

## 福岡市鴻臚館跡出土木橋の年代について

Radiocarbon Dating of Wooden Bridge Pier Excavated from the Kourokan Remains, Fukuoka  
IMAMURA Mineo and OHBA Yasutoki

今村峯雄・大庭康時

### ①はじめに

鴻臚館は、我が国古代において、外国からの賓客の接待・滞在のための施設であり、その一つは筑紫の地に設けられた。1987年の福岡市教育委員会による福岡城跡地内の調査で鴻臚館跡の遺構が確認され、以後二十数次にわたる調査が続けられている。2007年に橋脚遺構<sup>(1)</sup>に関わる柱根が発見されその年代が注目された。橋脚遺構については2009年に福岡市教育委員会によってまとめられた『史跡鴻臚館跡 鴻臚館跡18—谷（堀）部分の調査—』<sup>(1)</sup>に詳しいが、本研究ノートは<sup>14</sup>Cウィグルマッチ法（AMS）によって、橋脚遺構出土柱根の年代判定を行った結果について詳細を報告するものである。

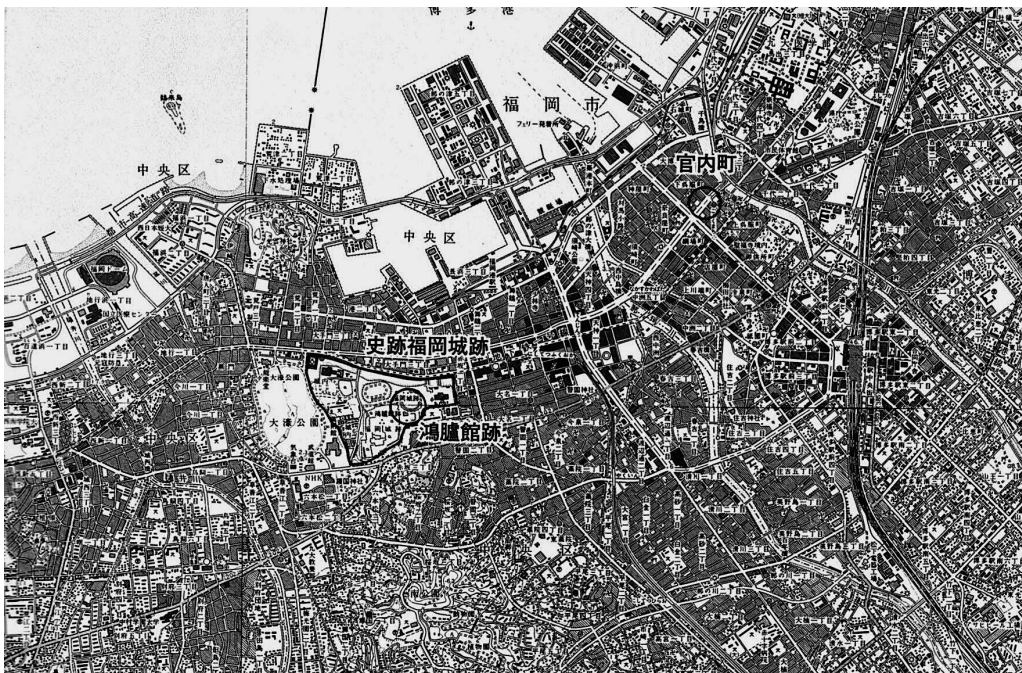


図1 福岡市に所在する史跡鴻臚館跡<sup>(1)</sup>

## ②福岡市鴻臚館跡橋脚遺構から出土した柱根

## 2.1 橋脚遺構について

鴻臚館跡は史跡福岡城跡内に位置する（図1）。鴻臚館跡からは2007年に橋脚遺構に関わる柱根が検出された（図2、写真1）。発掘調査からの橋脚遺構の情報は、橋脚の柱穴のみであるが、2.5～2.6 m 間隔で5本、南北一間、東西二間のグリッド状に配置されていた〔文献1, 121 頁〕。このほかに別の柱穴1つが半間離れて検出されていて、全体としては、亀甲型の8本の橋脚となっており、谷間を挟んで南北の館を結ぶ木橋の橋脚基礎と推定された。

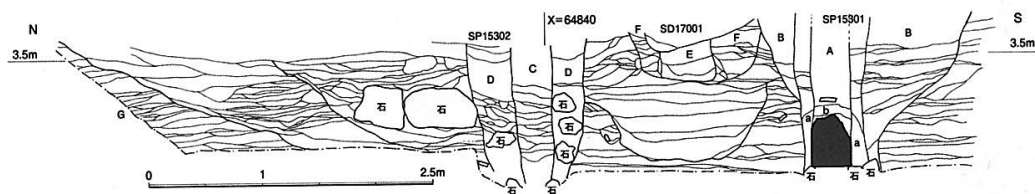


図2 橋脚遺構から出土した柱根 SP1530<sup>(1)</sup>

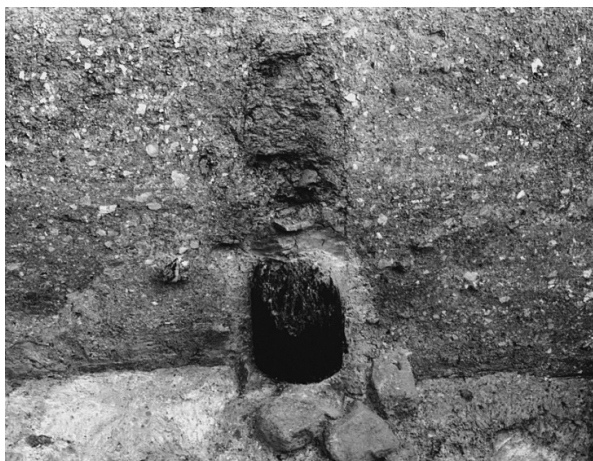


写真1 柱根 SP15301 の出土状況<sup>(1)</sup>



写真2 柱根 SP15301

## 2.2 出土柱根について

柱根は直径約 35 cm のスギの丸太材で、底部約 0.5 m が遺留していた（写真 1, 2）。写真 3 に示すように、柱根はほぼ同心円形の年輪構造の原形を保った状態で出土した。表面は樹皮を削り除いた痕跡または面取りの痕がみられた。



写真3 柱根 SP15301 (底面) の年輪構造

### ③試料処理と炭素14年代測定

#### 3.1 年代測定試料

奈良文化財研究所の光谷拓実氏により年輪年代測定のため出土柱根の試料採取を行った。しかしながら、試料の年輪数が標準的な年輪数(> 100 年輪以上)よりも大幅に少なく、年代判定を試みたができなかった。本研究の試料は、光谷氏により採取された2本のコア試料(径5 mm)で、ウィグルマッチ法による炭素14測定試料として提供されたものである。2本のコア試料のうち年輪に乱れのなかった#1試料(写真4-1)をウィグルマッチ用の試料として用い、#2(写真4-2)は表面試料のみ測定した。

コア試料#1は45年輪を有し、外側から5年輪毎に9ブロック試料に分割した(表1)。最外層を年輪1として、1-5, 11-15, 21-25, 31-35, 41-45年輪の5ブロック試料(10年間隔)を測定試料とした。コア試料#2は最外層を含む1-5年輪を試料とした。



写真4-1 光谷拓実氏により採取された柱根 SP15301 年輪コア試料 (#1)  
コア径は5 mm でコア長は約17 cm あり、右方向が外側である。後方  
(写真上) は試料容器。

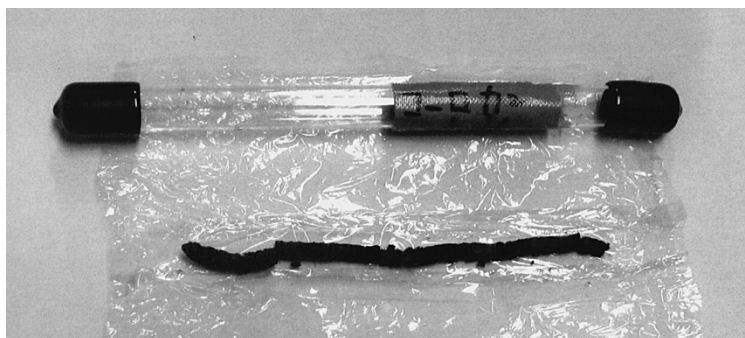


写真4-2 光谷拓実氏により採取された柱根 SP15301 年輪コア試料 (#2)  
コア径は5 mm でコア長は約13 cm あり、右方向が外側である。後方  
(写真上) は試料容器。

### 3.2 試料の前処理

酸 (1 N 塩酸 2 回), アルカリ (1 N 水酸化ナトリウム 4 回), 酸 (1 N 塩酸 1 回) による標準的な試料洗浄処理 (AAA 処理) を国立歴史民俗博物館 (以下歴博と略称) において行った<sup>(2)</sup>。純水で数回洗浄し中和した後乾燥秤量し, (株) パレオ・ラボに送付して試料のグラファイト化と AMS 測定を依頼した。(株) パレオ・ラボにおいては, ガラス製真空装置を用いて二酸化炭素への酸化, 二酸化炭素の精製 (サルフィックスによる硫黄の除去を含む), 水素ガスと鉄触媒によるグラファイト化を行い, 加速器質量分析用測定試料とした。

### 3.3 加速器質量分析(AMS)

炭素 14 測定に使われた加速器質量分析装置は米国 NEC 製小型加速器 (1.5SDH) によるコンパクト AMS であり, 炭素 14 ( $^{14}\text{C}$ ), 炭素 13 ( $^{13}\text{C}$ ), 炭素 12 ( $^{12}\text{C}$ ) の比がほぼ同時に測定される。試料の炭素 14 同位体比  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  比は, 炭素 13 同位体比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) によって同位体分別効果の補正を行ない, さらに前処理時に混入する汚染に対するブランク補正を行った後, 年代値の計算に使われる。値は, Libby の半減期 5568 年を用いる慣用の  $^{14}\text{C}$  年代値で示した。表 1 は, 得られた結果の一覧である。 $\delta^{13}\text{C}$  値は省略したが, いずれも  $-23\%$  前後の通常範囲の数値であった。 $^{14}\text{C}$  年代値

表1 鴻臚館・柱根 SP15301 試料と炭素 14測定結果

	ID	重量* (mg)	年輪	炭素 14 年代 ( <sup>14</sup> C BP)	Lab. No.
コア試料 #1	FD1-1	10	1-5	1307 ± 22	PLD-9326
	FD1-2	40	6-10		
	FD1-3	26	11-15	1289 ± 19	PLD-9327
	FD1-4	29	16-20		
	FD1-5	37	21-25	1296 ± 19	PLD-9328
	FD1-6	40	26-30		
	FD1-7	36	31-35	1302 ± 18	PLD-9329
	FD1-8	35	36-40		
	FD1-9	50	41-45	1338 ± 19	PLD-9330
コア試料 #2	FD2-1	23	1-5	1278 ± 21	PLD-9331

\*前処理後

に付記される誤差は測定の統計誤差（1 標準偏差）等にもとづき算出され、試料の年代がその年代誤差内に入る確率が 68% であることを示す。なお、炭素 14 年代値は、yr BP の単位が用いられることも多いが、炭素 14 法による測定値であることを明確にするため、本稿では歴博で用いてきた <sup>14</sup>C BP の単位で示している。

#### ④ウィグルマッチ法による年代判定

##### 4.1 ウィグルマッチ法の概略

<sup>14</sup>C ウィグルマッチ法を有効に適用するには一般に 50 以上の年輪数が必要とされるが、これまで我々が行ってきた事例では、50 未満の年輪試料でも十分高い精度（±10 年程度以下）で年代を絞り込むことが可能な場合が多い。本研究でも、年輪数は 50 年輪を若干下回っているがウィグルマッチ法によって年代の絞り込みを行った。

具体的には以下の通りである。伐採年（ $\tau$ ）に対して、 $\tau_i$  ( $i = 1, 2, \dots, m$ ) を考えたとき、 $n$  個の試料のうち表層から  $x_k$  ( $k = 1 \sim n$ ) 年輪目の試料の年代は  $\tau_i - x_k$  である。表層から  $x_k$  年輪目の試料の <sup>14</sup>C 測定値  $T_k \pm \delta_k$  は校正曲線（IntCal04）上の値  $f(\tau_i - x_k) \pm \sigma(\tau_i - x_k)$  を平均値とする分散  $\delta_k$  の母集団からの標本値と見なすことができる。すなわち、暦年代  $\tau_i - x_k$  に対して、炭素年代が  $T_k \pm \delta_k$  (<sup>14</sup>C BP) と観測される事象が得られる確率は、

$$p_i(\tau_i - x_k) = \sqrt{2\pi\sigma_{k_i}^2} \cdot \exp\left(-\frac{(T_k - f(\tau_i - x_k))^2}{2\sigma_{k_i}^2}\right)$$

$$\sigma_{k_i}^2 = \delta_k^2 + \sigma^2(\tau_i - x_k)$$

となる。したがって、ベイズ統計の考え方に従って、年代、 $\tau_i$  に対する確率は  $n$  個の試料に対する積、

$$P(\tau_i) \propto p_i(\tau_i - x_1) \cdot p_i(\tau_i - x_2) \cdots p_i(\tau_i - x_n)$$

となり、上記の式を全ての  $\tau_i$  に対する確率の和によって規格化することによって確率密度分布が得られる。<sup>(4)</sup>

## 4.2 出土柱根最外年輪の年代

SP15301 年輪コア試料 #1 のウィグルマッチの結果は  $708 \pm 11 / -9$  年と得られた (図3上図)。コア試料 #2 は、表面5年輪1点のみの測定であるので年代を絞り込めないが、試料 #1 と同じ年輪1-5を測定したと仮定してこれを含めて解析すると  $707 \pm 11 / -8$  年となりほぼ同じ結果となった (図3下図)。

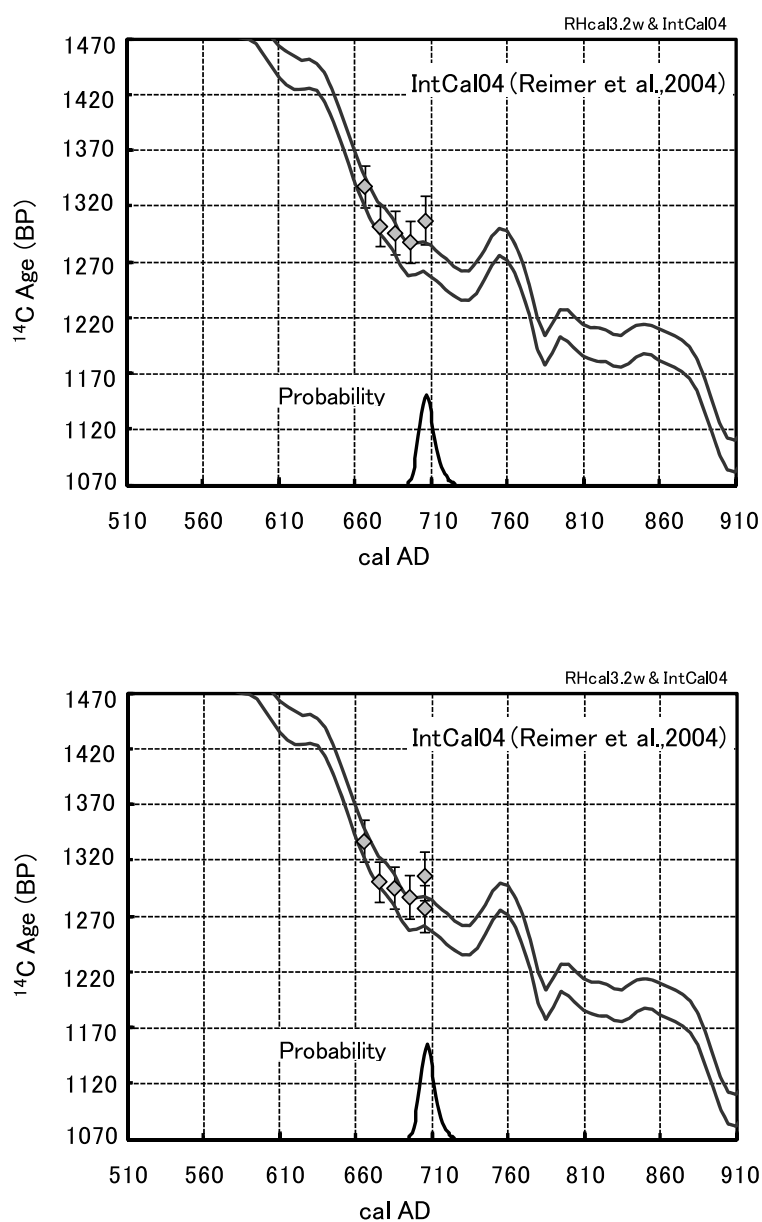


図3 福岡市鴻臚館跡橋脚遺構から出土した柱根のウィグルマッチ法による年代解析結果

上図は年輪コア #1 のみ、下図は年輪コア #2 を含めて解析した結果。確率分布 (Probability) は最外年輪の年代に対する値。二重線で示される曲線は IntCal04 校正曲線 (3) で1標準偏差 ( $1\sigma$ ) の誤差範囲を示す。

## ⑤考察

上述したように、ウィグルマッチの結果は、橋脚遺構から出土したスギ柱根 SP15301 の最外年輪の年代が  $708+11/-9$  年であることを示した。しかしながらこれをそのまま橋脚遺構の築造時期とすることには注意を要する。築造年代は柱根の伐採年、すなわち樹皮直下の年輪の年代情報が重要である。一般に、伐採年の情報を得るには、樹皮の残存や白太とよばれる辺材の存在が必須である。後者は、色調の変化から辺材を見分けるのであるが、出土材の色調は黒ずんでおりその判定は難しい。本柱根でも辺材の存否を色調から判断することはできなかった。

しかしながら、前述したように柱根はほぼ同心円状の年輪構造を持つ。方位によって年輪数に差異があるが、全体としては、年輪数はおおよそ 55~60 の範囲にあり、その増減は数層にとどまっている。このことは、若干の面取りがなされたものの、面取りで失われた年輪数は少なかったとみるのが妥当である。

また、写真 3 で見るように下面部分では年輪が内側にくびれている。そのため面取りで残された部分があり、この部分で年輪数として最大の約 65 年輪が計測された。この部分は本来面取りで削り取られるべき部分であったと考えられるので辺材部分であった可能性が高い。

さらに、計測した年輪の中にも辺材部が含まれていた可能性が高い。表 1 には、各年輪試料の AAA 処理後の重量が示されているが、年輪コア #1 の表面 1-5 年輪は、収量が他に比べ 3 分の 1 ~ 5 分の 1 程度と極端に少なかった。辺材は芯材に比べ機械的にも生物学的にも弱い。長い年月で劣化が起き一部分解が進んだと解釈される。このことから年輪コア #1 の 1-5 年輪は辺材であった可能性が高い。年輪コア #2 についても若干収量が低いので一部に辺材を含んでいる可能性がある。

スギの辺材に関しては、ある程度の規則性があり光谷拓実氏によれば、4~5 cm とされる。この数値を参考に、辺材を  $4.5\pm0.5$  cm としてスギの成長速度から辺材の年輪数を推測する。写真 3 の年輪構造をみると、中心付近を除いて柱根の年輪幅は比較的变化が少なく、年輪コアの採取を行なった写真上部の方向についてみると、外側 60 mm の年輪数は約 21 年輪であった。すなわち年輪の成長速度は平均  $\sim 2.9$  mm/年と推算され、鴻臚館跡橋脚遺構から出土した柱根は数字上  $15\pm 2$  年輪相当の辺材を有したとみられる。試料の年輪コア #1 においては辺材の残存年輪が約 5 年輪分あったと考えられるので、コア試料の最外層からさらに  $10\pm 2$  年輪の辺材が存在した計算になる。柱根の伐採年代としては、ウィグルマッチで得られた年代にこの年輪数を加えた  $718+11/-9$  年とするのが妥当であろう。すなわち、橋脚遺構は 720 年ころの築造とみるのが妥当であると推論する。

なお、橋脚遺構のあった中央谷のトレンチ、Tr. 2 の最下面には瓦敷き遺構 (SX15303) が検出された [文献 1, Fig. 12 参照]。谷底の自然面から 20 cm ほど埋め立てた面上に位置し、瓦は老司式・鴻臚館式に伴うタイプで、8 世紀前半の遺構に位置づけられる [文献 1, 136 頁]。両遺構の関連性については不明であるが、ともにほぼ同時期の遺構として位置づけられよう。

## ⑥むすび

本研究ノートでは、福岡市鴻臚館跡出土木橋の年代について柱穴 SP15301 から得られた柱根の年輪コア試料について、 $^{14}\text{C}$  ウィグルマッチ法を適用し、試料の最外年輪の年代として  $708+11/-$

9年を得た。ウィグルマッチ法は年輪数が50以下の少年輪試料でも比較的容易に高精度の実年代を与える一方、その伐採年代の推定には試料の最外年輪と柱根原木の樹皮直下層との関連が年代判定に重要な要素となる。本研究では、柱根底面の年輪構造と試料の特性から辺材の存在が明らかとなり、その年輪数は15年輪程度と見積もられた。残存した辺材部分の年輪数と面取りによって加工された部分の年輪の推測から、柱根の伐採年代は、上記の年代に約10年を加えた年代となり木橋の構築年代は720年ころと推定された。

#### 謝辞

本研究の資料提供に関して奈良文化財研究所・光谷拓実氏、また試料処理で国立歴史民俗博物館・坂本稔氏の助力を得た。記して謝意を表する。

#### 文献

- (1) 『史跡鴻臚館跡 鴻臚館跡18—谷（堀）部分の調査—』（編集：大庭康時）福岡市埋蔵文化財調査報告書第1022集（2009）。
- (2) Sakamoto, M., Kodaira, A. and Imamura M. (2002) An automated AAA preparation system for AMS radiocarbon dating, Nuclear Instruments and Methods for Physics Research B 223-224, pp. 298-301.
- (3) Reimer, P. J., Baillie, M. G. L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J. W., Bertrand, C. J. H., Blackwell, P. G., Buck, C. E., Burr, G. S., Cutler, K. B., Damon, P. E., Edwards, R. L., Fairbanks, R. G., Friedrich, M., Guilderson, T. P., Hoog, A. G., Hughen, K. A., Kromer, B., McCormac, G., Manning, S., Ramsey, C. B., Reimer, R. W., Remmele, S., Southon, J. R., Stuiver, M., Talamo, S., Taylor, F. W., van der Plicht, J. and Weyhenmeyer, C. E. (2004) IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP. Radiocarbon 46, pp. 1029-1058.
- (4) 今村峯雄（2007）「炭素14年代校正ソフトRH3.2について」『国立歴史民俗博物館研究報告』137, pp. 79-88.

今村峯雄（国立歴史民俗博物館名誉教授）

大庭康時（福岡市教育委員会）

（2011年7月14日受付，2012年3月16日審査終了）