

三浦半島の水準点変動と地質構造との関連性

鈴木 尉元* 小玉喜三郎* 丸田 美幸**

Recent Crustal Deformation and Its Relation to the Geologic Structures of the Miura Peninsula

Yasumoto SUZUKI, Kisaburō KODAMA and Yoshiyuki MARUTA

Abstract

First levelling data in the Miura Peninsula are analyzed in order to elucidate the recent crustal deformation and its relation to the geology and topography.

Several discontinuities in vertical deformation occur in every interval of levelling surveys but their places are not always definite. Each unit bounded by those discontinuities tilts toward the sea or inland parallel to shoreline in general. The deformations are not always parallel to the geologic structures of Neogene and lower Quaternary formations but cross them usually.

Vertical deformations for about 20 years are nearly parallel to the topography. Those facts stated above show that the formation of the Peninsula is now in progress.

1. ま え が き

三浦半島には、古くから一等水準点の路線が西海岸にそって設置され、半島の先端に近い油壺の検潮場と東京の水準原点とを結ぶ測量は、数年に1回の割合で行われている。それらの結果は、これまでしばしば解析に供されてきた（たとえば原田，1948；石和田，1949）。

1952年には、東海岸にそって新たに一等水準点の路線が設けられた。以後数年に1回、半島を一巡する測量が行われ、最近の地殻変動を明らかにする資料として公表されている。それらの結果は、何人かの方によって議論されている（檀原，1964，1971；藤田，1974）。また近年は、地震予知の問題と関連して、国土地理院地殻活動調査室（1969，1970，1971，1972，1973）によって、定期的に測量の結果が論じられている。

一方、地質学的な見地から見ると、三浦半島は地質が詳細に明らかにされている地域で、その結果は、精密な地質図として公表されている（三梨・矢崎，1968）。

三浦半島のように、比較的狭い地域に、地質構造と直交して平行に水準路線が設けられ、数年に1回の測量の行われている例はあまりないであろう。したがって、三浦半島は、地質構造と最近の地殻変動との関係を明らか

にするのに、大変良いフィールドということができようであろう（第1図）。

筆者らは、数年間の比較的短期間の地殻変動と数十年間の変動がどのような関係にあるか、それらの変動と地質構造や地形とはどのように関連しているかを明らかにするために、1952年以降の半島を一巡する一等水準点の変動の資料を解析した。

謝辞 東大地震研究所の岡田倬博士・中村一明博士には、資料収集の段階でお世話になった。さらに岡田博士ならびに同研究所笠原慶一博士には、現地でいろいろ御指導いただき、解析結果について御討論いただいた。地質調査所三梨昂・矢崎清貫両技官には、地質構造についてお教えいただき、水準点変動との関係について御討論いただいた。同所岡重文技官には、地形についてお教えいただいた。これらの方々には、あつく御礼申しあげる。

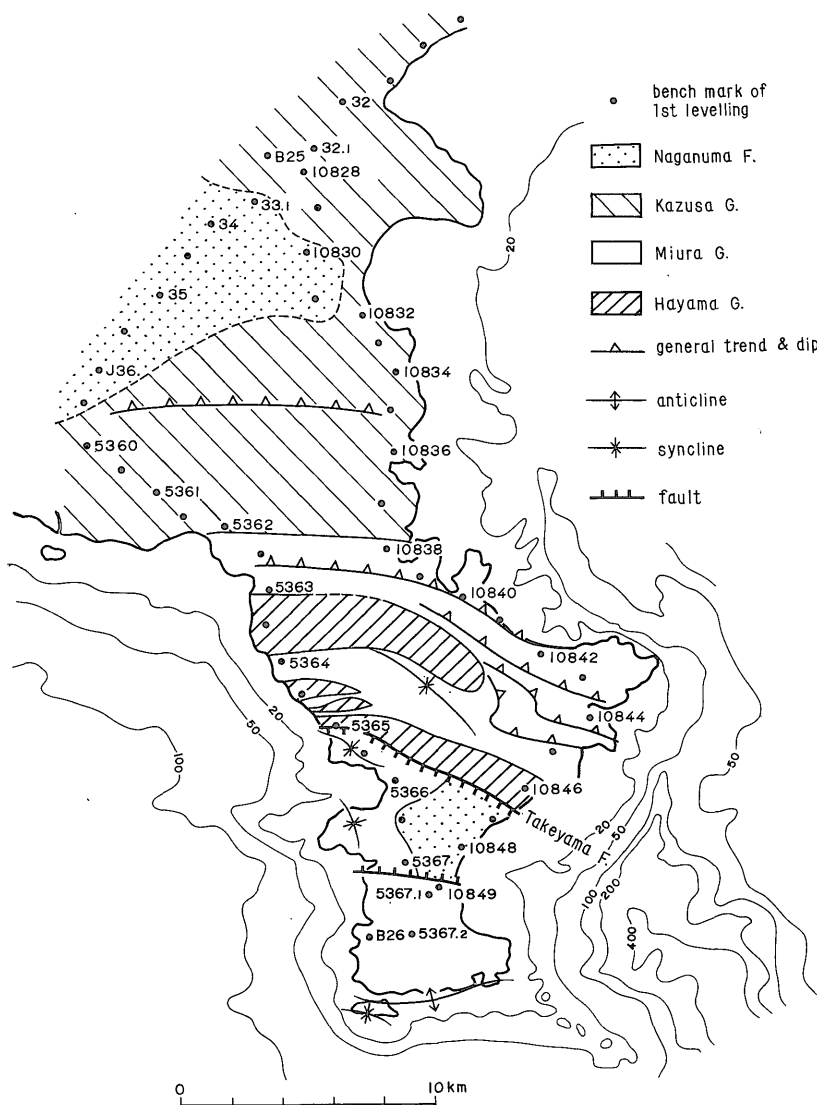
2. 資料と解析方法

解析にもちいた資料は、国土地理院発行の一等水準点検測成果表によった。

三浦半島を一巡する一等水準路線は、北部の横浜から藤沢にいたる路線で、閉じた一つのループを形成している（第2図）。一般に、このような路線の測量結果は、原点を出発して一巡し、再び原点にもどっても、最初の値とは異なった値がえられる。筆者らは、その差を水準点の

* 燃料部

** 元芝浦工業大学土木工学科（現栃木県）



第 1 図 三浦半島の地質構造概念図と一等水準点の位置

数で割り、その値を順次水準点の値に加えていって、両者が一致するように補正した。

従来の解析法では、これらの値を水準点の位置にあてて等変動量線をえがき、地殻変動が論じられた。ところが、この等変動量線の描き方にはかなり任意性が入りこむ余地がある。したがって、地質構造との関係といったこまかい議論をするためには、この線をもう少し厳密にひく必要があるであろう。

筆者らは、つぎのような方法で等変動量線をえがいた。すなわち、隣り合った 3 つの水準点は、1 つの三角形を構成する。これら 3 水準点が 1 つの平面上にあり、

それが傾動運動をしているとすると、3 水準点の変動量から、その傾動方向と傾動量を計算することができる(鈴木ほか, 1974)。この方向を、三角形の重心の位置に矢印で示す。ある地域が大きく連続的な変形をしている場合に、その様子を等変動量線であらわすことができるが、その線は、この矢印の方向と直交しなければならない。したがって、この方法によれば、等変動量線を描く際にその自由度をへらすことができるであろう。

測地学的地塊の傾動方向と傾動量を求める方法に、宮部(1936)によって見いだされた方法があるが、筆者らの方法は、その特殊な場合にあたる。



第2図 三浦半島の地名と水準点番号

3. 解析結果

以上のべたような方法による解析の結果を、第4図から第10図に示す。これらの図の中の矢印は、3水準点の垂直変動量から計算された傾動方向であり、実線は等変動量線である。かぎ付き実線は、変動の不連続的な変位を示す位置で、かぎの方向は、相対的に沈降する側を示している。その位置は、第3図の縦の太い実線と対応している。

以下に、各時期ごとに、変動傾向を検討していくことにする。

1952-1955年の変動 (第4図)

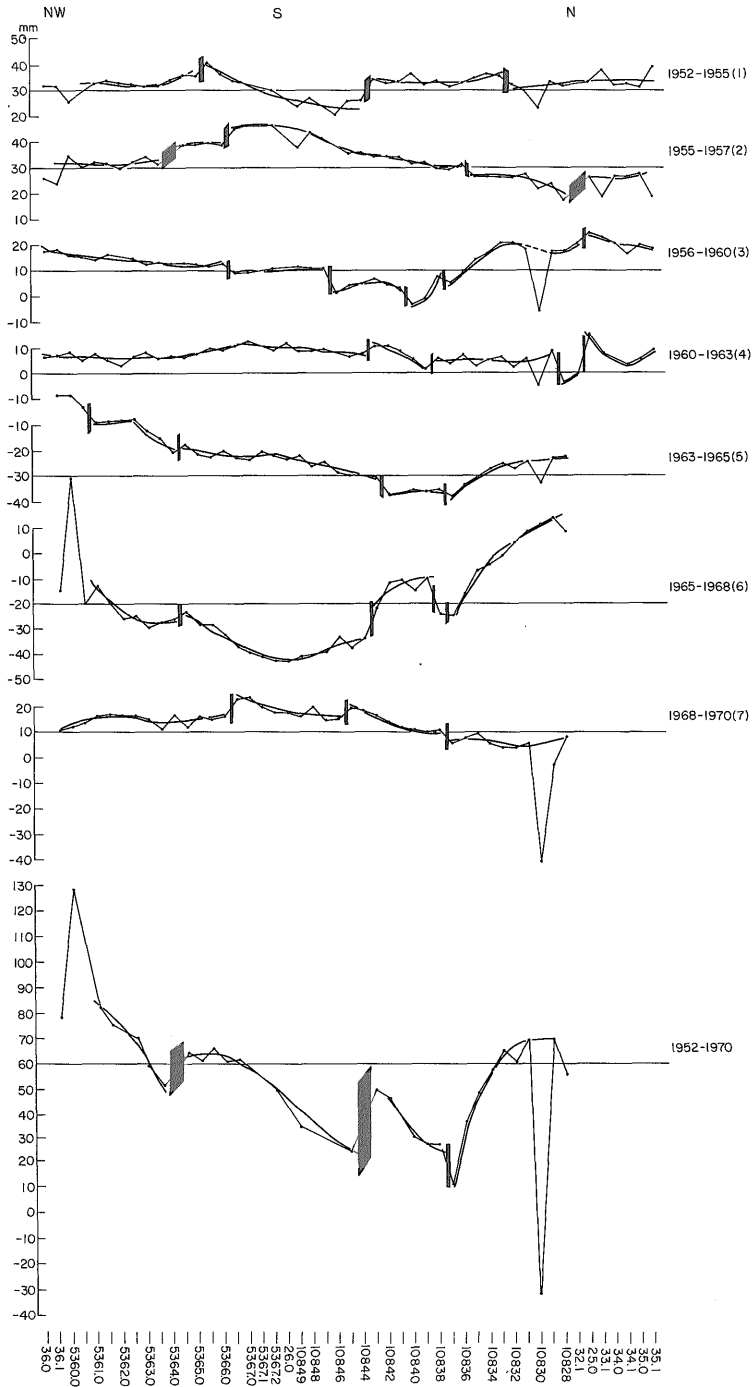
半島全体として見ると、35mm前後の変動で、大きな

傾動運動は見られない時期である。水準点番号(以下省略する)10832-10833で北落ち、10843-10844で南落ち、5365.1-5365で北落ちの不連続的な変位が見られる。

個々の地域的な変動傾向としては、北部の保土ヶ谷付近の33.1を中心とする上昇運動と、半島北部から中部にかけての地域、海岸線にはほぼ平行した方向を軸とする内陸への傾動がいちじるしい。ただし、横浜付近では、この傾向があまり明瞭でない。これとは逆に、小田和湾周辺地域は、海側への傾動が顕著にあらわれている。

1955-1957年の変動 (第5図)

半島全体としては、南ないし南西側が上昇し、北側が沈降するような運動が見られる。不連続的な変位は10835



第 3 図 水準点の変動量図。垂直の太線は変位の不連続部

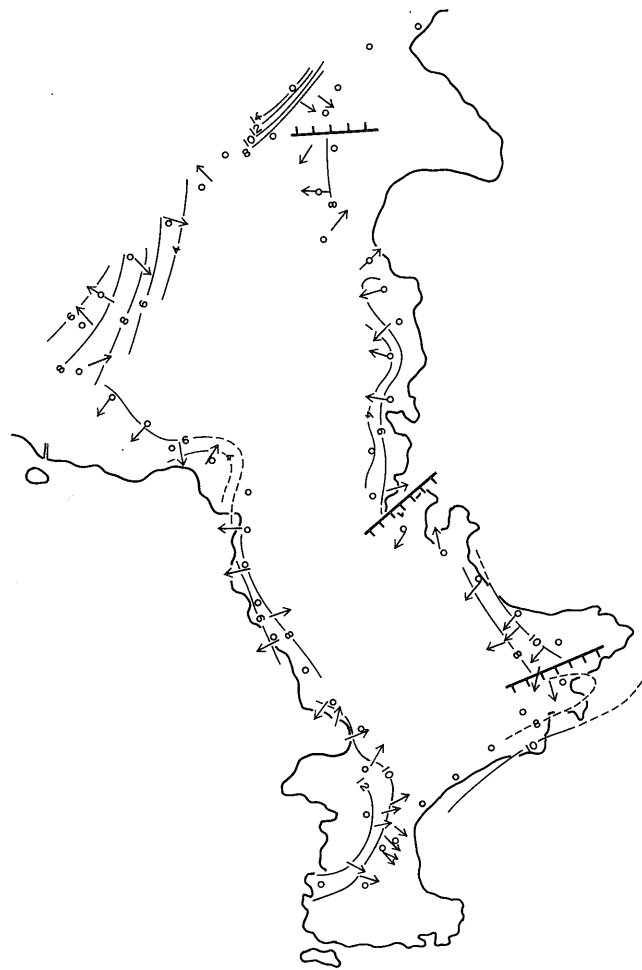


第5図 1955—1957年の等変動量線

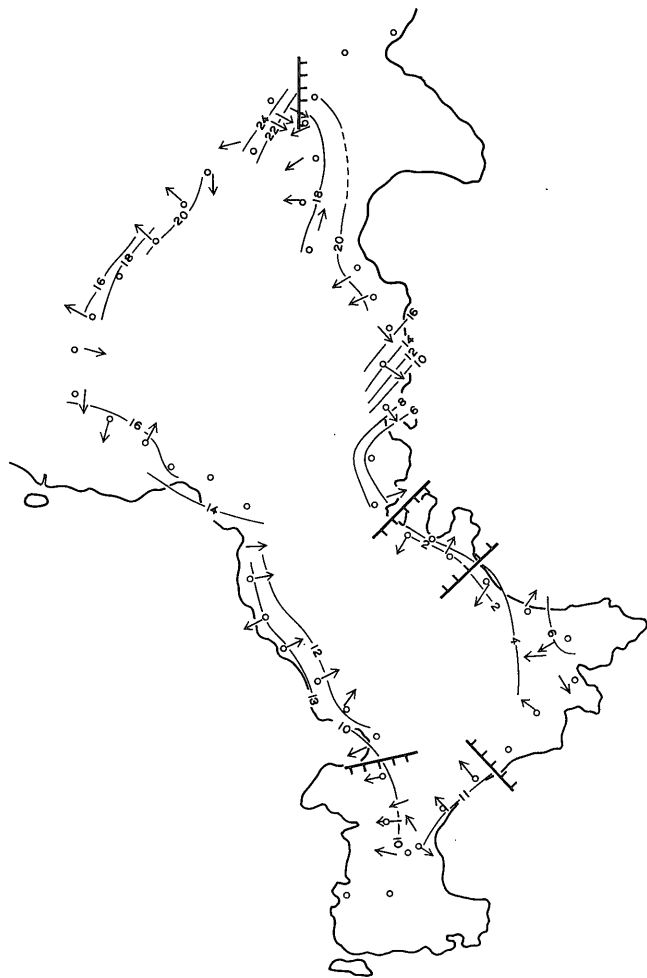


第4図 1952—1955年の等変動量線

矢印は、三水準点の変位から求められた地殻の傾動方向、かぎ付き実線は変位の不連続部、かぎは相対的にさがる側を示す。



第7図 1960—1963年の等変動量線



第6図 1957—1960年の等変動量線

—10836, 5366.1—5366, 5364—5363などに見られるが、いずれも半島全体の運動と調和的に、北側が沈降するように変位している。

個々の地域の変動傾向としては、前期とは逆に、北部の保土ヶ谷付近は沈降し、半島の北東側も、海岸線にほぼ平行した方向を軸に海側への傾動を示している。ただし追浜付近は、このような傾向とは逆に、内陸側への傾動を示している。南部は全体として南あがり北さがりの傾向を示すが、西側の初声付近では、南北方向を軸に東さがりの傾向が認められる。

1957—1960年の変動 (第6図)

半島全体としては、南西側が上昇し、北東側とくに中部の追浜付近が沈降するような傾向を示す。また、北部もいちじるしい上昇を示している。不連続的変位は、25—32.1で東落ち、10838—10839で南落ち、10840—10841で北落ち、10846—10847で北東落ち、5366.1—5366で南落ちなどの変位が認められる。

つぎに、地域ごとの変動傾向を見ることにする。保土ヶ谷付近は、前期と同様に沈降傾向を示している。その南西方の戸塚付近では、南東あがり北西さがりの傾向を示す。金沢文庫から鎌倉・逗子にいたる地域は、内陸の上昇傾向を示すが、東側の金沢文庫付近は、海岸線にかなり斜交した北東—南西方向を軸に、南東方への傾動傾向を示している。一方、それ以南の地域は、海岸線にほぼ平行した方向を軸に、内陸側へ傾動する傾向を示している。ただし、南部の初声付近では、南北方向を軸に海側への傾動を示す。

1960—1963年の変動 (第7図)

半島は、全体として8 mm前後の変動を示し、あまり大きな傾動傾向を示さない。不連続的変位は、10828—10829, 10838—10839, 10843—10844などに見られ、最初の位置で北落ち、後の2つの位置で南落ちの変位を示す。

地域的な変動傾向としては、半島東側の内陸側への傾動、南西側の海側への傾動がいちじるしい。南部の初声付近では、前期とは逆に、南北方向を軸に東さがりの傾向を示す。

1963—1965年の変動 (第8図)

全体として、半島の南西側の上昇、北東側の沈降傾向がいちじるしい。10837—10838, 10842—10843, 5364.1—5364, 5361—5360.1などに不連続的変位が見られ、いずれも北落ちの傾向を示している。

この時期は、南部を除いて、海岸線にほぼ平行した方向を軸に、内陸側への傾動傾向を示している。ただし、葉山付近は、海岸線に斜交した北東—南西方向を軸に、

南東方へ傾動している。南西部の初声付近では、前期とは逆に、北西—南東ないし南北方向を軸に、南西ないし西側への傾動を示している。

1965—1968年の変動 (第9図)

前期とは逆に、北東側とくに北部の上昇、南西側とくに南部の沈降がいちじるしい。不連続的変位は、10838付近, 10843—10844, 5364.1—5364, 5361—5360.1などに見られる。落ちの方向は、10843—10844が南落ちであるほかは、すべて北落ちである。

地域ごとの変動傾向は、南部ないし南西部をのぞいて、海岸線にほぼ平行した方向を軸に、海側への傾動傾向を示している。ただし、北東部の杉田・金沢文庫付近においては、海岸線と多少斜交した北東—南西方向を軸としている。南西部は南西方向への、南部は南方への傾動傾向を示す。

1968—1970年の変動 (第10図)

半島全体として、南西側、そのうちとくに南部が上昇し、北東側とくに北部が沈降する傾向を示している。10834—10835, 10837—10838, 10845—10846, 5366.1—5366, 5364—5363.1などに不連続的変位が認められ、10845—10846が南西落ちを示すほかは、いずれも北落ちの傾向を示す。

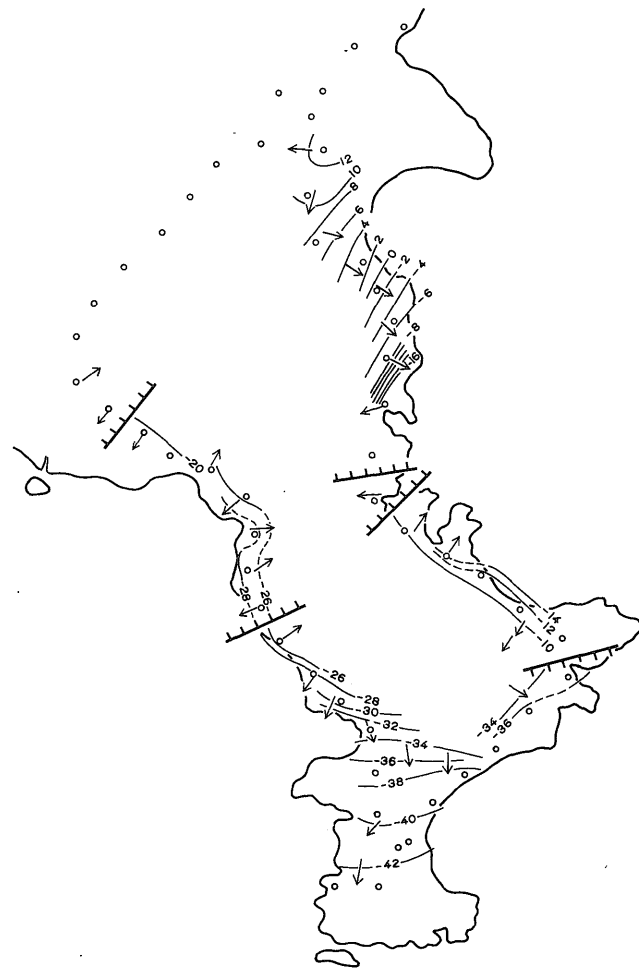
地域ごとの変動傾向としては、北部が海岸線にほぼ平行した方向を軸に海側への傾動を示すのに対して、中部ないし南東部は、内陸側への傾動を示している。南部の初声付近は、南北方向を軸に東さがりの傾向を示す。

全期間の累積した変動 (第11図)

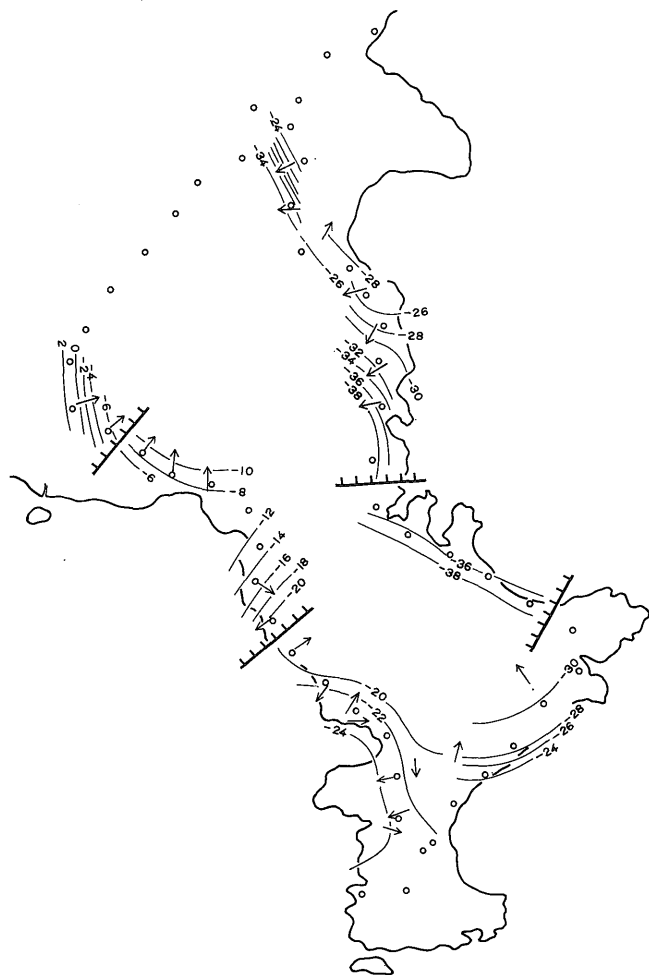
以上、1952年から1970年にいたる三浦半島の地殻の変形を、2,3年の短期間ごとに検討してきたが、それらを積算した20年近くの期間にはどのような変形となるかを、つぎに検討することにする。

その結果を示したのが第11図であるが、半島は全体として、南西側が上昇し、北東側が沈降するような運動をしていることがわかるであろう。変形の不連続部は、10837—10838, 10843付近, 5364 付近などに見られる。10843 付近は南落ちであるが、他の2不連続部はいずれも北落ちである。

地域ごとの変動としては、現在の海岸線にほぼ平行した方向を軸とした変形が顕著である。すなわち、半島周辺の海岸線にそって設けられている水準点相互の変位はあまり大きくなく、それと直交する方向に大きくなる。半島の北東側や北西部では、一般に内陸が上昇し、海側に沈降する運動がいちじるしい。ただし、追浜や逗子・葉山付近では、多少等変動量線が海岸線に斜交する。そのほかの地域では、傾動方向はあまり明瞭でない。



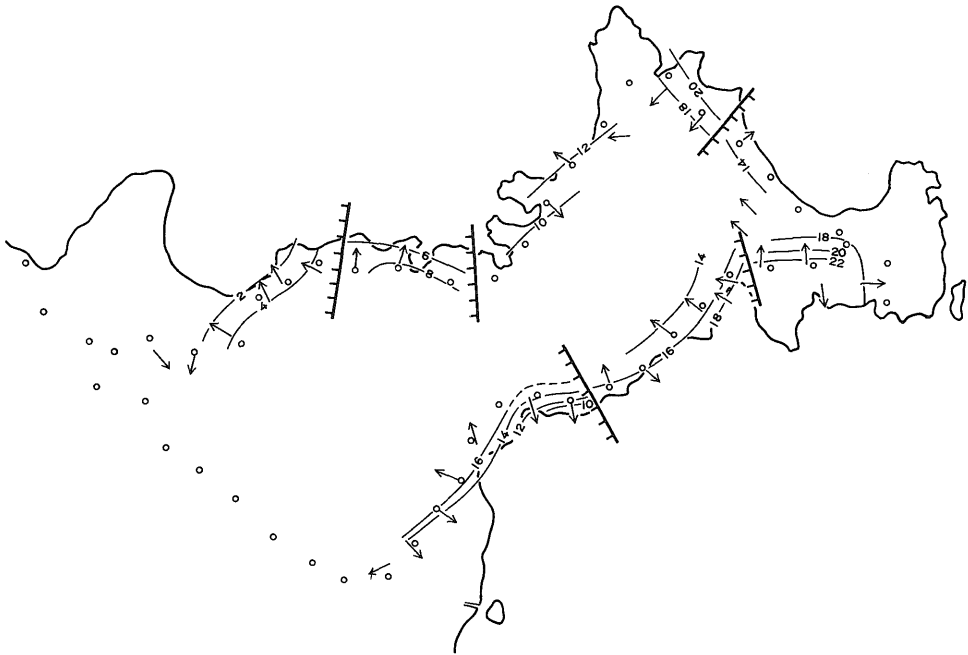
第9図 1965—1968年の等変動量線



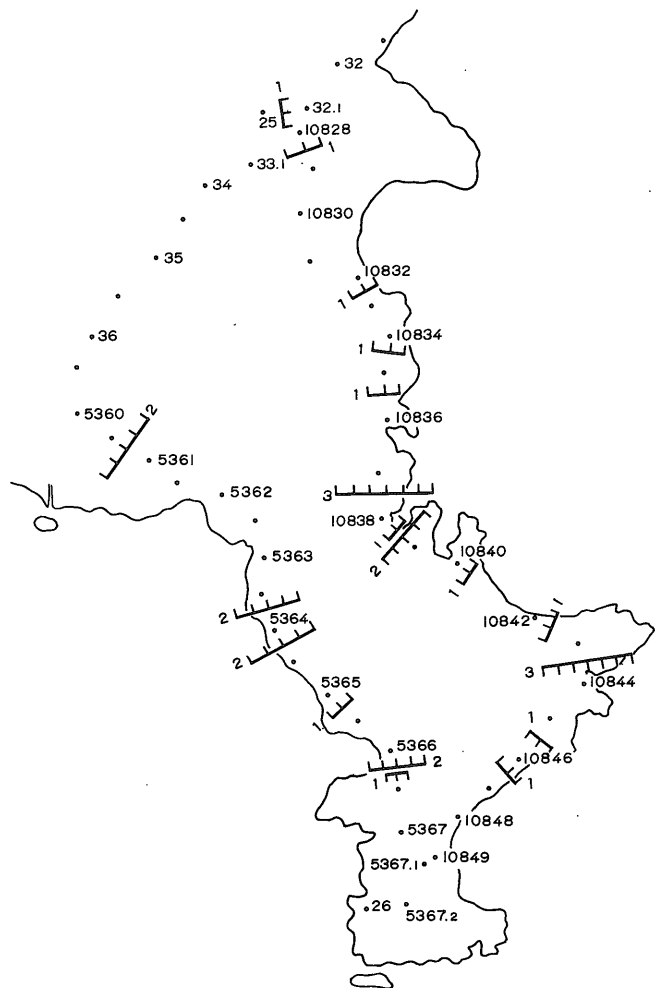
第8図 1963—1965年の等変動量線



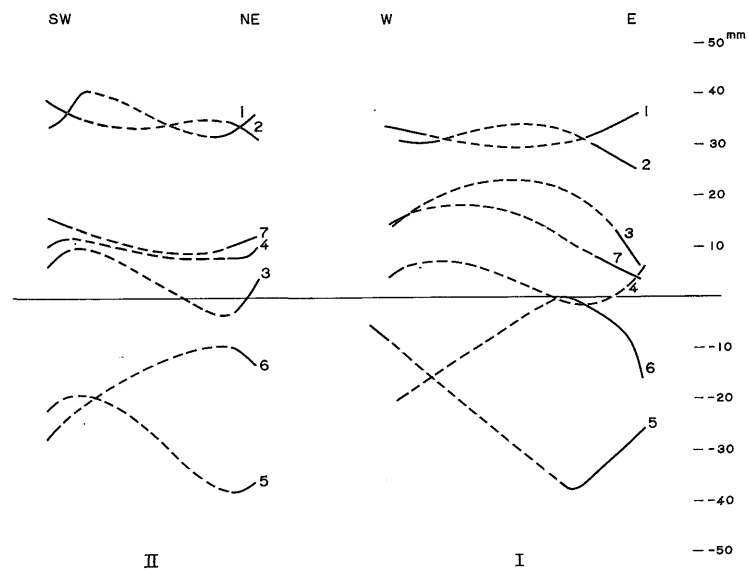
第11図 1952—1970年の累積等変動量線



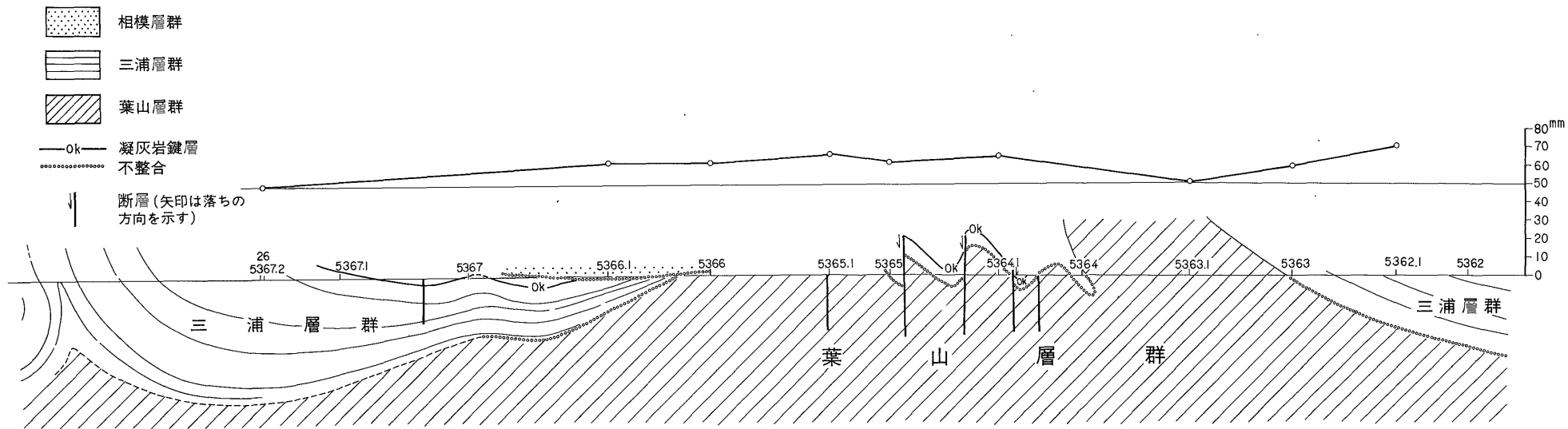
第10図 1968—1970年の等変動量線



第12図 各時期の不連続的変位を示す場所
数字は不連続的変位の回数



第13図 三浦半島北部 I (金沢文庫—大船付近) と中部 II (横須賀—小田和湾付近) を切る概念的な変形断面図
1—7の数字は測量期間 (第1表参照).



第14図 三浦半島の南西縁にそつ地質断面と1952—1970年の累積した水準点の変動との関係

4. 解析結果の検討

つぎに、以上の解析結果をまとめて検討することにする。三浦半島の変動には、半島全体の一般的な変動傾向と、地域ごとの局地的な変動傾向とが区別される。全般的な変動としては、a) 南あがり北さがりの運動、b) 南西あがり北東さがりの運動、c) 北あがり南さがりの運動、d) 全般的な傾動運動があまりいちじるしくない時期が区別される。a) は1955—1957年、b) は1957—1960年、1963—1965年、1968—1970年、c) は1965—1968年、d) は1952—1955年、1960—1963年に見られる。すなわち、南西側があがり北東側がさがるような傾向を示す時期がもっとも多い。次いで、あまり傾動傾向のいちじるしくない時期がつづく。結局、1952年から1970年にわたる累積した変形としては、南西側があがり北東側がさがるような傾向をとることになる。

不連続的変位を示す位置は、時期ごとに必ずしも一定していない。しかし、とくに不連続的な変位のあらわれやすい位置がある(第12図)。10837—10838、10843—10844および5364.1—5364、5364—5363.1、5361—5360.1などで、前者は3回、後者は2回の不連続的変位を示し、その変位傾向も一定している。10838—10839、5366.1—5366も3回の不連続的変位を示しているが、その変位傾向は一定しない。

不連続的変位の方向は、地域ごとにかなり一定した傾向を示している。半島の北東側では、10838—10839を除いていずれも北側が落ちる傾向を示す。また南西側についても同様に、北側が落ちる傾向を示している。

結局、不連続的変位がおこりやすく、しかも変動傾向の一定している所に、1952年から1970年にわたる長期間の大きな不連続的変位があらわれてくる。

地域ごとの変動としては、一般に海岸線にほぼ平行した方向を軸に、海側へあるいは陸側への傾動がいちじるしい(第13図)。ただし、ときに海岸線にかなり斜交した傾動を示すことがあるが、そのような運動は、南あるいは北への半島の大きな傾動運動の時期に、特定の地域にあらわれる傾向がある。これらの傾向が積算されて、1952年から1970年にいたる20年近くの期間をへると、半島の地形とほぼ平行した変形となっていく。

第14図は、三浦半島の西岸にその地質断面と、1952年から1970年にいたる18年間の水準点の変位との関係を示したものである。この地質断面図には、三浦層群堆積時からの地殻変動が集約してあらわされている。その間もっとも隆起したのは、現在葉山層群の露出している中央部であって、北部や南部の三浦層群・上総層群・長沼層

が分布する地域は、相対的に沈降したことを物語っている(第1図)。とくに上位層の分布する地域は、新しい時代の相対的な沈降の場を示している。

三浦半島の地質構造と最近の18年間の変動とを比較すると、上にのべたような地質時代の地殻変動をそのまま延長したような形では、最近の地殻変動は行われていないことがわかるであろう。とくに、周辺地域に対して隆起してきた葉山層群の分布する地域は、最近かならずしも隆起していない。

現在の三浦半島の地形は、地質構造が基本的に東西ないし北北西—南南東の方向をとるのに対して、これと直交する相模湾や東京湾によって周辺を割られている。半島の南西側では、山地が海岸にせまり急崖を形成している。ここから北東に向かって地形はしだいに低くなり、東京湾に沈んでゆく。さきののべた最近18年間の地殻の変動は、このような地形の概形とほぼ平行しているといえるであろう。このことは、三浦半島を形成する運動は現在進行していることを示しているのであろう。

5. ま と め

三浦半島の最近の地殻変動は、現在の地形とほぼ平行して行われる傾向がある。2、3年の短期間の変動では、海岸線に平行して傾動するが、その方向はかならずしも地形と平行せず、ときに逆行する。しかし20年近く変動が累積されると、現在の地形と平行するようになる。このような運動様式は、第三系や下部第四系の地質構造とは必ずしも平行せず、むしろそれを切るような傾向である。

不連続的変位を示す位置は時期によって一定しないが、とくに不連続的変位のあらわれやすい位置があり、20年近くの變動では、大きな不連続としてあらわれてくる。その位置は、地質学的に大きな断層の確認されている位置とは必ずしも一致しない(第1図、第12図)。

これらの事実は、現在の地殻変動が前期第四紀までの地殻変動とはかなり異質なものを含んでいることを示している。現在の地殻変動は、地形と平行するもので、三浦半島を形成する運動が現在進行していることを示しているものと思われる。

第 1 表 水準点の変動量

(単位 mm)

測量期間 水準点番号	1952-1970							
	1 1952-1955	2 1955-1957	3 1957-1960	4 1960-1963	5 1963-1965	6 1965-1968	7 1968-1970	1952-1970
36.0	32.1	25.8	17.6	6.4	—	—	—	—
36.1	31.8	23.9	18.1	7.1	1.8	-14.3	10.2	78.6
5360.0	25.8	34.9	16.2	8.5	1.6	29.6	11.7	128.3
5360.1	—	30.4	15.1	5.2	-3.2	-20.4	13.2	—
5361.0	33.2	32.5	14.3	7.8	-8.8	-12.9	16.0	82.1
5361.1	34.0	31.7	16.5	5.1	-8.3	-20.2	16.7	75.5
5362.0	33.2	30.0	—	3.1	-8.1	-26.3	16.4	—
5362.1	32.7	32.3	14.9	6.7	-7.7	-25.1	16.2	70.0
5363.0	31.7	34.3	12.6	8.1	-12.2	-29.7	14.5	59.3
5363.1	31.9	31.7	13.2	6.0	-15.0	-27.4	10.8	51.2
5364.0	34.4	—	12.9	6.7	-20.4	-26.5	16.3	—
5364.1	36.1	39.0	13.1	6.3	-17.9	-23.6	11.4	64.4
5365.0	35.6	39.2	12.7	7.6	-21.4	-28.3	15.9	61.3
5365.1	40.8	39.9	11.9	9.7	-22.4	-28.7	14.8	66.0
5366.0	36.2	39.1	12.9	8.9	-20.3	-32.5	16.7	61.0
5366.1	33.9	45.2	9.2	10.8	-22.9	-37.0	22.7	61.9
5367.0	—	46.4	9.1	12.3	-23.0	-39.4	22.9	—
5367.1	—	—	—	—	-20.1	-41.2	19.3	—
5367.2	30.1	46.7	10.9	9.1	-22.1	-42.6	17.3	49.4
26.0	—	—	—	11.9	-23.4	-42.8	17.1	—
10849	23.9	37.7	11.6	8.7	-22.1	-41.0	16.0	34.8
10848	27.1	44.0	11.1	8.7	-26.3	—	19.5	—
10847	—	41.5	11.2	9.4	-24.6	-39.3	14.5	—
10846	20.6	—	1.5	—	-28.9	-33.4	15.1	—
10845	26.0	35.7	4.3	6.4	-29.8	-37.8	19.3	24.1
10844	25.8	36.0	5.0	7.9	—	-34.2	18.2	—
10843	34.2	34.5	6.9	10.5	-30.3	-22.5	16.2	49.5
10842	32.8	34.3	4.7	10.4	-37.3	-11.8	13.3	46.4
10841	33.2	34.5	3.5	8.7	—	-10.4	11.5	—
10840	36.3	31.8	-3.1	5.3	-35.9	-15.2	10.8	30.1
10839	32.0	32.2	-0.9	1.3	-36.4	-10.0	9.4	27.6
10838	33.3	29.9	7.7	5.8	-35.6	-24.4	10.8	27.5
10837	31.2	29.4	5.4	3.7	-38.5	-25.2	6.8	12.8
10836	32.7	31.3	9.2	7.0	-34.1	-16.3	7.7	37.5
10835	34.5	26.5	14.2	2.9	-31.2	-7.3	9.1	48.7
10834	36.1	26.7	16.7	5.2	-27.7	-5.0	5.7	57.7
10833	35.6	26.4	20.8	6.1	-25.9	-1.4	3.9	65.5
10832	32.0	26.3	20.9	2.1	-27.7	3.7	3.4	60.7
10831	30.0	27.4	18.3	5.4	-25.0	7.9	5.7	69.7
10830	22.8	21.8	-6.1	-5.6	-33.9	10.3	-40.7	-31.4
10829	33.1	23.8	17.4	8.6	-23.6	13.2	-3.1	69.4
10828	31.3	17.7	17.4	-3.8	-23.0	8.0	8.4	56.0
32.1	—	—	20.3	-0.7	—	—	—	—
25.0	33.0	26.5	24.2	14.8	—	—	—	—
33.1	37.5	18.5	22.9	7.6	—	—	—	—
34.0	31.7	26.7	20.4	—	—	—	—	—
34.1	32.2	26.7	16.2	3.0	—	—	—	—
35.0	31.2	27.9	20.0	5.2	—	—	—	—
35.1	38.9	18.3	19.2	8.8	—	—	—	—

参 考 文 献

- 檀原 毅(1964) 日本における過去60年間の上下変動
Ⅲ, 三浦半島特論. 測地学会誌, vol. 10, p.
71-82.
- (1971) 三浦半島の上下変動. 測地学会誌,
vol. 17, p. 14-21.
- 原田美道(1948) 地殻変動特に三浦半島の変動特性
(第Ⅰ報), (第Ⅱ報). 地震第Ⅱ輯, vol. 1, p.
52-56, vol. 2, p. 17-19.
- 藤田尚美(1974) 最近の関東南部における地殻変動と
地殻ひずみ. 関東地方の地震と地殻変動 (垣
見俊弘・鈴木尉元編), p. 193-203. ラテイス,
東京.
- 石和田靖章(1949) 三浦半島に於ける水準検測結果と
地質構造との関連について. 地質雑, vol.
57, p. 34-35.
- 国土地理院地殻活動調査室(1969) 房総・三浦半島に
おける地殻活動状況. 地震予知連絡会誌,
vol. 1, p. 25-33.
- (1970) 最近の関東南部の地殻変動. 地震予
知連絡会会報, vol. 3, p. 25-32.
- (1971) 三浦半島の最近の上下変動. 地震予
知連絡会会報, vol. 5, p. 28-30.
- (1972) 三浦半島の水準測量と傾斜測定. 地
震予知連絡会会報, vol. 7, p. 22-24.
- ・測地部(1971) 関東南部における最近の地
殻変動(3). 地震予知連絡会会報, vol. 6, p. 25-
32.
- 国土地理院測地部・地殻活動調査室(1973) 関東南部
の上下変動. 地震予知連絡会会報, vol. 10,
p. 24-29.
- 三梨 昂・矢崎清貫(1968) 日本油田・ガス田図6.
三浦半島. 地質調査所.
- 宮部直巳(1936) 地殻変動の最近の研究. 科学文献
抄. 岩波書店.
- 鈴木尉元・小玉喜三郎・小北 悟・石川正晴・村田康
男(1974) 房総半島の水準点変動と地質構造
との関連性. 地調月報, vol. 25, p. 19-35.

(受付: 1975年9月1日; 受理: 1975年11月17日)