

「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～



環境省 水・大気環境局
土壌環境課 地下水・地盤環境室

はじめに

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広域の地盤沈下は地下水採取規制等の効果で地下水位※が回復・上昇したことから、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、かつては広域の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としての利用、防災利用など多面的な利用が広がっている状況の中で、広域の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回避又は最小にし、流域を単位とする総合的かつ一体的な管理が必要であることなどが示され、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。

本ガイドラインは、地下水をめぐる最近の動向と地下水保全に向けた技術的、法・制度的課題、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ものです。地下水保全に関して先進的な地域の実践事例を紹介している『「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～』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に役立てて頂ければ幸いです。

平成28年4月

環境省 水・大気環境局
土壌環境課 地下水・地盤環境室

※不圧地下水においては「水位」、被圧地下水においては「水頭」とするのが正確な表現であるが、煩雑になるため本ガイドラインでは一括して「地下水位」と表記する。

目 次

はじめに	i
本ガイドラインの構成について	iii
第 1 章 ガイドラインの趣旨	1
1.1 ガイドライン策定の趣旨	2
1.2 基本理念	5
1.3 ガイドラインの実施主体と保全対象とする地下水	12
1.4 地下水の保全と持続可能な利用のための要点	14
第 2 章 健全な水循環の維持・回復と地下水の保全	19
2.1 水循環における地下水域の考え方	20
2.2 地下水保全・規制の現況	21
2.2.1 保全管理体制	22
2.2.2 保全管理手法	22
2.2.3 揚水規制	32
2.3 健全な水循環の維持・回復	34
2.3.1 水環境の評価	34
2.3.2 水収支の把握	35
2.4 地下水の保全	38
第 3 章 地下水保全と持続可能な地下水利用のための方策	39
3.1 地下水の実態把握と予測	40
3.1.1 実態把握と予測	40
3.1.2 将来予測のケーススタディ	43
3.2 連携による体制づくり	46
3.2.1 ガバナンスの考え方	46
3.2.2 ステークホルダーの役割と連携	48
3.3 地下水環境の保全管理方策	50
3.3.1 保全計画	50
3.3.2 調査・観測とモニタリング	52
3.3.3 涵養	54
3.3.4 管理目標と指標	56
3.3.5 資金管理	57
3.3.6 水文化の継承	59
3.3.7 地域づくり	61
3.3.8 教育と地域学習	63
おわりに	65

本ガイドラインの構成について

本ガイドラインは、次頁の構成図に示すように第 1 章から第 3 章で構成されている。

第 1 章は、本ガイドライン策定の趣旨、基本理念、本ガイドラインで扱う地下水の考え方、地下水保全と持続可能な利用の要点から構成されている。

第 2 章は、水循環基本法の理念である健全な水循環を維持・回復する観点から、水循環と地下水域の考え方、関連条例の現況、水循環を維持・回復し、地下水を保全するための考え方、水収支の把握方法について解説している。

第 3 章は、地下水保全と持続可能な地下水利用を行うために参考となる保全計画・施策内容について、地下水の実態把握と予測、連携による体制づくり、地下水の保全管理体制について整理している。

なお、本ガイドラインの利用に当たっては、別途取り纏められている『「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 土壤環境課 地下水・地盤環境室、平成 27 年 3 月）（以下、『「地下水保全」事例集』という。）を併用されたい。

第1章 ガイドラインの趣旨

- 1.1 ガイドライン策定の趣旨
- 1.2 基本理念
- 1.3 ガイドラインの実施主体と保全対象とする地下水
- 1.4 地下水の保全と持続可能な利用のための要点

第2章 健全な水循環の維持・回復と地下水の保全

- 2.1 水循環における地下水域の考え方

- 2.2 地下水保全・規制の現況

保管理体制，保管理体制，揚水規制

- 2.3 健全な水循環の維持・回復

水環境の評価，水収支の把握

- 2.4 地下水の保全

第3章 地下水保全と持続可能な地下水利用のための方策

- 3.1 地下水の実態把握と予測

実態把握と予測，将来予測のケーススタディ

- 3.2 連携による体制づくり

ガバナンスの考え方，ステークホルダーの役割と連携

- 3.3 地下水環境の保管理体制方策

保全計画，調査・観測とモニタリング，涵養，管理目標と指標，
資金管理，水文化の継承，地域づくり，教育と地域学習

知る
調べる
守る
育てる
伝える

参考

「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、平成27年)

ガイドラインの構成

「地下水保全」事例集※に掲載されている事例リストと参照頁

事例集の事例 No.	事例タイトル	分類	事例集の頁
1	岡崎平野の年間水収支法を用いた水収支把握	水収支解析	9
2	阿蘇西麓地下水流域の有限要素法による水収支解析	水収支解析	10
3	熊本地域の地下水保全管理体制	体制づくり	16
4	福井県大野市の地下水保全管理体制	体制づくり	17
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	体制づくり	18
6	神奈川県南足柄市の環境保全管理体制	体制づくり	19
7	熊本地域の水田湛水事業における広域連携	流域連携	22
8	福井県大野市の地域連携	地域連携	24
9	名古屋市水の環境復活推進協議会による連携	地域連携	25
10	鹿児島県志布志市の湧水保全	地域連携	26
11	千葉市水環境保全計画	保全計画	29
12	名古屋市の水の環境復活 2050 なごや戦略	保全計画	30
13	神奈川県南足柄市の環境基本計画における水資源の保全	保全計画	31
14	東京都八王子市水循環計画	保全計画	32
15	神奈川県箱根町の地下水保全計画	保全計画	33
16	埼玉県のテレメーター・システムによる観測	モニタリング	38
17	福井県大野市の観測点配置	モニタリング	39
18	人工衛星を利用した地表面変動の把握	モニタリング	42
19	静岡県三島市の涵養源保全事業「森の小さなダムづくり」	涵養	45
20	熊本白川中流域の水田湛水事業	涵養	46
21	秋田県美郷町の六郷湧水保全	涵養	47
22	新潟平野の水溶性天然ガス採掘における注入法	涵養	48
23	海外の再生水利用における地下水涵養	涵養	49
24	河床掘削工事における地下水保全	工事における地下水保全	50
25	福井県大野市の地下水管理指標	管理指標設定	53
26	名古屋市の水循環に関する指標と取組	指標の評価設定	54
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	指標の評価設定	55
28	熊本白川中流域の水田湛水事業の資金管理	資金管理	58
29	山梨県北杜市の環境保全協力金(寄付金)制度	資金管理	59
30	神奈川県秦野市の地下水利用協力金制度	資金管理	60
31	長野県安曇野市の地下水利用負担金制度(計画)	資金管理	61
32	熊本市の水文化継承の取組	水文化の継承	64
33	富山湾の漁場を育む海底湧水	水文化の継承	65
34	京都伏見の酒造り	水文化の継承	66
35	静岡県三島市の街中がせせらぎ事業	地域づくり	69
36	長野県安曇野市のわさび田事業	地域づくり	70
37	秋田県美郷町の六郷まちづくり事業	地域づくり	71
38	災害発生時の地下水供給設備	災害対応	72
39	秋田県美郷町のイバラトミヨの飼育	教育と学習	75
40	熊本市の教育・地域学習	教育と学習	76
41	福井県大野市の教育・地域学習	教育と学習	77
42	東京都八王子市の環境教育・学習推進事業	教育と学習	78

※「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、2015）。

「地下水保全」事例集※¹に掲載されている事例一覧表（表中の数字は事例 No.）

実施主体 場所	水 収 支	体制 づくり	地域 連携	保全 計画	涵養	管理 目標	モニタ リング	資金 管理	地域 づくり	水 文化	教育 と学 習
秋田県 美郷町					21				37		39
仙台平野	CS2※ ²										
福井県 大野市		4	8			25	17				41
長野県 安曇野市								31	36		
山梨県 北杜市								29			
埼玉県							16				
東京都									38		
八王子市				14							42
千葉市				11							
千葉県							18				
神奈川県 秦野市								30			
神奈川県 箱根町				15							
神奈川県 川崎市	CS1										
神奈川県 南足柄市		6		13							
静岡県 三島市					19				35		
愛知県 岡崎平野	1										
名古屋市			9	12		26					
新潟平野					22						
富山湾										33	
京都市										34	
兵庫県 西脇市					24						
香川県 高松市		5				27					
熊本地域		3	7		20			28			
熊本県	2										
熊本市										32	40
鹿児島県 志布志市			10								
海外の 事例					23						

※1「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、2015）。

※2 CS:ケーススタディ

第 1 章

ガイドラインの趣旨

第 1 章 ガイドラインの趣旨

1.1 ガイドライン策定の趣旨

本ガイドラインの目的は、健全な水循環の維持・回復の観点から、地域の地下水の保全及び持続可能な利用を図るための方策を示すことにある。

水循環基本法では、水は国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いものであると位置付けられている。水循環の一部を構成する地下水の保全と持続可能な利用を図るためには、地下水利用が水循環系全体に与える影響を監視しながら、地下水域*を単位とする総合的かつ一体的な保全を行うことが求められる。このため、それぞれの地域において行政、事業者、団体、住民などが連携し、健全な地下水環境の維持・回復に必要な取組を進めていく必要がある。

本ガイドラインは、このような観点から、地下水保全について技術的、制度的な面で先進する事例（別冊の「地下水保全」事例集参照）を紹介するとともに、流域の地方公共団体等を主な対象として、地下水の適正な保全と持続可能な利用のための方策を解説したものである。

地下水は流域の動植物の生態系を支える環境要素であると同時に、資源として人々の生活や産業活動に重要な役割を果たし、地域の社会、文化を育んできた。近年では、災害時や地域観光など多面的な利用がなされるようになってきている。

一方、地下水の移動速度は非常に遅いため、広域の地盤沈下、地下水汚染、塩水化などの地下水障害の防止や生態系の保全等の良好な地下水環境を確保しつつ、地下水を水資源等として利用する「保全と持続可能な利用」を推進する必要がある。

地下水は地域の水循環を構成する重要な要素であることから、平成 26 年 4 月 2 日に公布され、同年 7 月 1 日に施行された水循環基本法の水循環の維持・回復に関する規定に基づき、利用地域ごとに関係者が連携し、適切な保全と持続可能な利用を図ることが重要である。

注) *：地下水域（groundwater basin）とは、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。（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より抜粋転載）。また「地下水学用語辞典」（山本莊毅責任編集、古今書院、1986）では地下水域（groundwater basin）とは、地下水賦存と流動の地域的単位である、としている。

（１）水循環基本法の規定との関係

本ガイドラインは、基本的に水循環基本法及び水循環基本計画の目的、基本理念、地下水関連条項の規定に沿った内容となっている。

（２）ガイドラインの目的

水循環基本法第一条、及びその後公表された水循環基本計画の基本方針に規定されている「健全な水循環の維持・回復」の観点から、地域の地下水の保全及び持続可能な利用を図るための方策を示すことを目的とする。

（３）ガイドライン策定の背景

１）広域の地盤沈下の沈静化

1960年代に地下水の過剰揚水による広域の地盤沈下や地下水塩水化といった地下水障害が発生し、「工業用水法」と「建築物用地下水の採取の規制に関する法律」（以下、用水二法という）や要綱、条例による揚水規制がなされた結果、広域の地盤沈下は沈静化しつつある。

２）地下水環境の変化

広域の地盤沈下が沈静化する一方で、地下構造物の浮き上がりなど、地下水位回復による新たな課題が見られるようになった。また、専用水道の増加、都市化などによる涵養量の減少、地下水熱エネルギー利用、ペットボトル飲料用水等の新たな地下水利用ニーズの発生等々、地下水を取り巻く環境に変化が生じている。

３）水循環基本法の成立

これまで、地下水利用の先進地域の条例などで地下水の公共性の位置付けが個別に示されていたが、今般、水循環基本法第三条に「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に鑑み、水については、その適正な利用が行われるとともに、全ての国民がその恵沢を将来にわたって享受できることが確保されなければならない。」と謳われた。（p.5 (1)地下水の公共性 参照）

４）新たな地下水管理方策の必要性

地下水が利用可能な地域及び規制により地下水位が回復した地域では、健全な水循環を踏まえた地下水の保全と持続可能な利用方策の検討が必要になっている。また、環境用水の整備や災害時の防災利用を含む新たな地下水管理方策が求められている。

（４）ガイドラインの位置付け

本ガイドラインは、水循環基本法の基本理念及び水循環基本計画の基本方針、地下水保全に先進的に取り組んでいる地方公共団体の動向等を踏まえ、現状の諸課題に対して健全な地下水環境の維持・回復を図るため、地下水・地盤環境保全に携わる地方公共団体等（環境部局等）を主な対象として、地域に見合った地下水環境保全施策を検討していく際に参考となる方策や情報を提供するものである。

1.2 基本理念

本ガイドラインの基本理念は、水循環基本法及び水循環基本計画に示されている基本理念から国際協調を除き、地域性を考慮した水文化の継承を加えた次の5項目とする。

①地下水の公共性

地下水は国民共有の貴重な財産・資源であること

②健全な水循環の維持・回復

水循環に及ぼす影響が回避され、あるいは最小となり、健全な水循環が維持・回復されること

③地下水域の総合的な保全管理

地下水の利用地域における産官学連携及び住民参加により、地下水域を単位とした総合的かつ一体的な保全管理が行われること

④地下水環境・機能の保全と持続可能な地下水利用

地域における地下水環境・機能が保全され、将来世代にわたる持続可能な地下水利用が図られること

⑤水文化の継承

地域の歴史の中で日常生活、防災、産業活動、信仰などで地下水を利用してきた文化を次世代に継承するために適切な地域学習や教育が行われること

本ガイドラインの基本理念は、水循環基本法及び水循環基本計画に示されている基本理念から国際協調を除き、地域の水文化の継承を加えた5項目としている（表1.1）。以下に、基本理念についての考え方を示す。

（1）地下水の公共性

従来、地下水の所有権については、民法二百七条（土地所有権の範囲）「土地の所有権は、法令の制限内にいて、その土地の上下に及ぶ。」を根拠に土地所有権の効力が及ぶと解釈されてきた。

水循環基本法の第二条第二項及び第三条第二項では、「地表水と地下水を含めた水は国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いものである」、「全ての国民がその恵沢を将来にわたって享受できることが確保されなければならない」と規定している。

本ガイドラインではこの公共性の認識の上に立って、地下水域における合意形成を踏まえ、地下水の適正な保全と持続可能な利用のための方策を示すものとする。

なお、地方公共団体の条例等では、地下水の公共性について更に踏み込んだ表現も見られる。例えば、平成12年に制定された神奈川県秦野市の地下水保全条例では、その制定目的に「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

の認識に立ち」と記している。また、上水道水源の全てを地下水に依存している熊本市の地下水保全条例(平成 19 年制定)では、その基本理念として、地下水を「公水」(市民共通の財産としての地下水をいう)としている。

(2) 健全な水循環の維持・回復

水循環基本法の第三条第三項は、環境への影響を最小にするために最大限の努力をなす規定である。わが国における水循環系は、安全、快適で豊かな人間生活を目指して長い時間をかけて自然の水循環系と人工的な水循環系(図 1.1)とが有機的に結びついたものとなっているが、流域の自然・社会条件、水に関する歴史的背景等により状況は大きく異なっている。

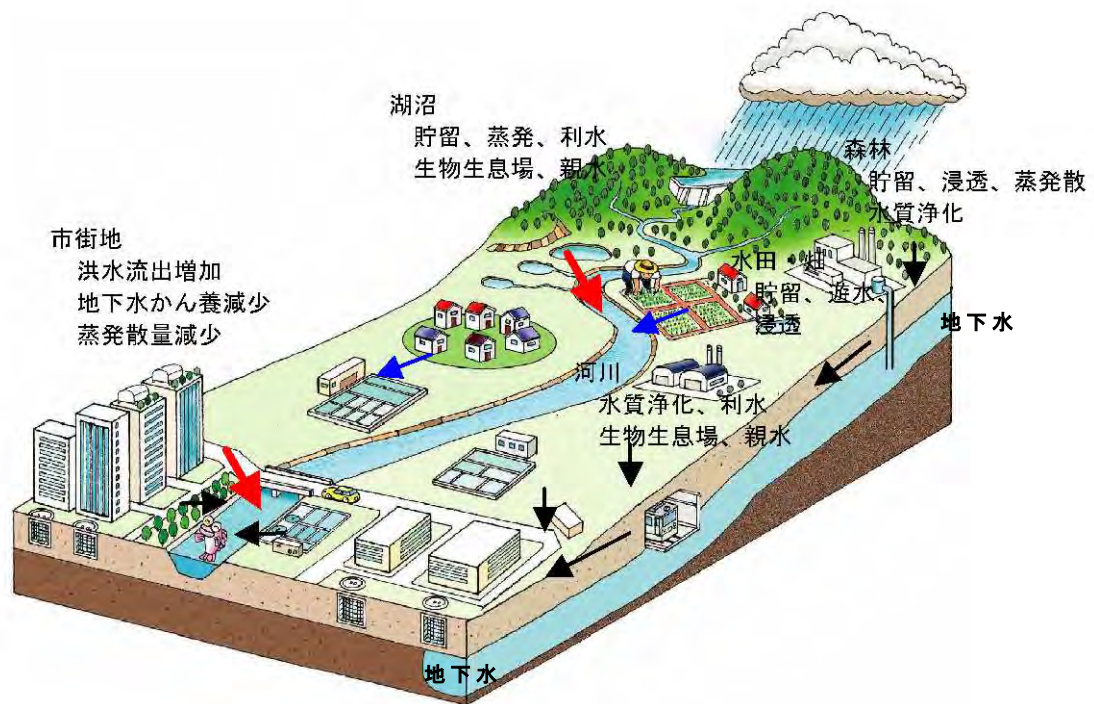
一方で、急激な都市化、産業構造の変化、地方の過疎化、高齢化、少子化の進行、ライフスタイルの変化、近年の気候の変化等を背景として、浸透機能の低下など水循環系が変化したことにより、災害時の用水確保が困難になり、水質・生態系への影響、親水機能の低下、水文化の喪失、災害時の用水確保等の問題が生じていることも事実である。これらは、水循環系の健全性が損なわれていることに起因しており、流域全体への影響を視野に入れた水循環系の健全化への対応が求められている。

流域における健全な水循環系の構築に関しては、健全な水循環の確保に関する懇談会報告書「健全な水循環の確保に向けて～豊かな恩恵を永続的なものとするために～」(平成 10 年 1 月)、中央環境審議会水質部会及び地盤沈下部会の意見具申「環境保全上健全な水循環に関する基本認識及び施策の展開について」(平成 11 年 4 月)、健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議(環境庁、国土庁、厚生省、農林水産省、通商産業省、建設省)がとりまとめた「健全な水循環系構築に向けて(中間とりまとめ)」(平成 11 年 10 月)、社会資本整備審議会都市計画・歴史的風土分科会 都市計画部会下水道・流域管理小委員会「今後の下水道の整備と管理及び流域管理のあり方はいかにあるべきか」(平成 15 年 4 月)において、その施策の基本的方向性や回復の枠組みが示されている。

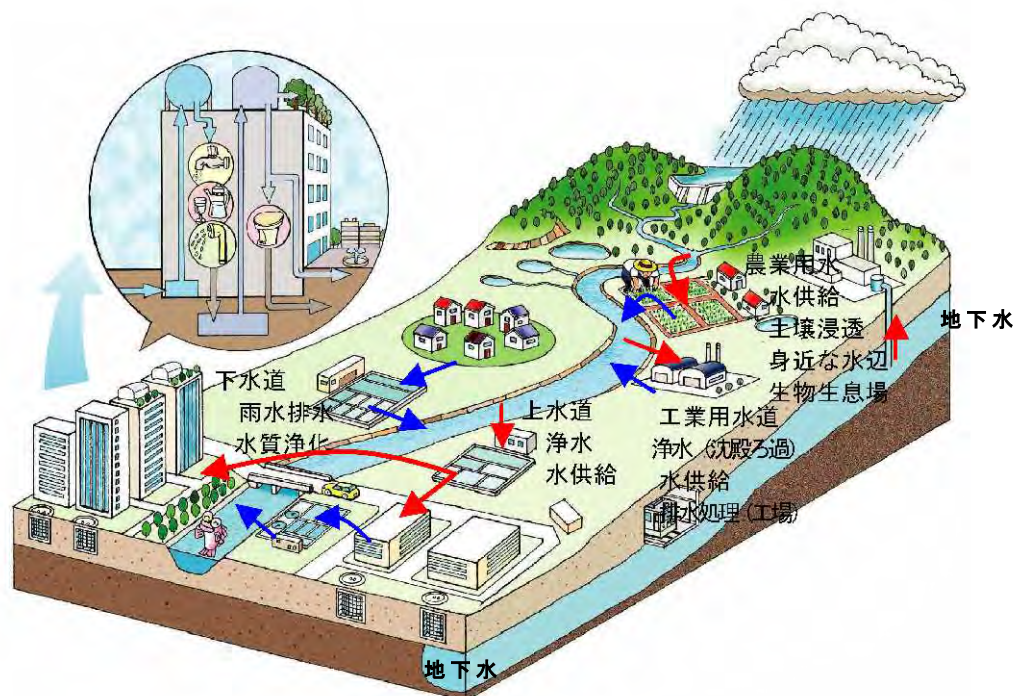
このようなことから、21 世紀における持続可能な社会の発展のためには、健全な水循環系を回復し、維持するための施策を進め、環境保全からみた健全な水循環(図 1.2)を確保する必要がある。

表 1.1 水循環基本法及び基本計画の規定とガイドラインの趣旨

水循環基本法の要旨	水循環基本計画の要旨	ガイドラインの趣旨
(基本理念)第三条第1項 ・健全な水循環の維持又は回復のための取組が積極的に推進されなければならない。	1. 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 ・健全な水循環の維持・回復について総合的な対応が図られるよう、水量と水質、地表水と地下水、平常時と渇水時など、水循環に係る情報を、関係者の連携のもと一体となって収集、共有、活用する体制を整えることが重要である。	(基本理念) 健全な水循環の維持・回復。
(基本理念)第三条第2項 ・水は国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いものである。 ・全ての国民がその恵沢を将来にわたって享受できることが確保されなければならない。	2. 水の適正な利用及び水の恵沢の享受の確保 ・「水が国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いもの」として、地域における合意形成を図りつつ持続可能な地下水の保全と利用を推進するためには、地下水の利用や挙動の実態把握等から始める必要がある。 ・広域の地盤沈下、地下水汚染、塩水化などの地下水障害の防止や生態系の保全等を確保しつつ、地下水を水資源等として利用する「持続可能な地下水の保全と利用」を推進する。	(基本理念) 地下水の公共性。 持続可能な地下水環境の保全・利用。
(基本理念)第三条第3項 ・水の利用にあたっては水循環に及ぼす影響が回避され又は最小となり、健全な水循環が維持・回復されなければならない。	3. 水の利用における健全な水循環の維持・回復 ・健全な水循環が維持・回復され、人間活動に必要な水資源を持続可能な方法で利用していくとともに、良好な生物の生息環境を確保するためには、水量・水質の確保をはじめ、水環境が適切に管理・保全されなければならない。水循環に及ぼす影響を回避又は可能な限り低減し、かつ効率的な水利用を可能とするためには、関係者の連携の下、水量の確保に合わせて、規制などによる汚染防止策が講じられるとともに、排水の適切な処理がなされることが重要である。	(基本理念) 健全な水循環に及ぼす影響を回避あるいは最小とする。
(基本理念) 第三条第4項 ・流域の総合的かつ一体的な管理。	4. 流域における総合的かつ一体的な管理 ・水量・水質の確保、災害時や渇水時等の危機管理、水源の保全と涵養、地下水の保全と利用など水循環における課題を解決するためには、流域における様々な主体が積極的に関与する責務を有していることから、水が流域を基本的な単位として循環していることに鑑み、流域における水循環に関する課題を明らかにしつつ、各主体が総合的かつ一体的に取り組んでいくことが必要である。	(基本理念) 地下水域の総合的な保全管理。
(健全な水循環に関する教育の推進等)第十七条 ・国は、健全な水循環に関し、学校及び社会における教育の推進、普及啓発に必要な措置を講ずる。 (科学技術の振興)第二十条 ・国は、健全な水循環の維持又は回復に関する科学技術の振興を図るため、試験研究の体制整備、研究開発の推進、成果の普及、研究者の養成に必要な措置を講ずる。	5. 健全な水循環に関する教育の推進等 ・水の恩恵を享受し続けるために国民一人一人が水循環の重要性を理解し、何をすべきかを考えて行動することができるよう、水循環に関する教育、啓発、広報、情報発信の推進を図るとともに、健全な水循環の維持又は回復に関する国民の自発的な活動が促されるような措置を講ずる。 ・健全な水循環の維持又は回復に関する施策を適切に策定し、実施するため、必要な観測を含めた調査の実施やその成果の集約化及び共有化、研究の実施及び科学技術の振興のための措置を講ずる。	(基本理念) 水文化の継承。



自然系の水循環要素



人工系の水循環要素

図 1.1 自然系と人工系の水循環要素

出典) 健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議：健全な水循環系構築のための計画づくりに向けて、2003 の一部に加筆。

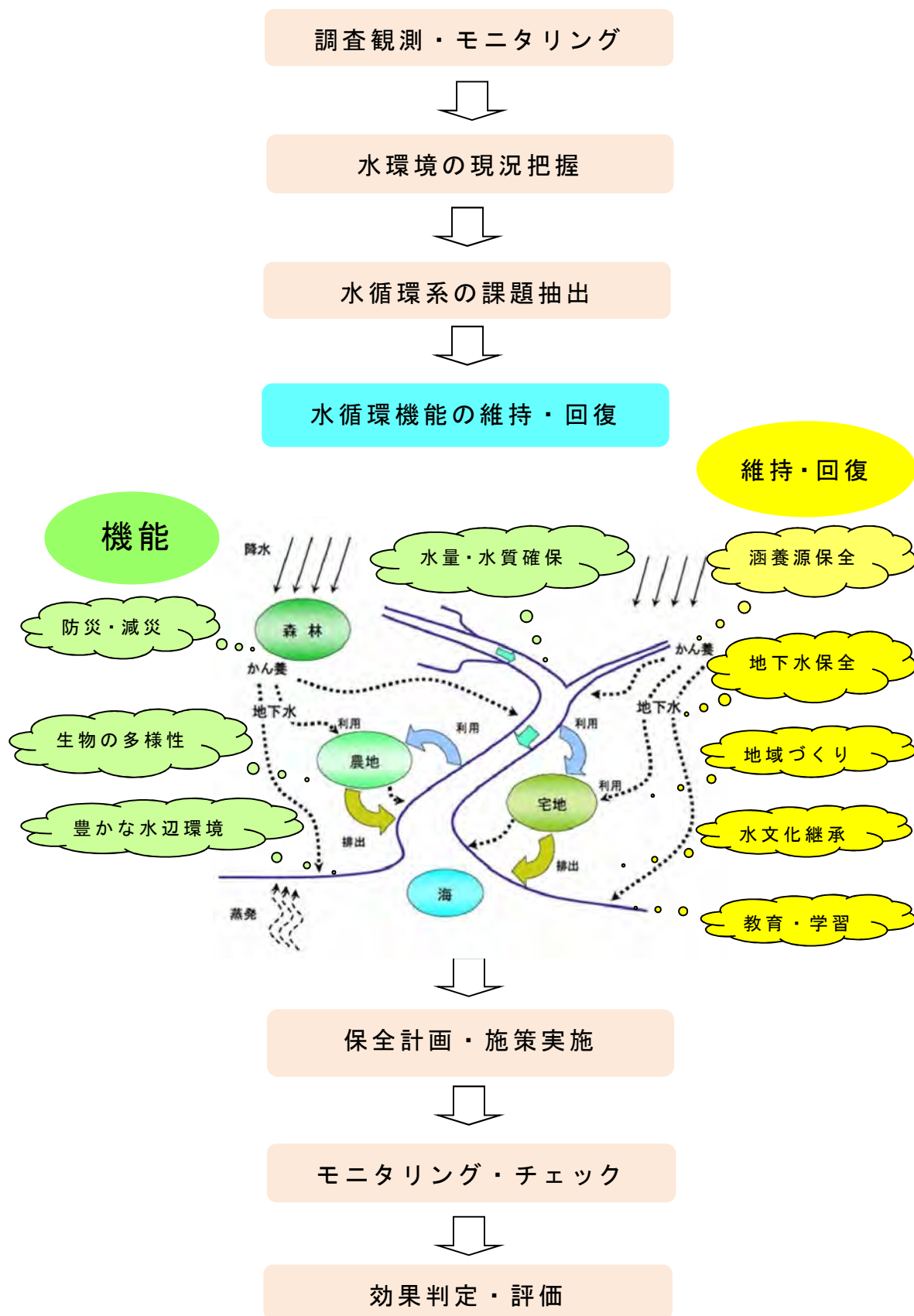


図 1.2 健全な水循環の維持・回復のイメージ

出典) 愛知県：あいち水循環再生基本構想、2006 の一部に加筆。

(3) 地下水域の総合的な保全管理

水循環基本法の第三条第四項は、流域単位で統合的に水循環政策が実施されるという規定となっており、地下水を含む流域の水循環の総合的な保全管理の実施が求められている。わが国においては、高度経済成長期における大都市圏を中心とした水不足等に対応するために水資源開発が積極的に推進されてきた。しかしながら、水資源施設の老朽化、災害時における水供給リスク、地下水の適正な保全と利用、水源地域の保全など、現状では多くの課題が残されている。

これまでの水資源政策は、水需要に対する供給量の確保を図ることを主眼に展開されてきたが、今後は、水を持続的に活用できる社会の実現と健全な水循環系の構築を目指して、水利用の効率化、地下水や雨水、再生水の利用、水質の向上など総合的な水資源管理に移行していかなければならない。

このような状況に対して、水循環基本法第八条の「関係者相互の連携及び協力」の規定により、地下水域を単位として行政、事業者、団体、住民などのステークホルダーが連携・調整する体制づくりを行うことが必要である。また、水量と水質、表流水と地下水を総合的に捉え、適切な組合せ、順序で施策を実施することが必要である。

(4) 持続可能な地下水環境・機能の保全

地下水は環境、防災、資源としての多面的機能を有しており、流域住民は地下水の恵みを平等に享受できるが、その一方でその多面的機能を維持し健全な水循環を確保する責務を負っている。この多面的機能維持と健全な水循環確保のための一連の保全方策は「育水」と呼ばれることもある¹⁾。

この育水を具現化して持続可能な地下水利用を図るために必要な基本概念は、地域の地下水を「知る」、「調べる」、「利用する」、「守る」、「育てる」、「伝える」であり、地下水を保全するための調査観測、涵養、モニタリングといった技術手法に加えて、住民の参加を得て水文化を広く啓発し、伝承する仕組みを作ることが非常に重要である。

水循環基本法第四条～第七条の水利用者の責務あるいは第八条の関係者の連携として規定されているように、持続可能な利用のための地下水保全事業を実施する場合、行政、事業者、団体、住民等が各々の役割分担を担い、ステークホルダーが連携し、一体となって事業を推進する仕組みを作る必要がある。

（５）水文化の継承

湧水や地下水が豊富な地域では、古くから日常生活、酒造り、織物などの産業活動、環境用水を含む街づくりなどに地下水を利用してきた歴史を有している。このような地域で持続可能な地下水利用を図る方策の一つとして、地下水汚染の防止や生態系の保全など、地下水環境の保全や持続的な利用に関する教育・地域学習の推進が挙げられる。

一つは水循環基本法第二十条の「科学技術の振興」に準じた地下水の評価技術に関する教育システムの構築やそのために必要な環境整備であり、国が地方公共団体の地下水担当者に地域の地下水現況の評価手法や涵養、モニタリングなどの技術手法を伝えるための教育システムの構築である。もう一つは地下水を利用する地域の地方公共団体等が地域住民を対象に地下水の持つ機能や恩恵を理解し、育水の理念を市民レベルで共有するための教育と地域学習の推進である。

1.3 ガイドラインの実施主体と保全対象とする地下水

本ガイドラインは、地域の地下水環境の保全、持続的な地下水利用のための施策、関連事業などを計画、実施する地方公共団体等を対象としている。

また、本ガイドラインでは、「地下水」を水循環の一部として「地表面より下に存在する水」とし、このうち「流動地下水及びこれらが地表に湧出した湧水」を保全対象とする。

(1) ガイドラインの対象

1.1 の趣旨に沿って地域の地下水量、水質、環境の保全、持続可能な地下水利用のための施策、関連事業などを実施する地方公共団体等をガイドラインの対象としている。

(2) 保全対象とする地下水

図 1.3 に示すような、海洋や陸地面での蒸発散によって生じた水蒸気が雲となり、雪や降水として地表に到達した後、一部が地下に浸透して地下水となって河川や海洋に流出する一連のプロセスを水循環とする考え方は、1980 年代に広く認識されるようになった²⁾。

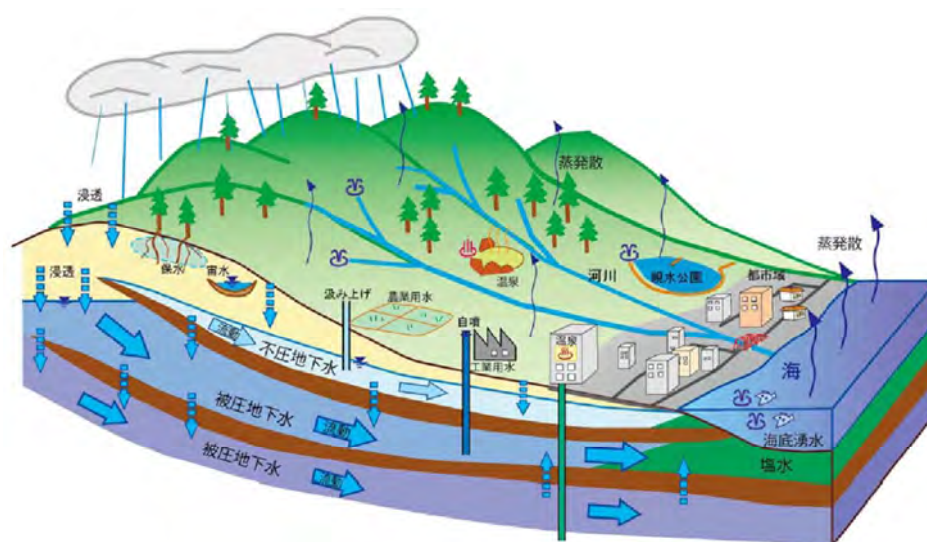


図 1.3 水循環の模式図

出典) 湧水保全・復活ガイドライン、環境省 水・大気環境局、2010.

地下水は、図 1.3 の水循環の一部を構成し、Tóth(1963)が示した地下水流動系の概念によって地層中を流動する。図 1.4 は、滞留時間を異にする地下水流動系のあり方を模式的に示したものである。

地下水は、たとえば「地下水用語集」（日本地下水学会編、2011）では広義として「地表面より下に存在する水」³⁾とし、「地下水を知る」（社団法人地盤工学会、2008）では「地表から地下に浸透した水の全て」⁴⁾としている。このため、本ガイドラインでもこれらの考え方に準じて、「地表面より下に存在する水」とする。

この場合、地下水には「地下に浸透し、循環している流動地下水」、「流動地下水の一部が地表に湧出した湧水」、「陸地の地形・地質が形成される際に地下深くに閉じこめられた化石水、岩石・溶岩の形成時に生成される初生水、天然ガスに溶存する地下水、温泉水など流動に乏しい地下水」などが含まれるが、本ガイドラインでは「流動地下水及び湧水」を保全対象とし、初生水などの流動に乏しい地下水、鉱業法、温泉法に関わる地下水は除くこととする。

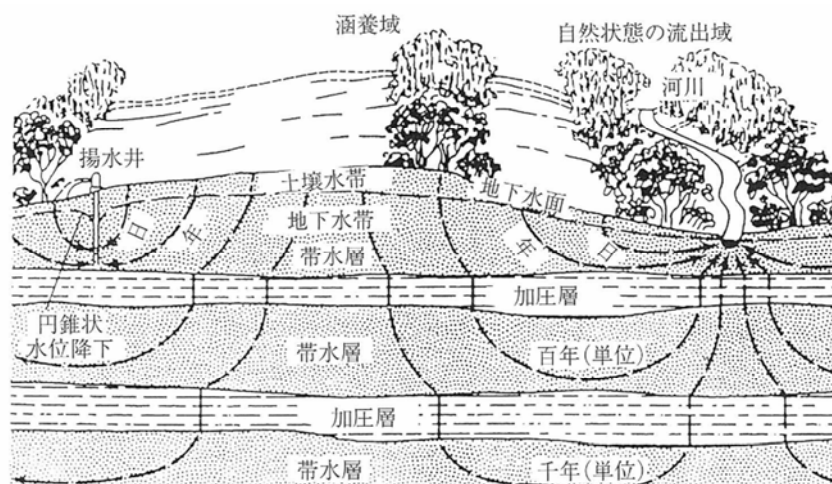


図 1.4 滞留時間を異にする地下水流動系のあり方を示す模式図（Tóth(1995)原図）

出典) 杉田倫明・田中正 編著：水文科学、共立出版、2009。

1.4 地下水の保全と持続可能な利用のための要点

健全な水循環を維持・回復し、持続的な地下水利用を図るためには地域の実情に応じた種々の取組が必要である。それらの取組を具体化する要点として、本ガイドラインでは次の6項目に着目した。

- ① 地下水環境に応じた保全管理
- ② 体制づくり
- ③ 流域連携と住民参加
- ④ 先行事例における知見の活用
- ⑤ 地域特有の水文化、産業の継承
- ⑥ 次世代教育

健全な水循環を維持・回復し、持続可能な地下水保全・利用を図るためには、地域の地下水を「知る」、「調べる」、「利用する」、「守る」、「育てる」、「伝える」という基本概念のもとでの取組が必要になる。基本概念と取組の例を図1.5に示す。

これらの取組を具体化するための要点として、本ガイドラインでは、利用環境に応じた保全管理、先進事例における知見の活用、地域特有の水文化・産業の継承、流域連携と住民参加、次世代教育、体制づくりの6つの項目に着目した。



図 1.5 持続可能な地下水利用のために必要な基本概念と取組の例

出典）環境首都創造 NGO 全国ネットワーク：三島市みんなでつくろう小さなダム、森の小さなダムづくりで地下水涵養、2012.

（１）地下水を取り巻く環境に応じた保全管理

地下水域の自然環境、社会環境、風土は地域によって様々であり、地下水流動、地盤状況、生態系など地下水を取り巻く環境は地域によって千差万別である。したがって、たとえば地下水採取量は同じでも地盤の構造や収縮特性が異なれば、広域の地盤沈下など環境影響の程度は異なるし、同じ地域内でも内陸部と沿岸部では影響の程度は異なる。

地下水資源の枯渇や地下水障害・汚染等を生じさせず、持続可能な形で地下水の保全と利用を適切に実施していくためには、「適正採取量」に基づき、その範囲内で地下水資源の保全を行うことが肝要である。これらのことから、地下水の保全管理は全国一律の手法で行えるものではなく、地域の環境に応じた方法で実施する必要がある。

（２）体制づくり

水循環基本計画には地下水の保全と持続可能な利用のための体制づくりとして、地盤沈下防止等対策要綱に基づく濃尾平野、筑後・佐賀平野及び関東平野北部地域において広域で実施されている「地下水マネジメント」の仕組みの活用が挙げられている。基本計画を推進するための実質的な施策の検討は、地域の自然、社会、経済、文化、民意やその地域のメカニズムに沿って地方公共団体等により実施されることになる。

水循環基本計画には、具体的な地下水マネジメントの体制として、地下水の保全と持続可能な利用を図るために、地域毎に地下水の実態把握、保全・利用、涵養、普及啓発等に関して基本方針を定め、関係者との連携調整を行う「協議会」の設置を検討することが示されている。

地下水保全のための体制づくりのひとつの方向性として、「地下水ガバナンス」といわれる「協働型統治」⁵⁾の考え方がある。地下水ガバナンスにおいては、地下水保全政策を決めるための「意思決定機関」の設置・運営と、個々の施策の実施主体としての行政、事業者、団体、住民等による連携が必要である。意思決定機関は地下水保全のための長期基本計画（マスタープラン）を作成するが、機関の構成は地方公共団体単独の場合と、地下水域を単位とした広域連携の場合が考えられる。一方、このマスタープランに基づき、行政、事業者、団体、住民等が連携して行動計画（アクションプラン）を策定し、個々の施策を展開することが必要である。また、地域の地下水流動など専門的な知見については、助言や勧告を行う組織として、必要に応じて諮問委員会等を置くことが適切である。

図 1.6 は鶴見川流域におけるステークホルダー連携の具体事例である。意思決定機関として、国、都、県、市で構成される「鶴見川流域水協議会」を設置し、健全な水循環系の構築の視点から、流域の諸課題の総合的なマネジメントの長期ビジョンとして、「鶴見川流域水マスタープラン」を策定している。一方、マスタープランを推進するための具体的行動計画として、事業者、団体、住民等が策定・実行するアクションプラン（「一般 A P」）と、鶴見川流域水協議会が策定・実行するアクションプラン（「水協 A P」）の枠組みを設けている。

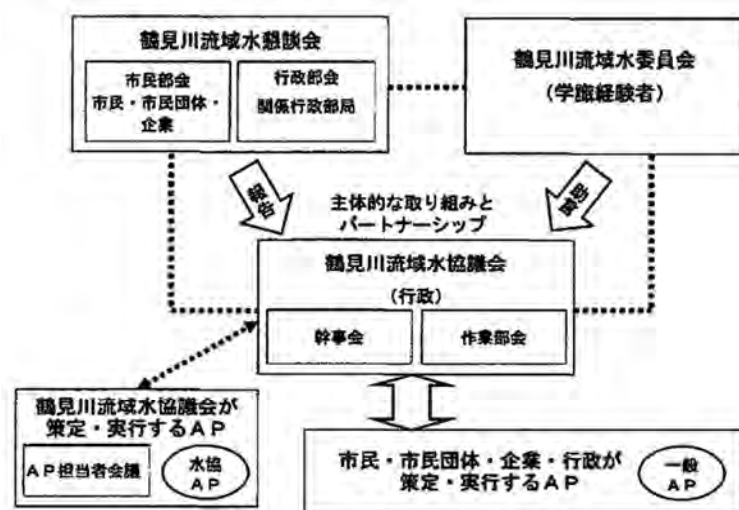


図 1.6 鶴見川流域におけるステークホルダー連携の枠組み⁵⁾

（３）流域連携と住民参加

地下水保全を目的とした流域の連携は、水循環基本法第八条「関係者相互の連携及び協力」、第十六条「流域連携の推進等」の規定に基づき、地下水保全を目的とした流域の連携の下、施策を展開していくことが求められる。地下水域の総合的な保全管理を行うにあたっては、行政が実施する関連施策や事業の実効性を上げる必要があり、流域の事業者、住民が地域コミュニティとして参加する一体的な活動が求められる。

事業連携には、各種データや現況把握、将来予測において効率的な運用が求められるため、ステークホルダーだけでなく、有識者や専門家を交えた官学連携なども有効である。連携の内容としては、地域特性に応じて、涵養事業、調査観測・モニタリング、現況・予測解析（水収支、シミュレーション）、まちづくり、学習・教育などが考えられる。

また、熊本地域の涵養事業のように流域の市町村の広域連携が必要な事業では、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。

（４）先進事例における知見の活用

地下水を日常的に利用している地域では、利用にあたってのルールや保全管理の考え方が周知されているところが多く、行政と住民が役割を認識して取組を進めている。地下水利用において課題を抱えている地域、あるいは新たに地下水を利用す

る地域では、これらの先進事例の知見を参考にして施策や方策の適用性を検討することで合理的な保全管理が可能となる。このような観点に立って、多くの先進事例の知見あるいは実際に水収支などの検討を行ったケーススタディの例を活用することが有効である。

（５）地域特有の水文化及び産業の継承

日常生活やまちづくりに地下水を利用してきた地域では、その背景に水神様信仰や地下水伝説などの地域特有の水文化があるところが多い。また、地下水を資源として利用し、酒造り、織物、食品などの産業を育ててきた地域もある。このような地域では、地域産業を継続するため、行政による保存施策、支援あるいは組合などによる自主的な継承策が行われている。

別冊の「地下水保全」事例集で紹介している事例は、地域の水文化の保存や今後のまちづくりのための施策や地下水の保全管理のための方策の例として、考え方や手法が参考になると思われる。

（６）次世代教育

地域の水収支や水文化、産業を知り、守り、育てるためには、学校、地下水関連施設、講習会、ウェブ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。

このために、古くから地下水を利用している先進地域の教育・学習、水文化の継承のための事例が役立ち、施策や活動目標として利用することが有効である。

第１章

【引用・参考文献】

- 1) 共生型地下水技術活用研究会編：都市における地下水利用の基本的考え方〔地下水と上手につき合うために〕、2007.
- 2) 田中正：最近における地下水に関する国内外の動向、水利科学、No.237、p.1-26、2012.
- 3) 公益社団法人日本地下水学会編：地下水用語集、2011.
- 4) 社団法人地盤工学会：地下水を知る、p.1、2008.
- 5) 田中正：これからの地下水ガバナンス、地下水学会誌、第57巻、第1号、p.73-82、2015.

第 2 章

健全な水循環の維持・回復と地下水の保全

第2章 健全な水循環の維持・回復と地下水の保全

2.1 水循環における地下水域の考え方

地下水域は、涵養域、流動域、流出域からなる。地下水域で地下水の保全を行う場合は、行政が条例等で地域の地下水環境に応じた施策を規定し、学識経験者・事業者・住民が参加する協議会などの保全管理体制の構築及びモニタリング、涵養、揚水規制、教育・学習などの保全管理方策を実施する必要がある。地下水域は、行政界とは必ずしも一致しないため、行政界を跨ぐ流域連携が必要となる場合がある。

地下水域は「地下水流動系が生起する循環の場」（地下水管理の考え方、環境省、平成22年3月）であり、図2.1に示すように流動地下水が集水される地理的な範囲を示すものとする。

地下水の保全は地下水域単位で行うことが基本となるが、地下水域の区分は行政界とは必ずしも一致せず、涵養域、流動域、流出域からなる（図2.1）。この区分の他に、上流山地の有無、盆地、埋没谷、断層などの地形・地質要素、人工涵養、帯水層の構造などによってさらに小さな区分を設定する場合もある。また、流出端の大陸棚に海底湧水がある流域では、ここまでを含む流出域を想定する場合もある。

地下水域が複数の行政区にまたがって存在する場合は、単一行政区内に比べて管理体制の構築が難しい面がある。このような場合は、関係する行政機関や住民が連携して協議会等を設立するなどの流域連携が必要になる。

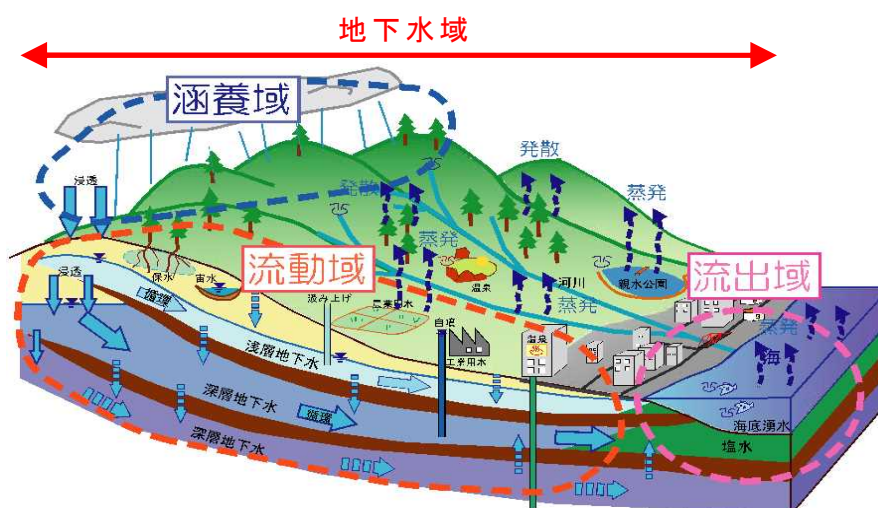


図2.1 地下水域の模式図

出典）西垣 誠監修・共生型地下水技術活用研究会編：都市における地下水利用の基本的考え方〔地下水と上手につき合うために〕、2007に加筆。

2.2 地下水保全・規制の現況

地下水の保全・規制に係る条例、要綱、指針・要領・方針・計画等（以下、「条例等」と言う。）は 32 都道府県、385 市区町村で 517 件が制定されている（平成 23 年 5 月時点）。これらの条例等は、広域の地盤沈下防止、地下水保全、水道水源保全を主な目的としていて、公害防止条例や環境保全条例などとして制定されている。

「地下水採取規制・保全等に関する条例等の制定状況（国土交通省水資源部、平成 23 年 5 月）」によると、517 件の内訳は、条例 420 件、要綱 79 件、指針・要領・方針・計画等 18 件となっている（図 2.2）。

条例等の主な目的は、広域の地盤沈下防止、地下水保全、水源地保全であり、広域の地盤沈下防止は公害防止条例、環境基本条例、環境保全条例、地下水保全条例などで規定され、地下水保全は公害防止条例、環境基本条例、環境保全条例、地下水保全条例、湧水保全条例、雨水浸透に関する要綱、水源地保全は水道水源保護条例、環境保全条例、水源地域保全条例などで規定されている【「地下水保全」事例集 p.98 の参考資料表 1】。

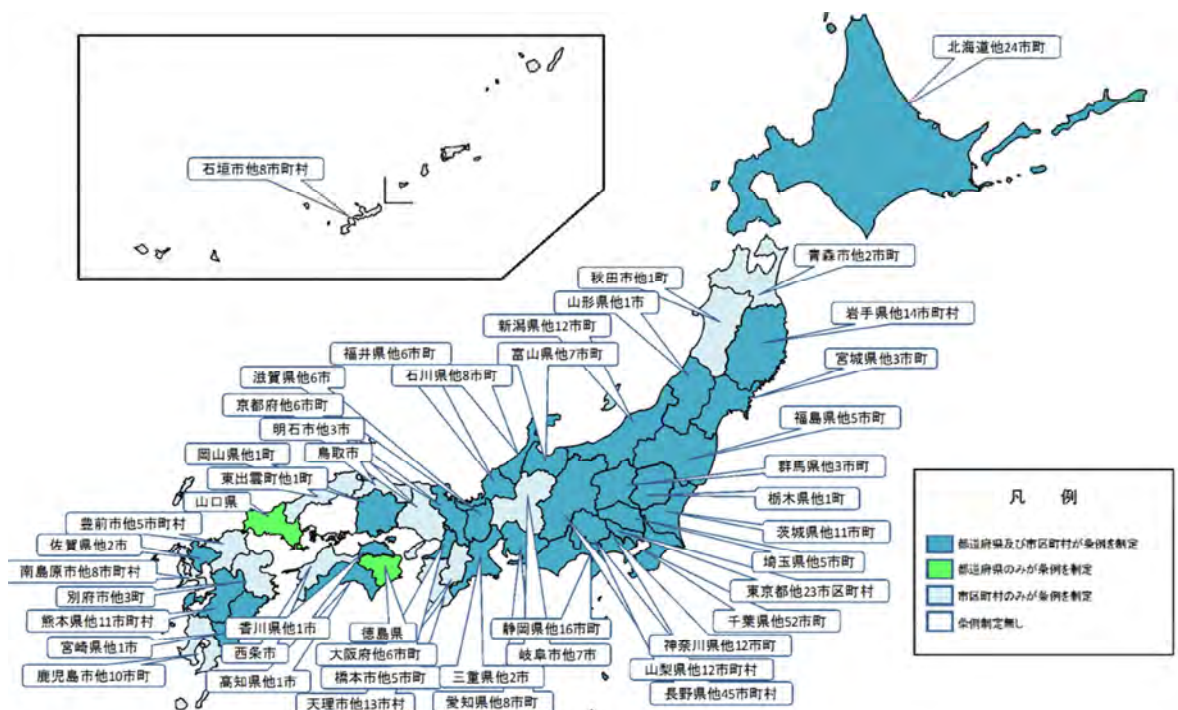


図 2.2 地下水採取規制・保全に関する条例等の制定状況

出典）国土交通省 水資源部：地下水採取規制・保全に関する条例等の制定状況、 2011.

2.2.1 保全管理体制

現状の地下水の保全管理は、用水二法や条例等による地域指定を受けた揚水規制と地域で地下水保全事業を協働で実施する場合がある。保全事業を実施する場合は、行政、事業者、団体、住民等が各々の役割分担を担い、ステークホルダーが一体となって事業を推進する体制づくりが必要である。流域連携の先行事例では、住民参加を促すことが保全管理体制の重要なポイントとなっており、官学連携も有効である。

現行の条例等では、地下水の保全管理体制について、行政間の連携・協力の推進に関する規定が 9 件、審議組織の設置に関する規定が 29 件、利用者あるいは事業者の自主管理規定が 13 件、市民参加の規定が 11 件、それぞれ設けられている【「地下水保全」事例集 p.99 の参考資料表 2】。

条例等に基づく地下水関連事業や研究を行う場合には、行政、事業者、団体、住民等の参加による協議会や団体を設置し、それらが主体となって事業等を協働で実施することが重要となっている。流域の市町村の連携事業などでは、県が各市町村の調整役を担うと円滑に事業が進む場合がある。

連携の組合せは、地方公共団体間、官学、産官学などがある。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。調査観測、涵養、涵養効果のモニタリング、検証などを実施する場合は、地域の気候、風土、地質状況などの実情や豊富なデータを有する大学と連携し、必要な助言を受けることが有効である。

2.2.2 保全管理手法

代表的な地下水保全管理手法として、条例等に基づいて実施する調査観測、涵養事業などがある。現況あるいは将来の地下水の状態に応じて、産官学などの連携、住民参加、雨水浸透などの人工涵養、協議会設置、協力金制度などの方策を検討していくことが重要である。

条例等は保全事業の実施の拠り所となるものであり、水循環基本法、水循環基本計画などの地下水に関連する法令・計画等に準じて、地域の実情や目的にあった内容のものを策定する必要がある。

調査・観測とモニタリングは地下水の状態の把握に必要不可欠であり、特に地下水位の継続監視は季節変化や経年変化から長期的な水収支を検討するためには欠かすことが出来ない。

持続可能な水循環を維持・回復するために必要な基本概念は、図 2.3 の「知る」、「調べる」、「利用する」、「守る」、「育てる」、「伝える」であり、地下水を保全するための技術手法に加えて、住民の参加を得て水文化を広く啓発し、伝承する仕組みを作ることが非常に重要である。

（１）調査・観測とモニタリング

「地下水管理の考え方」（環境省、平成 22 年 3 月）による地域の地下水の調査項目及び評価手法の例を表 2.1 に示す。調査観測は、地下水利用の現状を「調べる」ための手法であり、モニタリングは種々の施策による地下水保全状況を検証し、地下水を「守る」ための手法である。また、湧水は「地下水が自然状態で地表に流出したもの」であることから、地下水に準ずるものとして扱い、湧水量は保全管理指標として用いることもできる。

１）モニタリング項目

モニタリング項目としては、表 2.2 に示すように一般的に広域の地盤沈下量、地下水位、地下水採取量、水質などがある。湧水については、「湧水・保全復活ガイドライン」（環境省、平成 22 年 3 月）に測定項目や手法が記載されているほか、地下水を飲用している場合は、水道水の飲用基準によるモニタリングを実施する。

その他の測定項目としては、湧水量測定、水質分析、水温、塩分濃度、電気伝導度測定などの項目が考えられる。このうち、水質については、環境基本法（平成五年法律第九十一号）に基づく環境基準が設定されているほか、排水については水質汚濁防止法（昭和四十五年法律第百三十八号）、湖沼水質保全特別措置法（昭和五十九年法律第六十一号）など既存の法制度による水質汚濁防止が図られていることから、それに準じて実施する。また、これらのモニタリング項目は、地下水域毎に地下水利用の現況や目的が異なるため、地域の課題や目的を踏まえて必要項目を選定する必要がある。また、流域連携が必要な場合は、広域的な配置計画のもとで調査・観測とモニタリング項目を取捨選択して実施する必要がある。

水質汚濁防止法に定める地下水質の常時監視は、「工場及び事業場から公共用水域に排出される水の排出及び地下に浸透する水の浸透を規制」し、公共用水域及び地下水の水質の汚濁の防止が図られているかを監視する目的で行われているといえる。

一方、本ガイドラインは、地下水位の低下に起因する地下水の塩水化や汚濁水の流入について言及し、地下水質の調査を提案している。目的やアプローチは異なっているが、場合によっては水質汚濁防止法の防止監視の枠組みやデータを活用することができる。

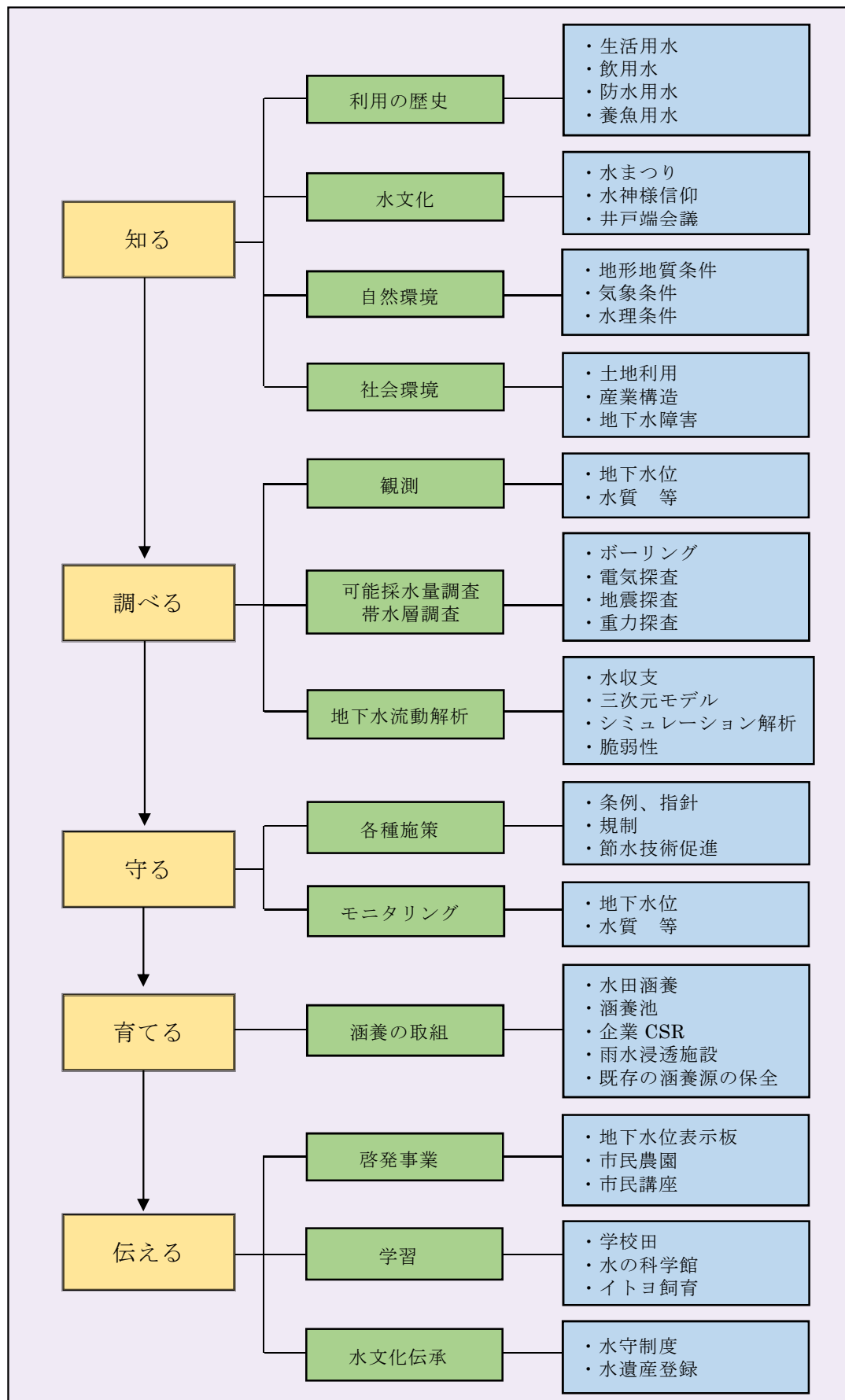


図 2.3 地下水の保安全管理手順と手法・項目の例

表 2.1 地下水保全管理項目と評価方法

分類	項目	手法・留意点	位置付け	評価方法	事例・関連文献
地下水を知る	歴史、水文化	水神様や竜神・雷神信仰、防火用水、酒造りなどの水文化、利用の歴史を知る。	流域の水に対する関心の度合いを知る指標。	水を大切にす風土があるか。	- 熊本市の民間信仰と水神様 - 香川用水融通とため池の歴史
	自然・社会環境	流域の気象・水利条件、土地利用、産業、地下水障害履歴を知る。	- 地下水が育まれた背景、条件を知る。 - データベース作成。	地下水などの水環境を維持・回復するのに適した環境か。	香川の少雨気候、水不足
地下水を調べる	観測	- 観測井で地下水位や水圧の経時変化、季節変動、地下水の状態を継続観測する。 - 湧水箇所では、湧水量、水温、水質、電気伝導度などを定期的に測定する。 - 広域の地盤沈下、塩水化などの地下水障害に対しては水準点観測や塩化物濃度測定を行う。	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)。	- 特異な変化がないか。 - 経年変化に低下などの特徴が見られるか。	- 秦野市の湧水汚染 - 安曇野市の地下水位調査
	帯水層調査	- 既存資料収集、ボーリング調査、物理探査を行い、帯水層分布を調べる。 - 既存井戸水位、水質調査結果、井戸(水道用、工業用など)における地下水の利用状況を調べる。	地下水がどのような器に賦存しているかを調べる。	帯水層の概略分布形状が把握できているか。	大阪平野の地質断面
	適正利用量調査	- ボーリング孔を利用し、地下水に関する計測、揚水試験を行う。 - 水質(化学的性質)を調べる。 - 気象データ、河川流量などから地下水涵養量を推定。	地下水がどの程度利用可能かを調べる。	適正な利用量が把握できているか。	
	地下水流動解析	水理学的モデル(三次元数値解析モデル)を作成し、地下水シミュレーションを行う。	地下水位の変化を予測する。	気象変化や地下水汚染などに対する脆弱性がないか。	大野盆地の三次元モデル
地下水を守る	施策	- 保全計画により、地下水の水質、水位、揚水量、広域の地盤沈下量などを測定する。 - 実態把握や各種指針の策定、地下水利用区分の変更、用途別水利用の検討、地下水盆の管理を行う。	- 地下水の状態を監視する規準。 - 地下水保全策、事業を管理する規準。	地下水位や水質の管理が適切に行えるか。	- 秦野市地下水保全計画 - 大野市地下水保全管理計画 - 熊本地域地下水総合保全管理計画
	モニタリング	- 観測井で地下水位や水圧の経時変化、季節変動、地下水の状態を継続観測する。 - 湧水箇所では、湧水量、水温、水質、電気伝導度などを定期的に測定する。 - 広域の地盤沈下、塩水化などの地下水障害に対しては水準点観測や塩化物濃度測定を行う。	- 地下水の状態に異常がないことを確認する。 - 変化を把握して速やかな対策を行うとともに、次の施策につなげる。	広域の地盤沈下や構造物の浮き上がりなどがないか。	- 秦野市の湧水汚染 - 安曇野市の地下水位調査
	啓発と役割分担	水文学的知識の啓発を行い、地下水や湧水保全実務における役割分担を明確にする。	保全事業の内容等を周知し、事業がスムーズに実施されるようにする。	保全事業におけるステークホルダーの役割が明確になっているか。	熊本市地下水保全プラン

表 2.2 地下水モニタリング項目

モニタリング項目	実施自治体の例（地域タイプ）
地盤沈下量	栃木県(A-1)、上越地域(新潟県)(A-1)、富山県(A-3)、熊本地域(熊本県)(B)
地下水位	栃木県(A-1)、上越地域(新潟県)(A-1)、敦賀市(福井県)(A-2)、富山県(A-3)、熊本地域(熊本県)(B)
地下水採取量	上越地域(新潟県)(A-1)、敦賀市(福井県)(A-2)、富山県(A-3)、熊本地域(熊本県)(B)
水質(塩分濃度、電気伝導度) (硝酸性窒素濃度)	富山県(A-3) 熊本地域（熊本県）(B)

※この他に、湧水量、地下水温、地盤収縮量をモニタリングしている自治体もある。

出典）環境省 水・大気環境局：湧水保全・復活ガイドライン、2010。

なお、表 2.2 の地域タイプ A-1～A-3 及び B は、以下の地下水障害の内容区分を示す。

A-1：広域の地盤沈下災害のおそれがある地域

- ・過去に大規模な広域の地盤沈下が生じた経験があるなど、広域の地盤沈下災害のおそれがある。

A-2：塩水化のおそれがある地域

- ・沿岸部に位置し、塩水化が起こっている、または、起こるおそれがある。

A-3：広域の地盤沈下災害及び塩水化のおそれがある地域

- ・広域の地盤沈下と塩水化が両方起こっている、または起こるおそれがある

B：地下水障害は発生していないが、地下水を主要水源にしている地域

- ・扇状地や火山地域などに属し、浸透性が良い土壌により良好な帯水層が形成されている。
- ・水需要に対する地下水への依存度も比較的高い。

2) 測定手法

観測あるいはモニタリングには、自動測定器を用いて、1日24時間、年間を通じて連続測定する「常時観測」と、一定期間毎に測定する「定期観測」がある。各地域の地下水の利用状況に合わせて、これらの観測方法を選定する。

①広域の地盤沈下量

広域の地盤沈下は一旦発生すると元に戻らない不可逆的な現象であるとともに、即座に止めることが困難な現象である。このため、広域の地盤沈下の状況を監視し、早期に対策

を講じることが重要である。

測定手法の詳細は、たとえば環境省「平成 26 年度全国の地盤沈下地域の概況（平成 27 年 12 月）」、「地盤沈下監視ガイドライン」（環水土発第 050629007 号、2005）などに示されており、測定項目は地盤高、地下水位、地盤収縮量としている。

新しい手法としては、人工衛星を用いた地盤変動の監視も試みられている【「地下水保全」事例集 p.42 の事例 18】。

②地下水位

地下水位は地下水流動状況の把握、広域の地盤沈下の原因解明、未然防止などの基本データとなる。観測範囲は、持続可能な地下水保全の観点から、広域の地盤沈下地域はもとより、涵養域、流動域、流出域の全域をカバーすることが望ましい。水位低下は広域の地盤沈下の原因であり、涵養量の減少を推定できるため、観測にあたって最低水位を基準水位として設定している地域もある。

観測は、既存井戸や観測井戸で不圧地下水の水位あるいは被圧地下水の水頭（両者を一括して地下水位と呼ぶことにする。）を測定するものとし、その地域の地下水の変動状況（長期変動、季節変動、短期(日)変動）を把握する必要がある。なお、地下水位の表記には、標高、地盤からの深度（GL-）、任意の基準面（井戸枠等）からの実測値があるので注意が必要である。

a. 観測井配置

地質構造や地域の地下水の利用状況等を勘案し、地下水の変動状況を面的に把握できるように配置する。広域の地盤沈下の実態と対比できるように、水準点の近傍に設けることが望ましい。観測井の構造は地下水位のみを観測する通常の井戸と広域の地盤沈下を同時に観測するための二重管式、ワイヤー式などの観測井戸がある。実際の配置状況の例は、「地下水位観測井の配置状況」【「地下水保全」事例集 p.101 の参考資料表 4】を参照されたい。

b. 観測頻度

自記記録計や圧力センサー方式により常時観測を行うのを標準とするが、やむを得ない場合には月 1 回の頻度を標準として、定期的に手測りによる反復観測を行う。また、地下水位の低下に伴う広域の地盤沈下を未然に防止する観点から、これに即座に対応できるようテレメーター・システムなどの遠隔で監視できるシステムを導入するなど、リアルタイムで地下水位を監視することが望ましい。

c. 観測精度

観測の精度は、±1.0cm とし、測定機器は観測の精度を保つために月 1 回程度の点検・整備を行うものとする。

③地下水採取量

広域の地盤沈下は、主として過剰揚水により地下水位が低下し、粘土層が収縮することにより生じる現象である。このため、原因の解明や未然防止および効果的な対策を講じるためには、地下水位低下の要因である地下水採取量を把握する必要がある。地下水は、多

様な用途（工業、上水道、農業、建築物、温泉など）で利用されており、各用途別に実態を把握しておくことが重要である。たとえば、県別の工業用水採取量は、「平成25年工業統計表「用地・用水編」データ 第2部 事業所数、水源別工業用水量及び用途別工業用水量表」（経済産業省大臣官房調査統計グループ、平成27年4月）で公表されている。

a. 調査内容

地域内の揚水施設の設置状況（数、目的、揚水能力、ストレーナの位置等）を把握したうえで、各揚水施設による地下水採取量を調査する。また、各帯水層別の地下水採取量を集計しておくことが望ましい。なお、調査に当たっては、既存のモニタリング資料を活用するなど、効率的かつ経済的となるよう留意する。

b. 調査方法

地下水採取は、各利用者によって行われており、地方公共団体がその地下水採取量を直接計測することは困難なことから、各利用者の水量測定器による測定結果の報告やアンケート調査等により地下水採取量の把握を行うものとする。

c. 調査頻度

調査は、月に1回程度の頻度で実施するなど、出来るだけ即時の情報を収集することが望ましいが、利用者に協力を得て行う調査であることから、地域の観測体制等を考慮し、過度の負担とならないよう注意する必要がある。ただし、沈下の実態と対比できるよう、少なくとも年に1回程度は報告を受ける等の調査を行い、地下水採取量を把握する必要がある。

④水質

地下水位観測井や湧水地点と併せて面的観測を行う必要がある。汚染や塩水化が見られた場合には、目的に応じて特定の帯水層の地下水を採水できるようストレーナの深度や地下水流動状況（上流、下流）を考慮して採水、観測地点、井戸構造を選定することが重要である。

a. 地下水質観測井の配置

観測井の配置は、地質構造や地域の地下水の利用状況等を勘案した上で、地下水の変動状況を面的に把握できるよう配置する。水準点の近傍に配置するなど、地下水位の変化の実態と対比できるよう配慮することが望ましい。なお、観測にあたっては、他機関の観測井や民間の井戸を活用して観測するなど、効率的かつ経済的な配置となるよう留意する必要がある。水質調査を実施する際には、井戸の地点名、深度、ストレーナの位置、不圧／被圧帯水層の別、用途等の諸元についてできるだけ把握するよう努める。

b. 観測の頻度

観測井においては、年1回以上実施するとともに、季節的変動が大きい地域・井戸や、塩水化のおそれが高い地域・井戸では、水質の変動を感知できるように必要に応じて頻度を上げて観測を行うことが望ましい。

c. 項目と測定方法

分析項目は、塩水化の兆候がみられる場合は塩化物濃度、電気伝導度などが必要で

あり、湧水では湧水量測定、水質分析、水温、塩分濃度、電気伝導度測定などを測定する。その他、環境基準項目の分析方法は「地下水の水質汚濁に係る環境基準について」（平 9 環告 10、平 26 環告 127 最終改正）別表に定められている。

3) 結果の整理

①観測・モニタリング結果の公表

観測・モニタリングの結果は、測定者、管理者、大口取水者が情報を共有すること、配布資料やインターネット上で目に見えやすい形で地域住民に公開し情報を共有することが啓発の観点からも重要である。

地下水の観測・モニタリングを行っている地方公共団体のうち、結果をインターネット上で公表している例はあるが、関係機関への報告や報告書の掲載にとどまっているところも多い。また、インターネット上に公表されている情報も、地方公共団体毎に様式が異なるため、地下水を利活用する事業者や市民等が地下水域全体の水量、水質を十分把握できない状況がある。

今後は、同じ「地下水域」に属する地方公共団体、事業者、市民等が情報共有できるような体制を構築する必要がある。このような仕組みを整えることにより、地下水管理に対する積極的な参画につながることも期待される。

ただし、観測・モニタリング結果の公表に当たっては、情報セキュリティに留意する必要がある。

②データベース化

地下水域内のモニタリング結果は可能な限りデジタルデータ化し、観測・モニタリング項目ごとに時系列的にとりまとめ、各項目の経時（年）変化が分かるようにすることが重要である。地下水位や水質は、降水量や気温等の気象要因によって変化するため、観測・モニタリング結果のとりまとめに当たっては、これらの関連する資料も同時に収集し、合わせてデータベース化するよう心がけることが必要である。

③結果の検証

実施した施策や対策について、モニタリング結果を用いて効果検証を行うには、対策の実施前後における複数年のデータを比較検討して、対策効果を評価することが基本となる。経年的なモニタリングデータの蓄積など、複数のデータに基づいて評価を行う。この際、自然条件による変化を区別するため、降水量等の気象データを合わせて検討することや、対策の影響が及ばないと考えられる地点を比較対象地点として選定する方法も有効である。

なお、モニタリングで得られた結果に基づいて効果検証を行い、PDCA サイクルに反映させることにより、モニタリングの継続性、対策内容の見直し、実施体制の見直しなど、地下水保全・回復のための改善策を検討し、次の段階に進めていくことができる。

（２）涵養

地下水を保全するための涵養事業は、水資源の地下貯留、帯水層の蓄熱利用、広域の地盤沈下の防止、地下水の塩水化防止、地層での水質浄化などの目的で実施される。涵養手法には、既存の涵養源を保全するものと人工涵養があり、人工涵養はさらに、浸透法と注入法に大別される。実施にあたっては、これらの手法の課題を認識し、地域の実情に適した手法を検討する必要がある。

１）涵養促進の目的

近年、市街地の進展や宅地造成等によって、涵養域（農地、原野、裸地等）が減少して地下水位の長期的な低下傾向の要因となっている。

このような状況に対して、地下水の持続可能な利用を図るためには地下水採取量を抑制するとともに、積極的な地下水涵養策によって地下水の涵養量を増加させる必要がある。

地下水涵養促進を実施する地域では、地下水保全条例、地下水保全基本計画等に基づき、ステークホルダーがそれぞれの役割を認識し、地下水涵養促進に取り組むことが重要である。

２）涵養技術

涵養手法には、既存の涵養源を保全するものと人工涵養があり、人工涵養はさらに、注入法と浸透法に大別される。

既存の涵養源によるものは、上流域の森林を保全して降雨時の流出を抑制したり、水田や池、河川からの涵養機能を保全して流域の健全な水循環を確保する技術である。条例等で水源地の保全を規定している例は【「地下水保全」事例集 p.98 の参考資料表 1】を参照されたい。

人工涵養は、「地下水人工涵養の現況と課題」（旧建設省河川局、1988）によれば、水資源の地下貯留、帯水層の蓄熱利用、広域の地盤沈下の防止、地下水の塩水化防止、地層での水質浄化などを目的として実施されている。現在わが国で実施されている人工涵養は、ほとんどすべてが涵養量の減少を補うための地下貯留を目的としたものである。また、浸透規模が小さいが、比較的手軽にできる涵養技術として雨水貯留があり、地方公共団体の涵養施策として実施されている。

①浸透法

浸透法は、涵養量の減少を補う地下貯留の目的で実施され、水田法や浸透池法が実施されている。水田法は、非かんがい期の水田において、水利権の許可を受けた農業用水を使用して地下水涵養を図るもので、冬水田んぼ（冬期湛水）、転作田などの例がある。

②注入法

盆状の地下水域を持つ地域が有利であるが、継続的な注入においては目詰まりが起りやすく、注入量、注入圧力の管理とフィルター洗浄などのメンテナンスが必要となる。量的な涵養手法としては、現在では広域の地盤沈下防止を目的とした水溶性天然ガス採取時の坑井注入や秦野市の地下水浄化の例以外はほとんど実施されていない。

これらの手法には、それぞれ表 2.3 に示すような課題があることを認識した上で、適切な手法を検討する必要がある。

表 2.3 地下水涵養手法（人工涵養）の例と課題

涵養手法	涵養技術	事 例	課 題
浸透法	水田涵養 転作田	安曇野市 熊本白川 地域	・慣行水利権の問題が生じる可能性があり、この場合は水利権の調整が必要。 ・効果的に地下水の涵養ができるよう、十分な耕耘と畦塗りなど漏水防止対策が必要。 ・導水する水の確保が不可欠である。 ・地下の地質が、十分地下水を蓄えることができることが必要で、常時地下水位が高い地域、岩盤や粘土層からできている地域などは適さない。 ・代かき、畦塗り等は水稻作の場合と同じように行い、畦からの漏水や急速な地下浸透を防止して効果的な水張りを行う必要がある。 ・何らかの理由で、隣接する転作田が地下水涵養を行わない場合、導水する水田の管理者は漏水に注意する必要がある。
	水田涵養 休耕田	秋田県 美郷町	
	浸透池	秋田県 美郷町	
	「森の小さなダムづくり」	三島市	
	雨水浸透 浸透ます、浸透トレンチ、 浸透側溝、浸透性舗装	地方公共 団体	
注入法	ガス井における還水	九十九里 新潟中条	・水溶性天然ガスの採取後に地下水のみを還水するための大規模な施設が必要。 ・新たな水の注入ではないので厳密には涵養と言えない面がある。
	地下水人工涵養	秦野市	・目詰まりの技術的問題の解決が難しいため、課題が多い。 ・地下水人工涵養の水質の管理（地下水汚染の防止）。

2.2.3 揚水規制

揚水規制については、用水二法、広域の地盤沈下防止等対策要綱、条例による規制と規約や協議会など条例以外の規制があり、地域、内容が規定されている。ただし、温泉法に基づく温泉水、河川法に基づく河川流水（河川水揚水井戸）、鉱業法に基づく天然ガス溶存地下水などは一部の条例で規制の対象外となっている場合がある。

（１）条例による規制

水資源として地下水利用が重要な位置を占めている地方公共団体では、地下水管理を志向した条例が制定されている。平成 27 年 3 月現在、27 都道府県・311 市区町村で地下水採取規制に関する条例等を定めて広域の地盤沈下の防止等を図っている（図 2.4）。

規制の内容は、地下水の利用環境に応じて多岐にわたっていて、井戸の利用にあたっては、区域指定、採水法（動力/自噴）、規模、構造・深度、届出、検査・確認、報告、勧告・命令などの規制措置が設けられている。

（２）要綱あるいは協議会等による規制

地方公共団体における要綱、規約において規制の規定を設けている、あるいは協議会を設立して揚水の自主規制を行っている事例が多い【「地下水保全」事例集 p.103 の参考資料表 6】。規制の内容は条例の規定に準じて、たとえば揚水設備設置の届出、取水基準の遵守、水利用の合理化及び他の水源への転換努力、地下水利用対策協議会への加入、水量測定器の設置及び採取量の報告などを規定している。

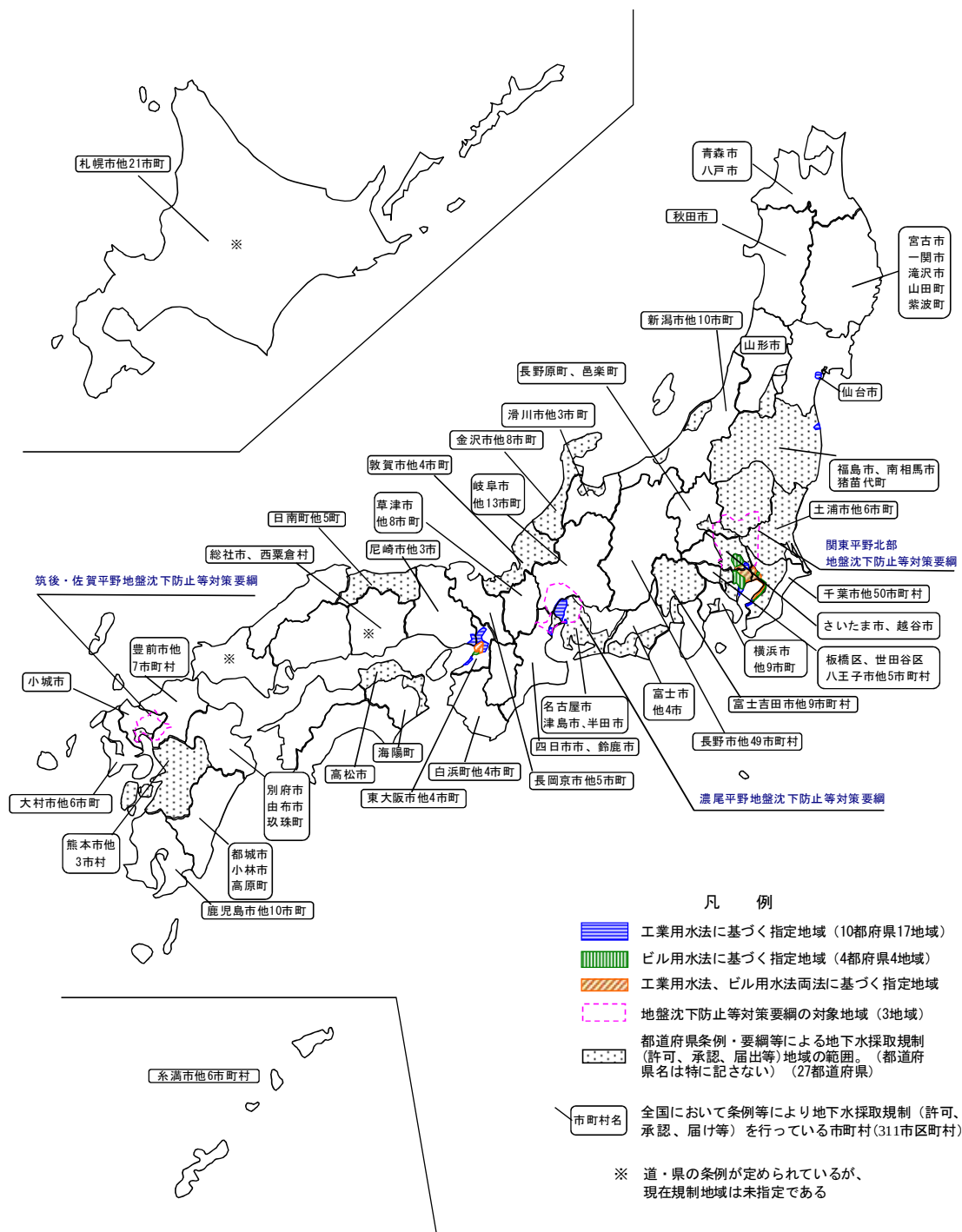


図 2.4 地下水採取に関する規制等の状況

出典）環境省 水・大気環境局：平成 26 年度全国の広域の地盤沈下地域の概況、2015。

2.3 健全な水循環の維持・回復

2.3.1 水環境の評価

健全な水循環を維持・回復するためには地域ごとに水循環の状態を把握する必要がある。水循環は、良好な水環境が保たれてはじめて健全性が維持されることから、地域ごとに水環境の性格や特徴の評価を行い、現況における課題を整理することが重要である。

水循環の健全性を左右する要因としては以下のようなものがある。

図 2.5 に示すように、自然環境に係わる要因として、水の流れ(河川水・地下水の量、水質)、生物の多様性がある。また、人間活動に係わる要因として、快適な水辺、地域とのつながり(水文化、産業、まちづくり)、水の利用可能性(工業用水、農業用水、生活用水、環境用水、災害時利用)などが考えられる。

これらの各要因項目について、現状の評価を行い、課題を整理した上で良好な水環境及び健全な水循環を維持するための保全計画を立案する必要がある。

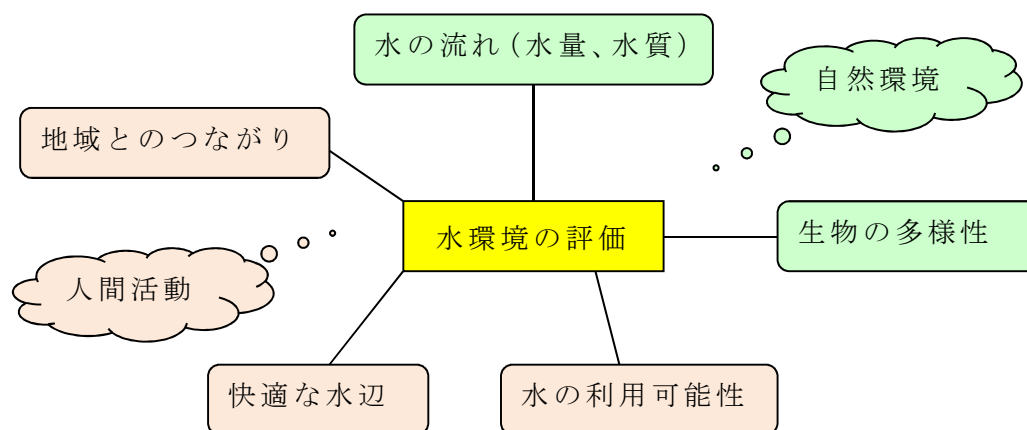


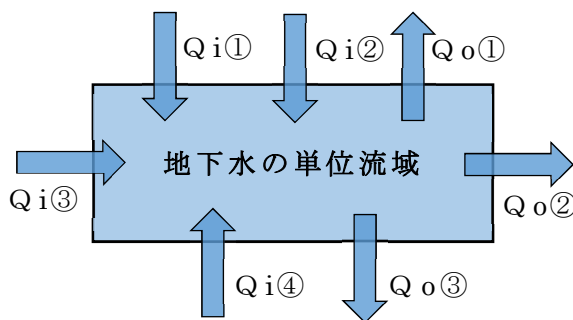
図 2.5 水環境の評価要因の例

2.3.2 水収支の把握

地域の水循環を表現する手法として水収支分析があり、簡便法として流域全体を対象として降雨・河川流量等の観測データや土地利用、上下水道流量や地下水揚水流量等の統計データをもとに年間水収支を整理している事例が多い。また、地下水の流域界を定め、既往資料や観測データを用いて水収支モデルを作成し、数学的に水収支を表現する数値解析も実施される。その上で、水循環に影響を及ぼす環境の変動要因を抽出して予測的な解析を行い、その予測結果を将来にわたって健全な水循環を維持・回復するための方策を検討する資料とする。

水収支は、ある地域において一定の期間に流入する水の量と流出する水の量との収支を表す。流入には降水や地表および地下の流入水、流出には蒸発散する水や地表および地下の流出水があり、これらを要素とする収支を分析する。したがって、持続可能な地下水利用を図るためには涵養を含む水収支を把握し、健全性を維持する必要がある。図 2.6 に年間の水収支を検討するための水収支モデルの例を示す。

水収支算出にあたっては、表 2.4 に示すようなデータを収集しておく必要がある。十分なデータが得られない場合は、表 2.5 の簡便法を用いることもできる。水収支算出法には、表 2.5 のように簡便法として年間水収支法、数値解析としてタンクモデル法、有限要素法、差分法などがあり、流域の特徴や目的にあった方法を選択する必要がある。



区分	記号	水収支項目
流入水	Qi①	降雨浸透地下水
	Qi②	人工涵養
	Qi③	上流側地下からの流入水
	Qi④	帯水層下位層からの流入水
流出水	Qo①	地下水揚水
	Qo②	下流側地下への流出水
	Qo③	帯水層下位層への流出水

ここで、

$$\Sigma(\text{流入水}) = Qi① + Qi② + Qi③ + Qi④$$

$$\Sigma(\text{流出水}) = Qo① + Qo② + Qo③$$

水収支の基本的評価は

$$\Sigma(\text{流入水}) - \Sigma(\text{流出水}) \approx 0 \Rightarrow \text{地下水位一定}$$

$$\Sigma(\text{流入水}) - \Sigma(\text{流出水}) > 0 \Rightarrow \text{地下水位上昇}$$

$$\Sigma(\text{流入水}) - \Sigma(\text{流出水}) < 0 \Rightarrow \text{地下水位低下}$$

図 2.6 地下水の単位流域における水収支のイメージ

出典) 中村裕昭:地下水環境保全に向けた取り組みと調査のポイント、地質と調査、'12 第1号(通巻131号)、2012.3、p.17より転載。

表 2.4 地域の水収支を把握するための調査項目と入手データの例

自然特性	水文気象情報	1) 水収支を評価するデータの有無とその質と量 調査項目 降水量・蒸発量 気温変動・河川流量 洪水記録・洪水記録 湖沼・ダム等の貯水量 浸透能・地下水系の把握 河川湖沼の水質 データ入手先 アメダス・流量年表 環境数値DB 水文地質DB 地方公共団体データ 文献・その他 まとめの考え方 気象関連のデータは入手しやすいが、それ以外はデータ有無の把握が重要となる。
	水理地質情報	2) 帯水層の状況 調査項目 地形・地質 層厚・深さ・貯留量 地下水位変動 透水係数・貯留係数 水質・水温 データ入手先 地形図・地質図 土地分類基本調査 環境白書・文献 環境数値DB 水文地質DB 地方公共団体データ まとめの考え方 帯水層の状況調査としてはその全容的なものは把握可能であるが、詳細についてはデータが少ない可能性がある。水質は、水道基準や環境基準との対比が必要。地下水位など変動する記録は、過去何年分のデータがあるかが重要。
	地下水リスク	3) 地下水障害 調査項目 地盤沈下・塩水化・液状化 土壌地下水汚染・空洞化 陥没・地すべり・斜面崩壊 流動障害・浮き上がり 井戸枯渇・湧水枯渇 データ入手先 環境白書 地方公共団体データ 文献 まとめの考え方 公的な資料から記録を探る。 地すべりなどのリスクは、地下水制御による防災面の強化より評価する。
社会特性	土地利用・水利用の状況	4) 地下水の依存度・依存量の調査 5) 産業区分・社会特性から見た地下水の必要性 調査項目 工業用水・農業用水 養殖などの水産用水 消費用水・防災用水 商用水（飲料・食品加工） アミューズメント用水 下水などの放流処理量 データ入手先 水道統計・水利台帳 工業統計・水資源統計 地方公共団体データ 土地改良区 まとめの考え方 現状の利用記録から、総利用量（必要量）を評価し、地下水の利用状況を把握する。 また、今後の利水開発計画から地下水利用の“必要性”や“メリット”を検討する。 経年・月別・地域別のデータが有益である。 調査項目 土地利用状況・利用計画 人口分布・産業別事業者数 上水道利用などの予算関係 データ入手先 国土数値情報 土地条件図 人口統計・工業統計 地方公共団体データ
	地下水への関心度	6) 地下水親水 7) 地下水の規制や保護活動 調査項目 祭事・行事・伝説 生活・名水 湧水と地下水 データ入手先 地方公共団体データ 文献 まとめの考え方 環境部局や教育委員会の情報も必要。 地域密着のNPOやボランティア団体の活動にも着目する。 調査項目 地下水利用に係る条例 慣行水利権の状況 環境保護活動 専門家による協議会 データ入手先 地下水規制条例 地方公共団体データ 市民団体の報告書 文献 まとめの考え方 慣行水利権は実態把握が難しい。 規制内容、協議会の形態把握

出典) 西垣 誠監修:共生型地下水技術活用研究会編:共生型地下水適正利用ガイドライン、2010.

表 2.5 代表的な水収支算出手法の特徴と適用性

算出手法		特徴と留意点	流域に対する適用性	課 題	事例
簡便法	年間水収支法	・降雨量、流量、人工系給排水量などの観測結果と地目別流出率などの経済的係数により経路毎の循環量を概略推定する。 ・計算は貯留量の時間変化を無視するため四則演算で行う。 ・計算は極めて容易である。	・流域一括、広域など大流域の解析に適用する。	・通年の河川流量観測データがないと表面流出量や地下浸透量の算定が難しい。 ・計算結果は年間値の目安程度の利用に留まる。	・広域 ・河川流域 【「地下水保全」事例集 p.90 のケーススタディ 2】仙台平野
	タンクモデル法	・直列に並べたタンク上部に水位として降雨量を入力し、時間とともに下部や側方から浸透、流出させる。簡便で比較的再現性が高い。 ・流出解析の集中型モデルとして用いられることが多い。 ・低水だけでなく、洪水解析にも利用でき、適用範囲が広い。 ・系全体をまとめて簡略化でき、パラメータが少ないバケツモデルがある。 ・地下水流動解析の一部としてサブモデルの形で用いる。	・小さな地下水流動域に適用する。 ・本来が河川流出の再現モデルであるため、河川流域(中流域)への適用例が多い。 ・タンク数を増やすだけで良いため、河川流域を分割した小流動区分域間の流入・流出に適用しやすい。	・パラメータを試行錯誤的に決めなければならないため、プロセスが明確でなく、現象に合わせる手順が煩雑である。	・河川流域 ・河川と海洋の連携流域 ・小流動域
	数値解析法	有限要素法 ・領域内に任意の節点を設定し、節点で囲まれた要素(メッシュ)内の物質壁およびその分布を計算する。 ・広域的または局所的な地下水流動の予測を目的として実施する。 ・モデル中の定数は計測可能な物性値で設定することを前提とする。 ・一次元モデルは、一方向のみの流れについて適用される。帯水層の水頭低下に伴う加圧層の圧密沈下予測に用いられる。 ・水平二次元単層モデルは、近似的に鉛直方向の流れがなく、水平方向の流れで代表できる条件に適用される。 ・準三次元モデルは、半透水性の加圧層を考慮した多層構造を取り扱う方法で、複数の帯水層と半透水性の加圧層からなる地盤構成の地下水の流動を解析する場合に用いられる。	・広域、河川流域、小さな地下水流動域に適用する。 ・メッシュサイズは可変であるため、複雑な地形の流域にも適用できる。 ・二次元単層モデルは、広域の地下水流動を平面的にとらえる場合に適する。 ・準三次元モデルは、複数の帯水層と半透水性の加圧層からなる地盤構成の河川流域、小さな地下水流動域に適用できる。	・精度の高い予測が期待されるが演算に要するトータルコストが高い。 ・三次元モデルは、情報量が膨大となり、経済的にも技術的にも負担が大きい。 ・井戸やボーリング資料が少ない場合は、地下の地層の透水量係数を全格子について決めることが困難である。	・広域 ・河川流域 ・小流動域 【「地下水保全」事例集 p.10 の事例 2】阿蘇西麓地下水盆
	差分法	・計算領域を直方体形の格子または面で区切り、隣り合う格子や面に入出入りする物質やエネルギー量の収支を計算する。 ・構造が比較的単純であり、プログラム化が容易である。 ・降水量・蒸発散量・表面流出量等を考慮して、適切な地下水涵養量を与える必要がある。	・広域、河川流域、小さな地下水流動域に適用する。 ・格子形状、サイズが固定であるため、平野や扇状地などの低地に適用する。	・格子サイズが同一のため、起伏が大きい複雑な地形の流域には適用できない。	・広域 ・河川流域 ・小流動域 【「地下水保全」事例集 p.81 のケーススタディ 1】川崎市

2.4 地下水の保全

地下水の保全は、地域の水循環における水環境の評価を行い、水収支を把握した上で、整理した現況の課題に対して実施する。保全計画は基本方針及び具体的な施策を示す基本計画と管理目標や施策の達成度評価、資金管理などを行う管理計画の部分で構成されることが多い。計画の実施に当たっては各ステークホルダーの役割を明確化することが重要である。

地域における地下水の保全は、図 2.7 の例に示すように水循環における水環境の評価、水収支の把握、課題の抽出、保全計画作成、施策の立案、施策実施、効果の評価、施策の見直しの順でいわゆる「PDCA（Plan（計画）、Do（実施・実行）、Check（点検・評価）、Act（処置・改善））サイクル」の手法によって行われることが多い。

この際に、行政が施策の立案を行い、行政、事業者、団体、住民などのステークホルダーが参加する委員会（協議会）が施策を実施し、チェックを行うなど、役割を明確化することが重要である。また、協力金や事業資金を管理する資金管理団体を別に設ける場合もある。

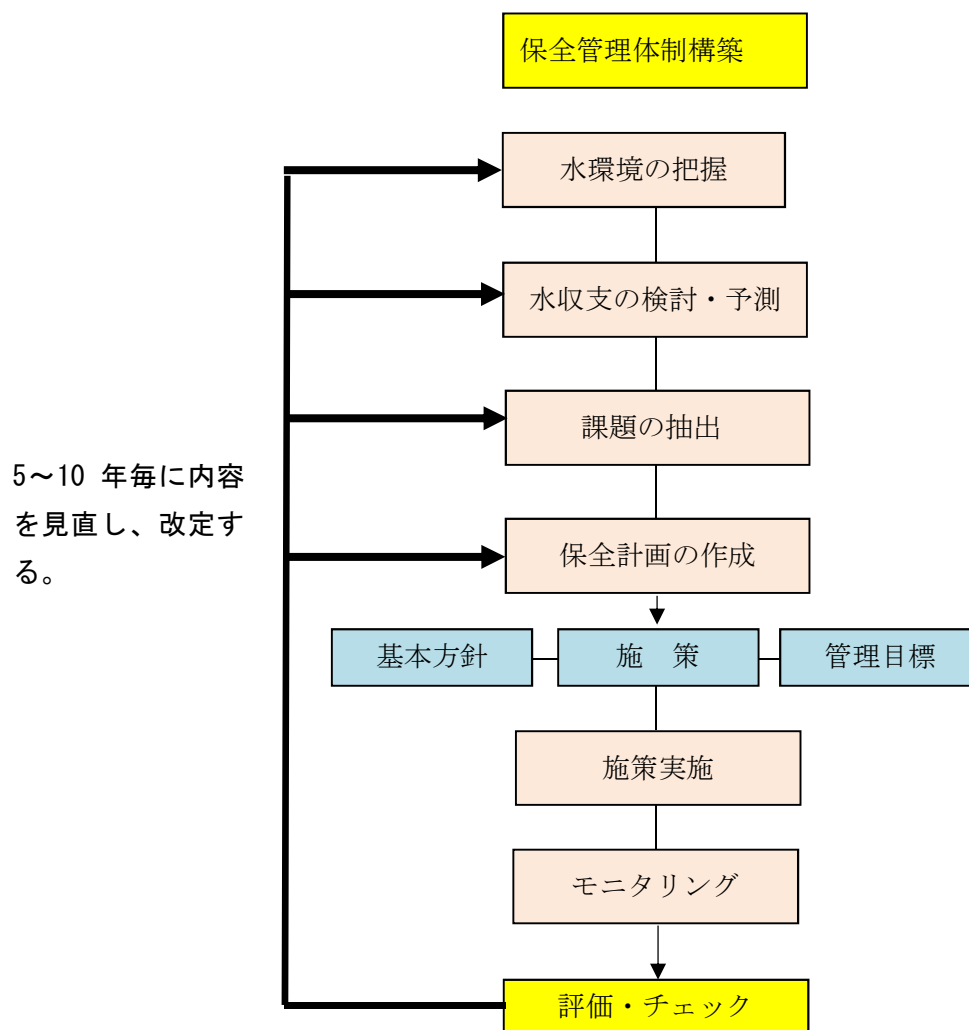


図 2.7 保全計画策定・実施フローの例

第 3 章

地下水保全と持続可能な地下水利用のための方策

第3章 地下水保全と持続可能な地下水利用のための方策

3.1 地下水の実態把握と予測

3.1.1 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。

(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の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、水収支の把握に必要な基礎的なデータの収集だけではなく、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) 事例のポイントと類似事例

- ・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。

表 3.1 「地下水保全」事例集に掲載されている実態把握としての水収支法の事例

事例・ケーススタディの名称	水収支法	事例集掲載頁
事例1 岡崎平野の年間水収支法を用いた水収支把握	年間水収支法-簡易法	9
ケーススタディ2 被災地域（仙台平野）	年間水収支法-簡易法	90

(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）事例のポイントと類似事例

- ・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。

表 3.2 「地下水保全」事例集に掲載されている水収支解析による予測事例

事例・ケーススタディの名称	予測法	事例集掲載頁
事例 1 岡崎平野の年間水収支法を用いた水収支把握	年間水収支法-簡易法	9
事例 2 阿蘇西麓地下水流域の有限要素法による水収支解析	有限要素法	10
ケーススタディ 1 沿岸平野（川崎市）	差分法	81
ケーススタディ 2 被災地域（仙台平野）	年間水収支法-簡易法	90

3.1.2 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。

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【「地下水保全」事例集 p.81 のケーススタディ 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【「地下水保全」事例集 p.90 のケーススタディ 2】。

4) 事例のポイントと類似事例

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。

- ・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。
- ・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。
- ・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 3.3 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 3.4 に示す。

こうした震災時の地下水利用事例としては、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⁾が参考となる。

表 3.3 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	・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	・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	・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	・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	・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	・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	・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

表 3.4 災害発生時の地下水供給施設と対応方策の例

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	・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	・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	・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	・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	・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	・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	・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	・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	・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	・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	・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	・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	・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	・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）

出典）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.

3.2 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。

3.2.1 ガバナンスの考え方

1) 現況

水循環基本計画における「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」旨規定されている。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が設けられている【「地下水保全」事例集 p.99 の参考資料表 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管理計画の例を示す。

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の認識を深め、住民の意識の高揚や地下水との関わりを向上させることができる。

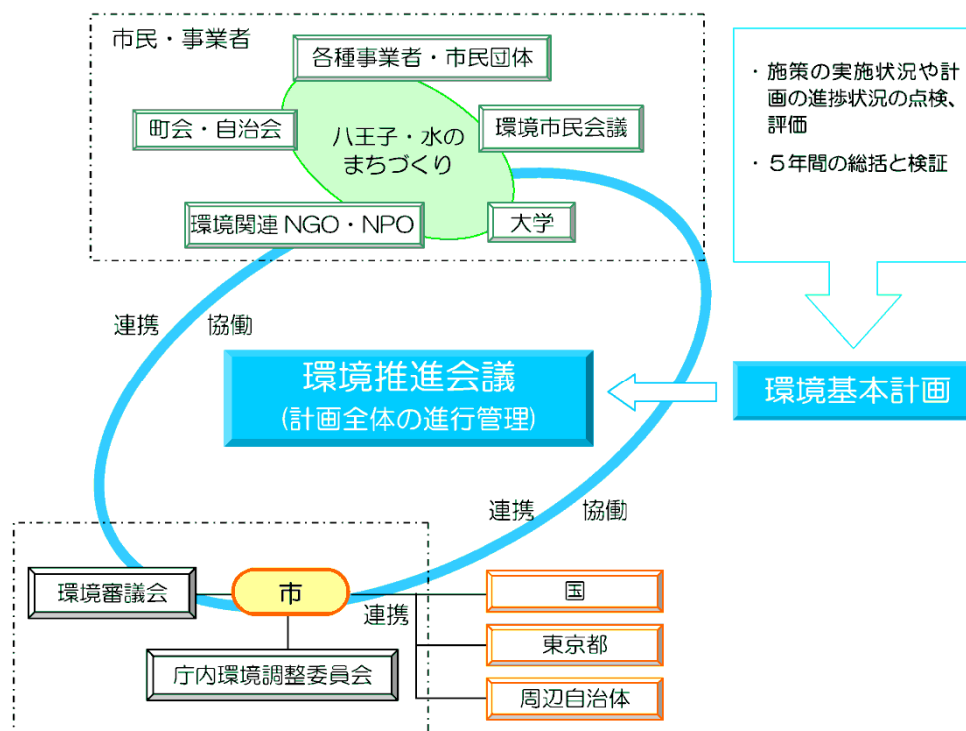


図 3.1 国、地方公共団体、ステークホルダーによるガバナンスの例

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) 事例のポイントと類似事例

地下水域を単位として、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。

表 3.5 「地下水保全」事例集に掲載されているガバナンスの考え方に立った事例

事例の名称	事例集掲載頁
事例 3 熊本地域の地下水保全管理体制	16
事例 4 福井県大野市の地下水保全管理体制	17
事例 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	18
事例 6 神奈川県南足柄市の環境保全管理体制	19

3.2.2 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) 事例のポイントと類似事例

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。

表 3.6 「地下水保全」事例集に掲載されているステークホルダーとの連携事例

事例の名称	連携対象	事例集掲載頁
事例 7 熊本地域の水田湛水事業における広域連携	流域地方公共団体連携	22
事例 8 福井県大野市の地域連携	行政、企業、市民、専門家	24
事例 9 名古屋市水の環復活推進協議会による連携	行政、学識経験者、団体、住民	25
事例 10 鹿児島県志布志市の湧水保全	行政、団体、農民、住民	26

3.3 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。

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。

3.3.1 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) 事例のポイントと類似事例

- ・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。

表 3.7 「地下水保全」事例集に掲載されている保全計画事例

事例の名称	事例集掲載頁
事例 11 千葉市水環境保全計画	29
事例 12 名古屋市の水の環復活 2050 なごや戦略	30
事例 13 神奈川県南足柄市の環境基本計画における水資源の保全	31
事例 14 東京都八王子市水循環計画	32
事例 15 神奈川県箱根市の地下水保全計画	33

3.3.2 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、住民へのアカウンタ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 3.8 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。

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。

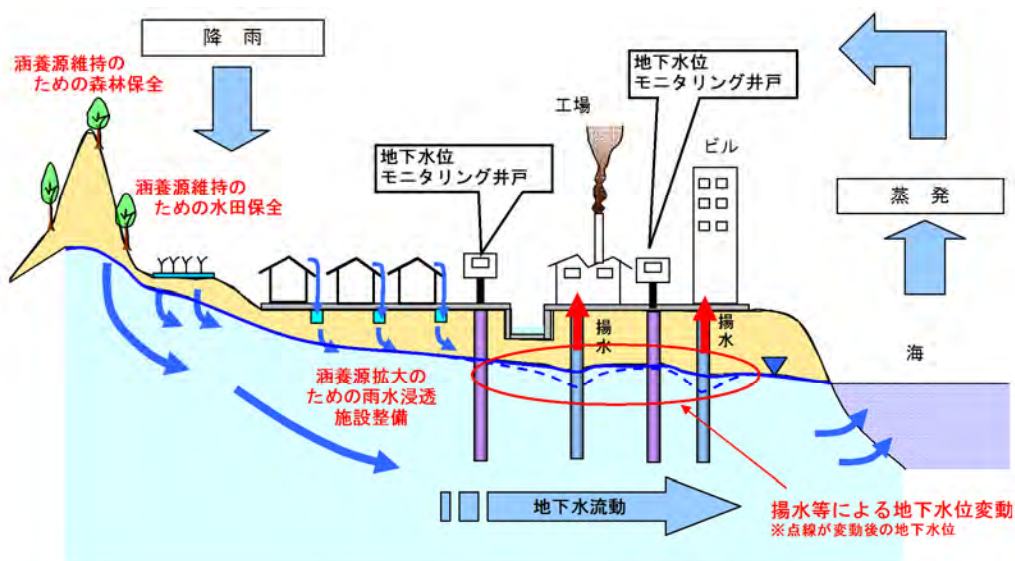


図 3.2 地下水位のモニタリングイメージ

表 3.8 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
大野市	熊本市			静岡平野	1 箇所/1.1km ²
1 箇所/2.4km ²	1 箇所/11.8km ²			川崎市	1 箇所/0.6km 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。

4) 事例のポイントと類似事例

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。

表 3.9 「地下水保全」事例集に掲載されている調査・観測とモニタリング事例

事例の名称	調査手法等	事例集掲載頁
事例 16 埼玉県テレメーター・システムによる観測	テレメーター・システム	38
事例 17 福井県大野市の観測点配置	基準観測井観測	39
事例 18 人工衛星を利用した地表面変動の把握	人工衛星	42

3.3.3 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) 事例のポイントと類似事例

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）。

表 3.10 「地下水保全」事例集に掲載されている涵養事例

事例の名称	涵養対象	事例集掲載頁
事例 19 静岡県三島市の涵養源保全事業「森の小さなダムづくり」	森林	45
事例 20 熊本白川中流域の水田湛水事業	水田	46
事例 21 秋田県美郷町の六郷湧水保全	人工涵養池等	47
事例 22 新潟平野の水溶性天然ガス採掘における注入法	かん水圧入	48
事例 23 海外の再生水利用における地下水涵養	下水再生水涵養	49
事例 24 河床掘削工事における地下水保全	環境保全ブロック	50

3.3.4 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の手法の例を以下に示す。

- ・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) 事例のポイントと類似事例

- ・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。

表 3.11 「地下水保全」事例集に掲載されている管理目標と指標等の事例

事例の名称	管理目標と指標等	事例集掲載頁
事例 25 福井県大野市の地下水管理指標	観測井の水位等	53
事例 26 名古屋市の水循環に関する指標と取組	協働の指標	54
事例 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	安定した水供給等	55

3.3.5 資金管理

1) 現況

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

2) 課題

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

3) 方策の概要

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

(協力金)

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

[第 1 条]

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

また、涵養源保全事業などに充てるための「税」方式は、平成 15 年に高知県で「森林環境税」が導入されて以来、平成 27 年 3 月までに 19 県の条例で採用されている【「地下水保全」事例集 p.98 の参考資料表 1】。

4) 事例のポイントと類似事例

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。

表 3.12 「地下保全」事例集に掲載されている資金管理の事例

事例の名称	資金名称等	事例集掲載頁
事例 28 熊本白川中流域の水田湛水事業の資金管理	賛助金	58
事例 29 山梨県北杜市の環境保全協力金（寄付金）制度	環境保全協力金	59
事例 30 神奈川県秦野市の地下水利用協力金制度	地下水利用協力金	60
事例 31 長野県安曇野市の地下水利用負担金制度（計画）	地下水利用負担金	61

3.3.6 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) 事例のポイントと類似事例

- ・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。

表 3.13 「地下水保全」事例集に掲載されている水文化等の継承事例

事例の名称	継承対象	事例集掲載頁
事例 32 熊本市の水文化継承の取組	水神信仰	64
事例 33 富山湾の漁場を育む海底湧水	海底湧水	65
事例 34 京都伏見の酒造り	伏流水－御香水	66

3.3.7 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 3.1 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ユ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) 事例のポイントと類似事例

- ・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。

表 3.14 「地下水保全」事例集に掲載されている地域づくりの事例

事例の名称	地域づくり対象例	事例集掲載頁
事例 35 静岡県三島市の街中がせせらぎ事業	せせらぎ	69
事例 36 長野県安曇野市のわさび田事業	わさび田湧水	70
事例 37 秋田県美郷町の六郷まちづくり事業	湧水	71
事例 38 災害発生時の地下水供給設備	防災井戸等	72

3.3.8 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ウ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) 事例のポイントと類似事例

- ・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。

表 3.15 「地下水保全」事例集に掲載されている教育と地域学習の事例

事例の名称	教育・学習等	事例集掲載頁
事例 39 秋田県美郷町のイバラトミヨの飼育	イバラトミヨの保全等	75
事例 40 熊本市の教育・地域学習	節水学習会等	76
事例 41 福井県大野市の教育・地域学習	フォーラム開催等	77
事例 42 東京都八王子市の環境教育・学習推進事業	学習拠点づくり等	78

第3章

【引用・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、p. 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.

おわりに

本ガイドラインは、水循環基本計画に示されている「地下水マネジメント」のうち、健全な水循環を維持・回復する観点から地下水保全の考え方を整理し、併せて、地方公共団体が進めている地下水保全計画や具体的な施策に関する事例について解説したものであり、地下水の保全に取り組む上での参考資料となるよう、環境省が先行的に取りまとめたものです。今後とも、内閣官房水循環政策本部を中心とした各省連携の下、地下水の保全に関する施策を積極的に進めていきます。

この他にも、環境省として関連する施策を推進しています。

例えば、きれいな空気、豊かな水、食料や資材、自然が持つ防災・減災機能など、私たちの暮らしは自然からの恵みに支えられている一方で、日本の人口が減少し高齢化が進む中、こうした自然をいかに管理し、地方を創生していけるかが課題となっています。このため、平成 26 年 12 月には「つなげよう、支えよう森里川海」プロジェクトを立ち上げ、地方公共団体、有識者、先進的な取り組みを実施している方々と対話や議論を行いながら、森里川海の恵みを将来にわたって享受し、安全で豊かな国づくりを行うための基本的な考え方と対策の方向を取りまとめ、自然の恵みを引き出す検討やライフスタイルの転換に向けた普及啓発等を進めています。

最後に、本ガイドラインの作成に当たり、「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）及び「健全な水循環確保に向けた地下水採取規制のあり方検討委員会」（平成 27 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、各地方公共団体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。ここに改めてお礼申し上げますとともに、いただいた御意見を基に今後より充実した形で改訂につなげたく、引き続き御指導、御意見を賜るとともに、情報提供をお願い申し上げます。

本ガイドライン作成に当たり指導・助言をいただいた検討会委員名簿

(五十音順、敬称略)

委 員	所 属	年 度
田中 正 (座長)	筑波大学 名誉教授	平成 25 年度 ^{※1} 平成 26 年度 ^{※2} 平成 27 年度 ^{※3}
徳永 朋祥	東京大学大学院 新領域創成科学研究科 教授	同上
西垣 誠	岡山大学 名誉教授	同上
丸井 敦尚	国立研究開発法人産業技術総合研究所 地質調査総合センター 地圏資源環境研究部門 地下水研究グループ長	平成 27 年度
柳 憲一郎	明治大学法科大学院 法務研究科 教授	平成 25 年度 平成 26 年度 平成 27 年度

※1 平成 25 年度・・・「適正な地下水の保全と利用のための管理方策検討会」

(全 2 回)

※2 平成 26 年度・・・「健全な地下水環境の維持・回復検討会」

(全 3 回)

※3 平成 27 年度・・・「健全な水循環確保に向けた地下水採取規制のあり方検討委員会」

(全 2 回)