

岩手県沿岸部に流入する河川の水質と化学物質の負荷量に関する研究

岩手大学 工学部 学生会員 ○菅原新平 田口知直
岩手大学 工学部 正会員 笹本誠 石川奈緒 伊藤歩 海田輝之

1.はじめに

2011年3月11日に発生した東日本大震災による津波被害や生活環境の変化から、岩手県沿岸にある河川の水環境への影響が懸念されている。本研究では岩手県沿岸部の7つの湾に流入する11河川を対象とし、水産業へ直接的に関係している栄養塩類をはじめ、水質に係わる項目の調査を行い、河川から湾へ流入する負荷量を検討した。

2.調査地点および調査項目

調査は2013年6月（春季）、8月（夏季）、10月（秋季）、12月（冬季）の4回行った。対象としたのは山田湾の関口川、織笠川、大槌湾の大槌川、小槌川、鶴住居川、両石湾の水海川、釜石湾の甲子川、唐丹湾の片岸川、熊野川、大船渡湾の盛川、広田湾の気仙川である（図-1）。12月の水海川は水が干上がっていたため、データをとることができなかった。採水は各河川の非感潮部の流心で行った。調査項目は流量、水温、pH、電気伝導度、SS、DO、BOD、TOC、T-N、NH₄-N、NO₂-N、NO₃-N、T-P、PO₄-P、Si、重金属類、大腸菌群数、大腸菌数、農薬、医薬品である。なお、流量はプロペラ式流速計による一点法によって測定し、水温、pH及び電気伝導度は多項目水質計を用いて測定した。Si及び重金属類は河川水質試験方法（案）に従って前処理を行った後、ICP発光分析装置とICP質量分析装置で測定した。また、農薬はGC質量分析装置、医薬品はLC質量分析装置で測定した。

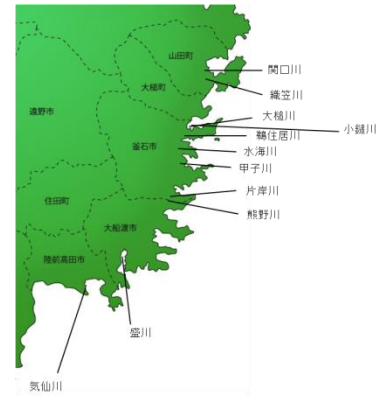


図-1 調査対象河川

3.結果と考察

3.1 水質特性

pHは関口川、織笠川、水海川を除くほとんどの河川で環境基準値AA類型を満たしていた。SSはすべての河川でAA類型を満たしていた。DOは10月の水海川を除くすべての河川でAA類型を満たしていた。BODは8月の気仙川を除いて、類型AA～A類型を満たしていた（図-2）。大腸菌群数はほとんどの河川でB類型を満たした。

栄養塩類について、T-N（図-3）、T-P（図-4）ともに12月が低濃度となる傾向が見られた。T-N濃度は0.27～2.27mg/L（平均0.97mg/L）であった。またT-Nの特徴として、小槌川と鶴住居川が他の河川に比べて低濃度、盛川と気仙川が高濃度であることが分かる。T-N中のNO₃-Nの割合は7.4～96.3%（平均39.9%）であった。またNH₄-Nの割合は0.3～18.5%（平均2.6%）、NO₂-Nの割合は0.01～0.91%（平均0.24%）であった。「硝酸性窒素および亜硝酸性窒素」濃度はすべての河川、季

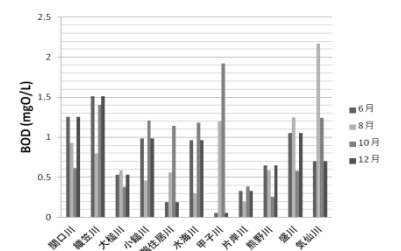


図-2 BOD 濃度

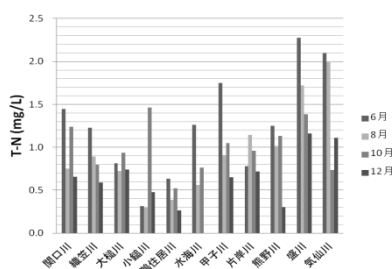


図-3 T-N 濃度

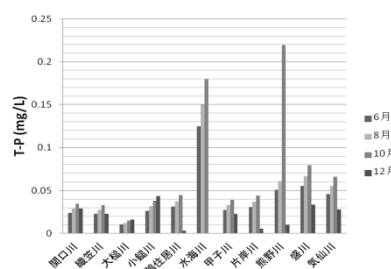


図-4 T-P 濃度

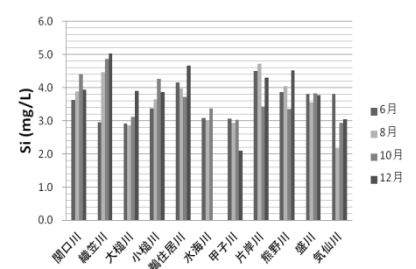


図-5 Si 濃度

キーワード：河川、負荷量、栄養塩、重金属、農薬、医薬品

連絡先：岩手大学（〒020-8551 岩手県盛岡市上田 4-3-5、TEL:019-621-6449）

節において環境基準値10mg/Lを下回った。T-P濃度はほとんどの河川で四季を通じて0.05mg/L以下であったが、水海川ではすべての月で0.1mg/Lを超える濃度を示した。T-P中の $\text{PO}_4\text{-P}$ の割合は平均して51.8%であった。Si濃度は各河川で四季を通じての変化があまり見られず、2.1~5.0mg/Lの値を示した(図-5)。

Cd濃度は0.00~1.57 $\mu\text{g/L}$ となり、環境基準値3.0 $\mu\text{g/L}$ を下回った。Pb濃度は0.18~21.31 $\mu\text{g/L}$ となり一部の河川で環境基準値10 $\mu\text{g/L}$ を上回った。As濃度は1.02~28.51 $\mu\text{g/L}$ となり一部の河川で環境基準値10 $\mu\text{g/L}$ を上回った。

農薬に関して、6~10月のサンプルでは健康項目の物質は検出されず、要監視項目のイソキサチオンやEPN等は検出されたものの、すべて基準値を下回っていた。医薬品に関して、6~10月のサンプルでは極めて低い値を示したため、測定方法等を再検討する予定である。

3.2 化学物質の負荷量

BOD、栄養塩類であるT-N、T-P、Siの負荷量を算出し、流量との相関を把握した。対数軸グラフの形式で各河川別に負荷量と流量の相関を取り、回帰曲線を引いた。河川別にみると、BOD以外の各項目では概ねプロットが回帰曲線に乗る形になり、相関が高い傾向にあることが確認できた。さらに、河川別に作成した近似曲線を項目ごとに1つのグラフにまとめた(図-6~9)。各河川の回帰曲線 $L=kQ^n$ (ここでL:負荷量、k:定数、Q:流量、n:定数)のnの値を各項目で平均すると、T-N:0.99、T-P:0.85、Si:0.99、BOD:1.10となった。

T-NとSiについては、各河川の回帰曲線がほぼ一直線に並び、負荷量と流量の間に強い相関が見られた(決定係数平均値はT-N:0.87、Si:0.98)。これにより本研究の調査対象地域においてはT-N、Siはすべて似たような要因によって発生していることが確認できた。T-NとSiは $n \approx 1$ であり、 $n=1$ のとき負荷量と流量は比例するため、流量の変化によって濃度が変化しない物質であることが分かる。このことからT-N、Siに関しては河川周辺に特定汚染源は無く、T-N中には $\text{NO}_3\text{-N}$ が多く含まれていることから、T-Nは雨水由来であること、またSiは土壌由来の物質が主であり、調査対象地域の土壌とその流出特性が似通っていることが予想できる。

T-PとBODに関しては、各河川の回帰曲線が連なることはなく、そこまで強い相関は見られなかった(決定係数平均値はT-P:0.70、BOD:0.76)。先に述べたT-N、Siのように調査対象地域全般にあてはめられる特徴はなかった。T-Pは $n < 1$ であり、これは常に負荷量が一定であることを示している。このことから、リンは近隣からの廃水等の外的要因が主であるといえる。河川別では相関が高い傾向にあったT-Pの近似曲線が連ならなかったことが、これを裏付けている。

BODは $n > 1$ であり、これは流量の増加に伴って濃度が高くなることを示している。これは流量が増加した際に生じる巻き上げや浸食のためと考えられる。

4.まとめ

四季を通じてほぼすべての河川で、大腸菌群数を除く水質項目は良好であったといえる。

また、T-N及びSiについて、負荷量と流量の相関が高く、調査対象の全河川でその傾向が似ていることが分かった。これによりT-N、Siの流出においては人為的な影響はなく、自然由来のことが多いことが予想できた。Siにこの特性が見られたことから、調査対象地域の土壌が似通っていることが予想できる。

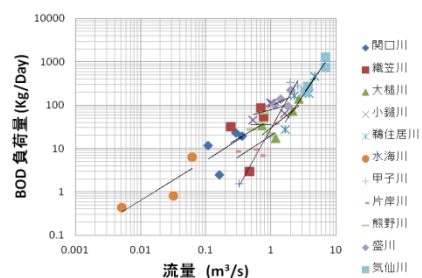


図-6 BOD 負荷量

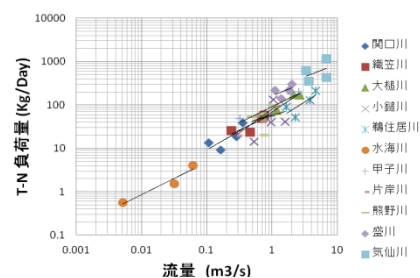


図-7 T-N 負荷量

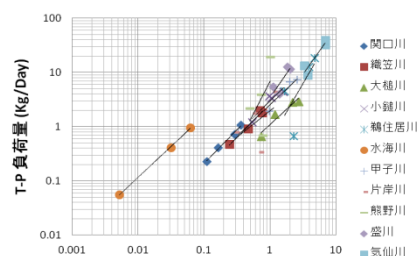


図-8 T-P 負荷量

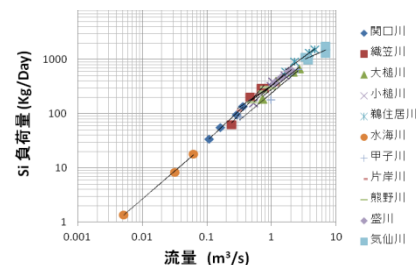


図-9 Si 負荷量