

西暦 774-775 年の ^{14}C イベントと酸素同位体比年輪年代法に基づく
 青森市新田(1)遺跡アスナロ材の暦年代の検証
 Verification for the chronological age of woody remains from the Nitta (1) archaeological site
 in the Aomori city based on the AD774-775 ^{14}C -spike and $\delta^{18}\text{O}$ dendrochronology

箱崎真隆^{1*}・中村俊夫²・大山幹成³・木村淳一⁴・佐野雅規⁵・中塚武⁵
 Masataka Hakozaiki^{1*}・Toshio Nakamura²・Motonari Ohyama³・Jun-ichi Kimura⁴・
 Masaki Sano⁵・Takeshi Nakatsuka⁵

¹国立歴史民俗博物館 ¹National Museum of Japanese History
²名古屋大学宇宙地球環境研究所 ²ISEE, Nagoya University
³東北大学植物園 ³Botanical Gardens, Tohoku University
⁴青森市教育委員会 ⁴Aomori City Board of Education
⁵総合地球環境学研究所 ⁵Research Institute for Humanity and Nature
 *Correspondence author. E-mail: hakozaiki@rekihaku.ac.jp

Abstract

We verified the chronological age of woody remains from the Nitta (1) archaeological site in the Aomori city based on the AD774-775 ^{14}C -spike and $\delta^{18}\text{O}$ dendrochronology. Verification results of the two methods were consistent. The true age of woody remains was one year older than the previous report. From these results, the chronological age of the tree-ring width chronology (AONT) which was built from the woody remains of the Nitta (1) archaeological site is modified to AD680-1047 from AD681-1048.

Keywords: Nitta (1) archaeological site; Aomori city; ^{14}C -spike; $\delta^{18}\text{O}$ dendrochronology

1. はじめに

新田(1)遺跡は、青森市石江遺跡群の一つであり、同遺跡群の北側に位置する。この遺跡では、古代と中世の遺構が検出され、多数の木質遺物(多くがアスナロ材(能城 2011))が出土している。これまでに、遺構の年代決定を目的として、出土したアスナロ材を対象に2度の年輪年代調査が行われている(光谷 2007; 箱崎ほか 2011)。両者の結果はほぼ一致しており、出土木材の年輪形成年は、西暦 679-1048 年と報告されている(表 1)。また、箱崎ほか(2011)は年代決定できた試料の年輪幅時系列データを平均し、西暦 681-1048 年にわたる年輪幅標準年輪曲線 AONT を作製した。

しかし、2度の調査は、年輪幅の計測方法と年輪年代の決定方法が大きく異なっていた。光谷(2007)は、年輪幅の計測を2試料(AONT001, 003)のみ木口面(横断面)で、その他は年輪面(放射断面)で行った。一方、箱崎ほか(2011)は、全試料の年輪幅を木口面で計測した。また、光谷(2007)は、年代既知のヒバ(アスナロ)の標準年輪曲線を年代決定に用いて、試料に暦年代を与えた。一方で、箱崎ほか(2011)は標準年輪曲線を持たないため、光谷(2007)と同様の計測方法が同じ AONT001 と AONT003 の最外年輪の暦年代を引用し、他の試料および AONT に暦年代を与えた(表 1)。つまり、箱崎ほか(2011)が報告した暦年代は、年代既知の標準年輪曲線とのクロスデーティングに基づくものではなく、光谷(2007)と同じ試料の同じ年輪を計測したであろうという推測に基づく「想定年代」であった。

年輪年代法では独立した別個の研究者(または研究機関)による追試を経て、結果が再現されることを確認し

た上で、試料の暦年代を確定すべきとされている(Baillie 1995)。新田(1)遺跡出土木材を対象とした2度目の年輪年代調査は、厳密な意味では「結果を再現した」とはいえない。したがって、新田(1)遺跡出土木材の暦年代は確定しておらず、確定のためには、別個の年代既知アスナロ標準年輪曲線を作製し、それを使用して暦年代を検証するか、その他の1年精度の年代測定法によって暦年代を検証する必要があった。そこで本研究では、以下2つの新しい年代測定法を新田(1)遺跡出土木材に適用し、結果をクロスチェックすることによって、その暦年代の検証と確定を試みた。

1つ目は、近年日本で発見された、西暦 774-775 年の樹木年輪における急激な ^{14}C 濃度上昇(以下 ^{14}C -spike)を年代決定の「鍵層」として利用する方法である。この ^{14}C -spike は、ヤクスギ材(年代既知)の年輪 ^{14}C 濃度の1年輪単位の連続測定によって発見され(Miyake et al. 2012)、その後、ドイツのオーク材、ニュージーランドのカウリ材、アメリカのブリッスルコーンパイン材、ロシアのラーチ材(いずれも年輪年代既知)を使用した追試で再現されている(Usoskin et al. 2013; Güttler et al. 2013; Jull et al. 2014)。したがって、この ^{14}C -spike は、世界各地の年輪年代法に保証された年代基準とみなすことができる。新田(1)遺跡の出土木材は西暦 774-775 年の年輪を含むと想定されることから、同様の追試を行うことで ^{14}C -spike に基づく年代検証を試みる事ができる。

2つ目は、近年日本で著しく発展が進んでいる酸素同位体比($\delta^{18}\text{O}$)年輪年代法(中塚・佐野 2014)を利用する方法である。中塚ほか(2013)は長野県木曾・伊那

地方の年代既知ヒノキ材の年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 分析により過去 2000 年間にわたる $\delta^{18}\text{O}$ 標準年輪曲線を構築した。箱崎ほか (2015) は青森県東通村猿ヶ森砂丘のアスナロ埋没材から 11-16 世紀の年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 時系列データを得て、このヒノキの $\delta^{18}\text{O}$ 標準年輪曲線とのクロスデーティングを行い、高い相関が得られることを報告した。新田(1)

表1 新田(1)遺跡年輪試料概要

年輪 ID	木器番号	新整理番号	本報告	箱崎ほか(2011)	光谷(2007)	
			最内-最外年輪の暦年代(AD) ^(註1)	最内-最外年輪の暦年代(AD) ^(註2)	最外5年輪の較正年代(2 σ , cal AD)	最内-最外年輪の暦年代(AD) ^(註3)
AONT001	W-1	3593	721-968	722-969	-	815-969
AONT002	W-77	106	912-1037	913-1038	-	907-1038
AONT003	W-467	616	898-1047	899-1048	997-1025	894-1048
AONT004	W-35	62	833-1018	834-1019	-	851-1017
AONT005	W-14	2826	903-1011	904-1012	-	906-1016
AONT006	W-33	1534	735-936	736-937	-	743-954
AONT007	W-256	1798	836-951	837-952	-	839-947
AONT008	WA-2	2990	734-1015	735-1016	945-1008	737-1013
AONT009	W-306	1107	905-1039	906-1040	-	905-1040
AONT010	W-43	70-74	580-757	-	742-768	786-1022
AONT011	W-5	25	738-1022	739-1023	936-1020	757-1021
AONT012	W-448	2740, 2741	885-1022	886-1023	-	885-1024
AONT013	W-204	2399	848-1040	849-1041	-	849-1040
AONT014	W-17	41	803-1010	804-1011	-	803-1010
AONT015	W-25	49	680-989	681-990	-	679-991
AONT016	W-32-1, -2	3140, 3160	887-1039	888-1040	-	963-1041
AONT017	W-170	3400	878-1047	879-1048	-	-
AONT018	W-7-1	3599	867-973	868-974	-	-
AONT019	W-103	2919	827-971	828-972	-	-
AONT020	W-49	3176	918-1041	919-1042	-	-
AONT021	W-7	2819	915-996	916-997	-	-
AONT022	W-8	2820	-	-	-	-
AONT023	W-351	2588	762-875	763-876	-	-
AONT024	WA-1	2989	-	-	-	-
AONT025	WA-4	2994	-	-	-	-
AONT026	WA-3-3	2993	-	-	-	-
AONT027	W-124	1318	817-990	818-991	-	-
AONT028	W-294	1851	903-1037	904-1038	-	-
AONT029	W-361	1940	-	-	-	-
AONT030	W-131	2310	-	-	-	-
AONT031	W-196	269	910-999	911-1000	-	-
AONT032	W-782	984	-	-	-	-
AONT033	W-14	2137	828-970	829-971	-	-
AONT034	W-111	2287	953-1044	954-1045	-	-
AONT035	W-2	3056	881-1015	882-1016	-	-
AONT036	W-153	2334	875-996	876-997	-	-
AONT037	W-277	1764	-	-	-	-
AONT038	W-296	1853	936-1038	937-1039	-	-
AONT039	W-15	315	-	-	-	-
AONT040	W-4	293	938-1026	939-1027	-	-
AONT041	W-18	430	414-663	-	641-668	-
AONT042	W-20	1143	-	-	-	-
AONT043	W-11, W-23	304, 305	879-994	880-995	-	-
AONT044	W-23	435	-	-	-	-

(註1) ^{14}C -spikeと $\delta^{18}\text{O}$ 年輪年代法に基づいて与えた暦年代

(註2) 光谷(2007)がAONT001, 003に与えた暦年代を基準として与えられた暦年代(想定年代)

(註3) 年代既知のヒバ(アスナロ)標準年輪曲線と各試料の年輪幅時系列との年輪年代解析によって与えられた暦年代

遺跡の出土木材は 7-11 世紀の年輪を含むと想定されることから、年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 時系列データを得ることで、ヒノキ標準年輪曲線とのクロスデーティングが可能となり、暦年代を検証することができる。

2. 試料と方法

2.1. 西暦 774-775 年の ^{14}C イベントの再現

試料として、2度の年輪年代調査(光谷 2007; 箱崎ほか 2011)に使われた AONT001 (最内-最外年輪の想定年代: 西暦 722-969 年; 木器番号: W-1; 新整理番号: 3593)を選定した(表 1)。試料から西暦 774-775 年と想定される年輪を含むように $1.5 \times 1.5 \times 3.5 \text{ cm}$ のブロック材を切り出した。ブロックに含まれる各年輪に NT1 (最内年輪から 64 年目: 西暦 785 年と想定) -NT16 (最内年輪から 49 年目: 西暦 770 年と想定) の測定番号を与えた。試料調整の化学処理および ^{14}C 濃度測定の手順は Miyake (2014) に従った。 ^{14}C 濃度の測定には、名古屋大学宇宙地球環境研究所年代測定研究部タンデトロン AMS2 号機を使用した。

得られた年輪 ^{14}C 濃度時系列データから AD774-775 ^{14}C -spike の再現の有無を確認した。また、 ^{14}C 濃度から ^{14}C 年代を算出した。

2.2. $\delta^{18}\text{O}$ 年輪年代解析

試料として、2度の年輪年代調査(光谷 2007; 箱崎ほか 2011)に使われた AONT003 (最内-最外年輪の想定年代: 西暦 899-1048 年; 木器番号: W-467; 新整理番号: 616) と AONT015 (最内-最外年輪の想定年代: 西暦 681-990 年; 木器番号: W-25; 新整理番号: 49), 1度目の年輪年代調査で年代が与えられたが 2度目の年輪年代調査では他試料と相対的な年代関係が決定できなかった AONT010 (木器番号: W-43; 新整理番号: 70-74), 1度目の年輪年代調査には用いられず、2度目の年輪年代調査では 1点 (AONT026) を除き他試料と相対的な年代関係を決定できなかった AONT041 (木器番号: W-18; 新整理番号: 430) を選定した。試料の木口面から薄板を切り出し、「板ごとセルロース抽出法 (Kagawa et al. 2015)」によってセルロース化して 848 点の 1 年輪単位での $\delta^{18}\text{O}$ 測定を行った。 $\delta^{18}\text{O}$ 測定には、総合地球環境学研究所の熱分解元素分析計-同位体比質量分析計を使用した。

得られた各試料の年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 時系列データをクロスデーティングして、試料間の相対的な年代関係を決定した。クロスデーティングは、2度目の年輪年代調査(箱崎ほか 2011)と同様、年輪考古学で一般に用いられている方法 (Baillie 1982; 奈良国立文化財研究所; English Heritage 2004) に従った。相対的な年代関係が決定できた試料間のデータをアンサンブル平均し、アスナロ $\delta^{18}\text{O}$ 標準年輪曲線 (AONT-OI) を作成した。AONT-OI を年代既知のヒノキ $\delta^{18}\text{O}$ 標準年輪曲線(中塚ほか 2013) とクロスデーティングして年代を決定した。

表2 新田(1)遺跡出土アスナロ材(AONT001)の¹⁴C濃度測定試料の概要

測定試料番号	想定年代 (AD) ^(註1)	$\Delta^{14}\text{C}$ ($\pm 1\sigma$ ‰)	¹⁴ C年代 ($\pm 1\sigma$ BP)	較正暦年代 ($\pm 2\sigma$ cal AD) ^(註2)	暦年代 (AD) ^(註3)
NT1	785	-5.48 \pm 2.5	1177 \pm 18	833 \pm 60	784
NT2	784	-6.83 \pm 2.5	1189 \pm 18	830 \pm 55	783
NT3	783	-650.06 \pm 3.5	-	-	782
NT4	782	-8.37 \pm 2.5	1203 \pm 18	828 \pm 58	781
NT5	781	-3.04 \pm 2.6	1161 \pm 18	864 \pm 89	780
NT6	780	-5.69 \pm 2.6	1184 \pm 18	831 \pm 57	779
NT7	779	-2.31 \pm 2.6	1157 \pm 18	869 \pm 93	778
NT8	778	-1.86 \pm 2.5	1155 \pm 18	871 \pm 95	777
NT9	777	-1.61 \pm 2.6	1154 \pm 18	871 \pm 95	776
NT10	776	-3.29 \pm 2.5	1168 \pm 18	860 \pm 85	775
NT11	775	-17.89 \pm 2.6	1288 \pm 18	720 \pm 50	774
NT12	774	-20.49 \pm 2.6	1310 \pm 18	714 \pm 53	773
NT13	773	-18.43 \pm 2.6	1294 \pm 18	717 \pm 51	772
NT14	772	-16.00 \pm 2.5	1275 \pm 18	723 \pm 47	771
NT15	771	-16.83 \pm 2.5	1283 \pm 18	720 \pm 50	770
NT16	770	-15.27 \pm 2.5	1271 \pm 18	725 \pm 45	769

(註1) 光谷(2007)の暦年代を基準に箱崎ほか(2011)が仮に与えた暦年代

(註2) IntCal13(Reimer et al. 2013)に基づく較正暦年代

(註3) ¹⁴C-spikeを基準にして与えた暦年代

3. 結果

3.1. 西暦 774-775 年の ¹⁴C イベントの再現

NT1-16 の ¹⁴C 濃度測定の結果, $-20.49 \pm 2.6 \sim -1.61 \pm 2.6$ ‰ (NT3 を除く) の値が得られた (表2)。ただし, NT3 の測定において, 明らかに異常とみられる値 (-650.06 ± 3.5 ‰) が得られたため, 以下の検討では NT1 ~ NT3 の測定値を除外した。AONT001 の年輪 ¹⁴C 濃度は, NT11 (想定年代: 西暦 775 年) から NT10 (想定年代: 西暦 776 年) にかけて 14.6 ‰ の急激な変化を示した (図1)。NT16-11 (想定年代: 770-775 年) にかけての平均濃度変化は 1.9 ‰, NT10-4 (想定年代: 776-782 年) にかけての平均濃度変化は 2.3 ‰ であった。NT4-16 の ¹⁴C 年代を算出した結果, $1154 \pm 18 \sim 1310 \pm 18$ BP であった (表2)。この ¹⁴C 年代を IntCal13 (Reimer et al. 2013) で較正した結果, 713.5 ± 52.5 cal AD ~ 871 ± 95 cal AD (2 σ) の較正暦年代が得られた (表2)。

3.2. $\delta^{18}\text{O}$ 年輪年代解析

AONT003, 010, 015, 041 の年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 測定の結果, 24.60 ~ 30.83 ‰ の値が得られた (図2)。ただし, AONT003 のセルロース化の過程において, 辺材部が著しく変形 (収縮) し, 年輪境界の判別が困難となったため, 西暦 1010 年 (想定年代) 以降の年輪 $\delta^{18}\text{O}$ データは得られなかった。

年輪幅に基づく相対的な年代位置 (箱崎ほか 2011) で, AONT003 と AONT015 の年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 時系列データをクロスデーティングした結果, 生データ間で $r=0.63$, $t=7.94$, 標準化データ間で $r=0.63$, $t=7.89$ と極めて高い相関が得られた (表3, 図2)。2 度目の年輪年代調査 (箱崎ほか 2011) において他の試料間との年代関係が不明であった AONT010 を AONT015 とクロスデーティングした結果, 生データ間で $r=0.67$, $t=7.86$, 標準化データ間で $r=0.67$, $t=7.95$ と極めて高い相関が得られた (表3, 図2)。また, 2 度目の年輪年代調査 (箱崎ほか 2011) において 1 点 (AONT026) を除き他試料との年代関係が不明であった AONT041 を AONT010 とクロ

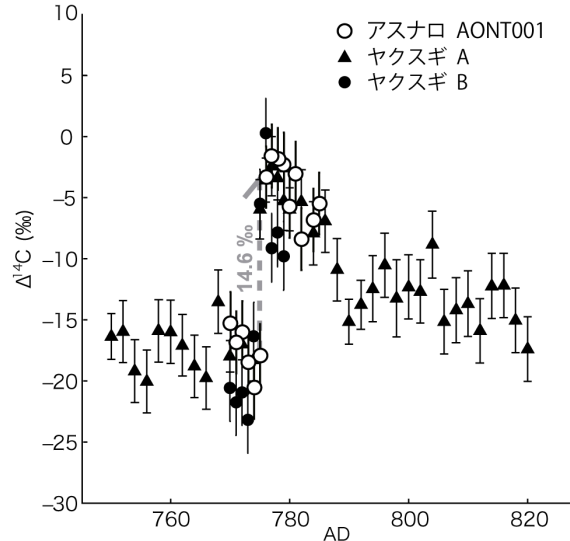


図1 新田(1)遺跡出土アスナロ材(AONT001)の¹⁴C測定結果。

○: AONT001の¹⁴C変動。●, ▲: ヤクスギ材2点(2個体)の¹⁴C変動(Miyake et al. 2012)。想定年代ではアスナロがヤクスギに対し1年遅れて¹⁴C急増を示している。

スデーティングした結果, 生データ間で $r=0.64$, $t=7.52$, 標準化データ間で $r=0.71$, $t=8.98$ と極めて高い相関が得られた (表3, 図2)。クロスデーティングできた試料間のグラフの目視評価では, いずれも高い同調性があることが確認できた (図2)。

相対的な年代関係が決定した4試料の年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 時系列データをアンサンブル平均し, 593 年間 (想定年代: 西暦 418-1010 年) にわたる年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 標準年輪曲線 AONT-0I を作製した。AONT-0I をヒノキ $\delta^{18}\text{O}$ 標準年輪曲線 (中塚ほか 2013) の西暦 418-1010 年のデータとクロスデーティングした結果, 生データ間で $r=-0.11$, $t=-2.56$, 標準化データ間で $r=-0.09$, $t=-2.25$ と全く相関が得られなかった (図3A)。しかし, 西暦 417-1009 年のデータとクロスデーティングした結果, 生データ間で $r=0.07$, $t=1.62$, 標準化データ間で $r=0.24$, $t=6.09$ と, 短周期成分で高い相関が得られ, 目視評価でも同調性を確認できた (図3B)。

4. 考察

4.1. 新田(1)遺跡出土木材の暦年代

新田(1)遺跡出土アスナロ材 (AONT001) の年輪 ¹⁴C 濃度測定の結果, 2 度目の年輪年代調査 (箱崎ほか 2011) で西暦 775-776 年と想定された2年輪において 14.6 ‰ の急激な濃度上昇が確認された (図1)。この上昇量は,

表3 新田(1)遺跡出土アスナロ材年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 時系列データ間の相関

生データ	AONT03	AONT15	AONT10	AONT41
AONT03		0.63	-	r
AONT15	7.94		0.67	-
AONT10	-	7.86		0.64
AONT41	t 値	-	7.52	
標準化データ	AONT03	AONT15	AONT10	AONT41
AONT03		0.63	-	r
AONT15	7.89		0.67	-
AONT10	-	7.95		0.71
AONT41	t 値	-	8.98	

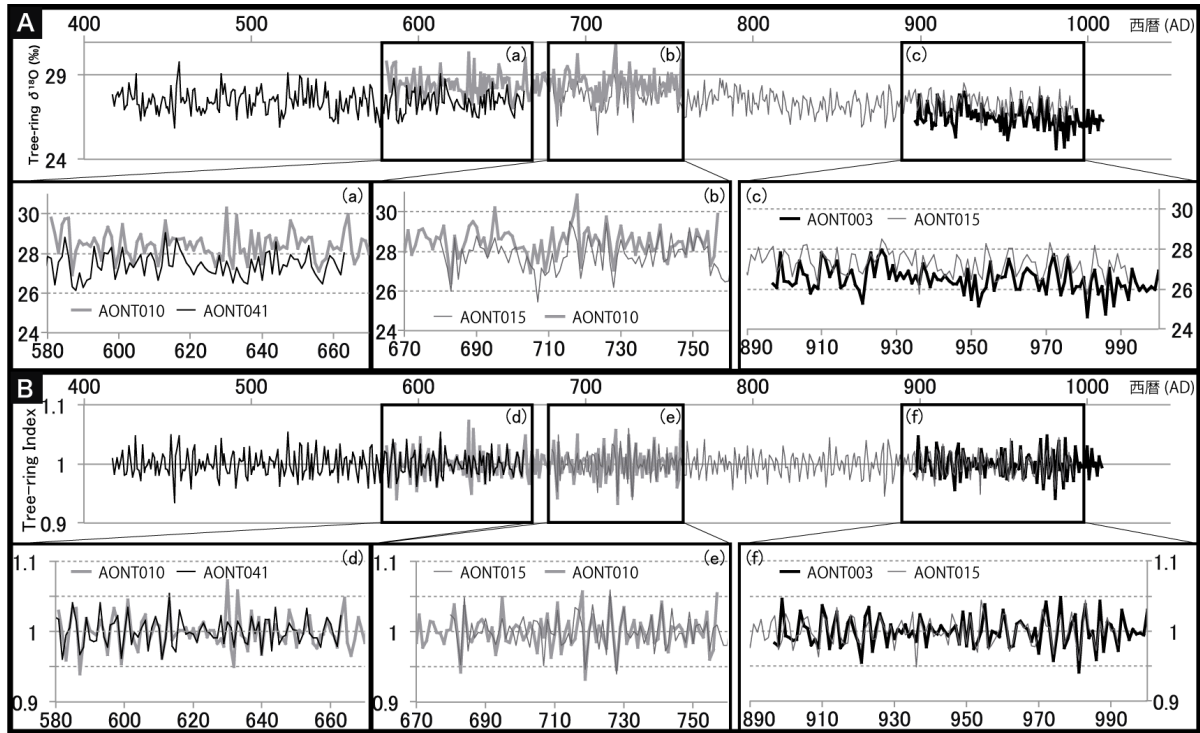


図2 新田(1)遺跡出土アスナロ材(AONTO03, 010, 015, 041)の年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 時系列データ

A: 年輪幅に基づく相対的年代関係における生データの試料間比較. B: 年輪幅に基づく相対的年代関係における標準化データの試料間比較.

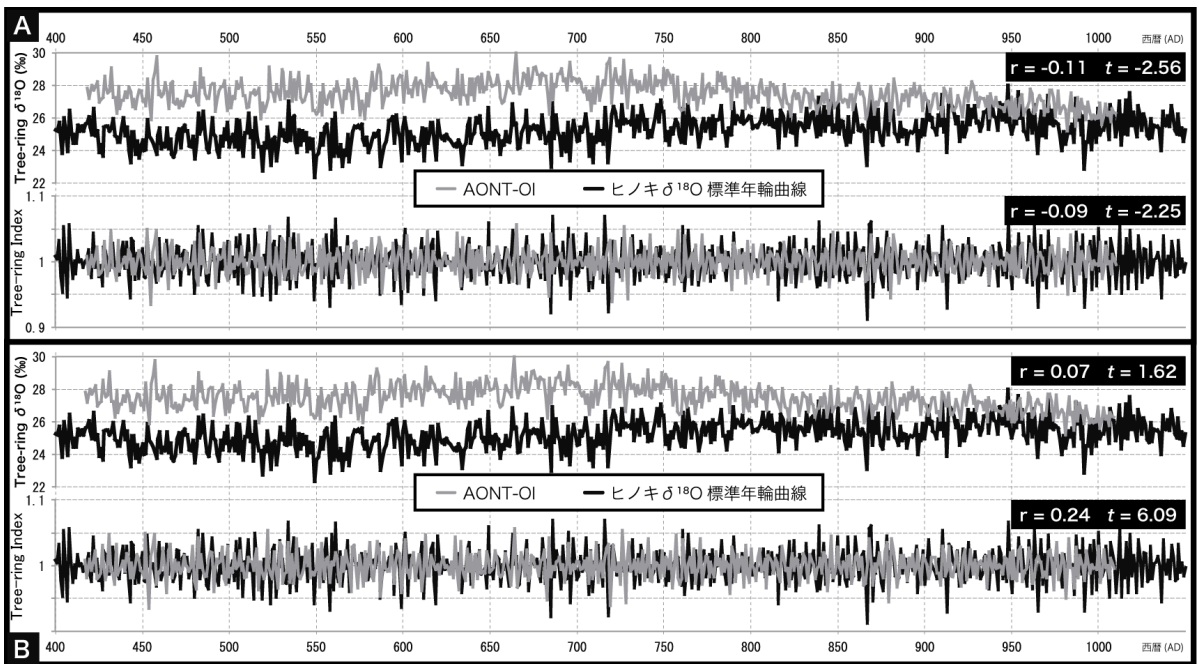


図3 新田(1)遺跡出土アスナロ材年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 標準年輪曲線AONT-OIと長野県産ヒノキ $\delta^{18}\text{O}$ 標準年輪曲線の比較

A: 西暦418-1010年におけるクロスコーティング結果(上段: 生データ, 下段: 標準化データ). B: 西暦417-1009年におけるクロスコーティング結果(上段: 生データ, 下段: 標準化データ).

ヤクスギ材で確認されたものとはほぼ等量 (Miyake et al. 2012) であった。10 %以上の急激な ^{14}C 濃度上昇は、過去2000年のなかでは、これまでに774-775年 (Miyake et al. 2012) と993-994年 (Miyake et al. 2013) の2回が確認されている。試料の ^{14}C 濃度を ^{14}C 年代に換算すると8-9世紀の年代が示唆され (表2), 993-994年のものである可能性は棄却される。以上から、今回確認された急激な年輪 ^{14}C 濃度変化は、AD774-775 ^{14}C -spike であると考えられる。

しかし、 ^{14}C -spikeが確認された年輪の暦年代(想定年代)は、先行研究 (Miyake et al. 2012; Usoskin et al. 2013; Gütler et al. 2013; Jull et al. 2014) と1年異なっていた。樹木年輪の ^{14}C 濃度は、基本的にその年の大気 ^{14}C 濃度を反映している。大気 ^{14}C 濃度は、海洋湧昇域からの古い CO_2 供給等の影響で多少の地域差があるものの (Hogg et al. 2002), その挙動は半球の南北を問わずほぼ一致している (例えば IntCal13 (Reimer et al. 2013) と SHCal13 (Hogg et al. 2013) の1000年間以上にわたる挙動の一致

や、核実験由来 ^{14}C (Bomb carbon) の世界多地点における挙動の一致 (Hua et al. 2013))。AD774-775 ^{14}C -spike は南日本とヨーロッパ, オセアニア, 北米, ロシア北西部の間で1年の精度で年代が一致している。これらのことから、北日本のみがその他の地域より1年遅れて大気 ^{14}C 濃度が急増する可能性は極めて低いと考えられる。今回の結果は、前回の年輪年代調査 (箱崎ほか 2011) が与えた暦年代の想定が1年誤っていたことを強く示唆する。

$\delta^{18}\text{O}$ 年輪年代解析の結果は、この ^{14}C -spike に基づく検証結果を支持した。新田(1)遺跡出土木材の年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 時系列データから作成した AONT-OI は、2度目の年輪年代調査 (箱崎ほか 2011) の想定年代の位置では、年代既知ヒノキ標準年輪曲線と全く相関がなかった。しかし、1年古い位置では短周期成分において $t = 6.09$ の高い相関が得られた。この t 値は、箱崎ほか (2015) が青森県東通村猿ヶ森砂丘のアスナロ埋没材から作成した $\delta^{18}\text{O}$ 標準年輪曲線 AOSR-OI (11-16世紀) がヒノキ標準年輪曲線とのクロスデーティングで示した $t = 6.30$ とほぼ等しいものであった。結果からも明らかのように、年輪時系列データ間の相関は、正しい年代関係から1年でもズレがあれば、著しく下がる。今回解析した4試料の全ての年輪の年代が等しく1年ズレていなければ、AONT-OI とヒノキ標準年輪曲線の間で高い相関は得られず、目視評価でも重なり合う年代区間の全体にわたる同調性が認められることはない。よって、この結果も、前回の年輪年代調査 (箱崎ほか 2011) の想定年代が1年誤っていたことを強く示唆する。

2つ方法に基づく年代検証の結果が一致したことから、箱崎ほか (2011) が与えた新田(1)遺跡出土アスナロ材の暦年代 (想定年代) は誤りであり、真の年代は想定より1年古いことが確定した。これにより、箱崎ほか (2011) が出土木材29点から作製した368年間にわたるアスナロ年輪幅標準年輪曲線 AONT の暦年代は、西暦680-1047年に修正される。AONT は、光谷 (2007) が年代決定に使用したヒバ (アスナロ) の標準年輪曲線とは完全に独立する年代既知標準年輪曲線となる。なお、光谷 (2007) の年輪年代調査の正誤については、今回の結果からは判断できない。これを確認するためには、光谷 (2007) が使用した標準年輪曲線と AONT との間でクロスデーティングを行い、その結果をみる必要がある。

4.2. 箱崎ほか (2011) が年代の想定を誤った理由

光谷 (2007) と箱崎ほか (2011) の報告では、AONT001 と AONT003 の最外年輪の相対的年代関係が一致していた。また、この2試料のみ年輪幅の計測方法が同じであり、光谷 (2007) の調査時に切断された木口面からの計測であった。箱崎ほか (2011) はこれらに基づいて、光谷 (2007) が与えた両者の最外年輪の暦年代を引用した。しかし、その他の多くの試料では、最外年輪の年代に若干のズレが認められていた (表1)。この理由として、箱崎ほか (2011) は、1) 年輪幅計測が各試料の同一部位で行われたか確認できないこと、2) 試料の表面

側の年輪が調査間に行われた水換え等の作業または経年劣化で損なわれた可能性があること、3) 光谷 (2007) は多くの試料を柾目面から計測したため、試料の木取りや表面の劣化状態によっては一部の年輪幅計測が不可能であり計測しなかった可能性があることを挙げた。

箱崎ほか (2011) は、AONT001 と AONT003 が、このうちの2) に該当することは想定していなかった。これが暦年代の想定を誤った直接的な理由と考えられる。すなわち、2度目の調査時点で、両試料がともに最外年輪を1年損なっていたが、箱崎ほか (2011) はそれに気付かず計測した。ここから誤りが生じたと考えられる。

ただし、根本的な理由は1) にある。すなわち、どの試料のどの年輪が西暦何年のものであるかを2度目の調査開始時点で把握できていれば、そもそもこのような誤りは起こらなかった。このような誤りは、1年の決定精度を謳う年輪年代法では許容されないものである。再発防止のためには、年輪幅の測線部位または年輪時系列データを一部でも調査報告に記載し、再検証に必要な最低限の情報を公表しておく必要がある。本報告では、今回作製した $\delta^{18}\text{O}$ 標準年輪曲線 AONT-OI の一部を表4に示し、結びとする。

表4 新田(1)遺跡出土アスナロ材年輪 $\delta^{18}\text{O}$ 標準年輪曲線AONT-OIの一部

AD	AONT-OI (%)	AD	AONT-OI (%)	AD	AONT-OI (%)
1009	26.29	939	26.75	869	27.20
1008	26.36	938	26.95	868	27.95
1007	26.58	937	27.48	867	26.80
1006	25.77	936	26.00	866	26.09
1005	26.36	935	27.32	865	25.95
1004	26.15	934	26.75	864	27.20
1003	26.85	933	27.20	863	27.60
1002	26.03	932	27.20	862	27.47
1001	25.61	931	27.28	861	28.10
1000	26.90	930	26.66	860	27.71
999	25.97	929	27.54	859	27.03
998	26.14	928	27.14	858	26.51
997	25.91	927	27.93	857	27.45
996	26.16	926	26.24	856	27.41
995	25.96	925	27.61	855	26.88
994	26.37	924	27.57	854	27.07
993	26.97	923	27.80	853	27.17
992	25.90	922	27.22	852	26.98
991	26.68	921	26.04	851	27.21
990	26.59	920	26.42	850	28.00
989	27.16	919	26.97	849	27.02
988	26.03	918	27.35	848	26.85
987	27.24	917	26.70	847	26.61
986	25.47	916	26.46	846	28.18
985	26.57	915	26.44	845	26.93
984	26.47	914	27.74	844	26.26
983	27.56	913	26.95	843	27.46
982	26.57	912	27.01	842	27.70
981	26.19	911	27.57	841	26.97
980	26.48	910	27.85	840	27.47
979	26.76	909	26.13	839	26.85
978	26.58	908	26.62	838	26.76
977	26.29	907	26.55	837	26.28
976	27.68	906	27.46	836	27.00
975	26.92	905	27.48	835	27.18
974	26.14	904	27.44	834	27.67
973	27.25	903	26.78	833	26.62
972	27.69	902	26.41	832	27.47
971	27.71	901	27.02	831	27.59
970	26.41	900	27.17	830	27.74
969	26.51	899	27.50	829	27.05
968	26.17	898	26.48	828	26.38
967	27.00	897	27.19	827	27.32
966	27.09	896	27.93	826	27.51
965	27.39	895	27.53	825	27.18
964	27.12	894	27.31	824	27.64
963	26.45	893	28.11	823	27.29
962	26.31	892	27.44	822	26.10
961	27.47	891	27.74	821	26.80
960	27.78	890	26.72	820	26.89
959	27.02	889	27.23	819	27.54
958	26.66	888	27.63	818	28.06
957	26.53	887	27.10	817	26.69
956	26.15	886	27.42	816	27.01
955	27.45	885	26.53	815	27.38
954	27.17	884	26.25	814	27.86
953	26.16	883	27.40	813	27.43
952	25.98	882	28.03	812	28.04
951	27.11	881	28.39	811	27.97
950	25.98	880	26.69	810	28.18
949	27.25	879	25.85		
948	26.18	878	28.05		
947	27.01	877	27.75		
946	26.99	876	27.06		
945	26.39	875	27.23		
944	26.64	874	27.75		
943	26.64	873	27.25		
942	26.71	872	26.78		
941	26.69	871	26.95		
940	27.24	870	26.22		

引用文献

- Baillie MGL. (1982) Tree-ring dating and archaeology. London: Croom Helm, 274pp.
- Baillie MGL. (1995) A slice through time: dendrochronology and precision dating. London: Batsford, 176 pp.
- English Heritage. (2004) Dendrochronology : guidelines on producing and interpreting dendrochronological dates. <http://www.helm.org.uk/upload/pdf/Dendrochronology.pdf>.
- Güttler D, Beer J, Bleicher N, Boswijk G, Hogg AG, Palmer JG, Vockenhuber C, Wacker L, Wunder J. (2013) Worldwide detection of a rapid increase of cosmogenic ^{14}C in AD775. *Nuclear Physics in Astrophysics VI*.
- 箱崎真隆・大山幹成・星野安治・佐々木由香. (2011) 新田(1)遺跡出土木材の年輪年代測定と放射性炭素年代測定から推定される遺構間の年代関係. 青森市教育委員会編「石江遺跡群発掘調査報告書 IV-石江土地区画整理事業に伴う発掘報告-」: 62-72pp, 青森市埋蔵文化財報告書第108集, 青森市教育委員会.
- 箱崎真隆・中塚武・佐野雅規・木村勝彦・中村俊夫. (2015) 北日本猿ヶ森砂丘の埋没木を用いた酸素同位体比標準年輪曲線構築. 第30回日本植生史学会北海道大会要旨集. pp56. 11月7-9日, 札幌.
- Hogg AG, McCormac FG, Higham TFG, Reimer PG, Baillie MGL, Palmer JG. (2002) High-precision ^{14}C measurements of contemporaneous tree-ring dated wood from the British Isles and New Zealand: AD 1850–950. *Radiocarbon*, 44 (3) : 641-651
- Hogg AG, Hua Q, Blackwell PG, Niu m, Buck CE, Guilderson TP, Heaton TJ, Palmer JG, Reimer PJ, Reimer RW, Turney CSM, Zimmerman SRH. (2013) SHCal13 Southern Hemisphere calibration, 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55 (4) : 1889-1903.
- Hua Q, Barbetti M, Rakowski AZ. (2013) Atmospheric radiocarbon for the period 1950-2010. *Radiocarbon*, 55 (4) : 2059–2072.
- Jull AJT, Panyushkina IP, Lange TE, Kukarskih VV, Myglan VS, Clark KJ, Salzer MW, Burr GS, Leavitt SW. (2014) Excursions in the ^{14}C record at A.D. 774–775 in tree rings from Russia and America. *Geophysical Research Letters*. 41: 3004–3010.
- Kagawa A, Sano M, Nakatsuka T, Ikeda T, Kubo S. (2015) An optimized method for stable isotope analysis of tree rings by extracting cellulose directly from cross-sectional laths. *Chemical Geology*, 393–394: 16–25.
- 光谷拓実. (2007) 年輪年代法による新田(1)、高間(1)遺跡出土木材の年代測定. 青森市教育委員会編「石江遺跡群発掘調査報告書—東北新幹線建設事業に伴う発掘調査—」: 281-285pp, 青森市埋蔵文化財調査報告書第94集, 青森市教育委員会.
- Miyake F. (2014) Reconstruction of cosmic-ray intensity in the past from measurements of radiocarbon in tree rings. Doctoral thesis, Nagoya University.
- Miyake F, Nagaya K, Masuda K, Nakamura T. (2012) A signature of cosmic-ray increase in AD 774–775 from tree rings in Japan. *Nature* 486, 240-42.
- Miyake F, Masuda K, Nakamura T. (2013) Another rapid event in the carbon-14 content of tree rings. *Nat. Commun.* 4:1748 doi:10.1038/ncomms2873.
- 中塚武・佐野雅規. (2014) 酸素同位体比を用いた新しい木材年輪年代法. 月刊地球/号外 63: 106-113.
- 中塚武・佐野雅規・大石恭平・シュ チェンシ・岡部雅嵩・大西啓子・河村公隆・坂本稔・尾寄大真・中尾七重・横山操・赤塚次郎・樋上昇・光谷拓実. (2013) 過去2千年間の本州中部産の全木材を対象にした年輪酸素同位体比クロノロジーの確立. 日本文化財科学会第30回大会研究発表要旨集. pp90-91. 7月6-7日, 弘前. 奈良国立文化財研究所(編). (1990) 年輪に歴史を読む—日本における古年輪学の成立—, 195p, 同朋舎.
- 能城修一. (2011) 青森市新田(1)・(2)遺跡から出土した木製品類と自然木の樹種. 青森市教育委員会編「石江遺跡群発掘調査報告書 IV-石江土地区画整理事業に伴う発掘報告-」: 1-44pp, 青森市埋蔵文化財報告書第108集, 青森市教育委員会.
- Reimer PJ, Bard E, Bayliss A, Beck JW, Blackwell PG, Bronk Ramsey C, Buck CE, Cheng H, Edwards RL, Friedrich M, Grootes PM, Guilderson TP, Hafliadason H, Hajdas I, Hatté C, Heaton TJ, Hoffmann DL, Hogg AG, Hughen KA, Kaiser KF, Kromer B, Manning SW, Niu M, Reimer RW, Richards DA, Scott EM, Southon JR, Staff RA, Turney CSM, van der Plicht J. (2013) IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, 55 (4) : 1869-1887.
- Usoskin IG, Kromer B, Ludlow F, Beer J, Friedrich M, Kovaltsov GA, Solanki SK, Wacker L. (2013) The AD775 cosmic event revisited: the Sun is to blame. *A&A* 552, L3, doi: 10.1051/0004-6361/201321080.

日本語要旨

青森市新田(1)遺跡出土アスナロ材の暦年代を、西暦774-775年の ^{14}C イベントと $\delta^{18}\text{O}$ 年輪年代法を用いることによって検証した。2つの方法による検証結果は一致し、出土アスナロ材の真の暦年代は、先行報告で与えられていた暦年代よりも1年古いことが判明した。この結果に基づき、出土アスナロ材から作製されていた年輪幅の標準年輪曲線 AONT の暦年代を西暦681-1048年から西暦680-1047年に修正した。