

11.3 積雪寒冷沿岸域の水産生物の生息環境保全に関する研究

研究予算：運営費交付金(一般勘定)

研究期間：平 23～平 27

担当チーム：水産土木チーム

研究担当者：山本潤、岡元節雄、佐藤仁、河合浩、須藤賢哉、大橋正臣

【要旨】

北海道沿岸域の良好な自然環境の保全・再生が推進されており、陸域と一体となった沿岸域の環境保全が求められている。特に、栄養塩が豊富な河口付近では、北海道を代表する水産有用種である二枚貝類の成育が良い反面、出水後の浮泥の堆積等により大量斃死といった深刻な問題が生じることがある。本研究では、陸域からの浮泥や栄養塩の流出が沿岸域の水産生物の生息環境に与える影響に関する調査を河川等の他チームと連携して実施し、水産生物の生育環境を考慮した陸域や河川流域、沿岸域の適正管理に資するものである。平成 23 年度には、夏季の出水が周辺海域の水産生物の生息環境に及ぼす影響について評価した。

キーワード：夏季出水、河口、栄養塩、生態系モデル、漁場環境

1. はじめに

河川流域末端に位置する沿岸域では、一般的に陸域からの豊富な栄養塩と開放性ゆえの好気的な環境により豊かで健全な漁場が形成されている。河川水の流入は栄養塩の供給により水産生物の成育に有利な反面、台風等による出水時には大量の土砂を含む濁質が周辺海域に流れ込んで水域環境を悪化させ、魚貝類の大量斃死を招く場合がある。

本研究は、陸水の影響を強く受けている開放性砂浜域の代表として鶴川沿岸をモデル地区として例に挙げ、河川等の他チームと連携して陸域からの浮泥や栄養塩の流出が沿岸域の水産生物の生息環境に与える影響の把握を試みるものである。当海域は、北海道を代表する二枚貝の好漁場であるが、平成 13 年 9 月の台風 15 号に伴う鶴川・沙流川の出水により、漁業被害を受けた事例がある。毎年の台風時期における河川の出水に際しても、周辺海域に少なからず影響を及ぼしているものと考えられる。

平成 23 年度は、台風 12 号に伴う河川出水後に水質・生物量等の現地観測を実施し、平水時の観測結果との比較から、陸水が周辺海域の水産生物の生息環境に及ぼす影響について考察を行った。

2. 観測方法

現地観測は台風・低気圧の降雨により河川流量が増える 9 月の出水時にデータ収集することを主眼に行った。平水時の平成 23 年 7 月・8 月および出水時

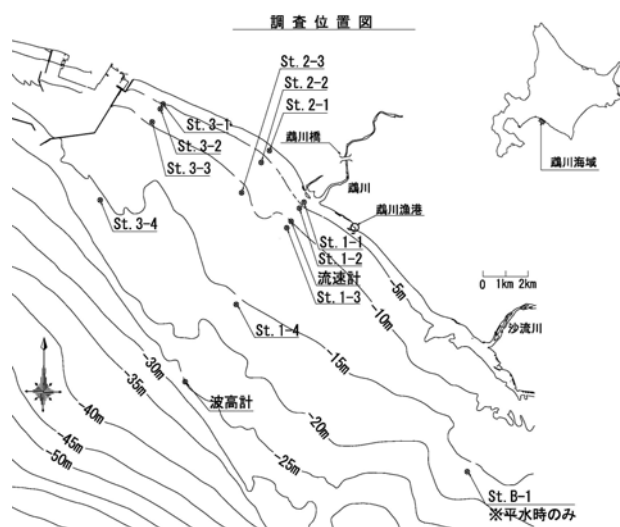


図-1 調査位置図

表-1 現地観測内容

調査項目	方法	観測内容
流況観測	ADCP、水深 9.8m に設置	8 月 5 日～9 月 15 日の連測観測
水質	CTD 垂下	水温、塩分、クロロフィル a (chl-a)
	採水、1 測点当たり 2～4 層	SS、TN、TP、NH ₄ -N、NO ₃ -N、PO ₄ -P、SiO ₂ -Si、TFe、chl-a
底質	柱状採泥	粒度
植物プランクトン	採水※水質と同層	種毎の細胞数
メガロベントス	幅 50cm の桁網を 30m 曳網	ウバガイ

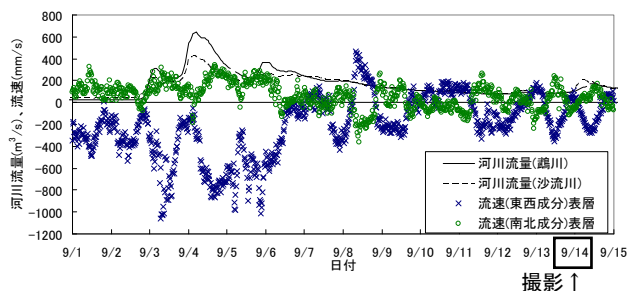


図-2 鷓川・沙流川の河川流量と沖合の流速



図-3 鷓川(写真手前)と沙流川(写真奥)の濁質の流出状況(平成23年9月14日撮影)

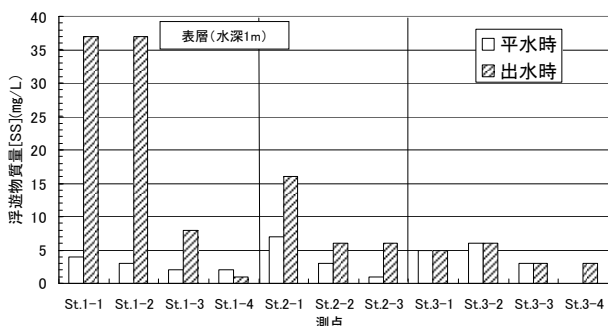


図-4 測点毎のSS濃度(平水時・出水時)

の9月の2回の時期に図-1に示す各測点において、表-1に示す流況、水質、底質、植物プランクトン、メガロベントスの観測を実施した。メガロベントスには、当地域の主要な二枚貝の代表種であるウバガイ(ホッキ貝)が含まれ、これを評価の対象とした。

3. 観測結果と考察

3.1 河川からの濁質の挙動

図-2には平成23年9月1日から9月15日までの鷓川・沙流川の河川流量と沖合で観測された流速(東を正とした東西成分、北を正とした南北成分)

の時系列変化を示す。沖合の流速は表層(海底面から8.1m)の東西成分および南北成分を表している。全体的には東西成分では西向き、南北成分では北向きが多く、海岸線に沿った北西方向の流れが卓越している。

図-3には9月14日に撮影された鷓川・沙流川の出水後の濁質の流出状況を示す。鷓川からの濁質は上述の流況のように西方向(写真下方向)に偏向して広がっている。流量のピークから10日が経過しても海域に濁りが広がっていることが判る。

図-4には表層(水深1m)における測点毎の浮遊物質(SS)濃度を、平水時と出水時について示す。出水時が高く、最大値は河口に近いSt.1-1、1-2の37mg/Lである。河口から離れるほどSS濃度が小さく、平水時と出水時の差が小さくなる傾向がある。

3.2 河川出水が栄養塩と基礎生産に及ぼす影響

図-5は鷓川の流量と全窒素・全リン(水深1m)の時系列変化を示している。図-5(1)によれば、全窒素と流量は測点によらず同様の变化傾向であり、河川からの窒素供給の影響が表れている。河口から離れたSt.3-4(水深15m)でも同様の傾向があり、河川出水がウバガイの生息域(概ね水深10m以浅)のほぼ全域に影響を与えていることが判る。図-5(2)によれば、全リンと流量の変化傾向は一致せず、河川から供給の割合が小さいと考えられる。

図-6は栄養塩(硝酸態窒素・リン酸態リン・ケイ酸態ケイ素)と塩分の関係を、平水時と出水時について示している。

図-6(1)の硝酸態窒素では平水時より出水時の濃度が高く、出水時では塩分が低いほど濃度が高い傾

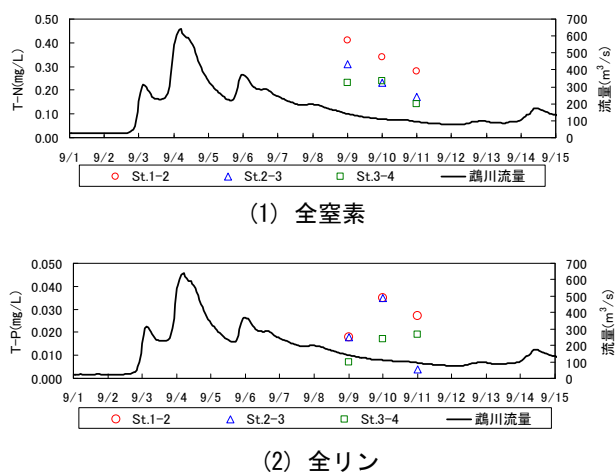
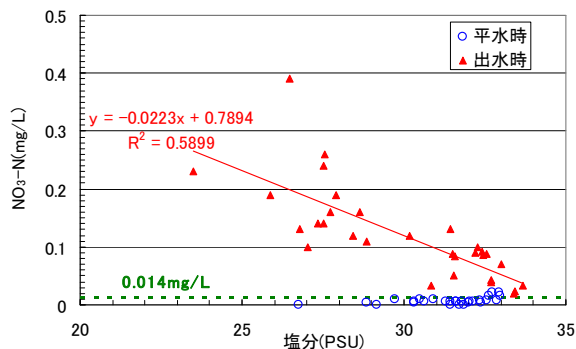
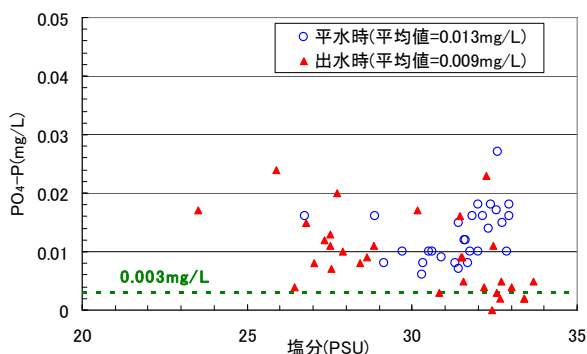


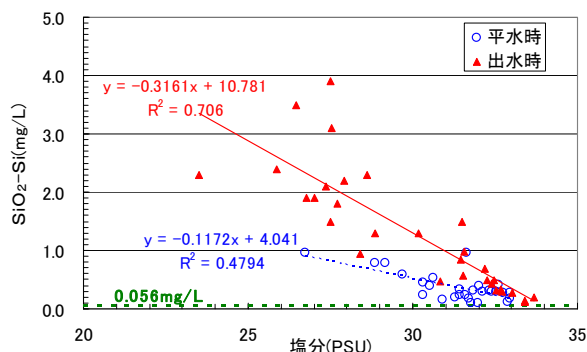
図-5 河川流量と全窒素・全リンの変化



(1) 硝酸態窒素と塩分の関係



(2) リン酸態リンと塩分の関係



(3) ケイ酸態ケイ素と塩分の関係

図-6 栄養塩と塩分の関係

向にある。これは河川により栄養塩が供給されているためと考えられる。平水時では塩分の低い領域で、一般的に植物プランクトンの増殖に必要な窒素濃度の閾値 0.014mg/L¹⁾を下回っており、栄養塩の枯渇を示唆している。

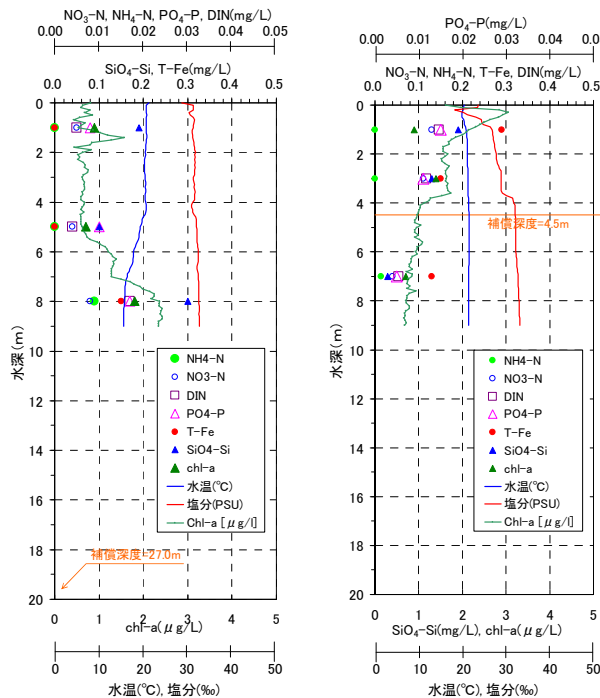
図-6(2)のリン酸態リンでは平水時・出水時とも塩分との相関が無く、濃度のバラツキが大きい。全観測値の平均値では平水時が 0.013mg/L、出水時が 0.009mg/L で出水時がやや低い。図-5(2)と同様に河川からの影響が少なく海域由来のものが多くと考えられる。

図-6(3)のケイ酸態ケイ素では硝酸態窒素と同様に平水時より出水時の濃度が高く、塩分が低いほど濃度が高い傾向にある。特に平水時でも塩分との相関があり、河川の影響が大きいことを示している。平水時・出水時ともに、一般的に植物プランクトンの増殖に必要なとされるケイ素濃度の閾値 0.056mg/L²⁾を上回っており、栄養塩の枯渇は無い。

図-7には St.2-3 の水温・塩分・クロロフィル a と各種栄養塩の鉛直分布を、平水時と出水時について示している。

図-7(1)の平水時では水深 5m 付近に躍層がある。躍層より下層でクロロフィル a の濃度が高く、下層(水深 8m)で栄養塩濃度が高い。これは躍層より下に栄養塩豊富な水塊が存在することを示唆している。表層(水深 1m)と中層(水深 5m)では DIN(溶存態無機窒素)の濃度が閾値 0.014mg/L を下回っており、躍層より上の水塊で窒素不足である。これは河川流量が小さいと窒素の供給量が少ないためと思われる。補償深度は 27.0m であり、光量の不足は無い。以上より、平水時では窒素が基礎生産の制限要素になっていると考えられる。

図-7(2)の出水時では、表層で河川水の影響により塩分の低い層が現れている。クロロフィル a のピークは表層付近にある。栄養塩濃度は全体的に平水時



(1) 平水時 (St. 2-3)

(2) 出水時 (St. 2-3)

図-7 水温・塩分・クロロフィル a ・栄養塩の鉛直分布

より高く、河川からの栄養塩供給の影響が見られる。補償深度は 4.5m であり平水時より小さく、河川からの濁質により光量が減った影響が表れている。底層（水深 7m）では窒素・リンの不足は無いが、光量子量の不足により表層よりクロロフィル a の濃度が低い。以上より、出水時では光量が基礎生産の制限要素になっていると考えられる。

3.3 河川出水が生物に及ぼす影響

図-8 には測点毎の植物プランクトン細胞数（鉛直方向平均値）を、平水時と出水時について示している。全体的には平水時が出水時より細胞数が多く、全測点の平均値で比較すると平水時（490 千個/L）が出水時（67 千個/L）の 7.3 倍である。また、河口からの距離が大きい測点ほど平水時と出水時のプランクトン細胞数の差が小さい傾向がある。これは図-4 に示すように河口から離れるほど SS 濃度が小さ

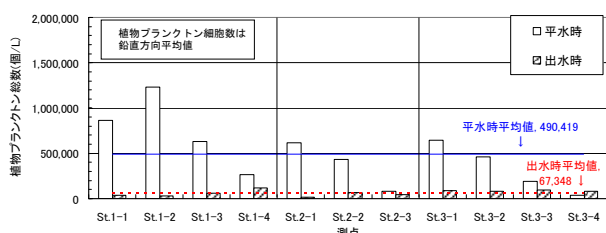


図-8 測点毎の植物プランクトン細胞数

表-2 植物プランクトンの出現種 ※全層の平均値

綱	種名	細胞数/L*	占有率
平水時			
珪藻	<i>Skeletonema costatum</i>	233,653	47.6%
珪藻	<i>Chaetoceros salsugineum</i>	128,530	26.2%
珪藻	<i>Cerataulina pelagica</i>	53,707	11.0%
出水時			
珪藻	<i>Skeletonema costatum</i>	9,706	14.4%
プラシノ藻	<i>Prasinophyceae</i>	8,155	12.1%
クリプト藻	<i>Cryptophyceae</i>	6,361	9.4%

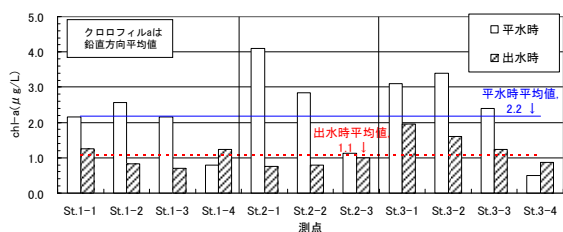


図-9 測点毎のクロロフィル a 濃度

くなり濁質の影響が小さくなるためと思われる。

表-2 には出水前後の出現細胞優先種を示す。平水時は珪藻の占有率が高いが、出水時はプラシノ藻とクリプト藻の占有率が増えている。Skeletonema costatum 種の細胞数は 1/24 に減少しているが、原因としては、濁質や河川水による移流・希釈、あるいは塩分の低下による死滅が考えられる。

図-9 には測点毎のクロロフィル a 濃度（鉛直方向平均値）を、平水時と出水時について示している。全体的には平水時が出水時よりクロロフィル a が多く、全地点の平均値で比較すると平水時（2.2 μg/L）が出水時（1.1 μg/L）の 2.0 倍である。河口からの距離が大きい測点ほど平水時と出水時のクロロフィル a の差が小さい傾向にあるのは植物プランクトンの傾向と同様である。出水時におけるクロロフィル a の減少率と植物プランクトン細胞数の減少率が違うのは、植物プランクトンの構成種の変化や含有するクロロフィル a の量の違いのためと考えられる。

図-10 には測点毎のウバガイ成員の個体密度を、平水時と出水時について示している。成員の殻長は北海道におけるウバガイの資源管理上の漁獲可能な殻長である 75mm 以上³⁾を計数した。測点によりバラツキが大きく、平水時と出水時との違いは明確ではない。また、河口からの距離と個体密度の関係についても傾向が明確ではない。以上より、濁質によ

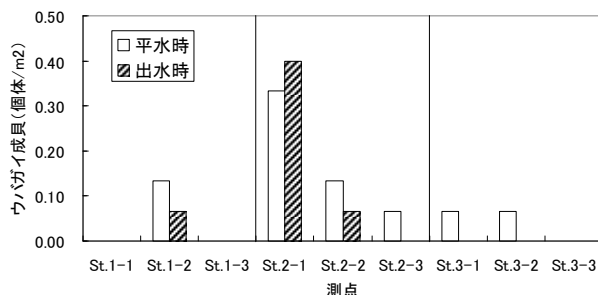


図-10 測点毎のウバガイ成員の個体密度

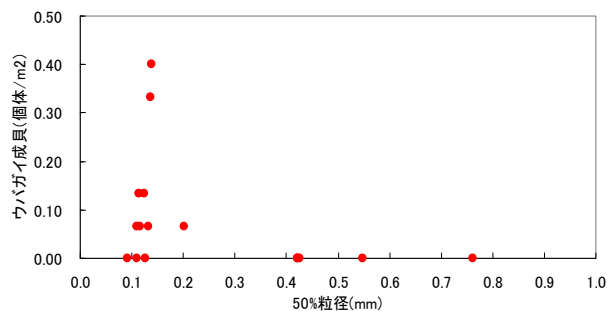


図-11 ウバガイ成員の個体密度と底質50%粒径の関係

る個体数への有意な影響は認められず、河川出水がウバガイ成貝に及ぼす影響は現時点では不明である。

図-11にはウバガイ成貝の個体密度と底質の50%粒径の関係を示している。50%粒径が0.1~0.2mmの粒径の範囲で個体密度が大きい。粒径0.1~0.2mmは粒度試験の分類では細砂に相当する。谷野ら⁴⁾によれば、北海道胆振海岸において、底質の50%粒径が0.2mmで二枚貝（ウバガイ等）の個体数が最大となることを指摘しており、今回の結果は粒径0.1~0.2mmの細砂がウバガイ成貝の生息に好適な条件であることを示唆している。

4. おわりに

平成23年度の現地観測では、夏季の河川出水に伴う水質・底質・生物環境の変化を観測し、沿岸域の水産生物の生息環境に及ぼす影響について評価することが出来た。主な結果は以下の通りである。

①平水時では上層で窒素が枯渇することで基礎生産の制限要因となっている。出水時では河川からの栄養塩の供給で窒素不足が解消される一方、濁質により底層で光量が不足することで基礎生産の制限要因となっている。

②平水時に比べて出水時に植物プランクトンの細胞数が減少するのは、出水時の濁質や河川水による移流・希釈、あるいは塩分の低下による死滅が原因として考えられる。一方で、ウバガイ成貝の分布特

性に及ぼす河川出水の影響は現時点では明確ではなく、継続的な調査を要する。

今後は、主に融雪出水期を対象に鵜川海域での現地観測を継続するとともに、数値計算による低次生態系モデルおよびウバガイの個体群動態モデルの構築を目指し、将来的にはウバガイをはじめ二枚貝の資源管理手法の確立へ繋げたい考えである。また、鵜川海域と同様の問題を抱える他の現場への応用についても検討を進める予定である。

参考文献

- 1) 山本潤・渡辺光弘・林田健志・峰寛明・坂本和佳・西田芳則・田中仁(2011): 日本海北部漁場における表層冷却期の基礎生産構造に関する現地観測, 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol.67, No.2, pp.1026-1030
- 2) J. k. Egge, D. L. Aksnes (1992): Silicate as regulating nutrient in phytoplankton competition, MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES, vol. 83
- 3) 北海道総務部法制文書課(2012): 北海道庁ホームページ、北海道の条例・規則—北海道海面漁業調整規則第35条表
- 4) 谷野賢二・山本泰司・明田定満・綿貴 啓・長谷川厚・田中則男(1997): 高天端潜堤の建設と周辺の生物相の変化、海洋開発論文集、Vol.13、pp.13-18

RESEARCH ON MANAGEMENT TECHNOLOGIES TO MAINTAIN HABITAT ENVIRONMENTS FOR AQUATIC ORGANISMS IN SNOWY AND COLD COASTAL REGIONS

Budgeted : Grants for operating expenses
General account

Research Period : FY2011-2015

Research Team : Fisheries Engineering
Research Team

Author : YAMAMOTO Jun
OKAMOTO Setsuo
SATO Jin
KAWAI Hiroshi
SUDO Kenya
OHASHI Masami

Abstract : This research tries to develop best management techniques for habitat environments of aquatic organisms in snowy and cold coastal regions. Places near the mouth of a river are good fishing spots because of the abundance of nutrient salts, but, on the other hand, flooding from the river poses a big issue as massive numbers of useful marine species can perish. In this research, investigate the impact of outflow of floating mud and nutrient salts from the land on the habitat environment, and conduct research contributing to proper management methods in coastal areas. In 2011, field observations have executed before and behind the flood to elucidate the influence that river flood exerts on habitat environment in a coastal region.

Key words : river flood, estuary, nutrient salts, ecosystem model, environment of fishery ground