



潤いある未来へ

令和6年度技術研修会 R6.11.25

河口域における赤潮発生現象の解明と 河道対策の効果分析

【令和3年度第76回年次学術講演会 発表資料】

(株) 日水コン 横寺 宏



目次

1. はじめに(対象河川:大野川の概要)
2. 大野川河口域の赤潮発生メカニズム
3. 河口域水質予測モデルの構築
4. 河道安定化対策の影響分析(シミュレーション検証)
5. まとめ

1. はじめに（対象河川の紹介）

1.1. 大野川河口域における赤潮発生経緯

- ◆大野川河口部（大分県）では、平成8年2月に川添橋周辺（河口から7km付近）で褐色に染まる赤潮が確認されたことを始まりに、近年は毎年4～5月を中心に赤潮が発生している。

【一級河川・大野川】



平常時

【鶴崎橋下流】

H31. 4. 3 10時頃

赤潮発生時

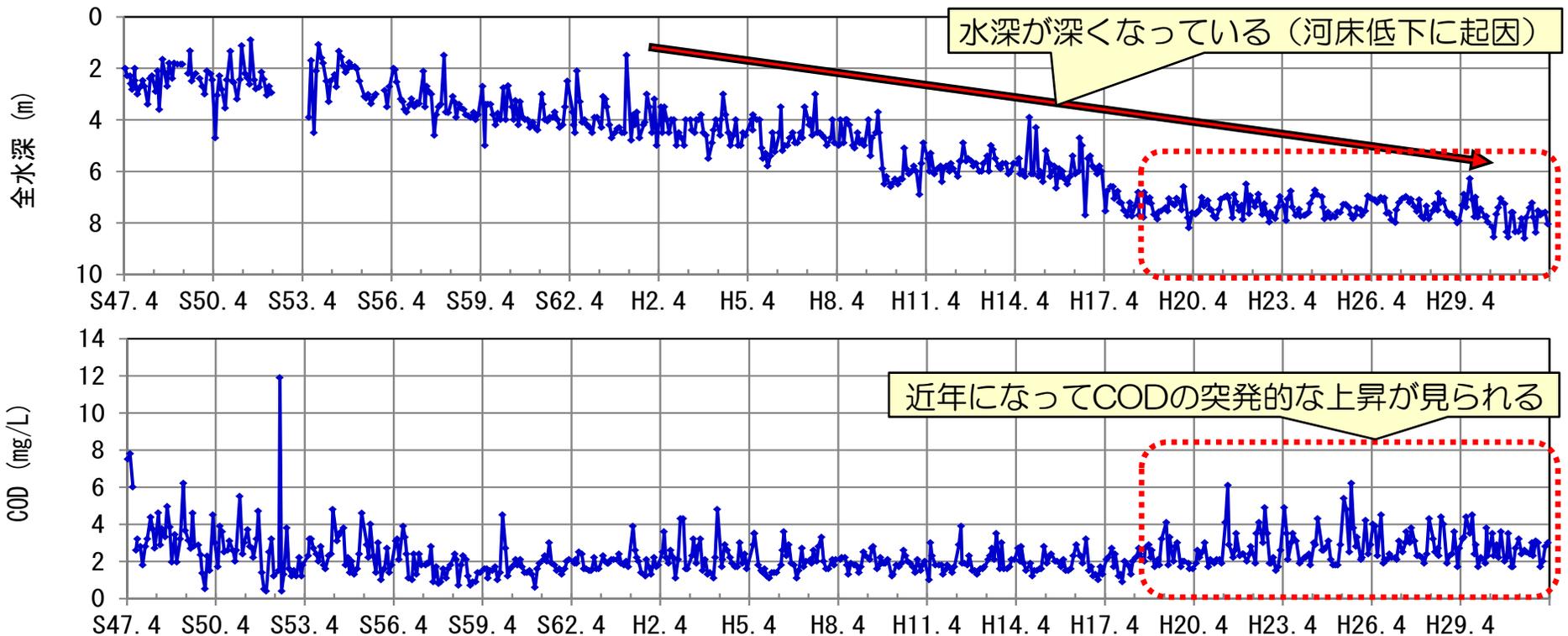
H31. 4. 3 14時頃

1. はじめに

1.2. 大野川河口域の河床低下と水質の関係

- ◆大野川下流では河床低下が進行し、横断方向には侵食と堆積の「二極化」が進んでいる。
- ◆河床低下と連動して、平成18年度頃から冬～春にかけてCODが上昇傾向にある。

鶴崎橋（河口から3k付近）の水深、CODの経月変化



目次

1. はじめに(対象河川:大野川の概要)
2. **大野川河口域の赤潮発生メカニズム**
3. 河口域水質予測モデルの構築
4. 河道安定化対策の影響分析(シミュレーション検証)
5. まとめ

2. 大野川河口域の赤潮発生メカニズム

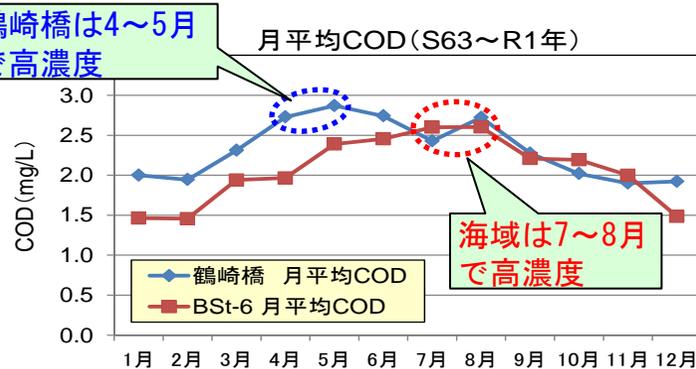
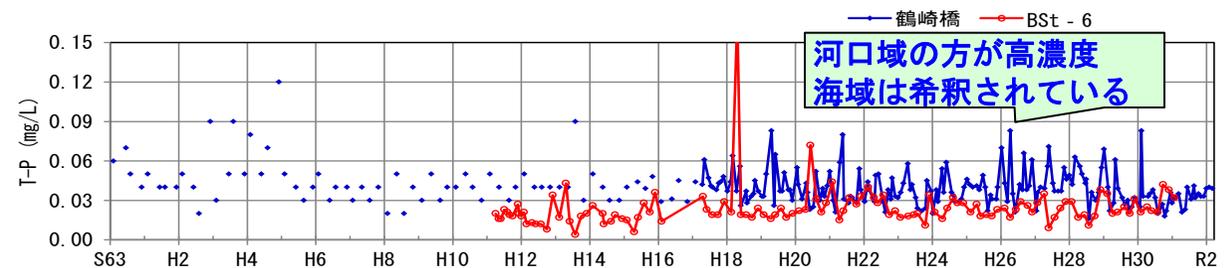
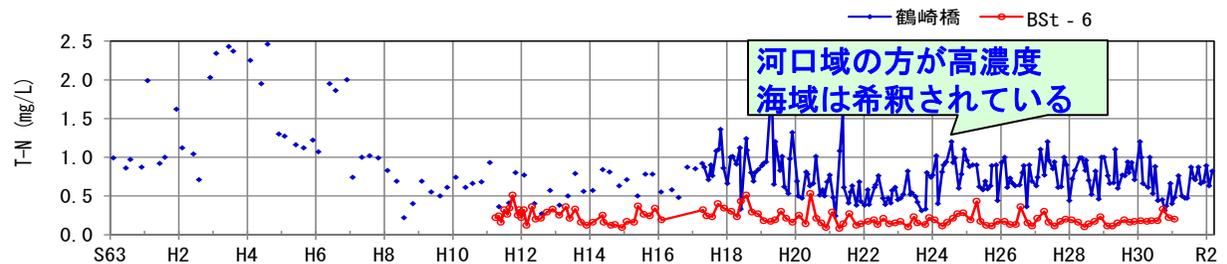
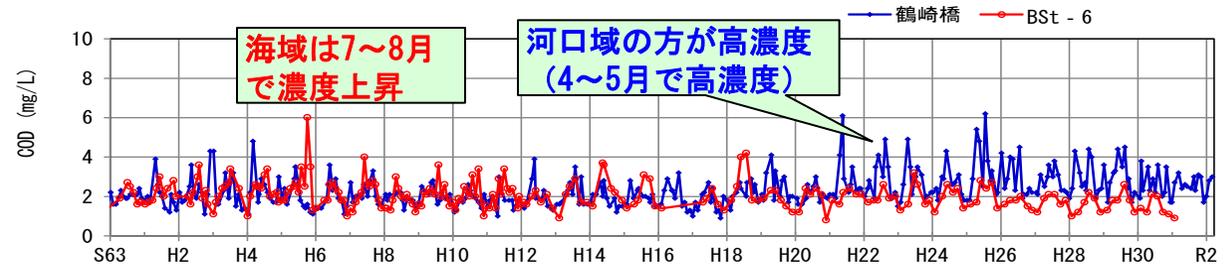
2.1. 別府湾水質と河口域水質の関係

- ◆大野川河口の鶴崎橋は平成20年度以降でCODが上昇傾向にあるが、海域のBSt-6地点では改善傾向にある。また、鶴崎橋では4月～5月で高濃度となるが、BSt-6地点では7～8月で高くなっており、水質が悪化する時期が異なる。
- ◆これらのことから、海域の赤潮が河口へ遡上したことが原因ではなく、大野川で赤潮が発生したことが原因と考えられる。

【別府湾水質測定地点】



【鶴崎橋とBSt-6地点の水質比較】

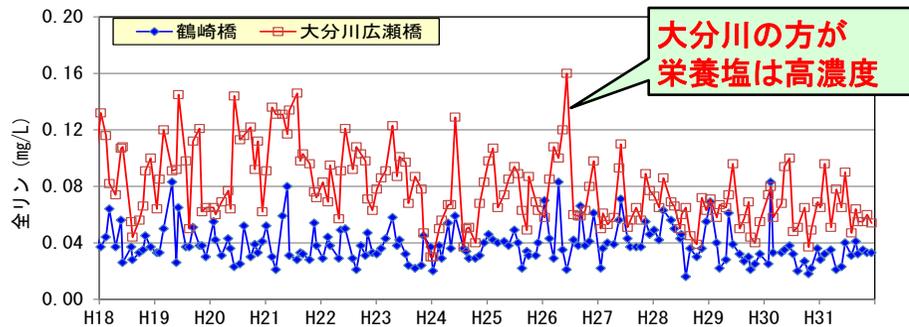


2. 大野川河口域の赤潮発生メカニズム

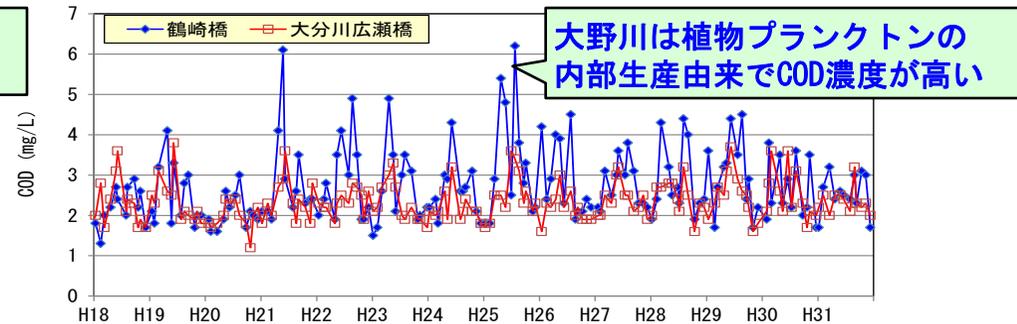
2.2. 大野川と隣接河川(大分川)の比較

- ◆大野川に隣接している大分川河口域では赤潮が発生していない。大分川の方が大野川よりも栄養濃度は高いものの、**大分川は河床標高が高く水深が浅いため、滞留環境が形成されない地形**となっている。
- ◆大野川は河床標高が低くて水深が深い(5~10m程度)ため、河口域での滞留時間が長く、**ダム湖のように植物プランクトンが増殖しやすい環境条件**にあると言える。

【大野川と大分川のT-P濃度経月変化】

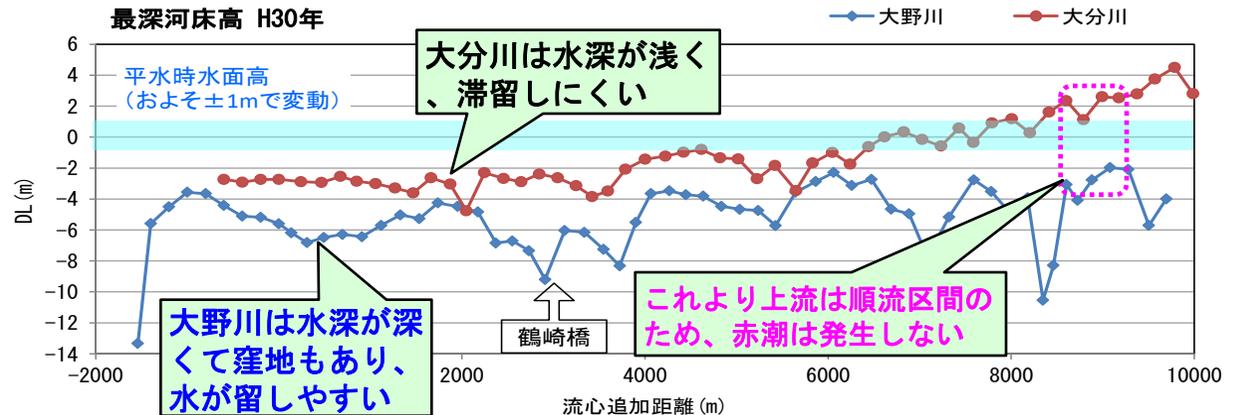


【大野川と大分川のCOD経月変化】



【大野川・大分川河口域 最深河床高の比較(H30年)】

最深河床高 H30年



2. 大野川河口域の赤潮発生メカニズム

2.3. 大野川河口域の現地調査実施

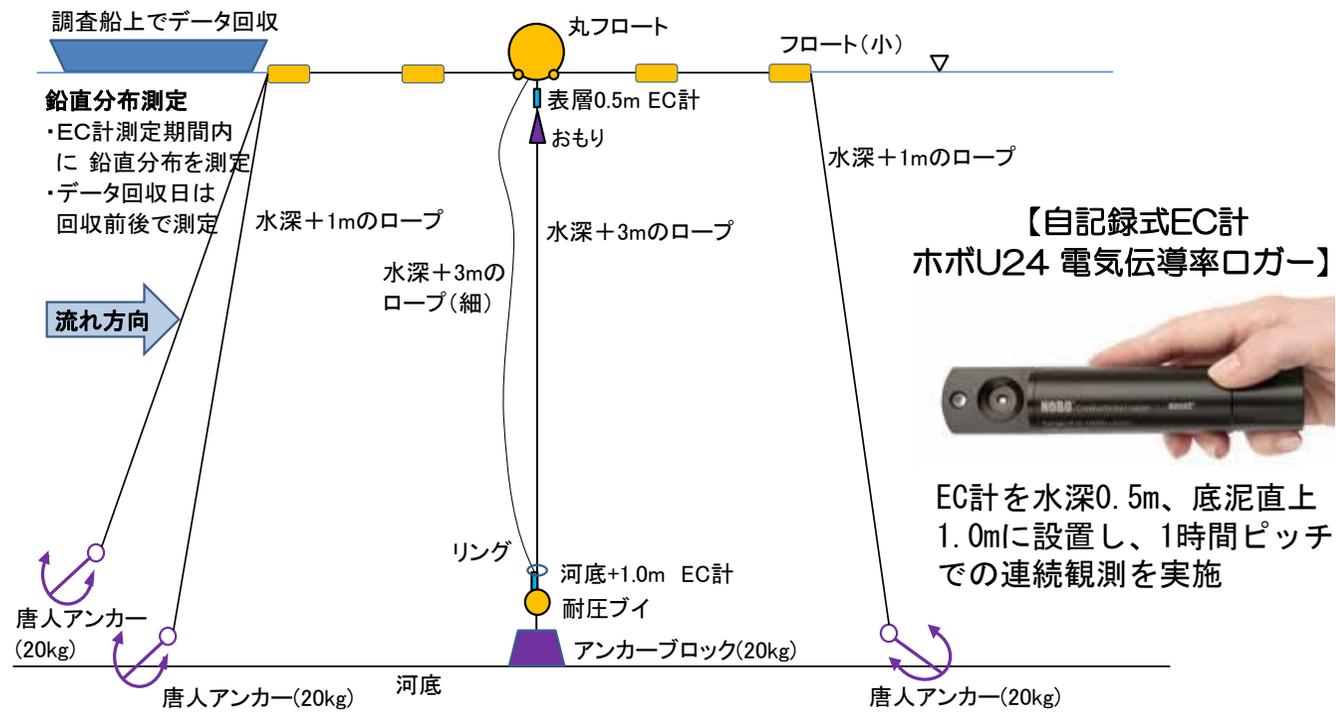
◆大野川河口域の赤潮消長のメカニズムを把握するための調査を令和2年3月25日～5月27日で実施した。

◆河口域の塩水くさびの状況を把握するため、EC計による塩分連続観測、鉛直方向の機器測定、採水分析、植物プランクトン定量分析などを実施した。

【水質調査実施地点】



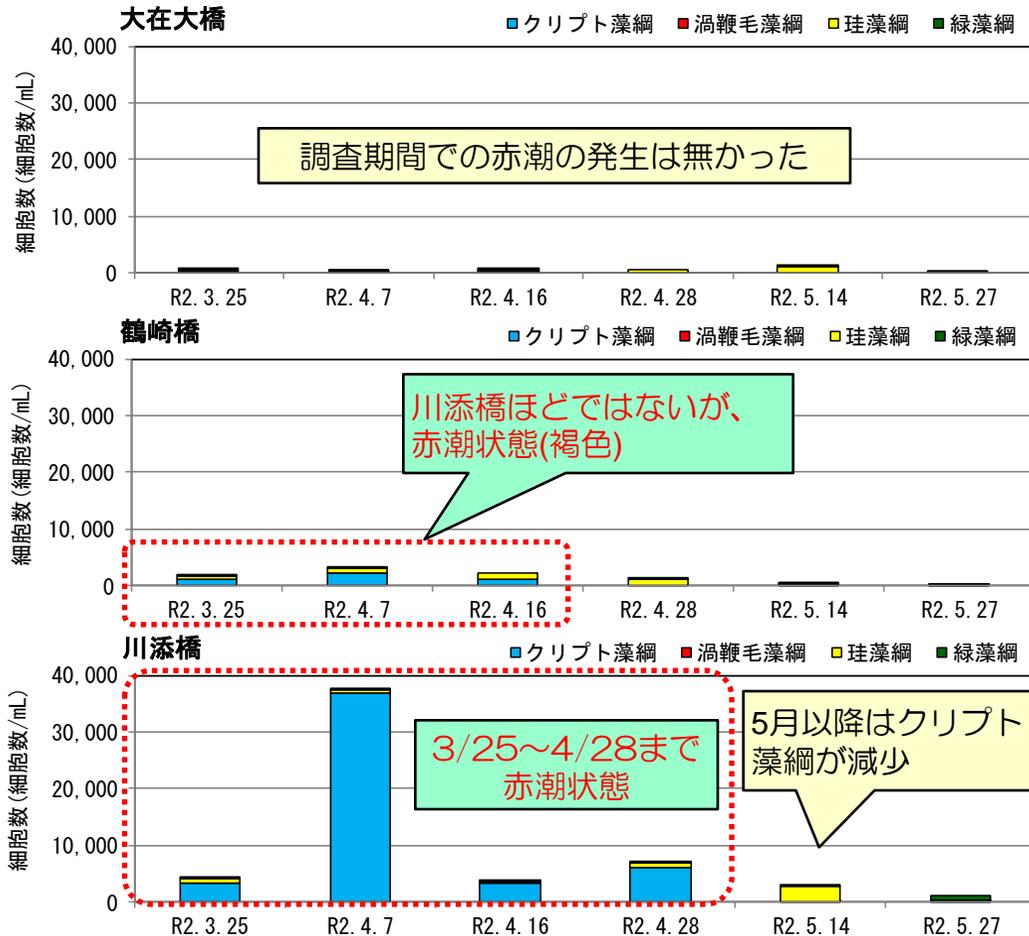
【自記録式測定機器による現地調査】



2. 大野川河口域の赤潮発生メカニズム

2.4. 赤潮の原因種及び発生源の特定

【河口域の植物プランクトン種属毎細胞数（R2年の調査）】



◆ 赤潮原因種はクリプト藻綱クリプトモナス

【クリプトモナス】



- 単細胞藻類で淡水及び海水に広く分布する。
- 2本の鞭毛を持ち、遊泳性がある。

- ・ 魚類、貝類への影響は報告なし。
- ・ 毒性はなし。

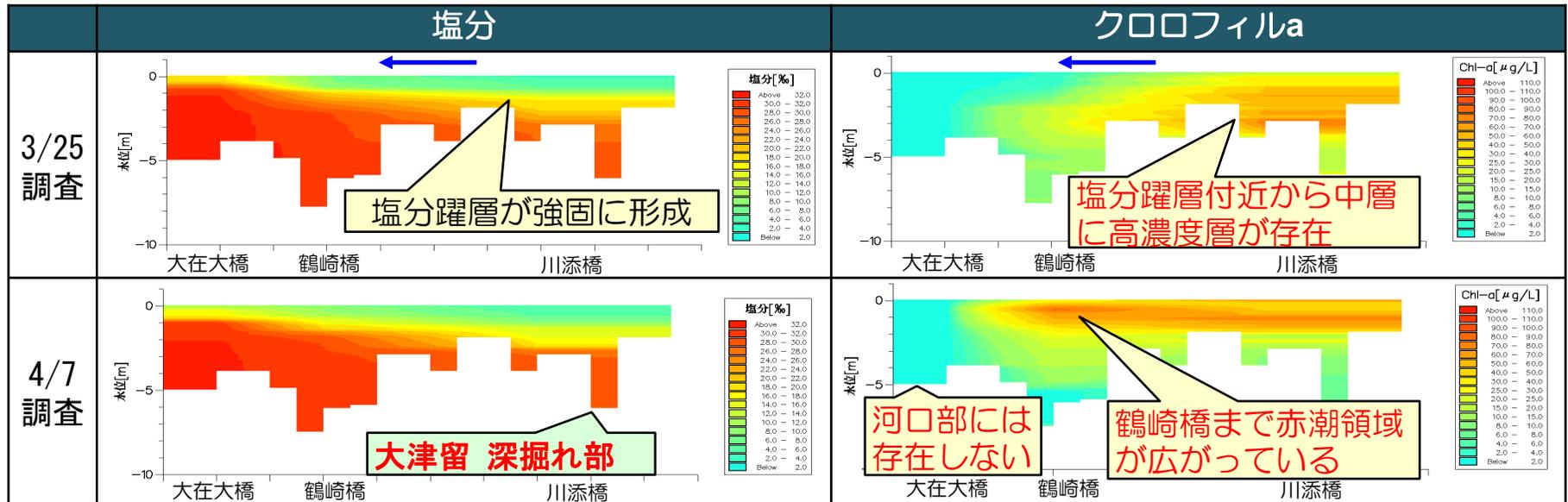
◆ 川添橋より上流側が赤潮の発生源と推察される。

2. 大野川河口域の赤潮発生メカニズム

2.5. 塩水遡上とクロロフィルa分布の関係

- ◆ 塩水遡上は**大津留付近**(河口から9km程度)までの範囲で生じている。
- ◆ クロロフィルa濃度は、**塩水くさびの境界層**で高濃度となる傾向が認められる。
- ◆ 特に**川添橋付近**を中心として高濃度となり、鶴崎橋まで広がっている。

【塩分及びクロロフィルaの縦断分布(現地測定結果)】



大野川では河道安定化対策として、大津留付近の深掘れ部の埋戻し等が予定されている
⇒シミュレーション解析で、埋め戻しによる赤潮発生への影響検討を実施した

目次

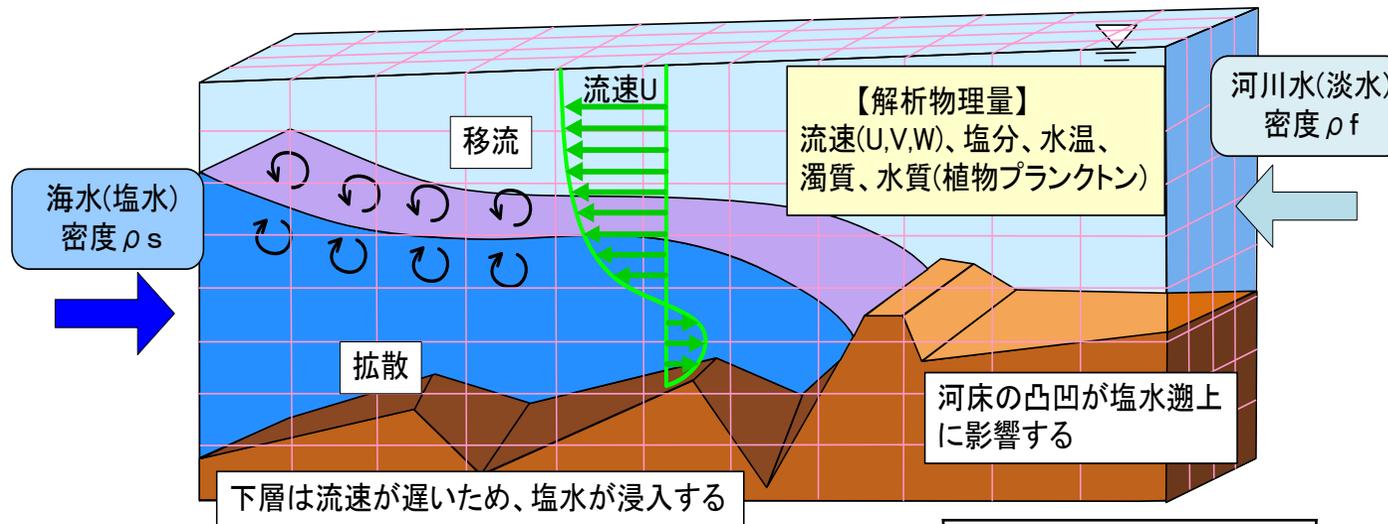
1. はじめに(対象河川:大野川の概要)
2. 大野川河口域の赤潮発生メカニズム
- 3. 河口域水質予測モデルの構築**
4. 河道安定化対策の影響分析(シミュレーション検証)
5. まとめ

3. 河口域水質予測モデルの構築

3.1. 水質予測モデルの構築

- ◆ **大野川河口域 (-1k/540~9k/400)** を計算対象に設定。
- ◆ 横断方向の二極化、縦断方向の窪み、塩水くさびの影響を再現するため、X, Y, Z方向にメッシュを分割した平面2次元多層モデルを適用した。
- ◆ また、赤潮原因種の消長を表現するため、生態系モデルを組み込んだ。

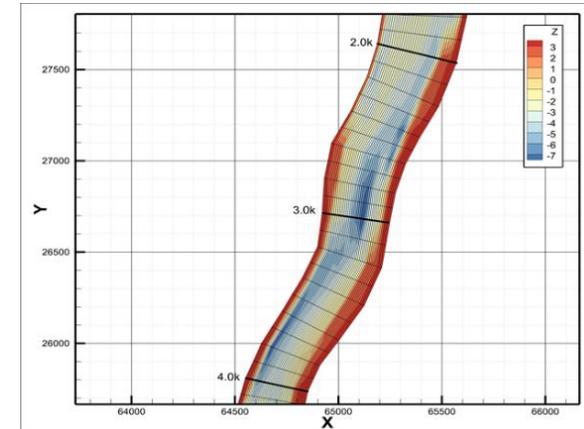
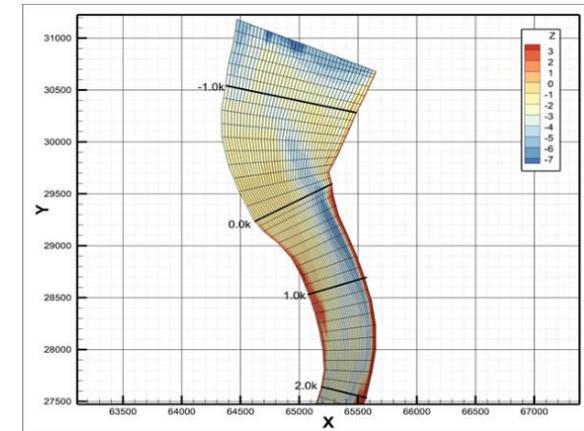
【平面2次元多層モデルのイメージ図】



メッシュ分割サイズ

縦断方向：100m
横断方向：2~32m
鉛直方向：0.3mピッチ

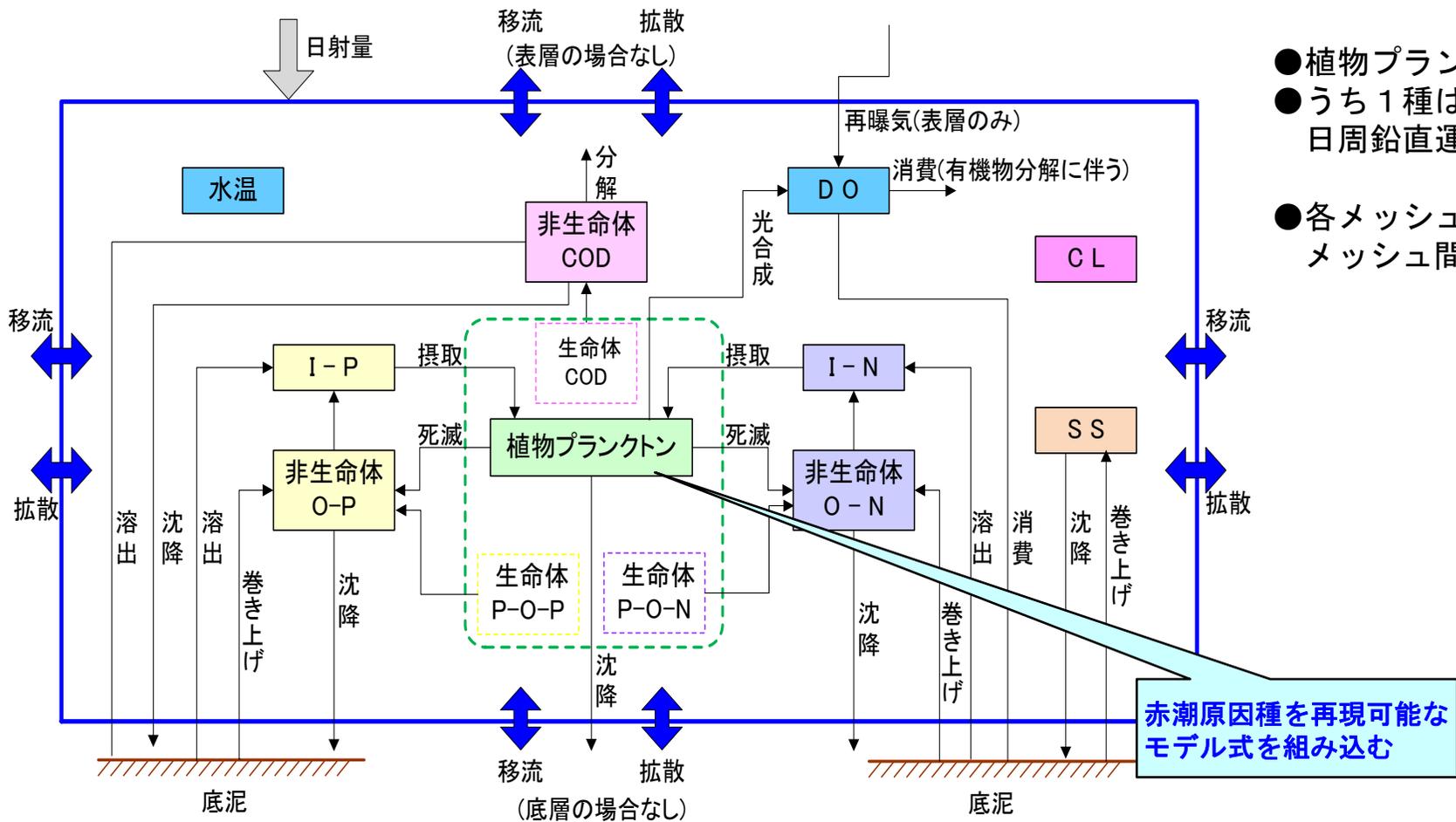
【大野川河口域メッシュ分割
平面図 (-1.5~4k)】



3. 河口域水質予測モデルの構築

3.1. 水質予測モデルの構築

【生態系モデルの概要】



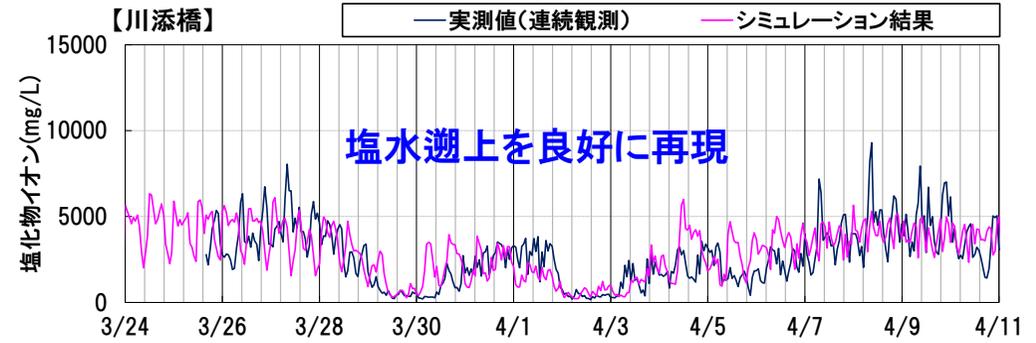
- 植物プランクトン4種で設定
- うち1種は、塩分制限式、日周鉛直運動で赤潮藻類を表現
- 各メッシュで水質が計算され、メッシュ間を移流、拡散する

赤潮原因種を再現可能なモデル式を組み込む

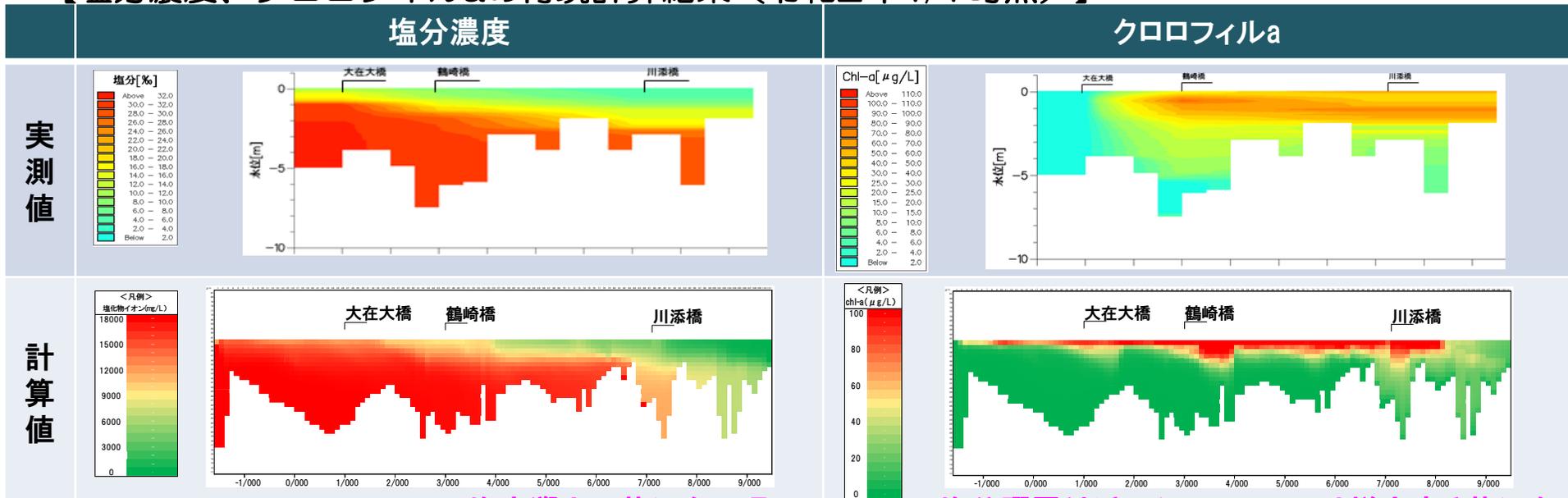
3. 河口域水質予測モデルの構築

3.2. 現況再現計算（令和2年3~4月データ）

- ◆大野川河口域の水質現象を再現可能なモデルパラメータを、試行計算により設定した。
- ◆流況（水位）、塩分遡上の状況、クロロフィルaについて良好に再現している。



【塩分濃度、クロロフィルaの再現計算結果（令和2年4/7時点）】



塩水遡上の状況を再現

塩分躍層付近でクロロフィルaは増大する状況を再現

※観測値は塩分濃度（‰）で測定、計算値は塩化物イオン濃度（mg/L）で出力

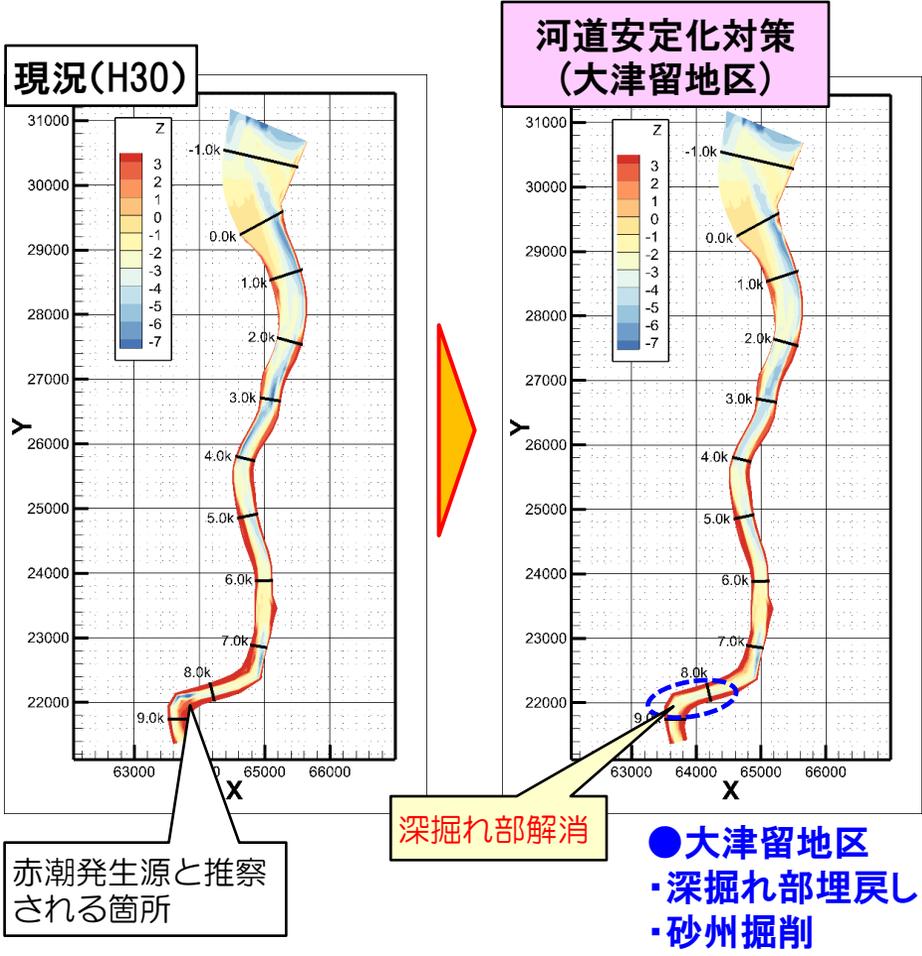
目次

1. はじめに(対象河川:大野川の概要)
2. 大野川河口域の赤潮発生メカニズム
3. 河口域水質予測モデルの構築
4. 河道安定化対策の影響分析(シミュレーション検証)
5. まとめ

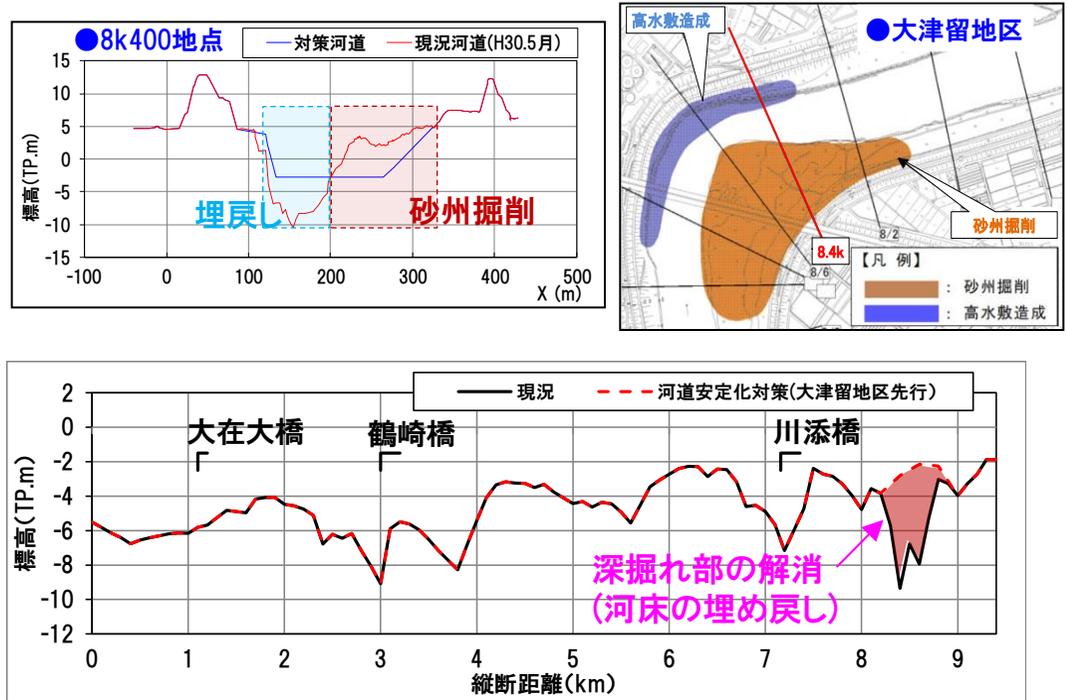
4. 河道安定化対策の影響分析（シミュレーション検証）

4.1. 河道安定化対策の概要

【検討ケースの河道形状設定（地盤高）】



【河道安定化対策前後の河道形状】



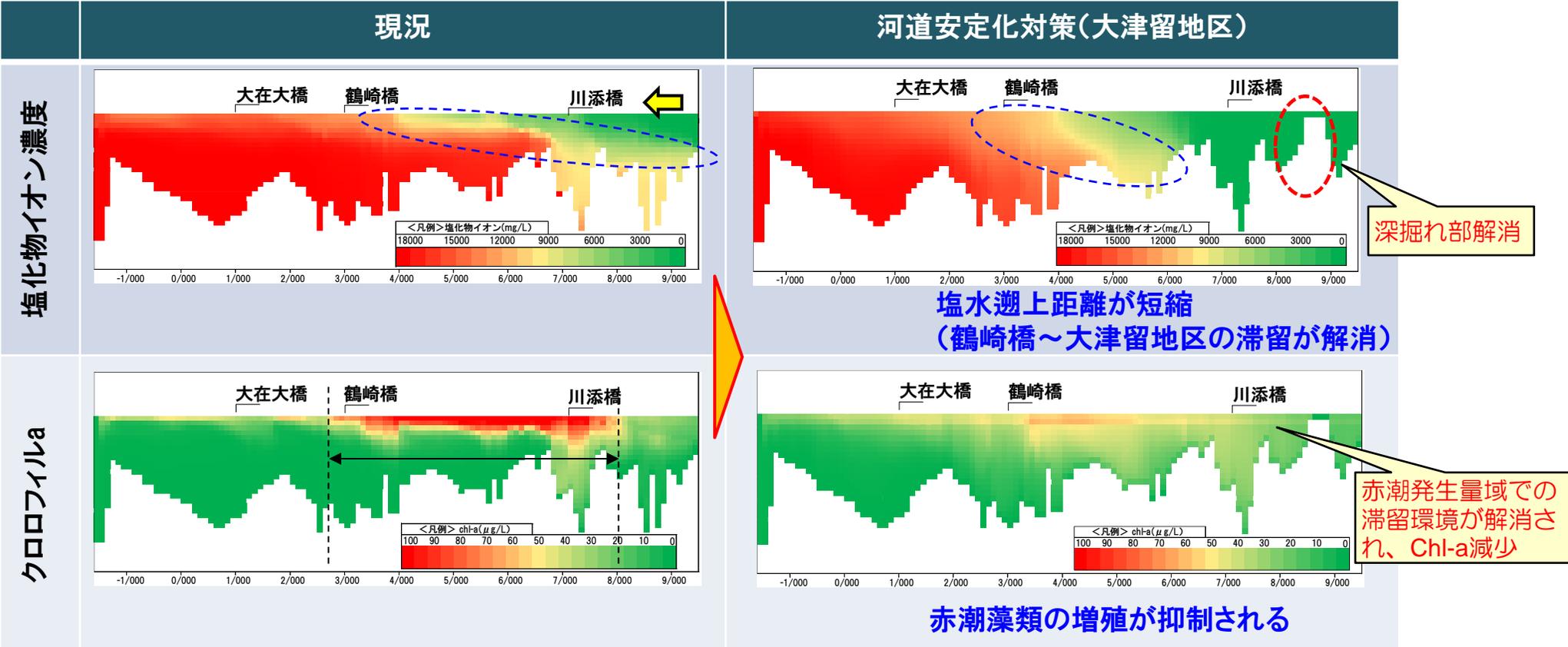
- 大津留地区での河道安定化対策を実施することで、感潮域の回転率向上等に伴い水質改善効果が期待できる。
- 構築した水質予測モデルを用いて、河道安定化対策を実施した場合の水質に与える効果について検証を行った。

4. 河道安定化対策の影響分析（シミュレーション検証）

4.2. 河道安定化対策の影響分析

◆河道安定化対策により、川添橋～大津留地区の深掘れ部が解消し、流下方向の流れが卓越することにより塩水遡上距離が短くなり、赤潮発生量域でのクロロフィルa濃度が小さくなる結果が得られている。

【河道安定化対策による水質縦断分布の変化】

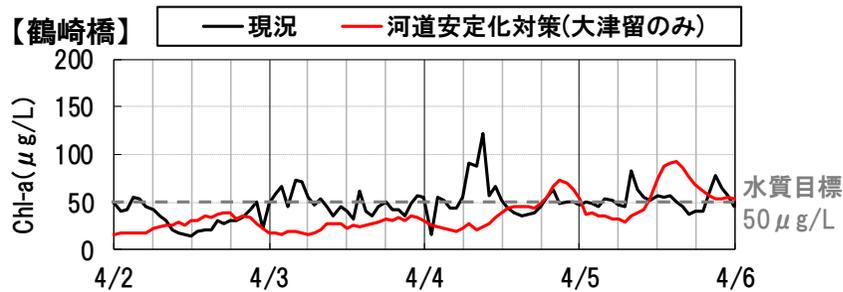


4. 河道安定化対策の影響分析（シミュレーション検証）

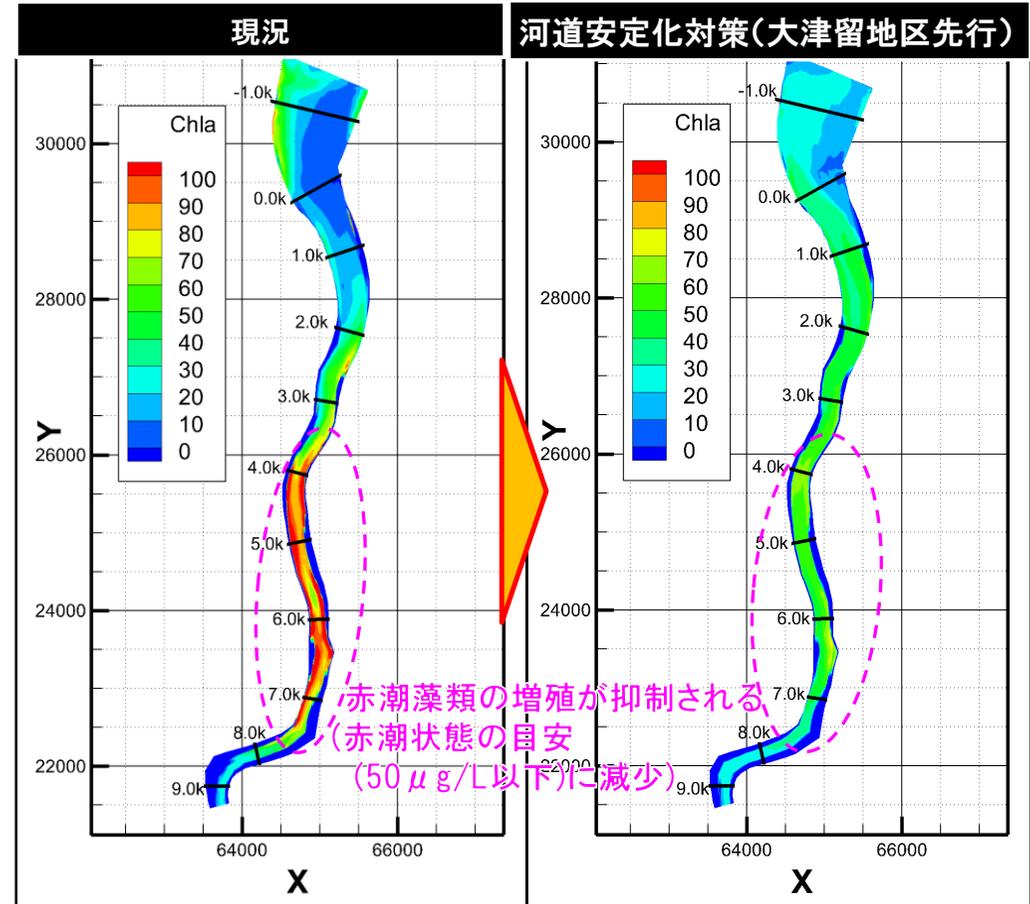
4.2. 河道安定化対策の影響分析

【クロロフィルaの平面分布の計算結果】

【河道安定化対策でのクロロフィルa予測結果】



一部期間を除き、赤潮増殖が抑制される



●川添橋付近まで塩水くさびが遡上しにくくなることから、赤潮の増殖領域であった川添橋～大津留地区で赤潮原因の藻類が増殖しにくくなり、大野川河口域全体で赤潮の発生量低減が期待できる。

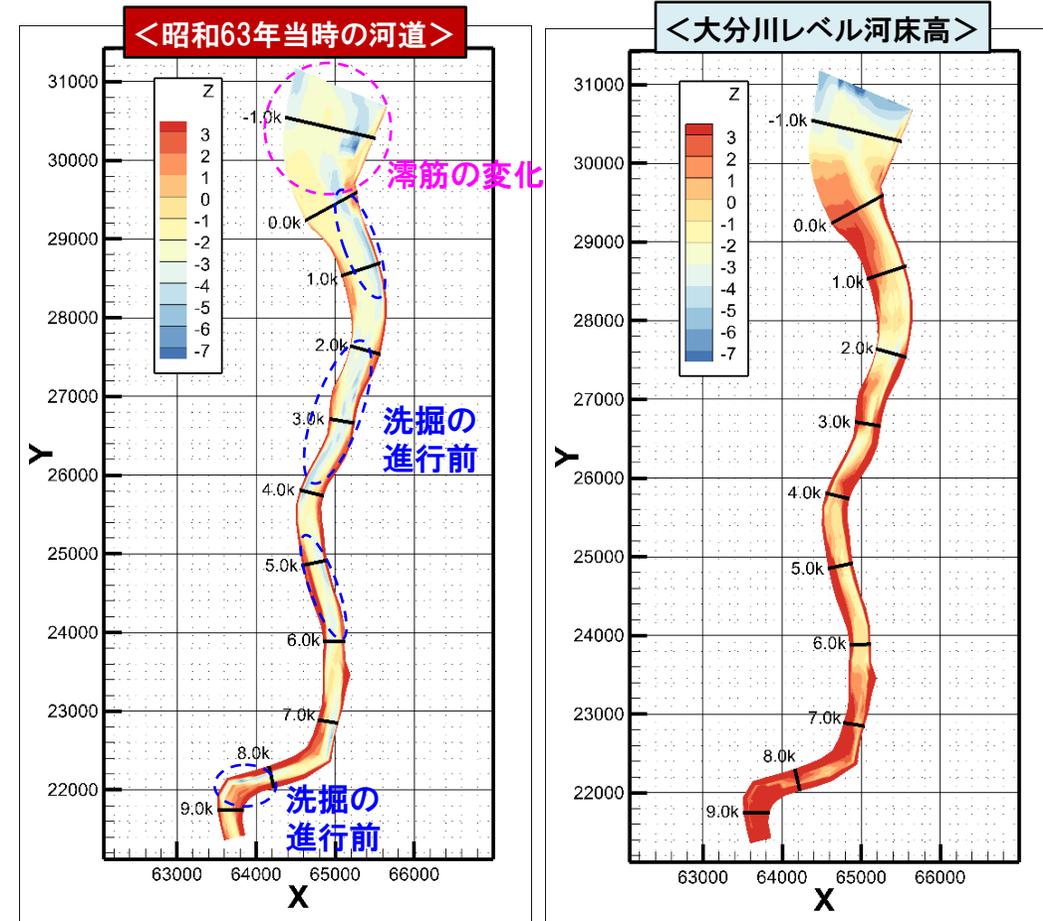
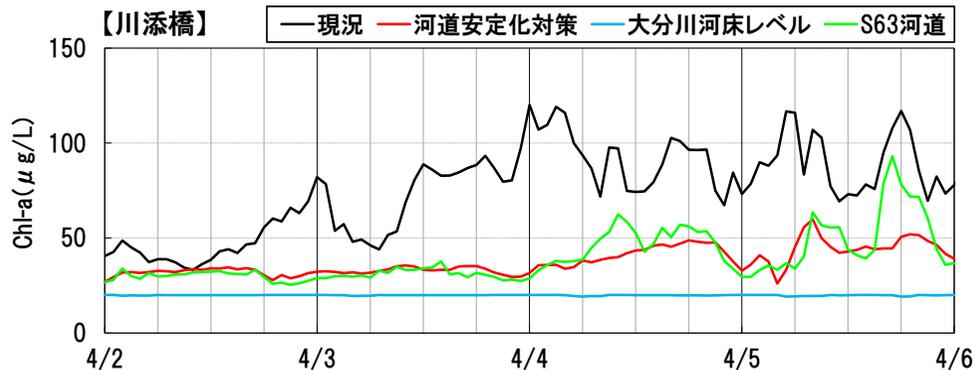
大津留地区の河道安定化対策は、**治水面・環境面の双方に効果が期待される。**

4. 河道安定化対策の影響分析（シミュレーション検証）

4.3. 仮想条件での感度解析 【過去の河床条件、大分川と同等の河床高での検討】

- ◆大分川レベルの河床高においては、赤潮増殖は生じない結果となっている。
 - ◆S63年当時の河床高の場合、川添橋での増殖が抑えられており、赤潮が発生しにくい状況であったと推察される。
- 河床の深掘れが少なかった当時の河道に戻すことで、赤潮発生が軽減

【各検討ケースでのクロロフィルa予測結果】



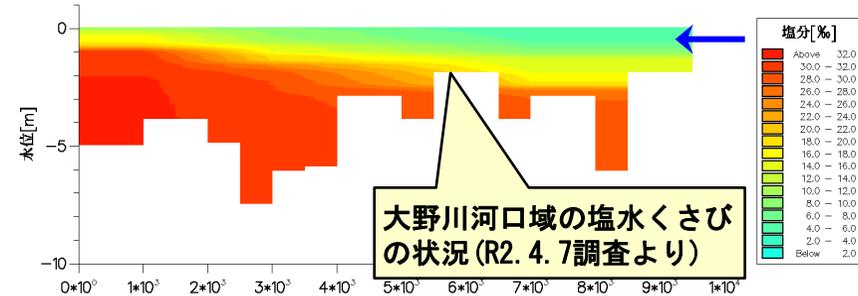
目次

1. はじめに(対象河川:大野川の概要)
2. 大野川河口域の赤潮発生メカニズム
3. 河口域水質予測モデルの構築
4. 河道安定化対策の影響分析(シミュレーション検証)
5. まとめ

5. まとめ

1. 現地調査により河口域の塩水くさび、植物プランクトンの状況を把握

- 本業務開始前までは、大野川河口域における赤潮発生要因(発生源など)が掴めていない状況であった。
- **このため、河口域において塩水の鉛直分布等を確認するための現地調査を実施し、塩水くさびが川添橋まで遡上していること、大津留地区付近が赤潮の発生域であることを突き止めた。**



2. 大野川で赤潮が発生している要因を、別府湾、近接河川も絡めて検討

- 赤潮が発生していない**大分川の水質や地形、並びに別府湾水質を踏まえて検討し、大野川河口域の水深が深く、滞留環境を形成していることが大野川での赤潮発生要因であることを確認した。**

3. 赤潮が発生しないレベルの地形条件でのシミュレーション解析により、対策効果を検証

- 大分川の河床高レベルでは赤潮が発生しなくなっており、昭和63年の地形条件では赤潮発生箇所での増殖が抑制されており、大津留付近の河床埋め戻しは河口域の水環境改善にも寄与することが分かった。

ご清聴ありがとうございました。