

「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	千葉県水環境保全計画	千葉県	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/10～20km²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/2km²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、何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。

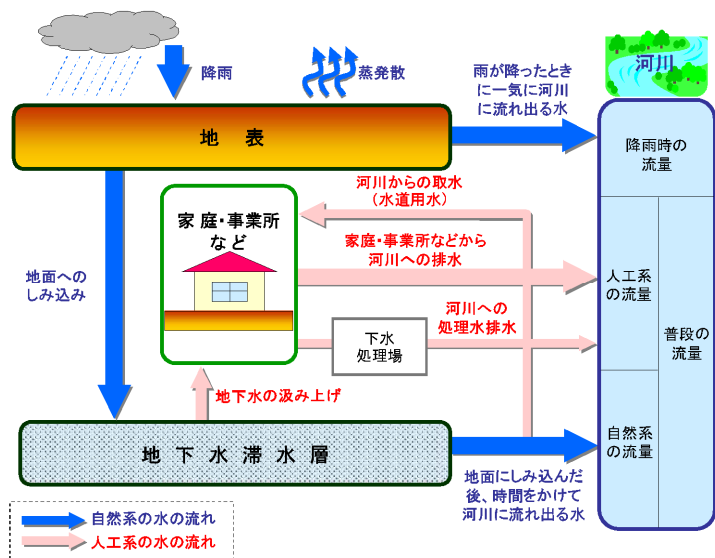
【目的】ブロック間の水の出入りの把握及び地下水状態の将来予測

【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¹⁾

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¹⁾。

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。

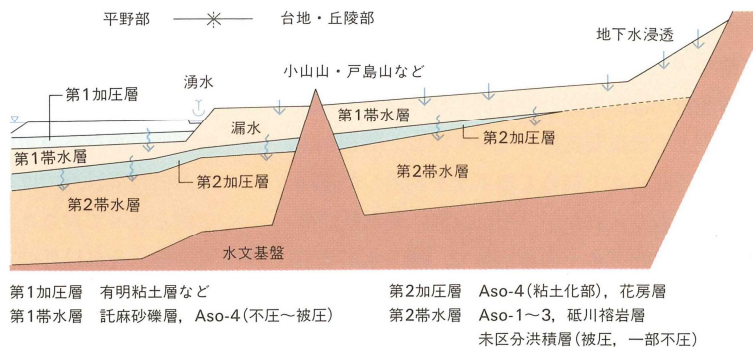


図1 阿蘇西麓地下水盆の準三次元解析モデル概念図¹⁾

【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¹⁾。

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²⁾。

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"> ・ 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
	b. 登録防災井戸の状況把握	<ul style="list-style-type: none"> ・ 井戸の管理状況、水質（飲用可否） ・ 設置場所の周知（防災マップ、Web サイトなど）
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"> ・ 地域住民、近隣地域からの避難者 ・ 時系列の避難者数予測
	b. 災害時の水需要予測	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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
	c. 地下水で賄う必要がある水量	<ul style="list-style-type: none"> ・ 給水車など公助で見込める応急給水量
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"> ・ ②による必要量と各避難所の確保水量 ・ 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）
	b. 災害発生時の地下水供給	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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

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³⁾

表 2.2 災害発生時の地下水供給施設と対応方策の例⁴⁾

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"> ・ 設置場所がわからず他の住民が使えない ・ 電動モーター式は停電時に使えない ・ 地震動による設備の損傷 ・ 津波、自然汚染による水質劣化 ・ 建物倒壊による井戸機能損傷 ・ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 防災マップへの設置場所記載 ・ つるべ式井戸の保存 ・ 定期的な水質検査と行政による補助 ・ 登録制度の推進 ・ 耐震化公共施設への井戸配置 ・ 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
消融雪井戸	<ul style="list-style-type: none"> ・ 停電時に機能しない ・ 地震による管路の損傷 ・ 大量揚水による地下水位低下に起因する地盤沈下懸念 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 停電時も機能する非常用電源の設置 ・ 地下水位観測など利用量の管理と規制
避難所施設	<ul style="list-style-type: none"> ・ 交通遮断による避難の遅延 ・ 避難長期化による生活用、雑用水の不足 ・ 通信手段の障害 ・ 収用人数に制限がある 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地域人口を考慮した分散設置 ・ 避難所への優先アクセス確保 ・ 井戸揚水量の増強 ・ 水質検査備品の常備 ・ 雨水貯留設備の設置などを含む多重水源化 ・ 安全設備を利用したインターネット活用手段の増強 ・ 小電力で可能な地下水熱利用冷暖房
地下貯留槽	<ul style="list-style-type: none"> ・ 上水の遮断による容量低下 ・ 行政機能が喪失した場合の管理体制 ・ 災害時の利用用途優先順位が不明確 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 地下水容量の増大 ・ 緊急時の利用、管理体制の明確化 ・ 民間井戸からの応急給水
専用井戸	<ul style="list-style-type: none"> ・ 停電復旧までの非常用電源、燃料不足 ・ 設置及び維持管理コスト ・ 火災に対する防備 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 停電時電源設備の増強 ・ 行政による設置、維持管理コスト補助
湧水・伏流水	<ul style="list-style-type: none"> ・ 水質面で飲用に向かない ・ 存在場所が不明でアクセスに難がある ・ 多人数利用による水量不足 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 寺院境内の湧水、名水などの周知、広報 ・ 行政による定期的な水質検査などの維持管理
多重水源	<ul style="list-style-type: none"> ・ 設置場所、利用法がわからない ・ 水利権が異なる ・ 水質維持、管理 ・ 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 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 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） ・ 農業用井戸の有効利用 ・ 被害軽微な地区との水源共有化（連携管など） ・ 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 ・ 自噴する水を活用（近隣建築物地下への導水など）

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。

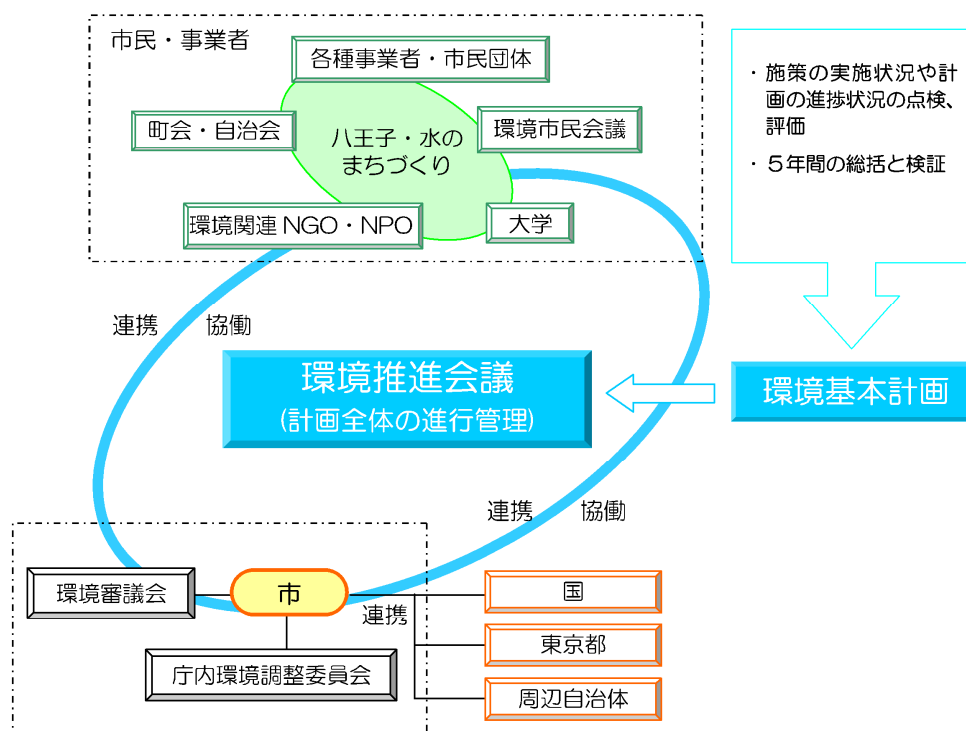


図 3.1 国、地方公共団体、ステークホルダーによるガバナンスの例

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】¹⁾

- 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²⁾。
- ・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³⁾。

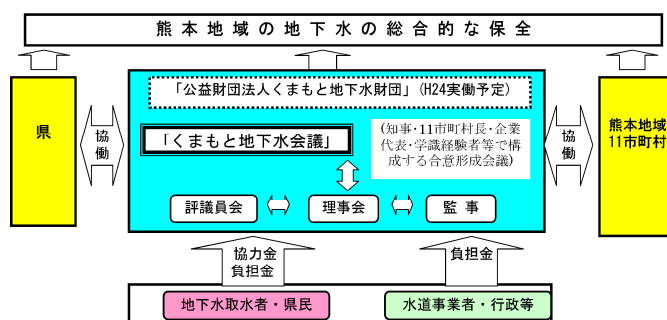


図1 熊本地域の地下水保全管理体制²⁾

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。

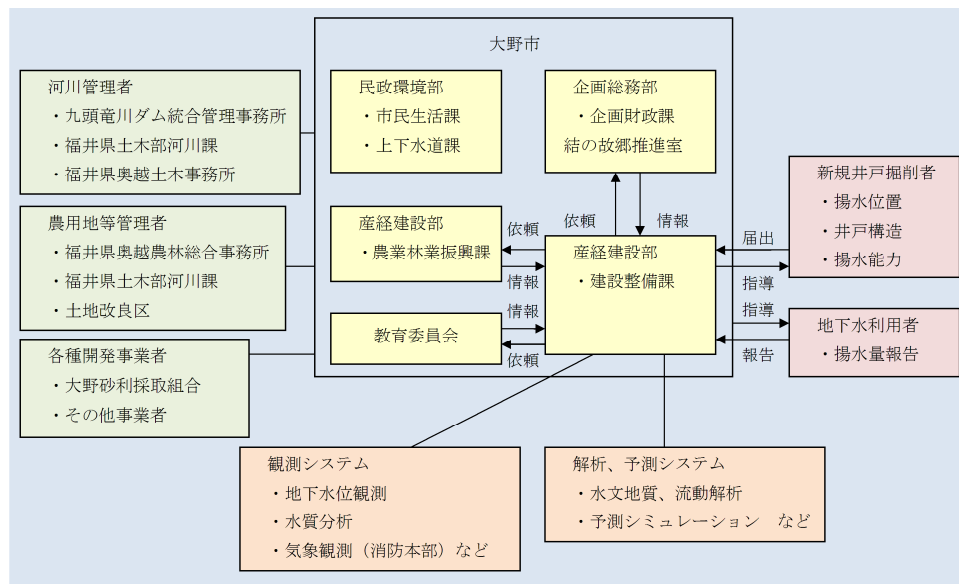


図1 大野市の地下水保全管理体制¹⁾

【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）。

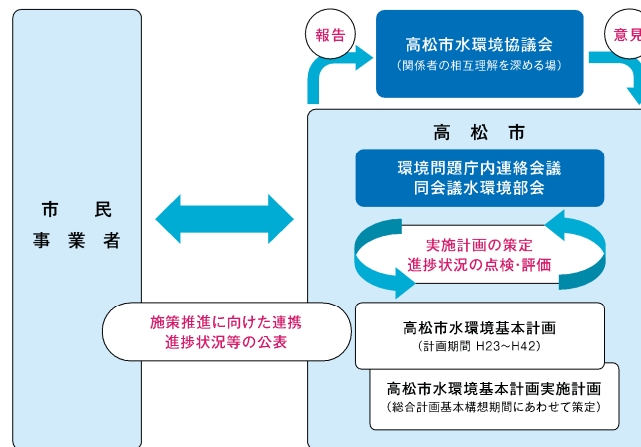


図 1 高松市水環境基本計画の推進体制¹⁾

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。

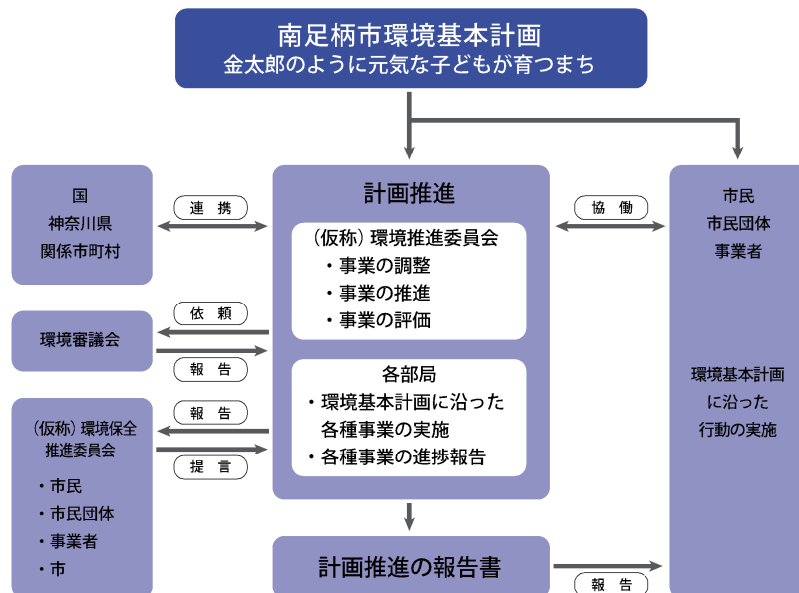


図 1 南足柄市の環境基本計画による実施体制¹⁾

【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¹⁾(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)。

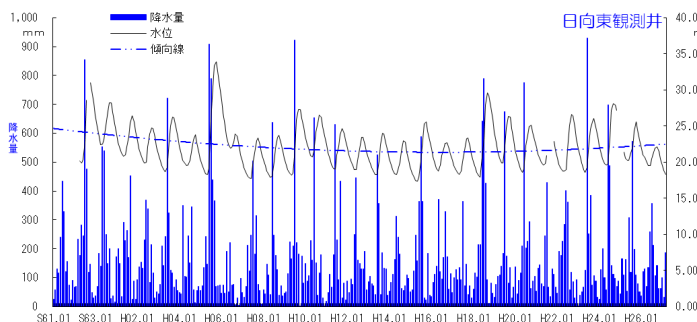


図1 熊本市の地下水位経年変化¹⁾



図2 熊本地域の水理地質断面¹⁾

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²⁾。

【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m³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¹⁾。
- ・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³⁾。

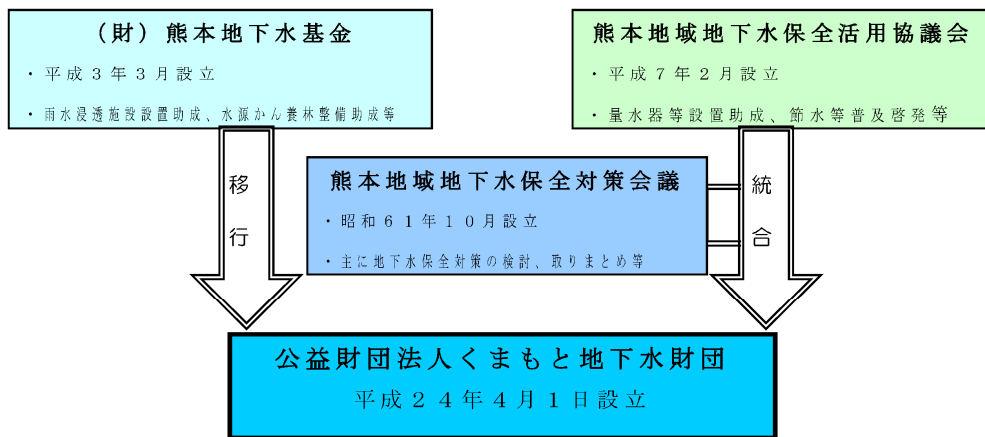


図3 熊本地域の地下水保全の連携体制¹⁾

【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、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。

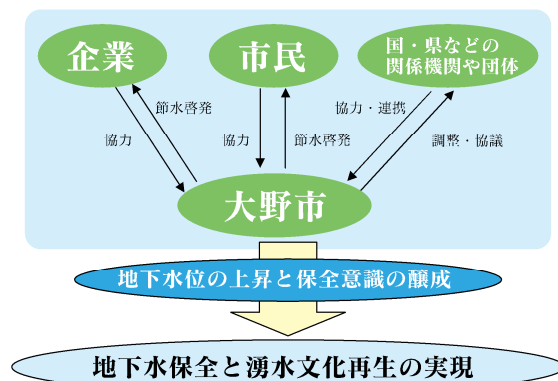


図1 ステークホルダーが担う役割²⁾

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¹⁾

	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¹⁾



写真2 水辺を守る会による保全活動¹⁾

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。

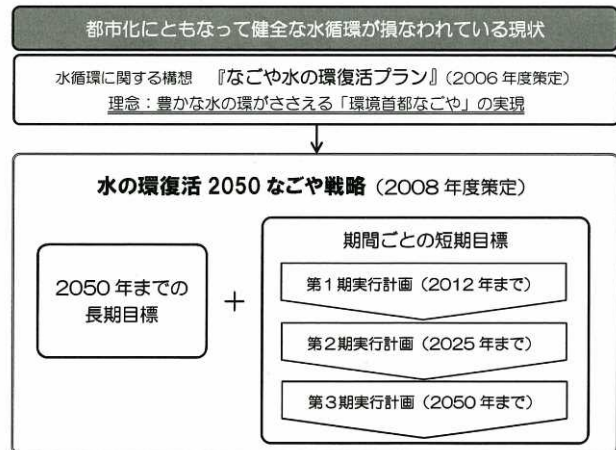


図 1 目標と実行計画¹⁾

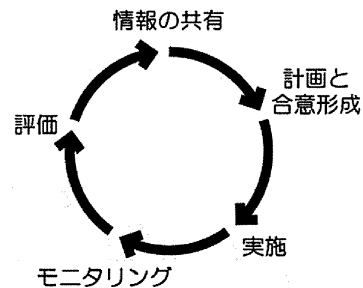


図 2 順応的管理¹⁾

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 15,500m³ 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¹⁾。

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。

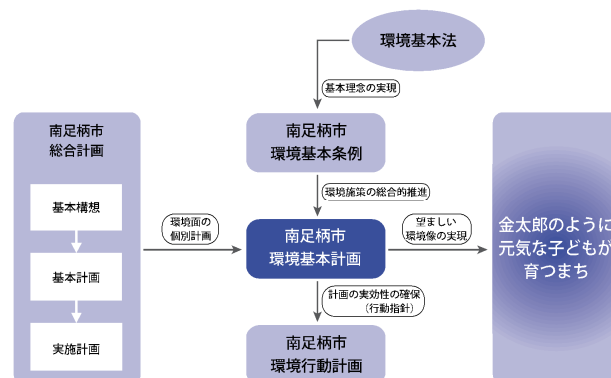


図 1 南足柄市の環境保全計画の位置付け¹⁾

【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、水を大切にする心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)。

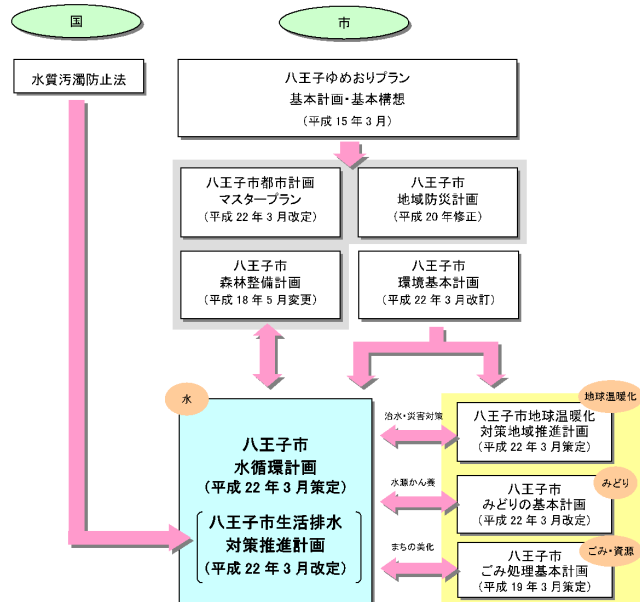


図1 水循環計画の位置付け¹⁾

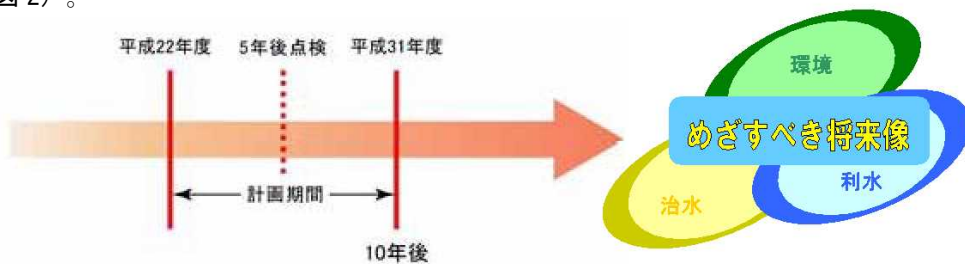


図2 計画の期間¹⁾

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。

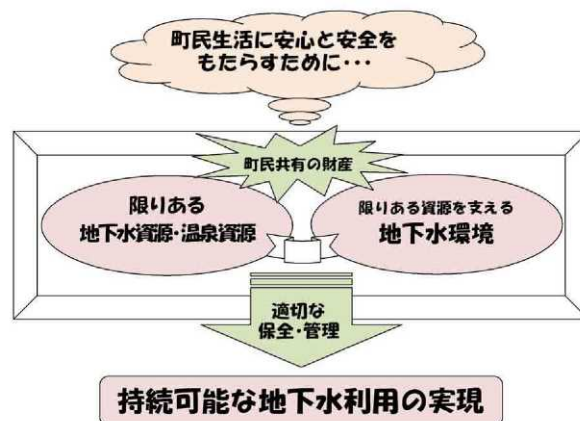


図1 地下水保全の目的¹⁾

【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。

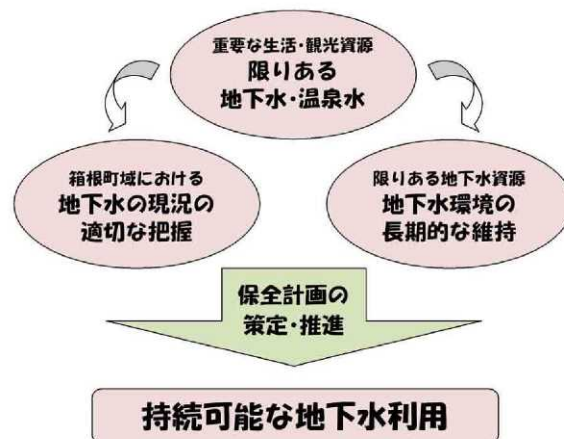


図2 地下水保全の基本方針¹⁾

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/10~20km² 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/2km² 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。

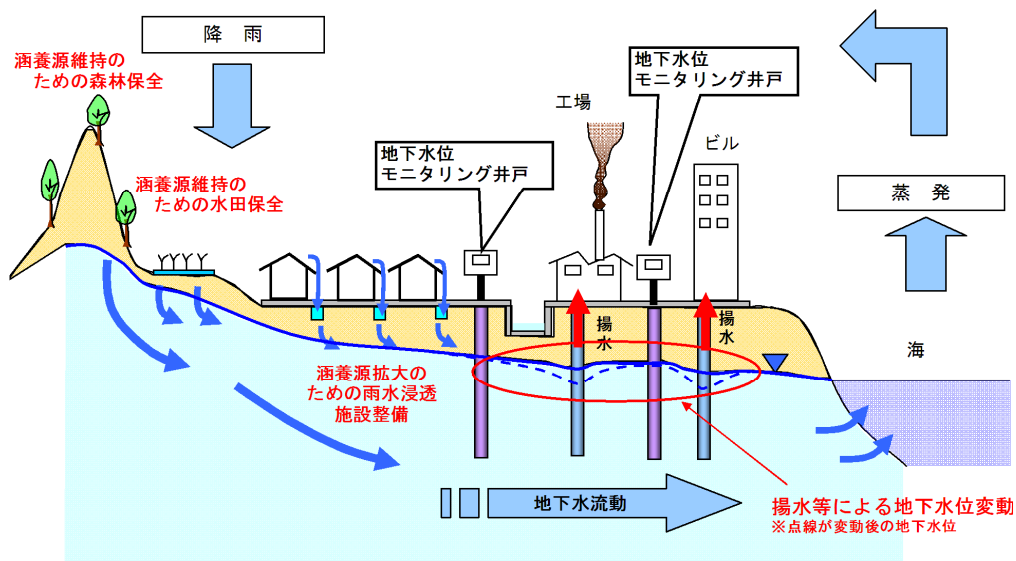


図 4.1 地下水位のモニタリングイメージ

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

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 2843.8km²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²⁾。

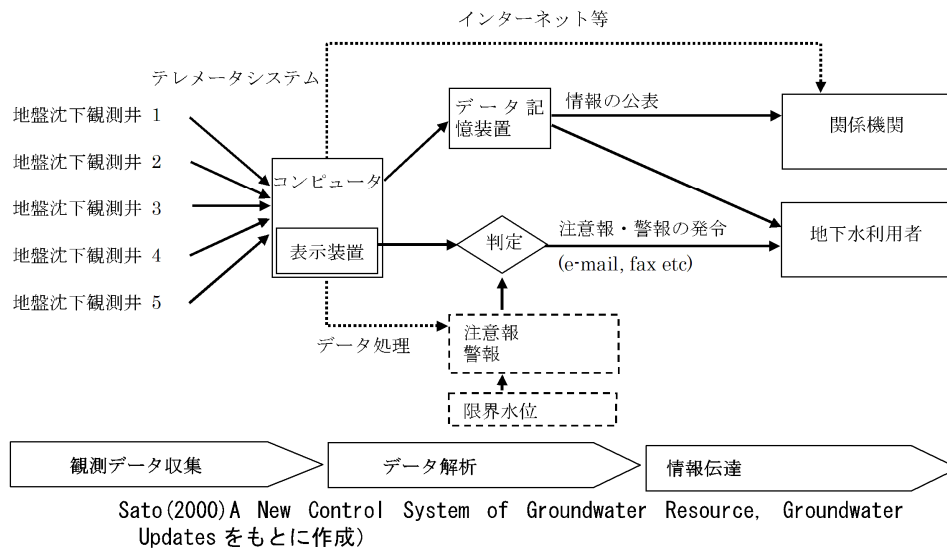


図 1 テレメーター・システムによる地下水管理¹⁾

【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¹⁾。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²⁾（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/2.4km²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。

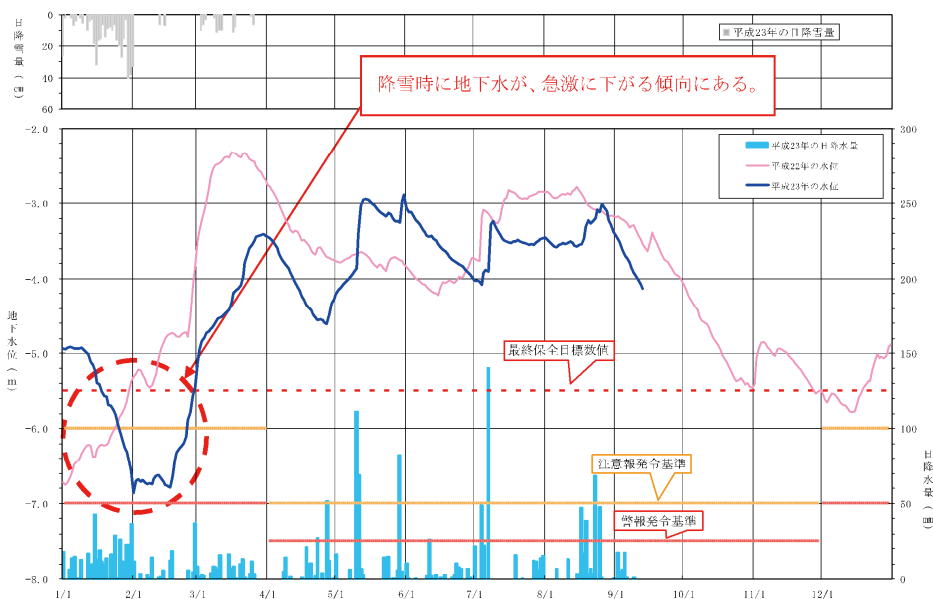


図1 基準観測井の地下水位経年変化²⁾（平成22年と23年の比較）

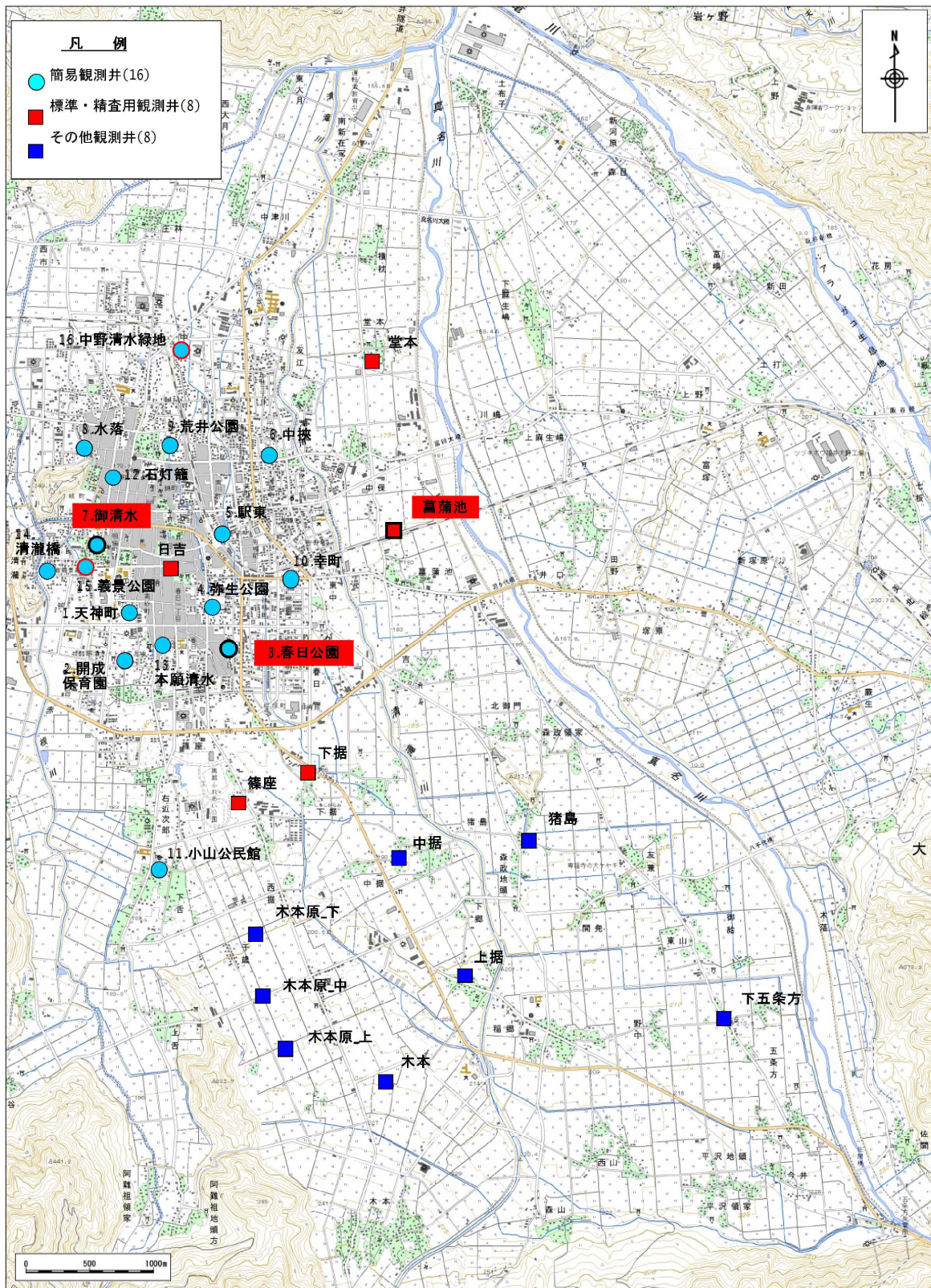


図2 大野市の観測井配置
(資料提供) 大野市

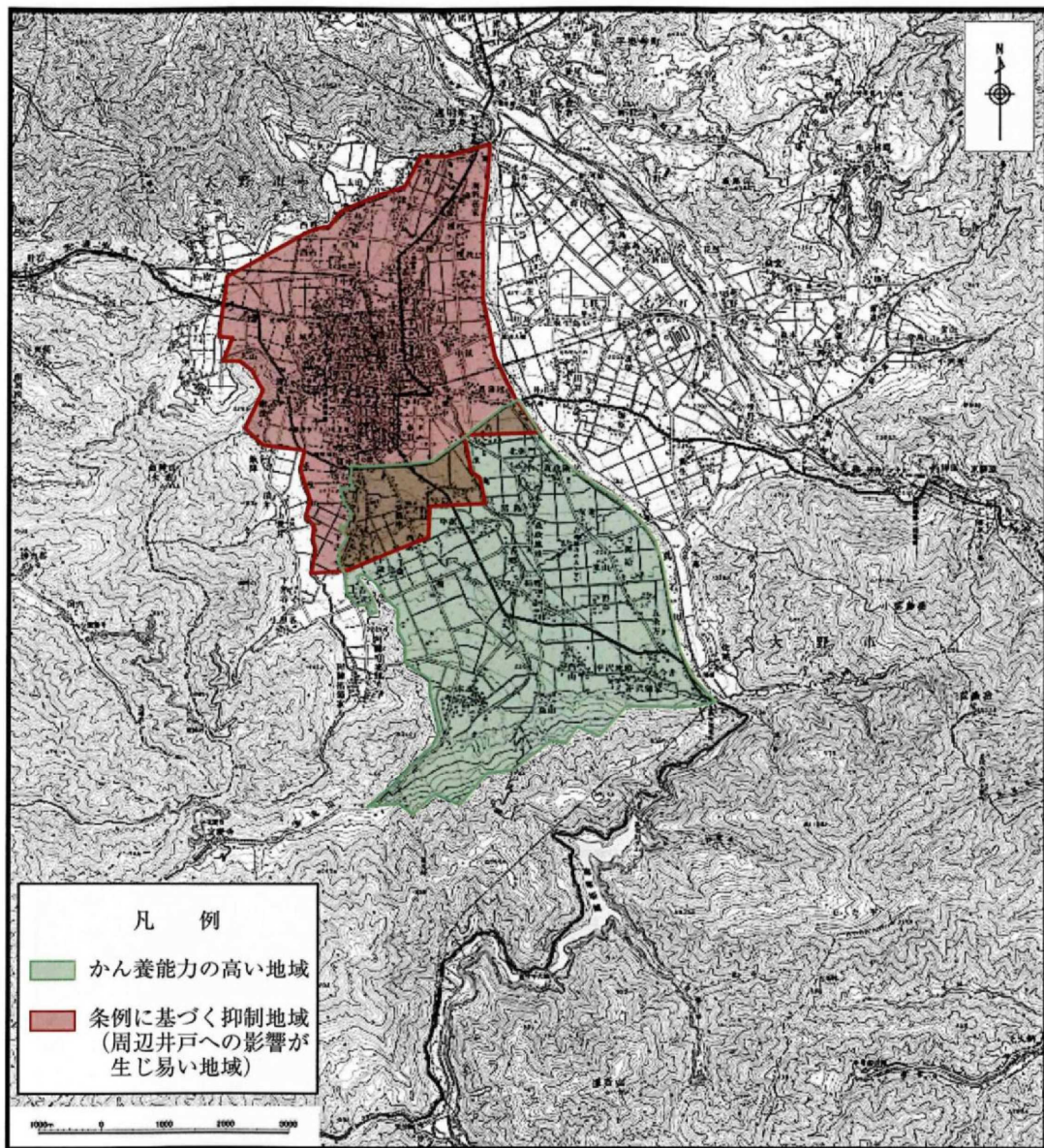


図3 地下水量保全指針の該当区域³⁾

【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¹⁾。

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²⁾。

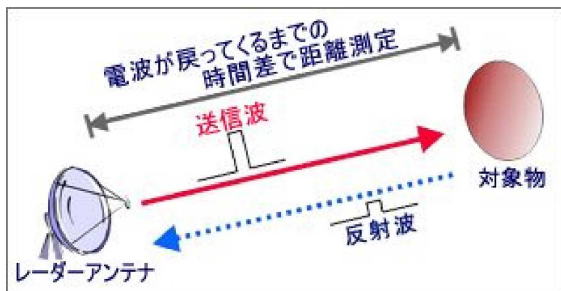


図 1 合成開口レーダの原理¹⁾

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。

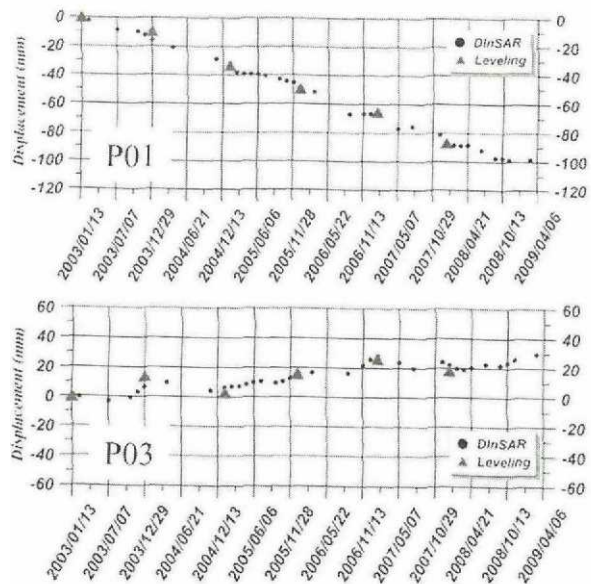


図 2 合成開口レーダを用いた観測例²⁾
九十九里地点の水準測量(▲)、SAR 観測結果(●)

【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