

流域圏における安定同位体比を用いた土砂動態の検討

東京工業大学大学院 学生会員 神田太郎
 東京工業大学大学院 フェロー会員 池田駿介
 東京工業大学大学院 正会員 大澤和敏

1. 研究の背景と目的

沖縄県では、数十年来の土地開発により土地利用が森林から畑地などへ変わり、降雨時に土砂が流出しやすくなり、流出した土砂が海域を赤く染める赤土問題が生じている。赤土問題は、流出源では土壤資源の流亡として、海域では生態系への影響がサンゴなどの重要な観光資源を損なうとして、沖縄県では重大な問題となっている。本研究では、石垣島の名蔵川流域をフィールドとし、河川域において輸送される土砂の負荷起源を、安定同位体比を用いて特定することを目的とする。

2. 研究の方法

1) 安定同位体の概要

安定同位体は水素、炭素、窒素、酸素、硫黄などに存在し、中性子数の違いにより質量数が異なるため、化学的・物理的反応に違いが生じること(同位体効果)が知られている。各元素の同位体比は、同位体効果によって、現在までの化学的・物理的履歴に応じて変動すると考えられる(同位体分別)。よってある物質の同位体比を調べることでその物質の起源を特定することが可能であると考えられる。各元素の同位体比は量、変動ともに微小であるため、同位体比の変動を評価する際には標準試料の同位体比に対する千分率偏差(以下、 δ と表記)を用いる。

本研究では安定同位体元素として炭素と窒素を用い、流域内の各地で採取した表層土壌の ^{13}C 、 ^{15}N と河川中の複数ポイントで採取した土の ^{13}C 、 ^{15}N を比較することで負荷起源特定を試みた。

2) 試料の採取方法

図1に対象流域と土壌の採取地点を示す。土壌採取は2006年6月に実施し、土地利用毎に3~12地点(図中の印の地点)から採取した。河川水中の懸濁

物質は2006年9月の台風13号に伴う出水時に、図中のX、Yの2地点から採取した。採取した懸濁水を濾過し、濾紙に残った試料を分析に用いた。

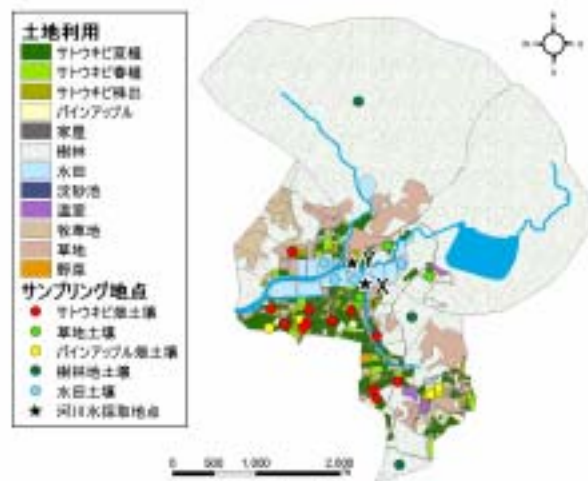


図-1 対象流域と土壌採取地点

3) 安定同位体比の測定方法

安定同位体比の測定には Elemental Analyzer(EA1112, Thermo Fisher Scientific)と Isotope Ratio Mass Spectrometer(Delta V advantage, 同)を ConFlo(ConFloIII, 同)で結合した EA-IRMS を用いた。

EA-IRMS で測定できるサンプル量は数10mgと微量であるため、土壌のサンプルは2mm粒径以下のものを分析対象とし、均質なサンプルを作製するために炉乾燥と粉碎を施した。

EA-IRMS で測定される δ は測定に用いるリファレンスガスを基準とした千分率偏差(以下、 δ と表記)である基準とする安定同位体比が異なる場合も変動するため、国際標準試料が定められている。 δ を国際標準試料に対する δ に変換するため、国際標準試料に対する δ が既知の DL-Alanine の δ を測定した。

キーワード 赤土流出、負荷起源、安定同位体

連絡先 〒152-8552 東京都目黒区大岡山 2-12-1 M1-1 緑が丘 1号館 518号室 東京工業大学 TEL 03-5734-2597

'を次式により国際標準試料に対するへ変換した.

$$\delta_{smp}^{vs.STD} = \frac{\delta_{std}^{vs.STD} + 1000}{\delta_{std}^{vs.REF} + 1000} (\delta_{smp}^{vs.REF} + 1000) - 1000 \quad [‰]$$

ただし, $\delta_{smp}^{vs.STD}$: サンプルの国際標準試料に対する, $\delta_{smp}^{vs.REF}$: サンプルの', $\delta_{std}^{vs.REF}$: DL-Alanine の', $\delta_{std}^{vs.STD}$: DL-Alanine の国際標準試料に対するである.

3. 実験結果と考察

1) DL-Alanine の ¹³C, ¹⁵N

表 1 に DL-Alanine の分析結果を示す. DL-Alanine の国際標準試料に対するは ¹⁵N=-1.6, ¹³C=-23.4[‰]である.

¹⁵N の測定では大気窒素などが混入してブランクとなり, 窒素含有量の少ないサンプルの測定ではブランクの影響が相対的に増大する. そこで一定のブランクが常に一定量混入しているとして, サンプル中の ¹⁵N を修正した.

表-1 DL-Alanine の分析結果

	δ' [‰]	Std.Dev [‰]
N	0.563	0.12
C	10.48	0.053

2) 土壌の ¹³C, ¹⁵N 測定

図-2 に ¹³C, ¹⁵N 測定の結果を示す. 図中のは国際標準試料に対する値で示している.

土地利用目的が同じ土壌の点をすべて囲む線を引くと, ¹³C, ¹⁵N によって土地利用目的別に土壌を分類することができた.

¹³C は, 森林および水田土壌で低く, サトウキビ畑土壌で高い値となる傾向があった. パインアップル畑土壌と草地土壌の ¹³C はこれらの中間に位置した. 酒井・松久¹⁾によれば, 植物の ¹³C は, 光合成回路の違いにより, C3 植物で低く, C4 植物で高くなり, CAM 植物ではそれらの中間に分布する. 本研究の結果からこれらの傾向を確認できた.

土壌の ¹⁵N は微生物活動によって通常 0[‰]より高い値を示すことが知られている. ¹⁵N は, 水田土壌で低く, パインアップル畑やサトウキビ畑の土壌で高い傾向があった. パインアップル畑やサトウキビ畑の土壌で ¹⁵N が高くなった原因として, 微生物活動の

活発さの他に, 堆肥等の有機肥料の投入の影響が考えられる.

図-1 中の地点 X で降雨時に採取した懸濁物質のは, ¹³C, ¹⁵N とともに, 森林, パイン畑, サトウキビ畑土壌のの中間に位置した. これは地点 X へ流入した懸濁物質中に森林, パイン畑, サトウキビ畑の土壌が多く含まれていたためと考えられる. 一方, 地点 Y で降雨時に採取した懸濁物質のは森林, 水田土壌の側へ遷移した. このことから, 地点 X からの流れと合流する支流では, 河川水中の懸濁物質に森林, 水田の土壌の寄与が大きいと考えられる.

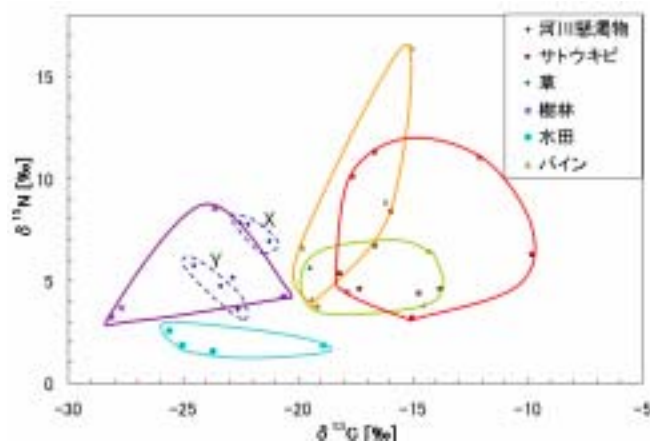


図-2 土壌の ¹³C, ¹⁵N 測定結果

4. 結論

本研究では, 河川域において輸送される土砂の負荷起源特定を目的とし, 流域内土壌および出水時に河川水中に含まれる懸濁物質の ¹³C, ¹⁵N の測定を行った. 本研究の結論を以下にまとめる.

- 土壌の ¹³C, ¹⁵N 測定により, 土地利用目的ごとに ¹³C, ¹⁵N のグルーピングが可能であった
- 出水時における河川水の懸濁物質の安定同位体比を分析することによって, 流出する土砂は流域の土地利用の影響を顕著に受けていることが分かった

参考文献

1)酒井均, 松久幸敬: 『安定同位体地球化学』(東京大学出版会, 1996)