

9. 地下水研究 50 年史－武蔵野台地の地下水（1）－

1. はじめに

地下水研究に携わって 50 年を越える。その長い間、実に様々な問題を取り上げてきたが、これで充分だといった満足感には浸れない。分かったつもりでいたものに、まだ抜けていた点があったのではないかと気がつく点が出てくるからである。そこで今回からしばらくの間、そのことについて振り返ってみる。なお思いつくままなので年代順に拘らない。

振り返ってみると、筆者が最初に力を入れ始めたのは武蔵野地域の深層地下水である。30 代から 40 年代前半といった、人生で最も体力・知力が漲っていた年代である。今ではとても考えられないこともやって来た。鑿井業者や公的井戸管理者の協力も得ての、500 本は優に越える深井戸資料の収集、周辺地域の露頭調査、河川流量調査、それに数々の室内実験等である。武蔵野地域でこれだけやってきた人間は筆者以外に数人は越えないと自負している。それでもやり残した仕事の方がむしろ多いと感じている。

ところで最近、市民の方々の湧水や河川環境に対する関心が大きくなり、行政側もそれへの対応に意を払うようになったのは非常に良いことと云える。そのような流れもあって、市民の皆さんに地下水の話をしていただく機会が多くなってきた。

つい先日もある NPO 団体が主催した「地下水の保全に関するシンポジウム」でお話しする機会があったが、たいへん盛況で、活発な議論が長時間に亘って展開された。ここで当初筆者が用意した話題の柱は、“事実に立脚した分かりやすい地下水”であったが、これを準備する段階で筆者があらためて痛感したのは、繰り返すが、「いかにまだ分からないことを多く抱えたままか」ということであった。やや怯むところもあったが思い切ってこれを話題とし、自分自身の残された研究生活での課題ともして、

- ① 武蔵野台地は関東地下水盆の中であってどのような位置にあるのか？
- ② 武蔵野台地の地下水はどこからどのようにして涵養されているのか？
- ③ 公表されている観測井の記録から何が読み取れるのか？
- ④ 地盤沈下などの障害を起こさせないで、地下水はどれだけ使えるのか、つまり適正な地下水利用方法はあるのか？

を取り上げることとした。幸い皆さんから好評をいただいたが、筆者自身が当初意図していた内容がよく理解されたかどうかとなると、必ずしも満足出来るものではなかった。そこでこのコーナーで当日の話題を再び取り上げて、考えを整理し、より詳しく理解してもらうための余録とした。もちろん当日の市民の方々がこのコーナーを見て頂くしかないことだが、それについては口伝いに広がってくれるのを待つしかない。

なお内容の多さから複数回の連載となることを予めお断りしておく。

2. 関東地下水盆の輪郭と“浦和水脈”

“地下水盆”という言葉をもっと最初に用いたのは旧九州帝国大学工学部教授の君島八郎で、氏はその著書「地下水」(1919)の中で、「帯水層ノ中ニ周囲ト底トガ不滲透性ノ土質ヲ以テ囲マレテアレバ一種ノ瀦水池又ハ地下水盆ガ出来ル。地表ノ滲透箇所カラ水ガ滲入シテ不滲透質ノ周壁ヲ有スル地下瀦水池ノ上ニモ亦不滲透質ノ被覆層ガアル場合ニハ管内ノ水ガ圧力ヲ有スルガ如ク池内ノ水ハ亦緊張ノ状態ニ置カレテ圧力ヲ持ッテ居ル。斯カル場合

ニ若シ不滲透性ノ被覆地層ヲ突き抜イテ孔ヲを明ケルナラバ其水圧ニ応ジテ地下水ハ噴出スル。是レ即チ掘抜井戸デ其地下瀦水池ハ掘抜水盆デアル。・・・」と述べている。

単純明快で、これ以上説明を加える必要はないと言えるが、“地下瀦水池”の底を限る“不滲透性”の地層をどこまでとするかによっては、地下水盆の範囲を一概には決められないといった曖昧さは残る。

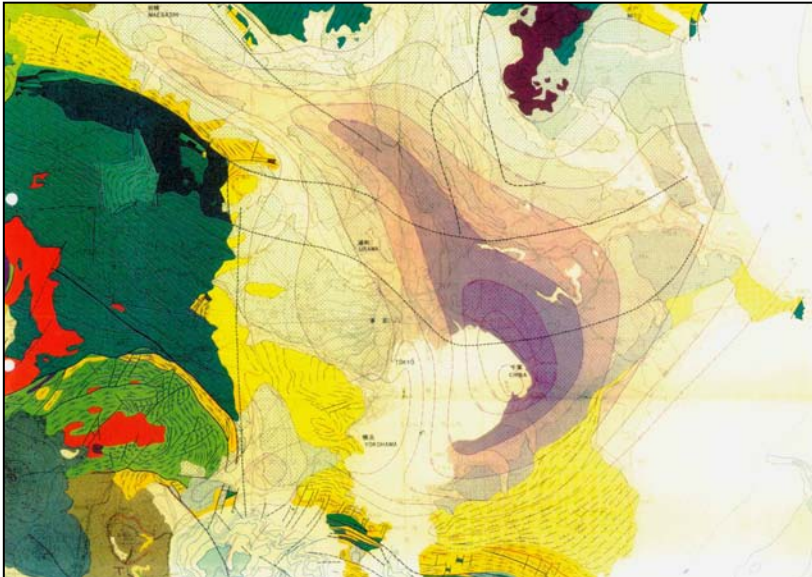


図1 関東平野後期新生代地質構造図（地質調査所,1973）

しかし地下水が問題となるのは、それが“実用上、利用に即し得るかどうか”であるから、実質的には上部中新世の地層より上の地層までの範囲ということになる。このように考えると、関東平野では図1の後期新生代の地質構造図をベースとして地下水盆の輪郭とするのがもっとも分かりやすい。

図の中央部にある紫色の濃い部分が“容れもの”の中心部で、東京湾の千葉市沖にある。ここから北

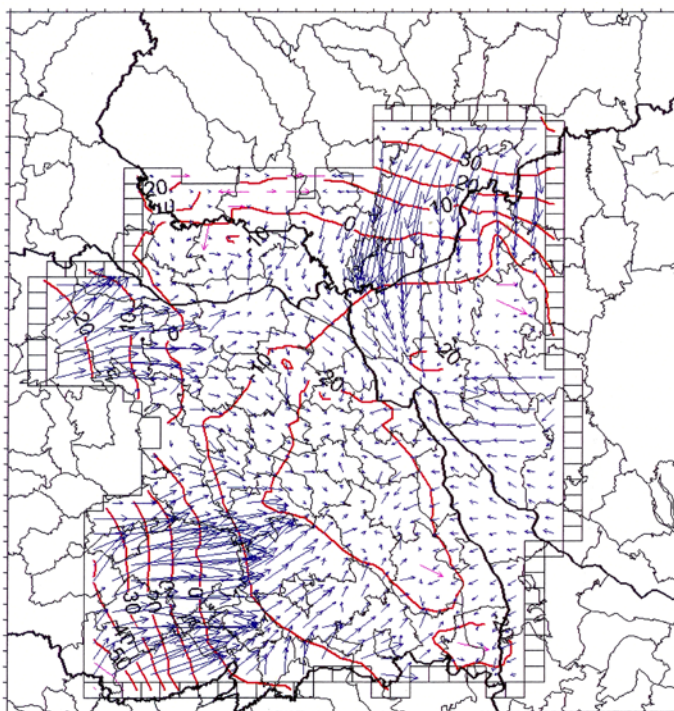


図2 地下水流動モデルによる地下水頭等値線、流動ベクトル図（環境省, 2000）

西方向にかけてトラフ状の地下水盆が続いている。その最深部は東京湾にあり、深さは1,600mに達する。

図2はこのような“容れもの”に向かって、関東平野の周辺部から地下水が集まってくる様子を示したもので、矢印の長さは流動速度を示している。

その顕著な部分は、鬼怒川や思川水系のある平野北東部、荒川水系の西北部、入間川や多摩川水系の武蔵野地域に認められる。本来閉じた系にある地下水盆の中であって、このような顕著な流動帯が認められるのは、揚水といった人為的営力によって誘発されていることを意味し、このような方向に元々備わっていた自然の透水帯が顕在化したものに他ならない。

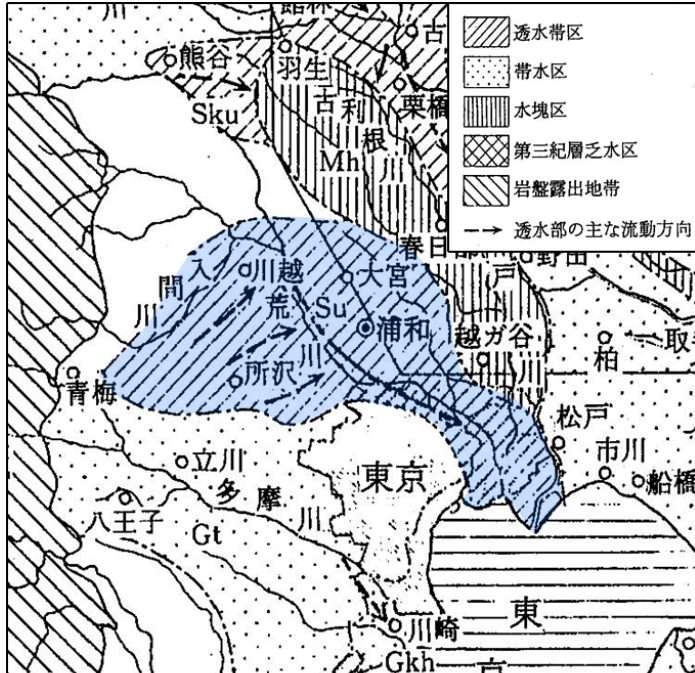


図6 関東地下水盆における武蔵野台地の位置 (地質調査所, 2000)

さて、図6は地質調査所(2000)による「関東平野の水理地質的区分」の一部を切り出して引用したものである。ここでは武蔵野台地を「透水帯区」と「帯水区」に分けているが、この用語は浦和水脈に対する異論が多いことから、これに代えて用いたものと推察される。しかしこの区分は必ずしも適切とは思われない。その理由は後に述べるように、(広義の)武蔵野台地は、水文地質構造と、そこでの地下水の「流入-貯留-流出」という一連の水循環系が一つの单元、例えば“武蔵野亜地下水盆”として括られるべき性格を備えているからである。もし「帯水区」の語を活かすとすれば、武蔵野台地の南~西縁を縁取る丘陵群をこれにあてるべきであろう(図7参照)。

4. 武蔵野台地の地下水涵養域

(1) 丘陵地域からの涵養

武蔵野台地の南~西縁には武蔵野台地を取り巻くようにして図7のように丘陵地群が分布している。それらの関東山地に近接する部分には、上総層群の下部にあたる飯能礫層およびその相当層が厚く堆積している、これより東へ急角度で潜り込んでいる。図8はその一例である。

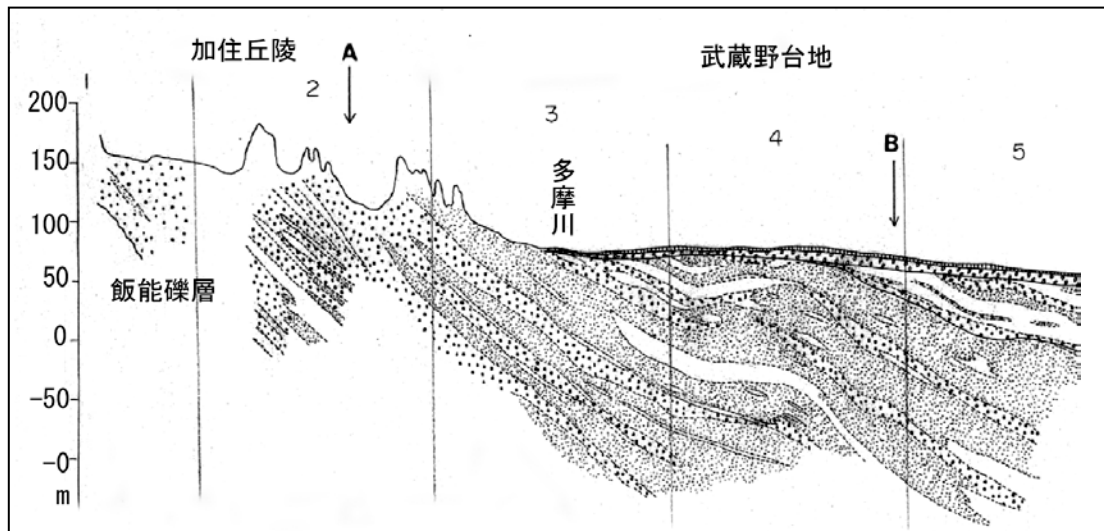


図8 武蔵野台地西縁部を東西に切る地質断面(新藤静夫原図)

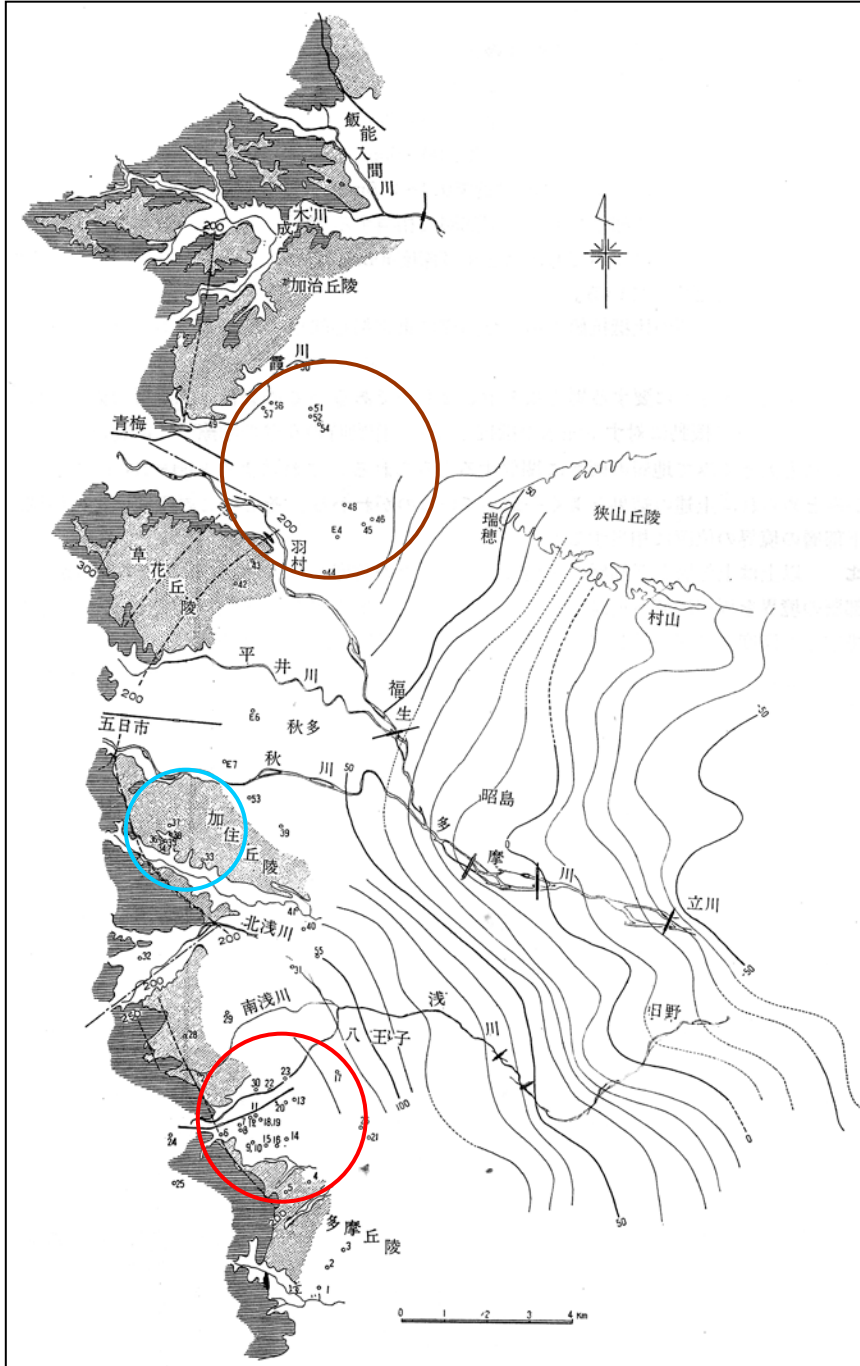


図7 武蔵野台地西縁部の丘陵と地下地質 (新藤静夫, 1970)
(等高線は上総層群の構造を示す)

図7にある小さな数字が深井戸で、これらは関東山地の東縁に接して数多く掘られているのが分かる。とりわけ八王子市西部にその密集地帯が認められ、注目される(図中の○印)。これは工業団地で、かつては深さ200mを越す深井戸がその工業用水を支えていた。地質は殆どが礫層からなり、上記の飯能礫層に相当する。深井戸の自然水位が極端に深いわりに揚水量が多いのが特徴である。付近に浅川が流れているということもあって、この地域は地下水の涵養にとって好条件であったことが窺える。

その他、多摩川の扇頂部にあたる青梅市東部にも工業団地が立地して、深井戸からの揚水に依存する工場が多く存在した(図中○印)。そのほかにも丘陵地帯のゴルフ場や病院の用水として深井戸が利用されており(図中○印)、丘陵地帯の地下水涵養が予想以上に多いことが推察される。

また図に併示されている上総層群の地質構造から、丘陵地から涵養された地下水は武蔵野台地の地下に向かって流動していることが推察される。

丘陵地における地層群(上総層群)の表層地質と、その延長である武蔵野台地側の地下

地質との関係は、両者を結ぶ地域の地層が浸食によって欠如しているため、直接これを追跡してその詳細な構造を明確に把握することはできないが、図9の多摩丘陵側の地表地質と、武蔵野台地側の地下地質(脚注2)を対比した図から地質構造の連続性が読み取れる。すなわち多摩丘陵に認められる北東-南西方向の軸をもった北東にゆるく傾斜する波状の構造は武蔵野台地側のそれとよく対応しており、両者が同一の地質学的背景の所産であることを示している(脚注3)。このような構造から多摩丘陵も他の丘陵地とともに武蔵野台地の深層地下水の涵養域として位置づけることができる。

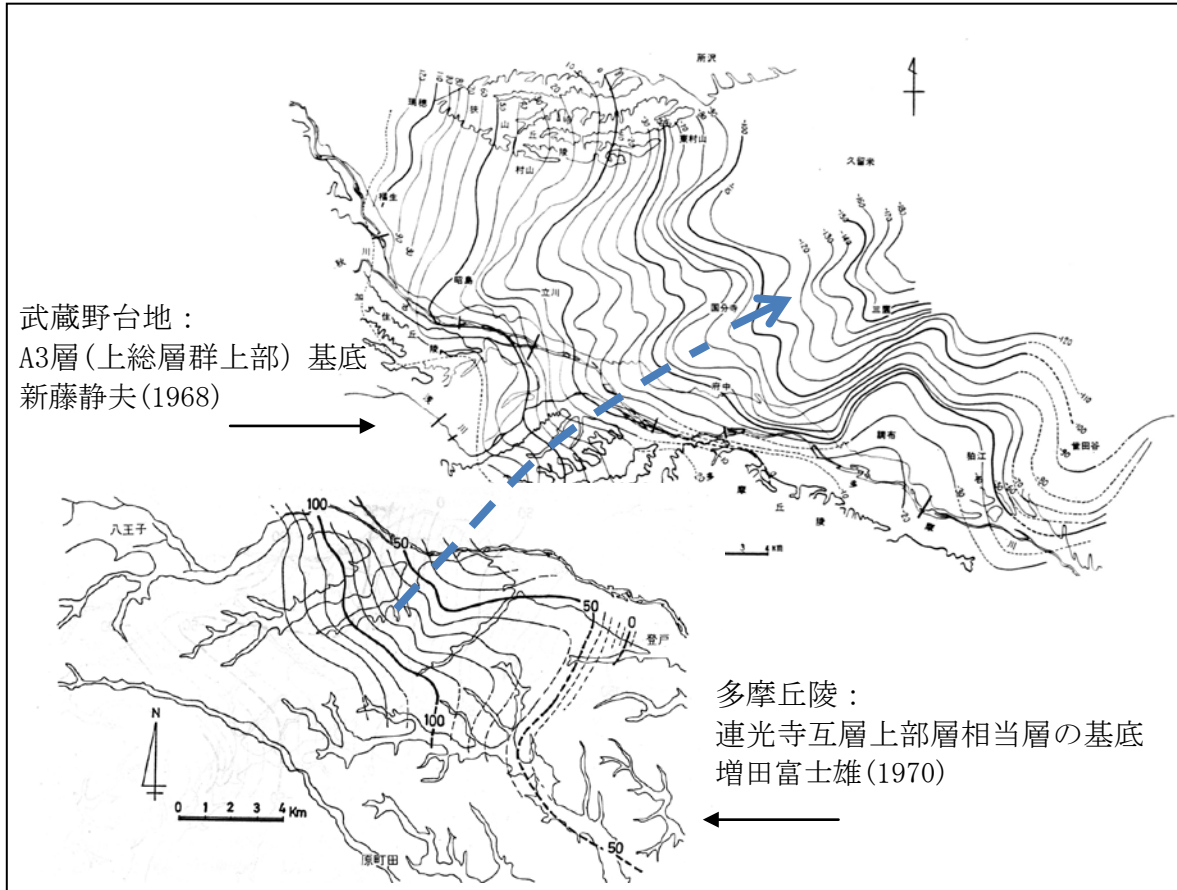
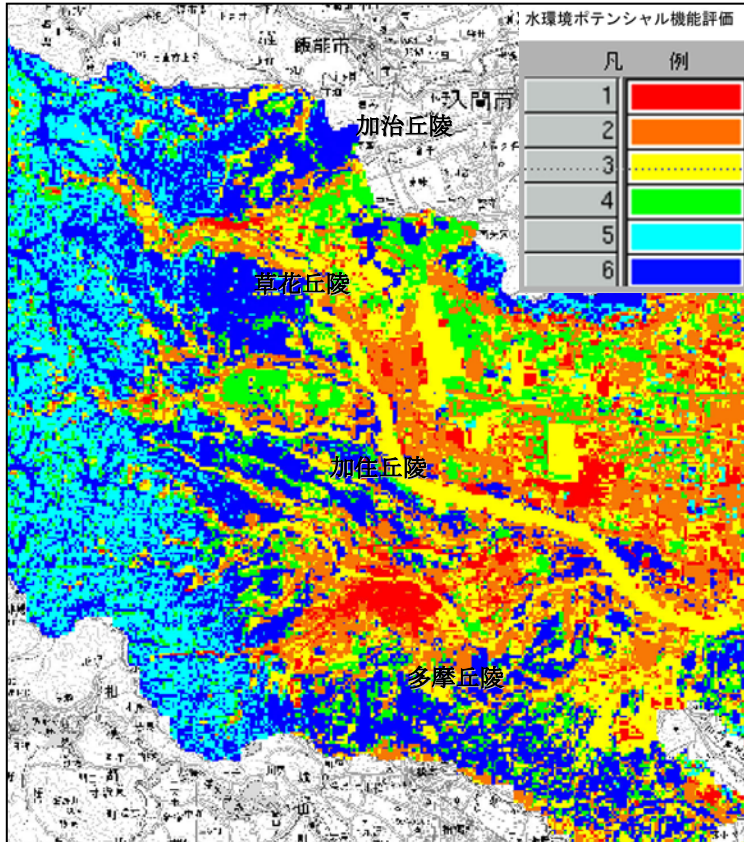


図9 涵養域としての多摩丘陵の地質構造と武蔵野台地の地下地質

脚注2) 武蔵野台地の主要帯水層を8層に区分し、下位から上位へ、A1からA8とした。なおAはAquiferの頭文字で、帯水層の意味である。A1からA4までが上総層群にはほぼ対比でき、A5からA8までが東京層群に対比される。

脚注3) 層準は概ね一致している。なおこのような構造をここでは“波状起伏構造”と呼ぶことにする。

このように丘陵地域が水循環上重要な位置にあることは、図 10 に示した東京都環境保全局による「東京都緑の保全計画」にある「水環境ポテンシャルマップ」によく再現されている。これは地形、土壌、表層地質、水系などの他、植生を加えて、水循環に寄与している諸ファクターに評点を与えて重ね合わせ、その総合評価のランクを 5 段階に分けて彩色したものである。



図で暗色の強いものほど、水循環ポテンシャルが大きいことを示していて、武蔵野地域では丘陵地帯がこれに相当することが示されている。

丘陵地内部を流れる小河川の河岸低地には、かつて写真 1, 2 にあるように、各所に自噴井がみられ、水田の灌漑用などとして利用されていたが、昭和 40 年代以降台地側（地下水流動の下流側）の地下水利用の増大とともに、消えてしまった。しかし最近になって、中には回復するものが見られるようになり、地下水涵養が意外に早くおこなわれていることを示している。

図 10 水環境ポテンシャルマップ（東京都環境保全局，1998）



写真 1 上総堀りによって掘られた灌漑用の井戸
ともに昭和 30 年代の風景



写真 2 同左拡大
(新藤静夫撮影)

(2) 多摩川からの涵養

昭和30年代から40年代にかけて多摩川や浅川などの川砂利の採掘が盛んにおこなわれ、河床の低下と共に基盤の上総層群が露出するようになった。写真3~5はその例で、河川表流水が深層地下水の涵養源になり得る可能性を示している。そこで昭和52年から53年にかけて春季、夏季、冬季と3回にわたり、青梅市から狛江町にいたる間の、本流とそれに合流する支流や用水路の流出入量の流量観測を実施し、図10を得た。これは東洋大学土木工学科勤務時代のことで、大勢の学生諸君の奉仕を得てのことであった。中でも苦労したのは冬期の観測で、小型トラックの上にコンロを常備して、観測終了後素早く暖をとれるようにした。今から考えるとよく学生の反乱が起きなかったと、思い出しても身が震えるおぼえがする。

図10に示したように、流量収支の上でマイナスを示した地点が3地区で確認された(図中着色部分)。すなわち昭島市付近、国立市から府中市にかけての地区、調布市付近がそれで、総計で約 $1.8\text{m}^3/\text{sec}$ であった。これは上記地域の1日あたりの水利用量に達する。なお同様の調査は当時の農林省や地質調査所でも行っており、これと大差のない結果を得ている。



写真3 多摩大橋付近の河床低下



写真4 北浅川と南浅川合流点付近の河床低下
ともに昭和40年代初期の風景(新藤静夫撮影)



写真5 東秋留橋下の飯能礫層(新藤静夫撮影)

図11は武蔵野台地における深井戸の比産出量(脚注4)の分布を示したもので、武蔵野台地を北東に横切る方向にその大きい地域が伸びているのが認められる。これは図12の武蔵野台地の主要帯水層の一つであるA5帯水層基底の谷状部とよく一致しており、上記の河川流量の減少区間から、この方向に向かう地下水の流動状況をよく反映している。

なおこの地層は、かつて地質調査所の岡重文氏がまとめた武蔵野台地の層序表(表1脚注5)にある東京層群下部層にあたり、地表では西部多摩丘陵の頂部に分布する御殿峠礫層に相当する。

脚注4) 単位水位降下量あたりの揚水量で表される。すなわち揚水量/(揚水水位-自然水位)

脚注5) 表1の三浦層群はその後の知見に照らして上総層群と訂正する。

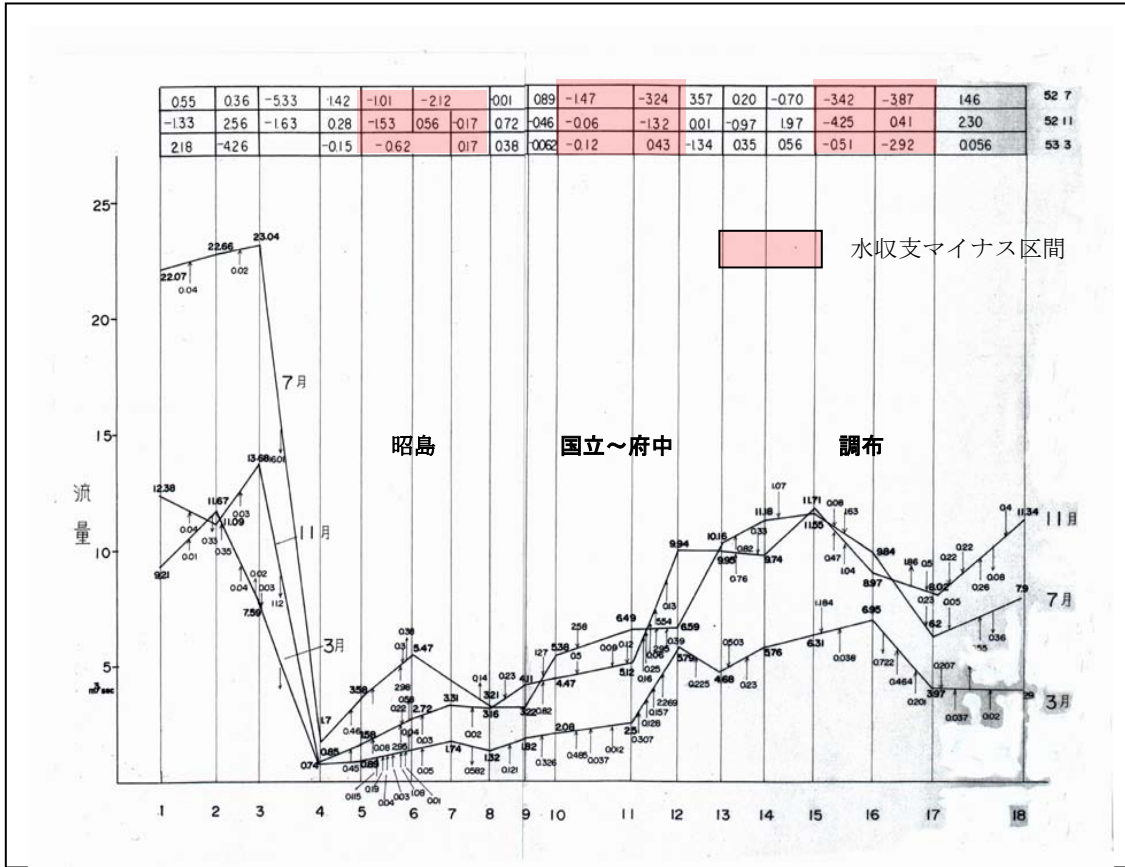


図 10 多摩川の河川流量観測 (新藤静夫原図)

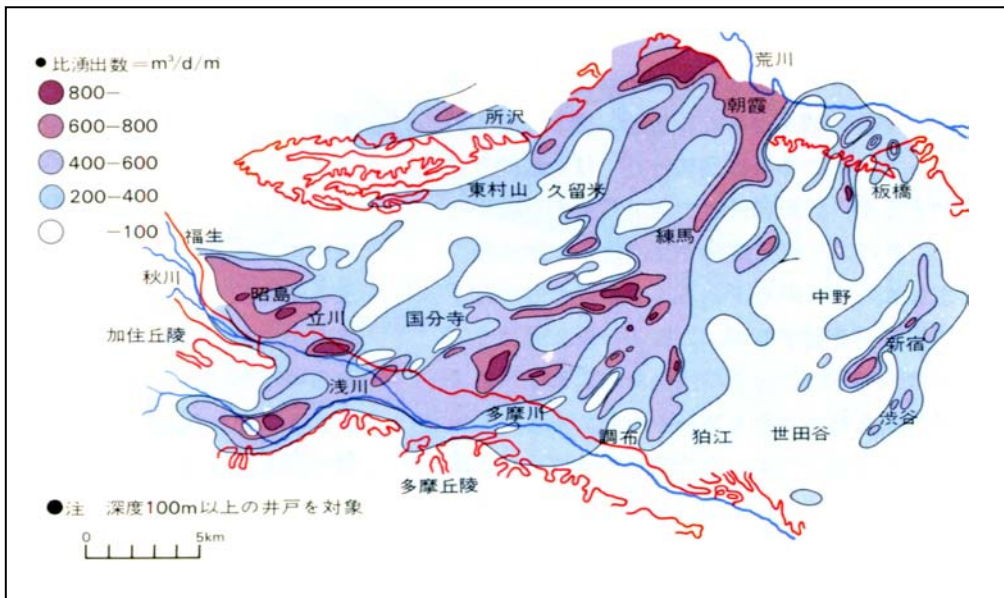


図 11 武蔵野台地の深井戸の比産出量 (新藤静夫, 1968)

