

新井宏の語る「理系視点の考古学シリーズ」第2回

C14年代推定法の変遷と課題

主催：考古学を科学する会

2024年9月7日(土)

14:00～16:00

大井町駅東口の文化コミュニティ

「きゅりあん」中会議室

新井宏

Arai-Hiroshi@jcom.home.ne.jp

URI: <http://arai-hist.jp/>

本日の講演内容

- (Ⅰ) 炭素14年代法の諸問題
- (Ⅱ) 弥生早期・前期の諸問題
- (Ⅲ) 弥生中期開始時期の諸問題
- (Ⅳ) 古墳前期開始時期の諸問題
- (Ⅴ) 土器付着物汚染の諸問題
- (Ⅵ) おわりに

どうしてC14法で年代が分るか

- ◆ 大気中の炭素14はいつも一定(本当は違う)
宇宙線で作られるC14と放射崩壊で減る量がほぼ同じ
- ◆ 光合成で樹木となった炭素14は減る一方(5730年で半分)樹木等の炭素14を測るといつ育った木か判る
- ◆ 以前にはβ線を測って炭素14を測定していたが、最近は微量試料でもAMS法で手軽に測れる。
- ◆ 炭素14年は1950年を基準にして何年前になるかの計算値。しかし本当の年代とはズレがあった。それは大気中の炭素14が一定ではなかったから。
- ◆ これを修正する方法のひとつが国際較正基準

炭素14は放射性元素

1947年 シカゴ大学のW.F.Libby博士

	炭素量	C14比率	C14総量
大気中	7,500億トン	0.99×10^{-12}	0.7トン
陸上生物	20,000億トン	0.95×10^{-12}	1.9トン
海水中	400,000億トン	0.90×10^{-12}	36.0トン

生成＝崩壊→(半減期5567年→0.12%/年)→5kg/年

大気中崩壊→0.1kg/年

どうしてC14法で年代が分るか

大気中の炭素14はいつも一定(本当は違うが)

宇宙線で作られるC14と放射崩壊で減る量がほぼ同じ
光合成で樹木となった炭素14は減る一方(5730年で半分)

樹木や炭の炭素14を測るといつ育った木か判る

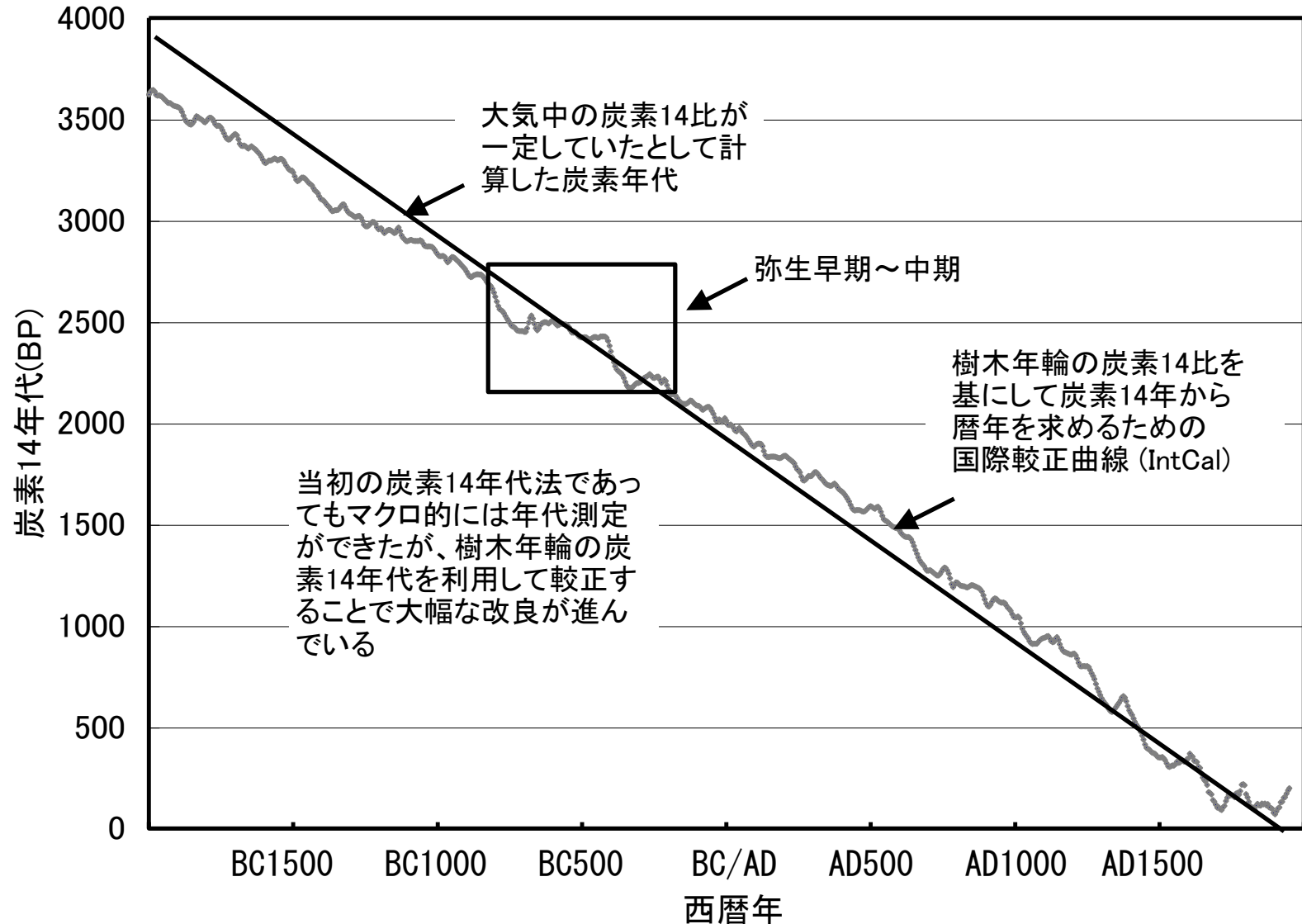
以前にはβ線を測って炭素14を測定していたが、最近は微量の試料でもAMS法で手軽に測れる。

炭素14年は1950年を基準にして何年前になるかの計算値。

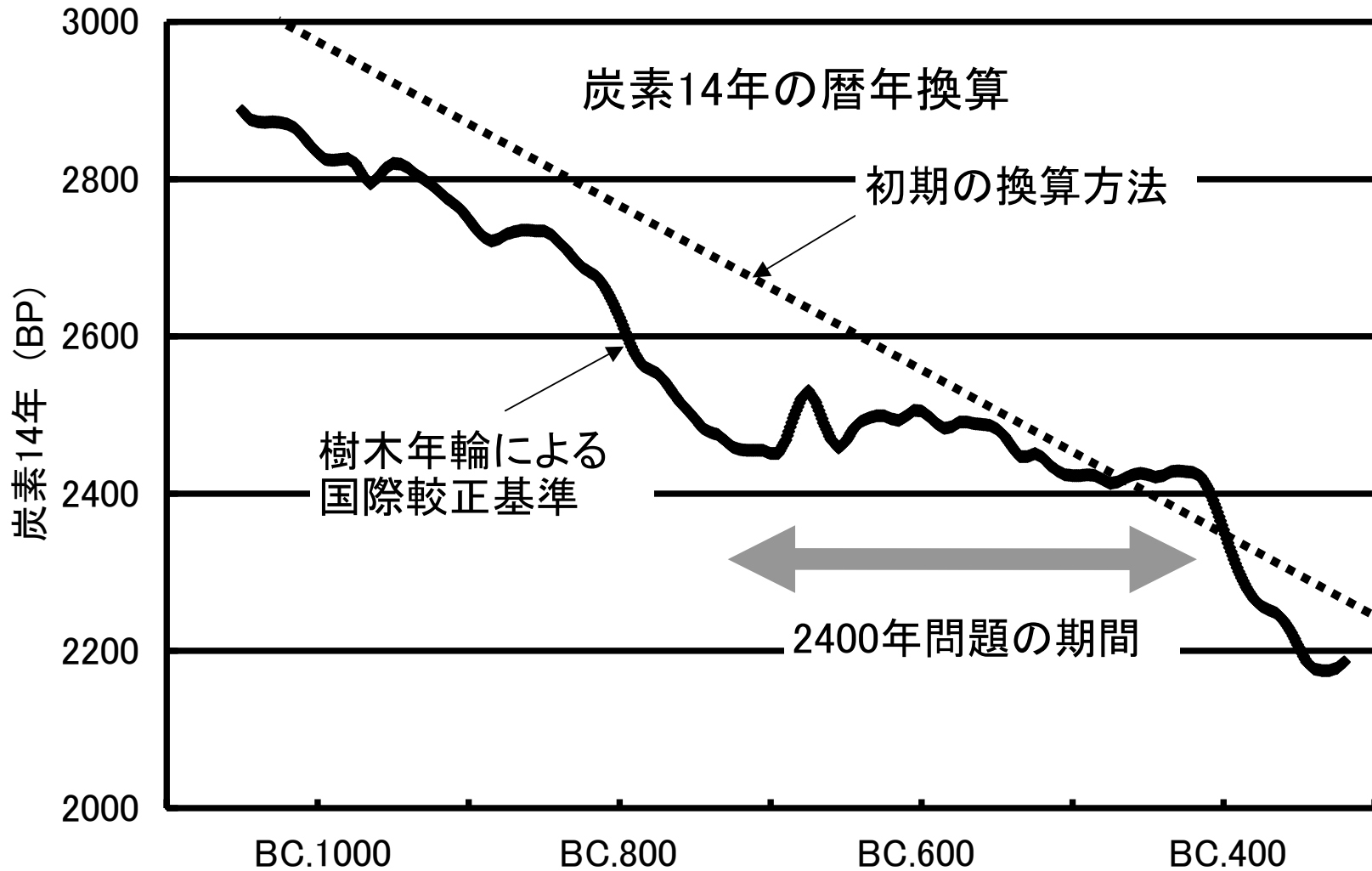
しかし本当の年代とはズレがあった。それは大気中の炭素14が一定ではなかったから。

これを修正する方法のひとつが国際較正基準

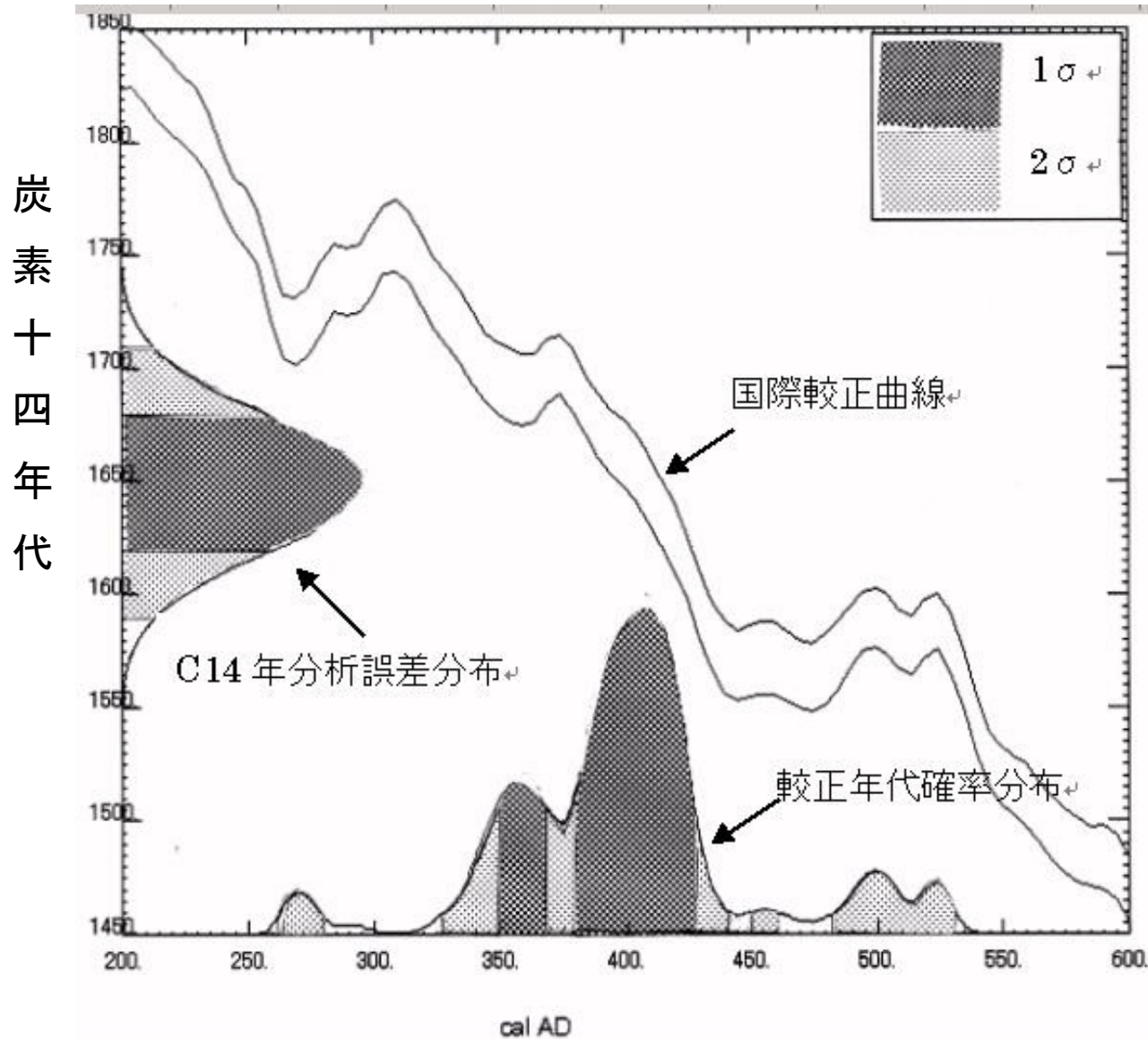
旧法と年輪年代補正法の比較



数10年もシフトしたら何が起こるか！



炭素14年代から暦年へ



炭素14はどこで出来どこで消えるか

炭素14を作る宇宙線強度は、高層で強く地表で弱い。
地磁場により高緯度圏で強く、低緯度圏では軽微。

成層圏では、地表面の1.3倍。（数1,000年新しい）
大気中と海水では炭酸ガスの交換をしている。

海水に長期間貯蔵された炭酸ガスは炭素14が500年分
も少ない。

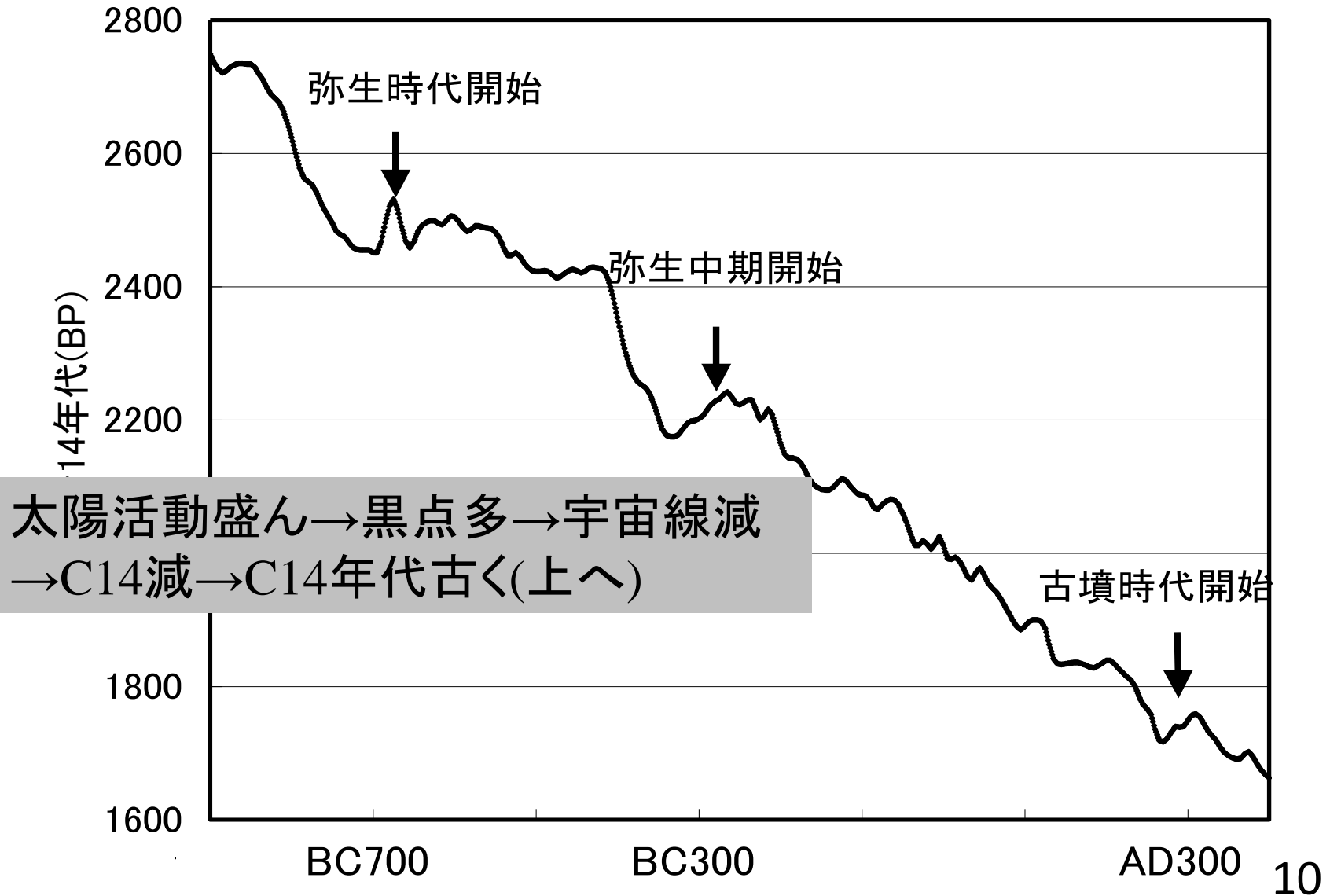
炭素14は高緯度高層で生まれ、低緯度海洋で消える。
分布が一様なはずがない。「まぜるのは簡単でない」

海で育つ植物の炭素14年は500年古くでる。

海の近くでは100年古く出る可能性は理論的な予測。

弥生前期・早期の遺跡は海岸ばかりだ。

温暖化が新時代の開始(?)



大気上層と地上の炭素14比の比較

成層圏の炭素14比は地上の1.3倍で、炭素14年が2400年も新しい。

• 相馬上空(1,400m) 炭素14比が3.6%高い

炭素14年で290年新しい

• 名古屋上空(8,800m) 炭素14比が7.8%高い

炭素14年で620年新しい

標高が1,000m上がると、100年ほど新しい炭素年になる。したがって、高標高地の樹木年輪による国際較正標準は要注意

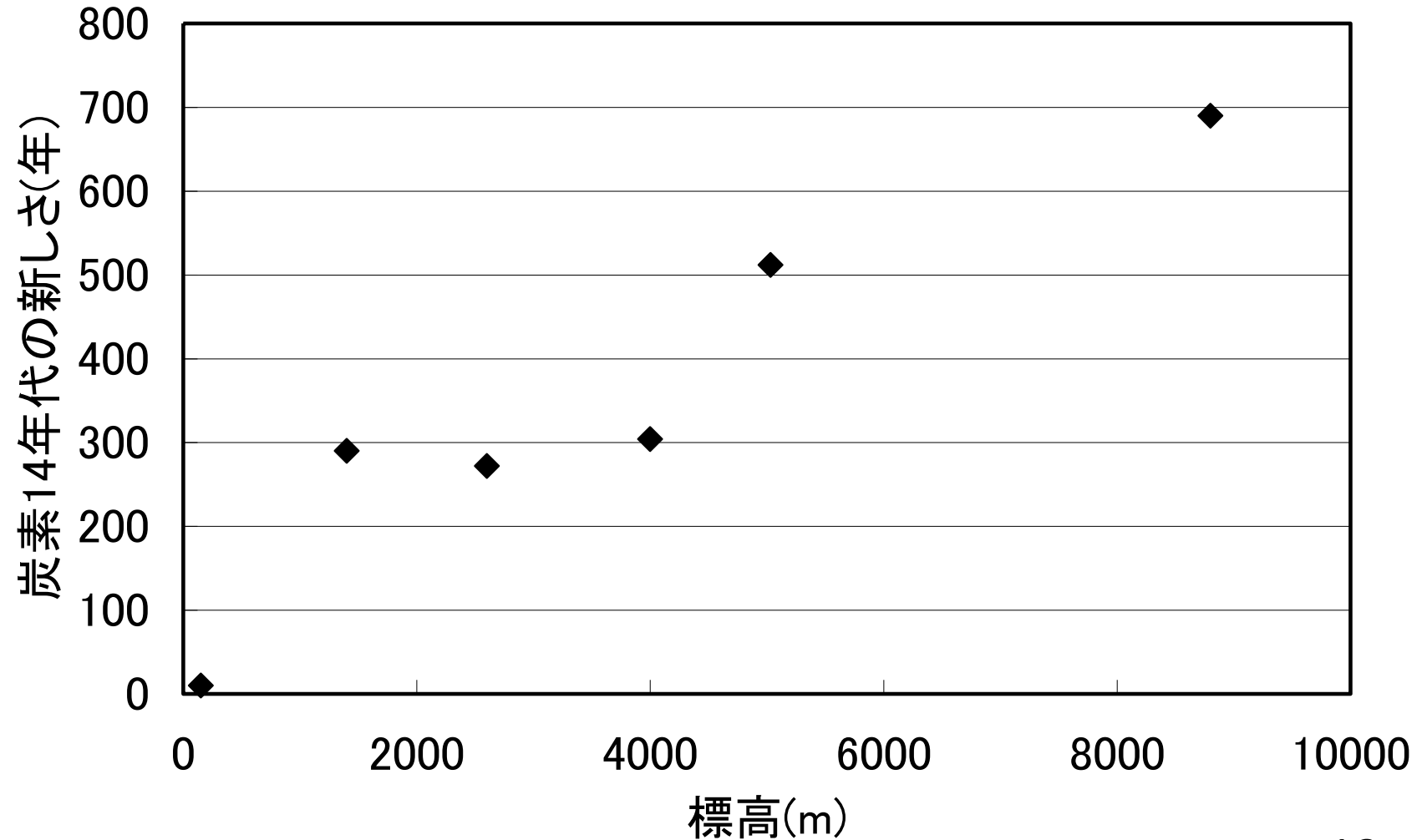
高山と平地の炭素年代の差

場所	標高	C ¹⁴ 濃度	年差
チベット プマユムツォ湖	5030m	1.081	512年
チベット・ラサ	4000m	1.055	304年
富士山6合目	2600m	1.051	272年
名古屋大学内	150m	1.017	基準

C14濃度は、1950年に対する比率

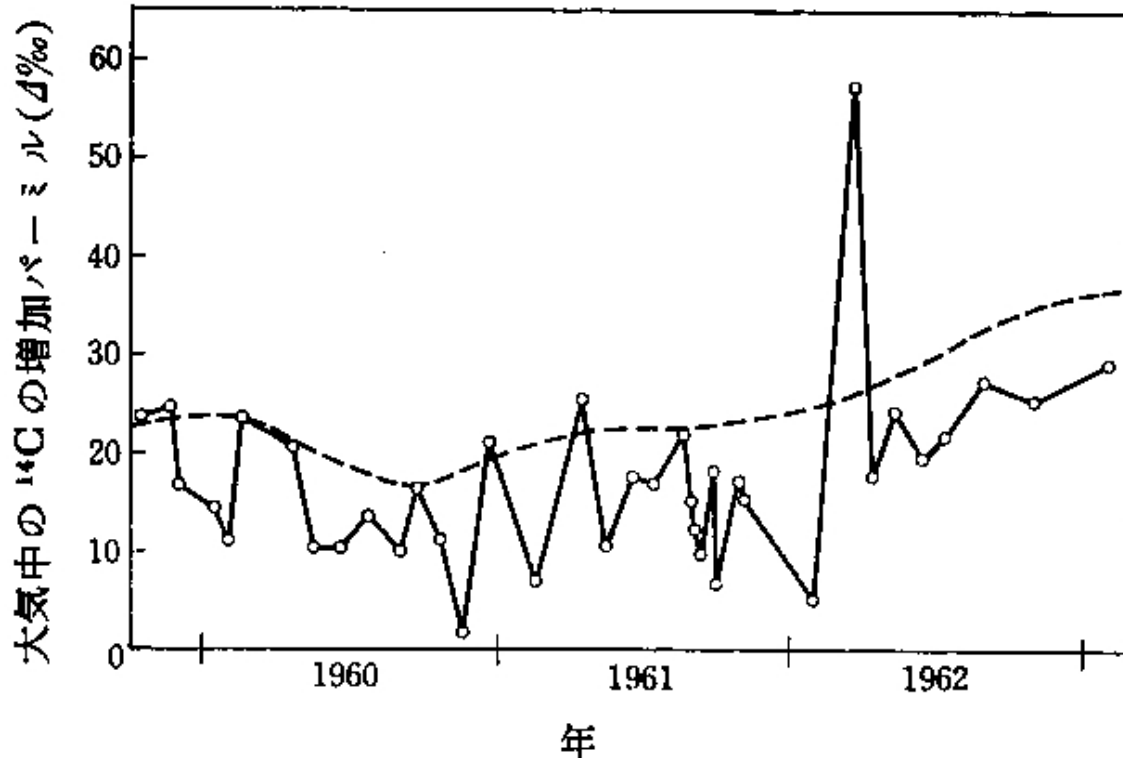
中村俊夫『名大加速器質量分析計実績報告』2008

標高による炭素14年の差



40年前の木越邦彦氏の指摘

日本化学雑誌87(3) 1966



---- : England および California, China Lake の値

○ : 東京の大气についての値

欧米より、東京の炭素14比が少ないのは、海洋性の気団のためと指摘している。

台風直後に炭素14比が大きく下がっている。

歴博はこの論文を知らなかったのか。知っていて無視したのか

海岸では炭素年代が古くでる

西暦年	海岸地域		内陸地域		参考	
	石川県 志賀町 松	青森市 小橋町 松	石川県 辰口町 松	岐阜県 中津川 木曾桧	IntCal04 例示	屋久島 屋久杉
1949	366	287	0	-79	188	
1950	277	286	40	-40	210	
1951	293	285	0	39	207	496
1952	345	343	-82	0	208	410
1953	231	242	200	159	193	325
平均	302	289	32	16	201	410
文献	①	②	③	④	⑤	⑥

① Y.Yamada et al., J. Nucl. and Radiochemical Sci., 6-2(2005)

② H.Kawamura et al. Radiocarbon, 49-2(2007)

③ Y.Yamada et al. J. Radioanal. Nucl. Chem. 227(1998)

④ 中村俊夫ほか、地球化学、21(1987)

⑤ www.radiocarbon.org/IntCal04%20files/IntCal04_rawdata.csv

⑥ 増田公明ほか、名大加速器質量分析計業績報告書、12(2001)

国際較正基準はどこでも使えるか

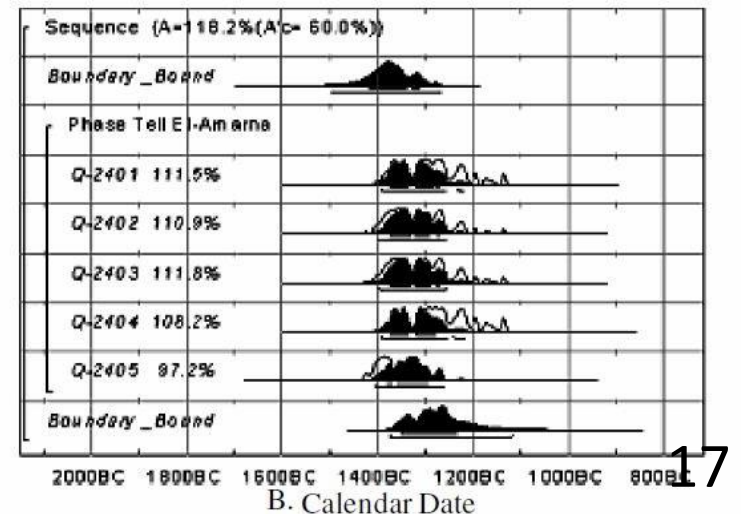
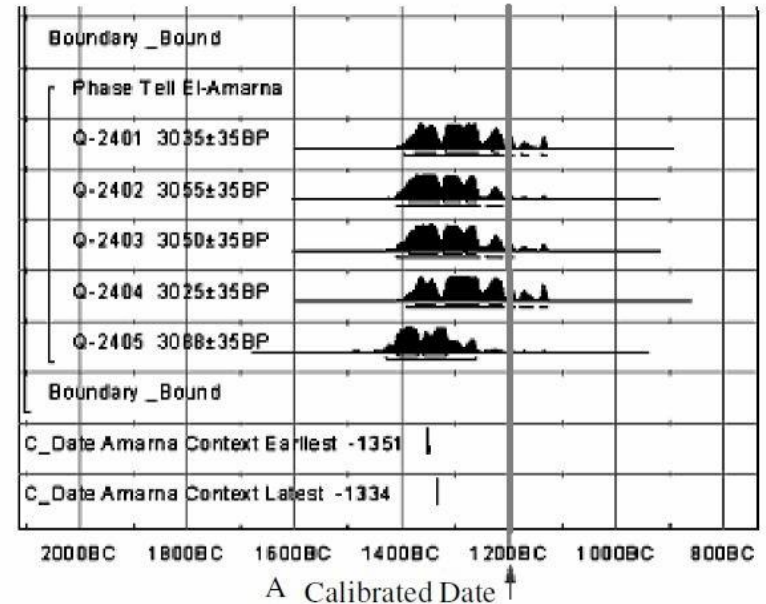
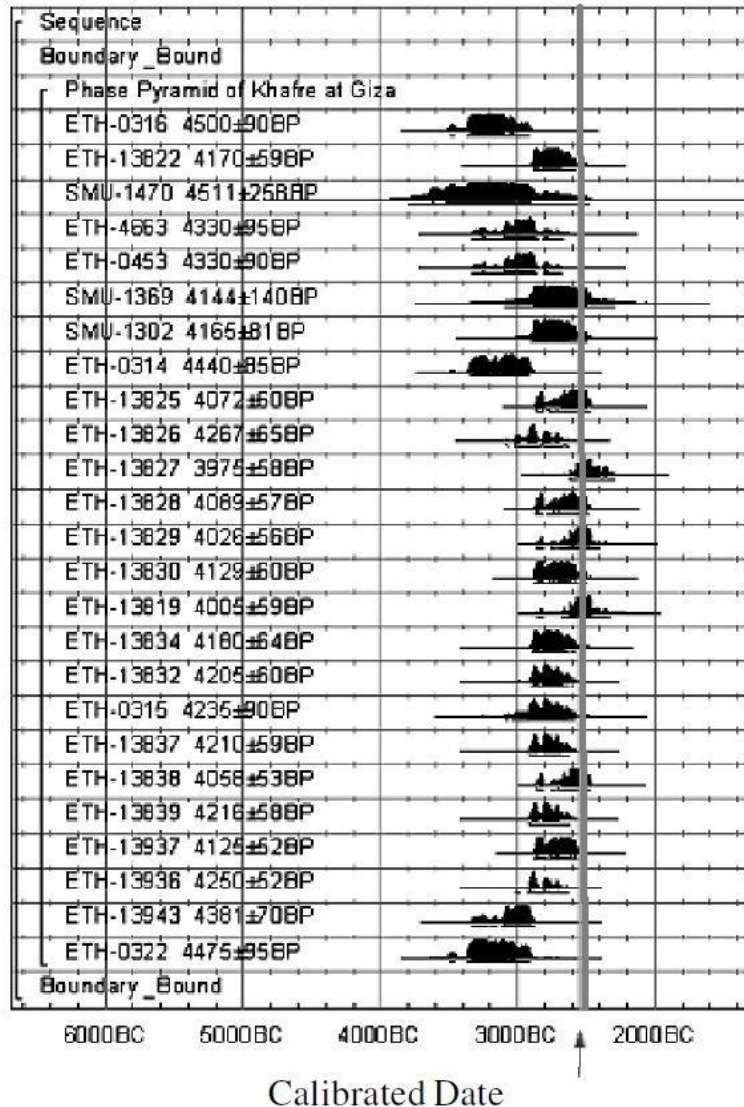
歴博の見解

大気における対流圏の混合は早く(2, 3ヶ月)、地域間の
大気中の炭素14濃度の違いは、年平均レベルでは非
常に小さい。だからどこでも使える。

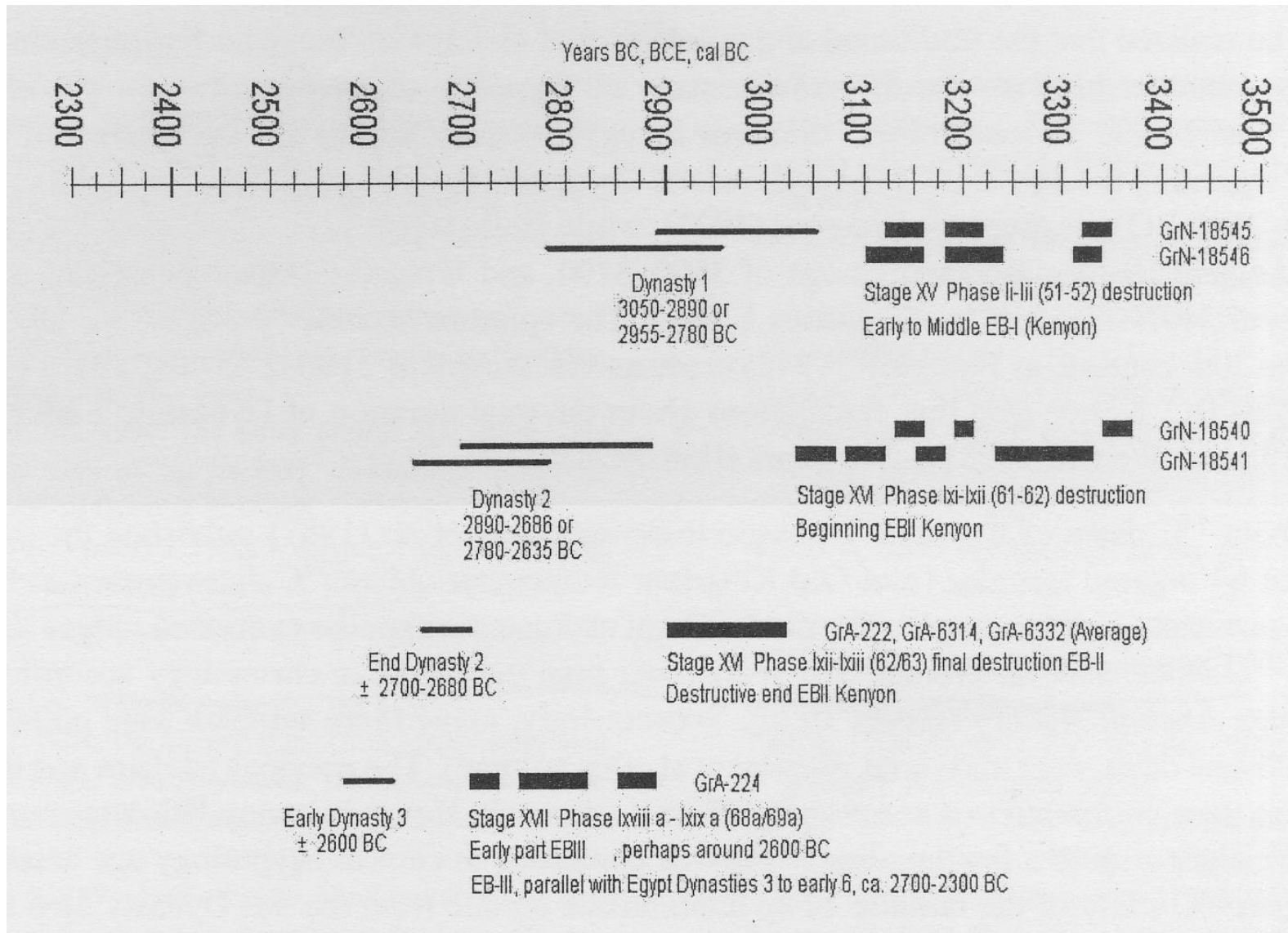
異なる事例集

南半球	57年古い
箱根芦ノ湖のヒノキ	AD50～150年、30～50年古い
トルコの木材	BC800～750年、60年ほど古い
中国長白山の樹木	AD1050～1130年、80年ほど古い
中国戦国墓など	100年ほど古い。
歴博の弥生前期のデータ	BC750～450年、30年古い

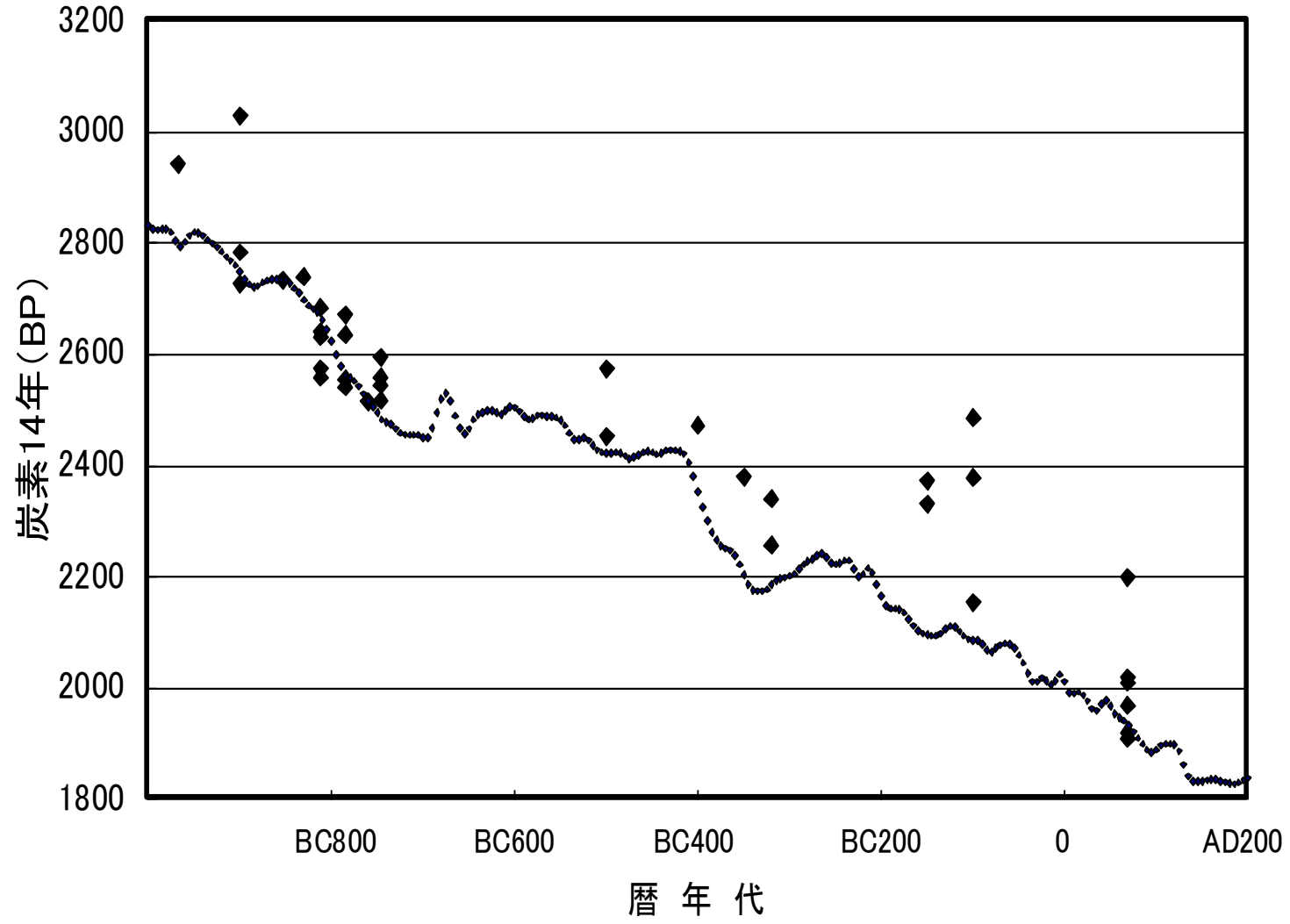
エジプトの考古学界の見解



イスラエル考古学の例



中国の晋越呉漢墓遺物の場合



人骨の炭素14年が古くでる

- 人骨の炭素14年が獣骨などより200～300年古く出て困っている。この問題をHBCO(Human Bone Collagen Offset)と言う。
- 原因は、①埋蔵中に入ってくる外来性の炭素、②淡水リザーバー効果(CaCO_2 など)、③食物連鎖リザーバー効果などと考えられているが、まだ解決していない。
- 海外の考古学では土器形式による編年が日本のように盛んでなく、人骨に頼ることが多いので、大きな問題のようである。(そのため、土器付着炭化物の炭素14年問題に関する研究も少ない)

土器付着炭化物の汚染の問題

- 炭素14年代が古くである理由としては、地域差ばかりでなく、試料の汚染問題がある。それは土器付着炭化物の炭素14年代が古くでているからである。
- 「論より証拠」でレジユメ表3に示すように、同一遺跡で同一時期(地層)から出土した遺物で土器付着炭化物と「種子など」の炭素14年代を比較すると24件全てが100年単位で土器付着炭化物の方が古くでている。

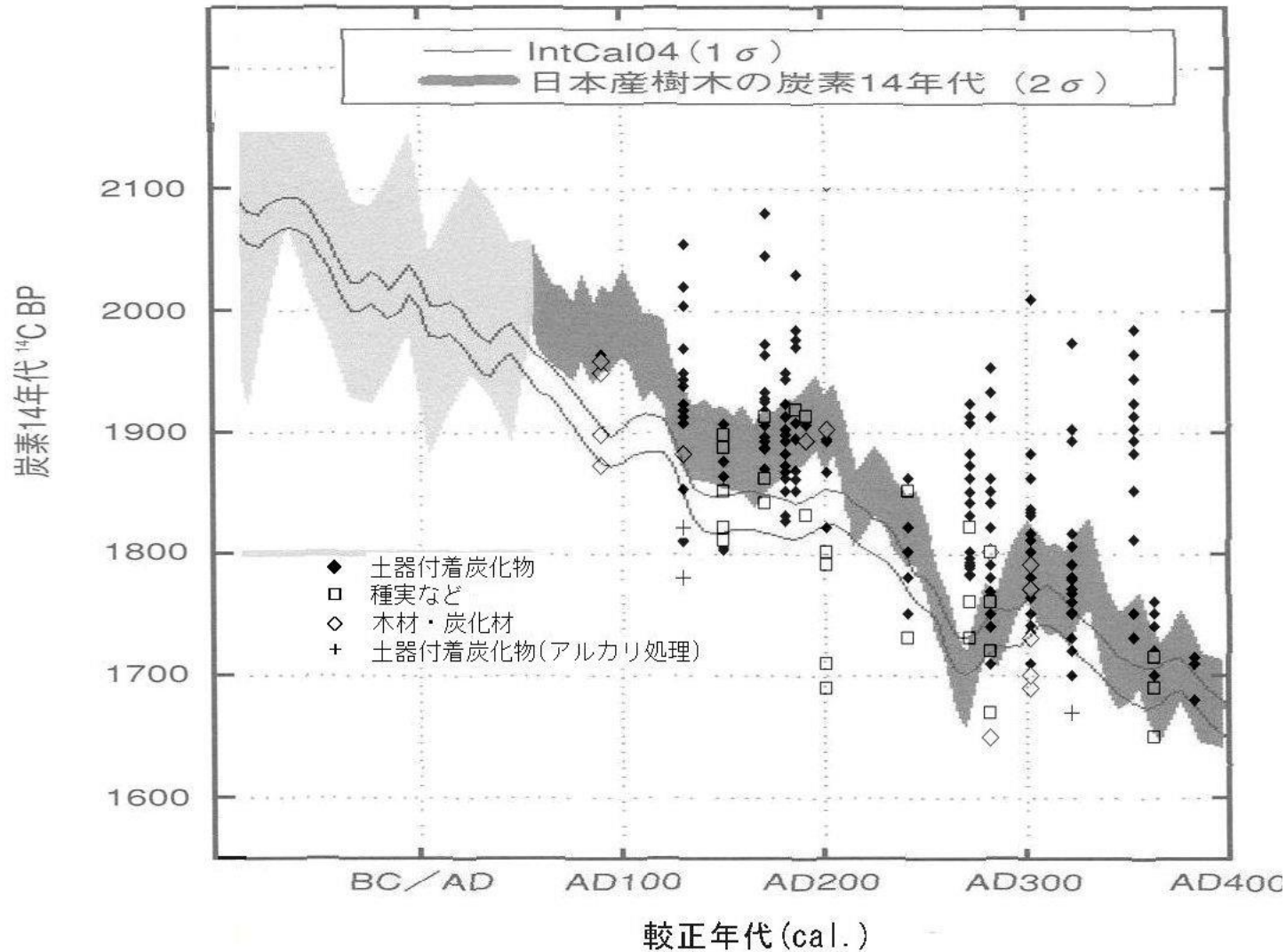
表3 同一遺跡・同一時期の種実類と土器付着物の炭素14年の差 (@は平均値)

遺跡名	土器時期	試料	試料の炭素14年	文献	土器付着物の炭素14年	文献	年差
北海道 生淵2	V層中位	種実	2675 @ 2675	1	3025 3190 3080 3340 @ 3159	1	484
	V層上位	種実	2695 2610 2720 2690 @ 2679	1	3135 3210 @ 3173	1	494
北海道 対雁2	土器集中1	種実	2100 ~2560 (N=17) @ 2436	2	2920 2810 2930 2970 @ 2908	2	472
北海道 浜中2	R地点V層 堂林式	炭化材	2980 3035 @ 3007	3	3715 3805 3815 3840 @ 3794	3	787
北海道 日尻小学校	ホッケ澗	種実	3270 3280 3205 3270 @ 3256	5	3365 ~3930 (N=17) @ 3663	4	407
		炭化材	3300 3360 3380 3350 3330 3380 3360 @ 3351	4			312
青森 東道ノ上(3)	IV層貝14	種実	4910 @ 4910	3	5505 @ 5505	3	595
青森 風張(1)	十腰内 4~5式	種実	3090 3175 3090 3175 @ 3132	5	3550 @ 3550	5	418
青森 三内丸山	大木10式 ~最花式	種実	3985 3900 4060 4030 @ 3994	4	4160 4340 4320 4220 4550 @ 4318	*	324
新潟 分谷地A	南三十稲葉	種実	3570 @ 3570	5	3790 3590 3920 3900 3790 3490 3750 @ 3747	5	177
東京 下宅部	縄文後期	種実	2955 ~3815 (N=10) @ 3386	5	3215 ~3870 (N=13) @ 3543	5	157
神奈川 上土棚南	加曾利B1	種実	3530 @ 3530	5	3680 3540 @ 3610	5	80
神奈川 **	中里式	種実	2320 @ 2320	*	2490 2260 @ 2375	*	55
神奈川 稲荷山貝塚	堀之内1	炭化材	3695 ~3970 (N=20) @ 3793	5	4190 4210 4200 @ 4200	5	407
愛知 **	欠山	種実	1860	*	1890	*	30
愛知 朝日	高蔵	生材	2108 2088 2052 2025 2000 1954 @ 2038	8	2240 2185 2175 2155 2155 2145 2089 @ 2157	7,8	119
	山中	生材	1811 @ 1811	8	2055 2040 2035 2030 1990 1979 1970 1960 @ 2007	7,8, 9	196
	山中~ 廻間	生材	1932 1906 1847 1720 1713 1688 @ 1802	8	2015 1935 1915 1915 1915 1905 1875 1851 1850 1810 @ 1900	7,8, 9, 10	98
奈良 唐古・鍵	大和 I-2a	種実	2445 2490 2335 2320 @ 2398	5	2491 2470 @ 2481	5	83
	大和 III-3	種実	2069 2050 2070 2065 2070 2080 2065 2025 2100 2090 @ 2068	4	2139 2056 2121 2157 2139 2143 @ 2126	5	58
奈良 東田大塚	布留0古	種実	1850 1730 @ 1780	6	1860 1780 1820 @ 1820	6	40
奈良 矢塚	庄内3?	種実	1790 1800 @ 1795	6	1820 @ 1820	6	25
長崎 原の辻	須玖II	種実	2160 @ 2160	5	2090 ~2260 (N=12) @ 2185	5	25
熊本 上小田宮前	天城式	種実	3030 2940 @ 2985	5	3040 3110 3190 3160 2960 3050 3030 3150 @ 3086	5	101

江別市対雁2の炭素14年(西田)

データ出所	炭素14年分布	~ 2200	2201 ~ 2400	2401 ~ 2600	2601 ~ 2800	2801 ~ 3000	3001 ~
西田2004a (1999年分)	炭化木片など 土器付着物		1	16		2	
西田2004b (2004年分)	炭化木片など 土器付着物	8	7	3		2	
歴博	土器付着物				6	14	4
δ 13C別	多い				1	6	3
	少ない				3	7	1
部位別	内部				3	3	2
	外部				3	11	2

弥生～古墳の土器付着炭化物



2003.5の「弥生500年遡上論」

2003.5 歴博は「弥生開始500年遡上論」を新聞に発表した。
「日本考古学協会」の研究会の一週間前であった。

最も肝要な試料の遺跡地名や炭素年代測定値は、雀居12次遺跡以外の梅白、橋本一丁田遺跡については、試料提供者側の報告が済んでいないことから伏せられていた。

夜臼 II a期(弥生早期後半)の多くがBC800年をはさむ年代に集中したので、より古い夜臼 I 期ならBC10世紀になる。

2004.4 非公式に『季刊考古学』論文発表、データ公開

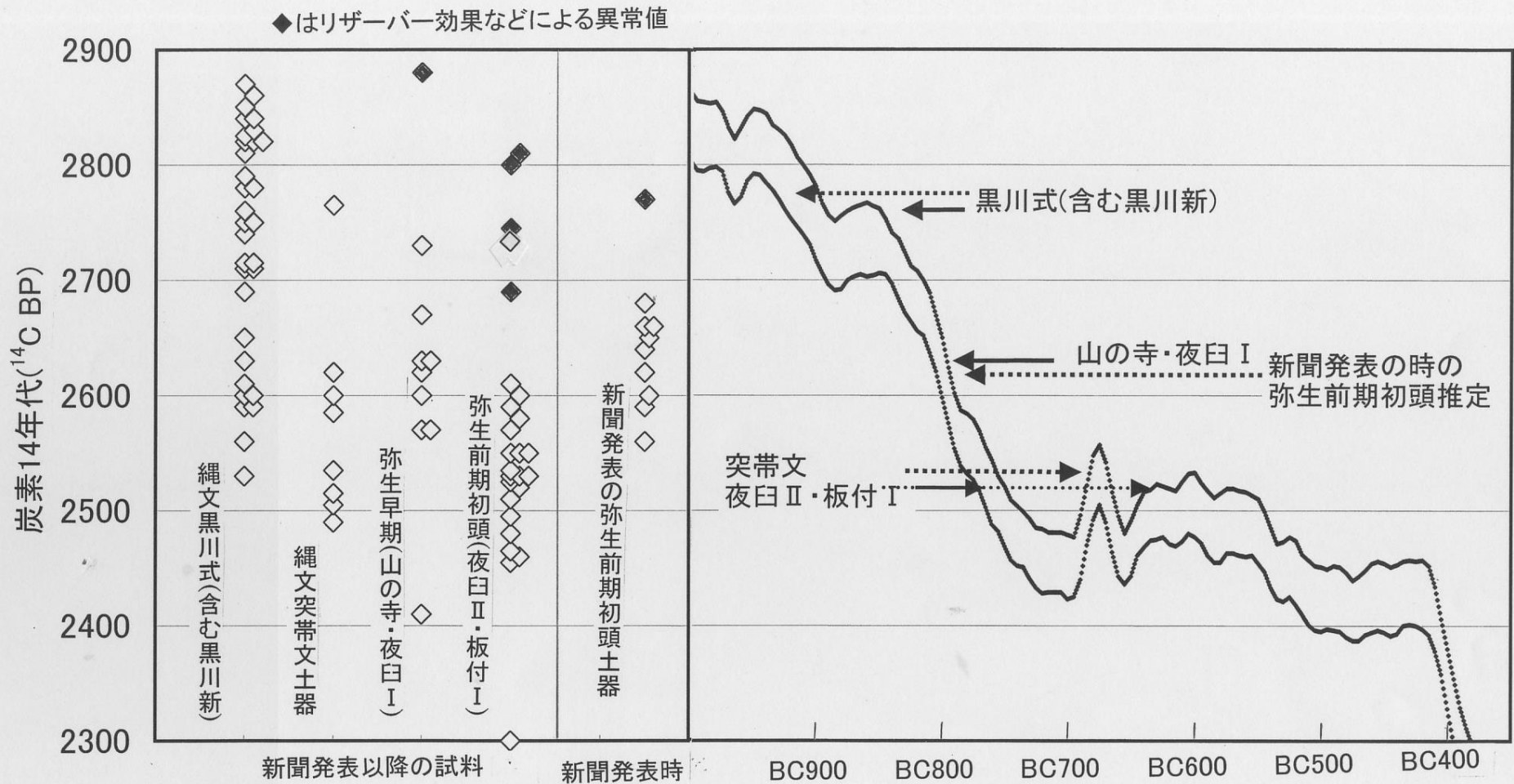
2005.4 やっと公式報告書

弥生早期のデータは前10世紀は一件もなかったが、前10世紀説を訂正せず

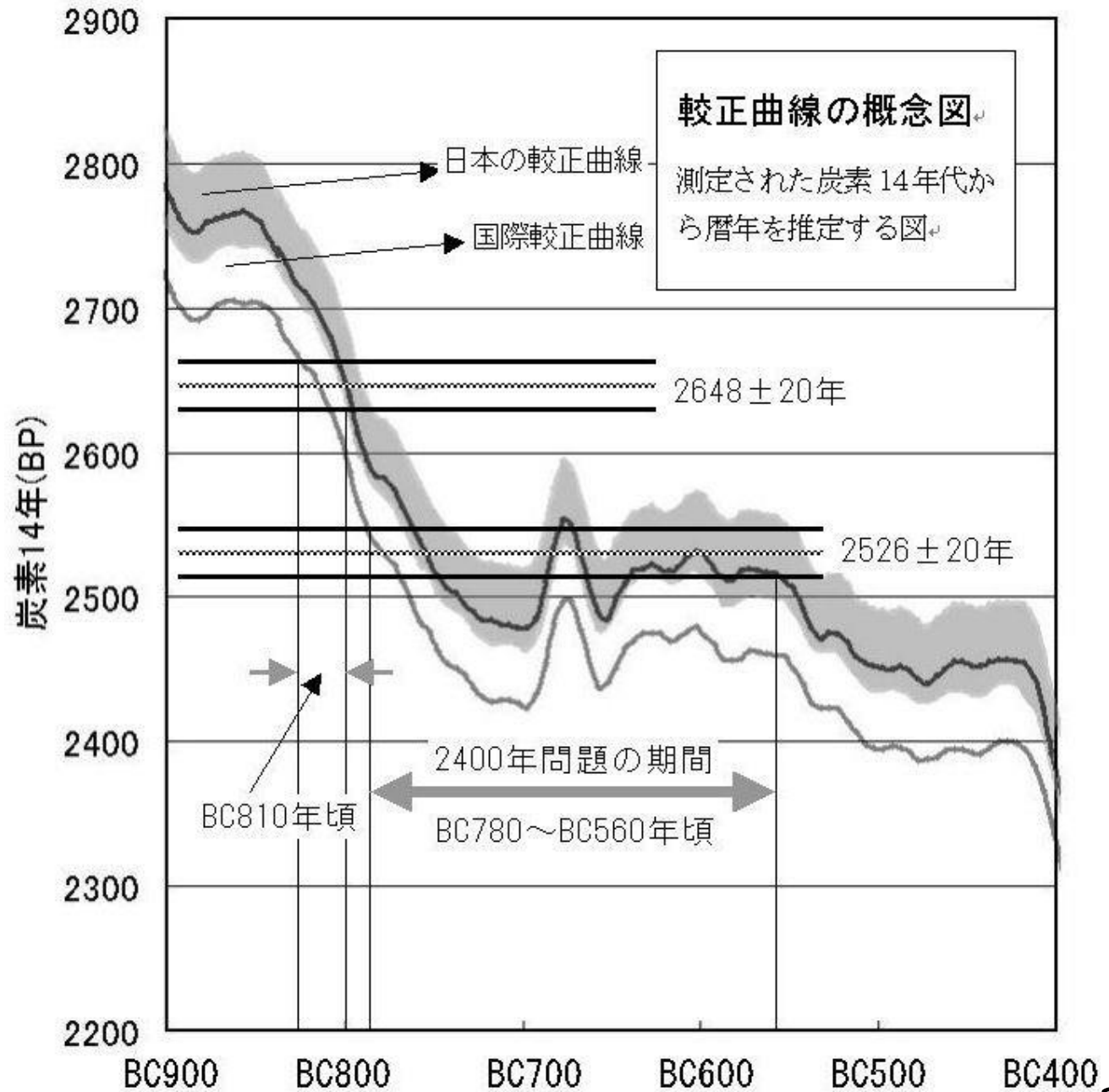
表4 新聞発表のデータとその後のデータの比較

	県	遺跡名	遺跡	試料	試料番号	C14年	土器時期
新聞発表の試料	佐賀	梅白	海岸	土器	UMS-7	2970*	夜臼Ⅱa
	佐賀	梅白	海岸	杭	USM-2a	2680	夜臼Ⅱa
	佐賀	梅白	海岸	土器	UMS-5	2660	夜臼Ⅱa
	佐賀	梅白	海岸	杭	UMS-1a	2600	夜臼Ⅱa
	福岡	橋本一丁田	海岸	土器	HSM-1	2770*	夜臼Ⅱa
	福岡	橋本一丁田	海岸	土器	HSM-5	2660	夜臼Ⅱa
	福岡	橋本一丁田	海岸	土器	HSM-6	2650	夜臼Ⅱa
	福岡	橋本一丁田	海岸	土器	HSM-3	2640	夜臼Ⅱa
異常値(*リザーバー効果等)を除いた夜臼Ⅱaの平均値							2648年
新聞発表以後の試料	熊本	山王1次		土器	KUFJ-3	2500	夜臼Ⅱa
	熊本	山王1次		土器	KUFJ-8	2420	夜臼Ⅱa
	福岡	雀居4次		土器	FUFJ-29	2735*	夜臼Ⅱa
	福岡	雀居4次		土器	FUFJ-30b	2745*	夜臼Ⅱa
	福岡	雀居4次		土器	FUFJ-4	2690*	夜臼Ⅱa
	福岡	橋本一丁田	海岸	土器	FUFJ-30	2600	夜臼Ⅱa
	福岡	橋本一丁田	海岸	土器	FUFJ-33	2585	夜臼Ⅱa
	福岡	福重稲木2次		土器	FUFJ-42	2410	夜臼Ⅱa
	佐賀	大江前	海岸	土器	SAGFJ-9	2530	夜臼Ⅱa
	長崎	権現脇	海岸	土器	FJ-0434	2600	夜臼Ⅱa
	長崎	権現脇	海岸	土器	FJ-0436	2590	夜臼Ⅱa
	佐賀	菜畑	海岸	土器	FJ-0410	2300*	夜臼Ⅱa
		//			再分析	2480	夜臼Ⅱa
	佐賀	菜畑	海岸	土器	FJ-0412	2810*	夜臼Ⅱa
	福岡	屋敷		土器	FJ-0142	2540	夜臼Ⅱa
異常値(*リザーバー効果等)を除いた夜臼Ⅱaの平均値							2526年

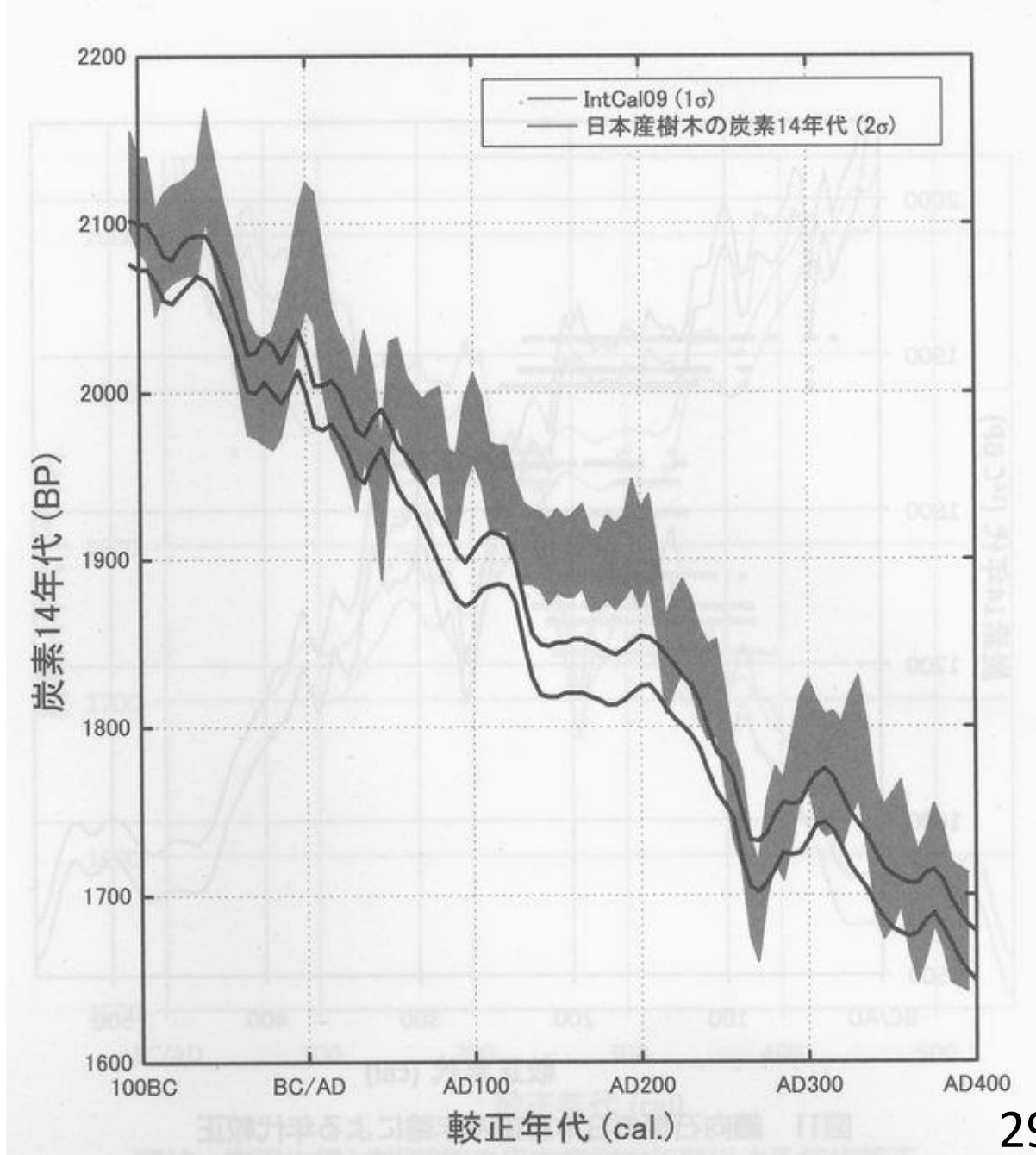
新聞発表を裏切った後続試料



弥生早・前期の校正曲線



歴博日本樹木の較正曲線

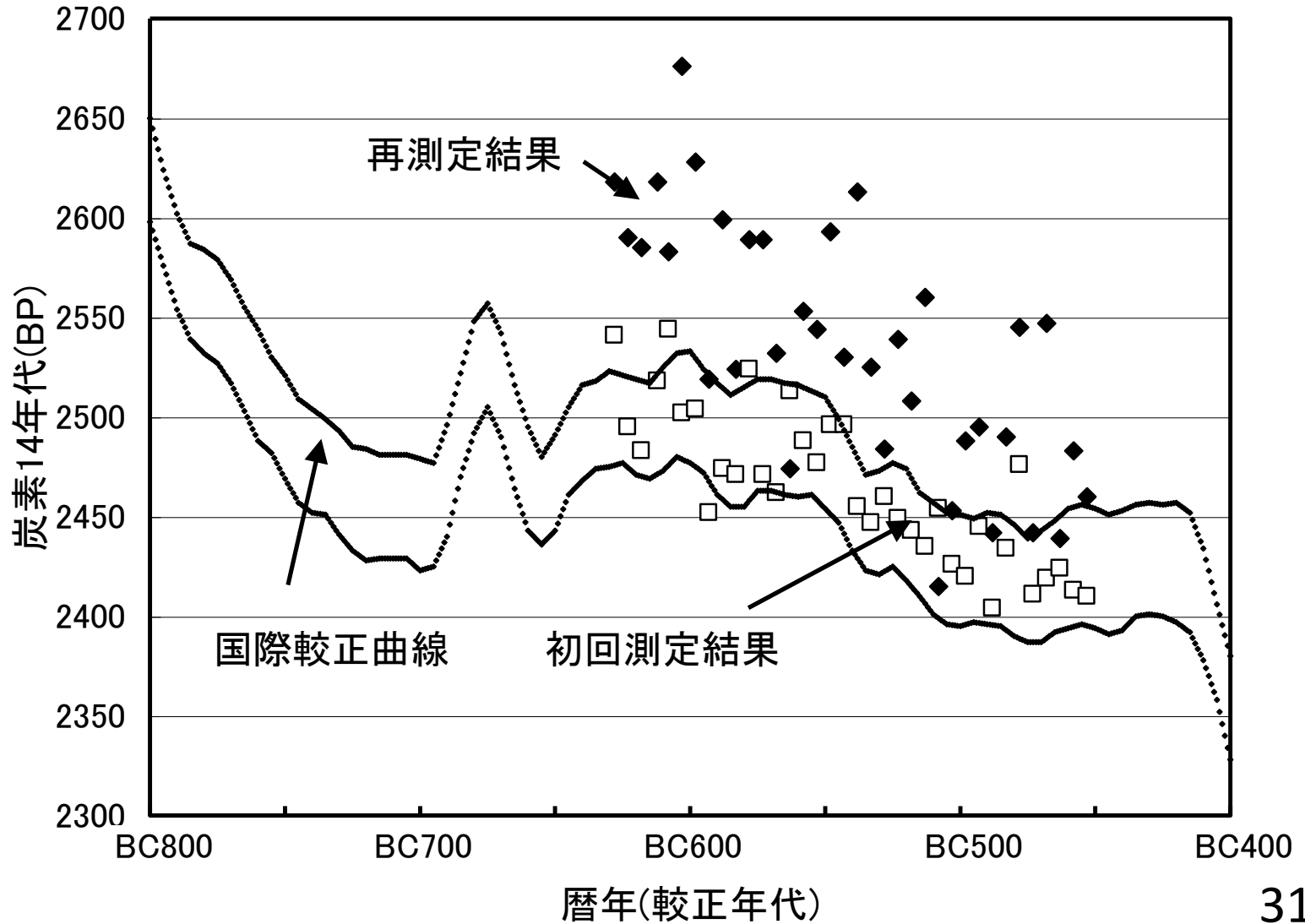


日本樹木と国際較正曲線の差

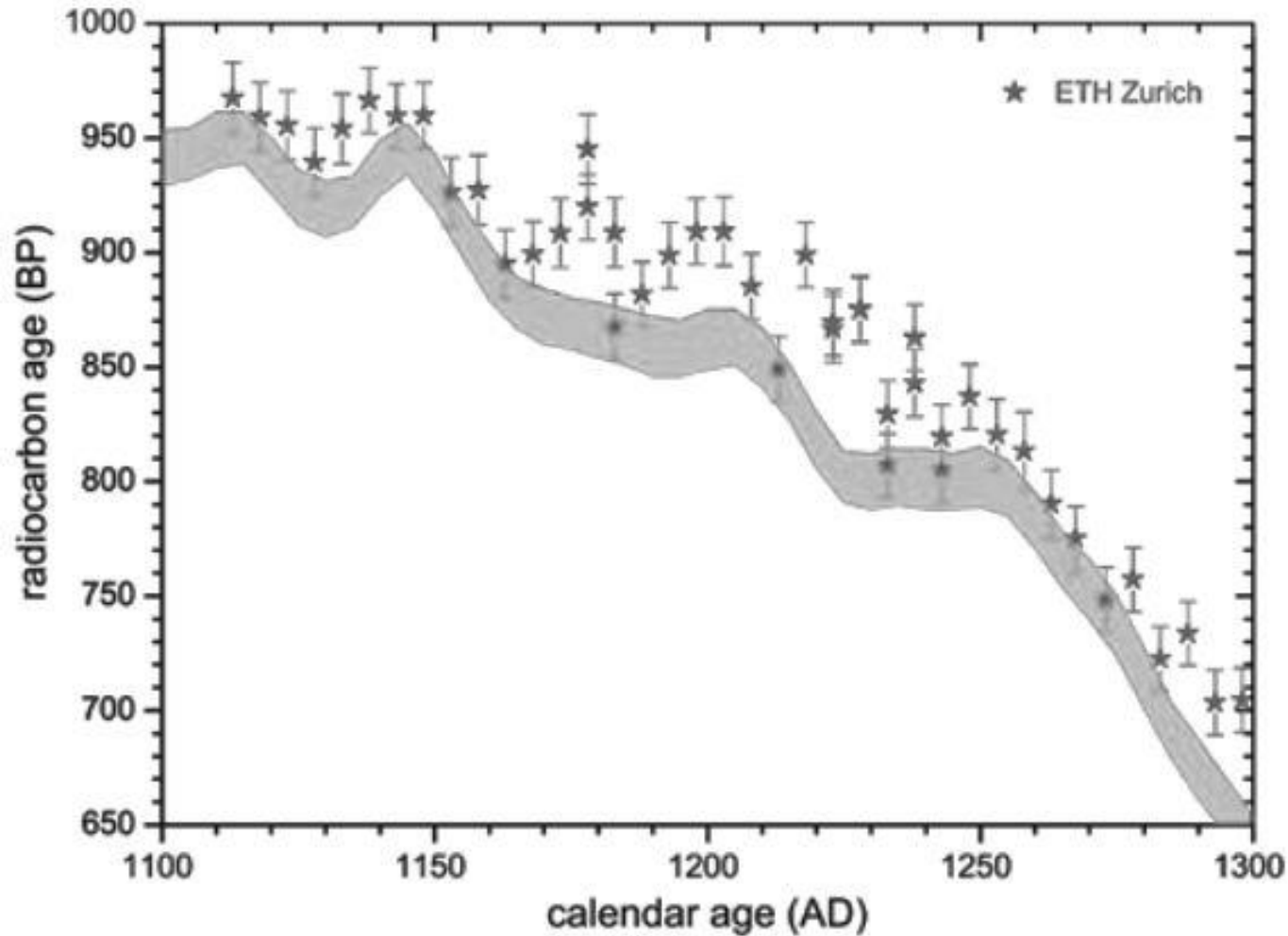
樹木地区	年輪年代 (期間)	n	シフト(年)
秋田県仁賀保町スギ	BC.1057-BC.997 60年	13	14.8 ± 4.3
	BC.992-BC.512 480年	103	9.3 ± 4.0
長野県飯田市畑ノ沢 ヒノキ	BC.627-BC.452 145年	36	75.3 ± 7.5
	BC.627-BC.452 145年	36	4.8 ± 3.5
	BC.442-BC.302 140年	58	26.8 ± 5.5
	BC.292-BC.192 100年	31	17.5 ± 8.7
	BC.272-BC.192 80年	15	29.3 ± 14.9
広島県黄幡1号 ヒノキ	BC.818-BC.448 370年	162	5.0 ± 2.9
	BC.438-BC.213 220年	29	5.8 ± 7.4
神奈川県箱根町スギ	BC.242-AD.188 430年	87	31.7 ± 3.7
長野県遠山川河床ヒノキ	BC.142-AD.398 840年	120	44.8 ± 5.5
伝法隆寺ヒノキ部材	AD.343-AD.788 445年	132	18.8 ± 3.9

伝法隆寺建築部材のデータは(尾寄2009)の図2より読み取ったもの
 その他は学術創成研究『弥生農耕の起源と東アジア』の研究による。

飯田市畑ノ沢ヒノキの再測定結果



南ドイツの樫の木の炭素年代



弥生時代の年代(C14年代)の測定によって、弥生時代の始まりは従来の推定より約500年早くして紀元前10世紀末までさかのぼるとした。国立歴史民俗博物館の発表に対し、その正確性を疑問視する声もあがり、近畿が飛び出した。近畿付近の遺跡では年代が古くなる傾向的な遺山があり、慶賀が主張する年代値には異議がある。東京国立総合人類学研究所の野村浩成氏(位相科学)が学術雑誌に発表したのだ。さらにもう一つ、あつめた年代値が異なるのがあろうか。

弥生時代の年代(C14年代)の測定によって、弥生時代の始まりは従来の推定より約500年早くして紀元前10世紀末までさかのぼるとした。国立歴史民俗博物館の発表に対し、その正確性を疑問視する声もあがり、近畿が飛び出した。近畿付近の遺跡では年代が古くなる傾向的な遺山があり、慶賀が主張する年代値には異議がある。東京国立総合人類学研究所の野村浩成氏(位相科学)が学術雑誌に発表したのだ。さらにもう一つ、あつめた年代値が異なるのがあろうか。

弥生の始まり 歴博研究に 反論

炭素測定法 海峽道跡は 古く出やすい

■ C14年代測定法 C14年代は、生きた植物の体内に存在する放射性炭素が死後、減少する割合が一定であることに基づき、遺物中のC14の量を測定して、遺物の年代を推定する。この原理を利用して、遺物の年代を推定する。ただし、海面上のC14の生成量は一定であるが、海面下のC14の生成量は一定ではない。このため、海面下のC14の生成量は一定ではない。このため、海面下のC14の生成量は一定ではない。

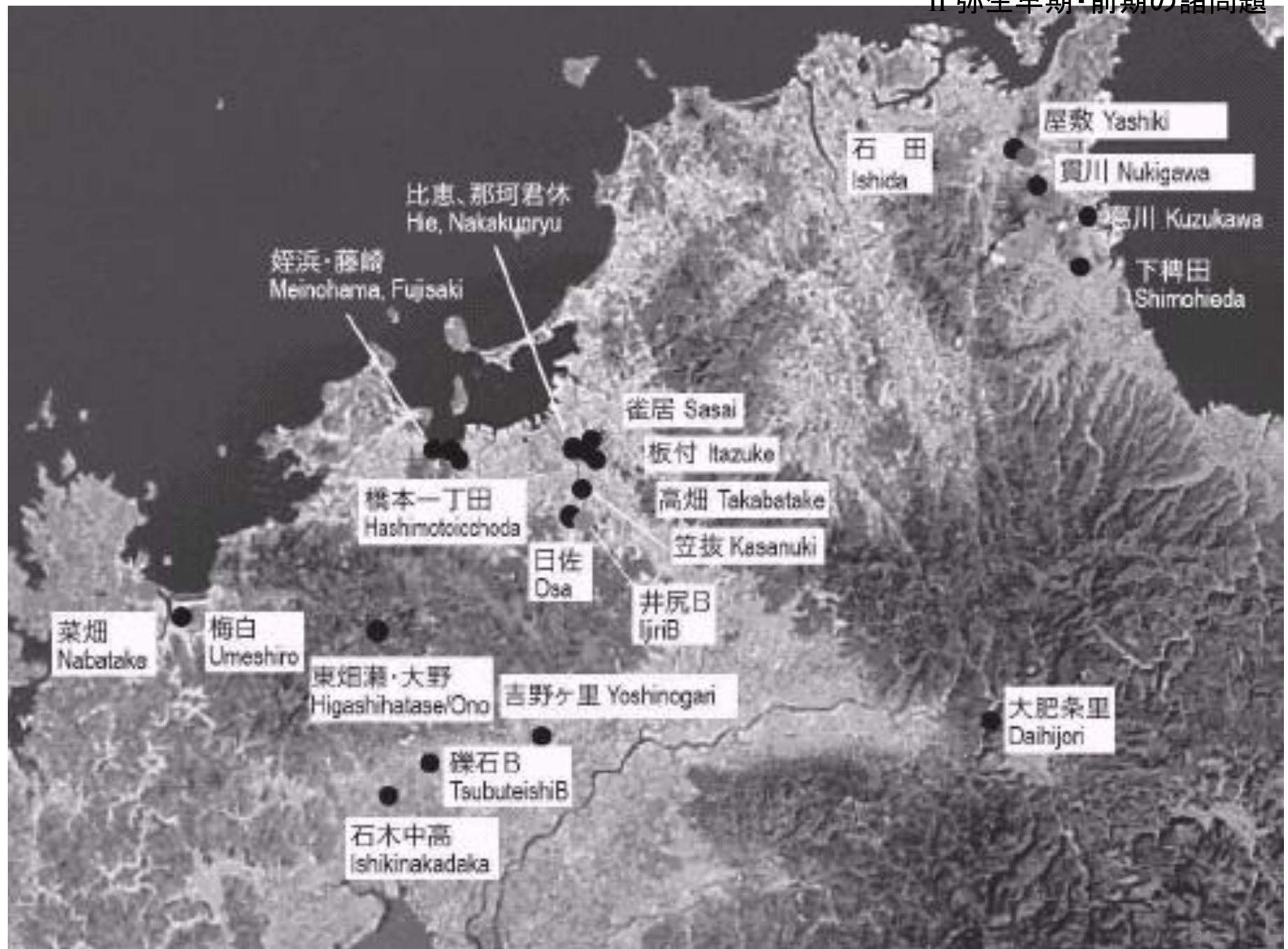
九州北陸の資料によるC14年代の比較

950年を基準とした年代	弥生時代			
	前期前半	前期後半	中期前半	中期後半
2400～2599年	0	0	0	0
2300～2599年	0	1	0	0
2200～2399年	0	5	4	0
2100～2299年	2	0	0	0
2000年以前	1	0	0	0

九州北陸の資料によるC14年代の比較。弥生時代の始まりは従来の推定より約500年早くして紀元前10世紀末までさかのぼるとした。国立歴史民俗博物館の発表に対し、その正確性を疑問視する声もあがり、近畿が飛び出した。近畿付近の遺跡では年代が古くなる傾向的な遺山があり、慶賀が主張する年代値には異議がある。東京国立総合人類学研究所の野村浩成氏(位相科学)が学術雑誌に発表したのだ。さらにもう一つ、あつめた年代値が異なるのがあろうか。



歴史





中狭間遺跡の土器付着炭化物

小田寛貴2002.3(名古屋大)の報告。

古墳期	土器形式期	炭素年代	西暦年
前期	廻間Ⅱ後～Ⅲ初?	1766	250
前期前半	廻間Ⅰ-34	1892	100
前期	前期	1927	70
前期後半	廻間Ⅱ後～Ⅲ初	1797	235
前期	廻間Ⅱ後～Ⅲ前	1787	240
前期前半	廻間Ⅱ	1814	225
前期後半	廻間Ⅲ初	1785	240
前期前半	廻間Ⅱ前半	1892	100
前期後半	廻間Ⅰ終～Ⅱ初	1870	130
前期前半	廻間Ⅰ終～Ⅱ初	1956	55

本川遺跡の土器付着炭化物

山形秀樹2003(愛知県埋蔵文化財センター)の報告

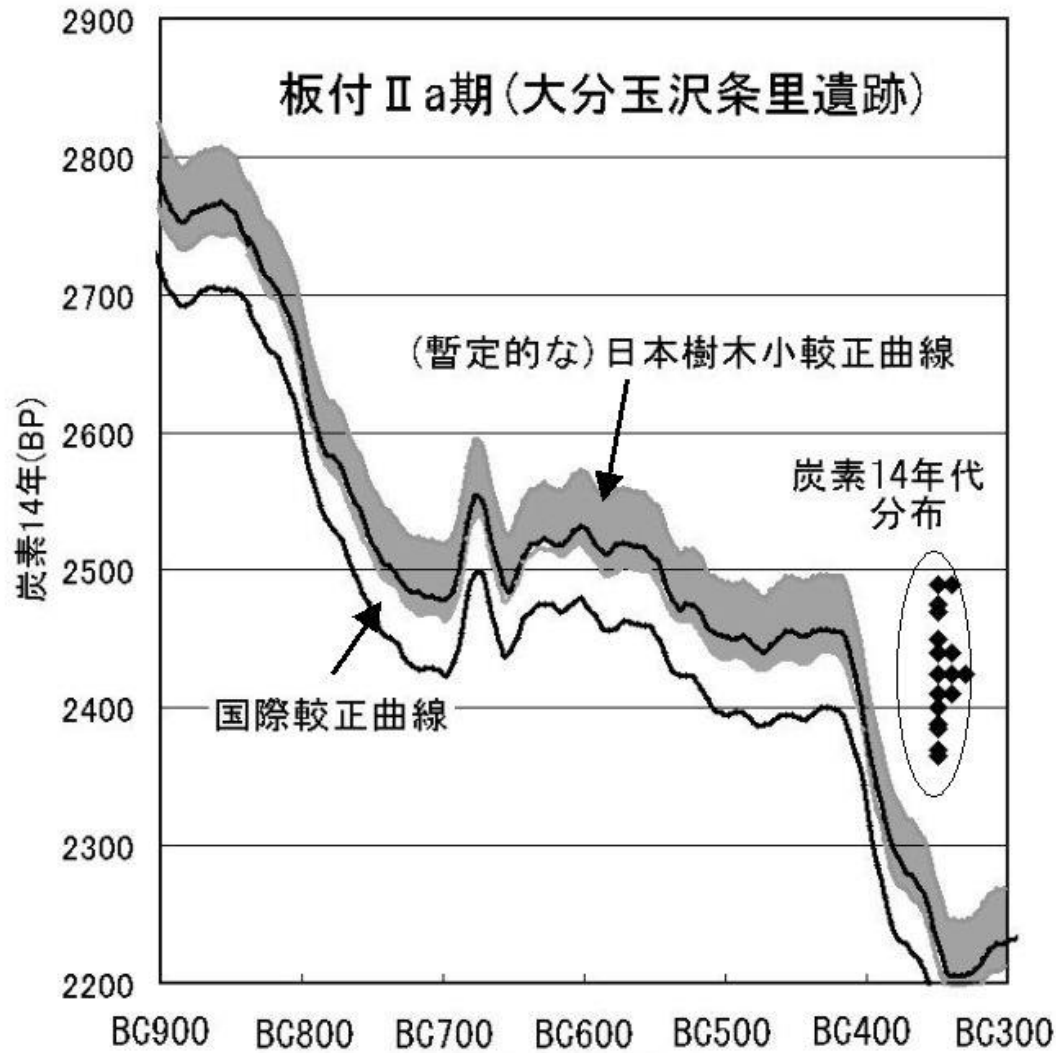
試料名	土器形式	C14年	西暦	試料名	土器形式	C14年	西暦
甕2140	本川Ⅲ	2290	BC380	甕2483	本川Ⅲa	1780	240
甕2366	本川Ⅲ	1980	25	甕2226	本川Ⅲb	1780	240
甕2374	本川Ⅲ	1960	35	甕2280	本川Ⅲd	1770	245
甕2407	本川Ⅲ	1920	75	甕2486	本川Ⅲa	1760	255
甕2264	本川Ⅲ	1910	80	甕2171	本川Ⅲc	1760	255
甕2328	本川Ⅲ	1910	80	甕2030	本川Ⅲb	1750	260
甕2417	本川Ⅲ	1900	85	甕2016	本川Ⅲb	1730	280
甕2425	本川Ⅲ	1890	90	甕2032	本川Ⅲb	1720	330
甕2568	本川Ⅲ	1880	120	甕2484	本川Ⅲa	1720	330
甕2579	本川Ⅲ	1850	130	甕2172	本川Ⅲc	1720	330
甕2428	本川Ⅲ	1850	130	甕2281	本川Ⅲd	1700	340
甕2369	本川Ⅲ	1810	230	甕2203	本川Ⅲe	1650	410
甕2569	本川Ⅲa	1790	240	甕2005	本川Ⅲ	1640	415

濃尾平野の土器付着炭化物

山本直人2003年(名古屋大)の報告

遺跡	土器形式期		C14年	暦年
廻間	廻間Ⅲ後半	布留1	2005	0
廻間	廻間Ⅱ後半	布留0	1920	75
八王子	松河戸Ⅰ前半	布留2	1890	100
八王子	松河戸Ⅰ前半	布留2	1970	40
月縄手	松河戸Ⅰ前半	布留2	1900	85
月縄手	松河戸Ⅰ前半	布留2	1805	230
岩倉城下	廻間Ⅲ後半	布留1	1730	280
八王子	松河戸Ⅰ前半	布留2	1670	400

板付IIa併行期の炭素年代

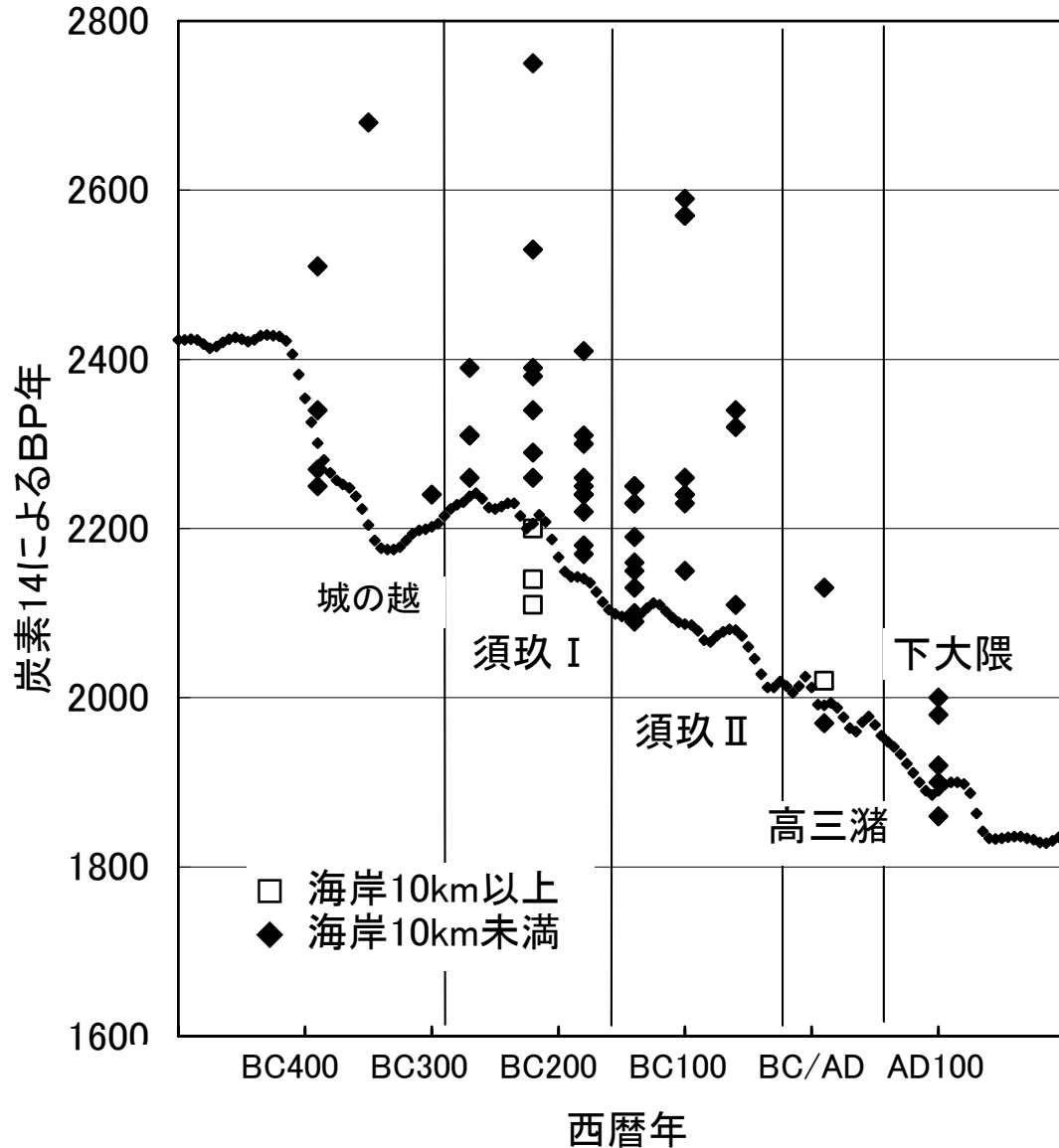


考古学界における総括

弥生早期の開始時期 各氏の見解収録

- 歴博 土器付着炭化物 BC950年頃
- 宮本和夫氏 東アジア青銅器論 BC770年頃
- 甲元眞之氏 環境考古学 BC770年頃
- 庄田慎矢氏 遼寧式銅剣 BC8世紀末～6世紀後半
- 武末純一氏 九州考古学 BC600年頃
- 田中良之氏 人骨・鹿骨年代 BC700年以降
- 橋口達也氏 従来的年代観 BC430年頃
- 宮地聡一郎 土器判定批判 BC700年頃?
- 新井宏 批判的炭素年代論 BC700年以降

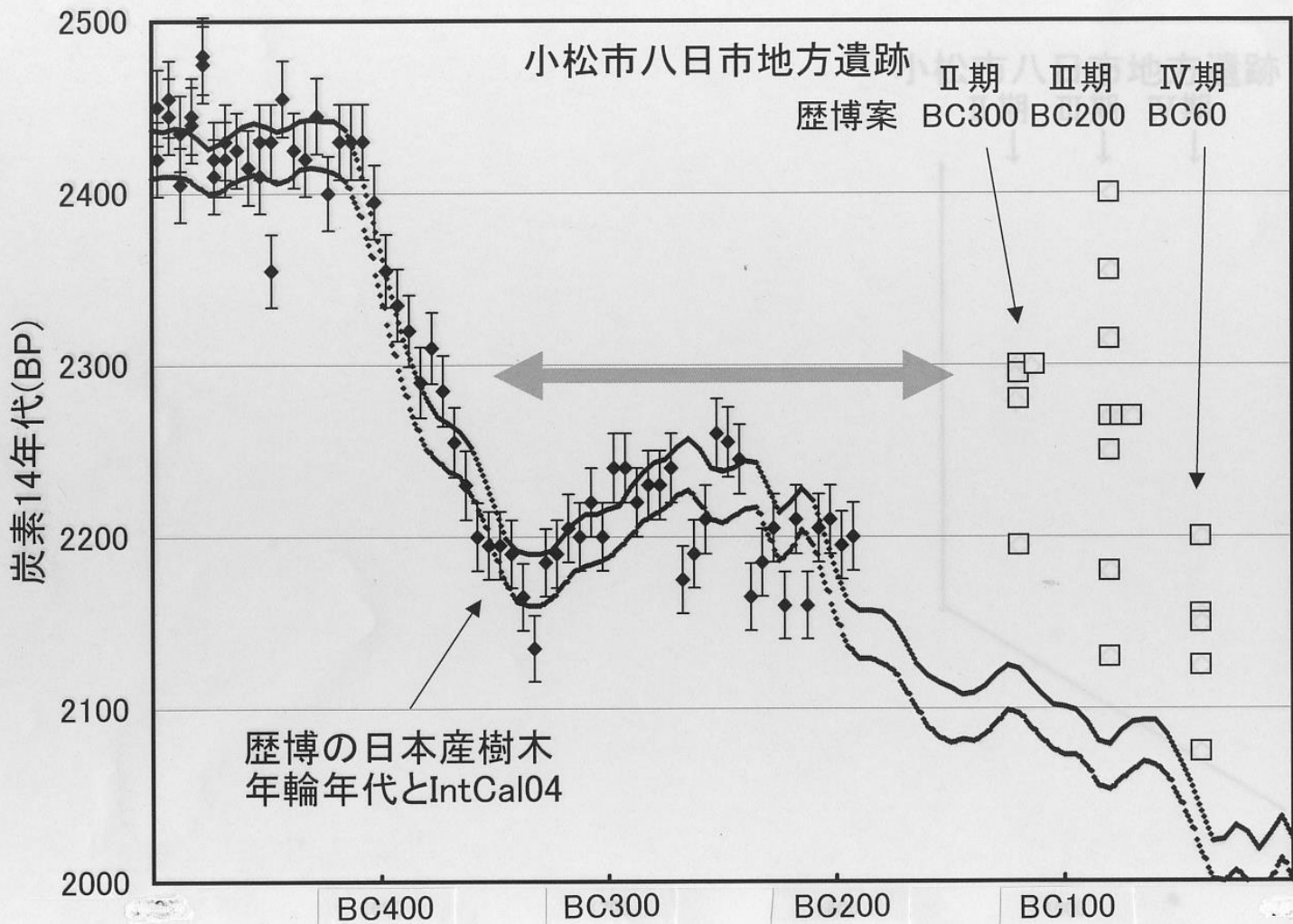
九州地方の弥生中期・後期



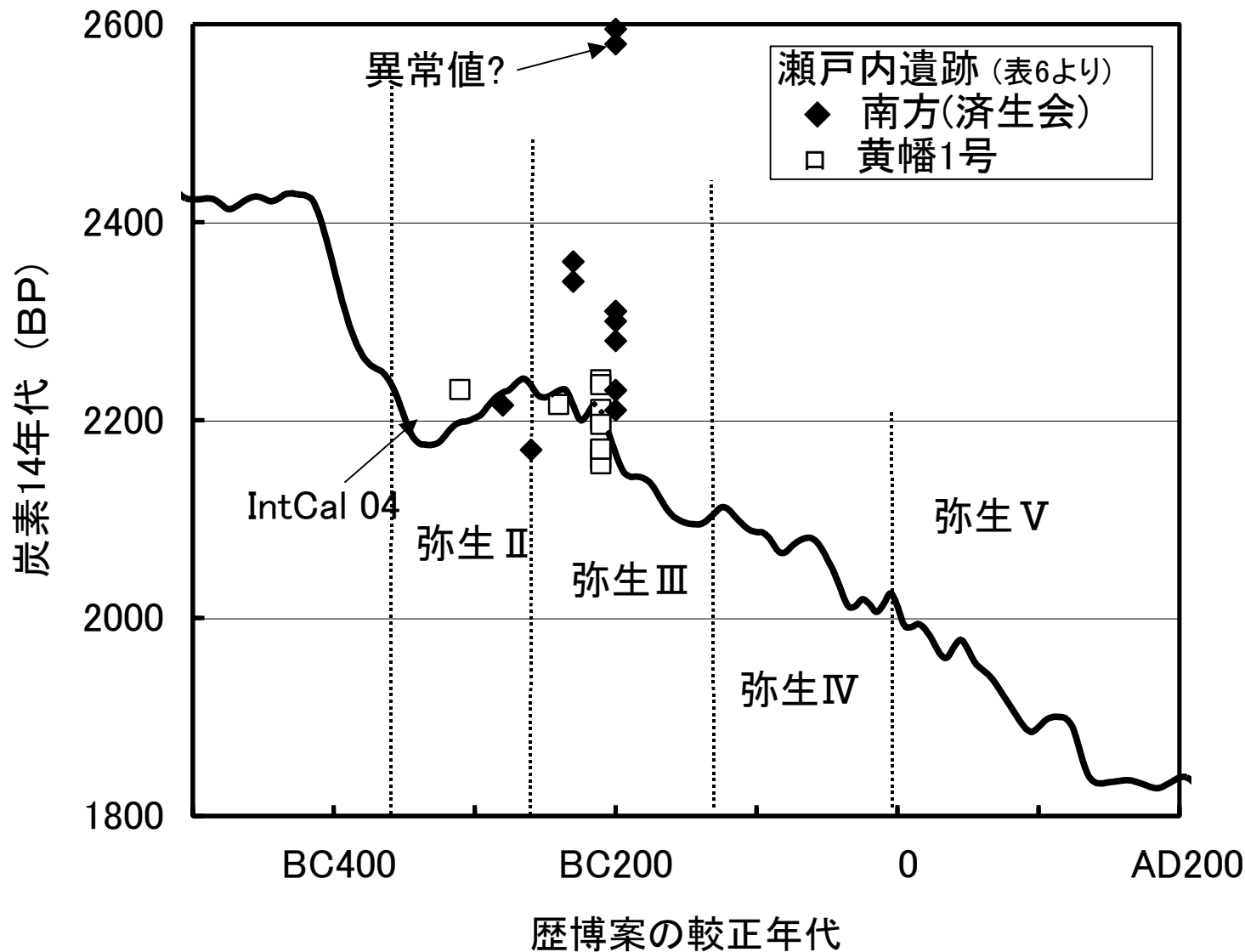
左の図は、歴博の測定データに基づき、歴博が弥生年代を遡上した年代観を用いて、作成したものである。

歴博の主張が正しいければ、測定値は国際較正基準の上下にばらつくはずであるが、一方的に古い方向に分布している。

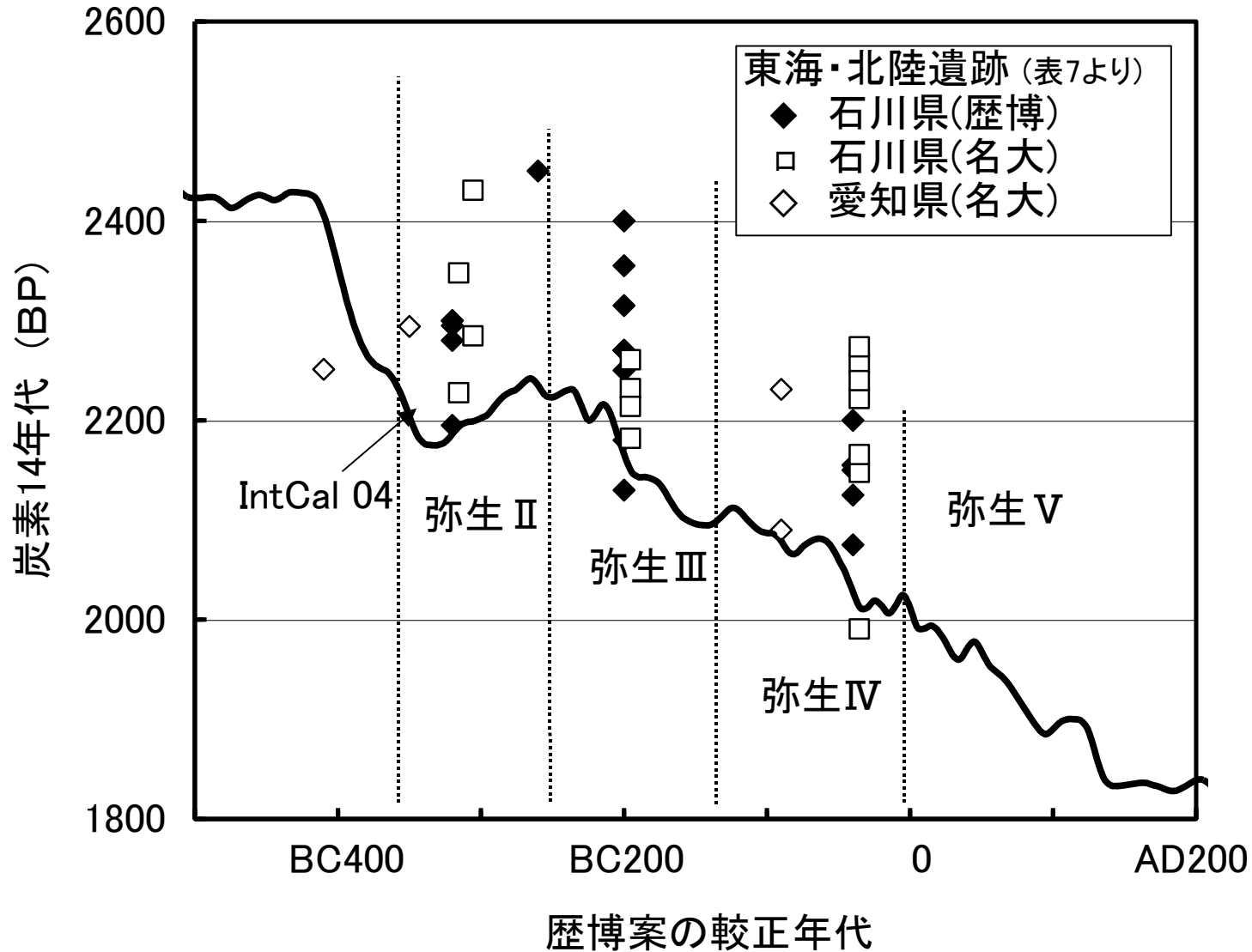
八日市地方遺跡の弥生中期



瀬戸内遺跡の弥生中期



東海・北陸遺跡の弥生中期



青銅器鉛同位体比の年代論

弥生時代の実年代

西暦	中国	歴博の分析	従来の年代
1500	商(殷)	縄文 後期	後期
1000	西周 1027 770	縄文 晩期 弥生 早期	後期 晩期
500	春秋 403 戦国 221	弥生 前期	早期
紀元前 202 紀元後 8	秦 前漢 8	弥生 中期	前期 中期
250	後漢 25	弥生 後期	後期
		古墳	古墳

(牛田久美)

弥生時代に日本に初めてもたらされた青銅器は、戦国燕の將軍、樂毅が奪った宝物の再利用品では。韓国国立慶尚大学招聘教授の新井宏さん(金属工学)が学術誌「考古学雑誌」(日本考古学会編)で、弥生期の青銅器についての研究論文を発表した。含有されている鉛の分析で、弥生中期の青銅器の成分が、時代を400〜500年もさかのぼった商(殷)や西周の青銅器と共通点があることが判明。日中の青銅器の伝播にミステリアスな「空白期」が生じることに。新井氏は「樂毅の略奪が介在した」と推論する。古代の鉛に注目した新たなアプローチは、弥生論争にも一石を投じるか。

日本に伝播 青銅器 商・西周と共通点

特殊な鉛含有

新井氏は、青銅器材料に含まれる微量の鉛を測る鉛同位体比法により、日中の青銅器計約3000個のデータを解析。弥生関連の1052個を鉛同位体の比率の違いに注目して分類、共通点を探った。

その結果、弥生前期末から中期初めのものとされる青銅器は、中国最古の王朝とされる商(殷、前17〜11世紀)や西周(前12〜8世紀)の時代に多く見られる青銅器と、鉛同位体比が一致す

鉛同位体比法 融点が低く、製錬しやすい鉛は古くから世界各地で用いられてきた。質量により4種の同位体があり、その比率が鉱山によって微妙に異なるため産地の推定が可能となる。青銅器の場合は複数の金属が混合使用されるため判定が難しいとされてきたが近年、形状が異なる青銅器の同時生産の可能性や、似た青銅器の同時生産の違ひなどの判定に威力を発揮、測定事例が増えている。

空白期の謎 弥生年代論争に一石？

ることが判明している種類としては極少量のものが含まれている。注目されるのは、な成分の鉛を含有が日本に流入する「空白期」が生じる。青銅器や鉄器半島経由で伝わっているが、商の文化の縄文時代

解析によると、中国では、春秋、秦、漢の時代(後3世紀)を通じた特殊な鉛は使わなかった。商の鉛を空白期を経て、不ことに日本に突

新井氏は、このことについて「前284年、楽毅が齊を攻め、楽毅が奪った宝物を奪ったの歴史書『史記』がある。樂毅が奪った青銅器が再利用されへ伝わった」と推論

鉛同位体が示す弥生中期の始まり

- 弥生初期の青銅器(細形銅剣・銅矛・銅戈、多鈕細文鏡、菱環型銅鐸)は極めて特異な鉛同位体比を持つ
- この種類の鉛同位体比は殷周期以前の中国にしか見られず、春秋以降には皆無である
- 似ている鉛同位体比は華北、朝鮮には全くない
- この特殊な鉛は、燕国と朝鮮半島、日本で短期間使われたが、まもなく消え失せる

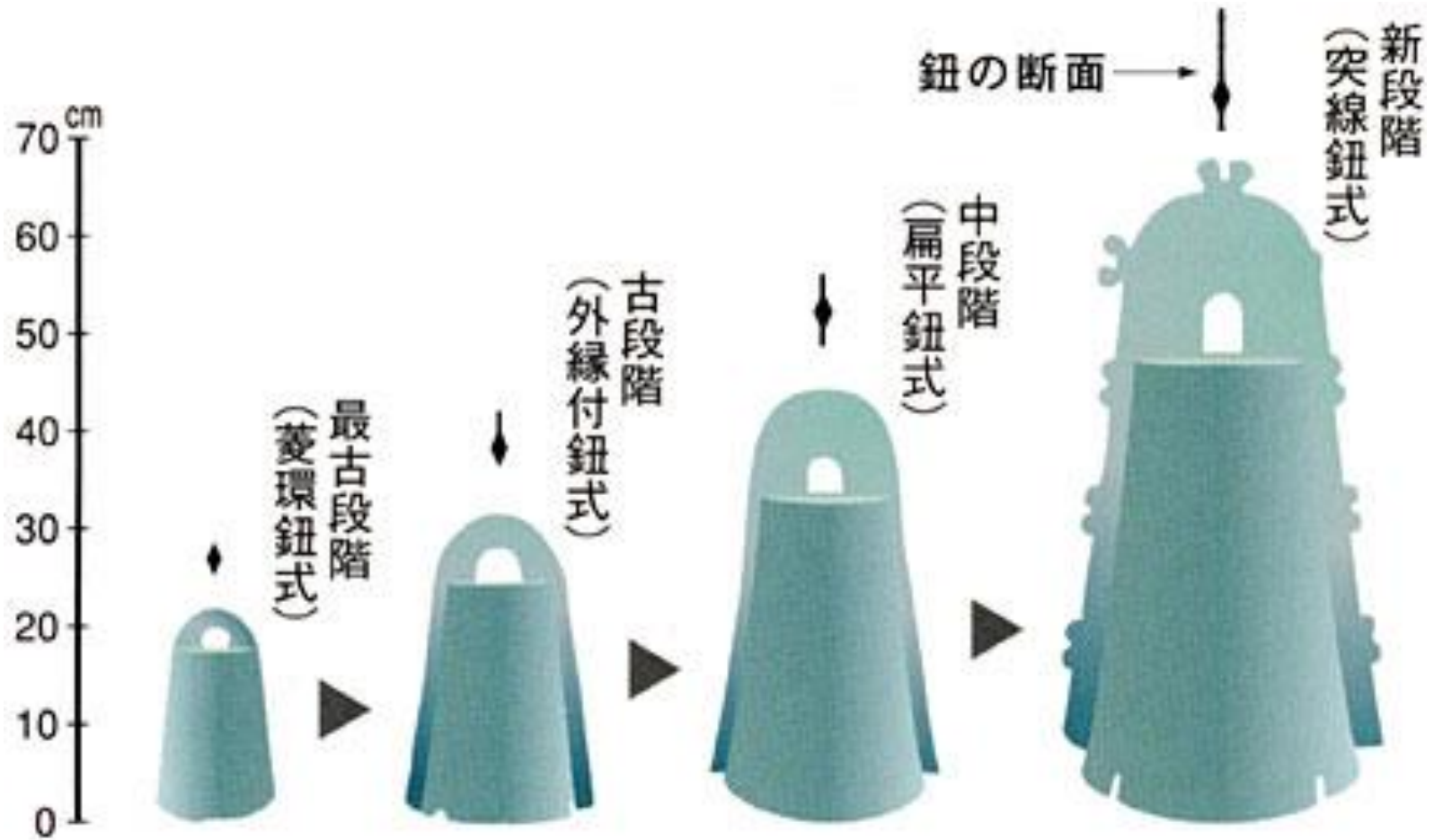
細型銅剣(朝鮮半島系青銅器)



多鈕細文鏡(朝鮮半島系青銅器)



菱環鈕式銅鐸(朝鮮半島系青銅器)



銅鐸の変化

弥生中期と中国古代青銅器の鉛

α β 分類		中国の青銅器						戦国 河北	弥生時期			
		二里	商周	西周	春秋	戦国	秦		漢	I	II	III
I	①	1	6								1	
I	②		72	6								
I	③		57	4					1			
I	④		37						3			
I	⑤		71					2	1	1	1	
II	①		5	1					2			
II	②		16	2							1	
II	③		9	1					5	6	8	
II	④		4						5	9	1	
II	⑤		2									2
III	③		9	2		1		2	14	24	32	
III	④			2					6	2	7	
V	④					12	1	69	4	31	820	

宮城谷昌光の燕国の将軍『樂毅』

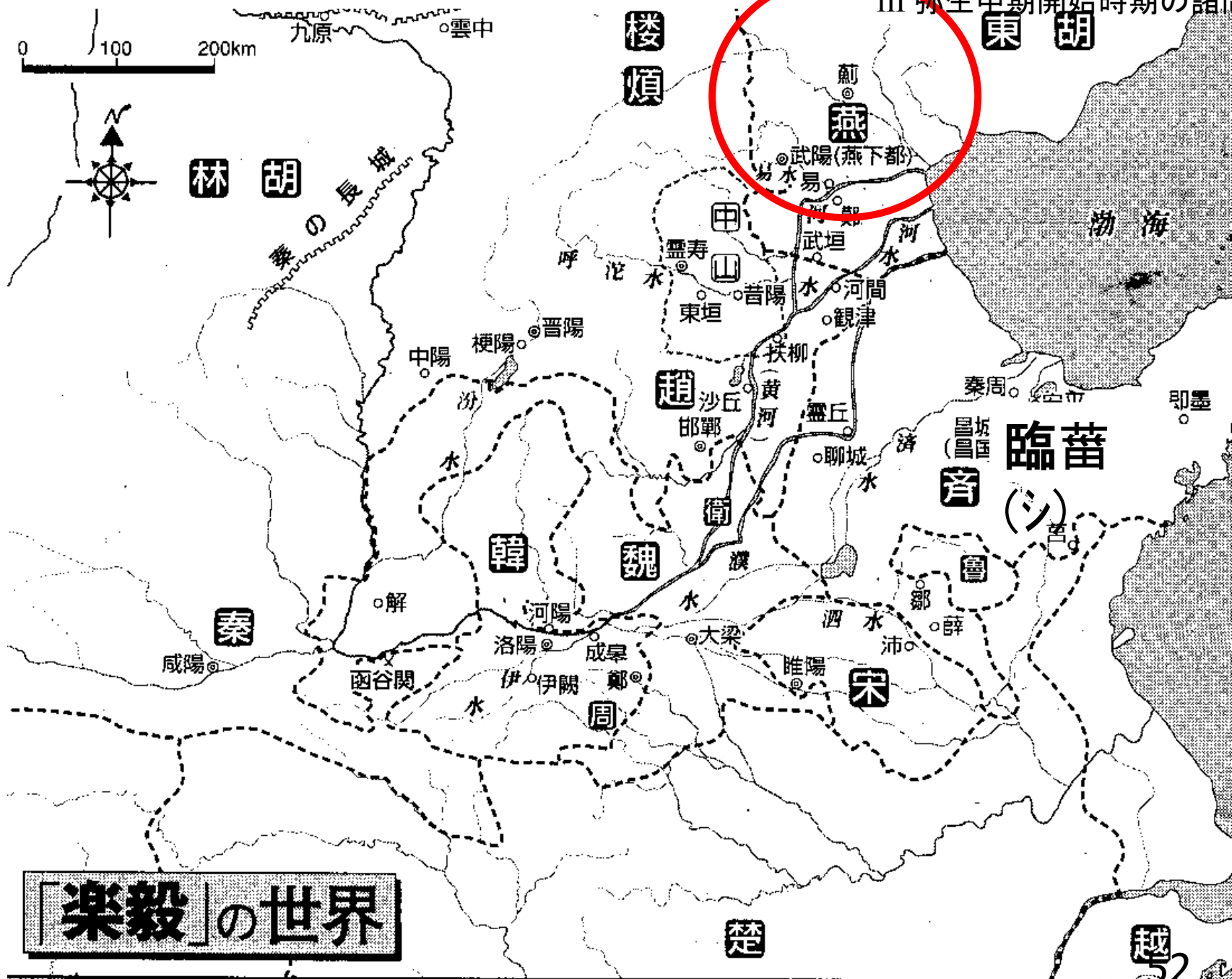
春秋期以降まったく例のなかった商周期の鉛が、なぜ500年以上を経て、燕国、朝鮮半島、日本に突如として現れ、短期間で使用が終わってしまったのか。

『史記』燕の樂毅、前284年の齊攻撃。

樂毅攻入臨菑、盡取齊寶財物祭器輸之燕

原料が戦利品で、継続的な入手はできなかった。

日本の歴史に最初に登場する固有名詞の人物となる樂毅は諸葛孔明が最も尊敬した人物



「楽毅」の世界

弥生早期と中期の境界

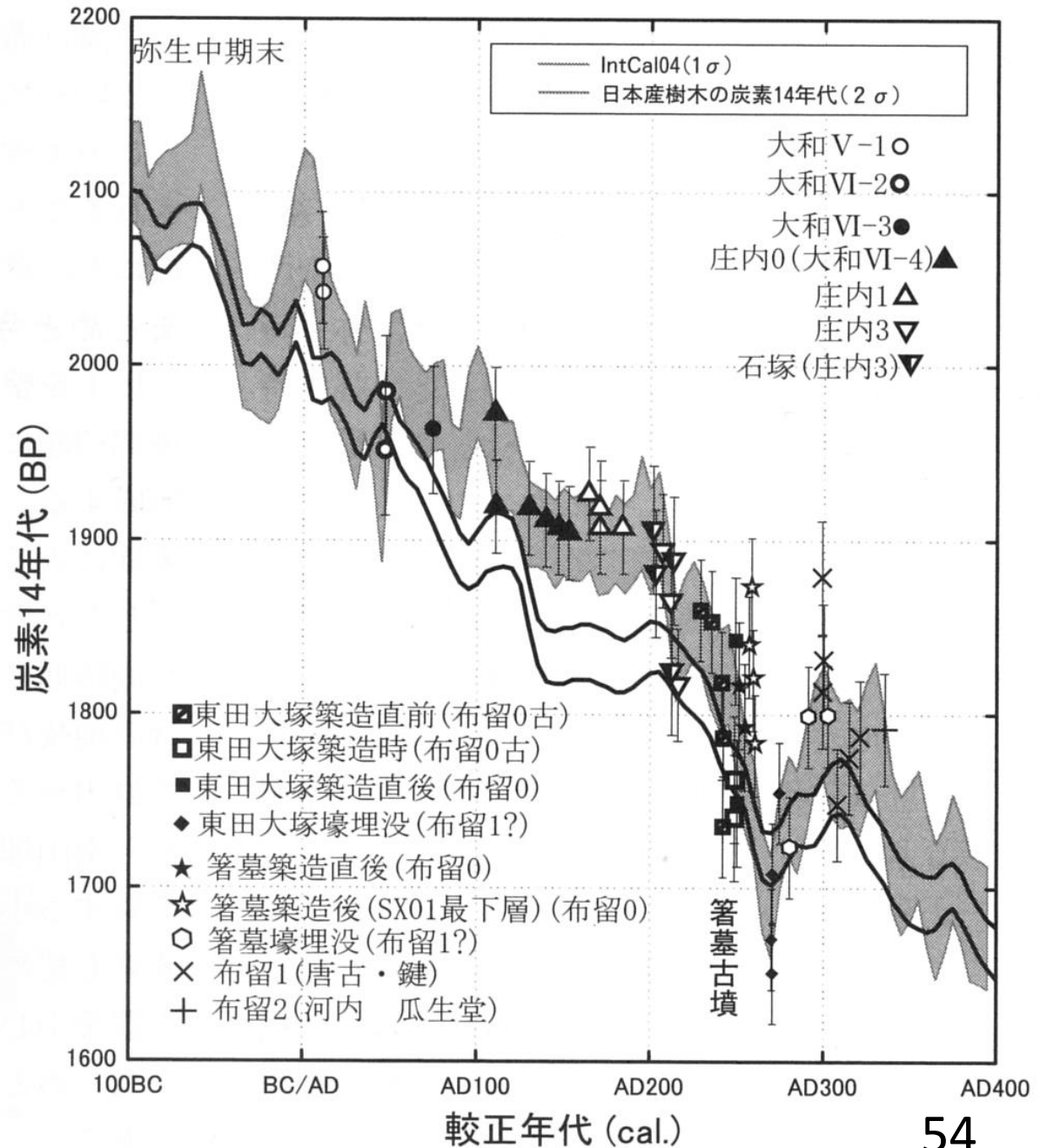
樂毅の青銅器関連の研究については、『考古学雑誌』91-3(2007)に「鉛同位体比から見た弥生期の実年代に関する一試論」として掲載した。

弥生早期と中期の境界については、BC284年から時差を見るとBC250年くらいになる。

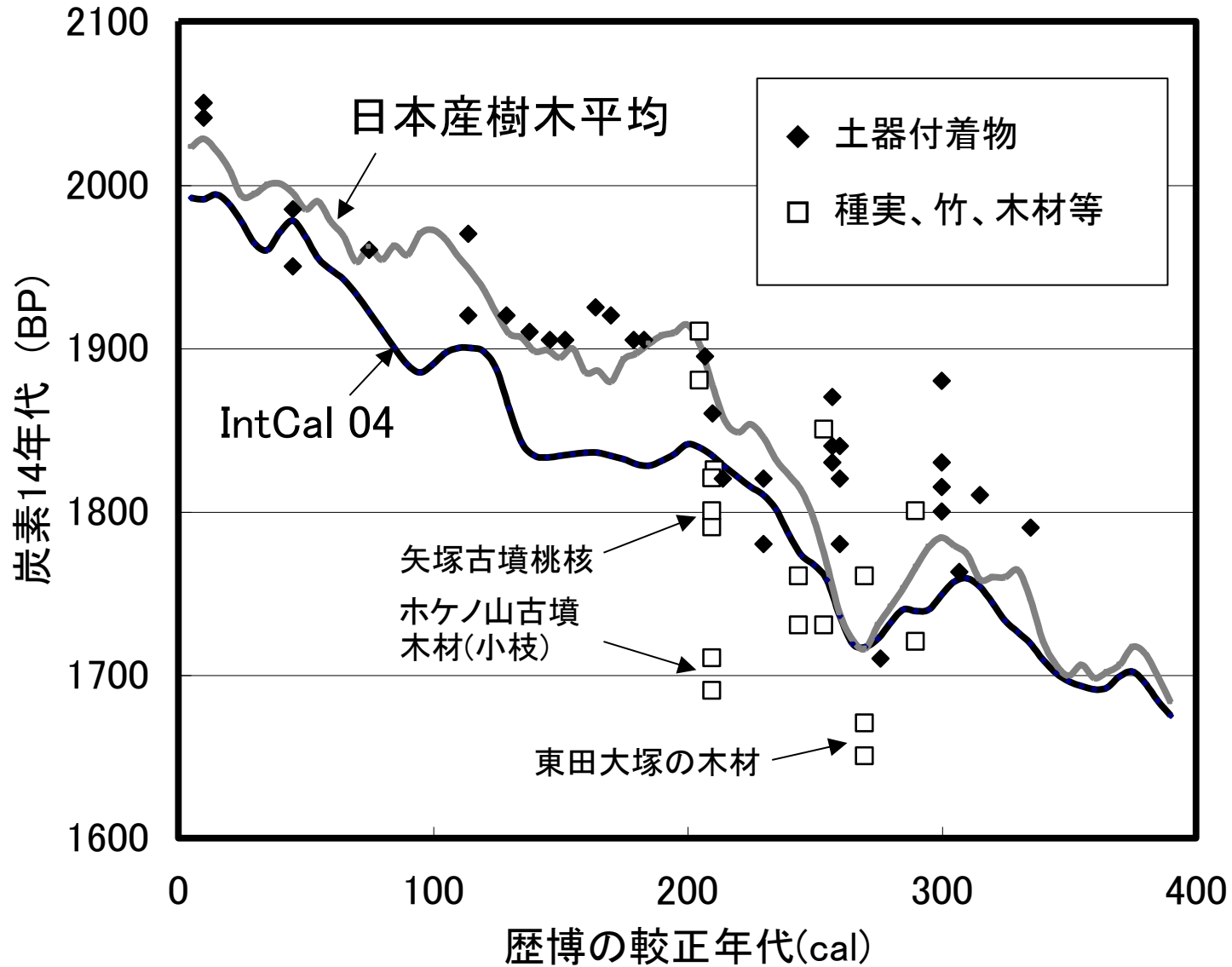
これも歴博のBC370よりも旧来のBC250に近い年代である、

歴博 箸墓は卑弥呼の墓

平成21年度の考古学協会において歴博は左図によって「箸墓の布留0式は庄内3式と布留1式に挟み込まれるAS240~260と捉えるのが合理的と発表した。



歴博図を試料種別書き直した図



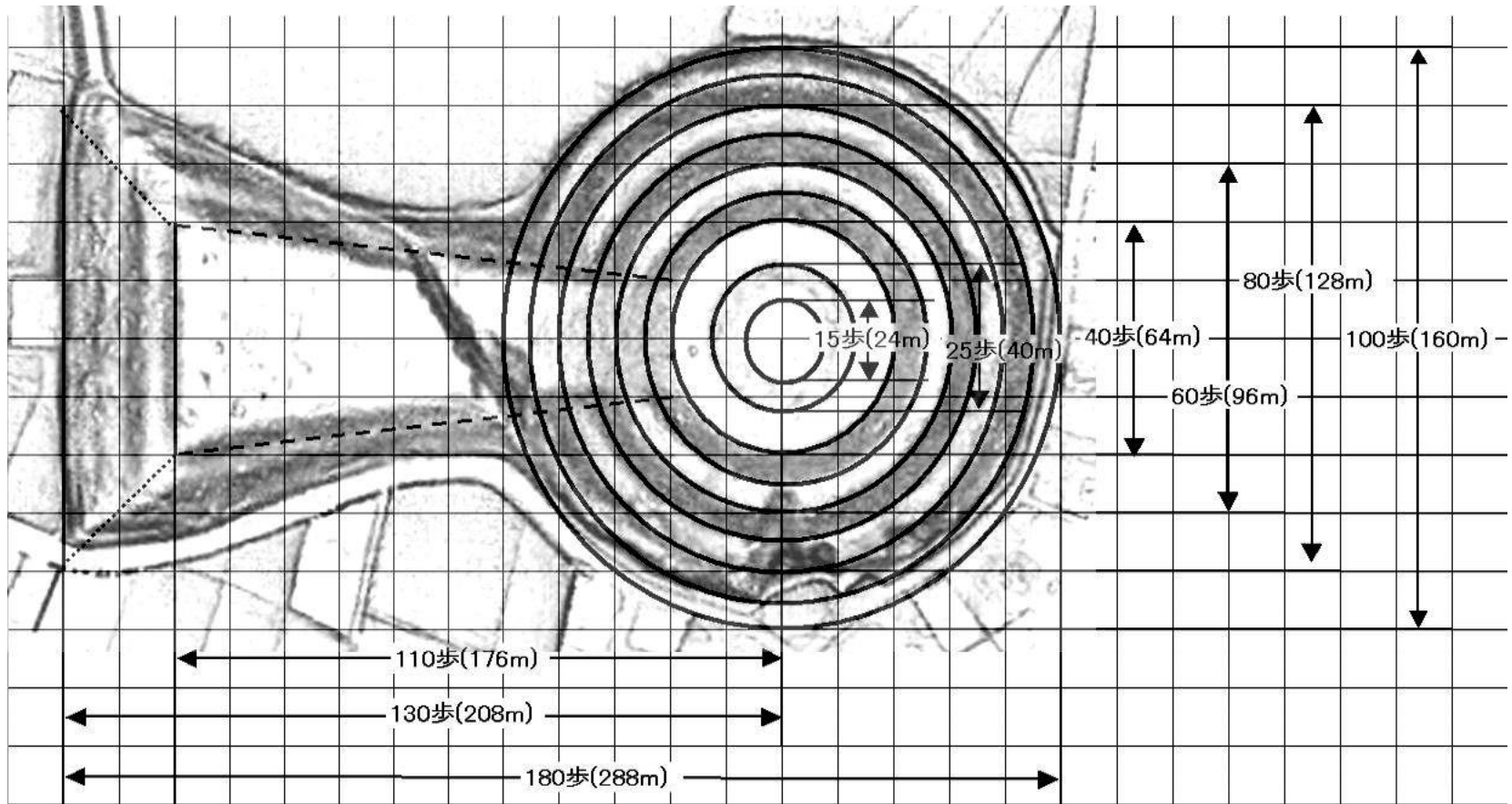
纏向大型建物群の古韓尺

纏向建物跡の構成	長さ m	古韓尺(26.7cm)			差	適合
		尺	歩	m		
A建物 東西	4.8	18	3	4.8	0	◎
B建築 南北	5.2	20		5.3	0.1	○
	4.8	18	3	4.8	0	◎
C建築 東西 3間	8.0	30	5	8.0	0	◎
	5.3	20		5.3	0	◎
D建築 桁行 4間	19.2	72	12	19.2	0	◎
	6.2	24	4	6.4	0.2	○
建物Bと建物Cの間隔	5.2	20		5.3	0.1	○
建物Cと建物Dの間隔	6.4	24	4	64.0	0	◎
建物Bの両側の柵間	8.0	30	5	8.0	0	◎
建物C部の柵間	26.8	100		26.7	0.1	◎

纏向前方後円墳の古韓尺

纏向建物跡の構成		長さ m	古韓尺(26.7cm)			差	適合
			尺	歩	m		
纏向石塚 (第9次調査)	墳丘長	96	60	96	0	◎	
	後円径	64	40	64	0	◎	
	前方長	32	20	32	0	◎	
纏向矢塚	墳丘長	96	60	96	0	◎	
	後円径	64	40	64	0	◎	
	前方長	32	20	32	0	◎	
東田大塚	墳丘長	96	60	96	0	◎	
	後円径	64	40	64	0	◎	
	前方長	32	20	32	0	◎	
箸墓 (第7次調査)	墳丘長	288	180	288	0	◎	
	後円径	160	100	160	0	◎	
	前方長	128	80	128	0	◎	
ホケノ山	墳丘長	80	50	80	0	◎	
	後円径	55	35	56	1	○	
	前方長	25	15	24	1	○	

箸墓古墳の古韓尺



箸墓古墳のレーザー測量図に古韓尺記入

墳丘長は180歩(288m)、後円部の同心円は外周から整然と100歩(160m)、90歩(144m)、80歩(128m)、70歩(112m)、60歩(96m)、50歩(80m)、40歩(64m)、25歩(40m)、15歩(24m)となっている。

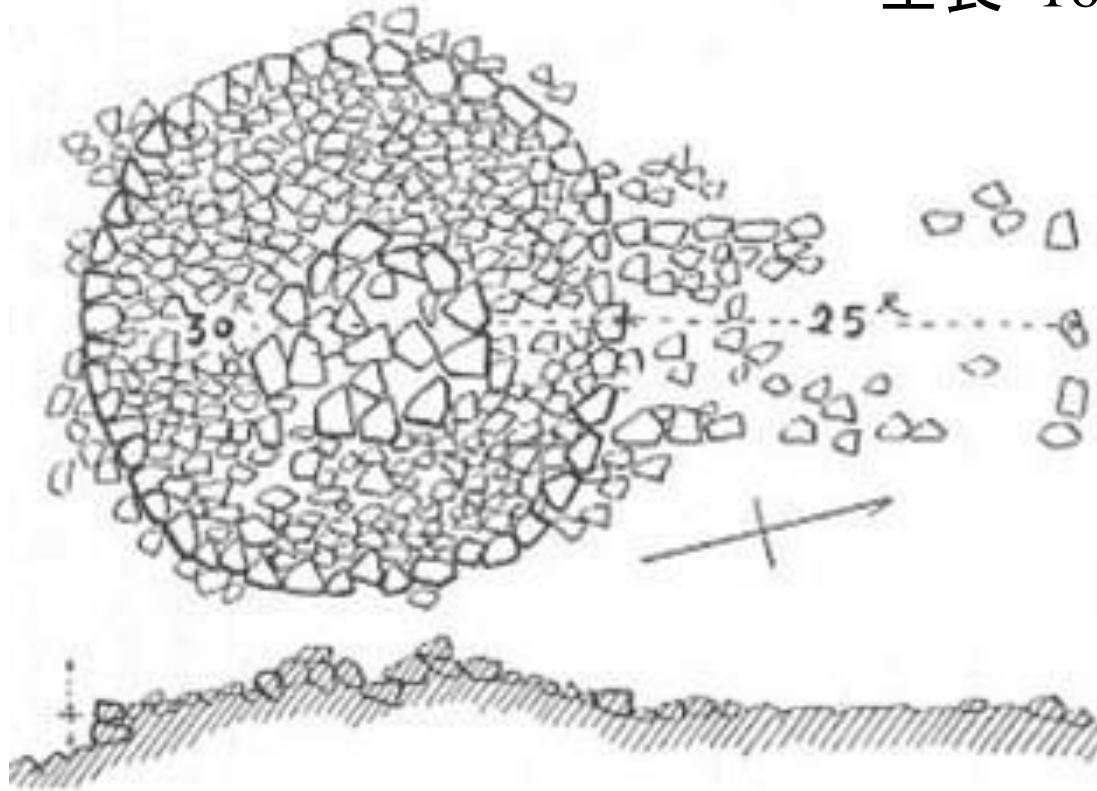
平成24年6月5日 榎原考古学研究所・アジア航測株式会社作成
報道資料「箸墓・西殿塚古墳赤色立体地図の作成」より

高句麗の前方後円形積石墓



石清尾山(最古の前方後円墳?)

全長 16.5m



土器付着炭化物の汚染問題

「弥生遡上論」から考古学界が学ばなければならないことは数多くあるが、総括すれば、土器付着炭化物試料の汚染問題とその除去問題である。

もはや「土器付着炭化物の炭素14年代が古くでているか否か」を議論している段階ではない。

土器付着炭化物が本質的に微細粒かつ多孔質で比表面積が極めて大きく、汚染の比率も大きくなり、これが種実や漆、木材などと本質的に異なるところである。

土壌中には古い炭素を持つ「腐植酸」がある。この腐植酸には、フミン酸(アルカリに溶けるが酸には溶けない)、フルボ酸(アルカリにも酸にも溶ける)の他にヒューミンと言うアルカリにも酸にも溶けない物質がある。

いずれも、他の物質にくっつき易い性質を持つ。

アルカリ処理による影響(山本2004)

アルカリ処理を行っていなかった19点について処理を行ったところ15点は溶解してしまった。4点は炭素年代が平均135年も新しくなった。

歴博から「土器付着炭化物の半数以上は、アルカリ処理によって殆ど溶解した」とある。

遺跡名	測定番号	アルカリ処理なし		アルカリ処理		差 (年)
		C14	$\delta^{13}\text{C}$	C14	$\delta^{13}\text{C}$	
朝日遺跡	PLD1996	1915	-23.8	1820	-25.2	95
	PLD1997	1875	-25.5	1730	-26.2	95
八王子遺跡	PLD2004	2075	-22.6	1945	-23.8	130
	PLD2055	1890	-23.5	1670	-25.0	220
平均		1939	-23.9	1791	-25.1	135

歴博のアルカリ処理

土器付着物については.....前処理後の重量は、平均して10パーセント程度で.....(重量的に)測定できる試料は半分程度である。

そのため、歴博におけるアルカリ処理の濃度は1モルのNaOH溶液でなく0.1モルを使っている。

これでは、正しい炭素14年代を保証することなどできるはずがない。本来ならば、付着炭化物こそ、より強力なアルカリ処理を必要としているはずなのに、本末転倒である。

条件の良い時にのみ正しい値が出ているのであって、その条件が判らないかぎり、参考資料にしかかなり得ない。

青谷上寺地遺跡の解析

	炭化物	泥炭	木材片	植物片
土壌	244 (n=3)	429 (n=4)	653 (n=5)	813 (n=1)
泥炭			17 (n=2)	200 (n=2)
木材片				324 (n=2)

最も新しく出ている植物片は果実・種子らの集合体、木材片は古い部分を採取した可能性がある、泥炭、炭化物、土壌が数100年の単位で古くでている。

これらの現象を土壌中に含まれる腐植酸に起因すると考える。

トルコ遺跡の試料への取り組み

理科大ではトルコ共和国のカマン・カレホユック遺跡調査の炭素14年代が3681年と出たことに関連して、フミン酸やフルボ酸(いずれも腐植酸)の影響について基礎的な検討を行っている。

まだ中間段階の報告であるが、前処理のNaOH処理について、時間を6時間から30時間、濃度を0.001モルから2モルまで変えて試験した結果によれば、未処理材の3766年が、濃度1~2モルの溶液で処理するとほぼ3680年に収斂すると言う。

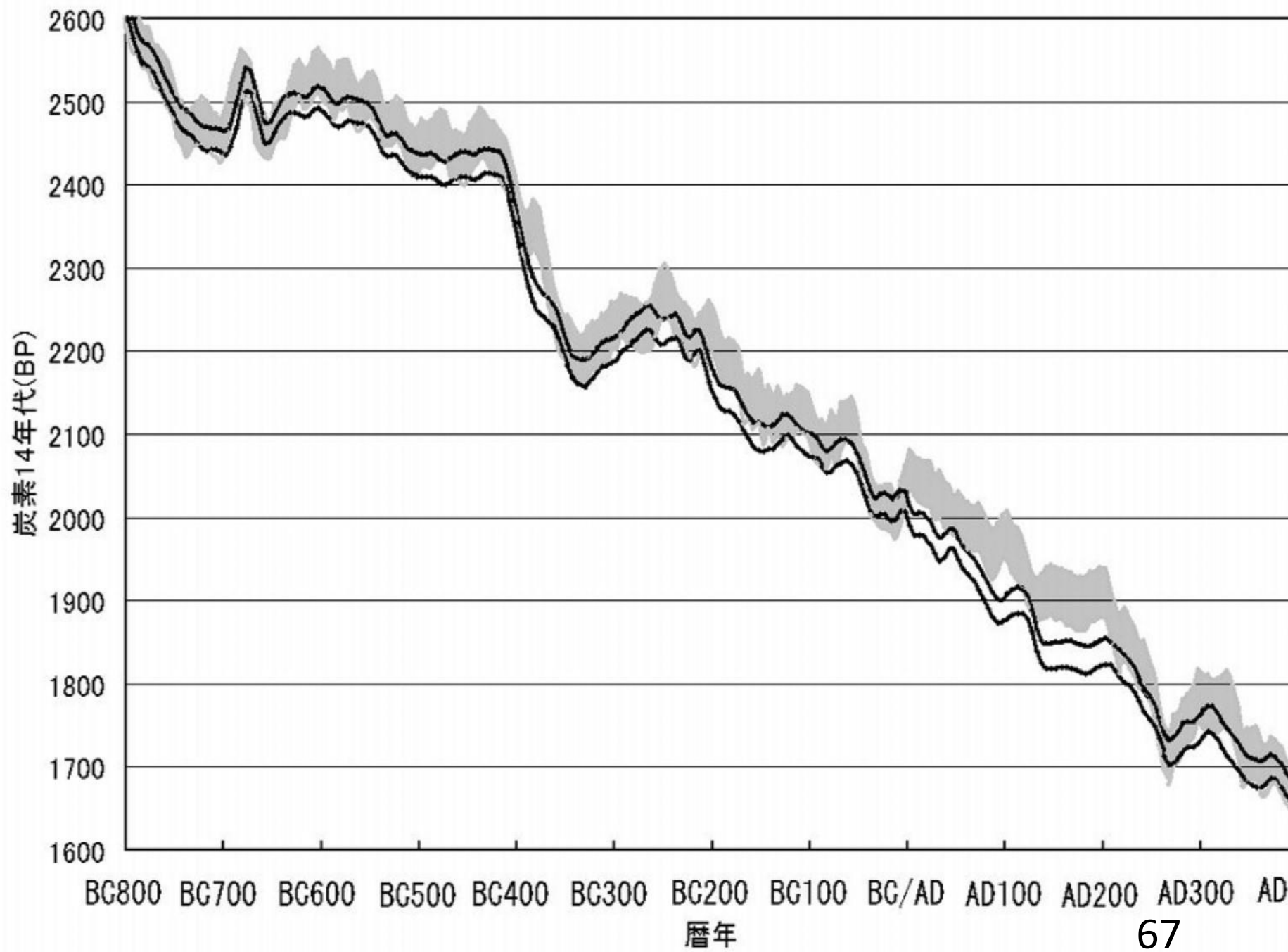
日本の考古学界が学ばねばならないのは、このような姿勢なのではなかろうか。

おわりに

炭素14年代に多くの問題があることを指摘すると、その部分だけを引用して「だから炭素年代は信用できない」と云う方がいる。しかし筆者の趣旨は正反対で、「炭素14年代」の問題点を解消してこそ「科学する考古学」が始まる。

考古学界は統計的な計数処理に遅れている。工学、理学以外の医学、疫学、農学などの分野でも、統計学的な計数処理なくしては、もはや有効な議論が成立しない。

「桃核」に注目している。種実の代表的なものであり、しかも古墳時代には祭祀に用いられていたらしく、出土が豊富で、纏向大型建物遺跡からは2000個以上も出ていると言う。これらは、原則的にも実測値的にも、より正しい炭素年代を与えると考える。その推進を図って欲しい。



[β線法]

- 炭素14は放射性同位元素であり、β線を出して窒素14に壊変する。その半減期は5730年であり、時間当たりに直すと0.72億分の1と言う気の遠くなるほどゆっくりした壊変であるが、1グラムの炭素の中には炭素14原子が620億個も含まれているので、時間当たり860カウントの壊変を期待できる。したがって、相対誤差を±1%に押さえるために必要な10,000カウントは約12時間で得られる。

[AMS法]

- β 線法の測定に対して、1980年代末頃から急速に普及したのがAMS(Accelerator Mass Spectrometry = 加速器質量分析計)法である。これは炭素をイオン化して電磁界を掛けて加速し、炭素14原子の数を直接カウントする方法なので、試料は1mg以下で良く、実測定時間も1時間程度と大幅に短縮できる。炭素年代の測定誤差として報告されている例には、 ± 20 年から ± 40 年が多いことから判断して、10,000カウント程度が測定の日安になっているようである。微量の試料により低コストで測定できるので、ややもすると β 線法による測定結果をないがしろにする傾向があるが、測定原理としては両者に優劣がなく、事実、炭素14年代法の基礎的な研究はその多くを β 線法に依存して行われたのである。

樹木年輪を利用した国際較正法

- 当初の炭素14年代法では「大気中の炭素14比率はいつも同じ」として計算したが、それはあくまで近似にしか過ぎなかった。それは、宇宙線の量が太陽の(黒点)活動によって大きく変動している上に、炭酸ガスの大気と海水の交換速度も海水温度などにより大きく異なるからである。
- そのため、年代の判っている樹木年輪の炭素14年を測定してこれを基にした較正方法が開発されている。現在の国際較正基準(IntCal)である。参考のために、「大気中の炭素14比」を常に一定とした旧法と国際較正曲線を比較して図1に示す。時によっては、200年程度の差異が認められるのが読み取れるであろう。

