

沼沢湖噴火により枯死した埋もれ木の高精度年代測定と 縄文土器編年上の位置の検討

早瀬 亮介 ((株)加速器分析研究所)・門脇 秀典 (福島県文化財センター白河館)

はじめに

2020 年 5 月、福島県大沼郡三島町の只見川支流、大谷川河床にて埋もれ木（ケヤキ）が発見された。2021 年 2 月に掘り出され、年代測定や関連分野の研究者による調査により、この木が縄文時代に発生した沼沢火山の噴火（沼沢湖噴火）により枯死したことが判明した。さらに周辺から発見された埋もれ木群と合わせて年輪年代学や放射性炭素（ ^{14}C ）年代測定による詳細な分析の結果、沼沢湖噴火が紀元前 3450 年（5400cal BP）頃に発生したことが確認された（註 1）。そして 2022 年 12 月に地元の三島町にて調査報告会が開催され、この貴重な埋もれ木群の発見と詳細な分析結果等について各分野の研究者から報告された。

本発表では、これらの成果のうち、大谷川埋もれ木群の年代測定結果とその縄文土器編年上の位置づけについて取り上げる。埋もれ木の年代は、年輪年代学（木村 2022）と ^{14}C 年代測定（早瀬ほか 2022）を併用することで高精度に求められた。ここでは発表者の早瀬が担当した ^{14}C 年代測定を中心に扱い、福島大学の木村勝彦教授による年輪年代学の成果は引用の形で紹介する。また沼沢湖噴火が当時の縄文文化・社会に与えた影響を考えるための基礎的な作業として、噴火年代が縄文土器編年上のどこに当たるのかを検討した（門脇ほか 2022）。この予稿は、三島町で開催された調査報告会の予稿・資料集に掲載された木村 2022、早瀬ほか 2022、門脇ほか 2022 を基本に、主要な内容を要約して作成した。詳細は元の予稿・資料集を参照されたい。

1. 大谷川埋もれ木群の年代測定

（1）試料

対象とした埋もれ木は、最初は大谷川で発見されたケヤキ（W0）と、その後周辺で発見されたカツラ（W1）、ブナ（W6）、トチノキ（W7）の合計 4 本である（註 2）。最も年輪数が多い W0 は、分析対象部位で 300 年輪を超える。これらには沼沢湖噴火の火砕流に巻き込まれた痕跡（火砕物が表面に食い込むなど）が認められるが、炭化しているのは表層付近のみで、内側は生木の状態である。この形成過程については山元（2022）が考察している。

W0 には樹皮が残存しないが、他の 3 本は樹皮が残るため、最外年輪で枯死した年代を確認できる。

（2）年輪年代学（酸素同位体比年輪年代法）による年輪解析

ここでは木村 2022 に基づいて成果の概要のみを紹介する。試料の所見、分析方法等を含め、詳細は同文献を参照されたい。

上述の埋もれ木 4 試料を対象に、1 年輪ごとの年輪幅の計測と酸素同位体比分析が行われた。対象試料の樹種が 1 個体ごとに異なるため、クロスデーティング（個体間のパターン合わせ）は異なる樹種の間でも年輪の同調性が得られる酸素同位体比年輪年代法を用いて行われた。

樹皮や中心の有無、年輪数、年輪の状態の観察や年輪幅の計測等が行われ、樹皮が残存する 3 個体（W1、W6、W7）については最外年輪の状態から成長停止期（秋から翌年の春）に枯死したことが推定された。

酸素同位体比分析によるクロスデーティングの結果、4 個体間の同調性は非常に高く、相互の年代関係が明らかになった。樹皮が残る 3 個体は枯死年が一致した。同一年の成長停止期に 3 個体が枯死し、いずれも火砕物の付着が認められることは、これら 3 個体が火砕流で同時期に枯死したことを示すと考えられた。なお、W0 の分析対象となった部位では外側が失われているが、残存する最外年輪が他の 3 個体の最外年輪より 45 年古いことが確認された。

このように 4 個体の相対的な年代関係が確かめられたが、現在からさかのぼる酸素同位体比の年輪データ（年代の物差しとなる暦年標準パターン）は紀元前 3100 年頃までとなっているため、現状では年輪解析の結果から沼沢湖噴火の暦年代を求めることはできない。しかし、今後データが蓄積され、年代の物差しが延伸されれば、沼沢湖噴火の暦年代を高精度に求めることができ、かつその際には大谷川の試料群が物差しに組み込まれるだろうと指摘された。

沼沢湖噴火の火砕流で枯死した大谷川埋もれ木群の年輪解析については以上だが、この噴火後に只見川流域に形成された堰止湖の決壊洪水で枯死したと考えられる埋没材（会津坂下町、片門ダム直下の砂利採掘現場で発見）についても酸素同位体比年輪年代法による分析が行われている。それによると、樹皮が残存している 4 点が同年の成長開始初期（春）に枯死しており、その原因となった決壊洪水は沼沢湖噴火の 1 年ないし 1 年半後に発生したことが明らかになった（片岡・木村 2023）。

（3） ^{14}C 年代測定（ウィグルマッチング）

樹木を ^{14}C 年代測定する場合、その木の樹皮直下にある最外年輪が枯死した年代を示すため、通常最外年輪（を含む部位）の試料を測定する。しかし、大谷川の 4 本の埋もれ木は年輪数が多く、最も少ない W6 でも 191 年輪あり、最も多い W0 では 300 年輪を超えている。年輪数が多い樹木を試料とする場合、年輪位置を把握した状態で複数の試料を採取して年代測定を行うと、年輪数によって相互の年代差がわかる ^{14}C 年代値の連続的（または断続的）なデータセットが得られる。このセットを較正曲線に照らし合わせることで、較正曲線にある起伏（ウィグル）を利用して細かな照合が可能となり、1 個の木片を測定した場合よりも年代を絞り込むことができる。このウィグルマッチングの手法を使い、大谷川埋もれ木群の年代を検討した。

1) 試料採取

いずれの木も木村勝彦教授が年輪を確認し、その所見に基づいて ^{14}C 年代測定（ウィグルマッチング）用試料の採取を行った。およそ 50 年輪ごとに 1 試料を目安に、各埋もれ木から 5～7 試料の木片が採取された。1 試料に含まれる年輪数は 3 年輪分を基本とした。

2) 分析方法

採取した試料はアセトンで洗浄した後、AAA（酸・アルカリ・酸）処理を行い、汚染を除去した。その後、真空下で試料を燃焼、発生した二酸化炭素を精製、水素で還元し、グラファイトを生成させた。このグラファイトをカソードに詰め、加速器質量分析（AMS）装置で測定した。測定結果から ^{14}C 年代（Stuiver and Polach 1977）を算出、これに基づいて IntCal20 較正曲線（Reimer et al. 2020）、OxCal v4.4 較正プログラム（Bronk Ramsey 2009）を用いて暦年較正、ウィグルマッピング（Bronk Ramsey et al. 2001）を行った。これらの作業はすべて(株)加速器分析研究所で行われた。

3) 測定結果

各埋もれ木から採取された試料の年代測定とウィグルマッピングの結果を第 1 表、第 1、2 図に示した（各試料個別の暦年較正結果は省略した）。 ^{14}C 年代とウィグルマッピングによる較正年代は、基準となる西暦 1950 年からさかのぼる年代値として各々「yrBP」、「cal BP」として表される。

ウィグルマッピングの結果、W1、W6、W7 の最外年輪の年代（ 2σ 暦年代範囲）は 5400cal BP 前後の約 20～30 年の幅に収まり、相互に重なり合っている。これに対し、W0 は年代幅が 40 年程度と他より広く、かつやや古い値になっている。

この W0 と他の 3 本の年代差については、上述の酸素同位体比年輪年代法による年輪解析の結果から解釈できる。年輪解析によると、W0 は外側 45 年輪分が失われ、残存する最外年輪が他の 3 本の外側から 46 年輪に当たることが判明している。W0 の最外年輪の年代値に失われた 45 年分を加算すると、他の 3 本の年代値に重なって来る。酸素同位体比年輪年代法と ^{14}C 年代測定という 2 つの異なる方法による分析結果は整合的と言える。

さらに、年輪解析の結果を踏まえて 4 本の埋もれ木と ^{14}C 年代測定試料 23 点の間にある年輪の対応関係を整理すると第 2 表のようになる。これに基づいて 4 本の埋もれ木を 1 つの埋もれ木群として、約 350 年輪分にわたる 22 試料（年輪位置が完全に重なる 1-3 年輪の 2 試料のうち 1 試料は除いた）でウィグルマッピングを行った結果を第 2 表、第 3 図に示す。最外年輪の較正年代は、 2σ 暦年代範囲で 5423～5407cal BP、較正年代のピークが最も高い位置は 5415cal BP 頃となった。

沼沢湖噴火の年代については、年代測定を含むこれまでの調査・研究の蓄積により、すでに今回の結果に近い年代観が導き出されていた（山元 2003 等）。しかし、個々の試料の年代測定結果にはかなりの年代幅があったことも否めない。今回測定された大谷川の埋もれ木は、この噴火による火砕流で枯死したことが明瞭であり、かつ年輪数が多く、最外年輪が残る個体が複数あるという良好な試料である。そして酸素同位体比年輪年代法と ^{14}C 年代測定（ウィグルマッピング）を併用して噴火の年代を高い精度で確認できたことは特筆に値する。

4) 較正曲線に関わる課題

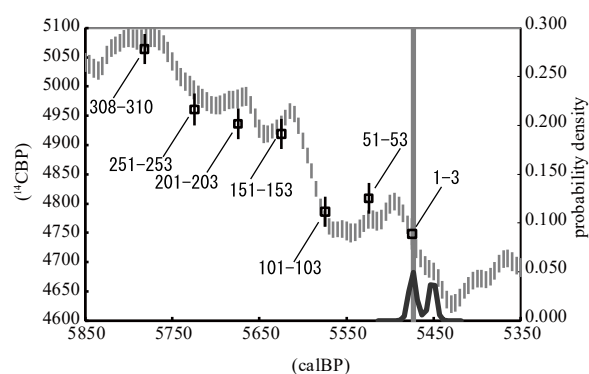
大谷川埋もれ木群のウィグルマッピング結果（第 3 図）を見ると、大谷川の試料の測定結果が較正曲線より上位に分布する範囲があることがわかる。状況をさらに確認するために第 4 図を作成した。

第 4 図には、較正曲線 IntCal20 とその元になった欧州産樹木試料の測定結果を示し、これに大谷川の埋もれ木群の測定結果を重ねた。欧州産試料群（北緯 50 度前後）の分布の中ほどを較正曲線が通る

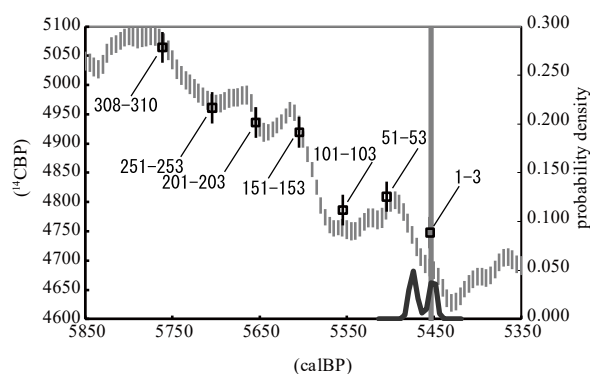
第1表 大谷川埋もれ木群の年代測定結果

測定番号	試料名	$\delta^{13}\text{C}$ (‰) (AMS)	Libby Age (yrBP)	pMC (%)	暦年校正用 (yrBP)	ウィグルマッチング結果	
						1 σ 暦年代範囲	2 σ 暦年代範囲
IAAA-210388	W0 1-3	-26.13 $\pm$ 0.20	4,750 $\pm$ 30	55.37 $\pm$ 0.19	4,748 $\pm$ 27	5481 - 5471calBP (39.6%) 5457 - 5449calBP (28.7%)	5485 - 5445calBP (95.4%)
IAAA-210389	W0 51-53	-25.51 $\pm$ 0.15	4,810 $\pm$ 30	54.95 $\pm$ 0.18	4,809 $\pm$ 26	5531 - 5521calBP (39.6%) 5507 - 5499calBP (28.7%)	5535 - 5495calBP (95.4%)
IAAA-210390	W0 101-103	-26.73 $\pm$ 0.16	4,790 $\pm$ 30	55.11 $\pm$ 0.18	4,786 $\pm$ 26	5581 - 5571calBP (39.6%) 5557 - 5549calBP (28.7%)	5585 - 5545calBP (95.4%)
IAAA-210391	W0 151-153	-27.62 $\pm$ 0.19	4,920 $\pm$ 30	54.21 $\pm$ 0.18	4,919 $\pm$ 26	5631 - 5621calBP (39.6%) 5607 - 5599calBP (28.7%)	5635 - 5595calBP (95.4%)
IAAA-210392	W0 201-203	-26.27 $\pm$ 0.15	4,940 $\pm$ 30	54.09 $\pm$ 0.18	4,936 $\pm$ 26	5681 - 5671calBP (39.6%) 5657 - 5649calBP (28.7%)	5685 - 5645calBP (95.4%)
IAAA-210393	W0 251-253	-26.50 $\pm$ 0.19	4,960 $\pm$ 30	53.92 $\pm$ 0.18	4,961 $\pm$ 27	5731 - 5721calBP (39.6%) 5707 - 5699calBP (28.7%)	5735 - 5695calBP (95.4%)
IAAA-210394	W0 308-310	-27.97 $\pm$ 0.16	5,060 $\pm$ 30	53.23 $\pm$ 0.17	5,064 $\pm$ 26	5788 - 5778calBP (39.6%) 5764 - 5756calBP (28.7%)	5792 - 5752calBP (95.4%)
W0の最外年輪年代						5480 - 5470calBP (39.6%) 5456 - 5448calBP (28.7%)	5484 - 5444calBP (95.4%)
IAAA-220437	W1 1-3	-31.63 $\pm$ 0.17	4,670 $\pm$ 30	55.95 $\pm$ 0.19	4,665 $\pm$ 27	5428 - 5418calBP (68.3%)	5432 - 5413calBP (95.4%)
IAAA-220438	W1 27-29	-29.46 $\pm$ 0.17	4,690 $\pm$ 30	55.77 $\pm$ 0.19	4,691 $\pm$ 26	5454 - 5444calBP (68.3%)	5458 - 5439calBP (95.4%)
IAAA-220439	W1 70-72	-28.17 $\pm$ 0.17	4,880 $\pm$ 30	54.48 $\pm$ 0.18	4,878 $\pm$ 26	5497 - 5487calBP (68.3%)	5501 - 5482calBP (95.4%)
IAAA-220440	W1 115-117	-26.82 $\pm$ 0.20	4,840 $\pm$ 30	54.77 $\pm$ 0.19	4,836 $\pm$ 27	5542 - 5532calBP (68.3%)	5546 - 5527calBP (95.4%)
IAAA-220441	W1 162-164	-27.07 $\pm$ 0.21	4,820 $\pm$ 30	54.86 $\pm$ 0.19	4,822 $\pm$ 27	5589 - 5579calBP (68.3%)	5593 - 5574calBP (95.4%)
IAAA-220442	W1 207-209	-27.79 $\pm$ 0.17	4,980 $\pm$ 30	53.83 $\pm$ 0.18	4,975 $\pm$ 26	5634 - 5624calBP (68.3%)	5638 - 5619calBP (95.4%)
W1の最外年輪年代						5427 - 5417calBP (68.3%)	5431 - 5412calBP (95.4%)
IAAA-210587	W6 1-3	-24.96 $\pm$ 0.19	4,660 $\pm$ 30	56.01 $\pm$ 0.18	4,656 $\pm$ 26	5415 - 5399calBP (68.3%)	5425 - 5395calBP (95.4%)
IAAA-210588	W6 51-53	-27.96 $\pm$ 0.19	4,770 $\pm$ 30	55.25 $\pm$ 0.19	4,765 $\pm$ 26	5465 - 5449calBP (68.3%)	5475 - 5445calBP (95.4%)
IAAA-210589	W6 101-103	-26.86 $\pm$ 0.17	4,850 $\pm$ 30	54.64 $\pm$ 0.18	4,854 $\pm$ 27	5515 - 5499calBP (68.3%)	5525 - 5495calBP (95.4%)
IAAA-210590	W6 151-153	-29.50 $\pm$ 0.21	4,780 $\pm$ 30	55.16 $\pm$ 0.18	4,779 $\pm$ 26	5565 - 5549calBP (68.3%)	5575 - 5545calBP (95.4%)
IAAA-210591	W6 177-179	-28.94 $\pm$ 0.19	4,820 $\pm$ 30	54.89 $\pm$ 0.19	4,818 $\pm$ 27	5591 - 5575calBP (68.3%)	5601 - 5571calBP (95.4%)
W6の最外年輪年代						5414 - 5398calBP (68.3%)	5424 - 5394calBP (95.4%)
IAAA-220443	W7 1-5	-25.27 $\pm$ 0.18	4,670 $\pm$ 30	55.92 $\pm$ 0.19	4,669 $\pm$ 26	5412 - 5401calBP (68.3%)	5417 - 5397calBP (95.4%)
IAAA-220444	W7 85-87	-24.70 $\pm$ 0.19	4,830 $\pm$ 30	54.84 $\pm$ 0.19	4,826 $\pm$ 27	5495 - 5484calBP (68.3%)	5500 - 5480calBP (95.4%)
IAAA-220445	W7 127-129	-24.62 $\pm$ 0.22	4,860 $\pm$ 30	54.60 $\pm$ 0.19	4,861 $\pm$ 27	5537 - 5526calBP (68.3%)	5542 - 5522calBP (95.4%)
IAAA-220446	W7 164-166	-25.29 $\pm$ 0.20	4,780 $\pm$ 30	55.17 $\pm$ 0.19	4,777 $\pm$ 27	5574 - 5563calBP (68.3%)	5579 - 5559calBP (95.4%)
IAAA-220447	W7 208-210	-27.23 $\pm$ 0.18	4,990 $\pm$ 30	53.71 $\pm$ 0.18	4,993 $\pm$ 26	5618 - 5607calBP (68.3%)	5623 - 5603calBP (95.4%)
W7の最外年輪年代						5410 - 5399calBP (68.3%)	5415 - 5395calBP (95.4%)

^{14}C 年代は、Stuiver and Polach 1977に従い、 $\delta^{13}\text{C}$ 補正され、丸められた値 (Libby Age) とともに、丸められていない値 (暦年校正用) を示した。
ここに示す校正年代は各埋もれ木のウィグルマッチングの結果であり、試料個々の校正結果は省略した。



最外年輪 : 5474cal BP 頃



最外年輪 : 5454cal BP 頃

第1図 埋もれ木W0 (ケヤキ) のウィグルマッチング結果

校正曲線と試料群の分布の重なり方に大きく2通りあり得るため、2つのピークに合わせて図を作成

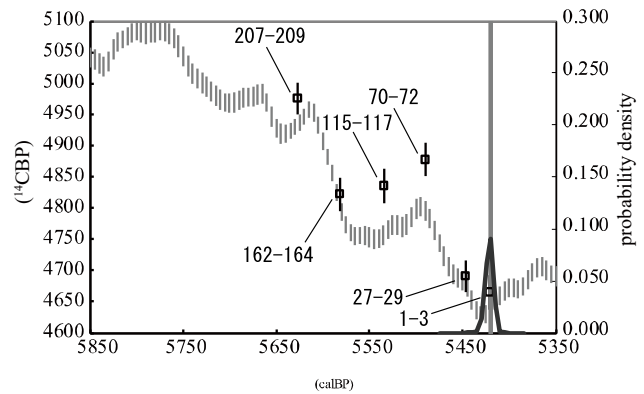
が、大谷川（北緯約 37 度）の試料群は 5450～5550cal BP 頃を中心に較正曲線および欧州産試料群より上位に分布する傾向がある。

北半球用の較正曲線 IntCal には、欧州や北米の日本列島より高緯度に位置する地域の樹木試料が多く採用されており、日本産樹木の測定結果が IntCal とは異なる時期があることが指摘されている。特に 1～3 世紀頃（弥生時代後期から古墳時代前期頃）のずれについては、考古学的にも注目度の高い時期であることもあり、様々な議論されてきた。最新の較正曲線 IntCal20 では、日本産樹木のデータが採用されたことで状況が改善された部分があり、上述の 1～3 世紀頃についても、IntCal20 による較正結果は前版より考古学的な所見に近いものとなる。大谷川の試料群と較正曲線との間に見られる差異は、これまで日本産樹木について指摘された傾向と共通することから、地域差が表れている可能性がある。ただし、近年では単年輪での詳細な年代測定による研究が進められ、較正曲線に表れない微細な構造の存在も注目されるなど、結論を得るには精密な測定に基づく議論を重ねる必要がある。関連する研究動向については、坂本（2021）にまとめられている。

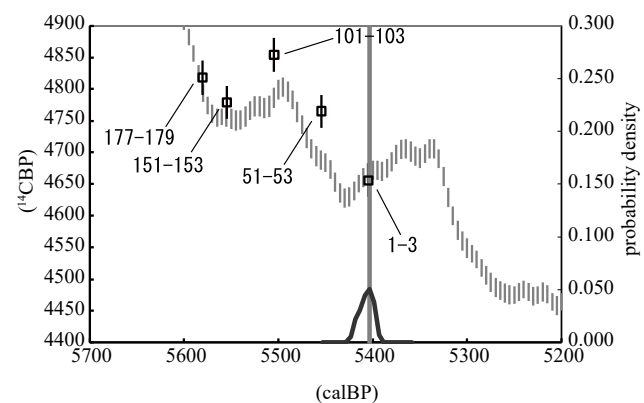
大谷川の埋もれ木群は、保存状態が良好であり、年輪数も多いことから、今後こういった較正曲線等に関わる研究の進展に貢献し得る貴重な試料と考えられる。

（4）小結

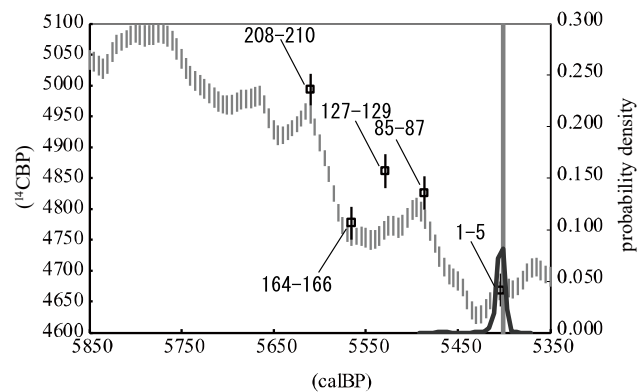
大谷川の埋もれ木 4 本を対象に年輪年代学（主に酸素同位体比年輪年代法）と ^{14}C 年代測定（ウィグルマッチング）を併用して分析した結果、沼沢湖噴火が発生した年代は 5423～5407cal BP（ 2σ 暦年代範囲）に絞り込まれた（約 5400cal BP、紀元前 3450 年頃）。さらにその季節は樹木の成長停止期（秋から翌年の春）であることが確認された。また、大谷川埋もれ木群は年輪年代学の暦年標準パターンや ^{14}C 年代測定の暦年較正曲線などの構築・研究に貢献し得る貴重な試料であると指摘された。



W1（カツラ） 最外年輪：5420cal BP 頃



W6（ブナ） 最外年輪：5404cal BP 頃

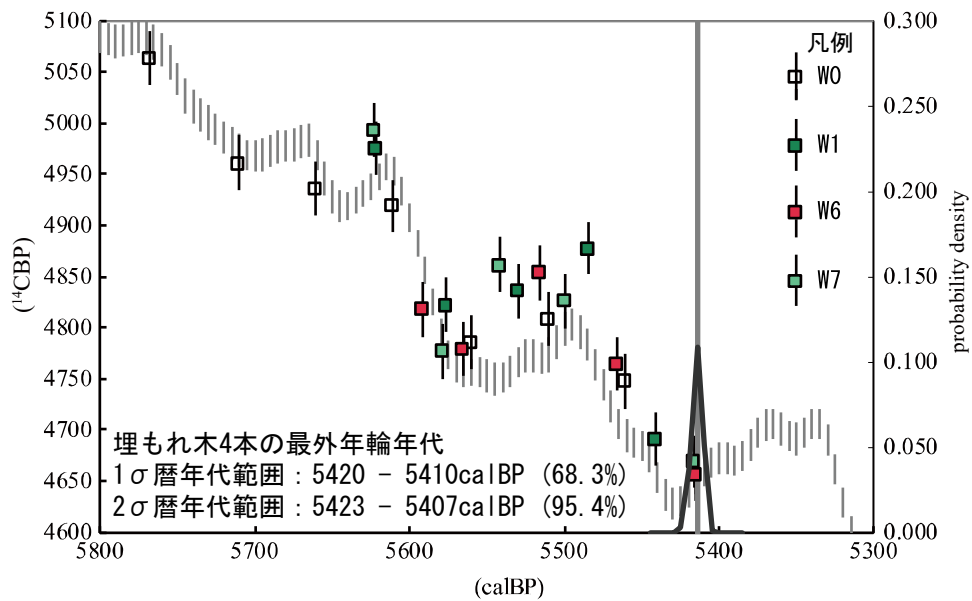


W7（トチノキ） 最外年輪：5402cal BP 頃

第2図 埋もれ木W1、W6、W7のウィグルマッチング結果

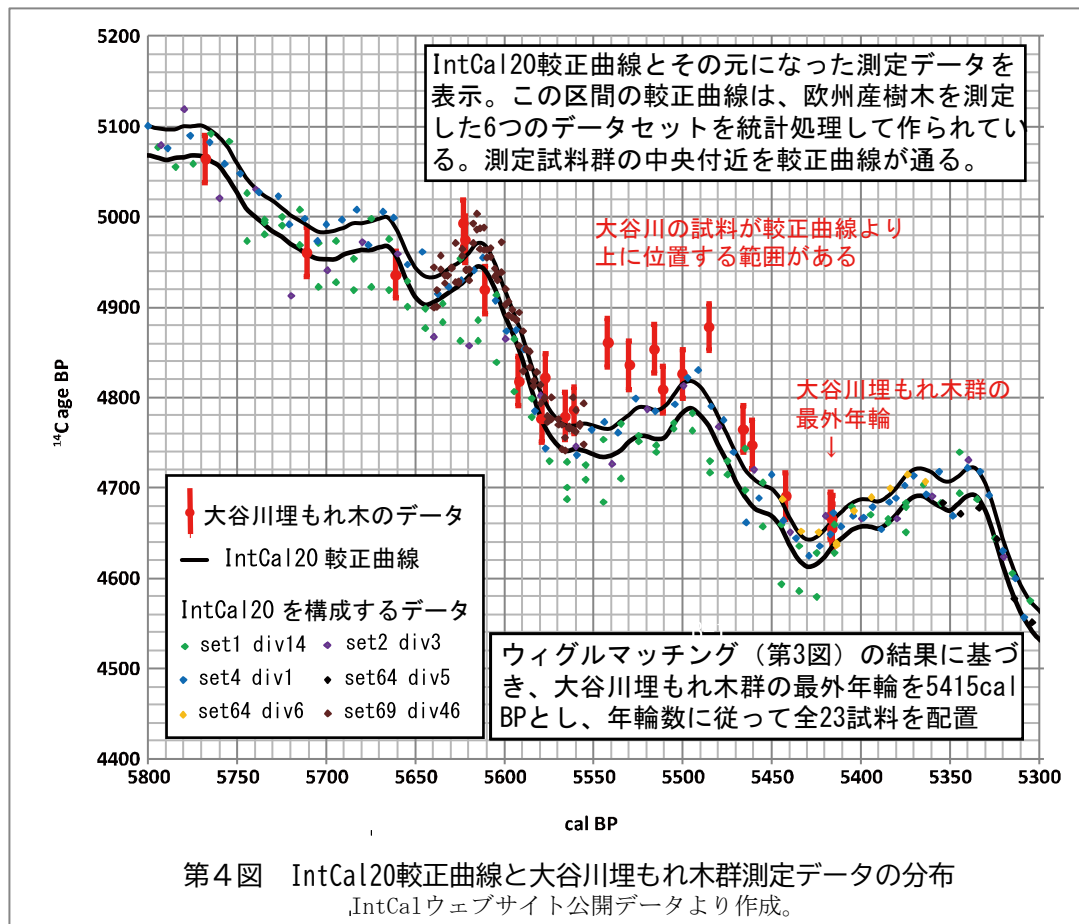
第2表 埋もれ木W0, W1, W6, W7年代測定試料間の年輪対比と統合したウィグルマッチング
 酸素同位体比年輪年代法の分析結果により、W0の最外年輪が他の3本の外側から46年輪に当たることが確認された。これに基づき4本の年輪を一連のものとして試料の関係を整理。年輪位置が完全に重複する1試料を除く22試料を統合してウィグルマッチングを行った。

外側からの年輪数	各埋もれ木の年輪数	^{14}C 年代 (yrBP)	1 σ 暦年代範囲 (68.3%)	2 σ 暦年代範囲 (95.4%)	測定番号
1-3	W1 1-3	4,665 $\pm$ 27	-	-	IAAA-220437
	W6 1-3	4,656 $\pm$ 26	5421 - 5411calBP	5424 - 5408calBP	IAAA-210587
1-5	W7 1-5	4,669 $\pm$ 26	5422 - 5412calBP	5425 - 5409calBP	IAAA-220443
27-29	W1 27-29	4,691 $\pm$ 26	5447 - 5437calBP	5450 - 5434calBP	IAAA-220438
46-48	W0 1-3	4,748 $\pm$ 27	5466 - 5456calBP	5469 - 5453calBP	IAAA-210388
51-53	W6 51-53	4,765 $\pm$ 26	5471 - 5461calBP	5474 - 5458calBP	IAAA-210588
70-72	W1 70-72	4,878 $\pm$ 26	5490 - 5480calBP	5493 - 5477calBP	IAAA-220439
85-87	W7 85-87	4,826 $\pm$ 27	5505 - 5495calBP	5508 - 5492calBP	IAAA-220444
96-98	W0 51-53	4,809 $\pm$ 26	5516 - 5506calBP	5519 - 5503calBP	IAAA-210389
101-103	W6 101-103	4,854 $\pm$ 27	5521 - 5511calBP	5524 - 5508calBP	IAAA-210589
115-117	W1 115-117	4,836 $\pm$ 27	5535 - 5525calBP	5538 - 5522calBP	IAAA-220440
127-129	W7 127-129	4,861 $\pm$ 27	5547 - 5537calBP	5550 - 5534calBP	IAAA-220445
146-148	W0 101-103	4,786 $\pm$ 26	5566 - 5556calBP	5569 - 5553calBP	IAAA-210390
151-153	W6 151-153	4,779 $\pm$ 26	5571 - 5561calBP	5574 - 5558calBP	IAAA-210590
162-164	W1 162-164	4,822 $\pm$ 27	5582 - 5572calBP	5585 - 5569calBP	IAAA-220441
164-166	W7 164-166	4,777 $\pm$ 27	5584 - 5574calBP	5587 - 5571calBP	IAAA-220446
177-179	W6 177-179	4,818 $\pm$ 27	5597 - 5587calBP	5600 - 5584calBP	IAAA-210591
196-198	W0 151-153	4,919 $\pm$ 26	5616 - 5606calBP	5619 - 5603calBP	IAAA-210391
207-209	W1 207-209	4,975 $\pm$ 26	5627 - 5617calBP	5630 - 5614calBP	IAAA-220442
208-210	W7 208-210	4,993 $\pm$ 26	5628 - 5618calBP	5631 - 5615calBP	IAAA-220447
246-248	W0 201-203	4,936 $\pm$ 26	5666 - 5656calBP	5669 - 5653calBP	IAAA-210392
296-298	W0 251-253	4,961 $\pm$ 27	5716 - 5706calBP	5719 - 5703calBP	IAAA-210393
353-355	W0 308-310	5,064 $\pm$ 26	5773 - 5763calBP	5776 - 5760calBP	IAAA-210394
埋もれ木群(W0, W1, W6, W7統合)の最外年輪年代			5420 - 5410calBP	5423 - 5407calBP	



最外年輪 : 5415cal BP 頃

第3図 埋もれ木4本 (W0, W1, W6, W7) の試料を統合したウィグルマッチング
 第2表のデータに基づき、4本の埋もれ木に属する22試料を一連と見なしてウィグルマッチング
 (1-3年輪は2試料あるためW6 1-3のみ計算に使用)。各埋もれ木の試料測定結果を色分け表示。



第4図 IntCal20較正曲線と大谷川埋もれ木群測定データの分布
 IntCalウェブサイト公開データより作成。

2. 沼沢湖噴火年代の縄文土器編年上の位置

大谷川埋もれ木群に対して行われた詳細な分析により、沼沢湖噴火の年代が紀元前 3450 年(5400cal BP) 頃に絞り込まれた。次にこの年代が考古学の時期区分、縄文土器編年上のどの時期に当たるのかを明らかにする必要がある。この埋もれ木群の年輪から得られた年代を人類活動と関連づけて議論するために、縄文時代の遺跡から出土した試料の年代測定結果との対比を行う。

(1) データの収集と対象範囲

遺跡出土試料の年代値は、国立歴史民俗博物館が公開している「遺跡発掘調査報告書放射性炭素年代測定データベース」(2022.03.03 更新) や福島県文化財センター白河館が実施した「まほろん収蔵資料の放射性炭素年代測定」(2018 年度に総括報告、三浦ほか 2019) などから収集した。データ収集の範囲・対象は以下のとおりである。

- ①データは、加速器質量分析法 (AMS 法) で得られたものだけを採用した。
- ②対象地域は、沼沢火山がある福島県を中心に、東北・北陸・関東地方とした。
- ③沼沢火山の噴火年代を放射性炭素年代 (Libby Age) で 4660 ± 30 yrBP (第 1 表の試料 W6 1-3、IAAA-2105877) とした時に、その前後の 4500~5200yrBP の年代値のデータを収集した。
- ④土器型式名 (名称は報告書の記述に従う) が判明している土器付着炭化物のデータを収集した。加えて、海洋リザーバー効果や古木効果の影響がなく、限定的な数値年代が得られるとされる種実の年代データも収集した。
- ⑤土器付着物以外の炭化物片は、鍵層となる広域火山灰層との関係が明らかなものだけを検討した。
- ⑥海洋リザーバー効果の影響が大きいとされる $\delta^{13}\text{C}$ 値が -24.0‰ を超えるデータは、基本的には除外した。また貝・魚類、人骨試料に関しても同様の理由で省いている。

以上の結果、収集したデータ総数は 201 点となった (その一覧は門脇ほか 2022 参照)。

(2) 放射性炭素年代 (Libby Age) と土器型式との関係

沼沢火山の噴火年代を縄文土器編年と併せて検討するために、今回分析の対象とした 4500~5200yrBP (Libby Age) の年代値を 50 年単位で区分し、それぞれの区間に含まれる土器型式の点数を度数分布として示した (第 3 表)。

第 3 表のうち、南東北地方について概観すると、縄文時代前期の大木 3 式から大木 6 式までは連続的に推移しているように見える。特に大木 6 式は 4651~4900yrBP の区間の長きにわたり、データが満遍なく分布する。大木 6 式から 7 a 式への移行期は、データ数が少ないが、4601~4650yrBP の区間にあると推定できる。一方、中期の大木 7 a 式と大木 7 b 式は、4501~4600yrBP の区間で混在し、境界を判別できない。

北東北の円筒下層式土器から円筒上層式土器についても、連続的に年代値が推移し、おおむね土器編年と整合的である。詳しくみると、円筒下層 a 式は、途中に空白区間があるものの 4901~5200yrBP の区間の長きにわたる。円筒下層 b 式は、4801~4900yrBP の区間にデータが集中する。円筒下層 d 1

第3表 放射性炭素年代別の土器型式度数分布表

¹⁴ C年代 (yrBP)	南東北						北東北						北陸						関東										
	大木 3式	大木 4式	大木 5式	大木 6式	大木 6.5 7a式	大木 7a式	大木 7b式	円筒 下層a式	円筒 下層b式	円筒 下層c式	円筒 下層d1式	円筒 下層d2式	円筒 上層a式	円筒 上層b式以降	福浦 下層式	蜷ヶ森 Ⅰ式	蜷ヶ森 Ⅱ式	福浦 上層式	朝日 下層式	新保 式	新崎 式	諸磯 a式	諸磯 b・浮島Ⅱ式	諸磯 c式	十三 菩提式	五領ヶ台Ⅰ式	五領ヶ台Ⅱ式	阿玉台（系）	
4501*~4550					4	5						5	3	4												1			2
4551~4600					1	3	5					2	6	2					1							1		5	1
4601~4650					1	3	1			1	3	1	2	1					2	1	1					2			
4651~4700				2			1		1		1		1						1	1	1						1	1	
4701~4750			1	3						2	1			1					1							2			
4751~4800				3			1									1	1	4	1							2			
4801~4850				2					2	1	1			1				4	1	1					2		1		
4851~4900			1	2				2	3				1				2	1											
4901~4950			3	1	1		2	1		1	1			1				2											
4951~5000			1					4		1			1							1					1				
5001~5050		3	1					3					1						1										
5051~5100		1	1								1	2				3								3					
5101~5150		2													2	2	2						1						
5151~5200	2		1					1							2														

※4051~4550の階層には4500年のデータを含む

朝日下層式には真脇式・踊場式を含む

福浦下層式には朝日C式を含む

式のデータは 4601~4700yrBP の区間、円筒下層 d 2 式のデータは 4501~4600yrBP の区間にあり、両者の境界は明確に区分できる。ただし円筒下層 d 2 式のデータは、円筒上層 a 式のデータと混在し、境界を判別できない。

北陸、関東地方については門脇ほか 2022 にゆずる。おおむねこれらの地域も土器型式と年代値の関係が連続的に推移するが、前後関係にあるとされる土器型式の間で年代値が混在する時期なども認められる。またデータが少ない時期もあるため、測定事例の蓄積が待たれる。それでも放射性炭素年代 (Libby Age) と土器型式の相対的な位置関係については、度数分布で概略をつかむことができる。

(3) 大谷川埋もれ木群の年代データ (仮称ミシマスケール) と放射性炭素年代、暦年代との関係

前節で得られた土器型式の相対的な位置関係の精度を高めるため、今回分析された三島町大谷川埋もれ木群のウィグルマッチングによる暦年代 (以下、仮にミシマスケールとよぶ) との対比を試みる。

今回の埋もれ木群の分析では、最外年輪 (沼沢火山噴火年代) から最も内側で約 350 年分の年輪が確認され、その中をほぼ 30~50 年間隔で放射性炭素年代測定が行われている。これらの試料を用いたウィグルマッチングの結果、最外年輪年代は暦年代で 1σ 5410~5420cal BP (年代幅 10 年) という高精度の結果が得られている。この暦年代に対する放射性炭素年代 (Libby Age) は 4660 ± 30 yrBP である。沼沢火山噴火年代 5410cal BP もしくは 4660 ± 30 yrBP を定点とした時、それより前の約 350 年

分の暦年代と放射性炭素年代との対比が可能となる。この放射性炭素年代と年輪数、暦年代（ 2σ 範囲の中央値）の対比表（ミシマスケール）を第 7 表の左側に示す。なお、一部、放射性炭素年代とウィグルマッチングの暦年代が整合しない箇所は前後の年代から案分計算で補正している。また、ミシマスケールで表される前後の期間（4500～4660yrBP 及び 5070～5200yrBP）は、IntCal20 較正曲線及び OxCal v4.4.4 較正プログラムから導き出される暦年代（cal BP）を用いて較正を行っている。

なお、第 7 表中央付近の列には IntCal20 における 2σ 範囲の年代幅を示している。年代幅が広がる期間は IntCal20 較正曲線が平坦に推移するため、十分に年代を絞り切れない。具体的には 2σ 年代幅が 200 年を超える 4510～4590yrBP、5120yrBP 前後の期間は、各データの年代を絞り込むことが困難である。したがってこの期間は、土器編年での相対的な配列と数値で示される年代とに齟齬（混在や逆転）が生じる可能性が高い。

（4）暦年代（較正年代）と土器型式との関係

暦年代と土器型式、さらには沼沢火山噴火年代との関係を明らかにするために、第 5～7 図のマルチプロット図を示した（使用した試料のデータは第 4～6 表）。ここではデータが比較的充実している福島県と、東北地方の概要を把握するために南東北、北東北地方（註 3）の図を示す（北陸、関東地方については門脇ほか 2022 参照）。

第 5 図は、福島県内の縄文遺跡から出土した土器付着炭化物・種実のデータ 30 点のマルチプロット図である。確率分布のパターンを見ると、第 5 図－①～⑨はほぼ同じであり、この中での新旧関係判断することはできない。暦年代では中央値 5160cal BP に対し 260 年と幅広い年代範囲で示される。そのため大木 7a 式から 7b 式の新旧関係は、暦年代ではそれを表現できず、境界を示すことができない。同じことは⑩～⑮にもいえ、暦年代の中央値が 5310cal BP とより古くなるのに対し、年代範囲は 310 年とさらに年代を絞りにくくなっている。

第 5 図－⑯～⑲の確率分布パターンは、大谷川埋もれ木群（W6）最外年輪のそれとほぼ同じであり、沼沢火山噴火年代 5410cal BP 前後のデータ群と評価できる。これらの土器は大木 7a 式が主体だが、⑯の浦尻貝塚 54 トレンチ 27 層が大木 6 式から 7a 式の移行期的様相であることを積極的に評価すべきだろう。⑳～㉔は、大谷川埋もれ木群の約 50～130 年輪、ミシマスケールの暦年代中央値 5460～5540cal BP 前後のデータ群である。これらの土器は大木 6 式が主体を占める。㉕～㉗は、大谷川埋もれ木群の約 200 年輪、ミシマスケールの暦年代中央値 5610cal BP 前後のデータ群である。これらの土器は大木 5 式から 6 式の移行期的様相をみせる。㉘～㉚は、大谷川埋もれ木群の約 350 年輪の確率分布パターンとほぼ同じであり、ミシマスケールの暦年代中央値 5760cal BP 前後のデータ群である。これらの土器は大木 4 式が主体であり、㉙及び㉚の南倉沢遺跡では同一土坑から大木 4 式と浮島 II 式が共伴している。

第 6 図は福島県の代表的なデータに山形・宮城県のデータを加えたマルチプロット図である。第 6 図－⑥は第 5 図－㉔のデータ群の確率分布パターンとほぼ同じであり、土器も大木 6 式で整合的である。第 6 図－⑫・⑭は第 5 図－㉘～㉚のデータ群（大木 4 式主体）と同じであり、土器も大木 4

式で整合的である。したがって、その間にある第 6 図-⑩は大木 5 式の中では古めの位置づけとなる。

第 6 図-⑬は十和田中掘テフラ層中の炭化物、⑮は⑬が出土した層とおおむね同じ時期に当たる大木 3 式の土器付着物の年代である。⑬の十和田中掘テフラ降下年代は IntCal20 の 2σ 範囲でも 5906 ~ 6000cal BP と誤差が 100 年以下であり、年代を絞り込みやすい。このことは円筒下層 a 式の始まりの年代を考える上でも重要である。

第 7 図は北東北地方のデータ群から選んだ 16 点のマルチプロット図である。第 7 図-①~③は確率分布パターンがほぼ同じであり、これらの土器は円筒上層 a・b 式である。これらは年代値上で第 5 図-①~⑨（大木 7 a・7 b 式）と並行関係にある。第 7 図-④~⑦は大谷川埋もれ木群（W6）最外年輪の確率分布パターンとほぼ同じで、沼沢火山噴火年代 5410cal BP 前後のデータ群である。これらの土器は円筒下層 d 式から円筒上層 a 式、大木 6 式から大木 7 a 式など、移行期的な様相をみせる。

第 7 図-⑧~⑩は確率分布パターンがほぼ同じであり、5460~5540cal BP 前後のデータ群である。これらの土器は円筒下層 b~d 式である。これらは年代値上で第 5 図-⑳~㉔（大木 6 式）と並行関係にある。第 7 図-⑪~⑭は、大谷川埋もれ木群の約 200 年輪、5610cal BP 前後のデータ群である。これらの土器は円筒下層 a 式から b 式、大木 5 式から大木 6 式など、移行期的な様相をみせる。

第 7 図-⑮は、大谷川埋もれ木群の約 350 年輪の確率分布パターンとほぼ同じであり、5760cal BP 前後のデータと考えられる。土器は円筒下層 a 式である。第 7 図-⑯は円筒下層 a 式で、十和田中掘テフラ降下年代に近く、年代値上、第 6 図-⑮（大木 3 式）と並行関係にある。

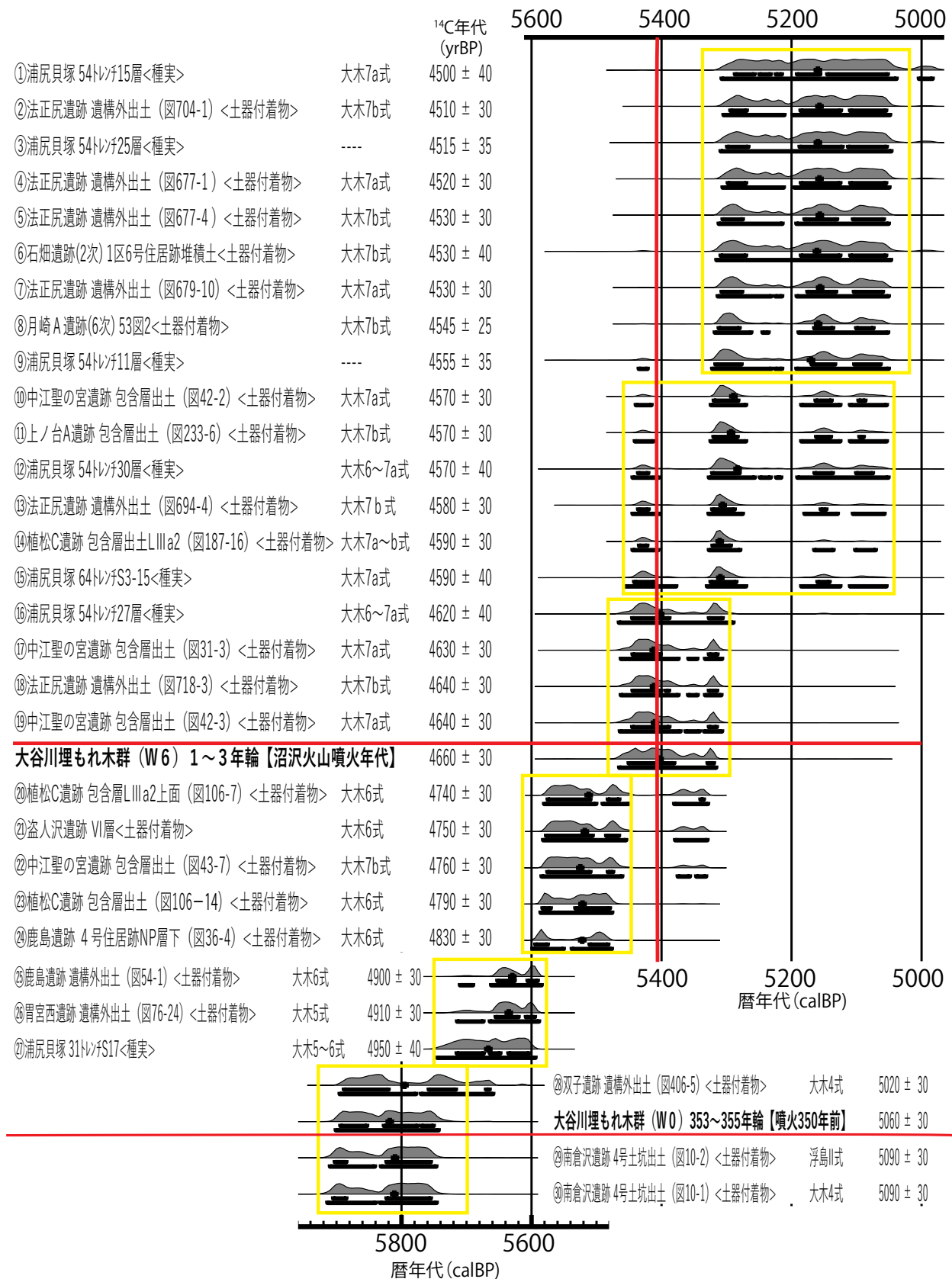
以上、第 5~7 図のマルチプロット図での検討を行った。その結果、暦年代と土器型式の並行関係については、第 7 表に集約した。

（5）時間的枠組みの提示と今後の課題

大谷川埋もれ木群のウィグルマッチングにより沼沢火山の噴火年代が高い精度で求められただけではなく、それを遡ること約 350 年分の年輪の放射性炭素年代を得ることができた。ここではこの 350 年分のデータから仮称ミシマスケールを作り、IntCal20 と併用して土器編年との対比を試みた。

複数の年代データを組み合わせて検討したが、大谷川埋もれ木群の年代データがない期間があるなどの制約から、土器型式との対比には IntCal20 による較正年代の確率分布に依拠した部分も多い。また、遺跡出土試料の測定例についても、地域や時期によって不足する部分がある。今後これらの両面で分析事例が蓄積され、研究が進展することで、より詳細な検討が可能になると考えられる。

このような課題を抱えた上で、今回のミシマスケールと土器型式の時間的な枠組み、すなわち年代測定結果からみた土器型式の年代関係を整理したのが第 8 図である。この図は土器編年表のように型式の境界をあえて線で区切らなかった。将来、空白の部分はデータが蓄積されて狭まる可能性もあるし、型式が混在した移行期的様相も考えられるだろう。また、特に縄文時代中期初頭から前葉の諸型式については、時間的枠組みを設定せず、混在のまま提示した。後述する通り、較正曲線の推移によっては前後関係にある土器型式の年代差が表れないこともあり得る。年代測定と土器編年は方法が異なっており、補い合うことでより良い成果につながると考えられる。

第5図 福島県内遺跡出土の土器付着物・種実の ^{14}C 年代とマルチプロット図

第4表 福島県内遺跡出土の土器付着物・種実の¹⁴C年代一覧

測定方法はすべて AMS 法

No.	都道府県	市町村	遺跡名	サンプル採取地点等	試料の種類	時代詳細	¹⁴ C年代	¹⁴ C年代 測定番号
①	福島県	南相馬市	浦尻貝塚	54トレンチ 15 層	種実(オニグルミ)	大木 7a 式	4500	40 MTC-05663
②	福島県	磐梯町・猪苗代町	法正尻遺跡	遺構外出土(図 704-1)	土器付着炭化物	大木 7b 式	4510	30 IAAA-160581
③	福島県	南相馬市	浦尻貝塚	54トレンチ 25 層	種実	——	4515	35 MTC-05666
④	福島県	磐梯町・猪苗代町	法正尻遺跡	遺構外出土(図 677-1)	土器付着炭化物	大木 7a 式	4520	30 IAAA-160575
⑤	福島県	磐梯町・猪苗代町	法正尻遺跡	遺構外出土(図 677-4)	土器付着炭化物	大木 7b 式	4530	30 IAAA-160576
⑥	福島県	郡山市	石畑遺跡(2次)	1区6号住居跡堆積土	土器付着炭化物	大木 7b 式	4530	40 Beta-160113
⑦	福島県	磐梯町・猪苗代町	法正尻遺跡	遺構外出土(図 679-10)	土器付着炭化物	大木 7a 式	4530	30 IAAA-160578
⑧	福島県	福島市	月崎 A 遺跡	53 図 2(6次)	土器付着炭化物	大木 7b 式	4545	25 TKA-19403
⑨	福島県	南相馬市	浦尻貝塚	54トレンチ 11 層	種実	——	4555	35 MTC-05668
⑩	福島県	会津美里町	中江聖の宮遺跡	包含層出土(図 42-2)	土器付着炭化物	大木 7a 式	4570	30 IAAA-160598
⑪	福島県	飯舘村	上ノ台 A 遺跡	包含層出土(図 233-6)	土器付着炭化物	大木 7b 式	4570	30 IAAA-160601
⑫	福島県	南相馬市	浦尻貝塚	54トレンチ 30 層	種実(オニグルミ)	大木 6~7a 式	4570	40 IAAA-41064
⑬	福島県	磐梯町・猪苗代町	法正尻遺跡	遺構外出土(図 694-4)	土器付着炭化物	大木 7b 式	4580	30 IAAA-160580
⑭	福島県	南相馬市	植松 C 遺跡	包含層出土 L III a2(図 187-16)	土器付着炭化物	大木 7a~b 式	4590	30 IAAA-170125
⑮	福島県	南相馬市	浦尻貝塚	64トレンチ S3-15	種実(コナラ属)	大木 7a 式	4590	40 IAAA-41066
⑯	福島県	南相馬市	浦尻貝塚	54トレンチ 27 層	種実(オニグルミ)	大木 6~7a 式	4620	40 IAAA-41063
⑰	福島県	会津美里町	中江聖の宮遺跡	包含層出土(図 31-3)	土器付着炭化物	大木 7a 式	4630	30 IAAA-160597
⑱	福島県	磐梯町・猪苗代町	法正尻遺跡	遺構外出土(図 718-3)	土器付着炭化物	大木 7b 式	4640	30 IAAA-160583
⑲	福島県	会津美里町	中江聖の宮遺跡	包含層出土(図 42-3)	土器付着炭化物	大木 7a 式	4640	30 IAAA-160599
⑳	福島県	南相馬市	植松 C 遺跡	包含層 L III a2 上面(図 106-7)	土器付着炭化物	大木 6 式	4740	30 IAAA-170126
㉑	福島県	会津坂下町	盗人沢遺跡	VI層	土器付着炭化物	大木 6 式	4750	30 IAAA-112903
㉒	福島県	会津美里町	中江聖の宮遺跡	包含層出土(図 43-7)	土器付着炭化物	大木 7b 式	4760	30 IAAA-160600
㉓	福島県	南相馬市	植松 C 遺跡	包含層出土 L III a6(図 106-14)	土器付着炭化物	大木 6 式	4790	30 IAAA-170123
㉔	福島県	会津美里町	鹿島遺跡	4号住居跡 NP 層下(図 36-4)	土器付着炭化物	大木 6 式	4830	30 IAAA-160594
㉕	福島県	会津美里町	鹿島遺跡	遺構外出土(図 54-1)	土器付着炭化物	大木 6 式	4900	30 IAAA-160595
㉖	福島県	会津美里町	胃宮西遺跡	遺構外出土(図 76-24)	土器付着炭化物	大木 5 式	4910	30 IAAA-160592
㉗	福島県	南相馬市	浦尻貝塚	31トレンチ S17	種実(コナラ属)	大木 5~6 式	4950	40 IAAA-41060
㉘	福島県	新地町	双子遺跡	遺構外出土(図 406-5)	土器付着炭化物	大木 4 式	5020	30 IAAA-160591
㉙	福島県	下郷町	南倉沢遺跡	4号土坑出土(図 10-2)	土器付着炭化物	浮島 II 式	5090	30 IAAA-180498
㉚	福島県	下郷町	南倉沢遺跡	4号土坑出土(図 10-1)	土器付着炭化物	大木 4 式	5090	30 IAAA-11627

(6) 沼沢火山の噴火年代と土器編年の対比に関する若干の考察

1) 先行研究の整理

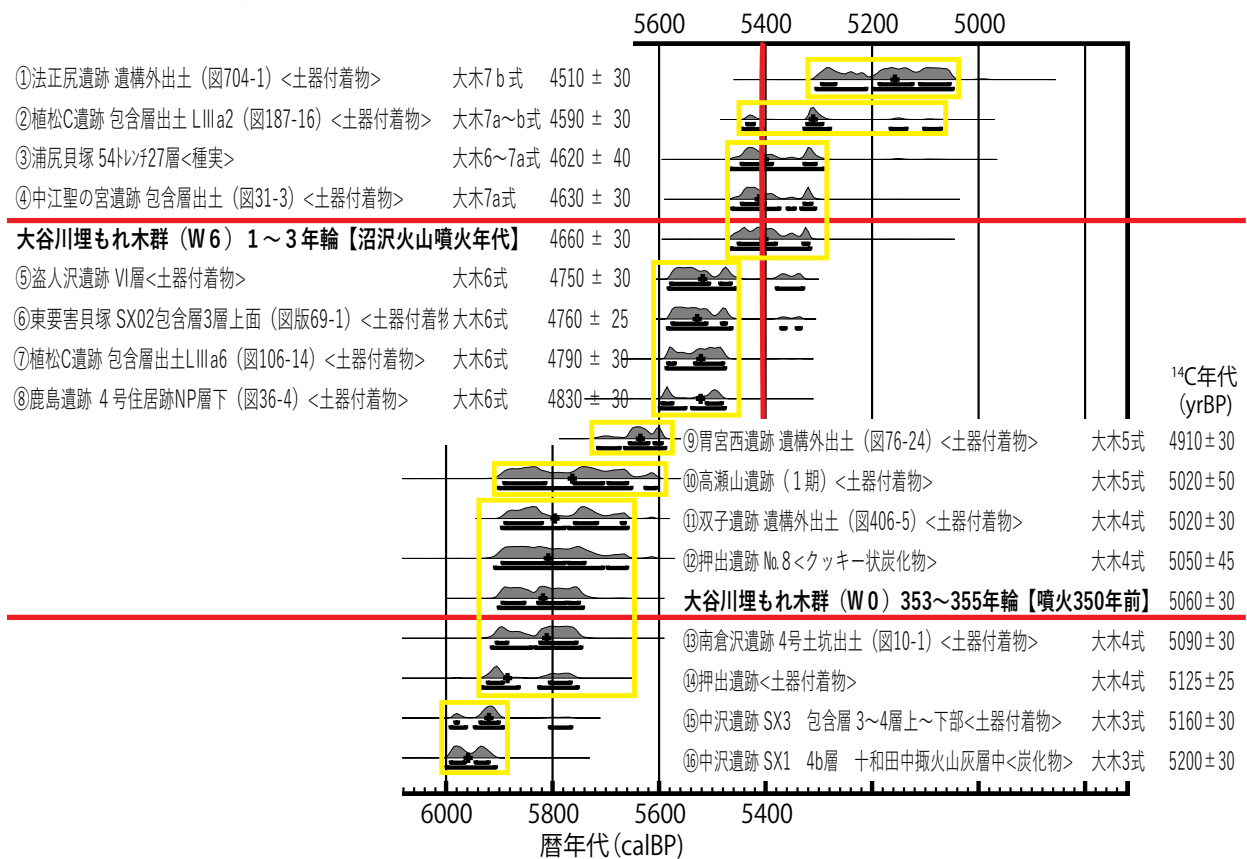
前節までの検討により、沼沢火山の噴火年代が縄文時代前期末葉から中期初頭または前葉頃の土器型式の年代に近いことが確かめられた。そこで、縄文時代前期から中期への移行、あるいは前期と中期の境界の年代について、先行研究で指摘されてきたことを整理する。

辻・中村(2001)は三内丸山遺跡の測定結果に基づき、前期の円筒下層式から中期の円筒上層式への移行期はほぼ 5400cal BP とした。小林(2004)では、多数の事例に基づきつつ、特に石川県上安原遺跡から出土した土器付着炭化物の集中的な測定結果を踏まえて、前期末葉の土器と中期初頭の土器

第5表 南東北地方の遺跡出土の土器付着物・種実の¹⁴C年代一覧 測定方法はすべてAMS法

No.	都道府県	市町村	遺跡名	サンプル採取地点等	試料の種類	時代詳細	¹⁴ C年代	¹⁴ C年代 ±	測定番号
①	福島県	磐梯町・猪苗代町	法正尻遺跡	遺構外出土 (図 704-1)	土器付着炭化物	大木 7b 式	4510	30	IAAA-160581
②	福島県	南相馬市	植松 C 遺跡	包含層出土 L III a2 (図 187-16)	土器付着炭化物	大木 7a~b 式	4590	30	IAAA-170125
③	福島県	南相馬市	浦尻貝塚	54 トレンチ 27 層	種実 (オニグルミ)	大木 6~7a 式	4620	40	IAAA-41063
④	福島県	会津美里町	中江聖の宮遺跡	包含層出土 (図 31-3)	土器付着炭化物	大木 7a 式	4630	30	IAAA-160597
⑤	福島県	会津坂下町	盗人沢遺跡	VI 層	土器付着炭化物	大木 6 式	4750	30	IAAA-112903
⑥	宮城県	大崎市	東要害貝塚	SX02 包含層 3 層上面 (図版 69-1)	土器付着炭化物	大木 6 式	4760	25	PLD-5791
⑦	福島県	南相馬市	植松 C 遺跡	包含層出土 L III a6 (図 106-14)	土器付着炭化物	大木 6 式	4790	30	IAAA-170123
⑧	福島県	会津美里町	鹿島遺跡	4号住居跡 NP 層下 (図 36-4)	土器付着炭化物	大木 6 式	4830	30	IAAA-160594
⑨	福島県	会津美里町	胃宮西遺跡	遺構外出土 (図 76-24)	土器付着炭化物	大木 5 式	4910	30	IAAA-160592
⑩	山形県	寒河江市	高瀬山 1 期遺跡	土器胴部上部外面	土器付着炭化物	大木 5 式	5020	50	IAAA-31126
⑪	福島県	新地町	双子遺跡	遺構外出土 (図 406-5)	土器付着炭化物	大木 4 式	5020	30	IAAA-160591
⑫	山形県	高島町	押出遺跡	No.8	クッキー状炭化物	大木 4 式	5050	45	Tka-14796
⑬	福島県	下郷町	南倉沢遺跡	4号土坑出土 (図 10-1)	土器付着炭化物	大木 4 式	5090	30	IAAA-11627
⑭	山形県	高島町	押出遺跡	深鉢 内面	土器付着炭化物	大木 4 式	5125	25	PLD-25115
⑮	宮城県	石巻市	中沢遺跡	SX3 包含層 3~4 層上~下部	土器付着炭化物	大木 3 式	5160	30	IAAA-162176
⑯	宮城県	石巻市	中沢遺跡	SX1 4b 層 十和田中振火山灰層中	炭化物	大木 3 式	5200	30	IAAA-131600

OxCal v4.4.4 Bronk Ramsey (2021); r:5 Atmospheric data from Reimer et al (2020)

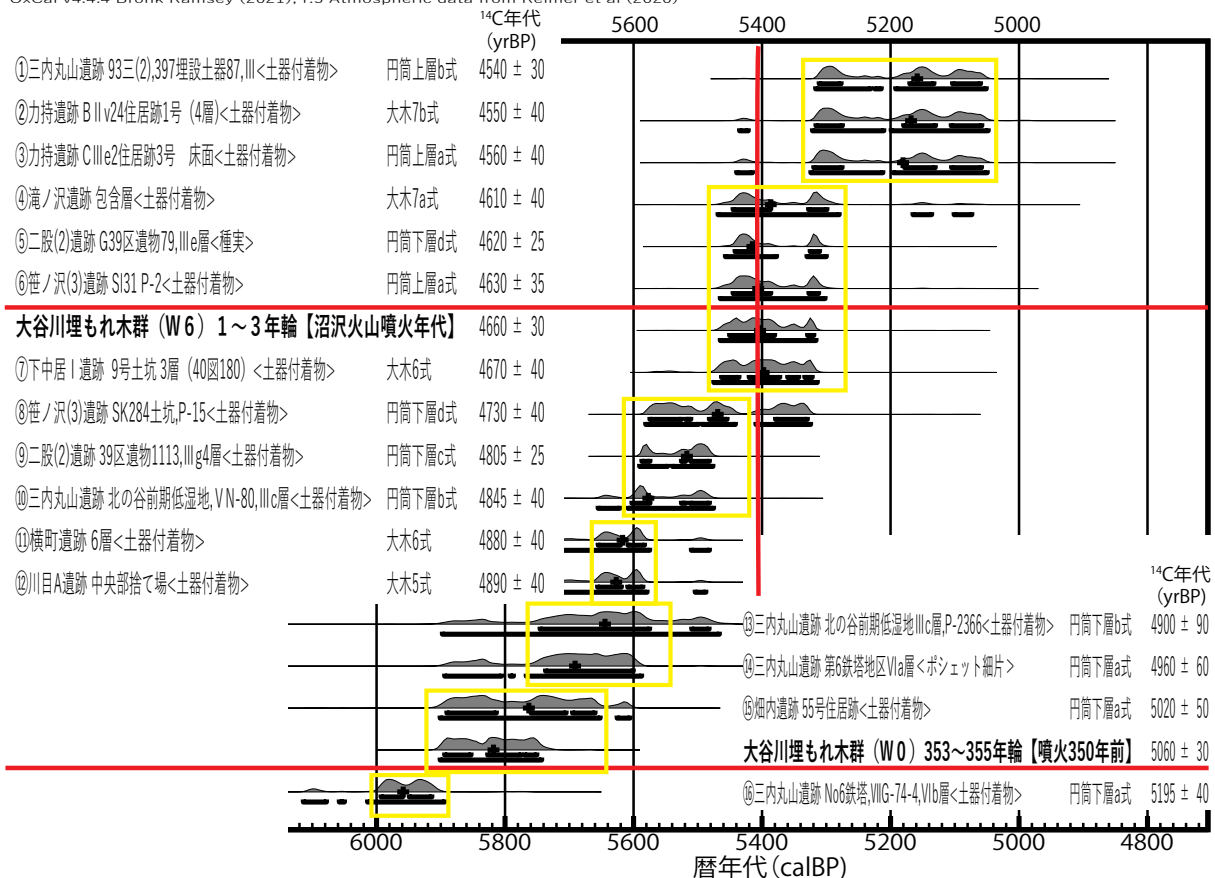
第6図 南東北地方の遺跡出土の土器付着物・種実の¹⁴C年代とマルチプロット図

第6表 北東北地方の遺跡出土の土器付着物・種子の¹⁴C年代一覧

測定方法はすべて AMS 法

No.	都道府県	市町村	遺跡名	サンプル採取地点等	試料の種類	時代詳細	¹⁴ C年代	¹⁴ C年代±	測定番号
①	青森県	青森市	三内丸山遺跡	93 三 (2), 397 埋設土器 87, III	土器付着炭化物	円筒上層 b 式	4540	30	IAAA-31586
②	岩手県	普代村	力持遺跡	B II v24 住居跡 1 号 (4 層)	土器付着炭化物	大木 7b 式	4550	40	Beta-173516
③	岩手県	普代村	力持遺跡	C III e2 住居跡 3 号 床面	土器付着炭化物	円筒上層 a 式	4560	40	Beta-209315
④	岩手県	北上市	滝ノ沢遺跡	包含層, 滝ノ沢 I	土器付着炭化物	大木 7a 式	4610	40	Beta-168197
⑤	青森県	青森市	二股 (2) 遺跡	G39 区遺物 79, III e 層	炭化種実 (クルミ)	円筒下層 d1 式	4620	25	PLD-11579
⑥	青森県	八戸市	笹ノ沢 (3) 遺跡	SI31 P-2 胴内焦	土器付着炭化物	円筒上層 a 式	4630	35	MTC-03305
⑦	岩手県	花巻市	下中居 I 遺跡	9 号土坑 3 層 (40 図 180)	土器付着炭化物	大木 6 式	4670	40	IAAA-82583
⑧	青森県	八戸市	笹ノ沢 (3) 遺跡	SK284 土坑, P-15	土器付着炭化物	円筒下層 d1 式	4730	40	Beta-180279
⑨	青森県	青森市	二股 (2) 遺跡	39 区遺物 1113, III g4 層	土器付着炭化物	円筒下層 c 式	4805	25	PLD-11572
⑩	青森県	青森市	三内丸山遺跡	北の谷前期低湿地, V N-80, III c 層	土器付着炭化物	円筒下層 b 式	4845	40	MTC-04299
⑪	岩手県	北上市	横町遺跡	6 層	土器付着炭化物	大木 6 式	4880	40	Beta-168199
⑫	岩手県	盛岡市	川目 A 遺跡	中央部捨て場	土器付着炭化物	大木 5 式	4890	40	IAAA-72771
⑬	青森県	青森市	三内丸山遺跡	北の谷前期低湿地 III c 層, P-2366	土器付着炭化物	円筒下層 b 式	4900	90	MTC-04712
⑭	青森県	青森市	三内丸山遺跡	第 6 鉄塔地区 VI a 層 ボシエツト細片	単子葉植物茎	円筒下層 a 式	4960	60	Beta-87143
⑮	青森県	八戸市	畑内遺跡	55 号住居跡	土器付着炭化物	円筒下層 a 式	5020	50	Beta-187223
⑯	青森県	青森市	三内丸山遺跡	No6 鉄塔, VII G-74-4, VI b 層	土器付着炭化物	円筒下層 a 式	5195	40	MTC-04045

OxCal v4.4.4 Bronk Ramsey (2021); r:5 Atmospheric data from Reimer et al (2020)

第7図 北東北地方の遺跡出土の土器付着物・種実の¹⁴C年代とマルチプロット図

第7表 ミシマスケールと¹⁴C年代、暦年代 (Intcal20) 換算早見表と土器型式との対比

土器型式との対比									
		福島県		南東北	北東北	北陸	関東		
		①～③：大木7a・7b式 ④～⑦：大木7a・7b式 ⑦～⑨：大木7a・7b式 ⑩～⑮：大木7a・7b式			②：大木7b式 ③：円筒上層b式 ③：円筒上層a式		①：阿玉台Ⅰ式 ②：五領ヶ台Ⅱ式		
		⑯⑰：大木6～7a式 ⑱⑲：大木7a・7b式			④：大木7a式 ⑤：円筒上層a式 ⑤：円筒下層d式	①：新崎系	③④：五領ヶ台Ⅱ式 ⑤：(十三菩提式)		
					⑦：大木6式	②：新保式	⑥：十三菩提式		
				⑥：大木6式	⑧：円筒下層d式	③：大木6式	⑦：五領ヶ台Ⅰ式		
				⑳㉑：大木6式 ㉒：(大木7b式)		④：踏場式 ⑤・⑥：朝日下層式 ⑦：大木6式	⑧～⑩：十三菩提式 ⑪：十三菩提式		
				㉓：大木6式		⑨：朝日下層式	⑫：諸磯c式 ⑬：浮島皿～興津Ⅰ式		
				㉔：大木6式		⑩：円筒下層b式	⑭：福浦上層式 ⑪：硯ヶ森Ⅱ式		
				㉕：大木6式 ㉖：大木5式 ㉗：大木5～6式	⑪：大木6式 ⑫：大木5式	⑬：諸磯c式			
						⑭：円筒下層a式	⑭：諸磯c式		
					⑩：大木5式 ⑫：大木4式	⑮：円筒下層a式	⑮：諸磯b式 ⑯：諸磯a式		
				㉙：大木4式 ㉚：浮島Ⅱ式		⑮：大木4式			
					⑭：大木4式	⑯：大木3式	⑯：朝日C～ 福浦下層式		
					⑮：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			
					⑯：大木3式	⑯：大木3式			

⑯：十和田中撒テフラ

明朝体は前後データから算出して算出

はミシマスケール基準

矢印はIntCal20の較正年代中央値を参照

赤字は2σでの確率分布の年代幅が広い区間

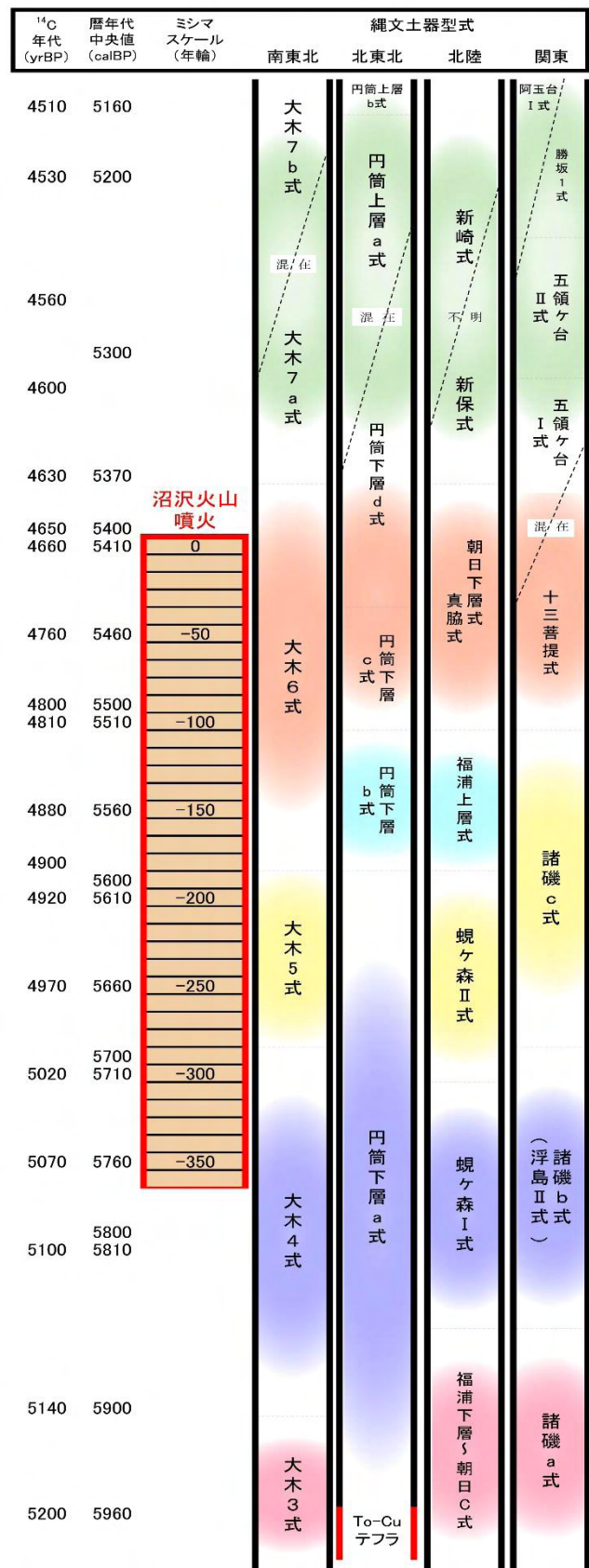
はIntCal20を基準

の較正年代値の重なり方などを考慮し、前期と中期の境は 3520cal BC (5470cal BP) である可能性が極めて高いとした。小林はさらに、その後蓄積された事例を加えて較正プログラムの解析モデルを用いて時期・土器型式の年代を算出しており、それに基づいて前期と中期の境界を 5415cal BP (3465cal BC) とした (小林 2017)。國木田 (2008) は中期中頭円筒上層式の開始を ^{14}C 年代で 4600~4700yr BP 頃とし、國木田 (2010) は山形県吹浦遺跡の大木 6 式の年代を 5300~5600cal BP とした。また國木田 (2010) は、円筒下層式と前期大木式の編年上の並行関係と年代値に齟齬が認められることなどの課題を指摘した。これらの諸研究において示された前期から中期に移行する時期の年代観はおおむね近いといえる。また今回明らかになった沼沢火山の噴火年代もおおむねこの頃に相当する。しかし、國木田 (2010) や本稿前節で指摘したように、土器型式の編年と年代値の関係については課題も多く、今後丁寧な検証が必要である。

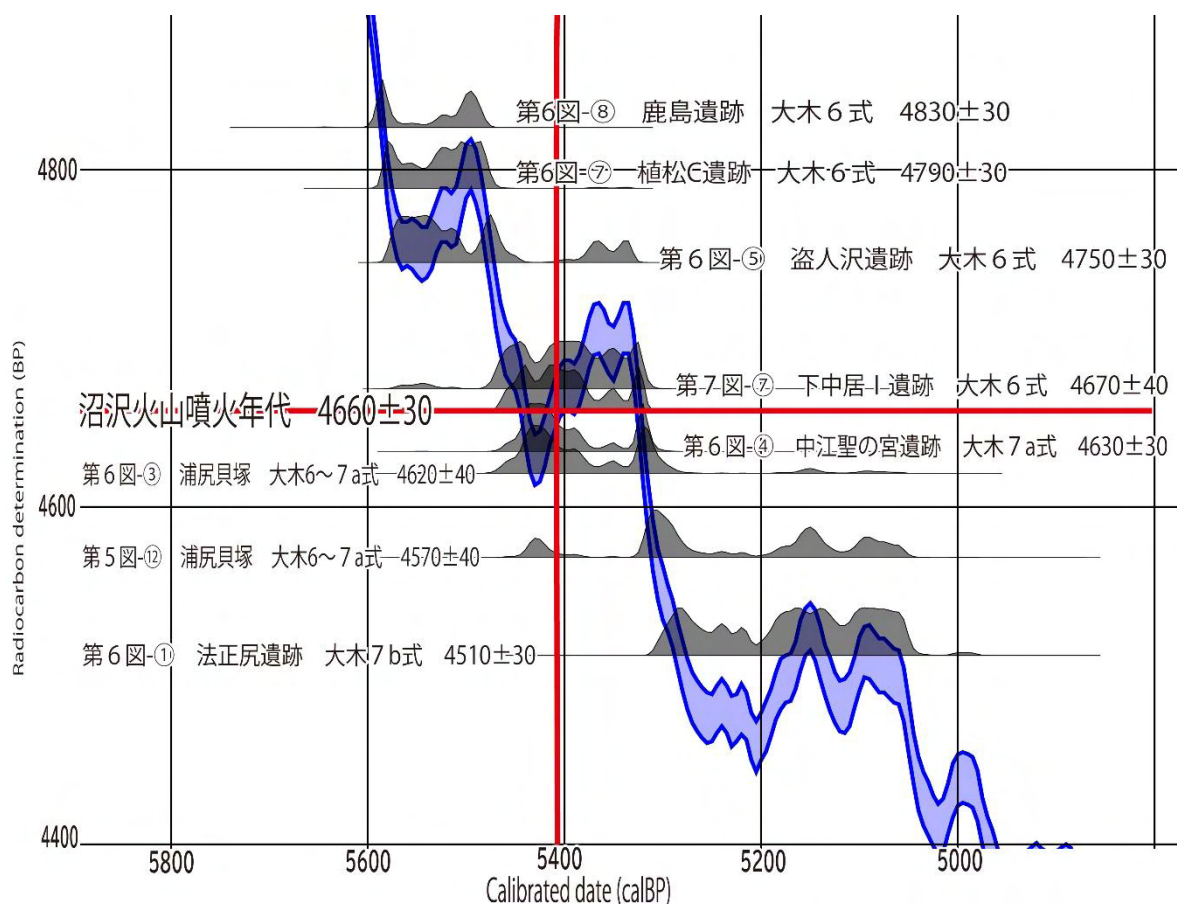
2) 沼沢火山噴火前後の土器型式と年代

前節で整理した通り、今回明らかにされた沼沢火山の噴火年代は、大木 6 式から 7 a 式または 7 b 式期頃に当たる。この時期の主要な試料で作成したカーブプロット図を第 9 図に示す。

これらの土器型式には各々複数の細別段階が考えられ、ここで編年について論じることにはできないが、図示した中では第 6 図-⑧、同⑤が大木 6 式の中でも古い段階、第 6 図-⑦、第 7 図-⑦がより新しい段階に当たる。第 6 図-③、第 5 図-⑫は大木 6 式から 7 a 式の古い段階、第 6 図-④が大木 7 a 式の新しい段階と見られ、第 6 図-①が大木 7 b 式期である。これら土器編年上の時期差は年代値に必ずしも表れていないが、較正曲線が上下しながら推移する中で、



第 8 図 ミシマスケールと土器型式との対比概略図



第9図 沼沢火山噴火前後の主要な¹⁴C年代とカーブプロット図

相互に重なり合いながら変遷し、必ずしも矛盾するわけでもない。

現状得られている年代測定事例を整理すると、沼沢火山の噴火は大木6式から7a式期、特にその移行期頃の可能性が高い。大木7b式については、大木7a式とかなり年代値が重なるものの、第3表に示したようにその多くは噴火後の年代値を示すことから、除外して良いと見られる。遺跡でこのテフラが検出された事例では、大木6式古段階が噴火前、大木7a式期が噴火後、大木6式新段階が降下時期に当たる可能性があるが、資料が不十分で証明は難しいとの所見(三浦 2022)とも整合する。

なお、今回扱った時期の最古の部分で、十和田中掘テフラ(To-Cu)に関連する事例を掲げた。給源である十和田火山に近い青森県や岩手県の遺跡では、このテフラの後に円筒下層a式、すなわち円筒土器文化が成立するとされる。また、大木2b式土器がこの火山灰の下位か、上下にまたがり、大木3式土器が上位から出土するとされる(星・茅野 2006)。最近、宮城県中沢遺跡で遺物包含層等からこのテフラが検出され、大木3式古段階に位置付けられた(石巻市教育委員会 2018)。また、近年このテフラの研究が進展して遠隔地での検出が進むとともに、福井県水月湖では独自の年代モデルにより 5899~5986cal BP という年代が示され(McLean et al. 2018)、これは本稿で取り上げた中沢遺跡の火山灰層出土炭化物の年代とも整合する。今後このテフラについても遺跡で検出される事例が増えれば、遺跡の年代や人類活動との関係を検討する手がかりとなると考えられる。

(7) 小結

以上、多数の年代測定例を検討した結果、大谷川の埋もれ木の分析によって明らかになった沼沢火山の噴火年代は、縄文時代前期末葉から中期初頭頃、大木6式から7a式期に当たる。噴火年代と暦年代との対比においては、較正曲線が上下に推移するため、それ以上の絞り込みは現時点では難しいことを確認した。

3. まとめ

福島県の奥会津に位置する三島町の大谷川で発見された埋もれ木群の詳細な分析により、沼沢湖噴火の年代は紀元前 3450 年 (5400cal BP) 頃に絞り込まれた。またその年代は縄文時代前期末葉から中期初頭、大木6式から7a式期頃に相当することが確認された。さらに、ここでは結果を紹介したのみだが、噴火後に只見川流域に形成された堰止湖の決壊洪水が、噴火の1年ないし1年半後に発生したことも別地点での調査により明らかにされている。過去に発生した巨大噴火や関連する現象とそれがもたらした災害について研究する上で、年代を高精度に求めることは極めて重要であり、大谷川埋もれ木群の分析はその良好な事例となったと言える。得られた年輪試料が今後年輪年代学や¹⁴C年代測定分野で年代の物差しに組み込まれ、さらなる研究の進展につながることも期待される。

またもう一つ強調しておきたいのは、これらの調査・研究が地元三島町の方々の熱意に諸分野の研究者が応えるようにして進んだことである。大谷川の貴重な遺産を守るために、現在も地元では様々な取り組みが続けられている。本発表を通じて、大谷川の埋もれ木と地元での取り組みに少しでも関心が向けられることになれば幸いである。

註1 大谷川の埋もれ木の暦年代は、年輪年代学の手法を併用しつつ、直接的には¹⁴C年代測定(ウィグルマッチング)で求められた。この5400cal BP頃という結果をそのまま5400年前と言い換えることもでき、¹⁴C年代をよく利用する分野の研究者にはその方がわかりやすい面もある。しかし、¹⁴C年代の基準である西暦1950年から70年以上経過していることと、一般市民にはわかりやすすくないことから、地元住民が多く参加した2022年12月の調査報告会では現在(2022年)から5500年前または紀元前3450年頃と表現した。この発表では5400cal BP頃または紀元前3450年頃と表記する。

註2 大谷川に下る歩道脇にあった樹木T1(カツラ)も年輪解析の対象となったが、解析の結果からW1と同一個体の別部位と推定されている。

註3 北東北地方は便宜的に東北地方北半の青森・岩手・秋田県を対象とした。したがって考古学的には円筒土器の分布圏と大木式土器の分布圏の一部を包括している。

引用・参考文献およびウェブサイト

Bronk Ramsey, C. 2009 Bayesian analysis of radiocarbon dates, *Radiocarbon*, 51 (1), 337-360

Bronk Ramsey, C. et al. 2001 'Wiggle matching' radiocarbon dates, *Radiocarbon*, 43(2A), 381-389

- 早瀬亮介・長谷川尚志・齋藤昌孝 2022「大谷川埋もれ木の高精度年代測定 ―放射性炭素 (^{14}C) ウィグルマッティングによる―」『5500 年前(縄文時代) 埋もれ木から読み解く沼沢火山大噴火 調査報告会予稿・資料集』(一社)IORI 倶楽部 pp.18-31
- 星雅之・茅野嘉雄 2006「十和田中楯テフラからみた円筒下層 a 式土器成立期の土器様相」『植生史研究』特別第 2 号 pp.151-180
- IntCal ウェブサイト <http://intcal.org>
- 石巻市教育委員会 2018『中沢遺跡(石巻市文化財調査報告書第 14 集)』
- 門脇秀典・早瀬亮介・三浦武司 2022「沼沢火山噴火前後の遺跡出土放射性炭素年代測定事例」『5500 年前(縄文時代) 埋もれ木から読み解く沼沢火山大噴火 調査報告会予稿・資料集』(一社)IORI 倶楽部 pp.81-105
- 片岡香子・木村勝彦 2023「埋没材の年輪酸素同位体比分析に基づく沼沢湖火砕流とせき止め湖決壊の発生年代の時間差」『日本第四紀学会講演要旨集』53 p43
- 木村勝彦 2022「酸素同位体比年輪年代法による大谷川埋没材の分析」『5500 年前(縄文時代) 埋もれ木から読み解く沼沢火山大噴火 調査報告会予稿・資料集』(一社)IORI 倶楽部 pp.11-18
- 小林謙一 2004『縄紋社会研究の新視点 ―炭素 14 年代測定の利用―』六一書房
- 小林謙一 2017『縄紋時代の実年代 ―土器型式編年と炭素 14 年代―』同成社
- 國木田大・吉田邦夫・辻誠一郎 2008「東北地方北部におけるトチノキ利用の変遷」『環境文化史研究』1 pp.7-26
- 國木田大・吉田邦夫・辻誠一郎・福田正宏 2010「押出遺跡のクッキー状炭化物と大木式土器の年代」『東北芸術工科大学東北文化研究センター研究紀要』9 pp.1-14
- McLean, D. et al. 2018 Integrating the Holocene tephrostratigraphy for East Asia using a high-resolution cryptotephra study from Lake Suigetsu (SG14 core), central Japan, *Quaternary Science Reviews*, 183, 36-58
- 三浦武司 2022「沼沢火山噴火と縄文社会への影響」『5500 年前(縄文時代) 埋もれ木から読み解く沼沢火山大噴火 調査報告会予稿・資料集』(一社)IORI 倶楽部 pp.44-51
- 三浦武司・(株)加速器分析研究所 2019「まほろん収蔵資料の放射性炭素年代測定及び炭素・窒素安定同位体比分析の 5 か年の総括報告」『福島県文化財センター研究紀要』2018 pp.13-58
- Reimer, P.J. et al. 2020 The IntCal20 Northern Hemisphere radiocarbon age calibration curve (0-55 cal kBP), *Radiocarbon*, 62 (4), 725-757
- 坂本稔 2021「炭素 14 年代法による高精度年代測定」中塚武・對馬あかね・佐野雅規編『気候変動から読みなおす日本史 2 古気候の復元と年代論の構築』臨川書店 pp.267-278
- Stuiver, M. and Polach, H.A. 1977 Discussion: Reporting of ^{14}C data, *Radiocarbon*, 19(3), 355-363
- 辻誠一郎・中村俊夫 2001「縄文時代の高精度編年：三内丸山遺跡の年代測定」『第四紀研究』40(6) pp.471-484
- 山元孝広 2003「東北日本, 沼沢火山の形成史：噴出物層所, 噴出年代及びマグマ噴出量の再検討」『地質調査研究報告』54(9/10) pp.323-340
- 山元孝広 2022「沼沢火山の噴火と大谷川の埋もれ木」『5500 年前(縄文時代) 埋もれ木から読み解く沼沢火山大噴火 調査報告会予稿・資料集』(一社)IORI 倶楽部 pp.2-10