

関東平野北西部の大宮・高崎間の水準点変動と地形との関係

鈴木耐元*・大森 隆**・田中茂雄***

SUZUKI, Yasumoto, OMORI, Takashi and TANAKA, Shigeo (1992) Recent crustal movement along the levelling route in the west part of the Kanto Plain, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 43 (12), p. 745-758, 16 fig., 1 tab.

Abstract: The levelling surveys have been carried out from Omiya to Takasaki in the west part of the Kanto Plain several times since 1889, the data of which were analyzed to elucidate the recent crustal movement.

The analysis shows that the bench marks near Takasaki in the northwest part have upheaved at the rate of about 5 mm a year, comparing to those near Omiya in the central part of the plain. The block-like units are discriminated, each of which corresponds to the upland. The inclination analysis proposed by Miyabe (1931) and Suzuki *et al.* (1974) indicates generally the tilting of those blocks toward the center of the plain.

Those data shows that the basin-forming movement in the Kanto plain is taking place very actively now.

要 旨

関東平野西部ないし北西部の大宮から高崎にいたる中仙道ぞいの国道には、一等水準点の標石が設置されていて、1889年に最初の測量が行なわれてから数年ないし数10年に一回、改測が実施されている。筆者らは、最近の地殻変動の実態を明らかにするために、これらの改測結果の解析を行った。

その結果、現在の地殻変動は、地形を増幅する方向に進行していることが明らかになった。すなわち、大宮に対して高崎は年平均5mmの割合で隆起している。また、台地・丘陵と低地との境界付近を走る水準点の変動資料の解析から、台地・丘陵から低地に向かっての傾動傾向が明らかになった。

岩野谷丘陵・本庄台地・櫛引台地などの地形単元は、それぞれ地塊的な変動様式を示し、それらの境界で連続的な変動傾向を示すことも明らかになった。

1. まえがき

関東平野には、東京を中心に放射状に、また同心円状にのびる主要な街道に沿って、地形図作成の際の高さの基準となる一等水準点の標石が設けられている(第1図)。こ

れらの街道に沿って2kmに1点、最近では1kmに1点あるいはそれ以上の割合で一等水準点の標石が設置されていて、数年ないし数10年に1回国土地理院によって改測が実施されている。それらの成果は、一等水準点検測成果集録として公開されていて、最近の地殻変動に関する貴重な資料とされている。

本小論では、上記の路線のうち大宮から高崎にいたる中仙道沿いの一等水準点検測成果集録にもとづいて、この路線付近の地殻変動について検討する(第1図)。この路線に沿う水準点の変動の研究は、1931年の西埼玉地震に際しての地変や被害との関係でImamura(1934)が検討したほかには無いようである。本小論では、水準点の変動と地形との関係についてとくに注目して検討し、現在進行している地殻変動の意味について考えることにする。

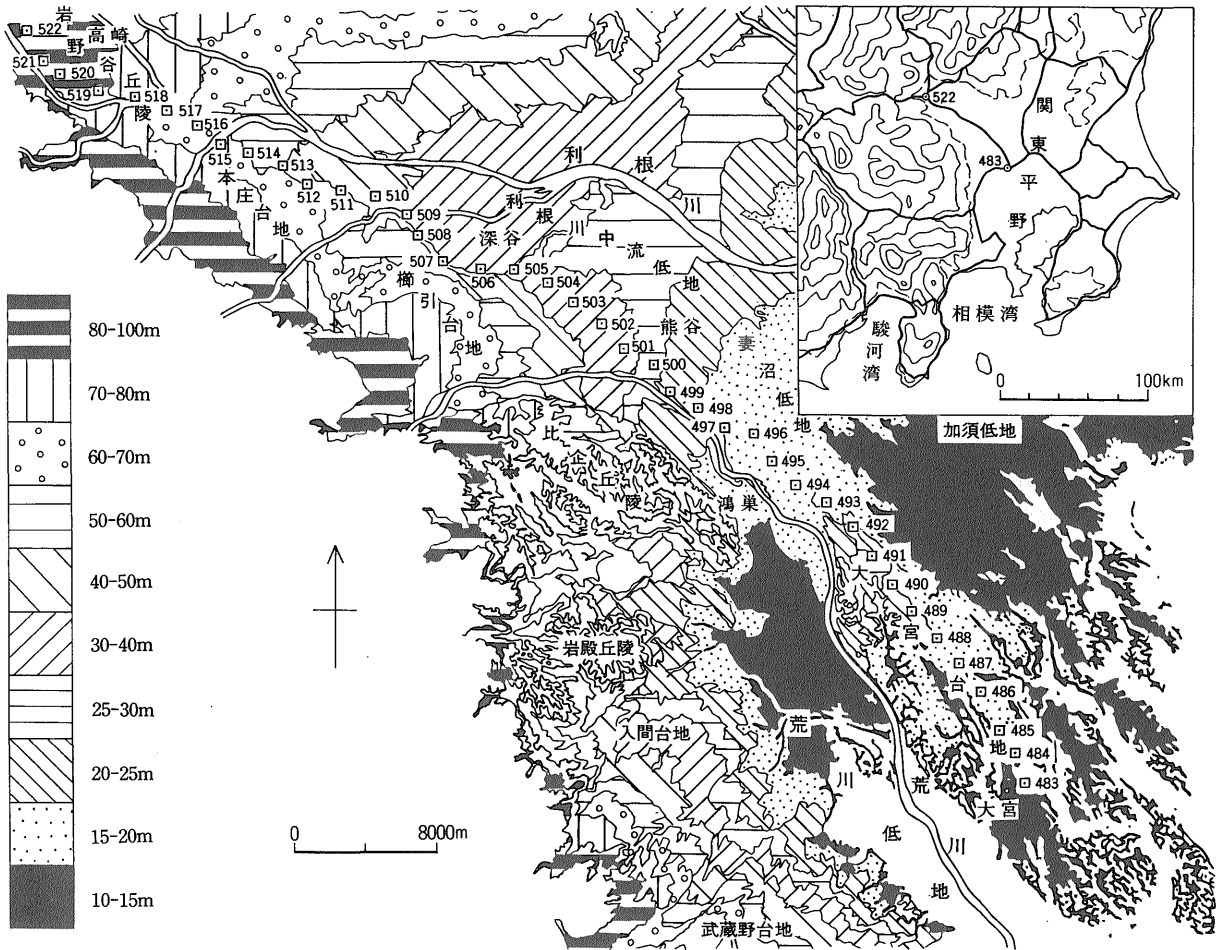
なお、この論文は、大森と田中の芝浦工業大学土木工学科の卒業論文として作成したものに鈴木が加筆したものである。卒業論文作成に際しては、芝浦工業大学土木工学科足立格一郎先生・斎藤重治先生・園田絃史先生に、いろいろ御指導いただいた。新潟県立教育センターの河内一男氏には、同氏の作成になる水準点の変動解析用のFDを貸与いただいた。これら各位に記して感謝の意を表する。

Keywords: levelling, crustal movement, Kanto Plain.

* 地質情報センター

** 建設省関東地方建設局(元芝浦工業大学土木工学科)

*** 東京都庁(元芝浦工業大学土木工学科)



第1図 関東平野北西部の地形と大宮-高崎間の一等水準点の位置。数字は水準点番号。右上は関東平野とその周辺地域の一等水準点路線。

Fig. 1 The bench marks on the levelling route from Omiya to Takasaki and the summit level of topography of the northwest part of the Kanto Plain.

2. 路線沿いの地形概説

大宮から高崎にいたる路線は、関東平野の西部から北西部を通る。南部の大宮付近から鴻巣付近までは、関東平野西部の大宮台地と妻沼低地上を走る。この地域は、南西方の荒川低地、北東方の加須低地・中川低地にはさまれ、相対的に高い地域を構成している。大宮台地上の水準点(483~493)は標高20~25m、妻沼低地上の水準点(494~497)は標高15~20mである。

北部の497から522にいたる水準点路線は、関東平野北西縁の丘陵地域と利根川低地との境界付近を走る。熊

谷付近の500から深谷付近の507までの水準点は櫛引台地の縁辺に位置し、標高は25~40mである。本庄付近の511から515は本庄台地の縁辺にあり、標高は50~65mである。新町から高崎付近までの516から522までは岩野谷丘陵上にあり、標高は60~100mである。このように、大宮から高崎にいたる水準点路線は、大宮台地から妻沼低地に入ったん低くなるが、ここから櫛引台地、本庄台地、岩野谷丘陵へと次第に標高が高くなっていく。なお、これらの台地と台地との間は河川によって境され、境界付近では、標高が多少低くなる傾向がある。

第1表 大宮(483)から高崎(522)にいたる一等水準点の検測成果表. 地理調査所・国土地理院の一等水準点検測成果集録による.

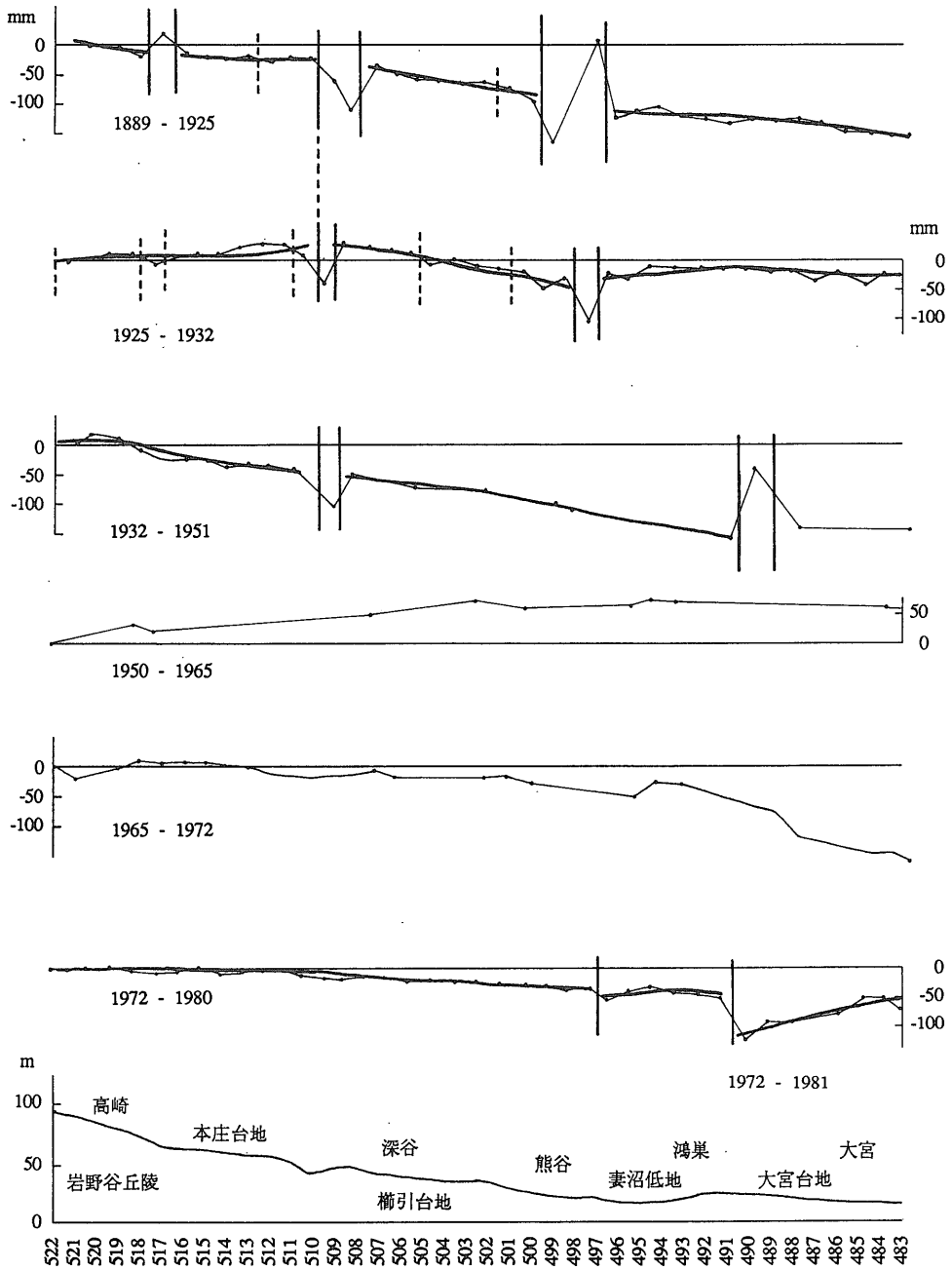
Table 1 Change of height of bench-marks from Omiya (no. 483) to Takasaki (no. 522).

標石番号	1889 -1925	1925 -1932	1932 -1951	1950 -1965	1965 -1972	1972 -1980,81
522	*	18.0	0.0	-56.1	0.0	0.0
521	*	12.8	1.3	*	-21.0	-3.1
520	166.2	20.2	19.1	*	*	-2.7
519	160.9	27.6	10.1	*	-2.4	1.4
518	147.5	25.4	-10.6	-23.1	8.3	-3.7
517	185.2	9.5	*	-35.9	2.7	-7.1
516	149.8	19.5	-23.2	*	4.7	-5.0
515	146.5	25.7	-26.8	*	4.1	-2.1
514	142.4	28.0	-37.5	*	0.1	-7.0
513	144.4	38.0	-32.1	*	-0.7	-6.4
512	138.1	43.7	-36.2	*	*	-5.2
511	143.5	43.6	-40.5	*	*	-3.3
510	142.8	24.7	*	*	*	-12.2
509	104.9	-24.7	-103.8	*	*	-14.9
508	52.1	46.7	-49.5	*	*	-17.5
507	130.9	39.4	*	-6.1	-7.4	-12.7
506	117.0	31.5	*	*	-19.1	-16.5
505	106.6	27.2	-71.9	*	*	-22.6
504	103.6	8.1	*	*	*	-19.0
503	100.2	16.3	*	*	*	-24.4
502	102.6	5.6	-78.4	18.5	-19.8	-22.3
501	87.8	2.7	*	*	-18.1	-25.1
500	72.9	-3.0	*	7.7	-28.0	-26.7
499	-0.2	-30.1	-97.0	*	*	-29.0
498	*	-15.2	-109.6	*	*	-36.2
497	172.8	-87.1	*	*	*	-33.4
496	42.2	-4.3	*	*	*	-52.8
495	55.8	-14.3	*	13.0	-50.3	-40.5
494	63.2	7.5	*	22.2	-26.0	-29.9
493	48.9	6.3	*	19.8	-31.4	-39.6
492	41.2	5.1	*	*	*	-42.9
491	36.0	3.5	-156.8	*	*	-49.9
490	41.9	4.3	-39.8	*	*	-122.0
489	37.9	-0.8	*	*	*	-91.5
488	43.3	0.1	-140.7	*	*	-91.1
487	36.7	-15.4	*	*	*	*
486	20.0	-0.8	*	*	*	-77.7
485	19.6	-23.3	*	*	*	-51.2
484	11.4	-2.2	*	4.2	*	-52.1
483	14.8	-2.5	-142.0	*	-152.5	-71.6

3. 水準点変動の一般的傾向

大宮付近の483から高崎付近の522に至る一等水準点は、1889年に最初の測量がおこなわれ、その後1925、1932、1950(1951)、1965、1972、1980(1981)年に改測が実施されている(第1表)。

第2図は、大宮・高崎間の各期間ごとの水準点の変動を、高崎付近の522を仮不動点として示したものである。ただし、1889-1925年の変動は、520を仮不動点としている。同図の下は、大宮・高崎間の水準点路線に沿う地形断面図を示した。以下に、各測量期間ごとに水準点の変動様式を検討することにする。



第2図 大宮-高崎間の水準点の変動の推移(上)と水準点路線に沿う地形断面図(下)。太い縦線は大きな地塊の境界, 縦破線は小さな地塊の境界。

Fig. 2 Change of height of bench marks on the route from Omiya to Takasaki at each levelling interval. The bottom figure shows the topography on the route.

1889-1925 年の変動

全体として、大宮付近の 483 から高崎付近の 522 に向かってしだいに上昇し、その量は 150 mm に達する。年平均で約 4.2 mm になる。この間において、497-499, 508-509, 517 は変動量が上記の一般的傾向からはずれる。これらの水準点には含まれる 483-496, 500-507, 510-516, 518-520 は、ほぼ直線にのるように変動している。

1925-1932 年の変動

全体として見ると、大宮付近の 483 から深谷付近の 508 に向かって上昇し、511 から高崎付近の 522 に向かってはゆるやかに沈降していく。しかし、483 に対して 522 は隆起して、その量は約 20 mm、年平均約 3 mm に達する。この期間にも、ほぼ直線にのるように変動する単元を識別することができる。すなわち、483-496, 498-508, 510-522 である。これらには含まれた水準点は、いずれも沈降する傾向を示す。

1932-1951 年の変動

全体として見ると、大宮付近の 483 から高崎付近の 522 に向かって上昇し、その量は約 140 mm、年平均約 7 mm に達する。この期間は測量不能な水準点が多いが、ほぼ直線にのる変動単元を識別することができる。すなわち、491-508, 511-522 である。

1950-1965 年の変動

この期間は、これまでの変動傾向とは逆に、大宮付近の 483 から高崎付近の 522 に向けて沈降しており、その量は約 60 mm、年平均約 4 mm に達する。この期間は、水準点の欠測が多く、変動単元の識別はできない。

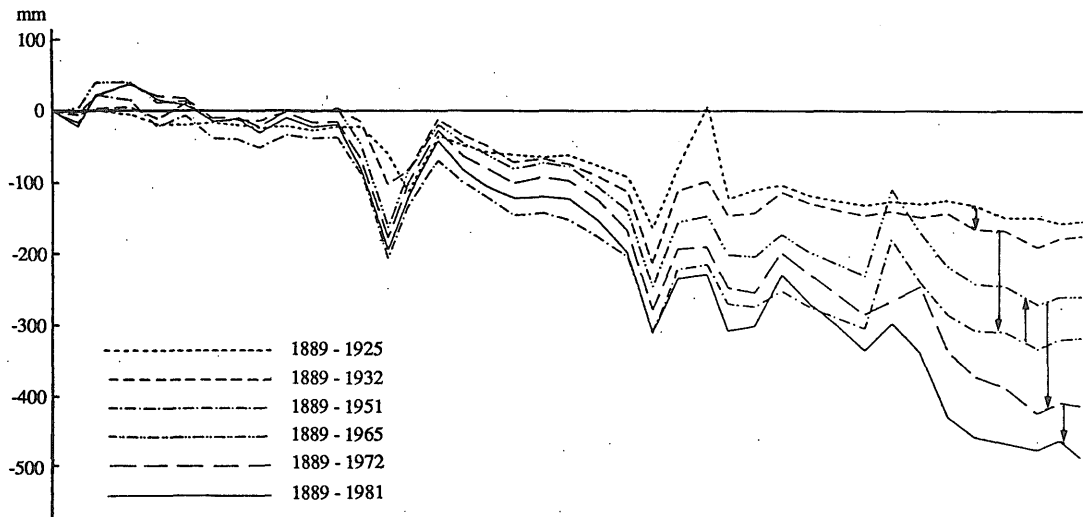
1965-1972 年の変動

大宮付近の 483 から 518 に向かって上昇し、そこから高崎付近の 522 に向かって多少沈降するが、全体として 483 から 522 に向かって大きく上昇傾向を示す。その量は約 150 mm、年平均約 9 mm に達する。この期間も水準点の欠測が多く、変動単元の識別は困難である。

1972-1980 年の変動

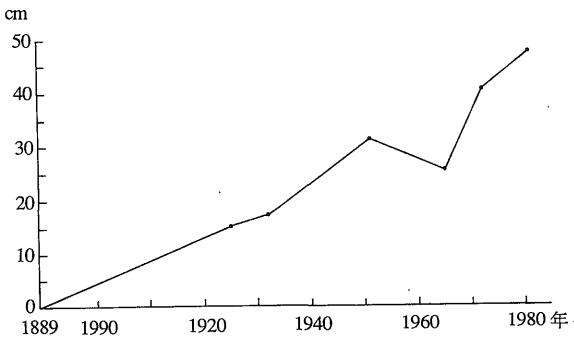
大宮付近の 483 から 490 に向かって沈降傾向を示すが、490 から高崎付近の 522 に向かっては上昇する。しかし、483 に比較して 522 は上昇して、その量は約 70 mm、年平均約 9 mm に達する。この間、483-490, 491-496, 497-522 がほぼ直線にのるような変動をする単元として識別することができる。

以上見てきたように、この水準点路線に沿う変動は、大宮付近の 483 から高崎付近の 522 に向かってしだいに上昇する傾向を示す。このような傾向は、前節でのべたこの水準路線に沿う地形と調和的である。上記の運動傾



第 3 図 大宮-高崎間の水準点の累積変動図。欠測した水準点は、変動量を内挿して求めている。高崎の水準点 522 を基準とする。

Fig. 3 Cumulative change of height of bench marks on the route from Omiya to Takasaki.

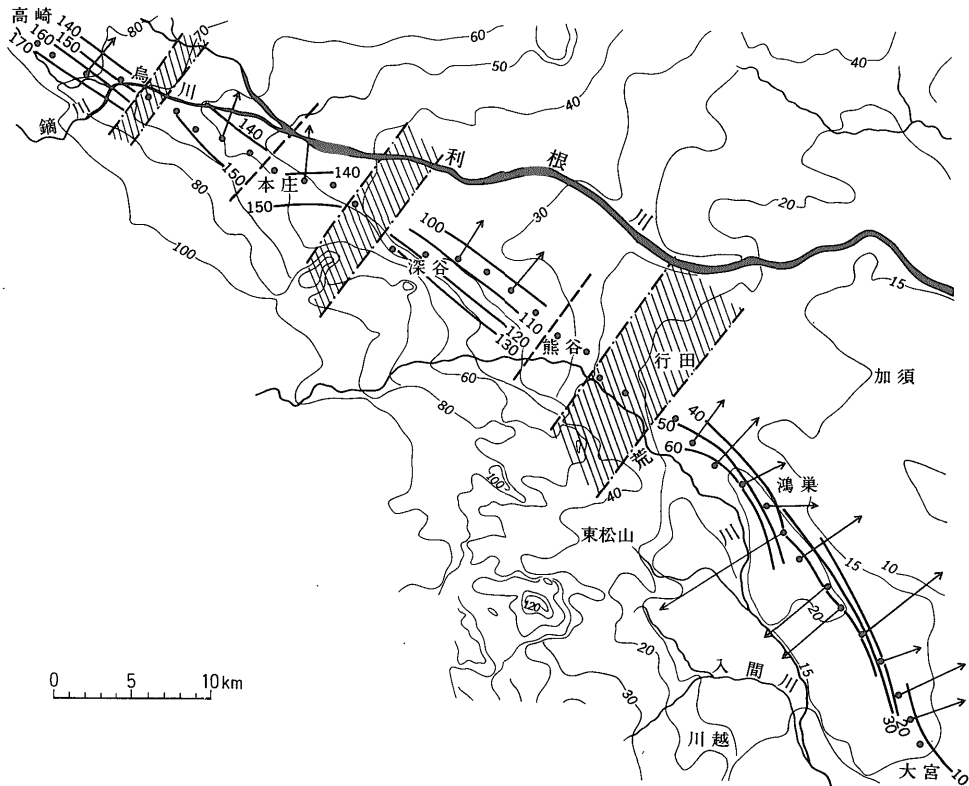


第 4 図 大宮の水準点 483 に対する高崎の水準点 522 (520) の変動の推移。

Fig. 4 Relative change of height of B.M. 522 at Takasaki to B.M. 483 at Omiya.

向は時に逆転することがあるものの、全体として上昇する傾向は積算され、その量は 91 年間に約 470 mm、年平均約 5 mm に達する (第 3 図)。この量を単純に積算すると、1 万年間で約 50 m に達し、ほぼ大宮・高崎間の標高差に近い値になる (第 4 図)。なお、関東平野の造盆地運動は、約 10 万年前の下末吉面の高度変化が約 50 m に達し (貝塚, 1974)、約 7 万年前の常総粘土層とその相当層の高度変化が同程度に達する (小玉ほか, 1981) 程度のものであることから、現在の変動が、第四紀後半の変動より一桁大きいものであることがわかる。

この間、変動量がほぼ直線にのりような単元、すなわち地塊状の変動単元が識別される。そして、それら変動単元の境界は、ほぼ一定している。すなわち、489-491, 496-500, 507-510, 516-518 である。それらに境された 483-489, 491-496, 500-507, 510-516, 518-522 は地塊



第 5 図 大宮-高崎間の 1889-1925 年の水準点の変動量と等変動量線。数字の単位は mm。矢印は隣り合う 3 点の水準点の変動量から求められる傾動方向。矢印の長さは傾動量に比例して示す。点破線は大きな、破線は小さな地塊の境界。

Fig. 5 Vertical earth movement calculated from the relative change of the height of bench marks from 1889 to 1925. Arrows indicate the direction of inclination calculated from the relative change of height of successive three bench marks. Broken lines and shaded areas are the supposed boundaries of land blocks.

状に変動する単元をなす。

4. 水準点路線付近の平面的変動傾向

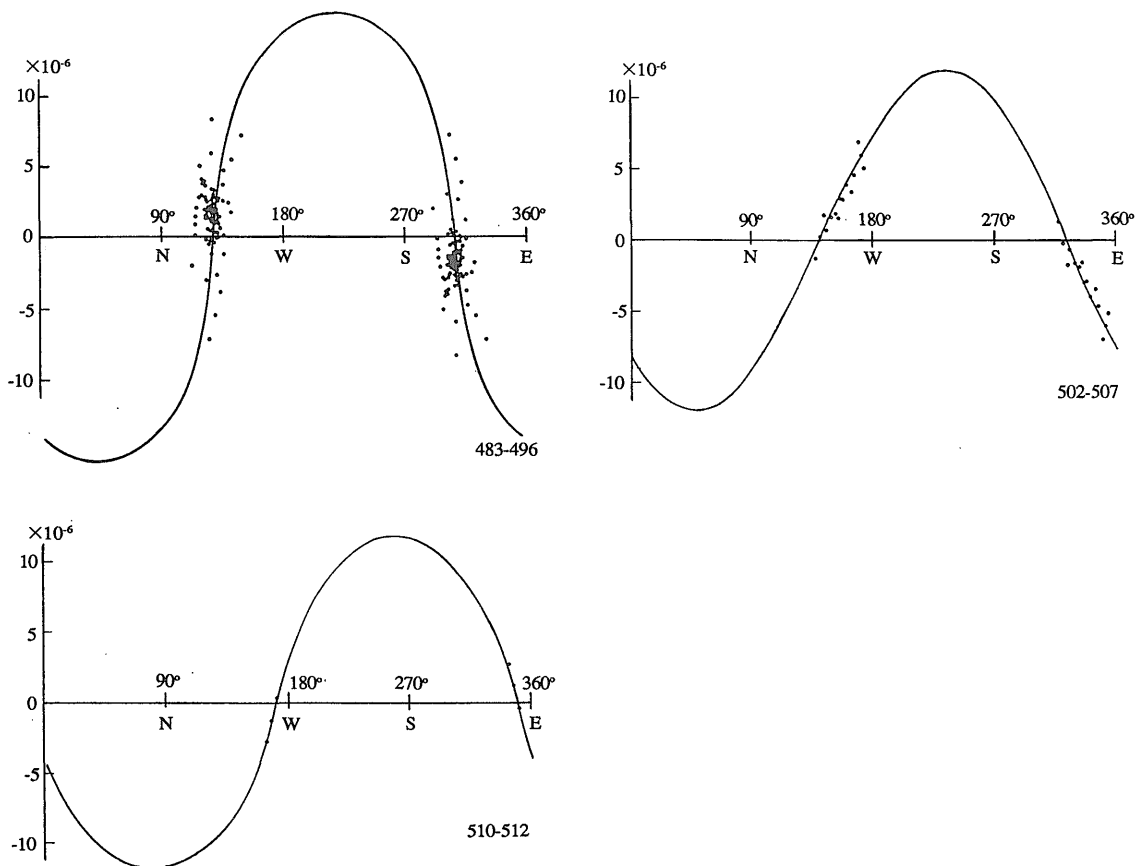
水準点の標石は、街道に沿って設置してあるために、隣りあった標石どおしを結んだ線は多少直線からずれて、ジグザグすることになる。このような性質を利用して、3つの水準点を含む地域が剛体的な地塊運動をしている場合に、その傾動方向と傾動量を求めることができる(鈴木ほか, 1974)。傾動方向が求められると、各水準点の変動量とくみあわせて等変動量線を傾動方向に直交して引くことができる。以下で議論する等変動量線は、このようにして引かれたものである。3つ以上の水準点を含む地域が剛体的な地塊運動をしている場合、地塊内にある、ある水準点に対する他の任意の水準点の方位を横軸に、それら相互の変動量の差の単位距離に対する値を

縦軸にとると、それらはサインカーブになる (Miyabe, 1931)。サインカーブが描ければ、それから地塊の最大傾斜方位と傾斜率を求めることができる。この方法を以下では宮部の方法とよぶことにする。

このようにして求められた水準点路線付近の平面的な変動傾向について、以下にのべる。

1889-1925年の変動 (第5図)

大宮から鴻巣付近の483-496ののる地塊(ブロック)は、ほぼ北北西-南南東の走向で、東北東方向への傾動傾向を示す。宮部の方法による傾動方向は $N 50^{\circ} E$ で、最大傾斜率は 15.8×10^{-6} である (第6図)。502-507ののるブロックは、北西-南東の走向で北東方向への傾動を示す。宮部の方法による傾動方向は $N 41^{\circ} E$ で、最大傾斜率は 12×10^{-6} である (第6図)。502から南東方



第6図 1889-1925年の水準点の変動から地塊の傾動方向を宮部の方法で求めた図。
 Fig. 6 Sine-curves indicating the tilting of the land blocks.

向の500に向かっては、かなり急な沈降を示し、地塊にはのらない。

510-512は、ほぼ東西の走向で、北方への傾動を示す。宮部の方法による傾動方向は $N 10^{\circ} E$ で、最大傾斜率は 12×10^{-6} である(第6図)。513-516は、西北西-東南東の走向で、北北東方向への傾動を示す。なお、第2図では、510から516は一つの地塊として運動しているようにみえるけれども、平面的な検討結果によると、上記のように2つの単元に分けられることがわかる。518-520は、北西-南東の走向で、北東方向への傾動を示す。

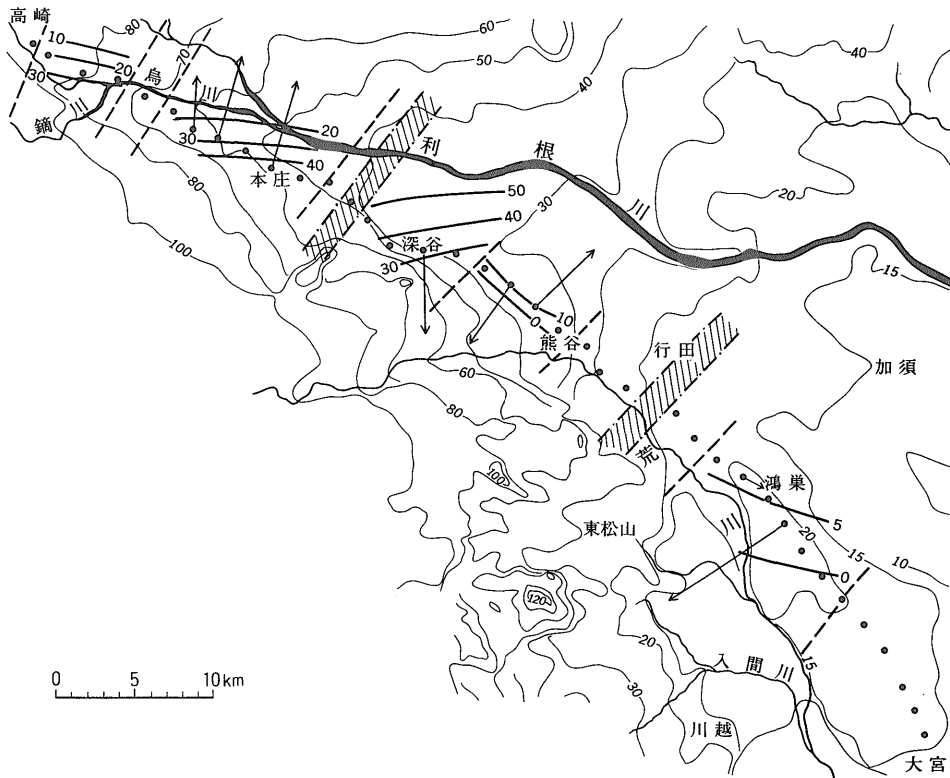
の宮部の方法による傾動方向は $S 38^{\circ} W$ で、最大傾斜率は 15.5×10^{-6} である(第8図)。なお、500と501間は等変動量線はつながらず、小さな地塊の境界をなすものと考えられる。505-508ののるブロックは、ほぼ東西の走向で南方への傾動を示す。511-516は、東西の走向で北方への傾動を、518-521は、やはり東西の走向で北方への傾動を示す。なお、516と518間、521と522間は等変動量線がにつながらず、小さな地塊の境界をなすものと思われる。511-516間に宮部の方法を適用しての傾動方向は $N 18^{\circ} E$ で、最大傾斜率は 16.2×10^{-6} である。

1925-1932年の変動(第7図)

大宮台地北部の489-494ののるブロックは、西北西-東南東の走向で南南西方向への傾動を示す。501-504は、北西-南東の走向で、南西方向への傾動を示す。この間

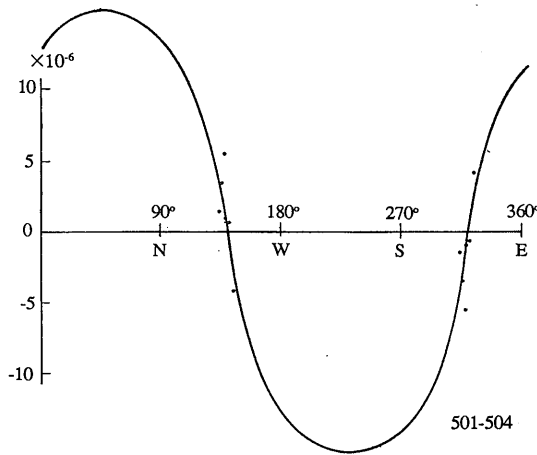
1932-1951年の変動

511-516間に宮部の方法を適用して求めた傾動方向は $N 29^{\circ} E$ で、最大傾斜率は 16.2×10^{-6} である(第9図)。他の区間は欠測の水準点が多く、平面的な変動傾向を求

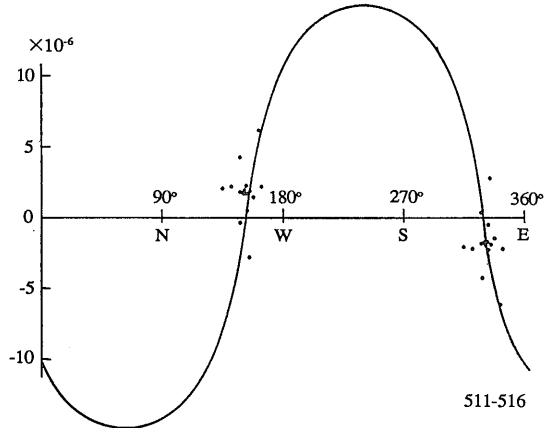


第7図 大宮-高崎間の1925-1932年の水準点の変動量と等変動量線。凡例は第5図に同じ。

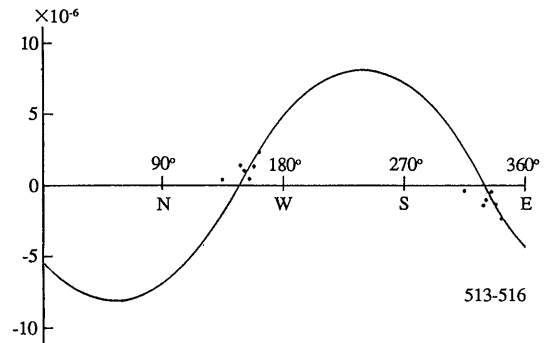
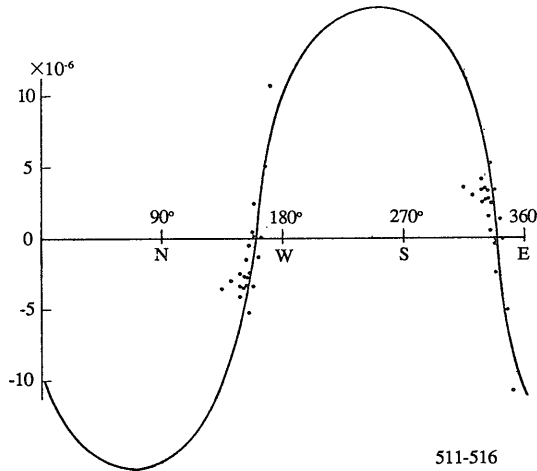
Fig. 7 Vertical earth movement calculated from the relative change of height of bench marks from 1923 to 1932. Regend is same as Fig. 5.



第 8 図 1925-1932 年の水準点の変動から地塊の傾動方向を宮部の方法で求めた図。
Fig. 8 Sine-curves indicating the tilting of the land blocks.



第 9 図 1932-1951 年の水準点の変動から地塊の傾動方向を宮部の方法で求めた図。
Fig. 9 Sine-curve indicating the tilting of the land blocks.



第 10 図 1965-1972 年の水準点の変動から地塊の傾動方向を宮部の方法で求めた図。
Fig. 10 Sine-curve indicating the tilting of the land blocks.

めることができない。

1950-1965 年の変動

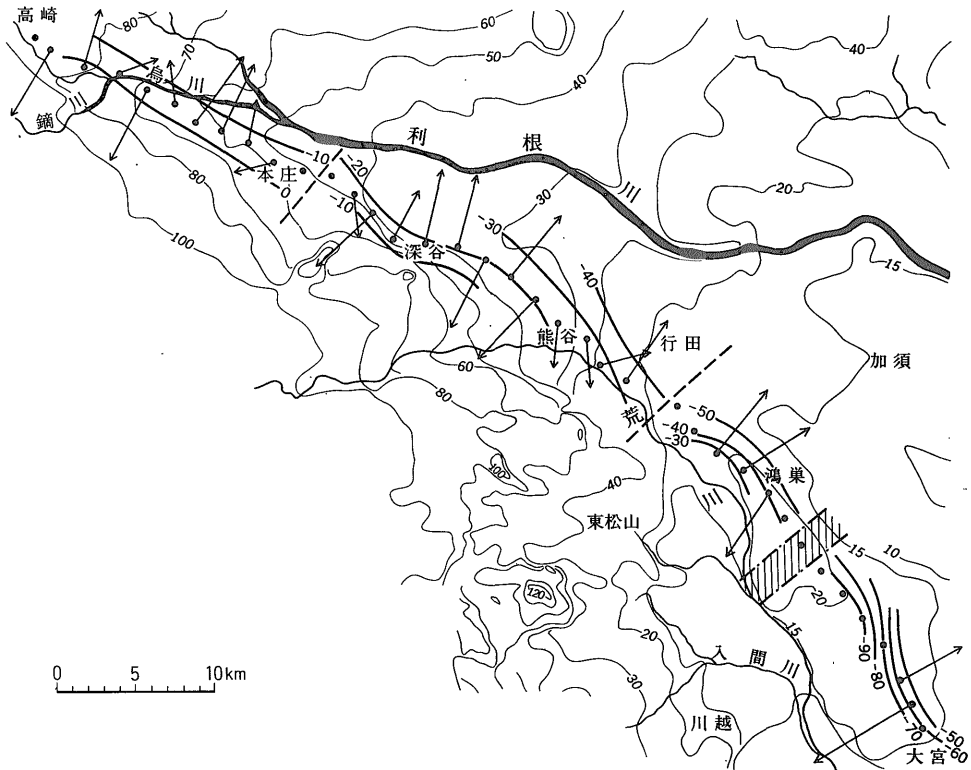
この期間は、欠測の水準点が多く、平面的な変動傾向を求めることができない。

1965-1972 年の変動

513-519 間に宮部の方法を適用して求めた傾動方向は $N 31^\circ E$ 、最大傾斜率は 8.1×10^{-6} である (第 10 図)。他の区間は欠測の水準点が多く、平面的な変動傾向を求めることができない。

1972-1980・1981 年の変動 (第 11 図)

483-489 のるブロックは、ほぼ北北西-南南東の走向で、東北東方向への傾動を示す。491-496 は、ほぼ北西-南東の走向で、北東方向への傾動を示す。この間の宮部の方法による傾動方向は $N 42^\circ E$ で、最大傾斜率は 15×10^{-6} である (第 12 図)。489, 491 間は等変動量線が繋がらず、地塊の境界が存在することを示している。497-510 は、ほぼ北西-南東の走向で、北東方向への傾動を示す。この間の 497-504 に宮部の方法を適用し求めた傾動方向は $N 52^\circ E$ で、最大傾斜率は $11.5 \times$



第11図 大宮-高崎間の1972-1980, 1981年の水準点の変動量と等変動量線。凡例は第5図に同じ。

Fig. 11 Vertical earth movement calculated from the relative change of height of bench marks from 1972 to 1980 or 1981. Regend is same as Fig. 5.

10^{-6} である(第12図)。511-522は、西北西-東南東の走向で、北北東への傾動を示す。この間の510-516に宮部の方法を適用しての傾動方向はN28°Eで、最大傾斜率は 11.4×10^{-6} である(第12図)。

以上各期間の平面的な変動傾向を検したが、その結果をまとめて第13図に示す。483-489ののる地塊は、北北西-南南東の走向で、東北東方向に傾動することが多い。491-496は、北西-南東の走向で、北東方向に傾動することが多いが、西北西-東南東走向で、南南西方向に傾動することもある。500-507は、西北西-東南東の走向で、北北東方向に傾動することが多いが、1925-1932年には、この傾動とは逆方向の傾動を示した。510-522は、西北西-東南東の走向で、北北東方向に傾動する。

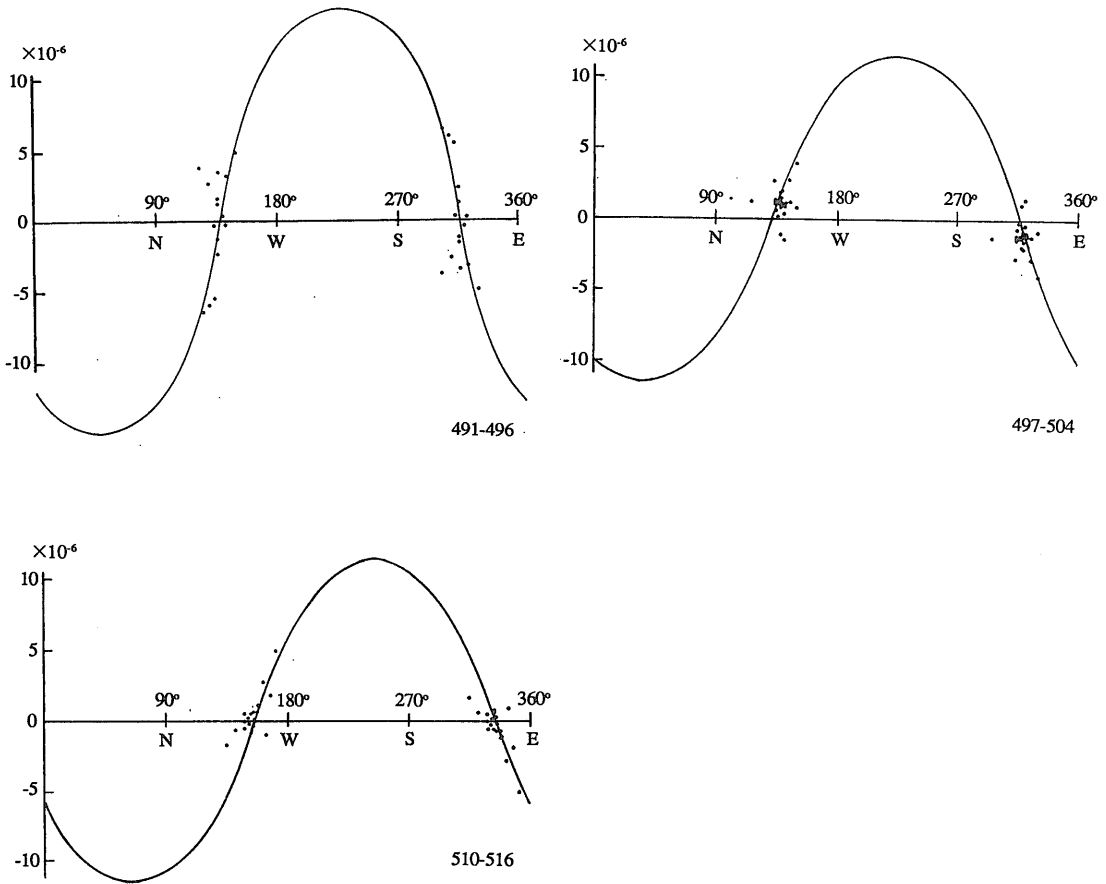
高崎南方地域に、1950-1965年を除く各期間の宮部の

方法による傾動量を求めることのできる地域がある。この地域は、傾動方向はほぼ一定して北北東方向に向かい、その量は76年間に約 64×10^{-6} に達する。年平均約 0.8×10^{-6} である(第14図)。

5. 変動様式と地形との関係

これまでに、水準点の変動様式を、改測期間ごとに検討してきたが、その変動様式と地形との関係についてつぎに検討することにする。

すでに最初のところで見たように、関東平野西部を走る一等水準点は、大宮から北西方の高崎に向かって地形的に高度が高まるのに対応して、隆起量を増していく(第3図)。また平面的に見ると、一般に北北東ないし東北東方向への傾動傾向を示し、台地ないし丘陵側の相対的な隆起、低地側の相対的な沈降傾向を示している(第13図)。ただし、1925-1932年の深谷から熊谷付近にい



第 12 図 1972-1980・1981 年の水準点の変動から地塊の傾動方向を宮部の方法で求めた図
 Fig. 12 Sine-curves indicating the tilting of the land blocks.

たる地域の変動は、逆の傾向を示している。このような一般的な傾向からはずれる変動様式は、1931年9月21日に発生した西埼玉地震（震央位置、東経139.23°、北緯36.15°、深度0km、M6.9）（宇佐美，1987）と関係するものと思われる。

さらにこまかく見てみると、大宮台地と妻沼低地上の水準点は、490付近で時に不連続的な運動を示す。この付近は、南西方の武蔵野台地と入間台地との境界をなす北東-南西方向に直線的に走る谷の延長にあたり、それらとの関係が注目される。櫛引台地上の水準点の500-507はいつもほぼ連続的な変動様式を示す。なお、この櫛引台地の水準点変動は、地形面の傾きに対応して北東方への傾動傾向を示すことが多いが、西埼玉地震をはさむ1925-1932年の変動が逆の傾向を示すことは、すでに

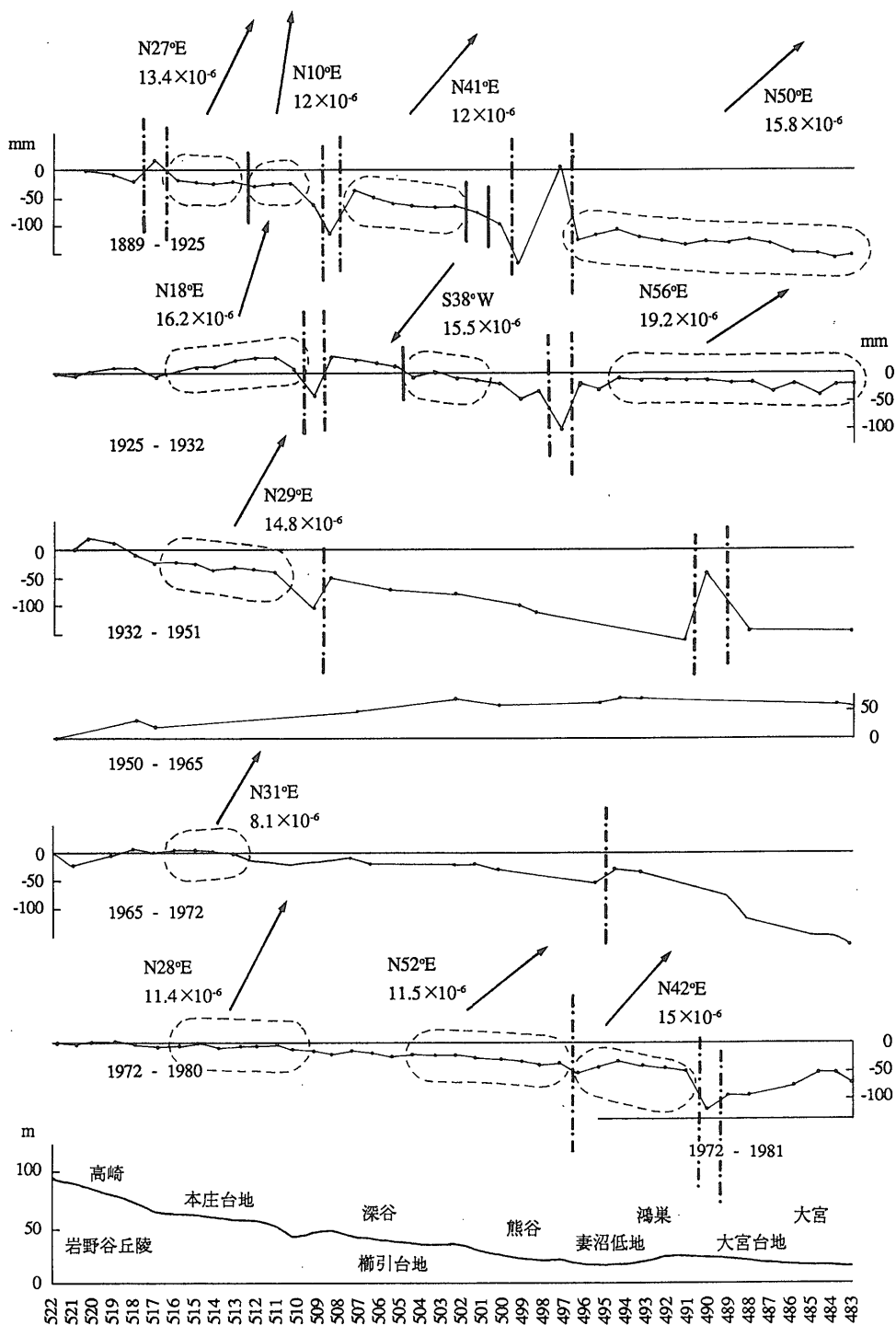
のべた。

510-516はやはり連続的な変動様式を示す単位（地塊）であるが、これは本庄台地にはほぼ対応する。この路線付近は、いずれの期間も地形面の傾きに対応して北北東方向への傾動傾向を示す。その傾動傾向の時間的推移を第14図に示した。

518-522はほぼ連続的な変動様式を示す単位であるが、これは岩野谷丘陵に対応する。この単位も北東方向への傾動傾向を示す。

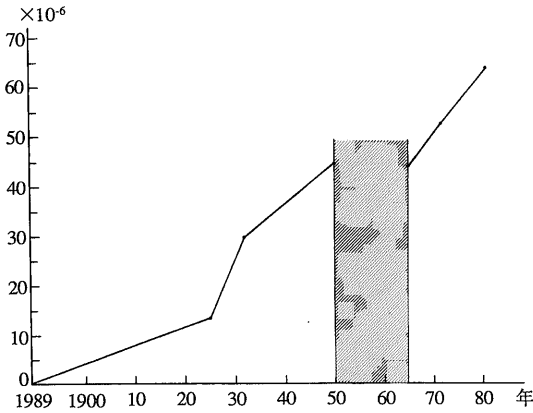
以上見てきたように、関東平野西部の台地や丘陵は、それぞれ地塊状の傾動運動をおこなっており、地形の起伏を増大する運動が現在進行していることを示していると考えられる。

なお、1931年の西埼玉地震に際しての液状化による



第13図 大宮-高崎間の水準点の変動の推移と地塊単元. 細破線は、宮部の方法を適用した水準点. 矢印は傾動方向. 数字は傾動方向と傾動量.

Fig. 13 Geodetic land blocks and the direction of their tiltings.



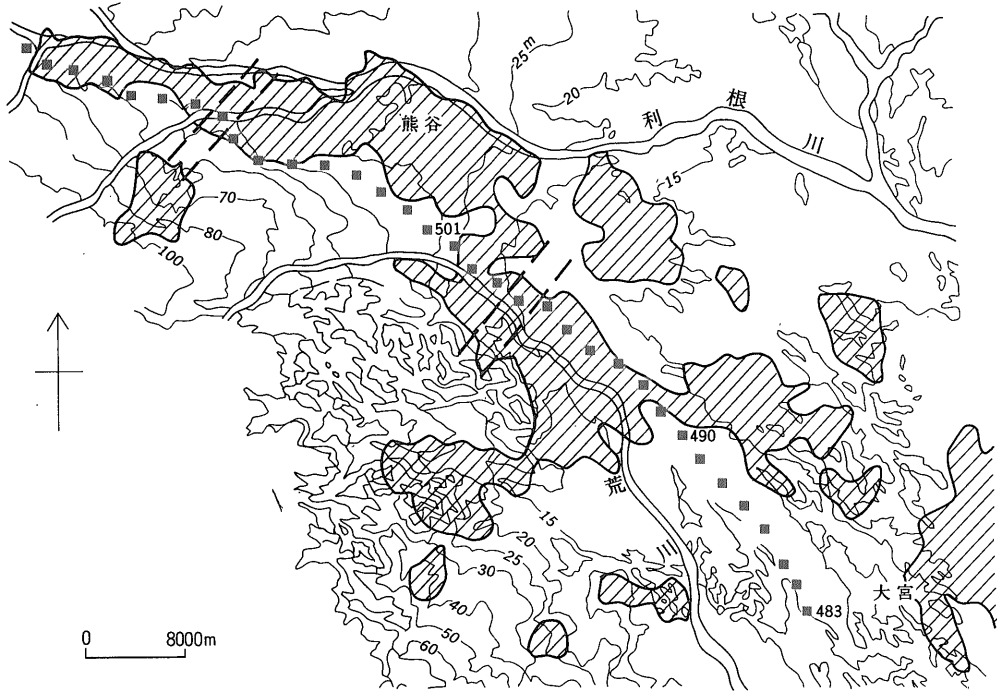
第14図 高崎南方本庄台地北部の傾動運動の推移。
 Fig. 14 Progress of tilting of the land block in the Honjo Upland to the south of Takasaki.

土砂の噴出地域の分布は、台地や丘陵の分布と関係して、台地・丘陵と低地との境界付近、丘陵や台地相互の境界付近に起きていることがわかる(第15図)。Imamura (1934) は、この土砂の噴出にともなって大きな被害が出たこと、それが上記の地塊運動と関係をもっていることをのべている。しかし地塊運動と土砂噴出地域との関係は必ずしも明確でないように思われる。また家屋の被害との関係も同様である(第16図)。

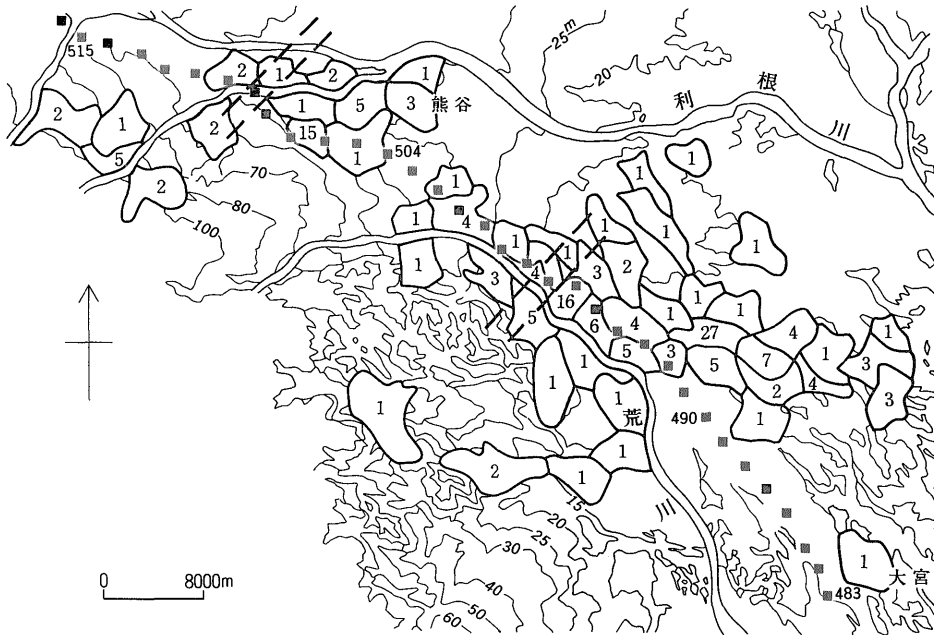
6. まとめ

関東平野西縁の中仙道ぞいに設置されている一等水準点の改測資料を解析した。その結果、次のようなことが明らかになった。

1. 大宮から高崎に向かって、水準点高度の経時変動は、時に逆転することはあるものの一般に上昇する傾向を示す。大宮に対して高崎の水準点高度は、1889年から1980・1981年の90年間に約50cm上昇しているこ



第15図 1931年9月21日の西埼玉地震における噴砂地域の分布図。熊谷観測所(1931)にもとづき作図。破線は大きな地塊の境界。
 Fig. 15 The areal distribution of sand volcanos due to liquefaction at the time of the Nishi-Saitama earthquake of Sept. 21, 1931.



第16図 西埼玉地震に際しての市町村別家屋全壊数. 熊谷観測所(1931)にもとづき作図. 破線は大きな地塊の境界.
 Fig. 16 The areal distribution of destroyed houses at each city, town and village at the time of the Nishi-Saitama earthquake of Sept. 21, 1931.

とになる.

2. 水準点の変動には、直線上にのるような変動単元が識別される。それらの単元の境界は、ほぼ一定している。

3. この変動単元は、楯引台地・岩野谷丘陵にはほぼ対応していて、それぞれ地塊状の変動様式を示す。

4. 各単元の平面的な変動様式を検討すると、一般に地形面の傾斜に対応して台地ないし丘陵側から低地側に傾動するような傾向を示す。

5. 以上の事実から、現在地形面の傾きを増幅するような運動が活発に進行していることがわかる。なおその量は第四紀後半の平均的な変動量よりも一桁大きく、現在は変動の活発な時期にあたると思われる。

参 考 文 献

Imamura, A. (1934) Further notes on the northward movement of crustal deformation along the western boundary of the Kwanto Plain with special reference to the block movement responsible for the disastrous

earthquake of September 21, 1931. *Jap. Jour. Astr. Geophys.*, vol. 11, p. 95-112.

貝塚爽平(1974) 関東地方の島弧における位置と第四紀地殻変動. 関東地方の地震と地殻変動(垣見・鈴木編), ラティス, p. 99-118.

小玉喜三郎・堀口万吉・鈴木尉元・三梨 昂(1981) 更新世後期における関東平野の地塊状造盆地運動. 地質学論集, no. 20, p. 113-128.

熊谷観測所(1931) 西埼玉地震強震報告. 驗震時報, vol. 5, p. 277-317.

Miyabe, N (1931) Blocks in the earth's crust and their movement. *Bull. Earthq. Res. Inst.*, vol. 9, p. 256-270.

鈴木尉元・小玉喜三郎・小北 悟・石川正晴・村田康夫(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.

宇佐美龍夫(1987) 新編日本被害地震総覧. 435 p., 東大出版会.