

# 多摩川下流域の地盤隆起に関する調査資料

昭和51年4月

建設省国土地理院

## まえがき

この資料は、昭和49年12月、地震予知連絡会で公表された、多摩川下流域の地盤隆起に関して行われた調査の経緯と、現在までの調査結果を集録したものである。各機関で実施した調査の結果は、その都度、地震予知連絡会に報告され、その内容は地震予知連絡会々報に掲載されているが、その中から主要なものを抜粋した。

## 多摩川下流域の地盤隆起に関する調査の概要

国土地理院

1. 1974年12月5日の第27回地震予知連絡会において、多摩川下流域において最近数年間に4～5 cmの隆起が生じている旨の報告がなされ、これが地震発生の前兆であるかどうかを確かめるため諸観測を実施することが検討された。12月26日、記者団にたいし第27回地震予知連絡会の追加レクチャーを行ない、このことを発表した。翌日、萩原尊礼会長は地震予知研究推進連絡会議議長に次ぎのとおり報告し、関係諸機関によって各種の調査観測が行なわれることになった。

### 「最近における多摩川下流地域の地盤隆起現象について

昨日、地震予知連絡会は、川崎市及びその周辺の地盤隆起についての見解を公表いたしました。国土地理院は、東京―藤沢間の水準測量を毎年行っておりますが、これによると、1971年以来川崎市を中心として半径数キロの地域が、大きい所で年間1センチ程度隆起しつつあることが認められます。

しかし、地盤隆起の顕著な地域が、かつて地下水汲み上げによる地盤沈下の著しかった地域と概ね一致することから考えて、地盤沈下現象との関連において生じたものでないかという疑いが持たれます。

微少地震の発生など他の地震前兆と思われる現象は、現在何も観測されておられません。なお、地盤の隆起が地震発生に結びつかなかった事例もあり、今回地盤隆起が測定されたということだけから、これが直ちに地震の起こることに結びつくと考えることはできません。

しかし、川崎地域が社会的に極めて重要な地域であることから、万が一を考慮し、今回の現象の実態をつかむために、関係各機関が協力して各種の観測を集約

的に行うことが必要であると考えます。

この調査のためには、川崎市をはじめとして広く、東京都、神奈川県地方公共団体、企業に協力を願うことが必要であります。そのためには、今回の地盤隆起の件について予め当連絡会の見解を公表しておくことが、かえって根もない流言が流され人心を不安に導かない方法であろうと考えた次第であります。

今後、各種の研究、観測が進み必要な資料が入手できますと、社会に対しより正確な判断を伝えることができるものと思います。

また、仮に今回の隆起が地震に結びつくものとしても、隆起の生じた範囲から考えて、決して大地震ではなく、マグニチュードとして5ないし6であり、中心及びその周辺で震度5（強震）になる程度と思われる。

昭和49年12月27日

地震予知連絡会会長

萩原尊礼

地震予知研究推進連絡会議議長

武安義光殿

2. 過去に、1964年の新潟地震のごとく地震発生前土地が異常隆起したことがあるが、最近の地震予知理論（ダイラタンシーモデル）によれば、これは地下岩石内に微小クラックが数多く発生することによって土地がふくれるため、と考えられている。同時にこのようなクラックの発生があると

1. 微小地震活動の活発化
2. 地下水中のラドン濃度の急激な増加
3. 地震波速度（P波）の低下
4. 地殻歪速度の加速
5. 岩石の電気比抵抗の変化

というような諸現象も生ずる。これを考慮し多摩川下流域での観測は上記項目に沿って実施されることになった。

1975年2月27日の第28回地震予知連絡会では、川崎駅付近で直交する2本の水準路線につき国土地理院と川崎市の水準測量結果とを統一してかいた等隆起線図が発表された（そのこのデータもつけ加えると第2図のごとくなる）。この図に示された地殻隆起の範囲は、別に東京大学理学部がとりまとめた地下水位異常上昇の地域と殆ど同じであった（第3図）。したがって、地盤隆起と地下水位上昇は関連した現象であることが分り、この地盤上昇をもたらしている地下水の由来が問題となった。統一見解として以下の文章がまとめられ、記者団に発表された。

「その後の調査によって多摩川下流域においては、地震活動に変化は見当らないが、地盤隆起と地下水の異常上昇との間には明瞭な相関関係があるように見える。

しかし、地下水位上昇が地震発生と関係ある地殻内の異常によって起されたものであるか、否かは現在まだ明らかではない。

そのため、今後は従来の諸観測に加えて、この水が地下深部から供給されたものかを判定するため好条件の井戸でラドン、トリチウム等の濃度を測定することが必要と考えられる。」

こゝで、地下水中のトリチウム濃度に言及しているのは、その地下水が地表ちかくのものであるか又は地下深いところからきたものであるかを判定するのに役立つと考えられたからである。

3. 多摩川下流域の地盤隆起に関しては、当初から、問題の地域がかつて地盤沈下の激しかったところであり、最近、かつて低下した地下水位もその後回復しているところから、今回の地盤隆起も、地下水位上昇に伴なう現象ではないか、との見解もあった。その後、地下水位に関しては、地質調査所によって地下水の揚水量の減少と水位上昇との間に明瞭な相関があることが明らかにされた（第4、5図）。一方、東京大学理学部のグループは、地下水中のトリチウム濃度や $^{14}\text{C}$ による年代測定も行ない、多摩川下流域の地下水は、三つのグループに分けられるとした（第6図）。第1のグループの水は、年代が若く有機物が少ない水で、これ

は多摩川の伏流水であろうと考えられる。第2のグループの水は、年代が古く有機物に富む水で、多摩川河口の周囲に分布する。第3のグループの水は、年代が古く、有機分が少ない水で、トリチウム濃度も低く、分布の範囲は概ね地盤隆起の範囲と一致する。これらのことから、年代の古い水は地下深所に由来するもので、今回の地盤隆起との関係も深いと主張した。これらの結果を取りまとめ5月6日の第29回地震予知連絡会においては、次の統一見解が発表された。

「多摩川下流域の地盤隆起現象については、地震にむすびつく前兆現象であるか、または、地下水揚水量減少の影響で生じたものであるか、その原因を速やかに解明するため関係各機関によって諸観測が実施されてきた。その結果今日まで明らかになったことは次の通りである。

- (1) 最近2年間、東横線東部において急激に上昇した地下水位と地下揚水量の減少との間には明瞭な相関がある。
- (2) 旧多摩川河道沿いの地下水層については、国道1号線より上流では、トリチウム濃度が高く $^{14}\text{C}$ 年代が若いのが、それより下流では、トリチウム濃度が低く $^{14}\text{C}$ 年代が古い。
- (3) 現在測定中のラドン濃度は変化が認められない。
- (4) 地盤隆起地域の三角網について最近、特に大きな水平歪の蓄積が生じたとは認められない。
- (5) この地域については最近においても、顕著な浅発地震の発生は観測されていない。

以上の諸事実をまとめて見ると、急激な局地的地盤隆起については、揚水量の減少と関連がある可能性が強い。しかし、多摩川下流域を含む全般的な地盤隆起等については、なお引続き精密な調査を必要とするものもあり、今後も諸観測を集中的に行い、今後の経過を監視し現象解明に努める必要がある。 」

4. 1975年6月、多摩川下流域で特別に実施された水準測量により、同地域の地盤は依然として隆起を続けていることが分った(第7図)。

精密変歪測量結果では、同地域の水平歪は関東南部一帯の水平歪の傾向と一致しており、特に異常がないことが判明した（第8図）。また、同地域の地震活動は、震源の深さが20kmより浅いのはほとんどなく、異常が見られないことが報告された（第9,10図）。地震波速度変化（第11,12図）及び地下水のラドン濃度についても変化は観測されていないことも分った（第13,14図）。

それで、問題の地盤隆起は、地震の前兆ではなく地下水揚水減による地下水位の回復のためであり、したがって、地震の前兆ではないとする見方が強まったが、依然として地盤の隆起が続いており、しかも、これは第3紀層で起っている（第15,16図）。このような地下深部の隆起のメカニズムが詳しく解明されない以上、上記のごとく断定するのは時期尚早ではないかとする見解もあり、8月7日の第30回地震予知連絡会は、次の統一見解を公表した。

「多摩川下流域の地盤隆起現象については、引続き各種の調査観測を実施中であるが、現在までに判明した結果は、次のとおりである。

1. 本年6月に実施した水準測量の結果では、同地域の地盤は依然として隆起を続けている。
2. 7月に実施した水平歪の測定では、ここ数か月間に有意な歪の変化は認められない。
3. 多摩川下流域においては、特に異常な地震活動は認められない。
4. 現在までの地震波速度観測（ $V_p/V_s$ ）には、有意な変化は認められない。
5. 地下水位の49年から50年にかけての急激な上昇は、やや、ゆるやかになっている。
6. ラドン濃度については、特に変化はないが、古い地下水が供給されている地域が依然として存在している。

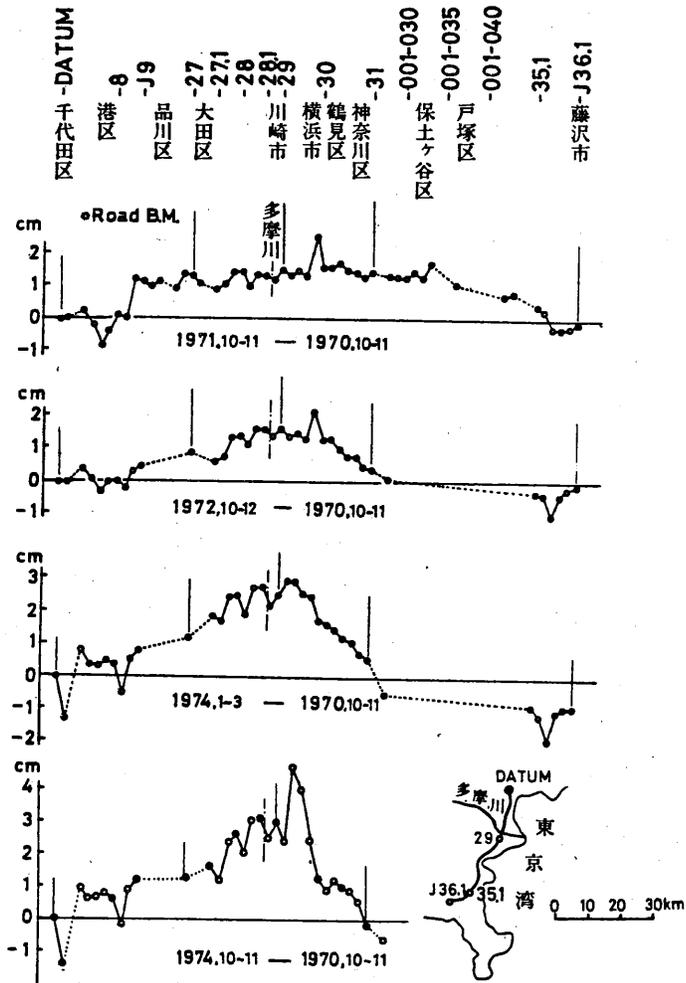
以上の調査結果を総合すると、地震の発生と直接結びつくと考えられるあらたな現象は観測されていない。しかし、地盤隆起が依然として継続しており、その原因等について解明出来ない点もあるので、今後とも各種の調査観測を実施する

必要があると考える。』

5. 11月20日の第31回地震予知連絡会で前回までに報告された地震活動、地震波速度、ラドン含有量について異常な変化が見られないことと、隆起地域の地下水についての地球化学的な調査の報告がなされた(第17,20,図)。

隆起地域に存在する古い地下水の由来については見解が分れたが(第18,19,図)いずれにしても、年代の古い地下水が、最近、多摩川の伏流水と推定される新しい水に置き換えられつつあることが判明した。今回は、今までの見解を特に変えるとか追加しなくてはならないものがないとして、新たな統一見解を公表することとはなかった。

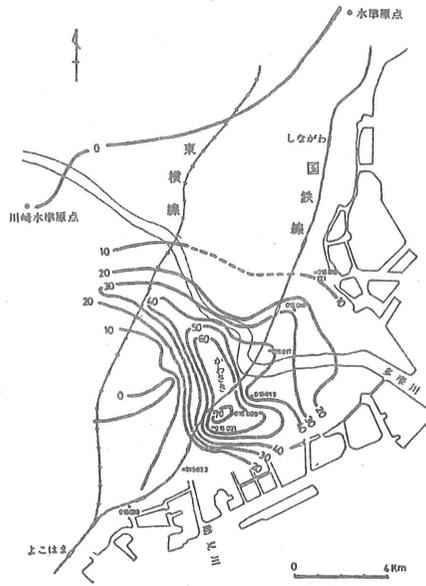
6. 1976年2月19日、第32回地震予知連絡会で、新しいデータとして、人工地震による地震波速度の観測でも、地震波速度の異常が見られないこと(第21図)、深井戸の観測によってもラドン濃度の変化がないことが報告された。更に、最近実施された水準測量で、同地域の地盤隆起は頭打ち若しく純化の傾向にあることが報告されたが(第22図)、季節的要因による変動も考えられるので、隆起の推移については、他の諸観測と併わせて、さらに調査をつづけることとなった。



第1図 東京・藤沢間の上下変動

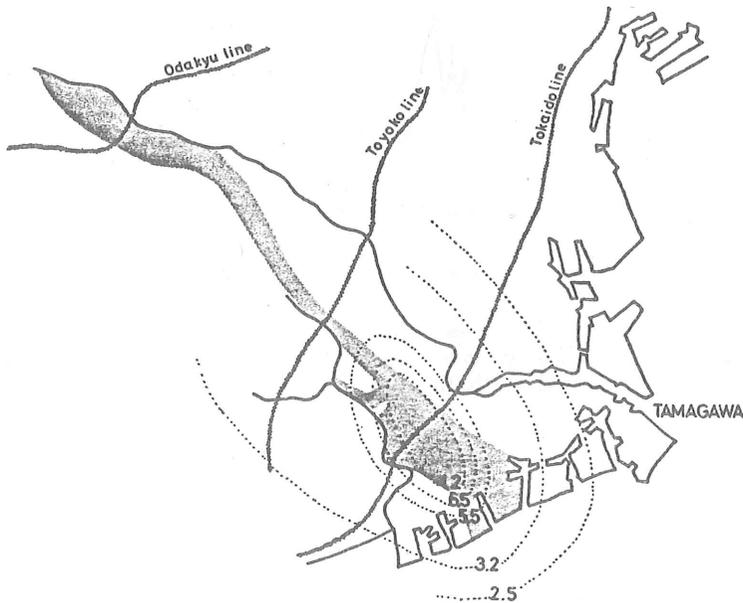
Fig. 1 Vertical movements along the levelling route between Tokyo and Fujisawa. The figures show abnormal crustal upheaval for each epoch as compared with the height in Oct.~Sept., 1970.

期 間 1975<sub>6</sub>-1970<sub>2</sub>  
 単 位 mm  
 水準原点・川崎水準原点不動



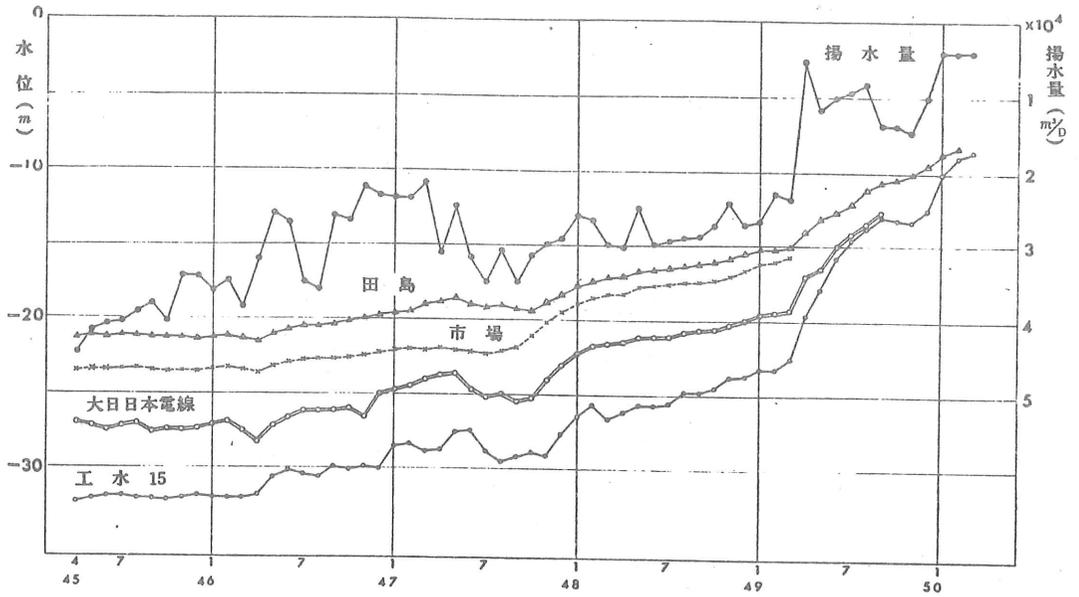
第2図 最近5ヶ年間の多摩川下流域地盤隆起図

Fig. 2 Land upheaval in the lower area of Tamagawa River during recent 5 years.



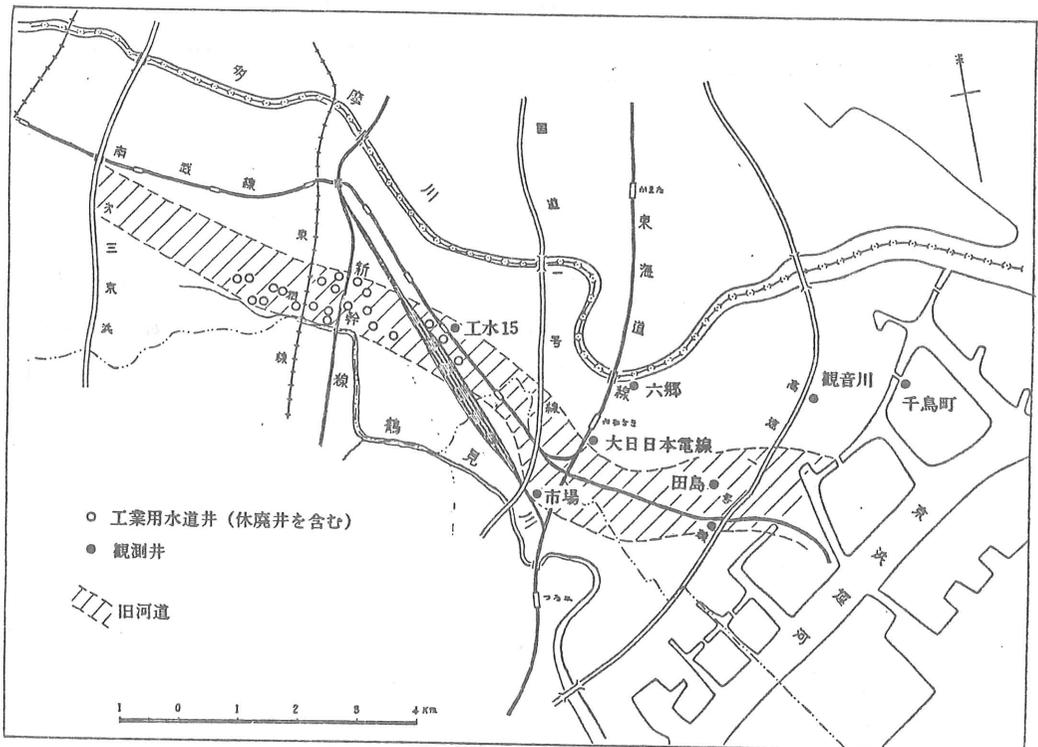
第3図 水位上昇のコンター(m)と多摩川旧河道

Fig. 3 Recent abnormal rise of water-levels shown in contour lines(m). Stippled area shows "artesian zone" (Geol. Surv. Japan).



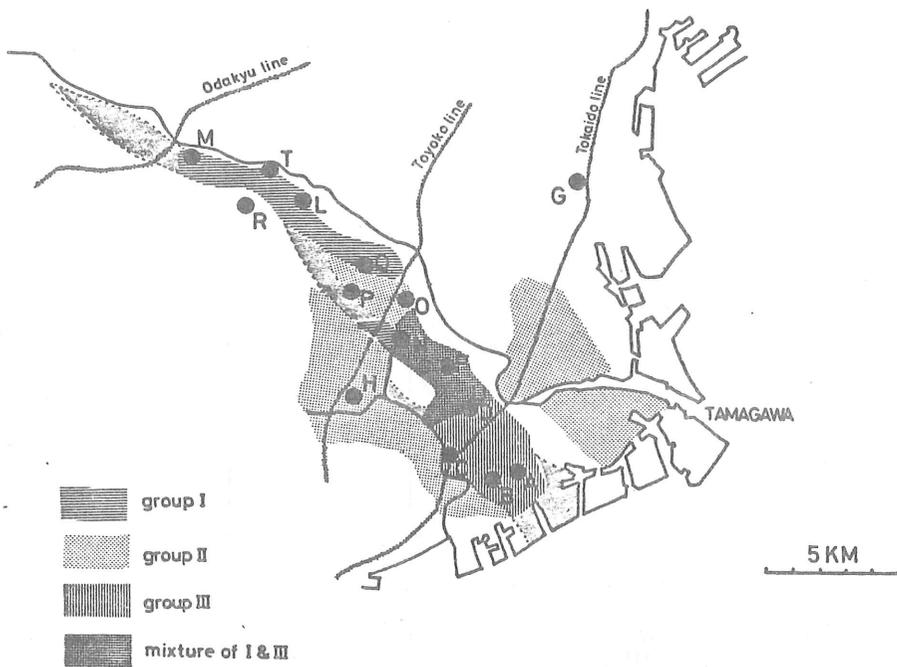
第4図 揚水量（東横線以東）とおもな観測井の水位

Fig. 4 Monthly discharge of groundwater and groundwater level at some observation wells.



第5図 観測井および工業用水道井の位置

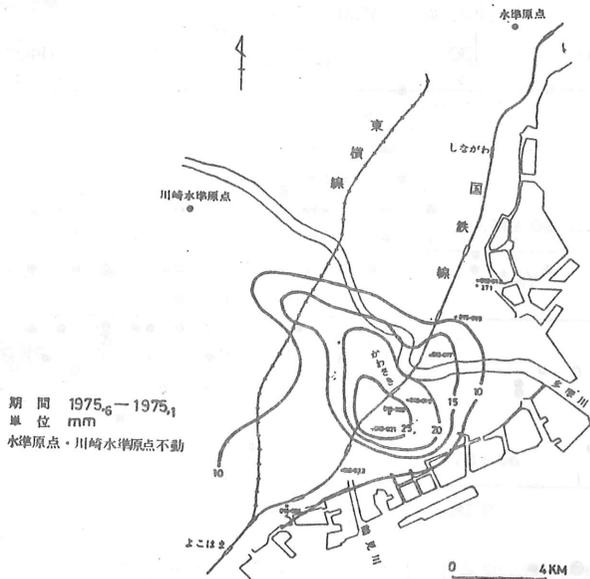
Fig. 5 Location of the main observation wells and the pumping wells for industrial water-supply.



第6図 地盤隆起域の地下水の分布

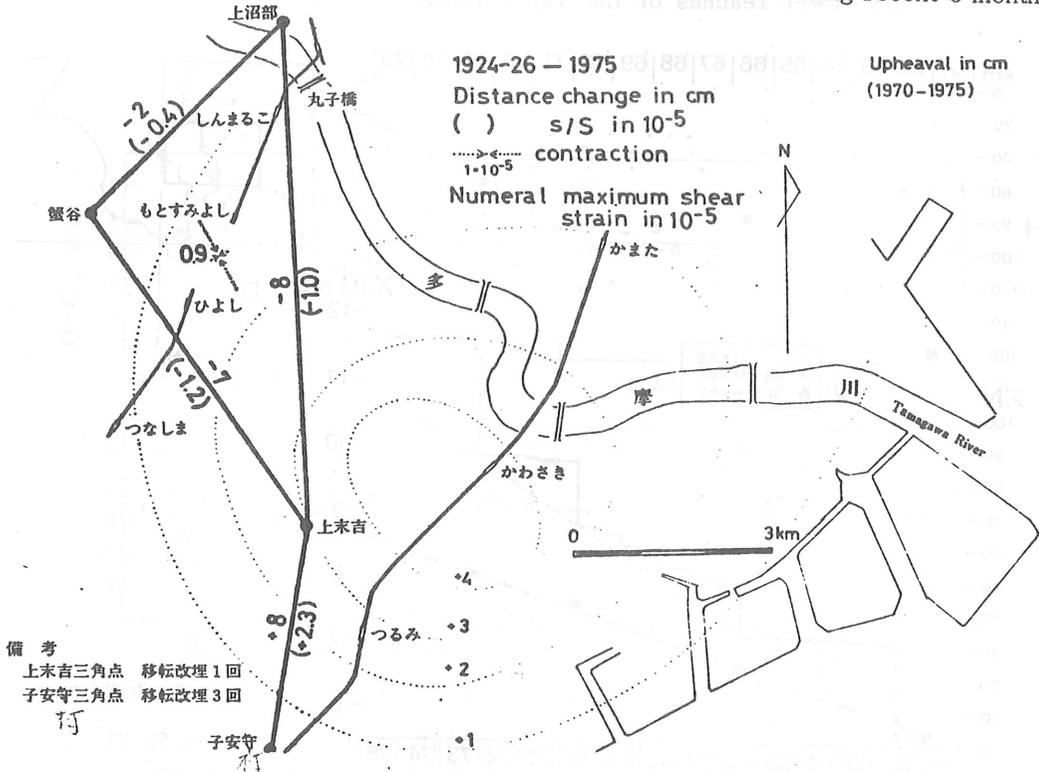
Fig. 6 Geographical distribution of the three groups of ground water. They are also distinct in ages.

- \* 第1グループ 年代が若く、有機物が少ない水(トリチウム濃度 25~70 TU,  $^{14}\text{C}$ 年代 現代)
- 第2グループ 年代が古く、有機分に富む水(トリチウム濃度 1TU以下,  $^{14}\text{C}$ 年代 10000年以上)
- 第3グループ 年代古く、有機物が少ない水(トリチウム濃度 1TU以下,  $^{14}\text{C}$ 年代 10000年以上)



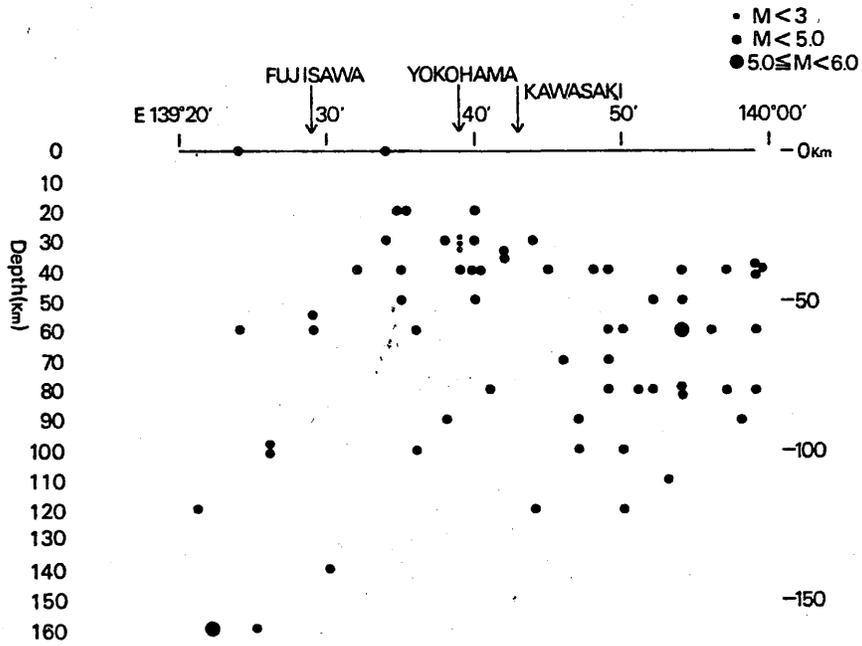
第7図 最近5ヶ月間の多摩川下流域地盤隆起図

Fig. 7 Land upheaval in the lower area of Tamagawa River during recent 5 months.



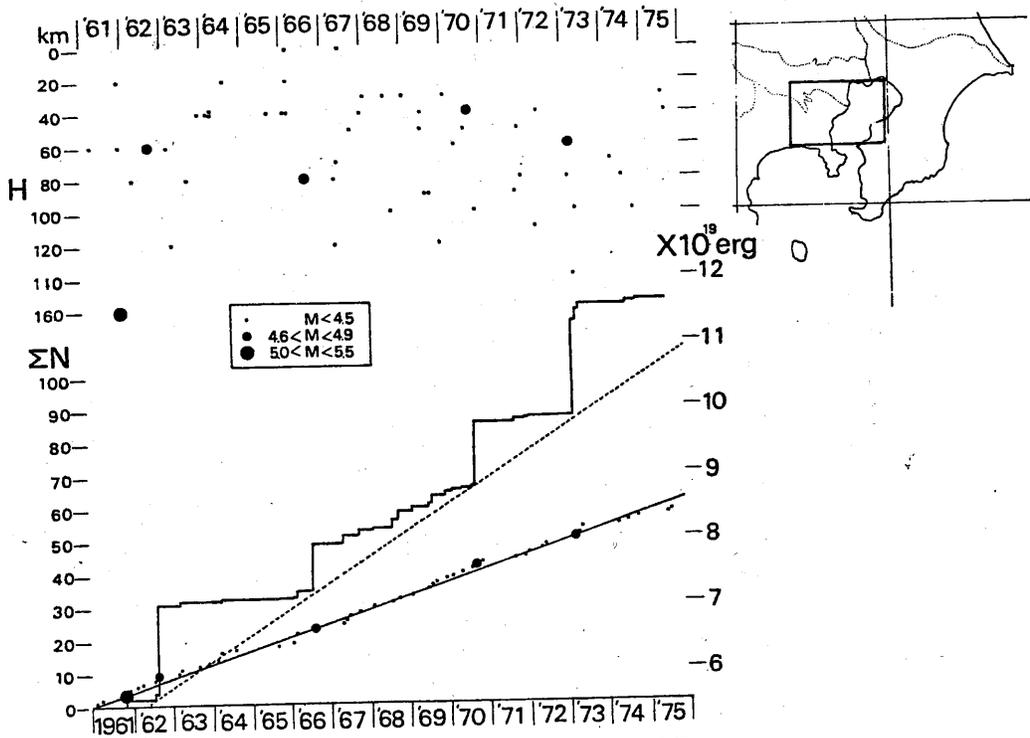
第8図 多摩川下流域での二等三角形内の地殻歪(期間1924~25-1975)

Fig. 8 Earth's strain in the second order triangulation net near the mouth of Tamagawa River (period 1924~25-1975).



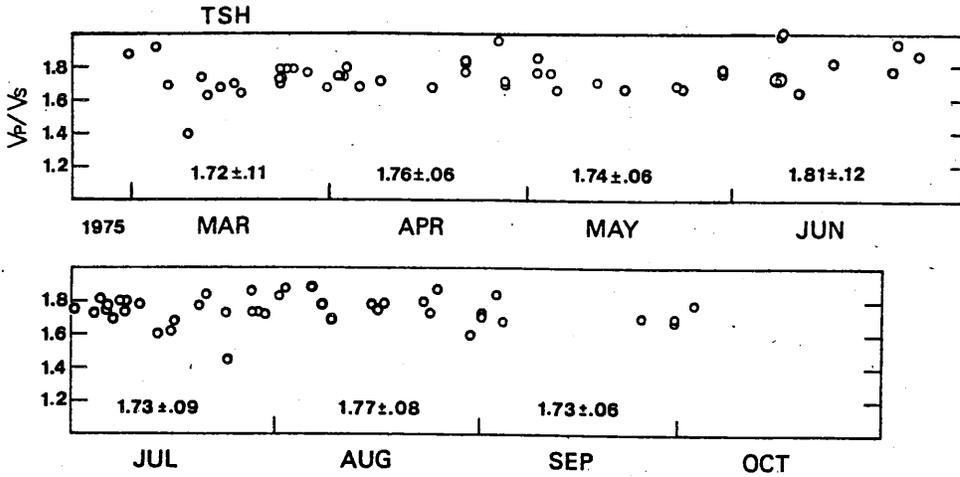
第9図 多摩川下流域の震源の東西断面図

Fig. 9 Distribution of hypocenters projected on the E-W vertical plane in the lower reaches of the Tama River.

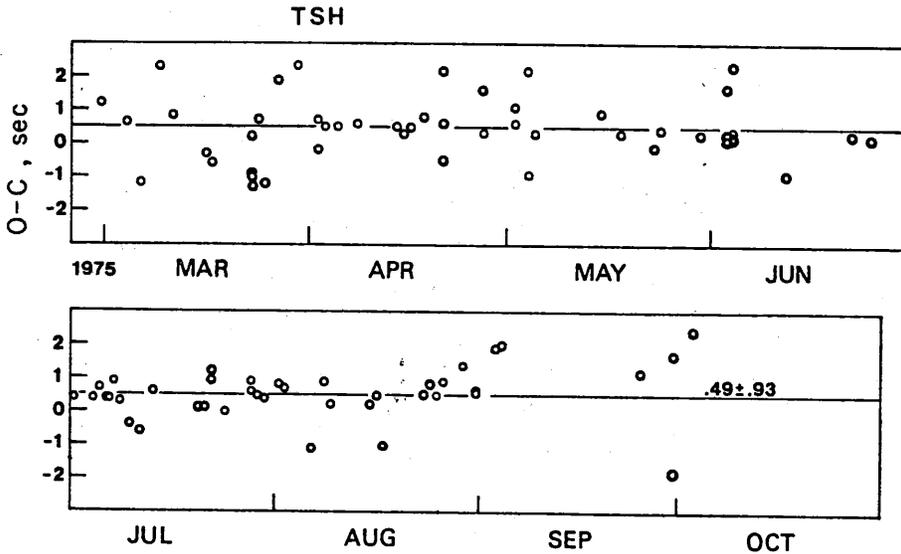


第10図 多摩川下流域の地震活動

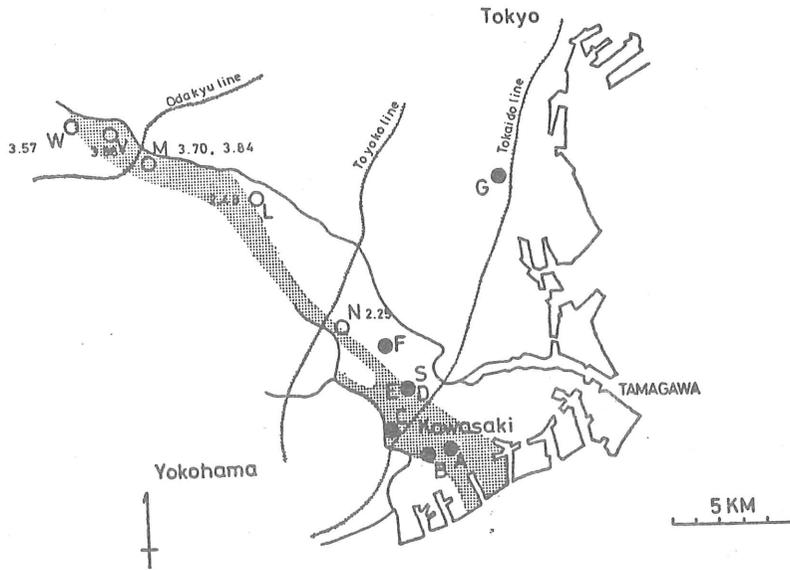
Fig. 10 Variation of seismic activity in the lower reaches of the Tama River.



第 11 図 地震波速度比 ( $V_p/V_s$ )。数値は月別平均と標準偏差を示す。  
 Fig. 11 Seismic wave velocity ratio ( $V_p/V_s$ ). Numerals show monthly mean with the standard deviation.

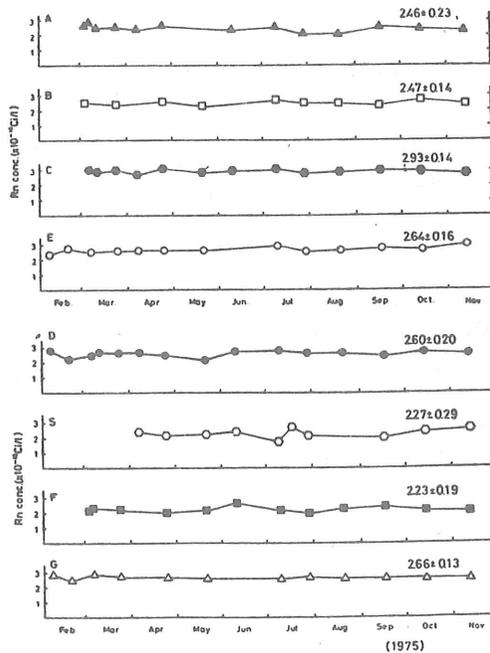


第 12 図 P 波アノマリイ ( $O-C$ )。数値は全期間の平均と標準偏差を示す。  
 Fig. 12 P arrival time anomaly ( $O-C$ ). Numerals show the mean over the whole period with the standard deviation.



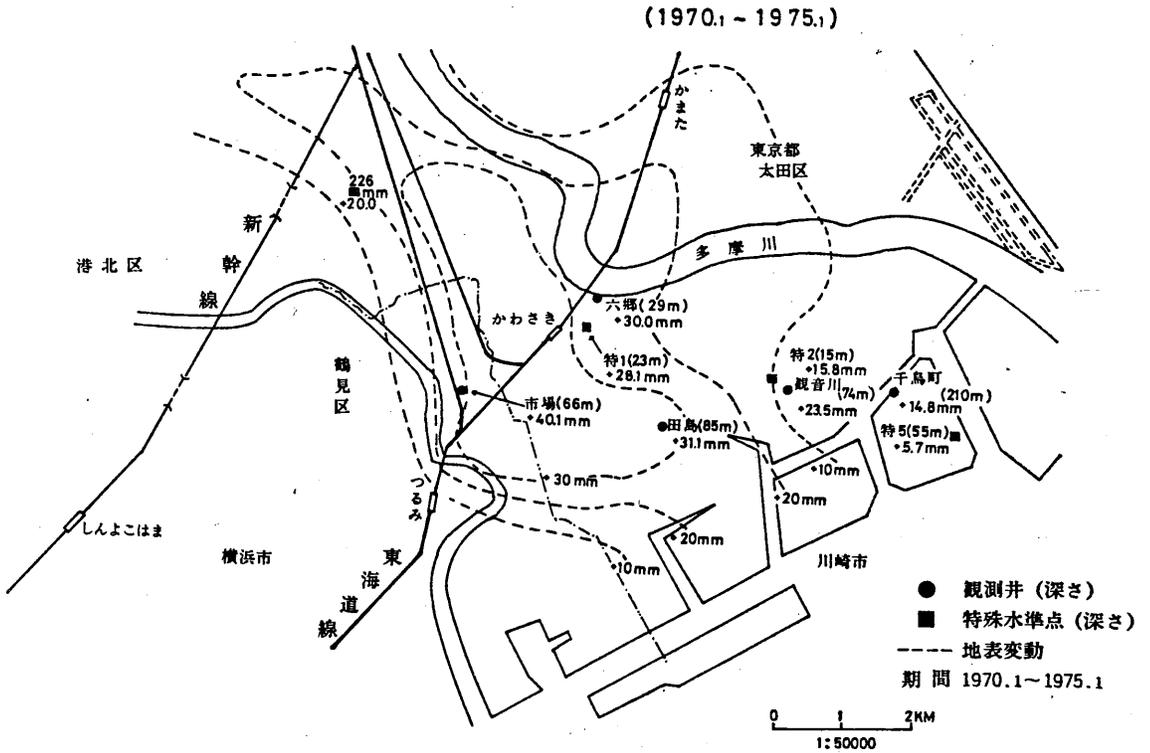
第 13 図 ラドン観測井の位置と多摩川の旧河道

Fig. 13 Location of the radon measurement wells. Stippled area shows "artesian zone" of Tamagawa (Geol. Sur. Japan). Periodical measurements are carried out at eight wells shown in closed circles. A continuous measurement is performed at the well "S". Numerals represent the radon concentration ( $\times 10^{-10}$  Ci/l) from the sites shown in open circles.



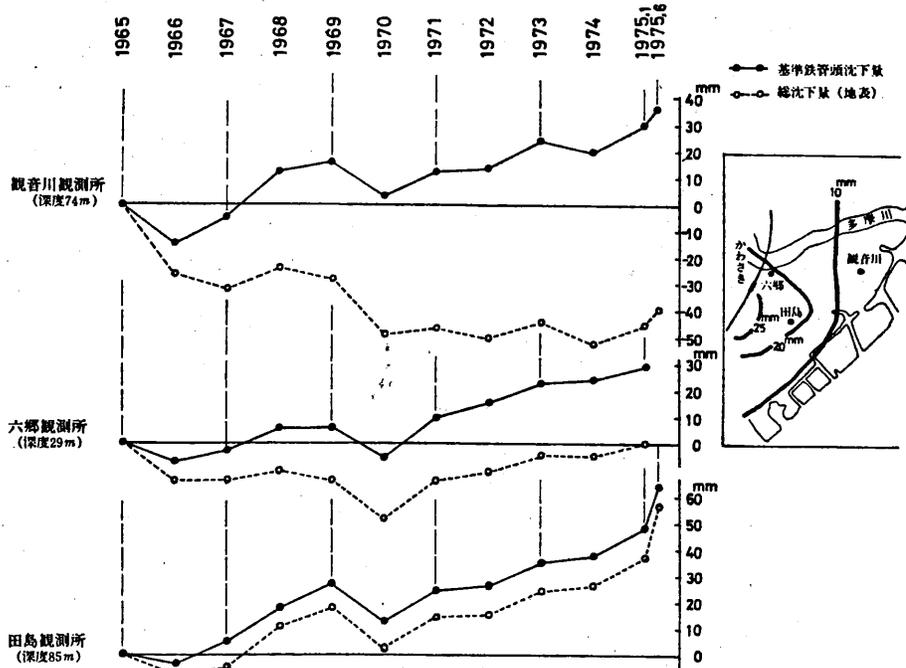
第 14 図 1975 年 2 月から 11 月までの多摩川下流域の地下水中のラドン濃度の変化。数値は、測定の平均値と標準偏差を示す。

Fig 14 Temporal changes of radon concentration in ground waters of the lower Tamagawa area. Numerals indicate mean values with standard deviations (Feb. -Nov., 1975)



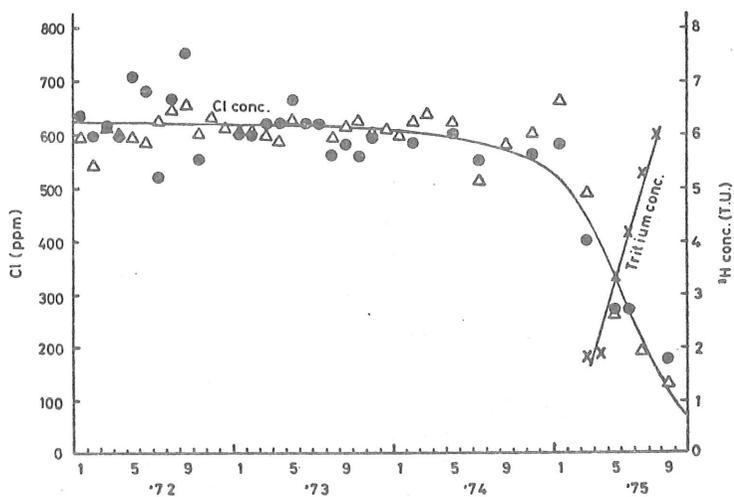
第15図 川崎市の観測井管頭および特殊水準点の変動

Fig. 15 Vertical displacements of the observation well pipes and the deep rooted bench marks in the lower area of Tamagawa River.



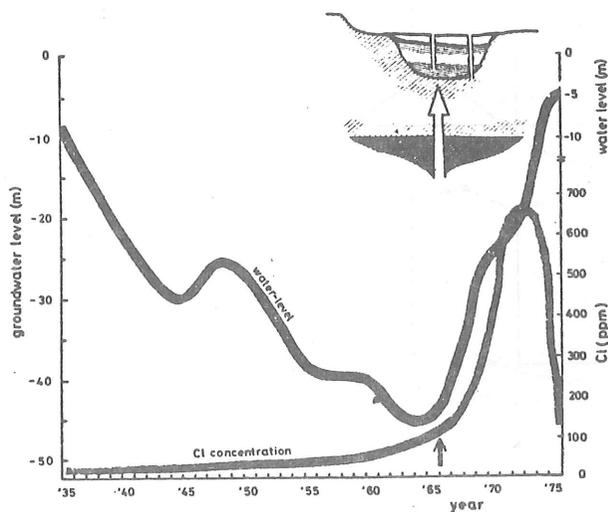
第16図 各観測井における基準鉄管頭沈下量および地表総沈下量

Fig. 16 Vertical displacements of the observation well pipes and the surface in the lower area of Tamagawa River.



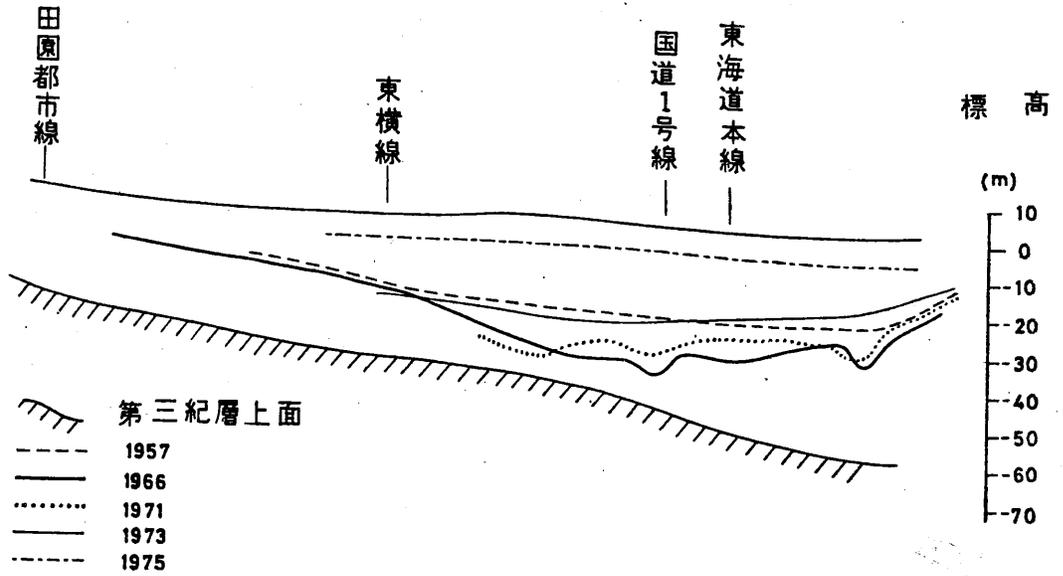
第 17 図 最近観測された多摩川下流域の地下水中の塩素濃度の変化  
 ● : D 点の塩素濃度, △ : 田島観測井の塩素濃度(川崎市),  
 × : D 点の  $^3\text{H}$  濃度

Fig. 17 Temporal variation of chlorine and tritium concentrations of groundwater in the lower Tamagawa area.  
 ● : chlorine content at D point, △ : chlorine content at Tajima observational well (data from Kawasaki City), × :  $^3\text{H}$  concentration at D point.



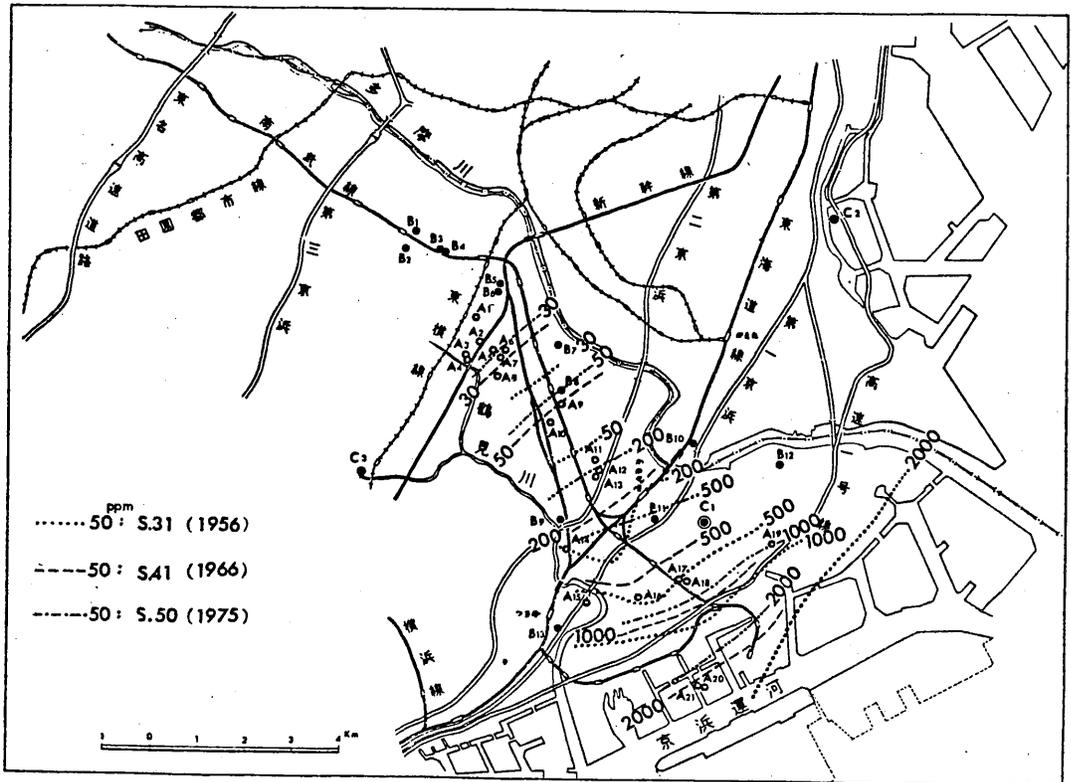
第 18 図 1935 年から現在までの, D 点付近の地下水位と塩素濃度の変化。  
 深部からの水の湧出した時期とその概念図を示した。

Fig. 18 Temporal variations of water level and chlorine content of groundwater at near D point (1935-1975). Spouting time of groundwater from the depth is shown.



第19図 多摩川旧河道沿いにおける地下水位の経年変動

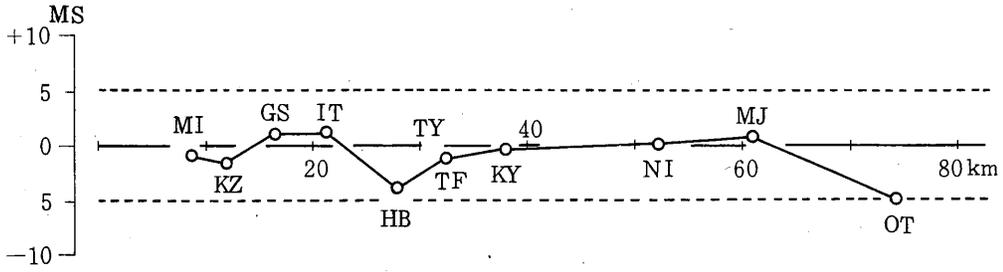
Fig. 19 Fluctuation of groundwater level, from Mizonokuchi to the eastern part of Kawasaki-shi.



第20図 洪積層地下水における塩素イオン濃度(等値線)の推移

Fig. 20 Groundwater salting in eastern part of Kawasaki-shi.

AVERAGE

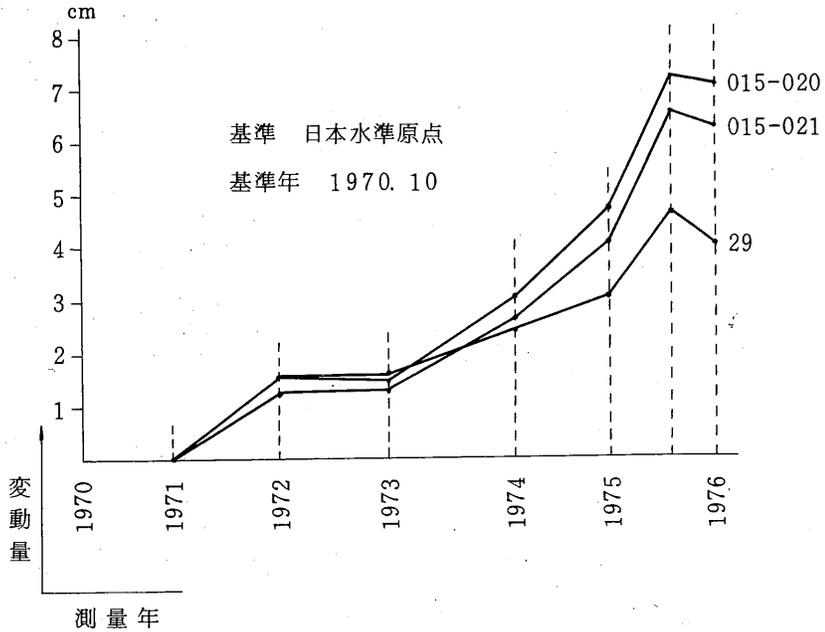


観測点毎の走時差の平均値 (横軸：爆破点からの距離)

第 21 図 人工地震による地震波速度変化の観測

多摩川下流域水準点の経年変動

期間 1970. 10~1975. 11



第 22 図 多摩川下流域水準点の経年変動