

# 「地下水保全」事例集

～地下水保全と持続可能な地下水利用のために～



環境省 水・大気環境局  
土壌環境課 地下水・地盤環境室



水は古くから利用され人が生きていく上で欠かすことのできない限りある資源であり、循環する過程で動植物の生息環境の保全や国民生活、産業活動に重要な役割を果たし、産業や文化を育んできました。地下水はこの水循環を構成する重要な要素であり、工業用水、農業用水、生活用水、をはじめ、まちづくりや地域観光にも利用されてきました。

しかしながら、地下水を取り巻く環境は時代の変遷とともに変化してきています。かつて高度経済成長期に深刻であった地下水の過剰採取による地盤沈下は全体的には沈静化しつつありますが、現在も一部地域で継続し、引き続き地下水採取規制、代替水源の確保等による対策が行われています。一方で、かつては地盤沈下が深刻であった大都市地域では地下水採取規制等により地下水位が回復・上昇するなど、地下水を取り巻く環境に新たな変化が見られます。

また、自然環境、社会・経済環境の変化の進行等が地下水位の低下や水質に及ぼす影響も懸念されています。さらに、ヒートアイランド対策や再生可能エネルギーの利用、防災利用など多面的な利用が広がっている状況の中で、地盤沈下を防止しつつ、地下水の有効利用を図る方策の確立が求められています。

これらを背景として、平成26年7月に施行された水循環基本法第三条には、基本理念として、水が国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いものであること、総合的な管理と適正な利用によってその恩恵が将来にわたって享受されなければならないこと、水循環系全体に与える影響を最小にし、流域を単位とする総合的な管理が必要であることなどが示されています。水循環の重要な構成要素である地下水の利用環境についても同様の保全管理が求められます。

本事例集は、このような背景を踏まえ、地下水保全に関して先進的な地域の取組事例を収集したものです。地下水保全のあるべき基本的な考え方を整理し、地下水の適切な保全管理のための方策をとりまとめた『「地下水保全」ガイドライン～地下水保全と持続可能な地下水利用のために～』と併せて、地方公共団体の関連施策の立案、地域における地下水・地盤環境の保全などの一助になることを期待します。

本事例集の作成に当たり、「適正な地下水の保全と利用のための管理方策検討会」（平成25年度）、「健全な地下水環境の維持・回復検討会」（平成26年度）（ともに座長：田中 正 筑波大学名誉教授）の委員の方々に御指導いただくとともに、地方公共団体などから貴重な資料の提供や御意見、御協力をいただきました。御協力いただいた多くの関係者の皆様に改めてお礼申し上げます。

平成27年3月

（平成28年4月一部修文）

環境省 水・大気環境局  
土壌環境課 地下水・地盤環境室

## 目次

1. はじめに	1
2. 地下水の実態把握と予測	6
(1) 実態把握と予測	6
① 実態把握	6
② 水収支解析による予測	7
(2) 将来予測のケーススタディ	11
3. 連携による体制づくり	14
(1) ガバナンスの考え方	14
(2) ステークホルダーの役割と連携	20
4. 地下水環境の保全管理方策	27
(1) 保全計画	27
(2) 調査・観測とモニタリング	35
(3) 涵養	43
(4) 管理目標と指標	51
(5) 資金管理	56
(6) 水文化の継承	62
(7) 地域づくり	67
(8) 教育と地域学習	73
5. ケーススタディ	80
(1) 沿岸平野の検討事例（川崎市）	80
(2) 被災地域の検討事例（仙台平野）	80
<u>参考資料</u>	
参考資料 1 地下水保全に関する条例及び観測配置の例	98
表 1 水源地の保全に関する条例等	
表 2 条例における地下水域の保全管理体制に関する規定	
表 3 地盤沈下観測地点の配置状況	
表 4 地下水位観測井の配置状況	
表 5 用水二法及び条例による地下水採取規制の例	
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	
参考資料 2 用語集	104

## 1. はじめに

本事例集は、適切な地下水の保全を行うために参考となる保全計画、具体的な施策に関する事例及び地下水保全の要点を整理したものである。事例の掲載に当たっては以下を基本方針とし、類似事例を収集した。

- ①地方公共団体（都道府県、市町村、特別区等）、協議会、民間団体等が実施しているもの。
- ②「地下水」あるいは「水環境」をキーワードとして含むもの。
- ③計画や施策が水循環基本法の内容に照らして先進性があるもの。
- ④策定・改定年が平成 18 年以降のものを優先する。
- ⑤地下水の量・質の保全だけでなく、水文化や地域づくりなど水環境全体の保全事例を含むもの。
- ⑥地盤沈下など他地域に共通の課題を含むと思われるもの。

これらの基本方針に該当する事例について、地域性等のバランスを考慮して選定した。次頁に事例リストを示す。

## 『地下水保全』事例一覧表

大項目	小項目	事例No.	事例タイトル	地域	頁
①水収支把握	年間水収支法	1	岡崎平野の年間水収支法を用いた水収支把握	愛知県岡崎平野	9
	数値解析(有限要素法)	2	阿蘇西麓地下水流域の有限要素法による水収支解析	熊本県	10
	地盤沈下地域での地下水利用	CS1	地盤沈下履歴がある沿岸地域における地下水利用検討事例	神奈川県川崎市	81
	災害時水源確保	CS2	被災地域での地盤沈下を防止しながらの災害時地下水利用検討事例	仙台平野	90
②体制づくり	流域ガバナンス	3	熊本地域の地下水保全管理体制	熊本地域	16
	地下水は地域共有の貴重な水資源	4	福井県大野市の地下水保全管理体制	福井県大野市	17
	水環境対策室	5	香川県高松市の持続可能な水環境の形成に向けた体制	香川県高松市	18
	計画・啓発に市民参加	6	神奈川県南足柄市の環境保全管理体制	神奈川県足柄市	19
③地域連携	広域連携	7	熊本地域の水田湛水事業における広域連携	熊本地域	22
	ステークホルダーごとの役割	8	福井県大野市の地域連携	福井県大野市	24
		9	名古屋市水の環境推進協議会による連携	名古屋市	25
	地域住民の銘水管理	10	鹿児島県志布志市の湧水保全	鹿児島県志布志市	26
④保全計画	未来への継承	11	千葉市水環境保全計画	千葉市	29
	2050年までの長期目標	12	名古屋市の水の環境推進2050なごや戦略	名古屋市	30
	市民との協同	13	神奈川県南足柄市の環境基本計画	神奈川県足柄市	31
	環境・利水・治水	14	東京都八王子市水循環計画	八王子市	32
	モニタリング	15	神奈川県箱根町の地下水保全計画	神奈川県箱根町	33
⑤モニタリング	テレメータシステム	16	埼玉県のテレメータシステム	埼玉県	38
	観測点配置	17	福井県大野市の観測点配置	福井県大野市	39
	人工衛星	18	人工衛星を利用した地表面変動の把握	千葉県	42
⑥涵養	森の小さなダム	19	静岡県三島市の涵養源保全事業	静岡県三島市	45
	水田湛水	20	熊本白川中流域の水田湛水事業	熊本地域	46
	涵養水田	21	秋田県美郷町の六郷湧水保全	秋田県美郷町	47
	かん水の全量地下圧入	22	新潟平野の水溶性天然ガス採掘における注入法	新潟平野	48
	再生水を利用した地下水涵養	23	海外の再生水利用における地下水涵養	海外	49
	工事における地下水保全	24	河床掘削工事における地下水保全	兵庫県加古川市	50
⑦管理目標	管理指標設定	25	福井県大野市の地下水管理指標	福井県大野市	53
	水循環管理指標	26	名古屋市の水循環に関する指標と取組	名古屋市	54
	管理指標設定	27	香川県高松市の水環境基本計画における目標設定と評価	香川県高松市	55
⑧資金管理	地下水基金	28	熊本白川中流域の水田湛水事業の資金管理	熊本地域	58
	環境保全協力金(寄付金)	29	山梨県北杜市の環境保全協力金(寄付金)制度	山梨県北杜市	59
	地下水利用協力金	30	神奈川県秦野市の地下水利用協力金制度	神奈川県秦野市	60
	地下水利用負担金	31	長野県安曇野市の地下水利用負担金制度(計画)	長野県安曇野市	61
⑨水文化の継承	水神、水守制度	32	熊本市の水文化継承の取組	熊本市	64
	海底湧水と漁場	33	富山湾の漁場を育む海底湧水	富山湾	65
	酒造り	34	京都伏見の酒造り	京都市	66
⑩地域づくり	街中せせらぎ事業	35	静岡県三島市の街中せせらぎ事業	静岡県三島市	69
	わさび田	36	長野県安曇野市のわさび田事業	長野県安曇野市	70
	地下水利用産業による地域振興	37	秋田県美郷町の六郷まちづくり事業	秋田県美郷町	71
	地下水の災害時水源利用	38	災害発生時の地下水供給設備	東京都	72
⑪教育と学習	絶滅危惧種(イバラトミヨ)	39	秋田県美郷町のイバラトミヨの飼育	秋田県美郷町	75
	水守制度	40	熊本市の教育・地域学習	熊本市	76
	湧水文化	41	福井県大野市の教育・地域学習	福井県大野市	77
	環境学習拠点づくり	42	東京都八王子市の環境教育・学習推進事業	八王子市	78

※CS：ケーススタディ

## 【各項目の説明】

### ①水収支把握

- ◆水収支把握とは、地下水の実態把握の内、涵養量・利用量・流出量等の地下水に関わる流動量の収支を把握することである。水収支の観点で流域の水環境における現況の地下水の水収支状況を把握し、課題を抽出した上で、将来の環境変化や水需要を想定して将来の地下水の水収支状況を予測することができる。
- ◆地域における地下水の実態を再現できる水収支モデルを用いて、将来の環境変化要因を加えたシミュレーション解析を行うことが基本となる。
- ◆水収支モデルを用いて現況の水収支解析を行い、現在の地下水位分布を再現できることを確認する。これらの水収支解析の結果は、地下水の保全管理において「現況把握 → 施策の立案 → 施策の実施 → 効果のチェック → 施策の見直し」という一連のPDCA（Plan（計画）、Do（実施・実行）、Check（点検・評価）、Act（処置・改善））サイクルの過程で、検証に重要な資料として保全計画の作成に用いられる。

### ②体制づくり

- ◆水循環基本法における「健全な水循環の維持又は回復のための取組の積極的な推進」では、「流域に係る水循環について、関係機関が連携し、流域として総合的かつ一体的に管理する必要がある」と規定されている。
- ◆熊本地域、秦野市などでは、条例等に基づく地下水関連事業や研究を行う場合、行政・学識経験者・事業者・住民等による協議会や民間団体（NPO, NGO）を設置し、それらが主体となって事業を協働で実施している。

### ③地域連携

- ◆地下水保全に関わるステークホルダーについて、水循環基本法には「国の責務」、「地方公共団体の責務」、「事業者の責務」、「国民の責務」として水循環への配慮や協力、連携が規定されている。また、地方公共団体では、たとえば熊本県地下水保全条例で「県の責務」、「県民の責務」、「事業者の責務」として地下水保全施策への協力、連携が規定されている。
- ◆水環境や地下水環境の検討では治水、利水、環境、さらには生態系、文化、教育、経済等にまで議論が及ぶ場合があるため、マスタープラン等の策定に当たっては、幅広い知見や地元の実態・ニーズ等を集約する必要がある。また、住民参加や連携に当たっては、先進事例のうちの成功事例だけでなく、課題を含めて適切な方策を検討することが重要である。

### ④保全計画

- ◆保全管理が必要な項目として、自然特性としては、可能涵養量、保全環境（地盤沈下・塩水化・湧水枯渇・利用の季節変動）などがある。また、社会特性としては、土地利用（涵養面積）、地下水利用（工業用水・農業用水・生活用水）、水文化・風土・産業・名水などの人文社会環境、住民の関心度などがある。
- ◆保全管理の方策としては、調査・モニタリング、涵養、地域連携、住民参加、管理指標の設定、協力金、水文化の継承、啓発・地域学習などがある。適切な地下水の保全を図るためには、これらの水資源、水環境（地下水、地盤、生態系）、水文化を地域特性に合わせて総合的に将来世代に継続する方策を実施することが重要である。
- ◆水環境や地下水の保全目標と具体的な行動計画があると行政と住民が協働しやすい。

### ⑤モニタリング

- ◆観測は地下水域の地下水利用の現状把握を目的とし、モニタリングは施策実施後の検証を目的として実施する。手法、測定項目、測定点の配置計画などは地域の地下水の実態に大きく左右されるため、地域の地下水利用における課題や目的を踏まえて必要項目や配置計画、観測井戸構造を検討する必要がある。
- ◆通常の観測や流域全体の観測配置では1箇所/10～20km<sup>2</sup>程度、地下水域で数値解析モデル作成を目的とした配置では1箇所/2km<sup>2</sup>程度の間隔で配置される場合が多い。涵養域、流出域や帯水層の構造を考慮して配置計画を行い、ストレーナ深度、センサーなどの井戸構造を検討する必要がある。

- ◆将来予測を前提としたシミュレーション分析を行う場合には、涵養域を含む地下水域全体に降雨量、地下水位などの観測点を配置するのが望ましい。

## ⑥涵養

- ◆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したり、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。
- ◆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、湧水の枯渇などの問題が生じている。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。

## ⑦管理目標

- ◆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、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が、どれも経験的手法に依存している。また、将来の地下水を取り巻く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。
- ◆ただし、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。
- ◆地下水位に対しては、次の指標設定法が用いられている。①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監視する。②地下水位を変動させる要因として降水量、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。

## ⑧資金管理

- ◆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。
- ◆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。
- ◆これらの寄付金は、基金として、地下水モニタリング事業、涵養事業、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。

## ⑨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。
- ◆課題としては、文化伝承の担い手の高齢化、若者の関心の低下がある。



## ⑩地域づくり

- ◆地下水が持つ機能を地域づくりに活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。
- ◆これらの地域では、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。

## ⑪教育と地域学習

- ◆持続可能な地下水利用を図るための重要な方策のひとつに教育と学習があり、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、同法第七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。

## 2. 地下水の実態把握と予測

地下水の保全や持続可能な利用を図るに当たって、現在どのような地下水環境にあり、地下水のどのような機能を利用しているのかという実態を正確に把握することは非常に重要である。このため、まず基本調査やモニタリングにより、地域の水環境の把握と評価を行い、この中で水循環における地下水の位置付けを明確にする必要がある。この結果から現況の課題を抽出するとともに、地下水保全の目的を設定し、将来の地下水の状況を予測して保全計画に反映させることが必要である。

将来の地下水の状態の予測は、水収支モデルを用いたシミュレーション計算を行って地域の現況の水収支の再現、環境変化を考慮した将来予測の順に行うことが多く、この結果をもとに水循環や地下水環境・機能を保全し、利用するための具体的な方策を検討する。

### 【解説】

#### (1) 実態把握と予測

##### ① 実態把握

###### 1) 現況

地下水を含む水環境は地域毎に様々であるが、都市化の進展に対応して、涵養源の減少、地下水位低下、水質や水辺環境の悪化などが生じている。一方、過剰揚水による広域の地盤沈下履歴がある地域では、地下水位の回復に伴う地下構造物の浮き上がりや液状化の懸念が顕在化している。また、地中熱利用など新たな地下水利用のニーズが発生している。水循環基本法が成立し、地下水が国民の共有財産と位置づけられたことから、流域における地下水の利用現況を把握し、住民参加を得ながら地域特性に配慮した地下水保全・利用を進める必要がある。

###### 2) 課題

- ・これまでの規制中心の考え方から地下水域の地下水状態に応じた保全と利用方策を検討する方向に変えて行く必要がある。
- ・地下水域全体で観測データの取得が十分でない地域が多いため、観測点の数や配置を充実させて現況把握に必要なモニタリング体制を構築することが重要である。
- ・地下水保全・利用の目的を明確にし、水収支把握に必要な技術的なデータだけでなく、地域住民との関わり、地域独自の継承すべき文化などの情報も整理する必要がある。

###### 3) 方策の概要

- ・地域における地下水の実態を把握するためには、まず既往資料や取得データを用いて地域の水環境の評価を行って地下水の実態を把握し、地域における水利用の中での地下水の役割を明確にする必要がある。これにより、地下水のどのような機能を保全するのかといった保全目的を

設定することが可能になる。

- ・地下水の状態を再現する手法として簡易な水収支法や数値解析法がある。水収支法により現況を表現する場合は、必要なデータを用いて地域の水収支モデルを組み立てる必要がある。

#### 4) 事例のポイント

- ・現況把握は、数値データだけでなく、自然、社会環境を含む水環境全体についての情報収集を行うことが重要である。
- ・現状把握結果から、地域で保全、継承が必要な事項を抽出して目標を定め、住民参加を含む役割分担を行政が条例や基本計画の中で示す必要がある。

#### 5) 類似事例

簡便法の例として、水収支法は岡崎平野【事例1】、被災地域(仙台平野)【ケーススタディ2】などがある。

## ② 水収支解析による予測

### 1) 現況

流域の水環境における現況の地下水の利用状況を把握し、課題を抽出した上で、将来の環境変化や水需要を推定して将来の地下水の状態を予測する。地下水利用の先進地域では地下水の利用環境が大きく変化していることに対応して、観測データをもとにシミュレーション解析を実施し、5～10年後の予測に基づいた施策を実施している。環境要因の予測においては地域特性を考慮した変化要因の設定が重要である。

### 2) 課題

- ・一部の先進地域を除いて、長期間の地下水位データなどの観測データが十分でない場合が多いため、検討手法が限られる。
- ・沿岸地域では規制地域以外の上流地域には観測施設がない場合が多い。地下水の涵養源となる上流地域の降雨量、地下水位などのデータ取得に努めることが予測精度を上げることにつながることに留意する。
- ・予測においては、地中熱利用、防災利用、消融雪利用など新たな水需要についても勘案する必要がある。

### 3) 方策の概要

- ・地域における地下水の実態を再現できる水収支モデルを用いて、将来の環境変化要因を加えたシミュレーション解析を行うことが基本となる。
- ・環境変化要因としては、土地利用変化に伴う浸透率の減少、新たな水需要（地中熱利用、防災利用等）、降雨量などがある。

- ・定量的に地下水の状態を再現する手法として通常は水収支解析を用いる。用いるデータは、自然特性として、気象データ（降水量、蒸発散量、涵養量、浸透率）、帯水層データ（地下水位、透水量係数、貯留係数）、社会特性として揚水データ（工業用水、農業用水、生活用水、消融雪用水、防火用水、環境用水等）、土地利用などがあり、地下水位や揚水量といったモニタリングデータは10年から30年といった長期間のデータがあることが望ましい。
- ・水収支モデルを用いて現況水収支解析を行い、その結果は、地下水の保全管理において現況把握 → 施策の立案 → 施策の実施 → 効果のチェック → 施策の見直しという一連の PDCA（Plan（計画）、Do（実施・実行）、Check（点検・評価）、Act（処置・改善））サイクルの過程で検証に重要な資料として保全計画の作成に用いられる。

#### 4) 事例のポイント

- ・モニタリングは観測地点、観測頻度をできる限り増やすことで、予測における解析精度を上げることができる。
- ・予測においては、地中熱利用、防災対応など新たな水需要についても勘案する必要がある。

#### 5) 類似事例

年間水収支法の例として、年間水収支法を用いた簡易法【事例 1】、被災地域(仙台平野)【ケーススタディ 2】などの事例がある。水収支解析を用いて将来の地下水状態を予測するためには、将来の自然条件（降水量、涵養）及び社会条件の変化（土地利用、揚水量、人工涵養）などの環境変化の要因を数値化し、涵養量や地下水位などの水収支項目の変動予測を行う。

これらの水収支解析の結果は、地下水の保全管理において現況把握 → 施策の立案 → 施策の実施 → 効果のチェック → 施策の見直しという一連の PDCA サイクルの過程で検証に重要な資料として保全計画の作成に用いられる。

地下水域の現況の水収支の把握及び環境の変化を考慮した将来予測を目的として実施した地下水域の水収支解析として、有限要素法【事例 2】阿蘇西麓地下水流域、差分法【ケーススタディ 1】沿岸平野（川崎市）、富山県庄川扇状地、タンクモデル法は大阪平野などがある。

キーワード：水収支把握、年間水収支法

概要

岡崎平野では、「岡崎市水環境創造プラン」において、市内を河川流域に合わせて5ブロックに分け、ブロック間の水の出入りを把握するとともに、将来の水の動きの予測を行っている。その水収支(図1)における移動水量の算出に年間水収支法を用いている。

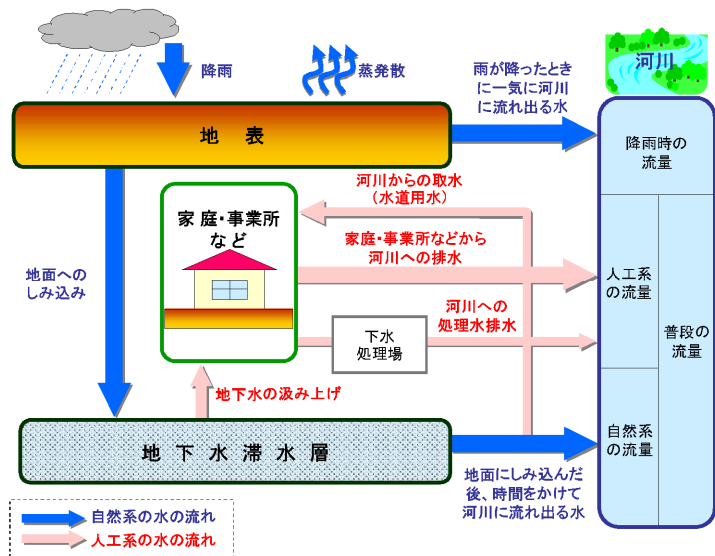
【目的】ブロック間の水の出入りの把握及び地下水状態の将来予測

【流域区分】河川流域(乙川は上流・下流に区分)

【期間】2030年

解析手法

年間の総量を基本として、どのくらいの雨が降り、それがどのように川に流れていくかを把握する手法。降った雨が一気に川に流れ出す量や、一度地面にしみこんでから時間をかけて川に流れ出す量を調べる。また、川の水をどのくらい人間が使い、どのくらい川に戻しているかも調べて川に流れる水量を把握する。



(自然系の水を表す項目)

- ① 降雨：流域に降る雨の量で、年間の総雨量で表す。
- ② 蒸発散：流域から蒸発する水ので、年間の総蒸発量で表す。
- ③ 表面流出：降った後、地面にしみ込まず、すぐに川に流れ出る雨の量。
- ④ 地下水流出：降った後、一旦地面にしみ込み、ゆっくりと川へ流れ出す雨の量。
- ⑤ 浸透：地表から地下水へとさらにしみ込んでいく水の量。

(人工系の水を表す項目)

- 河川からの取水：水道水の水源等として、川から取る水の量。
- 河川への排水：家庭の台所等から川へ流れ出る水の量。
- 下水処理場への排水：家庭から下水道へ排水され、処理場へ運ばれる水の量

図1 岡崎市の水収支イメージ<sup>1)</sup>

年間水収支法のポイント

- ・他の手法と比べて基本データが少ない場合でも適用できる。
- ・比較的単純な地下水流動域間の大まかな水の出入りを計算するのに適している。
- ・計算は簡便だが、計算値の利用は年間値の目安程度にとどまり、予測精度は低い。
- ・結果の厳密性が低い。
- ・降雨量などの入力や計算単位は年単位で行い、計算の空間単位は流域全体である。
- ・河川流量や表面流出の通年データがないため、洪水時の水量や、普段の水量が把握できず、他流域への流出・流入が考慮できない。

【引用・参考文献】

1) 岡崎市：第3編水環境創造マスタープラン、岡崎市水環境創造プラン、2008.3

キーワード：水収支解析、有限要素法

## 解析の概要

熊本白川流域のような広域にわたる地下水の涵養、流動、変動そして湧水という複雑な流れの中で地下水を管理するためには、地下水状況のモデル化が必要となる。

解析の目的は、白川流域の現況水収支の再現であり、期間は1年間としている。熊本地域は複数の帯水層からなるため、その広域水収支はタンクモデルで垂直方向の地下水涵養量を求め、地下水流動モデルで、地下水涵養量、揚水量、帯水層係数等のパラメータを用いて、水平方向と垂直方向の地下水流動量を算定している。

## 解析手法

地下水流動モデルとして「熊本白川流域」を対象に準三次元層地下水モデルを作成した（図1）。対象地域を1,974個のメッシュに分割し、メッシュ別に基盤の形状や地層の厚さ、帯水層の性質などの水文地質構造を反映させている。涵養域から流動域への地下水流動を解析するため、このモデルでは縦横方向の地下水流動を考慮し、各帯水層の地下水位、湧水、水収支を計算している。

作成したモデルの検証は、地下水の流動状況の再現性により行い、データとしてメッシュ毎に揚水量、涵養域変化、降水量、蒸発散量、帯水層定数(透水量係数、貯留係数)、漏水係数、初期地下水位分布を用い、地下水涵養量は、涵養域比率変化、降水量、蒸発散量、地目浸透率を用いている<sup>1)</sup>。

## 有限要素法のポイント

有限要素法の適用性として、以下の項目が挙げられる。

- ・ 広域の単一河川流域や地下水流動域で涵養域、流出域ともに多くの帯水層基本観測データがある場合に適する。
- ・ 初期の地下水位データが多いほどモデルの検証精度が上がり、予測精度も向上する。
- ・ メッシュ毎の帯水層定数が設定可能である。
- ・ 気象(降水量、蒸発散量)、土地利用(涵養域比率、浸透率)データが充実しているケースに適する。
- ・ 解析の一部にタンクモデルを組み合わせた複合的な解析が可能である。

また課題として、以下の項目が挙げられる。

- ・ データ容量、計算量が多く、取り扱いが煩雑である。
- ・ 帯水層基本データや地下水位データなどの観測データの蓄積がない流域では使えない。

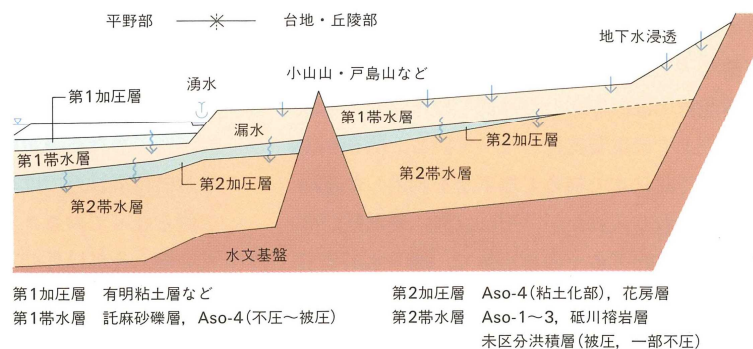


図1 阿蘇西麓地下水盆の準三次元解析モデル概念図<sup>1)</sup>

### 【引用・参考文献】

- 1) 田中伸広・平山利晶：阿蘇西麓地下水盆、URBAN KUBOTA NO.27、p.51、2008

## (2) 将来予測のケーススタディ

水収支解析を用いて、現況及び将来の地域の地下水の状態を評価した例として、地盤沈下や塩水化といった地下水障害がある沿岸平野（川崎市）及び地震による被災地域（仙台平野）を対象としたケーススタディを行った例を示す。これらの検討事例は、同様な課題を有する地域において、地方公共団体が地域の地下水保全と持続可能な利用を図る際に参考になると考えられる。

### 【解説】

#### 1) 現況

地域における地下水の利用目的は、工業用水、農業用水、生活用水、飲料用水、環境用水、災害用水、消雪用水などが主なものである。このうち、沿岸地域では高度経済成長期に工業用水としての過剰揚水を行った結果として地盤沈下が生じたため、規制による揚水制限が図られ、現在に至っている。また、地震等の災害時に上水道の代替水源として利用する防災井戸の整備など、防災・減災の観点から地方公共団体の条例、地域防災計画の中で地下水の災害時利用が図られており、被災地域で実際に地下水が活用された例が報告されている<sup>1)</sup>。

#### 2) 課題

沿岸地域における揚水規制は、工業用水法（昭和三十一年六月十一日法律第百四十六号）及び建築物用地下水の採取の規制に関する法律（ビル用水法）（昭和三十七年五月一日法律第百号）（以下、用水二法）及び地方公共団体の条例で地域を指定して実施されているが、一方で地下水位の回復に伴う地下構造物の浮き上りや地震時の液状化などの現状を踏まえた地下水利用の可能性について検討されている事例は多くない。また、地下水の災害時利用については、災害時の地下水需要に対し、現状は地下水利用地域、利用用途に偏りがある。減災目的や災害発生時の対応策定のためには、地域の被災状況に関わりなく、これらの用途に利用できる環境を整備しておくことが必要であるが、現状では必ずしも十分ではなく、研究面からの議論が行われている状況にある<sup>2)</sup>。

#### 3) 方策の概要

川崎市は、過去に過剰揚水に起因する大きな地盤沈下を経験しており、対象エリアが狭く、長期にわたる十分な観測データが入手可能な地域の例として、揚水量に対する水位低下及び水位低下による地盤沈下量あるいは塩水化への影響を地下水流動解析及び経験的手法を用いて検討している。また、地盤構造をモデル化し、地下水位低下による液状化危険度の低減効果についても併せて検討している【ケーススタディ 1】。

被災地域を対象としたケーススタディでは、3.11 東日本大震災による被災地域であり、対象エリアが広域で観測データに制約がある仙台平野を対象とした事例がある。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時の地下水利用の可能性、地下水位と地盤沈下の関係を調べることを目的として、検討を行っている【ケーススタディ 2】。

#### 4) 事例のポイント

地盤沈下履歴がある地域での地下水保全方策及び利用の可能性については、以下がポイントとなる。

- a. 地下水域内で涵養域、流動域、流出域にバランス良く観測地点を配置する。
- b. 地下水利用可能性については、環境変化を予測し、たとえば台地部では防災、住宅利用など、沿岸平野では産業利用などを想定し、揚水規制と利用を合わせて検討する。
- c. 雨水貯留あるいは地中熱利用など他の施策と合わせた総合的な地下水保全と利用方策の検討、環境整備を行う。

震災時の地下水利用については、量・質の確保以外に、表 2.1 に示す事項を含む準備計画の策定が望まれる。その際に参考となる地下水供給施設の例を表 2.2 に示す。

表 2.1 震災時の地下水利用準備計画に含むことが望ましい項目

大項目	中項目	詳細
①現況の把握	a. 避難所の数と配置現況	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 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</li> <li>・ 避難所へのアクセス（平常時、主道路通行不能時）</li> <li>・ ライフライン遮断時の対応</li> </ul>
	b. 登録防災井戸の状況把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 井戸の管理状況、水質（飲用可否）</li> <li>・ 設置場所の周知（防災マップ、Web サイトなど）</li> </ul>
②被害想定及び必要水量予測	a. 想定避難者数	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域住民、近隣地域からの避難者</li> <li>・ 時系列の避難者数予測</li> </ul>
	b. 災害時の水需要予測	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 既往災害事例をもとにした時系列予測</li> <li>・ 避難者数を考慮した総量とピーク予測</li> </ul>
	c. 地下水で賄う必要がある水量	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 給水車など公助で見込める応急給水量</li> </ul>
③地下水利用施設配置計画	a. 避難所への井戸、貯留槽配置計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ ②による必要量と各避難所の確保水量</li> <li>・ 防災マップへの利用施設の記載と広報</li> <li>・ 地下水利用施設が具備すべき条件（飲用、生活用）</li> </ul>
	b. 災害発生時の地下水供給	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 感震器の設置、自家発電装置などの停電対応</li> <li>・ 避難所へのアクセス確保方策</li> <li>・ 地域防災計画への反映</li> </ul>



## 5) 類似事例

- ・ 阪神・淡路大震災における災害時の生活用水供給源としての井戸利用事例<sup>3)</sup>

表 2.2 災害発生時の地下水供給施設と対応方策の例<sup>4)</sup>

地下水供給施設	災害発生時の地下水供給に関する課題・リスク	災害発生時への対応方策の例
防災協定井戸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設置場所がわからず他の住民が使えない</li> <li>・ 電動モーター式は停電時に使えない</li> <li>・ 地震動による設備の損傷</li> <li>・ 津波、自然汚染による水質劣化</li> <li>・ 建物倒壊による井戸機能損傷</li> <li>・ 液状化による泥水の噴出や地盤の沈下による交通障害、排水障害</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 防災マップへの設置場所記載</li> <li>・ つるべ式井戸の保存</li> <li>・ 定期的な水質検査と行政による補助</li> <li>・ 登録制度の推進</li> <li>・ 耐震化公共施設への井戸配置</li> <li>・ 自家発電機の充実配備、湧水の復活、手漕ぎポンプの高性能化</li> </ul>
消融雪井戸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 停電時に機能しない</li> <li>・ 地震による管路の損傷</li> <li>・ 大量揚水による地下水位低下に起因する地盤沈下懸念</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 停電時も機能する非常用電源の設置</li> <li>・ 地下水位観測など利用量の管理と規制</li> </ul>
避難所施設	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 交通遮断による避難の遅延</li> <li>・ 避難長期化による生活用、雑用水の不足</li> <li>・ 通信手段の障害</li> <li>・ 収用人数に制限がある</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地域人口を考慮した分散設置</li> <li>・ 避難所への優先アクセス確保</li> <li>・ 井戸揚水量の増強</li> <li>・ 水質検査備品の常備</li> <li>・ 雨水貯留設備の設置などを含む多重水源化</li> <li>・ 安全設備を利用したインターネット活用手段の増強</li> <li>・ 小電力で可能な地下水熱利用冷暖房</li> </ul>
地下貯留槽	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 上水の遮断による容量低下</li> <li>・ 行政機能が喪失した場合の管理体制</li> <li>・ 災害時の利用用途優先順位が不明確</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地下水容量の増大</li> <li>・ 緊急時の利用、管理体制の明確化</li> <li>・ 民間井戸からの応急給水</li> </ul>
専用井戸	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 停電復旧までの非常用電源、燃料不足</li> <li>・ 設置及び維持管理コスト</li> <li>・ 火災に対する防備</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 停電時電源設備の増強</li> <li>・ 行政による設置、維持管理コスト補助</li> </ul>
湧水・伏流水	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水質面で飲用に向かない</li> <li>・ 存在場所が不明でアクセスに難がある</li> <li>・ 多人数利用による水量不足</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 寺院境内の湧水、名水などの周知、広報</li> <li>・ 行政による定期的な水質検査などの維持管理</li> </ul>
多重水源	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 設置場所、利用法がわからない</li> <li>・ 水利権が異なる</li> <li>・ 水質維持、管理</li> <li>・ 初期消火できないことによる火災延焼による井戸や湧水地へのアクセスの困難さ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 地下河川・地下調節池内への貯留（内氾濫予測システムの開発により、豪雨前に貯留量をゼロにする必要有り）</li> <li>・ 農業用井戸の有効利用</li> <li>・ 被害軽微な地区との水源共有化（連携管など）</li> <li>・ 固化・締め固めによる液状化対策、間隙水圧消散工法（ドレーン工法）、地下水低下工法（暗渠排水工法）、地震時に排水される地下水を有効利用</li> <li>・ 自噴する水を活用（近隣建築物地下への導水など）</li> </ul>

引用文献名については P79 参照

### 3. 連携による体制づくり

地域の地下水現況を踏まえて水循環を維持し、地下水環境の持続可能な利用を行うためには地下水域や上下流地域を含む連携が必要となる。連携は行政、事業者、団体、住民などの幅広いステークホルダーがそれぞれの役割を認識し、協働のもとに行われることが望ましく、先進地域の事例を参考にするのが望ましい。

#### 【解説】

#### (1) ガバナンスの考え方

##### 1) 現況

水循環基本法における「健全な水循環の維持又は回復のための取組の積極的な推進」では、「施策間連携、地方公共団体や地域住民との協力連携、民間との連携を積極的に推進する流域における総合的かつ一体的な管理」、「流域における総合的かつ一体的な管理」では「流域に係る水循環について、関係機関が連携し、流域として総合的かつ一体的に管理する必要がある」と規定されている。また、条例等では、地下水の保全管理体制について、行政間の連携・協力の推進、審議組織の設置に関する規定、利用者あるいは事業者の自主管理規定、市民参加の規定など設けられている【参考資料表 2】。

先進する熊本地域、秦野市などでは、条例等に基づく地下水関連事業や研究を行う場合に行政、事業者、団体、住民などの参加による協議会や民間団体（NPO、NGO）を設置し、それらが主体となって事業等を協働で実施している。流域の市町村の連携事業では県が各市町村の調整役を担って事業の円滑化を図っている例もある。

##### 2) 課題

これまでの地下水管理手法は、地盤沈下防止という目標に対して揚水量を規制する公害防止の観点から行われており、これからは、地下水域の総合的な保全・管理を行うガバナンスの考え方で見直す必要がある。

##### 3) 方策の概要

熊本地域、大野市など地下水の保全・利用先進地域では地下水保全条例や基本計画の中で地下水を地域の共有財産として認識し、行政の施策に対して、地域コミュニティによる自主的な利用、保全のルールをつくることを基本とする「地下水ガバナンス」の考え方を取り入れ、実践している。図 3.1 に水環境に関する八王子市の計画の進行管理の例を示す。

地下水ガバナンスの考え方を取り入れることで、新しい管理手法を提示することが可能になる。また、地下水を共有財産として位置づけることにより、地域住民が単に客体として地下水を利用するだけでなく、自分たちの生活の一部として認識を深め、住民の意識の高揚や地下水

との関わりを向上することができる。

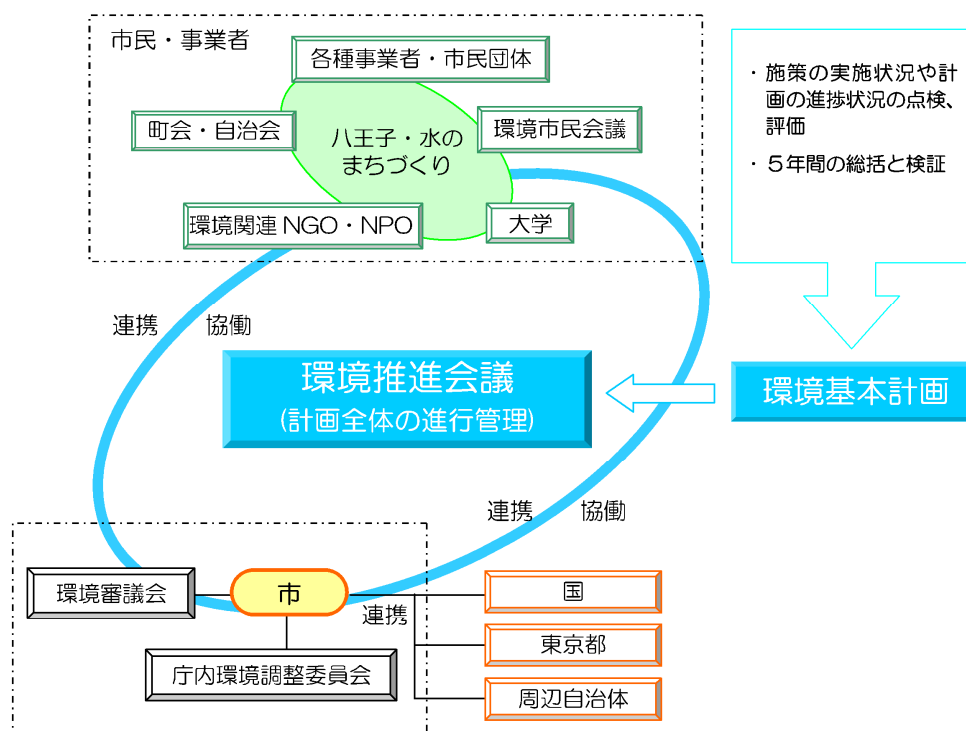


図 3.1 国、地方公共団体、ステークホルダーによるガバナンスの例

出典：八王子市：八王子市水循環計画、八王子市環境部水循環室、2010.3

#### 4) 事例のポイント

地下水域を単元として、地方公共団体や連携組織による意思決定機関、地下水保全のための基本計画（マスタープラン）と行動計画（アクションプラン）による施策の展開及び組織の連携を基本とする「地下水ガバナンス」の考え方が、流域の地下水保全・管理を実施する上で基本的な仕組みとなっている例が多い。また、これらの機関から独立する形で委員会や協議会を置き、事業や施策の進捗、検証、予測などに関する助言や勧告を行っている例も多い。

#### 5) 類似事例

基本方針と行動計画を作成してガバナンスの考え方に立った水環境の保全、地下水保全・利用を実施している例として、熊本地域【事例 3】、福井県大野市【事例 4】、香川県高松市【事例 5】、神奈川県足柄市【事例 6】、神奈川県（鶴見川）のマスタープランの作成事例などがある。

キーワード：地下水保全条例、地下水総合保全管理計画、協議会、一体管理、流域ガバナンス

経緯と概要

【経緯】<sup>1)</sup>

- 昭和 52 年 熊本市地下水保全条例を制定、庁内組織の設置
- 平成 3 年 熊本市が中心になって財団法人熊本地下水基金を設立
- 平成 8 年 第 1 次熊本地域地下水総合保全管理計画策定
- 平成 13 年 熊本県地下水保全条例を制定
- 平成 15 年 白川中流域水田活用連絡協議会を設置し、水田湛水事業に助成する仕組みを作った
- 平成 16 年 熊本市は、大津町、菊陽町及び水循環型営農推進協議会と「白川中流域における水田湛水推進に関する協定」を締結し、熊本市が「熊本市地下水量保全プラン」を策定
- 平成 19 年 熊本市地下水保全条例を全面改正し、地下水位低下が著しい地域を「重点地域」に指定するとともに、市民や事業者へ地下水の合理的な使用を義務付けた
- 平成 20 年 持続可能な地下水管理の仕組みづくりを重要テーマとし、熊本県と熊本地域 13 市町村が共同して熊本地域地下水総合保全管理計画を策定
- 平成 21 年 第 1 期行動計画を策定
- 平成 21 年 熊本市地下水保全プラン改定
- 平成 24 年 公益財団法人くまもと地下水財団設立。  
10 月 熊本県地下水保全条例改正
- 平成 26 年 第 2 次熊本市地下水保全プラン策定

【施策・事業実施のための体制づくり】

- ・地下水が有力な水源となっている地域として、行政、事業者、民間団体、住民など地下水の利用者全員の協働を規定する条例、計画を策定して保全管理体制づくりを行っている<sup>2)</sup>。
- ・行政界を跨ぐ水田湛水事業で県が主導し、地下水域の関係者全員が協定を結んで事業を行う流域ガバナンスを実施<sup>3)</sup>。

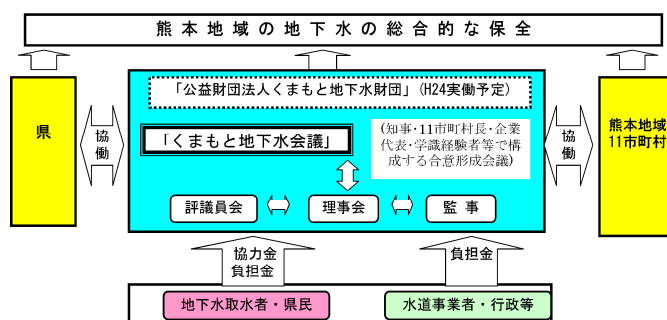


図 1 熊本地域の地下水保全管理体制<sup>2)</sup>

地下水保全管理体制のポイント

- ・行政界を跨いで複数の地方公共団体が協議会を設置して事業協定を行う流域連携体制を構築。
- ・地下水を地域共有の貴重な資源として地域独自の保全策を講じ、流域が一体となって管理している。
- ・総合的な地下水保全対策を実施するため、行政依存型でなく民間主導型への転換を目指す。
- ・学識経験者との意見交換、住民へのパブリックコメントなどの手続きを経て計画を策定。
- ・水資源を持続的かつ戦略的に活用するための対策を検討する有識者会議を設置。
- ・水資源保全活動に取り組む団体のネットワーク作りの取り組み。

【引用・参考文献】

- 1) 小嶋一誠：熊本地域における地下水管理行政の現状について、地下水学会誌、第 52 巻、第 1 号、pp. 49-64、2010
- 2) 熊本県環境局環境立県推進課：「熊本県地下水保全条例の改正」(素案)について説明資料、2011. 12
- 3) 八木信一・武村勝寛：地下水保全をめぐるガバナンスの動態－熊本地域を事例として－、水利科学、No. 341、pp. 1-27、2015

キーワード：地下水保全条例、水環境基本計画、協議会、市民参加、学識者

経緯と概要

- 昭和48年 「大野市地下水対策審議会」の設置
- 昭和52年11月 「大野市地下水保全条例」の制定
- 平成12年 「越前おおの環境基本計画」を策定・・・水環境を含めた環境全般の保全計画
- 平成12年12月 地下水保全基金を設立し、地下水の保全活動を助成
- 平成13～14年度 「大野市地下水総合調査」を実施・・・地下水シミュレーションモデルを作成
- 平成17年 「大野市地下水保全管理計画」を策定・・・地下水の保全目標を設定
- 平成18年3月 「水のみえるまちづくり計画」を策定
- 平成23年10月 「越前おおの湧水文化再生計画」を策定
- 平成24年 「大野市森・水保全条例」を制定

【事業実施・啓発のための体制づくり】

- ・地下水保全条例、環境基本計画、地下水保全管理計画、水のみえるまちづくり計画、湧水文化再生計画、森・水保全条例を策定し、事業、活動体制の拠り所となる法的整備を行っている。
- ・市、河川管理者、事業者、農地管理者、地下水利用者などのステークホルダーを包含した組織となっていて、市がモニタリング、監視などの地下水管理を行う(図1)。

保全管理体制のポイント

- ・地下水は地域共有の貴重な資源と位置付けて保全施策を実施。
- ・大野市は盆地内にあり単一地方公共団体による地下水・湧水の保全管理が可能。

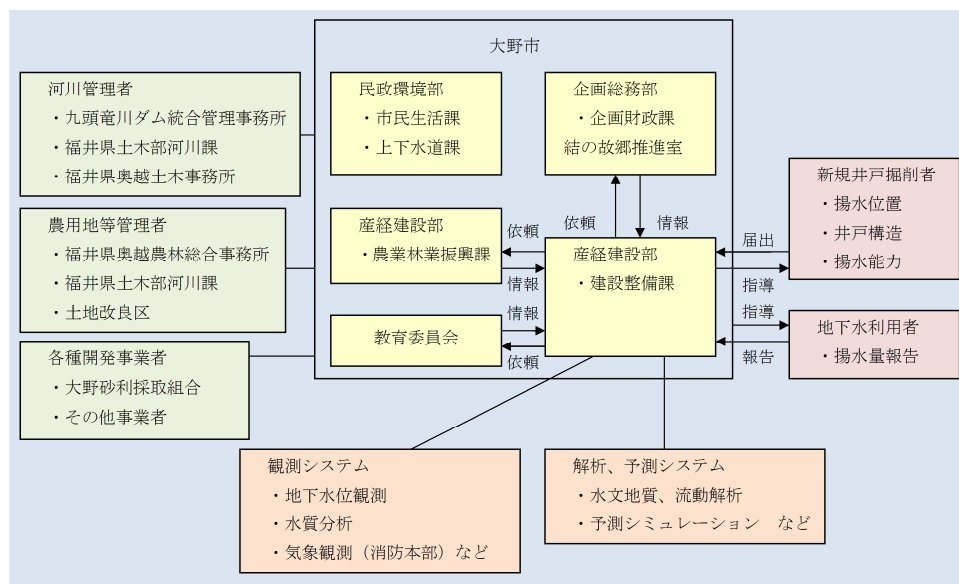


図1 大野市の地下水保全管理体制<sup>1)</sup>

【引用・参考文献】

1) 大野市：大野市地下水保全管理計画、2006. 1

キーワード：水環境基本計画、水環境協議会、市民参加、学識者、水環境対策室

### 経緯と概要

平成 20 年 2 月 「高松水環境会議」設置

平成 20 年 4 月 「水環境対策室」設置

平成 22 年 2 月 高松水環境会議が、高松市へ提言書を提出

平成 22 年 9 月 「高松市持続可能な水環境の形成に関する条例」の制定

平成 22 年 12 月 「高松市水環境協議会」を設置

平成 23 年 3 月 「水環境基本計画」を策定。計画期間は平成 23 年度から 42 年度までの 20 年間

平成 23 年 10 月 「高松市水環境基本計画第 1 期実施計画」の策定。計画期間は平成 23 年度から 27 年度までの 5 年間

#### 【事業実施・啓発のための体制作り】

- ・学識経験者、行政機関の職員、農業・漁業関係者、環境団体、事業者、公募市民による水環境協議会を組織し、持続可能な水環境の形成を実現するための方策などについて検討する。
- ・持続可能な水環境の形成に関する具体的な施策について、市内部の「環境問題庁内連絡会議」「同水環境部会」により、その進捗状況の点検・評価を行う（図 1）。

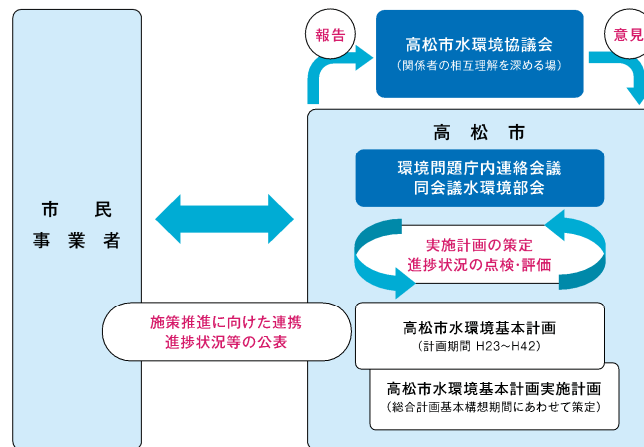


図 1 高松市水環境基本計画の推進体制<sup>1)</sup>

### 保全管理体制のポイント

- ・「持続可能な水の利用および管理の在り方を検討」として、「水環境に関する関係機関および関係団体による水資源の利用調整に関する協議の場づくり」を規定している。
- ・持続可能な水環境の形成に関する施策を総合的かつ計画的に推進するため、高松市水環境協議会を置き、持続可能な水環境の形成に関する事項について協議する。
- ・今後の水環境をめぐる環境の変化など、必要に応じて高松市水環境協議会の意見により、基本計画・実施計画の内容を見直す。
- ・市に水環境対策室を設置。
- ・毎年度、施策の進捗状況などを、市ホームページなどで、広く公表している。

#### 【引用・参考文献】

1) 高松市：高松市水環境基本計画、2011.3

キーワード：環境基本計画、地下水、湧水、環境審議会、ワークショップ、推進委員会

経緯と概要

- 平成 8 年 12 月 「南足柄市環境基本条例」を制定
- 平成 9 年 3 月 「環境審議会」を設置
- 平成 10 年 3 月 「南足柄市水資源の保全及び利用に関する条例」を制定
- 平成 10 年 10 月 「南足柄市水資源保全利用基本計画」を制定
- 平成 12 年 3 月 「南足柄市環境基本計画」を策定
- 平成 27 年 3 月 「南足柄市環境基本計画（第二次）」を策定

【計画策定・啓発のための体制作り】

- ・学識経験者、関係行政機関の職員、医療従事者、婦人会、JA による審議会を組織化。
- ・環境問題に現在取り組んでいる市民や市民団体の推薦者に環境基本計画を策定するためのワークショップ（作業部会）を設置して、将来市民自身が実行主体の一つとして活動するため、日頃感じていることから何をすべきかを検討し、計画策定のための材料を提供する。

保管理体制のポイント

- ・環境基本計画を策定するに当たって、初期段階から市民が参加している。
- ・計画策定に当たっては多様なメンバーによる審議会、ワークショップを設置して意見を聴取し、実施に際しては事業者、市民との協働、市町村との広域連携を行うなど、国の施策に対する先進性がある。
- ・水資源の保全に関する市民、事業者、市の具体的な行動（役割）目標を示している。

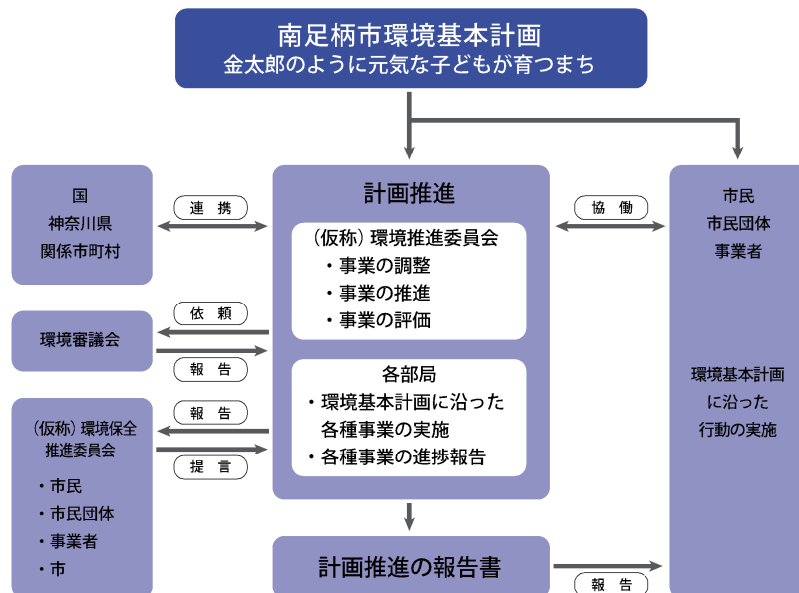


図 1 南足柄市の環境基本計画による実施体制<sup>1)</sup>

【引用・参考文献】

1)南足柄市：環境基本計画、2000.3

## (2) ステークホルダーの役割と連携

地下水保全に関わるステークホルダーの責務に関して、水循環基本法には「国の責務」、「地方公共団体の責務」、「事業者の責務」、「国民の責務」として水循環への配慮や協力、連携の規定がある。また、地方公共団体では、たとえば熊本県地下水保全条例で「県の責務」、「県民の責務」、「事業者の責務」として地下水保全施策への協力、連携が規定されている。

### 1) 現況

水環境や地下水環境保全のためのマスタープランの策定に当たっては、幅広い知見や地元の実態・ニーズ等を集約するために、学識者や住民等が参加している場合が多い。またアクションプランの策定では、分野間の意思疎通・連携の向上が必要なため、各部局が集まって行政内部で検討する場合があるが、この場合はパブリックコメントやアンケート等によって住民の意見を反映している。

### 2) 課題

連携の組合せは、地方公共団体間、官学、産官学などがあり、これらに住民が参画する。たとえば、官学連携については地元の大学あるいは研究機関との連携が考えられるが、マスタープランあるいはアクションプランの策定では学識者を適宜選定し、意見の聴取を図る。また、単一の地下水域内あるいは行政界を跨ぐような広域連携の場合では連携に参加するステークホルダーの役割は異なることが予想される。通常、計画の初期段階は行政が主導するが、実施段階で住民参加を促すには地域特性に見合った手法が求められるため、先進事例に見られる役割分担を参考にしながら実施主体を決め、実効性のある連携・協働を画策する必要がある。

### 3) 方策の概要

先進的な地方公共団体の地下水保全条例や保全計画で規定されているステークホルダーの役割の例として以下のようなものがある。

#### ①行政

- ・保全方策、連携の拠り所となる条例、基本計画等を策定し、管理組織によるガバナンスを実施する。
- ・達成すべき目標値などの詳細な内容については、基本計画とは別に実施計画を策定する。
- ・各ステークホルダーの役割を条例や保全計画で明確化する。
- ・地方公共団体、民間団体、事業者などの連携及び協定の締結に際して、調整役を担う。
- ・事業、活動資金を募るために財団を設立し、事業資金を管理する。
- ・水質汚濁防止法等の関係法令を適切に運用し、地下水汚染の未然防止を図るとともに、既に汚染されている地下水に対して適切に対応する。
- ・雨水貯留施設、浄化槽を維持管理する。
- ・上下流地域の住民との連携・条例及び基本計画を制定し、持続的な水環境の形成を基本的施策として掲げている。



- ・学校で地下水、水関連の学習を行い、将来の住民参加の基礎づくりを実施する。
- ・条例及び基本計画を制定し、持続的な水環境の形成を基本的施策として掲げている。

## ②住民

- ・上下流地域、地域コミュニティとの連携を図る。
- ・幅広いステークホルダーの一員として協議会に参加する。
- ・事業実施にあたって住民参加により協働する。

## ③事業者

- ・企業がCSR(Consumer Social Responsibility、社会的責任)として事業活動を実施、あるいは参加する。
- ・条例で定められた節水計画書の作成、実施及び報告並びに、地下水涵養報告書の提出を行い節水や地下水涵養等地下水保全への責務を果たす。
- ・幅広いステークホルダーの一員として協議会に参加する。

## 4) 事例のポイント

水環境や地下水環境の検討では治水、利水、環境、さらには生態系、文化、教育、経済等にも議論が及ぶ場合があるため、マスタープランの策定に当たっては、幅広い知見や地元の実態・ニーズ等を集約する必要がある。また、住民参加や連携に当たっては、先進事例のうちの成功事例だけでなく、課題を含めて適切な方策を検討することが重要である。

## 5) 類似事例

環境の保全、地下水保全・利用を実施している例として、熊本市【事例7】、福井県大野市【事例8】、名古屋市【事例9】、鹿児島県志布志市【事例10】、神奈川県(鶴見川)のマスタープランの作成事例などがある。

キーワード：人工涵養、水田湛水事業、行政界を跨ぐ流域連携、協議会、協定

### 経緯と概要

熊本白川中流域では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地と広域にわたる地下水流動系が存在する。県は「熊本県地下水保全条例」「熊本地域地下水総合保全管理計画」で地下水は「公共水」と位置付け、上水をすべて地下水でまかなっている。最近地下水位が回復の兆しにあるが長期的には低下傾向にある<sup>1)</sup>(図1)。このため、地下水域の上流側で市町村が参加する協定を結ぶ広域連携により水田湛水事業を実施している(図2)。

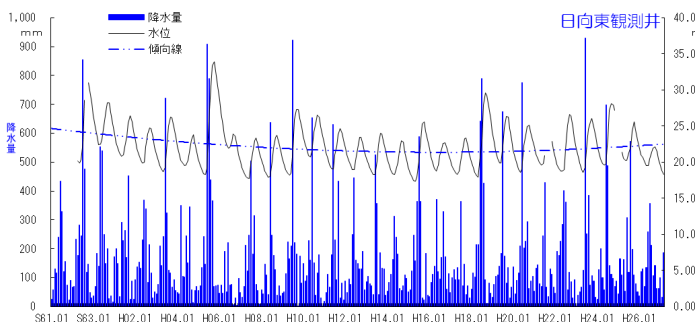


図1 熊本市の地下水位経年変化<sup>1)</sup>



図2 熊本地域の水理地質断面<sup>1)</sup>

### 涵養事業・節水活動における連携

#### 【連携の型】

- ・事業に当たっては流域地方公共団体が協定によって連携し、産官学民が協働。
- ・事業者はCSRとして事業に参加。

#### 【事業実施・啓発のための連携】

##### ①涵養事業の実施

協定に基づき、平成16年5月から熊本市は市外にある上流域の農家と連携し、白川中流域において転作田を活用した人工涵養を開始。水田湛水事業は、熊本市・大津町・菊陽町、地元4土地改良区、JA 菊池、JA 熊本市東部支店で構成された「水循環型営農推進協議会」を主体に、地元農家が湛水を実施し、熊本市や企業が助成金を交付している。

##### ②協働で節水活動

熊本市では生活用水使用量の目標を設定し、官民協働で節水市民運動を展開。熊本地域では雨水浸透マス設置の推進、自噴井戸「止水バルブ」の取り付け助成金を交付。賛助会「くまもと育水会」を設置<sup>2)</sup>。

#### 【ステークホルダーの役割】

##### ①行政

- ・保全方策、連携の拠り所となる条例、基本計画等を策定し、管理組織によるガバナンスを実施。
- ・広域的な地下水保全を実施するため、既存3組織を移行・統合し、財団を設立(図3)。
- ・各ステークホルダーの役割を条例や保全計画で明確化。
- ・事業実施に当たっては地下水域の地方公共団体が協定によって連携し、産官学民が協働している。
- ・地方公共団体、団体、事業者などの連携及び協定の締結に際して、県が調整役を担っている。
- ・学校で地下水、水関連の学習を行い、将来の住民参加の基礎づくりを実施。
- ・水文化を継承するために住民が参加しやすい水守制度、水検定を創設。
- ・水質汚濁防止法等の関係法令を適切に運用し、地下水汚染の未然防止を図るとともに、既に汚染されている地下水に対して適切に対応。

## ②事業者

- ・企業がCSRとして事業活動に参加。
- ・年間3万m<sup>3</sup>を超える地下水を採取する大規模採取者においては、市条例で定められた節水計画書の作成、実施及び報告並びに、県条例で定められた地下水涵養報告書の提出を行い、節水や地下水涵養等地下水保全への責務を果たす。
- ・農業者においては、硝酸性窒素の濃度低減のため、肥料の適正使用や、家畜排せつ物の適正な管理、水田オーナー制度を実施。

## ③住民

- ・水神信仰を伝承
- ・役割分担の理解。
- ・事業実施に当たっては住民参加による協働。
- ・雨水貯留施設、浄化槽の維持管理。

## 流域連携のポイント

- ・熊本白川中流域は特殊な帯水構造を利用した人工涵養を協定に基づく広域連携により実施している。
- ・熊本地域は古くから水を大切にす水文化、風土があり、一朝一夕にできたものではないことに留意する。
- ・白川中流域交流連携事業は、毎年延べ200名ほどの上下流域の子ども達（小学5年生を対象）や保護者が参加し、農業体験を通じた交流並びに地下水学習を体験している<sup>1)</sup>。
- ・行政区域を越えた水田涵養や森林整備などの地下水涵養事業、また、市民の皆さんと共に進めている節水市民運動や、熊本水遺産の登録制度など地域全体を巻き込んだ水文化の普及活動など、長年にわたる地下水保全の総合的な取り組みを実施している<sup>3)</sup>。

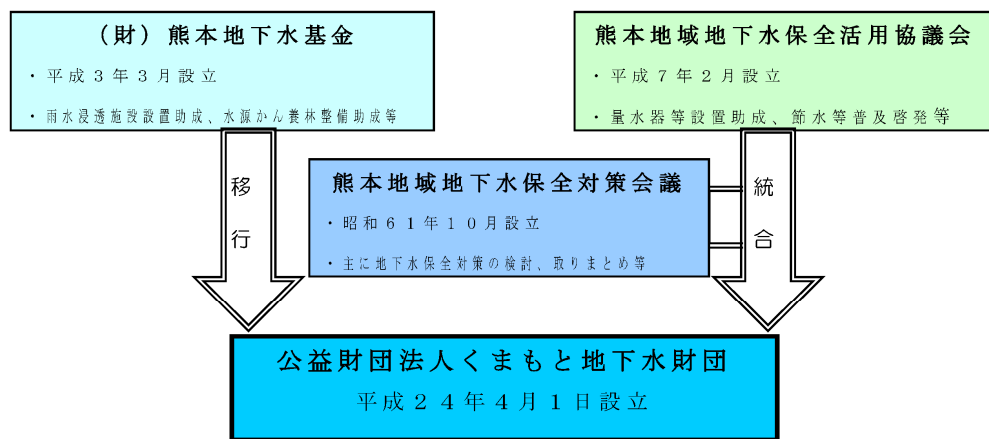


図3 熊本地域の地下水保全の連携体制<sup>1)</sup>

### 【引用・参考文献】

- 1) 熊本市：熊本市よりデータ提供
- 2) 小嶋一誠：熊本地域における地下水管理行政の現状について、地下水学会誌、第52巻、第1号、pp.49-64、2010
- 3) 熊本市水保全課 Web サイト：世界に誇る地下水都市・熊本、くまもとウォーターライフ、[http://www.kumamoto-waterlife.jp/base/pub/detail.asp?c\\_id=50&id=203&m\\_id=58&mst=0](http://www.kumamoto-waterlife.jp/base/pub/detail.asp?c_id=50&id=203&m_id=58&mst=0)、2015.2.15

キーワード：地下水保全条例、環境基本計画、協議会、市民参加、学識者

経緯と概要

- ・年間降水量が全国平均を大きく上回っていて森林及び水田が大きな涵養源になっている。
- ・400年以上前に儒前に篠座の池や本願清水を深く掘り下げて城下町の「町用水」を整備した。
- ・水道、工業を主に農業、融雪用など多目的に地下水を利用している。
- ・市街地の地下水位が高く、湧水が豊富で名水に選定されている。
- ・かんがい期と非かんがい期降雪時の地下水位変動幅が6m以上となる地区もあり、水収支における非かんがい期の流出量大きい。
- ・冬期の地下水利用が多く、都市化や圃場整備事業による涵養源の減少により、長期的には地下水位が低下傾向にあり、井戸涸れや地盤沈下が生じている。

【事業実施・啓発のための連携】

- ・大野市地下水保全条例、越前おおの環境基本計画、大野市地下水保全管理計画、水のみえるまちづくり計画、越前おおの湧水文化再生計画、大野市森・水保全条例を策定し、事業、活動の拠り所となる法的整備を行っている。
- ・市、企業、市民などの協力、連携によって地下水保全と湧水文化の継承を目指している(図1)。

地下水保全活動における連携

【連携の型】

- ・市、企業、市民、専門家を包含した地域連携。

【ステークホルダーの役割】

- ①行政
  - ・事業、活動資金を募るための地下水保全基金(寄付金)制度を創設。
  - ・各ステークホルダーの役割を明確化。
  - ・学校で地下水、水関連の学習を実施。
  - ・専門家を講師に招いた地下水シンポジウムの開催による啓発。
- ②事業者
  - ・行政との協定による涵養域の保全、節水。
- ③住民
  - ・水量測定器の設置。
  - ・湧水清掃当番など保全活動に住民が参加。

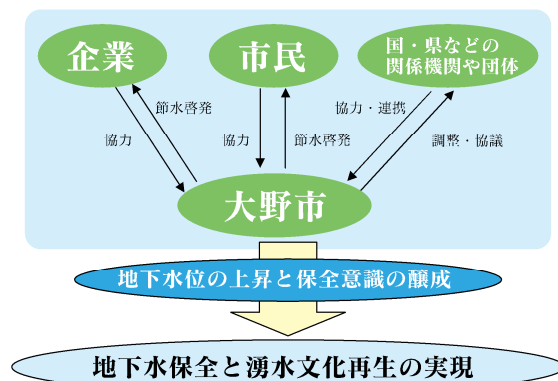


図1 ステークホルダーが担う役割<sup>2)</sup>

地域連携のポイント

- ・大野市は江戸時代から住民が日常生活、消火用水として地下水を利用してきた風土がある。
- ・地下水は地域共有の貴重な資源と位置付けて保全施策を実施し、住民が連携している。
- ・大野市は盆地内にあり単一地方公共団体による地下水・湧水の保全管理が可能。

【引用・参考文献】

- 1) 大野市：越前おおの環境基本計画、2010.3
- 2) 大野市：越前おおの湧水文化再生計画、2011.10

キーワード：環境保全、協議会、市民参加、学識者

経緯と連携の概要

- 平成 15 年 3 月 「市民の健康と安全を確保する環境の保全に関する条例」の制定
- 平成 19 年 2 月 「なごや水の環復活プラン」の策定
- 平成 19 年 7 月 「なごや水の環復活推進協議会」の設置
- 平成 21 年 7 月 「水の環復活 2050 なごや戦略」のとりまとめ

【事業実施・啓発のための連携】

- ・公募市民、学識経験者、行政などのステークホルダーを包含した協議会を組織化。
- ・市民対象の地下水に関するアンケート調査や啓発活動。
- ・市民、団体、事業者、研究者、行政の役割の明確化と合意形成。
- ・県外地域と治水事業等で連携（庄内川、土岐川）。
- ・県内他地域と連携し、「あいち水循環再生基本構想」による行動計画を策定。

地下水保全活動における連携

【連携の型】

- ・行政・学識経験者が協議会を主導し、団体、住民（公募）が委員として参加。
- ・名古屋市環境局が事務局となり、総務局、住宅都市局、緑政土木局、上下水道局が協議会に参加。

【ステークホルダーの役割】（表 1）

①行政

- ・行動計画(プラン)を策定し、短期、長期目標を設定。市民を含む関係者による協議会を設置して進捗をチェックする。
- ・ステークホルダーの役割を明確化。
- ・県内外の他地域と事業、構想で連携。
- ・将来的な不確実性に PDCA サイクルの手法で見直し対応を行う。

②住民

- ・役割分担を理解する。
- ・公募による協議会等への積極的参加。

表 1 ステークホルダーが担う役割<sup>1)</sup>

	市民	地域団体・NPO	事業者	研究者	行政
土地の占有者として	普段の暮らしと雨や水道、川や緑など環境との関わりを学ぶ 浸透貯留施設の設置・水利用を合理化・緑を増やすなど自分に合った方法で水の環復活に寄与する 樹林地・農地・湧水地・水面をなるべく維持する				
職業人として	水循環に配慮した企業の商品・サービスを選ぶ	水の環復活につながるムーブメントをつくる	企業活動・商品の水循環配慮型へシフトする	水循環に関する未解明事項の研究や情報発信をする	情報の収集・整理・共有をする 他自治体等との情報共有・協力関係をつくる
地域社会の一員として	地域の水空間の手入れ・整備・計画などに自分にあった方法で参加する オープンスペースや生け垣などにより地域住民に憩いの場を提供する 情報提供・一斉調査などに参加する				
協働のコーディネーターとして	主体間のコーディネートを行う				

地域連携のポイント

- ・協議会の第 1 期実行計画では、行政が主導して施策を推進したが、第 2 期実行計画では市民主導による活動を目指している。
- ・地下水保全だけでなく、緑、まちの安全・安心についても連携を目指す。

【引用・参考文献】

1)名古屋市：水の環復活 2050 なごや戦略、2009

キーワード：シラス台地、名水、湧水保全、硝酸性窒素汚染、市民参加

### 概要

志布志市はシラス台地に位置し、台地の崖脚部から湧出した水量豊富な湧水が多い。涵養域はシラス台地と斜面部で比較的大きく、水質は良好で上水道水源の全量を地下水に依存している。現在も生活用水、農業用水として利用するほか、地域の名水として大切にされている。

#### 【課題】

- ・志布志市の湧水を取り巻く環境は、近年、茶畑の増加、農地の施肥・農薬の増加、森林の手入れ不足などによって環境変化が生じてきている。
- ・バイオマスタウン構想による資源循環の取組を行っているが、農地の施肥、農薬散布・産業による硝酸性窒素による汚染の懸念がある。
- ・環境変化の具体的な内容としては、地下水源への悪影響、湧水の水質悪化などがあげられ、また、水道普及などの都市化によって住民意識の希薄化につながっている。

#### 【湧水保全のための基本方針】

- ・シラス台地が育む名水の恩恵を伝える。
- ・台地の涵養域まで含めた保全を実施する。
- ・銘水を資源としたまちづくりを行う。

### 地下水保全活動における連携

#### 【連携の型】

- ・行政、団体、農民、住民が参加。

#### 【連携による保全方策】

- ・地域住民による銘水管理。
- ・有機系堆肥の適切な農地還元。
- ・適正施肥による環境保全型農業。
- ・適切な地下水利用のコントロール。
- ・湧水保全のための条例づくり。
- ・環境学習の取り組み。



写真1 住民により清掃された湧水

### 地域連携のポイント

- ・湧水箇所には、水神が祀られ周辺の集落によって市民協働で清掃・維持管理の活動を実施。
- ・茶畑の有機栽培や減農薬栽培などの対策を進め、環境に優しい安全・安心なお茶を栽培。
- ・事業者による適切な地下水利用のコントロールを行う。
- ・湧水保全条例の策定に向けた行政、市民の協力と地域学習の実施。

#### 【引用・参考文献】

- 1) 環境省：平成 19 年度鹿児島県志布志市における湧水保全・復活活動支援の検討調査業務報告書、中央開発株式会社、2008.3

## 4. 地下水環境の保全管理方策

流域の水収支を維持・回復するために地下水環境・機能を保全し、持続的な利用を図るためには、地下水利用、保全環境、水質に関する地域の課題を知り、それらに対する重点的な保全方策を検討することが必要となる。条例に基づいて地方公共団体等が策定する保全計画は、基本理念や必要な施策を示すための基本計画と施策の効果をチェックするための管理計画から構成される場合が多い。これらの保全計画による施策の実施にあたっては、地下水域の連携を図るとともに、地域特性を考慮した具体的な保全方策を検討する必要がある。

### 【解説】

地下水の保全と持続的な利用方策を検討するためには、「地下水ガバナンス」の考え方に立って、地方公共団体等の意思決定機関が最初に調査観測を実施して地域の水循環や地下水域の実情を知り、保全計画を策定する。その上で、行政、事業者、団体、住民などが協働して施策や事業を実施するという流れが重要である。ここでは、古くから地下水に親しみ、持続可能な利用を実践している地域を対象として、保全計画における方策や取組の具体的な事例を紹介する。

### (1) 保全計画

#### 1) 現況

保全管理が必要な項目として、自然特性としては、可能涵養量、保全環境（地盤沈下・塩水化・湧水枯渇・利用の季節変動）などがあり、気候変動や帯水層の状況変化などによる脆弱性がある。また、社会特性としては、土地利用（涵養面積）、地下水利用（工業用水、農業用水、生活用水等）、水文化・風土・産業・名水などの人文社会環境、住民の関心度などがある。脆弱性として、涵養源の減少、地下水利用の変動、住民の地下水への関心低下などがある。

#### 2) 課題

- ・地下水の位置づけについて、「国民の共有財産」と位置づけられているのは一部の先進地方公共団体に限られている。
- ・ステークホルダーの具体的な責務（役割）が明確に記載されているものが少ない。
- ・環境計画の中で、地下水あるいは水環境の規定があるものは一部である。
- ・水環境あるいは地下水の専任部署を置いている地方公共団体は限られている。
- ・揚水規制によって沿岸地域の地盤沈下は収束しつつあるが、涵養源の減少を主原因とする地下水位低下が生じている流域が目立つ。

### 3) 方策の概要

保全管理の方策としては、調査・モニタリング、涵養、地域連携、住民参加、管理指標の設定、協力金、水文化の継承、啓発・地域学習などがある。持続的な地下水環境・機能の保全を図るためには、これらの水資源、水環境（地下水、地盤、生態系）、水文化を地域特性に合わせて総合的に将来世代に継続する方策を実施することが重要である。

### 4) 事例のポイント

- ・水環境や地下水の保全目標と具体的な行動計画があると行政と住民が協働しやすい。
- ・水環境や地下水の現状についての情報を共有する双方向のシステムがあると住民の関心を得やすい。

### 5) 類似事例

地下水保全のための基本計画は、水環境や地下水の保全方策を規定するもので、地下水を利用している先進地域において策定されている。これらの保全計画の事例を【事例 11】～【事例 15】に示す。その他の地下水保全計画・指針として、「熊本県地下水保全対策指針（2001.4）」、「大野市地下水保全管理計画（2006.1）」、「熊本地域地下水総合保全管理計画（2008.9）」、「五泉市地下水保全管理計画（2010.3）」、「熊本市地下水保全対策指針（2011.4）」、「秦野市地下水総合保全管理計画（2012.3）」、「秦野市地下水総合保全管理計画（2012.3）」などがある。



キーワード：環境保全、水環境、水の環

### 概要（課題と目的）

#### 【課題】

- ・山林や田畑の面積が減少し、不浸透域の面積が増加したため、地下浸透量が減少した。
- ・水質改善のための公共下水道の整備。
- ・水路の多くは治水のために三面張りとなり、生物の生息環境に配慮した構造となっていない。
- ・水辺の環境整備が十分でない。
- ・1時間あたり50mmを超えるようなゲリラ豪雨の浸水被害への対応と上下水道の耐震化。

#### 【目的】

- ・自然の水循環系を健全に保つ。
- ・次世代につながる豊かな水環境を創生する。

### 基本方針と取組

- ・多自然型川づくり、貴重種の保護などによる生態系の保全
- ・人とのふれあい、良好な景観など水辺環境の整備
- ・水源涵養域の保全、雨水浸透の推進、地下水の適正利用による地下水量の確保
- ・発生負荷の抑制、地下水質の保全、河川浄化による水質の保全



写真1 ビオトープの維持管理<sup>1)</sup>



写真2 水辺を守る会による保全活動<sup>1)</sup>

### 計画策定のポイント

- ・水環境を「水の環」として未来に継承する。
- ・市民、事業者、行政が協働で水環境の保全に取り組む。
- ・自然と人間の調和・共存し、快適で安らぎ、安心のあるまちを目指す。
- ・地下水を含む水環境全体の保全計画となっている。

【資料提供】 千葉市環境局 環境保全部環境保全課自然保護対策室

#### 【引用・参考文献】

1) 千葉市：千葉市水環境保全計画、2011.4

キーワード：保全計画、水環境、2050

### 経緯と概要

平成 19 年 2 月「なごや水の環復活プラン」を策定  
 平成 19 年 7 月「なごや水の環復活推進協議会」を設置  
 平成 21 年 7 月「水の環復活 2050 なごや戦略」をとりまとめ

水の環復活 2050 なごや戦略は、全体では 2050 年までの長期目標とし、第 1 期実行計画は 2012 年まで、第 2 期実行計画は 2025 年まで、第 3 期実行計画は 2050 年までと設定している(図 1)。

### 基本方針と取組

#### 1. 水循環機能の回復

- ・水循環の概念、機能をプランの最初に挙げている。
- ・水収支の目標及びそれ以外の指標を設定。
- ・不確実性に対応するため、「順応的管理」(図 2)による PDCA サイクルを実施。
- ・雨水利用設備への改造などへの補助。
- ・緑化により蒸発散を増やす。
- ・水面、緑地、農地を保全する。

#### 2. まちづくり

- ・水辺や緑があるまちづくり。
- ・干潟、失地回復による生物多様性の保全施策の実施。
- ・水辺や緑が身近に感じられるまちづくり。

#### 3. 人づくり、場づくり

- ・取組を学ぶ場づくり。
- ・市民、事業者、行政が協力し合い、実践する場づくり。

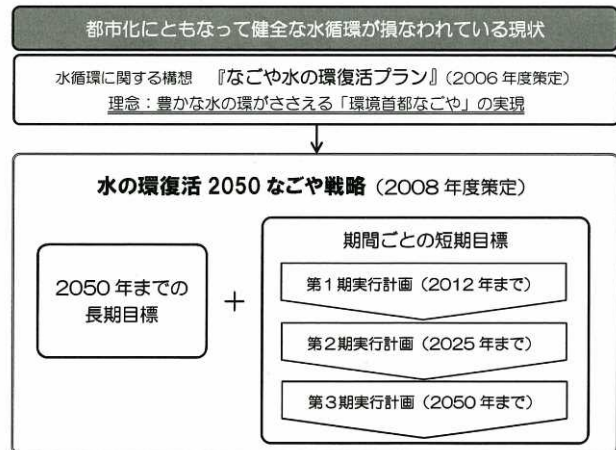


図 1 目標と実行計画<sup>1)</sup>

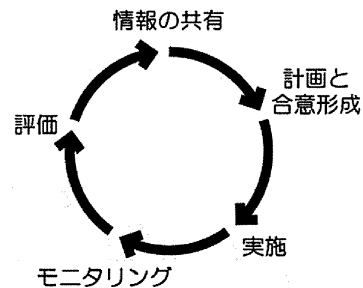


図 2 順応的管理<sup>1)</sup>

### 計画策定のポイント

- ・2050年を見据えた段階的なスキームを提示。
- ・行政・学識経験者が協議会を主導し、団体、住民(公募)が委員として参加。
- ・名古屋市環境局が事務局となり、総務局、住宅都市局、緑政土木局、上下水道局が協議会に参加。

#### 【引用・参考文献】

1)名古屋市：水の環復活 2050 なごや戦略、2009

キーワード：環境基本計画、循環資源、地下水、湧水、水循環

### 経緯と概要

平成 5 年 3 月 「南足柄市水のマスタープラン」を策定  
 平成 8 年 国土庁より「全国水の郷百選」に認定  
 平成 8 年 12 月 「南足柄市環境基本条例」制定  
 平成 9 年 3 月 「環境審議会」設置  
 平成 10 年 3 月 「南足柄市水資源の保全及び利用に関する条例」を制定  
 平成 10 年 10 月 「南足柄市水資源保全利用基本計画」を制定  
 平成 12 年 3 月 「南足柄市環境基本計画」策定。平成 12 年度から平成 26 年度を計画期間とする  
 平成 27 年 3 月 「南足柄市環境基本計画（第二次）」を策定

#### 【水資源の状況】

- ・河川水の許可水利権については、水道事業の水源として日量 15,500m<sup>3</sup> が配分され、基本的水資源としている。地下水や湧水は工業用水あるいは生活用水として使用されているが、これらについても水資源として活用するため、表流水と併せて涵養の保全と適正揚水量の把握が必要である<sup>1)</sup>。

### 基本方針と取組

- ・「金太郎のように元気な子どもが育つまち」を望ましい環境像とし、持続可能な発展を目指す。
- ・汚染物質の地下浸透を防止し、良好な環境を確保するため、土壌及び地下水を適正に保全する。
- ・良好な環境は、人が生存するために不可欠な基盤であるとともに、生態系の維持、自然の確保、健全な経済の発展を目指す。
- ・清らかな水の保全、湧水が豊かで、おいしい水が飲めるまちとする。
- ・水資源の保全及び適正利用、水質保全、水資源の有効利用及び節水、親水教育を推進する。

### 基本計画のポイント

- ・水を循環資源とし、地域における良好な水循環を確保し、水資源の保全と利用を図ることが重要としている。
- ・環境の保全に関する施策を総合的かつ計画的に推進するため、市民及び事業者を対象とした環境に関するアンケート調査の実施や市民代表者である環境基本計画ワークショップによる計画の検討、計画素案説明会など市民との協働を基本計画の策定に生かしている。

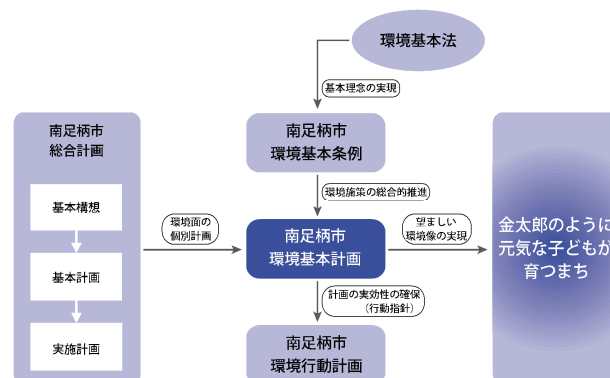


図 1 南足柄市の環境保全計画の位置付け<sup>1)</sup>

#### 【引用・参考文献】

1) 南足柄市：環境基本計画、2000.3

キーワード：水循環計画、マスタープラン、健全な水循環、環境・治水・利水の視点

概要

【位置付け】

八王子市の基本構想・基本計画である「八王子ゆめおりプラン」や「都市計画マスタープラン」は平成 15 年 3 月、「八王子市環境基本計画」は平成 16 年 3 月に策定され、それぞれ水とみどりのまちづくりを目標の一つとして掲げている。「八王子市水循環計画」は、これらの計画の方針を受け平成 9 年に策定した水質汚濁防止法(第十四条の八)に基づく「生活排水対策推進計画」を統合して平成 22 年 3 月に策定されたもので、水に関する基本計画と位置づけている。

【将来像】

- ・森林・里山・農地などを保全、宅地や市街地の雨水の浸透能力を回復し、多様な生物が生息できる豊富な水量清らかな水の流れの連続性の確保をめざす。
- ・「アユが遡上する浅川」、「ホテルが舞うせせらぎ」、「子どもたちが遊ぶ水辺」など、ふるさとの川を再生する。
- ・雨水貯留槽による雨水の有効利用を進め、さらに、川や湧水など水辺に親しむことで、水を大切にすることを育てる水をいかした地域づくりを進める。

【期間】

- ・平成 22 年度から平成 32 年度までの 10 年間とする。数十年後の将来を見据えて、市民・事業者・市が継続的に取り組むための具体的な行動計画を示す。また、5 年後に点検を実施し、必要に応じて計画を見直す(図 2)。

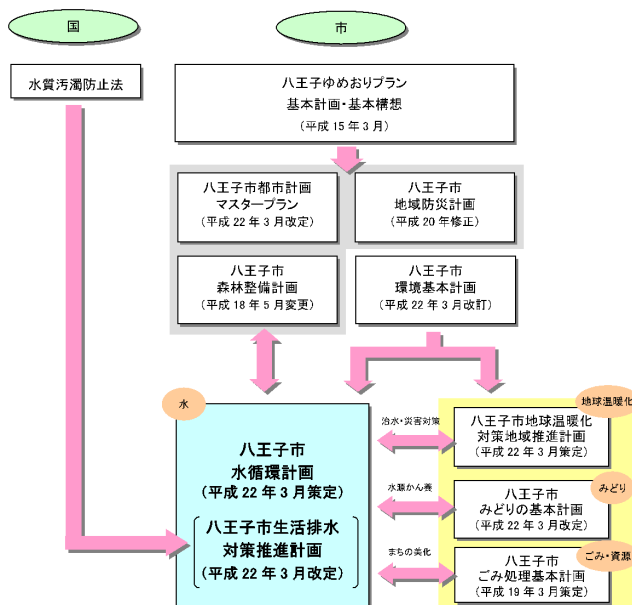


図 1 水循環計画の位置付け<sup>1)</sup>

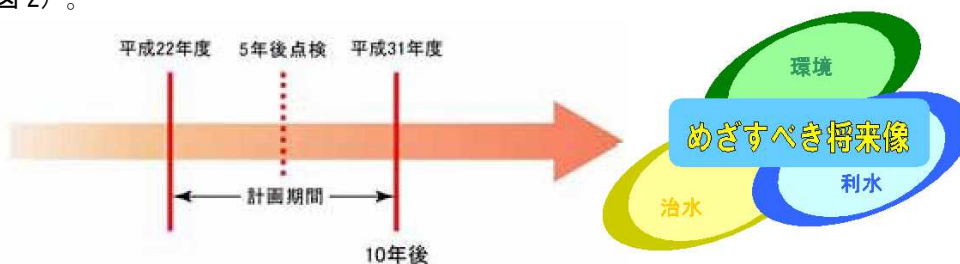


図 2 計画の期間<sup>1)</sup>

計画策定のポイント

- ・八王子市は飲料水などの生活用水の 7 割以上を市域外からの水道に依存している。
- ・国の考え方にに基づき、水に関する総合的な視点となる「環境」「利水」「治水」という 3 つの視点から水循環をとらえ、この 3 つの視点が適切にバランスをとりながら、互いに良好な状態となることをめざすことで、健全な水循環系の再生を進めるとしている。

【引用・参考文献】

1) 八王子市：第 2 章水循環計画がめざすもの、八王子市水循環計画、2010. 3

キーワード：地下水保全計画、温泉、モニタリング、地下水保全対策研究会

## 概要

町域の外周(市町境)が箱根火山の「外輪山の陵線」に概ね一致していることから、町域外から流入する河川や大きな沢は無く、「閉ざされた地形環境」にある。町域に降った降水だけが早川水系や須雲川水系、芦ノ湖への「水の供給源(涵養源)」になっている。

### 【目的】 (図 1)

将来にわたって「町民生活に安心と安全をもたらす」ための取組の一環として、箱根町の「限りある地下水資源・温泉資源」と「それを支える地下水環境」を「町民共有の財産」と位置付けた上で、適切に保全・管理し、「持続可能な地下水利用を目指していく」ことを目的とする。町域における地下水の現況を適切に把握するとともに、限りある地下水資源とそれを支える地下水環境を長期的に維持しつつ、持続可能な地下水利用を目指すため、地下水を保全する取組を推進している。

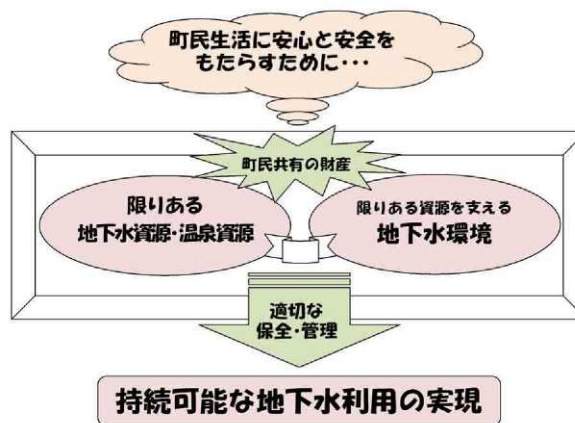


図1 地下水保全の目的<sup>1)</sup>

### 【地下水利用現況】

- ・古くから、いわゆる「水井戸」や、自然に水が湧き出す「湧水」として親しまれてきたものも多く、箱根町や県企業庁の水道水源を含めた「生活用水源(飲用及び雑用)」として、現在もなお、「生活に密着した存在」として大切に使い続けられているものも多い。
- ・地下水保全計画を策定するための取組の一環として、平成 21 年度に実施した「地下水実態調査」の結果によれば、現地で確認できたものだけでも「計 567 箇所」の水源(湧水・水井戸・表流水)が町域に存在しており、そのうちの「8 割程度」が、現在も何らかの形で利用されている。
- ・町域全体では「水源数の約 7 割程度が水井戸」であり、地区によっては「湧水が半数程度またはそれ以上を占める」場合もある。

### 【課題】

- ・地下水や温泉水は、降雨等が地下に浸透した後、比較的長い時間をかけてゆっくりと流動するので、その場限りの評価や保全のための対策等を行うのではなく、「長期的な視野に立った保全・管理」を行っていく必要がある。
- ・個々の水源や源泉の水位や水量を単独で捉えるだけではなく、相互の関係をしっかりと把握しつつ、「箱根町域の共有の財産」として、「一体的かつ永続的に保全・管理していく公的な仕組み」を作り出すことが必要になる。
- ・「地域の水循環や地下水環境」は、年間の季節的な変化だけでなく、周辺一帯の自然環境や社会環境の変化に応じて、経年的にも変化していくことが想定されるため、単発的な調査や検討・評価で満足するだけではなく、「長期的かつ継続的なモニタリング調査」等の手法によって、その時々々の「現状分析を適切に行っていく」とともに、必要に応じて「モニタリング体制の見直し」や「地下水保全計画そのものの見直し」等についても検討し、より良い効果が期待できるように配慮する必要がある。

### 【施策の基本方針】 (図 2)

- ・「町域一帯の地下水や温泉水」を対象とした「水位や揚水量の継続的調査」等の「適切なモニタリング調査体制」によって、総合的にまた継続的な変化も含めて把握する仕組みを構築する。
- ・井戸を対象とした「地下水位の継続的調査」としては、既に平成 22 年度に 4 箇所の観測地点を設定し、自記水位計を用いた地下水位の連続観測を開始している。今後も調査を継続するとともに、観測地点

を追加設定して、より詳細な情報を取得していくことが必要と考えられる。

- ・「地下水・温泉水の涵養」や「水循環」に密接に関連する「河川流量の調査」や「降水量等の水文気象状況の資料調査」等も並行して実施することによって、町域における「水収支を総括的に捉えておく」ことが重要である。
- ・将来的には町内の各地域の特性を反映した「地域毎の適正採取量や保全計画の設定」へと発展させることも視野に入れた上で、「地域毎・帯水層毎」の「地下水位等の経年変化状況」や「地下水の涵養や流動の仕組み」の把握を進めていくことも必要。

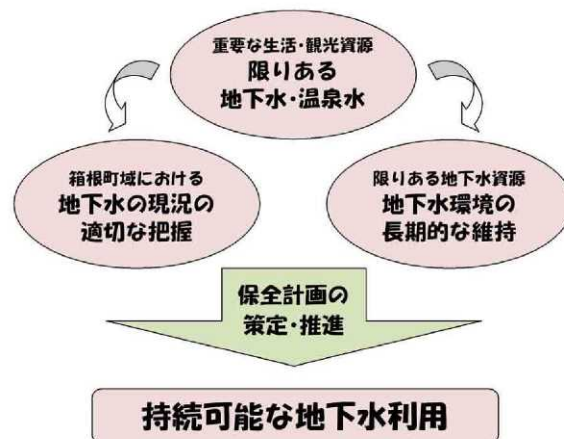


図2 地下水保全の基本方針<sup>1)</sup>

### 計画策定のポイント

- ・町域における地下水・温泉水の状態を季節変動・経年変動を含めて把握するため、モニタリング地点（9箇所）を選定し、「水位」・「水温」を継続的に観測している。水質は、毎年度場所（5箇所）を変え15項目（水温、pH、電気伝導度、一般細菌、大腸菌、亜硝酸イオン、硝酸イオン、有機物(TOC)、カルシウムイオン等硬度、塩化物イオン、味、臭気、色度、濁度、ヒ素）を調査している。
- ・地下水保全対策については、神奈川県と町の関係職員で構成する「箱根町地下水保全対策研究会」で検討を行い、推進している。
- ・町における地下水保全対策に係る取組については、水源環境保全税を財源として神奈川県から交付される「水源環境保全・再生市町村交付金」により実施している。

【資料提供】 神奈川県箱根町 企画環境部 企画課

【引用・参考文献】

1)箱根町：箱根町地下水保全計画、2012.3

## (2) 調査・観測とモニタリング

観測は地下水域の地下水利用の現状把握を目的とし、モニタリングは施策実施後の検証を目的として実施する。手法については既往資料にほぼ記載されているが、測定項目、測定点の配置計画などは地域の地下水実態に大きく左右されるため、地域の地下水利用における課題や目的を踏まえて必要項目や配置計画、観測井戸構造を検討する必要がある。

また、新しい観測手法として、人工衛星を利用した地盤変動測定が試みられている。

### 1) 現況

地下水は、「降水」→「浸透・涵養」→「貯留・流動」→「流出」の水循環の一過程として存在している。したがって、対象地域の地下水特性を把握するためには、各循環経路での情報を効率良く収集する必要がある(図 3.2)。「地下水利用の現状を調べる」ための観測は、地下水を保全するために現在の地下水の状態(量・質・水温、流動性等)の実態を把握する目的で実施されている。

- ・保全事業の事前調査として実施する観測は、バックグラウンド値の把握及びその後の継続調査による異常(環境変化)の検出(環境監視)を目標としている。
- ・「地下水を保全する」ためのモニタリング手法は、地下水位低下、地下水汚染などの地下水障害を修復するための各種施策・事業の検証として実施され、モニタリングで得た情報によって施策、事業の効果を検証し、住民へのアカウントビリティの実証的検証情報として使い、次の施策検討の指標としている。
- ・モニタリングでは地下水位観測井や既設井戸が活用でき、湧水が分布する地域では湧水の量も地下水量の指標として活用できる。

### 2) 課題

- ・地方公共団体の予算縮減の結果、観測点の減少を余儀なくされている事例がみられる。
- ・涵養域を含む地下水域全体の地下水位や降雨量などの観測値が得られるような配置が理想であるが、現実には上流涵養域の観測点が少ないなど、観測地点配置に偏りが見られる。

### 3) 方策の概要

表 4.1 の例に示すように、地下水位あるいは水質の観測井配置は、通常の観測や流域全体の観測配置では 1 箇所/10~20km<sup>2</sup> 程度、地下水域で数値解析モデル作成を意図した配置では 1 箇所/2km<sup>2</sup> 程度で配置されている。涵養域、流出域や帯水層の構造を考慮して配置計画を行い、ストレナ深度、センサーなどの井戸構造を検討する必要がある。

また、地盤変動に対する新しい観測手法として人工衛星を利用する手法が試みられている。観測衛星、SAR(合成開口レーダー)による地盤沈下観測を地盤沈下以外の観測目的と併せて複数地方公共団体との共同活用とすれば観測コストの縮減につながる可能性もあり、今後検討の余地があると考えられる。

#### 4) 事例のポイント

- ・将来予測を前提としたシミュレーション解析を行う場合には、涵養域を含む地下水域全体に降雨量、地下水などの観測点を配置するのが望ましい。

#### 5) 類似事例

埼玉県のリモーター・システム【事例 16】、福井県大野市【事例 17】、人工衛星を利用した地表面変動観測【事例 18】の例を示す。



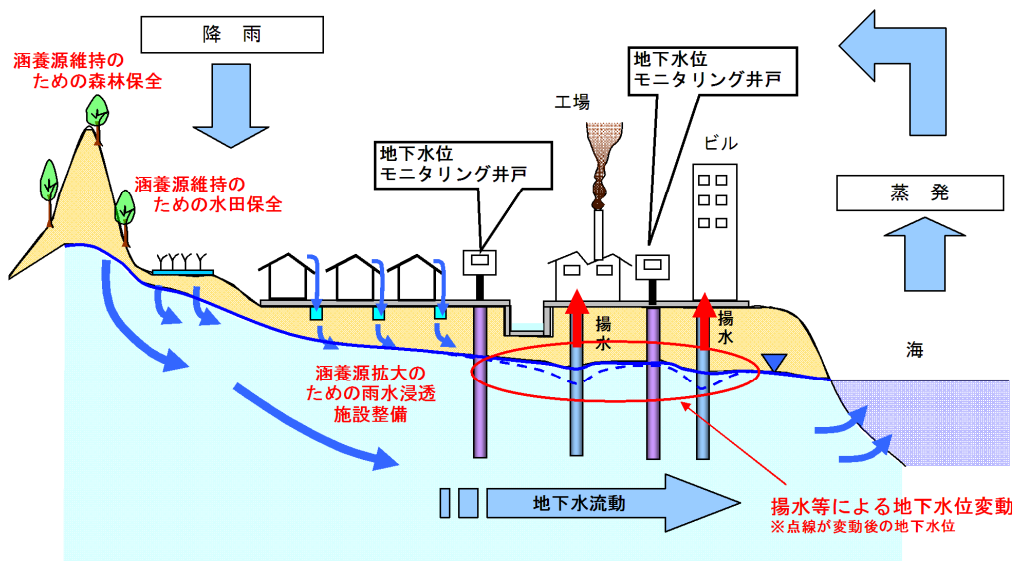


図 4.1 地下水位のモニタリングイメージ

表 4.1 モニタリングの目的と観測井配置の例 注)

地下水位		水 質	地盤沈下		
不圧地下水	被圧地下水				
東京都 23 区	1 箇所/24km <sup>2</sup>	大野盆地	1 箇所/20km <sup>2</sup>	熊本平野	1 箇所/29km <sup>2</sup>
静岡平野 (静岡)	1 箇所/15km <sup>2</sup>	静岡平野 (静岡)	1 箇所/16km <sup>2</sup>	八戸市	1 箇所/25km <sup>2</sup>
熊本白川流域	1 箇所/12km <sup>2</sup>	熊本地域	1 箇所/2.2km <sup>2</sup>	東京都	1 箇所/24km <sup>2</sup>
富士市	1 箇所/8.8km <sup>2</sup>	熊本市	1 箇所/1.7km <sup>2</sup>	愛知県尾張地域	1 箇所/23km <sup>2</sup>
愛知県尾張地域	1 箇所/km <sup>2</sup>	富士・三島	1 箇所/0.7km <sup>2</sup>	富士市	1 箇所/18km <sup>2</sup>
庄川扇状地	1 箇所/km <sup>2</sup>	秦野市	1 箇所/0.2km <sup>2</sup>	筑後平野	1 箇所/14km <sup>2</sup>
砺波平野	1 箇所/2.2km <sup>2</sup>			安曇野市	1 箇所/1.8km <sup>2</sup>
				静岡平野	1 箇所/1.1km <sup>2</sup>
				川崎市	1 箇所/0.6km <sup>2</sup>
大野市	熊本市				
1 箇所/2.4km <sup>2</sup>	1 箇所/11.8km <sup>2</sup>				
	秦野市				
	1 箇所/0.2km <sup>2</sup>				

注) 観測井配置 1 箇所当たりの面積は、主として環境省全国地盤環境情報ディレクトリ平成 25 年版あるいは自治体のウェブサイト等の情報を用いて、地域面積 / 観測井数により算出した。

キーワード： テレメーター・システム、精密水準測量、地盤沈下、地下水位

概要

埼玉県では、昭和 30 年代後半から、①精密水準測量と②広域の地盤沈下・地下水位観測井による観測・調査を実施している。平成 9 年度には、過去に著しい地盤沈下があった地域の観測所にテレメーター・システムを導入した。テレメーター・システムは観測データを自動送信するシステムで、地盤変動の状況を毎日確認することができる(図 1)。

観測手法

①精密水準測量

地盤沈下の面的な広がり把握することを目的として、平成 24 年度は県平野部全域 57 市町、調査地域面積 2843.8km<sup>2</sup>内に設置した水準基標 575 点の標高を年 1 回(10 月から翌年 2 月にかけて)測量し、1 年間の変動量を求めている。

②地盤沈下・地下水位観測

県平野部の 39 箇所、66 の観測井に地盤沈下計や地下水位計を設置し、沈下の進み具合や地下水位の変動状況を観測している。観測の目的は、どれくらいの深さにある地層がどの程度収縮しているか、地下水位はどのくらい低下しているかを定量的・時系列的に把握することである

観測井の構造は基本的に“二重管方式”であり、外管(ケーシング)の長さに対応する地層の収縮や膨張を、内管の上端に取りつけた沈下計で記録する。この方法は、現象的には、地盤が沈下することによる内管の相対的な抜け上がり量をとらえ、外管に接する地層の収縮量を測定するものである。

一方、地下水位は所定の深さに設置したストレーナー(井戸の開口部)を通して、被圧した帯水層の水圧変動を井戸の水位変化としてとらえている。井戸の水位と内管に降ろしたフロートとは連動し、地下水位の変化が連続的に記録される仕組みになっている<sup>2)</sup>。

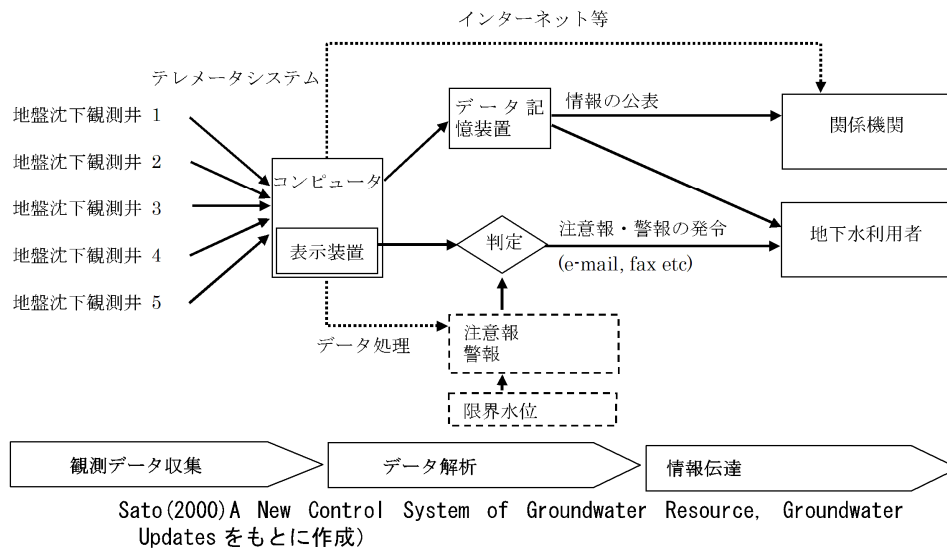


図 1 テレメーター・システムによる地下水管理<sup>1)</sup>

【引用・参考文献】

- 1) 国土交通省：平常時の地下水利用の取組事例、pp.1-9、2008
- 2) 埼玉県：平成 25 年地盤沈下・地下水位観測年報、2015.2

キーワード：大野市、単一地方公共団体、観測点、地下水位、地盤沈下

概要

福井県大野市は、東から九頭竜川、真名川、清滝川の3河川沿いに発達した低地と周囲の山地により形成される盆地に位置する。古くから地下水利用が盛んで、84%（平成13～22年平均推計値）が上水用と工業用水に使用されている<sup>1)</sup>。大野市街地がある真名川以西の地下水は、全体に南から北に向かって流れている。この範囲の地下水は木本扇状地内を流れる木本扇状地地下水系と、真名川が深く関与する真名川地下水系に二分され、両者は互いに影響を及ぼし合っている。水田が広がる市南部地域は地下水の涵養が大きいことから、地下水の重要な涵養域としており、可能な限り現在の状態を維持するよう努めている。市街地には多くの湧水と揚水井があり、末端部では地盤沈下が生じている。地下水位は、冬場の消雪使用時に急激に低下し、保全目標水位を下回ることがあり、地下水位は長期低下傾向にある<sup>2)</sup>（図1）。

観測点配置

a. 広域の地盤沈下量

市街地の北端部に分布する粘性土に地盤沈下履歴があり、基準点(水準点及び三角点)による観測が行われている。市全域に設置されている国土院の基準点による沈下地域は市の北端部に限られている。揚水量の経年変化は工業用水の減少が目立つほか、上水道と建築用水が微増傾向にある。また、消雪用水は市の地下水保全条例で抑制地域が設定されているが、市全体で使用されているために年次差が大きく、脆弱性の要因になっている。

b. 地下水位

地下水位観測は図2に示す真名川以西の地域で昭和51年から着手し、現在32井の観測井で実施されている。観測井の配置密度は1箇所/2.4km<sup>2</sup>で熊本市や砺波平野とほぼ同水準で本数の不足はないと考えられ、市内3か所の基準観測井と市内2か所の湧水池の観測値に基準値を設けて監視を行っている。

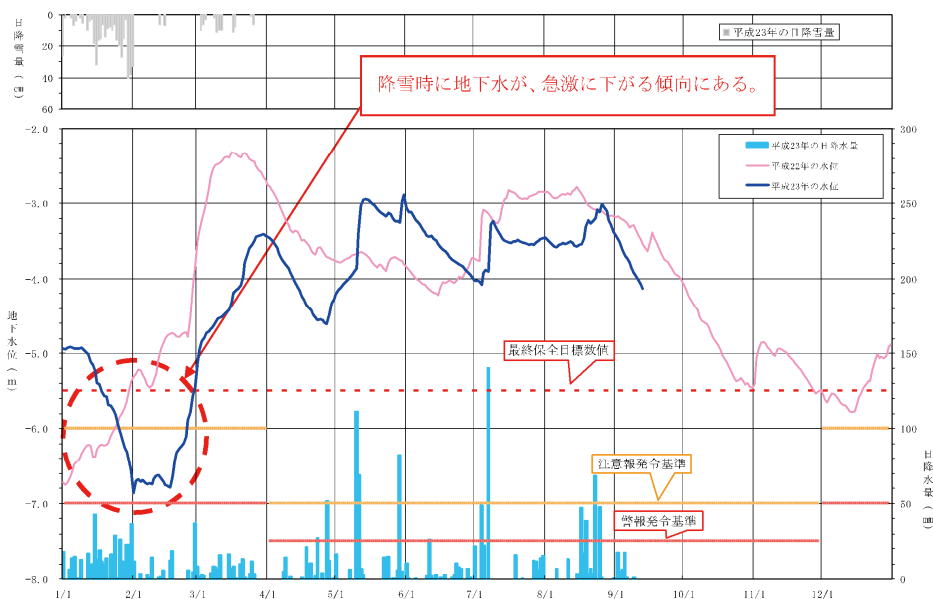


図1 基準観測井の地下水位経年変化<sup>2)</sup>（平成22年と23年の比較）



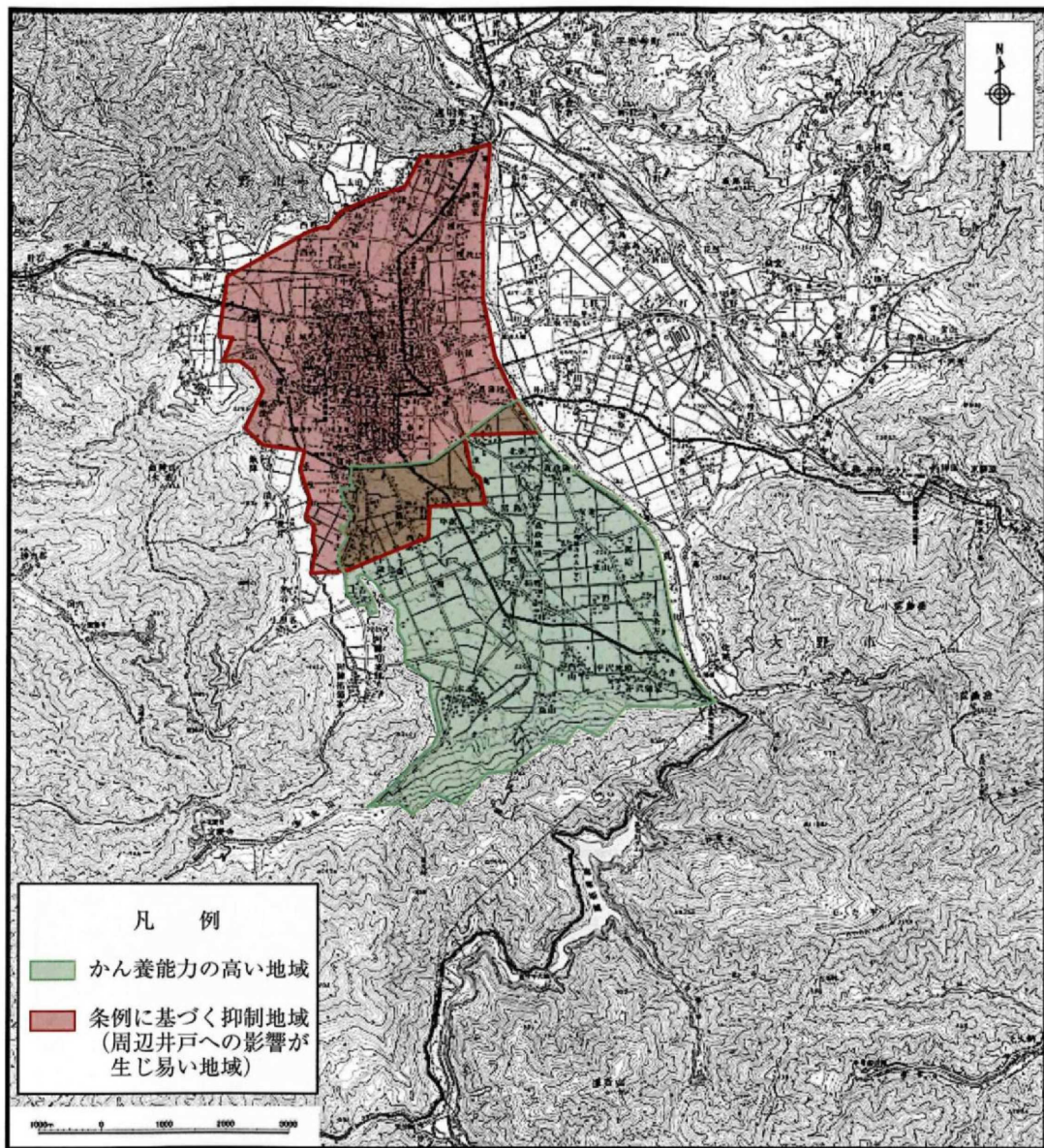


図3 地下水量保全指針の該当区域<sup>3)</sup>

【引用・参考文献】

- 1) 大野市：大野市の地下水、2003. 8
- 2) 大野市：越前おおの湧水文化再生計画、2011. 10
- 3) 大野市：地下水保全管理計画、2006. 1

キーワード：人工衛星、合成開口レーダ（SAR）、地表面変動

概要

人工衛星情報の合成開口レーダ（SAR）を用いて地表面の変動をとらえる手法であり、広域的に精度の良い測定が可能である。現在は主として研究目的で実施されている<sup>1)</sup>。

解析手法

人工衛星の干渉 SAR で地表変動をとらえる場合には、SAR アンテナと地表の間の距離の変化を計測する。人工衛星を利用した干渉 SAR の場合、地表の同一の地点を、上昇（北行）軌道と下降（南行）軌道のほぼ反対側から観測を行い、この 2 種類の観測結果を組み合わせることにより、図 1 のように視線方向内のあらゆる向きの変動をとらえる。日本では、国土地理院の 50 メートルメッシュの標高データが全国をカバーしており、現在の干渉 SAR による地表変動検出に十分な分解能と精度を持っている<sup>2)</sup>。

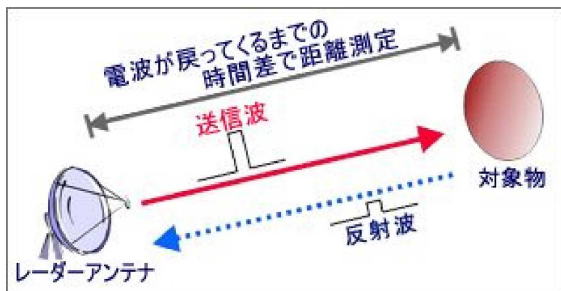


図 1 合成開口レーダの原理<sup>1)</sup>

手法の適用性

測定精度の問題はクリアされつつあるが、単独で用いる場合はコストがかさむため、観測衛星、合成開口レーダによる地盤沈下観測を地盤沈下以外の観測目的と併せて複数地方公共団体との共同観測とすれば観測コストの縮減につながる可能性がある。

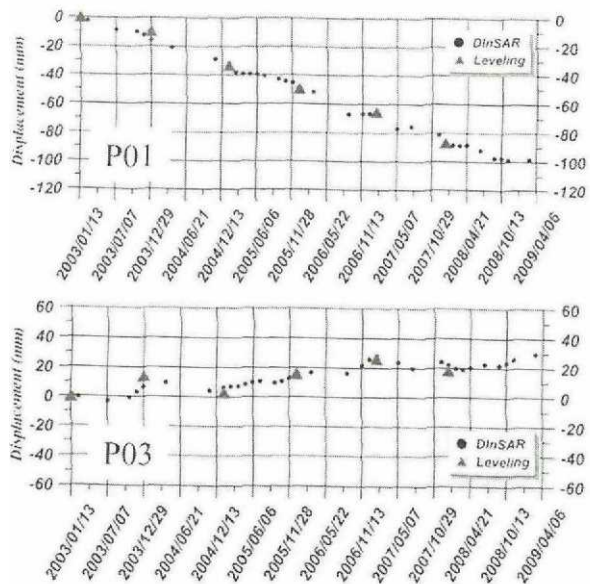


図 2 合成開口レーダを用いた観測例<sup>2)</sup>  
九十九里地点の水準測量(▲)、SAR 観測結果(●)

【引用・参考文献】

- 1) 国土地理院：SAR のしくみ、<http://vldb.gsi.go.jp/sokuchi/sar/mechanism/mechanism01.html>、2015. 2. 15
- 2) 徳永朋祥：地盤沈下が沈静化した後の地下水管理のあり方、シンポジウム地盤沈下の現状から見る今後の地下水管理講演要旨集、日本地下水学会、pp. 25-30、2013

### (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 m<sup>3</sup>/日、減水期の冬季は約 20 数万 m<sup>3</sup>/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<sup>1)</sup>。

### 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<sup>2),3)</sup> (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。

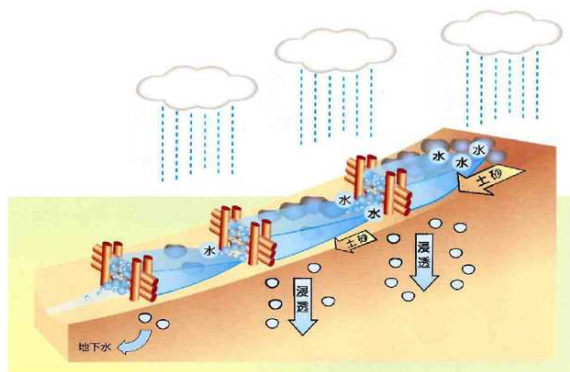


図 1 森の小さなダム機能模式図<sup>1)</sup>



写真 1 森の小さなダムづくり<sup>2)</sup>

#### 【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](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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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<sup>1)</sup>。

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<sup>2)</sup>。

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<sup>2)</sup>。

熊本地域の地下水涵養量は年間約 6 億 m<sup>3</sup>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 m<sup>3</sup>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<sup>3)</sup>。

【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=](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](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](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<sup>2)</sup>

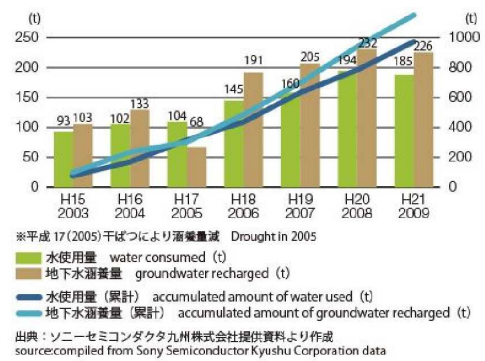


図 1 工場の水使用量と地下水涵養量<sup>4)</sup>

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<sup>1)</sup>。

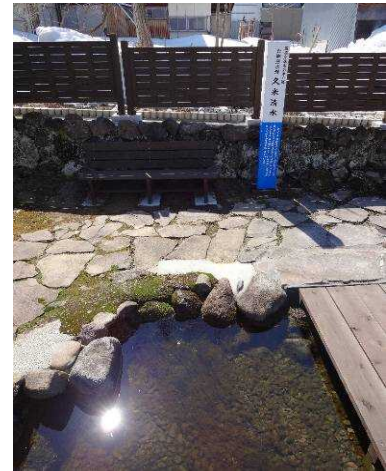


写真1 六郷湧水群久米清水

### 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<sup>1)</sup>。

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<sup>3)</sup>

「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)<sup>2)</sup>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(CH<sub>4</sub>)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。

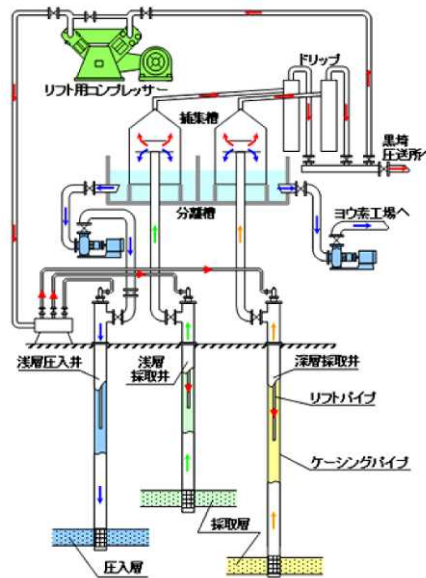


図 1 ガスリフト方式模式図<sup>1)</sup>

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<sup>1)</sup>(写真 1、図 2)。



写真 1 かん水圧入基地<sup>1)</sup>

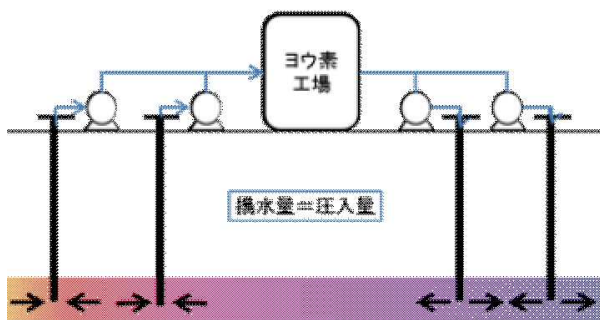


図 2 揚水量と圧入量のバランス<sup>1)</sup>

【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

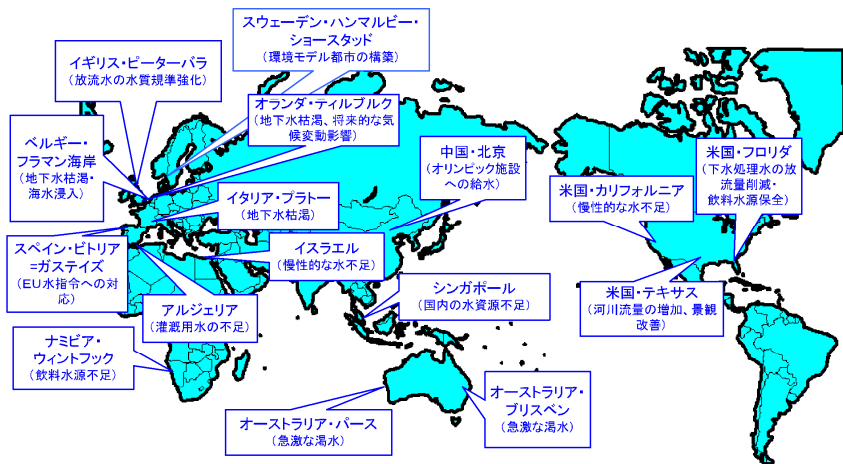


図 1 海外における再生水利用の目的と契機<sup>1)</sup>

涵養手法

米国では約 5,000 万 m<sup>3</sup>の下水処理水のうち、18%に相当する約 64,800 万 m<sup>3</sup>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。

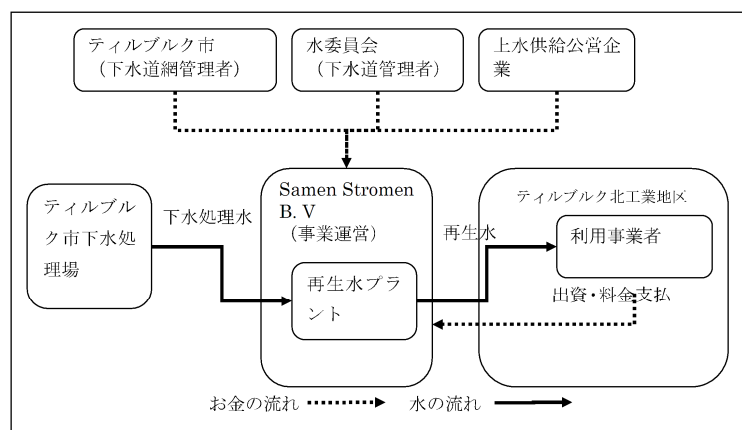


図 2 ティルブルク市における事業構造<sup>1)</sup>

【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。

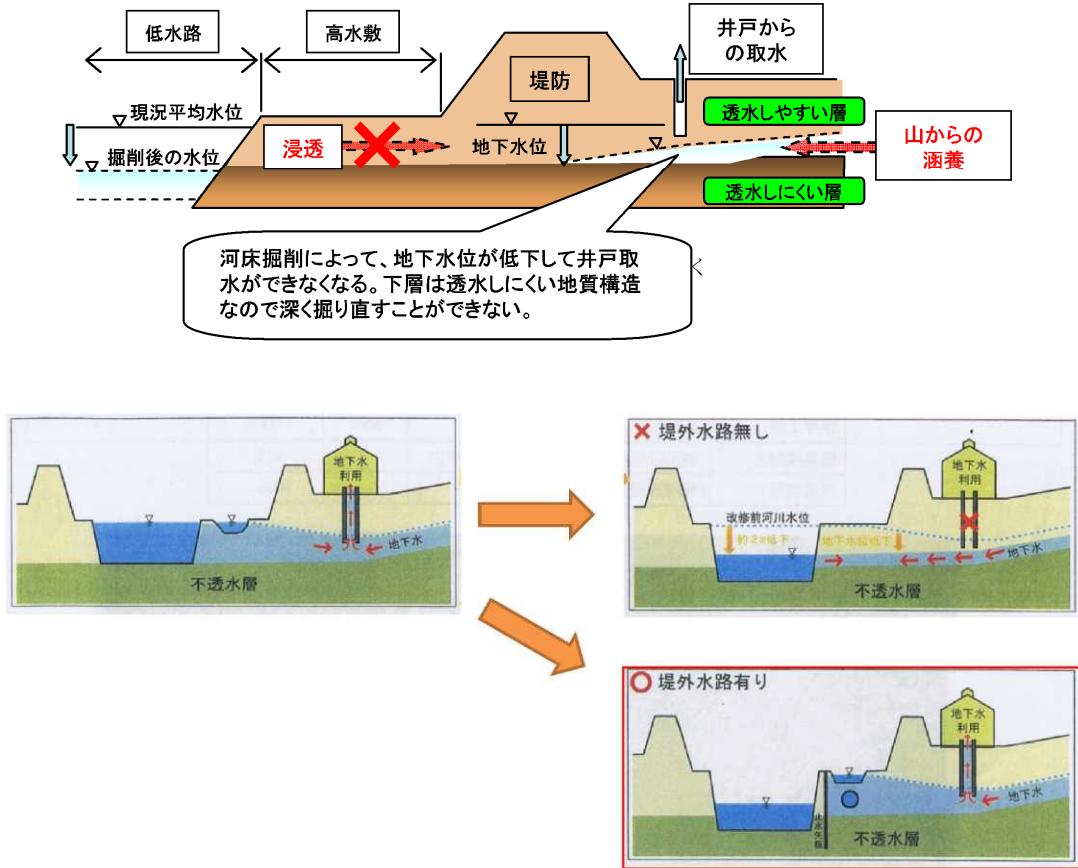


図 1 加古川の河床掘削における地下水保全対策<sup>1)</sup>

【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<sup>1)</sup>。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<sup>2)</sup>(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)<sup>2)</sup>。

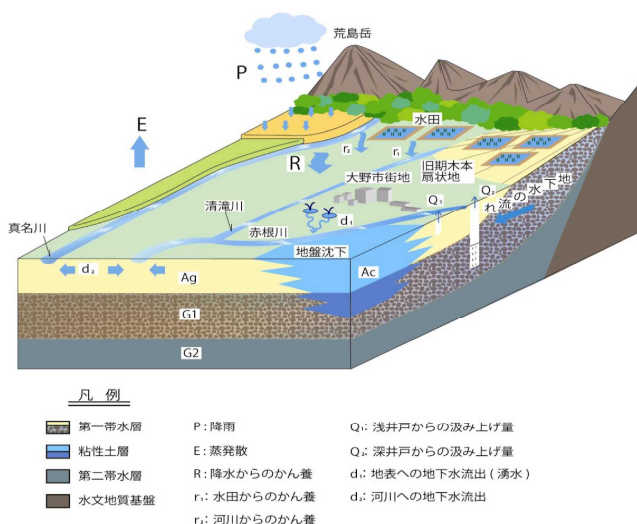


図 1 大野市の水循環と地下水<sup>1)</sup>

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<sup>2)</sup>。

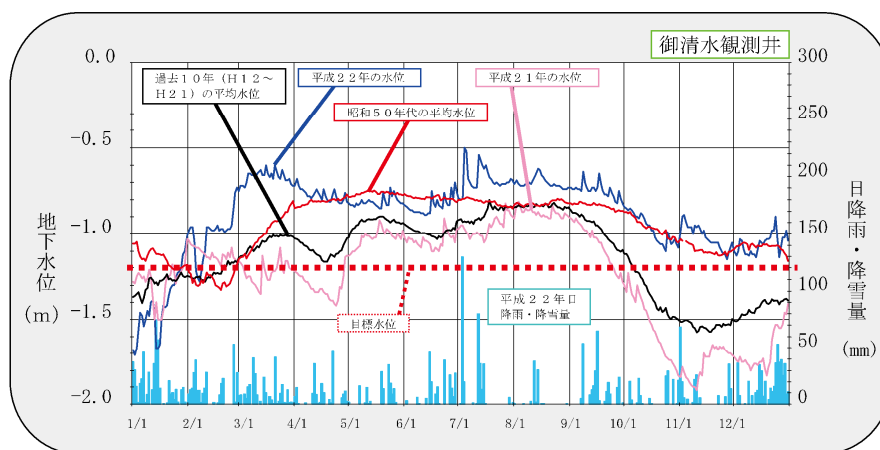


図 2 御清水観測井の地下水位変動と管理指標<sup>1)</sup>

【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

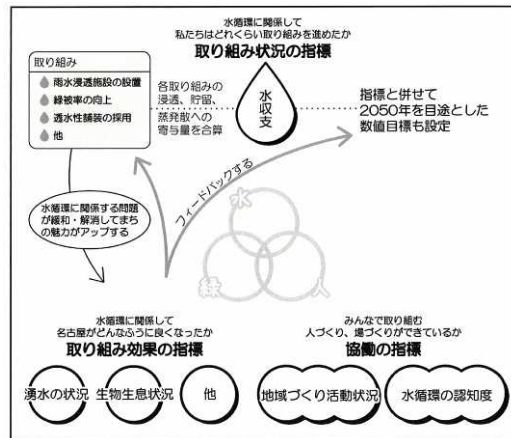


図1 水循環に関する管理指標

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1,386,330m<sup>3</sup>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%
河川の水質基準の達成 【水質保全】	河川の水質基準の達成率 (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<sup>2)</sup>。

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）。

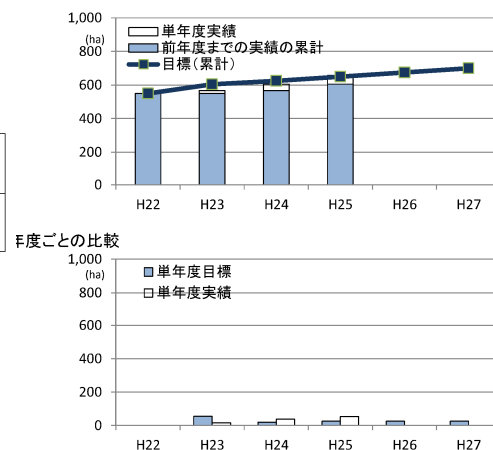


図1 水源地涵養事業の評価例

【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](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、20m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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<sup>1)</sup>(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<sup>2)</sup>。

【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<sup>1)</sup>

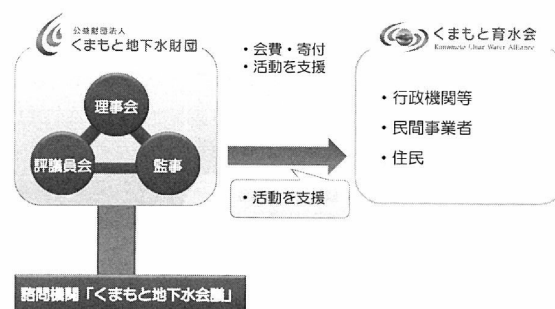


図 2 地下水財団と育水会<sup>2)</sup>

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<sup>1)</sup>、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<sup>1)</sup>。

協力金制度の背景と概要<sup>1)</sup>

- ・市は水道の約 6 割 (590 万 m<sup>3</sup>) 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 m<sup>3</sup> 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、使途は森林の整備・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な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

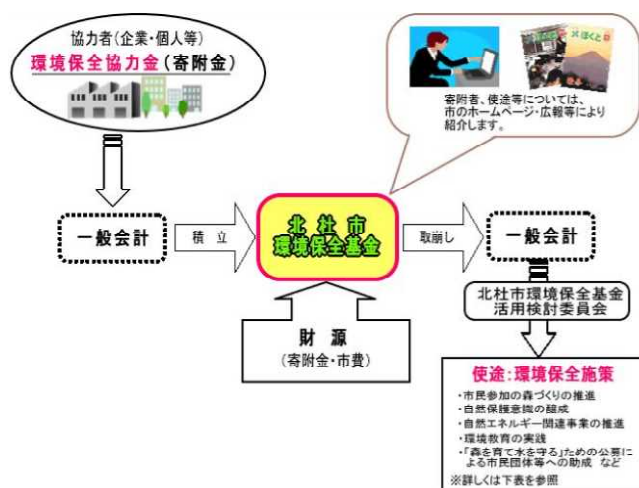


図 1 協力金制度の枠組み<sup>2)</sup>

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<sup>1)</sup>、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<sup>2)</sup>。

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<sup>2)</sup>。

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）<sup>3)</sup>

(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m<sup>3</sup>/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<sup>1)</sup>。

### 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」<sup>1)</sup>(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。

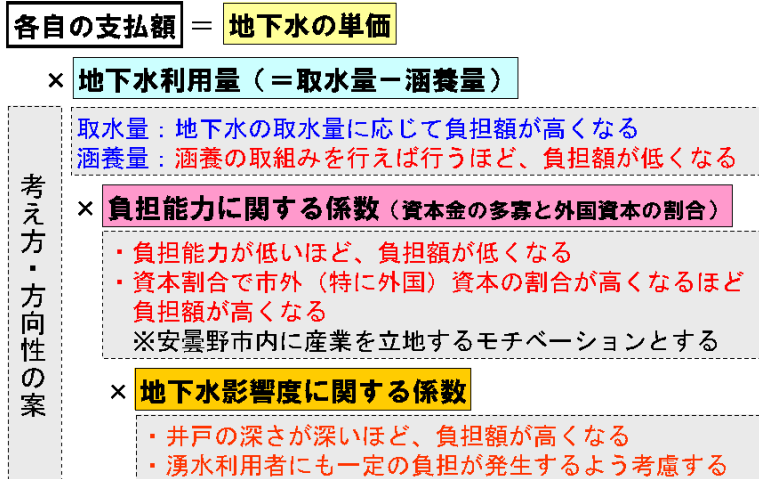


図1 安曇野市における地下水利用者の地下水利用負担金(案)<sup>2)</sup>

【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<sup>1)</sup>(図1)。

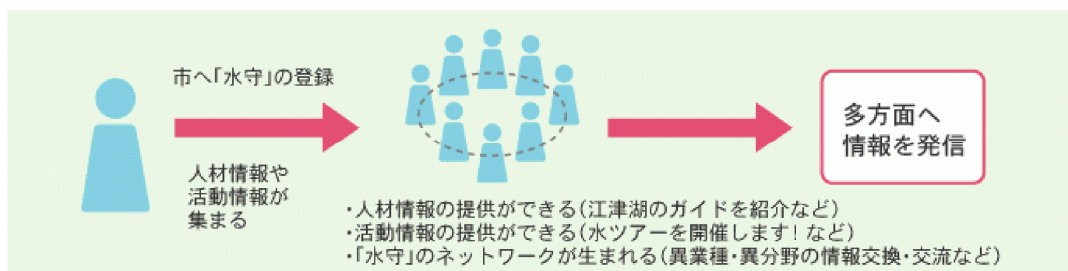
図1 水の民間信仰(水神)<sup>1)</sup>

## 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)<sup>1)</sup>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<sup>1)</sup>

## 【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<sup>1)</sup>（図1）。

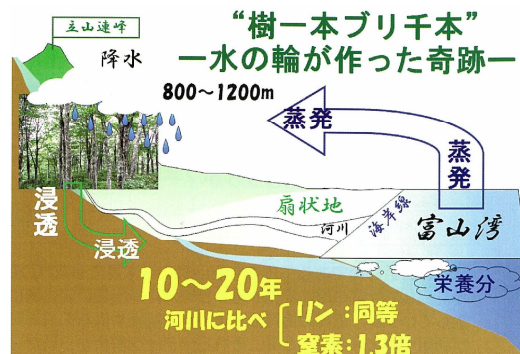


図1 富山湾東部の海底湧水循環モデル<sup>1)</sup>

## 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<sup>1)</sup>。

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<sup>1)</sup>。



写真 1 御香宮の御香水<sup>1)</sup>

## 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<sup>2)</sup>。
- ・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<sup>1)</sup>

### 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<sup>2)</sup>。

### 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<sup>3)</sup>。



写真 1 市内のせせらぎ<sup>3)</sup>

### 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<sup>1)</sup>。

#### 【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<sup>1)</sup>(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<sup>2)</sup>。

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<sup>3)</sup>。

### 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](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<sup>1)</sup>。

- 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<sup>1)</sup>

### 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 2～27m<sup>3</sup>/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 1.3～94.8m<sup>3</sup>/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 12m<sup>3</sup>/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<sup>1)</sup>。

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。

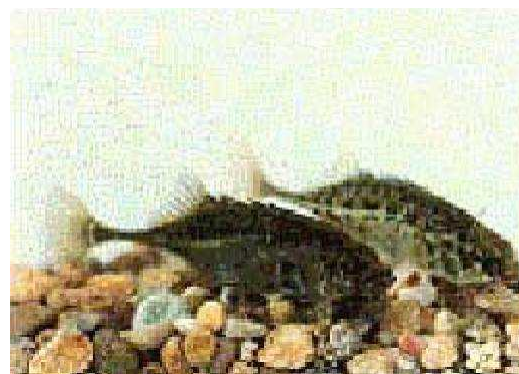


写真 1 イバラトミヨの飼育

### 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](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 m<sup>3</sup>/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 m<sup>3</sup>/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)

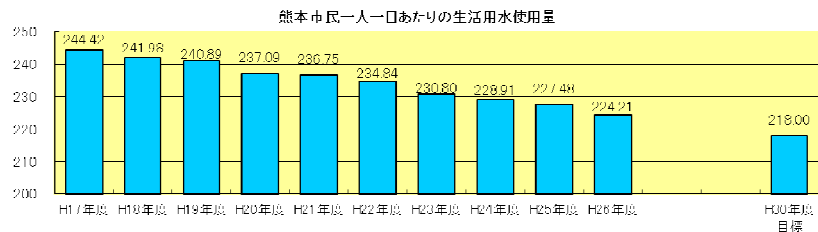


図 1 熊本市民 1 人/日の生活用水使用量<sup>1)</sup>

### 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<sup>1)</sup>



図 2 教材パンフレット<sup>2)</sup>

### 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<sup>3)</sup>。
- ・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<sup>1)</sup>

#### 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<sup>3)</sup>。
- 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

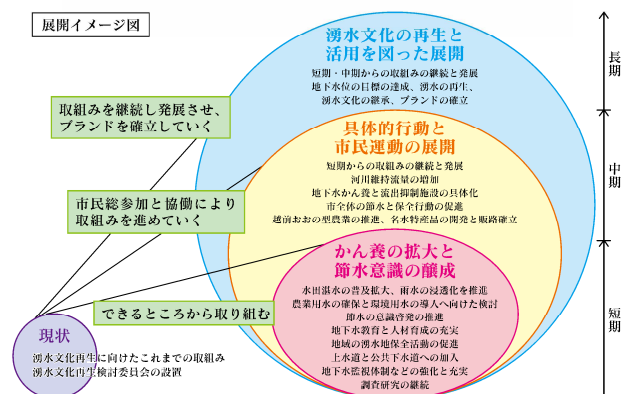


図1 湧水文化の再生イメージ<sup>2)</sup>

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<sup>1)</sup>

### 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。

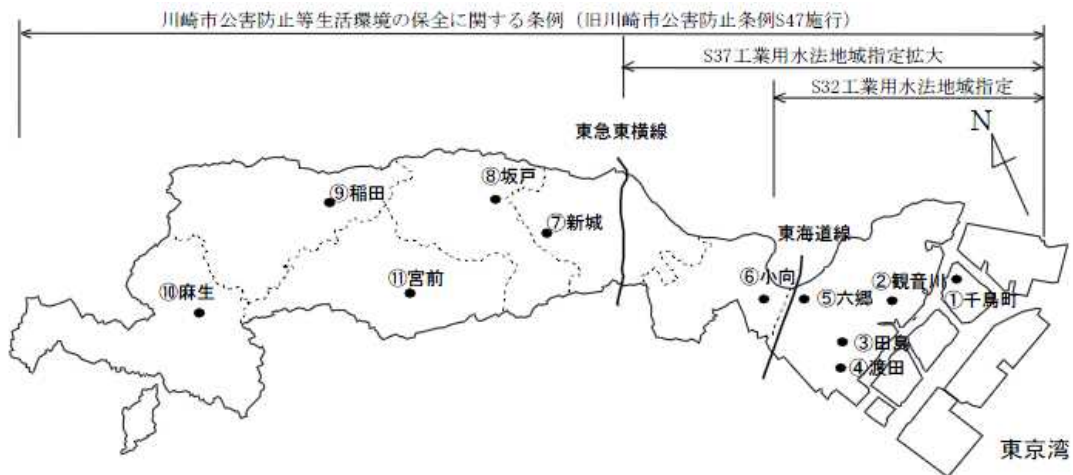


図 1 観測井の配置

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。

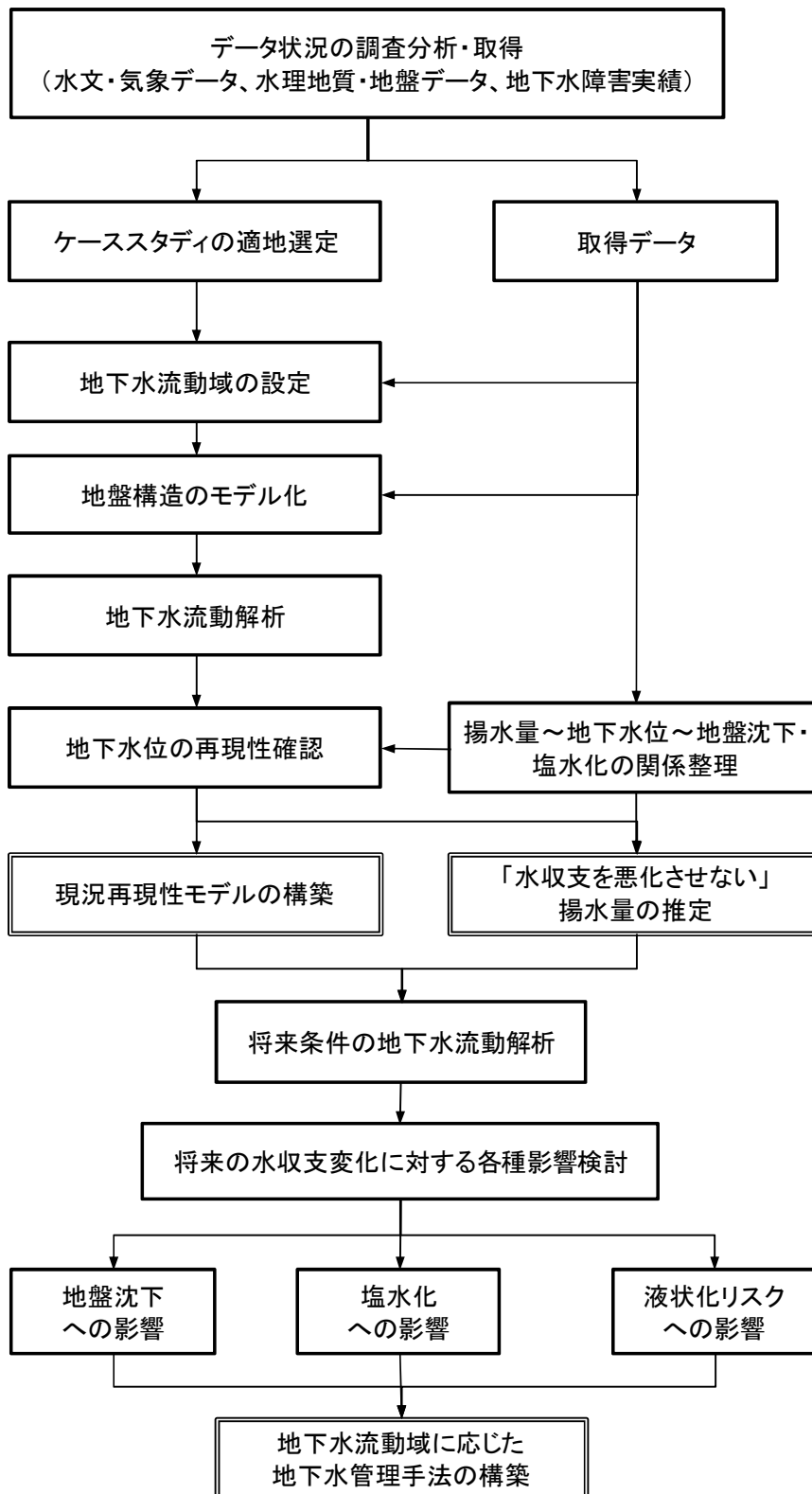


図2 沿岸平野におけるケーススタディ検討手順

### (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40,000m<sup>3</sup>/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40,000m<sup>3</sup>/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 <sup>3</sup> /日)		揚水量 1,822(m <sup>3</sup> /日)		揚水量 145,558(m <sup>3</sup> /日)		揚水量 177,000(m <sup>3</sup> /日)	
	1.00倍		1.08倍		1.13倍		1.39倍	
	流入	流出	流入	流出	流入	流出	流入	流出
貯留量 <sup>※1</sup>	1.5	1.1	1.7	1.2	1.7	1.2	2.0	1.2
固定境界 <sup>※2</sup>	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：×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/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。

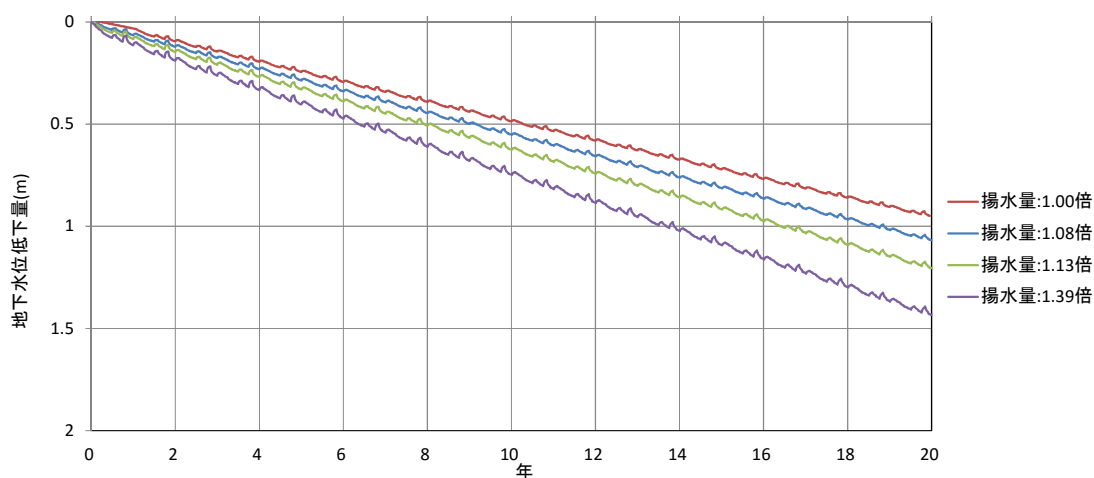


図3 宮前観測所の地下水低下量の経年変化(台地・丘陵地)

## 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40,000m<sup>3</sup>/日に対して、最大6mm/年に及ぶという結果が得られた(図5)。

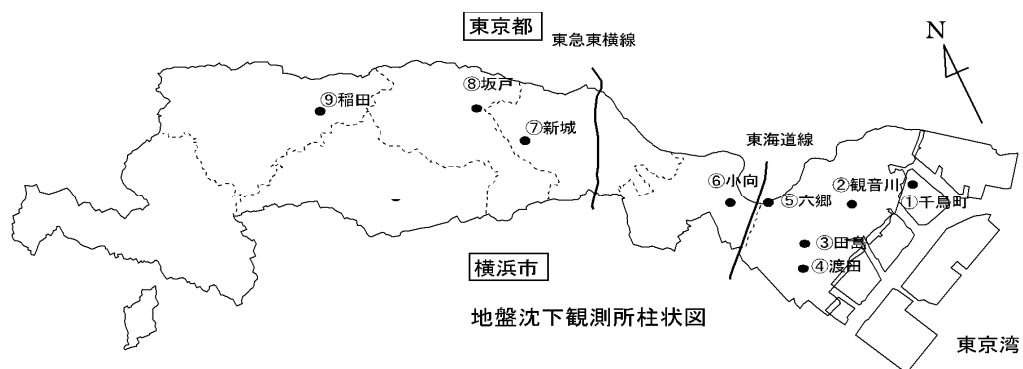


図4 地盤沈下観測所位置図

出典：川崎市水環境保全計画（平成24年10月）

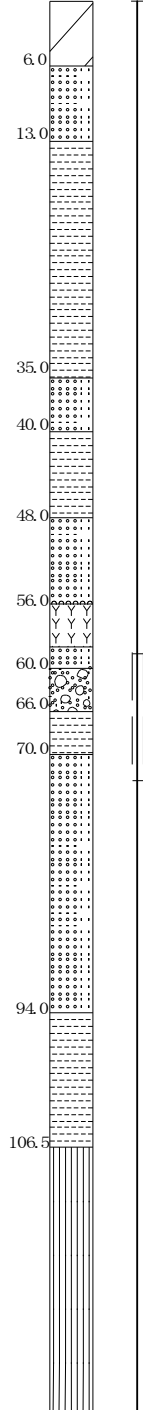


【①千鳥町】

- ・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

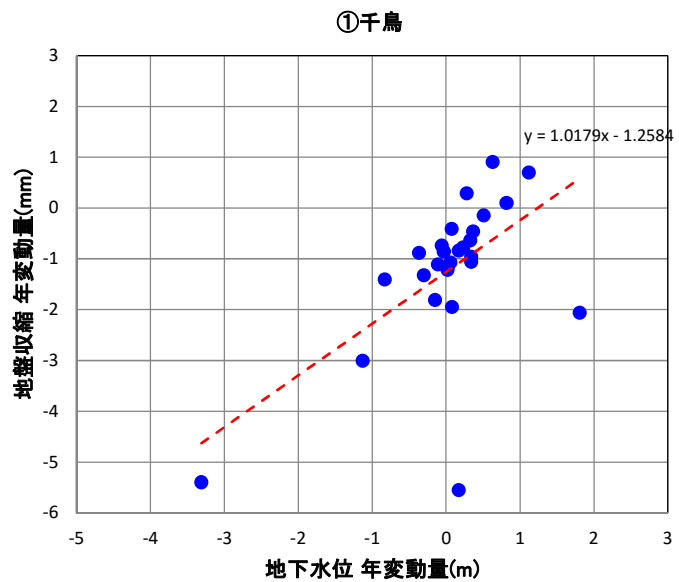
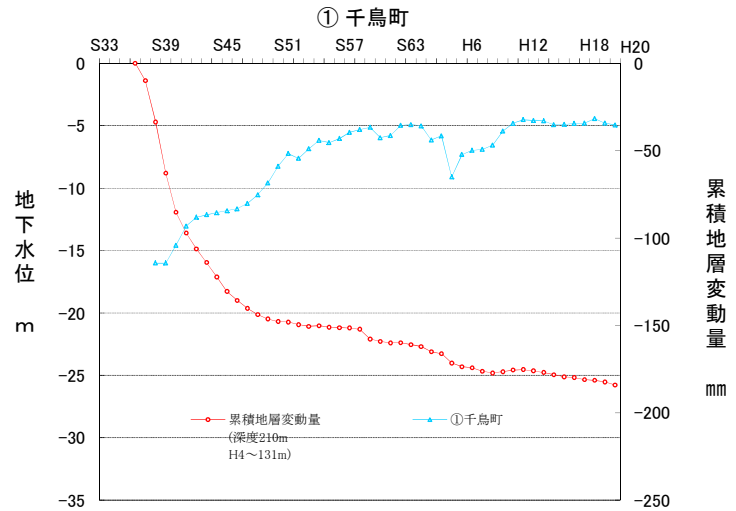


図5 地下水位年変動量と地盤収縮年変動量の関係

### 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40,000m<sup>3</sup>/日に対して、最大600mg/lに及ぶ結果が得られた(図7)。

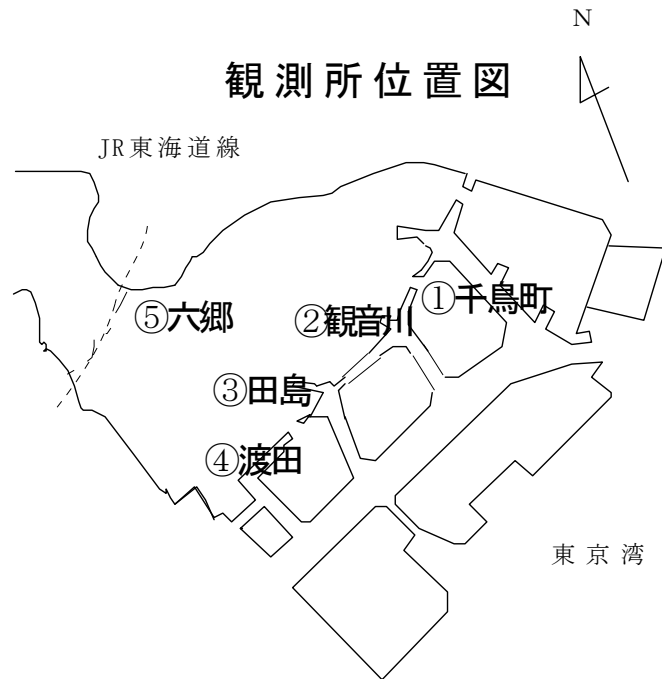


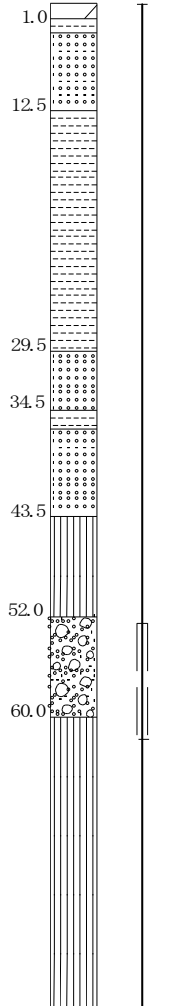
図6 観測井戸位置図

【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（ストレナー位置）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

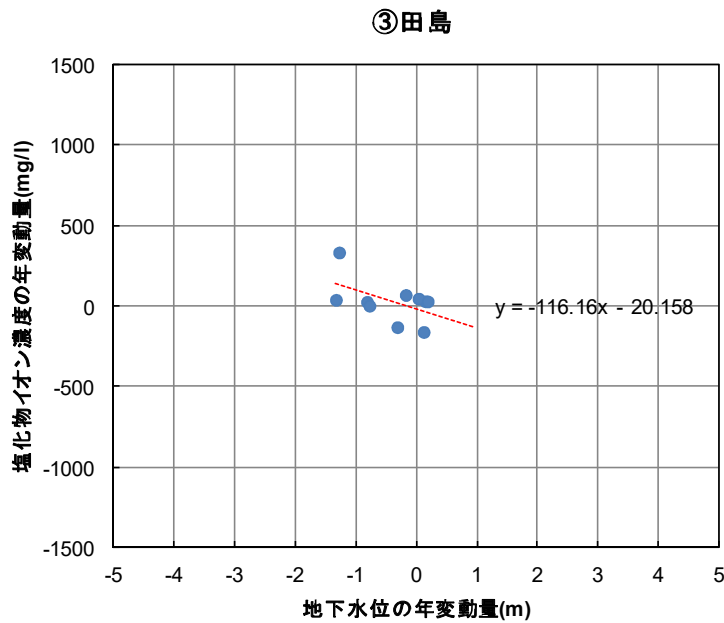
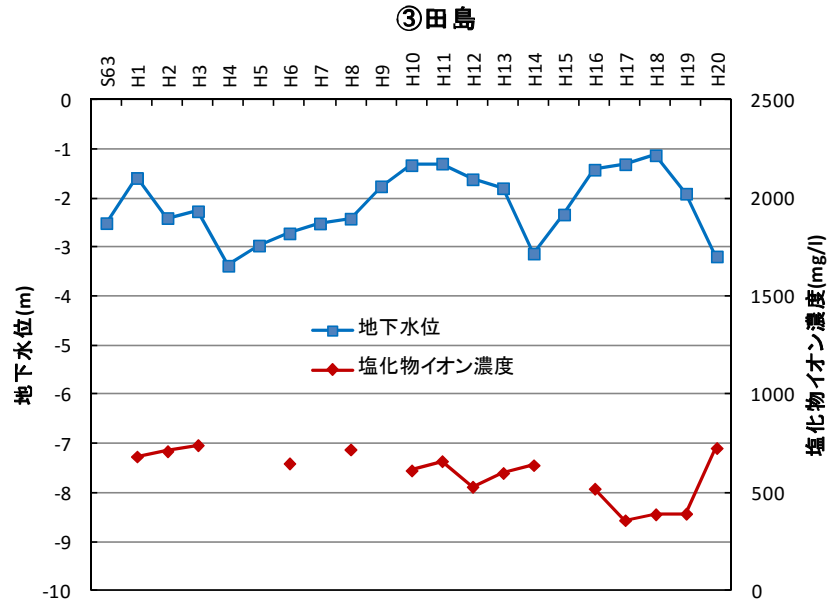


図7 地下水－塩化物イオン濃度の関係（田島）

## 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て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。

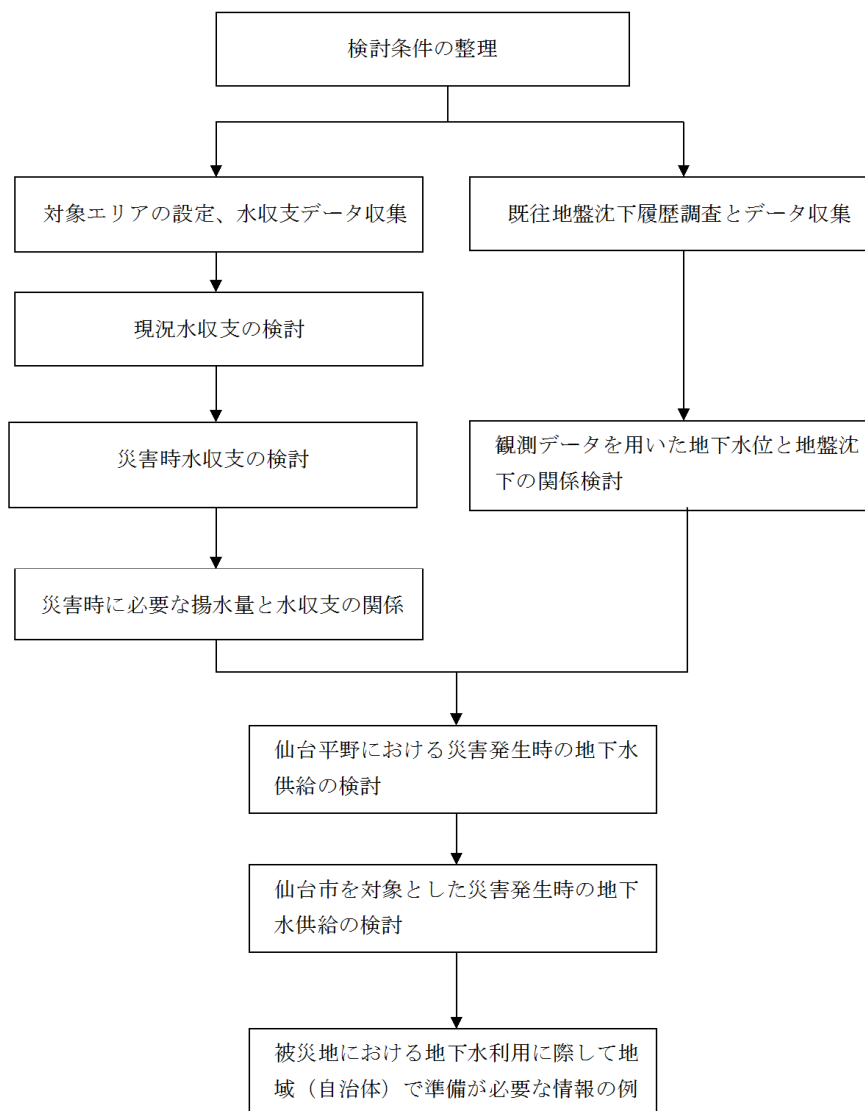


図1 仙台平野における災害時地下水利用検討フロー

### (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。

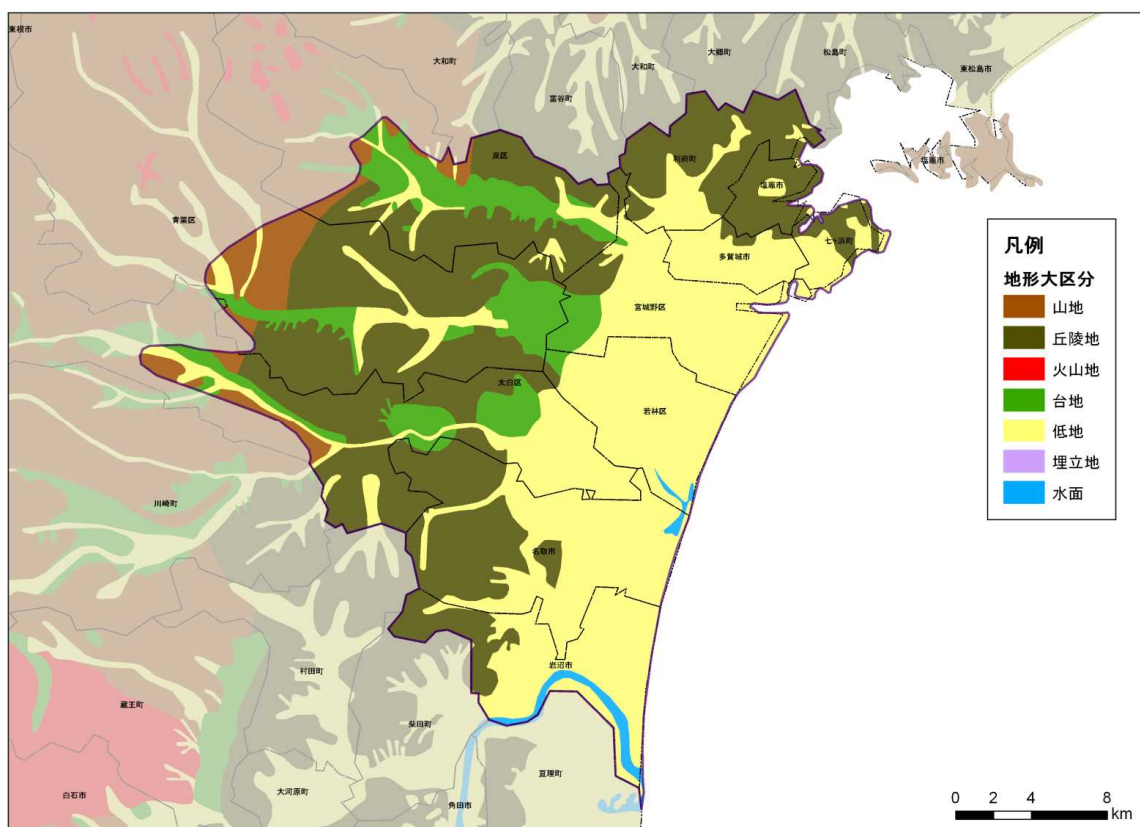


図2 仙台平野の水収支対象域（低地＋台地＋水面）

（「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）

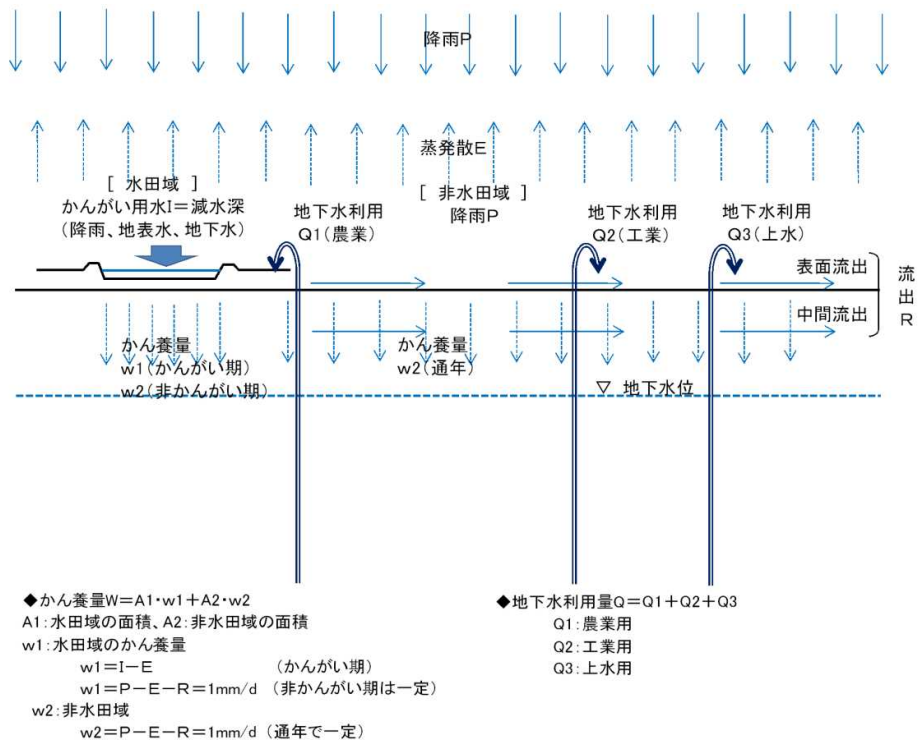


図3 水収支算定方法



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m<sup>3</sup>）

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](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m<sup>3</sup>となった。これは、現況の年間の地下水利用量(44,300千m<sup>3</sup>)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。

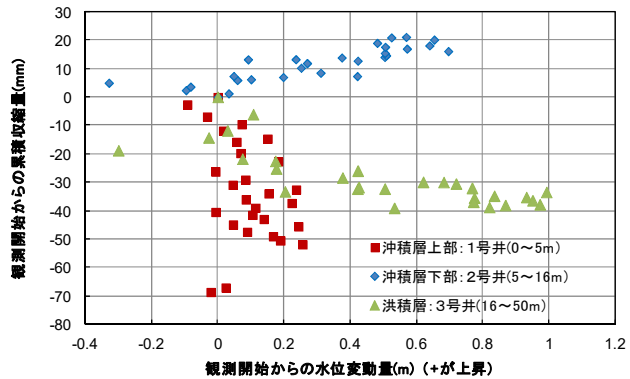


図4 地下水位と地盤沈下量の相関関係(狐塚)

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。

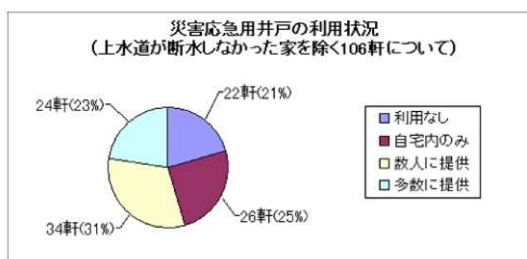


図5 災害応急井戸（個人）の利用状況

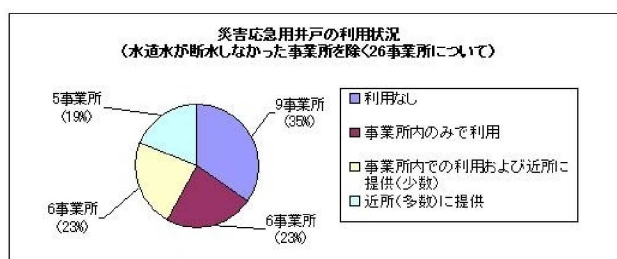


図6 災害応急井戸（事業所）の利用状況

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](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<sup>5)</sup>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1,410m<sup>3</sup>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 <sup>3</sup>	20 $\frac{\text{リットル}}{\text{トール}} \times 70,467$ 約 1,410m <sup>3</sup>	100 $\frac{\text{リットル}}{\text{トール}} \times 3,201$ 約 320m <sup>3</sup>	250 $\frac{\text{リットル}}{\text{トール}} \times 2,829$ 約 250m <sup>3</sup>

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<sup>1)</sup>。

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 m<sup>2</sup>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 m<sup>2</sup>以上の公園、施設など）。

このように約500km<sup>2</sup>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2.8km<sup>2</sup>に1箇所、応急給水施設は7.2km<sup>2</sup>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、750m<sup>3</sup>/日）及び応急給水槽（19箇所、100m<sup>3</sup>/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1,410m<sup>3</sup>/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1m<sup>3</sup>/時とし、応急給水施設による給水能力を550m<sup>3</sup>/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 <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )
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、地盤沈下観測地点の配置密度(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 <sup>2</sup> )	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 <sup>2</sup> )
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 <sup>2</sup> 以上				工業用
ビル用水法		動力		6cm <sup>2</sup> 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 <sup>3</sup> /日			
東京都	板橋区	動力						出力300W超
東京都	小金井市				500m <sup>3</sup> /日			
神奈川県	小田原市				12.5m <sup>3</sup> /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 <sup>3</sup> /日	80m以上		第4種指定地域
新潟県	長岡市	動力		4cm <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 超				
富山県	滑川市	動力		21cm <sup>2</sup> 超				
富山県	上市町			5cm <sup>2</sup> 超				
石川県	金沢市	動力		6cm <sup>2</sup> 超				
石川県	内灘町	動力		11.4cm <sup>2</sup> 超		水面30m超		
石川県	白山市	動力		19.62cm <sup>2</sup> 超				
石川県	中能登町	動力		11.4cm <sup>2</sup> 超				揚水機30m以深
福井県	大野市	動力		19.6cm <sup>2</sup> 超				
山梨県	富士河口湖町			6cm <sup>2</sup> 超				
静岡県		動力		14cm <sup>2</sup> 超				
静岡県	富士市	動力		5cm <sup>2</sup> 以上 14cm <sup>2</sup> 以下				規制地域、適正化地域
静岡県	伊豆市	動力 手動		5cm <sup>2</sup> 以上				
静岡県	掛川市	動力		19cm <sup>2</sup> 超				
静岡県	浜松市	動力		5cm <sup>2</sup> 以上				
京都府	大山崎町	動力			20m <sup>3</sup> /日			
京都府	向日市			19cm <sup>2</sup> 超				
京都府	城陽市	動力						
大阪府	島本町	動力		5cm <sup>2</sup> 以上				
愛媛県	西条市	動力		21cm <sup>2</sup> 以上				
高知県	香南市	動力			100t/日			
福岡県	豊前市	動力		19cm <sup>2</sup> 超		40m以上		
福岡県	宗像市	動力			10m <sup>3</sup> /日			
佐賀県	小城市	動力		6cm <sup>2</sup> 超				
長崎県	南島原市	動力		5cm <sup>2</sup> 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 <sup>2</sup> 超				
長崎県	西原村	動力 自噴	19cm <sup>2</sup> 以上	6cm <sup>2</sup> 以上				
熊本県		動力  自噴		6cm <sup>2</sup> 超 19cm <sup>2</sup> 超 50cm <sup>2</sup> 超 125cm <sup>2</sup> 超 19cm <sup>2</sup> 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  $\alpha$  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。