

## C-14 とトレーサーとする陸起源有機物の動態と沿岸域堆積物への沈着機構に関する研究

Study on transport of terrestrial organic matter from river systems and deposition of sedimentary organic matter in coastal marine areas using C-14 as a tracer

長尾 誠也<sup>1)</sup>

鈴木智代<sup>1)</sup>

田中 孝幸<sup>2)</sup>

Seiya NAGAO<sup>1)</sup>

Tomoyo SUZUKI<sup>1)</sup>

Takayuki TANAKA<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>金沢大学

<sup>2)</sup>原子力機構

### (概要)

本研究では、河川流域から河川を經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ため、九頭竜川、釧路川、別寒辺牛川-厚岸湖、熊木川-七尾西湾を対象に有機物の $\Delta^{14}\text{C}$ と $\delta^{13}\text{C}$ 値を測定した。その結果、釧路川では河川の上流から下流にかけての流域で供給される有機物の特徴は異なり、海洋沿岸域に対しては、下流域からの寄与が大きいことが明らかとなった。また、河川の流域毎に河川へ供給される懸濁態有機物の特徴は異なることから、炭素同位体比は陸起源有機物の簡易指標として沿岸域での有機物の動態を評価できる可能性が示唆された。

**キーワード** :  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\Delta^{14}\text{C}$ , 有機物, 懸濁粒子, 河川水, 表層堆積物, 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共に、有機物の質を測定し、起原と共に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 (Raymond and Bauer 2001; Nagao et al., 2005, 2010a,b)。

本研究では、流域環境の異なる3地域、石川県能登半島の熊木川-七尾西湾、北海道東域の別寒辺牛川-厚岸湖、福井県の九頭竜川-日本海をフィールドに設定し、河川懸濁粒子、堆積物を採取し、それぞれの有機物の放射性炭素と炭素安定同位体比を測定した。その結果から、陸起源有機物の海洋沿岸域への輸送状況とともに、堆積状況を検討した。

### 2. 方法

熊木川-七尾湾流域では、2009~2010年に採取した熊木川水系河川水の懸濁粒子を連続遠心法により分離し分析用試料とした。別寒辺牛川-厚岸湖流域では、別寒辺牛川で河川水懸濁粒子を採取し、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2009年8月18日に7測点で表層堆積物を採取した。また、釧路川では2011年に上流、中流、下流で河川水懸濁粒子を採取した。九頭竜川水系では、九頭竜川本流と支流の日野川で2010年に4回、河川水中の懸濁粒子は連続遠心法により採取した。すべての試料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。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

河川流域と移行する河川水中の懸濁態有機物の炭素同位体比の関係を調べるため、本年度計測した釧路川、

別寒辺牛川、九頭竜川水系、熊木川水系の計測結果を図1にプロットした。湿原域河川水の釧路川と別寒辺牛川の河川水懸濁粒子の $\Delta^{14}\text{C}$  値は、森林域・農地の九頭竜川、日野川に比べて高く、 $\delta^{13}\text{C}$  値は逆に低くなる傾向を示した。熊木川水系では、九頭竜川・日野川に比べて高い $\Delta^{14}\text{C}$  値を示した。これらの変動は、各流域から流入する懸濁態有機物が流域の特性に応じて変動することを意味している。例えば、湿原域では、湿原土壌表層の比較的新しい有機物が輸送されることが考えられる。

1つの河川水系で、流域の特徴と河川水懸濁粒子の特徴との関係を把握するため、釧路川において、水源の屈斜路湖の影響を受ける上流、森林域の中流、湿原域の下流で採取した懸濁態有機物について、炭素同位体比を測定した。その結果、有機物の $\Delta^{14}\text{C}$  値は上流(-146‰) < 中流(-83‰) < 下流(-70‰)、 $\delta^{13}\text{C}$  値は下流 (-29.8‰) < 中流 (-27.6‰) < 上流 (-25.8‰) と、河川の流下方向でも流域の特徴が反映されることが示唆された。

河川からの陸起源有機物の移行挙動を把握するため、別寒辺牛川河川懸濁粒子と厚岸湖表層堆積物の有機物の放射性炭素と炭素安定同位体比を測定した。別寒辺牛川河川水の懸濁態有機物は、雪融け時期を除くと $\delta^{13}\text{C}$  値が-29.1~-28.7‰、 $\Delta^{14}\text{C}$  値は-9~+20‰と比較的小さな変動幅であった。一方、別寒辺牛川が流れ込む厚岸湖の表層堆積物有機物の $\delta^{13}\text{C}$  値は、別寒辺牛川河口から離れるに従い-27.4 ‰から-19.1‰へ増加し、 $\Delta^{14}\text{C}$  値も-50‰から-169‰と増加した(図2)。 $\Delta^{14}\text{C}$  値と $\delta^{13}\text{C}$  値をプロットすると、河川懸濁粒子と厚岸湖表層堆積物の有機物は、負の相関関係が存在した(図3)。このことは、海底堆積物に負荷される海洋起源有機物は陸起源有機物との二成分の混合により支配されていることが考えられる。また、海洋起源有機物の $\Delta^{14}\text{C}$  値が陸起源有機物に比べて、見かけ上古いことは、プランクトン等の新しく生成された有機物(Wang et al., 1998)は堆積物表層で分解され栄養塩を生成する、さらには、厚岸湾への移動が早いことを示唆している。

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  $\Delta^{14}\text{C}$  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., Otsuka, 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.

Wang, X.-C., Druffel, E. R. M., Griffin, S., Lee, C., Kashgarian, M. (1998) Radiocarbon studies of organic compound classes in plankton and sediment of the northeastern Pacific Ocean. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 62, 1365-1378.

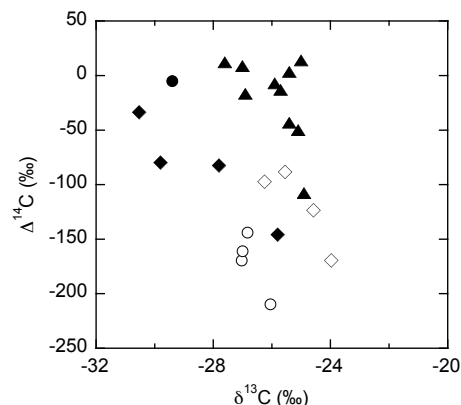


図1 河川水懸濁粒態有機物の $\Delta^{14}\text{C}$  と  $\delta^{13}\text{C}$  値との関係。  
● 別寒辺牛川; ○ 日野川; ◆ 釧路川  
◇ 九頭竜川; ▲ 熊木川水系.

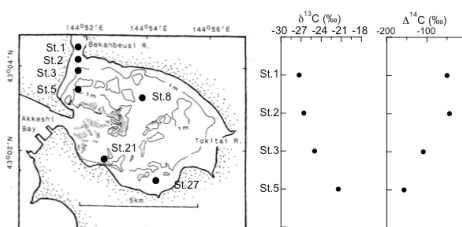


図2 厚岸湖河口域の表層堆積物有機物の $\Delta^{14}\text{C}$  と $\delta^{13}\text{C}$  値.

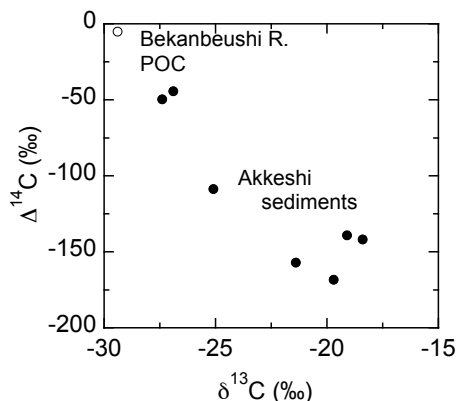


図3 別寒辺牛川懸濁粒子と厚岸湖表層堆積物有機物の $\Delta^{14}\text{C}$  と $\delta^{13}\text{C}$  値との関係.