

# 考古学年代測定法と 「弥生時代500年遡上説」

**日本計量史学会特別講演**

**日本計量会館 三階 会議室**

**2018年3月23日(金)**

**新 井 宏**

**[Arai-hiroshi@jcom.home.ne.jp](mailto:Arai-hiroshi@jcom.home.ne.jp)**

# 1. はじめに

- 本日は、計量史学会の講演なので、「考古学年代の測定法」についての紹介からまず始めます。
- しかし、近年、考古学界における最大の話題は、歴博が2003年に発表した「弥生時代500年遡上説」がはたして正しかったのか否かにあります。
- そのため、炭素14年代法と鉛同位体比法を事例として「考古学年代の再検討結果」を紹介しながら、年代測定法の問題点なども紹介したいと思います。
- 本講は、2013年の中国・四国考古学会における招請講演を簡略化したものです。

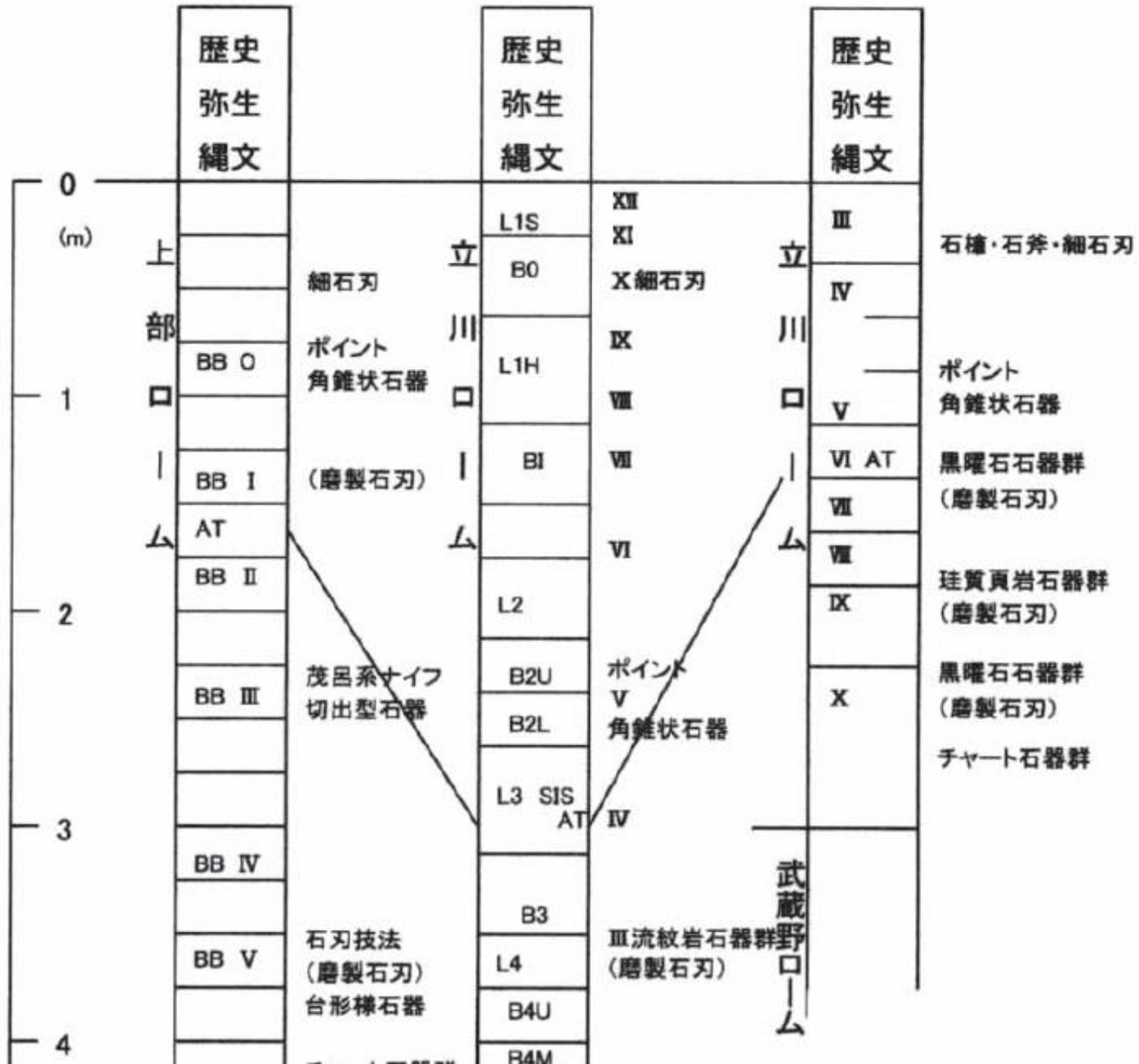
# 地質年代図とチバニアン層



愛鷹・箱根地域

相模野地域

武蔵野地域



# エジプトファラオの在位表

エジプト史ではファラオ統治何年と記録されていた

王朝名	在位	王名
古王国 第4王朝	前2613 - 2589年頃	スネフェル
	<b>前2589 - 2566年頃</b>	<b>クフ</b>
	前2566 - 2558年頃	ジエドエフラー
	前2558 - 2532年頃	カフラー
	前2532 - 2504年頃	メンカウラー
前2504 - 2500年頃	シェプスセスカフ	
新王国 第19王朝	前1293 - 1291年頃	ラメセス1世
	前1291 - 1278年頃	セティ1世
	<b>前1279 - 1212年頃</b>	<b>ラメセス2世</b>
	前1212 - 1202年頃	メルエンプタハ
	前1202 - 1199年頃	アメンメセス
	前1199 - 1193年頃	セティ2世
	前1193 - 1187年頃	サプタハ
前1187 - 1185年頃	タウセルト(女王)	

ヒッタイト  
ガデシュの戦い  
モーゼ

# エジプトのシリウス暦

エジプトではシリウス星が日の出の直前に東天に昇るころの一定時期に、ナイル川が氾濫し、農業や生活に重大な影響を与えた。

そのためシリウスの日の出直前の出現を予知する必要から1年365.25日を知り、シリウスの出現の日は元日とされた。この1年をシリウス年とよぶ。しかしエジプト暦では、年は移動年であるから、季節はしだいにずれていく。1461暦年は1460シリウス年に等しく、季節は1461移動年で元に戻る。この周期をシリウス周期とよぶ。古代エジプト人の子孫であるコプト人の間で使用されたコプト暦は、エジプトと同じ太陽暦で、エチオピアでも用いられた。

# 屋久杉(縄文杉)の年輪円盤



## 2. 考古学的な年代測定法

### 標準値との比較法

- (1) 年輪年代法 木片の年輪 ← 年輪幅のパターン
- (2) 年縞年代法 堆積物の年輪 ← 成分・磁気方位
- (3) 酸素同位体法 木片の年輪 ← 酸素18のパターン

### 物理的方法

- (4)  $^{235}\text{U}, ^{238}\text{U} \rightarrow \text{Pb}$  地球の年輪 ← 4種の鉛の組成
- (5) 核分裂飛跡法 鉱石の年輪 ←  $^{238}\text{U}$ の核分裂
- (6) 熱ルミネッセンス法 土器の年輪 ← 石英の蛍光
- (7) **炭素14法** 木片の年輪 ← **炭素14の半減期**

### 類似判定法(DNA,指紋)

- (8) **鉛同位体比法**  $^{204}\text{Pb}, ^{206}\text{Pb}, ^{207}\text{Pb}, ^{208}\text{Pb}$ の比較

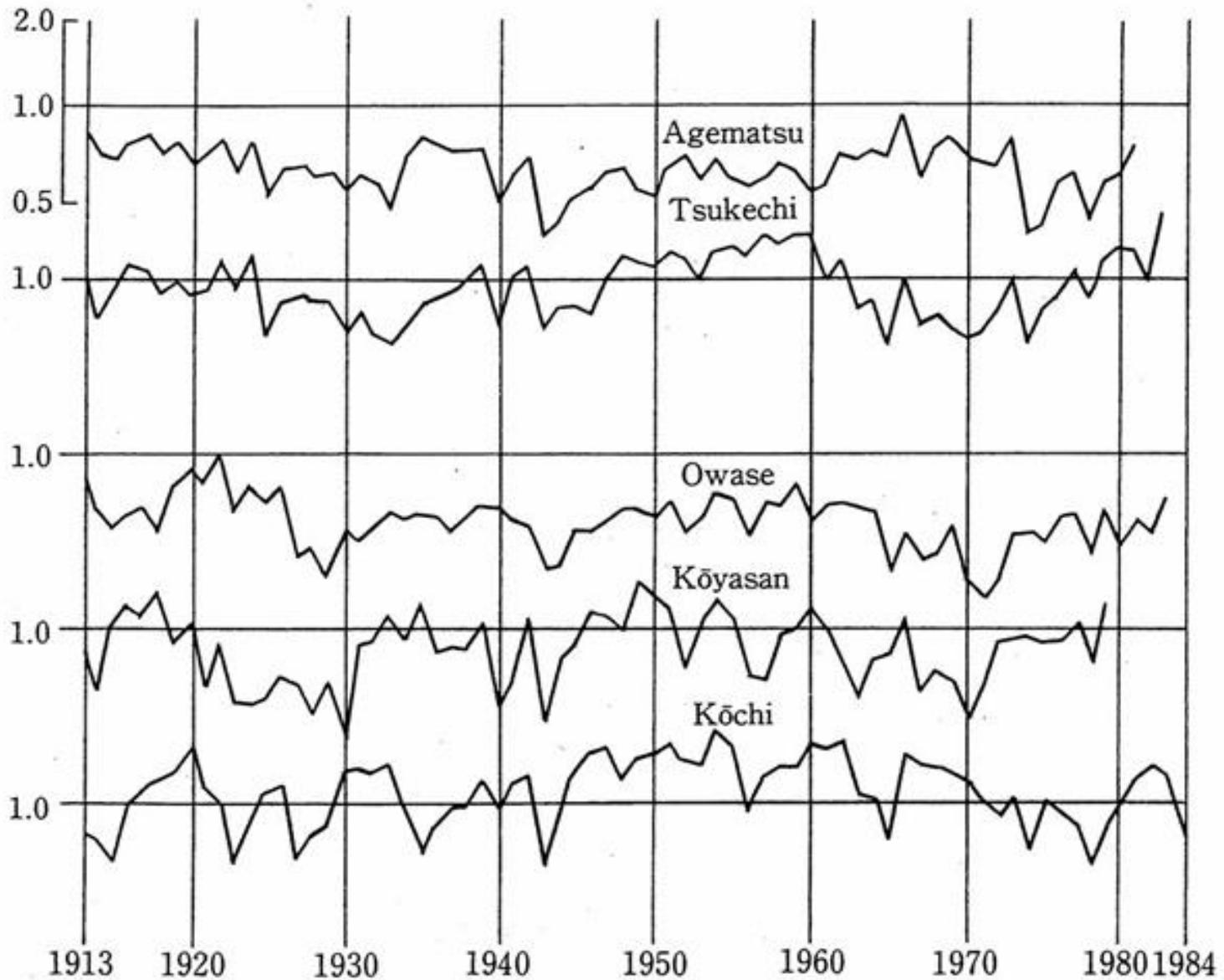
## 2-1 年輪年代法

樹木の成長は、その樹種や生育地域が同じ場合には、似たパターンの年輪を形成する。そのため、それらの年輪パターンを重畳して「基準の年輪パターン」を作り、その上で、年代の未知な木材片の年輪パターンを測定し、基準パターンと照合し、統計学的に有意な結果が得られた場合に年代を確定する。

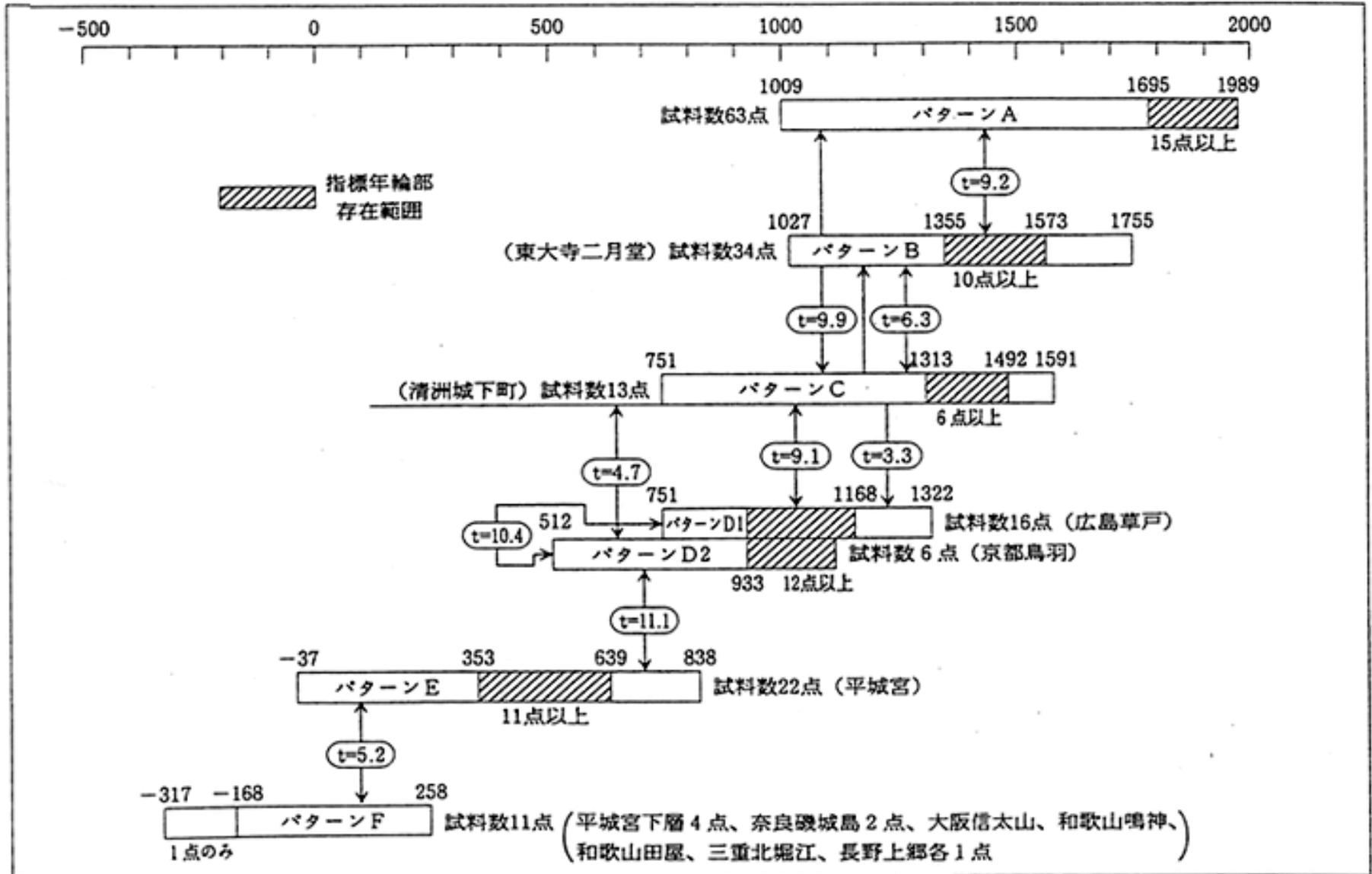
この方法により、前代の樹木を次々に照合して、基準パターンを遡上させて行く。

欧米では、高緯度、高標高の寒冷地の樹木による研究が多く50年ほどの年輪で照合が成立するが、日本のように気象変化に富む温暖な地域では、最低100年ほどの年輪がないと照合が成立しない。そのため、日本では2500～3000年しか遡上できないが、欧米では7000～13000年ほど遡上できる。

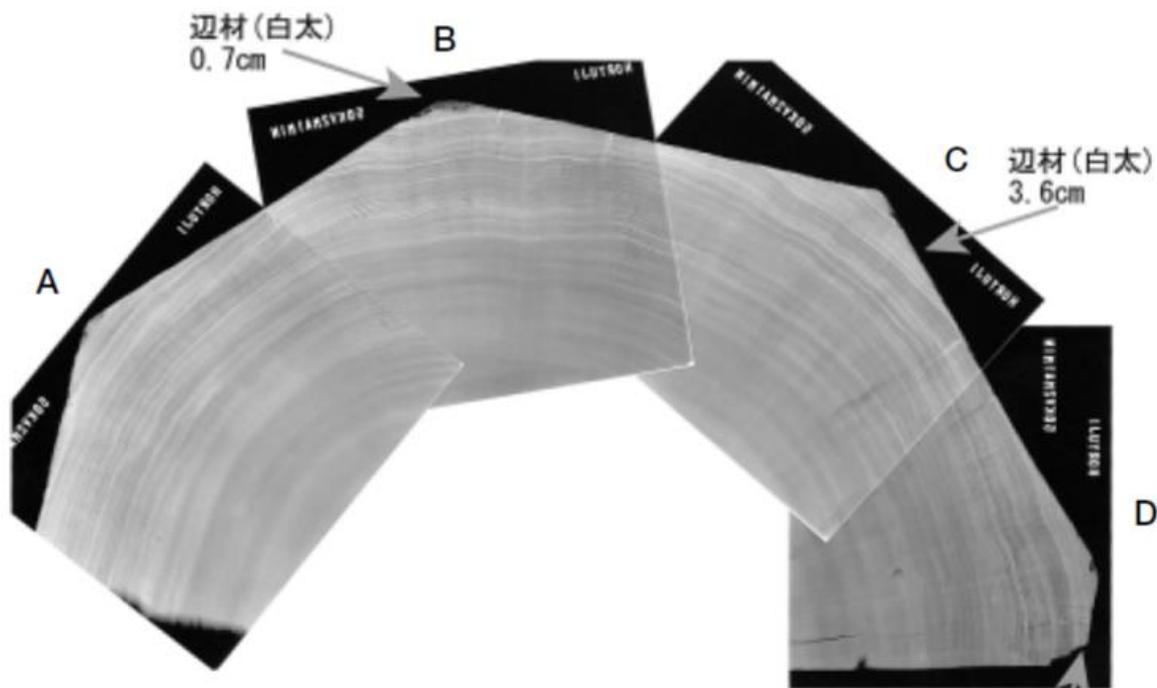
# 現代ヒノキの採取地別の年輪パターン



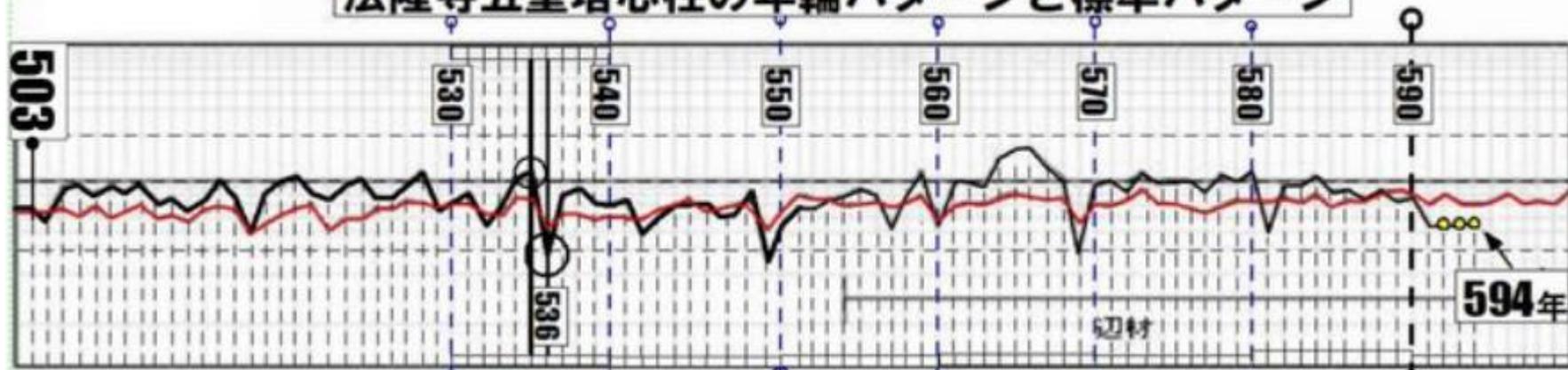
# 年輪パターンの接続



# 法隆寺五重塔芯柱

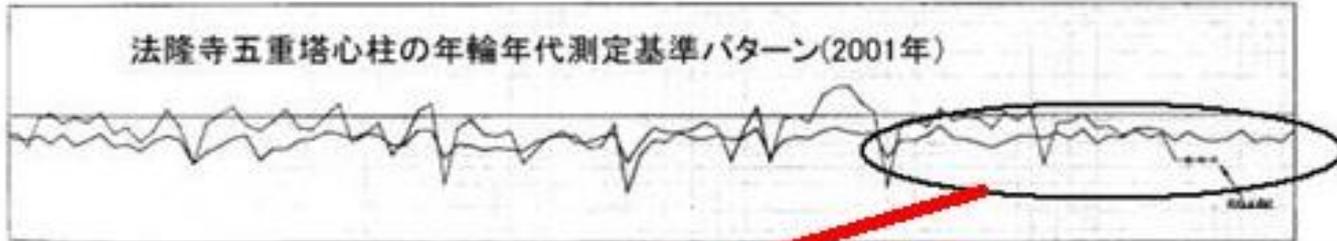


法隆寺五重塔心柱の年輪パターンと標準パターン

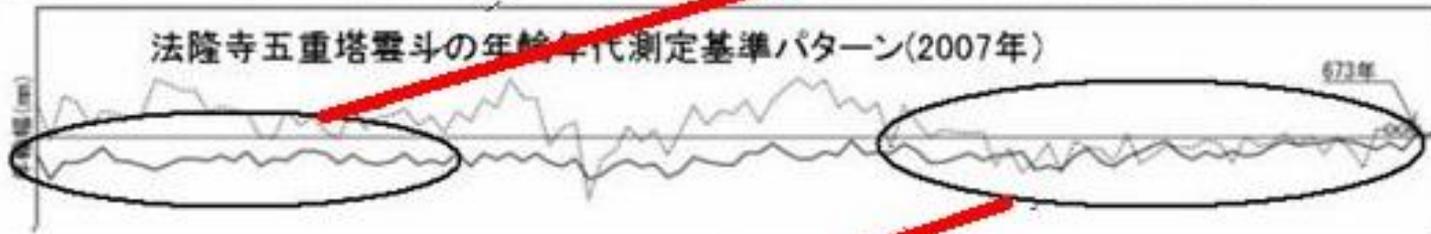


# 資料と標準パターンの比較

法隆寺五重塔心柱の年輪年代測定基準パターン(2001年)



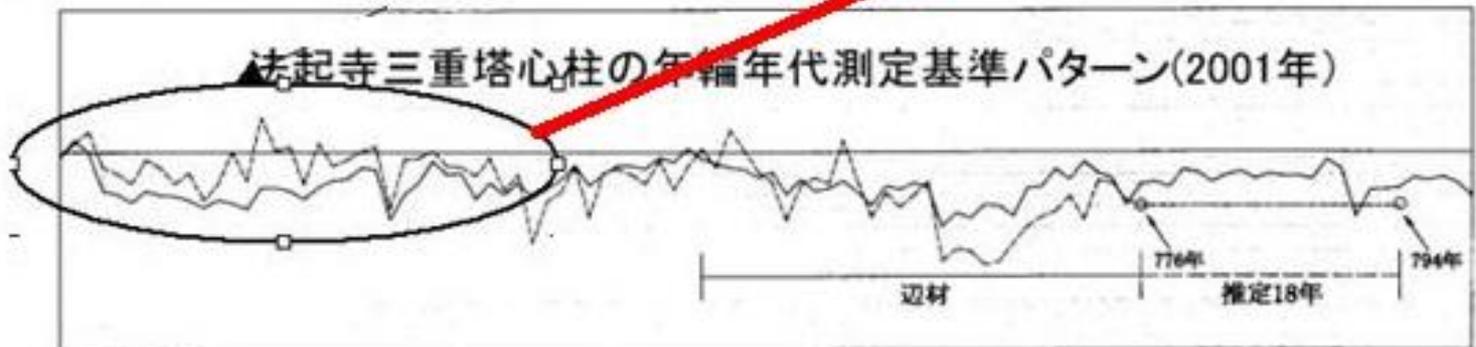
法隆寺五重塔雲斗の年輪年代測定基準パターン(2007年)



東大寺法華堂通肘木の年輪年代測定基準パターン(2012年)



法起寺三重塔心柱の年輪年代測定基準パターン(2001年)



# いつ頃まで遡られるか

この方法では木材の年輪資料が残っていないと測定できない。日本では屋久杉(縄文杉)や埋没鳥海杉(神代杉)を利用して現在まで2500年分ほど年輪資料が整備されている。

しかし、世界的には、カルフォルニア州のブリッスルコーンパインの8500年分(標高3000m以上、樹齢4000年以上多数)やアイルランドの7429年分、中央ヨーロッパ(高緯度地)の12460年分の年輪資料がある。いずれも高緯度地かつ高標高地で寒冷地である。これが炭素14法の地域差に関係する。

熱帯地方では年輪が構成されない。日本のように温暖な地域では年輪パターンにばらつきが多いので、照合を100年分以上必要とする。

# 日本の年輪年代測定例

2000年以降

2000年以前

2000年以降	年輪年代 (B.P.)	2000年以前
青谷上寺地遺跡 (鳥取) (B)	61	1 —52 池上曾根遺跡 (大阪) 柱根 (A) —60 二ノ畦・横枕遺跡 (滋賀) 井戸枿材 (A) —97 二ノ畦・横枕遺跡 (滋賀) 井戸枿材 (A)
	100	—116 桂見遺跡 (鳥取) 杭 (A)
瓜生堂遺跡 (東大阪) 木棺底板 (C)	218	—223 下之郷遺跡 (滋賀) 板材 (B)
池島福禱遺跡 (大阪) 自然木 (C)	258	—245 武庫庄遺跡 (兵庫) 柱根 (A)
下之郷 (滋賀) 板材 (A or B)	272	—248 南方遺跡 (岡山) 板材 (B)
八日市地方遺跡 (石川) 木棺小口板 (C)	297	
八日市地方遺跡 (石川) 板材 (C)	315	
	400	—445 東武庫遺跡 (兵庫) 棺材 (C) —448 東奈良遺跡 (大阪) 板材 (C)
瓜生堂遺跡 (大阪) 木棺側板 (C)	436	
瓜生堂遺跡 (大阪) 木棺側板 (C)	460	
八日市地方遺跡 (石川) 板材 (C)	472	
久宝寺遺跡 (大阪) 木棺底板 (C)	519	
	500	
	B. C.	

## 2-2 年縞年代法（水月湖）

湖底などに年々堆積した年縞も樹木年輪のように年代判定に利用できる。その点で福井県の水月湖は世界的に有名である。

理由は、①流れ込む大きな河川のない地形、②山に囲まれ波が静かで、③湖底に酸素が少なく生物が住めず、④地盤沈下地域、という年縞形成に理想的な条件を備えていて、6万年遡れる。厚さで45mある。

年代の分かった年縞(平均0.7mm)に含まれる化石の炭素14、地磁気方位、火山灰、黄砂などを利用して、遺物や遺跡の年代を判定する。

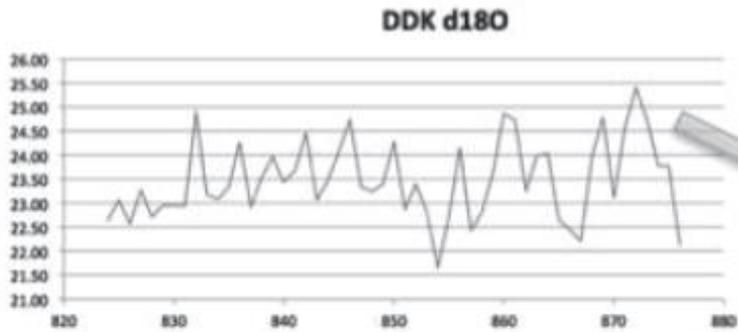


## 2-3 酸素同位体法 $^{18}\text{O}$ (0.2%)

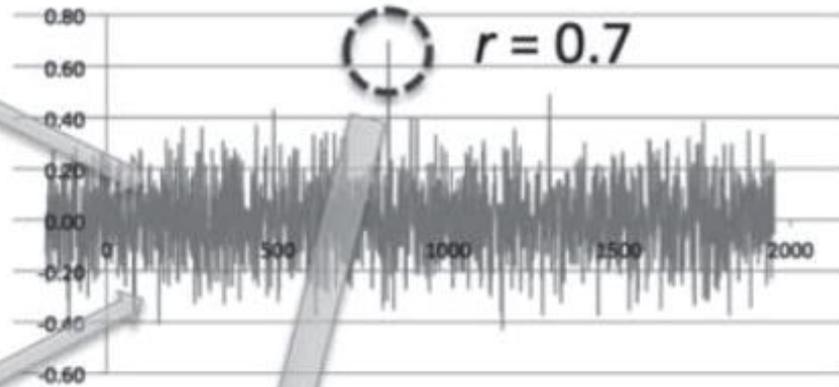
年輪等に含まれる酸素18の比率は、気候(湿度など)によって異なり年々変化している。酸素18は地上に0.2%ほど存在し、炭素14の $10^{-10}$  %に比べるとはるかに容易に測定できる。50年ほどの年輪があれば、照合が成立するので、いまや発展中の年代測定法である。

ただし、酸素18は放射性同位元素ではないので、炭素14法のように、全世界ほぼ同一の基準によって物理的な方法で年代を測定することができない。あくまで「年輪照合」の連鎖によって年代を遡るしか方法がないので、地域ごとの基準作りが負担である。

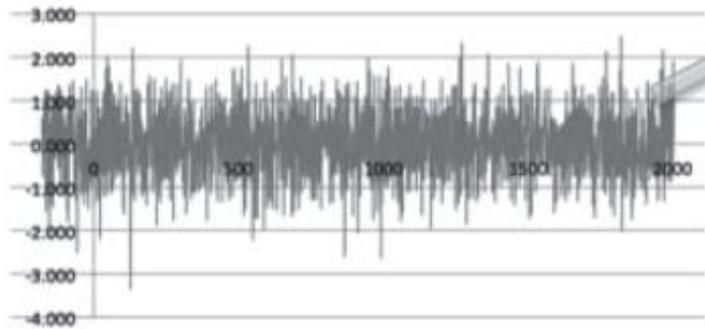
酸素18の分布は気象と密接に繋がっているので、環境考古学面で力を発揮するであろう。



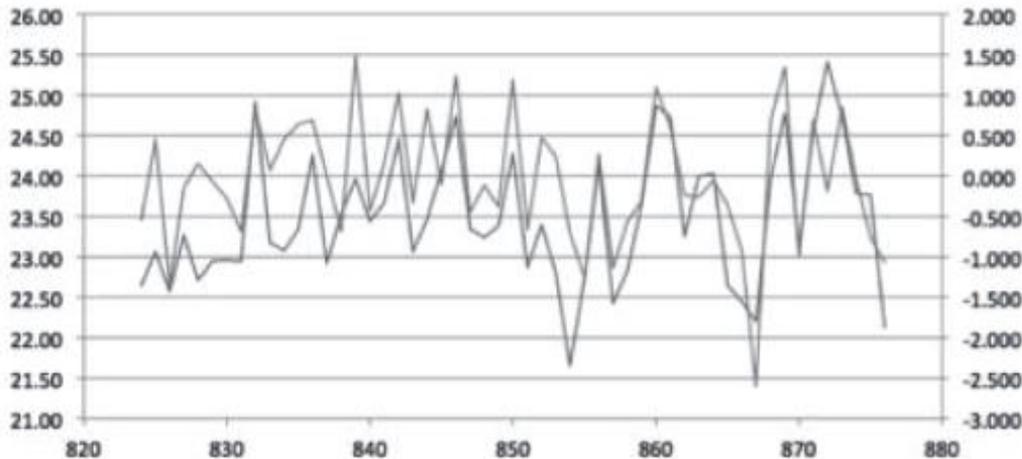
correlation against master



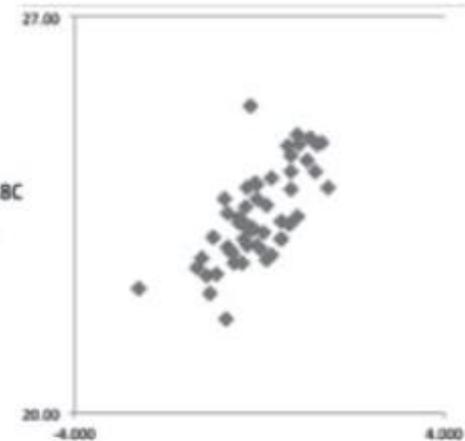
Master



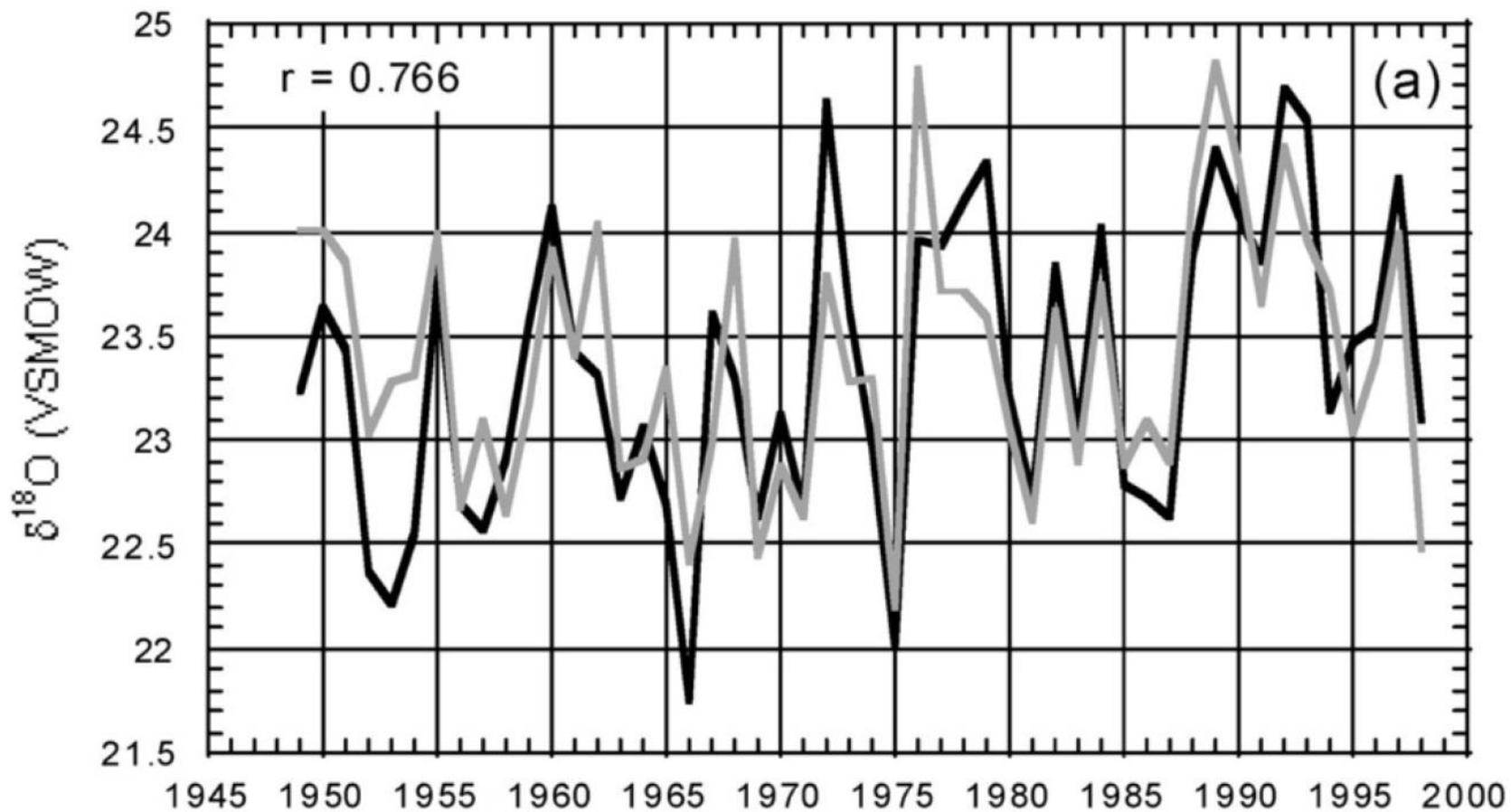
年輪幅の代わりに年輪中の酸素18のパターンを利用した方法



— DDK d18C  
— Master



# 北海道・雨龍研究林のミズナラ 2 個体



## 2-4 地球年齢計算

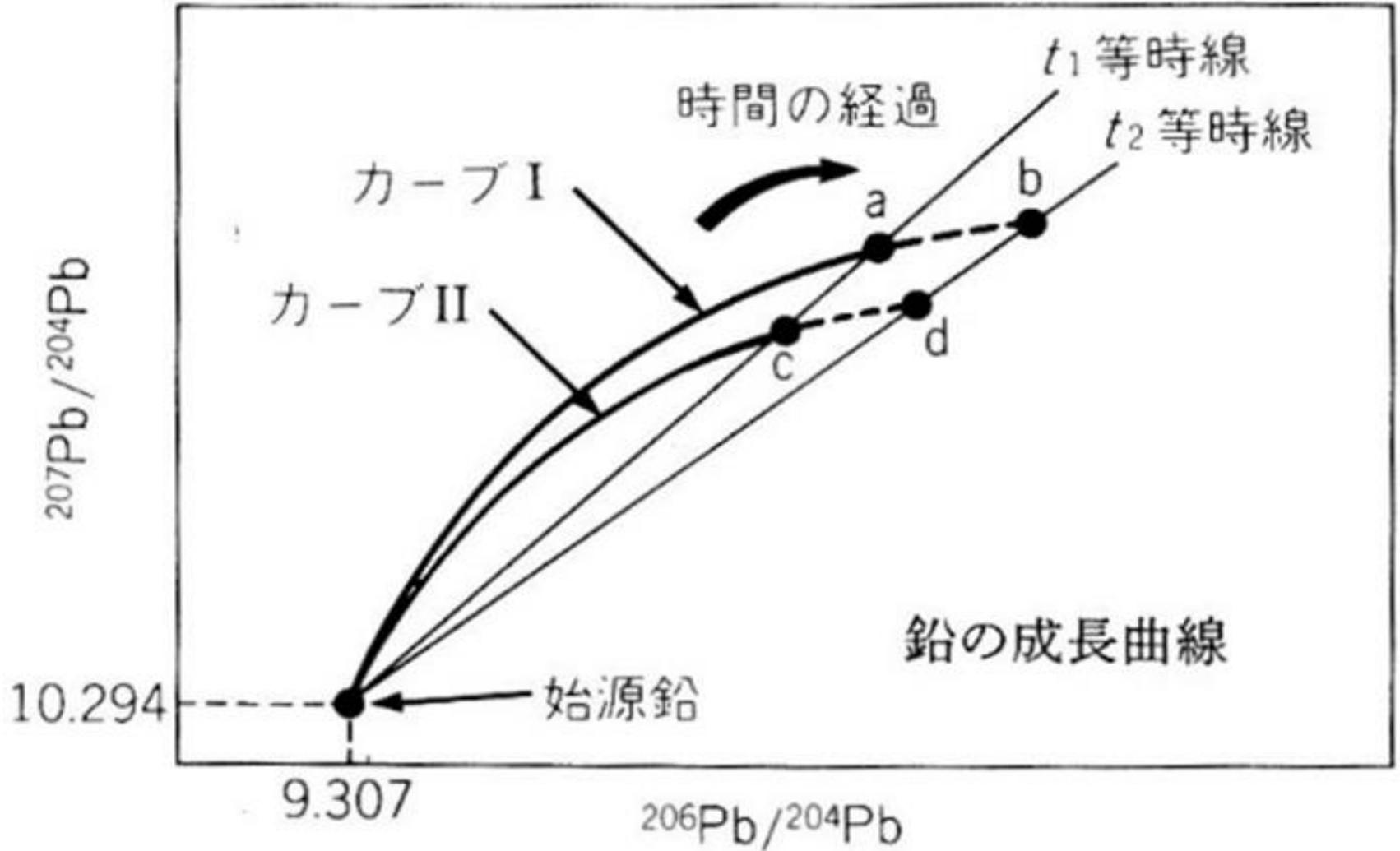
隕石は地球のできた時の安定同位体比と同じ組成を持っている。例えば鉛には、 $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}$ の4種類の安定同位体があるが、地球が出来た時の鉛組成は隕石と同じなのでこれを原始鉛という。

ところが、地球内部の溶融帯には、 $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ などの放射性元素があり、時間が経過すると壊変して $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ に変わるので、その分鉛が増える。したがって、地球が出来てから時間を経て地表に出た鉛鉱石では、 $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ の比率が高くなっているので $^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ などの半減期がわかれば鉛鉱石のできた時期がわかる。

このような原理で地球年齢を計算すると45～46億年である。

# 隕石中の比率(原始鉛)

	$^{204}\text{Pb}$	1.0
$^{238}\text{U}$ 崩壊(8 $\alpha$ +6 $\beta$ ) 半減期 45億年	$\rightarrow$ $^{206}\text{Pb}$	9.3
$^{235}\text{U}$ 崩壊(7 $\alpha$ +4 $\beta$ ) 半減期 7億年	$\rightarrow$ $^{207}\text{Pb}$	10.3



## 2-5 核分裂飛跡法

### $^{238}\text{U}$ の核分裂の飛跡を見る

一般的には Fission track法という。

鉱物中に含まれる $^{238}\text{U}$ は、 $\alpha$ 崩壊のほかに自発核分裂をおこす。その際、鉱物中に飛跡(track)を残す。測定試料を研磨エッチングして飛跡を顕微鏡下で観察、飛跡を数える。

鉱物中のウラン量が判れば、飛跡の密度は自発核分裂の壊変係数と時間の関数になる。したがって、飛跡密度とウラン量から鉱物の形成年代を求めることができる。

火山活動とか溶岩が凝固した時代を知ることができる。

Fission trackは $700^{\circ}\text{C}$ 以上に加熱すると消える。

## 2-6 熱ルミネッセンス法

### 蛍光量は加熱するとゼロになる

熱ルミネッセンス(TL)年代測定は、地層中の石英等の鉱物が自然界で受けた放射線量を、熱発光測定で求めることと、試料採取地点が1年間に受けている放射線量を放射性元素の分析等から求めることができる。

この方法は、歴史的には1950年代初期にアメリカで提案され、石灰岩などの地質試料に適用されたが、年間線量評価のための適切な方法がなく、広く利用される状況とはならなかった。その後、ヨーロッパで土器の年代決定法として再認識され、年代に対する要望の強さから活発に研究され、手法として確立された。

土器の場合、500°C以上で焼くと全て熱発光してしまいゼロになるので、作成した時代がわかる。

## 2-7 放射性炭素14法

考古学の年代測定法としては最も汎用性が高い。年輪年代法(~2万年)や年縞年代法(~6万年)によって年代の確定した資料に含まれる放射性炭素14を利用して、6万年ほどのデータを蓄積している。

国際的な共同研究機関INTCALにより4年毎に「校正基準」が公表されている。

現在では用途別に、一般用、海洋用、南半球用がある。

重要な方法なので、次に項を改めて、その原理を詳細に説明し、その原理的な理由による適用限界について述べる。

# 3. 放射性炭素14法 その原理と適応限界

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	$0.99 \times 10^{-12}$	0.7トン
陸上生物	20,000億トン	$0.95 \times 10^{-12}$	1.9トン
海水中	400,000億トン	$0.90 \times 10^{-12}$	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)。  
宇宙線で出来るC14( $N+n \rightarrow C$ )と放射崩壊で減る量( $C \rightarrow N + e^-$ )がほぼ同じなので、光合成で樹木となった炭素14は減る一方(5730年で半分)

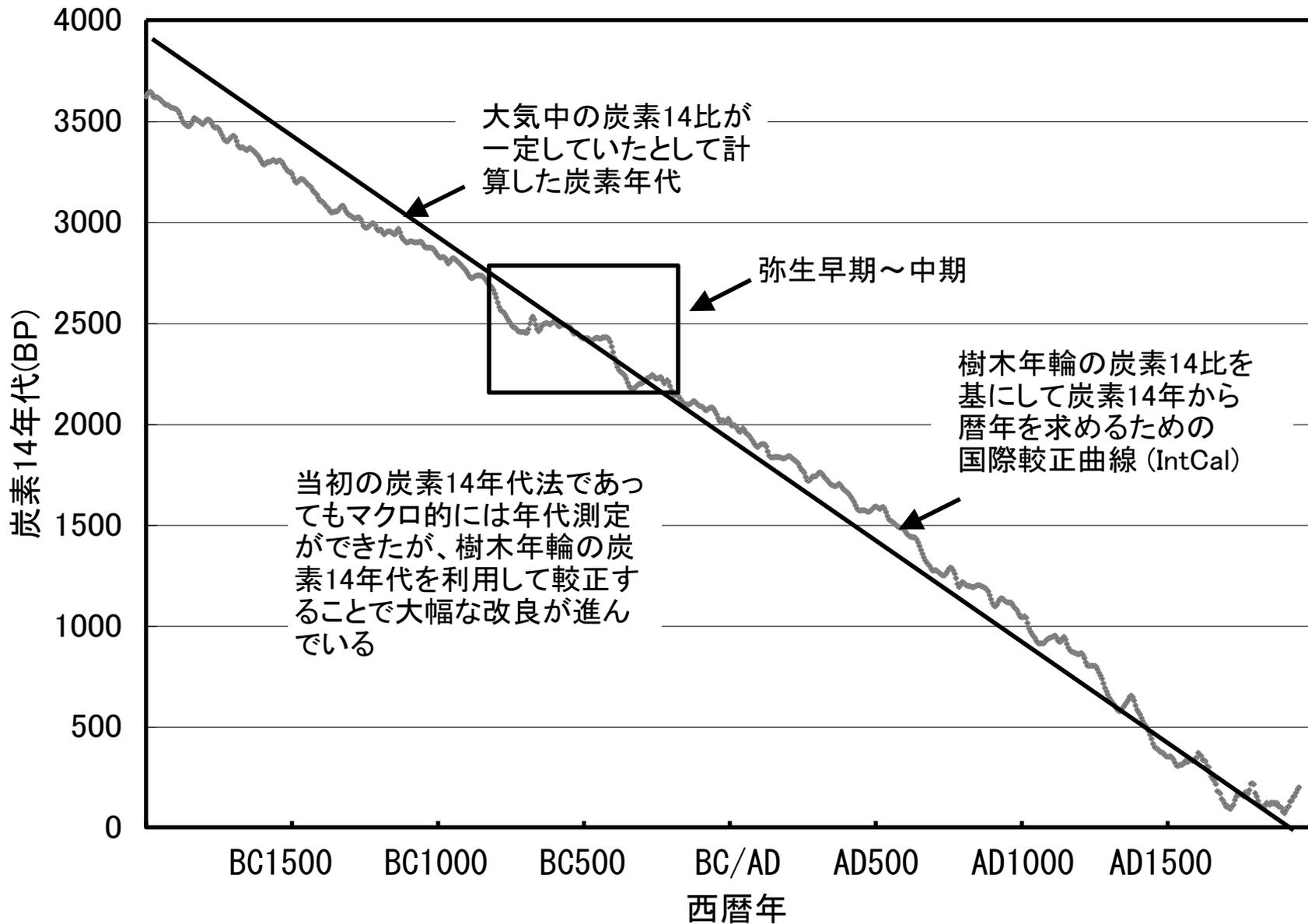
樹木や炭の炭素14を測るといつ育った木か判る。  
以前にはβ線を測って炭素14を測定していたが最近は微量の試料でも( Accelerator Mass Spectrometry )で手軽に測れる。

**炭素14年**は1950年を基準にして何年前になるかの計算値。

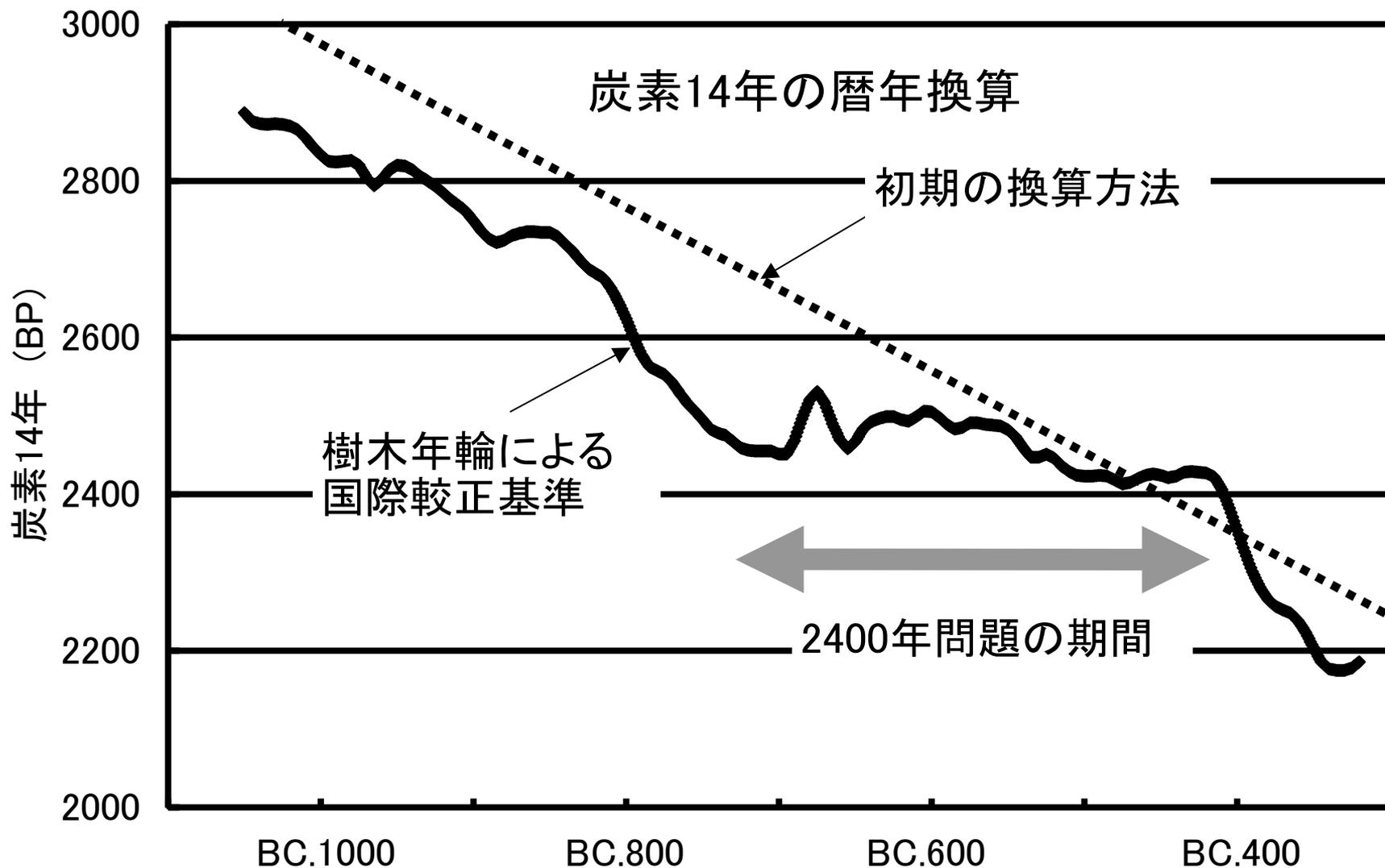
しかし本当の年代とはズレがあった。それは大気中の炭素14が一定ではなかったから。

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！



## C14較正基準はどこでも使えるか

歴博の「炭素14法」に対する基本的な考え方は「大気における対流圏での混合は早く(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」ので「国際的な較正曲線は日本でも問題なく使える」という点であった。

はたしてそうであろうか。

この点に関して、初めて論文で問題点を指摘したのが、筆者の『東アジアの古代文化』に載せた「炭素14による弥生時代遡上論の問題点—較正基準の地域差とその原因—」である。それは理論的な考察と散見されるデータによるものであった。

当時は議論しえる実証資料はきわめて少なかった。

## 炭素14はどこで出来どこで消えるか

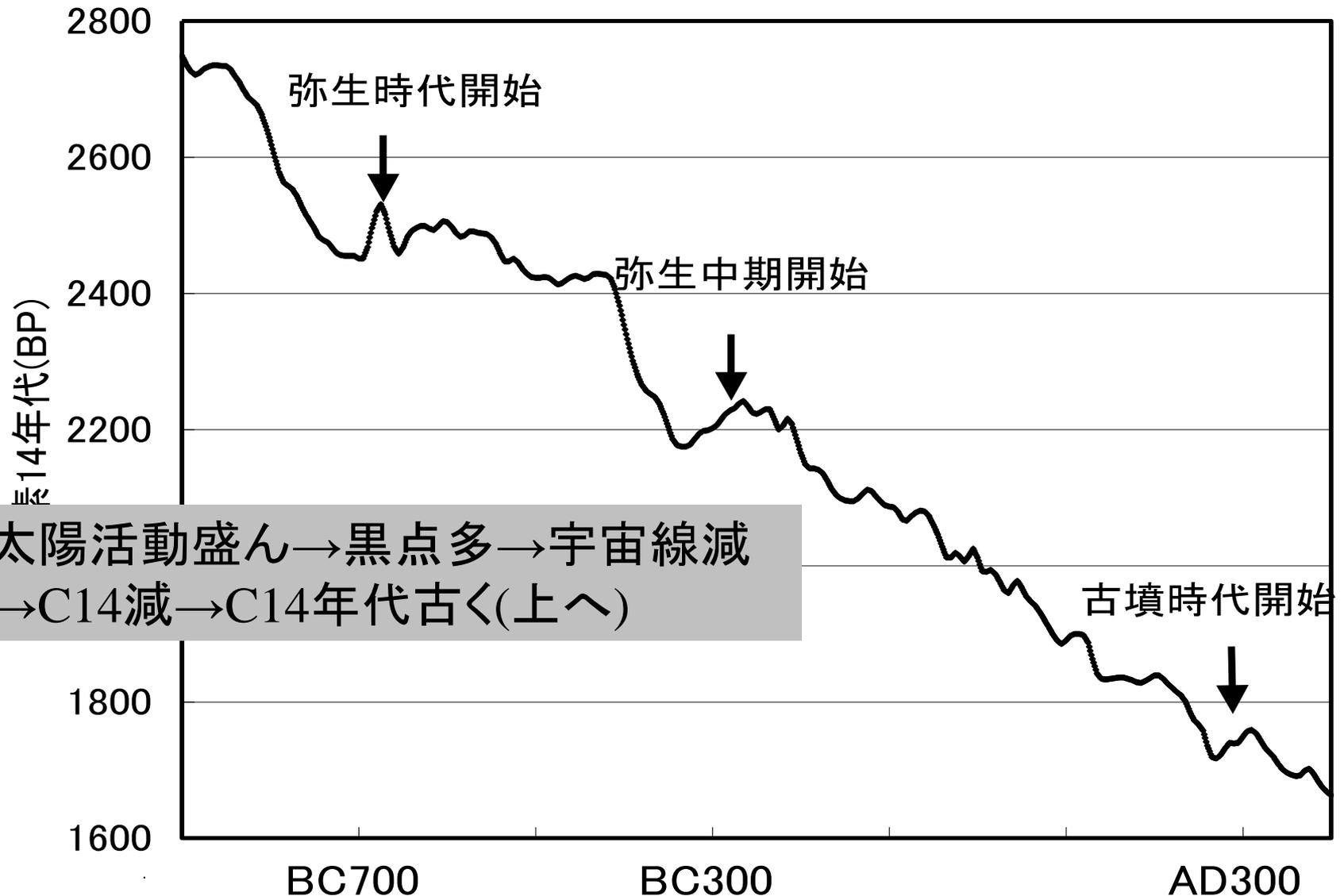
炭素14を作る宇宙線強度は、高層で強く地表で弱い。  
地磁場により高緯度圏で強く、低緯度圏では軽微。  
成層圏では、地表面の1.3倍。（数1,000年新しい）  
大気中と海水では炭酸ガスの交換をしている。

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(?)





## 高山と平地の炭素年代の差

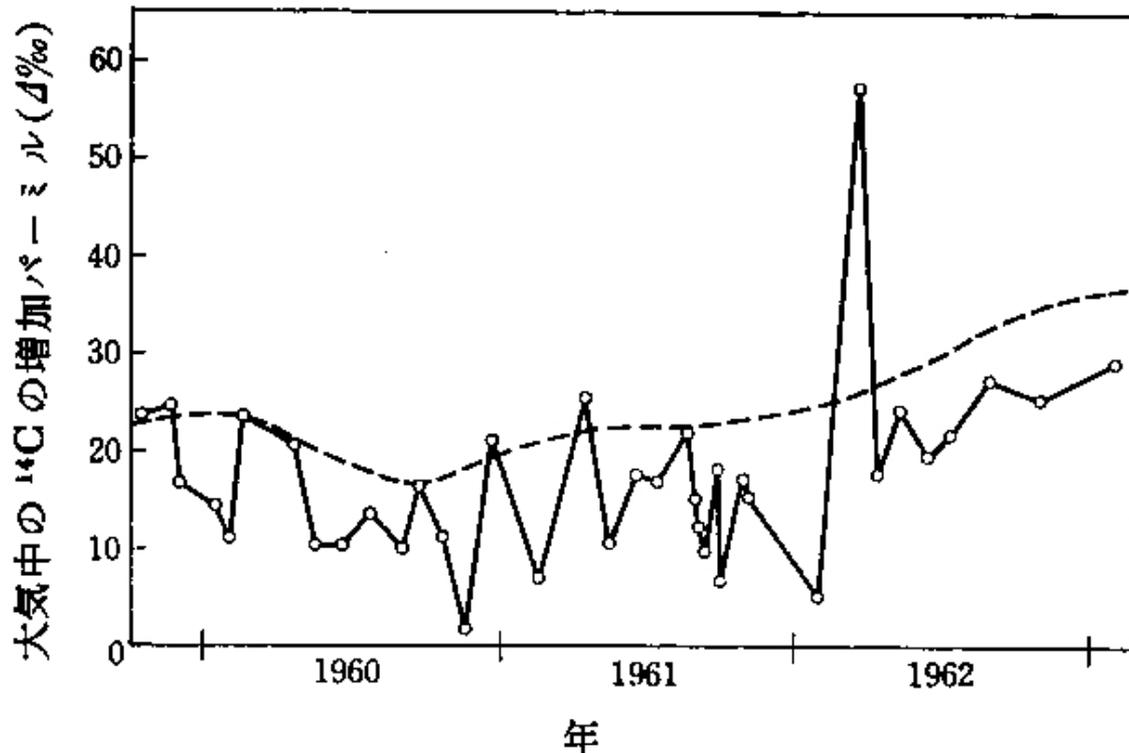
場所	標高	C <sup>14</sup> 濃度	年差
チベット プマユムツォ湖	5030m	1.081	512年
チベット・ラサ	4000m	1.055	304年
富士山6合目	2600m	1.051	272年
名古屋大学内	150m	1.017	基準

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

# 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

○ : 東京の大気についての値

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なる

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	IntCal 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

# 国際較正基準はどこでも使えるか

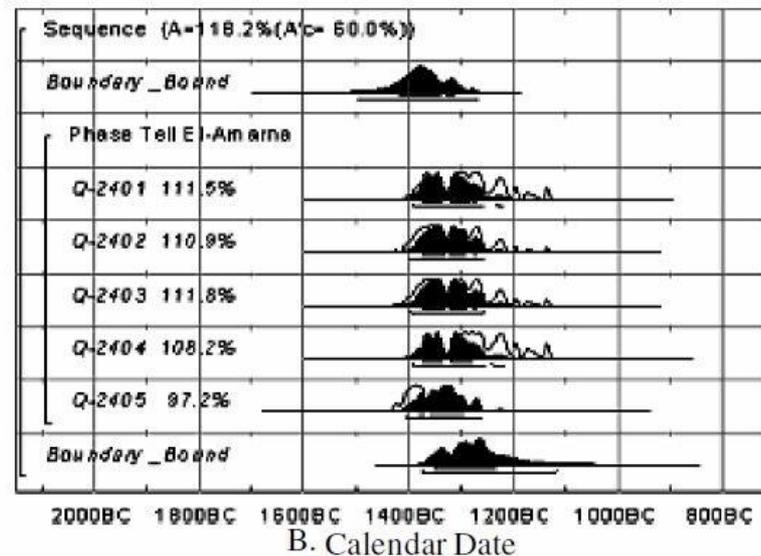
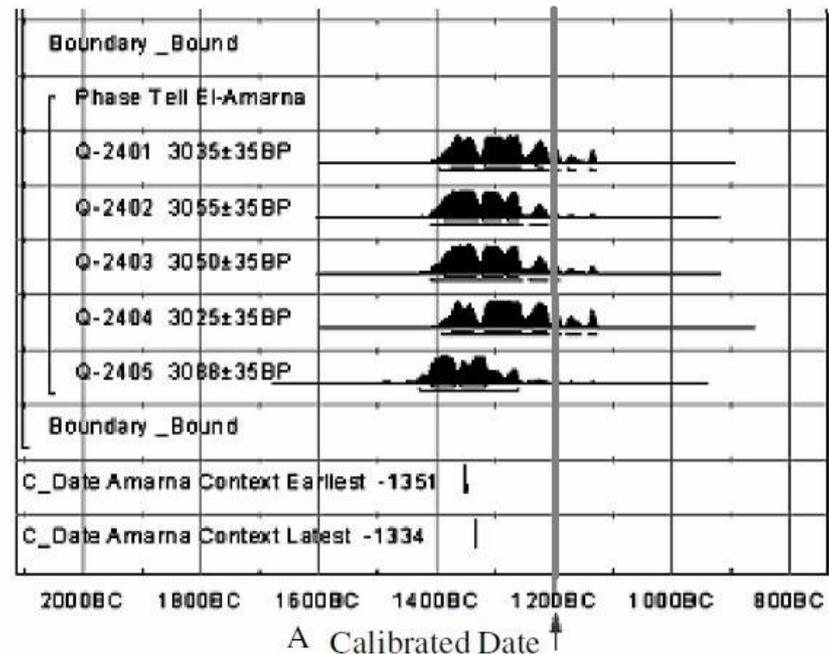
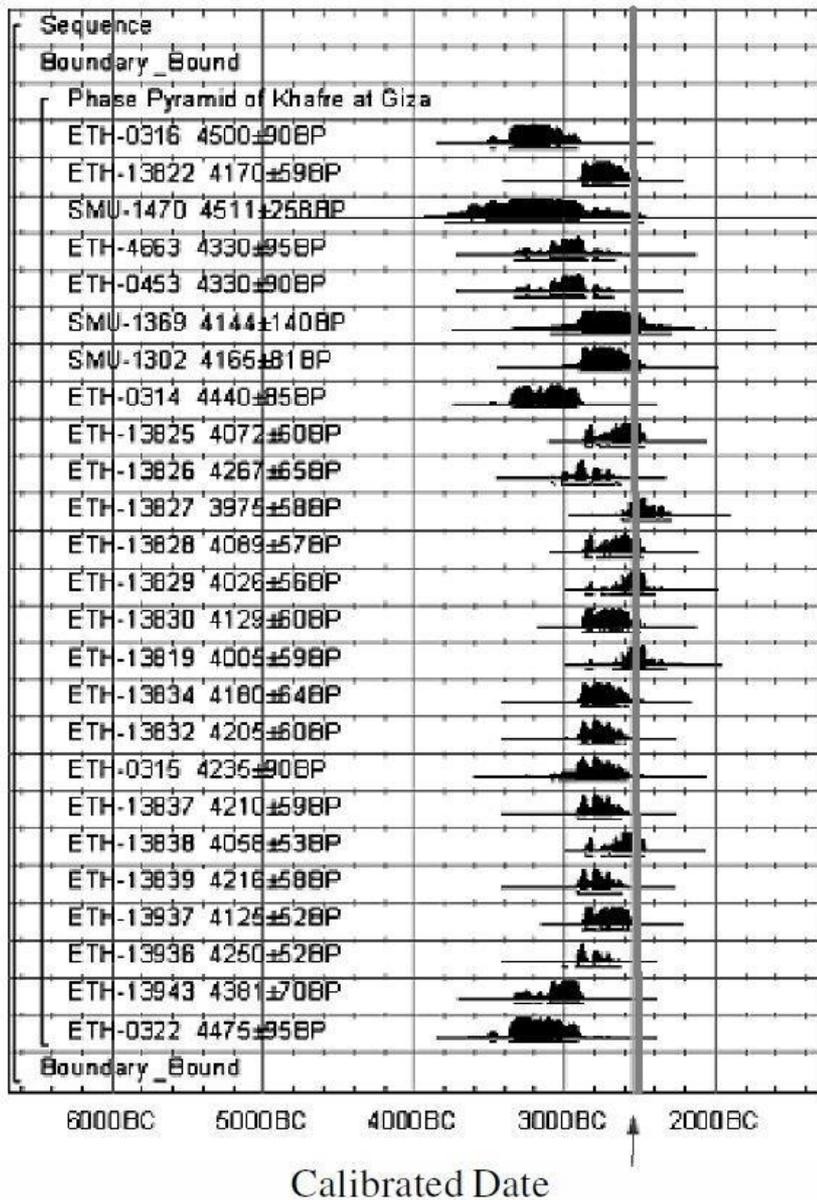
## 歴博の見解

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。

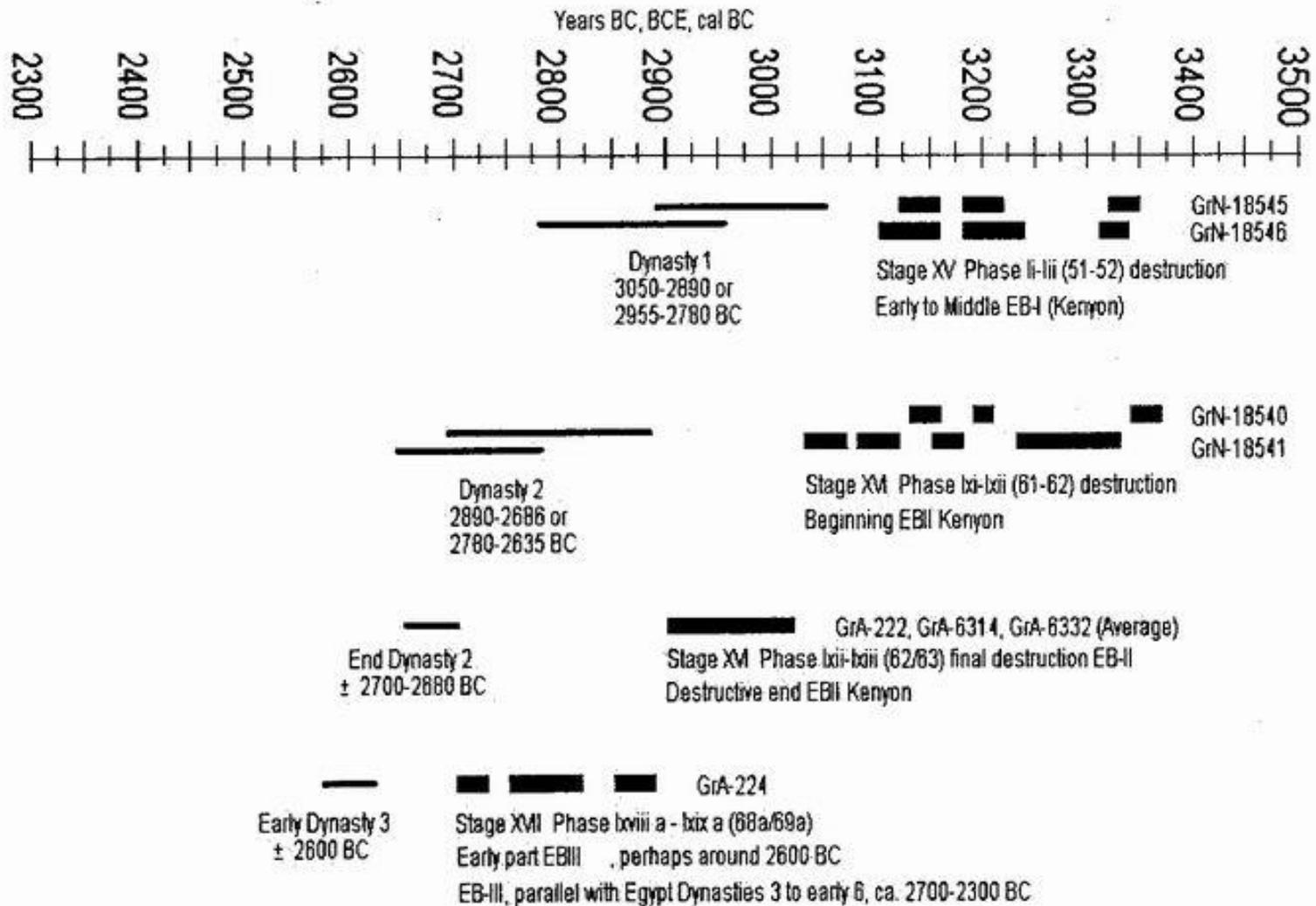
## 異なる事例集

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



# イスラエルの考古学



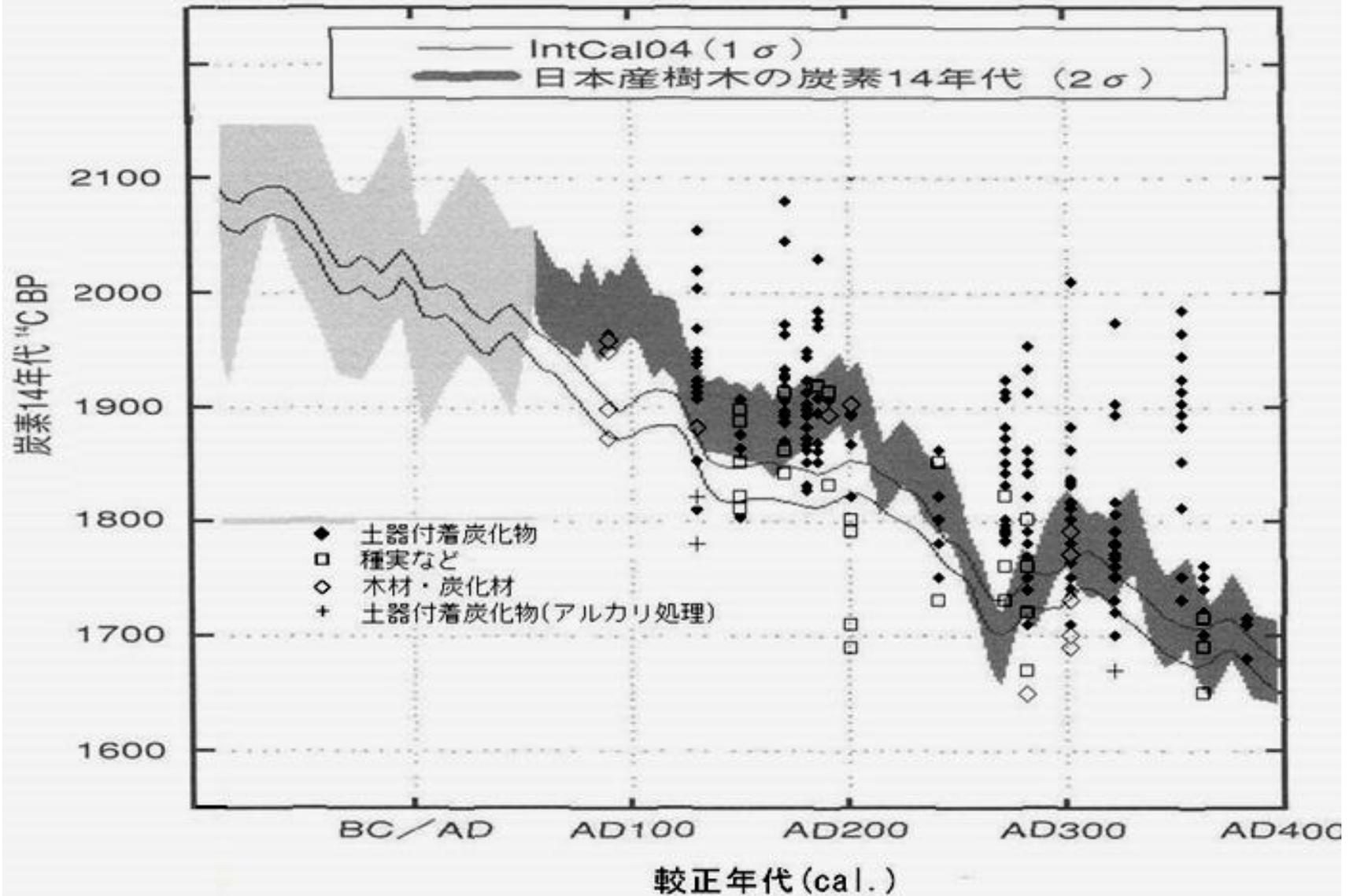
## 人骨の炭素14年が古くでる

- 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<sub>2</sub>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)

## 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



## 4. 歴博の「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。[独立行政法人化](#)

夜臼IIa期(弥生早期後半)の多くがBC800年を挟む年代に集中したので、古い夜臼I期ならBC10世紀になる。

2004. 4 非公式『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

歴博の「炭素14法」に対する基本的な考え方は「大気における対流圏での混合は早く(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」ので「**国際的な較正曲線は日本でも問題なく使える**」という点であった。

それに対して筆者は2006年春「較正基準の地域差とその原因について」と副題を付けた論文で、理論的にも、散見される資料によっても地域差が大きいことを指摘し、その内容は読売新聞にも掲載された。

続いて2008年春には「弥生時代遡上論の問題点」を公表し、まずは国際較正基準と日本樹木の差だけでも早急に測定すべきことを提唱した。

その結果、2012年には国際基準と日本樹木との間に大差が生じている現状が明らかになった。

C14は大気中と海水中に存在するが、その濃度は表層海水の方が大気中より平均して約5%低いことがわかってきている。濃度が低いということは、見かけ上、C14が大気中より減ったことになるため、魚や貝などの海洋生物を用いてC14年代測定を行うと実際の年代より古くなる。いわゆる「海洋リザーバー効果」である。

これまで学界でも共通の認識なのだが、新井氏は大気と海水との間のC14の出入りについて注目した。海面では常に、C14濃度の高い二酸化炭素が海に吸収され、濃度の低い二酸化炭素が大気に放出されている。つまり、海面直上のC14濃度は陸上の濃度より低くなる想定もこの理論上は可能だという。

放射性炭素年代(C14年代)の測定によって、弥生時代の始まりが従来の通説より約500年早まって紀元前10世紀までさかのぼるとした、国立歴史民俗博物館の研究に対し、その前提を根底から覆しかねない反論が飛び出した。海岸付近の遺跡では年代が古く出る合理的な理由があり、歴博が主張する年代観には重大な問題があると、韓国国立慶尚大招聘教授の新井宏氏(文化財科学)が学術雑誌に発表したのだ。落ち着きかけたかにみえた年代論争が再燃するのだろうか。

# 弥生の始まり 歴博研究に 反論

「炭素測定法 海岸遺跡は 古く出やすい」

歴博の新聞発表  
当初のサンプルは  
菜畑  
雀居  
梅白  
橋本一丁田  
で全て海岸遺跡から出たもの。  
海岸遺跡は古く出やすい。

**C14年代測定法** C14は、光合成や食物連鎖によって生物に取り込まれるが、死滅すると取り込みが停止し、遺体中のC14が一定速度で減少する。この原理を利用して、遺物のC14濃度から年代を測定する方法。ただ地球上のC14の生成量は時代によって微妙に変化しているため、国際基準により補正されている。

九州北部の資料によるC14年代の比較

1950年を起点とした年代	弥生時代			
	早期前半	早期後半	前期前葉	前期前葉
	海岸	内陸	海岸	内陸
2400～2499年前	0	0	0	0
2500～2599年前	0	1	0	4
2600～2699年前	0	5	4	1
2700～2799年前	2	0	0	0
2800年以上前	1	0	0	0

※歴博が「異常データ」としたものは除いた

この海面における二酸化炭素交換が高さ1000層の大気層と表層海水の間で行われ、それより上層の大気とは「目だけ海じり合わない」と仮定して、新井氏が試算したところ、C14年代は海面の方が約21年古くなるという結果が得られた。大気が攪拌されるのに要する時間をもっと長く想定すれば、さらに古くなるのみならず、「海面の影響を受けやすい海岸地域では、陸生動物植物によって測定した年代でも内陸地域より古く出る可能性が極めて高い」と、新井氏は指摘する。

こうした主張に対し、歴博の今村峯雄教授(年代測定)は、「海面上の空気は風などによって、あっといふ間に拡散されるので、大気中のC14濃度はほぼ均一。我々

の前提に問題はないと反論する。しかし、新井氏が九州北部の資料に基づいた歴博の測定データを、海岸地域(現在の海岸より5キロ以内)と内陸地域(同5キロ以上)の遺跡に区分してC14年代を比較したところ、表のような結果が出た。データが少なすぎるが古い面もあるが、海岸地域の方が古い」と読み取ることは可能だ。

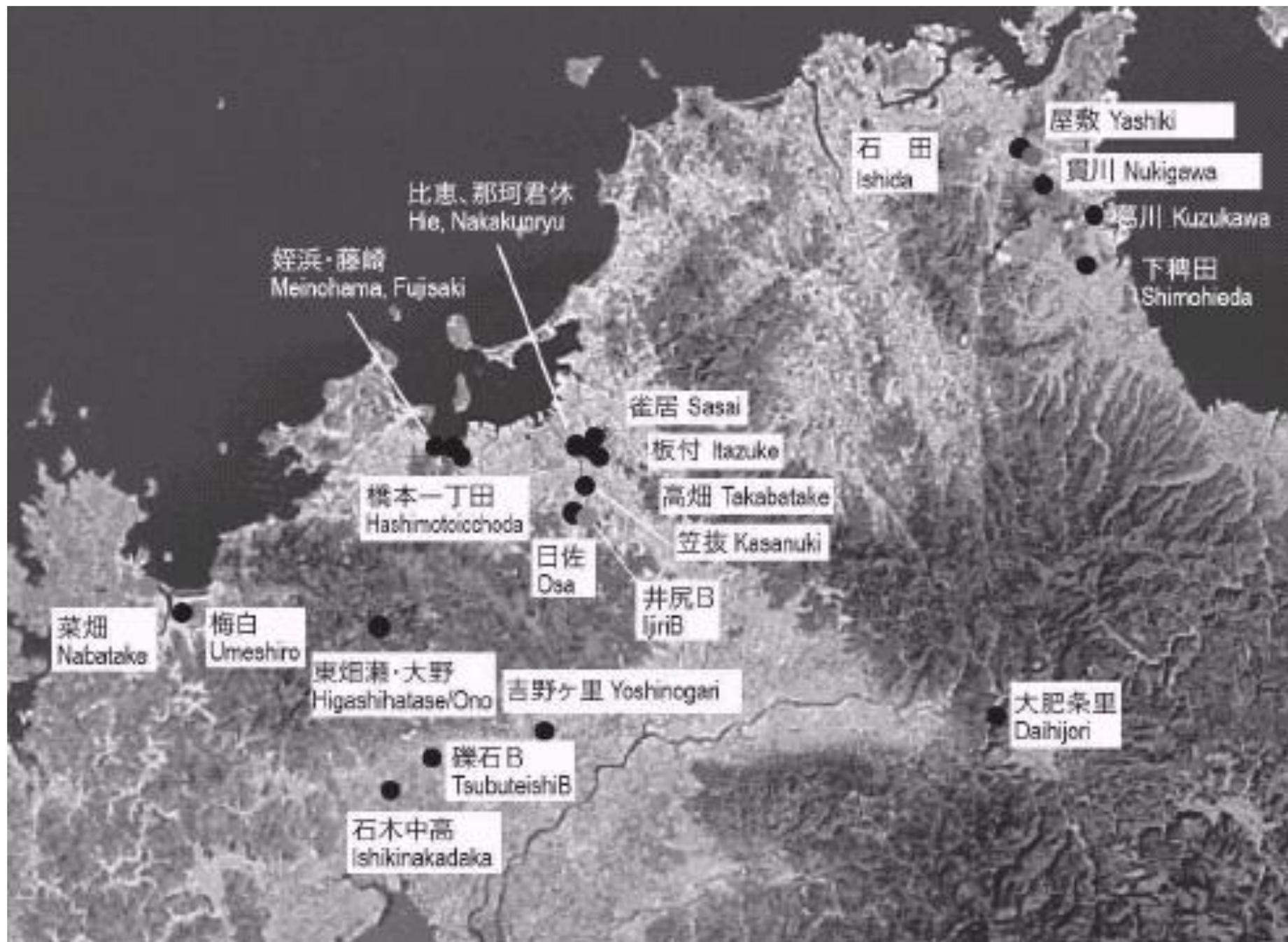
「C14濃度の低い二酸化炭素が海から常時供給されている以上、いくら風が吹いても濃度の差は維持される。風が大気を均一化してしまうなら、大都市の大気汚染も吹き飛んでしまうことになる。理論上の想定だけでなく、実測値にも差がある以上、歴博の年代には

まだまだ解決すべき問題が多いと言わざるを得ない」と、新井氏は疑問を投げかける。

C14濃度には、ほとんど地域差がないという前提で研究が進められているが、トルコや中国、日本でも限られた時代で局地的な差があることが近年確認されつつある。考古学の立場から、過去の研究を再検証した上で「弥生時代の始まりが、紀元前10世紀までさかのぼることはありえない」という報告が出ている。

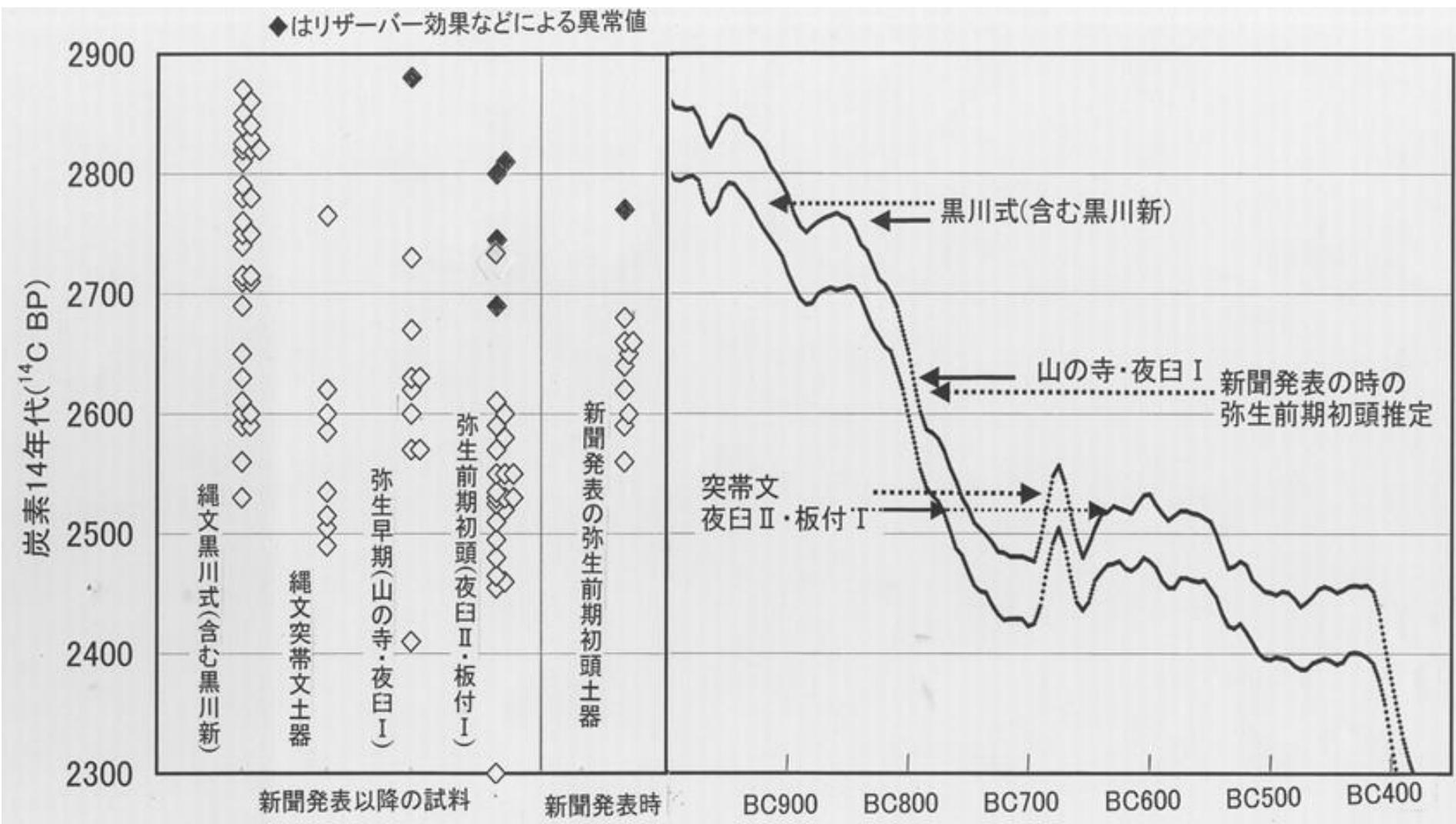
これまで様々な批判に対し、誠実に反証を用意し、自らの正当性を主張してきた歴博だが、新たな強敵である「海岸効果」の指摘には、どのように答えるのか。弥生時代の年代の問題は、5月28日に都内で開かれる日本考古学協会の研究発表会でも議論される予定だ。



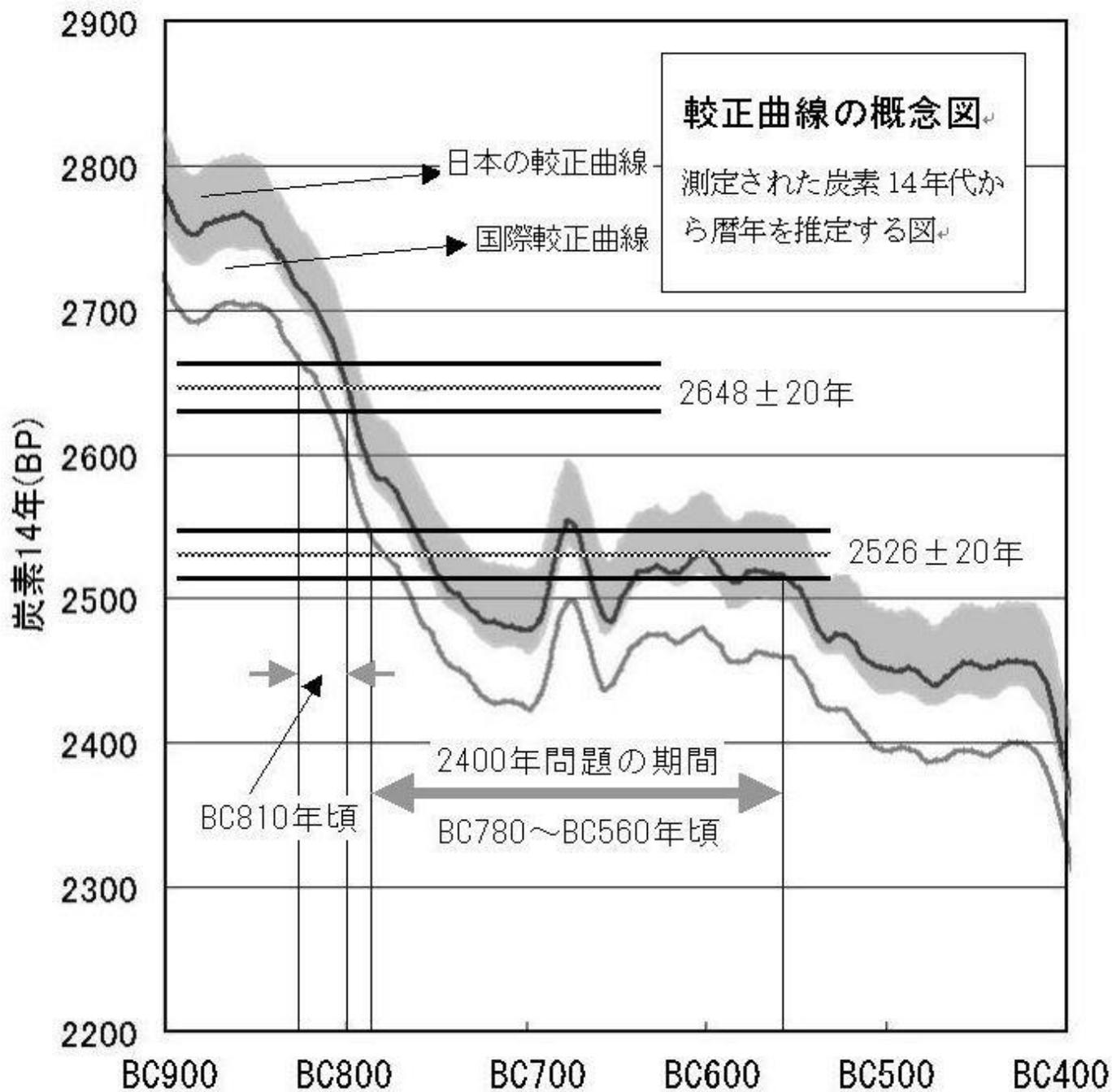




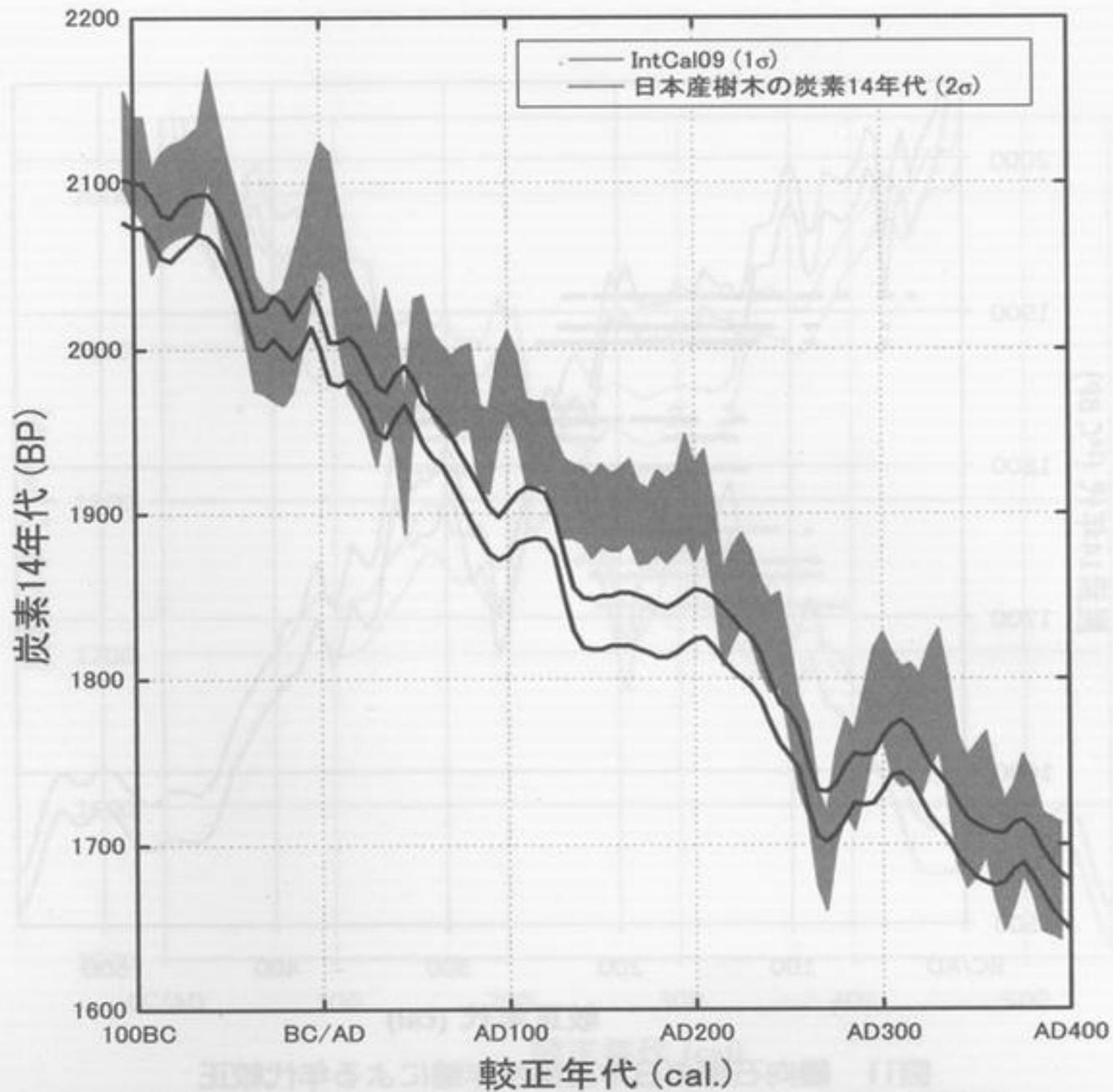
# 新聞発表を裏切った後続試料



# 弥生早・前期の較正曲線



# 歴博日本樹木の較正曲線

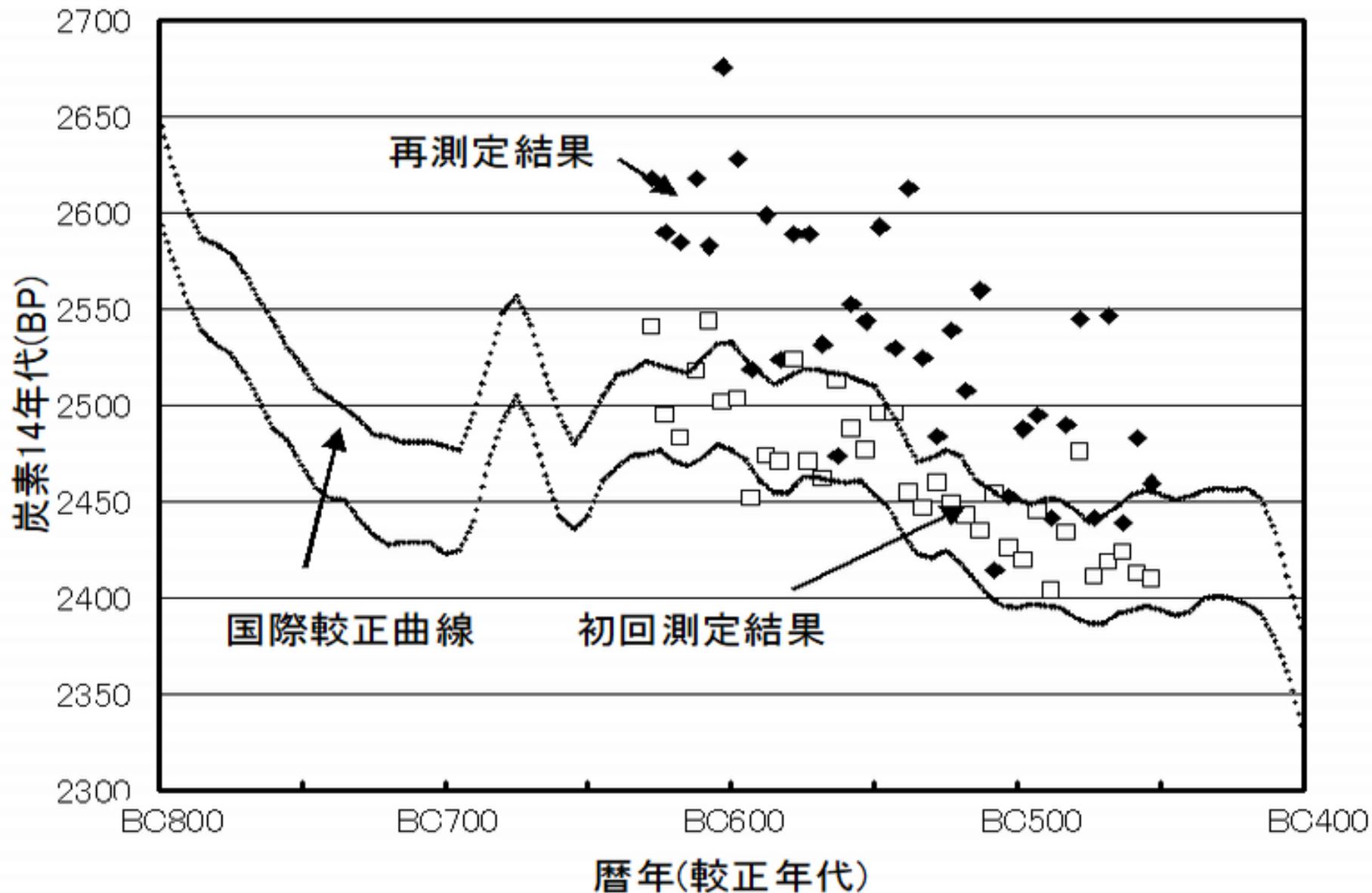


# 日本樹木と国際較正曲線の差

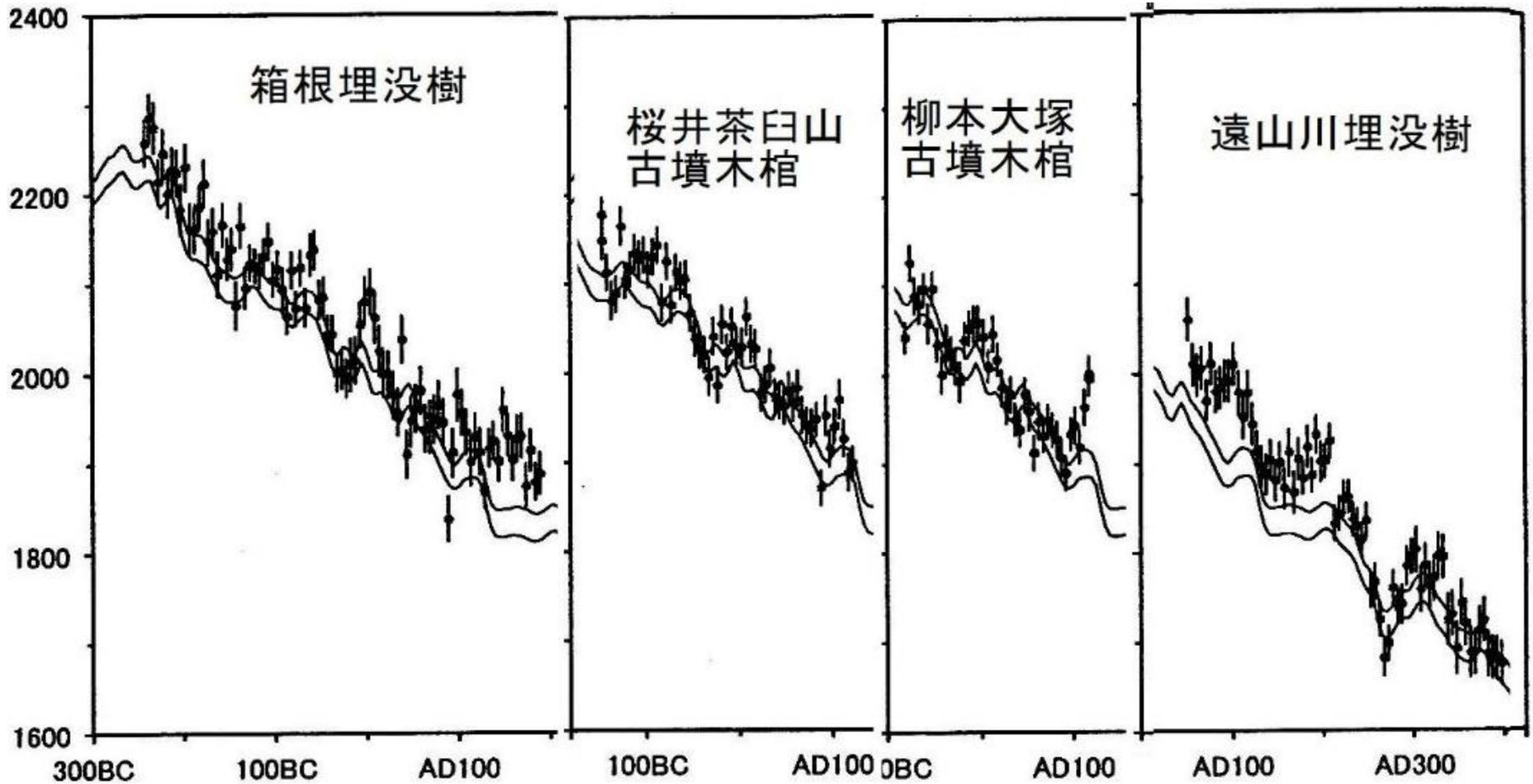
樹木地区	年輪年代 (期間)	n	シフト(年)
秋田県仁賀保町スギ	BC.1057-BC.997 60年	13	14.8 ± 4.3
	BC.992-BC.512 480年	103	9.3 ± 4.0
長野県飯田市畑ノ沢 ヒノキ	BC.627-BC.452 145年	36	75.3 ± 7.5
	BC.627-BC.452 145年	36	4.8 ± 3.5
	BC.442-BC.302 140年	58	26.8 ± 5.5
	BC.292-BC.192 100年	31	17.5 ± 8.7
	BC.272-BC.192 80年	15	29.3 ± 14.9
広島県黄幡1号 ヒノキ	BC.818-BC.448 370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。

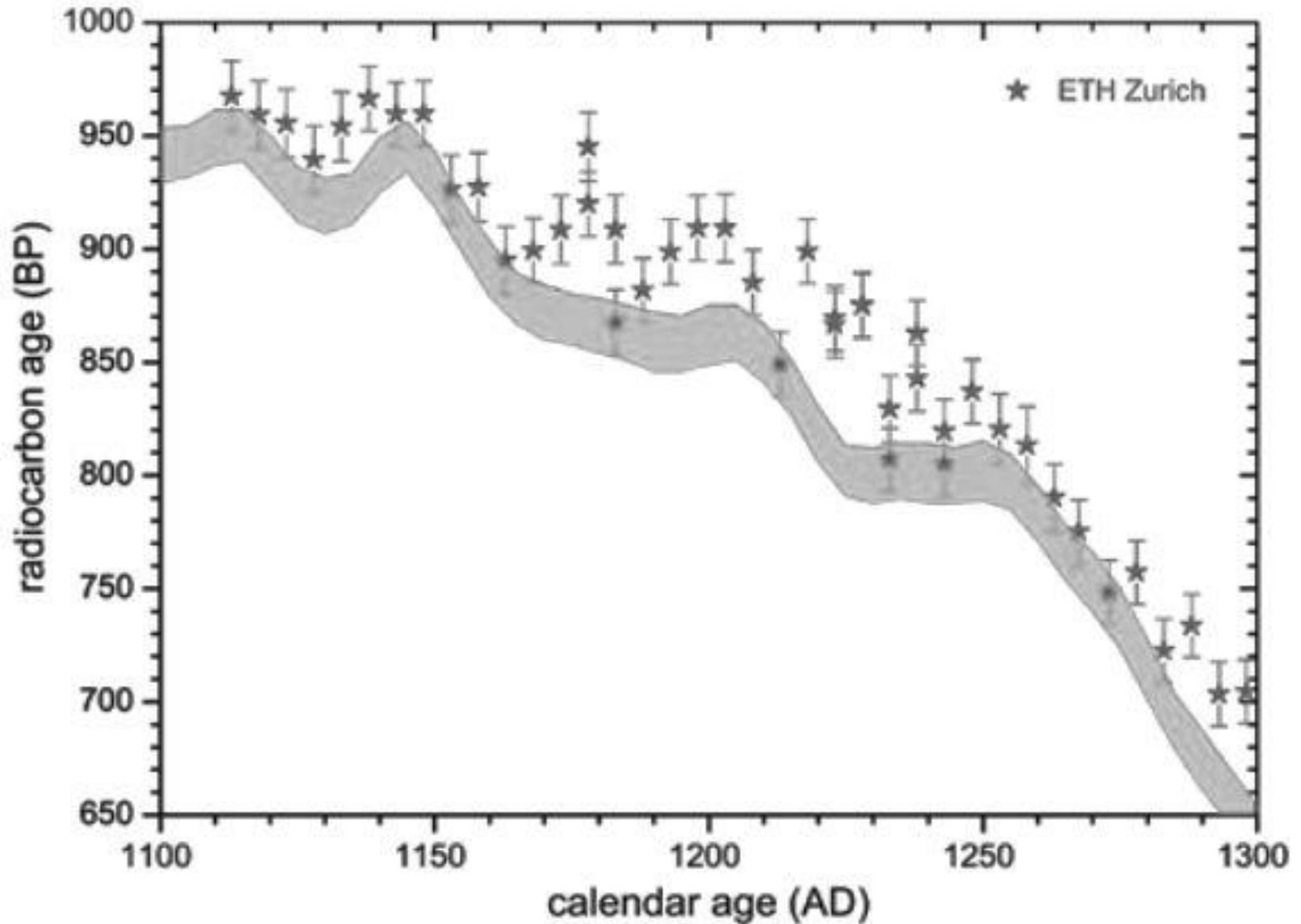
# 飯田市畑ノ沢ヒノキの再測定結果



# 歴博が2014年に認めた差



# 南ドイツの樫の木の炭素年代



# 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

# 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 東アジア青銅器論 BC770年頃
- 甲元眞之 環境考古学 BC770年頃
- 庄田慎矢 遼寧式銅剣 BC8～6世紀後半
- 武末純一 九州考古学 BC600年頃
- 田中良之 人骨・鹿骨年代 BC700年以降
- 橋口達也氏 従来年代観 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

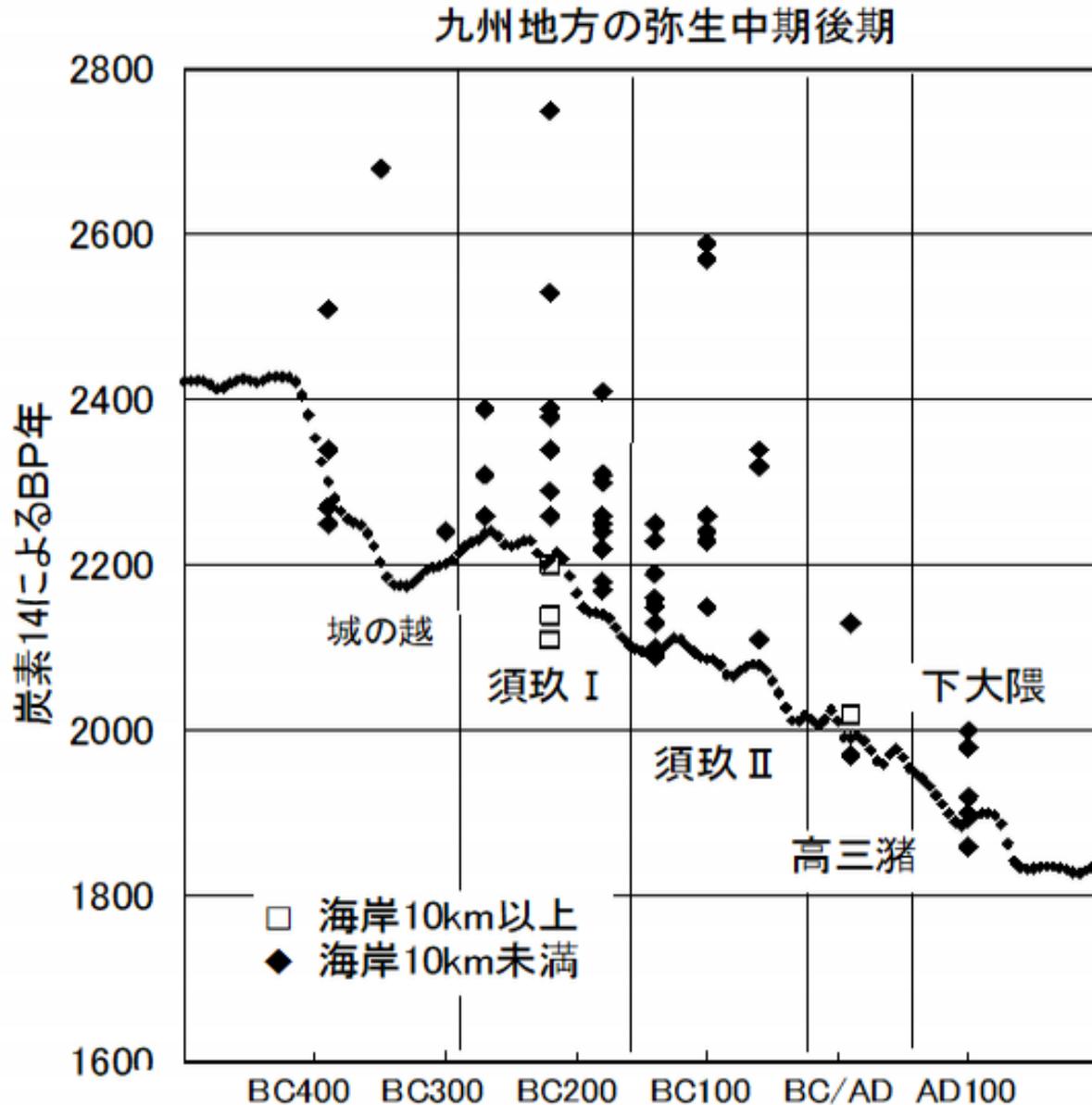
## 5. 弥生時代中期の始まり

弥生500年遡上論がより深刻な影響を与えたのは弥生中期の遡上である。歴博は中期の始まりをBC370年としたが、考古学界の認識はBC250年～BC150年であった。

弥生500年遡上論では弥生早期・前期に関心が集中していたため、弥生中期にはあまり触れられていなかったが、中期のC14年代を見ると、実情に全く合わないデータが既に多数でていたことである。それは土器付着の炭化物の汚染が適切に除去されていなかったことに起因している。

更に、この問題について、鉛同位体比を用いて、弥生青銅器の初期の原料が**燕国将軍の楽毅がBC284年に齊を攻撃した時に奪った宝物**のリサイクル品であることを論証する。

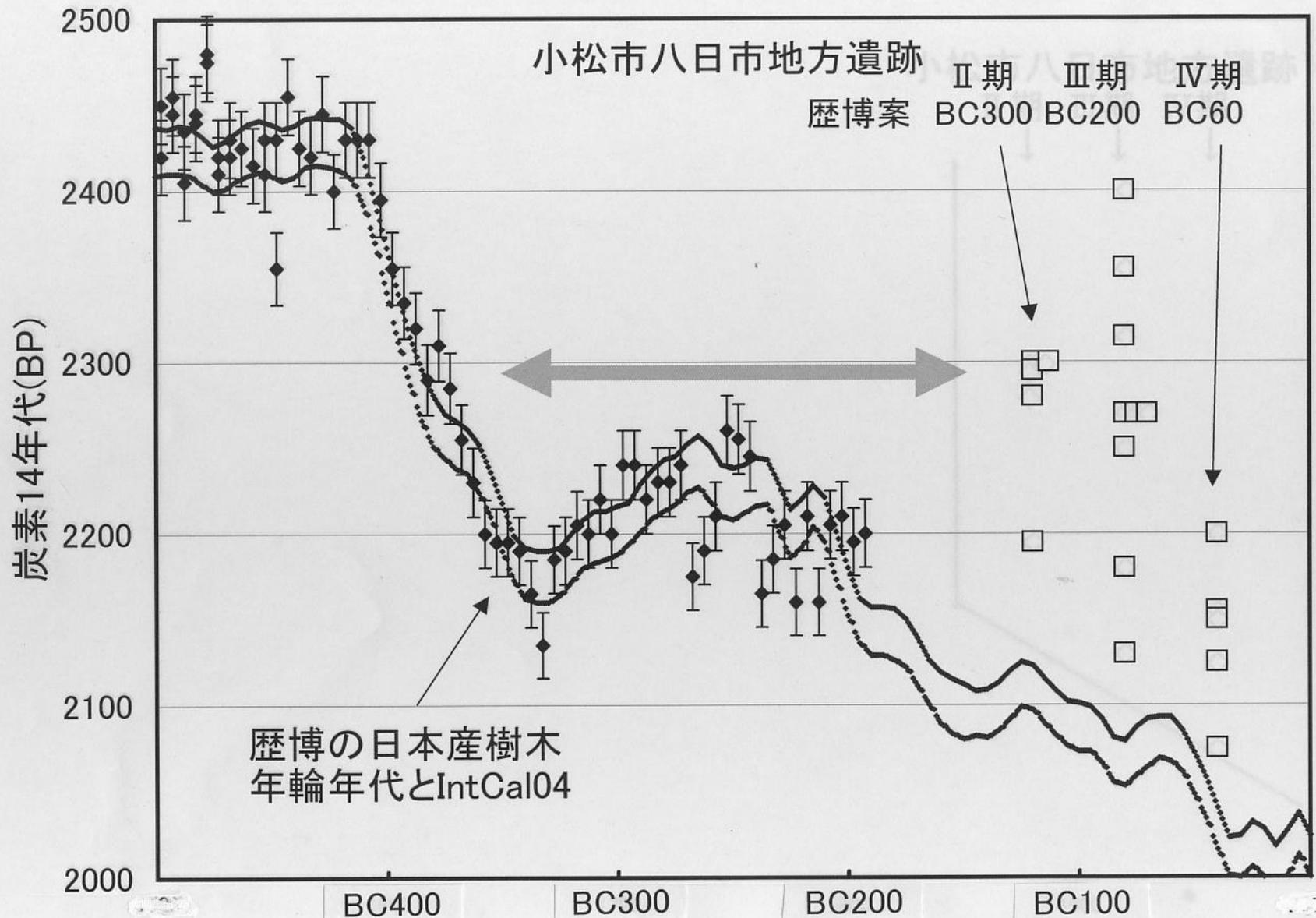
# 九州地方の弥生中期・後期



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。

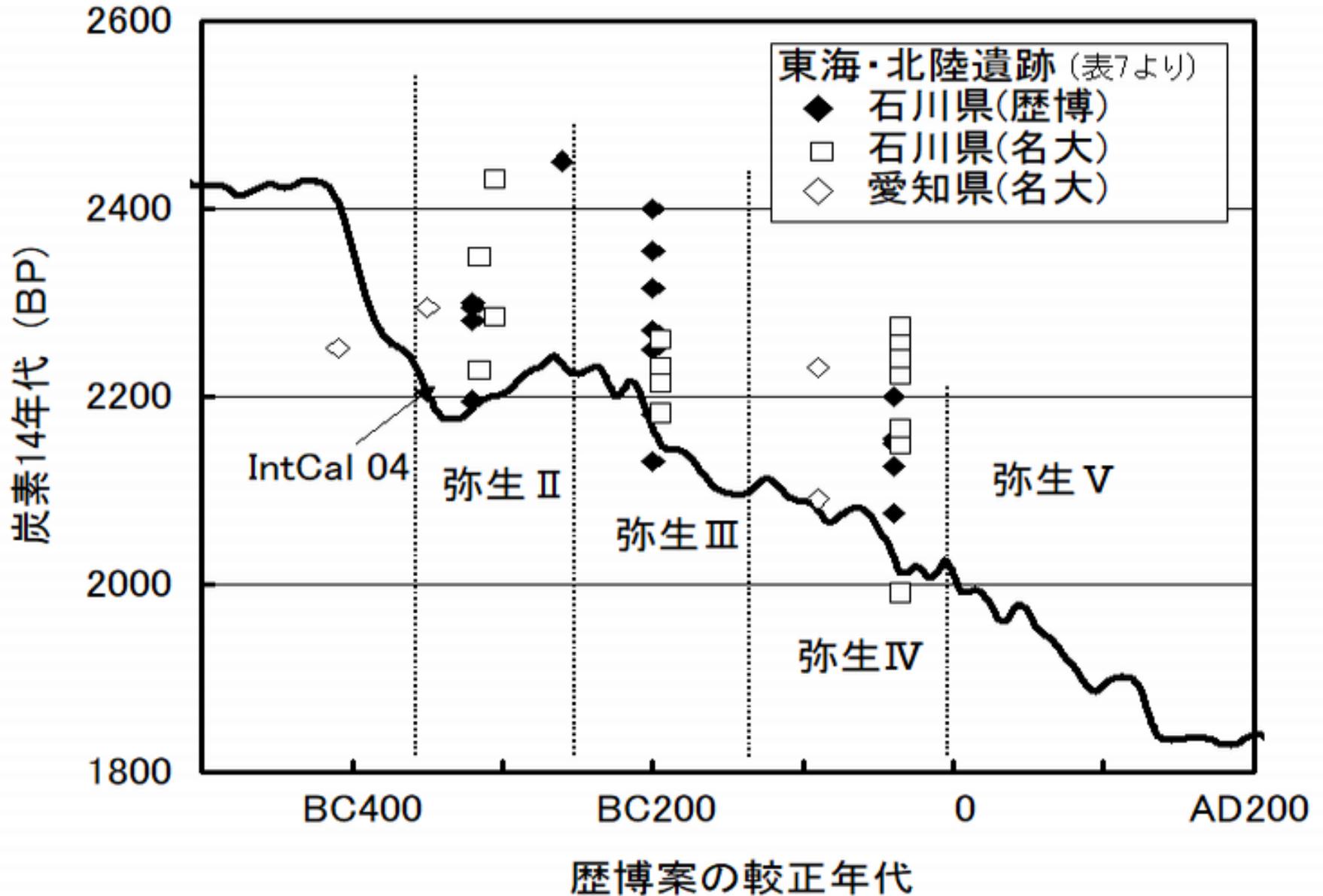
歴博の主張が正しいければ、測定値は国際較正基準の上下にばらつくはずであるが、一方的に古い方向に分布している。

# 八日市地方遺跡の弥生中期





# 東海・北陸遺跡の弥生中期



# 鉛同位体比による弥生中期

ここから「炭素14年法」から離れて「鉛同位体比」を利用した特殊な年代論を紹介する。

この年代論は考古学界で伝統ある『考古学雑誌』(2007年)に掲載したものである。

弥生前期末から中期初にかけて使われ始めた初期青銅器の「特殊な鉛同位体比」に注目し、そのルーツを燕の将軍・楽毅がBC284年に斉を攻撃して奪った宝物類(殷周代青銅器)のリサイクル品と論証した。

それが朝鮮半島を経て日本にもたらされた時期はBC250～200年と想定されるので、弥生中期開始期は**歴博説のBC370年よりも150年ほど新しくなる。**

## 不思議な金属: 鉛(鉛同位体)

- ・ ウランやトリウムが崩壊した後の落ち着き先は全て鉛で、地球上での存在比が異常に高く、しかも融点が低く製錬が容易なので、古代ローマでは水道管などに多用され、鉛中毒がローマの活力を奪ったと言われている。
- ・ その鉛は**質量の異なる4種類** ( $^{204}\text{Pb}$ ,  $^{206}\text{Pb}$ ,  $^{207}\text{Pb}$ ,  $^{208}\text{Pb}$ ) **の同位体**で成立っている。
- ・ この4種類の比率が地域や鉱山で微妙に異なっているので 指紋やDNA鑑定のように青銅器の区分にも使える。
- ・ そのため、青銅器原料供給地の推定に利用しようとする試みがあるが、成果をあげていない。

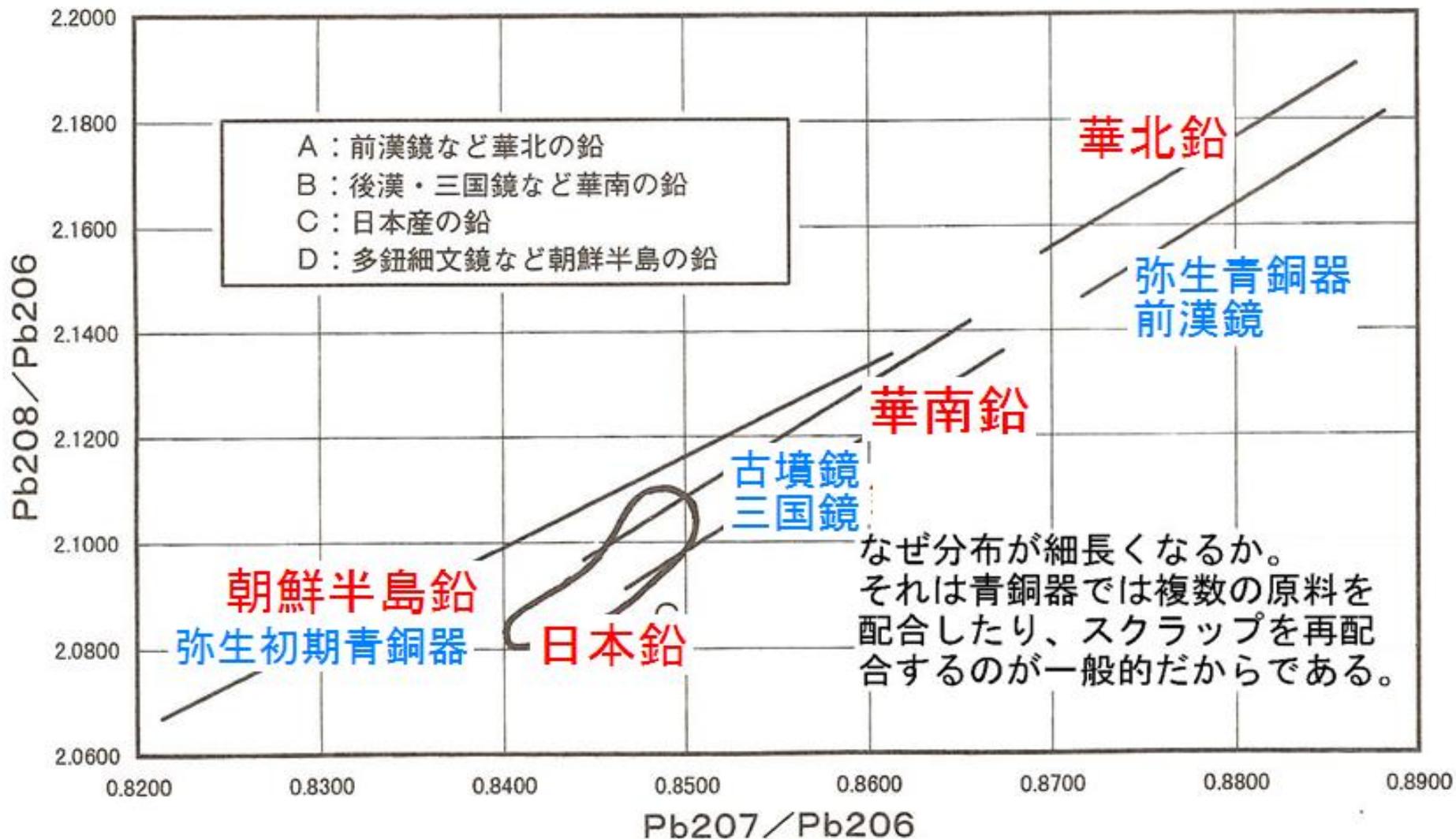
# 鉛の同位元素

鉛の同位体には、 $^{204}\text{Pb}$ 、 $^{206}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}$ 、 $^{208}\text{Pb}$ の四種類がある。地球が出来た時に存在していた鉛を原始鉛と言うが、放射性元素のウランやトリウムが壊変して増え続けている。



これらの鉛生成過程は地球45.4億年の歴史と関係が深く、最初の頃は、地球化学の研究に用いられた。その便利のため、図示の際に、 $^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ 、 $^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ などが用いられる。それを考古学でも準用している。

# 青銅器の鉛原産地判定図



第1図 日本出土青銅器の鉛同位体比の基準図 (馬淵ら)

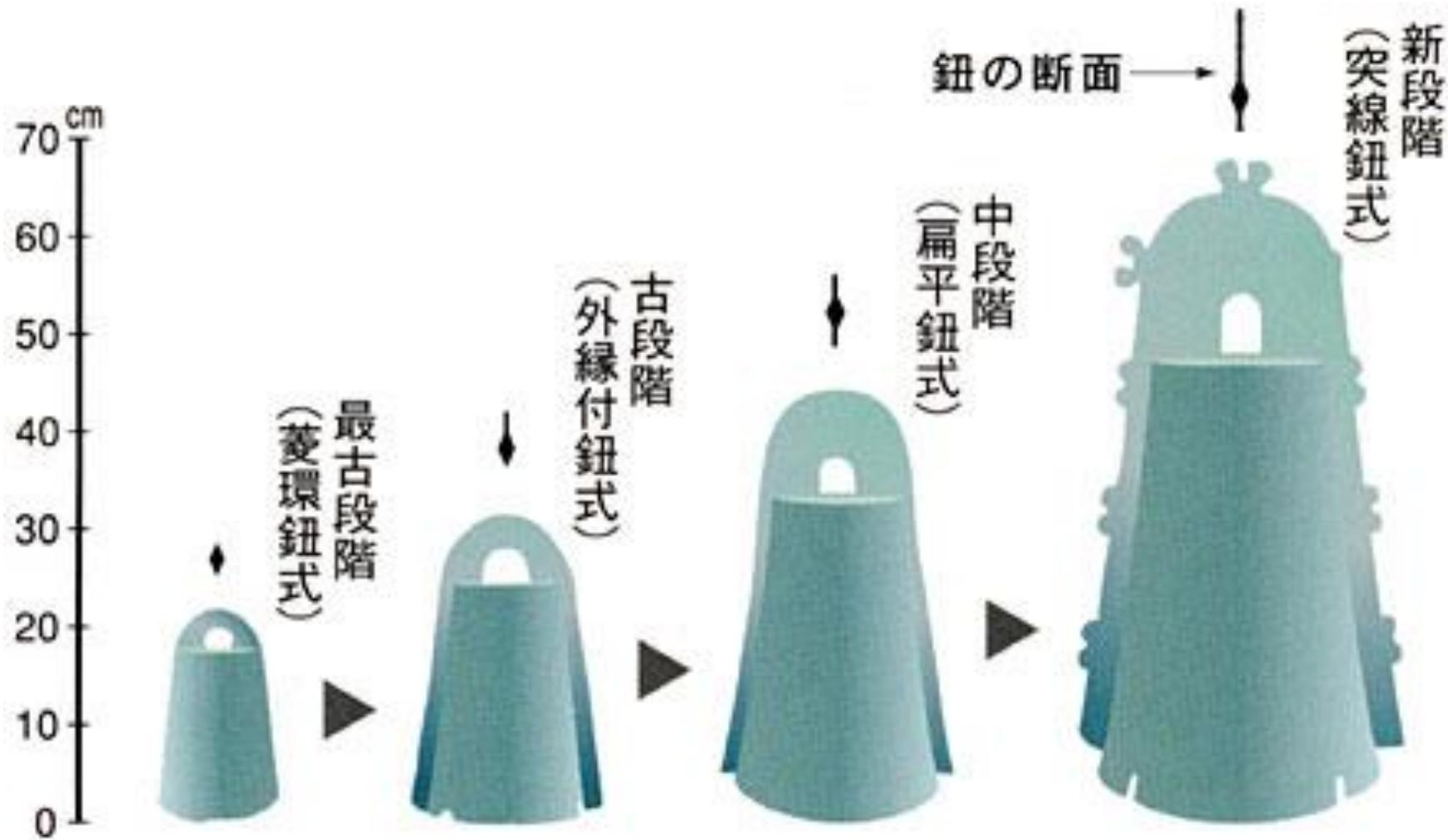
# 細型銅劍(朝鮮半島系青銅器)



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

## 誤っていた「朝鮮半島鉛」定説

東文研が研究を開始して間もなく(1985)、鉛同位体比と鉛産地の関係を示す図が提出され、考古学の定説となっていた。

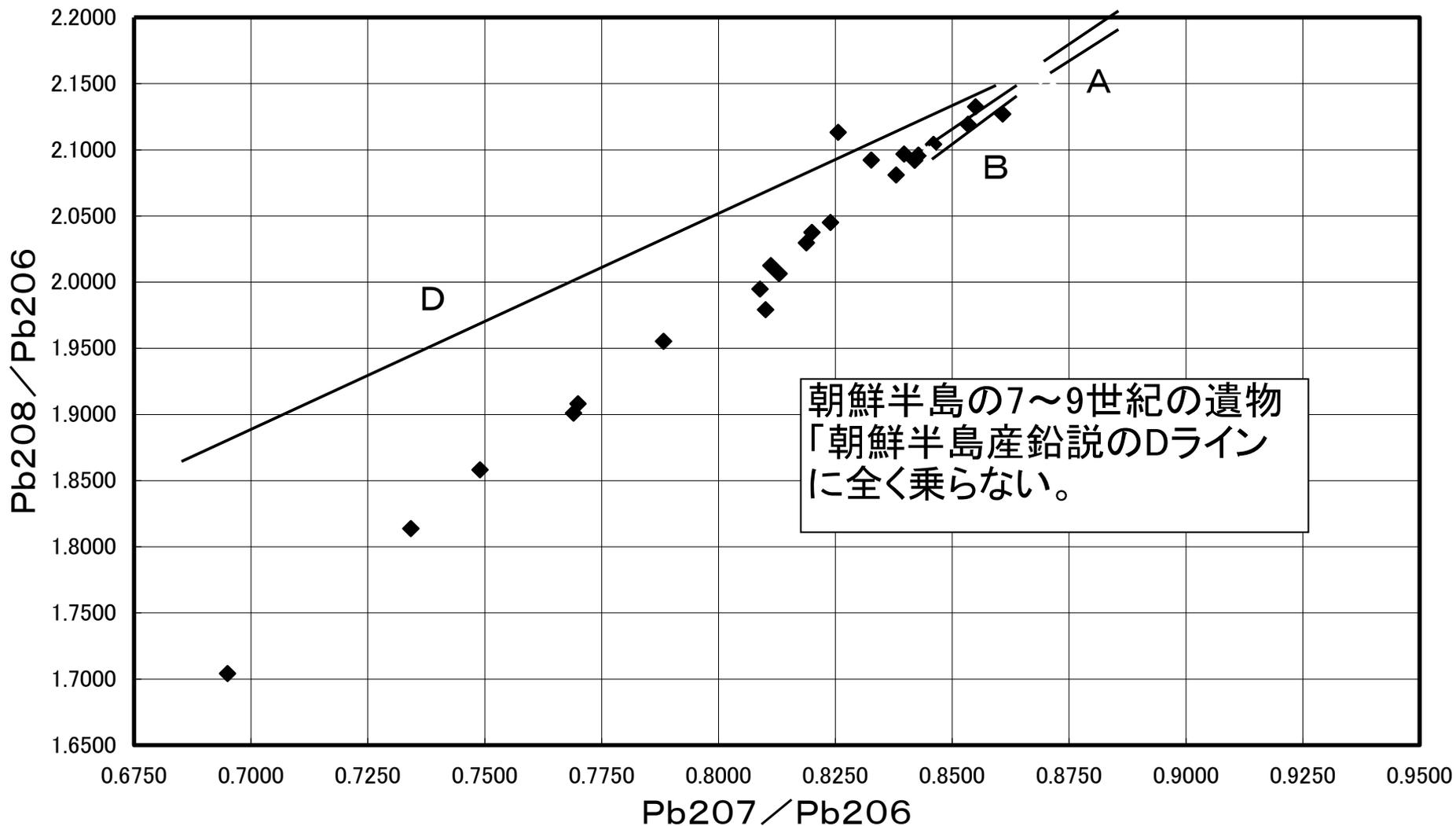
しかし、この定説は初期データに基づき、考古学系の見解を受入れて作成されたもので、中国のデータを参照していなかった。

そのため、筆者が論文「鉛同位体比による青銅器の鉛産地推定をめぐって」『考古学雑誌』85-2(2000)を公表して、その「朝鮮半島産鉛説」などを完全否定した。その見解は中国からも支持を受けている。

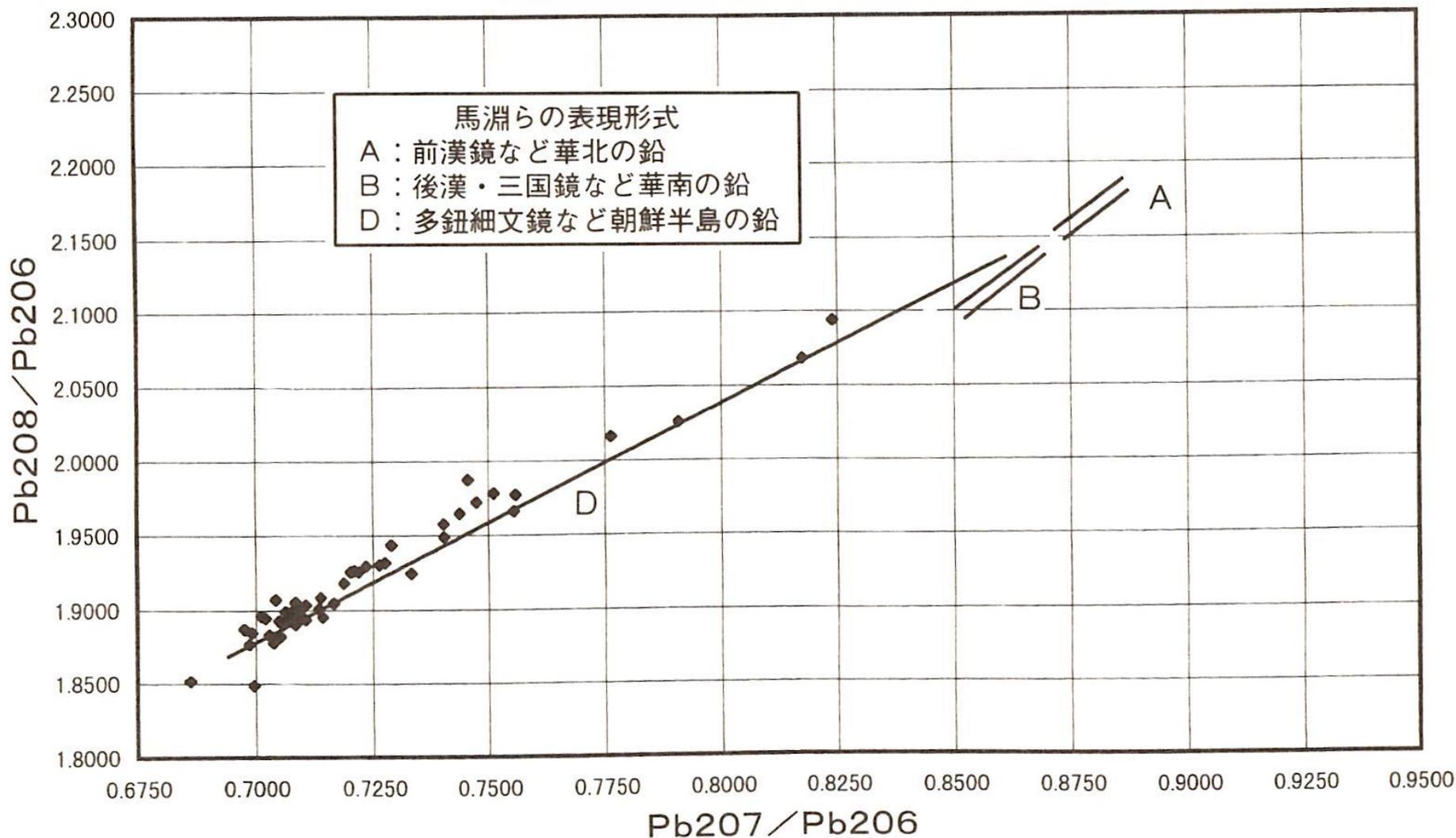
ところが、いったん「定説化」して多くの「解説的な論文」に紹介された名残があって、未だに「誤った定説」に基づく論考があとを絶たない。



# 朝鮮半島鉛説は半島遺物とも合わない

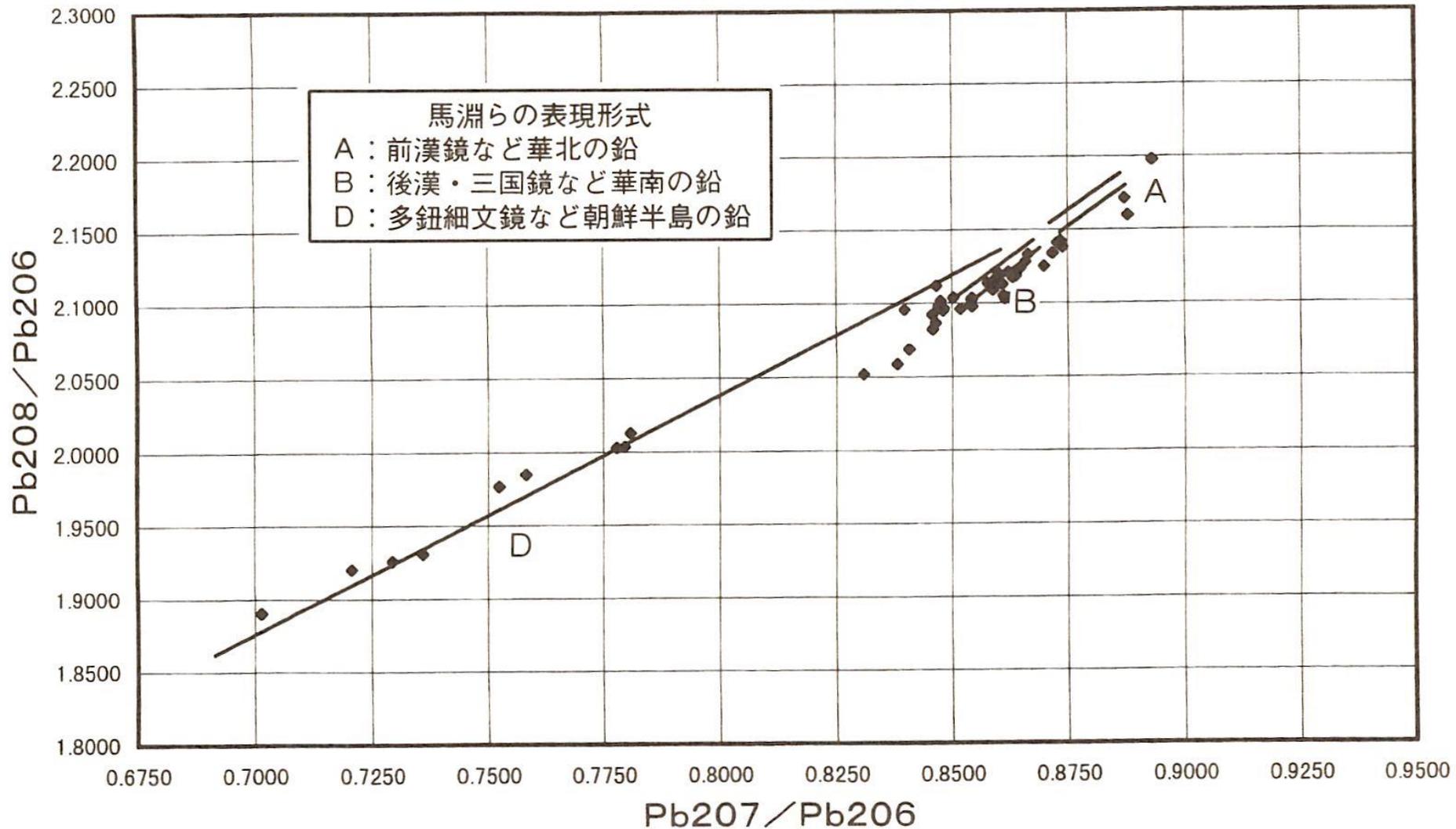


# 四川省三星堆出土青銅器



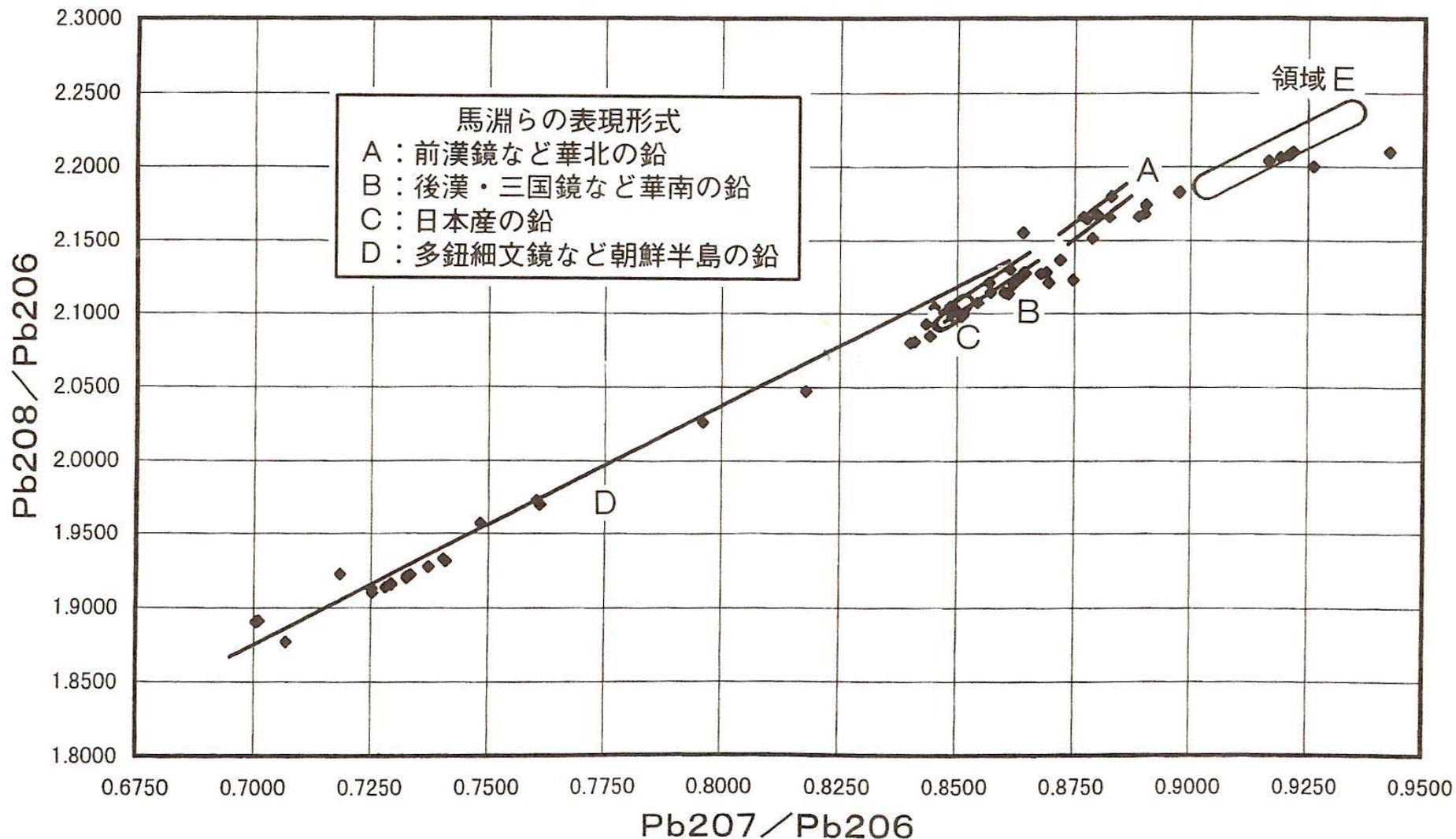
第6図 三星堆出土青銅器の鉛同位体比（金正耀ほか，1995年）

# 中国各地の青銅器・鋳滓



第7図 中国各地の青銅器・鋳滓の鉛同位体比 (彭子成, 1997年)

# 泉屋博古館等の中国古代青銅器



第8図 泉屋博古館等所蔵の古代中国青銅器の鉛同位体比（平尾ほか，1996，1998年）

# 弥生中期と中国古代理青銅器の鉛

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	II III	IV V	
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	

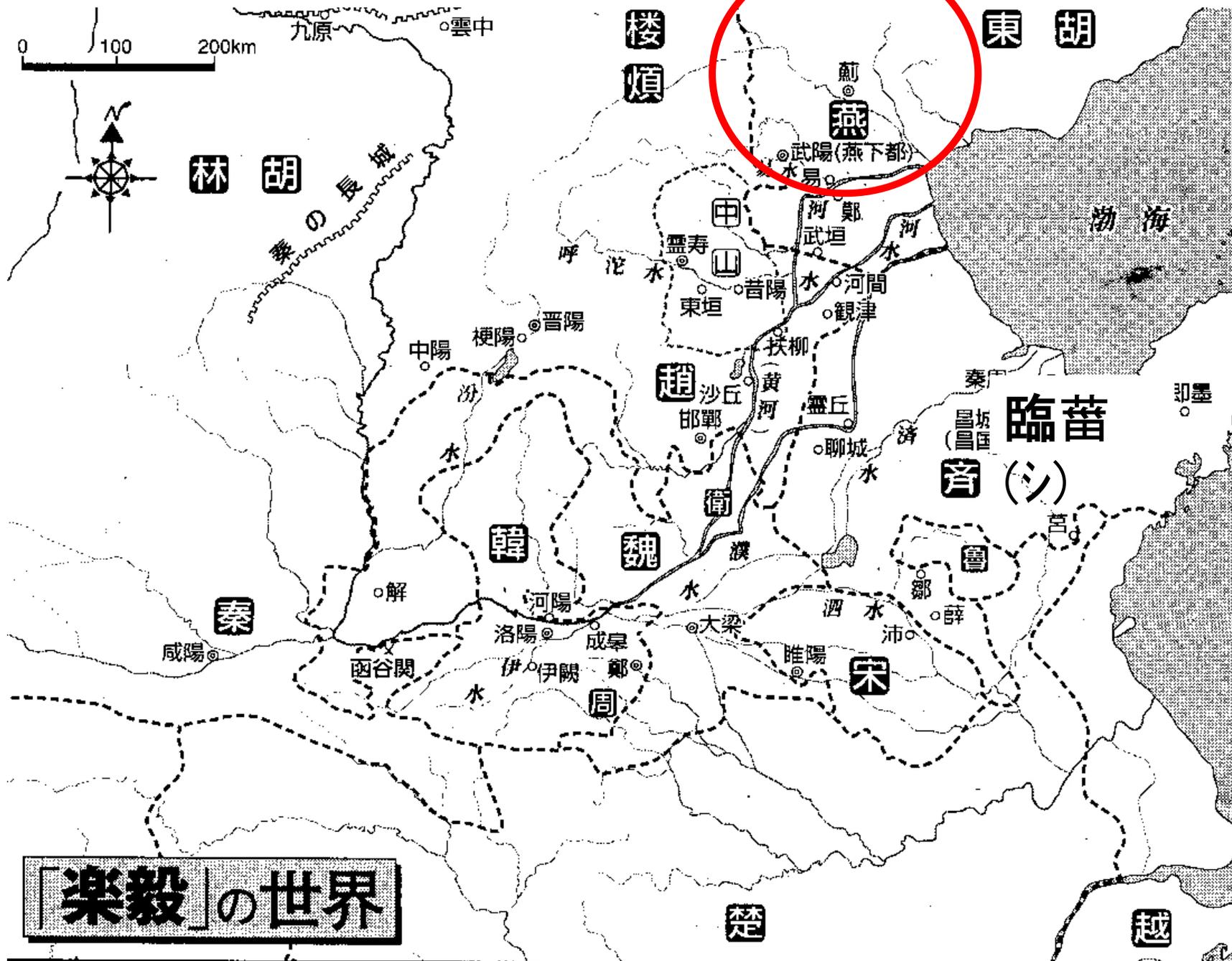
# 宮城谷昌光の燕国の将軍『樂毅』

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  
原料が戦利品であったために、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



# 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
1027	西周	縄文 晩期	後期
770	春秋	縄文 早期	晩期
403	戦国	弥生 前期	早期
221	秦	弥生 中期	前期
202前漢	紀元前	弥生 後期	中期
8	紀元後		後期
25	後漢		

(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4000~5000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」が生じた。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、の中国では、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国北東部にある軍、樂毅が齊を攻から宝物を奪ったの歴史書『史記』がある。樂毅が奪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

『史記』(BC282) 樂毅攻入臨菑、盡取齊寶財物祭器輸之燕

この時奪った宝物のリサイクル原料が、燕国、朝鮮で使われ日本にも入ってきた。

したがって、弥生中期の始まりはBC250～BC200年頃

## 6. 古墳時代の年代論

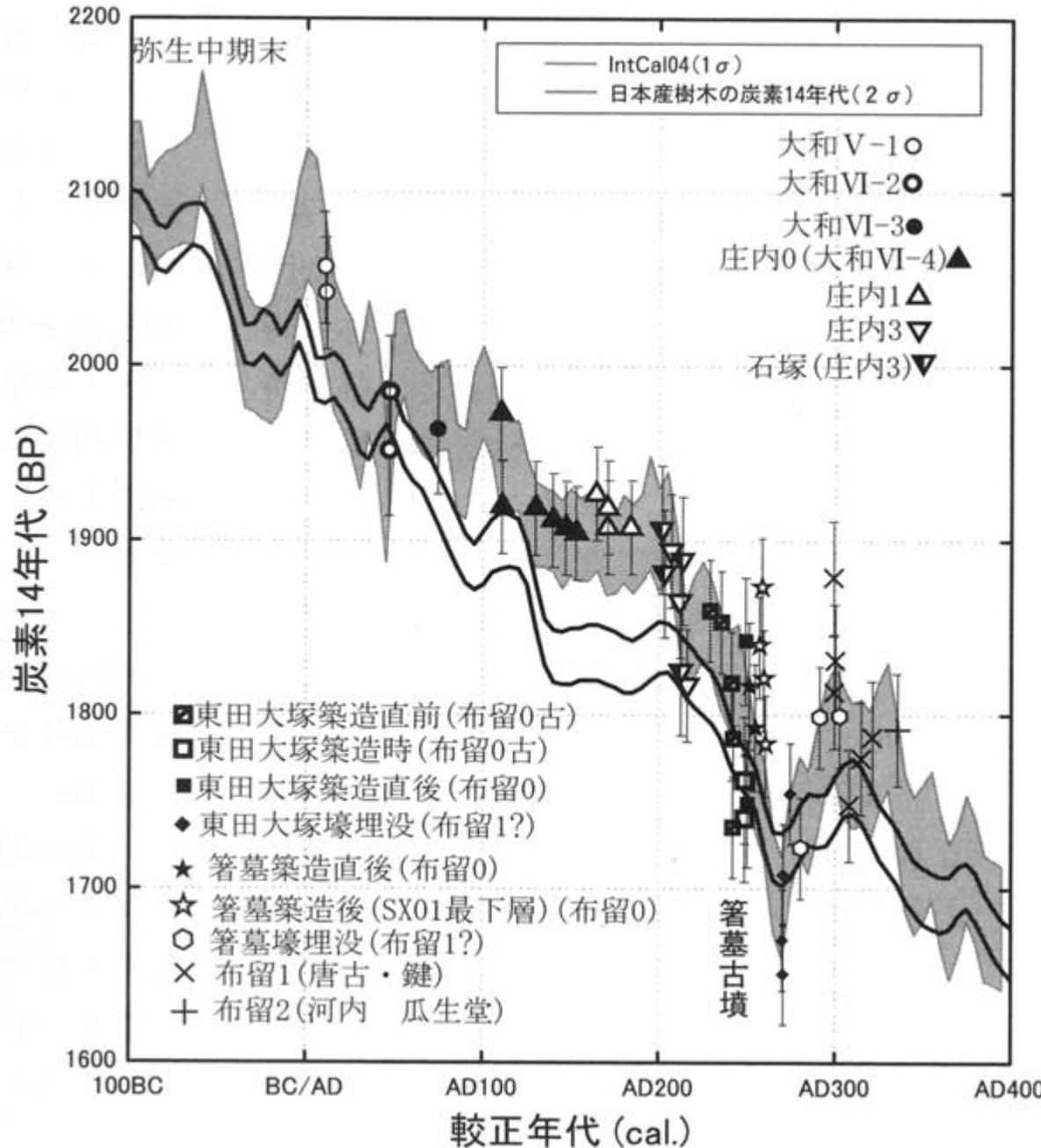
古墳時代の年代像については、中国との比較事例も大幅に増えているので、考古学界の見解差は50年ほどである。

しかし、「卑弥呼の墓」の意見もある「箸墓」の年代をめぐっては、その50年の差が大きな問題であり  
ここでも、歴博が「弥生500年遡上論」の延長として古墳時代の開始時期を繰り上げている。

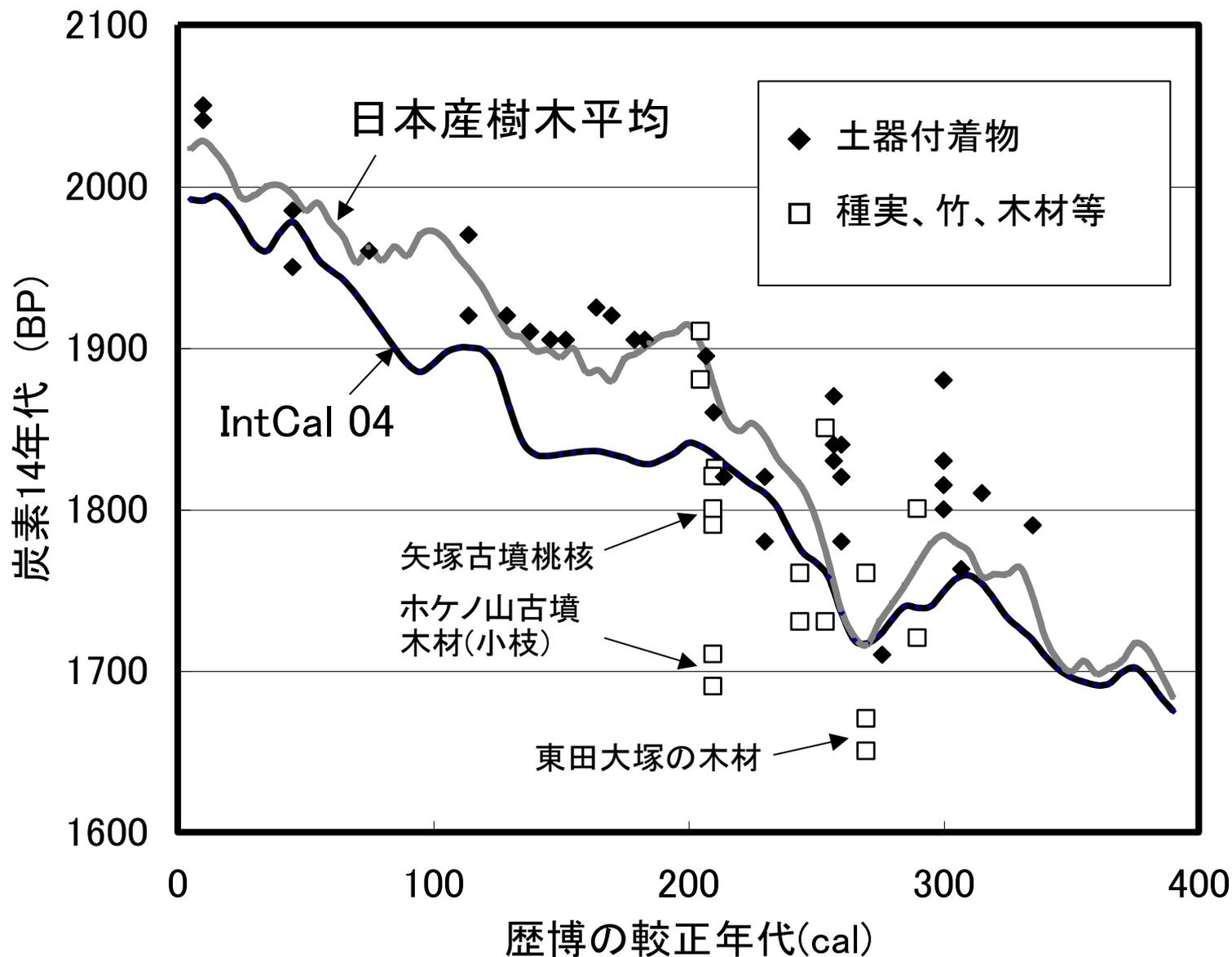
その中で、炭素14法がどのように評価されているか紹介して、本講演を締めたい。

# 歴博 箸墓は卑弥呼の墓

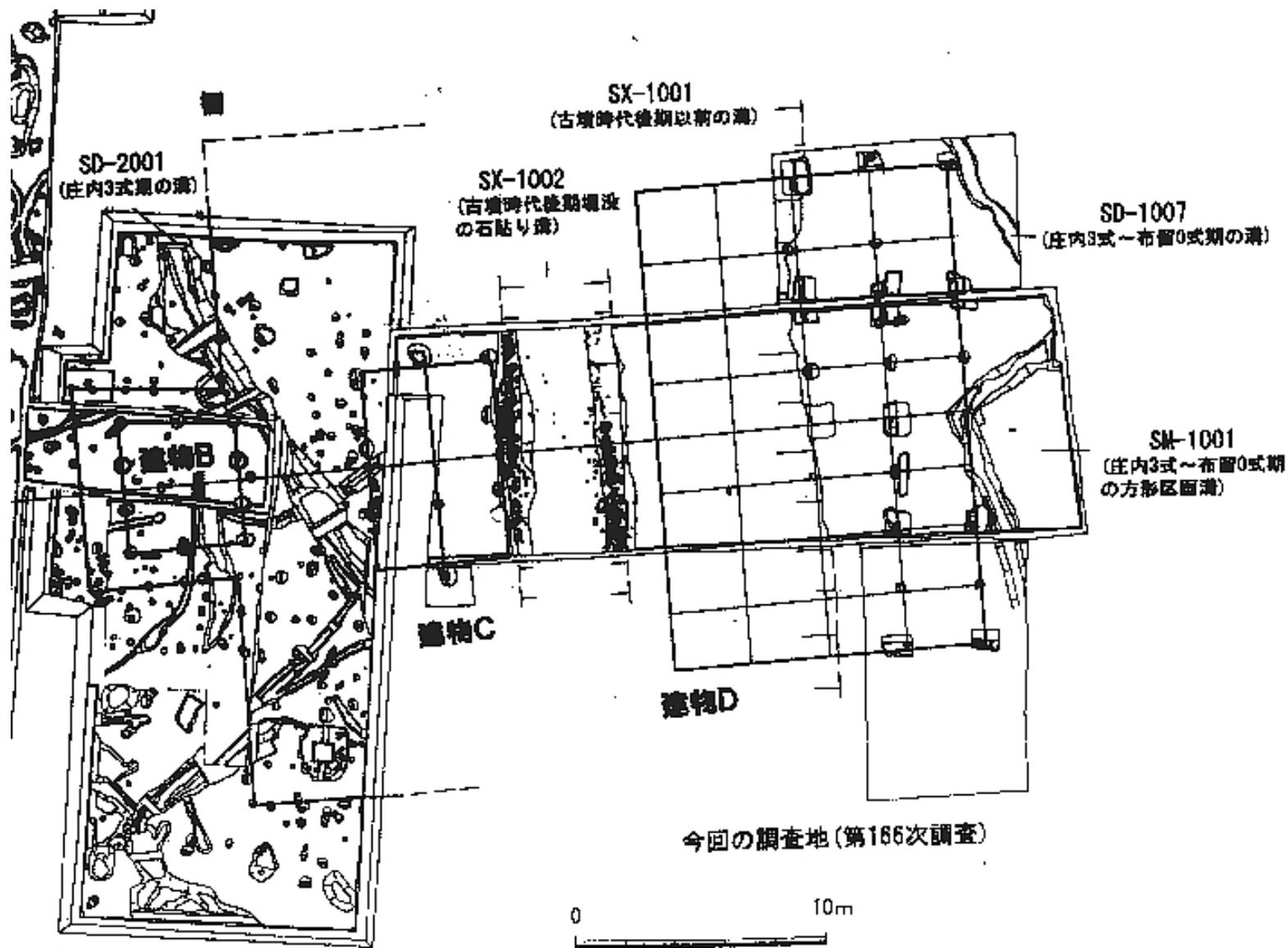
平成21年度の考古学協会において歴博は左図によって「箸墓の布留0式は庄内3式と布留1式に挟み込まれるAD240～260と捉えるのが合理的と発表した。



# 歴博図を試料種別に書き直した図



# 纏向く大型建物群の配置図



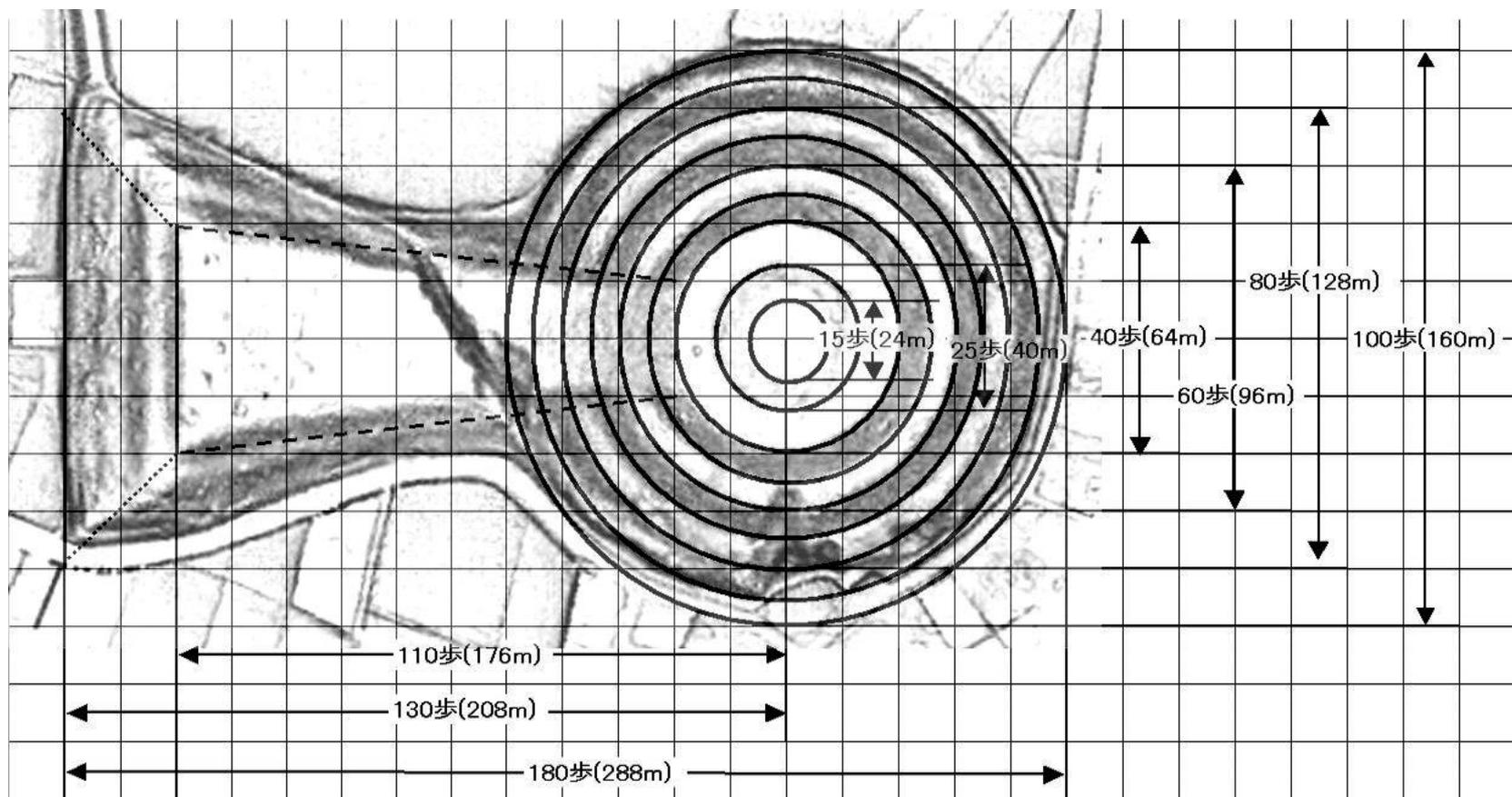
# 纏向大型建物群の古韓尺

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。

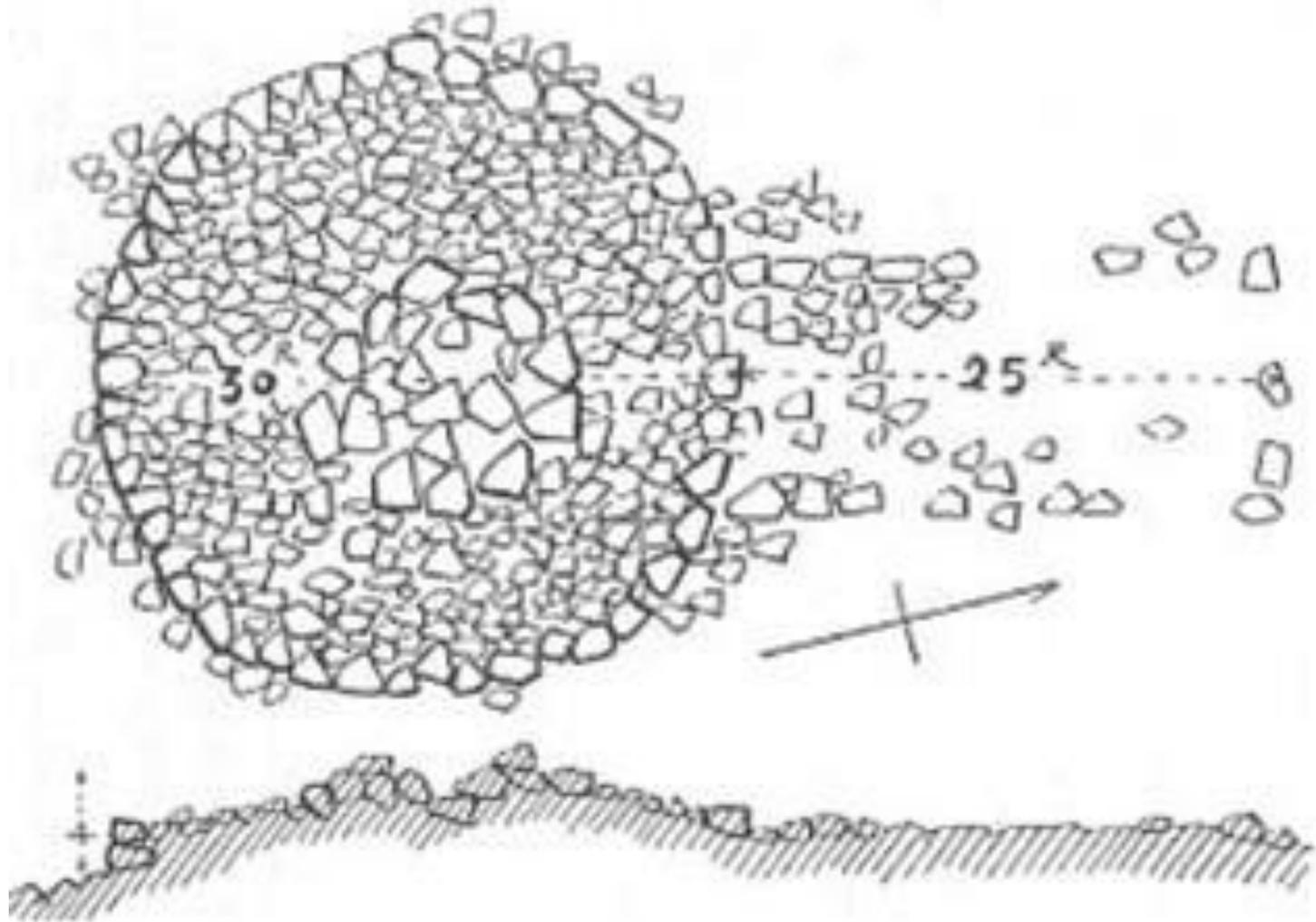
平成24年6月5日 榎原考古学研究所・アジア航測株式会社作成  
報道資料「箸墓・西殿塚古墳赤色立体地図の作成」より

# 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。

# 7. 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」という方がいる。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、原理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。