

「地下水保全」ガイドライン (第二版)

～地下水保全と持続可能な地下水利用のために～



熊本県熊本市の江津湖（湧水湖）

環境省 水・大気環境局
土壌環境課 地下水・地盤環境室

まえがき

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、循環する過程で生態系の維持・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、生活用水、農業用水、工業用水をはじめ、観光、水文化の継承、まちづくりなど、地域価値の創造にも広く利用されています。このような貴重な水資源である地下水を未来永劫次世代に繋げることが重要です。

かつて地下水の過剰採取によって生じた広域の地盤沈下は、地下水採取規制などの効果で多くの地域では沈静化しつつありますが、社会・経済の急激な変化によって、涵養量の減少、地下水位低下、水質汚染などの影響が懸念されています。さらに、地球規模の気候変動への対応として、地球温暖化防止、ヒートアイランド対策、再生可能エネルギー利用、防災用・災害時利用など多面的な地下水利用が広がってきています。このような状況の中で、地盤沈下や水質汚染を未然に防止しつつ、地下水の有効利用を図る方策の確立が必要とされています。

こうした背景から、2014年(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、水循環の重要性、水の公共性、健全な水循環への配慮、流域の総合的かつ一体的な管理、水循環に関する国際的協調の5つが示されました。2015年(平成27年)7月に閣議決定された水循環基本計画のもと、持続可能な地下水の保全と利用が地域の実情に応じて推進されているところです。

また、2018年(平成30年)4月に閣議決定された第五次環境基本計画では「地域循環共生圏」の創造を新たに提唱しています。地域循環共生圏は、SDGsの考え方を活用して、地域資源を最大限に活用しながら自立・分散型の社会を形成しつつ、地域の特性に応じて資源を補完し支え合うことにより、地域の活力が最大限に発揮されることを目指す考え方で、環境・社会・経済の一体的な統合的向上が求められています。

本ガイドラインでは、2016年(平成28年)4月に公表した「地下水保全」ガイドラインの改訂版として気候変動・災害対応、環境リスク管理、地下水ガバナンスの考え方などを補強するとともに、環境技術・手法の開発普及、パートナーシップの構築などを追加しました。また、地下水をめぐる最近の動向と保全・利用に向けた技術的、制度的課題、持続可能な地下水利用の考え方を再整理し、国際貢献を含む先進的な地域の取組事例を紹介しつつ、地下水の適切な保全管理のための方策について、環境保全の立場から包括的にまとめたものです。内閣官房水循環政策本部事務局が2019年(令和元年)8月に公表した「地下水マネジメントの手順書」などを相互に補完することで、地方公共団体の環境施策の立案、地域における健全な地下水保全、持続可能な地下水利用、地域づくりなどに役立てることが期待されます。

最後に、本ガイドラインの改訂にあたって、「健全な地下水保全と持続可能な地下水利用に関する検討会」(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、愛知県名古屋市、福井県大野市、熊本県熊本市、新潟県南魚沼市、上越市、鳥取県、愛媛県西条市、長野県安曇野市、東京都八王子市などの多くの関係機関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。

2021年(令和3年)3月
環境省 水・大気環境局
土壌環境課 地下水・地盤環境室

目次

まえがき	i
本ガイドラインの構成について	v
第1章 ガイドラインの趣旨	3
1.1 ガイドライン策定の趣旨	3
1.2 ガイドライン改訂の趣旨	6
1.3 基本理念	12
1.4 ガイドラインの実施主体と保全対象とする地下水	19
1.5 地下水の保全と持続可能な利用のための要点	21
1.6 地域循環共生圏の創造	27
第2章 健全な水循環の維持・回復と地下水の保全	35
2.1 水循環における地下水域	35
2.2 地下水保全・規制の現況	36
2.2.1 保全管理体制	38
2.2.2 保全管理手法	38
2.2.3 揚水規制	49
2.3 健全な水循環の維持・回復	51
2.3.1 水環境の評価	51
2.3.2 水収支の把握	52
2.4 地下水の保全	55
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	59
3.1 地下水の実態把握と予測	59
3.1.1 実態把握と予測	59
3.1.2 将来予測のケーススタディ	62
3.2 連携による体制づくり	64
3.2.1 地下水ガバナンスの考え方	64
3.2.2 ステークホルダーの役割と連携	67
3.3 地下水環境の保全管理方策	69
3.3.1 保全計画	69
3.3.2 調査・観測とモニタリング	71
3.3.3 涵養	74
3.3.4 管理目標と指標	76
3.3.5 資金管理	78
3.3.6 水文化の継承	80
3.3.7 地域づくり	83
3.3.8 教育と地域学習	85
3.3.9 災害時の地下水利用	87
おわりに	93

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章では、本ガイドライン策定及び改訂の趣旨、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に加え、第五次環境基本計画で示された地域循環共生圏の概要を示した。

第2章では、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関係、関連条例を示し、水循環を維持・回復し、地下水を保全するための基礎となる考え方、水収支の把握方法について解説した。

第3章では、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、地下水の保全管理方策を整理した。

また、地下水の保全・利用に関する具体的な施策例については、『「地下水保全」事例集（第二版）～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、2021年(令和3年)3月）（以下、『「地下水保全」事例集（第二版）』という。）に取りまとめており、施策の計画・立案にあたっては本ガイドラインとともにご活用いただきたい。

「地下水保全」ガイドライン（第二版）

「地下水保全」事例集（第二版）

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 ガイドライン改訂の趣旨
- 1.3 基本理念
- 1.4 ガイドラインの実施主体と保全対象とする地下水
- 1.5 地下水の保全と持続可能な利用のための要点
- 1.6 地域循環共生圏の創造

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
- 2.2 地下水保全・規制の現況

保管理体制体制, 保管理体制手法, 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

地下水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, 災害時の地下水利用

12. 地域循環共生圏の創造

1. 水収支把握

2. 体制づくり, 3. 地域連携

4. 保全計画, 5. モニタリング, 6. 涵養, 7. 管理目標, 8. 資金管理, 9. 水文化の継承, 10. 地域づくり, 11. 教育と地域学習, 13. 環境技術・手法の開発

参考資料

- ・地下水保全に関する条例及び観測配置の例
- ・主な地下水用語の解説

図-1 本ガイドラインの構成と事例集の関係

表-1 「地下水保全」事例集（第二版）※1に掲載されている事例リストと参照頁

大項目	小項目	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	11
	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	12
	水資源調査	3	西条市における水資源調査研究	愛媛県西条市	13
	水収支管理	4	熊本地域の広域地下水流動の持続的管理	熊本地域	14
	地盤沈下地域での地下水利用	CS1※2	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	108
	災害時水源確保	CS2※2	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	117
2. 体制づくり	地下水ガバナンス	5	熊本地域における地下水ガバナンス	熊本地域	17
	地下水は地域共有の貴重な水資源	6	福井県大野市の地下水保全管理体制	福井県大野市	18
	水環境対策室	7	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	19
	協議会による保全管理	8	愛媛県西条市の地下水保全協議会による保全管理	愛媛県西条市	20
	協議会による環境保全	9	鳥取県持続可能な地下水利用協議会による環境保全	鳥取県	21
3. 地域連携	流域連携	10	熊本地域の地下水保全のための流域連携	熊本地域	25
	ステークホルダーごとの役割	11	福井県大野市の地域連携	福井県大野市	26
		12	なごや水の環境復活推進懇談会による連携	名古屋市	27
	国際支援	13	福井県大野市の国際支援	福井県大野市	28
	地域住民の銘水管理	14	鹿児島県志布志市の湧水保全	鹿児島県志布志市	29
	流域水循環	15	安曇野市の流域水循環計画	長野県安曇野市	30
4. 保全計画	未来への継承	16	千葉市水環境保全計画	千葉市	33
	2050年までの長期目標	17	名古屋市の水の環境復活 2050 なごや戦略	名古屋市	34
	環境・利水・治水	18	東京都八王子市水循環計画	八王子市	35
	モニタリング	19	神奈川県箱根町の地下水保全計画	神奈川県箱根町	37
	硝酸性窒素対策	20	熊本市の硝酸性窒素削減計画	熊本市	39
	地域公水	21	愛媛県西条市の地下水保全管理計画	愛媛県西条市	40
5. モニタリング	テレメーター・システム	22	埼玉県のテレメーター・システムによる観測	埼玉県	43
	観測点配置	23	福井県大野市の観測点配置	福井県大野市	44
6. 涵養	森の小さなダム	24	静岡県三島市の涵養源保全事業	静岡県三島市	49
	地下水涵養	25	熊本地域の地下水涵養に関する取組	熊本地域	50
	涵養水田	26	秋田県美郷町の六郷湧水保全	秋田県美郷町	52
	かん水の全量地下圧入	27	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	53
	再生水を利用した地下水涵養	28	海外の再生水利用における地下水涵養	ティルブルク市（オランダ）	54
	工事における地下水保全	29	河床掘削工事における地下水保全	兵庫県加古川市	55
7. 管理目標	管理指標設定	30	福井県大野市の地下水管理指標	福井県大野市	59
	水循環管理指標	31	名古屋市の水循環に関する指標と取組	名古屋市	60
	管理指標設定	32	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	61
8. 資金管理	地下水基金	33	公益財団法人くまもと地下水財団の資金管理	熊本地域	65
	環境保全協力金（寄付金）	34	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	66
	地下水利用協力金	35	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	67
	地下水利用負担金	36	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	68
9. 水文化の継承	水神、水守制度	37	熊本市の水文化継承の取組	熊本市	71
	海底湧水と漁場	38	富山湾の漁場を育む海底湧水	富山湾	72
	酒造り	39	京都伏見の酒造り	京都市	73
	水の歴史館	40	愛媛県西条市の水の歴史館	愛媛県西条市	74
	生物多様性	41	柿田川湧水群における生物多様性保全	静岡県	75
10. 地域づくり	街中せせらぎ事業	42	静岡県三島市の街中がせせらぎ事業	静岡県三島市	79
	わさび田	43	長野県安曇野市のわさび田事業	長野県安曇野市	80
	地下水利用産業による地域振興	44	秋田県美郷町の六郷まちづくり事業	秋田県美郷町	81
	地下水の災害時利用	45	災害発生時の地下水供給設備	東京都、鈴鹿市、京都市、武蔵野市	82

11. 教育と地域学習	絶滅危惧種 (イバラトミヨ)	46	秋田県美郷町のイバラトミヨの飼育	秋田県美郷町	87
	みずもり 水守制度	47	熊本市の教育・地域学習	熊本市	88
	環境教育	48	福井県大野市の人材育成	福井県大野市	89
	環境学習拠点づくり	49	東京都八王子市の環境教育・学習推進事業	八王子市	90
	人材育成	50	富山県の人材育成に関する取組	富山県	91
12. 地域循環共生圏の創造	地域活性化	51	安曇野市における地下水・湧水を生かした地域活性の取組	安曇野市	95
	循環共生圏の構築	52	阿蘇地域の創造的復興に向けた地域循環共生圏の構築	阿蘇地域	96
	名水活用	53	秦野市における秦野名水の利活用の取組	神奈川県秦野市	97
	水環境の創造	54	岡崎市水環境創造プラン（岡崎市水循環総合計画）	岡崎市	98
13. 環境技術・手法の開発	節水対策	55	地下水の消融雪利用における節水対策	上越市, 南魚沼市	101
	衛星活用	56	地盤沈下観測等における衛星活用	千葉県	102
	非常時地下水利用	57	非常時地下水利用システムの開発	その他	103
	帯水層蓄熱利用	58	帯水層蓄熱利用システム	大阪市	104

※1 「地下水保全」事例集（第二版）～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、2021.

※2 CS:ケーススタディ

表-2 「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている事例一覧表（表中の数字は事例番号）

実施主体 場所	水収支	体制 づくり	地域 連携	保全 計画	モニタ リング	涵養	管理 目標	資金 管理	水文化	地域 づくり	教育と 学習	地域循環 共生圏	環境 技術
秋田県 美郷町						26				44	46		
仙台平野	CS2												
福井県 大野市		6	11 13		23		30				48		
長野県 安曇野市			15					36		43		51	
山梨県 北杜市								34					
埼玉県					22								
東京都										45			
東京都 八王子市				18							49		
千葉県 千葉市				16									
千葉県													56
神奈川県 秦野市								35				53	
神奈川県 箱根町				19									
神奈川県 川崎市	CS1												
静岡県									41				
静岡県 三島市						24				42			
愛知県 岡崎市	1											54	
愛知県 名古屋市			12	17			31						
新潟平野						27							
新潟県 南魚沼市 上越市													55
富山県									38		50		
京都府 京都市									39	45			
兵庫県 加古川市						29							
大阪府 大阪市													58
鳥取県		9											
香川県 高松市		7					32						
愛媛県 西条市	3	8		21					40				
熊本地域	4	5	10			25		33					
阿蘇地域												52	
熊本県	2												
熊本県 熊本市				20					37		47		
鹿児島県 志布志市			14										
オランダ ティルブルク						28							
その他										45			57

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[※]を単位とし統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（第二版）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、2014年（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。

※ 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した。

(3) ガイドライン策定の背景

1) 広域の地盤沈下の沈静化

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）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、地下水の熱エネルギー利用、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（1.3 節 基本理念 (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

国内外における環境政策の基盤整備の進展は、ここ5年間において、水循環基本法の制定(2014年(平成26年))、水循環基本計画の策定(2015年(平成27年))、国際機関による Groundwater Governance Project (GGP)に関するレポートの公表(2015年(平成27年))、パリ協定と国連による「持続可能な開発のための2030アジェンダ」における開発目標(SDGs)の採択(2015年(平成27年))、第五次環境基本計画の策定(2018年(平成30年))、帯水層蓄熱利用の普及に向けた建築物用地下水の採取に関する法律の国家戦略特区の規定に基づく特例措置(2019年(令和元年))、新たな「水循環基本計画」の策定(2020年(令和2年))など、国内外における環境政策に関わる基盤整備が急速に進展

し、これらの施策に共通する「持続可能な社会の構築」の方向性が示されている。地下水については「持続可能な地下水の保全と利用」がキーワードとなる。

こうした背景から、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ことから、資源、環境、防災等の様々な用途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新たな「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 ガイドライン改訂の趣旨

(1) ガイドライン改訂の背景

本改訂は、第五次環境基本計画で示された「地域循環共生圏」の創造や、国連開発サミットの「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」において掲げられた持続可能な開発目標(SDGs)、新たな「水循環基本計画」における重点施策を背景に、地下水の保全と持続可能な利用にあたって取り組むべき内容を中心に改訂したものである。

1) 第五次環境基本計画¹⁾

第五次環境基本計画は、環境基本法に基づき、中央環境審議会の答申を受け、政府の環境の保全に関する総合的かつ長期的な施策の大綱等を定めたものである。計画は約6年ごとに見直しされ、第五次環境基本計画は、「持続可能な開発のための 2030 アジェンダ」や「パリ協定」の採択後に初めて策定された環境基本計画である。

第五次環境基本計画では、目指すべき社会の姿として「地域循環共生圏」の創造を挙げている。「地域循環共生圏」は、自立・分散型の社会を形成しつつ、地域の特性に応じて資源を補完し支え合うことにより、地域の資源を持続可能な形で最大限活用しながら、社会・経済活動をも向上させることを目指したものである。

このような背景から、第五次環境基本計画は、持続可能な開発目標(SDGs)の考え方も活用しながら、環境・社会・経済の統合的向上を実現し、環境政策を契機に経済社会システム、ライフスタイル、技術などのあらゆる観点からのイノベーションの創出と、将来に渡って質の高い生活をもたらす「新たな成長」につなげていくことを計画の柱としている。

2) 新たな「水循環基本計画」²⁾

2020年(令和2年)6月16日に、新たな「水循環基本計画」が閣議決定され、重点施策や新たな視点等について見直しが行われた。新たな「水循環基本計画」は、「流域マネジメントによる水循環イノベーション」、「健全な水循環への取組を通じた安全・安心な社会の実現」、「次世代への健全な水循環による豊かな社会の継承」を重点的に取り組むべき3本柱とし、今後10年程度を念頭に置きつつ、2020年度(令和2年度)から5年間程度を対象期間として策定されたものである(図-1.1)。水循環に関する施策に関し、政府が総合的かつ計画的に講ずべき施策分野として、次の9つを重点に推進するとしている。

- ① 流域連携の推進等 - 流域の総合的かつ一体的な管理の枠組み -
- ② 貯留・涵養機能の維持及び向上
- ③ 水の適正かつ有効な利用の促進等
- ④ 健全な水循環に関する教育の推進等

- ⑤ 民間団体等の自発的な活動を促進するための措置
- ⑥ 水循環施策の策定及び実施に必要な調査の実施
- ⑦ 科学技術の振興
- ⑧ 国際的な連携の確保及び国際協力の推進
- ⑨ 水循環に関わる人材の育成

地下水に関しては、持続可能な地下水の保全と利用を推進するため、広域の地下水マネジメントの仕組みの活用を検討を引き続き求めている。また、水循環解析等を用いた複数の地方公共団体にまたがる地下水マネジメントの手法を活用し、地下水協議会を地下水に関わる多様な関係者により、地域の実情や取組の進捗段階に応じて柔軟に構成するよう努めること、地下水に関する制度面、技術面等について有識者から助言を得ることなどとしている（新たな「水循環基本計画」第1部3 p.23 及び第2部3（3） p.42）。

さらに、流域水循環計画の策定・推進のための措置及び持続可能な地下水の保全と利用の推進に関わる体制の整備において「地方公共団体、国等は、地下水の保全と利用に関して、関係者との連携・調整を行うために、必要に応じて協議会等（本計画において「地下水協議会」という。）の設置を推進する等の水ガバナンスの向上に必要な措置を講ずるように努めるものとする。」との水ガバナンスに関する記載が新たに追加された（新たな「水循環基本計画」第2部1（6） p.34 及び第2部3（3） p.43）。施策推進の実効性を確保するための方策として、検討プロセス等の透明性や公平性を確保することが重要であることから、情報の積極的な公開や住民などの多様な主体の参画の促進が求められ、地下水協議会は適切な時期に評価を行い公表するとともに、必要に応じて基本方針等の見直しを行う必要がある。

地下水に直接関連する施策としては、「共通の地下水データベースの構築、地下水の収支や地下水の水量、水質に関する挙動、地盤変動の把握、そのための調査・解析技術の開発等を推進」、「非常時地下水利用システムの研究開発を実施」、「地下水盆の構造、地下水の利用実態、地下水位、地下水質、地下水温等の地下水に関する情報を継続的に収集、整理」などが、新たな水循環基本計画のポイントとなっている。

これらに関連して、内閣官房水循環政策本部事務局より「流域マネジメントの事例集 多様な主体による連携体制編」（令和2年11月）が公表されるほか、地方公共団体等への支援を行う「水循環アドバイザー制度」が創設され、非常時地下水利用システムの開発・社会実装の研究（「戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）」の第2期研究課題の一つ）や地下水データベースの検討などが開始された。

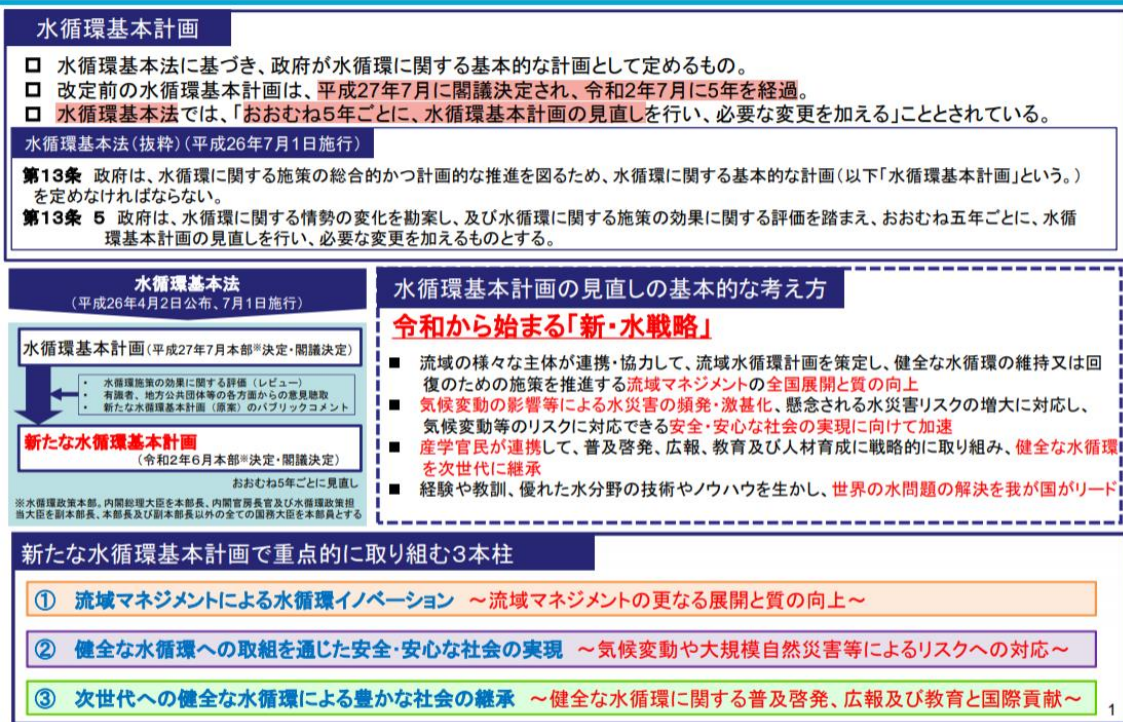


図-1.1 新たな「水循環基本計画」の概要

3) 持続可能な開発目標(SDGs)³⁾

2015年(平成27年)9月25日～27日に、ニューヨーク国連本部において「国連持続可能な開発サミット」が開催され、「持続可能な開発のための2030アジェンダ」が採択された。アジェンダは、人間、地球及び繁栄のための行動計画として、宣言及び目標を掲げている。この目標が、ミレニアム開発目標(MDGs)の後継であり、17の目標と169のターゲットからなる持続可能な開発目標(SDGs)である(図-1.2)。

SDGsは2030年(令和12年)までの目標達成を目指しており、政府はSDGs達成を重要政策課題と位置付け2016年(平成28年)5月に「SDGs推進本部」を発足させた。推進本部は政府としての実施指針を策定し、日本が推進すべき目標として8つの優先課題を発表した。そして、政府は「SDGsアクションプラン2018」(平成29年12月)、「同2019」(平成30年12月)、「同2020」(令和元年12月)、「同2021」(令和2年12月)を策定し、取組みの具体化を進めている。

8つの優先課題のうち、地下水(分野)が関連する主な課題は、④持続可能で強靱な国土と質の高いインフラの整備、⑤省・再生可能エネルギー、防災・気候変動対策、循環型社会、⑥生物多様性、森林、海洋等の環境保全の3つである。この3課題について挙げられているSDGsの目標を列挙すると「目標2(食料)」、「目標3(健康と福祉)」、「目標6(水と衛生)」、「目標7(エネルギー)」、「目標9(インフラ・産業・イノベーション)」、「目標11(持続可能なまちづくり)」、「目標12(持続可能な生産と消費)」、「目標13(気候変動)」、「目標14(海洋資源)」、「目標15(陸上資源)」であり、この

10 項目の目標がさしあたり地下水分野に関連する SDGs の目標であると考えられる。このことから地下水の「持続可能な保全と利用の推進」は SDGs の達成においても、欠かすことができない命題であると言える。

なお、各目標の名称は「日本持続可能な開発目標 (SDGs) 実施方針」(平成 28 年 12 月 SDGs 推進本部決定)に準拠することとしたが一部変更した名称もある。

また、国連は 2030 年(令和 12 年)までに SDGs を達成するために、2018 年(平成 30 年)～2028 年(令和 10 年)の 10 年間を「水の国際行動の 10 年(Water Action Decade 2018-2028)」とすることを決定し、2018 年(平成 30 年)3 月 22 日から開始した。正式名称は「国際行動の 10 年「持続可能な開発のための水」/International Decade for Action “Water for Sustainable Development”」⁴⁾である。この「持続可能な開発のための水」は、1981 年(昭和 56 年)から 1990 年(平成 2 年)の「国際飲料水の 10 年」、2015 年(平成 27 年)に終了した「命のための水」に続く、第 3 次の「水の 10 年」に当たる。

第 3 次「水の 10 年」では、水の管理方法の転換を支援する行動を促すとともに、水資源の持続可能な開発と統合的管理、関連するプログラムやプロジェクトの実施と推進にさらに注力すべきものとし、国際的に合意された水関連の目標とターゲットの達成に資するための協力とパートナーシップの水準向上など、水関連問題の解決に向けた行動を求めている。



図-1.2 持続可能な開発目標 (SDGs) の 17 目標

4) 気候変動対策－パリ協定の発効

2015 年(平成 27 年)11 月 30 日から 12 月 13 日までフランスのパリで開催された国連気候変動枠組条約第 21 回締結国会議 (COP21)において、温室効果ガス排出削減のための新たな国際的枠組として「パリ協定」が採択された。パリ協定では、世界の平均気温上昇を産業革命以前と比較して 2 度以内に抑えるという「2 度目標」が合意された。その後、発効要件である世界の総排出量の 55%以上を占める世界 55 カ国により締結され、2016 年(平成 28 年)11 月 4 日にパリ協定が正式に発効された。これにより、パリ協定は歴史上初めて先進国・開発途上国の区別なく気候変動対策の行動を取ることを義務付けた歴史的な合意として、公平かつ実効的な気候変動対策のための協定となり、現在では世界各地で気候変動への取組に進展がみられる。

国連気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第 5 次評価報告書では、中緯度の陸域などで 21 世紀末までに極端な降水がより強く、頻繁となる可能性が非常に高いこと、21 世紀末までに地域規模から世界規模で干ばつの強度や持続期間が増加する可能性が高いこと等が示された⁵⁾。

近年、全国各地で豪雨等による水害や土砂災害が頻発し、甚大な被害が発生している。平成 30 年 7 月豪雨では、気象庁が「その背景要因として、地球温暖化による気温の長期的な上昇傾向とともに、大気中の水蒸気量も長期的に増加傾向にあることが考えられる。」と地球温暖化の影響について指摘している⁶⁾。

気候変動の影響は、豪雨による水害や土砂災害を発生させるだけでなく、海面水位の上昇により、沿岸部の地下水の塩水化、河川上流への海水（塩水）遡上による取水への支障、高潮による浸水面積・浸水人口の増加、生態系への影響など、水循環にも影響を与え、水の安全面や生態系変化等も懸念される。気候変動が与える自然・社会環境への影響により、地下水の涵養量や貯留量の減少、地下水質の変化等を生じる恐れがある。このため、地下水分野においても気候変動に起因する豪雨、渇水などの災害等における代替水源の確保として、地下水利用が期待される他、再生可能エネルギーとしての地中熱利用など重要性が増している。

気候変動対策への取組としての CO₂ 削減、省エネルギーへの取組や再生可能エネルギーの普及拡大、CO₂ 吸収策としての森林整備といった「緩和策」を継続して進めるとともに、パリ協定で具体的に言及されることとなった「適応策」への取組をどのように進めて行くのか、といった点についても引き続き議論していくことで、パリ協定の実効性をさらに高めていくことが必要となっている⁷⁾。

（２）ガイドラインの改訂方針

今回の改訂では、上記の環境や水循環に関する動向や社会・経済の変化を背景に、環境施策として地下水保全を推進するために必要な項目や事例の見直しを行う方針とした。

また、本ガイドラインは、「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と持続可能な利用を図るための方向性を示すことを目的としたものである。改訂では主として、第五次環境基本計画に基づき、地域循環共生圏の創造や気候変動問題、健全な地下水の保全と持続可能な利用を図るための施策を中心に見直しを行った。

また、政府では、水循環基本法の制定と水循環基本計画の推進による水循環への意識の高まりから、地下水分野に限らず、気候変動、技術開発等、水循環全体を踏まえた施策が推進されているところである。内閣官房水循環政策本部事務局からは、水循環に関して講じた施策の動向を取りまとめた水循環白書や、地下水マネジメントの必要性の検討や地下水協議会の設置等について「地下水マネジメントの手順書 身近な資源を地

域づくりに活かすために」(令和元年 8 月)等が公表されている。これらも合わせて参照し相互に活用することで水循環施策等の推進が期待される。

1.3 基本理念

本ガイドラインの基本理念は、水循環基本法に示されている基本理念と地域性を考慮し、水文化の継承を加えた次の5項目とした。

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 地下水域の統合的な保全管理

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統合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

(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、法令の制限内において、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。

水循環基本法第三条第2項では、「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。」と水の公共性について規定している。

地方公共団体の条例等においても、地下水の公共性についての規定が見られる。例えば、神奈川県秦野市では、地下水保全条例（平成12年制定）において、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では、地下水保全条例（平成19年制定）において、基本理念として「地下水は、生活用水、農業用水、工業用水等として社会・経済活動を支えている貴重な資源であることにかんがみ、公水（市民共通の財産としての地下水をいう。）との認識の下に、その保全が図られなければならない。」とし、地下水の公共性について規定している。

本ガイドラインは、水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

まえた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である。

(2) 健全な水循環の維持・回復

水循環基本法第三条第3項は、水の利用に当たり、水循環への影響を回避または最小とするための配慮を求める規定である。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-1.3)とが有機的に結びついたものとなっている。流域の水循環は、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。

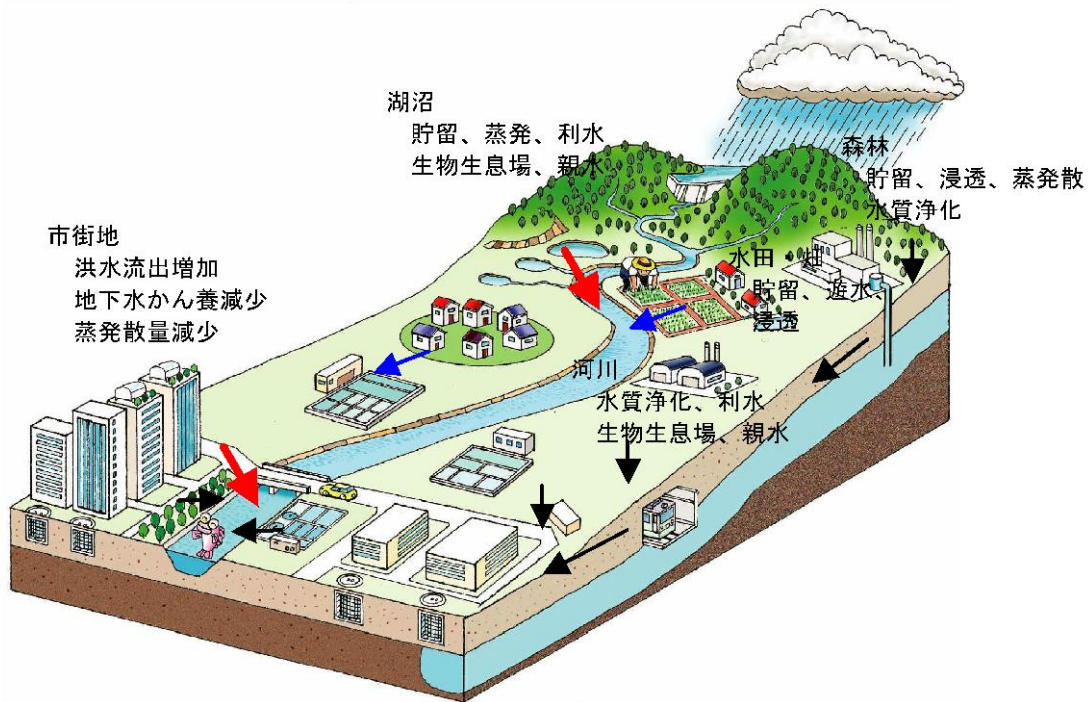
一方で、急激な都市化、産業構造の変化、地方の過疎化、高齢化、少子化の進行、ライフスタイルの変化、近年の気候変動の影響等を背景として、浸透機能の低下など水循環系が変化したことにより、災害時の用水確保が困難になり、水質・生態系への影響、親水機能の低下、水文化の喪失、災害時の用水確保等の問題が生じていることも事実である。これらは、水循環系の健全性が損なわれていることに起因しており、流域全体への影響を視野に入れた水循環系の健全化への対応が求められている。

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。

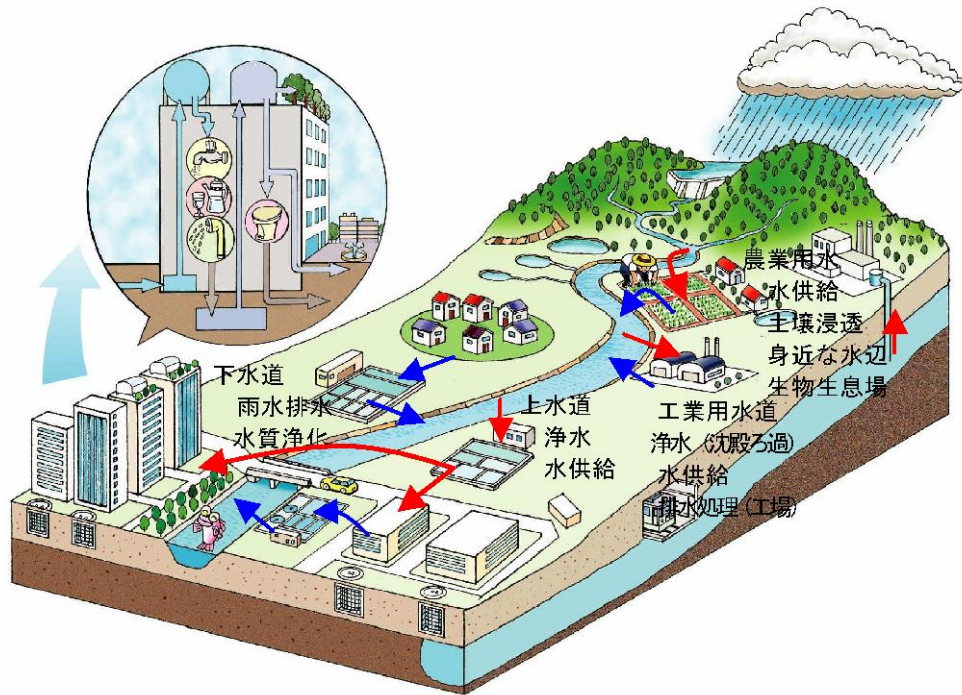
このようなことから、21世紀における持続可能な社会の発展のためには、健全な水循環系を回復し、維持するための施策を進め、環境保全から見た健全な水循環(図-1.4)を維持する必要がある。

表-1.1 水循環基本法及び基本計画とガイドラインの趣旨との対応

水循環基本法の条文	水循環基本計画(令和2年6月)の基本方針	本ガイドラインの趣旨
<p>(基本理念)第三条第1項 水については、水循環の過程において、地球上の生命を育み、国民生活及び産業活動に重要な役割を果たしていることに鑑み、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。</p>	<p>◎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(水循環基本計画 本文 p16)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・貯留・涵養機能の維持及び向上 ・健全な水循環に関する教育の推進等 ・水循環施策の策定及び実施に必要な調査の実施と科学技術の振興 ・水循環に関わる人材の育成 ・民間団体等の自発的な活動を促進するための措置 	<p>(基本理念) ②健全な水循環の維持・回復</p>
<p>(基本理念)第三条第2項 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。</p>	<p>◎水の適正な利用及び水の恵沢の享受の確保(水循環基本計画 本文 p21)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・安全で良質な水の確保 ・水インフラの戦略的な維持管理・更新等 ・水の効率的な利用と有効利用 ・持続可能な地下水の保全と利用の推進 ・地球温暖化への対応 ・危機的な渇水への対応 ・災害への対応 	<p>(基本理念) ①地下水の公共性</p>
<p>(基本理念)第三条第3項 水の利用に当たっては、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されるよう配慮されなければならない。</p>	<p>◎水の利用における健全な水循環の維持(水循環基本計画 本文 p27)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水環境 ・水循環と生態系 ・水辺空間の保全、再生及び創出 ・水文化の継承、再生及び創出 	<p>(基本理念) ④地下水環境・機能の保全と持続可能な地下水利用</p>
<p>(基本理念)第三条第4項 水は、水循環の過程において生じた事象がその後の過程においても影響を及ぼすものであることに鑑み、流域に係る水循環について、流域として総合的かつ一体的に管理されなければならない。</p>	<p>◎流域における総合的かつ一体的な管理(水循環基本計画 本文 p15)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・流域連携の推進等 	<p>(基本理念) ③地下水域の統合的な保全管理</p>
<p>(健全な水循環に関する教育の推進等)第十七条 国は、国民が健全な水循環の重要性についての理解と関心を深めるよう、健全な水循環に関し、学校教育及び社会教育における教育の推進、普及啓発等のために必要な措置を講ずるものとする。</p> <p>(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、試験研究の体制の整備、研究開発の推進及びその成果の普及、研究者の養成その他の必要な措置を講ずるものとする。</p>	<p>◎健全な水循環に関する教育の推進等(水循環基本計画 本文 p55)</p> <ul style="list-style-type: none"> ・水循環に関する教育の推進 ・水循環に関する普及啓発活動の推進 	<p>(基本理念) ⑤水文化の継承</p>



自然系の水循環要素



人工系の水循環要素

図-1.3 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。

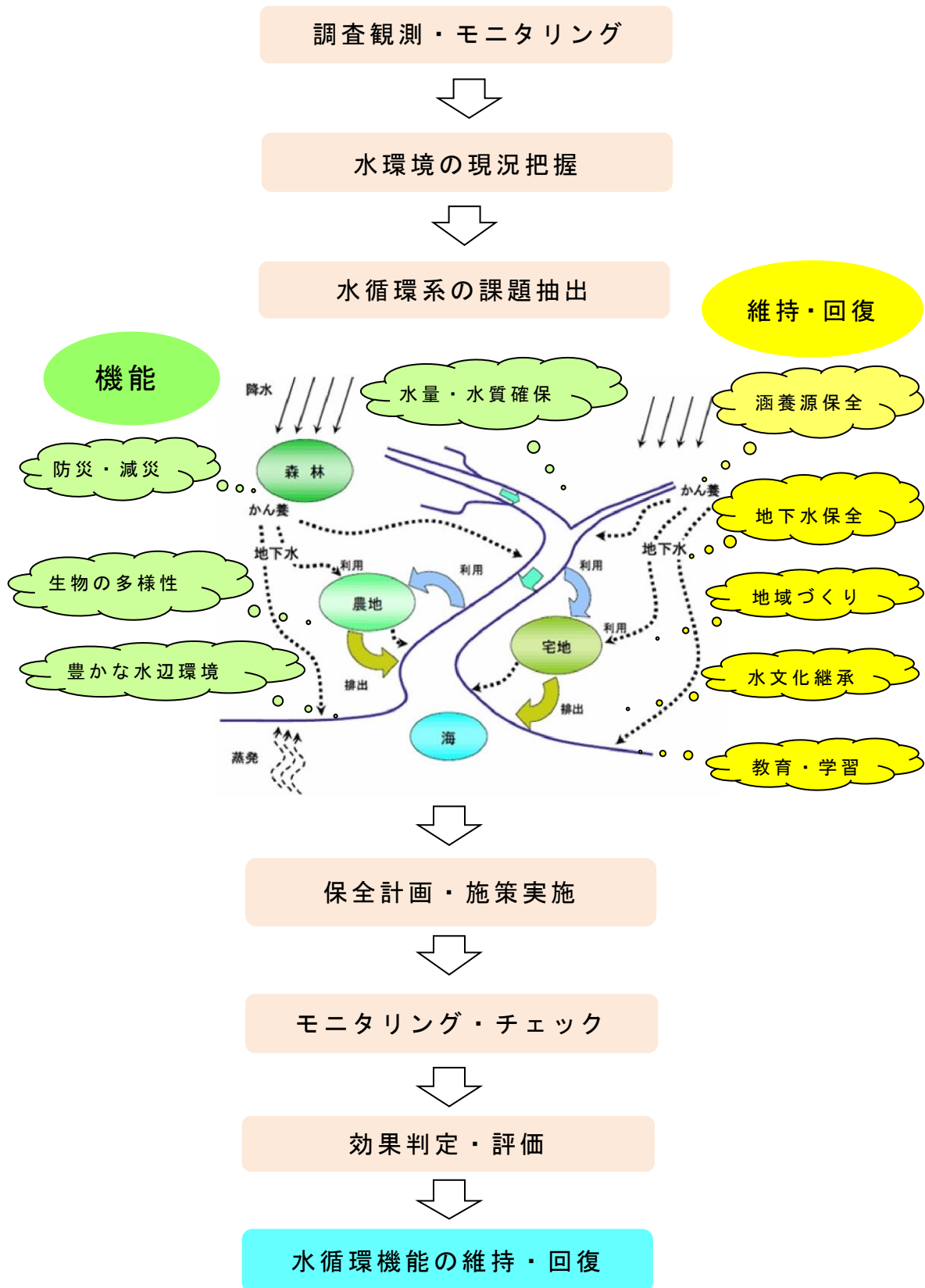


図-1.4 健全な水循環の維持・回復のイメージ
 出典) 愛知県：あいち水循環再生基本構想, 2006 の一部に加筆.

(3) 地下水域の統合的な保全管理

わが国では、大都市圏を中心に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、水インフラの老朽化、災害時や渇水時の水需要への対応、水源地域の保全など、現在も多くの健全な地下水保全と持続可能な利用における課題が残されている。

水循環基本法第三条第4項では、「水は、水循環の過程において生じた事象がその後の過程においても影響を及ぼすものであることに鑑み、流域に係る水循環について、流域として総合的かつ一体的に管理されなければならない。」と規定されている。

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、水量・水質に関する課題や、表流水と地下水などの水循環過程を総合的に捉え、複数の施策を組合せ、適切な順序で実施することが重要である。

また、このような状況を踏まえ、水循環基本法第八条では「関係者相互の連携及び協力」が規定されており、地下水域において、国、地方公共団体、事業者、民間の団体その他の関係者は、相互に連携・協力を図りながら、一体となって保全管理を進めることが求められている。

今後は、地下水の持続可能な利用ができる社会の実現と健全な水循環の維持又は回復を目指して、地下水利用の効率化や、雨水、再生水の利用推進、地下水の水質の改善などの統合的な水資源管理に移行していかなければならない。

(4) 地下水環境・機能の保全と持続可能な地下水利用

地下水は、資源、環境、防災としての多面的機能を有し、様々な用途に利用されている。流域住民は地下水の多大な恩恵を平等に享受できる一方で、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⁸⁾。

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となる基本概念が、地域の地下水を「知る」、「調べる」、「守る」、「育てる」、「伝える」である。地下水を保全するための調査・観測といった実態把握、涵養やモニタリングなどの地下水保全施策に加えて、涵養域の保全活動や、地域の住民の参加を得て水文化を広く啓発し、次世代へ継承する仕組みを作ることが非常に重要である。

水循環基本法においても、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相互の連携及び協力で規定されているように、持続可能な利用のために地下水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、関係者が連携し、一体となって事業を推進する仕組みや体制づくりが求められる。

(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、環境用水を含むまちづくりなどに地下水を利用してきた歴史を有している。

このような地域で実施されている持続可能な地下水利用を図る施策のひとつに、地下水汚染の防止や生態系の保全、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。特に、次の時代を担う子どもたちには、家庭や地域における行事や遊び、学校での学びを通じて水に直接触れ、日常の中で水を大切にする意識の醸成を図っていくことが大切である。これに対応し、水循環基本法第十七条(健全な水循環に関する教育の推進等)では、「国は、国民が健全な水循環の重要性についての理解と関心を深めるよう、健全な水循環に関し、学校教育及び社会教育における教育の推進、普及啓発等のために必要な措置を講ずるものとする。」と規定されている。

1.4 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、持続可能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た。

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」を保全対象の地下水とする。

(1) ガイドラインの対象

ガイドライン策定の趣旨(1.1節参照)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た。

(2) 保全対象とする地下水

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(図-1.5)とする考え方は、1980年代に広く認識されるようになった⁹⁾。

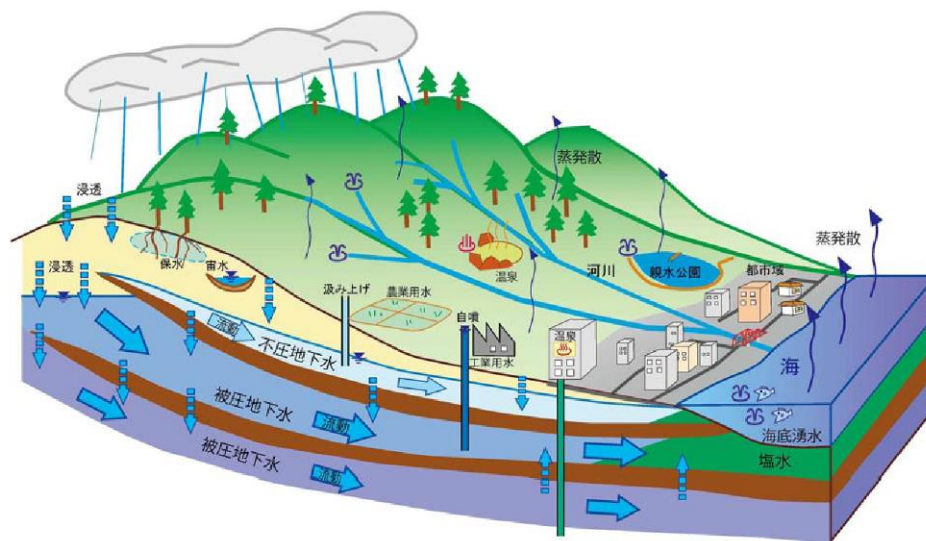


図-1.5 水循環の模式図

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-1.5 に示されるように、水循環の一部を構成する。Tóth(1963)は、地下水流動系という概念を提示し、地中を流動する地下水のあり方を示した(図-1.6)。これは、地下水の流れを「涵養－流動－流出」という過程において空間的に連続した系として認識するもので、重層的かつ階層的な空間構造を持ち、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」⁹⁾では広義として「地表面より下に存在する水」とし、「地下水を知る」¹⁰⁾では「地表から地下に浸透した水の全て」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。

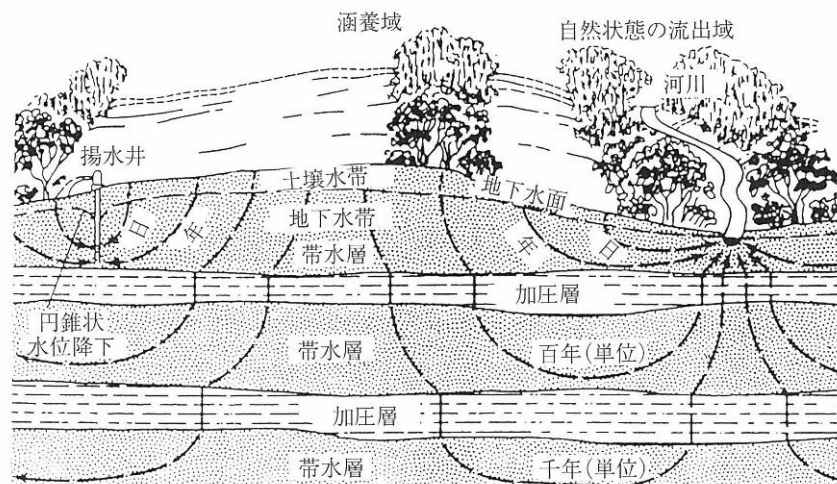


図-1.6 滞留時間を異にする地下水流動系のあり方を示す模式図
(Tóth(1995)原図)

出典) 杉田倫明・田中正 編著：水文科学、共立出版、2009.

1.5 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、持続可能な地下水利用を図るためには地域の実情に応じた取組が必要である。そのため「知る」、「調べる」、「守る」、「育てる」、「伝える」という基本概念に基づき取組を具体化する要点として次の7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 地域特有の水文化及び産業の継承
- ⑥ 次世代教育
- ⑦ 気候変動への対応

地下水は、水道用、生活用、農業用、工業用などの生活や産業を支える用途や消融雪利用など地域の実情に応じて様々な用途に利用されてきた。近年は、観光資源としての湧水の活用や災害時の地下水利用、省エネ・省CO₂技術としての地中熱利用などの新たな地下水利用も見られるようになってきている。このような生活や産業活動に結び付いた多様な地下水利用において、健全な水循環を維持し持続可能な地下水利用を図るためには、図-1.7に示すような「知る」、「調べる」、「守る」、「育てる」、「伝える」の基本概念に基づいた地下水保全の取組が重要になる。

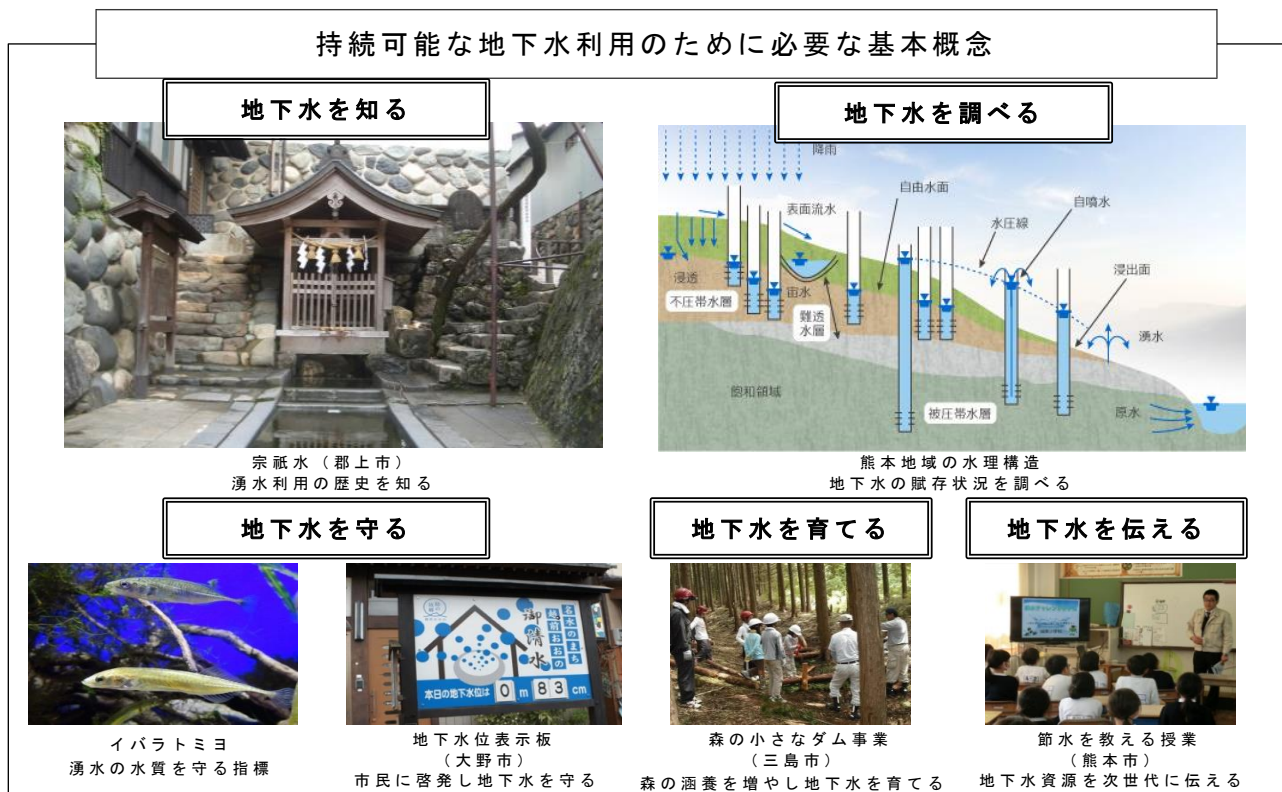


図-1.7 持続可能な地下水利用のために必要な基本概念と地下水保全の取組の例

出典）熊本大学大学院：不圧地下水と被圧地下水，環境首都創造 NGO 全国ネットワーク：森の小さなダムづくりで地下水涵養，熊本市：節水チャレンジ小学校。

本節では、これらの取組を具体化するために必要となる要点として、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地域特有の水文化及び産業の継承、⑥次世代教育、⑦気候変動への対応の7項目に着目し、具体的な施策に適用するための基本的な考え方を示した。

(1) 地下水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る。地下水流動、地盤状況、生態系などの地下水を取り巻く環境も地域によって千差万別である。たとえば、地下水採取量が同じでも、地盤構造や収縮特性が異なれば、広域地盤沈下量は異なる。同じ地域でも内陸部と沿岸部では、与える環境影響の程度にも違いがある。このため、地下水の保全管理は、全国一律の手法や基準で行えるものではなく、地域の自然・社会・経済環境に応じた適正な管理手法・管理基準に基づき実施する必要がある。

また、環境リスクの管理では、気候変動、災害等による社会・経済環境の変化などを含む幅広い将来リスクが対象となる。対象には、地下水の揚水による地盤沈下の継続や、大都市周辺で見られる地下水位の回復による浮力の増加、汚染物質の拡散などによる水質悪化、都市開発などによる涵養量の減少、近年頻発する災害や渇水時の地下水利用ニーズの増加などがある。また、地中熱利用などの新たな地下水利用によって生じる恐れのある環境リスクの想定も重要である。

近年、大都市地域を中心に限られた土地を有効に活用するため、商業施設や貯蔵施設、道路、鉄道等の建設における地下空間の利用が進んでいる。地下空間の利用においては、事前に地下水調査や地下水シミュレーションによる予測を行い、地下水流動保全等の検討が行われている例もある。このように建設工事においても、十分な検討を行い適切な地下水保全対策を行うことが重要である。

地下水の枯渇・汚染、地盤沈下といった地下水障害を生じさせずに、健全な地下水の保全と持続可能な利用を適切に実施していくためには、地下水域における地下水賦存量や水収支に応じて「適正な採取量」を定め、その範囲内で地下水利用を行うといった地下水の状況を適切に把握し、実態に応じた保全管理のもとで地下水利用を行う必要がある。

(2) 体制づくり

水循環基本法第三条の基本理念にあるように、健全な水循環を維持・回復し、地下水の適切な保全を行うには、流域として総合的かつ一体的な管理を行うことが重要である。水循環基本計画では、地下水の保全と持続可能な利用を推進する体制として、地方公共団体、国等に「地下水協議会」の設置と運営を推進するよう努めるように求めている。また、地下水の保全と利用に関して、関係者との連携・調整を行うために、必要に応じ

て地下水協議会等の設置を推進する等の「水ガバナンスの向上」に必要な措置を講ずるよう努めることを求めている（水循環基本計画 第2部3（3）p.43）。

地下水協議会は、地域の課題と実情を十分に踏まえつつ、持続可能な地下水の保全と利用を図るため、地下水の実態把握、保全・利用、涵養、普及啓発等に関して取組の方向性を確認し、関係者との連携調整を行うものである。地方公共団体及び国の地方支分部局に加えて、地下水採取者、地下水利用者、地下水量若しくは地下水質に関し著しい影響を受ける又は及ぼすおそれのある者、涵養などの地下水の保全に大きく貢献し得る者等から地域の実情や取組の進捗段階に応じて柔軟に構成し、地下水の保全管理・持続可能な利用のための施策の検討を地域の自然、社会、経済、文化などのその地域の実情を十分に踏まえ、住民、事業者、国、地方公共団体などの関係者が一体となって進める必要がある。

地下水協議会は、地下水の涵養・浸透、流動、滞留、利用等やこれまでの経緯、地域が抱える課題を共有し、行政区域等の状況を踏まえて、地下水マネジメントの対象地域を定め、地下水の保全と利用に関する基本方針の決定、取組を推進するための啓発、地下水モニタリング等を段階的に推進する。

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は「地下水ガバナンス」といわれる「協働型統治」の考え方がある。地下水ガバナンスにおいては、地下水保全施策を決めるための「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とが考えられる。一方、基本計画に基づき行政、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も必要である。また、地域の地下水流動など専門的な知見について助言や勧告を行う組織として諮問委員会等を必要に応じて置くことが適切である。

近年、地下水利用が伝統的な消費型用途から文化、観光、災害対応、生態系保全など多岐にわたるようになり、従来の法的規制による行政主導だけでは対応が難しくなっている。このため地下水ガバナンスの考え方に基づき統合的な地下水保全管理を推進する体制づくりが有効である¹¹⁾。

地下水ガバナンスの体制づくりの先進的な事例として、熊本県、熊本市などの関係市町村及び土地改良区、JAなどで構成される白川中流域水田活用連絡協議会などがある（図-1.8）。熊本地域では、白川中流域水田活用連絡協議会が事業の推進・調整役を担い、地元農家の協力のもと、水田湛水事業や企業による森林保全活動の実施などの地下水保全の取組みが進められている。

この熊本地域における取組は、2013年（平成25年）3月22日にオランダのハーグで開催された「世界水の日（World Water Day）」において、国連「^{いのち}生命の水（Water for Life）」

水管理部門」の「最優秀賞」を受賞^{※1}するなど、世界的にも高く評価されている。

表-1.2には、このような地下水ガバナンスや体制づくりに関して「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている事例を示した。

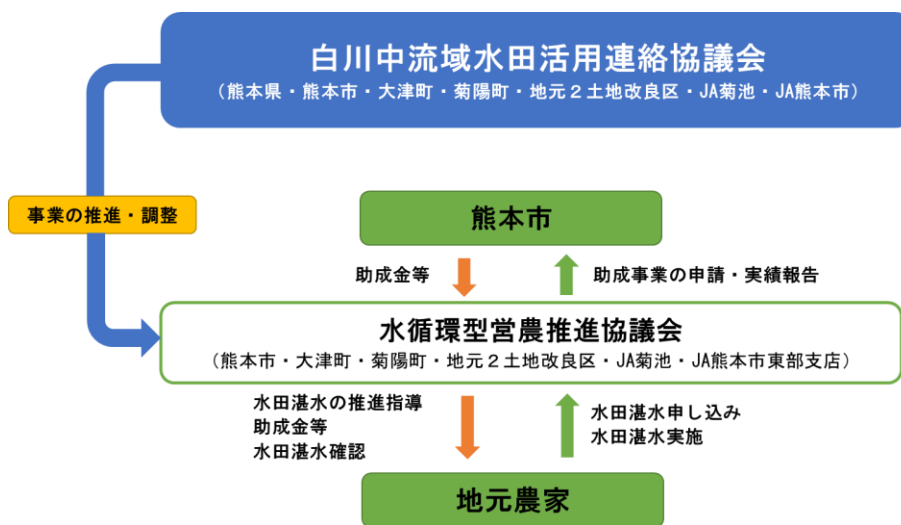


図-1.8 白川中流域水田活用連絡協議会¹²⁾

表-1.2 「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている体制づくりに関する事例

事例の名称	事例集掲載頁
事例5 熊本地域における地下水ガバナンス	17
事例6 福井県大野市の地下水保全管理体制	18
事例7 香川県高松市の持続可能な水環境の形成に向けた体制	19
事例8 愛媛県西条市の地下水保全協議会による保全管理	20
事例9 鳥取県持続可能な地下水利用協議会による環境保全	21

（3）流域連携と住民参加

水循環基本法では、第八条「関係者相互の連携及び協力」、第九条「施策の基本方針」、第十六条「流域連携の推進等」の中で、水循環に関する施策に関し、国、地方公共団体、事業者、民間の団体等の流域の関係者が、相互に連携を図り、協力して施策を推進するように求めている。地下水域が複数の都府県、市町村にまたがる場合は、連携した事業の実施が必要になる。中心となる都府県や市町村が調整役を担って事業の円滑化を図ることが重要である。

また、地下水域での統合的な保全管理を行うにあたっては、行政が実施する施策や事業における実効性と地下水ガバナンスの強化の面から、地下水域の住民、事業者な

※1 国連では、2005-2015を「生命の水(Water for Life)行動のための国際10年」¹³⁾と定め、世界の各都市で行われている優れた水管理の取組みを推進するために、2011年から特に顕著な取組み事例の表彰を行った。

どの地域コミュニティの関係者が参加し、相互に「合意形成」を図るための一体的な活動を行うことが重要である¹⁴⁾。

さらに、効果的な施策を実施するには、各種データ取得・分析による現況把握、地下水保全の課題に対する共通認識の醸成、数値シミュレーションによる将来予測などの専門的な知識が求められる場合がある。このため、大学や研究機関等の有識者を交えた連携も有効である。有識者との連携においては、地域の現況把握・将来予測(水収支解析、地下水シミュレーションなど)や、効果的な涵養事業の実施などの技術面とともに、まちづくり、普及啓発、学習・教育なども含めた連携が有効である。

(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住民に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。地下水保全において課題を抱えている地域、あるいは地下水を利用する地域では、これらの先進地域の事例の知見が参考になる。

先進地域の事例を参考に施策の方向性や適用性を検討することで、より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、多くの先進的な施策に関する知見や水収支などの検討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。

「地下水保全」事例集(第二版)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。

(7) 気候変動への対応

「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)第5次評価報告書」では、地球温暖化の影響への適応(第2作業部会報告書、平成26年3月)とともに、再生可能エネルギーの普及拡大による温室効果ガス排出削減等の緩和策(第3作業部会報告書、平成26年4月)の重要性が指摘された。また、「第5次エネルギー基本計画」(平成30年7月)では、地中熱等の再生可能エネルギーをより効果的に活用していくことも、エネルギー需給構造をより効率化する上で効果的な取組とされ、さらに、熱が賦存する地域の特性を活かした利用の取組を進めていくことが重要とされている。また、第五次環境基本計画においても、2030年(令和12年)の持続可能な開発目標を定めたSDGsや温室効果ガス排出削減に関する2030年(令和12年)の中期目標、今世紀後半の長期目標を定めたパリ協定を踏まえると、2030年(令和12年)、2050年(令和32年)に目指すべき姿を見据えつつ、今後5年程度に実施すべき施策の1つとして再生可能エネルギーの最大限の導入を目指すとしている。

表-1.3に示した事例は、「地下水保全」事例集(第二版)に掲載されている地中熱利用技術の1つである帯水層蓄熱利用システムに関する事例である。地下水を利用した地中熱利用技術は、再生可能エネルギー源の中でも「太陽光や風力と異なり天候や地域に左右されない安定性」、「空気熱利用と異なり大気中へ排熱を出さない」、「省エネルギーでCO₂の排出量を削減できる」などのメリットを有し、ヒートアイランド現象の緩和や地球温暖化対策への効果が期待される。

表-1.3 「地下水保全」事例集(第二版)に掲載されている気候変動への対応事例

事例の名称	事例集 掲載頁
事例58 帯水層蓄熱利用システム	104

1.6 地域循環共生圏の創造

地域循環共生圏の創造は、都市と農山漁村の各域内において、地域ごとに異なる再生可能な資源（自然、物質、人材、資金等）が循環する自立・分散型の社会を形成しつつ、各地域の特性に応じて適切に地域資源を補完し合うネットワークであり、各地域でSDGs等も活用して、地域の自然環境の保全や再生を進めるとともに、そこで得られる恵みを活用することで、地域の社会や経済にも貢献していくことを目的とする。

第五次環境基本計画において、SDGsの考え方も活用し、自然と人間の共生や地域間の共生を図り「循環型の社会」を構築することが目指すべき「持続可能な社会」の姿であるとし、環境・社会・経済の統合的向上の具体化の一つとして、自立・分散型の社会を形成しつつ、近隣地域等と地域資源を補充し支えあう考え方である「地域循環共生圏」の創造を提唱している（図-1.9）。

地域循環共生圏は「第二次循環型社会形成推進基本計画」（平成20年3月25日閣議決定）において示され、地域の特性や循環資源の性質に応じて最適な規模で循環させていくことにより、重層的な循環型の地域づくりを進めていくという「地域循環圏」の考え方と「生物多様性国家戦略 2012-2020」（平成24年9月28日閣議決定）において示された、地域や人々が一体化して連携や交流を深めていき相互に支えあっていくという「自然共生圏」の考え方を包含している。脱炭素化やSDGsの実現のために各地域が美しい自然景観等の地域資源を最大限活用しながら自立・分散型の社会を形成しつつ、地域の特性に応じて資源を補完し支え合うことにより、地域の活力が最大限に発揮される社会の構築を目指している。

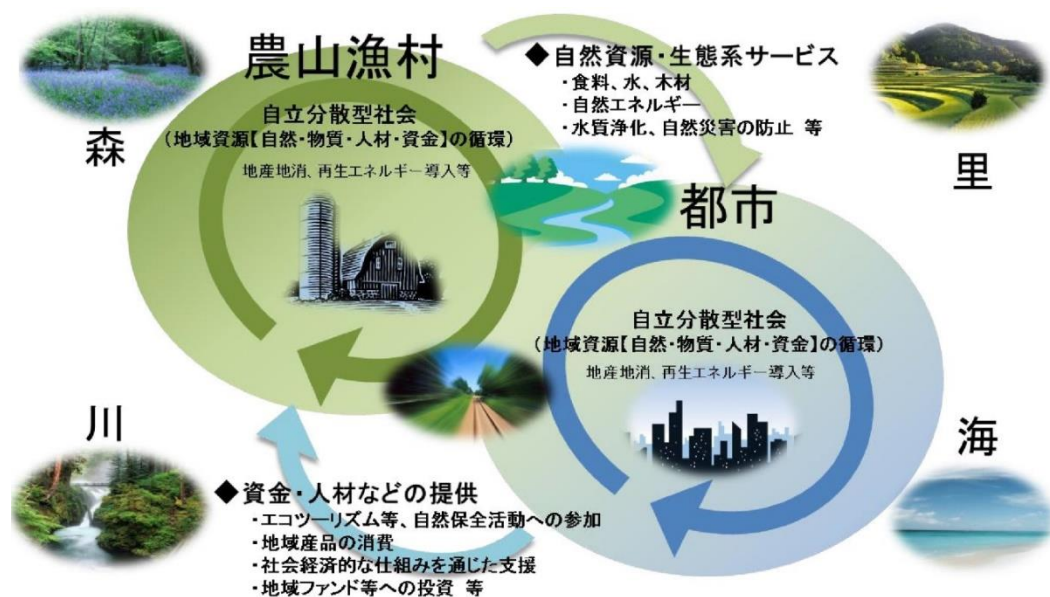


図-1.9 地域循環共生圏のイメージ

地域循環共生圏の創造は、前述したように第五次環境基本計画で提唱され、環境省の地域循環共生圏ポータルサイト¹⁵⁾でプラットフォームが開設されている（図-1.10）。地域循環共生圏の構築のため、2016年度(平成28年度)から全国10の地域で実証事業が開始され、里山資源の保全・活用、基金の整備、人材育成などで行政機関及び商工会議所、大学、企業、NPO法人、個人等が連携して取組を行っている。「地域循環共生圏構築の手引き(ver1.0)」には、構築を進めるための取組の手法やプロセス、事例、ワークシート等が掲載されている。また、2019年度(令和元年度)より環境省では地域循環共生圏の形成に主体的に取り組む人材を育成するための研修¹⁶⁾や地域循環共生圏の形成に取り組む活動団体の支援¹⁷⁾も実施されている。

再生可能な地域資源である地下水は、多くの地域で古くから井戸や生活用水として用いられてきた歴史がある。地下水は、工業・農業などの産業用水としてだけでなく、生態系・水辺保全などの環境用水、災害時の非常用水源、湧水を利用したまちづくりといった観光資源としても広く利用されており、地下水保全などの環境施策の推進は社会・経済活動にも良い影響を及ぼすこととなる。

図-1.11は、ストックホルム・レジリエンス・センターによるSDGsの3層構造を示したものであり「ウェディングケーキ」と呼ばれている。土台となっているのが「目標6(水と衛生)」、「目標13(気候変動)」、「目標14(海洋資源)」、「目標15(陸上資源)」からなる「生物圏」(環境)であり、その上に「社会」や「経済」が載る形になっている。土台となる地球環境が整っていなければ、社会や経済の課題を解決することが出来ない、ということの意味し、土台となる生物圏に大きな影響を及ぼすのが「水」と「気候変動」であり、とりわけ「地下水」は人類を含めた生物圏には欠かすことの出来ない資源である。

すなわち、社会・経済活動は、地下水をはじめとする地域資源を土台として成立しており、次世代にわたって持続可能な社会・経済活動を行うためには、環境保全の推進が鍵となる。今後柔軟な発想で地域内の資源を利活用する自立したビジネスを作り上げることで、地域の活性化や地域の社会問題、環境問題の解決につなげることも可能であり、涵養域から流出域までの地下水域の中で、環境・社会・経済の統合的向上を目指す大小様々の地域循環共生圏の創造が考えられる。

地下水は、社会・経済活動と強く結びついていることから、地下水分野における環境施策と社会的・経済的活動が関係した事例は、従来の地下水保全施策の中にも見られる。

例えば、安曇野市の麦後湛水事業では、営農効果があることによって農業用水を湛水事業の水源として活用することができている。秦野市の水田湛水事業や水源林、里山の保全・再生事業は、水源である地下水と観光資源として活用している湧水群を守ることに繋がっている。熊本阿蘇地域では、震災後の創造的復興を目指した官学連携の取組が進められており、自然災害と生態系との関係における地域循環共生圏の構築に向けた研究も進められている。

また、地下水を循環する資源として捉えた場合、熊本の白川中流域における水田湛水事業や岡崎市の合併を機とした基金の創設などにおいて、地下水を利用している下流域の資金を活用して、地下水涵養域である上流域の地下水保全事業が行われており、こういった事例も各地域の特性に応じて補完をしあう地域循環共生圏の好例であると言える。

表-1.4 には、「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている環境・社会・経済の統合的に向上を図り、持続可能な発展と地域循環共生圏の創造につながると期待される事例を示した。



図-1.10 地域循環共生圏ポータルサイト¹⁵⁾



図-1.11 SDGsの三層構造「ウェディングケーキ」¹⁸⁾

出典) Stockholm Resilience Center, 2016 を修正して加筆

表-1.4 「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている地域循環共生圏の事例

事例の名称	事例集掲載頁
事例 51 安曇野市における地下水・湧水を生かした地域活性の取組	95
事例 52 阿蘇地域の創造的復興に向けた地域循環共生圏の構築	96
事例 53 秦野市における秦野名水の利活用の取組	97
事例 54 岡崎市水環境創造プラン（岡崎市水循環総合計画）	98

第 1 章

【引用・参考文献】

- 1) 環境省：第五次環境基本計画(平成 30 年 4 月 17 日閣議決定),
(https://www.env.go.jp/policy/kihon_keikaku/plan/plan_5.html).
- 2) 内閣官房水循環政策本部事務局：水循環基本計画(令和 2 年 6 月 16 日閣議決定),
(https://www.kantei.go.jp/jp/singi/mizu_junkan/kihon_keikaku.html).
- 3) 国際連合広報センター：持続可能な開発のための 2030 アジェンダ,
(https://www.unic.or.jp/activities/economic_social_development/sustainable_development/2030agenda/).
- 4) 国際連合広報センター:水の国際行動の 10 年(Water Action Decade)－2018-2028,
(https://www.unic.or.jp/news_press/features_backgrounders/27687/).
- 5) 気象庁：地球温暖化予測情報 第 9 巻 第 3 章 降水の将来予測, p.23～p.35, 2017.
- 6) 気象庁：気候変動監視レポート p.4, 2018.
- 7) 外務省：わかる！国際情勢＞Vol.150, パリ協定－歴史的合意に至までの道のり, 2017.
- 8) 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.
- 9) 公益社団法人日本地下水学会編：地下水用語集, 2011.
- 10) 社団法人地盤工学会：地下水を知る, p.1, 2008.
- 11) 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.
- 12) 熊本市：地下水を育む事業,
(https://www.city.kumamoto.jp/kankyo/hpKiji/pub/detail.aspx?c_id=5&id=20337&class_set_id=20&class_id=2736).
- 13) 国際連合広報センター：「命のための水」国際の 10 年 2005-2015,
(https://www.unic.or.jp/news_press/features_backgrounders/1049/).
- 14) 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.
- 15) 環境省：地域循環共生圏ポータルサイト(<https://www.env.go.jp/policy/chiikijunkan/>).
- 16) 環境省：持続可能な地域の未来づくりに向けた SDGs リーダー研修,
(<https://www.env.go.jp/seisaku/list/kyoseiken/sdgsleader/index.html>).
- 17) 環境省：平成 31 年度 地域循環共生圏づくりプラットフォームの構築に向けた地域循環共生圏の創造に取り組む活動団体の選定結果について, 2019.
- 18) Stockholm Resilience Center, Stockholm University : The wedding cake
(<https://www.stockholmresilience.org/research/research-news/2016-06-14-how-food-connects-all-the-sdgs.html>), 2016.

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

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、住民・事業者・有識者が参加する協議会などの保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、行政界にまたがる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。

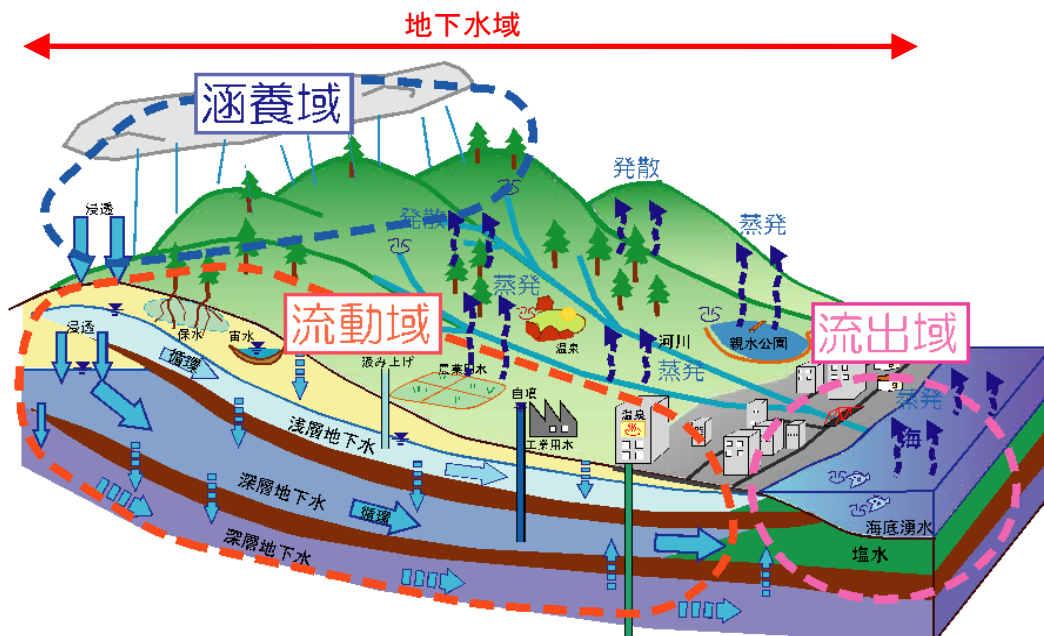


図-2.1 地下水域の模式図¹⁾

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、協定、規約、要領、規定等（以下、「条例等」と言う。）は、広域の地盤沈下防止、地下水保全、水源地域の保全を主な目的として、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。なお、条例は47都道府県で86条例、609市区町村で748条例の計834条例が制定されている（2021年（令和2年）10月末時点）。

「地下水関係条例の調査結果」（国土交通省 水管理・国土保全局水資源部、令和3年2月²⁾によると、地下水保全・利用に関する条例の制定に関しては表-2.1に示した状況にあり、制定内容の分類は、表-2.2の通りとなっている。

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（第二版） 参考資料 表1】。

表-2.1 地下水保全・利用に関する条例の制定状況²⁾

目的	都道府県 条例数	政令市 条例数	市区町村 (政令市を除く) 条例数	計
(1)地盤沈下の防止	56	18	417	491
(2)地下水量の保全 又は地下水涵養	37	14	414	465
(3)地下水質の保全	63	22	576	661
(4)水源地域の保全	25	8	218	251
地下水関係条例数	86	28	720	834

※ 一つの条例でも複数の目的をもつ場合がある。

※ 一つの目的に対して複数の条例を制定している地方公共団体がある。

出典) 国土交通省 水管理・国土保全局水資源部：地下水関係条例の調査結果、2021.

表-2.2 規制の観点・対象行為・規制手法による分類²⁾

規制の観点	対象行為	規制手法	都道府県条例数		政令市条例数		市区町村 (政令市を除く) 条例数		計		
水量の規制	(1)採取行為	①全面禁止	—	10	1	3	27	326	28	339	
		②許可制	2		—		109		111		
		③届出制	5		1		78		84		
		④その他	3		1		112		116		
	(2)採取設備	①許可制	9	28	5	12	24	99	38	139	
		②届出制	16		5		65		86		
		③その他	3		2		10		15		
	(3)地下掘削工事	①許可制	—	4	—	9	1	27	1	40	
		②届出制	—		4		4		8		
		③その他	4		5		22		31		
(4)地盤沈下の防止			11		4		108		123		
(5)地下水涵養			9		7		113		129		
(6)その他			5		2		119		126		
水質の規制	(1)事業所設置	①許可制	3	32	—	6	22	353	25	391	
		②届出制	23		3		134		160		
		③その他	6		3		197		206		
	(2)水質の保全			24		9		94		127	
(3)排出規制 ^{注1)}			6		—		15		21		
(4)地下浸透の禁止 ^{注2)}			33		9		44		86		
水源地域保全 のための規制	(1)土地取得	事前の届出制	91日以前	18	—	—	—	1	2	19	
			61日～90日以前		2		—		—		2
			31日～60日以前		2		—		—		2
			30日以前		12		—		1		13
	(2)開発行為	①全面禁止	—	10	—	5	82	309	82	324	
		②許可制	2		—		34		36		
		③届出制	6		1		59		66		
		④その他	2		4		134		140		
規制等を設けている条例数				74		20		604		698	

※ 一つの条例でも複数の規制の観点、対象行為及び規制手法をもつ場合がある。

注1) 汚染水等の排出基準の規定があるもの

注2) 有害物質の地下浸透を規制する規定があるもの

出典) 国土交通省 水管理・国土保全局水資源部：地下水関係条例の調査結果、2021.

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 30 件、利用者あるいは事業者の自主管理規定が 13 件、住民参加の規定が 12 件、それぞれ設けられている【「地下水保全」事例集（第二版） 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。現状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-2.2 の「知る」、「調べる」、「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

環境省の「地下水管理の考え方」(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-2.3 に示す。調査観測は、地下水利用の現状を「調べる」ための手法である。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う。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

モニタリング項目は、表-2.4 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、湧水量、水質分析、水温、塩分濃度、電気伝導度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、各法令に準じて実施する。

また、これらのモニタリング項目は、地下水の利用状況や利用目的が地下水域毎に異なるため、地域の課題や目的を踏まえて必要項目を選定する。影響が広範囲にわたり、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する。

水質汚濁防止法に定める地下水質の常時監視（水質汚濁防止法 第十五条）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実施するものである。一方、本ガイドラインでは、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も言及し、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。

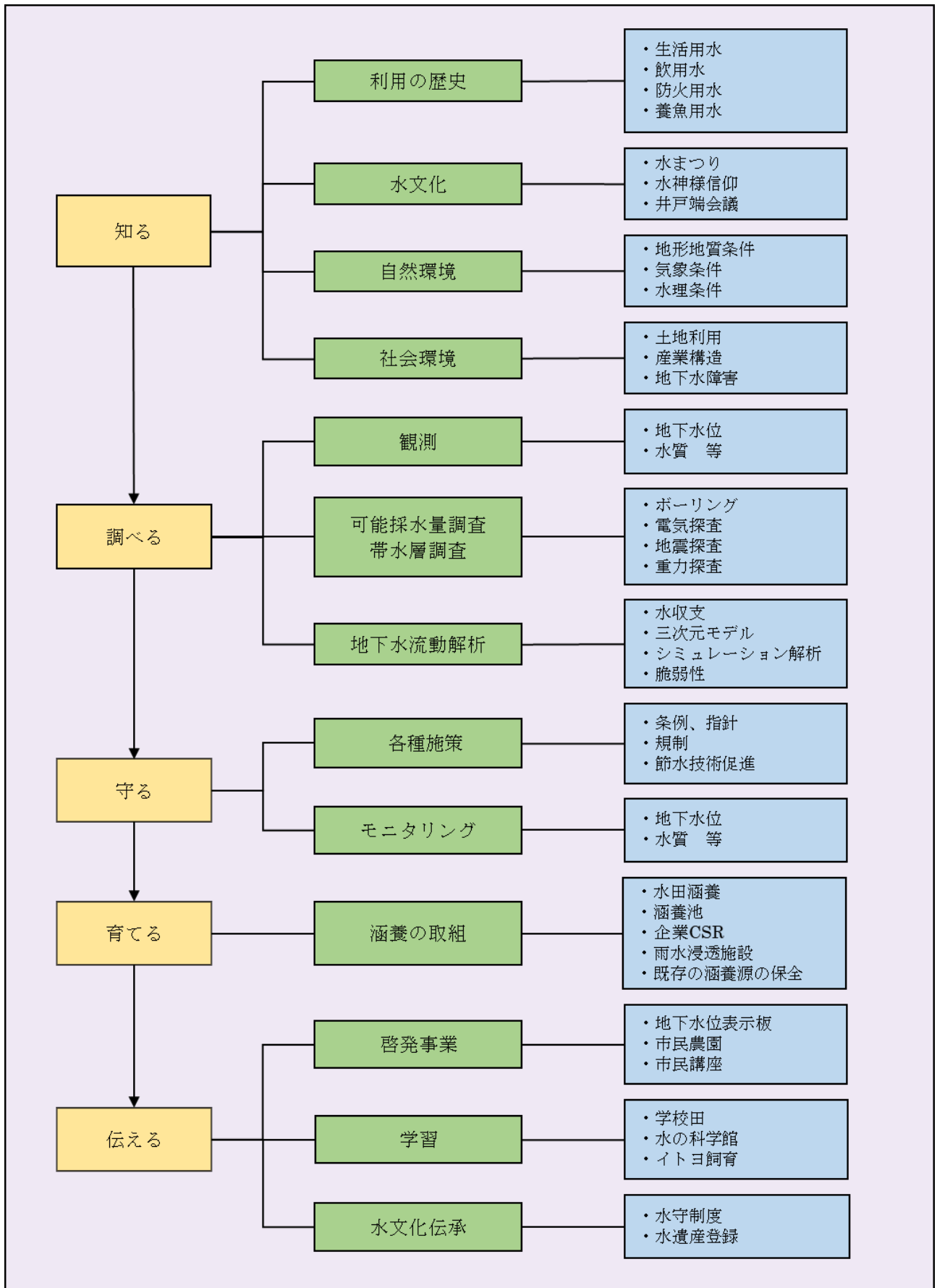


図-2.2 地下水の保安全管理手順と手法・項目の例

表-2.3 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	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 流域の水に対する関心の度合いを知る指標。 	<ul style="list-style-type: none"> 水を大切にする風土があるか。 	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水が育まれた背景、条件を知る。 データベース作成。 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水などの水環境を維持・回復するのに適した環境か。 	<ul style="list-style-type: none"> 香川の少雨気候、水不足
地下水を調べる	観測	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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） 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 秦野市の地下水汚染 安曇野市の地下水位調査
	帯水層調査	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水がどのような器に賦存しているかを調べる。 	<ul style="list-style-type: none"> 帯水層の概略分布形状が把握できているか。 	<ul style="list-style-type: none"> 大阪平野の地質断面
	適正利用量調査	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水がどの程度利用可能かを調べる。 	<ul style="list-style-type: none"> 適正な利用量が把握できているか。 	
	地下水流動解析	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水位の変化を予測する。 	<ul style="list-style-type: none"> 気象変化や地下水汚染などに対する脆弱性がないか。 	<ul style="list-style-type: none"> 大野盆地の三次元モデル
地下水を守る	施策	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 地下水位や水質の管理が適切に行えるか。 	<ul style="list-style-type: none"> 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	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 広域の地盤沈下や構造物の浮き上がりなどがないか。 	<ul style="list-style-type: none"> 秦野市の地下水汚染 安曇野市の地下水位調査
	啓発と役割分担	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 熊本市地下水保全プラン

表-2.4 地下水のモニタリング項目³⁾

モニタリング項目	実施例（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地方公共団体もある。

出典）環境省 水・大気環境局：湧水保全・復活ガイドライン，2010.

表-2.4 に地方公共団体で実施されているモニタリング項目の例を示した。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ものである。

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

測定手法は、各地域の地下水の利用状況に合わせて選定する。観測あるいはモニタリングの測定には、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。モニタリング項目の特性やデータの使用目的、費用などを考慮して適切な仕様を決定すべきである。

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 30 年度全国の地盤沈下地域の概況」(令和 2 年 3 月)⁴⁾、「地盤沈下監視ガイドライン」(環水土発第 050629007 号、平成 17 年 6 月)⁵⁾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。

また、環境省では、地盤沈下対策に取り組む地方公共団体の監視体制の維持・向上に役立てることを目的として「地盤沈下観測等における衛星活用マニュアル」(平成 29 年 3 月)⁶⁾を公表している。

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究明、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。地下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。）を測定し、その地域の地下水の変動傾向（長期変動、季節変動、短期(日)変動）を把握するため整理を行う。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、基準高を明記しておくように注意が必要である。

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察し、地下水の変動状況を面的に把握できるよう配置する。広域の地盤沈下状況と比較できるように水準点の近傍に設けることが望ましい。また、観測井には、地下水位のみを観測する地下水位観測井と、地盤沈下を同時に観測することができる二重管式、ワイヤー式などによる地盤沈下観測井がある。通常、観測井の構造はピエゾメータによるものとし、対象となる帯水層の地下水位を着実に観測できるように不透水層で確実に遮水を行うことが重要である。実際の配置例は、「地下水位観測井の配置状況」【「地下水保全」事例集（第二版） 参考資料 表 4】を参照されたい。

b. 観測頻度

観測頻度は、自記記録計や圧力センサー方式による常時観測を標準とするが、やむを得ない場合は、月 1 回程度の頻度で定期的に手測りによる観測を行う。地下水位低下に伴う広域地盤沈下を未然に防止する観点と監視の効率面から必要に応じてテレメーター・システムなどの遠隔監視システムの導入を検討することも有効である。

c. 観測精度

観測精度は、 ± 1.0 cm 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

地盤沈下は、主として過剰揚水により地下水位低下することで、帯水層の上下の粘土層が収縮し生じる現象である。地盤沈下の原因究明や未然防止、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しておくことが重要である。地下水は、多様な用途（工業、上水道、農業、建築物、温泉など）で利用されているため、可能であれば用途毎の地下水採取量を把握しておくことも重要である。例えば、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。また、地下水位低下との関係を分析する上で地下水を採取している帯水層を把握しておくことも重要である。

a. 調査内容

地域内の揚水施設の設置状況（数、目的・用途、ポンプの揚水能力、スクリーンの位置等）を把握し、揚水施設毎の地下水採取量を調査する。地下水採取量はスクリーンの位置などをもとに帯水層毎に集計しておくことが望ましい。なお、調査は、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

地下水採取は利用者によって行われており、地方公共団体が地下水採取量を直接計測することは困難であることから、大規模な利用者に流量計の設置を義務付けるなどにより、測定結果の報告やアンケート調査等によって地下水採取量の把握を行うことが有効である。

c. 調査頻度

用途によっては、月によって揚水量が大きく異なる場合があることから、月ごとの揚水量を報告してもらうことが望ましい。ただし、利用者の協力に基づく調査であるため、地盤沈下の状況や地域の観測体制等を踏まえ、過度の負担とならないよう留意が必要である。地下水位の変動や地盤沈下の状況との比較のためにも、少なくとも年 1 回程度の報告を受けるなど、地下水採取量の把握に努めることが重要である。

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。地下水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クリーン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に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、スクリーンの位置、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、令 2 環告 35 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、地下水を活用する事業者や住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、住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、個人情報取り扱いなどの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必要がある。

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) 涵養域の保全と管理

地下水を保全するための涵養は、水資源の地下貯留、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ている。涵養手法には、森林などの既存の涵養域を保全する自然涵養と水田湛水等による人工涵養がある。人工涵養は、さらに浸透法と注入法に大別される。地下水涵養の実施にあたっては、これらの手法の原理・課題を認識し、帯水層の状況、揚水量、管理計画、予算措置など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、市街地の拡大などの社会的要因により、涵養域（森林、農地、原野、裸地など）が減少し、地下水位の長期的な低下傾向の要因となっている。このため、地下水や湧水利用が盛んな地域では、行政、協議会などが中心となって涵養域の保全や人工涵養が行われている。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、涵養域の保全や人工涵養の実施などの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。涵養の促進のために、環境税の導入の検討や水源地保全条例などを制定している地方公共団体もある。

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、住民や事業者などを含む関係者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、自然涵養と人工涵養があり、人工涵養はさらに、浸透法と注入法に大別される。自然涵養は、上流域の森林を保全して降雨時の流出を抑制し、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。行政の施策では、天然林と人工林を森林の状態や立地条件に加え、地域ニーズ等を反映した多様な森づくりを推進し、協議会やボランティアなどによる植林や間伐などの森林保全が実施されている。

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、昭和 63 年)⁷⁾によれば、水資源の地下貯留、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、多くの地方公共団体で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-2.5 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-2.5 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 【事例 25】	<ul style="list-style-type: none"> ・慣行水利権の問題が生じる可能性がある。この場合は水利権の調整が必要になる。 ・効果的に地下水の涵養ができるように、十分な耕耘と畦塗りなど漏水防止対策が必要になる。 ・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のできる必要があり、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、畦塗り等は水稲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 休耕地	秋田県美郷町 【事例 26】	
	浸透池	秋田県美郷町 【事例 26】	
	「森の小さなダムづくり」	三島市 【事例 24】	
	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	千葉県九十九里 新潟県中条 【事例 27】	<ul style="list-style-type: none"> ・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。
	水道用水の人工涵養	米国 カリフォルニア州	<ul style="list-style-type: none"> ・水道水源とするために、河川水や下水処理水を逆浸透膜、過酸化水素、紫外線等で処理する必要がある。 ・懸濁物質の発生を除去するため、1～3年に一度還元井から揚水（逆洗）を行う必要がある。
	地下水人工涵養	秦野市	<ul style="list-style-type: none"> ・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。2020年(令和2年)3月現在、27都道府県・324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-2.3）。

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（第二版）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。

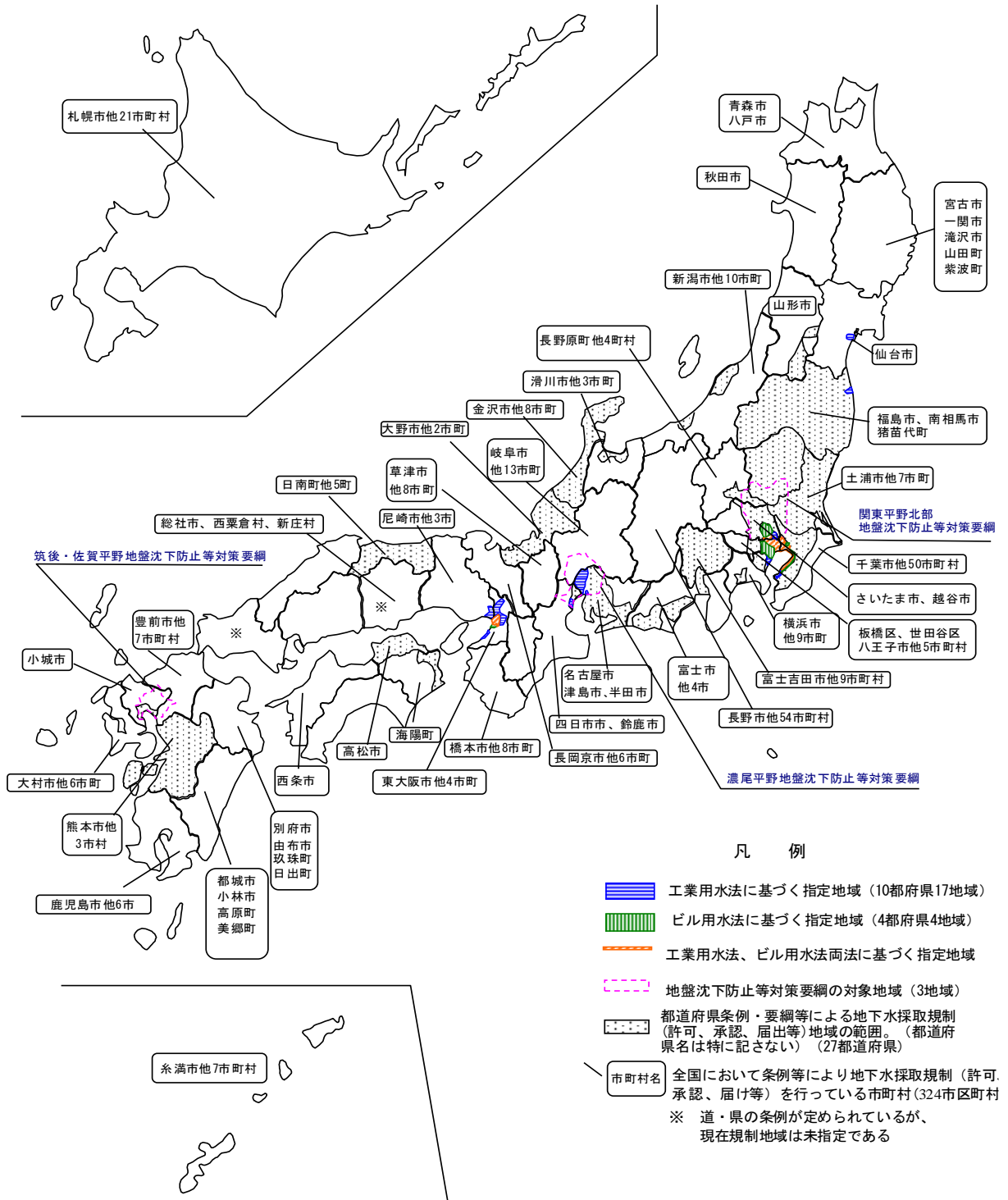


図-2.3 地下水採取に関する規制等の状況⁴⁾

出典) 環境省 水・大気環境局：平成30年度全国の広域の地盤沈下地域の概況、2020.

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-2.4 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。

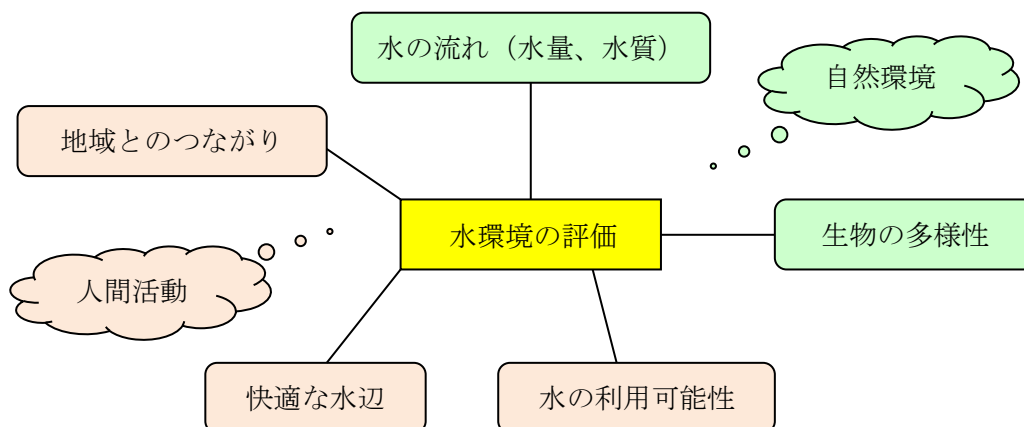


図-2.4 水環境の評価要因の例

2.3.2 水収支の把握

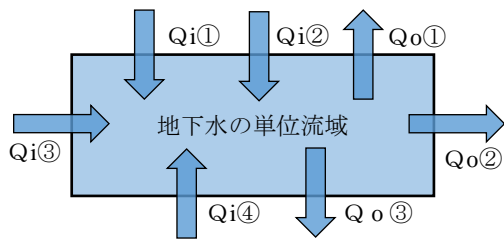
地域の水循環を把握する手法として水収支分析があり、簡便法として流域全体を対象として降雨・河川流量等の観測データや土地利用、上下水道流量や地下水揚水流量等の統計データをもとに年間水収支を整理している事例が多い。

水収支の検討では、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、地下水の貯留量や流入出量などの分析を行う。水収支のより詳細な分析が必要な場合には、数値解析や数値シミュレーションが実施される場合もある。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将来予測解析などを行い、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水が流入する量と流出する量との収支を表したものである。流入には、地面からの降雨の浸透、河川・湖沼・水田などからの涵養、上流側からの流入などがある。流出には地表面での蒸発散、湧水や河川への流出、揚水井戸による汲み上げ、下流側への流出などがある。水収支が平衡状態にある場合は地下水位が一定となり、流入が過多の場合は地下水位が上昇し、流出が過多の場合は地下水位が低下する。都市化の進展による土地利用の変化や、気候変動の影響による渇水の発生、局地的豪雨の増加は、降水量や河川流量の変化をもたらす。地下への浸透量や揚水量へも影響する。豪雪地では冬期に消融雪のために地下水が利用されており、降雪量が水収支にも影響するほか、渇水や災害が発生した場合には一時的に地下水利用が増加するなど、自然環境・社会環境の変化が様々な形で水収支に影響する。したがって、将来にわたり健全な水循環の維持する方策の検討を行うためには、水収支の把握を行う際に、それぞれの要素の現状把握を行うとともに、その相互関係の把握、将来予測の検討もしておくことが大切である。

持続可能な地下水利用を図るため、地下水保全施策を効果的に推進するには、水収支をもとに地下水の流動量や主な涵養域などを把握することが重要であることから、図-2.5に単位流域における年間の水収支を検討するための水収支モデルの例を示した。水収支を使った検討を行うには、流域を適切な単位に分割して地域ごとに異なるパラメータを設定することが重要である。

水収支の算出には、表-2.6に示すようなデータを収集しておく必要があるが、十分なデータが得られない場合は、表-2.7の簡便法を用いる場合もある。より詳細な分析をするためには、数値解析が用いられる。簡便法としては年間水収支法、数値解析としてはタンクモデル法、有限要素法、差分法などの手法があり、水収支を把握する目的や流域の特徴にあった方法を選択することが重要である。



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

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、

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

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

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

図-2.5 地下水の単位流域における水収支のイメージ⁸⁾

表-2.6 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⁹⁾

自然特性	水文気象情報	<p>1) 水収支を評価するデータの有無とその質と量</p> <p>調査項目 降水量・蒸発量 気温変動・河川流量 濁水記録・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</p> <p>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</p> <p>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。</p>
	水理地質情報	<p>2) 帯水層の状況</p> <p>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</p> <p>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</p> <p>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。</p>
	地下水リスク	<p>3) 地下水障害</p> <p>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</p> <p>データ入手先 環境白書 地方公共団体データ 文献</p> <p>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。</p>
社会特性	土地利用・水利用の状況	<p>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</p> <p>調査項目 工業用水・農業用水 養殖などの水産用水 消雪用水・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</p> <p>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</p> <p>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。</p>
	地下水への関心度	<p>6) 地下水親水 7) 地下水の規制や保護活動</p> <p>調査項目 祭事・行事・伝説 生活・名水 湧水と地下水</p> <p>データ入手先 地方公共団体データ 文献</p> <p>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。</p>
		<p>地下水利用に係る条例 慣行水利権の状況 環境保護活動 専門家による用協議会</p> <p>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</p> <p>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</p>

表-2.7 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
数値解析法	簡便法 年間水収支法	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 流域一括、広域など大流域の解析に適用する。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 広域 河川流域 【「地下水保全」事例集（第二版）ケーススタディ2】
	タンクモデル法	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 河川流域 河川と海洋の連携流域 小流動域 【「地下水保全」事例集（第二版）事例3】
	有限要素法	<ul style="list-style-type: none"> 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)内の物質壁及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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 広域 河川流域 小流動域 【「地下水保全」事例集（第二版）事例2】
差分法	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 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。 	<ul style="list-style-type: none"> 広域 河川流域 小流動域 【「地下水保全」事例集（第二版）ケーススタディ1】 	

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。

地域の水循環における地下水保全は、図-2.6 に示すように水環境の把握、水収支の検討、課題の抽出、保全計画の作成、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」によって行われることが多い。

この際に、行政が施策を立案し、行政、事業者、団体、住民などの関係者が参加する委員会（協議会）が施策を実施や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。

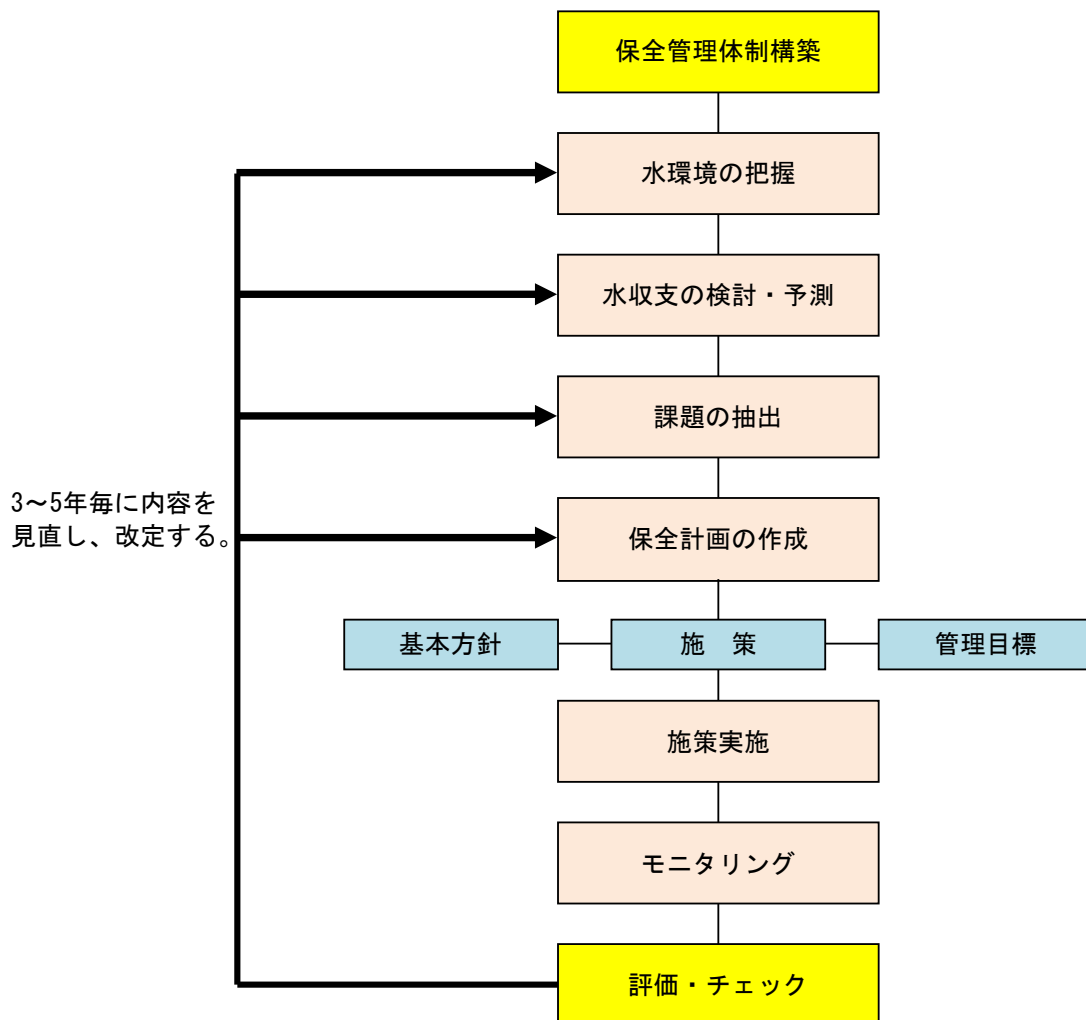


図-2.6 保全計画策定・実施フローの例

第 2 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) 国土交通省 水管理・国土保全局水資源部：地下水関係条例の調査結果,
(https://www.mlit.go.jp/mizukokudo/mizsei/mizukokudo_mizsei_fr1_000038.html).
- 3) 環境省：湧水保全・復活ガイドライン, 2010.
- 4) 環境省：平成 30 年度全国の地盤沈下地域の概況, 2020.
- 5) 環境省：地盤沈下監視ガイドライン, 環水土発第 050629007 号, 2005.
- 6) 環境省：地盤沈下観測等における衛星活用マニュアル, 2017.
- 7) 建設省河川局：地下水人工涵養の現況と課題, 1988.
- 8) 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.
- 9) 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〔地下水と上手につき合うために〕, 2010.

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、都市化の進展や気候変動に対応して、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、環境リスク対応を進める必要がある。

2) 課題

- ・現在も残る地盤沈下や地下水位状況、地下水汚染などの観測データについては、該当する地域の協議会や住民などにヒアリングを行い、環境リスク対応について把握する必要がある。
- ・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、多様な環境リスクに応じた地下水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。
- ・地下水学会や研究結果の報道など最新の知見を踏まえ、地下水域で将来的にどのような環境リスクが生じる可能性があるのか、現状の気候変動や災害から予測し、関係機関・団体、地域住民等との連携による持続可能な対応策などを整理する必要がある。

4) 事例のポイントと類似事例

表-3.1に「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている実態把握としての水収支法に関する事例を示した。事例のポイントとしては、以下の項目が挙げられる。

- ・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。周知効果を上げるために、広報、学校教育、講演会による啓発なども行うことが大切であり、先進地域の実施事例が参考になる。

表-3.1 「地下水保全」事例集（第二版）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	手法	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	11
事例3 西条市における水資源調査研究	概念モデル-タンクモデル	13
事例4 熊本地域の広域地下水流動の持続的管理	有限体積法	14
ケーススタディ2 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）	年間水収支法-簡易法	117

(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。地下水の涵養域となる上流地域の降水量、地下水位などのデータ取得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

表-3.2 に「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている水収支解析による予測事例を示した。事例のポイントとしては、以下の項目が挙げられる。

- ・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（第二版）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	手法	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	11
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	12
事例3 西条市における水資源調査研究	概念モデル-タンクモデル	13
事例4 熊本地域の広域地下水流動の持続的管理	有限体積法	14
ケーススタディ1 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（川崎市）	有限差分法	108
ケーススタディ2 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）	年間水収支法-簡易法	117

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、現在は沈静化に向かっている。

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四百四十六号）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）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が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。地震災害時の既存井戸の被害も報告されており、被害井戸の地域的な分布や被害の特性、被災地域にあつて機能を失わずに利用され続けた井戸の存在、そしてその理由等を踏まえた井戸仕様の検討も必要である¹⁾。

災害時や危機的渇水時における非常時地下水利用システムの開発も進められている。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の整備、災害利用時の地盤沈下や塩水化などの地下水障害に対する考え方の検討などが必要である。

3) 方策の概要

「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている将来予測のケーススタディは次の2つである。

【ケーススタディ1 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】

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2 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】

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。

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。
- ・ 地下水利用の可能性については、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、揚水規制と利用用途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統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-3.16 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-3.17 に示す。
- ・ 災害時の地下水利用による地盤沈下や塩水化などの地下水障害に対する対応について、行政による基本方針の制定や対象地域の地下水賦存状況、利用予測などを想定したシミュレーション解析などを用いた検討を行っておく必要がある。

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する、ガバナンスの考え方で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 地下水ガバナンスの考え方

国外では、2011年(平成23年)に GEF(地球環境基金)、FAO(国連食糧農業機構)、The World Bank(世界銀行)、UNESCO-IHP(ユネスコ国際水文学計画)、IAH(国際水文地質学会)、の国際共同プロジェクトである Groundwater Governance Project(以下 GGP)が開始された。この GGP の第1フェーズでは、地下水ガバナンスを①アクター(主体)、②法・規制・制度、③目標・政策・計画、④情報・知識・科学の四つの構成要素で捉え、これらの要素によって地下水ガバナンスの現状が評価された。さらに、第2フェーズでは2030年(令和12年)までの地下水ガバナンスのビジョン(Shared Global Vision)や政策ガイドライン(Global Framework for Action)が公表された。これらは、地下水の資源管理が「地下水マネジメント(Groundwater management)」から「地下水ガバナンス(Groundwater governance)」へ向かい始めたことを示している²⁾。

地下水マネジメントは、「地下水の揚水・利用が帯水層や環境に悪影響を与えないように、地下水の水量や水質を監視し、適切な管理を行うこと」であり、地下水ガバナンスは、「多様なステークホルダーが垂直的・水平的に協働しながら、地下水資源の利用と保護に関して意思決定し、地下水を管理していく民主主義的なプロセスであり、同時に地下水保全管理に対する制度的・政策的対応のフレームワーク」³⁾であると定義されている。すなわち、政府による「統治(ガバメント)」ではなく、統治を公私諸々の多様なステークホルダーが行う「協働型統治(ガバナンス)」とする考え方である。

わが国では流域ガバナンスが先行したが、国外の潮流を受け、たとえば水循環基本法では「水が国民の共有財産であり、公共性の高いものである」、「各ステークホルダーの責務」、「関係者相互の連携および協力」、「水循環政策本部の設置」、新たな「水循環基本計画」では「地下水協議会の設置」などガバナンスに関して重要な事項が記載されている。

1) 現況

水循環基本計画では「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」と規定され、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、住民参加の規定などが設けられている。

公益社団法人日本地下水学会では、持続可能性とガバナンスの理念に基づく地下水保全管理の試みとしての「地下水ガバナンス」を社会に発信するために「地下水ガバナンス等調査・研究グループ」が2017年(平成29年)4月に立ち上げられた。この研究グループは、理学、工学、農学の自然科学分野に加えて、社会学、法学、政策学、環境、政治、経済学などの社会科学分野のメンバーによって

構成され、多分野学際連携が図られている。また、「科学技術基本法等の一部を改正する法律案」が2020年(令和2年)6月に成立し、「人文科学のみに係る科学技術」が新たに「科学技術・イノベーション基本法」(令和3年4月施行)の対象に追加されたことも多分野学際連携の動きのひとつとして捉えられる。

地下水学会では、公共性の高い資源としての地下水という観点から「地下水ガバナンス」についての議論が行われている。地下水学会の研究グループからは、学会誌・シンポジウム・セミナー等を通じて、地下水保全の新しい方向性の提示とその実践に向け、地下水ガバナンスの動向等に関する研究成果などが積極的に発信されている⁴⁾。

健全な地下水の保全と持続可能な利用を図るために、地下水ガバナンスの構築を土台とする世界的な潮流がある。このように、わが国においても地下水ガバナンスの考え方を今後の施策・体制に反映しようとする動きが「産・官・学」の間に見え始めている。

地方公共団体においては、地下水保全・利用に関する歴史があり、先進地域である熊本市、福井県大野市などの施策に見られる。これらの地域では、条例等に基づく地下水関連事業や調査・研究、広報活動、講演会の開催、人材育成、水文化の継承などの活動が、行政、事業者、団体、住民などが参加する協議会や民間団体(NPO、NGO)が主体となり協働で実践されている⁵⁾。地下水ガバナンスの考え方に基づいた活動としては、地下水涵養に関する活動のほかに、汚染源の特定が難しい硝酸性窒素負荷に対する連携などの地下水インフラの整備に関する実施事例などにも見られる。これらの先進地域では、地下水位低下や湧水の枯渇、地盤沈下などの社会的損失の発生への対応から社会的損失の回避を目的として実践され、さらに社会的価値の創造へと向かう活動の中で、地下水政策が推進されてきている⁶⁾。また、「地下水保全」事例集(第二版)では、58の事例と二つのケーススタディを掲載し、13の大項目に分類してそれぞれの事例をいくつか取り上げているが、分類した大項目をGGPによる地下水ガバナンスの4つの構成要素との対応関係を整理すると表-3.3のようになり、先進地域の取組は地下水ガバナンスの構成要素とある程度対応したものとなっている。

表-3.3 GGPによる地下水ガバナンスの構成要素と事例集の大項目との対応関係^{2)に追記}

GGPによる地下水ガバナンスの4つの構成要素	「地下水保全」事例集(第二版)の大項目の分類
a) アクター(主体)	②体制づくり、③地域連携
b) 法・規制・制度の枠組み	⑥涵養、⑧資金管理、⑩地域づくり、⑫地域循環共生圏の創造
c) 目標・政策・計画	④保全計画、⑦管理目標
d) 情報・知識・科学	①水収支把握、⑤モニタリング、⑨水文化の継承、⑪教育と地域学習、⑬環境技術・手法の開発

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いる一方で、環境保全、観光資源、災害時利用、地中熱利用など多様な地下水利用が行われている現況を踏まえて、従来の行政主導による環境施策の推進だけでなく、今後は多数の関係者が参加し、地下水域の統合的な地下水の保全・管理を行う、地下水ガバナンスの考え方に基づいた連携体制づくりと環境施策の推進が重要である。

3) 方策の概要

熊本地域、大野市など地下水の保全・利用の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。

4) 事例のポイントと類似事例

地下水利用の多様化の進展によって、従来の行政主導による地下水保全管理が難しくなっている。このため、地下水域を単位として地方公共団体や連携組織による地下水ガバナンスが形成され、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増えている。表-3.4には連携による体制づくりに関する事例を示した。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。

これらのような地下水ガバナンスの考え方を取り入れた多数の住民が参加する活動により、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で、地域の住民が地下水を単に利用するだけでなく、自分たちの生活の一部として地下水保全の重要性への認識を主体的に深めることができる。住民の意識高揚や地下水との関わりを深めることは、地域の貴重な資源として地下水の保全と持続可能な利用を推進し、さらには地域循環共生圏の創造に繋がることとなる。

表-3.4に「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている地下水ガバナンスや体制づくりに関する事例を示した。

表-3.4 「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている体制づくりに関する事例

事例の名称	事例集掲載頁
事例5 熊本地域における地下水ガバナンス	17
事例6 福井県大野市の地下水保全管理体制	18
事例7 香川県高松市の持続可能な水環境の形成に向けた体制	19
事例8 愛媛県西条市の地下水保全協議会による保全管理	20
事例9 鳥取県持続可能な地下水利用協議会による環境保全	21

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

地下水保全・利用の先進地域では、水環境や地下水環境保全のための基本計画の策定に当たって幅広い知見や地元の実態・ニーズ等を集約するために、住民や有識者等が参加している場合が多い。また行動計画の策定では、分野間の意思疎通・連携が必要なため、各部局が集まって行政内部で検討する場合がある。この場合はパブリックコメントやアンケート等を用いて住民や事業者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、これらに住民や事業者が参画する。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、基本計画あるいは行動計画の策定では有識者を適宜選定し、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にまたがる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。このため先進地域の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。

- ・学校での地下水、水関連の学習、住民参加型の講習会などを行い、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 (Corporate Social Responsibility ; 企業の社会的責任) において事業活動を実施、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

表-3.5 に「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されているステークホルダーとの連携事例を示した。事例のポイントとして、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。したがって、基本計画の策定では、幅広い知見や地元の実態・ニーズ等の集約が必要である。また、住民参加や連携に当たっては、先進地域の事例のうちの成功事例だけでなく、課題を含めて幅広く他地域の事例を収集し、適切な方策を検討することが重要である。

【事例 10 熊本地域の地下水保全のための流域連携】

熊本市では、SDGs の考えを取り入れ、白川中流域で多数の関係者が参加する協議会による水田涵養事業や水源涵養林の整備、田んぼの学校、公開シンポジウムといった住民、事業者との連携が行われている。

【事例 11 福井県大野市の地域連携】、【事例 13 福井県大野市の国際支援】

大野市では、清水と呼ばれる湧水箇所の住民が持ち回りによる清掃活動や、水のがっこうによる啓発活動、東ティモール民主共和国への支援活動など様々な方策が展開されている。

表-3.5 「地下水保全」事例集（第二版）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 10 熊本地域の地下水保全のための流域連携	流域地方公共団体連携	25
事例 11 福井県大野市の地域連携	行政、企業、市民、専門家	26
事例 12 なごや水の環復活推進懇談会による連携	行政、有識者、団体、住民	27
事例 13 福井県大野市の国際支援	日本ユニセフ協会	28
事例 14 鹿児島県志布志市の湧水保全	行政、団体、農民、住民	29
事例 15 安曇野市の流域水循環計画	国、県、市民、企業、専門機関等	30

3.3 地下水環境の保全管理方策

流域の水循環を維持・回復するために地下水環境・機能を保全し、持続可能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、地下水域において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可能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、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、「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。一方、涵養域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将来世代に継承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

表-3.6 に「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている保全計画に関する事例を示した。

- ・水環境や地下水の保全目標や管理指標、具体的な行動計画があると行政と住民が協働を図りやすい。
- ・水環境や地下水の状況について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-3.6 「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている保全計画の事例

事例の名称	事例集掲載頁
事例 16 千葉市水環境保全計画	33
事例 17 名古屋市の水の環復活 2050 なごや戦略	34
事例 18 東京都八王子市水循環計画	35
事例 19 神奈川県箱根町の地下水保全計画	37
事例 20 熊本市の硝酸性窒素削減計画	39
事例 21 愛媛県西条市の地下水保全管理計画	40
事例 55 地下水の消融雪利用における節水対策	101

3.3.2 調査・観測とモニタリング

調査・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や監視を目的として実施する。手法は既往資料に記載されているが、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な項目や配置計画、観測井戸の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-3.1)。「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)を目的としている。
- ・「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-3.7 に示すように、地下水位あるいは水質の観測井配置は、通常観測や流域全体の観測配置では1箇所 / 10~20 km²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 / 2 km²程度で配置されている。涵養域、流動域、流出域や帯水層の構造を考慮して配置を計画し、スクリーン深度、センサーなどの井戸構造を検討する必要がある。

また、地盤変動に対する観測手法として、電子水準測量や人工衛星を利用する干渉 SAR (Synthetic Aperture Radar ; 合成開口レーダー) の手法が試みられている。観測衛星のだいち 4 号の打ち上げが 2022 年(令和 4 年)に予定され、観測幅の拡大など SAR による観測技術の進歩が見込まれる。現在利用面で課題となっているコスト高も近い将来緩和されると考えられ、今後、地盤沈下観測を地盤沈下以外の観測目的と併せて国や複数地方公共団体との共同活用などの可能性がある。また、気候変動や水循環の健全性に係るデータ取得・評価システム、人工衛星の干渉 SAR による森林伐採監視など

の新しい監視技術も実用化されている。

地下水インフラ技術については、積雪地の消雪利用による計測監視や石川県白山市で SDGs の推進に関連して地方公共団体、協議会、大学、民間企業などが協同して地下水に関する計測システムや評価システムの開発を行っている。水インフラの維持管理、気候変動の影響予測、水循環の健全性評価、地下水の量・質の定量的把握を行うため、今後、技術の標準化、規制の合理化、熱供給設備の導入支援、地域モデルの実証・構築等が望まれる。

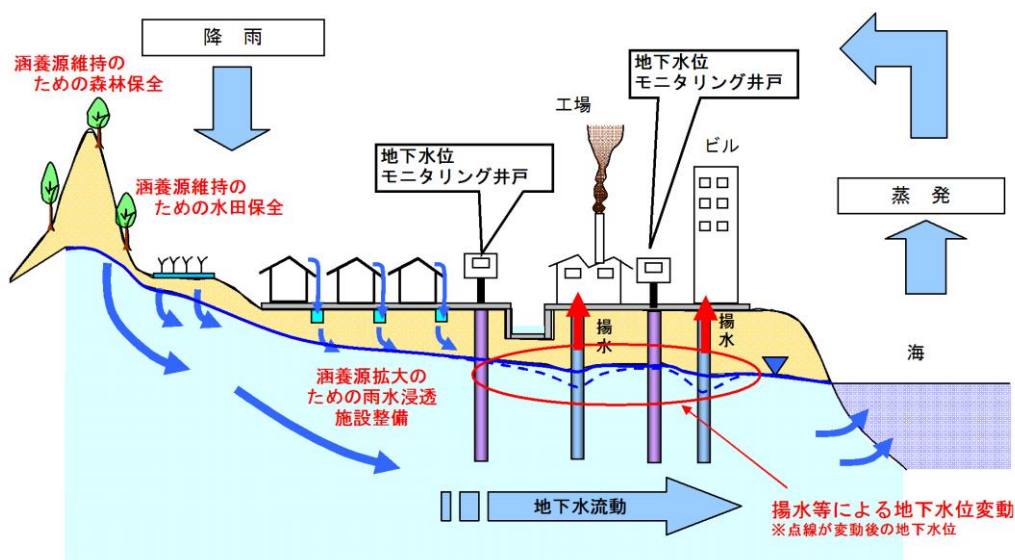


図-3.1 地下水位のモニタリングイメージ

表-3.7 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/26km ²	大野盆地	1 箇所/20km ²	埼玉県	1 箇所/4.6km ²
富士宮市	1 箇所/24km ²	静岡平野 (静岡)	1 箇所/16km ²	九十九里平野	1 箇所/2.6km ²
庄川流域	1 箇所/18km ²	安曇野市	1 箇所/12km ²	東京都	1 箇所/2.3km ²
静岡平野 (静岡)	1 箇所/15km ²	川崎市	1 箇所/5.5km ²	新潟平野	1 箇所/1.8km ²
熊本白川流域	1 箇所/14km ²	熊本市	1 箇所/2.7km ²	名古屋市	1 箇所/1.3km ²
愛知県尾張地域	1 箇所/10km ²	秦野市	1 箇所/2.3km ²	静岡平野	1 箇所/1.1km ²
座間市	1 箇所/2.9km ²	座間市	1 箇所/2.2km ²	富士・岳南	1 箇所/0.9km ²
大野市	熊本市			川崎市	1 箇所/0.4km ²
1 箇所/27km ²	1 箇所/12km ²				
安曇野市	秦野市				
1 箇所/24km ²	1 箇所/3.1km 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 30 年度版) あるいは地方公共団体のウェブサイト等の情報を用いて、観測井数 / 地域面積により算出した。

4) 事例のポイントと類似事例

表-3.8 に「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている調査・観測とモニタリングに関する事例を示した。事例のポイントは、以下の通りである。

- ・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。
- ・研究機関や大学等により観測技術の開発や評価システムの改良が進んでおり、地域との連携も認められる。また、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、地下水位などの観測点を配置するのが望ましい。

表-3.8 「地下水保全」事例集（第二版）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・観測/モニタリング手法	事例集掲載頁
事例 22 埼玉県のリモーター・システムによる観測	リモーター・システム	43
事例 23 福井県大野市の観測点配置	基準観測井観測	44
事例 56 地盤沈下観測等における衛星活用	人工衛星	102

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、森林、農地、原野、裸地などの涵養域が減少している。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。

- ・開発による都市化の進展や地球温暖化による気候変動の影響等により、多くの地域で森林、農地、原野、裸地などといった涵養域が減少している。
- ・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、裸地などの涵養域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の変化により表面流出量が増加している。

3) 方策の概要

- ・条例の制定や住民との協働作業による森林、農地、原野、裸地など涵養域の保全策の実施。
- ・水田涵養、涵養池、雨水浸透設備などの人工涵養技術の普及。

4) 事例のポイントと類似事例

表-3.9に「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている涵養事例を示した。

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と住民協働により、涵養域の保全事業が実施されている。
- ・特殊な帯水層構造があり、行政界にまたがる流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。
- ・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-3.9 「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている涵養事例

事例の名称	涵養法	事例集掲載頁
事例 24 静岡県三島市の涵養源保全事業	涵養源保全	49
事例 25 熊本地域の地下水涵養に関する取組	水田湛水	50
事例 26 秋田県美郷町の六郷湧水保全	人工涵養池等	52
事例 27 新潟平野の水溶性天然ガス採掘における注入法	注入法	53
事例 28 海外の再生水利用における地下水涵養	地下水再生水涵養	54
事例 29 河床掘削工事における地下水保全	環境保全ブロック	55

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施策の評価が可能になる。

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、それを用いた予測シミュレーションを行う。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」等の指標を設定している。

4) 事例のポイントと類似事例

表-3.10に「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている管理目標と指標等の事例を示した。

- ・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目標設定し、一定期間ごとに見直す計画としている。

表-3.10 「地下水保全」事例集（第二版）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 30 福井県大野市の地下水管理指標	観測井の水位等	59
事例 31 名古屋市の水循環に関する指標と取組	協働の指標	60
事例 32 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	61

3.3.5 資金管理

地下水は、飲用以外にも地域の産業、観光等と密接に係わる貴重な共有資源であることから地下水の持続的な利用・保全の取組が求められる。このため地下水マネジメントの観点から水資源の保全・強化・活用に関する「揚水の適正化」や「涵養」などの施策が必要であり、地下水域の地方公共団体、協議会等において、地域経済の継続的な発展、水文化の継承、災害や渇水に強い地域づくりなどの取組を実施するための資金管理が重要である。

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は、条例等の規定に基づき地下の保全に係る事業を実施する事業資金として、地下水利用者から「協力金」、「寄付金」等を募るケースや、涵養源保全等を目的とした「税」として徴収するケースなどがある。また、熊本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に配慮する必要がある。
- ・ 協力金の使途について、地下水利用者への報告・説明の義務や理解を得る必要性が生じる。
- ・ 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。
- ・ 事業者からも利用料金の徴収に対する理解・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、秦野市は、平均 20 m³/日以上地下水利用者に対して「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、次のように規定して協力金を集めている。

(目的)

第1条 この要綱は、本市域に貯留する地下水(湧水を含む。以下同じ。)は、市民共有にして有限な資源であるとの考えに立脚し、地下水利用者に一定の義務の履行を求め、もって地下水資源の保全と秩序ある利用を図ることを目的とする。

(地下水利用者)

第2条 この要綱において、地下水利用者とは、本市内において1日当たり平均20立方メートル以上の地下水を採取し、業務の用に供する者をいう。

(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。

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。

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

また、涵養源保全事業などに充てるための「税」方式は、2003年(平成15年)に高知県で「森林環境税」が導入されて以来、2015年(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(第二版) 参考資料 表1】。

4) 事例のポイントと類似事例

表-3.11に「地下水保全」事例集(第二版)に掲載されている資金管理の事例を示した。

これらの資金は、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、水収支が地域内でほぼ完結している状況がある。

表-3.11 「地下水保全」事例集(第二版)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33 公益財団法人くまもと地下水財団の資金管理	賛助金	65
事例34 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	66
事例35 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	67
事例36 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	68

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の持続可能な利用を行い、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。行政と住民が協力して地下水や湧水の保全及び持続可能な利用を図ることで、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、人との関わりの中かで守られている。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

- ・ 水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。
- ・ 地域の持続可能な水文化の保全や継承について積極的に情報発信する必要がある。

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
 - ・ 育水の理念を住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可能な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 地下水の守り人(富山県)、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 木流し、川倉、竹蛇かご等の伝統的水防工法、湧水に対する番水、巻江等の伝統的水配分方法、庄川挽物、菅笠、チューリップ球根栽培等水文化の伝統的地場産業の継承、ミズガキ、水の少年団の育成等子供たちへの水文化の継承(富山県)
- ⑧ 名水百選の指定への応募などによる地下水保全の啓発

【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 住民ボランティア(美郷町、熊本市)、湧水の当番制清掃(大野市)
- ④ せせらぎサイエンスによる水辺の生態系保全活動(長野県)

【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

表-3.12に「地下水保全」事例集(第二版)に掲載されている水文化等の継承事例を示した。

- ・ 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。
- ・ 地域の水まつりなど、水文化を継承する催しを支援し伝承する。

表-3.12 「地下水保全」事例集（第二版）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 37 熊本市の水文化継承の取組	水神信仰	71
事例 38 富山湾の漁場を育む海底湧水	海底湧水	72
事例 39 京都伏見の酒造り	伏流水－御香水	73
事例 40 愛媛県西条市の水の歴史館	うちぬき	74
事例 41 柿田川湧水群における生物多様性保全	生物多様性	75

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、古くから生活の場で地下水を利用している地域では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、地下水が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。これらの地域では、行政と住民が協働して地下水の保全を行っている。



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、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ことが難しい。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を参考にし、課題整理や保全方策を検討する必要がある。
- ・環境、利水、治水を含む水循環の保全の視点から、気候変動等の影響で表流水や湧水の利用に支障が生じた場合に、それらの影響の緩和や代替水源として、地下水利用を地域の防災計画等の枠組みで考慮する必要がある。
- ・将来にわたって持続可能な地域づくりを行うには、若い世代の現状認識と保全への責任意識などが求められるため、学校や講習会での教育・啓発が欠かせない。また、同じ地下水域の地域循環共生圏として隣接する市町村との様々な連携の中で、地域づくりに関する教育機会の共有も考える必要がある。

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（写真 3.1）などはかつて湧水を水源、飲料水、食糧洗浄水、さらし場（食器等洗浄場）などの生活用水として使用してきたが、現在は観光資源として、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、広島西条、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

表-3.13 に「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている地域づくりの事例を示した。

- ・湧水が豊富な地域は、生活用水としての利用に加えて、観光資源や産業などの地域づくりに積極的に利用し、行政と住民のパートナーシップによって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-3.13 「地下水保全」事例集（第二版）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	事例集掲載頁
事例 39 京都伏見の酒造り	酒造り	73
事例 42 静岡県三島市の街中がせせらぎ事業	せせらぎ	79
事例 43 長野県安曇野市のわさび田事業	わさび田	80
事例 44 秋田県美郷町の六郷まちづくり事業	湧水	81
事例 45 災害発生時の地下水供給設備	防災井戸等	82

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、水循環基本法にも示されている教育と地域学習がある。また、環境教育等促進法が2011年（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2012年（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、次世代の人材を育成する方策を講じているところが多い。

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

1) 現況

第五次環境基本計画では、重点戦略の一つの「3. 地域資源を活用した持続可能な地域づくり」において「ESD^{※2}の考え方をベースに、多様なステークホルダーとの連携を図りながら持続可能な地域づくりを担う「人づくり」を行い、パートナーシップの深化、他地域との交流等を進める人材の育成を行う。」ことが示されている。また、新たな「水循環基本計画」や水循環白書にもあらゆる世代へ向けて水の大切さを伝える教育の必要性が記されている。

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サイトなどにおける広報を活用して住民と情報を共有することが大切である。広報活動を通じて、地域情報を地域の次世代を担う子供たちに引き継ぐ必要がある。方策に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。熊本市や大野市などの地下水利用・保全の先進地域では、地下水保全計画の中で持続可能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

地下水利用・保全先進地域の環境計画におけるヒアリング、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、情報提供の機会拡充
- ・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住民・事業者の参加
- ・参加しやすい仕組みづくり
- ・行政担当者への地下水保全施策に関する教育

3) 方策の概要

地下水に係る環境の持続的な保全・管理に関する研究者へのヒアリングの実施や、学校教育や講演会などにおける啓発を通じて持続可能な地域づくりに対する地域社会の意識向上、NPO等の組織基盤

※2 ESD：（Education for Sustainable Development；持続可能な開発のための教育）

の強化による政策立案の場への専門家の登用、NPO や協議会への参加促進、地域の大学等研究機関との連携強化等により、実行力ある担い手を確保することが求められる。

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、環境省環境研修所における教育等
- ・ 専門的知識を有する団体が公開している情報や海外での地下水保全の動向、SDGs の考え方に関するセミナーや講習会の実施等

4) 事例のポイントと類似事例

表-3.14 に「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている教育と地域学習の事例を示した。

- ・ 健全な地下水保全と持続可能な利用に向けて、熊本市や大野市などの地下水利用における先進地域で実施されている学校教育、講演会、水文化伝承、資格制度による具体的な啓発の事例を紹介し、人材育成の手法を示す。
- ・ 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る。先進地域では、継続可能なシステムづくりが意図されている。
- ・ 住民・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-3.14 「地下水保全」事例集（第二版）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 46 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	87
事例 47 熊本市の教育・地域学習	節水学習会等	88
事例 48 福井県大野市の人材育成	水のがっこう、水の図書館	89
事例 49 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	90
事例 50 富山県の人材育成に関する取組	地下水守り人	91

3.3.9 災害時の地下水利用

大規模地震や気候変動に起因する豪雨、渇水などの災害で給水システムが損傷した場合の代替水源として地下水を利用することにより、災害への強靱性の強化が期待される。一方で集中利用による地盤沈下や塩水化などを引き起こさないために、事前に使用地下水域における利用可能量の算定や飲料用・生活用などの利用ルールの規定が必要である。

1) 現況

1995年(平成7年)1月17日に発生した兵庫県南部地震では、水道施設の被災によって消火用水、避難者の飲料水、生活用水が不足し、井戸利用による地下水の有用性が注目された。2007年(平成19年)7月16日に発生した新潟県中越沖地震では、断水が継続する中、消雪用に用いられている井戸を転用することで水不足がかなり解消された。一方、2011年(平成23年)3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震では、地震や津波により広範囲にわたって甚大な被害が発生し、多くの地域で飲料水や生活水の確保に窮する状態が持続し、井戸の設備の損傷や井戸水の塩水化が飲料水の給水再開の障害となるケースが見られた。

このように地震発生直後の消火活動や避難者の飲料水、生活用水等の様々な場面で水が不足したことが契機となり、国や地方公共団体でも防災や災害時に地下水を利用するための規定や条例の制定が進んでいる。地方公共団体が、住民の保有する井戸も含めて「災害時協力井戸」として登録する事例や住民防災組織が防災井戸を設置するなどの動きも広がりを見せている。災害時の雨水の利用については2014年(平成26年)に「^{あまみず}雨水の利用の推進に関する法律」が制定・施行され、「災害時における使用に備えての確保」が記載された。

災害時における医療体制の充実強化に関しては、厚生労働省より2019年(令和元年)7月に指定要件の一部改正が各都道府県知事、政令市市長等に通知された。改正では、災害における病院での水不足が問題となったことを受け、災害時の施設・設備における要件として「災害時に少なくとも3日分の病院の機能を維持するための水を確保すること、具体的には、少なくとも3日分の容量の受水槽を保有しておくこと又は停電時にも使用可能な地下水利用のための設備(井戸設備を含む。)を整備しておくことが望ましいこと。」との規定が新たに追加された。

また、内閣府の総合科学技術・イノベーション会議が司令塔機能を発揮して推進している「戦略的イノベーション創造プログラム(SIP)」の第2期12課題の1つは「国家レジリエンス(防災・減災)の強化」であり、その研究開発項目に「災害時地下水利用システム開発」が取り上げられている。地震や洪水、危機的な渇水等により安全で安定な水供給がしばしば脅かされ、2次的な健康被害や復旧・復興の妨げとなっていることから、最近の事例に基づき災害発生時に起こり得る様々なシナリオを想定し、環境に大きな影響を及ぼすことなく非常時に利用可能な地下水量を、三次元水循環解析モデルを用いたシミュレーションによって定量的に明らかにすることを研究課題としたものである。

災害時における地下水の利用や渇水等に対し平常時から備えを図り、自然環境の機能を活用した防災・減災力の強化、環境インフラやグリーンインフラを活用した強靱性(レジリエンス)の向上が求められている⁷⁾。

2) 課題

過去の災害における経験や気候変動などに起因する渇水時の地下水利用について、地下水利用の有用性が明らかとなる一方で、次のような課題がある。

- ・ 防災井戸の認知度の向上
- ・ 防災井戸が他用途を兼ねている場合の補償
- ・ 飲料用に利用する場合の水質検査体制の確保と飲料不可の井戸の明示
- ・ ハザードマップなどへの防災井戸の場所の表示と個人情報保護
- ・ 井戸利用の規制も含めた管理と官・民の役割分担
- ・ 災害に強い井戸仕様、災害時や危機的渇水時における非常時地下水利用システムの開発
- ・ 隣接する地方公共団体間の連携・協定
- ・ 災害拠点病院における非常時の水の確保

3) 方策の概要

災害等への備えとしては、住民・事業者への災害時の井戸利用への協力の要請、ハザードマップ等を活用した周知、水質分析などの実施体制の確保等を行うことが重要である。災害時に地下水を有効利用するため、地域防災計画（給水計画）等の検討において、過去の災害時の事例等を参考に課題を抽出し、地下水の効果的な利用や給水方法の検討を行い、条例の制定等により制度上の位置づけを明確にする。また、日頃から健全な水循環の維持や水質保全等の地下水保全施策を進める。加えて、過去の災害において、津波による塩水化の発生や地下水の枯渇などが発生していることから、災害が地下水へ与える影響についても、過去の事例等を参考に把握しておくことが、レジリエンス向上において有効である。災害時の雨水の利用については、2014年（平成26年）に「^{あまみず}雨水の利用の推進に関する法律」が制定・施行された。これに関連して「雨水の利用の推進に関する基本方針」（平成27年）や「雨水の利用の推進に関するガイドライン（案）」（平成30年）も国土交通省より公表されている。

また、災害対策基本法（昭和36年）、大規模地震対策特別措置法（昭和53年）、地震防災対策特別措置法（平成7年）、大規模地震防災・減災対策大綱（平成26年）、地震防災マニュアル、防災行動マニュアルなど、国、地方公共団体、企業の防災に係る法律、マニュアル、手引きなどの様々な基準類があることから技術的知見に基づいて、適確に実行することができる実務者の育成が求められる。

また、SIPでは、地震や水害により安定した水供給が阻害される事態において、環境への負荷を回避または最小限にし、非常時に利用可能な地下水量の定量的評価に関する研究開発が行われている。研究では、将来的に地域の防災計画や避難計画に反映させるため社会実装に関しても研究テーマとしており、今後の研究成果の活用も期待される。このような研究成果を活用し、災害時においても環境の影響を最小限にするために、地盤沈下や地下水質への影響について事前に評価し、計画的に利用することが望まれる。

4) 事例のポイントと類似事例

表-3.15 に「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている災害時の地下水利用事例を示した。

災害時の地下水利用、特に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。

- ・地下水域全体に地下水位の観測地点を配置し、利用時には継続的にモニタリングを行う。
- ・過去に地盤沈下履歴がある地域には観測点を設けて災害時以降に長期観測を行い、地盤沈下が生じていないことを確認する必要がある。
- ・災害時の地下水利用による地盤沈下や塩水化などの地下水障害に対する対応について、行政による基本方針の制定や対象地域の地下水賦存状況、利用予測などを想定したシミュレーション解析などを用いた検討を行っておく必要がある。

震災時の地下水利用については、量・質の確保以外に表-3.16 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と対応方策の例を表-3.17 に示した。

表-3.15 「地下水保全」事例集（第二版）に掲載されている災害時の地下水利用の事例

事例の名称	事例集掲載頁
事例 45 災害発生時の地下水供給設備	82
事例 57 非常時地下水利用システムの開発	103

表-3.16 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

表-3.17 災害発生時の地下水供給施設と対応方策の例⁸⁾

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）

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。

第3章

【引用・参考文献】

- 1) 社団法人全国さく井協会：東日本大震災による井戸の被害調査報告書【II】，2013.
- 2) 田中正：地下水学の進展と地下水ガバナンス，地下水学会誌，第62巻，第2号，pp.167-181，2020.
- 3) 千葉知世：地下水ガバナンスの意義とその推進に向けた課題，地下水学会誌，第62巻，第2号，pp.191-205，2020.
- 4) 日本地下水学会：創立60周年記念特集「地下水ガバナンス」，地下水学会誌，第62巻，第2号，pp.163-254，2020.
- 5) 千葉知世：日本の地下水政策，地下水ガバナンスの実現に向けて，京都大学学術出版会，p.355，2019.
- 6) 八木信一ほか：地下水ガバナンスの動態に関する研究—地下水の社会的価値を分析枠組みとして—，地下水学会誌，第62巻，第2号，pp.219-232，2020.
- 7) 日本地下水学会：シンポジウム「震災時の非常用水源としての地下水利用の在り方」，地下水学会誌，第55巻，第1号，pp.37-64，2013.
- 8) 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.

【参考】 関連するガイドライン等

- 1) 国土交通省：緊急時水循環機能障害リスク検討委員会 報告書、平成 19 年 3 月
- 2) 農林水産省：生物多様性保全施策の取組方向について、平成 19 年 11 月
- 3) 厚生労働省：湧水対策マニュアル策定指針 第 1 回改訂、令和 2 年 7 月
- 4) 厚生労働省：水安全計画策定ガイドライン、平成 20 年 5 月
- 5) 環境省：湧水保全・復活ガイドライン、平成 22 年 3 月
- 6) 国土交通省：雨水浸透施設の整備促進に関する手引き（案）、平成 22 年 4 月
- 7) 経済産業省：工業用水道施設更新・耐震・アセットマネジメント指針、平成 25 年 3 月
- 8) 環境省：「地下水保全」事例集、平成 27 年 3 月
- 9) 厚生労働省：水道の耐震化計画等策定指針、平成 27 年 6 月
- 10) 環境省：「地下水保全」ガイドライン、平成 28 年 4 月
- 11) 環境省：硝酸性窒素等による地下水汚染対策マニュアル、平成 28 年 5 月
- 12) 環境省：地中熱利用にあたってのガイドライン 改訂増補版、平成 30 年 3 月
- 13) 農林水産省：農業地域における持続的な地下水利用の手引き、平成 30 年 4 月
- 14) 国土交通省：雨水の利用の推進に関するガイドライン（案）、平成 30 年 6 月
- 15) 経済産業省：APEC 水インフラの質に関するガイドライン、平成 30 年 11 月
- 16) 国土交通省：湧水対応タイムラインの作成のためのガイドライン（初版）、平成 31 年 3 月
- 17) 内閣官房水循環政策本部事務局：地下水マネジメントの手順書、令和元年 8 月

おわりに

本ガイドラインは、新たな「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す。地下水の保全に取り組む上での参考となるように、環境省で先進地域の事例を取りまとめています。今後とも、内閣官房水循環政策本部事務局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るとともに、環境省として関連する施策を推進して参ります。

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、2014年(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)(いずれも座長：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。また、改訂版を取りまとめるにあたって「健全な地下水保全と持続可能な地下水利用に関する検討会」(令和元年度、令和2年度)の中で貴重なご意見を賜りました。

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情報提供を行って参りたいと思います。引き続き御指導、御意見を賜りますようお願い申し上げます。

2021年(令和3年)3月
環境省 水・大気環境局
土壌環境課 地下水・地盤環境室

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
大東 憲二	大同大学 情報学部教授	令和元年度 ^{※4} 令和2年度 ^{※5}
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} 令和元年度 ^{※4} 令和2年度 ^{※5}
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 ^{※3}
柳 憲一郎	明治大学 法学部 専任教授	平成25年度 ^{※1} 平成26年度 ^{※2} 平成27年度 ^{※3} 令和元年度 ^{※4} 令和2年度 ^{※5}

※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)

※4 令和元年度・・・「令和元年度健全な地下水保全と持続可能な地下水利用に関する検討会」

(全3回)

※5 令和2年度・・・「令和2年度健全な地下水保全と持続可能な地下水利用に関する検討会」

(全2回)