課題番号　2013A—F06

陸起源有機物の移行動態と湖底・沿岸域堆積物への堆積過程に関する研究

Study on deposition processes of terrestrial organic matter into lake and coastal marine sediments

長尾　誠也

Seiya NAGAO

金沢大学

（概要）
本研究では、河川流域から河川を経由して輸送される粒子態有機物の移行動態、および、沿岸域堆積物への堆積過程を明らかにすることを目的に、流域環境が異なる北海道別寒辺牛川−厚岸湖、能登半島の熊木川水系、および北海道日高沖において、堆積物中の有機物の炭素同位体比（$\Delta^{14}C$ と$\delta^{13}C$ 値）を測定し、粒子態有機物の供給と移行、堆積過程を検討した。その結果、熊木川と支流の西谷内川での有機物の流出挙動の違い、沿岸から外洋にかけての粒子態有機物の移行と沈着が海域により陸起源有機物と海洋起源有機物の寄与度が明瞭に異なる結果が得られた。
キーワード：$\delta^{13}C$, $\Delta^{14}C$，有機物，堆積物，移行挙動

１．目的

最近の気候変動に伴う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、陸域の生態系とともに、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、有機物の質を解析し、その起原とともに流域からの供給機構を解明することが重要となる。粒子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（Raymond and Bauer 2001; Nagao et al., 2005, 2010a,b）。

本研究では、森林と湿地域の別寒辺牛川と厚岸湖、森林と水田域を流れる熊木川水系の熊木川と西谷内川、さらに沿岸から外洋までの海洋環境を有する北海道日高沖海域を対象に、それぞれの地域の堆積物の有機炭素含有量とともに、炭素安定同位体比の$\delta^{13}C$ 値、放射性炭素の$\Delta^{14}C$ 値を測定し、陸域から沿岸域−大陸斜面−外洋域への移行動態を検討した。

２．方法

別寒辺牛川河川水中の懸濁粒子は、別寒辺牛中流域のカヌー出発点の別寒辺牛川橋付近で採取した河川水から連続遠心法により分離し、真空凍結乾燥した後にメノウ乳鉢で粉砕し、粉末試料とした。汽水湖である厚岸湖では北海道大学厚岸臨海実験所所属調査船えとぴりか号に乗船し 2011 年 10 月に厚岸湖全域を網羅するように７測点で表層堆積物を採取した。また、2012 年 2 月と 2013 年 3 月には、別寒辺牛川河口沖の沿岸域と厚岸湖南部で氷上から堆積物を採取した。沿岸から外洋にかけての海洋環境では、北海道南西部の日高沖の海域を対象に、噴火湾内で 2 測点、湾外で 3 測点、津軽海峡沖の 2 測点、日本海溝で 2 測点において採取した海底堆積物を用いた。能登半島の熊木川においては、2009 年〜2011 年にかけて、熊木川と西谷内川の源流、上流、中流で河床堆積物と河川懸濁粒子を採取し、真空凍結乾燥した。採取した試料については、メノウ乳鉢で粉砕し、粉末試料とした後、元素分析、同位体分析のため、1M 塩酸で炭酸塩の除去を行った。

堆積物中の有機物の C-14/C-12 の測定は、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$\Delta^{14}C = ((pMC/100)-1) \times 1000)$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、$\delta^{13}C$ 値として表した。河川懸濁粒子・河床堆積物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には能登半島の熊木川とその上流域を流れる支流の西谷内川河床堆積物の測定結果を示した。両河川とも、源流＞上流＞中流の順に$\Delta^{14}C$ 値は減少し、$\delta^{13}C$ 値は逆に増加した。源流–上流域は森林域、上流の下流から中流にかけて水田が拡がり始めることから、上流域では森林由来の有機物が供給され、上流から中流にかけては水田からの有機物の寄与が増加したために変動したと考えられる。また、熊木川と西谷内川の$\Delta^{14}C$ 値と$\delta^{13}C$ 値との相関性の違いは、流域の土地利用形態の違いが反映した可能性が考えられる。

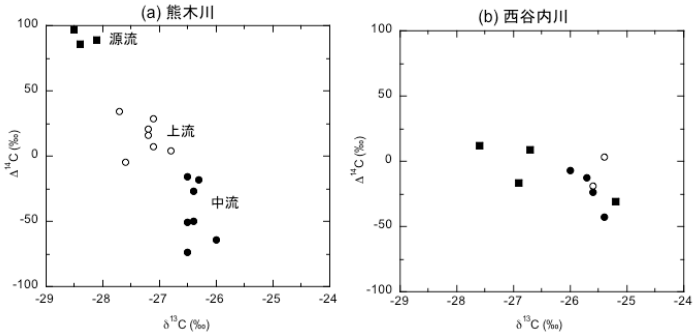

図１　熊木川と支流の西谷内川源流から中流の河床堆積物有機物の$\delta^{13}C$ と$\Delta^{14}C$ 値

図 2 には、厚岸湖底堆積物と陸起源有機物のソースとして別寒辺牛川河川水懸濁粒子の有機物の$\delta^{13}C$ 値と$\Delta^{14}C$ 値をプロットした。この図を見て明らかなように、別寒辺牛川河口域から厚岸湖までは、別寒辺牛川からの陸起源有機物と厚岸湖内の海洋起源有機物との混合により構成されていることがわかる。しかし、厚岸湖南西部は厚岸湖内生産の有機物の寄与が卓越している。一方、厚岸湖中央部の測点では、$\Delta^{14}C$ 値が約−270‰と最も低い値であり、新しい有機物の供給が少ない。なお、雪融け時の河川水の粒子態有機物は、厚岸湖堆積物へは殆ど寄与していない、つまり厚岸湖から沿岸域の厚岸湾へ移動している可能性が示唆される。

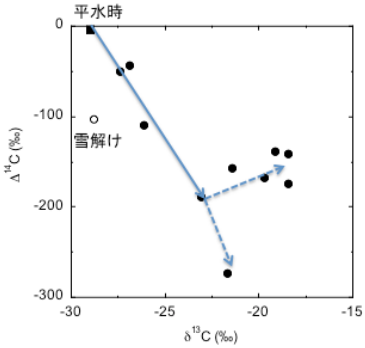

図２　別寒辺牛川河川水懸濁粒子（■：平水時、○：雪融け時）と厚岸湖堆積物有機物の$\delta^{13}C$ と$\Delta^{14}C$ 値

図 3 には、北海道南西沖の沿岸から日本海溝堆積物有機物の炭素同位体比の測定結果を示した。噴火湾内外の堆積物と津軽海峡沖、日本海溝堆積物の$\delta^{13}C$ 値と$\Delta^{14}C$ は異なる領域にプロットされた。津軽海峡沖、日本海溝堆積物は、プランクトン由来の有機物の$\delta^{13}C$ 値を示した北海道十勝川沖堆積物とほぼ同じ$\delta^{13}C$ 値に対して、噴火湾内外の堆積物有機物は陸起源有機物の寄与が高く、低い$\Delta^{14}C$ 値であった。この海域で陸域から粒子の供給源と考えられている沙流川河川水懸濁粒子有機物の$\delta^{13}C$ 値と$\Delta^{14}C$ 値が春先の雪融け時期にはそれぞれ、−25.0‰と−720‰と、十分に起源と考えられる炭素同位体比の範囲であり、噴火湾内外に移動し沈着した可能性が考えられる。

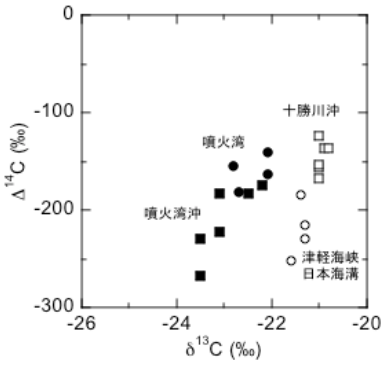

図３　海底堆積物有機物の$\delta^{13}C$ と$\Delta^{14}C$ 値

４．引用（参照）文献等

Raymond, P. A. and Bauer, J. E. (2001) Riverine export of aged terrestrial organic matter to the North Atlantic Ocean. Nature, 409, 1707-1717.

Nagao, S., Usui, T., Yamamoto, M., Minagawa, M., Iwatsuki, T. and Noda, A. (2005) Combined use of $\Delta^{14}C$ and $\delta^{13}C$ 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 $\Delta^{14}C$ 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.