

健全な地下水の保全・利用に向けて

Future-Oriented Groundwater Resource Management

—Harmonizing between the Demands of Water and Nature in Hydrological Cycle—

佐藤 邦 明 (さとう くにあき)

埼玉大学名誉教授

佐藤 正 之 (さとう まさゆき)

国土交通省土地・水資源局水資源部水資源政策課長補佐

1. はじめに

近年、地下水をとりまく環境は大きく変化してきている。かつて深刻であった広域地盤沈下は渇水時のそれを除き沈静化しつつある一方、防止対策の進んだ大都市地域では地下水位が回復・上昇し、地下構造物や地下水環境に弊害・悪影響が現れた事例もある。また、地下水質の面では浅層地下水汚染が顕在化している。地下水は陸水環境を構成する重要な要素であり、その利用が循環系を損なうことなく、保全されつつ健全にマネジメント(運営)されねばならない。いま、地下水マネジメントが水資源に焦点を当てた「地下水資源マネジメント」と、個別の地下水開発や土地改変によって起こる地下水環境に与える悪影響の防止・軽減を目的とする「地下水環境マネジメント」に分ける。両者は、対象が違ってもアプローチの仕方や検討内容に共通点も多く、どちらも地下水採取や開発と、それらによりもたらされる量や質のインパクトが、回避・最小化できるよう地下水を持続的かつ健全にマネジメントすることを目指す。

本論は、水循環にあって再生可能な地下水資源をどう運営するかに重点を置き、地下水をめぐる動向、保全・利用に向けた課題をふまえ、その考え方と実践法を述べる。

2. 地下水をめぐる現状

2.1 地下水利用の現状と地下水をめぐる動向

我が国における水使用量(取水ベース)は1975年以降、年間800~900億 m^3 の間で変動し、地下水への依存率も12~14%と天候により変わってきた。2003年(平成15年)の水使用量は次のようであったが、地形・地質や降水といった自然条件に加え、都市化、人口といった社会条件に影響を受け、決して全国では一律でなく、地域性により多様である。また、地下水の依存率は用途により変わる。たとえば、生活用水の地下水依存率は全国で見ると、22%であるが、南九州では54%、関東内陸では41%となっている¹⁾。

◎我が国の水使用量(生活用水、工業用水と農業用水の合計)839億 m^3 における地下水依存率は約12.4%(2003年)

◎養魚用水、建築物用等を加えた全地下水使用量は約124億 m^3 (2003年)、内訳は生活用水、工業用水、農業用水が各3割弱

地下水利用と言うと、地盤沈下や塩水化といった地下水障害を連想するなど、特に地盤沈下には戦後(1945年)以降半世紀余苦しんだ。現在も地盤沈下は終わったわけではない(図-1)。最近、地下水をめぐる動向に

変化が見られる。それらが以下列挙される。

◎広域な地盤沈下はおおむね沈静化

◎渇水時には短期的・局所的な地下水位低下、地盤沈下が発生

◎大都市圏では、地下水位上昇により地下構造物への影響が発生

◎地下水質汚染の多様化

◎新たな地下水利用形態(ミネラルウォーター、地下水ビジネス)の拡大

2.2 地下水に関する法制度等の現状

今日、日本では地盤沈下対策は、国の法律・要綱と地方自治体の条例等で支えられている。現行では、国の地盤沈下法制の意を受けて地方自治体が地域性や独自政策を踏まえて条例を制定している。

法制度等の要点は以下となる。

◎地盤沈下対策として、「工業用水法」、
「建築物地下水の採取の規制に関する法

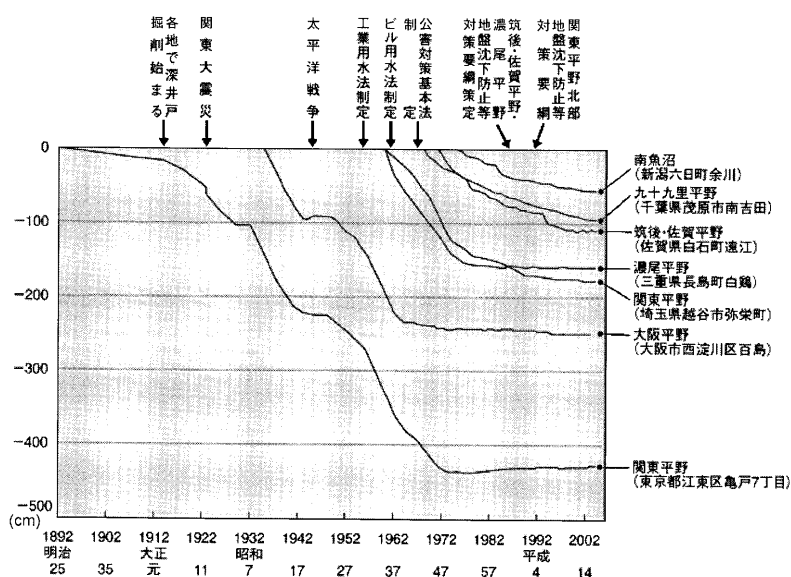
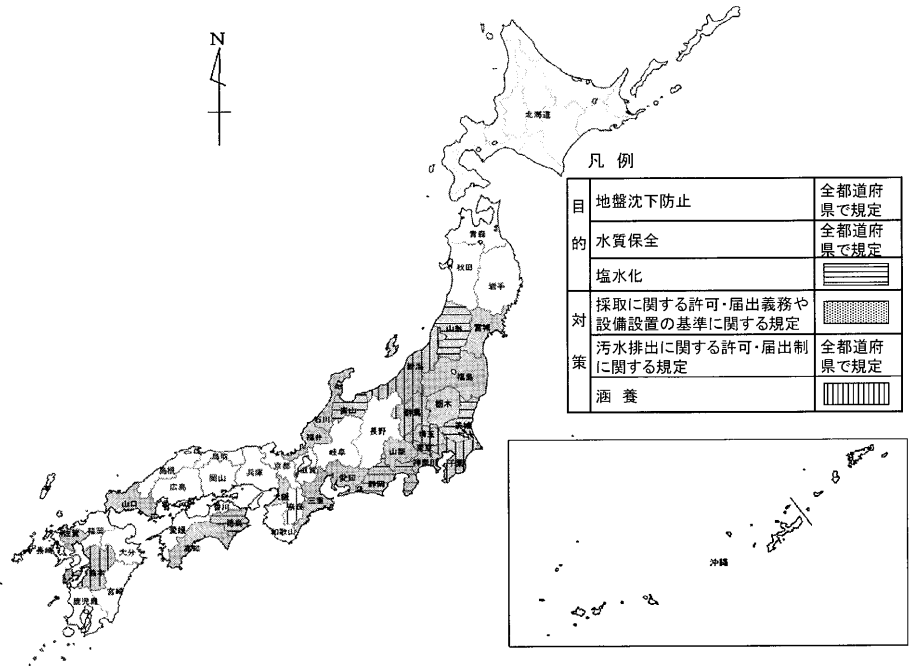


図-1 代表的な地域の地盤沈下の経年変化²⁾



図一 2 都道府県の地下水に関する条例・要綱等の策定状況と規定内容³⁾

律」(「ビル用水法」)が地下水揚水施設に適用

- ◎濃尾平野、筑後・佐賀平野、関東平野北部の3地域については「地盤沈下防止等対策要綱」を制定
- ◎各地方自治体(都道府県、市町村)では、個別の地下水に関する条例・要綱を制定

国の法律では10都府県、要綱では濃尾、筑後・佐賀、および関東平野北部の3地域を重点指定している。全国の都道府県の地下水に関する条例・要綱等は主目的別に図一2のようである。地域によって個別の条例・要綱等が設けられていることが判る。

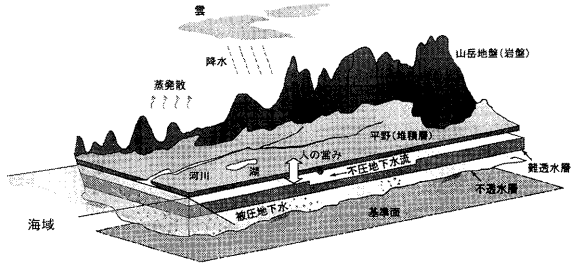
3. 地下水は大切な水資源

地下水資源は、地下の鉱物資源(有限資源)と違って図一3に示すように陸水の水文循環における再生可能な資源であって、適正な利用をすれば、持続的に活用できる。その水文学上の特性と保全・利用上の特徴は表一1のように要約でき、またそれらに係る課題は表一2のように集約される。これらの特徴と課題は以下のようにまとめることができよう。これらの水文科学的特徴およびそれらの水資源利用への課題を解決する方法や実践が実務上求められている。

- ◎地下水は、地表水とともに水循環を構成する大切な水資源である。
- ◎地下水は、降水を源として、水循環の過程では気候の影響を強く受けるほか、採取量(揚水量)や土地利用などの人為的な要因も水循環に影響を与える。
- ◎水資源としての地下水は、簡易性、経済性、良質な水質、恒温性という特性をもつ。

4. 健全な水循環系の構築に向けて

健全な水循環の構築を目指すには、上述した地下水保全・利用がそれぞれかなうよう人為的にマネジメントす



図一 3 水循環とその規定要因の概念図³⁾

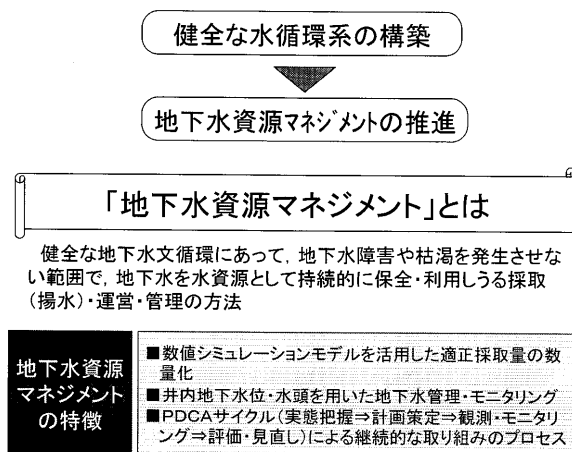
表一 1 地表水と地下水の水循環上の特性および保全・利用上の特徴⁴⁾

水循環上の特性			保全・利用上の特徴	
地表水	地上 河川、湖沼	短い 河川水は数日	滞留時間が短いため、気候の影響による流量・水位の変化が大きく、少雨に伴う渇水が生じやすいが、降水量が増加すれば流量・水位は短期間で回復する。	地上に存在し、人々の目の触れやすいことから、実態把握が容易であり、問題点や課題が人々の関心呼びやすい。
	循環の場	滞留時間	水収支バランス	実態把握・社会的関心
地下水	地下 土壌、地層、岩盤	長い 十数年～数百年	滞留時間が長いため、気候の影響による賦存量・水位の変化は小さいが、過剰揚水等により井戸涸れ・塩水化等の地下水障害が生じると、回復に長期間を要する。地下水位は降雨・揚水等によって比較的早く反応する。	地下に存在し、人々の目に触れにくいことから、実態把握が難しく、問題点や課題が人々に理解されにくい。

表一 2 地下水の特性・実情と保全・利用に関する課題⁴⁾

特 性 実 状	◎水循環系における滞留時間が長い ◎涵養に時間を要するが潜在賦存量は多い ◎地下水資源利用の広域定着と安定化	◎渇水時の揚水増による地下水位低下 ◎採取量等のデータ整備と実態把握の遅れ ◎地下水の保全・利用に関する全般的取り組みの遅れ
	↓	
課 題	◎水収支バランスが保たれる範囲内での利用 ◎緊急時の応急水源としての利用方策 ◎広域地盤沈下は沈静化のまま継続	◎短期的・集中的な地盤沈下は今後も懸念 ◎科学的・定量的処理と電子情報化が必要 ◎社会への啓発と関係者の意識向上

ることが要点となる。その解決に当たって次の考え方と実践法が提案される。地下水資源マネジメントとその達成手順・項目は以下のものである⁴⁾。



4.1 適正採取量に基づく地下水資源マネジメント

上述の地下水資源マネジメントの考え方（定義）は、地下水採取量と目標とする採取量の対象地域特性に即したポリシーの安定適用に力点がかかる。その考え方は、図—4に示すように（計画／実際）採取量と適正採取量の関係で説明している。

◎適正採取量とは、おおむね涵養量より小さく、地下水障害を起こさない量である。

◎地下水の採取量が適正採取量を超えない範囲内で利用していく必要がある。

4.2 地域規模等の類型別にみた地下水資源マネジメントの方向性

地下水が陸水（地表水と地下水）の要素を支える視点に立って、水資源と環境の両面から見つめると、以下のように自然条件と人の係わり合いの中で地下水マネジメントには、地下水盆の規模と社会実情の視点が欠かせない。その基本は次のように要約できる（図—5）。図中

の水盆や帯水層のスケールは日本の平野を対象としている。

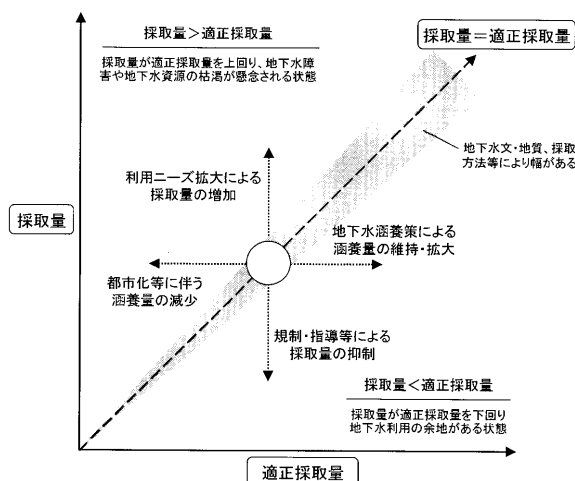
◎地域の地下水の状況は、自然条件や社会経済条件に応じて多様性や固有性に富んでいるため、地域特性に応じた対応が必要となる。

◎図中で、地下水盆や帯水層の規模と行政単位に着目し、局所、小規模、中規模、大規模の4類型を設定する。各類型ごとに地下水資源マネジメントの目的や方法等が異なる。

・局所規模（1 km²程度）の地下水資源マネジメントは、個別の揚水井の配置や採取量の設定等が対象となる。

・小規模（数 km²～数十 km²程度）の地下水資源マネジメントは、対象地域内での地下水収支バランスの保たれる範囲内の適正採取量、適正な揚水井配置、採取許可方法等を明らかにすることが必要となる。

・中規模（数十 km²～数百 km²程度）の地下水資源マ



図—4 適正採取量と採取量の関係からみた地下水の保全・利用の説明⁴⁾



図—5 地域類型別にみた地下水資源マネジメント等の概観³⁾

総 説

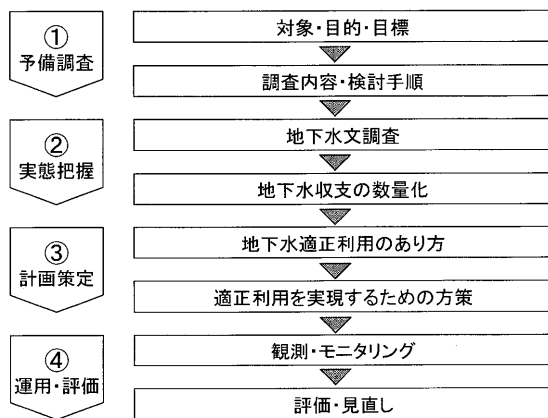
ネジメントは、地下水資源量とその地域配分の適正化、広域的な地盤沈下の防止対策等が重要となる。

- ・大規模（数百 km² 以上）の地下水資源マネジメントは、中規模レベルの視点に加えて、体制・制度面で広域的な取り組みが必要となる。

4.3 地下水資源マネジメントの企画

地下水資源マネジメントは、単に地下水資源の利用を指すのではなく、地下水を資源として、調査、実態把握、計画策定および運用・評価を一体化して成り立つものとする。したがって、次のことが図—6 の手順で組み込まれる。

- ◎地下水資源マネジメントは①予備調査、②実態把握、③計画策定、④運用・評価のプロセスを一体として取り組む必要がある。それを円滑に実施・運用するためには、行政をはじめとして、対象地域全体が連携して取り組んでいくことができる体制づくりが求められる。



図—6 地下水資源マネジメントの企画・検討手順⁴⁾

5. おわりに

本論の新しい視点は、地下水資源の保全・利用に軸足を置いてそれをマネジメントする必要性に向けられている。その背景には、半世紀にわたる大都市の地盤沈下対策による地下水動態・経過の経験、それら観測データ蓄積の電子媒体による情報化・普及、国土保全や地球環境問題への社会的関心の高揚・定着、加えて二・三の地方自治体による地下水資源マネジメントの先行試行例が知られるようになったことがある⁵⁾。ここで述べたマネジメントの考え方や方法は、地下水資源に限らず、地下開発等に伴う地下水環境保全対策にも応用できる。

なお、本論は、今後の地下水利用のあり方に関する懇談会（平成10年設置、国土交通省土地・水資源局水資源部）の委員、小尻利治（京都大学防災研究所水資源環境研究センター教授）、佐藤邦明（埼玉大学名誉教授（座長））、七戸克彦（九州大学大学院法学研究院教授）、大東憲二（大同工業大学工学部都市環境デザイン学科教授）、田中正（筑波大学大学院生命環境科学研究科教授）、中杉修身（上智大学大学院地球環境学研究科教授）、守田優（芝浦工業大学工学部土木工学科教授）による報告（平成19年3月）を要約したものである。記して委員各位に心よりお礼を申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 国土交通省土地・水資源局：平成18年版日本の水資源，2006。
- 2) 環境省水・大気環境局：平成17年度全国の地盤沈下地域の概況，2006。
- 3) 佐藤邦明編著：地下水環境・資源マネジメント，埼玉大学出版会，2005。
- 4) 国土交通省・今後の地下水利用のあり方懇談会：健全な地下水の保全・利用に向けて，2007。
- 5) 佐藤邦明：地下水資源マネジメント，水循環・貯留と浸透，Vol. 63, pp. 5～9, 2007。

（原稿受理 2007.5.16）