

中海の水質及び流動会議

【報告事項】

- 平成25年度水質測定結果
..... (国土交通省、鳥取県、島根県)
- 第5期湖沼水質保全計画等の施策の進捗状況
..... (国土交通省、鳥取県、島根県、流域市)
- 中海底質調査結果
..... (鳥取県、島根県)
- 平成25年度中海流入河川一斉調査結果
..... (国土交通省、鳥取県、島根県、流域市)
- 「中海の海藻刈りによる栄養塩循環システム構築支援事業」の概要
..... (鳥取県、島根県)
- 中海の湧水の活用に向けた詳細調査
..... (鳥取県)
- 第6期中海に係る湖沼水質保全計画の策定について
..... (鳥取県、島根県)

平成25年度水質測定結果について

(1) 環境基準等の達成状況について

○環境基準点12地点における水質測定結果は、COD(化学的酸素要求量)、全窒素及び全りんはいずれの項目も環境基準未達成(図1-1、図1-2)

○第5期湖沼水質保全計画の最終年であったが、計画で定めた目標水質について、いずれの項目も未達成

○9~11月に中海の広範囲で、4~7月、及び2月に一部の港湾や承水路で赤潮が確認された。

図1-1 中海の環境基準点の位置図

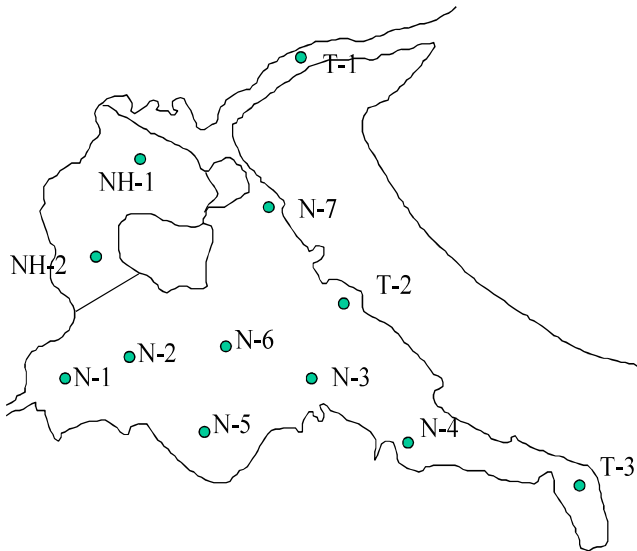
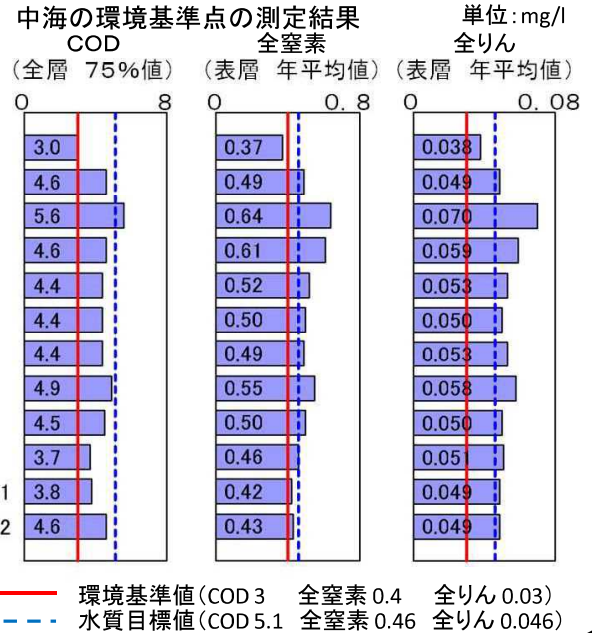


図1-2 中海の環境基準点の測定結果

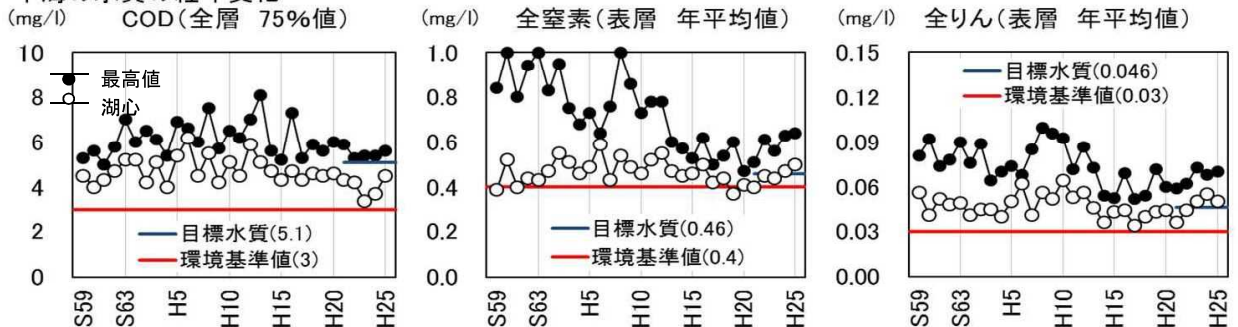


(2) 経年変化について

○ここ30年 最高地点では、CODは概ね横ばい、全窒素、全りんは低下傾向
湖心では、COD、全窒素、全りんともに概ね横ばい

○ここ5年 最高地点では、CODは横ばい、全窒素、全りんはやや上昇気味
湖心では、CODは横ばい、全窒素、全りんはやや上昇気味

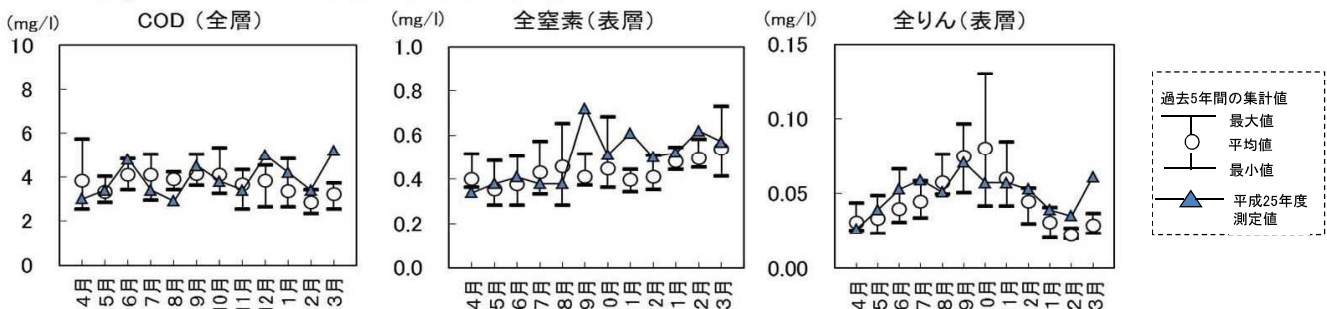
図2 中海の水質の経年変化



【参考1】経月変化(湖心 N-6)

○ CODは12月、3月が、全窒素は9月、11月、2月が、全りんは2月、3月が過去5年の同月に比べ高く、植物プランクトンの増殖(赤潮等)や陸水の影響を受けたものと推定。植物プランクトンの増殖の要因の一つとして、降雨による陸水からの栄養塩の流入と推定。

図3 中海湖心における平成25年度水質測定値の経月変化



【参考2】平成25年度の気象状況

- 年平均気温(米子)は15.6°Cで、平年値(15.0°C)より高かった。
- 年間降水量(米子)は2150.0mmで、平年値(1772mm)より多かった。
- 年間日照時間(米子)は1879.4時間で、平年値(1735.8時間)より長かった。

図4 中海におけるCOD(全層 75%値)の経年変化

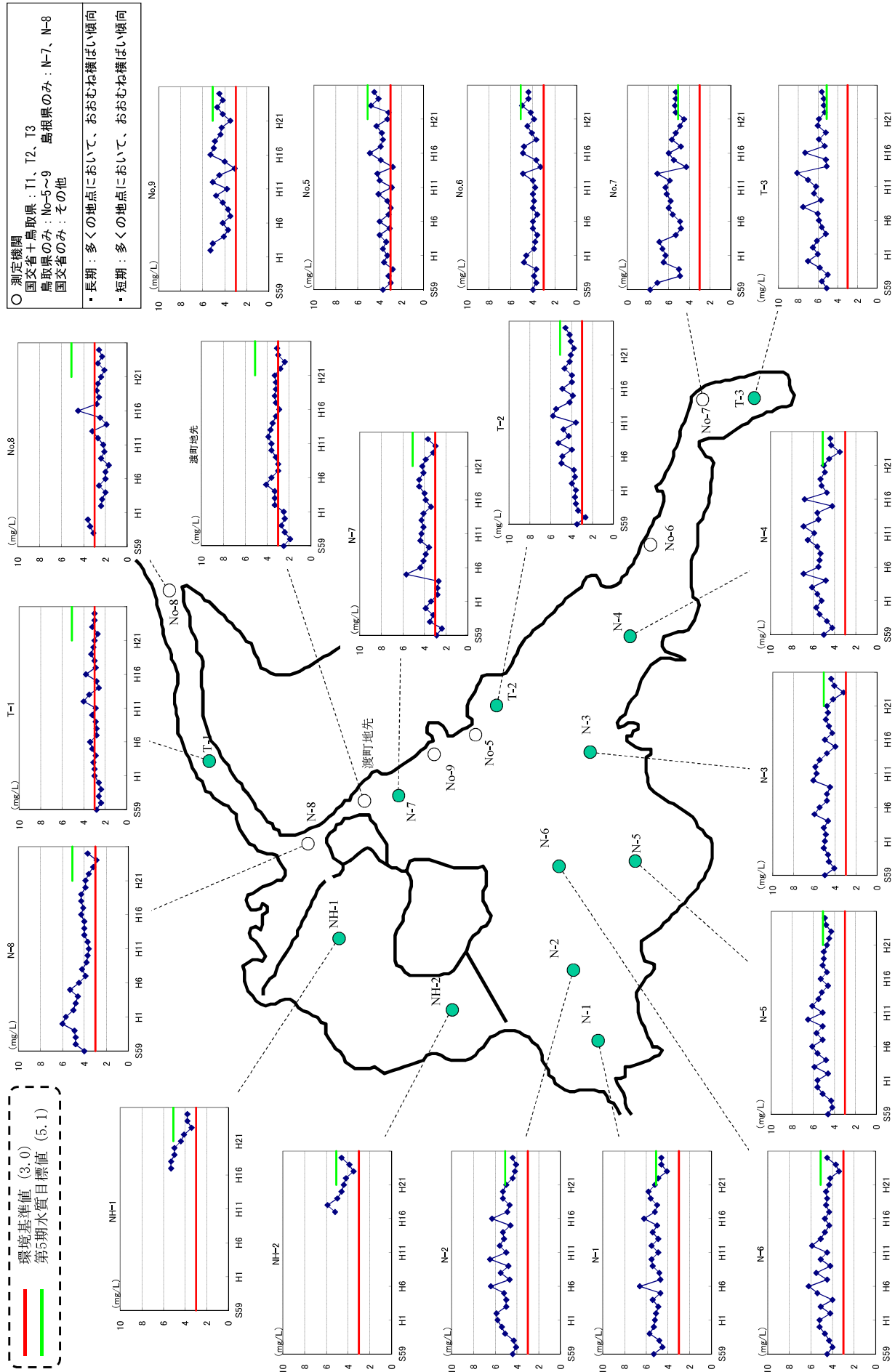


図5 中海における全窒素(表層 平均値)の経年変化

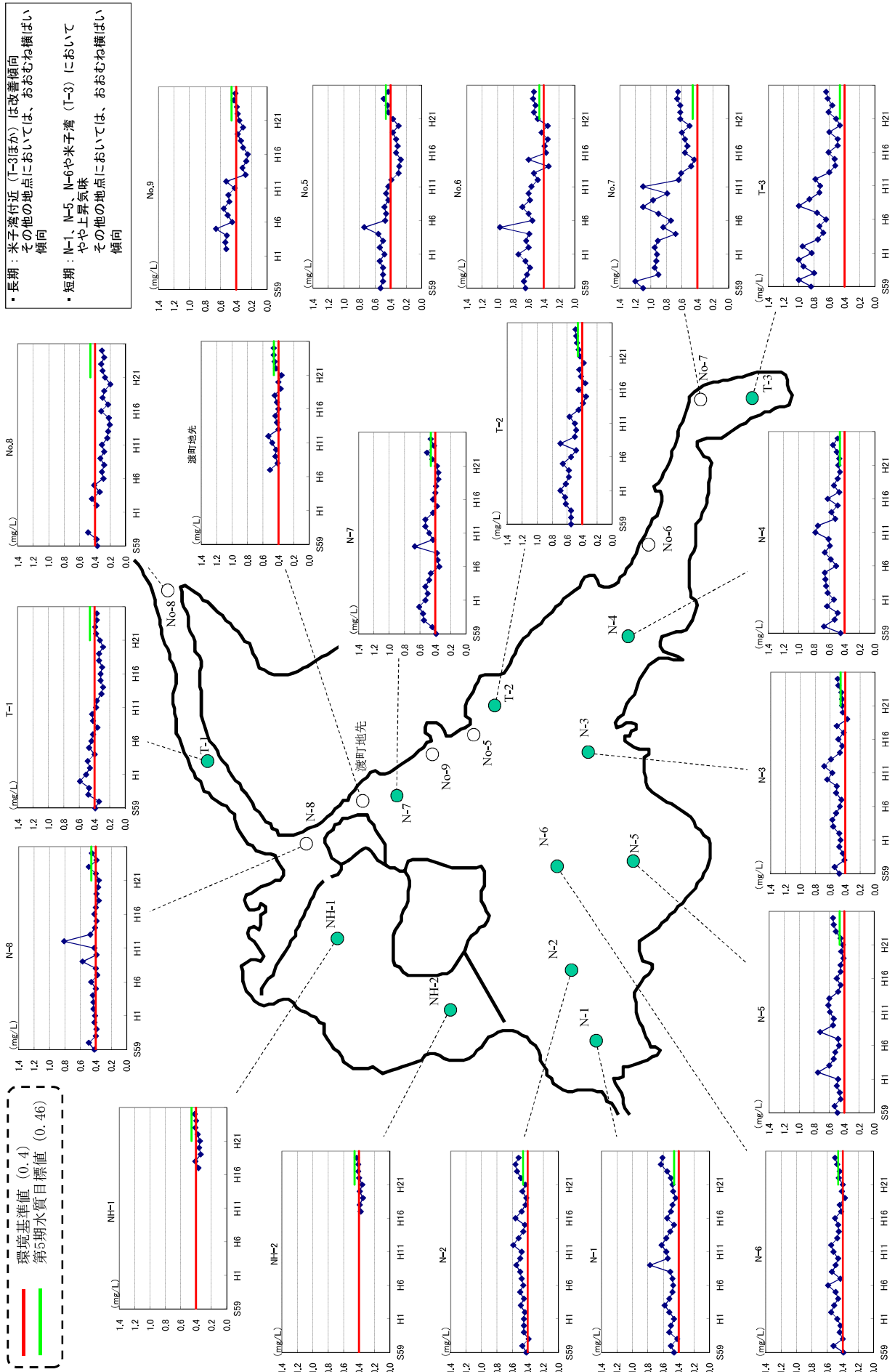


図6 中海における全りん(表層 平均値)の経年変化

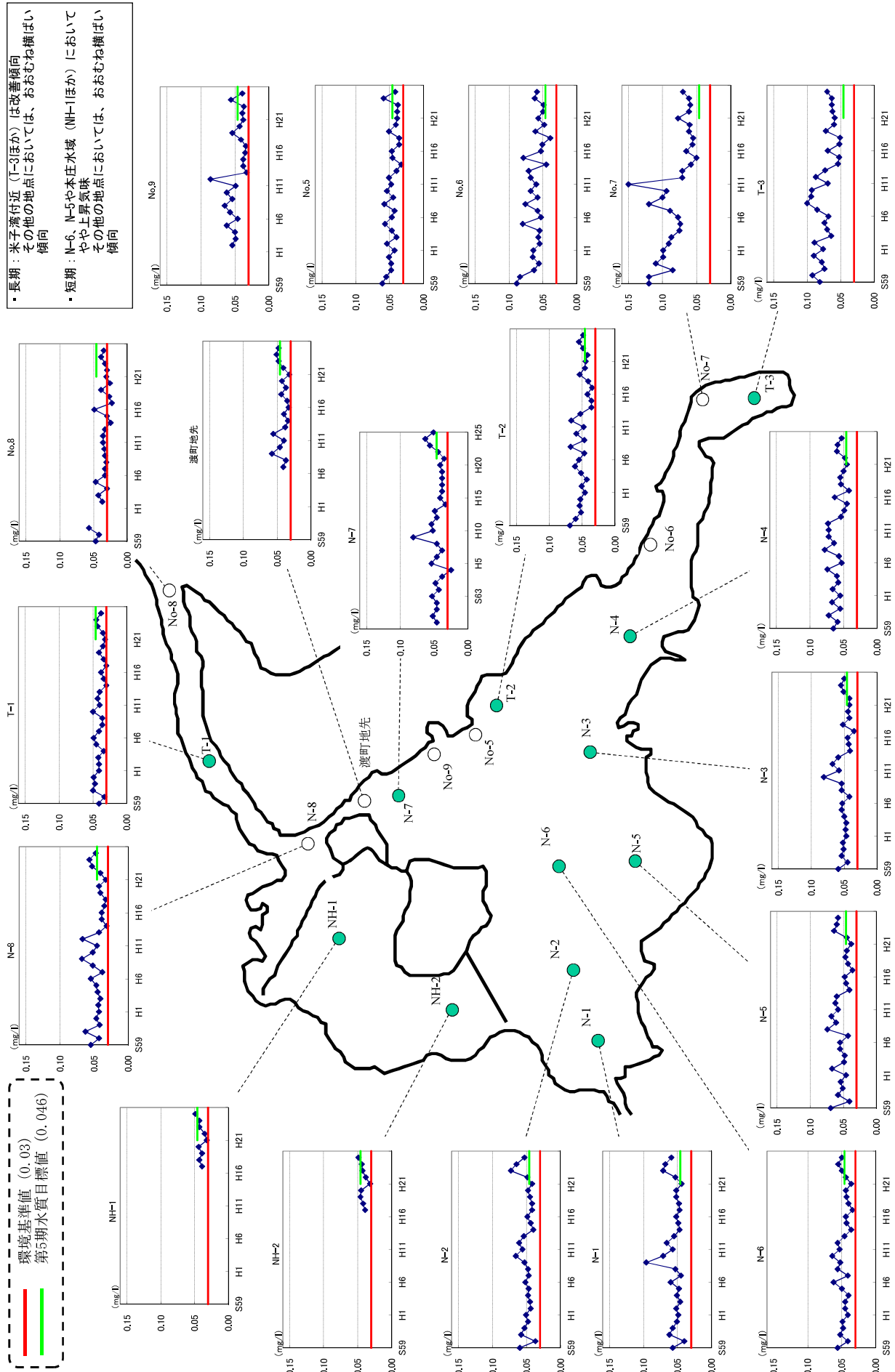


図7 中海における透明度(平均値)の経年変化

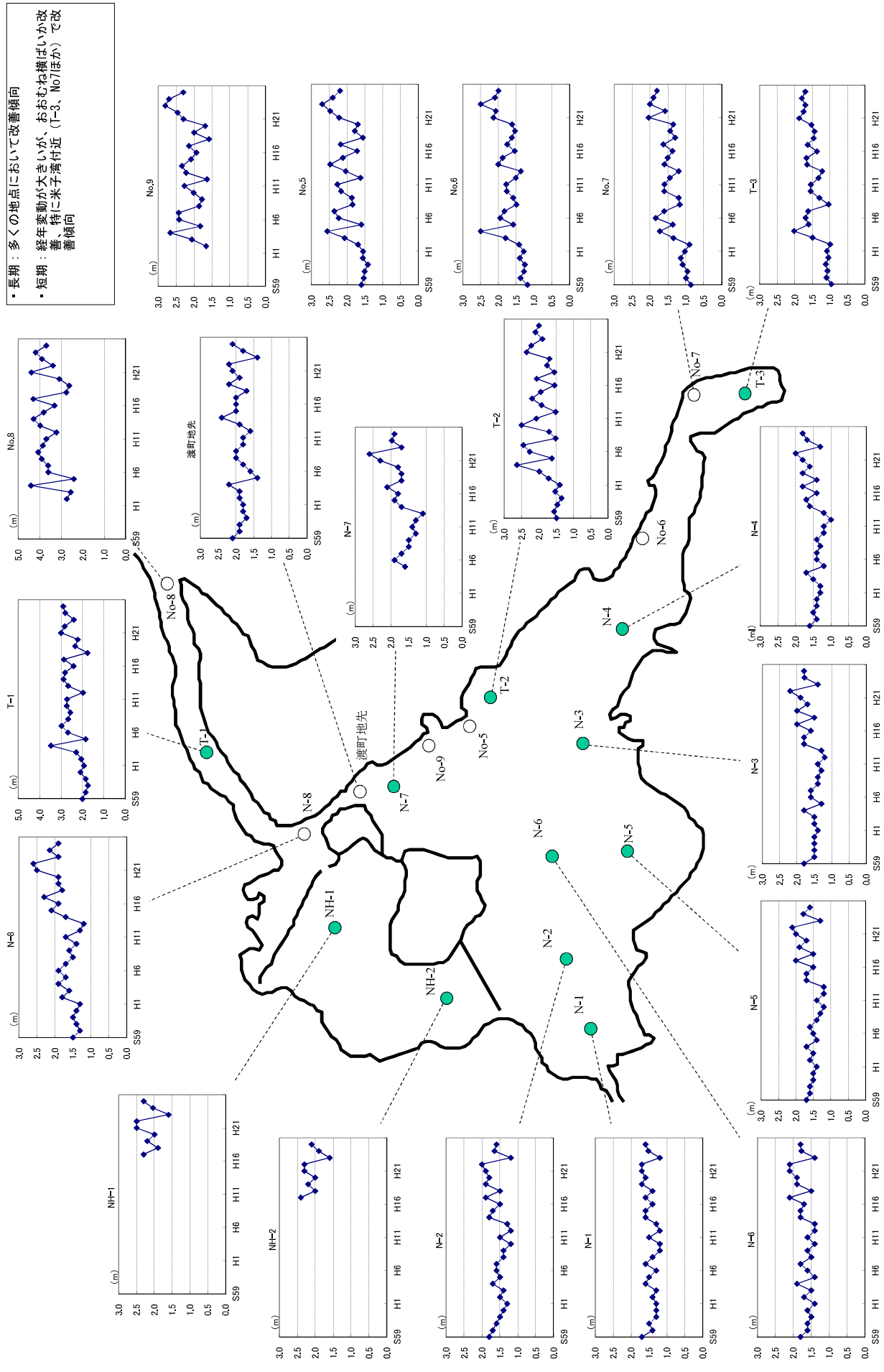


図8 中海における塩化物イオンの経月変化

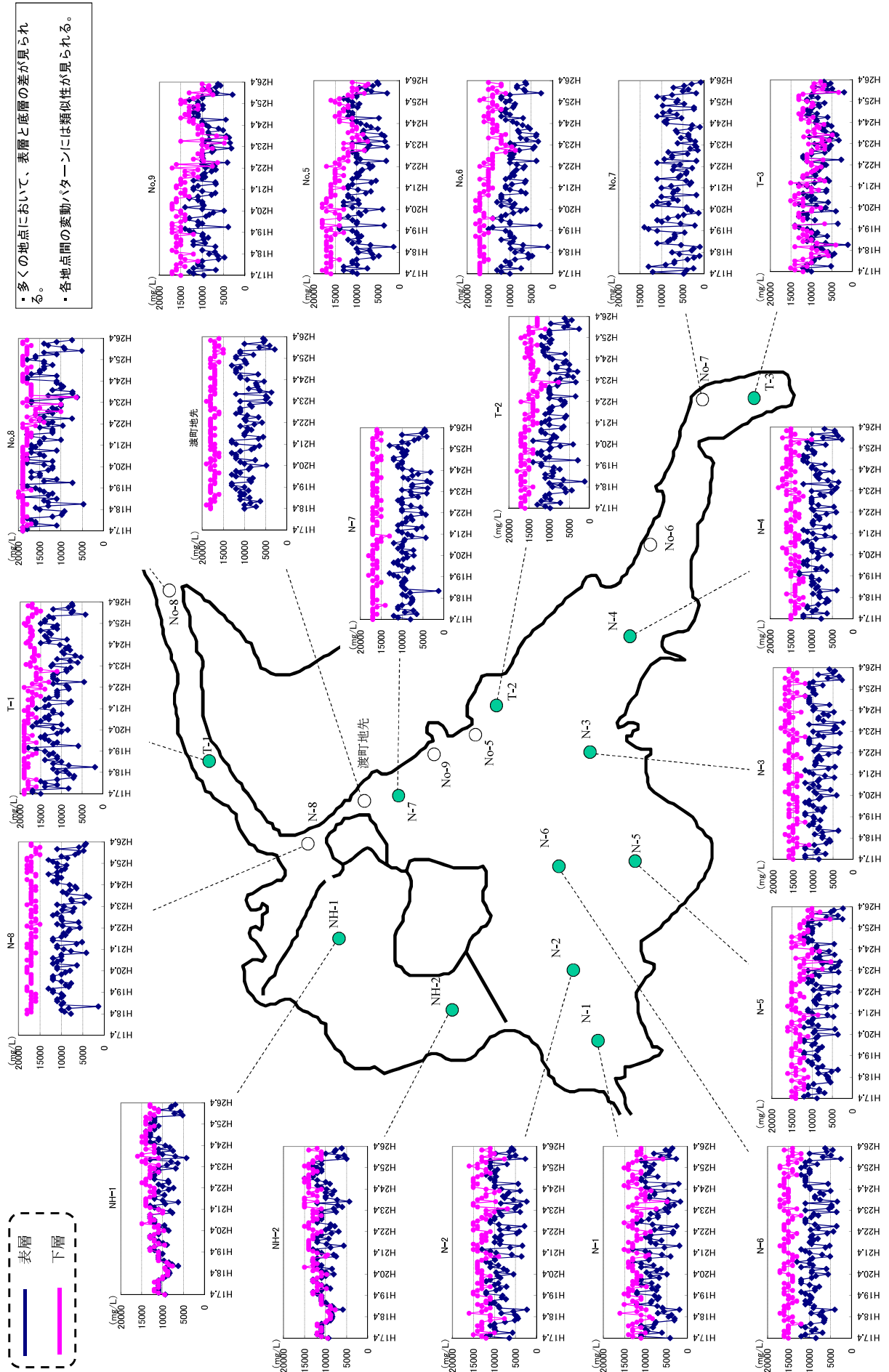
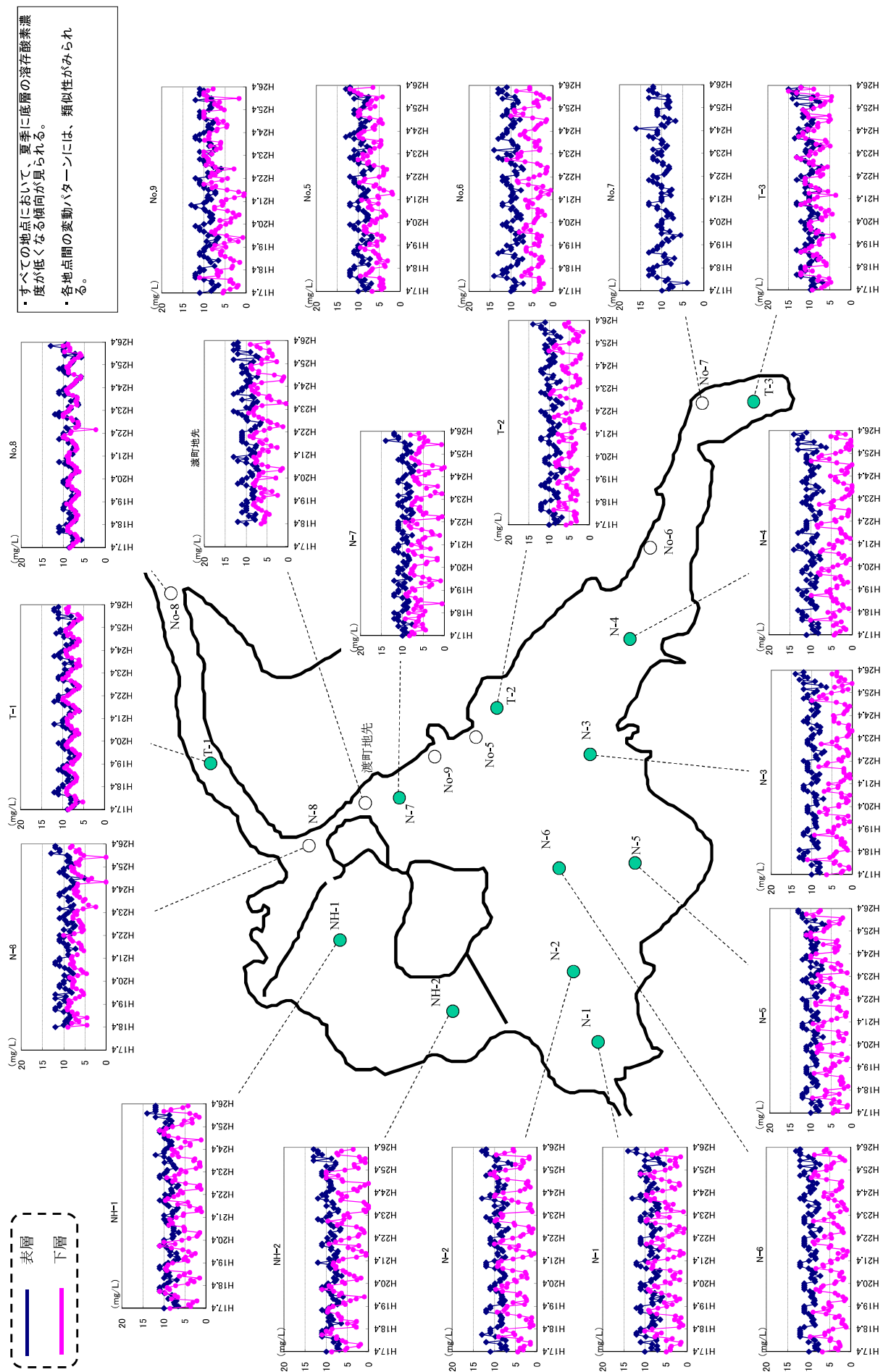


図9 中海における溶存酸素の経月変化



湖沼水質保全計画の進捗状況について

水質改善に取り組む為、平成元年から湖沼水質保全計画を定め、国、県、関係市町、県民、企業及びNPO等が連携して、各種施策を推進している。第5期湖沼水質保全計画(H21～25年度)において、平成25年度までに達成すべき目標を定めている各種施策は、概ね計画どおりであった。

図1. 生活排水処理施設の整備状況(島根県)

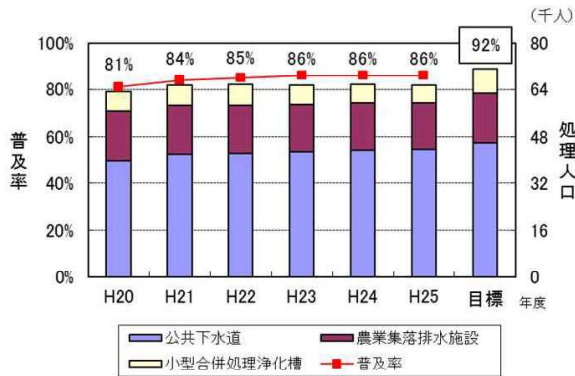


図2. 生活排水処理施設の整備状況(鳥取県)

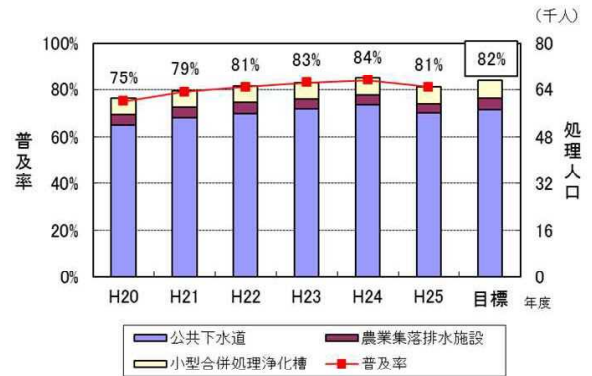


図3. 各種施策の進捗状況(島根県)

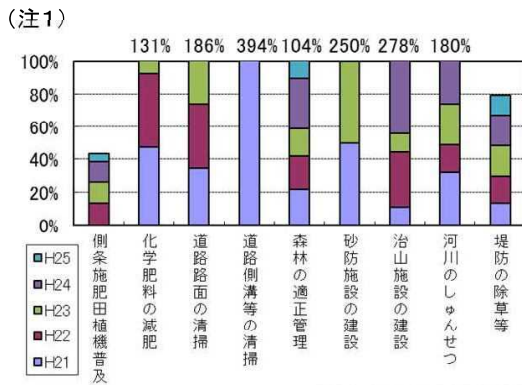
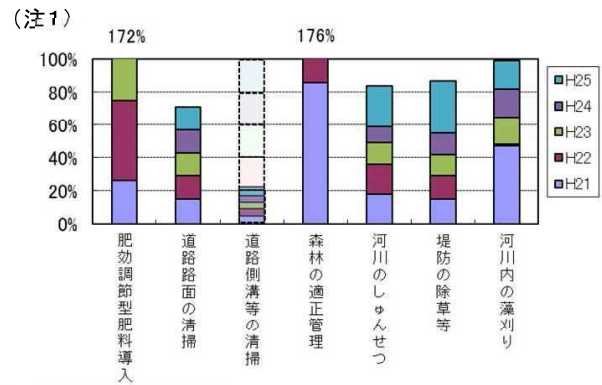
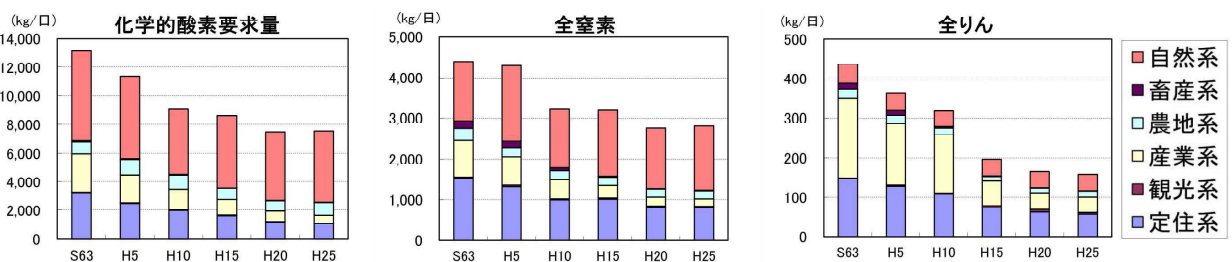


図4. 各種施策の進捗状況(鳥取県)

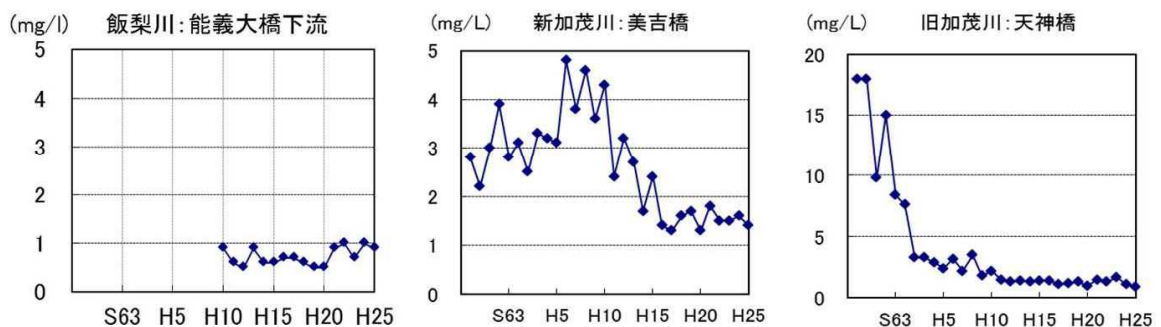


注1) H25年度までの累計事業量を100%とする。

参考1. 中海に流入する汚濁負荷量の推移 (※H25年度分は暫定値)



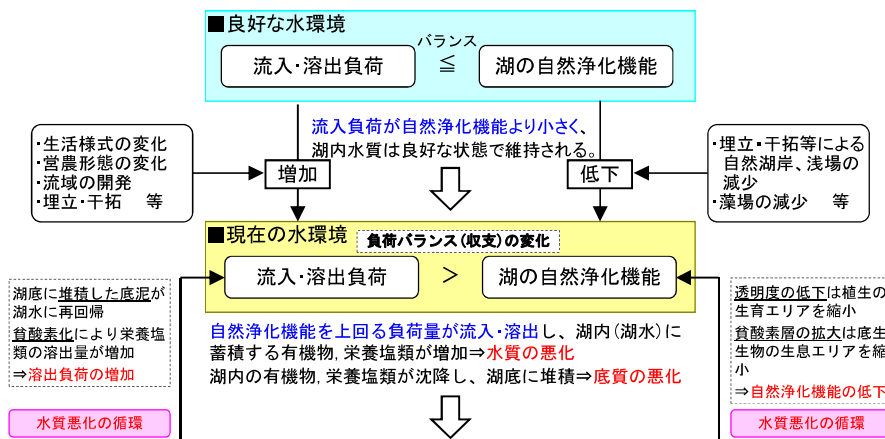
参考2. 中海に流入する主な河川の水質(BOD: 生物化学的酸素要求量)の推移



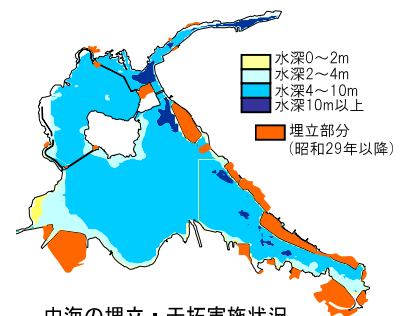
■ 事業の背景

- 中海・宍道湖では、戦後の経済成長に伴う人口、産業の発展、生活様式や営農形態の変化、工業化の進展等により湖内への**流入負荷が増加**するとともに、湖周辺地域の開発等による浅場・藻場の減少や人工湖岸化により湖の**自然浄化機能が低下**した。これにより**湖内の負荷量バランス(収支)が変化**し、水質・底質の悪化が進行
- 水質・底質の悪化により、赤潮・アオコの発生、透明度の低下、貧酸素化の発生などの水質障害が発生し、さらに透明度の低下や貧酸素化による自然浄化機能の低下、底泥の堆積や貧酸素化による溶出負荷の増加などが湖内の負荷量バランスをさらに変化させ、両湖の水質を悪化させる**水質悪化の循環(水質の悪化サイクル)が形成**

■ 中海・宍道湖の水質悪化概念図

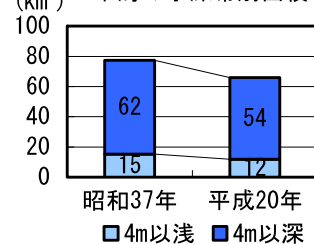


■ 埋立・干拓や道路整備等による地形の変化

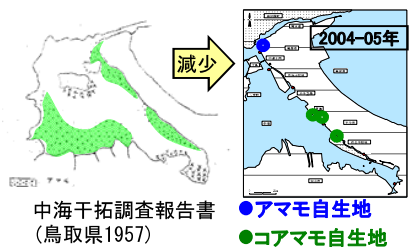


中海の埋立・干拓実施状況

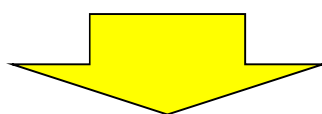
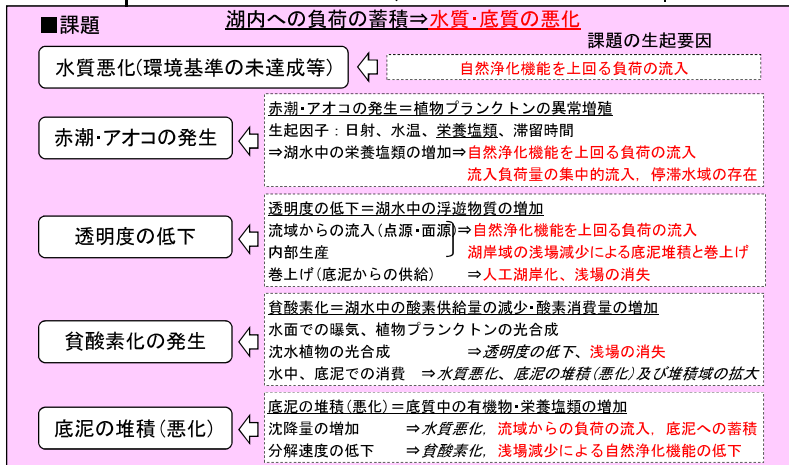
(km²) 中海の水深帯別面積



■ 藻場の減少

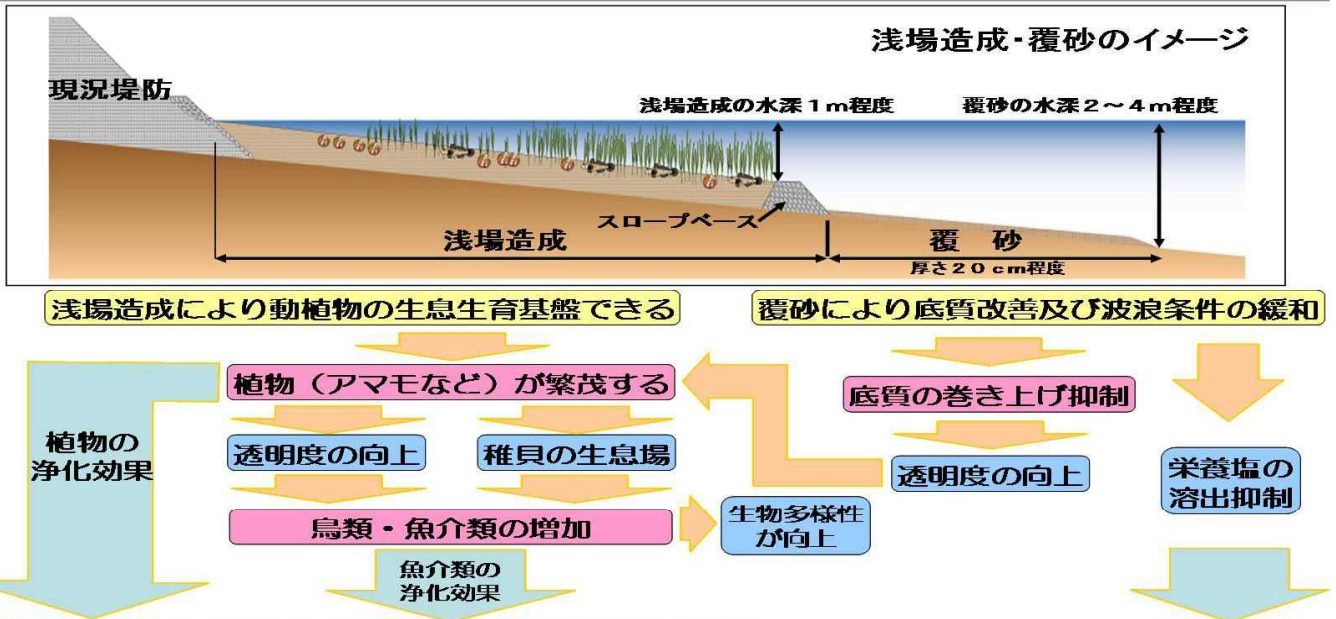


中海干拓調査報告書 (鳥取県1957)



自然浄化機能の回復を目指し、人工湖岸前面において浅場造成・覆砂事業を実施

中海の自然浄化機能の回復 <浅場・藻場の造成>

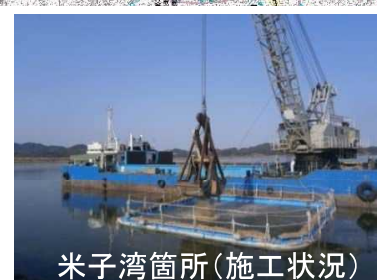


◎海草藻類などの植物が湖水中の窒素やリンを吸収する。
 ◎魚や二枚貝等が植物プランクトンなどをエサとして食べる。
 ◎ヘドロからの窒素やリンの溶け出しを抑制する。

→ 水質浄化



【参考】平成25年度の事業実施状況



中海底質調査結果

島根県環境政策課
鳥取県水・大気環境課

1 底質調査の目的・概要

中海の総合的な汚濁原因解明のため、ここ数年は、米子湾や本庄を中心とする流動把握調査（～H24）や流入河川の一斉負荷量調査（H25～）を実施してきたところであるが、底質環境も水質に影響を与える重要な要素のひとつと考えている。

そこで、島根県・鳥取県との協働事業（H24～25）として、底質の水環境への影響を調査・把握するために、底質の性状や栄養塩類の含有量等についての調査を実施した。

また、底質及び中海弓浜半島沿いに点在する浚渫窪地が、湖沼水質に与える影響の程度を評価するため、水質シミュレーションモデルを活用した検討を試みた。

2 調査手法・結果の概要

（1）調査手法など

手法	調査の視点
A 底質分析	①底質環境の経年変化（現在と過去との比較）
	②底質環境の水域別特徴の把握 ☞ 米子湾、湖心、本庄水域などの水域別の特徴、対策に繋がる知見
B 水質 シミュレーション	①底質が湖沼水質に与える影響の程度の把握 ☞ 汚濁メカニズム解明に重要となる底質からの影響の程度 ☞ 窪地が湖沼水質に与える影響の程度

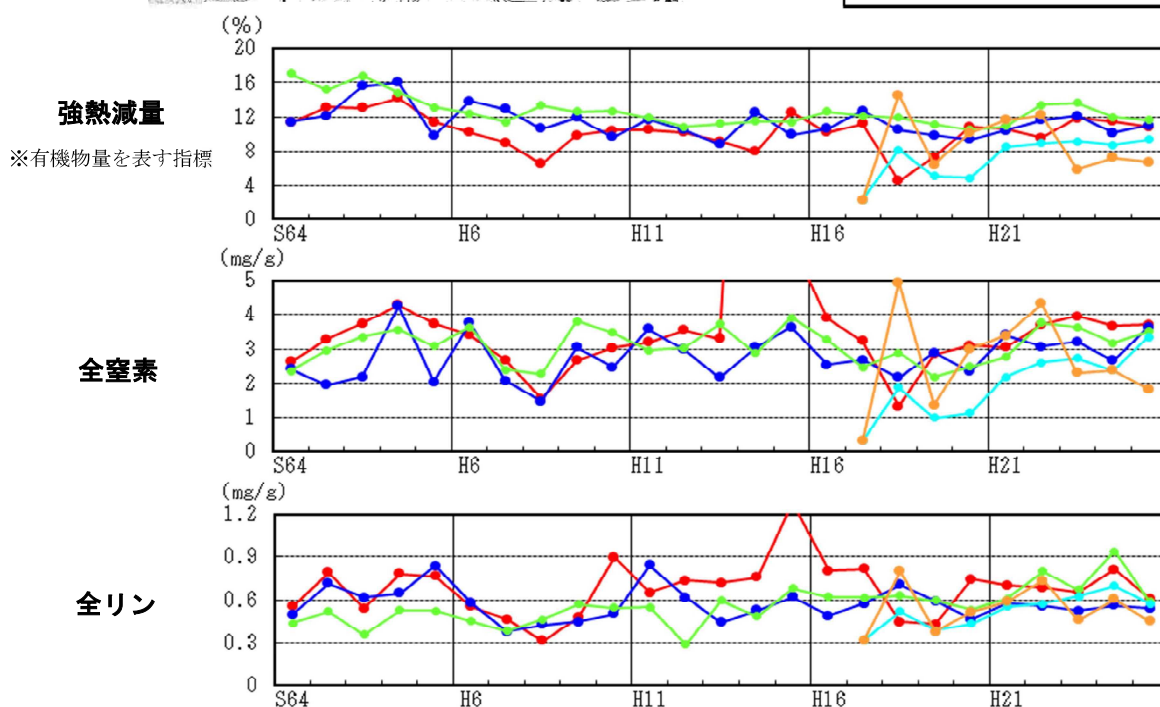
（2）結果の概要

A-① 底質分析／経年変化（現在と過去との比較）／25年間の底質性状の推移

中海の底質調査は、国交省出雲河川事務所により、12地点で長期間、実施されている。（強熱減量※、全窒素、全リン） ※強熱減量：底質中の有機物量を表す指標：数値が高い → いわゆるヘドロ化

そのうち、全体の傾向を見るため、西部（大橋川河口）、中央（中海湖心）、米子湾、本庄（長海町、上宇部尾町）の合計5地点で評価した。

なお、本庄は3地点で調査を実施されているが、本庄の中央地点は調査回数が少ないため、評価は他の2地点とした。



■各地点の傾向分析

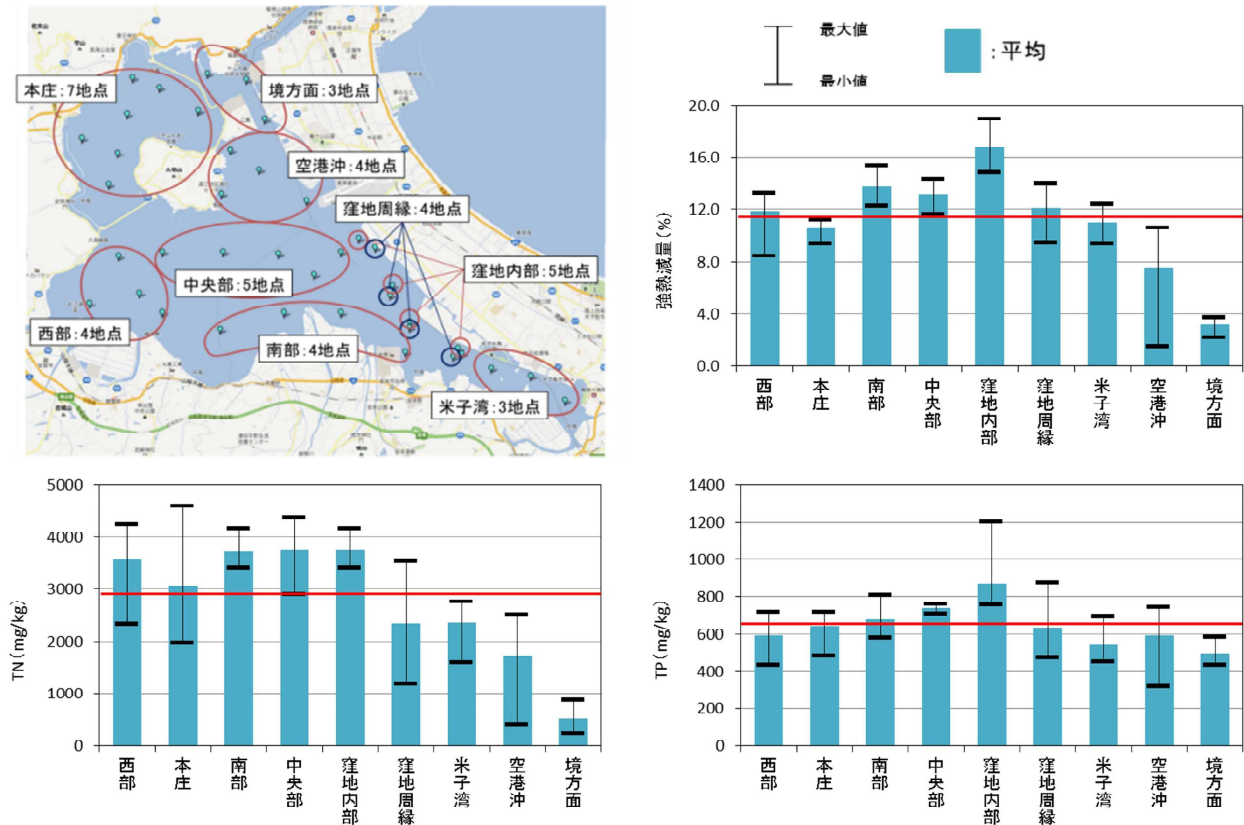
	大橋川河口	中海湖心	米子湾	本庄(長海、上宇部尾)
強熱減量	概ね横ばい	改善後、H11年頃以降横ばい	改善後、H16年頃以降横ばい	変動が大きく、傾向が見えない
全窒素 (T-N)	変動が大きく、傾向が見えない	変動幅があるが、概ね横ばい	変動が大きいが、H16年頃以降は概ね横ばい	変動が大きく、傾向が見えない
全リン (T-P)	横ばい	やや上昇のみ	横ばい	概ね横ばい

※ 各地点について、おおむね上表の傾向と分析するが、全体的に見て、近年は顕著な改善は確認されていないものの、著しい悪化も生じていないと思われる。

A-② 底質分析／水域別特徴の把握 (調査実施日：平成24年9月)

中海の水域別特徴の把握を行うために、合計39地点の広域範囲で底質の調査を実施した。

評価に当たっては、下図のとおり、全地点を水域9つにグループ化して、グループ毎の強熱減量、全窒素、全リンの平均・最大・最小値を整理した。



底質の面的調査結果 (※赤線は全地点平均)

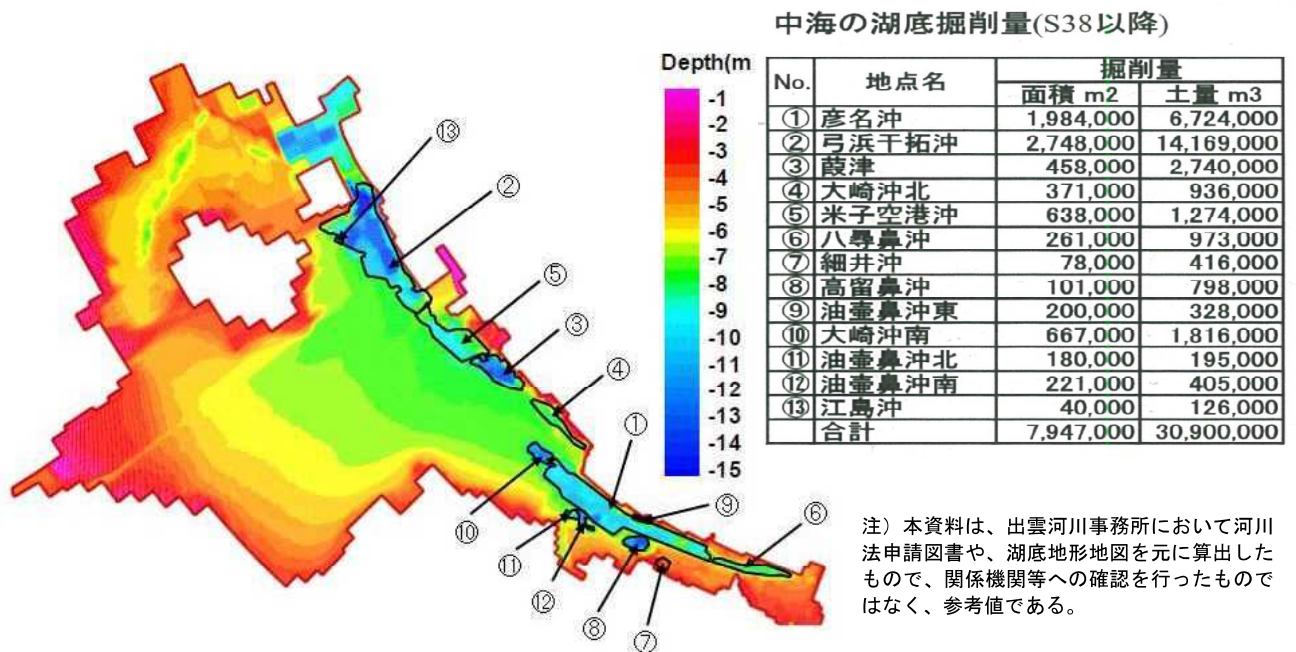
■各調査項目別、地点別の傾向分析など

強熱減量	<ul style="list-style-type: none"> ・窪地内が高め ・境水道～米子空港までが他と比べて低い ・その他の地点は、ほぼ同レベルで分布
全窒素 (TN)	<ul style="list-style-type: none"> ・中海東側 (弓浜半島～米子湾沿い) が他と比べて低い
全リン (TP)	<ul style="list-style-type: none"> ・窪地内が若干高め。中海全体でほぼ同レベルで分布
米子湾について	<p>他のエリアに比べ水質が悪い傾向にあるにもかかわらず、底質の強熱減量は西部、中央部、南部、本庄と比べると同程度、窒素・リンはやや低め。</p> <p>→米子湾の水質は、停滞しやすい流動特性により、流入負荷による影響を受けやすいと考えられる。</p>

B 水質シミュレーション／底質が湖沼水質に与える影響の程度の把握

【はじめに】 使用したシミュレーションモデルの概要

- ① 今回の水質シミュレーションモデルは、平成 24 年の米子湾流動モデルにさらなる改良を加え、島根大学、鳥取大学、国土交通省等が実施した底質・浚渫窪地の調査結果や前述の A-②の調査結果を活用している。
- ② 中海の湖底形状の再現は、出雲河川事務所が平成 17 年に測量した最新の深浅測量結果を使用した。その資料によると、中海弓浜半島沿いに 13 箇所で浚渫が行われたとされている。(下図)
- ③ 最小となる計算格子を 100mとしているため、それより小さな窪地は反映できていない。

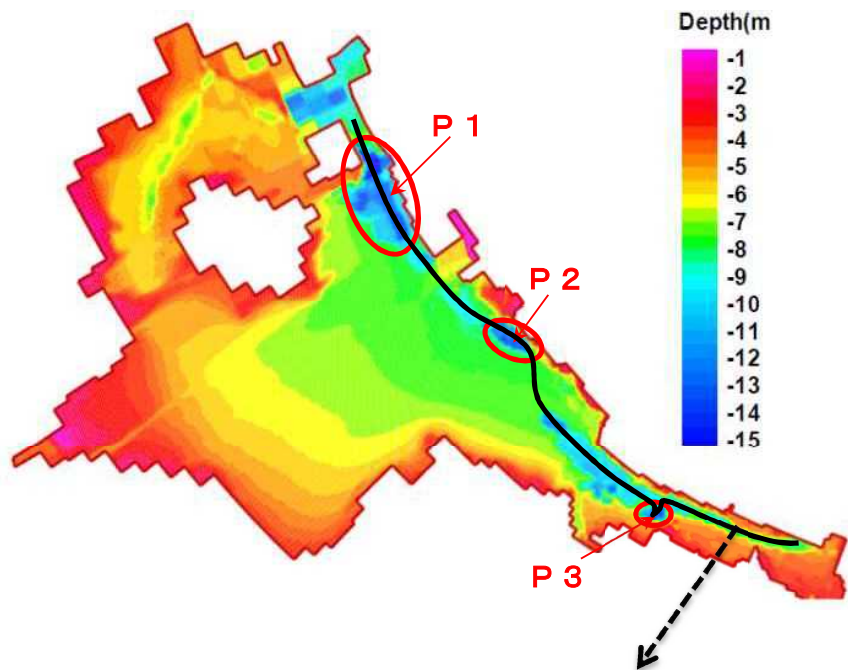


【代表的な窪地の水交換の程度の評価】

中海に点在する窪地の、窪地内の湖水の交換状況をシミュレーション評価するために、3つの窪地を選定した。

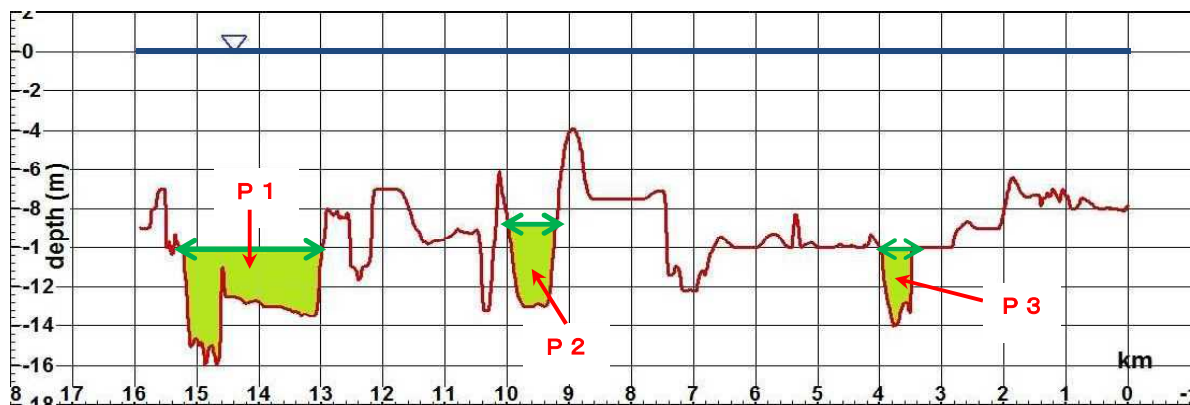
選定した窪地は中海変化全体の傾向を見るため、外海寄りの地点（P 1 / 弓浜干拓沖）、湾奥寄りの地点（P 3 / 高留鼻沖）及びその中間付近の地点（P 2 / 葭津沖）とした。

ポケット番号	およその位置	特徴・(深さ、容積など)
P 1	弓浜干拓沖	外海寄り、最大水深：約 16m、容積：約 1400 万 m^3 （推定）、 開口面積：約 275 万 m^2 （推定）
P 2	葭津沖	中間付近、最大水深：約 15m、容積：約 270 万 m^3 （推定）、 開口面積：約 46 万 m^2 （推定）
P 3	高留鼻沖	湾奥寄り、最大水深：約 15m、容積：約 80 万 m^3 （推定）、 開口面積：約 10 万 m^2 （推定）



境水道から米子湾までの最深部に沿ったラインで断面図化の図示

←左：境水道側 右：米子湾側 →

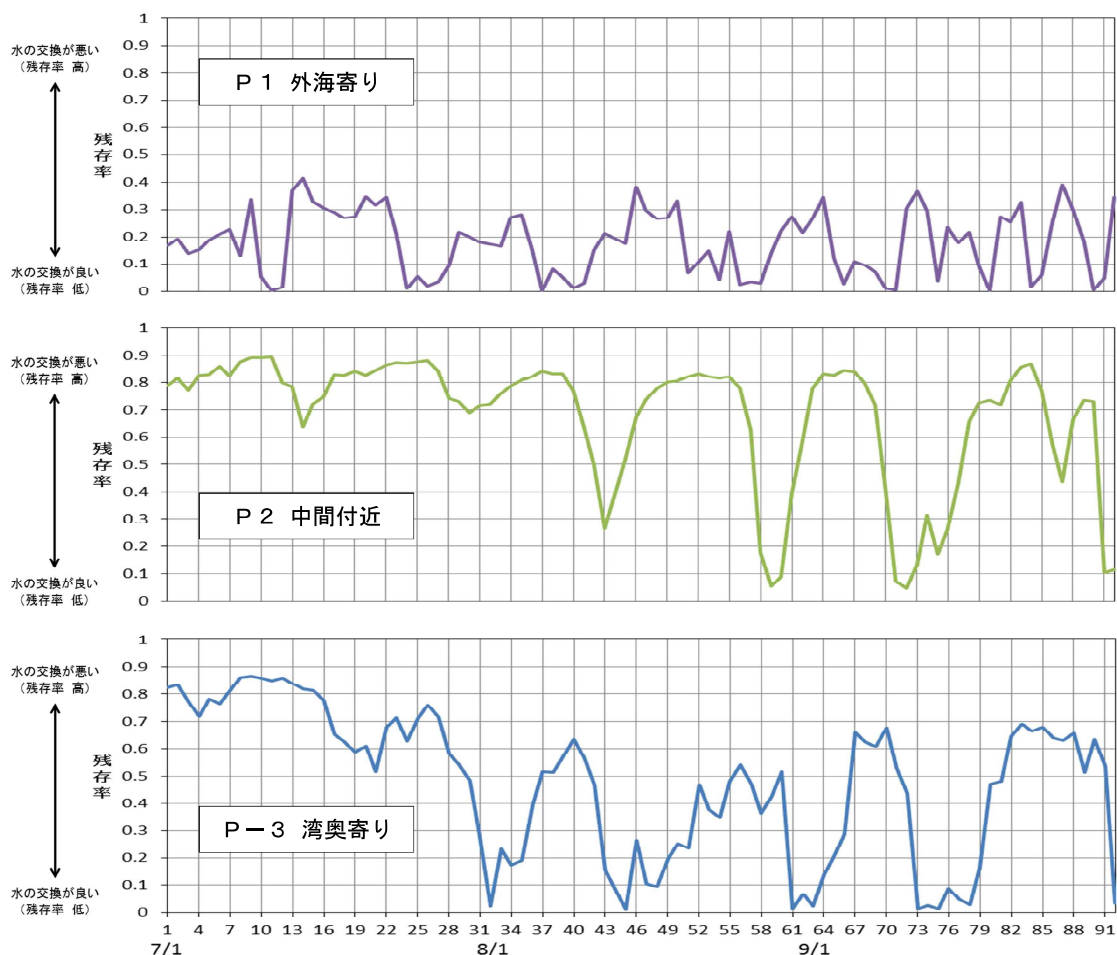


評価は、窪地内の水交換状況の指標とできる「残存率」で行った。

残存率：窪地内の水が 24 時間後に何割残っていたかとして定義。残存率が高ければ、水交換が無いことを意味する。残存率=0.5 であれば 24 時間後に窪地の半分の容量が交換されたことになる。

■残存率：2012年7月1日～9月30日までの3ヶ月間のシミュレーション結果

⇒ 各日の残存率の経日変化を折れ線グラフに図示



■ 窪地別の傾向分析

P 1 外海寄り	地理的に海水が進入しやすいことや開口面積が大きいことから、水の交換が起りやすいと考えられる。
P 2 中間付近	残存率が高めで推移しており、交換性はP-1に比べ明らかに低い。
P 3 湾奥寄り	残存率が高めで推移しており、交換性はP-1に比べ明らかに低い。

→ 湖底形状、位置などの要因により水交換の違いが生じていると推定できる。

3 まとめと今後の予定

(1) まとめ

手法	調査の内容	まとめ
A 底質分析	① 底質環境の経年変化	<ul style="list-style-type: none"> 各地点、概ね横ばいであるが、湖心及び米子湾の強熱減量は改善後、近年は横ばい。 リンは湖心でやや上昇のみ。
	② 底質環境の水域別特徴の把握 ☞ 米子湾、湖心、本庄水域などの水域別の特徴、対策に繋がる知見	<ul style="list-style-type: none"> リンは強熱減量、窒素に比べ地域差が少ない。 米子湾は湖心等の他のエリアに比べ、強熱減量、リンはやや低め。 窪地内は、他のエリアに比べて強熱減量、リンは高いが窒素は同程度。
B 水質シミュレーション	① 底質が湖沼水質に与える影響の程度の把握 ☞ 汚濁メカニズム解明に重要となる底質からの影響の程度 ☞ 窪地内の水質が、湖沼水質に与える影響の程度	<ul style="list-style-type: none"> 窪地内湖水の水交換については、窪地ごとに湖底形状、位置などの要因により水交換の違いが生じていると推定。

(2) 今後の予定

- ・長期的な底質環境の変化は、地点、分析項目により若干の増減があるものの、概ね横ばいであったが、今後も継続して監視して行く必要がある。
- ・底質の水域別特徴の知見を、今後の汚濁原因の究明や湖内対策の検討に役立てる。
- ・底質及び窪地からの影響の程度については、水質シミュレーションモデルの精度向上を図りつつ、引き続き検討する。
- ・また、得られた結果を踏まえ、水質浄化対策について検討する。

平成25年度中海流入河川一斉調査結果

1 当該調査の概要

- 調査目的：国・県・市が共同で、中海へ流入する河川の一斉水質調査を実施し、中海へ流入する汚濁負荷量を同時にできる限り多くの地点で把握して、水質変化等の要因分析や今後の施策検討のための基礎資料とする。
- 調査項目：水温、COD、全窒素、全りん、流量（流速×断面積）
- 調査時期：平成25年度：秋／計1回
平成26年度：春夏秋冬／計4回
- 調査地点：中海の水質に影響を及ぼすと考えられる公共用水域調査地点・流入河川等
平成25年度 中海内：21地点、河川：27地点
平成26年度 中海内：21地点、河川：34地点

2 調査結果（平成25年度秋調査のみ）

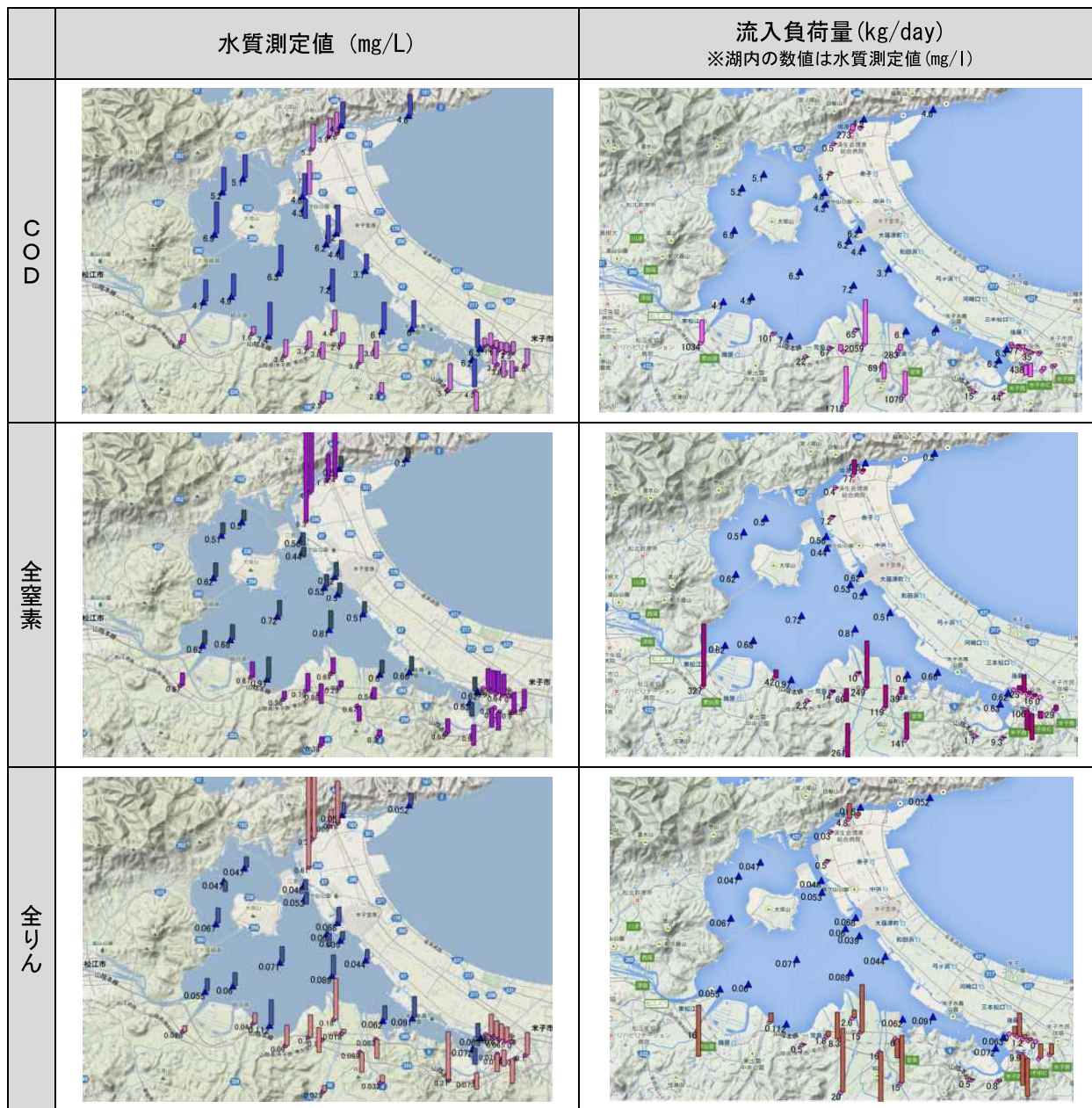
⇒ 調査位置・グラフなど：次ページ参照

- 水質は、下水道未整備地区や市街地流下の河川において全窒素、全りんが高値で確認される傾向。
- 流入負荷量は、流量の多い河川が必然的に高値となる。（流入負荷量）＝（水質濃度）×（流量）
- しかし前年1回のみ調査結果であるため、今年度も調査を実施し、知見を集積しているところ。
（濃度・負荷量いずれも季節変動等の変化が考えられ、現時点においての要因分析等は平成26年度調査後を予定）

3 今後の予定（平成26年度計画）

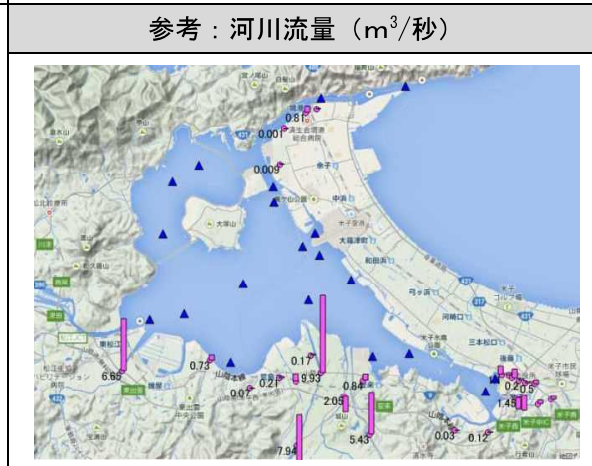
- 調査時期を四季（4回／年）として計画
6月上旬（かんがい期：田植の時期）、8月上旬（かんがい期：穂肥2回目の時期）
11月上旬（非かんがい期：稲刈り後）、2月上旬（非かんがい期）
⇒ 春夏秋冬の季節変化、水稻の水管理時期に合わせた形で調査時期を設定している。
- 調査結果を踏まえての水質浄化対策についても検討する。

■調査結果 平成25年度秋調査 (9月2日~12日調査より)



上図は、COD、全窒素、全りん別で位置・数値を棒グラフで図示したもの。
流入負荷量は、(水質測定値) × (流量)
で与えられる。

右図：河川流量 (m³/秒) の図示 (棒グラフ)



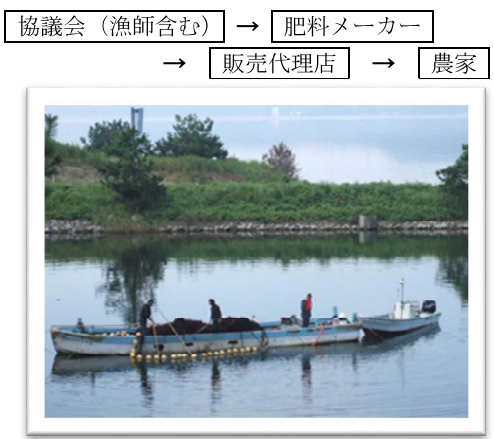
「中海の海藻刈りによる栄養塩循環システム構築支援事業」（両県連携事業）の概要

鳥取県水・大気環境課
島根県環境政策課

1 これまでの経過・実績（H23～25年）

過去3年間にわたり、海藻刈りによる栄養塩循環システムのモデル構築の可能性や検証等を含めた業務委託を実施してきた。

（1）実施団体の実施方法等の概要

	NPO法人自然再生センター	海藻農法普及協議会
システム概要 (海藻の肥料化)		
特徴工夫点	<p>■回収・肥料化の手法 センターの依頼によって、漁師が漁船を使い手作業で回収を行う。</p> <p>海藻の乾燥に費用がかかるので、乾燥させない生海藻の肥料使用も実施。</p>	<p>■回収・肥料化の手法 潜水ダイバーと吸引ポンプを使用し、大規模かつ効率良い海藻の回収が可能。</p> <p>乾燥技術の開発（＝ペレット化）により、ロスが少ない製造システム下で海藻肥料が量産できる。</p>
	<p>■販路拡大 中海キャラクター「なかうみちゃん」の海藻栽培野菜等への貼付け販売によるPR。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・農協系統外の直接販売 ・生海藻肥料のモデル圃場での検証 	<p>■販路拡大 海藻肥料で栽培した海藻米が全国規模のコンテストで受賞。</p> <p>さらには、海藻肥料で作付けした海藻野菜のブランド化も視野に展開中。</p>
回収実績 (H23、24、25年)	168t、120t、100t (延べ 388t)	175t、175t、175t (延べ 525t)
合計 913t		

（2）成果のまとめ

- 中海の未利用資源を活用した新たな資源循環システムモデルの全体像が見え、システムを持続するための課題が明らかになった。
 - ・回収コストの削減
 - ・販売単価の見直し
 - ・販路拡大
- このシステムモデルに漁業者、農家、企業、NPO、地域住民など幅広い人々の参加があり、中海の賢明な利用を推進する効果があった。
- 海藻913tを湖外搬出することによる水質浄化効果として、窒素：1,908kg、りん：149kgが湖外に持ち出された。（中海へ流入する生活系負荷量の約2.2日分）

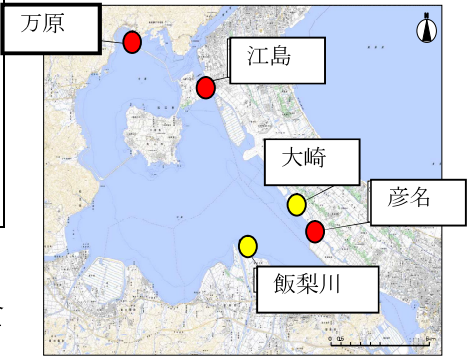
2 両県の今年度の取組み

- 水質浄化及び賢明な利用に寄与する取り組みであるため、これまでの委託事業の成果を基に、引き続き資源循環システムの構築に取り組む事業者を支援する。

中海の湧水の活用に向けた詳細調査

鳥取県水・大気環境課

- 平成23年度調査（12地点）のうち、湧水の湧出量が多かった地点、二枚貝の生息状況が特徴的な地点など5地点（右図）を選定し、水質・底質及び生物調査を実施した。
- 今回調査では、本庄水域の万原地点の湧水は、周辺の湖水より塩化物イオン濃度が低く、溶存酸素量が高く、周辺でアサリが多く生息していることを確認した。



1 平成25年度調査結果の概要

平成23年度調査で明らかになった湧水水域の特徴を踏まえ、貧酸素等の影響が顕著な夏季（8～9月）に詳細調査を実施した。

(1) 湧水の水質調査（連続観測、採水分析）（3地点）

地点	結果
万原	<ul style="list-style-type: none"> 塩化物イオン濃度は、周辺水に比べ若干低い 溶存酸素量は、周辺水に比べ若干高い COD、全窒素、全リンは、周辺水に比べ値が低かった } 淡水に近く、アサリ稚貝を誘因※
江島	<ul style="list-style-type: none"> 塩化物イオン濃度は、周辺水より若干高く、日変動が大きい ⇒ 潮汐の影響を受けている 溶存酸素量は、周辺水と大きな違いはみられない COD、全窒素、全リンは、周辺水より値が高い } 海水に近い
彦名	<ul style="list-style-type: none"> H23調査で確認された湧水地点で、湧水が確認できない → 湧水湧出が不安定

※アサリ稚貝は低塩分域に集まる習性がある

(2) 湧水水域の底質及び生物調査（5地点）

地点	結果
万原	貝類：アサリが5水域中最も多い → アサリが集まる 底質：有機物量少 → 好気的な環境
江島	貝類：アサリ少ない
彦名	貝類：アサリ少ない
大崎	貝類：アサリが5水域中最も少なく、ホトトギスガイがマット状に生息している 底質：有機物量多 → 内湾のような地形等の要因により物質の流動性が低い
飯梨川	貝類：アサリが5水域中2番目に多く、その他ヤマトシジミ、ホトトギスガイも確認

2 関連する事業

区分	主体	取組内容
アサリが住める中海の浅場環境の保全に関する研究	鳥取県衛生環境研究所（H24～25）	<ul style="list-style-type: none"> アサリは海藻の繁茂する夏季（7～9月）に減少 水質の変化よりも海藻の繁茂による湖底環境の変化の影響が強い
海藻刈りによる栄養塩循環システム構築支援事業	鳥取県・島根県（H23～）	<ul style="list-style-type: none"> 海藻回収量に対して定額助成を実施し、民間事業者の取組を支援

3 まとめ：有用な湧水水域の保全に向けて

- 万原地点のようにアサリの生息域になっている湧水水域に対して、夏季の海藻回収を実施することがアサリ生息水域の保護・保全に効果的となる。
- そのため、海藻回収事業をより効果的な環境改善策へとつなげるためには、上述の湧水水域や浅場水域を優先的に海藻回収の対象地域とする方策が考えられる。

第6期中海に係る湖沼水質保全計画の策定について

鳥取県水・大気環境課
島根県環境政策課

1 趣旨

中海は、湖沼水質保全特別措置法（昭和59年法律第61号。以下、「湖沼法」という。）第3条に基づき平成元年から指定湖沼（水質環境基準が確保されていない湖沼で、水の利用状況、水質の汚濁の推移等からみて特に水質の保全に関する施策を総合的に講ずる必要があると認められるもの）に指定され、以降5期・25年にわたり鳥取、島根両県で湖沼水質保全計画を策定のうえ、各種の水質保全対策を推進してきた。

その結果、第1期計画時に比べ、水質は改善傾向となり、市民や関係者の利活用策も活発化してきたが、水質環境基準(化学的酸素要求量(COD)、全窒素、全りん)は、依然として未達成である。

したがって、引き続き水質保全対策を総合的に講ずるために、平成26年度中に次期・第6期(平成26～30年度)湖沼水質保全計画を策定する。

2 湖沼水質保全計画の枠組み（湖沼法第4条第3項）

法定事項	湖沼水質保全基本方針に掲げられている内容
計画期間	5か年間（平成26～30年度）
水質の保全に関する方針	<ul style="list-style-type: none"> ・水質環境基準の目標と対策 ・望ましい湖沼の水環境及び流域の将来像（長期ビジョン） ・流出水対策地区
水質の保全に資する事業	<ul style="list-style-type: none"> ・下水道、農業集落排水施設、浄化槽等の整備 ・工場・事業場に係る排水対策 ・生活排水に係る対策 ・畜産に係る汚濁負荷対策 ・魚類養殖に係る汚濁負荷対策 ・流出水対策地区における汚濁負荷対策 ・緑地の保全その他湖辺の自然環境の保護 ・湖沼(自体)の浄化対策(湖内対策) ・水循環回復等の対策
水質の保全のための規制 その他の措置	<ul style="list-style-type: none"> ・水質の監視及び測定等の実施方法 ・調査研究の推進と技術の開発 ・知識の普及と住民意識等の高揚

第5期計画で
策定済み

3 第6期湖沼水質保全計画の策定に係る検討課題

○水質改善に向けた取組の強化

生活排水処理施設の整備、工場・事業場の排水規制、非特定汚染源対策などの対策により河川から流入する汚濁負荷は削減されてきたが、湖沼計画の目標値を達成できていない。

これまでの対策を踏まえ、鳥取県、島根県、国交省及び周辺市が連携して、これまでの流入負荷削減を進めるとともに汚濁原因の解明に努め、効果的かつ具体的な浄化対策の検討が必要である。

○新たな評価指標の検討

長期ビジョンに示す望ましい湖沼の将来像の実現に向け、科学的な水質指標だけでなく、生態系や親水性などの視点も含めた評価指標を検討

4 第6期湖沼水質保全計画の策定スケジュール

