

## 四国東南部における精密重力測定

東 敏博・楠本 成寿

### PRECISE GRAVITY MEASUREMENTS IN THE SOUTHEASTERN PART OF SHIKOKU DISTRICT

By Toshihiro HIGASHI and Shigekazu KUSUMOTO

#### Synopsis

Precise gravity measurements have been carried out by using LaCoste & Romberg gravimeters, repeatedly, in the southeastern part of Shikoku District, in order to detect the secular change of gravity.

The results obtained by the gravity measurements were compared with the results of levelling surveys which were performed during the almost corresponding period. It shows that the gravity changes obtained were not the correlation with the vertical movements obtained from levelling surveys.

#### 1. はじめに

四国東南部では、1946年の南海地震の際に、室戸岬を中心として1m以上に達する土地の隆起を生じたが、それ以降、フィリピン海プレートの沈み込みによる土地の沈降が進行していることが知られている。この土地の沈降に伴う重力変化の検出を目的として、この地域において、精密重力測定が行われてきた。土地の沈降と重力の経年変化との関係を調べることは、その地域の地下における物質移動や密度変化の動きを知る手掛かりとなると考えられる。

四国東南部においては、1973年12月に、東京大学地震研究所と京都大学理学部によって精密重力測定が実施され、1983年12月には、京都大学理学部によって再び実施された。それによると、重力測定から求められた重力変化と水準測量から求められた土地の上下変動とは、その変動の傾向は大体において一致しているが、量的には小さすぎると報告されている<sup>1)</sup>。

本稿では、1995年2月に実施した3回目の精密重力測定の結果について報告する。

#### 2. 重力測定

今回、測定に使用した重力計は、ラコスト重力計2台(G-196, G-680)である。なお、1973年には同重力計3台(G-34, G-196, G-210)、1983年には同重力計2台(G-196, G-534)が用いられている。

重力測定は、水準測量の成果と比較するために、京都大学防災研究所附属徳島地すべり観測所内の測定点(GPS点)を除いて、すべて水準点において行っている。なお、今回は、室戸岬測候所内にある室戸一等重力点では測定は行っていない。今回実施した重力測定点は、Fig. 1に示すように、高知市から室戸岬を経て徳島市にいたる一等水準路線沿いの20点と池田町の2点の計22点である。

測定方法としては、これまで精密重力測定で多く行われてきた往復測定を採用し、1日毎にドリフトを決

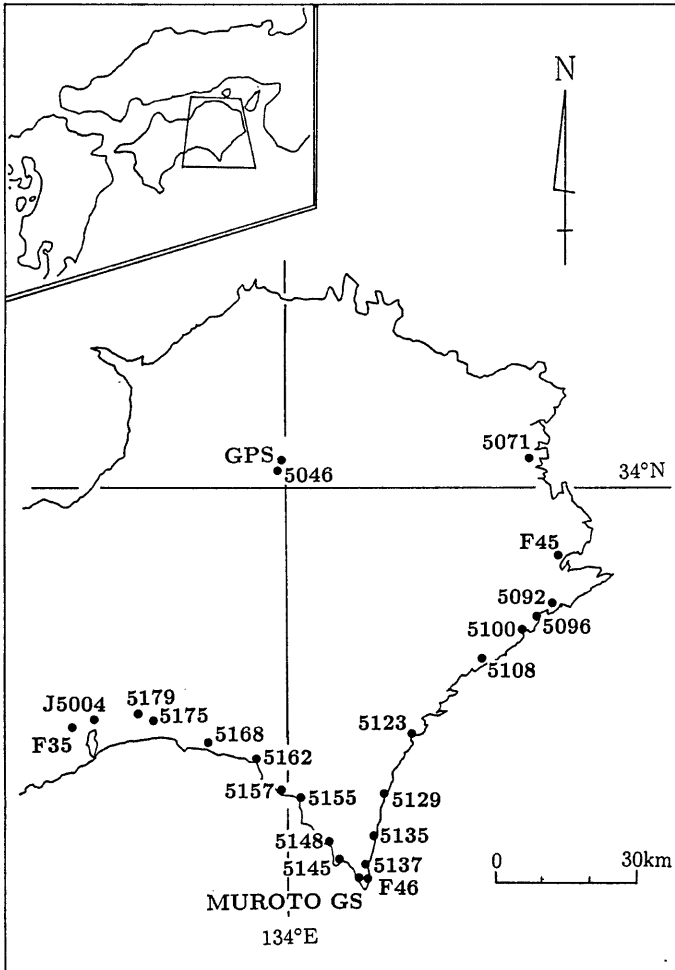


Fig. 1 Location of gravity stations in the southeastern part of Shikoku District.

定・吟味することにより、測定精度の向上に努めた。重力測定に使用した重力計のうち、G-196およびG-210については、環太平洋国際重力結合によって定数の検定が行われている<sup>2)</sup>。そこで、1973年のデータについては、重力計G-196およびG-210を基準にして重力計G-34の定数に対する補正が行われた。一方、1995年の重力測定に用いた重力計G-196とG-680については、得られたデータについて定数の不正確さに起因すると考えられる有意な系統的な差は認められなかった。そこで、重力計G-680については、オリジナルな定数を用いて解析が行われた。

なお、これまで、重力基準点として採用していたBM J5004(高知市)の測定点は、交通量の増加に伴う絶え間ない振動のため、重力測定が不可能となったので、1973年以降改埋がなく、毎日の測定に都合の良いBM 5175(野市町)を重力基準点に採用した。この水準点は、水準測量の結果によれば、J5004とほ

とんど同じような高さ変化を示している。

### 3. 測定結果と考察

Table 1. Results of gravity measurements.

Name of Stations	Latitude	Longitude	Height	Gravity Value (1995)	Gravity Differences (1995-1973)
	deg. min.	deg. min.	m	mgal	$\mu$ gal
BM5175	33 33.0	133 43.1	12.5	0.0	0
BM F35	33 33.4	133 29.8	15.0	-6.173	+21
BM5179	33 34.7	133 38.4	22.0	-4.720	—
BM5168	33 30.8	133 49.3	9.7	+6.461	+18
BM5162	33 29.0	133 56.4	5.0	+16.086	+15
BM5157	33 25.5	133 59.8	9.3	+18.529	+8
BM5155	33 24.9	134 01.6	8.0	+20.855	-5
BM5148	33 19.8	134 05.9	6.8	+33.188	+10
BM5145	33 17.8	134 07.7	8.8	+35.490	—
BM F46	33 14.9	134 11.0	8.3	+39.013	-4
BM5137	33 18.1	134 11.5	7.9	+33.392	—
BM5135	33 20.1	134 12.1	6.9	+32.761	-3
BM5129	33 25.7	134 13.9	13.5	+29.319	—
BM5123	33 31.2	134 17.1	6.4	+26.643	+10
BM5108	33 40.6	134 25.5	5.0	+25.529	-7
BM5100	33 43.8	134 31.9	1.9	+20.966	-32
BM5096	33 45.8	134 34.4	3.7	+17.914	-18
BM5092	33 47.6	134 35.6	77.4	+2.745	—
BM F45	33 52.2	134 36.8	18.1	+15.429	—
BM5071	34 04.4	134 33.1	1.9	+38.684	—
BM5046	34 01.4	133 49.3	85.3	+15.548	—
GPS	34 02.2	133 50.4	146.6	+2.359	—

Table 1 には、1995 年の測定結果が、1973 年からの重力差とともに示されている。各測定点の重力値は、2 台のラコスト重力計 (G-196, G-680) によって得られた値の平均値であり、測定精度は、 $\pm 10 \mu$ gal ( $1 \mu$ gal =  $10^{-8} \text{ms}^{-2}$ ) 程度であった。重力基準点としては、前述した理由により、BM 5175 を採用している。なお、京都大学理学部地球物理学教室重力基準点 (京都 C) の重力値 (979707.750 mgal) を基準として求めた BM 5175 の重力値は、979631.180 mgal であった。

Fig. 2 は、BM 5175 の重力値が不変であると仮定して求められた 1973 年 12 月から 1995 年 2 月までの約 21 年間における各測定点での見掛けの重力変化を示している。この図によると、室戸岬周辺においては、この期間、重力の値がほとんど変化していないことが見てとれる。1973 年の重力測定の実施以来、道路工事等に伴う水準点の改理が数多く行われた。当然のことながら、それらの測定点では、この期間における重力変化量を得ることができなかった。

四国東南部における水準測量は、国土地理院により、最近では 1971 年以降、1979 年、1983 年そして 1991 年と行われている。Fig. 3 には、1971 年から 1991 年までの約 20 年間における各測定点の高さの変化が示されている。この図においては、重力測定の結果と比較するために BM 5175 を不動としてある。図から明らかのように、フィリピン海プレート沈み込みに伴う室戸岬を中心とした土地の沈降の様子が明瞭に見られる。

高さの変化と重力の変化を比較することにより、地下において何が生じているのか推定することができる<sup>3,4)</sup>。たとえば、室戸岬の先端部における高さの変化 (23 cm の沈降) が質量の変化を伴わなかったとすれば、それによる重力の変化はフリーエア勾配となり、約  $70 \mu$ gal の重力の増加をもたらすはずである。こ

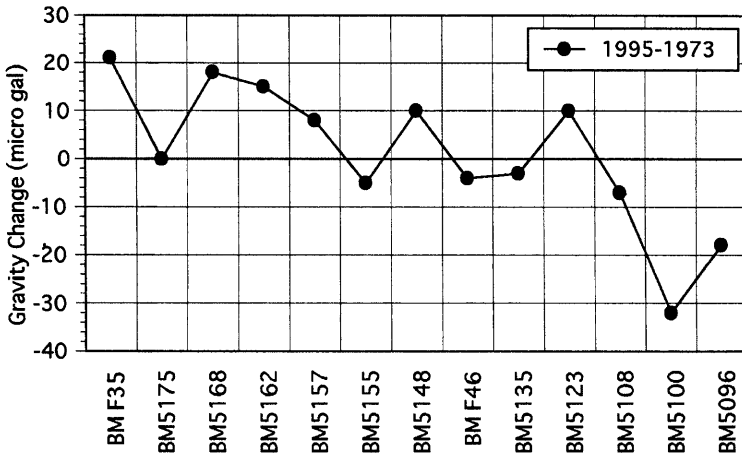


Fig. 2 Gravity changes observed during the period from Dec. 1973 to Feb. 1995.

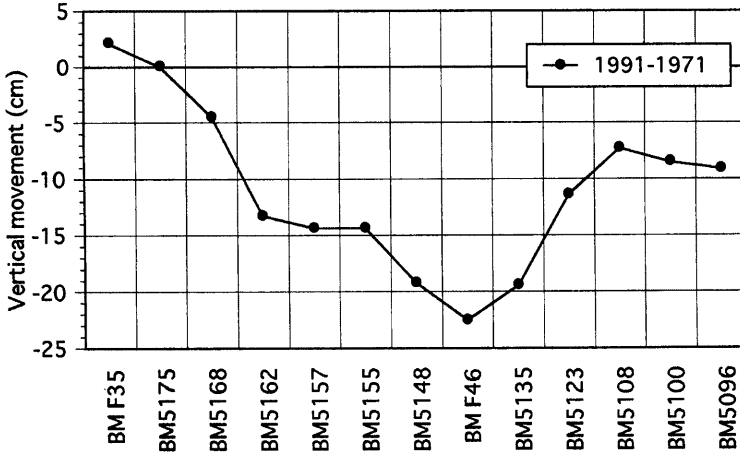


Fig. 3 Vertical movements obtained from levelling surveys during the period from 1971 to 1991.

のようにして、いま、重力の変化が高さの変化だけによると仮定して、この20年間における高さの変化から期待される重力の変化を、フリーエア勾配 ( $3.086 \mu\text{gal}/\text{cm}$ ) を用いて計算したのが、Fig. 4に、精密重力測定によって得られた重力の変化とともに示してある。この図からは、測定時期に幾分かの差はあるが、重力測定から求められた重力変化と水準測量から求められた土地の上下変動との間に相関は認められない。室戸岬と同様に、フィリピン海プレートの沈み込みに伴って沈降を続けている東海地域の御前崎周辺における重力測定の結果によると、土地の沈降に伴ってブーゲー勾配 (約  $2 \mu\text{gal}/\text{cm}$ ) で重力の増加が認められると報告されている<sup>5)</sup>。

言い換えれば、四国東南部においては、この約20年間の間に、室戸岬を中心にして数十  $\mu\text{gal}$  の重力減少が生じていると考えることができる。この現象を説明するためには、例えば、地下物質の密度の減少や地下

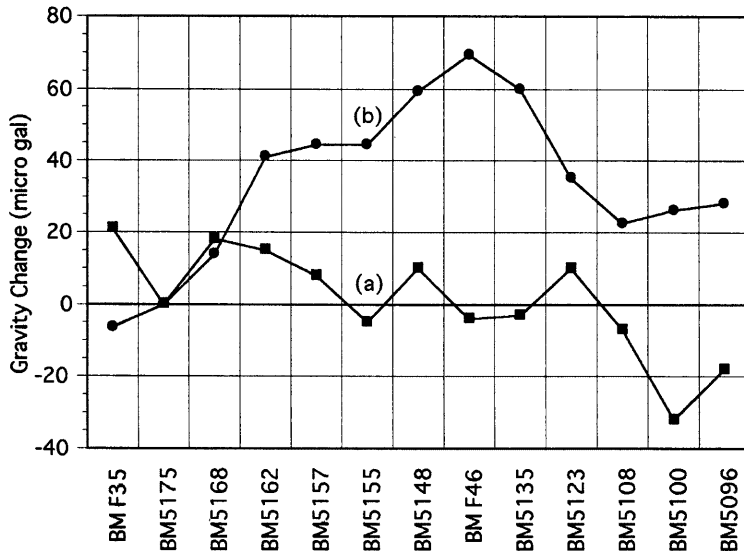


Fig. 4 Comparison between gravity change and vertical movement along the route.

(a) Gravity change

(b) Vertical movement

水位の低下などを考えれば可能である。しかしながら、一方で、重力基準点 BM 5175 の重力値が変化した可能性も残されている。これらを明らかにするためには、最近、取扱いが容易になり、かつ高精度になってきた絶対重力計を用いた測定が必要だろう。

#### 4. まとめ

四国東南部における精密重力測定の結果、土地の沈降に伴う重力の増加は認められなかった。これは他の地域で報告されている結果と様相を異にしている。この原因を明らかにするためには、関連する他のデータの取得とともに、相対重力計による精密重力測定の繰り返しや絶対重力計による測定によって、重力の経年変化を追跡していくことが必要である。

なお、この研究は、平成6年度防災研究所地震予知研究センター・プロジェクト研究として実施されたことを記し、謝意を表します。

#### 参考文献

- 1) 中川一郎・東 敏博：四国東南部における1973～1983年の重力変化，測地学会誌，第30巻，1984，pp.323-324.
- 2) Nakagawa, I., S. Nakai, R. Shichi, H. Tajima, S. Izutuya, Y. Kono, T. Higashi, H. Fujimoto, M. Murakami, K. Tajima and M. Funaki : Precise Calibration of Scale Values of LaCoste & Romberg Gravimeters and International Gravimetric Connections along the Circum-Pacific Zone (Final Report). Final Report on "Precise Calibration of Scale Values of LaCoste & Romberg Gravimeters and Contribution to the Reform of the International Gravity Standardization Net 1971", 1983,

117p.

- 3) 田島広一：地震および地殻変動に伴なう重力の変化，地震研究所彙報，第50巻，1975，pp.209-272.
- 4) 萩原幸男・田島広一・井筒屋貞勝・長沢 工・村田一郎・大久保修平・遠藤 猛：最近10年間の伊豆半島の重力変化，測地学会誌，第31巻，1985，pp.220-235.
- 5) 名古屋大学理学部・京都大学理学部・京都大学防災研究所・国立天文台水沢：東海地方の重力変化，地震予知連絡会会報，第51巻，1994，pp.576-577.