第４　特別研究推進事業成果概要報告

１　三内丸山遺跡出土木材の酸素同位体分析

小林謙一（中央大学）・木村勝彦（福島大学）・佐野雅規（早稲田大学人間科学学術院）・箱崎真隆（国立歴史民俗博物館）・中塚　武（研究代表者：大学共同利用機関法人　人間文化研究機構総合地球環境学研究所）

１.はじめに

近年、有機物の酸素同位体比の測定技術の発展により、木材年輪に含まれるセルロースの酸素同位体比が、従来年輪幅だけで行われてきた年輪年代法の新しい指標として利用できることが分かってきた。この酸素同位体比は、「樹種を越えて同じ変動パターンを示すこと」や「個体間の変動の相関性が極めて高いこと」から、これまで年輪年代法の対象外であった杭、竪穴住居の柱など、年輪数が数 10 年以内の広葉樹材の年代決定にも利用できる。

三内丸山遺跡では炭素 14 年代測定はおこなわれているが、酸素同位体比の解析は未だ実施されていない。この新しい手法を年輪解析に用いることで、年代のみならず、樹木が生育していた当時の気候変動を 1 年単位の高い時間解像度で復元できると期待できる。また、年輪セルロースの酸素同位体比は、夏の降水量の精度の高い指標になることも分っており、そのデータは過去の気候変動の復元に利用できる。三内丸山遺跡の谷部出土木材や､木柱などについて一部をサンプリングし、年輪ごとに酸素同位体を分析することで環境の変化を捉えることを試みたい。

東日本では縄文時代前期・中期にさかのぼる酸素同位体比のマスタークロノロジーはまだ整っていない。そのため、すぐさま年輪試料ごとの詳細な年代が確定できるとは限らない｡しかしながら、炭素14年代でおおよその年代が決められるので、連続する数十年分の年輪を分析し、複数個体のデータを繋ぎ合わせることで、その当時の気候変動の情報を 1 年単位の分解能で復元することが初めて可能となる。また、複数個体の酸素同位体比を測定して、それらの変動パターンをマッチングさせることにより、個体間の相対的な年代が確定できる可能性が高く、層位的な情報と組み合わせることで当時の人間活動の変遷を復元できるかもかもしれない。さらに、日本各地から出土した考古材をもとに、マスタークロノロジーをより過去に延長させる研究も同時に進めているので、このデータの整備が進めば、本研究で測定した試料の年代が正確に決まるものと期待できる。あわせて、酸素同位体による降水量の変動が復元できれば、遺跡環境の生態史の明確な復元につながり、遺跡の形成・発展・終焉の画期と環境の変動との相関が検討できると期待できる。

今回、特別研究によって、いくつかの木材試料を採取し、その分析を進めた。現時点では、すべての木材試料の酸素同位体比測定は完了していない。しかし、いくつかの成果が得られたので中間報告として寄稿する｡測定・解析の進展とともに、順次、特別史跡三内丸山遺跡年報において報告していく考えである。

２.考古出土材を対象とする酸素同位体比年輪年代法の概要

年輪年代法は、気温や降水量といった気候条件が年輪幅の変動を左右するという知見に基づき、異なる試料間で年輪幅変動のパターンをマッチングさせることで、古建築材や考古材の年代を 1 年のズレもなく正確に決定できるため、放射性炭

素といった他の年代測定法よりも精度の点で優れている。日本では、年輪幅を用いて過去 3000 年間の標準年輪曲線（以下、クロノロジーと標記）がスギとヒノキ、コウヤマキを用いて作成されている（光谷 1988）。しかし、年輪幅による年代決定法は樹種に依存するため、年代決定に使える考古材が上記の針葉樹に限定されている。さらに、年輪幅の変動は気候以外の生態学的な要因（隣の樹木との水や光を巡る競合）の影響を受けるので、年代を間違いなく決定するためには、一部の例外を除き、年輪数が 100 を超える木材しか分析対象として適さないという問題があった。他方、樹木年輪から抽出したセルロースの酸素同位体比（質量数 18 の重い酸素と、質量数 16 の軽い酸素の存在比）は、年輪幅で問題となる生理生態の影響を受けず、ほぼ純然たる気候要素（日本では相対湿度と降水量）によって決まることが先行研究から確かめられている。この技術は、樹種依存性が極めて低いため、針葉樹で作成したクロノロジーを使って広葉樹の年代を決定できるほか、異なる樹木間での変動パターンの相同性が極めて高いため、考古材の産地にも依るが、30 ～ 50 年程度の年輪しか含まない考古材でも年代を決定できるという利点がある（中塚 2015）。年代を決定する方法論自体は、酸素同位体比でも年輪幅と同様で、クロノロジーの酸素同位体比データを比較の『ものさし』として、個別試料の酸素同位体比変動パターンを統計学的にマッチングさせて年代を決定する。酸素同位体比の利点は、そのマッチングの成功率が年輪幅と比べて高いことに特徴づけられる（図 1）。上述のとおり、縄文時代前期・中期にさかのぼる酸素同位体比の標準年輪曲線はまだ整備されておらず、それゆえ今回の分析では試料の正確な年代決定には至らないが、三内丸山遺跡の複数の試料を測ることで、本研究では、樹木個体間での相対的な年代決定に挑戦した。

3．年輪年代・酸素同位体比分析対象試料

1）酸素同位体試料（表 1）

分析試料　分析試料は縄文時代中期の第 11496 号ピット出土木材（木柱）および、縄文時代前期の北の谷出土木材 37 点である。北の谷の木材は 8 月 15 日に三内丸山遺跡において実見し、年輪数の多いものを中心に選別した。選別した試料のサンプリングを 10 月 21 日に実施した。中期の木柱は円盤状に切出されたもので、切断面から丸ノコを用いて中心と表層を含む三角柱状の分析試料を切出した。北の谷の木材は手鋸を用いてディ

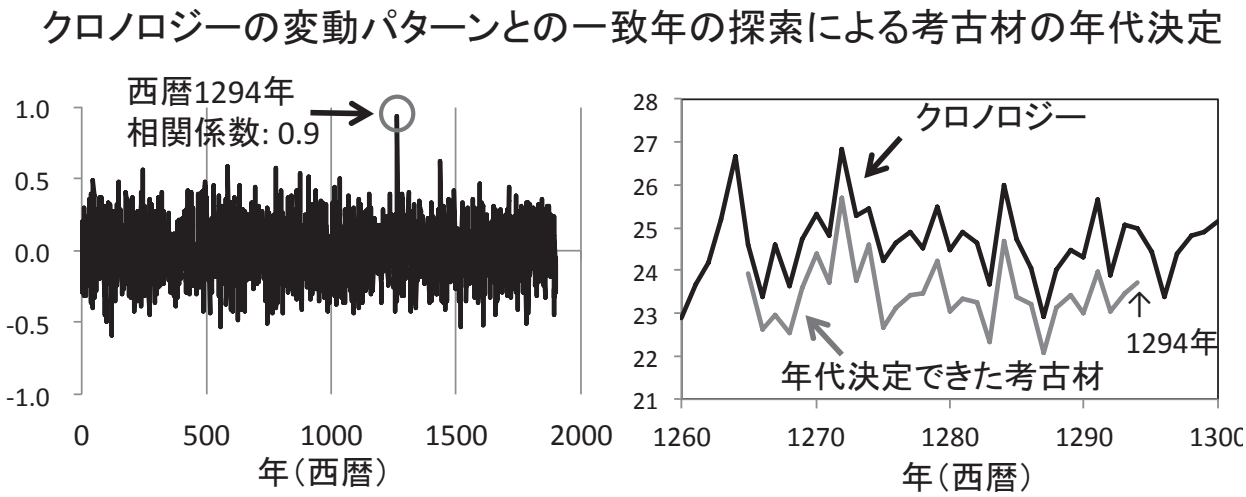


図 1. 考古材の年代決定の方法。年代不詳材の変動パターンを、過去 2000 年間のクロノロジーの上に重ね、1 年ずつずらしながら各年における両者の一致度を相関係数で評価する（左）。考古材の一番外側の年代を 1294 年にした場合、2000 年間の中で飛び抜けて高い相関が得られ年代決定に至る（右）。

スク状に切出した。

年輪幅の計測　提供を受けた木材試料は木口面を流水下でサンドペーパ／電動サンダーを用いて年輪が明瞭に見えるように研磨した。研磨した試料はフラットベッドスキャナに載せて木口面の画像を取り込んだ。解像度は年輪幅や試料の状態に合わせて 1200dpi または 2400dpi とした。取り込んだ画像上に１から３測線を設定し、年輪計測ソフトを用いて樹皮側から中心に向かって１年輪毎に年輪幅を計測した。

年輪の不明瞭な環孔材（トチノキ、カエデ属など）で、上記の方法で確認できないものについては、木口面から放射方向に細長い複数の切片をカミソリで切り取り、透過原稿ユニットを内蔵したスキャナのガラス面に並べて画像を取り込んだ。解像度は 3200dpi とした。

試料の計測概要　試料の概要と年輪計測結果を表１に示した。中期の木柱１点はクリで直径 52.4cm, 年輪数は 73 年あり、平均年輪幅は 3.59mm であった。北の谷の木材は 11 樹種あり、オニグルミが８点、トネリコ属が７点、クリとカツラ属が各５点、トチノキが４点、キハダとモクレン属が各２点、エノキ属・カエデ属・クワ属・ニレ属が各１点であった。直径は加工や破損前のもとの状態の直径が推定できたものについて示した。最大のものはカツラ属の 53.4cm、平均 17.3cm である。年輪数はサンプル選択の際に多いものを選んでいるため、100 年を超えるものが 11 点あり、カエデ属とトチノキで 140 年を超えるものがあった。

年輪幅による年輪年代　計測した各個体の年輪幅をもとに通常の年輪幅によるクロスデーティングを実施した結果、トチノキ２個体の間で有意な相関が得られた。その他の組合せでは情報は得られなかった。それぞれ伐採の年代の関連性が辿れ、特にトチノキ２試料の伐採年は同一時期の可能性が認められた。三内丸山集落での木材調達のあり方について、検討していく材料となると期待できる。

年輪酸素同位体比分析　同同位体比分析の前処理としておこなうセルロース抽出は、Kagawa et al.（2015）に従った。概略としては、木口面を出した 1mm 厚の薄板を切出し、これをテフロンパンチングシートに挟み込んで試験管に入れ、亜塩素酸によるリグニン分解、アルカリによる脱リグニン、有機溶媒による脱脂を多数の年輪を含む板のまま処理し（板ごと抽出）、その後に年層の切り分け、銀箔への梱包をおこなうものである。分析試料は総合地球環境研究所に送付して、熱分解元素分析計 - 同位体比質量分析計（TCEA - Delta V）を用いて酸素同位体比の分析をおこなった。セルロース抽出処理は 21 点を対象に実施した。このうち８点は保存状態が悪くセルロース抽出処理に失敗した。12 点については同位体比の分析まで完了した。

縄文前期、中期の酸素同位体比の暦年標準パタンはいまだに作成されていないため、暦年代の確定は今後の分析データの蓄積が重要である。この研究で得られたデータも暦年パタンの作成のために重要な基礎データとなるはずである。

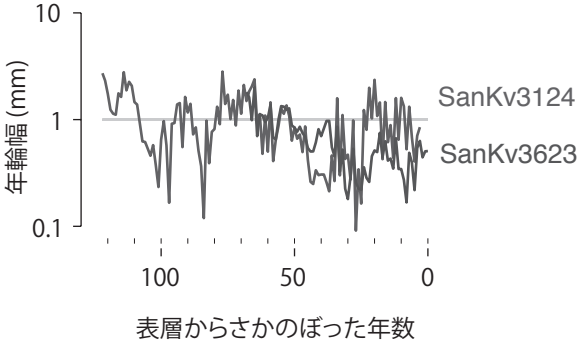


図 2a　北の谷　トチノキ２試料のマッチング

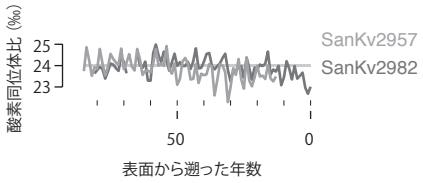


図 2b　北の谷　トネリコとモクレンのマッチング

時期	層位	個体番号	樹種	器種	直径（cm）	年輪数（元試料）	平均年輪幅（mm）	樹芯	セルロース抽出処理	分析年輪数
縄文中期（木柱）										
		SanP11496	クリ	加工材	52.4	73	3.59	○	○	56
縄文前期（北の谷）										
	Ⅲc下	SanKv2821	カエデ属	割材	－	145以上	1.31		×	
	Ⅲc	SanKv2926	オニグルミ	自然木	23.3	48	2.43	○		
	Ⅲc下	SanKv2957	モクレン属	自然木	23.9	100以上	1.19	○	○	74
	Ⅲc下	SanKv2982	トネリコ属	割材	30.0	84	1.79	▲	○	81
	Ⅲc	SanKv3056	カツラ属	割材	－	50	1.99		○	48
	Ⅲc	SanKv3124	トチノキ	自然木	－	120	1.17			
	Ⅲc	SanKv3125	トネリコ属	加工材	－	96	0.86		○	83
	Ⅲc	SanKv3127	キハダ	自然木	－	75	2.33		○	72
	Ⅲc	SanKv3142	カツラ属	自然木	21.5	103	1.04	○	×	
	Ⅲc	SanKv3146	カツラ属	自然木	13.5	102	0.66	○		
	Ⅲc下	SanKv3187	トネリコ属	自然木	10.7	100以上	0.54	○		
	Ⅲc	SanKv3200	オニグルミ	自然木	10.8	45	1.20	○	×	
	Ⅲc	SanKv3229	トネリコ属	割材	－	127	0.95		○	129
	Ⅱ	SanKv3236	オニグルミ	自然木	6.0	38	0.79	○		
	Ⅲc下	SanKv3239	オニグルミ	自然木	16.4	40	2.05	○		
	Ⅲc下	SanKv3299	オニグルミ	自然木	16.9	58	1.45	○		
	Ⅲc	SanKv3366	トネリコ属	自然木	16.3	55	1.48	○	○	55
	Ⅲc	SanKv3370	クリ	自然木	10.9	42	1.30	○	×	
	Ⅲc	SanKv3371	オニグルミ	割材	23.0	115	1.00	○	×	
	Ⅲc	SanKv3390	クリ	割材	15.7	45	1.75	○	×	
	Ⅲc	SanKv3416	トネリコ属	割材	－	38	3.01			
	Ⅲc	SanKv3426	モクレン属	割材	27.4	69	1.99	○	×	
	Ⅲc下	SanKv3445	エノキ属	自然木	17.1	50	1.71	○		
	Ⅲc	SanKv3446	ニレ属	自然木	11.8	61	0.97	○	○	59
	Ⅲc下	SanKv3621	カツラ属	自然木	18.8	48	1.96	○		
	Ⅲc下	SanKv3623	トチノキ	自然木	9.4	69	0.68	○		
	Ⅲc	SanKv3666	クリ	割材	9.1	60	0.76	○	○	55
	Ⅲc	SanKv3667	クワ属	割材	－	49	1.56		○	
	Ⅲc-4	SanKv3728	トチノキ	割材	－	111	0.52			
	Ⅲc	SanKv3768	トチノキ	割材	－	141	0.38			
	Ⅲc	SanKv3779	カツラ属	割材	53.4	107	2.52	○	○	85
	Ⅲc	SanKv3783	クリ	自然木	15.9	32	2.48	○		
	Ⅲc	SanKv3809	オニグルミ	自然木	11.3	27	2.09	○		
	Ⅲc	SanKv3858	キハダ	自然木	14.2	78	0.91	○	○	74
	Ⅲc	SanKv3937	クリ	自然木	13.6	59	1.16	○		
	Ⅲc	SanKv3939	オニグルミ	自然木	10.0	31	1.62	○		
	Ⅲc	SanKv4118	トネリコ属	加工材	－	90	0.87		×	

表１　分析対象資料の計測概要

４．炭素 14 年代測定

上記のように、現時点においては、当該地域における縄文時代の年輪試料の正確な年代付けは行われていない。そのため、ある程度の年代を明らかにし、土器型式時期で相対的な変遷が把握されている三内丸山遺跡の歴史的動態を明らかにするために、土器型式の明らかな土器個体に付着している土器付着物の炭素 14（放射性炭素）年代測定を試みている。あわせて、安定同位体比を測定し、海洋リザーバー効果の影響についても確認していく。このことは年代とは離れるが、土器調理物の内容から当時の調理方法や海産物または雑穀類を含む C_3 植物の利用など生業活動復元にも情報を与えてくれるものと期待できる。三内丸山遺跡については、これまでに小林謙一も何度か測定を重ねてきた（小林 2005・2008・2014）と共に、辻誠一郎氏、今村峯雄氏などによる多くの測定例がある。

今回測定した三内丸山遺跡の土器付着物は、以下の通りである。あわせて、東北地方及び東日本の縄文時代前・中期を中心とした（東北地方については前後の年代を押さえるために、一部早期な

ど古い時期や縄文後期以降の新しい時期についても含めている）試料について、測定した。以下に、今回の炭素 14 年代測定の結果報告、これまでの小林謙一および国立歴史民俗博物館が測定した炭素 14 年代測定結果と併せて実年代比定、他地域の対比試料の測定結果との比較による三内丸山遺跡の前期～中期の各型式の土器付着物の性格に関する予察と型式別の実年代推定を示したい。

試料の前処理は小林が国立歴史民俗博物館年代測定実験室でおこない、グラファイト化とAMS測定は、東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室米田穣教授に委託した。

１）分析試料

三内丸山遺跡出土土器付着物、関連する青森県内出土試料（縄文前期・比較対象として古代土器付着物）、比較対象の他地域の縄文時代土器付着物・炭化物・木材　計 24 点（AAA 処理済み）を測定した（表 2a）。

このうち、三内丸山遺跡出土土器は、AOMR の試料名とした 4 点で詳細を表 2b に示す。三内丸山遺跡以外の比較対照試料については、後述の比較検討の際に遺跡名・時期等を示すが、本稿では三内丸山遺跡試料との比較に用いるのが主目的であるため、個別に時期・内容物について検討す

試料名	資料ID	種別	備考
AOMR_7757	S-5184	土器付着炭化物	三内・中期
AOMR_7482_a	S-5186	土器付着炭化物	三内・前期
AOMR_7590	S-5188	土器付着炭化物	三内・前期
AOMR_7613	S-5189	土器付着炭化物	三内・前期
AOAON 1	S-4388	土器付着炭化物	青森・前期
AOAO 4	S-4389	土器付着炭化物	青森・前期末
AOAO 11a	S-4390	土器付着炭化物	青森・古代
KAMBM C5	S-4398	炭化物	鹿児島・草創期
KAMBM C13	S-4399	炭化物	鹿児島・草創期
KAMBM C14	S-4400	炭化物	鹿児島・草創期
CBFB 1	S-4404	土器付着炭化物	千葉・中期末
CBFB C20	S-4405	炭化物	千葉・中期末
TKTCM 101	S-4406	土器付着炭化物	東京・早期
YNHS_41	S-5173	土器付着炭化物	山梨・前期
YNHS_44	S-5174	土器付着炭化物	山梨・前期
YNHS_45	S-5175	土器付着炭化物	山梨・前期
YNHS_46	S-5176	土器付着炭化物	山梨・前期
YNHS_47	S-5177	土器付着炭化物	山梨・前期
YNHS_48	S-5178	土器付着炭化物	山梨・前期
YNHS_51_a	S-5179	土器付着炭化物	山梨・前期
YNHS_53	S-5180	土器付着炭化物	山梨・前期
YNHS_56	S-5181	土器付着炭化物	山梨・前期
YNHS_62	S-5182	土器付着炭化物	山梨・前期
HKFK_1	S-5183	土器付着炭化物	福島・前期

表 2a　炭素 14 年代分析試料リスト

試料記号	試料番号	符号	出土区	報告書図番号	部位	土器型式
AOMR	7757		2010年度E1区　VIIID-145, 2b・2d・2k層,西盛土	39-128図6, 34-立042	胴中内	円筒上層ｄ～ｅ
AOMR	7482	a	93三丸(2)　VS-97グリッド IIIb層　931004,　p-29, 北盛と谷重なり		胴下内	円筒下層d1？
AOMR	7590		93三丸(2)　VR-100グリッド IIIb層　931116,　P-32, 北盛と谷重なり		胴下内	円筒下層b?
AOMR	7613		93三丸(2)　VS-098グリッド IIIb層　931116,　P-2280, 北盛と谷重なり		口縁外	円筒下層c？

表 2b　三内丸山遺跡出土土器付着物

ることは、それぞれ別の機会におこなうが、以下に概略のみ記す。

AOAO は青森市の試料で、AOAON-1 は新田（2）遺跡の縄文前期表館式土器口縁内付着物、AOAO-4 は稲山遺跡の前期大木 6 式土器胴内付着物、AOAO-11a は古代であるが、同じ青森市内でかつ測定年代が予想よりも古い値だったために、海洋リザーバー効果の影響を疑い、三内丸山遺跡と比較するために IRMS の測定のみおこなったものである。以下は年代的枠組みを知るために他地域の時期が明確な試料で三内丸山より古いと考えられる遺跡と三内丸山遺跡の最も新しい段階に並行すると考えられる遺跡を取り上げた（註 1）。KAMBM-C5・C13・C14 は鹿児島県知覧町牧野遺跡（鹿児島県埋蔵文化財センター 2018）の草創期集石遺構の炭化材、TKTCM101 は東京都立川市向郷遺跡の早期貝殻条痕文土器胴内付着物、CBFB は千葉県船橋市前貝塚堀込貝塚（5）出土土器で、CBFB-1 は中期末とされる加曽利 E 4 式土器口縁内付着物、CBFB-C20 は土器が出土した遺構 80 小竪穴において共伴した炭化材である。残りは、縄文前期の三内丸山遺跡前期段階に並行する可能性のある東日本の土器型式ごとに測定した事例である。HKFK-1 は福島県福島市獅々内遺跡の前期関山式並行の土器胴内面付着物、YNHS は山梨県北杜市堰口遺跡の前期土器で、YNHS-41 は前期木島式土器胴外付着物、44 は前期中越 II-III 段階土器胴外付着物、45 は前期中越 IV 段階土器胴内付着物、46・47 は前期神ノ木式土器胴内付着物、48 は有尾式土器胴内付着物、51a は前期大木 2a 式土器胴内付着物、53 は北白川下層 IIc 式土器胴内付着物、56 は諸磯 c 式土器胴下内付着の鱗茎状炭化物、62 は前期諸磯 a 式土器胴内付着物である。

2）EA-IRMS 測定結果

炭素および窒素の重量含有率および安定同位体比の測定は、東京大学総合博物館放射性炭素年代測定室において、Thermo Fisher Scientifics 社製の Flash2000 元素分析を前処理装置として、ConFlo IV インターフェースを経由して、Delta V 安定同位体比質量分析装置で測定する、EA-IRMS 装置を用いて行った。約 0.5mg の精製試料を錫箔に包み取り、測定に供した。測定誤差は、同位体比が値付けされている二次標準物質（アラニン等）を試料と同時に測定することで標準偏差を計算した。通

資料名	測定ID	$\delta^{13}C$	$\delta^{15}N$	炭素濃度	窒素濃度	C/N比
AOMR_7757	YL19354	-25.7‰	1.6‰	70.00%	2.70%	30
AOMR_7482_a	YL19355	-24.6‰	7.9‰	45.00%	4.20%	12.4
AOMR_7590	YL19358	-25.5‰	-1.0‰	61.30%	1.30%	53.2
AOMR_7613	YL19359	-25.1‰	4.6‰	26.30%	1.80%	16.9
AOAON 1	YL16814	-23.8‰	n.d.	18.40%	1.10%	19.3
AOAO 4	YL16815	-22.3‰	17.4‰	53.70%	4.60%	13.6
AOAO 11a	YL16816	-24.4‰	17.3‰	75.40%	0.60%	150.3
CBFB 1	YL16825	-25.8‰	7.3‰	49.90%	4.70%	12.3
TKTCM 101	YL16826	-25.8‰	3.0‰	53.30%	1.70%	37.7
YNHS_41	YL19341	-25.6‰	11.2‰	64.20%	3.10%	24.1
YNHS_44	YL19342	-25.0‰	10.0‰	45.70%	2.50%	21.1
YNHS_45	YL19343	-25.7‰	1.1‰	74.00%	2.90%	29.6
YNHS_46	YL19344	-15.8‰	4.4‰	53.40%	8.80%	7.1
YNHS_47	YL19345	-25.5‰	4.5‰	78.60%	1.30%	70
YNHS_48	YL19346	-26.4‰	1.8‰	51.50%	3.40%	17.7
YNHS_51_a	YL19350	-27.3‰	5.8‰	51.40%	5.00%	12
YNHS_53	YL19351	-26.1‰	3.0‰	67.70%	3.50%	22.4
YNHS_62	YL19352	-25.6‰	1.7‰	60.90%	1.10%	65.1
HKFK_1	YL19353	-26.2‰	n.d.	4.70%	1.10%	4.8

表 3　元素および安定同位体比の分析結果

常の測定では、δ ^{13}C の測定誤差は 0.2‰、δ ^{15}N の誤差は 0.2‰である。　HKFK-1 の窒素同位体比については窒素濃度が低かったことから測定値が得られなかった。

３）炭素精製およびグラファイト化

試料は、石英ガラス製二重封管に酸化銅・サルフィックスとともに真空封入し、電気炉で 850℃に３時間加熱（Minagawa et al. 1984）、発生した二酸化炭素を真空ラインを用いて精製した。二酸化炭素からグラファイトへの還元は、コック付き反応管に鉄触媒約 2mg および水素（炭素モル数の 2.2 倍相当）を封入して、650℃で６時間加熱して実施した（Kitagawa et al. 1993）。HKFK-1、AOMR-7482_a、AOMR-7613 については得られたグラファイト量が通常より少なかったため、別途、同等炭素量の標準試料を用意して AMS 測定を行った。

４）AMS 測定結果

グラファイト化した炭素試料における放射性炭素同位体比の測定は、東京大学総合研究博物館が所有する加速器質量分析装置（AMS）を用いて測定した。慣用 14C 年代（BP 年代）を算出するために、同位体比分別の補正に用いるδ ^{13}C 値は

資料名	ｸﾞﾗﾌｧｲﾄID	ｸﾞﾗﾌｧｲﾄ化率	ｸﾞﾗﾌｧｲﾄ重量	Fe重量	C/Fe比
AOAO 11a	GR-2820	93.90%	1.09 mg	2.13 mg	0.512
KAMBM C5	GR-2827	95.20%	1.19 mg	2.03 mg	0.586
KAMBM C13	GR-2828	83.00%	1.06 mg	1.96 mg	0.541
KAMBM C14	GR-2829	91.80%	1.08 mg	2.00 mg	0.54
CBFB 1	GR-2875	82.90%	1.00 mg	1.92 mg	0.521
CBFB C20	GR-2876	76.10%	1.02 mg	2.06 mg	0.495
TKTCM 101	GR-3011	73.90%	0.62 mg	2.09 mg	0.297
YNHS_41	GR-3311	82.00%	0.89 mg	2.10 mg	0.424
YNHS_44	GR-3312	95.50%	0.73 mg	1.94 mg	0.376
YNHS_45	GR-3313	92.40%	1.04 mg	2.00 mg	0.52
YNHS_46	GR-3314	84.30%	0.84 mg	2.07 mg	0.406
YNHS_47	GR-3315	90.90%	1.25 mg	2.00 mg	0.625
YNHS_48	GR-3316	82.90%	1.19 mg	2.06 mg	0.578
YNHS_51_a	GR-3317	86.20%	0.86 mg	1.95 mg	0.441
YNHS_53	GR-3318	84.80%	0.85 mg	1.91 mg	0.445
YNHS_56	GR-3319	78.30%	1.13 mg	1.97 mg	0.574
YNHS_62	GR-3320	82.10%	1.18 mg	2.02 mg	0.584
HKFK_1	GR-3321	39.60%	0.09 mg	2.12 mg	0.042
AOMR_7757	GR-3322	77.90%	1.05 mg	1.93 mg	0.544
AOMR_7482	GR-3324	54.70%	0.23 mg	2.10 mg	0.11
AOMR_7590	GR-3326	75.70%	0.69 mg	1.94 mg	0.356
AOMR_7613	GR-3327	59.50%	0.40 mg	2.00 mg	0.2

表４　グラファイト化の結果

資料名	測定ID	^{14}C年代	補正用δ^{13}C
AOMR_7757	TKA-17523	4533 ± 22 BP	-25.3 ± 0.4 ‰
AOMR_7482_a	TKA-17529	4823 ± 27 BP	-36.6 ± 0.4 ‰
AOMR_7590	TKA-17524	4829 ± 22 BP	-28.7 ± 0.4 ‰
AOMR_7613	TKA-17531	4932 ± 28 BP	-39.8 ± 0.6 ‰
AOAO 11a	TKA-17211	1686 ± 20 BP	-25.7 ± 0.4 ‰
KAMBM C5	TKA-17218	11592 ± 34 BP	-27.3 ± 0.4 ‰
KAMBM C13	TKA-17219	11566 ± 37 BP	-27.2 ± 0.4 ‰
KAMBM C14	TKA-17220	11569 ± 32 BP	-24.4 ± 0.4 ‰
CBFB 1	TKA-17224	4045 ± 22 BP	-26.2 ± 0.4 ‰
CBFB C20	TKA-17225	4036 ± 21 BP	-26.8 ± 0.4 ‰
TKTCM 101	TKA-17407	7619 ± 28 BP	-27.7 ± 0.2 ‰
YNHS_41	TKA-17513	6229 ± 24 BP	-26.5 ± 0.4 ‰
YNHS_44	TKA-17514	5845 ± 25 BP	-26.4 ± 0.5 ‰
YNHS_45	TKA-17515	5878 ± 24 BP	-26.3 ± 0.5 ‰
YNHS_46	TKA-17516	6067 ± 36 BP	-16.6 ± 0.4 ‰
YNHS_47	TKA-17517	5240 ± 23 BP	-24.9 ± 0.4 ‰
YNHS_48	TKA-17518	5448 ± 23 BP	-25.2 ± 0.4 ‰
YNHS_51_a	TKA-17519	5615 ± 23 BP	-26.2 ± 0.4 ‰
YNHS_53	TKA-17520	5303 ± 23 BP	-26.1 ± 0.4 ‰
YNHS_56	TKA-17521	5082 ± 22 BP	-25.1 ± 0.4 ‰
YNHS_62	TKA-17522	5111 ± 22 BP	-24.6 ± 0.4 ‰
HKFK_1	TKA-17527	5913 ± 45 BP	-35.4 ± 0.4 ‰

表５　炭素 14 年代測定の結果

資料名	較正年代(1SD)	較正年代(2SD)	較正データ	注記
AOMR_7757	3354BC(18.8%)3329BC 3216BC(25.7%)3181BC 3158BC(23.7%)3124BC	3361BC(24.9%)3311BC 3295BC(1.5%)3286BC 3275BC(1.9%)3265BC 3239BC(67.1%)3105BC	IntCal13	
AOMR_7482_a	3651BC(33.6%)3632BC 3561BC(34.6%)3537BC	3657BC(40.4%)3627BC 3591BC(55.0%)3528BC	IntCal13	
AOMR_7590	3649BC(49.0%)3633BC 3552BC(19.2%)3541BC	3655BC(56.4%)3630BC 3579BC(39.0%)3535BC	IntCal13	
AOMR_7613	3748BC(2.2%)3745BC 3713BC(66.0%)3657BC	3771BC(95.4%)3652BC	IntCal13	
AOAO 11a	345AD(68.2%)391AD	262AD(5.2%)277AD 328AD(90.2%)408AD	IntCal13	
KAMBM C5	11518BC(68.2%)11443BC	11545BC(95.4%)11361BC	IntCal13	
KAMBM C13	11502BC(68.2%)11412BC	11525BC(95.4%)11356BC	IntCal13	
KAMBM C14	11503BC(68.2%)11421BC	11524BC(95.4%)11363BC	IntCal13	
CBFB 1	2617BC(5.5%)2610BC 2581BC(20.3%)2565BC 2532BC(42.4%)2496BC	2828BC(0.7%)2824BC 2626BC(94.7%)2487BC	IntCal13	
CBFB C20	2580BC(19.4%)2561BC 2536BC(48.8%)2492BC	2620BC(95.4%)2482BC	IntCal13	
TKTCM 101	6473BC(68.2%)6442BC	6503BC(95.4%)6428BC	IntCal13	
YNHS_41	5295BC(61.6%)5207BC 5144BC(2.1%)5139BC 5092BC(4.5%)5082BC	5300BC(63.5%)5203BC 5169BC(31.9%)5074BC	IntCal13	
YNHS_44	4767BC(8.5%)4756BC 4742BC(3.9%)4736BC 4729BC(55.8%)4688BC	4789BC(90.8%)4669BC 4638BC(4.6%)4618BC	IntCal13	
YNHS_45	4777BC(68.2%)4722BC	4800BC(95.4%)4696BC	IntCal13	
YNHS_46	5033BC(68.2%)4934BC	5193BC(1.2%)5182BC 5060BC(94.2%)4847BC	IntCal13	
YNHS_47	4048BC(68.2%)3991BC	4224BC(3.5%)4207BC 4162BC(7.7%)4131BC 4071BC(84.1%)3975BC	IntCal13	
YNHS_48	4340BC(29.8%)4321BC 4291BC(38.4%)4266BC	4346BC(95.4%)4259BC	IntCal13	
YNHS_51_a	4486BC(6.9%)4476BC 4466BC(25.7%)4444BC 4421BC(25.5%)4394BC 4388BC(10.1%)4374BC	4496BC(95.4%)4367BC	IntCal13	
YNHS_53	4227BC(15.4%)4201BC 4168BC(13.6%)4145BC 4137BC(6.4%)4126BC 4121BC(18.3%)4091BC 4080BC(14.5%)4055BC	4232BC(22.2%)4188BC 4181BC(73.2%)4047BC	IntCal13	
YNHS_56	3950BC(12.3%)3934BC 3874BC(55.9%)3808BC	3958BC(31.4%)3896BC 3881BC(64.0%)3800BC	IntCal13	
YNHS_62	3964BC(31.8%)3941BC 3857BC(36.4%)3819BC	3971BC(41.8%)3925BC 3877BC(53.6%)3805BC	IntCal13	
HKFK_1	4831BC(11.6%)4813BC 4808BC(56.6%)4726BC	4908BC(95.4%)4691BC	IntCal13	

表 6　推定される較正年代と注記（BC/AD 表記）

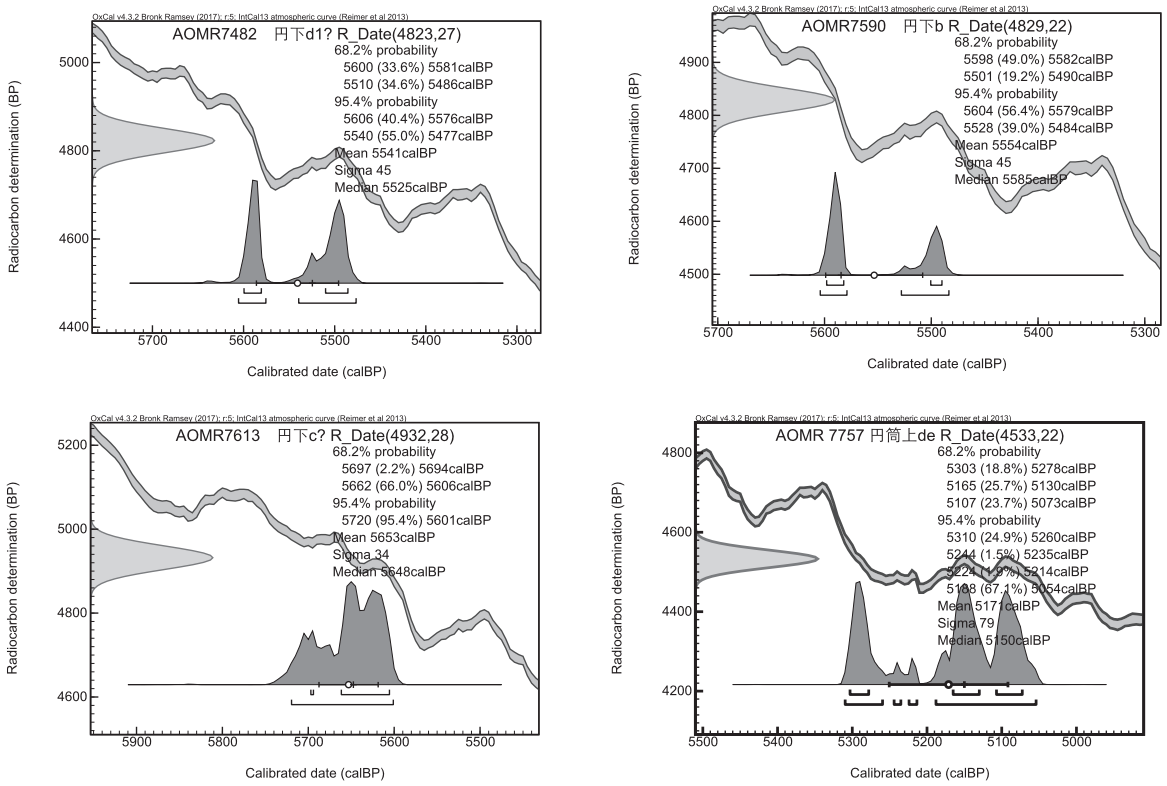


図３　三内丸山遺跡　炭素 14 年代測定試料の較正年代

AMS にて同時測定した値を用いている（Stuiver and Polach 1977）。

^{14}C 年代の誤差は 1 標準偏差を示す。較正データには IntCal13（Reimer et al. 2013）を用い、較正年代の算出には、OxCAL4.2（Bronk Ramsey, 2009）を使用した。三内丸山遺跡の 4 試料については、較正年代確率を図 3 に示す。

これまでに小林が三内丸山遺跡出土試料について炭素 14 年代を測定した結果（表 7）を含めて実年代を比定する。なお、小林以外の村本周三（2007）による盛土層位別の炭化材の炭素 14 年代測定例なども土器型式の示される例を中心に含めた。較正年代は、IntCal13 による較正年代で、2 σの有効範囲で記す。cal BC は紀元前表記、cal BP は 1950 年より何年前との表記である。ここでは紙幅の制限により、較正年代は calBC で表し、かつ 3 パーセント以下の確率分布の範囲は省略した。

５）炭素 14 年代測定・安定同位体比による測定試料の位置づけ

今回測定した試料に , これまで小林が国立歴史民俗博物館年代測定グループらとともに関わってきた測定結果（表 4）を加えて、年代および土器付着物の由来の推定について検討したい。

５－１）安定同位体比および炭素 / 窒素比による土器付着物の由来の予察

表 8 に今回測定した 4 試料および小林がこれまで測定した三内丸山関係の土器付着物資料の安定同位体比と炭素量・窒素量・炭素 / 窒素比（mol 比）を一覧に示す。これまでの経験則により炭素 13 の δ ^{13}C 値が -23.9 ～ -20.0‰の範囲に入る土器内面付着物試料の多数は海洋リザーバー効果の影響が認められる。すなわち、同一時期の試料と比較した場合（土器付着物と共伴炭化材など）、-23.9 ～ -20.0‰の δ ^{13}C 値を示す土器付着物は数百炭素 14 年、古い測定値が得られる（小林 2005、小林・坂本 2004 ほか）。表 8 に示す三内

測定試料名出力	出土区	種類 大分類	種類 小分類	採取部位	時代	土器型式
AOMR-001	17次,00三	土器付着物	焦	口縁内，胴内	縄文中期	最花式
AOMR-002	17次,00三,ⅦJ-127,Ⅲ層	土器付着物	焦	口縁内	縄文中期	大木10式（新）
AOMR-004	17次,00三,VIIK-128,Ⅱ層	土器付着物	焦	口縁内	縄文中期	大木10式(中)
AOMR-1199	17次,00三,VIIM-122,Ⅲ層	土器付着物	焦	口縁内	縄文中期	大木10式
AOMR-2640	VIE-89,Ⅲ層	土器付着物	吹	胴外	縄文中期	榎林式
AOMR-3553	北の谷前期低湿地,ⅤN-80,Ⅲc層	土器付着物	焦	口縁外・胴外	縄文前期	円筒下層b式
AOMR-4210	94三(2),西捨場,VIH-117,Ⅲ層	土器付着物	煤	胴外	縄文中期	最花式
AOMR-4817	93三(2),397埋設土器87,Ⅲ	土器付着物	焦	胴内	縄文中期	円筒上層b式
AOMR-4847	94三(2),VR-07,Ⅲb層	土器付着物	焦	胴内	縄文前期	円筒下層d1式
AOMR-4993	北の谷前期低湿地,VP-94,ⅢC層	土器付着物	煤	口縁外	縄文前期	円筒下層b～円筒下層d式
AOMR-509	405住居跡,Ⅶ-136,床直P4	土器付着物	煤	口縁外	縄文中期	円筒上層c.d式
AOMR-5125	6次,北側斜面18層,報告ⅩⅠ-192頁2	土器付着物	焦	胴内下	縄文前期	円筒下層d2式
AOMR-5125 (re)	6次,北側斜面18層,報告ⅩⅠ-192頁2	土器付着物	焦	胴内下	縄文前期	円筒下層d2式
AOMR-5145	6次,北側盛土,報告ⅩⅠ-197頁9	土器付着物	煤	口縁外・胴外	縄文前期	円筒下層d2～円筒下層d式
AOMR-5279 a	北の谷,VO-89,Ⅲc層	土器付着物	焦	胴内	縄文前期	円筒下層d2式
AOMR-5486	93三(2),No6鉄塔	土器付着物	煤	口縁外・胴外	縄文前期	円筒下層a式
AOMR-5486 (re)	93三(2),No6鉄塔	土器付着物	煤	口縁外・胴外	縄文前期	円筒下層a式
AOMR-5486 (re2)	93三(2),No6鉄塔	土器付着物	煤	口縁外・胴外	縄文前期	円筒下層a式
AOMR-5628	No6鉄塔,ⅦF-74	土器付着物	焦	胴内下	縄文前期	円筒上層a式より以前（芦野2群）
AOMR-5634 a	北の谷,Gトレンチ,Ⅲ層	土器付着物	焦	胴内	縄文前期	円筒下層a式～芦野2群
AOMR-5634 a (r)	北の谷,Gトレンチ,Ⅲ層	土器付着物	焦	胴内	縄文前期	円筒下層a式～芦野2群
AOMR-5698	北の谷前期低湿地,VP-91,ⅢC層,P-658トレ	土器付着物	煤	胴外中	縄文前期	円筒下層b式
AOMR-5698 (re)	北の谷前期低湿地,VP-91,ⅢC層,P-658トレ	土器付着物	煤	胴外中	縄文前期	円筒下層b式
AOMR-5725	北の谷前期低湿地,VO-89,Ⅲc層,P-2366	土器付着物	煤	口縁外	縄文前期	円筒下層b式
AOMR-5725 (re)	北の谷前期低湿地,VO-89,Ⅲc層,P-2366	土器付着物	煤	口縁外	縄文前期	円筒下層b式
AOMR-5725 (re2)	北の谷前期低湿地,VO-89,Ⅲc層,P-2366	土器付着物	煤	口縁外	縄文前期	円筒下層b式
AOMR-5991	94三(2),VN-83,Ⅱ層	土器付着物	煤	胴外	縄文中期	円筒上層d～e式？
AOMR-6320	No6鉄塔,ⅦG-74-4,VIb層	土器付着物	焦	胴内	縄文前期	円筒下層a式
AOMR-637 (sp)	93三(2),109埋設土器	土器付着物	焦	胴内	縄文中期	円筒上層d式
AOMR-892	93三(2),487埋設土器	土器付着物	焦	胴内下	縄文中期	円筒上層a式
AOMR-C110	110住居跡,埋設土器,榎材(壁未検出)	炭化材			縄文中期	榎林式･大木8b式
AOMR-C1A	D区,貼土（道状遺構）	炭化材			縄文中期	不明
AOMR-C205	205住居跡,床面,最下層	炭化材			縄文中期	最花式
AOMR-C287	287住居跡,炉3,4層	炭化材			縄文前期	円筒下層d2式
AOMR-C423	423住居跡,覆土5層	炭化材			縄文前期	円筒下層d1式
AOMR-C114	114住居跡,埋設土器炉内,VIJ-95	炭化材			縄文中期	円筒上層e式
AOMR-C288	288住居跡,埋設土器,炉覆土下部VIG-88	炭化材			縄文中期	
AOMR-C290	94三(2),290住居跡,覆土中	炭化材			縄文前期	円筒下層d1式
AOMR-C91	91住居跡,炉(石囲炉),大型住居	炭化材			縄文中期	榎林式
AOMR-C7-1	40号配石	炭化材			縄文	不明
AOMR-C86	40号配石(サンプル8-6)	炭化材			縄文中期	不明
AOMR-C116	36号配石(サンプル11-6)	炭化材			縄文中期	不明
AOMR-C154	38号配石(サンプル15-4)	炭化材			縄文中期	不明
AOSM-C503	27次調査,683-A号住居跡25層	炭化材	木炭		縄文中期	大木10式
AOSM-C514	27次調査,683-A号住居跡25層	炭化材	木炭		縄文中期	大木10式
AOSM-C501	27次調査,683-A号住居跡25層	炭化材	木炭		縄文中期	大木10式
AOSM-C526	27次調査,683-A号住居跡25層	炭化材	木炭		縄文中期	大木10式
AOSM-C9	29次調査A区,683号住居跡覆土	その他	不明		縄文中期	大木10式
AOSM-C67	29次調査A区,683-A号住居跡覆土	種実	オニグルミ		縄文中期	大木10式
AOSM-C56	29次調査A区,683号住居跡覆土	炭化材	木炭		縄文中期	大木10式
AOSM-C82	29次調査A区,683-A号住居跡1炉覆土	炭化材	木炭		縄文中期	大木10式
AOSM-C83	29次調査A区,683-A号住居跡1炉覆土	炭化材	木炭		縄文中期	大木10式
AOSM-C85	29次調査A区,683-A号住居跡1炉覆土	炭化材	木炭		縄文中期	大木10式
AOSM-C211	29次調査A区,遺物包含層,北崖b-3層	炭化材	木炭		縄文中期	円筒上層～榎林
AOSM-C303	29次調査A区,遺物包含層,北崖f-6層	炭化材	木炭		縄文	縄文前～中期
AOSM-C352	29次調査A区,遺物包含層,北崖g層	炭化材	木炭		縄文	縄文前～中期
AOSM-C380	29次調査A区,遺物包含層,北崖j-5層	炭化材	木炭		縄文前期	円筒下層
AOSM-C409	29次調査A区,遺物包含層,北崖m-4層	炭化材	木炭		縄文前期	円筒下層
AOSM-C416	29次調査A区,遺物包含層,北崖m-10層	炭化材	木炭		縄文前期	円筒下層
AOSM-C399	29次調査A区,遺物包含層,北崖n-1層	炭化材	木炭		縄文前期	円筒下層
AOSM-C421	29次調査A区,遺物包含層,北崖n-2層	炭化材	木炭		縄文前期	円筒下層
AOSM-C483	29次調査A区,遺物包含層、東壁Ⅲ-3層	種実	オニグルミ		縄文中期	大木10
AOSM-C473	29次調査A区,遺物包含層、東壁Ⅲ-1d層	種実	オニグルミ		縄文中期	最花
AOSM-C492	29次調査A区,遺物包含層、東壁Ⅲ-2a層	種実	オニグルミ		縄文中期	榎林～最花
AOSM-C482	29次調査A区,遺物包含層、東壁Ⅲ-1b層	種実	オニグルミ		縄文中期	最花～大木10
AOMB-51	D区,SI06号住居跡,炉体土器	土器付着物	煤	胴外	縄文中期	円筒上層d･e式
AOMB-52	D区,SI06号住居跡,覆土18層,53と同一個体	土器付着物	煤	口縁外	縄文中期	円筒上層d･e式
AOMB-53	D区,SI06号住居跡,覆土18層,52と同一個体	土器付着物	焦	底部内面	縄文中期	円筒上層d・e式
AOMB-54 b	B区,SI02号住居跡,炉体土器	土器付着物	煤	口縁外	縄文中期	円筒上層b式
AOMB-55	D区,SI01号住居跡,床直	土器付着物	煤	口縁外	縄文中期	円筒上層d・e式
AOMR-33-102	520集15図1:大木6式	土器付着物	煤	口縁外	縄文前期	大木6式
AOMR-3353	6次未掲載・円筒下層d2式	土器付着物	煤	口縁外	縄文前期	円筒下層d2式
AOMR-6877	94年未掲載:円筒上層c	土器付着物	煤	口縁外	縄文中期	円筒上層c
AOMR-7605	94年未掲載:円筒下層c	土器付着物	煤	口縁外	縄文前期	円筒下層c
AOSNM-C11497 0	木柱	木材		0	縄文中期	
AOSNM-C11497 20	木柱	木材		20	縄文中期	
AOSNM-C11497 40	木柱	木材		40	縄文中期	
AOSNM-C11497 70	木柱	木材		70	縄文中期	
AOSNM-C13729 30-	木柱	木材		-30	縄文中期	
AOSNM-C13729 10	木柱	木材		10	縄文中期	
AOSNM-C13729 30	木柱	木材		30	縄文中期	
AOSNM-C13729 50	木柱	木材		50	縄文中期	
AOSNM-C13729 70	木柱	木材		70	縄文中期	
AOSNM-C13771 0	木柱	木材		0	縄文中期	
AOSNM-C13771 30	木柱	木材		30	縄文中期	
AOSNM-C13771 50	木柱	木材		50	縄文中期	
AOSNM-C11301 0	木柱	木材			縄文中期	
AOSNM-C13792 0	木柱	木材			縄文中期	
AOSNM-C13793 0	木柱	木材			縄文中期	

表７（左）　三内丸山遺跡のこれまでの炭素 14 年代測定一覧（歴博および小林測定関連）

測定試料名出力	ラボ	コード	^{14}C	AMSd^{13}C	較正年代 1a	確率 1	較正年代 1b	較正年代 2a	確率 2	較正年代 2b	較正年代 3a	確率 3	較正年代 3b
AOMR-001	Beta	187226	4550 ± 40	-23.3	3370	37.3	3260	3245	56.8	3100			
AOMR-002	Beta	187227	4340 ± 40	-23.7	3085	5.6	3060	3030	89.9	2890			
AOMR-004	Beta	187224	4320 ± 40	-21.8	3080	1.7	3070	3025	93.8	2885			
AOMR-1199	IAAA	31585	4160 ± 30	-19.7	2880	19.4	2830	2820	71.3	2655			
AOMR-2640	MTC	04036	4360 ± 45	-27.2	3095	95.4	2890						
AOMR-3553	MTC	04299	4845 ± 40	-28.7	3705	63.2	3625	3590	32.3	3525			
AOMR-4210	MTC	04037	4220 ± 50	-26.7	2915	34.1	2830	2815	59.3	2660			
AOMR-4817	IAAA	31586	4540 ± 30	-21.0	3365	26.9	3305	3240	62.2	3100			
AOMR-4847	Beta	194402	4630 ± 40	-26.7	3620	0.9	3610	3520	94.5	3340			
AOMR-4993	MTC	04300	4810 ± 40	-30.0	3690	0.9	3685	3660	94.0	3515			
AOMR-509	MTC	04588	4530 ± 40	-26.3	3365	34.9	3260	3250	60.6	3095			
AOMR-5125	MTC	04038	4530 ± 45	-27.5	3370	95.4	3090						
AOMR-5125 (re)	Beta	189559	4570 ± 40	-26.3	3375	35.1	3305	3240	45.9	3100			
AOMR-5145	MTC	04301	4555 ± 40	-27.1	3370	38.1	3260	3245	54.8	3100			
AOMR-5279 a	MTC	04039	4530 ± 50	-28.0	3370	93.1	3090	3050	1.6	3030			
AOMR-5486	MTC	04040	5040 ± 190	-51.0	4265	92.2	3495	3435	2.3	3375			
AOMR-5486 (re)	Beta	189562	4980 ± 40	-25.6	3935	14.5	3870	3810	80.9	3655			
AOMR-5486 (re2)	MTC	04711	4900 ± 60	-27.8	3800	87.1	3630	3585	6.5	3530			
AOMR-5628	MTC	04041	5580 ± 50	-20.4	4515	0.3	4510	4500	95.2	4335			
AOMR-5634 a	MTC	04042	4980 ± 45	-24.5	3940	18.2	3860	3810	77.3	3655			
AOMR-5634 a (r)	Beta	189561	5010 ± 40	-25.8	3945	35.5	3855	3825	56.4	3705			
AOMR-5698	MTC	04043	5310 ± 45	-27.3	4310	1.4	4300	4260	90.8	4035			
AOMR-5698 (re)	Beta	189560	5340 ± 50	-24.7	4325	9.8	4280	4270	85.7	4040			
AOMR-5725	MTC	04044	4695 ± 45	-27.4	3630	18.2	3575	3535	75.9	3365			
AOMR-5725 (re)	Beta	189563	4880 ± 40	-25.8	3760	5.8	3720	3715	86.3	3630			
AOMR-5725 (re2)	MTC	04712	4900 ± 90	-28.2	3945	95.1	3515	3395	0.4	3385			
AOMR-5991	MTC	04302	4520 ± 60	-26.1	3075	6.0	3020	3370	88.3	3075			
AOMR-6320	MTC	04045	5195 ± 40	-26.4	4070	90.4	3945	4160	3.3	4130			
AOMR-637 (sp)	Beta	187225	4710 ± 40	-23.8	3630	28.0	3555	3535	20.8	3490	3470	46.6	3370
AOMR-892	IAAA	31584	4570 ± 30	-21.9	3375	45.8	3320	3235	23.1	3170	3160	18.9	3110
AOMR-C110	MTC	04304	4795 ± 40	-29.1	3655	92.7	3515	3420	0.3	3415			
AOMR-C1A	IAAA	40509	3900 ± 80	-32.0	2575	95.4	2140						
AOMR-C205	IAAA	32085	4110 ± 40	-28.8	2870	23.4	2800	2780	70.1	2570			
AOMR-C287	IAAA	32084	4440 ± 40	-28.6	3330	32.6	3210	3135	45.1	2995	2995	11.1	2925
AOMR-C423	IAAA	32082	4410 ± 40	-28.2	3325	12.9	3235	3170	1.2	3160	3115	81.0	2915
AOMR-C114	PLD	5156	4630 ± 35	-38.2	3515	73.7	3395	3385	21.7	3350			
AOMR-C288	PLD	5157	4735 ± 25	-26.5	3635	52.1	3555	3540	20.3	3500	3430	23.1	3380
AOMR-C290	PLD	5158	4665 ± 25	-25.7	3520	83.8	3395	3385	11.6	3365			
AOMR-C91	MTC	04303	4230 ± 35	-26.6	2910	47.9	2850	2810	37.6	2740	2725	9.4	2695
AOMR-C7-1	IAAA	40510	4150 ± 40	-28.6	2880	94.1	2620						
AOMR-C86	MTC	05828	4340 ± 45	-28.9	3090	8.9	3045	3030	86.5	2885			
AOMR-C116	MTC	05829	3755 ± 45	-30.5	2295	95.4	2025						
AOMR-C154	MTC	05830	4115 ± 45	-26.7	2870	94.9	2570						
AOSM-C503	PLD	4858	3880 ± 25	-27.1	2465	95.5	2290						
AOSM-C514	PLD	4859	3960 ± 25	-26.6	2570	33.9	2515	2500	51.6	2450	2375	5.4	2350
AOSM-C501	PLD	4860	3980 ± 25	-26.8	2570	54.3	2510	2500	41.1	2465			
AOSM-C526	PLD	4861	3945 ± 25	-27.0	2565	11.9	2530	2495	66.0	2390	2385	17.6	2345
AOSM-C9	PLD	4862	35410 ± 190	-22.7									
AOSM-C67	PLD	4863	3985 ± 25	-27.0	2570	57.0	2510	2500	38.5	2465			
AOSM-C56	PLD	4864	4045 ± 25	-25.3	2830	2.3	2820	2630	93.2	2480			
AOSM-C82	PLD	4865	3975 ± 25	-27.4	2570	50.9	2510	2500	44.5	2460			
AOSM-C83	PLD	4866	3885 ± 25	-25.9	2465	95.5	2295						
AOSM-C85	PLD	4867	3950 ± 25	-25.9	2565	18.9	2520	2495	54.1	2425	2380	13.0	2345
AOSM-C211	PLD	4868	4525 ± 30	-26.4	3355	32.6	3260	3240	62.9	3100			
AOSM-C303	PLD	4869	4515 ± 25	-25.9	3350	31.3	3260	3240	64.2	3100			
AOSM-C352	PLD	4870	4490 ± 25	-25.0	3340	56.9	3200	3200	38.6	3095			
AOSM-C380	PLD	4871	4480 ± 25	-26.0	3340	57.4	3205	3195	16.4	3145	3145	18.9	3090
AOSM-C409	PLD	4850	4710 ± 25	-25.1	3630	23.0	3580	3530	21.0	3495	3465	51.4	3375
AOSM-C416	PLD	4851	4720 ± 25	-26.3	3630	32.3	3575	3535	20.8	3495	3435	38.1	3375
AOSM-C399	PLD	4852	4655 ± 25	-27.1	3515	75.8	3420	3420	3.7	3405	3385	12.8	3365
AOSM-C421	PLD	4853	4695 ± 25	-26.0	3625	10.4	3595	3525	21.7	3490	3470	63.4	3370
AOSM-C483	PLD	4854	3900 ± 25	-24.6	2470	86.6	2330	2325	8.9	2300			
AOSM-C473	PLD	4855	4030 ± 25	-21.5	2620	4.4	2605	2600	2.3	2590	2580	88.6	2475
AOSM-C492	PLD	4856	4100 ± 25	-25.6	2860	22.2	2810	2750	8.0	2720	2700	65.2	2575
AOSM-C482	PLD	4857	4060 ± 25	-25.5	2835	7.1	2815	2640	58.5	2545	2535	24.8	2490
AOMB-51	MTC	08487	4425 ± 45	-28.4	3330	24.5	3215	3185	4.6	3155	3125	66.4	2915
AOMB-52	MTC	08488	4580 ± 45	-25.7	3500	19.3	3430	3380	33.1	3305	3240	38.2	3100
AOMB-53	MTC	08489	4600 ± 45	-29.8	3520	42.9	3390	3385	31.4	3320	3235	11.2	3170
AOMB-54 b	MTC	08490	4650 ± 45	-27.7	3625	4.8	3595	3525	90.7	3350			
AOMB-55	MTC	08491	4380 ± 100	-31.5	3360	93.9	2865	2805	1.2	2775			
AOMR-33-102	YU	1001	4845 ± 28	-22.8	3695	75.1	3630	3575	1.3	3570	3565	18.8	3535
AOMR-3353	YU	1002	4626 ± 26	-27.1	3505	70.8	3425	3380	24.6	3355			
AOMR-6877	YU	1003	4816 ± 27	-24.4	3650	31.8	3825	3590	63.5	3525			
AOMR-7605	YU	1004	5435 ± 26	-23.8	4340	95.2	4250						
AOSNM-C11497 0	MTC	11854	4080 ± 70	-30.2									
AOSNM-C11497 20	MTC	11855	4130 ± 80	-25.8									
AOSNM-C11497 40	MTC	11856	4160 ± 50	-25.3									
AOSNM-C11497 70	MTC	11857	4120 ± 60	-25.0									
AOSNM-C13729 30-	MTC	11858	4030 ± 60	-26.0									
AOSNM-C13729 10	MTC	11859	4190 ± 50	-24.9									
AOSNM-C13729 30	MTC	11860	4000 ± 60	-24.4									
AOSNM-C13729 50	MTC	11861	4050 ± 70	-22.3									
AOSNM-C13729 70	MTC	11862	4070 ± 50	-18.6									
AOSNM-C13771 0	MTC	11863	4160 ± 50	-23.4									
AOSNM-C13771 30	MTC	11864	4110 ± 50	-21.0									
AOSNM-C13771 50	MTC	11865	3930 ± 70	-30.8									
AOSNM-C11301 0	MTC	11866	3860 ± 70	-25.1	2560	1.5	2535	2490	93.8	2135			
AOSNM-C13792 0	MTC	11867	4120 ± 60	-25.2	2880	92.1	2565	2520	3.3	2495			
AOSNM-C13793 0	MTC	11868	4170 ± 70	-22.3	2905	95.3	2570						

表７（右）

測定試料名	δ13C-VPDB‰	δ15N-Air‰	Total C‰	Total N‰	C/N比
AOMR-001	-23.0	12.0	52.7	5.5	11.1
AOMR-004	-22.0	13.5	55.3	6.5	9.9
AOMR-1199	-22.5				
AOMR-2640	-25.0	6.5	61.3	4.6	15.7
AOMR-3553	-25.0	4.1	58.2	2.9	23.3
AOMR-4817	-24.2				
AOMR-4847	-26.1	2.9	21.5	1.0	25.5
AOMR-4847b	-24.2	9.1	5.5	0.3	23.6
AOMR-4993	-25.9	2.3	58.5	3.0	22.9
AOMR-5125	-26.2	1.1	36.9	1.0	44.7
AOMR-5145	-24.8	4.8	63.4	1.4	53.8
AOMR-5486	-25.6	2.3	59.6	3.3	20.8
AOMR-5628	-23.0	15.7	62.3	7.9	9.2
AOMR-5634 a	-26.1	0.6	59.4	1.9	35.6
AOMR-5698	-24.5	12.4	67.6	1.6	49.9
AOMR-5725	-26.0	4.2	54.0	2.9	21.7
AOMR-5991	-26.9	7.2	40.3	1.2	38.1
AOMR-6320	-24.7	12.6	67.0	3.3	23.8
AOMR-637 (sp)	-26.4	7.5	7.2	0.7	11.4
AOMR-892	-24.7	5.5	40.6	2.9	16.6
AOMR-892b	-25.5	10.9	27.3	1.3	24.3
AOMR-33-102	-23.8	9.77	38.7	3.96	11.4
AOMR-3353	-26.0	9.62	59.4	2.80	24.7
AOMR-6877	-23.6	10.2	54.0	5.25	12.0
AOMR-7605	-24.6	11.0	63.2	2.37	31.1
AOMR-7757	-25.7	1.6	70.0	2.7	30.0
AOMR-7482_a	-24.6	7.9	45.0	4.2	12.4
AOMR-7590	-25.5	-1.0	61.3	1.3	53.2
AOMR-7613	-25.1	4.6	26.3	1.8	16.9

表 8（左） 三内丸山遺跡 IRMS 安定同位体比測定値一覧（歴博関係および小林測定）

丸山遺跡の 29 測定例（27 土器個体）をみると、内面付着物の AOMR-001、004、1199、5628、および外面付着物の 33-102、6877 の 6 試料は δ^{13}C 値が -23.8 ～ -22.0‰である。このうち、内面付着物の 4 試料は明らかに同一時期の試料と比べて数百炭素 14 年古い測定値となっている。一方、外面付着物の 33-102 は炭素 14 年代測定値としては整合的、6877 は古い年代が与えられており、判断に苦しむ。ここでは内面付着物の 4 試料は海洋リザーバー効果の影響を受けた可能性が高く、外面付着物の 6877 は海産物調理時の噴きこぼれなど海洋リザーバー効果の影響がある可能性を指摘しておくにとどめたい。窒素同位体や C/N 比をみると、特に 001 および 004、5628（1199 は量不足で δ^{15}N 値や C/N 比は測定不可）は C/N 比が 10 程度で比較的低く、窒素同位体が 10 以上で比較的高い。外面付着物であるが 6877 も比較的同様の傾向を示す。魚などの海洋動物の調理に由来するお焦げである可能性が指摘できる。ただし、637、3353 および 7605 は炭素 14 年代測定値が同一時期の試料に比べ古いが、δ^{13}C 値は -24 ～ -26‰と通常の陸性生物由来の炭化物の値で、海洋リザーバー効果の影響と考えられず、その炭化物の性格・由来は不明である。前後の土器型式の測定値と比べても明らかに数百炭素 14 年古いので、次節の年代的検討からは除外しておきたい。

比較対象として測定した三内丸山遺跡以外の測定をみると、AOAON-1 および AOAO-4 が -23‰程度の δ^{13}C 値であり、青森市内の試料というこ

測定試料名	時期	部位	^{14}CBP	評価
AOMR-001	最花式	口縁内，胴内	4550　±　40	海洋
AOMR-004	大木10式(中)	口縁内	4320　±　40	海洋
AOMR-1199	大木10式	口縁内	4160　±　30	海洋
AOMR-2640	榎林式	胴外	4360　±　45	
AOMR-3553	円筒下層b式	胴外	4845　±　40	
AOMR-4817	円筒上層b式	胴内	4540　±　30	
AOMR-4847	円筒下層d1式	胴内	4630　±　40	
AOMR-4847b	円筒下層d1式	胴外	未測定	
AOMR-4993	円筒下層b～d式	口縁外	4810　±　40	
AOMR-5125	円筒下層d2式	胴内下	4530　±　45	
AOMR-5145	円筒下層d2式?	口縁外・胴外	4555　±　40	
AOMR-5486	円筒下層a式	口縁外・胴外	4980　±　40	
AOMR-5628	円筒上層a以前（芦野2群）	胴内下	5580　±　50	海洋
AOMR-5634 a	円筒下層a～芦野2群	胴内	4980　±　45	
AOMR-5698	円筒下層b式	胴外中	5310　±　45	
AOMR-5725	円筒下層b式	口縁外	4695　±　45	
AOMR-5991	円筒上層d～e式？	胴外	4520　±　60	
AOMR-6320	円筒下層a式	胴内	5195　±　40	
AOMR-637 (sp)	円筒上層d式	胴内	4710　±　40	古い
AOMR-892	円筒上層a式	胴内下	4570　±　30	
AOMR-892b	円筒上層a式	胴外	未測定	
AOMR-33-102	大木6式	口縁外	4845　±　28	？
AOMR-3353	円筒下層d2式	口縁外	4626　±　26	古い？
AOMR-6877	円筒上層c	口縁外	4816　±　27	海洋?
AOMR-7605	円筒下層c	口縁外	5435　±　26	古い？
AOMR-7757	円筒上層d～e	胴中内	4533　±　22	
AOMR-7482_a	円筒下層d1？	胴下内	4823　±　27	
AOMR-7590	円筒下層b?	胴下内	4829　±　22	
AOMR-7613	円筒下層c？	口縁外	4932　±　28	

表８（右）

とからも三内丸山遺跡の海産物利用の痕跡に対比できる可能性がある。AOAON-1・AOAO-4 は、青森市内の縄文前期初頭に対比される土器付着物で、型式的に AOAON-1 は三内丸山遺跡が営まれる以前、AOAO-4 は大木６式で三内丸山遺跡の AOMR-33-102 と同一型式に当たる。AOAON-1 は古くから青森市域で海産物が利用されていたことを示し、また AOAO-4 は、三内丸山遺跡以外でも北東北に海産物の利用が顕著にみられることを示す点で重要である。一方、AOAO-11a は、古代の土師器底内面に遺存していた塗料または燃料材と考えられる黒色の付着物で、古代としては共伴試料よりも 100 炭素 14 年ほど古いとされた試料である。今回の測定では δ^{13}C 値は -24 ～ -26‰と通常の陸性生物由来の炭化物の値で、海洋リザーバー効果の影響と考えられず、性格は不明であり検討を要する。すなわち、単純に年代が古い測定試料や δ^{13}C 値のみから内容物を推測することは難しい場合もあることを示している。

他の試料をみると、山梨県堰口遺跡の縄文前期土器付着物である YNHS-46 の δ^{13}C 値が -15.8‰と重い値を示す。雑穀類などが含まれる C_4 植物由来の炭化物の可能性があり興味深いが、本稿では検討対象外なので差し控え、別の機会に改めて検討したい。

５－２）炭素 14 年代測定結果の較正年代による型式別の実年代推定

前述の検討にみたように、土器付着物については海洋リザーバー効果の影響がある可能性が指摘

できる試料があり、その年代は古い年代値が得られるので、実年代推定からは除去する。同様に、過去における盛土以降層位および竪穴住居出土炭化材については、層位的には廃棄行為により包含された試料が多く一括廃棄か累積的な廃棄かが少なくとも盛土覆土中や遺構の覆土中の炭化材では決定できないため、共伴する土器の土器型式を明確に比定できない場合があり下記の検討からは除外する。同様に、ウイグルマッチング用に採取した年輪試料についても、ここでは検討の対象から除外しておく。

三内丸山で最も古い芦野第二群～円筒下層a式に比定される試料の測定5580±5014C BP（AOMR5628）、4980±4514C BP（AOMR5634a）のうち、古い方のAOMR5628は前述のように、海洋リザーバー効果の影響で古い年代となっている可能性が高い。円筒下層a式は、4980±40^{14}C BP（AOMR5486）、5195±40^{14}C BP（AOMR6320）、円筒下層b式は4845±40^{14}C BP（AOMR3553）、4695±45^{14}C BP（AOMR5725）、4829 ±22^{14}C BP（AOMR7590）の測定値である。青森県畑内遺跡の円筒下層b式が5020±50^{14}C BPであり、円筒下層a式の較正年代は、6000-5900cal BPころ、円筒下層b式の較正年代は5900-5700cal BPころと推測する。対比試料の山梨県堰口遺跡などの前期試料の測定結果と比較すると、関東・中部地方[註2]では、三内丸山遺跡の測定した円筒下層a式は諸磯a式、円筒下層b式は諸磯b式に相当する年代に含まれる。円筒下層c式については4932±28^{14}C BP（AOMR7613）と円筒下層b式よりも古い測定値が出ているが、較正年代の3771cal BC（95.4%）3652cal BCの新しい部分の年代、すなわち5600cal BPよりやや古い頃に当たる可能性があり、諸磯c式に並行する年代に当てられようか。

円筒下層d1式は4823±27^{14}C BP（AOMR7482a）、4630±40^{14}C BP（AOMR4847）、4410 ±40^{14}C BP（AOMR-C423）、4665 ±25^{14}C BP（AOMR-C290）で、C423は明らかに新しく共伴炭化物であることから層位的な混在が疑われる。また、同時期と考えられる大木6式のAOMMR33-102は4845±28^{14}C BPで、5500cal BPごろであり、関東地方で言えば十三菩提式期に相当する。円筒下層d2式は4555±40^{14}C BP（AOMR-5145）、4626±26^{14}C BP（AOMR-3353）、4570±40^{14}C BP（AOMR-5125（re））、4530 ±50^{14}C BP（AOMR-5279 a）、4440 ±40^{14}C BP（AOMR-C287）で、5400cal BPより新しい。円筒下層d2式の較正年代はAOMR5279aを例にとると3370-3090cal BCころに含まれ、円筒上層a式（AOMR892　4570±30）が3375-3320cal BCと推定され、この測定例からは、3360cal BC（5310cal BP）ころに両型式時期の境があるとも捉えられる。

前期と中期の境については、関東・中部・南東北・北陸の測定例から、十三菩提式と五領ケ台1式、朝日下層式と新保式、大木6式と7a式の境は、3465cal BCころと想定する（小林2017）。また、八戸市笹ノ沢（3）遺跡でも、下層の貯蔵穴出土の円筒下層d1式からは4700^{14}CBP、上層の住居址の円筒上層a式土器からは4550^{14}CBPの測定値を中心に得ている（小林・坂本・松崎2004）ので、3500-3400cal BCころに前中期の境があると考える。円筒下層d２式土器は関東中部地方では中期初頭に対比されよう[註3]。

円筒上層b式は4540±30^{14}C BP（AOMR-4817）、4650±45^{14}C BP（AOMB-54b）で、54bがやや古い値だが、5400～5100cal BPに含まれる年代が中心で、関東・中部地方では五領ケ台2式から勝坂前半期に対比される年代になろう。

中期中葉の円筒上層d・e式は、AOMR7757が4533 ±22^{14}C BPのほか、4520±60^{14}C BP（AOMR-5991）、4425±45^{14}C BP（AOMB-51）、4580 ±45^{14}C BP（AOMB-52）、4600 ±45^{14}C BP（AOMB-53）などであり、測定値はやや新古

にばらけるが較正年代で 5100 ～ 5000cal BP を共通して含むことからそのあたりの年代に比定したい。関東・中部地方では勝坂３式にほぼ相当しよう。

中期後半では、榎林式に比定される AOMR2640 は 4360 ± 45^{14}C BP で較正年代は 3095-2890cal BC（5045-4840cal BP)、炭化物だが AOMR-C91 は 4230 ± 35^{14}C BP で較正年代では 2910-2740 cal BC（4860-4690cal BP）である。関東地方では前者は加曽利 E1 式、後者は加曽利 E2 式に比定される年代が近い。

最花式に比定される AOMR4210 は 4220 ± 50^{14}C BP で 2815-2660cal BC の可能性が高い。同じ最花式の AOMR1 は、3370-3100cal BC とやや古いが、δ ^{13}C 値が -23‰であり前述のように海洋リザーバー効果の影響と考えられる。炭化物だが、AOMR-C205 は 4110 ± 40^{14}C BP である。4800-4600cal BP に含まれるが、榎林式より新しいので 4600cal BP に近い年代が主であろう。関東の加曽利 E3 式に相当する年代に当たる可能性があろう。榎林式は 2880cal BC ころまでで、おおむね関東地方加曽利 E2 式、南東北大木 8b 式に相当し、最花式は 2820-2650cal BC で加曽利Ｅ３式、大木９式におおむね対比される年代と捉えておきたい。

大木 10 式に比定される AOMR2 は、4340 ± 40^{14}C BP で 3020-2880cal BC、同じく AOMR1199 は 4160 ± 30^{14}C BP で 2880-2655cal BC の可能性が高いが、1199 は前述のように海洋リザーバー効果により古い年代値である可能性が高い。炭化物では、683-A 号住居炉覆土から AOSM-C82 が 3975 ± 25^{14}C BP で、大木 10 式は、2600cal BC ～ 2450cal BC（4550 ～ 4400）ころを含むと捉えておきたい。関東地方では、中期末加曽利 E4 式は比較試料の CBFB のデータが含まれるが、4540 ～ 4490 cal BP（2590-2540cal BC）頃と捉えている。その後 4490 ～ 4395 cal BP （2540-2445cal BC）頃に称名寺 1a・b 式と加曽利 E5 式が展開しており、称名寺式を持って後期とするのが一般的である。三内丸山遺跡の大木 10 式については遺構出土の炭化物であるが、称名寺 1a 式期に並行する可能性の高い測定結果が得られており、少なくとも関東で後期にしている時期にも人間活動が行われていた可能性が極めて高いと指摘できる。

以上、三内丸山遺跡の土器付着物、特に内面付着物には海産物の煮焦げの炭化物が含まれることが確認できた。また、三内丸山遺跡の実年代は、紀元前 4000cal BC 年頃から 2450cal BC 年頃までであり、それは、東日本の各地域の実年代と対比させると、縄文前期前葉から後期初頭に対比される年代であることが明確となった。

三内丸山遺跡の土器型式別の実年代を細かく確実に比定していくには、炭素 14 年代測定自体が不足であり、かつ酸素同位体比を含むウイグルマッチングによる高精度年代決定を試みて総合的に判断していく必要がある。まだまだ測定に適した試料を求め測定していく努力が必要である。

５．東北日本の酸素同位体比年輪年代法の研究状況と古気候復元の展望

年輪年代法によって、年代未知の木材の年代を決定するには、年代既知のマスタークロノロジーが必要である。東北日本では、年輪幅のマスタークロノロジーとして、スギ（西暦 405 年～ 1285 年、1776 年～ 1986 年（奈良国立文化財研究所 1990))、ヒノキアスナロ（西暦 745 ～ 1329 年（光谷 2007)、1715 ～ 2001 年（Ohyama et al. 2007))、ブナ（西暦 1853 ～ 1994 年（Hoshino et al. 2008)）のクロノロジーが構築されてきた。年輪幅は非破壊での計測も可能であり、文化財の分析に適しているが、年代解析には原則として同じ樹種のマスタークロノロジーが必要となるため、東北日本では上記３種に適用が限られていた。

一方で、前述したように、年輪酸素同位体比の変動は樹種を超えて強く同調することから、1つのマスタークロノロジーを構築することによって、理論上はあらゆる木材の年代決定が可能となる。しかし、年輪酸素同位体比を規定する気候要素（相対湿度・降水量）は、地域によって異なるため、東北日本の木材の年代決定には、東北日本の気候下で生育した樹木から年輪酸素同位体比データを獲得し、それらを連結、統合してマスタークロノロジーを構築する必要があった。そこで著者らは、東北日本版マスタークロノロジーの構築を目指して、東北日本各地の現生木、遺跡出土木材、自然埋没木を採集し、酸素同位体比データを獲得してきた。ここでは、そのデータの獲得状況と、それらのデータ・試料を東北日本の古気候復元に応用する研究の展望について述べる。

青森県内の現生ヒノキアスナロ材、青森市石江遺跡群出土アスナロ材（アスナロとその変種であるヒノキアスナロは木材解剖学的特徴が同じであるため、出土木材や自然埋没木ではどちらもアスナロと同定される。ただし、現在の分布状況から青森県・北海道から出土したアスナロ材はヒノキアスナロ材と考えられる。以下も同様）、東通村猿ヶ森砂丘アスナロ埋没木、秋田県大仙市払田柵跡出土スギ材、鳥海山スギ埋没木を採集し、年輪酸素同位体比分析を行った。その結果、紀元前1411年～前466年（木村ほか 2014）、西暦417年～1595年（箱﨑ほか 2014，2016）、西暦1845～2011年（箱﨑ほか 未発表）のデータを獲得した（図4）。また、これらのデータをもとに暫定構築した東北日本版マスタークロノロジーによって、青森県青森市浪岡地区中道遺跡出土アスナロ材や宮城県多賀城市多賀城跡出土クリ材の年代決定にも成功した（箱﨑ほか 2017，木村ほか 未発表）。さらに、クロノロジーの延伸とクオリティ向上を目指して、上述の試料に加え、青森県青森市米山（2）遺跡出土アスナロ材、北海道檜山郡上ノ国町勝山館跡出土アスナロ材・スギ材、千歳市ユカンボシ遺跡出土木材の分析にも取り組んでいる。以上のように、著者らの研究によって東北日本版酸素同位体比マスタークロノロジーの構築は急速に進展しており、近い将来、過去3400年間にわたる日本最長のクロノロジーが構築できると考えている。ただし、三内丸山遺跡の出土木材の年代決定には、このクロノロジーをさらに過去へと延伸させる必要がある。筆者らは、東北日本各地の古材の採集および酸素同位体比データの獲得を今後も継続して行い、三内丸山遺跡出土木材の1年精度の年代決定に向けて、研究を推進していく考えである。

次に古気候復元の展望について述べる。古気候を定量的に復元するには、まず現生木の年輪データ（年輪幅、年輪密度、年輪同位体比）を複数の樹木個体から獲得し、それらを平均してクロノロジーを構築する。つぎに、クロノロジーと気象観測データとを相関解析し、その結果をもとに気候復元モデル式を作成する。そして、そのモデル式に古材（遺跡出土材、自然埋没木）の年輪データから構築したクロノロジーを代入し、気象観測データが無い時代の古気候を復元する。現在、著者らは、東北日本の古気候復元に向けて、2つの方向から研究を行っている。ひとつは、上述の研究で得た年輪酸素同位体比データをもとに、過去の「相対湿度・降水量」の復元を目指すものである。現時点では、現生木のデータが不十分であり、気候復元モデル式の作成には至っていないが、データ獲得は進行中であり、近い将来、復元が可能になると考えている。もうひとつは、遺跡出土アスナロ材の年輪幅と年輪密度をもとに、過去の「気温」の復元を目指すものである。ヒノキアスナロの年輪幅と年輪密度にもとづく気温復元モデル式は、先行研究によりすでに作成されている（金子 2007）。また、復元データとして、青森市石江遺跡群（古代～中世）から出土したアスナロ材から

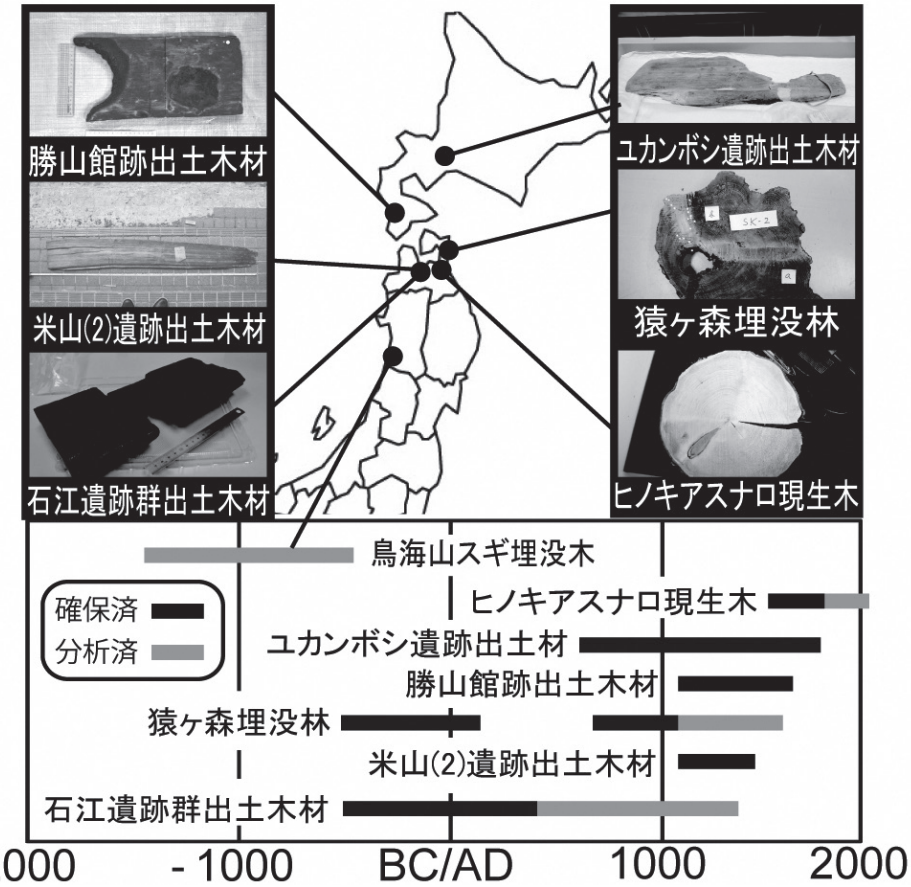


図４　東北日本版酸素同位体比マスタークロノロジーの構築に向けた各地の木材資料の確保・分布状況

年輪幅、年輪密度を測定し、それぞれのクロノロジーを構築している。一部の解析結果については、第 67 回日本木材学会（福岡大会）にて発表したが、西暦 900 年代の 7-8 月の平均気温が復元できる見通しを得ている（窪田ほか 2017）。以上のように、東北日本の古気候復元に向けた研究も着々と進行しており、これらの研究が基礎となって、三内丸山遺跡が営まれていた当時の気候について、三内丸山遺跡出土木材の年輪データから、さらに新たな事実が解明されていくことも期待できる。

本稿は、共同研究「三内丸山遺跡出土木材の酸素同位体分析」（代表中塚　武）の成果について、中塚研究代表をはじめ全員で協議の上、１・４を小林、２を佐野、３を木村、５を箱崎が執筆した。執筆においては、齋藤颯人（福島大学）の協力を得た。

比較のための炭素 14 年代測定には、青森市教育委員会、福島市教育委員会、船橋市教育委員会（前貝塚堀込貝塚（5）：現在報告書作成中）、立川市教育委員会、北杜市教育委員会、鹿児島県埋蔵文化財センター（牧野遺跡：鹿児島県埋蔵文化財センター 2018）より提供を受けた。

註

註１　縄文土器編年の東北と関東の並行関係としては下記の様に考えられている（縄文時代文化研究会 1999）。

深郷田	大木1式	関山II		
	2a式	黒浜古		植房
円筒下層a式	大木2b式	新		
	3	諸磯a		
b式	4	諸磯b古		浮島1.2
		b新		浮島2/3
c	5	c		興津
d1	6	十三菩提		古和田台
d2	7a	五領ケ台1		
上層a　糠塚	小梁川II	大木7a	五領ケ台II	
	III			
b	小梁川IV	7b	勝坂I	
c	小梁川V		II	
(d)	小梁川VI	8a	勝坂III	
泉山			加曽利E1	
中の平I				
榎林		大木8b	加曽利E2	
中の平2		大木9	加曽利E3	
中の平3				
大曲		大木10	加曽利E4	

註２　小林による炭素 14 年代を元とした較正年代では、関東地方の縄文前期について下記のような年代を推定している（小林 2017）。

Z1期	花積下層式並行期（木島式,中越II・III）	7050～6700 cal BP（5100～4750 cal BC）頃
Z2期	関山式・清水ノ上Ⅱ式	6700～6445 cal BP（4750～4495 cal BC）頃
Z3期	黒浜式	6445～6080 cal BP（4495～4130 cal BC）頃
Z4期	諸磯a式	6080～5895 cal BP（4130～3945 cal BC）頃
Z5期	諸磯b式	5895～5750 cal BP（3945～3800 cal BC）頃
Z6期	諸磯c式	5750～5530 cal BP（3800～3580 cal BC）頃
Z7期	十三菩提式	5530～5415 cal BP（3580～3465 cal BC）頃

註３　縄文中期の実年代推定（小林 2017 予定稿）

C1期	五領ケ台1式		5415～5360 cal BP（3465-3410cal BC）頃
C2～4期	五領ケ台2式		5360～5310 cal BP（3410-3360cal BC）頃
C5期	勝坂1a式（狢沢式）		5310～5270 cal BP（3360-3320cal BC）頃
C6期	勝坂1b式（新道式）		5270～5230 cal BP（3320-3280cal BC）頃
C7期	勝坂2式古（藤内1式）		5230～5200 cal BP（3280-3250cal BC）頃
C8期	勝坂2式新（藤内2式）	8a～b期	5200～5100 cal BP（3250-3150cal BC）頃
C9a期	勝坂3式（井戸尻1式）		5100～5030 cal BP（3150-3080cal BC）頃
C9bc期	勝坂3式（井戸尻3式・終末）		5030～4950 cal BP（3150-3081cal BC）頃
C10期	加曽利E1式（曽利Ⅰ～Ⅱ式古）	10a～c期	4950～4860 cal BP（3000-2910cal BC）頃
C10a期	加曽利E1a式・曽利I式古		4950～4930 cal BP（3000-2980cal BC）頃
C10b期	加曽利E1b式・曽利I式古		4930～4890 cal BP（2980-2940cal BC）頃
C10c期	加曽利E1c式・曽利II式新		4890～4860 cal BP（2940-2910cal BC）頃
C11期	加曽利E2式（曽利Ⅱ式新～Ⅲ式）	11a～c期	4860～4730 cal BP（2910-2780cal BC）頃
C11ab期	加曽利E2式古（曽利Ⅱ式新～Ⅲ式）		4860～4770 cal BP（2910-2820cal BC）頃
C11c期	加曽利E2式新（曽利Ⅲ式・連弧文系最盛期）		4770～4730 cal BP（2820-2780cal BC）頃
C12期	加曽利E3式（曽利Ⅳ～V式）	12a～c期	4730～4700 cal BP（2780-2750cal BC）頃
C12a期	新地平編年12a期、曽利IVa式		4730～4700 cal BP（2780-2750cal BC）頃
C12b期	新地平編年12b期、曽利IVb式		4700～4600 cal BP（2750-2650cal BC）頃
C12c期	新地平編年12c期、曽利Va式		4600～4540 cal BP（2650-2590cal BC）頃
C13期	加曽利E4式（曽利V式）		4540～4490 cal BP（2590-2540cal BC）頃

参考文献

今村峯雄 2002「三内丸山遺跡のクリ材の年代測定結果について」『特別史跡三内丸山遺跡年報』 5

鹿児島県立埋蔵文化財センター 2018『牧野遺跡　主要地方道頴娃川辺線（知覧道路）道路改築事業に伴う埋蔵文化財発掘調査報告書（V）』鹿児島県立埋蔵文化財センター発掘調査報告書（193）

金子野吾 2007「ヒバ（Tsujopsis dolabrata var. hondae）の年輪気候学的研究」『平成 18 年度東北大学修士論文』

木村勝彦・中塚武・小林謙一・角田徳幸 2014「BC2300 年に達する年輪酸素同位体比物差しの構築と三瓶スギ埋没林の暦年代決定」『第 29 回日本植生史学会大会講演要旨集』：32

窪田優一・箱崎真隆・木村勝彦・佐野雅規・中塚武・木村淳一・小林謙一・大山幹成・安江恒 2017「スギ・ヒバ出土材の年輪幅及び密度を用いた秋田・青森の気候復元」第 67 回日本木材学会要旨集：（CD-ROM）：A18-P1 ～ 19

小林謙一 2004「付着炭化物の AMS 炭素 14 年代測定による円筒土器の年代研究」『平成 15 年度三内丸山遺跡報告会　予稿集』青森県教育庁文化財保護課・三内丸山遺跡対策室、pp.14-19

小林謙一 2005「付着炭化物の AMS 炭素 14 年代測定による円筒土器の年代研究」『特別史跡三内丸山遺跡年報 -8- 平成 16 年度』青森県教育委員会 81-91

小林謙一 2014「円筒土器文化における文様割付の研究」『特別史跡三内丸山遺跡年報』17, 青森県教育委員会 ,pp.61-75

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

小林謙一・今村峯雄 2003「付章４　福島県楢葉町馬場前遺跡出土土器の炭素年代測定」『福島県文化財調査報告書第 398 集常磐自動車道遺跡調査報告 34』福島県文化振興事業団　283-288

小林謙一・坂本稔 2004「青森県青森市三内丸山遺跡出土土器付着物の ^{14}C 年代測定」『三内丸山遺跡 24 －第 13・14・17・20 次調査報告書２－　遺構外遺物編』青森県

小林謙一・坂本稔・松崎浩之 2004「第５章　自然科学的分析第２節　青森県八戸市笹ノ沢（３）遺跡出土土器付着物の ^{14}C 年代測定」『笹ノ沢（3）遺跡Ⅳ』青森県埋蔵文化財調査報告書　第 372 集　青森県教育委員会　556

小林謙一・坂本稔・陳建立・今村峯雄 2004「北上市内遺跡出土土器付着物の ^{14}C 年代測定」『北上市埋蔵文化財年報（2002 年度）』北上市埋蔵文化財センター

縄文時代文化研究会 1999『縄文時代』10 号

小林謙一・坂本稔・西本豊弘・松崎浩之 2008「三内丸山遺跡出土試料の ^{14}C 年代測定（2006 年度）」特別史跡三内丸山遺跡年報１ 1 , 15-23p, 青森県教育委員会

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』第 40 巻第６号　日本第四紀学会

中塚武 2015「酸素同位体比がもたらす新しい考古学研究の可能性」『考古学研究』62（2）:17-30

奈良国立文化財研究所 1990「年輪に歴史を読む―日本における古年輪学の成立―」奈良国立文化財研究所学報，第 48 冊

箱崎真隆・木村勝彦・佐野雅規・李貞・對馬あかね・小林謙一・設楽政健・木村淳一・中塚武 2017「中道遺跡・川原館遺跡出土木材の酸素同位体比年輪年代測定」『川原館遺跡・中道遺跡・東早稲田遺跡発掘調査報告書』青森市埋蔵文化財調査報告書第 120 集 ,256-259p, 青森市教育委員会

箱崎真隆・中村俊夫・木村勝彦・中塚武 2014「北日本産樹木を用いた酸素同位体比標準年輪曲線の構築」『名古屋大学加速器質量分析計業績報告書』XXV: 54-61

箱崎真隆・中村俊夫・大山幹成・木村淳一・佐野雅規・中塚武 2016「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」『名古屋大学加速器質量分析計業績報告書』XXVII: 34-39
光谷拓実 1988「わが国における年輪年代研究法の現状と展望」『考古学と自然科学』20: 1-6
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」『青森市埋蔵文化財調査報告書』94：281-285，青森市教育委員会
村本周三 2007「三内丸山遺跡台地北西端（第 27 次調査区付近）の遺物包含層形成過程の解明 - 堆積状況の観察と出土遺物の AMS-^{14}C 年代測定 -」『特別史跡三内丸山遺跡年報』10
Hoshino Y, Yonenobu H, Yasue K, Nobori Y, Mitsutani, T. 2008. On the radial-growth variations of Japanese beech（Fagus crenata）on the northernmost part of Honshu Island, Japan. The Japan Wood Research Society, 54:183–188
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.
Ohyama M, Ohwada M, Suzuki M. 2007. Chronology development of Hiba arbor-vitae（Thujopsis dolabrata var. hondae）and dating of timbers from an old building. Journal of Wood Science, 53: 367-373.
Bronk Ramsey, C.（2009）. Bayesian analysis of radiocarbon dates. Radiocarbon 51（4）, 337-360.
Kitagawa, H., T. Masuzawa, T. Nakamura, and E. Matsumoto（1993）. A batch preparation method for graphite targets with low background for AMS C-14 measurements. Radiocarbon 35, 295-300.
Minagawa, M., D.A. Winter, and I.R. Kaplan（1984）. Comparison of Kjeldah and combustion methods for measurement of nitrogen isotope ratios in organic matter. Analytical Chemistry 56（11）, 1859-1861.
Reimer, P.J., E. Bard, A. Bayliss, J.W. Beck, P.G. Blackwell, C. Bronk Ramsey, C.E. Buck, H. Cheng, R.L. Edwards, M. Friedrich, P.M. Grootes, T.P. Guilderson, H. Haflidason, I. Hajdas, C. Hatte, T.J. Heaton, D.L. Hoffmann, A.G. Hogg, K.A. Hughen, K.F. Kaiser, B. Kromer, S.W. Manning, M. Niu, R.W. Reimer, D.A. Richards, E.M. Scott, J.R. Southon, R.A. Staff, C.S.M. Turney, and J. van der Plicht（2013）. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. Radiocarbon, 55（4）, 1869-1887.
Stuiver., M., and H.A. Polach（1977）. Discussion: Reporting of ^{14}C data. Radiocarbon 19（3）, 355-363.

2　縄文時代の木柱からみたクリ材の加工技術とクリの生育環境
―三内丸山遺跡を中心に―

荒川　隆史
（公益財団法人新潟県埋蔵文化財調査事業団）

1　研究の目的

縄文時代前期中葉～中期末の三内丸山遺跡では、花粉分析（吉川昌伸ほか 2006）や住居出土炭化材の樹種同定（吉川純子 2006）といった植物学的分析によって、クリ林が継続的に維持管理されていたと考えられている。一方、クリの人為的な遺物として代表されるのは、第 26 号大型掘立柱建物跡をはじめとするクリ木柱である。クリ木柱は縄文時代に生育していたクリを伐採・加工し、建物の柱として利用したものであり、これを観察することは当時のクリ利用を直接的に知るうえで重要である。また、木柱をクリの幹の一部として観察することにより、当時のクリがどのような姿をしていたかを推測する手がかりとなる。

本研究は、三内丸山遺跡出土のクリ木柱を観察することによって、縄文時代のクリ材の加工技術とクリの生育環境を明らかにすることを目的とする。

2　資料と方法

三内丸山遺跡で対象とする資料は、第 26 号大型掘立柱建物跡の木柱 4 点を含む 10 点のクリ木柱である。

方法は、新潟県青田遺跡の分析方法（新潟県教育委員会ほか 2004）に従い、木取り、底面の尖度、底面加工痕の配列と形状を観察する（図 1）。

また、本来の樹形を知ることを目的としてクリ材の部位を確認する。特に、幹に枝が生えていたかどうかは枝ぶりや枝が生えていた高さを考えるうえで重要であるため、枝が除去された痕跡の有無も観察する。クリ材の部位名称は（荒川 2015）に従う。

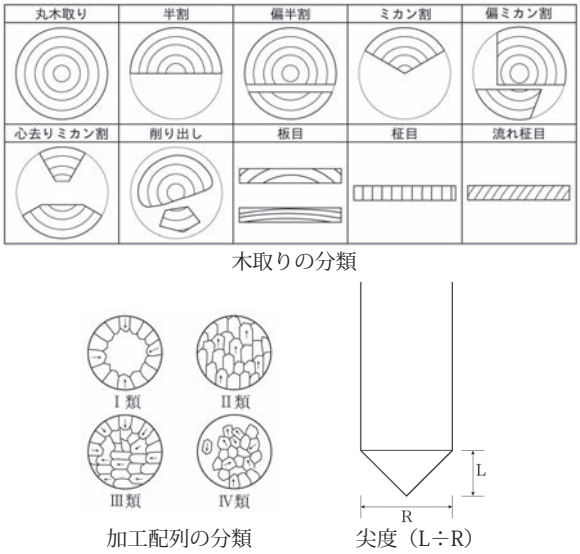


図 1　木取り・加工配列の分類と尖度
（新潟県教育委員会ほか 2004）

3　三内丸山遺跡出土木柱の調査

（1）第 26 号大型掘立柱建物跡の木柱

長さ 8.4m、幅 4.2m の 1 × 2 間の長方形建物である（図 2）。6 基ある柱穴のうち、ピット 2 ～ 5 の 4 基から遺存状態の良い木柱が出土した。幅 76 ～ 86㎝と大型である。いずれも保存処理が行われている。ピット 2・3・5 は逆さの状態で保管され側面の観察ができないため、枝の有無等は確認していない。また、ピット 4 については再実測を行った。

① ピット 2

幅 85cm、長さ 45cm の丸木取りのものである（図 3）。底面に磨製石斧による加工痕が明瞭に残るが、図の左側半分は腐食等で確認できない。加工方向は図右上では右方向、図右下では上方向を指しており、加工配列はⅣ類である。尖度は 0.1 であり、かなり平坦である。磨製石斧の刃部長は

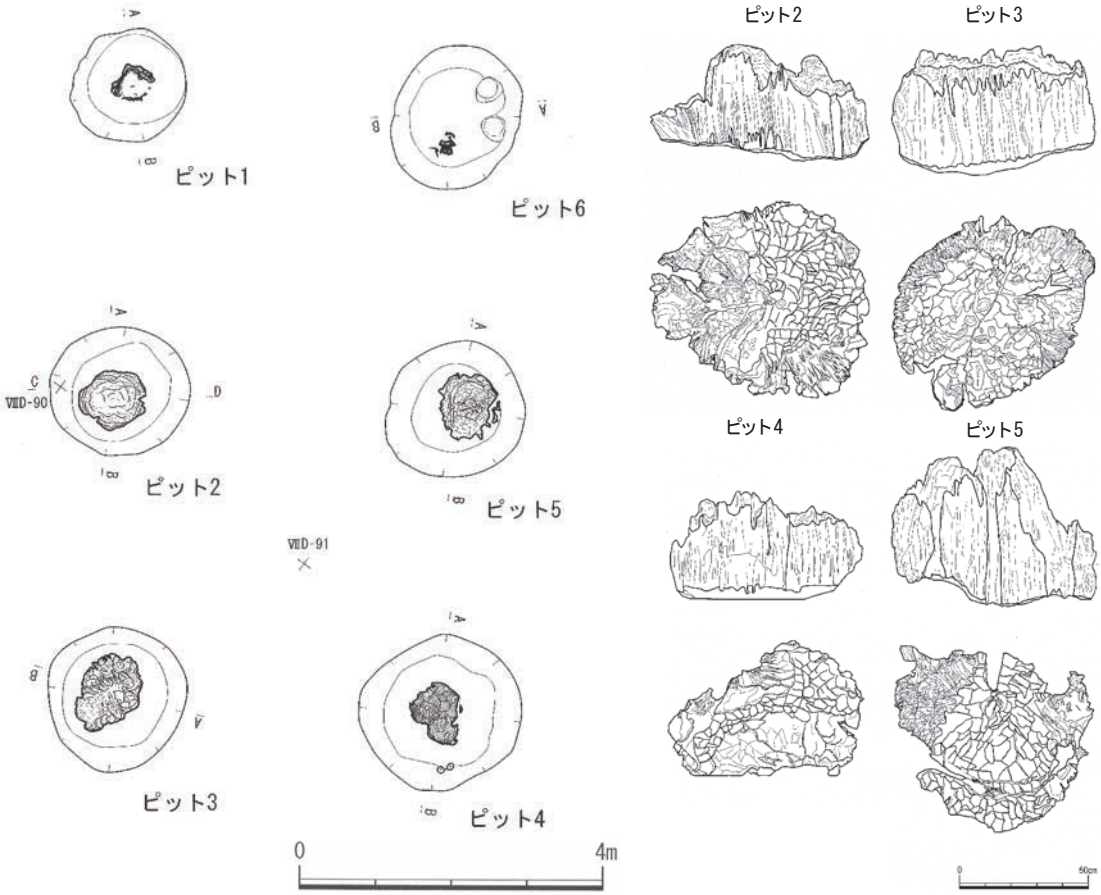


図２　三内丸山遺跡第 26 号大型掘立柱建物跡と木柱（青森県教育委員会 2008）

加工痕から 3cm 程度と推定され、加工痕の深さは深いところで 9mm を測る。加工方向は求心的な方向とはなっておらず、伐採後の平坦加工痕であることが明らかである。また、底面の 1/4 面ずつ加工方向が揃う傾向があることから、幹を 1/4 面ずつ回転して加工した可能性がある。

② ピット３

幅 86cm、長さ 50cm の丸木取りのものである（図 4）。縁辺を中心に腐食が認められるが、磨製石斧による加工痕を明瞭に観察できる。加工方向は、求心的なものや縁辺に並行するもの、遠心的なものなど様々な方向を指しており、加工配列はⅣ類である。なお、加工痕は同一方向でまとまりが認められることから、いくつかの作業単位に分かれるようである。尖度は 0.14 である。加工痕から磨製石斧の刃部長は 3.5cm 程度である。

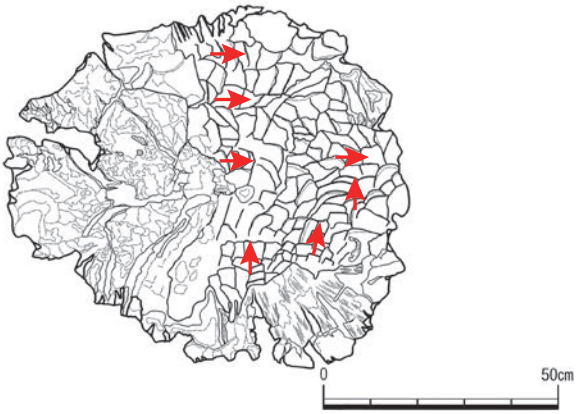
③ ピット５

幅 77cm、長さ 61cm の丸木取りのものである（図 5）。磨製石斧の加工方向は、求心的なものや縁辺に並行するものなどを確認でき、加工配列はⅣ類である。作業単位は大きく３つに分かれるようである。尖度は 0.09 である。磨製石斧の刃部は 3.5cm 程度である。

④ ピット４

幅 76cm、長さ 42cm のものである（図 7）。加工痕に印を付けて写真撮影し、そのデータから再実測を行った。本資料の木取りは、丸太材を半割し、さらに表面図の左側面・上部・右側面を分割し、断面形が楕円を呈するように加工した偏ミカン割である。丸太材の本来の直径は 110cm 前後と推定される。

底面には２種類の加工痕が認められる。図上半



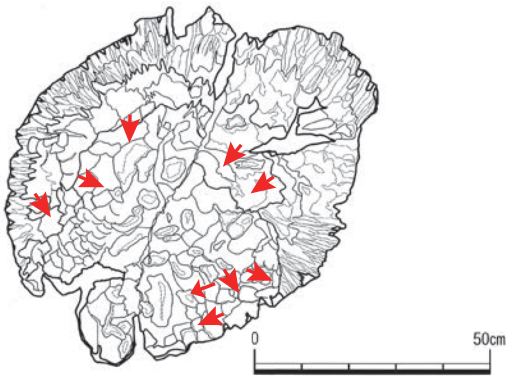
底面の加工方向

底面

底面の加工痕

底面の加工痕アップ

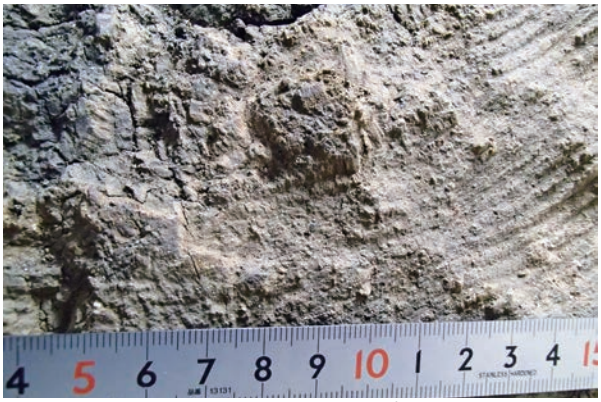
図 3　第 26 号大型掘立柱建物跡ピット 2 の木柱の加工方向と加工痕



底面の加工方向

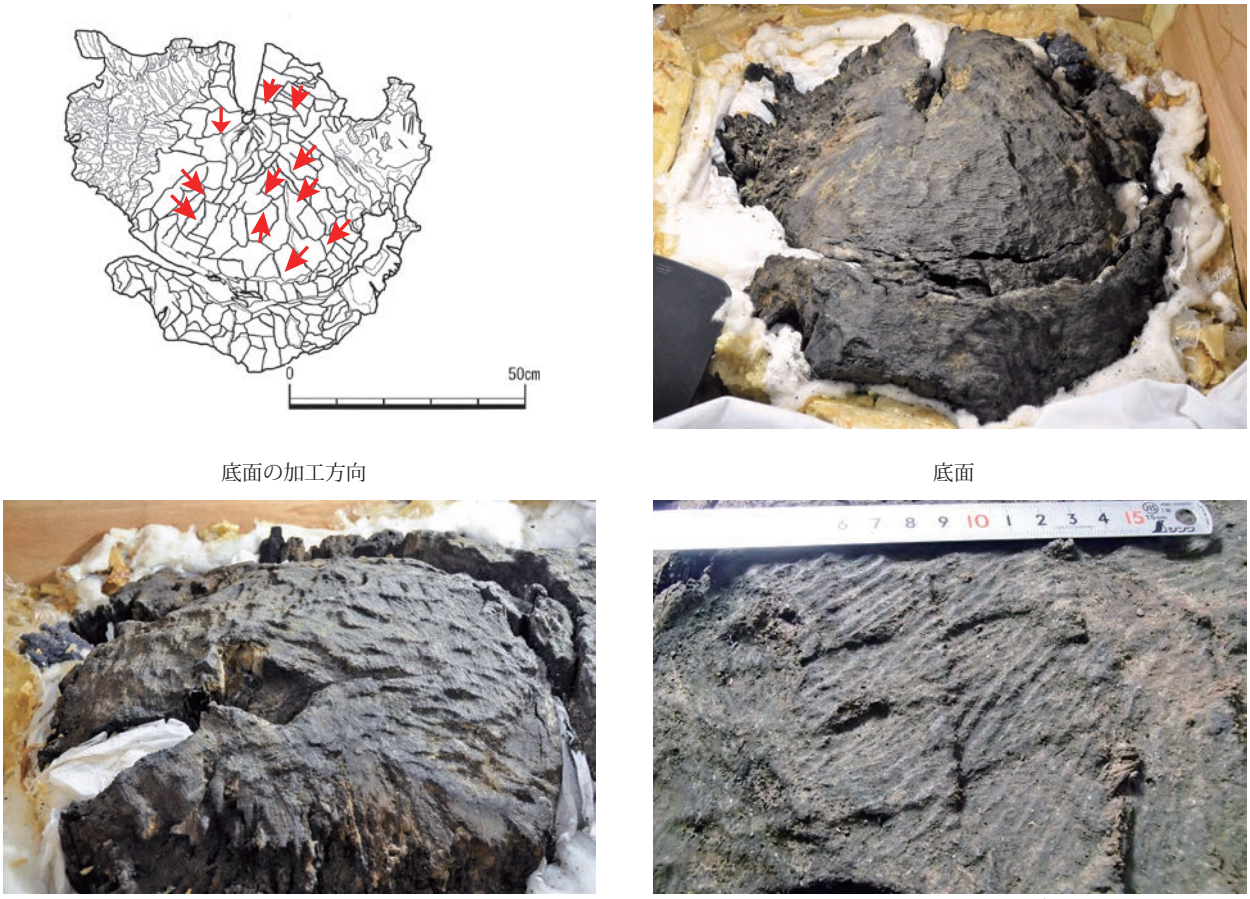
底面

底面の加工痕



底面の加工痕アップ

図 4　第 26 号大型掘立柱建物跡ピット 3 の木柱の加工方向と加工痕



底面の加工方向　　底面

底面の加工痕　　底面の加工痕アップ

図 5　第 26 号大型掘立柱建物跡ピット 5 の木柱の加工方向と加工痕

は、刃部長が約 3.5cm の磨製石斧を用いて求心方向に加工が施されている。作業単位は周縁 3 単位と中央の 1 単位を確認できる。一方、図下半は刃部長が約 5cm の磨製石斧を用いて、心側から加工が施されている。加工単位は 3 単位である。両者の加工境界には明瞭な稜線が形成されており、下半側の加工が新しい。したがって、図上半の加工痕は伐採痕ないし平坦加工痕であり、図下半は半割後に底面を調整した加工痕と考えられる。

以上から加工工程を検討すると、①伐採、②底面の平坦加工、③半割などの分割加工、④底面の調整加工、の工程を経たものと考えられる（図 6）。②の平坦加工は半割のための面調整の可能性がある。近世の例ではあるが、秋田県鳥海山の直径 64.8cm の埋没スギの半割は、底面を平坦加工してから木製楔が打ち込まれている（荒川 2017）。そして④の加工によって、重心が分割後の柱の中央になり、接地面も平坦である。これを示すように、底面中央には変色した柱の当たりを確認できる。最終的な加工方向は I 類となる。尖度は 0.08 である。木表には枝や節は確認できない。

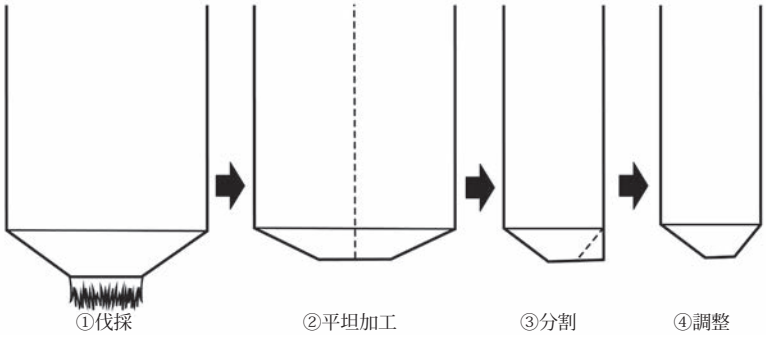
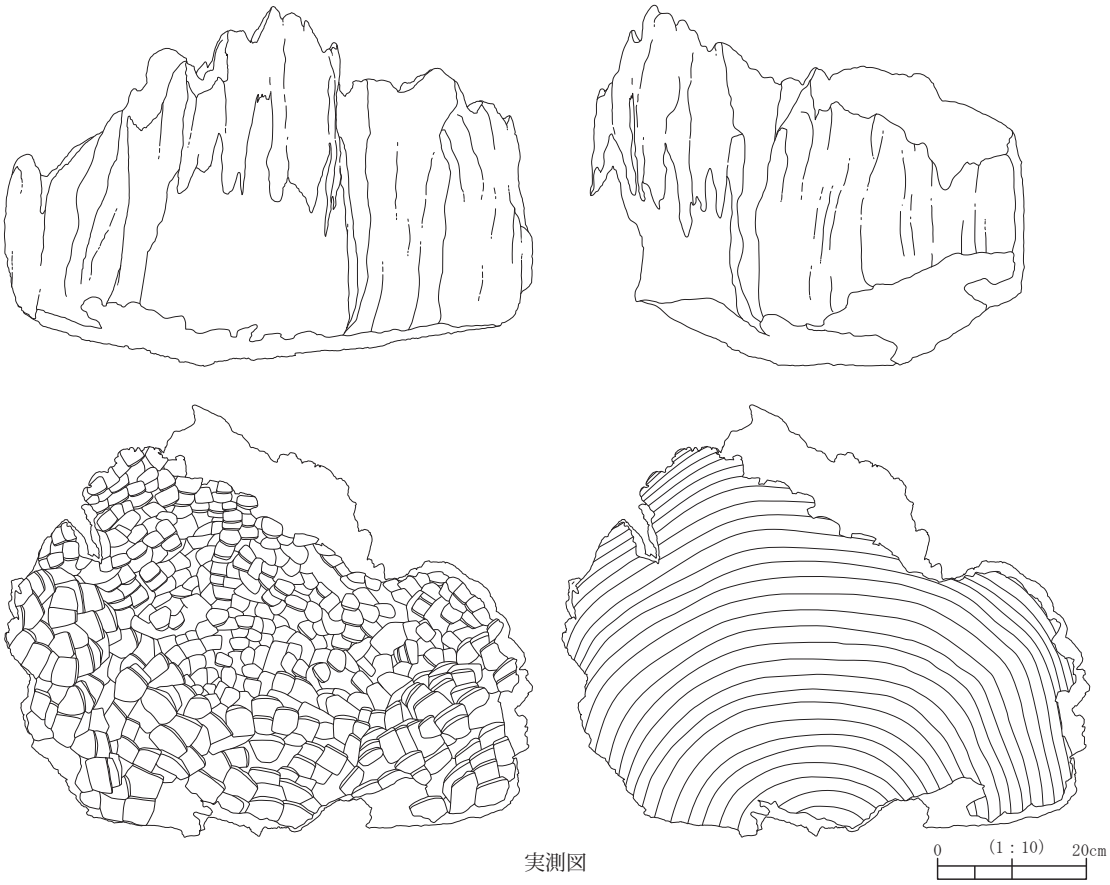


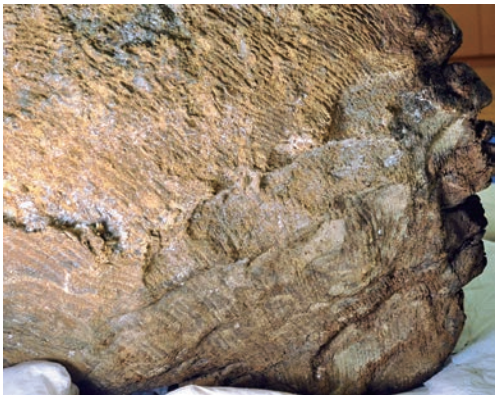
図 6　ピット 2 の木柱の加工工程模式図



実測図

底面

側面（左が底面）



底面の加工面境界

底面の加工痕アップ

図 7　第 26 号大型掘立柱建物跡ピット 4 の木柱の実測図と加工痕

正面

側面の大枝痕跡（左が上部）

底面（右下の円形部分が心）

底面の加工痕

図８　三内丸山遺跡掘立柱建物 12 号の木柱

（２）第 12 号掘立柱建物跡の木柱

長さ 9m、幅 4.3m の 1 × 2 間の長方形建物である。規模は第 26 号より大きく、本遺跡最大級の掘立柱建物と言える。木柱は 1 点あり、保存処理されている。幅 52 ～ 57 ㎝、長さ約 50cm である（図 8）。木取りは、心を含めた丸太材の約 1/4 に分割した偏ミカン割である。丸太本来の直径は約 80cm と推定される。加工方向は求心的なものや縁辺に並行するものが作業単位ごとにまとまっており、加工配列はⅣ類である。

特筆されるのは、上部に大枝の痕跡が認められることである。枝は腐食のため遺存せず、切断痕は確認できない。枝の直径は 32㎝ほどであり、かなり太い。地上に伸びていた残りの幹は直径 30㎝ほどで通直であったと推定される。したがって、通直の幹から斜めに枝が生えていたもので、幹最上端ではない。今後、実測をとおして詳細が明らかになることが期待される。

（３）第 11496 号ピット木柱

幅 50㎝、長さ 77cm の丸木取りのものである（図 9）。底面の半分が腐食しているが、磨製石斧による加工痕が明瞭に残る。加工方向は求心的で、加工配列Ⅰ類である。磨製石斧の刃部長は約 6㎝であり、本遺跡の中では大きいものである。尖度は 0.13 であり、平坦加工が行われたものと考えられる。側面に削り痕を確認できるが、枝痕跡ではない。また、ほかに枝と考えられる痕跡も確認できない。

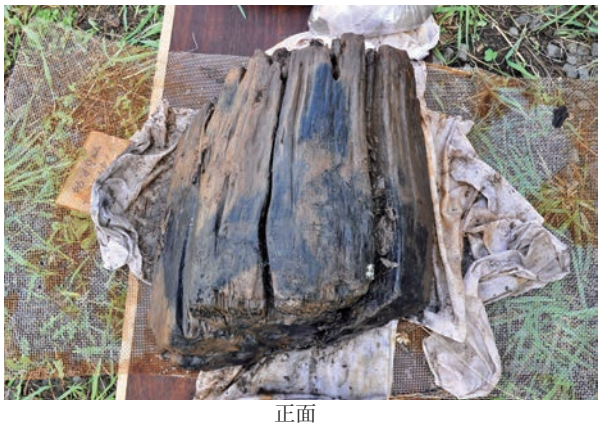
（４）第 11497 号ピット木柱

幅 49㎝、長さ 60cm の丸木取りのものである（図 10）。底面の半分が実測されていないが、磨製石斧の加工方向は求心的で、加工痕配列Ⅰ類である。底面の中心が尖っており、尖度は 0.31 と高い。また、側面の幅を観察すると、上部から底面に向かってやや末広がりに太くなっていることが分かり、根際の可能性が高い。以上から、この

底面

底面の加工痕アップ

図 9　三内丸山遺跡第 11496 号ピット木柱



正面

底面

図 10　三内丸山遺跡第 11497 号ピット木柱

木柱底面は伐採痕を残している可能性がある。尖度が高いまま木柱として利用していることから、掘立柱建物の規模や形式がどのようなものであったか注目される。

（5）第 13729 号ピット木柱

幅 62cm、長さ 88cm の丸木取りのものであり、上下に２分割されて保存処理されている。（図 11）。底面の磨製石斧の加工方向は求心的であり、加工配列Ⅰ類である。磨製石斧の刃部長は約 4㎝である。尖度は 0.07 と低いことから、平坦加工による調整痕と考えられる。

注目されるのは側面の状態である。底面付近に幅 25㎝の枝を切断加工した痕跡があるほか、上部にも幅 15㎝程度の枝痕跡や幅 10㎝の節を確認できる。長さ 88㎝の幹の中にこれほどの数の枝痕跡があることは、幹全体にはかなりの数の枝が生えていたと考えられる。

（6）第 13771 号ピット木柱

幅 47cm、長さ 82cm の丸木取りのものであり、２分割で保存処理されている（図 12）。底面の磨製石斧の加工方向は求心的で大きく 7 単位に分かれ、加工配列はⅠ類である。一部に段差が認められ、伐採加工と分断加工とに分かれる可能性があるが、磨製石斧の刃部長はいずれも約 3.5㎝である。尖度は 0.16 と低く平定加工が行われていると考えられるが、詳細に観察することによって伐採加工との区別をつけられる可能性がある。

（7）第 13792 号ピット木柱

第 61 号掘立柱建物跡を構成するピットと考えられる。幅 37㎝、長さ 59cm の丸木取りのものである（図 13）。底面の半分が実測されていないため、図からは詳細を知ることは難しい。実見したところ、心は中央にあり、磨製石斧による加工方向は求心的であることが分かり、加工配列Ⅰ類

側面の枝痕跡（上半）

底面（上）と底面付近の枝痕跡（下半）

図 11　三内丸山遺跡第 13729 号ピット木柱

底面（上）

側面・底面（上）

図 12　三内丸山遺跡第 13771 号ピット木柱

正面

底面

図 13　三内丸山遺跡第 13792 号ピット木柱

である。底面の片側が心から側面側にずれて尖っており、断面形が急斜して尖度が 0.58 と高い。したがって、伐採時の加工による傾斜を残している可能性がある。一方、最も尖っている部分にも磨製石斧による加工がまんべんなく施されていることから、平坦加工を施したものと考えられる。第 11497 号ピット木柱と同様に伐採痕の可能性がある例として注目される。

4　考察

（1）三内丸山遺跡におけるクリ材の加工技術

第 26 号大型掘立柱建物跡ピット 2・3・5 は、伐採後に平坦加工が行われたと判断できる。青田遺跡の分析によって、建物が大型になるほど木柱底面の尖度は低くなり、底面を平坦にすることで建物の安定性や恒久性を高めている（荒川 2009b）。本資料も同様の目的によるものと考えられる。

そして、ピット４は三つの重要な意味を持つ。

一つは、木柱の観察によって大型掘立柱建物に利用された幅76㎝の太い柱が直径1m以上ある大径材を分割したものであることが明らかになったことであり、本研究の大きな成果である。このような分割材が大型掘立柱建物から10点中２点も確認できたことは、掘立柱建物に分割柱がある程度用いられていたことを示唆する。

縄文時代前期の秋田県池内遺跡（秋田県教育委員会1997）及び石川県真脇遺跡（能都町教育委員会ほか1986）では、クリを分割した木柱や建築部材がある。池内遺跡では幹最上端を含む枝上材（最も低い枝より上の幹）（図14-1・図は木表側）があり、長い材を分割してミカン割材を取り出していたことが確認できた。また、ミカン割した材の木表側を剝ぎ取って分割した板目材もある（図14-2・図は心側）。表面には刃部長5.5㎝の磨製石斧痕が６か所確認できる。このように、池内遺跡のクリ材からは幹の分割技術、すなわち、伐採→大割（玉切り）→中割（半割・ミカン割）→小割（板材）という製材の基本的な流れを確認できる。したがって、前期にはクリを分割して利用する技術が確立しており、中期末の三内丸山遺跡では大径木の分割を行うほど発達していたと推定される。なお、柱として機能させるためには、根元から上部に向かって細くならないように分割する必要がある。木材が長いほど分割は困難になることから、掘立柱建物の柱の長さがどの程度であったかも検討が必要である。

二つ目は、分割材を柱に利用するに当たり、接地面が柱の中心になるよう再調整が行われていたことである。これは、石川県チカモリ遺跡の縄文晩期の半割材に認められる技法であり、（荒川2009a）、中期までさかのぼることが確認された意義は大きい。

三つ目は、伐採・平坦加工と分割・再調整に異なる磨製石斧が用いられていたことである。筆者はこれまで２種類の磨製石斧が利用されたものは確認しておらず、極めて珍しい事例と言える。このことは、伐採後にある程度の期間を空けてから分割・再調整が行われた、あるいは丸木取りで利用された木柱を再利用する際に分割した、などさまざまな要因が考えられる。真脇遺跡の晩期の環状木柱列Ａ環から出土した木柱の年輪年代学的解析によって、約80年の年代差がある木柱が利用されていたことが分かり、古材の再利用や新材による取り替えの可能性を指摘した（木村・荒川2012）。三内丸山遺跡でもこうした可能性を検討する必要があろう。

（２）クリの生育環境

三内丸山遺跡でのもう一つの大きな発見は、木柱に大枝を含む枝痕跡が多数確認できたことである。特に、第12号掘立柱建物跡のものは幅30

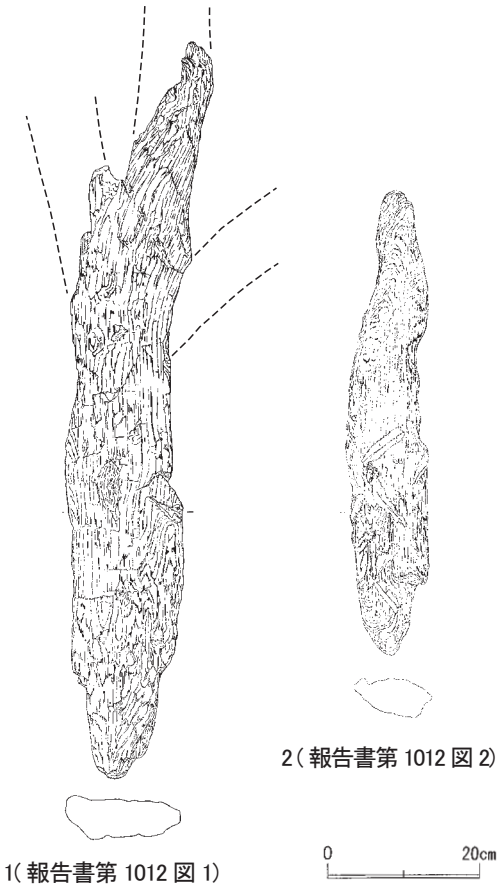


図14　池内遺跡出土クリ分割材
（秋田県教育委員会1997を改変）

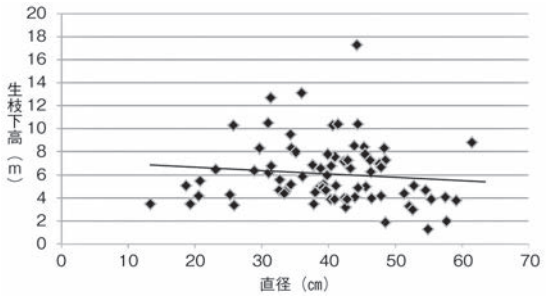


図 15　金目クリ園における直径・生枝下高の関係（荒川 2015）

cmもの枝が生えており、これを除去して柱にしている。池内遺跡でもクリ加工材に多数の枝痕跡が認められたほか、富山県桜町遺跡の中期末～後期初頭のクリ材や、縄文晩期の青田遺跡、新潟県野地遺跡にも確認できる。

青田遺跡ではクリ材の枝保有率がコナラ節材やクヌギ節材より高く、クリ材が他の２種に比べ立木密度が低かったと推定される（荒川 2015）。平均年輪幅が青田遺跡と同等の 4.0mm である山形県小国町金目の現生クリ園では、立木密度が 142 本 /ha で、平均直径は 39.9cm、平均樹高 16m である。平均生枝下高（最も低い枝の根元の高さ）は 6.2m だが、直径 40cm 以上の個体は生枝下高が低くなる傾向が認められ、直径 50cm 以上では２～ 5m に集中する（荒川 2015）。つまり、成長が良く太い個体は枝が下に生えやすいのである。三内丸山遺跡で枝痕跡が確認されたのも直径 50cm 以上のクリ材であり、成育環境の良好な立木密度であったと推定される。

以上のように、三内丸山遺跡では掘立柱建物の木柱に成長の良いクリ材が発達した分割技術によって利用されていたと考えられる。しかし、第 26 号掘立柱建物跡の６本ある柱のうち１本にのみ分割材が用いられていたことは、適度な太さの丸太材を調達できなかったためとも考えられる。大小ある竪穴建物や掘立柱建物の建築には、様々な直径のクリ材を準備しておく必要があるため、クリを逐次植えるなどして直径のばらつきを確保していたと推定される。そして、大径材の分割・加工は容易ではないため、適度な直径に達した時期を逃さず伐採する必要がある。こうしたクリ利用システムに何らかの支障がきたした場合、様々な直径のクリ材が不足し、大径材が占めるクリ林になる可能性がある。この場合、集落形成をスムーズに行うことができなくなると考えられる。三内丸山遺跡の集落形成に不可欠なクリ林がどのような盛衰を辿ったのかが大きな課題として残る。

謝辞

本研究を進めるに当たり、三内丸山遺跡保存活用推進室の各位から木柱調査等で多大な御協力、御教示をいただきました。また、秋田県立博物館 吉川耕太郎氏、秋田県埋蔵文化財センター 五十嵐一治氏、工藤伸也氏、真脇遺跡縄文館 高田秀樹氏、富山県埋蔵文化財センター 神保孝造氏から資料調査で御高配を賜りました。末筆ながら記してお礼申し上げます。

引用・参考文献

青森県教育委員会　2008『三内丸山遺跡 34』
秋田県教育委員会　1997『池内遺跡』
荒川隆史　2009a「掘立柱建物と木柱」『縄文時代のクリ利用に関する考古学・民俗学・年輪年代学的研究：平成 18 年度～平成 20 年度科学研究費補助金基盤研究（B）研究成果報告書』
荒川隆史　2009b「掘立柱建物と建材」『縄文時代の考古学』8　雄山閣
荒川隆史　2015「遺跡出土クリ材からみた縄文クリ林の生育環境」『研究紀要』第８号　（公財）新潟県埋蔵文化財調査事業団
荒川隆史 2017「鳥海山の埋もれ木から分かること」『雄渡郷』第 11 号　にかほ市教育委員会・にかほ市郷土史研究会
荒川隆史・千代剛史・木村勝彦　2015「新潟県青田遺跡における縄文時代晩期の木柱の伐採季節」『新潟県立歴史博物館研究紀要』第 16 号　新潟県立歴史博物館
木村勝彦・荒川隆史　2012「縄文時代晩期における環状木柱列の木柱の考古学･年輪年代学的分析」『石川考古学研究会々誌』第 55 号　石川考古学研究会
新潟県教育委員会・（財）新潟県埋蔵文化財調査事業団　2004『青田遺跡』
能都町教育委員会・真脇遺跡発掘調査団　1986『真脇遺跡』
吉川純子　2006「三内丸山遺跡第 683 号住居跡より出土した炭化材の樹種」『三内丸山遺跡 29』青森県教育委員会
吉川昌伸･鈴木茂･辻誠一郎･後藤香奈子･村田泰輔　2006「三内丸山遺跡の植生史と人の活動」『植生史研究』特別第２号

特別研究推進事業成果概要報告に関する見解

青森県教育庁文化財保護課
三内丸山遺跡保存活用推進室

荒川隆史氏によって、平成28年度特別研究推進事業成果概要報告「縄文時代の木柱からみたクリ材の加工技術とクリの生育環境－三内丸山遺跡を中心に－」として成果が発表されている。

この中で、三内丸山遺跡の大型掘立柱建物跡（第26号掘立柱建物跡）から出土した木柱４本の内ピット４から出土した１本について、分割材が用いられていたと結論づけている。

しかし、三内丸山遺跡保存活用推進室では平成８年に刊行された『三内丸山遺跡Ⅵ』において、大型掘立柱建物跡の柱穴出土の木柱は丸太材として報告しており（青森県教育委員会1995）、その根拠は以下のとおりである。

発掘調査時には木柱の直下と周辺の土色に、青灰色で円形に変色した部分が直径１m程度で確認されており、土木工学的な分析では木柱の加重を強く受けた部分であることが確認されている（青森県史編さん考古部会2002）（図１）。

また、ピット４の断面図には柱痕跡が認められ、ここからは直径約１mの木柱であったことが確認される（図２・３）。

この２点を踏まえると、ピット４の当時の木柱は直径１m程度で、丸太材を使用していた可能性が高い。

参考文献

青森県教育委員会　1995　『三内丸山遺跡Ⅵ』青森県教育委員会
青森県教育委員会　2008　『三内丸山遺跡34』青森県教育委員会
青森県史編さん考古部会　2002　『青森県史　別編　三内丸山遺跡』青森県

図１　ピット４の木柱と変色した周囲の土（右写真の黄色破線部分が変色範囲）

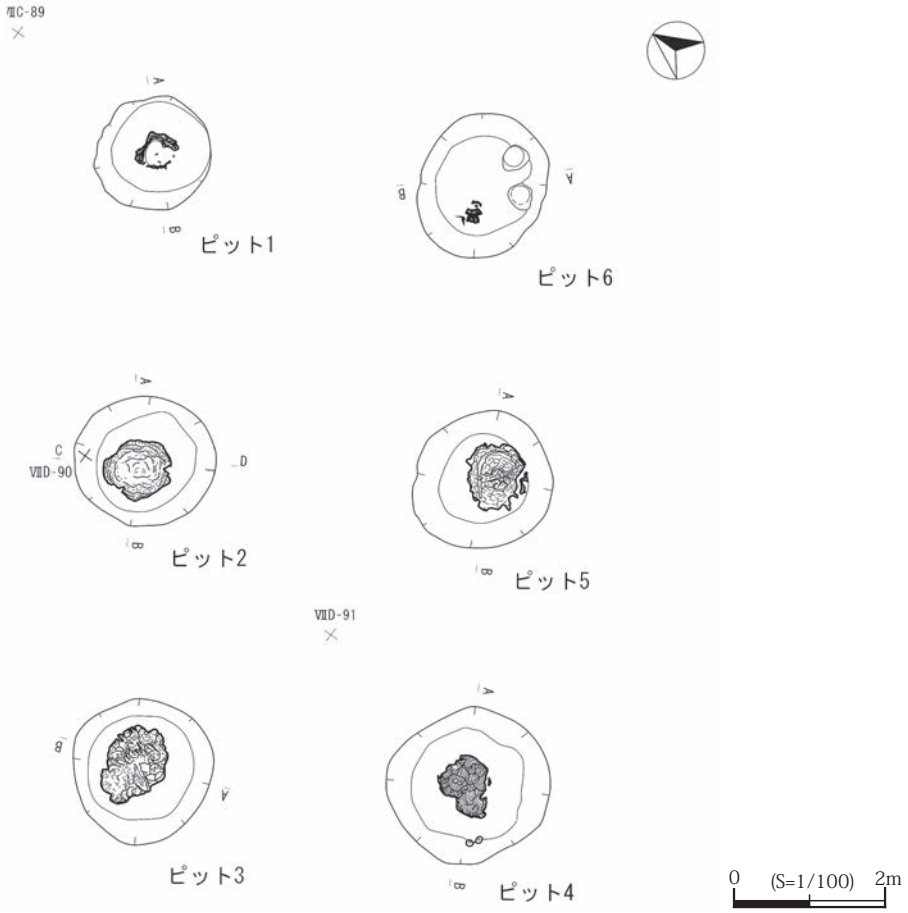


図 2　第 26 号掘立柱建物跡　平面図（青森県教育委員会 2008 を編集）

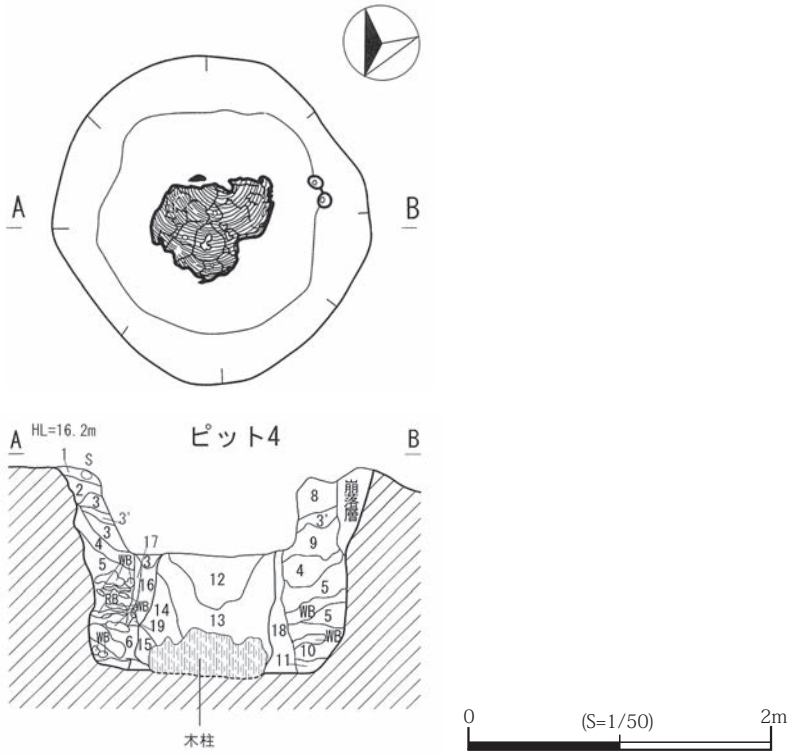


図 3　第 26 号掘立柱建物跡　ピット 4 平面図・断面図（青森県教育委員会 2008 を編集）

3　三内丸山遺跡出土土器付着炭化物の炭素・窒素安定同位体比分析

青森県教育庁文化財保護課
三内丸山遺跡保存活用推進室

1　分析の目的（表１）

炭素・窒素安定同位体比分析は、人骨から抽出したコラーゲン、土器に付着した炭化物、魚骨や獣骨などの炭素と窒素の安定同位体比を用いて、古食性や食材などの煮炊き対象物を推定する分析である。

三内丸山遺跡では、土器付着炭化物の炭素・窒素安定同位体分析を、現在２つの目的で行っている。時期、法量ごとで煮炊きする対象物が異なるのかどうかである。

平成27年度は、縄文時代前期と中期の土器付着炭化物を分析し、時期ごとによる煮炊き対象物の傾向をつかむことを目的とした。その結果、時期ごとで対象物が異なる可能性は示されたが、蓋然性を得るには、分析点数が少ないため、今後も継続して分析を行っていく必要性が確認された。

平成28年度は、同一型式の土器で、法量による違いを検討することを目的とした。分析可能点数の多い円筒下層ｂ式の土器を対象とし、これまでに行われてきた同時期の土器の分析結果とあわせて検討を行った。また、平成27年度分の試料を加えた上で､時期的な傾向の比較検討も行った。

2　分析試料の選定

法量の傾向を検討するため、円筒下層ｂ式土器478点中、口径・器高が分かるもの115点をグラフにした（図１）。このグラフから、相対的な法量の違いで大型、中型、小型と分類し、それぞれについて分析を行った（図２）。また、これまで分析した下層ｂ式の土器で、煮炊きした際の吹きこぼれが確認される試料14の１点も加えて、検討を行うこととした。

大型：口径25cm・器高40cm以上のもの（試料23）
中型：口径15～25cm、器高20～40cmの間に入るが、口径・器高とも小さいもの（試料24、5725）、口径が大きいもの（試料22）
小型：口径15cm・器高20cm以下のもの（試料25）

3　分析の結果

（１）法量（図３・４）

３種類の法量の違いでは大型と中型の試料がC_3植物と草食動物、小型の１点が海棲哺乳類の範囲にプロットされた（図３）。大型の土器（試料23）のC/N比は60を超えている（※大きく外れる値のため、図にはプロットされていない）。ドングリやトチなどのデンプン主体の食材は窒素が少ないのでC/N比が30～50以上の値を示すことがわかっており、試料23のC/N比は、それをさらに上回っている。

大型と小型の土器の結果について、それぞれ１点ずつであるため、全体的な傾向を示すものとはいえないが、今後分析を行っていくうえで一つの問題を提供するものである。

（２）時期（図５・６）

前期と中期の試料とも、C_3植物の範囲、C_3植物と海棲哺乳類の中間あたりにプロットされるものの大きく２つのグループがみられる（図５）。前期の試料は前者に、中期のものは後者にプロットされるものが多いが、その中でも前期の試料が海棲哺乳類の範囲内にプロットされているものもみられる。これらを傾向としてとらえるには、現在のところ分析点数が少ない。

中期の試料のほうが、C/N比が低いものがみられる（図６）が、これも分析点数が少ないため、

傾向としてとらえるには難しい。

４　考察

これまでの２か年にわたる分析では、時期と法量による土器付着炭化物の違いを比較検討してきた。時期と法量の違い等が、傾向として明確にとらえられてはいないが、今後の分析の方向性を検討するいくつかの材料は得られたと考えられる。

法量による分析では、小型の土器に付着した試料が海棲哺乳類の範囲にプロットされている。１点ではあるが、今回の分析結果は小型土器の使用方法の一端を推測させるものである。今後は、小型土器の使われ方を探る分析を目的の一つとして行っていくことも検討する必要がある。

大型土器の試料からは、他にはみられないC/N比が60を超える極めて高い値が得られている。デンプン質主体の食材が考えられるが、大型土器の一般的な使用法を表している可能性もある。

後述するように炭化やタフォノミーなど、分析にいたるまでに試料がさまざまな変成を受けている可能性もあるが、小型土器や大型土器の使用法を推測できる結果も得られている。今後はこのような結果から作業仮説を立てたうえで、分析を行っていく必要がある。

５　課題

炭化物が付着する条件にはさまざまなものがあり、得られた結果を直接的な食材傾向としてとらえるのは難しいことも考慮する必要がある。おこげとして付着しやすい煮炊き対象物や、調理法もある。また、さまざまなものを煮炊きしてきたにもかかわらず、おこげとして付着した時のみの限定的な対象物の傾向をみている可能性もある。おこげとして残るまでに試料が経てきた由来を考慮に入れた傾向分析であることに留意して、その結果を解釈する必要がある。一方では、おこげはなぜ残ったのか、あるいは残されたのかという理由も探ることになる。

このような、おこげの生成過程の問題とともにどの部分に付着している炭化物を分析するのかによっても得られる結果の解釈は異なってくる（図８）。

さらに元の食材等が炭化物になった際と埋没状況などのタフォノミーによっても分析値は変わってくる。炭化すると、同位体比が元の食材から変化することや（図７）、おこげの付着した土器が発掘されるまでのタフォノミーによっても同位体比は変化することが指摘されている（図９）。

食材や調理方法等の違いによるおこげになりやすい傾向、採取部位の違い、炭化とタフォノミーという物理的・化学的・生物学的変化という課題を踏まえたうえで、分析結果の解釈を積み上げることが重要であり、今後の安定同位体比分析を行うための方針を具体的に議論することが可能になると考えられる。

参考文献

工藤雄一郎 2015「土器の出現とその意義」『季刊考古学』132 雄山閣
庄田慎矢 2017「土器付着炭化物塊状試料の窒素・炭素安定同位体比の解釈について」『SEEDS CONTACT』 4
西本豊弘 2009『弥生農耕の起源と東アジア－炭素年代測定による高精度編年体系の構築－』
吉田邦夫・西田泰民 2009「考古科学が探る火炎土器」『火炎土器の国　新潟』新潟県立歴史博物館編
吉田邦夫 2012「古食性分析〈縄文人の食卓〉」『アルケオメトリア』東京大学総合研究博物館
米田穣 2012「縄文時代における環境と食生態の関係－円筒土器文化圏とブラキストン線－」『季刊考古学』118 雄山閣

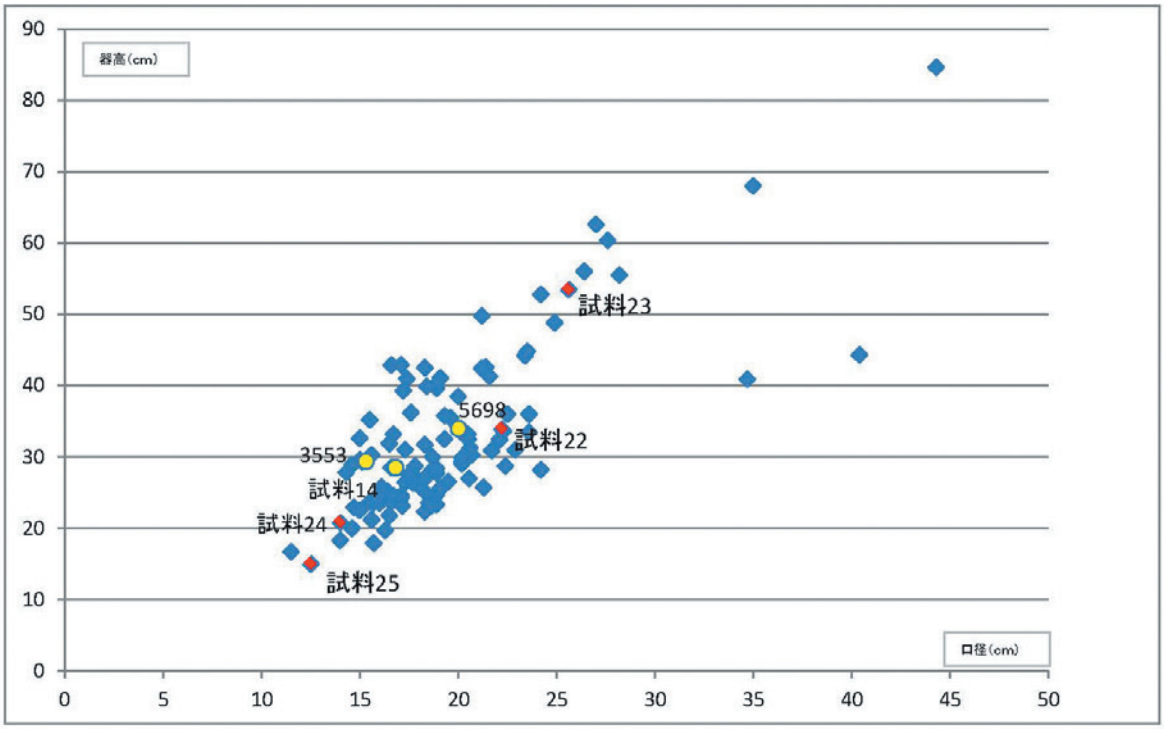


図１　円筒下層ｂ式　法量グラフ

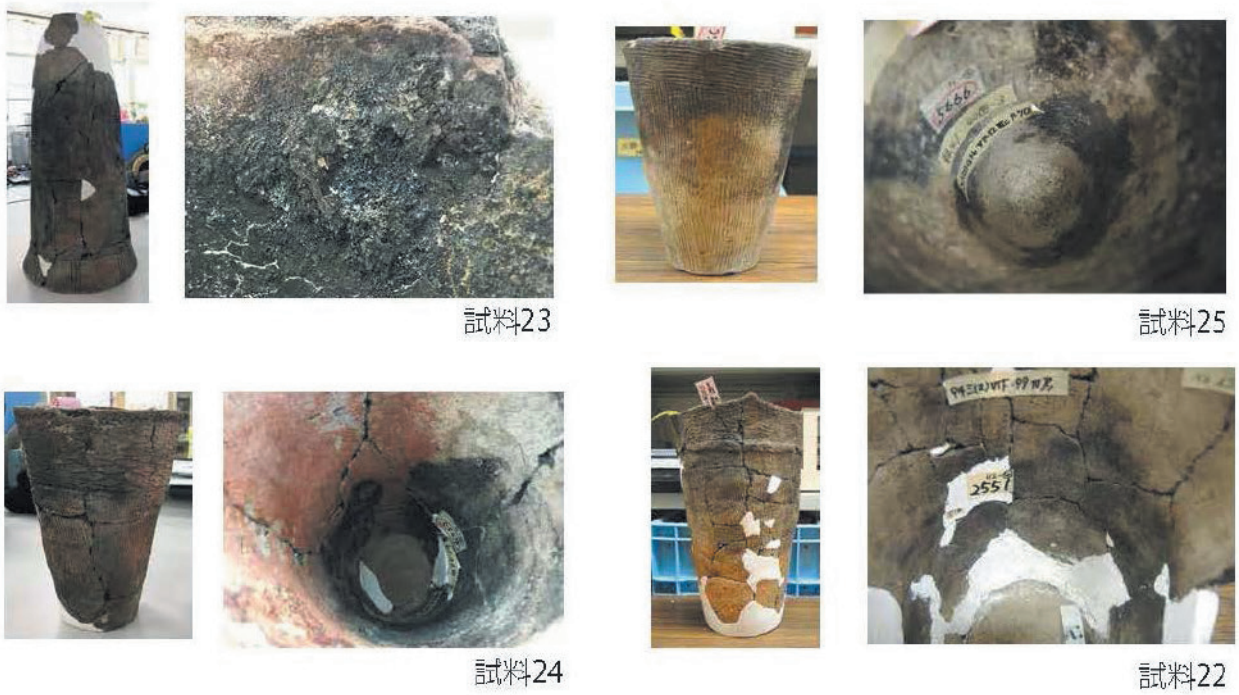


図２　平成 28 年度分析土器

H27分析試料

試料No.	試料採取場所	安定同位対比（‰）		C/N比	時期	整理番号	口径	器高	底径	
		$\delta^{13}C_{PDB}$	$\delta^{15}N_{AIR}$							
2	内面	-25.9	4.16	16.9	前期中葉		-	-	-	
5	内面	-25.2	1.50	24.5	前期中葉		-	-	-	
6	外面（吹きこぼれ）	-25.5	2.52	24.2	上層ｅ		-	-	-	
9	内面	-21.1	11.9	15.3	最花？		-	-	-	
11	内面	-22.8	13.0	10.4	榎林		-	-	-	
12	内面	-21.6	15.4	9.13	中期後葉		-	-	-	
14	外面（吹きこぼれ）	-25.7	3.37	21.7	下層b	5725	16.8	28.5	8.3	中
15	内面	-22.0	13.8	12.7	下層b	3289	-	-	-	
16	内面	-25.8	1.47	59.5	下層b	1617	-	16.9	-	
17	内面	-18.9	16.6	6.95	下層b	1338	21.6	(25.5)	(21.6)	
20	内面	-21.2	13.9	10.8	大木10	770	-	32.9	21.5	

H28分析試料

試料No.	試料採取場所	安定同位対比（‰）		C/N比	時期	整理番号	口径	器高	底径	
		$\delta^{13}C_{PDB}$	$\delta^{15}N_{AIR}$							
22	内面	-22.7	3.32	13.8	下層b	2551	22.2	12.3	34	中
23	内面	-26.4	-0.502	60.1	下層b	3576	25.6	53.5	14.7	大
24	内面	-26.4	-0.228	24	下層b	5529	14	20.8	7.5	中
25	内面	-18.9	14.7	6.6	下層b	5666	12.5	16.4	15	小

試料No.	試料採取場所	安定同位対比（‰）		C/N比	時期	整理番号	口径	器高	底径	
		$\delta^{13}C_{PDB}$	$\delta^{15}N_{AIR}$							
AOMR-001	内面	-23.3	12	9.5	最花	1	-	(6.2)	-	
AOMR-004	内面（口縁部）	-22.0	13.5	8.5	大木10	4	-	(18.1)	-	
AOMR-637	内面（胴部）	-26.4	7.53	9.8	上層d	637	-	45.5	-	
AOMR-892	内面（胴下部）	-24.7	5.45	14.2	上層a	392	-	33.6	-	
AOMR-2640	外面（吹きこぼれ）	-25	6.51	13.4	榎林	2640				
AOMR-3553	スス？	-25	4.06	19.9	下層b	3553	15.3	24.9	8	中
AOMR-4847	内面（胴部）	-26.1	2.86	21.9	下層d1	4847				
AOMR-5125	内面（胴下部）	-26.2	1.06	38.3	下層d2	5125	-	26	-	
AOMR-5628	内面（胴下部）	-23	15.7	7.9	下層a以前	5628				
AOMR-5698	スス	-24.5	12.38	42.8	下層b	5698	20	34	-	中
AOMR-6320	内面（胴部）	-27.4	12.6	20.4	下層a	6320				
AOMR-5634a	内面（胴部）	-26.1	0.62	30.5	下層a～芦野2群	5634a				

表１　これまでの分析結果

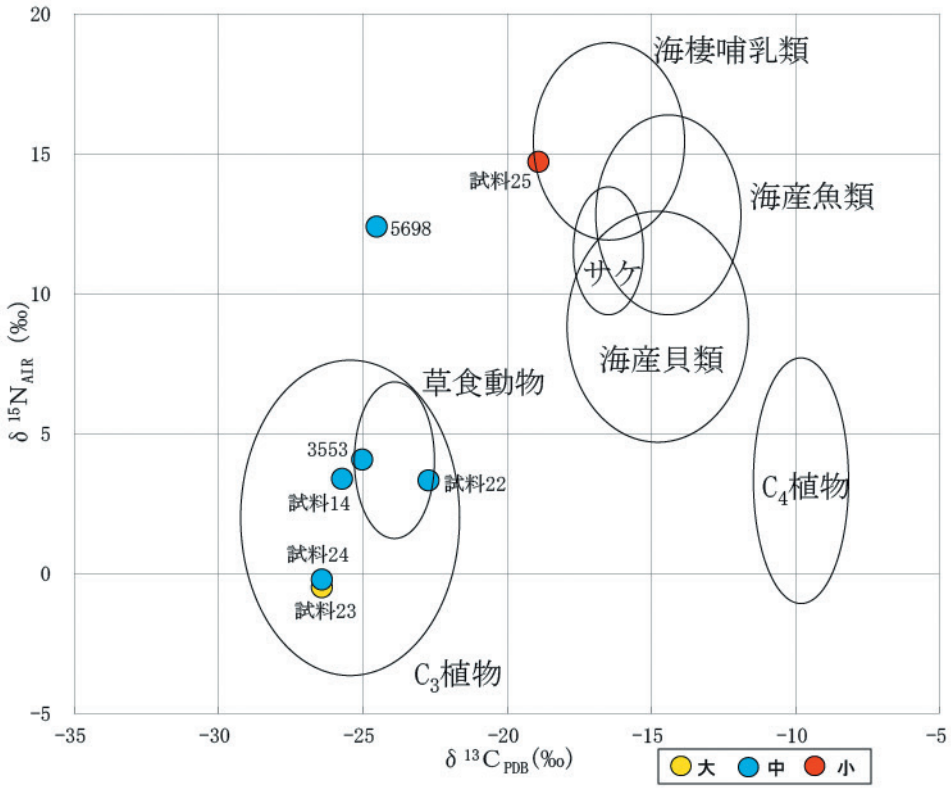


図３　法量別：炭素・窒素安定同位体比（吉田・西田（2009）に基づいて作成）

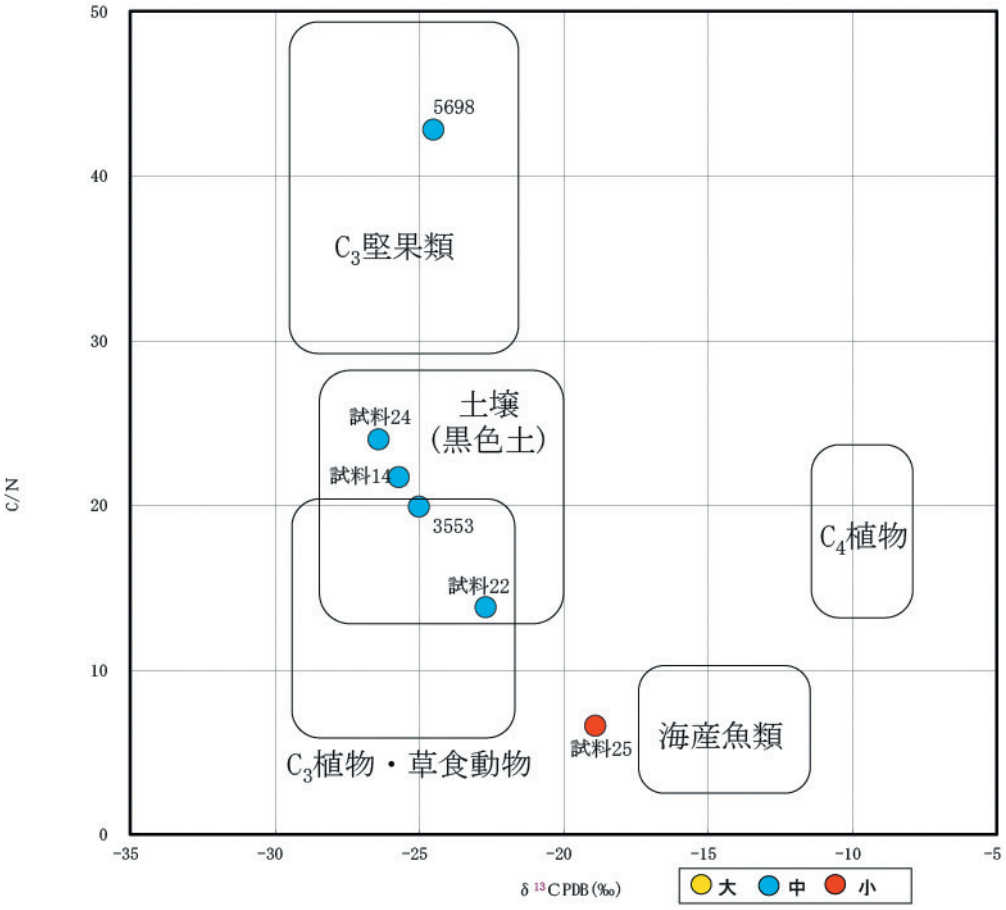


図４　法量別：炭素安定同位体比と C/N 比の関係（吉田・西田（2009）に基づいて作成）

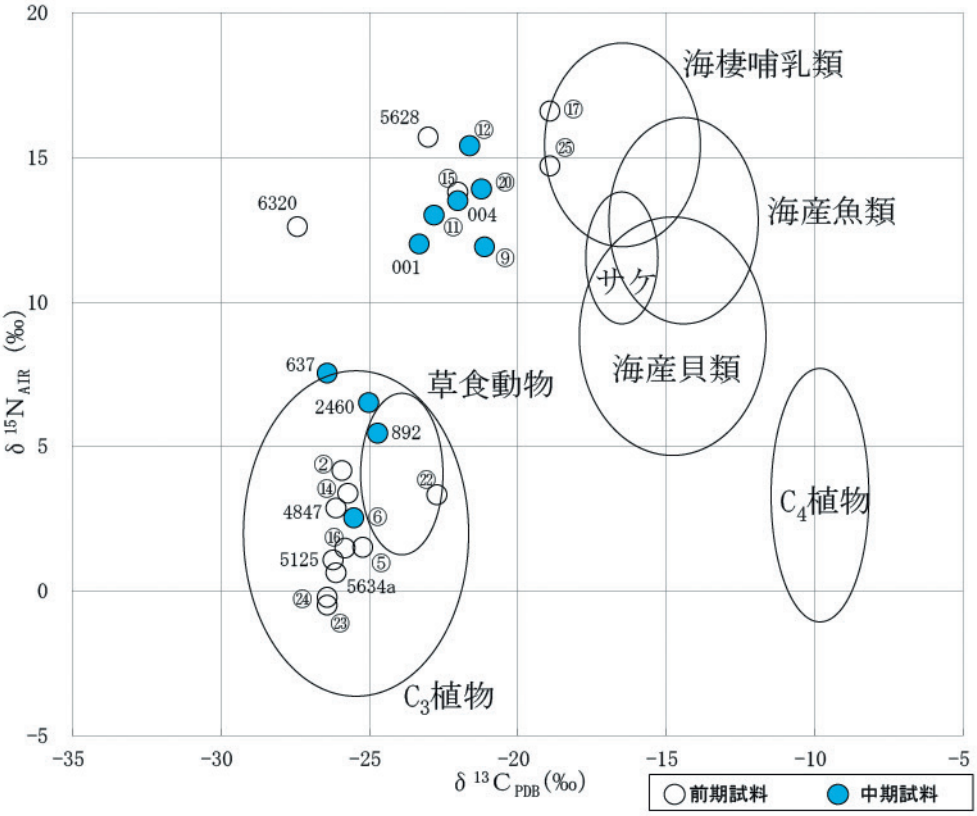


図５　炭素・窒素安定同位体比（吉田・西田（2009）に基づいて作成）

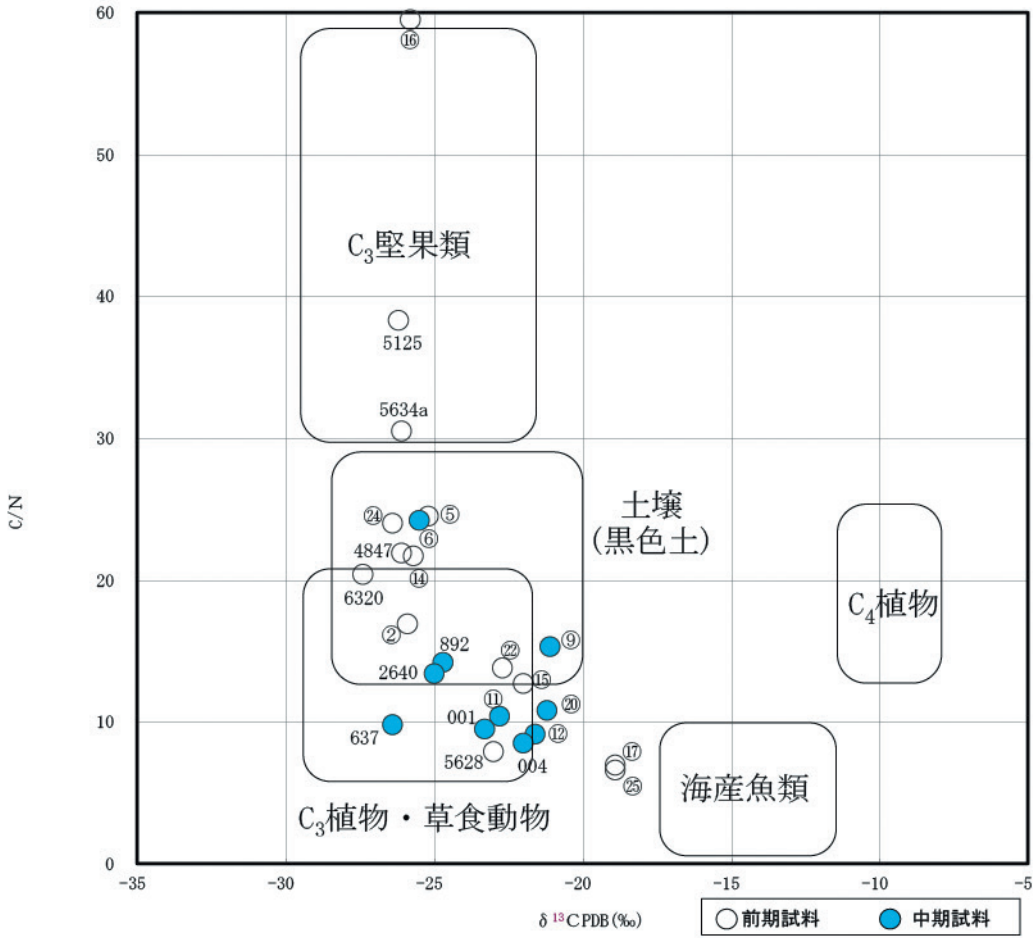


図６　炭素安定同位体比と C/N 比の関係（吉田・西田（2009）に基づいて作成）

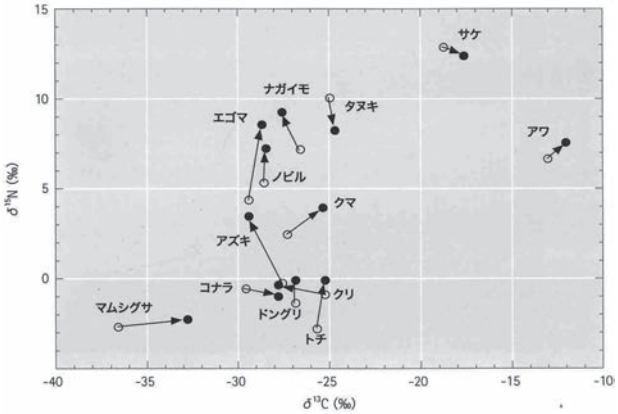


図７　炭化前後の同位体比変化（吉田 2012）

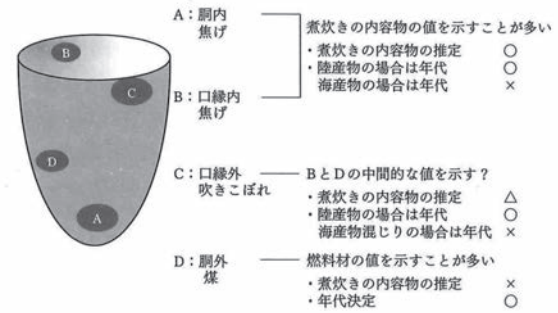


図８　採取部位による資料の特徴（工藤 2015）

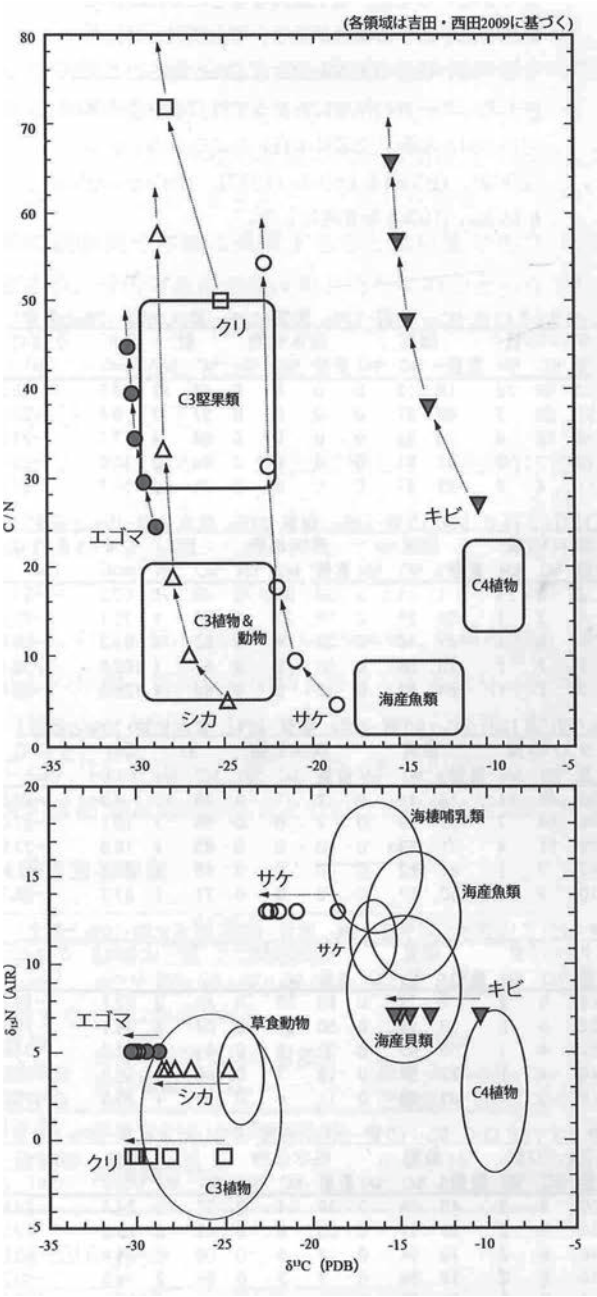


図９　同位体比変動モデル（庄田 2017）

第５　日誌抄録

年　月　日	平成 28 年度の主なイベント
平成 28 年 5 月　3 日	縄文春祭りを開催（～ 5 月 5 日）
5 月 21 日	さんまる縄文体験第１回「黒曜石で石器を作ろう」実施 （～ 11 月 12 日　1 回コース６回、2 回コース 1 回実施）
5 月 22 日	ギャラリートークを開始（～ 11 月 27 日　11 回実施）
5 月 28 日	さんまる縄文学講座第１回「円筒土器と火焔土器」実施 （～ 11 月 19 日　10 回実施）
6 月 20 日	発掘調査開始（～ 10 月 14 日）
7 月 20 日	発掘調査現場公開開始（～ 9 月 16 日）
8 月　9 日	さんまるミュージアム来場者 100 万人達成
8 月 11 日	縄文夏祭りを開催（～ 8 月 12 日）
9 月 17 日	縄文大祭典を開催（～ 9 月 18 日） 発掘調査現地説明会を開催
9 月 17 日	企画展「木からみる縄文の暮らし」を開催 （～平成 29 年 3 月 5 日）
10 月 15 日	縄文秋祭りを開催（～ 10 月 16 日）
10 月 16 日	さんまるジョモリンピックを開催
平成 29 年 2 月 11 日	縄文冬祭りを開催（～ 2 月 12 日）
3 月 11 日	遺跡報告会を開催
3 月 11 日	最新情報展「遺跡北端部の発掘－第 40 次調査最新情報展－」を開催 （～ 9 月 3 日）

特別史跡三内丸山遺跡
年　　報
― 21 ―

発行日　平成 30 年３月２日
発　行　青森県教育委員会
編　集　青森県教育庁文化財保護課
三内丸山遺跡保存活用推進室
〒030-8540　青森市新町二丁目３-１
TEL　017-734-9924
FAX　017-734-8280
三内丸山遺跡保存活用推進室
（縄文時遊館）
〒038-0031　青森市三内字丸山305
TEL　017-781-6078
FAX　017-781-6103
印刷所　ワタナベサービス株式会社
〒030-0803　青森市安方２丁目17-３
TEL　017-777-1388
FAX　017-735-5982