

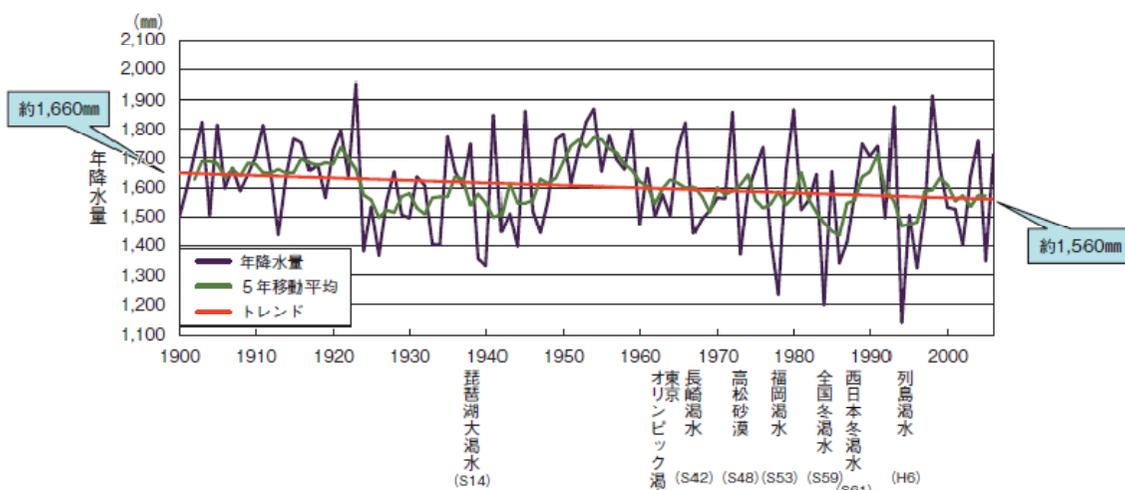
# 気候変動による渇水リスク増加に対応した 下水処理水の活用方策に関する研究



国土技術政策総合研究所  
気候変動適応研究本部

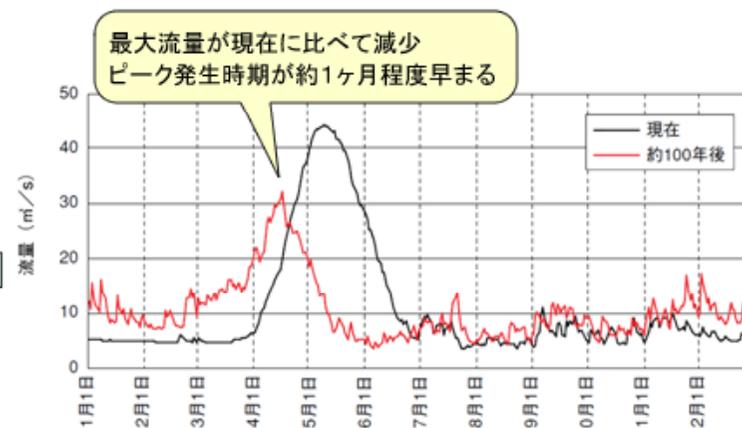
下水道研究部 下水処理研究室

# わが国における気候変動に対応した水利用効率化の必要性



全国の年間平均降水量の推移

出典:平成20年版 日本の水資源、国土交通省水資源部



利根川では気候変動により灌漑期の流量が著しく減少すると予測。

出典:平成17年版日本の水資源、国土交通省水資源部

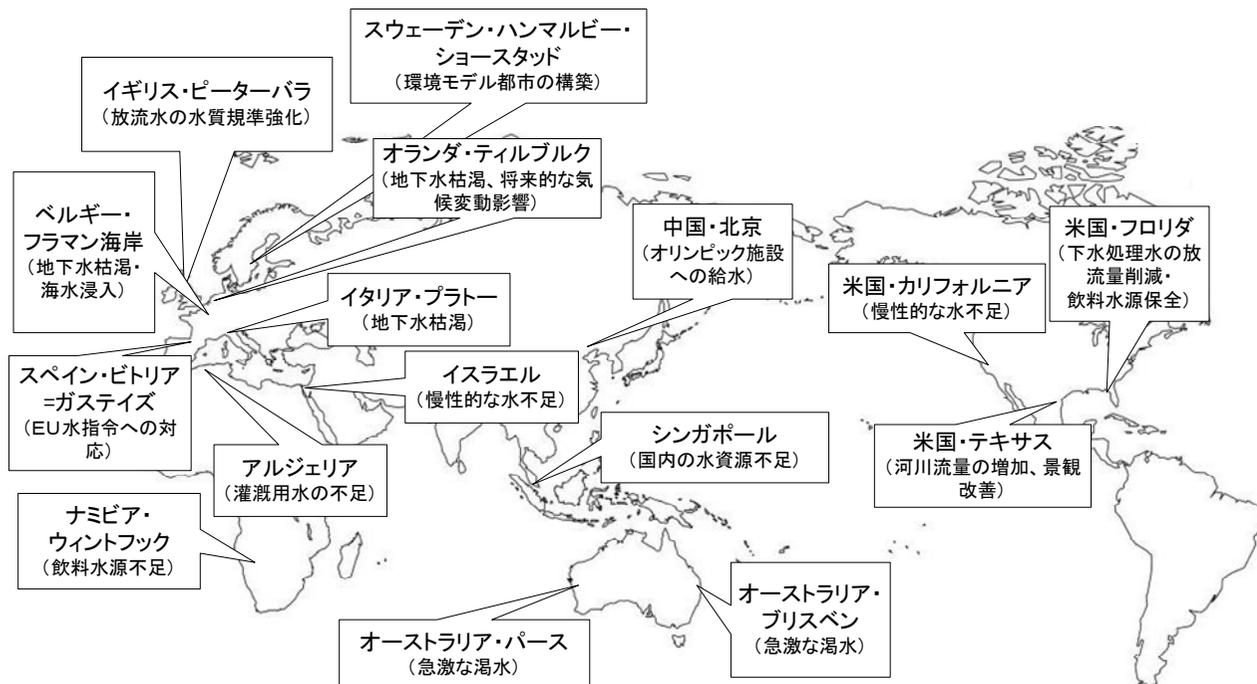
気候変動による河川流量の年間変動パターン

年間平均降水量の減少傾向  
渇水の頻発化傾向

気温上昇による融雪の早期化、積雪量の減少による灌漑期の河川流出量の減少

下水処理水再利用(再生水利用)を含めた水の効率的な利用の必要性

# 世界的な再生水利用の拡大



米国カリフォルニア州オレンジ郡地下水涵養システム(GWRシステム)における逆浸透膜処理施設(2007年供用開始)

海外における再生水利用事例(下水処理水の再利用のあり方を考える懇談会最終報告書、平成21年)

世界的な再生水利用の導入事例の増加  
 再生水利用の用途拡大  
 (灌漑用水、環境用水、地下水涵養、間接的な飲用利用等)

高度な再生処理技術  
 (膜処理等)の導入



# 研究の概要

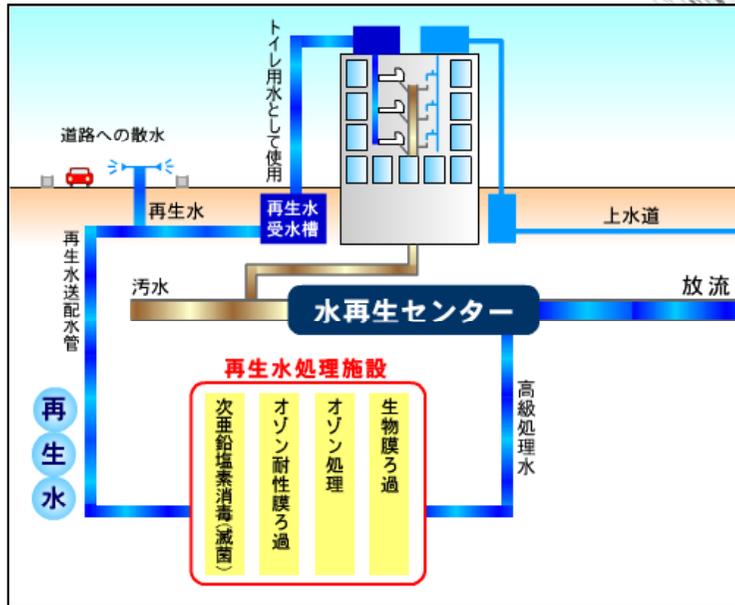
## 1. 中長期的な水利用の効率化のための再生水利用の促進策に関する研究

- 再生水の都市用水利用の促進  
(再生水利用の環境面の効果や、供給安定性等のメリットの評価手法の提案等)
- 再生水の農業用水利用の促進  
(衛生面・農業生産面・環境面を含めた水質管理のあり方の提案等)

## 2. 渇水時水源としての再生水の活用方策に関する研究

- 水量・水質両面での再生水の渇水時水源としての利用可能性の拡大  
(給水車・給水タンク等を活用した緊急時の再生水給水システムの提案、渇水時に処理レベルを向上する技術の提案等)

# 再生水の都市用水利用(広域循環)のイメージ



トイレ用水、道路・植樹散水等に活用

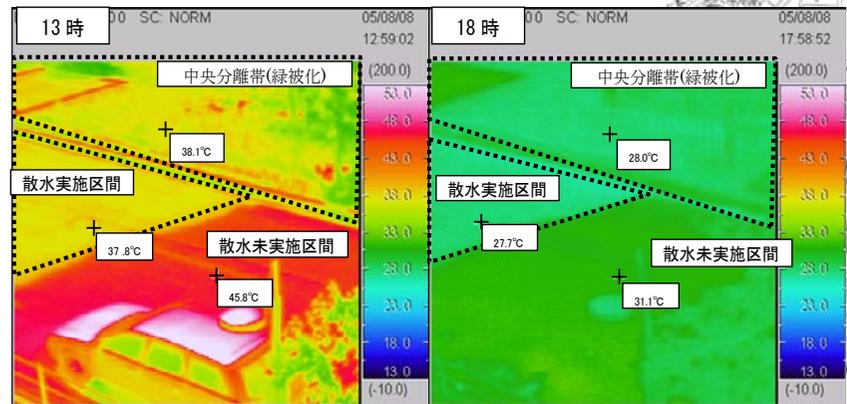
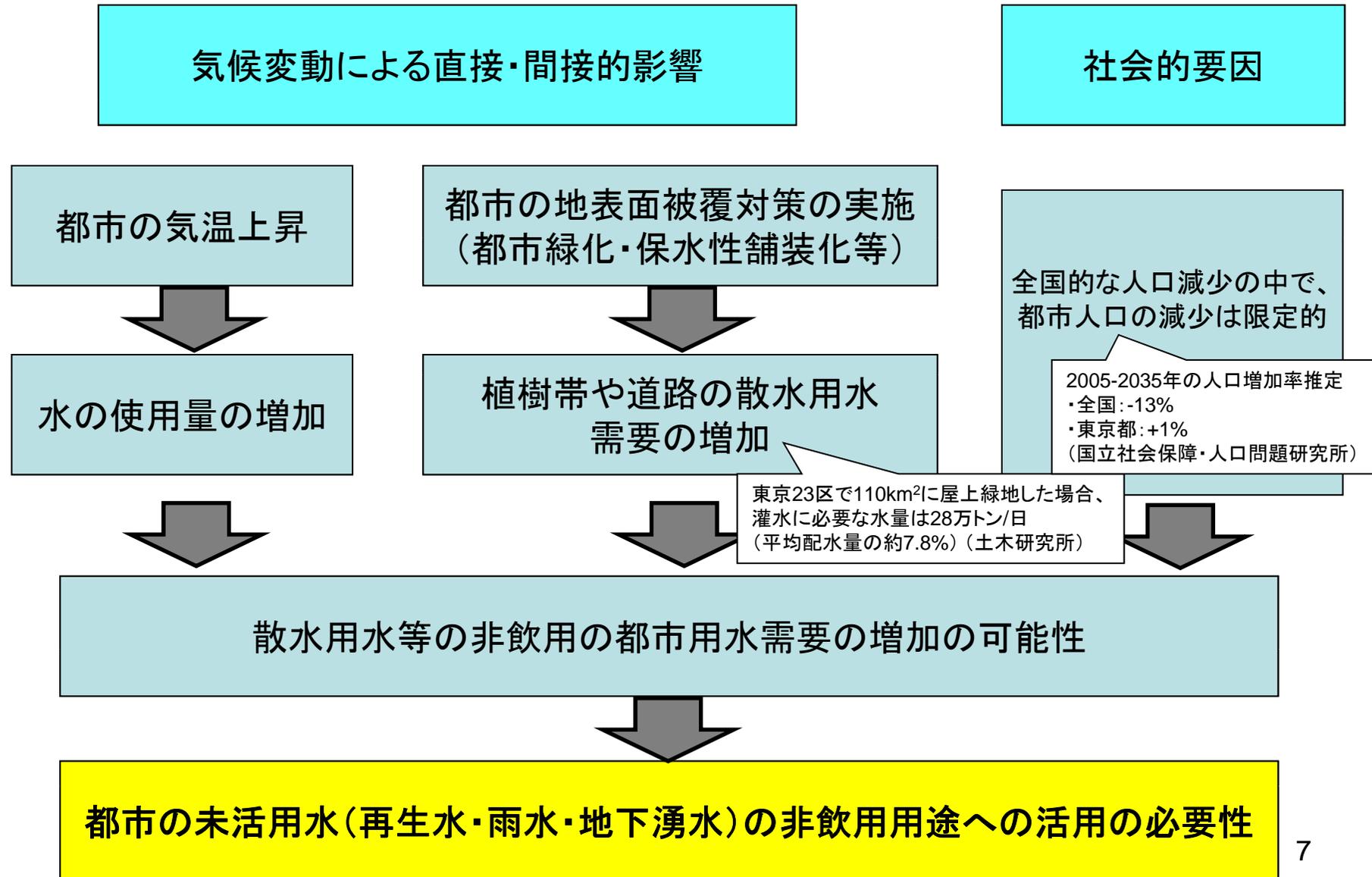


図-1 散水実施区間と未実施区間の路面温度の比較  
(サーモグラフィによる測定結果)



(地図:東京都・東京都下水道サービスHPより)

# 都市用水 (1)気候変動の下でニーズの高まる再生水の用途



# 都市用水 (2) 再生水利用のコスト・環境面の課題

雑用水利用のコストは  
スケールメリットが働く

再生水利用は個別循環に比べ  
温室効果ガス排出量が小さいケースも多い

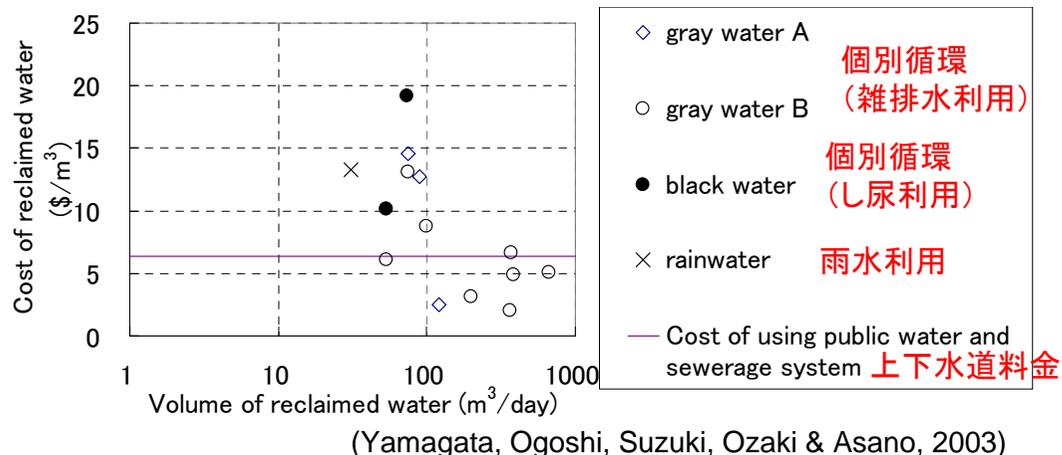


図 雑用水利用コストの調査結果  
(平成12年 旧土木研究所・住都公団調査)

表 広域循環(再生水利用)と個別循環のCO<sub>2</sub>発生率(維持管理)の比較(平成20年 国土交通省下水道部・国土技術政策総合研究所調査)

方式	施設	規模 (m <sup>3</sup> /日)	生物処理	膜処理	ろ過	バクテリア	活性炭	凝集沈殿	その他	平均稼働率 (%)	再利用CO <sub>2</sub> 発生率 (kg/m <sup>3</sup> )
広域	A	1600	有			有		有		9	2.86
広域	B	7200			有	有		有		73	0.77
広域	C	7900	一部有	一部有	有	有				44	0.96
広域	D	5000			有	有				45	0.40
個別	E	780	有		有					36	2.43
個別	F	397	有		有				有	58	0.40
個別	G	120	有		有	有				65	0.84
個別	a	950			有	有				56	1.22
個別	b	50	有		有					127	0.70
個別	c	88		有			有			49	0.33
個別	d	153	有		有		有			15	2.67
個別	e	719			有					40	0.09
個別	f	1,589		有	有				有	18	3.75
個別	g	2,822	有	有			有			92	1.40
個別	h	1,051			有	有				75	1.10

(下水道処理水の再利用のあり方を考える懇談会報告書、平成21年)

再生水利用の環境面の効果や、供給安定性等のメリットを  
ユーザー(建物所有者等)に情報提供し、  
再生水利用を促進する必要性

## 都市用水 (3)再生水の水質管理の課題

### 下水処理水の再利用水質基準等マニュアルの策定 (平成17年、国土交通省下水道部・国土技術政策総合研究所)

- 「下水処理水再利用に関わる水質基準等に関する委員会」(委員長:金子光美立命館大学客員教授)にて審議
- 4つの用途(水洗・散水・修景・親水)、3つの観点(衛生学的安全性確保、美観・快適性確保、施設機能障害防止)から、再生水の水質基準、施設基準、再生水利用の実施にあたっての考慮事項を提示

#### 下水処理水の再生処理技術の向上

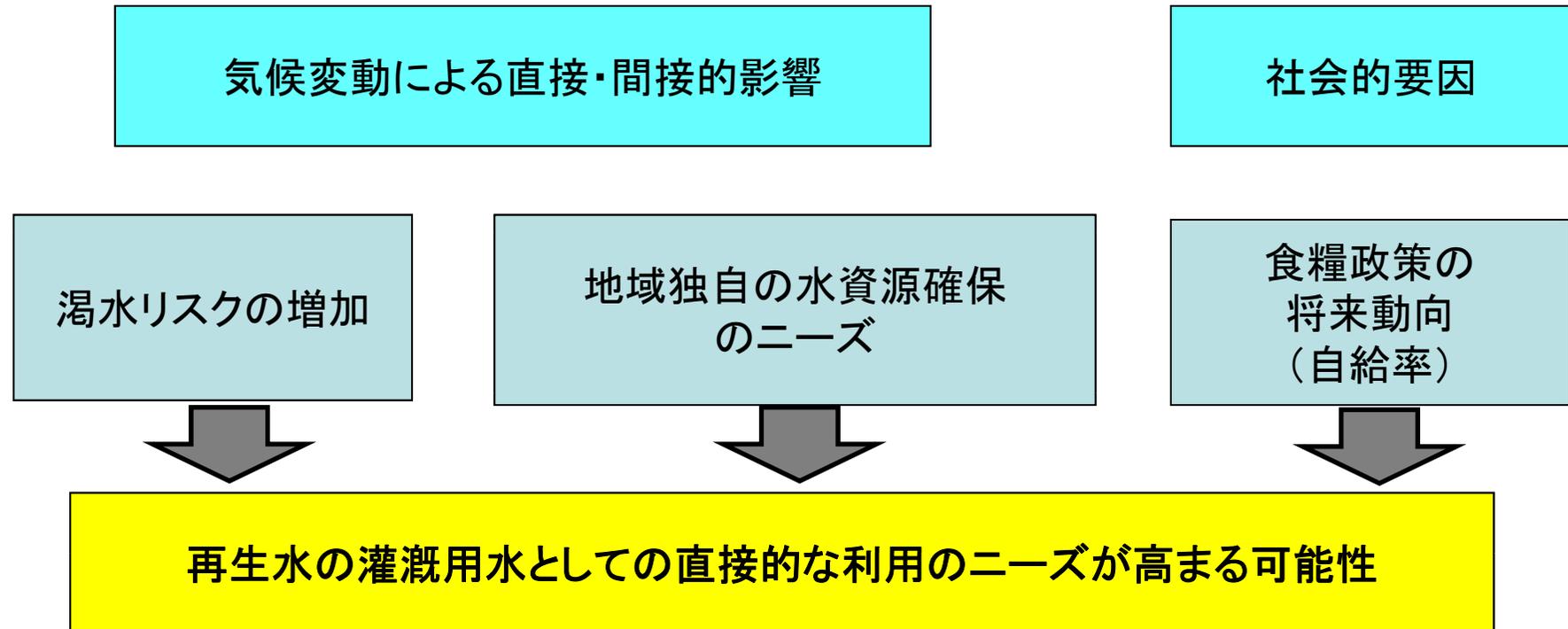
- オゾン耐性膜(東京都)、凝集沈殿・オゾン・砂ろ過(福岡市)等、親水用途にも対応可能な再生処理技術の導入が進展

#### 新たな衛生学的リスク要因への 対処の必要性

- ウイルス、クリプトスポリジウム等耐塩素性病原微生物への懸念
- 膜や紫外線等の再生処理技術で対応可能(コスト面で課題)

再生水の水質管理を低コストで実現し、ユーザーの受容性の向上を図ることが必要

# 農業用水 (1) 渇水に強い水源としての再生水のニーズ



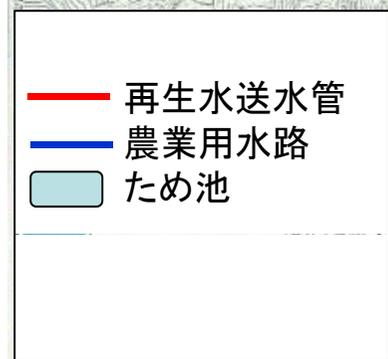
## 直接的な農業用水再利用の例

- 熊本県熊本市
- 香川県多度津町
- 沖縄県島尻地区(検討中)等

海外(カリフォルニア州等)では農業利用が多い

# 農業用水への再生水利用 多度津町の例

多度津町再生水利用計画図



## 農業用水 (2)衛生面・農業生産面・環境面を含めた 再生水の水質管理の課題

### わが国の農業灌漑利用に関する再生水の水質基準はない

- 下水処理レベルは、二次処理(生物処理)、ろ過、膜などさまざまな事例
- 衛生管理の徹底が必要だが、残留塩素が作物に影響を与える恐れもある
- 下水処理水中の窒素・りんには作物生育上プラスの効果(肥料効果)もある
- いったん河川に放流した後取水する間接的な利用も多い

### 国内での再生水の水質管理に関する 知見の蓄積

- 沖縄、多度津、熊本など再生水の水質管理に関する知見の蓄積

### 諸外国での再生水の水質管理に関する 水質管理手法の研究

- カリフォルニア州では作物の種類(生食の有無等)により消毒無し二次処理～消毒済み三次処理まで多様な水質基準を設定
- 作物によっては塩分濃度などの管理も重要
- 地下水の窒素汚染への配慮も重要

衛生面・農業生産面・環境面を含めた水質管理のあり方を確立する必要性

# 渇水時の代替水源としての再生水利用 (1)現状

渇水時にのみ、通常公共用水域へ放流されている下水処理水を  
処理場で様々な利用者へ供給している場合もある

香川県における再生水の渇水時の代替水源としての利用の例  
(香川河川国道事務所HPより)

自治体名	下水処理水の再利用化の概要
高松市	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生水利用下水道事業として東部下水処理場内に再生処理施設を整備し、市内44施設(H17.4.1現在)に再生水の供給を実施。</li> <li>また、同処理場において、取水施設を設け再生水(砂濾過水)を樹木の散水等に利用できるよう提供。</li> </ul>
牟礼町	<ul style="list-style-type: none"> <li>牟礼町浄化苑、牟礼町中央公民館において処理水を運搬出来るよう蛇口を設置。散水等に利用してもらうよう広報車、防災無線での呼びかけを実施。</li> </ul>
多度津町	<ul style="list-style-type: none"> <li>下水再生水を親水公園、河川維持放流用等に利用。</li> </ul>
香川県	<ul style="list-style-type: none"> <li>例年、流域下水道の4処理場において、砂ろ過した再利用水を一般家庭等を対象に樹木散水等として来場者に提供。</li> <li>また、多くの県民が利用できるよう呼びかけ等を実施。</li> </ul>



高松市東部下水処理場のろ過水取水口  
 渇水・非常時のトイレ洗浄水・散水・防火用水としての利用を図っている  
 (出典:高松市水循環健全化計画、2003)

## 渇水時の代替水源としての再生水利用 (2)課題

### 水量

### 水質

#### 課題

渇水時のみの再生水利用の場合、給水車の台数等の制約により給水能力が制限される

再生水の用途に応じて必要な水質レベルが異なるため、下水処理場の処理レベルによっては、渇水時に供給できない可能性がある

#### 対策案

- 給水車・給水タンク等の緊急時の給水システムの整備
- 公共施設等へ再生水の配水管を整備するなど、渇水時の給水拠点を増やす

- 高度処理実施処理場を優先的に渇水時の再生水供給拠点化
- 渇水時のみ処理レベルを向上する技術の導入(移動式膜処理設備等)

水量・水質両面での再生水の渇水時水源としての利用可能性を評価し、渇水対策としての再生水利用を地域防災計画等に位置づける必要