

平成 26 年度 有明海・八代海等総合調査評価委員会  
第 9 回海域再生対策検討作業小委員会資料

— 再生への取り組みについて —

平成 27 年 2 月 26 日



# 目 次

1 再生の目標 .....	1
1.1 再生方策の検討方針 .....	1
1.2 再生方策検討の視点 .....	2
2 具体的な再生方策(ケーススタディ：A4 海域(有明海湾奥西部)における再生方策の方向性の検討) .....	3
2.1 考え方 .....	3
2.2 数値シミュレーションモデルの概要 .....	5
2.2.1 モデルの構成および計算項目 .....	5
2.2.2 モデル上の海域区分 .....	7
2.2.3 計算期間 .....	8
2.3 効果的な再生方策の検討(物質収支の確認) .....	9
2.3.1 各海域間の水収支(試算) .....	9
2.3.2 各海域間の懸濁物収支(試算) .....	11
2.3.3 各海域間の物質収支(試算) .....	13
2.4 感度解析による要因の特定(案) .....	17



## 1 再生の目標

### 1.1 再生方策の検討方針

有明海・八代海の環境変化については、「有明海・八代海総合調査評価委員会」において議論され、平成18年に以下のことが報告されている、

環境悪化の原因は様々な要因が複雑に関係し合っており十分な調査・研究が必要であるとしつつ、海域における物質収支のバランスが崩れた直接的な要因の1つとして、

- ・ 底質の悪化や干潟消失等によって底生生物の生息環境が悪化し、底生生物が減少している。
- ・ 底生生物が減少したため、物質循環における有機物分解過程の機能が低下（例えば、二枚貝類の減少に伴うろ過機能の低下等）している。
- ・ また、海水中の有機物の増加（赤潮抑制機能の低下）や底質中の有機物の蓄積（底層水の酸素消費促進、沈降中の有機物分解による酸素消費促進）によって貧酸素化が起きている。

などが指摘されている。

また、有明海・八代海のような閉鎖性海域における環境改善・再生に当たっては、以下のような留意点が述べられている。

- ・ 海域特性を十分に把握の必要性(海域ごとの環境特性に応じた環境改善・再生を考える必要がある)および海域全体への影響考慮とマスタープランの必要性。
- ・ 大気、水、底質およびこれらの間の物質収支を把握する必要がある(赤潮や貧酸素水塊は物質循環が良好でないために頻発するようになっており、特に水、底質およびこれらの間の物理的・化学的・生物的物质循環を把握することが必要である)。

上記を踏まえ、再生方策の検討方針を以下の通りとする。

#### **【再生方策の検討方針】**

- ① 有明海・八代海等全体における環境特性、海域別の特性を理解する。  
⇒環境特性の把握と課題の整理
- ② 各海域の特性に応じた基本理念と個別目標を掲げる  
⇒各海域の個別目標を設定する
- ③ 個別目標を達成するための具体的再生方策を検討する。  
⇒各海域における再生方策の方向性、再生技術の検討

## 1.2 再生方策検討の視点

本検討では、具体的な再生方策(技術)については、生物の生息環境の観点から再生技術を検討することとした。再生技術の検討に当たっては、生物の生息環境を構成する要素である底質環境、水質環境、流動環境、地形環境等の各条件を評価した上で、適切な技術を検討する必要がある。そこで、まず底質環境、水質環境、流動環境、地形環境及び生物生息環境の特性把握を整理した。

## 2 具体的な再生方策(ケーススタディ：A4 海域(有明海湾奥西部)における再生方策の方向性の検討)

平成18年の委員会報告以降、有明海・八代海では様々な機関によって個別に具体的な再生方策(関連する技術開発、調査等を含む)が精力的に行われてきた。本節では、今後の協力体制をより一層強化する第一歩として、それら再生方策を紹介する。

今回は、比較的データが豊富にあり、かつ有明海の二枚貝類(タイラギ・サルボウ)の減少が懸念されていることから、A4海域(有明海湾奥西部)をケーススタディとして取り上げた。

なお、生物・水産資源・水環境問題検討作業小委員会で検討されている海域区分と本小委員会で検討してきた海域区分を重ね合わせると(図2.1参照)、A4海域(有明海湾奥西部海域)がタイラギおよびサルボウの海域区分とほぼ一致している。

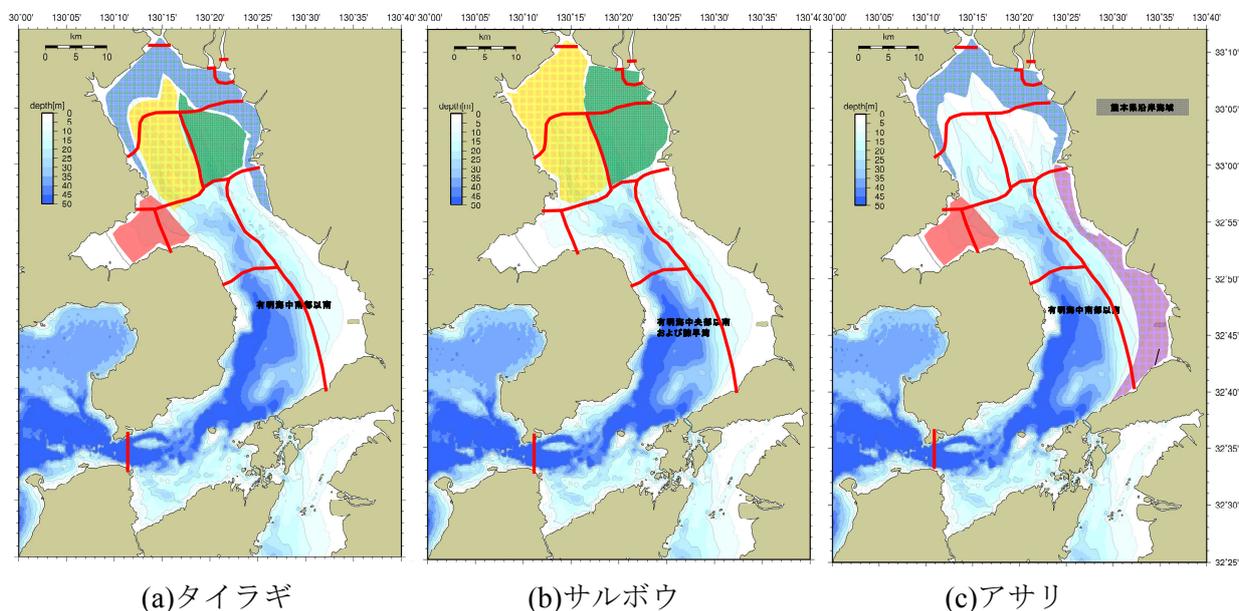


図 2.1 二枚貝類の生息状況からみた海域区分

### 2.1 考え方

第4章で示した関連図を参考に、A4海域(有明海湾奥西部海域)(以下、A4海域)において再生方策の方向性を検討する。

A4海域の関連図は図2.2に再掲するとおり、タイラギ・サルボウをはじめとする「二枚貝の減少」、「ベントスの減少」及び「養殖ノリの色落ち」が問題点として挙げられた。

この問題の原因要素として、「貧酸素水塊の発生件数の増大・大規模化」、「底質中の有機物の増加」、「底質中の硫化物の増加」、「底質の泥化」および「赤潮の発生件数の増大・大規模化」が挙げられている。また、これら原因要素は、いくつかのプロセスはあるものの、「河川を通じた陸域からの土砂供給の減少」、「栄養塩の流入・有機

物の流入」、「干拓・埋立」および「外海の潮位の上昇、潮位差の減少」等によって引き起こされていると推定されているが、

- ① 土砂や有機物等の移動する物質の経路が明らかでない。
- ② 原因・要因間の影響が明らかでない。

等の理由から、対策の方向性（対象・種類・場所）を定めることが困難となっている。

そこで、このケーススタディでは、有明海・八代海の底質・底生生物の影響を含めた栄養塩や有機物等の物質収支等が検討可能な**数値シミュレーションモデルを構築**することによって、以下に示す検討を行うこととした。

**【シミュレーションモデルを用いた再生方策の方向性の検討】**

- ① **物質収支結果による対象海域に流入出する物質の移動特性の検討**  
 海域間の物質収支を示し、効果的な再生方策と効率的な対策場所を検討
- ② **感度解析による原因・要因間の関係の検討**  
 主要な原因・要因を結ぶ矢印の寄与率を試算

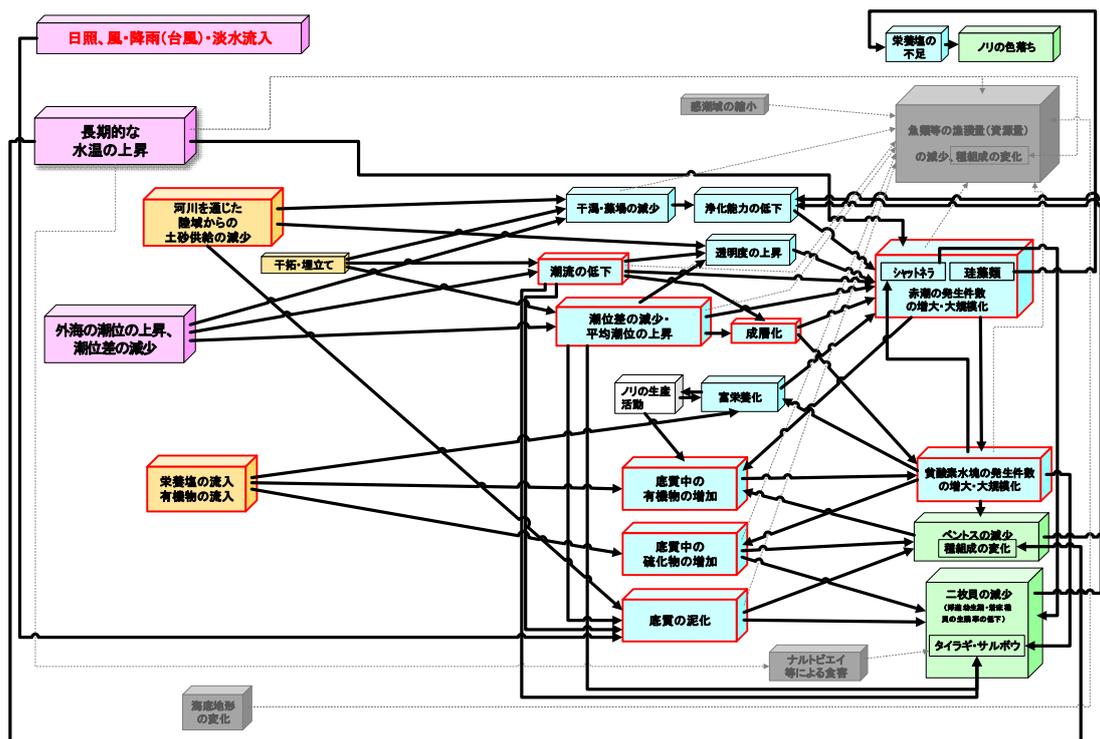


図 2.2 有明海湾奥西部海域(A4 海域)における問題点と原因・要因との関連の可能性(案)【再掲】

## 2.2 数値シミュレーションモデルの概要

### 2.2.1 モデルの構成および計算項目

有明海では JST モデル、八代海では生物多様性のある八代海沿岸海域環境の俯瞰型再生研究プロジェクトが構築したモデルをベースとして、底質・底生生物の影響を含めた栄養塩や有機物等の物質収支が検討可能なモデルを構築した。

数値シミュレーションモデルは図 2.3 に示すとおり、いくつかのサブモデルで構成されており、それぞれのサブモデルは主に表 2.1 に示す項目を計算する。

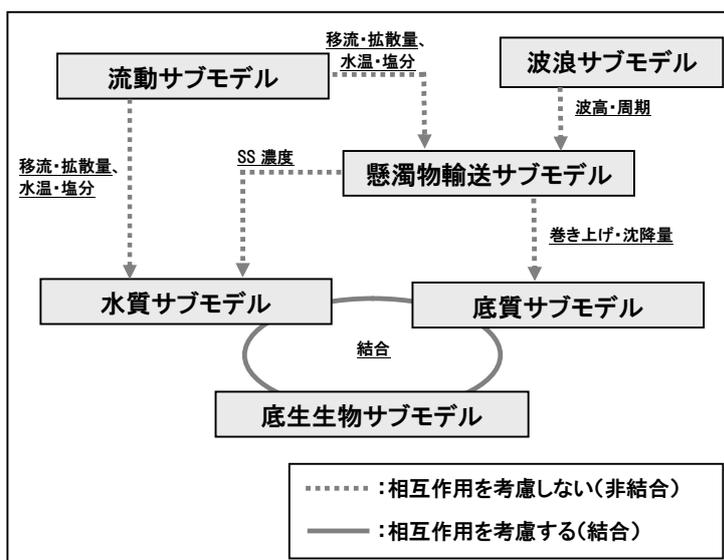


図 2.3 数値シミュレーションモデル構成

表 2.1 数値シミュレーションモデルの計算項目

サブモデル	計算項目
流動サブモデル	流向・流速、潮位、水温、塩分
波浪サブモデル	波高および周期
懸濁物輸送サブモデル	粒径別 SS 濃度および堆積量
水質サブモデル	窒素(T-N,各態)、磷(T-P,各態)、DO、クロロフィル a、TOC
底質サブモデル	T-S、TOC
底生生物サブモデル	付着藻類、懸濁物食者（アサリ、サルボウほか）、堆積物食者

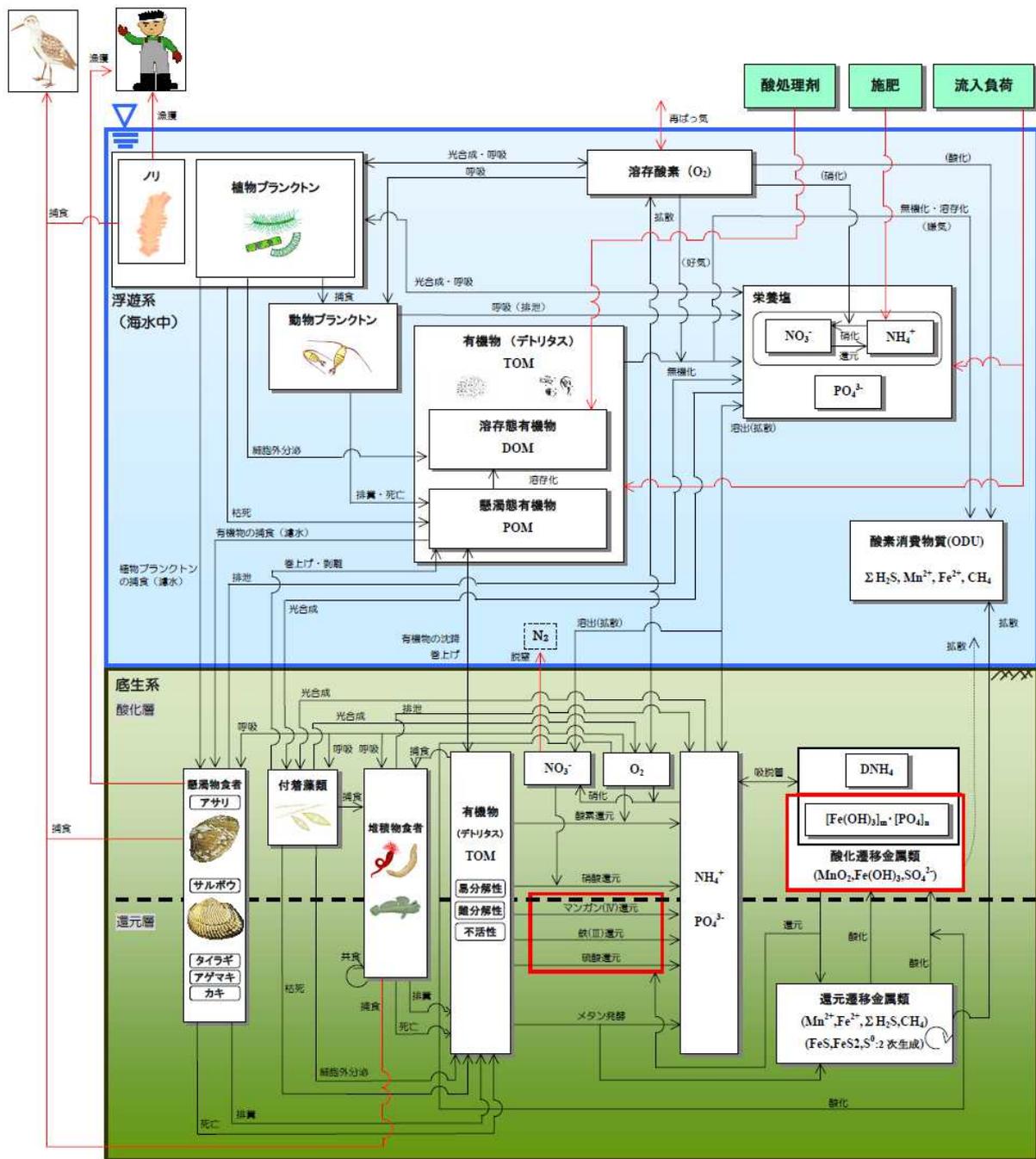


図 2.4 水質サブモデル、底質サブモデル、底生生物サブモデルで考慮する物質循環

## 2.2.2 モデル上の海域区分

500~2700m で区切られたモデルの計算格子を海域毎に図 2.5 のとおり区分し、主に有明海湾奥西部海域（A4 海域）における計算結果に着目することとした。

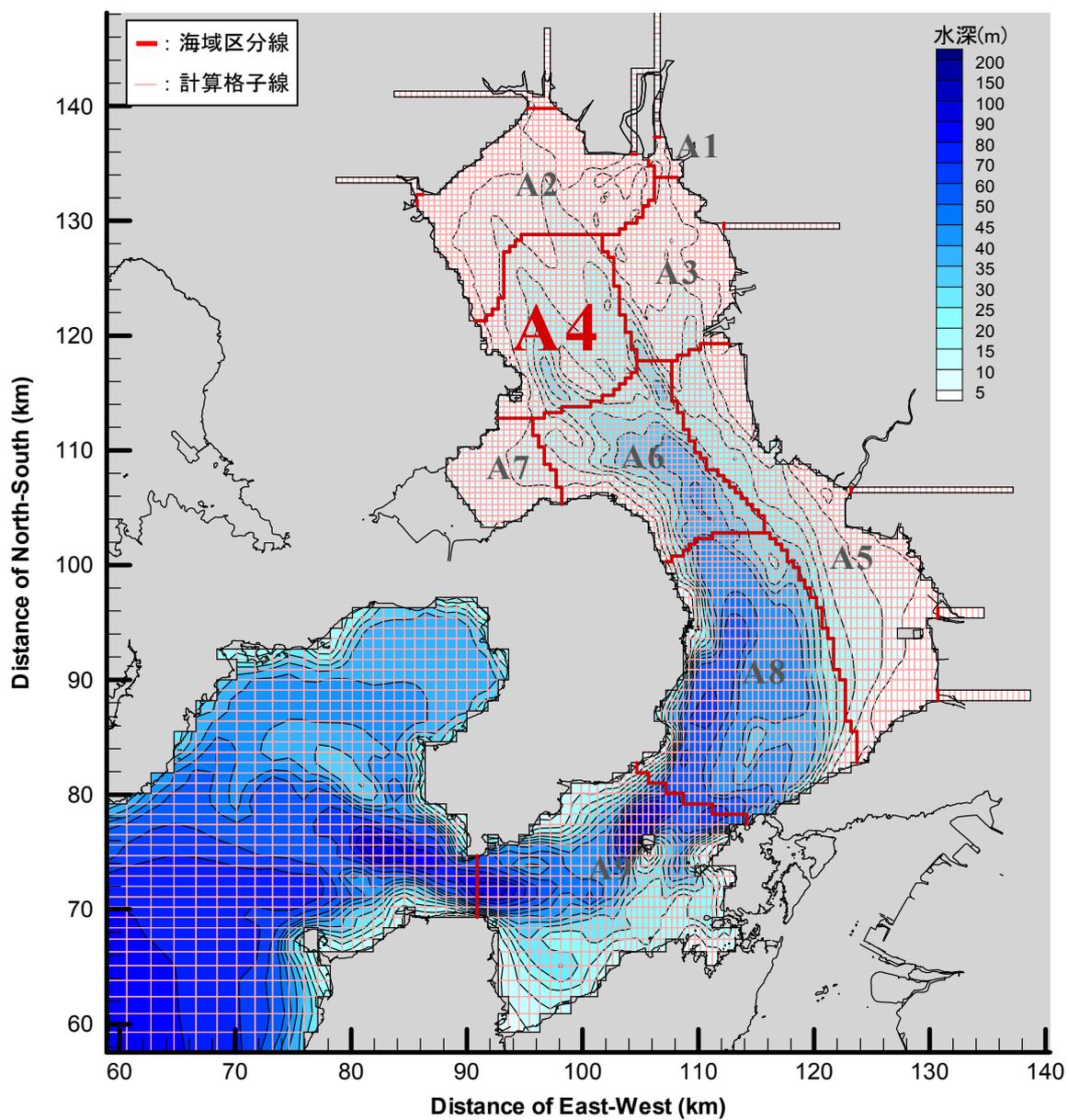


図 2.5 シミュレーションモデル上の海域区分

### 2.2.3 計算期間

計算期間は、今回は2006年の1年間とし、今後は近年を対象に計算を行う。計算期間1年間の気象水文状況とクロロフィル a および DO の時系列を図 2.6 に示す。図中には気象イベント（台風・出水等）を記載した。

なお、本資料では主に1年間の解析結果を掲載した。

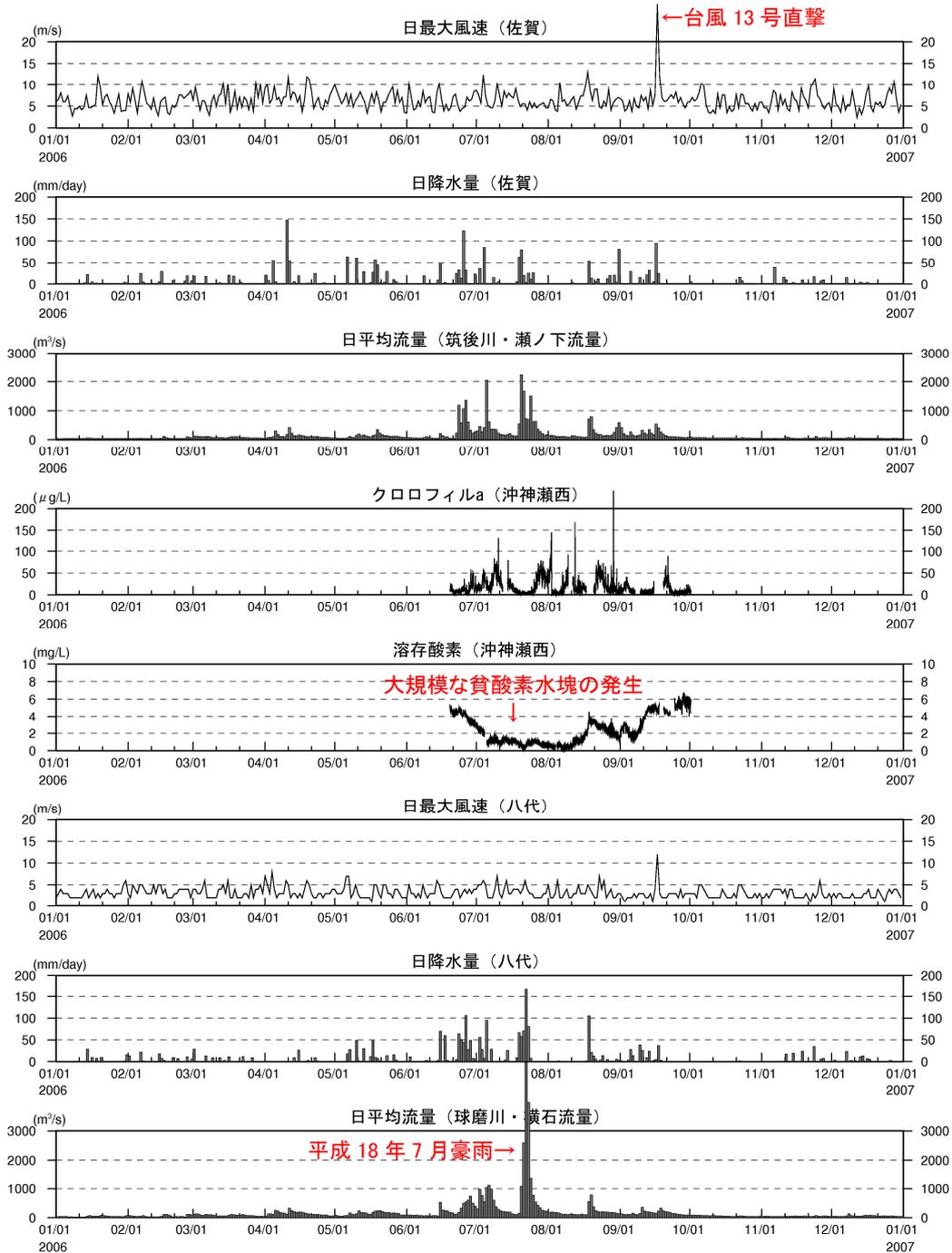


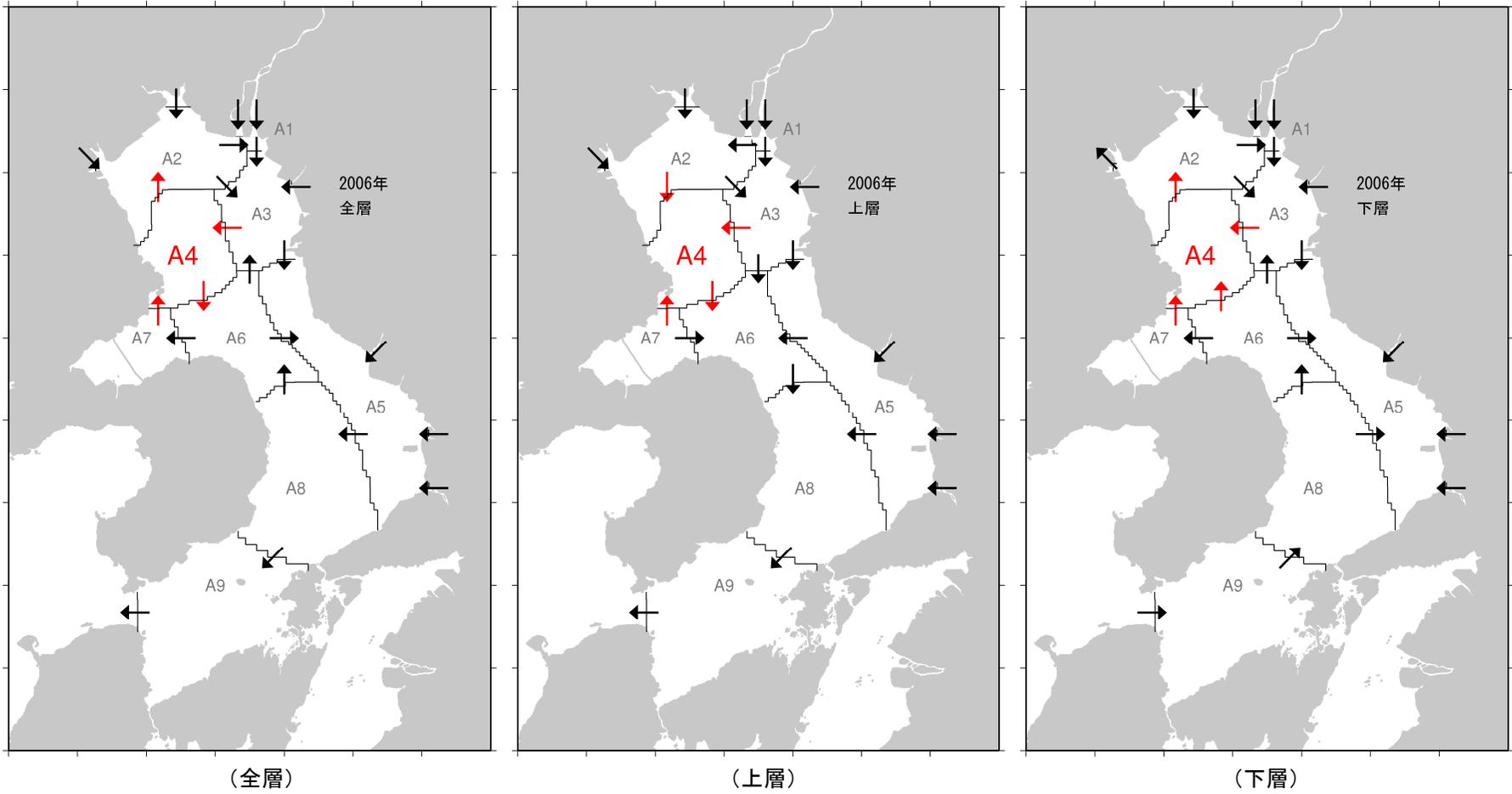
図 2.6 2006 年の気象水文状況とクロロフィル a および DO の時系列

## 2.3 効果的な再生方策の検討（物質収支の確認）

### 2.3.1 各海域間の水収支（試算）

数値シミュレーションモデルの計算結果から年間の水収支は、図 2.7 に示すとおりである（収支の数値については精査中）。

A4 海域では周辺の海域からの流入がみられるものの、全層では A3 海域からの流入が最も多い。層別にみると、上層では A2 海域からの流入が最も多く、下層では A6 海域からの流入が最も多かった。これらから、A4 海域では淡水の流入は A2 海域からの流入が多いと考えられ、収集した資料からの整理結果と同様であった。計算結果から、有明海全域で上層から東シナ海へ流出し、下層から流入する傾向がみられ、エスチュアリ循環が発達していることが示唆された。

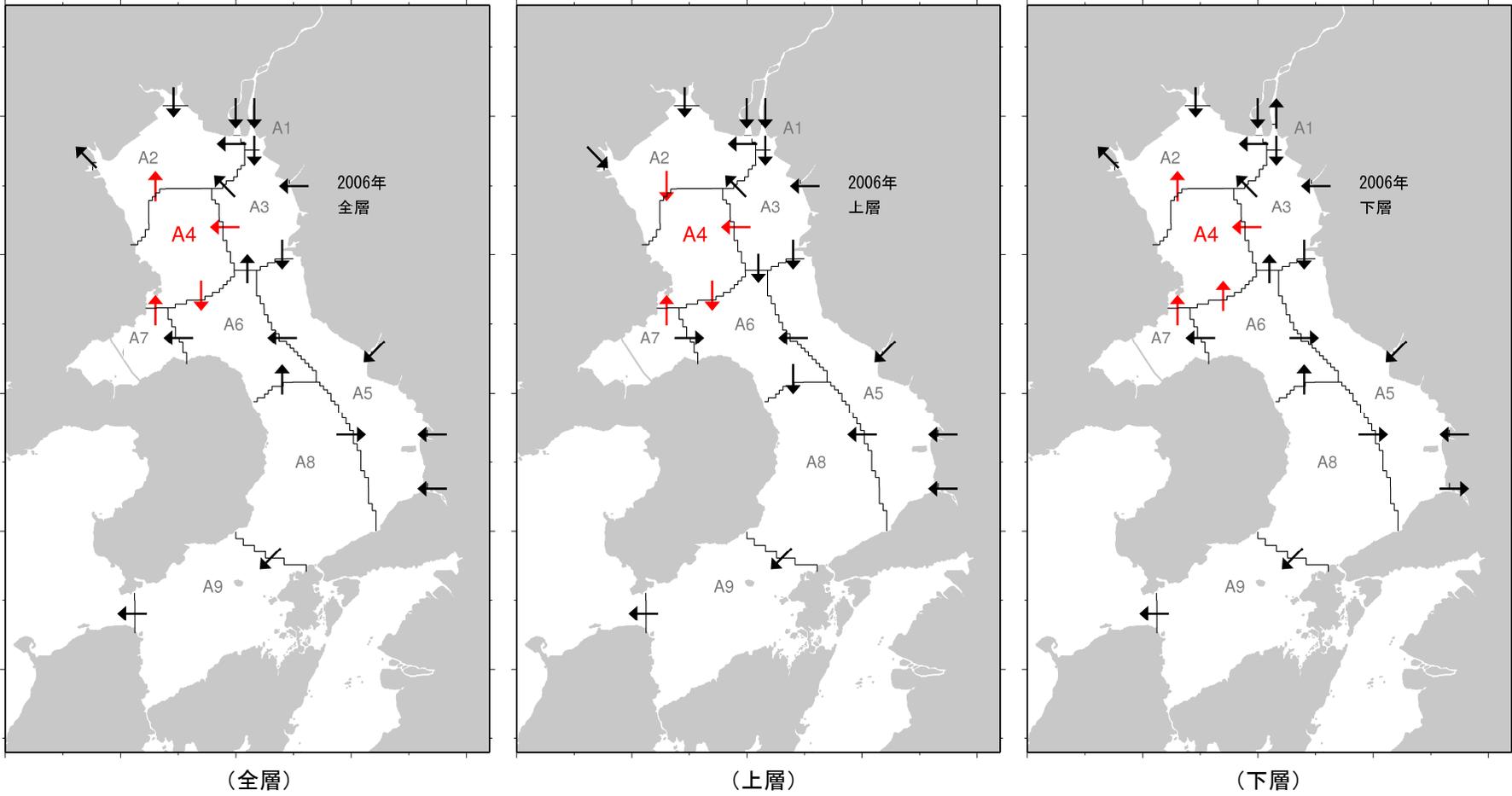


※図中の矢印は水フラックスの方向を表す  
図 2.7 2006年1年間の水収支(試算結果)

### 2.3.2 各海域間の懸濁物収支(試算)

次に、懸濁物質(SS)の収支を図 2.8 に示す(収支の数値については精査中)。

懸濁物収支は、A4 海域では周辺の海域からの流入がみられるものの、全層では A3 海域からの流入が最も多い。層別にみると、上層では A2 海域から、下層では A3 海域からの流入が最も多かった。これらから、A4 海域では懸濁物は下層を中心に A3 海域から流入し、上層では A6 海域へ流出、下層では A2 海域へ流出していると考えられる。A2 海域への流出量と A6 海域への流出量を比較すると、3 倍程度の差があり、基本的には収集した資料からの整理結果と同様に、懸濁物は下層を中心に湾奥へ輸送されていると考えられ、懸濁物の輸送にはエスチュアリ循環が大きく影響していることが示唆された。



※図中の矢印は懸濁物フラックスの方向を表す

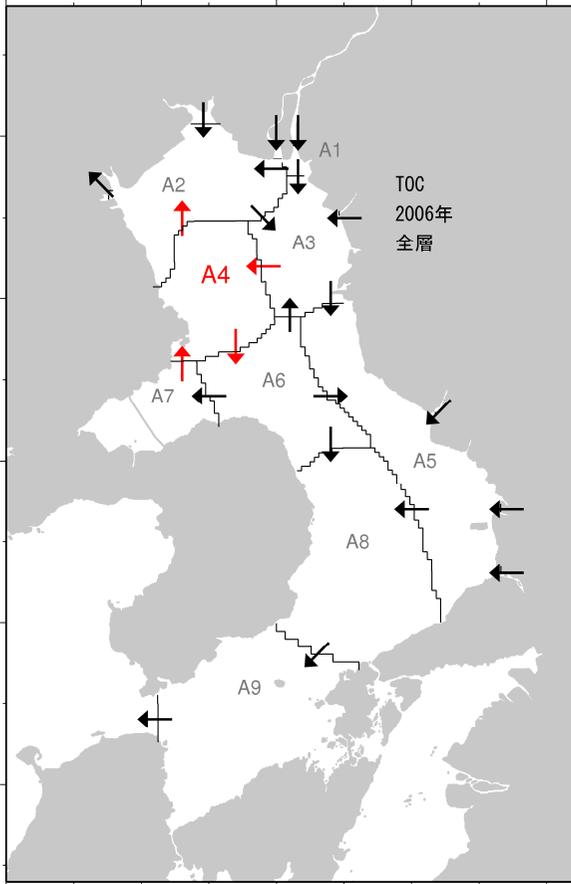
図 2.8 2006年1年間の懸濁物収支(試算結果)

### 2.3.3 各海域間の物質収支(試算)

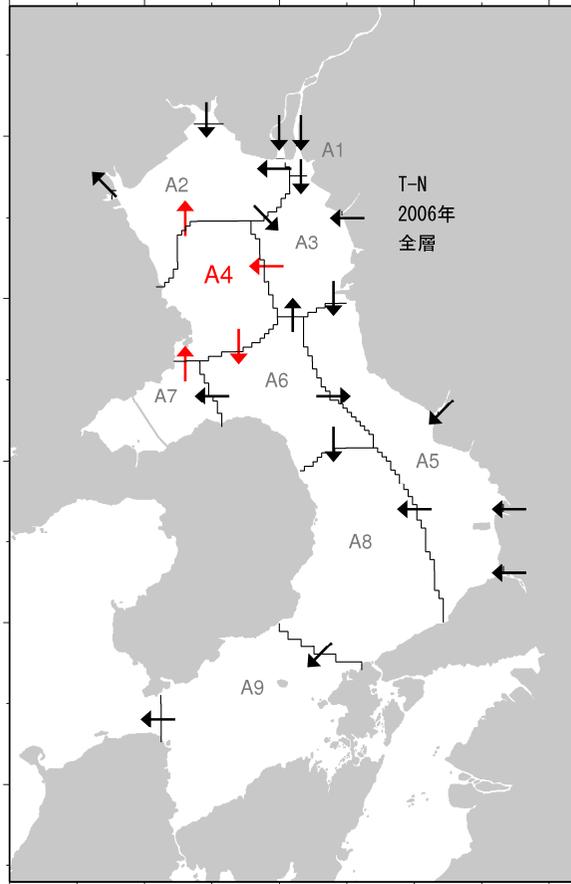
また、物質収支の結果を図 2.9 に示す(収支の数値については精査中)。

TOC、T-N 及び T-P の各物質収支は、全体的には水収支とほぼ同様の状況であった。全層では各項目ともに A3 海域、A7 海域から流入し、A2 海域、A6 海域へ流出している。層別にみると、上層では各項目ともに A2 海域、A3 海域、A7 海域からの流入し、下層では A3 海域、A6 海域、A7 海域からからの流入がみられた。

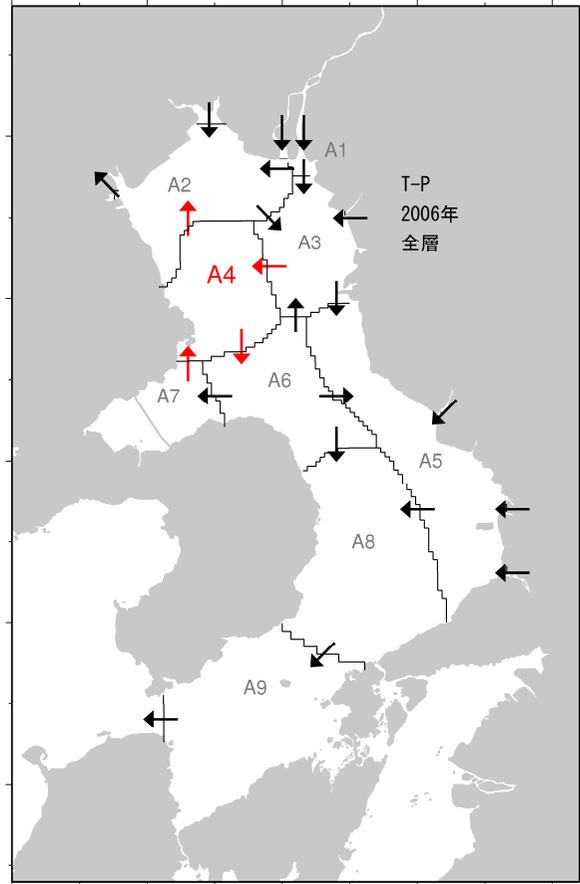
これらから、この海域では有機物、栄養塩類が主に上層で溶存態として流入し、下層で懸濁態として流入していると考えられる。また、TOC の上層の収支では、流入量より流出量が大きく、この海域での内部生産が大きいことが示唆された。



(a) TOC



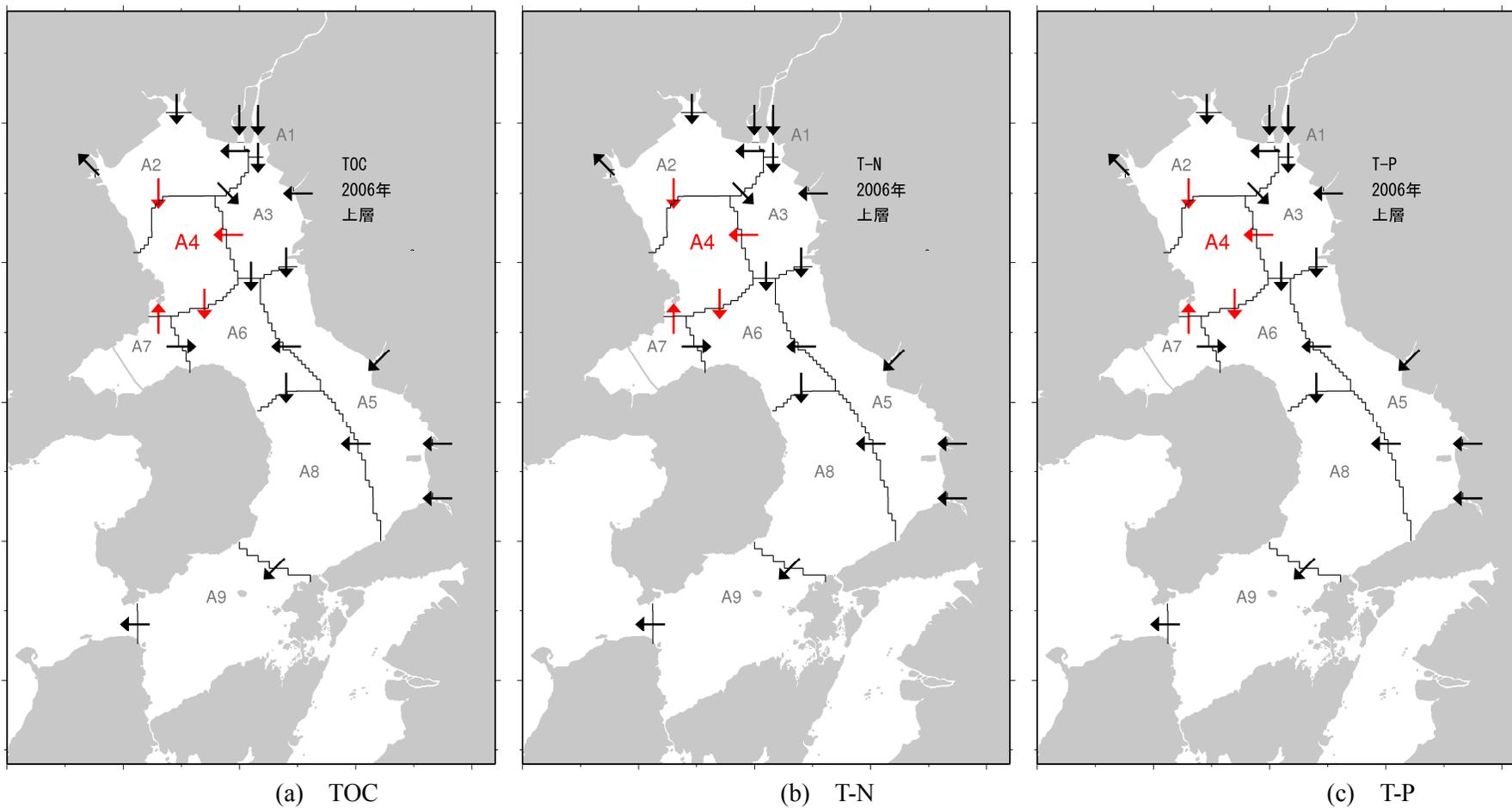
(b) T-N



(c) T-P

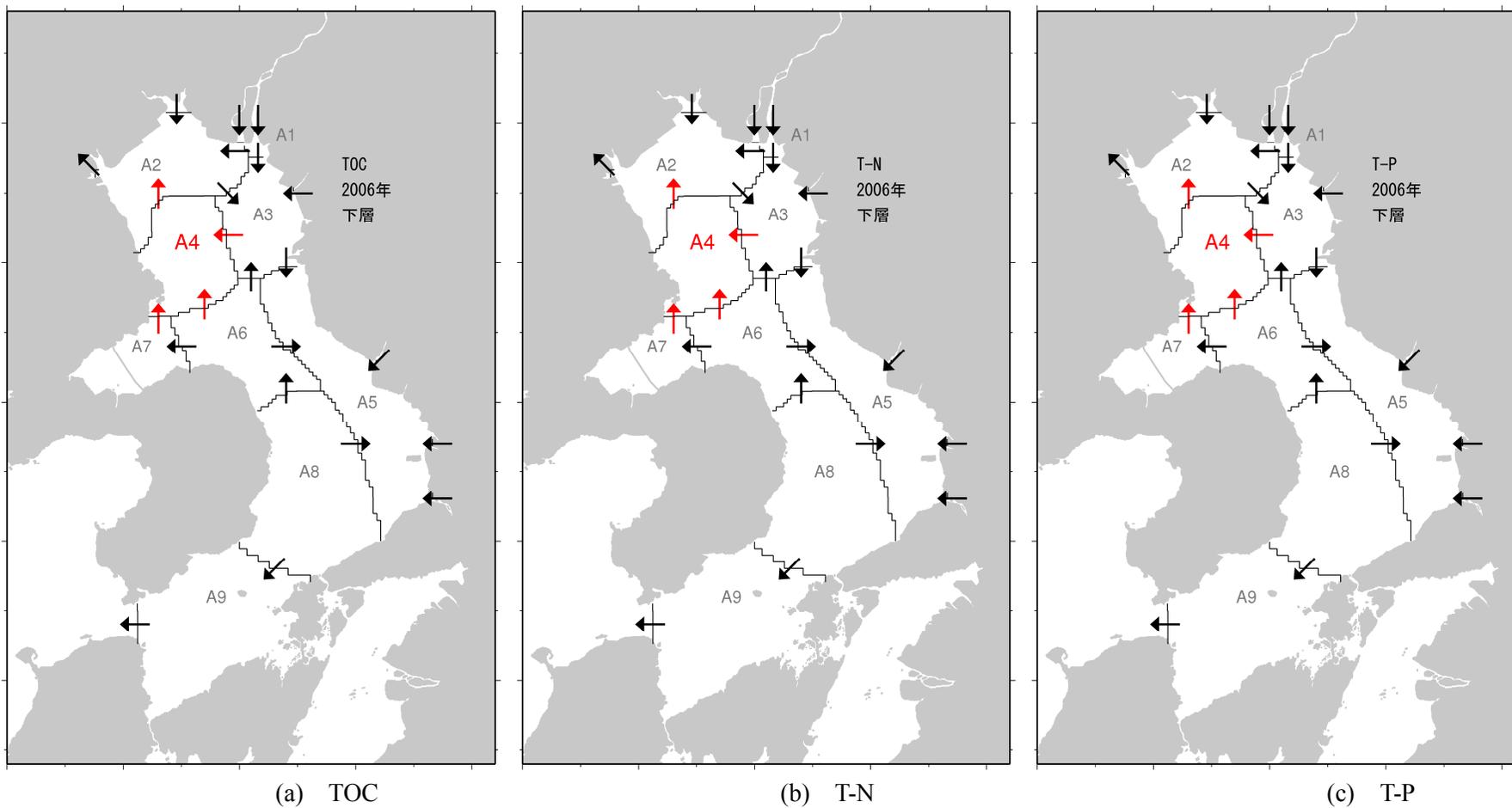
※図中の矢印はフラックスの方向を表す

図 2.9(1) 有明海の各海域の物質収支(2006年1年間:全層)(試算結果)



※図中の矢印はフラックスの方向を表す

図 2.9(2) 有明海の各海域の物質収支(2006年1年間:上層)(試算結果)



※図中の矢印はフラックスの方向を表す

図 2.9(3) 有明海の各海域の物質収支(2006年1年間:下層)(試算結果)

## 2.4 感度解析による要因の特定(案)

感度解析によって、問題点を生じさせる原因・要因間の影響の大きさを検討する。問題点の直接的な環境要因の条件を変えて計算を行い、問題点に対する各要因の影響を検討する。問題点に対する影響については問題点の規模等を指標として、各要因の影響の大きさを比較することを予定している。

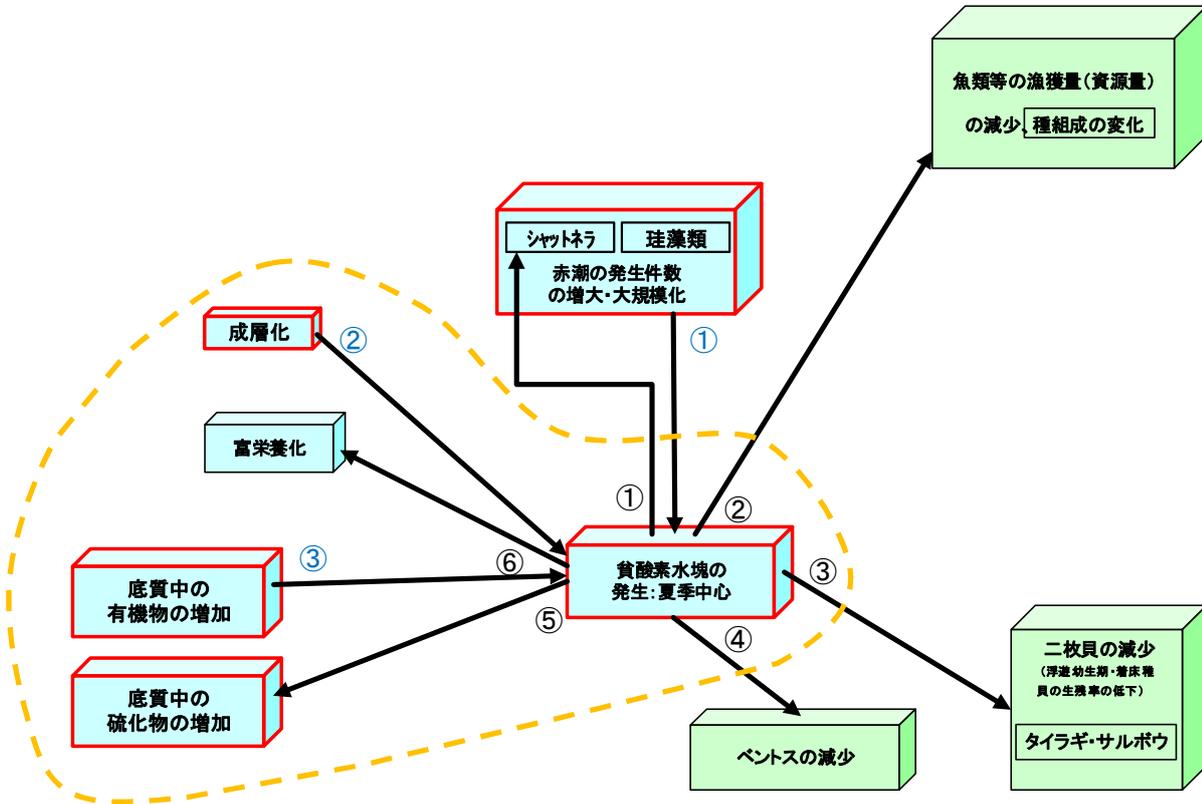


図 2.10 A4 海域(有明海湾奥西部)における問題点とその原因・要因の関係  
(貧酸素水塊の発生例)

感度解析による要因解析のアウトプットの例として、有明海全体での貧酸素水塊 (DO<2.1mg/l) の容積の変化を指標とした解析結果を図 2.11 に示す。この例では、流入負荷の変化によって貧酸素水塊の規模が大きく変動していることがわかる。

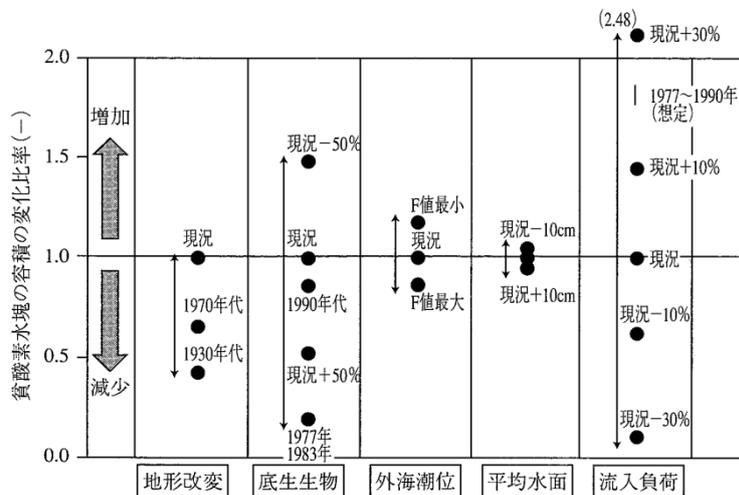


図 4.62 有明海全体での貧酸素水塊の容積の比較 (DO < 2.1mg/l の累積容積)

出典：「蘇る有明海 ー再生への道程ー」楠田哲也編著、2012年2月

図 2.11 感度解析による要因解析の事例