

「気候変動等によるリスクを踏まえた
総合的な水資源マネジメント」について
(中間とりまとめ)

平成20年5月

「気候変動等によるリスクを踏まえた
総合的な水資源管理のあり方について」研究会

目 次

はじめに	1
1. 水資源政策の課題	2
1.1 量と質の一体的マネジメント	
1.2 豊かな環境への配慮	
1.3 緊急時の水供給機能の低下への対応	
1.4 気候変動による新たなリスクへの対応	
2. 気候変動による新たなリスクとその対応	5
2.1 気候変動による新たなリスクに対する世界の認識と対応	
2.2 我が国の近年の気候変動の影響	
2.3 我が国の気候変動による新たなリスク	
2.4 我が国の気候変動による新たなリスクへの対応	
3. 総合的水資源マネジメントの推進	14
3.1 総合的水資源マネジメントとは	
3.2 基本的視点	
3.3 総合的水資源マネジメントの具体的な方策	
3.3.1 水を大切に使う社会の構築と安定した水資源の確保	
3.3.2 量と質の一体的マネジメント	
3.3.3 震災・事故時等緊急時の水供給機能低下への対応	
3.3.4 地表水と地下水が一体となったマネジメントの推進	
3.3.5 豊かな水環境の保全・創出	
3.4 総合的水資源マネジメントの推進方策	

はじめに

我が国の全体的な水使用量は、近年、やや減少の傾向にある。また水資源開発施設の整備が進んだことも相まって、水需要と供給の乖離が縮小し、平均的には需要に供給が追いつかない状況からは脱却しつつある。

一方、水資源の有効利用、水害や土砂災害への対策、安全でおいしい水への要請、豊かな環境への配慮、震災時等の水供給機能の低下等の課題に十分対応できておらず、また、国民の意識の急速な高まりを背景に、これらの課題への対応が望まれている。

さらには、降水量の変動幅の増大など、近年の気候変動に起因する降雨特性の変化が確認されているが、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）の第4次評価報告書（2007）は、地球温暖化が加速度的に進行していることを明らかにした。気候変動による影響の大半は、「水」を介して現れてくるものであり、今後さらに水資源等に大きな影響が生じると予想されている。

このような状況の中で、将来、いかなる社会状況下においても良質な水資源を安定的に確保できるようにするためには、顕在化している課題や、気候変動等の水資源に対する新たなリスクに対し、これまでの水資源開発による量的な充足を優先する方策から、水資源の有効利用、水量と水質の一体的取り扱い、危機管理も含めた総合的な水資源マネジメントを基本とする方策へ転換していく時機にきている。

このため、有識者からなる、「気候変動等によるリスクを踏まえた総合的水資源管理のあり方について」の研究会を設置し、2007年7月から2008年3月まで5回の会合を中心に活発な議論を積み重ねてきた。この『中間とりまとめ』は、この間の成果をとりまとめたものであり、今後の議論や方策の具体的検討に活用されることを期待するものである。

1. 水資源政策の課題

(背景) ～施設整備を中心とする量的なキャッチアップはほぼ達成～

- ・我が国の水資源は、国土が急峻で河川流路が短いという地形的特性や降雨が梅雨や台風などの一定の時期に集中している気候的特性から、地域的にも季節的にもその賦存量が偏在するとともに、社会・経済の活動から水需要が地域によっても大きく異なるという特性を持った、有限かつ脆弱な国土資源である。
- ・高度経済成長期における大都市を中心とする急増する水需要に対し、施設整備を中心とする量的なキャッチアップの時代は、社会経済活動が安定的な局面へ移行した今日、ほぼ終わりつつある。

(現状と課題) ～顕在化する課題、気候変動に伴う水資源への影響・リスク～

- ・一方、これまで量的な確保が優先されてきたため、水資源の有効利用、水害や土砂災害への対策、安全でおいしい水の確保、豊かな環境への配慮等の課題には十分対応できておらず、また、国民の意識の高まりを背景に、これらの課題への対応の充実が望まれている。
- ・また、渇水時、震災時等の水供給機能の低下、テロや事故による水供給機能の低下も懸念され、これら緊急時の対応も課題となっている。
- ・さらには、近年の少雨化により、水資源開発施設の現時点の供給可能量は計画時点のそれよりも低下傾向にある。
- ・「気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書（2007年公表）」において、気候変動によるリスクが高まることが従来の報告書と比べて信頼性をもって指摘されている。
- ・気候変動の影響は、極端な少雨現象、大雨の発生など降水特性の変化となって現れ、その結果、自然現象面から渇水・水害リスクが高まり、国民生活や経済活動に影響が及ぶおそれがある。渇水リスクは、人口減少等の社会状況の変化、水利用の変化、水インフラの整備状況等にも左右されるが、対応については、相当の長期間を要する場合や、対応することが困難な場合も想定される。
- ・このため、これまで深刻な課題として捉えられていなかった、気候変動による水資源に対する新たなリスクを早急に認識し、その影響を調査研究し、いかなる対応策を講じていくか導き出すことが大きな課題である。

(対応策の必要性) ～総合的水資源マネジメントによる対応への転換～

- ・ 水は人類の生命、社会経済活動に不可欠なものであり、いかなる社会状況下においても、将来にわたり良質な水を安定的に確保し、国民が安全安心でうるおいのある水の恵みを享受していけるようにすることが国の使命である。
 - ・ 例えば、少子高齢化に伴い国民の負担力が低下した場合でも、必要な水関連の社会資本を維持し続けなくてはならない。また、エネルギーの制約が厳しくなった場合でも対応しなければならない。
 - ・ この理念のもとに、先に示した水資源に関して顕在化している課題や気候変動等による新たなリスクに対応するため、従来の量的充足の優先から、限られた水資源の有効利用、量と質、地下水と地表水の一体的取り扱い、危機管理も含めた総合的な水資源マネジメントを行う体系へと転換しなければならない。
 - ・ そのための総合的かつ具体的な方策を、体制の整備とあわせて早急に確立していくことが国としての喫緊の課題である。
 - ・ その際、水資源分野だけではなく、エネルギー、環境対策等、国全体の施策との関連性、総合性も視野に入れて進めることが肝要である。
- ・ 水資源政策において対応すべき主な課題を以下に示す。

1.1 量と質の一体的マネジメント

- ・ 我が国の水資源行政はこれまで、水量の安定的確保を中心に進められ、水質については衛生面と水域環境面から別途施策がとられてきたが、水資源として量と質は不可分であり、湖沼・貯水池、河川等の水質改善をより効果的・効率的に進めるためには、関係行政機関が適切な役割分担・連携のもとに、流域が一体となった取組が必要である。
- ・ 水環境の改善に向けて、水系・流域毎に水量と水質とを合わせた評価を行うことにより、量と質を一体化した水資源マネジメント体系をつくる必要がある。
- ・ 水道水源には、有害物質等や未解明物質などの混入により、健康・生命に対するリスクが内在している可能性があり、安全・安心の水供給の観点から、それへの対応策の充実が求められる。
- ・ 水道水の安全性の確保、河川正常流量の確保等の観点を踏まえ、水系全体としてより安全でおいしい水の確保の方策として、関係行政機関の連携のもとに、取排水システムのあり方等の検討が求められる。

1.2 豊かな環境への配慮

- ・生物の生存基盤である水環境への配慮や人と水との関わりの回復が十分になされていない面があり、通常時の河川流量減少、水質汚濁の進行、生態系への悪影響等、水循環系における様々な問題が顕在化している。健全な水循環系の構築のために、豊かな水環境への配慮が不可欠となっている。

1.3 緊急時の水供給機能低下への対応

- ・大規模な地震時には、水資源開発施設や水供給施設の損壊等に伴い水供給機能が低下し、特に、高齢者などの生活や経済活動等への影響が懸念される。
- ・水資源開発施設・水供給施設の老朽化に伴う施設故障・損壊による水供給機能低下が懸念される。
- ・テロ等による施設損壊や有害物質の投入等による水供給機能低下も懸念され、大規模な渇水時も含め、これらの緊急時のリスクへの対応が不可欠となっている。

1.4 気候変動による新たなリスクへの対応 （参考図－1 参照）

- ・気候変動の影響により、極端な少雨現象が発生し、渇水の頻発や深刻化を招き、これまで以上に利水安全度が低下する可能性がある。
- ・加えて、水質の悪化、地下水の塩水化による利水障害、発生頻度の高まりが懸念される水害・高潮災害による水供給機能低下等、国民生活や経済活動に大きな影響が及ぶおそれがある。
- ・早急に、気候変動による水資源に対する新たなリスクを認識し、その対応策を講じなければならない。

2. 気候変動による新たなリスクとその対応

2.1 気候変動による新たなリスクに対する世界の認識と対応

2.1.1 IPCC第4次評価報告書

2007年2月から順次公表された本報告書は、気候変化が世界中の地域の自然と社会に影響を与えていることが明らかになったことを報告している。同時に、適応策（気候変動による避けられない影響への対応）と緩和策（温室効果ガスの排出削減）を組み合わせることによって、気候変化に伴うリスクを低減することができるとしている。

この報告書における水資源に関連する主な記述は、以下のとおりである。^{※1}

(1) 気温・降水等

- ・ 20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性がかなり高い。
- ・ 100年後の気温上昇は、最も温室効果ガスの排出が少ないシナリオでは1.8℃、最も排出量が多いシナリオでは4.0℃と予測される。^{※2}
- ・ より極端な降水現象が起きる可能性がかなり高い。
- ・ 積雪面積は縮小することが予測される。

(2) 干ばつ・水利用可能性

- ・ 温暖化は、気候変動の増大とともに、干ばつのリスクを増加させることになる。
- ・ 融雪の早まりは、水需要が最も高い夏季と秋季に融雪から供給を受ける流域での干ばつのリスクを増加させるきっかけとなることがある。
- ・ 干ばつの影響を受ける地域の面積が増加する可能性が高い。
- ・ 計算モデルによっては、2090年代までに、100年あたりの極端な干ばつ事象の回数は2倍に、平均干ばつ期間は6倍に増加する結果となった。
- ・ 今世紀の間に、氷河及び積雪に蓄えられている水供給が減少し、主要な山岳地帯から融雪水を受ける地域（現在の世界人口の6分の1以上が居住している）における水の利用可能性を減少させると予測される。
- ・ 氷河や雪解けの水の流れ込む河川の多くで、流量増加と春の流量ピーク時期が早まる。

※1 参考文献は、本文末尾を参照。

※2 IPCC 報告書では、「最良の推計値」と「可能性が高い予測幅」があわせて示されている。（最良の推計値1.8℃の予測幅は1.1～2.9℃、4.0℃の予測幅は2.4～6.4℃。）

- ・今世紀半ばまでに、年間平均河川流量と水の利用可能性は、高緯度域及びいくつかの熱帯湿潤地域において 10~40%増加し、中緯度域のいくつかの乾燥地域及び熱帯乾燥地域において 10~30%減少すると予測される。
- ・中央アジア、南アジア、東アジア及び東南アジアにおける淡水の利用可能性は、特に大河川の集水域において、気候変化によって減少する可能性が高い。

(3)海面上昇

- ・100年後の平均海面水位の上昇は、最も温室効果ガスの排出が少ないシナリオでは 0.18m~0.38m、最も排出量が多いシナリオでは 0.26m~0.59m と予測される。

(4)地下水

- ・海面水位上昇によって地下水と河口の塩水化地域が拡大し、沿岸部の住民と生態系の淡水利用可能性が減少する可能性がかなり高い。
- ・一定の状況下（河川と帯水層との良好な水理的なつながり、低い地下水涵養速度）で、河川の水位変化は、地下水涵養の変化よりもはるかに地下水位に影響する。

(5)水質・生態系

- ・水温の上昇、降水強度の増大、及び低水期間の長期化は、生態系への影響とともに、多くの形態の水質汚濁を悪化させる可能性が高い。これらの汚濁には、堆積物類、栄養類、溶存有機炭素、病原菌、農薬、塩、熱汚染によるものなどがある。

2.1.2 諸外国の対応の動向

- ・経済協力開発機構（OECD）による、先進国における気候変動に関する適応策の進捗状況調査（2006.5）等^{※3}によれば、多くの先進国では気候変動による水資源への影響を認識し、気候変動影響評価を進め、水資源分野の適応策の検討に着手している。

(アメリカ合衆国カリフォルニア州)

- ・西海岸沿いでは、冬期の湿潤状態の増加、夏期の乾燥状態の長期化が懸念されている。また、2050年までに、シエラ山脈の積雪量が 25%減少することが予測されている。排出シナリオに基づく気候変動の影響評価と適応策の検討が行われており、全部門での水需要増加、積雪の減少に伴う水供給

※3 参考文献は、本文末尾を参照。

と水力発電への影響、生態系への影響、海面上昇によるデルタ地帯への塩分侵入が予測されている。適応策として、節水対策の強化、表流水貯留、地下水貯留、送水施設などを含む水管理・送水システムの拡張が検討されている。また、人口増加、気候変動及び環境ニーズに対応するインフラ整備として、洪水管理、下水処理水の再利用、地下水貯留、節水やその他統合的地域水管理のための予算が提案された。

(カナダ)

- ・気候変動による冬期の流出増加、夏期の流出減少が予測されている。最近、渇水被害が顕在化しているブリティッシュコロンビア州等において、気候変動問題への適応策が検討・実施されている。
- ・気候変動による主な影響として、作物生育期間の延伸、農業用水需要増加、季節的な水不足、水質低下、魚類生息環境悪化、水使用による紛争増加が予測されている。適応策として、利用者による節水対策、渇水に対する計画及び準備のさらなる重視、水量・水質・気候に関する国の監視、河川生態系を考慮した水の公平な配分に関する手続き、温度に耐性のある作物への品種改良、かんがいシステムの開発等が検討・実施されている。

(オーストラリア)

- ・西オーストラリア州南西部では、1970年代半ばから降雨が15%減少し、将来、気候変動により、降水量が2030年代までに最大20%、2070年までに最大60%減少することが予測されている。同州では、2005年に多様性による安全保障戦略「水資源開発計画2005-2050」を策定した。この戦略では、海水淡水化、下水処理水再利用、水源域管理、水取引等、降雨状況に依存しない水資源オプションと計画対象年の見直し等により、将来の水需要増と気候変動への適応を図るものとなっている。

(ヨーロッパ)

- ・北ヨーロッパの年降水量は1~2%増加する一方で、南ヨーロッパは年降水量、降水量が減少し、より頻繁に過酷な干ばつが予想される。EC委員会は、2007年に適応策の重要性を訴える「グリーンペーパー」、「EUの水不足と干ばつへの取組」を公表している。各国では、供給を増やすための技術的方策、水使用効率向上（雑用水利用等）、経済的手法の改善（水価格設定）、保険制度、水使用制限、水収支を改善する国土計画、予測・監視・情報提供等の適応策が検討・実施されている。

2.2 我が国の近年の気候変動の影響

- ・日本の年平均気温は、この 100 年間に約 1℃上昇している。年降水量は、年毎の変動幅が近年広がる傾向があり、20 世紀前半と比較して著しく少雨となる年も見られる。
- ・加えて、近年、暖冬により、降雪量が減少し、融雪時期が早まっている。これらのことから、ダム等が計画された時点の供給可能量と比較すると、近年の渇水年における供給可能量はかなり減少し、供給実力が低下している。
- ・利根川流域において、過去 100 年間に於ける渇水の発生状況を取水制限等の渇水対策を行わない条件でシミュレーションすると、ダムが枯渇する渇水が近年ほど頻発する結果となり、渇水リスクが高まっていることがうかがえる。

2.3 我が国の気候変動による新たなリスク

- ・IPCC 第 4 次評価報告書では、地域の人口増加や経済発展による水需要増加等、社会面の変化が気候変動の影響をより大きくすることが指摘されている。我が国における気候変動によるリスクの認識にあたっては、地域特性を踏まえ、自然現象面のみならず、今後の人口動向、経済成長、食料自給率等の社会状況の変化に伴う需要変動を考慮した検討が必要である。

2.3.1 渇水リスク

(1) 自然現象面のリスク

① 極端な少雨現象の発生

- ・降水量の変動幅の増大により、100 年後^{※4}の季節降水量が 20 年のうち少ない方から 1~2 位に相当する季節別の降水量を現在と比較すると、将来の方が、より少雨となる地域が増大する。(参考図-2 参照)
- ・具体的には、RCM20^{※5}(A2 シナリオ^{※6})を用いた 100 年後では、以下の地域で少雨現象が著しくなっている。

冬期^{※7}(20 年 2 位)は東日本から九州にかけての地域

春期^{※7}(20 年 1 位、2 位)は西日本を中心とする地域

※4 100 年後：2081～2100 の 20 年間。現在は 1981～2000 年の 20 年間。

※5 Regional Climate Model 20：日本周辺を計算の領域としている地域気候モデル。水平解像度は 20km × 20km。

※6 「多元化社会シナリオ」、世界経済や政治がブロック化され、貿易や人・技術の移動が制限。経済成長は低く、環境への関心も想定的に低い。

※7 冬期：12～2 月、春期：3～5 月

- ・季節降水量が少雨現象（20年1~2位）となる場合に渇水の発生が多いこと※⁸、将来、季節降水量において極端な少雨現象の発生の可能性がかなりの地域で高まることから、自然現象面（供給側）において、渇水リスクは高まるおそれがあると考えられる。

②積雪の減少・融雪時期の早まり

- ・100年後の利根川上流域で、各地で、積雪深が大幅に減少することが予測されている。同流域の試算※⁹では、大幅な積雪量の減少と融雪時期の早まりにより、代かきなどの農業用水の需要期に河川流量が減少して今まで以上にダムからの水の補給が必要となる。一方、時期の早まった融雪水が満水状態の貯水池に流入しても貯留できず、有効に利用できない河川流量が増大し、少雨とあいまって、渇水が発生する。これらのことから、融雪水に依存する地域では、渇水リスクが高まるおそれがあると考えられる。
（参考図－3，4参照）

(2)需要変動の影響

①社会状況の変化による影響

- ・社会状況は、30年後※¹⁰の中期、50年・100年後※¹⁰の長期において、大幅に変化をしていくものと考えられる。ここでは、飛躍的な技術革新については考慮せず、人口減少、食料生産量等について大胆な仮定を行い、全国の使用量への影響について大まかな試算※¹¹を行った。（参考図－5参照）

(試算結果)

- ・全国の水使用量は、中期・長期において、人口減少（高位仮定、中位仮定）、食料生産を現状維持等と仮定したことによる農業用水の横ばい傾向等から、現状の約9割程度となる。
- ・なお、長期の地域別人口推計は公表されていないが、30年後の地域別の人口（中位仮定）によれば、関東は、全国平均より約6%高くなっており、人口の地域的な偏在が渇水リスクをさらに高めるおそれがある。

※⁸ 利根川流域において、過去のデータ（1961～2006の46年間）、将来のシミュレーション（2081～2100の20年間）によれば、季節降水量が20年1～2位程度の少雨の場合に渇水が発生。

※⁹ 100年後、RCM20（A2シナリオ）により、みなかみ町藤原の積雪深を国土交通省水資源部が試算。

※¹⁰ 30年後：2035年、50年後：2055年、100年後：2105年（現時点を2005年としている。）

※¹¹ 生活用水は、「人口減少」と「節水機器の普及による原単位の減少」を考慮。人口は日本の将来推計人口」国立社会保障・人口問題研究所の高位仮定及び中位仮定を使用。原単位減少は、30年、50年・100年後20%減少。

農業用水は、30年、50年・100年後、「生産量」を現状維持を試算。

工業用水は、30年、50年後、淡水使用量は、年約0.5%増加。回収率は、約82%、85%と仮定。100年後は50年後の使用量と同じ。

②各流域における社会状況変化、水利用の変化による影響

- ・気候変動に伴う気温上昇により、かんがい時期の変更、水田等からの蒸発散量の増加が予測される。石狩川流域、利根川流域、筑後川流域を対象に、このような水利用の変化、上記の社会状況の変化（地域別人口減少（高位仮定・中位仮定）、食料生産の現状維持等）を仮定し大まかな試算※¹²を行った。

（試算結果）

- ・石狩川流域・利根川流域では、50年・100年後は、かんがい期の変更時期によって、一部渇水リスクが緩和されるが、おおむね渇水リスクが現在より高まる。筑後川流域の松原・下釜ダム流域では、50年・100年後、おおむね渇水リスクが現在より高まる。江川・寺内ダム流域のように、全体使用量に対し、都市用水の占める割合が多い流域では、渇水リスクは緩和される。（参考図－6参照）
- ・今後、各流域での検討をさらに進めていく必要があるが、地域によっては、社会変化の影響、水利用変化の影響等需要側の影響を考慮した場合でも、渇水リスクが高まるおそれがあると考えられる。

2.3.2 水質面・生態系への影響

- ・水質面、生態系への具体的な影響については、未解明な部分が多いが、定性的には以下のような影響が考えられる。（参考図－7参照）
- ・水源池の水循環の変化や、植物プランクトンの増殖に伴う遺骸の増加による底層の溶存酸素消費に起因する重金属（鉄・マンガン）・栄養塩類の溶出のおそれ、植物プランクトンの増加による異臭味の発生のおそれ、あるいは、洪水頻発による濁水の発生等による水質悪化が懸念され、安全でおいしい水への対策が一層必要となることが予想される。
- ・さらに、水温上昇に伴う大腸菌等の増加による感染症への影響のおそれ等、安全面での影響も懸念される。

※12 3流域とも、50年・100年後、工業用水10%減。農業用水は現状と同じ（ただし、蒸発散考慮し、5%増）。

石狩川流域は、かんがい時期を-20日～0日に変化させ、生活用水は、50年後は、35%減（高位仮定）、40%減（中位仮定）、100年後、55%減（高位仮定）、70%減（中位仮定）。

利根川流域は、かんがい時期を-20日～+60日に変化させ、生活用水は、50年後、35%減（高位仮定）、40%減（中位仮定）、100年後、55%減（高位仮定）、70%減（中位仮定）。

筑後川流域は、かんがい時期を-100日～+40日に変化させ、生活用水は、50年後、40%減（高位仮定）、40%減（中位仮定）、100年後、60%減（高位仮定）、70%減（中位仮定）。

東京大学気候システム研究センター（CCSR）の高分解能全気体大気海洋結合モデルの計算結果を用いている。

- ・生態系への影響の一例として、冷水魚の分布域を減少させるおそれがあり、種の多様性の低下が懸念される。また、淡水にすむ動植物プランクトンの優占種の変化により、食物連鎖や生態系に影響を与える懸念がある。

2.3.3 地下水への影響

- ・地域的な海面上昇は、大気の流れの数十年規模の変動や潮流の変動など自然要因の影響を強く受けることから、その量の見通しを精度良く立てることが難しいが、沿岸域における地下水の塩水化を進行させるおそれがある。
- ・内陸部においても、降水量の変化に伴う河川水位の変化が地下水涵養量に影響を及ぼすおそれがある。

2.3.4 洪水時・高潮災害時の浸水による水供給機能低下

- ・強い降水の発生頻度や降水量の増大の可能性が高まることに伴い、洪水や高潮による浸水被害のおそれが高まり、水供給施設の機能が低下するリスクが高まることが懸念される。

2.4 我が国の気候変動による新たなリスクへの対応

2.4.1 基本的考え方

気候変動リスクを取り込んだ総合的水資源マネジメントの推進

- ・中期（30年後）、長期（50~100年後）において、一定の仮定のもとではあるが、需要側の影響（人口減少や水利用変化等）を考慮した場合でも、地域によっては渇水リスクが高まるおそれがある。その適応策については、新たな水資源開発に加え、総合的な水資源マネジメントの推進が強く望まれる。（参考図－8 参照）

2.4.2 基本的視点

従来からの課題に対する必要性に基づく総合的水資源マネジメントの視点（水資源の有効利用、量と質の一体的マネジメント、危機管理）に加え、気候変動リスクについては、特に、以下の視点が必要である。

(1) 順応的な対応

- ・将来の変動が大きくなるので、従来手法のように、過去のデータをもとに目標値が固定的に設定される施設計画等では対応できない。変動を前提として、早い段階から長期的な視点に立ち、必要な適応策を順応的に講じていく必要がある。
- ・新たな知見が得られる毎に利水安全度の低下分等、気候変動の影響の再評価、これに基づく定量的な目標設定、適応策の提案・実施を行う必要がある。

る。

- ・その際、人口減少、少子・高齢化、食料自給率など社会状況の変化、水利用の変化等、需要側の変化を十分に考慮する必要がある。
- ・また、順応的な対応においては、その時々において、全体として最大の効果を求めるときに個々の参加者の受益のバランスが変化することがあることや、確率論的な対応をした場合に外れるリスクをどう分担するかなど、制度論としての検討を早い時期から行う必要がある。

(2)水を大切に使う社会の構築

- ・国民、利水者、企業等各自が意識を持って社会全体で水を大切に使う社会の構築は、有効な適応策である。また、緩和策としても、上下水道処理のエネルギーを削減し、CO₂の削減等にも寄与する。社会全体の問題として取り組む水を大切に使う社会の構築は、対応策の土台として、推進していく必要がある。

2.4.3 具体的な対策

(渇水リスクへの対応)

①調査・研究の充実

- ・IPCC 第5次報告書へ向けた調査・研究動向を踏まえつつ、以下のような調査・研究を充実する必要がある。
- ・自然変動、水の利用・管理の形態、需要面の変化を総合的に踏まえた気候変動の影響の予測
- ・それを踏まえた施設計画の策定、ならびに必要投入資源量の試算等

②新たな技術開発の推進

- ・将来の変化に対し、水資源の有効利用や、水利用変化に対応する、以下のような新たな技術開発を推進する必要がある。
- ・水利用合理化技術、気象予測を踏まえた管理技術
- ・節水型の水稲栽培、高温耐性品種開発
- ・従来の水利用とは異なる水の使い方の可能性とその効果（例えば、水による冷房とその省エネ効果）等

(各種リスクへの対応)

①水質の影響への対応

- ・データ蓄積、既存対策の効果検証、シミュレーションによる予測
- ・効果的な貯水池内水質改善対策等

②洪水時・高潮時の浸水による水供給機能低下への対応

- ・洪水氾濫区域やゼロメートル地帯を抱える 3 大湾等における、シミュレーションによる影響予測
- ・上水道施設の機能維持対策計画の立案
- ・施設の耐水化対策 等

③地下水の塩水化への対応

- ・海面上昇の予測、地下水塩水化への影響の予測
- ・沿岸自治体への注意喚起
- ・モニタリングの強化
- ・地下水遮水技術の活用 等

④生態系の影響への対応

- ・生態系の影響について、調査・研究、モニタリングの推進 等

3. 総合的水資源マネジメントの推進

3.1 総合的水資源マネジメントとは（参考図－9参照）

理念：「持続的な水活用社会と健全な水循環系の構築」

基本目標：「全ての国民が安全で安心な、潤いのある水の恵みを楽しむ」

・上記の理念、基本目標の達成に向け、生態系のための豊かな水環境に配慮しつつ、循環している水を社会活動を営むための重要な資源として捉え、量と質を確保するために利用・制御するとともに、社会活動の各目的間の緊密な連携・調整により、最適な水資源配分を行うこと。

3.2 基本的視点（参考図－10参照）

3.2.1 社会的な要請への対応

(1) 水資源の有効利用

・水資源の有効利用の観点から需給両面から施策を推進する。需要面では、水を大切に使う社会の構築をより一層進め、社会構造そのものから対応を図るとともに、供給面では、既存ストックの最大限の活用を図った上で、必要な水資源確保を図る。また、地表水と地下水が一体となったマネジメントを行う。

(2) 量と質の一体的マネジメント

・質が人の生命・健康、水のおいしさや、人と水との関わり、生物の生存基盤等に大きな影響を及ぼすことを踏まえ、これまで取組の中心であった量の面のみならず、量と質を一体的にとらえたマネジメントを実施する。

3.2.2 自然条件・社会条件の変化により顕在化するリスクへの対応

(1) 危機管理の視点

・大規模地震の発生、施設の老朽化による施設損壊、あるいはテロによる有害物質の投入等に伴う水供給機能低下に対し、安全保障の視点から、国民への影響を最小化させるための危機管理のマネジメントを実施する。

(2) 気候変動による新たなリスクへの対応

・気候変動による新たなリスクに対しては、取組が必要な基本的なリスクととらえ、早い段階から従来とは異なる順応的マネジメントを実施する。

3.3 総合的水資源マネジメントの具体的な方策

3.3.1 水を大切に使う社会の構築と安定した水資源の確保

3.3.1.1 需要側・供給側の水資源マネジメント

- ・水を大切に使う社会の構築と安定した水資源確保は、需要面と供給面から、水利用の安定化を図る車の両輪である。
- ・需要面において、利水者の節水や利水者間の水源の円滑な移転による合理的な水資源配分を促進させるとともに、利水者の自発的な水源確保を促進させるため、各水系において、地域の実情等を踏まえつつ、負担に応じた適切な受益が得られる仕組みの導入について検討を進めていくべきである。この結果、最終利用者（エンドユーザー）の水利用の安定性向上や費用負担の公平性が進み、最終利用者の公益性の増進が期待される。

(1)節水意識の高揚

- ・社会構造そのものを国民の節水意識が働くものにしていくことが不可欠であり、国民や、節水型水使用機器を開発する企業まで含めてインセンティブが働く各施策を講じて行く必要がある。

(2)水利用の合理化

①漏水防止対策、再利用率の向上

- ・漏水防止のため、導水・送水施設等、老朽化施設を計画的に改築する必要がある。
- ・工業用水の再利用率の一層の向上を推進する必要がある。

②雨水、再生水利用の推進

- ・雨水、再生水の利用は、平常時の水道水使用量を軽減し、水資源開発施設の貯留量を温存する効果がある。
- ・雨水、再生水利用の推進（利用量・用途の拡大）は、取水量の低減による河川における希釈量の向上に寄与するため、安定した水資源の確保のみならず、安全な水質確保への対応策としても有効である。
- ・都市内の環境用水として雨水、再生水を活用することは、緊急時の防災用水が確保でき、環境面、防災面で有効な手段である。
- ・下水の再生水は、渇水時においても水資源開発施設の代替水源となる。
- ・雨水、再生水利用は、水需給逼迫地域の需給ギャップを緩和する有効な方策である。

(3)既存ストックの積極的な活用による合理的な水供給

- ・供給側においては、限られた水資源を有効に利用する観点から、既存ストックを積極的に活用する必要がある。活用にあたっては、施設を資産（アセット）と捉え、施設の耐用年数の到来等を踏まえつつ、求められる機能やサービスを維持・達成できるよう、計画的に更新・修繕を図るアセットマネジメントを以下のような施策を通じ推進する必要がある。また、地球温暖化対策の観点から、水資源のエネルギーとしての有効利用を図る。

①平常時対策

- ・計画的な堆砂掘削、ゲート等の補修等、アセットマネジメントの確立
- ・ダム嵩上げ等、ダム再開発による水資源利用容量の拡大
- ・ダム群連携、ダム統合運用による貯水池運用の効率化 等

②渇水時対策

- ・渇水時における水系内の利水者間の水融通、並びに水系間での広域的な水融通
- ・異常渇水時の緊急避難措置におけるダム堆砂容量、発電専用ダムの死水容量の活用、再生水利用等の推進 等

3.3.1.2 合理的な水資源配分の促進

(1)渇水調整の見直し

- ・地域の実情、施設の整備状況、これまでの経緯を勘案する必要があるが、結果として水資源確保努力が必ずしも渇水調整に反映されないこともあることに鑑み、公益性、公平性を確保する観点から、渇水調整ルールを見直していくことは重要な課題である。
- ・渇水調整ルールについて、負担と受益の関係、利水者の利害等の観点から、地域において十分に議論がなされ、早期に地域の課題が共有されるべきである。ただし、水利秩序が長い時間をかけて地域の合意を形成しつつできあがっていること、利水安全度等水系毎の実情や過去の経緯を十分に踏まえる必要がある。
- ・したがって、各地域においては、利水者の節水と水源確保努力が渇水時に反映されるよう、開発水量に応じた取水制限による渇水調整や節水がフィードバックされる渇水調整等についての検討を、国においては、未利用水を渇水時に利水者自らが利用できる仕組み、財政基盤の弱い等の理由から水需要に対して水源確保量に余裕を持つことができない小規模利水者等に対するセーフティネットの仕組みの検討を始めるべきである。

(2)未利用水の転用促進

- ・未利用水の転用にあたっては、施設等の譲渡に伴う費用負担については、当事者間の調整に委ねられているところであるが、その際、調整の円滑化が進むように現行の費用負担のもととなる当時の建設費用に加え、現時点において同じ開発水量を得る場合の建設費、耐用年数、近年の気象変動による施設の実力低下、水源対策費等を考慮する等、未利用水の転用の費用負担の考え方を確立すべきである。ただし、データの開示に関しては施設所有者の理解に基づき進めていく必要がある。

(3)渇水時の一時融通に対する費用負担の促進

- ・費用負担に対する利水者の理解を進め、負担と受益の関係が適切となるように、各地域の実情を踏まえ、渇水調整協議会等を拡大した場を設定して費用負担の考え方について一定のルールを確立すべきである。

3.3.2 量と質の一体的マネジメント

(1)総合的な水質改善の推進

- ・水道の原水である湖沼・貯水池等や河川の水に対し、水質モニタリング等の対応により水質リスクを評価するとともに、水域の水質汚濁メカニズム、水質改善対策の進捗状況、対策の費用対効果等、地域の状況を踏まえ、発生・排出段階のマネジメントや水域でのマネジメントを行う等、流域が一体となって総合的な水質改善を推進することにより、安全で良質な水資源の確保を推進する。
- ・そのために、必要に応じて、地域・流域単位で水質改善に関する計画を策定することとし、関係者による連携した取組を実施する。これらを円滑に実施するための関係者の連携・調整の場として、地域・流域毎に水質に係わる協議会を活用・設置する等により、①水質に関するモニタリング、データベースの共有、分析、②流域の水質の総合的な基準・目標の設定、③水質保全・改善対策の実施等を行う。また、国レベルにおいても、水質に関する省庁間の水質保全についての共通認識の形成、連携・協力のあり方に関する検討・整理を行うための場を設置して取組を推進する。
- ・とりわけ、湖沼・貯水池等の閉鎖水域である水源池では、流入する汚濁物質が蓄積し、早期の水質改善が難しい状況であるため、流域が一体となった総合的な水質改善について長期にわたる持続的な取組をさらに進めていく。底泥浚渫、水質浄化、降雨初期の汚濁負荷の流入削減対策のほか、流域における下水道整備や高度処理の推進、工場、事業場の排水規制などの点源対策のほか、農地の適正施肥、森林の適切な管理等総合的な施策を推進する。

(2)安全な水質確保への対応

- ・事業場からの排水や生活排水のより適正な処理、浄水処理の高度化、モニタリング等の対応を進めることにより、リスクを適正にマネジメントしていくべきである。
- ・リスクへのより高いレベルでの対応を求める社会的な要請、河川の水質の特性、費用対効果等を踏まえつつ、今後、原因物質を低減しリスクを回避するため、排水の適正処理、浄水処理の高度化等を推進するとともに、必要に応じて、本川に流入する支川等からの原因物質を取水地点の先に経由させてリスクを回避するための取排水システムの再編を、河川流量の減少に伴う水辺環境や生態系に与える影響にも考慮しつつ、対応策のひとつとすべきである。
- ・地震時等に生じる施設損壊に伴う浄水・下水処理等の機能低下に備え、施設の耐震化、施設のネットワーク化、バックアップ施設の設置、合流式下水道の改善対策を推進する。また、被災地点で発生した汚染物質や有害物質のリスクが下流側に伝播する場合、水質が悪化した河川水を取水しないように、多様な水源の活用、取排水システムの再編等、緊急時の対応策を検討する。これら対応策を適切に実施するために、関係機関による情報連絡体制の強化等を進める。
- ・流域全体の総合的な水資源マネジメント計画において、水質面からみた水資源の課題・対応について記載することにより、関係者の連携のもとに課題解決に向けた取組を実施する必要がある。

(3)取排水システムを再編する場合の解決すべき検討項目

- ・モデル地域を選定し、関係者の連携のもとに、モデル地域の状況に応じた課題解決に向け、以下のような事項を検討する必要がある。
- ・費用対効果の面で、排水地点や取水地点の変更に伴う導水コストが大きいことから、直接的な効果だけでなく間接的な効果として、生命・健康に関わるリスク回避の効果、水質事故回避の効果、水のおいしさの効果についての算定手法
- ・河川事業と利水事業等の共同事業制度や既存施設の活用
- ・河川流量が減少する区間が生じる場合の水量・水質や水辺環境・生態系に与える影響についての精査、対応策等

3.3.3 震災・事故時等緊急時の水供給機能低下への対応

(1)基本的な考え方

- ・不測の事態に対し、ハード・ソフト両面から、国民への影響を最小化させる危機管理対策を実施する。

(2)アセットマネジメントによる施設の確実な機能確保

- ・ 3.3.1.1(3)で示したアセットマネジメントを以下のような施策を通じ推進する必要がある。
- ・ アセットマネジメント計画の作成（CO₂の削減にも配慮）
- ・ 耐震基準の明確化、耐震性の総点検、耐震化の促進
- ・ ダム等に大規模補修を効率的に実施するための容量の確保 等

(3)リダンダンシーのある体制の確立

- ・ 広域的な水融通（緊急連絡管）、用途間の広域的な連携、水供給施設の二重化、旧施設等のバックアップ施設としての有効利用等、水源の多重化・ネットワーク化を推進する必要がある。

(4)緊急時の機動的な水供給体制の確立

- ・ 緊急時に水が危機的に不足する地域に、水を輸送・供給可能とするよう、以下のような方策を推進する必要がある。
- ・ 機動的に大規模な水供給を実施できる専門的組織体制づくり（海上水バッグ、移動式海水淡水化施設の配備等）
- ・ 現地への職員等の派遣制度、緊急援助用資機材の備蓄
- ・ 企業や住民がボランティアとして参加するインセンティブが働くような方策の検討
- ・ 緊急時のマニュアル・基準の明確化・整備、緊急時対応（優良・ヒヤリハット事例）の紹介
- ・ 応急訓練、広域的な緊急救援・給水活動訓練、「水の週間」を活用した防災訓練
- ・ 多様な財源措置の検討 等

(5)備蓄の推進

- ・ ダム等水資源開発施設のみならず、利水者における備蓄、公共施設の地下空間利用、工場や家庭での貯留、各種流通備蓄等、多様な備蓄を推進する必要がある。

(6)セキュリティ対策の推進

- ・ 事故やテロ等に対するセキュリティ基準の明確化、総点検、対策の強化

3.3.4 地表水と地下水が一体となったマネジメントの推進

(1)基本的な考え方

- ・地下水については、重要な水資源であり、水循環系の構成要素であることを踏まえ、地下水利用の影響を十分把握した上で、水資源の有効利用を推進する。
- ・その際、平常時の利用と緊急的な一時利用に分けて考え、地表水と地下水の適切な組み合わせにより、量と質両面から順応的な対応を図りつつ、持続的な地下水資源の適正な利用を図るものとする。
- ・水の循環の場である流域における、貯留浸透、涵養能力の保全・回復増進等、流域の視点を入れた総合的な水資源マネジメントによる対応を行う。

(2)緊急時の水源としての適切な利用

- ・地下水利用によって地盤沈下を起こす地域において緊急時の水源として利用する場合には、その影響を十分把握した上で、目標地下水位の設定、観測、数値シミュレーションによる評価により、地下水収支バランスが保たれる範囲内で、適正な利用を促進する必要がある。
- ・常時使用しない地下水水源を緊急時の重要な水源として維持する場合には、機能を適切に維持するための維持管理計画の策定を誘導する必要がある。

(3)地下水資源マネジメントの運用方策

- ・マネジメントに必要なデータが十分に活用されるように整備されていない諸情報を規格化して、わかりやすい情報として管理し、一定規模以上の地下水取水を含め公表するとともに、モニタリングできる制度を確立すべきである。

(4)地下水資源マネジメントの社会的合意形成

- ・土地に付随した私権という性格を持つ地下水に対し、地下水が水循環を構成する重要な要素であるという観点から、地下水についても公共的な性格を持つものとして取り扱うことが必要である。このため、モニタリング制度の確立、流域や地域で策定される健全な水循環計画での位置づけを促進する必要がある。

3.3.5 豊かな水環境の保全・創出

(1)生態系への配慮

- ・水は生物の生存基盤であることから、人間の生命・健康のみならず生態系

にも十分配慮しつつ、河川・水路等の維持流量や環境用水の確保、水辺の保全・整備、水質改善等、適正な量と質の確保を図ることにより、豊かな水環境の保全・創出することが必要である。

(2)人と水との関わりの回復、水文化の保存・創造

- ・水質改善、河川や湖沼等における親水機能の向上、湧水の回復等により、人と水との関わりの回復、水文化の保存・創造を図る。特に、都市域における環境用水の確保は、人と水との関わりの回復に加え、ヒートアイランド対策としても有効であり、積極的に進める。

3.4 総合的水資源マネジメントの推進方策

(1)制度的な枠組みと内容

- ・従来の水資源開発を中心とする需要キャッチアップのための制度的枠組みから、上記で示した総合的な水資源のマネジメントを推進するための制度的な枠組み、組織を、国の果たすべき役割や流域単位での施策の推進を十分踏まえつつ検討すべきである。

(2)水資源開発基本計画（フルプラン）に代わる総合的水資源マネジメントのための計画

- ・現在、人口の急激な増加、産業の開発及び発展により用水を必要とする地域に対し、安定した水供給を確保するため、水資源の総合的な開発及び利用の合理化を促進する必要がある水系を対象にフルプランが策定されている。
- ・フルプランでは、用途別の水の需要の見通し及び供給の目標、供給の目標を達成するために必要な施設の建設に関する基本的事項等が記載され公表される。同計画は、利水者を含む関係者の合意を形成する役割も果たしている。
- ・今後、現行のフルプランに基づく水資源開発施設の完成により基本的な需給の量的なバランスが確保された後には、気候変動による新たなリスク等に対応するため、フルプランに代わる総合的水資源マネジメントのための計画及びこの計画の合意形成を図る場が必要である。

(3)上記計画で定める事項

- ・当該計画には、水資源施設の整備と管理、水需給の管理、緊急時における対応、水質、地下水に関わる事項等を定めるべきである。計画策定プロセスを通じて渇水調整の見直しなど、上記の場を通じて関係者間での十分な議論がなされることが望まれる。

参考文献

※ 1

IPCC 第 4 次評価報告書第 1 作業部会報告書政策決定者向け要約 (H19.2 気象庁暫定版)

IPCC 第 4 次評価報告書第 2 作業部会報告書政策決定者向け要約 (H19.4 環境省仮訳)

IPCC 第 4 次評価報告書統合報告書政策決定者向け要約 (H19.11 文部科学省・経済産業省・気象庁・環境省仮訳)

Kundzewicz, Z.W., L.J. Mata, N.W. Arnell, P. Doll, P. Kabat, B. Jimenez, K.A. Miller, T. Oki, Z. Sen and I.A. Shiklomanov, 2007: Freshwater resources and their management. *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 173-210.

※ 3

Progress on adaptation to climate change in developed countries, 2006.5, OECD

U.S. Environmental Protection Agency. 2006. Fourth National Communication of the United States of America Under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

The California Strategic Growth Plan -Flood Control and Water Supply (Governor's Budget 2008-2009)

John T. Andrew, Department of Water Resources California Water Plan Update 2009 Advisory Committee. 2007. Climate Change & the California Water Plan Update 2009.

Michael Kiparsky and Peter H. Gleick, Pacific Institute for Studies in Development, Environment and Security. 2003. California Water Plan Update 2005 Climate Change and California Water Resources: A Survey and Summary of the Literature.

Environment Canada. 2006. CANADA'S FOURTH NATIONAL REPORT ON CLIMATE CHANGE Actions to Meet Commitments Under the United Nations Framework Convention on Climate Change.

Stewart Cohen & Tanuja Kulkarni, Environment Canada & University of British Columbia. Water Management & Climate Change in the Okanagan Basin.

British Columbia. 2004. Weather, Climate and The Future B.C.'s PLAN.

British Columbia. 2004. Water Sustainability Action Plan for British Columbia: Framework for Building Partnerships.

Australian Greenhouse Office within the Department of the Environment and Heritage. 2005. Australia's Fourth National Communication on Climate Change A Report under the United Nations Framework Convention on Climate change

Source Development Plan 2005, Water Corporation. April 2005

State Water Plan 2007, Government of Western Australia, 2007

water for future Report 2006, Water Corporation, 2006

Securing Our Water Future in a Drying Climate, Dr Jim Gill, Chief Executive, Water Corporation, May 2006

Coping with Climate Change, Peter Moore, Chief Operating Officer, Water Corporation, 27 June 2007

Climate change and water adaptation issues; EEA Technical Report, 2007

「気候変動等によるリスクを踏まえた 総合的な水資源管理のあり方について」研究会

委員名簿

平成 20 年 3 月現在

- 沖大幹 東京大学生産技術研究所教授
- 小池俊雄 東京大学大学院工学系研究科教授
- 木幡邦男 (独)国立環境研究所水圏環境研究領域長
- 櫻井敬子 学習院大学法学部教授
- 津田和明 (独)日本芸術文化振興会理事長
- 長岡裕 武蔵工業大学工学部教授
- 松本和雄 (株)損害保険ジャパン顧問
- ◎ 虫明功臣 福島大学理工学群教授
- 森野美德 都市ジャーナリスト／日経広告研究所主席研究員
- 渡邊紹裕 総合地球環境学研究所教授

(敬称略。五十音順。◎は座長)