

B-25 岩手県沿岸部に流入する河川の水質特性と負荷量について

○笹本 誠^{1*}・石川奈緒¹・伊藤 歩¹・海田輝之¹

¹岩手大学工学部社会環境工学科（〒020-8551 岩手県盛岡市上田4-3-5）

* E-mail: sasamoto@iwate-u.ac.jp

1. はじめに

岩手県沿岸域に流入する河川により運ばれる種々の物質は、沿岸での水産資源と密接に関係している。2011年3月11日に発生した東日本大震災によって津波被害が発生し、この震災による生活環境の変化は、河川の水環境、さらには流入する沿岸域へ与える影響が懸念されている。そこで本研究では、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の検討を行った。

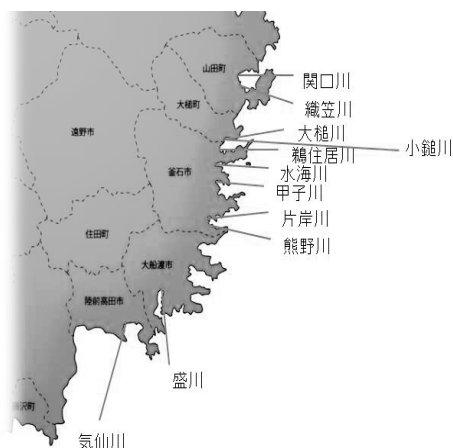


図-1 調査対象河川

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、2014年7月（夏季）、9月（秋季）、11月（冬季）、2015年2月（春季）の4回、計8回行った。調査対象河川は、図-1に示す11河川を対象とした。2013年12月と2014年9月、11月、2015年2月の水海川は表面流下が見られず、河床が干上がっており、データを得ることができなかった。採水は各河川の最下流部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、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現地測定とし、水温、pH及び電気伝導度は多項目水質計を用いて、こちらも現地測定とした。Siおよ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。農薬および医薬品は、

固相抽出による前処理後、GC質量分析装置、LCタンデム型質量分析装置で測定した。また、気仙川から広田湾への1年間の種々の物質の負荷量は、タンクモデルを用いてアメダスの雨量と岩手県による水位流量曲線から日単位での流量を推定し、濃度と負荷量との関連について検討を行った。

3. 結果と考察

(1) 水質特性

pH、SS、DOはすべての河川で環境基準値AA類型を満たしていた。BODは2014年7月の気仙川、9月の織笠川、大槌川、気仙川を除いて、AA類型～A類型を満たしていた。大腸菌群数は、ほとんどの河川でA類型～B類型に相当した。

栄養塩類については、T-N濃度は0.18～2.27 mg/L（平

均0.89 mg/L)であった。T-N中の $\text{NH}_4\text{-N}$ の割合は0.3～29.4%(平均3.8%)、 $\text{NO}_2\text{-N}$ の割合は0.01～5.72%(平均0.39%)、 $\text{NO}_3\text{-N}$ の割合は10.5～97.6%(平均47.3%)であった。 $\text{NO}_2\text{-N}$ および $\text{NO}_3\text{-N}$ 濃度はすべての河川、季節において環境基準値の10 mg/Lを下回っていた。T-P濃度は平均で0.04 mg/LでありT-P中の $\text{PO}_4\text{-P}$ の割合は平均57.2%であった。Si濃度は、平均6.0 mg/Lであった。

有害金属類については、Cd 濃度は0.0001未満～0.37 $\mu\text{g/L}$ (環境基準値3.0 $\mu\text{g/L}$)、Pb 濃度は0.05～5.27 $\mu\text{g/L}$ (環境基準値10 $\mu\text{g/L}$)、As 濃度は0.008～5.67 $\mu\text{g/L}$ (環境基準値10 $\mu\text{g/L}$)であり、それぞれ環境基準値を下回っていた。

農薬(76種類を対象)に関しては、すべての季節、すべての河川のサンプルで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(0.0004～0.6 mg/L)。

医薬品については、タイロシン、トリメトプリム、エンロフロキサシン、オキシリン酸、セファゾリン、オキシテトラサイクリン、ドキシサイクリン塩酸塩、リンコマイシン塩酸塩、アモキシシリン、スルファモノメトキシンの抗生剤10種類を対象とした。すべてのサンプルで極めて低い値を示したため、河川および水産資源への影響は低いと考えられる。

(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、流量との相関を検討した。対数グラフで各河川ごとの負荷量と流量の相関を取り、回帰曲線を引いた。栄養塩類について河川別に作成した近似曲線を各項目ごとに図-2～5にグラフで示した。

各河川の回帰曲線は以下の式で示される。

$$L = k \cdot Q^n$$

ここで、L：負荷量、k：定数、Q：流量、n：定数

式中の n の値を各項目について11河川で平均すると、T-N は $n=0.83$ 、T-P は $n=1.11$ 、BOD は $n=1.15$ 、Si は $n=1.52$ となった。

これらの物質の中で、Siは負荷量と流量との間に強い相関が見られた。各河川での決定係数の平均値は、T-N：0.52、T-P：0.65、BOD：0.48、Si：0.80 であった。

以上の結果から、T-N は $n < 1$ であることから、これは常に負荷量が一定であることを示しており、ある排出源からの窒素の排出量は一定で、降雨によって希

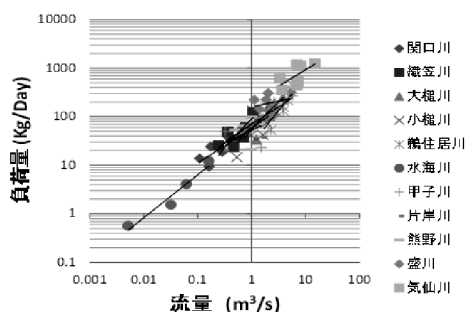


図-2 T-N負荷量

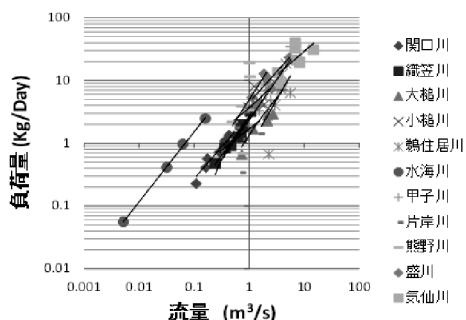


図-3 T-P負荷量

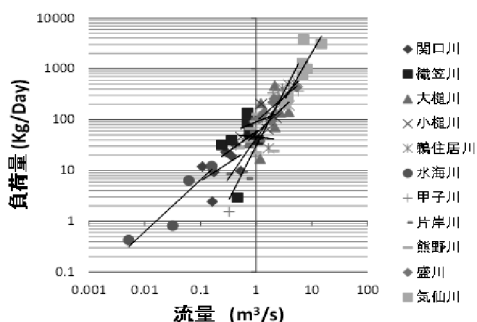


図-4 BOD負荷量

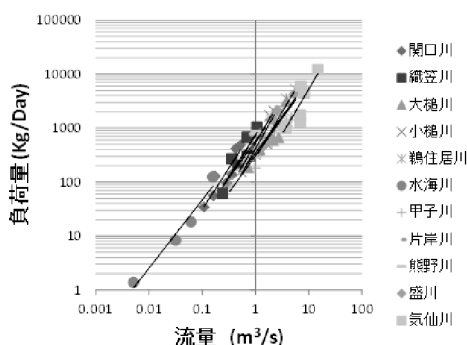


図-5 Si負荷量

積されていることが予想される。T-P、BOD、Si は $n>1$ であり、流量の増加に伴って濃度が高くなることを示している。これは流量の増加に伴い、流域の土壌からの流入、川底に滞留していた物質の巻き上げなどが考えられる。

(3) 気仙川における年間負荷量

気仙川において、図-6に示すようなタンクモデル(h：貯留高、d：流出高、inf：浸透量)を用いて、アメダスによる雨量のデータから日単位での流量を推定し、岩手県による水位流量曲線から求めた流量と比較して、タンクモデルの係数を決定した。タンクモデルによる計算結果を図-7に示す。流量は実際の流量を良く再現していることが分かる。この日流量の値から流量と負荷量の回帰式を用いて、年間の負荷量を積算した。流量は平均 $4.38 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{年}$ であり、T-N は平均 385 t/年、T-P は平均 12.6 t/年、BOD は平均 5144 t/年、Si は平均 7218 t/年であった(表-1)。2012年と2013年を比較すると、年間の総流量に大きな違いは見られないが、BODとSiは2013年の方が負荷量は

多くなっている。これは気仙川での流量と負荷量の関係において、BODとSiのnの値が1以上であることから、2013年の方が日単位の流量の多い日が多かったことによると考えられる。

4. まとめ

- ・本研究で調査を行った河川の水質については、調査した11河川で大腸菌群数を除いて環境基準値及び指針値を概ね満足していた。
- ・11河川において、種々の化学物質の流量と湾へ流入する負荷量との相関から、これらの物質の流出特性が岩手県沿岸部では類似していることがわかった。
- ・気仙川において、アメダスの降雨量データからタンクモデルを用いて、流量を再現できることを示した。
- ・負荷量の回帰式とタンクモデルで得られた流量をもとに、気仙川から広田湾への栄養塩類の負荷量としての算定が可能となった。

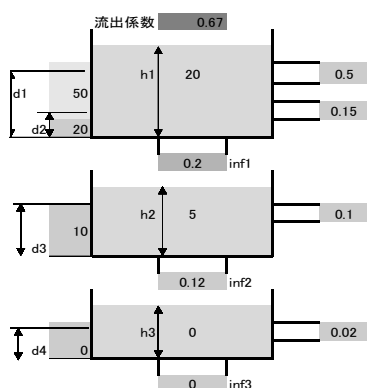


図-6 タンクモデル

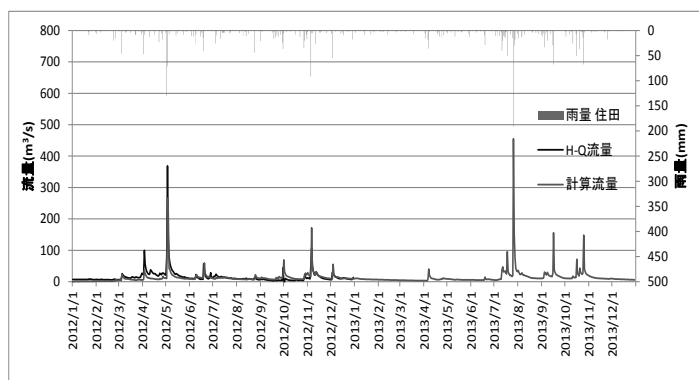


図-7 雨量と流量の関係

表-1 気仙川の年間負荷量

年	年総流量 (m^3/y)	T-N		T-P		BOD		Si	
		t/year	t/ha	t/year	t/ha	t/year	t/ha	t/year	t/ha
2012	4.36×10^8	394	75.8	12.8	2.5	4025	774	6122	1177
2013	4.39×10^8	376	72.3	12.3	2.4	6262	1204	8314	1599