

3-5 多摩川下流域における地下水の最近の地球化学的变化

Recent Geochemical Changes of Groundwater in the Lower Tamagawa Area

東京大学理学部 脇田 宏
Hiroshi Wakita,
Faculty of Science,
University of Tokyo

多摩川下流域にみられる地盤隆起現象の原因を究明する目的で、地下水の地球化学的研究を行っている。前報¹⁾にひきつづき、現在までに行った測定結果を報告し、それに対する考察を述べる。

1. 地下水中のラドン濃度の測定

ラドン濃度の測定を行っている地点を第1図に示した。地盤隆起地域を中心に7ヶ所、および比較のため、約10 kmはなれた地点Gで、深井戸から採取した地下水について、定期測定を継続している。

各地点とも、ラドン濃度は $2 \sim 3 \times 10^{-10} \text{Ci} / \ell$ の範囲で、2月に測定を開始して以来、有意の変化は認められない(第2図)。

4月から、地点Sで行っている自動連続装置による観測記録もラドン濃度に変化がないことを示し(第3図)、定期観測の結果を支持している。

上流の地下水中のラドン濃度は、下流域の値より高く(第1図)、これは、滞水層を構成する物質中のウラン含有量の相違によるものと思われる。

2. 地下水位の変化

地盤が隆起している地域と、地下水位の上昇が観測される地域が、ほぼ一致することは、既に報告した¹⁾。これまで月間1 mを越す急激な水位の上昇率は、1975年に入って、6ヶ月間に1~3 mと、徐々に低下する傾向を示している。3ヶ所の地点で行っている水位の観測に、川崎市のデータを加えて、この地域の水位変化を第4図に示した。

3. 地下水の化学組成の変化

近年観測されている地下水位の異常上昇と地殻変動との関連性を検討する上に、これらの水の供給源を決定することは重要な問題となってくる。揚水規制などの影響で、滞水層全域に上流から多摩川系の水が入っているのであれば、地殻変動との関連性は薄れるであろう。

これまでに行った地下水中の³H、¹⁴C濃度測定、化学組成の決定など、地球化学的研究では、1) 上流域を満している地下水は、³H濃度の高い多摩川系の新しい水であること、2)

下流域に流入している水は、これと化学組成が異なる、年代の古い水であること、3) 中間の領域では、それら二つの系統の水が混り合っていること、4) 旧河道の両側の第3紀層中の水は、これらの水と組成が異なることなどを報告した。

このことは、現在下流域をしめている水は、多摩川の旧河道に沿って、最も透水係数の高い上流方向から流入した水ではないこと、その次に透水係数の高い下流方向からの流入でもないこと、また、両側の地層から由来した水と考えることも困難であることを示している。

残された可能性として、この水は、滞水層の下部、それもかなり深い所から湧出した水であると考えられる。この地域の滞水層を多摩川の旧河道と考えると、このような水の湧出する現象は、かなり不自然なものとなる。

地下深部に由来すると考える水と、多摩川系の水の圧力の優劣を判定する目的で、地球化学的研究を継続した。二系統の水の圧力差に変化が生じれば、これらの水が混入する領域で、水質に変化が観測される筈であり、地下水中の ^3H 、 ^{14}C 、塩素濃度の変化などは、そのよい指標となるであろう。

学習院大学と協同で行っている ^3H 、 ^{14}C 濃度測定の結果の一部を第1表に示した。

同一地下水試料に対する ^3H と ^{14}C 濃度との相関は第5図に示した。

地下水中のトリチウム濃度の経時変化を第6図に示した。地点B、およびCでは、 ^3H 濃度は非常に低く、一定で、1972年10月に行われた測定の結果ともよい一致を示している。地点A、D、Fでは、3月以降著るしい変化が観測されている。地点A、Dでは徐々に増加が、Fでは減少が観測されている。

^3H 濃度の増加している地域では、多摩川系の水の混入度が增大していることを意味する。一つの滞水層で、ある地域には、上流からの水の混入度が増加し、別の地域では低下しているということは、深部の圧力の低下により、湧出量の減少した地域に多摩川系の水の混入度が增大している結果であると解釈できるであろう。

その他の化学組成についても、最近、明瞭な変化が観測されている。たとえば、塩素濃度についていうと、D点付近では、ここ2、3年の間、約600ppmの濃度で一定であったか、本年3月以降減少に転じ、9月には、百数十ppm程度にまで低下している。その他川崎市の資料をみると、田島観測井などで、同様な変化が観測されている(第7図)。

この塩素濃度の変化は、先に示した ^3H 、 ^{14}C 濃度の変化とよく対応している。多摩川下流域10ヶ所の地点で1968年以来、川崎市が毎月行っている地下水質測定記録によれば、年間の塩素濃度の変動は、ほとんど認められず、今回みられる変動は、季節変化などであるとは思われない。

4. 深部からの水の移動

第8図に、1935年から現在までの、国道1号線付近の井戸にみられる地下水位の変化と塩素濃度の変化を示した。昭和初期には、多摩川系の水が入っていたことが、塩素濃度から推定される。産業活動の進展と共に、当初-8m程度であった地下水位は、低下の一途をたどる。1966年頃、水位が-45m程度に低下した時期から、水位の急激な上昇がはじまり、同時に、塩素濃度の急激な増加も観測されている。当時は、産業活動が最も活発な時期であり、この水位上昇が、揚水量の低下だけによるとは考えられない。

この頃、滞水層の下部に一種のチャンネルが開通して、地下深部から、塩素濃度の高い大量の水が湧出するようになったと思われる。このような水の湧出により、上流から滲透する多摩川系の水は、下流域に入ることを妨げられ、両者がぶつかり合い、静水圧的につり合ったかの状態で、滞水層全域の水位上昇が進行した。水準点226にみられる第3紀層以深の隆起²⁾も、地下深部からの水の湧出という機構を考えることによって説明することもできるであろう。

最近下流域にみられる多摩川系の水の混入度の増加は、深部から湧出する水の圧力の低下によるものと推察される。

以上述べた推論を立証するには、長期に亘る研究が必要である。多摩川下流域の地盤隆起を、揚水量の低下による地下水位の回復に伴う現象であるという解釈には、数多くの矛盾が存在することを付言する。

参 考 文 献

- 1) 脇田 宏, 多摩川下流域にみられる地盤隆起現象の地球化学的研究, 地震予知連絡会会報, 第14巻, 32 (1975)
- 2) 川崎市資料

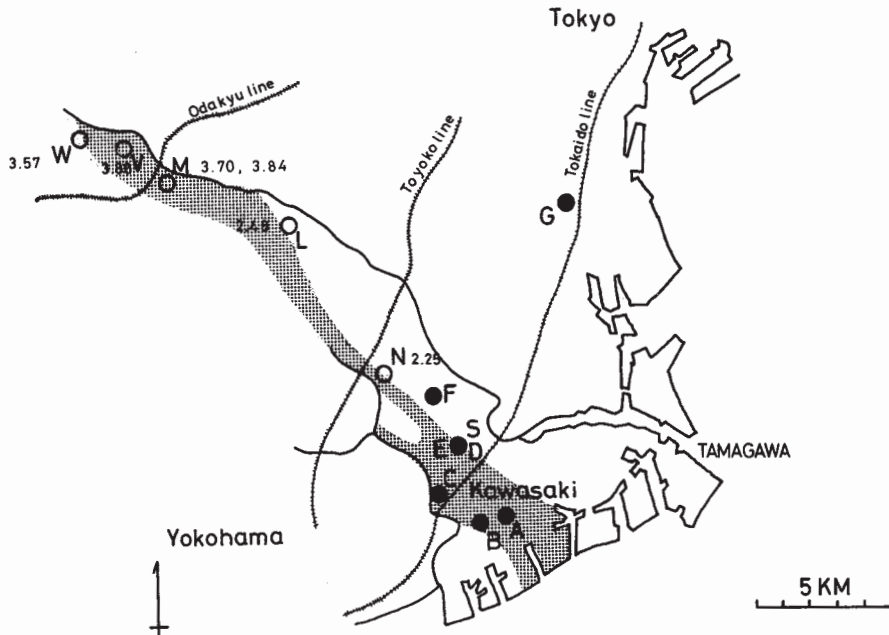
第1表 地下水中の³H濃度と $\delta^{14}\text{C}$ の測定

Table 1 Measurements of ³H concentration (T. U.) and $\delta^{14}\text{C}$ (% of modern C) of ground waters.*

| No. | ³ H concentration (T. U.) | | | | | | | $\delta^{14}\text{C}$ (%) | | |
|-----|--------------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|---------------------------|-----------|-----------|
| | Oct. '72 | 3/6/75 | 4/4/75 | 5/21/75 | 6/10/75 | 7/28/75 | 8/20/75 | 3/6/75 | 5/21/75 | 6/10/75 |
| A | — | 1.16±0.10 | — | — | 0.66±0.25 | 3.48±0.20 | 2.93±0.15 | 22.2 ±1.6 | — | 27.3 ±1.1 |
| B | 1.08±0.12 | 0.09±0.13 | — | — | — | 0.49±0.10 | 0.68±0.14 | — | — | — |
| C | 0.39±0.11 | 0.50±0.16 | — | — | 0.24±0.23 | 0.62±0.19 | 0.47±0.14 | 22.6 ±1.7 | — | 24.2 ±1.3 |
| D | — | 1.83±0.18 | 1.87±0.13 | 3.34±0.19 | 4.13±0.28 | 5.29±0.15 | 6.00±0.16 | 46.0 ±1.0 | 31.8 ±1.2 | 37.6 ±1.2 |
| S | — | — | — | — | — | 7.63±0.10 | — | — | — | — |
| U | 5.65±0.14 | 1.10±0.15 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| F | — | 24.8 ±0.3 | — | — | 14.9 ±0.3 | 11.0 ±0.26 | 9.63±0.28 | — | — | 47.3 ±0.7 |
| N | — | 67.8 ±0.5 | — | — | 50.8 ±0.7 | — | — | 60.9 ±4.9 | — | 56.4 ±1.6 |
| Q | — | 30.7 ±0.2 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| L | — | 60.2 ±0.6 | — | — | — | — | — | 108 ±6 | — | — |
| T | 35.8 ±0.2 | 27.1 ±0.8 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| M | 44.4 ±0.2 | 36.5 ±0.8 | — | — | 38.1 ±0.5 | — | — | 112 ±8 | — | 108 ±1.3 |
| O | — | 8.2 ±0.2 | — | — | 7.3 ±0.3 | — | — | — | — | 24.2 ±1.3 |
| H | — | 1.56±0.13 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| P | 1.13±0.15 | 0.28±0.16 | — | — | — | — | — | 4.42±1.2 | — | — |
| R | 1.70±0.13 | 1.60±0.15 | — | — | — | — | — | — | — | — |
| G | — | — | — | — | — | 42.3 ±0.3 | — | — | — | — |

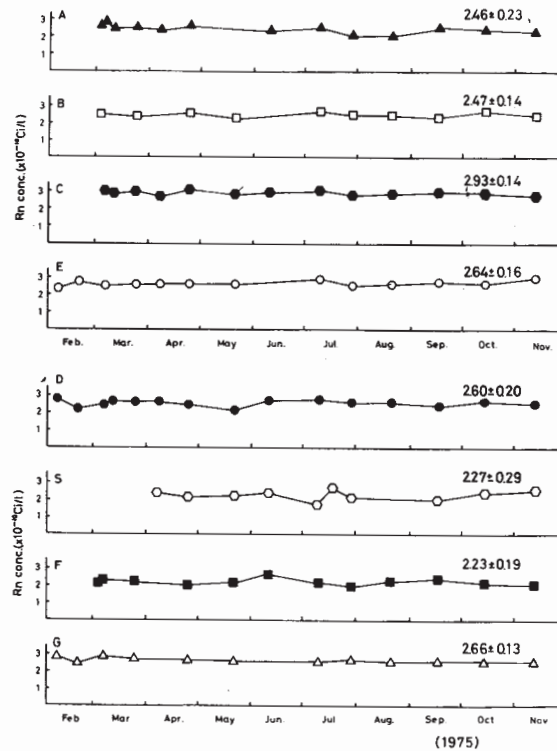
Tama River water : 36.1±1.0 T. U. (7/30/75)

* Gakushuin University



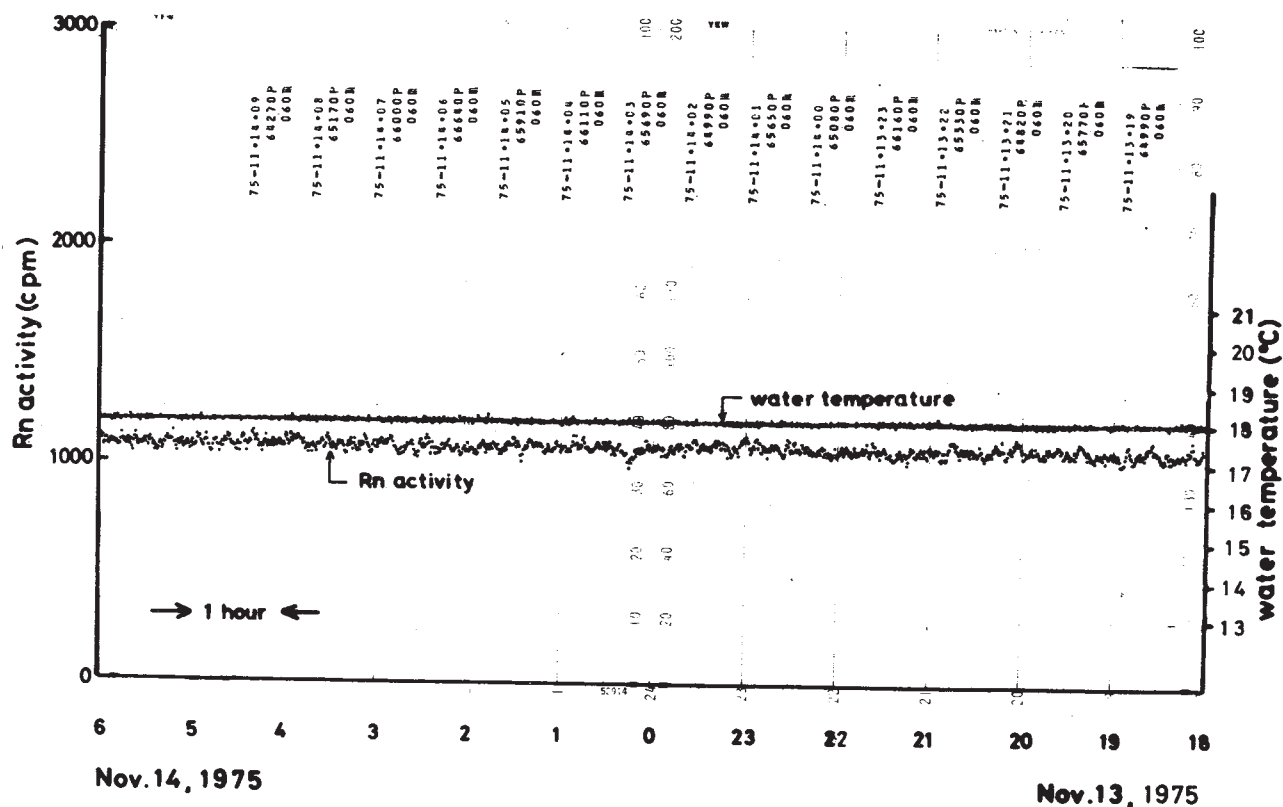
第1図 ラドン観測井の位置と多摩川の旧河道

Fig. 1 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 ($\times 10^{10}\text{Ci}/\ell$) from the sites shown in open circles.



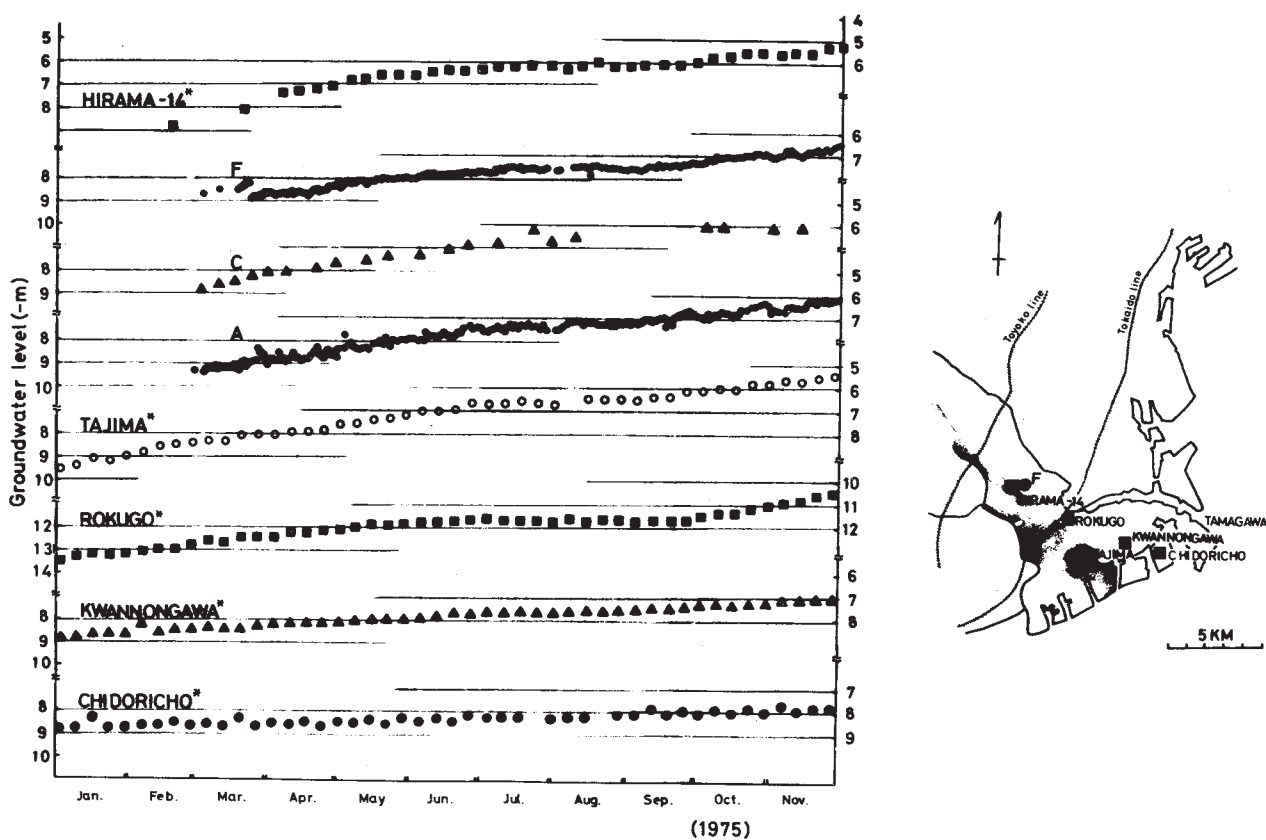
第2図 1975年2月から11月までの多摩川下流域の地下水中のラドン濃度の変化。数値は、測定の平均値と標準偏差を示す。

Fig. 2 Temporal changes of radon concentration in ground waters of the lower Tamagawa area. Numerals indicate mean values with standard deviations (Feb. -Nov., 1975)



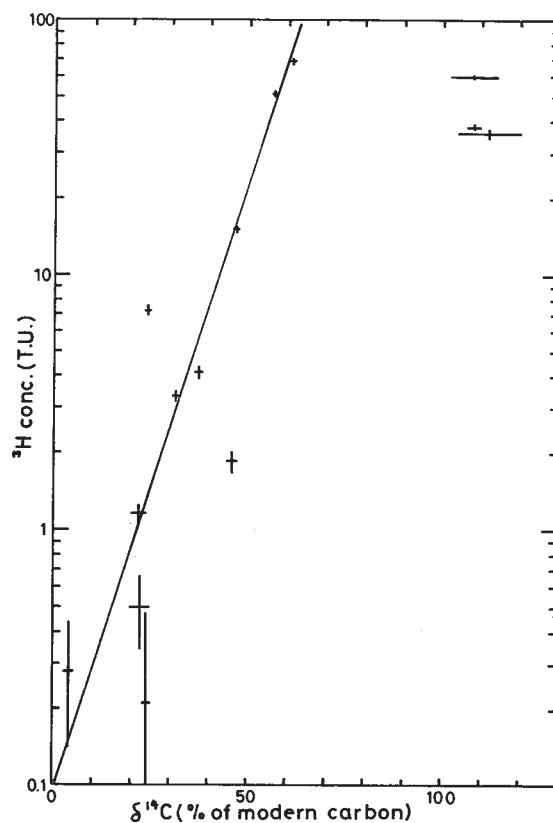
第3図 地下水中のラドンの自動連続測定記録の例 (観測地点 S)

Fig. 3 An example of the continuous radon measurement of groundwater at the station S.



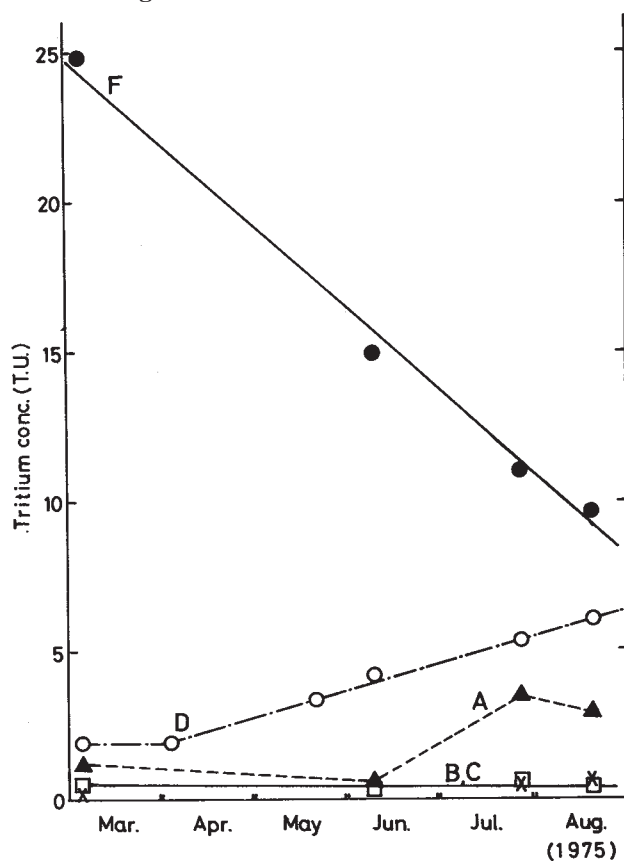
第4図 多摩川下流域の地下水位の最近の変動 *印：川崎市地下水位観測井

Fig. 4 Recent variation of groundwater level in the lower Tamagawa area.
*: Data from observational well of Kawasaki City.



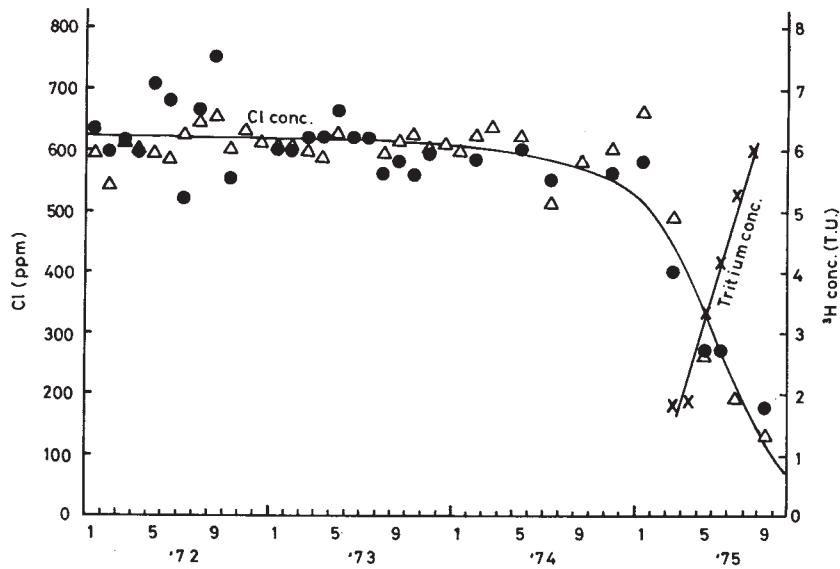
第5図 多摩川下流域の地下水中の³Hと¹⁴C濃度との関係

Fig. 5 Concentration diagram showing ³H vs ¹⁴C of groundwater in the lower Tamagawa area.



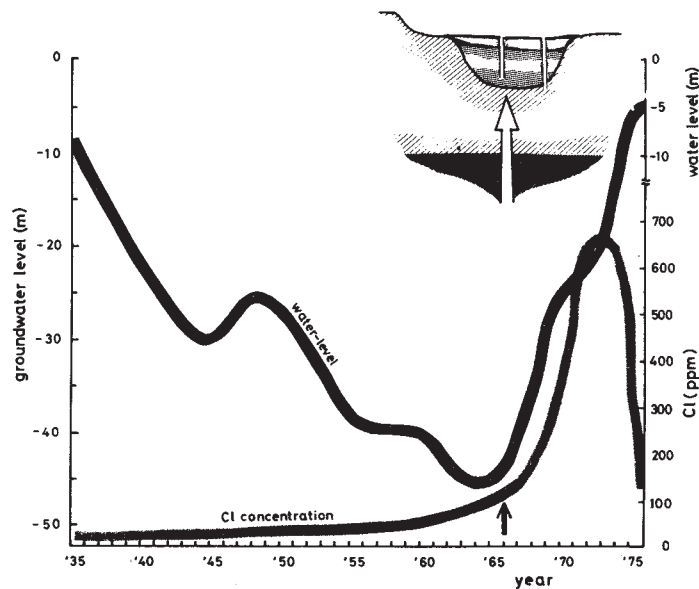
第6図 多摩川下流域の地下水中の³H濃度の変化

Fig. 6 Temporal variations of tritium concentration (T. U.) in groundwater in the lower Tamagawa area.



第7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 ^3H 度

Fig. 7 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), × : ^3H concentration at D point.



第8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. 8 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.