

## 現地実証試験計画の検討

第1回地域検討委員会において当地域の現地実証試験は加古川下流浄化センターの窒素排出量増加運転を対象とすることになった。当地域で平成22年度から実施された物質循環状況の解明調査（泊川河口沖水路の水質把握調査）と、第1回地域検討委員会後に実施されたシミュレーションモデル計算による窒素排出量増加運転時の海域における栄養塩類濃度分布の予測結果を踏まえて、現地調査計画案を作成した。

### 1 現地実証試験計画

#### 1.1 考え方

現地実証試験は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のそれぞれ1回、計2回を予定している。調査回数が限られているため確実な調査の実施によるデータの取得が望まれている。よって、平成22年度に実施した物質循環状況の解明調査（泊川河口沖水路の水質把握調査）とシミュレーションの予測結果を参考にして、調査の実施タイミングや調査位置、調査方法について検討する。

#### (1) 調査タイミング

加古川下流浄化センターから排出された窒素について、窒素排出量増加運転の実施により任意の地点において通常運転時よりも濃度が高くなっているか、あるいは高濃度の範囲が通常運転時より広がっている状況を捉えたいことから、現地調査を実施するタイミングは平成22年度に実施した現地調査結果とシミュレーションの結果から考察される最適な潮回り（小潮、中潮、大潮等）等の結果と現地調査の制限要因を考慮して決めることとする。なお、現地調査の制限要因としては使用船舶の設備の関係が挙げられることから、日中の調査で、風が弱い午前中の調査が望ましい。

なお、通常運転時と窒素排出量増加運転時の潮回り等の潮汐状況は一致させることとする。また、各調査時のバックグラウンドの栄養塩類濃度の変化を小さくさせる必要があるため、天気（調査日を含む調査前数日間）や加古川の流量等についても考慮する。

#### (2) 調査位置

調査位置は分析精度を考慮したうえで濃度分布（濃度勾配）の把握が可能な地点を設定することとする。また、シミュレーション計算結果と現地調査結果の整合性について検証するため、シミュレーションの1つのメッシュ（100m）内の調査地点数は1地点以内とする。なお、泊川河口沖水路最奥部（泊川河口付近）から泊川河口沖水路南端部までは約1,500mである。

流入水質を把握するための地点としては、泊川と事業場排水口付近、泊川河口沖水路の南端部（St.5付近）に調査地点を設ける。泊川には加古川下流浄化センターの2箇所の排水口から排水が流れ込んでいるため、2箇所の排水が十分に混合しかつ海域の影響が少ない地点（例：泊川河口の橋付近）を設定する。また、バックグラウンド点として、泊川河口沖水路

沖の西側（St.7）にも地点を配置する。

### （3） 調査方法

加古川下流浄化センターの排水を含む泊川からの流入を確実に捉える必要があるため、採水前に調査地点周辺において塩分の鉛直分布を測定する等して、民間事業場の排水と泊川からの流入水の分布状況を把握することが望ましいと考えられる。また、調査に際しては船舶のスクルーによる攪乱に注意する等の配慮が必要であるとみられる。

なお、通常運転時の調査で地点間の濃度差が確認できない等、泊川河口沖水路内の状況を適切に把握できない問題が生じた場合、通常運転時の現地調査結果を踏まえて窒素排出量増加運転時の調査計画を修正する等、柔軟な対応を取ることとする。そのため、通常運転時の現地調査結果の解析を調査終了後速やかに行うこととする。

## 1.2 現地調査計画

### （1） 日時

窒素排出量増加運転の開始日時は平成 23 年 12 月 1 日（予定）からであり、段階的に約 1 か月かけて運転変更率 100%とする予定であるため、平成 24 年 1 月 1 日頃から運転変更率 100%となる。通常運転時の現地調査は平成 23 年 12 月 1 日までに実施し、窒素排出量増加運転時の現地調査は平成 24 年 1 月 1 日以降に実施することが望ましいと考えられる。なお、加古川下流浄化センターにおいては水処理の悪化が生じ排水基準の超過が懸念される事態が発生したした場合、通常運転に戻すことがある。

平成 22 年度に実施した現地調査結果では、通常運転時と比較して窒素排出量増加運転時の泊川河口沖水路内の窒素濃度が増加していた。しかし、窒素排出量増加運転時における調査回毎の潮回りの違いと泊川河口沖水路内の窒素濃度の変化について、明確な傾向がみられなかった。

また、後述のシミュレーションの計算結果では、加古川下流浄化センターの窒素負荷量が大きい時に泊川河口沖水路内の窒素濃度が高くなる（通常運転時との差が大きくなる）傾向があったが、潮回りの違いによる泊川河口沖水路内の窒素濃度の変化傾向は明確には確認されなかった。

平成 22 年度の現地調査は下げ潮時に調査を実施し、泊川河口沖水路内において窒素排出量増加運転による効果がみられたことから、図 1 に示す平成 23 年 11 月～平成 24 年 1 月にかけての潮位変動を踏まえて、通常運転時の現地調査は平成 23 年 11 月 21～26 日頃、窒素排出量増加運転時の現地調査は平成 24 年 1 月 16～17 日頃に実施することが望ましいと想定された。なお、通常運転時調査について、降雨等により加古川下流浄化センターの負荷量が増加した際の調査予備日は 11 月 25～26 日とする。

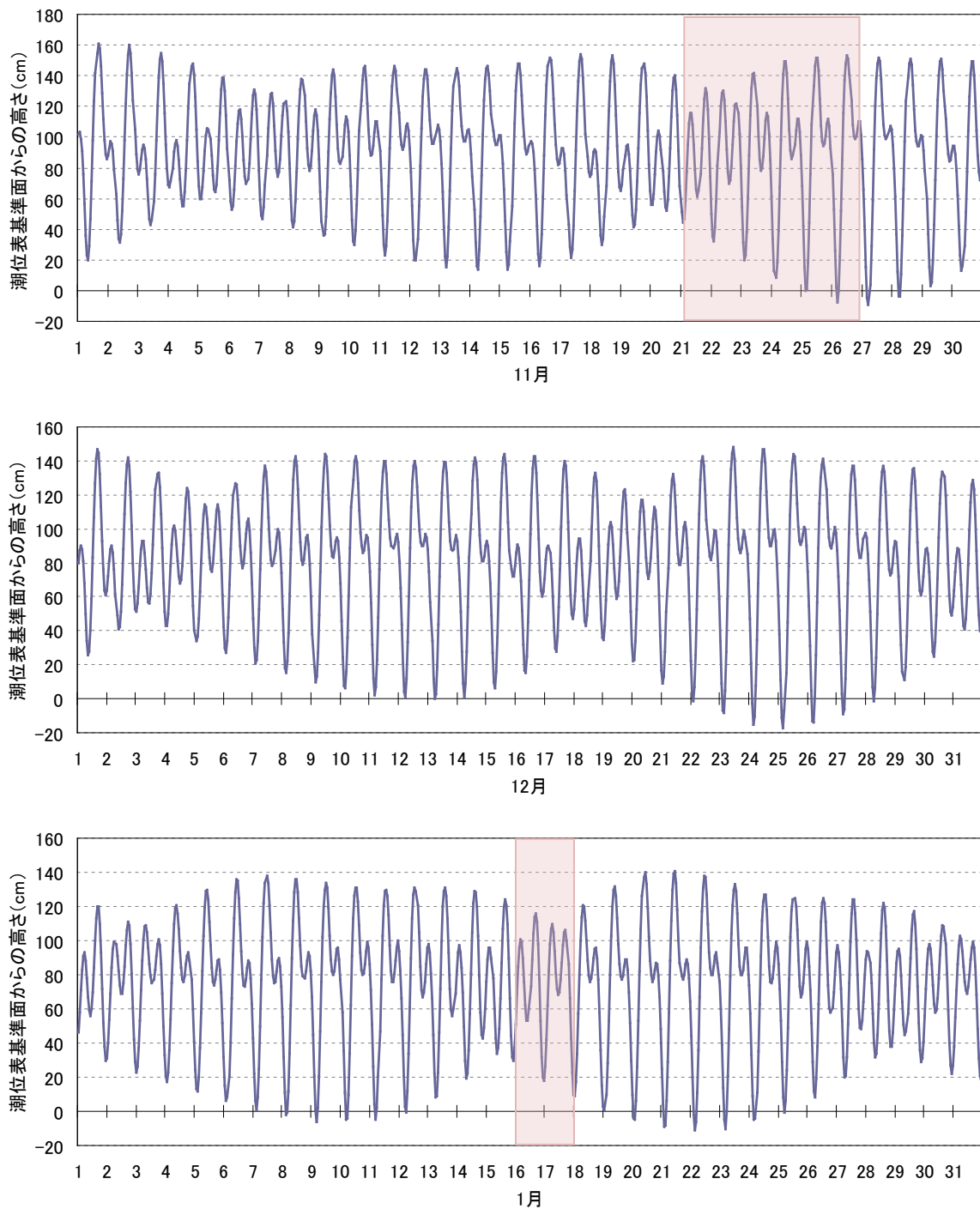


図 1 11月から1月の潮位（姫路（飾磨））

## (2) 調査地点

調査地点を図 2 に示す。平成 22 年度の現地調査結果とシミュレーションの計算結果から、加古川下流浄化センターの排水の影響による窒素濃度変化は泊川河口沖水路内で明確にみられるが、水路外への影響は限られると考えられたことから、泊川河口沖水路内に調査地点を密に配置する。St.A は泊川河口地点として加古川下流浄化センターの排水の流入水質を捉える地点とし、St.B は民間事業場である製鉄所の排水の水質を捉えるための地点とする。また、



表 1 分析項目と分析方法

項 目	分 析 方 法
水温	JIS K0102(2008) 7.2
塩分	海洋観測指針 (1999 年版) 5.3
水素イオン濃度(pH)	JIS K0102(2008) 12.1
溶存酸素量(DO)	JIS K0102(2008) 32.1
クロロフィル a	海洋観測指針(1999 年版) 6.3.3.1
フェオフィチン	海洋観測指針(1999 年版) 6.3.3.1
COD <sub>Mn</sub> (酸性法)	JIS K0102(2008) 17
溶解性 COD <sub>Mn</sub>	ろ過後、JIS K0102(2008) 17
TOC	JIS K0102(2008) 22
DOC	ろ過後、JIS K0102(2008) 22
全窒素(TN)	JIS K0102(2008) 45.4
溶存無機態 アンモニア性窒素	ろ過後、JIS K0102(2008) 42.2
溶存無機態 亜硝酸性窒素	ろ過後、JIS K0102(2008) 43.1.1
溶存無機態 硝酸性窒素	ろ過後、JIS K0102(2008) 43.2.3
溶存性有機態窒素 (DON)	DTN-DIN から算定 [DTNは、ろ過後JIS K0102(2008) 45.4] (DIN は、溶存無機態窒素の合計値)
粒子状有機態窒素 (PON)	TN-DTN から算定 (但し、粒子に無機態窒素は存在しないという前提)
全りん(TP)	JIS K0102(2008) 46.3.1
溶存無機態りん (DIP)	ろ過後、JIS K0102(2008) 46.1
溶存有機態りん (DOP)	DTP-DIP から算定 [DTPは、ろ過後、JIS K0102(2008) 46.3.1]
粒子状無機態りん (PIP)	TIP-DIP から算定 [TIP(りん酸性りん)は、JIS K0102(2008) 46.1.1]
粒子状有機態りん (POP)	TP-DTP-PIP から算定
浮遊物質 (SS)	昭和 46 年環境庁告示第 59 号 付表 8
懸濁物質の強熱減量 (VSS)	JIS K0102(2008) 14.5

## 2 現地実証試験結果の検討

### 2.1 シミュレーション結果との整合性

現地実証試験の調査結果についてはシミュレーションによる計算結果と比較し、整合性を評価する。

整合性の評価は通常運転時と窒素排出量増加運転時のそれぞれの状態において実施し、現地実証試験結果とシミュレーションの計算結果について潮汐の条件が同じ時の栄養塩類濃度を比較し、同一箇所での濃度差や濃度分布状況の違いを検証する。その結果については統括検討委員会に報告するとともに、濃度差が生じた要因について現場の視点からも分析する。

上記の結果を踏まえて統括検討委員会によりシミュレーションモデルの精度向上が実施される予定であるため、精度向上したシミュレーションモデルを利用してその後の対策の検討を進めることとする。

## 2.2 効果の検証

シミュレーションの計算結果と実証試験結果を踏まえ効果の検証を実施する。実証試験は短期的な効果を目的としているため、窒素排出量増加運転の影響により海域の窒素濃度が通常運転時と比較して高くなっていれば対策の効果があつたとする。よって、夏季の底層 DO 濃度の変化やクロロフィル a 濃度の変化については検証対象とする項目としない。

当海域において窒素排出量増加運転による窒素濃度増加の効果は貧栄養化が問題として挙げられている沿岸～沖合域で期待されているため、沿岸～沖合域の窒素濃度の変化に着目して検証を実施する。

なお、主体の違いにより対策効果の有無の判断基準が異なってくることが考えられるため、今後対策の実施にあたって効果を検証する際はコンセンサスを得ることとする。

## 2.3 有効性の評価

実証試験での対策効果が認められた際は有効性を評価する。なお、他の対策との組み合わせではなく、単独で当対策（窒素排出量増加運転）を実施した場合の評価とする。次の項目について評価を行う。

- ・ 事業の継続性について
- ・ 対策の実施費用について
- ・ 周辺環境、周辺関係者への影響について
- ・ その他

上記の評価項目の検証の結果、有効性についてマイナス要因が明らかになった場合は、どうすれば当対策が有効と判断されるか解決策を考察する。

# 3 シミュレーションモデル計算（暫定結果）

## 3.1 計算条件

統括検討委員会により播磨灘における流動と水質について、現況ケースと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ケースでの計算が行われた。計算は全窒素、各態窒素、全りん、COD を対象とし、平成 17 年 12 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 1 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 4 に示すように 900m と 300m のメッシュとし、泊川河口沖水路のメッシュ状況を図 5 に示す。

現況ケースの計算条件を表 2 に示す。なお、窒素の計算項目は  $\text{NH}_4$ 、 $\text{NO}_x$  ( $\text{NO}_2$ 、 $\text{NO}_3$ )、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、 $\text{NH}_4$  濃度を 4.09 倍、 $\text{NO}_x$  濃度を 1.36 倍、DIN 濃度を 1.45 倍として計算した。

表 2 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

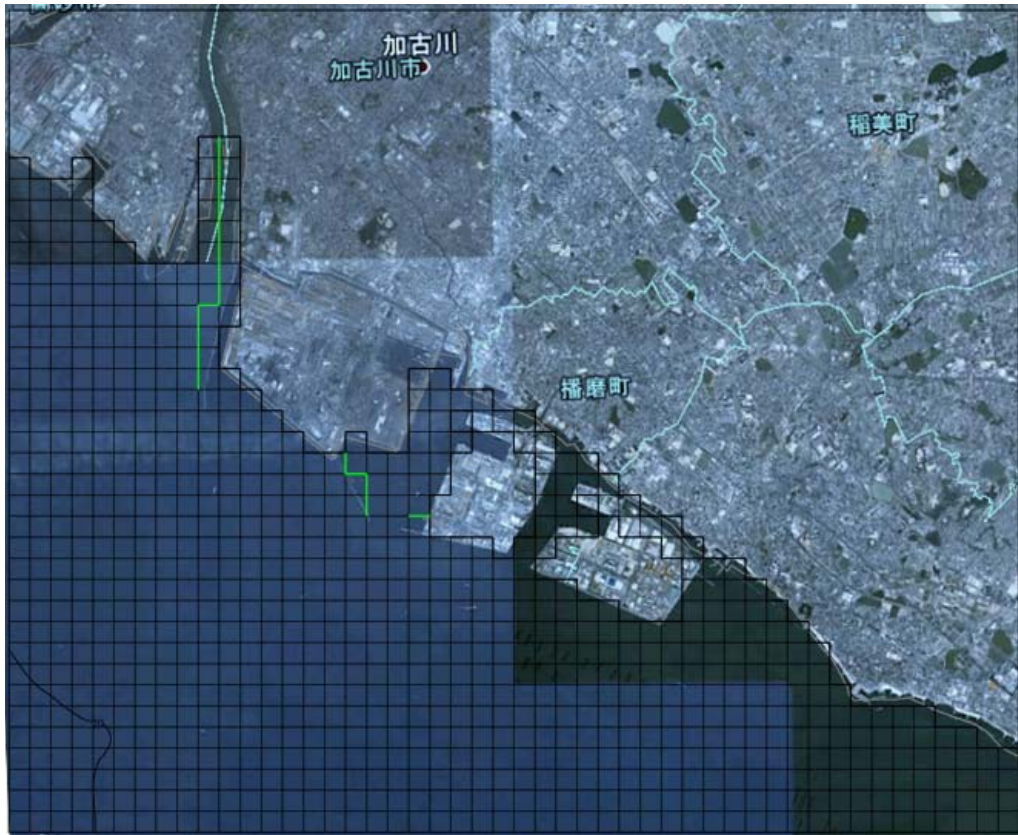


図 3 設定メッシュと地形との対応状況

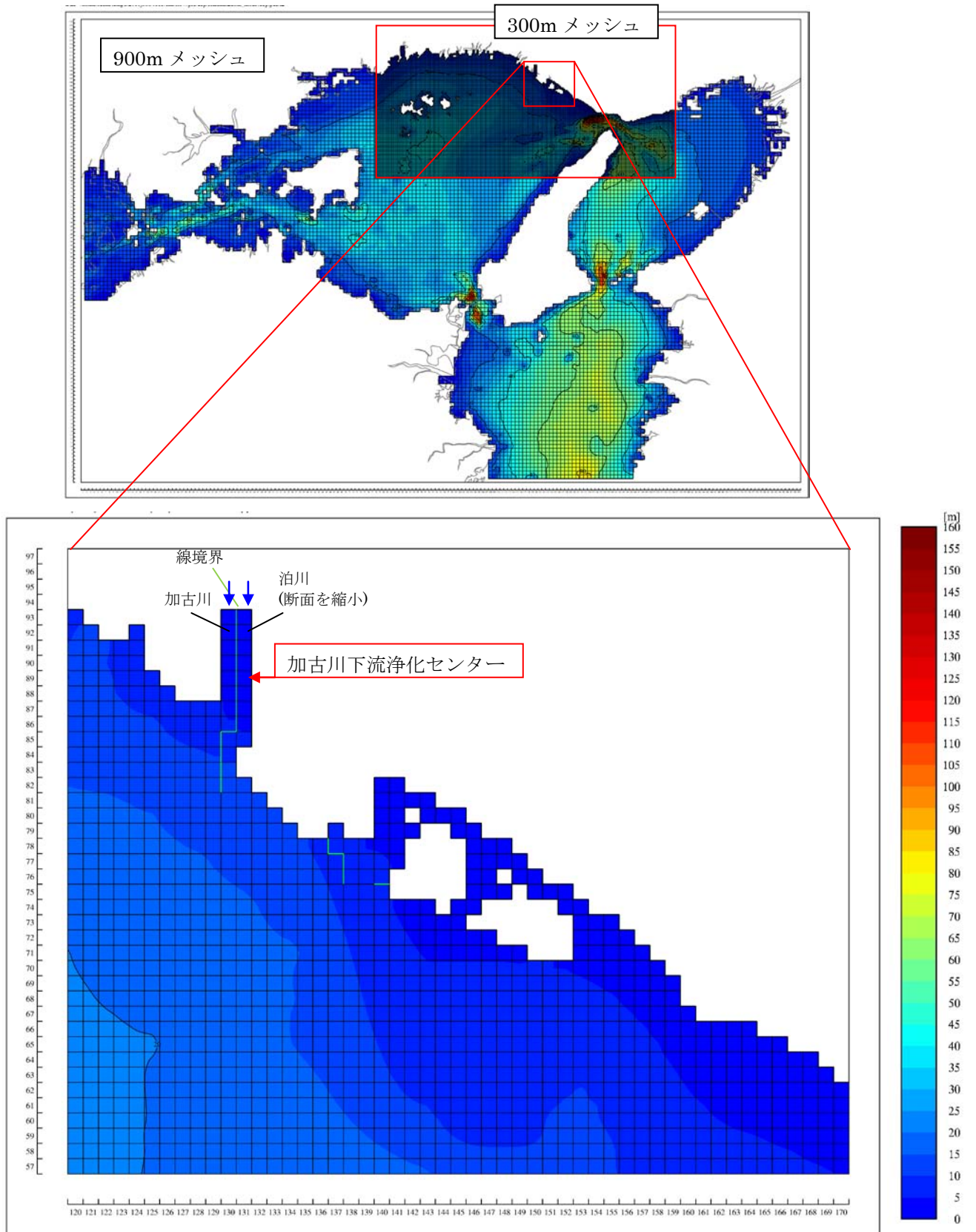


図 4 地形とメッシュ状況



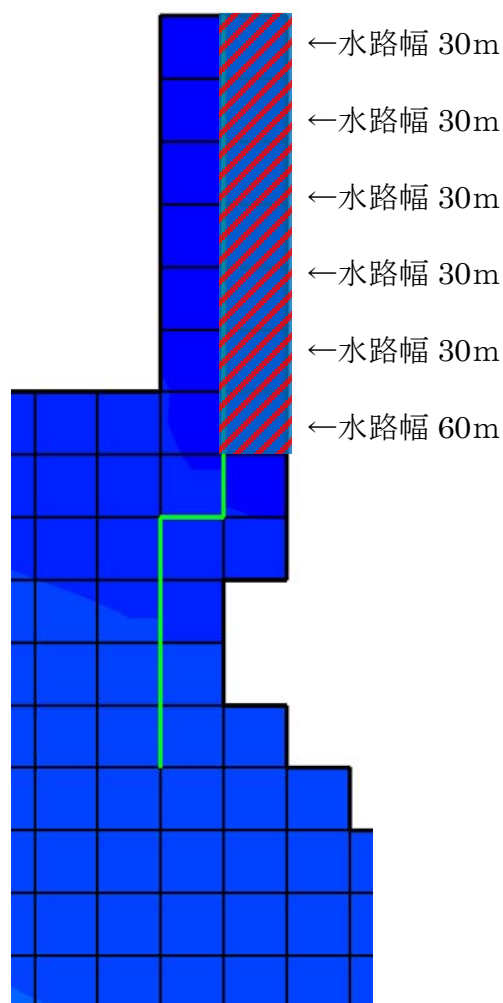


図 5 加古川水路内のメッシュ状況（縮小断面の設定）

### 3.2 計算結果

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海域の濃度分布図を図 6 に示す。2 月 1～15 日の平均値で作図し、現況ケースと窒素排出量増加運転時ケース、それらの差値を示した。また、上記のアンモニア性窒素の差値の日平均値について 1 月 1 日から 2 月 28 日までの毎日の濃度分布図を図 7 に示す。

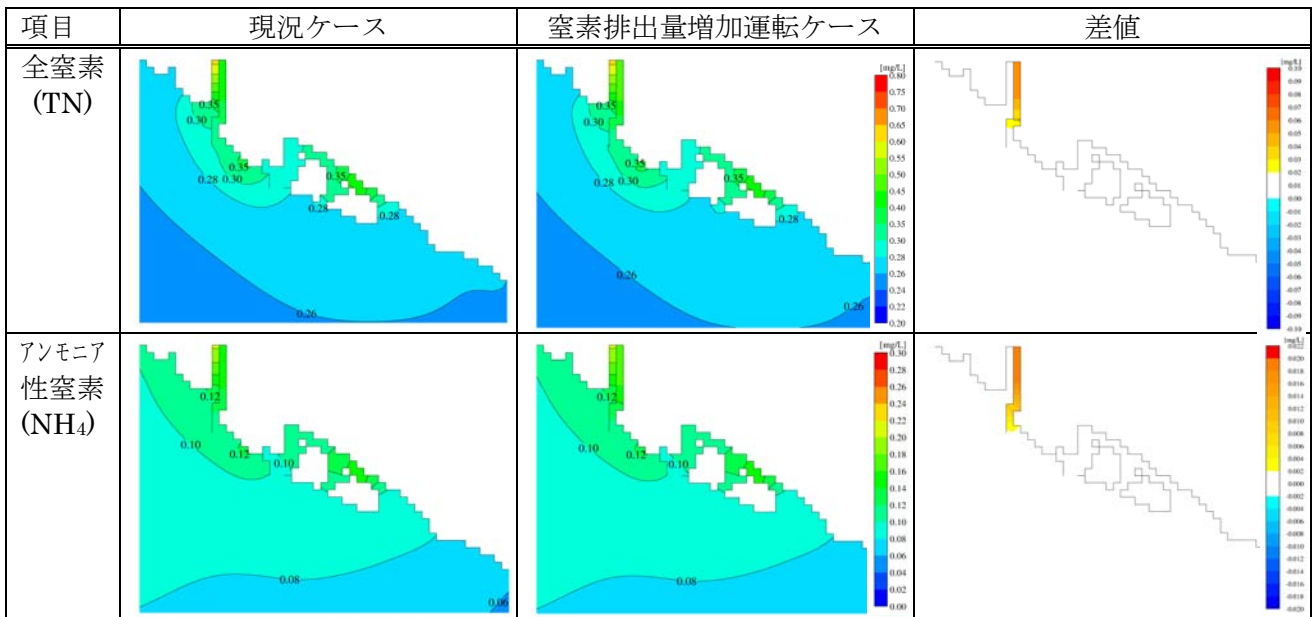


図 6 海域の濃度分布 (2月1~15日の平均)

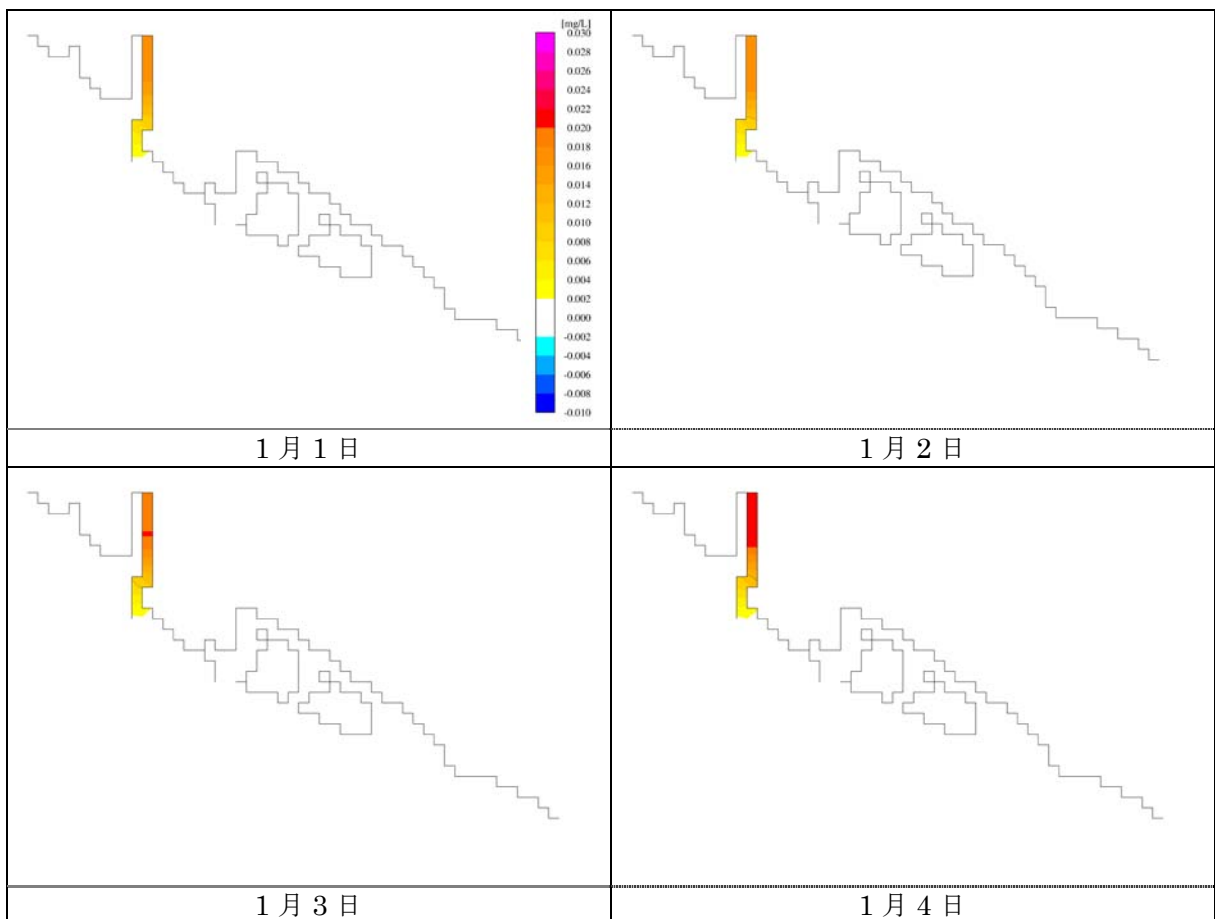
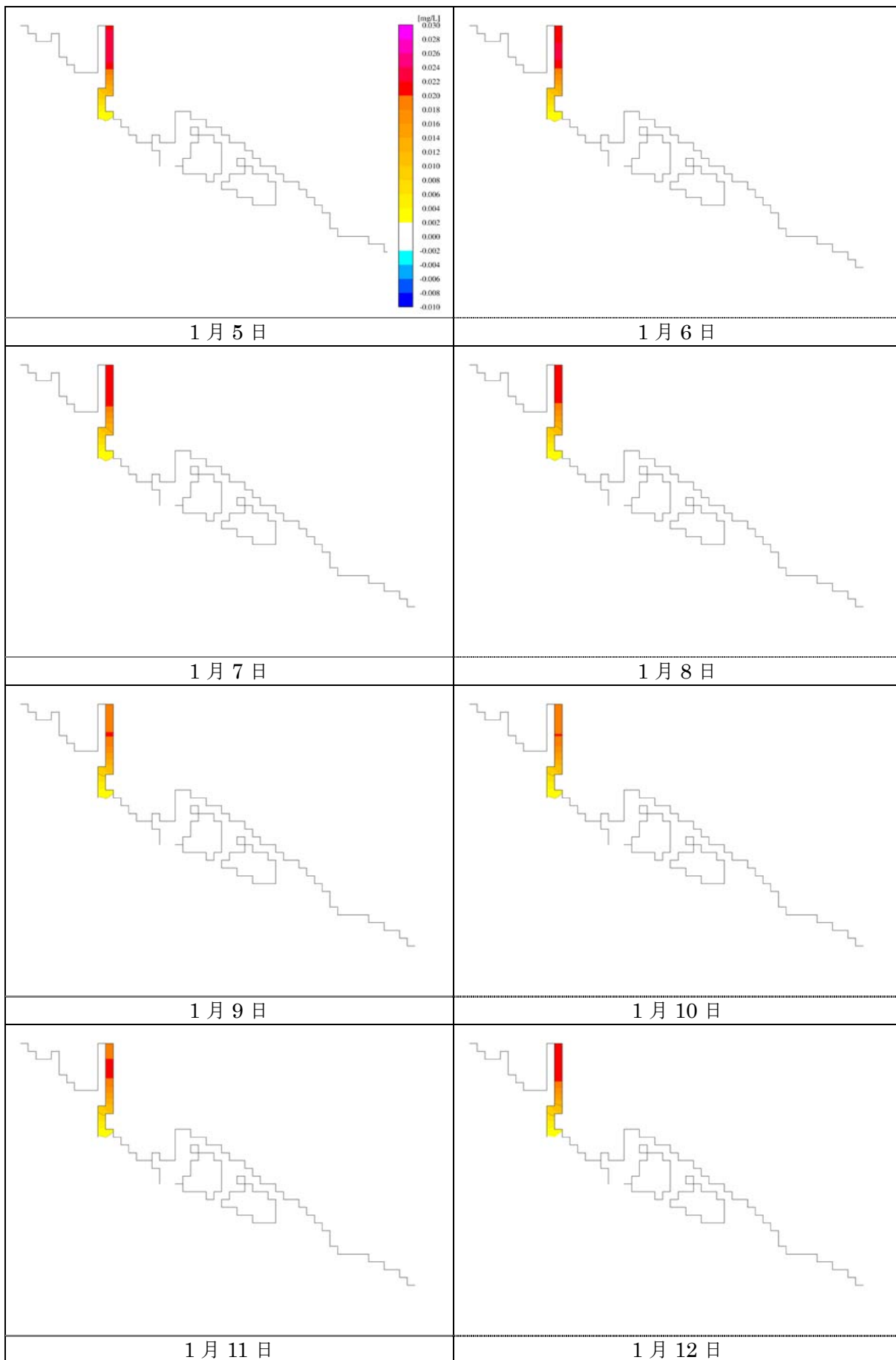
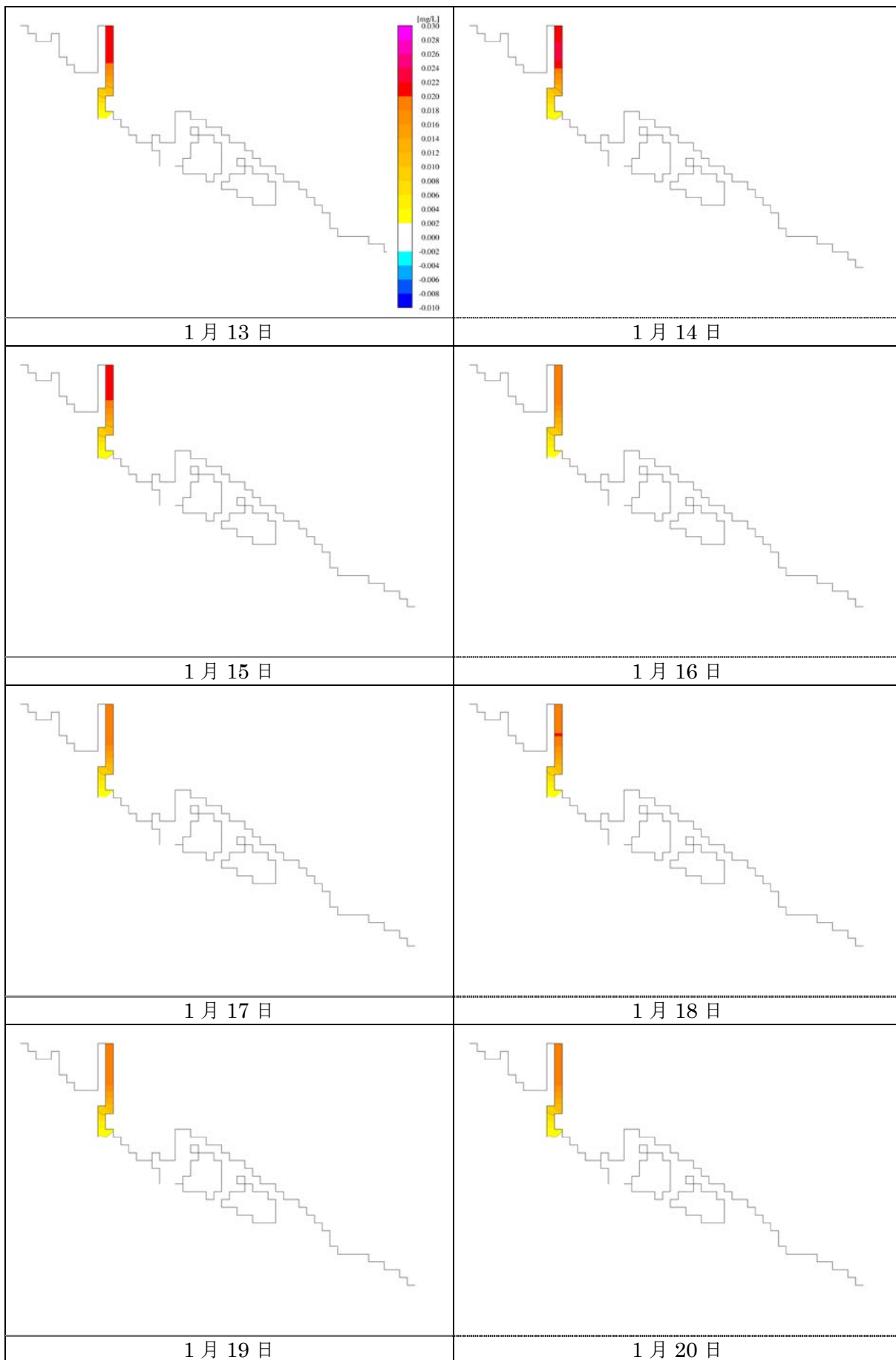
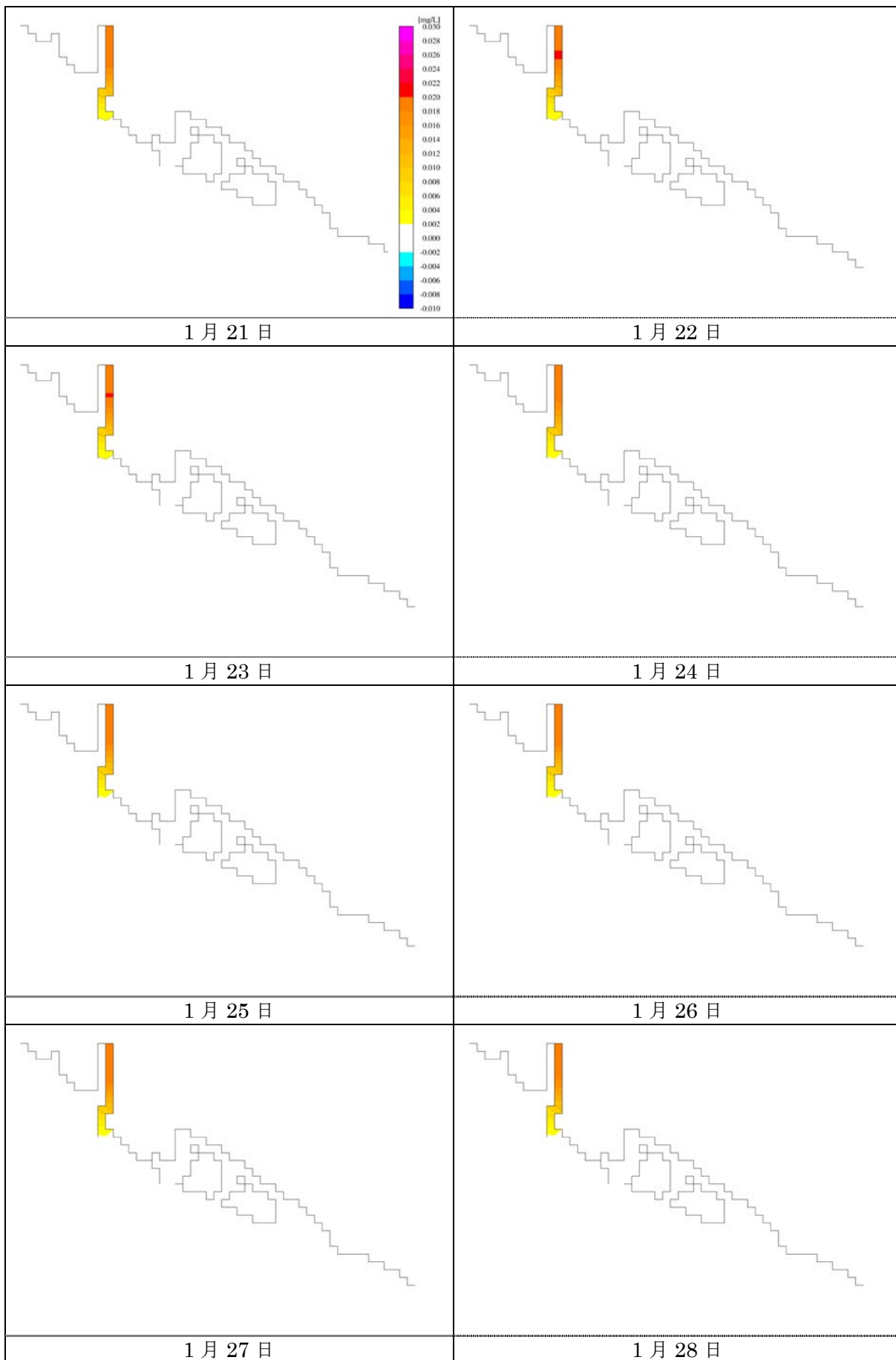
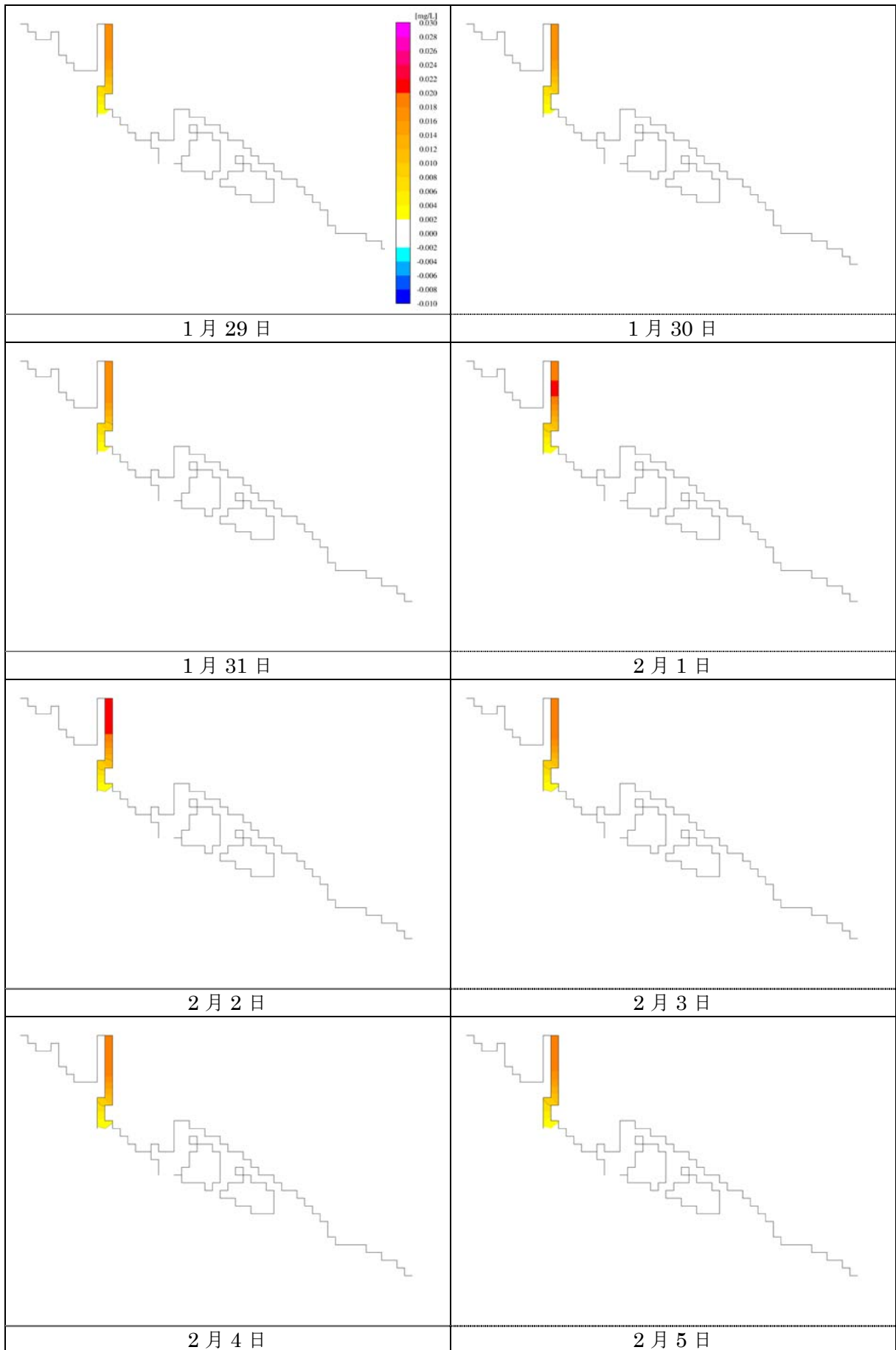


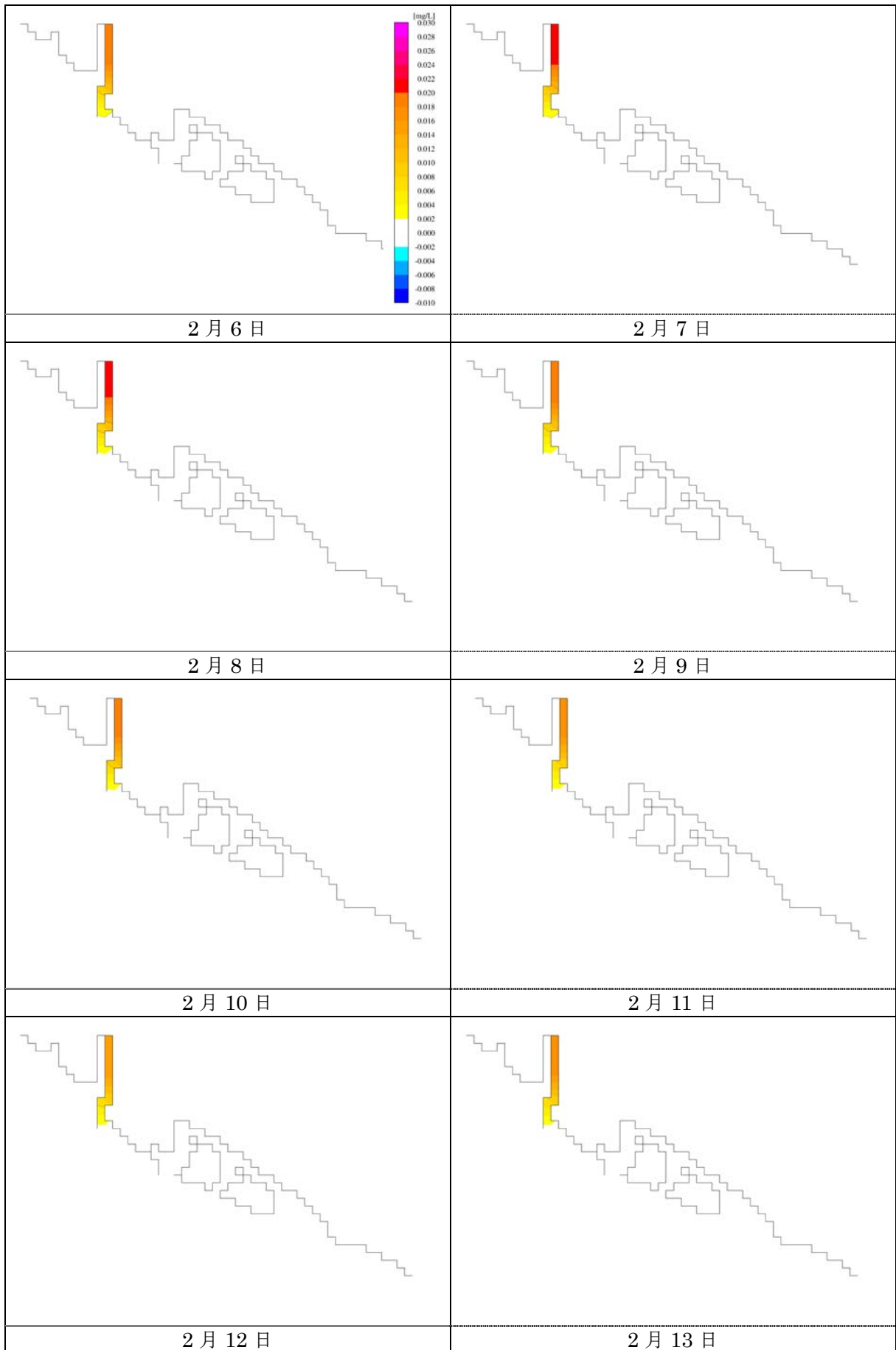
図 7 通常運転時と窒素排出量増加運転時の差値の分布 (アンモニア性窒素)

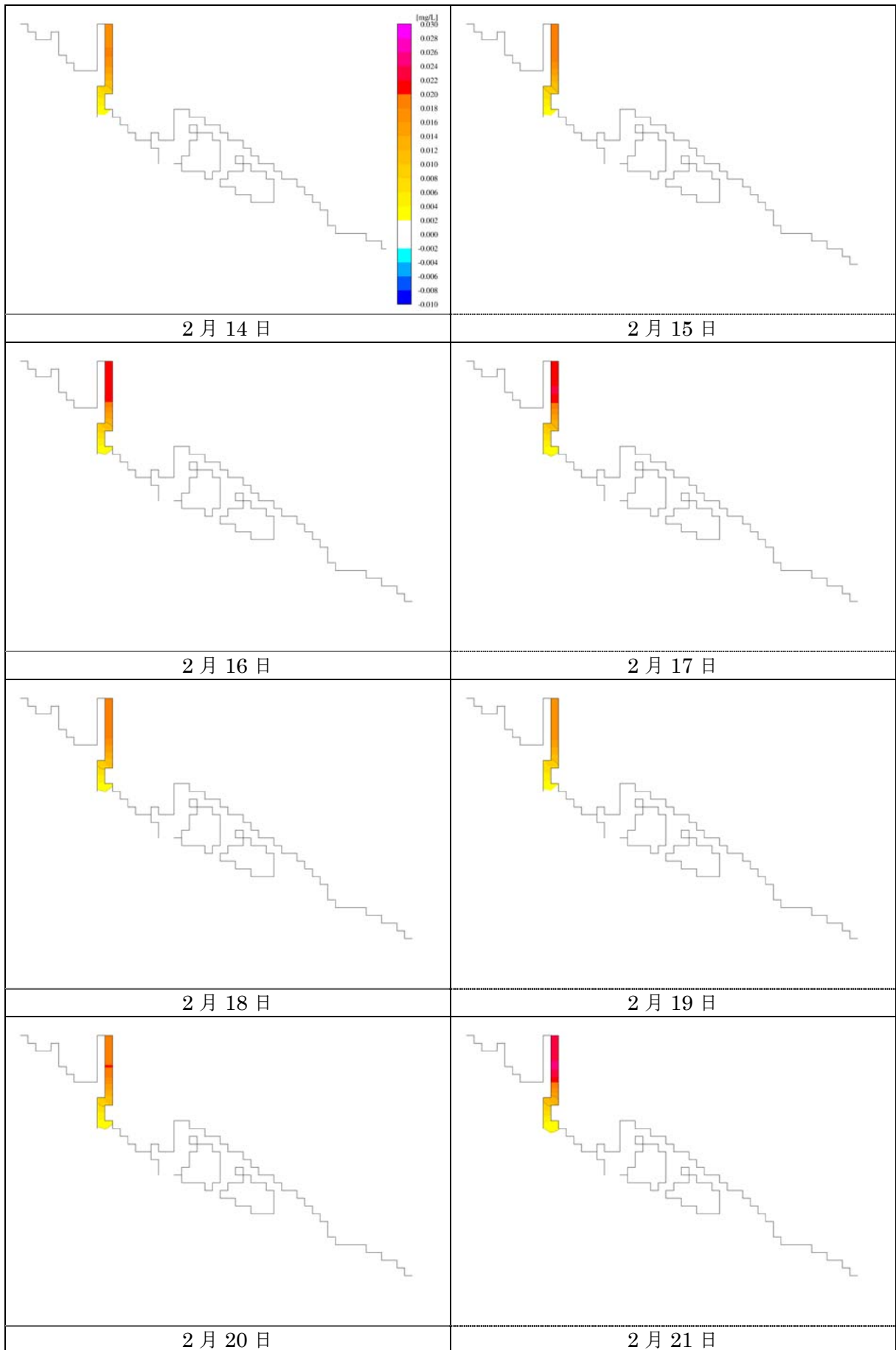














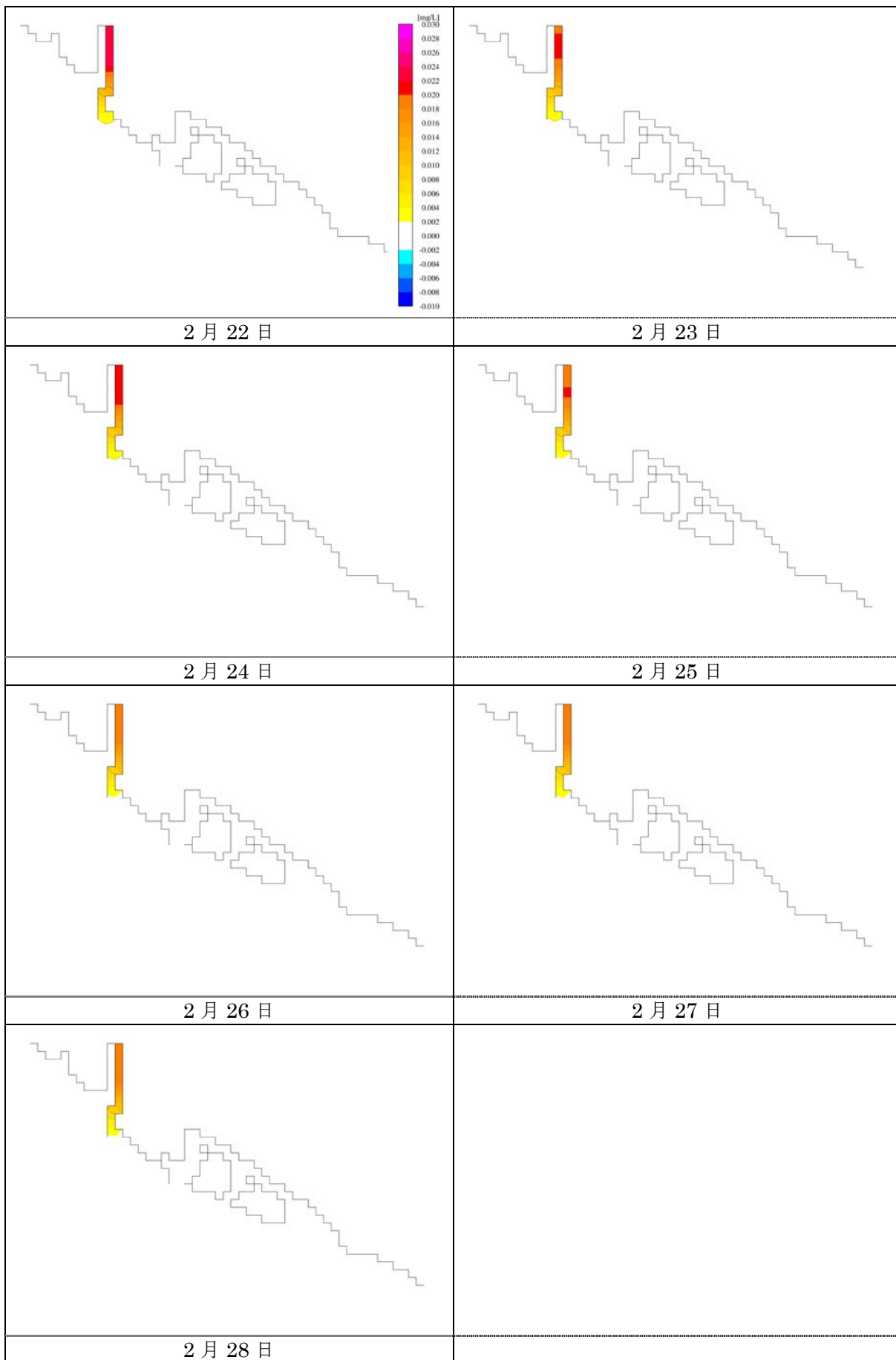


図 6 の特徴は次のとおりである。

- ・ 全窒素は、全域的に概ね 0.3mg/L 程度であるが、加古川の流入位置付近では 0.6mg/L 程度、泊川河口沖水路では 0.4mg/L 程度になっている。窒素増加運転ケースでは現況ケースに比べて、0.05mg/L 程度泊川河口沖水路内で増加しているが、窒素増加運転の影響が認められる範囲は狭かった。
- ・ アンモニア性窒素は、全域的に 0.06~0.1mg/L 程度であるが、加古川の流入位置付近では 0.2mg/L 程度になっている。窒素増加運転ケースでは現況ケースに比べて、0.02mg/L 程度泊川河口沖水路内で増加しているが、窒素増加運転の影響が認められる範囲は狭かった。

図 7 の特徴は次のとおりである。

- ・ アンモニア性窒素について、現況ケースに比べて窒素増加運転ケースの濃度は 0.02mg/L 程度高くなるが、有意な差がみられるのは泊川河口沖水路の中に留まった。
- ・ 泊川河口沖水路内のアンモニア性窒素濃度は加古川下流浄化センターからの流量・負荷量と関係していると考えられた。一方で潮回り（小潮、中潮、大潮）との関係は明確にみられなかった。