

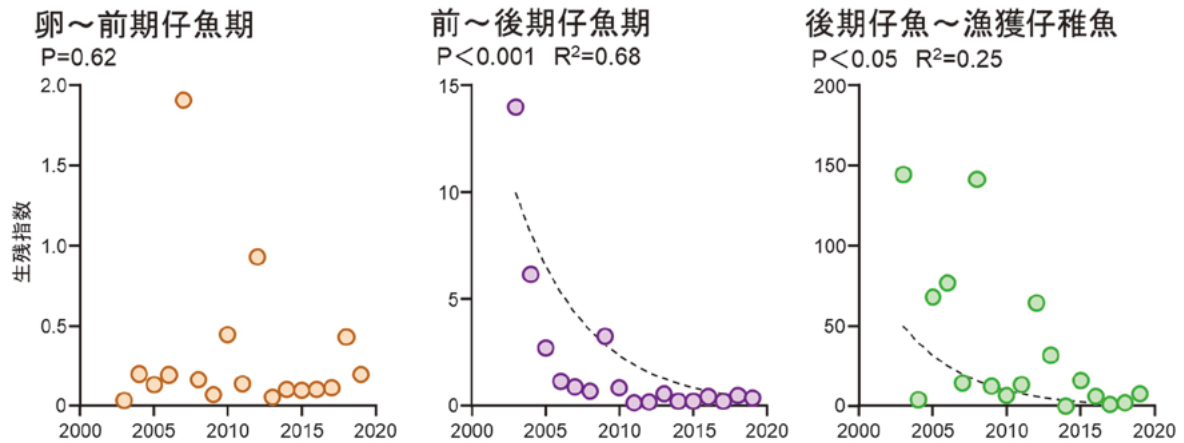


図3. 各発育段階における生残指数の経年変化

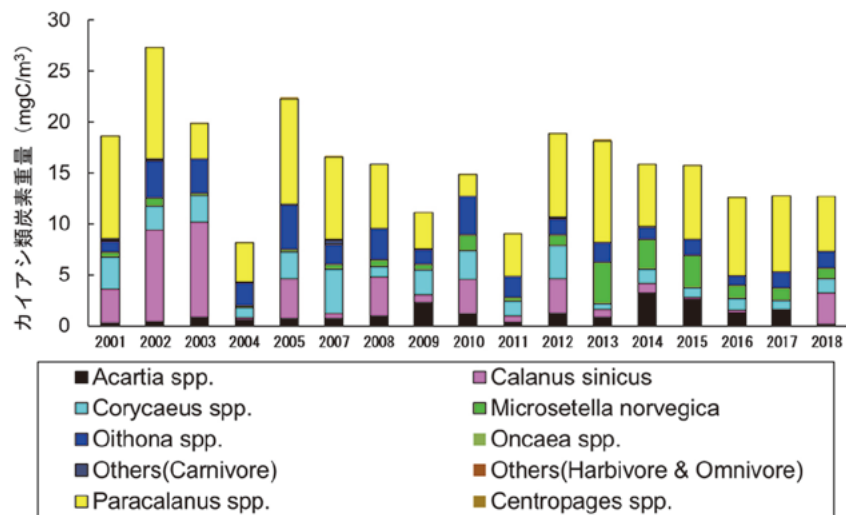


図4. ノルパックネット採取によるカイアシ類種組成と密度の経年変化
2006年: ND

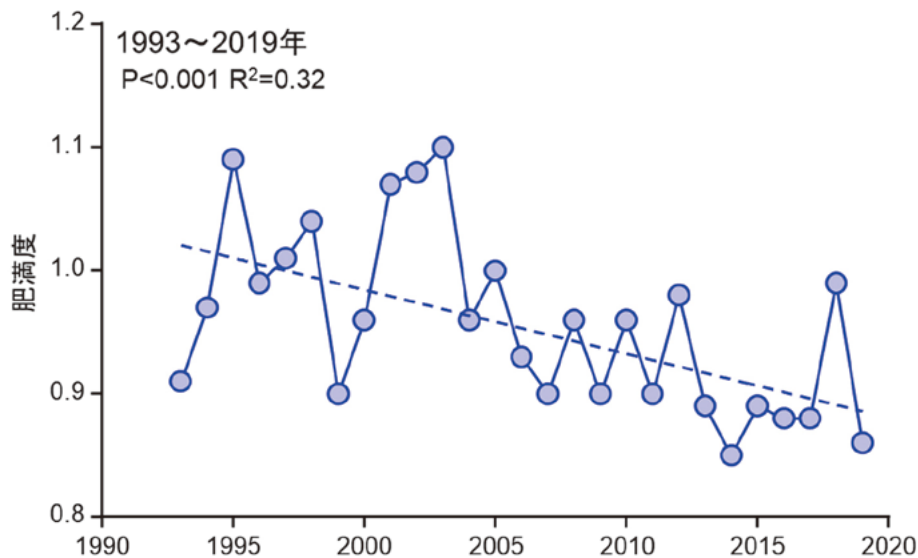


図5. 燧灘カタクチイワシ雌親魚における肥満度の経年変化

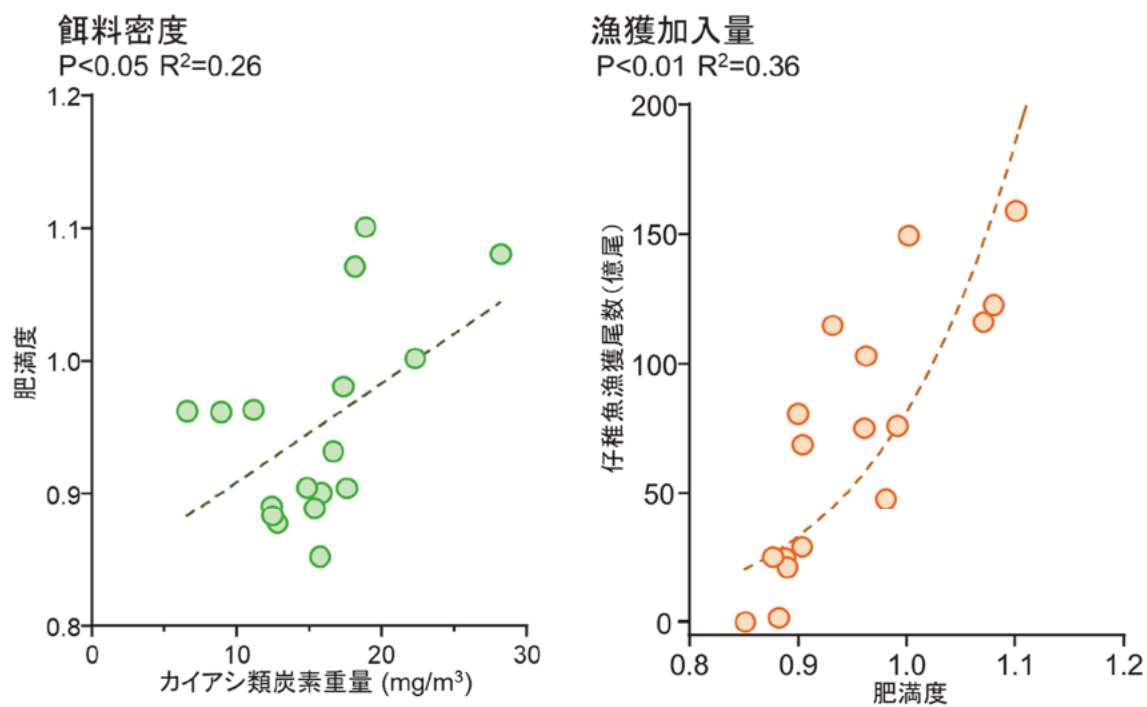


図6. 燧灘カタクチワシ雌親魚の肥満度と餌料密度(カイアシ類炭素重量)および漁獲加入量との関係

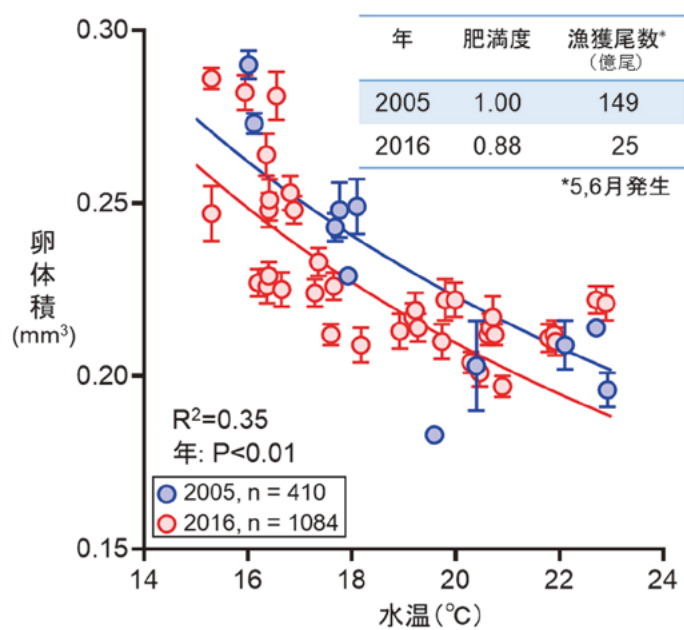


図7. 豊漁年(2005年)と不漁年(2016年)における産卵盛期(5~6月)の卵体積と水温の関係

課題番号：3)

課題名：栄養塩管理方針の検討

一般社団法人 水産技術者協会

シニア技術専門員 福田雅明

技術専門員 畑 恭子

技術専門員 池田宗平

調査協力員 小山悠人

【背景・目的】

我が国の沿岸水域に対し水質環境基準等の設定や総量規制が行われた結果「きれいな海」が実現されたが、近年窒素およびリンの量が不足した結果と思われるノリ養殖における色落ち現象が多発し、さらに漁獲量の減少がみられるなど、栄養塩不足が指摘されるようになってきた。このため、沿岸域の水質を制御した「きれいな海」にとどまらず漁業生産を増大させる「豊かな海」をも同時に実現する必要性が生じている。「豊かな海」を実現するために必要となる適切な栄養塩の濃度を明らかにし、そのことによって漁業生産を増大させるための方策を検討することが喫緊の重要課題となっている。

本調査では「豊かな海」に必要な栄養塩供給を把握して管理することによって、「きれいな海」において漁業資源の増大と持続的な維持を可能とし、さらに、適切な栄養塩の配分による安定した生態系の維持と生産量の最大化を可能とする方針の検討を行うものである。平成30年度は、栄養塩負荷量や気象・海象、漁業実態等の資料・データの概要を水産庁事業によって蓄積した博多湾を対象として、栄養塩管理の方針を検討した。そのため、博多湾における既存データを収集しつつ、不足しているデータについては、現地調査を実施して取得した。平成31年度（令和元年度）では、蓄積したデータを活用して、内湾漁業生産管理モデルを構築し、平成30年の現地調査結果で再現性の確認を行った。さらに、検討委員会を設置して専門家から助言をいただき、モデルの妥当性の確認や、栄養塩とノリの質との評価方法について検討を行った。

本検討は、3年計画を想定しており、今年度は2年目にあたる。最終年度となる来年度には、内湾漁業生産管理モデルによって陸域からの栄養塩供給量などを変えながら感度解析を行い、漁業生産の変動を定量的に評価する。これらの解析結果をもとに、沿岸域における栄養塩管理方針および望ましい漁業・養殖業の在り方を提案する。

【方法】

(1) 既往データの収集

内湾漁業生産管理モデルの構築に必要なデータとして、昨年度から引き続き収集した既往データのリストおよび地点を表1および図1、図2に示す。

(2) 現地のヒアリング調査

現地ヒアリング調査を行った機関を表2に示す。

(3) 内湾漁業生産管理モデルの構築

収集した既往データおよび現地のヒアリング調査結果を参考に、2018年5月～2019年3月を再現対象として内湾漁業生産管理モデルを構築し、構築したモデルの再現結果を用いてノリの色落ち評価を行った。

(4) 検討委員会の開催

内湾漁業生産管理モデルの構築ならびに栄養塩管理方針に専門的な立場からのご意見をいただくために、水産分野の専門家5名（検討委員会メンバーは以下の通り）からなる検討委員会を設置した。

検討委員会は、9月及び2月の計2回実施した。

<検討委員の委員メンバー>

- ・松田治（広島大学名誉教授）
- ・鈴木輝明（名城大学特任教授）
- ・中田喜三郎（名城大学特任教授）
- ・反田實（兵庫県立農林水産技術センター技術参事）
- ・山田久（元水産総合研究センター中央研究所長）

【結果】

(1) 既往データの収集

内湾漁業生産管理モデルの構築のために、収集したデータから河川および水処理センターからの流入負荷量を算定した結果を図3および図4に示す。河川からの流入負荷量は、降水量と流域面積から求めた流入量に、公共用水域水質調査結果から得られた河川上流の地点の各水質濃度を乗算した値である。水処理センターからの流入負荷量は、福岡市道路下水道局提供の2018年度の月毎の放流量から換算した日放流量に、福岡市道路下水道局提供の2018年度の月2回の水質調査データを乗算した値である。

(2) 現地のヒアリング調査

現地のヒアリング結果を図5に示す。特に、ノリ養殖を行っている福岡市漁業協同組合姪浜支所では、「東側の区画は室見川河口前面に位置しており、この東側の区画の方が質の良いノリが採れていたが、季節別管理運転をするようになってからは、河口から離れた西側でも東側と同等の質のノリが採れるようになった。これは下げ潮に乗って処理場から出た水が、西側の区画の方に流れているからだと思う。」との回答を得られており、内湾漁業生産管理モデルでも、特に下げ潮時に西側のノリ養殖場でノリの質があがる傾向が見られるかを確認することが重要であると考えた。

(3) 内湾漁業生産管理モデルの構築

(3) - 1 内湾漁業生産管理モデルの概要

構築した内湾漁業生産管理モデルの構成を図 6 に示す。内湾漁業生産管理モデルは大きく①物理サブモデル(図 7)、②水質・底質・底生生物サブモデル(図 8)、に分けて構築を行った。内湾漁業生産管理モデルの平面格子分割および鉛直層分割を図 9 に示す。平面格子分割に関しては、開境界条件を適用する大領域を 900m の正方格子、博多湾内の中領域を 300m の正方格子、カキ養殖場周辺およびノリ養殖場周辺の小領域を 100m の正方格子とした。再現対象は 2018 年 5 月 1 日～2019 年 3 月 31 日とした。

(3) - 2 内湾漁業生産管理モデルの再現性(物理サブモデル)

物理サブモデルの再現性について、流速ベクトルの比較(図 10)と水温および塩分の時系列変化の比較(図 11)を行った。時系列変化の比較を行った地点については、図 1 に示す通りである。

流速ベクトル、水温および塩分の時系列変化の比較では観測値を精度良く再現していた。

(3) - 3 内湾漁業生産管理モデルの再現性(水質・底質・底生生物サブモデル)

水質・底質・底生生物サブモデルの再現性について、ノリの成長に必要な表層 DIP 濃度の時系列変化の比較(図 12)および平面分布の比較(図 13)を行った。平面分布に関しては、図 1 に示した 2018 年度調査地点の 4 地点(Stn1,Stn2,Stn3,Stn4)で行った。

時系列変化の比較では、ノリ養殖場近くの地点では精度良く再現されていた。

平面分布の比較に関しては、Stn2 ではサブモデルの方が過大評価気味であるが、下げ潮時の Stn1 で DIP 濃度が高い傾向は表現できていた。

(3) - 4 内湾漁業生産管理モデルによるノリの色落ち評価

ノリの質(色落ち)の評価について、小池・瀧山(2013)で平成 23 年度漁期の葉状体の色調と栄養塩との関係を時系列グラフで示しており、このグラフから値を読み取って相関図を作成し、論文中で定義されている評価に従って DIP 濃度とノリの色落ち評価との関係式を推定(図 14)し、ノリの色落ち評価に対する DIP 濃度の値の範囲を推定した(表 3)。

構築した水質・底質・底生生物サブモデルで現況計算された DIP 濃度を用いて、10 月、12 月、2 月の各月の上げ潮時及び下げ潮時の 1 か月平均値から、表 3 に従ってノリの色落ち評価を行った平面分布を図 15 に示す。

ノリの色落ち評価の平面分布に関して、どの月でも下げ潮時に西側のノリ養殖場でノリの色落ち評価が高くなる傾向が表現できていた。これはヒアリング調査の結果や昨年度の現地調査結果の傾向と一致している。

DIP 濃度とノリの色落ち評価との関係式に関しては引き続き精査し、委員の意見も踏まえながら妥当な推定を行う必要があると考えている。

(4) 検討委員会の開催

検討委員会は、表 4 に示す通り開催し、委員の方々からは栄養塩の管理方針について専門的な立場でのご意見を伺った。

栄養塩管理方針の検討に向けては、今後、以下の課題について引き続き検討が必要となる。

<栄養塩管理方針についての今後の課題>

- カキ養殖について、カキの肥満度などの制限を入れた方が良い。
- DIP 濃度とノリの色落ち評価との関係式に関して、 L^* 値は 45 以下にはなっておらず、DIP 濃度が上がると L^* 値が増加している点も見られるため、DIP 濃度が上がれば L^* 値が下がるという直線の式に当てはめるのはまだ危険である。DIN 濃度とも関係している可能性もある。この関係式が、ノリの色落ちの評価に直結しているので、慎重になるべきである。
- 栄養塩濃度とノリへの効果に関するデータは、漁協が実際に観測している可能性があるため、再度ヒアリングしてみるのが良い。

【参考文献】

- ・ 小池美紀; 瀧上哲. 溶存態無機リン欠乏がスサビノリ (*Pyropia yezoensis*) に及ぼす影響. 福岡県水産海洋技術センター研究報告, 2013, 23: 33-42.

表 1 収集データの詳細

※収集したデータ項目を●で示している。

調査名等	収集データ項目							収集期間	提供元
	潮流 橋円	放 流量	気 温	相 対 湿度	雲 量	全 天 日 射 量	降 水 量		
博多湾潮流調査	●							平成28年8月6日 ～平成28年8月21日	福岡市港湾空港局みなと環境政策課
水処理センター		●						平成30年4月 ～平成31年3月	福岡市道路下水道局
福岡管区气象台			●	●	●	●	●	平成30年4月 ～平成31年3月	気象庁HP
MSM-GPV							●	平成30年4月 ～平成31年3月	一般財団法人 気象業務支援センター

調査名等	収集データ項目													収集期間	提供元
	水温	塩分	塩化物イオン	クロロフィルa	全窒素	無機態窒素	全リン	無機態リン	pH	透明度	溶存酸素	COD	BOD		
水処理センター					●	●	●	●	●			●	●	平成30年4月 ～平成31年3月	福岡市道路下水道局
公共用水域水質調査	●		●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	平成31年4月、 令和1年5月	福岡市HP(速報値)
博多湾赤潮調査	●	●		●	●	●	●	●	●	●	●			平成31年1月 ～平成31年4月	福岡県水産海洋技術センター
浅海定線調査(St.3)	●	●		●		●		●	●		●			平成30年3月 ～平成31年4月	

表 2 ヒアリング調査対象の機関

機関名	ヒアリングの主目的
福岡市 西部水処理センター	季節別管理運転について
福岡市漁業協同組合 姪浜支所	ノリ養殖について
福岡市漁業協同組合 唐泊支所	カキ養殖について
福岡市漁業協同組合 志賀島支所	ワカメ養殖について

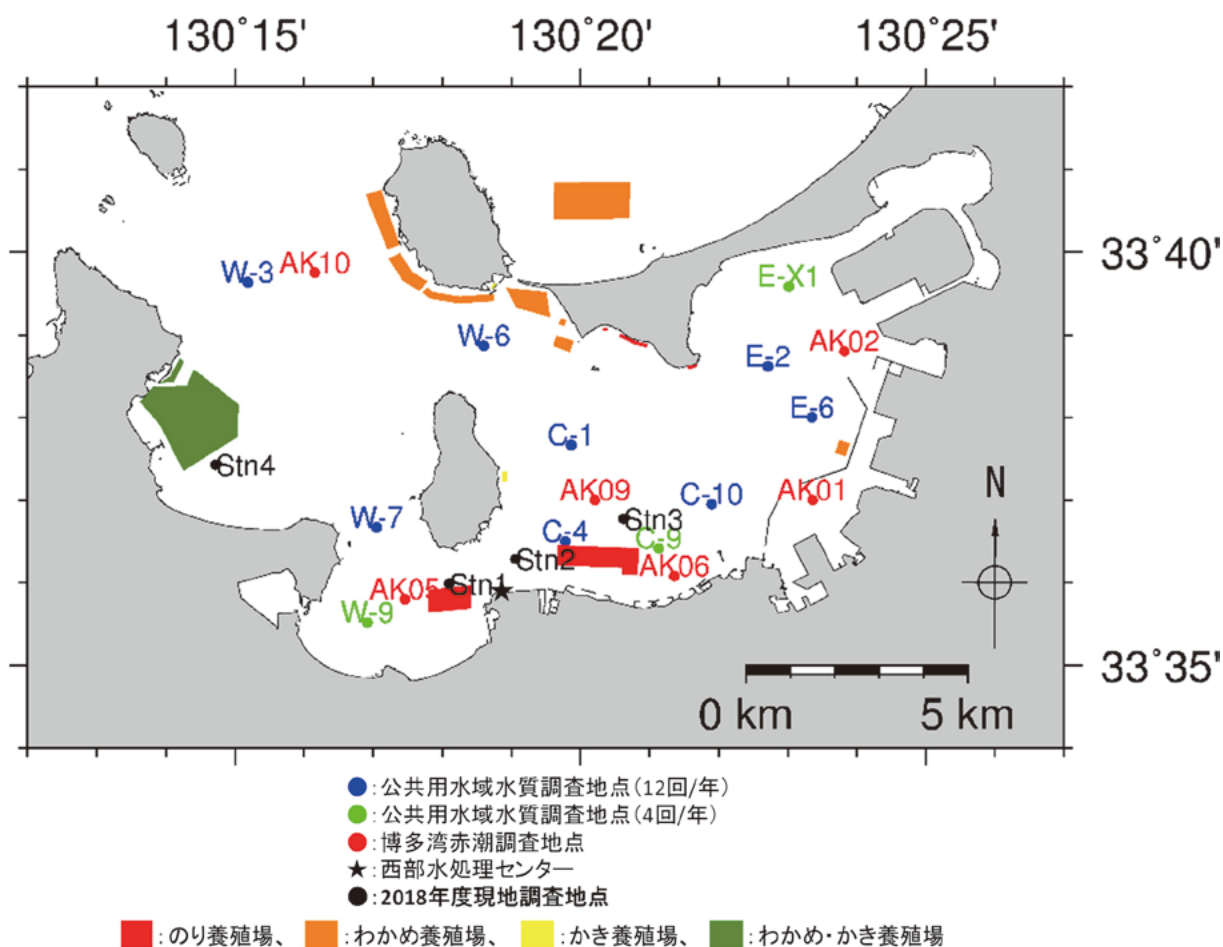
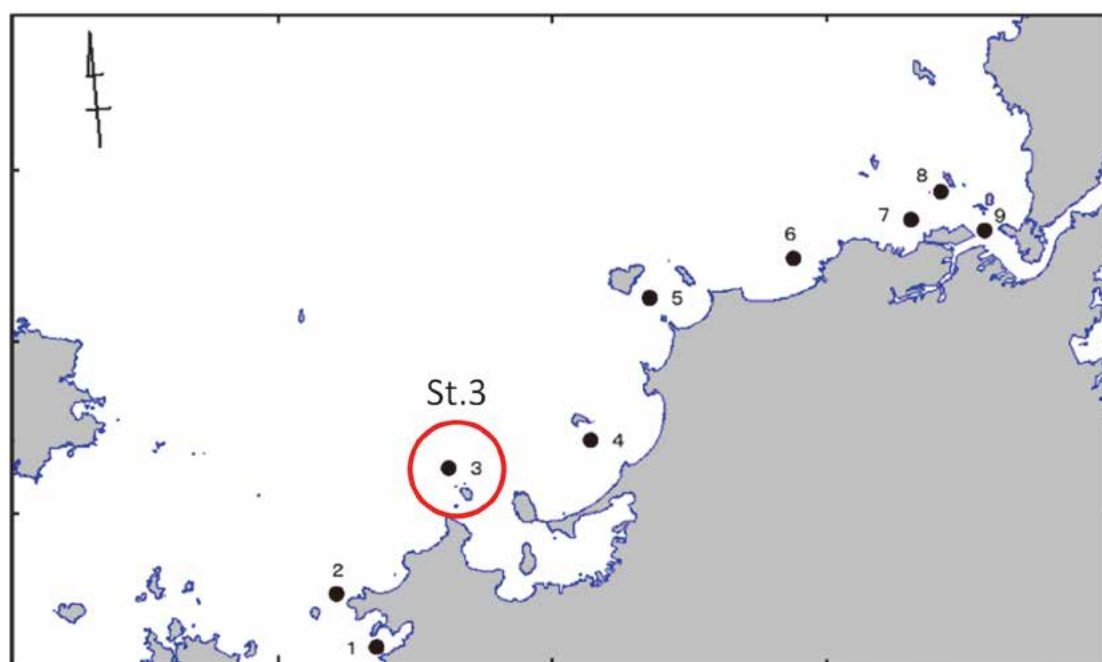


図 1 各調査の観測地点



出典：H29 年度福岡県水産海洋技術センター事業報告より

図 2 浅海定線調査の観測地点

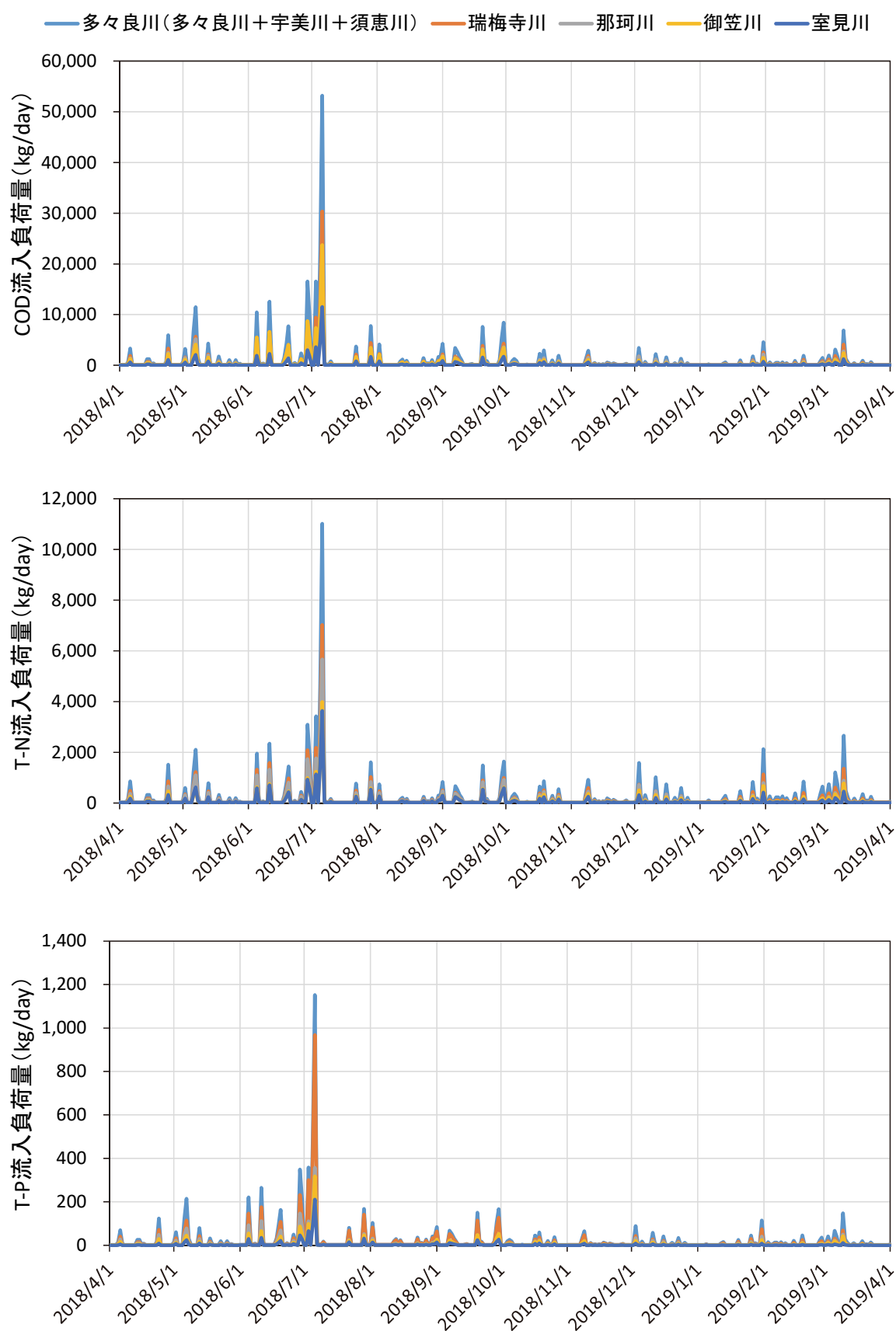


図 3 博多湾内における河川からの流入負荷量の推定値（上位 5 河川）