

# 地域における 水環境再生への取り組みと今後



広島大学

広島大学大学院工学研究科

岡田 光正

## 地域における水環境再生への取り組みと今後

地域における水環境再生のために何を行ってきたか？

- 水質汚濁からの回復・再生:水質環境基準、排水基準、総量規制、.....

地域における水環境再生のために今すべきことは？

- 国際:水環境再生への取り組みの経験を国際的に発信し、世界の地域における水問題解決に貢献
- 水環境:干潟、藻場、水草帯等の再生と人々と水環境とのふれあいの回復、住民の理解と参加
- 再生目標: 水利用、評価尺度、目標値などの再生目標の再検討
  - 未だに環境基準を達成していない水域が残る
  - 環境基準を達成しても満足すべき水環境になっていない？

地域における水環境再生のために今後何が懸念されるか？

- 地球温暖化に伴う気候変動にどのように適応するか？



## 水質環境基準・目標 + 課題の判断基準

- **環境基本法：水環境の望ましい基準 / 目標**
  - 人の健康の保護
  - 生活環境の保全
    - 生活環境：「人の日常生活」+「人の日常生活に密接に関連する動植物」に関連するすべてのもの
- **水質汚濁に対する総合的な施策を推進するための行政的な目標並びに基準**
- **公共用水域が達成・維持すべき標準的な状態**
  - 汚濁が進んでいない水域：これ以上汚濁が進むことを防止し、現状を維持するための基準
  - 汚濁している水域：水質を改善するための施策の目標値



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 生活環境の保全に関する環境基準：海域 ア

項目	利用目的の適応性	水素イオン濃度 (pH)	化学的酸素要求量 (COD)	溶存酸素量 (DO)	大腸菌群数	n-ヘキサン抽出物質 (油分)
A	水産1級、水浴、自然環境保全及びB以下の欄に掲げるもの	7.8 - 8.3	2mg/l以下	7.5mg/l以上	1000MPM/100ml以下	検出されないこと
B	水産2級、工業用水及びCの欄に掲げるもの	7.8 - 8.3	3mg/l以下	5mg/l以上	-	検出されないこと
C	環境保全	7.0 - 8.3	8mg/l以下	2mg/l以上	-	-

備考：日間平均値により評価

- 1 自然環境保全：自然探勝等の環境保全
- 2 水産1級：マダイ、ブリ、ワカメ等の水産生物用及び水産2級の水産生物用  
水産2級：ボラ、ノリ等の水産生物用
- 3 環境保全：国民の日常生活(沿岸の遊歩等を含む。)において不快感を生じない限度



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

# 環境基準の達成方法は？

一律排水基準：技術的に可能な範囲で汚濁物濃度を制限

生活環境項目	許容限度
水素イオン濃度 (pH)	海域以外 5.8-8.6、海域 5.0-9.0
生物化学的酸素要求量 (BOD)	160mg/L (日間平均 120mg/L)
化学的酸素要求量 (COD)	160mg/L (日間平均 120mg/L)
浮遊物質 (SS)	200mg/L (日間平均 150mg/L)
ノルマルヘキサン抽出物質含有量 (鉱油類含有量)	5mg/L
ノルマルヘキサン抽出物質含有量 (動植物油類含有量)	30mg/L
フェノール類含有量	5mg/L
銅含有量	3mg/L
亜鉛含有量	2mg/L
溶解性鉄含有量	10mg/L
溶解性マンガン含有量	10mg/L
クロム含有量	2mg/L
大腸菌群数	日間平均 3000個/cm <sup>3</sup>
窒素含有量	120mg/L (日間平均 60mg/L)
磷含有量	16mg/L (日間平均 8mg/L)



## モニタリング：環境基準の達成状況の評価

公共用水域の水質調査の状況：平成19年度

### 健康項目

健康項目	河川	湖沼	海域	全体
水域数	-	-	-	-
地点数	4,036	394	1,144	5,574
検体数	184,420	15,696	34,987	235,103

### 生活環境項目

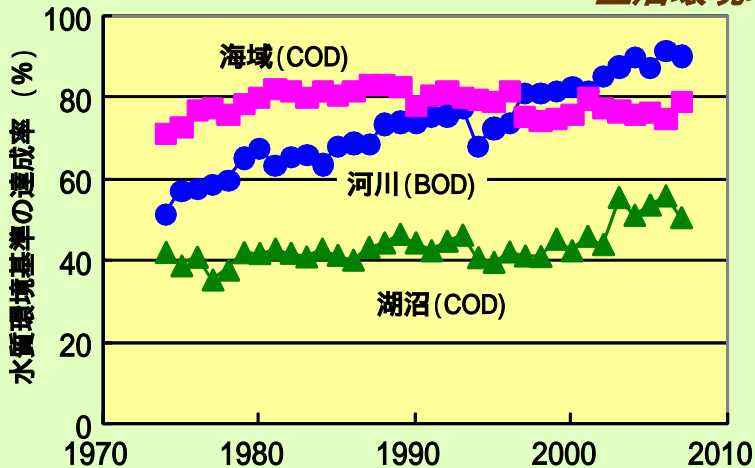
生活環境項目 BOD/COD	河川	湖沼	海域	全体
水域数	2,552	291	743	3,586
地点数	4,576	440	2,088	7,104
検体数	244,175	41,886	118,851	404,829

生活環境項目 T-N/T-P	河川	湖沼	海域	全体
水域数	-	110	152	262
地点数	-	298	1,010	1,308
検体数	-	5,292	18,164	23,456



# 水環境の現状: 水質環境基準の達成率

生活環境項目



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 湖沼の水環境保全対策の課題

環境省湖沼対策検討会「湖沼環境保全施策の基本的あり方について」平成16年10月

### 湖沼の水環境の現状

- ほとんどの指定湖沼において環境基準が達成されていない
- 地域住民の湖沼の水環境に対する意識やニーズの多様化に十分対応した評価等がなされていない
- 住民理解の観点から分かりやすさに関する視点が不十分



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

# 総量規制制度とは

瀬戸内海環境保全特別措置法・水質汚濁防止法改正(1978)により導入された制度

指定水域に流入する**COD、窒素、りん**の汚濁負荷量を削減すること等により、海域の環境を改善

指定水域・指定地域

## 東京湾

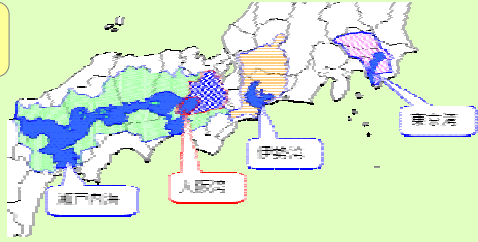
埼玉県、千葉県、東京都、神奈川県の関係地域

## 伊勢湾

岐阜県、愛知県、三重県の関係地域

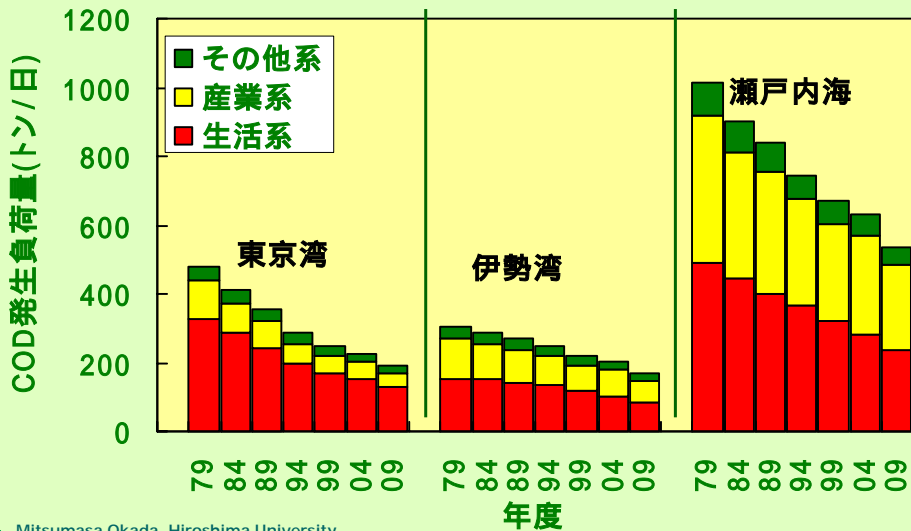
## 瀬戸内海

京都府、大阪府、兵庫県、奈良県、和歌山県、岡山県、広島県、山口県、徳島県、香川県、愛媛県、福岡県、大分県の関係地域



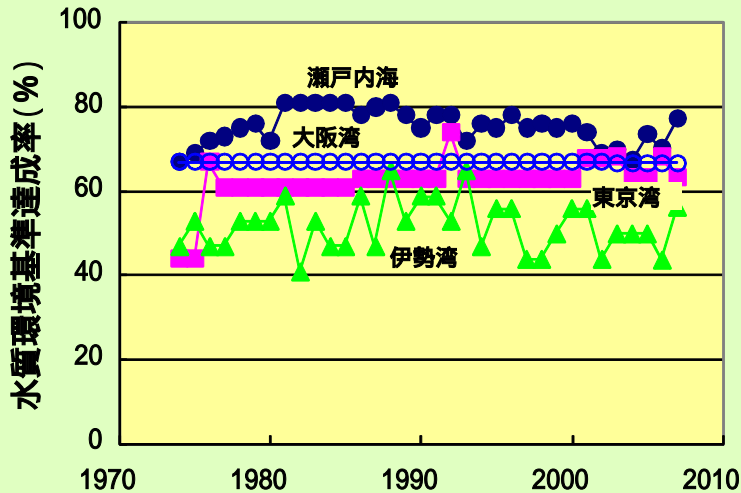
Mitsumasa Okada, Hiroshima University

# 第6次総量規制における汚濁負荷量の推移及び削減目標量: COD



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

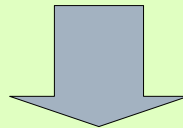
## 主要海域のCOD環境基準達成率の推移



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 第6次水質総量規制の在り方: 東京湾、伊勢湾及び大阪湾:

- 環境基準達成率が低い
- 大規模な貧酸素水塊が発生している



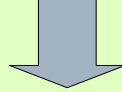
さらに水環境改善を進める必要がある



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 第6次水質総量規制の在り方：瀬戸内海(大阪湾を除く)

- 窒素及び磷の環境基準がほぼ達成された(達成率 = 96.7%)
- CODの環境基準達成率はA類型において33.3%と改善が不十分であるものの、B類型とC類型の達成率はそれぞれ80.4%、100%と高い
- CODレベルは他の指定水域に比較して低い
- 有機汚濁物質の性状が長期的に変化してきた可能性がある
- 貧酸素水塊に関しては、一部の限られた水域での発生にとどまっている



- 窒素及び磷: 現在の水質を維持
- COD: 現在の水質が悪化しないように必要な対策
- 目標とすべき水質を検討する。



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 第6次水質総量規制における対策の在り方

### (1) 汚濁負荷削減対策

- 生活系: 下水道、浄化槽、農業集落排水施設
- 産業系: 指定地域内事業場負荷、小規模事業場 + 未規制事業場
- その他系: 農業、畜産、魚類養殖、合流式下水道

### (2) 干潟の保全・再生、底質環境の改善等



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

# 地域における水環境再生への取り組みと今後

## ① 地域における水環境再生のために何を行ってきたか？

- 水質汚濁からの回復・再生: 水質環境基準、排水基準、総量規制、……

### 成果

- 排水規制の効果等により、公共用水域の水質は改善の傾向
- 既に環境基準がほぼ達成された水域もあるものの、環境基準達成率が不十分な水域が多く残っており、さらに水環境改善を進めることが必要

### 課題

- 地域住民の水環境に対する意識やニーズの多様化に対応し、住民が分かりやすい評価方法が必要
- 有機汚濁物質の性状が変化してきた可能性があるなど、目標とすべき水質に再検討が必要
- 排水規制のような汚濁負荷削減対策に加えて、干潟の保全・再生、底質環境の改善等の対策も必要



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 今後1、2年で重点的に着手すべき八つの戦略

- 戦略1 気候変動問題の克服に向けた国際的リーダーシップ
- 戦略2 生物多様性の保全による自然の恵みの享受と継承
- 戦略3 3Rを通じた持続可能な資源循環
- 戦略4 公害克服の経験と智慧を活かした国際協力
- 戦略5 環境・エネルギー技術の中核とした経済成長
- 戦略6 自然の恵みを活かした活力溢れる地域づくり
- 戦略7 環境を感じ、考え、行動する人づくり
- 戦略8 環境立国を支える仕組みづくり



Mitsumasa Okada, Hiroshima University



# 日本の仮想水の使用



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 地域における水環境再生への取り組みと今後

地域における水環境再生のために何を行ってきたか？

- 水質汚濁からの回復・再生: 水質環境基準、排水基準、総量規制、……

地域における水環境再生のために今すべきことは？

- **国際: 水環境再生への取り組みの経験を国際的に発信し、世界の地域における水問題解決に貢献**
- 水環境: 干潟、藻場、水草帯等の再生と人々と水環境とのふれあいの回復、住民の理解と参加
- 再生目標: 水利用、評価尺度、目標値などの再生目標の再検討
  - 未だに環境基準を達成していない水域が残る
  - 環境基準を達成しても満足すべき水環境になっていない？

地域における水環境再生のために今後何が懸念されるか？

- 地球温暖化に伴う気候変動にどのように適応するか？



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 地域における水環境再生への取り組みと今後

地域における水環境再生のために何を行ってきたか？

- 水質汚濁からの回復・再生：水質環境基準、排水基準、総量規制、……

地域における水環境再生のために今すべきことは？

- 国際：水環境再生への取り組みの経験を国際的に発信し、世界の地域における水問題解決に貢献
- 水環境：干潟、藻場、水草帯等の再生と人々と水環境とのふれあいの回復、住民の理解と参加
- 再生目標：水利用、評価尺度、目標値などの再生目標の再検討
  - 未だに環境基準を達成していない水域が残る
  - 環境基準を達成しても満足すべき水環境になっていない？

地域における水環境再生のために今後何が懸念されるか？

- 地球温暖化に伴う気候変動にどのように適応するか？



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

21世紀環境立国戦略 平成19年6月1日閣議決定

## 今後1、2年で重点的に着手すべき八つの戦略

- 戦略1 気候変動問題の克服に向けた国際的リーダーシップ
- 戦略2 生物多様性の保全による自然の恵みの享受と継承
- 戦略3 3Rを通じた持続可能な資源循環
- 戦略4 公害克服の経験と智慧を活かした国際協力
- 戦略5 環境・エネルギー技術の中核とした経済成長
- 戦略6 自然の恵みを活かした活力溢れる地域づくり
- 戦略7 環境を感じ、考え、行動する人づくり
- 戦略8 環境立国を支える仕組みづくり



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 自然の恵みを活かした活力溢れる地域づくり

郷(さと)、都市(まち)、水辺、森林(もり)といったそれぞれの地域の特性や相互のつながりを踏まえ、自然の恵みを活かしながら、幅広い関係者の参加と協働により活力溢れる美しい地域づくりを進める。

人と自然が元気な郷(さと)づくり

環境に配慮した美しい都市(まち)づくり

豊かな水辺づくり

緑豊かな国土の保全に向けた美しい森林(もり)づくり



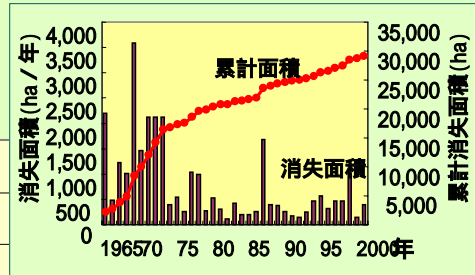
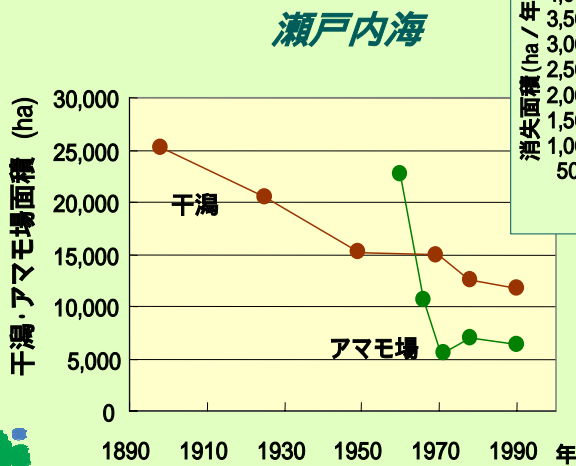
## 豊かな水辺づくり

(豊饒の里海の創生、豊かな湖沼環境の再生)

- **藻場、干潟、サンゴ礁等の保全・再生・創出**、閉鎖性海域等の水質汚濁対策、持続的な資源管理などの統合的な取組を推進することにより、**多様な魚介類等が生息し、人々がその恵沢を将来にわたり享受できる自然の恵み豊かな豊饒の「里海」の創生を図る。**
- 水質、水量の観点のみならず、生物多様性の保全の観点も含め、湖沼の汚濁負荷メカニズムの解明や水質汚濁対策の実施、水域と陸域の推移帯(水辺エコトーン)におけるヨシ群落の保全再生などの取組を進め、それぞれの湖沼の特色に応じた豊かな湖沼環境の再生を図る。



# 藻場・干潟の減少と埋め立て面積の推移



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 干潟の機能



## アマモ場の機能

- 幼稚魚の保育や生育の場
- 魚介類の産卵場
- 高い一次生産性の場
- 多様な生物を育む場
- 水質浄化の場



アマモ：沿岸砂泥地に生育する海草

## 人工干潟：広島県似島



Ninoshima, Hiroshima

## 里海の定義、構成要素、創生効果

- 定義：
  - 人間の手で陸域と沿岸域が一体的・総合的に管理されることにより、物質循環機能が適切に維持され、高い生産性と生物多様性の保全が図られるとともに、人々の暮らしや伝統文化と深く関わり、人と自然が共生する沿岸海域
- 創生効果：
  - 「物質循環」、「生態系」及び「ふれ合い」の保全・再生により海域環境の保全・再生が期待される



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 平成の名水百選選定の背景

### 第3次環境基本計画、21世紀環境立国戦略

- 健全な水循環がもたらす恩恵と人間社会の営みの共生
  - 水のある暮らしや風景の復権
- ↓
- 地域住民等が望ましい水環境を保全・維持する取り組みに主体的に関わっていくことが強く期待される



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

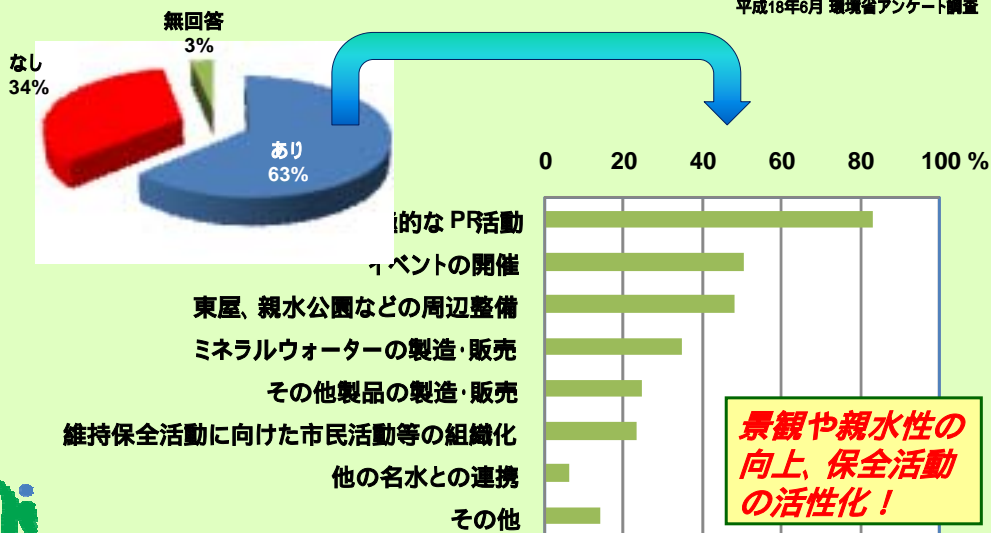
# 昭和の名水百選：昭和60年(1985年)選定



- 全国に様々な形態で存在する清澄な水について、その紹介を通じ、国民の水質保全への認識を深め、併せて優良な水環境を積極的に保護する
- 全国784候補 100選
- 選定基準
  - [必須条件] 質・水量、周辺環境(景観)、親水性の観点から保全状態が良好 (おいしい水、飲用適)
  - [必須条件] 地域住民による保全活動があること
  - 規模
  - 故事来歴
  - 希少性、特異性、著名度

# 地域活性化への取り組み：昭和名水百選

平成18年6月 環境省アンケート調査

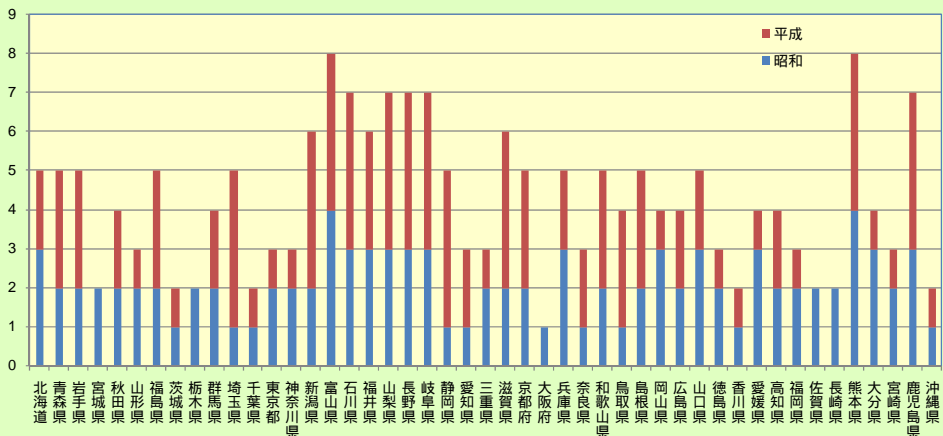


# 平成の名水百選：平成20年(2008年)選定



- 平成の名水百選とは？  
地域の生活に溶け込んでいる清澄な水や水環境のなかで、特に、地域住民等による主体的かつ持続的な水環境の保全活動がおこなわれているもの
- 環境省 各都道府県：新たな名水としてふさわしい湧水、地下水、河川(用水を含む)4か所を推薦依頼
  - 昭和の名水に追加推薦：都道府県が推薦理由を添付
  - 条件：過去1年間に何らかの保全活動が行われていること

## 都道府県別名水百選選定箇所数





## 地域における水環境再生への取り組みと今後

地域における水環境再生のために何を行ってきたか？

- 水質汚濁からの回復・再生：水質環境基準、排水基準、総量規制、……

地域における水環境再生のために今すべきことは？

- 国際：水環境再生への取り組みの経験を国際的に発信し、世界の地域における水問題解決に貢献
- 水環境：干潟、藻場、水草帯等の再生と人々と水環境とのふれあいの回復、住民の理解と参加
- 再生目標：水利用、評価尺度、目標値などの再生目標の再検討
  - 未だに環境基準を達成していない水域が残る
  - 環境基準を達成しても満足すべき水環境になっていない？

地域における水環境再生のために今後何が懸念されるか？

- 地球温暖化に伴う気候変動にどのように適応するか？



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 水質環境基準：海域

類型	水利用	pH	COD <sub>Mn</sub> (mg/l)	CG (/100ml)	NHE
A	水産1級、水浴、自然環境保全、B-Cの水利用	7.8-8.3	2.0	1,000	ND
B	水産2級、工業用水、B-Cの水利用	7.8-8.3	3.0	-	ND
C	環境保全	7.0-8.3	8.0	-	-

- ✓ ex. 類型A：水利用を満足する／水利用上問題のないCOD<sub>Mn</sub>が本当に2.0 mg/lか？  
cf. COD<sub>Mn</sub>が2.0 mg/l以上でも水利用上の問題が生じていないのではないか？
- ✓ 無理な／無意味な規制のためにこれ以上規制を強化し、廃水処理施設を増強することは妥当か？



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

# 目指すべき水環境の目標設定について

- 定量的な評価を実施する上での課題
  - 水環境の改善に長い時間が必要
  - 生物生息環境と環境基準の関連性について説明が困難
  - CODの評価方法の再検証
- 市民の理解を得る上での課題
  - 市民にわかりやすい説明が必要
  - 中長期的、短期的な目標が必要



- **状態指標**とその目標値: 底層DO、透明度、...
- **制御指標**とその目標値: TOC, T-P, T-N、...



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

環境省: 今後の閉鎖性海域対策に関する懇談会(平成19年3月)

## 底層溶存酸素濃度(DO)の目標設定

底層DOの低下・欠乏による魚介類等の海域生物への悪影響を防止し、良好な海域環境を回復する

- 魚介類の生息・再生産、硫化水素の発生、栄養塩類の溶出防止

魚介類の生息域の確保

魚介類の再生産の場の確保

- 魚介類の代表種の選定: ex. マコガレイ、ヒラメ、マアナゴ、アサリ、.....
- 代表種の生活史・水域利用状態、低DO時における代表種の耐性、異常行動、漁獲 代表種のDO目標値

無生物域の解消

- 貧酸素耐性マクロベントスのDO耐性
  - シノプエラスピオ、シズクガイ、.....



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 地域における水環境再生への取り組みと今後

地域における水環境再生のために何を行ってきたか？

- 水質汚濁からの回復・再生：水質環境基準、排水基準、総量規制、………

地域における水環境再生のために今すべきことは？

- 国際：水環境再生への取り組みの経験を国際的に発信し、世界の地域における水問題解決に貢献
- 水環境：干潟、藻場、水草帯等の再生と人々と水環境とのふれあいの回復、住民の理解と参加
- 再生目標：水利用、評価尺度、目標値などの再生目標の再検討
  - 未だに環境基準を達成していない水域が残る
  - 環境基準を達成しても満足すべき水環境になっていない？

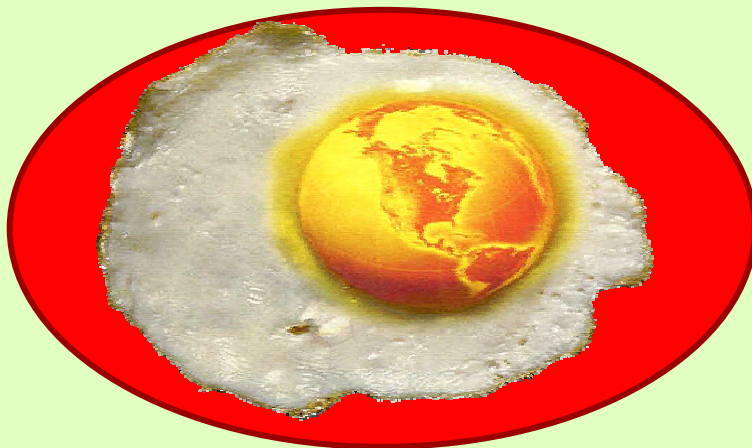
地域における水環境再生のために今後何が懸念されるか？

- 地球温暖化に伴う気候変動にどのように適応するか？



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 暖まる地球 気候変動



緩和策：CO<sub>2</sub>排出量の削減



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

## 適応策： 気候変動への賢い適応

### 温暖化：地球の問題+地域の問題

- 我が国でも、既に気候変動の影響が現れている。特に、今世紀に入って以降、影響は急速に現れつつある。
- 今後、国民生活に関係する広い分野で一層大きな影響が予想される。
- 我が国の自然や社会が有する固有の脆弱性に気候変動の影響が重なり、社会の安全と安定にとって、厳しい影響が生じ得る。

- 気候変動の悪影響に対して「**賢い適応(効果的・効率的な適応)**」が必要である。
- **最新の科学的知見の整理とともに、さらなる研究・検討が求められている。**



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

環境省(2008)地球温暖化影響・適応研究委員会報告書

## 米国EPAの水関連適応策

気候変動(温暖化)に適応するために、長期的な気候変動の影響予測するとともに、必要に応じて下記のすべてのプログラムの見直し/改訂を検討する

- 閉鎖性海域対策 (NEP: National Estuary Program)
- 総量規制 (TMDL: Total Maximum Dairy Loads)
- 非点源汚濁負荷対策 (Nonpoint Pollution Control Guidelines)
- 排水規制 (NPDES: National Pollutant Discharge Elimination System)



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

Office of Water, USEPA (2008) National Water Program Strategy: Response to Climate Change

# 適応策技術オプション: 水資源・水環境

技術	情報・知識
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 渇水対策としての導水、排水管理システムの導入</li> <li>● 海水の淡水化</li> <li>● 下水再生水、浸出水、雨水等の利用</li> <li>● 地下水塩水化防止対策</li> <li>● 富栄養化対策(アオコフェンス等)</li> <li>● 節水機器普及</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水道原水の特性の総合評価とこれに適した浄水プロセスの選定</li> </ul>

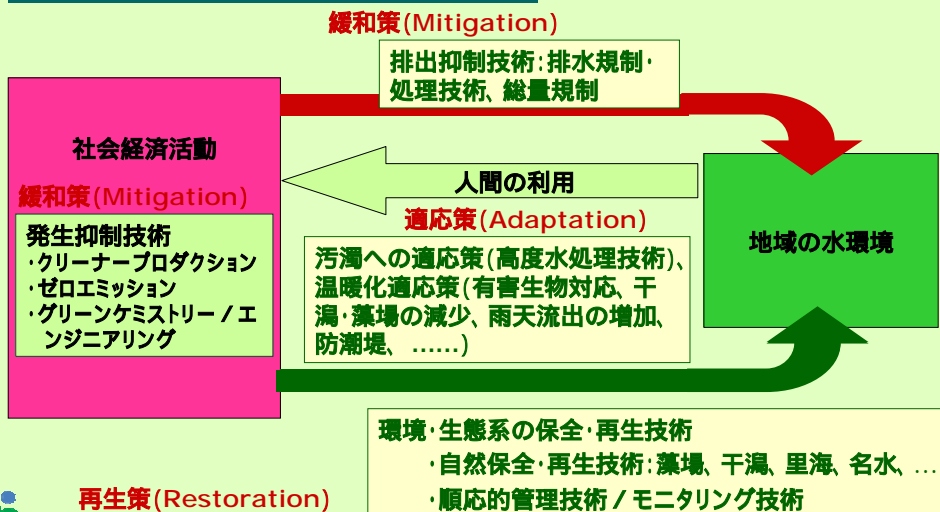


Mitsumasa Okada, Hiroshima University

環境省(2008)気候変動への賢い適応 - 地球温暖化影響・適応研究委員会報告書 -、平成20年6月

## 地域における水環境再生への取り組みと今後:

### 緩和策 ←→ 適応策 ←→ 再生策



Mitsumasa Okada, Hiroshima University

# フォアキャスティング(Forecasting) vs. バックキャスティング(Back-casting)

H18 第3次環境基本計画



## フォアキャスティング(Forecasting)

- 過去の趨勢を将来に引き伸ばして予測(ステップ・バイ・ステップ)
- 少しずつ、可能な限り、目標(定性的)に向かっていく(という確信?)

## バックキャスティング(Back-casting)

- 将来の望ましい環境 / 社会の姿をまず描き、そこに到達するための実現可能な道程を設計する手法
- 過去の趨勢でいくと深刻な影響の発生が予想される問題について、そうならないような予防的な取組方法
- 定量的な目標と期間、その達成度の評価指標を決定し、目標に向かって実行
- 達成度予測(モデル)は不確実性を有するため、モニタリングと順応的管理が不可欠



ご静聴、ありがとうございました。  
ご質問、コメントをどうぞ!

