

令和 3 年度  
北海道赤潮対策緊急支援事業

赤潮の発生メカニズムの解明等による発生予察手法  
の開発及び新たな赤潮原因プランクトンの水産生物  
に対する毒性の影響等の調査  
事業成果報告書

令和 5 年 3 月

北海道太平洋赤潮共同研究機関

赤潮の発生メカニズムの解明等による発生予察手法の開発  
及び新たな赤潮原因プランクトンの水産生物に対する毒性の影響等の調査  
目次

I. 研究開発の概要

- 1. 研究開発の目的・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
- 2. 研究開発課題と実施体制・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 1
- 3. 研究開発課題の内容・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 2

II. 研究開発結果

- (1) 赤潮の発生メカニズムの解明等による発生予察手法の開発・・・・・・ 4
  - ア. 赤潮発生に影響する海洋物理条件の解析・・・・・・・・・・・・ 4
  - イ. 海洋環境情報の収集解析・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 10
  - ウ. 赤潮発生メカニズムの推定とシナリオ検討による予察手法の検討・・・・ 27
- (2) 新たな赤潮原因プランクトンの水産生物に対する毒性の影響等の調査・39
  - ア. 北海道太平洋沿岸に発生した赤潮原因プランクトンの種同定と  
生理生態特性の解明・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 39
  - イ. 有用水産生物に対する有害性の解明・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・ 57
  - ウ. 漁業被害軽減に向けた赤潮注意・警戒基準の検討・・・・・・・・・・・・ 71

# Ⅰ．研究開発の概要

## 1. 研究開発の目的

令和3年9月に北海道東部太平洋で発生した赤潮は、根室、釧路、十勝、そして日高に至るまでの幅広い海域において、サケ類やウニ類など有用水産生物の大規模なへい死を引き起こした。同年11月時点での漁業被害総額は80億円を超え、地域を担う沿岸漁業に壊滅的な打撃をもたらしている。このような開放海域における甚大な赤潮被害の発生は我が国で例がなく、早急に有害な原因プランクトンの実態を把握し、漁業被害を軽減する対策を構築する必要がある。

先行的な観測調査によって北海道東部太平洋で発生した赤潮は、カレニア属を中心とする複数種の渦鞭毛藻によるものであることがわかった。中でも主体であるカレニア・セリフォルミスは国外でも甚大な被害を起こしたことが報告されている。しかし、本種の日本周辺海域における生物学的特性の知見は乏しく、我が国の沿岸環境下での増殖特性や生物に対する有害性についてはまったく知見がない。さらに、北海道東部太平洋で赤潮が発生した要因の解明が急がれるところであるが、当該海域では大規模な有害赤潮が発生したことは初めてのことであり、原因となった有害プランクトンの流入経路や、それらの性質と当該海域における海洋環境との関連等については、全く不明である。

そこで、本課題では、「赤潮の発生メカニズム解明等による発生予察手法の開発」と「新たな赤潮原因プランクトンの水産生物に対する毒性の影響等の調査」の2つの中課題を設定し、前者では①赤潮発生に影響する海洋物理条件の解析として、発生年と非発生年の海洋環境の違いの検討や逆粒子追跡による赤潮ルーツおよび輸送経路の推定を行い、②海洋環境情報の収集解析として、過去の海洋観測情報等を基礎に重点観測ポイントを選定の上、その観測の有効性を判定しつつ、③赤潮発生メカニズムの推定と赤潮の移入・発生シナリオを構築し、それらに基づいた予察手法の検討を行う。一方、後者では①北海道太平洋沿岸に発生した赤潮原因プランクトンの種組成及び環境DNA解析技術を利用し分布状況を把握する。また、有害原因プランクトンの培養系を構築し、形態的特徴の把握、増殖特性や環境因子に対する応答、休眠期細胞形成の可否など生理生態特性を解明するとともに、迅速かつ簡易な種同定手法を確立する。さらに、②有用水産生物に対する有害性を解明するため、赤潮海水や培養株を活用した曝露試験を行い、毒性やへい死機構を調べるほか、漁場等で生じた生物被害の情報を収集、整理する。これらの取り組みにより得られた情報を分析して、③漁業被害軽減に向けた有害赤潮プランクトンの注意・警戒基準について検討する。

## 2. 研究開発課題と実施体制

本事業課題を効率的に実施するため、地方独立行政法人北海道立総合研究機構（以

下、道総研という。)を代表として構成される「北海道太平洋赤潮共同研究機関(以下、「JV 機関」という。)を結成して事業を実施する。JV 機関の構成員は、北海道立総合研究機構、水産研究・教育機構、北海道の3者である。これらの研究機関が次の研究開発課題について、それぞれ共同して実施する。

#### 研究開発課題と分担

| 研究開発課題                                                                                                                                    | 研究開発の分担                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| <b>(1)赤潮の発生メカニズムの解明等による発生予察手法の開発</b><br>ア. 赤潮発生に影響する海洋物理条件の解析<br>イ. 海洋環境情報の収集解析<br>ウ. 赤潮発生メカニズムの推定とシナリオ検討による予察手法の検討                       | 水産研究・教育機構、北海道立総合研究機構<br>北海道立総合研究機構、水産研究・教育機構<br>北海道立総合研究機構、水産研究・教育機構、北海道     |
| <b>(2)新たな赤潮原因プランクトンの水産生物に対する毒性の影響等の調査</b><br>ア. 北海道太平洋沿岸に発生した赤潮原因プランクトンの種同定と生理生態特性の解明<br>イ. 有用水産生物に対する有害性の解明<br>ウ. 漁業被害軽減に向けた赤潮注意・警戒基準の検討 | 水産研究・教育機構、北海道立総合研究機構<br>水産研究・教育機構、北海道立総合研究機構、北海道<br>北海道立総合研究機構、水産研究・教育機構、北海道 |

### 3. 研究開発課題の内容

本事業においては、次に示す2つの課題構成で事業を実施する。

#### (1) 赤潮の発生メカニズム解明等による発生予察手法の開発

赤潮による漁業被害を未然に防止するためには、効果的で実効性が高いモニタリング体制を構築し、それらを活用して早期に対処することが有効である。そのためには、赤潮原因プランクトンの発生過程や輸送経路を解明すると同時に、北海道太平洋沿岸で赤潮が発生するに至った海洋環境条件を明らかにし、赤潮発生のメカニズムを推察することが重要である。そこで本課題では、まず、2021年夏～秋季の赤潮発生の引き

金となった物理的要因の解明、及び粒子追跡モデルによる赤潮原因プランクトンの道東海域への輸送経路並びに潜在的な赤潮の起源の推定を実施する。平行して、北海道太平洋上で海洋観測を実施して水温、塩分、成層強度、混合層深度、栄養塩濃度、クロロフィル a 量などを調査し、2021 年夏～秋季等、過去の観測結果と比較することで、赤潮の発達・消滅を誘引する海洋条件を抽出する。これらの取り組み、ならびに課題(2)により得られた知見により、北海道太平洋海域における赤潮発生メカニズムを推察し、赤潮発生シナリオを構築する。構築されたシナリオを基盤に、発生予察に有効なモニタリング指標の項目を抽出し、赤潮発生を予察する方策を検討する。

本課題では、JV 機関（北海道立総合研究機構、水産研究・教育機構、北海道）が共同して研究開発を実施する。

## (2) 新たな赤潮原因プランクトンの水産生物に対する毒性の影響等の調査

赤潮による漁業被害の軽減を図るためには、原因となるプランクトンの出現を迅速かつ正確に把握すると同時に、それらの増殖特性や生物への有害性を踏まえて、有効な対策を適切なタイミングで実行することが重要になる。そこで本課題では、まず、2021 年秋季に北海道太平洋沿岸で発生した赤潮の原因となったプランクトンの種組成の解明、モニタリングにおいて検鏡により赤潮原因プランクトンを簡便に種判別するための試料の固定方法や観察方法の検討、及び特別な分析機器を有していなくても遺伝子情報を用いた正確な特定種の検出が可能な LAMP 法の開発を実施する。同時に、赤潮原因プランクトンの培養実験系を構築して水温、塩分、光強度などの環境条件が増殖や生残に与える影響を解析する。さらに、培養株や赤潮海水を用いた曝露実験、及び 2021 年秋季に道東で発生した赤潮により漁場ならびに研究機関等における飼育生物等が受けた被害実態の情報を収集整理することにより、水産生物等に対する有害性を評価する。明らかになった知見を基盤に、各種有用水産生物に対する原因プランクトンの注意・警戒細胞密度や、赤潮モニタリング手法を検討する。これらの取り組みにより得られた技術や情報を活用することで、漁業現場での観測体制や被害軽減対策の構築を目指す。

本課題では、JV 機関（北海道立総合研究機構、水産研究・教育機構、北海道）が共同して研究開発を実施する。