第３章　地域ごとの地下水と地盤の状況

１．区部低地部の検証

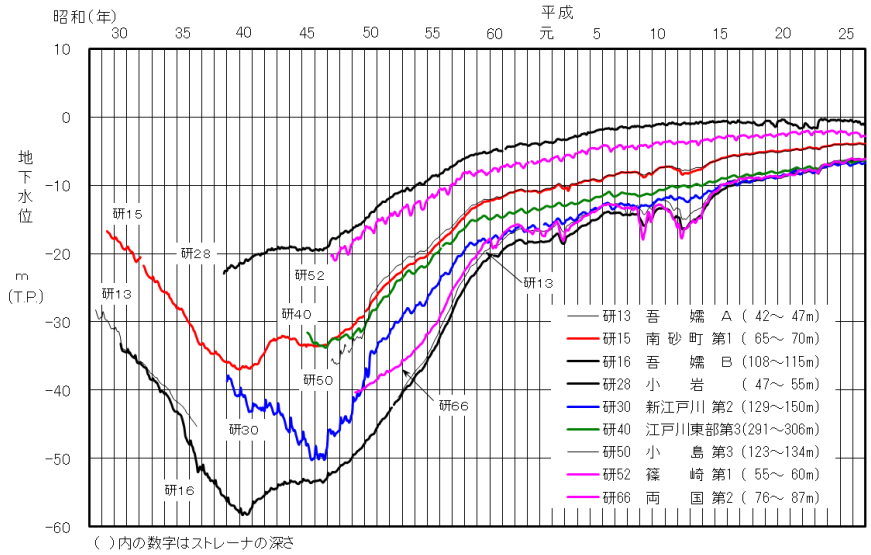
（１）地下水位と地盤の変動量

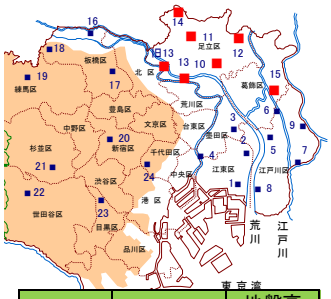
ア　地下水位

図 3-1-1 に区部低地部の江東、墨田、江戸川の主要観測井の地下水位の推移を示す。

この地域は、地層が軟弱なことから過去に甚大な地盤沈下被害が生じた場所である。地下水位は、昭和 40 年代が最低でその後、地下水位は回復傾向を継続しているが、近年は回復傾向は鈍化している。この傾向は平成 21 年以降も変わらない。

	観測地点名	地盤高（T.P.）（m）
1	南砂町	−2.2
3	吾嬬	−1.0
4	両国	1.9
5	新江戸川	−1.6
6	小岩	2.5
7	江戸川東部	1.3
8	小島	0.1
9	篠崎	1.5





	観測地点名	地盤高（T.P.）（m）
10	新足立	0.0
11	伊興	3.4
12	神明南	1.2
13	小台	1.5
14	舎人	3.4
15	高砂	1.3
	足立	
旧13	宮城	

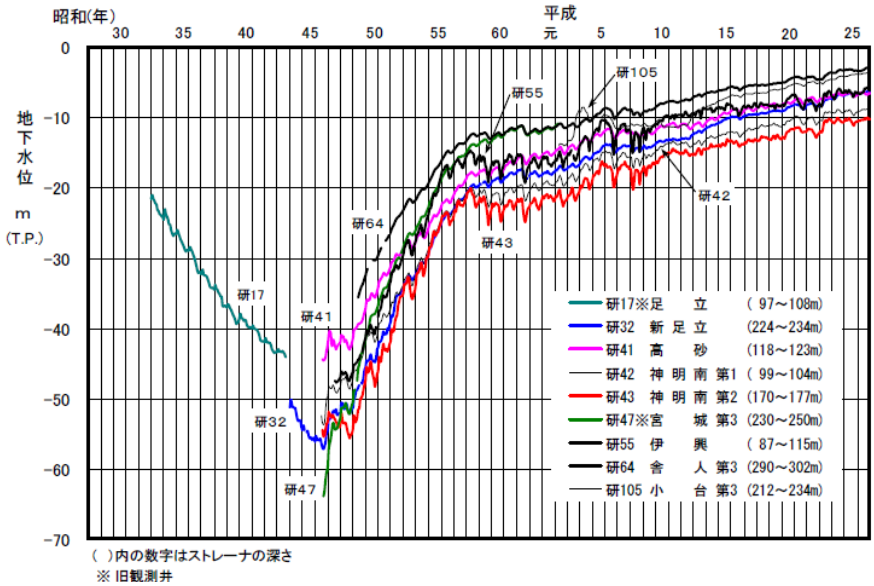


図 3-1-1　　区部低地部の主要観測井の地下水位の推移

東京都土木技術支援・人材育成センター「地盤沈下調査報告書」

イ　地盤の変動

区部低地部の代表地点として、最も地盤沈下が激しく、また古くからデータが蓄積されている江東区亀戸第１観測井において解析を行った。江東区亀戸第１観測井における地盤変動の概念図を図 3-1-2 に、これまでの地盤と地下水位の推移を図 3-1-3、図 3-1-4 に示す。観測井における地表面から鉄管底までの地層と鉄管底以深の地層が、沖積層と洪積層に概ね対応していることから、地表面から鉄管底までの地層の変動を沖積層の変動に、鉄管底以深の地層の変動を洪積層の変動とみなした。

これまでの地盤変動を沖積層と洪積層に分けて地層別の解析を行った結果、地層の収縮や膨張について異なる傾向がみられている。なお、区部低地部で同様に解析を行った江東区南砂第１観測井及び墨田区吾嬬Ａ観測井でも同様の傾向が見られている（巻末データ集参照）。

①　沖積層

地下水位と地盤沈下の変動が大きかった昭和 29～48 年は、地下水位の増減に関係なく、沖積層は収縮している。この時期における沖積層の収縮は約 105 cm に達している。

昭和 48 年以降の地下水位が回復している時期も、沖積層の収縮は依然として続いている。これは、二次圧密※により、地盤がいったん大きく沈下すると、地下水位が回復しても、沖積層は収縮を続けることを示している。

また、平成に入った後においても、地下水位は上昇傾向が続いたが、地盤の変動はわずかながらも収縮していた。しかし、最近 11 年間（平成 13 年から平成 25 年）においては、収縮は沈静化している。

※　「二次圧密」　初期の大きな沈下が完了した後も、地層の収縮が全くやむわけではなく、非常にゆっくりと長期に続くことが多い。これは二次圧密と呼ばれており、土粒子相互の結合が徐々に破損するため、土粒子構造の塑性的な再調整が行われ、この塑性的再調整がまた、土粒子間に次の進行性破壊を繰り返し引き起こすと考えられる。

参考資料：伊藤孝男「土質力学講座」

（http://www.con-pro.net/readings/soil/chapter04-03.html）

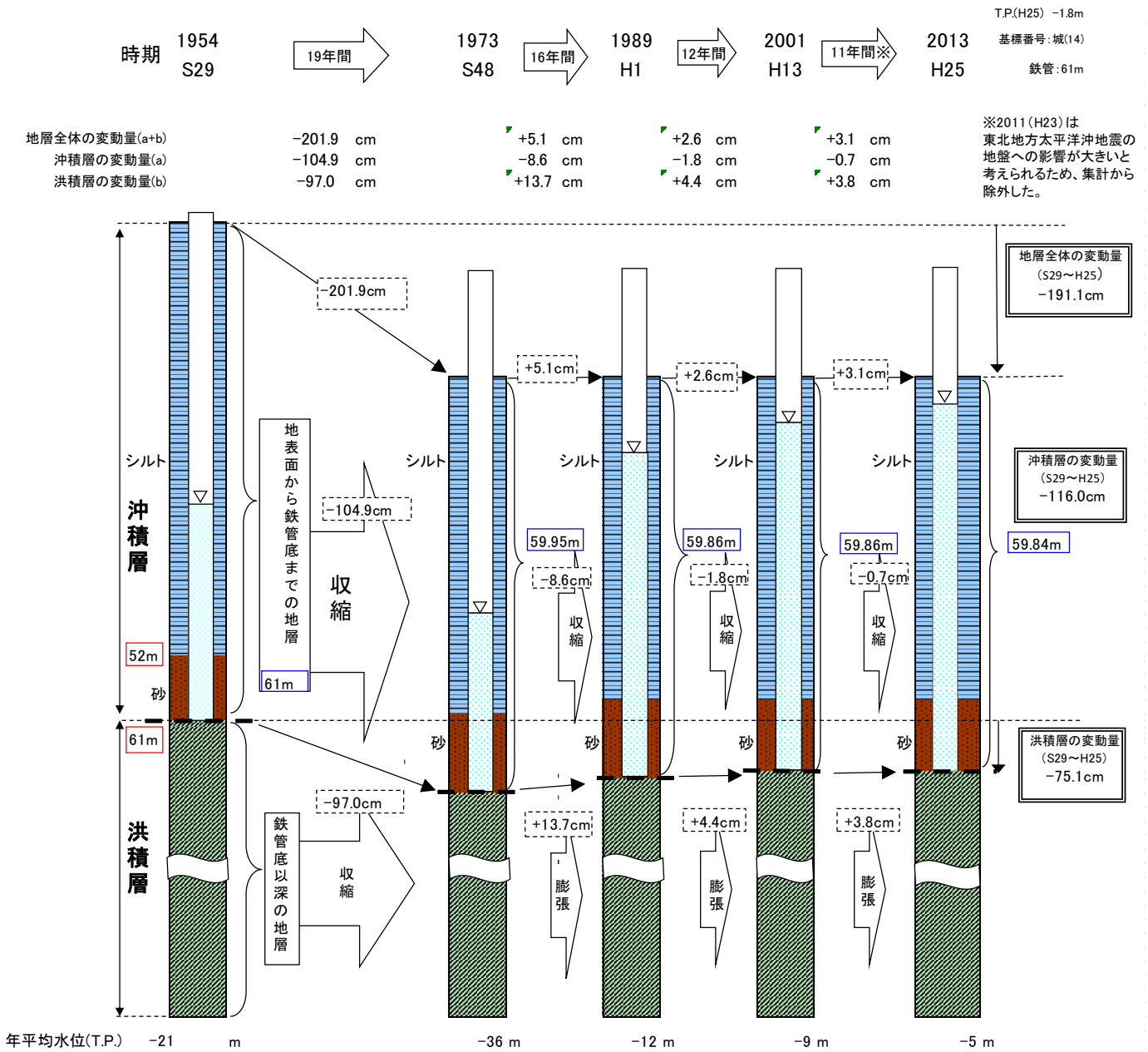
②　洪積層

昭和 29～48 年は、若干の例外はあるが、地下水位の増減に関係なく洪積層は収縮しており、この期間の収縮は 97 cm に達している。これに対し、それ以降は地下水位の上昇につれて洪積層はわずかに膨張している。

ただし、昭和 48 年～平成元年の 15 年間の膨張量（約 14 cm）に比べると、最近 11 年間の膨張量は約 4 cm であり、１年あたりの膨張量は約３分の１に減少している。

③　地層全体の地盤変動

昭和29年から昭和48年にかけては、沖積層、洪積層それぞれで収縮が進み、地層全体の地盤変動をみると約 202 cm の地盤沈下が生じたが、その後の傾向としては、沖積層の収縮と洪積層の膨張が合わさり、地表面での地盤沈下量は、概ねプラスマイナスゼロとなっている。



※1　沖積層の収縮は、主にシルト層の収縮で表現している。

※2　沖積層の下部境界と鉄管底の位置が概ね一致しているため、概念図ではともに61mとして作成している。

※3　地質の概況は以下のとおりである。

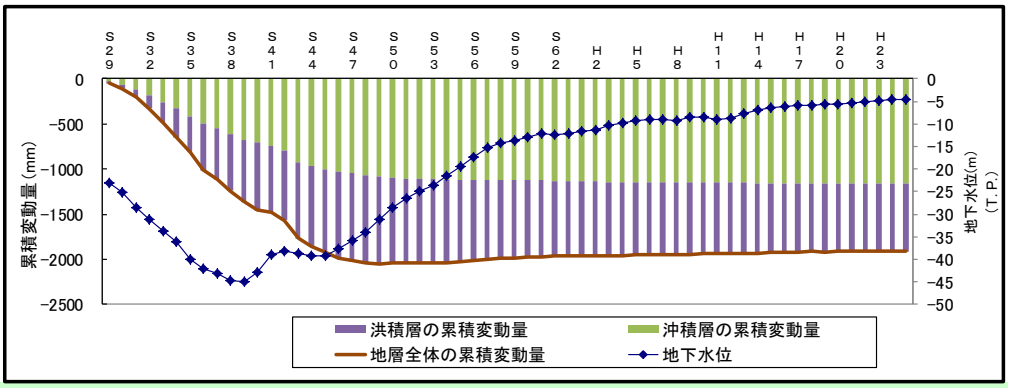
沖積層	0 m		～	52 m	シルト
	52 m		～	61 m	砂
洪積層	61 m以深				シルト、砂、砂礫の互層

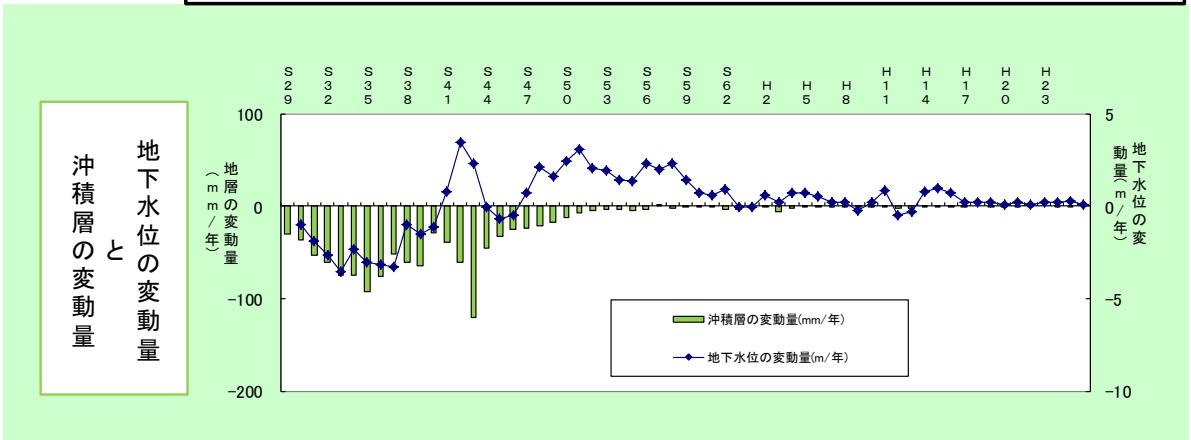
参考資料
1　東京都地質図集1(1963年)
2　地盤沈下調査報告書(1955～2014年)
(東京都土木技術支援・人材育成センター作成)

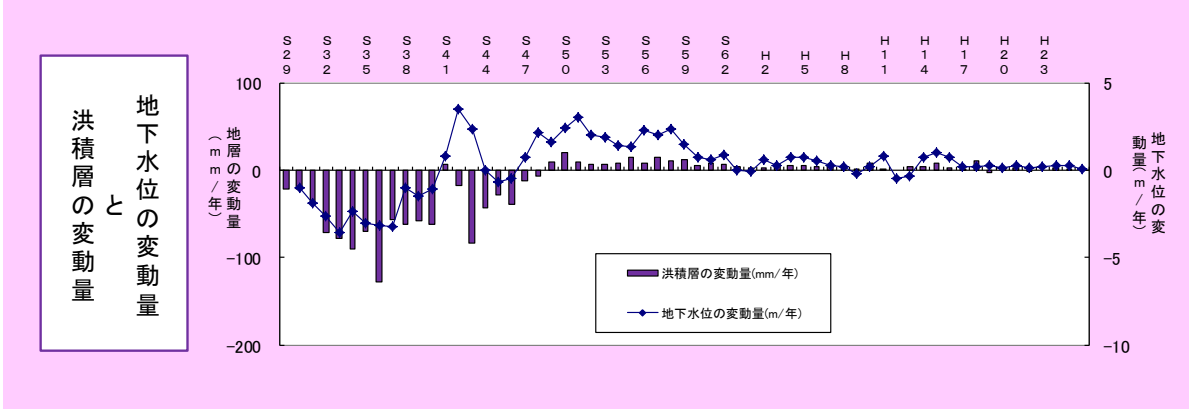
図 3-1-2　　観測井における地層変動の概念図（江東区亀戸第１）

江東区亀戸第１　　（ストレーナー深度　56-61 m、地盤高-1.8 m）

※H23は東北地方太平洋沖地震による地盤への影響が大きいと考えられるため、地層変動量の集計から除外している。







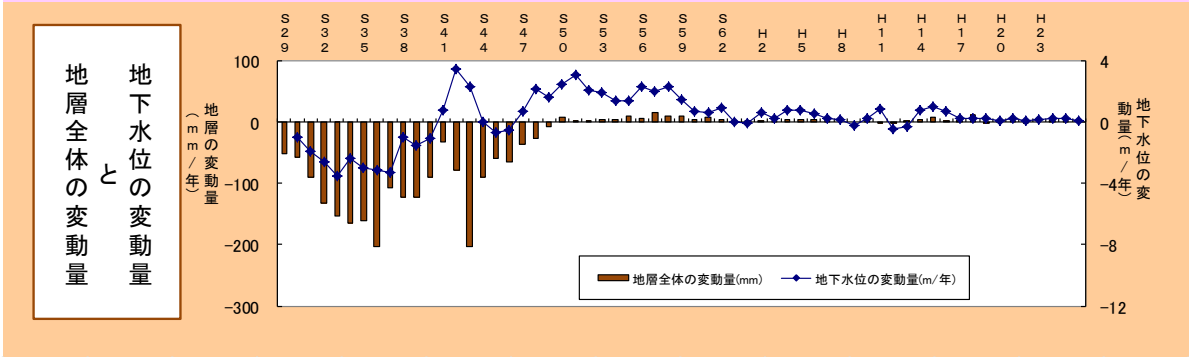


図 3-1-3　　地盤と地下水位の推移（江東区亀戸第１）

最近２５年間の推移

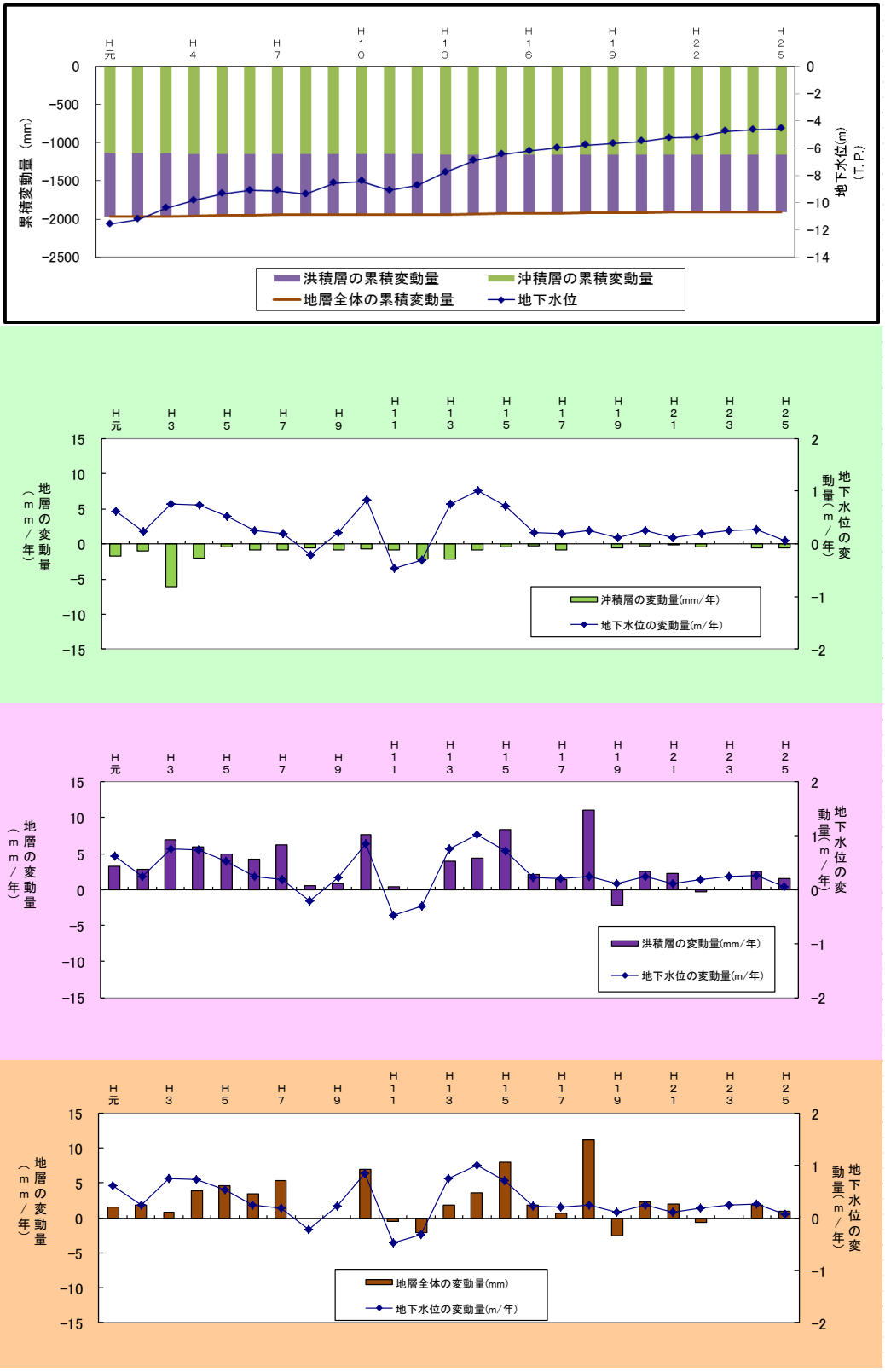


図 3-1-4　　最近２５年間の地盤と地下水位の推移（江東区亀戸第１）

（２）揚水量と地下水位

ア　区部低地部の揚水の特徴

①　揚水量の変遷

低地部の揚水量は各種規制の導入により、昭和 38 年頃をピークに、急速に減少した。江東、城北、周辺区の各地区別に見ると、いずれの地区も大きく減少したが、城北地区の揚水量が他に比べ大きかったことが分かる。

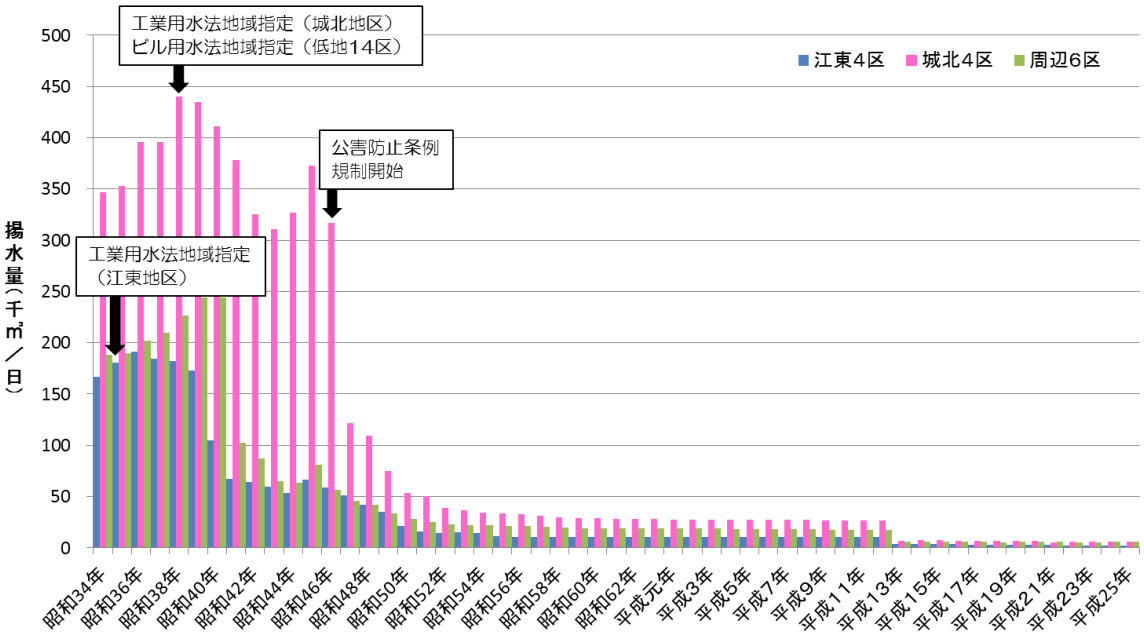
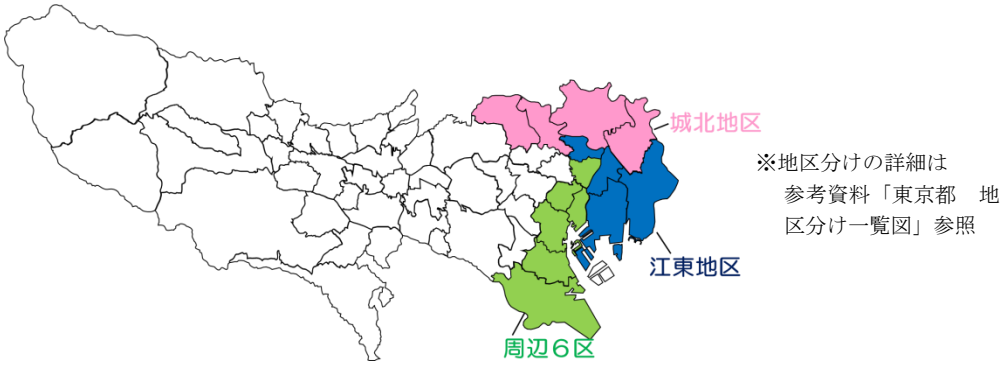
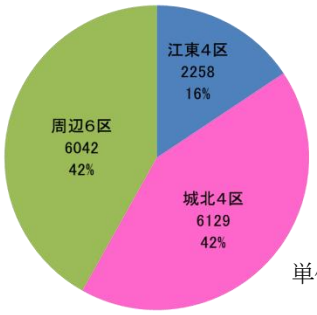


図 3-1-5　区部低地部における揚水量の推移（地区別）



なお、平成 25 年現在は下図のとおり、城北４区と周辺６区がそれぞれ約６千㎥／日、江東４区が２千㎥／日強となっている。



単位：㎥／日

図 3-1-6
区部低地部揚水量の地区別割合（平成 25 年）

② 揚水の傾向

ａ．用途別に見る揚水の特徴

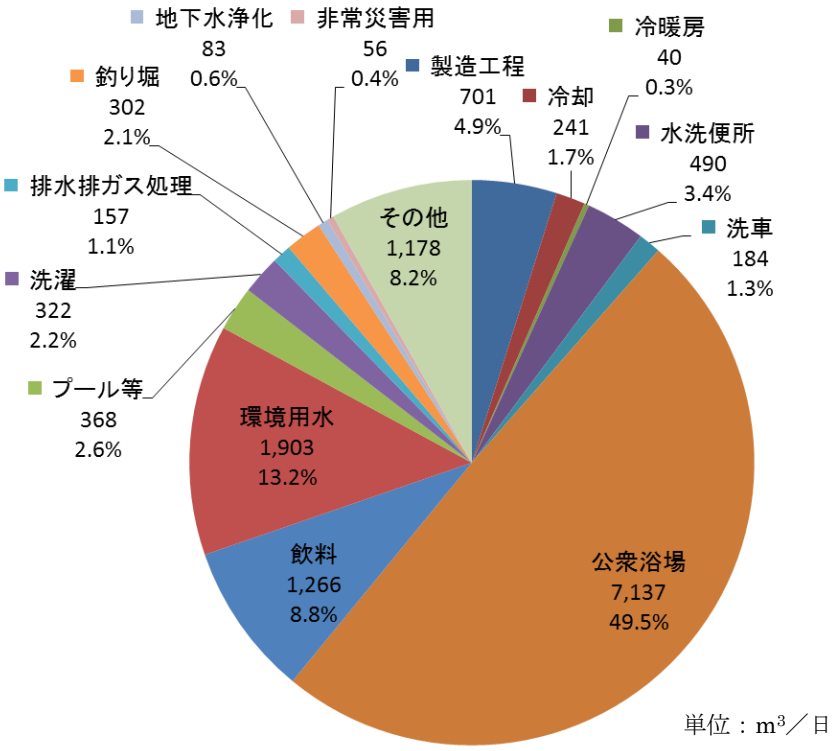


図 3-1-7　区部低地部における揚水量の用途別割合（平成 25 年）

業種に関わらず、利用用途別に揚水量を見ると、区部低地では公衆浴場用が約５割で最も多く、次いで環境用水となっている。

b．業種別に見る揚水の特徴

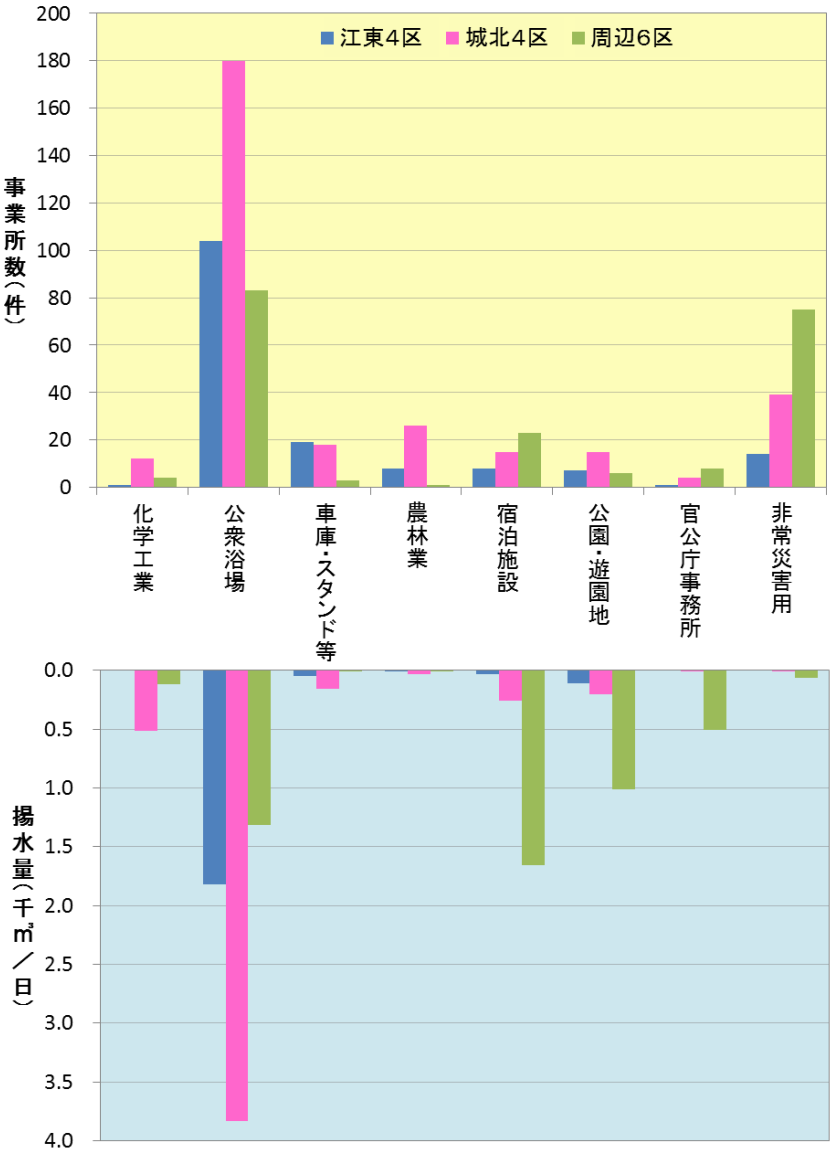


図 3-1-8　主な業種の事業所数と揚水量（地区別）

主な業種の事業所数や揚水量を見ると、低地部では公衆浴場での揚水が最も大きな割合を占めている。地区別に見ると、江東、城北地区では公衆浴場が顕著に多く、似た傾向を示すが、周辺６区では非常災害用の件数も多く、宿泊施設や公園、事務所での揚水量が他の地区に比べて多い。このことから、地区の産業構造の違いが揚水にも表れていることが分かる。

イ　揚水量と地下水位の関連性

江東地区にある３観測井の観測開始以降の地下水位と、江東、墨田、江戸川の３区の揚水量の推移を下図に示す。

① 亀戸第１観測井（江東区）

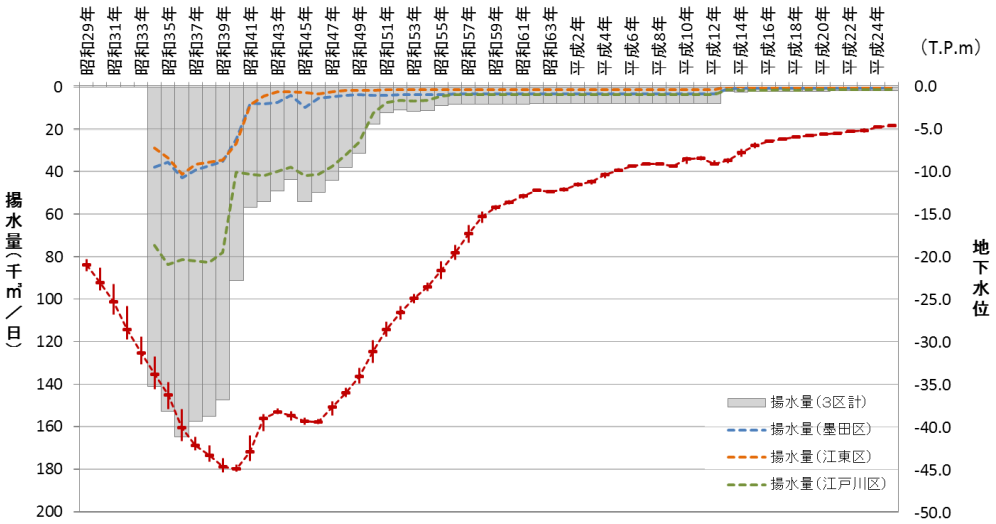


図 3-1-9　３区の揚水量と亀戸第１観測井（江東区）の地下水位の推移

② 南砂町第１観測井（江東区）

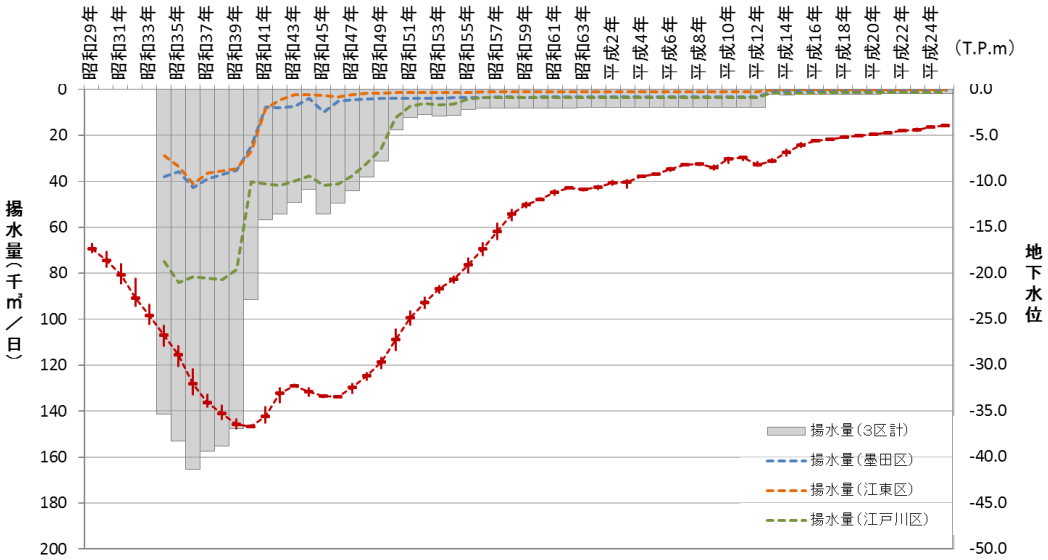


図 3-1-10　３区の揚水量と南砂町第１観測井（江東区）の地下水位の推移

③　吾嬬Ａ観測井（墨田区）

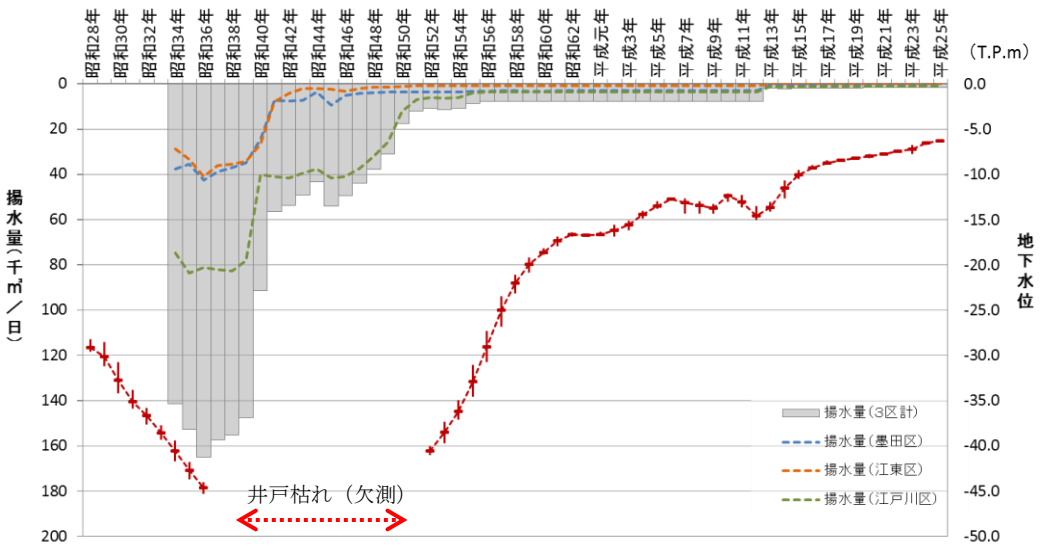


図 3-1-11　３区の揚水量と吾嬬Ａ観測井（墨田区）の地下水位の推移

３観測井とも、３区の合計揚水量が減少するのに伴って水位が回復してきたことが分かる。

2. 区部台地部の検証

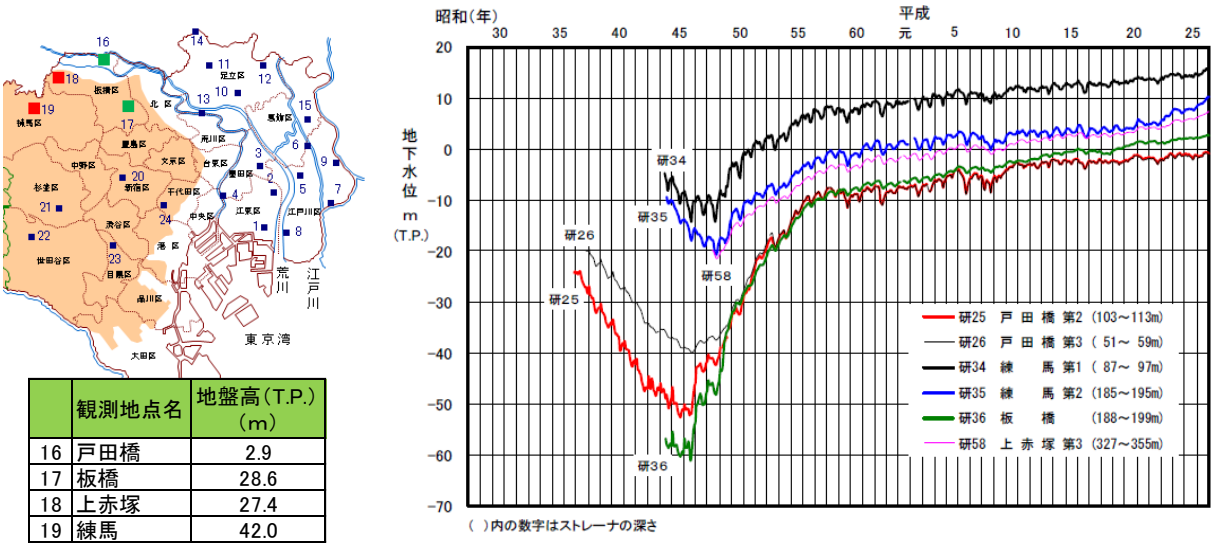
（1）地下水位と地盤の変動量

ア　地下水位

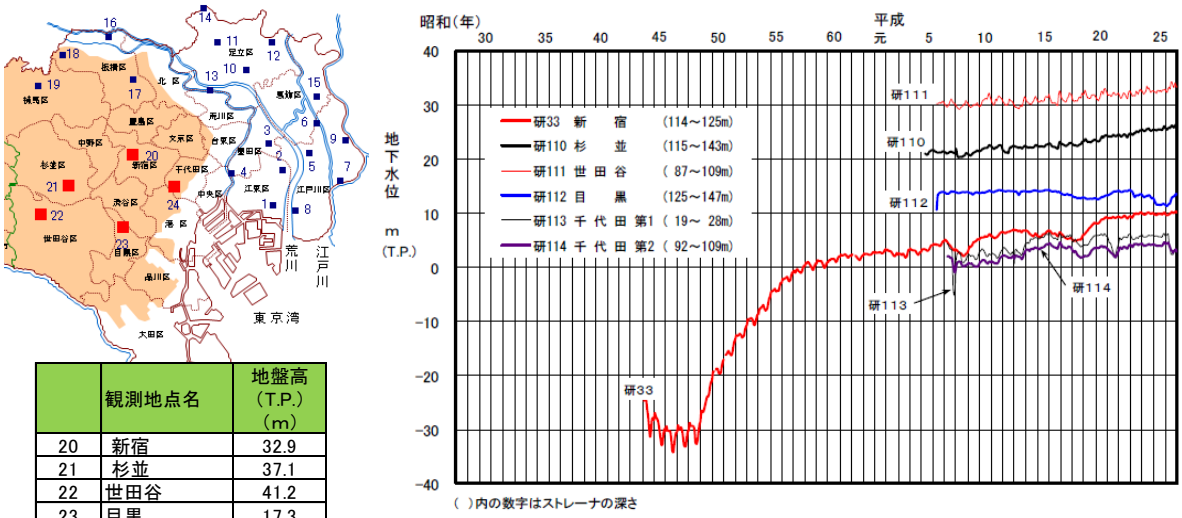
区部台地部の練馬、新宿区等にある主要観測井の地下水位の推移を示す（東京都土木技術支援・人材育成センター「地盤沈下調査報告書」より）。

この地域は、低地部に分類される板橋区（■）と比較すると、少し遅れて同様の波形で水位の低下現象が見られている。

ただし、観測体制の整備が遅かった多くの井戸は、元の値はもとより、地下水位の最低値が観測できていない。現在地下水位は右肩上がりであるため、自然状態の水位はさらに高いと考えられ、最近５年間においても水位は回復途上である傾向は変わらない。



	観測地点名	地盤高（T.P.）（m）
16	戸田橋	2.9
17	板橋	28.6
18	上赤塚	27.4
19	練馬	42.0



	観測地点名	地盤高（T.P.）（m）
20	新宿	32.9
21	杉並	37.1
22	世田谷	41.2
23	目黒	17.3
24	千代田	15.1

図 3-2-1　区部台地部の主要観測井の地下水位の推移

東京都土木技術支援・人材育成センター　平成 26 年地盤沈下調査報告書

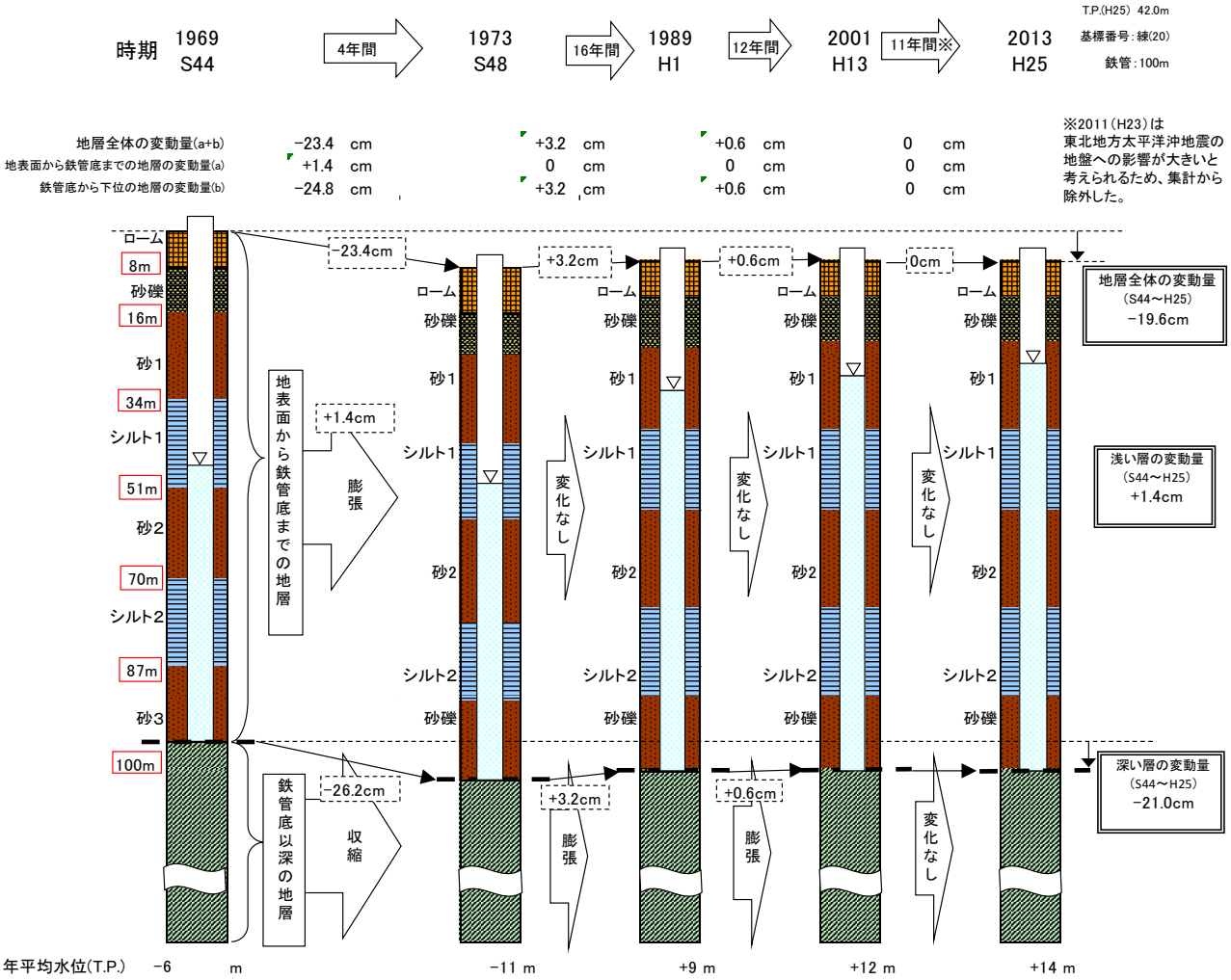
イ　地盤の変動

区部台地部の代表地点として練馬区練馬第１観測井における地盤変動の概念図を図 3-2-2 に、これまでの地盤と地下水位の推移を図 3-2-3、図 3-2-4 に示す。区部台地部では洪積層の状況を詳しく調べるため、地下水の汲み上げが多く行われてきた T.P.100 m以深の「深い層（鉄管底から下位の地層）」と T.P.100 mより上の「浅い層（地表面から鉄管底までの間の地層）」に分けて解析した。

まず、浅い層においては観測開始以来、地盤の変動はほとんど観測されていない。一方、深い層における地盤変動は、観測を開始した昭和 44 年から昭和 48 年の４年間で約 26 ㎝収縮した。その後地下水位の上昇と共に深い層の収縮は沈静化し、最近 11 年間では変動はほとんどない。

区部台地部では他に新宿区新宿観測井及び千代田区千代田第１観測井の２地点についても同様な解析を行っている（巻末データ集参照）。なお、揚水量の集計上、千代田区は区部低地部に分類しているが、本観測井は区内の台地部に位置しているため、ここでは区部台地部として解析を行っている。

区部台地部の全体的な傾向として、浅い層に比べ深い層の地盤変動量が大きく、深い層の地盤変動が地層全体の地盤変動に大きな影響を与えていることがわかる。また、最近では地盤収縮は沈静化しているが千代田観測井の様に、一部で収縮が継続している地点も見られる（巻末データ集参照）。



※1 鉄管底の位置が100mであるため、その上部と下部の変動を概念図として作成している。

※2 地質の概況は以下のとおりである。

洪積層	0 m		～	8 m	ローム
	8 m		～	16 m	砂礫
	16 m			42 m	砂1
	42 m			51 m	シルト1
	51 m			70 m	砂2
	70 m			87 m	シルト2
	87 m			100 m	砂3
	100 m以深			シルト、砂、砂礫の互層	

参考資料
1 練馬観測所設置に伴う地質調査（昭和44年2月）
2 地盤沈下調査報告書（1955～2014年）
（東京都土木技術支援・人材育成センター作成）

図 3-2-2　観測井における地層変動の概念図（練馬区練馬第１）

練馬第１　　（ストレーナー深度 87-97 m、地盤高42.0 m）

※H23は東北地方太平洋沖地震による地盤への影響が大きいと考えられるため、地層変動量の集計から除外している。

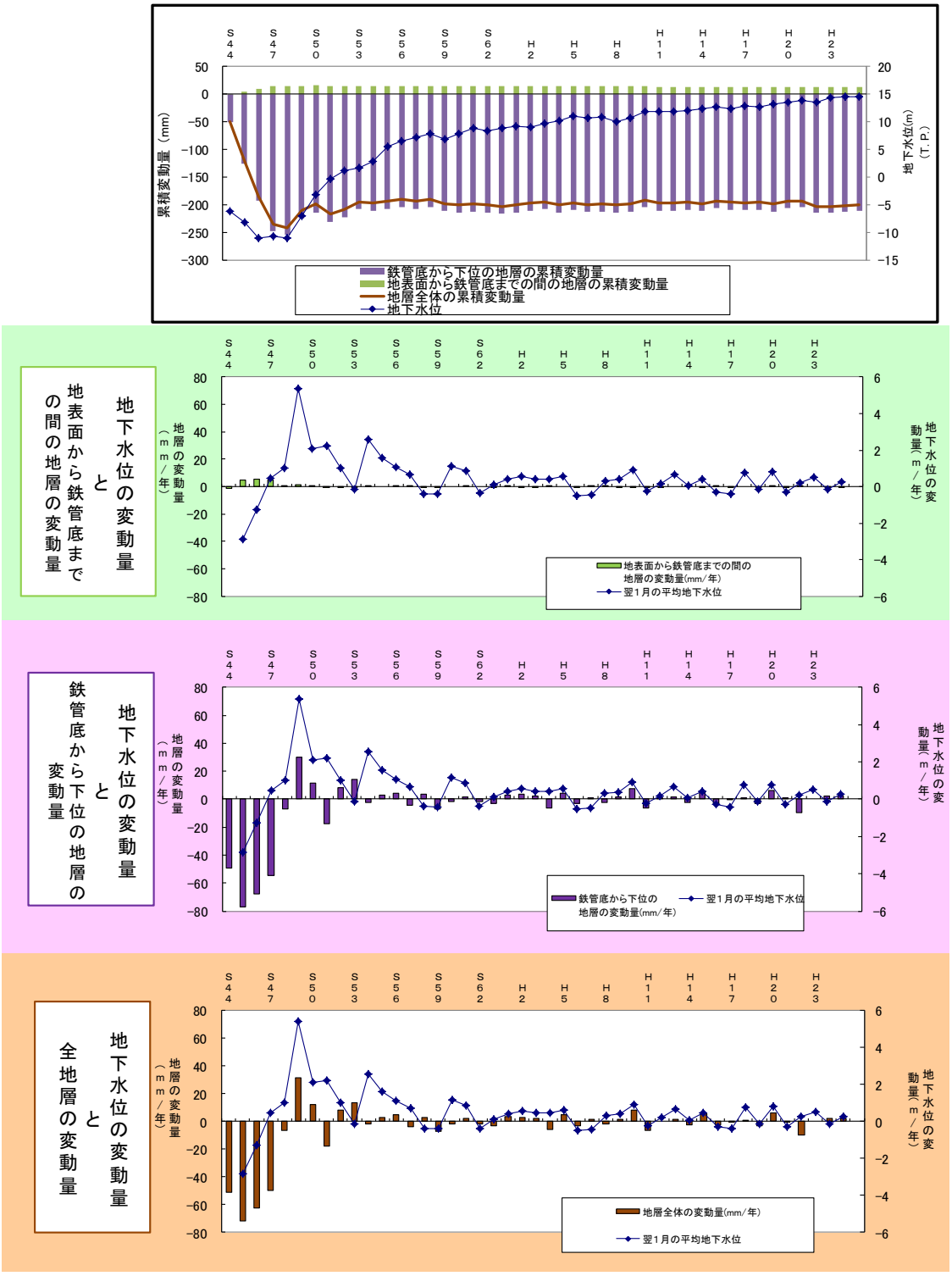


図 3-2-3　　地盤と地下水位の推移（練馬区練馬第１）

最近２５年間の推移

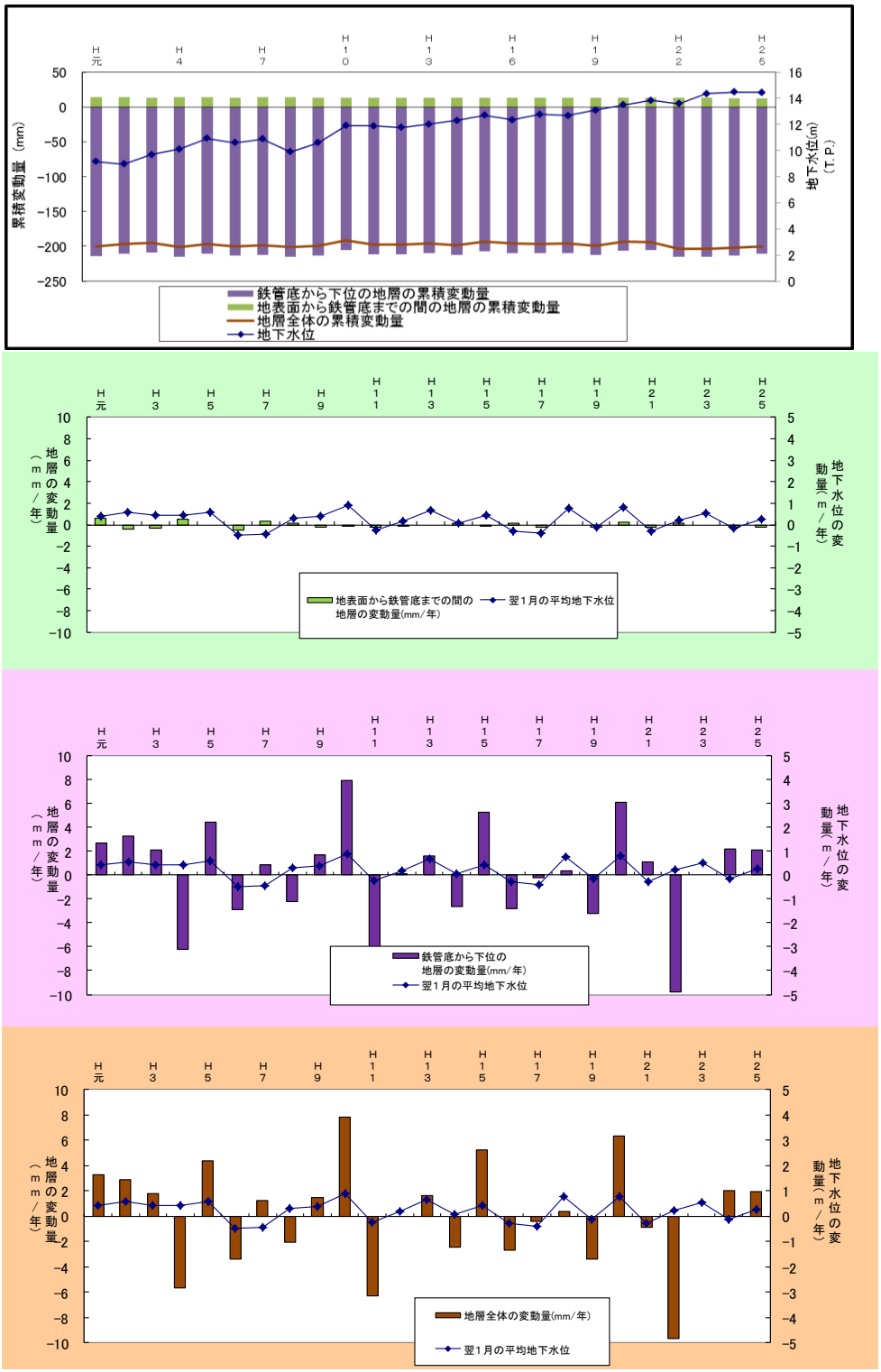


図 3-2-4　　最近２５年間の地盤と地下水位の推移（練馬区練馬第１）

（２）揚水量と地下水位

ア　区部台地部の揚水の特徴

①　揚水量の変遷

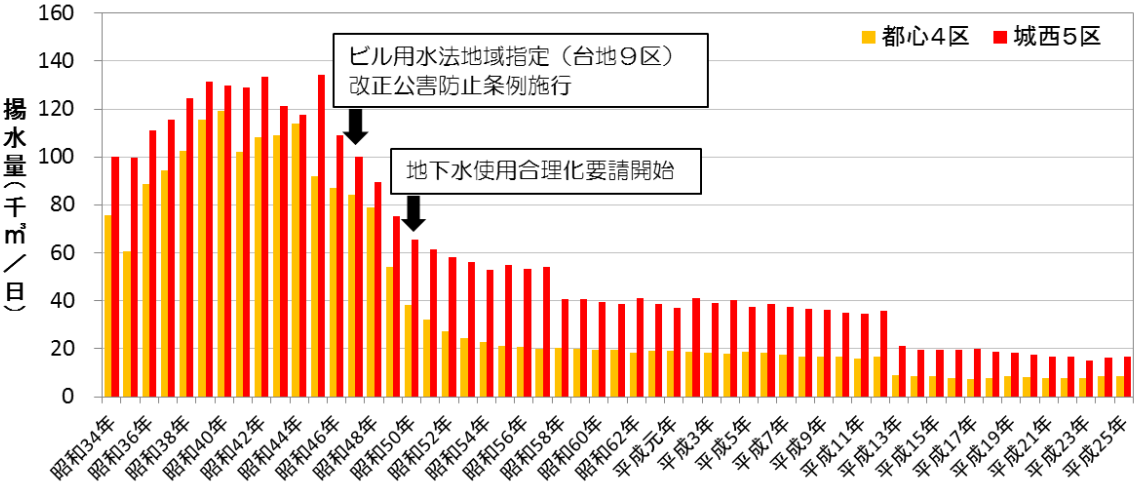
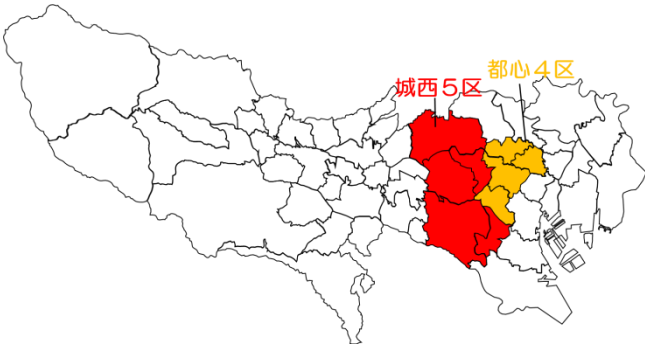


図 3-2-5　区部台地部における揚水量の推移（地区別）

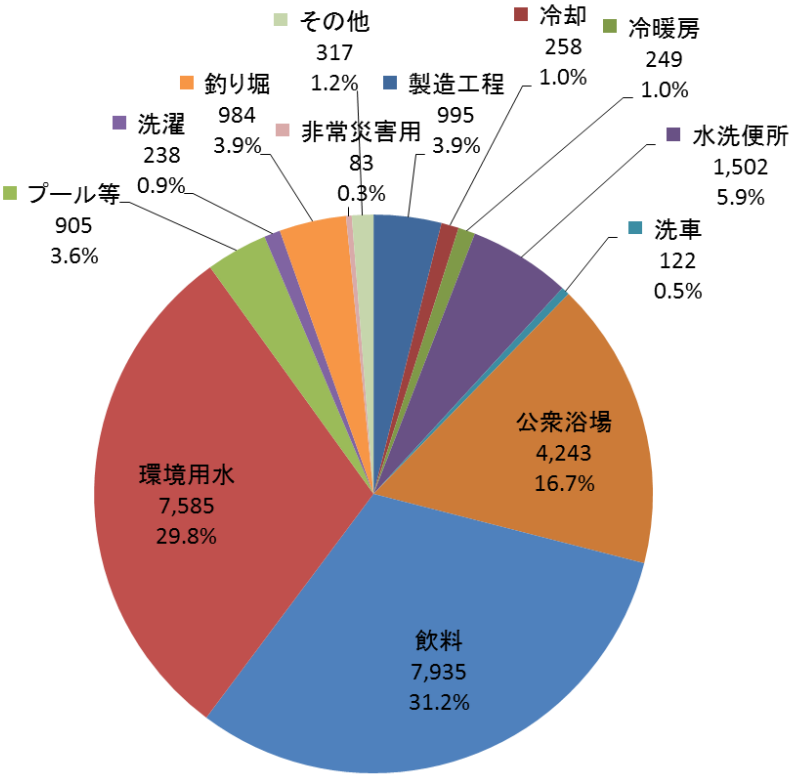


※地区分けの詳細は
参考資料「東京都　地区分け一覧図」参照

区部台地部の揚水量は、昭和 40 年代前半をピークとして、ビル用水法地域指定や公害防止条例の構造基準施行、地下水使用合理化要請により、急激に減少していった。

② 揚水の傾向

ａ．用途別に見る揚水量



※数字の単位は m^3／日

図 3-2-6　区部台地部における揚水量の用途別割合（平成 25 年）

区部台地では、水道水源井があることから、飲料用の揚水が約３割を占める。また、公園の池等の環境用水も同様に約３割と大きな割合を占めることが区部台地部の特徴と言える。

ｂ．業種別に見る揚水の特徴

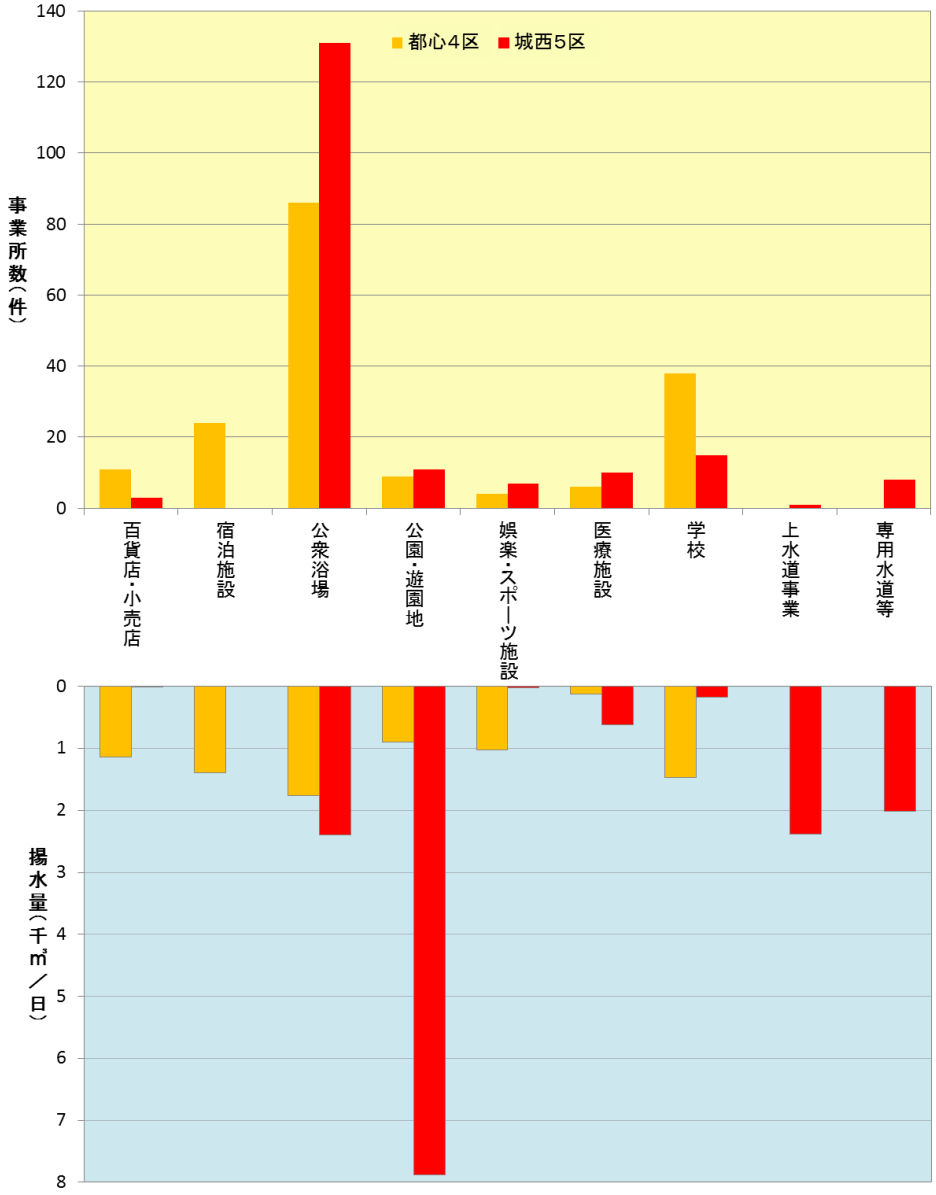


図 3-2-7　主な業種の事業所数と揚水量（地区別）

主な業種の事業所数と揚水量を見ると、都心４区と城西５区で揚水の特性が異なる。百貨店や宿泊施設といった業種は、都心４区では比較的揚水量が多いが、城西５区ではほとんど見られない。逆に、城西地区に特有の傾向として、公園・遊園地での揚水量が約半分を占めること、また都心には見られない、上水道事業や専用水道などの水道水源としての利用が多いことが挙げられる。低地部同様、台地部でも産業構造の違いが揚水に表れていると言える。

イ　揚水量と地下水位の関連性

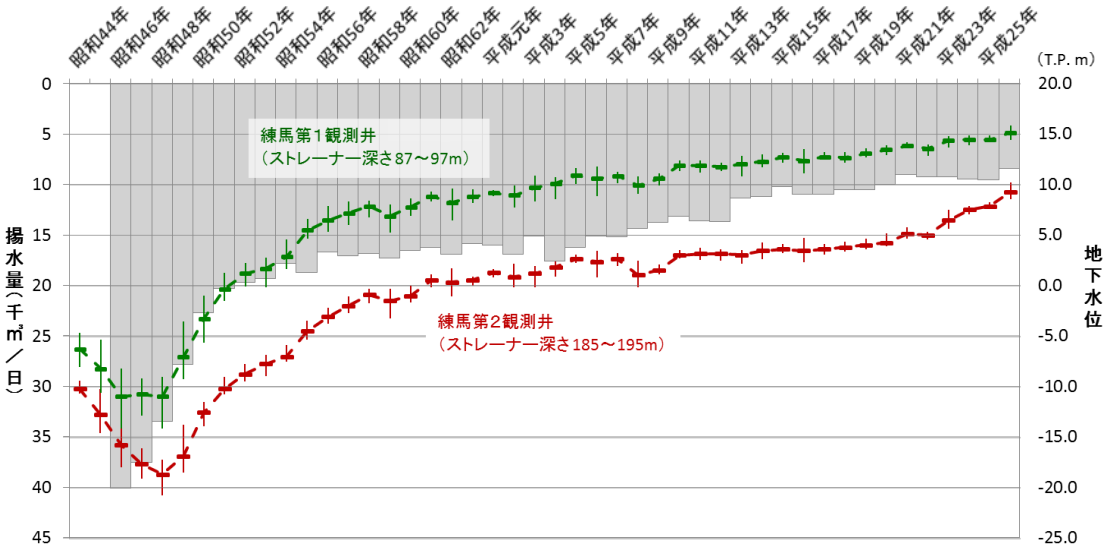


図 3-2-8　練馬区の揚水量と練馬観測井の地下水位

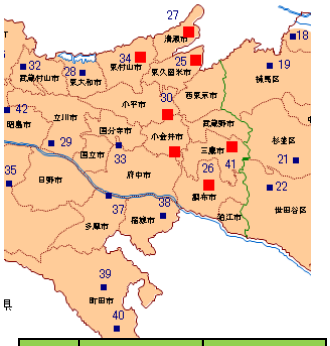
区部台地部の代表地点として、練馬区の揚水量と練馬観測井の地下水位の経年変化を図 3-2-8 に示す。練馬区の揚水量の減少とともに、練馬観測井の地下水位も回復してきている様子が分かる。また、平成 22 年以降、練馬第 1 観測井に比べ第 2 観測井の水位の回復が顕著である傾向がみられる。これらの傾向を踏まえ、それに影響を与えている揚水についての解析を第 3 章 4．（2）「複数の観測井の地下水位変動と揚水量の解析」（88 ページ）でさらに行っている。

3．多摩台地部の検証

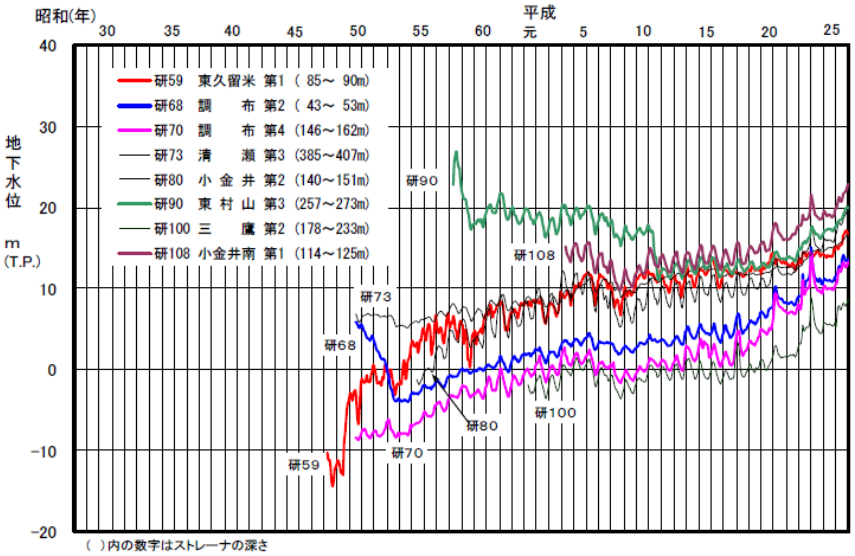
（1）地下水位と地盤の変動量

ア　地下水位

図 3-3-1 に多摩台地部の主要観測井の地下水位の水位を示す。多摩地域の地盤沈下は、認識された時期が遅く、観測開始年が区部よりも遅い。季節による地下水位の変動が大きいことが特徴である。全体的には上昇傾向であり、最近５年間でもその傾向は変わらないが、一部には横ばいあるいは低下を示す観測井も見られる。



	観測地点名	地盤高(T.P.)(m)
25	東久留米	39.8
26	調　　布	33.9
27	清　　瀬	44.2
30	小 金 井	71.3
31	小金井南	46.8
41	三　　鷹	55.5



	観測地点名	地盤高(T.P.)(m)
28	調　　布	33.9
29	立　　川	75.0
32	武蔵村山	124.5
33	府　　中	69.0
36	瑞　　穂	142.3
42	昭　　島	119.3

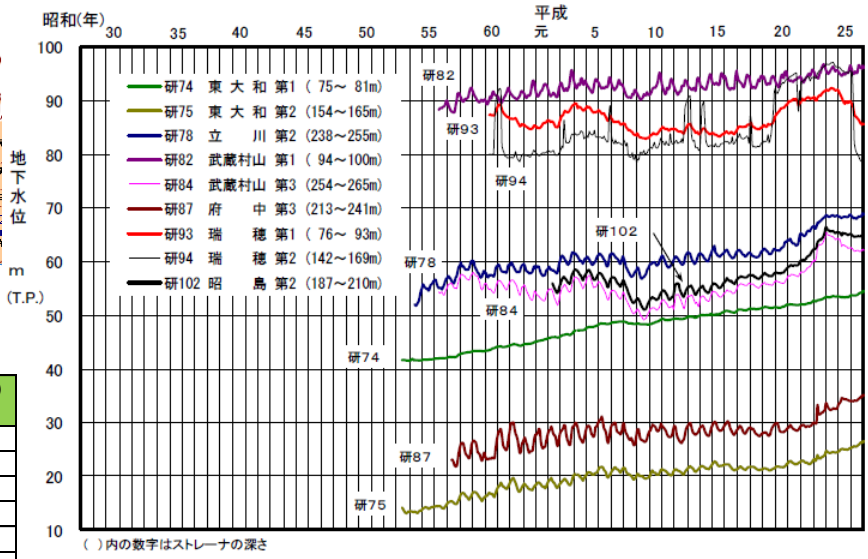


図 3-3-1　多摩台地部の主要観測井の地下水位の推移

東京都土木技術支援・人材育成センター「平成 26 年地盤沈下調査報告書」

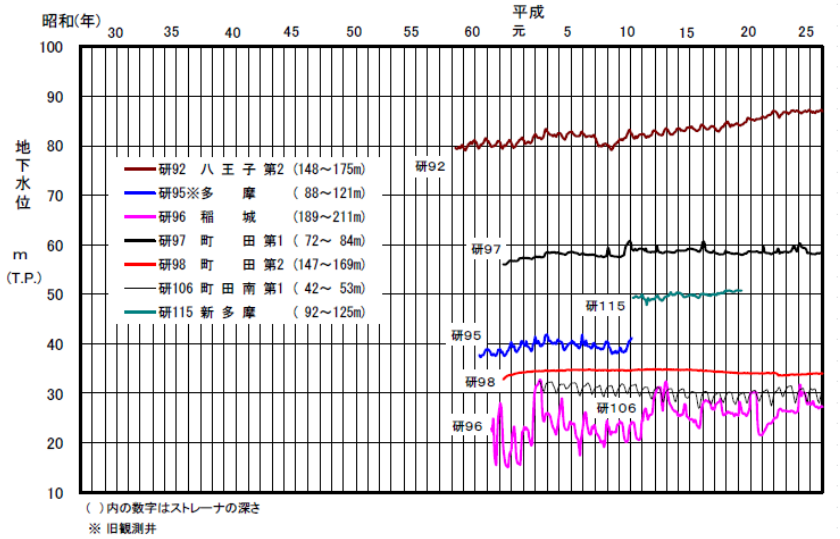
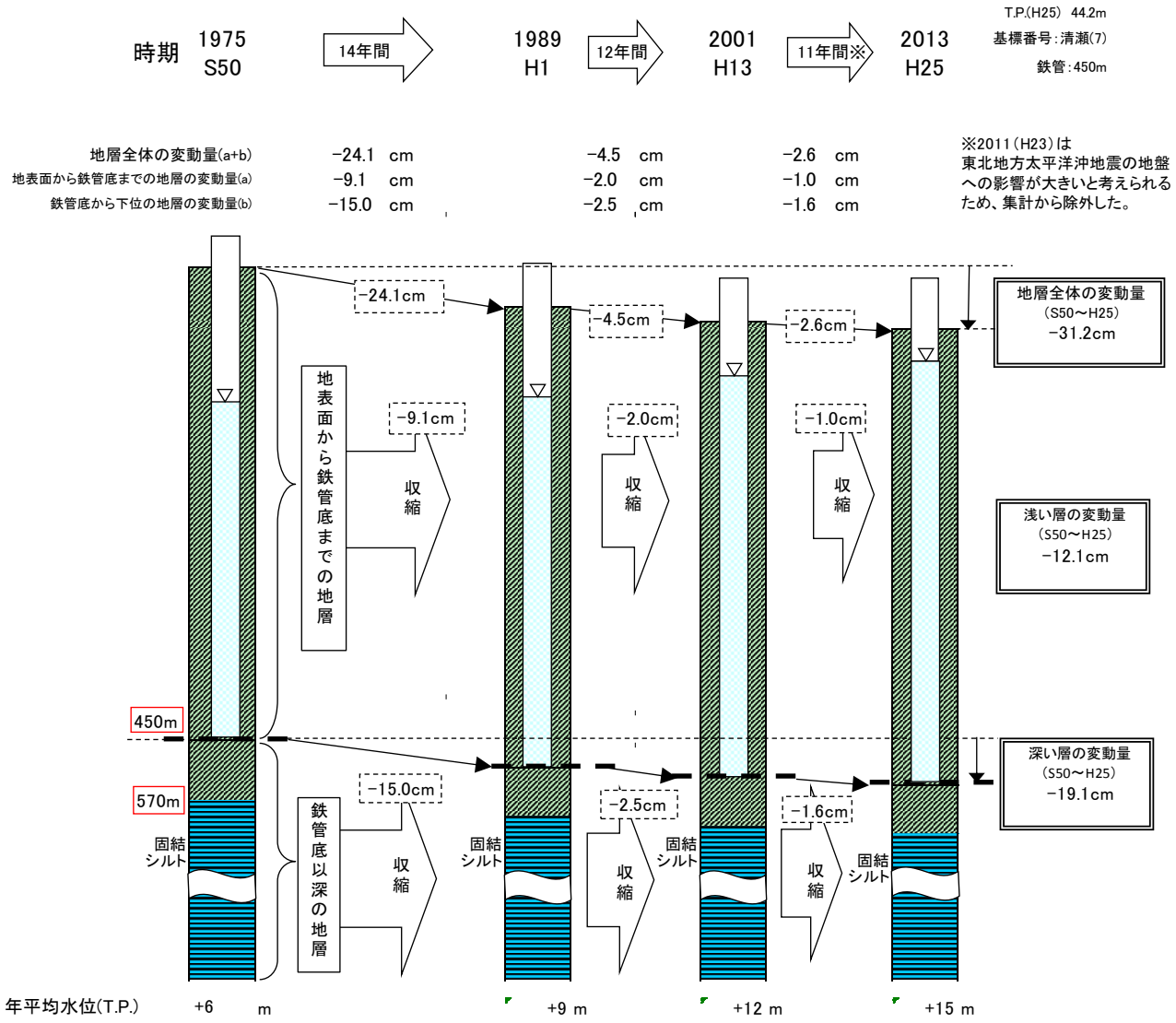


図 3-3-1 多摩台地部の主要観測井の地下水位の推移（続き）

東京都土木技術支援・人材育成センター「平成 26 年地盤沈下調査報告書」

イ　地盤の変動

多摩台地部の地盤の変動は場所によって傾向が異なり、局所で収縮が続く地点が存在する。ここでは、地盤変動量についての傾向をみるため、これまでの地盤変動量が比較的大きい清瀬市の観測井の概念図及び地盤と地下水位の推移を作成し、傾向を解析した（図 3-3-2、図 3-3-3、図 3-3-4）。この図をみると、昭和 50 年から平成元年にかけて、大きな収縮（24 cm）が見られており、地表面から鉄管底までの収縮量に比べ、鉄管底以深の層の収縮量が大きかった。なお、平成元年以降については、地下水位は上昇傾向にある一方、地層全体の変動量は収縮と膨張を繰り返しながら、全体としては収縮の傾向が継続し、最近の 11 年間で見ても約 3 cm の収縮が見られている。清瀬の観測井については 81 ページで揚水量と地下水位の関連を解析している。



※1 諸データを基に、固結シルトを570mとして作成している。

※2 地質の概況は以下のとおりである。

洪積層	570 mまで	シルト、砂、砂礫の互層
	570 m以深	固結シルト

参考資料
1 東京都土木技術研究所年報（1974年）
2 地盤沈下調査報告書（1955～2014年）
（東京都土木技術支援・人材育成センター作成）

図 3-3-2　観測井における地層変動の概念図（清瀬市清瀬第３）

清瀬市清瀬第３　　（ストレーナー深度 385-407 m、地盤高 44.2 m）

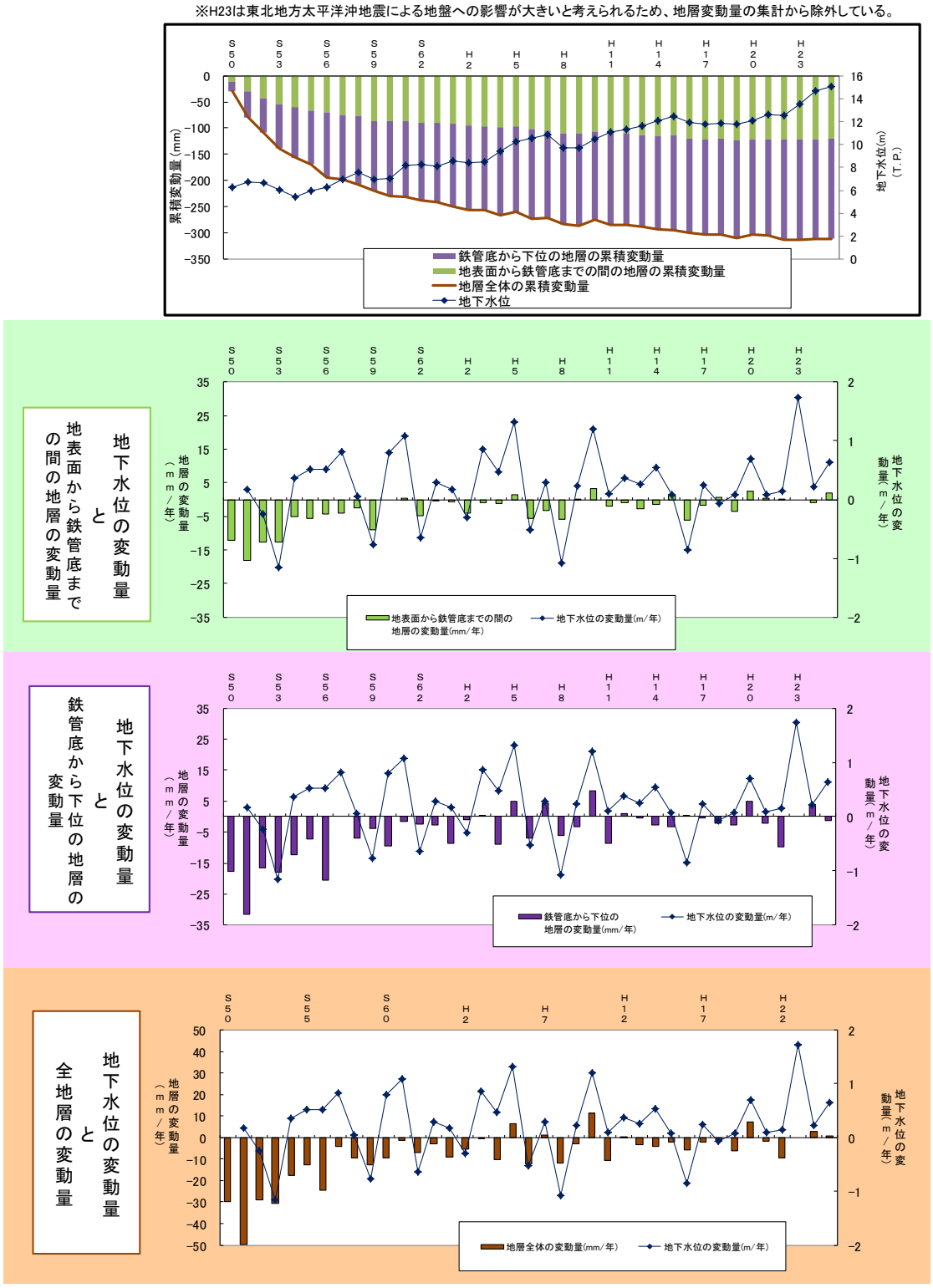


図 3-3-3　　地盤と地下水位の推移（清瀬市清瀬第３）

最近２５年間の推移

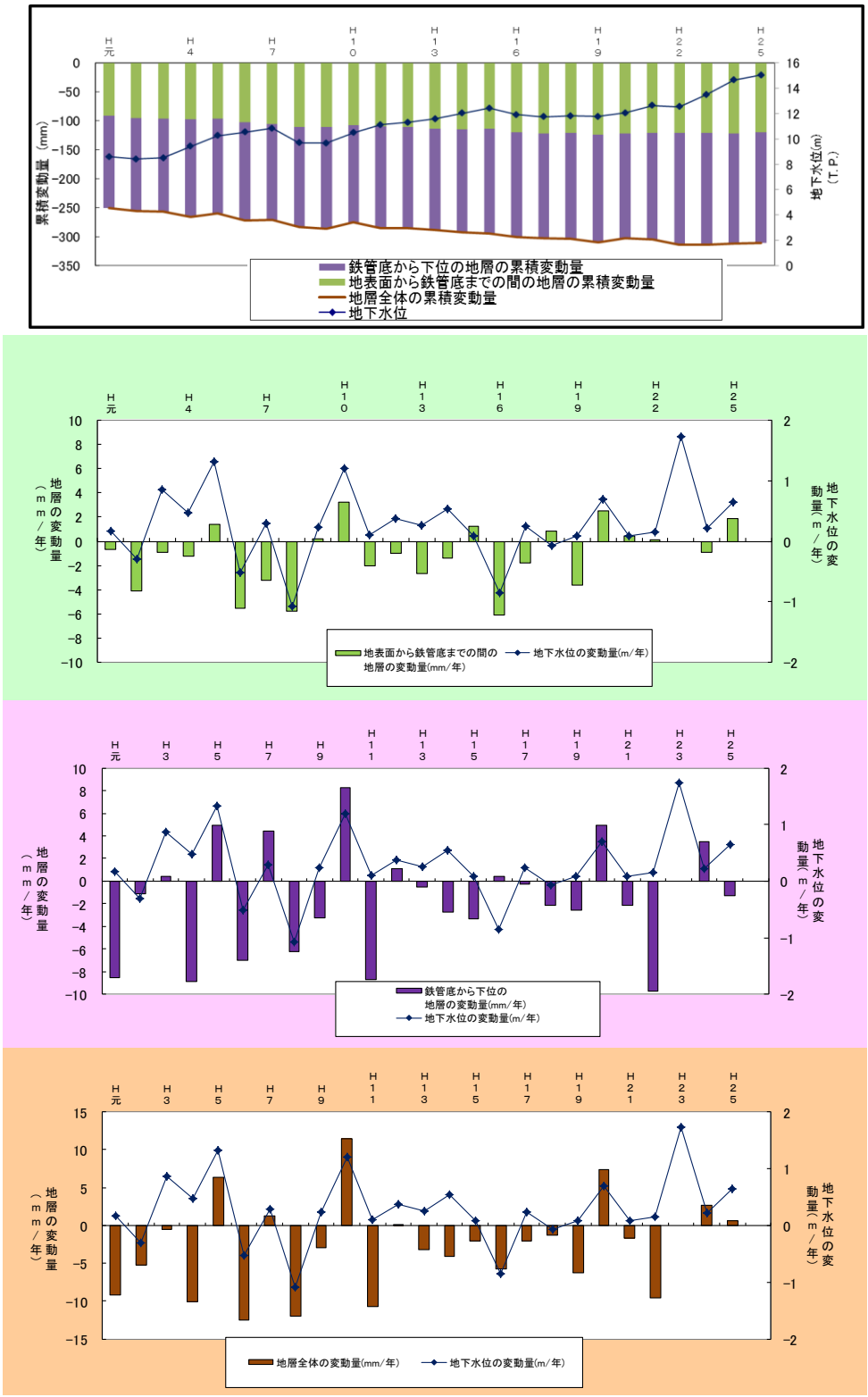


図 3-3-4　　最近２５年間の地盤と地下水位の推移（清瀬市清瀬第３）

（２）揚水量と地下水位

ア　多摩地域の揚水の特徴

①　揚水量の変遷

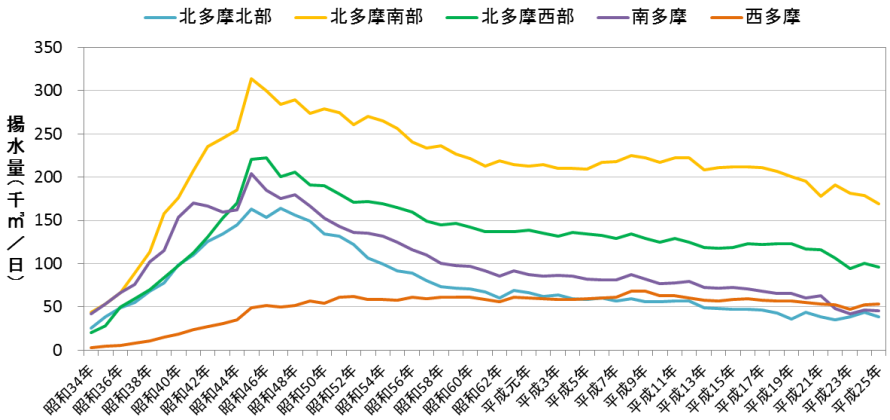


図 3-3-5　多摩地域の揚水量の推移（地区別）

※地区分けの詳細は
参考資料「東京都　地区分け一覧図」参照

図 3-3-5 を見ると、区部に接している北多摩南部から順次、南部、西部へと地下水開発が進んでいったことが分かる。揚水量は昭和 45 年にピークを迎え、その後はなだらかに減少傾向にある。

② 揚水の傾向

ａ．用途別に見る揚水の特徴

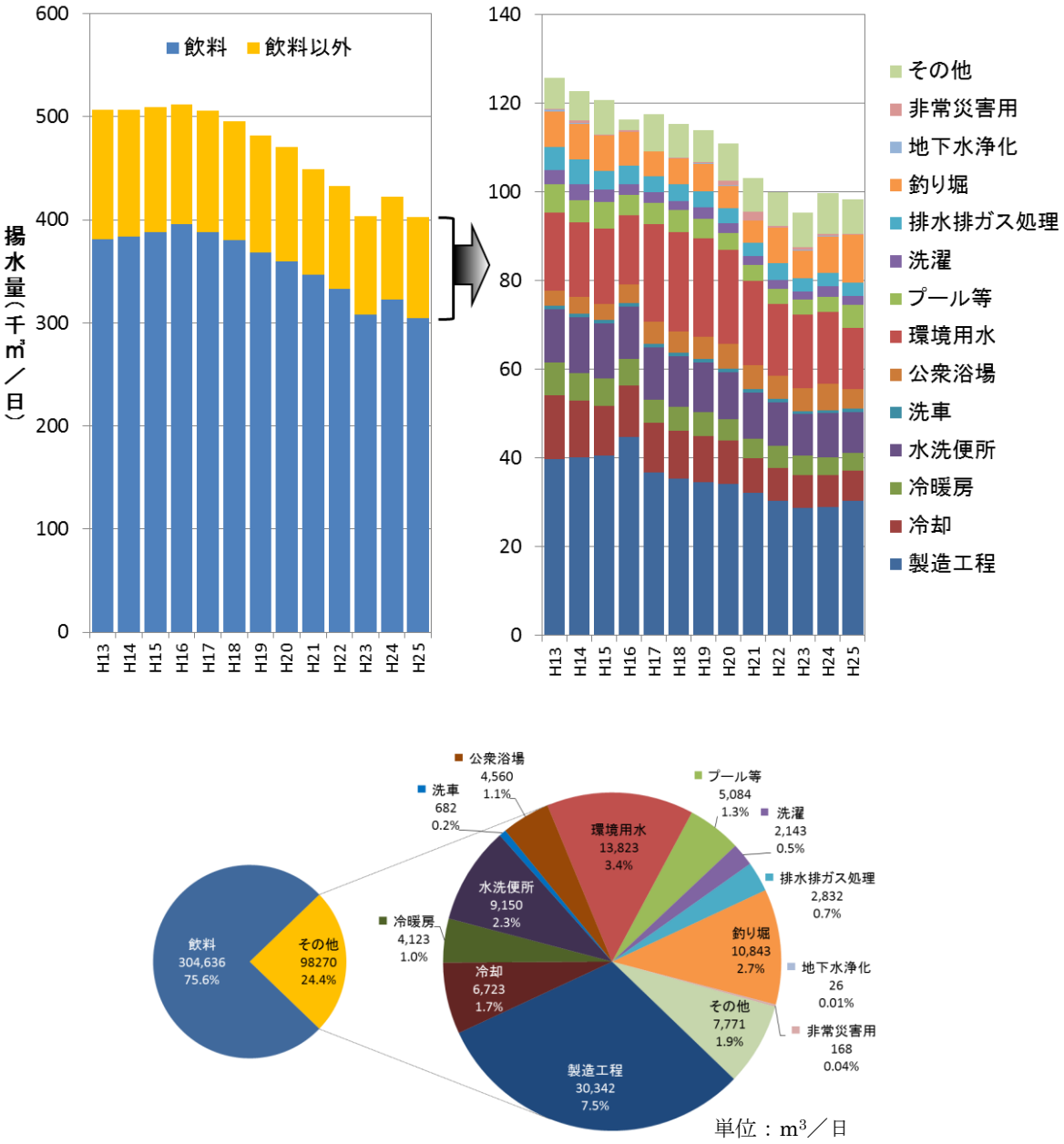


図 3-3-6　多摩地域における用途別揚水量の推移と割合（平成 25 年）

多摩地域では水道事業用の揚水量が大半を占め、また食料品製造業での揚水量も多いことから、飲料用の揚水が約４分の３を占める。近年、この割合にはあまり変化が無いものの、揚水量の減少は著しく、飲料用だけで平成 13 年から日量８万 m³ 近く減少している。

飲料用以外には製造工程や冷却といった、工業用の揚水量に減少傾向が見られる。また、区部台地と同様、環境用水としての揚水も 1 万 4 千 m³ と比較的多くなっている。

ｂ．業種別に見る揚水の特徴

図 3-3-7 の左図に示すとおり、多摩地域での上水道事業用揚水が都内全揚水量の３分の２を占める。さらに右図から、北多摩南部における上水道事業用揚水が多摩の全揚水量の３割を占めていることが分かる。

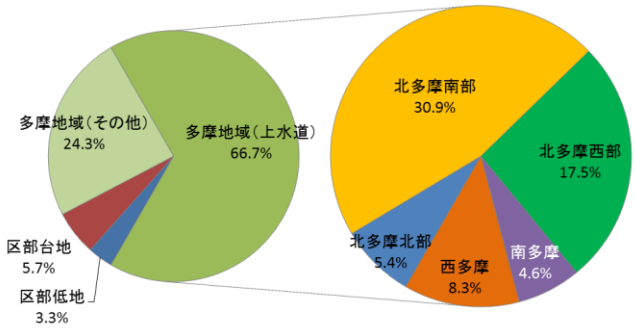


図 3-3-7　多摩地域の上水道用揚水が都内揚水に占める割合

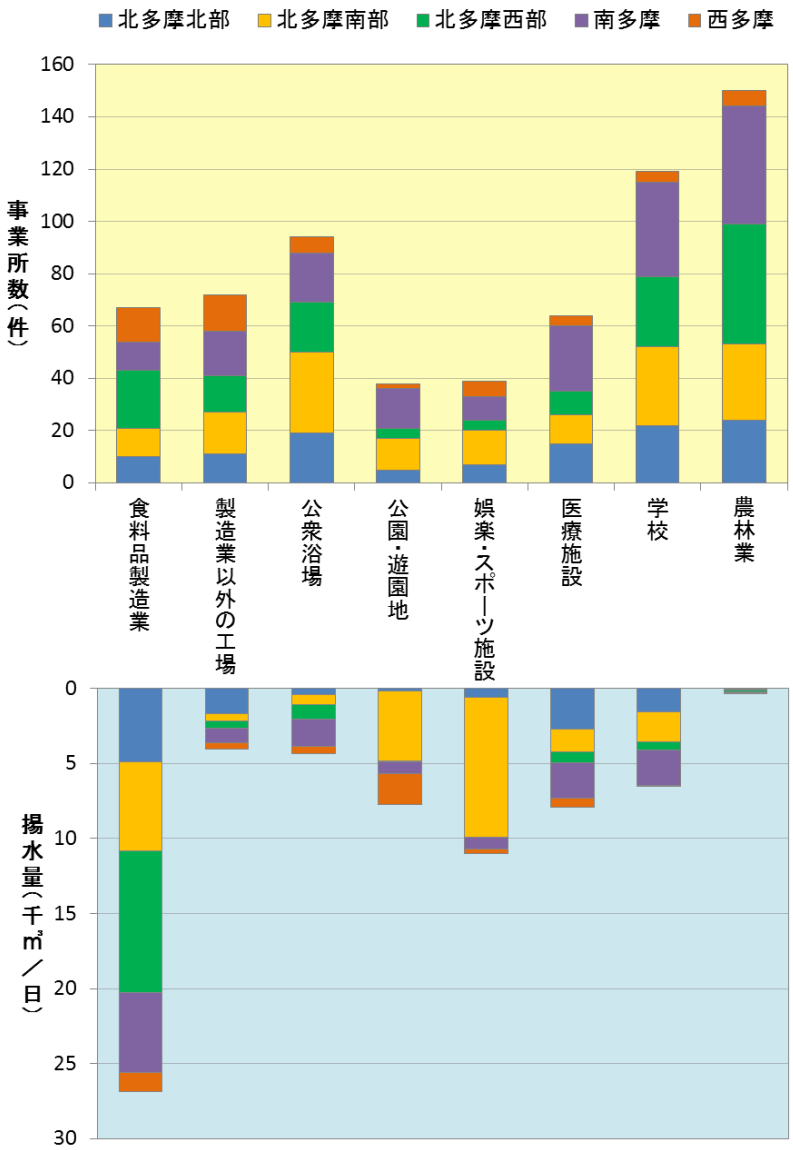


図 3-3-8　主な業種（上水道事業以外）の事業所数及び揚水量（平成 25 年）

上水道以外の主な業種の事業所数を見ると、区部と異なり、農林業の占める割合が最も大きい。しかし下図の揚水量を見ると、農林業の割合は非常に小さい。これは農林業では小規模利用の井戸が多いためである。これに対し、食料品製造業や、娯楽・スポーツ施設では、事業所数に比して揚水量が多いことから、一件あたりの揚水量が多い事業所が多摩地域には存在することが分かる。

イ　揚水量と地下水位の関連性

①　三鷹観測井の地下水位

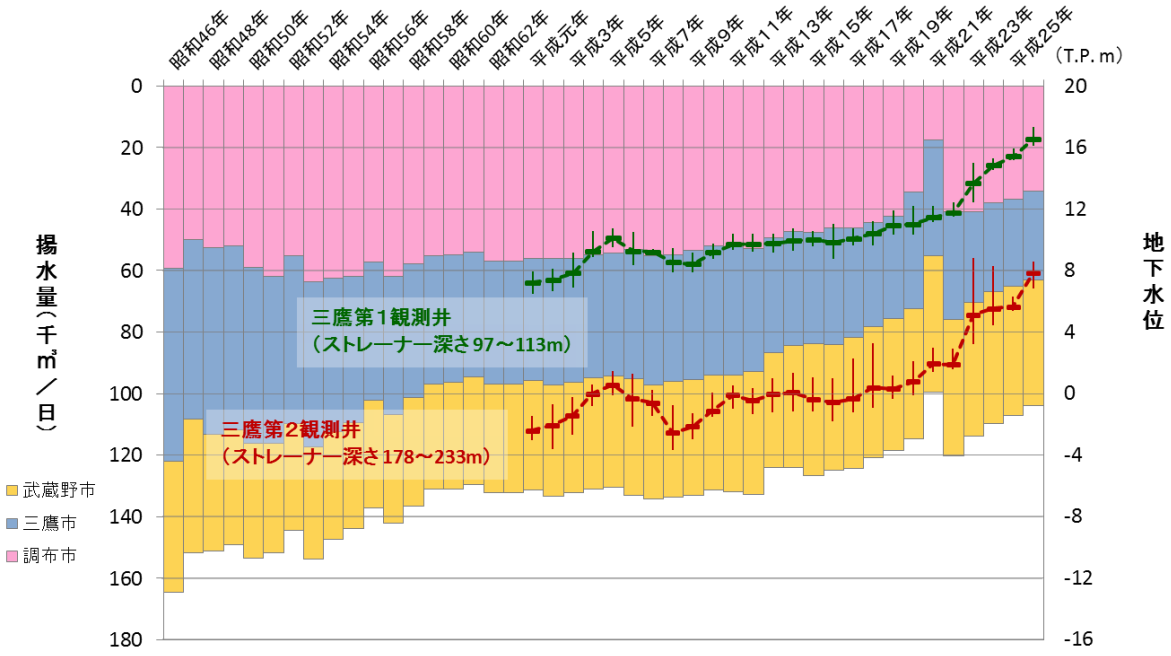


図 3-3-9　調布、三鷹、武蔵野各市の揚水量と三鷹観測井の地下水位

（観測井付近の地盤高：T.P. 55.5m）

三鷹の観測井周辺では上水道水源を始めとして多くの地下水が揚水されている。揚水量の多い調布、三鷹、武蔵野の 3 市の揚水量と地下水位の推移を図 3-3-9 に示す。

昭和 46 年以降、武蔵野市の揚水量には大きい変化はないが、調布市と三鷹市の合計は約半分に減少している。特に平成 22 年以降、三鷹市の揚水量が大きく減少したことに伴い、地下水位が急速に回復していることが分かる。

② 清瀬観測井の地下水位

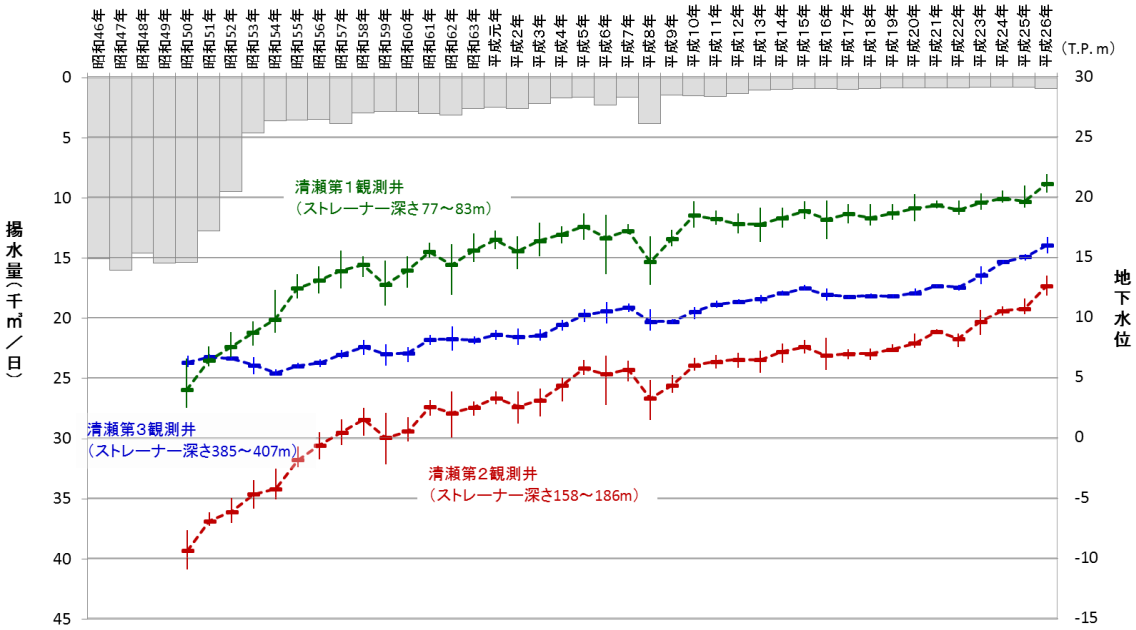


図 3-3-10　清瀬市の揚水量と清瀬観測井の地下水位

（観測井付近の地盤高：T.P. 44.2m）

清瀬市では現在も地盤の収縮が継続しているため、揚水量と地下水位の状況を概観すると、地下水位の観測を始めた昭和 50 年頃と比べると、揚水量は激減している。それに伴い地下水位も回復傾向にある（図 3-3-10）。

季節的な変動を見るため、月別の揚水量と地下水位の関係も見てみる（図 3-3-11）。

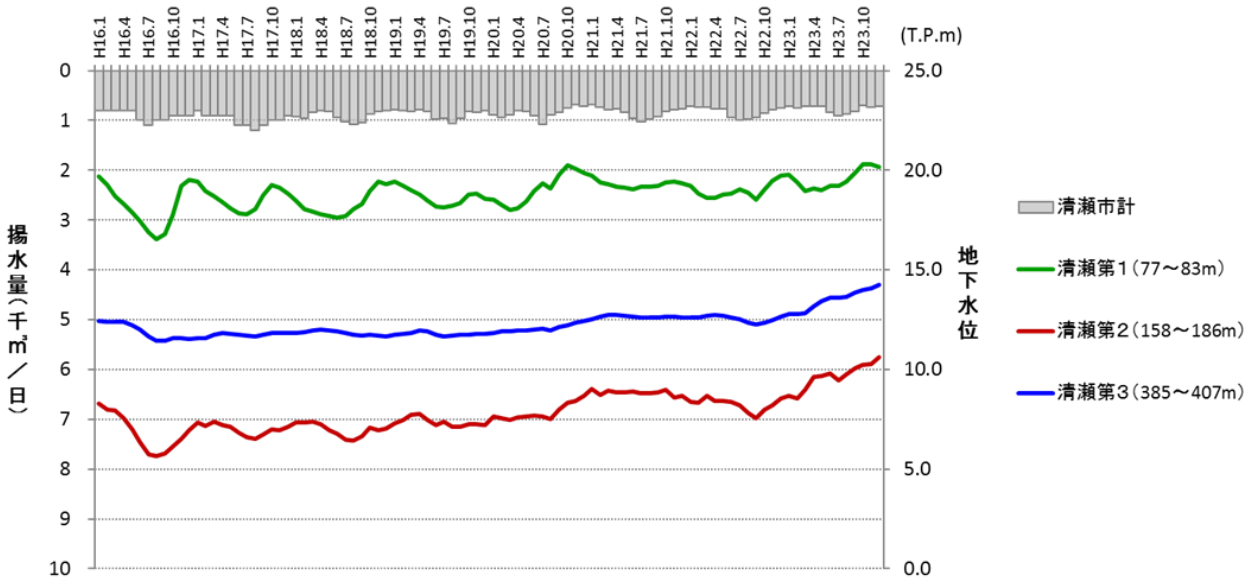


図 3-3-11　清瀬市の揚水量と観測井（清瀬）の地下水位（H16～H23 月別）

清瀬市では夏に環境用水としての需要が多く、揚水量は夏多く冬少ない傾向にある。しかし、清瀬第１観測井と第２観測井の水位変動を見ると、冬に揚水量が減少しきる前に地下水位が下がり始める傾向が見られる。この時間差の原因を調べるため、隣接する埼玉県所沢市の揚水量及び地下水位との比較を行った（図 3-3-12）。

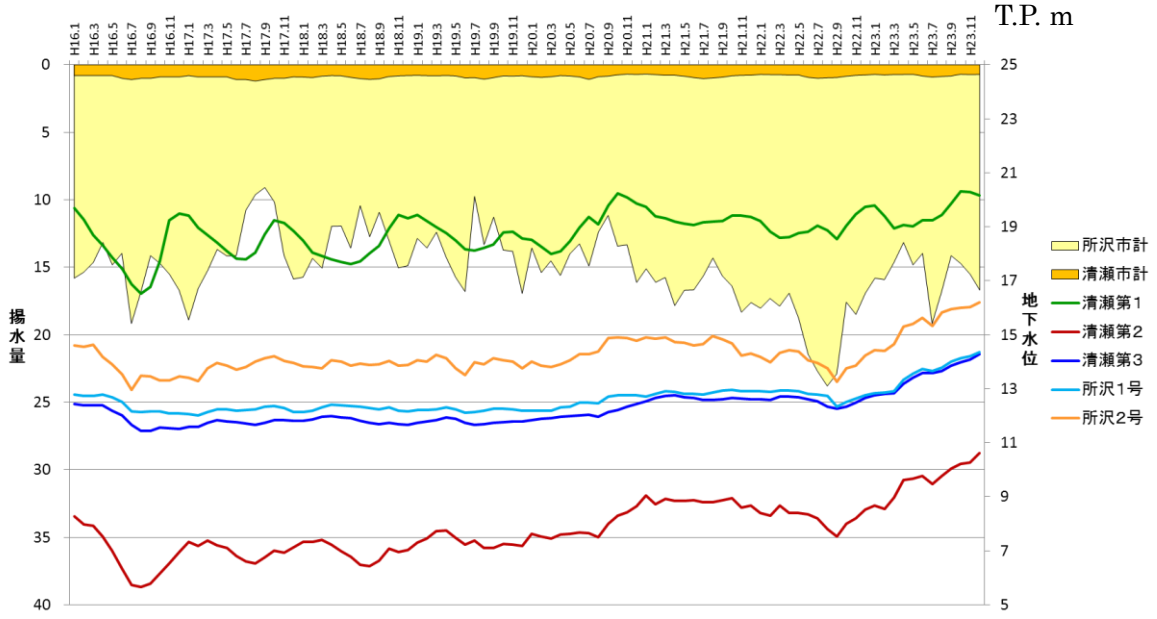


図 3-3-12　所沢市及び清瀬市の揚水量と観測井（清瀬）の地下水位

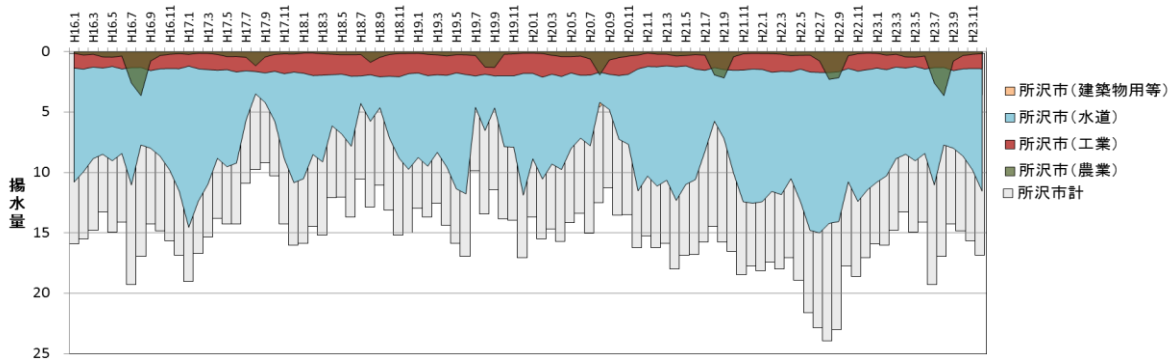


図 3-3-13　所沢市の用途別揚水量

（参考）観測井の諸元

観測井名称	地盤高又は管頭高さ（m, T.P）	ストレーナーの深さ（m）
清瀬第１	44.2	77～83
清瀬第２	44.2	158～186
清瀬第３	44.2	385～407
所沢１号	75.08	357～380
所沢２号	75.04	201～223

まず揚水量を比較すると、所沢市の全揚水量は清瀬市の全揚水量の約 20 倍ほどになる。所沢市の用途別揚水量を図 3-3-13 に示す。用途によって季節変動パターンが異なっており、水道用は夏に少なく、冬に多い。反対に、建築物用や農業用は夏に多く、冬に少ない傾向にある。水道用の占める割合が多いため、全揚水量で見ると、基本的には夏に少なく冬に多いパターンを示す。これは清瀬市の揚水パターンと逆である。

次に地下水位を見ると、平成 21 年頃以降において清瀬第 2 と所沢 2 号及び清瀬第 3 と所沢 1 号の地下水位が同様な変動をしていることが読み取れる。

さらにこれらの地下水位変動は、所沢市の揚水量が急増したときに水位が急低下しており、特に平成 22 年 9 月頃はその傾向が顕著である。このことから、清瀬市の地下水位は周辺の揚水の影響を受けて変動している可能性が考えられる。

地下水位変動はその地点の揚水量だけでなく、周辺地域の揚水の影響を受けて変動することもあり、東京都内だけでなく、周辺自治体を含めた広域での実態把握を進める必要性があることを示す事例と言える。

③　瑞穂観測井の地下水位

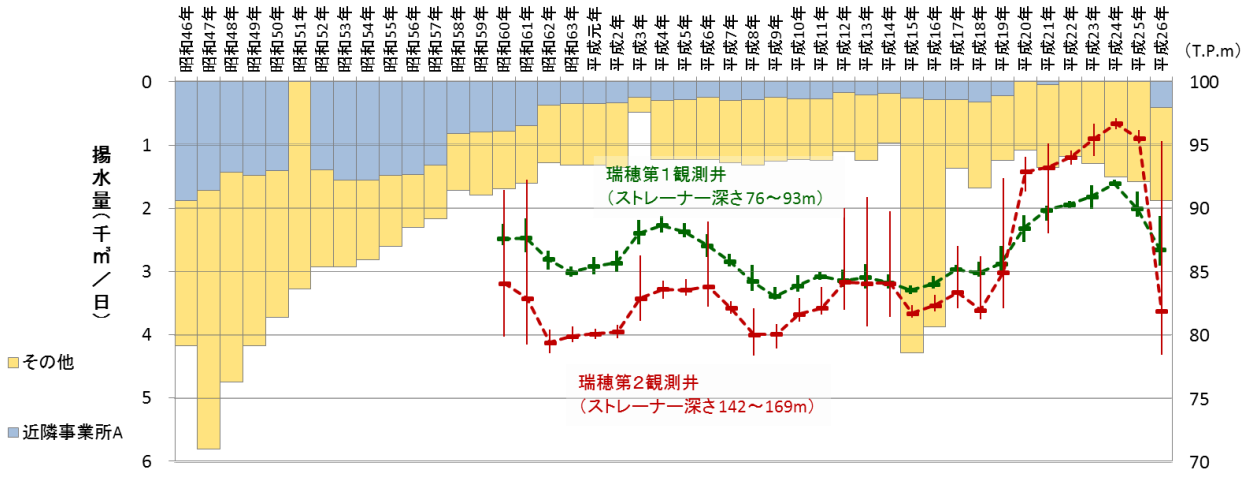


図 3-3-14　瑞穂町の揚水量と瑞穂観測井の地下水位

（観測井付近の地盤高：T.P. 142.3m）

瑞穂町の観測井では、平成 20 年頃から急に地下水位が上昇し、平成 26 年頃にまた元のレベルに戻るという特徴的な観測結果が得られていることから、地下水位と揚水量との関連を考察した。

平成 20 年から平成 25 年までの間、瑞穂町全体での揚水量は大きく変化していないため詳しく調査したところ、観測井から距離にして 1 km と離れていない大規模揚水事業所において、この期間に揚水がほぼ停止していたことが明らかとなった。これにより、瑞穂観測井の水位は当事業所の揚水に対して高い感度を示しているものと考えられる。

大量に揚水が行われている場所の周囲では想定よりも地下水位が低い可能

性が考えられ、厳密な意味での地下水位監視のためには、大量揚水地点においても静水位を把握する必要性があることを示す事例と言える。

４．地域ごとの検証を踏まえた新たな解析

第３章の各地域の検証では、過去から蓄積されてきたデータに、平成 21 年以降のデータを加えて解析を行った。ここでは、東京の地下環境の状況を新たな視点で検証するために、土質や帯水層の広がりに着目し、さらなる解析を行った。

（１）間隙比からみる都内の地盤沈下ポテンシャルの検討

第１章の「地盤沈下のメカニズム」（10 ページ参照）の通り、地盤沈下は、難透水層中の土粒子のすきま（間隙）の水分が帯水層へ強制的に絞り出されることにより、難透水層自体が収縮すること（圧密）で発生する。つまり、間隙を多く持った難透水層が厚く存在すると、地下水位低下に伴う地盤沈下のポテンシャルが高いと言うことができる。

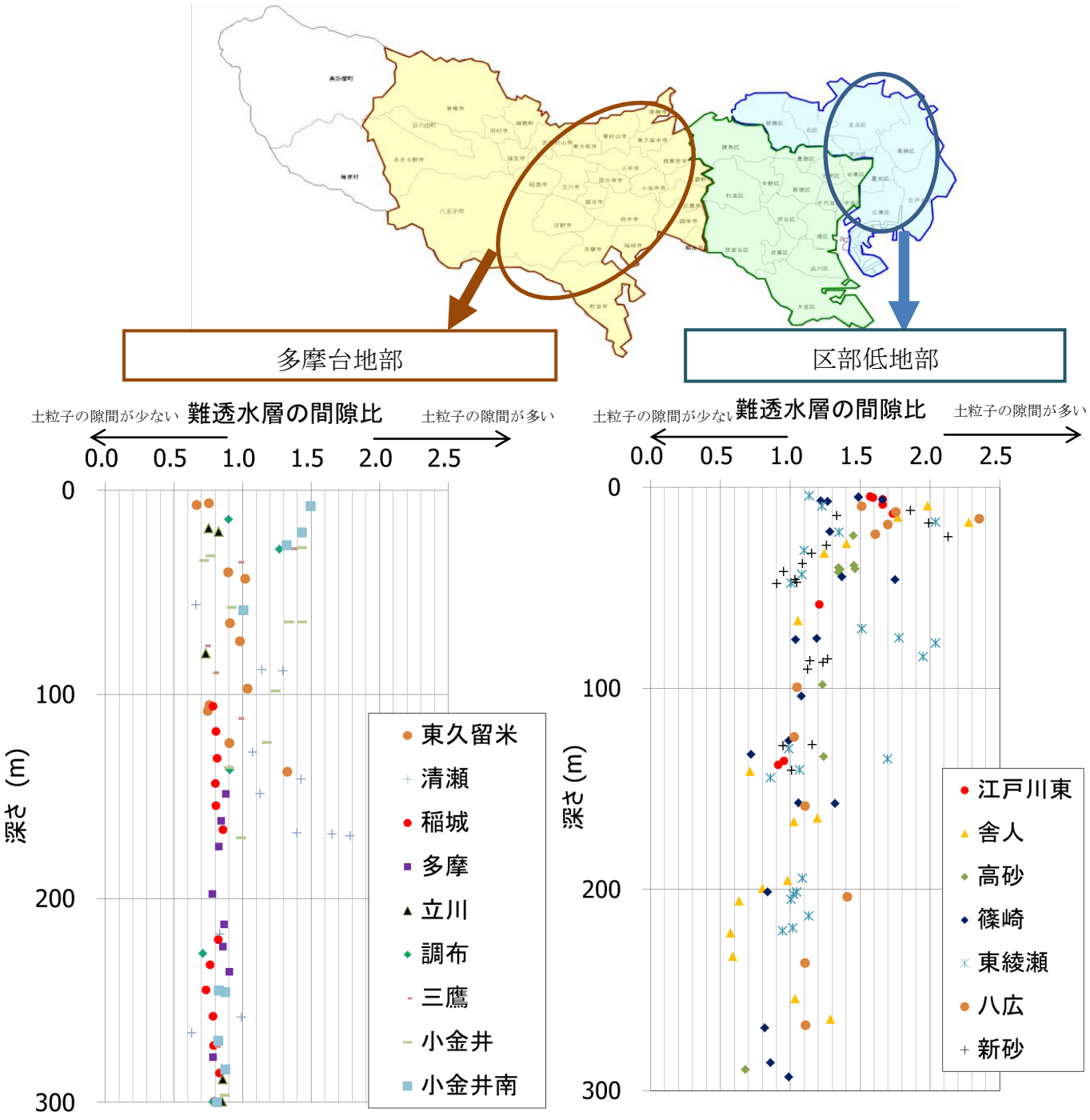
ここで、「２．東京の地形と地質」（6 ページ参照）を振り返る。丘陵地や武蔵野台地には、洪積層が分布している一方、東京低地には、沖積層が最大で深度 70 m程度までの間に厚く分布していることを紹介した。現在、揚水規制により都内の地盤沈下は全体的には沈静化しているが、ここでは、都内各地域の難透水層の「間隙比」※1を比較することにより、都内の地盤沈下のポテンシャルについて検討を行う。

図 3-4-1 に、難透水層における間隙比の鉛直分布を多摩台地部、区部低地部ごとに示す。まず多摩台地部のグラフを見ると、大部分は深度によらず間隙比は 0.5～1 程度の値であり、清瀬や小金井など 200 m以浅の一部の深度で間隙比が１を超える地点も存在する。一方、区部低地部のグラフをみると、どの地点も深度が浅くなるにつれ間隙比が大きくなり、50 m以浅の深度では、大きく１を超えている。

間隙比については、第１章で紹介した図 1-2-8 を見ると難透水層であるシルト・粘土は 0.7～2.3 の値を取ることが知られている。また、Hedberg※2によると間隙比は脱水により 0.5 程度まで低下し得るという報告がある。これら値を参考に都内の地盤の状況を検証してみると、東京都の平野部では、どこも間隙比が脱水による限界とされる 0.5 より大きく、過剰揚水が行われれば、程度の差はあるにせよ地下水位低下による地盤沈下の恐れがあると言える。特に区部低地部は、沖積層中に間隙を多く持った難透水層が厚く存在するという地質的特性を持っており、地下水位低下に伴う地盤沈下にとりわけ気を付けなければならない地域であることが読み取れる。

※１　間隙比：土粒子の隙間の多さを表す（間隙部分の体積／土粒子体積）。10 ページ参照

※２　Hedberg ,H.D., (1936): Gravitational compaction of clays and shales. American Journal of Science, 242-287.



※各地点の名称は東京都土木技術研究所の施工したボーリングの名称。

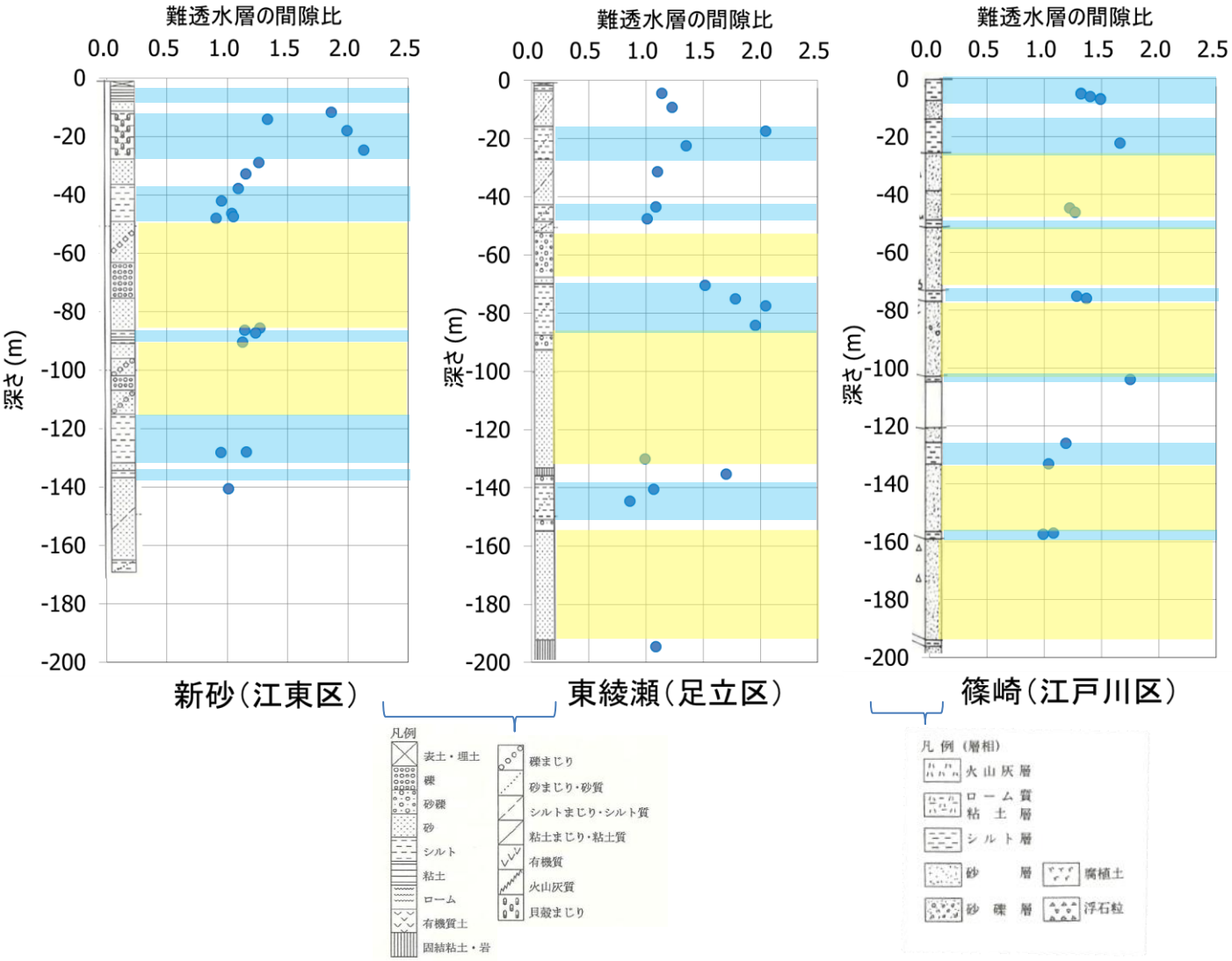
図 3-4-1　　東京都平野部における難透水性地質の深さ・間隙比の関係

遠藤 毅(平成 21 年)「南関東地域における地下水問題の歴史と今後の課題」

東京都土木技術研究所(平成８年)「東京都（区部）大深度地下の地盤」

区部低地部の新砂（江東区）、東綾瀬（足立区）、篠崎（江戸川区）について、難透水層の間隙比の鉛直分布に、さらに帯水層の位置を示した図を図 3-4-2 に示す。帯水層の上下に間隙比の大きい難透水層が分布している様子が読み取れ、過剰な揚水を行った場合、地盤沈下が起こる恐れがあることが分かる。

なお、当検討で用いた間隙比のデータには、昭和 40 年代後半のデータも含まれるが、その年代は揚水規制が本格的に始まり、地盤の収縮が沈静化し始めた時期であるため、現状でも間隙比の分布は大きく変化していないものと考えられる。



：帯水層（砂、砂礫、礫層で、一定の厚さを持つ部分を帯水層とした。ただし、実際は帯水層内にシルトや粘土混じりの難透水層が混じることがある。そのため、帯水層と表示した深度内に難透水層の間隙比が表示されているところがある。）

：難透水層（シルト、粘土層を難透水層とした。）

図 3-4-2　区部低地部の代表地点における難透水性地質の深さ・間隙比の関係と帯水層位置

東京都土木技術研究所「東京都地質図集６　層序試錐の土性およびＰＳ検層」

東京都土木技術研究所「東京都地質図集６　東京都（区部）大深度地盤図」

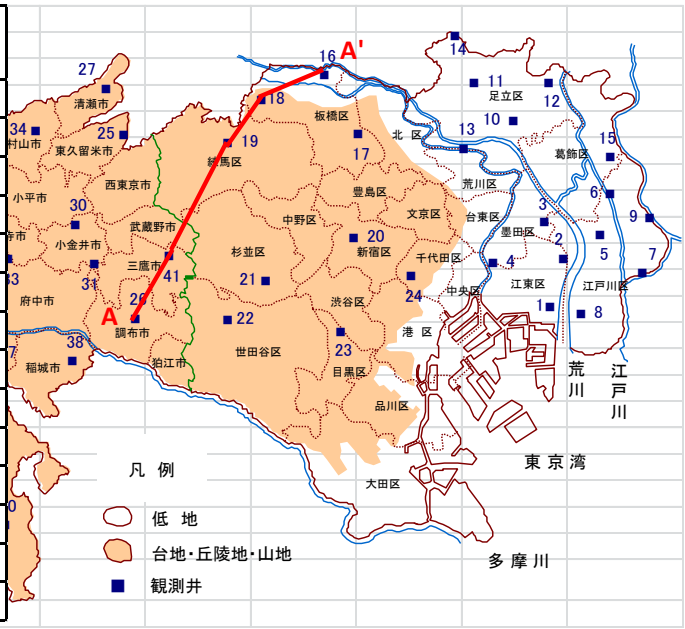
（２）複数の観測井の地下水位変動と揚水量の解析

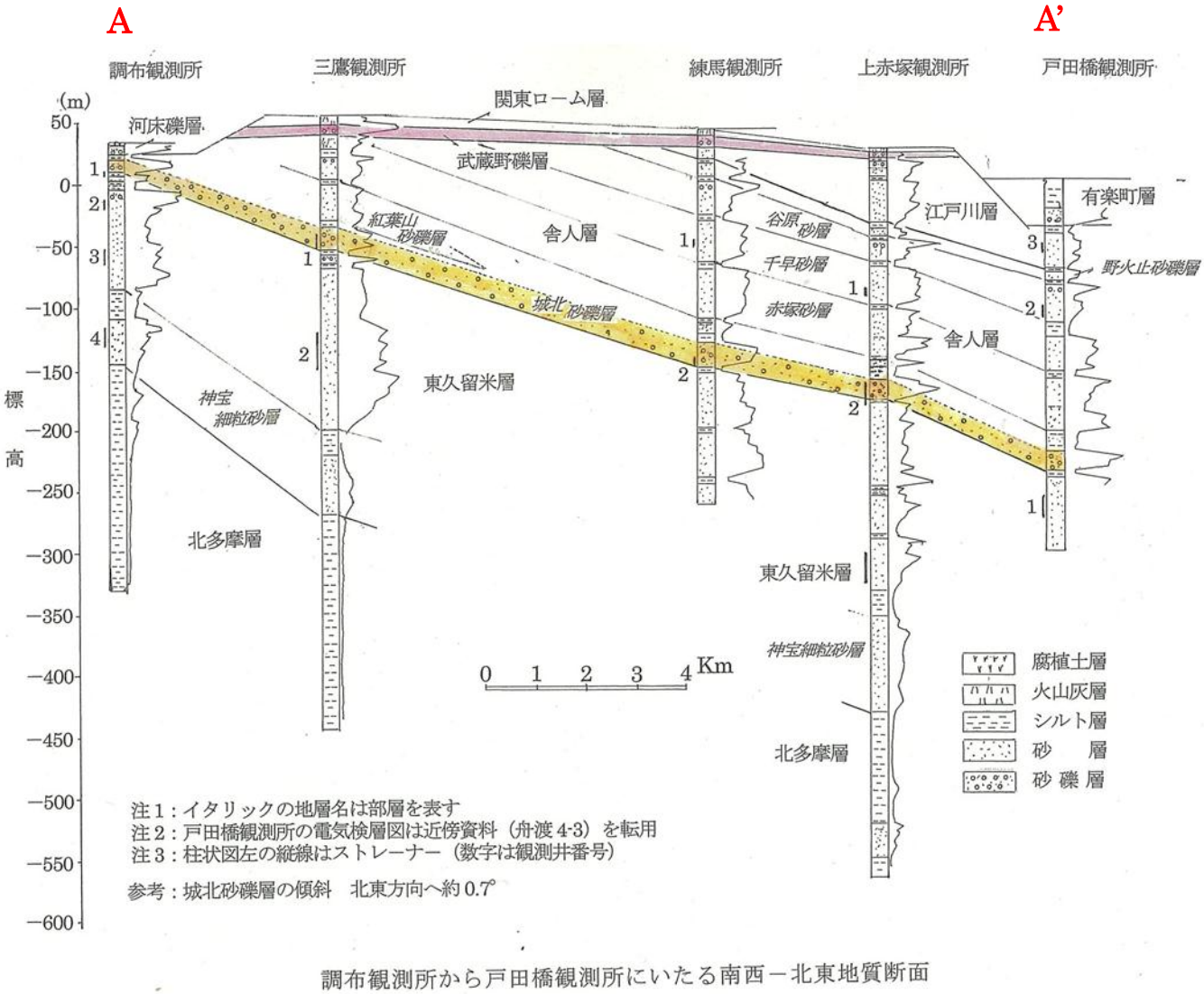
ア　練馬観測井

練馬区は低地部の板橋区と多摩地域の両地域に接している。揚水量の多い北多摩南部から練馬区を通り、板橋区方面にかけて５観測地点をつないだ地質断面図を描いた（図 3-4-3）。すると、調布第１、三鷹第１、練馬第２、上赤塚第２観測井が同一層（城北砂礫層）の水位を、練馬第１、上赤塚第１観測井が同一層（千早砂層）の水位をそれぞれ観測していることが判明した。

これらの観測井の月平均地下水位の変動を見たものが図 3-4-4、図 3-4-5 である。

No.	観測井名		H26地盤高（T.P.m）	ストレーナー深度（m）
26	調布	第1	33.9	20～25
		第2		43～53
		第3		84～95
		第4		146～162
41	三鷹	第1	55.5	97～113
		第2		178～233
19	練馬	第1	42.0	87～97
		第2		185～195
18	上赤塚	第1	27.4	111～122
		第2		189～211
		第3		327～355
16	戸田橋	第3	2.9	51～59
		第2		103～115
		第1		258～268





調布観測所から戸田橋観測所にいたる南西－北東地質断面

図 3-4-3　調布観測井から戸田橋観測井にいたる地質断面図（遠藤 毅（2016）作成）

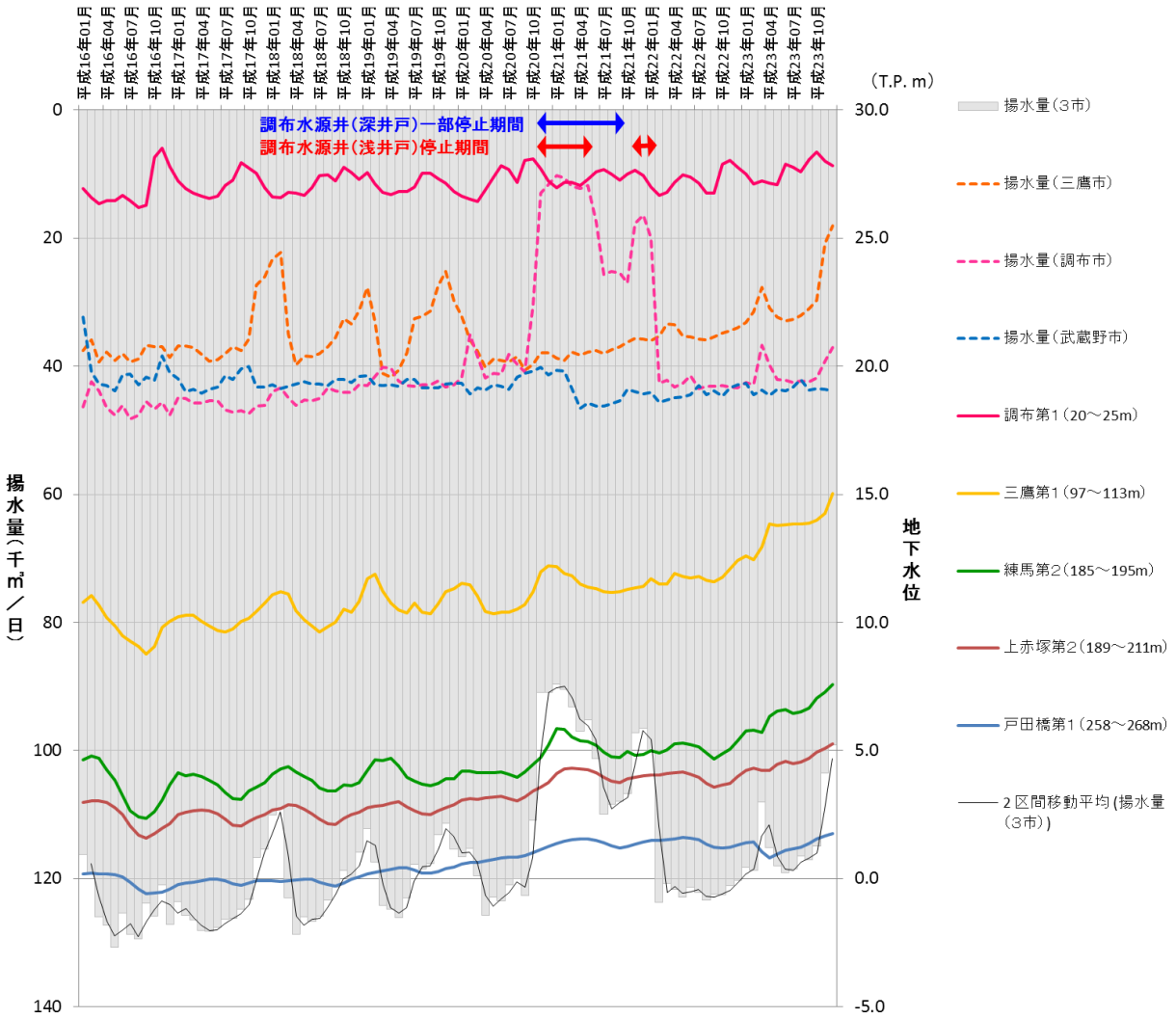


図 3-4-4　調布から戸田橋方向に向かう各観測井の地下水位と
調布、三鷹、武蔵野の各市の揚水量

まず練馬第２観測井が設置されている帯水層（城北砂礫層）について解析する。

この帯水層の地下水位は、三鷹、練馬、上赤塚、戸田橋に向かうにつれ低くなっていくことから、この方向へ地下水が流動していることがわかる。そして各観測井の地下水位は、調布、三鷹、武蔵野の各市の合計揚水量の変動に依存した、同様の変動パターンを示している。

特に顕著に表れているのは、平成 21 年に調布市内の水道水源井（深井戸）が一時期停止した際の水位変動である。三鷹第１、練馬第２、上赤塚第１、戸田橋第１の観測井の順に少しずつタイミングが遅れながら地下水位が上昇し、調布から距離が離れるにつれて振幅も小さくなっている。

区部台地部の解析で平成 22 年以降、練馬第１に比べ練馬第２の観測井の水位回復が顕著であることを前述したが、これは同時期から三鷹市の揚水量が減少し、三鷹市の地下水位が回復していることに伴うものと考えられる。

本解析結果から、多摩地域の揚水量変動が、区部台地部、ひいては低地部の地下水位にも変動をもたらすことがあることが明らかとなった。

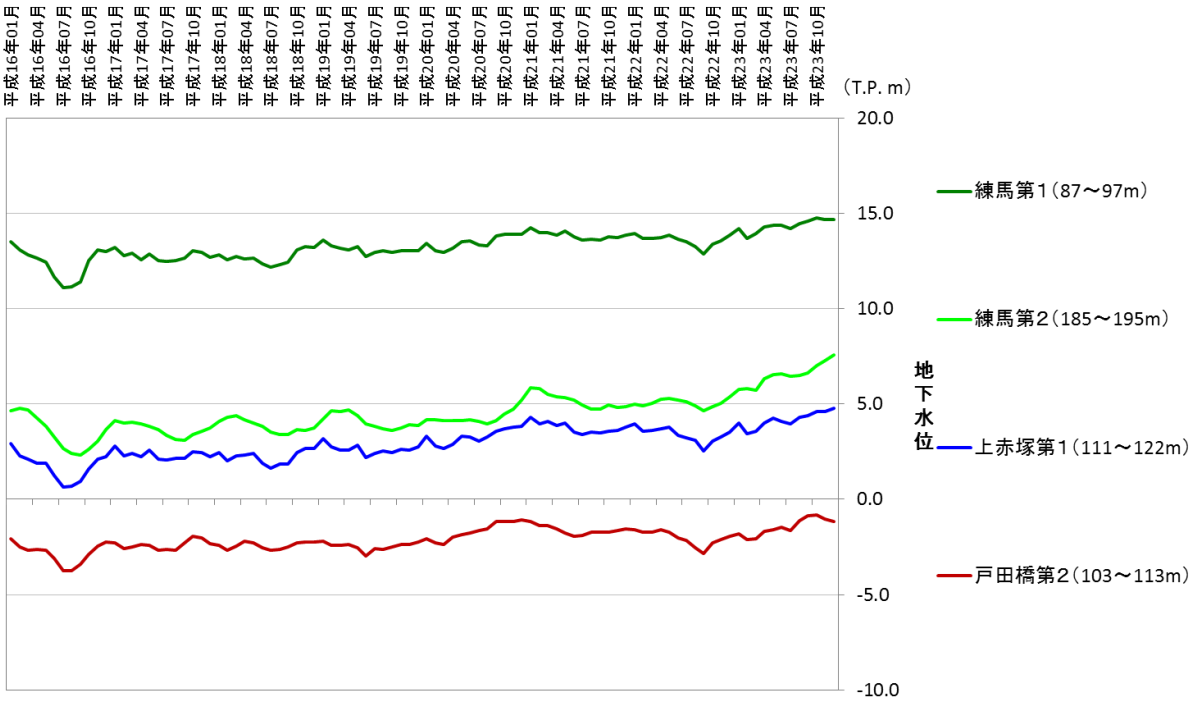


図 3-4-5　練馬第１・第２、上赤塚第１、戸田橋第２観測井の地下水位

さらに練馬第１観測井が設置されている帯水層（千早砂層）についても解析を行った。

図 3-4-5 を見ると、練馬第１、上赤塚第１、戸田橋第２の各観測井の地下水位は同様の変動パターンを示している。このことからも、台地部の地下水位と低地部の地下水位が連動する場合があることが分かる。

イ　世田谷観測井

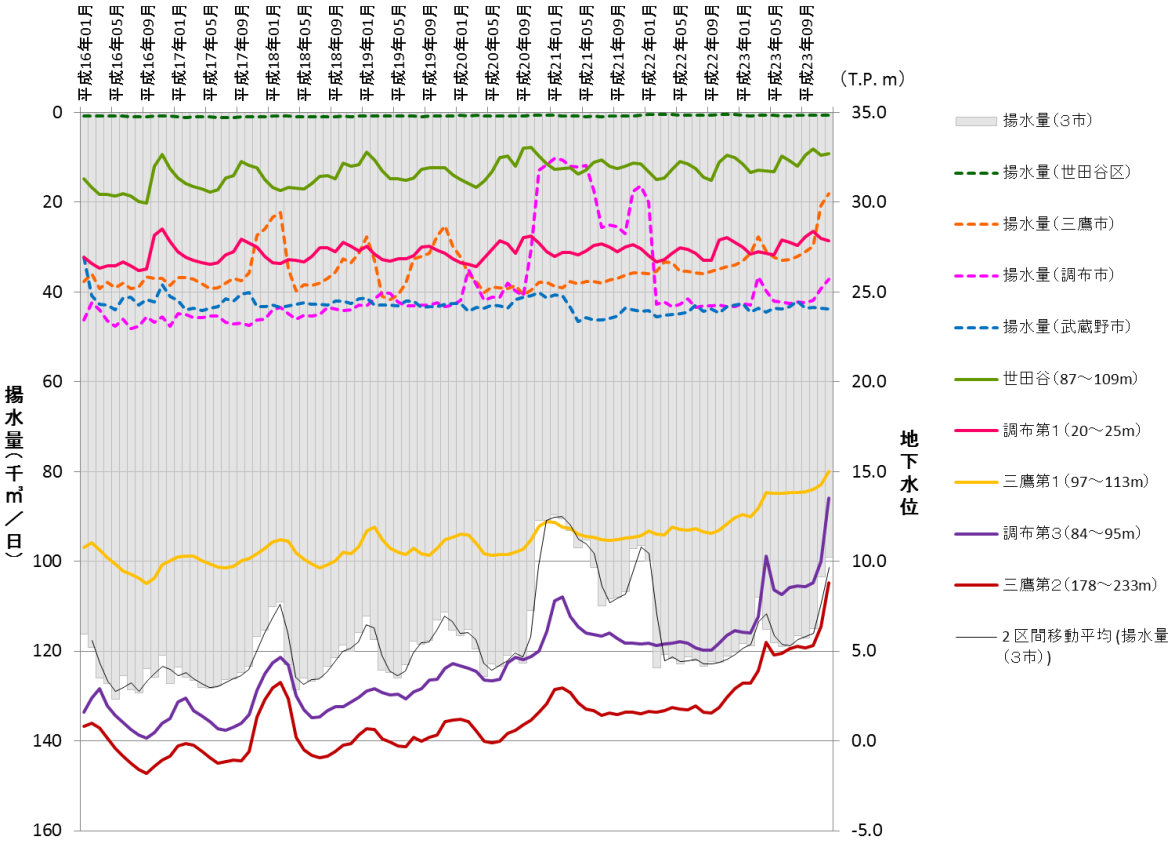


図 3-4-6　世田谷、調布、三鷹観測井の地下水位と
調布、三鷹、武蔵野の各市の揚水量

区部台地にある観測井として、練馬区と同様、多摩地域に接する世田谷区の観測井についても、多摩地域との連動性について解析を行った。

図 3-4-6 を見ると、世田谷観測井のストレーナー深度は 87～109 mと深井戸であるにも関わらず、その地下水位は、不圧地下水位を観測する調布第 1 観測井と同様の変動パターンを示し、三鷹観測井などの揚水量に依存して変動するグループとは異なる変動を示していることが分かる。

世田谷、調布第 1 の各観測井の地下水位と降水量（世田谷）との関係を見ると（図 3-4-7）、水位が降水量に依存して変動していることが分かる。

世田谷観測井付近のボーリングデータを調べると、地表近くから 100 mの深度まで透水性の高い礫層や砂層が続いている（図 3-4-8）。このことから、世田谷観測井付近には、雨水が深部まで浸透する地質を持ち、地下水が深層まで涵養しやすい地域が存在しているものと考えられる。

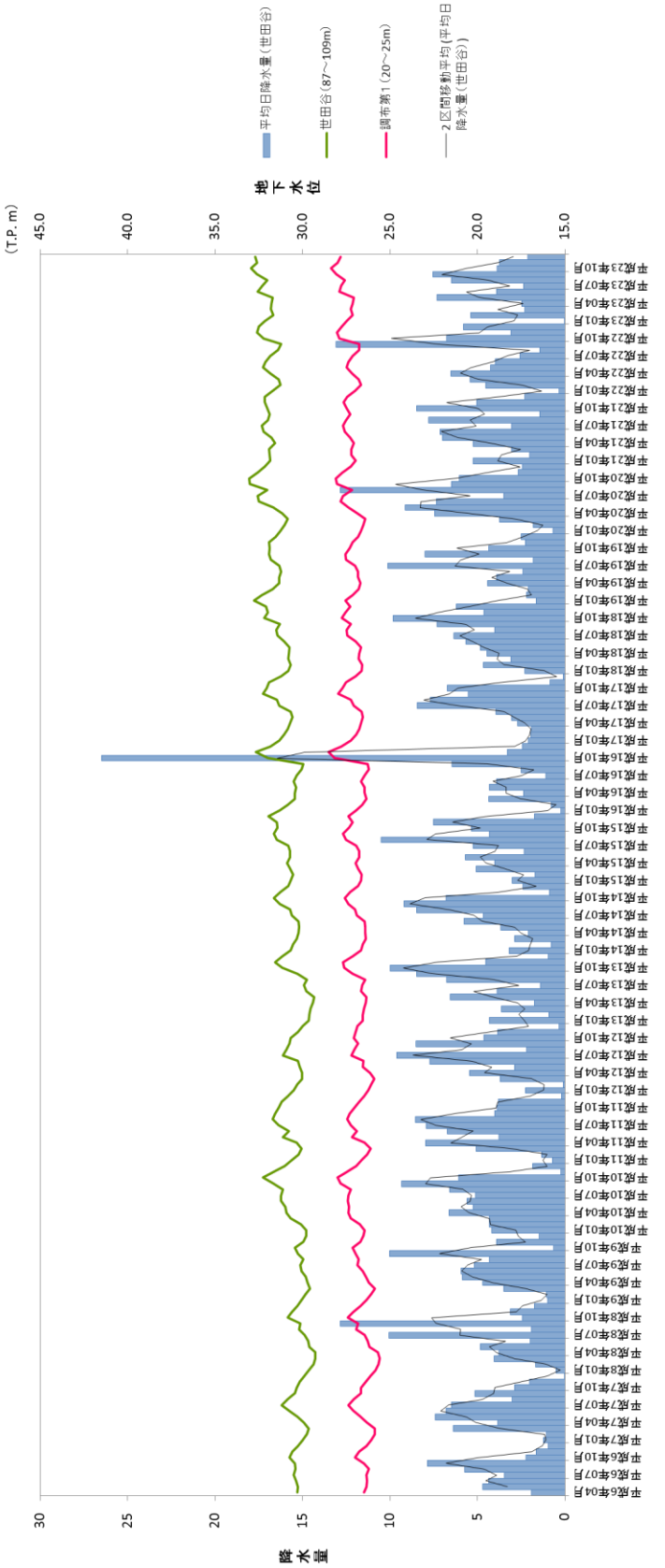


図 3-4-7　世田谷、調布第１の各観測井の地下水位と月平均日降水量（世田谷）

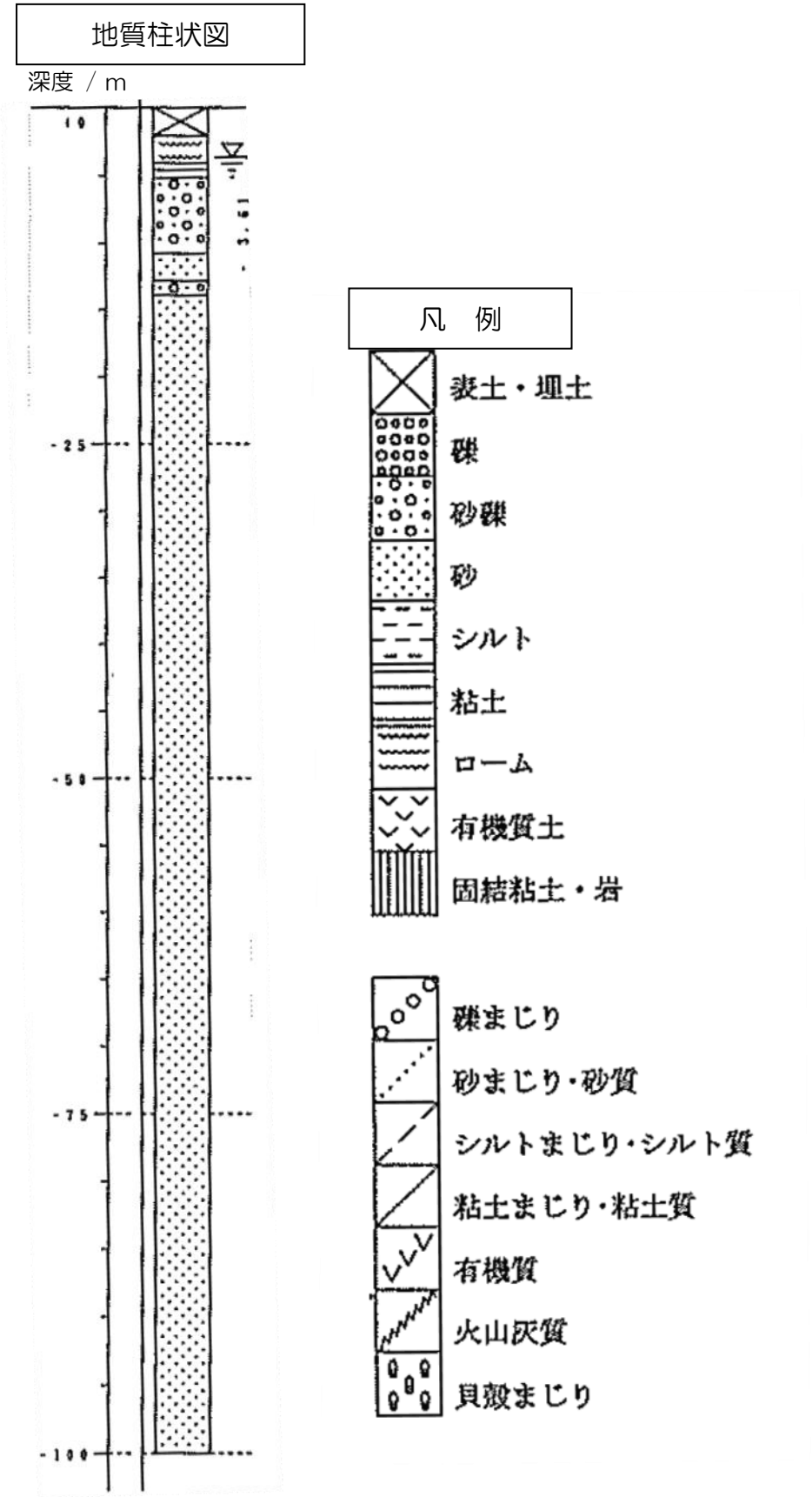


図 3-4-8　世田谷区芦花公園の地質柱状図（地表面下 0～100m）

東京都土木技術研究所「東京都地質図集６　層序試錐の土性およびＰＳ検層」