

貯水池堆積物の解析に基づいたヒノキ人工林流域の侵食履歴推定

金沢大学環日本海域環境研究センター

○福山泰治郎

筑波大学大学院生命環境科学研究科

恩田裕一 水垣滋

1. 背景と目的

間伐遅れのヒノキ人工林では、下層植生の衰退による林床の裸地化と表土の流亡が指摘されており、下流の河川環境におよぼす影響が懸念される。近年、現地観測や実験によって、地表が裸地化したヒノキ林では、表面流が発生すること(辻村ほか, 2006; Gomi *et al.*, 2008)、表面流発生には雨滴衝撃による浸透能低下(恩田・山本, 1998)やヒノキ林土壌の撥水性(Miyata *et al.*, 2007)が関与していること、また、雨滴衝撃および表面流によって土壌侵食が発生すること(Fukuyama *et al.*, 2008)が明らかになってきた。

このように、間伐遅れのヒノキ人工林で現在進行している表土流亡のプロセスが明らかになってきたが、森林施業が流域の水土砂流出に及ぼす影響を明らかにし、森林流域からの表土流亡を制御するには、長期間にわたる評価が必要と考えられる。しかしながらモニタリングだけでは過去の侵食履歴を推定することは難しい。それに対して、流域からの土砂が集積した湖沼堆積物には、流域の環境変動の情報が記録されているので、長期間にわたる流域の環境変動を復元する手掛かりとして利用することができると考えられる。

そこで本研究では、ヒノキ人工林流域の侵食履歴と侵食速度を推定することを目的として、流域末端の貯水池で堆積物柱状試料を採取し、放射性降下物セシウム137 (Cs-137) と過剰鉛210 (Pb-210_{ex}) による堆積年代推定を行った。本研究は JST/CREST「森林荒廃が洪水・河川環境に及ぼす影響の解明とモデル化」の一部として行なわれた。

2. 方法

2.1. 調査地

調査流域は、三重県度会郡大紀町の農業用貯水池(樋谷池, 0.89 ha) および上流域のヒノキ林 (23.95 ha) である。貯水池は1920年に築造された。調査流域の土壌は、片岩を基岩とした森林褐色土壌である。調査地に最も近いアメダス観測地点(松阪市粥見)の降水量の平年値は2,094 mmである。調査流域は、標高90~260 mに位置する。貯水池周辺は、多くが雑木林であったが、1960年頃に伐採された後、主にヒノキが植林され、1975年頃、1980年頃、1985年頃に部分的に間伐が行われた。現在では、林冠が鬱閉し、下層植生や落葉落枝による

地表被覆がない部分が多く見られる。

2.2. 試料採取および分析

1999年6月に貯水池中心部(水深5.7 m)において堆積物柱状試料を採取した。堆積物採取には、ボート上から打ち込み式採泥器(佐竹式コアサンプラー)を用いた。採取した柱状試料は、厚さ1 cm ずつに切断し、風乾させた後粉碎し、礫や落葉枝を除去した後、分析に供した。試料を容器に入れて密封し、ゲルマニウム半導体検出器でCs-137 および Pb-210_{ex}を測定した。また、CN コードで炭素および窒素含有率を、レーザ回折式粒度分布測定装置で粒度分布を測定した。

3. 結果と考察

堆積物柱状試料中の Pb-210_{ex} 濃度(図1)は、概ね表層で高く、下層ほど低い傾向が見られた。深さ14 cm から17 cm では、上層よりも高い濃度が検出された。Pb-210_{ex} が土砂と共に埋積し、その後は Pb-210 の半減期(22.3 年)に従って減少していくことに基づき、鉛210 の供給フラックスが常に一定と仮定して、CRS (Constant Rate of Supply) model を適用して堆積年代を推定した。その結果、1941年から試料採取年(1999年)の平均堆積速度は、0.8 cm/y と見積もられた(表1)。流域と貯水池の面積比で堆積速度を除すことで、流域全体の平均侵食速度を1.2 t/ha/y と計算した。この値は、下層植生が無く、表面侵食が顕著な同流域内のヒノキ林の平均侵食速度(2.2 t/ha/y; Fukuyama *et al.*, 2008)と比較して妥当なものと考えられる。また、1941年以降の堆積速度は増加傾向が見られた。

Cs-137 濃度(図1)は、表層から26cmの深さまでは概ね60 Bq/kg 前後で推移し、26cmより深い層位では急激に減少し、32 cm まで検出された。Cs-137 が検出された最下層を、1954年(Cs-137 が大気圏核実験によって環境中に供給された時期)とし、最表層を試料採取年代(1999年)とすると、45年間の平均堆積速度は0.7 cm/y と計算された(表1)。Cs-137 は、1950年代から1960年代初頭の大気圏核実験によって供給されたものである。日本での大気降下は、1963年に部分的核実験禁止条約が締結された後は減少し続け、1980年代以降、降下はほぼ停止している。したがって、現在では大気から貯水池に直接降下・堆積するCs-137は少ないと考え

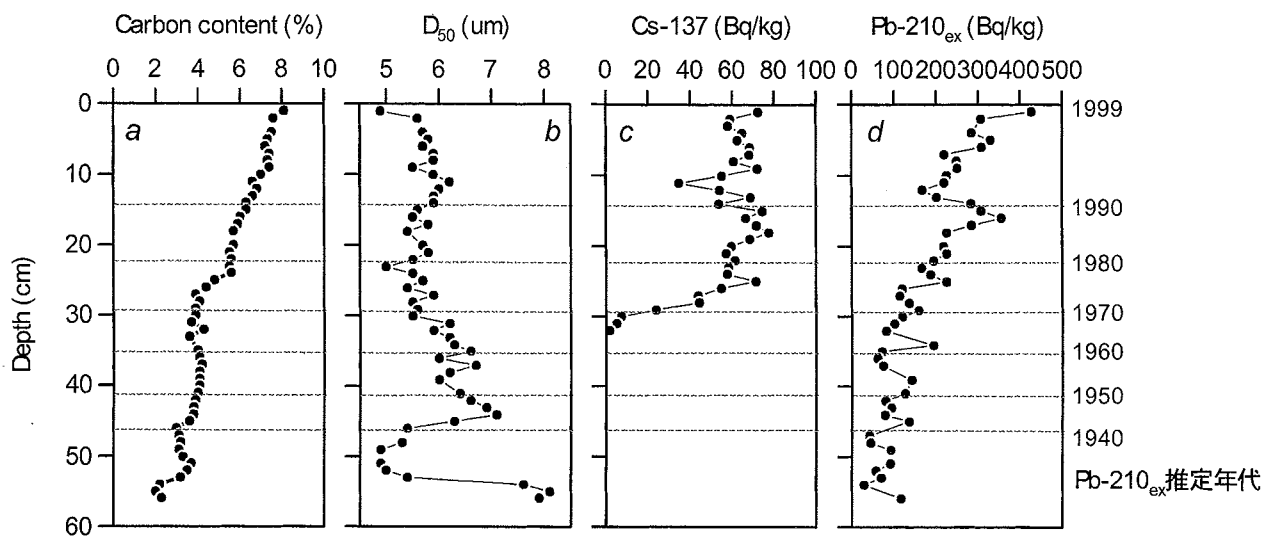


図1 堆積物柱状試料中の炭素含有率(a), 中央粒径(b), Cs-137濃度(c)およびPb-210_{ex}濃度(d)の深度分布

表1 堆積速度と流域の侵食速度

年代	CRS model (Pb-210 _{ex})		Cs-137 method	
	堆積速度 cm/y	流域の侵食速度 t/ha/y	堆積速度 cm/y	流域の侵食速度 t/ha/y
1991-1999	1.56	1.72	—	—
1981-1990	0.74	1.10	—	—
1971-1980	0.73	1.32	—	—
1961-1970	0.62	1.16	—	—
1951-1960	0.60	1.15	—	—
1941-1950	0.43	0.93	—	—
Average	0.77	1.22	0.71	1.02

られる。それにも関わらず、1980年に相当する層位(22 cm)より上の層でもCs-137が検出されることは、気象降下後、流域の表層土壌に吸着されたCs-137が、1980年以降も侵食によって流亡し続けていることを示唆している。

炭素含有率は、表層で高く、下層ほど低い傾向が見られた。表層から25 cm付近までは、下層よりも顕著に濃度が高かった。濃度が増加した時期は、CRS modelから1980年頃と見積もられた。ヒノキ人工林流域から流亡する浮遊砂は、表土の寄与が70%程度ときわめて大きいことが指摘されており(Mizugaki *et al.*, 2008)、ヒノキ林の生長と共に有機物を多く含んだ表土流亡が増加している可能性が示唆される。堆積物の中央粒径(D₅₀)は、表層30 cm付近までは概ね5-6 μmで推移し、深さ43 cmまでは6-7 μm、最下層では値の変動が大きかった。概ね表層で粒径が比較的小さく、微細な土砂の流亡が増加している可能性が示唆される。

以上のように、堆積物柱状試料の解析に基づいて、ヒノキの植林後、林床の裸地化にともなう表土流亡が

現在まで継続的に生じているというヒノキ林流域の侵食履歴が推定された。また、推定された侵食履歴は、間伐遅れのヒノキ人工林で観測される表土流亡のプロセスを裏付けるものと考えられた。

参考文献

- Fukuyama T, Onda Y, Takenaka C, Walling DE. (2008) Investigating erosion rates within a Japanese cypress plantation using Cs-137 and Pb-210_{ex} measurements. *Journal of Geophysical Research - Earth Surface* (in press)
- Gomi T, Sidle RC, Miyata S, Kosugi K, Onda Y. (2008) Dynamic runoff connectivity of overland flow on steep forested hillslopes: scale effects and runoff transfer. *Water Resources Research* (in press).
- Miyata S, Kosugi K, Gomi T, Onda Y, Mizuyama T. 2007. Surface runoff as affected by soil water repellency in a Japanese cypress forest. *Hydrological Processes* 21: 2365-2376.
- Mizugaki S, Onda Y, Fukuyama T, Koga S, Asai H, Hiramatsu S. (2008) Estimation of suspended sediment sources using ¹³⁷Cs and ²¹⁰Pb_{ex} in unmanaged Japanese cypress plantation watersheds in southern Japan. *Hydrological Processes* (in press).
- 恩田裕一・山本高也 (1998) リターに被覆された土壌表面におけるクラスト形成プロセスの解明. 日林誌 80(4): 302-310.
- 辻村真貴・恩田裕一・原田大路 (2006) 荒廃したヒノキ林における降雨流出におよぼす地表流の影響. 水文水資源学会誌 19 (1): 17-24.