

東京都の地盤沈下と地下水の 現況検証について

—地下水対策検討委員会検討のまとめ—

平成18年5月

東京都環境局

はじめに

東京都内では、地下水の過剰な汲み上げによって地下水位が著しく低下し、昭和 30 年代から 40 年代にかけて、1 年間に最大 23cm を超える地盤沈下を記録した地点があるなど、激しい地盤沈下を経験した。このため、法律や条例による揚水規制を強力に推し進めてきた結果、地下水位は上昇し、地盤沈下は沈静化しつつある。

このような状況を受けて、都内の地下水位は回復したので、地下水を非常災害時やヒートアイランド対策などに有効に利用すべきとの声が高まっている。また、JR 上野地下駅では平成 8 年～9 年及び平成 16～17 年の 2 回、同東京地下駅では平成 11～12 年に、地下水位の上昇に伴う水圧の増大による構築物への影響を防止するための工事を行うなど、地下水位の上昇による予期せぬ状況も生じている。

その一方で、都内に残る湧水の中には湧出量が減少したり、涸渇したりするものがあることや、地下水位が低下している地域がなおも存在することなど、都内の地下水をめぐる環境は依然として厳しい状況にある。また、井戸揚水技術の進展により、深さ 500m を超える大深度温泉掘削が増加しており、地質や水文に関する知見が乏しい大深度地下からの温泉（地下水）の汲み上げが、地盤沈下の再発や温泉資源の涸渇を招くのではないかとの声が寄せられている。

このような状況の中、地下水を保全し、地盤沈下の再発を防止するとともに、適切な地下水利用が将来にわたって持続できるような仕組みづくりが求められる。

東京都は平成 4 年度と 11 年度に、地盤沈下と地下水に関する調査を実施しているが、調査当時とは地盤沈下と地下水に係る状況が変化していることから、これらの貴重な調査資料を活用して、現時点における東京都の地盤沈下と地下水の状況について検証を行い、得られた知見を取りまとめたのでここに報告する。

平成 18 年 5 月

地下水対策検討委員会
委員長 田中 正

〔目次〕

1	目的	1
2	東京都の地盤環境	2
(1)	東京都の地形	2
(2)	東京都の地質	3
(3)	東京都の地盤沈下の状況	4
ア	東京都の地盤沈下の経年変化	4
イ	地盤沈下をもたらした主な地層	6
(4)	東京都の地下水の状況	6
ア	東京都の地下水位の経年変化	6
イ	東京都の地下水の流れ	7
ウ	東京都内の湧水	8
(5)	東京都の地下水揚水量の経年変化	9
3	東京都における地盤沈下と地下水の現況に関する検証	10
(1)	検証に当たっての基本的な考え方	10
(2)	作業の手順	10
(3)	検討のための地域区分	10
(4)	地盤沈下と地下水位に関する検証結果	13
ア	検証の対象とした調査報告書の概要	13
イ	「地下水実態調査報告書」の検証結果	14
(ア)	検証を行った観測所	14
(イ)	地盤変動量の予測に関する検証結果	14
(ウ)	10年間の予測計算において地盤変動量が大きいと予測された層別観測井における予測値と実測値との比較	20
(I)	地盤変動量及び地下水位の昭和63年～平成9年の実測値と平成12～16年の実測値との比較	21
ウ	「地下水管理ガイドライン策定調査報告書」の検証結果	25
(ア)	調査報告書における「H11設定水位」の算出方法の評価	29
(イ)	「H11設定水位」と平成12年～16年の地下水位の変動について	29
(ウ)	平成6年～10年及び平成12年～16年の各5年間の地下水位の変動状況	31

(I) 平成 6 年～10 年及び平成 12 年～16 年の各 5 年間の地盤変動 の状況	3 2
(オ) 地層と地下水位の変動との関係	3 4
(カ) 地盤及び地下水位の変動と地下水揚水状況	3 5
エ 湯水年における地盤収縮と地下水位の状況	3 6
(ア) 観測所の概要	3 6
(イ) 各観測所における湯水年の状況	3 8
オ 観測所が設置されていない地域の地盤沈下の状況	4 2
4 東京都内の地盤沈下と地下水の現況検証についてのまとめ	4 5
(1) 地盤沈下の現況について	4 5
(2) 地下水位の上昇について	4 6
(3) 湯水時における地下水利用について	4 6
(4) 地盤・地下水監視体制の継続について	4 6
(5) 今後の地下水対策について	4 7
参考資料 1 東京都内の地盤環境	4 9
参考資料 1 の付表及び付図	5 4
参考資料 2 東京都における揚水規制の経緯	6 5
地下水対策検討委員会 委員名簿	7 2
地下水対策検討委員会 検討経緯	7 2
地下水対策検討委員会 設置要綱	7 3

1 目的

都内における地盤沈下は、現在、沈静化傾向にあり、地下水位も一部地域において回復傾向にあることから、地下水の利用ニーズの高まりが見られる。また、地下水は非常災害対策、ヒートアイランド対策及び快適な水辺空間の創出のための資源として注目されている。

その一方で、清瀬市等の一部地域においては、地下水揚水量が増加する湯水時には地盤沈下量がやや大きくなることなどから、適正な地下水対策の実施が求められている。このような状況に加え、井戸掘削技術の進歩により、今後、地下水揚水量の増加も予測されることから、地盤沈下の未然防止とともに、水循環の視点を入れた「地下水の適正管理のあり方」について、検討することが不可欠となっている。

東京都は、平成4年度と平成11年度に地盤沈下と地下水に関する調査を行っているが、地下水を取り巻く環境が変化しつつある中、改めて、これらの調査結果と調査後から現在までに収集したデータを検討し、東京都における地盤沈下と地下水の現況について検証を行い、得られた知見を整理し、今後の施策の展開に資する。

2 東京都の地盤環境

(1) 東京都の地形

東京都の地形を図 1 に示す。東京都は、東西方向に約 100km、南北方向に約 40km、面積 1,781 km²である（島しょ部を除く）。

東京都の地形を西から東方向にみると、標高数百～2,000m（最高地点は雲取山 2,017m）の「山地」、続いて、標高 55～350m 程度の「丘陵地」、標高 8～50m 程度の「武蔵野台地」、標高約 8m 以下の「東京低地」が分布する。この「東京低地」には海面以下のいわゆる“ゼロメートル地帯”が含まれる。

都内には多数の河川が流れているが、そのうち、河川延長が最大の河川は、山梨県の山地部を水源とする多摩川であり、都内を東南方向に東京湾に向かって流れている。また、多摩川の伏流水¹は、武蔵野台地の地下水のかん養源になっているとも言われている。

武蔵野台地には、湧水を水源とする野川、石神井川、善福寺川及び神田川などの中小河川が多摩川や東京湾に向かって流れている。これらの河川沿いにはかつて多数の湧水が存在していたが、地下水位の低下や周辺の開発により消滅した湧水が多い。しかし、野川流域には現在も多く湧水が存在し、都民らによる湧水保全活動が活発に行われ、都民の憩いの場となっている。

東京低地には、埼玉県との県境を流れて東京湾に注ぐ荒川や新河岸川、隅田川、千葉県との県境を流れて東京湾に注ぐ江戸川その他、綾瀬川や中川、その他多くの中小の河川が流れている。

1 「伏流水」とは、河川又は湖沼の底部や側部の砂礫層中を流れる水で、不圧地下水の一種である。

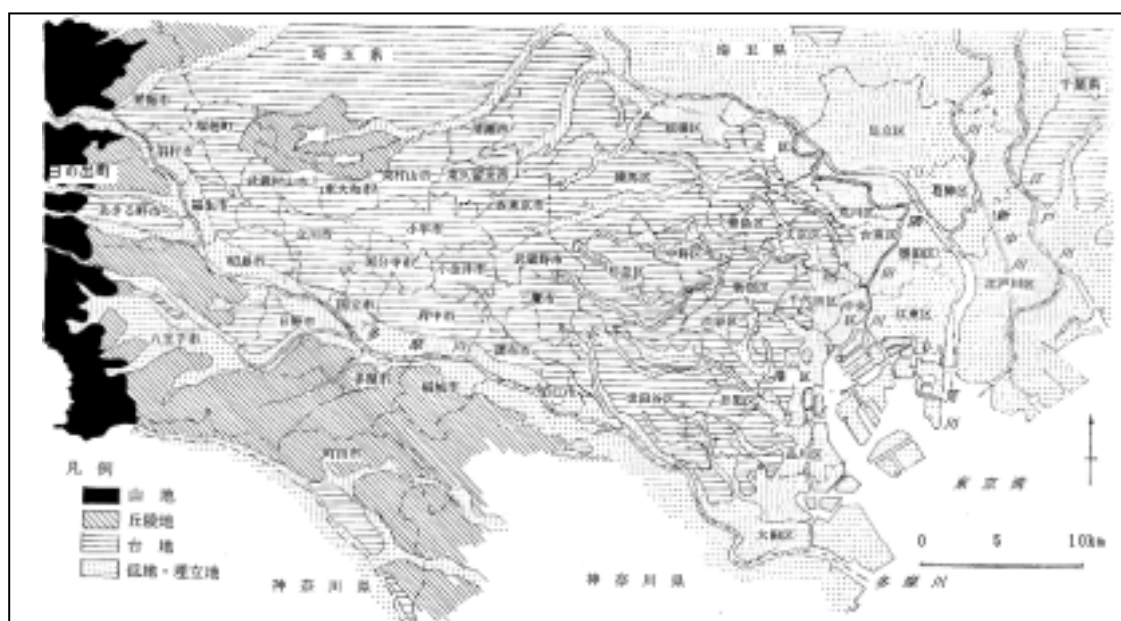


図 - 1 東京都の地形

(2) 東京都の地質

東京都の模式地質断面を図 - 2 に示す。山地は、主に「先第三(紀)系岩石群」で構成されている。丘陵地は、表層に「関東ローム層」が堆積し、その下位に「段丘礫層」、さらに下位に洪積層²の「北多摩層」が分布する。

武蔵野台地は、丘陵地と同じく表層に「関東ローム層」が分布し、その下位には、地域によって異なるが洪積層の立川礫層や武蔵野礫層などの「段丘礫層」、「東久留米層」及び「舎人層」などが分布し、さらに下位には「北多摩層」が分布している。

東京低地は、「有楽町層」などの沖積層³が、地域によっては地下数mから70m程度まで分布し、その下位に洪積層の「東京層」や「高砂層」などの「東京層群」が分布している。さらにその下位には「上総層群」が分布している。また、東京低地の地下には天然ガスが地下水中に溶けて存在する。

なお、丘陵地や台地においても、河川や旧河道に沿った谷底部には沖積層が分布する。

- 2 「洪積層」とは、更新世(約160万年～1万年前)に堆積した地層
- 3 「沖積層」とは、更新世末から完新世(約1万年前)に堆積した地層

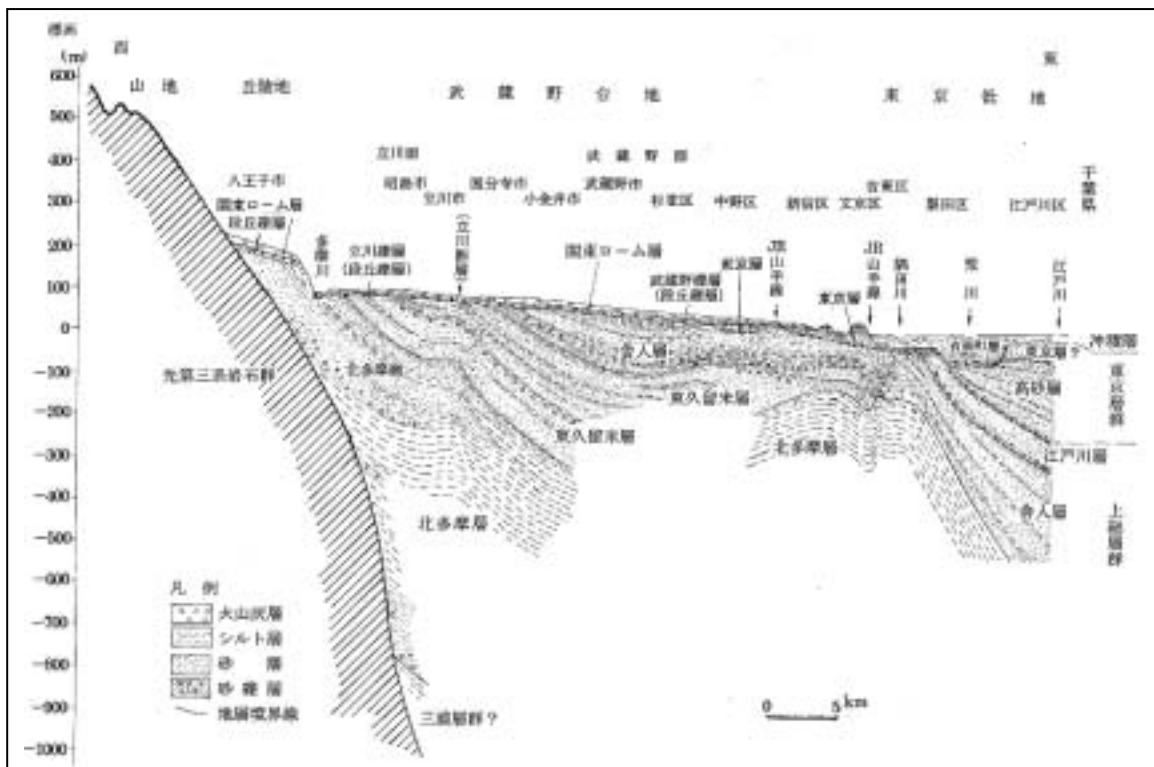
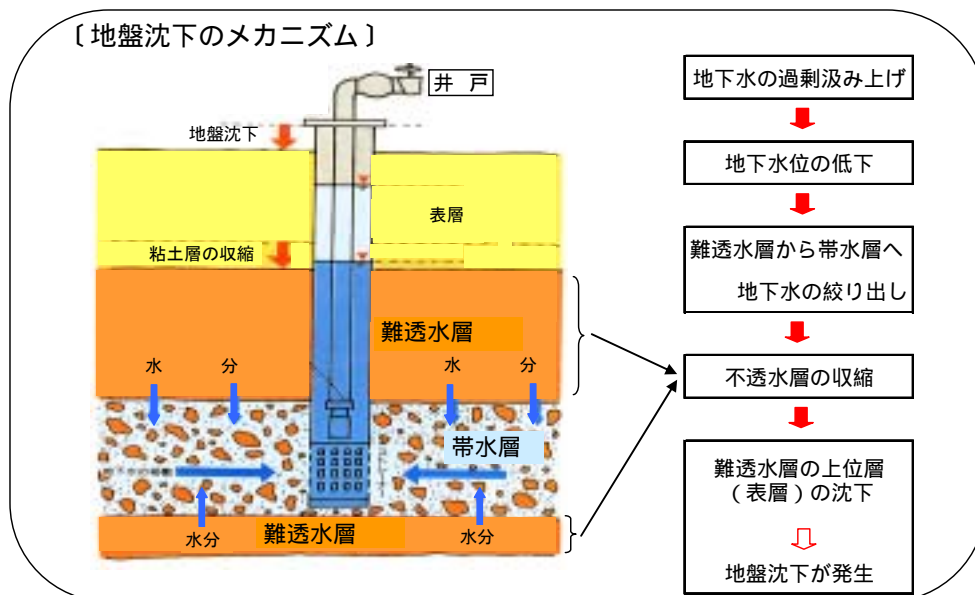


図 - 2 模式地質断面(中央線中野～立川を結ぶ線を延長した東西横断断面)

(3) 東京都の地盤沈下の状況

地下水を過剰に汲み上げると、下図のメカニズムにより地盤沈下が発生する。



ア 東京都の地盤沈下の経年変化

水準測量⁴開始以来の主な水準基標⁵ 8地点における累積沈下量を図 - 3 に示す。

図 - 3 によれば、大正初期には早くも地盤沈下が観測され、江東区南砂では、明治 25 年の水準測量開始時と比較すると、昭和初期には既に 1 m 以上沈下している。

その後、第二次世界大戦中にかけて産業活動の発達により、低地部の工業地帯を中心に地盤沈下が進行した。しかし、戦争末期の空襲により工場等が焼失し、揚水量が急激に減少した結果、地盤沈下の進行は戦争末期から終戦後にかけて一時沈静化した。

戦後の復興とともに、産業活動が再開された結果、地盤沈下が再び進行しはじめ、高度経済成長期（昭和 30 年代～40 年代）に地盤沈下はピークに達した。昭和 43 年には江戸川区西葛西の水準基標において、都内における最大の年間沈下量 23.89cm が記録された。

なお、都内における最大累積地盤沈下地点と沈下量は、江東区南砂 2 丁目で、大正 7 年の測量開始以来、4m50cm 以上の沈下を昭和 50 年代半ばに記録した。

その後、法律や条例による揚水規制を強力に推し進めた結果、区部においては昭和 40 年代後半から、多摩台地部においては昭和 50 年代から、地盤沈下が沈静化傾向を示しはじめた。なお、主要水準基標 8 地点のうち、多摩地

域を除く6地点では、近年僅かではあるが隆起傾向が認められるが、これまでの累積沈下量と比較すると、隆起量は極めて小さく、元の地盤高に回復することは不可能である。

平成7年以降、現在まで年間2cm以上沈下した地域はなく、平成15年は12年ぶりに年間1cm以上沈下した地域がなかった。

(注)本報告書では、地表面の変動については「沈下」又は「隆起」、地層毎の変動については「収縮」又は「膨張」の用語を用いる。

4 「水準測量」は、2つ以上の地点間の高さを求めるものであり、地盤変動の状況が明らかとなる。

5 「水準基標」は、水準測量を行うために設置された“標識”で、東京都内には平成17年現在、

477点が設置されている。

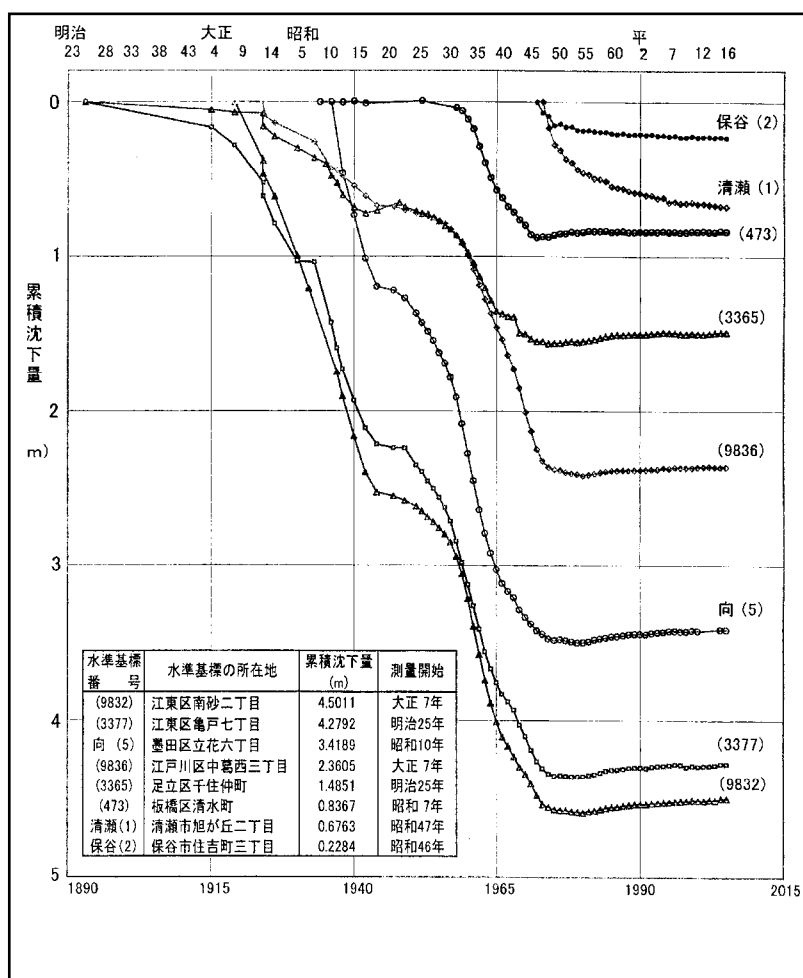


図 - 3 水準基標主要8地点の累積沈下量

出典：東京都土木技術研究所「平成16年地盤沈下調査報告書」

イ 地盤沈下をもたらした主な地層

アに示したとおり、地盤沈下をもたらした主な地層は、地域（地形）によって異なる。丘陵地から多摩地域の武蔵野台地においては、東京層～東久留米層に挟在するシルト層で圧密⁶が発生した。区部の武蔵野台地においては、東京層～東久留米層に挟在するシルト層及び北多摩層の固結シルト層で圧密が発生した。

東京低地においては、井戸における過剰な揚水の結果、沖積層内のシルト層、洪積層内の東京層～東久留米層に挟在するシルト層及び北多摩層の固結シルト層で圧密が発生した。なお、沖積層の圧密による地盤沈下は、建築物の亀裂や地表面の波打ちの発生、井戸の抜け上がりなど被害が顕在化しやすい。

また、東京低地は、「南関東ガス田地域」と呼ばれる水溶性天然ガスの鉱床地帯の一部となっている。荒川河口部を中心とする江東、江戸川区内では、地層中に水溶性天然ガスが存在し、特に地下500m程度以深の上総層群の砂層・砂礫層には、天然ガスが多く溶存していることから、昭和26年から昭和47年12月まで民間事業者によって、大量の地下水揚水を伴う天然ガスの採取が行われ、洪積層内の上総層群のシルト層で激しい圧密が発生した。

6 「圧密」とは、難透水層（粘土層、シルト層など）が荷重を受け、層中の水が排出され、粒子の配列が変化して体積が減少する現象である。地下水位の低下による土の浮力の減少と、荷重の増加による圧密現象が地盤沈下である。

(4) 東京都の地下水の状況

ア 東京都の地下水位⁷の経年変化

現在、東京都内で汲み上げられている地下水の大部分は、東京層群及び上総層群の砂層、砂礫層中に存在する被圧地下水⁸である。

東京都の被圧地下水の地下水位の経年変化は以下のとおりである。

区部の低地部は、昭和40年頃まで地下水位が低下し続けたが、揚水規制の強化により昭和50年代にかけて急速な上昇に転じた。近年は上昇速度が低下したものの、なおも上昇を続けている。墨田区の吾嬬B観測井では、最も低下した昭和40年と比較すると現在は約50m水位が上昇している。

区部の台地部は、昭和40年代中頃に地下水位が最も低下したが、昭和50年代後半にかけて急速に上昇し始めた。現在は、地下水位は僅かに上昇している状況である。新宿区の新宿観測井は、最も低下した昭和46年と比較すると、現在は約40m水位が上昇している。

多摩地域は、既に地下水位が上昇し始めた昭和50年代以降に設置された観測井が多く、最も地下水位が低下した時期の記録がない地点が多い。近年の

地下水位は横這い傾向である。また、多摩地域は地下水が利用され、揚水量が多いことから、揚水量の季節変化を反映して、地下水位は他の地域より明確な季節変動を示す。

7 「地下水位」とは、井戸中に表れる水面をいい、標高(T.P)又は地表からの深さ(GL)で表す。

8 「被圧地下水」とは、上部に分布する難透水層などの存在によって、加圧(被圧)されている地下水をいい、大気圧より大きい圧力を有する。これに対し、比較的浅い層に存在し、加圧されていない地下水を「不圧地下水」という。

イ 東京都の地下水の流れ

図 - 4 に、東京都内の東西断面における地下水ポテンシャル分布⁹を示す。山地、丘陵地及び武蔵野台地に降った雨水は地下に浸透し、地下水となり、さらに下位層群の地下水をかん養する。また、多摩地域の多摩川左岸部においては、地質構造から多摩川の河川水が地下に浸透し、下位層群の地下水をかん養する。それぞれの地域でかん養された地下水は、概ね西(台地部)から東(低地部)に向かって、非常にゆっくりとした速度で流れていると考えられている。

一方、東京低地は地表近くに難透水層¹⁰が分布することから、地下水は地表からかん養されにくく、主に台地部以西からの地下水によってかん養される。

9 「地下水ポテンシャル」とは、ある地中点における地下水の存在状態のことをいう。例えば、2地点間で地下水の密度と圧力が等しいが、高度が異なる場合、高度が高い地点の方が、高度が低い地点よりも地下水ポテンシャルが高いため、地下水は高度が高い地点から低い地点へ流動する。これがポテンシャルの考え方である。

10 「難透水層」とは、地下水を含むものの通常の状態では、十分な量の水を移動させることができない地層をいい、粘土層などが該当する。これとは逆に、地下水で飽和した透水性の良い地層を「透水層」又は「帯水層」といい、砂層、礫層などが該当する。

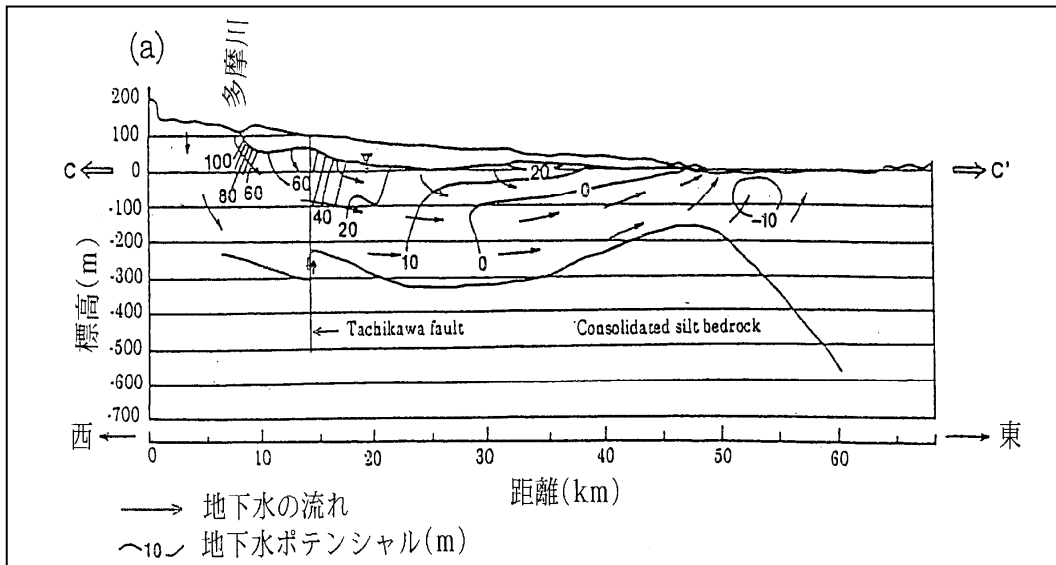


図 - 4 都内東西断面における地下水ポテンシャルの分布（谷口ら、1997）

ウ 東京都内の湧水

東京都内の湧水は、概ね京浜東北線より西側の台地、丘陵地及び山地に分布しており、特に、多摩川やその支流に沿った地域の崖線下部から多くの湧水が湧出している。

湧水は都民の身近な水辺として親しまれており、地元の住民やNPOらによって保全活動が活発に行われている。

東京都は平成14年度に、湧水に対する都民の関心を高めて、湧水の保護と回復を図るため、湧水の水質、水量、由来あるいは周辺の景観等に優れた57地点の湧水を「東京の名湧水」として選定した。

一方、都内では、開発により消滅した湧水が多く、明治時代と比較して、23区内を中心に180地点以上の湧水が消滅¹¹した。（東京都環境保全局「地下水実態調査報告書」平成4年9月）

11 明治時代に発行された5千分の1及び1万分の1の地形図を参照して、山手線の内側の地域を中心に湧水跡を調査。

また、井の頭池（三鷹市）や善福寺池（杉並区）などは、かつては池の周辺に分布している湧水をその水源としていたが、湧水の涸渇、湧出量の減少により、現在は、深層の地下水を井戸で汲み上げて、池に導水している。

(5) 東京都の地下水揚水量の経年変化

昭和 36 年以降の都内における地下水揚水量の経年変化を図 - 5 に示す。

揚水量のピークは、区部は昭和 39 年の 96.7 万 m^3 / 日、多摩部は昭和 48 年の 88.2 万 m^3 / 日、都内全域では昭和 45 年の 149.6 万 m^3 / 日である。揚水量は、法律による、井戸から工業用水道及び上水道への強制転換による削減などにより、昭和 40 年代後半から 50 年代半ばにかけて急激に減少したが、平成元年頃から揚水量は横這い状況にある。

平成 13 年以降は、区部が 4.5 万 m^3 / 日程度、多摩部は 51 万 m^3 / 日程度、都内全域では 55 万 m^3 / 日程度で推移している。

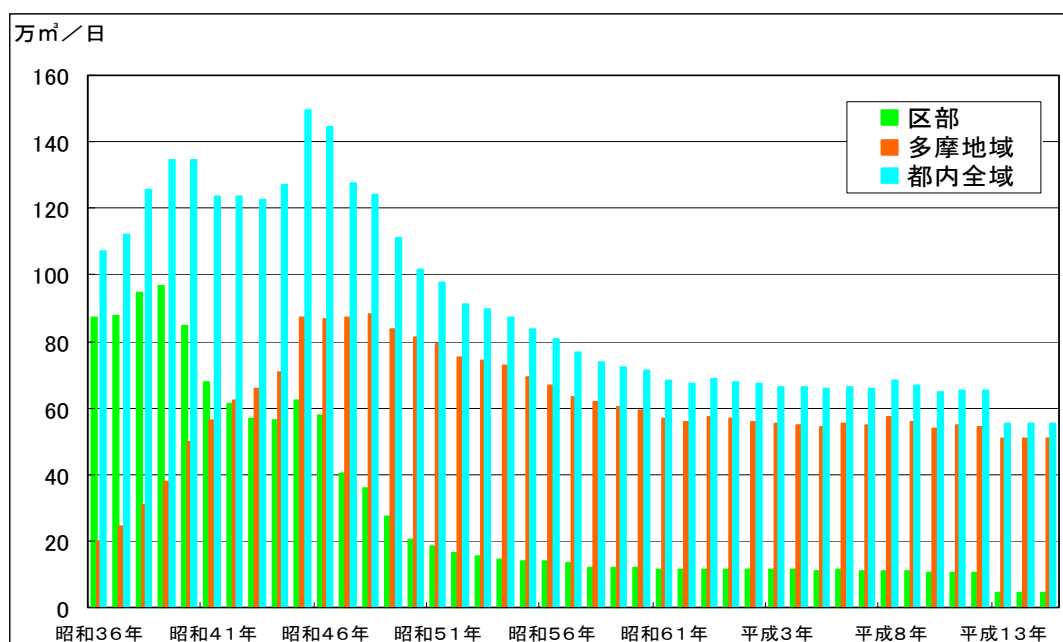


図 - 5 地下水揚水量の経年変化

出典：東京都環境局「平成 16 年地下水揚水量報告書」

3 東京都における地盤沈下と地下水の現況に関する検証

(1) 検証にあたっての基本的な考え方

- ・東京都がこれまでに行ってきた地盤沈下と地下水対策に関連して実施した調査結果を整理して検証する。
- ・実際の測定値に基づいて議論を行い、地盤沈下と地下水の現況を検証する（地下水位と揚水量、地盤変動量の関係を整理する）。

(2) 作業の手順

下記の手順で、検証作業を進めた。

東京都環境局が過去に調査した、地盤沈下や地下水位の将来予測等の調査報告書の方法の妥当性を、現在の知見を踏まえて再検討する。

報告書の予測結果と現況の実測値とを比較検討する。

以上の検討を踏まえて、都内の地盤沈下と地下水の現況とがどのような関係にあるかを検証する。

(3) 検討のための地域区分

東京都は、従来から揚水量の集計、解析を行う場合は、「区部」と「多摩部」に、地盤沈下や地下水位の検討を行う場合は、「低地部（工業用水法の指定地域）」と「台地部」（図 - 7 - 1 参照）に分けて、地盤沈下及び地下水保全の対策を進めてきた。

今回の検討にあたっては、地域の地形や地質を踏まえることが必要と考え、千代田区、中央区、港区、台東区、品川区、大田区の6区は、地形・地質条件が従来の「低地部」の8区と類似しているため（図 - 6 に低地部と台地部の境界に位置する区の地形を色分けして示した。）、「区部低地部」に加えた。また、その他の地域については山地部（奥多摩町及び檜原村）を除き、丘陵地も含めて台地部とした上で、地下水利用の特徴等を踏まえて、区部低地部以外の区部については「区部台地部」、多摩部については「多摩台地部」に分類した。この地域区分に基づき、データの整理を行った。

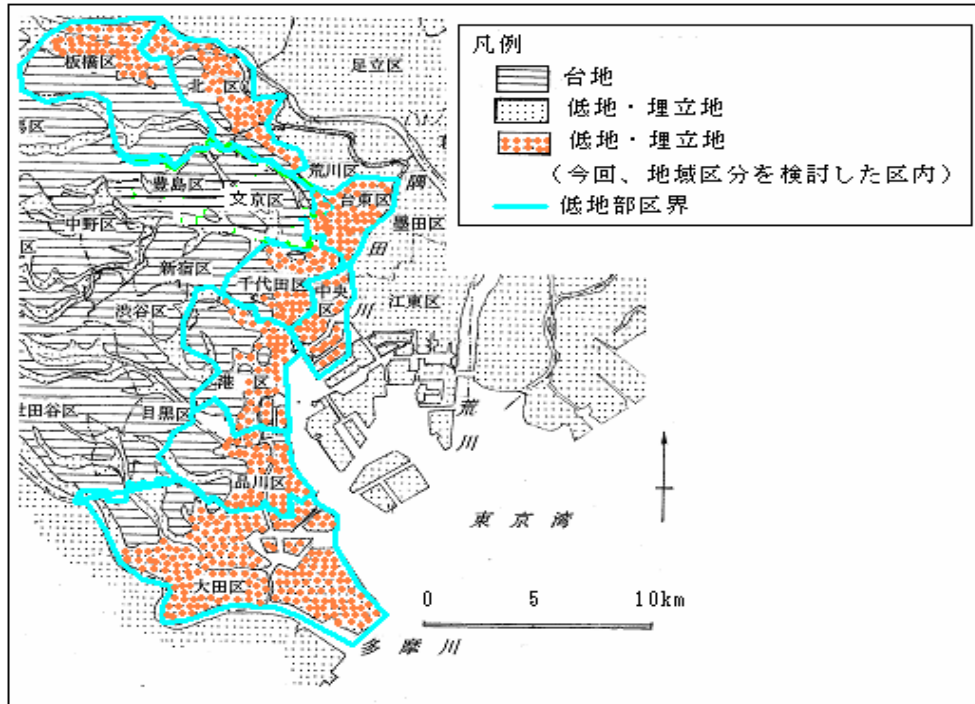


図 - 6 低地部と台地部の境界地域の地形

〔地域区分〕(図 - 7 - 2 参照)

- ・ 区部低地部：従来の低地部 8 区、及び区内に低地を含む 6 区
- ・ 区部台地部：その他の 9 区
- ・ 多摩台地部：奥多摩町及び檜原村を除く多摩地域の 26 市 2 町
- ・ 山地部：奥多摩町と檜原村

<参考>：区分した理由

従来、「低地部」の区分の根拠とされた「工業用水法」について、現在の法の対象井戸は 6 本のみであり、今後も許可井戸が増加することはないと予想される。

城南地区（港区、品川区及び大田区）については、地形を考慮して、可及的速やかに工業用水道を敷設し、「工業用水法」の規制措置を講じるべきことが、昭和 38 年の東京都地盤沈下対策審議会答申「地盤沈下の実状とこれに対する有効な方策について」で示された。

昭和 38 年に都内で初めて「ビル用水法」に指定された地域は、今回の地域区分で「区部低地部」とした 14 区であった。法の指定の際は地形を考慮したものである。

「区部低地部」に属する区の中で、「区部台地部」寄りの区では、洪積地が分布する地域がある。このため、当該区内全域を「区部低地部」とし、区内に分布する沖積地だけでなく、沖積地周辺に分布する洪積地についても、

地盤沈下のおそれがある地域として、より慎重な対策や監視を行うことが必要である。また、今後の対策を行う上で、地形に忠実に区分した場合の行政的取扱いの煩雑さを考慮する必要がある。これらの理由によって、一括して「区部低地部」として取り扱うことが望ましい。

「区部台地部」及び「多摩台地部」も、河川沿いには沖積地が存在するが、東京低地の沖積地と比較すれば、その面積は狭小であること、地質条件は洪積台地に近いこと、また、と同様に、今後の対策を行う上で、地形に忠実に地域区分した場合の行政的取扱いの煩雑さを考慮すれば、一括して台地部として取り扱うことが望ましい。

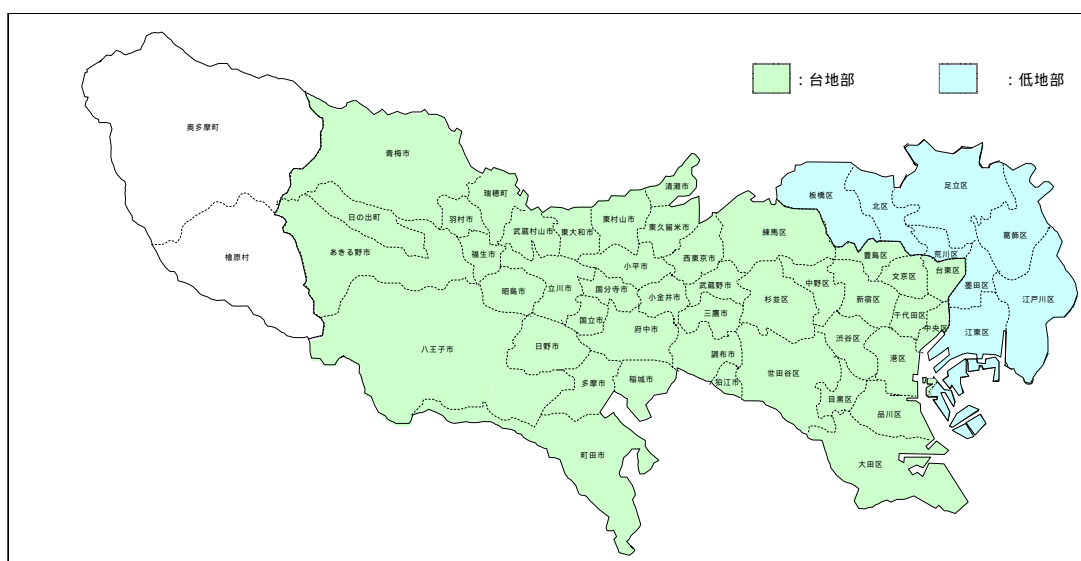


図 - 7 - 1 従来の地域区分

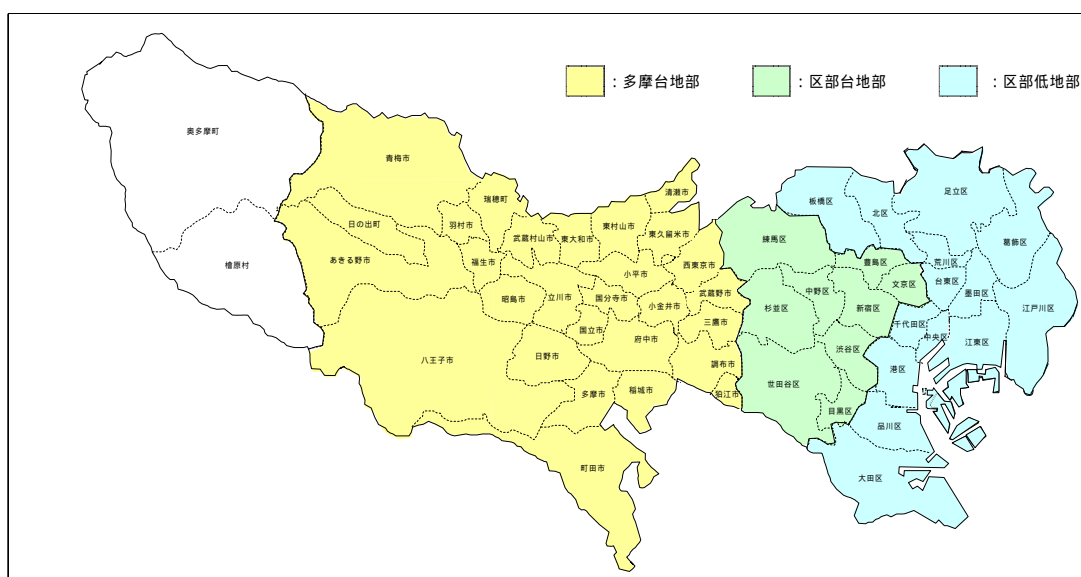


図 - 7 - 2 今回の検討のための地域区分

(4) 地盤沈下と地下水位に関する検証結果

< 検証結果まとめ >

- (1) 地盤沈下を再発させない範囲で、利用可能な地下水揚水量の検討を試みたところ、東京都における揚水量の集計データは、地盤沈下が沈静化した後のものであるため、地盤沈下体積と地下水揚水量との関係から、年間の利用可能（許容）揚水量を求めることは困難であった。
- (2) 平成4年度の「地下水実態調査報告書」で行われた地盤変動量の将来予測値と実測値との間には差が見られた。
- (3) 「区部低地部」の地下0～100mの沖積層、並びに「区部台地部」及び「多摩台地部」の地下200m以深の洪積層の多くで、膨張の予測に対して、実測値は依然として収縮を示している。
- (4) 「区部低地部」の洪積層は、一部を除いて予測を上回る膨張を示している。
- (5) 平成11年度の「地下水管理ガイドライン策定調査報告書」において、「維持することが望ましいとして試験的に設定された地下水位（以下「H11 設定水位」という）を算出した方法は妥当なものである。しかし、算出された「H11 設定水位」を維持すれば、地盤沈下は全く起こらないとは言い切れないことが明らかになった。

ア 検証の対象とした調査報告書の概要

(ア) 「地下水実態調査報告書」

- ・報告年：平成4年度
- ・調査目的：地盤沈下と地下水位の変動との関係を明らかにする。
- ・調査内容：地下水位の変動に伴う、10年間（昭和63年～平成9年）の地盤変動量の予測など

(イ) 「地下水管理ガイドライン策定調査報告書」

- ・報告年：平成11年度
- ・調査目的：地盤沈下を再発させないための地下水位を設定する。
- ・調査内容：既存データを用いた地盤沈下、地下水位及び揚水量の関係の整理、H11 設定水位の考え方、観測井毎のH11 設定水位の算出など

イ 「地下水実態調査報告書」の検証結果

< 検証結果まとめ >

予測値と実測値の検証

- ・「区部低地部」の地下 100m以浅の沖積層、並びに「区部台地部」及び「多摩台地部」の地下 200m以深の洪積層で、膨張の予測に対して、実測値は依然として収縮傾向を示している。
- ・「区部低地部」の洪積層では、実測値は予測値より膨張傾向を示している。
- ・「調査期間の 10 年間（昭和 63 年～平成 9 年）」の地下水位の実測値は、全ての地点で上昇している。

「調査期間の 10 年間（昭和 63 年～平成 9 年）」と「平成 12 年～16 年」の状況の比較検証

- ・「平成 12～16 年の 5 年間」は、「調査期間の 10 年間」と比較して、一部の地層を除いて、全体的に地層の収縮量又は膨張量の減少が認められた。
- ・「平成 12～16 年の 5 年間」は、「区部低地部」の一部地域において、地下水位の上昇と地表面の隆起が認められた。

(ア) 検証を行った観測所

- ・区部低地部：南砂町（江東区）、亀戸（江東区）、小島（江戸川区）、神明南（足立区）、戸田橋（板橋区）、上赤塚（板橋区）
- ・区部台地部：練馬
- ・多摩台地部：東久留米、清瀬、東大和、調布

(イ) 地盤変動量の予測に関する検証結果

〔予測した地点の概要〕

南砂町、亀戸、小島、神明南及び戸田橋は、「区部低地部」に属し、表層付近（地下数m～70m程度まで）には沖積層が分布し、地盤沈下の危険性が大きい。

上赤塚は、「区部低地部」に属するが、洪積層が分布し、地盤は比較的安定している。

練馬は、「区部台地部」に属し、洪積層が分布し、地盤は比較的安定している。

東久留米、清瀬、東大和及び調布は、「多摩台地部」に属し、洪積層が分布し、地盤は比較的安定している。ただし、清瀬は、その他の地域より地盤沈下が沈静化した時期が遅く、湧水年の平成 6 年に 3cm の地盤沈下を記録していることから、地盤沈下の再発に注意すべき地域である。

〔検証結果〕

本報告書では地下水位の変化による地盤変動の予測を行うにあたって、昭和63年から平成9年までの10年間の地下水位の変化を、次の4つのケースに分けて、各地盤変動の予測を行った。

- ・ケース1：昭和63～平成9年の10年間に地下水位の変動がないとした場合
- ・ケース2：同じく、地下水位が5m上昇とした場合
- ・ケース3：同じく、地下水位が5m低下とした場合
- ・ケース4：同じく、地下水位の変動はないが、初年度は夏季の湯水により地下水位が通常年（当時）より1.5倍低下とした場合

10年間に実測された地下水位の変化は、全ての観測所で0～5m上昇していることから、ケース3を除外した。また、昭和63年は湯水による例年の1.5倍の地下水位の低下が起きていないことから、ケース4を除外し、ケース1及びケース2の予測値と実測値を比較検討することとした。

地盤変動量が大きいと予測された観測井についての地盤変動量の将来予測を見ると、地盤変動量の将来予測は、実際の変動傾向をほぼ捉えている（20 μ m以降参照）。その他のものも含め、予測値と実測値との比較を行った。

表-1に、各ケース毎の地盤変動量の予測値、予測対象の10年間における地下水位の変化量と地盤変動量の実測値、及び平成12～16年の最近5年間の地下水位の変化量と地盤変動量の実測値（青枠内）を示した。なお、膨張と予測しているものに対して実測では収縮し、その差が大きかったものを、黄色の網掛けで示した。また、予測と実測ともに膨張であるが、予測より実測の方が大きく膨張したものは、同じく水色の網掛けで示した。

結果を見ると、実測値と予測値との間には差が見られた。

「区部低地部」の0～100mの沖積層と、「区部台地部」及び「多摩台地部」の200m以深の洪積層の多くで、予測では膨張となっているが、実測では依然として収縮傾向を示している。これらの地層では粘土層などの難透水層が多く分布している。したがって、地下水位が上昇したにもかかわらず、これらの地層で現在なお収縮傾向であることは、こうした難透水層において残留圧密が依然として生じていることを示しているものと考えられる。

一方、江東区及び足立区の「区部低地部」の100m以深の洪積層では、予測値以上に膨張を示している。これは、地下水位の回復により、深層の洪積層が膨張（リバウンド）しているためと考えられる。

表 - 1 地下水実態調査における予測値と実測値の比較

地域区分	観測所	深さ (GL:m)	地層	地盤変動の予測値		地下水位及び地盤変動の実測値			
				ケース1	ケース2	10年間の変動量 (S63~H9)		5年間 (H12~H16)	
				水位変動なしとした場合 (mm)	水位上昇を5mとした場合 (mm)	地下水位 (m) 全井で上昇	地盤変動量 (mm) - : 収縮 無記号 : 膨張	地下水位 (m) 全井で上昇	地盤変動量 (mm) - : 収縮 無記号 : 膨張
区部低地部	南砂町	0~70	沖積	0	8	2.74	-40.8	2.32	-6.8
		70~130	洪積	0	4	3.24	3.5	2.30	4.6
		130	洪積	0	36	-	51.0	-	13.9
	亀戸	0~61	沖積	0	8	3.24	-18.0	2.37	-5.7
		61~144	洪積	0	9	3.53	8.3	2.62	-
		144	洪積	0	22	-	47.2	-	16.0
	小島	0~80	沖積	0	8	2.73	-28.7	1.98	-10.2
		80~150	洪積	0	11	2.75	3.5	1.89	12.5
		150~270	洪積	0	9	2.66	-15.1	1.89	0.3
		270	洪積	0	71	-	51.0	-	7.4
	神明南	0~110	沖積	0	4	5.79	-4.3	1.56	-1.9
		110~180	洪積	0	2	6.35	-1.9	1.53	1.1
		180~380	洪積	-17	6	3.51	21.6	1.86	7.6
		380	洪積	-3	6	-	3.5	-	-6.1
	戸田橋	0~60	沖積	-1	4	3.61	-15.6	0.82	-6.8
		60~113	洪積	-73	-67	4.70	-53.1	0.96	-0.1
		113~290	洪積	-8	0	4.67	2.6	1.43	-12.9
		290	洪積	0	4	-	0.8	-	-3.6
	上赤塚	0~150	洪積	-	-	3.94	0.8	1.38	0.3
		150~250	洪積	0	8	3.29	3.1	0.97	0.5
250~400		洪積	0	3	2.73	-2.2	0.96	-0.7	
400		洪積	-32	-15	-	-2.2	-	-2.3	
区部台地部	練馬	0~200	洪積			1.94	-1.9	1.94	-0.3
		200	洪積	2	29	-	-3.2	-	-1.7
多摩台地部	東久留米	0~175	洪積			4.12	-1.7	-0.64	-2.6
		175~441	洪積	-8	0	1.82	-1.6	0.46	5.0
		441	洪積	1	17	-	0.5	-	-3.3
	清瀬	0~207	洪積			3.07	-14.1	0.80	-10.2
		207~450	洪積	-9	6	1.79	-6.0	0.49	10.4
		450	洪積	0	17	-	-25.1	-	-5.0
	東大和	0~260	洪積			1.45	-5.3	-0.87	-0.1
		260	洪積	-5	1	-	-10.6	-	-1.8
	調布	0~171	洪積			1.29	1.3	0.44	1.2
		171	洪積	0	10	-	5.6	-	-12.1

- : 予測値は膨張、実測値は収縮で、その差が比較的大きいもの
- : 予測値、実測値とも膨張で、実測値の方が膨張が大きいもの
- : 図 - 9 に表示
- : H12~H16の変動量がS63~H9より大きく減少したもの

なお、図 - 8 - 1 ~ 3 に観測井又は観測所近傍地点の地質柱状図を参考として示す。これによれば、江東区及び江戸川区を中心とした「区部低地部」の沖積層は、主に粘土層及びシルト層から構成されている。また、100 ~ 200m 程度の洪積層は、透水層と難透水層から構成されている。

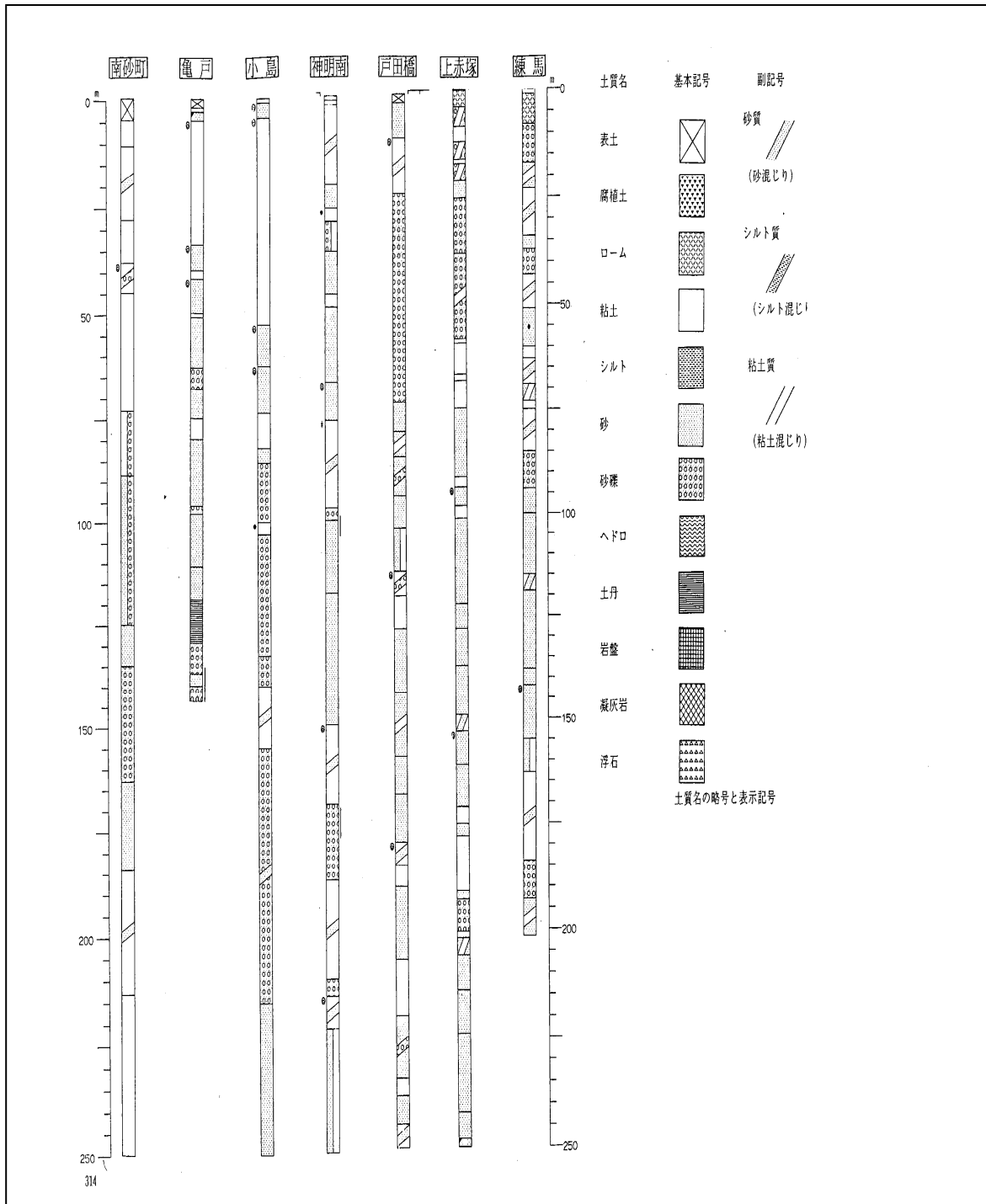


図-8-1 観測井又は観測所近傍地点の地質柱状図 (区部低地部及び区部台地部：250m以浅)

出典：東京都土木技術研究所「東京都大深度地下地盤図」

「区部台地部」及び「多摩台地部」の200～400m以深（地域により深度は異なる。）の洪積層には、連続してシルト層が分布している。

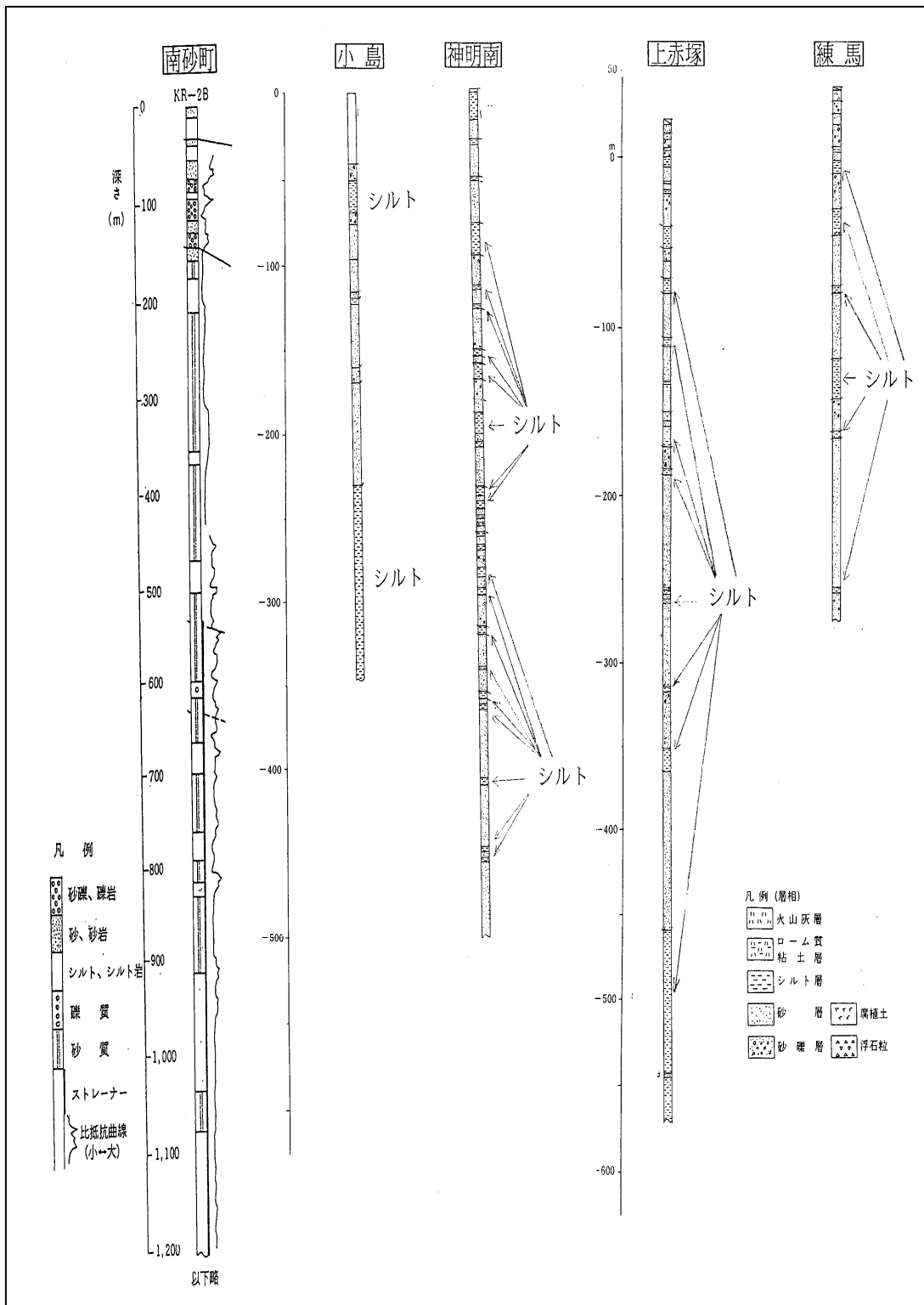


図-8-2 観測所近傍地点の地質柱状図（区部低地部及び区部台地部：大深度）

出典：東京都土木技術研究所「東京都大深度地下地盤図」

立川地質調査ボーリング 府中地質調査ボーリング 小金井地質調査ボーリング 東久留米地質調査ボーリング 調布地質調査ボーリング

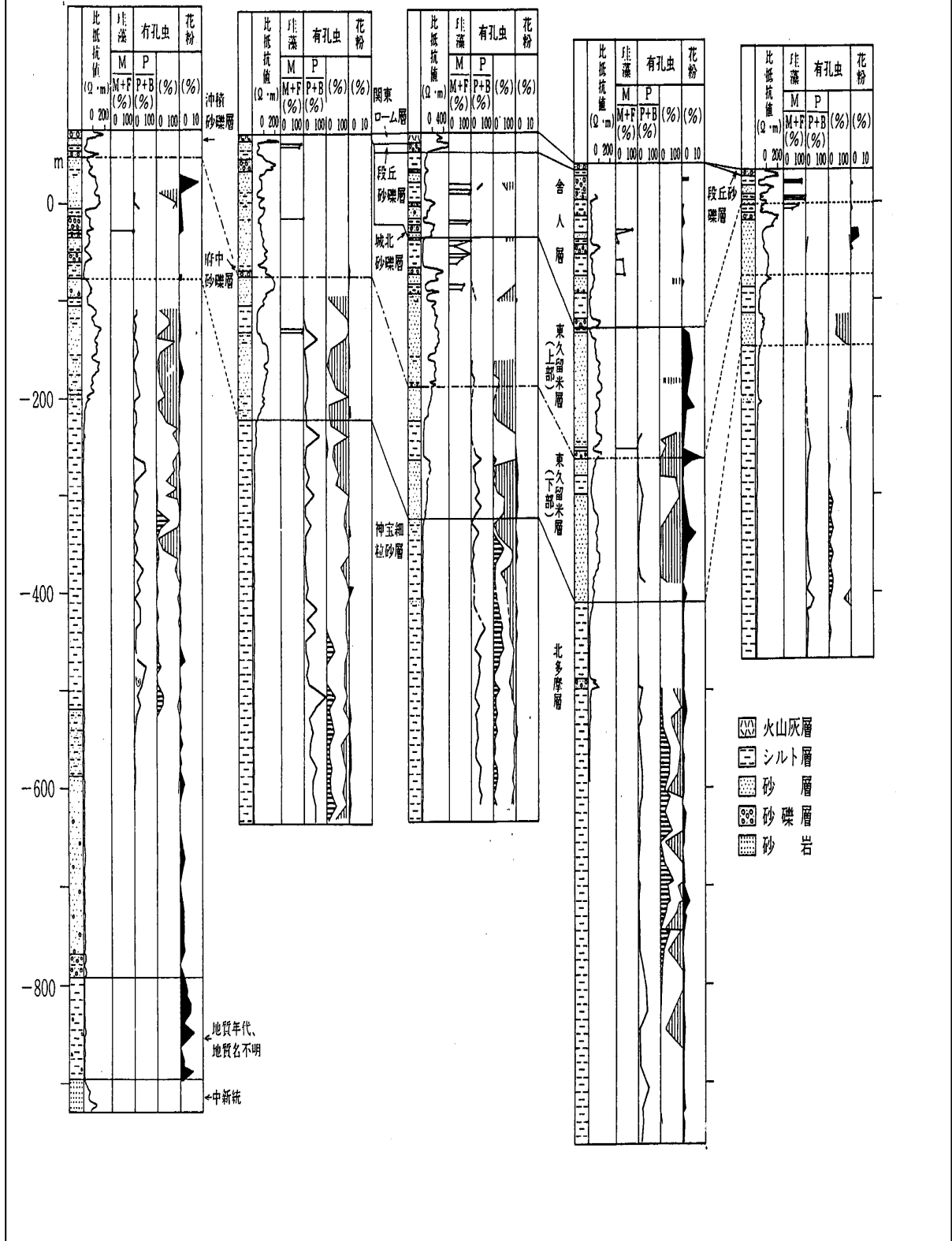


図-8-3 観測所近傍地点の地質柱状図 (多摩台地部：大深度)

出典：東京都土木技術研究所「東京都総合地盤図()東京都の地盤(2)」

(ウ) 10年間の予測計算において地盤変動量が大きいと予測された層別観測井における予測値と実測値との比較

報告書で、10年間の地盤変動量が大きいと予測された層別観測井(表-1に赤枠で示した観測井:6観測所の7観測井)を対象に、以下の4つの事項について、図-9-1~3に示した。

ア 昭和20年代からの計算による累積収縮量¹

イ 観測所設置から平成16年までの実測累積収縮量と昭和63年から平成9年までの予測収縮量

ウ 昭和20年代から観測所設置までの仮定地下水位²

エ 観測所設置から平成16年までの実測地下水位と昭和63年から平成9年までの予測地下水位。

1 累積収縮量の計算は、テルツァギの圧密方程式を基にした修正式を用いたもの。

2 仮定地下水位は、計算開始時点の地下水位と観測開始時の推移を直線補完したものの。

各観測井毎の昭和63年~平成9年の予測値と実測値、及び平成10年以降の実測値は以下のとおりである。

【南砂町(130m以深) ケース2】

- ・ 累積変動量の10年間の予測値、実測値ともに膨張であるが、実測値は予測値の36mmを上回る51mmとなっている。
- ・ 昭和63年から平成16年までに地盤は72mm膨張した。
- ・ 平成9年以降も地下水位は上昇し、平成16年の地下水位は仮定地下水位より1.1m高い。

【亀戸(144m以深) ケース2】

- ・ 累積変動量の10年間の予測値、実測値ともに膨張であるが、予測値の22mmに対して実測値は47mmと2倍以上膨張している。
- ・ 昭和63年から平成16年までに地盤は71mm膨張した。
- ・ 平成9年以降も地下水位は上昇し、平成16年の地下水位は仮定地下水位より1.5m高い。

【小島(270m以深) ケース2】

- ・ 累積変動量の10年間の予測値、実測値ともに膨張であるが、実測値は予測値の71mmを下回る51mmとなっている。
- ・ 昭和63年から平成16年までに地盤は63mm膨張した。
- ・ 平成9年以降も地下水位は上昇したが、平成16年の地下水位は仮定地下水位より0.2m低い。

【戸田橋（60～133m） ケース1】

- ・累積変動量の10年間の予測値、実測値ともに収縮であるが、実測値は予測値の73mmを下回る53mmとなっている。
- ・昭和63年から平成16年までに地盤は67mm収縮した。
- ・平成9年以降も地下水位は上昇し、平成16年の地下水位は仮定地下水位より6.5m高い。

【戸田橋（60～133m） ケース2】

- ・累積変動量の10年間の予測値、実測値ともに収縮であるが、実測値は予測値の67mmを下回る53mmとなっている。
- ・昭和63年から平成16年までに地盤は67mm収縮した。
- ・平成9年以降も地下水位は上昇し、平成16年の地下水位は仮定地下水位より1.5m高い。

【上赤塚（400m以深） ケース1】

- ・累積変動量の10年間の予測値、実測値ともに収縮であるが、実測値は予測値の32mmを下回る2.2mmとなっている。
- ・昭和63年から平成16年までに地盤は1.9mm収縮した。
- ・平成9年以降も地下水位は上昇し、平成16年の地下水位は仮定地下水位より4.9m高い。

【練馬（200m以深） ケース2】

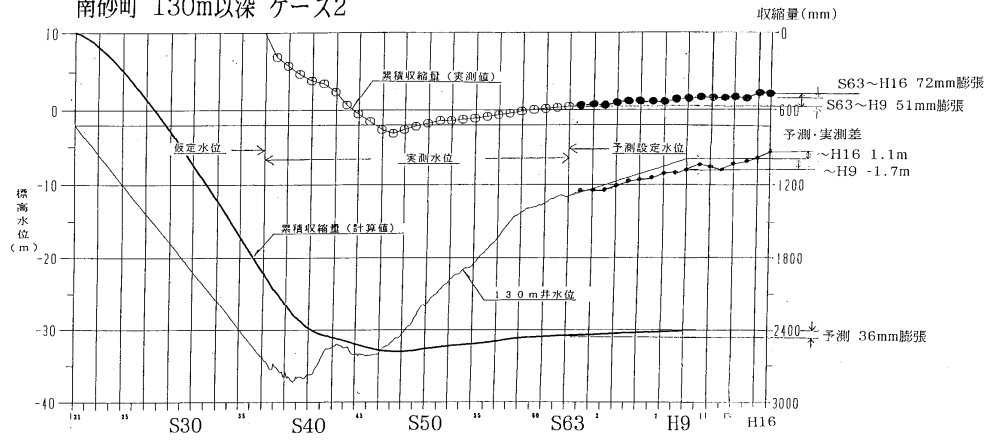
- ・累積変動量の10年間の予測値が29mmの膨張であるのに対して、実測値は3.2mmの収縮となっている。
- ・昭和63年から平成16年までに地盤は3.1mm収縮した。
- ・平成9年以降も地下水位は上昇したが、平成16年の地下水位は仮定地下水位より0.6m低い。

(I) 地盤変動量及び地下水位の昭和63年～平成9年の実測値と平成12年～16年の実測値との比較

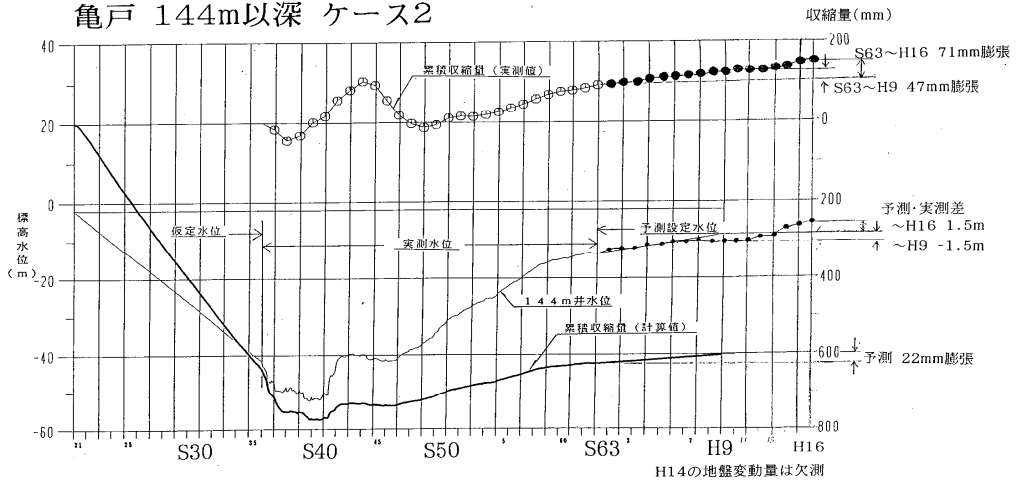
「昭和63年～平成9年（調査期間の10年間）」と「平成12年～16年（調査後の5年間）」の地盤沈下と地下水位の変化状況を確認した。表-1に各期間の変動量を示した。

「調査後の5年間」は「調査期間の10年間」と比較して、一部の地層を除いて、全体的に収縮量又は膨張量の減少が認められた。特に、「区部低地部」の沖積層並びに「区部台地部」及び「多摩台地部」の洪積層における収縮量が減少（一部の観測井は膨張に転化）しており、残留圧密が解消されつつあるものと考えられる。

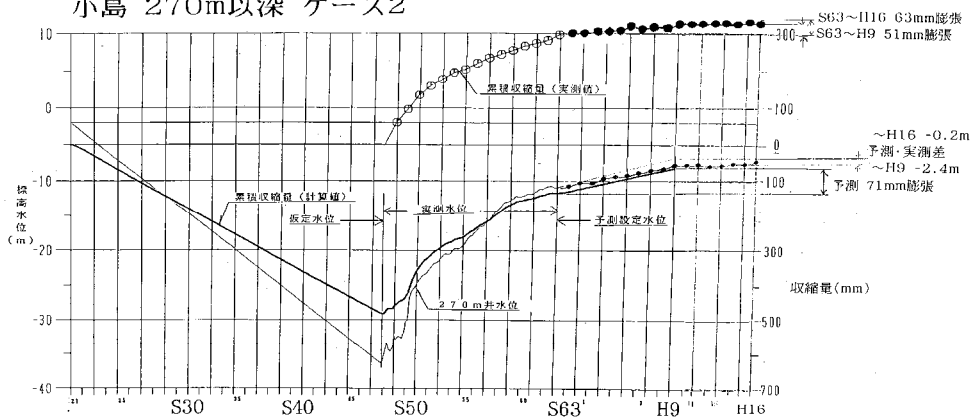
南砂町 130m以深 ケース2



亀戸 144m以深 ケース2



小島 270m以深 ケース2



- 1 累積収縮量の計算は、テルツァギの圧密方程式を基にした修正式による。
- 2 仮定地下水位は、計算開始時点の地下水位と観測開始時の推移を直線補完したもの。

図 - 9 - 1 予測値と実測値の比較 (区部低地部)

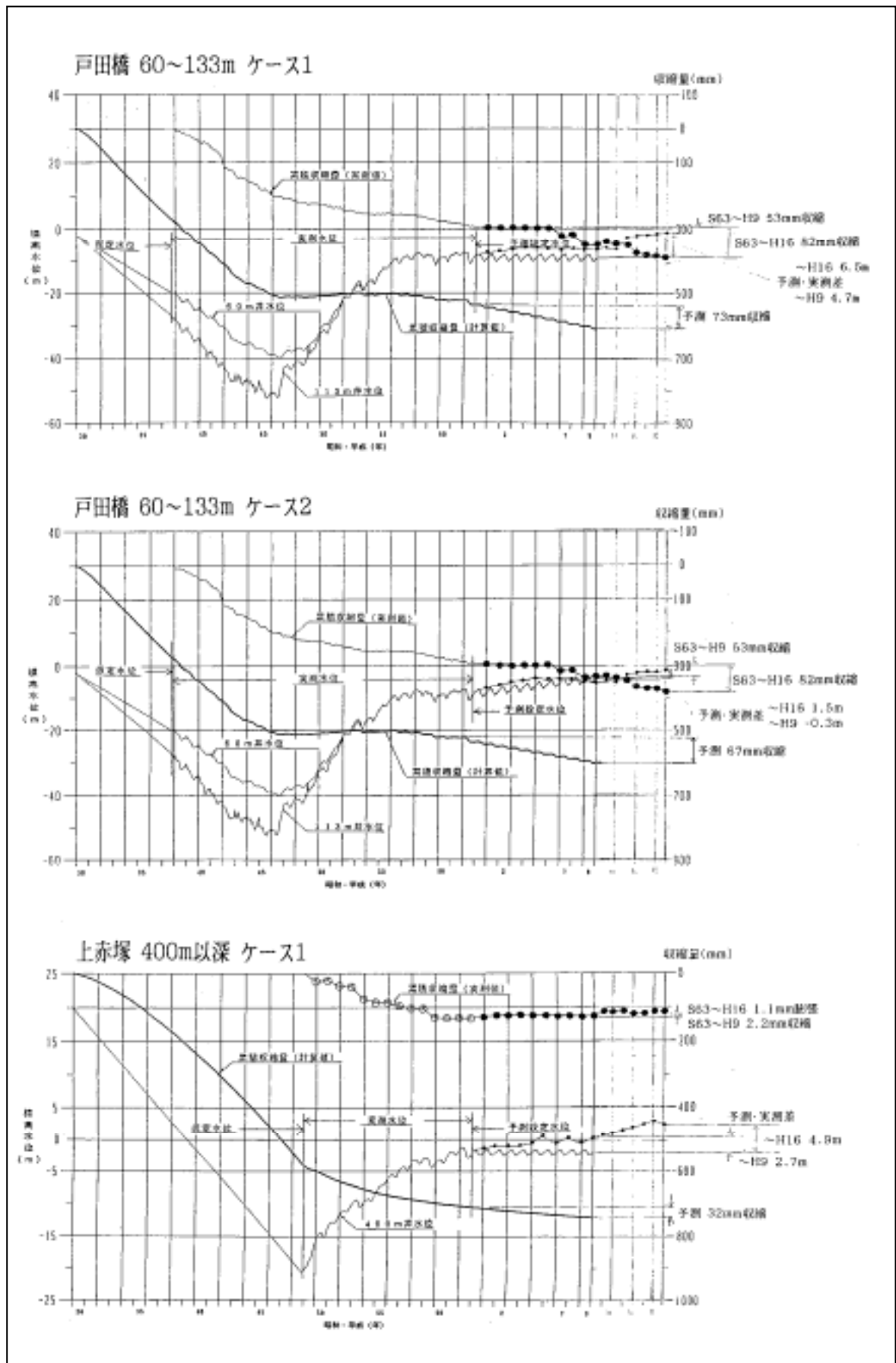
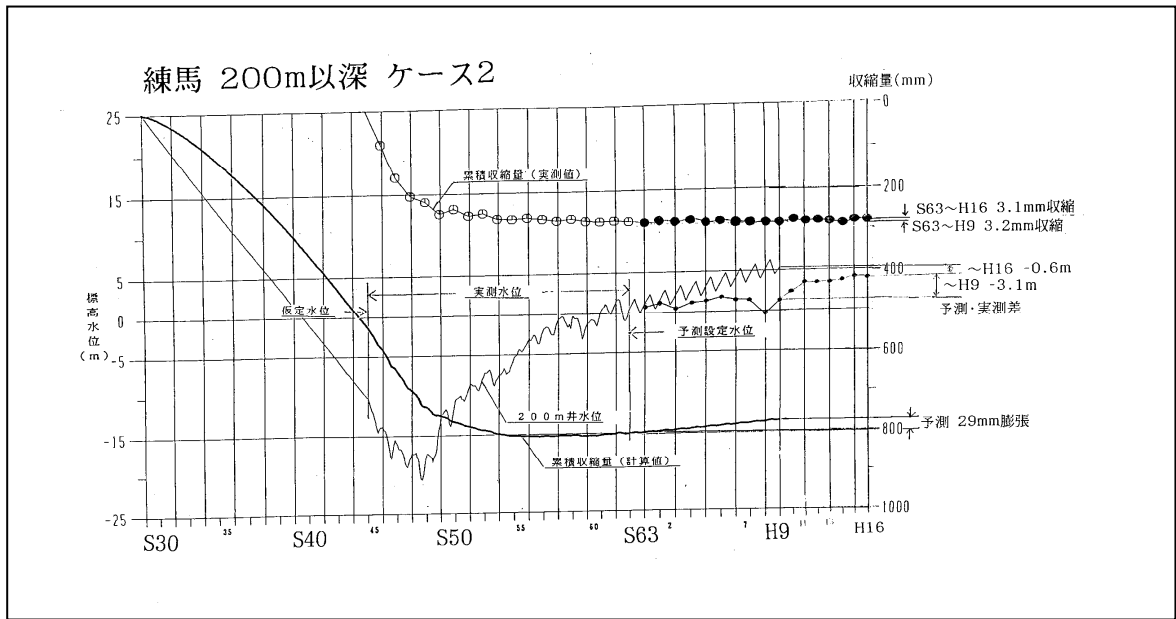


図 - 9 - 2 予測値と実測値の比較 (区部低地部)



ウ「地下水管理ガイドライン策定調査報告書」の検証結果

< 検証結果まとめ >

「H11 設定水位」の検証結果

- ・「H11 設定水位」の算出に用いた方法（「一次元粘弾塑性圧密解析法」）は、妥当である。
 - ・平成 12 年～16 年の 5 年間は、「区部低地部」では全ての観測井で地下水位が上昇し、「区部台地部」及び「多摩台地部」でもほとんどの観測井で地下水位が上昇した。
 - ・その結果、平成 16 年の地下水位は多くの観測井において、維持することが望ましいとして試験的に算出された「H11 設定水位」を上回っている。
 - ・「多摩台地部」を中心に地表面は依然として沈下していることから、「H11 設定水位」を維持すれば、地盤沈下は全く起こらないとは言い切れないことが明らかとなった。
- 「調査期間(平成 6 年～10 年)」と「平成 12 年～16 年」の状況の比較検証
- ・多くの観測井において、「平成 12 年から 16 年」の地下水位の上昇幅は、「調査期間(平成 6 年～10 年)」の上昇幅を上回った。
 - ・多くの観測井において、地盤変動量の絶対値は「平成 12 年から 16 年」の方が、「調査期間(平成 6 年～10 年)」より小さい傾向が認められた。
 - ・「平成 12 年から 16 年の地表面の変動については、「区部低地部」の一部を除き、都内の多くの地域において、依然として沈下を記録している。

この調査では、都が設置する 42 の観測所（ただし、千代田観測所は、平成 7 年に設置されたため報告書では一部項目のみ対象とした。）における、平成 6 年～10 年の 5 年間の地下水位変動量と地盤変動量とから、地層別（沖積層又は洪積層）に変動パターンを分類し、地盤沈下量 5 mm を「最大許容沈下量」として、地盤沈下を起こさないために維持することが望ましい地下水位（以下「H11 設定水位」という。）を試験的に算出している。

本委員会では、平成 12 年～16 年の最近の 5 年間の地下水位と地盤の変動量を整理し、報告書で試験的に算出された「H11 設定水位」との関係を比較検討した。

表 - 2 に調査報告書に示された結果と今回整理した最近 5 年間の結果を示した。なお、揚水量については、平成 12 年と 13 年では集計方法の相違により揚水量に差が生じていることから、検討に際しては平成 13 年から 16 年までの 4 年間の変動量を用いた。また、表 - 3 に、表 - 2 の集計結果を示した。

東京都土木技術研究所では、年間の地盤沈下量 2 cm 又は 1 cm 以上を地盤沈下地域として表示しているが、調査報告書ではより安全性を考慮して年間 5 mm を「最大許容沈下量」としている。

表-2 地下水管理ガイドライン調査結果及び最近5年間の観測結果

観測所番号	観測井名称	観測所設置年月	区名	地域区分	H11年度「地下水管理ガイドライン調査」における報告値					H12年～16年の観測値												
					対象とする層の地層からの位置(m)	該当する地層区分	H6～10間の変動		H11の変動パターン		H11設定水位 T.P.(m)	地下水位 (T.P.m)			各地層の変動量		全変動量(地表面の変動量)			区内排水量(m ³ /日)		
							水位 (m/5年間)	地盤 (mm/5年間)	I 沖積層	II 洪積層		H12	H16	変動量	5年前 (mm/5年)	年平均 (mm/年)	観測井深さ	5年間 (mm/5年)	年平均 (mm/年)	H13	H16	増減
1	南砂町第1	S29.5	江東区	江東区	0 - 70	沖積層	1.75	-26.9	①		-7.00	-7.85	-5.53	2.32	-6.8	-1.4	70m	7.0	1.4	39	72	33
					70 - 130	洪積層	2.01	2.3		⑤-3	-8.50	-7.86	-5.56	2.30	-2.2	-0.4	130m	4.9	1.0			
2	亀戸第1	S27.6	江東区	江東区	0 - 61	沖積層	1.33	-3.8	①		-8.00	-8.75	-6.38	2.37	-5.7	-1.1	61m	13.1	2.6	769	562	-207
					61 - 144	洪積層	1.68	1.7		⑤-3	-12.50	-9.57	-6.95	2.62	(1.4)	(0.3)	144m	(9.5)	(1.9)			
3	香樟A	S28.5	墨田区	墨田区	0 - 47	沖積層	0.48	-21.4	①		-12.00	-13.48	-8.87	4.61	-20.2	-4.0	47m	3.7	0.7	769	562	-207
					47 - 115	洪積層	0.74	16.1		⑤-1	-13.00	-14.72	-9.54	5.18	(18.0)	(3.6)	115m	(9.0)	(1.8)			
4	南国第1	S49.3	墨田区	墨田区	0 - 38	沖積層	-0.45	-3.3	①		-13.00	-15.94	-8.73	7.21	2.2	0.4	38m	14.3	2.9	769	562	-207
					38 - 126	洪積層	-0.53	0.4		③	-13.00	-16.23	-8.97	7.26	-3.8	-0.8	126m	13.5	2.7			
5	新江戸川第1	S38.12	江戸川区	江戸川区	0 - 71	沖積層	1.08	-12.8	①		-8.00	-8.64	-	-	-4.4	-0.9	71m	4.1	0.8	1,355	1,468	113
					71 - 151	洪積層	1.10	-1.0		④	-13.50	-11.84	-9.60	2.24	-2.1	-0.4	151m	4.3	0.9			
6	小岩	S38.12	江戸川区	江戸川区	151 - 450	洪積層	1.24	-16.8	④		-11.50	-11.50	-9.39	2.11	-4.1	-0.8	450m	-6.5	-1.3	1,355	1,468	113
					0 - 56	沖積層	0.66	-2.2	①		-1.00	-1.14	-0.78	0.36	-1.9	-0.4	56m	3.5	0.7			
7	江戸川東部第1	S45.3	江戸川区	江戸川区	0 - 70	沖積層	0.64	-5.4	①		-4.50	-4.92	-3.91	1.01	-4.1	-0.8	70m	4.2	0.8	1,355	1,468	113
					70 - 161	洪積層	0.54	1.6		⑤-1	-9.50	-9.45	-7.91	1.54	1.2	0.2	161m	5.4	1.1			
8	小島第1	S47.3	江戸川区	江戸川区	161 - 400	洪積層	0.87	2.8	⑤-3		-12.50	-10.31	-8.79	1.52	4.9	1.0	400m	4.2	0.8	1,355	1,468	113
					0 - 40	沖積層	0.71	-26.1	①		-4.50	-5.13	-3.91	1.22	-7.2	-1.4	40m	6.8	1.4			
9	篠崎第1	S47.3	江戸川区	江戸川区	40 - 80	洪積層	1.48	9.9	⑤-1		-7.00	-7.40	-5.42	1.98	-3.0	-0.6	80m	3.9	0.8	1,355	1,468	113
					80 - 150	洪積層	1.60	1.9	⑤-2		-7.00	-7.57	-5.68	1.88	2.3	0.5	150m	5.8	1.2			
10	篠崎第2	S47.3	江戸川区	江戸川区	150 - 270	洪積層	1.56	-2.1	④		-7.50	-7.77	-5.88	1.89	2.6	0.5	270m	2.1	0.4	1,355	1,468	113
					0 - 65	沖積層	0.54	-1.0	①		-3.50	-3.78	-2.85	0.93	-0.1	0.0	65m	7.5	1.5			
11	伊興	S47.6	足立区	足立区	65 - 265	洪積層	0.92	2.6	⑤-3		-14.50	-11.52	-10.04	1.48	3.6	0.7	265m	6.8	1.4	2,445	2,541	96
					265 - 340	洪積層	1.01	-0.7	④		-12.50	-12.30	-10.47	1.83	9.5	1.9	340m	7.0	1.4			
12	神明南第1	S46.3	足立区	足立区	0 - 270	沖積層-洪積層	0.64	-8.4	①		-13.00	-13.12	-9.86	3.26	-5.6	-1.1	270m	-3.1	-0.6	2,445	2,541	96
					0 - 120	沖積層-洪積層	0.77	-0.1	①		-9.50	-10.96	-8.28	1.78	0.4	0.1	120m	-1.7	-0.3			
13	小台第1	H2.3	足立区	足立区	0 - 110	沖積層-洪積層	1.22	-1.7	①		-13.50	-13.71	-12.15	1.56	-1.9	-0.4	110m	-1.7	-0.3	2,445	2,541	96
					110 - 180	洪積層	1.87	-1.7	④		-15.00	-15.21	-13.68	1.53	-0.8	-0.2	180m	-2.4	-0.5			
14	舎人第1	S49.3	葛飾区	葛飾区	180 - 380	洪積層	0.96	4.7	⑤-3		-13.50	-11.95	-10.09	1.86	6.8	1.4	380m	-2.0	-0.4	2,445	2,541	96
					0 - 50	沖積層	0.35	-1.1	①		-7.00	-7.32	-4.67	2.65	0.3	0.1	50m	0.7	0.1			
15	舎人第2	S46.3	葛飾区	葛飾区	50 - 170	洪積層	-0.17	0.2	③		-12.00	-12.01	-7.15	4.86	-2.1	-0.4	170m	2.0	0.4	2,445	2,541	96
					170 - 300	洪積層	-1.64	0.8	③		-11.00	-11.23	-6.72	4.51	4.1	0.8	300m	3.3	0.7			
16	上赤塚第1	S48.3	葛飾区	葛飾区	0 - 27	沖積層	0.14	-13.4	①		-4.50	-	-	-	-4.6	-0.9	27m	-6.1	-1.2	1,886	2,031	145
					27 - 200	洪積層	0.95	2.8	⑤-3		-11.50	-9.48	-8.01	1.47	-3.2	-0.6	200m	-7.1	-1.4			
17	上赤塚第2	S48.3	葛飾区	葛飾区	200 - 340	洪積層	0.91	-3.7	④		-7.50	-7.73	-5.64	2.09	0.3	0.1	340m	-6.5	-1.3	1,886	2,031	145
					0 - 124	沖積層	0.53	-2.1	①		-11.00	-11.08	-9.05	2.03	-1.1	-0.2	124m	7.2	1.4			
18	上赤塚第3	S48.3	葛飾区	葛飾区	0 - 60	沖積層	1.45	-3.2	①		-8.00	-3.02	-2.20	0.82	-6.8	-1.4	60m	-7.8	-1.6	1,886	2,031	145
					60 - 113	洪積層	1.40	-29.8	④		-2.50	-3.12	-2.16	0.96	-6.9	-1.4	113m	-2.2	-0.4			
19	千代田第1	H7.3	千代田区	千代田区	113 - 290	洪積層	1.45	-8.2	④		-1.50	-1.74	-0.31	1.43	-19.8	-4.0	290m	-3.7	-0.7	1,886	2,031	145
					0 - 270	洪積層	1.17	-0.9	④		-2.00	-2.08	-0.33	1.75	-0.6	-0.1	270m	-0.2	0.0			
20	練馬第1	S44.1	練馬区	練馬区	0 - 150	洪積層	1.10	0.1	⑤-2		-0.50	1.83	3.21	1.38	0.3	0.1	150m	-1.4	-0.3	2,912	3,037	125
					150 - 250	洪積層	1.08	1.3	⑤-3		-2.00	1.33	2.30	0.97	0.8	0.2	250m	-1.4	-0.3			
21	練馬第2	S44.3	練馬区	練馬区	250 - 400	洪積層	0.83	-1.4	④		-3.50	1.53	2.49	0.96	0.1	0.0	400m	-1.1	-0.2	2,912	3,037	125
					0 - 33	洪積層	(-0.78)	(-9.3)	記録が5年未満		3.00	3.36	5.90	2.54	-13.1	-2.6	33m	-10.9	-2.2			
22	世田谷	H6.3	世田谷区	世田谷区	33 - 113	洪積層	(0.53)	(5.2)	④		1.00	1.96	4.24	2.28	2.7	0.5	113m	-11.2	-2.2	1,461	878	-583
					0 - 130	洪積層	0.71	-14.2	④		31.00	30.65	31.49	0.84	-3.3	-0.7	130m	1.3	0.3			
23	目黒	H6.3	目黒区	目黒区	0 - 156	洪積層	0.21	-0.6	④		14.50	14.13	13.67	-0.46	0.7	0.1	156m	-2.8	-0.6	140	155	15

観測所番号	観測井名称	観測所設置年月	区名	地域区分	H11年度「地下水管理ガイドライン調査」における報告値										H12年～16年の観測値										
					対象とする層の地盤からの位置(m)	該当する地層区分	H6～10間の変動		H11の変動パターン		H11設定水位		地下水 (T.P.:m)					各地層の変動量					区内降水量(m³/日)		
							水位(m/5年間)	地盤(mm/5年間)	I 沖積層	II 洪積層	T.P.(m)	H12	H16	変動量	5年間(mm)	年平均(mm)	観測井深さ(m)	5年間(mm)	年平均(mm)	H13	H16	増減			
25	東久留米第1 東久留米第2 東久留米第3	S49.3	東久留米市	多摩台地部	0 - 92	洪積層	0.28	-1.3	④	④	12.00	11.33	12.05	0.72	-1.8	-0.3	92m	-4.7	-0.3	9,478	8,471	-1,007			
					92 - 175	0.39	-1.0	④	④	7.00	7.66	7.02	-0.64	-1.0	-0.2	175m	-5.5	-1.1							
					175 - 441	0.06	-1.4	④	④	11.00	11.00	11.46	0.46	2.4	0.5	441m	-3.5	-0.7							
26	調布第1 調布第2 調布第3 調布第4	S50.3	調布市	多摩台地部	0 - 26	洪積層	-0.13	-0.5	②	②	27.00	26.32	27.50	1.18	0.0	0.0	265m	-11.0	-2.2	49,501	46,162	-3,339			
					26 - 56	-0.02	-0.3	②	②	4.50	4.01	5.08	1.07	-0.2	0.0	56m	-11.3	-2.3							
					56 - 101	-0.19	0.4	③	③	0.50	0.42	1.48	1.06	0.2	0.0	101m	-11.1	-2.2							
					101 - 171	-0.60	0.5	③	③	1.50	1.17	1.61	0.44	1.2	0.2	171m	-10.9	-2.2							
27	清瀬第1 清瀬第2 清瀬第3	S50.3	清瀬市	多摩台地部	0 - 94	洪積層	0.41	-0.8	④	④	19.00	18.14	19.47	1.33	-10.9	-2.2	94m	-19.3	-3.9	1,041	899	-142			
					94 - 207	0.07	-8.4	④	④	7.00	6.35	7.15	0.80	0.7	0.1	207m	-18.9	-3.8							
					207 - 450	0.12	-1.9	④	④	10.50	11.05	11.54	0.49	0.2	0.0	450m	-15.0	-3.0							
28	東大和第1 東大和第2 東大和第3	S53.3	東大和市	多摩台地部	0 - 92	洪積層	0.95	-1.1	④	④	49.50	49.31	50.98	1.67	-0.1	0.0	92m	-1.4	-0.3	7,024	9,671	2,647			
					92 - 175	-0.25	0.7	③	③	21.50	21.16	21.46	0.30	1.2	0.2	175m	-0.8	-0.2							
					175 - 260	0.02	-1.2	④	④	17.00	17.27	16.40	-0.87	-1.0	-0.2	260m	-1.7	-0.3							
29	立川第1 立川第2	S54.3	立川市	多摩台地部	0 - 108	洪積層	0.06	0.0	④	④	61.50	61.22	62.47	1.25	-0.4	-0.1	108m	-1.3	-0.3	25,635	26,411	776			
					108 - 280	-0.34	-0.2	②	②	61.00	60.78	61.94	1.16	1.7	0.3	280m	-0.9	-0.2							
30	小金井第1 小金井第2 小金井第3	S55.3	小金井市	多摩台地部	0 - 95	洪積層	-1.46	0.0	②	②	11.50	12.39	10.86	-1.53	-1.8	-0.4	95m	-5.2	-1.0	24,424	24,719	295			
					95 - 162	-0.74	-0.9	②	②	11.00	9.86	10.17	0.31	0.3	0.1	162m	-5.5	-1.1							
					162 - 296	-0.64	-1.7	②	②	13.50	11.91	11.72	-0.19	-1.4	-0.3	296m	-6.3	-1.3							
31	小金井南第1 小金井南第2	H4.3		多摩台地部	0 - 130	洪積層	-0.56	-1.9	②	②	15.50	14.39	14.81	0.42	-4.0	-0.8	130m	-6.0	-1.2	6,185	4,930	-1,255			
					130 - 210	-0.94	-1.9	②	②	14.50	13.61	13.95	0.34	-1.0	-0.2	210m	-7.2	-1.4							
32	武蔵村山第1 武蔵村山第2 武蔵村山第3	S56.3	武蔵村山市	多摩台地部	0 - 103	洪積層	-0.36	-2.5	②	②	93.00	91.98	94.11	2.13	-7.6	-1.5	103m	-5.4	-1.1	6,185	4,930	-1,255			
					103 - 189	-3.11	-1.9	②	②	58.50	58.82	60.42	1.60	2.4	0.5	189m	-3.2	-0.6							
					189 - 280	-3.51	2.5	②	②	53.00	53.19	55.38	2.19	6.3	1.3	280m	2.0	0.4							
33	府中第1 府中第2 府中第3	S57.3	府中市	多摩台地部	0 - 34	洪積層	0.12	0.7	⑤-③	⑤-③	39.50	42.88	43.27	0.39	-2.3	-0.5	34m	-3.7	-0.7	56,545	59,171	2,626			
					34 - 174	0.98	-0.2	④	④	40.00	37.98	38.90	0.92	-1.1	-0.2	174m	-4.5	-0.9							
					174 - 209	-1.06	-0.3	②	②	29.50	29.57	28.78	-0.79	3.6	0.7	209m	-2.2	-0.4							
34	東村山第1 東村山第2 東村山第3	S58.3	東村山市	多摩台地部	0 - 44	洪積層	-0.20	-1.0	②	②	57.50	56.84	58.26	1.42	-0.7	-0.1	44m	-9.5	-1.9	2,589	2,816	227			
					44 - 201	-0.56	-1.2	②	②	15.00	15.24	15.99	0.75	1.8	0.4	201m	-8.9	-1.8							
					201 - 294	-2.66	-0.2	②	②	17.50	12.08	12.32	0.24	-1.6	-0.3	294m	-10.2	-2.0							
35	八王子第1 八王子第2	S59.3	八王子市	多摩台地部	0 - 105	洪積層	-0.30	-0.3	②	②	83.50	82.81	84.58	1.77	0.2	0.0	105m	-2.2	-0.4	19,162	17,936	-1,226			
					105 - 220	-0.30	0.4	②	②	83.00	82.37	84.13	1.76	0.7	0.1	220m	-2.2	-0.4							
36	瑞穂第1 瑞穂第2	S60.3	瑞穂町	多摩台地部	0 - 94	洪積層	-3.20	-2.7	②	②	85.00	84.54	84.88	0.34	-0.6	-0.1	94m	0.5	0.1	1,240	3,872	2,632			
					94 - 180	-0.90	1.1	③	③	82.50	82.10	83.00	0.90	-0.2	0.0	180m	0.0	0.0							
37	多摩 稲城	H11.2	多摩市	多摩台地部	0 - 180	洪積層	0.39	-4.9	④	④	41.50	49.64	50.03	0.39	-0.2	0.0	180m	-9.1	-1.8	6,801	7,513	712			
					0 - 220	-14.80	-1.4	②	②	24.00	25.20	28.00	2.80	-0.2	0.0	220m	-1.2	-0.2							
39	町田第1 町田第2	S63.3	町田市	多摩台地部	0 - 100	洪積層	0.73	-1.7	②	②	59.50	59.10	60.62	1.52	(-1.1)	(-0.2)	100m	(-1.8)	(-0.4)	8,402	7,049	-1,353			
					100 - 190	-0.11	1.1	④	④	35.00	34.74	34.54	-0.20	-1.4	-0.3	190m	-2.1	-0.4							
40	町田南第1 町田南第2	H3.3		多摩台地部	0 - 60	洪積層	-0.50	-5.9	②	②	32.00	30.90	30.10	-0.80	(-4.3)	(-0.9)	60m	(-2.1)	(-0.4)	37,212	37,921	709			
					60 - 225	-0.89	1.5	②	②	33.00	33.31	34.29	0.98	-5.0	-1.0	225m	-2.0	-0.4							
41	三鷹第1 三鷹第2	H11.3	三鷹市	多摩台地部	0 - 118	洪積層	-0.81	-1.5	②	②	10.00	10.60	10.26	-0.34	-0.8	-0.2	118m	-2.8	-0.6	37,212	37,921	709			
					118 - 260	-0.50	0.1	②	②	0.50	0.35	-0.58	-0.93	-0.1	0.0	260m	-3.4	-0.7							
42	昭島第1 昭島第2	H2.3	昭島市	多摩台地部	0 - 110	洪積層	-1.55	-7.5	②	②	61.00	60.65	62.41	1.76	-2.4	-0.5	110m	-5.2	-1.0	44,178	43,409	-769			
					110 - 236	-3.25	-1.4	②	②	54.50	55.28	56.83	1.55	2.4	0.5	236m	-3.0	-0.6							

(注) 地下水について
H12はH11.12.31の値
H16はH16.12.31の値
(注) カッコ書きは、欠測等により5年間のデータが揃っていないため参考値とした。

赤字: 下記のいずれかに該当するもの
・5年間における地下水位の低下
・地盤の低下
・同 揚水量の増大

赤字: 年間の平均低下量が5mmを超えた観測井
赤字: 計算によりH11設定水位を算出した観測井
赤字: H6～10の上昇幅と比較して、H12～16の上昇幅が大きい観測井
又は、H6～10は低下したが、H12～16は上昇した観測井
赤字: H6～10の低下幅と比較して、H12～16の低下幅が大きい観測井
赤字: H6～10は上昇したが、H12～16は低下した観測井

表 - 3 地下水管理ガイドライン調査で示された数値とその後の観測値との比較等

(1) 平成12年～16年の地下水位の変動状況

	観測井 総本数	地下水位が上昇 した観測井本数	地下水位の 上昇幅(m)	最大上昇幅を記録 した観測井名
区部低地部	41	41 (100%)	0.36～7.26	両国第2
区部台地部	6	4 (67%)	0.38～1.50	練馬第1
多摩台地部	43	34 (79%)	0.34～2.80	稲城
全域	90	79 (88%)	—	—

(2) 平成6年～10年と平成12年～16年の地下水位の変動状況の比較

	観測井 総本数	地下水上昇幅 H6～10<H12～16	地下水減少幅 H6～10<H12～16	H6～10:上昇 H12～16:減少
区部低地部	39	34 (87%)	0	0
区部台地部	6	3 (50%)	0	2 (33%)
多摩台地部	43	32 (74%)	4 (10%)	2 (4%)
全域	88	69 (78%)	4 (5%)	4 (5%)

(3) 地盤変動の状況

	各地層				地表面
	H6～10		H12～16		
	観測井の 総数	収縮を 記録した 観測井数	観測井の 総数	収縮を 記録した 観測井数	
区部低地部	41	26 (3) 1.53	41	25 1.05	18 0.84
区部台地部	6	5 1.77	6	4 0.78	5 0.92
多摩台地部	43	31 0.38	41	25 0.37	38 1.20
全域	90	62	88	54	61

()内は、1年間に平均5mm以上沈下した観測井の本数

収縮・沈下欄の下段は、収縮した観測井の1年間の平均収縮量(mm)

(7) 調査報告書における「H11 設定水位」の算出方法の評価

変動パターンの分類と「H11 設定水位」の設定方法を図 - 10 に示す。

沖積層では全て平成 10 年 12 月末日の地下水位を「H11 設定水位」としている。洪積層では、5 年間に地下水位が上昇し（上昇量が 1.5m 以上で変動傾向が安定）、地盤も隆起した（隆起量 5mm 以上で継続して隆起傾向）観測井（表 - 2 に“ 3 ”と表示）については、地層の変形に対する土質工学的解析法として用いられる「一次元粘弾塑性圧密解析法」によって、「H11 設定水位」を求めた。これ以外の観測井については、平成 10 年 12 月末日の地下水位を「H11 設定水位」としている。

なお、南砂町観測所については、「DACSAR の詳細法」（2 次元粘弾塑性圧密解析）による「H11 設定水位」も算出を試みた。この方法はパラメータの選択や解析が非常に煩雑で困難な上、算出された結果と「一次元粘弾塑性圧密解析法」による結果との間には、有意な差が認められなかった。

このため、この報告書で「一次元粘弾塑性圧密解析法」を用いたことは、妥当である。

(1) 「H11 設定水位」と平成 12～16 年の地下水位の変動について

92 の観測井の内、新江戸川第 1 は平成 15 年以降のデータが欠測、舎人第 1 は測定上の関係でデータが欠測のため、それぞれ除外したため、比較した観測井は 90 井である。

なお、この 5 年間で地下水位が低下した観測井については、地下水位変動量の欄に赤字で示した。

〔平成 12 年～16 年の 5 年間の地下水位の変動状況〕

- ・ 11 の観測井で地下水位が低下したが、その他の観測井は全て上昇した。
- ・ 「区部低地部」では、5 年間に 41 の観測井の全てで地下水位が上昇し、地下水位の上昇幅（数 m～7.26m）も他の地域と比較して大きい。地下水位が一番上昇した観測井は両国第 2 の 7.26m である。
- ・ 「区部台地部」では、6 の観測井の内、4 井で地下水位が上昇した。地下水位が一番上昇した観測井は練馬第 1 の 1.50m である。
- ・ 「多摩台地部」では、43 の観測井の内、34 井で地下水位が上昇、9 井で地下水位が低下したが、他の地域と比較すると水位が低下した観測井が多い。また、地下水位が上昇した観測井の約半数（17 井）は、地下水位の上昇幅が 1m に達しなかった。地下水位が一番上昇した観測井は稲城（深さ 220 m）の 2.80m である。

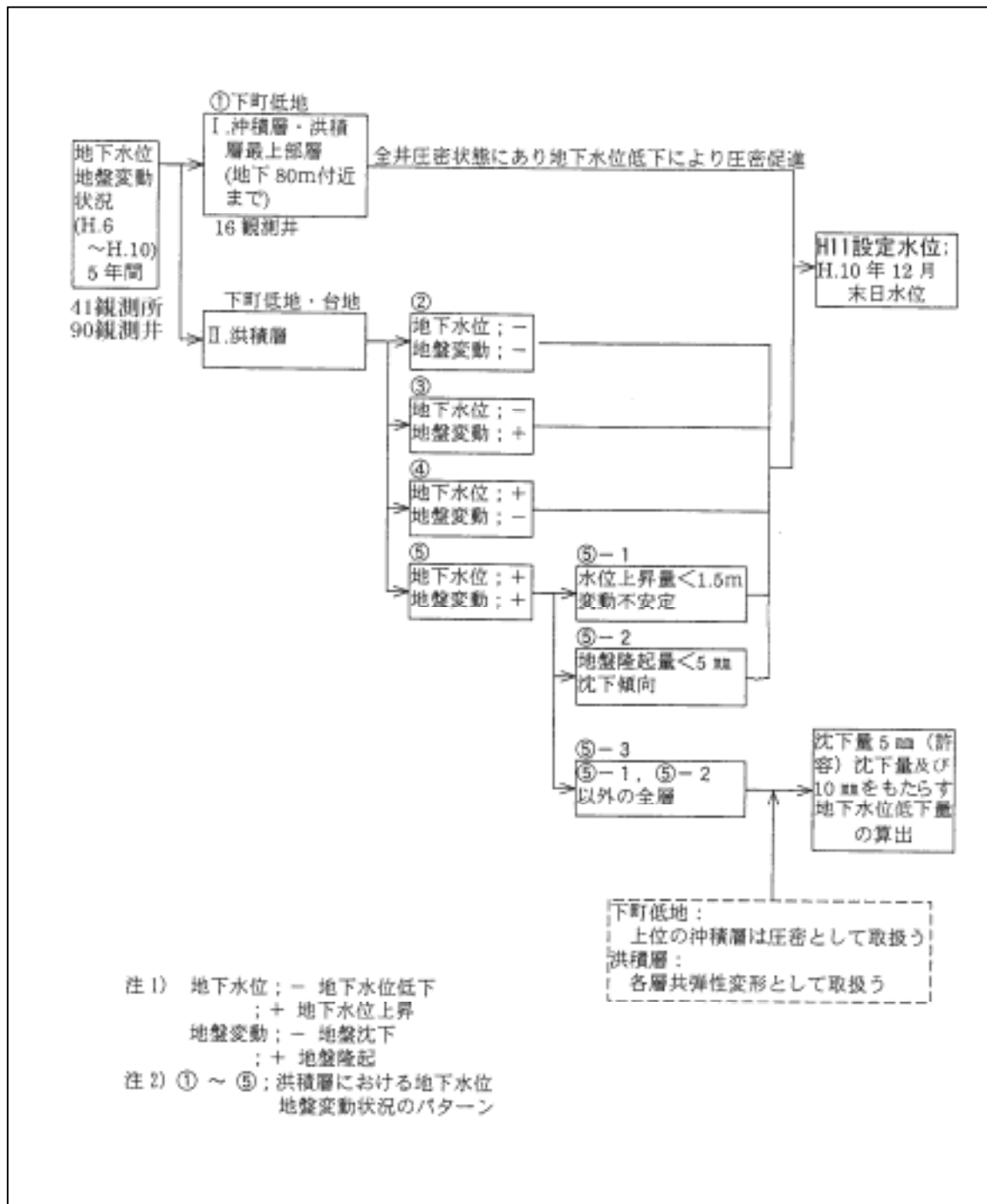


図 - 10 変動パターンの分類と「H11 設定水位」の設定方法

〔「H11 設定水位」と平成 16 年の地下水位との比較〕

多くの観測井で、平成 16 年の地下水位は「H11 設定水位」を上回っている。地域別に見ると、以下のとおりである。

- ・「区部低地部」では、平成 16 年の地下水位は 41 の観測井全てで「H11 設定水位」を上回った。
- ・「区部台地部」では、平成 16 年の地下水位は 4 の観測井で「H11 設定水位」を上回った。
- ・「多摩台地部」では、平成 16 年の地下水位は 29 の観測井で「H11 設定水位」を上回った。

(ウ) 平成 6 年～10 年及び平成 12 年～16 年の各 5 年間の地下水位の変動状況

92 の観測井の内、新江戸川第 1 は平成 15 年以降のデータが欠測、舎人第 1 は測定上の関係、千代田第 1 及び第 2 は平成 7 年に設置され、平成 6 年のデータが欠測のため、比較した観測井は 88 井である。

また、表 - 2 の地下水位変動量欄に、以下のとおり、塗りつぶして分類した。

【緑色の塗りつぶし】

平成 6 年～10 年の 5 年間の地下水位の上昇幅より平成 12 年～16 年の 5 年間の地下水位の上昇幅が大きかった観測井、又は、平成 6 年～10 年は地下水位が低下したが、平成 12 年～16 年は地下水位が上昇した観測井

【黄色の塗りつぶし】

平成 6 年～10 年の 5 年間の地下水位の低下幅より平成 12 年～16 年の 5 年間の地下水位の低下幅が大きかった観測井。

【ピンク色の塗りつぶし】

平成 6 年～10 年の 5 年間は地下水位が上昇したが、平成 12 年～16 年の 5 年間は地下水位が低下した観測井。

〔結果〕

- ・多くの観測井で地下水位は、平成 12 年～16 年の上昇幅が、平成 6 年～10 年の上昇幅を上回った。結果を詳細に見ると、以下のとおりである。
- ・各 5 年間とも地下水位は上昇したが、平成 12 年～16 年の上昇幅の方が大きかった観測井は 69 井であった（区部低地部 34 井、区部台地部 3 井、多摩台地部 32 井）。
- ・平成 6 年～10 年と平成 12 年～16 年のどちらも地下水位は低下したが、平成 12 年～16 年の低下幅の方が大きかった観測井は 4 井で、いずれも多摩台地部である。
- ・平成 6 年～10 年は地下水位が上昇したが、平成 12 年～16 年は地下水位が

低下した観測井は4井であった（区部台地部2井、多摩台地部2井）。

(I) 平成6年～10年及び平成12年～16年の各5年間の地盤変動の状況

92の観測井の内、平成6年～10年は、千代田第1及び第2は平成7年に設置され、平成6年のデータが欠測のため、比較した観測井は90井である。同じく、平成12年～16年は、亀戸第2は平成14年に異常値、吾嬬Bは平成15年以降欠測、町田第1と町田南第1の2井は平成16年欠測のため、比較した観測井は88井である。

表-2には、収縮したものについては赤字で示し、5年間で25mm（1年間に平均5mm）以上収縮を記録した観測井は灰色で塗りつぶした。

〔地層別の変動〕

- ・多くの観測井で地盤変動量の絶対値は、平成12年～16年の方が、平成6年～10年より小さい傾向が認められた。
- ・平成12年～16年の各地層別の変動については、地域的な偏りはなく、収縮あるいは膨張が観測されたが、その変動量は年間1mm以下の層が多い。
- ・平成6年～10年の5年間に地層の収縮を記録した観測井は62井であり、平成12年～16年の5年間は54井であった。
- ・平成6年～10年の5年間に25mm以上の収縮を記録した観測井は、「区部低地部」に設置された3井であった。
- ・収縮を記録した観測井には地域的な特徴が認められる。

「区部低地部」

地層の収縮を記録した観測井は、平成6年～10年の26井に対して、平成12年～16年は25井であった。また、平成6年～10年には1年間に平均5mm以上の収縮を記録した観測井が3井存在したが、これらは平成12年～16年は収縮量が減少した。全体として、地下水位の上昇とともに、地盤沈下が沈静化する傾向が認められる。

「区部台地部」

地層の収縮を記録した観測井は、平成6年～10年は5井、平成12年～16年は4井であった。なお、年間平均5mm以上の収縮を記録した観測井はなかった。

「多摩台地部」

収縮を記録した観測井は、平成6年～10年の31井に対して、平成12年～16年は25井に減少した。なお、年間平均5mm以上の沈下を記録した観測井はなかった。

〔地表面の変動〕

- ・平成 12 年～16 年の 5 年間に、地表面の変動として沈下を記録した観測井は 61 井であり、今も依然として沈下を記録している観測井が多い。
- ・平成 12 年～16 年の 5 年間に、25mm 以上の沈下を記録した観測井はなかった。
- ・「区部低地部」においては 18 井が沈下を記録したが、江東区、墨田区及び江戸川区においては 22 観測井の内、沈下を記録したものは 1 井のみであった。
- ・「区部台地部」においては 5 井で沈下を記録した。
- ・「多摩台地部」においては 41 井のうち 38 井で沈下を記録した。
- ・図 - 11 に地表面の変動として隆起を記録した観測井のある地域を緑色で示したが、「区部低地部」のうち葛飾区、墨田区、江東区、江戸川区において隆起の傾向が見られる。その他の地域で隆起を記録した地域は 2 カ所のみであった。

地表面の変動が隆起を示した地域が大きく 3 地域あったが、これらの地域においても地層別に見ると収縮を示す層が存在する。このことから、地表面の変動と地層別の変動をともに監視することが必要かつ重要である。

以上の結果、地層の収縮を記録した観測井及び地表面の変動（累積収縮量）として沈下を記録した観測井の数は依然として多い。しかし、それぞれの収縮量、沈下量を年平均値で見ると 1～2mm 以下のものが多い。



図 - 11 平成 12 年～16 年に地表面の変動として隆起を記録した観測所の分布範囲

(オ) 地層と地下水位の変動との関係

一般的には、地下水位が上昇すれば、地質構造に応じて若干地層は膨張し、地下水位が低下すれば地層が収縮すると考えられている。しかし、平成 12 年～16 年に地下水位が上昇したにもかかわらず、地層の収縮が認められた観測井が 41 井あった。これに対し、地下水位が低下したにもかかわらず、地層が膨張した観測井は 2 井（目黒及び府中第 3）あった。

また、「H11 設定水位」と比較して平成 12 年に地下水位が上昇した後、平成 16 年に再び地下水位が低下したケースにおいて、地下水位がなお「H11 設定水位」より高い状態であっても、地層が収縮した観測井が以下のとおり存在する。

	H11 設定水位	H12 地下水位	H16 地下水位	H12～16 収縮量
三鷹第 1	10.00m	10.60m	10.26m	-0.8mm
東久留米第 2	7.00m	7.66m	7.02m	-1.0mm

以上、(イ)～(オ)の結果から、「H11 設定水位」を維持しても、地盤沈下が全く起こらないとは言い切れない状況にあることが明らかとなった。

地盤沈下が依然として継続している状況で、「維持することが望ましい地下水位」を設定することは、どの時点での地下水位を基準にするか等課題が多く、今後、さらに検討することが必要である。

(カ) 地盤及び地下水位の変動と地下水揚水状況

観測所が設置されている区市における、平成 13 年から 16 年の揚水量の増減を求め、地盤変動及び地下水位の変動との関係を検証することを試みた。

しかし、今回の検討においては、各地域の揚水量と地盤・地下水位の変動との間に明確な関係を見出すことは出来なかった。

なお、平成 16 年の市町村別一日平均揚水量は、図 - 12 - 1 及び - 2 に示すとおり、「多摩台地部」で揚水量が多い状況となっている。

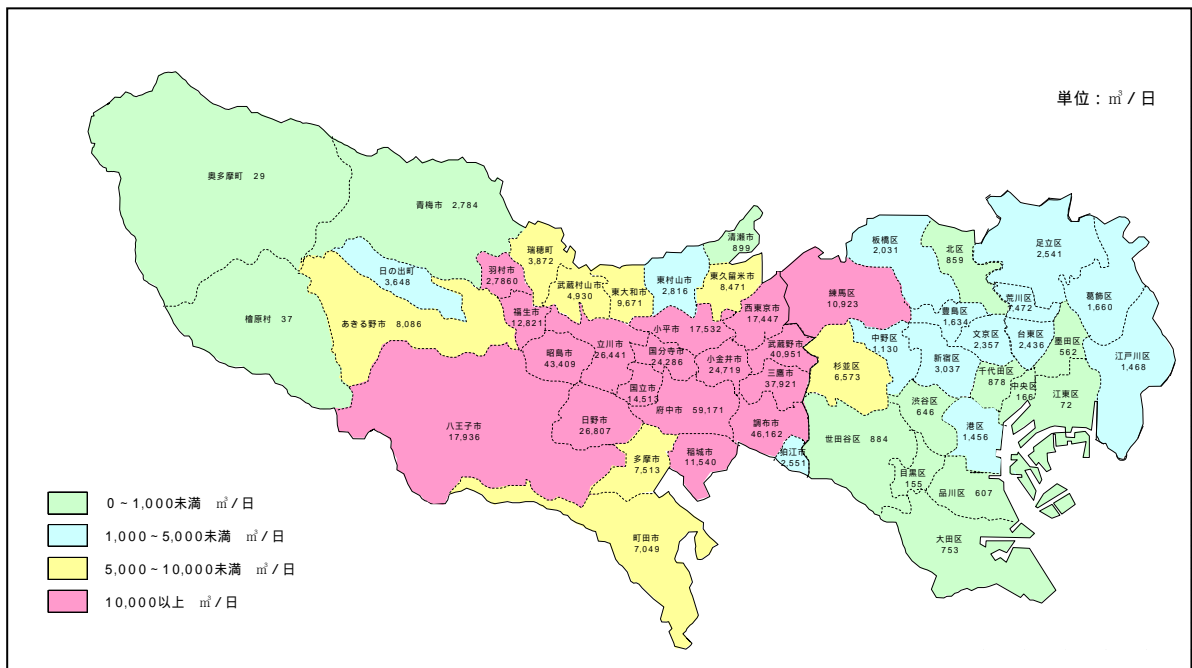


図 - 12 - 1 市町村別一日平均揚水量 (平成 16 年)

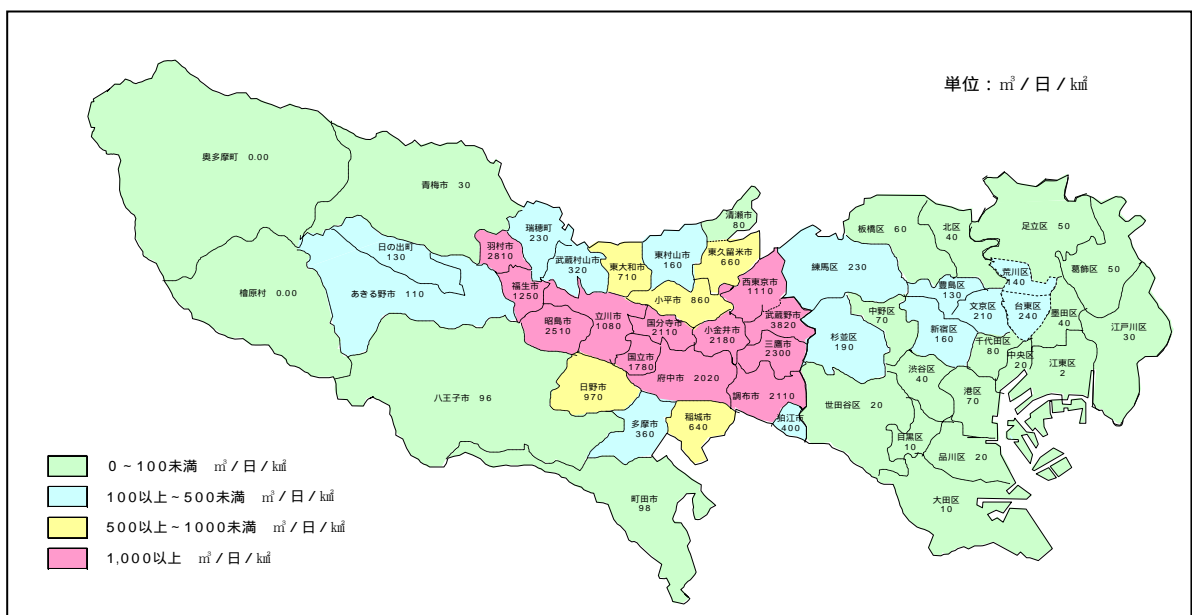


図 - 12 - 2 単位面積あたりの市町村別一日平均揚水量 (平成 16 年)

エ 渇水年における地盤収縮と地下水位の状況

<まとめ>

- ・ 渇水時には、地域によっては表流水の代替水として、地下水の揚水量が増加することがある。
- ・ 検討の対象とした4つの観測所のうち、渇水時に地下水揚水量が明瞭に増加した地点は清瀬であり、他の3地点では、渇水時に地下水揚水量が増加する傾向は見られなかった。
- ・ 清瀬は、平常年と比較して、渇水年における沈下量が増加した。
- ・ 渇水年における地下水利用については、地盤沈下に配慮した利用が望まれる。

一般的に、渇水年は表流水（河川水等）の取水制限に伴い、代替水源である地下水の揚水量が増加し、地盤沈下が起こりやすい。今後、地盤沈下を再発させることなく緊急時の地下水利用を考えていくためには、平常時における地盤変動と地下水位の検証を行うだけでなく、渇水時のような異常時において地下水位が大きく低下した時にどのような現象が生じるかを検証することが必要である。

このため、本委員会では、直近の渇水年である平成6年と平成8年について、4観測所における地下水揚水量の増加、地下水位の低下及び地盤収縮の状況を検証した。なお、渇水年前後のその他の年（以下「平常年」という。）との比較のために、検討期間を平成4年から平成9年までの5年間とした。図-13-1~4に、平成4年から平成9年における4観測所及び周辺地域の降水量、揚水量、地下水位及び地盤変動（地盤の全変動量）の状況を示す。

なお、降水量のデータは、気象統計情報（気象庁ホームページ掲載）によった。

(ア) 観測所の概要

【吾嬬観測所（墨田区：区部低地部）】

- ・ 所在地：墨田区立花5丁目 東京都下水道局吾嬬ポンプ所内
- ・ 観測井ストレーナー位置：42~47m、108~115m
- ・ 選定理由：「区部低地部」の代表として、本来は、沈下の中心地であった江東区の南砂観測所を選定することが望ましいが、江東区内は揚水量が少なく、渇水年と平常年との間に揚水状況の違いが少ないため、江東区に隣接し、ある程度の揚水量を記録している墨田区内の観測所を選定した。

【練馬観測所（練馬区：区部台地部）】

- ・所在地：練馬区谷原4丁目 練馬区谷原材料置き場内
- ・観測井ストレーナー位置：87～97m、185～195m
- ・選定理由：区部台地部の代表として選定した。練馬区内は、現在でも、地下水を利用する専用水道組合が存在し、揚水量が多く、季節変化も見られるため、渇水年と平常年の比較に適する。また、区内に気象庁の降雨計（アメダス）が設置されている。

【府中観測所（府中市：多摩台地部）】

- ・所在地：府中市武蔵台2丁目 府中市立武蔵大小学校北東側
- ・観測井ストレーナー位置：28～33m、142～153m、213～241m
- ・選定理由：多摩部台地部の代表として選定した。府中市は揚水量が多く、水道水源としての揚水量が多いため、渇水年の揚水量の増加と、地盤変動等への影響が予想される。市内に気象庁の雨量計（アメダス）が設置されている。

【清瀬観測所（清瀬市：多摩台地部）】

- ・所在地：清瀬市中清戸4丁目 清瀬市立第八小学校南側脇
- ・観測井ストレーナー位置：77～83m、158～186m、385～407m
- ・選定理由：清瀬市内は、近年まで地盤沈下が継続していたため、上水道水源井戸を設置する東京都水道局に対して、平常年の揚水の自粛を要請している。しかし、渇水年については表流水の不足分を確保するため、必要最低限の揚水をしていることから、渇水年と平常年の相違が明確に表れるため選定した。

(1) 各観測所における渇水年の状況

【吾孺観測所】

渇水と揚水量の変化に明確な関係は認められないが、平成6年の渇水ではやや揚水量が増加し、これに伴って地下水位はわずかに低下している。

墨田区内には上水道用の水源井戸がなく、また、揚水施設の大部分が公衆浴場（銭湯）のため、渇水年における地下水利用の大幅な増加は生じなかったものと考えられる。平成7年後半から平成8年にかけてと平成9年に水位が急激に低下しているが、これは一般の井戸からの揚水によるものではなく、周辺で行われた工事による一時的な揚水の影響と考えられる。

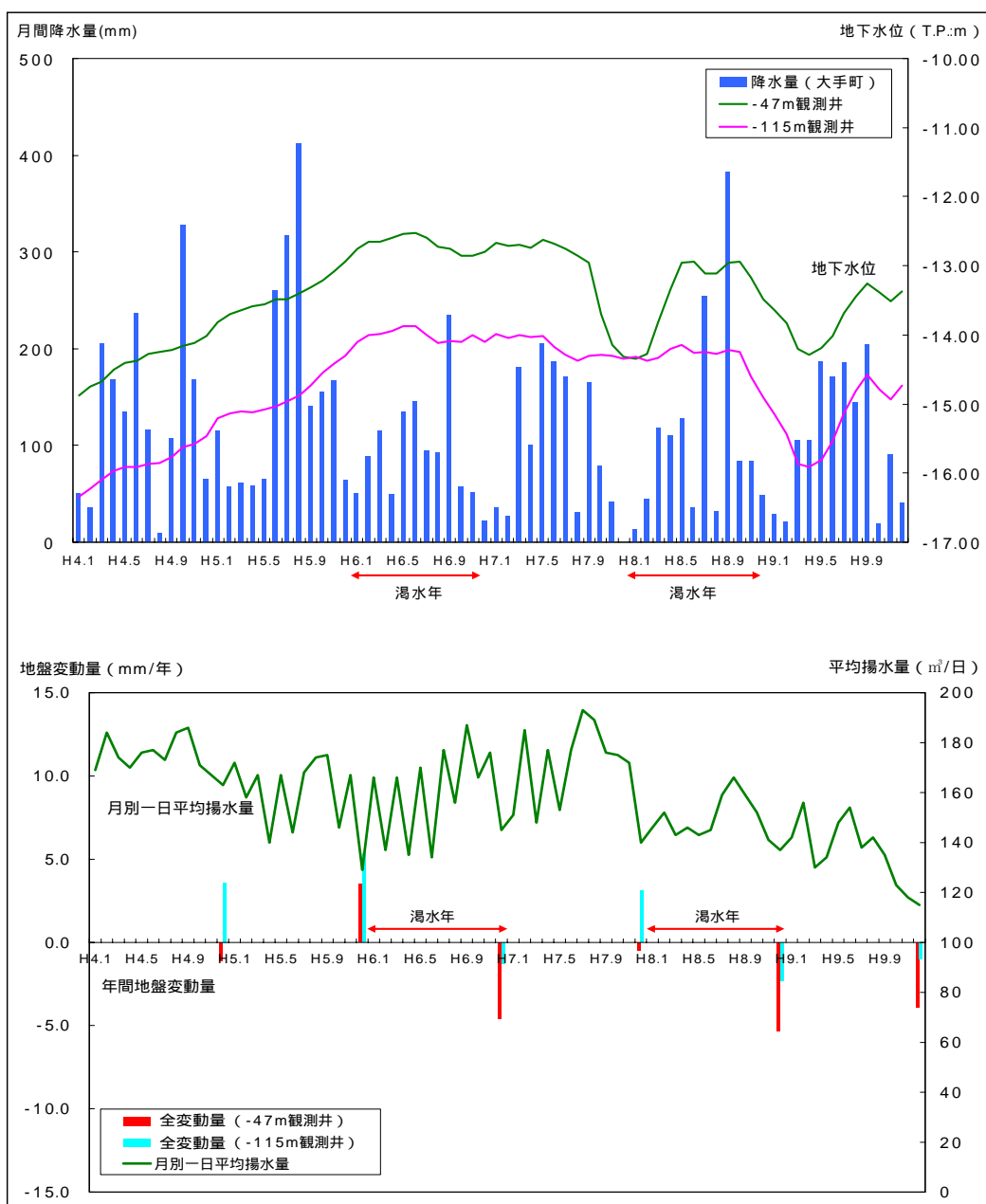


図 - 13 - 1 吾孺観測所の渇水年を含むH4～9年の地盤変動量と地下水位の変動

【練馬観測所】

練馬区内の地下水揚水量は夏季に多くなる季節変動を示し、渇水年に特に夏季の揚水量が増加する傾向は現れていないが、渇水年にあたる夏季の地下水位低下は通常年よりも大きく、3 m程低下している。これに対応して、渇水年には年間2～3 mm程度の地盤沈下が記録されている。

しかし、比較的短期間で地下水位は低下する前のレベルに戻っている。

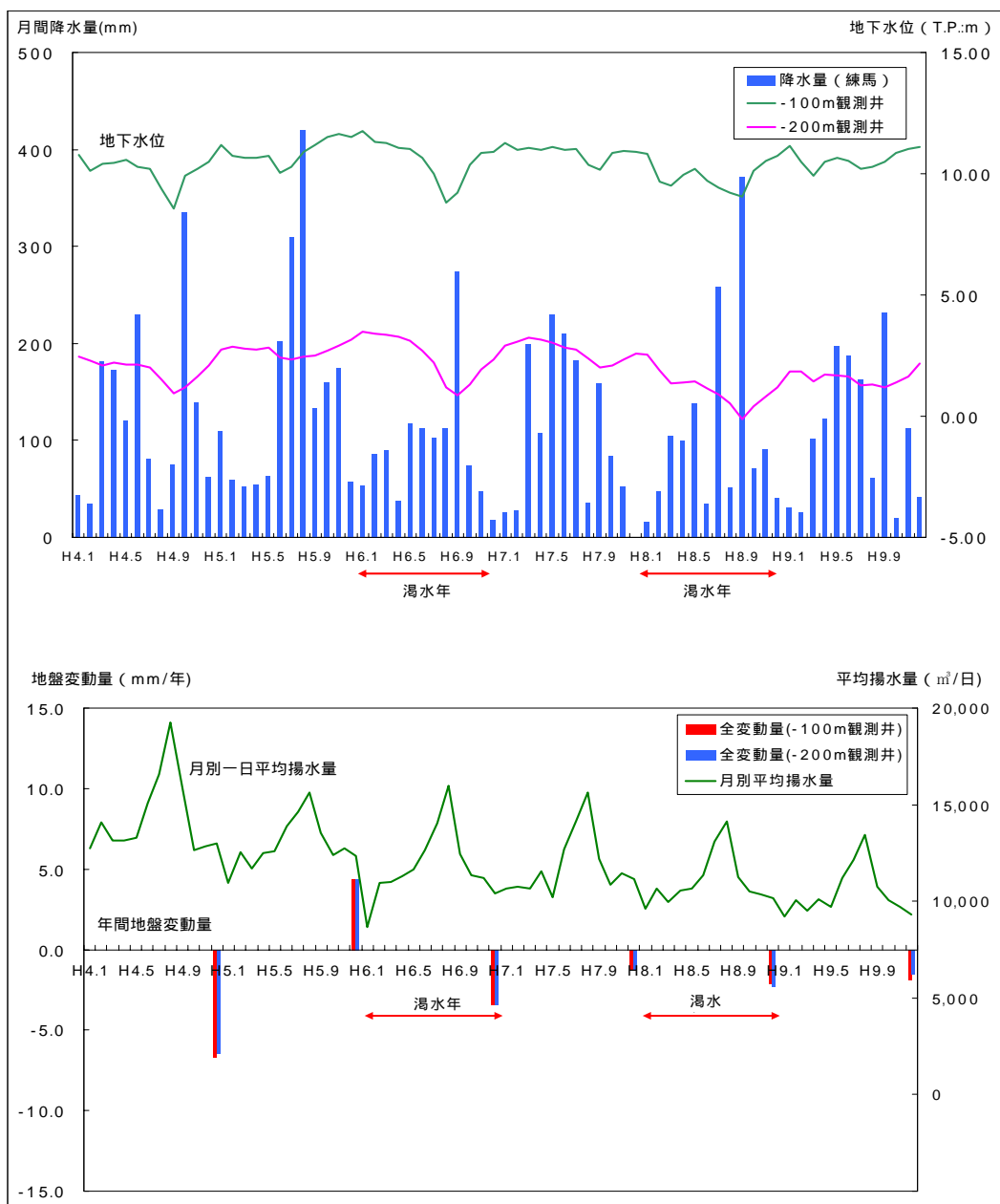


図 - 13 - 2 練馬観測所の渇水年を含むH4～9年の地盤変動量と地下水水位の変動

【府中観測所】

練馬区同様、揚水量は夏季に増加する季節変動を示し、渇水年の夏季に特に揚水量が増加する傾向は認められない。しかし、渇水年に相当する夏季の水位低下は通常年のそれよりも大きく、5 m程度低下しているが比較的短期間に地下水位は渇水前のレベルに回復している。平成4年から平成8年にかけて、地盤は沈下から隆起に転じていたが、平成8年の渇水を境に地盤は再び沈下傾向を示している。

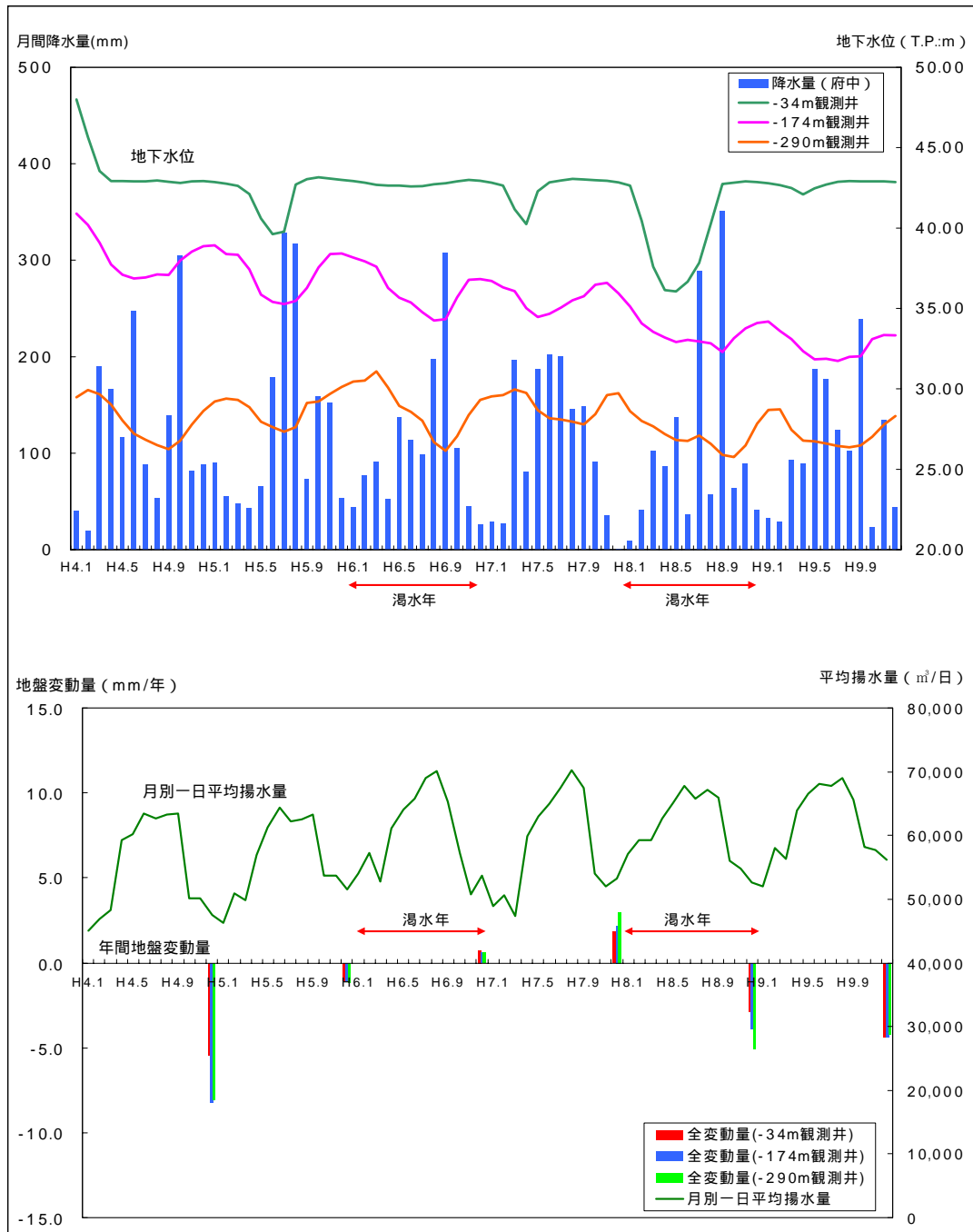


図 - 13 - 3 府中観測所の渇水年を含むH4～9年の地盤変動量と地下水位の変動

【清瀬観測所】

渇水年における地下水揚水量の増大とそれに伴う水位低下及び地盤の沈下との関係が明瞭に表れている。渇水年には、緊急避難的に上水道水源用井戸による揚水が行われたことから、揚水量が急激に増加した。これに伴って地下水位も4～5m程低下している。水位の低下量は浅い所に位置する観測井のものほど大きくなっている。

平成4年から5年にかけて、地盤は沈下から隆起に転じたが、平成6年の渇水期以降、地盤は沈下傾向を継続している。渇水年における沈下量は年間10mm以上を記録し、他の地域に比較して大きな沈下量となっている。

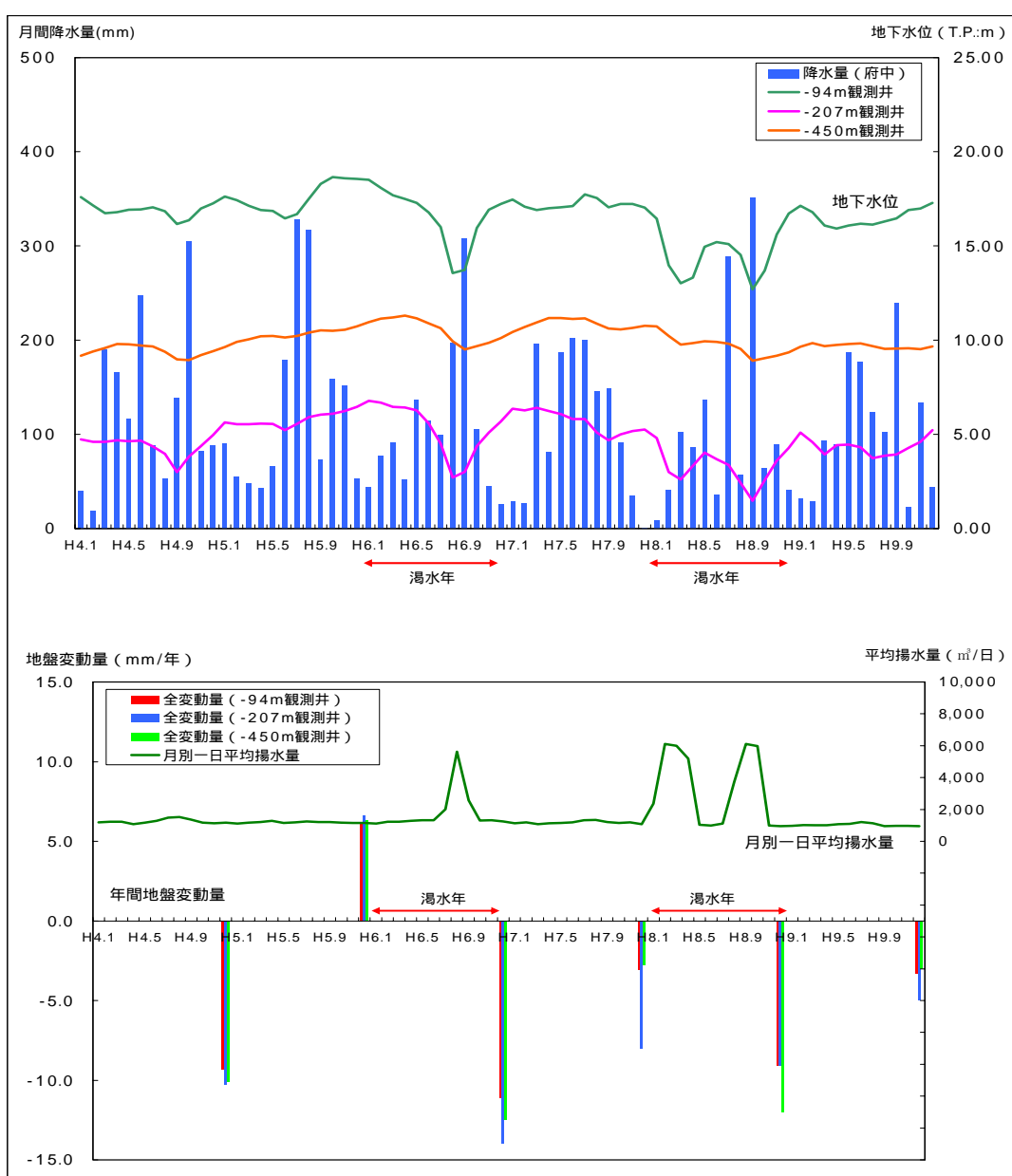


図 13 - 4 清瀬観測所の渇水年を含むH4～9年の地盤変動量と地下水位の変動

オ 観測所が設置されていない地域の地盤沈下の状況

現在、観測所は東京都内の全ての区市町村に設置されていない。

深刻な地盤沈下が発生した「区部低地部」には、高密度で観測所が設置されているのに対し、地盤沈下の顕著な被害が現れなかった「区部台地部」及び「多摩台地部」は観測所の密度が小さく、特に、港区、品川区及び大田区など城南地区は 100 km²を超える広い地域に、1カ所も観測所が設置されていない。これらの城南地区については、今回、「区部低地部」に含めたように、地域の多くに軟弱な地盤の沖積地を含み、揚水の状況によっては、地盤沈下の再発のおそれがある地域である。

地盤沈下については、観測所が設置されていない多くの区においても、水準測量が行われていることから、過去から現在までの推移を検証することができる。そこで、観測所が設置されていない港区、文京区、台東区、品川区及び大田区における、地盤沈下の状況を確認するために、各区から 1~2 地点の水準基標を選定し、合計 6 地点の水準基標における昭和 56 年以降の地盤の累積変動量を整理した。図 - 14 に水準基標 6 地点の所在地、図 - 15 に昭和 56 年以降の 6 地点における地盤の累積変動量を示す。

〔選定した水準基標〕

・「区部低地部」

沖積地

台東区「復(23)」: 三ノ輪 1 丁目

港区「復(18)」: 新橋 6 丁目

大田区 「(28)」: 蒲田 4 丁目

洪積地

大田区「大(30)」: 西馬込 2 丁目

品川区「()」: 荏原 1 丁目

・「区部台地部」

洪積地

文京区「郷(3)」: 弥生 1 丁目

昭和 56 年から平成 16 年までの 6 地点の累積地盤変動量を見ると、地盤が隆起している地点は、台東区「復(23)」及び文京区「郷(3)」であり、沈下した地点は、港区「復(18)」、品川区「()」、大田区「(28)」及び大田区「大(30)」である。

隆起した台東区「復(23)」は、昭和 50 年代に大きく隆起し、その後、微増~横這い状況が続いた後、平成 14 年~16 年にかけて再び大きく隆起している。

港区「復(18)」は、平成 5 年頃まで沈下が大きく進行したが、その後、沈下は継続しているものの年間変動量は縮小している。

一方、大田区「大(30)」は平成5年以降、沈下の進行が大きくなっている。

その他の沈下地点では、この10年間の沈下状況は鈍化している。

以上より、港区、品川区及び大田区など、今回の検討で新たに「区部低地部」に分類した区内の水準基標では地盤の沈下傾向が見られ、現在もお沈下が継続していることが明らかとなった。このことから、今後、これらの地域においては地盤沈下と地下水位の観測体制を構築することが必要不可欠である。

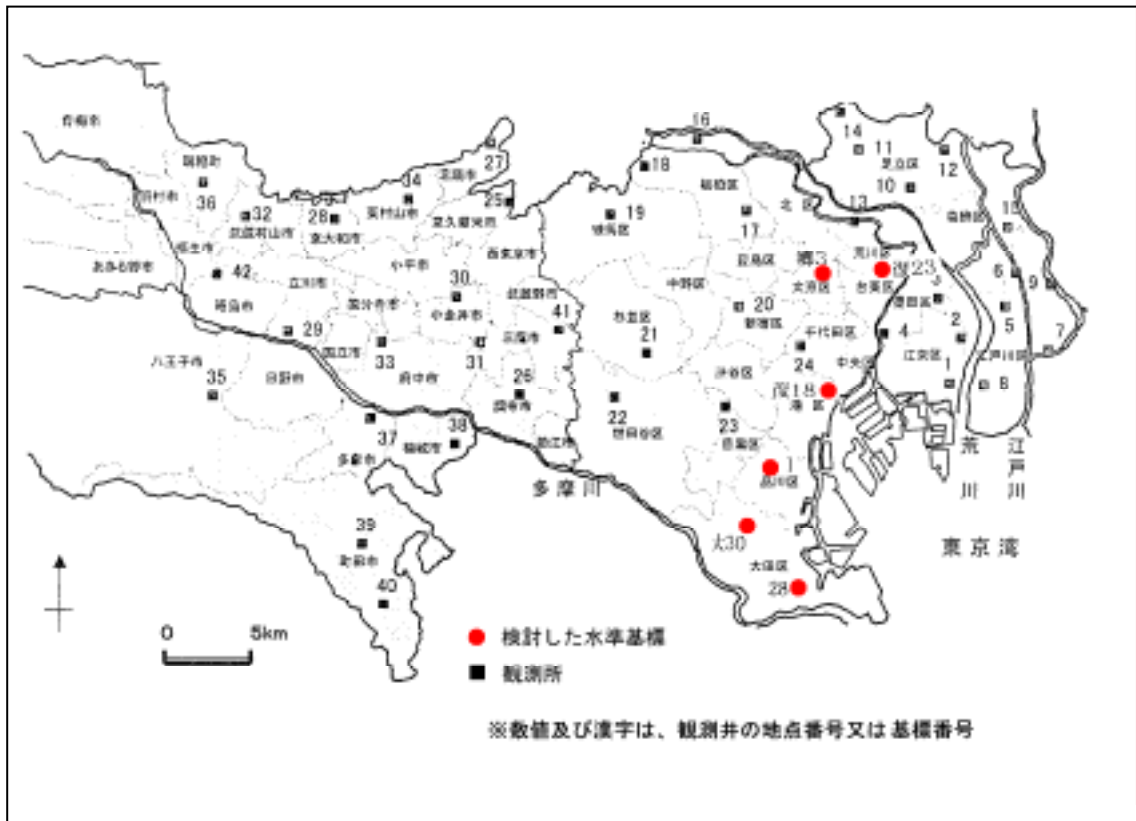


図 - 14 観測所が設置されていない地域における水準基標6地点の所在地

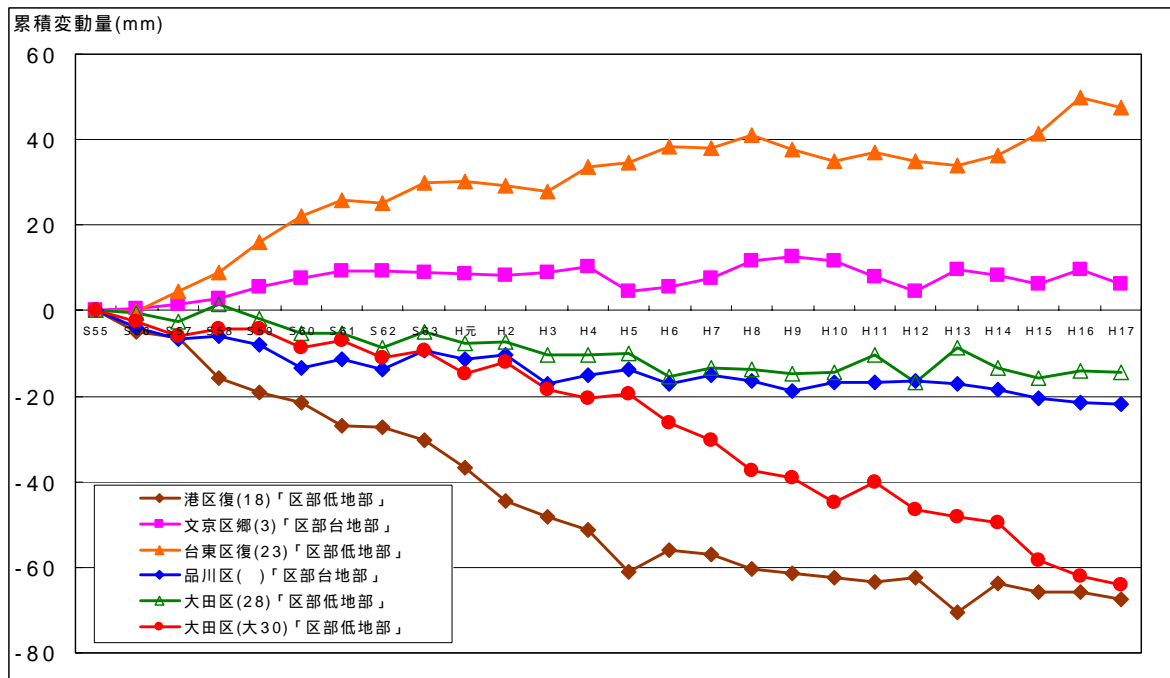


図 - 15 水準基標6地点における累積地盤変動量

4 東京都内の地盤沈下と地下水の現況検証についてのまとめ

(1) 地盤沈下の現況について

平成 7 年以降、年間 2cm 以上の地盤沈下を記録した地域はなく、平成 15 年は 12 年ぶりに年間 1 cm 以上沈下した地域がなかった。地盤沈下は沈静化傾向にある。

平成 6 年～平成 10 年と平成 12 年～平成 16 年の地盤変動量を比較すると、変動幅の絶対値は小さくなる傾向が認められる。

しかし、平成 12 年から 16 年にかけての地表面の変動量を見ると、年間 5mm を超える沈下は生じていないが、「区部低地部」の一部を除いて、都内の多くの地域において年間 0～3.9mm の地盤沈下が継続している。

特に、「多摩台地部」においては、41 観測井のうち 38 井で地表面の変動として沈下を記録している。

地層別の変動については、「区部低地部」では 100m 以浅の沖積層が、「区部台地部」及び「多摩台地部」の殆どの地域で 200m 以深の洪積層が依然として収縮している。

「区部低地部」のうち、葛飾区、墨田区、江東区、江戸川区及び足立区の一部においては、年間 1～3mm 程度の隆起を観測しているが、この隆起は、地下水位の上昇に伴う洪積層の膨張（リバウンド）によるものであり、その膨張量は、現在までの累積沈下量に比較して極めて小さい値となっている（図 - 16 参照）。

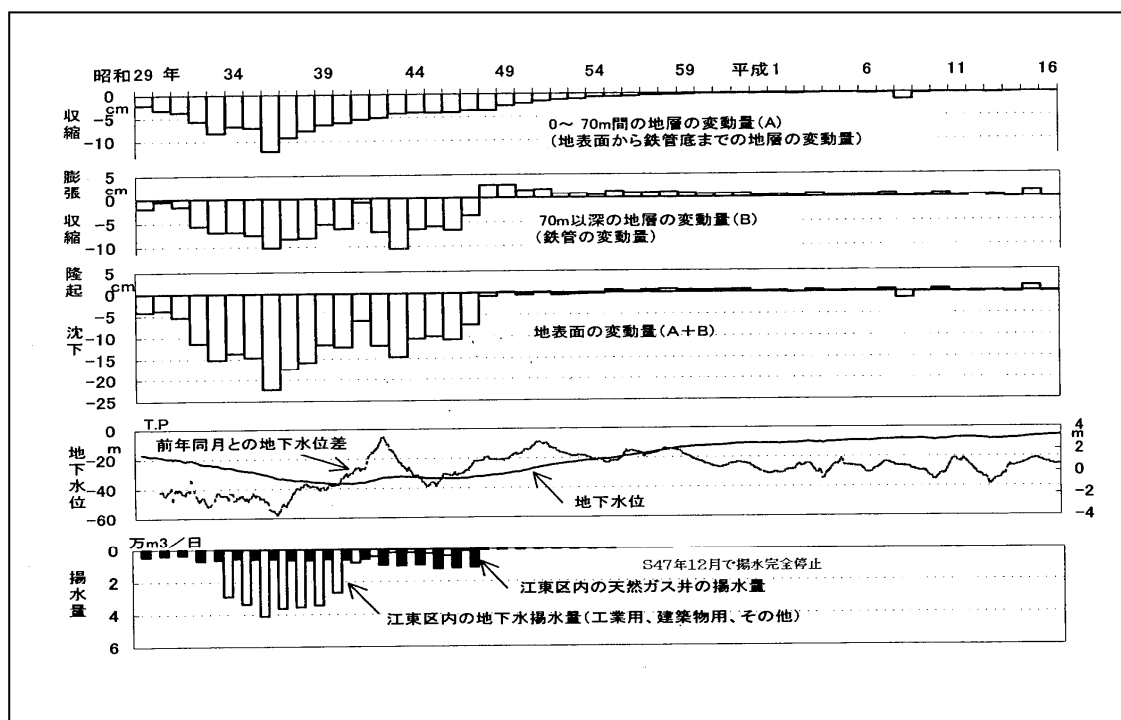


図 - 16 南砂町観測所（江東区）における地盤及び地下水位の変動と揚水の関係

(2) 地下水位の上昇について

「区部台地部」及び「多摩台地部」においては、地下水位が微増から横這い傾向にあるが、(1)に示したように、深さ 200m 以深の洪積層が依然として収縮している。また、「区部低地部」における地下水位は着実に上昇しているが、「区部低地部」では、同じく地下 100m 以浅の沖積層が依然として収縮している。そのため、現行の規制を緩和すれば、地盤沈下が再発するおそれがある。

なお、東日本旅客鉄道株式会社の上野地下駅及び東京地下駅は区部低地部に属し、上野地下駅は平成 8 年～9 年及び 16～17 年に、また、東京地下駅は平成 11 年～12 年に、地下水位の上昇による浮き上がりの防止対策を実施した。これは、両地下駅周辺の地下水位が地下駅の設計時より予想以上に上昇したことや、地下駅の構造が地下水压の影響を受けやすいことなどが原因として考えられる限定的な事例であった。

このような地下駅等への地下水による影響がある場合には、漏えい地下水対策など個別の対応による必要がある。

(3) 渇水時における地下水利用について

本委員会では、平常時における地盤変動と地下水位の検証を行うだけでなく、渇水時のような異常時において地下水位が大きく低下した時にどのような現象が生じるかを検証するため、直近の渇水年である平成 6 年と平成 8 年について、4 観測所における地下水揚水量（観測所周辺地域）の増加、地下水位の低下及び地盤収縮の状況について検証を行った。

その結果、渇水年は、通常年に比較して地下水位が低下する傾向にあり、大きいところでは 5 m 程の水位低下が生じていた。こうした水位低下や渇水時における地下水揚水量の増加が認められた地域においては、平常年と比較して地盤沈下量が増加していることから、渇水年においては、地盤沈下に配慮した地下水の利用が望まれる。

(4) 地盤・地下水監視体制の継続について

今回の東京都の地盤沈下と地下水の現況に関する検証は、東京都土木技術研究所（現東京都建設局土木技術センター）が昭和 20 年代以降、長期にわたり、地盤沈下と地下水位の観測を継続し、得られたデータが蓄積することによって可能となったものである。

地盤沈下を再発させず、持続的な地下水利用を可能にするためには、今後も引続き、現行の地盤・地下水監視体制を維持・継続することが重要である。

また、この監視体制を継続することによって、将来、東京都における地盤・地下水環境に変化の兆しが見られた場合には、蓄積されたデータを解析する

ことによって、適切かつ速やかに対策を講じることが可能になるものと考え
る。

なお、港区、品川区及び大田区など、現在、地盤沈下と地下水位の観測所
が設置されていない地域においても、今後は、地盤沈下と地下水位の観測体
制を構築することが必要不可欠である。

(5) 今後の地下水対策について

都内の地盤沈下は沈静化し、地下水位が一部地域で上昇傾向を示している
ことから、地盤沈下は終息したのではないかとの一部の意見もある。また、
ヒートアイランド現象の緩和や、地震など非常災害時のための地下水利用や
井戸の新設を求める声も強まっている。

しかし、地盤変動量は縮小してはいるものの、東京都の広い地域において
年間数 mm 程度の沈下が継続している状況にある。

地盤沈下は他の公害現象と異なり、一度沈下が起こると元の地盤高に回復
することは不可能であり、かつ、年間の沈下量がそれほど大きくない場合で
あっても、長期的に見れば累積的に沈下が進行するという特徴があることに
留意すべきである。また、地盤沈下が発生すればその対策に莫大な経費が必
要なことから、地盤沈下を未然に防止するための対策を実施することが不可
欠である

したがって、現時点においては、現行の揚水規制を緩和すれば、地盤沈下
が再発するおそれがあるので、揚水規制を継続し、現状の地下水揚水量を超
える揚水を行わないことが必要である。

また、東京都における地下水のかん養域である「多摩台地部」では、地下
水位が上昇傾向にないことから、今後も地下水のかん養対策を推進すること
が必要である。このため、井戸設置者に対して雨水浸透施設の設置指導を強
化するなど、地下水のかん養量を増加させ、さらに良好な地盤及び地下水環
境を目指すことが重要である。

なお、東京都における現在の地盤沈下と地下水の状況を適正に保つために、
今後も調査データを引き続き蓄積し、5 年後を目途に、地盤変動と地下水の
状況を検証し、評価を行うことが望ましいものと考え。

東京都の地盤沈下と地下水の現況検証について
- 地下水対策検討委員会検討のまとめ -

平成18年5月

編集 東京都環境局自然環境部
東京都新宿区西新宿 2-8-1
電話 03-5388-3496