

C-14 の堆積速度推定への適用

福山 泰治郎*

*)名古屋大学大学院生命農学研究科

tel&Fax;052-789-5038

E-mail ;i981209m@inbox.media.nagoya-u.ac.jp

1. はじめに

近年、林業労働者の不足に伴い、間伐や除伐などの管理が行き届かない森林が増加している。そのため、林床に下層植生が生育せず、表面侵食によって生産された土砂が貯水池やダムに堆積し、貯留能を減少させるという問題が発生している。それに対し、貯水池などの堆砂量を監視し、対策を検討するために様々な方法で堆積速度の推定が行われている。その中で、ここ数十年程度の堆積速度を推定する方法の一つに、 ^{137}Cs などの核実験起源放射性核種を標識として用いる方法がある。

^{137}Cs は粘土粒子や有機物の粒子に強く吸着され、主に侵食などの物理的プロセスによって移動するという特徴を持つため、表層土壌の動態を調べるトレーサーとして利用されている。日本における ^{137}Cs の降下量は 1963 年にピークを示し、1963 年に大気圏核実験禁止条約が締結された後は減少し続け、1976 以降の降下量はほぼ 0 である。堆積速度を推定する際、土壌中の Cs が検出されるようになった 1954 年と、降下量のピークである 1963 年に対応する層位が標識として用いられることが多い¹⁾。従って、堆積速度は 1963 年あるいは 1954 年からサンプル採取時までの期間の平均堆積速度として表されるが、堆積量の年変動を表すためには、過去の雨量データ、試料採取地点の土砂災害記録、航空写真、層ごとの粒径分布などを併せて調査する必要がある²⁾。

一方、樹木年輪において炭素同位体比は、 ^{137}Cs と同様に核実験の影響による大気中の炭素同位体比の異常な変動を記録している。従って、貯水池の堆積速度推定に炭素同位体比を適用することができれば、単独で堆積量の経年変化を推定することが出来ると考えられる。

一般的に土壌は閉鎖系（生物圏との隔離）になりにくいことから、炭素の定着した時点が必ずしも明らかではないと言われているが、当調査流域ではヒノキが優先しており、ヒノキの鱗片葉は、雨滴や地表流によって容易に移動するものであるため、流域下端の貯水池には毎年新たにヒノキのリターが供給されていると考えられる。そこで、ヒノキが多く生育する当流域において、貯水池の堆積層が年輪と同様に炭素を定着させているものと仮定し、コアサンプラーで採取した底質を調整し、層別に炭素同位体比を測定し、 ^{137}Cs の濃度プロファイルと照合し、炭素同位体比を堆積速度推定に適用できるか検討した。

2. 調査地

調査地は三重県度会郡大宮町（東経136度25分、北緯34度21分）のヒノキ人工林である。流域面積は23.95haであり、流域の下端には貯水池（樋谷池 0.89ha）がある。この貯水池の中心部において底質コアを採取した。

3. 方法

3.1. 貯水池底質の採取

流域から侵食・運搬された土砂が、どのように堆積しているかを調査するために、貯水池中心部の底質を採取した。採取には、港湾、河川、湖沼などの堆積物を採取できる、打ち込み式採泥器（佐竹式コアサンプラー）を用いた。この装置は、先端にアクリル製の採泥管を取り付け、水面から落下させると、自重によって底質に貫入するというものである。更におもりで打ち込む事により、最大1m貫入させることができる。貯水池においてボート上からロープをつけたサンプラーを落下させ、可能な限り底質に打ち込んだ後、引き抜いて回収した。採取したサンプルは、管の下から押し出して厚さ1cmづつに切断し、乾燥させた後、粉碎して ^{137}Cs 測定に供した。

3.2. ^{137}Cs の測定

試料に含まれる ^{137}Cs の存在量（濃度）を、その壊変時に放射される γ 線（662keV・478keV）の測定によって求めた。測定は、Ge 半導体検出器（ORTEC 社製、GEM-30195-P）と、マルチチャンネル波高分析器（セイコー・イージー・アンドジー社製、MCA7800）を用いて行った。

3.3. ^{14}C の測定

試料には底質の深さ 10cm, 18cm, 23cm, 34cm, 46cm の部分を用いた。試料の調整は、奥野（1995）にもとづいて行った。土壌を蒸留水中で分散させ、開口径 $106\mu\text{m}$ のふるいを通したものをを用いて、1.2 規定の塩酸処理（ 90°C ・2 時間）を 2 回繰り返して炭酸塩などを溶解除去した後、1.2 規定の水酸化ナトリウム水溶液（ 90°C ・1 時間）により、アルカリ可溶成分を除去した。さらに 1.2 規定の塩酸処理を 2 回行った後、蒸留水で十分に洗浄してフューミンを得た。得られたフューミンの有機炭素及び有機窒素含量を、CN コーダー（柳本製、MT-700）を用いて測定した。フューミン（炭素量として約 2mg）は酸化銅、還元銅及び銀と共にそれぞれバイコール管に真空封入し、約 2 時間 950°C に加熱して、生じた気体に寒剤を用いて精製し、 CO_2 を得た。

貯水池底質から得られた CO_2 を用いて、Kitagawa et al.（1993）の水素還元法³⁾により、グラフィットターゲットを作成した。なお、その際に CO_2 の一部分を採取して $\delta^{13}\text{C}$ 値測定に供した。

調整した試料は、名古屋大学年代測定試料研究センターのタンデトロン加速器質量分析計^{4), 5)}により炭素同位体比を測定した。炭素同位体比は、サンプルから得られた CO_2 と、標準体から得られた CO_2 の炭素同位体から求めた。 ^{14}C の標準体としては、国際的に用いられている標準体 NBS 蔞酸 SRM-4990 を用いた。

4. 結果

4.1. 貯水池底質の Cs-137 濃度分布

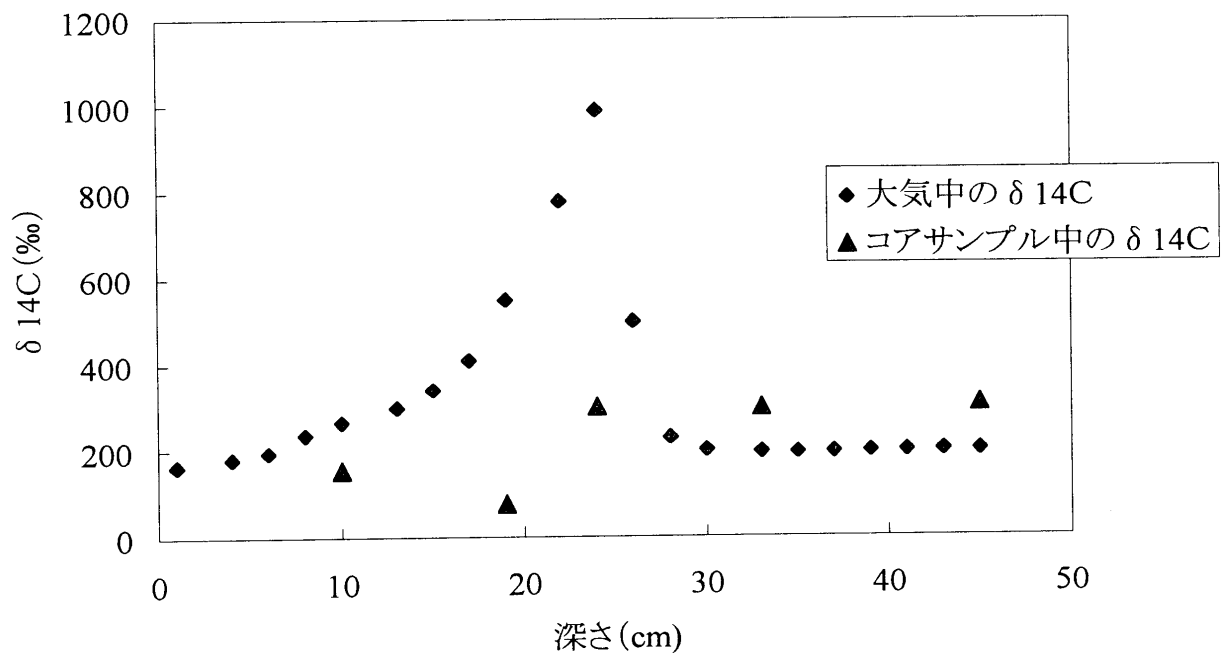
46cm の深さまで採取したコアサンプルを 1cm づつ分割し、Cs-137 濃度の深度分布を測定した結果、表面から 29cm より浅い部分から Cs-137 が検出され、23cm の深さでピークが見られた（図—1）。

4.2. ^{14}C の測定結果

炭素同位体濃度の測定結果をfig. 1に示す。底質コアの5深度の炭素含有量・窒素含有量・C/Nを測定した結果、いずれも表面近くでは高い値を示し、深くなるにつれて減少する傾向が見られた。 ^{137}Cs 濃度プロファイルのピーク形状から、深度29cmを放射性降下物の検出限界である1954年、23cmを1963年として堆積年代を仮定し、大気中における炭素同位体濃度の経年変化のグラフと重ねた(図-2)。その結果、底質試料からは、大気圏核実験の影響による炭素同位体濃度の変動を明確に見ることはできなかった。

Table.1 $\delta^{14}\text{C}$ (‰)測定結果

sample(cm)	C(%)	N(%)	C/N	$\delta^{14}\text{C}$ (‰)
10	5.39	0.39	13.80	154±13.6
18	4.69	0.34	13.60	76±12.7
23	4.81	0.36	13.37	301±12.4
33	3.20	0.26	12.28	299±12.0
46	2.94	0.25	11.92	308±10.9

fig. 2 コア中と大気中の $\delta^{14}\text{C}$

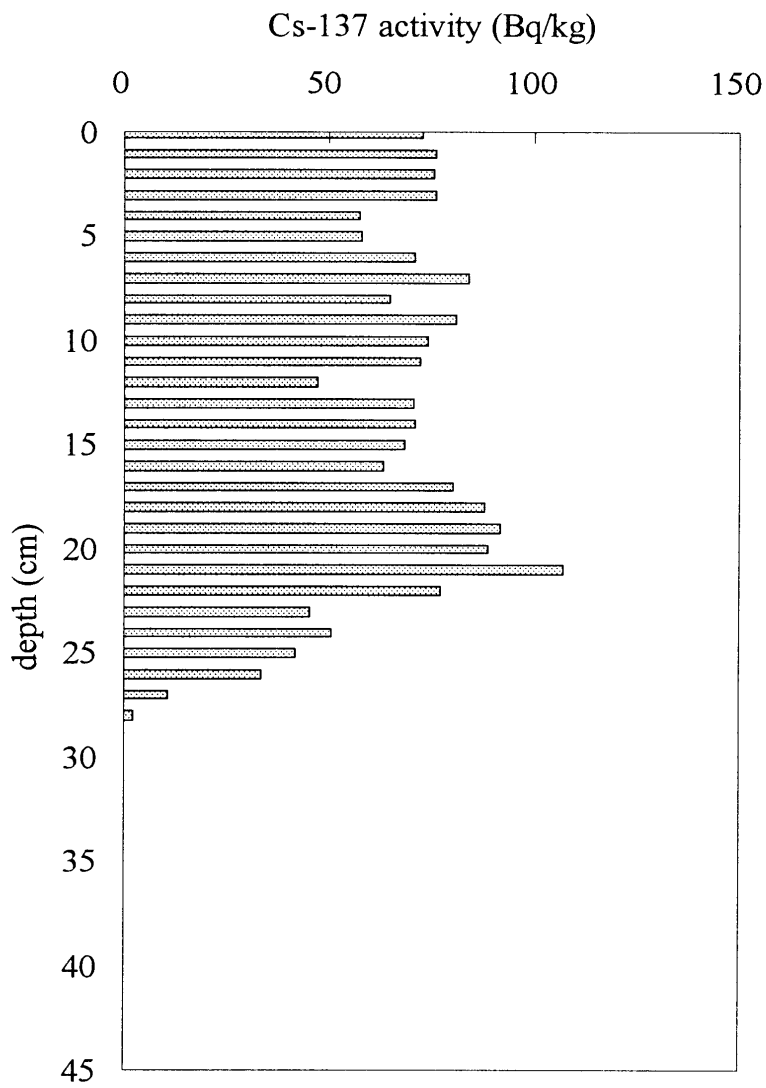


fig. 1 貯水池堆積物の¹³⁷Csプロファイル

5. まとめ

貯水池底質の炭素同位体濃度を異なる深さにおいて測定し、大気中の ^{14}C 濃度の変動と比較した結果、底質試料からは、大気圏核実験の影響による炭素同位体濃度の変動を明確に見ることはできなかった。従って、本研究における底質のように、土壌や動植物遺体など複数の物質を起源とする試料では、炭素同位体濃度の変動から数十年程度の短期間の堆積速度を決定することは困難であると考えられる。それは、土壌が生物圏と隔離された閉鎖系になりやすく、土壌有機物の ^{14}C 濃度は、植物根や地上部の堆積腐食層から溶脱して浸透する有機物や、土壌動物による層位の攪乱などにより、常に混じり合っているために、大気中の ^{14}C 濃度の変動が、そのまま底質の層位に反映されるものではないからであると考えられる。

謝辞 試料の調整から測定、加速器の運転に至るまで、名古屋大学年代測定資料研究センターの池田晃子氏を始め、センターの方々の懇切丁寧なご指導とご助力を頂きました。記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) Ritchie, J. C. and McHenry, J. R., (1990) Application of Radioactive Fallout Caesium-137 for Measuring soil erosion and sediment accumulation rates and patterns: A Review
- 2) Kashiwaya, K. et al., (1995) Surface erosional environment and Pond sediment information. Steepland Geomorphology 219-231.
- 3) Kitagawa, H., et al. (1993) A batch preparation method for graphite targets with low background for AMS ^{14}C measurements. Radiocarbon, 35, 295-300.
- 4) Nakamura, T. et al., (1985) Direct detection of radiocarbon using accelerator techniques and its application to age measurement. Jpn. J. Appl. Phys., 24, 1716-1723.
- 5) 中村俊夫・中井信之(1988)放射性炭素年代測定法の基礎—加速器質量分析法に重点を置いて—。地質学論集, 21:169-177.

The application of radiocarbon to estimating the sedimentation rate

Fukuyama Taijiro

Nagoya Univ. Graduate School of Bioagricultural Science

Dep. of Biological Resources and Environmental Science

Forest Hydrology and Erosion Control Engineering Lab.

abstract

In order to inspect the possibility of radiocarbon to estimating the sedimentation rate using the $\delta^{14}\text{C}$ of the sediment material at the several depths and Cs-137 profile.

As a result, it is difficult to estimate the sedimentation rate using radiocarbon at the reservoir. Because soil is not separated from biosphere and $\delta^{14}\text{C}$ of soil is always disturbed thus atmospheric $\delta^{14}\text{C}$ does not reflect in the sediment layer.