

## B-36 鵒川の融雪出水に伴う沿岸域の水質動態

○須藤 賢哉<sup>1\*</sup>・大橋 正臣<sup>1</sup>・山本 潤<sup>1</sup><sup>1</sup>(独)土木研究所寒地土木研究所 (〒062-8602 北海道札幌市豊平区平岸 1 条 3 丁目 1-34)

\* E-mail: sudou-k22aa@ceri.go.jp

## 1. はじめに

河川が流入する海域は、陸域からの栄養塩により基礎生産が高まるため、魚貝類の育成に有利となる場合が多い。北海道南部を流れる鵒川の河口周辺海域においても、ウバガイ(ホッキガイ)やシシャモの漁獲量が多く好漁場となっている。しかし、出水は栄養塩だけでなく浮遊土砂や有機物が同時に流れ込み、海域の水質悪化に繋がる場合もある。当海域に影響する河川出水を大別すると、台風による夏季出水と春の融雪出水がある。我々は2011年に台風1112号の夏季出水による影響について現地観測し、栄養塩の供給があるが、濁水の影響で基礎生産が低下することを確認した<sup>1)</sup>。一方、融雪出水は夏季出水に比べて沈降物中の栄養塩やクロロフィルaの濃度が高いといわれており<sup>2)</sup>、夏季出水と異なる基礎生産構造となっていると考えられる。このため我々は2012年の融雪季において夏季と同様の現地観測を実施し、鵒川の融雪出水が沿岸域の水質動態に及ぼす影響について考察した。

浅に測点を3〜4点設定した。なお、融雪季の5月1日・5月28日はSt. 1-2・St. 2-3・St. 3-4の3点のみ観測した。また、比較対象として2011年8月の平水時および2011年9月の夏季出水時(台風1112号)の観測結果を用いた。以下、8月3日の観測結果を「平水時」、9月10日を「夏季出水時」、5月1日・10日・28日を「融雪出水時」と表記し比較検討する。

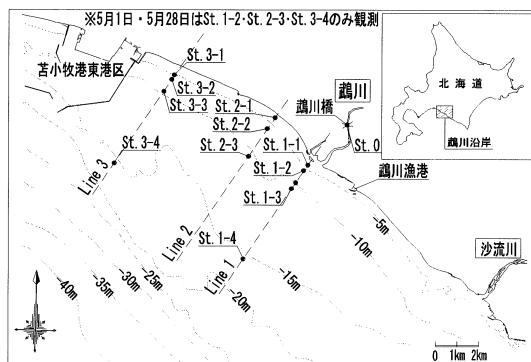


図-1 現地観測位置

## 2. 現地観測方法

現地観測は、融雪季の2012年5月の1日・10日・28日の3日間行い、鵒川の融雪出水が河口周辺の水域環境に及ぼす影響を捉えることを目的とした。現地観測内容は、表-1に示すとおり水質、植物プランクトンである。観測位置を図-1に示す。測線は、鵒川河口から西方向に順にLine1〜Line3の3測線を設定し、概ね水深15m以

表-1 現地観測内容

| 調査項目                          | 方法                          | 観測内容                                                                                                  |
|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 水質<br>(全測点, CTD 垂下は St. 0 除く) | CTD 垂下<br>採水, 各測点 2<br>〜4 層 | 水温, 塩分, chl-a, 濁度<br>SS, NO <sub>3</sub> -N, PO <sub>4</sub> -P, SiO <sub>2</sub> -Si,<br>T-Fe, II-Fe |
| 植物プランクトン<br>(St. 0 除く)        | 採水: 水質と<br>同層               | 種毎の細胞数                                                                                                |

※St. 0 は融雪季のみ

## 3. 現地観測結果

## (1) 浮遊物質SSと植物プランクトンの変化

図-2は2011年7月1日から2012年6月30日までの降水量・日平均気温(アメダス鵒川)・日平均河川流量Q(鵒川橋)・浮遊物質SS(St. 2-3の表層(水深1m))の時系列変化を示している。なお流量Qは速報値であり、冬季の結氷による異常値(2012年1月1日から概ね3月まで)の補正等を行っていないことに留意願いたい。台風1112号による鵒川の夏季出水時は9月2日頃から流量が増加し、9月4日に最大流量642m<sup>3</sup>/s(時間平均値)を記録した。融雪出水時は日平均気温が0℃を超える4月1日頃から出水が始まり、4月27日に最大流量613m<sup>3</sup>/s(時間平均値)を記録した。

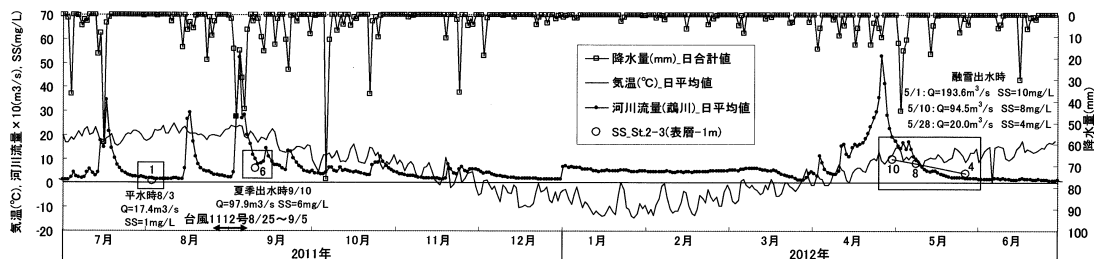


図2 気象データ、河川流量、SSの時系列

平水時・夏季出水時・融雪出水時ともに、流量Qの増加に伴いSSが増加し、正の相関があるといえる。

海域のSSの拡散を把握するために、測点毎の表層(水深1m)の変化を図-3に示す。ここで平水時・夏季出水時・融雪出水時を並記する。

融雪出水時のSt. 0(河川内、鶴川橋)は5月1日のSSが280mg/Lと高く、また図-2の流量Qの減少傾向に比例してSSが減少している。一方、St. 1-2のSSは5月1日～28日までの流量Qの減少傾向と異なり5月10日のSSが大きい。これは波浪や流況による影響であると考えられる。

植物プランクトン細胞数を鉛直方向の平均値として図-4に示す。平水時に対して夏季出水時は濁水(SS)による移流・拡散や光量不足等により細胞数が少ない(詳細は大橋ら<sup>1)</sup>を参照)。一方、融雪出水時は夏季出水時と同等のSSとなっているが細胞数は多いことが分かる。特に5月1日については河口から離れたSt. 2-3とSt. 3-4で多く、基礎生産の増大範囲が沖側も含め比較的広範囲であった。これは春のブルームの末期かその後を捉えた可能性がある。北海道太平洋沿岸の噴火湾では2～3月に春のブルームが生じている<sup>3)</sup>とされ、当海域でも同様にブルームが発生したと考えられる。これにより融雪出水時は出水前

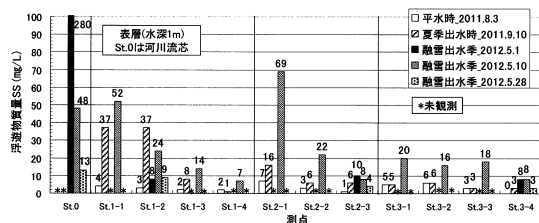


図-3 SSの分布

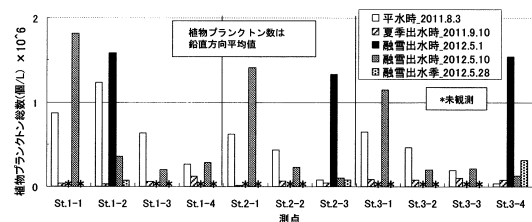
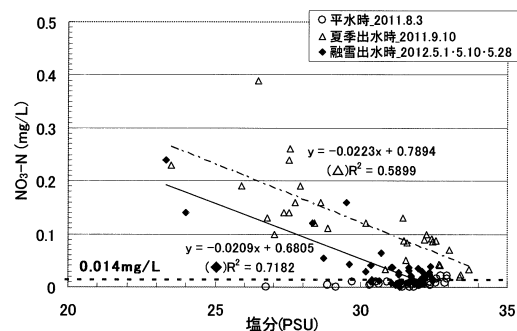
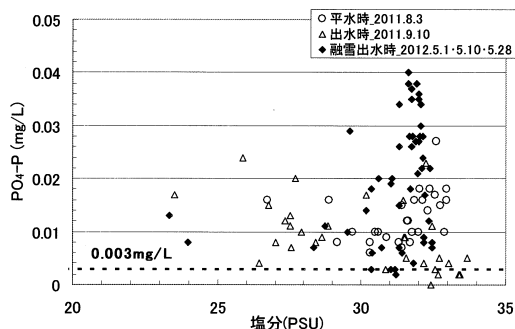


図4 植物プランクトンの分布

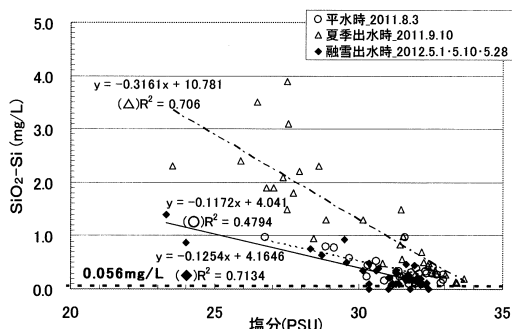
の細胞数が夏季と比べ多くなることで基礎生産が向上し、濁水による細胞数の減少効果を相対的に低下させたと考えられる。ただし、春のブルームを対象に調査を実施し



(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-5 栄養塩と塩分の関係

ていないため、詳細なメカニズムは解明できていない。

## (2) 栄養塩と塩分の関係

栄養塩と塩分との関係(図-5)を以下に示す。ここで破線は一般的に植物プランクトンの増殖に必要とされる濃度の閾値を示す。この閾値は山本<sup>4)</sup>と同様とした。

硝酸態窒素 $\text{NO}_3\text{-N}$ と塩分の関係を図-5(1)に示す。平水時は塩分が小さい表層で枯渇し、塩分の大きな底層で $\text{NO}_3\text{-N}$ が大きい傾向がある。夏季出水時と融雪出水時では、塩分が小さいほど $\text{NO}_3\text{-N}$ が大きい傾向にあり、河川からの供給が認められる。夏季出水時には枯渇が無いのに対し、融雪出水時において塩分が大きな沖側で枯渇しているのは、図-4で示した基礎生産の増加による $\text{NO}_3\text{-N}$ の消費が要因と考えられる。

図-5(2)のリン酸態リン $\text{PO}_4\text{-P}$ では、いずれの観測時でも濃度のバラツキが大きく塩分との相関が見られない。

図-5(3)のケイ酸態ケイ素 $\text{SiO}_2\text{-Si}$ では、いずれの観測時においても図-5(1)の $\text{NO}_3\text{-N}$ と同様に塩分との相関があり、河川からの供給が認められる。ここで $\text{SiO}_2\text{-Si}$ は融雪出水時に枯渇している箇所がある。硝酸態窒素 $\text{NO}_3\text{-N}$ と同様の理由によると考えられる。

## (3) 鉄と塩分の関係

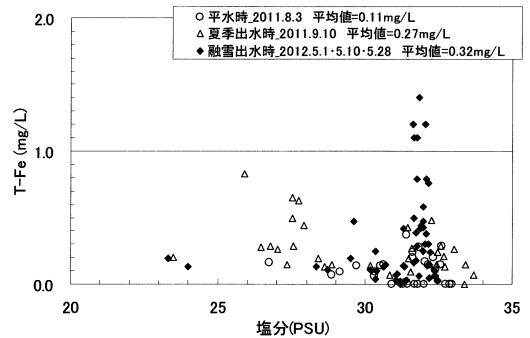
鉄は植物プランクトンの増殖に必須<sup>5)</sup>と言われていることから、全鉄T-Fe・無機第一鉄Fe(II)について検討した。なお、分析における定量下限値は平水時・夏季出水時が0.05mg/L、融雪出水時が0.01mg/Lである。

図-6(1)(2)のT-FeとFe(II)では、ともに濃度のバラツキが大きく塩分との相関は見られない。Fe(II)は、平水時・夏季出水時に定量下限値0.05mg/L未満であったが、融雪出水時では0.05mg/L以上のFe(II)が検出されている(図-6(2)破線丸囲い)。融雪出水時はT-Feの分布と酷似しており、T-FeとFe(II)の相関が高いと考えられる(図-6(1)(2)を比較)。

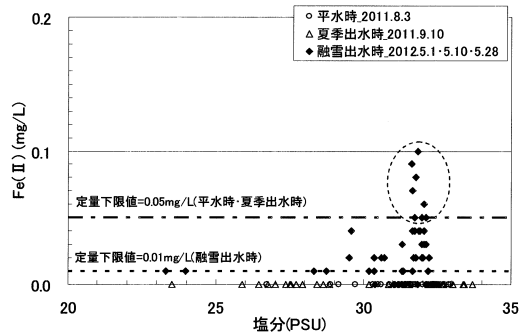
Fe(II)は無機第二鉄Fe(III)よりも溶解度が高く藻類に摂取されやすい<sup>5)</sup>ため、融雪出水時の植物プランクトンの増殖に貢献していると考えられる。また、沿岸域ではFe(II)はFe(III)に化学変化しやすく<sup>5)</sup>、融雪出水時に検出されたFe(II)は変化前の状態を捉えた可能性がある。

## 4. おわりに

融雪出水時は基礎生産が高まり、栄養塩が供給されるにもかかわらず一部で枯渇が生じることが分かった。また、平水時と夏季出水時に定量下限値未満であったFe(II)が融雪出水時には検出され、植物プランクトンの増殖に貢献している可能性が示唆された。今後は、当海



(1) 全鉄と塩分の関係



(2) 無機第一鉄と塩分の関係

図-6 鉄と塩分の関係

域の春のブルームの調査を含め、引き続き融雪出水時の栄養塩動態や生物環境の詳細な解明を進める予定である。

## 参考文献

- 1) 大橋正臣・山本潤・須藤賢哉・水垣滋・門谷茂・田中仁：鶴川沿岸の漁場環境に及ぼす河川出水の影響、土木学会論文集 B2(海岸工学)、Vol. 68、2012(印刷中)
- 2) 船木淳吾・新目竜一：河川から供給された物質の河口沿岸海域でのふるまいについて、第 53 回土木学会年次学術講演会概要集 II、pp. 788-789、1998
- 3) 嶋田宏：噴火湾における植物プランクトン組成の季節変化、沿岸海洋研究、第 38 巻、第 1 号 pp. 15-22、2000
- 4) 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：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、2011
- 5) 藤井学・淵上洋輔・伊藤絃晃・T. David WAITE・大村達夫：沿岸域でのスーパーオキシドを介した有機鉄からの Fe(II) 生成機構-クエン酸鉄錯体を用いて構築した Fe(II) 生成速度論モデル-、水環境学会誌、Vol. 31、No. 2、pp. 101-108、2008