

房総半島の最近の地殻変動と地殻内地震との関係

鈴木 尉元\* 小玉 喜三郎\* 宮下 美智夫\*  
小北 悟\*\* 石川 正晴\*\* 村田 康男\*\*

Deformation of the Earth Crust in the Boso Peninsula and  
Its Relation to the Seismic Activities

Yasumoto SUZUKI, Kisaburō KODAMA, Michio MIYASHITA,  
Satoru KOKITA, Masaharu ISHIKAWA, and Yasuo MURATA

Abstract

The shallow earthquakes take place very often under the northeastern part of the Boso peninsula, where many normal faults with nearly vertical planes of N-S or NNE-SSW trend are distributed. They cut the Kazusa Group of Pliocene and Pleistocene ages, so they should come into existence since middle Pleistocene age.

The analyses of 1st levelling surveys show that the earth's surface tilts toward the sea at every interval nearly parallel to the coast line. The tiltings are proportional to the energy rerelease of earthquakes. These recent crustal deformations are compatible with the fault displacements, as most of the east blocks bounded by the faults go down compared with the west ones. Therefore it might be said that they are the active faults which are accompanied by the earthquakes.

The recent crustal deformations of other areas are not progressive as those of the northeastern part of the peninsula. It might be the reason why the shallow earthquakes do not occur those areas as the stresses are not concentrated under such conditions.

まえがき

さきに、筆者らは、房総半島に設置されている一等水準点と二等水準点の検測結果を解析して、次のような結果をえた(鈴木ほか, 1974)。現在の地殻変動は、地域ごとに特徴がみられるが、海岸線に平行した軸をもって傾動している地域が多い。しかもその多くは、海側への傾動を示す。一定の共通した変動の傾向をもつ単元を識別することができる。それら境界は、多少期間ごとに異なる。この半島には、主として新第三系・第四系が分布するが、それらは、一般に東西の走向を示す。上記の変動傾向は、これらの構造とは明らかに異なり、それらを切っている。そして、むしろ地形との対応を示している、等である。

ところで、地殻変動と地震の活動とは密接な関係のあることが知られている。そこで、この半島について上にのべた地殻変動の様式と地震活動との間にどのような関係が具体的に存在するか、を調べた。なお、地震活動に

関する資料は、地震月報別冊(1926~1967)、地震月報(1968~1971)によった。

震源の分布と地震活動の時間的推移

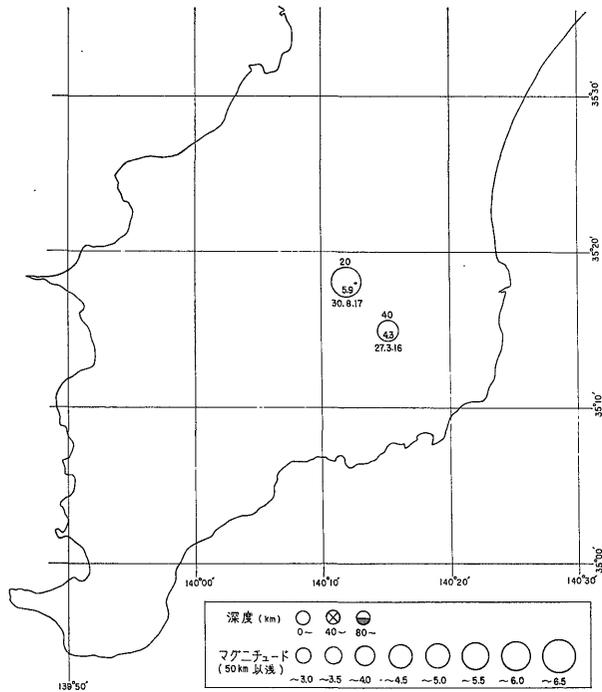
第1図から第4図に、房総半島に発生した40km以浅の地震の震央を時期別に示した。これらの図から、これらの地震が、半島の特定の地域に集中して発生することが読みとれるであろう。とくに、半島中部を南北に走る線以東に、集中して起こり、それ以西と良い対照を示している。半島の南部には、いずれの時期においても、地震活動はほとんど認められない。

40kmより深い地震の震央についても、同様な検討を行なった。それによると、より深い地震の震央も一様な分布を示さず、かなり偏った分布をとることがわかる。すなわち、それらは主として房総半島の中北部に分布し、南部は非常に不活発である。とくに半島の中央部と北部に活発である。

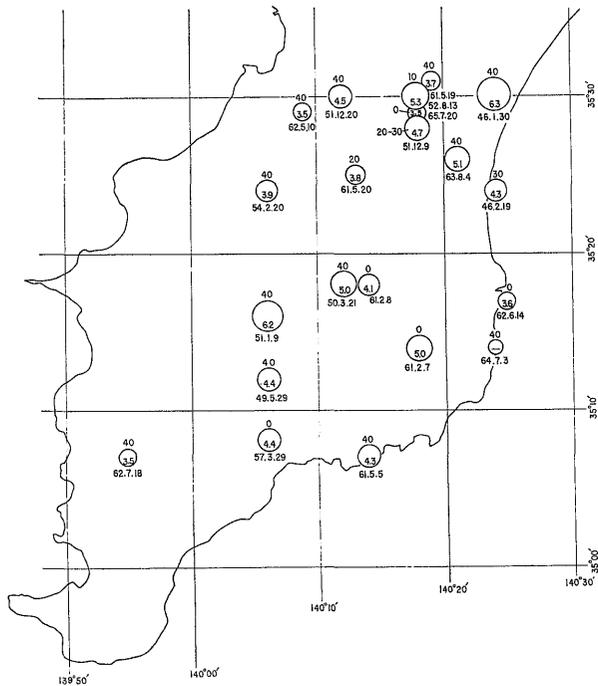
これらの地震活動の時間的推移を良く知られている Gutenberg-Richter の式

$$\log E = 11.8 + 1.5 M$$

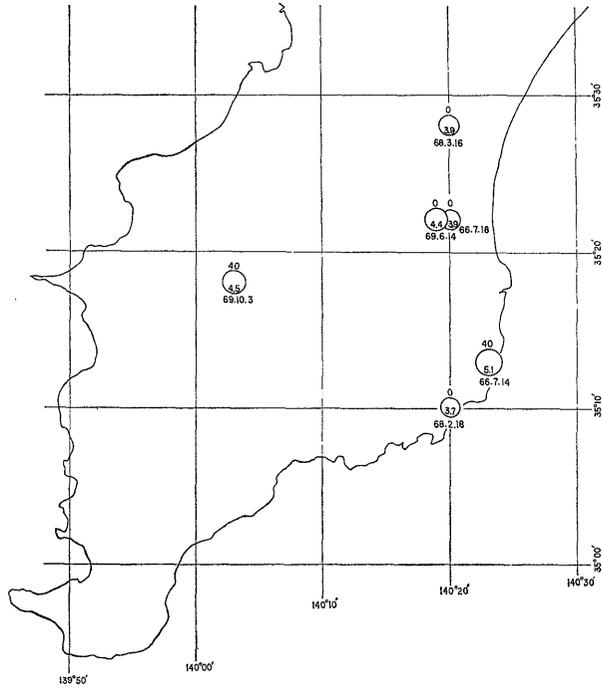
\* 燃料部  
\*\* 元芝浦工業大学学生



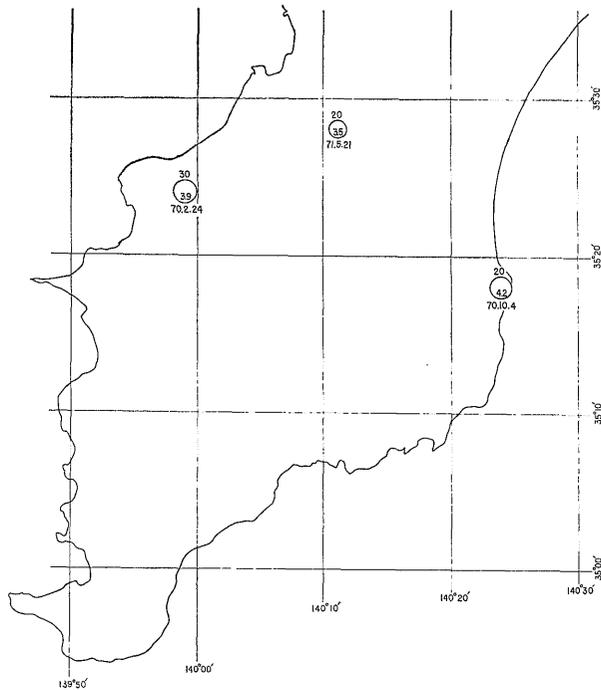
第 1 図 1926~1930年の 40 km 以浅の地震震央分布図



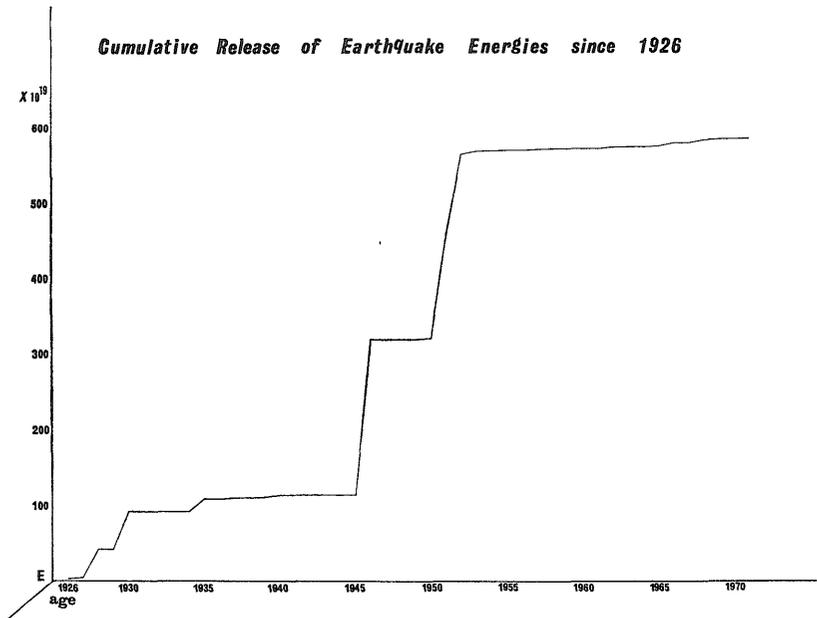
第 2 図 1931~1965年の 40 km 以浅の地震震央分布図



第3図 1966~1969年の40 km以浅の地震震央分布図



第4図 1970~1971年の40 km以浅の地震震央分布図



第5図 1926年以後の地震活動の時間的推移  
よこ軸：年代，たて軸：地震エネルギーの累積量（単位エルグ）

によって、マグニチュードをエネルギーに換算して、第5図に示した。なお、それらの記録は1926年以後のものであるから、それ以前については計算していない。

#### 地殻変動の様式とその時間的变化

さきの論文（鈴木ら，1974）で筆者らは房総半島に設置されている一等水準点と、1969年に設置された改測された二等水準点の資料を用いて、路線とその近傍の変形を調べた。

それらの図から、変動傾向を同じくする単元を識別することができた。たとえば、千葉付近から木更津付近に至る地域は、一般に北東—南西に走る海岸線に平行する方向を軸に傾動する。すなわち、1898～1923年の記録では、海側へ傾動している。1923—1930年の変動も、同様の傾向を示している。1930～1965年の変動は、千葉付近に地盤沈下の傾向が認められるものの、同様に海側への傾動を示す。ところが、1969年の記録の解析結果では、この傾向が逆転し、内陸側への傾動を示す。千葉市付近の地盤沈下の範囲が拡大したことが目立つけれども、さきののべた単元が一体の運動をしていることが読みとれるであろう。1969～1971年の結果は、これが別々の変動傾向を示す単元に分化したことを示している。

このような変動の単元は、木更津—天羽間にも認められる。ここでは、1898～1923年、1923～1930年の変動傾

向は、現在の海岸線と直交する方向を軸に傾動し、しかも、後期の変動方向は前期のそれと逆転する。1930年以後は、海岸線に平行する方向を軸に、海側への傾動を示す。

天羽から鋸山付近までの間も、大体一つの変動単元をなすようである。この単元は、各観測期間とも海岸線に平行して、内陸側への傾動傾向を示す。

鋸山と半島南東部の鴨川を結ぶ線以南の地域は、時に変動傾向を異にするいくつかの単元に分化するが、一般に、海岸線に平行する方向を軸に海側への傾動を示す傾向が認められる。

鴨川付近から一の宮付近までの房総半島の東海岸も変動傾向を同じくする一単元として認められる。この地域は、各観測期間とも大体海岸線に平行して、一様に海側への傾動の傾向を示している。ただし、1923年の関東地震による変動を強く反映している1898～1923年の記録では、鴨川から東へのびるこの地域の最南部の傾向が、上にのべた様式とは異なって、海岸線に直交して東方への傾動を示している。ただし、変動の単元としては、他の部分と共通した一つの単元を構成しているように思われる。なお、1969～1971年の興津から市原へぬける半島の北東部を縦断する二等水準点の解析結果によると、この路線の近傍が、東ないし北東への傾動を示している。したがって、上にのべた単元の変動傾向が、この二等水準

房総半島の最近の地殻変動と地殻内地震との関係 (鈴木・小玉・宮下・小北・石川・村田)

第1表 房総半島全域における平均傾斜量の時間的推移

時 期	傾 斜 量 の 範 囲	年 平 均 傾 斜 量
1898—1923	0.610秒 ~ 617.89 秒	7.53秒
1923—1930	0.031秒/年 ~ 40.852秒/年	0.27秒/年
1930—1965	0.008秒/年 ~ 5.411秒/年	0.26秒/年
1965—1969	0.007秒/年 ~ 17.345秒/年	0.46秒/年
1969—1971	0.004秒/年 ~ 89.826秒/年	0.89秒/年

路線にまで及んでいることが予想される。

このように、現在の変動は、海岸線に平行して行なわれる傾向があり、基盤の第三系や第四系の一般的な東西の構造方向を明らかに切っている。このような傾向は、1923年の関東地震の大きな変動をこうむった時期においても、それ以後の時期においても明瞭にあらわれている。

このような傾動の経過を、つぎに見ることにする。房総半島全体の傾動量の頻度分布を、各観測時期ごとにその期間で割って年平均値としてまとめて、第1表に示す。1898~1923年のものは、ほとんど1923年の関東地震によるものと考えられるので、観測期間で割っていない。

この表から、1898~1923年の値は、桁違いに大きい、1923~1930年の傾動量は桁違いに小さくなり、年平均0.27秒になる。1930~1965年の傾動量では、変動幅は前期よりも小さくなっているが、大体前期と同程度の年平均0.26秒である。1965~1969年の傾動量は、年平均0.46秒に増加している。1969~1971年は、東海岸沿いの路線

第2表 東海岸沿い (B.M.3903—3924) の路線における平均傾斜量の推移

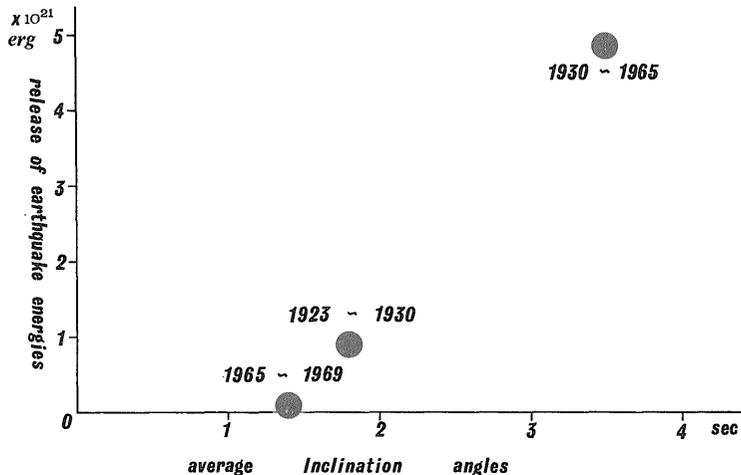
時 期	傾 斜 量 の 範 囲	年 平 均 傾 斜 量
1898—1923	0.61秒 ~ 12.54秒	5.84秒
1923—1930	0.05秒/年 ~ 0.55秒/年	0.27秒/年
1930—1965	0.02秒/年 ~ 0.18秒/年	0.10秒/年
1965—1969	0.04秒/年 ~ 0.80秒/年	0.35秒/年

の値が入っていないので、比較には多少問題が残るが、さらに増加して、年平均傾動量0.89秒となっている。

南北方向の断層が卓越し、しかも常に海側への傾動を示す東海岸地域について、同様の傾向を調べた(第2表)。1898~1923年は、平均5.84秒、1923~1930年は、平均0.27秒、1930~1965年は、平均0.10秒、1965~1969年は0.35秒と計算される。このように、この地区も、関東地震を挟む期間の変動量は、桁違いに大きい。次いで、1923~1930年、1930~1965年と傾動量は減少を続けるが、1965~1969年においては、増加傾向が認められる。このように、この地区においても、房総半島全体の傾動量の推移にはほぼ歩調を合わせて、変動の進行していることがわかる。ただし、多少その量は小さい。

傾動量と地震エネルギーとの関係

さきにも述べたように、房総半島の40 km以浅の地殻内地震は、北東部に限られ、他の地域にはほとんど見られない。そこで、この地域の傾動量と、地震発生エネルギーとの関係を調べた。この地域の変動傾向は、海岸線に平行して海側への傾動を示すこと。この傾向が、かな



第6図 地かくの傾動と地震活動による放出エネルギーとの相関図

り内陸にまで及んでいることは、さきにも述べた通りである。

第6図は、この東海岸沿いの地域の各測量期間における傾動量を横軸に、その期間において放出された地震エネルギーを縦軸にとったものである。

この図から、傾動量と放出される地震エネルギーとの間に、密接な関係のあることがよみとれるであろう。すなわち、傾動量が大きくなるほど、放出される地震エネルギーは増加することがわかる。なお、この期間の地震の記載は同質でなく、特に1960年以前と1961年以後とは、異なっている。また、現在の気象庁の観測網では、マグニチュード3以下については、記載されない。したがって、実際に地震エネルギーとして放出される量は、図に示されるよりも多いはずである。したがって、図の点は、もっと上に落ちるはずのものである。このような点から、この図は、半定量的なもの、と見るべきもので

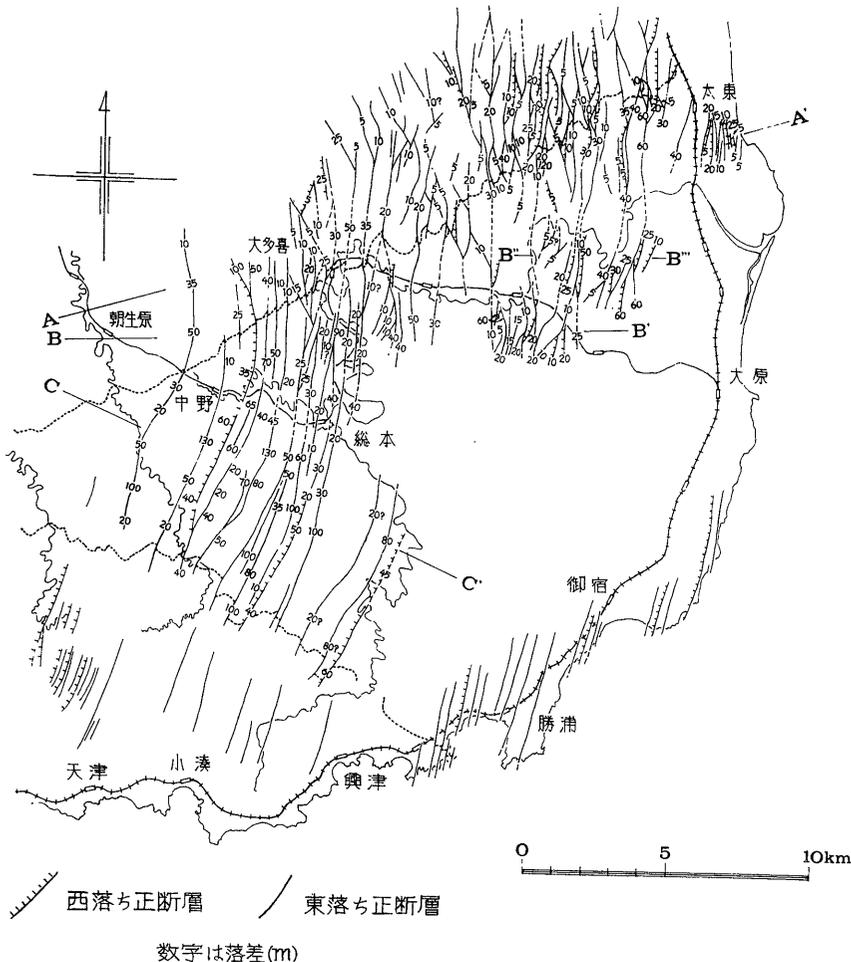
あろう。将来の定量的な検討が望まれる。

地殻変動、地震活動と地質構造との関係

さきにも述べたように、現在の地殻変動は、基盤第三系、第四系にあまり関係がなく、地形との関係が密接である。この関係は、とくにしばしば地殻内地震の発生する半島の北東岸で顕著である。

一方、この地域には、南北性の断層の発達 が著しい (小断層解析グループ, 1973)。大部分は、落差が0.5 cm から2~3 mのもので、東落ちおよび西落ちの共役な正断層からなっている。それらは、水平な東西方向の伸張によってできた重力性正断層であることが明らかにされている。

この地域には、同時に落差が数m~100m (まれに150m) の多数の大断層が発達している (第7図)。この大断層は、走向や面の性質、発達する範囲などの点で、



第7図 房総半島北部に発達する南北性の正断層群 (小断層解析グループ, 1973)

小断層の性質と非常によく類似している。それらの大部分は、東落ちの正断層で、西落ちの正断層は、ごくまれにしか発達していない。小断層についても、落差が数10 cm 以上のものは、東落ちの正断層が卓越している (第8図)。

結局、これらの断層によって、地層全体は階段状に太平洋側に落ちていることがわかる。なお、小断層の落差別の頻度分布が、次のような関係式で表現されることが、明らかになった (小玉・垣見, 1973)。すなわち、落差が  $T, T+dT$  の範囲にある断層の数  $N(T)dT$  は

$$N(T)dT = KT^{-m} dT \text{ または } \log N = k - m \log T$$

ここで、 $K, k, m$  は定数である。

$dT=10$  cm として、 $10 \text{ cm} < T < 300 \text{ cm}$  のすべての小断層について求めたこれらの値は、東落ちの断層について、 $k=3.52, m=1.39$ 、西落ちの断層について、 $k=3.86, m=1.73$ 、両者を総合した場合、 $k=3.98, m=1.54$  と求められている (垣見・小玉, 1973)。

これらの断層の発達層準は、上部中新統の三浦層群から、鮮新統ないし中・下部更新統の上総層群にまで及んでいる。したがって、その発生時期は、更新世中期以後にまで及んでいることがわかる。

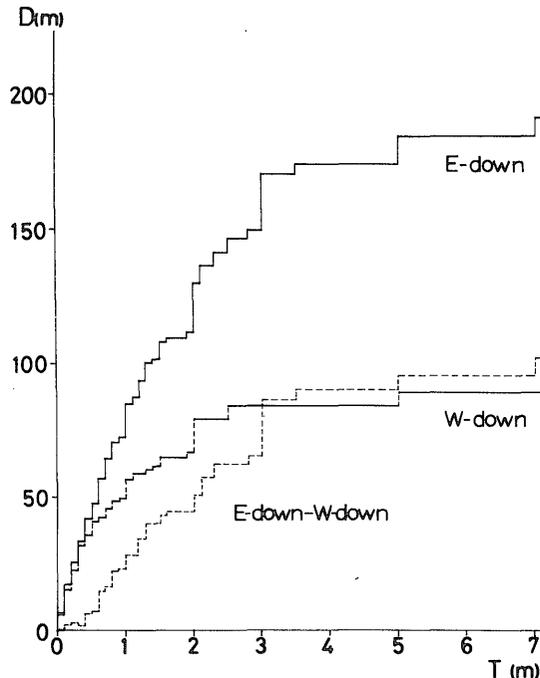
さきののべた断層による変位の傾向は、現在の地殻変動と同じ傾向をもっている。一等水準点から求められる変動傾向からは、水準点間の変形が連続的な撓曲により

行なわれるのか、断層による不連続的なものを含むのかは、わからない。筆者らは、現在の変形が、南北方向に走る断層の変位によって大きく支配されていて、これらの断層の変位に伴って地震が発生するとすると、諸事実を統一的に説明できる、と考える。すなわち、上のべた断層のあるものは、現在活動中のものである可能性が考えられる。

なお、房総半島北東部を除いて、地殻内地震の発生があまり見られないのは、断層によって地殻はブロック化していても、造構運動が一方向に発展せず、断裂部に応力が集中する条件にないこと。これに対して、房総半島北東部では常に一方向に傾動を示している。そして、そこに発達している南北方向の断層の成長していることを示している、と考えられる。

#### 参考文献

- 石和田靖章・三梨 昂・品田芳二郎・牧野登喜男 (1972) : 日本油田・ガス田図10. 茂原. 地質調査所.
- 垣見俊弘・小玉喜三郎 (1974) : 断層の落差別頻度分布と地殻ひずみおよび地震活動との関連性について. 地調月報, Vol.25.
- 衣笠善博・垣見俊弘・平山次郎 (1969) : 房総半島東海岸の小断層. 地調月報, vol. 20, p. 13



第8図 小断層 (南北性正断層) にみられる東落ちと西落ちの転位累積量 (小断層解析グループ, 1973)

~38.

- 小玉喜三郎・垣見俊弘(1973) : 断層の発生と発達および断層転位の規模別頻度分布の規則性について. 構造地質研究誌, no. 14, p. 14~15.
- 三梨 昂 (1973) : 南関東・新潟地区における中新世から洪積世にいたる堆積盆地の変遷. 地球科学, vol. 27, p. 48~65.
- ・矢崎清貫・影山邦夫・島田忠夫・小野暎  
・安国 昇・牧野登喜男・品田芳二郎・藤

- 田清丸・鎌田清吉(1961) : 日本油田・ガス田図 4. 富津一大多喜. 地質調査所.
- 小断層解析グループ (1973) : 房総半島大多喜付近の小断層系. 地球科学 (投稿中).
- 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.