

3. 杉並区地下水情報の整備

Groundwater of Suginami City in Tokyo

技術支援課 中山俊雄、川合将文

1. はじめに

水道普及率が 100%に達した都市部では、市民の地下水利用に対する関心度は低い。しかし、近年、防災用井戸の設置、地下水・湧水の保全など、防災・環境面から、足もとの地下水を見つめなおす動きが市民の中に高まりつつある。このような中、杉並区では、区内の地下水状況の把握を目的に、「地下情報（井戸情報）の整備に関する調査」を平成 17 年度から取り組み、平成 17 年 10 月～平成 18 年 1 月にかけて区内 92 箇所の防災井戸を利用した地下水位観測と簡易水質調査（水温、pH、電気伝導度等）を行っている。

杉並区の地下水については、昭和 40 年代前半に当センターの前身である東京都土木技術研究所と杉並区が共同し、区内の地下水調査を行った経緯がある¹⁾。杉並区都市整備部建築課から当センターに、「地下水情報の整備業務に関する技術支援について」（平成 19 年 11 月 2 日付、19 杉並第 52573 号）の要請がなされた。この支援業務は平成 20 年 3 月に終了し、「杉並区地下水情報の整備に関する調査委託報告書」（平成 20 年 3 月）として上梓した。

本報告は、この調査内容の概要とその後の知見を加え取りまとめたものである。

2. 調査の概要

技術支援の内容は、杉並区内の浅層地下水の現状を把握することを主眼として、平成 17 年度杉並区が実施した前述の地下水観測資料をベースとして、新たに①地下水位連続観測、②電気探査による地下水

調査、③地下水帯水層構造調査を行い、④杉並区内の浅層地下水面図等を作成した。

(1) 浅層地下位の連続観測

杉並区内 92 箇所の防災井戸の中から地形・地質条件を考慮し 4 観測点を選定、自記水位計による浅層地下水位の変動状況を観測した。

(2) 電気探査（比抵抗二次元探査）

地下水調査では、一般に民間の井戸を利用し地下水位測定を行うが、現在では諸般の事情から井戸所有者の敷地に立ち入り測定することは困難な状況が生まれている。そこで、代替方法として一定の広場があれば地下水位を推定する方法として、電気探査の有効性の検討を行った。

(3) 地下水帯水層構造の推定

帯水層構造を明らかにするため、当センターの地盤情報システムを利用し、杉並区内を東西南北に 500m 間隔の格子状に合計 29 葉の地質断面図を作成した。

なお、この調査の地下水観測・電気探査、図面類の作成・整理等については日本物理探査株式会社が担当した。

3. 地形・地質（帯水層構造）

(1) 地形区分

杉並区は「武蔵野台地」の東部に位置する。武蔵野台地は旧多摩川の扇状地および段丘地形である。杉並区内の地盤標高は約 30～50m (T.P.) にあり、地形的には武蔵野 1 面 (M1 面:中位面)²⁾ とされている。台地部を開析する神田川、善福寺川、妙正寺

川の各河川は西北～南東方向に平行し流れている。

今回、地下水面図の基図として、土地条件図「東京都西北部」（縮尺 1/25,000、国土地理院発行）、及び数値地図（5m メッシュ：国土地理院）を、杉並区管内図（縮尺 1/10,000）に重ね合わせた地形図を作成した。

この地形図と土地条件図から区内の微地形の特徴が以下のように読み取れる。

①杉並区内の台地部は区の大半を占める段丘「中位面」と、区南部の上高井戸 1 丁目付近から世田谷区境にかけて分布する段丘「上位面」からなる。

②上述の河川には、いくつかの支川が発達している。善福寺川と妙正寺川の間には、現在は下水道布設により暗渠化されているが神田川の支流、桃園川がある。妙正寺川の上流域には妙正寺池から北回りの下井草から井草に続く支川(妙-1)と南回りの清水町、桃井町に連なる支川(妙-2)が延びている。善福寺川では荻窪 2 丁目から南回りの荻窪 1 丁目、宮前 2・3 丁目、西荻窪 2 丁目に連なる支川(善-1)が延びている。

③さらに、上記以外にも小規模な支谷が発達している。

④河道兩岸は人工改変地が多く分布する。

⑤杉並区を南北に走る環状 8 号線より東側では、善福寺川や桃園川は蛇行河川となる。原地形の勾配が、この付近から緩傾斜化したことが予測される。

(2) 地質区分 (図-1)

区内の段丘「中位面」の地盤は、地表から下位に向かってローム層、ローム質粘土層（板橋粘土層）、武蔵野礫層が分布する。また、段丘「上位面」の地盤は、ローム層、ローム質粘土層（渋谷粘土層）、東京層が分布し、武蔵野礫層は分布しない。

ローム質粘土層は腐植物をしばしば挟在することから湿地性の堆積物と考えられ、武蔵野礫層や東京層の堆積後、一時的に湿地帯が形成されたことを示している。

神田川、善福寺川、妙正寺川、および旧河道である桃園川等の低地部には、粘性土・腐植土層を主体とした層厚数メートルの軟弱な沖積層が分布する。

武蔵野礫層の層厚は一般に 2~5m である。武蔵野礫層の下位、深さ 30~40m（標高約 10m の深さまで）の範囲には、東京層、上総層群が分布し、2~3 枚の礫層を伴っている。この礫層中、最上部の礫層が東京礫層である。東京礫層は、区内では荻窪～成田～堀の内を結ぶラインより北東側に分布し、全体に北東方向にゆるく傾斜している。上記ライン沿いでは、東京礫層と武蔵野礫層が直接接している。

東京礫層の下位の礫層は上総層群中のもので、東京礫層に比べより急な勾配 (20/1000) を示している。この礫層は、区の東部では北東方向に、区の西部では西方向に傾斜しており、全体にゆるい背斜構造を示している。

(3) 帯水層 (図-1)

杉並区内の深さ 30~40m までの地下水帯水層は、

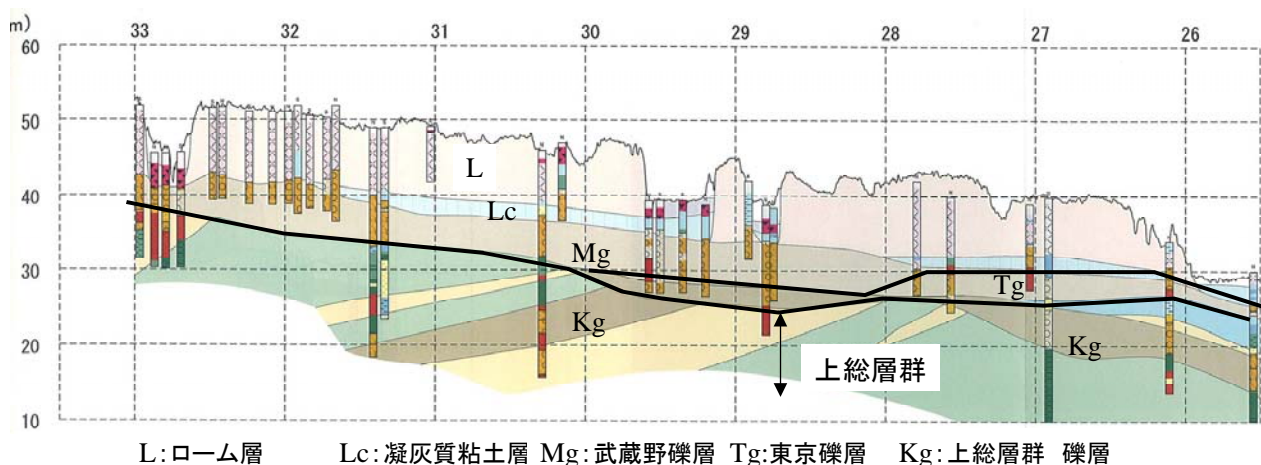


図-1 地質断面図 (jr 中央線から約 1500m 南の東西地質断面 : 35+500)

①ローム層 (L)、②武蔵野礫層 (Mg)、③東京礫層 (Tg)、④上総層群中の礫層 (Kg) である。①ローム層は下位のローム質粘土層 (Lc) が難透水層であることから帯水層となり、地下水は一般に宙水と呼ばれている。②武蔵野礫層は透水性も高く、浅層地下水の良好な帯水層となっている。武蔵野礫層中の地下水は本水と呼ばれている。③東京礫層も比較的良好な帯水層である。

地質構造から判断すると、ローム層中の地下水は停滞性の地下水であり、武蔵野礫層中の地下水は比較的流動性の高い地下水である。河川沿いの崖や川床に見られる湧水の源は、武蔵野礫層中の地下水である。武蔵野礫層と東京礫層が接している所では、武蔵野礫層中の地下水の一部は東京礫層中の地下水を涵養していると考えられ、涵養された地下水は東にゆっくり流下し、東京の深層地下水になると考えられる。

4. 地下水面図

(1) 地下水面図の作成

地下水面図作成に当り、杉並区が平成 17 年 10 月から平成 18 年 1 月に実施した防災井戸 (69 箇所) の水位観測データを用いた。

防災井戸は、安定した地下水を得る目的のためにほとんどが武蔵野礫層かまたはその下位層である東京礫層まで削り込んでいる。このため、防災井戸水位を利用した地下水面図は、いわゆる本水の地下水面を示していると考えられる。区内の防災井戸の水位は、測定した期間中で最大 2.25m の水位変動が見られた (表-1)。

地下水面図は平成 17 年 11 月期と平成 18 年 1 月期

表-1 杉並区防災井戸概要

	観測結果(m)		井戸深さ(m)	
平均水位差	0.70	平均井戸深さ	14.53	
最大水位差	2.25	最深井戸深さ	21.15	
最小水位差	0.04	最浅井戸深さ	7.74	

の 2 期間のものを作成した。図-2 は平成 17 年 11 月期の地下水面図である。今回描いた地下水面図では、いずれも地下水位は全体的に地形と調和的で西高東低を示し、地下水は東に流下していることを物

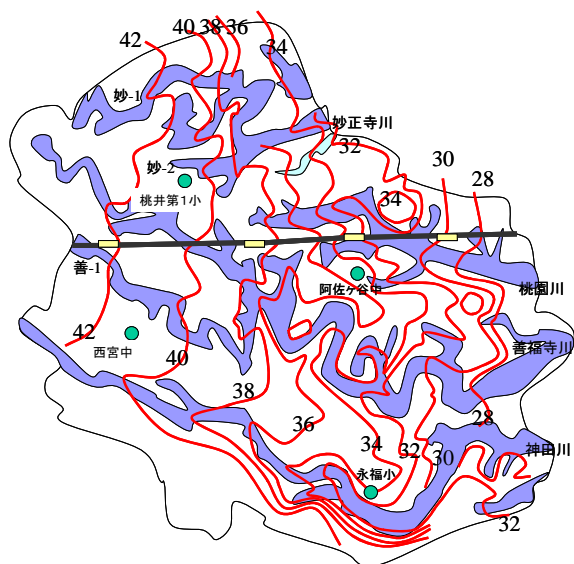


図-2 地下水面図 (平成 17 年 11 月)

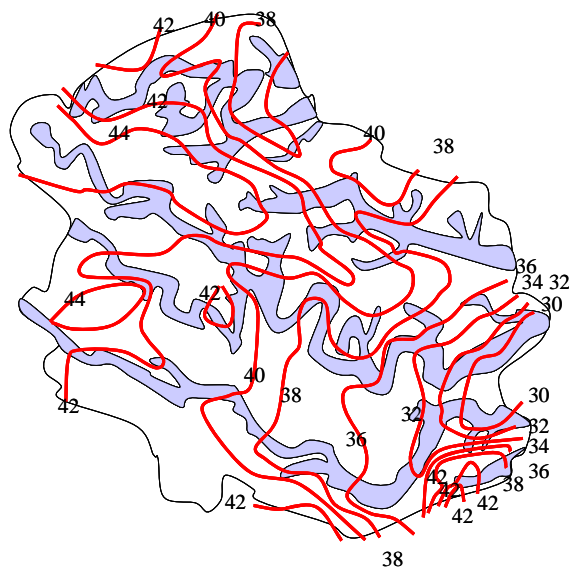


図-3 地下水面図 (昭和 45 年 3 月)

語っている。河川の上流部では湧水個所が見られることから地下水が河川を涵養している。このことを考慮し、地下水等高線は河川沿いでは東に凹に屈曲させて描かれている。また、測定点のいくつかでは周囲の水位より局所的に高く、等高線に「目玉」あるいは等高線が密な箇所ができた。この個所は今回調査では確認できなかったが、宙水帯の水位を示している可能性がある。

平成 17 年 11 月期の地下水位は平成 18 年 1 月期より平均で 0.7m 程度高く、場所によっては 2m の差が見られた。

(2) 既存地下水面との比較

杉並区については、昭和 40 年当時の地下水面図¹⁾がある(図-3、元図を簡略化)。

今回の地下水図と比較すると

①地下水面はいずれも西高東低を示し、全体として東に流下の傾向は一致している。

②今回の地下水面図は、昭和 40 年頃に比べると概ね 2m 程度の水位低下が見られた。昭和 40 年当時の地下水データは、主に家庭用民間井戸での測水データが用いられている。今回測定に使用した防災井戸は、その目的から全体として家庭用井戸よりは深い井戸構造が考えられる。この井戸構造の違いが、地下水位を深くさせている点も考慮する必要があるが、2m の地下水位低下量はこの約 40 年間の水位低下傾向を反映していると考えられる。

5. 地下水位観測結果

平成 19 年 12 月(一部平成 20 年 1 月)から平成 20 年 3 月まで短期間ではあるが、地域性を考慮して区内 4 地点を選び、浅層地下水位の連続観測を行った(表-2、図-4)。

図-5 の上段は、当センターが杉並区大宮二丁目

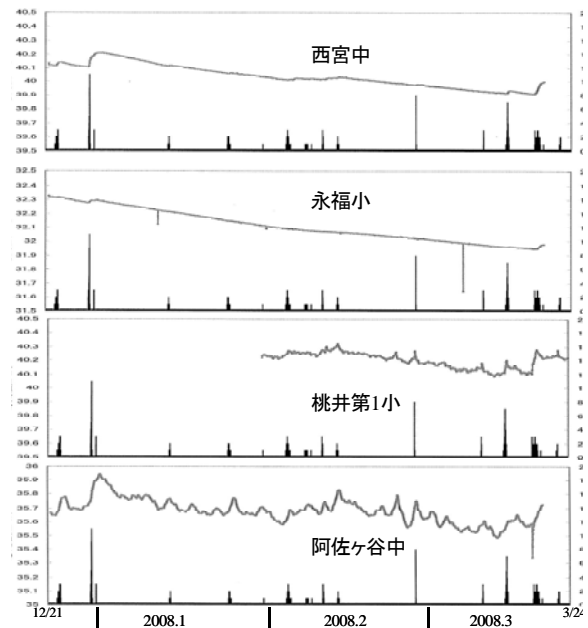


図-4 地下水変動図

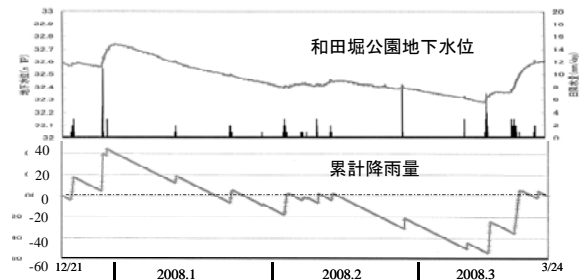


図-5 累計降雨量と地下水位の比較

表-2 地下水観測井戸の諸元

防災井戸番号	場所(施設名)	地盤高(m)	測定結果(水位標高m)			測定期間
			最大値	最低値	変動幅	
No.13	桃井第一小学校	48.87	40.303	40.099	0.208	H20/1/29~H20/3/26
No.36	永福小学校	43.98	32.322	31.949	0.373	H19/12/21~H20/3/20
No.48	阿佐ヶ谷中学校	44.73	35.921	35.508	0.413	H19/12/21~H20/3/20
No.67	西宮中学校	49.72	40.209	39.910	0.299	H19/12/21~H20/3/20

和田堀公園内に設置してある地盤沈下観測所の同期間の浅層地下水観測記録である。

調査期間中、各観測井戸の地下水位変動幅は 0.5m 以内であった。変動幅は小さいものの降雨の影響を受けた変動を示している。

平成 19 年 12 月 29 日の降雨に対しては、阿佐ヶ谷中学校、永福小学校、西宮中学校いずれの井戸においても、数時間遅れて地下水位の上昇が見られる。

阿佐ヶ谷中学校の井戸水位には、降雨以外の要因による水位変動が見られ、近隣での揚水が推測される。桃井第 1 小学校の井戸水位にも変動量は小さいが、同様の人為的影響が見られる。

今回の観測期間は湯水期間中に当たるため、地下水位は全体に低下傾向を示している。平成 20 年 3 月中旬の降雨により、水位傾向は反転し穏やかな上昇傾向が見られる。和田堀公園の観測井戸では、平成 20 年 3 月 26 日の地下水位は、観測開始時の平成 19 年 12 月 21 日の地下水位にまで回復している。

この期間の降水量(世田谷観測所)から累計降雨量図(時間雨量と期間内平均時間降雨量の差を累積した図)を作成した(図-5 の下段)。

この図は、観測地域の降水貯留量の変化を示している。累計降雨量図と各観測井戸の水位変動図を比較すると、その変動傾向が極めて良く対応していることがわかる。このことは、区内の浅層地下水の水位は、降雨の影響を強く受けていることを示している。

降雨による一時的な水位上昇が大きいのは阿佐ヶ

谷中学校、桃井第一小学校、西宮中学校、永福小学校の順になっている。これは、雨水涵養率（= 1 - 表面流出率）の大きさ順を反映したものである。

短期的な水位変動を除いた地下水位減衰曲線の勾配は、各井戸ともほぼ共通している。このことは、各井戸近傍での地下水の流速がほぼ同じであること示している。

6. 比抵抗二次元探査

地下浅部の地下水の状況を把握する目的で善福寺川緑地公園（A 測線）、塚山公園野球場（B 測線）で、比抵抗二次元探査（4 極法）を実施した。測定は電極間隔 2m とし、探査深度は 10m までとした（図-6）。

(1) A 測線（図-6 上段）

地盤の標高は 39.2m 程度である。善福寺川の護岸は鋼矢板で仕切られており、鋼矢板長は不明である。測線延長は、鋼矢板の影響を考慮して、護岸から 20m 以上離すように設定した。

図-7 上段に解析結果を示す。地表～深さ 2m 付近までは $100 \Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗部分が分布し、深さ 5m 付近からは $20 \sim 50 \Omega \cdot m$ の低比抵抗帯となる。深さ 8m 以深は $50 \Omega \cdot m$ 以上の比抵抗帯が分布する。測線の中心付近から川側にかけて、低比抵抗帯がやや深くなり、地下水面が川側にやや傾斜していること

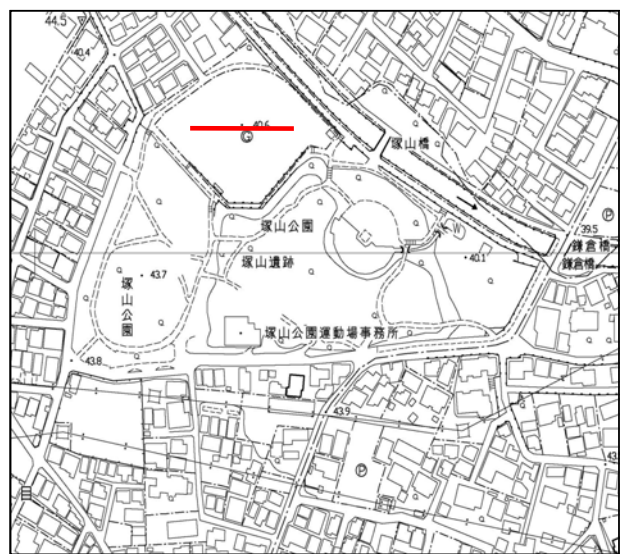


図-6 測定位置図

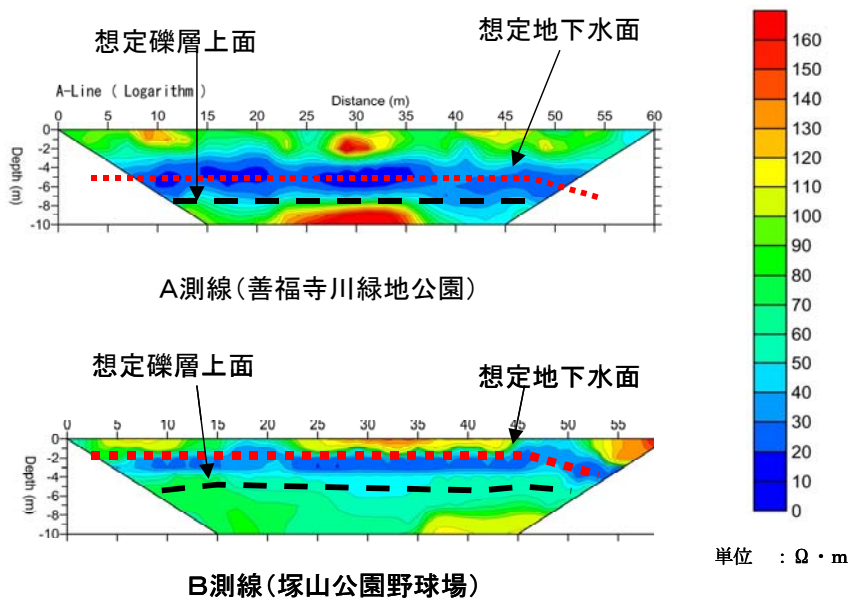


図-7 比抵抗 2 次元探査

が想定される。地下水の標高は、比抵抗分布から 34.2～33.2m が想定される。調査地付近の防災井戸で観測されている地下水標高は、33.40m（杉並第二小、平成 18 年 1 月測定）及び 33.83m（東田中、平成 18 年 1 月測定）である。今回の測定は平成 20 年 3 月であること及び測定地点が多少離れていること等を考慮する必要があるが、概ね調和的である。

(2) B 測線(図-6 下段)

地盤の標高は 40.6m 程度である。神田川の護岸はコンクリートで仕切られているが河床はコンクリート等の施工状況は見られず、自然地盤の可能性が高い。測線延長は、野球場のネットフェンスの金網から 20m 程度離すように設定した。

図-7 下段に解析結果を示す。地表～深さ 2m 付近までは $100 \Omega \cdot m$ 以上の高比抵抗部分が分布し、深さ 2.5m 付近には $20 \sim 50 \Omega \cdot m$ の低比抵抗帯が分布する。深さ 5m 以深は $50 \Omega \cdot m$ 以上の比抵抗帯が分布する。距離 0～20m 付近の深さ 10m 以深及び距離 0～20m 付近の深さ 10m 以深では、やや低比抵抗部分となっているが、測定データは少ないので、解析上の精度は低い。

測線の端部で、低比抵抗帯がやや深くなっており、地下水水面が川側にやや傾斜している可能性がある。また、距離 17～20m 及び 45～49m の低比抵抗が地表付近まで盛り上がっている箇所は、原地盤の影響によるものと想定される。

地下水の標高は、比抵抗分布より 38.1m 付近にある。調査地域付近の神田川の河床標高は 34～35m であり、水面標高よりも 3m 程度高い(水深は数 10cm)。測線端部から神田川までは 20m 程度であるが、この間で 3m 程度の水位差があり、やや勾配のある地下水水面が想定される。

帯水層である武蔵野礫層の上面深さについては、比抵抗分布から想定される深さより 2～3m 程度浅く想定したが、比抵抗値では明瞭な境界はない。礫層の比抵抗値は層相（礫径、礫の混入率など）により大きく影響し、砂層に近い場合は大きな比抵抗差は生じない可能性も考えられる。

これらの探査から、市街地においても小公園等の小規模な広場があると、2 次元比抵抗探査により地下水水面の形状推定が可能であることが明らかになった。

7. おわりに

今回の調査で、杉並区の地下水現況を知ることができた。浅層地下水の流れの方向は、この 40 年間で大きく変わることはないが、水位の低下傾向が進行していることが推測できた。今後、より正確な水位変動を知るには、防災井戸を利用した地下水水位観測モニターの設定が必要である。

参 考 文 献

- 1) 青木滋、遠藤毅、石井求 (1970) : 杉並区の浅層地下水について—東京の地下水系の研究(3)—、都土木技研報告、46、75—94
- 2) 杉並区立郷土博物館(2007) : 杉並の地形地質と水環境のうつつかわり