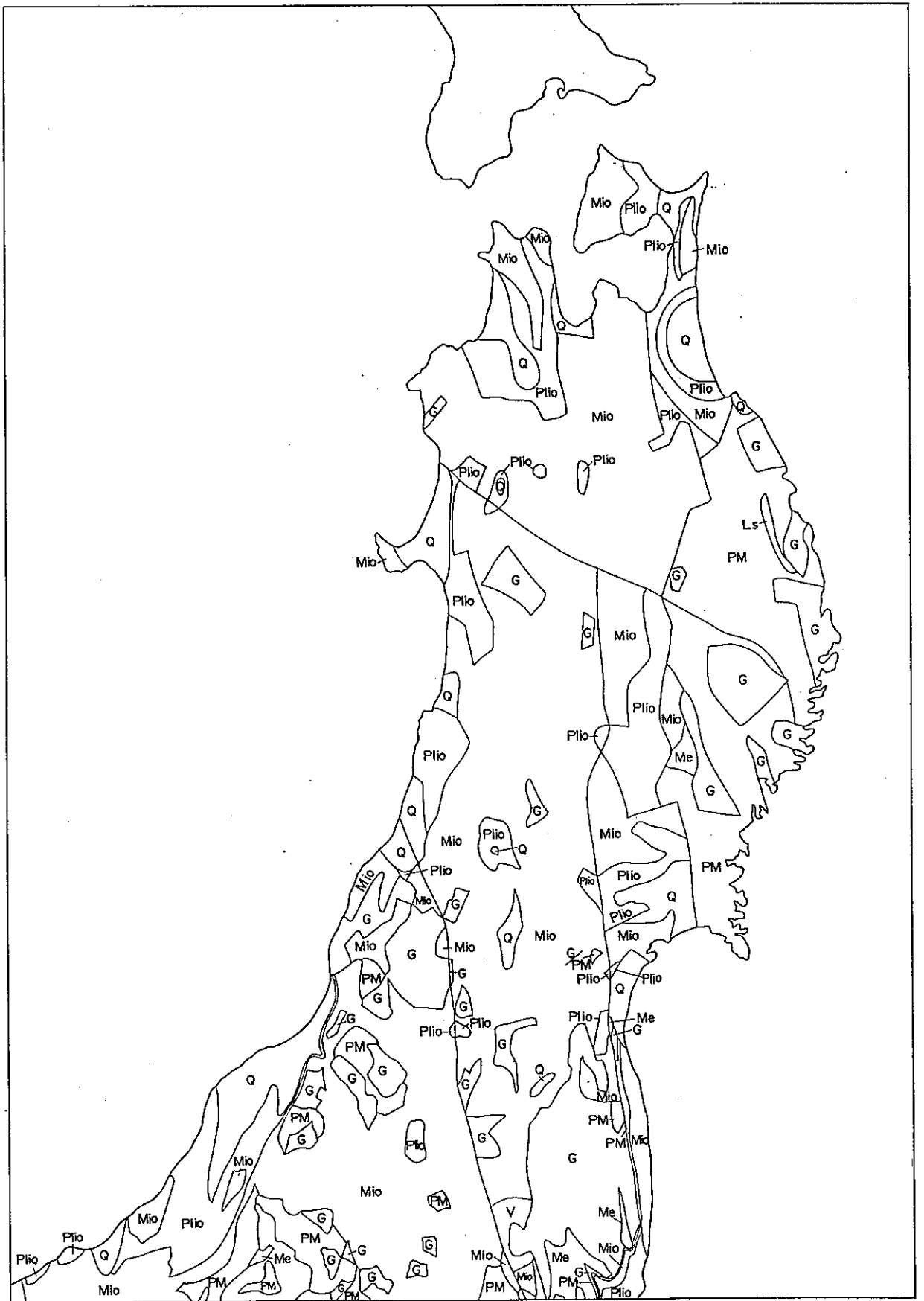


図-2.3.4(5) 東北の水平地質断面図 0m

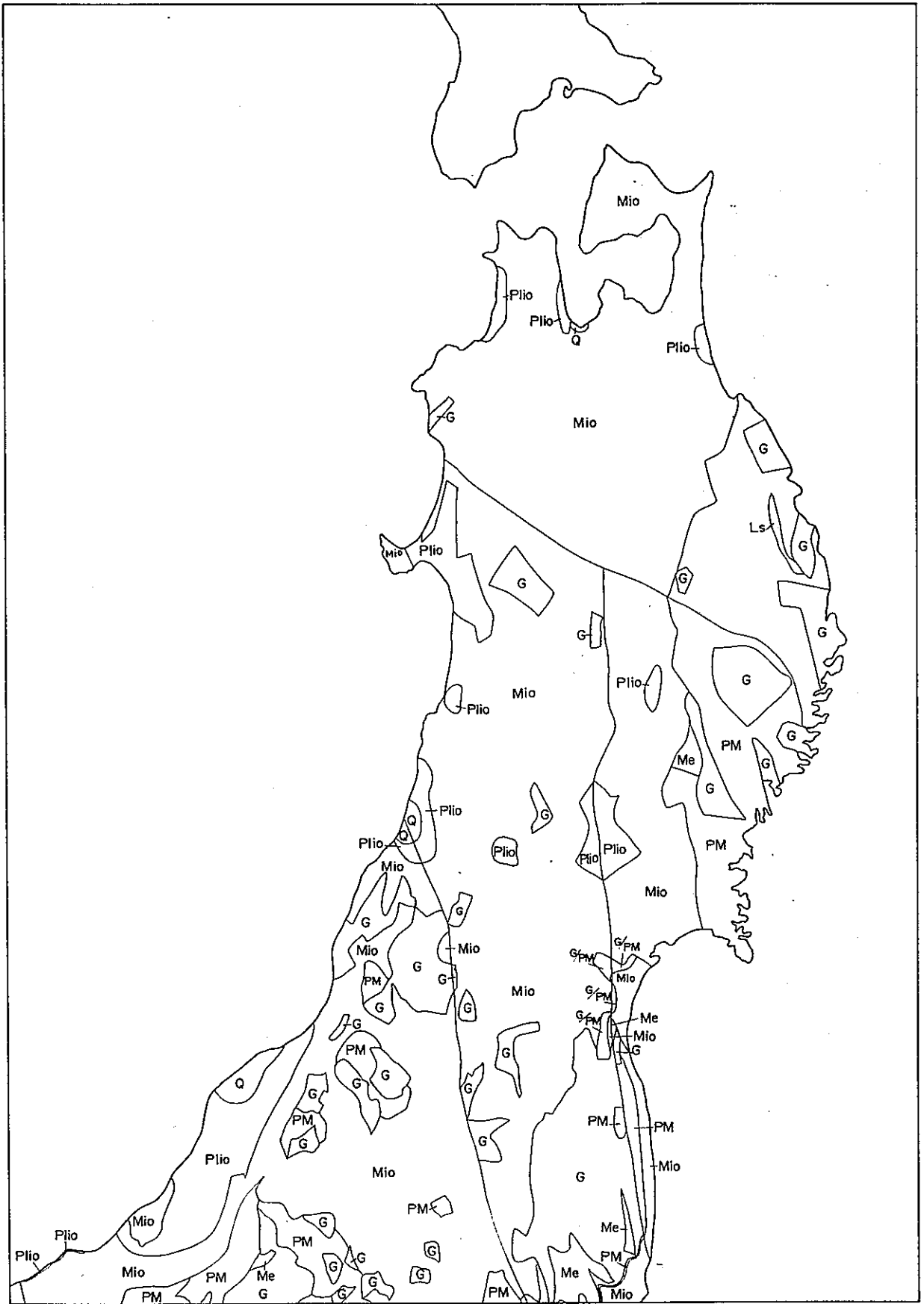


図-2.3.4(6) 東北の水平地質断面図 -500m

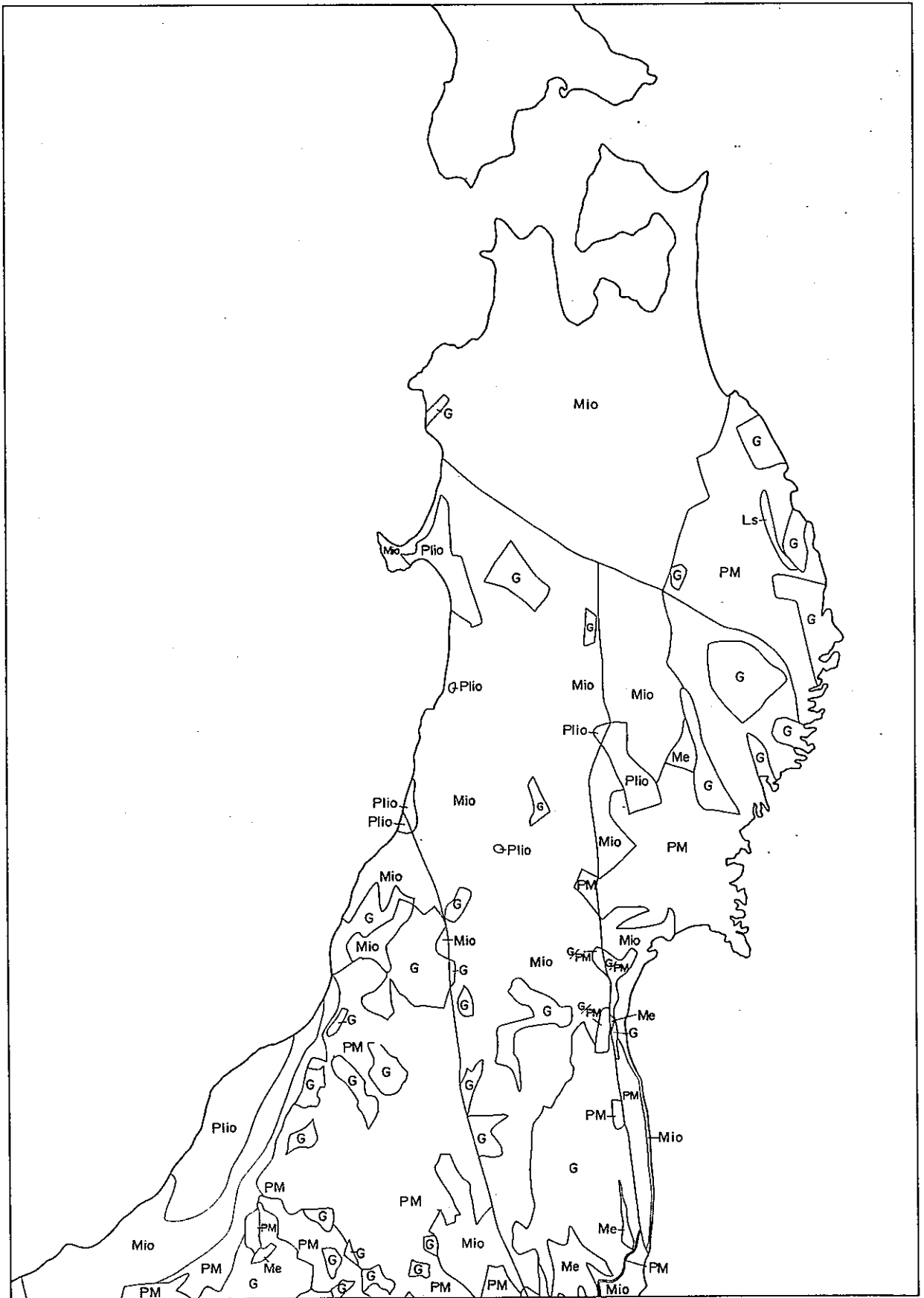


図-2.3.4(7) 東北の水平地質断面図 -1,000m

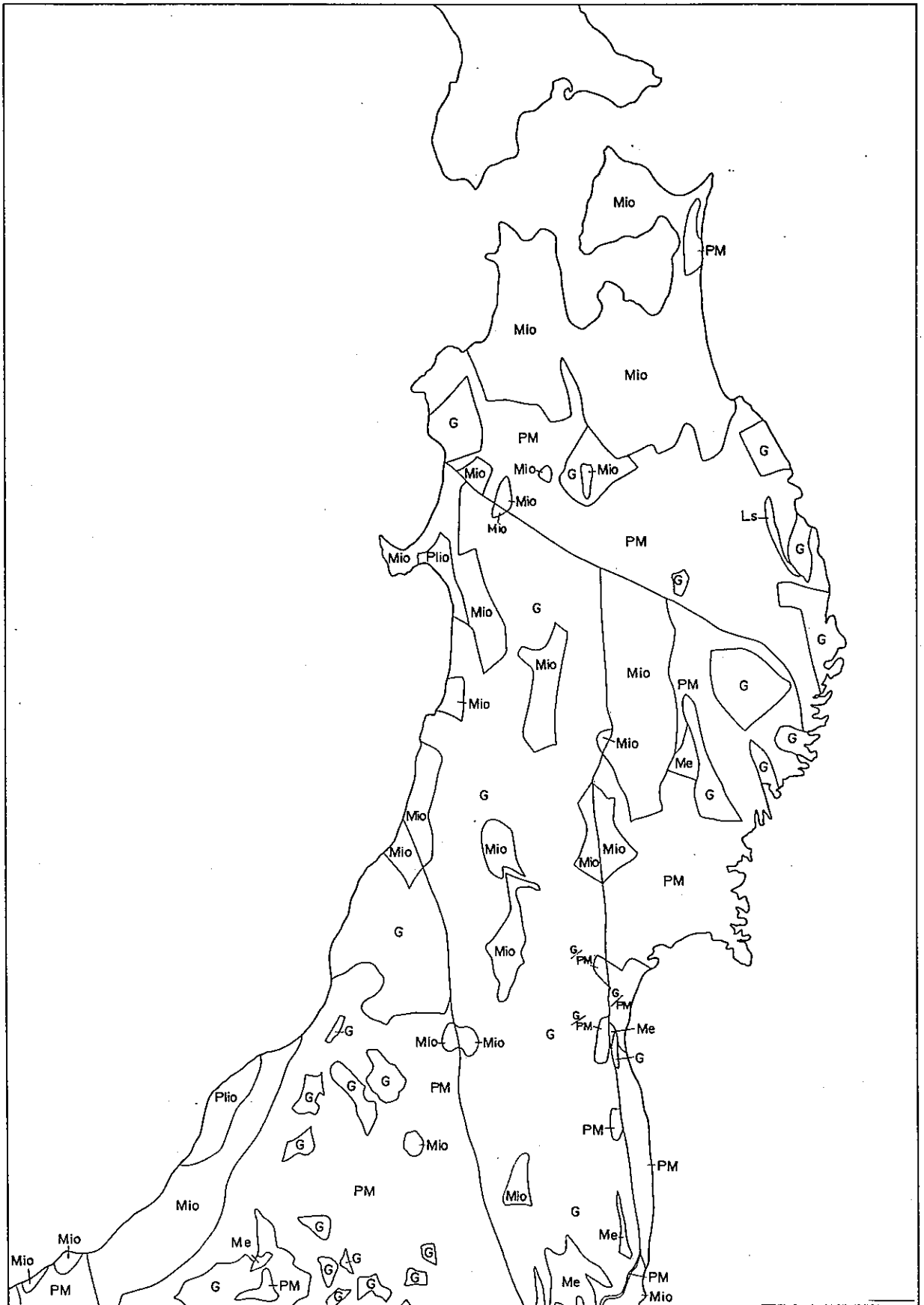


図-2.3.4(8) 東北の水平地質断面図 -2,000m

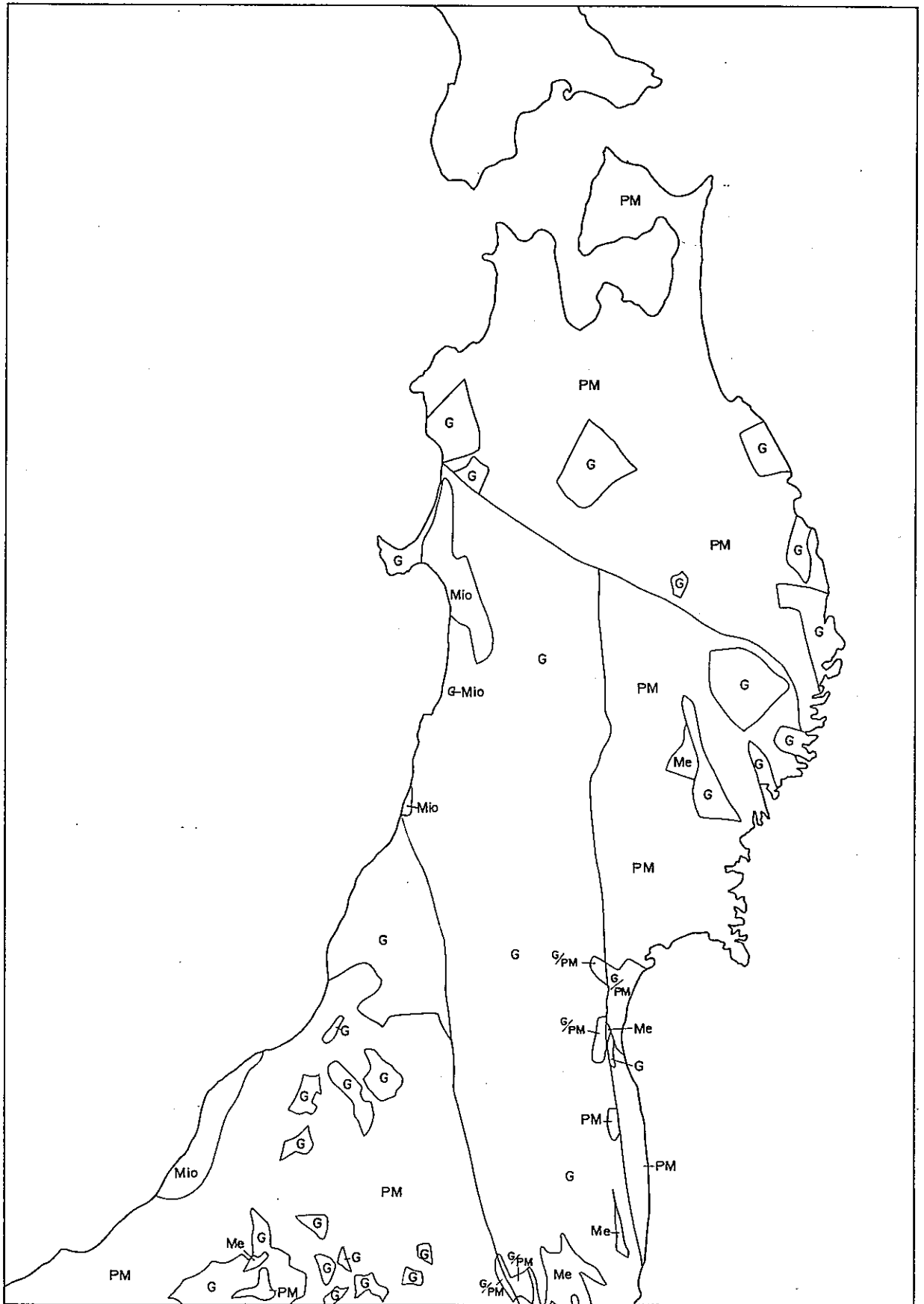


図-2.3.4(9) 東北の水平地質断面図 -4,000m

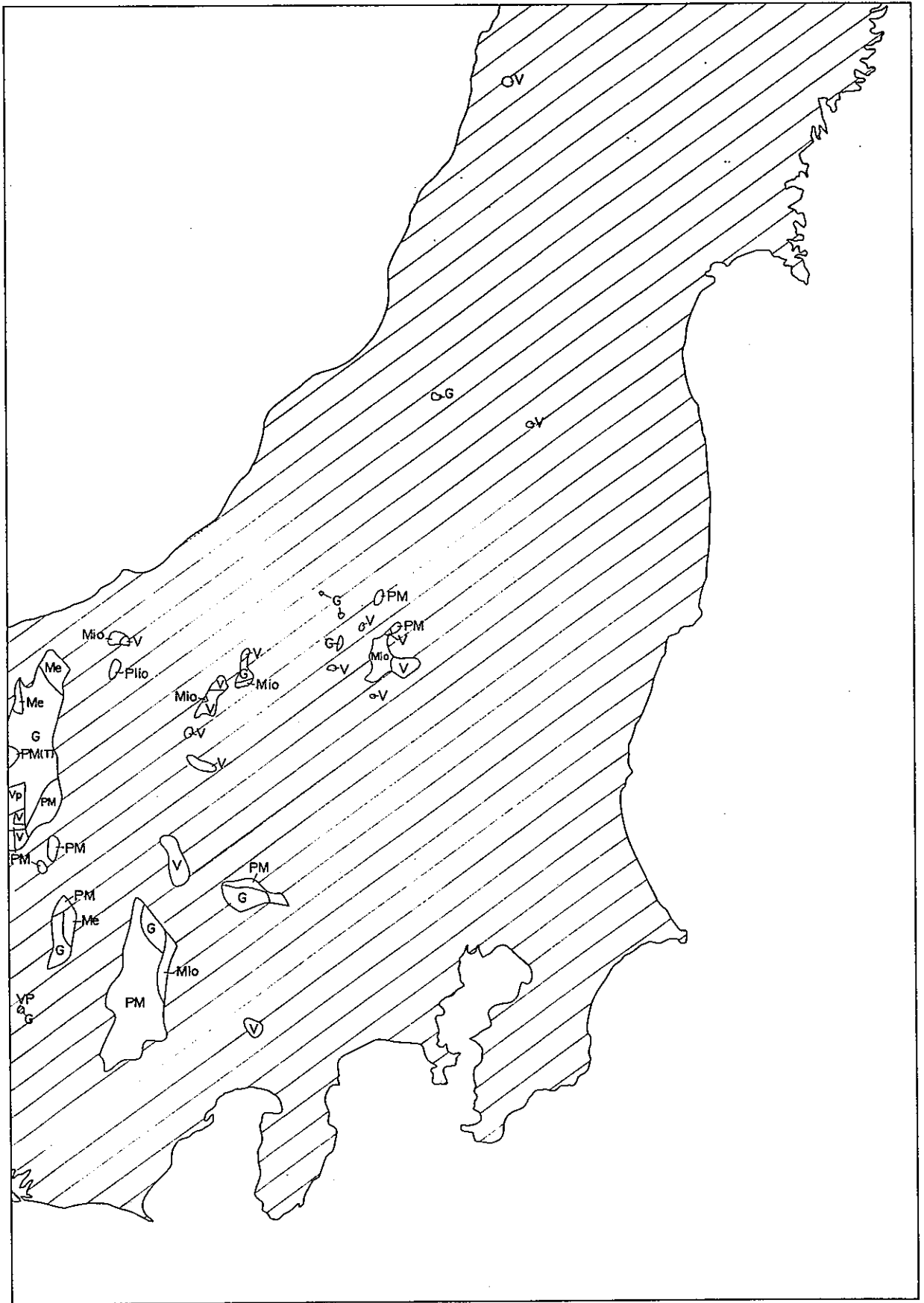


図-2.3.5(1) 関東の水平地質断面図 +2,000m

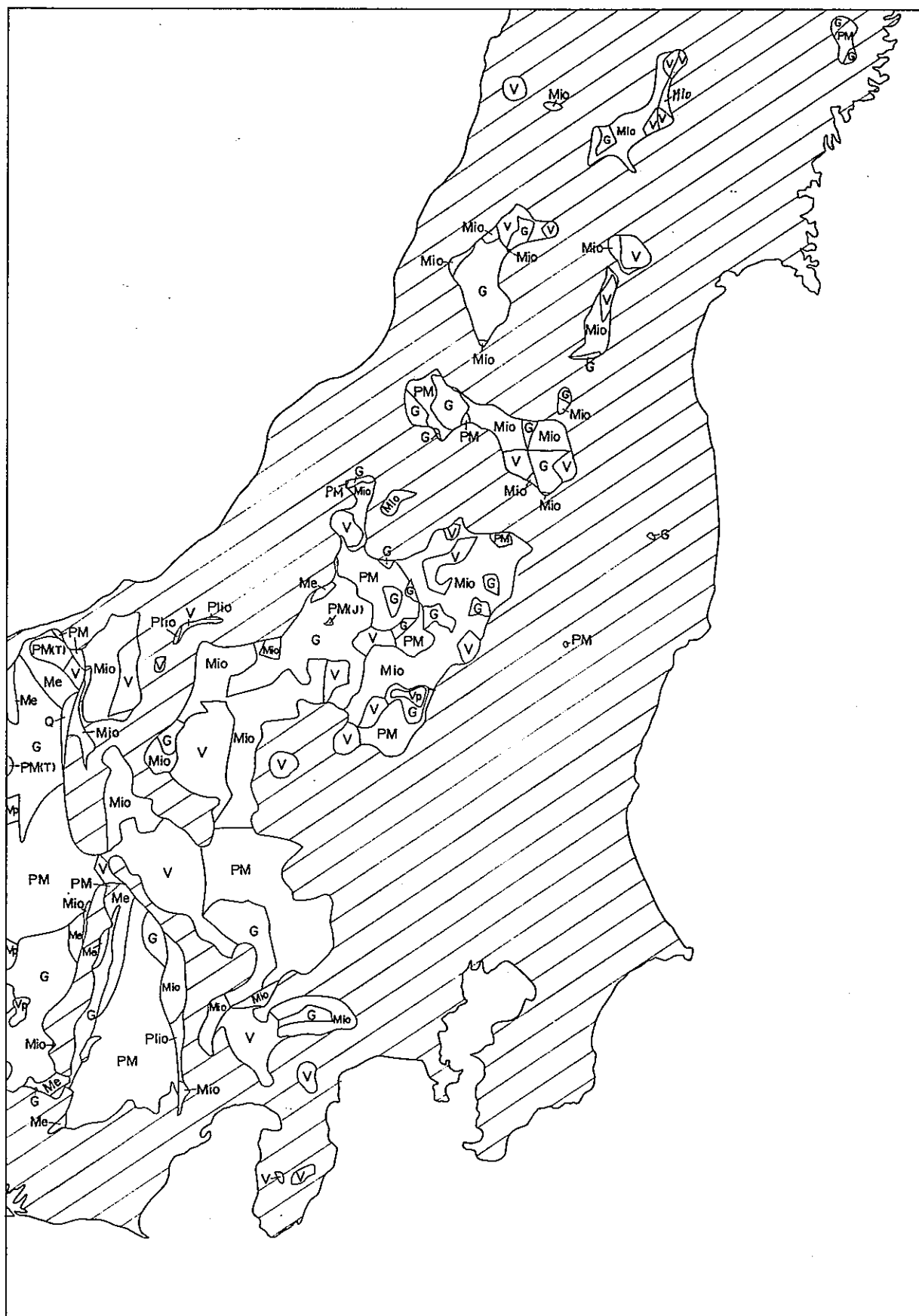


図-2.3.5(2) 関東の水平地質断面図 +1,000m

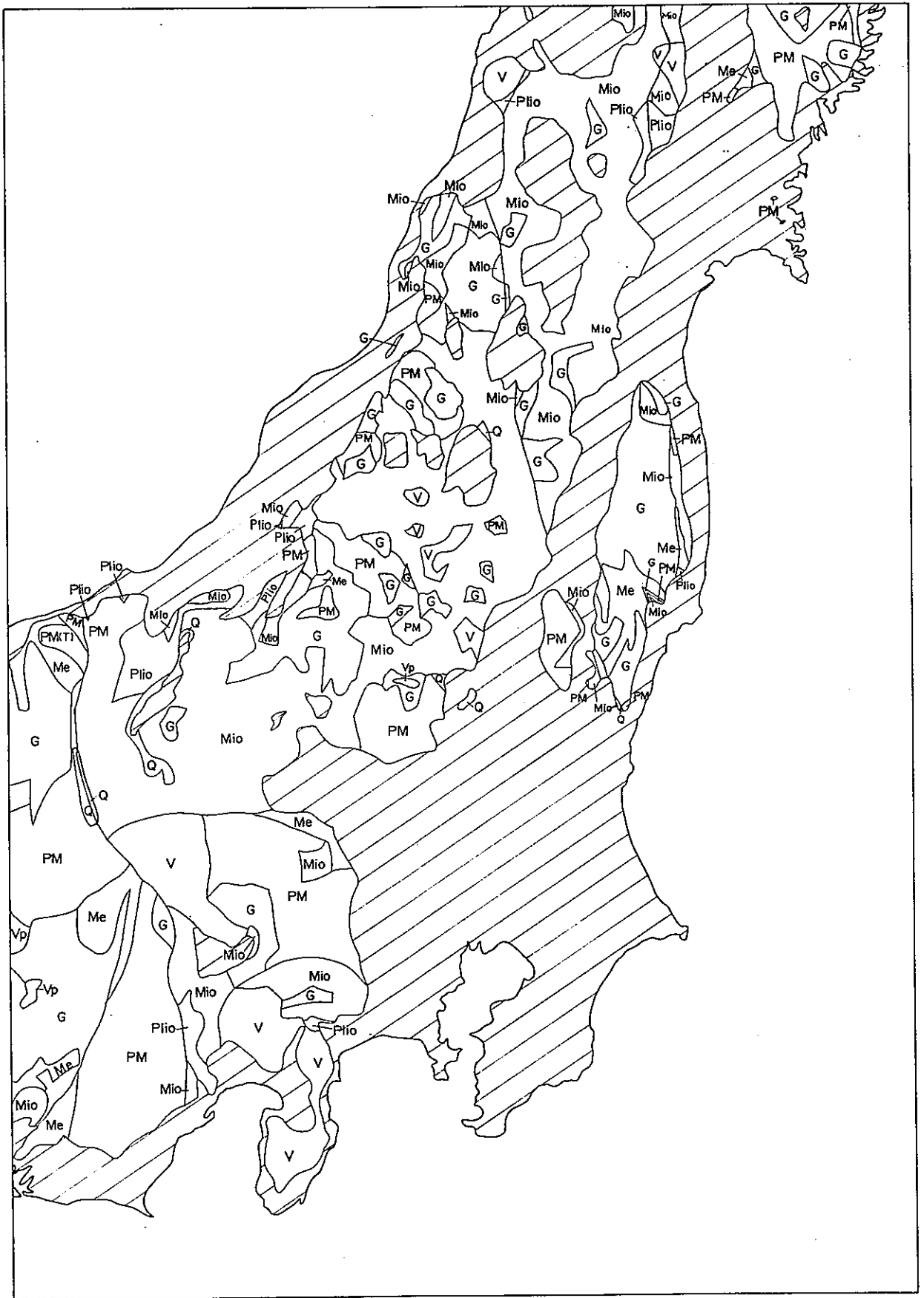


図-2.3.5(3) 関東の水平地質断面図 +500m

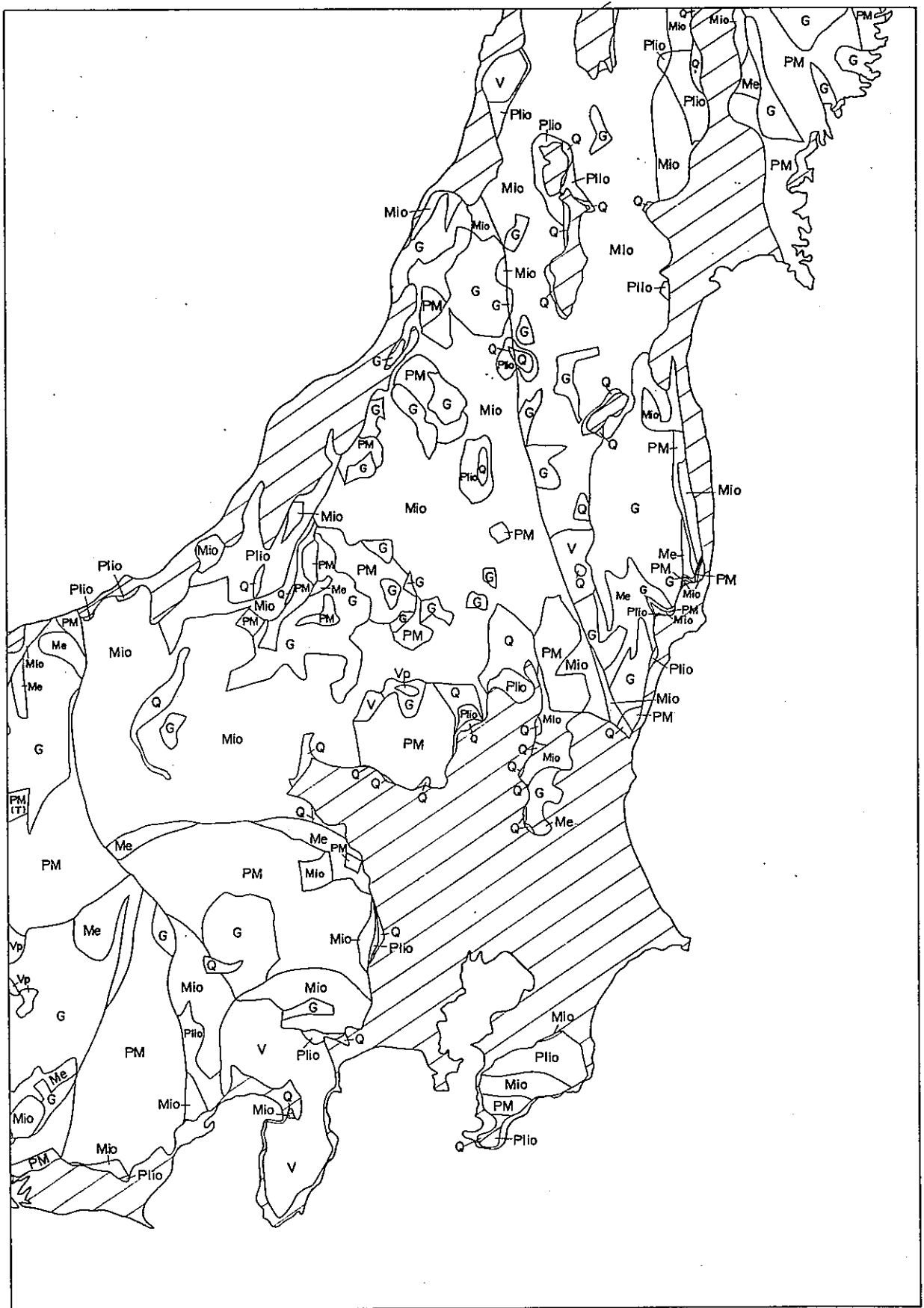


図-2.3.5(4) 関東の水平地質断面図 +200m



図-2.3.5(5) 関東の水平地質断面図 0m



図-2.3.5(6) 関東の水平地質断面図 -500m

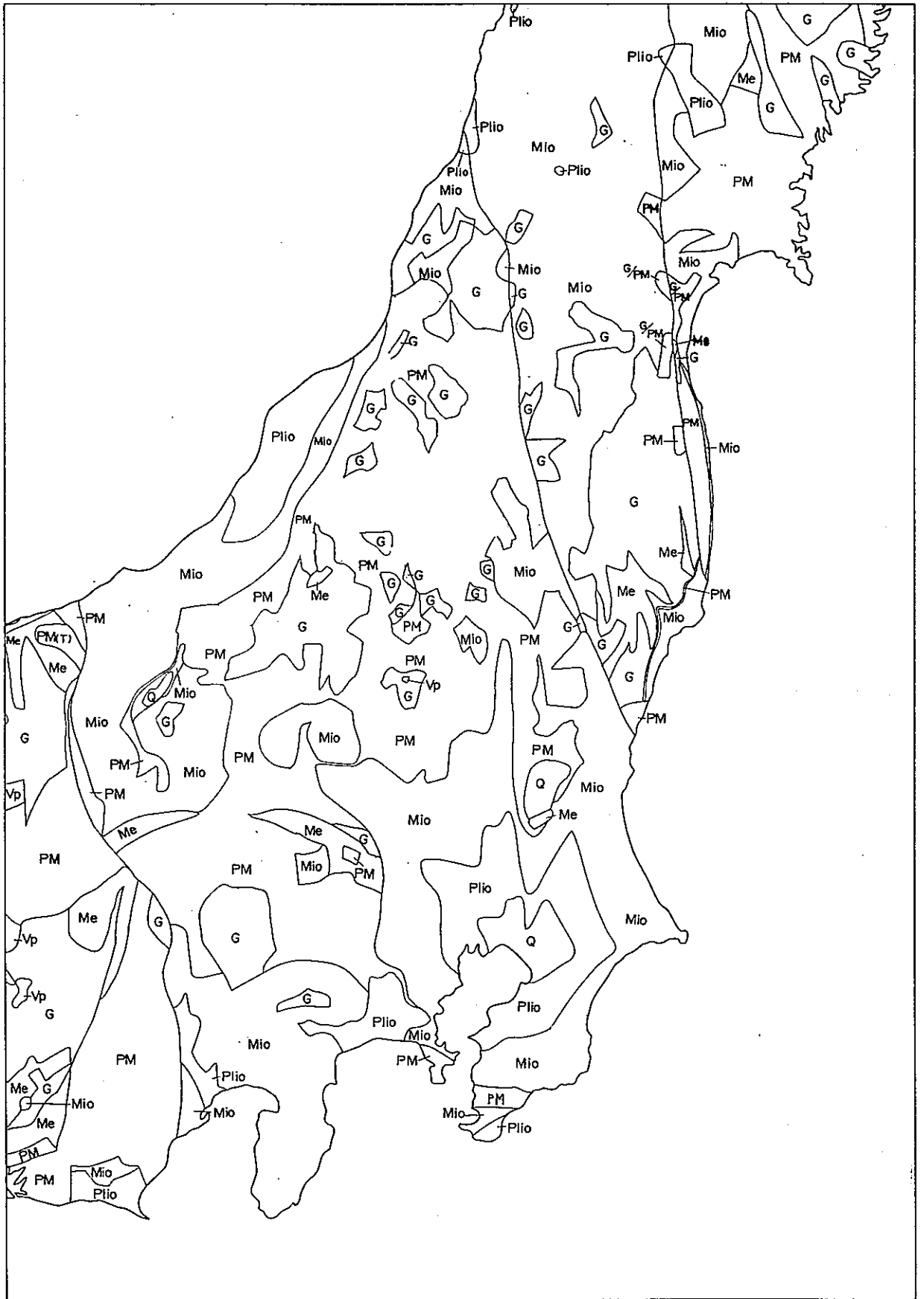


図-2.3.5(7) 関東の水平地質断面図 -1,000m

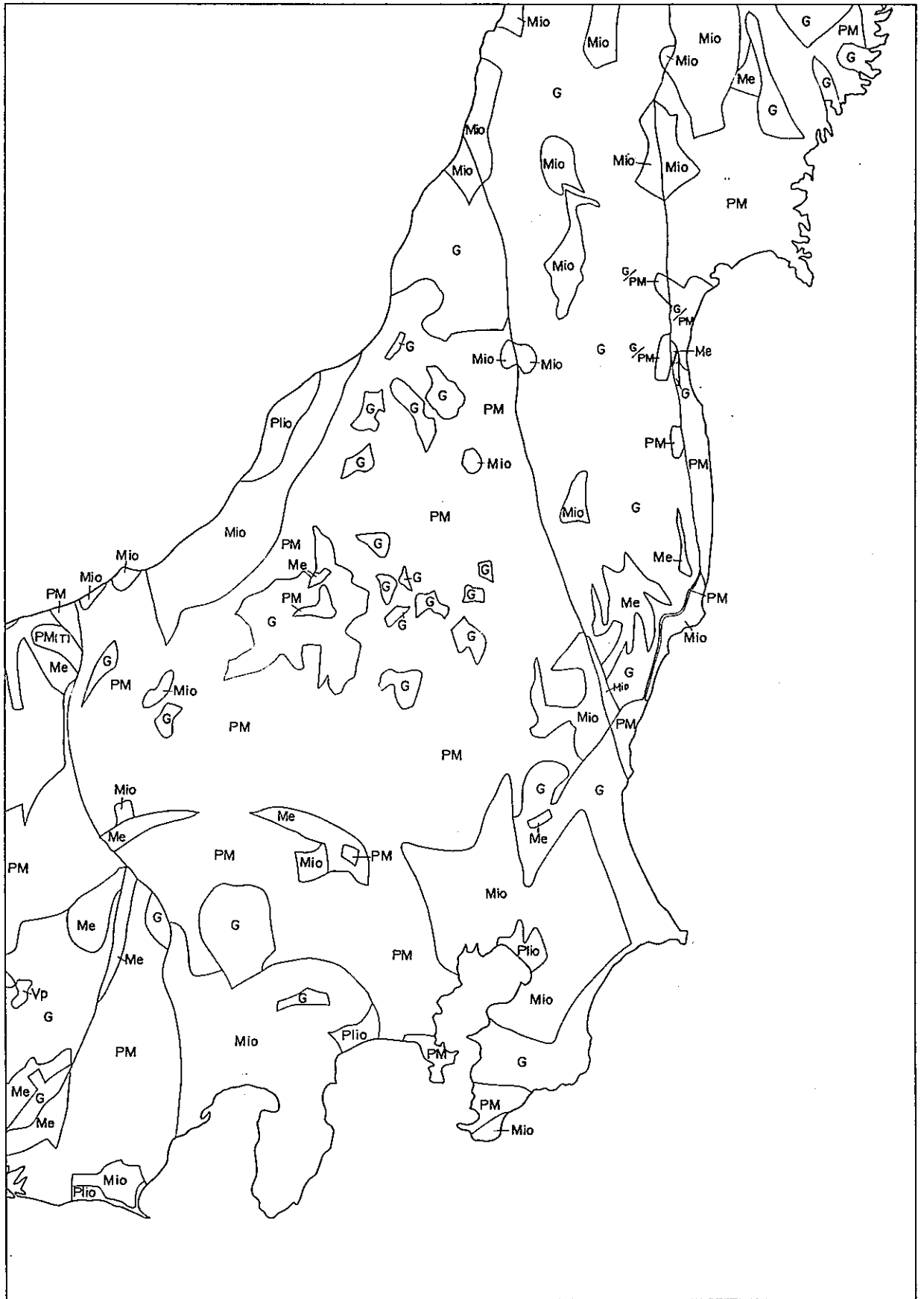


図-2.3.5(8) 関東の水平地質断面図 -2,000m

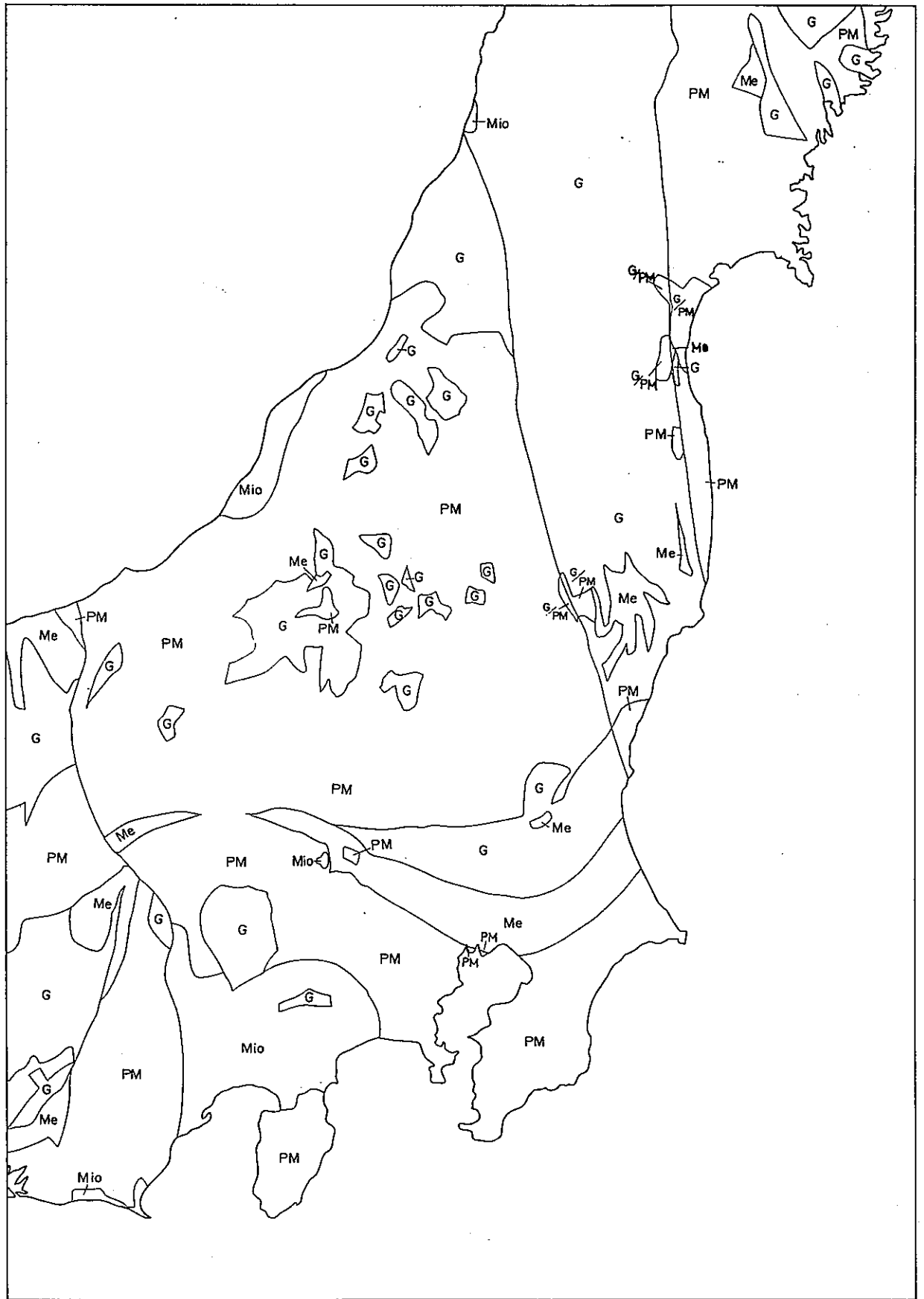


図-2.3.5(9) 関東の水平地質断面図 -4,000m

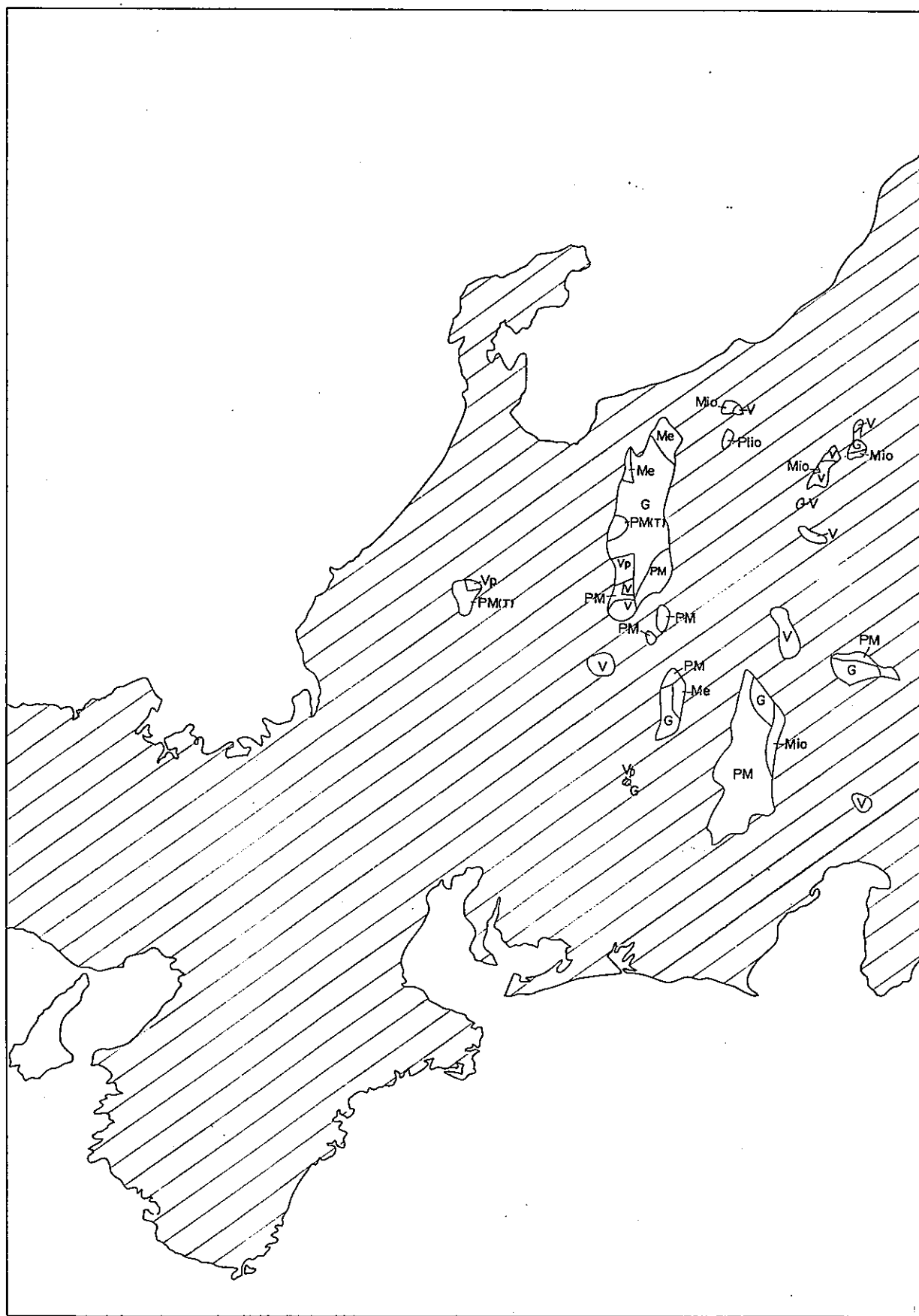


図-2.3.6(1) 中部の水平地質断面図 +2,000m

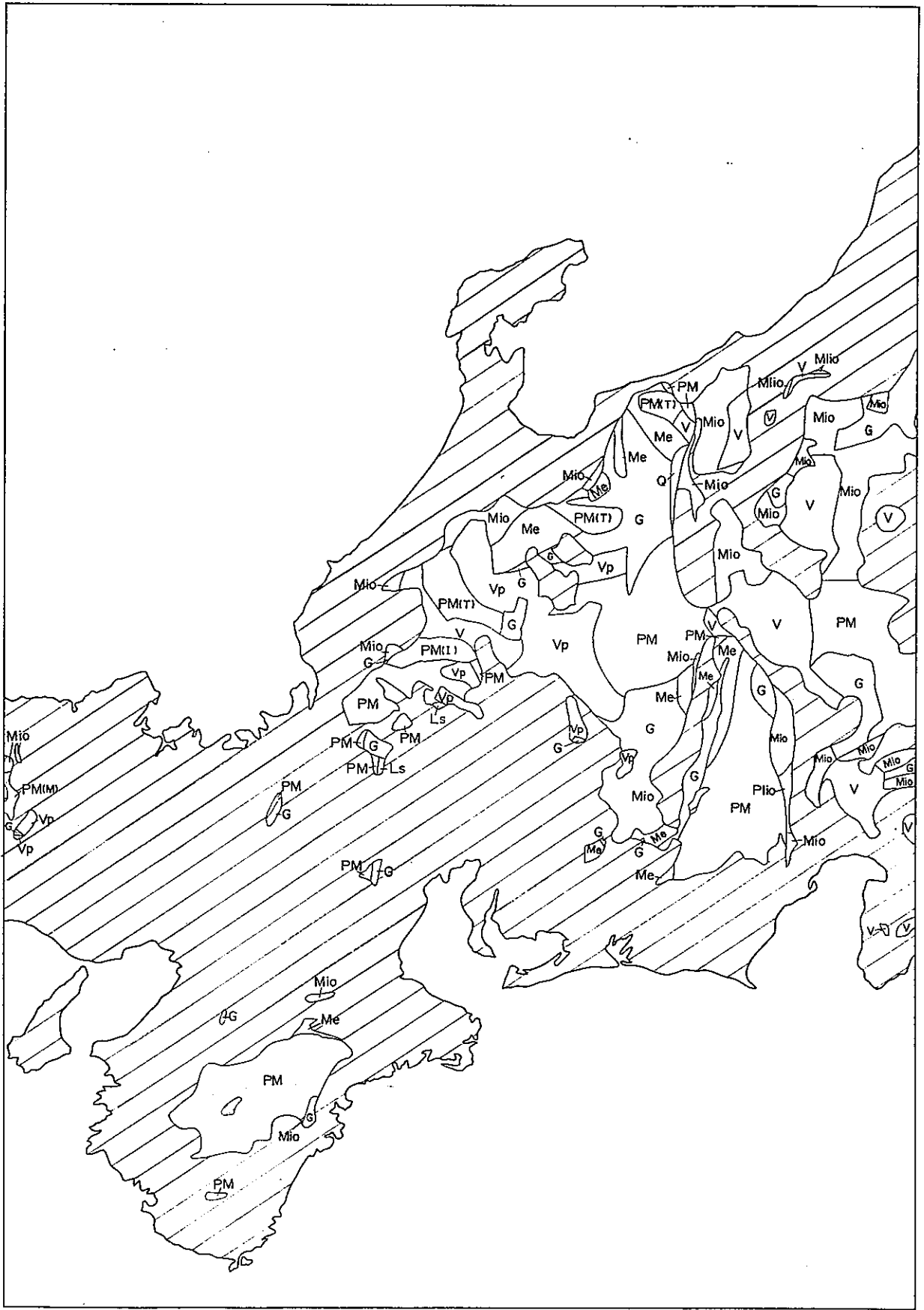


図-2.3.6(2) 中部の水平地質断面図 +1,000m



図-2.3.6(3) 中部の水平地質断面図 +500m

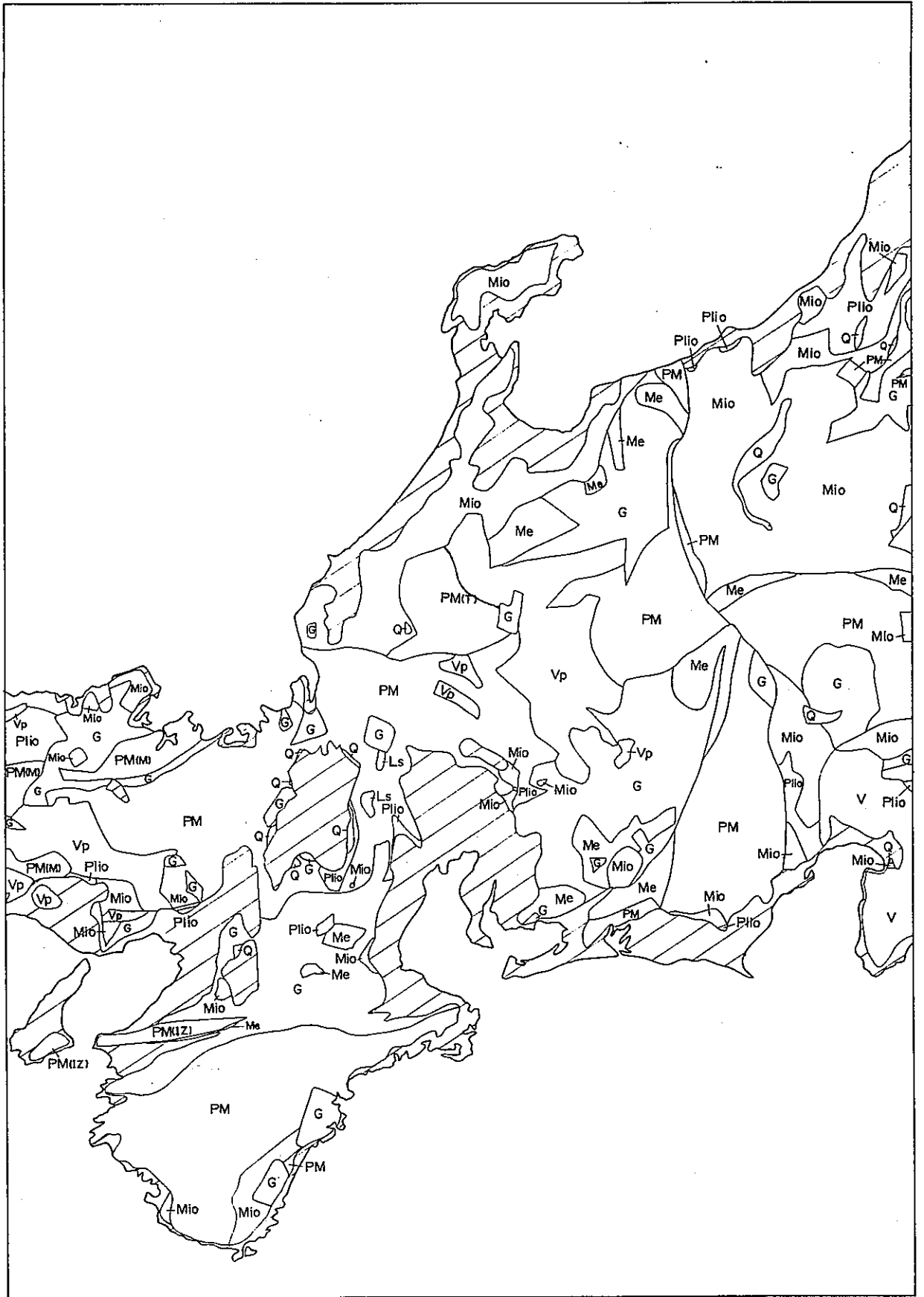


図-2.3.6(4) 中部の水平地質断面図 +200m

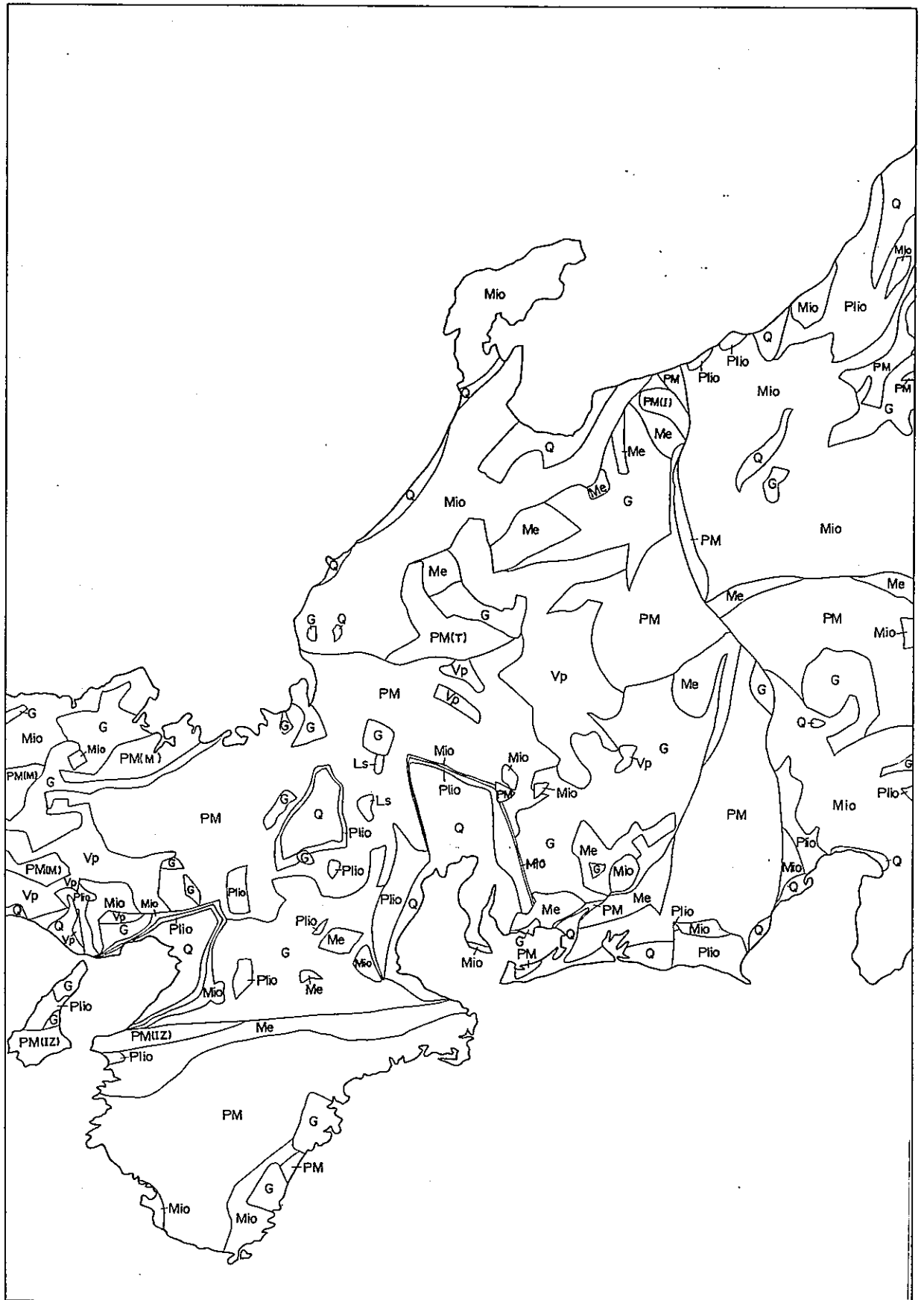


図-2.3.6(5) 中部の水平地質断面図 0m

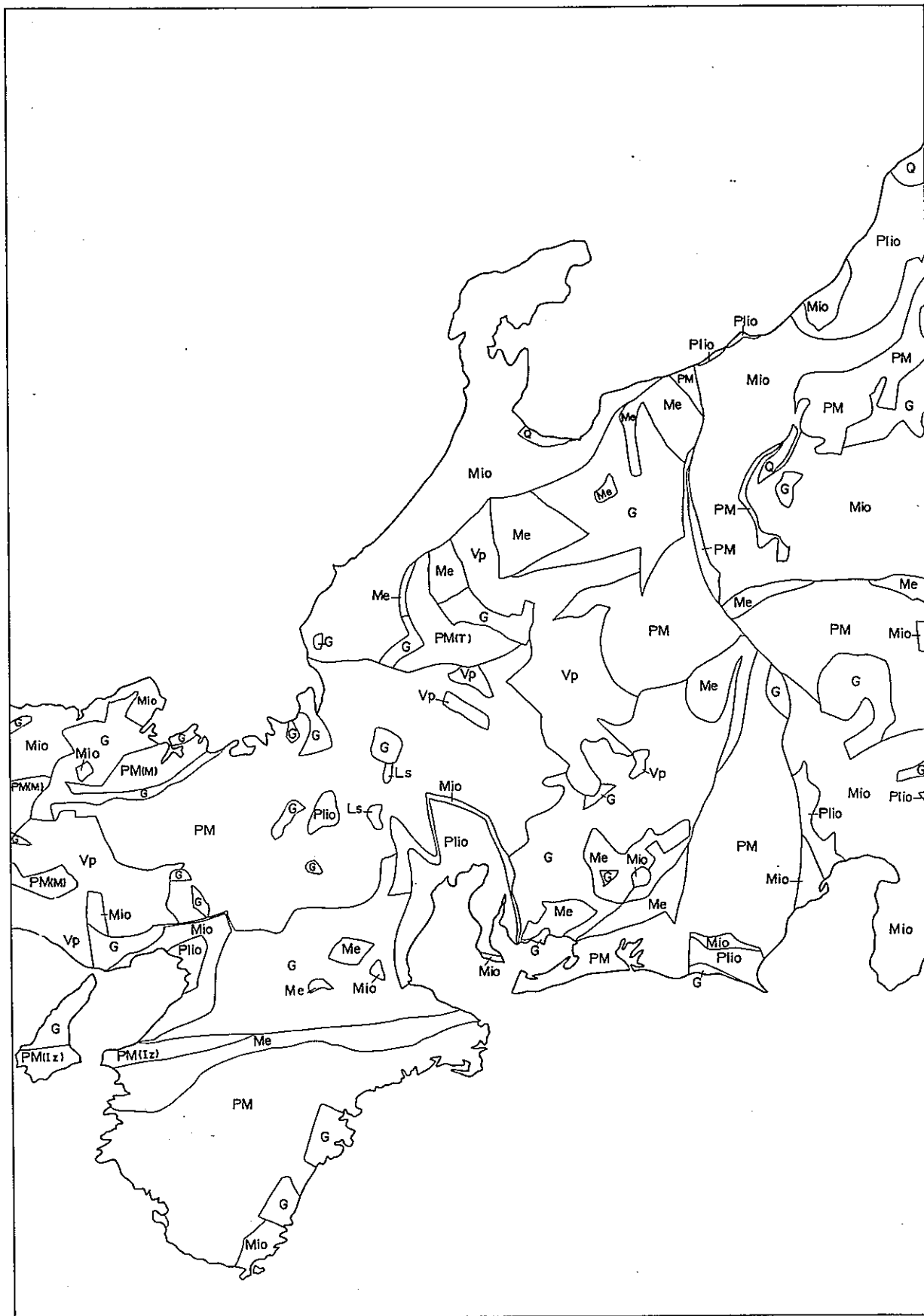


図-2.3.6(6) 中部の水平地質断面図 -500m

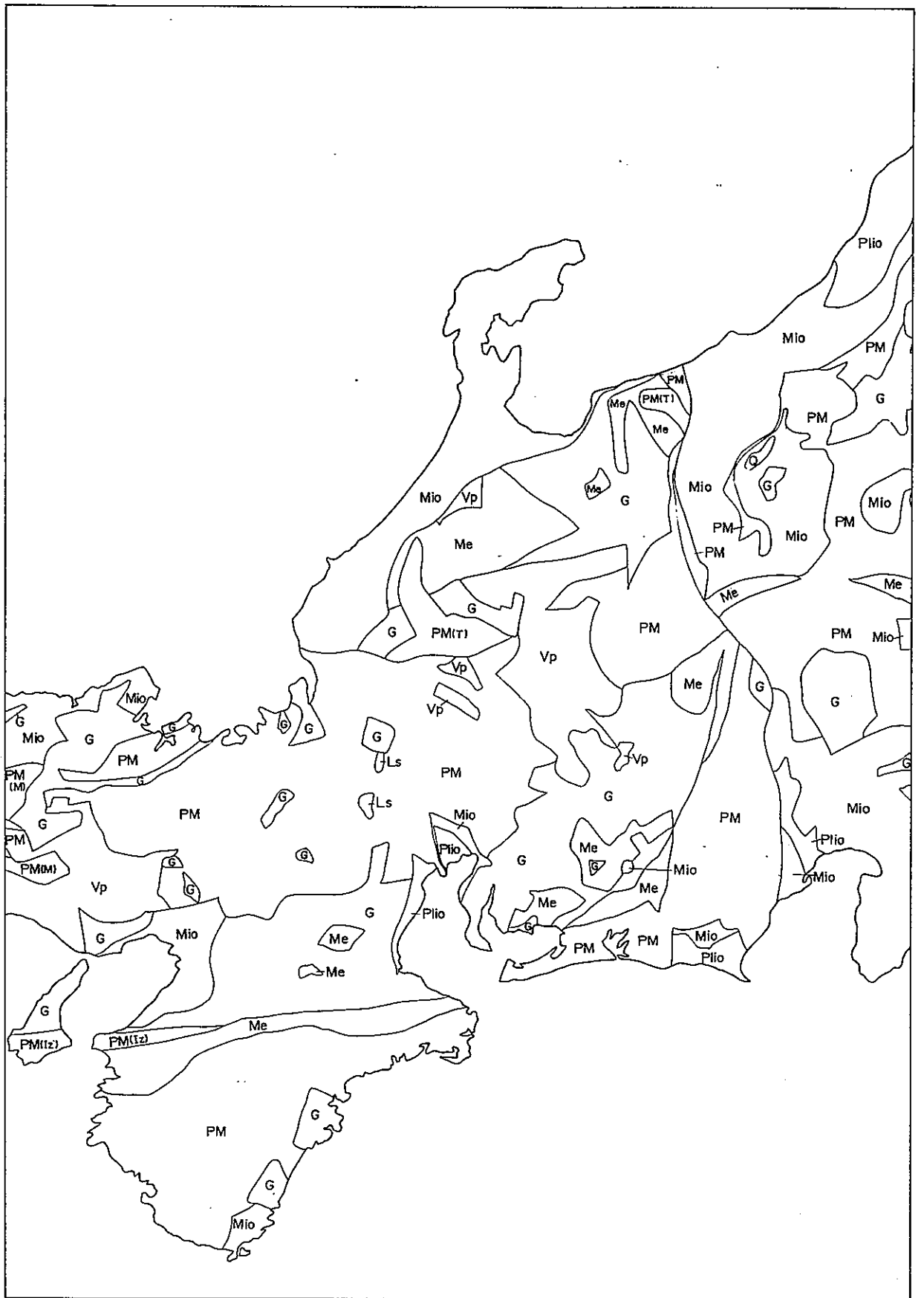


図-2.3.6(7) 中部の水平地質断面図 -1,000m

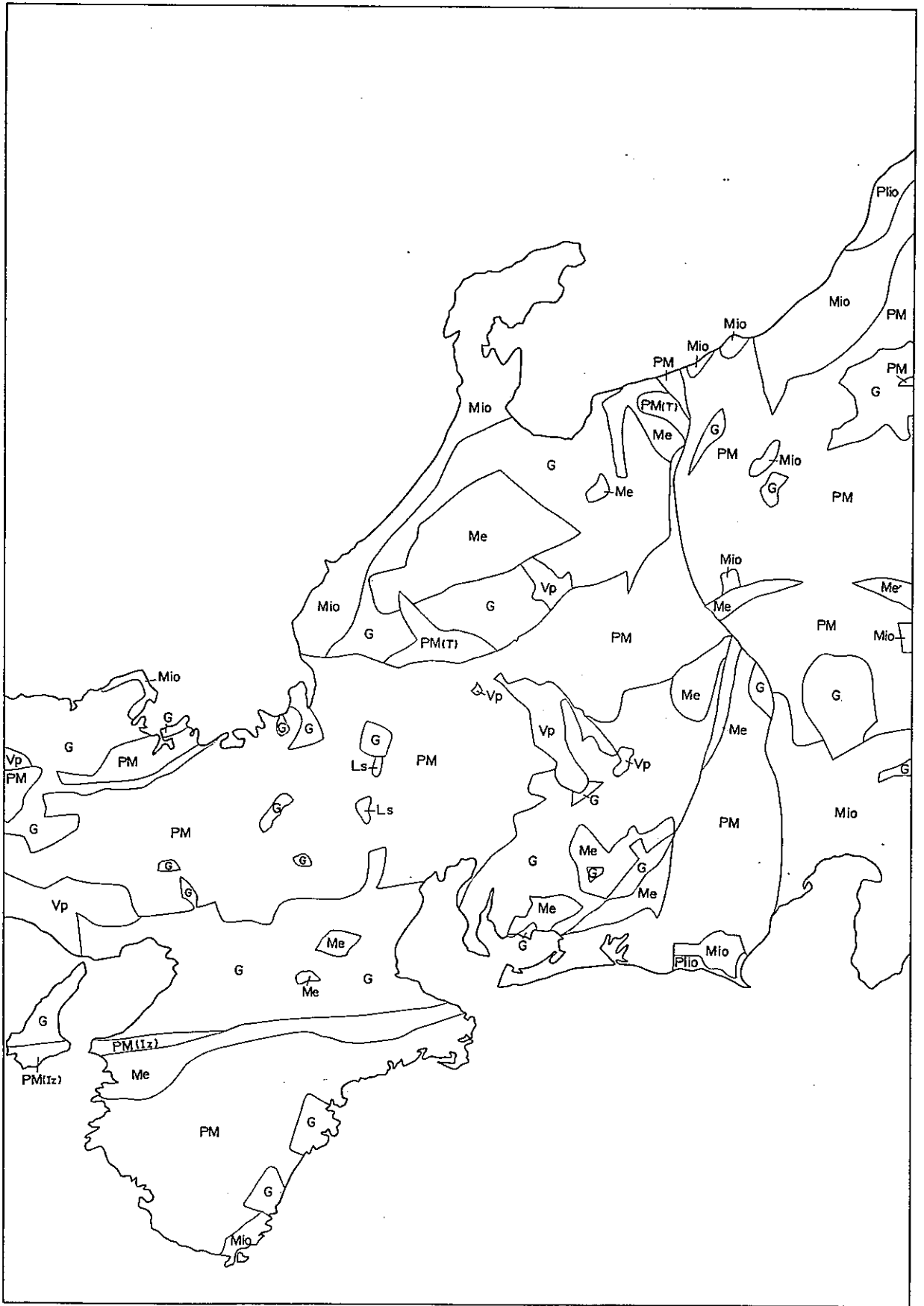


図-2.3.6(8) 中部の水平地質断面図 -2,000m

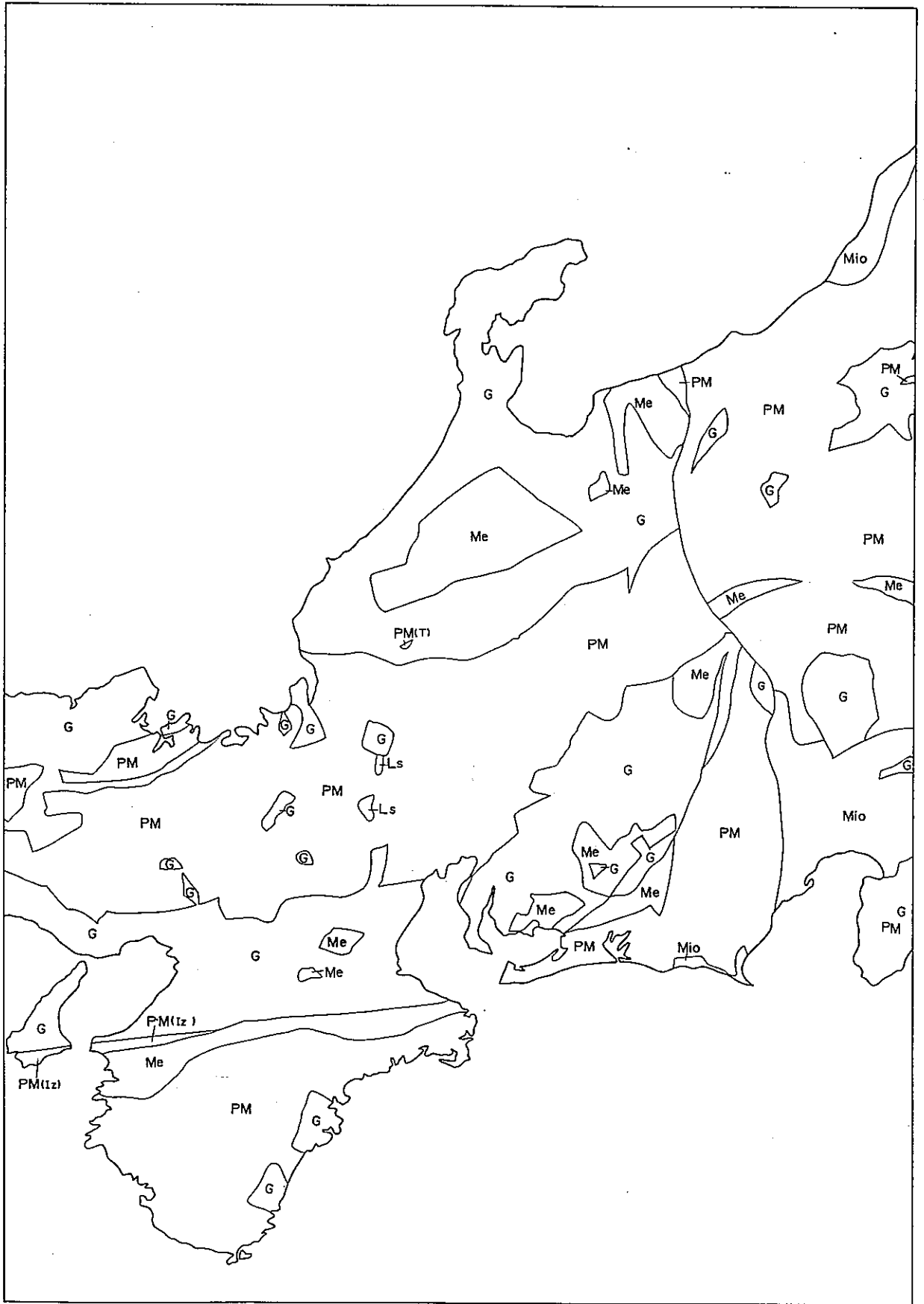


図-2.3.6(9) 中部の水平地質断面図 -4,000m

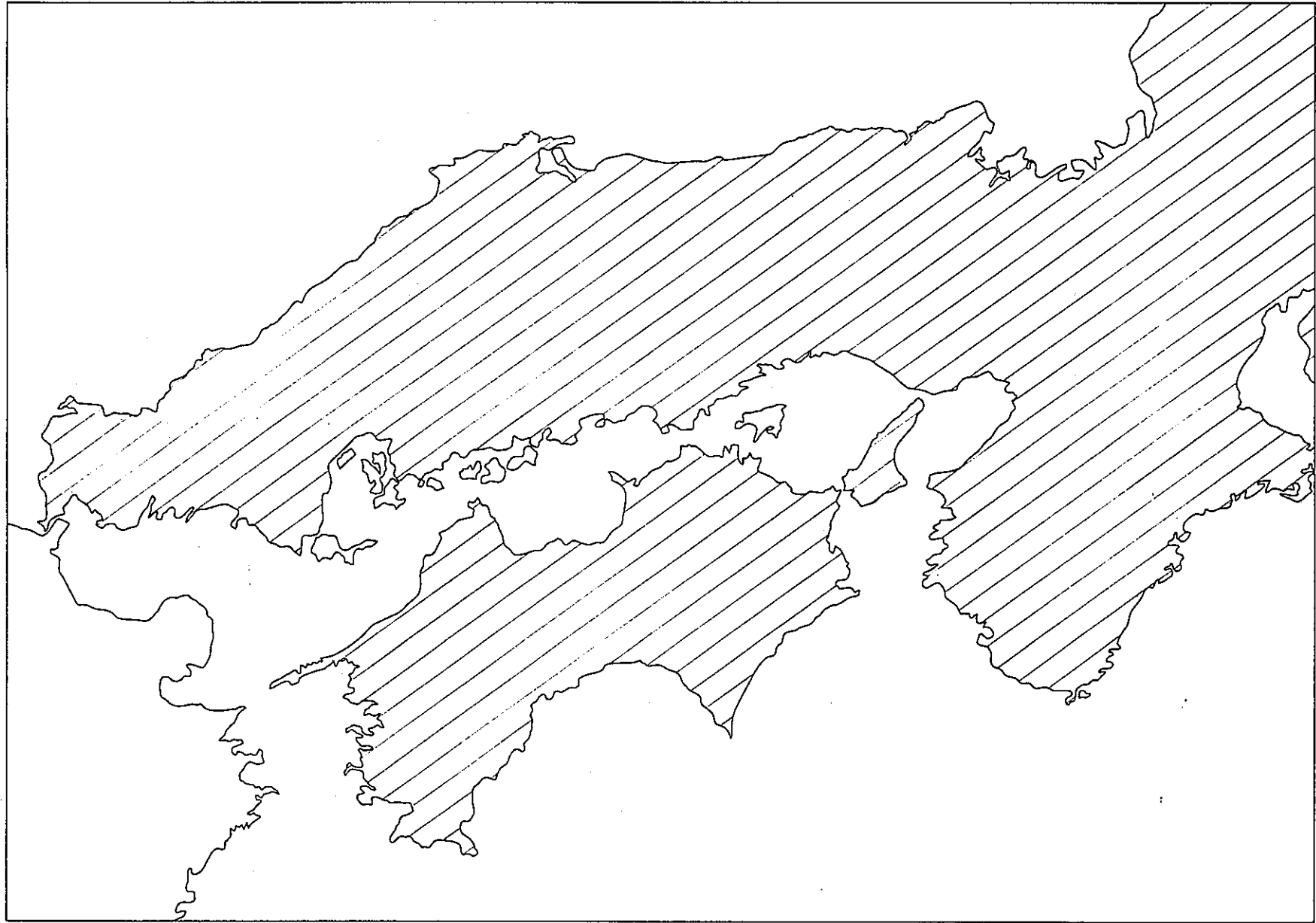


図-2.3.7(1) 中国・四国の水平地質断面図 +2,000m

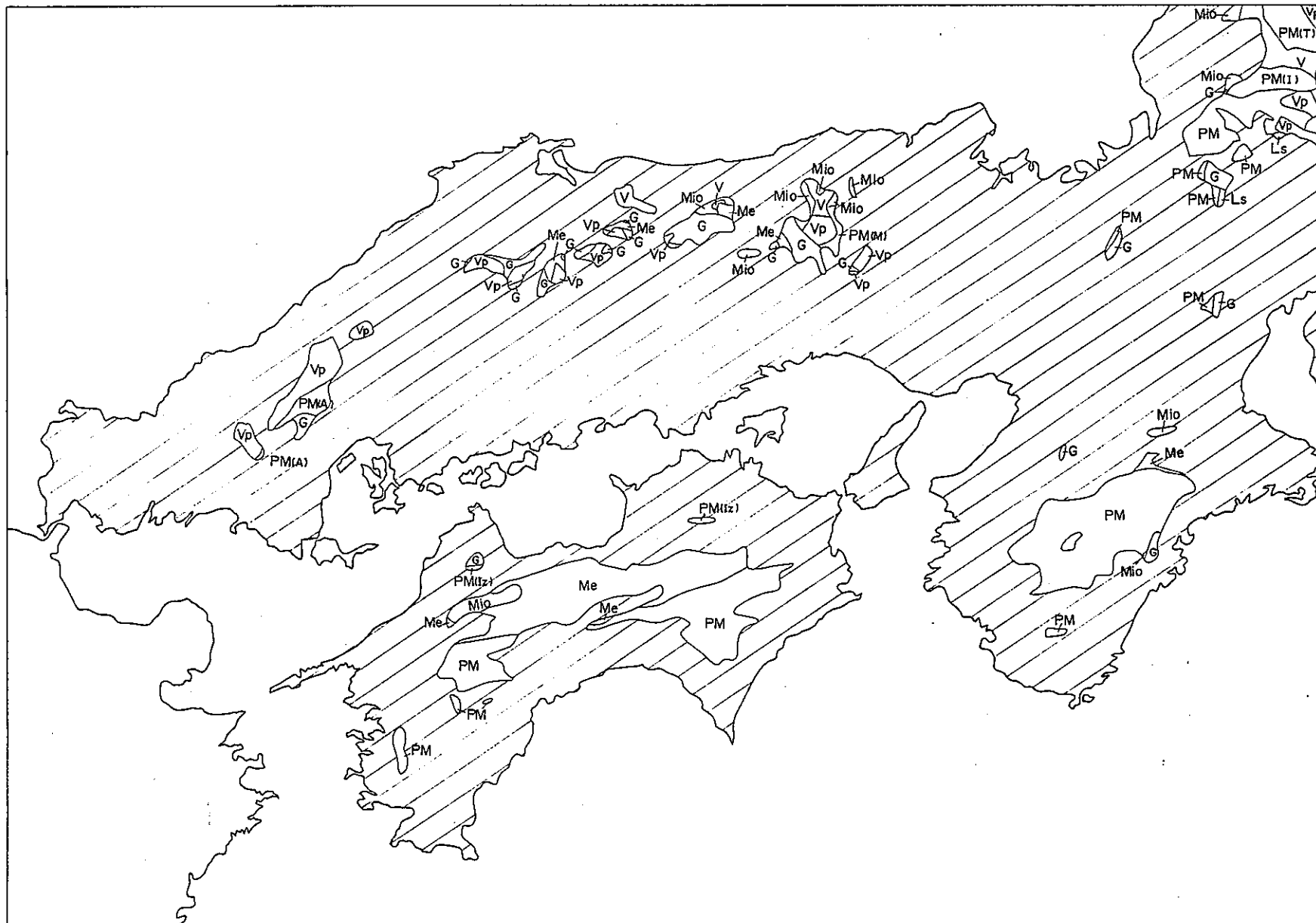


図-2.3.7(2) 中国・四国の水平地質断面図 +1,000m

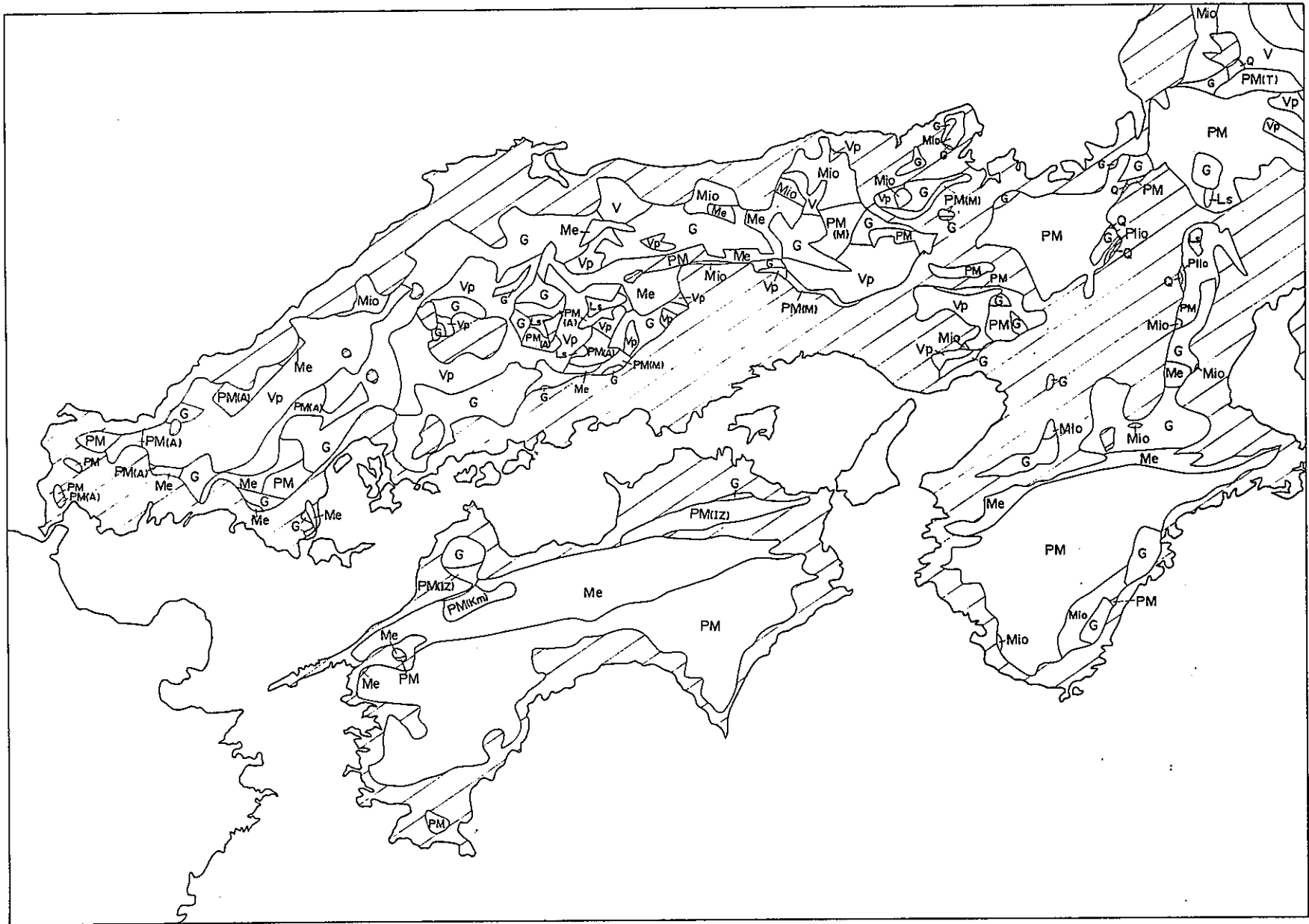


図-2.3.7(3) 中国・四国の水平地質断面図 +500m

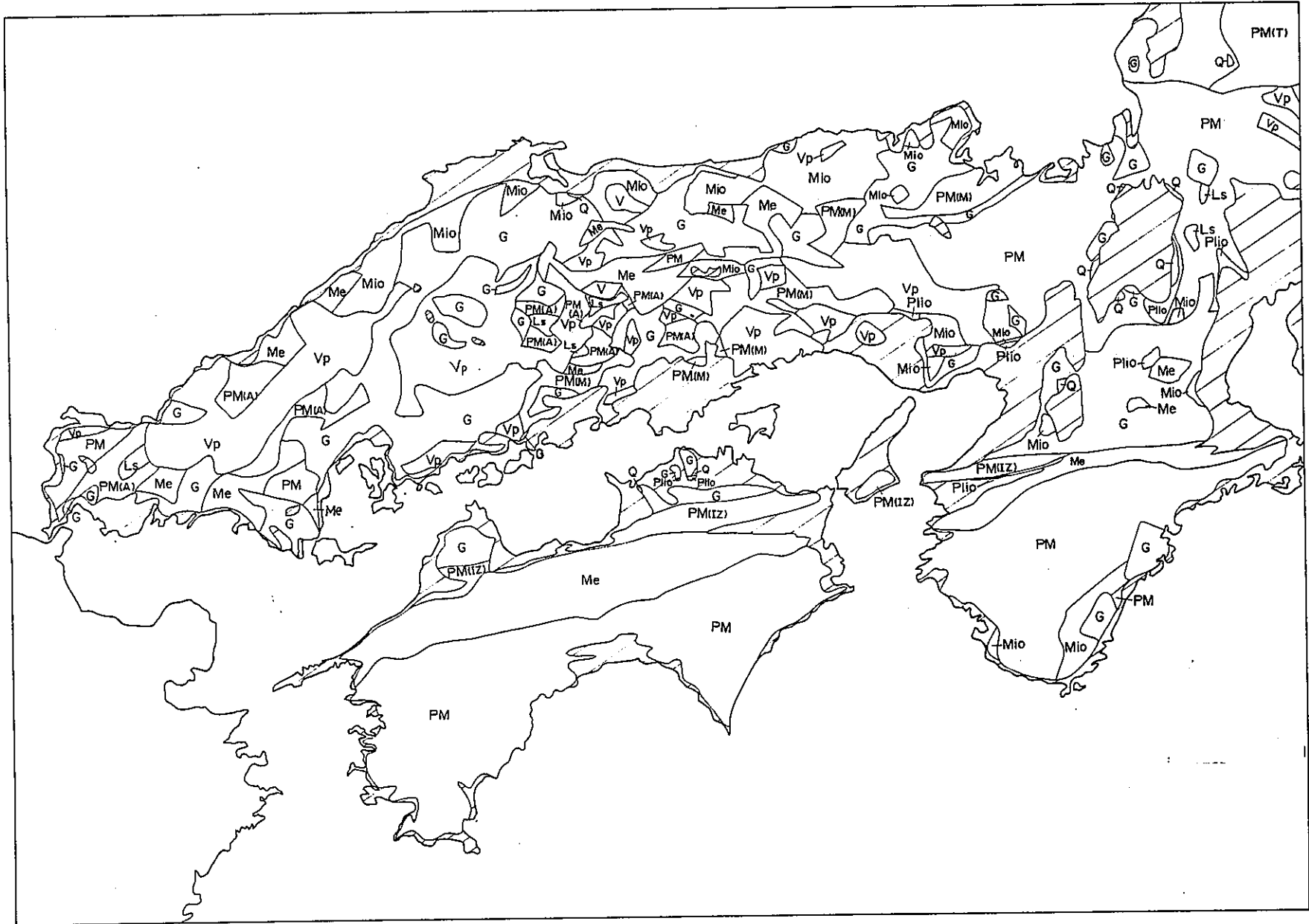


図-2.3.7(4) 中国・四国の水平地質断面図 +200m

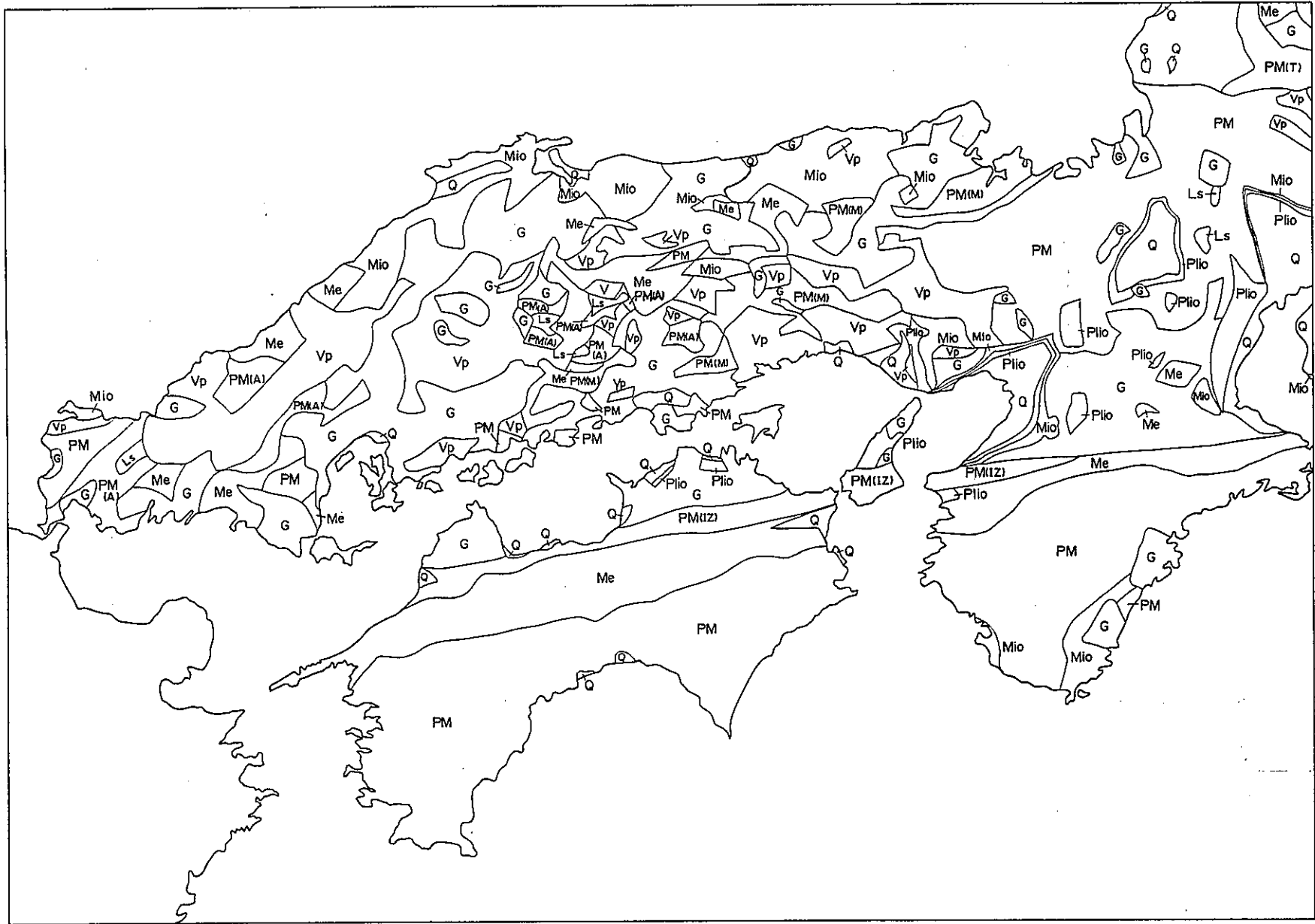


图-2.3.7(5) 中国・四国の水平地質断面図 0m

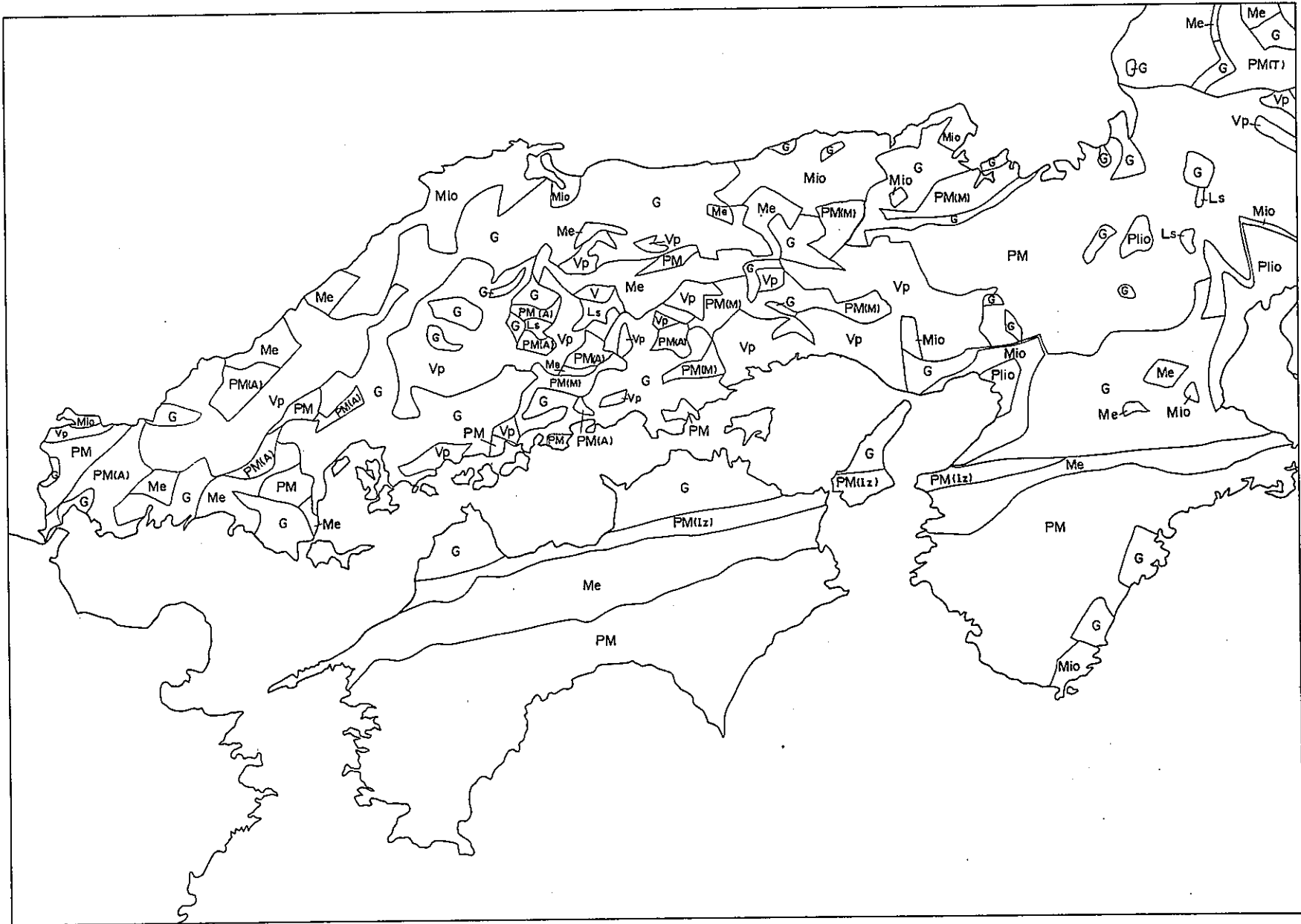


図-2.3.7(6) 中国・四国の水平地質断面図 -500m

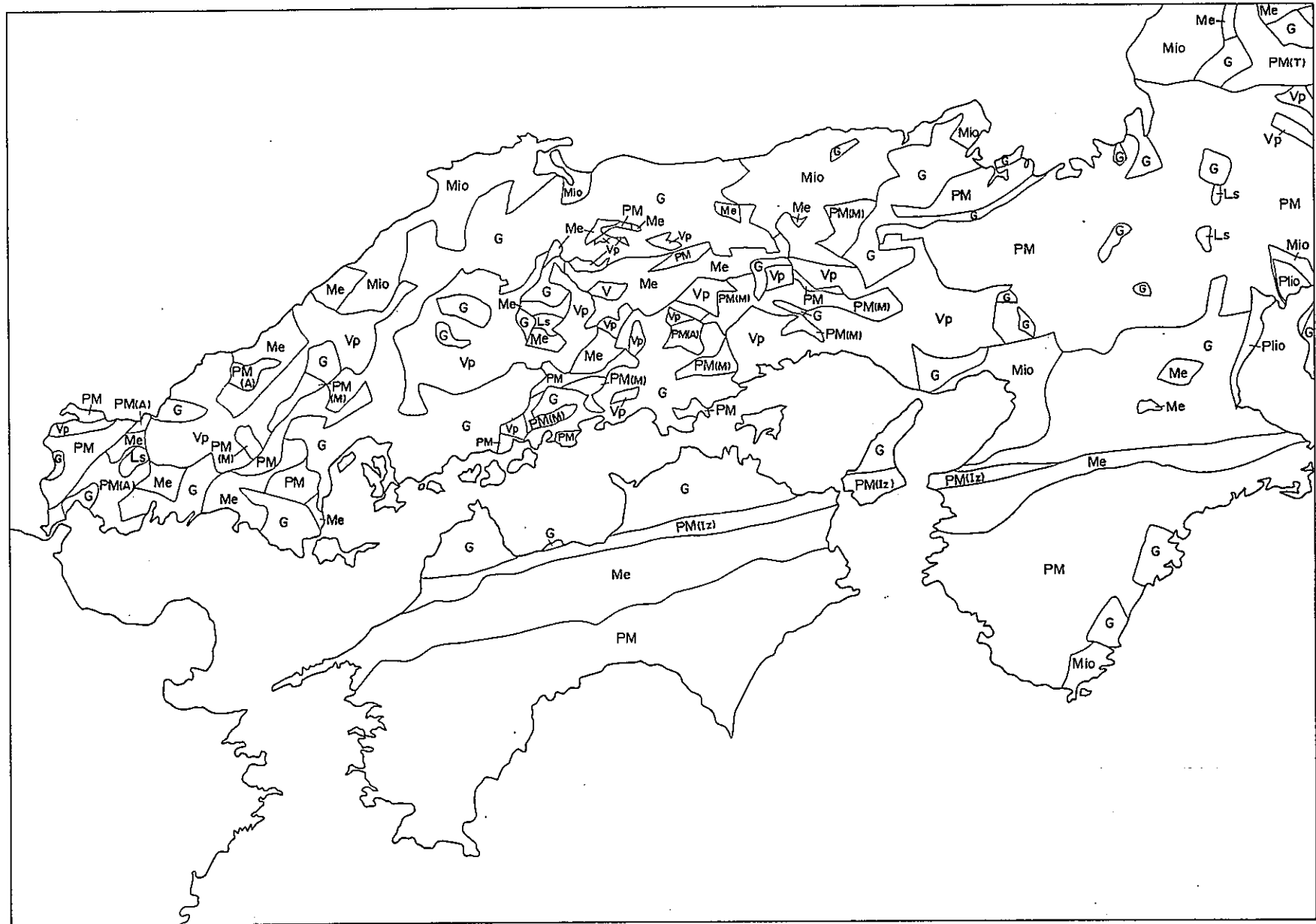


図-2.3.7(7) 中国・四国の水平地質断面図 -1,000m

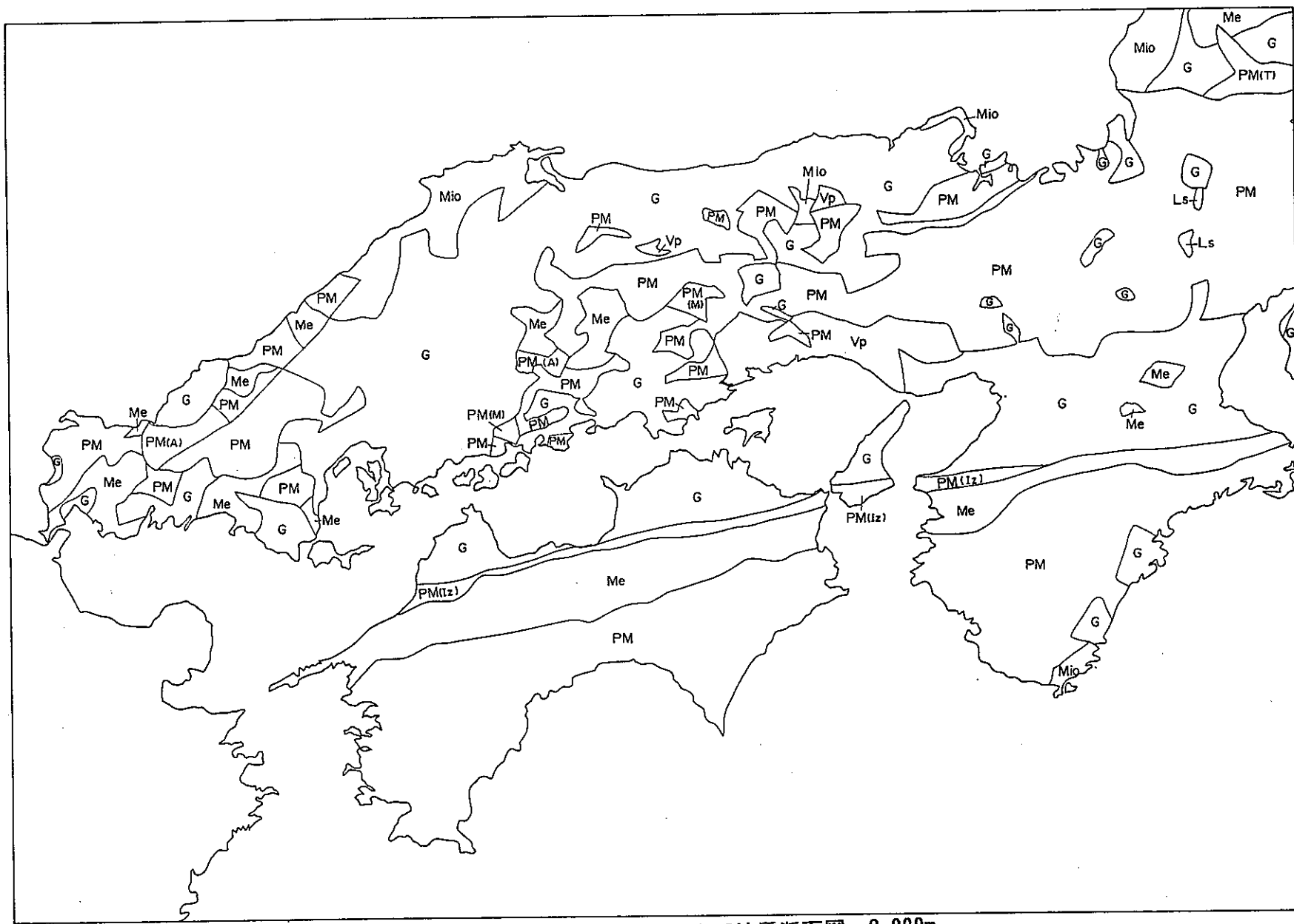


图-2.3.7(8) 中国・四国の水平地質断面図 -2,000m

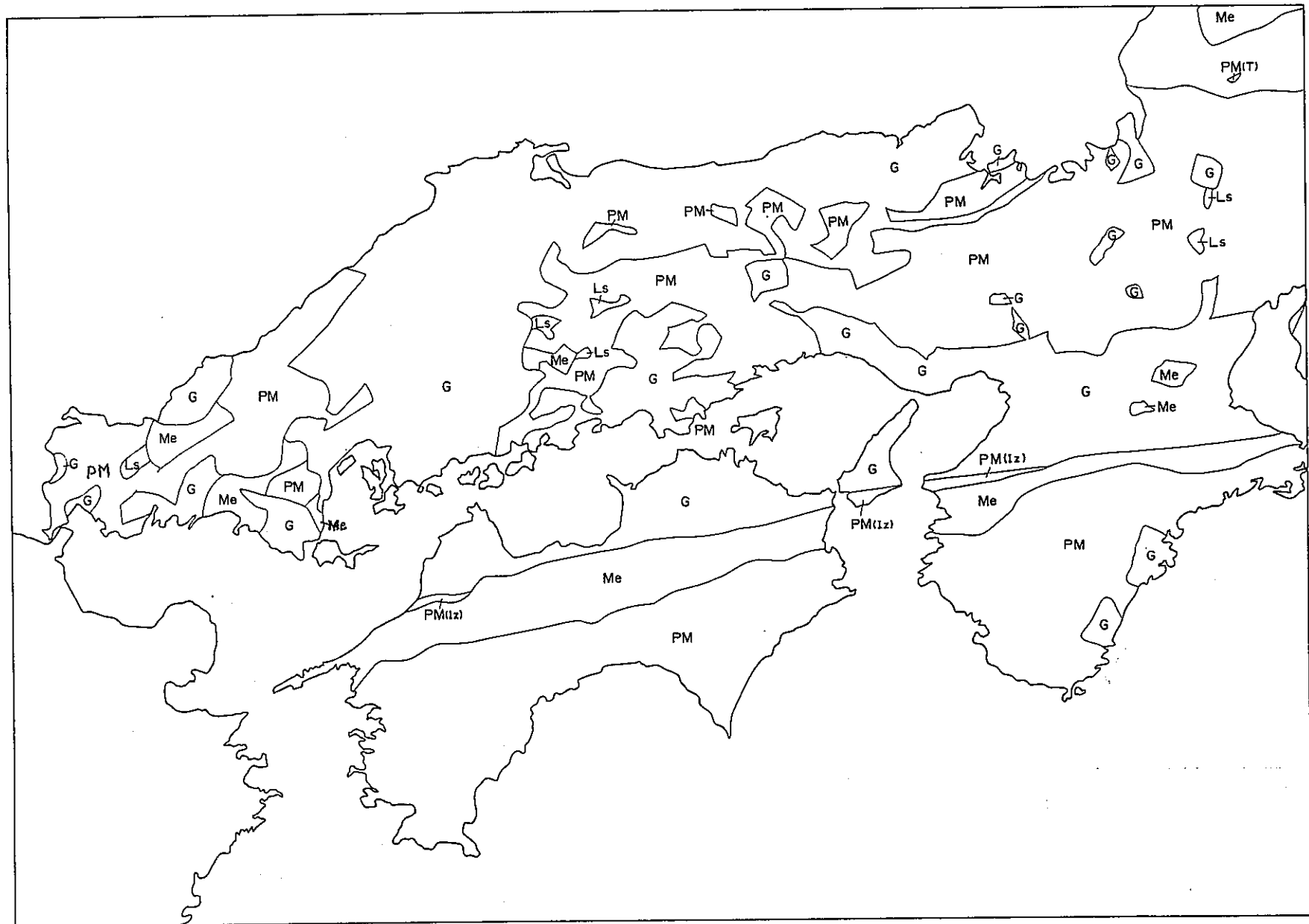


図-2.3.7(9) 中国・四国の水平地質断面図 -4,000m

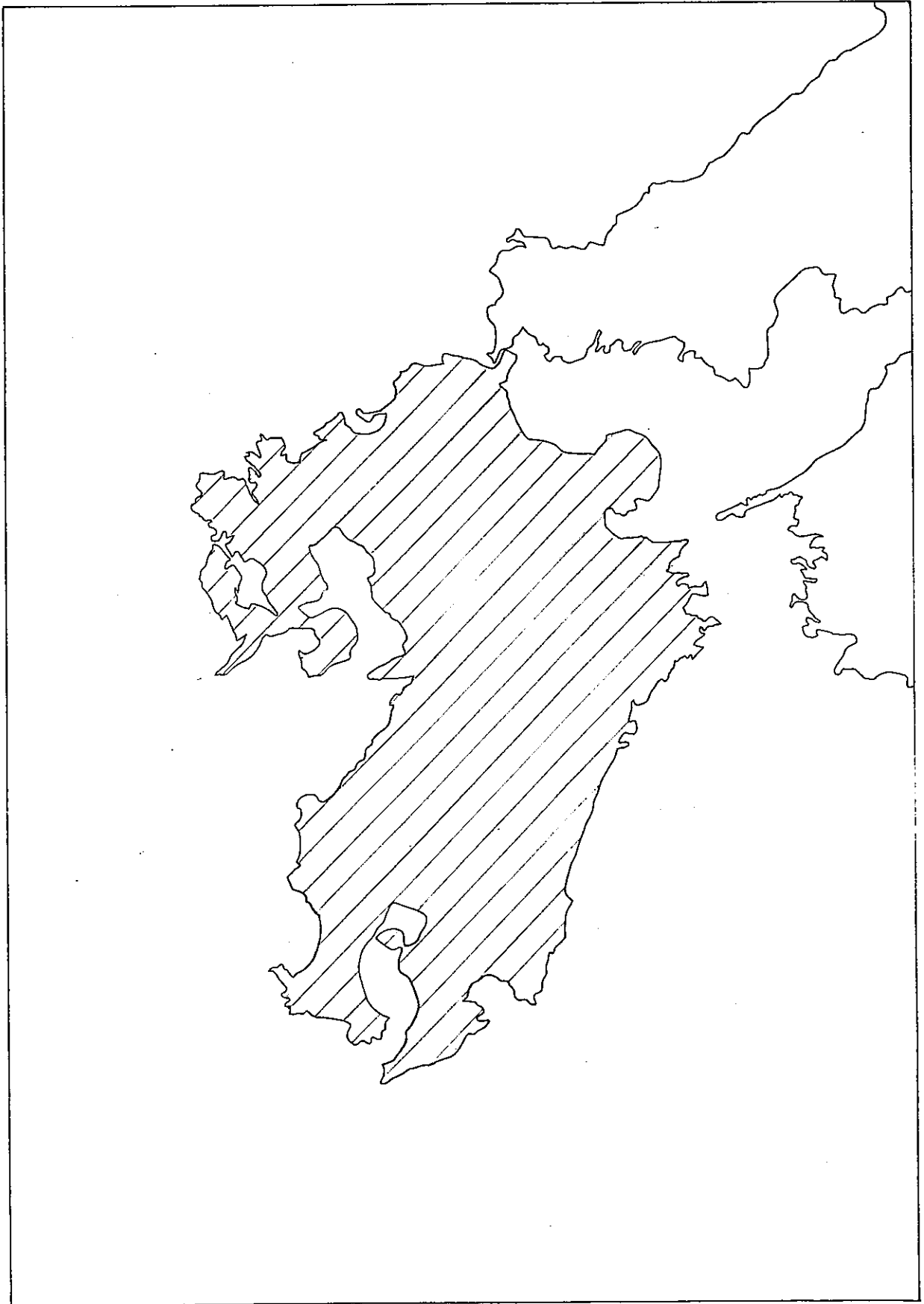


図-2.3.8(1) 九州の水平地質断面図 +2,000m

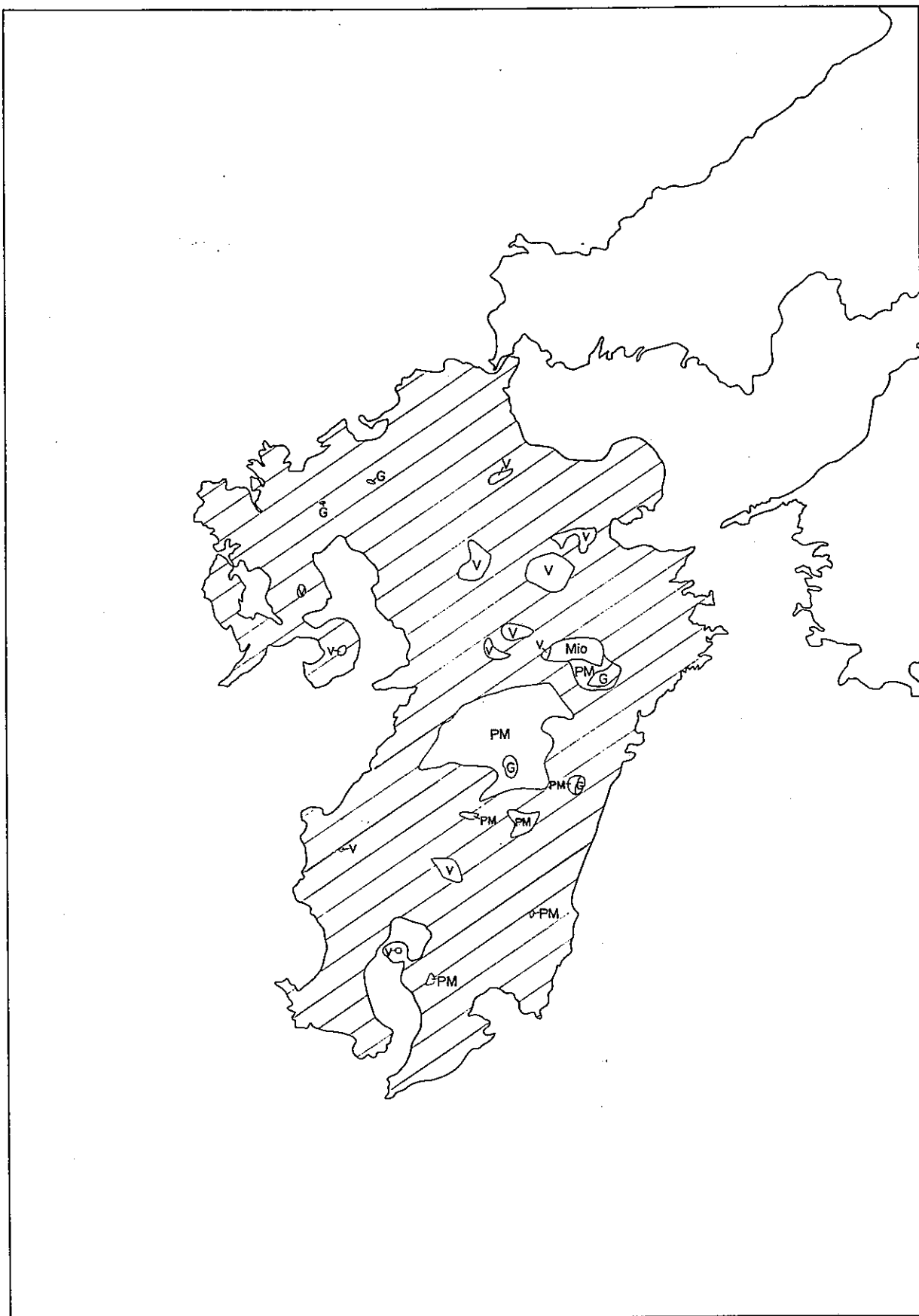


図-2.3.8(2) 九州の水平地質断面図 +1,000m

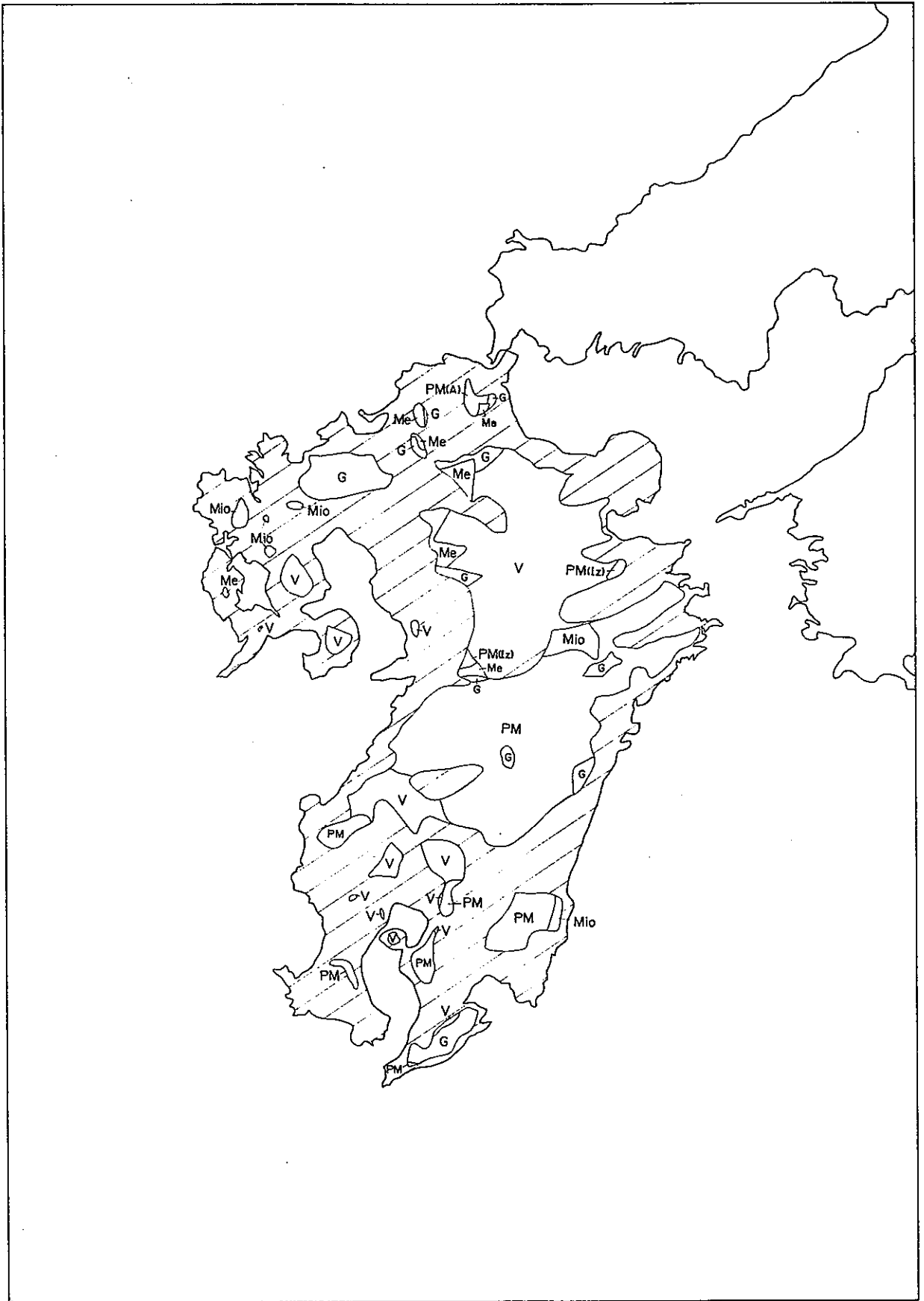


図-2.3.8(3) 九州の水平地質断面図 +500m

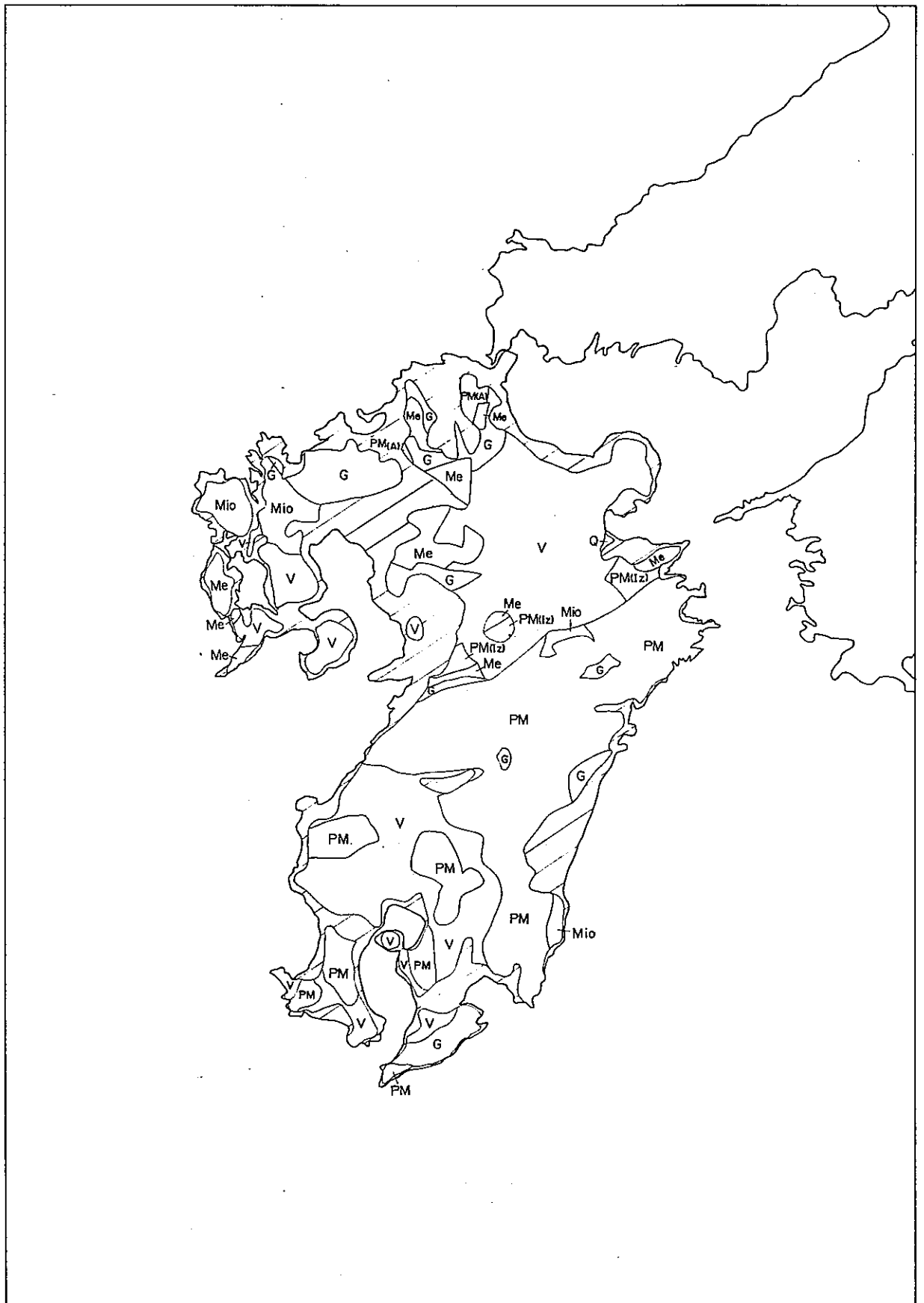


図-2.3.8(4) 九州の水平地質断面図 +200m

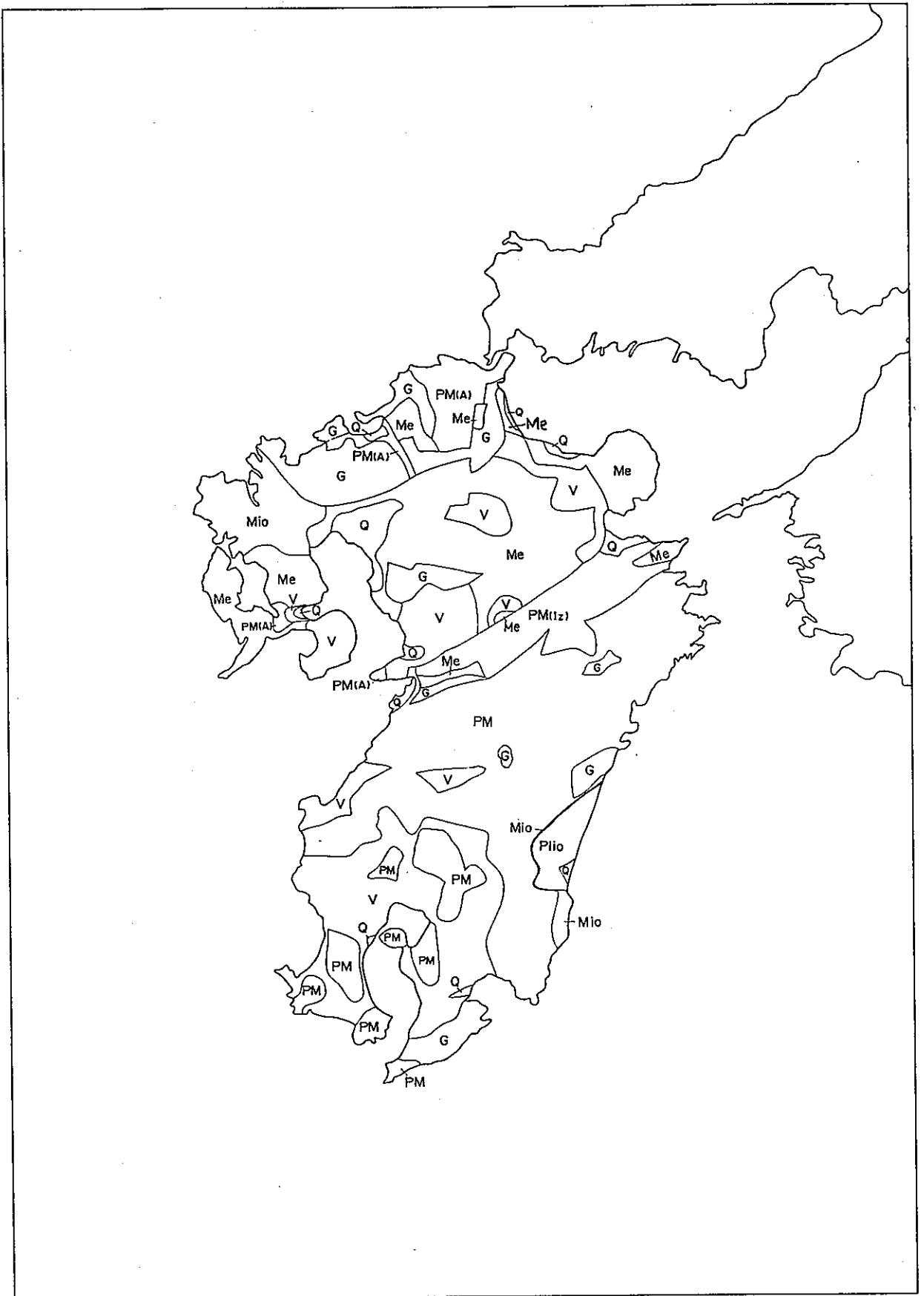


図-2.3.8(5) 九州の水平地質断面図 0m

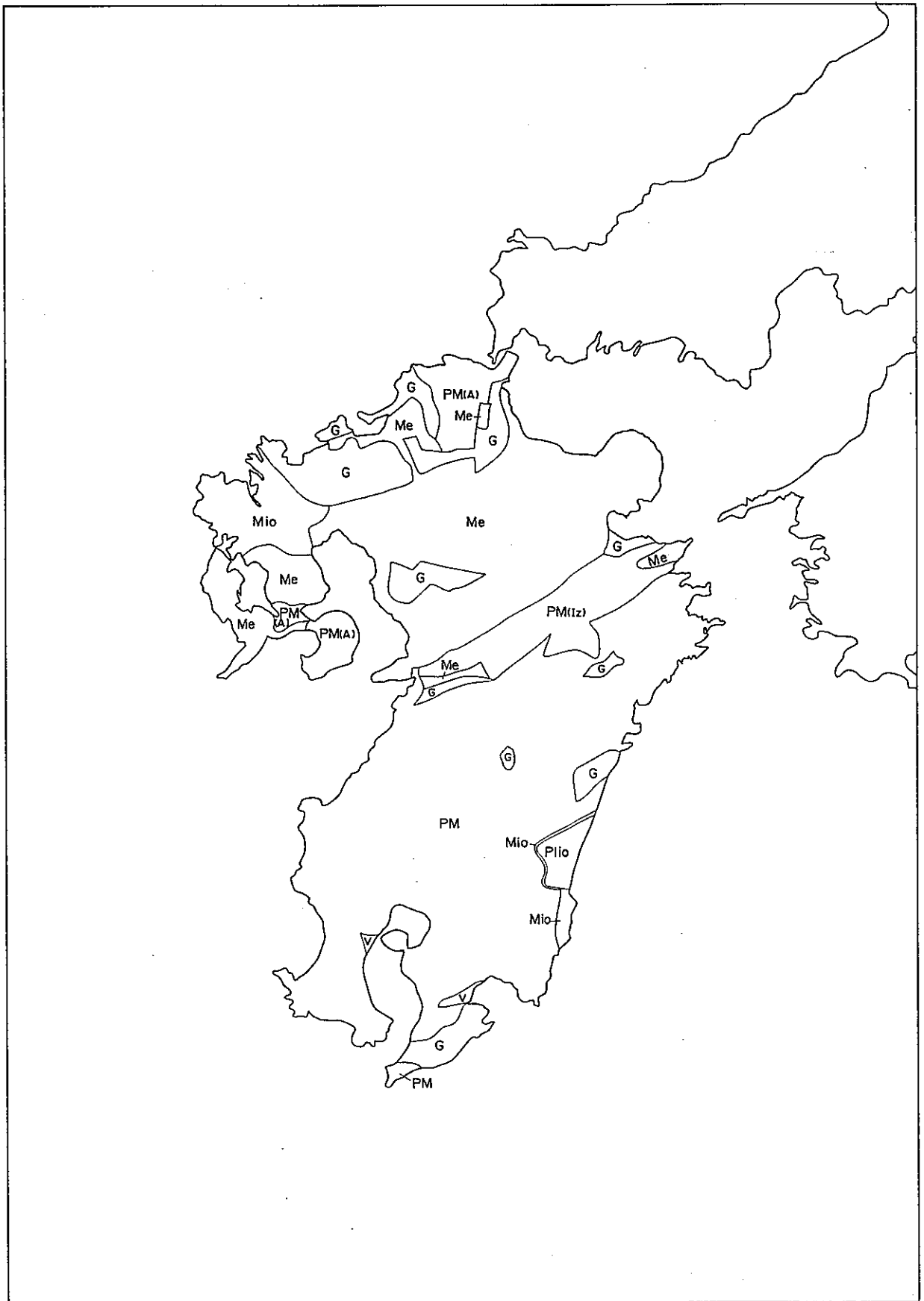


図-2.3.8(6) 九州の水平地質断面図 -500m

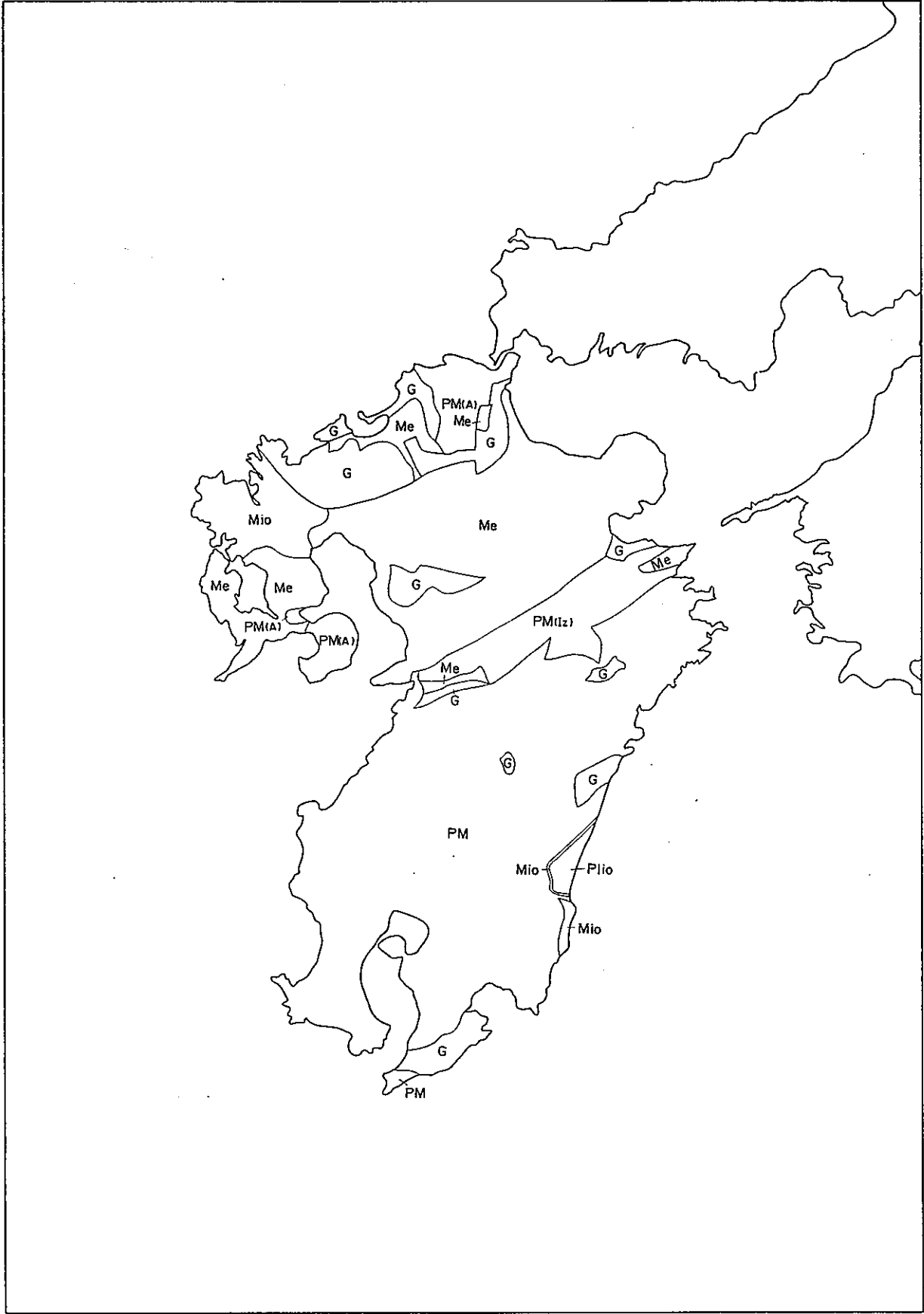


図-2.3.8(7) 九州の水平地質断面図 -1,000m

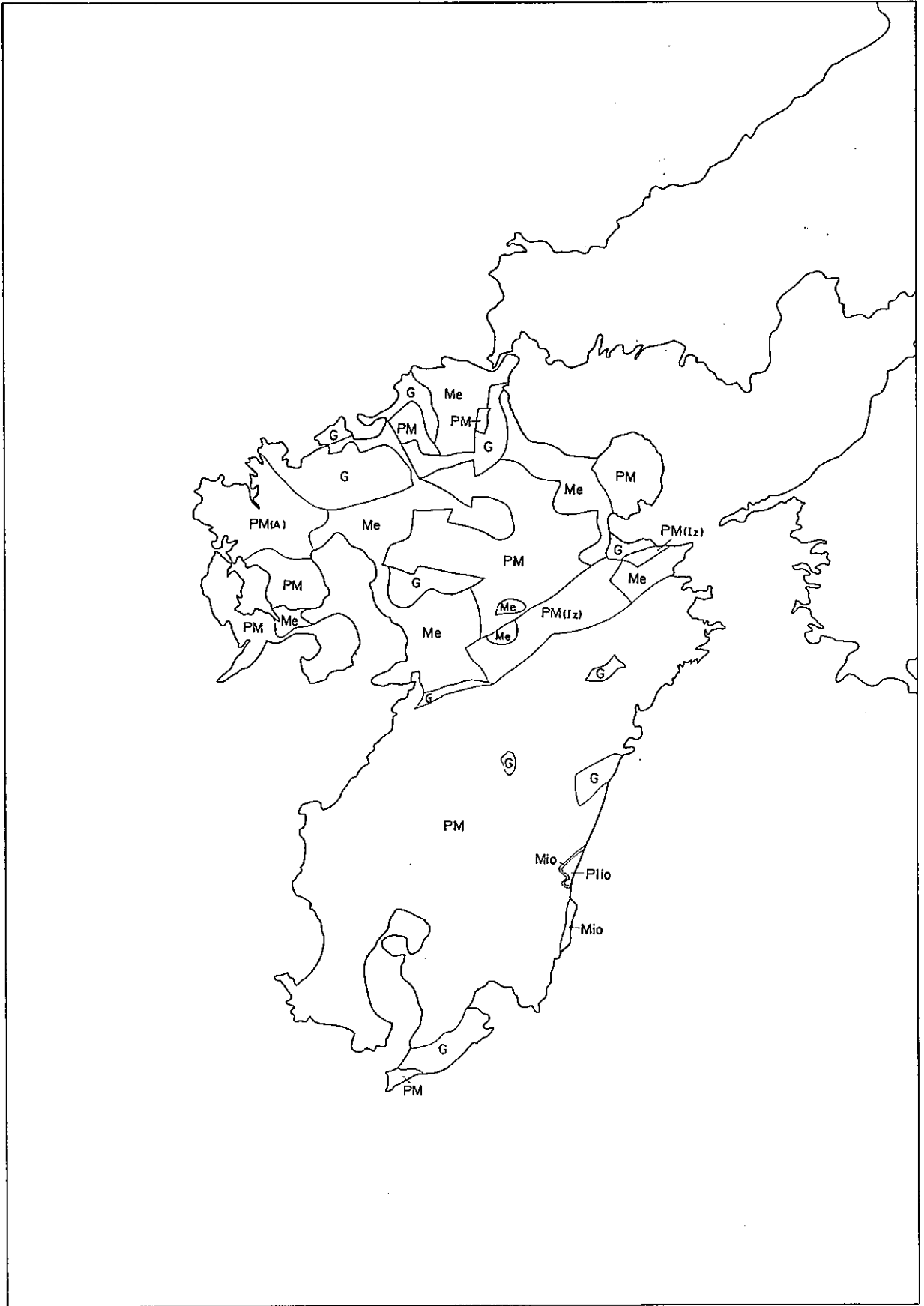


図-2.3.8(8) 九州の水平地質断面図 -2,000m

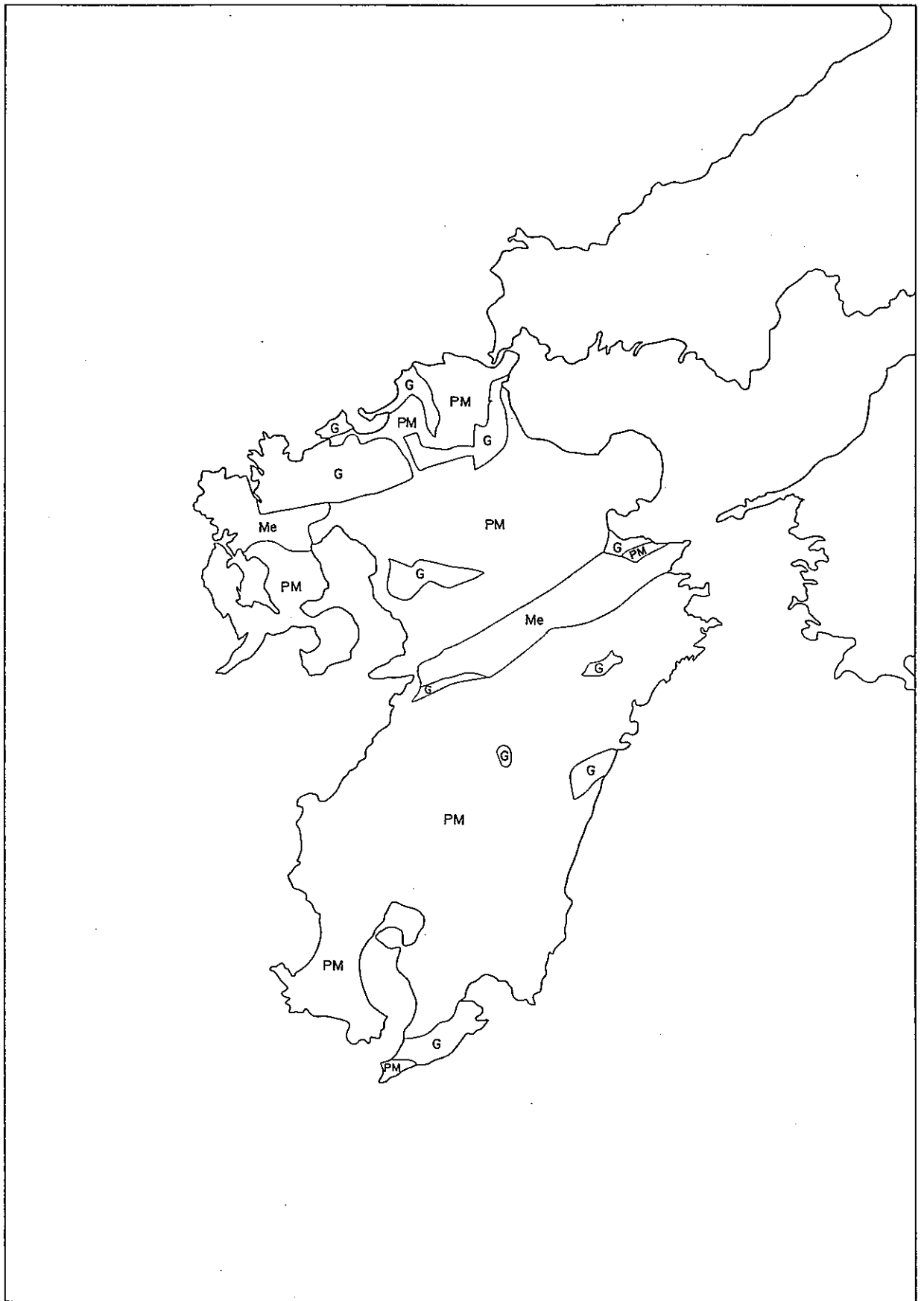
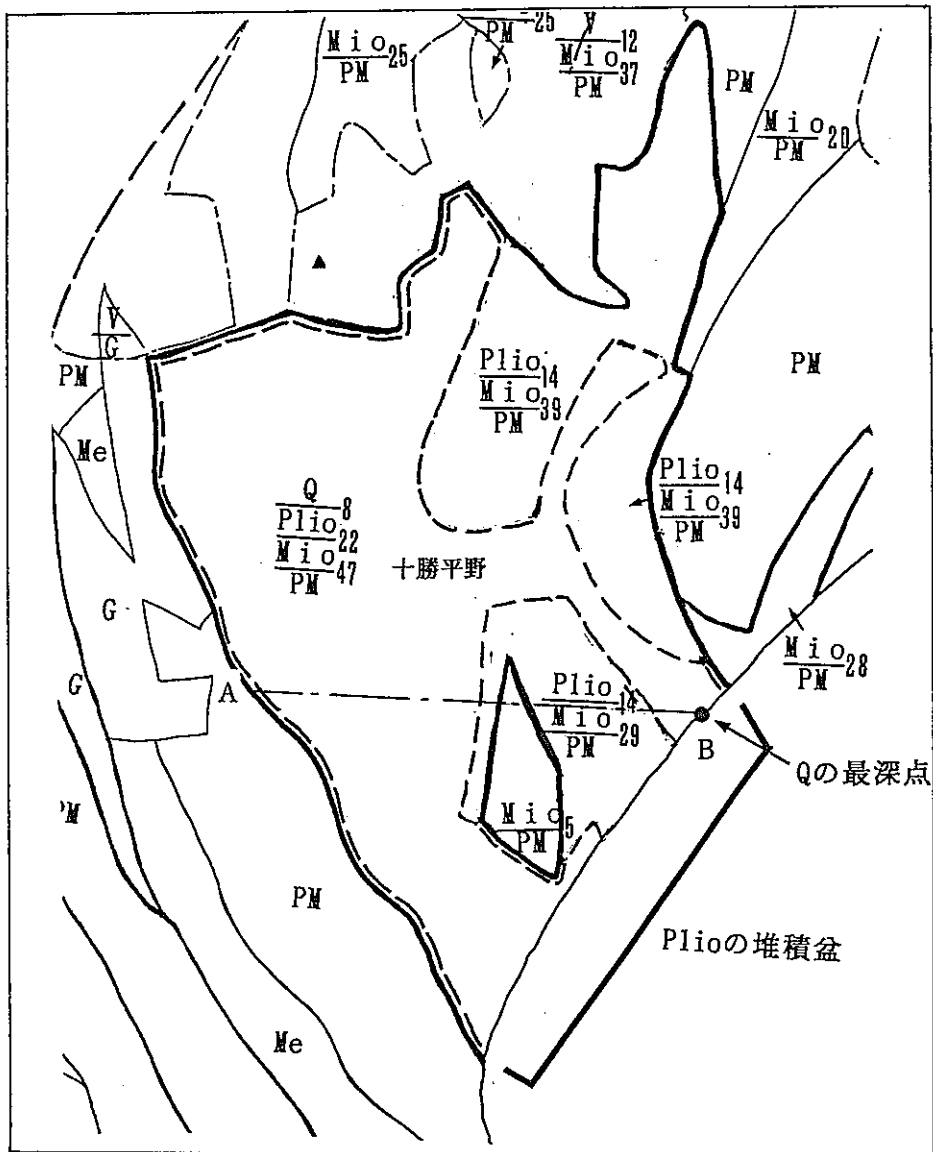


図-2.3.8(9) 九州の水平地質断面図 -4,000m



縦断面図

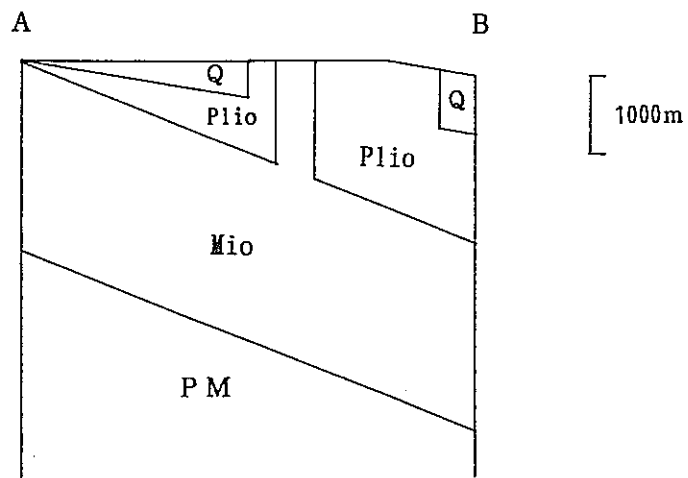
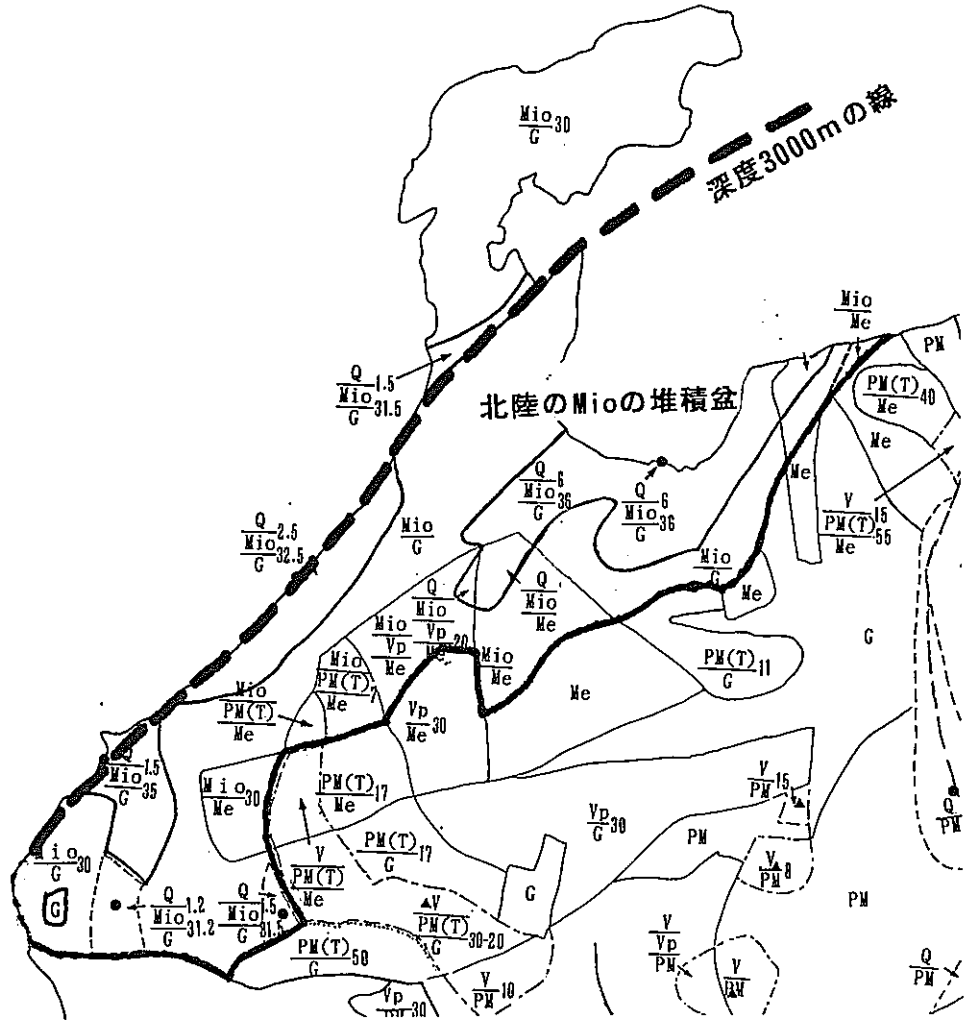


図-2.4.1 十勝平野のモデル設定



[モデル断面図]

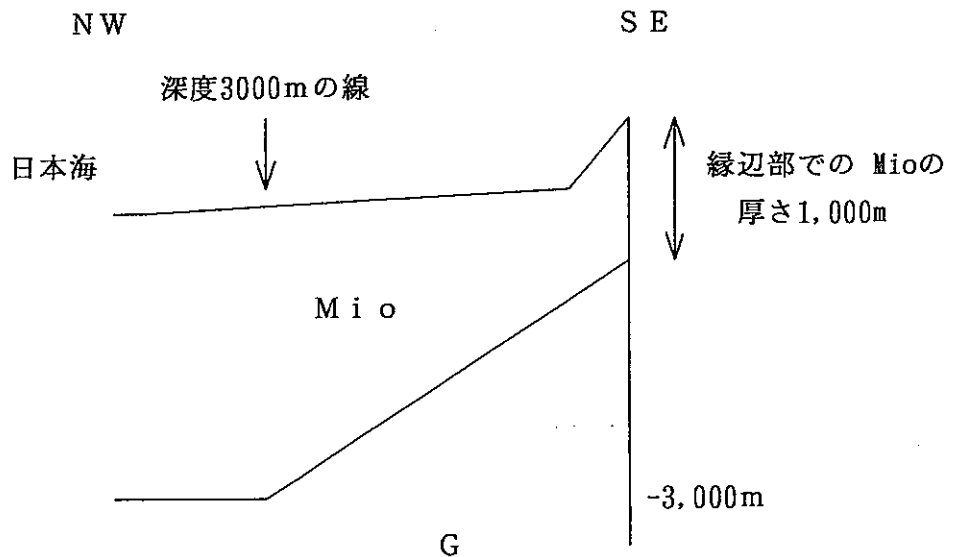


図-2.4.2 北陸のMio の分布

また、地質モデル上は山地部まで Mioが分布することとなっているが、ここから最深部へ Mio の下端を伸ばすと空中を通ることとなるため、Mio は分布縁辺で1 kmの厚さをもつものとして設定する。

③両白山地

両白山地はいくつものピークをもつ火山であるので、1つの山頂の標高と火山岩体の厚さから分布の最低標高を決めることは難しい。ここでは1369mや1672mのピークがあることと火山体の厚さが約1 kmであることを考慮し、標高 500m以上を火山体と設定する。

④四国のPM(Iz)

PM(Iz) (和泉層群) の分布は下方に凸のくさび型としてあるが、今治平野・新居浜平野の形に沿うと、PM(Iz)の分布北縁が入り組んでしまう。ここでは東西の高縄半島および香川県での分布の延長上にPM(Iz)が分布するものとする (図-2.4.3)。

⑤筑後平野

北東部は平野が細長く入り込み堆積盆の最深部から見て「影」になる部分がある。標高0 mの断面図ではこの影の部分のQは無視し、それ以外の部分の分布のみを表す (図-2.4.4)。

⑤久重・阿蘇

久重・阿蘇一帯には火山岩が広い範囲に分布するため、この火山岩は厚さ700mの板状 (A型) の分布とした。

⑥南九州の火山岩

久重・阿蘇と同様に、南九州の火山岩分布域では、この火山岩は厚さ500mの板状 (A型) 分布とした。

⑦宮崎平野

宮崎平野南方の丘陵 (鵜戸丘陵) は鈴木ほか(1987)によりPlioに相当しない年代であることが示されているため、ここを宮崎平野のMio, Plioと同じ最大深度をもつD型の Mio の堆積盆とする (図-2.4.5)。

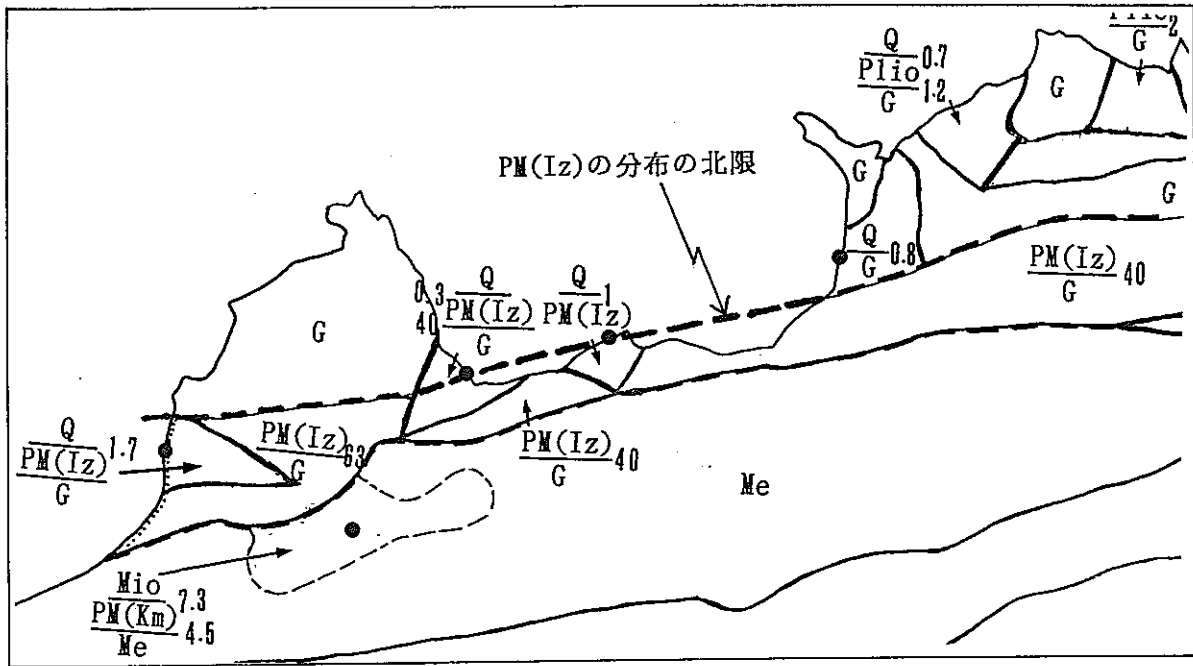


図-2.4.3 四国のPM(Iz)の分布の設定

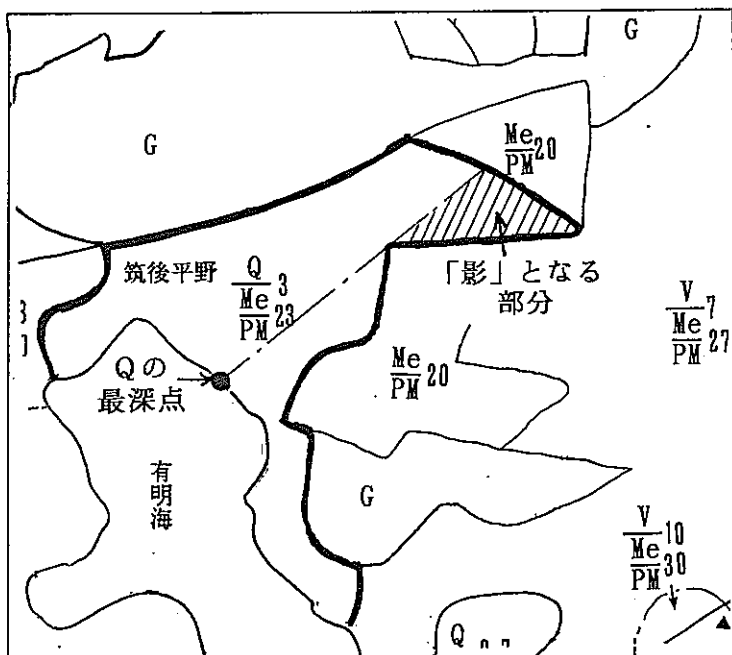


図-2.4.4 筑後平野のQの設定

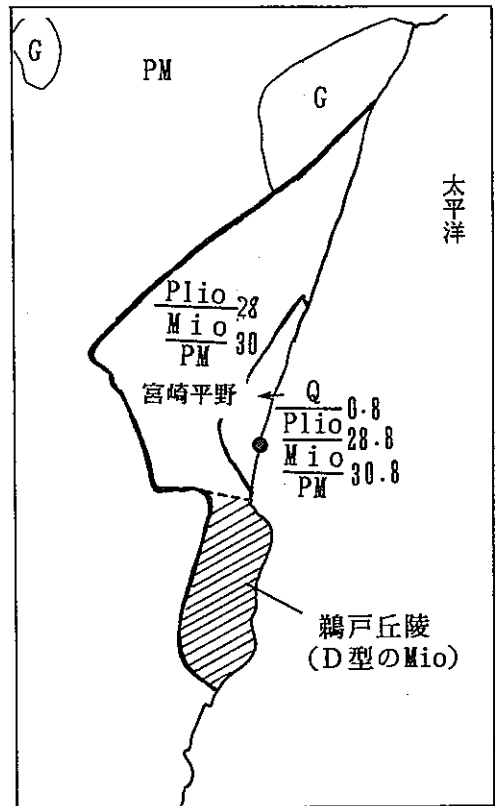


図-2.4.5 宮崎平野の設定

2.5 水平地質断面図から見た地域ごとの地質構造の特徴

水平地質断面図に示される既知の地質構造や、水平地質断面図の作成により明瞭となった地質構造を、北海道から九州までの地域ごとに述べる。

なお、地質構造に関する全体的な知見については既存文献にあるため、ここでは今回作成した各深度の水平地質断面図を地域ごとに比較することにより、今回の水平地質断面図から明瞭になった構造に着目して述べる。

(1) 北海道

- 深部（-4,000m）を見ると、北海道の基盤の大部分がP Mであることがわかる。このほかにGが西部に、また中軸部にGとMe(日高変成帯)が分布する。このほか、Mioの深い堆積盆があり、石狩平野・天塩平野・十勝平野にあたる。
- -2,000m以浅ではMioの分布が大きく広がり、中軸の山岳部と南東部以外はMioが主体となる。南部の十勝平野の堆積盆の-1,000m以上では、さらに上位のPlioが分布する。
- 500m以上の山地では火山岩の分布が大きい。ただし中軸部では基盤のP M, G, Meが山地を形成している。

(2) 東北

- 深部は主として西部のGと東部のP Mよりなる。
- 日本海側の秋田・酒田を初めとしてMio以降の深い堆積盆がある。
- -1,000mより上にはMio(グリーンタフ)が分布し、-500m以浅では大半がMioとなる。
- 500m以上の山地には、中軸部を主としてVの分布が大きくなる。

(3) 関東

- 深部（-4,000m）では、南部にはG, P M, Meの東西方向の帯状配列が見られる。北部はNNW-SSEの境界線(棚倉構造線)を境に、西側のP Mと東側のGが対照的である。P M中には(貫入した)Gの多数の分布が見られる。
- 南西部(伊豆・丹沢・富士川地域)と北西部(新潟平野)にはMio以降の比較的大きな堆積盆が見られる。
- これらの新しい堆積物は、新潟平野では-2,000m以浅ではさらに分布が大きくなり、また-2,000m以浅では南東部の大きな堆積盆(関東平野)が見られるようになる。

(4) 中部

- ・深部の断面図(-4,000m)には、基盤の地質構造の帯状配列が現れている。西部の中央構造線沿いには根なしの堆積岩の細長い分布(和泉層群)が見られる。
- ・-2,000mになると、岐阜県から福井県にかけて流紋岩(濃飛流紋岩)や根なしの堆積岩(手取層群など)の分布が見られ、また、北陸や掛川・熊野には新しい堆積岩(Mio)の深い堆積盆の下部が認められる。
- ・-1,000m以浅では濃尾平野・近江盆地・大阪平野といった Mio以降の新しい大きな堆積盆も現れる。
- ・東部には標高 2,000m以上の、主にGとPMよりなる山岳地帯(北アルプス～南アルプス)がある。

(5) 中国・四国

- ・中国地方では-4,000mではGを主とする基盤の地質体よりなるが、-1,000m以浅ではこの上に根なし地質体のVp, Me, PM(A), PM(M)が多くの部分に分布する。また、日本海側のMioの深い堆積盆が-2,000m以上の断面図に現れる。
- ・中国地方では-2,000mより上の断面図もそれ以深と大きな違いはなく、同様の地質体の構成が現れている。
- ・四国では基盤のPM, Me, Gの帯状配列が深部から浅部にわたって現れている。PM(Iz)(和泉層群)のくさび状の分布がGとMeの間(中央構造線沿い)に見られる。
- ・中国、四国ともに Plio, Qといった新しい堆積盆の大きな分布は見られない。

(6) 九州

- ・基盤は大部分がPMだが、北西部を中心にGが、北西部と中央部にMeが分布する(-4,000m)。
- ・北部では根なしの地質体であるMeとPM(A)が、主として0～-2,000mに分布する。
- ・0m以上の断面図ではV(火山岩)が比較的大きな分布を示す。中央部にPMの山地(九州山地)があるが、これ以外の1,000mを越える山地はVのものである。
- ・まとまった堆積盆は北中部(筑後平野)および南東部(宮崎平野)にあるが、前者は新しい堆積物(Q)による深さ500m以下の堆積盆である。後者はPlioを中心とした比較的深い(2,000m以上の)堆積盆である。

日本列島全体で見ると、新第三紀以降の地質体が広がりおよび深度ともにまとまって分布するのは、北海道、東北地方日本海側～北陸、南関東（関東平野、伊豆半島周辺）、山陰の各地域である。これに対して西南日本（近畿～九州）では、山陰を除き、新第三紀以降の地質体の分布域は大きくない。

3. 水平地質断面図のデジタル化の検討

水平地質断面図のデジタル化においては、地質構造の三次元化とそのデジタル化という2つの課題がある。

3.1 水平地質断面図の三次元化における問題点

本調査では対象深度における断面図のみを考慮すればよかったが、地下水流動解析のためのモデルとしては任意の深度や方向の断面図が作成できることが望まれる。言い換えれば、今回作成した水平地質断面図は各深度での二次元断面図であり、これを三次元の地質構造を表現できるものにする必要がある。

前節で述べたように、今回作成した水平地質断面図は、堆積盆の三次元形状設定の基本的な方法に加えて、個々の地域において境界設定法を決め、各深度の水平地質断面図を作成している。しかしこれらの方法を用いて対象深度の断面図を描いた場合でも、個々の断面図作成においては地質境界設定上の問題が残る。

この問題点は、モデル形状の幾何学的矛盾とモデル形状の任意性である。

①モデル形状の幾何学的矛盾

幾何学的矛盾とは、例えば通常の堆積盆形状の決定方法では盆地縁辺部と最深部を結んだ線が交差する場合があることや、地質境界が空中を通ることなどである。

この矛盾が生じる原因は、a)堆積盆の平面形状の複雑さ、および、b)地形モデルと地質構造モデルの整合性の不足にある。a)の点については、平面分布上で堆積盆を分割してそれぞれの領域ごとに三次元的に表現しやすい分布形状を設定する方法があるが、その場合は分布設定が極めて複雑になる。b)の場合、モデル作成の段階で地形と地質構造を整合させること、すなわち現モデルの修正（作り直し）が必要である。

今回の断面図作成においては対象深度（標高）が離散的であるために、幾何学的な矛盾が断面図に現れていないところもある。

②モデル形状の任意性

任意性に関しては以下の例があげられる。

- ・外形の入り込んだ堆積盆で領域を分割して断面図を作成する場合、どの位置で分割するかにより断面図の内容が変わる。

- V_p や M_{10} などの一律の厚さを持つ地質体の地下分布は地形面からの深度によって決まるため、地形モデルのコンターラインの密度の低い部分では地形モデルだけではある地点の標高を判断することが難しい場合がある。

これら任意性をなくするための1つの方法として、地形モデルとして接峰面図あるいは地形図を用いることが考えられるが、この場合、場所によっては極めて複雑な分布図となる。

3.2 地質構造のデジタル化について

以下に地質構造をデジタル化するいくつかの方法(案)を述べる。各方法の比較は表-3.2.1に示す。

①今回作成した水平地質断面図のデジタル化

今回作成した9深度の水平地質断面図をデジタル化することは容易である。ただし前述のように、これらの断面図は鉛直方向に離散的で、二次元の地質構造データの集合といえる。

②多数の水平地質断面図を用いたデジタル化

①の方法の離散化によるデータ不足を避けるため、数多くの水平地質断面図を作成し、それらをすべてデジタル化する方法である。水平地質断面図の作成には多くの作業を必要とする。

③多数の鉛直地質断面図を用いたデジタル化

水平断面図の代わりに鉛直断面図を作成し、これを多数作成することによって地質構造を三次元的に表現する。鉛直断面図は水平断面図に比べて比較的容易にかつ一義的に作成できるため、解析モデル作成時に必要に応じて断面図を作成することも可能と思われる。鉛直断面図は東西方向と南北方向にそれぞれ作成すべきである。

また、一般にFEM等による広域の地下水流動解析においては、水平方向の要素サイズの違いよりも鉛直(深度)方向の要素サイズの違いの方が大きいことが多いため、鉛直方向の地質構造を表現することは有効と考えられる。

④三次元地質構造のデジタル化

この方法は地質構造(地質体の境界)を連続的なデジタルデータにするものである。

表-3.2.1 デジタル化の方法の比較

デジタル化の方法	次元	作業量	備考
①今回作成した水平地質断面図のみのデジタル化	二次元	◎	鉛直方向に離散的で三次元的には不十分
②多数の水平地質断面図作成によるデジタル化	二次元	△	厳密な水平地質断面図の作成は難しい
③多数の鉛直地質断面図作成によるデジタル化	二次元	○	水平断面図に比較すれば作成は容易
④三次元地質構造のデジタル化	三次元	×	②③の詳細版の極限
⑤地形・地質構造モデルの再検討	(三次元)	△	新たなモデル作成が必要

◎ 作業量小



× 作業量大

しかし地質構造モデルの地質体境界は単純な形状（単純な関数）で表されるものではないため、結局は解析モデルの要素サイズに比較して十分小さな間隔で多数の断面図を作成した上で、それより三次元地質構造を読み取ってデジタル入力することとなる。

この方法はモデルとしては理想的であるが、多大な作業量を必要とし、現実的ではないといえる。

⑤単純な地質構造モデル・地形モデルによる地質構造のモデル化

モデルそのものを単純化することでデジタル化が容易となる。すなわち、地質構造モデルにおける地質体の分布型を単純にすること（地質境界を鉛直とするなど）や堆積盆の水平面上での二次元分布を簡単な形とすること、または地形モデルの三次元形状の設定を単純とする（階段状モデル）などにより、特定深度での二次元分布データをもとに三次元的なデジタルデータ作成が可能となる。

このとき地形モデルと地質構造モデルの整合性を図ることが必要である。

以上の方法を比較すると、現在の地質構造モデル・地形モデルに基づく限りは、地質境界のデジタル化を行う際には数多くの縦断面を作成し、この断面図より境界の座標を読み取ること（③の方法）が妥当といえる。縦断面の間隔が短いほどより正確なデータがとれることとなるが、間隔が短いほど入力作業量は増大する。適当な間隔は数値解析のメッシュのサイズによってきまるが、広域地下水流動解析（柳澤ほか,1993；前川ほか,1994；稲葉ほか,1995 など）の対象領域の大きさと要素サイズを考慮すると、10 km程度の間隔で全国の断面図を作成し、必要に応じて追加の断面図を作成することが現実的と思われる。

なお、この地質構造モデルの当初の目的は、全国を同じ精度で見た地形・地質構造の概念モデルを示すことにあった（広域地下水流動評価に関する研究（その3））。この地質構造モデルでは二次元的な地質体分布（地質体の水平分布）は比較的詳細に表しているものの、三次元的な厳密さはあまりない。これは、鉛直方向の地質構造の把握（地下深部の地質構造の解明）やそのモデル化が全国同一の精度では困難なためである。堆積盆の深度や形状に関して三次元的に厳密なモデルを必要とする場合は、その目的に応じたモデルを再構築する必要がある。

4. まとめ

広域地下水流動解析を実施する際に必要な水平地質断面図を、平成4年度に作成した全国の地質構造モデルおよび地形モデルに基づいて作成した。本調査の成果は以下のようにまとめられる。

1. 水平断面図は、標高2,000m～-4,000mの9深度について、100万分の1、250万分の1、400万分の1の3つのスケールで作成した。地表の地質分布を表したモデル図（地質図）も作成した。
2. 断面図作成の結果、新第三紀以降の地質体のまとまった分布（堆積盆）があるのは、北海道、東北地方日本海側～北陸、南関東、山陰の各地であることがわかる。
3. 本断面図のデジタル化について検討した結果、現モデルによって地質構造を三次元的に表現するには、多数の鉛直断面図を作成することが最も効率的であると考えられる。

文 献

- 稲葉秀雄・前川恵輔・小出 馨・柳澤孝一（1995） 我が国を対象とした地下水流動解析－その2 北海道を対象とした地下水流動解析－. PNC TN7410 95-012.
- 前川恵輔・梅田浩司・小出 馨・今井 久・柳澤孝一（1994） 我が国を対象とした地下水流動解析－その2 東北日本を対象とした地下水流動解析－. PNC TN7410 94-029.
- 大林組・大成建設・鹿島建設・清水建設・アジア航測（1991） 広域地下水流動評価に関する研究（その3）. 動燃事業団委託研究業務成果報告書.
- 鈴木秀明（1987） 宮崎層群の層位学的研究. 東北大学地質古生物研邦報, 90, 1-24.
- 大成建設・鹿島建設・清水建設・大林組・アジア航測（1992） 広域地下水流動評価に関する研究（その4）. 動燃事業団委託研究業務成果報告書.
- 柳澤孝一・今井 久・古谷一夫・若松尚則・梅田浩司（1992） 我が国を対象とした地下水流動解析－その2 中部日本を対象とした地下水流動解析－. PNC TN7410 92-012.