

## 松代群発地震地域における重力調査概報

瀬谷 清

地質調査所物理探査部

### Gravity Survey in the Matsushiro Earthquake Swarm Area

By

K. SEYA

*Geological Survey of Japan, Tokyo*

#### Abstract

The gravity survey was carried out in order to presume the underground structures in the Matsushiro earthquake area, and moreover to investigate the relation between the underground structures presumed and the characteristics of the earthquake.

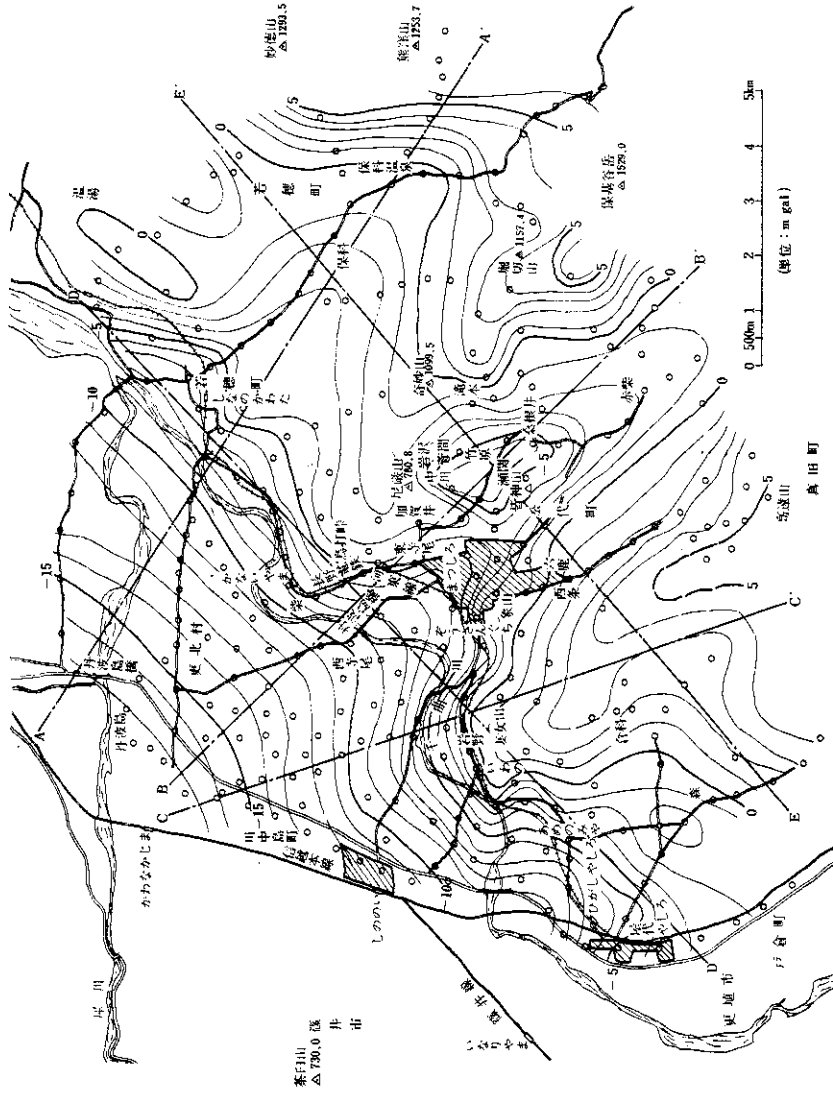
The Bouguer anomaly map obtained is shown in Fig. 1. Fig. 3 and Fig. 4 show the distribution of the normal residual anomalies and the noise residual anomalies calculated by the writer's method respectively.

The results of the consideration on the gravity anomalies are as follows:

- (1) The mountainous part of the area is the upheaval part of the basement, and on the contrary the basin part is the depression area.
- (2) The existence of the tectonic line nearly parallel to the Chikuma river is presumed in the boundary between the mountainous area and the basin area.
- (3) Plus anomalies calculated are mainly caused by the intrusions of igneous rocks, e. g. quartz diorite, porphyrite and so on, but scarcely affected by lava flows.
- (4) Earthquakes occur in the upheaval part of the basement, particularly in the three low gravity zone found in the area.
- (5) The directions of alignments of plus and minus anomalies of normal structure, i. e. NW-SE and NE-SW direction, coincide those of the nodal lines of push-pull distribution of initial motion of the Matsushiro earthquakes.

1. はじめに  
1965年8月以降松代地域に発生した群発地震  
に関しては、地震発生以来現在までに多くの大学、

国立研究機関による各分野での多面的なまた、継続的な調査研究がなされており、これらの調査研究によって今回の群発地震の全ぼう、特徴、また



図一1 プーグ異常図 ( $\sigma=2.3$  G.G.S.)

Distribution of Bouguer anomalies in the Matsushiro district.  
 (Assumed mean density  $\sigma=2.3$  C. G. S.)

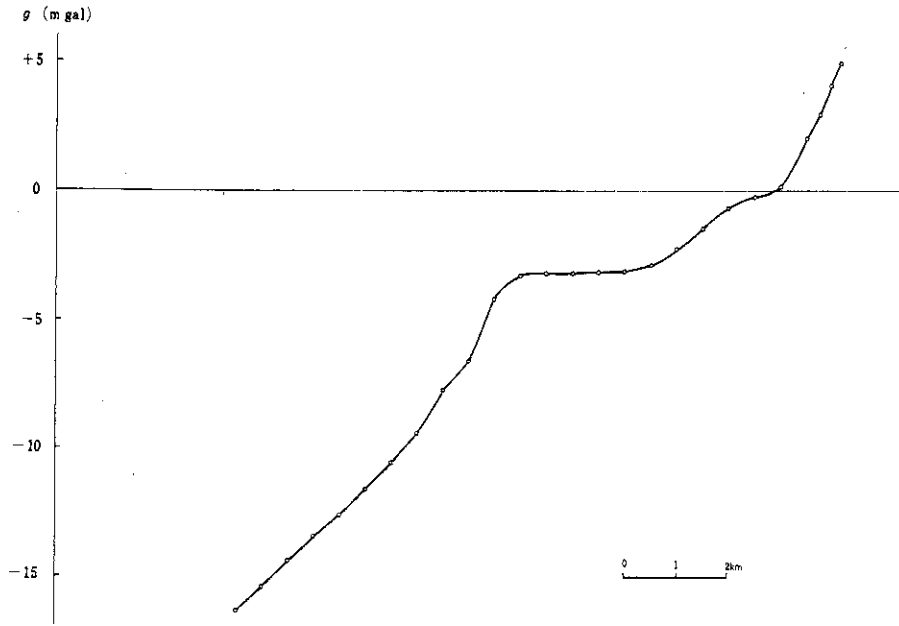


図-2 a A線上の重力断面  
Gravity profile along A line.

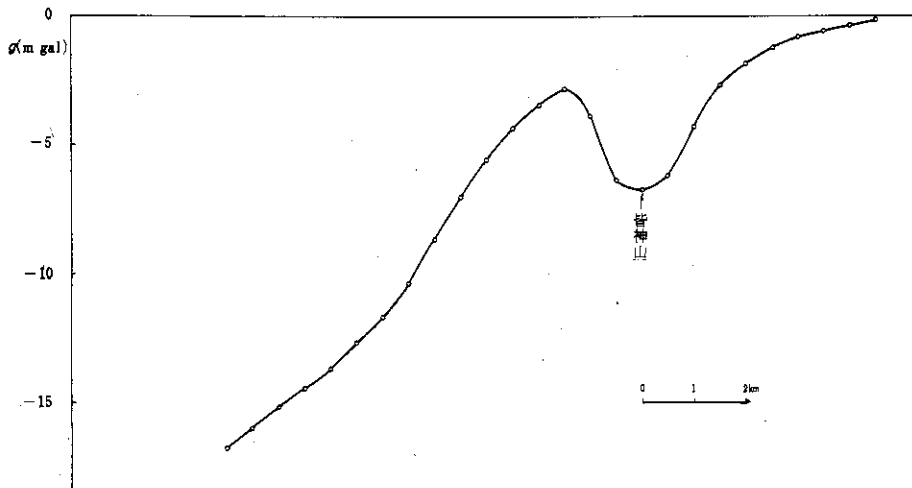


図-2 b B線上の重力断面  
Gravity profile along B line.

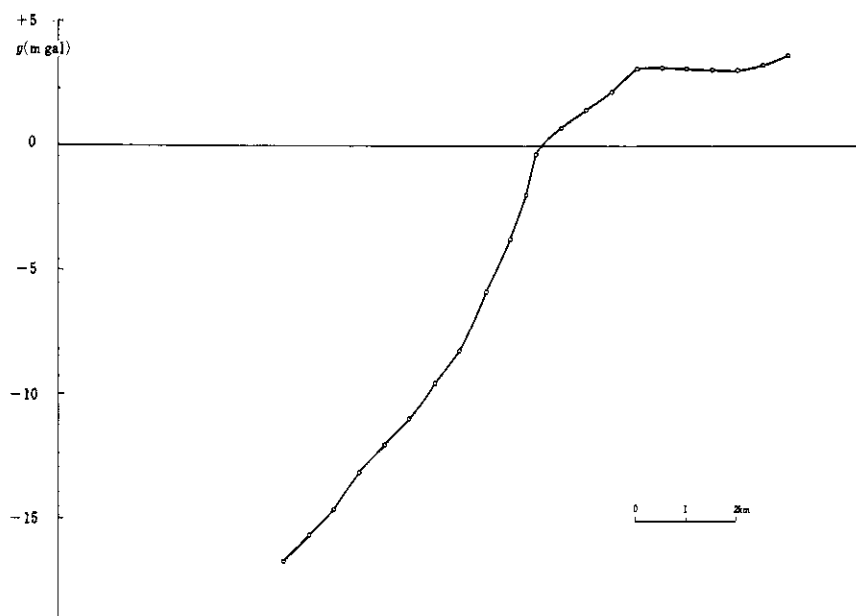


図-2c C線上の重力断面  
Gravity profile along C line.

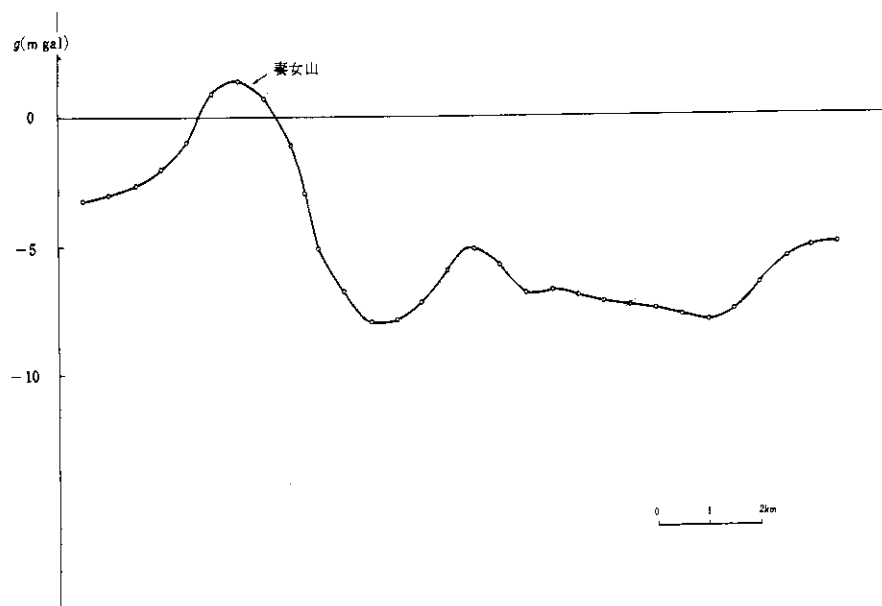


図-2d D線上の重力断面  
Gravity profile along D line.

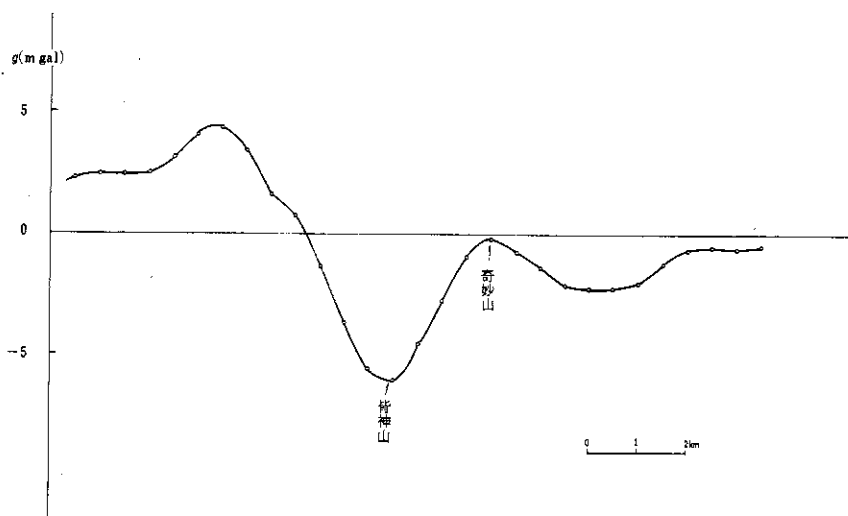


図-2 e E線上の重力断面  
Gravity profile along E line.

その随伴あるいは関連現象などが徐々に明らかとなりつつある。その結果、松代地震は

- (1) 中野より上田に至る千曲川流域に生じている広範な地殻変動と密接な関係がある。
- (2) しかし、その震域は、初期には、皆神山を中心とするきわめて局限された範囲であった。
- (3) この震域は日を追って拡大しつつあり、松代町に隣接する若穂町、更埴市にも地震が多発するようになった。
- (4) これらの地震の深度はいずれもきわめて浅く、多くは4 km 前後である。
- (5) そのP波初動分布は象限型であり、過去に新潟県南部や長野県北部に発生した地震のそれに酷似している。

ことなどが明らかとなっている。これらの事実は松代地震がこの地域の地殻上層部の特異な構造に起因して生じているのではないかとの疑いを生ぜしめるものである。

昭和40年度には、松代群発地震の発生に密接な関連を有するものと思われる、地域の地下構造の概要をはあくするための予備調査として、重力概査を実施したが、今回科学技術庁の特別研究促進調整費を得ることができたので、前回調査の成果に基づき、地域の地下構造の概要をはあくすること、局部的な異常構造の存在を明らかにすること、地域の構造特性と地震との関連を究明することなどを目的としてやや精細な調査計画を立て、実施

した。

計画は前回の調査範囲、すなわち、震域をほぼ完全に含む地域の全般的な重力分布を明らかとすること、および前回の概査によってその存在が指摘された皆神山部分の重力異常の形態、その規模、異常の強さを明確にすることを主眼として立てられた。なお実施は住鉦コンサルタント㈱が請負い、水準測量、重力測定ともに行なった。

## 2. 成果の概要について

調査の結果はブーグ異常図(図-1)としてまとめられ、またこれに基づいて2種類の余剰重力図、正規構造図(図-3)およびノイズ構造図(図-4)が作成された。以下に現在までになされた、これらの結果図の考察より得られた知見のうち主な事項を述べることにする。

### 2.1 重力分布の一般的傾向

ブーグ異常図および図-2 a)~e)に示されている重力断面図より看取される地域の重力分布の特徴は次のとおりである。

- (1) 重力値は南東に高く、北西に低い一般的傾向が認められる。
- (2) 地域北西部の平野部では重力値はほぼ一様に変化し、等重力線に直角な方向の重力傾度は20 E.U. 前後であるが、山地部では等重力線は大きく乱れてくる。しかし、東高西低の傾向は、微弱ではあるが、山地部でも認められる。
- (3) 山地部では高重力域と低重力域とが交互に配

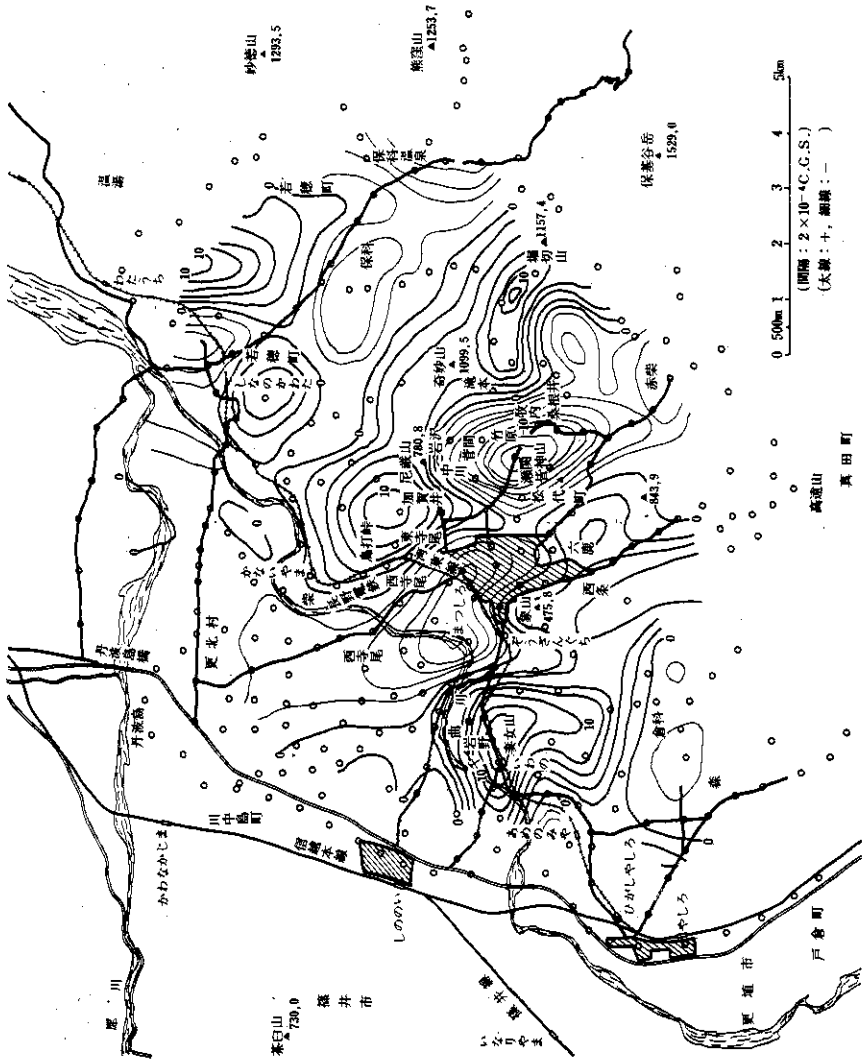


図-3 正規余剰重力図 (S = 500 m)  
 Distribution of the normal residual anomalies  
 based on Fig. 1. (S=500m)

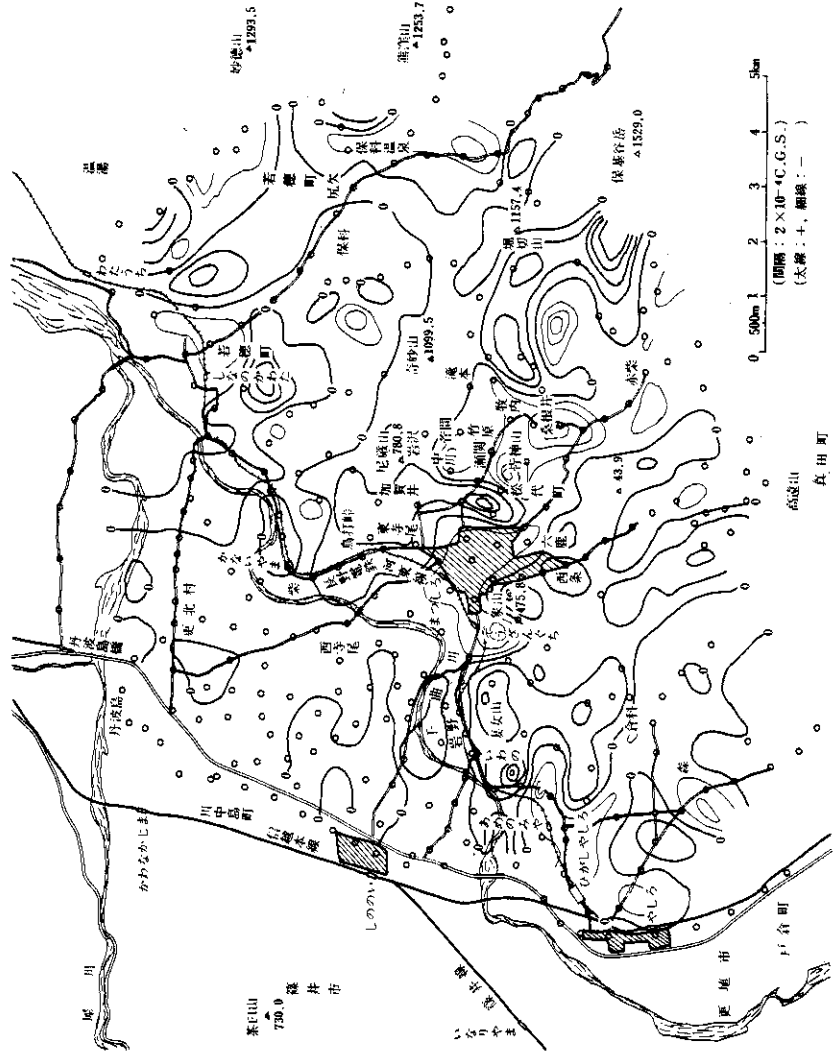


図-4 ノイズ余剰重力図 (S = 500 m)

Distribution of the noise residual anomalies  
based on Fig. 1. (S=500m)

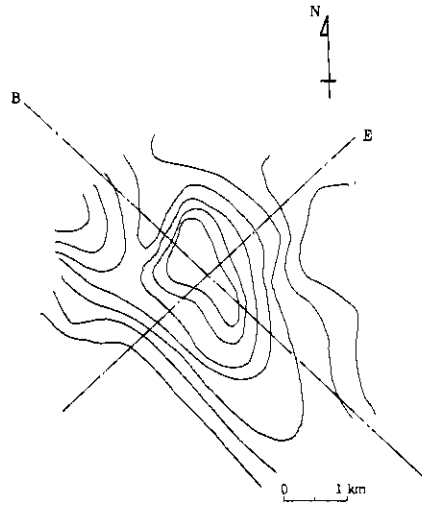


図-5 皆神山低重力異常  
Minakamiyama low gravity anomaly.

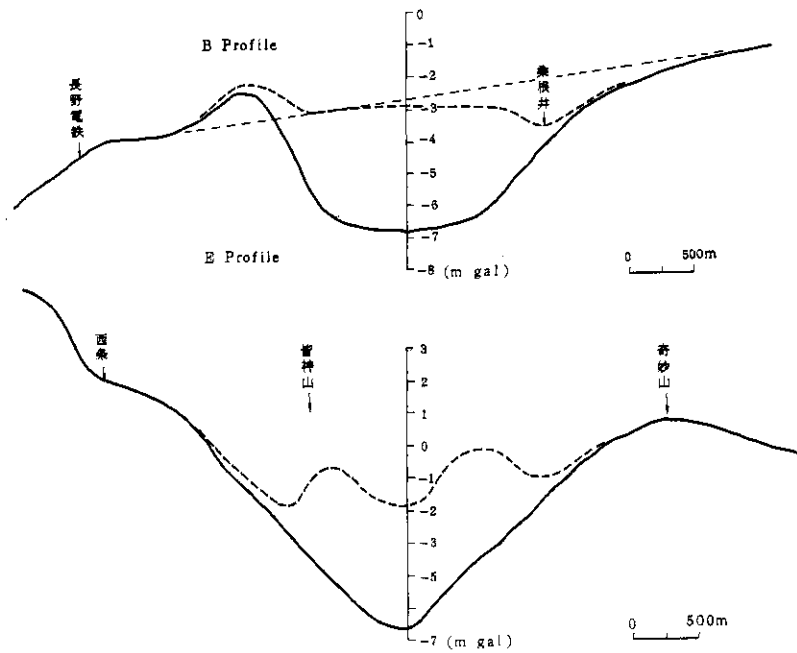


図-6 質量欠損補償前後の各重力断面

Gravity profiles before and after the compensation of mass defect of Minakamiyama low anomaly. (Solid line : before, dotted line : after.)



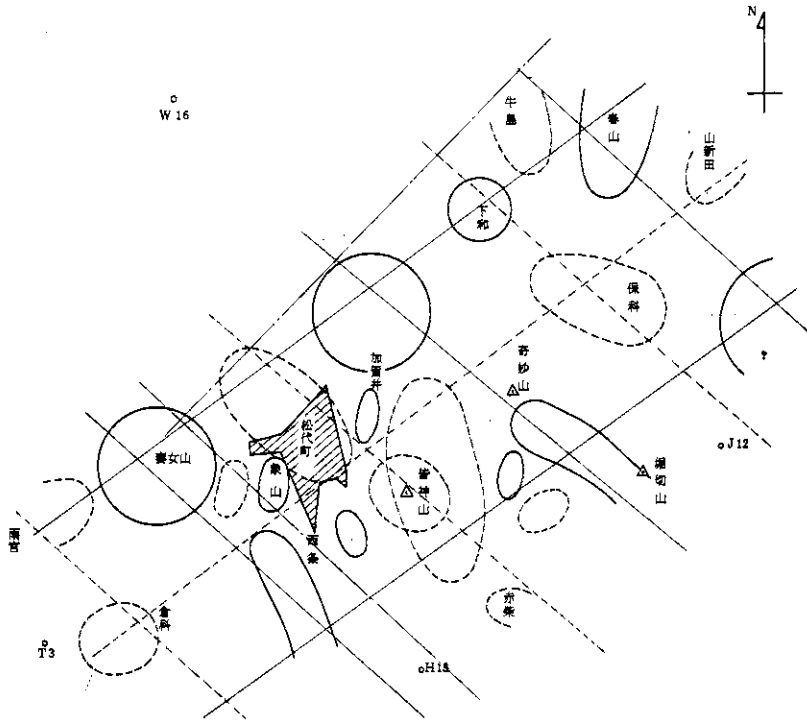


図-7 局部異常の配列  
Alignments of local anomalies.

列しており、その配列の方向はNW-SE方向である。

(4) 山地部では重力値と地形との間に相関的な関係があるように見える。

(5) 得られた重力分布は地域の地質状況ときわめて調和的である。

## 2.2 局部異常について

(1) 平野部には顕著な局部異常は認められないが、山地部では顕著な大小の異常が存在している(図-3, 図-4)。

(2) これらの異常のうち、正異常は火成岩の分布に対応しているようである。

(3) 多数の異常のうち、震域中央部の皆神山部位に現われる異常(皆神山低重力異常, 図-5)はとくに注目される。解析の結果はここに短径800m長径1500m、深度200m(仮定密度差 $\Delta\sigma = 0.5 \text{ CG.S.}$ )ないし400m( $\Delta\sigma = 0.3 \text{ CG.S.}$ )の楕円形状の陥没構造の存在が可能であることを示している(図-6)。

(4) 局部異常の配列にも前記指摘のNW-SEの方向の配列が認められる(図-7)。

(5) またこの方向にほぼ直交するNE-SWの配列も認められる。

## 2.3 地域の構造について

地域の構造性に関しては優勢な火成岩分布のため不明の点が多い。しかし、地質調査の成果や他の重力資料(石油資源株式会社資料)を参照することによって有益な推定を行なうことができる。考察の結果次の所見が得られた。

(1) 千曲川沿いに河東山地(中央隆起帯)とその西部の沈降帯をわかつ構造線の存在が推察される。

(2) これにほぼ直交するNW-SEの走向を有する断層状構造の存在が西条の谷沿い、および皆神山南西麓の測点Q7と白石部落を結ぶ位置に推定される。

(3) 上記二つの走向が重力異常の配列方向としてすでに指摘されたそれらとそれぞれほぼ一致することが重視される。

(4) 地域の構造および火成活動に関して、NW-SEの方向性が重視され、副次的にこれにほぼ直交する方向（推定構造線の走向方向）が注目される。

#### 2.4 重力異常と地震との関連

松代群発地震は経過から見て、現在までに三つの活動期にわけることができ、徐々にその震域が拡大している。これを発生状況から見ると皆神山地震群、若穂地震群および両宮地震群の三つにわけることができるようである。これら地震群の多発範囲がそれぞれ河東山地に現われる三つの低重力域であることはきわめて示唆的である。また経過の全期間を通じて常に皆神山周辺が中心的であり、また推定構造線の北西平野側に地震の発生を見ないこと、多くの地震のP波初動分布（象限型）の節線方向とすでに指摘した構造方向とがほぼ一致していることが注目される。

#### 3. おわりに

今回の調査は種々の制約もあり、必ずしも万全

のものとはいえないが、少なくとも震域内の重力分布の概要は明らかとなった。その結果多くの知見を得ることができ、今回の群発地震の発生機構に関して重要な寄与をなしたものである。ただ調査計画立案時に比べて、その後震域も拡大し、また種々の情報も多く得られるようになった現在では測点配置、測定範囲に関して大きな不満が生じている。とくに、測定範囲は地域の構造特性の解明のためには不十分であり、より広域の重力分布を明らかにする必要がある。また、重力異常の解釈精度の向上を期するためには地質調査、構造試験、他の物理探査（電気、地震）による構造調査などを可能なかぎり行なうことが必要である。この意味で、41年度中に更に計画されている第2次調査に大きな期待もたれる。

地域の重力分布に関する詳細な考察結果は、この第2次調査の成果を加え総括して、あらためて発表される予定である。