

# 「水環境・水資源」分野における 科学的ポイント及び関連研究

中央大学研究開発機構 機構教授

東京大学 名誉教授

NPO法人ウォーターエイドジャパン 理事長

ふるまい ひろあき

古米 弘明

# 講演内容

1. はじめに：水環境、水利用、水資源
2. 第3次気候変動影響評価報告書（水環境・水資源）のポイント
3. 気候変動に伴う水環境・水資源への影響
4. 水環境・水資源分野における気候変動適応策
5. まとめ

# 1. はじめに

## 良好な水環境の目標

- **水質**: 人の健康の保護、生活環境の保全、さらには、水生生物等の保全の上で**望ましい質**が維持されること
- **水量**: 平常時において、**適切な水量**が維持されること。土壌の保水・浸透機能が保たれ、**適切な地下水位、豊かな湧水**が維持されること
- **水生生物**: **人と豊かで多様な水生生物等との共生**がなされること
- **水辺地**: 人と水とのふれあいの場となり、水質浄化の機能が発揮され、豊かで多様な水生生物等の生育・生息環境として保全されること

第三次環境基本計画(H18)において掲げられた「良好な水環境の構成要素」の目標

# 水利用と水環境

## 水利用: Beneficial Water Use

- 美観
- 水生生物/水域生態系
- 水道用水
- 水産・養殖用水、漁業
- 灌漑・農業用水
- 工業・冷却用水
- 発電用水
- 航行/輸送
- 水浴・釣り
- ボート等レクリエーション

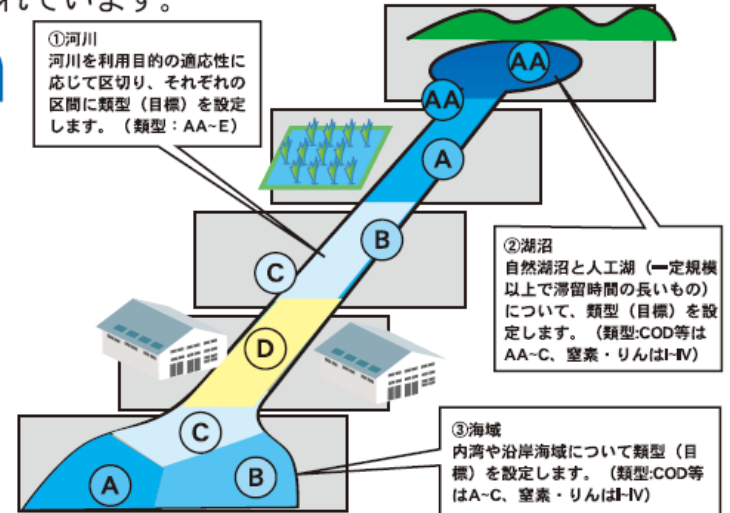
水質環境基準(生活環境項目)は、水域の利用目的の適応性で設定されている。

### ■生活環境の保全に関する環境基準(生活環境項目)とは






人の生活に密接な関係のある、財産や動植物とその生息環境などの保全を目的とした基準です。公共用水域(河川、湖沼、沿岸海域)は、人の生活の中で様々に利用されており、各水域の利用を保全するために必要な水質項目について基準値が設定されています。

### ■類型指定とは

生活環境項目は、水域毎に、生物化学的酸素要求量(BOD)、化学的酸素要求量(COD)、全窒素(T-N)、全燐(T-P)など、必要な項目が設定されています。これらは、水域の利用目的の適応性に応じて、目標となる「類型」(河川の場合、AA~Eの6類型)毎にまとめられ、それぞれ基準値が設定されています。実際の水域において、この類型の指定作業(※)を行い、それぞれの水域に目標が設定されることになります。※ 国は、2以上の都道府県にまたがる水域のうち、代表的なものについて、目標設定を行います。それ以外の水域については、都道府県が目標設定を行います。



### ■主な利用目的

 <b>水道用水</b> 水道の原水としての利用を保全するものです。	 <b>自然環境保全</b> 自然の景色を見て楽しむなどの利用を保全するものです。	 <b>水産</b> 水産業を営む上で必要な水質を保全するものです。	 <b>水浴</b> 水浴ができる限度を保全するものです。
 <b>工業用水</b> 工業を営む上で必要な用水を保全するものです。	 <b>農業用水</b> 農業を営む上で必要な用水を保全するものです。	 <b>環境保全</b> 日常生活を営む上で不快を感じない限度を保全するものです。	 <b>生物生息保全</b> 年間を通じて、底生生物が生息できる限度を保全するものです。

# 我が国の水資源と水利用の収支図

年平均降水量

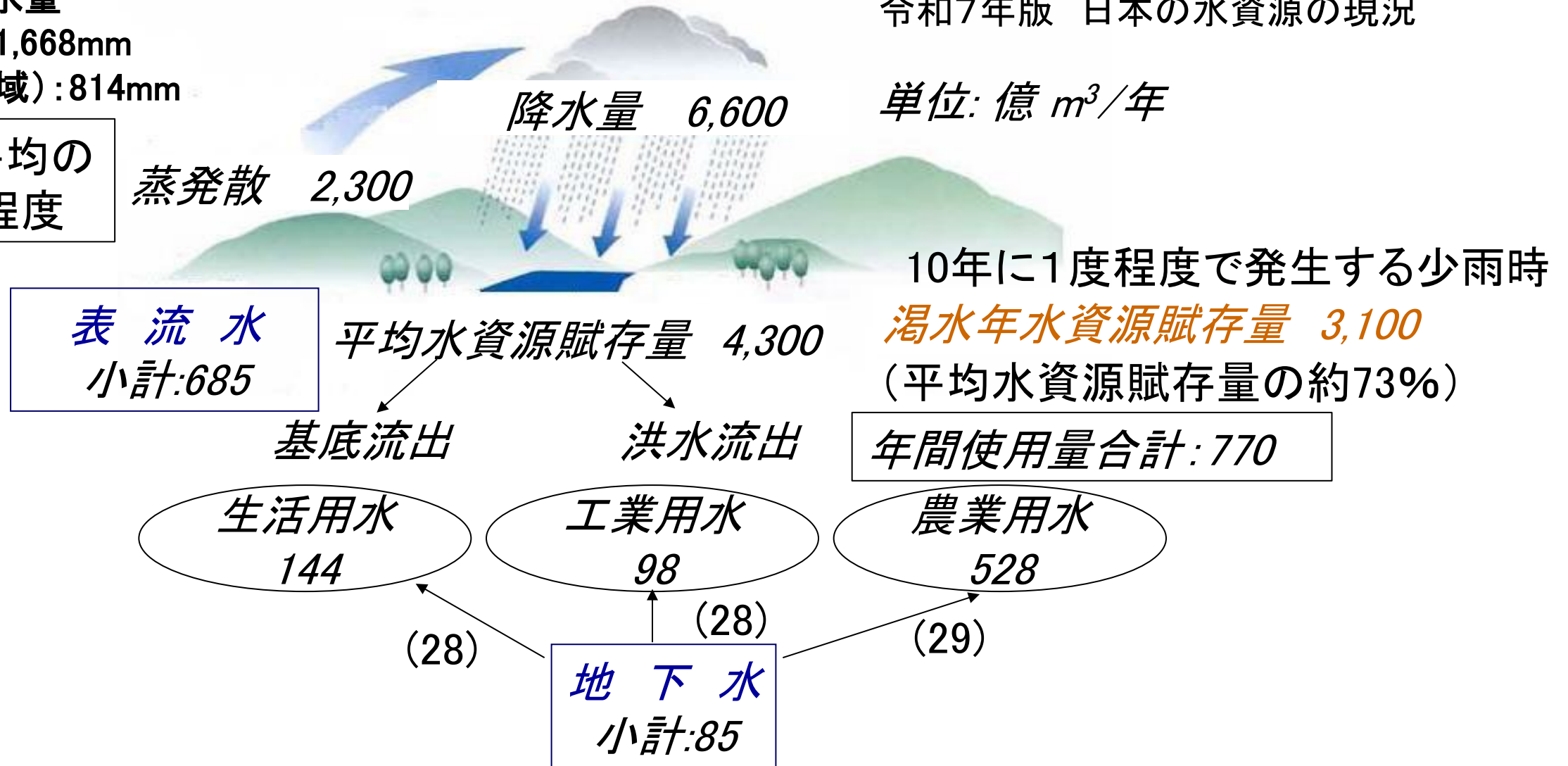
我が国: 1,668mm

世界(陸域): 814mm

世界平均の  
2倍程度

令和7年版 日本の水資源の現況

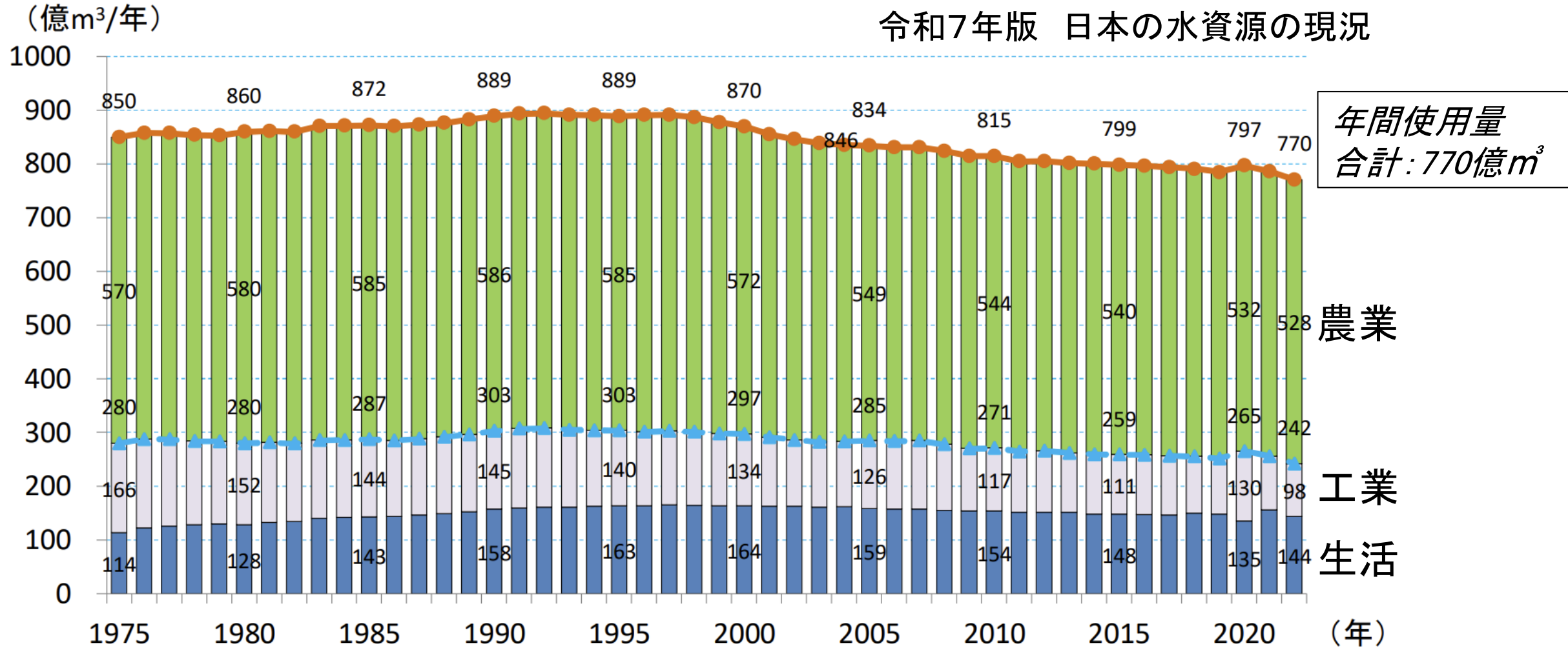
単位: 億  $m^3$ /年



\* 工業分野における回収率は77% (2015年使用量と2019年淡水補給量から計算)

# 全国の水使用量の経年変化

令和7年版 日本の水資源の現況



令和4年(2022年)における全国の水使用量(取水量ベース)は、合計で約770億m<sup>3</sup>/年であり、用途別にみると、生活用水と工業用水の合計である都市用水が約242億m<sup>3</sup>/年、農業用水が約528億m<sup>3</sup>/年である。

## 2. 第3次気候変動影響評価報告書のポイント

文献数：191件（うち新規96件） 参考：第2次 88件（うち新規73件）

### 水環境分野

- 気候変動による**気温の上昇**は、湖沼やダム貯水池、河川、沿岸域や閉鎖性海域の**水温を上昇**させ、**植物プランクトン・藻類の増殖や鉛直循環の抑制を通じて、水質にも影響を及ぼす恐れ**がある。
- 気候変動による**平均風速の低下**も、湖沼や閉鎖性海域の**鉛直循環を抑制する可能性**がある。
- さらに、気候変動による**降水パターンの変化**は、ダム貯水池や河川への**土砂流入量を増加**させ、沿岸域や閉鎖性海域では、**河川からの濁質の流入増加**も懸念される。

<https://www.env.go.jp/content/000377713.pdf>

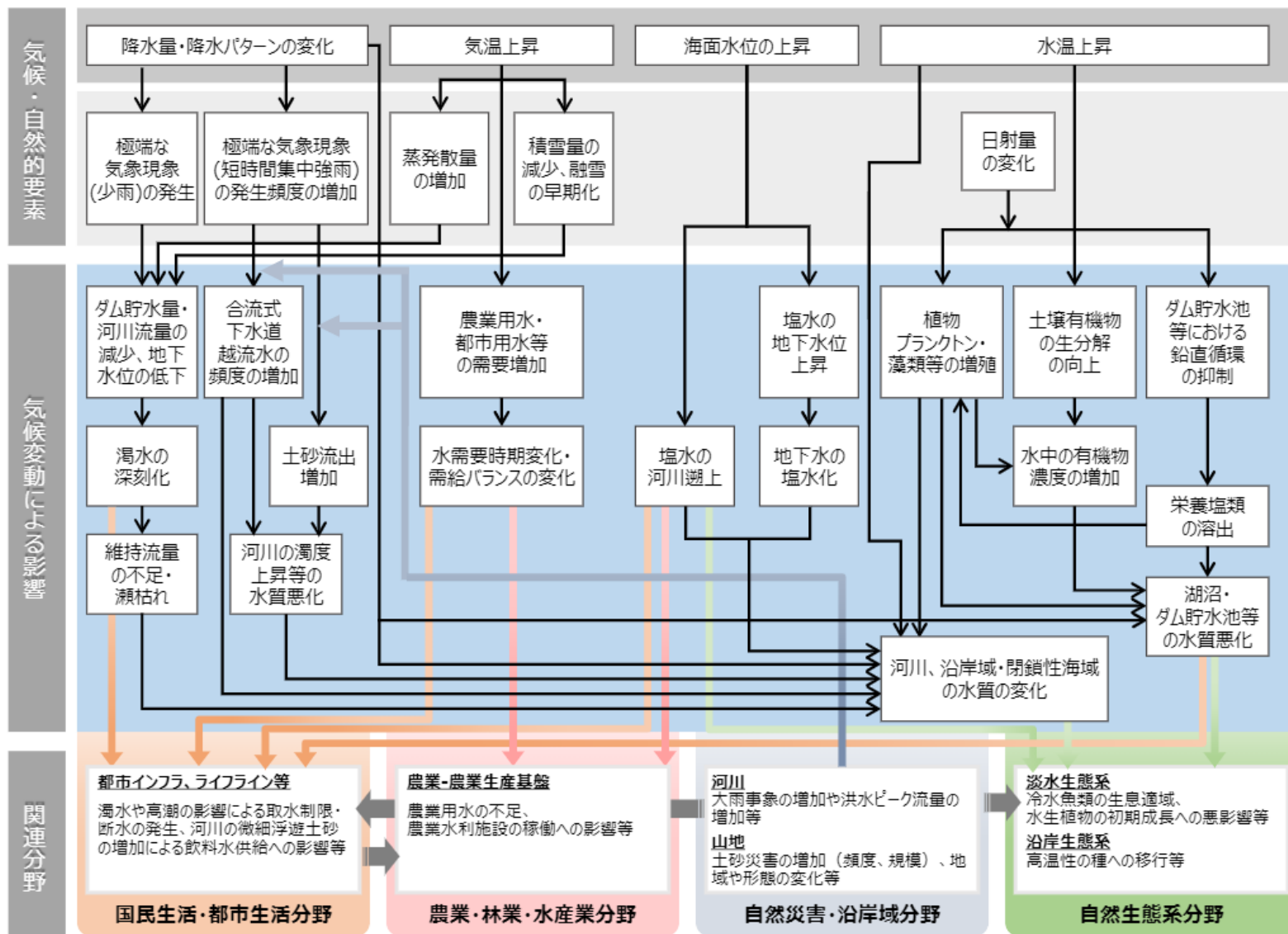
## 水資源分野

- 気候変動による**降水パターン**の変化は、無降水日数の増加等や積雪量の減少、蒸発散量の増加による河川流量の減少や地下水位の低下を引き起こす。
- **気温の上昇**により、農業用水・都市用水等の水需要量や、人々の水使用量は増加することが想定されるが、冬季の降雨事象の増加とともに積雪量が減少することや融雪時期の早期化などにより、需要期に水を供給することができない可能性も懸念される。
- **気温の上昇**は**渇水時の河川流量の低下**や**地下水利用量の増加**を引き起こすとともに、**海面水位の上昇**は、河川河口部や地下水において塩水遡上範囲を拡大させ、塩水化を引き起こす。

<https://www.env.go.jp/content/000377713.pdf>

# 気候変動により想定される影響 (水環境・水資源分野)

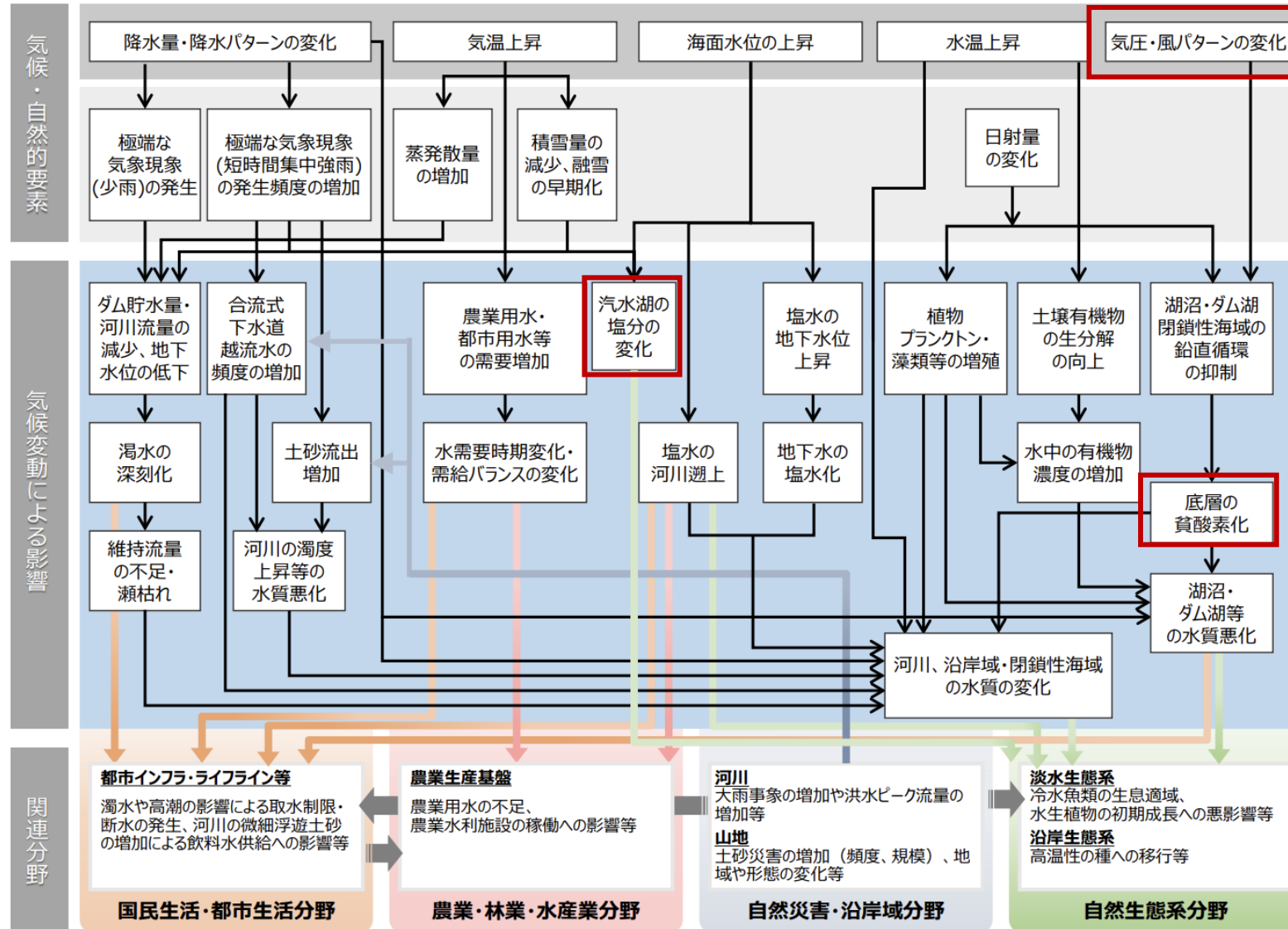
## 第2次 報告書



<https://www.env.go.jp/press/files/jp/115261.pdf>

# 気候変動により想定される影響 (水環境・水資源分野)

## 第3次 報告書



気候・自然的要素の追加  
気圧・風パターンの変化

汽水湖の塩分変化の追加

影響表現の変更  
栄養塩類の溶出  
→底層の貧酸素化

<https://www.env.go.jp/content/000377713.pdf>

# 気候変動の影響の重大性・緊急性・確信度の評価結果

気候変動の影響の程度・可能性等(重大性)、影響の発現時期や追加的な適応策への意思決定が必要な時期(緊急性)、情報の確からしさ(確信度)の3つの観点から評価

重大性: <現状>・<1.5~2°C上昇時>・<3~4°C上昇時>の3つの場合

大項目	小項目	第3次評価			
		重大性			緊急性
		現状(約1°C上昇)	1.5~2°C上昇時	3~4°C上昇時	
水環境・水資源	⇒p. 59				
水環境	湖沼・ダム湖 ⇒p. 61	レベル1 (**)	レベル2 (**)	レベル2 (**)	レベル2 (**)
	河川 ⇒p. 62	レベル1 (**)	レベル1 (**)	レベル1 (**)	レベル1 (**)
	沿岸域及び閉鎖性海域 ⇒p. 63	レベル1 (*)	レベル1 (*)	レベル2 (**)	レベル1 (**)
水資源	水供給(地表水) ⇒p. 64	レベル2 (***)	レベル2 (***)	レベル3 (***)	レベル3 (***)
	水供給(地下水) ⇒p. 65	レベル1 (*)	レベル2 (**)	レベル2 (**)	レベル3 (**)
	水需要 ⇒p. 66	レベル1 (*)	レベル2 (**)	レベル2 (**)	レベル2 (**)

第2次評価			
重大性		緊急性	確信度
2°C上昇	4°C上昇		
影響あり	特に重大な影響	中	**
影響あり		中	*
影響あり		中	**
特に重大な影響	特に重大な影響	高	***
特に重大な影響		中	**
影響あり		中	**

<凡例>

重大性			緊急性			確信度		
レベル1	レベル2	レベル3	レベル1	レベル2	レベル3	レベル1 (*)	レベル2 (**)	レベル3 (***)

<https://www.env.go.jp/content/000377713.pdf>

# 3. 気候変動に伴う水環境・水資源への影響

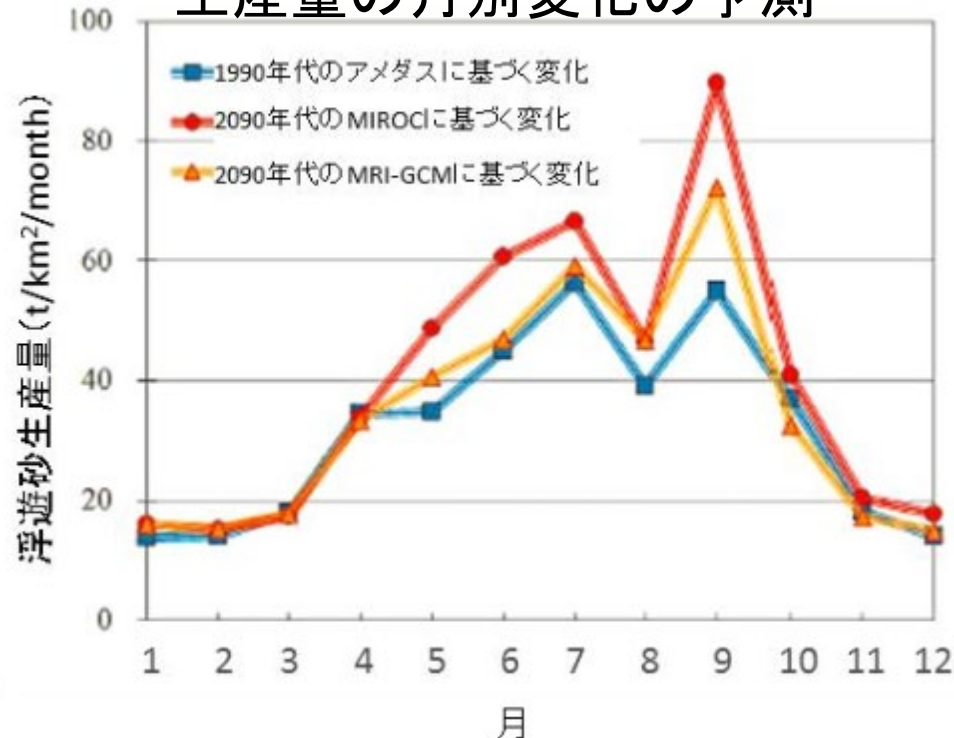
大項目	小項目	気候変動影響の例
水環境	湖沼・ダム湖	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水温の上昇、それに伴う水質の変化</li> <li>● <u>大雨による濁度の上昇</u></li> <li>● <u>水道の異臭味の増加</u></li> </ul>
	河川	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>水温の上昇</u></li> <li>● 大雨による土砂流出量の増加</li> <li>● さらなる水温の上昇による水質変化・貧酸素化・異臭味の増加 (将来)</li> <li>● <u>塩水遡上の範囲・継続時間の増加 (将来)</u></li> </ul>
	沿岸域及び閉鎖性海域	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水温の上昇</li> <li>● 冬～春で水温上昇に伴う一次生産の活性化</li> <li>● 強風の継続時間現象に伴う<u>貧酸素水塊の拡大</u></li> <li>● <u>流量・流況の二極化に伴う浮遊物質流出増加</u></li> </ul>

大項目	小項目	気候変動影響の例
水資源	水供給（地表水）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>渇水の増加、水温の上昇等による水源の水質の悪化、それらに伴う取水の制限</u></li> <li>● <u>積雪の減少・融雪の早期化による春季の河川流量の減少、それに伴う農業用水の不足</u></li> <li>● <u>塩水遡上の範囲・継続時間の増加（将来）</u></li> </ul>
	水供給（地下水）	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>渇水時における揚水量の増加による地盤沈下、海水の浸入・地下水の塩水化</u></li> <li>● <u>海面水位の上昇による海水の浸入・地下水の塩水化の進行（将来）</u></li> </ul>
	水需要	<ul style="list-style-type: none"> <li>● <u>気温の上昇による生活・工業用水の使用量の増加</u></li> <li>● <u>農業用水の使用量の増加・使用時期の変更による水需給バランスの変化</u></li> </ul>

# 河川への影響の要因

- 気温の上昇に伴う水温上昇は、DO(溶存酸素)の低下、DOの消費を伴った微生物による有機物分解反応、硝化反応の促進、植物プランクトンの増加などを通じて水質に影響を与える。

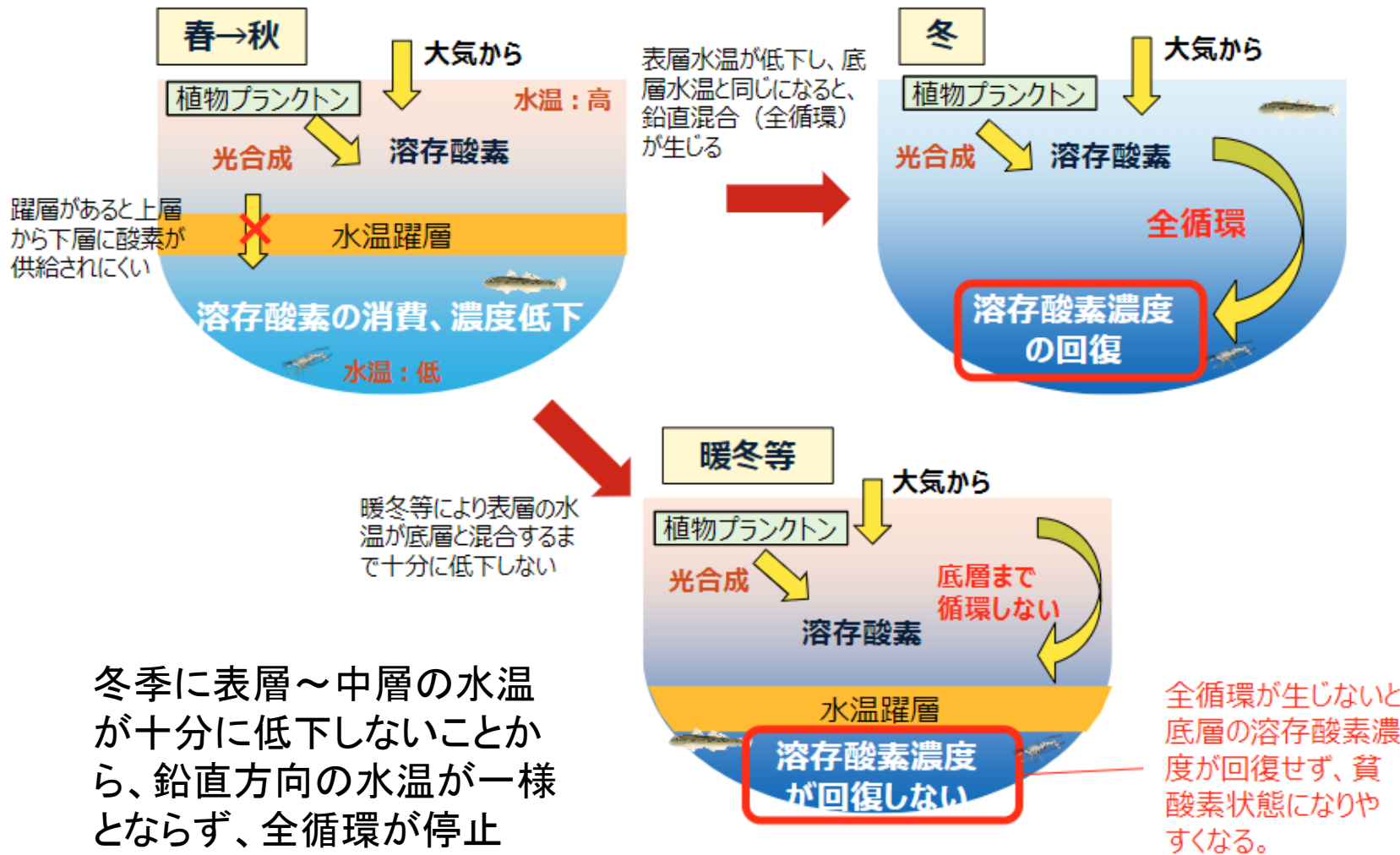
全国の一級河川におけるSS  
生産量の月別変化の予測



- 短時間で降る極端な降水の頻度及び強度が増大する流域では、土砂生産量を増加させ、土砂の流出量や浮遊砂量を増加させる。
- 降水の時空間分布変化は、河川水質へ影響を及ぼすことも想定される
- 気温の上昇に伴う、湧水や帯水層の水温上昇の影響も考えられる。

<https://www.env.go.jp/content/900449808.pdf>

# 湖沼における影響と全循環の変化

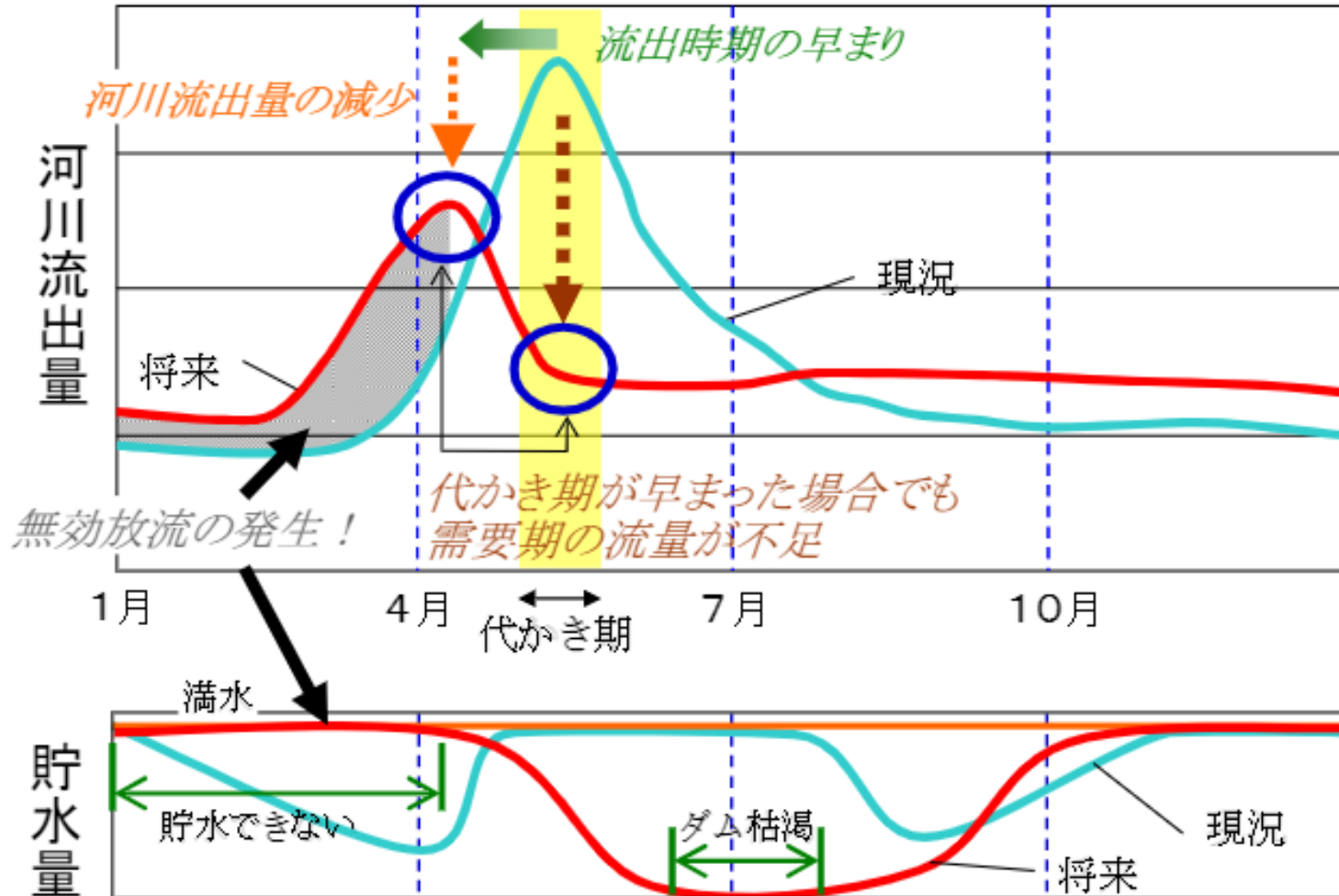


- 植物プランクトンの発生確率の増大、土壌有機物の生分解の向上による水中の有機物濃度の増加などを通じて、カビ臭原因物質や消毒副生成物前駆物質の増加など水質を悪化させる可能性がある。
- 湖沼では、冬季の水温上昇に伴い、冬季循環が抑制されて下層のDO低下を招き、底泥からの栄養塩類の溶出を引き起こす可能性がある。

<https://www.env.go.jp/content/900542176.pdf>

# 降雪量の減少に伴う影響

## 温暖化後の河川流出量の状況(想定)

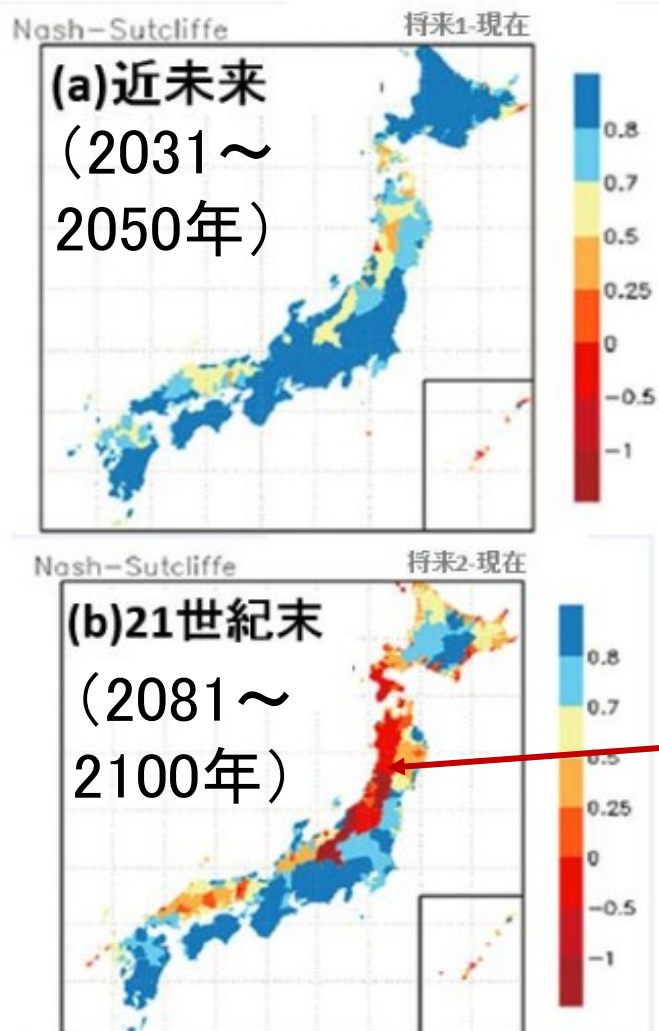


- 冬季の降雨事象の増加とともに積雪量が減少することや融雪時期の早期化は農業などの水の需要期に十分な量の水を供給できない原因となる。
- 降水の時間推移の変化などによる渇水の深刻化に伴うダム貯留水の減少は、ダムからの用水の補給可能量を減少させる原因となる。

<https://www.env.go.jp/press/files/jp/115262.pdf>

# 水資源への影響の要因

気候変動に伴う  
日本各地の河川流況の変化



- 気候変動による降水量や積雪量の変化に伴い、河川流量や地下水位が変動し、水利用に影響を及ぼす。
- 無降雨日数の増加や積雪量の減少は、渇水を引き起こす原因となり、過剰な地下水採取による地盤沈下の可能性がある。
- 海面水位の上昇は、河川河口部における海水(塩水)の遡上範囲を拡大させ、低平地の地下水を含む淡水の塩水化を引き起こす原因となる。

近未来、21世紀末気候下で河川流量計算を行った結果、日本海側の多雪地帯において河川流況が大きく変化することが予測されています。

[https://www.env.go.jp/earth/tekiou/pamph2018\\_full.pdf](https://www.env.go.jp/earth/tekiou/pamph2018_full.pdf)

<https://www.env.go.jp/content/900449808.pdf>

# 4. 水環境・水資源分野における気候変動適応策

## 湖沼・ダム湖

- 水温抑制、成層破壊、貧酸素化抑制

湖面遮光及び低温の湧水・渓流水の導入、水温成層の破壊、底層への酸素吸入、底質改善による酸素消費抑制など

- 栄養塩負荷抑制

河川直接浄化や生活排水処理、底質改善による溶出抑制など

- 土砂流出抑制

森林の適正管理、砂・治山ダム整備、未舗装道路の侵食抑制、耕地や土づくりの工夫など

- 水道水源への対応

代替水源確保、浄水能力強化、局所的清澄水域の保、水面利用法の変更

## 4. 水環境・水資源分野における気候変動適応策

### 河川

- 水質変化や流出対策

浄化導水、底質改善、植生浄化、土砂かん止林の整備、堆肥からスラリーの施用への変更など

- 塩水遡上への対応

取水高さの変更、取水口の移設、貯水池の設置など

### 沿岸域及び閉鎖性海域

- 貧酸素水塊の発生への対応

陸域負荷管理、表層水の底層への送水、鉛直混合の誘起・促進、高濃度酸素水の送水・曝気による酸素供給など

## 4. 水環境・水資源分野における気候変動適応策

### 水供給(地表水)

- 渇水への対応(ハード)

ダム等の水資源開発施設整備、施設の改良による利水機能の強化、管路のネットワーク化、水源の多様化、施設更新時対応等の施設整備、雨水や再生水利用、緊急時の水源としての地下水利用、

- 渇水への対応(ソフト)

渇水対応タイムラインの活用、連絡体制や協定体制整備、ダム統合運用、渇水対策用資材・機材の配備・運用・調達・備蓄、要援護者移転・疎開計画、渇水対応訓練の実施、地表水と地下水の一体的マネジメントの推進

## 4. 水環境・水資源分野における気候変動適応策

### 水供給(地下水)

- 地下水保全対策

森林を保全/流出抑制、涵養機能を保全、水田の冬期湛水、転作田浸透池、人工涵養渇水対策(注入法)など

- 塩水化対策(地下水位の上昇や淡水圧の強化)

川の瀬掘り、ダム水の利用、地表・河川からの地下水涵養促進など

- 渇水対策

節水強化、農業用水の利用効率化、再生水の利用促進など

### 水需要

生活用水: 漏水防止対策、再生水の利用促進、節水など

農業用水: 水利施設の補修・補強工事、取水口の更新、遠方監視・制御システムの導入、田植日の変更など

# 5. まとめ

- **3つの観点での気候変動影響評価**：重大性（社会・経済、環境による影響の程度）、緊急性（発現時期や追加的な適応策への意思決定が必要な時期）、確信度（現在の状況や将来予測の確からしさ）
- **報告書の活用**：国による気候変動適応計画の策定及び更新、地方公共団体及び事業者等による適応計画の策定、分野ごとの気候変動影響の把握や適応策の検討のために必要な情報抽出等を効率的に行うため
- **分野間の影響連鎖**：農業・林業・水産業分野（農業用水・利水施設稼働など）、自然生態系分野（冷水魚類の生息・水生植物成長・高温性種への移行など）、国民生活・都市生活分野（取水制限・断水発生・水道水源水質悪化など）等にも影響、自然災害・沿岸域分野（豪雨時の高濁水、土砂流出増加）と深く関連する影響

ご清聴ありがとうございました。

気候変動適応セミナー#3  
2026年5月25日（月）10:00-12:00

# 「水環境・水資源」分野における 科学的ポイント及び関連研究

中央大学研究開発機構 機構教授

東京大学 名誉教授

NPO法人ウォーターエイドジャパン 理事長

古米 弘明

e-mail: hfurumai756@g.chuo-u.ac.jp

行動する知性。



# 水環境を構成する要素

「水量」、「水質」、「水生生物」、「水辺地」

参考：水域生態系（水辺空間と生息生物）」

各要素間の相互作用、バランスが水環境保全に重要

水環境の現況を見る上での基本的な情報

水文・気象学的：降水量、気温など

地形・地質学的：標高、地質、流域植生など

生物・生態学的：生息域、水生生物など

人間・社会活動：水利用、汚濁負荷など

## 第2次気候変動影響評価報告書(令和2年12月)のポイント

**水環境分野:** 気候変動による**気温の上昇**は、湖沼やダム貯水池、河川、沿岸域や閉鎖性海域の**水温を上昇**させ、水質にも影響を及ぼす恐れがある。また、気候変動による**降水パターン**の変化は、ダム貯水池や河川への土砂流入量を増加させ、沿岸域や閉鎖性海域では、河川からの濁質の流入増加も懸念される。

**水資源分野:** 気候変動による**降水パターン**の変化は、無降水日数の増加等や積雪量の減少、蒸発散量の増加による河川流量の減少や地下水位の低下を引き起こす。**気温の上昇**により、農業用水・都市用水等の水需要量や、人々の水使用量は増加することが想定されるが、冬季の降雨事象の増加とともに積雪量が減少することや融雪時期の早期化などにより、需要期に水を供給することができない可能性も懸念される。また、海面水位の上昇は、河川河口部や地下水において塩水遡上範囲を拡大させ、塩水化を引き起こす。

<https://www.env.go.jp/content/000377713.pdf>

