

(3) 涵養

森林の手入れ不足とそれに伴う地下水涵養機能の低下に対する行政の取り組みとして、条例による涵養地域の保全や税・協力金・基金等による財源の確保が行われている。人工涵養としては、転作田や冬期の水田に水を張って涵養田とする、新たに涵養池を設けるなどの試みも全国に広がっている。

人工涵養を行う場合は、地下水汚染を防止する観点から、水質検査や浄化を行うなどの方策が必要である。

1) 現況

都市化の進展によって土地利用が変化し、農地、原野、裸地などの涵養源が減少している。この結果、地下水位の低下、湧水の枯渇などが生じている。このため、条例による保全や税・協力金・基金等による財源の確保、節水などの施策、あるいは水田湛水、涵養池を利用した人工涵養が行われている。また、「山梨県地下水及び水源地域の保全に関する条例」（平成24年12月）では「地下水の涵養と適正な利用」、「水源涵養機能」の維持及び増進を掲げている。

2) 課題

涵養については、近年、次のような問題が顕在化している。

- ・都市化の進展による開発により、多くの地域で農地、原野、裸地などといった自然涵養源が減少している。
- ・河川水、伏流水など涵養に用いる水源が水利権による制約によって確保が難しくなっている。山村地域の過疎化、高齢化により、森林、農地、原野、裸地などの涵養源の保全が難しくなっているところがある。
- ・都市部では農地や涵養池など、浸透法による人工涵養が可能な場所が減少している。
- ・地方公共団体の制度、広報あるいは浸透効果などの技術的理由により、涵養施策としての雨水浸透が進んでいない地域がある。
- ・地下水利用履歴、文化的背景、気象・社会状況、住民意識などにより、地域（地下水流動域）ごとに適切な涵養手法が異なる。
- ・気候変動が原因と考えられている降雨地域の偏りや降雨パターン変化による流出量が増加している。

3) 方策の概要

- ・森林、農地、原野、裸地など、涵養源の保全策を実施。
- ・人工涵養として水田涵養、涵養池、雨水浸透設備の普及。
- ・水溶性天然ガス採取におけるかん水の浄化還元。

4) 事例のポイント

課題に挙げた問題に対して、実際に涵養源の保全や人工涵養を行って先進地域の事例について、成功要因を整理すると次のようになる。

- ・ 子供や若者を含むボランティアや行政の市民協働により、涵養源の保全事業を実施する。
- ・ 特殊な帯水層構造があり、行政界を跨いだ地域連携による涵養事業が進んでいる。
- ・ 閉じた地形、行政区で単独の地下水保全計画、施策の実施が可能である。
- ・ 水溶性天然ガス採取に伴うかん水の人工涵養システムが構築されている。
- ・ 大学や研究機関など適切な調査、研究の指導者がいる（美郷町、秦野市、大野市、安曇野市、大阪市、濃尾平野）。

5) 類似事例

涵養事例として三島市の森の小さなダムづくり【事例 19】、熊本白川中流域の水田湛水事業【事例 20】、秋田県美郷町の湧水保全【事例 21】、新潟平野の水溶性天然ガス採取に伴うかん水還元【事例 22】、海外の再生水利用における地下水涵養【事例 23】、河床掘削工事に伴う地下水低下保全【事例 24】、大野盆地、秦野盆地における事例などがあり、条例による涵養義務の規定の例として「山梨県地下水及び水源地域の保全に関する条例」がある。

キーワード：湧水、水源涵養機能保全、地域連携、住民参加、ボランティア

地下水・湧水の概要

三島市は富士山の裾野に位置し、富士山や箱根山などの溶岩流の先端下から湧きでた被圧伏流水が楽寿園の小浜ヶ池、白滝公園、菰池など数か所から地下水が湧出しており、それらがせせらぎとなってまちを潤わしている。三島の湧水量は、昭和 30 年代頃までは、増水期に夏季で約 40 数万 m³/日、減水期の冬季は約 20 数万 m³/日あり、水温は年間を通じておよそ 15℃で、小浜ヶ池をはじめ菰池、白滝公園などの主要な湧水源から流れ出て源兵衛川や桜川、蓮沼川などの川となって市街地や中郷地区の水田を潤していたが、地下水の汲み上げや道路の舗装化、宅地開発など様々な原因で、1960 年代後半以降、生活・工業用水など地下水使用量の増加や水田の減少などの理由から水位が低下傾向にあり、湧水量は減少している¹⁾。

涵養手法

【森の小さなダム事業】

湧水の涵養源である森林の面積は、市の面積の約 3 分の 2 を占め、箱根西麓の山間丘陵地の森林では、国産材価格の低迷などを背景に整備や管理が不十分な状況が続いており、治山・治水や水源涵養などの森林の公益機能低下が危惧されている。

このため、森林のもつ水源涵養機能を高める必要があり、平成 13 年 3 月に市職員提案により「森の小さなダムづくり」が事業化された。事業は箱根西麓の森林で実施し、市民・企業等のボランティアや小中学校の環境学習などを対象に、ノコギリでの間伐体験をしながらその間伐材を有効利用し、丸太を 2～3 段積み上げ、杭で固定した「小さなダム」を階段状に何段も設置する事業であり、三島湧水群の復活のための地下水涵養機能のほか、雨水の調整や土砂の流出抑制などの効果が期待されている^{2),3)} (図 1、写真 1)。平成 27 年 3 月までの累積設置基数は 841 基である。

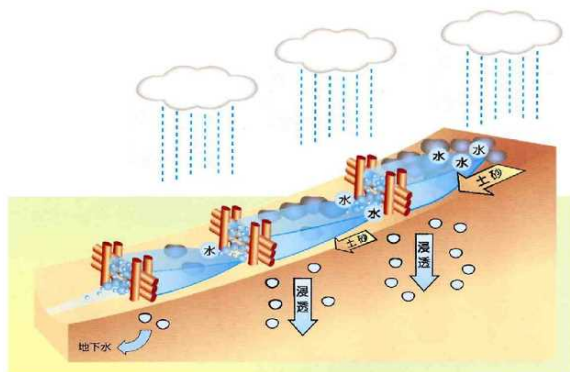


図 1 森の小さなダム機能模式図¹⁾



写真 1 森の小さなダムづくり²⁾

【引用・参考文献】

- 1) 三島市ウェブサイト：三島市観光情報、<http://www.mishima-kankou.com/msg/midokoro/10000002.html>
- 2) 三島市：32 健全な森林・水資源の保全、第 5 項環境を保全し継承するまちづくり、基本方針 5、第 4 次三島市総合計画、2011. 3、http://www.city.mishima.shizuoka.jp/media/05065010_pdf_2011415_radAB1D1.pdf
- 3) 三島市ウェブサイト：第 6 回中部の未来創造大賞「優秀賞」、
<http://www.city.mishima.shizuoka.jp/ipn004951.html>

地下水保全キーワード：行政界を跨ぐ流域連携、人工涵養、水田湛水、冬水田んぼ、GSR

地下水・湧水の概要

自然条件として阿蘇火砕流による大きな地下水帯水層の存在と涵養域の多雨気候がある。熊本地域では、約 20 億 m³/年の降水のうち、約 1/3 が蒸発散し、1/3 が河川に流出し、約 1/3 にあたる約 6 億 m³/年が地下水になると推定される。地下水の涵養域は、阿蘇外輪西麓、それに連なる台地部、白川中流域の水田地帯などで、涵養量の内訳は、水田 46%、畑地・草地等 41%、山地 13%(平成 2 年)で水田からの涵養が大きいことが特徴である。420 年前、加藤清正是白川の中流域などに多くの堰と用水路を築き水田を開いた。これ以降、水田から大量の水が地下に浸透し、11 市町村にわたる広域的な地下水盆地と地下水流動系が存在する¹⁾。

涵養手法

大津町や菊陽町にひろがる白川中流域と呼ばれる地域の水田は、通称「ざる田」と呼ばれ、他の地域の水田と比べ 5～10 倍も水が地下にしみ込みやすく、熊本市の水道水源である地下水を育む重要な役割をになっている。しかし、宅地化や転作により水田の面積は年々減少し続けており、地下水減少の大きな要因と言われている。そこで、熊本市は、平成 16 年 1 月に熊本県立会いのもと、大津町・菊陽町・地元土地改良区と協定を結び、大豆やにんじん等の作付け前後の 1～3 ヶ月間、転作田に水を張る取組みを行っている²⁾。

この涵養事業では、白川中流域の転作田で、営農の一環として行われる湛水に対して、熊本市が助成金を交付し、地下水を涵養する。事業のしくみは、まず、熊本市、大津町、菊陽町、地元 4 土地改良区、J A 菊池、J A 熊本市 東部支店で構成する「水循環型営農推進協議会（以下、営農推進協議会）」が、農家に対して転作田での湛水の普及・指導を行う。各農家は営農推進協議会に湛水の申し込みをし、市は一括して営農推進協議会に対して助成金を交付し、営農推進協議会を通じて助成金が農家に支払われる。「白川中流域水田活用連絡協議会」は、この事業の関係者を包括する組織で、事業の推進・調整を行う²⁾。

熊本地域の地下水涵養量は年間約 6 億 m³と見積もられているが、このうち台地部の水田からの涵養量が 3 億 2 千万 m³と全体の約 46%を占めており、台地部の水田が重要な役割を果たしていることが明らかになっている³⁾。

【引用・参考文献】

- 1) 熊本市水保全課：くまもとウォーターライフ、地下水を育む事業
http://www.kumamoto-waterlife.jp/list_html/pub/detail.asp?c_id=25&id=9&mst=0&type=、2015. 2. 15
- 2) 熊本市上下水道局ウェブサイト：白川中流域水田を活用した地下水かん養
http://www.kumamoto-waterworks.jp/?waterworks_article=15789、2015. 1. 11
- 3) 国土交通省ウェブサイト：河川整備基本方針、緑川流域及び河川の概要、7. 地下水の利用状況、
http://www.mlit.go.jp/river/basic_info/jigyo_keikaku/gaiyou/seibi/pdf/midorikawa100-5-7.pdf
- 4) 環境省ウェブサイト：生物多様性、生態系サービスへの支払い（PES）、地下水涵養による水資源の保護、
<http://www.biodic.go.jp/biodiversity/shiraberu/policy/pes/water/water03.html>、2015. 2. 15



写真 1 水田湛水による人工涵養²⁾

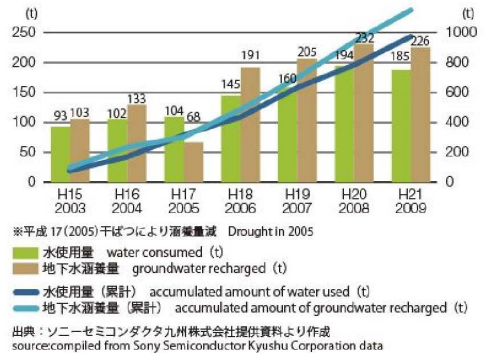


図 1 工場の水使用量と地下水涵養量⁴⁾

地下水保全キーワード：六郷湧水群、扇状地、浸透池、涵養田、清水、住民参加

地下水・湧水の概要

秋田県美郷町が位置する六郷扇状地の扇端部には、大小あわせて60箇所を超える湧水があり、昭和60年(1987)に「環境庁の名水百選」に選定されている。扇頂部から扇中央部にかけての広大な水田地帯が涵養源となっている。地域の住民は生活用水のすべてを地下水に頼っている。六郷中央地域に下水道はあるが上水道はなく、水道水源のすべてを地下水に依存している。湧水の水質、水温は年間を通じてほぼ一定であり、町の人たちはこれらの清水で、のどを潤し、野菜を洗い、洗濯をし、あるいは天然の冷蔵庫として活用し、灌漑用水としても大切な役割を果しているなど、生活に密着した利用がなされ、ニテコ清水、御台所清水(おだいどころしみず)、久米清水(写真1)など情緒ある名前がつけられている。しかし近年、地下水位の低下や湧水の涸渇などが見られたため、湧水を守るため、水量確保のさまざまな取り組みを行っている¹⁾。

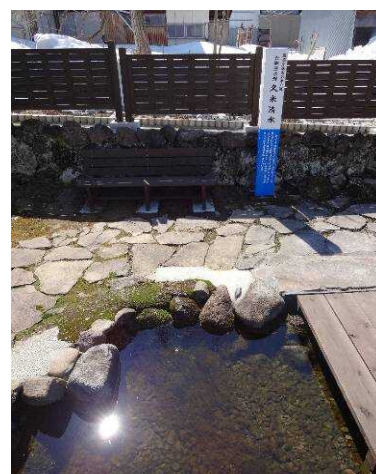


写真1 六郷湧水群久米清水

湧水保全手法

清水には水の健康度を測るバロメーターとなっている「イバラトミヨ」が生息しており、地元ではこれを「ハリザッコ」とよび、六郷中学校科学部が生態の研究や人工ふ化に取り組んでいる¹⁾。

昭和50年頃から清水の水量や地下水位が低下の傾向にあったことから、町では秋田大学肥田登教授の指導のもとに、湧水量や浸透量、地下水位の調査を行い、人工涵養施設として水田を5mほど掘り下げて注水する地下水強制涵養田、4箇所の人工涵養池の造成、農業用涵養側溝の設置などの直接的な保全対策を実施している。涵養池は水が浸透し易いように表土を剥ぎ砂利層を入れた4箇所の

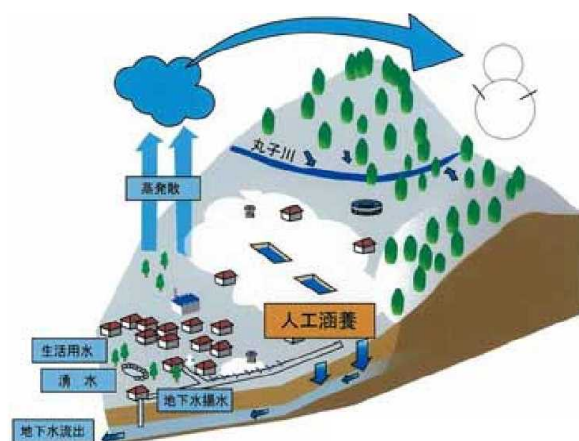


図1 六郷扇状地の人工涵養模式図³⁾

「涵養池」に米の収穫が始まる9月から翌年の3月までの7箇月間水を張り、地下水脈に水を浸透させる(図1)。肥田(2007)²⁾によれば、扇頂から扇中央部にこの涵養手法を導入すれば、地下水位が上昇し、扇状地の地下水環境の持続的な保全に役立つとされている。

【類似事例】福井県大野市、富山県砺波市、群馬県高崎市箕郷町

【引用・参考文献】

- 1) 国土交通省ウェブページ：秋田県美郷町六郷、水の郷百選
<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/mizusato/shichoson/tohoku/misato.htm#tokushoku>
- 2) 肥田登：六郷扇状地における地下水人工滴養の実施と成果、地学雑誌、116(19)、pp.23-30、2007
- 3) 肥田登：秋田から地球を観察するー地下水は大丈夫かー、エルネットオープンカレッジ「地域からの発信」、文部科学省委託事業平成18年度学習コンテンツ流通促進事業、秋田サテライト学習推進協議会、2006.10.24

地下水保全キーワード：坑井注入、水溶性天然ガス、かん水、地盤沈下

地下水・湧水の概要

新潟平野の西蒲原地区における水溶性天然ガスは、地層中(深度 200~2,000m)の地下水に天然ガスが溶存しているもので、メタン(CH₄)が主成分となっている。採取は、ガスリフトを使用する方法(図 1)と、水中モーターポンプを使用する方法がある。

ガスリフト方式は、坑井内にリフトパイプを挿入し、天然ガスを吹き込むことによって揚水する方式で、地下水は、ガス気泡と入り混じり、見掛け比重が低下することによって、上昇流を生じ、採取層から坑井への連続的な地下水の流入が導かれる。同時に、地下水中に溶存しているメタンが、揚水に伴う圧力の解放によりガス化し、地下水から分離される。

水中ポンプ方式(地下分離)坑井内に水中モーターポンプを設置して、地下水を揚水する方法で、ガスリフト方式と比較して、揚水効率が高く、騒音・振動が少ない利点を有している反面、ケーシング管径の大型化により設備費が増大する。

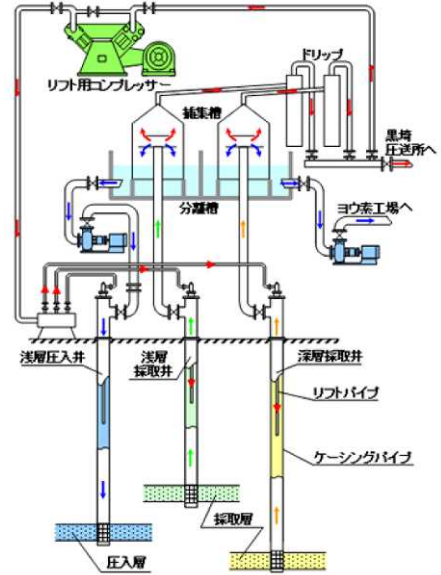


図 1 ガスリフト方式模式図¹⁾

涵養手法

ガスを分離した後のかん水は地盤沈下防止を目的として、全量を地下に還元圧入する方法が取られている。かん水の地下還元は、圧入専用井へポンプで圧入する方法で行うが、ヨウ素の回収可能なかん水はヨウ素プラントで処理の後、圧入を行っている。現状では、1日あたり約 120,000k1 の圧入実施し、同一層における揚水量と圧入量が同量となるよう収支バランスを取ることによって、地下水位の変動を抑制している¹⁾(写真 1、図 2)。



写真 1 かん水圧入基地¹⁾

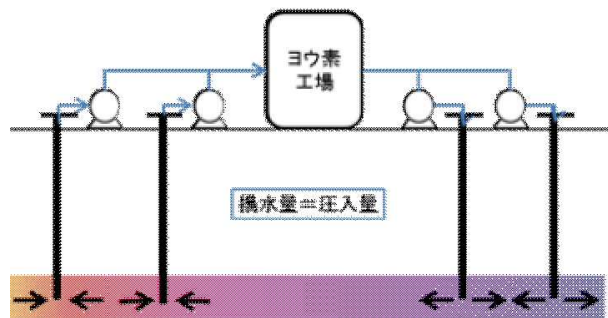


図 2 揚水量と圧入量のバランス¹⁾

【類似事例】新潟県新発田市中条ガス田、千葉県茂原市南関東ガス田

【引用・参考文献】

1) 株式会社東邦アーステックウェブサイト: <http://www.tohoearthtech.co.jp/business/naturalgas-sup/>

地下水保全キーワード：坑井注入、水溶性天然ガス、かん水、地盤沈下

海外における再生水利用の概要

海外における再生水利用は、水資源の減少を背景とした持続可能な代替水源、生態系への影響緩和などの目的として次のような利用がある（図1）。

- ・ 用水の枯渇・不足対策
- ・ 公共用水域の水質規制への対応策
- ・ 地球温暖化対策
- ・ 環境モデル都市の構築メニュー
- ・ 地下水枯渇・海水浸入の防止策
- ・ 飲料水源の保全

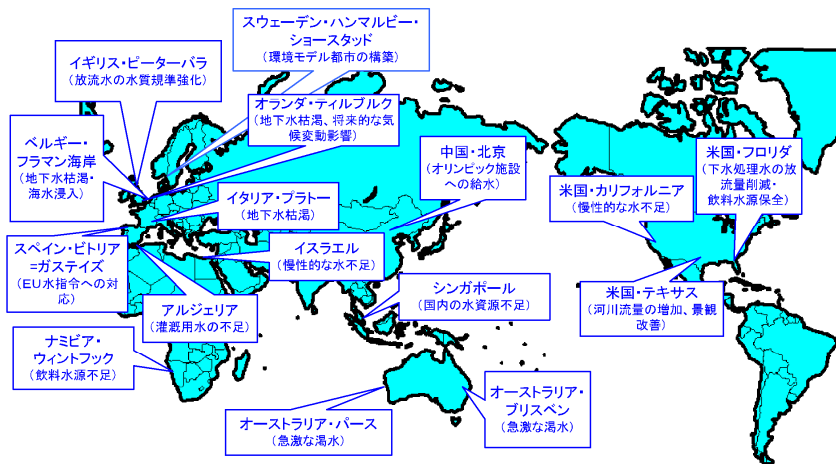


図1 海外における再生水利用の目的と契機¹⁾

涵養手法

米国では約 5,000 万 m³ の下水処理水のうち、18% に相当する約 64,800 万 m³ がカリフォルニア州で利用されており、そのうちの 9% が地下水涵養に用いられている。地下水涵養については、オレンジ郡で実施されており、次のような基準案（2007 年）が公表されている。

- ・ 直接注入と表面灌漑に区分し、直接注入の場合 R0 処理を要求
- ・ TOC
- ・ 硝酸性窒素の管理
- ・ 微量化学物質（環境ホルモン、医薬品、消毒副生成物等）のモニタリング

オランダのティルブルク市では西部地域での干ばつや地下水の過汲み上げが問題化しており、地下水の汲み上げ制限懸念、気候変動等の環境変化を背景として、ティルブルク市下水道部局（下水道網の管理者）、水道委員会（下水道処理者 Water Board）、上水供給企業（公営企業）による共同事業として地下水再生が行われている。

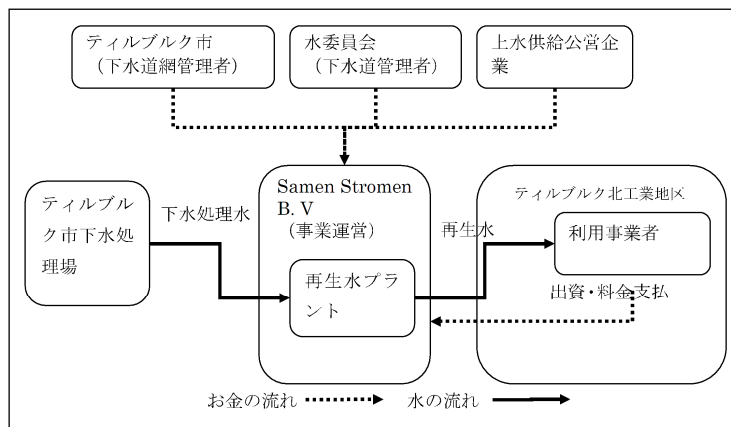


図2 ティルブルク市における事業構造¹⁾

【引用・参考文献】

1) 国土交通省：海外の再生水利用事業における費用負担事例、下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会報告書、2009.4

キーワード：河床掘削、織物産業、地下水位低下、環境対策

概 要

兵庫県加古川流域の豊富で良質な地下水は、西脇市の代表的産業である「播州織」を支えている重要な資源である。加古川では、台風時の洪水対策として河川の河床掘削（1m～2m）が行われている。この事例では、河床掘削によって地下水位が低下し、従来の井戸取水が困難になることが予想された。そこで地域産業を保全することを目的として、地下水位を維持するための対策と環境対策を実施した事例である。

保全手法

加古川の右岸に止水矢板を施工し、高水敷に堤外水路を設けることで、従前と同じように地下水位を維持する地下水保全策を実施している（図 1）。また、護岸工に環境保全ブロックを採用し、河床掘削で発生した土砂を流用することにより、地域在来の植生環境を早期に復元するという環境対策も同時に実施している。

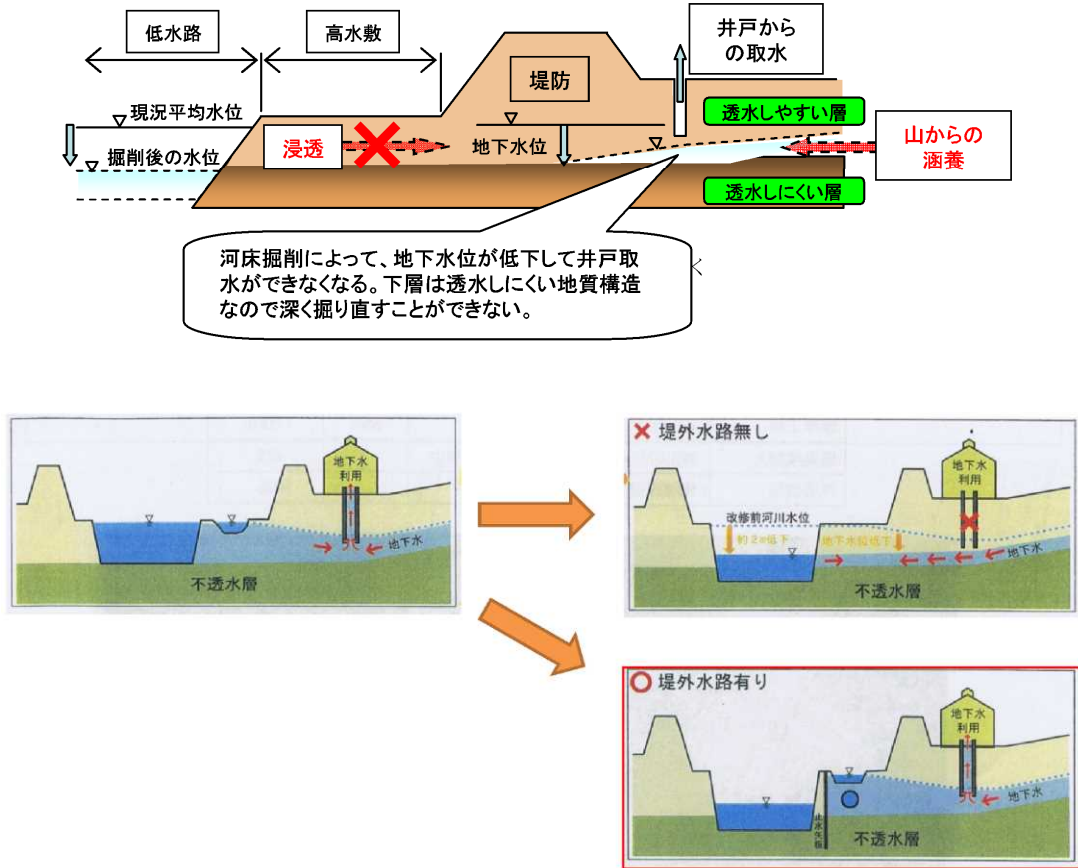


図 1 加古川の河床掘削における地下水保全対策¹⁾

【類似事例】 武庫川周辺整備事業

【引用・参考文献】

1) 上野山雅之：河床掘削工事による周辺地下水低下の影響と対策について、近畿地方整備局、<http://www.kkr.mlit.go.jp/plan/index.php>2010、2015.2.15

(4) 管理目標と指標

管理計画は、地下水環境を保全するために基本計画で示された目標、指標、事業資金などに対する成果、達成度の評価手法を規定するものである。目標及び指標は、地下水の水量あるいは水質に対して設定されるほか、教育や資金計画などに対しても成果を数値化することにより評価が可能になる。

1) 現況

地下水の管理計画は、基本計画の中で目標、指標、事業資金の設定、及びこれらの目標に対する成果、達成度の評価手法を含むものである。たとえば地下水位に対する管理手法は、経験的手法によるものであり、過去の湧水枯渇時の履歴を用いるものとシミュレーション解析を用いた予測に基づくものなどがある。また、将来の地下水環境は変化することが考えられるため、これらの目標・指標を段階的に設定し、PDCA サイクルの考え方によって5年程度で目標を更新している場合が多い。また、水環境や安全・安心などの住民サービスに関する目標など数値化しにくいものはアンケートによる満足度などを指標とする場合がある。

2) 課題

- ・地下水の実態は地域によって大きく異なることから、地域の地下水を取り巻く環境に応じた適切な手法を検討する必要がある。

3) 方策の概要

地下水位の指標設定法を以下に示す。

- ・基準井戸を設定して、過去の湧水枯渇時などの最低水位を基準水位とし、これを下回らないように監視する。
- ・地下水位を変動させる要因（降水量、土地利用（浸透量））などの変化を推定し、それを用いたシミュレーション予測を行う。また、水環境に対する指標として、たとえば名古屋市では「取組状況の指標」、「取組効果の指標」、「協働の指標」ような指標を設定している。

4) 事例のポイント

- ・地下水位のように数値化できる指標だけでなく、水環境では地域づくりに関連する満足度の指標を設定している。
- ・たとえば名古屋市では、行政からみた指標だけでなく、住民からみた評価指標を取り入れている。また、2050年に向けた長期戦略として設定し、一定期間ごとに見直す計画としている。

5) 類似事例

管理目標に関する事例のうち、福井県大野市【事例 25】あるいは熊本市では、地下水位が低下傾向にあることから、基準観測井（大野市）や江津湖（熊本市）の水位及び水質に対し、経験的手法

を用いて段階的な管理目標を設定している。名古屋市の「水の環戦略」では水環境に対する効果、協働などのアナログ指標を用いている【事例 26】。香川県高松市の水環境基本計画では、目標設定と個々の取組に対する評価を行っている【事例 27】。川崎市では水環境保全計画（2012）により環境区毎に管理指標の考え方を示している。

キーワード：基準地下水井、経験的手法、管理指標

地下水・湧水の概要

大野市が位置する福井盆地は標高 200m 前後にあり、平成 15～24 年の平均年間降水量は 2,350mm と全国平均 1,800mm を上回っている¹⁾。盆地の上流山地から市街地への直接的な涵養はあまり見込めないが、周囲に広がる山地の保水機能により、河川へはほぼ一定の長期流出がある。市内を流れる真名川、清滝川から取水された灌漑用水が地下水を涵養している²⁾(図 1)。

大野市における地下水利用は、水道用、工業用、建築物用、農業用、融雪用など多方面にわたっている。大野市の上水道普及率は 19.65%、簡易水道を含めても 38.91% の普及率で、家庭や事業所が家庭用ホームポンプや水中ポンプを用いて地下水を揚水利用している。水道用には全地下水揚水量の約 45% を使用している(数値は平成 13～22 年の平均推計値)²⁾。

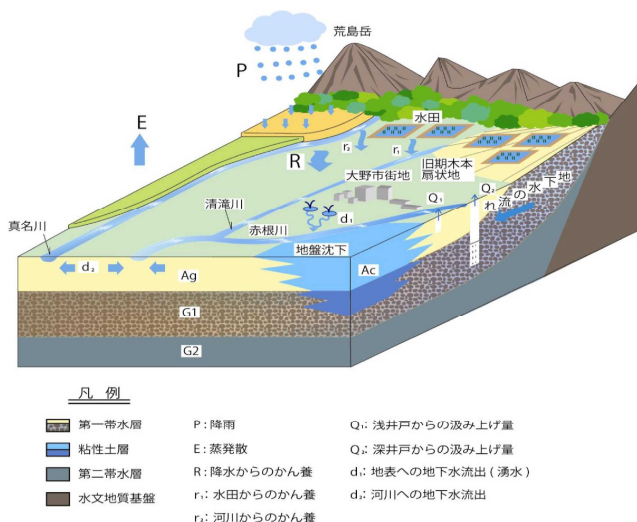


図 1 大野市の水循環と地下水¹⁾

地下水の管理指標

過去に井戸枯れを生じた市内の 3 箇所に深度 15m あるいは 30m の基準観測井を設け、これら 3 井各々について、昭和 50 年代に地盤沈下を生じた時の地下水位を保全目標水位とする経験的手法により管理指標を設定している。地下水保全管理は、これらの量的保全と併せて水質についても水道法の飲料基準を管理指標として設定している²⁾。

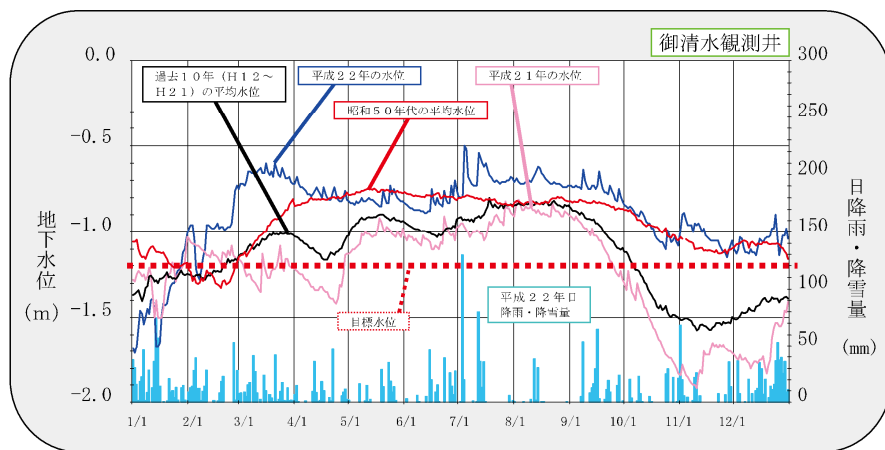


図 2 御清水観測井の地下水位変動と管理指標¹⁾

【類似事例】 秦野市の地下水監視基準井、熊本市の江津湖基準水位、安曇野市の最低水位管理

【引用・参考文献】

- 1) 大野市：大野市地下水年次報告書～平成 25 年度～、2014. 7
- 2) 大野市：大野市の地下水、2003. 8
- 3) 大野市：越前おおの湧水文化再生計画、2011. 10

キーワード：取組状況、取組効果、協働、指標管理

概要

名古屋市は水循環に関する指標として次の3種類の指標を設定し、達成度を評価している。

- ①取組状況の指標
- ②取組効果の指標
- ③協働の指標

表1 取組効果の指標

	水の循環の取り組みと直接的に 関係するもの	水循環以外の要因も 関係するもの
まちは人にやさしくなったか	◎ 市内各地での、身近な水辺までの距離（人工のせせらぎ等を含む）	◎ 市街地の気温
まちは生き物にやさしくなったか	◎ 河川の晴天時流量 ◎ 湿地の湧出水回復状況	◎ 水循環と関わり深い生物（次ページの図参照）の生息状況 ◎ 河川・ため池・海域の水質 ◎ 海域における赤潮・青潮の発生状況

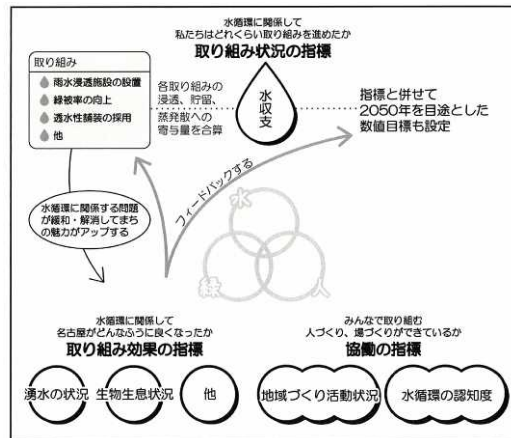


図1 水循環に関する管理指標

目標・指標の達成度評価

【協働の指標】

「みんなで取り組む人づくり、場づくり」ができていないかを調べる指標を設定する。

- ◎水循環の問題をおおまかに理解している人の割合
- ◎水循環に関して何らかの取り組みを実践している人の割合
- ◎水循環を主要なテーマの1つとする地域づくり活動の数
- ◎地域間連携の実施状況

表2 水収支指標の評価

項目	2050年の想定 変化量または率	水収支試算	
		蒸発散	浸透・貯留
緑被率	24.85% → 35%	+4.7 ポイント* (→7)	+3.9 ポイント (→8)
宅地の保水性舗装等	0% → 5%	+2.3 ポイント (→7)	-
歩道の透水性舗装	1726998㎡ →現存する歩道の約7割	-	+0.76 ポイント (→8)
駐車場の透水性舗装	全体の約7割	-	+0.64 ポイント (→8)
道路の浸透ます	1987個 →市域の約7割	-	+2.2 ポイント (→10)
戸建て住宅の浸透ます	全戸の約7割	-	+4.8 ポイント (→11)
戸建て住宅の雨水タンク(100L)	全戸	-	+0.69 ポイント (→13)
ビル・工場等の浸透ます	全戸の約7割	-	+4.9 ポイント (→12)
ビル・工場等の雨水タンク(1000L)	全戸	-	+0.88 ポイント (→14)
平成13年(2001年) → 2050年		24.0% → 31.0%	14.5% → 33.3%

* ポイントとは、蒸発散をはじめとする各要素が、基準年における降水量を100としてどれだけ増減するかを表した数値です。

【引用・参考文献】

- 1) 名古屋市：水の循環 2050 なごや戦略、2009

キーワード：湧水、水環境基本計画、実施計画、取組目標、全体目標

地下水・湧水の概要

高松の年間平均降水量は、平成24年には701mm、平成25年には1,537mmと変動が大きいが、降雨量が比較的少ない。平成25年度は、7月以降、極端な少雨傾向が続き、香川用水の取水制限が実施された。ため池を多用した用水確保が特徴であるが、近年の土地利用変化に伴い、地下水涵養が減少し、結果として揚水量も減少している。市の水道水への地下水利用は、平成25年度の取水実績でみると1,386,330m³で全体の6.4%となっている。

水環境保全の取組の目標設定と評価

①目標設定

- ・計画の進行管理のため、取組の現況値と目標値を数値で示す「取組目標」を設定し、計画全体の進捗を示す主な取組目標を「全体目標」とする（表1及び表2）。
- ・全体目標は達成度を総合的に評価できるよう、水の確保、使用、排水、保全の水循環の観点から、「安定した水供給」「水環境意識の強化」「生活排水対策」「水質保全」の4項目を設定し、達成度を把握、分析する。

表1 取組目標の例

取組事項	指標	現況値 (H22年度)	目標値 (H27年度)	施策 ページ
生涯学習センター等における環境学習講座の開催	講座開催回数/年	166回	190回	34
	受講者数/年	3,055人	3,100人	
	【説明】生涯学習センターやコミュニティセンターでの環境学習講座の開催回数・参加者数を示しています。現況値に基づき、毎年度概ね190回、3,100人程度の参加を目指します。			

表2 全体目標の例

取組事項	指標	現況値 (H22年度)	目標値 (H27年度)
自己処理水源の確保 【安定した水供給】	自己処理水比率	39.9%	44.5%
水道使用水量の削減 【水環境意識の強化】	1人1日当たり水道平均 使用水量	310リットル	305リットル
全市域の下水道化 【生活排水対策】	汚水処理人口普及率	80.8%	88.0%
河川の水環境基準の達成 【水質保全】	河川の水環境基準の達成率 (BOD)	58%	67%

②評価

- ・施策項目のうち37項目指標を評価し、具体的取組78項目91事業を評価している。
- ・具体的取組の進捗状況を管理するため設定している施策ごとの「取組目標」の評価は、平成25年度の実績値を同年度の目標値で割った数（達成度合）を表3の評価基準に基づき評価している²⁾。

表3 取組目標の評価基準

達成度合	100%超	100%以下 86%以上	86%未満 71%以上	71%未満 56%以上	56%未満 41%以上	41%未満
評価区分	S	A	B	C	D	E

持続的な方策のポイント

- ・計画において環境保全の取組目標を明確にし、具体的な取組について評価基準を定めて数値評価を行っている。
- ・目標値の達成に向けて、単年と累積のそれぞれの目標値と実績値の推移が数字とグラフで明確にわかるように工夫している（図1）。

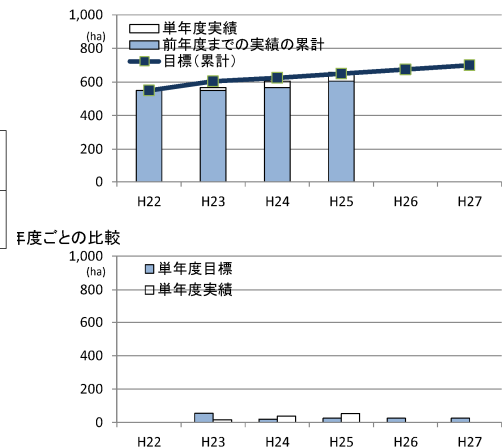


図1 水源地涵養事業の評価例

【引用・参考文献】

- 1)高松市：高松市水環境基本計画、2011.3
- 2)高松市：高松市水環境基本計画 第一期実施計画 平成25年度実績報告書、2014.8
http://www.city.takamatsu.kagawa.jp/file/19542_TDL-22_25jissekhoukokusyo.pdf

【資料提供】高松市市民政策局政策課水環境対策室 087-839-2142

(5) 資金管理

1) 現況

地下水を水道水源等に利用している地方公共団体で、条例等の規定に基づき、地下水の保全に係る事業を実施する場合の事業資金として、地下水利用者から「協力金」、「寄付金」等として募るケース、あるいは涵養源保全等を目的として「税」として徴収するケースなどがある。また、熊本市の公益財団法人くまもと地下水財団のように事業資金を管理する団体を設置している例もある。

2) 課題

- ・上水道を地下水に依存している場合、水道料金と地下水協力金の料金や値上げの時期などの整合性あるいは公平性を考慮する必要がある。
- ・協力金の使途について、地下水利用者への説明、理解を得る必要性、報告の義務が生じる。
- ・上水道に地下水を利用している場合は、設備の老朽化などによりコストが増加している。
- ・事業者からも利用金徴収に対する協力を得る必要がある。

3) 方策の概要

協力金は、公共財産である地下水の利用による「受益者負担」の原則に立つものである。例として、地下水利用者から税的な考え方で徴収するもの、寄付金として募るものがある。たとえば、秦野市では「秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱(昭和50年3月)」により、20m³/日以上地下水利用者に対して次のように規定して協力金を集めている。

(協力金)

第3条 地下水利用者は、第1条の目的を達成するために必要な協力金を本市に納入しなければならない。

[第1条]

- 2 前項の規定する協力金は、第5条に定める地下水使用水量に本市水道事業会計の前年度決算に計上された水道水の平均供給単価の3分の1に相当する額を乗じて得た額を限度として、関係者協議の上、定めるものとする。

また、涵養源保全事業などに充てるための「税」方式は、平成15年に高知県で「森林環境税」が導入されて以来、平成27年3月までに19県の条例で採用されている【参考資料表1】。

4) 事例のポイント

これらの寄付金は、基金として、地下水モニタリング事業、涵養の取組、地下水保全事業、森林づくり事業、雨水浸透施設事業などに充てられている。独自の制度が創設できる背景として、地下水が豊富であるうえ、水収支が域内でほぼ完結している状況がある。

5) 類似事例

地下水の利用者から協力金あるいは寄付金として事業資金を募っている例として、熊本市の公益財団法人くまもと地下水財団の賛助金【事例 28】、山梨県北杜市の環境保全協力金【事例 29】、秦野市条例の地下水利用協力金【事例 30】、安曇野ルールによる負担金（計画）【事例 31】、大野市の寄付金による地下水保全基金、座間市条例、京都市大山崎町条例などの例がある。

キーワード：水田湛水事業、人工涵養、流域連携、協定、くまもと地下水財団、賛助会

地下水・湧水の概要

自然条件として阿蘇火砕流による大きな地下水盆、帯水層の存在と涵養域(阿蘇)の多雨気候がある。熊本地域では、約 20 億 m³/年の降水のうち、約 1/3 が蒸発散し、1/3 が河川に流出し、約 1/3 にあたる約 6 億 m³/年が地下水になると推定される。地下水の涵養域は、阿蘇外輪西麓、それに連なる台地部、白川中流域の水田地帯などで、水田からの涵養が大きいことが特徴である。水田から大量の水が地下に浸透し、11 市町村で共有する地下水盆と広域にわたる地下水流動系が存在する。「熊本県地下水保全条例」で地下水は「公共水」と位置付けている。

資金管理手法

熊本地域においては、主に市町村長等を理事とする(財)熊本地下水基金(以下「基金」という。)、民間を主会員とする熊本地域地下水保全活用協議会(以下「活用協議会」という。熊本市が事務局。)、熊本県知事及び 11 市町村長で構成される熊本地域地下水保全対策会議(以下「対策会議」という。)において、個々に地下水保全対策の検討や事業を実施してきた。

平成 21 年 5 月の「対策会議」において新たな地下水保全組織設置の検討が開始され、平成 22 年 10 月の「対策会議」において、まずは行政が地下水採取量に応じて一定の負担金を拠出することにより率先して保全に取り組むとともに、事業共同体として「基金」を母体とする「公益財団法人くまもと地下水財団」を設立し、賛助会の組織を通じて会費、寄付金という形で協力金を募り、事業資金とする仕組みを作り上げた¹⁾(図 1)。

賛助会は「くまもと育水会」と名付けられ、行政機関、民間事業者、住民によって構成されている。また、県知事を議長に 11 市町村長、民間事業者、学識経験者等をメンバーとする「くまもと地下水会議」という独自の諮問機関があり、広域的な地下水保全の方向性を検討している(図 2)。財団、地域の住民・事業者、行政機関等が一つの共同体として地下水の健全な循環環境の整備に取り組むことにより、地下水と地域社会の持続的な調和を図る目的を果たしていく役割を担っている²⁾。

【引用・参考文献】

- 1)くまもと地下水財団ウェブサイト：くまもと地下水財団とは、<https://ssl.kumamotogwf.or.jp>、2015. 2. 15
- 2)今坂智恵子：世界が認めた熊本地域の持続的な地下水保全、水利科学、No. 337、pp. 20-32、2014



図 1 くまもと地下水財団の運営体制¹⁾

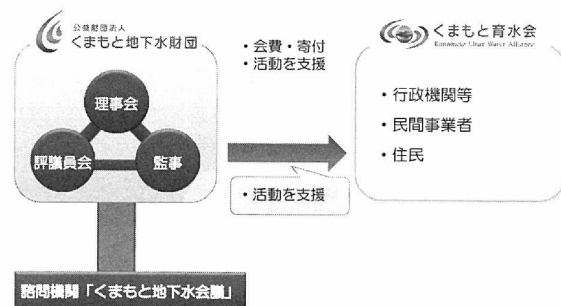


図 2 地下水財団と育水会²⁾

キーワード：環境保全協力金(寄付金)、ミネラルウォーター

経緯

北杜市は、豊富な水資源に恵まれ、ミネラルウォーターの生産量が日本一という自然環境にあって、環境の保全に要する費用負担のあり方について検討してきた。

平成 18 年 8 月に「ミネラルウォーター税等導入のための庁内研究会」を設置し、山梨県の「ミネラルウォーター税」報告書¹⁾、市の環境保全施策等、幅広い角度から検討した結果、市民共有の貴重な財産である森林や水資源等の自然環境を適切に保全し、これらを良好な状態で次の世代に引き継いでいくために、任意の協力金制度を導入することが望ましいとの結論に至った。このため、平成 20 年 4 月に施行された「北杜市環境保全基金条例」に基づく「北杜市環境保全基金」を創設し、「北杜市環境保全協力金」を主な財源として管理することとした¹⁾。

協力金制度の背景と概要¹⁾

- ・市は水道の約 6 割 (590 万 m³) を地下水・湧水に依存している。
- ・地下水採取量は過去 10 年間に計画量ベースで 23% 増加し、平成 17 年度の地下水採取量は 4500 万 m³ 程度となっている。産業による地下水採取量は過去 10 年間で 1.9 倍、水道による取水量の 7 倍以上に達している。
- ・このため、次のような地下水保全対策が必要になった。

- ①健全な森林を育成し、水源涵養にも効果を有する森林の整備・保全(下刈りや除間伐、森林病虫害の防除等)
- ②地下水の適正利用の推進(条例見直しによる採取量報告義務、義務違反者の公表等の導入)
- ③観測井戸増設等による地下水位の監視強化

【協力金の考え方】

- ・保全に係る費用負担は行政、住民、地域の環境資源を活用する主体等社会全体で行う「受益者負担」とする。
- ・大規模な林地開発や地下水の大量採取行為が環境資源に及ぼす影響の程度に留意する。
- ・森林及び地下水の保全を目的とした費用負担の具体的な方法については、「公平性の観点」から強制力を伴わない「協力金」という形が、現段階においては適当である。
- ・対象者は趣旨への賛同者、額は任意、用途は森林の整備・保全を行う事業、観測井戸増設等による地下水状況の監視を行う事業、その他環境の保全に必要と認められる事業とし、基金として積み立てる。

【引用・参考文献】

- 1) 山梨県地方税制研究会：「ミネラルウォーターに関する税」についての報告書、資料 1、2005. 3
- 2) ミネラルウォーター税等導入のための庁内研究会：環境保全のための新たな枠組みについて、2007. 8、
<http://www.city.hokuto.yamanashi.jp/torikumi/kankyohozen/index.html#1302683244>、2015. 2. 15

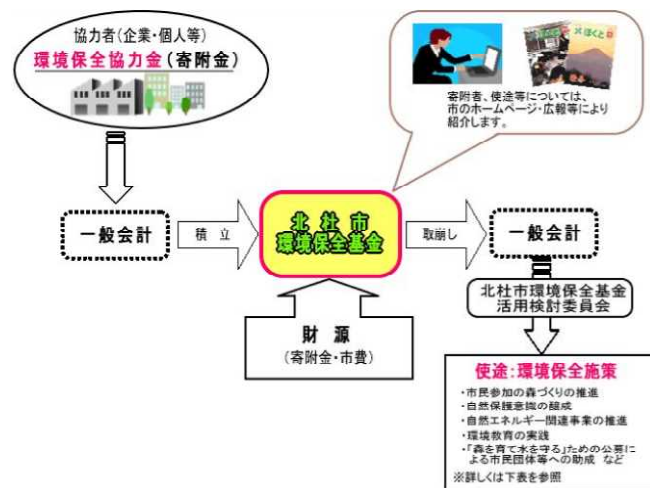


図 1 協力金制度の枠組み²⁾

キーワード：秦野盆地、地下水利用協力金

地下水・湧水の概要

秦野市は、明治 23 年(1890)に全国で 3 番目に水道事業を開始した。当時から上水の水源には地下水を用いている。秦野盆地という地形と地下帯水構造により、約 2.8 億 m^3 の閉じた地下水域を有し¹⁾、平成 25 年(2013)には水道水源全体 2,090.3 万 m^3 の約 70%にあたる 1,453 万 m^3 を供給している²⁾。

また、丹沢山地に流れを發する金目川や葛葉川、四十八瀬川、水無川一帯に点在する秦野盆地湧水群があり、昭和 60 年(1985)「環境庁の名水百選」に選定されている。

平成 12 年(2000)に「秦野市環境基本条例」を制定し、平成 12 年 4 月には地下水質及び水量の保全を目的とした「地下水保全条例」を制定して、秦野盆地の地下水を地下水が市民共有の貴重な資源であり、かつ公水であると認識し、地下水涵養などの事業の取り組みを推進している。

資金管理手法

昭和 50 年(1975)、協議を重ねてきた地下水利用事業者の理解のもと、「秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱」を制定し、平均 20 m^3 /日以上地下水利用事業者に対して「地下水利用協力金」の納入を義務付けた。地下水利用協力金の額を 1 m^3 あたり水道水供給単価の 3 分の 1 以内である 5 円と決定し、協力金の納付については、制度開始当初 29 事業所と協定を締結した。これらの事業所の井戸すべてに量水器を設置し、地下水利用協力金の納付が始まった。その後、平成 25 年度現在では、31 事業所と協定を締結し、協力金単価は 20 円/ m^3 となっている²⁾。

表 1 秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱 第 3 条 協力金（抜粋）³⁾

(協力金)

第 3 条 地下水利用者は、第 1 条の目的を達成するために必要な協力金を本市に納入しなければならない。

[第 1 条]

2 前項の規定する協力金は、第 5 条に定める地下水使用水量に本市水道事業会計の前年度決算に計上された水道水の平均供給単価の 3 分の 1 に相当する額を乗じて得た額を限度として、関係者協議の上、定めるものとする。

[第 5 条]

3 協力金は、4 半期ごとに市長が発行する納入通知書により納入するものとする。

(市長の責務)

第 4 条 市長は、第 1 条の目的を達成するため、地下水利用者の協力を得て総合的な施策を講じ、地下水資源の適正な保全と利用に努めるものとする。

【引用・参考文献】

- 1) 秦野市：秦野市地下水総合保全管理計画、2012. 3
- 2) 秦野市水道局：平成 25 年度水道事業統計要覧、p. 29、2015. 10
- 3) 秦野市ウェブサイト：秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱、
<http://www.city.hadano.kanagawa.jp/reiki/act/frame/frame110000964.htm>、2015. 2. 15

キーワード：松本盆地、安曇野ルール、地下水利用負担金

地下水・湧水の概要

犀川上流域に位置する松本盆地の地下には、水量においても水質においても日本有数の地下水が貯えられていて市の水道水の93%は地下水からなる。松本盆地の中央部に位置する安曇野市では、この豊かな地下水・湧水を地域の飲料水、養魚・農業・わさび栽培、ミネラルウォーター・精密機器の洗浄水等に利用されていて豊かな自然生態系・風土・文化を育み、北アルプスの雄大な山並みと清らかな水の流れが織りなす風景は多くの観光客を魅了してきた。湧水の利用量は約50万m³/日（地下水利用全体の約79%）で、安曇野市の地下水利用の特徴となっていて、安曇野地域の暮らし、産業、観光と密接に係わり、欠かすことのできない重要な地域資源となっているが、安曇野地域の地下水位は低下傾向にあり、住民からは地下水を保全するための具体的な対策を望む声が高まっている¹⁾。

資金管理手法

安曇野市では、地下水資源の強化・活用を目的に、条例制定に向けた調査・研究を行い、平成22年(2010)に、地下水の利用団体、国・県の関係機関、学識経験者、庁内関係各課等で組織した安曇野市地下水保全対策研究委員会を立ち上げ、「安曇野市地下水資源強化・活用指針」¹⁾(以下、指針)を制定した。

施策を進めるための資金管理について、「安曇野の地下水は、市民の共有の財産である」との基本理念に基づき、井戸による地下水取水者及び湧水利用者を念頭に置いて、費用負担を実現する。料金負担方法としては、「継続的な方法で」「広く薄く」「1つの方程式で負担」することが議論されている。算定方法については、今後も議論が続けられるが、算定方法の1つとして図1の算定式が指針で示された。また、資金管理の役割は、「安曇野市水資源対策協議会」が担うことが有効とされている。

■資金の確保に当たっては、次の考え方を基本とすることが重要です。

- ①「継続的に調達する」
- ②「負担は広く・かつ薄くする」
- ③「地下水を利用する全ての者の負担額は、一つの算定式で算出する」
(右図参照)

■取組みの推進や資金管理の体制づくりが重要です。

・水資源対策協議会が役割を担うことが有効です。

■基本理念に則り、取組みを推進するとともに、行動の具体化に向けて、【水環境基本計画】を策定し、実行することが重要です。

各自の支払額 = **地下水の単価**

× **地下水利用量 (= 取水量 - 涵養量)**

取水量：地下水の取水量に応じて負担額が高くなる
 涵養量：涵養の取組みを行えば行うほど、負担額が低くなる

× **負担能力に関する係数 (資本金の多寡と外国資本の割合)**

・負担能力が低いほど、負担額が低くなる
 ・資本割合で市外(特に外国)資本の割合が高くなるほど負担額が高くなる
 ※安曇野市内に産業を立地するモチベーションとする

× **地下水影響度に関する係数**

・井戸の深さが深いほど、負担額が高くなる
 ・湧水利用者にも一定の負担が発生するよう考慮する

考え方・方向性の案

図1 安曇野市における地下水利用者の地下水利用負担金(案)²⁾

【引用・参考文献】

- 1) 安曇野市地下水保全対策研究委員会：安曇野市地下水資源強化・活用指針、2012.8
- 2) 安曇野市地下水保全対策研究委員会：安曇野市地下水資源強化・活用指針 概要版、2012.8

(6) 水文化の継承

地下水は、その恒温性、良好な水質、存在様式という特性を反映して多様な効用を持っている。古くから地下水を利用している地域では、地下水が地域文化に大きな影響を与えている。このため、これらの地域では地下水を持続的に利用し水文化を継承するために、行政が住民、事業者と協働して情報の共有、学習、次世代への継承制度などの保全活動を実施している。

地下水を含む水環境が日本の文化の形成に寄与してきたことは、水循環基本法にも記載されている。行政や住民が協力して地下水や湧水の保全及び持続的な利用を図ることによって地域の水文化を守り、次世代に継承していく必要がある。

1) 現況

地下水や湧水は、古くから日常生活、消火用水、酒・米作り、環境用水、信仰の対象などとして利用されてきた。それらの地域では、地下水は地域住民独自のルールによって利用され、人との関わりのなかで守られている。水に関わる伝統行事等、地域の人々の心と強く結びついている水文化を保存、継承することは、水と人の関わりを意識する貴重な機会となっている。最近になって、環境関連の条例や計画の基本理念、施策として、技術的施策とともに水文化の継承が謳われるようになり、酒造り、織物産業などに地下水を利用している先進地域では行政、事業者、団体、住民などが協働して地域の水文化や産業を守り、継承して行く取組が行われている。水文化に帰する地下水の効用として次のようなものがある。

- ・ 飲用や薬用としての効用
- ・ 野菜の栽培や水洗いとしての効用
- ・ 酒造、食品の生産加工、染物など地場産業を育成・振興する効用
- ・ 海底湧水による良好な漁場の形成
- ・ 茶道や華道を育成する効用
- ・ 説話や伝説など民俗学的な効用
- ・ 神事、仏事など宗教(精神)文化形成の効用

2) 課題

- ・ 文化伝承の担い手の高齢化、若者の関心が低下する傾向がある。
- ・ 水文化に興味を持つ旅行者（地域外からの移動）への対応を検討する必要がある。
- ・ 水に関わる新たな文化についても紹介し、育てていく必要がある。
- ・ 湧水量の減少、水質の悪化が懸念される箇所がみられ、適正に管理保全していく必要がある。
- ・ 水環境に関する情報を整備収集して広く紹介し、保全について理解や協力を得る必要がある。

3) 方策の概要

【行政の役割】

- ① 条例等による水文化継承の規定
- ② 情報の発信
 - ・ 育水の理念を市民レベルで共有する地下水位表示板の設置(熊本市、秋田県美郷町)
 - ・ HPにおける地下水情報、地下水位注意報・警報の発令(大野市)
- ③ 親水公園、水の野外科学館(熊本市)、市民農園などの住民参加型施設の建設による啓発
- ④ 学校田、出張授業など小中学校の総合学習(熊本市)
- ⑤ 水文化や地下水の持続的利用を教えるためのシンポジウム、セミナー等の開催(大野市、秋田県美郷町)
- ⑥ 水守制度、水検定(熊本市)、水環境マイスター制度(美郷町)などの制度による水文化の継承
- ⑦ 名水百選の指定などによる地下水利用の啓発

【住民の役割・努力目標】

- ① 共有情報に対する関心
- ② 水神様信仰、水まつりの開催、参加(熊本市)
- ③ 市民ボランティア(美郷町、熊本市)、湧水の当番制清掃(大野市)

【事業者の役割】

- ① 共有情報の発信
- ② 酒造会社等による次世代育成支援のプログラムなどの取組(京都市)
- ③ 富山湾の漁場を育む海底湧水の恩恵の認識

4) 事例のポイント

- ・ 農村の歴史や伝統文化を継承する地域独自の取り組みを支援し、情報を発信する。
- ・ 打ち水など日常生活に役立つ水文化を紹介しながら水環境保全の普及啓発を行う。
- ・ 湧水などの保全活動を支援し、飲用実態のある箇所については、環境を衛生的に保ち、安全の確認や水質検査を行うなど、管理者による適正な管理を行う。
- ・ 優れた湧水や、水にまつわる言い伝え、水に関わる伝統行事など地域の特色ある水文化を募集し、ウェブサイトなどで紹介していくことで、水の重要性や保全意識の高揚を図る。
- ・ 地域の水まつりを支援し伝承する。

5) 類似事例

地下水を古くから利用している地域では次の例のように独自の水文化が形成されている。

- ・ 古くから湧水や地下水を利用し、水神信仰など独自の水文化、風土がある熊本市【事例 32】、海底湧水保全【事例 33】、大野市、美郷町、三島市の例がある。
- ・ 地下水の産業利用や文化的効用を保つ住民意識による保全として京都伏見の酒造り【事例 34】の例がある。

地下水保全キーワード：水文化、水神信仰

概要

稲作を中心としてきた日本では、水源となる山や森と同様に、地下水や湧水に対する関心と信仰心は強く、湧水を手厚く守り奉った水神(すいじん)や竜神・雷神信仰などが各地に存在する。また、豊富な水の負の側面としての水害などへの畏怖心とともに、水を汚さず無駄なく大事に使う意識が暮らしと文化の中に根付いてきた。さらに食の文化の面においても、日本の地質と地形が鍵となってもたらされる軟水は、日本独自の料理を創造させた一要因と考えることができる。

熊本市では金峰山の麓の湧水地や江津湖畔に水神が多く祀られている。江津湖畔にある上無田の水神は、黄金桜に祀られ、しめ縄が張られている。下無田町大江の水神は加勢川沿いの松の木に祀られる。また、河内町船津の鱸水の水神祭りでは、組座の男子が湧水周辺を清掃して、しめ縄を替えて、米、お神酒、塩を供える。水道発祥の地・八景水谷にも、池の中に水神が祀られている¹⁾(図1)。

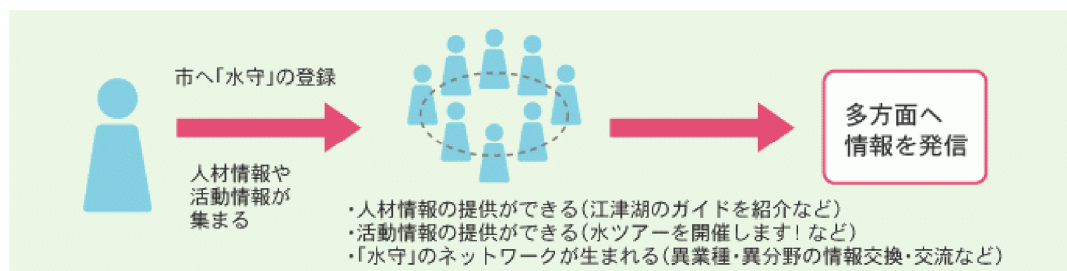
図1 水の民間信仰(水神)¹⁾

継承手法

このような水文化を伝承するための仕組みとして、熊本市では水守制度を創設している(図2)。熊本には水や水文化を守り、水の魅力をPRするための人材を「くまもと水守」の愛称で市が登録し、人材育成や情報提供を行う新たな制度を立ち上げた。この制度では、「水を守る」「水を生かす」人材や活動を掘り起こし、情報を収集・提供し、また異業種・異分野の水守同士の交流を促し、活動の輪を広げていくことを目的としている。

「水守」として登録されると次のような特典がある。

- ・他の水守の活動情報が届く。
- ・「水守」を対象とした講座や交流会に参加できる。
- ・水保全課ウェブサイト(くまもとウォーターライフ)¹⁾に自分の「水守」活動のページを開設できる。
- ・「水守」の呼称を自由に利用できる(例「水守のいる店」など)。
- ・「水守」同士の情報交換や交流ができる。
- ・「水守」になると、登録証やグッズが交付される。

図2 水守制度の登録制度¹⁾

【引用・参考文献】

1)熊本市ウェブサイト：くまもとウォーターライフ、2007、<http://www.kumamoto-waterlife.jp>、2015.2.15

キーワード：海底湧水、漁場

概要

近年、沿岸域の海底面から湧出する地下水による物質供給の重要性が指摘されている。このような沿岸海底湧水は世界中の沿岸域で報告され、日本では富山湾東部及び駿河湾の海底で確認されている。富山湾の事例では、海底湧水を直接採取し、採取試料を用いて地球化学的分析を行っている。その結果、標高800～1,200mに降った雨または積雪が旧河道を通して10～20年かけて富山県東部に位置する黒部川及び片貝川扇状地の沿岸域の海底から湧き出る地下水（海底湧水）となっていることが確認された¹⁾（図1）。



図1 富山湾東部の海底湧水循環モデル¹⁾

保全継承手法

富山湾には、ブリ、シロエビ、ホタルイカなど、日本海の魚の6割超が生息し、「天然の生け簀」と称される。降った雨が土中にゆっくりと浸透するうちに土壌のミネラル分が溶け込み、水は地下水路によって海へ運ばれ、海底湧水となって噴き出す。海底湧水は陸から海へ物質を運ぶ入り口であり、窒素とリン、珪素という栄養塩の輸送路である。特に、珪素とリンは、滞留時間が長い深い地下水で濃度が高く、土や岩石との反応で溶出して生じるため、海底湧水の栄養塩濃度は表層海水の数倍から数十倍もの高い値を示す。また、通常、河川から供給される栄養塩の大部分は、河川水と海水が混じり合う河口域で、河川水中の懸濁粒子に吸着されて沈降するか生物によって接種されてしまうため、沿岸海洋への寄与は供給量の数割程度しかない。富山湾では海底湧水が河川水の1.2～2倍もの量の栄養塩を沿岸海洋に供給していて、富山湾へ注ぐ海底湧水日量は河川水流出量の25%を占めており、水深200m以浅の湾内に影響を及ぼしていることが明らかになっている¹⁾。

富山湾の豊かさを表す言葉に「木一本、鯛千本」というのがあり、湧水の源は立山連峰の森である。

このため、一部の漁協は岐阜県の上で植樹活動を展開して森林組合と交流を始め、地方公共団体の枠を超えた地域連携の輪も広がりつつある。

水文化継承のポイント

- ・ 漁業関係者や地域の住民が研究者とともに海底湧水の恩恵を認識し、背後の標高4,000mの山々が地下水の涵養源であることを知って、山林の植樹など、涵養源の保全を図る動きが出始めている。

【類似事例】

- ・ 北海道厚岸湾の天然カキ、利尻昆布、宮城のカキ、別府湾の関サバ、城下カレイ、駿河湾の桜エビなど。

【引用・参考文献】

- 1) 張勁：世界環境縮図モデルとしての高低差4,000mの水循環－富山を知ることで世界を知る－、高低差4,000m富山の環境研究、富山大学、pp.52-59、2012.3

キーワード：酒造り、伏流水、湧水、保全、酒造組合

概要

京都・伏見は、京都市南部地域の中心に位置し、豊かな水に恵まれた環境のなかで独自の水文化を発展させてきた。伏見では、桃山丘陵から流下する伏流水が御香宮の境内などに「御香水」として湧出するなど、多くの湧水に恵まれている。日本を代表する酒どころとなったのも、この天然の良水に恵まれていたことが大きな要因となっている。水質は、カリウム、カルシウムなどをバランスよく含んだ中硬水で、酒づくりに最適の条件を満たしているといわれる¹⁾。



写真 1 御香宮の御香水¹⁾

保全の歴史と継承手法

- ・昭和3年地下鉄工事計画で伏見の醸造用の地下水が枯渇するという調査結果をもとに当時の大蔵省や陸軍省、電鉄会社などに陳情し、高架軌道に変更した。
- ・昭和52年「伏見地下水保存委員会」を発足させ、伏見の地下水を保全する活動を本格化。さらに、昭和54年京都市に対し「伏見区内での地下工事を伴う建設工事に際しては、必ず伏見酒造組合と相談するよう指導されたい」との要望書を提出し、全面的な協力を得て今日に及んでいる。
- ・5年ごとに醸造用水に関する調査を実施。各蔵元の井戸の使用状況、揚水量、水質などを確認。伏見の地下水の水質保全に努めてきた。
- ・学識者による地下水流動状況の調査を実施。
- ・伏見酒造組合による情報発信。
- ・伏見醸友会（酒造会社25社、会員数65名）によるイベント、講演会の開催、情報発信²⁾。
- ・地域の人々にとってかけがえのない水資源と認識。

水文化継承のポイント

- ・地下水の水量、水質が酒造りの重要な要素となっている。
- ・学識者、酒造組合が協働で地下水の水質保全に当たっている。

【資料提供】 伏見酒造組合

【引用・参考文献】

- 1) 伏見酒造組合ウェブサイト：伏見の酒について、<http://www.fushimi.or.jp/index.html>、2015.2.15
- 2) 伏見醸友会ウェブサイト：「水を守る」、<http://www.fushimi.or.jp/joyukai/history/water.html>

(7) 地域づくり

地下水の機能を地域づくりに生かしている例として、せせらぎ・親水公園などの環境用水、地域産業、観光振興、災害時利用などがあり、地下水を地域の共有資源として持続するための方策を協働で実施していることが特徴である。

1) 現況

地域づくりをしている地域では、ほぼ例外なく古くから地下水や湧水を生活に利用してきた風土・文化があり、地域の人々と密接な関わりを有している。地下水・湧水を地域づくりに利用している例として、環境用水、観光資源、産業振興、災害時利用などがある。



写真 4.1 弘法の清水（秦野市）

2) 課題

- ・地下水は様々な機能を有していて、地域によって利用目的、形態が異なるため、一律な保全方策を設定するのが難しい。このため、地下水を取り巻く環境や利用目的が類似している地域の事例について、課題や保全方策を検討する必要がある。
- ・「環境」、「利水」、「治水」に対する総合的な視点から、気候変動に伴う表流水の緊急時のセキュリティ低下に伴う影響の緩和を地下水特性利用のひとつとして位置づけ、防災計画等の枠組みに入れる必要がある。

3) 方策の概要

環境用水は、湧水、揚水した地下水をせせらぎ、親水公園に利用するもので、池の水質浄化を兼ねている場合もある。郡上市の宗祇水、秦野市の弘法の清水などはかつて湧口から水源、飲料水、食糧洗浄水、さらし場（食器等洗浄場）として生活用水に使用されたが、現在は観光用途となっていて、環境省が選定した「全国名水100選」にも含まれている。

観光資源としての用途は、秋田県美郷町の六郷湧水群、福井県大野市の湧水群、三島市の湧水群、国分寺市のお鷹の道・真姿の池湧水群、茨城県大子町の八溝川湧水群、東久留米市の落合川と南沢湧水群、沼津・三島市の柿田川湧水群、月山山麓湧水群などがあり、飲料水、上水、工業用水として取水されているものもある。

産業振興用途では、酒造り（京都伏見、灘、大野市）、わさび田（安曇野市）、織物（新潟県十日町、兵庫県西脇市）、食料品販売（秋田県美郷町）などがある。

災害時利用は、災害用井戸、防災協定井戸として手押し井戸、電動ポンプ井戸が地方公共団体に登録されているほか、避難所、公園などに貯留槽が設置されている。これらは、災害時に生活用水、飲料水として利用される。

4) 事例のポイント

- ・湧水が豊富な地域は、観光資源や産業などの地域づくりに積極的に利用し、保全を図っている地域が多い。
- ・地下水や湧水を日常生活、防災井戸、食品産業などで飲料用に利用している場合は、行政、住民などが連携して定期的に水質検査を実施するなど、水質保全が重要になる。
- ・酒造り、織物業など地下水を産業用途に利用している場合は、水量・水質保全のために協働組合や協議会による組織的な保全が必要になる。

5) 類似事例

静岡県三島市【事例 35】、長野県安曇野市【事例 36】、秋田県美郷町【事例 37】、災害時供給【事例 38】の例がある。

キーワード：せせらぎ、湧水、住民参加、市民主導、維持管理、まちづくり

地下水・湧水の概要

三島市は富士山の裾野に位置し、被圧伏流水が市内数か所から地下水として湧出しており、それらがせせらぎとなってまちを潤わせている。三島の湧水量は、昭和 30 年代頃までは、増水期に夏季で約 40 数万トン／日、減水期の冬季は約 20 数万トン／日あって市街地や中郷地区の水田を潤していたが、地下水の汲み上げや道路の舗装化、宅地開発など様々な原因で、1960 年代後半以降は水位が低下傾向にあり、湧水量が減少している¹⁾

せせらぎ事業の概要

街中がせせらぎ事業は、中心市街地にある歴史、文化、水辺や緑の自然環境といった「アメニティ資源」を活用し、それをネットワークする回遊ルートを整備して周辺を快適な空間に造り上げ、「歩きたい街」、「住みたい街」を目指す魅力ある地域づくり事業である。平成 8 年度に創立 50 周年事業として商工会議所が提唱した「街中がせせらぎ」ビジョンに始まり、市民の自主的な活動実績を踏まえて魅力あるスポットを点から線へ、線から面に広げて行く仕組みやシステムを構築し、市民、企業、行政がパートナーとなり、自らの手によって築き上げることにより、街の活性化につなげている。具体的には、回遊ルートの整備（舗装改良、せせらぎの設置、歩道改良、沿道の緑化）、拠点個所の整備（三島駅前南口広場、桜川・御殿川・源兵衛川・宮さんの川・四ノ宮川の修景整備、三嶋暦師の館改修）、案内システムの整備などを実施している²⁾。

保全活動

市街地にある水辺や緑の自然空間や歴史・文化資源を活用し、それをネットワーク化した回遊ルートを整備することによって快適な空間を創り上げ、「歩きたい街」「住みたい街」を市民や企業、NPO が役割分担し、協働で推進している。官民の協働が市民主導の計画策定の成果として、市民自らが行動していく活動（環境改善活動、清掃活動、イベント等）が多く見受けられる。この結果、市民の憩いの場・自然学習の場としての利用に加え、イベントが多く開催されるようになり、観光客も整備前と比べて 8 倍に増加するなど、地域活性化に貢献している³⁾。



写真 1 市内のせせらぎ³⁾

まちづくりのポイント

「街中がせせらぎ事業」は市民が提唱し市民主導で企画されたものであり、それを受けて市が調整した計画を、市民・企業・まちづくり団体・行政が役割分担しお互いに確認しあって協働で実現した。回遊ルート整備後の維持管理を住民主導で行なうことなど、官民パートナーシップによる新たなまちづくりを模索し、実践している¹⁾。

【引用・参考文献】

- 1) 三島市ウェブサイト：三島市観光情報、<http://www.mishima-kankou.com/msg/midokoro/10000002.html>
- 2) 三島市ウェブサイト：平成 17 年度国土交通大臣表彰「手づくり郷土賞」（地域整備部門）、
<http://www.city.mishima.shizuoka.jp/ipn004952.html>
- 3) 国土交通省監修ウェブサイト：街中がせせらぎ事業、地域づくり情報局、
<http://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/region/chiiki-joho/cgi/Plannavi.cgi?type=outline&plan=193>

キーワード：湧水、産業振興、官学民協働、維持管理

地下水・湧水の概要

安曇野市は、北アルプスから流れる豊かな地下水に恵まれ、産業だけではなく水道水として市民の暮らしにも密接に関係しており、非常に大切な地域資源となっている。安曇野扇状地における湧水の利用量は地下水利用全体の約 79%で、安曇野市の地下水利用の特徴となっている。地下水及び湧水は、安曇野地域の暮らし、産業、観光と密接に係わり、欠かすことのできない重要な地域資源となっているが、近年の地下水位は低下傾向にある。安曇野市では、飲料水、養魚・農業、わさび栽培、ミネラルウォーター・精密機器の洗浄水等に地下水・湧水を利用して、特にわさび田事業は欠かすことのできない重要な事業となっている¹⁾(写真 1)。



写真 1 わさび田（安曇野市）

保全活動

3,000m 前後の北アルプス山麓に広がる安曇野は、いくつもの扇の形の扇状地が重なって並ぶ、全国でも珍しい複合扇状地の地形をしている。そのため山から下ってきた川の水は、扇状地を流れるうちに一度地下に浸透し、扇状地が終わる扇端の部分、安曇野で低い場所に集まって、湧水となり、ここにわさび田が開拓されている。この地下をくぐり抜けた湧水は、1 年中水温が 13 度前後に保たれている。これらの独特の地形と湧水の自然を利用できたことにより、安曇野は日本一のわさびの収穫量を誇っていて、長野県全体では、90%以上が安曇野産となっている。安曇野ではわさびの栽培法に湧水を利用した「平地式」と呼ばれる独特の方法を用いているため、田の面積が広く取れる利点がある²⁾。

一方で、地下水利用に関する届け出や規制はなく、また地下水の保全・涵養に対する具体的な取り組みがなされていない現状があったことから、平成 22 年 7 月に「安曇野市地下水保全対策研究委員会」を立ち上げ、約 2 年をかけて、地下水の保全対策指針及び条例の制定に向けた検討を行い、平成 24 年 8 月に「安曇野市地下水資源強化・活用指針」（以下、指針）を制定、平成 25 年 3 月に「安曇野市地下水の保全・酒養及び適正利用に関する条例」を制定した。わさび田を維持するための湧水の保全策として、指針では地下水資源強化策として、農地で実施する転作田湛水、雨水浸透施設拡大、親水公園整備など、地下水管理方策として地下水位、湧出量、取水量監視など、水質保全策として水質モニタリング、発生源対策、地下水涵養による水質改善、市民啓発活動などが計画されている³⁾。

地域づくりのポイント

- ・現在は指針を基に地下水を「守り・育み・活かす」ための行動の具体化に向けて、平成 26 年 8 月に「安曇野市水環境基本計画策定委員会」を立ち上げ、計画書の策定を進めている。
- ・農家、事業者などの利用者が協働して保全活動を行っている。

【引用・参考文献】

- 1) 安曇野市地下水保全対策研究委員会：安曇野市地下水資源強化・活用指針、2012.8
- 2) 財団法人豊科文化財団、安曇野市豊科郷土博物館：ふるさと安曇野きのうきょうあした、2010.7
- 3) 安曇野市ウェブサイト：安曇野水物語、ワサビ田開拓
http://azumino.nagano.jp/mizu_monogatari/story/wasabi.html

キーワード：湧水、名水、サイダー、産業振興、官学民協働、維持管理

地下水・湧水の概要

秋田県美郷町が位置する六郷扇状地の扇端部には、大小あわせて 60 箇所を超える湧水があり、清水（しず）と呼ばれている。これらは昭和 60 年(1987)に「環境庁の名水百選」に選定されている。地域の住民は生活用水のすべてを地下水に頼っていて、六郷中央地域に上水道はなく、水道水源のすべてを地下水でまかなっている。町ではこれらの湧水の保全を行う一方で、湧水を利用した観光、食品製造・販売を積極的に行うまちづくり事業を展開している。

地下水を利用した食料品販売事業

平成 11 年 7 月に美郷町、企業並びに商業者、趣旨に賛同する町民の方たちの協働により、「六郷まちづくり株式会社」を設立。事業の目的は以下のように規定されている。湧水を使った代表的な商品であるサイダーの販売のほか、飲食店、資料館の経営などを行っている¹⁾。

- ①都市開発並びに土地、建物の有効活用に関する調査、企画、設計、コンサルティング
- ②不動産の売買、賃貸、仲介、斡旋、管理運営及び保有並びに利用
- ③小売店舗、飲食店等の商業施設及び、文化施設並びにスポーツ施設の企画、建設、運営業務
- ④講演会、会議、コンサート、演劇等のイベントの企画、運営業務及びチケット販売
- ⑤企業及び個人の販売促進活動の企画、立案、指導、情報の提供
- ⑥美郷町六郷町内の観光案内及び旅行斡旋に関する業務
- ⑦農産物、畜産物の加工及び販売
- ⑧工芸品、民芸品、食品、清涼飲料水、酒類、たばこ、日用雑貨の販売
- ⑨飲食店の経営
- ⑩新聞、情報誌発行等の出版業務
- ⑪損害保険及び自動車損害賠償法に基づく保険の代理業
- ⑫宅配便の取り次ぎ業務
- ⑬前記各号に付帯する一切の業務



写真 1 名水を使用した飲食店¹⁾

地域づくりのポイント

- ・町、企業、住民が協働で会社を立ち上げ、幅広い事業展開を図っている。
- ・湧水の保全方策について、学識者（秋田大）から助言を受けて実施している。

【引用・参考文献】

1) 六郷まちづくり株式会社ウェブサイト：<http://rokugo.net/>

キーワード：災害時利用、防災井戸、災害協力井戸、協定、維持管理

設備の概要

防災・減災に係わる地下水利用・貯留設備として防災井戸、災害協力井戸、地下貯留槽などがある。これらの設備、施設は平時利用及び災害時利用を想定して行政、住民による維持管理が必要であり、地下水との共生が必要となる。

【課題】

- ・設備の維持管理、特に飲用水の水質管理
- ・災害時の施設管理 施設の鍵の管理など
- ・ハザードマップなどへの設備場所の記載と更新

地下水を利用する災害時利用施設の例

a. 防災井戸

防災井戸は深さ 100～150m 程度の深井戸が多く、非常時の生活用水や消防用水の供給を目的としている。飲料可能なものもあり、災害時には非常用発電機を用いて揚水する。

地方公共団体によって防災井戸の仕様、数量および設置法は異なり、台東区では深さ 100～178m、給水能力 2～27m³/時の深井戸が 10 箇所に設置されている。北区では深さ～300m、給水能力 1.3～94.8m³/時の深井戸が 16 箇所に設置されている。船橋市では災害時の生活用水（一部飲用水）を確保するため、深さ 100～150m まで掘り下げて自家発電装置や滅菌器を取り付けた給水能力 12m³/時の井戸を市内 18 箇所に設置している。

最近になって、地方公共団体だけでなく企業や高層ビル、大規模マンションなどに防災施設の一部として防災井戸が設置される例が増えている。たとえば赤坂の六本木ヒルズでは地下 2 箇所に深さ 80m の防災井戸を設け、災害時には施設および周辺住民が生活用水として使用できる。ここでは飲料水は備蓄倉庫に別に用意されているため、主に生活用水として使用するが、停電の場合は自家発電機が作動し、ろ過装置もあるため飲料水としての使用も可能となっている。



写真 1 防災井戸の例（荒川区）

b. 災害協力井戸

市民や企業が所有する井戸を事前に地方公共団体に登録し、災害時に水道施設が復旧するまでの間周辺住民に開放して生活用水を確保する。登録時には保健所等による水質検査が義務付けられているが、災害時には井戸水の水質に変化が生じる可能性があるため、飲用ではなく生活用水としての利用を前提としている。登録井戸情報は地方公共団体の Web ページ、広報等で公開され、登録、指定された井戸は所有者の建物の門・扉・塀など近隣から見える場所に「災害協力井戸」の標章が貼られているが、井戸の利用は非常時のみに限られている。登録井戸情報の公開は名古屋市のように非常時のみとしている地方公共団体もある。

c. 地下貯留槽

種類としては、個人や企業が雨水を溜めて地下に貯留するプラスチック製の小規模なものや地方公共団体等が公園の地下などに設置する防災用地下貯留槽がある。前者は雨水桝と同様な扱いで、補助金を設定して普及を図っている地方公共団体もある。後者は地下水を利用するものもあるが、通常は上水を入れ替えて貯留する。

(8) 教育と地域学習

限りある資源である地下水を保全管理し、持続可能な利用を図るための重要な方策のひとつに教育と地域学習があり、水循環基本法にも示されている。また、環境教育等促進法が平成 23 年 10 月に公布され、同法第 7 条に基づく基本方針が平成 24 年 6 月に閣議決定されたため、地方公共団体で地下水を含む環境学習等の行動計画を策定する動きが広がっている。地下水を有効に利用している先進地域では、行政と住民が連携し、協働で教育や学習を実施し、次世代に継承する方策を講じているところが多い。

これらの住民向けの教育と併せて、行政も含めて地域の地下水の状態を知るための技術や保全管理手法を学ぶために専門家を招聘する講習会やシンポジムの開催も有効である。

1) 現況

地域の水環境や水文化を知り、守り、育てるためには、学校、地下水関連施設、講習会、Web サイトにおける広報などを利用して住民と情報を共有化することが大切であり、これらの地域情報を子供たち次世代に引き継ぐ必要がある。方策としては、大きく分けて住民への啓発と教育・地域学習がある。これらの取組は、環境基本計画に基づく施策として実施されている地方公共団体が多いが、熊本市や大野市などの先進地域では地下水保全計画の中で、持続的な地下水利用を目指すための取組として実施されている。

2) 課題

先進地域の環境計画における PDCA の手法や住民アンケートなどで、次のような事項が課題として挙げられている。

- ・環境教育・学習、情報提供機会の拡充
- ・児童・生徒の学習機会の充実
- ・環境の保全及び創造に関する取組への市民・事業者の参加
- ・参加しやすい仕組みづくり

3) 方策の概要

①住民向けの啓発

- ・掲示板による地域住民への地下水位の周知（美郷町、大野市、熊本市）
- ・節水指導（熊本市、大野市）
- ・モニタリング、解析技術などの有識者、専門家による講習会・シンポジウムの開催（大野市）
- ・地下水委員会・協議会等への住民参加（大野市、名古屋市、安曇野市）

②住民向けの教育・学習

- ・水の科学館（熊本市）
- ・学校教育・出張授業（名古屋市）、学校田（熊本市）、イバラトミヨの飼育（秋田県美郷町）
- ・水守制度、水検定（熊本市）

③行政担当者向けの教育

- ・国による環境研修・出張研修、環境省環境研修所等

4) 事例のポイント

- ・啓発や教育は、一方通行ではなく、地方公共団体のウェブサイトや広報誌での情報公開やアンケートなど双方向のシステムが効果的であり、継続可能なシステムづくりが意図されている。
- ・市民・事業者の環境問題への関心や知識、環境保全意識の増進や地域における環境保全活動を促すため、イベント、講座、体験学習などの実施や市内の環境に関する情報提供、児童や生徒向けの環境学習ガイドブックの発行などが必要である。

5) 類似事例

秋田県美郷町【事例 39】、熊本市【事例 40】、大野市【事例 41】、東京都八王子市【事例 42】などの例がある。

キーワード：湧水、地域学習、水質保全、イバラトミヨ、絶滅危惧種

地下水・湧水の概要

秋田県美郷町が位置する六郷扇状地の扇端部には、大小あわせて 60 箇所を超える湧水があり、昭和 60 年(1987)に「環境庁の名水百選」に選定されている。そして地域の住民は生活用水のすべてを地下水に頼っている。しかし近年、地下水位の低下や湧水の涸渇など、地下水環境が悪化している。その原因としては大きく分けて 2 つの要素があり、1 つ目は、積雪、道路及び農業用水路のコンクリート化、水田から畑地への転作、新興住宅地の建設などによる降水の浸透面積の減少である。2 つ目は、冬期間の道路融雪に地下水を揚水利用することである。この 2 つの要素が近年になって増加したために地下水環境が悪化していて、水辺や生態系の保全が求められている。

水質・生態系保全のための地域学習

湧水である清水(しず)にはイバラトミヨ(通称、ハリザッコ)が生息する(写真 1)。氷河時代の生き残りと言われるイバラトミヨは、水温が年間を通して 15℃前後のきれいな湧き水のある場所に棲む。特に、仙北、平鹿、雄勝地方の湧水地帯にしか生存しない「イバラトミヨ雄物型」は、学術的にも貴重な淡水魚とされている。

町内の「星山清水」は昭和 44 年まで千屋小学校本堂分校があった。ここは学校の清水として、今も子どもたちや地域住民に親しまれている。この清水には絶滅危惧種のイバラトミヨが生息している¹⁾。

六郷中(現美郷中)科学部では、イバラトミヨを「清水の健全度をはかるバロメーター」と考え、平成 11 年(1999)から町内の各清水やそれに接続する水路でのハリザッコの生息調査、稚魚の清水への放流やその追跡調査、さらには、ハリザッコの生息に適した清水の水質調査などを行っていて生態系の保全にも役立っている。

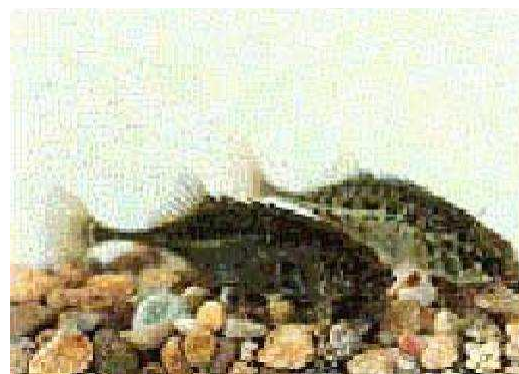


写真 1 イバラトミヨの飼育

持続的な方策のポイント

- ・淡水魚の飼育を通じて湧水の水質保全及び生態系の保全を図っている。
- ・学校の子供たち、地域住民の協働により、方策の次世代への継続が可能になる。

【引用・参考文献】

1)美郷町観光協会ウェブサイト：http://www.rokugo-mizu.net/shimizu_senhata.htm、2015.2.15

キーワード：節水活動、地域学習、水検定、水守制度

地下水・湧水の概要

熊本地域では、約 20 億 m³/年の降水のうち、約 1/3 が蒸発散し、1/3 が河川に流出し、約 1/3 にあたる約 6 億 m³/年が地下水になると推定される。地下水の涵養域は、阿蘇外輪西麓、それに連なる台地部、白川中流域の水田地帯などで水田からの涵養が大きいことが特徴である。「熊本県地下水保全条例」で地下水は「公共水」と位置付けられている。熊本市は恵まれた地下水を後世に確実に継承するため、節水活動を協働で実施し、生活用水使用量は減る傾向にある。(図 1)

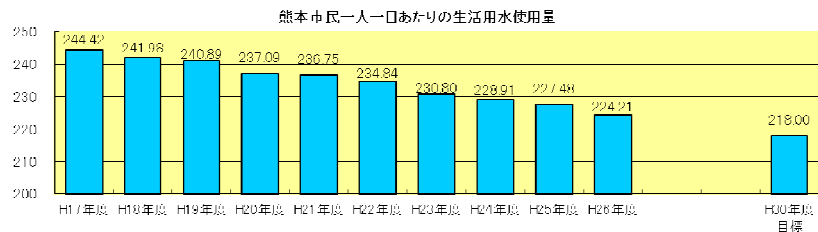


図 1 熊本市民 1 人/日の生活用水使用量¹⁾

地下水保全のための啓発と地域学習

①啓発活動

- ・地下水位表示板、親水施設、水の科学館の設置などを実施。
- ・情報共有、節水学習会（学校、企業）、「水」検定、水守制度、水遺産登録、「水源の森づくりボランティア育成講座」の開設などを行い、人材育成や継承に取り組んでいる。

②教育・地域学習

- ・節水学習会出前講座（学校、企業、写真 1）、「水」検定制度、水守制度などを行い、人材育成や継承に取り組んでいる。
- ・小学生向けの教材パンフレットを作成し、授業で水の大切さを教えている(図 2)。



写真 1 節水学習会¹⁾



図 2 教材パンフレット²⁾

持続的な方策のポイント

- ・水神信仰、豊富な湧水など、古くから水文化を大切にする風土があり水環境を共有しやすい。
- ・夏期は生活水使用量を毎日公表するなど、きめ細かな取組を行っている。
- ・水検定は小中学校生を中心にこれまで 43,000 人が受験するなど制度づくりだけでなく、実効性がある。
- ・住民、来訪者向けに多くの地下水パンフレットを作成し、取組状況を発信している³⁾。
- ・水環境保全のための専任部署「水保全課」を置いている。

【引用・参考文献】

- 1) 熊本市：第 2 次熊本市地下水保全プラン、2014.3
- 2) 熊本市水保全課：日本一の地下水都市熊本「地下水を守り伝えて行くために」、2013.9
- 3) 熊本市水保全課：くまもとの水についてかんがえよう、くまもとウォーターライフ、[http://www.kumamoto-waterlife.jp/base/upload/p48_116_21H26](http://www.kumamoto-waterlife.jp/base/upload/p48_116_21H26%20くまもとの水について考えよう.pdf) くまもとの水について考えよう.pdf、2015.3

キーワード：地下水、地域学習、地下水位表示板、広報活動、節水対策、ワークショップ

地下水・湧水の概要

大野市の地下水は、基本的には木本扇状地由来の不圧地下水系であり、季節的には8月に最高水位が出現し、冬期は融雪目的の揚水による低下が認められる季節変動があること、長期的には水位低下傾向にあることなどが課題となっている。

地下水保全のための啓発と地域学習

市民の生活様式の変化に伴って、地下水位の低下や湧水の減少、枯渇が進み、貴重な資源である地下水や古くから受け継がれてきた湧水文化を後世へ引き継ぐことが困難な状況になりつつあり、ハード施策と併せて市民への啓発と教育・学習を進めることが重要となっている。

①啓発活動

- 地下水保全条例第十三条で、地下水抑制地域内では国道、県道、市道や公益上必要な通路、広場以外での融雪のための地下水使用を禁止している。
- 砂利採取組合との協定による涵養域保全、節水対策として合併浄化槽からの排水中水利用、簡易観測井地下水位表示板における地下水位表示、地下水位表示板更新時の図案公募、HPにおける地下水情報提供。
- 市民対象の地下水に関する調査研究や節水・地下水保全意識の醸成。
- 地下水管理計画による緊急時対策としての地下水注意報及び警報の発令（写真1）
- チラシや街頭広報などマスコミ利用による啓発。



写真1 地下水注意報発令中表示板¹⁾

②教育・地域学習

- 専門家を招いたワークショップ「湧水保全フォーラム全国大会 in 越前おおの」を開催。
- 市民、企業向けの学習会の開催。
- 地下水保全ガイドブックや副読本を用いた地下水環境教育、名水出前講座の実施³⁾。
- 湧水や地下水の保全活動を行う地域活動リーダーの養成。

持続的な方策のポイント

- 清水を輪番制で清掃するなど市民が湧水保全に参加する仕組みが構築されている。
- 地下水位表示板や清水での野菜洗いなど市民が日常生活の中で地下水や湧水に親しんでいる。
- 教材や出前講座による学校教育やシンポジウムの開催で将来世代にわたる教育を目指している。

【引用・参考文献】

- 1) 大野市：大野市の地下水、2008.3
- 2) 大野市：越前おおの湧水文化再生計画、2011.10
- 3) 大野市：大野市地下水年次報告書～平成25年度版～、2014.7

湧水文化の再生と継承の実現

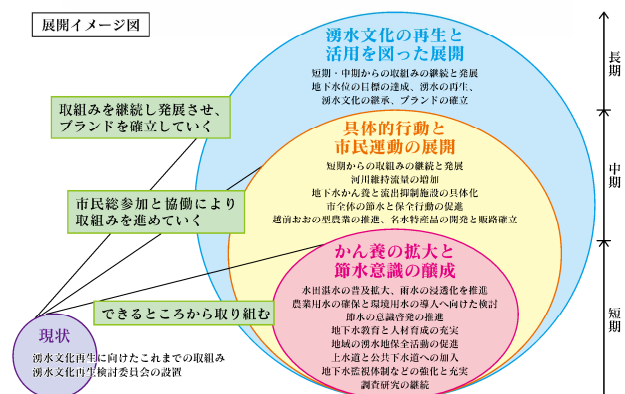


図1 湧水文化の再生イメージ²⁾

キーワード：水循環計画、地域学習、水文化、エコひろば

環境教育・学習の概要

平成 22 年 3 月制定の水循環計画の中で、健全な水循環系再生のための行動推進方針のひとつとして、「水を上手に使う」が挙げられ、「川や湧水地など身近な水辺に親しむ取組や水資源の有効利用に取り組み、水文化を継承しながら、水資源を大切にすることを環境教育・学習の目標としている。

【期待される効果】

- ・環境保全を理解し行動する人や地域をつくり、持続可能な社会を構築する。
- ・水辺を身近に感じることで、水資源を大切にすることを育み、ふる里意識を醸成する。
- ・水に関わる文化や歴史を学び継承し、八王子への愛着や水資源を大切にすることを育てる。
- ・雨水利用などによる節水は環境に配慮した行動で、水資源の安定確保や温暖化対策につながる。

水環境保全のための活動と地域学習

① 環境学習拠点づくり

- ・北野環境施設を管理する市、エコひろばの運営に携わる環境学習・リサイクル推進協議会（環境市民会議などで構成）、あったかホール指定管理者が協働して拠点づくりを推進する「環境学習拠点づくり検討委員会」を設置する。
- ・環境教育・学習の講座、見学・体験ツアーを開催。

② 拠点と地域を結ぶ活動の推進

- ・地域の活動や環境学習の支援、地域との連携や環境のネットワークの形成拠点としての役割。
- ・環境学習の拠点を活用し、環境情報の収集と蓄積を行い、学習教材の発行や水に係るリーダーの育成を行う。

③ 水辺の環境教育や環境学習の推進

- ・小学校では、総合的な学習に環境学習リーダーや環境診断士などを紹介する「エコひろば」の環境教育支援事業を活用し、水辺の環境学習などを行う。
- ・八王子浅川子どもの水辺協議会や環境市民会議などによる河川などを活用した自然体験学習の支援を推進する。
「八王子浅川子どもの水辺協議会」は、国土交通省が推進している水辺を遊び場、自然体験の場、自然学習の場として整備・維持管理する「水辺の楽校」へと発展させる。

④ 河川や湧水の水文化の発掘と継承

- ・あゆ塚や琵琶滝の名の由来、水に関わる史跡、水車による撚糸業は後世に引き継がなければならない。八王子市の水文化について情報を収集し、発信する。



写真 1 エコひろばリーダー養成講座¹⁾

持続的な方策のポイント

- ・市は小学校が地域と連携した環境教育を支援する。
- ・市民・事業者・行政などあらゆる主体が自発的な環境保全活動を行う。

【引用・参考文献】

- 1) 八王子市：八王子市水循環計画、2010.3

【参考文献】

- 1) 国土交通省：震災時地下水利用指針(案)、2009
- 2) 大東憲二・岩城詞也：環境用水・災害時生活用水としての地下水揚水可能量の推定法 - 濃尾平野を例として-、土木学会第63回年次学術講演会、pp. 7-137、2008
- 3) 安藤元夫：阪神・淡路大震災における井戸の活用に関する研究、日本建築学会計画系論文集 p. 223-240、2002
- 4) 一般財団法人エンジニアリング協会：平成22年度 社会インフラ施設の防災・減災に向けた地下水利用に関する調査報告書、Ⅲ-87、2013

5. ケーススタディ

沿岸の地盤沈下履歴がある地域において、災害時に地盤沈下を防止しながら地下水の利用を考える場合の検討事例をケーススタディとして取り上げ、検討手法及び結果の利用法の参考事例として示す。

(1) 沿岸平野の検討事例（川崎市）

以下の検討条件、内容により検討を行った。

- 河川涵養による流動域と降雨涵養の流動域が併存する地域における検討を行った。
- 上流涵養域と下流地盤沈下域を含む解析を実施した。
 - ・低地部で地盤沈下させない可能揚水量を検討した。
- 上流域と下流域における規制及び保全方策を検討した。
 - ・戦後は下流低地及び沿岸部で揚水し、近年は台地部で揚水が増加している状況を反映させた。
- 流域毎の地下水保全方策（涵養源保全、雨水貯留など）を検討した。
- 各流動域の揚水量と地盤沈下、塩水化への影響を簡便法により検討した。

(2) 被災地域の検討事例（仙台平野）

以下の検討条件、内容により検討を行った。

- 現状で地下水利用が少ない地域の解析事例とした。
- 災害時における避難所等での可能揚水量と利用条件を検討した。
- 揚水による地盤沈下影響について年間水収支法を用いて検討した。
- 災害時の代替水源として地下水を利用するための準備要件を検討した。

1 沿岸平野（川崎市）のケーススタディ

キーワード：沿岸平野、地盤沈下、塩水化、伏流水、水収支解析、差分法

解析手法及び結果の概要

(1) 検討条件

- ・ 降雨浸透、河川、揚水井の条件を設定し、地下水位を再現した。
- ・ 観測データとして地盤沈下、地下水位、塩化物イオン濃度を用い、比較的十分な量（期間）が得られていて、それらのデータを使用した。
- ・ 観測井は既設 11 箇所の井戸を使用した（図 1）。
- ・ 地下水利用は、大きく一般事業と水道事業に区分した。

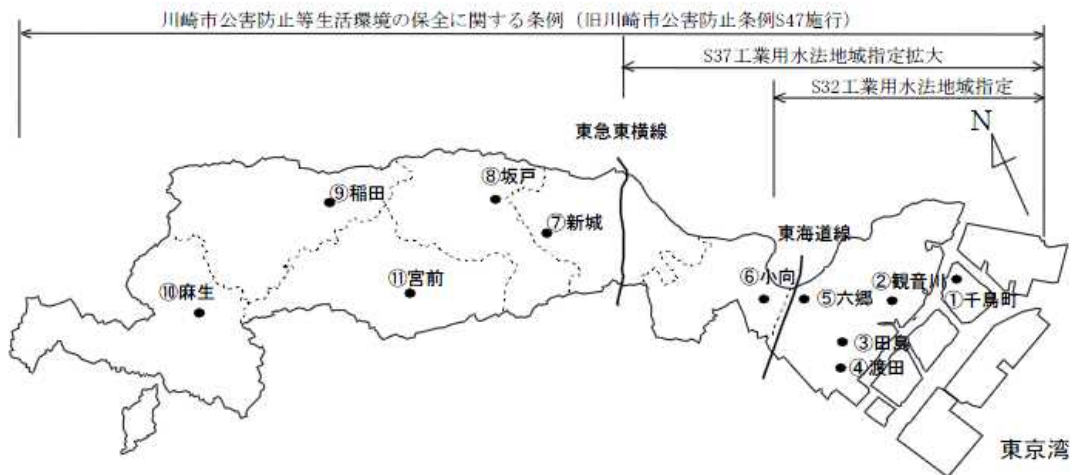


図 1 観測井の配置

出典：川崎市水環境保全計画（平成 24 年 10 月）

(2) 解析手法

具体的な検討手順は図 2 のとおりとした。

- ・ 地盤モデルは平成 18 年度報告書（川崎市）に記載された地盤モデルを利用した。
- ・ 差分法による三次元地下水シミュレーション手法（MODFLOW）を用いた。
- ・ 環境変化要因として、気候（降雨量、降雨パターン）、土地利用（地表涵養）、地下水利用（揚水）量、河川水位・流量などを考慮した。
- ・ 河川は、地下水に対して涵養河川、排水河川の両方を想定し、観測データに基づいて河川水位を適切に設定した。
- ・ 地盤沈下は地下水位と地盤沈下量の年変動量の相関関係から、地下水低下に伴う地盤沈下量を推定する簡便法を用いた。
- ・ 塩水化の検討は地下水位と塩化物イオン濃度の観測データを用いて年変動量の相関関係から地下水位の年変動量に対する塩化物イオン濃度の年変動量を推定する方法を用いた。

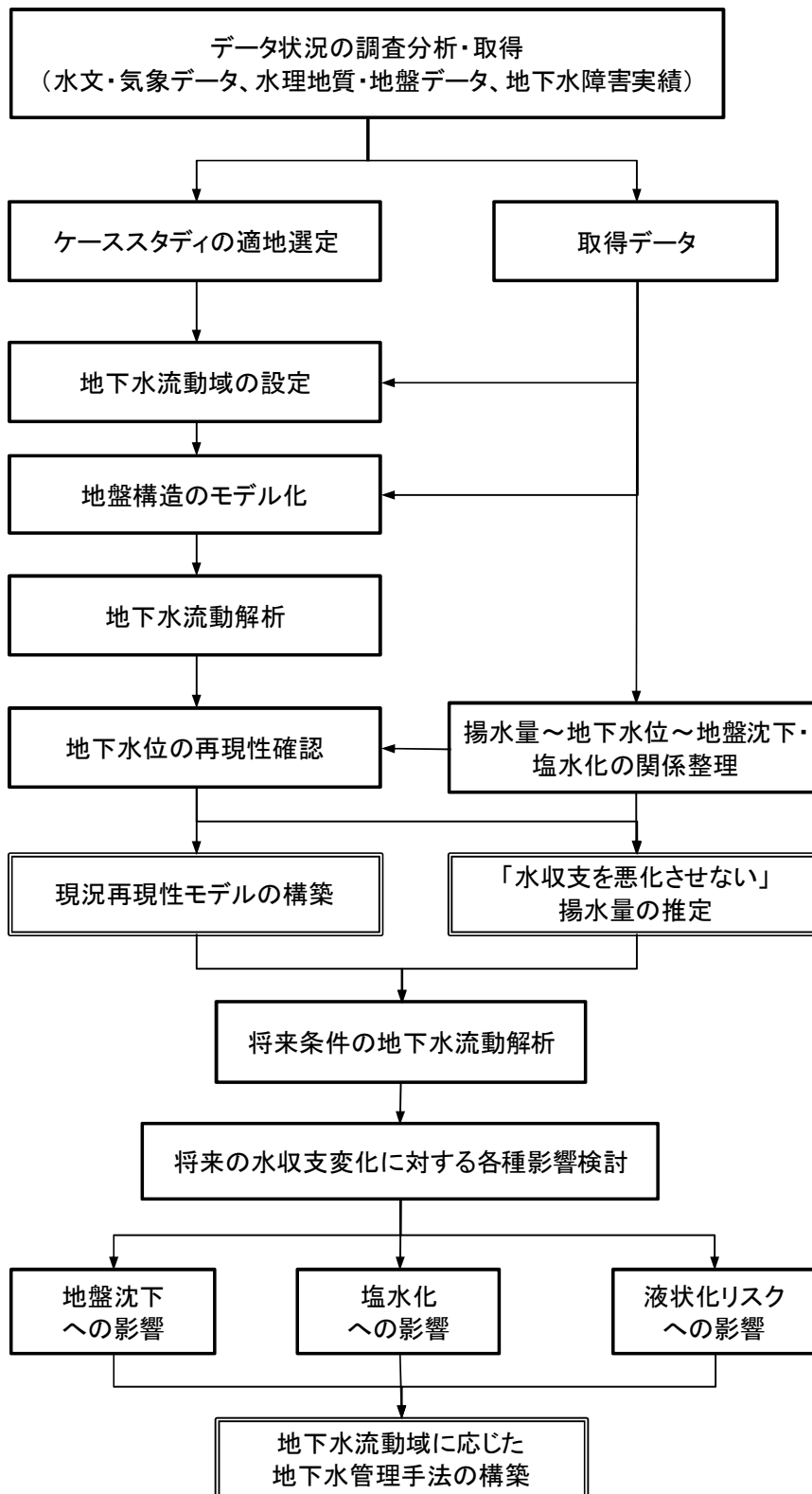


図2 沿岸平野におけるケーススタディ検討手順

(3) 解析結果

① 地下水位低下量

- 現在の揚水位置で揚水量を増加させた場合、低地、臨海・埋立地、扇状地性低地における観測井の水位低下量は、大きく変化しない。揚水量の増加に比べて地下水低下量が小さいのは、多摩川からの涵養が大きいために、すぐに地下水位が回復するためであると考えられる。また、低地、臨海地域の観測所については、2010年時点の揚水箇所から離れていることから、ほとんど揚水量の増加が影響していない。
- 台地部の宮前観測所では、20年間ゆっくり地下水位が低下し続け、揚水量が増加するにつれて地下水の低下速度が速くなる傾向にある。今後は、台地・丘陵地での観測井を増設し、より詳細に地下水低下量を把握していくことが望ましい(表1、図3)。
- 沿岸部の千鳥観測所の年間地盤収縮量は、揚水量約40,000m³/日に対して、最大6mm/年に及ぶという結果が得られた(図4)。
- 沿岸部の田島観測所の塩化物イオン濃度増加量は、揚水量約40,000m³/日に対して、最大600mg/lに及ぶ結果が得られた。

表1 地下水シミュレーションによる揚水量を増加させた場合の年間水収支

	揚水量 127,722(m ³ /日) 1.00倍		揚水量 1,822(m ³ /日) 1.08倍		揚水量 145,558(m ³ /日) 1.13倍		揚水量 177,000(m ³ /日) 1.39倍	
	流入	流出	流入	流出	流入	流出	流入	流出
貯留量 ^{※1}	1.5	1.1	1.7	1.2	1.7	1.2	2.0	1.2
固定境界 ^{※2}	1.6	6.9	1.7	6.9	1.5	6.9	1.7	6.9
揚水井	0.0	46.6	0.0	50.3	0.0	53.1	0.0	64.7
河川境界	67.9	35.1	71.0	35.9	73.3	35.6	83.8	35.3
降水量	18.9	0.0	18.9	0.0	18.9	0.0	18.9	0.0
合計	89.9	90.7	90.7	94.3	95.4	96.8	106.4	108.2

(単位：×10⁶m³/y)

※1：貯留量は2010年4月時点を基準とする。

※2：固定水頭境界はモデル北西側境界からの流入と南東側の東京湾への流出からなる。

※3：倍率は揚水量の比率を表し、2010年の現況再現計算結果を1.0倍としたものである。

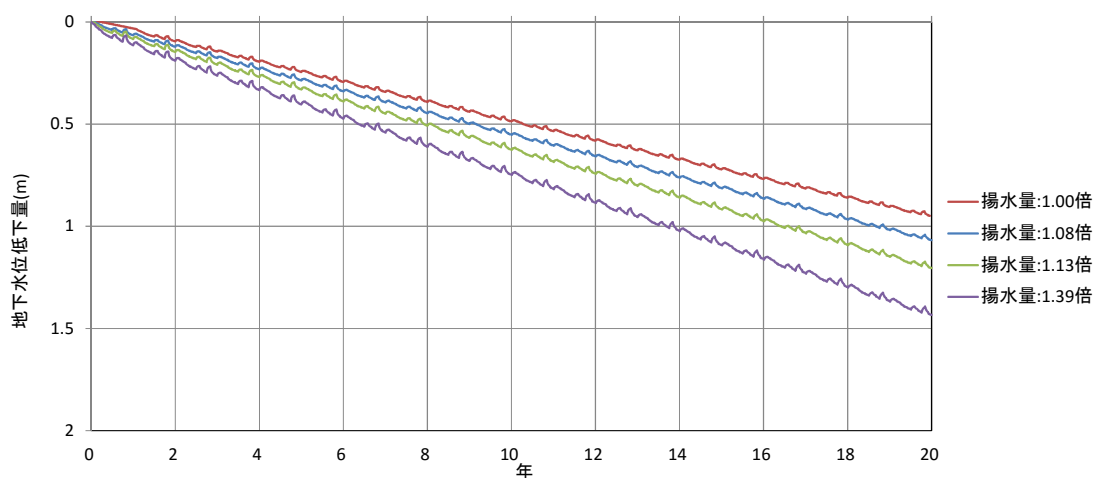


図3 宮前観測所の地下水低下量の経年変化(台地・丘陵地)

②地盤沈下量

観測井における地下水位低下に伴う粘土層の圧密沈下量を予測した。圧密沈下量の予測には、「地盤収縮量と地下水位観測データの相関関係に基づいて推定する経験的手法」を用いた。この結果、図4の千鳥観測所の年間地盤収縮量は、揚水量約40,000m³/日に対して、最大6mm/年に及ぶという結果が得られた(図5)。

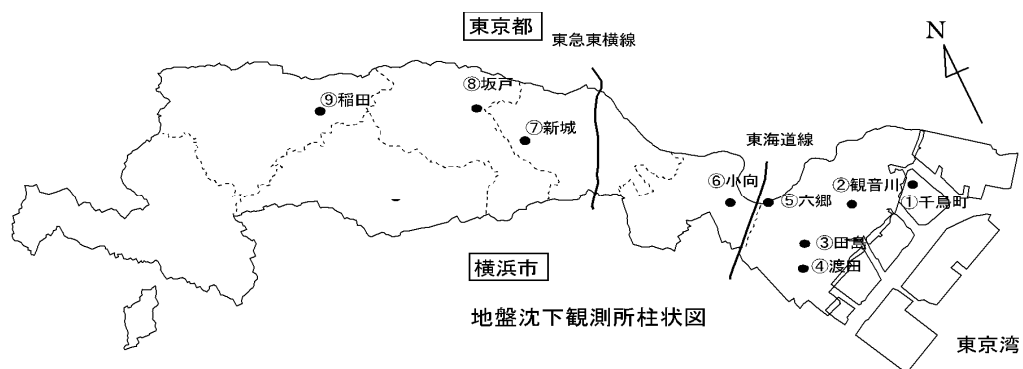


図4 地盤沈下観測所位置図

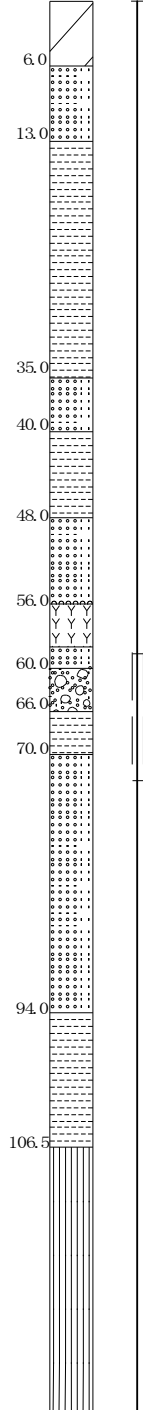
出典：川崎市水環境保全計画（平成24年10月）

【①千鳥町】

- ・井戸深：131.0m
- ・粘性土(シルト)層厚：46.5m
- ・地下水位がある程度回復した昭和57年以降のデータで地下水-地盤収縮変動量の関係を整理

千鳥町地盤沈下観測所

井戸深 131.0 m
 標高 13.29 m
 地下水位 -4.61 m



柱状図凡例

- 表土
- 砂
- 砂礫
- シルト
- 粘土
- 腐植土
- 泥岩
- ストレーナー

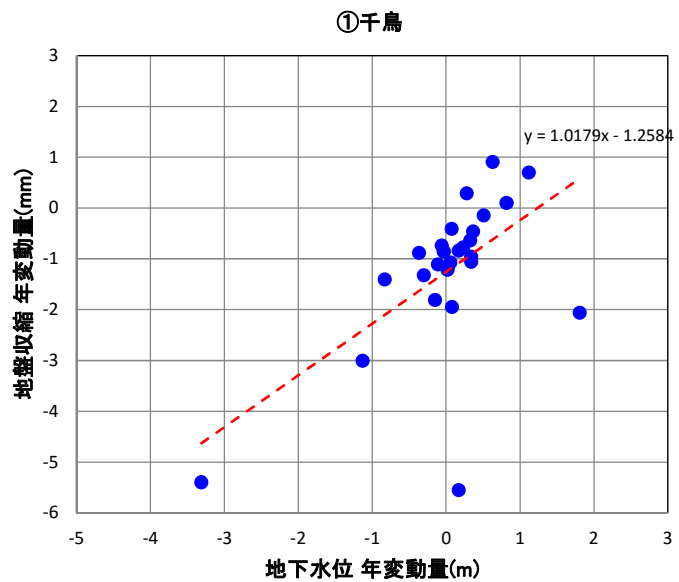
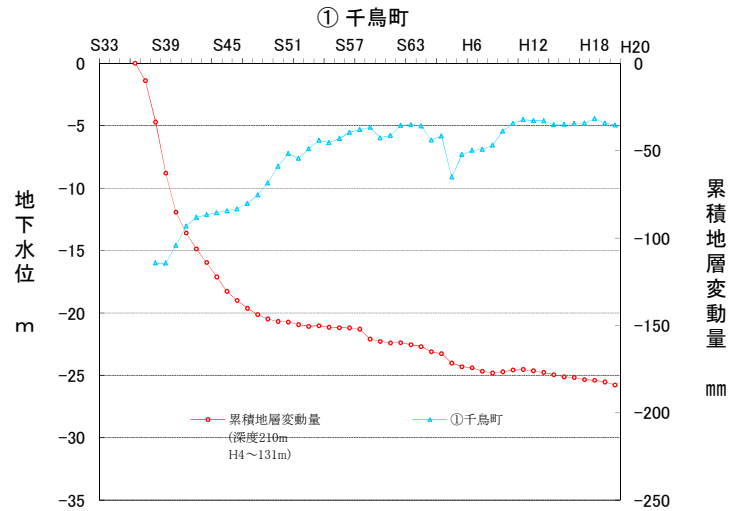


図5 地下水位年変動量と地盤収縮年変動量の関係

③塩水化

図6に観測井位置図を示す。地下水低下量と塩化物イオン濃度の関係から、低地、臨海・埋立地で揚水した場合の塩化物イオン濃度の増加量を算出した。地下水低下量に対して塩化物イオン濃度増加量が比較的大きい③田島観測所の塩化物イオン濃度増加量は、揚水量約40,000m³/日に対して、最大600mg/lに及ぶ結果が得られた（図7）。

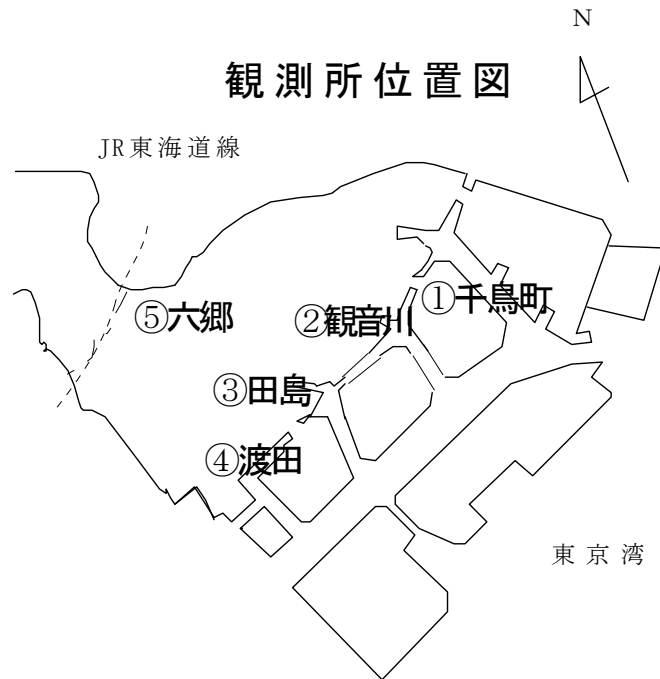


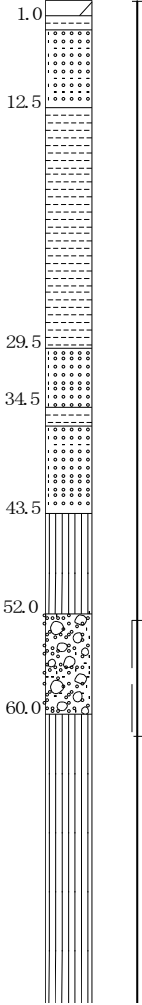
図6 観測井戸位置図

【③田島】

- ・井戸深：85.0m
- ・粘性土(シルト)層厚：18.0m
- ・観測開始時期 S63 からの地下水位－塩化物イオン濃度変動量 (ストレナ位置) の関係を整理
- ・地下水 1m 低下した場合の塩化物イオン濃度(グラフの傾き)：116.16mg/l

田島地盤沈下観測所

井戸深 85.0 m
 標高 0.91 m
 地下水位 -1.30 m



柱状図凡例

- 表土
- 砂
- 砂礫
- シルト
- 粘土
- 腐植土
- 泥岩
- ストレナー

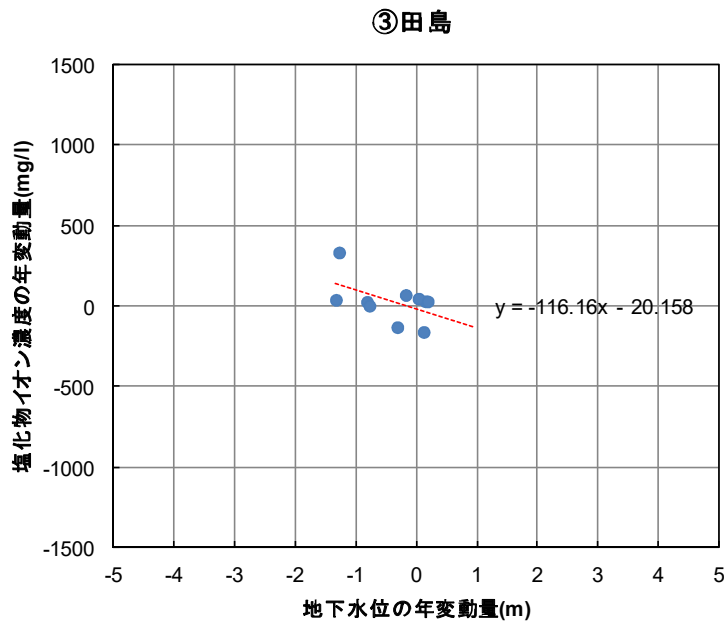
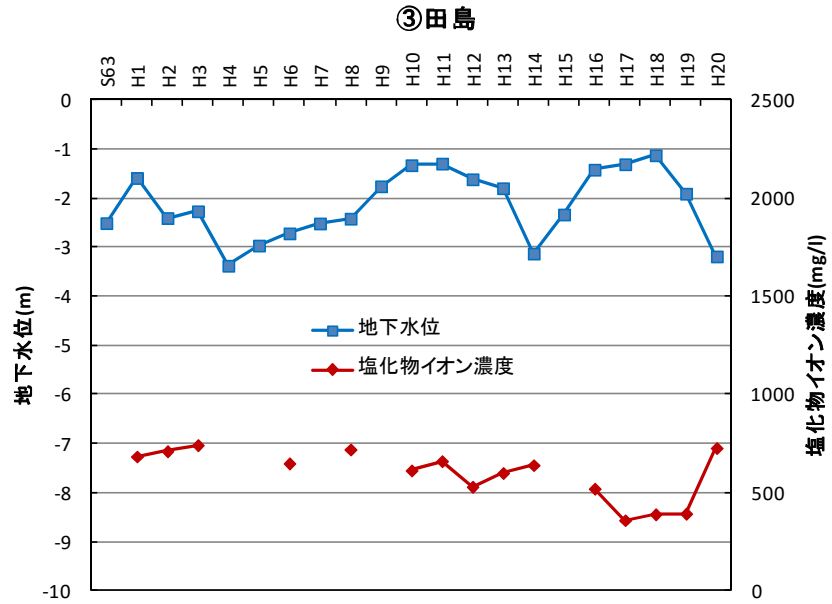


図7 地下水－塩化物イオン濃度の関係 (田島)

今後の地下水保全・利用方針

a. 丘陵地

市西部に広がる丘陵地は緑地や自然が残っており、以東の地下水や湧水の自然涵養水源となっているほか、多摩川沿岸では伏流水の供給があり、湧水周辺の湿地には豊かな生態系が育まれる。基本的には市の地下水涵養域に該当するため、積極的な地下水涵養を図っていく地域とする。

b. 台地部

近年、住宅地としての開発が著しく、都市化が進んでいる地域である。丘陵地と同様、多摩川沿岸では伏流水の供給があるが、今後も開発が進み、家庭用井戸、防災井戸としての浅井戸に加えて事業用の深井戸需要も見込まれる。水環境の改善・再生、都市熱環境改善の面から地下水利用が期待されるが、揚水と地盤沈下の相関も一部地域で見られることから、水循環維持の観点から地下水流動域全体の健全性維持を考慮し浸透施設や雨水貯留などによる積極的な地下水の涵養、保全を図りつつ、利用を図っていく地域とする。

c. 低地部、沿岸埋立地

軟弱な沖積粘土層と砂層からなる平野部であり、過去に地盤沈下の問題が顕在化した。

近年では地盤沈下は沈静化しているが、解析結果では水位低下 1m あたり 1mm/年程度の地盤沈下や塩水化が生じる可能性がある。また、不圧地下水位の上昇による液状化の危険性、構造物の浮き上がり等が懸念される。当地域は工場などの事業性井戸利用の需要があるが、大きな地下水の涵養は期待できないことから、規制による地下水の保全を図りながら、累積性の地盤沈下を監視しつつ利用を図っていく地域とする。

他の地方公共団体に適用する場合の留意点

a. 環境変化要因

- ・環境変化要因としては、気候（降雨量、降雨パターン）、土地利用（地表涵養）、地下水利用（揚水）量、河川水位・流量などが挙げられる。
- ・今後、数十年から 100 年を対象とする場合、気候変動の影響も考慮する必要があり、降雨パターンによる地下水涵養の変動を検討するには、計算時間刻みについても十分な検討が必要である。
- ・川崎市の土地利用は、現在までに緑地が減少し、建物用地が大部分を占める結果であったため、今回は将来条件として土地利用の変化を考慮しないこととしたが、一般には、緑地（特に涵養量が多い水田）の面積の変化により地表涵養が大きく変わる可能性があるため、土地利用の変遷に留意する必要がある。
- ・地下水利用は、大きく、農業、工業、上水の 3 つに区分され、それぞれの用途によって、揚水量の変動が異なる。農業であれば、地下水依存度や水田面積の変化に応じて将来的な変動を想定する必要があり、工業、上水であれば、工業団地の建設計画や、地下水依存度に留意する必要がある。
- ・河川は、地下水の境界条件として大きな影響を与える要素であり、地下水に対して涵養河川、排水河川の両方が想定される。一般には、観測データに基づいて河川水位を適切に設定する必要があり、堰の建設や河床掘削などに伴い、河川水位が変動することに留意する。

b. 地盤沈下

- ・地盤沈下は、一般に粘性土の圧密沈下現象であり、粘性土が厚く堆積している低平地での問題が大きい。このような粘性土の圧密特性が十分に把握できる情報があれば、圧密沈下を対象とした解析手法を適用することも可能である。
- ・圧密沈下を対象とした地盤沈下解析は、一般に、モデル化が困難な場合が多い。そのため、川崎市で適用した地下水位と地盤沈下量の年変動量の相関関係から、地下水低下に伴う地盤沈下量を

推定する方法が簡便でよいと考えられる。ただし、過去に大きな地下水位低下と地盤沈下を経験している場所では、圧密沈下の履歴を考慮して、水位低下量と沈下量の関係を正規圧密領域と過圧密領域に区分して観測データを整理する必要がある。

c. 塩水化検討手法

- ・今回は、塩水化の問題に関する検討手法として地下水位と塩化物イオン濃度の観測データを用いて年変動量の相関関係から地下水位の年変動量に対する塩化物イオン濃度の年変動量を推定する方法を採用した。
- ・上記の手法は、過去の大きな地下水位変動が沈静化し、塩淡水境界の変動が落ち着いた後の期間に対して適用できるものと推定される。したがって、地下水位と塩化物イオン濃度の観測期間が10程度以上得られていることが適用に当たったの要点と考えられる。

2 被災地域（仙台平野）のケーススタディ

キーワード:被災地域、地盤沈下、水収支把握、年間水収支法、地下水防災利用

解析手法及び結果の概要

2.1 仙台平野における災害発生時の地下水供給

(1) 検討目的

被災地域であり、かつ現状で地下水利用が多くない地域であることを踏まえ、水収支に着目して災害発生時の地下水供給の可能性、地下水位と地盤沈下の関係を調べることを目的とした。

(2) 検討手順

図1のフローに従って検討、解析を実施した。

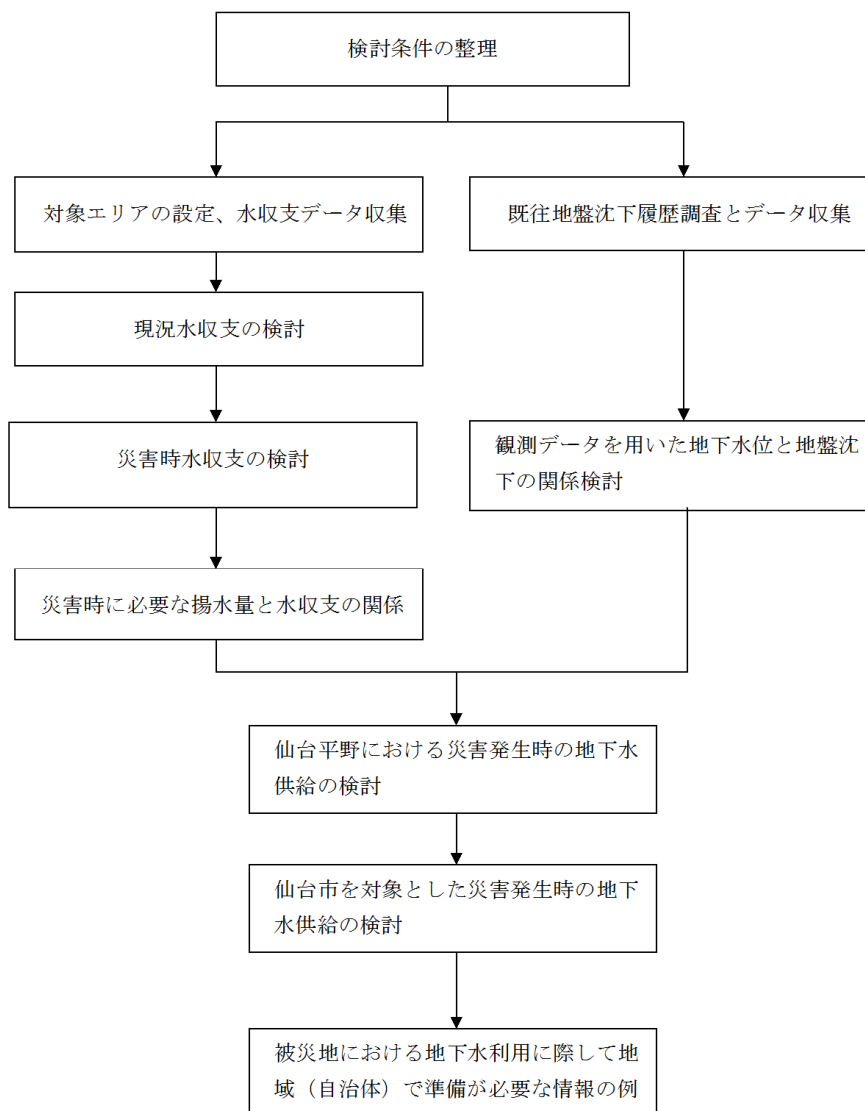


図1 仙台平野における災害時地下水利用検討フロー

(3) 検討条件

- ・水収支データ 対象地域、対象面積
- ・地下水盆の水収支の算定方法（年間水収支）
- ・地下水涵養量 水田部 減水深：20mm/日、非水田部 1mm/日
- ・年間地下水利用量
- ・地盤沈下データ
- ・災害時の年間水収支 災害時生活用水としての地下水揚水量の推定、災害時生活用水として必要な揚水量

a. 対象地域

- ・仙台平野は、図2に示すように、国土調査50万分の1土地分類図における「仙台福島平野」の範囲を参考として、宮城県の内、仙台市、多賀城市、塩竈市、七ヶ浜町、利府町、名取市、岩沼市を対象とした。
- ・上記の内、地下水に関する水収支（地下水盆）の範囲は、「台地」、「低地」、「水面」とした。

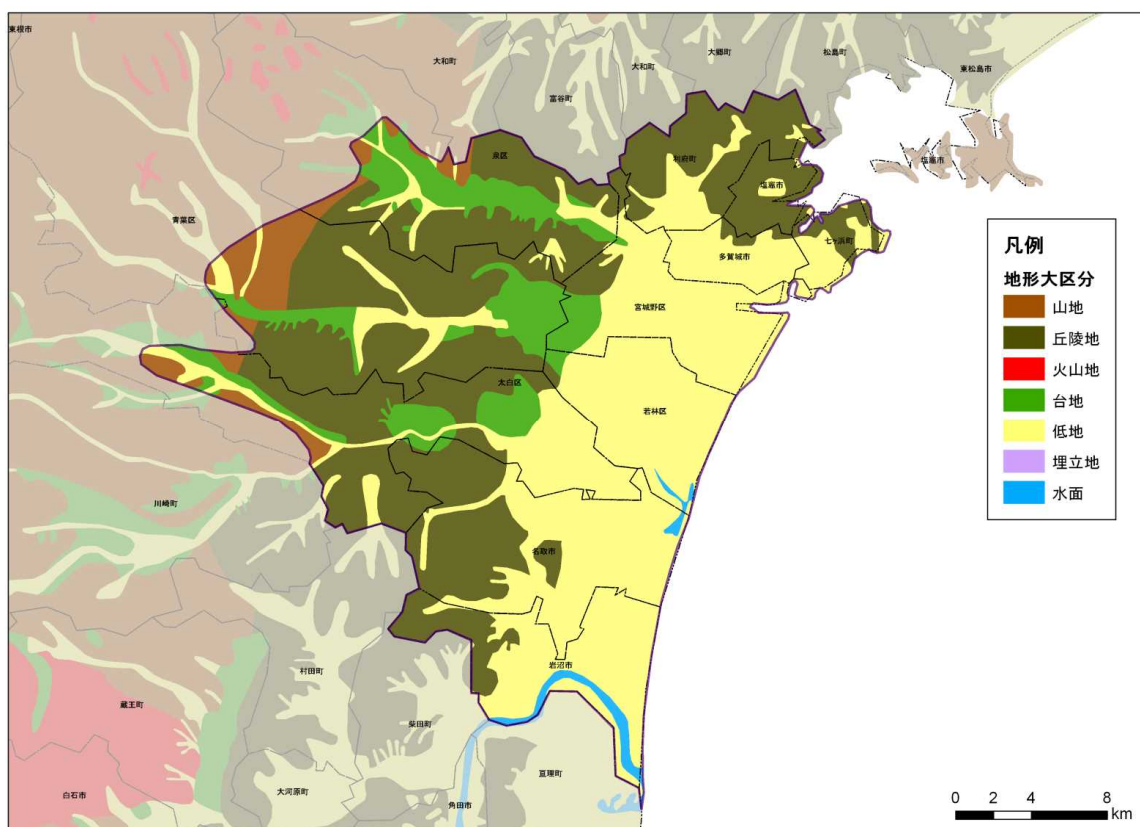


図2 仙台平野の水収支対象域（低地＋台地＋水面）

（「国土調査50万分の1土地分類図」のShapeファイルを利用してArcGISにより作成）

b. 水収支の算定方法（年間水収支）

図3に水収支算定方法を示す。

【水収支の算定方法】

- 地下水盆全体のかん養量 $W = (A1 \times w1) + (A2 \times w2)$
- 地下水盆全体の地下水利用量 $Q = Q1 + Q2 + Q3$
- 年間の水収支 $B = W - Q$
- 単位面積当たりの水収支 $H = B / A$

ここに、

W：年間の地下水かん養量（体積）、A1：水田（作付け）面積、w1：水田域の単位面積当たりのかん養量（＝減水深 I－蒸発散量 E）、A2：非水田域の面積（＝A－A1）、A：地下水盆全体（原則として台地＋低地）の面積、w2：非水田域のかん養量（＝1mm/d）、Q：年間の地下水利用量（体積）Q1：農業用地下水利用量、Q2：工業用地下水利用量、Q3：上水用地下水利用量、B：年間の水収支（体積）、H：単位面積当たりの水収支（Bを地下水盆全体の面積で除した換算水面高さ）

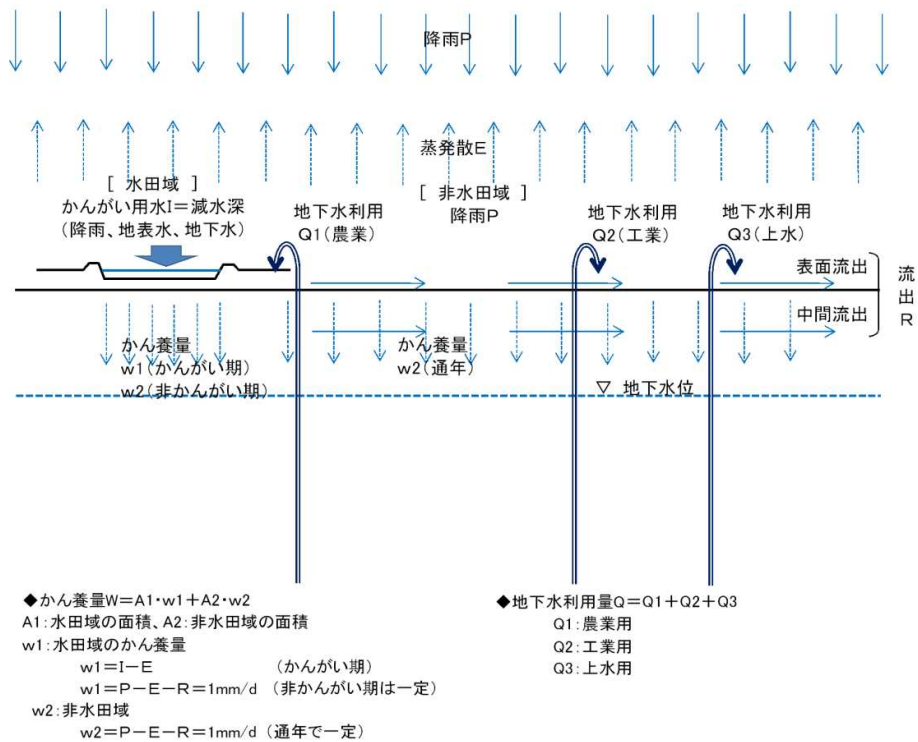


図3 水収支算定方法

c. 地下水利用量（年間）

表1 仙台平野の年間地下水利用量（H19年、単位：百万m³）

市町村	工業用	建築物用	水道用	農業用	合計
仙台市	3.2	18.1	3.1	9.3	33.7
名取市	0.4	0.4	0.4	1.5	2.7
岩沼市	1.5	0.0	0.0	0.2	1.7
塩竈市	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
多賀城市	0.0	0.0	0.4	4.0	4.4
利府町	0.0	0.0	1.8	0.0	1.8
七ヶ浜町	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	5.1	18.5	5.7	15.0	44.3

出典：環境省・全国地盤環境ディレクトリ 平成24年度版

(http://www.env.go.jp/water/jiban/dir_h24/04miyagi/sendai/detail.html#D6-1)

(4) 解析結果

- ・仙台平野全体の概略の年間水収支の検討結果より、地下水利用量は地下水涵養量に対して約17%である。
- ・仙台市内の地下水観測井において、近年は、地下水位は回復傾向にあるが、地盤沈下は継続的に進行しており、主に地層上部・沖積層が沈下の対象のようである。これは、1978(S53)年に発生した宮城県沖地震(M7.4)の影響が継続している可能性がある。地層下部・洪積層は、むしろリバウンド傾向が見られる(図4)。
- ・東日本大震災時における宮城県の避難者数を参考に、災害時生活揚水を利用するための地下水揚水量を算出した結果、約230千m³となった。これは、現況の年間の地下水利用量(44,300千m³)の約0.5%に過ぎず、災害時の地下水利用があっても仙台平野の水収支は、ほとんど変化しない。
- ・災害時の揚水による水収支への影響は少なく、現況の地盤沈下は地下水利用とは無関係に発生していることから、災害時の地下水利用は可能と考えられるが、地盤沈下地域における揚水は地盤の圧密沈下を促進する可能性があるため避けることが望ましい。

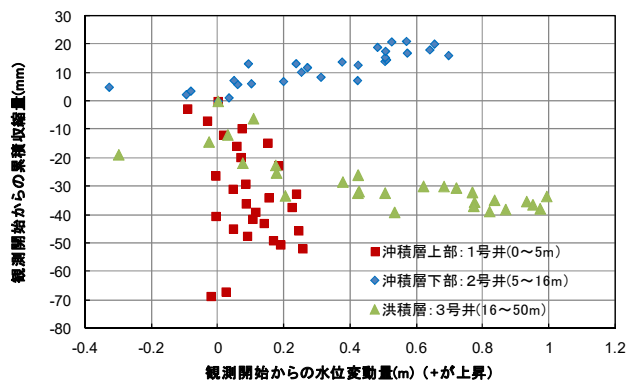


図4 地下水位と地盤沈下量の相関関係(狐塚)

注)縦軸(累積収縮量)は、- (マイナス)が収縮を示す

今後の地下水保全・利用方針

- ・近年、地下水位が回復傾向にあるにもかかわらず、地層上部の沖積粘性土を主体として沈下が進行しており、沈静化していない。
- ・今回の水収支解析は、仙台平野全体での概略的な検討であるが、地盤沈下が大きい範囲に限定した水収支解析が必要と考えられる。そのためには、揚水井毎の地下水利用量、位置を詳細に求めることが重要である。
- ・水収支解析では、地表からの涵養量の内、水田かんがいの割合が多い結果となった。水稲作付面積は、減少傾向にあるため、将来、地表からの涵養が減少する可能性があることから、土地利用の変遷に留意する必要がある。
- ・気候変動による降雨パターンの変動から地下水涵養が変動する可能性があり、これについては詳細な数値シミュレーションが必要と考えられる。

他の地方公共団体に適用する場合の留意点

- ・地盤沈下が比較的大きい地域では、仙台市の地盤沈下測定局のような層別に地下水位と地盤収縮量を測定できる計測器の設置が望ましい。
- ・揚水井については、設置位置、揚水量、ストレナ深度など、なるべく詳細な情報を入手することが水収支の把握に役立つ。
- ・水田面積（水稲作付面積）が比較的大きい場合、地表からの地下水涵養量の占める割合が大きいと想定されるため、減水深の把握が水収支解析上、重要である。

2.2 仙台市における災害発生時の地下水供給

(1) 震災時の井戸利用事例

仙台市内で災害時応急用井戸として登録されている236件の個人用井戸及び事業所井戸を対象に、東日本大震災時の利用について仙台市が聞き取りアンケートを行った結果を図5及び図6に示す。これらの図から断水した個人では77%、事業所では81%が応急井戸を利用したことがわかる。

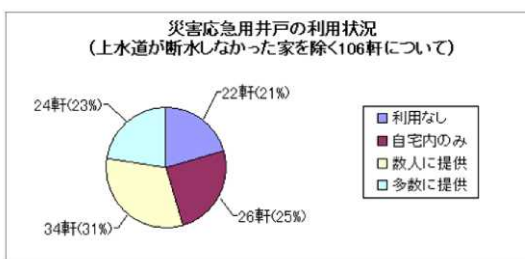


図5 災害応急井戸（個人）の利用状況

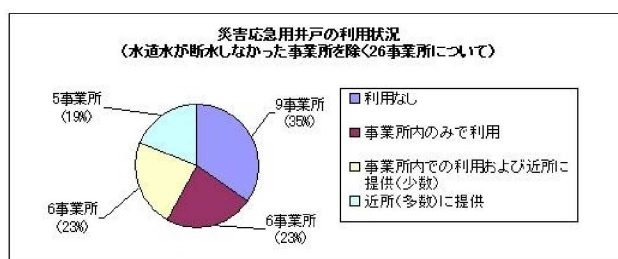


図6 災害応急井戸（事業所）の利用状況

出典：東日本大震災における災害応急用井戸の利用状況、仙台市、

http://www.city.sendai.jp/kankyo/1194280_2476.html

阪神淡路大震災時の目標水量、水運搬距離、給水方法（災害時地下水利用指針（案）、国土交通省、2009）の資料⁵⁾をもとに、東日本大震災時の仙台市における水道復旧状況と避難者数の推移データから算定した時系列の必要生活水量を表2に示す。発災後時系列で必要な生活用水量の目安として、表2から発災後1週間後に水需要のピークがあり、必要水量は約1,410m³であることがわかる。この水量は仙台平野全体の水収支検討結果から一時利用として問題はないものと考えられる。

表 2 東日本大震災時の日数経過に対する水道復旧状況と避難者数の推移

経過日数	発災後 3 日	発災後 1 週間	発災後 2 週間	発災後 1 カ月
水道の復旧状況	市内各地で断水	市内各地で断水	一部断水	復旧
避難者数	96,710	70,467	3,201	2,829
必要な生活用水量	3 $\frac{\text{リットル}}{\text{トール}} \times 96,710$ 約 290m ³	20 $\frac{\text{リットル}}{\text{トール}} \times 70,467$ 約 1,410m ³	100 $\frac{\text{リットル}}{\text{トール}} \times 3,201$ 約 320m ³	250 $\frac{\text{リットル}}{\text{トール}} \times 2,829$ 約 250m ³

出典：東日本大震災の地震被害等状況及び避難状況について、宮城県

<http://www.pref.miyagi.jp/site/ej-earthquake/km-higaizyoukyou.html>

(2) 避難所における地下水利用

発災後断水時から復旧までの水利用は主に地下水に依存することになり、必要な水量は時系列で変化するが、防災時応急用井戸として登録されている個人井戸や事業所防災井戸は場所や設置数が限られていること、おおよそ100m以内の地域利用に限られることから、避難者の主な利用場所は避難所になる¹⁾。

仙台市の場合、避難所は以下のa.～d.の区分、配置となっている。

- 指定避難所 101 箇所 避難のための広場と建物を備えた施設（市立の小学校、市立の中学校、市立の高等学校など）。
- 福祉避難所 34 箇所 指定避難所での生活が困難な高齢者や障がい者等の災害時要援護者を受け入れるために開設する二次的避難所（一部の高齢者施設、障がい者施設など）。
- 地域避難場所 37 箇所 指定避難所の確保がむずかしい地域の一時的な避難広場（25,000 m²以上の公園、施設、一部の小・中・高等学校、大学など）。
- 広域避難場所 2 箇所 火災の広がりにより指定避難所などにとどまることができないような場合の避難広場（50,000 m²以上の公園、施設など）。

このように約500km²の範囲に174箇所の避難所及び応急給水施設が配置され、避難所は約2.8km²に1箇所、応急給水施設は7.2km²に1箇所の割合で設置されていることになる。また、東日本大震災の際には他県からの応援等も含み、給水車による給水（最大75台/日、750m³/日）及び応急給水槽（19箇所、100m³/日）による応急給水が行われた（仙台市の東日本大震災による水道施設被害と震災対応の概要、厚生労働省、平成22年3月）。被災後1週間の最大水需要1,410m³/日をこれらの応急給水と既存の避難所で賄う場合、井戸の揚水能力1m³/時とし、応急給水施設による給水能力を550m³/日とすると、36避難所への井戸設置が必要で、おおよそ5避難所に1箇所の割合で防災井戸の設置が必要になる。

実際は地盤沈下を生じる可能性がある地区への浅井戸設置は避けるよう考慮する必要があり、設置箇所、井戸設置本数は制約を受ける。また、平常時と異なり、災害時はアクセス障害や停電などの被害が重なることも予想される。このため、地下水利用の観点からは現状の避難所への防災井戸や貯留槽配置を主に、個人や事業所の登録井戸（できればつるべ式井戸や停電対応井戸）の件数を増やして停電時対応や地区毎の利便性を補完する必要がある。

(3) 災害発生時の地下水供給に際して検討が必要な事項の例

仙台市を対象とした検討例をもとに、災害発生時の地下水供給の可能性等を検討する場合に必要な情報の例を挙げると次のようになる。

a. 現況の把握

○避難所の数と配置現況

- ・避難所の区分、管理者（解錠責任者）、受け入れ可能人数、設備状況
- ・避難所へのアクセス（平常時、主道路通行不能時）
- ・ライフライン遮断時の対応

○登録防災井戸の状況把握

- ・井戸の管理状況、水質（飲用可能かどうか）
- ・設置場所の周知（防災マップ、Web サイトなど）

b. 被害想定及び必要水量予測

○想定避難者数

- ・地域住民、近隣地域からの避難者
- ・時系列の避難者数予測

○災害時の水需要予測

- ・既往災害事例をもとにした時系列予測
- ・避難者数を考慮した総量とピーク予測

○地下水で賄う必要がある水量

- ・給水車など公助で見込める応急給水量

c. 地下水利用施設の配置計画

○避難所への井戸、貯留槽配置計画

- ・ b. による必要量と各避難所の担保水量
- ・防災マップへの利用施設の記載と広報
- ・地下水利用施設が具備すべき条件（飲用、生活用）

○防災計画

- ・感震器の設置、自家発電装置などの停電対応
- ・避難所へのアクセス確保方策
- ・地域防災計画への反映

參考資料

参考資料 1 地下水保全に関する条例及び観測配置の例

表 1 水源地の保全に関する条例等

都道府県	市町村	条 例	施行年月日
北海道	—	北海道水資源の保全に関する条例	平成 24 年 4 月 1 日
秋田県	—	秋田県水源森林地域の保全に関する条例	平成 26 年 4 月 1 日
山形県	—	山形県水資源保全条例	平成 25 年 4 月 1 日
茨城県	—	茨城県水源地域保全条例	平成 24 年 10 月 3 日
群馬県	—	群馬県水源地域保全条例	平成 24 年 6 月 26 日
埼玉県	—	埼玉県水源地域保全条例	平成 24 年 4 月 1 日
山梨県	—	山梨県地下水及び水源地域の保全に関する条例	平成 24 年 12 月 27 日
神奈川県	座間市	地下水を保全する条例	平成 10 年 4 月 10 日
新潟県	—	新潟県水源地域の保全に関する条例	平成 25 年 12 月 27 日
福井県	—	福井県水源涵養地域保全条例	平成 25 年 4 月 1 日
富山県	—	富山県水源地域保全条例	平成 25 年 4 月 1 日
石川県	—	水源地の供給源としての森林の保全に関する条例	平成 25 年 4 月 1 日
石川県	白山市	水道水源地の保護に関する条例	平成 23 年 4 月 1 日
長野県	—	長野県豊かな水資源の保全に関する条例	平成 25 年 3 月 25 日
長野県	佐久市	佐久市水資源保全条例	平成 25 年 1 月 1 日
岐阜県	—	岐阜県水源地域保全条例	平成 25 年 4 月 1 日
徳島県	—	徳島県豊かな森林を守る条例	平成 26 年 4 月 1 日
熊本県	熊本市	涵養の促進に関する指針	平成 24 年 4 月 1 日
宮崎県	—	宮崎県水源地域保全条例	平成 26 年 3 月 17 日

表 2 条例における地下水域の保安全管理体制に関する規定（平成 26 年 3 月現在）

都府県名	地方公共団体間連携	審議組織設置	事業者 自主管理	住民参加
東京都	板橋区、小金井市、日野市、国分寺市、東久留米市	小金井市、日野市、国分寺市、八丈町、新島村		板橋区、小金井市、日野市、国分寺市、東久留米市
神奈川県	座間市	秦野市、座間市、真鶴町		座間市
新潟県		十日町市、南魚沼市、湯沢町、魚沼市	長岡市、十日町市	
石川県		野々市市、内灘町		金沢市
山梨県		笛吹市、中央市、昭和町、鳴沢村、富士河口湖町	昭和町、富士吉田町	
静岡県			静岡県、浜松市	
愛知県			津島市	
岐阜県	岐阜市			
京都府		城陽市	城陽市	
愛媛県		西条市		西条市
高知県		香南市		
福岡県		宗像市		
佐賀県				小城市
長崎県			大村市	
熊本県	熊本県、熊本市	熊本市	熊本県、熊本市、西原市	熊本県、熊本市
鹿児島県		与論町		
沖縄県		宮古島市、糸満市、うるま市、伊江村	石垣市	
関連地方公共団体数	9	29	13	11

出典) 千葉知世：地下水保全に関する法制度的対応の現状、水利科学、No. 7

表 3 地盤沈下観測地点の配置状況

地域名	面積 (km ²)	地盤沈下観測点数と配置密度※		
		基準点	観測井	1箇所あたり面積(km ²)
例指定6地域(静岡県)	450	31		15
群馬県	2,416	181	5	13
東京港	66	6		11
八戸市	690	65	4	10
静岡市	141	22		6
埼玉県平野部	2,785	575	55	4
さいたま市	217	78	3	3
岡崎平野	151	71		2
筑後平野(佐賀県)	360	164	22	2
福井平野	156	133	6	1

※国土地理院の「基準点成果閲覧」、都県の「地盤沈下・地下水位観測年報」、各都県HPの地盤沈下情報などに記載された平成25年度の水準点の観測基準点数、沈下計を設置している観測井数、面積の情報を収集・整理し、これらのデータを用いて、地盤沈下観測点の配置密度(面積/(基準点数+観測井数))を算出している。

表 4 地下水位観測井の配置状況

流域 区分	流域名	面積 (km ²)	地下水位観測井数と配置密度※	
	(地下水流動域名)		観測井	1箇所あたり面積(km ²)
広域	埼玉県平野部	2,785	36	77
	筑後平野(佐賀)	360	13	28
	静岡平野(静岡地域)	300	20	15
	安曇野扇状地	70	5	14
	庄川扇状地	880	67	13
	岡崎平野	151	14	11
	福井平野	200	29	7
	愛知県尾張地域	580	152	4
	砺波平野	127	58	2
河川 流域	熊本白川流域	1,041	56	19
	庄川流域(高岡市)	91	12	8
都県市	八戸市	690	7	99
	群馬県	2,416	36	67
	富士吉田市	122	4	31
	東京都	2,187	91	24
	北杜市	603	30	20
	静岡市	141	15	9
	富士市	245	28	9
	秦野市	103	20	5
	静岡県(条例指定地域)	450	155	3
地下水 流動域	熊本白川流出域(熊本市)	389	33	12
	大野盆地清滝川涵養域	22	11	2
	大野盆地清滝川流出域	22	15	1

※地下水位観測井の配置状況について概況を知るために、平野、扇状地、河川流域、地方公共団体、地下水流動域を対象に観測井の配置状況を調べた。都県あるいは市などの「地盤沈下・地下水位観測年報」や各都県 HP の地盤沈下情報などに記載された平成 25 年度の地下水位観測井数及び面積の情報を収集している。これらのデータを用いて、地盤沈下観測点の配置密度(面積/観測井数)を算出した。

表5 用水二法及び条例による地下水採取規制の例

法令 都府県名	市町村	採水法	規模			構造		適用条件
			揚水管径	吐出径	揚水量	井戸深度	ストレーナ下限	
工業用水法		動力		6cm ² 以上				工業用
ビル用水法		動力		6cm ² 以上				建築物用
宮城県	松島町	動力	30mm以上			20m以上		
福島県	福島市	動力			30m ³ /日			
東京都	板橋区	動力						出力300W超
東京都	小金井市				500m ³ /日			
神奈川県	小田原市				12.5m ³ /時			
神奈川県	開成町	動力	100mm以上			20m以上		
神奈川県	真鶴町	動力	150mm以下	50mm以下	125mm ³ /日	80m以上		第4種指定地域
新潟県	長岡市	動力		4cm ² 以上			20m以深	
新潟県	十日町市	動力					20m以深	十日町地域
新潟県	田上町	動力				30m超		禁止、許可取得
新潟県	湯沢町		100mm以下 150mm以下 150mm以下 150mm以下	mm以下40mm 以下50mm以下 65mm以下				1号井戸 2号井戸 3号井戸 4号井戸
新潟県	魚沼市		150mm以下 150mm以下 200mm以下	50mm以下 65mm以下 80mm以下		60m以下 80m以下 120m以下		第1種規制地域 第2種規制地域 第3種規制地域
富山県		動力		21cm ² 超				
富山県	滑川市	動力		21cm ² 超				
富山県	上市町			5cm ² 超				
石川県	金沢市	動力		6cm ² 超				
石川県	内灘町	動力		11.4cm ² 超		水面30m超		
石川県	白山市	動力		19.62cm ² 超				
石川県	中能登町	動力		11.4cm ² 超				揚水機30m以深
福井県	大野市	動力		19.6cm ² 超				
山梨県	富士河口湖町			6cm ² 超				
静岡県		動力		14cm ² 超				
静岡県	富士市	動力		5cm ² 以上 14cm ² 以下				規制地域、適正 化地域
静岡県	伊豆市	動力 手動		5cm ² 以上				
静岡県	掛川市	動力		19cm ² 超				
静岡県	浜松市	動力		5cm ² 以上				
京都府	大山崎町	動力			20m ³ /日			
京都府	向日市			19cm ² 超				
京都府	城陽市	動力						
大阪府	島本町	動力		5cm ² 以上				
愛媛県	西条市	動力		21cm ² 以上				
高知県	香南市	動力			100t/日			
福岡県	豊前市	動力		19cm ² 超		40m以上		
福岡県	宗像市	動力			10m ³ /日			
佐賀県	小城市	動力		6cm ² 超				
長崎県	南島原市	動力		5cm ² 超		20m超		
長崎県	五島市	動力		25.4mm超		水面20m超		
長崎県	熊本市	動力		19cm ² 超				
長崎県	西原村	動力 自噴	19cm ² 以上	6cm ² 以上				
熊本県		動力 自噴		6cm ² 超 19cm ² 超 50cm ² 超 125cm ² 超 19cm ² 超				届出、重点指定 許可取得、重点 届出、指定 許可取得、重点 届出。重点

出典) 千葉知世：地下水保全に関する法制度的対応の現状、水利科学、No. 7、pp. 42-47、2014

表6 地下水採取規制を実施している地方公共団体の要綱及び協議会自主規制の例

都府県名	地方公共団体の要綱等	協議会による自主規制
青森県	青森市揚水設備以外の動力設備による地下水採取の届出に関する要綱、八戸市地下水採取の届出に関する要綱	
山形県	山形市雨水浸透施設設置普及推進要綱、山形市地盤沈下の防止及び地下水の適正利用に関する行政指針	
福島県	猪苗代町水道水源保護要綱	
栃木県	栃木県地下水揚水施設に係る指導等に関する要綱	
埼玉県	埼玉県地盤沈下緊急時対策要綱、さいたま市地盤沈下緊急時対策要綱	
東京都	温泉動力の装置の許可に係る審査基準、世田谷区温泉掘削に伴う地下水及び湧水の保全に関する要綱、杉並区雨水流出抑制施設設置指導要綱、三鷹市環境配慮指針	
神奈川県	秦野市地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱、中井町地下水採取に関する指導要領	
富山県	朝日町地下水の採取に関する指導要綱、魚津市地下水の採取に関する指導要綱	庄川下流域地下水利用対策協議会、富山地域地下水利用対策協議会
福井県	福井県地盤沈下対策要綱、永平寺町地下水採取に関する要綱	
新潟県	長岡市消雪用揚水設備の使用等の基準に関する要綱、長岡市地盤沈下緊急時対策実施要綱、長岡市小国地域における消雪用及び融雪用の地下水利用適正化対策要綱、妙高市地下水利用の届出に関する要綱、妙高市浅井戸の届出に関する要綱、南魚沼市消雪用地下水削減対策要綱	
長野県	茅野市地下水資源利用の適正化に関する要綱、下諏訪町地下水利用指導要綱、白馬村開発指導要綱、小谷村開発事業等指導要綱	
静岡県	御殿場市土地利用事業指導要綱、裾野市土地利用事業指導要綱、小山町土地利用事業指導要綱、富士宮市地下水の保全及び利用に関する指導要綱	地下水利用対策協議会（黄瀬川地域、浜名湖西岸地域）
愛知県		尾張地域地下水保全対策協議会、豊橋市地下水保全対策協議会
岐阜県		西濃地区地下水利用対策協議会（大垣市街区域、輪之内町、海津市平田町、旧墨俣町、安八町、旧上石津を除く大垣市、海津市海津町、海津市南濃町、養老町、神戸町、池田町、大野町、旧揖斐川町、垂井町）
京都府	八幡市地下水の採取の届出に関する要綱、京田辺市地下水保全要綱	
和歌山県	白浜町地下水の保全及び利用の適正化に関する要綱	
兵庫県		東播地域地下水利用対策協議会（明石市、稲美町、播磨町の全域、神戸市、加古川市、高砂市、三木市の一部）、伊丹市工業用水協議会
徳島県	地下水の採取の適正化に関する要綱	吉野川下流域地下水利用対策協議会
香川県		香川中央地域地下水利用対策協議会（高松地域、中讃地域）
長崎県	島原市地下水保全要綱、島原市地下水等水資源保全対策研究会規程	

参考資料 2 用語集

【か行】

かん水(鱗水)(かんすい)

braine water

かん水(鱗水)は、一般に塩分を含んだ水(塩水)を指す。淡水(生物が生存に利用できる塩分濃度の低い水)以外の水の総称。海水もかん水であり、陸域地下深部や沿岸域の地層中の地下水はある程度塩分濃度を有するかん水であることが多い。

涵養(かんよう)

recharge

一般に、降水、湖沼水・河川水、貯水池・浸透ます(枡)などの水が地下へ浸透すること(地下水となること)を指す。また、涵養が起こる場所を涵養域と称する。なお、対比される言葉として、流出(湧出)が使われる。

涵養域(かんよういき)

recharge area

地表から降水の浸透が起こり、地下水が涵養されている地域。地表浅部の浸透性が良好で不飽和帯が発達する地域(山地斜面、あるいは平地で相対的に地形標高の高い場所)、水田地帯などにあたる。地下水の流れは地表から下向きで、地下水面に達すると周辺のポテンシャル分布に従い流動が起こる。流出域(湧出域)の対義語。

【た行】

地下水(ちかすい)

groundwater

広義には、地表面より下に存在する水(土壌・岩石の間隙や割れ目に存在する水)の総称。ただし、「地中水」を総称として使い、浅部不飽和帯の水を「土壌水」、自由地下水面以深の水を「地下水」とよぶ立場もある。近年は「地下水学」という名前が地表面下の不飽和帯・飽和帯の水全体を包含して扱う分野名となっている。

地下水位(ちかすい)

groundwater level

ボーリング孔の中で測定される水面の標高値。被圧帯水層の場合は地表面より上になる場合もあるので、より一般的には、飽和地層の任意の点に仮想的な管を立てたときに管内に現れる水面位置(大気圧となる位置)を標高値として表したものの。当該点の間隙水圧を計り、全水頭(位置水頭+圧力水頭)で表した値。なお、低浸透性の地層が胚胎し被圧帯水層が形成されているような地質条件では、浅部自由地下水の水位と下部被圧帯水層の地下水位は異なり、多段地下水位とよばれることがある。

地下水域(ちかすいいき)

groundwater basin

地域の地下水流動系全体を指した言葉。地下水盆が地質構造を基礎にするのに対し、地下水域は地質構造や水文学的境界などの自然の要因だけでなく、揚水など人為的要因も含め、より広

く流域や流動系を見たときに使われることが多い。

地下水涵養(ちかすいかんよう)

groundwater recharge

降水や地表水が地下に浸透して地下水流動系に付加される作用。一般には、降水による涵養がその大半を占めるが、河川水・湖沼水の浸透、水田からの浸透、人工涵養施設(浸透耕(ます)、涌養池、還元井など)からの浸透、上下水道の漏水なども含まれる。都市部においては、舗装面の増大や排水設備の整備により直接流出が増大し、地下水涵養量が減少したため、地下水環境や水循環系に大きな変化が生じている。

地下水収支(ちかすいしゅうし)

groundwater balance, groundwater (water) budget

地下水盆や帯水層の単位で推定される地下水涵養量と揚水量・流出量の収支のこと。水文学的水収支は、降水・蒸発散・河川流出・地下水涵養・地下水流出を含めた全体が扱われるが、その一部をより詳しく扱うもの。例えば、帯水層ごとの季節単位、年単位、より長期間の単位での収支の推定が行われる。

地下水障害(ちかすいしょうがい)

groundwater problem

主に地下水利用や建設工事などにより生じる地下水系の変化に伴う障害で、次のように大別される。①地下水位の低下(自噴停止、井戸の相互干渉、可採水量の減少)、②地下水位低下による誘発障害(広域の地盤沈下、酸欠空気の発生、塩水化、地下水酸性化による鉄の腐食など)、③地下水位の著しい上昇で生じる障害(自噴量の増加による排水不良、流出量の増大による湿田化、温排水による周辺井戸の水温上昇)、④水質への障害(水質変化、汚染物質の混入、地層汚染など)。

地下水流動系(ちかすいりゅうどうけい)

groundwater flowsystem

降水などの水文条件や地形・地質などの特性に支配された地下水流動の地域的総体。地下水流動系には、様々なスケールのもものが混在する。主に局地的な地形の高低や地質構造に支配された流動深度が浅く短時間で流出する流動系を局地流動系、流域の大地形に支配された流動深度が深く緩慢で大きな流れを地域(広域)流動系、それらの中間のスケールのもものを中間流動系、と区分してよんでいる。

【ま行】

水収支法(みずしゅうしほう)

water budget method

対象とする流域や地域において、一定期間(一水年)の水収支は、

$$P = E + R + \Delta S$$

で表される。ここでP:降水量、E:実蒸発散量、R:河川流量、AS:貯留量変化であり、いずれも一水年の累積値である。水収支法は、この式の各項を実測、あるいは推定し、残った一つの項を残差として求める方法である。例えば、ある流域でP、Rが実測されていれば、1水年を渇水期の始まりから翌年の渇水期の始まりまで取った場合、この水年の最初と最後の流量差ARと、渇水

期の河川流量減水率 α から

$$\Delta S = \Delta R / \alpha$$

となることから、測定されていない(測定の難しい)Eが求められることになる。

水循環 (みずじゅんかん)

water cycle

地球上において太陽エネルギーを主たる原動力として起こる、海洋における蒸発→大気圏を通じた陸域への輸送→降水→表流水・地下水形成→海洋への流出のプロセスを水循環(あるいは水文循環、水の大循環)という。また、水は様々な形(海洋水、大気中の水蒸気、雪氷、土壌水、地下水、河川水、湖沼水など)で存在し、様々なプロセス(蒸発散、凝結、降水、浸透、降下浸透、地下水涵養、流出、人間による利用・輸送など)によって連続しており、それらの全体を含めて水循環系という。また、その一部として流域を単位とした流域水循環、都市スケールの都市水循環などという言い方も使われる。

モニタリング(地下水の)(もにたりんぐ)(ちかすいの)

monitoring (of groundwater)

地下水の状況(水位、水質、水温、地下水流向・流速)を経時的に観測することをいう。一般に“モニタリング”という言葉を用いる場合には、地下水情報を単に取得する作業という意味のみならず、取得したデータに基づいて地下水の客観状況を把握し、状況をコントロールしていくための対策立案を考えることを背景にしている場合が多い。

出典) 公益社団法人日本地下水学会編：地下水用語集、理工図書、2011 の一部を抜粋転載。