

山形県内遺跡出土試料の¹⁴C年代測定（その2）

国立歴史民俗博物館・年代測定研究グループ

概要

昨年度に引き続き、山形県小山崎遺跡、小田島城跡などの出土土器付着物の加速器を用いた年代測定を行ったので、その結果を報告する。土器付着物は2003年度に山形県埋蔵文化財センターにおいて、小林謙一が植月学氏と採取した。資料の出土層位や大凡の所属土器型式は、山形県埋蔵文化財センター小林圭一氏によるものである。

試料の前処理は、炭素年代測定グループが行い、測定は東京大学によるものである。測定結果は計測値（補正）とともに実年代の確率を示す較正年代値を示した。また、その根拠となった較正曲線を示した。

今回の年代測定の目的は、山形県内遺跡の年代を調べることであるが、縄文時代から弥生時代の実年代を推定する上で重要な例となる測定結果を得ることができた。

試料については、一覧を表1に付す。

1 炭化物の処理

試料については、注（1）～（3）に記した手順で試料処理を行った。（1）の作業は、国立歴史民俗博物館の年代測定資料実験室において小林・遠部、（2）（3）は、宮田が行った。各試料の炭素量については、表2にまとめた。

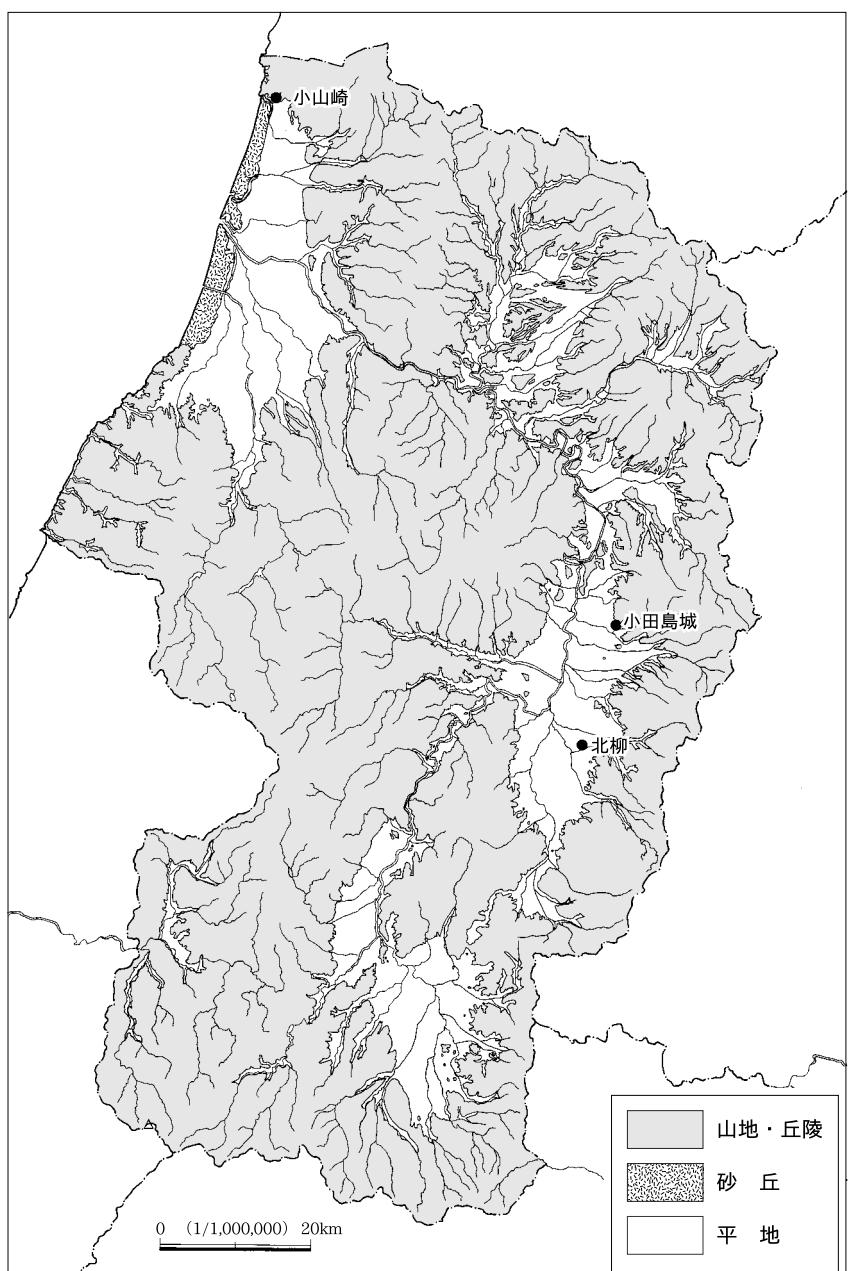
2 測定結果と曆年較正

AMSによる¹⁴C測定は、同時に調製した標準試料とともに、東京大学原子力研究総合センターのタンデム加速器施設（機関番号MTC）で行った。

測定結果は、注（4）に示す方法で、同位体効果を補正し、曆年較正年代を算出した（表3）。

測定結果の解釈と曆年較正年代の解釈については、考古学的所見とともに別稿にまとめる。

この成果は、国立歴史民俗博物館 平成17年度基盤研



究「高精度年代測定法の活用による歴史資料の総合的研究」(研究代表 今村峯雄)、平成17年度科学技術研究費補助金(学術創成研究)「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ー」(研究代表 西本豊弘 課題番号 16 GS 0118) の一部である。

較正年代については今村峯雄の方法に従う。本稿は、注について新免歳靖¹⁾・坂本稔¹⁾・宮田佳樹¹⁾・松崎浩之²⁾の記載をもとに小林謙一¹⁾が執筆し、西本豊弘¹⁾が監修した。

1) 国立歴史民俗博物館

2) 東京大学大学院工学研究系

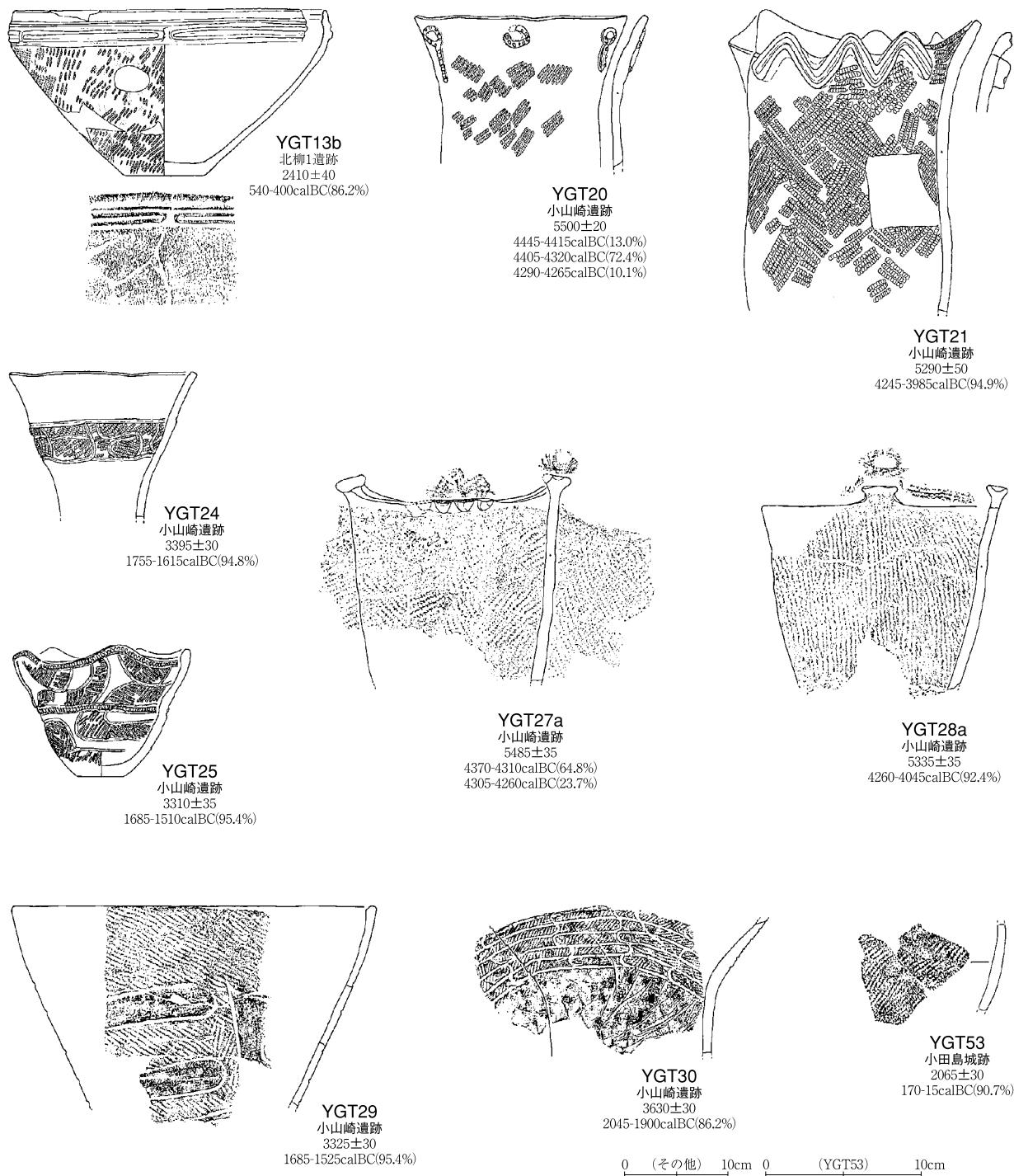


図2 ^{14}C 年代測定試料 (2005年度測定)

表1 年代測定用試料一覧

試料番号	所在地	遺 跡	種 類	時 期	型 式	種 類	部 位	報告・図版
YGT - 13 - b	山 形 市	北 柳 1	土器付着	縄文晚期	大洞A'式鉢	煤	口縁外	48集28図207
YGT - 20	遊 佐 町	小 山 崎	土器付着	縄文前期	大木3式	煤	口縁外	198集46図957
YGT - 21	遊 佐 町	小 山 崎	土器付着	縄文前期	大木5式	煤	口縁外	198集46図958
YGT - 24	遊 佐 町	小 山 崎	土器付着	縄文後期	加曾利B 2式併行	焦げ	胴内	198集41図842
YGT - 25	遊 佐 町	小 山 崎	土器付着	縄文後期	加曾利B 3式併行	生漆	底内	198集43図872
YGT - 27 - a,b	遊 佐 町	小 山 崎	土器付着	縄文前期	大木5式	a焦, b煤	胴a内, b外	198集22図273
YGT - 28 - a,b	遊 佐 町	小 山 崎	土器付着	縄文前期	大木5式	a焦, b煤	胴a内, b外	198集23図285
YGT - 29	遊 佐 町	小 山 崎	土器付着	縄文後期	加曾利B 2式併行	煤	胴外	198集40図807
YGT - 30	遊 佐 町	小 山 崎	土器付着	縄文後期	加曾利B 2式併行	焦げ	胴内	198集42図864
YGT - 53	東 根 市	小田島城	土器付着	弥生中期	地蔵池式?	煤	胴外	131集304図3415

表2 試料の重量

試料番号	採取量	処理量	回収量	回収/処理	前処理後	燃焼量	ガス	収率
YGT - 13 - b	150.41	63.67	13.96	21.9%	良	4.08	2.87	70.3%
YGT - 20	144.33	189.02	73.29	38.8%	良	4.09	2.10	51.3%
YGT - 21	483.51	175.45	37.31	21.3%	良	4.00	2.20	55.0%
YGT - 24	132.10	49.03	11.22	22.9%	良	4.03	1.90	47.1%
YGT - 25	109.95	41.03	36.74	89.5%	良	4.04	2.66	65.8%
YGT - 27 - a	168.94	117.40	79.11	67.4%	良	4.00	2.65	66.3%
YGT - 27 - b	580.34	305.47	59.49	19.5%	良	4.02	2.54	63.2%
YGT - 28 - a	57.02	53.67	5.84	10.9%	良	4.01	2.05	51.1%
YGT - 29	121.54	41.97	12.33	29.4%	良	4.01	2.23	55.6%
YGT - 30	94.84	42.32	11.36	26.8%	良	4.04	2.18	54.0%
YGT - 53	58.43	38.16	4.64	12.2%	良	3.66	1.34	36.6%

採取量・処理量・回収量・燃焼量は、炭化物の重量 (mg)、ガスは二酸化炭素の炭素相当量 (mg)、率は%

回収量/処理量 (%)、収率はガス/燃焼量 (%)

表3 測定結果と暦年較正年代

試料番号	測定機関番号	炭素年代 $\delta^{13}\text{C} \text{\%}$	¹⁴ C B P (補正值)	較正年代 cal BC	確率密度 (%)
YGT - 13 - (b)	MTC - 06989	(- 26.9)	2410 \pm 25	725 - 690	8.3
				660 - 650	1.0
				540 - 400	86.2
YGT - 20	MTC - 06990	(- 23.1)	5500 \pm 20	4445 - 4415	13.0
				4405 - 4320	72.4
				4290 - 4265	10.1
YGT - 21	MTC - 06991	(- 32.8)	5290 \pm 50	4250 - 4245	0.6
				4245 - 3985	94.9
YGT - 24	MTC - 06992	(- 25.6)	3395 \pm 30	1765 - 1760	0.6
				1755 - 1615	94.8
YGT - 25	MTC - 06993	(- 30.3)	3310 \pm 35	1685 - 1510	95.4
YGT - 27 - (a)	MTC - 06994	(- 23.3)	5485 \pm 35	4445 - 4420	5.4
				4395 - 4385	1.6
				4370 - 4310	64.8
				4305 - 4260	23.7
YGT - 27 - (b)	MTC - 06995	(- 24.3)	5165 \pm 35	4045 - 3940	88.9
				3855 - 3815	6.6
YGT - 28 - (a)	MTC - 06996	(- 24.2)	5335 \pm 35	4315 - 4300	3.0
				4260 - 4045	92.4
YGT - 29	MTC - 06997	(- 27.3)	3325 \pm 30	1685 - 1525	95.4
YGT - 30	MTC - 06998	(- 24.0)	3630 \pm 30	2125 - 2090	9.2
				2045 - 1900	86.2
YGT - 53	MTC - 06999	(- 25.8)	2065 \pm 30	170 - 15	90.7
				15 - A D 1	4.7

 $\delta^{13}\text{C}$ 値は、すべて加速器による測定で、参考値である。

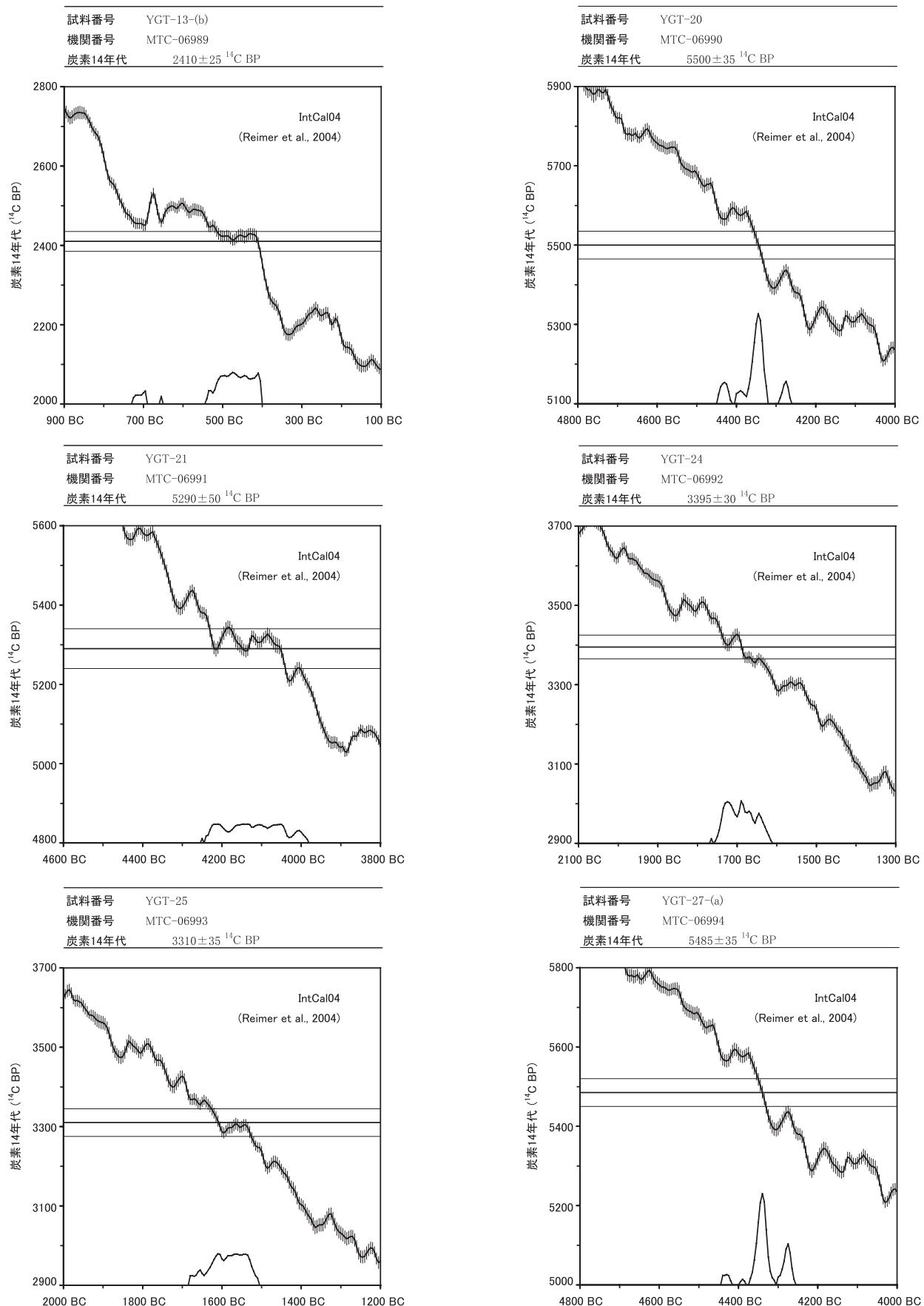


図3 山形県内出土試料の暦年較正年代（その1）

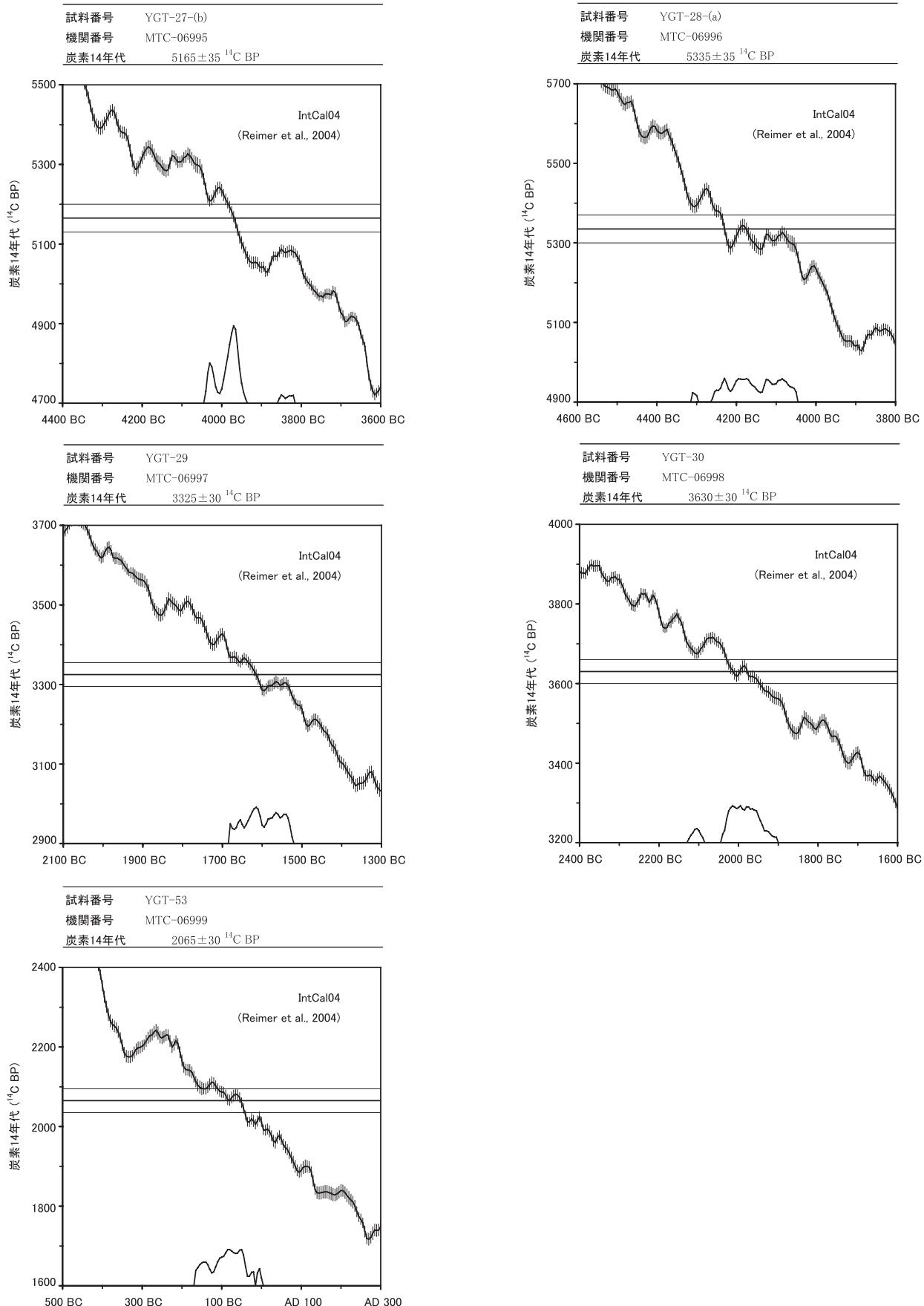


図4 山形県内出土試料の暦年較正年代（その2）

注

- (1) 前処理：酸・アルカリ・酸による化学洗浄（A A A処理）。
A A A処理に先立ち、土器付着物については、アセトンに浸け振とうし、油分など汚染の可能性のある不純物を溶解させ除去した（1～2回）。A A A処理として、80℃、各1時間で、希塩酸溶液（1 N-HCl）で岩石などに含まれる炭酸カルシウム等を除去（2～3回）し、さらにアルカリ溶液（NaOH、0.1 N）でフミン酸等を除去した。アルカリ溶液による処理は3～4回行い、ほとんど着色がなくなったことを確認した。さらに酸処理（1 N-HCl 12時間）を行いアルカリ分を除いた後、純水により洗浄した（4回）。
- (2) 二酸化炭素化と精製：酸化銅により試料を燃焼（二酸化炭素化）、真空ラインを用いて不純物を除去。
A A A処理の済んだ乾燥試料を、500 mgの酸化銅とともに石英ガラス管に投じ、真空に引いてガスバーナーで封じ切った。このガラス管を電気炉で850℃で3時間加熱して試料を完全に燃焼させた。得られた二酸化炭素には水などの不純物が混在しているので、ガラス製真空ラインを用いてこれを分離・精製した。
- (3) グラファイト化：鉄触媒のもとで水素還元し、二酸化炭素をグラファイト炭素に転換。アルミニウムカソードに充填。
1.5 mgの炭素量を目標にグラファイトに相当する二酸化炭素を分取し、水素ガスとともに石英ガラス管に封じた。これを電気炉でおよそ600℃で12時間加熱してグラファイトを得た。ガラス管にはあらかじめ触媒となる鉄粉が投じてあり、グラファイトはこの鉄粉の周囲に析出する。グラファイトは鉄粉とよく混合した後、穴径1 mmのアルミニウムカソードに600 Nの圧力で充填した。
- (4) AMS ^{14}C 測定と暦年較正計算方法

AMSによる ^{14}C 測定は、同時に調製した標準試料とともに、東京大学原子力研究総合センターのタンデム加速器施設（機関番号MTC）で行った。

年代データの ^{14}CBP という表示は、西暦1950年を基点にして計算した ^{14}C 年代（モデル年代）であることを示す（BPまたはyr BPと記すことが多いが、本稿では ^{14}CBP とする）。 ^{14}C 年代を算出する際の半減期は、5,568年を用いて計算することになっている。誤差は測定における統計誤差（1標準偏差、68%信頼限界）である。

AMSでは、グラファイト炭素試料の $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比を加速器により測定する。正確な年代を得るには、試料の同位体効果を測定し補正する必要がある。同時に加速器で測定した $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比により、 $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比に対する同位体効果を調べ補正する。 $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比は、標準体（古生物 belemnite化石の炭酸カルシウムの $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比）に対する千分率偏差 $\delta^{13}\text{C}$ （パーミル、‰）で示され、この値を-25‰に規格化して得られる $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比によって補正する。補正した $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$ 比から、 ^{14}C 年代値（モデル年代）が得られる。測定値を較正曲線IntCal04（ ^{14}C 年代を暦年代に修正するためのデータベース、2004年版）(Reimer et al 2004)と比較することによって暦年代（実年代）を推定できる。両者に統計誤差があるため、統計数理的に扱う方がより正確に年代を表現できる。すなわち、測定値と較正曲線データベースとの一致の度合いを確率で示すことにより、暦年代の推定値確率分布として表す。暦年較正プログラムは、国立歴史民俗博物館で作成したプログラム RHCAL (OxCal Programに準じた方法)を用いている。統計誤差は2標準偏差に相当する、95%信頼限界で計算した。年代は、較正された西暦 cal BCで示す。（）内は推定確率である。

参考文献

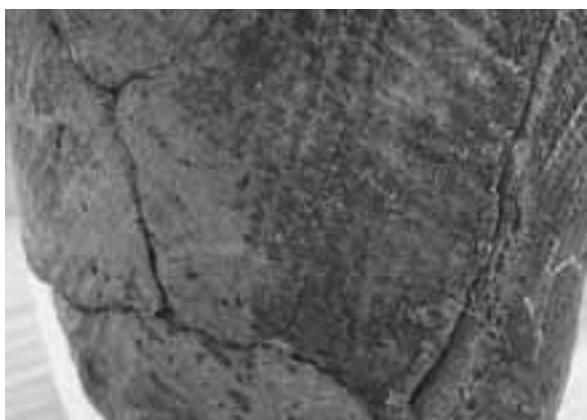
- 今村峯雄 2004 『課題番号 13308009 基盤研究（A・1）（一般）縄文弥生時代の高精度年代体系の構築』（代表 今村峯雄）
Reimer et al 2004 IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 0 – 26 Cal Kyr BP Radiocarbon 46(3), 1029 – 1058(30).



YGT-13-b 外面付着状態



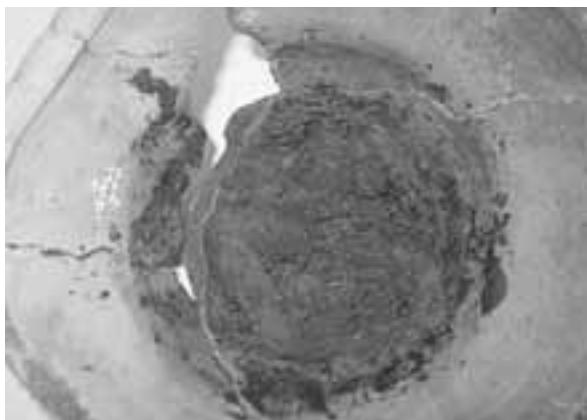
YGT-20 外面付着状態



YGT-21 外面付着状態



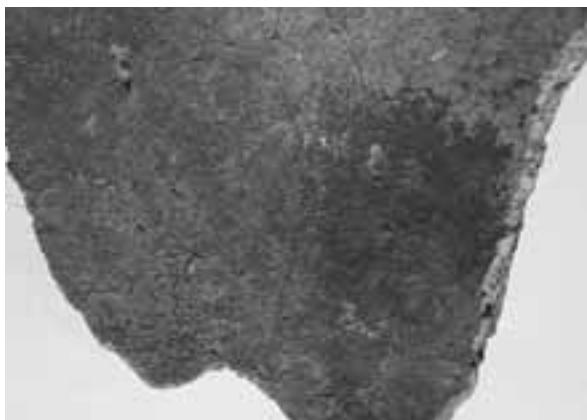
YGT-24 内面付着状態



YGT-25 内面付着状態（漆液）



YGT-27 外面付着状態

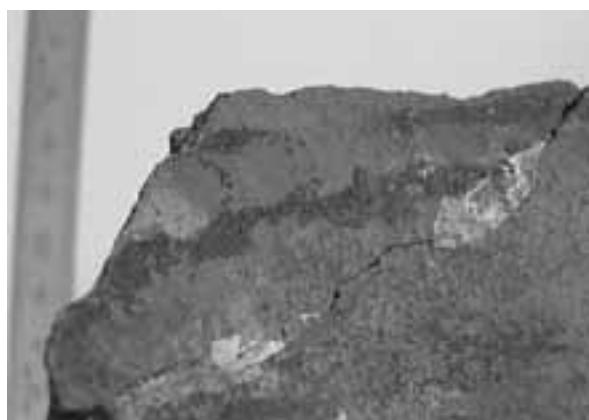


YGT-28 内面付着状態



YGT-29 外面付着状態

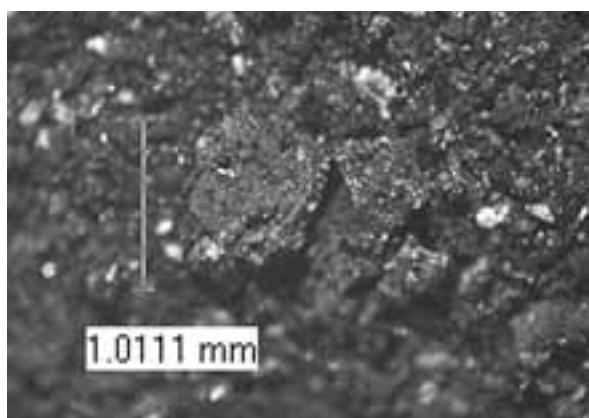
山形県内遺跡出土土器炭化物付着状態（1）



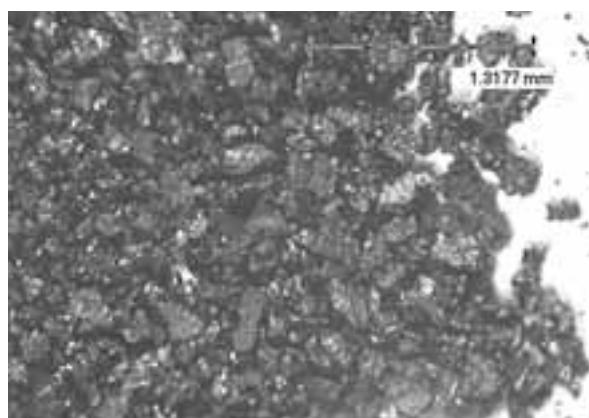
YGT - 30 内面付着状態



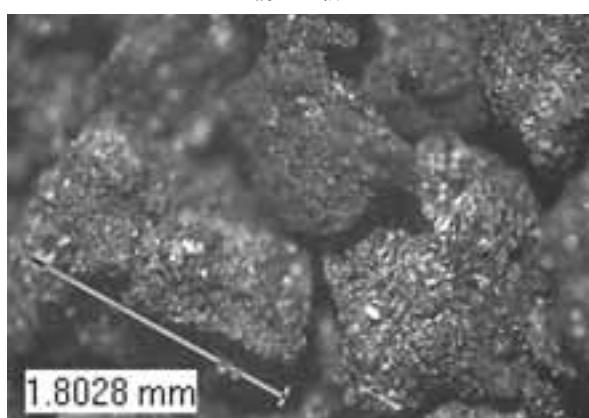
YGT53 外面付着状態



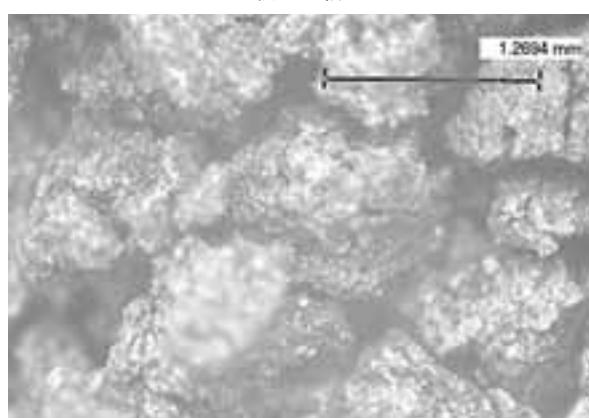
YGT - 13 - b AAA処理前 23倍



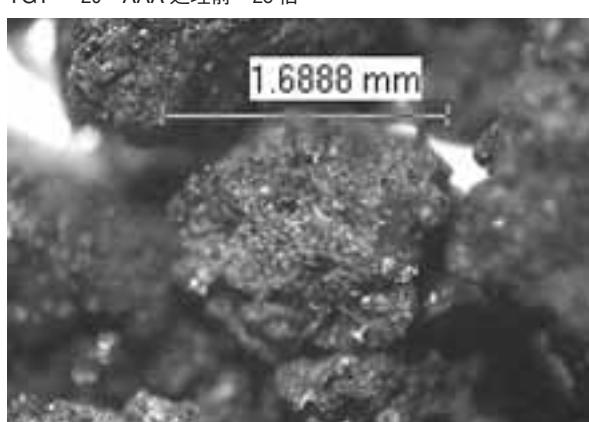
YGT - 13 - b AAA処理後 23倍



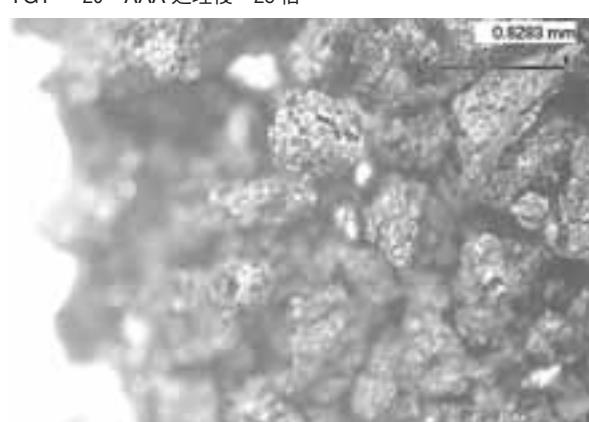
YGT - 20 AAA処理前 23倍



YGT - 20 AAA処理後 23倍

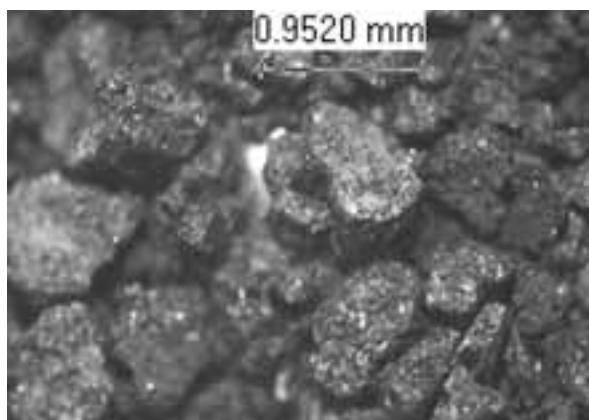


YGT - 21 AAA処理前 23倍

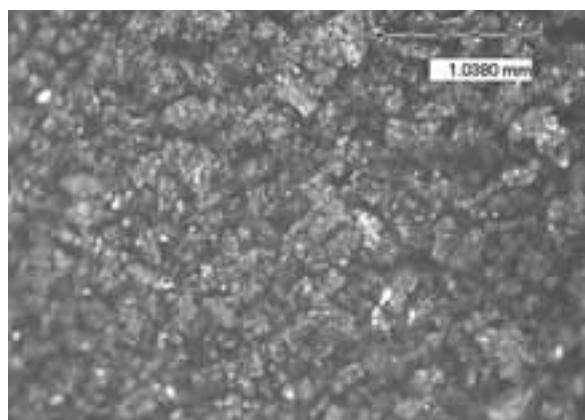


YGT - 21 AAA処理後 23倍

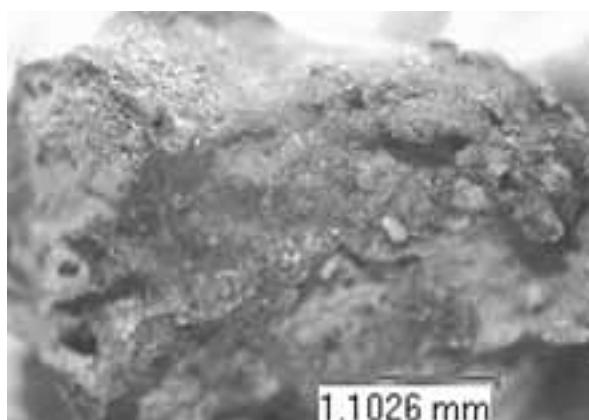
山形県内遺跡出土土器炭化物付着状態（2）



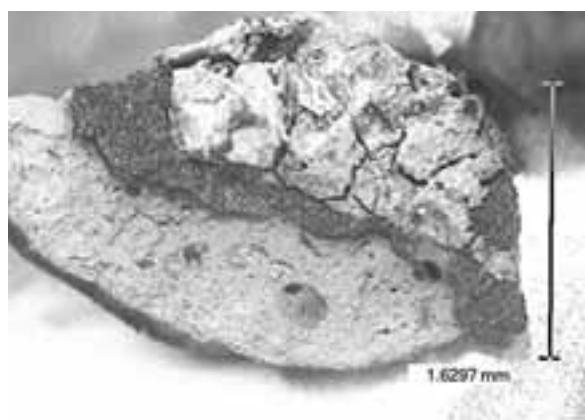
YGT-24 AAA処理前 23倍



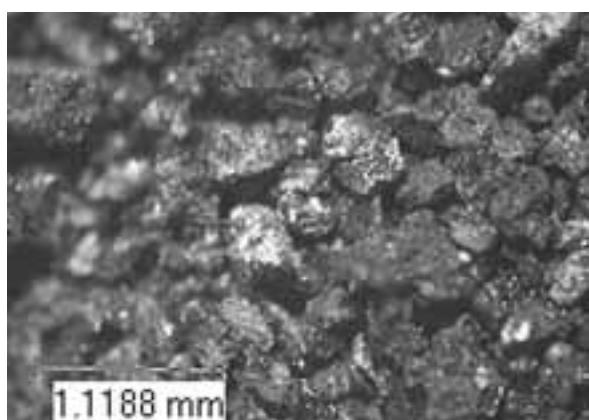
YGT-24 AAA処理後 23倍



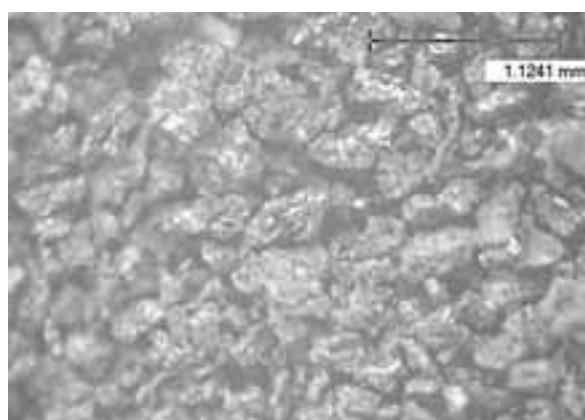
YGT-25 AAA処理前 23倍



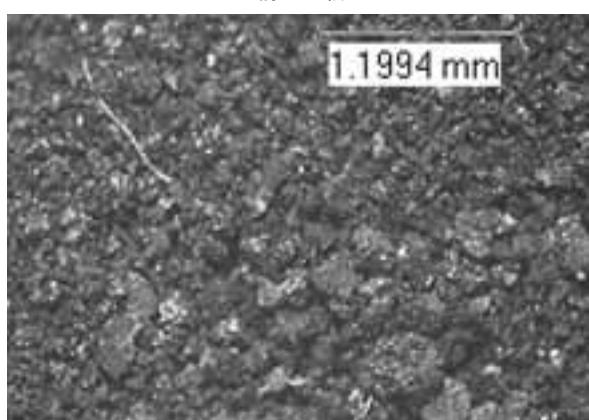
YGT-25 AAA処理後 23倍



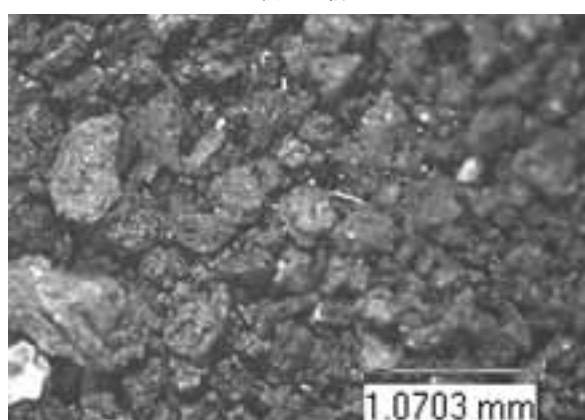
YGT-27-a AAA処理前 23倍



YGT-27-a AAA処理後 23倍

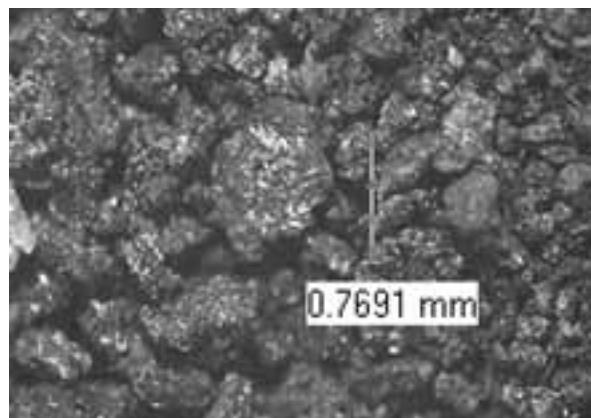


YGT-28-a AAA処理前 23倍

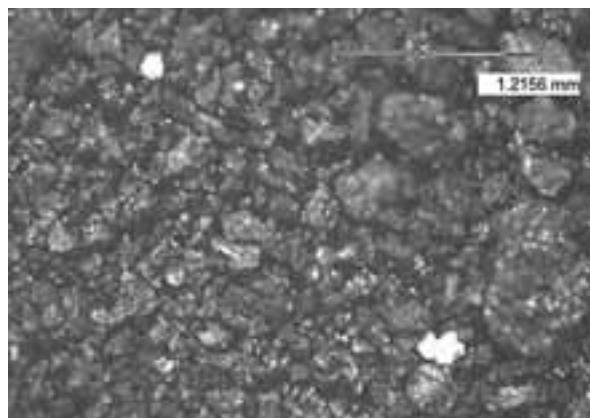


YGT-28-a AAA処理後 23倍

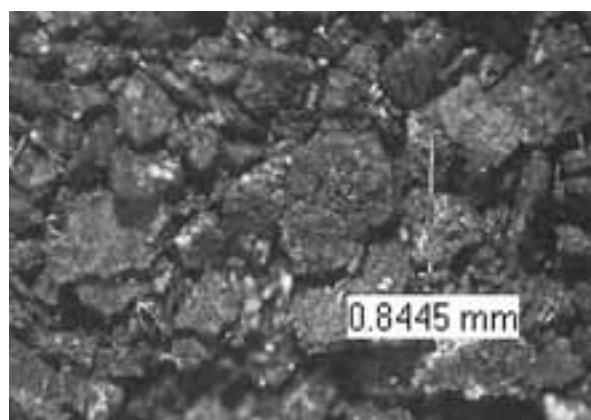
山形県内遺跡出土土器炭化物付着状態（3）



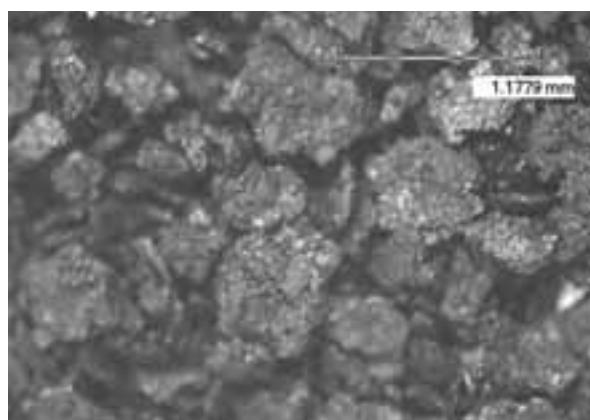
YGT-29 AAA 处理前 23倍



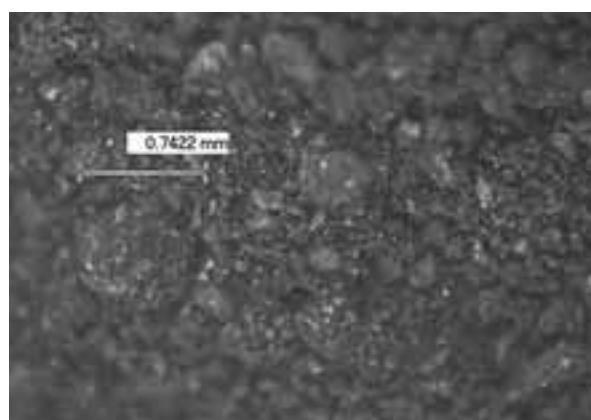
YGT-29 AAA 处理後 23倍



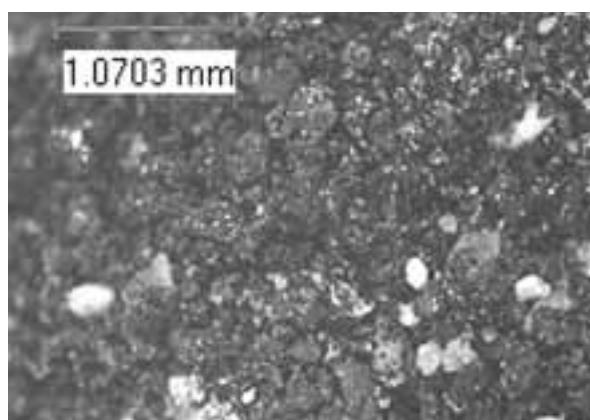
YGT-30 AAA 处理前 23倍



YGT-30 AAA 处理後 23倍



YGT-53 AAA 处理前 23倍



YGT-53 AAA 处理後 23倍

山形県内遺跡出土土器炭化物付着状態 (4)