

多摩川中流域におけるわき水と 本流の水質汚濁の検討

1981年

池島厚子

都立武蔵野北高等学校教諭
(前都立京橋商業高等学校教諭)

目 次

第 I 部

多摩川中流域におけるわき水と本流の水管汚濁

1. 研究のねらい	1
2. 研究の方法	1
3. 研究の内容	3
4. ま と め	6

第 II 部

多摩川中流域における地下水の調査

1. 研究のねらい	9
2. 研究の方法	9
3. 研究の内容	9
4. ま と め	10

第 I 部

多摩川中流域におけるわき水と本流の水管汚濁

1 研究のねらい

昨年度の本研修において、「生徒による水質調査」をテーマとして、高等学校生徒が課外活動として実施できるような方法、場所を設定し、本校生徒を対象に毎月1回水質検査を行い、そのデータを検討した。その結果、現地での簡易な測定によっても、水質の評価が可能であり、本校のように都市化された環境に住む生徒の自然への認識を深めるためにも有効だという結論を得た。

今年度はそれをうけて、毎月1回の水質調査を継続する一方、特に次の2点について調査、研究を行った。

a. わき水の涵養源の調査

多摩川中流域にあたる関戸橋付近には、わき水があり、水質の浄化がみられる。このわき水が、多摩川がその上流より地下にもぐって地中を流れてきた伏流水によるものか、また、河川敷外の不圧地下水によるものかを調査し、多摩川の自浄作用の実態を知ることが目的とする。

b. 水質評価における主成分分析法の検討

主成分分析とは、多くの変数を、それらのもつ情報をなるべく多く表現することのできるような総合指標にまとめるものである。この手法を測定結果について用い、水質、測定法を分類し、有効に水質評価をする方法を考えたい。

2 研究の方法

水質調査は高校生が現地ですぐに行うことのできる下記の測定法を用いた。

- ① 温度（気温・水温）……………アルコール温度計・水温計
- ② pH ……………携帯用 pH メーター [竹村電機製]
- ③ DO ……………溶存酸素計（0～15 ppm） [共立理化製]
- ④ COD ……………COD測定用バック試薬 [共立理化製]
- ⑤ 電気伝導度 ……………電気伝導度計 [竹村電機製]
- ⑥ NH_4^+ ……………アンモニア測定用バック試薬 [共立理化製]
- ⑦ NO_2^- ……………亜硫酸測定用バック試薬 [同 上]
- ⑧ ClO^- ……………残留塩素測定用バック試薬 [同 上]

また、調査時に採水をし、原子吸光分析にて、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} の定量を行った。

a. わき水の涵養源の調査

関戸橋上流約1.5 Kmの地点のわき水とその付近の多摩川本流及び、関戸橋の北北東約0.7 Km、京王線中河原駅近くの現在使用中の井戸の水質を調査して、わき水の涵養源を推定した。（図1）

b. 水質評価における主成分分析法の検討

富士通FACOM M-160F MALBAXにより、主成分分析を行った。(分析は本校前
 園教諭が行った)

入力したデータは表1のものである。

また表中のA~Dは測定地点を示している。

(図2)

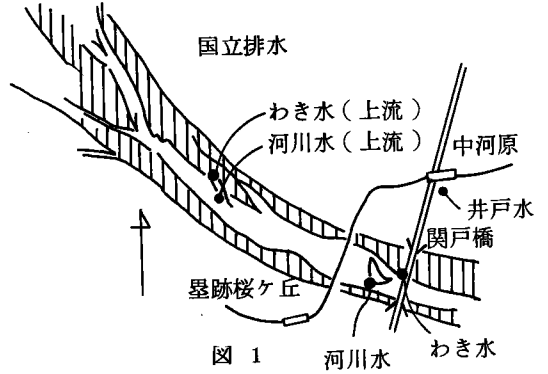


図1

表1

	A ₁	A ₂	B ₁	B ₂	C ₁	C ₂	D ₁	D ₂
気温 (°C)	29.0	"	"	"	"	"	"	"
水温 (°C)	25.0	21.5	23.0	22.0	27.0	25.0	24.0	23.0
pH	7.65	6.90	7.00	6.95	7.95	6.75	7.01	6.93
DO (ppm)	11	1	9	5	11	5	7	1
COD (ppm)	2	0	2	0	2	0	0	0
NH ₄ ⁺ (ppm)	2.0	0.5	0.5 _上	0.5 _下	2.0	0.5	0.5	0.5 _下
NO ₂ ⁻ (ppm)	0.5	0.02	0.02	0.02	0.5	0.02	0.02	0.02 _下
ClO ⁻ (ppm)	0.5	0.5	0.5 _下	0.2 _下	0.2	0.2 _下	0.2	0.2 _下
伝導度 (m μ /cm)	0.22	0.20	0.18	0.18	0.23	0.20	0.20	0.20

注) 表中の「上、下」について

測定項目⑥~⑧のイオン定量には、比色法を用いているが、たとえばアンモニアの比色表には、
 0.5、1.0、2.0、5.0、10.0 (ppm) しかないため、比色の際、

0.5より濃いものが1.0には及ばぬものには0.5_上

0.5より薄いものには0.5_下

とした。コンピューター入力にあたっては各数値を次のように数値化した。

NH₄⁺ ; 0.5_上 = 0.75 , 0.5_下 = 0.25

NO₂⁻ ; 0.02_下 = 0.01

ClO⁻ ; 0.5_下 = 0.35 , 0.2_下 = 0.1

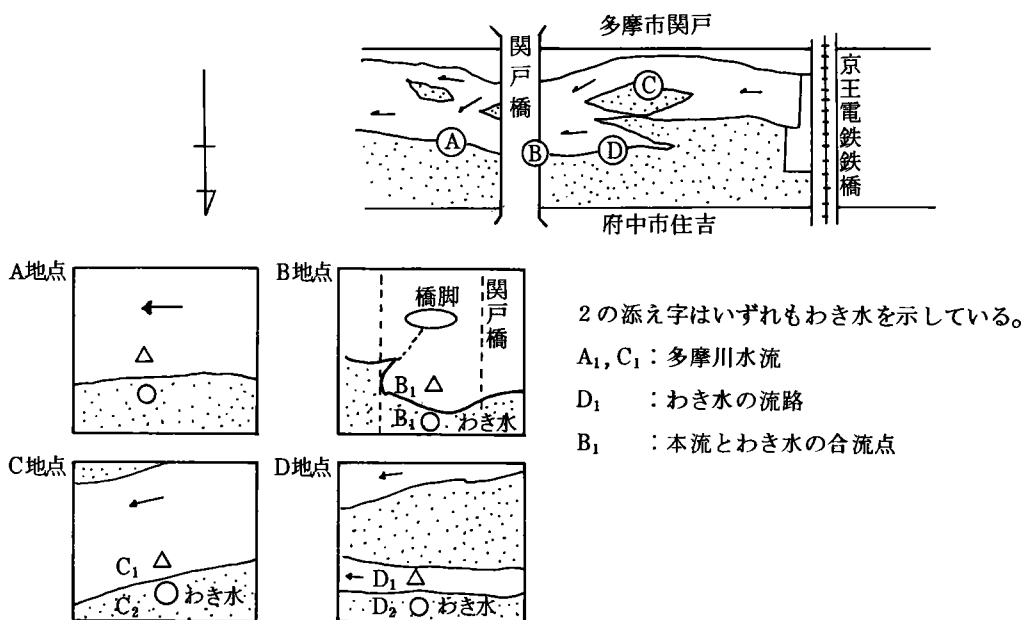


図2 測定地点概略図

3 研究内容

a. わき水の涵養源の調査

(1) 気温・水温の位相差（昨年の成果）

わき水、河川の水温と、気温の月変化を図3に示した。わき水と気温の位相差が小さいことから、わき水が伏流水的性格を持っていることが分かっている。

(2) 井戸水、河川水とわき水の水質の比較

3月13日の測定結果は表2の通りである。井戸水は多摩川の不圧地下水のものと考えられる。

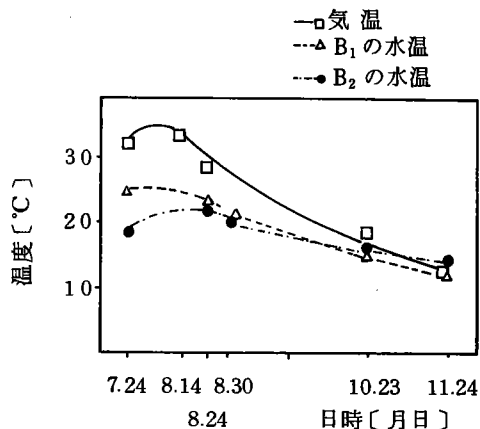


図3 B地点の水温及び気温の推移

COD \sim C10 $^{-}$ までの簡易測定では、井戸水とわき水、河川水同志がそれぞれ似た水質を持っていることがわかるが、原子吸光分析ではさらに細かな比較ができる。

Ca $^{2+}$ は一般に地質に影響される物質であり、ここでは地中を流れる井戸水が大きな値をとっているが、関戸橋下のわき水の値がこれに近い値をもっている。Mg $^{2+}$ も岩石土壌に起因する物質だが、Ca $^{2+}$ ほどはっきりしないが、これもやはり関戸橋下のわき水の値が、上流のわき水と井戸水の間値をとっていることがわかる。このことから関戸橋下のわき水は、多摩川伏流水と不圧地下水の

両方より涵養されているのではないかと推定される。

表 2

	井戸水	わき水(上流)	わき水(関戸橋)	河川(上流)	河川(関戸橋)
COD (ppm)	0	2下	2下	8	8
NH ₄ ⁺ (ppm)	0.5	0.5	0.5下	5.0	5.0
NO ₂ ⁻ (ppm)	0.02	0.02	0.02	0.5下	0.5下
ClO ⁻ (ppm)	0.2下	0.2下	0.2下	0.2下	0.2下
Ca ²⁺ (ppm)	28.0	18.0	24.2	18.7	18.8
K ⁺ (ppm)	2.9	4.5	4.3	8.2	8.2
Mg ²⁺ (ppm)	6.0	7.5	7.0	5.6	5.8
Na ⁺ (ppm)	23.0	24.1	26.1	46.0	47.1

b. 水質評価における主成分分析法の検討

主成分分析の結果、pH、電気伝導度、DO、COD、NH₄⁺、NO₂⁻、ClO⁻の7つのデータはFACTOR-1(以下F-1と略記する)、F-2、F-3の3つにまとめられた。それぞれの測定項目に対する因子負荷は表3の通りである。F-1、F-2、F-3の固有値・寄与率・累積寄与率を表4に示す。F-1とF-2の累積寄与率は96.75%に達し、この2つの因子を用いれば測定結果の96.75%を説明し得ることがわかる。

表 3 因子負荷行列

FACTOR LOADING MATRIX 因子負荷行列			
	FACTOR-1	FACTOR-2	FACTOR-3
pH	-0.933194	0.184891	-0.213803
DO	-0.796758	0.410854	0.277505
COD	-0.877152	0.061031	0.327770
DE NO ₂	-0.975566	0.140936	-0.089465
NH ₄	-0.959256	0.064508	-0.247646
NO ₂	0.344543	0.921187	-0.113012
CLO	-0.514137	-0.846871	-0.045108

表 4 固有値・寄与率・累積寄与率

## EIGEN VALUE & ITS GRAPH ## 固有値			
EIGEN VALUE 固有値		PERCENTAGE 寄与率	CUMULATIVE 累積寄与率
1	4.53002	69.28	69.28
2	1.79651	27.47	96.75
3	0.31429	4.81	100.00

そこで、各地点の測定結果と各測定項目の負荷因子との積の和をF-1、F-2について求め、横軸にF-1・縦軸をF-2としてプロットしたものを図4に示す。(ここで01は地点A₁、*AはA₂及びC₂、03はB₁、04はB₂、05はC₁、07はD₁、08はD₂を表わす)

01、05は多摩川本流、04、08、*Aはわき水のグループで、水質の似たもの同志できわめてよくグルーピングされているのがわかる。

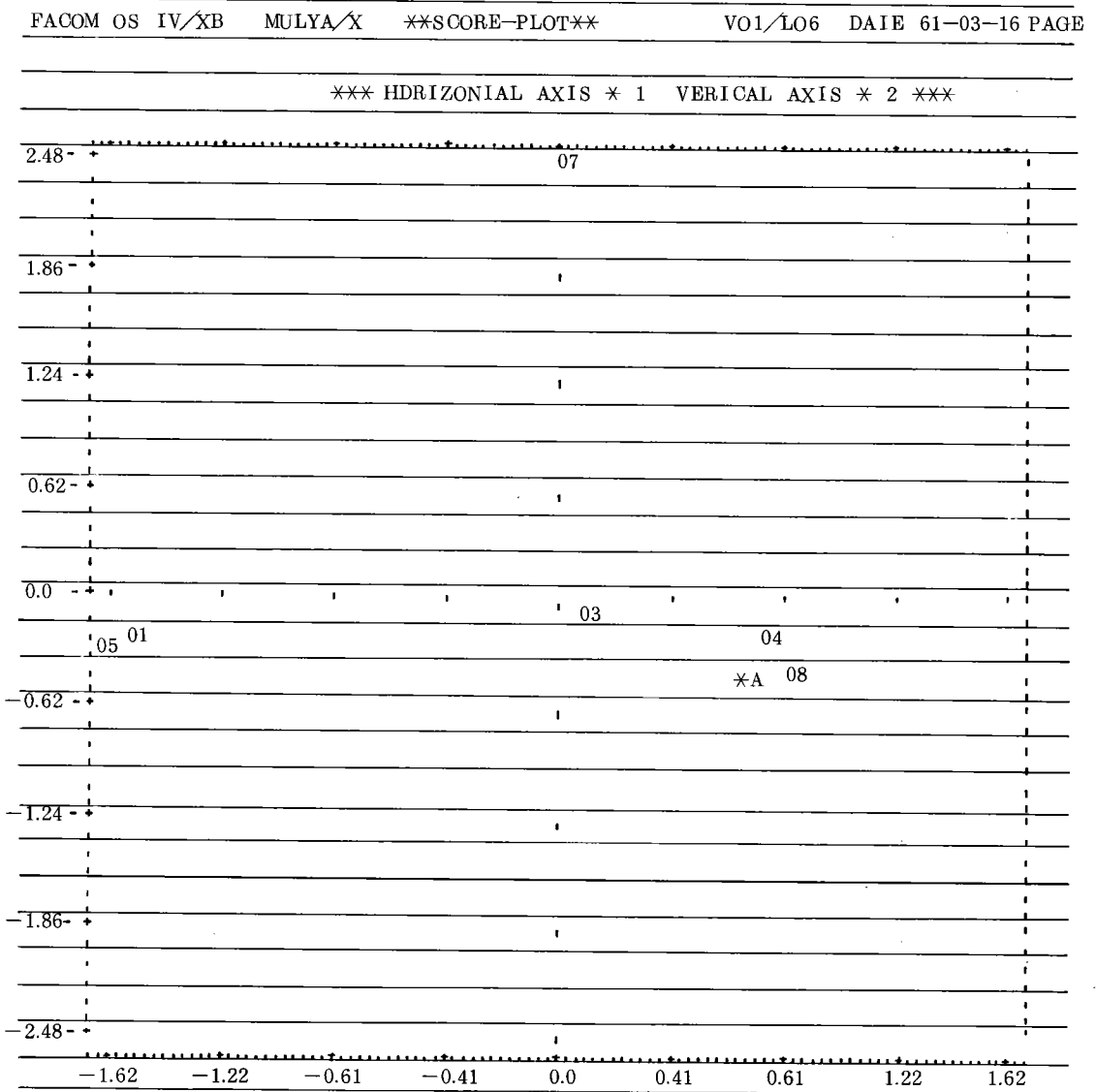


図 4

各測定項目についてのF-1の因子負荷を横軸に、F-2の因子負荷を縦軸にとったものが図5である。pHとCOD、電気伝導度、NH₄⁺が似た因子を持っていることがわかる。

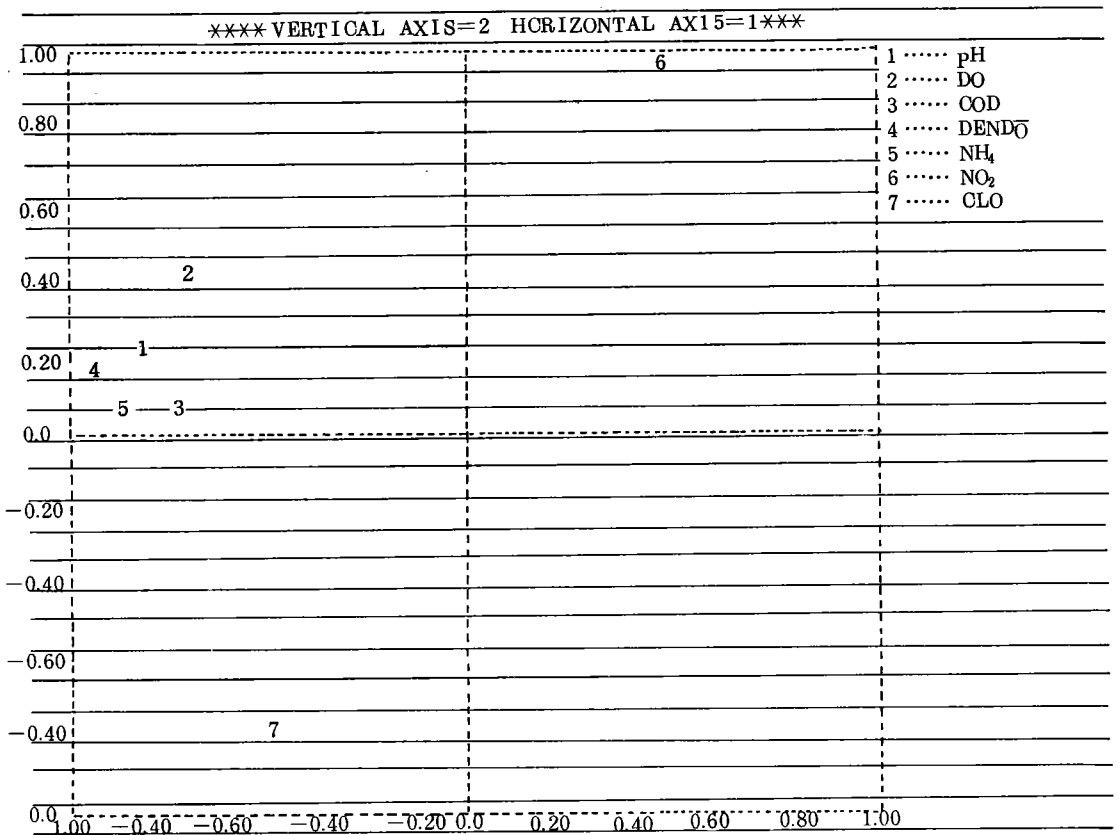


図 5

4 まとめ

わき水の涵養源はついに明確な結論を出すことはできなかったが、調査していく過程で多摩川中流域に関してより深く知ることができたと思う。

主成分分析は入力したデータが少ないため、これだけの結果では測定項目等にすぐに役立つような情報を得ることはできない。しかしさらに多くのデータを入れ、図4や図5のようにうまく分類が行われるならば、似た因子を持つ測定項目や測定場所を省くことも可能であろう。また、毎月の測定結果についてプロットし、同一地点の水質のうつりかわりを知ることでもできるだろう。課題としたい。

野外調査を生徒と共に継続的に行うことはそれ自体に意義があるが本校は多摩川から大変遠く、その点でもかなり困難を感じた。今後はこの研究の経験を生かし、身近に調査対象を見つけて研究を続けたい。

本研究を進めるにあたっては、化学研究室の長谷川主任指導主事、林指導主事の指導をいただいた。

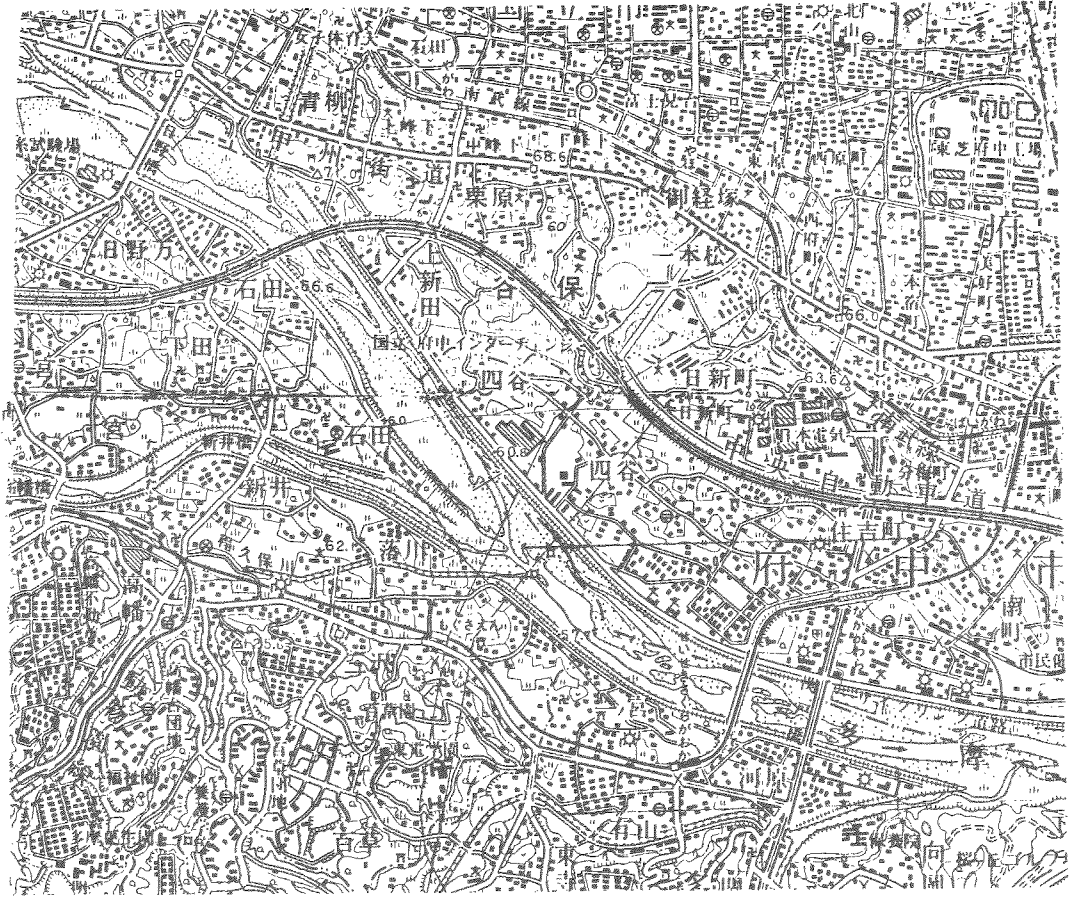
また、本校前園教諭及び佐橋助手には多大の協力をいただいた。ここに深く謝意を表すものである。

参考文献

- 1) 水質調査法 半谷高久著；丸善
- 2) 陸水 山本荘毅編；共立出版
- 3) 多変量解析法 奥野忠一・芳賀敏郎 著；日科技連
吉沢 正・久米 均

第 II 部

多摩川中流域における地下水の調査



1 研究のねらい

多摩川中流域、特に、関戸橋付近の地下水について調査を行うことにより、関戸橋下のわき水の涵養源を知り、水質の浄化についての認識を深める。

2 研究の方法

① 河川敷以外の不圧地下水について

京王線中河原駅付近の旧家を訪問し、話を聞くと同時に、現在使用中の浅井戸の水を採水して水質を調べた。

また、昭和21年発行の地図より、水道敷設以前の浅井戸の分布状況を推定した。

② 河川敷内について

関戸橋の上流約1.5 Kmの地点のわき水についての水質及び、関戸橋のわき水と多摩川本流についての水質を測定した。

③ 地質について

府中市郷土館、東京都土木技術研究所、建設省京浜工事事務所等で資料を収集し、検討した。



3 研究の内容

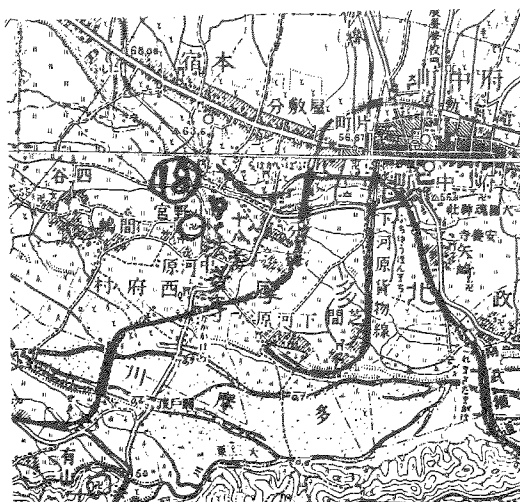


図 1

図1は、国土地理院昭和21年発行^{*資料1}の地図である。水道敷設以前この地域は、水を井戸に頼っていたため、民家の点在状況はそのまま、井戸の所在を示していると考えられる。

この分布状況により、この地域の地下水を調べるためには、特定の水路を考えるより、水系全体を把握しなくてはならないことがわかる。

次に、井戸水、わき水（上流）、わき水（関戸橋下）、井戸水についての水質測定結果を表1に掲げる。Mg²⁺とCa²⁺については関戸橋下のわき水が、井戸水と上流の

わき水の中間の値をとってはいるが、
 全体的にみると、わき水同志はよく似
 ている、本流や井戸水はわき水とは水
 質を異にしていることがわかる。

また、関戸橋付近をほぼ南北に横ぎ
 る断面図^{*資料2}を図2に示した。図中
 の実線は冬期の不圧地下水位を、地下
 水面図^{*資料3}より推定したものである。
 この水面図は約15年前のものであり、
 旧家の聞き込みによると浅井戸の地下

水面は当時より4m以上、下がっているため、現在の地下水面は、破線のように考えられる。地下水
 位から考えると、不圧地下水が関戸橋付近にわき出る可能性は、ほとんどないといえる。地域の地下水
 は、この付近のボーリング図^{*資料2,4}から砂礫層中を地形に非常に一致しながら流れているのがわかる。

表 1

	井戸水	わき水 (上流)	わき水 (関戸橋)	河川 (関戸橋)
COD (ppm)	0	2下	2下	8
NH ₄ ⁺ (ppm)	0.5下	0.5下	0.5下	5.0
NO ₂ ⁻ (ppm)	0.02	0.02	0.02	0.5下
ClO ⁻ (ppm)	0.2下	0.2下	0.2下	0.2下
Ca ²⁺ (ppm)	28.0	18.0	24.2	18.8
K ⁺ (ppm)	2.9	4.5	4.3	8.2
Mg ²⁺ (ppm)	6.0	7.5	7.0	5.8
Na ⁺ (ppm)	23.0	24.1	26.1	47.1

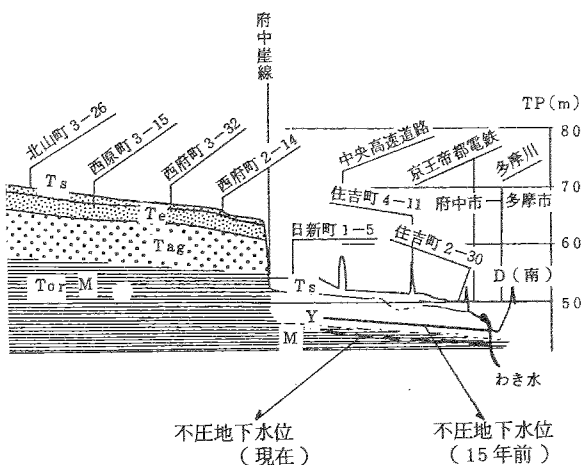


図2 武蔵台-西府町-住吉町 断面図

4 まとめ

以上の結果を総合すると、関戸橋下のわき水は、多摩川の伏流水によるものと考えるのが妥当といえ
 よう。水質の浄化を考える時に、河川敷の存在がいかに大きな影響を持っているかがわかる。

記号と地層名の関係

時代	地層名	記号	地質
沖積世	表土	Ts	雑土、軟かい粘性土 緩い砂質土、腐植土
	有楽町層	Y	腐植土、軟かい粘性 土、緩い砂質土、礫
新期 ローム	立川ローム層	Ta	ローム
	武蔵野ローム層	Mul	ローム
第 四 紀	段丘粘土層	lc	粘土、砂質粘度
	立川礫層	Tag	砂礫
	武蔵野礫層	Mg	砂礫
古 期 ローム	東京層	To	縮った砂質土 硬い粘性土
	多摩ローム層	Tml	粘土
	御殿峠礫層	Gg	風化礫
第三 紀	三浦群層	M	砂、硬い砂泥層 泥岩

最後ではあるが、忙しい中、いろいろな資料、ご助言をくださった土木研究所小川氏、府中市郷土館松田氏、建設省京浜工事事務所木村氏、北多摩南部建設事務所石島氏に厚く御礼申し上げます。

資 料

- 1) 国土地理院昭和 21 年発行 1/5万 八王子・青梅
- 2) 府中市自然調査報告書(第 8 次) 東京都府中市教育委員会
- 3) 府中市史(上巻) 府中市史編纂委員会
- 4) 地下柱状図 東京都土木研究所提供