

瀬戸内海沿岸流域の物質輸送過程 - 地下水 vs 河川、溶存態 vs 懸濁態 -

Mass transport process in Seto Inland Sea catchment

小野寺 真一[1]; 齋藤 光代[2]; 吉田 浩二[3]

Shinichi Onodera[1]; Mitsuyo Saito[2]; Koji Yoshida[3]

[1] 広大・総; [2] 広大・生物圏・共存; [3] 広大・生物圏・共存

[1] Integrated Sci., Hiroshima Univ; [2] Grad., Biosphere Sci., Hiroshima Univ.; [3] Grad., Biospheric Sci., Hiroshima Univ.

<http://home.hiroshima-u.ac.jp/sonodera/>

1. はじめに

陸域からの物質輸送は、沿岸海洋環境に大きな影響を及ぼすため、従来から多くの研究が行われてきた (Burt et al., 1993; 福岡, 2004 など)。近年、世界の大河川流域における水・物質収支にもとづき、地下水による海洋への物質輸送の重要性が指摘されてきた (Zektser and Loaiciga, 1993; Burnett et al., 2001 など)。それにとともに、陸域からの物質輸送に関する世界的なデータベース化も進みつつある (LOICZ, 2000; 国土交通省, 2002)。しかし、地下水から海洋への物質流出量については、ほとんどデータが示されていない。一方で、河川流出においても、データベース化が進んできたとはいえ、洪水時のデータなど、時間的な精度は十分とは言えず、依然としてその定量のためには課題は残されている。また、負荷物質の形態についても、懸濁態、溶存態、掃流態など、その全てを網羅して評価された例は、ほとんどない。本論では、流域の物質輸送について、特に瀬戸内海流域における研究例を示すとともに、今後の課題についても整理することを目的とする。

2. 流域にもたらされた降水の地下水と河川への分配特性

重枝ら (2003) は、広島県生口島に位置する地形の異なる 15 の河川流域において、地形特性を抽出し無降雨時の河川流量との関係を示した。ここでは、河川への集水特性を示す指標として「河川集水度」を定義した。これは、河床勾配が緩く、谷が深く掘れている場合には大きな値を示す傾向がある。この河川集水度と単位面積あたりの河川流量には、明瞭な正の相関関係が確認できた。また、窒素流出量は河川流量に依存することから、単位面積あたりの窒素流出量についても、同様にこの地形指標から評価できることが明らかになった。ここで、勾配が緩く、河川が掘り下げられた形態の流域ほど一旦河川に排水され、河川から海洋へ流出するのに対して、勾配が大きくあまり掘り込まれていない流域では、河川に流出せず直接地下水のまま海洋へ流出することが示された。

さらに、Onodera et al. (2005) は、河川集水度と単位面積あたりの河川流量との 1 次近似式の傾きと 1 ヶ月前の降水量 (先行水分量) との間に明瞭な関係を明らかにした。これは、先行降雨量の増大にとともに傾きが大きくなるという傾向である。すなわち、先行降雨量が増大すると、河川流量が相対的に増大する、すなわち河川流出型に変化することを意味する。以上の結果、流域勾配が急で、降雨量の少ない時期には、地下水流出が卓越することが明らかになった。また、本成果は、流域の地形情報と降雨情報から、流域からの排水特性を評価できることも示した。

3. 地下水による窒素流出

Saito and Onodera (2005) は、前述した広島県生口島の 15 流域の中で地下水流出型の流域で調査を行なった (河川流出量; 年降水量の 20%、地下水流出が 40%程度)。また、流域の 50%に果樹園が分布し大量の窒素肥料が散布され、同時に民家も点在し家庭排水も垂れ流しである。ここで、地下水の硝酸性窒素濃度は、中流域において約 2.0 meqL⁻¹ 程度と環境基準 (10mgL⁻¹=0.7 meqL⁻¹) を超えるのに対して、最下流域では 0.3 meqL⁻¹ 以下に低下した。この結果は、海洋への地下水流出にとともなう窒素流出がほとんど起きていないことを示した。また、下流域の地下水では、家庭排水中の溶存有機炭素を利用した脱窒反応であることが示唆された。これは、Onodera et al. (2005) など、普遍的に確認された。ただし、硝酸性窒素以外の栄養塩についても、シリカや塩基など詳細な検討が必要である。

4. 河川による物質流出特性

齋藤ら (2005) は、広島県生口島の沿岸山地小河川 (40ha) において、10mm の降雨イベントにおける観測の結果、降雨時の硝酸性窒素濃度は低下したものの、流量の増大が著しいため、溶存窒素流出量は河口付近で平水時に比べて 10 倍以上に達したことを確認した。また、吉田ら (2004) は同流域で総雨量 169.8mm、直接流出率 70.3% の巨大降雨イベントを観測した結果、溶存窒素流出量の更なる増大を確認した。吉田ら (2004) による、降雨時の懸濁物質の観測結果は、平水時の 1000 倍以上に達し、溶存態に比べて 10 倍以上のフラックスになることを示した。すなわち、懸濁物質として流出していることが示された。今後は、この懸濁物質中における有機物の割合を定量していくことが必要である。