

平成16年3月22日
農林水産省
経済産業省
国土交通省
環境省

有明海海域環境調査に対する質問等への回答

1. モデルに関する補足説明

本調査の目的は、有明海の海域環境の現況やこれまでの推移を把握し、海域環境の変動要因の分析を行うとともに、モデルによる感度解析を行う中で有明海の再生に向けた対策の基本的な方向性等を検討することである。

このため、モデルの構築にあたっては、有明海の再生に向けた対策の基本的な方向性の検討に供する観点から、現状における調査・観測データの把握状況を踏まえ、有明海全域を対象としてその特性を反映できるよう努め、水質項目の年間変動パターン等との比較から精度の確認を行った。

なお、モデルの構築において、モデル専門部会及び検討委員会で鋭意検討を進めてきたが、現状での観測項目や頻度等から、さらなるモデルの精緻化等については検討の場で示された意見等を踏まえ、今後の課題として整理したものである。

流動モデルは、水温、塩分、潮位、潮流の変化を表現できるよう、水温、塩分の拡散過程を考慮したレベルモデルとし、基本方程式は連続の式、運動方程式、水温・塩分の拡散方程式からなる（図－1 流動モデルの概要、図－2 流動モデルの基本式参照）。

水質モデルは、植物プランクトンによる赤潮の発生、夏季の貧酸素現象、ノリ漁期の植物プランクトンと栄養塩の推移等の現象に留意しつつ、水質の変化を予測できるようなモデルとして、浮遊系の低次生態系の物質循環を対象としている。水質モデルは、移流項、拡散項、生物・化学反応項で構成されている（図－3 水質モデルの概要、図－4 水質モデルの基本式参照）。

流動モデル、水質モデルにおいて考慮した事項等の特徴の概要を整理すると図－5のとおりとなる。

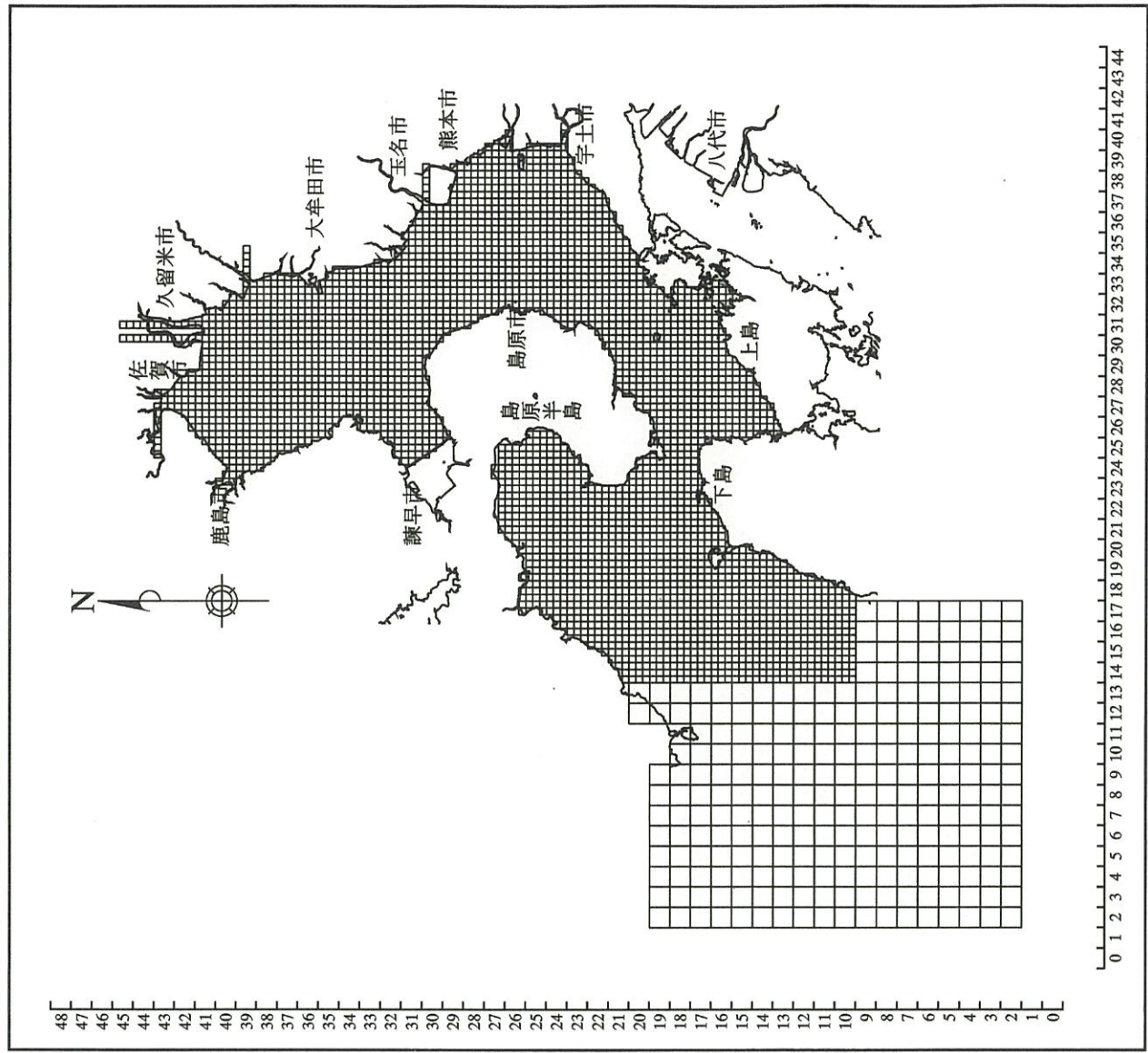
図一1 流動モデルの概要

【検討範囲】
有明海全域

【検討項目】
潮位、潮流、水温、塩分

【検討期間】
2000年～2001年

【モデルの構造】
鉛直14層レベルモデル
格子間隔
有明海 900m
外海 2700m



図一2 流動モデルの基本式

<連続の式>

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

<運動方程式>

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} - f v = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_M \frac{\partial u}{\partial z} \right) + F_x$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} + f u = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial z} \left(K_M \frac{\partial v}{\partial z} \right) + F_y$$

$$\rho g = -\frac{\partial p}{\partial z}$$

<水温・塩分の拡散方程式>

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + u \frac{\partial \theta}{\partial x} + v \frac{\partial \theta}{\partial y} + w \frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_H \frac{\partial \theta}{\partial z} \right) + F_\theta$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} = \frac{\partial}{\partial z} \left(K_H \frac{\partial S}{\partial z} \right) + F_S$$

x, y, z	: 右手系の直交座標系、上向きを正
u, v, w	: x, y, z 方向の流速成分(cm/s)
p	: 圧力(g/cm/s ²)
θ	: 水温(°C)
S	: 塩分(PSU)
f	: コリオリ係数(1/s)
ρ_0	: 代表密度(g/cm ³)
ρ	: 密度(g/cm ³)
K_M	: 鉛直渦動粘性係数(cm ² /s)
K_H	: 鉛直渦拡散係数(cm ² /s)
A_M	: 水平渦動粘性係数(cm ² /s)
A_H	: 水平渦拡散係数(cm ² /s)
g	: 重力加速度(cm/s ²)

図一3 水質モデルの概要

【検討範囲】

有明海全域

【検討項目】

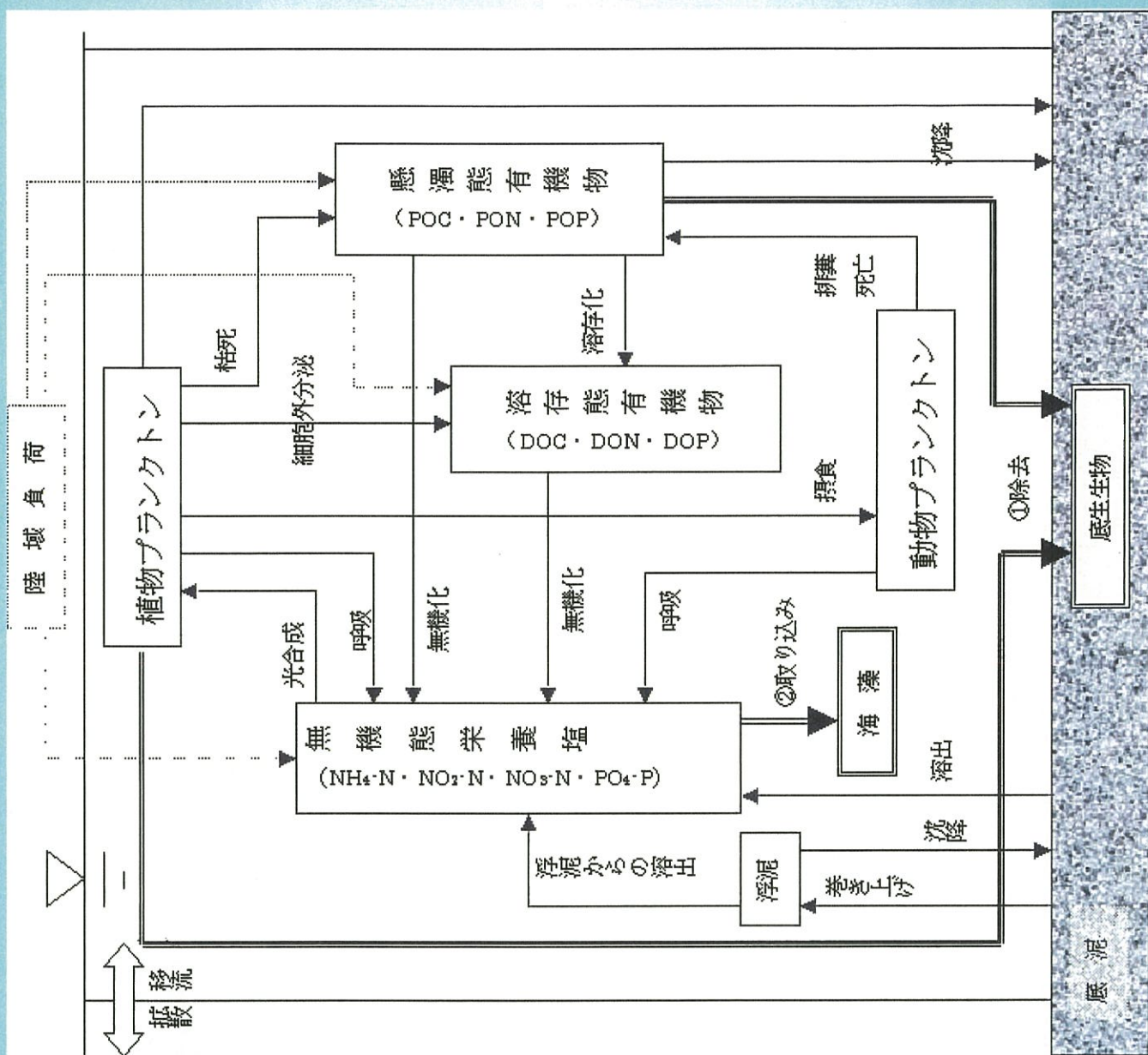
植物プランクトン
動物プランクトン
栄養塩
溶存酸素等

【検討期間】

2000年～2001年

【モデルの構造】

鉛直14層レベルモデル
格子間隔
有明海900m



①植物プランクトン(P)

$$\frac{d}{dt}Ph = \text{光合成} - \text{細胞外分泌} - \text{呼吸} - \text{枯死} - \text{動物プランクトンの摂餌} - \text{沈降} - \text{二枚貝による除去}$$

②動物プランクトン(Z)

$$\frac{d}{dt}Zh = \text{摂餌} - \text{排糞} - \text{呼吸} \cdot \text{排泄} - \text{死亡}$$

③懸濁有機物(炭素:POC、窒素:PON、リン:POP)

$$\frac{d}{dt}POCh = \text{植物プランクトンの枯死} + \text{動物プランクトンの死亡}$$

$$\frac{d}{dt}POCh = \text{植物プランクトンの枯死} + \text{動物プランクトンの死亡}$$

$$+ \text{排糞} - \text{分解} - \text{無機化} - \text{沈降} + \text{流入負荷} - \text{二枚貝による除去}$$

$$\frac{d}{dt}PONh = \text{植物プランクトンの枯死} / rCN_p + \text{動物プランクトンの死亡} / rCN_z$$

$$+ \text{排糞} / rCN_z - \text{分解} - \text{無機化} - \text{沈降} + \text{流入負荷} - \text{二枚貝による除去}$$

$$\frac{d}{dt}POPh = \text{植物プランクトンの枯死} / rCP_p + \text{動物プランクトンの死亡} / rCP_z$$

$$+ \text{排糞} / rCP_z - \text{分解} - \text{無機化} - \text{沈降} + \text{流入負荷} - \text{二枚貝による除去}$$

④溶存態有機物(炭素:DOC、窒素:DON、リン:DOP)

$$\frac{d}{dt}DOCh = \text{植物プランクトンの分泌} + \text{分解} - \text{無機化} + \text{流入負荷}$$

$$- \text{硝化} - \text{ノリによる取りこみ} + \text{浮泥からの溶出} + \text{二枚貝の排泄}$$

$$\frac{d}{dt}DONh = \text{植物プランクトンの分泌} / rCN_p + \text{分解} - \text{無機化} + \text{流入負荷}$$

$$+ \text{動物プランクトンの呼吸} \cdot \text{排泄} / rCP_z + \text{有機物の無機化} + \text{流入負荷} + \text{溶出}$$

$$\frac{d}{dt}DOPh = \text{植物プランクトンの分泌} / rCP_p + \text{分解} - \text{無機化} + \text{流入負荷}$$

⑤栄養塩(NH₄、NO₃、PO₄)

$$\frac{dNH_4h}{dt} = - \text{光合成} / rCN_p + \text{植物プランクトンの呼吸} / rCN_p$$

$$+ \text{動物プランクトンの呼吸} \cdot \text{排泄} / rCN_z + \text{有機物の無機化} + \text{流入負荷} + \text{溶出}$$

$$- \text{硝化} - \text{ノリによる取りこみ} + \text{浮泥からの溶出} + \text{二枚貝の排泄}$$

$$\frac{dNO_3h}{dt} = - \text{光合成} / rCN_p + \text{硝化} + \text{流入負荷} + \text{溶出} - \text{ノリによる取りこみ}$$

$$\frac{dPO_4h}{dt} = - \text{光合成} / rCP_p + \text{植物プランクトンの呼吸} / rCP_p$$

$$+ \text{動物プランクトンの呼吸} \cdot \text{排泄} / rCP_z + \text{有機物の無機化} + \text{流入負荷} + \text{溶出}$$

$$- \text{ノリによる取りこみ} + \text{浮泥からの溶出} + \text{二枚貝の排泄}$$

ここで、

h 層厚

rCN_p 植物プランクトンのC / N比

rCP_p 植物プランクトンのC / P比

rCN_z 動物プランクトンのC / N比

rCP_z 動物プランクトンのC / P比

図一4 水質モデルの基本式

図一5 流動モデル・水質モデルの特徴

- 最新の水深情報
- 干潟の干出と水没の考慮
- 河川流入・負荷量の時間変動
- 気象要因(風向・風速、雲量・日射量・海上気温・相対湿度等)の時間変動
- ノリひびの抵抗考慮
- 13分潮の潮位条件を考慮
- 浮遊系の低次生態系モデル(植物プランクトンは珪藻を指標)
- 浮泥の巻き上げやこれに伴う栄養塩の溶出や光量の減衰効果などを考慮
- ノリの漁獲に伴う栄養塩の系外除去
- 干潟域の二枚貝による懸濁態有機物の取組みと栄養塩の排泄、呼吸

II. 委員からの質問への回答

【山室委員】

1. 有明海海域環境調査報告書【調査概要・要約編】(以下、前回資料という。) 図3-6(2)に示された佐賀7、熊本20, 11, 6の塩分の計算値については成層が再現されているが、前回資料の図3-11佐賀11のD0については1層から14層までほぼ全部重なっており、成層が再現されていないのではないか。

(答)

1. 有明海における浅海定線調査地点のうち、佐賀7、熊本20, 11, 6の4地点について、2001年における水温と塩分の観測値と計算値を比較したところ、水温、塩分ともに年間の変動パターンは、おおむね観測値とよい一致を示している。(図3-6(2)参照)。
2. 一方、水質モデルについては、2000年及び2001年における浅海定線調査地点(各県毎に4地点を選定)でのP04-P、NH4-N、NO3-N、D0、CODの各項目及び公共用水域水質測定点(各県毎に4地点を選定)でのD0、SS、T-P、T-N、CODの各項目について、観測値と計算値を比較することにより検証を行っており、P04-P、NH4-N等の水質項目について年間の変動パターンは概ね再現されたことから、必要な精度は得られたものと考えられる。このうち、前回資料の図3-11は佐賀11における比較結果であるが、D0については、底質の酸素消費速度を実測値を用いて計算しているが、夏季における上下層の濃度差は再現することは難しかった。これは、このモデルにおいて加味していない現象による影響の可能性が考えられる。このため、今後、これらに対応するため、水質や潮流にかかる連続観測等の充実を図ることが重要であると考えている。(2001年の佐賀7、福岡L9、長崎4、熊本12、長崎10における水質の時系列変動の比較：図3.4.19.(3)、(6)、(14)、(11)、(15)参照)。

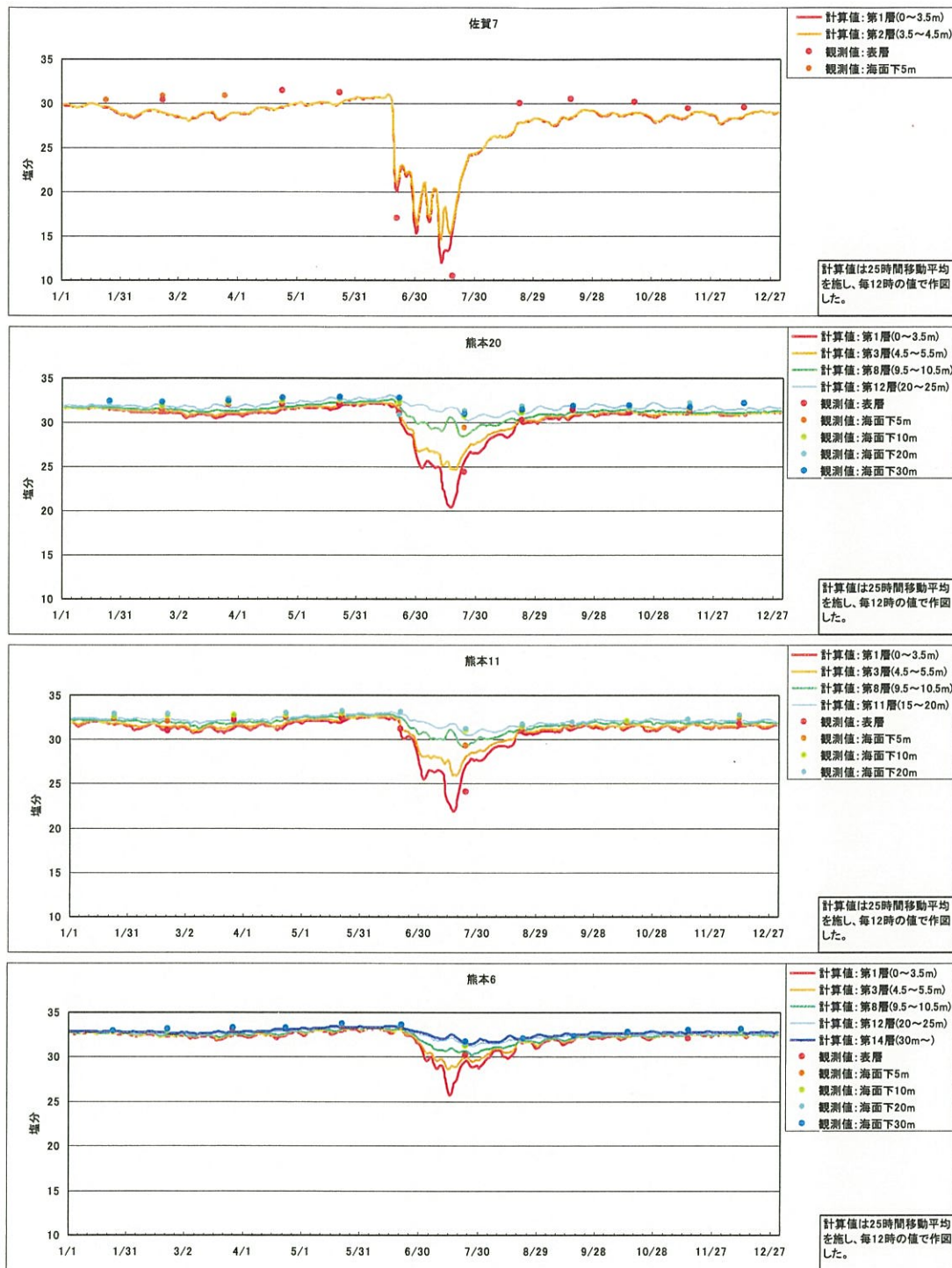


図 3-6(2)水温・塩分の再現性(2001 年の浅海定線データ)

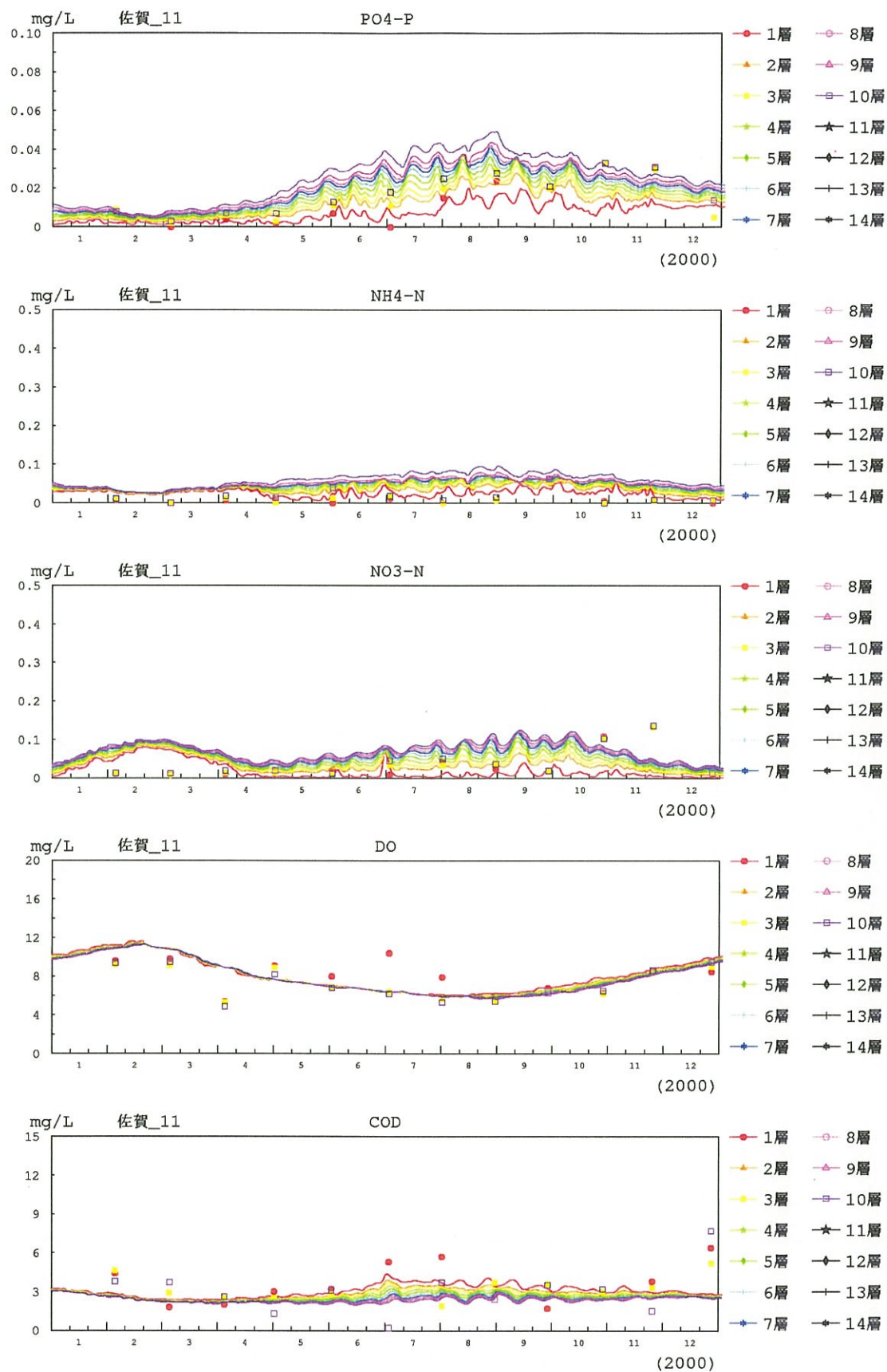


図 3-11 水質の時系列変動の比較 (2000 年、佐賀県浅海定線水質測定点)

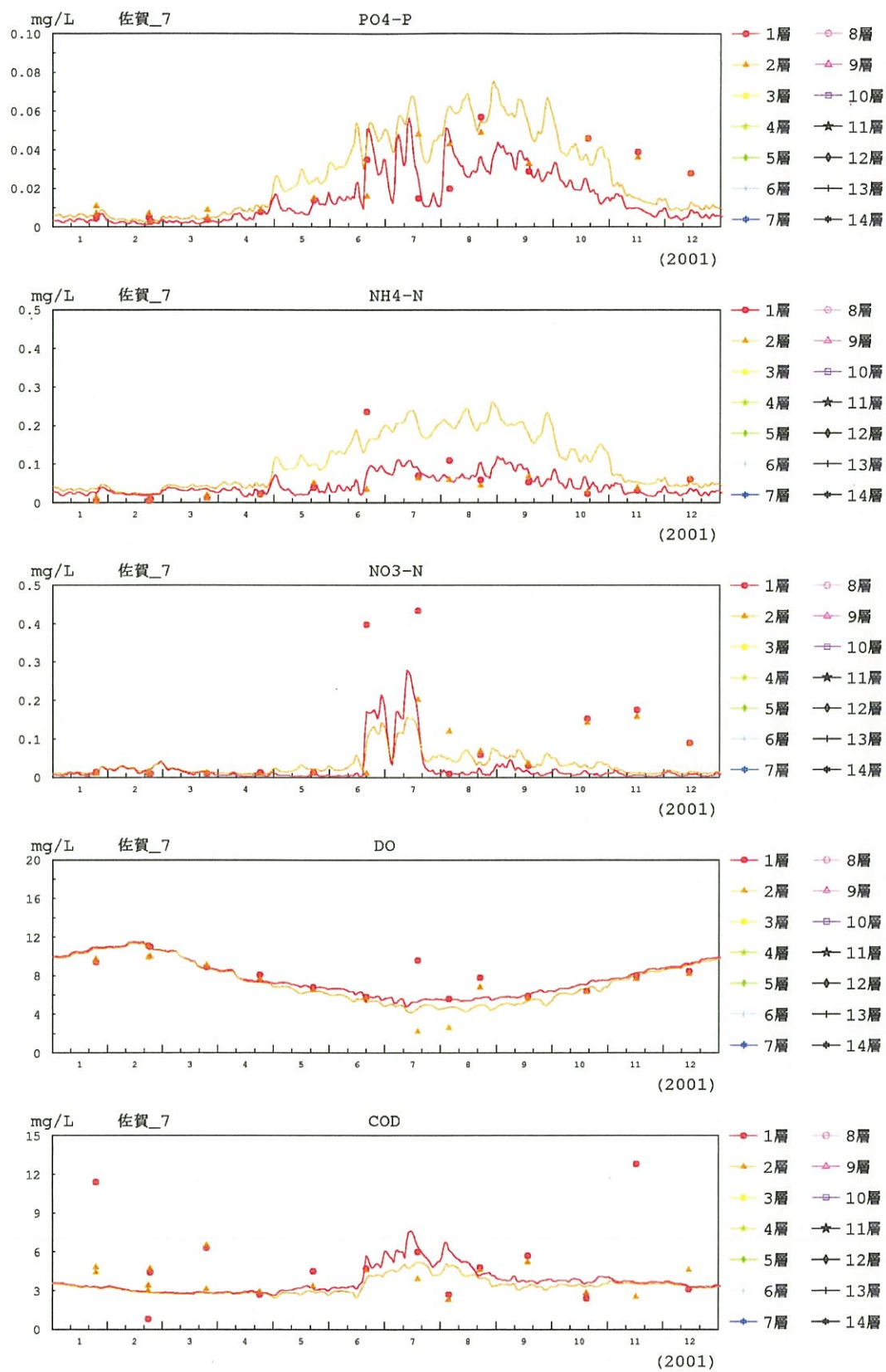


図 3.4.19(3) 水質の時系列変動の比較(2001 年、佐賀県浅海定線水質測定点)

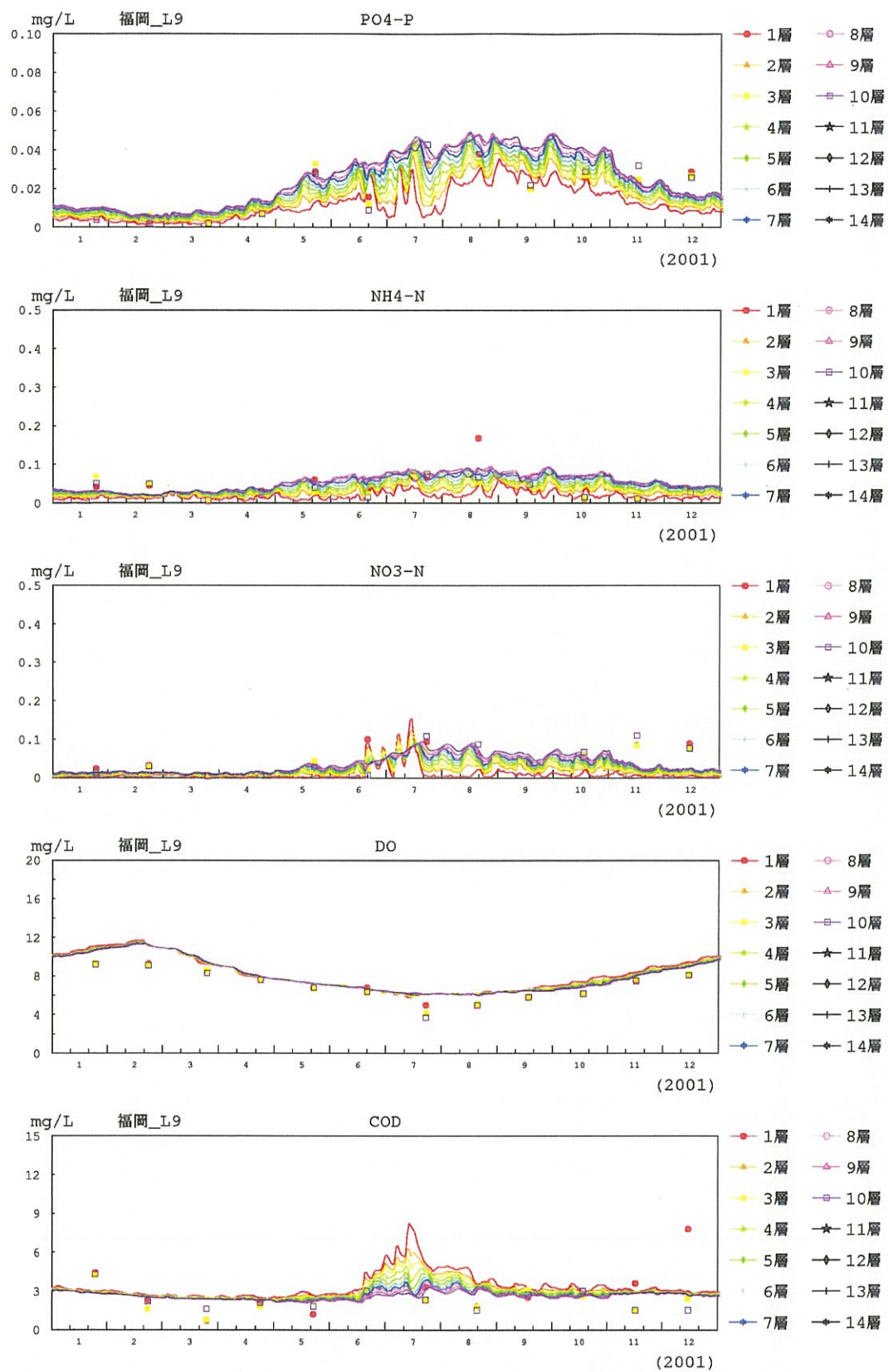


図 3.4.19(6) 水質の時系列変動の比較 (2001 年、福岡県浅海定線水質測定点)

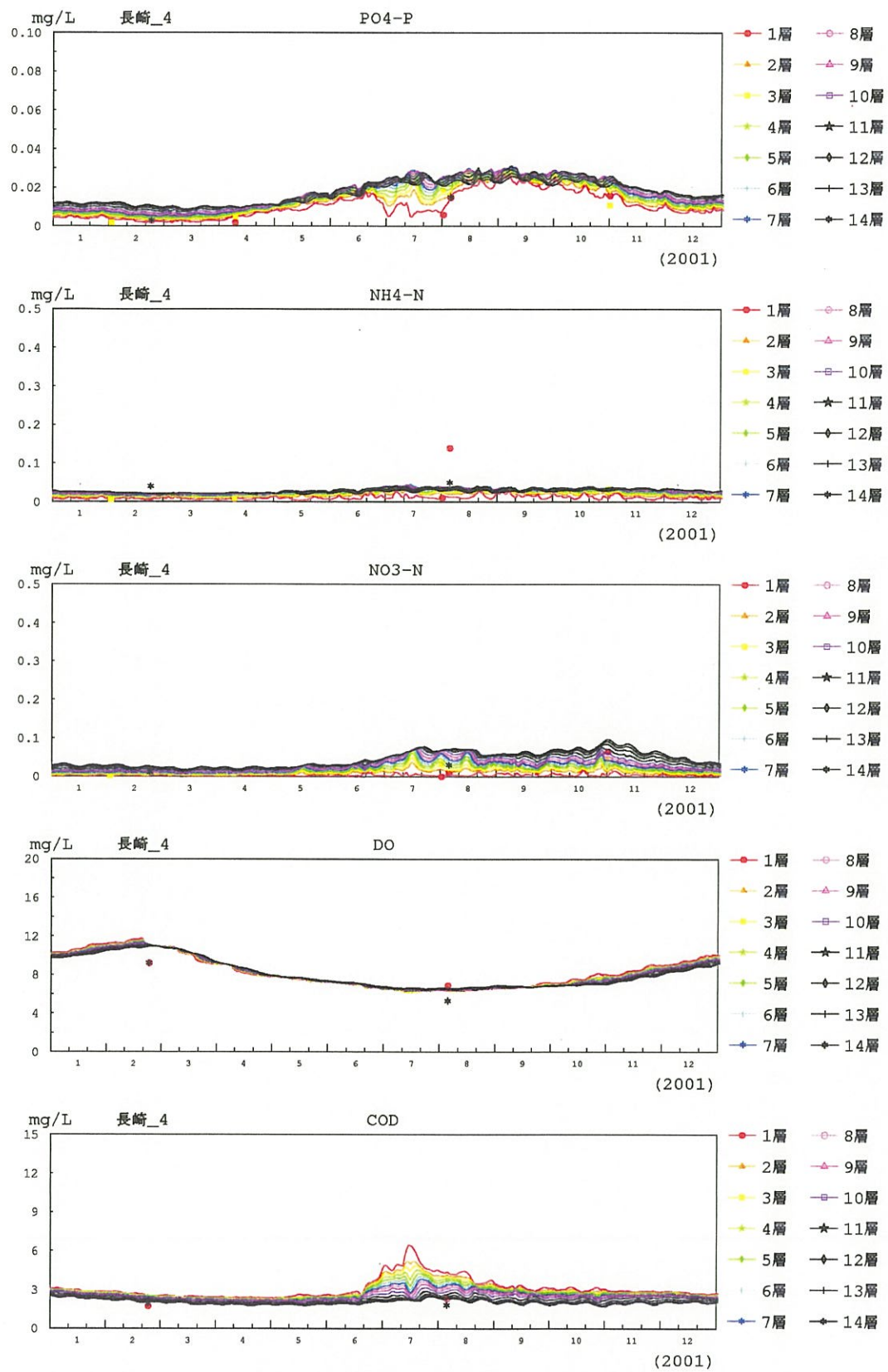


図 3.4.19(14) 水質の時系列変動の比較 (2001 年、長崎県浅海定線水質測定点)

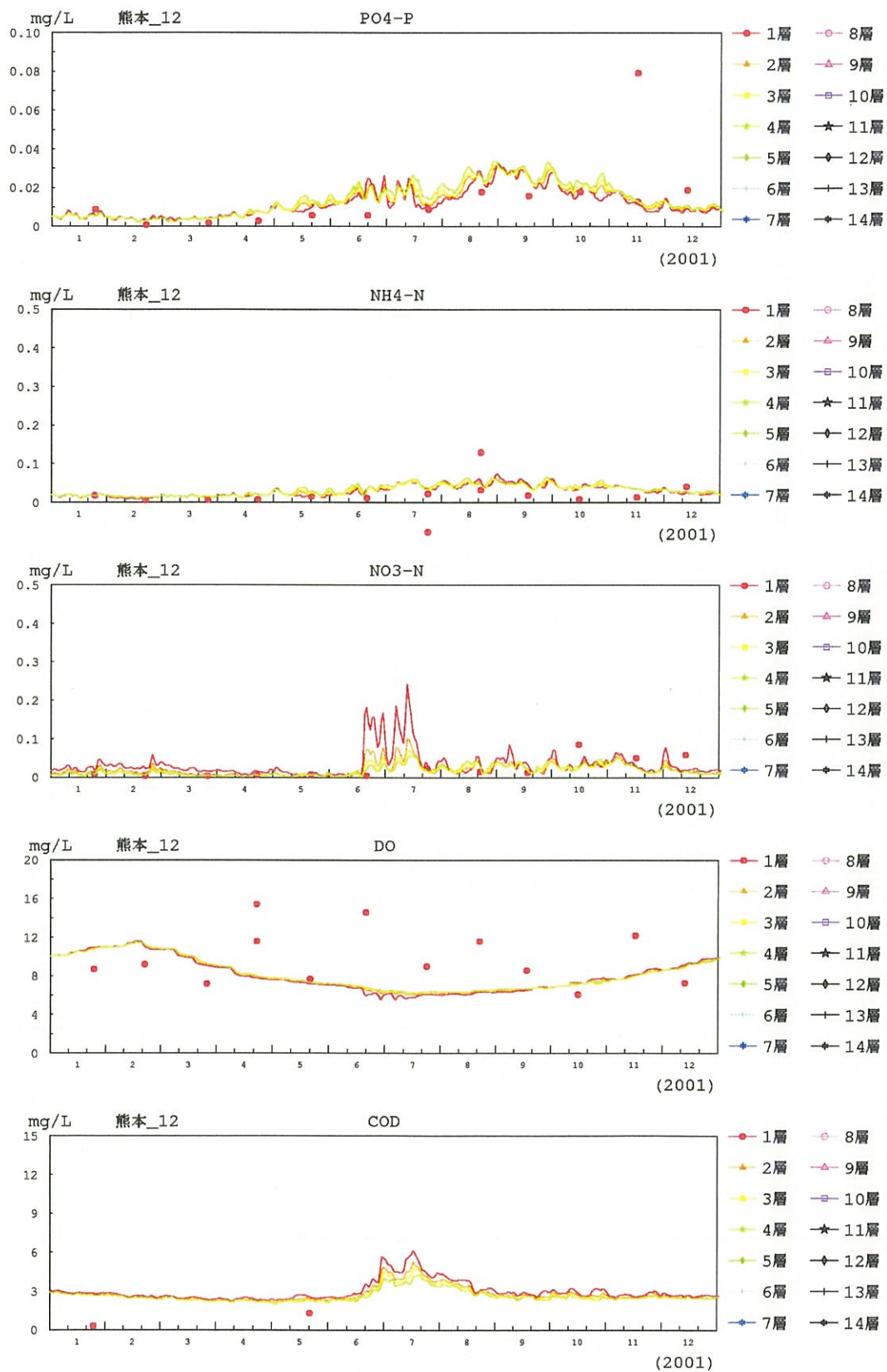


図 3.4.19(11) 水質の時系列変動の比較 (2001 年、熊本県浅海定線水質測定点)

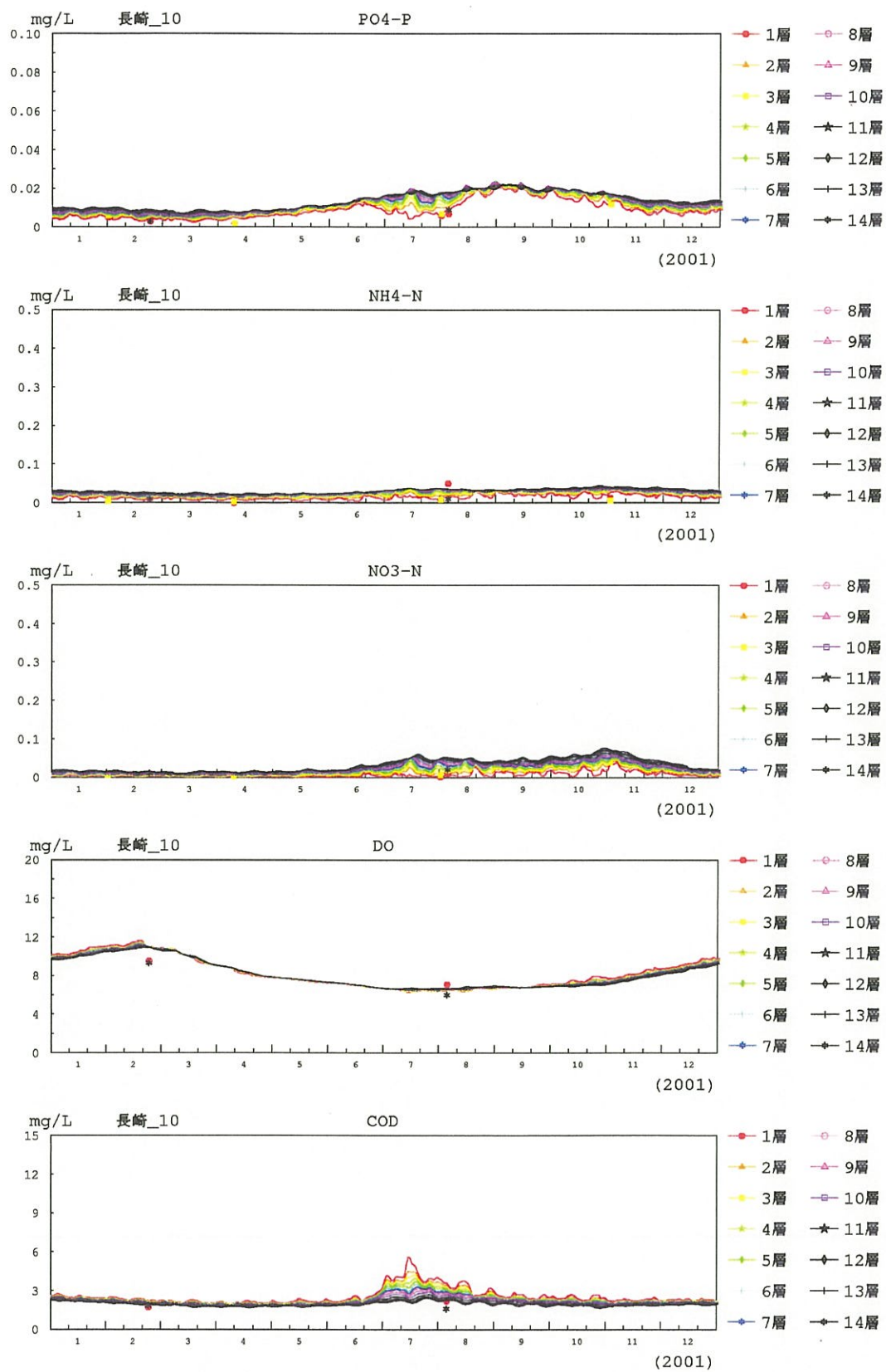


図 3.4.19(15) 水質の時系列変動の比較 (2001 年、長崎県浅海定線水質測定点)

【山室委員】

2. 前回資料の図3-8(1)における平均流の実測値から流向は時計回りに見えるが、このモデルでは時計回りの流れが再現できなかったのではないか。

(答)

1. 前回資料の図3-8(1)は2001年5月11日～5月27日の間における海上保安庁等が実施した15昼夜連続観測の観測値と当該観測地点における計算値を比較したものである。湾奥部の流況は複雑であり、風等の影響を受けて時々刻々変化するものであることから実測の4地点の平均流の向きをもって明瞭な傾向はみいだせないものと考えている。
2. 連続観測は海面下3mの水深で行われており、この水深に該当する第1層の平均流は図の3.3.65(2)であり、同時期の第2層(水深3.5～4.5m)の平均流は3.3.65(2)に示したとおりであり、これは海上保安庁が示している有明海の平均流の傾向と似たものとなっている。

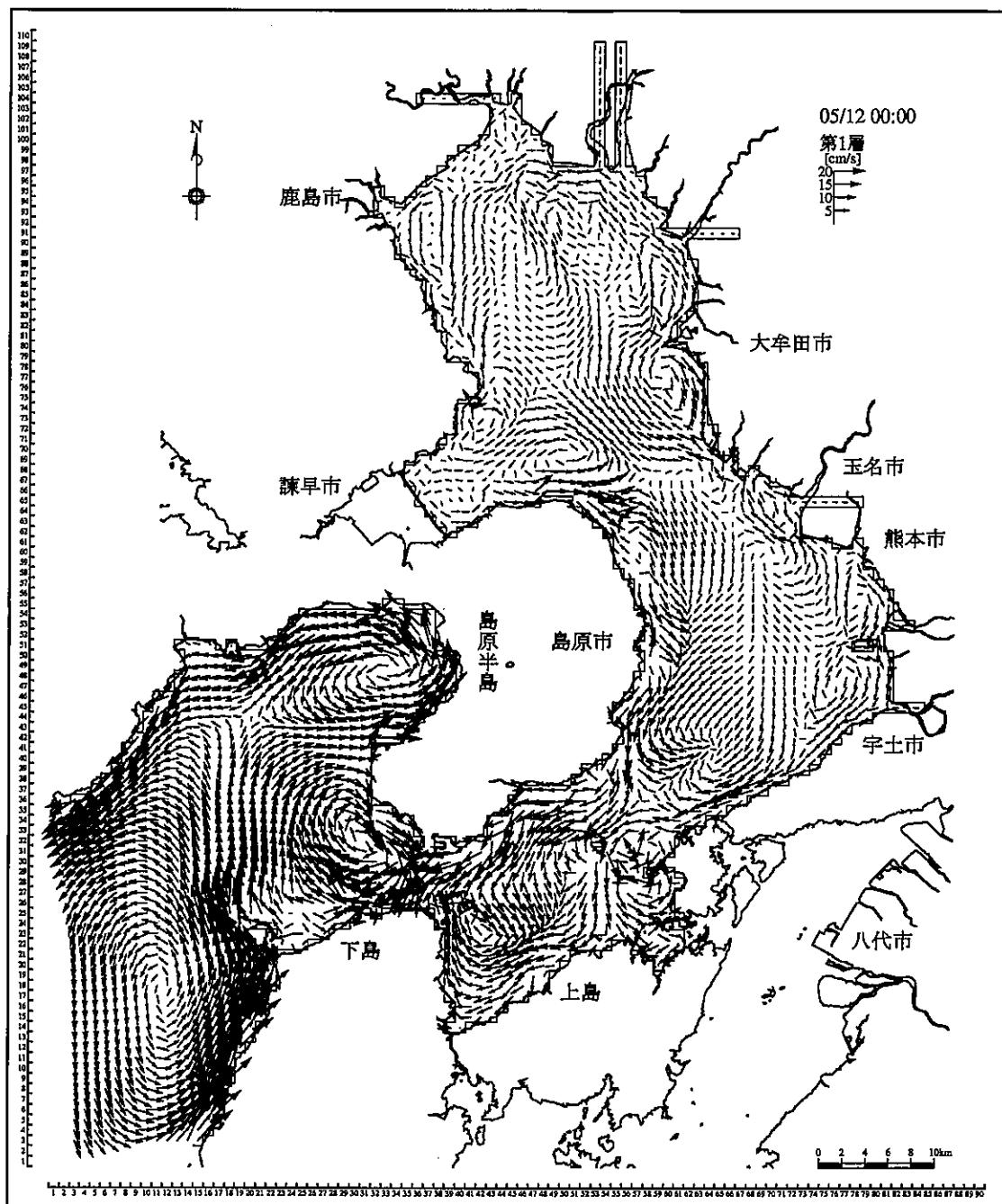


図 3.3.65(1) 平均輸送速度の分布(第1層:0.0~3.5m) 5/12~5/27 の平均

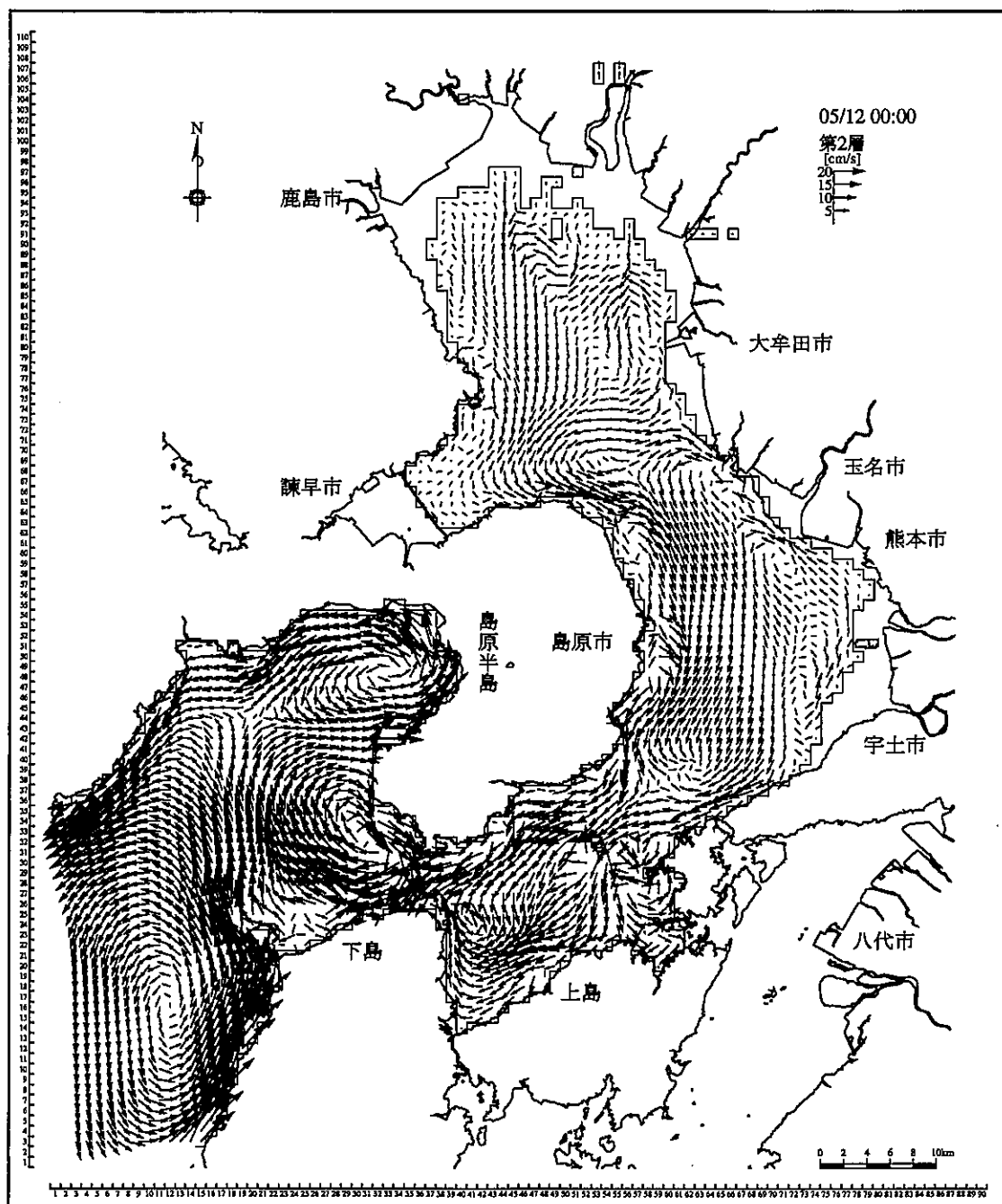
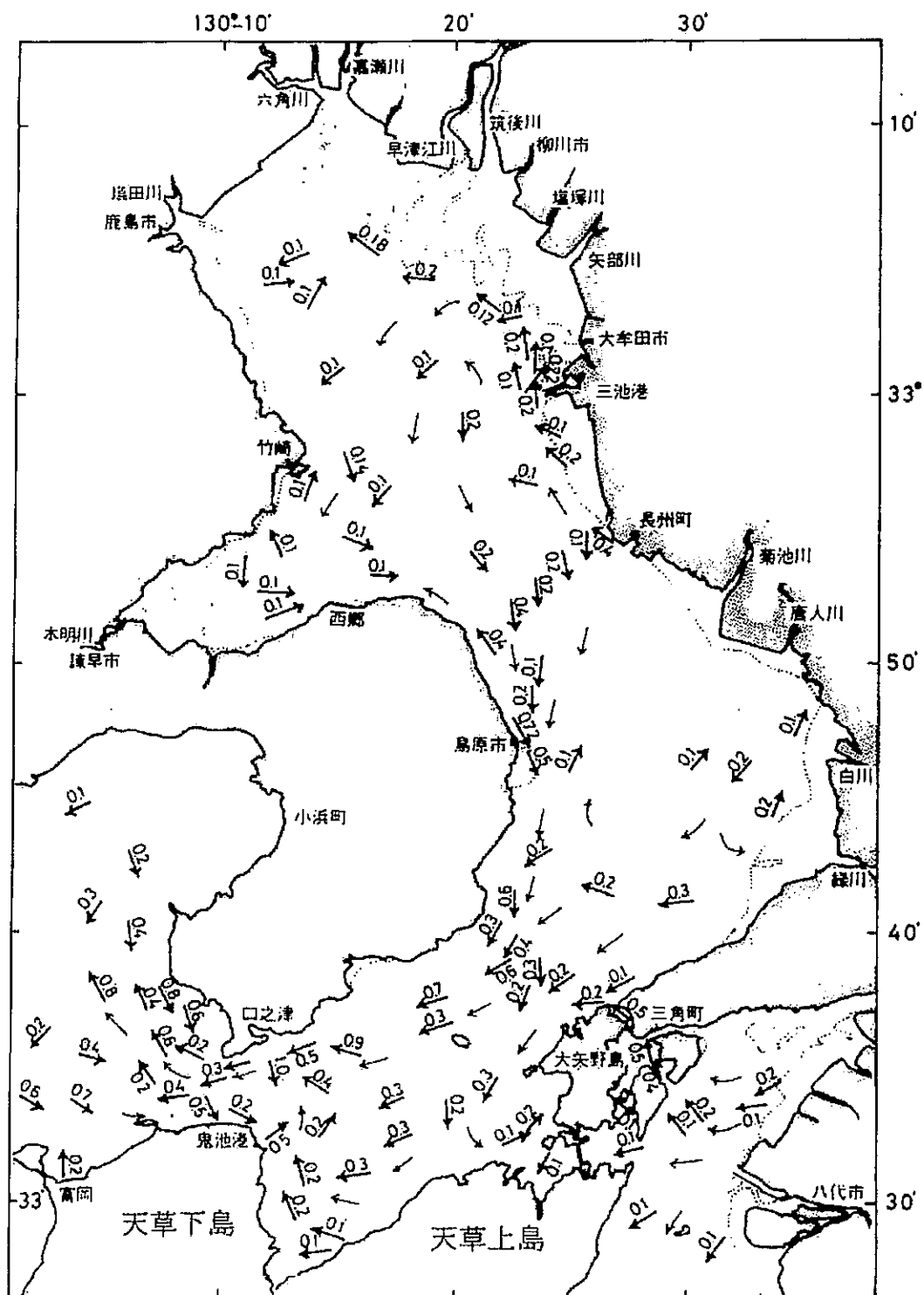


図 3.3.65(2) 平均輸送速度の分布(第2層:3.5~4.5m) 5/12~5/27 の平均



有明海の平均流の傾向（海上保安庁）

【小松委員】

1. 流動モデルでは連続条件が満足されているのか。

(答)

1. 今回用いている流動モデルの連続条件の考え方は、従来の干出や氾濫の計算においても実証の結果に基づいて一般的に用いられてきたものである。流動モデルにおける水位の算定は、各層の線流量を用いて連続方程式により計算しており、ある格子におけるある時間内の流量収支がその時間内の水位の変化に正確に反映されており、そういう意味では流動モデルの連続条件は満たされていると考えている。
2. 干潟部における海底の干出や水没は、計算上は限界水深を設定することによって取り扱っている。即ち、本調査のシミュレーションモデルでは限界水深を0.1mに設定しており、この限界水深より小さい水深が計算された場合には干出したと見なして流動をゼロとしている。流動をゼロとすると水位は変化しなくなるが、その格子点の水は小さい水深のまま残っており、次に潮が満ちてきて限界水深より大きい水深が計算された場合には水が満ちてきたものとみなして流動の計算を再開するという仕組みになっている。このように干潟が干出したとみなして流動がゼロとなってもそこにあった水量はそのまま残り、次に潮が満ちてきたときに水位の計算に反映されるため、干潟部の計算における連続条件も満たされていると考えられる。
3. 国調費調査では、有明海における流動状況を検討するため、シミュレーションによる計算結果をもとに湾口部での海水通過量を算定した。2001年の結果によれば上層（水深0～20m）からの流出量は年間 $250 \times 10^9 \text{ m}^3$ 、下層（20m以深）からの流入量は年間 $237 \times 10^9 \text{ m}^3$ となり、その差は $13 \times 10^9 \text{ m}^3$ の流出超過となったが、この年の年間淡水流入量は $14 \times 10^9 \text{ m}^3$ であり、概ね一致するという結果が得られている。

表 3.6.2 (1) 流動モデル(2000 年)による海水通過量

時 期	淡水流入量 (m^3)	流出層	上層からの 流出量 (m^3)	下層からの 流入量 (m^3)	海水容量/ 流入量× 365 or 90(日)
年間 (1~12 月)	12.14×10^9	0~ 20m	230.54×10^9	221.07×10^9	52
冬季 (1~3 月)	1.83×10^9	0~ 15m	37.24×10^9	35.46×10^9	79
夏季 (6~8 月)	5.25×10^9	0~ 20m	73.05×10^9	70.53×10^9	40

注)流量の単位は、年間の場合、 $\text{m}^3/\text{年}$ 、冬季および夏季の場合 $\text{m}^3/3$ ヲ月である。
また、海水容量は $31.2 \times 10^9 \text{m}^3$ とした。

表 3.6.2 (2) 流動モデル(2001 年)による海水通過量

時 期	淡水流入量 (m^3)	流出層	上層からの 流出量 (m^3)	下層からの 流入量 (m^3)	海水容量/ 流入量× 365 or 90(日)
年間 (1~12 月)	14.00×10^9	0~ 20m	250.38×10^9	237.01×10^9	48
冬季 (1~3 月)	2.28×10^9	0~ 15m	43.40×10^9	39.91×10^9	70
夏季 (6~8 月)	7.38×10^9	0~ 20m	75.69×10^9	70.25×10^9	40

注)2001 年の淡水流入量は河川流量の速報値を用いて算定した。
流量の単位は、年間の場合、 $\text{m}^3/\text{年}$ 、冬季および夏季の場合 $\text{m}^3/3$ ヲ月である。
また、海水容量は $31.2 \times 10^9 \text{m}^3$ とした。

【小松委員】

2. 水質モデルの再現性の検証において、大河川前面で高い濃度が見られることが再現性の根拠になっているが、高くなるのは当然であり、根拠にはならないのではないか。

(答)

1. 水質モデルについては、2000年及び2001年における浅海定線調査地点（各県毎に4地点を選定）でのP04-P、NH4-N、NO3-N、DO、CODの各項目及び公共用水域水質測定点（各県毎に4地点を選定）でのDO、SS、T-P、T-N、CODの各項目について、観測値と計算値を比較することにより検証を行っており、P04-P、NH4-N等の水質項目について年間の変動パターンは概ね再現されたことから、必要な精度は得られたものと考えている。（図3.4.19.(3)、(6)、(14)、(11)、(15)参照）。

【小松委員】

3. シミュレーションの長期的な再現も大切であるが、有明海の場合は、短いスケールの再現も大切と考えられる。このシミュレーションでは短期的なスケールの現象の再現性は確保されているのか。

(答)

1. 赤潮、貧酸素等の現象を短い時間スケールで正確に表現できるかに関しては、水質に関する実測データは離散データしかないのが実情であり、本調査の中では検証を行っていないことから、本調査のシミュレーションモデルが短い時間の現象に対しどの程度の精度を有しているかは確認されていない。今後これらの検証を行っていくためには、水質にかかる連続観測データの充実等を図ることが必要であると考えている。

【小松委員】

4. 有明海がなぜ弱っているかの根本的な原因の解明もないままに改善策を示すことには問題があるのではないか。

(答)

1. 有明海においては、周辺の経済社会や自然環境の変化に伴い、水質の富栄養化、底質の泥化や有機物の堆積等海域環境が悪化し、赤潮の増加や貧酸素水塊の発生等がみられる中で、2枚貝をはじめとする漁業資源の悪化が進み、海面漁業生産は減少を続けている状況にある。
2. これらの問題に対し、海域環境の改善と漁業の振興を図る観点から、原因の究明や効果的な対応方策の検討等についての調査研究を進めるとともに、海域環境の改善等のための施策を総合的に推進することとしている（「有明海及び八代海の再生に関する基本方針」参照）。
3. 本調査では有明海の再生のための基本的な方向性を示すため、モデルの感度解析から流入負荷の削減と底質環境の改善による水質環境の検討を行ったものである。

有明海及び八代海の再生に関する基本方針の骨子

平成15年2月
総務部
文部科学省
農林水産省
経済産業省
国土交通省
環境省

1. 基本的な指針

(1) 趣旨

(2) 目標

イ 海域の環境の保全及び改善

- ・ 水質環境基準の達成・維持
- ・ 赤潮の発生及び貧酸素水塊の発生の抑制による多様な生態系の回復
- ・ 干潟等の保全、修復・造成

ロ 水産資源の回復等による漁業の振興

- ・ ノリ・魚類養殖等：漁場の収容力を適正に利用した安定的・持続的生産
- ・ 採貝等海面漁業：生産量減少の原因究明と生産量の回復
- ・ 有明海特産種等：適切な保存・管理

(3) 再生のための施策

イ 水質等の保全

① 汚濁負荷の総量の削減に資する措置

- ・ 汚濁負荷量の定量的把握と地域の実情に応じた総量削減措置の実施
- ・ 汚濁負荷の実態を踏まえた新たな総量削減の方策の検討

○ 生活排水対策等

- ・ 流域別下水道整備総合計画の早期策定と下水道整備の促進
- ・ 浄化槽、農業集落排水施設等各種生活排水処理施設の整備の促進
- ・ 高度処理施設の設置の推進 等

○ 工場・事業場の排水対策

- ・ 水質汚濁防止法に基づく排水規制の実施
- ・ 工場・事業場の排水処理施設の整備及び処理の高度化の促進 等

○ 農業・畜産・養殖漁場対策

- ・ 環境保全型農業の推進、施肥管理等の適正化
- ・ 家畜排せつ物の適切な管理、たい肥化施設等の整備の促進
- ・ 養殖餌料の改善、放養密度や施設配置の適正化 等

② 海域等の直接浄化対策

○ 漂流物の除去等

- ・ 調査観測兼海面清掃船等による回収処理の推進、投棄の取締り強化、海浜清掃の実施 等

○ 覆土・しゅんせつ等による底質の改善

- ・ 覆土、しゅんせつ、海底の耕うん等の推進

③ その他

○ 有害化学物質等の規制及び把握等

- ・ 水質汚濁防止法等に基づく排水規制、底質のしゅんせつ等の対策の実施

○ 水質等の監視測定

- ・ 監視測定施設の整備、調査観測兼清掃船の活用等による監視測定体制の拡充 等

ロ 干潟等の浄化機能の維持及び向上

- ・ 干潟等が海域の水質浄化機能という重要な役割を果たしていることにかんがみ極力保全
- ・ 干潟等の消失等の状況に応じた修復、土砂等を活用した造成 等

ハ 河川における流況の調整及び土砂の適正な管理

- ① 河川における流況の調整
 - ・ 流況の定期的な把握とダム貯留水を利用した流況の調整
- ② 河川における土砂の適正な管理
 - ・ 河川管理上の実情を踏まえた砂利採取量の削減、総合的な土砂管理方策の検討

二 河川、海岸、港湾及び漁港の整備

- ① 河川の整備に関する事項
 - ・ 水質汚濁が著しい河川における直接浄化施設の整備、河口部における干潟等の保全・回復等
- ② 海岸の整備に関する事項
 - ・ 海岸利用及び海岸環境の保全に配慮した海岸保全施設等の整備
- ③ 港湾の整備に関する事項
 - ・ 汚泥のしゅんせつ、航路しゅんせつで生じた土砂の活用等による覆土、水質浄化施設の整備等による水環境の改善、干潟・藻場の保全・再生、水質保全等に配慮した港湾施設の整備
- ④ 漁港の整備に関する事項
 - ・ 大きな潮位差等の地域特性、周辺環境との調和を図りつつ、漁港施設の整備、泊地・航路の水深の確保、漁港水域環境の改善等を実施

ホ 森林の機能の向上

- ・ 森林の適正な保全・整備の推進により、その多面的機能を将来にわたり持続的に発揮

ヘ 漁場の生産力の増進

- ① たい積物の除去、覆土、耕うん等
 - ・ 漁港漁場整備事業によるたい積物の除去、覆土、しゅんせつ、作れい、耕うん、藻場・干潟の造成等
 - ・ 事業効果の持続性等を高めるための技術開発
- ② 海浜の清掃

ト 水産動植物の増殖及び養殖の推進

- ① 増殖の推進
 - 水産動物の種苗の放流
 - ・ 種苗生産・育成等の技術開発
 - ・ 放流効果を高めるため、共同放流事業の実施、漁場の整備・保全等の関連事業との連携を図り、放流の方法・時期等について十分検討
 - 資源管理の推進
 - ・ 資源管理型漁業の推進、漁業規制（休漁期間、禁漁区等）や漁業許可・漁業権制度の的確な運用
- ② 養殖の推進
 - 漁場環境に配慮した養殖の推進
 - ・ 養殖漁場の改善、環境収容能力に応じた養殖の実施、持続的養殖生産確保法に基づく漁場改善計画の策定等
 - ・ ノリ養殖につき適切な漁場利用を含めて養殖生産のあり方を検討
 - 酸処理剤の適正な使用等
 - ・ 使用に当たって海域の環境の保全、生産物の健全性等に適切に配慮
 - ・ 陸上及び漁場全体をカバーする監視・巡回体制を強化し、より適正な使用等を推進
- ③ 漁場の施設の整備
 - ・ 魚礁の整備
 - ・ 増養殖施設等の整備

チ 有害動植物の駆除

- ・ トビエイ等の有害動植物につき、発生状況等のモニタリング、漁業者等への関係情報の周知、駆除等

リ 調査研究等の推進

① 調査研究の実施

- ・ 干潟と海域の環境との関係
- ・ 潮流、潮汐等と海域の環境との関係
- ・ 流入する水の汚濁負荷量と海域の環境との関係
- ・ 流入する河川の流況と海域の環境との関係
- ・ 土砂の採取と海域の環境との関係
- ・ 赤潮、貧酸素水塊等の発生機構
- ・ 赤潮の防除及び予察技術の開発
- ・ 環境と水産資源との関係
- ・ その他海域の環境に関する調査研究 等

② 調査研究体制の整備等

- ・ 国、関係県等の調査研究機関において、中心となる調査研究機関等を定めるとともに、総合的な調査研究の実施に当たり相互の連携、役割分担等を協議する場を設置
- ・ 研究成果等の情報交換を円滑に実施するためのネットワーク及びデータベースの構築 等

ヌ その他の重要事項

① 海域の環境の保全及び改善

- ・ 開発行為に当たっての配慮
環境影響評価法等に基づく環境影響評価に当たって、環境への影響の回避・低減及び適切な代償措置の検討、地域住民の意見の適切な反映
- ・ 自然公園等の保全
- ・ 海砂利採取に当たっての配慮
あらかじめ環境影響を調査しその結果を踏まえた対応、最小限の採取量・環境影響の少ない方法で採取 等

② 漁業の振興に関する事項

- ・ 共同利用施設の整備
- ・ 生活環境の整備
- ・ 赤潮等の漁業被害に係る支援 等

③ 県計画達成のための配慮

- ・ 地方債についての特別の配慮、必要な資金の確保 等

④ 知識の普及と情報開示

- ・ 地域の住民等の環境保全に関する思想の普及及び意識の高揚
- ・ 施策実施に当たっての透明性の確保、実施状況、効果等の適切な把握・評価 等

2. 県計画の策定に関する基本的な事項

(1) 海域の環境の保全及び改善並びに水産資源の回復等による漁業の振興のための事項

- ・ 1の基本的な指針を踏まえつつ各県において講じるべき施策について、可能な限り具体的に記述

(2) (1)の事項に係る事業の実施に関する事項

- イ 下水道、浄化槽その他排水処理施設の整備に関する事業
- ロ 海域の環境の保全及び改善に関する事業
- ハ 河川、海岸、港湾、漁港及び森林の整備に関する事業
- ニ 漁場の保全及び整備に関する事業
- ホ 漁業関連施設の整備に関する事業

(3) 調査研究に関する事項

【清野委員】

1. 国調費の委員会において何が議論されたのかを公開すべきである。

(答)

1. 本調査を実施した2カ年の間に検討委員会を7回、モデル専門部会を8回開催（検討委員会との合同会議2回を含む）しており、検討委員会等における議論を明らかとするため、検討委員会における取り決めに従い議事概要を公表することとし、水産庁のHPに掲載した。
2. 本調査で構築したシミュレーションモデルについては、2カ年という限られた期間内に、データ等の制約がある中で可能な限り精度の向上を図るよう努めてきたところであるが、一部については今後の課題として表3.7.1(1)、表3.7.1(2)、表3.7.2、表3.7.3に整理した。

3.7 モデル構築にあたっての今後の課題

3.7.1 流動モデル

流動モデルに関して、課題を表 3.7.1に整理した。

表 3.7.1(1) 流動モデルの課題の整理

項 目	内 容	課 題
格子間隔	格子間隔を900mに設定している。	年間を通した計算をするために、格子間隔を900mに設定せざるを得なかった。これで有明海の基本モデルは構築できたが、ミオ筋や河口域など、海岸地形や海底地形のより詳細な表現が必要な場合には、細格子化の検討が課題。
海底地形	干潟を含めた水深情報が必ずしも最新のものではない。	干潟域から湾口部まで広範囲にわたって深淺データを収集して水深を設定したが、海域によっては1970年代からのデータが混在。
層区分	第1層の層厚が3.5mと厚い。	モデルの性格上、有明海の干満差を表現するために、第1層厚を3.5mと厚くとらざるを得なかった。このため、表層近くでの水温・塩分の再現（特に夏季の成層が顕著な時期の再現）が課題。
気象の条件 (風・気温・日射等)	熊本データを全域一様に与えている。	他の地点のデータを考慮した解析精度の向上が課題。
降雨と蒸発	流域面積に対する湾の面積は約2割であり、直接海面を通じての降雨や蒸発による水の収支をモデルで考慮すべきではないか。	降雨に関しては地域的な違いも大きく、降雨による塩分の低下を考慮する上では、逆の蒸発による塩分の上昇を考慮することが必要。さらに、水質計算では降雨による負荷も考慮しなくてはならない。従って、これらの条件の設定などに関してかなり曖昧な部分が多いことから、現状では考慮していない。参考までに、年間通しての熊本での降水量と蒸発量を推定すると、ほぼ釣り合った。
潮汐の再現	潮汐の再現では、振動系が正しく表現されることが重要であり、境界の適切な設定位置などに関する十分な検討がなされる必要がある。	指摘事項に対応するために、境界条件をできるだけ西側に広く設定した。しかし、厳密には指摘のような振動系の表現が課題。

表 3.7.1(2) 流動モデルの課題の整理

項 目	内 容	課 題
潮汐の再現	湾口部での潮汐の再現性よりも湾奥部の方が重要であり、境界条件を調整して湾奥部での再現性を上げることが重要である。	指摘のように湾口部での潮汐振幅を修正して湾奥部での再現性を向上させており、この調整が課題。
流速の再現	ミオ筋や河口付近では、流速の再現性がよくない。	格子間隔を 900m に設定していることから、地形・水深の精度が十分でない地点では再現性の良くない地点があり、報告書ではそのように記載した。
塩分の再現性	塩分の水平分布の再現と季節変動のレベルが異なっているものもある。	観測値は海面もしくは海面下 0.5m 層での値であるが、計算値は表面から基準面下 3.5m までの平均値となっている。また、観測値は測点毎に測定日時・時刻に幾分の違いがある。従って、観測値と計算値をよく一致させること自体が難しい点。
鉛直構造の再現	2001 年夏季の顕著な躍層の再現性には課題が残る。	浅海定線データと比較すると、夏季の成層と冬季の一樣化、そして季節変動傾向はよく再現されている。しかし、層厚の設定上の制約などから、表層の躍層の再現が課題。

3.7.2 水質モデル

水質モデルに関して、課題を表 3.7.2に整理した。

表 3.7.2 水質モデルの課題の整理

項 目	内 容	課 題
植物 プランクトン	珪藻以外に鞭毛藻は表現 しなくていいのか。	現状では、珪藻のみで比較的良好な再現が得ら れていることから、珪藻のみとした。実際には、 夏季には鞭毛藻の割合が増加している傾向に あり、これらを区分したモデル化が課題。
植物 プランクトンの C/Chl.a 比	植物プランクトンの C/Chl.a 比 の 95.8 は大きい。	左記の C/Chl.a 比は高いと認識しているが、こ れは実測値の解析結果。
溶出速度	栄養塩の溶出速度は、5 点 での結果をもとに全域に 設定している。	溶出速度は、底質、底生生物量、夏季の底層 DO によって大きく異なることから、今後、モ デルの精度を向上させる上では、これらのデー タの取得が課題。
高 波 浪 の DO	高波浪時の DO の表現は 適切か。	風に起因した吹送流による変動としては組み 込まれているが、直接波そのものを組み込んで いない。
風による 巻き上げ	巻き上げによる DO 消費 の増大(DO の低下)、Chl.a の増加が現象としてみら れれば、これらのモデル化 はできるか。	底層の DO については、連続観測結果から、小 潮期に貧酸素化が増大し、大潮期には低減する といった傾向があるのが報告されているが、巻 き上げによる DO の低下は現状ではみられな い。ただし、Chl.a の増加は一部で指摘されて いることから、浅海域では今後、データ取得と 合わせてモデル化が課題。
ノリ漁業に 伴う負荷	モデルでは、養殖ノリの漁 獲に伴う栄養塩の系外除 去と施肥による負荷を考 慮しているが、酸処理剤に 含まれる N,P は負荷量と して考慮しなくて良いの か。	酸処理剤に関しては、モデルに組み込むため には、酸処理剤に含まれる N と P の形態を把握 することが課題。

3.7.3 底泥輸送モデル

底泥輸送モデルに関して、課題を表 3.7.3に整理した。

表 3.7.3 底泥輸送モデル課題の整理

項 目	内 容	課 題
底泥堆積量	底泥堆積量に関する空間的分布の把握について	今回の計算結果の評価に際しては、定点連続観測結果を基にして、浮遊泥輸送量の再現性に関する精度検証を行った。しかし、侵食・堆積分布の経年的な変化に関する検証に際しては、必ずしも現地データが十分であるとは言えない。したがって、底質分布等の継続的なモニタリングにより、侵食・堆積傾向の時間的な変動特性を把握し、計算結果の評価が課題。
モデルの構成要因	潮汐流以外の条件の考慮について	本調査では、主要な外力として潮汐流の影響に注目し、潮汐流の影響に基づく底泥輸送シミュレーションを行った。今後は、波浪や吹送流など潮汐以外の外力や、海域への懸濁物供給過程など、底泥堆積に関わる他の要因の影響把握と、それらの適切なモデルへの取り込みが課題。
メッシュ	検討対象にあわせた空間メッシュの改良について	本調査では、湾内の大局的な底泥輸送特性の把握を目的としていることから、数値計算の効率性を考慮して、地形データの空間メッシュは900mとなっている。したがって、河口付近での滞の形成による局所的な底泥輸送現象など、上記メッシュ間隔の空間スケール以下の現象については再現できていない。沿岸部の干潟造成後の底泥堆積あるいは侵食傾向の検討など、より詳細な空間スケールでの検討に本モデルを活用する場合には、より細分化された空間メッシュによる地形データの導入が課題。

【菊池委員】

1. ノリ養殖にはN, Pが必要であるが、環境面から見れば、N, Pについて陸上からの流入や底質からの溶出を抑える必要があり、このような環境改善対策があるのかが不明であり、干潟の上に単に覆砂を行うような改善策を図っても、ノリ養殖業の問題解決には繋がらないのではないか。

(答)

1. 環境改善方策に関する検討の一環として、流入負荷の削減や底質改善を講じた場合にノリ養殖の時期である12月に無機態の栄養塩類が確保されるかどうかについて検討を行っている。流入負荷の削減を行った場合、底質改善を行った場合、T-N, T-Pとも現況よりも低くなるが、ノリ漁場付近の海域では現況と同じ若しくは現況以上の無機栄養塩類が確保されるという結果が得られた。
2. しかしながら、季節によって異なる水面利用に対して、冬季のノリ養殖を行う時期（2001年12月）に溶存態栄養塩類が海水中に適切な量が存在し、他の季節では赤潮等による消費が生じない、このような状態を単一の対策をもって実現することは困難であると考えられることから、流入負荷の削減、底質環境の改善、河川における流況の調整等の関連する施策を総合的に講じていく必要があると考えている。
3. なお、本調査の中で検討を行った底質改善対策の各ケースについては、全て覆砂を実施することを想定したものではなく、種々の対策を施したことによって底質環境が改善した場合に水質環境にどのような影響が及ぶのかを検討したものである。

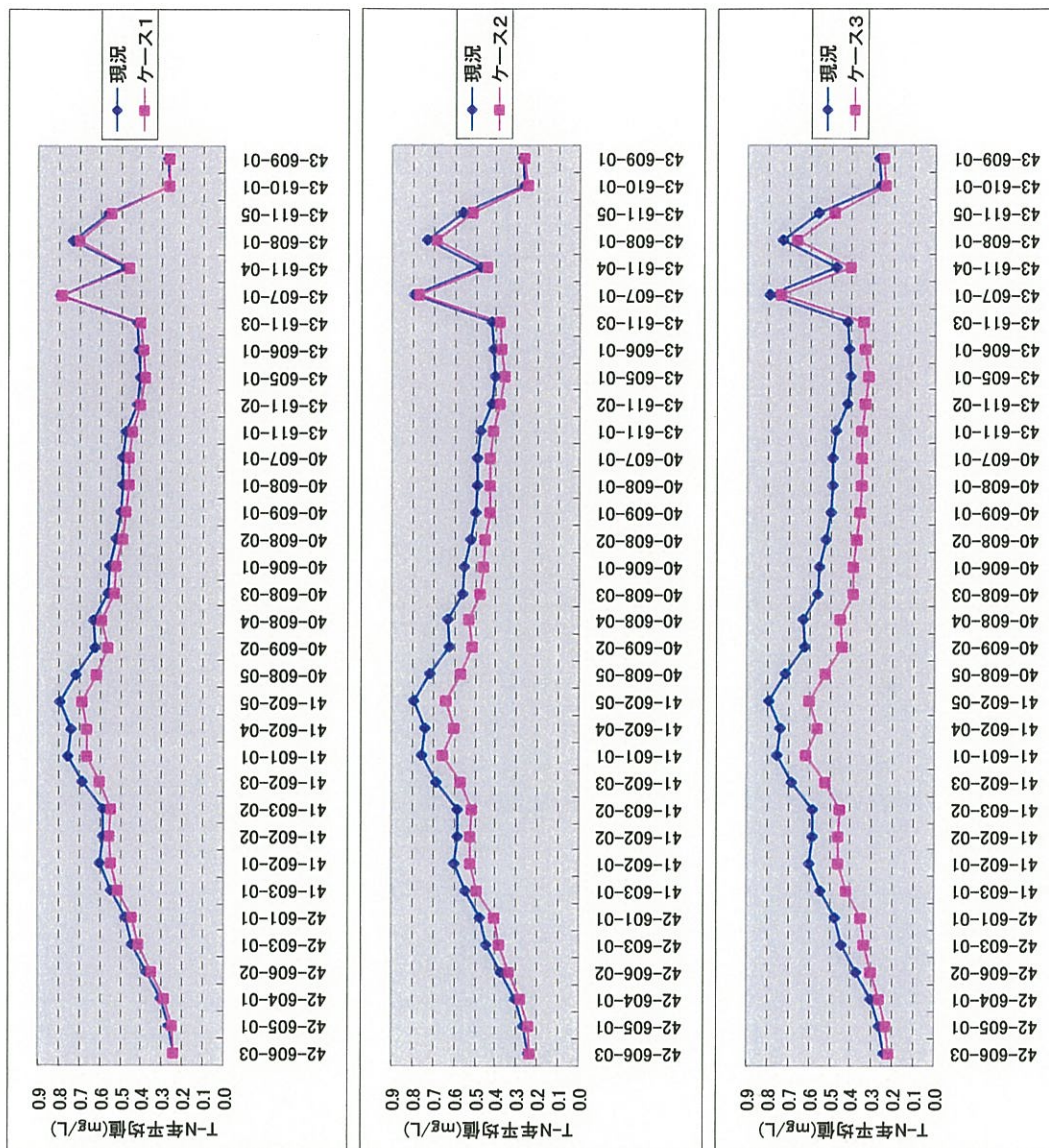


図 4.4.5 底質改善ケース毎の T-N の変化(2001 年)

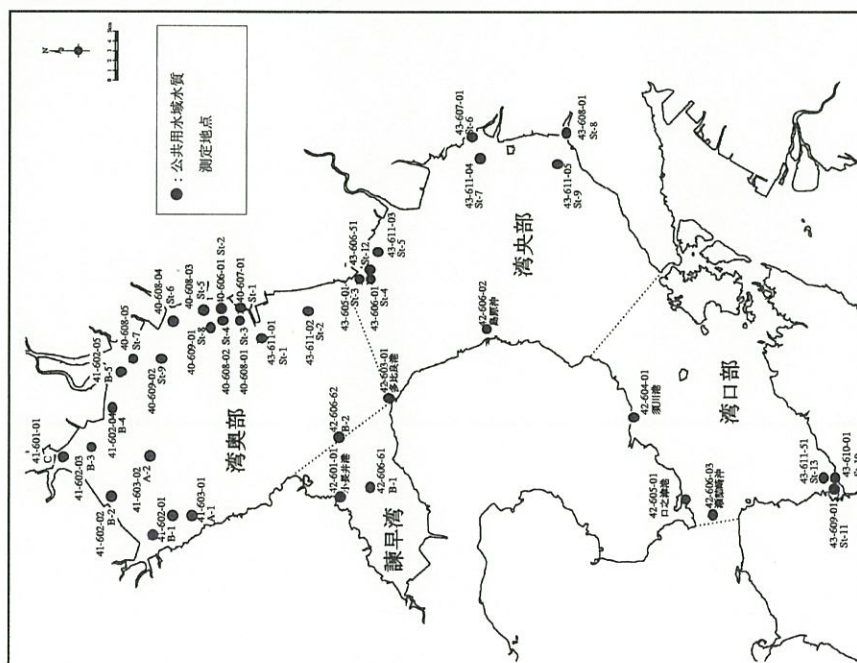


図 4.4.5

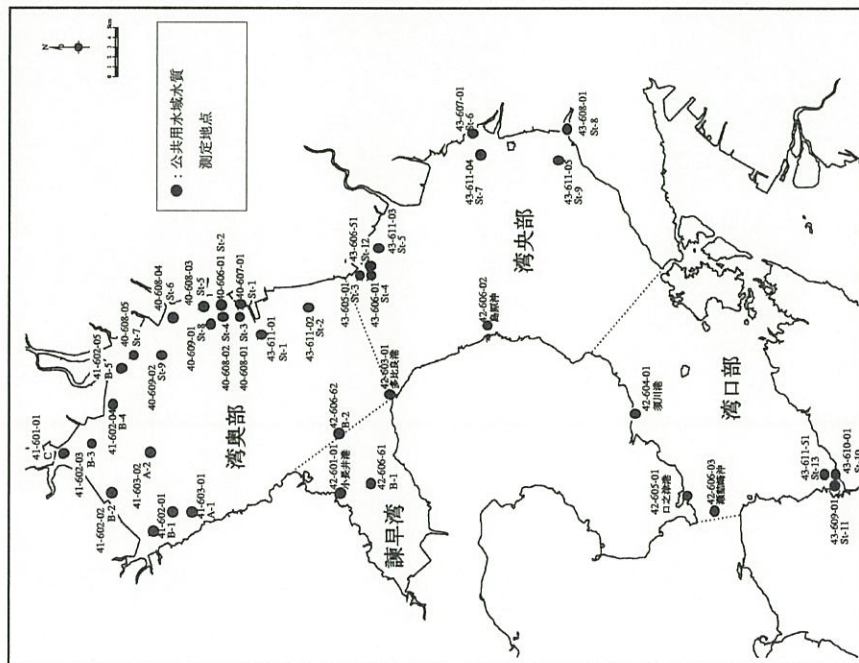
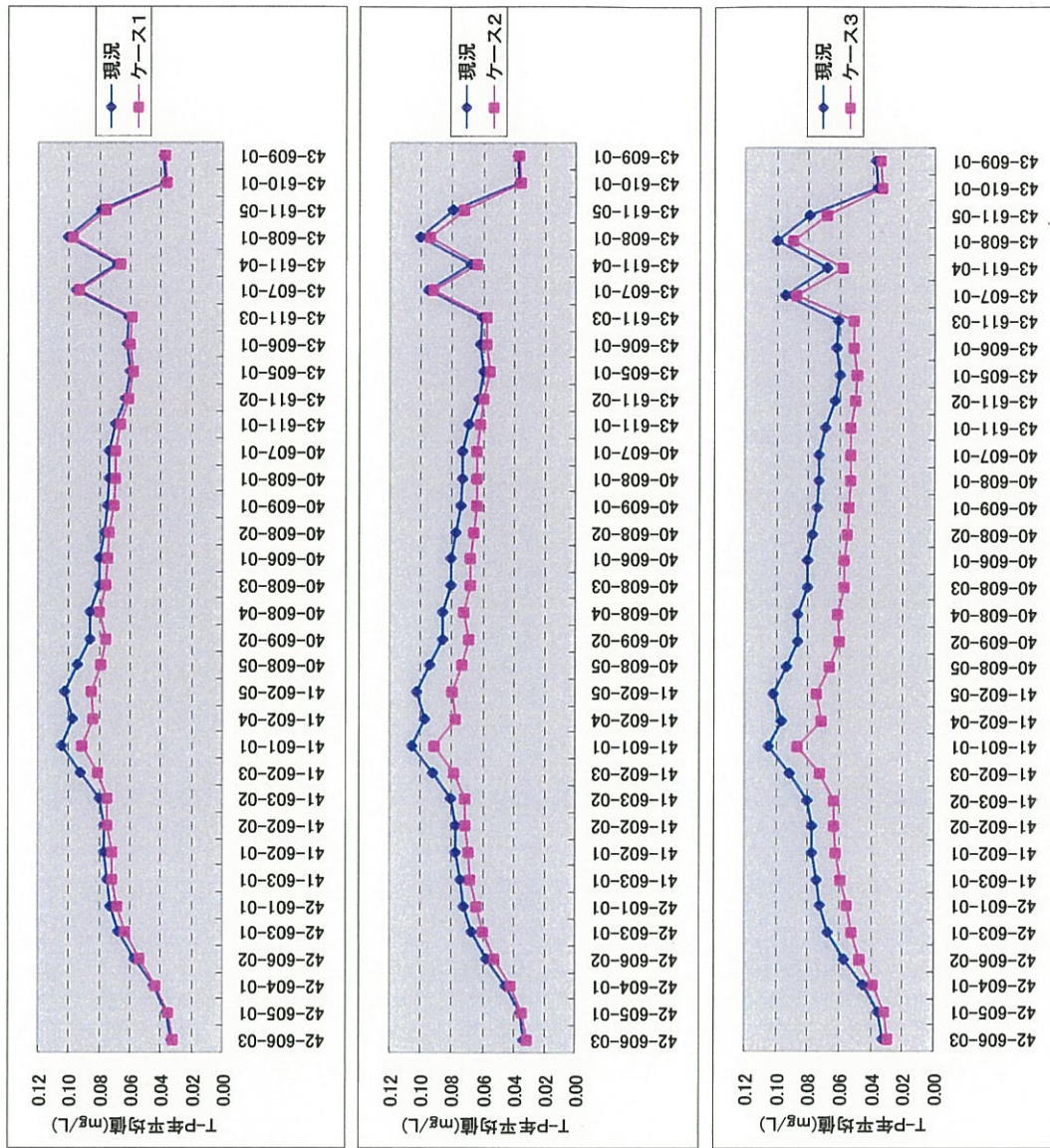


図 4.4.6 底質改善ケース毎の T-P の変化(2001 年)

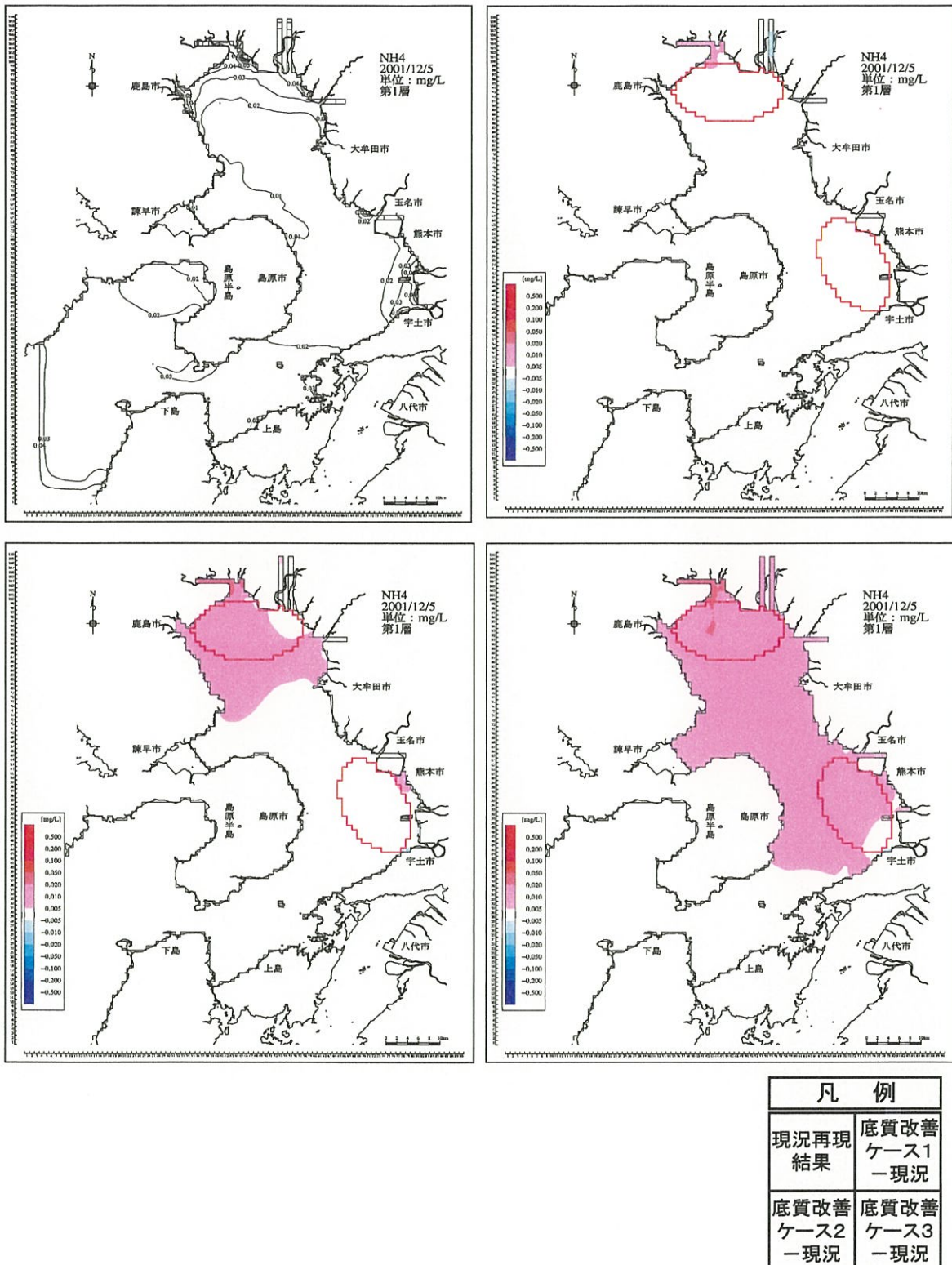


図 4.4.7 現況再現(2001 年 12 月 5 日)
と各底質改善ケース(12 月 5 日の現況との差)における表層(0 ~ 3.5m)の日平均 NH₄-N 分布

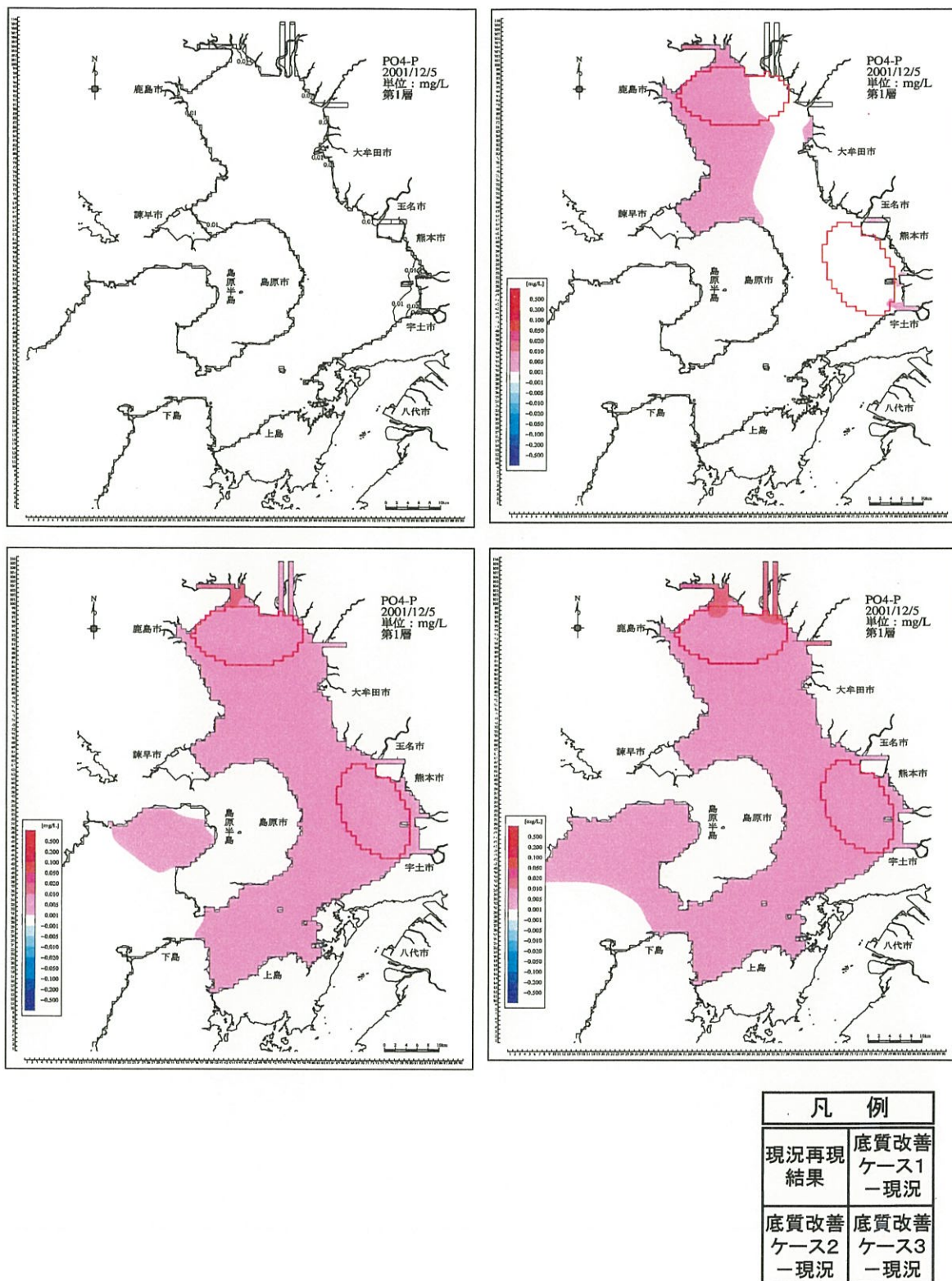


図 4.4.8 現況再現(2001 年 12 月 5 日)
と各底質改善ケース(12 月 5 日の現況との差)における表層(0 ~ 3.5m)の日平均 PO₄-P 分布