

AMS放射性炭素年代測定に対する化学的前処理法の違いが与える影響の評価 山田 隆二*・國分(齊藤) 陽子**・若月 強*・安江 健一**

Evaluation of influence on the AMS radiocarbon dating by the difference in chemical pretreatment protocols

Ryuji Yamada*, Yoko Kokubu**, Tsuyoshi Wakatsuki* and Ken-ichi Yasue**

* 防災科学技術研究所, National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

** 日本原子力研究開発機構, Japan Atomic Energy Agency

はじめに

土砂災害や地層処分における将来の地質環境の予測・評価では、発生地域の地形を大きく変える自然現象であるマスマーブメント(斜面崩壊, 地すべり, 土石流など)や断層変位の履歴を復元し長期的な地形の安定性を評価することが重要である。我が国の気候条件下においては樹木の生育が豊かであるため、過去に発生した現象により堆積物に埋没した樹木片やその炭化物などを用いた放射性炭素(^{14}C)年代測定は履歴解析には有効な手段である。昨今の ^{14}C 年代測定では加速器質量分析計による同位体比測定が主流となっているが、試料の洗浄過程における化学的前処理にはいくつかの方法があるため、既存文献のデータの収集・解析を行うにあたって、前処理法や分析機関が異なる年代測定結果の比較が可能であるかを検討することが必要となる。

そこで我々は、土砂堆積物の中から採取した ^{14}C 年代測定法の上限に近い年代値を持つ樹木試料を用いて、実験条件(化学的洗浄法, 洗浄処理者, 同位体比測定者)を様々な組み合わせで加速器質量分析法による ^{14}C 年代測定を行い、化学的前処理法や分析機関の違いが測定結果に与える影響を評価した。

試料と実験

島根県津和野町とそれに隣接する山口市阿

東地区では、平成25(2013)年7月28日の豪雨により多数の表層崩壊と土石流が発生した。これらの土石流により河道の側壁や河床が食され、平成25(2013)年よりも古い土砂移動イベントによる土砂堆積物の露頭が断続的に出現した溪流の露頭から、土砂堆積と同時に埋没・枯死したと考えられる木片や炭質物8試料を採取した(図1, 表1)。これらのうち、D1~5の5試料はいずれも、直径が約5~20 cm程度の樹木の一部で、層序が明確な3つの粘土質の湖成層内で保存状態は比較的良好(いくつかは年輪を確認できる程度)で、かつ十分量を採取できた。 ^{14}C 年代が約4万5千年の試料は、化学的洗浄法(酸-アルカリ-酸処理, セルロース抽出), 洗浄処理者や分析機関を様々な組み合わせで、実験条件の違いによる影響評価に用いた。その他3個の試料は、分析機関の違いによる影響評価を行った(表2)。

測定結果

放射性炭素年代値が約2200年より若い試料(3個)について、各分析機関の実験プロトコルに従っている限りにおいては年代値のばらつきや不一致は測定誤差より小さい(図2)。約4万5千年の試料(5個)について、年代測定結果は実験要件によって測定誤差(約200~900年, 約0.5~1.7%程度)を超えたばらつきが見られる(約2100~3500年, 約5~8%程度)ものの、結果の加

重平均値は試料採取した露頭層序とほぼ一致する(図3)。年代値のばらつきは従来研究と同等であった(例えば Reimer et al., 2013, Radiocarbon, 55: 1869-1887)。

したがって、特定の実験上の要素に起因する系統誤差の影響は小さいと考えられる。

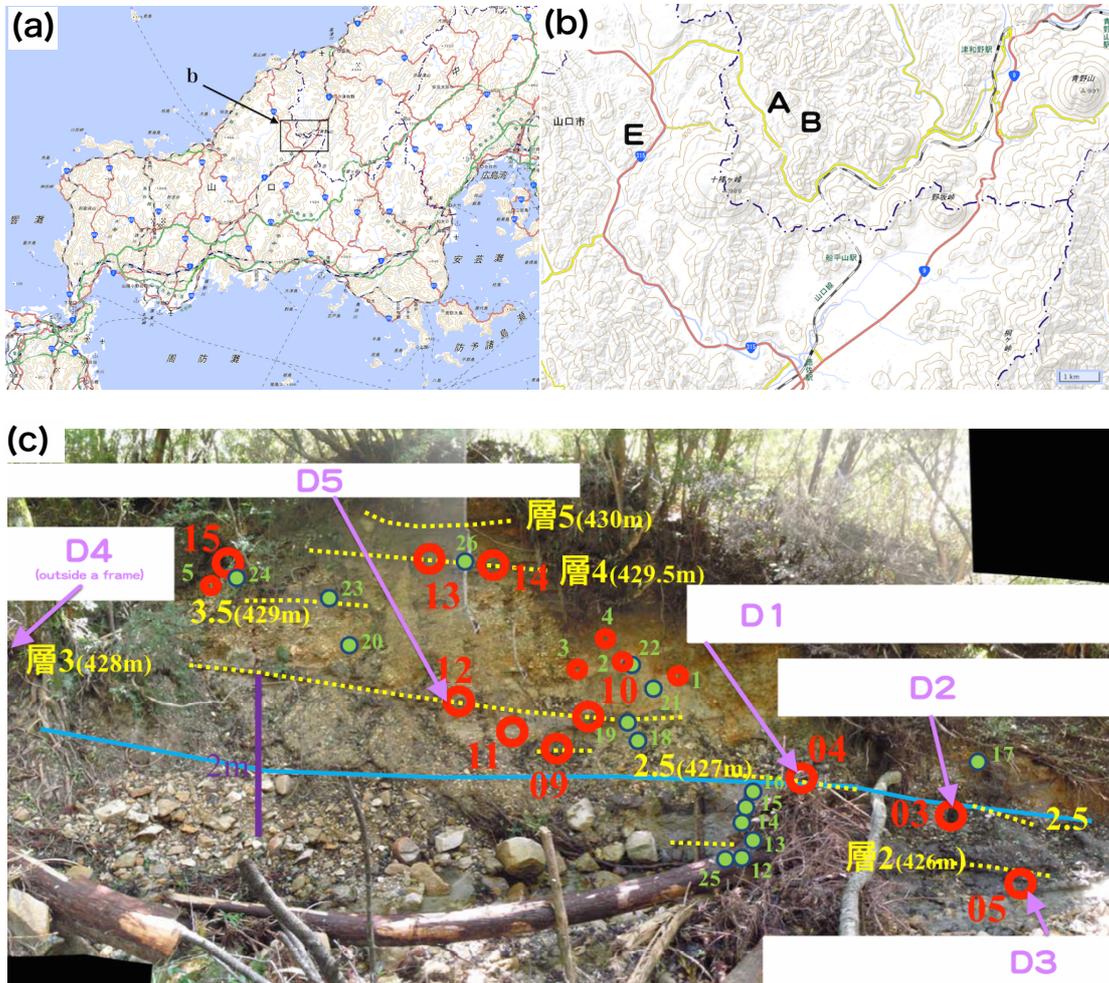


図1 山口県・島根県境界付近の試料採取地点 (a, b) とA谷の露頭層序観察図 (c: D1-5)(b)のA, B, Eは試料を採取した谷を示す。()の数値は標高。露頭層序観察図には今回用いた試料以外も記載されている。基図は国土地理院地図。

表1 年代測定に用いた試料

試料名	樹種	堆積環境・状態	採取地点
131020-02	-	土石流堆積物・木炭	E谷 河床から1.5 m
131020-03	-	土石流堆積物・木片	B谷 河床から0.8 m
131020-12	-	土石流堆積物・木炭	B谷 河床から0.2 m
131017-12 (D5)	トネリコ属 (幹・枝、生材)	湖成層堆積物・木片 (年輪あり、径 20 cm)	A谷 河床から2.0 m (層3の中)
131017-08 (D2)	トネリコ属 (幹・枝、生材)	湖成層堆積物・木片 (年輪あり、径 22 cm)	A谷 河床から1.3 m (層2.5を削って堆積)
131017-04 (D1)	トネリコ属 (幹・枝、生材)	湖成層堆積物・木片 (年輪あり、径 15-22 cm)	A谷 河床から1.6 m (層2.5の上端)
131017-08 (D4)	トネリコ属 (根、生材)	湖成層堆積物・木片 (径 6 cm)	A谷 河床から0.5 m (層2あるいは2.5の中)
131017-05 (D3)	モミ属 (幹・枝、生材)	湖成層堆積物・木片 (年輪あり、径 5 cm)	A谷 河床から0.2 m (層2の下端)

A, B, E谷の位置は図1のA, B, Eで示した。層2, 2.5, 3は図1の層に対応する。D1-5は露頭観察による堆積層序順に並べた。

表2 放射性炭素年代測定結果

(a) 前処理：AAA 洗浄

試料名	① IAAA-p1/IAAA-m1			② NIED-p1/JAT-m1			③ NIED-p2/JAT-m2			④ NIED-p2/IAAA-m2		
	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	age (yrBP)	pMC (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	age (yrBP)	pMC (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	age (yrBP)	pMC (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	age (yrBP)	pMC (%)
131020-02	-23.38	800 ± 20	90.48 ± 0.20	-28.02	790 ± 35	90.63 ± 0.39						
131020-03	-21.33	2190 ± 20	76.11 ± 0.20	-24.48	2175 ± 35	76.25 ± 0.34						
131020-12	-24.90	620 ± 20	92.56 ± 0.30	-28.04	625 ± 40	92.49 ± 0.48						
131017-12 (D5)	-25.71	49090 ± 560	0.22 ± 0.00	-28.13	40910 ± 300	0.61 ± 0.02	-28.53	37260 ± 190	0.97 ± 0.02	-24.39	44120 ± 400	0.41 ± 0.02
131017-03 (D2)	-25.77	48340 ± 520	0.24 ± 0.00	-26.94	42620 ± 340	0.50 ± 0.02	-26.33	38300 ± 210	0.85 ± 0.02	-24.39	46940 ± 480	0.29 ± 0.02
131017-04 (D1)	-26.01	46940 ± 430	0.29 ± 0.00	-28.45	43170 ± 360	0.46 ± 0.02	-28.57	37890 ± 200	0.09 ± 0.02	-23.96	46110 ± 440	0.32 ± 0.02
131017-08 (D4)	-27.32	49420 ± 540	0.21 ± 0.00	-29.05	44270 ± 390	0.40 ± 0.02	-28.44	36690 ± 270	1.04 ± 0.03	-28.61	44980 ± 400	0.37 ± 0.02
131017-05 (D3)	-22.94	51530 ± 660	0.16 ± 0.00	-23.97	43810 ± 370	0.43 ± 0.02	-24.67	38060 ± 200	0.88 ± 0.02	-22.83	47900 ± 500	0.26 ± 0.02

(b) 前処理：セルロース抽出

試料名	⑤ IAAA-p2/IAAA-m3			⑥ NIED-p3/IAAA-m3			⑦ NIED-p3/JAT-m3		
	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	age (yrBP)	pMC (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	age (yrBP)	pMC (%)	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	age (yrBP)	pMC (%)
131017-12 (D5)	-24.85	42900 ± 400	0.48 ± 0.02	-24.78	42810 ± 410	0.49 ± 0.02	-24.72	39470 ± 290	0.74 ± 0.03
131017-03 (D2)	-24.15	46600 ± 560	0.30 ± 0.02	-20.80	44670 ± 430	0.39 ± 0.02	-24.20	38960 ± 300	0.78 ± 0.03
131017-04 (D1)	-25.16	48850 ± 690	0.23 ± 0.02	-24.24	46960 ± 640	0.29 ± 0.02	-24.73	37200 ± 350	0.97 ± 0.04
131017-08 (D4)	-26.21	48310 ± 680	0.24 ± 0.02	-26.62	40610 ± 320	0.64 ± 0.03			
131017-05 (D3)	-20.45	47360 ± 570	0.28 ± 0.02	-21.02	51120 ± 860	0.17 ± 0.02	-20.26	44230 ± 440	0.41 ± 0.02

(c) 全測定の平均

試料名	加重平均 (③⑦を除く)
	age (yrBP)
131017-12 (D5)	43300 ± 2780
131017-03 (D2)	45340 ± 2380
131017-04 (D1)	45820 ± 2110
131017-08 (D4)	44520 ± 3450
131017-05 (D3)	47210 ± 3240

IAAA: (株) 加速器分析研究所, NIED: 防災科学技術研究所, JAT: 日本原子力研究開発機構東濃地科学センター. 測定番号①~⑦の後に示された添数付きの化学的洗浄処理者 (p) / 同位体比測定者 (m) が同じものは作業者が共通. 131020-02, 131020-03, 131020-12 の 3 試料は 2 回, その他は 5 回の測定を行った. 131017-08 (D4: 根) の測定番号⑦はセルロース試料が少ないため測定せず. 年代値 (age) は Libby の半減期 (5568 年) を用いて $\delta^{13}\text{C}$ によって同位体効果を補正した Libby Age (Stuiver and Polach, 1977, Radiocarbon 19: 355-363). 全測定の平均値としての加重平均 (③⑦はグラファイト化の過程において JAT-m1 と異なる硫黄の除去方法を用いているため除外) は各年代測定値の誤差で重み付け算出した. 全測定平均の誤差は測定値の分布の標準偏差で評価した.

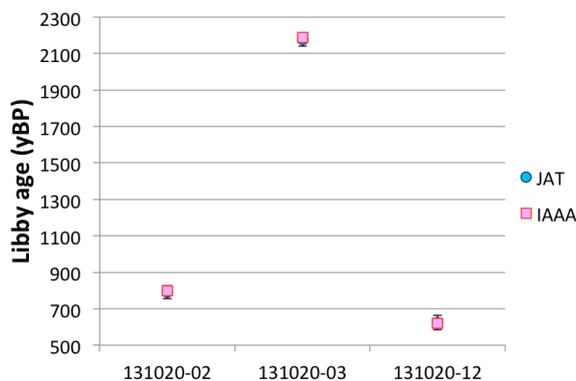


図2. 年代測定結果の比較. 誤差範囲は1σ (以下同様).

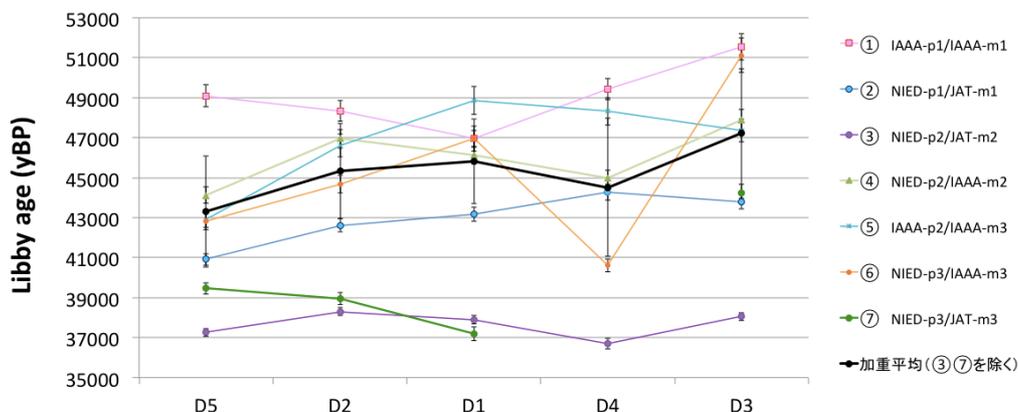


図3. 年代測定結果の比較 (D1~5) : 全測定結果. 加重平均に付けた誤差線は③⑦を除く測定値の分布の標準偏差.