

## 現地実証試験結果の検証（シミュレーション）

第2回地域検討委員会において、加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転に係る実証試験についての調査タイミングと調査位置、調査方法を検討した。それに基づき加古川下流浄化センターの通常時と窒素排出量増加運転時の計2回について現地調査を実施した。

また、統括検討委員会事務局により通常時と窒素排出量増加運転時の海域の栄養塩類濃度のシミュレーション計算が実施されたため、その結果を整理するとともに現地調査結果との比較を行った。

それらの結果を踏まえ効果の検証を実施し、また有効性の評価方法について検討した。

### 1 現地調査結果

現地調査結果については資料-2-1に示す。

### 2 シミュレーション計算結果

#### 2.1 計算条件

播磨灘北東部海域における流動と水質について、加古川下流浄化センターで窒素排出量増加運転を実施した場合の計算が統括検討委員会により行われた。計算は全窒素、各態窒素、全りん、CODを対象とし、平成18年1月1日から平成19年1月1日の期間で行い、ここでは平成18年2月1日から2月28日までの結果についてまとめた。

地形は図1に示すように100mメッシュとした。また現況ケースの計算条件は資料-1と同様である(表1)。なお、窒素の計算項目はNH<sub>4</sub>、NOX (NO<sub>2</sub>、NO<sub>3</sub>)、PON、DONに分けて行われた。窒素排出量増加運転の計算条件は平成21年度と平成22年度の加古川下流浄化センターにおける窒素排出量増加運転時の窒素濃度の分析結果(豊かな海づくりに係る検討会資料)を参考とし、全窒素(TN)濃度を1.39倍、NH<sub>4</sub>濃度を4.09倍、NOX濃度を1.36倍、DIN濃度を1.45倍として計算した。

表1 現況ケースの計算条件

項 目		入力条件
淡水流入条件	河川	領域内の1級・2級・主要河川流量と負荷量(COD、TN、TP)を与えた
	事業場	排水量上位20位の事業場と周辺の下水処理場の流入量と負荷量(COD、TN、TP)を与えた
湾口境界条件	潮位振幅	紀伊水道：東端(白浜)、西端(橘)の主要4分潮の調和定数を与えた 瀬戸内海の西端：北端(水島)、南端(栗島)の主要4分潮の調和定数を与えた
	水温・塩分	既往の観測結果をもとに与えた

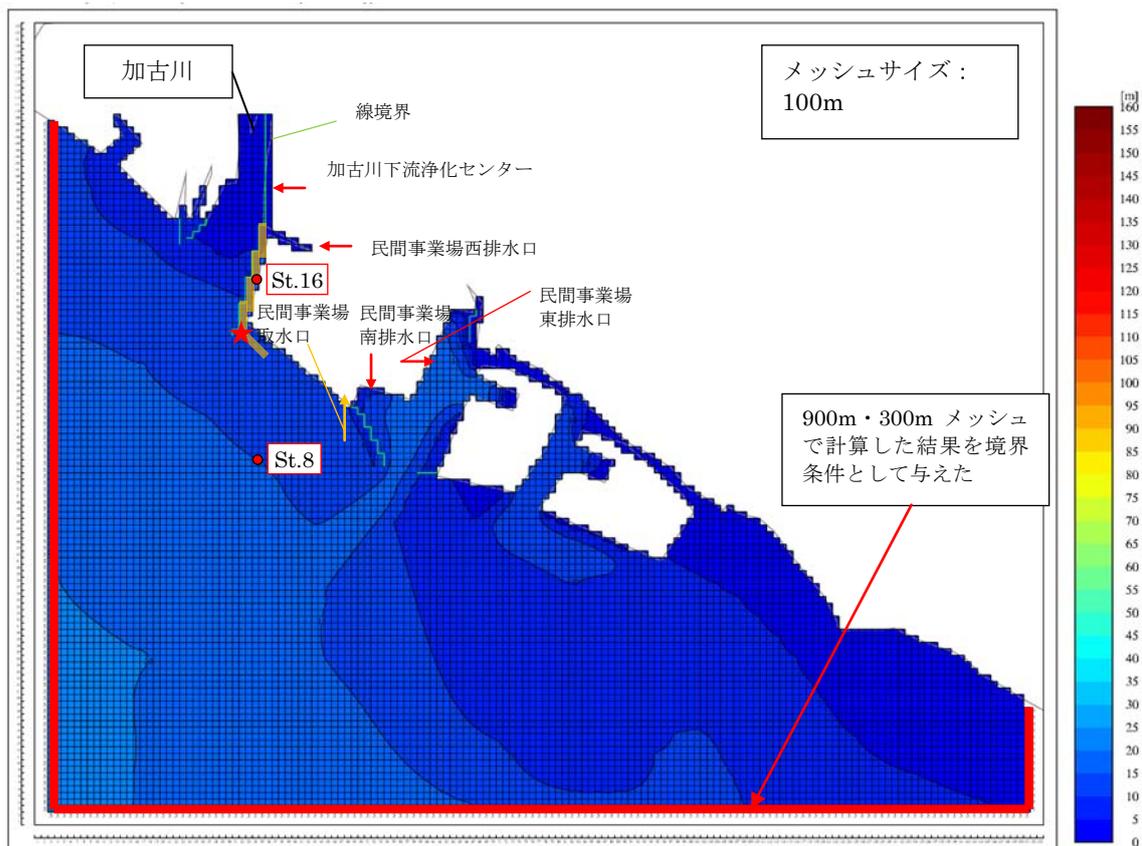


図 1 地形・水深図

## 2.2 計算結果

加古川下流浄化センターにおける窒素排出量増加運転について、大潮期と小潮期の各潮時における水平的な広がりについて図 2 と図 3 に、鉛直的な広がりについて図 4 と図 5 に示す。また、泊川河口沖水路における表層水の張り出しの状況について図 6 に示す。

加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転による高い栄養塩類濃度の水塊が最も広がるタイミングは大潮期の下げ潮時から干潮時にかけてであった。水平方向と鉛直方向の分布状況から、加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転による海域の栄養塩類濃度の増加は泊川河口沖水路内において明確に確認され、濃度の大きさが異なるものの濃度の増加する範囲は現地調査結果と同様の傾向であった。なお、排水は淡水であるため表層を中心に濃度が高くなっていた。

しかし、シミュレーションモデルの表層の層厚の設定や地形等の設定に改善の余地があることから、モデルを改良して再計算を実施した場合、窒素排出量増加運転による濃度上昇幅や影響範囲が変化すると考えられた。

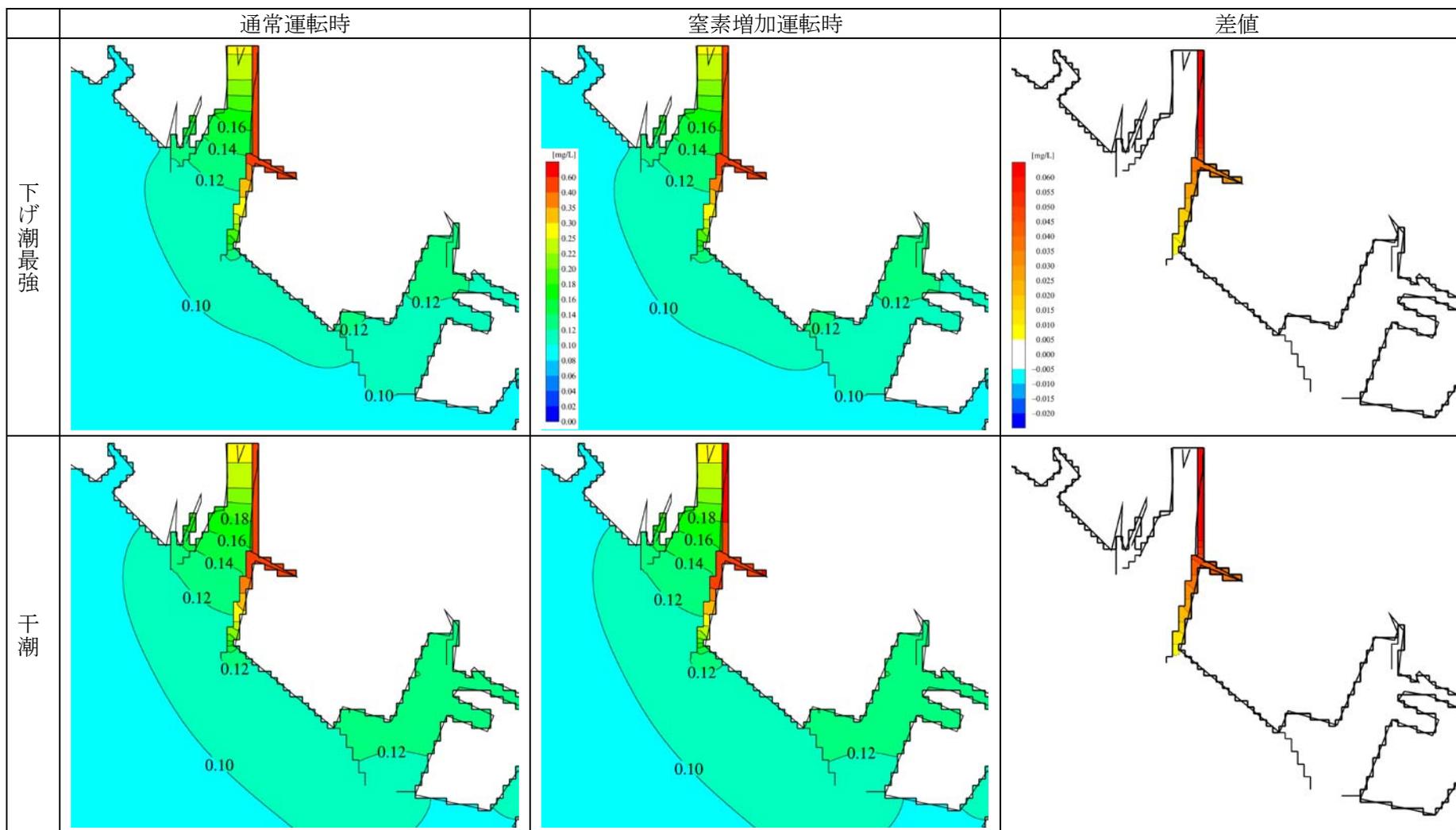


図 2-1 大潮期における全窒素の水平的な広がり

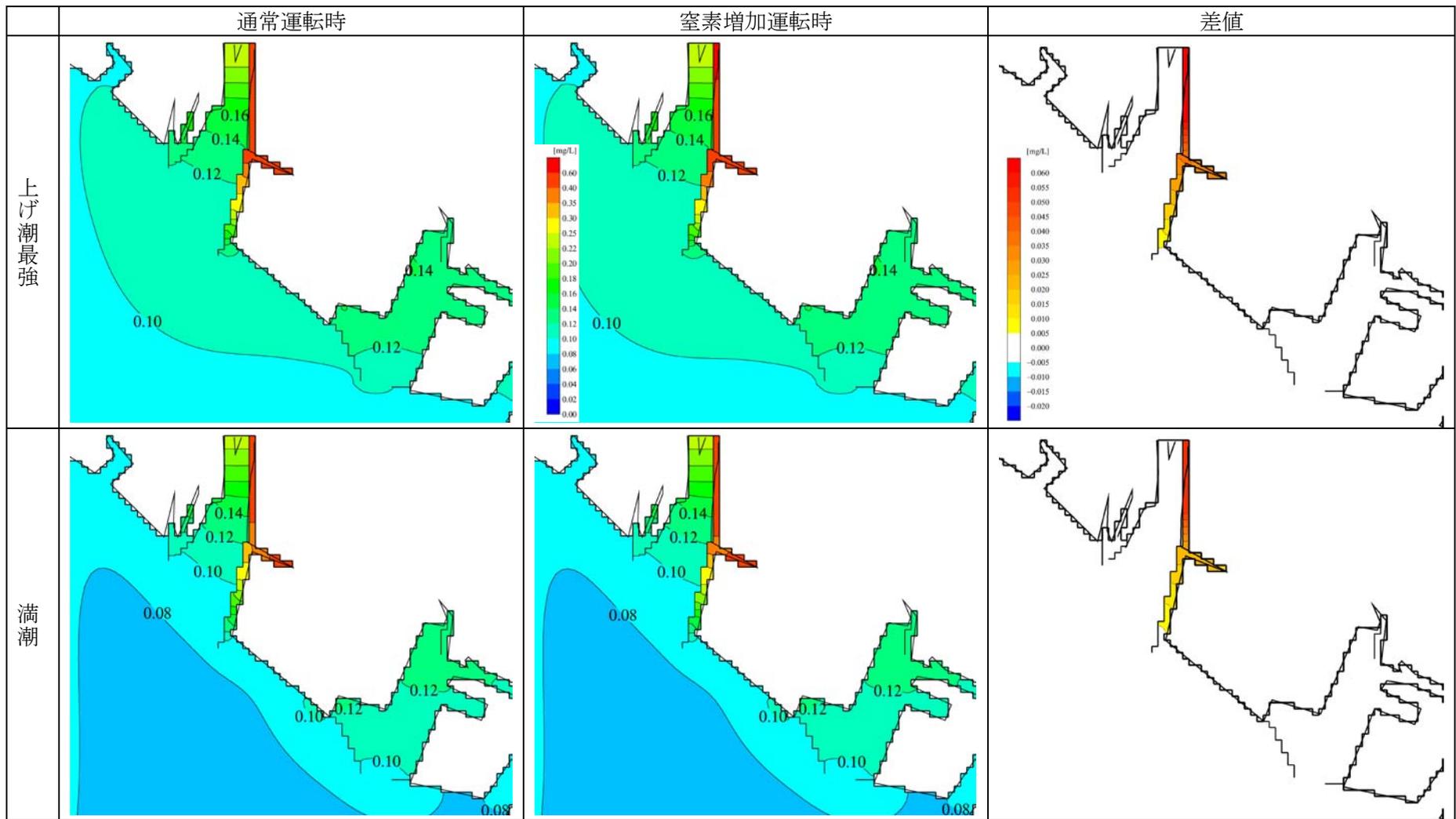


図 2-2 大潮期における全窒素の水平的な広がり

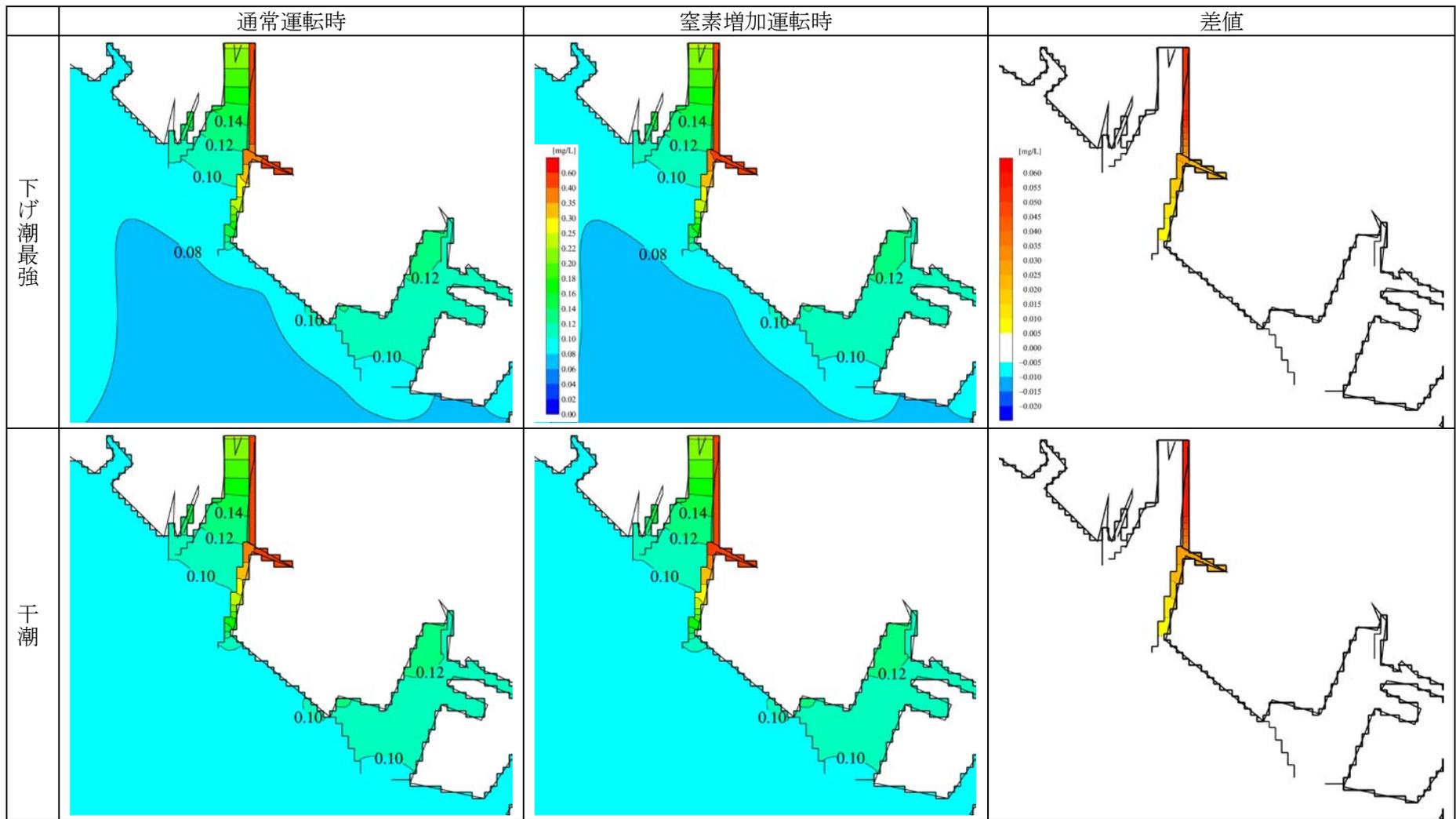


図 3-1 小潮期における全窒素の水平的な広がり

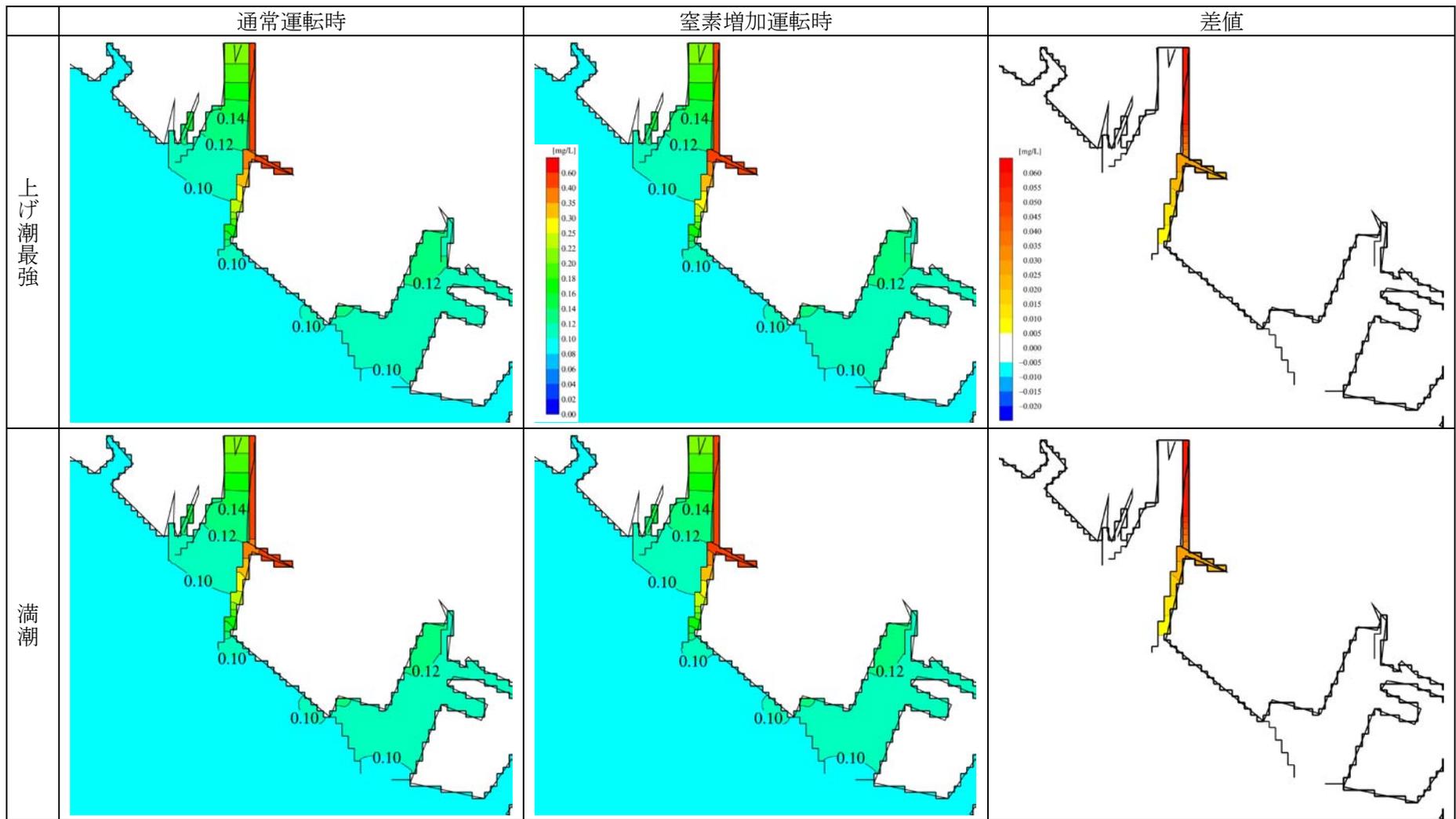
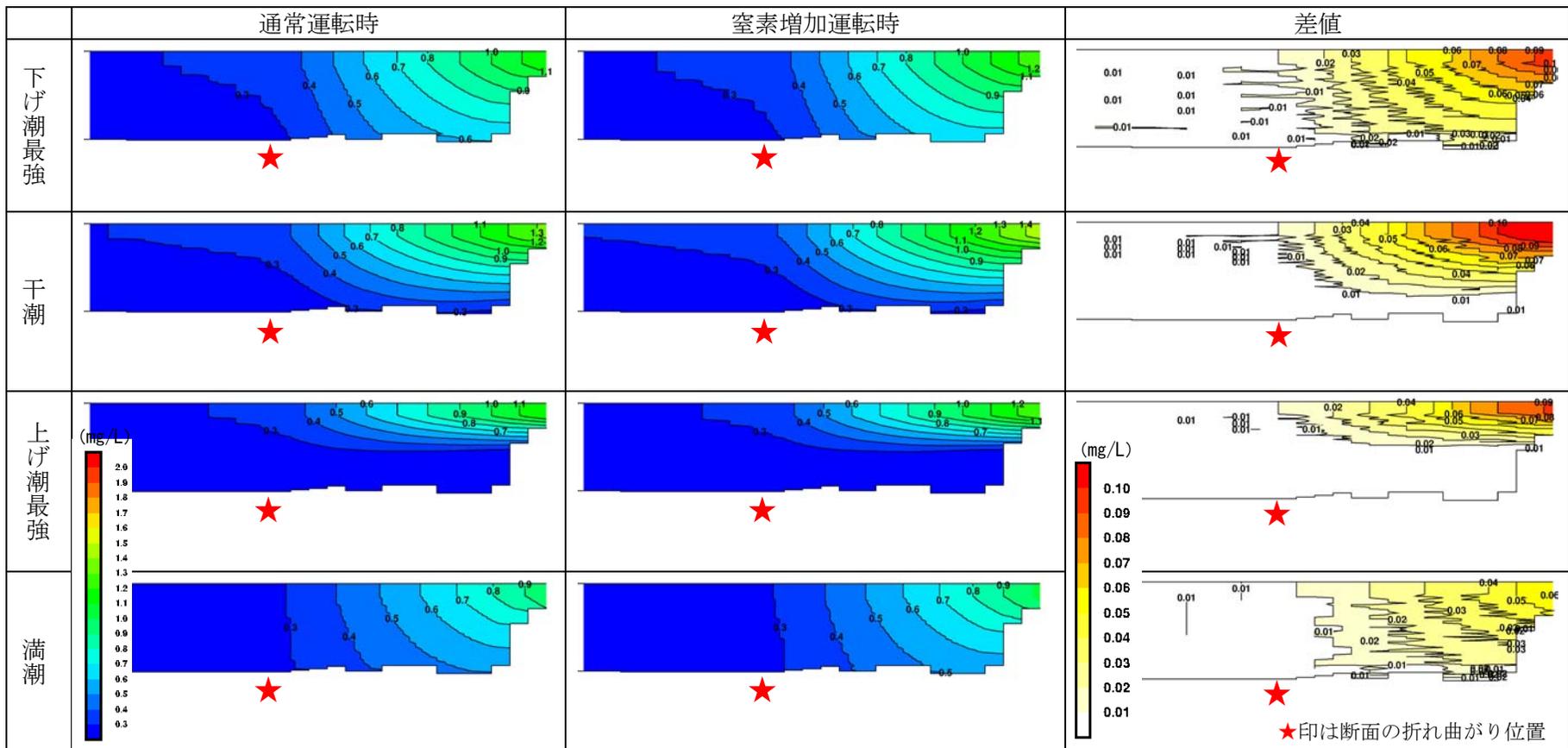
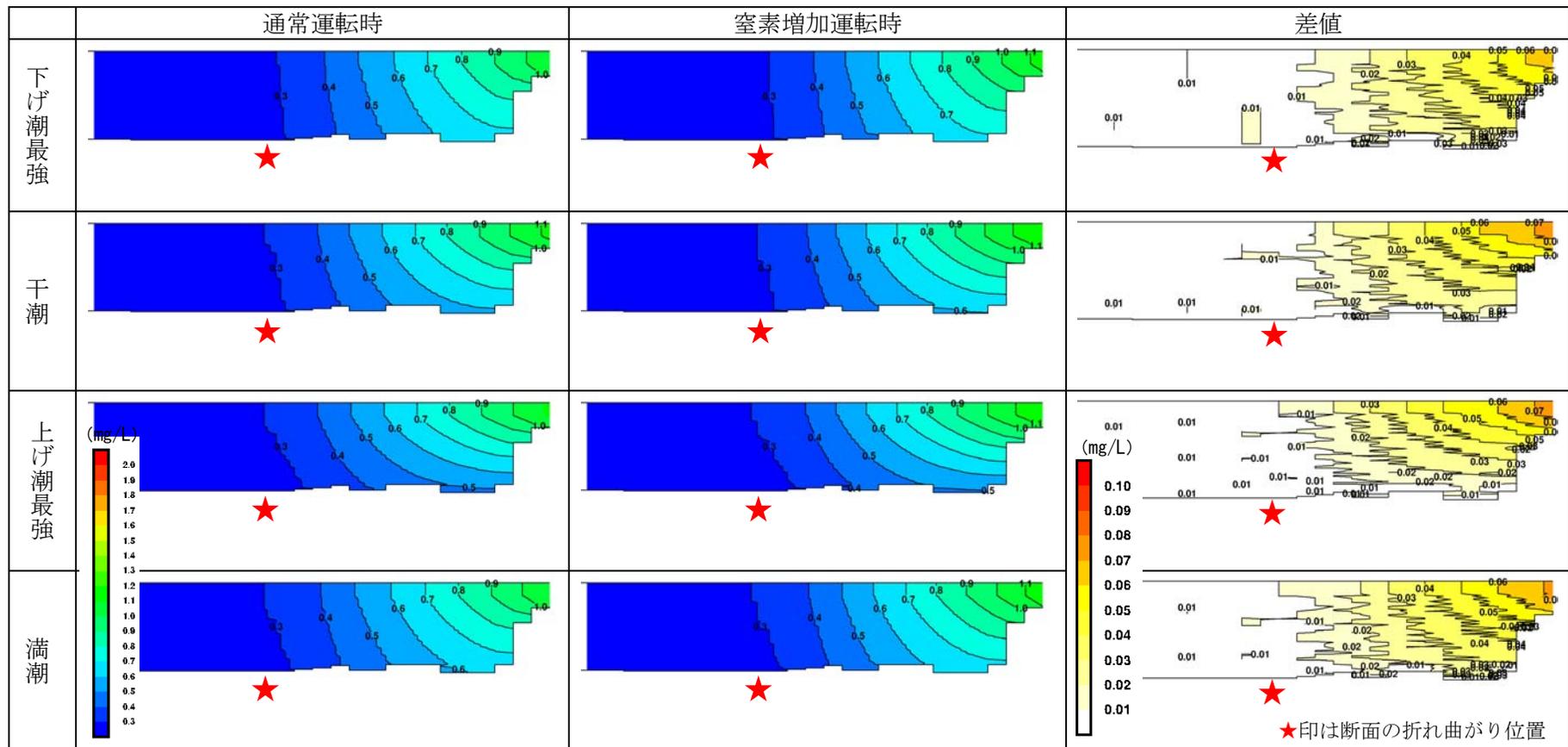


図 3-2 小潮期における全窒素の水平的な広がり



注) 出力データは鉛直方向ごとに線形補間し、第1層の中央位置以浅は第1層の計算結果を図化している(補間の外挿なし)

図 4 大潮期における全窒素の鉛直的な広がり



注) 出力データは鉛直方向ごとに線形補間し、第1層の中央位置以浅は第1層の計算結果を図化している(補間の外挿なし)

図 5 小潮期における全窒素の鉛直的な広がり

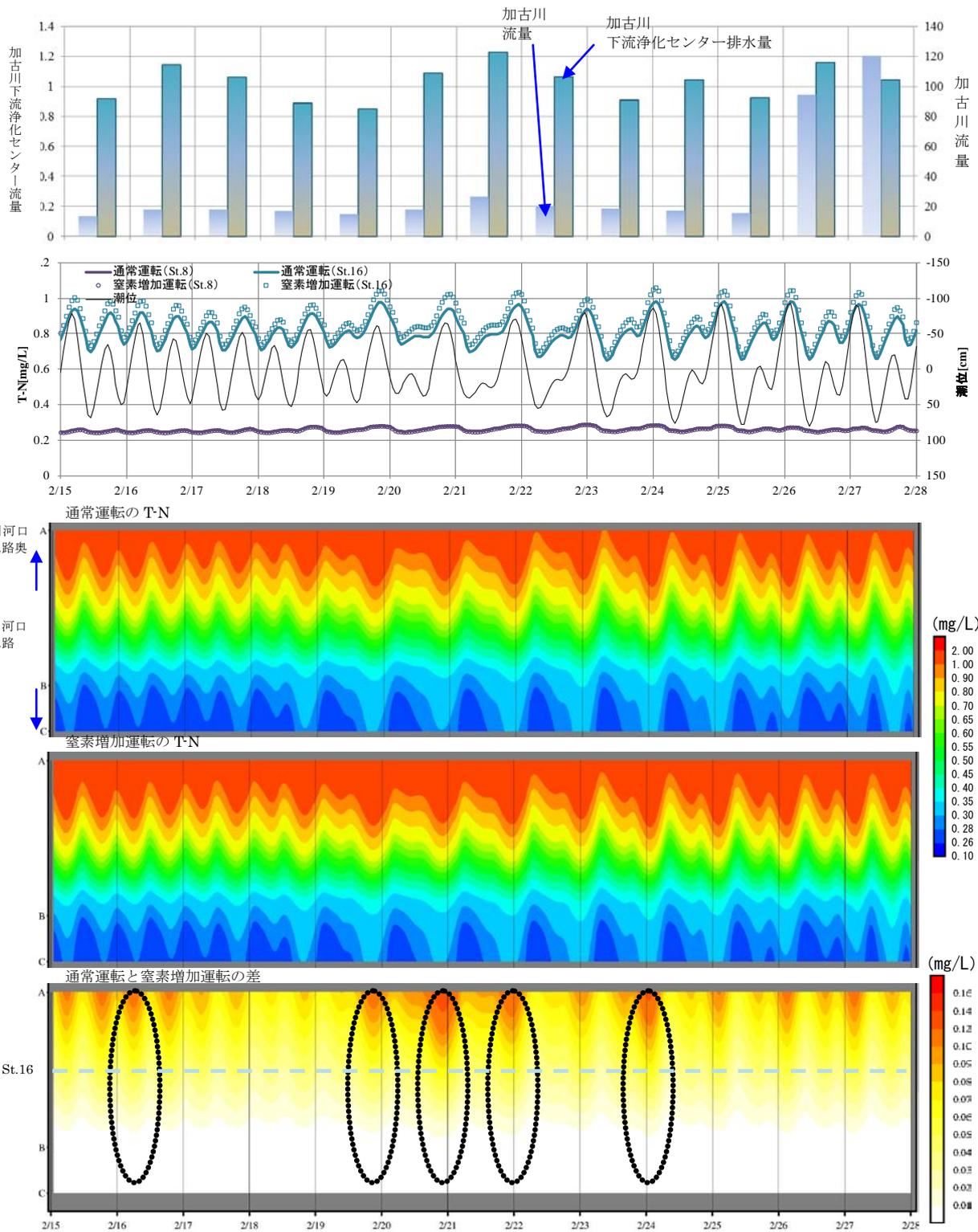


図 6 泊川河口沖水路表層水の張り出しの様子

### 3 現地調査結果とシミュレーション計算結果の比較

加古川下流浄化センターの通常運転時と窒素排出量増加運転時について、現地調査結果（通常運転時：平成 23 年 11 月 25 日、窒素排出量増加運転時：平成 24 年 1 月 10 日）とシミュレーション計算結果の比較を行った。シミュレーションについては現地調査の実施した際の潮回りと日潮不等を考慮して平成 18 年 2 月 25 日を対象とした。現地調査は下げ潮時に実施したことから、平成 18 年 2 月 25 日における全窒素の水平的な広がりを図 7 に示す。また、現地調査結果について通常運転時と窒素排出量増加運転時の濃度差を図 8 に示す。

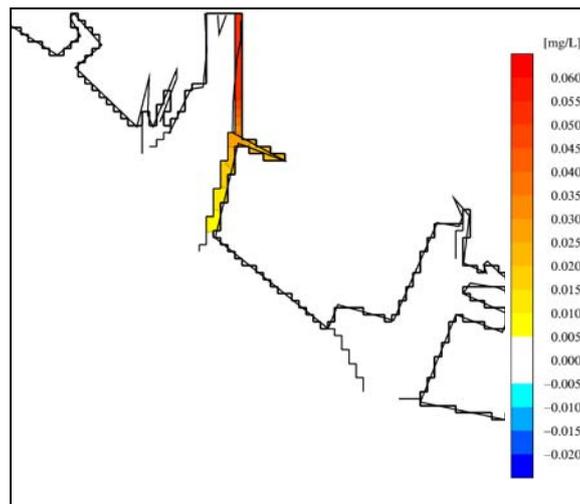


図 7 通常運転時と窒素排出量増加運転時の表層の濃度差（シミュレーション計算結果）

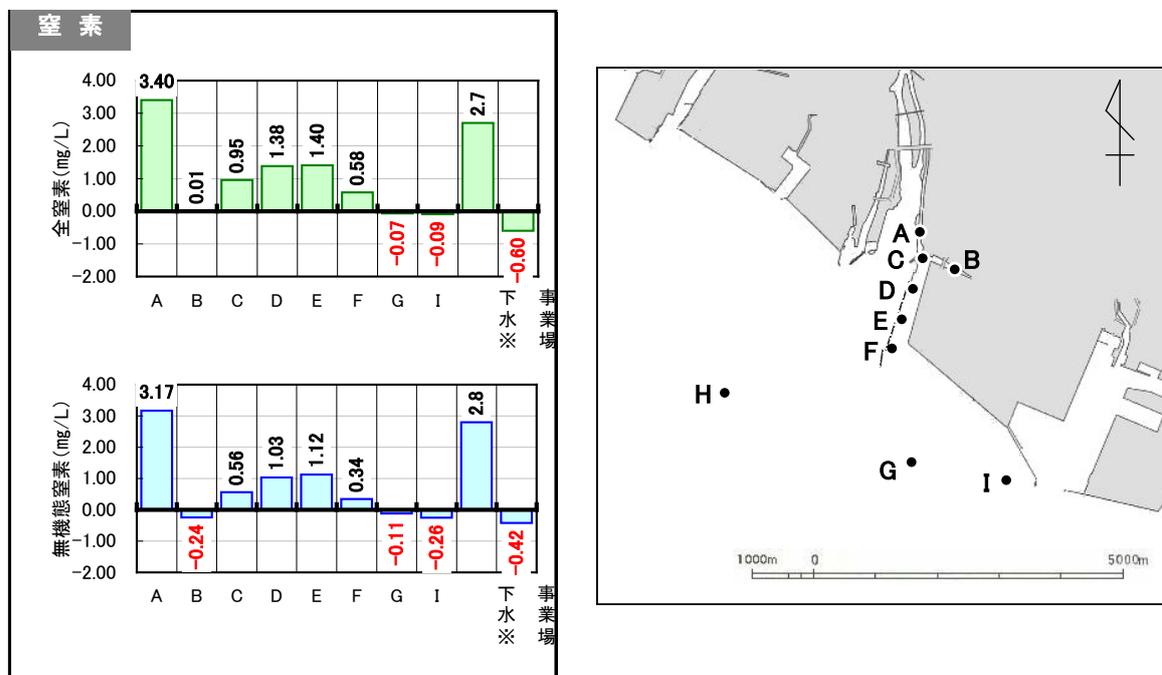


図 8 通常運転時と窒素排出量増加運転時の表層の濃度差（現地調査結果）

加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転による海域の栄養塩類濃度の増加は、シミュレーション計算と現地調査の両方において泊川河口沖水路内で明確にみられた。濃度差については現地調査結果がシミュレーション計算結果より大幅に大きくなっていた。シミュレーションにおける差値が小さくなった要因として、現地調査は表層 0.3m の水を分析しており表層を流れる塩分が低く栄養塩類濃度の高い水塊を捉えているが、シミュレーションモデルは第 1 層（表層）を 3m の平均値としているため栄養塩類濃度の高い水塊が平均化されてしまい濃度が低く算出された結果、窒素排出量増加運転中の栄養塩類濃度が実際より低く算出されたためであると考えられる。また、シミュレーションの計算結果においては St.B（民間事業場の西排水口側）方面まで影響が及んでいたことから、加古川下流浄化センターからの流入水が St.B 側の水路内に実際よりも多く混ざり込んだことで、泊川河口沖水路内（St.C、D、E、F）の濃度がその分低くなり、現地調査結果との濃度差が大きくなった可能性がある。

よって、シミュレーションモデルにおいては表層を流れる高濃度の栄養塩類の水塊を精度よく捉えるために第 1 層の層厚を小さくすることや地形条件を精査する等、実際の海域の状況に近付けるように改良する必要があると考えられる。

## 4 効果の検証と有効性の評価

### 4.1 効果の検証

#### (1) 窒素排出量増加運転の目的

加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転による現地実証試験は、陸域からの栄養塩類の供給量（濃度）が変化した時に海域においてどのような現象が生じるかを検証することを目的としている。効果の検証は現地調査とシミュレーション計算の両方の結果を用いて実施した。

なお、陸域からの栄養塩類負荷量が増加することにより沿岸～沖合域の栄養塩類濃度が上昇すると、植物プランクトンや海藻等の基礎生産力が増加するとみられる。

#### (2) 窒素排出量増加運転の効果検証

シミュレーション計算の結果、St.16 では加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転の影響で対象期間中の全窒素濃度が上昇した。一方 St.8 における全窒素濃度の上昇幅は St.16 より小さくなっていた。したがって、加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転による影響範囲は泊川河口沖水路内で顕著であった。2.2 でも記載したようにシミュレーションモデルによる計算の結果についてはシミュレーションモデルの表層の層厚の設定に改善の余地があることから、今回の計算結果より広い範囲に栄養塩類が広がっている可能性がある。

### 4.2 有効性の評価

#### (1) 規制基準値、目標値等

加古川下流浄化センターにおいては平成 20 年度から規制基準値の範囲内で冬季に限り窒素排出量増加運転を試行している。加古川下流浄化センターにおける排水の規制基準値や

目標値について表 2 に示す。加古川下流浄化センターでは脱窒による汚泥浮上の防止や安定的に BOD の数値を低く維持する結果として全窒素が 10mg/L 以下になっている。

平成 22 年度の窒素排出量増加運転中に排水基準の範囲内ではあるが放流水の大腸菌群数の増加が確認された。このように窒素等の特定の項目だけの排出濃度を増加させることは管理が難しいとされている。

表 2 加古川下流浄化センターにおける排水の規制基準値と目標値

	全窒素	全りん	BOD	COD	備考
播磨灘流域別下水道整備総合計画 (平成 17 年 5 月)	28	3.0	20	20	【目標値】 計画放流水質設定値 (日間平均値)
水質汚濁防止法に基づく排水基準	120 (60)	16 (8)	25 (20)	160 (120)	【規制値】 ( ) 内の数字は、日間 平均値(日に 3 回測定 しその平均値)
総量規制基準値	20	2	—	20、30	【規制値】
兵庫県環境影響評価(昭和 62 年)	—	—	7	20	【目標値】

出典：兵庫県農政環境部環境管理局水大気課調べ

(mg/L)

## (2) 事業継続の課題

加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転については、スカムの除去(処理施設の槽の水面に浮上した固形物や油脂分の集まったもの)や DO のコントロールによる現場作業量の増加、ブロー電力の増加、薬品注入率の増加により運転費用が通常運転時より高くなるとの報告もある。したがって、窒素排出量増加運転についてのコンセンサスを得て事業を継続していくためには、窒素排出量増加運転が海域の生態系の安定性の向上や物質循環の円滑化の向上にどの程度寄与しているかを科学的に明らかにする必要があると考えられる。