

付編3 中予地方における近世木樋遺構と炭素14年代測定 —伊予市尾崎出土の木樋の年代測定結果—

遠部 慎(中央大学人文科学研究所)

松田凌馬(安芸考古学会)

1 はじめに

伊予市大人池で発見された木樋は、愛媛県内でも数少ない近世の灌漑遺構である。文献記録(島崎2023)では、江戸時代後期(1824年)の所産とされている(柚山私信)。本研究では、尾崎大人池より得られた木樋の生材について、自然科学的な研究すなわち樹種の同定を行い、そのうえで炭素14年代測定を実施した。

試料の前処理、測定はパレオ・ラボ(PLD)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。これまで、筆者はこれまでに伊予市内でも年代測定等を実施しているが、愛媛県域で歴史時代に関する年代測定例は少なく、貴重な測定値が得られたと考えられるため、ここに報告する。

2 問題の所在

これまで中予地方ではいくつか近世の「木樋」が発見されており、それらの概要を記したうえで、問題の所在(現状)を明らかにする。

(1) 松山市苞木新池

松山市苞木に所在し、平成19年10月30日から20年3月5日の工事の際に発見された。幅3m以上、厚み50cm程度であり、木材等は不明(図1)。工事後に処分されたという。写真や記録は、河原学(遺跡発行会)からの情報による部分が大きい。



図1 苞木新池発見木樋(左:発見時 右:取り上げ時)



図2 見奈良発見木樋

(2) 東温市見奈良発見木樋

東温市の市指定有形文化財(平成9年4月1日)として知られる。昭和61年に東温市上村の源兵衛谷池近代改修工事中に発見された。上村地区の水田灌漑は、ほとんど溜池の利用であり、現在も8池あり、その中でも源兵衛谷池は最大のものである。

木樋は堤防上部から11m下の水門口に近い位置にあり、蓋の上にもう1枚の板があり、白い丸石が2個置かれ、同様な木樋が20本、真っすぐに継がれていた。池水を通すためにアカマツの大木を堀りえぐったものである。蓋には「文政十(1827)年丁亥惣樋替え 才許方 見奈良庄屋丈太郎 郷筒林衛門与頭万吉・円次 大工 新蔵・林介」とある(図2)。

一部に肌焼き後があり、寸法は奥行36.0cm、高さ32.3cm、横幅437.9cm(註1)。「いつ・だれが、何のためにとの資料を身につけて出たこの木樋は、上村地区の溜池の築造年代や、見奈良村の庄屋が、なぜ隣村の工事にかかわったのかなど、今後に待つ課題も投げかけている」(重信町立歴史民俗資料館1998、東温市文化財保護審議会2006)。

(3) 久万高原町赤蔵ヶ池

久万高原町沢渡地区に所在する。1997年に不時発見され、報告書に記録されている。「赤蔵ヶ池の北側に人造の土手がある。土手の内側には、松の木をくりぬいた管が埋められている。その管には、4つの栓(第一のみ～第四のみ)が取り付けられており、必要に応じてのみをぬくことで水を供給してきた。赤蔵ヶ池から流れ出す水は、水路によって山を回り込み、沢渡の谷へと注ぎ込む。」(竹内2002)。簡単ではあるが略測図も作成され(図3)、木樋の規模が10m、寸法30cm程度であることがわかる。またあわせて、木釘が発見されている。詳しい同定はないが、のみなどは「マツ」で制作されたと考えられている。本資料は赤蔵ヶ池内に現在残されており、観察等は困難である。

木樋とともに鉄釘5点(図4の1～5)、鎌5点(図4の6～10)が確認されている。鉄釘の重量はそれぞれ、1が21.5g、2が14.7g、3が20.1g、4が11.5g、5が7.3gである。1～4は、頭部を巻いた形状の巻頭釘(図5の4、5、7)と呼ばれる(安田1916)釘である。釘の形状の時代的変化を調査した白鷹幸伯の平安鎌倉型(図6)にも該当する。白鷹は、平安鎌倉頃から頭部が巻いた状態となり、以後、明治初期まで続くと推察している(白鷹1997)。年代に幅はあるものの、近世の遺構と考えられている木樋の年代と矛盾しない。また、鎌の重量は、6が20.6g、7が19.9g、8が17.3g、9が重量20.6g、10が32.4gである。

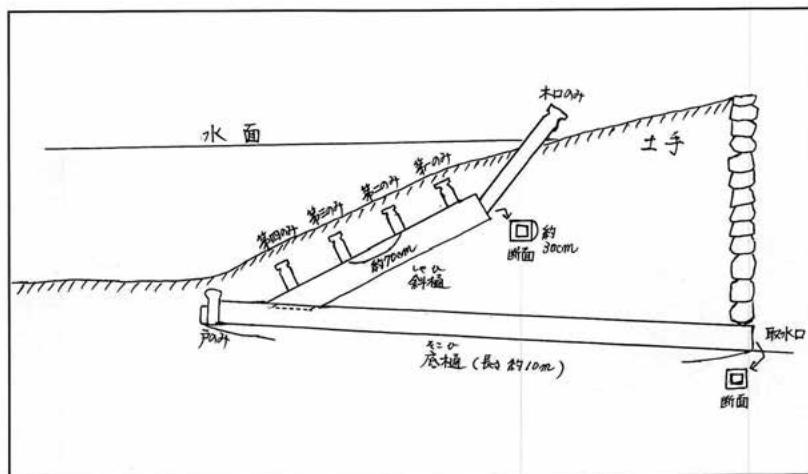


図3 赤蔵ヶ池木桶(略測図:竹内編2002)

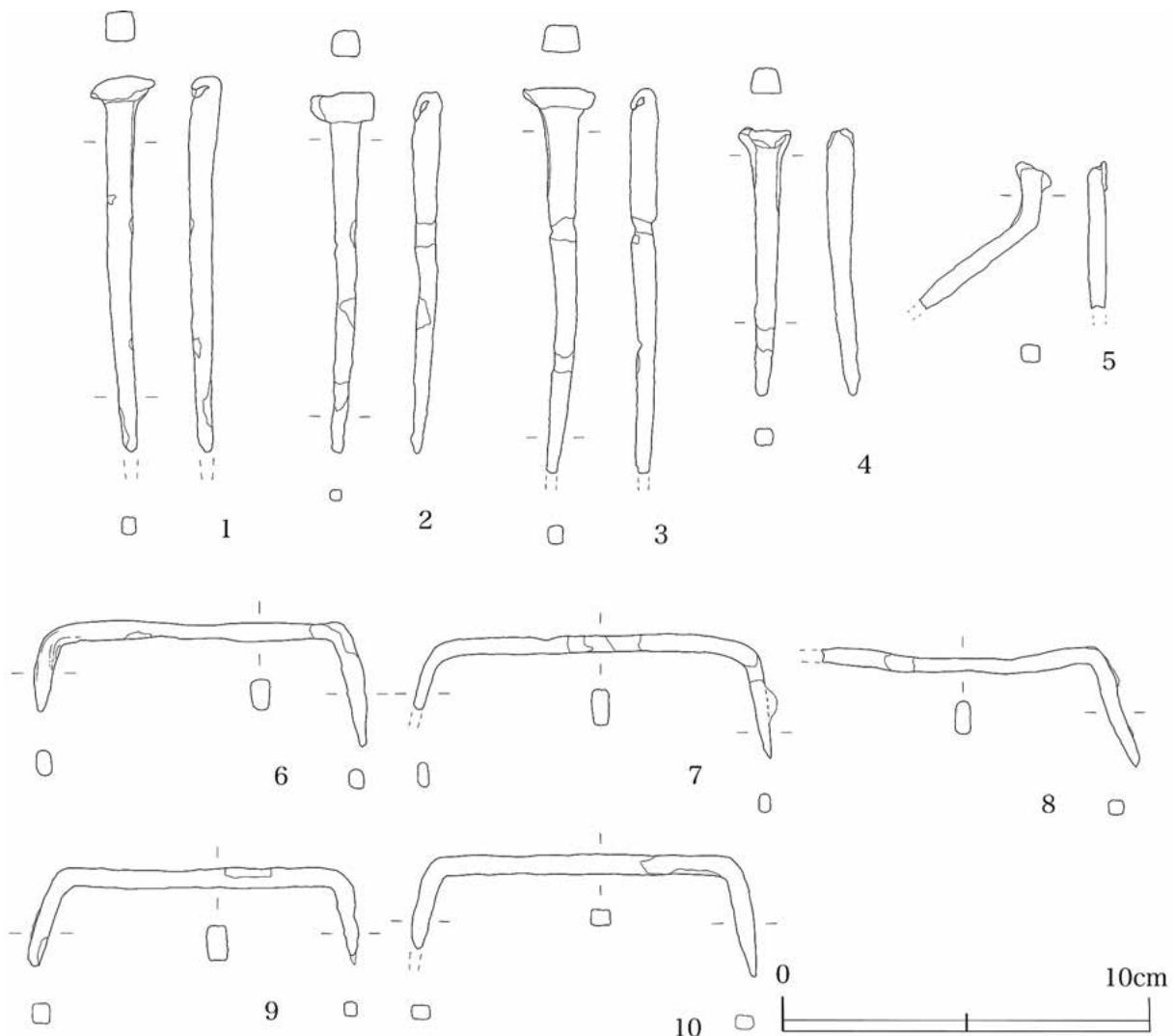


図4 赤蔵ヶ池発見鉄釘実測図

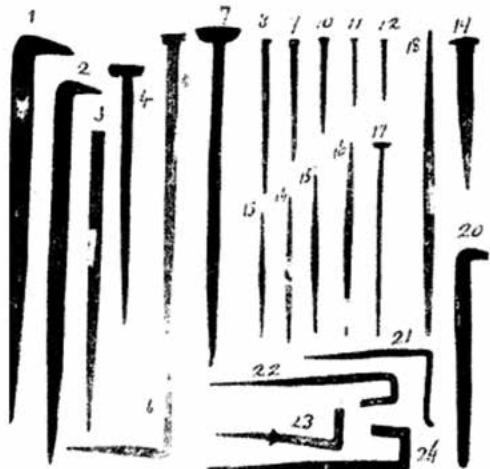


図5 様々な和釘(安田1916)

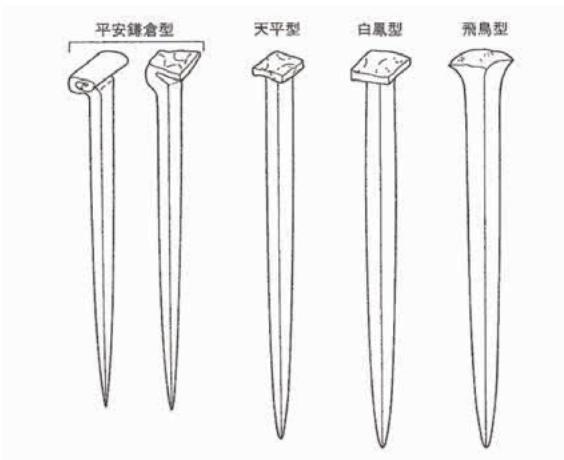


図6 釘形状分類(白鷹1997)

以上、管見にふれた中予地方における木樋の事例を紹介したが、不時発見の事例が多く、再検討などが困難なものが多い。近世の灌漑施設については、考古学的には江戸遺跡などでの研究蓄積があるが(竹内2009、古泉2001)、中予地域ではほとんどない。

近世の木樋の分類は、概ね削貫(1類、3類)と寄木(2類)に大別されるが(図7)、釘を必要とするものを1類、しないものを3類(竹内2009)として本稿では議論を進める。これまで確認されている例では、芭木新池、赤蔵ヶ池、2類は大人池の例も1類にあたる。

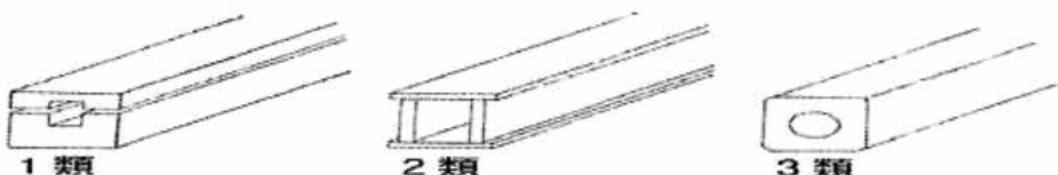


図7 木樋の分類(竹内2009)

近世以前では、松山市別府遺跡4次調査の正尺池改修工事に伴って実施された発掘調査で、検出された例がある(図8)。樹種等は不明であるが、10m以上の構造をもつ。別府遺跡が所在する松山市北条河野地区は、中世伊予の豪族河野氏の本貫地である。木樋が検出され、北側に流れていたと推測される河川から南に水を引く暗渠導水施設として利用された、と考えられ(作田2020)、県内でも初となる中世の事例として注目されている。時期の推定は共伴遺物が少ないため、はっきりしないが13世紀が想定されている(作田2020)。木樋は一木を縦に割り、中を削り抜いて作り、再び貼り合わせて管状に使用していると推定できるが、合せ部の漏水防止材が不明

である。予察ではあるが、中世段階では全国的にも木樋に釘が用いられていない可能性が高く（作田2011）、別府遺跡の事例はそのことと矛盾しない。

以上を踏まえると、中予地方における中～近世にかけての木樋遺構は溜池の開発に伴って発見されることが多い。しかしながら、類例が少なく、考古学的な検討はほとんど加えられていない。また、その材料や年代なども共伴遺物が少ないともあり、特定の時期に絞り込むことが困難な状況にある。さらに大人池の事例も同様であるが、不時発見されることが多く、周知作業は不可欠である。

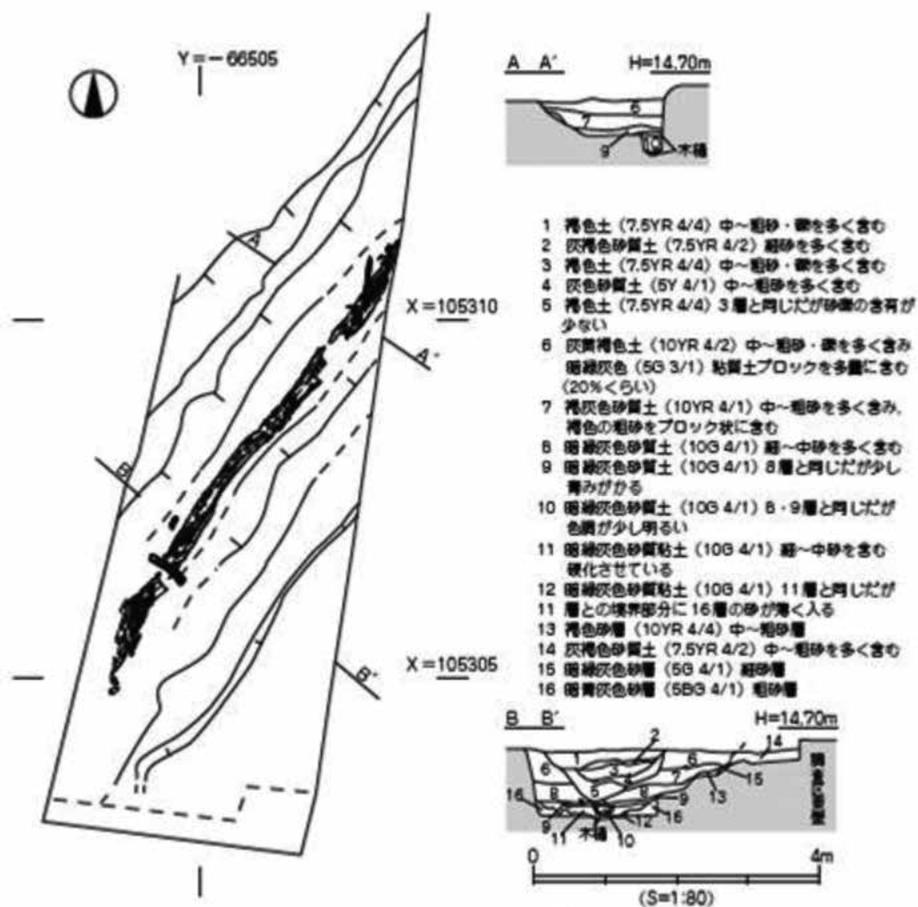


図8 中予地方における中世の木樋(別府遺跡：作田2020)

そのため、中予地域において大人池の事例は、工事立会に伴う記録調査が行われ、かつ文献資料の検討からも時期を絞り込める貴重な事例であり、そのような資料に自然科学的な検討を加えることで当該時期の研究の大きな定点となることが期待される。そこで、まず木樋の樹種を同定し、そのうえで年代測定を行う。

3 測定資料と観察所見

測定対象とした資料は、尾崎大人池(木樋)のものである。伊予市教育委員会が現地にて採取した材から、伊予市文化交流センターにおいて遠部が分析試料を採取し、測定可能であった結果を示す。試料番号EHIYO2021を附した。炭化材(生材)である。測定に先立って、パレオ・ラボに委託して、樹種の同定を行った。

生材の樹種同定では、材の横断面(木口)、接線断面(板目)、放射断面(柾目)について、カミソリで薄い切片を切り出し、ガムクロラールで封入して永久プレパラートを作製した。その後乾燥させ、光学顕微鏡にて検鏡および写真撮影を行った(図9)。

炭化材の樹種同定では、まず試料を乾燥させ、材の横断面(木口)、接線断面(板目)、放射断面(柾目)について、カミソリと手で割断面を作製し、整形して試料台にカーボンテープで固定した。その後、イオンスパッタにて金蒸着を施し、走査型電子顕微鏡(KEYENCE社製 VE-9800)にて検鏡および写真撮影を行った。

仮道管と垂直および水平樹脂道、放射柔細胞および放射仮道管で構成される針葉樹である。放射組織は放射柔細胞と放射仮道管によって構成される。放射仮道管の内壁の肥厚は鋸歯状であり、分野壁孔は窓状となる。

マツ属複維管束亜属には、アカマツとクロマツがある。どちらも温帯から暖帯にかけて分布し、クロマツは海の近くに、アカマツは内陸地に生育しやすい。材質は類似し、重硬で切削等の加工は容易である。

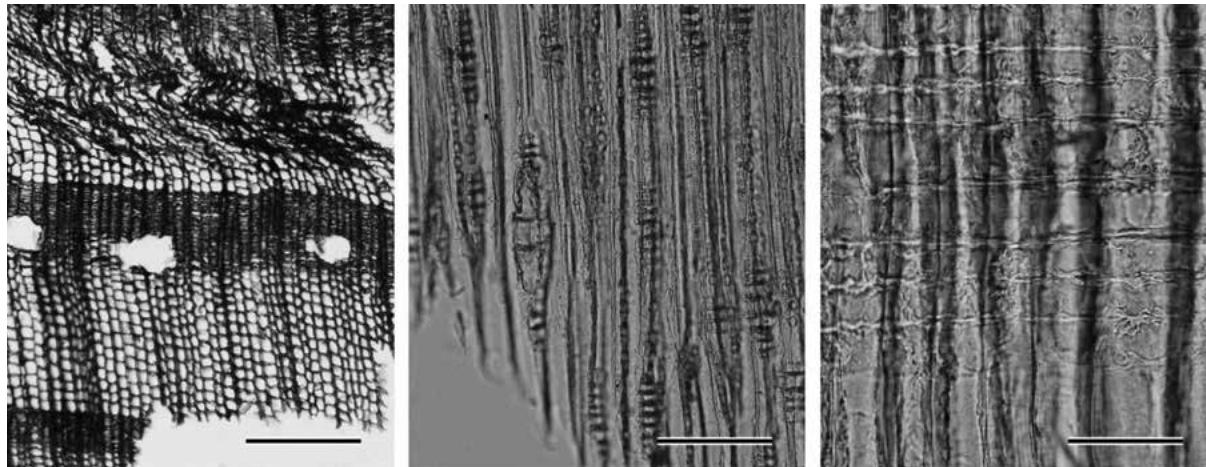


図9 生材の顕微鏡写真

マツ属複維管束亜属 *Pinus* subgen. *Diploxylon* マツ科(左：横断面(スケール=500 μm)、中：接線断面(スケール=200 μm)、右：放射断面(スケール=50 μm))

表1 サンプリング及び実験を行った試料

記号	分析対象	樹種同定	labo-code
EHIYO-2021-C1	炭化材	マツ	PLD-47540

4 炭化物の処理

炭化物試料の試料処理の方法を記す。試料をAAA処理し、この際のアルカリ濃度は1Nで行った。本試料は、アセトンによる処理を入念に繰り返し、溶解がなくなったことを確認したうえで試料処理を行った。EHIYO-2021-C1のサンプル状態は良で、十分な炭素量を得られ、AAA処理した結果、測定可能であった。ガス化率、グラファイト化率とも十分な炭素量が得られた。以下に示す(1)(2)(3)の作業はパレオ・ラボで行った。

(1) 前処理：酸・アルカリ・酸による化学洗浄

AAA処理に先立ち、生材については、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(2回)。AAA処理として、80°C、各1時間で、希塩酸溶液(1N-HCl)で岩石などに含まれる炭酸カルシウム等を除去(2回)し、さらにアルカリ溶液(NaOH、1回目0.1N、3回目以降1N)でフミン酸等を除去した。アルカリ溶液による処理は、5回以上行い、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2回(1N-HCl 1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回以上)。

(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

AAA処理の済んだ乾燥試料を、500mg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°C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。アルミニウム製カソードに充填

1.5mgの炭素量を目標に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°C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させた後、穴径1mmのアルミニウム製カソードに600Nの圧力で充填した。

5 測定結果と曆年較正

測定結果は、以下に示す方法で、同位体効果を補正し¹⁴C年代、較正年代を算出した。

年代データのBPという表示は、西暦1950年を基点にして計算した¹⁴C年代(モデル年代)であることを示す。¹⁴C年代を算出する際の半減期は、5568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¹⁴C/¹²C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¹³C/¹²C比により、¹⁴C/¹²C比に対する同位体効果を調べ補正する。¹³C/¹²C比は、標準体(古生物belemnite化石の炭酸カルシウムの¹³C/¹²C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¹⁴C/¹²C比によって補正する。補正した¹⁴C/¹²C比から、¹⁴C年代値(モデル年代)が得られる。加速器による測定は同位体補正効果のためであり、必ずしも¹⁴C/¹³C/¹²C比を正確に反映しないこともあるため、パレオ・ラボ測定分については、加速器による測定を参考として付す。

測定値を較正曲線IntCal20(¹⁴C年代を曆年代に修正するためのデータベース、2020年版)(Reimer et al. 2013, 2020)と比較することによって曆年代(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、曆年代の推定値確率分布として表す。曆年較正プログラムは、OxCal Program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calBCで示す。()内は推定確率である。

年代測定結果は、表2のとおりである。これを曆年較正した結果も示す。加速器の $\delta^{13}\text{C}$ 値の測定である。

表2 測定した資料の¹⁴C炭素年代と曆年較正年代(calBC)

測定番号	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	曆年較正用年代 (yrBP $\pm 1\sigma$)	¹⁴ C年代 (yrBP $\pm 1\sigma$)	¹⁴ C年代を曆年代に較正した年代範囲	
				1σ 曆年代範囲	2σ 曆年代範囲
PLD-47540 試料No.1 遺物No.EHIYO- 2021-C1	-27.35 \pm 0.34	99 \pm 19	100 \pm 20	Post-bomb NH2 curve (Hua et al. 2013, Reimer et al. 2020): 1697-1723calAD (22.84%) 1813-1835calAD (20.15%) 1880-1910calAD (25.15%) 1954-1954calAD (0.13%)	Post-bomb NH2 curve (Hua et al. 2013, Reimer et al. 2020): 1694-1726calAD (25.85%) 1810-1918calAD (69.41%) 1954-1955calAD (0.20%)

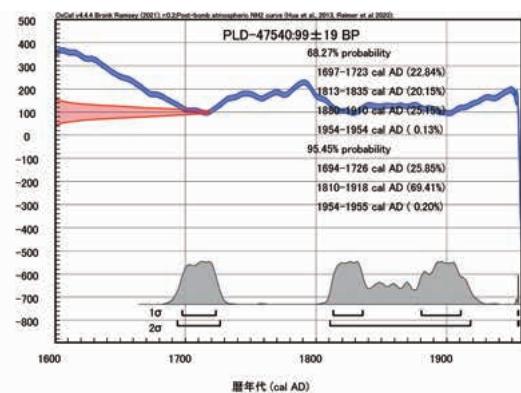


図10 大人池測定資料の較正曲線

6 測定結果について

大人池の木樋については、測定値で 100 ± 20 BP、較正值では、1694-1726calAD (25.85%)、1810-1918calAD (69.41%)、1954-1955calAD (0.20%)を示す(図10)。これまで伊予市内では、高見I遺跡2次調査などで年代測定値が蓄積されており(遠部2019、遠部・沖野2020)、土器付着物などの測定例ではないが、本研究で得られた測定結果とは整合的であり、大きく矛盾しない(表3)。

表3 伊予市内の炭素14年代測定例

遺跡名	試料番号	測定機関番号	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	14C炭素年代 (BP)	暦年較正年代 (Cal BC)	確率分布(%)
高見 I	EHIYO-2019-2	PLD-38789	(-26.69±0.13)	3085 ± 25	1415-1280calBC	95.4%
	EHIYO-2019-3	PLD-38790	(-29.32±0.14)	4155 ± 25	2880-2830calBC	18.9%
					2820-2630calBC	76.5%
	EHIYO-2019-4	PLD-38791	(-26.92±0.21)	6775 ± 30	5720-6530calBC	95.4%
	EHIYO-2019-5	PLD-38792	(-24.84±0.22)	5200 ± 30	4045-3960calBC	95.4%
	EHIYO-2019-6	PLD-38793	(-28.35±0.21)	6580 ± 30	5610-5590calBC 5565-5480calBC	11.4% 84.0%
高見 II	EHIYO-2017	PLD-35083	(-27.69±0.19)	7345 ± 25	6325-6320calBC 6250-6090calBC	0.8% 94.7%
	EHIYO-2018	PLD-36979	(-20.47±0.16)	8430 ± 30	7570-7475calBC	95.5%

7 まとめ

伊予市内の大人池の木樋について樹種同定を行い、そのうえで年代測定を行い、その結果を報告した。木樋はマツ属であり、これまで指摘されてきた内容が概ね矛盾しないことが明らかとなつた。また、江戸時代後期(1824年)とされる年代とも矛盾しない年代値が得られた。そのため、

大人池の木樋遺構は中予地方の年代的な定点となる可能性が高い。木樋遺構は溜池で発見されるケースが中予地方では多いが、溜池と先史時代遺跡の関係も指摘されている(長井2022)。今後は、周辺の遺跡や歴史史料や歴史的経緯などを含めて、本測定値の総合的な解釈を行う必要があると同時に、関連する測定事例を増やしていく必要性が高い。

謝辞

本実験にあたり、サンプルの採取から分析まで、下記の方々には、各種のご協力をいただいた。沖野新一(唐崎旧石器研究会)、河原学(遺跡発行会)、小林謙一(中央大学文学部)、柴田昌児(愛媛大学埋蔵文化財調査室)、島崎達也(伊予市教育委員会)、樋口康裕(東温市教育委員会)、柚山俊夫(伊予史談会)の諸先生、諸氏をはじめ、犬島貝塚調査保護プロジェクトチーム、パレオ・ラボの諸先生、諸氏には資料調査や位置づけについて、ご教示、ご協力をいただいた。記して感謝申し上げたい。本研究の樹種同定に関する部分は「国際共同研究加速基金(国際共同研究強化(B))」19KK0017の支援を受けた。

(註1)(重信町立歴史民俗資料館1998)では、樋本体長さ435cm、深さ26cm、幅40cm。樋蓋長さ370cm、厚さ8cm、幅40cmとある。

引用・参考文献

- 伊東隆夫・佐野雄三・安部久・内海泰弘・山口和穂2011『日本有用樹木誌』海青社 p.238
- 遠部慎2019「伊予市高見Ⅱ遺跡の炭素14年代測定」『高見Ⅱ遺跡・東峰遺跡第4地点2次』伊予市教育委員会 pp.129-132
- 遠部慎・沖野実2020「伊予市高見Ⅰ遺跡の炭素14年代測定」『紀要愛媛』16 公益財団法人愛媛県埋蔵文化財センター pp.1-14
- 古泉弘2001「上水道」『図説江戸遺跡研究事典』柏書房株式会社 pp.100-103
- 小林謙一編2017『縄紋時代の実年代』同成社
- 門田恭一郎1998「伊予の溜池について」『伊予史談』310 伊予史談会 pp.34-45
- 作田一耕2011「木樋と溜池について」『豊田市埋蔵文化財調査報告書45 寺部遺跡』豊田市教育委員会 pp.289-292
- 作田一耕2020「第5章別府遺跡4次調査」『別府遺跡2次・3次・4次調査』公益財団法人松山市文化・スポーツ振興財団埋蔵文化財センター pp.101-120
- 重信町立歴史民俗資料館1998「町・有形文化財(歴史資料)16 木樋(門樋)」『重信町の文化財と史跡(第2集)』重信町教育委員会 p.18
- 島崎達也2023「明治五年池記録「伊豫國伊豫郡之内村々池帳」の翻刻(前編)」『伊豫市の歴史文化』77 伊予市歴史文化の会 pp.19-28
- 白鷹幸伯1997『鉄、千年のいのち』草思社
- 竹内信一郎(編)2002『赤蔵ヶ池』美川村
- 竹内靖長2009「江戸時代の上水道施設」『季刊考古学』108 雄山閣 pp.39-42
- 東温市文化財保護審議会2006「市指定文化財34 木樋」『東温市の文化財』東温市教育委員会 p.34

長井數秋2022「愛媛県内の農業用溜め池と遺跡」『ふたな』25 愛媛考古学研究会 pp.71-73

安田善三郎1916『釣』博文館

Reimer, P.J. et al. 2004 IntCal04 Terrestrial Radiocarbon Age Calibration, 0–26 Cal Kyr BP Radiocarbon 46(3), 1029-1058(30).

Stuiver, M., Reimer, P.J., Bard, E., Beck, J.W., Burr, G.S., Hughen, K.A., Kromer, B., McCormac, F.G., v.d. Plicht, J., and Spurk, M. 1998 INTCAL98 radiocarbon age calibration, 24,000-0 cal BP. Radiocarbon, 40(1), 1041-1083.

Bronk Ramsey, C. 2009 Bayesian Analysis of Radiocarbon dates. Radiocarbon, 51(1), 337-360.

Reimer, P.J., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Cheng, H., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Haflidason, H., Hajdas, I., Hatte, C., Heaton, T.J., Hoffmann, D.L., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser, K.F., Kromer, B., Manning, S.W., Niu, M., Reimer, R.W., Richards, D.A., Scott, E.M., Southon, J.R., Staff, R.A., Turney, C.S.M., and van der Plicht, J. 2013 IntCal13 and Marine13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0–50,000 Years cal BP. Radiocarbon, 55(4), 1869-1887.