

水圏環境における懸濁態有機物の動態研究

Study on transport behavior of particulate organic matter in aquatic environment

長尾 誠也

Seiya NAGAO

¹⁾ 金沢大学

(概要)

本研究では、平成 29 年 1 月から平成 30 年 3 月までほぼ 1 ヶ月に 1 回の水質観測を湖中央部で実施し、湖内の有機物濃度の変動とその動態について流入河川の測定結果と比較検討した。その結果、106.5 mm の日降水量の降雨イベント時に木場潟流域からの影響が明瞭に認められた。しかし平水時には流域からの寄与は反映されず、懸濁粒子の有機物の濃度と特徴は主に木場潟の湖内生産により支配されていることが明らかとなった。また、日用川・利根川上流・岩沢川における河川水懸濁粒子中有機物の炭素同位体比は異なり、流況と流域環境の違いが反映されることが示唆された。

キーワード : $\delta^{13}\text{C}$, $\Delta^{14}\text{C}$, 有機物, 河川水, 移行挙動

(1 行あける)

1. 目的

最近の集中豪雨の規模と回数の増加により、陸域から海洋への物質の移行が促進され、陸域の生態系と共に、沿岸域での生態系への影響が懸念されている。この実態を把握するためには、移行する有機物の濃度、フラックスの観測とともに、有機物の質を考慮し、流域からの供給機構を解明することが重要となる。懸濁態有機物は複雑な有機物の複合体であり、特性を把握するためには様々な項目を分析する必要がある。本研究で着目する炭素安定同位体比と放射性炭素は、有機物のバルクの特徴とともに時間軸を組み込むことが可能であり、有機物の有効なトレーサーとして利用することができる(例えば、Raymond and Bauer, 2001, Nagao et al., 2005, 2010a,b, Bui et al., 2017 等)。一方、湖沼環境の水環境問題は、地球規模での環境問題の 1 つとして位置づけられ、水深が浅く閉鎖的な水環境の有機汚濁が進行していることが報告されている。本研究では、日本の典型的な流域の特徴を有している群馬県利根川上流河川、福島県浜通りの広野火力発電所付近の岩盤河床の岩沢川をフィールドに設定した。それぞれの河川で河川水中の懸濁粒子を採取し、有機物の放射性炭素と炭素安定同位体比を測定した。また、平均水深が 2.0m と浅く、洪水被害や周辺の潟の埋め立てによる可動式のゲートの設置により半閉鎖的な環境を呈している湖沼の木場潟を対象に水圏環境における有機物の動態を検討した。

2. 方法

木場潟調査は、平成 29 年 1 月 26 日から平成 29 年 10 月 11 日まで毎月 1 回、水質観測、湖水採取を実施した。水質は多項目水質計 (TOA-DKK WQC-24) により、水温、pH、電気伝導度、濁度、溶存酸素濃度を計測した。湖水は中央部の測点で表層水 60L をバケツにより採水した。木場潟に流入する日用川では、平成 29 年 4 月と 5 月は最下流の新高橋で、6 月以降はより上流に位置する新川

大橋で調査を実施した。採取した水試料は金沢大学環日本海域環境研究センター低レベル放射能計測施設に輸送し、連続遠心法により河川水から懸濁粒子を分離した。また、河川水試料は利根川上流域の台風通過後に採取するとともに、福島県岩沢川では平成 29 年 6 月と 11 月に採取し、河川水からは連続遠心により懸濁粒子を分離した。北海道道東域の厚岸湖・厚岸湾では 3 地点で堆積物を採取した。

採取した河川水・湖水懸濁粒子と堆積物試料については、凍結乾燥した後にメノウ乳鉢で粉碎して粉末試料とした。

有機物の C-14/C-12 の測定は、1M 塩酸で炭酸塩の除去を行った試料について、日本原子力研究開発機構青森研究開発センターむつ事務所の加速器質量分析計により行った。測定した値は $\Delta^{14}\text{C} = ((\text{pMC}/100) - 1) \times 1000$ として表した。また、C-13/C-12 の測定は、質量分析計により行い、 $\delta^{13}\text{C}$ 値として表した。湖水・河川懸濁粒子と沿岸域堆積物の有機炭素含量、全窒素含量は元素分析計により測定した。

3. 結果及び考察

図 1 には平成 29 年 1 月から 10 月までの木場潟湖水懸濁粒子中の粒子態有機炭素 (POC) 濃度と含有量、有機物の $\delta^{13}\text{C}$ 値と $\Delta^{14}\text{C}$ 値を示した。湖水中の POC 濃度は 3 月から 7 月にかけて 2 mg/L から 3.7 mg/L まで緩やかに増加したが、8 月の降雨イベントでは、1.9 mg/L まで低下した。粒子態有機物の含有量を見ても 25.8% から 10% まで低下している。有機物の $\delta^{13}\text{C}$ 値と $\Delta^{14}\text{C}$ 値もそれぞれ約 1.0‰ と約 20‰ 低い値を取っている。これらの値は、森林表層土壌の値に相当している。このことから、降水により河川経由で流域の土壌由来の有機物が流入していることが考えられる。

観測期間において、湖水中懸濁粒子の有機炭素含有量が高くなると $\Delta^{14}\text{C}$ 値が高くなる正の相関性が認められる。一方、木場潟に流入する日用川の懸濁態有機物には、懸濁粒子の有機炭素含有量と $\Delta^{14}\text{C}$ 値には負の相関性が存在する。こ

のことは、木場潟湖内での植物プランクトンの生産性が懸濁粒子の有機炭素含有量と炭素同位体比の特徴を支配していることを示唆している。

利根川上流では、台風通過後の河川水についての計測を実施した。その結果、降雨の影響により、 $\delta^{13}\text{C}$ 値は $-27.7 \sim -21.3\text{‰}$ 、 $\Delta^{14}\text{C}$ 値は $-260 \sim -15\text{‰}$ と流況により大きな変動を示した。この結果は、降雨の降り方、範囲、降雨量等の違いにより懸濁粒子の供給源が異なることを示唆している。

今回計測した平水時の河川水懸濁態有機物の $\delta^{13}\text{C}$ 値は岩沢川 ($-28.8 \sim -26.8\text{‰}$) < 日用川 ($-29.9 \sim$

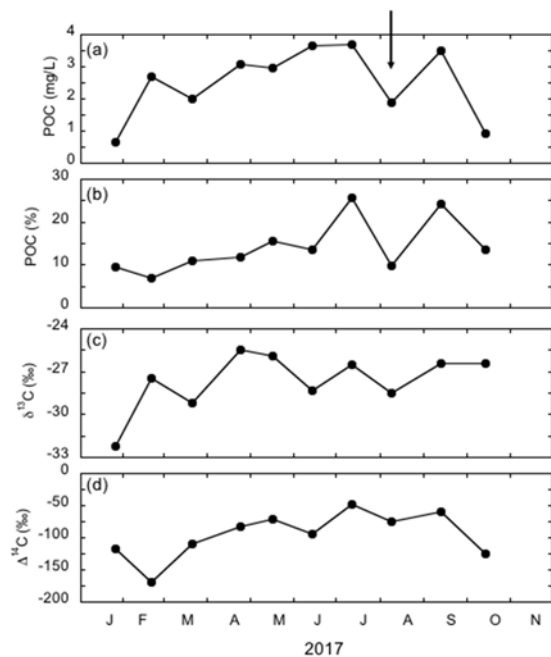


図 1 木場潟中央部の表層水中懸濁態有機物濃度 (a)、有機物含有量 (b)、有機物の $\delta^{13}\text{C}$ (c) と $\Delta^{14}\text{C}$ (d)
矢印は調査の前日に気象庁小松市観測局で 106.5 mm の降雨が観測された観測日を示している

-26.6‰) < 利根川上流 (-24.7~-23.6‰)、 $\Delta^{14}\text{C}$ 値は岩沢川 (-284~-242‰) < 日用川 (-309~-43‰) < 利根川上流 (-97~-84‰) と流域環境の違いが反映された可能性が考えられる。

汽水湖の厚岸湖底堆積物と厚岸湾堆積物の $\delta^{13}\text{C}$ 値は-22.4~-20.0‰とほぼ海起源有機物の特徴を示したが、厚岸湖 (-20.5~-20.0‰) > 厚岸湾 (-22.3‰) と多少の違いが認められる。厚岸湖堆積物の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は-225~-199‰、厚岸湾堆積物は-285‰と $\delta^{13}\text{C}$ 値と同様に違いが存在する。この結果は、厚岸湾では、湾周辺の集水域あるいは海岸域に存在する第三紀の泥岩が付加された可能性が考えられる。

4. 引用(参照)文献等

- Bui, H.T., Nagao, S., Ochiai, S., Fukushi, K., Goto, A., Hasegawa, T. (2017) Characterization ascertained from $\delta^{13}\text{C}$ and $\Delta^{14}\text{C}$ of particulate organic matter in surface water from a shallow and semi-closed Lake Kiba. *Journal of Nucl. Radiochem. Sci.*, 17, 17-22.
- Nagao, S., Usui, T., Yamamoto, M., Minagawa, M., Iwatsuki, T. and Noda, A. (2005) Combined use of $\Delta^{14}\text{C}$ and $\delta^{13}\text{C}$ values to trace transportation and deposition processes of terrestrial particulate organic matter in coastal marine environments. *Chem. Geol.*, 218, 63-72.
- Nagao, S., Irino, T., Aramaki, T., Ikehara, K., Katayama, H., Otosaka, S., Uchida, M., Shibata, Y. (2010a) Spatial distribution of $\Delta^{14}\text{C}$ values of organic matter in surface sediments off Saru River in northern Japan, one year after a flood event in 2006. *Radiocarbon*, 52, 1068-1077.
- Nagao, S., Aramaki, T., Seki, O., Uchida, M., Shibata, Y. (2010b) Carbon isotopes and lignin composition of POC in a small river in Bekanbeushi Moor, northern Japan. *Nucl. Instr. Method Phys. Res. B*, 268, 1098-1101.
- Raymond, P. A. and Bauer, J. E. (2001) Riverine export of aged terrestrial organic matter to the North Atlantic Ocean. *Nature*, 409, 1707-1717.