

< PROYECTO ARQUEOLÓGICO PACOPAMPA >

**Informe del análisis científico de los materiales
del sitio arqueológico Pacopampa exportados a Japón
en el año 2017**

Presentado por:

Yuji SEKI (RNA:CS-0034, COARPE:040580)

Septiembre 2018



- Índice -

1. Análisis de isótopos de huesos humanos

Mai TAKIGAMI (Universidad de Yamagata)

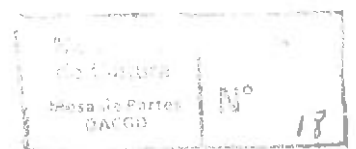
Yuji Seki (Museo Nacional de Etnología)

2. Análisis de huesos humanos para ser fechados

Mai TAKIGAMI (Universidad de Yamagata)

Yuji Seki (Museo Nacional de Etnología)

Anexos: documentos del trámite



1. Análisis del isótopos de huesos humanos

En nuestra investigación en Pacopampa recolectamos de las excavaciones una cantidad de huesos humanos que pertenecen al período Formativo. En el 2017 se exportaron 9 muestras de éstos a Japón para realizar varios análisis científicos (véase Anexo). A continuación pasaremos a detallar los objetivos, métodos y resultados de cada uno de dichos análisis.

-Objetivo:

El objetivo principal del análisis es reconstruir la dieta alimenticia de los humanos a través de la medición de la proporción de isótopos estables contenidos en sus huesos. Los isótopos son formas de un elemento que difieren entre si en la masa de sus átomos por la cantidad diferente de neutrones que tienen en sus núcleos y en las propiedades dependientes de esa masa.

- Método:

Recientemente se ha desarrollado la investigación sobre la dieta en la época prehistórica basada en los isótopos estables de carbón y nitrógeno procedentes de los variados recursos alimenticios. Las plantas C4, como el maíz entre otras, contienen más carbón isotópico ^{13}C que las plantas C3 que agrupan una amplia variedad de especies. Además, los organismos marítimos contienen más ^{13}C y ^{15}N (nitrógeno isotópico) que los terrestres. Estos isótopos más pesados se acumulan paso a paso a lo largo de las escalas ecológicas en la red trófica.

Por consiguiente podemos estimar el consumo de ambas categorías de plantas y recursos marinos en la dieta antigua basados en la tasa de isótopos acumulados dentro de los huesos.

Se realizó la extracción de colágeno de muestras de hueso mediante una versión actualizada del método de Longin (Longin, 1971). Primero, se procedió a la limpieza física de la superficie del hueso utilizando un taladro dental. A continuación, el hueso se remojó en una solución de NaOH 0.2M durante 8 horas. Luego de enjuagar la solución alcalina, el hueso liofilizado fue pulverizado y a continuación descalcificado mediante una solución de HCl 1.2M. Por último, para extraer el colágeno soluble, el hueso



descalcificado se calentó en agua a una temperatura de 90°C.

El colágeno de gelatina seco se envolvió en una taza de estaño. Las proporciones de isótopos de carbono y nitrógeno se midieron mediante EA-IRMS. Se estimó una condición de colágeno usando una relación atómica de carbono y nitrógeno (relación C/N). La proporción C/N del colágeno puro extraído a partir de huesos de animales modernos se encuentra dentro de un intervalo de 2.9-3.6 (DeNiro, 1985). Debido a que el colágeno con proporciones C/N por fuera de esa gama tiene altas posibilidades de haber sufrido algún tipo de alteración por diagénesis u otro tipo de contaminación este no ha sido utilizado en nuestro análisis.

-Resultados:

Todas las extracciones de colágeno animal exhibieron razones de C/N esperables (Tabla 1). Los humanos se alimentaron de plantas C3 y C4 (Figura 1). Dos individuos de 13PC-B3-Hallazgo 4 y 13PC-B3-Hallazgo 12 exhiben las razones isotópicas de carbono más alta que las otras 7 personas, lo que sugiere el mas consumo de recursos C4 incluyendo plantas C4 y animales que consumían plantas C4. Las razones isotópicas de nitrógeno de todos los individuos indicaron valores bajos, lo que sugiere la contribución de los recursos marinos no fue grande.

Referencias

- DeNiro, M.J. 1985. Postmortem preservation and alteration of in vivo bone collagen isotope ratios in relation to palaeodietary reconstruction. *Nature* 317, 806-809.
- Longin, R., 1971. New method of collagen extraction for radiocarbon dating. *Nature* 230, 241-242.

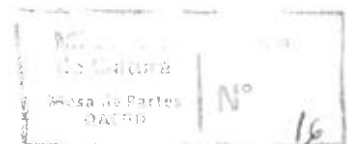


Tabla 1. Correlación de los datos isotópicos medidos en las muestras de 2017.

#	Taxón	Elemento	# de Registro	$\delta^{13}\text{C}$ (‰)	\pm	$\delta^{15}\text{N}$ (‰)	\pm	C/N
1	Humano	Costilla	16PC-B7-Ent 100-H1	-15.3	0.1	7.6	0.3	3.2
2	Humano	Costilla	16PC-B7-Ent 104-H1	-15.7	0.1	7.6	0.3	3.2
3	Humano	Costilla	16PC-B7-Ent 101-H1	-14.8	0.1	8.6	0.3	3.2
4	Humano	Craneo	13PC-B3-Hallazgo 4	-12.7	0.1	7.9	0.3	3.3
6	Humano	Craneo	13PC-B3-Hallazgo 8	-14.3	0.1	8.7	0.3	3.3
8	Humano	Craneo	13PC-B3-Hallazgo 7	-15.5	0.1	7.0	0.3	3.3
10	Humano	Craneo	13PC-B3-Hallazgo 12	-12.6	0.1	8.1	0.3	3.2
12	Humano	Craneo	13PC-B3-Hallazgo 6	-14.2	0.1	7.4	0.3	3.3
14	Humano	Craneo	13PC-B3-Hallazgo 9	-13.7	0.1	7.0	0.3	3.2

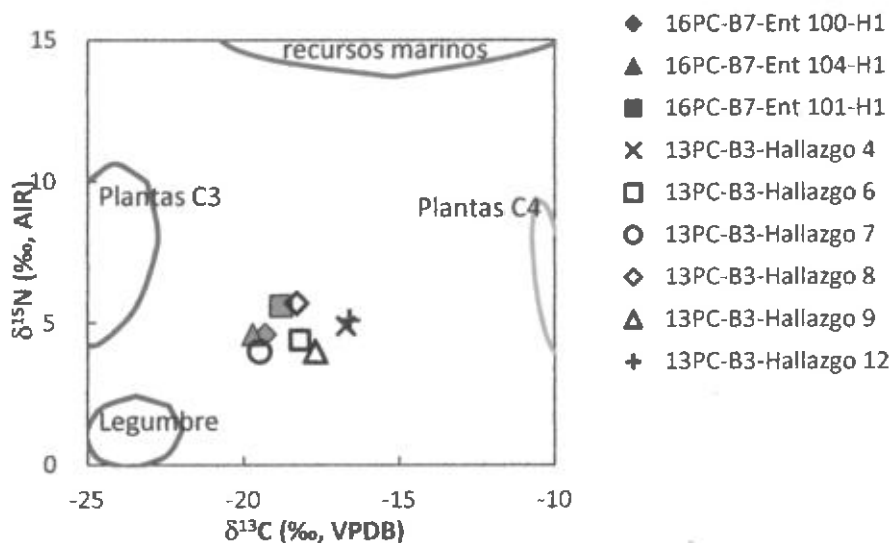


Figura 1. Comparación de las razones isotópica entre los productos alimenticios y los huesos humanos.

2. Análisis de huesos humanos para ser fechados

(1) Análisis de muestras de huesos humanos

En nuestra investigación en Pacopampa hemos recogido muestras de hueso humanos y animales pertenecientes al Período Formativo. En el 2015 hemos exportado 2 muestras de hueso humano y 3 muestras de hueso animal (véase Tabla 2) a Japón para realizar un análisis científico.

-Objetivo:

3. El objetivo principal del análisis es identificar las fechas absolutas.

-Método:

El análisis fue realizado a través de la máquina AMS.

(2) Resultados

Las muestras óseas fueron analizadas en el Laboratorio Geociencia, Japón, a cargo del Dr. Mai Takigami, quien es uno de los miembros del nuestro proyecto. Los resultados se resumen como sigue.

Tabla 1. Fechados radiocarbonos de las muestras de huesos humanos y de animales

Sector	Número de laboratorio	Edad ¹⁴ C a.p.	¹³ Cδ	Edad calibrada a 1 σ a.C.	Edad calibrada a 2 σ a.C.	Número de registro	Contexto arqueológico		
							Unidad	Estrato	Fase
B3 (Plaza)	474988	2170±30	-12.4	BC 355-275 BC 255-165 BC 125-120	BC 350-305 BC 210-180	13PC-B3-Hallazgo 6	13PC-BS2-W4	11c	Cajamarca
	474989	2150±30	-13.7	BC 350-295 BC 230-220 BC 210-105	BC 340-325 BC 205-170	13PC-B3-Hallazgo 8	13PC-BS2-W4	11c	Cajamarca
	474990	1720±30	-11.7	AD 240-395	AD 255-295 AD 320-380	13PC-B3-Hallazgo 12	13PC-BN1-W3	11c	Cajamarca

*Los datos detallados de las muestras se encuentran después de la Tabla 2

Tabla 2

Lista de Muestras de los Huesos Humanos para la Exportación
(Pacopampa, Prov. de Chota, Dep. de Cajamarca)

#	Taxón	Fecha de colección	Elemento	Procedencia (Sector, Unidad, Capa)	# de Registro	Peso (g)	Fase	Tipo de análisis
1	Humano	12/08/2016	Costilla	16PC-BS15,16-W4	16PC-B7-Ent 100-H1	0.5	PC-II-Cajamarca	Isótopo
2	Humano	02/09/2016	Costilla	16PC-BS14-W5	16PC-B7-Ent 104-H1	0.3	PC-II-Cajamarca	Isótopo
3	Humano	23/08/2016	Costilla	16PC-BS12,13-W4	16PC-B7-Ent 101-H1	1.7	PC-II-Cajamarca	Isótopo
4	Humano	28/08/2013	Craneo	13PC-BS6-W5	13PC-B3-Hallazgo 4	0.8	PC-II-Cajamarca	Isótopo
5	Humano	28/08/2013	Diente	13PC-BS6-W5	13PC-B3-Hallazgo 4	2.0	PC-II-Cajamarca	Isótopo
6	Humano	18/09/2013	Craneo	13PC-BS2-W4	13PC-B3-Hallazgo 8	1.0	PC-II-Cajamarca	Isótopo
7	Humano	18/09/2013	Diente	13PC-BS2-W4	13PC-B3-Hallazgo 8	1.4	PC-II-Cajamarca	Isótopo
8	Humano	18/09/2013	Craneo	13PC-BS2-W4	13PC-B3-Hallazgo 7	0.9	PC-II-Cajamarca	Isótopo
9	Humano	18/09/2013	Diente	13PC-BS2-W4	13PC-B3-Hallazgo 7	0.8	PC-II-Cajamarca	Isótopo
10	Humano	23/09/2013	Craneo	13PC-BN1-W3	13PC-B3-Hallazgo 12	1.6	PC-II-Cajamarca	Isótopo
11	Humano	23/09/2013	Diente	13PC-BN1-W3	13PC-B3-Hallazgo 12	1.4	PC-II-Cajamarca	Isótopo
12	Humano	18/09/2013	Craneo	13PC-BS2-W4	13PC-B3-Hallazgo 6	0.6	PC-II-Cajamarca	Isótopo
13	Humano	18/09/2013	Diente	13PC-BS2-W4	13PC-B3-Hallazgo 6	1.2	PC-II-Cajamarca	Isótopo
14	Humano	18/09/2013	Craneo	13PC-BS2-W4	13PC-B3-Hallazgo 9	1.0	PC-II-Cajamarca	Isótopo
15	Humano	18/09/2013	Diente	13PC-BS2-W4	13PC-B3-Hallazgo 9	1.4	PC-II-Cajamarca	Isótopo
16	Humano	18/09/2013	Craneo	13PC-BS2-W4	13PC-B3-Hallazgo 6	0.6	PC-II-Cajamarca	Fechado
17	Humano	18/09/2013	Craneo	13PC-BS2-W4	13PC-B3-Hallazgo 8	0.7	PC-II-Cajamarca	Fechado
18	Humano	23/09/2013	Craneo	13PC-BN1-W3	13PC-B3-Hallazgo 12	0.3	PC-II-Cajamarca	Fechado

* PC-II: fase Pacopampa II

C14年代測定結果

国立民族学博物館 様 20027893

測定コード	試料名	Conventional Radiocarbon Age (BP) (14C年代)	$\delta^{13}C(‰)$
1: Beta- 474988	13PC-B3-Hz 6	2170 ± 30	-12.4

測定方法-納期: AMS-Standard

試料種: bone collagen 前処理: collagen extraction: with alkali $\delta^{15}N(‰)= +7.6$

暦年代(交点法 95%確率): Cal BC 355 to 275 (Cal BP 2305 to 2225) and Cal BC 255 to 165 (Cal BP 2205 to 2115) and Cal BC 125 to 120 (Cal BP 2075 to 2055)

2: Beta- 474989	13PC-B3-Hz 8	2150 ± 30	-13.7
-----------------	--------------	-----------	-------

測定方法-納期: AMS-Standard

試料種: bone collagen 前処理: collagen extraction: with alkali $\delta^{15}N(‰)= +8.1$

暦年代(交点法 95%確率): Cal BC 350 to 295 (Cal BP 2300 to 2245) and Cal BC 230 to 220 (Cal BP 2180 to 2170) and Cal BC 210 to 105 (Cal BP 2160 to 2055)

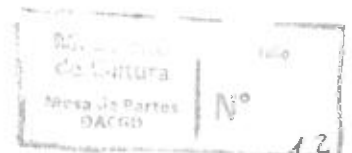
3: Beta- 474990	13PC-B3-Hz 12	1720 ± 30	-11.7
-----------------	---------------	-----------	-------

測定方法-納期: AMS-Standard

試料種: bone collagen 前処理: collagen extraction: with alkali $\delta^{15}N(‰)= +8.1$

暦年代(交点法 95%確率): Cal AD 240 to 395 (Cal BP 1710 to 1555)

年代値はRCYBP(1950 A.D.を0年とする)で表記。モダン リファレンス スタンダードは国際的な慣例としてNBS Oxalic AcidのC14濃度の95%を使用し、半減期はリビーの5568年を使用した。エラーは1シグマ(68%確率)である。



CALIBRATION OF RADIOCARBON AGE TO CALENDAR YEARS

(Variables: C13/C12 = -12.35 ‰ : lab. mult = 1)

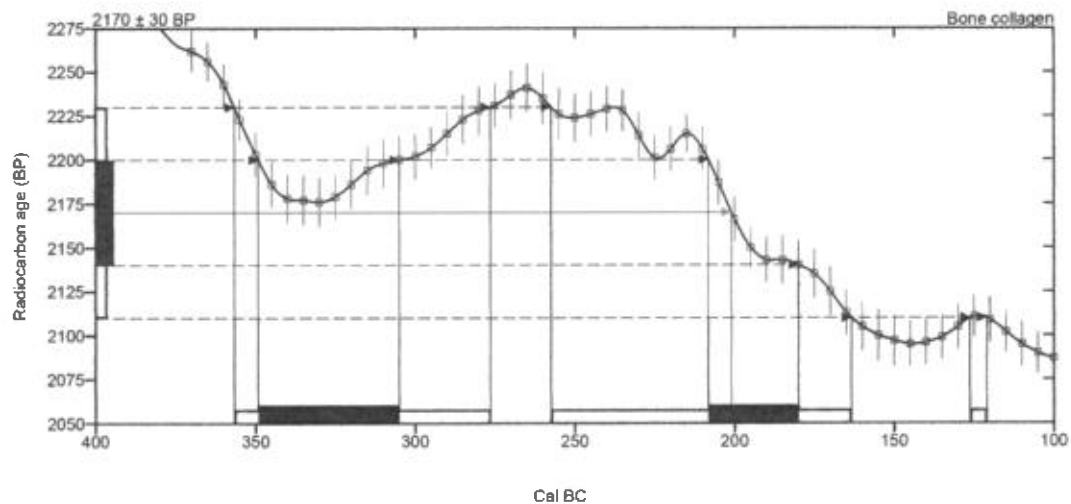
Laboratory number **Beta-474988 : 13PC-B3-HZ 6/53655**

Conventional radiocarbon age **2170 ± 30 BP**

Calibrated Result (95% Probability) **Cal BC 365 to 275 (Cal BP 2305 to 2225)
Cal BC 255 to 165 (Cal BP 2205 to 2115)
Cal BC 125 to 120 (Cal BP 2075 to 2070)**

Intercept of radiocarbon age with calibration curve **Cal BC 200 (Cal BP 2150)**

Calibrated Result (68% Probability) **Cal BC 350 to 305 (Cal BP 2300 to 2255)
Cal BC 210 to 180 (Cal BP 2160 to 2130)**



Database used
INTCAL13

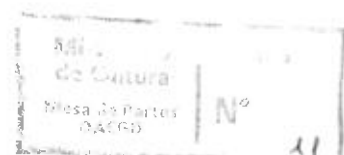
References

Mathematics used for calibration scenario

A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates, Talma, A. S., Vogel, J. C., 1993, Radiocarbon 35(2):317-322

References to INTCAL13 database

Reimer PJ et al. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP, Radiocarbon 55(4):1869–1887., 2013.



CALIBRATION OF RADIOCARBON AGE TO CALENDAR YEARS

(Variables: C13/C12 = -13.68 o/oo : lab. mult = 1)

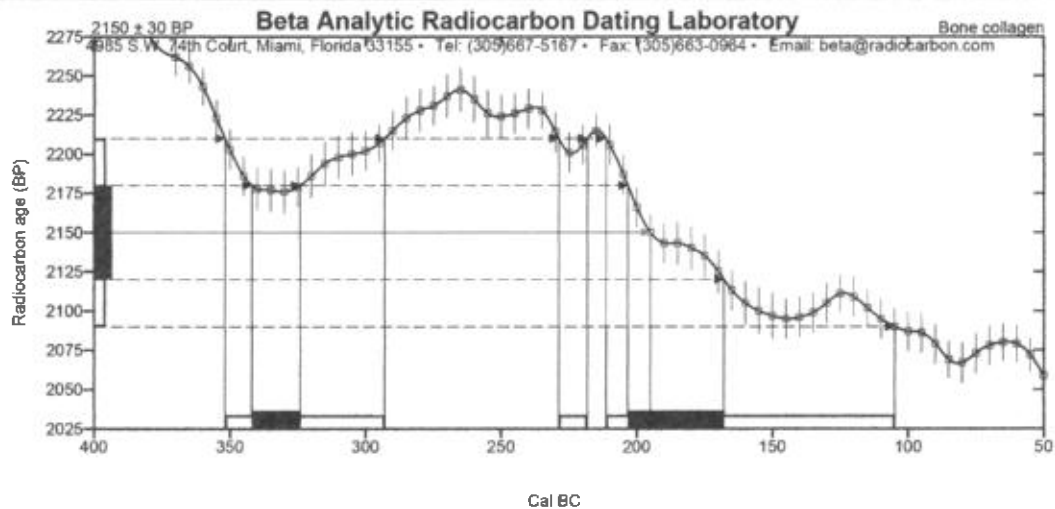
Laboratory number **Beta-474989 : 13PC-B3-HZ 8/53656**

Conventional radiocarbon age **2150 ± 30 BP**

Calibrated Result (95% Probability) **Cal BC 350 to 295 (Cal BP 2300 to 2245)
Cal BC 230 to 220 (Cal BP 2180 to 2170)
Cal BC 210 to 105 (Cal BP 2160 to 2055)**

Intercept of radiocarbon age with calibration curve **Cal BC 195 (Cal BP 2145)**

Calibrated Result (68% Probability) **Cal BC 340 to 325 (Cal BP 2290 to 2275)
Cal BC 205 to 170 (Cal BP 2155 to 2120)**



Database used
INTCAL13

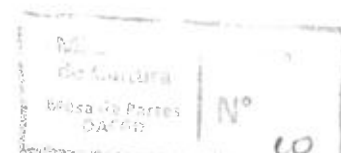
References

Mathematics used for calibration scenario

A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates, Talma, A. S., Vogel, J. C., 1993, Radiocarbon 35(2):317-322

References to INTCAL13 database

Reimer P.J et al. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP. Radiocarbon 55(4):1869–1887., 2013.



CALIBRATION OF RADIOCARBON AGE TO CALENDAR YEARS

(Variables: C13/C12 = -11.72 ‰ : lab. mult = 1)

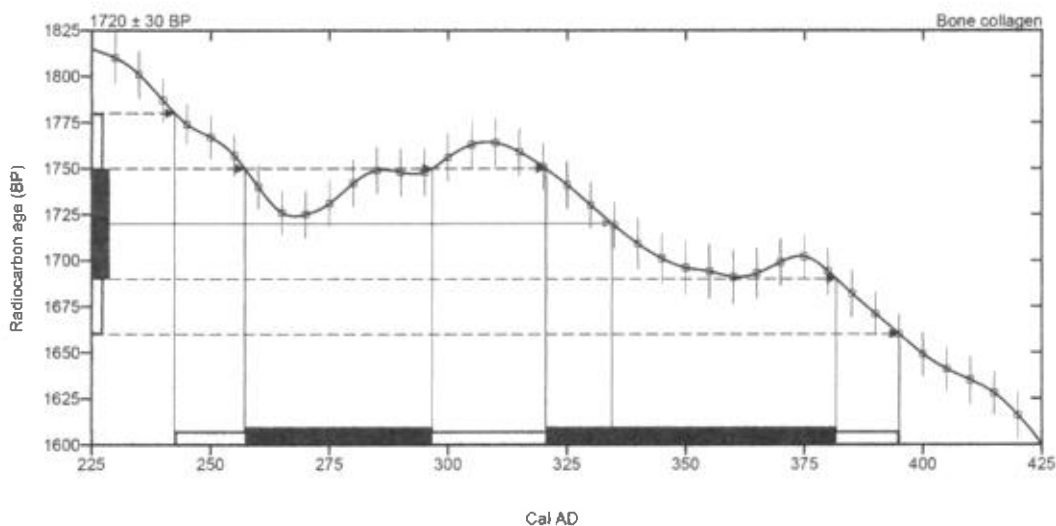
Laboratory number **Beta-474990 : 13PC-B3-HZ 12/53657**

Conventional radiocarbon age **1720 ± 30 BP**

Calibrated Result (95% Probability) **Cal AD 240 to 395 (Cal BP 1710 to 1555)**

Intercept of radiocarbon age with calibration curve **Cal AD 335 (Cal BP 1615)**

Calibrated Result (68% Probability) **Cal AD 255 to 295 (Cal BP 1695 to 1655)
Cal AD 320 to 380 (Cal BP 1630 to 1570)**



Database used
INTCAL13

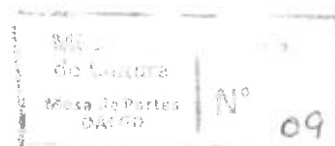
References

Mathematics used for calibration scenario

A Simplified Approach to Calibrating C14 Dates, Talma, A. S., Vogel, J. C., 1993, Radiocarbon 35(2):317-322

References to INTCAL13 database

Reimer PJ et al. IntCal13 and Marine13 radiocarbon age calibration curves 0–50,000 years cal BP, Radiocarbon 55(4):1869–1887, 2013.



BetaCal 3.21

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): INTCAL13)

(Variables: $\delta^{13}C = -12.4$ o/oo)

Laboratory number **Beta-474988**

Conventional radiocarbon age **2170 ± 30 BP**

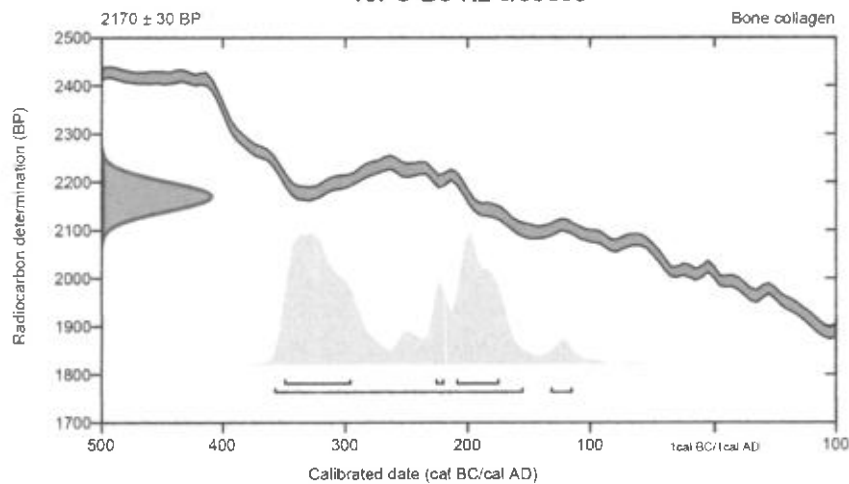
95.4% probability

(92.9%)	360 - 156 cal BC	(2309 - 2105 cal BP)
(2.5%)	134 - 116 cal BC	(2083 - 2065 cal BP)

68.2% probability

(40.2%)	352 - 297 cal BC	(2301 - 2246 cal BP)
(24.3%)	211 - 176 cal BC	(2160 - 2125 cal BP)
(3.7%)	228 - 221 cal BC	(2177 - 2170 cal BP)

13PC-B3-Hz 6/53655



Database used

INTCAL13

References

References to Probability Method

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

References to Database INTCAL13

Reimer, et al., 2013, *Radiocarbon*55(4).



BetaCal 3.21

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): INTCAL13)

(Variables: $\delta^{13}C = -13.7$ o/oo)

Laboratory number **Beta-474989**

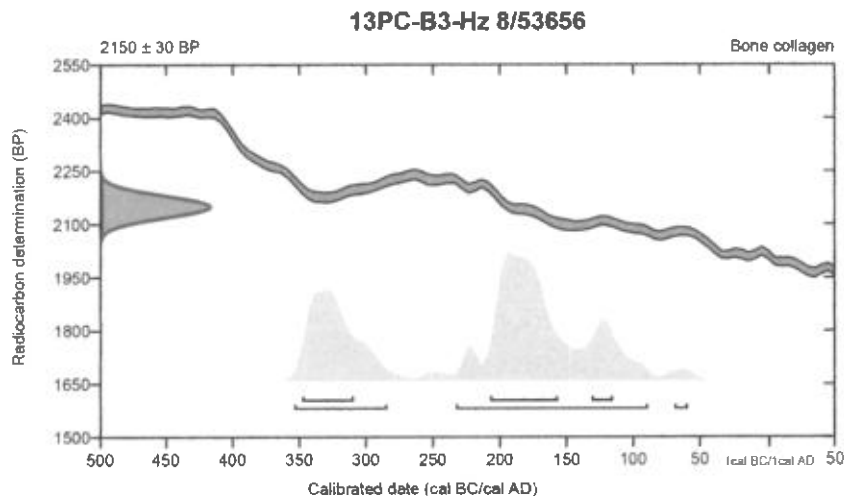
Conventional radiocarbon age **2150 \pm 30 BP**

95.4% probability

(64.3%)	235 - 91 cal BC	(2184 - 2040 cal BP)
(30.2%)	356 - 286 cal BC	(2305 - 2235 cal BP)
(1%)	71 - 61 cal BC	(2020 - 2010 cal BP)

68.2% probability

(38.9%)	209 - 158 cal BC	(2158 - 2107 cal BP)
(22.3%)	350 - 311 cal BC	(2299 - 2260 cal BP)
(7%)	133 - 117 cal BC	(2082 - 2066 cal BP)



Database used
INTCAL13

References

References to Probability Method

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

References to Database INTCAL13

Reimer, et.al., 2013, *Radiocarbon*55(4).



BetaCal 3.21

Calibration of Radiocarbon Age to Calendar Years

(High Probability Density Range Method (HPD): INTCAL13)

(Variables: $\delta^{13}C = -11.7$ o/oo)

Laboratory number **Beta-474990**

Conventional radiocarbon age **1720 \pm 30 BP**

95.4% probability

(95.4%) 248 - 390 cal AD (1702 - 1560 cal BP)

68.2% probability

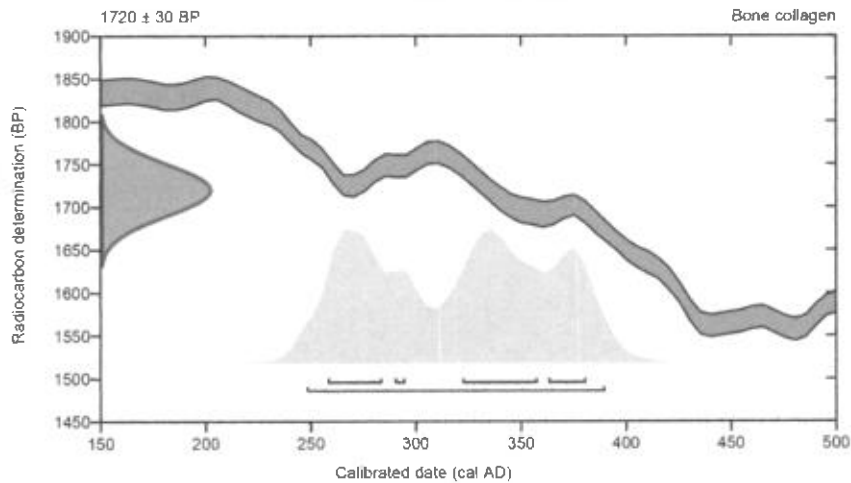
(29%) 322 - 358 cal AD (1628 - 1592 cal BP)

(22.4%) 258 - 284 cal AD (1692 - 1666 cal BP)

(13.2%) 363 - 381 cal AD (1587 - 1569 cal BP)

(3.6%) 290 - 295 cal AD (1660 - 1655 cal BP)

13PC-B3-Hz 12/53657



Database used
INTCAL13

References

References to Probability Method

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

References to Database INTCAL13

Reimer, et al., 2013, *Radiocarbon*55(4).

