

VII-10 馬宿川流域における溶質流出特性について

徳島大学大学院 学生員 ○星川 豪
 徳島大学大学院 正 員 田村 隆雄
 徳島大学大学院 フェロー 端野 道夫

1. はじめに：近年、海域環境の改善のために山地での植林事業など環境保全活動が行われるようになってきた。これは森林から流出する栄養塩や微量物質が海域の生態系保全に貢献していると考えられているからである。そこで本研究では、2005 年 4 月～12 月に図-1 に示す香川県東部の馬宿川流域(流域面積:22.5km², 土壌:褐色森林土壌, 地質:砂岩・泥岩, 植生:針広混合林)を対象とし、森林域から海域へもたらされる物質負荷量の算定を行った。対象物質は植物プランクトンの成長に欠かせない全窒素(T-N), 全鉄(T-Fe), ケイ酸(SiO₂), 硝酸態窒素(NO₃⁻-N)である。観測は森林域源流部の西谷川橋と水位の観測が行われている新磨橋の計 2 地点で行った。

2. 観測結果：図-2 に水質観測結果を示す。西谷川橋では、9 月の洪水時の観測は行っていない。流出高は新磨橋の水位から H-Q 曲線¹⁾を用いて算定した。①全窒素(T-N)：新磨橋では、観測濃度の季節変化は認めることはできなかったが、洪水時には、観測濃度の上昇が認められた。西谷川橋では 10 月以降から濃度の上昇が認められた。また、7 月の洪水時にも濃度の上昇が認められた。②全鉄(T-Fe)：新磨橋では観測濃度の季節変化は認めることができなかった。洪水時には降雨開始前の濃度と比べて 7 月では 2.2 倍、9 月では 3.5 倍に濃度の上昇が認められた。西谷川橋でも、7 月の洪水時には新磨橋と同程度の濃度の上昇を示した。③ケイ酸(SiO₂)：新磨橋の平水時の濃度はほぼ一定であった。洪水時の濃度は、降雨開始前と比べて、7 月には 0.9 倍程度、9 月では降雨開始後の 9 月 5 日に 0.7 倍程度に濃度が減少したが、流量ピーク後の 9 月 7 日午前 6 時には 2 倍程度の上昇を示し、10 月末にかけて徐々に低下する傾向が認められた。④硝酸態窒素(NO₃⁻-N)：新磨橋では、平水時に濃度はほぼ一定であったが、洪水時に濃度の上昇が認められた。西谷川橋では 7 月、9 月の夏季に濃度の上昇が認められた。特に洪水時に顕著な濃度上昇が見られた。新磨橋と西谷川橋の観測地点で比較すると、常に下流側の新磨橋で濃度が低かった。この原因として西谷川橋と新磨橋までの流下途中にある千足ダムや河道内の植生による硝酸態窒素の消費が考えられる。

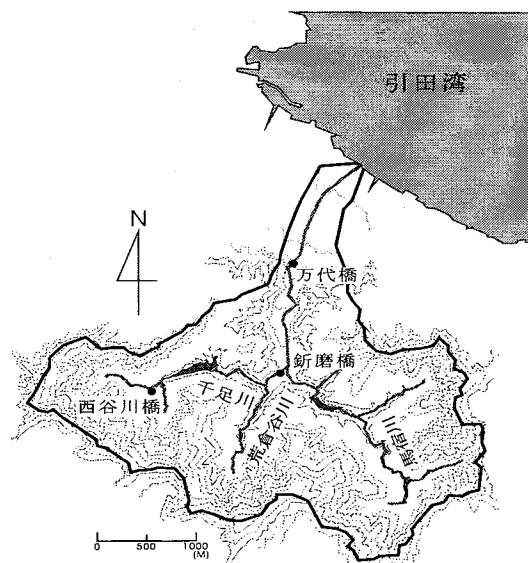


図-1 馬宿川流域

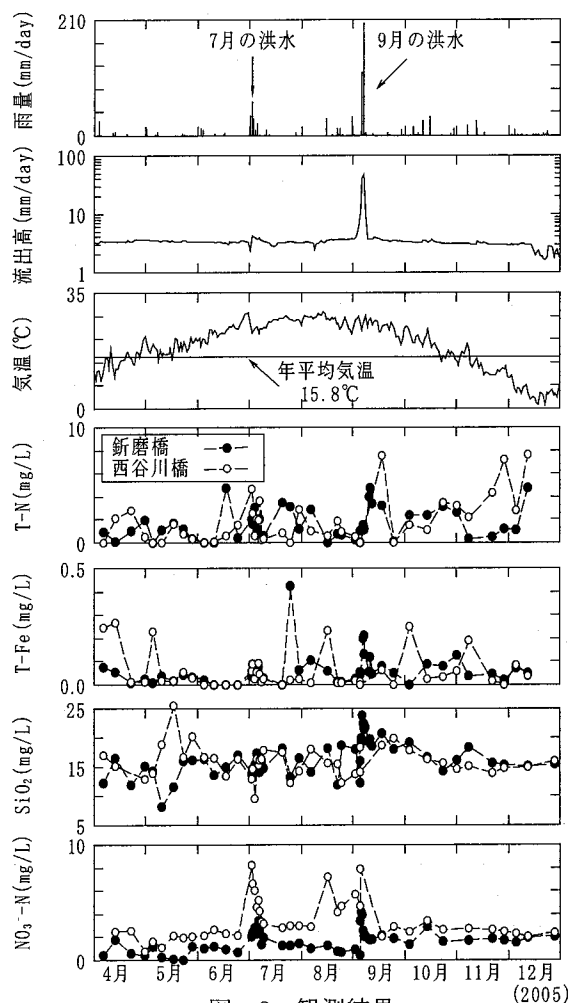


図-2 観測結果

全窒素、全鉄、及び硝酸態窒素は流量の増加と共に濃度も上昇したので、主な流出起源は土壌表層であることが分かった。ケイ酸については、洪水後に緩やかな濃度減少が認められたので、土壌表層から流出する成分と地下水から流出する成分があると考えられる。

3. 森林域から海域への流出負荷量の評価

①流出高－濃度推定法による鉦磨橋水位観測所の溶質濃度の再現：鉦磨橋で観測された各溶質濃度と観測水位データから算定した日平均流出高(mm/hr)より単回帰分析を行い、以下のような推定式の係数を求めた。

T-N 濃度推定式

$$C = a + bQ \quad (1)$$

T-Fe, SiO₂, NO₃⁻-N 溶質濃度の推定式

$$C = aQ^b \quad (2)$$

このときCは各物質の推定濃度(mg/L)、Qは日平均流出高(mm/hr)、a、bは係数である。これらによって得られた各溶質濃度の再現結果と係数を図-3に示す。洪水時に濃度の変動が認められるものの、平水時の各溶質濃度は流量が安定しているため、ほぼ一定となった。重相関係数については、全鉄が0.81となり最も良い再現性を得た。

②年間物質流出負荷量の算定と洪水時の物質流出負荷量の影響：推定式を利用して、2005年における鉦磨橋からの年間物質流出負荷量と洪水時物質流出負荷量の算定結果を表-1に示す。洪水時の物質流出負荷量は7月1日から7月7日までの洪水(総雨量

158mm)と9月4日から9月8日までの洪水(総雨量322mm)の計12日間における物質流出負荷量である。洪水時物質流出量は年間物質流出量に対して、10%以上であり、洪水日数が年間の日数に占める割合は3%であるということから、洪水時の物質流出負荷量が年間の物質流出負荷量に与える影響は大きいことがわかる。

③森林域からの物質流出負荷量の推定：馬宿川流域の約90%を占める森林域の出口にあたる万代橋(20.33km²)での物質流出負荷量の推定を行った。その結果を表-2に示す。全鉄とケイ酸については降雨負荷量の算定は行っていない。全窒素と硝酸態窒素は、森林域からの物質流出量が全物質流出量に対して67%以上になることがわかった。

4. まとめ：洪水時の物質流出量は年間物質流出量に対して、10%以上が洪水時に流出していることから、洪水時の物質流出量が年間物質流出量に与える影響が大きいことが分かった。森林由来の物質流出負荷量については森林域からの物質流出量が全物質流出量に対して67%以上ということがわかった。各溶質濃度の再現性は、溶質によって起源が異なるため流出高－濃度推定法ではうまく表現できなかった。

5. 参考文献 1) 田村隆雄・端野道夫・橘大樹：一般中小河川にも適用可能な雨量・水位データを用いた流出解析モデルパラメータの同定手法, 水工学論文集, 第50巻, pp. 355-360, 2006年

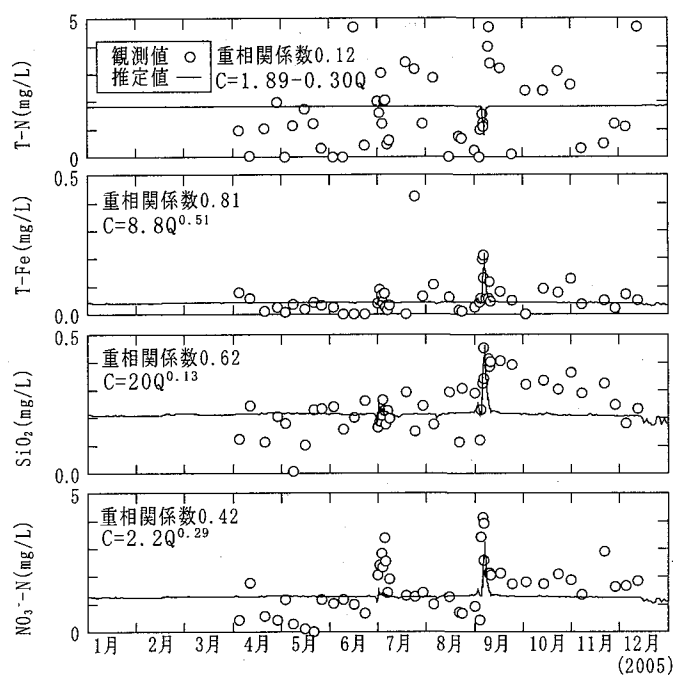


図-3 溶質濃度の再現結果(鉦磨橋)

表-1 鉦磨橋における年間物質流出負荷量

	T-N	T-Fe	SiO ₂	NO ₃ ⁻ -N
洪水時の物質流出負荷量(t/12days)	2.0 (10%)	0.16 (21%)	27.8 (14%)	3.1 (16%)
年間物質流出負荷量(t/year)	20.0	0.74	200	19.0

表-2 森林域からの年間物質流出負荷量

	T-N	T-Fe	SiO ₂	NO ₃ ⁻ -N
降雨負荷量(t/year)	15.0	—	—	12.0
森林からの全物質流出量(t/year)	46.0	1.7	480	43.0
森林域からの物質流出量の割合(%)	67%	—	—	72%