

<研究ノート>武蔵野台地白子川上流域の浅層地下水の水位・水質変動特性

小林, 信彦 / KOBAYASHI, Nobuhiko / KODERA, Koji / 小寺, 浩二

(出版者 / Publisher)

法政大学地理学会

(雑誌名 / Journal or Publication Title)

JOURNAL of THE GEOGRAPHICAL SOCIETY OF HOSEI UNIVERSITY / 法政地理

(巻 / Volume)

30

(開始ページ / Start Page)

23

(終了ページ / End Page)

34

(発行年 / Year)

1999-09-30

(URL)

<https://doi.org/10.15002/00025758>

武蔵野台地白子川上流域の浅層地下水の水位・水質変動特性

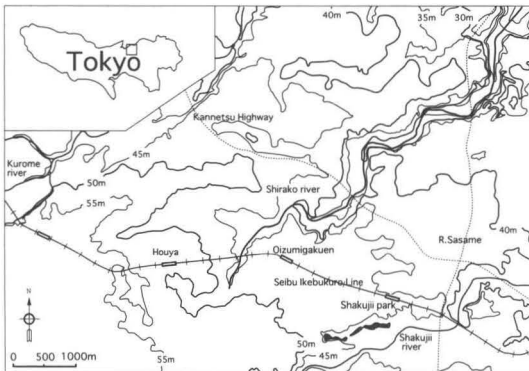
小 林 信 彦・小 寺 浩 二

- I はじめに
- II 対象地域概略
- III 調査方法
- IV 結果および考察
 - 1. 地下水面変動及び水質変動の地域特性
 - 2. 地下水位と水質の関係
 - 3. 地形面による地下水位・水質の変動特性の差異
- V まとめ
- VI おわりに

I はじめに

都市域における宅地・下水道の整備は、中小河川や湧水、浅層地下水の環境に大きな影響を与えている。現在も都市周辺部を中心に都市化は確実に進行し、地下水、特に浅層地下水を取りまく環境を多様化・複雑化させている。そうした変貌を続ける水文環境を正確に把握するためには水位、水質などを継続的に観測する必要がある。また、人為の影響を考慮するためにも、地形・地質など自然環境の違いに起因する変化を検討しておく必要がある。この点に留意し、対象として武蔵野台地北部の白子川上流域を中心とする地域を選定した(第1図)。

ごく浅い層での地下水の水位と溶存物質濃度の



第1図 対象地域

関係については長沢(1962, 1965)の研究がある。浅い層での地下水位の変動に伴う溶存成分濃度の変動に関する考察を行い、観測地点によって異なった傾向を示すと述べた。また地下水の水質組成の年変化について倉田ほか(1984)が台地上の土地利用の異なる地域において、地下水は人為の及ぼす影響によって異なる水質組成の変化パターンを示すことをあきらかにした。松山ほか(1993)は地形段丘面の違いによる地下水水質の空間分布とその差異について検討している。地形面の違いによる水質組成の違いは小さいが、流動方向による濃度的な変化傾向には地形面ごとの差異が見られると述べている。なお、土壌水分と物質の移動に関しては近年多くの実験的研究が行われ、詳細な結果が報告されている。しかし、地形や地質、人為的影響を平面的に検討可能な条件の地域における地下水位変化と溶存成分の挙動に関する報告はあまりなされていない。

また、武蔵野台地北部は、古くから地下水、地形など多くの研究がなされてきた地域である。吉村(1939, 1940, 1943a, 1943b)はこの地域ではじめて詳細な測水調査を行い、多数の井戸の観測結果から大泉地下水瀑布線や地下水堆、宙水の存在を示した。近年では岡田(1986)、三井ほか(1988)、小寺ほか(1990)、によって浅層地下水の賦存状態およびその変化、湧水の状況について報告がなされている。地形・地質に関しては、新藤(1968)は武蔵野台地全域を対象とする水文地質を、久保

(1988)は武蔵野台地に見られる谷地形について明らかにした。

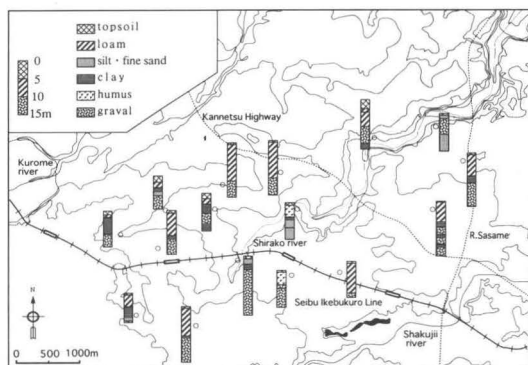
本論では、都市化の進行する地域における浅層地下水の賦存状況ならびに地形・地質の違いに起因する浅層地下水の水位・水質変動について考察を行う。

II 対象地域概略

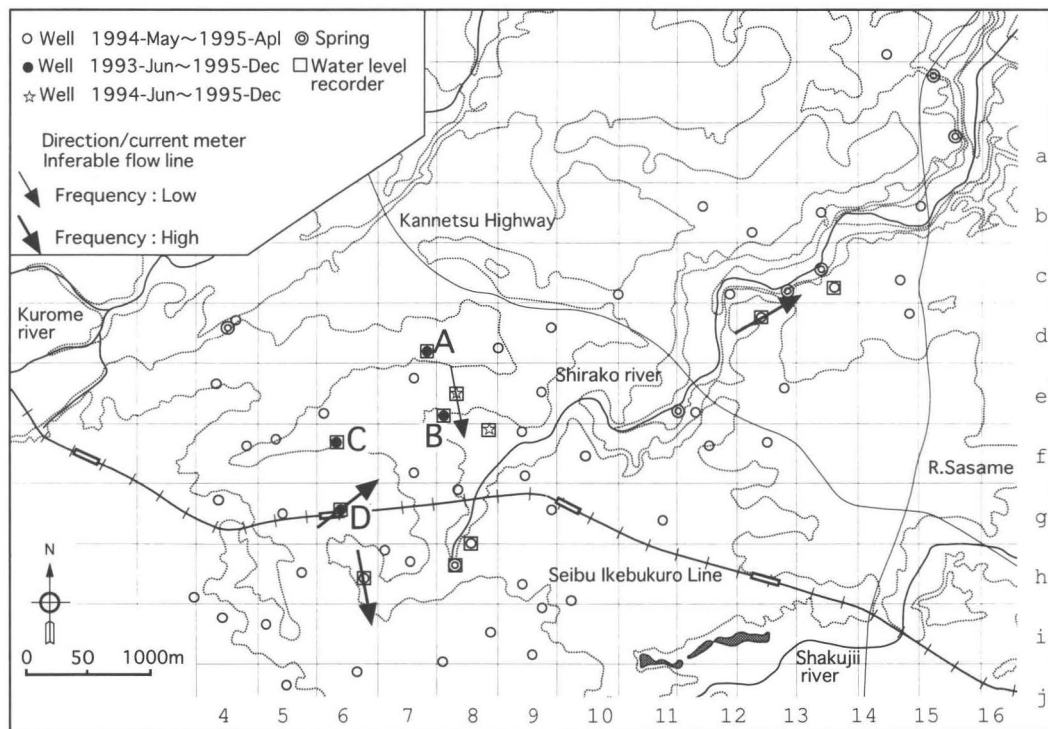
対象とした地域は、武蔵野台地北部、白子川上流地域である。白子川は東京都練馬区大泉井頭公園付近を水源とし、北東へ流下し、新河岸川に注ぐ約10km、流域面積22.2km²の一級河川である。大泉学園、保谷付近は西武新宿線沿線を中心に市街地が広がる地域である。宅地化が進んでいるが、現在も多くの農地が点在している。

対象地域は武蔵野台地を流れる白子川によって刻まれた谷と谷により区分された台地平坦面、浅い谷・窪地からなっている。地質的には、上部よ

り表土、立川・武蔵野ローム層、武蔵野礫層となっている(第2図)。ローム層と礫層の間には凝灰質粘土を挟んでいる。全般的には均質であるが、谷・窪地に腐植質やシルトがみられる。地下水は武蔵野礫層、ローム層を帯水層とする。また、局所的にローム層中に宙水が存在する。聞き取り調査、井戸の深度および東京都下水道局のボーリ



第2図 地質柱状図



第3図 観測地点位置図

ング資料から、この地域の井戸は、北部の地下水位の低い地域を除いてローム層に帯水した地下水を利用する形態となっており、井戸の深さは5~10m程度である。対象地域北部の井戸(d-7~9, b-12, b-13)は武蔵野礫層中の地下水を利用して、井戸の深さは10~18m程度である。井戸は古くから対象地域に居住している家庭を中心に見られ、農作業、散水、洗濯などに現在でも一部で使用されている。現在の井戸は古い井戸の底にパイプを打ち込み、礫層中の地下水を汲み上げており、ローム層から採水して利用している井戸はほとんど見られない。

III 調査方法

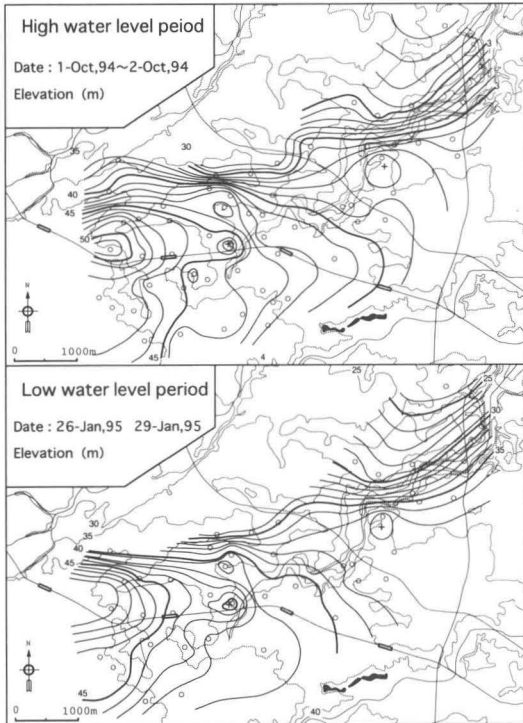
観測は地形を考慮し、1kmあたり4地点程度を目安に設定した約60点を対象に行った(第3図)。1994年5月より1995年4月まではほぼ月に1度の間隔で行ったが、観測時期によって最大で

72、最低で46と観測地点数には増減があった。各観測地点は対象地域を1/10000地形図のメッシュに準拠して500m間隔で区切り、観測地点をアルファベットおよび数字で示した。同一の区画内に複数の井戸がある場合、末尾にさらにアルファベットをつけ、区別した。

観測点のうち、St. A~St. Dの4地点では1993年5月より1994年6月まで週に1回観測を行い、うちSt. B・St. Dは1995年末まで続した。またこれらの地点では自記水位計を設置し、地下水位と溶存成分との対応を検討するための資料とした。

St. A~St. Dの4地点は、台地平坦面、谷底、台地平坦面、斜面に位置し、St. Aは礫層中の地下水を利用している井戸、St. B~St. Dはローム中に帯水している井戸、と異なった条件である。選定した地点周辺はほぼ住宅と農地からなり、大きな地形の改変はなく、特異な土地利用も見られない。地質的には、ローム層中に帯水している井戸と、礫層に帯水している井戸を選定した。周囲の状況、人為的な影響の点で対象地域内で各地形・地質要素を代表する標準的な地点と考えられる。

観測時に水位、水温、電気伝導度、pH等の測定を行った。電気伝導度は18℃で温度補正、水位は地点毎に基準点を設定し、重要な地点に関しては測量を行いそれ以外の地点では1/10000及び1/2500地形図から標高に換算した。水温、電気伝導度は井戸内での水質の違いを考慮して垂直的に数点で観測を行なった。電気伝導度は、センサーを井戸水中に降ろし、水温が安定した後に値を読みとった。同時に缶付水温計で最深部の水温を測定し、確認を行った。また、観測時に水面付近で採水を行い、 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- の主要8成分を分析した。 Na^+ 、 K^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} は島津製AA-660による原子吸光光度法で、 Cl^- 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} は島津製HIC-6Aによるイオンクロマト法で分析を行った。 HCO_3^- はJIS-K101によるアルカリ度から換算した。分析結果は、イオンのバランスから検討し、ほぼ3~5%以下の誤差になっていることから特に問題はないと判断した。採水深度の地質は、d-7、d-8、



第4図 地下水面

d-9は礫、台地面上の観測地点はロームである。谷及び窪地ではシルト・腐植質・粘土などを含み、地点による差が大きい。

IV 結果および考察

1. 地下水面変動及び水質変動の地域特性

(1) 地下水面

地下水面高度は10月に最も高くなり、1月下旬から2月中旬に最も低くなった。低水位期には対象地域南部を中心に井戸涸れが見られ、観測地点数が減少している。吉村(1943a, b)によって報告された大泉地下水瀑布線、亦六地下水堆もほぼ同じ位置に観測され、その位置が大きく変化することは無かった。

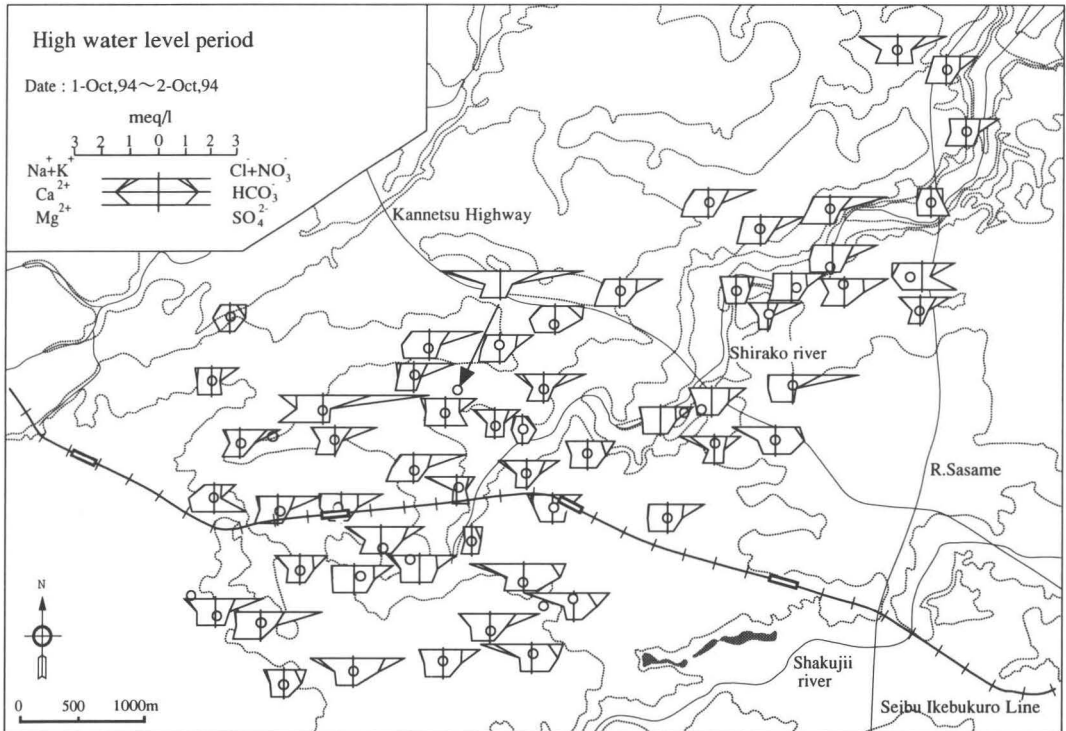
地下水は地下水面の形状、勾配からおおまかには北東方向へ流動しているが、谷底部や浅い谷では地形面の傾斜に沿って流動すると考えられる。この点を検討するために自記記録式のアレック電

子製三次元流向流速計を5箇所の井戸内に設置した。井戸内の水の動きと帯水層内の水の動きは必ずしも同一ではないが、卓越した流向がみられた場合、地下水の流動方向と判断した(第3図)。St. D, d-13では北東方向の流れが、谷に位置するe-8, h-6地点では、谷の傾斜方向に沿った流れが観測された。谷底にあるSt. Bでは卓越した流向が観測されなかった。浅層地下水は全体的には、北東方向へ流れているが、谷では傾斜方向に沿った流れが卓越する。St. Bは地下水面が低く、周囲から地下水が集まるため卓越した流れが観測されない(第4図)。

白子川ではほぼ三面張りで護岸が整備されているが、白子川最上流地点をはじめとして数カ所で河床・河道付近で湧水が見られ、浅層地下水の一部の流出路となっている。

(2) 水質の変化

地下水位が高く、地点間の違いが明確な10月1日の観測結果を用いて水質の比較を行った。ヘキ



第5図 対象地域水質分布

サダイアグラムのパターンで比較すると、水質の組成は近接した観測地点ごとにある程度の類似性が見られた。しかし、谷、谷頭部、窪地に位置する c-15, f-9, g-4, g-8 などの観測地点およびその周辺で地点毎のばらつきが大きく現れた (第5図)。

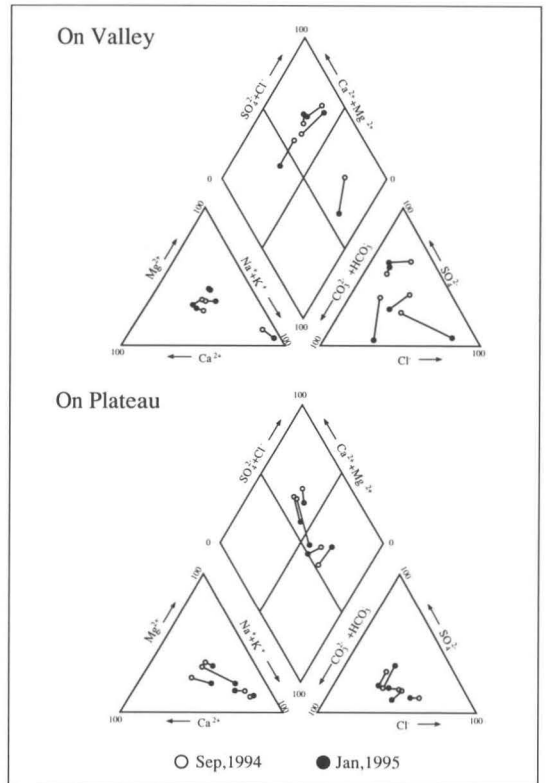
アニオンでは Cl^- あるいは HCO_3^- が占める割合が高い地点が多い。しかし地域的には離れていても、共通して SO_4^{2-} の割合が大きく、濃度的にも約 40~60mg/l と高い値を示す地点も数点見られた (St.B, B-15, C-15, g-4, g-8 等)。全観測地点の SO_4^{2-} の平均は 14.8mg/l で、20mg/l 以下の地点が全観測地点のほぼ 80% である。これらの地点は、谷、浅い谷で地下水面が浅い所に分布している。土地利用の面では、大きな違いが見られなかったことから、谷周辺で見られる台地面と比較すると複雑な地質の影響が大きいと思われるが、詳細に関してはさらに検討する必要がある。

Cl^- , NO_3^- など人為的な影響の指標とされるイオンでは地点による違いが大きい。 Cl^- で平均 23.2mg/l, 最低~最高は 3.05~65.3mg/l, 同様に NO_3^- ではそれぞれ 44.7mg/l, 6.59~129mg/l と最高最低の差が大きく、きわめて大きな値を示す地点が見られた。

水質はほぼ安定しているが、一部に季節によって組成が大きく変わる地点が見られる。全体的に台地面上の地点は水質組成の変動幅が小さく、安定していたが、白子川の上流部の地点 (g-8a, g-8b, h-6 等) で水質組成の変動が、溶存成分ではカチオンと比較してアニオンでばらつきが大きい。谷と台地で比較すると、谷に位置する観測地点でカチオンの組成の変動は小さく、アニオンの組成の変動が大きい。台地面に位置している観測地点では、アニオン・カチオンともに組成が変動し、アニオン・カチオンの変動幅もほぼ等しい (第6図)。

2. 地下水位と水質の関係

対象地域を構成する地形要素である谷と台地によって異なる水質の変動傾向が見られる。そこで、観測地点の地下水位と水質の関係から検討を

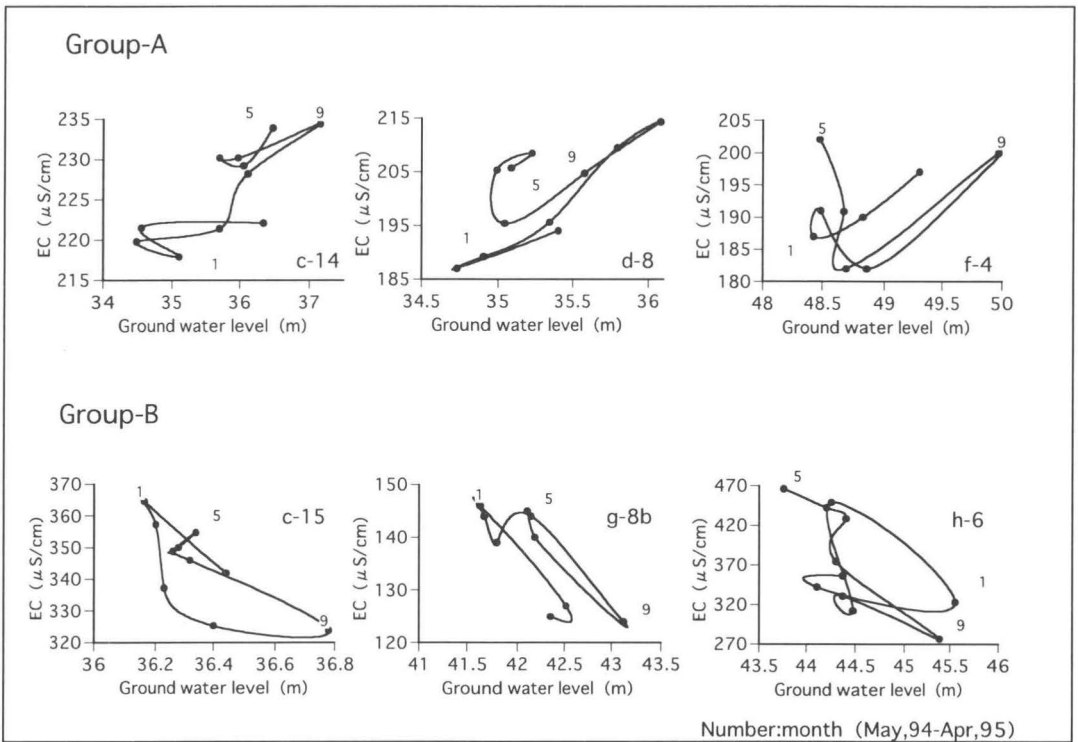


第6図 水質組成変動

行った。

地下水位と水質の関係を検討するには、各溶存成分ごとの特性も検討する必要があるが、まず全体的な性質を比較するため、溶存成分の総量としての電気伝導度と地下水位との関係を検討した。地下水位変動と電気伝導度変動の関係を比較・分類した結果、地下水位-電気伝導度の散布図上にあらわれた季節的な変動は、いくつかの特徴的なパターン (A・B) に分類可能であった (第7図)。

A のグループは、台地面平坦面上に位置する観測地点で多く見られ、地下水面の上昇に伴って電気伝導度も上昇する。地下水面が谷と比較すると深いために土層との接触が長く、多くの水溶性成分が溶出して電気伝導度が上昇するが、土層に含まれる水溶性成分の種類・量および地下水の移動が土地利用・堆積状況・位置などによって異なるため溶存成分濃度と電気伝導度は必ずしも対応しないと考えられる。



第7図 電気伝導度—地下水面高度

Bのグループは、谷および窪地上に位置する観測地点で多く見られ、地下水位の上昇に伴って電気伝導度が低下する。地下水面が浅いために土層との接触が短く、溶存成分濃度の低い地下水の供給によって地下水位が上昇するため、電気伝導度が低下すると考えられる。各溶存成分は電気伝導度にはほぼ対応して変動しているが、一部の溶存成分では電気伝導度との明確な対応関係が見られない。台地平坦面と比較すると地質・地下水流動が複雑なためと考えられる。

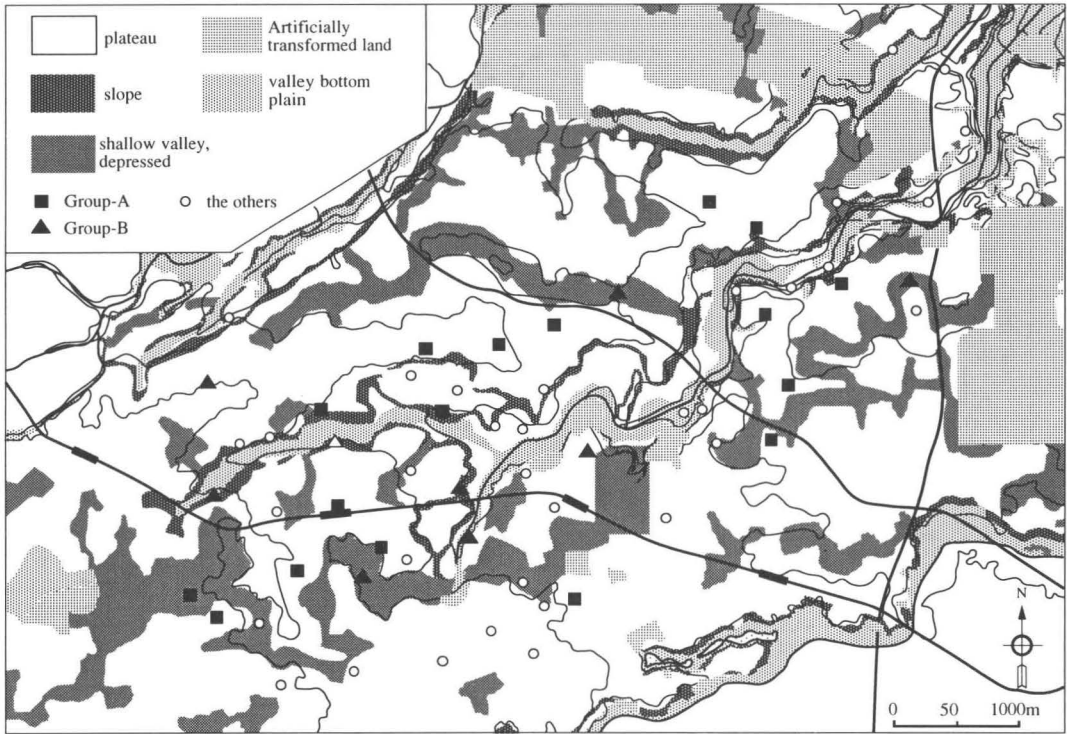
台地面から谷への斜面に位置する観測地点 (St. B, d-6, e-6, g-4, g-8) では、AおよびBの両パターンが見られた。明瞭な地下水位・水質の変動形態を持つ谷と台地平坦面両者の遷移過程といった性質をもつために、観測地点の条件の違いにより、A、B両パターンが観測できると考えられる (第8図)。

3. 地形面による地下水位 水質の変動特性の差異

地下水の水位・水質の変動は地形・地質の影響が大きいと考えられる。そこで対象地域の主要な地形構成要素である谷と台地から代表する観測地点を選定し、地下水位と水質の変動を詳細に検討した。1994年は降水量が少なく、渇水の影響によって地下水面の変動が小さかったため、1993年の観測データから谷に位置する St.B と台地面に位置する St. D の2地点を抽出して検討を行った。

(1) 谷部 (St. B)

第9図は St. B における地下水位—水質の関係である。地下水位と水質の関係は複雑で、地下水位の高い時期と低い時期で異なる性質を示す。水質の地下水位変動に対する応答は、溶存成分によって変動の幅・ばらつきは異なるが、速やかに進行する。地下水位が高い時期には電気伝導度、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 NO_3^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- の濃度は地下水位の上昇に反して低下し、地下水位の低い時期には地下水位・水質ともに安定、緩やかに変動する



第 8 図 電気伝導度—地下水面高度の関係と地形分類

傾向が見られる。 $\text{Cl}^- \cdot \text{K}^+$ は、常に地下水位の上昇に伴い濃度が高くなる。

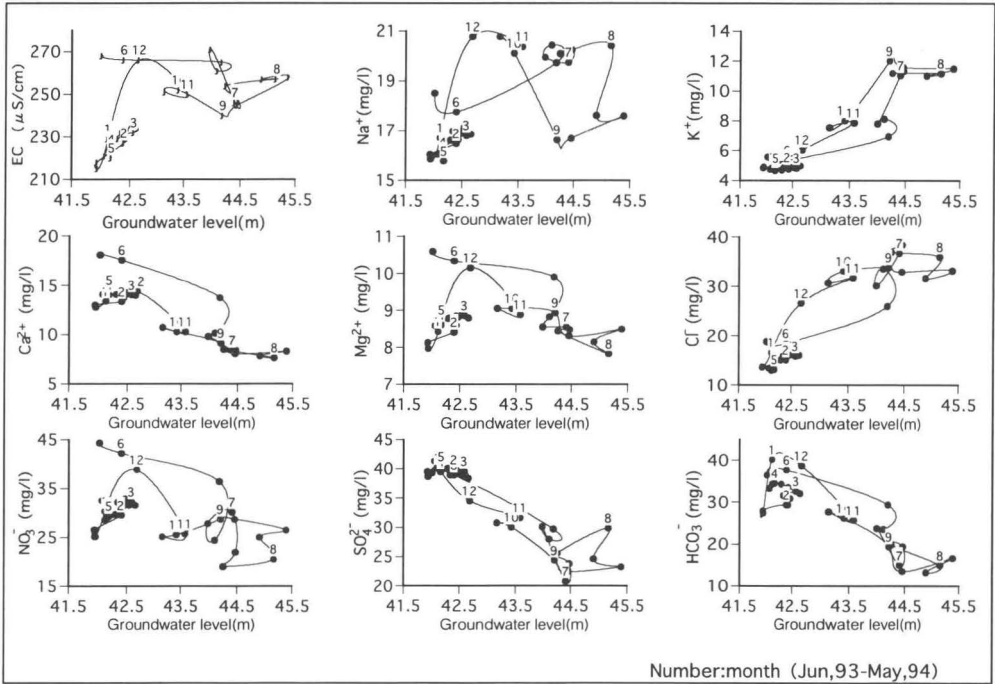
溶存成分の組成は、地下水位の低い時期は安定し、変化が少ない。データ密度が一部疎であるが、地下水位が高くなる7月頃から地下水位が下がり安定する12月頃までは各成分の濃度は細かく、激しく変動し、地下水位が安定した時期と変動する時期と明瞭に差が出ている(第11図)。

時期により大きく変わる水質は第12図のヘキサダイアグラムからも明らかである。これまでの結果と同様に地下水面の高い時期と低い時期でパターンが異なる。St. Bにおけるダイアグラムを対象地域内の他の地点と比較すると、地下水位の低い時期に見られる SO_4^{2-} 濃度が高いパターンは、浅い井戸・谷に位置する井戸の一部で共通して見られる。第4図のように地下水位の高い時期は、比較的周辺の観測地点の水質に類似している。

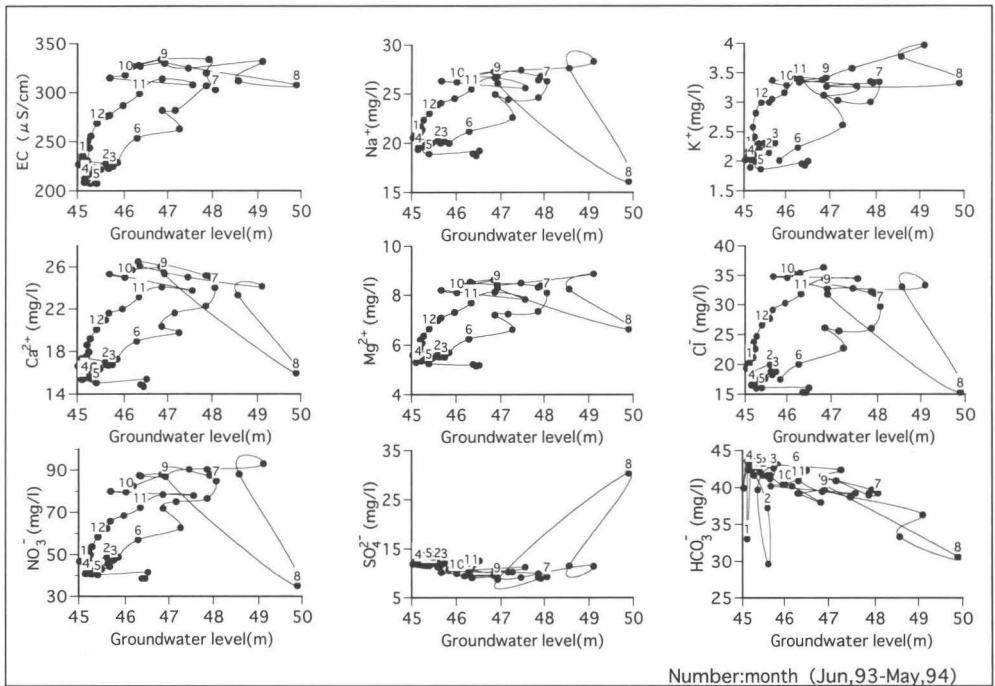
(2) 台地平坦面 (St. D)

St. Dにおける地下水位—電気伝導度の関係には、ヒステリシスが見られる(第10図)。地下水位上昇時、電気伝導度も同様に高くなるが、地下水位の低下時には電気伝導度の低下開始が遅れ、地下水位が最も低くなる時期から再び上昇し始める時期に地下水位—電気伝導度の変化の時間的なずれが無くなる。この地下水位と電気伝導度のヒステリシスと同様な傾向を示す溶存成分が多い。しかし、 SO_4^{2-} は他の溶存成分と異なる傾向が見られる。全体的に変動の幅が小さく、地下水位の上昇に従って濃度は低下するが、地下水位がある程度以上高くなると濃度が上昇する。 HCO_3^- は SO_4^{2-} と同様に地下水位の上昇に伴う濃度の低下が見られたが、変動の幅、ばらつきが大きい。

各溶存成分の地下水位と水質の関係が類似していることを反映して、各溶存成分間の関係も緩やかに推移している。急激な地下水位の変動などがない限り、グラフ上では緩やかに直線的な動きを示す。水溶性成分の移動・溶出の速度の違いに

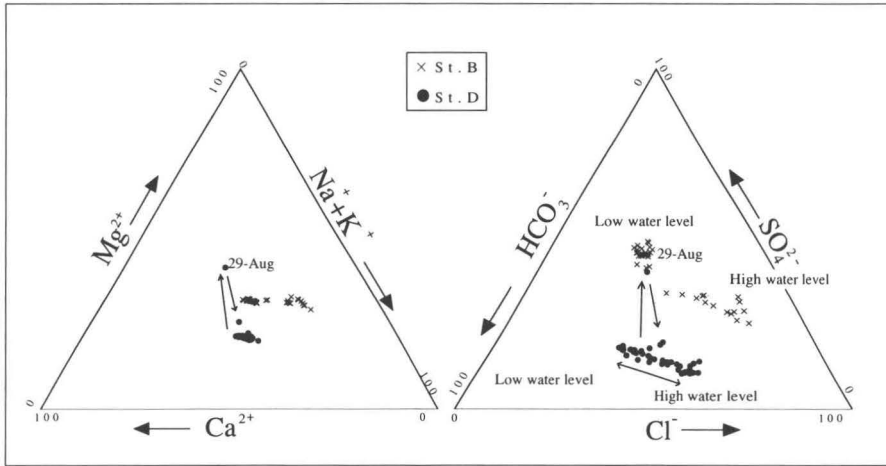


第9图 溶存成分—地下水面高度 (St. B)

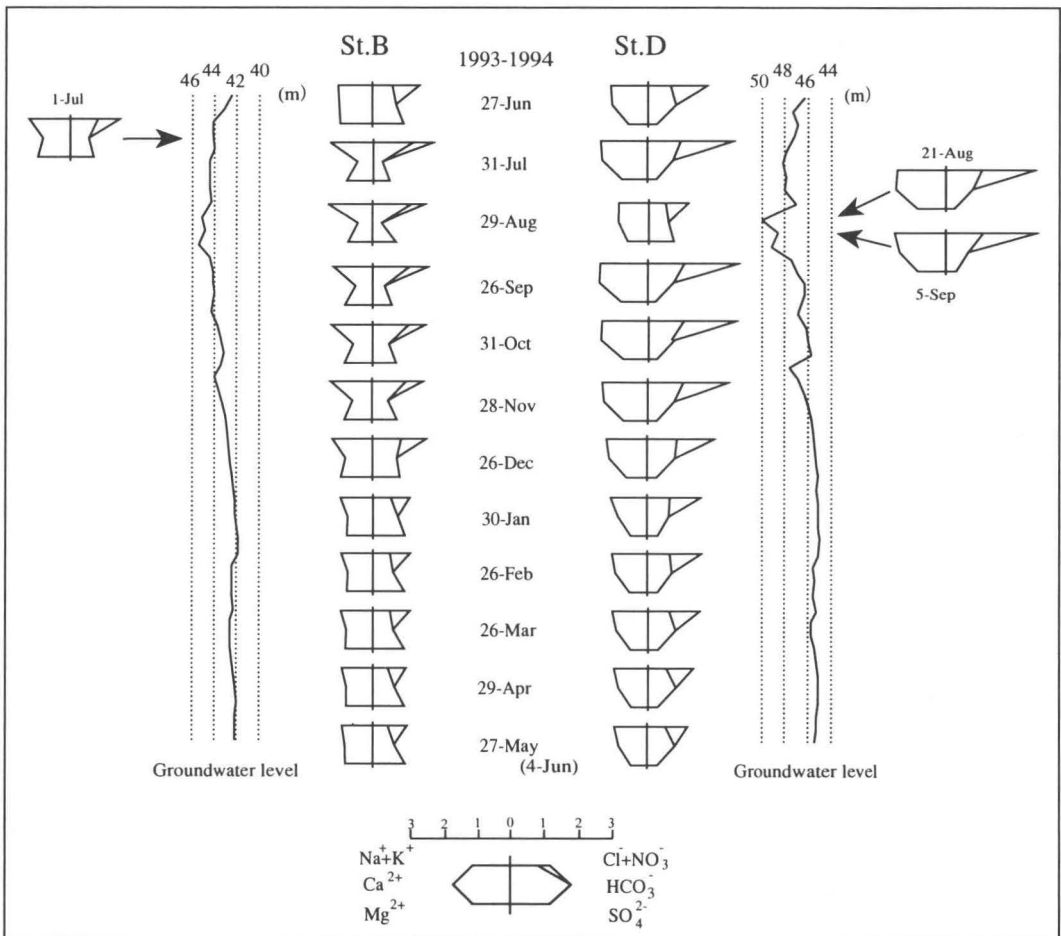


第10图 溶存成分—地下水面高度 (St. D)

武蔵野台地白子川上流域の浅層地下水の水位・水質変動特性



第 11 図 St. B および St. D における水質組成変動



第 12 図 St. B および St. D における水質の変動

よって地下水面上昇に伴う緩やかな水質の変動が起こると考えられる(第11図)。

時期による大きな水質の変化は見られない。ヘキサダイアグラムのパターンから水質の季節変化を比較すると高水位期と低水位期で若干異なるもののやはり全体的には類似した傾向を示す(第12図)。St. Dでは、地下水位の高い時は、 HCO_3^- より Cl^- の濃度が高く、 Ca^{2+} が $\text{Na}^+ + \text{K}^+$ とほぼ同じ濃度である。それに対して地下水位の低い時は HCO_3^- より Cl^- が低い。この傾向は他の台地平坦面上の地点でも見られる。

しかし、より詳細に地下水位の変化との対応を検討すると、急激な水位上昇時には異なる水質変動が見られた。

1993年の8月末は台風11号による降雨の影響で、急激な地下水位の上昇が観測された。8月27日には1日当たりの降水量が234ミリ、総降水量は294ミリ(東京・大手町)と記録的な豪雨になり、家屋や交通に大きな被害をもたらした。St. Dでは8月29日の観測時には、降水前に比べ約3mの地下水位の上昇が見られた。通常と異なり、電気伝導度、そして多くの溶存成分の濃度の低下が起こった。 SO_4^{2-} は通常の溶存成分濃度の変動幅に比較すると非常に大きな濃度の上昇が見られ、降水前の3倍近い濃度を示した。 K^+ は地下水位の上昇が大きかったのに対し、ほとんど濃度の変化がなかったが、地下水位の上昇量、 K^+ の変動幅を考慮するとSt. Dでの K^+ の総量として大きな増加があったと考えられる。 SO_4^{2-} 濃度が高い水質組成は、St. Dで通常見られるパターンよりも対象地域内では第5図と第11図で示されたように浅い谷に位置している地点の一部(B-15, C-15, g-4, g-8等)と地下水位の低い時期のSt. Bで共通して見られた特徴に類似している。

St. Bでも同様に水位の上昇が見られたが、水位上昇は少なく、水質的にも大きな変化は見られなかった。

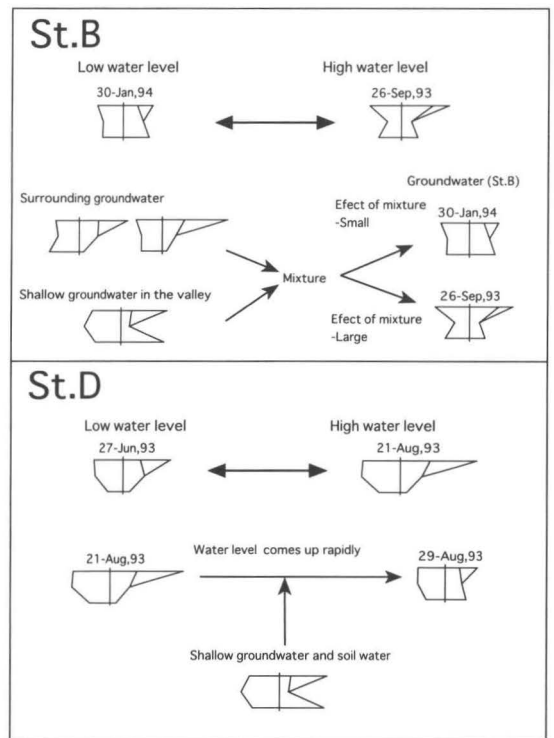
(3) 谷底部と台地平坦面における地下水位・水質の変動特性の差異

谷に位置するSt. Bと台地平坦面に位置するSt. Dでそれぞれ特徴的な地下水位・水質の変動傾向

が見られた。ヘキサダイアグラムの変化から模式的に示す(第13図)。

St. Bは周囲から地下水が集まる谷の中央部に位置するためにSt. Bの地下水の性質は、谷周辺の地下水の混合と谷に見られる地質の不均質さにより規定されると考えられる。地下水位が低く、安定した時期には地質の影響が強く、水質の変動形態はSt. Dのような台地面の地下水に類似した傾向をしめす。しかし、地下水位が高く変動が大きい時期には、地質的な違いよりも周囲の地下水との混合の影響を強く受け、その水質に類似する。

St. Dは台地面に位置し、地下水の流動は単一で、地質的にも均質なために水質は急激には変化せず、地下水位の変動に応じて緩やかに変化する。水質は、地質の影響を強く受ける。しかし、強い降水(1993年8月末、台風11号)による一時的な変化が見られた。より浅い層に含まれていた水分の移動と地下水位の上昇による混合で、浅い



第13図 水質変動模式図 (St. B, St. D)

層の地下水に類似した水質傾向を示したと考えられる。溶存成分濃度の低い多量の地下水の涵養を受け、多くの溶存成分濃度は低下するが、地下水位が低下すると上昇以前のの水質に戻る。異なった性質の地下水との混合という点で地下水位の急激な上昇時には、谷部の水質変動形態に類似している。

V まとめ

本論文では地形面の違いを平面的に検討可能な地域と高い密度の観測から浅層地下水の地下水位・水質の変動に関する研究、考察を行った。この研究によって以下のことが明らかになった。

1) 地形・地質などの条件によって、地下水位の上昇・低下にともなう水質の変動形態は必ずしも均一ではなく地域差が見られる。

2) 谷に位置する St. B では地下水位の高い時期と低い時期で異なる水質の変動傾向を示した。地下水位の高い時期には周辺の地下水の影響が強く、周囲の観測地点の水質に類似する傾向が見られる。地下水位の低い時期には地下水の混合による影響が小さく、浅い井戸で特徴的に見られた SO_4^{2-} 、 Ca^{2+} の濃度が高く、 Cl^- の濃度が低いという性質に類似した水質を示した。

3) 台地面に位置する St. D では地下水面の変動に伴う地下水水質の変化は緩やかだった。急激な地下水位の変動がない限り、水質の組成は緩やかに変化する。電気伝導度・溶存成分と地下水面高度の変動にはヒステリシスが見られる。

4) 地下水位、水質の変動は地形・地質の影響を強く反映し、谷と台地で異なった性質の変動傾向を示した。ロームの厚さ、腐植質の存在など地質の違いが大きな影響を持つ。

VI おわりに

本研究では、浅層地下水の水位・水質の変動の地域特性の一端を明らかにした。今回の結果をふまえて水分、土中成分の移動を検討し、さらに他の地域との比較研究を行う必要があると考える。

研究対象地域は人間活動の影響が複雑で、現状では明確にならない点もある。開発が今後も進むと考えられる地域であることから、継続した研究が必要である。

本研究を行う上で、三井嘉都夫名誉教授、市瀬由自名誉教授に助言をいただいた。練馬区土木部公園緑地課をはじめ練馬区役所の方々には貴重な資料の提供のほか様々な便宜を図っていただいた。対象とした井戸の所有者の方々には自記記録計の設置および観測などに快く協力していただいた。ここに記して感謝の意を表します。

本論は日本水文学会 1995 年度学術大会における講演の一部に加筆を行ったものである。

なお、本研究には 1994 年度法政大学特別研究助成金（代表 市瀬由自）の一部を用いた。

参考文献

- 岡田浩美 (1986) : 白子川流域の地下水と湧水. 地域研究, Vol. 27, No. 2, pp. 23~31.
- 倉田文・田瀬則雄・榎根勇 (1984) : 出島台地における地下水水質の年変化パターン. 筑波大学水理実験センター報告, Vol. 8, pp. 119~127.
- 小寺浩二・三井嘉都夫 (1990) : 白子川流域における白子宿近傍の湧水 - 人工改変に伴う流出機構の変化 -. 水文学, Vol. 34, No. 1, pp. 30~49.
- 小寺浩二・小林信彦 (1995) : 武蔵野台地浅層地下水の水位・水質特性. 日本水文学会学術大会講演要旨集, Vol. 9, p. 48~49.
- 小林信彦・小寺浩二 (1996) : 武蔵野台地白子川上流域の浅層地下水の水位・水質変動について. 日本地理学会予稿集, Vol. 49, pp. 252~253.
- 小林信彦 (1996) : 武蔵野台地浅層地下水の水位・水質変動について - 白子川上流域を対象として -. 法政大学大学院人文科学研究科地理学専攻修士課程修士論文
- 新藤静夫 (1968) : 武蔵野台地の水文地質. 地学雑誌, Vol. 77, No. 4, pp. 223~246.
- 田瀬則雄・藤井一正 (1987) : 地下水位の変動に伴う水分と塩素イオンの挙動. 筑波大学水理実験センター報告, Vol. 11, pp. 69~77.
- 唐常源・新藤静夫 (1985) : 地下水位の変化に伴う毛管帯における物質の挙動. 筑波大学水理実験センター報告, Vol. 9, pp. 67~72.
- 東京都下水道局土木部計画課 (1977) : 東京都板橋区及び練馬区内地盤図柱状図集

- 長沢幹雄(1962):浅い地下水の停滞について.陸水学雑誌, Vol. 23, pp. 61~67.
- 長沢幹雄(1965):浅い地下水の地下水位と溶存物質の関係.陸水学雑誌, Vol. 26, No. 3, pp. 65~74.
- 松山哲哉 他(1993):金子台付近における不圧地下水-水質の空間分布と地形段丘面による差異-.筑波大学水理実験センター報告, Vol. 18, pp. 29~39.
- 三井嘉都夫 他(1988):白子川流域における地下水・湧水の親水的役割.水利科学, Vol. 32, No. 6, pp. 1~15.
- 吉村信吉(1939):東京市西郊大泉町の地下水瀑布線と景観発達との関係.地理学評論, Vol. 15, No. 7, pp. 493~508.
- 吉村信吉(1940):武蔵野台地の地下水における大泉地下水瀑布線の意義.地理学評論, Vol. 16, No. 10, pp. 673~680.
- 吉村信吉(1943a):武蔵野台地東部大泉地下水瀑布線及び付近諸地下水堆の地下水精査.地理学評論, Vol. 19, No. 11, pp. 634~649.
- 吉村信吉(1943b):武蔵野台地東部大泉地下水瀑布線及び付近諸地下水堆の地下水精査(2).地理学評論, Vol. 19, No. 12, pp. 713~722.
- 李宝慶・中川慎治・古藤田一雄(1984):降雨後の地下水涵養過程に関する観測.筑波大学水理実験センター報告, Vol. 8, pp. 95~102.