

## 第2章 東京都の地下水と地盤の状況

本検証では、東京都全体の検証のほかに、東京都を「区部低地部」、「区部台地部」、「多摩台地部」に分けて、それぞれの地域で、地下水位、地盤変動量、揚水量について検証している（各地域ごとの検証内容は第3章参照）。地域区分は下図の通りで、前回の報告書と同一である。

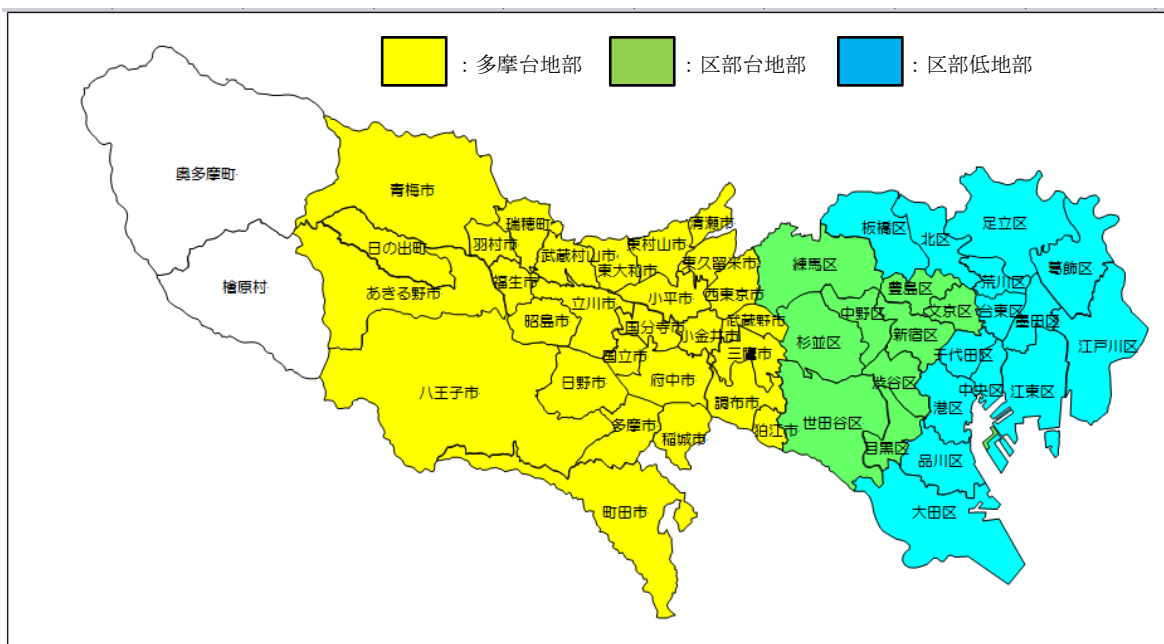


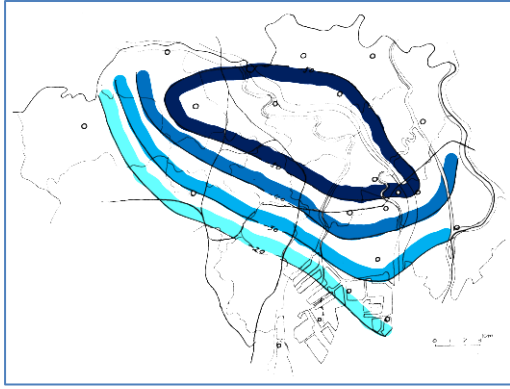
図 地域区分

### 1. 被圧地下水と地盤の状況

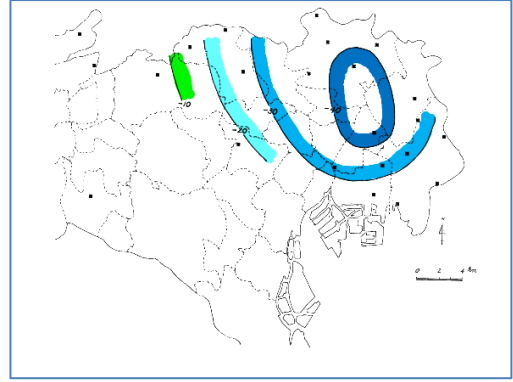
#### (1) 被圧地下水位

図 2-1-1 に各年代の地下水位等高線図を示す。この図は、東京都土木技術支援・人材育成センターが設置する地下水位観測井のデータを用いて作成しているものであるが、線のゆがみや間隔が標高の等高線とは異なる。これらは、地形の影響であることもあるが、地下水揚水などによる人為的な水位の変動の影響を表していることがある。

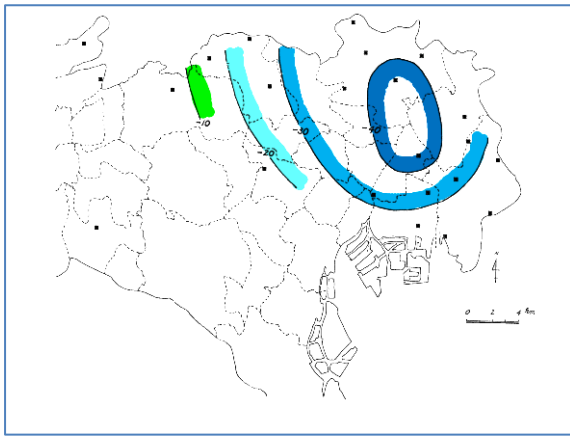
過去の地下水位等高線図の変遷を見てみると、等高線の位置や間隔の変化から、揚水の状態の移り変わりを推測することができる。昭和 45 年末を見ると、城北地区を中心に-50 m 以下の地域が広がり、この地域で多量の揚水が行われていた様子が伺える。その後、地下水位は回復傾向となり、昭和 60 年には区部の地下水位は-10 m 程度まで回復したが、近年は回復が鈍化している。一方、多摩地域では図のある年代の範囲では変化は見づらいが、直近の平成 25 年と平成 15 年を比較すると三鷹市や武蔵野市周辺で、地下水位の回復がうかがえる。



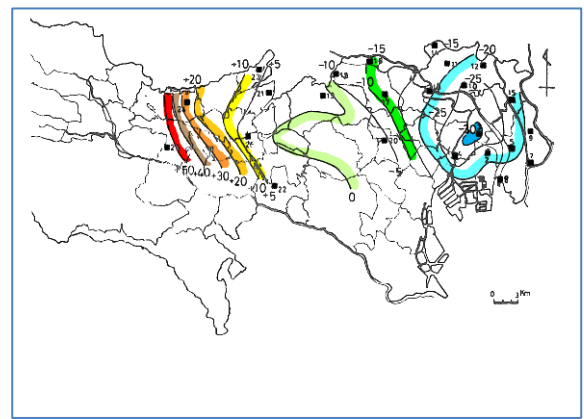
① 昭和 46 年 3 月



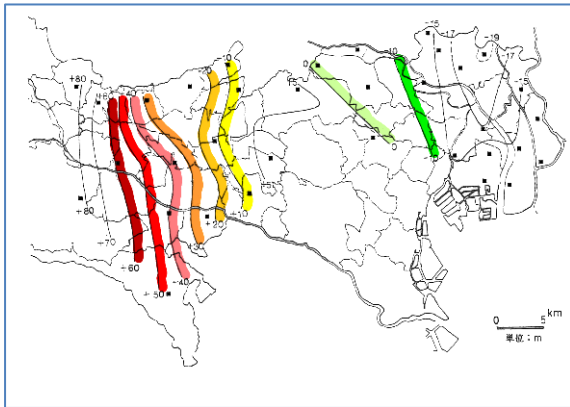
② 昭和 50 年 12 月 31 日



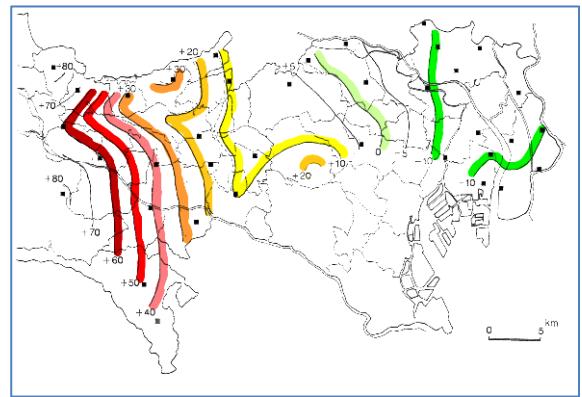
③ 昭和 55 年 12 月 31 日



④ 昭和 60 年 12 月 31 日



⑤ 平成元年 12 月 31 日

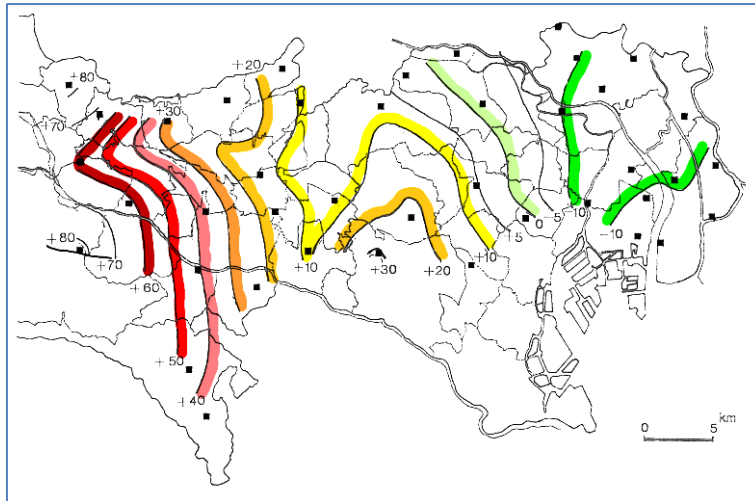


⑥ 平成 5 年 12 月 31 日

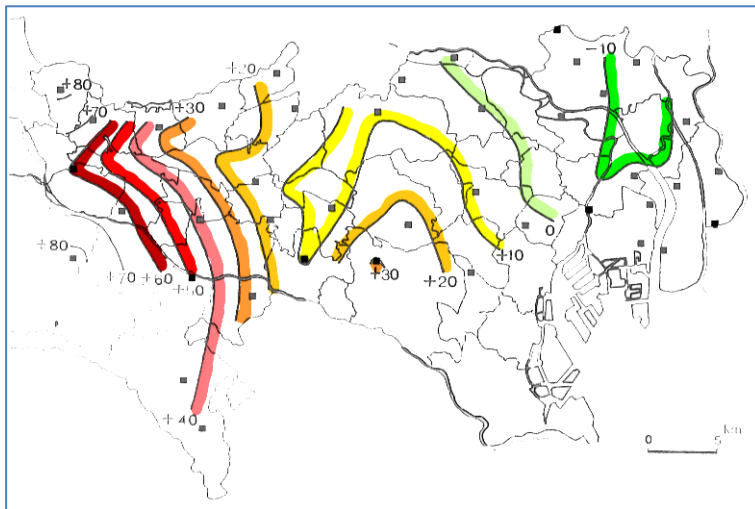
地下水位 (単位 m、基準面T. P)

60	50	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-50

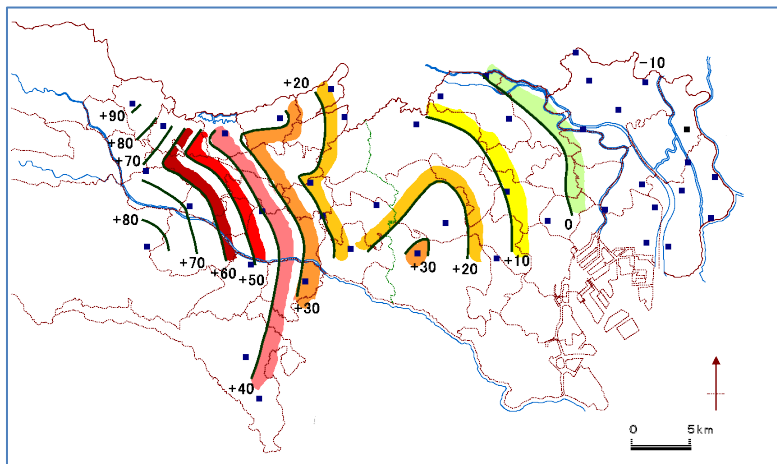
図 2-1-1 地下水位等高線図の変遷



⑦ 平成10年12月31日



⑧ 平成15年12月31日



⑨ 平成25年12月31日

地下水位（単位 m、基準面T. P）

60	50	40	30	20	10	0	-10	-20	-30	-40	-50

図 2-1-1 地下水位等高線図の変遷（続き）

## (2) 地盤変動量

近年、一部の地域を除いて累積沈下量は沈静化しつつあるため、これまでの報告書では全体の傾向を見るために、5年、10年という単位で変動量の傾向を検証してきた。しかし、平成23年に東日本大震災が発生し、地殻の変動量が大きく混在したため、最も直近の地盤変動量図の作成が困難になっている。そのため、ここでは、各年代の代表年（単年の地盤変動量）をピックアップし、前回の検証後の地盤変動について解説する。

図2-1-2に区部の代表的な年の地盤変動量を示す。区部低地部の江東区を中心に戦前から最大で年20cmを越す地盤沈下が発生した。終戦時には一旦地盤沈下は沈静化した。高度成長期に入ると再び江東区を中心に激しい地盤沈下に見舞われた。一方、最も直近の平成25年においては、2cm以上沈下する地域はなくなっている。区部における地盤沈下は沈静化してきており、平成21年以降もこの傾向は継続していると言える。

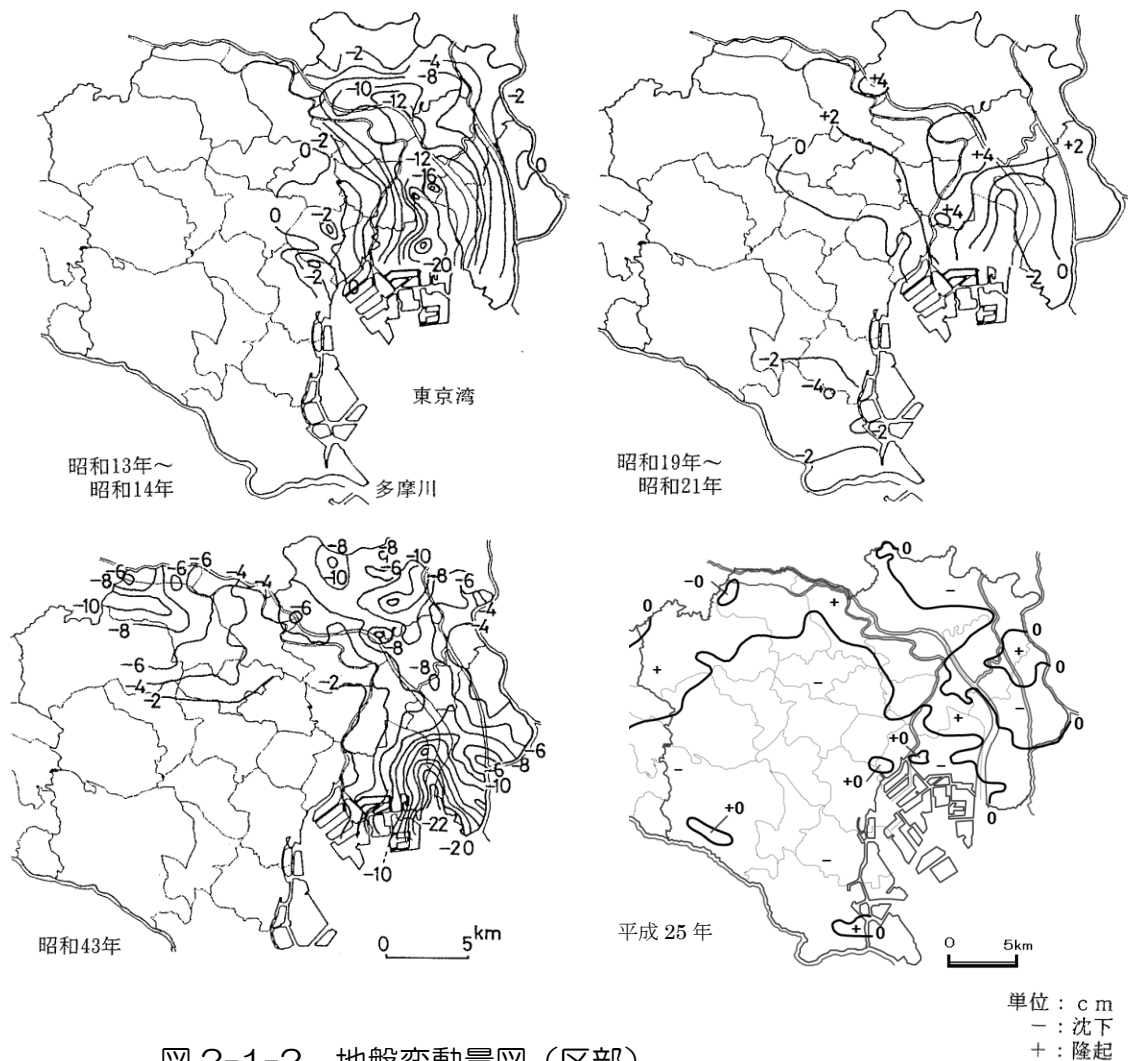


図2-1-2 地盤変動量図（区部）

東京都土木技術支援・人材育成センター「平成25年地盤沈下調査報告書」を加工

図 2-1-3 に多摩部における代表的な年の地盤変動量を示す。多摩部では区部に比べ、全体的に地盤の変動量は小さいが、昭和 40 年代に清瀬市を中心にして局所的に激しい地盤沈下が発生した。平成 25 年を見ると、当時と比較し現在は全体として沈静化しているが、清瀬市では最近 11 年（平成 23 年は除く）で約 3 cm の地盤沈下が起きている（74 ページ）。

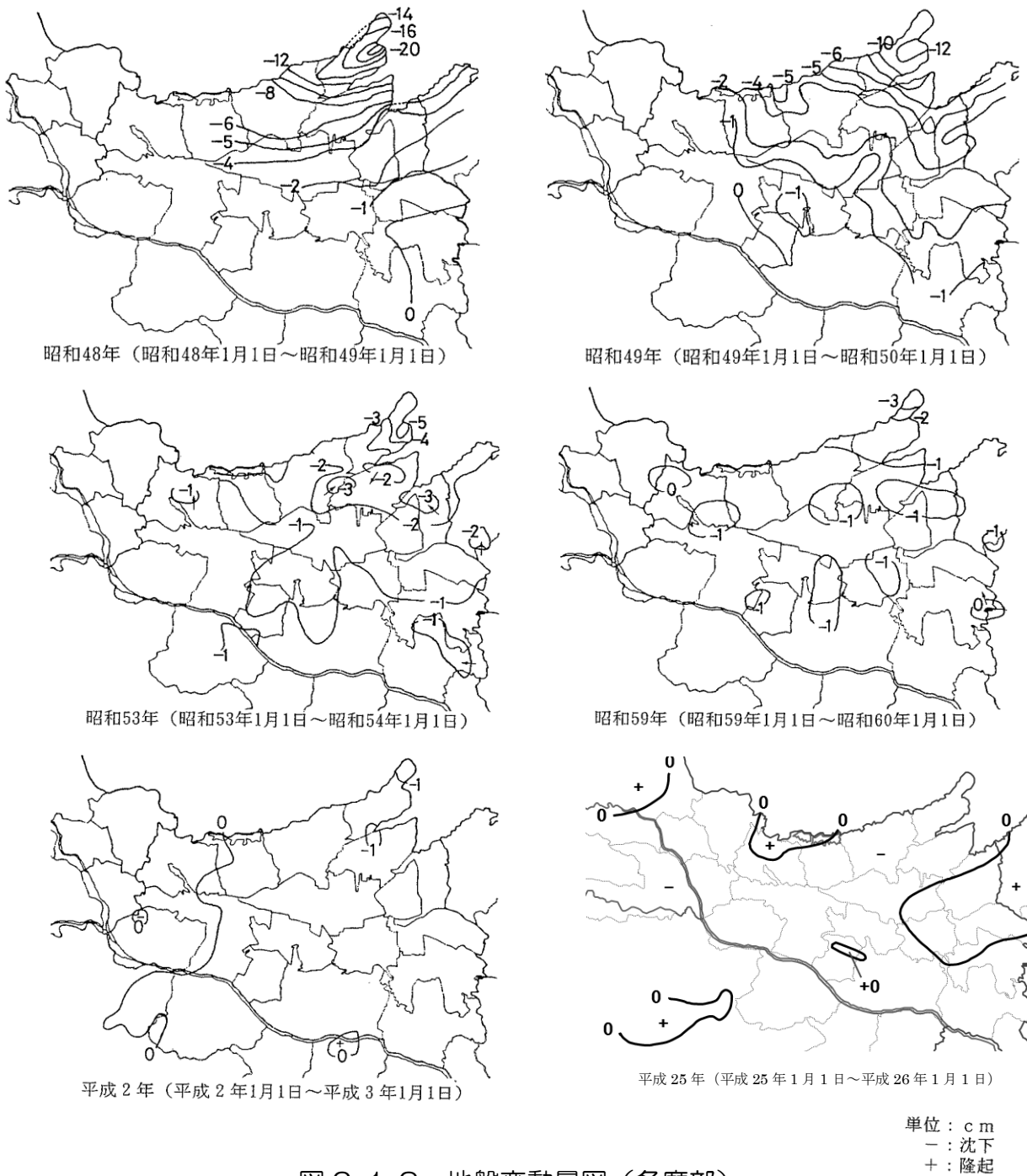


図 2-1-3 地盤変動量図（多摩部）

東京都土木技術支援・人材育成センター「平成 25 年地盤沈下調査報告書」を加工

## 2. 地下水の利用

### (1) 都内揚水量の推移

図 2-2-1 は、公害防止条例に基づく揚水量の報告義務が施行された昭和 46 年以降の、一日あたりの都内揚水量の推移を示したものである。昭和 46 年から昭和 62 年にかけて急激に減少し、平成 12 年まで横ばいで推移したのち、環境確保条例が施行された平成 13 年に再び減少し、その後はなだらかな減少を続けている。

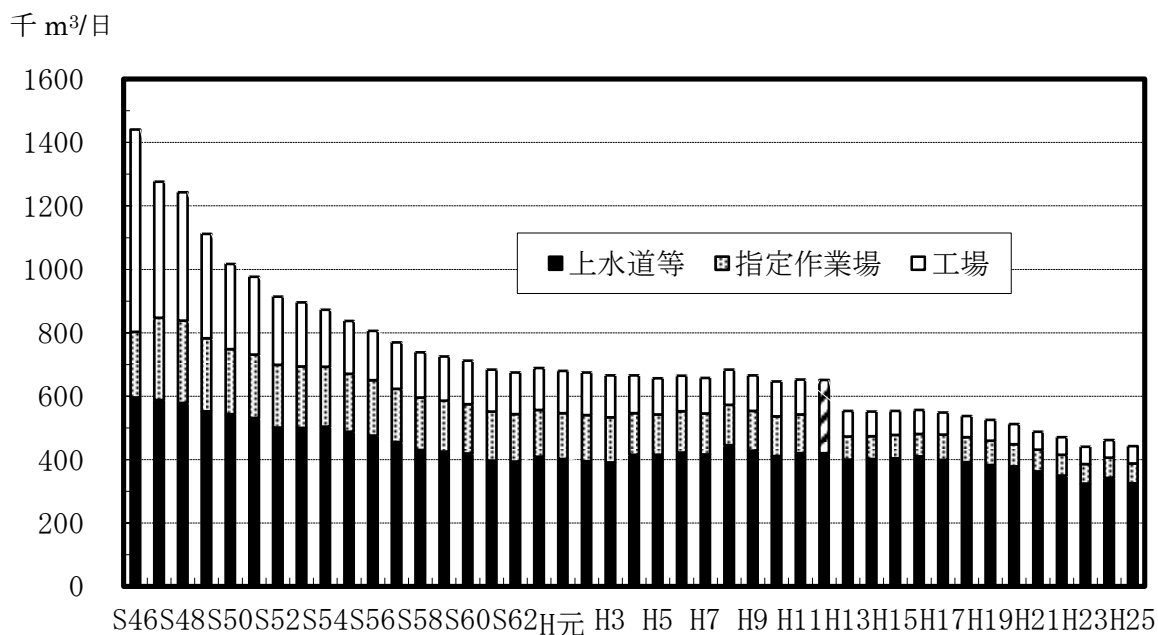


図 2-2-1 都内揚水量の推移

※1 平成 12 年の斜線は、工場と指定作業場を合算した揚水量を示す。

※2 昭和 47 年から平成 12 年の値は、公害防止条例規制対象井戸（吐出口断面積 21cm<sup>2</sup> 以上）の揚水量に、21cm<sup>2</sup> 未満の井戸の推計揚水量（昭和 45 年度調査等に基づく値）を一律に加算している。

業態（工場、指定作業場、上水道等）ごとに見ると、いずれも減少傾向であるが、近年は上水道等の減少が全体量の減少に寄与していることが見てとれる。

## (2) 都内の揚水の傾向

揚水の傾向をより詳細に調べるため、用途別や業種別、地域別の分析を試みた。

### ア 用途別の傾向分析

地下水の利用は地域的な特色が現れる。過去に各地で過剰な揚水により地下水障害が顕著に現れ始め、それに対し汲み上げ量の制限を含んだ法律・条例の規制基準等が設けられてきた。それにより、その地域における水需要の社会的な優先順位が基準にも反映され、揚水量データにその特色が現れる。

図 2-2-2 は、地盤沈下が観測され、東京都と同程度の揚水量の地域における用途の割合を比較したものである。各地域とも、優先的に確保する必要がある用途が多くなっていると考えられる。例えば、人口が集中している東京では水道水源用が最も多く、雪の多い金沢平野（石川県）では地下水の温度を利用した消雪用が 80 %以上となっている。

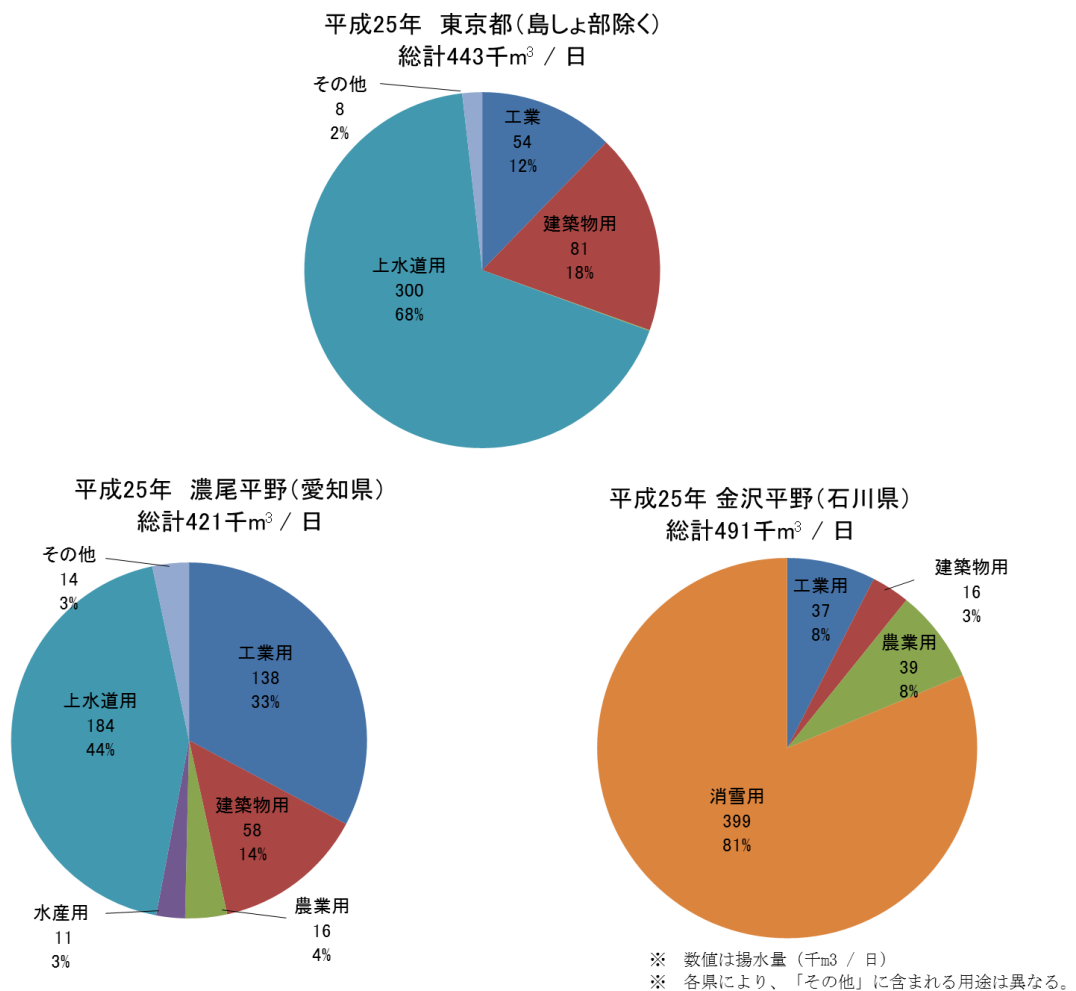


図 2-2-2 地下水の利用用途のパターン

環境省「全国地盤環境情報ディレクトリ（平成 25 年度版）」

ここで、さらに都内の揚水の用途の傾向を詳細にみていくこととする。  
 図 2-2-3 は、都内揚水量の用途別割合の経年変化を示したものである。

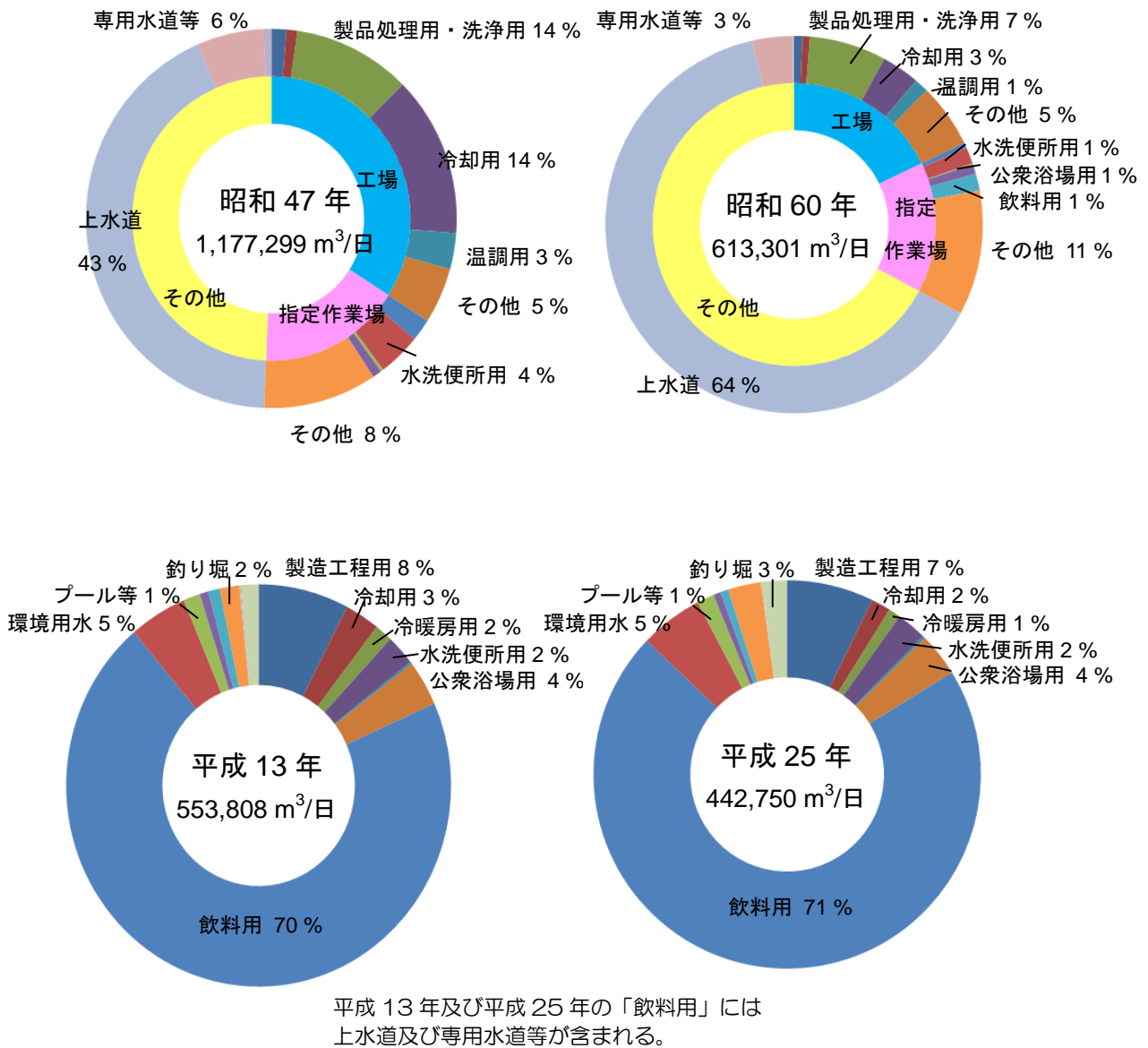


図 2-2-3 都内揚水量の用途別割合の変遷

※1 調査対象について

昭和 47 年、昭和 60 年については公害防止条例に基づき、吐出口断面積 21cm<sup>2</sup> 以上の揚水施設のみ。  
 平成 13 年以降は環境確保条例に基づき、揚水機の出力 300W を超えるすべての揚水施設。

※2 用途の分類について

公害防止条例に基づく報告では、業態（工場、指定作業場、その他）ごとに分類を設けていたが、  
 環境確保条例に基づく報告では、業態に関わらない用途分類とした。



昭和 47 年と昭和 60 年を比較すると、工場での揚水が占める割合が著しく減少し、特に製品処理・洗浄用や冷却用の割合が大きく低下している。これは昭和 50 年から段階的に大規模揚水事業所（250 m<sup>3</sup>/日以上）に対して導入した、水使用合理化指導（17 ページコラム参照）がもたらした効果を表している。

平成 13 年には環境確保条例が施行され、規制対象が拡大されたにも関わらず、全揚水量は減少している。用途分類では、それまで「その他」としてまとめて分類していた揚水量の占める割合が目立つようになってきたことから、より細分化して分類設定を見直した。すると、散水や池の補給水として使用される環境用水の割合が比較的大きいことが見えてきた。平成 25 年でも用途別割合に大きな変化はなく、近年はこのような割合を保っている。

## 東京の水道水源井

東京の水道水源は、8 割超は河川やダム等の表流水を取水している（図 2-2-4）。地下水はそのうち全体の約 1 割程度を賄っているが、現在は、水道水源井は一部を除いてほとんどが多摩地域にあり、揚水量の内訳は深井戸が一番大きい（図 2-2-5）。ただし、深井戸からの揚水量は年々減少しており、表流水を含む全取水量に対しては、昭和 53 年が全体の 9.3%であったのに対し、平成 25 年では 5.6%まで下がっている。

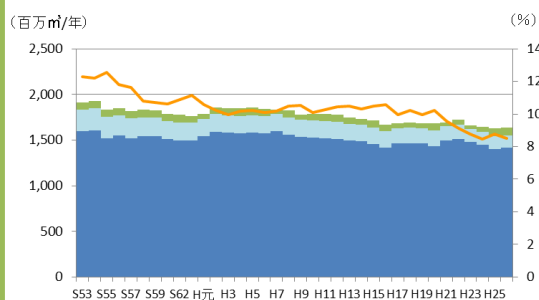


図 2-2-4 東京都内（島しょ除く）の水道水源取水量と地下水の割合

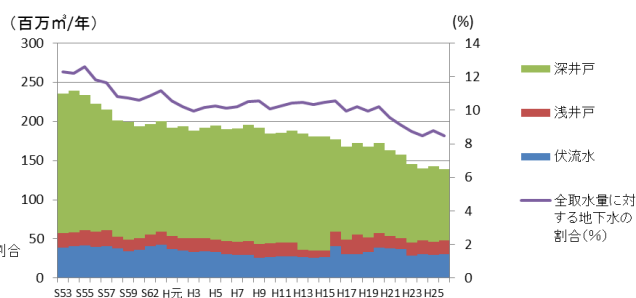


図 2-2-5 東京都内（島しょ除く）の井戸の種類ごとの取水量と取水全体に占める地下水の割合

多摩地域では、地盤沈下が顕在化した昭和 40 年代後半になって、ようやく水準測量が開始されたため（図 1-3-1）、これ以前の沈下量が分からないが、昭和 50 年代から、水道水源取水の地下水への依存度が下がっている。

## イ 業種別の傾向分析

図 2-2-6 は、都内の事業所数（上図）及び揚水量（下図）の推移を示している。

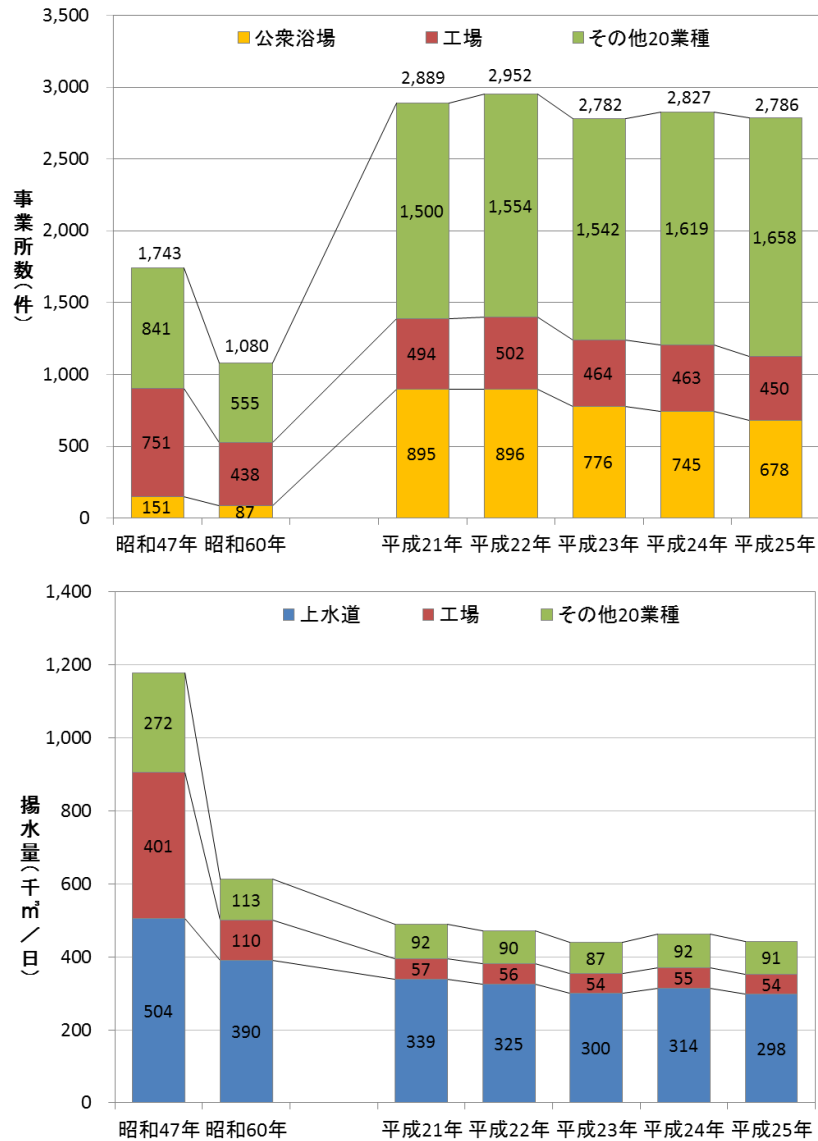


図 2-2-6 対象事業所数及び揚水量の近年の傾向

(昭和47年、60年は公害防止条例に基づく揚水量報告対象施設のみの集計値)

昭和60年から平成21年の間に事業所数が増加しているのは、平成13年の環境確保条例の施行により、揚水量の報告対象事業所が増えたことが影響している。

最近5年間を見ると、事業所数はゆるやかに減少傾向で、最も大きな割合を占める公衆浴場が2割以上の減少、代わりに工場以外のその他の業種等が増加している。揚水量も減少傾向で、これは約7割を占める上水道事業での減少によるところが大きい。工場やその他の業種等のうち、主たる業種等の事業所数と揚水量の変化を見たものが図2-2-7である。

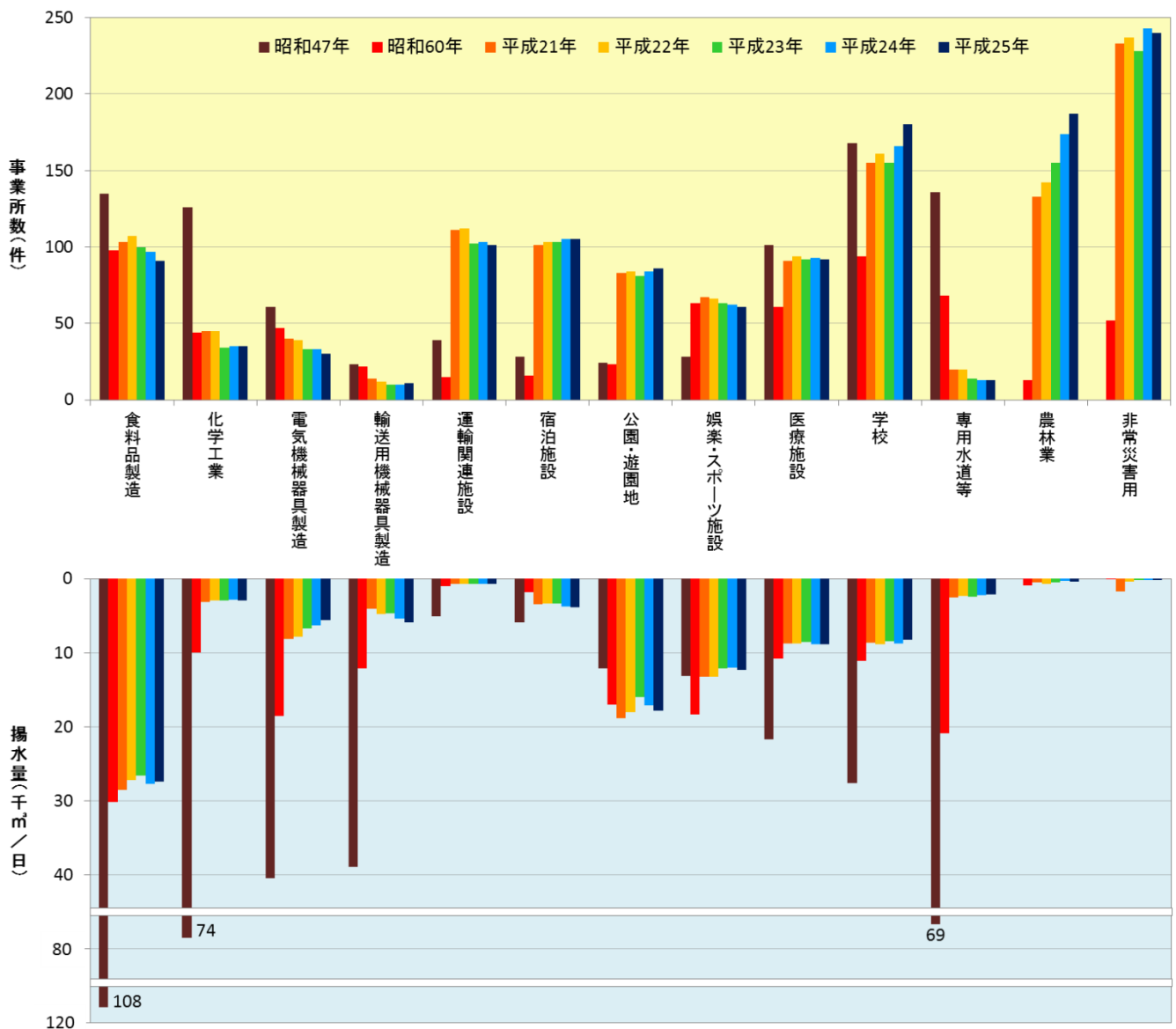


図 2-2-7 主たる業種等の事業所数と揚水量の推移

(農林業と非常災害用は昭和47年に集計区分を設けていないため記載していない)

昭和47年から現在を比較すると、化学工業を初めする製造業や専用水道等で事業所数及び揚水量が著しく減少している。

最近5年間の傾向としては、工業は事業所数が減少傾向、揚水量も一部を除き減少傾向にある。これに対し、宿泊施設、学校、農林業、非常災害用といった業種等では事業所数が増加する傾向が見られる。このことから、防災対策や湧水対策を目的とした井戸の設置が進んでいることが推察される。

## ウ 地域別分析

図 2-2-8 は都内揚水量の推移を地域別に分けて示したものである。

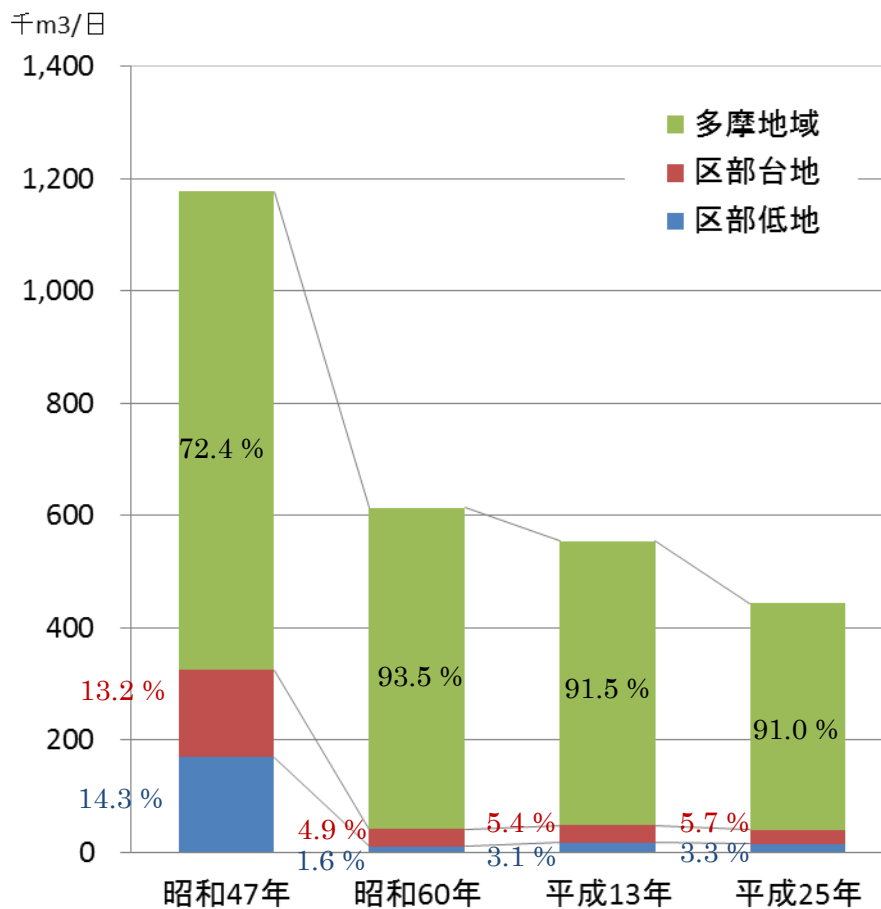


図 2-2-8 都内揚水量の変遷（地域別）

昭和 47 年から昭和 60 年にかけて揚水量が半減しているが、地域別に見ると区部での減少が著しい。これは前述した水使用の合理化指導の対象となった工場等が区部に集中していたことを示している。その後は現在まで、9 割以上が多摩地域で揚水される状況が続いている。

図 2-2-9 に、揚水密度（単位面積あたりの揚水量）の変遷を示す。

区部では、昭和 30 年代には揚水密度は高くなっていたが、東京都公害防止条例の施行や水使用合理化指導が実施された昭和 40 年代以降、著しく低下した。その後、現在まで低い状態が続いている。

一方多摩地域では、昭和 40 年代以降、揚水密度は急激に上昇したが、平成 13 年の環境確保条例施行後、徐々に低下してきた。しかし、現在も揚水密度の高い地域が見られる。

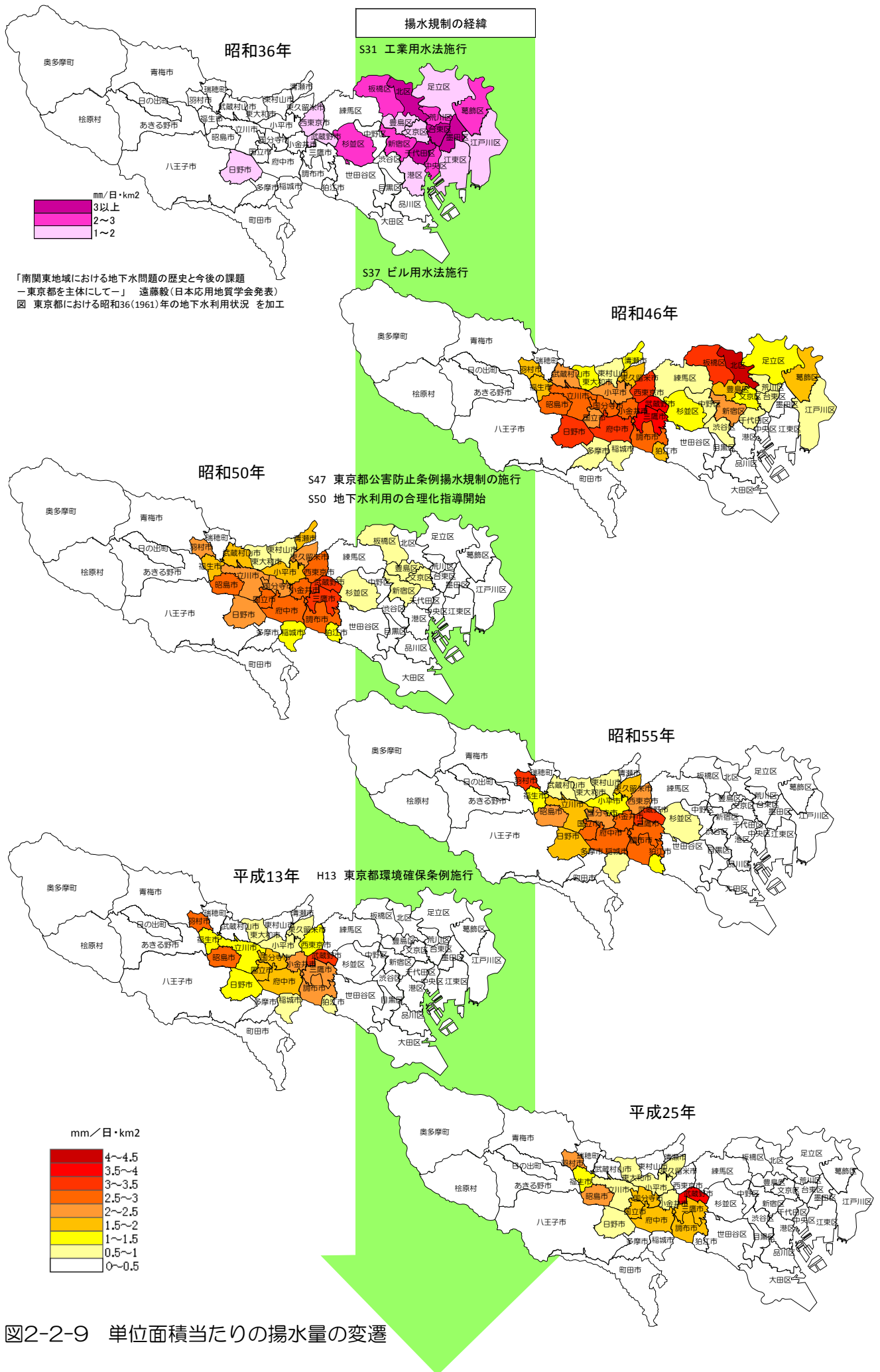


図2-2-9 単位面積当たりの揚水量の変遷

### 3. 湧水の状況

湧水は、不圧地下水が地中から地表に自然に流れ出る現象で、河川の水源となり、水循環の状態を表す重要な指標である。湧水の枯渇や減少は地下水位の低下等によって現れ、地下水障害の象徴的な現象である（20 ページ参照）。

#### （1）東京の湧水

東京都内で見られる湧水は大きく二つのタイプに分けられる（図 2-3-1）。東京都内では、崖線※<sup>1</sup>タイプの湧水が多数を占めている。典型的な崖線タイプの湧水としては、国分寺市に国分寺崖線の真姿の池湧水群が挙げられる。谷頭タイプの湧水としては、東久留米市の南沢緑地保全地域内の湧水や、町田市や八王子市などの丘陵地に多数存在する谷戸地形※<sup>2</sup>からの湧水などがある。

平成 25 年度に各区市町村において湧水地点数を調査した結果を表 2-3-1 に示す。

※1 崖線：川、海、湖に面する段丘の縁の急崖の連続線をいう。

※2 谷戸地形：丘陵地が浸食された谷状の地形。農業に利用されていることも多い。

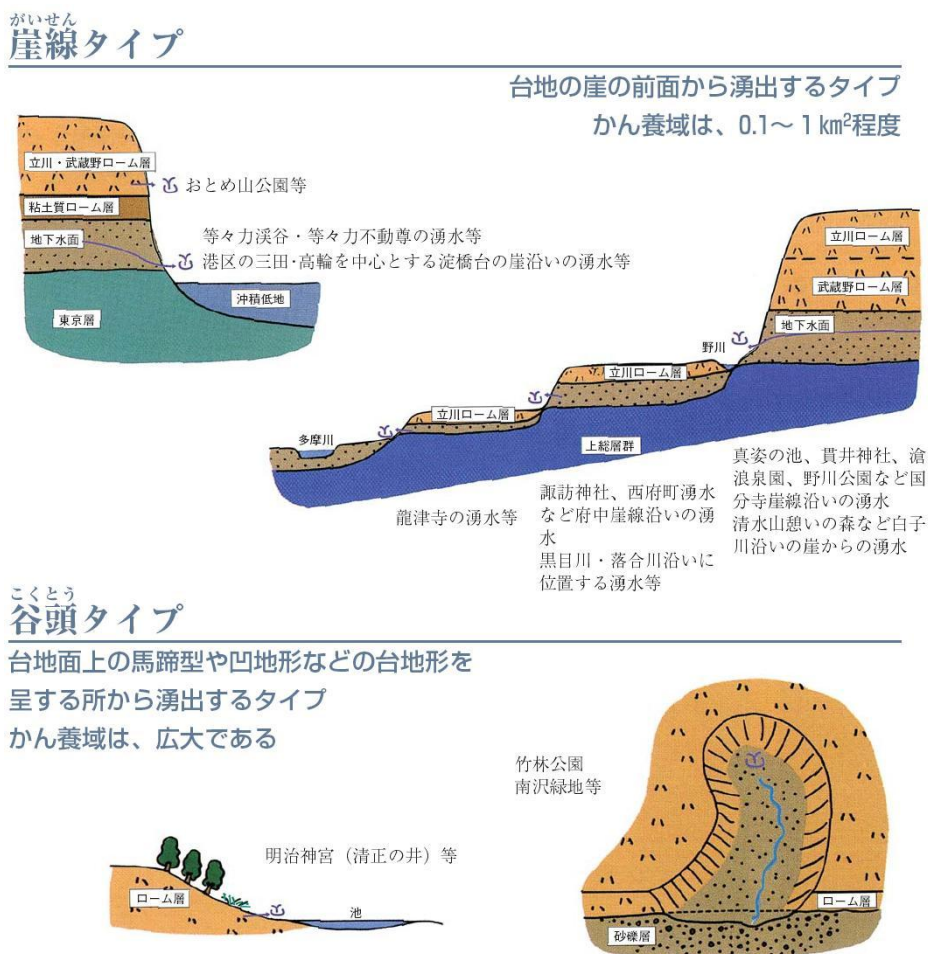


図 2-3-1 湧水のタイプ

東京都環境局（平成 25 年）「湧水マップ」



表 2-3-1 区市町村別湧水地点数一覧

東京都環境局（平成 25 年）「湧水マップ」

	H25 調査	H20 調査	H20との増減	H15 調査	H12 調査	H7 調査	H2 調査		H25 調査	H20 調査	H20との増減	H15 調査	H12 調査	H7 調査	H2 調査
千代田区	0	0	0 (増減)	0	0	0	0	八王子市	62	76	-14 (増14減)	57	71	46	36
中央区	0	0	0 (増減)	0	0	0	0	立川市	11	11	0 (増減)	11	11	11	14
港区	14	15	-1 (増1減)	15	15	18	26	武蔵野市	0	0	0 (増減)	0	0	0	0
新宿区	1	1	0 (増減)	1	1	2	6	三鷹市	7	7	0 (増減)	7	7	7	16
文京区	8	8	0 (増減)	8	7	7	7	青梅市	24	24	0 (増減)	35	35	18	18
台東区	0	0	0 (増減)	0	0	0	0	府中市	3	3	0 (増減)	3	3	3	2
墨田区	0	0	0 (増減)	0	0	0	0	昭島市	6	6	0 (増減)	18	15	30	25
江東区	0	0	0 (増減)	0	0	0	0	調布市	26	26	0 (5増5減)	20	20	18	10
品川区	5	5	0 (増減)	5	5	5	8	町田市	9	9	0 (2増2減)	9	9	9	18
目黒区	7	7	0 (増減)	12	11	14	13	小金井市	6	6	0 (増減)	6	6	6	10
大田区	18	28	-10 (1増11減)	29	26	24	26	小平市	0	0	0 (増減)	0	0	0	0
世田谷区	96	96	0 (2増2減)	100	99	102	35	日野市	58	58	0 (増減)	78	68	65	52
渋谷区	3	3	0 (増減)	3	3	3	4	東村山市	6	10	-4 (増4減)	11	8	13	19
中野区	0	0	0 (増減)	2	5	12	16	国分寺市	11	11	0 (増減)	12	12	12	15
杉並区	2	2	0 (増減)	2	1	1	3	国立市	8	8	0 (増減)	8	7	8	8
豊島区	0	0	0 (増減)	2	2	3	2	福生市	9	8	1 (1増減)	8	8	8	9
北区	12	13	-1 (増1減)	13	15	14	14	狛江市	0	0	0 (増減)	0	0	0	0
荒川区	0	0	0 (増減)	0	0	0	0	東大和市	9	10	-1 (増1減)	11	12	13	12
板橋区	27	32	-5 (増5減)	35	37	37	34	清瀬市	5	5	0 (増減)	5	5	1	12
練馬区	42	60	-18 (増18減)	53	63	38	33	東久留米市	27	27	0 (増減)	27	28	28	28
足立区	0	0	0 (増減)	0	0	0	0	武蔵村山市	3	2	1 (1増減)	2	2	2	1
葛飾区	0	0	0 (増減)	0	0	0	0	多摩市	1	1	0 (増減)	1	1	1	2
江戸川区	0	0	0 (増減)	0	0	0	0	稲城市	2	2	0 (増減)	2	2	2	1
								羽村市	6	4	2 (2増減)	4	4	3	3
								あきる野市	67	77	-10 (増10減)	77	81	60	84
								西東京市	1	1	0 (増減)	1	1	0	0
								瑞穂町	0	0	0 (増減)	0	0	0	0
								日の出町	0	0	0 (増減)	0	0	0	1
								奥多摩町	11	11	0 (増減)	11	11	9	0
								檜原村	0	0	0 (増減)	0	0	0	0
								神津島村	2	2	0 (増減)	2			
								御蔵島村	1	1	0 (増減)	1			
区計	235	270	-35 (3増38減)	280	290	280	227	市町村計	381	406	-25 (11増36減)	427	427	373	396
総数	616	676	-60 (14増74減)	707	717	653	623								

※この湧水地点数は、各区市町村の協力により掲載しています。  
 ※H20との増減の減には、複数の地点を統合したことなどによる減が含まれます。

## (2) 湧水と人々との関わり

湧水は、それ自体が水循環の一環として重要であるだけでなく、古代から人々の暮らしと密接に関係してきた。例えば、野川上流部、黒目川などの湧水周辺では、縄文時代の生活の跡である遺跡が多数発掘されている。また、飲料水としても利用されてきた。三鷹市の井の頭池などは、江戸時代には神田上水に導かれ、貴重な飲料水源となっていた。

湧水は社寺とも関係が深い。天平年間に建設された調布市の深大寺は水神と関わりがあり、国分寺市の史跡国分寺は豊富な湧水の場所に建立されたといわれている。また、湧水そのものが信仰の対象となっていたり、境内に湧水のあつる社寺も世田谷区の等々力不動尊など都内に数多くある。

現代においても周辺の自然環境とあいまって人々に潤いと安らぎを与え、身近な生き物にふれあえる場として、都市において貴重なオアシスとなっている。

## (3) 湧水の枯渇

都内の中小河川を上流側に辿ると池が点在している。例えば、白子川は練馬区の区立大泉井頭公園の池、善福寺川は杉並区の善福寺池、石神井川は練馬区の石神井池や三宝寺池、神田川は武蔵野市の井の頭池等である。それらの池は、多摩台地部、区部台地部に分布する武蔵野台地上に存在し、かつては湧水をたたえ、中小河川の水量を支える重要な水源であった。しかし、高度成長期に入ると武蔵野台地の様々な地点で湧水地点の減少や湧水量の減少が目立つようになった。

その要因としては、かん養域の減少や、地下水位の低下、土地改変による流動阻害などが考えられている。

ここでは、戦前から今日まで比較的詳しく調査されてきた「井の頭池」を代表例として、その枯渇の状況や湧水が復活するために必要となる条件についてデータを踏まえて検討を行った。



(4) 井の頭池の湧水復活地下水位の検討

井の頭池を含む武蔵野台地の代表的な湧水地は、標高 (T.P.) 50 m 付近に位置しており、かつてはこの付近の不圧地下水位がこの標高を超えることにより湧水として湧出していたことから「不圧地下水位の T.P.50 m 線」の位置は、武蔵野台地の湧水枯渇が左右される目安線と言える。この線を参考に井の頭池周辺の不圧地下水位の等高線の変遷を見てみる。

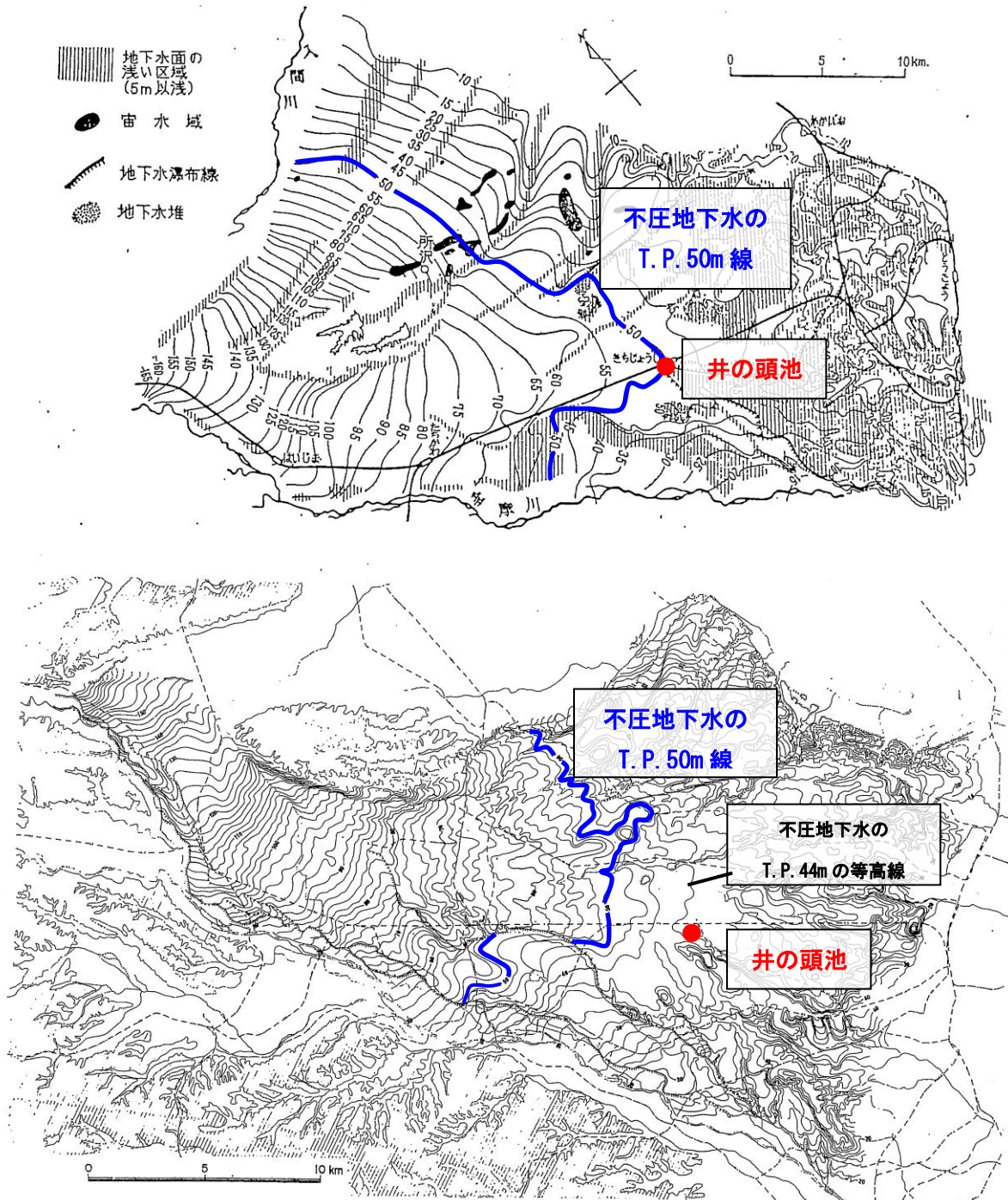


図 2-3-2 武蔵野台地の地下水面図 (昭和 13 年 (上) と昭和 49 年 (下))

(上) 吉村信吉 (1940)「武蔵野臺地の地下水, 特に宙水・地下水瀑布線・地下水堆と衆落発達との関係

(一)」地理教育第 32 巻を加工

(下) 細野義純 (1978)「日本の水収支」を加工

図 2-3-2 のとおり、戦前には井の頭池付近に「不圧地下水位 T.P.50m 線」があった。しかし、昭和 30 年頃から水位低下が進み、この線は西に移動し、昭和 49 年を見ると井の頭池周辺の不圧地下水位は豊水期でも T.P.44m を下回るようになっていた。このことは、井の頭池が昭和 38 年頃に枯渇したとする事実と矛盾しない変遷である。

#### ア 不圧地下水位

平成 16 年秋の大雨により、井の頭池では大量の湧水が出現し、池の水が澄んだ状態になった。この現象について、東京都土木技術研究所が調査を行っている<sup>※3</sup>。

このときの湧水量は日量 1 万 m<sup>3</sup> を超え、池の補給水として通常深井戸から揚水している地下水量の 3 倍にもなった。そのため、同年 11 月と 12 月の揚水量は通常の半分以下に収まっている。平成 16 年の東京都土木技術研究所の地下水位観測井（三鷹浅井戸）の水位変動（図 2-3-3）を見ると、湧水があった 10 月中旬から 12 月にかけて水位が T.P.46 m を越えていた。

また、平成 20 年 8 月末の大雨でも、湧水により弁天池上端が透明になったと言われている。このときの地下水位及び水質について、明星大学の藤村研究室が調査解析を行っており、水位が T.P.46.5 m 付近であったと報告している。

過去の調査<sup>※4</sup>（昭和 47～49 年）でも、浅井戸の水位が池水面と同程度（T.P.46 m）になると湧出があったとのことである。

こうした研究から、井の頭池の湧水の湧出の目安としては池周辺の不圧地下水位が T.P.46 m 以上となることが一つの条件として推定されるが、生態系保全に十分なほど安定的・持続的に湧出するには T.P.50 m 付近になることが必要であると考えられる。図 2-3-4 に平成 25 年、平成 26 年の三鷹浅井戸の地下水位を示すが、湧出の目安である T.P.46 m を超える期間は限られている。

※3 平成 17 年度東京都土木技術研究所年報 16. 「大雨により復活した台地の湧水地下水についての水文学的考察」

※4 新井正（1994）「水環境調査の基礎」古今書院, 127-150

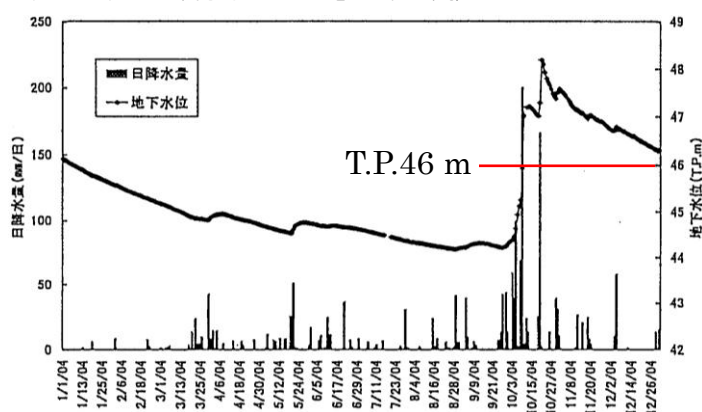


図 2-3-3 平成 16 年の降水量と観測井の地下水位（三鷹浅井戸）

東京都土木技術研究所「平成 17 年度東京都土木技術研究所年報」

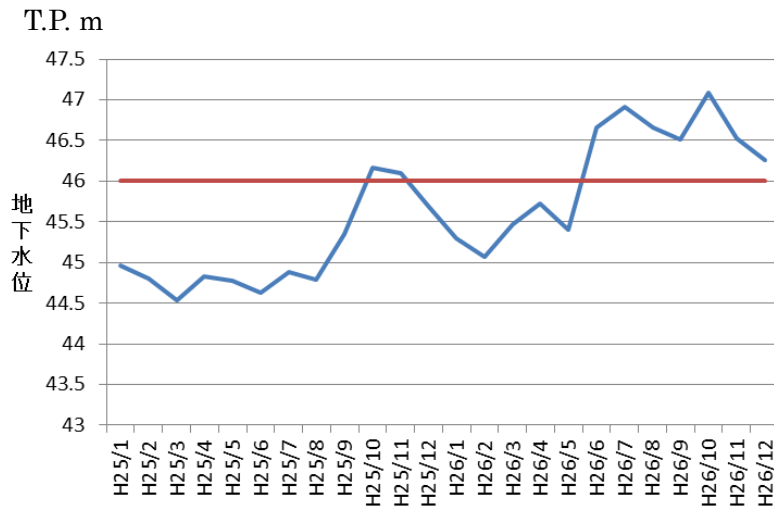


図 2-3-4 平成 25 年、平成 26 年の観測井地下水位（三鷹浅井戸）

#### イ 被圧地下水位

井の頭池が豊富な湧水で満たされるためには、直接的には不圧地下水位が上昇し、それが維持されなければならない。しかし、前述（20 ページ参照）のように、武蔵野台地では不圧帯水層と被圧帯水層を分ける難透水層が薄く、部分的に難透水層が途切れている場所もあるため、こうした場所で被圧地下水位が低下すると、上層の不圧地下水が地下水位の低い下層へと移動してしまう。

井の頭池のある武蔵野地区は、現在、多摩地域の中で最も被圧地下水位が低くなっているが、湧水が枯渇する以前の被圧地下水位はどの程度であったのだろうか。多摩地域では昭和 40 年代後半になるまで地盤沈下が顕在化していなかったため、地下水位観測井は設置されていなかった。そこで、昭和 30 年頃から設置され始めた水道水源井で測定された自然水位を参考にすることとした。

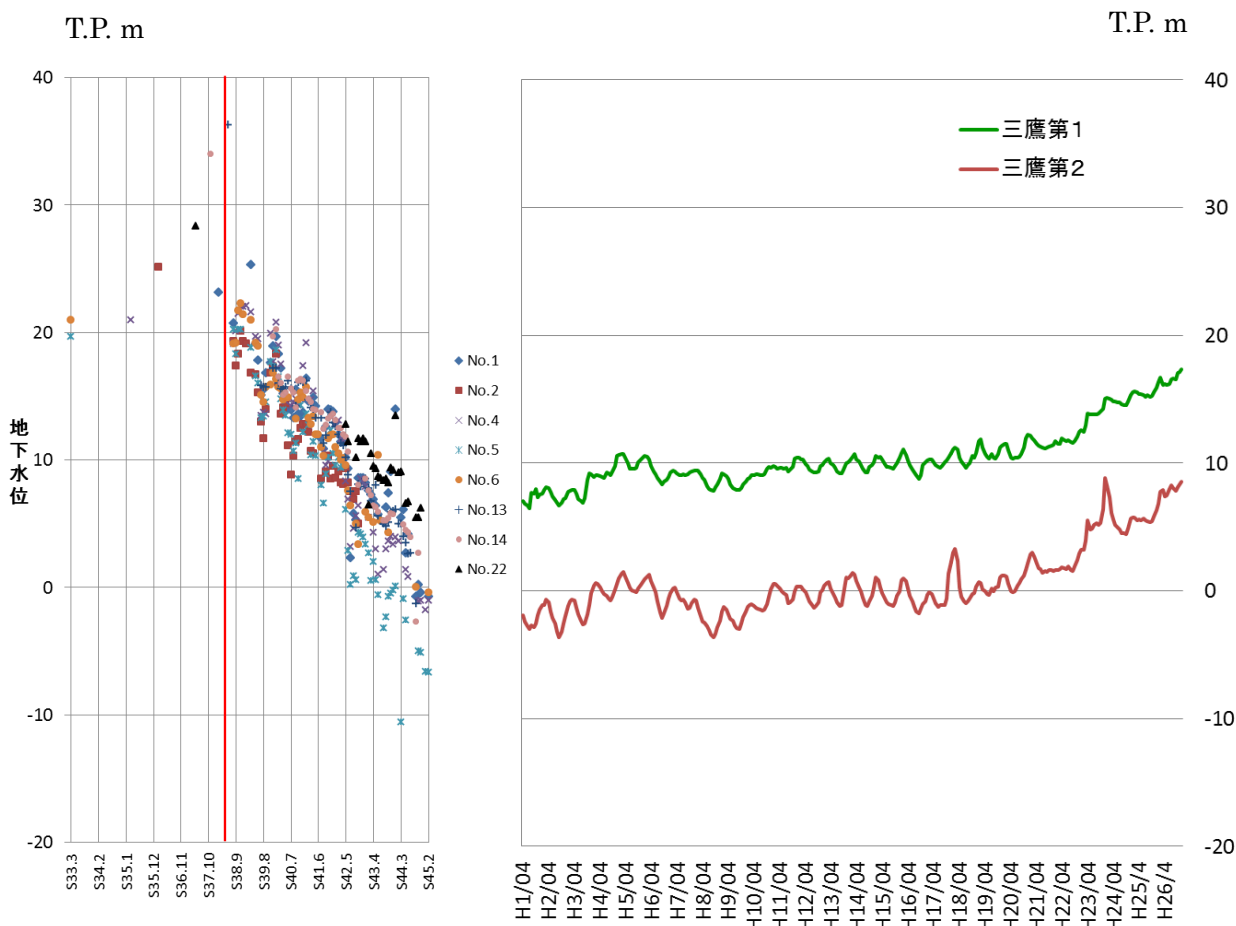


図 2-3-4 三鷹の被圧地下水位の経年変化

(左) 三鷹市水道水源井の自然水位 北多摩水資源対策促進協議会「水道統計」  
 (右) 観測開始以降の地下水位変動 (三鷹第 1、第 2 観測井)

図 2-3-4 の左図は井の頭池の湧水が枯渇した昭和 38 年以前に設置された、三鷹市の水道水源井 8 本の自然水位である。これを見ると、どの井戸でも水位が急低下していることが分かる。湧水が完全に枯渇したとされる昭和 38 年 5 月以前に設置された井戸の竣工時の自然水位を平均すると、約 T.P.26 m となる。

不圧地下水位は昭和 30 年頃から低下しているため、これらの水源井竣工時にはすでに被圧地下水位の低下が始まっている可能性もあるが、まだ湧水があった頃の被圧地下水位である。図 2-3-4 左図の三鷹の水道水源井はいずれも深度 200 m 前後の井戸であるため、右図に三鷹第 2 観測井の地下水位を示し、比較する。第 2 観測井の水位は近年上昇しているものの、いまだに T.P.10 m に満たない。従ってこの第 2 観測井の水位がさらに 15 m 程度上昇することが井の頭池湧水復活の被圧地下水位としての目安と推定される。

被圧地下水位の検証では、過去の枯渇状況と過去のデータから検討を加えたが、井の頭池周辺の不圧帯水層と被圧帯水層の関連性には、未解明な部分も多い。今後も不圧地下水位だけでなく、地域全体の地下水位の状況を踏まえながら検証していくことが求められる。



## 4. 都市化による不浸透率の増加

東京では、地形・地質からみて、岩盤で構成される山地部や難透水層の厚い区部低地部は、雨水による地下水の涵養は多くは見込めない。

そのため、都内平野部の被圧地下水の涵養は、主に多摩川の表流水と台地域浅層にある不圧地下水であることは、東京都土木技術研究所の研究からも明らかにされている\*。

特に、武蔵野台地が広がる多摩台地部は、不圧地下水の供給に重要な地域であり、この地域が都市化した際の地下水への影響は大きい。

※ 石井求、遠藤毅、川島真一、川合将文（1976）「被圧地下水の流動に関する研究1」都土木技研年報  
石井求、遠藤毅（1984）「東京都平野部の水文地質と水位上昇に伴う諸現象」応用地質

### （1）都内の不浸透率

建築物や道路舗装などで降雨が地下に浸透できない地表が増えると、河川や下水道に直接流出してしまう雨水が増加する。

この雨水が浸透しない面積の比率を、不浸透率という（同様の意味で「被覆率」を用いることもある）。

図 2-4-1 に、都内全域の不浸透率の分布図を示す（算定方法は、参考資料 4 を参照）。区部は、全体的に不浸透率が高く、多摩地域でも高い地域が散見される。

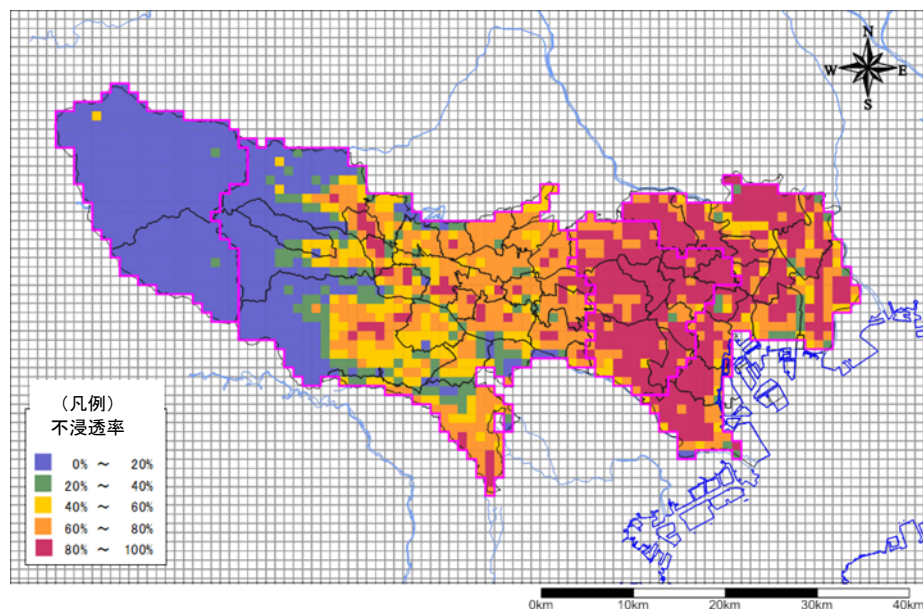


図 2-4-1 1 kmメッシュ別不浸透率分布

平成 26 年度地下水補完調査（東京都都市整備局（平成 23 年）「平成 23 年度土地利用現況調査（区部）」、東京都都市整備局（平成 24 年）「平成 24 年度土地利用現況調査（多摩・島しょ地域）」、東京都環境局（平成 25 年）「みどり率データ」を使用）

### (2) 不浸透率の経年変化

図 2-4-2 に、不浸透率の経年変化を示す。都全域では、大きな変化は見られないものの、多摩地域の不浸透率が徐々に増加している傾向がみられる。

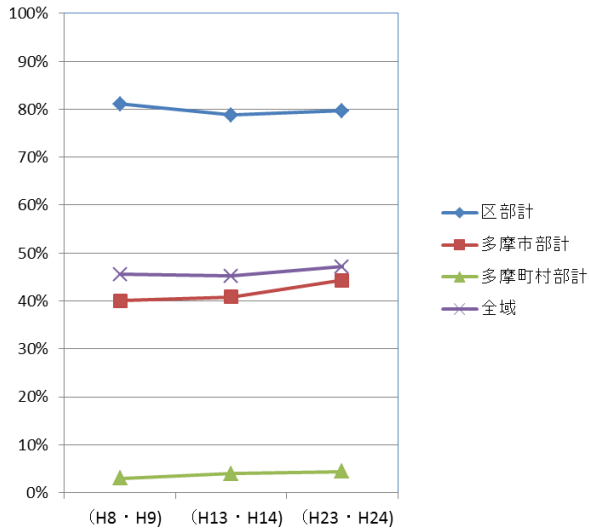


図 2-4-2 不浸透率の経年変化

平成 26 年地下水補完調査（東京都都市整備局（平成 23 年）「平成 23 年度土地利用現況調査（区部）」、東京都都市整備局（平成 24 年）「平成 24 年度土地利用現況調査（多摩・島しょ地域）」、東京都環境局（平成 25 年）「みどりの率データ」（または、植生図）

横軸は、使用したデータの調査年次

### (3) 多摩地域の土地利用状況

次に、武蔵野台地が広がる多摩台地部（山間部を除く都市部）の土地利用状況を図 2-4-3 に示す。

平成 9 年、14 年、19 年、24 年の 4 つの時点で比較すると、15 年間の間に宅地と道路を合わせた面積が徐々に拡大しており、都市化が進んでいることが示されている。

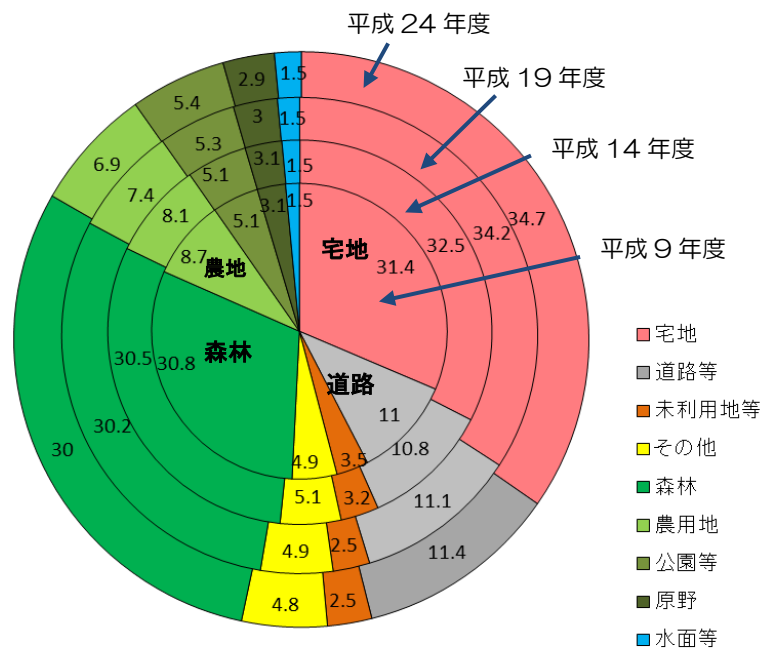


図 2-4-3 土地利用比率（多摩都市部（奥多摩町、檜原村を除く 26 市 2 町））  
東京都都市整備局「東京の土地利用 多摩・島しょ地域」（平成 9、14、19、24 年）を加工

次に、多摩地域の中でどの地域の土地利用の変化が大きいかを比較した。

図 2-4-4 に、多摩地域を 5 つの地域に分け（下図）用途ごとに、平成 14 年を 1 とした平成 24 年の面積比を示す。

この中では、全体的な傾向として図 2-4-3 で示した通り、宅地と道路はすべての地域で 1 を超えて増加していた。逆に、すべての地域で比率が大きく減少しているのは、農用地であった。そのほかの用途は地域によって差がみられた。

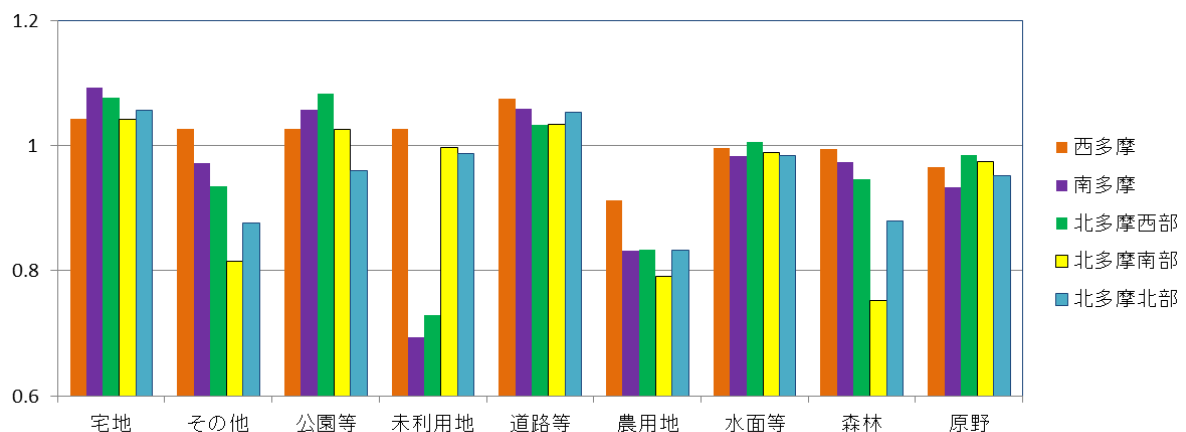


図 2-4-4 平成 14 年に対する 24 年の用途別・エリア別面積比  
東京都都市整備局「東京の土地利用 平成 14、19、24 年多摩・島しょ地域」を加工

多摩川の北側にある北多摩地域は、武蔵野台地の中心部であるとともに都内の地下水涵養に適した地域でもある。都市化がさらに進めば、地下水涵養量も減少する恐れがあり、揚水量と浸透量のバランスをとるためには、揚水規制の見直しや、地下水涵養のより一層の推進を検討していかなければならない。

## 地下水涵養

地下水涵養とは、雨や河川の水が大地に浸透し、帯水層に流れ込むことをいう。東京都は、市街地化が進み、雨が台地にしみこむことなく下水道等へ流れ込んでしまう地域が多くなった。

雨水浸透を促す「雨水浸透施設」には「浸透ます」、「浸透トレンチ」、「透水性舗装」等、様々な種類があるが、地下水涵養だけでなく、浸水対策等の防災上も大きな効果があるため、東京都各局、区市町村は、それぞれの施策を推進する立場で、雨水浸透を促進、実施している。

### (1) 行政（都、区市町村）の進める雨水浸透施策

- ア. その地域的条件に応じて重点は異なるが、それぞれの自治体が、総合治水対策、環境保全対策（中小河川・湧水保全対策）、雨水利用対策を推進している。また、雨水浸透施設設置費用の助成制度を設けている自治体もある。
- イ. 東京都においては、水道局による水源涵養林の管理の他、総合治水対策に基づく雨水貯留・浸透事業が、都の都市計画・河川管理・施設建設部局及び区市等により推進されている。

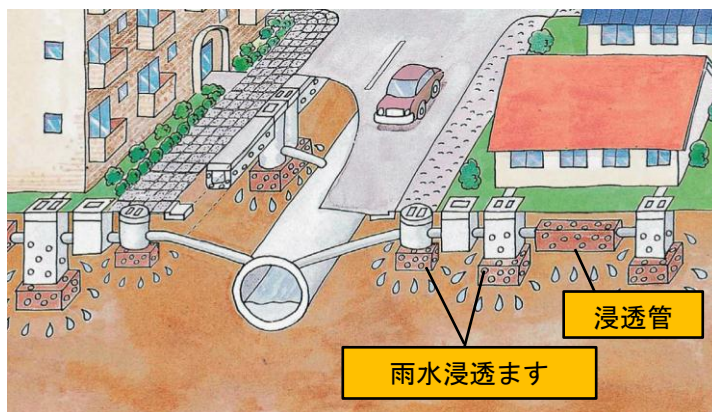
### (2) 揚水規制対象者の雨水浸透

環境確保条例第 141 条第 1 項の規定に基づき、東京都雨水浸透指針を定め、揚水規制の対象者は、この指針に基づき、雨水浸透施設の設置など地下水涵養を進めるよう努めることと規定している。

地下水、湧水保全のためには、地下水を揚水で減らさないという規制を継続することが必要だが、一方で、雨水浸透などの地下水涵養を積極的に進める施策も重要である。



浸透ます



雨水浸透施設 設置例 下水道局 HP



## 5. 地下空間の開発

都心部を中心に、限られた面積を効率的に利用するため、高層化とともに地下空間の活用が進んでいる。

例えば、地下階を有する建築物は、図 2-5-1 に示すように、特別区内では、昭和 43 年から 50 年弱で 6 倍に増加しており、徐々に地下階数が増えてきている。

都内の地下の構造物は、ビル等の建築物のほかにも、鉄道、道路、水道、下水道、ガス管、通信・電力等のための共同溝、地下街や駐車場等と多岐にわたっている。

地下にある鉄道の延長とその深度を図 2-5-2 に示す。地下空間が開発されている都心部の区は、深い場所にも鉄道が建設されている様子が見えてくる。

これらの地下構造物は、本来地盤や地下水があった場所に建造していることから、その容積や敷設状況によっては地下水の流動を妨げることもある。

トンネルや道路等の線上の構造物が地下水の流動方向と垂直に交わるときは、流動の下流側で地盤沈下や井戸・湧水等の枯渇が発生しないよう十分な配慮が必要とされる。

老朽化した建物では、躯体の継ぎ目などから地下水が漏れ出してきてしまう場合も多い。漏れい水は建築物の躯体を痛めるうえ、容易に利用できる水質でないことから、止水工事等の保守は欠かせない。継続的な保守にはコストも掛かるため、建設時に十分な遮水を施すことが重要である。

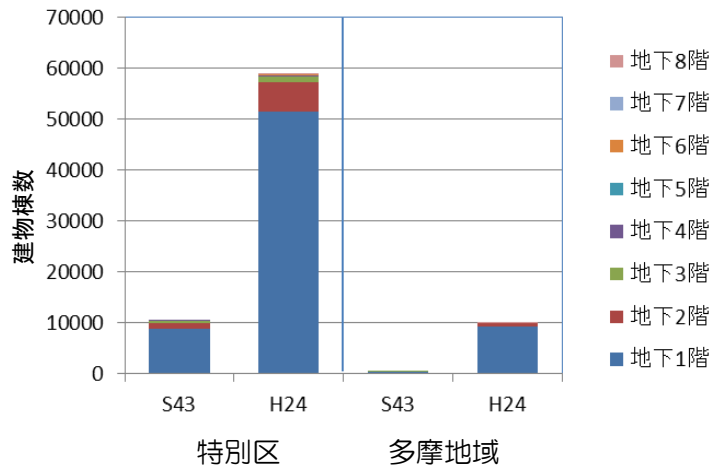


図 2-5-1 地域別の地下階を有する建築物数の比較 (S43 と H24) 東京消防庁データ

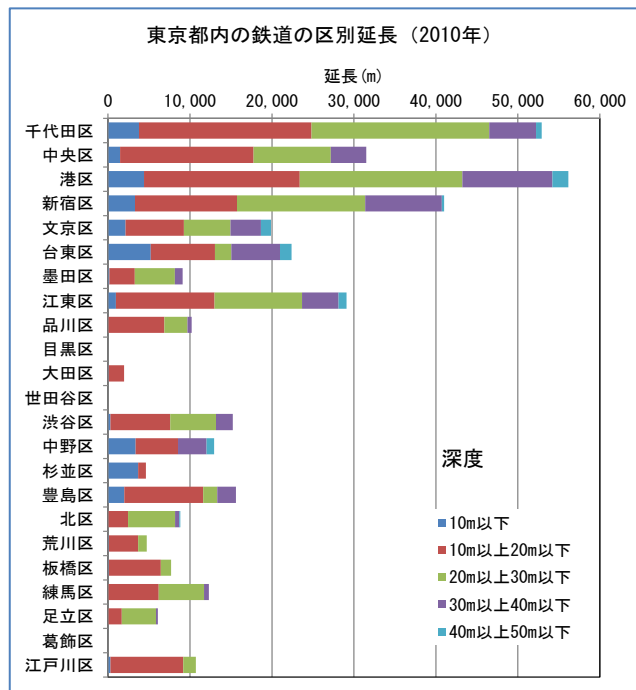


図 2-5-2 東京都内の鉄道の区別延長 (H22)

また、河川の近くや河川の下を横切る構築物への漏えい水は、河川からの地下水涵養を妨げたり、逆に河川の水源となっていた湧水を奪っていたりする場合もある。地下構築物を建造する際には、地形や地質を十分調査し建築物管理と地盤環境保全の両視点から十分な配慮がなされることが望ましい。

既設の建築物の地下部分から地下水が漏えいする一方で、新しく構造物を建設する際にも、掘削した場所から地下水が湧出したり、また、逆に掘り下げた壁面の崩壊を防ぐために周囲の地下水をくみ上げて地下水位を下げる工法が取られている場合もある（図 2-5-3）。

建設工事のような期間が限定されるものであっても、規模が大きい場合、地形や地盤の状況によっては、局地的な地盤沈下や周辺の井戸枯れを引き起こす原因となることがあるため、その設計・

監理には十分な配慮が必要である。

地下構築物への漏えい水も工事の時に排出され

る湧出水も、利用を目的としてはいない地下水であることには変わりはない。地下空間の活用が進んでいる都内では、その件数や量は他の都市よりも多いと推測され、少なからず地下水位や地盤へ影響を与えていると考えられる。

その実態はすべて把握されているものではないため、大都市東京特有の地下水の事象として、見落としてはならない事項である。

現在区部で盛んに行われている私鉄等鉄道の地下化等の地下空間の利用は、徐々に多摩地域にも拡大している。前項で述べた涵養域の減少とともに、東京の地下水の供給地である多摩地域の変化に、注視していかなければならない。

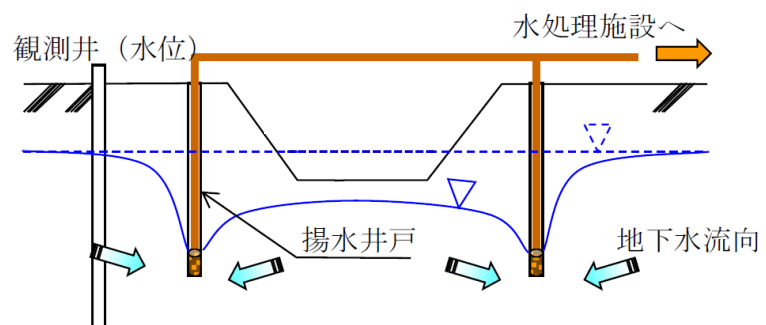


図 2-5-3 ウェルポイント工法（地下水水面を掘削する深さより低下させてから掘削する方法）

環境省（平成 24 年）「土壤汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン（改訂第 2 版）」Appendix13-3 ページ