

社会環境工学研究連絡委員会
水資源学専門委員会報告

洪水・渇水に対する備え

平成17年6月23日

日本学術会議
社会環境工学研究連絡委員会
水資源学専門委員会

この報告は、第19期社会環境工学研究連絡委員会水資源学専門委員会の審議結果を取りまとめて発表するものである。

社会環境工学研究連絡委員会水資源学専門委員会

委員長	楠田 哲也	九州大学大学院工学研究院環境都市部門 教授
幹事	植田 洋匡	財団法人日本環境衛生センター酸性雨研究センター 所長、京都大学名誉教授
	藤縄 克之	信州大学工学部社会開発工学科 教授
	渡邊 紹裕	人間文化研究機構総合地球環境学研究所 教授
委員	太田 岳史	名古屋大学大学院生命農学研究科 教授
	佐藤 政良	筑波大学農林工学系 教授
	花木 啓祐	東京大学大学院工学系研究科 教授
	広石 伸互	福井県立大学生物資源学部海洋生物資源学科 教授
	道奥 康治	神戸大学工学部建設学科 教授

以下の方に、資料提供・審議参加などで協力を得た。

木本昌秀	東京大学気候システム研究センター教授
原沢英夫	国立環境研究所社会環境システム研究領域長
山本 聡	国土交通省水資源部水資源計画課水資源調査室長
吉田 等	前国土交通省水資源部水資源計画課水資源調査室長

会議開催記録

第19期社会環境工学研究連絡委員会水資源学専門委員会

- 第1回委員会： 平成15年12月 3日
- 第2回委員会： 平成16年 3月22日
- 第3回委員会： 平成16年 4月13日
- 第4回委員会： 平成16年 5月21日
- 第5回委員会： 平成16年 6月23日
- 第6回委員会： 平成16年 7月14日
- 第7回委員会： 平成16年 9月28日
- 第8回委員会： 平成16年10月19日
- 第9回委員会： 平成16年11月12日
- 第10回委員会： 平成16年12月21日
- 第11回委員会： 平成17年 3月22日
- 第12回委員会： 平成17年 5月24日
- 第13回委員会： 平成17年 6月22日

第19期社会環境工学研究連絡委員会水資源学専門委員会幹事会

- 第1回委員会： 平成17年 4月25日

要 旨

1．背景

近年、日本国内で、梅雨期や台風時の豪雨による洪水災害や降水不足による渇水被害が頻発するようになってきており、治水のための貯水池、遊水池、堤防などの施設整備が進み洪水被害の可能性はかなり小さくなったという「一般的な認識」を揺るがす状況となっている。一方で、予想される地球温暖化による地球規模での気候変動に伴って引き起こされる豪雨、干天や積雪の減少など気象・水文事象の変化が、これまでよりも精確に予想されるようになってきている。

こうした状況及び高齢化・人口減少など社会の変化を踏まえ、また、中長期的に従前と同じレベルでの「安全で安心できる社会」の確保に向けて、水循環の変動とそれにともなう治水・利水・環境保全の諸問題に対して、新たな取組を始める必要が生じている。

日本学術会議社会環境工学研究連絡委員会水資源学専門委員会では、これまでの水資源学の成果と課題を整理しながら、水資源に対する中長期的な備えの必要性を議論してきた。本報告はその結果をとりまとめたものである。

2．現状及び問題点

2-1 近年の気候変動

2004年（平成16年）は、東京で真夏日（最高気温30 以上の日）が連続40日、合計70日もあり、過去の記録を更新した。また、日本の長期的な気象記録の統計的な分析によると、ヒートアイランド現象を含めて、夏季の高温化がほぼ全国的な傾向として確認されている。さらに、弱い降水が減少し、強い降水が増加する傾向が、全ての季節や地域で共通にみられるようになってきている。

2004年は上陸した台風が多かったため、大規模の豪雨被害が目立ち、1時間雨量や1日雨量がこれまでの記録を更新したアメダス観測地点は全体の1割近くにも達した。しかも、近年、時間雨量50mmや100mm以上の高強度の降雨を観測した回数は非常に多くなっている。年降水量では、少雨年と多雨年の差が次第に大きくなる傾向が見られ、長期的には少雨化傾向が見られる。

こうした気温や降水量の変化の原因について、地球規模の気候変動や都市化などの影響などを含め、様々な側面から考察されているところである。基本的には、気候変動によって洪水や渇水の頻度や程度が変化していると考えられる。

2-2 地球温暖化に伴う気候変動の最新の見通しと水資源への影響

地球の温暖化に伴う気候変動は、近年、従来より高い精度で予測されるようになった。気温や海面水位の上昇だけでなく、降水量など水循環への影響も議論できるようになってきた。地球シミュレータを用いた気候モデルによる最新の長期予測で

は、日本では「激しい集中豪雨の頻度増大」、「年々の降水量変動幅の増加」、「強い台風の増加と台風時の降水量の増加」、「冬季の積雪量の減少と雪解けの早期化」、「夏季の気温上昇」といったことが、比較的高い信頼度で示されるようになった。

こういった気温と水循環の変化や海水面の上昇は、水資源の利用可能量や水需要に直接的な影響をもたらすので、従来の水資源開発や利用のための施設や制度で、現在想定しているような安定した管理を実現できるかどうかの検討が改めて必要となっている。

2-3 水に対する中長期的な備えの必要性

これまで、日本では、洪水や渇水などの水の諸問題に対し、治水と利水に重点をおいて各種の施設整備が進められてきた。その結果、台風や豪雨を中心とする風水害による死亡者数は大きく減少した。また、水資源の開発も急速に進み、各種の水利用に対する供給水量は増加し、需要水量が1990年代中頃から殆ど増加しなくなったことと相まって、水需給は、全国的にほぼバランスがとれるようになってきた。その一方で、平成16年のように、大きな台風や集中豪雨があればなお数百人が死亡したり行方不明になったりするような大被害が発生している。

また、河川や湖沼などの水質は、目標が達成できたとは未だ言い難い段階にある。さらに、生物多様性や生態系の保全を図るために、これまでの河川や湖沼、及び農村地域を含めた、水の管理方法や制度に対する見直しが求められるようになり、従前の生活と生産の基盤の整備を目的とした水問題への対応だけでは十分とは言えなくなっている。その結果、水資源の再配分が課題となっている。

このような従来からの課題に加えて、上述の気候変動などへの対応に関わる長期的な水資源の開発や管理の在り方を検討する必要がある。このため、これまでのハードとソフトの両面における整備の実績を踏まえながら、計画値を超えた場合に生じる超過洪水や異常渇水に関わるリスク・マネジメントの考え方を導入するなどして、将来、問題が顕在化しないように備える必要がある。その際、すでに国内で展開しつつある地域の実情に見合った洪水や渇水への取組を評価することを含めて検討すべきである。

3 . 提言

近年確認されている気候変動や、将来の気候変動及び社会の変化の見通しに基づいて、中長期的な視点から安全で安心な、そして快適な社会を維持するために、気候変動と水循環との関係、更に水の利用と管理との関係に関して、観測、機構解明から、影響評価、技術開発・対策提言に至る、総合的な研究を早急に展開し、その成果を我が国の水関連行政の施策、特に施設整備計画、水管理制度・組織に反映することが必要である。そのために、試験研究を実施する組織や体制を整備し、また必要な研究プロジェクトや行政施策を実施する必要がある。更に、同様の問題が世界各地で生じる可能性があるため、我が国の科学的検討成果を広く世界に伝える必要がある。

目 次

1 . はじめに	1
2 . 我が国の水資源の概況	2
2.1 水の需給	2
2.2 河川・湖沼等の水質・生態系	2
2.3 水災害	3
3 . 近年の気象変動と水資源	3
3.1 我が国の気温の上昇傾向	3
3.2 降水量変化	3
4 . 地球温暖化と水	4
4.1 地球温暖化による気候変動の最新の見通し	4
4.2 水資源への影響	5
5 . 水資源管理に関わる課題への対応の必要性	5
6 . 提言	7
参考文献等.....	7

1. はじめに

近年、国内で梅雨期や台風時の豪雨による洪水災害や降水不足による渇水被害が頻発するようになってきた。現在、治水のための貯水池、遊水池、堤防などの施設整備が進み、洪水被害発生の可能性はかなり少なくなったと考えられているものの、現実はそのようではなく、各地で浸水などにより大きな被害を出している。一方、水利利用のための貯水池などの施設整備も同様に進み、渇水被害が発生することも少なくなったとする向きもあるが、実際はそうではない。経年的に見て年間降水量の平均値は1960年から1990年の30年間の平均値に比して減少傾向にある上、降水量の年々の変動は近年激しくなり、最小値は従前より小さくなる傾向にある。また、地球温暖化による積雪深の減少も見られる。このような変動には、自然現象による変動もあり得るが、人の営為による地球規模での気候変動にもよっていることは、地球規模での最新のシミュレーション結果が語るどころであるし、今後その傾向は元に戻ることはないと予測されている。

こうした状況に鑑み、水循環の変動とそれに伴う治水・利水・環境保全の諸問題に対して、中長期的に少なくとも従前と同じレベルの「安全で安心できる社会」を確保するために、これまでのハード、ソフト両面の整備の蓄積を踏まえながらも、現在の計画の基礎になっている様々な諸元値を最近の降水量等の観測記録に基づいて見直し、対策のための新たな取組を始める必要が生じている。

この種の安全性確保の重要性は、2005年2月にベルギーのブリュッセルで開催された第3回地球観測サミットにおいて、「水循環の理解を通じた水資源管理の向上」が「10年実施計画」の主要項目として承認され、その中で、地球規模での気候変動やエネルギーの有効利用、防災と連携させた新たな水資源管理の必要性が示されるなど、世界的にも認識され始めている。「多過ぎる水」や「少な過ぎる水」の管理への新たな取組が改めて必要になってきている。

これからの我が国は、人口減少期と高齢化を迎えて、洪水の危険性の高いところでの居住の制限、それに伴う遊水機能を発揮できる区域の増大、都市用水や農業用水の使用量の減少により生じる余剰水の有効利用、高齢化のような社会ニーズ変化への対応、住民参加による意志決定など、水に関わる基本的考え方を大きく転換することができる時代に、さらには転換しなければならない時期に、差し掛かっている。また、我が国では財産権の極めて強い保護故に、社会にとって必要な社会基盤施設も容易に建設できないという状況にあるため、時間的な余裕を持って相当前から変化に対応できるように施設の準備をする必要がある。

日本学術会議社会環境工学研究連絡委員会水資源学専門委員会では、こうしたこれまでの水に関わる課題を検討するとともに、その成果を整理しながら、水問題に対する中長期的な備えの必要性を議論してきた。本報告はその結果をとりまとめたものである。

2. 我が国の水資源・水環境の概況

2.1 水の需給

我が国では、経済発展に伴って、工業用水や都市用水を中心に水利用量はこの40年間に急増した。この急激な水の需要の増加に対して、貯水池の建設を中心とした水資源開発が急速に進み、各種の水利用に対する用水供給量も大きく増加した（図2-1、図2-2）。経済が安定成長に転じて以降、水利用量の増加も徐々に減じ、1990年代に入ると水の需要量はほぼ一定になった（図2-3）。

急激に需要量が増大した工業用水についてみると（図2-2）、水利用量は経済活動の拡大により35年間で約3倍に増加した。ところが、河川水と地下水からの取水量（淡水補給量）は1973年をピークに漸減した。これは、工場等で一度利用した水を回収して再利用することが広く行われるようになったため、現在では、利用量の中で回収水量が占める割合（回収率）は約79%にも達している。

需要量が最も急激に増加した都市用水においても、全国的に見れば、需要量は現在ほぼ一定化しており、今後は、概ね安定した用水供給が可能と見通されている（図2-4）。このように至った背景には、我が国に輸入される商品に随伴する水（ヴァーチャルウォーター）量は年間400億 m^3 強と推定され、都市用水量と工業用水量の和を僅かながら凌ぎ、農業用水量の7割に及んでいることを忘れる訳にはいかない。農産物の自給体制の強化にともない、必要な水は増加することになるので、配慮が必要である。

とはいえ、一部の地域、時期、季節においては、用水供給の安定化になお改善が求められているのも事実である。1994年（平成6年）には、夏季に降雨量不足・渇水が生じたが、上水道では時間断水や減圧給水等で約1,600万人に影響が出て、また工業用水道では、全国226水道のうち累計77事業で給水制限がなされ、1都10県1市の主要187社の被害額は約350億円に達した。さらに、農業用水の不足で全国の農作物の被害額は1,400億円にも達した（図2-5）。

2.2 河川・湖沼等の水質・生態系

経済成長や利用水量の増大に伴って、河川や湖沼等の水質も悪化した。また、河川や湖沼の富栄養化が進んで、水利用に影響が生じるようにもなった。これに対して、様々な水質規制や水質保全の社会的な活動も活発になり、湖沼の水質は全般的には、徐々に改善されるようになってきている（図2-6）。水質汚濁のワーストワンの汚名を有していた鶴見川では、様々な活動の成果が上がって、水質の汚濁の程度は徐々に低下してきている。一方、霞ヶ浦などのように、水質改善が未だ大きな問題となっている湖沼も少なくない（図2-7、図2-8）。

さらに、生物多様性や生態系の保全を図るために、水利用の形態や貯水池からの放流方法などを見直すといった、これまでの河川、湖沼や流域の水の管理方法に対する見直しが求められるようになってきている。

2.3 水災害

これまで、日本では、水に関わる諸問題に対し、治水と利水に重点を置いて各種の施設整備が広範囲、かつ、強力に進められてきた。その結果、台風や豪雨を中心とする風水害による死亡者数は、過去60年間程の間で、およそ20年ごとに1桁ずつ減少して、近年では年間100人ほどにまで減少する程になった(図2-9)。しかしながら、被害額は、資産の集積により、このようには減少していない。

その一方で、2004年のように、大きな台風や集中豪雨があれば現在でもなお数百人が死亡したり行方不明になったりするような大被害が発生している(表2-1)。このような被害において、犠牲者における高齢の比率が増えると考えられている。

3. 近年の気候変動と水資源

3.1 我が国の気温の上昇傾向

近年、我が国の気象要素の平年値に対する変動は増大基調にある。例えば、2004年には、過去最多10個の台風が上陸し、雨量・風速・高波波高は多くの場所で記録を更新した。また、東京では、真夏日が連続40日、合計70日に達し、39.5の高温と併せて記録を更新した。近年の高温傾向は世界的な規模で現れており、2003年はフランス等ヨーロッパ各国で多数の死者をもたらした。この異常傾向は、地球全体の気温が1980年以後数10年周期での高温状態にあり、さらに地球温暖化とも関連して1000年規模でも過去最高の状態にあることによる。

過去100年間では地球全体として0.7の昇温があったが(図3-1)、東京での昇温は3.0にも及んでいる。これは、地球温暖化とともに都市化に伴うヒートアイランド現象の進展によるところが大きく、実際、都市化の影響の小さい地点だけで算定すると昇温量は1.0であり、都市化の影響は地球温暖化の影響をはるかに上回る。

夏季の猛暑についてみると、最高気温38以上の日数は3大都市圏の内陸側で多く、都市圏のヒートアイランドによる高温化傾向に符合する。夏季ピーク時の気温の指標として「毎年の上位10位までの日最高気温」を採り、過去24年間(1979年~2002年)の変化率をみると、北海道では低下傾向にあるが、関東から九州にかけては1~2/20年の率で上昇している。特に、関東以西の昇温率は、過去100年間の年平均の東京での昇温率3/100年や地球全体の昇温率0.3/100年よりもはるかに大きく、明治以降徐々に進行してきたものではなく、最近の全国規模や地球規模の変化が加わった結果であるといえる。

3.2 降水量変化

2004年における過去最多の台風の上陸は、日本近海の海面水温の異常高温と6月から10月にかけて居座ったブロッキング高気圧などの気圧配置の異常にあったと考えられる。これに伴って降水量の1時間値や日積算値は多数の場所で記録を更新

した。

過去 100 年間を通してみると、降水量は世界的に増加傾向にある。陸地の平均で 2 %、北半球中・高緯度 (30 ~ 85 °N) では 7 ~ 12% 増加している。しかし、我が国の全気象管署の平均では、長期的な減少傾向にある。これは統計学的に有意とはいえないが、降水の年々変動が直近の 25 年間で増大していることが十分な有意性を持って検出されている (図 3-2)。

この変動は、弱い降水 (1 ~ 5mm/日) の日数の極端な減少、強い降水の日数の増加によりもたらされている。弱い降水の減少、強い降水の増加傾向は、地球規模でも見出されており、気温上昇傾向に伴って大気中の水蒸気が増え、降水の対流性が増して、より集中することによると推測されている。こうした集中化の結果、強い降水が増える一方で、弱い降水は減り、干ばつの頻度も高まると考えられる。降水強度階級別にみた弱い降水の減少と強い降水の増加量は、季節や南北日本に共通しており、地球規模の変化によるところが大きい。降雪も降雨同様に变化するし、しかも、温暖化により融雪が促進され、出水期が早まる傾向にあるので、水資源賦存量が従前と異なる変化を示し、貯水施設等の計画容量からみて、結果的に利用可能な水資源は減少することになる。

一方、ヒートアイランド現象に伴う高温化傾向も、降水量の増加をもたらすと考えられる。実際、首都圏では、ヒートアイランド現象の発生頻度の増加、その際の対流の活発化や風の収束に伴う積雲雲量の増加や強雨の発生、降水量増加が指摘されている。しかし、都市豪雨との関連については否定的な情報もあり、結論を得るには至っていない。

このように、過去 100 年間、我が国の降水量はわずかに減少傾向にあるものの、地球規模の温暖化と都市化に伴うヒートアイランドの進行は、強い降水の増加と弱い降水の減少をもたらしており、豪雨と寡雨ともに頻発することが懸念される。特に、この 4 半世紀、大きな降水量の変動がもたらされており、今後 100 年の地球温暖化と都市化の影響を見通した洪水や渇水への対応策の検討、策定が欠かせない。

4 . 地球温暖化と水

4.1 地球温暖化による気候変動の最新の見通し

地球の温暖化に伴う気候変動は、近年、従来以上の高い精度で見通しが可能になってきた。気温の変化や海面水位の上昇だけでなく、地域気候の表現精度の向上によって、降水量の変化や海流の変化など水循環への影響が、これまでよりも高い信頼性をもって議論できるようになってきた。

地球シミュレータを用いた東京大学・国立環境研究所・地球環境フロンティア研究センターによる最新の長期予測でも、これまでにない高い分解能で 70 年後の気候変動を見通している。それによると、日本付近では、気温は平均的に 2.5 程度上昇し、21 世紀末には 4 以上上昇する可能性があること、雨量は平均約 10% 増加することや積雪深が減少することが予測され、特に梅雨前線が活発になって、梅雨期

の豪雨が増加することが示されている。より具体的には、「日最高気温 30 以上」の日数（真夏日の日数）は平均的に増加し、「日雨量 100mm 以上」の日数（豪雨の頻度）も平均的に増加することが予測されている（図 4-1）。

この他にも、日本では「激しい集中豪雨の頻度増加」、「年々の降水量変動幅の増加」（図 4-2）、「強い台風の増加の可能性と台風時の降水量の増加」（図 4-3）、「冬季の積雪量の減少と雪解けの早期化」、「夏季の気温上昇」といったことが、指摘される。

4.2 水資源への影響

上で述べたような気候変動の最新の見通しは、まだ精度・信頼性に問題が残されているとはいえ、基本的な傾向を現在の最高のレベルで予測した結果であり、現時点ではそれを基にして、洪水や渇水、水資源管理にどのような変化や問題が生じるかを考察し、問題を回避し影響を最小化する対策を講じることは、当然の対応である。

地球温暖化などに伴う気候変動による気温や降水の変化が、水資源の賦存量や利用可能量、そして需給にもたらす影響・変化の予測は、重要な課題となる。降水量や積雪・融雪の量と時期を中心とする流域の気象条件の変化によって、水系における洪水や渇水の発生頻度や規模がどの程度変化することになるのかは、水資源の需給関係にも直接的な影響をもたらすので、その予測は非常に重要な意味を持つことになる。こうした変化が生じた場合に、従来の水資源開発や治水・利水の施設やこれらに関わる制度で、想定してきたような安定した管理を実現できる可能性についての検討が改めて必要となる。

また、海面水位の上昇も、低地における排水不良や、塩水の浸入や地下水の塩分濃度の上昇といった問題を引き起こすことが予測され、対策の検討が求められる。

地球温暖化の我が国の水資源に及ぼす影響については、気温 3℃ 上昇による浄水量の増加（1.2～3.2%）と洪水の可能性の増大が示されている。また、同様に、気温の上昇によって河川や湖沼の水質が悪化していく可能性があることが示されている（原沢英夫、2005、日本学術会議「水資源学シンポジウム」記録誌）。

5 . 水資源管理に関わる課題への対応の必要性

ここまで述べたように、日本では、これまで洪水や渇水などの水に関わる諸課題に対して、治水と利水等に重点をおいて各種の施設整備が進められてきた。その結果、台風や豪雨を中心とする風水害の人命喪失は減少し、また、各種の水利用に対する供給水量は増加して、需要水量の伸びが停滞していることと相まって、水需給は、全国的にほぼバランスがとれるようになってきた。

しかし、台風や豪雨による洪水災害はなお継続して発生しており、一部の地域や時期・季節では渇水による水不足もなお深刻である。また、河川や湖沼などの水質は、未だ目標が達成できたとは言い難い上に、近年の強い社会的な要請を踏まえて、

生物多様性や生態系の保全、更には水環境アメニティの増大を図るための水系における水の管理方法や制度に対する見直しが課題となっている。加えて、安全に対する国民からの強い要望に対応していくことが欠かせない。さらに、こうした現状の課題に加えて、上述の気候変動に対応するための長期的な水資源開発や水管理方策を検討する必要性が加わっている。

これまでの水管理は、生活と生産の基盤の整備を主要な目的として、水資源を開発して水需給を調節することが基本であった。現在、洪水に対しては、再起確率を基本的な指標にして計画洪水量を設定し、それを許容あるいは制御できる治水施設を計画設計し、管理操作するのが基本となっている。また、渇水に対しては、同じく再起確率を基本的な指標にして計画用水量を算定し、それを確保・供給するための利水施設を計画設計し、管理操作するのが基本となっている。しかし、このような対応だけでは、上述のような環境・生態系の保全を含む時代の要請には応えきれなくなりつつある。

このため、計画洪水量や計画用水量を設定するという従来の考え方による洪水・渇水に対する水資源関連施設の計画・設計の考え方に対して、これらの計画値を越えた場合の被害金額にも配慮して計画を立てること、つまり、超過洪水や異常渇水に関わるリスク・マネジメントの手法を導入して、計画方法や施設容量を見直し、将来、問題が顕在化しないように、あるいは危険の度合いが拡大しないように、備えることが必要である。とりわけ、地球温暖化に伴う気候変動による降水への影響がこれまでになく高い解像度・信頼性で見通されるようになった現在、できうる限り気候変動の予測を取り入れ、水資源管理に関わる課題を早急に整理して、対策を講じることが必要と考えられる。これには、水資源管理に関わる対策において、施設の計画・設計は短期に結論を出すのではなく、長期の調査研究を踏まえて慎重に進めるべきであるという近年の社会的な理解や、一度建設された施設が数10年から100年程度機能することを特に配慮した判断が含まれる。

なお、洪水に対しては、近年、豪雨時の洪水発生を抑制するだけでなく、洪水の発生を前提に被害を最小にする「水防」の考え方を見直したり、過去の水害の発生をハザードマップ等にて周知し、災害発生の可能性や程度を検討した上で対策を検討したりするなどの対応も取られるようになってきている。また、渇水に対しては、渇水被害が生じている地域や時期に限らず、広く国内各地で、雨水の貯留利用や廃水の再利用を含めて、節水型社会に向けての取組が展開されている。今後の対策は、すでに展開しつつある地域の実情に見合った洪水や渇水への取組を評価することや住民の参加を含めて検討すべきである。

以上の検討は、気候変動がグローバルであることから、我が国だけでなく世界各地で生じる可能性があるものであり、我が国の科学的検討成果を広く世界に伝える価値あるものである。

6 . 提言

近年確認される気候変動や、将来の気候変動及び社会の変化の見通しに基づいて、中長期的な視点から安全で安心な、そして快適な社会を維持するために、気候変動と水循環との関係、更に水の利用と管理との関係に関して、観測、機構解明から、影響評価、技術開発・対策提言に至る、総合的な研究を早急に展開し、その成果を我が国の水関連行政の施策、特に施設整備計画、水管理制度・組織に反映することが必要である。そのために、試験研究を実施する組織や体制を整備し、また必要な研究プロジェクトや行政施策を実施する必要がある。

特に、現在の水管理の方法や関係する治水・利水施設の利用実態についての調査結果と高齢化・人口減少を踏まえて、新たな考え方の提案、具体的な水管理手法の開発、必要となる水管理施設の建設、被害の軽減、及び対策の提言に向けて、人文・社会科学分野を含む関連分野の研究者と技術者・実務者が連携した検討を早急に開始すべきである。

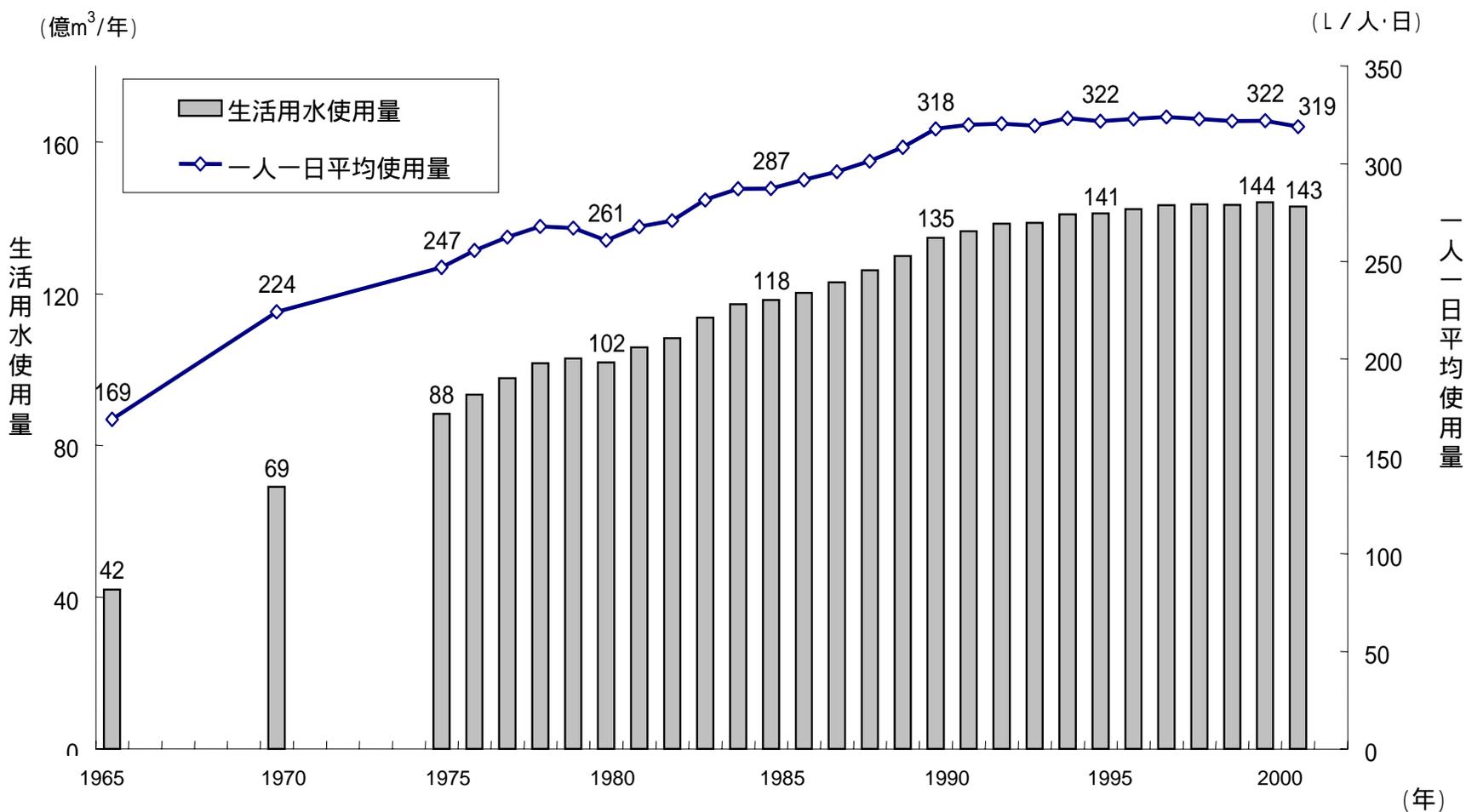
同時に、水循環の変動やそれに伴う問題は世界各地で生じる可能性があるので、我が国の科学的検討成果を広く世界に伝える必要がある。

参考文献等

日本学術会議水資源学専門委員会他主催 水資源学シンポジウム「国連水の日 - 気候変動がもたらす水問題」記録誌、2005

国土交通省土地・水資源局水資源部、ホームページ「日本の水資源」、
<http://www.mlit.go.jp/tochimizushigen/mizsei/>

国立大学法人東京大学気候システム研究センター教授 住明正、同教授 木本昌秀、独立行政法人国立環境研究所主任研究員 江守正多、同主任研究員 野沢徹、独立行政法人海洋研究開発機構地球環境フロンティア研究センターグループリーダー 江守正多（兼任） 「地球シミュレータによる最新の地球温暖化予測計算が完了 - 温暖化により日本の猛暑と豪雨は増加 - 」、平成 16 年 9 月 16 日、
<http://www.jamstec.go.jp/jamstec-j/PR/0409/0916/>



- (注) 1. 昭和50年以降は国土交通省水資源部調べ。
 2. 昭和40年及び昭和45年の値については、「水道統計」(厚生労働省)による。
 3. 有効水量ベースである。

図2-1 生活用水使用量の推移 (国土交通省水資源部)

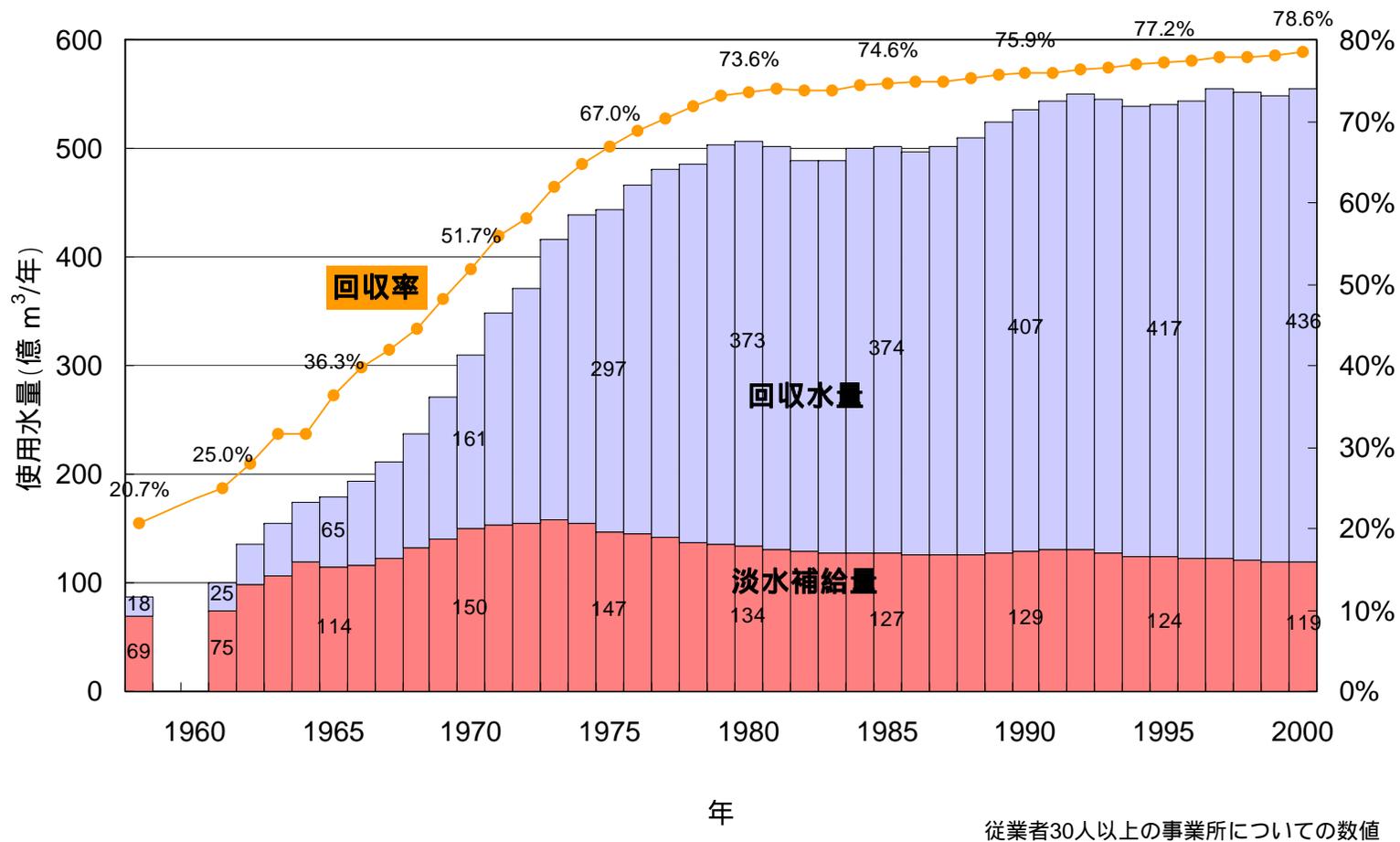


図2-2 工業用水使用量の推移 (経済産業省「工業統計表」2002)

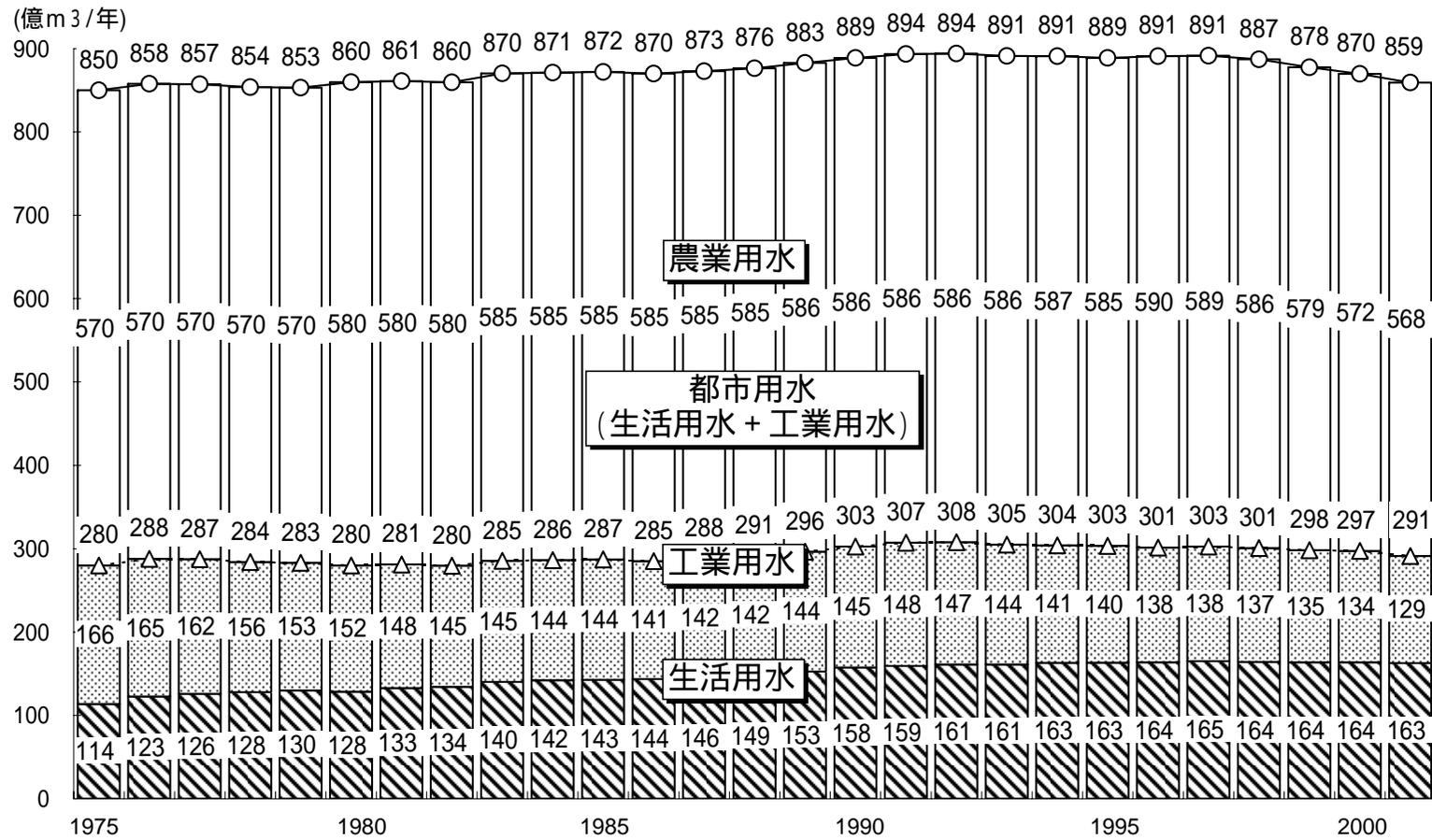


図2-3 全国の水使用量の推移 (平成16年版日本の水資源)

需要量・供給量
 単位: 億 m^3 /年

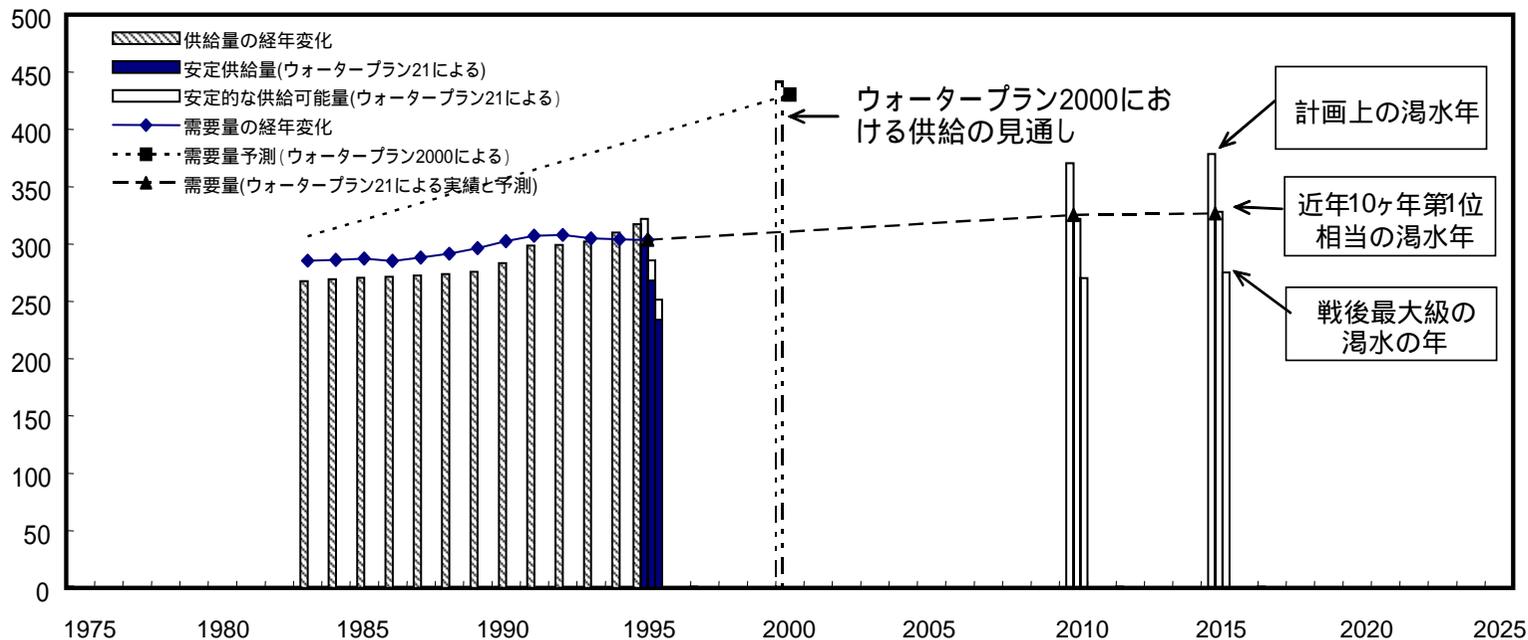


図2-4 都市用水の需要量・供給量の見通し(全国計)
 (国土庁ウォータープラン21)

1994年(平成6年)夏期渇水の影響

(水道用水への影響)

- ・時間断水、減圧給水等約1600万人に影響⁽¹⁾

(工業用水への影響)

- ・全国226工業用水道のうち、累計77事業に給水制限⁽²⁾
- ・1都10県1市の主要187社の被害額は約350億円⁽³⁾

(農業用水への影響)

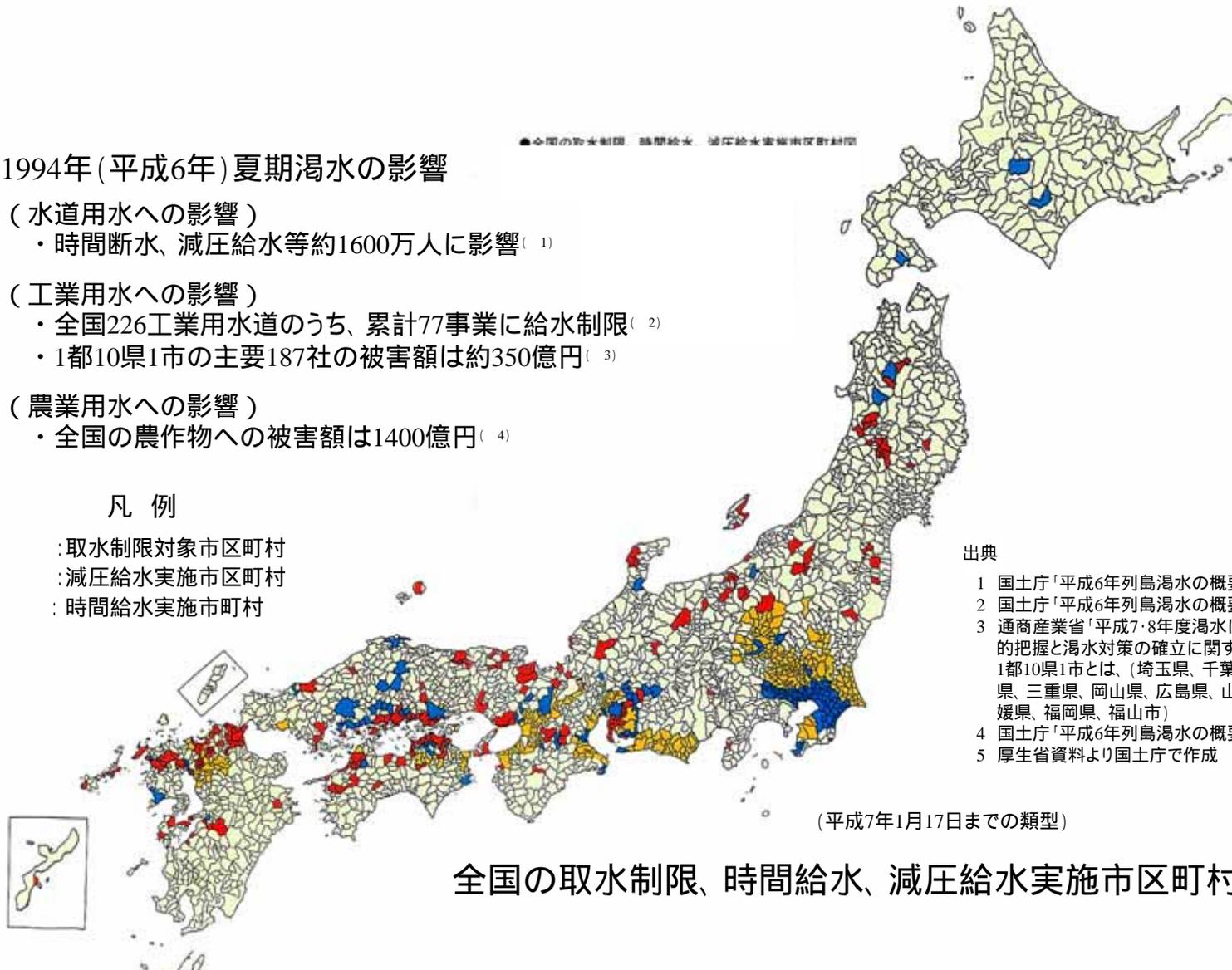
- ・全国の農作物への被害額は1400億円⁽⁴⁾

凡例

- :取水制限対象市区町村
- :減圧給水実施市区町村
- :時間給水実施市町村

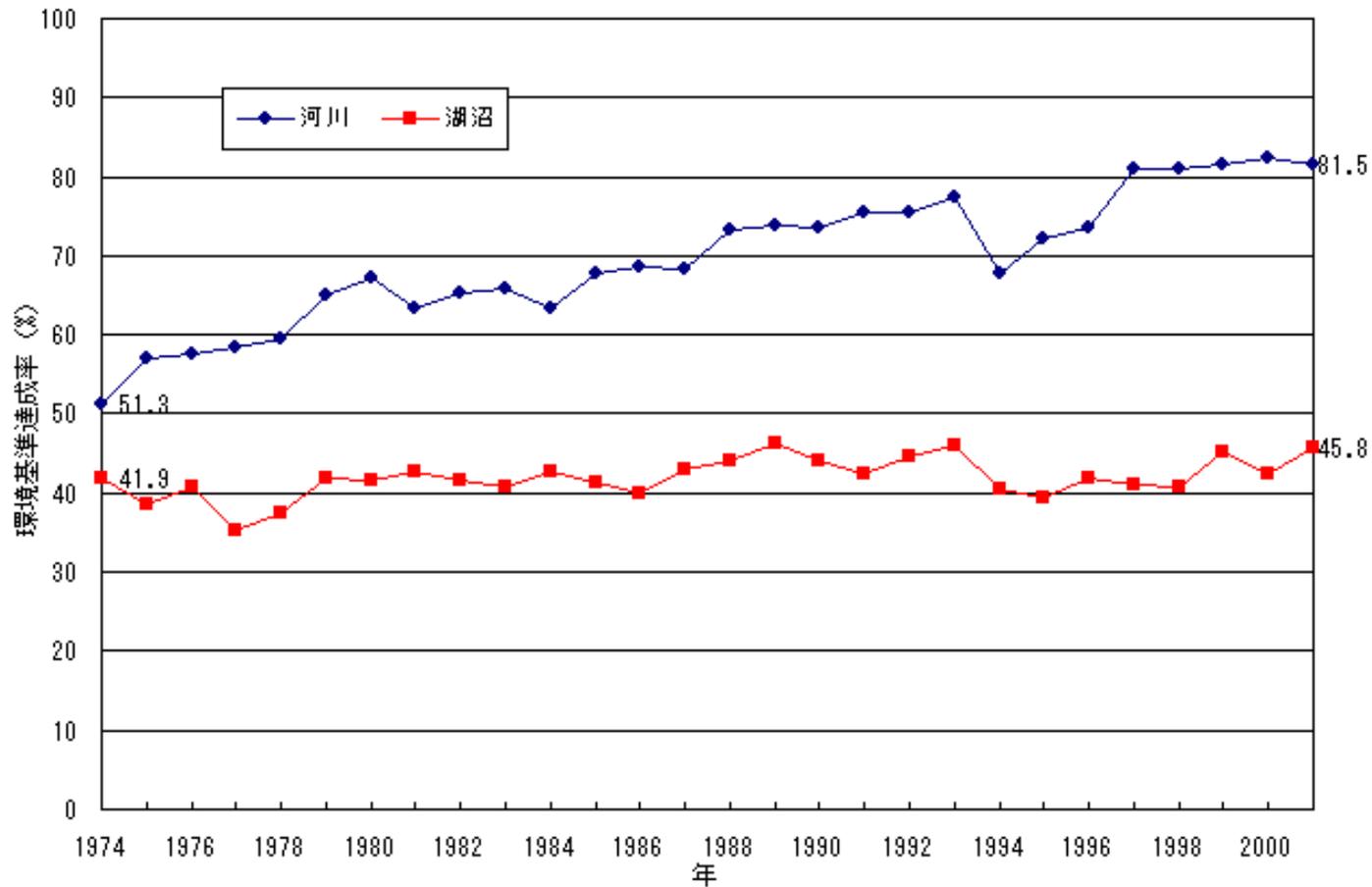
出典

- 1 国土庁「平成6年列島渇水の概要」
- 2 国土庁「平成6年列島渇水の概要」
- 3 通商産業省「平成7・8年度渇水による影響の総合的把握と渇水対策の確立に関する調査報告書」
1都10県1市とは、(埼玉県、千葉県、東京都、愛知県、三重県、岡山県、広島県、山口県、香川県、愛媛県、福岡県、福山市)
- 4 国土庁「平成6年列島渇水の概要」
- 5 厚生省資料より国土庁で作成



全国取水制限、時間給水、減圧給水実施市区町村図⁽⁵⁾

図2-5 渇水に対する安全性(平成6年渇水) (国土交通省水資源部)



- (注) 1. 環境省環境管理局水環境部「公共用水域水質測定結果」のデータをもとに国土交通省水資源部作成
 2. 河川はBOD、湖沼はCOD
 3. 達成率(%) = (達成水域数 / あてはめ水域数) × 100

図2-6 河川・湖沼における環境基準達成率の推移 (国土交通省)

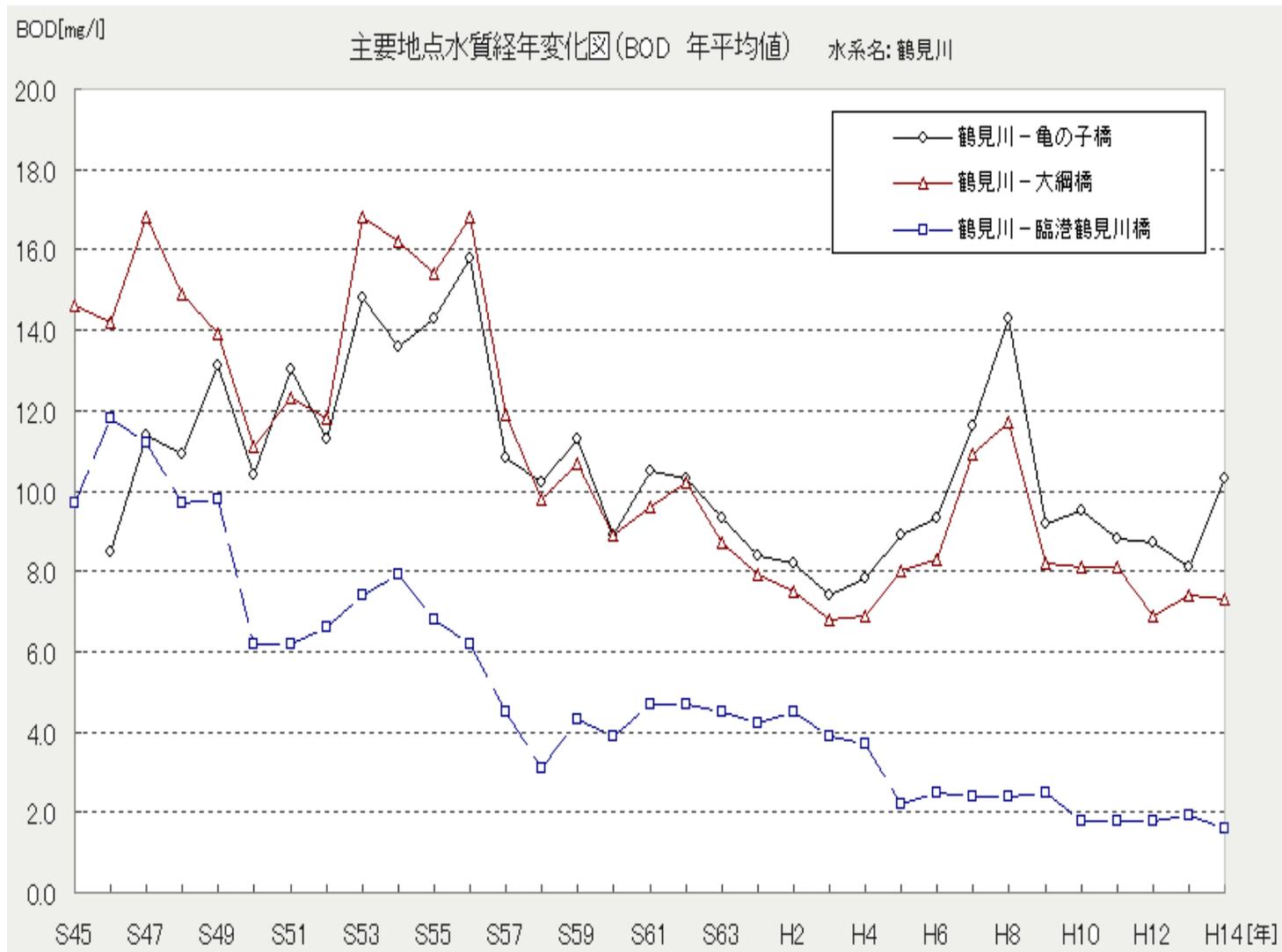


図2-7 鶴見川の水質(BOD)の推移 [鶴見川：河川水質ワースト1]
(国土交通省)

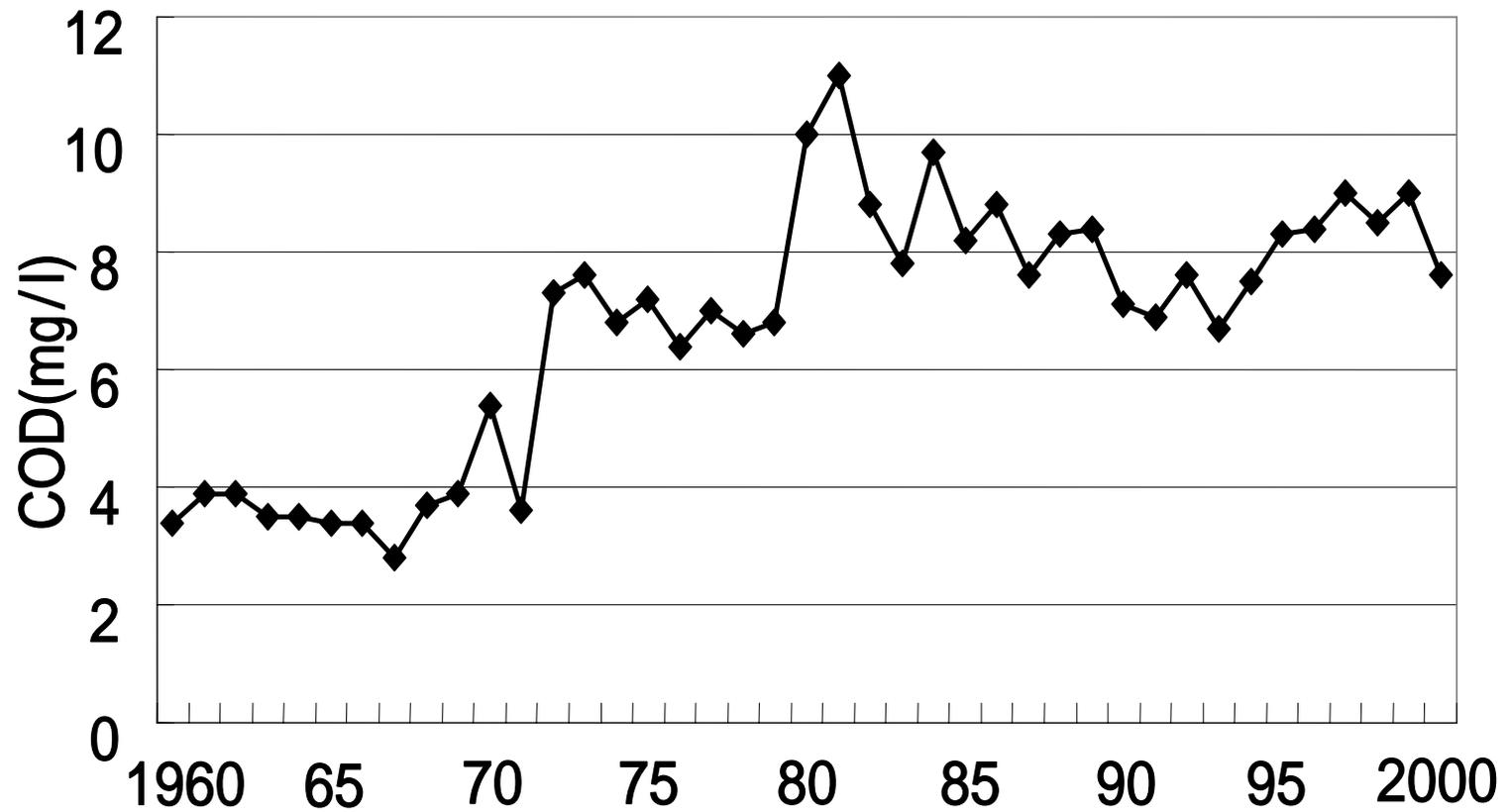
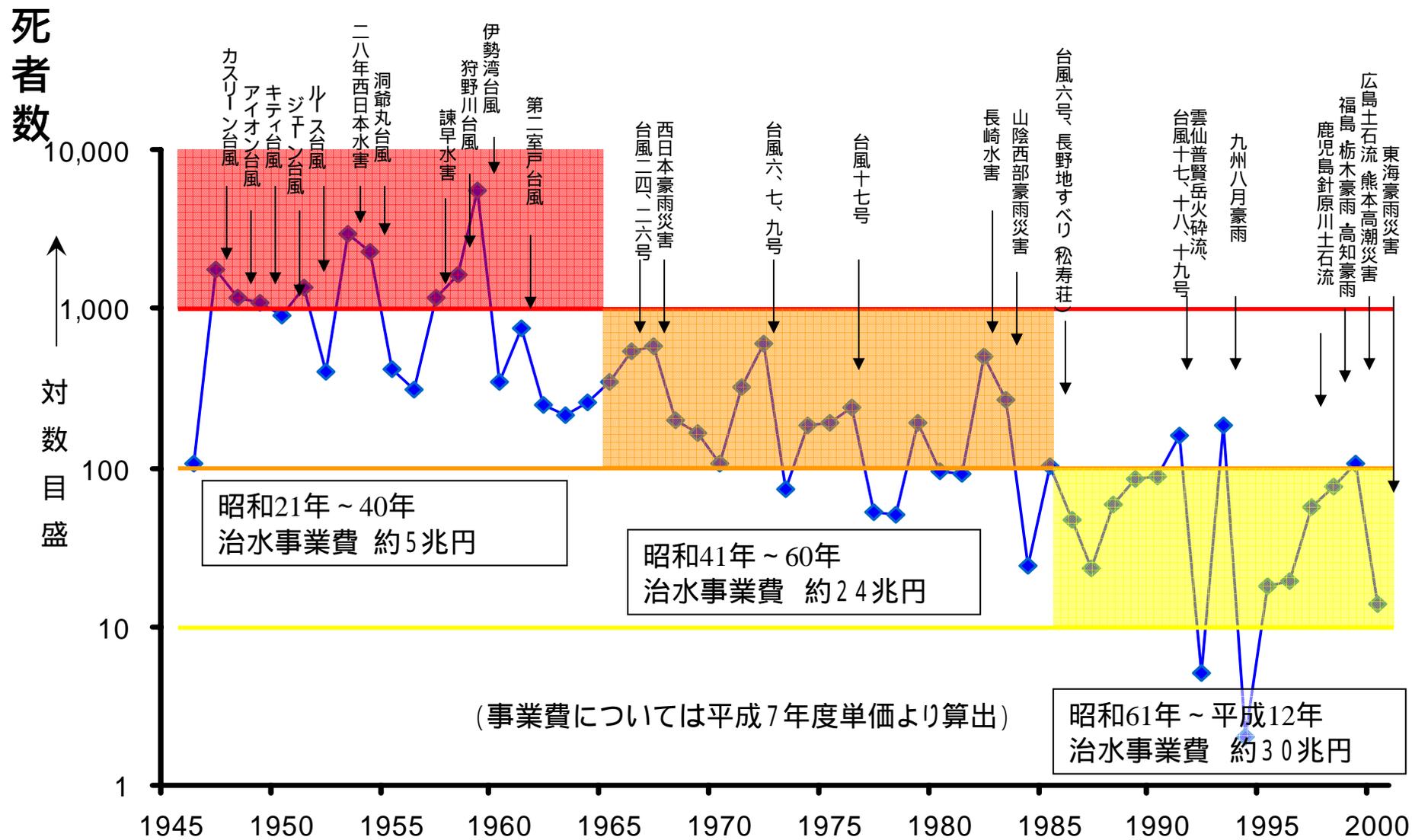


図2-8 霞ヶ浦（湖心）の年平均水質の経年変化（国土交通省）

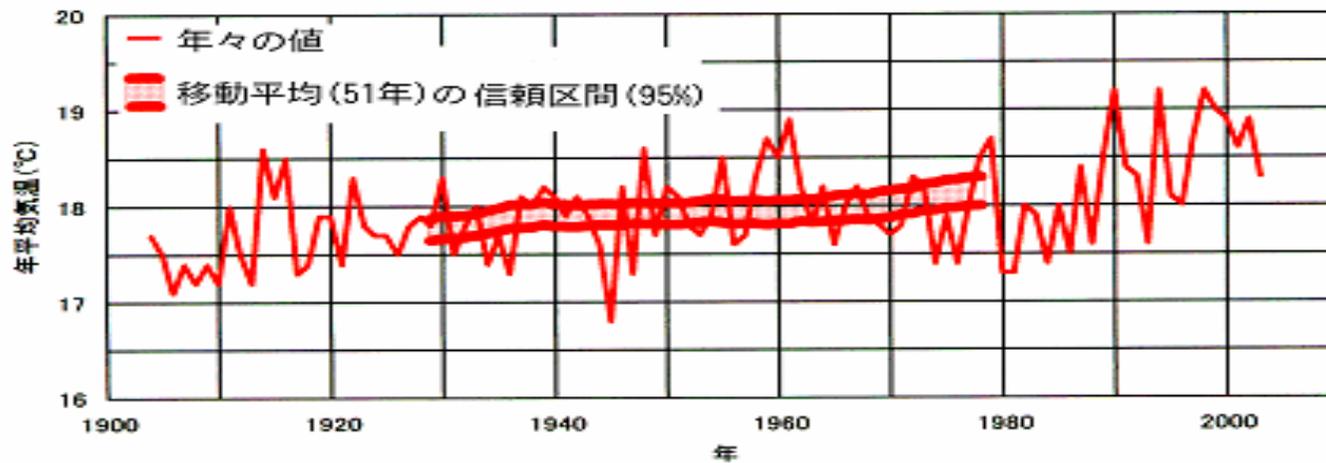


・グラフは水害・土砂災害・火山災害死者数の合計を示したものの。

図2-9 風水害死者数の推移 (国土交通省河川局)

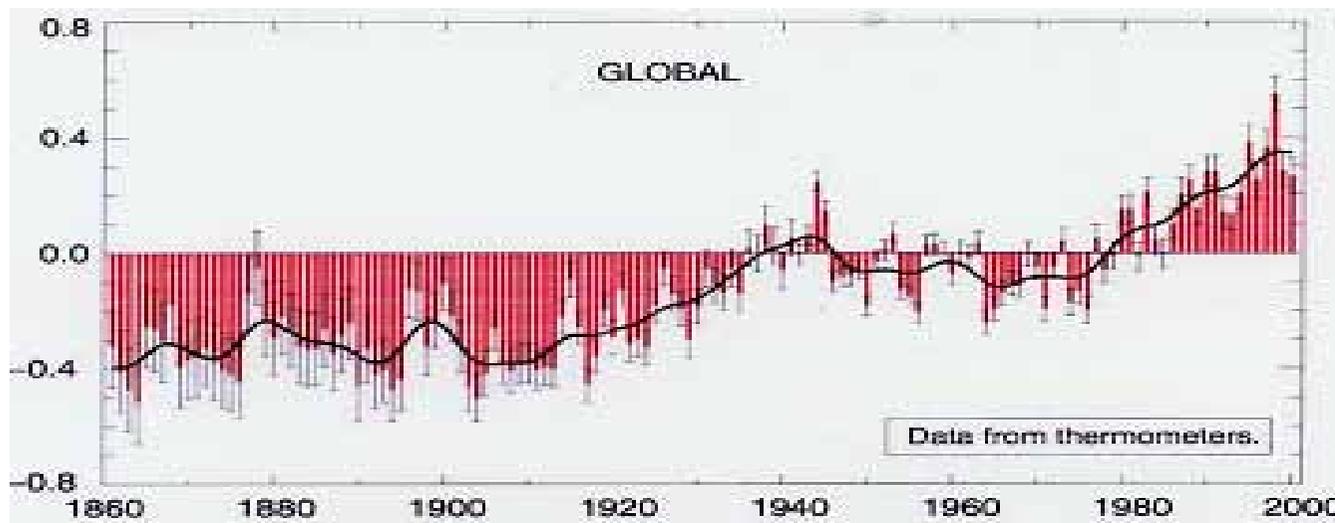
表2-1 主な水害による死者・行方不明者数(2004年)

風水害 事象	月日	消防庁調	住家被害				
		死者数・行方不明者数	全壊	半壊	一部損壊	床上	床下
		人	棟	棟	棟	棟	棟
台風6号	6月18日～22日	5	1	2	149	1	41
新潟・福島豪雨	7月12日～13日	16	70	5,354	94	2,149	6,208
福井豪雨	7月17日～18日	5	66	135	229	4,052	9,674
台風10号・ 台風11号	7月29日～8月2日(10号) 8月5日(11号)	3	12	15	65	218	2,420
台風15号	8月17日～20日	10	17	23	212	695	2,339
台風16号	8月27日～31日	17	29	95	7,037	16,799	29,767
台風18号	9月4日～8日	45	109	848	42,183	1,598	6,762
台風21号	9月25日～30日	27	79	273	1,936	5,798	13,883
台風22号	10月7日～9日	8	167	244	4,495	1,247	3,592
台風23号	10月18日～21日	97	773	7,321	10,235	13,751	39,007
風水害計	-	233	1,323	14,310	66,635	46,308	113,693



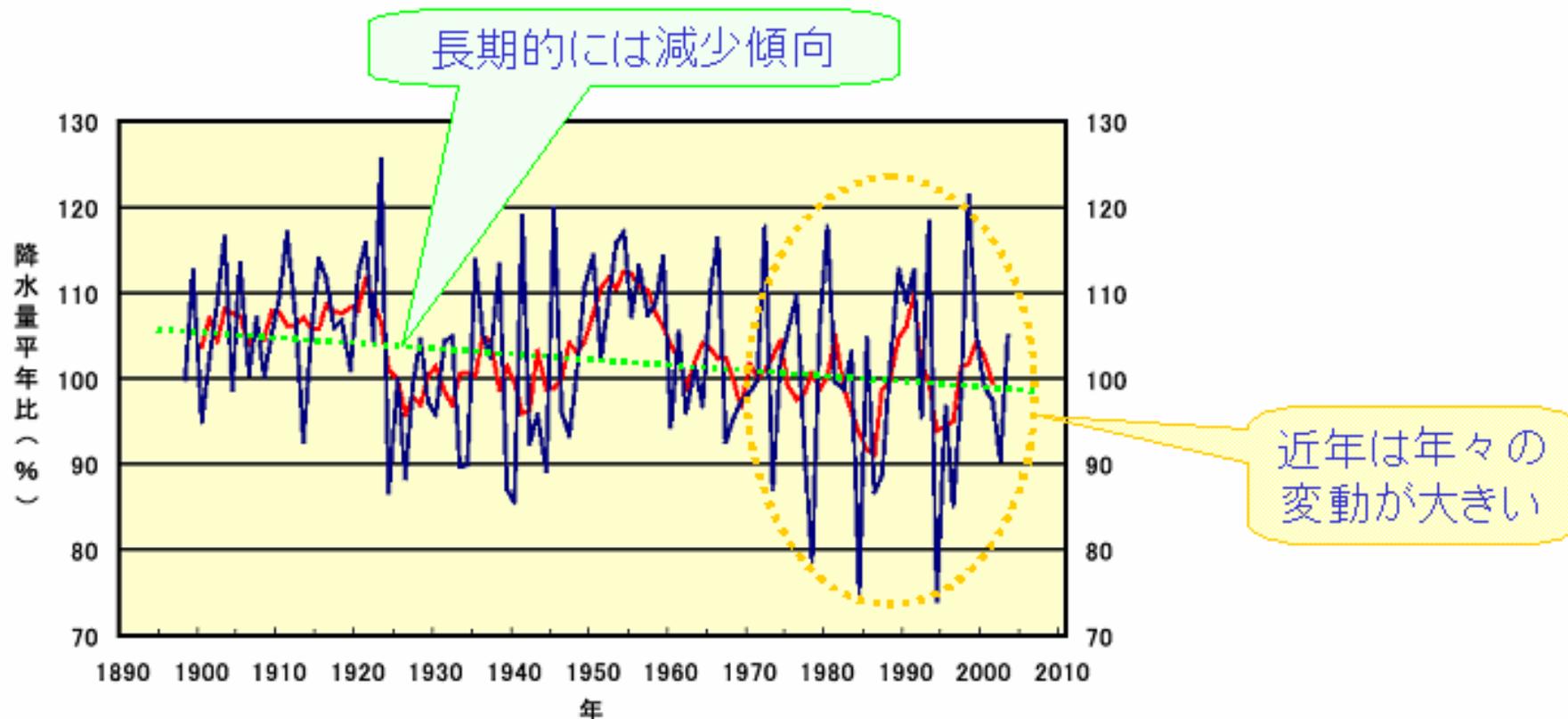
日本の年平均気温の推移

1960-1991年の平均気温からの偏差



地球全体の年平均気温の推移

図3-1 日本および地球全体の年平均気温の推移 (環境白書2003年)

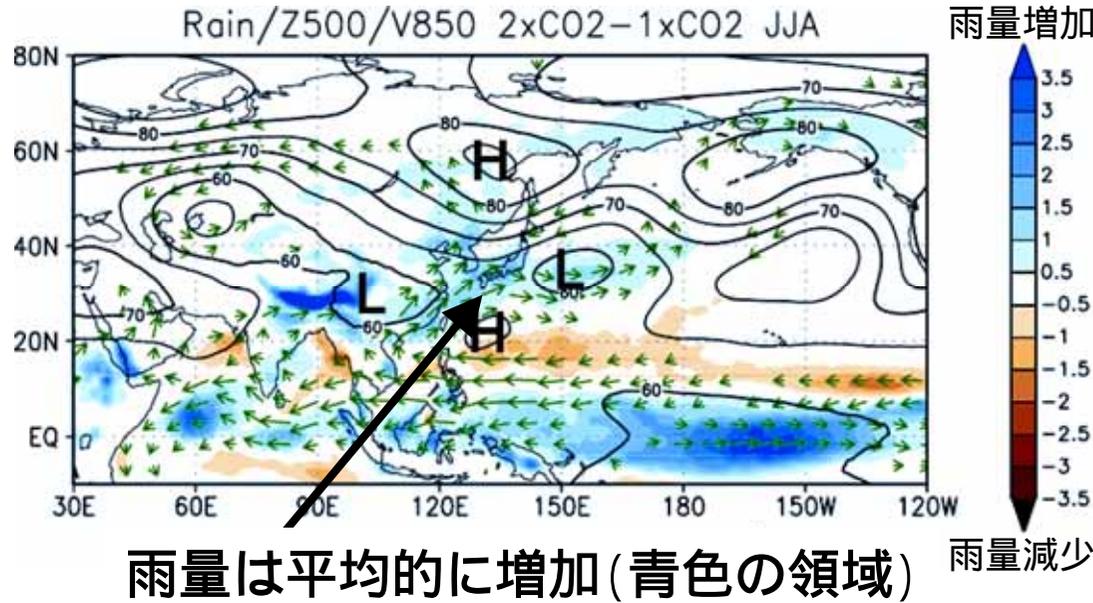


世界的には降水量の増加傾向がある。
 陸地の平均で20世紀に2%, 北半球の中・高緯度(30~85°N)では7~12%。
 (IPCC, 2001; http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/vg1/index.htm)

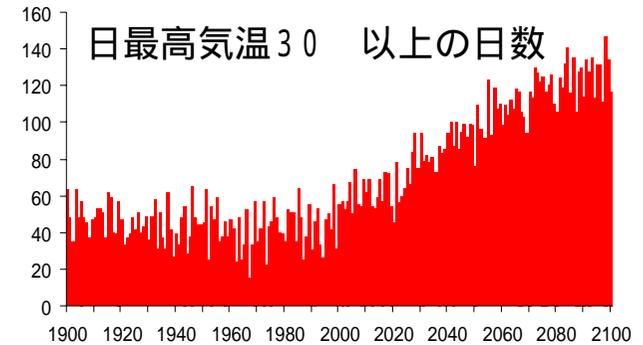
図3-2 日本の降水量の経年変化(全国平均, 年間) (藤部文昭, 2005)

<http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/monitor/index.html>

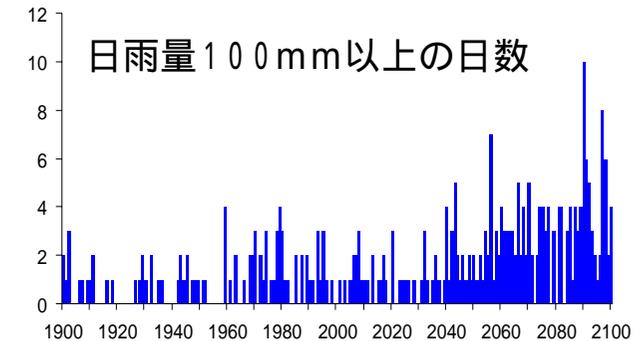
温暖化による気圧と雨量の変化(約70年後)



気温は平均的に2.5 程度上昇



夏日の日数は平均的に増加



豪雨の頻度は平均的に増加

ただし、年々の気候変動は自然のゆらぎが大きいので、特定の年(例えば2004年)の異常気象を温暖化と関連付けるのは難しい

図4-1 「地球シミュレータ」による最新の予測結果(木本昌秀, 2005)

2004年9月16日報道発表資料

東京大学気候システム研究センター/国立環境研究所/地球環境フロンティア研究センター

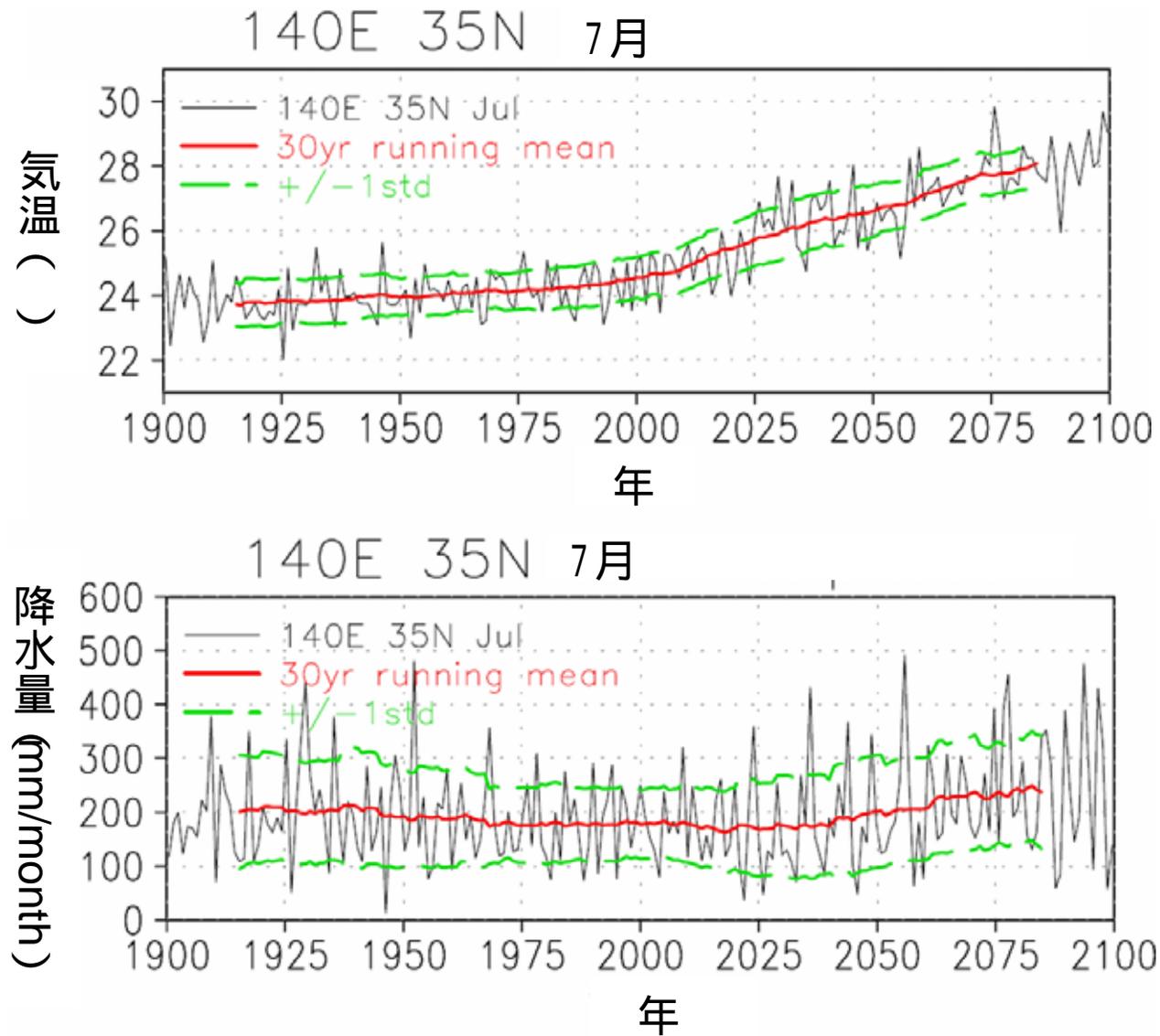
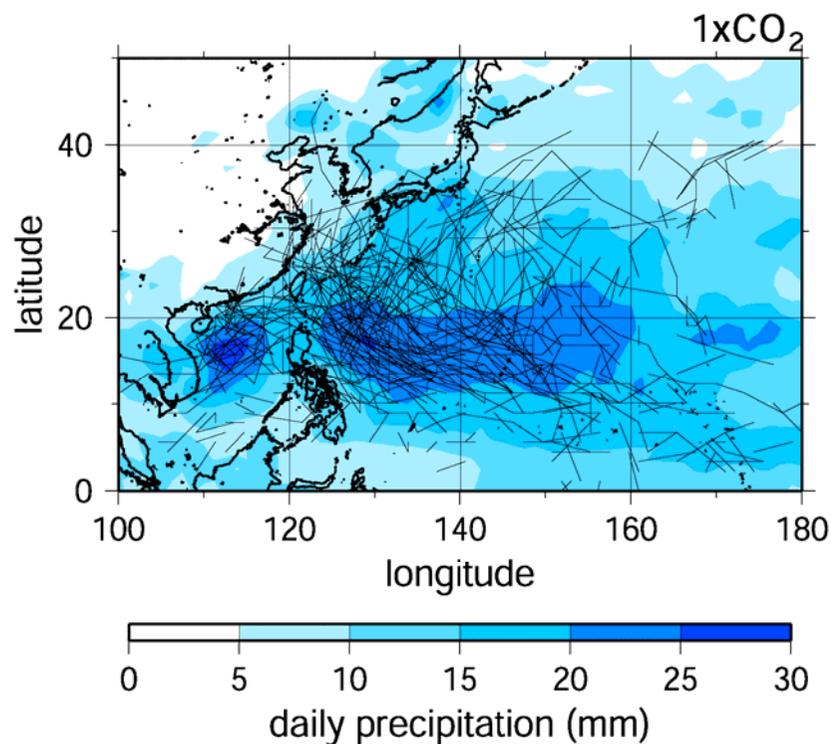
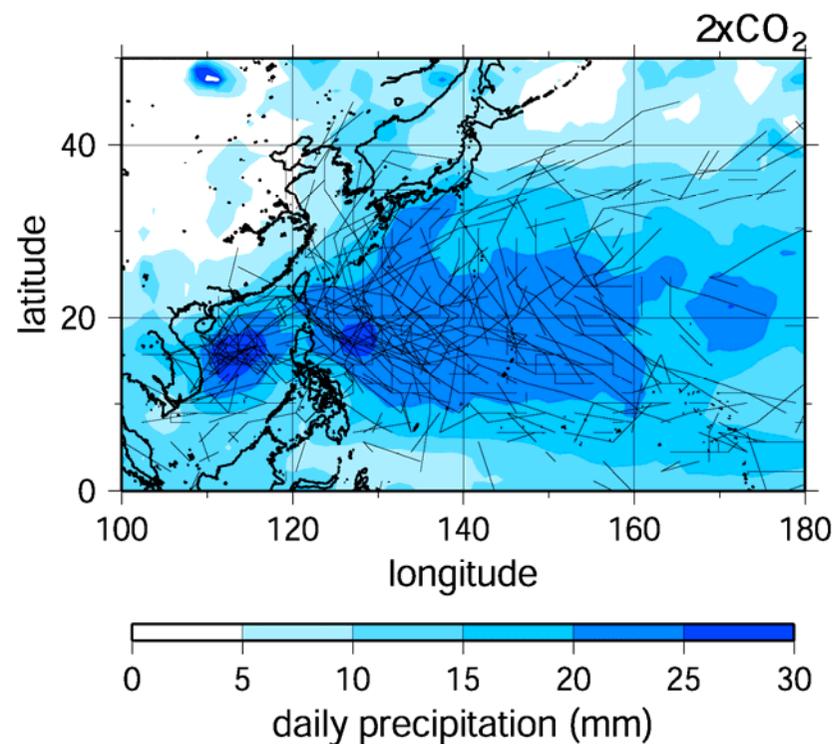


図4-2 地球温暖化と異常気象 (木本昌秀, 2005)

現在



二酸化炭素倍増時



AGCM Time Slice 実験の結果

図4-3 台風によりもたらされる平均日降水量の変化 (木本昌秀, 2005)