

## 奈良県纏向遺跡出土のモモの種の 高精度 $^{14}\text{C}$ 年代測定と邪馬台国の所在地論争

名古屋大学宇宙地球環境研究所年代測定研究部の 中村 俊夫 招へい教員（本学名誉教授）らのタンデトロン加速器質量分析年代測定研究グループは、奈良県桜井市纏向（まきむく）学研究センターとの共同研究で、同センターが2009年に実施した纏向遺跡発掘調査において、大型建物跡脇の「土坑」から出土した2800個に及ぶモモの種のうち12個について、高精度の放射性炭素（ $^{14}\text{C}$ ）年代測定<sup>注1</sup>を行いました。その結果、これらのモモは暦年代で西暦135年から230年のほぼ100年間のどこかで実り、食され、種が捨てられたこと、すなわち、纏向遺跡がこの頃に成立していたことが、自然科学に基づく年代測定法により、初めて示されました。日本で古墳時代が始まった頃に存在した邪馬台国についての所在地論争では、関西説と九州説があり、関西説では纏向遺跡は邪馬台国の有力候補の一つに挙げられています。今回のモモの種の年代測定の結果から、纏向遺跡が邪馬台国である可能性が高いことが示されました。

この研究成果は、平成30年3月30日付の纏向学研究センター研究紀要に掲載されました。

この研究は、平成26年度から28年度にかけて実施された科学研究費助成事業基盤研究（B）『一年単位の校正データを用いた暦年校正とウイグルマッチングの検討』（代表者：中村 俊夫）の成果を受けて行われたものです。

## 【ポイント】

纏向遺跡から出土した2800個に及ぶモモの種のうち12個について高精度の放射性炭素( $^{14}\text{C}$ )年代測定を行った結果、以下のことが明らかになりました。

- (1)モモの実は、1年で熟し種を残すため、実った1年間の情報だけを保持していることになり、正確度の高い年代測定に最適な試料です。
- (2)測定された $^{14}\text{C}$ 年代は、測定の誤差範囲で良く一致することから、これらのモモの種は、ほぼ同じ年に穴に捨てられた可能性が高いと推測されます。
- (3)測定された12個の $^{14}\text{C}$ 年代の平均値は、 $1824 \pm 6$  y BP(西暦1950年から遡った年代値)と得られ、これを世界的に使用されている一般的な方法を用いて暦年代に換算すると、西暦135年から230年のほぼ100年間に相当します。
- (4)我々の研究グループとは別に、徳島県埋蔵文化財センターの近藤 玲 研究員が、2800個から分取した2個のモモの種の $^{14}\text{C}$ 年代測定結果をまとめています。この2個についても、本報告と良く一致する $^{14}\text{C}$ 年代が得られています。
- (5)最近の研究によると、日本産の試料では暦年換算が国際的に一般に用いられている方法に比べて数十年程度古い暦年代が得られる可能性があるとして、現在、研究が進められているところですが、まだ、最終的な換算データは決定されていません。一般的な換算法により求められる西暦135年から230年の期間が正しいとすると、纏向遺跡が邪馬台国に対応する可能性が高いと思われれます。

## 【研究背景と内容】

邪馬台国の有力候補地の一つとされている奈良県桜井市纏向遺跡における2009年の発掘調査において、大型建物跡の穴「土坑」から動物遺存体、植物遺存体、土器、木製品が多数出土しました。中でも、栽培種と判断されるモモの種が約2800個出土しました。これまで、発掘された遺物について、考古学に基づく土器形式による編年などを含めて、様々な科学的分析が行われてきましたが、 $^{14}\text{C}$ 年代測定は実施されていませんでした。そこで、本学宇宙地球環境研究所に設置されているタンデム加速器質量分析装置を用いて、高精度の $^{14}\text{C}$ 年代測定を行いました。まずはじめに、2800個も出土したモモの種について、ランダムに15個を選んで年代測定を行いました。また、徳島県埋蔵文化財センターの近藤 玲 研究員(総合研究大学院大学文化科学研究科日本歴史研究専攻博士後期課程)は、分取した2個について歴史民俗博物館で前処理を行い山形大学に依頼して加速器質量分析法<sup>注2)</sup>による $^{14}\text{C}$ 年代測定を行っています。



写真1 纏向遺跡出土のモモの核(表1のMomo-1試料)

モモの種は保存が良く、通常、実施される試料の化学洗浄においても損失はほとんどありませんでした。洗浄の後、燃焼して二酸化炭素に変え、得られた二酸化炭素を、鉄分を触媒として水素還元してグラファイトに変換し、このグラファイトに含まれる  $^{14}\text{C}$  の存在量を安定な炭素  $^{12}\text{C}$  の存在量に対する比として測定しました。既知の  $^{14}\text{C}/^{12}\text{C}$  存在比を持つ炭素標準体として、NIST (National Institute of Standard and Technology, USA) から提供されるシュウ酸を試料と同様にして調製してグラファイトに変えて用いました。15 個の試料のうち、3 個についてはグラファイト合成が不良であったため、除外しました。

測定された  $^{14}\text{C}$  年代を図 1 に示します。最も若い  $^{14}\text{C}$  年代である 1806 y BP(西暦 1950 年から遡った年代値)から最も古い 1865 y BP まで、約 60 年の幅を持ちますが、図 1 に示されるように、12 点の  $^{14}\text{C}$  年代の平均値である  $1824 \pm 6$  y BP とは、1865 y BP を除くとそれぞれの試料の誤差範囲で一致しています。すなわち、それぞれの試料の  $^{14}\text{C}$  年代は誤差範囲内にまとまっており、年代測定の再現性は高といえます。また、近藤 玲 研究員による調査でも、 $1803 \pm 20$  y BP、 $1837 \pm 20$  y BP と、本学と同様の年代が得られています。

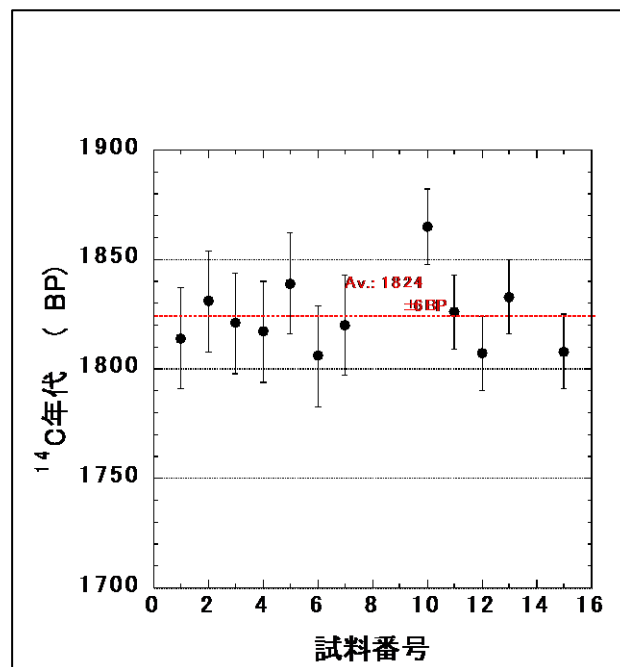


図 1 纏向遺跡から出土した 12 個のモモの核の  $^{14}\text{C}$  年代と平均値

北半球に生育して得られる植物試料の  $^{14}\text{C}$  年代は、大気中の炭素循環の研究成果を元に、北半球用として開発された  $^{14}\text{C}$  年代から暦年代への換算<sup>注 3)</sup> データ (IntCal-13) を用いて暦年代 (西暦で示される歴史の年代) へ換算されます。12 点の  $^{14}\text{C}$  年代および平均値について暦年代へ換算した結果を図 2 に示します。

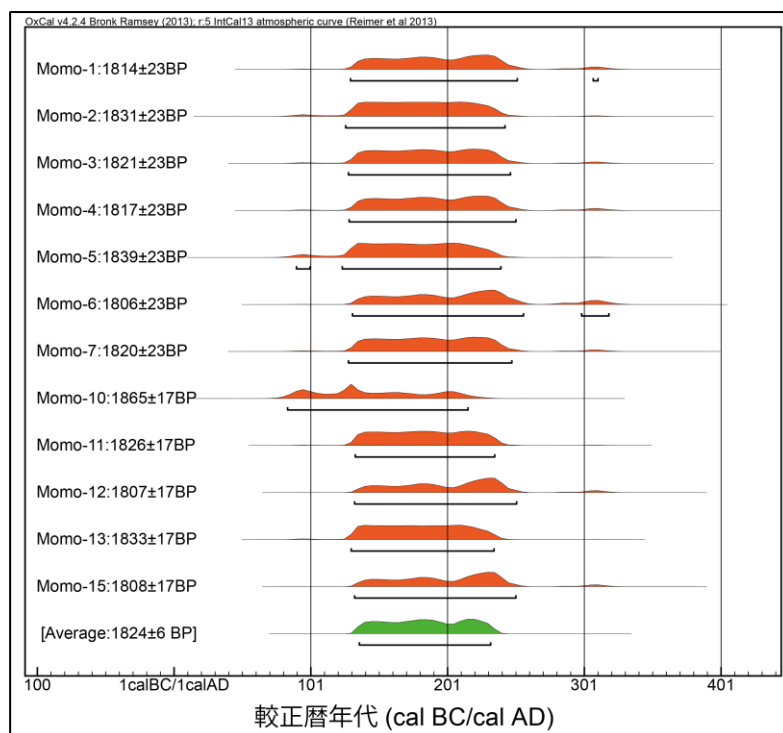


図2 纏向遺跡から出土した12個のモモ核の<sup>14</sup>C年代について暦年代へ較正した結果（赤色）合わせて12個の<sup>14</sup>C年代の平均値を暦年代へ較正した結果（緑色）を図の最下段に示す

図2から、測定された12点の<sup>14</sup>C年代、また、それらの平均値が、暦年代に換算すると西暦135年から230年のどこかに対応することを示します。すなわち、今回測定対象としたモモは、西暦135年から230年の約100年間のどこかで熟し、食された後の種は、同じ年に穴に捨てられた可能性が示唆されます。図3に、<sup>14</sup>C年代の平均値を暦年代へ換算の様子を示します。図3では、黄色の楕円で示される範囲は換算データが横に広がっているため、得られた12個の<sup>14</sup>C年代の平均値の誤差が±6年と小さいにもかかわらず、換算された暦年代は100年幅の領域に対応していることがわかります。すなわち、1825 yBPあたりの<sup>14</sup>C年代は、測定誤差をいくら小さく絞っても、換算される暦年代の範囲を100年よりも狭い範囲に縛ることはできません。

最近の研究によると、日本産の試料では暦年換算が国際的に一般に用いられている方法に比べて数十年程度古い暦年代が得られる可能性があるとして、現在研究が進められているところですが、残念ながらまだ最終的な換算データは求められていません。

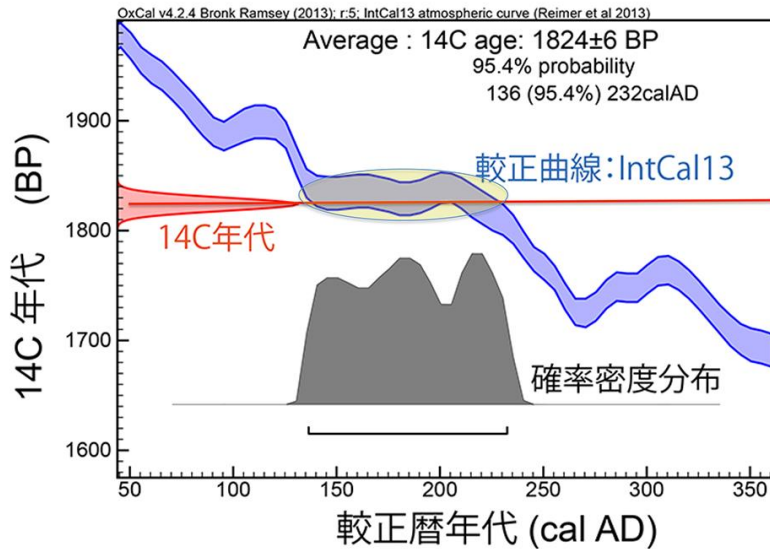


図3 12個の<sup>14</sup>C年代の平均値 1824±6 BPを暦年較正した結果

平均値の誤差は±6年と小さいけれど、<sup>14</sup>C年代の平均値が、たまたま較正曲線が真横に伸びて広がっている区間に対応するため、可能性の高い較正暦年代の範囲は西暦135年～西暦230年とほぼ100年間にわたって広がっています。<sup>14</sup>C年代の誤差をいくら小さくしても、較正暦年代の範囲を絞ることはできません。

#### 【成果の意義】

人骨や動物骨などの試料は、生きていた間に摂取した炭素の平均的な年代を示し、その部位によっては平均的な値からずれる可能性も考えられます。モモの実は、1年で熟し種を残すため、実った1年間の情報だけを保持していることになり、正確度の高い年代測定に最適な試料です。今回の測定では、12個の測定値の平均をとり誤差を±6年に絞ることができましたが、<sup>14</sup>C年代から暦年代への換算データの都合により、推定される暦年代の範囲を数年の狭い範囲に絞ることができません。

このように、残念ながら約100年の範囲を持ちますが、モモの実が実った暦年代を西暦135年から230年に絞ることができました。この結果は、纏向遺跡が3世紀の中頃までには成立していた可能性が高いことを示し、邪馬台国の所在地論争の重要な資料になるものと考えられます。

#### 【用語説明】

注1) <sup>14</sup>C年代測定：<sup>14</sup>Cは、安定な炭素原子（<sup>12</sup>Cおよび<sup>13</sup>C）とは原子核内の中性子の数が異なり、自然に放射性崩壊を起こして減少する性質を持った放射性同位体です。この<sup>14</sup>Cの放射性崩壊を利用する年代測定法です。光合成や食物連鎖により生物が自然界から取り込んだ<sup>14</sup>Cの含有率が、生物が生命活動を終えた後は時間と共に規則的に減少する物理法則を精密な時計として利用して経過時間を算出します。<sup>14</sup>Cの含有率は5730年ごとに半減することから、現在から約5万年前までの年代測定が可能です。

注2) 加速器質量分析法：加速器を用いたイオン種の分析、分離技術、イオン加速の技術を利用

用して、炭素試料中に1兆分の一程度にごく微量に含まれている<sup>14</sup>C原子を直接識別して個数を数えます。残存している<sup>14</sup>Cの量から、<sup>14</sup>C年代が算出されます。この加速器による<sup>14</sup>C測定法は、日本では約35年前に名古屋大学に初めて導入されましたが、現在では、国内の12施設で行われています。

注3) <sup>14</sup>C年代から暦年代への換算：<sup>14</sup>C年代は、生物が生命活動を終えたときの<sup>14</sup>C含有率が年代によらず常に一定であると仮定して算出された年代であり、実際の暦年代とのズレがあります。試料の歴史上の暦年代を得るには、専用の「<sup>14</sup>C年代から暦年代への換算データ」を用いて、得られた<sup>14</sup>C年代を暦年代に換算する必要があります。

#### 【論文情報】

雑誌名：纏向学研究 第6号、2018、67-73

論文名：纏向遺跡出土のモモの核のAMS <sup>14</sup>C年代測定

著者：中村 俊夫