

## C-14 をトレーサーとした環境中における有機物の移行研究

Study on transport of organic matter in natural environments using C-14 as a tracer

長尾 誠也

Seiya NAGAO

北海道大学大学院地球環境科学研究院（金沢大学環日本海域環境研究センター）

石狩川河口付近の定点で4月から12月まで河川水懸濁粒子態有機物の $\Delta^{14}\text{C}$ を測定した結果、249‰の変動幅を示し、時期により輸送される有機物の質が大きく変動することが明らかとなった。また、石狩川上流から下流までの3測点での測定結果では、流域毎に河川へ供給される有機物の特徴が異なり、流況と流域環境との関連性が示唆された。

キーワード：河川、懸濁粒子、有機物、炭素同位体比

### 1. 目的

陸域から海洋へ供給される溶存態および懸濁態有機物は、地球表層での炭素循環において重要な移行成分と考えられている。懸濁態有機物は河川から海洋への有機炭素の移行量の40～60%を占め、炭素循環のみならず、沿岸生態系の維持等に関係している。最近では、雪解けや降雨時に移行する有機物の重要性が指摘され、起源やその移行挙動に関する研究が進められている。懸濁態有機物の起源推定や移行性に関しては、 $\delta^{13}\text{C}$  値、リグニン含量やその組成、脂肪酸の組成等が用いられてきた。有機物のバルクの特徴を把握することができる $\Delta^{14}\text{C}$  と $\delta^{13}\text{C}$  値とを組み合わせた解析評価手法は、陸域での有機物の移行動態を検討するトレーサーとしての有効性が報告され、懸濁態有機物のみならず、溶存有機物や難分解性の腐植物質にも適用され始めた（Raymond and Bauer, 2001, Nagao et al., 2004, 2005 等）。本研究では、河川流域環境から河川への懸濁態有機物の流入機構を明らかにするため、これまで主に石狩川水系を対象に検討を進めてきた。今年度は、石狩川上流から下流までの3測点での観測結果と下流域の河口域で懸濁態有機物の $\Delta^{14}\text{C}$  と $\delta^{13}\text{C}$  値を測定した結果を報告する。

### 2. 方法

#### 試料の採取

石狩川河口付近の石狩川河口大橋で2006年4月25日～12月13日までの11回河川水をバケツにより採水した。石狩川支流の雨竜川では本流との合流前の菟橋で2006年7月19日、9月12日、および10月12日に河川水を採取した。また、石狩川上流の菊水橋、中流の納内橋と下流の岩見沢大橋においては2008年4月24日、6月11日、10月22日に河川水を採取した。それぞれの河川水採取地点は図1に示す。河川水中の懸濁粒子は、河川水19～50Lから連続遠心法により分離し、凍結乾燥した後に粉末試料とした。

#### 測定方法

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を使用した。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。懸濁粒子の有機炭素含量、全窒素含量は元素分析計により測定した。

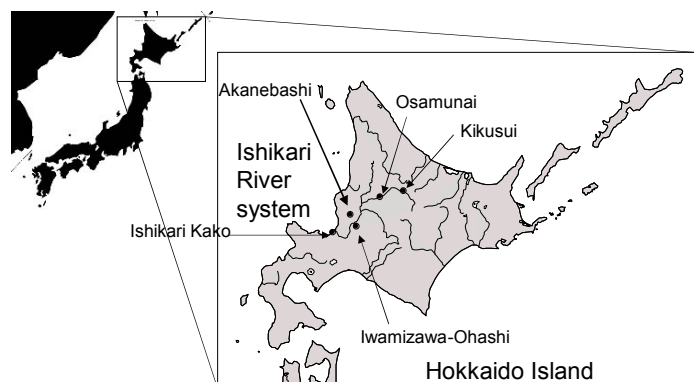


図1 試料採取地点

### 3. 研究成果

#### 石狩川河口域での懸濁粒子の $\Delta^{14}\text{C}$ 値

石狩川河口域の石狩川河口橋で採取した懸濁粒子は、有機炭素含有量が2.0～13.1%と変動していた。 $\Delta^{14}\text{C}$  値は-380～-131‰と大きく変動し、雪解け時期に-380‰と最も低い値を示した。雪解け後に $\Delta^{14}\text{C}$  値は-204‰まで増加し、9月から10月にかけてはさらに-174～-131‰まで増

加した。一方、懸濁態有機物の $\delta^{13}\text{C}$ 値は $-26.3\sim-30.4\text{‰}$ の範囲で変動し、 $\Delta^{14}\text{C}$ 値と逆の変動傾向を示し、相関係数は0.72であった。 $\Delta^{14}\text{C}$ 値は懸濁態有機物のC/Nモル比とも負の相関性(相関係数0.86)を示したことから、河口域での $\Delta^{14}\text{C}$ 値の変動は、有機物の質の違い、つまり、輸送されている懸濁態有機物の起原の違いを示唆している。

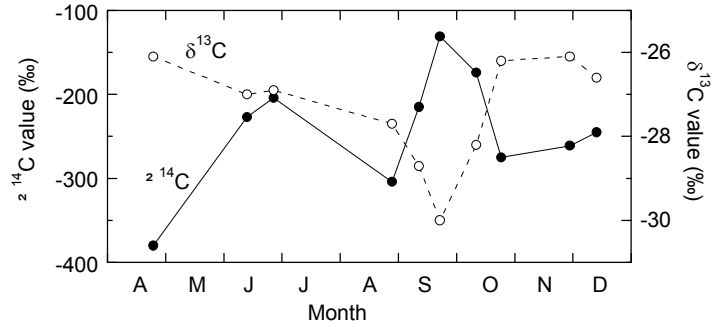


図2 石狩川河口域の懸濁態有機物の $\delta^{13}\text{C}$ 値と $\Delta^{14}\text{C}$ 値の変動傾向

流下方向での河川水懸濁態有機物の $\Delta^{14}\text{C}$ の変動

図3を見て明らかのように、雪解け時期には懸濁態有機物の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は上流域から下流域に移動するに従い減少する傾向を示した。一方、平水時の6月と10月には中流域と下流域の測点での差が $0\sim7\text{‰}$ とほぼ一致する値であった。しかしながら、 $\delta^{13}\text{C}$ 値は上流域、中流域、下流域で異なる値であった。上流域の測点では、 $\Delta^{14}\text{C}$ 値は4月と6月にプラス、つまり核実験以降に生成された有機物の流入が考えられる。また、その変動幅は $266\text{‰}$ と最大であった。3地点の懸濁態有機物の $\Delta^{14}\text{C}$ 値の平均値は、上流域で $+56.6\text{‰}$ 、中流域で $-106\text{‰}$ 、下流域で $-178\text{‰}$ であった。これらの結果は、それぞれの流域で河川へ供給される有機物の質は異なり、下流域では中流域と下流域との間でその流域から供給される有機物の特徴を反映していることが考えられる。

4. 結論・考察

石狩川河川水の懸濁態有機物の炭素同位体比は、 $\delta^{13}\text{C}$ 値と $\Delta^{14}\text{C}$ 値ともに年間を通じて変動を示し、その変動幅は下流域<中流域<河口域<上流域の順であった。また、上流域の懸濁態有機物の $\Delta^{14}\text{C}$ 値は、4月と6月にプラスの値と核実験以降の比較的新しい有機物により構成されていることが明らかとなった。これらの結果は、河川に供給される懸濁態有機物は、河川流域環境や水の供給経路等の特徴と関連して変動することが考えられる。

5. 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., Aramaki, T., Fujitake, N., Matsunaga, T. (2004) Radiocarbon of dissolved humic substances in river waters from the Chernobyl area. *Nucl. Instr. Method Phys. Res. B*, 223-224, 848-853.

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.

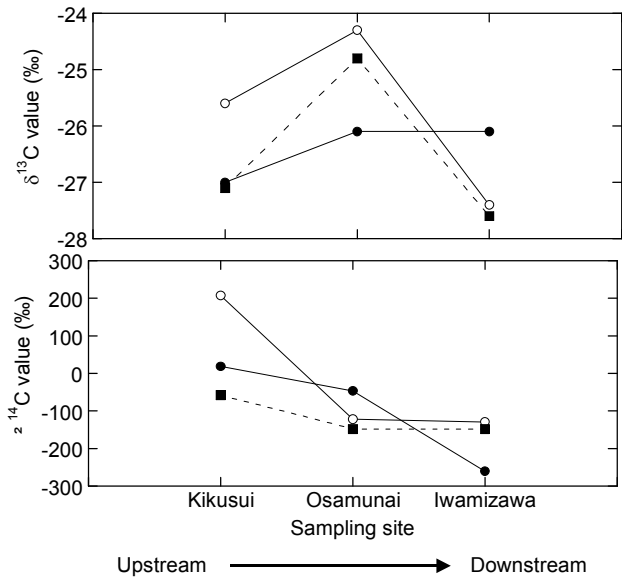


図3 石狩川流下方向での炭素同位体比の変動  
4月, ●; 6月, ○; 10月, ■.