

### 3. 測地測量による東海地方の地殻変動

国土地理院 佐藤 裕

#### (要 旨)

1. 東海地方は東南海道地震の影響が見られる地域(天竜川以西)を除けば北西に変位しており、日本中部に相対的な変位量は1m以上と思われる。
2. 駿河湾一帯には顕著な西北西-東南東の水平圧縮がみられる。
3. 東海地方で最近歪速度が加速されているとは認めがたい。
4. 駿河湾一帯はほぼ一様に沈下をつづけており、最近80年度の沈下量は約40cmと推定される。
5. 御前崎の上下変動は駿河湾西岸の変動と関係が深い。

#### はじめに

東海沖が次の大地震の候補地として注目される様になったいきさつは、1975年の「東海沖地震」に関する研究討論会の宇津の報告にくわしい。地殻変動の面から簡単に要約すると、東海地方の三角点は、海側からの圧縮により内陸側へ大きく変位しており、また、駿河湾西岸を中心に沿岸部が沈下を続けている。これらの変動は、海洋底の島弧下へのもぐり込みによる地震エネルギーの蓄積を示すものと考えられたからである。Ando(1975)は南海トラフに沿う地震活動域がA, B, C, Dの4ブロックに分けられ、1944, 46年の地震でA, B, Cのブロックが活動したが、Dが未活動域(空白域)で残っているとしている。

特に、1973年6月、地震活動の空白域として注目され、また顕著な地殻変動が観測されていた北海道南東部沖に根室沖地震が発生してから、東海沖地震は一層現実性を持つ様と考えられ、1974年2月、地震予知連絡会では、東海地方の社会的重要性を考慮して、同地域を観測強化地域として指定した。

東海沖地震の可能性を検討する上で、1944年の東南海道地震の震源域をどう評価するかが大きな問題である。また、顕著な沈下をしている駿河湾西岸の動きが、東海沖地震とどの様につながるかも問題である。

最近、石橋等によって駿河湾地震の可能性が強調されている。(石橋1976, 松田1975)

石橋の指適する様に、1854年の安政地震の震源域が駿河湾内に伸びているとしたら、東海地方、とくに駿河湾を中心とする地域の地殻変動は新たな観点から見直す必要があると思われる。

#### (1) 東海地方の水平変位

東海地方で大地震発生の可能性が云われるようになった一つの動機は、原田、井沢による全国の水平変動図で、東海地方の一等三角点が内陸側に2m程度変位していることを茂木(1970)が地震

エネルギーの蓄積を示すものと指適したことによる。しかし、原田・井沢の図には、六日町近傍の固定点を中心に、系統的なベクトルの回転が見られる。

藤田(1974)は、新旧の測量の間で方位に $0.8''$ 辺長について $1 \times 10^{-6}$ の系統誤差があったとすると、東海地方の大きな変動ベクトルは、大部分説明できることを指適している。

この問題を、純粋に測量の面から考えると、固定点が連続しないで離れている場合は、中間の点は固定点相互を結ぶ直線と直角方向に自由度が大きく、見かけの回転を生じることはあり得る。現実に、連絡会々報第2巻の北海道地方の水平変動図は、北海道(下沢岳)と東北(中岳)を固定して計算したものから、平均的な回転成分を引き去ったものである。スケールについて云えば、新旧の測量間で固定点相互の距離が不変であることを仮定したことになるが、東海地方に影響を持つ固定点は六日町と淡路島北端で、ほぼ島弧の走行に平行にとっており、物理的に不自然でない。藤田の指適する様に、関東震災地域での変動については、方位の修正変動ベクトルがより合理的であることも考え合わせると、原田、井沢の変動ベクトルには見掛けの回転による成分が加わっていることは否めないと思われる。しかし、最近の精密測地網一次網の結果、および一等三角の角変化による歪量の解析等から判断すると、東海地方で平均して $2.0 \times 10^{-5}$ の北西方向の圧縮が卓越していることは事実で、この歪に対応して三角点の変位している筈で、藤田の補正は過補正になっていると考えられる。したがって、東海地方は中部日本の中央部を基準にすると1m以上内陸側に変位している公算は大きい。ただし、この問題を更に詳しく検討するには濃尾大地震によって、根尾谷断層の南半分が生じた一等三角網のギャップを考慮する必要がある。

## (2) 東海地方の水平歪

東海地方の水平歪変化については、一等三角の改測結果および精密測地網の資料がある。第4図は東海地方の精密測地網一次網の結果をコイパイルしたものである。赤石山脈から御前崎駿河湾西岸で西北西方向の圧縮が目立っており、天竜川から浜名湖にかけて東南海道地震の影響と思われる歪変化が認められる。図の数值は最大せん断歪量を示すが、阿寺断層南部を含む恵那地方の歪量と較べると、東海地方の歪変化は大きいと思われる。

第5図は、1973年に実施された駿河湾地域の一等三角(三辺三角測量)による駿河湾の歪変化である。第4図は明治の二等三角がベースであり、第5図は一等三角がベースであるから、両者は、主軸方向とせん断歪量に関しては独立な測定になるが、両者は良く一致し、この変化が有意である事を示している。ただ、明治の一等三角測量には $\pm 1''$ の精度と見積られ、岩科一坂部と達摩山一坂部の辺は直接観測されていないので、駿河湾の中央部が、駿河湾西岸より歪が大きいと云うだけの信頼性はない。

東海地方の歪変化が加速されているかどうかも問題の一つであるが、東海地方で最も信頼の出来る辺長は、三方ヶ原基線網の第一次増大辺である上野巳新田-富巻山の辺である。この辺は1956年

と、1973年に直接光波測距儀で測定されており、第6図に示される様な変動を示している。

1956年の測定は夜間であり、気象補正の誤差にバイアスがある。図からみる限り、最近歪速度が加速されているとは認めがたい。

### (3) 東海地方の上下変動

東海地方の上下変動の基本的パターンは、第8図に示すように赤石山系の隆起と駿河湾西岸の沈下である。この基本的パターンは少なくとも明治以後、ほぼ定常的に進行しているものと考えられる。

第9、10図に、水準の変動プロファイルの一部を示したが、長期的に大きな変動がない愛知県の刈谷附近を基準にみると、駿河湾西岸は1900年から30年間に最大で約20cmの沈下している。

1949～1935の変動図には掛川、磐田附近に地震の影響と見られる隆起が見られる（掛川の交140は地震の直前直後で11cm隆起した）。第11図は上記の資料およびその後の改測結果を併わせて、磐田市の水準点No.145.1および沼津市のNo.60.1を基準にした興津および静岡の変動を示したものである。交60.1は関東大地震で6～7cm沈下しているのので、その量を補正している。（補正しないと点線になる）。沼津は現在のところ平均海面に対して安定であるので、交60.1に対する変動がほぼ平均海面に対する駿河湾の沈下を示すものと見られ、1895年以降静岡附近で約40cmの沈下と推定される。第12図は清水港と内浦における年平均潮位の差を示したもので、最近20年間に約12cm清水が相対的に沈下したことを示している。また、この変化が非常に直線的であることが注目される。

御前崎の最近の変動は、第13図に示されているが、この結果から判断すると、御前崎は外洋側に傾斜していると云うより駿河湾西岸に平行な傾斜変動が強く現れている。このことは御前崎の変動は南海トラフの駿河湾の部分の変動によって支配されていることを暗示する。

前記の水準測量および驗潮結果から御前崎から駿河湾西岸の沈下速度は5mm/年と推定されるが、この沈下速度は南海地震前の串本の年平均沈下量とほぼ等しい。なお、関東大地震前の油壺の平均沈下速度は6mm/年である。駿河湾の沈下量の大きさが直ちに地震活動度に結びつくかどうかは分らない。地形学的調査と合わせて論じられることであろう。

### (4) 東南海道地震による変動

来たるべき東海沖地震を考える上で1944年の東南海道地震の影響を明らかにすることが重要である。この地震による上下変動について最も信頼できる資料は、地震の直前直後に行れた、三倉一掛川一御前崎の水準データーである。この結果によると、掛川は地震によって11cm程隆起したが、掛川から御前崎方向には沈下で、御前崎の隆起量はゼロである。このデーターおよび名古屋港の驗潮記録、1949年に行れた東海地方の水準網改測結果などを総合すると、第16図の様になり、掛川、磐田附点の隆起と伊勢湾北部の沈下が対称的である。この上下変動のパターンから静的変位の断層モデルを計算すると、第17図に示す様になる。このモデルはAndo(1975)のモデルを約80km北東

に延長したものに相当し北東端は天竜川河口附近になる。

東南海道地震による水平変化は上下変動ほど確実な資料はないが、それでも、精密測地網の結果を解析すると天竜川から浜名湖にかけて変位ベクトルおよび水平歪に地震の影響と思われるものが見られる。既に述べた様に1944年の地震では掛川は明瞭に隆起したが、御前崎は隆起していない。一方、1854年、1707年の東海沖地震では、御前崎が1 m程度隆起したと伝えられている。これらの事実を地殻変動の面から推理すると、東南海道地震では、断層切口またはその延長が御前崎の沖合でなく、その内側に位置していると考えられる。このことは東南海道地震の余震分布と調和的であり、南海トラフ沿いの空白域(関谷、1975)との関連が注目される。一方、1854年の地震で御前崎が隆起したことは、断層の切口が御前崎の沖合にあったと考えられる。ことに御前崎の経年的変動が駿河湾西岸の動きと良く一致している事実からすると、スラスト型の断層変位が駿河湾内にもあったことが推定される。

したがって、1944年の地震と1854年の地震による御前崎の変動の違いに対しては、震源域の大きさによる差の他に、御前崎に対する断層の位置の差を考える必要がある。

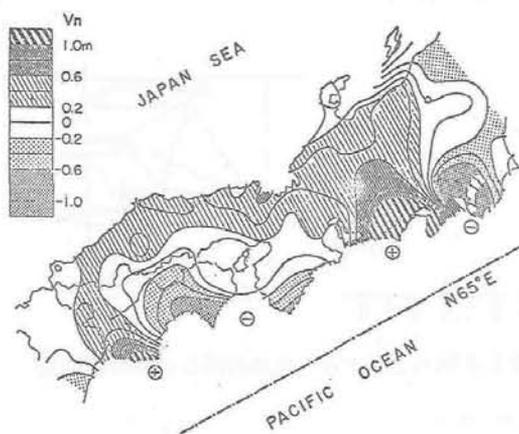
水路部の海底地形図によると、南海トラフには、御前崎の西南沖で磐田の方向に分岐する天竜海底谷がある。この海底谷と駿河湾内に伸びている南海トラフとの関係が一つの問題であろう。

## 参 考 文 献

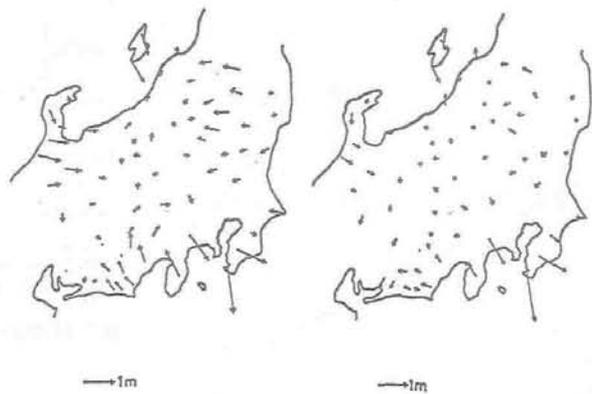
1. Ando, M                   Tectonophysics 25, 1975, 69-85
2. 藤田尚美               地震予知連絡会会報 №10, 1973, 64-67
3. 原田健久, 井沢信夫   測地学会誌 14, 1969, 101-105
4. 石橋克彦               第33回連絡会資料 1976
5. Inouchi & Sato       Bull. G. S. I. Vol 21, 1975, 10-13
6. 松田時彦               「東海沖地震」1975, 15-17
7. 茂木清夫               地震予知連絡会会報 №2, 1970, 85-87
8. 関谷 溥               「東海沖地震」1975, 6-14
9. 宇津徳治               「東海沖地震」1975, 1-5



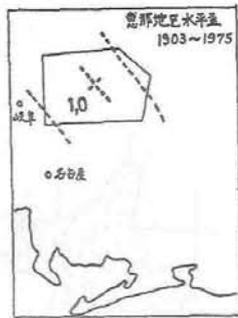
第1図 多固定点法によって求めた過去半世紀間における日本の地殻の水平変動(黒丸印が固定点)



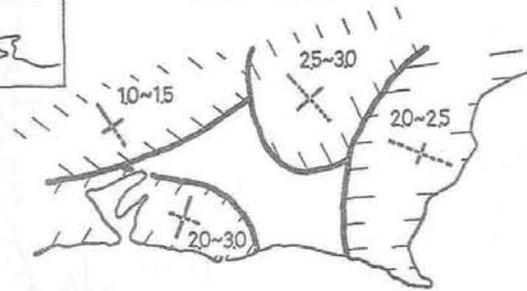
第2図 地震エネルギー蓄積図



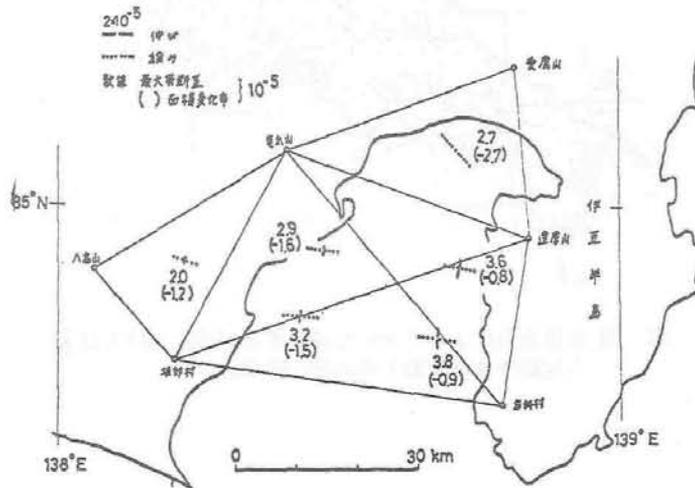
第3図 第1図のベクトルを固定点のまわりに反時計まわりに0.8"回転したもの  
左図のベクトルの辺長スケールを $1 \times 10^5$ 調整したものに0.8"回転したもの



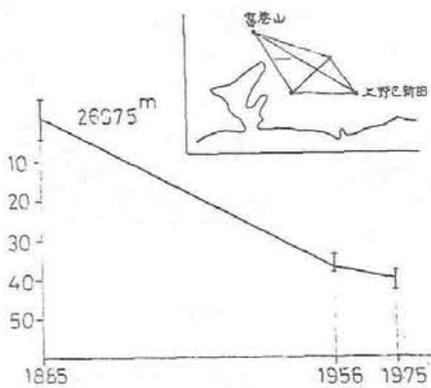
御前崎地方の歪分布概念図  
1890~1975



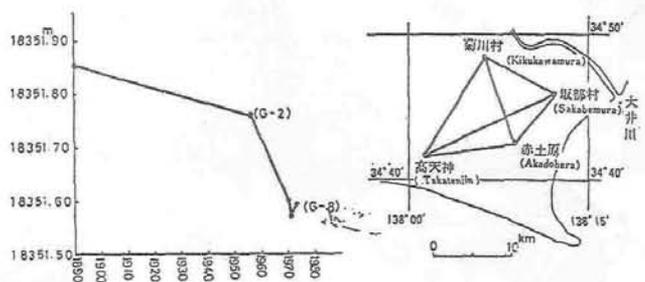
第4図 東海地方精密測地網結果



第5図 駿河湾の歪変化(1873-1884)



第6図 富巻山-上野巳新田の辺長変化

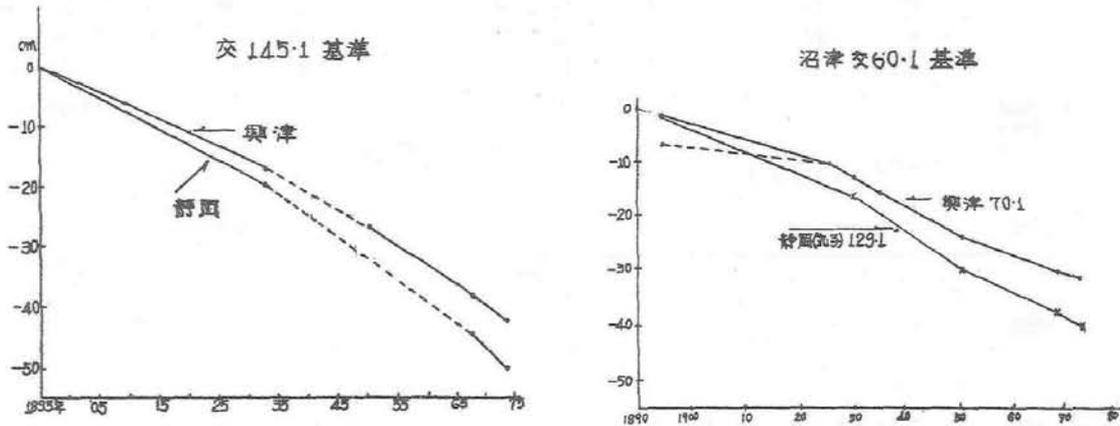


第7図 御前崎菱形基線(右)と高天神・坂部村間の辺長の変動(左)

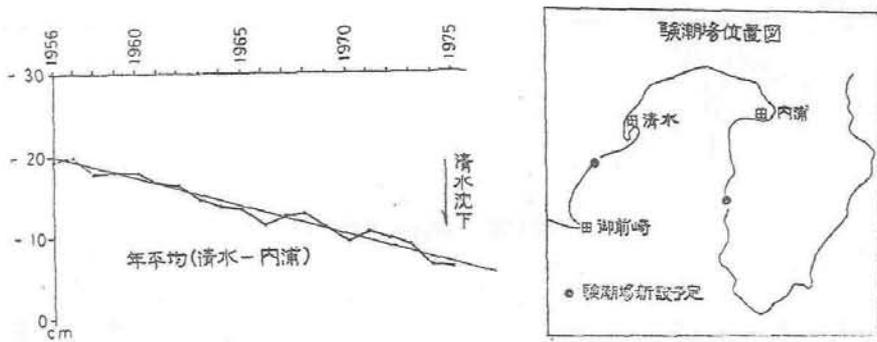


第8図 水準測量によるフォッサマグナ南部地域の上下変動図

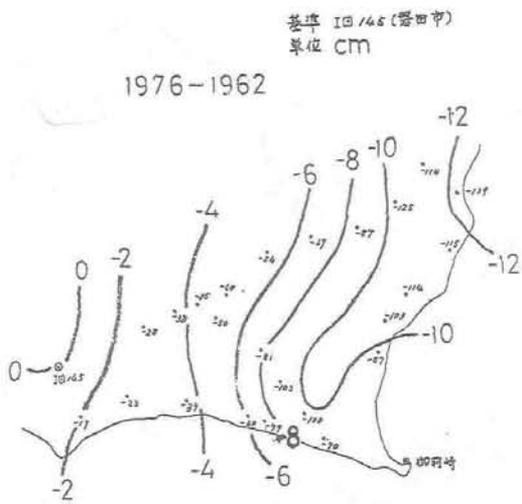




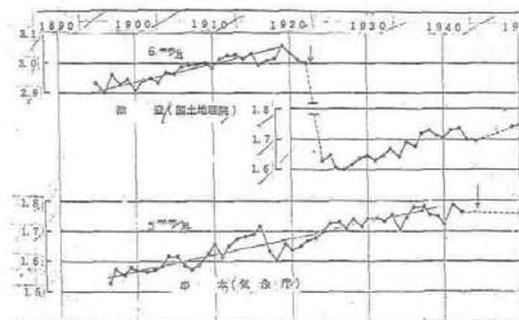
第 1 1 図 駿河湾西岸の沈降



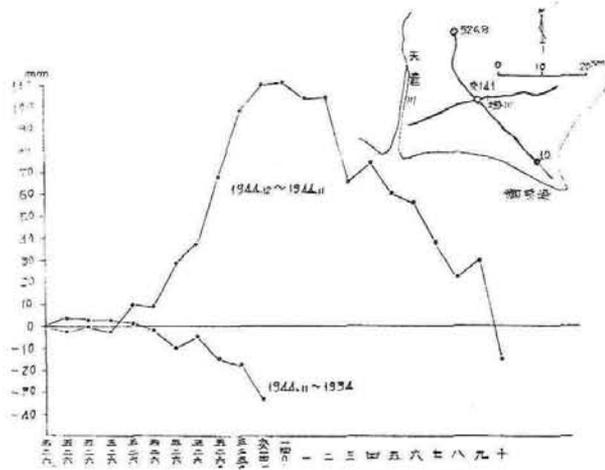
第 1 2 図 験潮記録による清水の上下変動



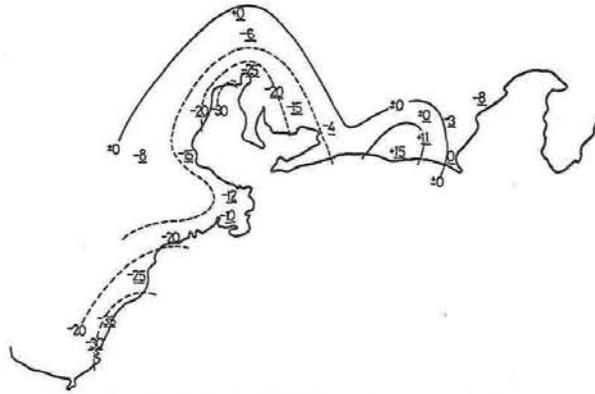
第 1 3 図 御前崎地方の上下変動



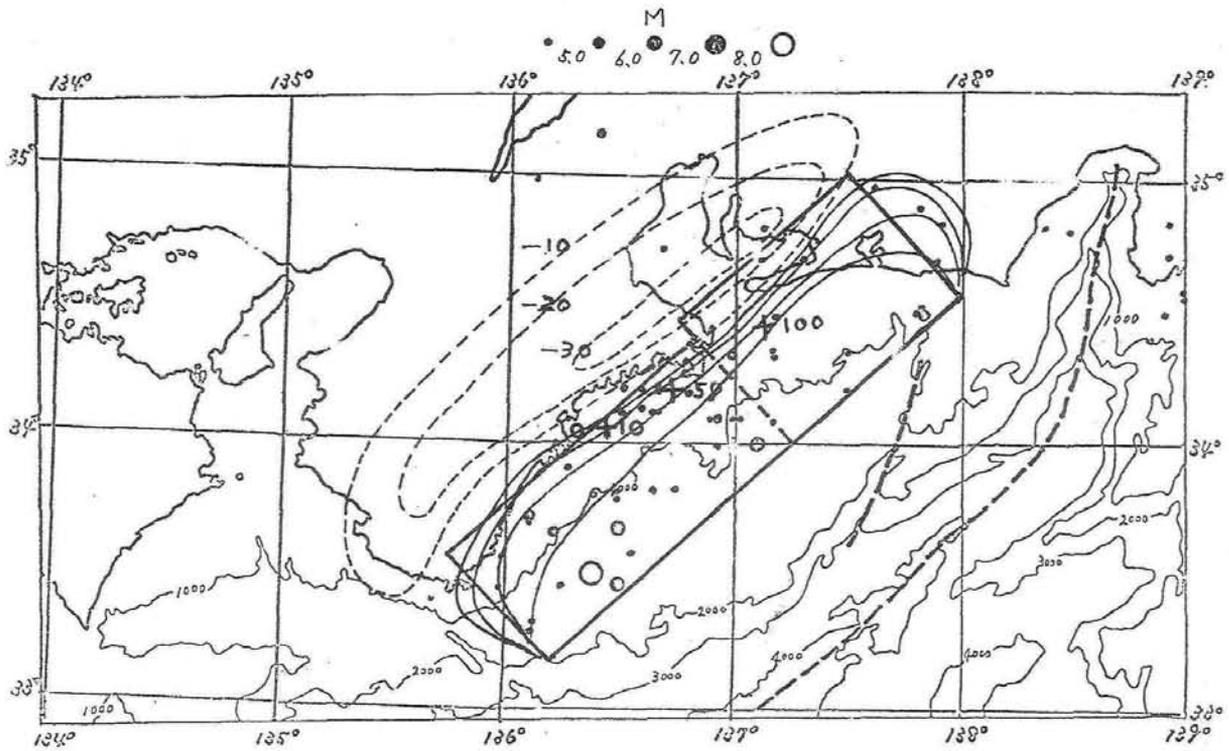
第 1 4 図 油壺・串本の験潮記録



第 15 図 東南海道地震直前直後の掛川の変動



第 16 図 東南海道地震による上下変動



第 17 図 東海地方の海底地形と東南海道地震の断層モデル余震分布は、関谷、徳永 (1975) による。断層モデルは、上下変動より求めた