

國立臺灣師範大學理學院地球科學系

碩士論文

Department of Earth Sciences, College of Science

National Taiwan Normal University

Master's Thesis

全新世早期島尾 I、II 遺址瘤岩螺殼體穩定同
位素紀錄所反映之馬祖亮島地區古環境及採收季節

Early Holocene Paleoenvironment of the Liang Island,
Matsu Area and Harvest Seasons of Snail Shells Based on
Stable Isotope Records of Dao-Wei Archaeological Sites I
and II *Reishia luteostoma* Shells

吳家陽

KA IEONG NG

指導教授：米泓生 博士

共同指導教授：李匡悌 博士

Advisor: Horng-Sheng Mii, Ph.D.

Co-advisor: Kuang-Ti Li, Ph.D.

中華民國 114 年 7 月

July 2025

致謝

感謝在碩士生涯中所有幫助過我的教授、學長姐們、同學們以及助教們。感謝米泓生教授帶着我慢慢地一步一步了解研所室的工作以及研究方向，在研究過程中，也不斷給予意見和方向，讓時而迷茫的我有了新的思緒，更能完善研究內容，在撰寫論文以及報告時，也會認真且仔細檢查我的錯誤之處，和給予正確的方向或選擇；也感謝李匡悌教授在研究方面提供相關的資料，雖然沒有和李匡悌教授一起去採集水體樣本，但在李匡悌教授所開授的考古學課程中，學習到許多有關於考古遺址以及如何利用考古遺址中相關骨骼、生物等遺物來分析和觀察其考古遺址中人類的生活方式和當時的環境氣候，讓我在進行研究時，更有目標或方向去逐步完善我的研究內容，也更能了解穩定同位素在其考古遺址中的運用。

也感謝馬祖文化局所提供的亮島島尾遺址之貝類殼體（瘤岩螺），提供研究的機會，讓我能利用其殼體進行穩定同位素分析來進一步完善亮島島尾遺址的古環境以及當時「亮島人」的採集習慣。

在碩士班時期，也很感謝實驗室中學長姐們和同學們（郭周昱學長、范綵芳學姐、林楷和同學、官鑫伯同學、蔡仲元學姐、楊綉玉學姐）的幫助，互相探討研究的問題，以及教會我實驗器材的使用方法，使我能獨立完成其實驗。

我也很感謝在我從考入研究所就陪伴着我的好朋友：賴美澄，從中提供了許多幫助，也給予我一些經驗之處，讓我對於碩士生涯減少迷惘。

還有地科系系辦的助教們，會在關鍵時刻提醒我注意口試、繳交資料的注意事項，使我準時繳交相關資料。

摘要

全新世早期島尾 I、II 遺址瘤岩螺殼體穩定同位素紀錄所反映之馬祖亮島地區古環境及採收季節

吳家陽 國立臺灣師範大學 地球科學

指導教授：米泓生 博士

共同指導教授：李匡悌 博士

本研究分析馬祖亮島島尾 I 遺址(距今約 7900 至 7300 年前)中 9 隻瘤岩螺殼體、亮島島尾 II 遺址(距今約 5800 至 5100 年前)中 6 隻瘤岩螺殼體和現今馬祖南竿地區 6 隻不同時間所採集的螺類殼體之穩定碳、氧同位素成分，結合馬祖地區水體之穩定氫、氧同位素紀錄，探討約距今約 7900 至 5100 年前之古環境。

馬祖北竿白沙水體之穩定氫、氧同位素數值(V-SMOW)分別介於-7.9 至 2.4‰(平均值 -2.5 ± 2.5 ；N=54)及-1.8 至-0.1‰之間(平均值 -0.8 ± 0.4 ‰)，南竿復興水體之穩定氫、氧同位素數值分別介於-7.5 至 3.0‰(平均值 -2.9 ± 2.6 ‰；N=55)和-1.5 至 0.0‰之間(平均值 -0.8 ± 0.4 ‰)。統整現代水體穩定氫、氧同位素紀錄及該地區之溫度、鹽度、降雨量等資料，該地區受到中國東部及東南部沿岸地區淡水匯入的影響。

馬祖南竿地區所分析 6 隻現生螺類殼體之穩定碳、氧同位素數值(V-PDB)分別介於-2.4‰至-1.0‰之間(平均值 -0.3 ± 0.7 ‰；N=394)和-2.7‰至 0.1‰之間(平均值 -1.6 ± 0.4 ‰)，現生螺類殼體的氧同位素數值與理論平衡氧同位素數值大致相似，但螺類在冬季時會因為生長緩慢或停止生長而未記錄到最低溫的訊號。

馬祖亮島島尾 I 遺址中 9 隻瘤岩螺殼體之穩定碳、氧同位素數值介於-1.9‰至 2.7‰之間(平均值 0.8 ± 0.7 ‰；N=1327)和-3.5‰至 0.7‰之間(平均值 -1.5 ± 0.5 ‰)，島

尾 II 遺址 6 隻瘤岩螺殼體之穩定碳、氧同位素數值介於-1.4‰至 2.6‰之間(平均值 $0.8 \pm 0.7\text{‰}$; N=1059)和-3.3‰至 0.5‰之間(平均值 $-1.6 \pm 0.6\text{‰}$)。兩個遺址瘤岩螺殼體之平均碳同位素數值均比現生螺類殼體之平均碳同位素數值較大約 1.1‰，可能是因為距今約 8000 年前全球海平面較現今海平面低約 20 公尺，造成當時亮島和周圍主要陸地之海岸線距離變短，比現今更易受到中國沿岸地區淡水所攜入之陸源物質的影響，導致當時的亮島附近海域的營養鹽增加，使得當時的海洋基礎生產力比現今為高。

根據單一般體氧同位素紀錄及四分位法協助判斷螺類生長時氧同位素數值之變化趨勢，島尾 I 遺址中瘤岩螺殼體的採收季節分佈於秋季(N=4)、春季(N=2)、春夏季之間(N=2)和夏秋季之間(N=1)。島尾 II 遺址的採收季節分佈於春季(N=4)、春夏季之間(N=1)和秋冬之間(N=1)。尾 I 遺址之平均夏天氧同位素數值為 $-2.3 \pm 0.4\text{‰}$ (N=35)，假設距今約 7900 至 7300 年前的海水氧同位素數值比現今大 0.2‰，將現今夏天水體的氧同位素數值 ($-0.5 \pm 0.3\text{‰}$; N=3) 校正冰川效應後，島尾 I 遺址之夏天的平均海水氧同位素溫度為 28.3°C 。島尾 II 遺址之平均夏天氧同位素數值為 $-2.4 \pm 0.4\text{‰}$ (N=29)，因距今約 5800 至 5100 年前的海平面與現今大致相同而無須校正冰川效應，故島尾 II 遺址之平均海水夏天氧同位素溫度為 27.8°C 。島尾 I 遺址和島尾 II 遺址瘤岩螺殼體所反映之距今約 7900 至 7300 年前和距今約 5800 至 5100 年前的亮島地區的夏季和現今夏季（約 28°C ）一樣溫暖的環境。

關鍵詞：古環境、島尾遺址、亮島、馬祖、穩定同位素、瘤岩螺

Abstract

Early Holocene Paleoenvironment of the Liang Island, Matsu Area and Harvest Seasons of Snail Shells Based on Stable Isotope Records of Dao-Wei Archaeological Sites I and II *Reishia luteostoma* Shells

KA IEONG NG, Department of Earth Science,
National Taiwan Normal University, Taiwan

Advisor: Horng-Sheng Mii, Ph.D.

Co-advisor: Kuang-Ti Li, Ph.D.

This study analyzes the stable carbon and oxygen isotope compositions of 9 *Reishia luteostoma* shells from the archaeological Liang island Dao-Wei site I (from 7,900 to 7,300 years B.P.), 6 shells from the archaeological Liang island Dao-Wei site II (from 5,800 to 5,100 years B.P.), and 6 modern gastropod shells collected at different times from the Nangan area of Matsu. Combined with the stable hydrogen and oxygen isotope records of seawater collected from the Matsu region, this study reconstructs the paleoenvironment of Liang island area between 7,900 and 5,100 years B.P..

The stable hydrogen and oxygen isotope values (V-SMOW) of water collected from Beigan area, range from -7.9‰ to 2.4‰ (average value $-2.5 \pm 2.5\text{‰}$; N = 54) and from -0.1‰ to -1.8‰ (average value $-0.8 \pm 0.4\text{‰}$), respectively. In Nangan area, the hydrogen and oxygen isotope values are respectively between -7.5‰ and 3.0‰ (average value $-2.9 \pm 2.6\text{‰}$; N = 55) and between 0.0‰ and -1.5‰ (average value $-0.8 \pm 0.4\text{‰}$). Based

on analyses of modern seawater isotopic compositions, temperature, salinity, and rainfall records in the region, it is inferred that seawater in this area is influenced by freshwater input from the southeastern and eastern coast of China.

The carbon and oxygen isotope values (V-PDB) of the six modern gastropod shells from Nangan range from -2.4‰ to -1.0‰ (average value $-0.3 \pm 0.7\text{‰}$; N = 394) and from collected -2.7‰ to 0.1‰ (average value $-1.6 \pm 0.4\text{‰}$), respectively. By comparing individual modern gastropod shell oxygen isotope values to the oxygen isotope equilibrium values estimated from the observed water oxygen isotope values and corresponding temperature, the overall oxygen isotope values recorded by the modern gastropod shells reach apparently isotope equilibrium except the lowest winter temperatures are not recorded. This may be due to these shells tend to slow down the precipitation rate of the shell or even cease of growth during winter.

The carbon and oxygen isotope values of the 9 *Reishia luteostoma* shells collected from the Dao-Wei site I, range from -1.9‰ to 2.7‰ (average value $0.8 \pm 0.7\text{‰}$; N = 1327) and from -3.5‰ to 0.7‰ (average value $-1.5 \pm 0.5\text{‰}$), respectively. The isotope values of the 6 shells collected from the Dao-Wei site II, range from -1.4‰ to 2.6‰ (average value $0.8 \pm 0.7\text{‰}$; N = 1059) for carbon isotope, and from -3.3‰ to 0.5‰ (average value $-1.6 \pm 0.6\text{‰}$) for oxygen isotope. The mean $\delta^{13}\text{C}$ values of shells collected from both archaeological sites are approximately 1.1‰ greater than that of the modern specimens. This may be attributed to the sea level being approximately 20 meters lower than present around 8,000 years ago. As a result, the surrounding marine environment was more strongly influenced by terrestrial inputs carried by freshwater from the southeastern and eastern coast of China. This likely increased nutrient availability in the coastal waters near Liang Island, leading to higher primary marine productivity compared to the present.

Harvest seasons are inferred using $\delta^{18}\text{O}$ trends of individual *Reishia luteostoma* shells combined with a quartile-based classification. The harvest seasons of *R. luteostoma* for Dao-Wei Site I were distributed in autumn (N = 4): spring (N = 2), spring to summer (N = 2), and summer to autumn (N = 1). The harvest seasons of *R. luteostoma* for Dao-Wei Site II were distributed in spring (N = 4), between spring and summer (N = 1), and between autumn and winter (N = 1). The average summer oxygen isotope value of archaeological shells for the Dao-Wei site I is $-2.3 \pm 0.4\text{‰}$ (N = 35). Assuming that the seawater $\delta^{18}\text{O}$ value was approximately 0.2‰ higher than present ($-0.5 \pm 0.3\text{‰}$; N = 3), the estimated summer seawater temperature at Liang island was 28.3°C in 7900-7300 years B.P.. The average summer oxygen isotope value of Dao-Wei Site II archaeological shells was $-2.4 \pm 0.4\text{‰}$ (N = 29). Because the sea level from 5800 to 5100 years B.P. was comparable to that of the present, no glacial correction was applied. The resulting estimated summer seawater temperature for Liang island was 27.8°C in 5800 - 5100 years B.P.. These results suggest that the summer temperatures in the Liang Island region during both 7900 to 7300 yr. B.P. and 5800 to 5100 yr. B.P. was as warm as it is today (approximately 28°C).

Keyword: paleoenvironment, archaeological Dao-Wei site, Liang Island, Mastu area, stable isotope, *Reishia luteostoma*

目錄

致謝	I
摘要	II
Abstract.....	IV
目錄	VII
表目錄	X
圖目錄	XII
第一章、緒論	1
1.1 前言.....	1
1.2 穩定同位素原理與應用	2
1.3 末次冰盛期至今的古環境概況	3
1.4 馬祖亮島島尾遺址研究	10
1.5 研究目的	14
第二章、研究區域及材料	15
2.1 研究地點	15
2.1.1 考古遺址概況	16
2.1.2 馬祖地區的現代環境	18
2.2 研究材料	19
第三章、研究方法	23
3.1 殼體標本前處理	23
3.1.1 現生標本	23
3.1.2 遺址標本	23

3.2 拉曼光譜儀分析	24
3.3 穩定同位素分析	25
3.3.1 殼體標本	25
3.3.2 海水水體標本	26
3.5 微量元素分析	27
第四章、結果與討論	28
4.1 螺類殼體取樣方式與碳氧同位素紀錄	28
4.2 拉曼光譜分析結果	34
4.3 現代水體及現生殼體同位素分析結果	36
4.3.1 現代海水同位素數值	36
4.3.2 現生殼體碳氧同位素紀錄	41
4.3.3 現生殼體氧同位素記錄與理論平衡值	42
4.3.4 現生殼體氧同位素數值變化與季節性	44
4.4 遺址殼體碳氧同位素記錄	52
4.4.1 亮島島尾 I 遺址碳氧同位素分析	52
4.4.2 亮島島尾 II 遺址碳氧同位素分析	58
4.5 現生與遺址殼體微量元素分析結果	64
4.6 馬祖地區之古環境	67
第五章、結論	73
參考文獻	75
附錄一、標準樣品 NBS19 數值	83
附錄二、現生標本(202110)、島尾 I 遺址(TP1L2)的 M2 取樣方法之碳、氧同位素 數值	87

附錄三、北竿白沙碼頭水體之鹽度、溫度、氫和氧同位素數值	90
附錄四、南竿復興村水體之鹽度、溫度、氫和氧同位素數值	92
附錄五、現生螺類殼體之碳、氧同位素數值	94
附錄六、島尾 I 遺址瘤岩螺殼體之碳、氧同位素數值	105
附錄七、島尾 II 遺址瘤岩螺殼體之碳、氧同位素數值	141
附錄八、現生、遺址標本殼體之氧同位素數值 Sr/Ca 比值	170



表目錄

表 1.1、亮島島尾 I 遺址碳十四定年法結果(取自陳仲玉等人，2013；陳仲玉等人 2016).....	12
表 1.2、亮島島尾 II 遺址碳十四定年法結果(取自陳仲玉等人，2013；陳仲玉等人 2016).....	13
表 2.1、蚵岩螺(疣荔枝螺)幼蟲發育情況(取自田傳遠等人，2020).....	21
表 2.2、根據世界海洋物種名錄(WoRMS)，瘤岩螺的分類：.....	22
表 4.1、獨立樣本 T 檢定分析所得出現生螺類標本(202110)與島尾 I 遺址瘤岩螺殼體標本(TP1L2)在 M1 和 M2 取樣方式之碳、氧平均同位素數值之間是否存在顯著性差異。.....	34
表 4.2、北竿白沙與南竿復興水體氧同位素數值與其鹽度、溫度和降雨量進行線性相關性分析(R^2)	40
表 4.3、南竿復興村現生螺類殼體之平均氧同位素數值以及採集季節.....	51
表 4.4、現生螺類殼體自頂端向殼口序列採樣，推測生長時期的夏天和冬天之氧同位素數值.....	51
表 4.5、亮島島尾 I 遺址中瘤岩螺殼體之平均氧同位素數值以及採集季節.....	57
表 4.6、亮島島尾 I 遺址瘤岩螺殼體自頂端向殼口序列採樣，推測所得生長時期的夏天和冬天之氧同位素數值(‰).....	58
表 4.7、亮島島尾 II 遺址中瘤岩螺殼體的氧同位素數值以及採集季節	59
表 4.8、亮島島尾 II 遺址瘤岩螺殼體自頂端向殼口序列採樣，推測所得生長週期的夏天和冬天之氧同位素數值(‰).....	63
表 4.9、現生螺類殼體、亮島島尾 I 遺址與亮島島尾 II 遺址瘤岩螺殼體標本之 Sr/Ca 比值與氧同位素數值進行線性相關性分析(R^2).....	66
表 4.10、現生螺類與遺址之瘤岩螺殼體碳、氧同位素數值.....	68
表 4.11、獨立樣本 T 檢定分析所得出現生螺類與島尾 I、II 遺址瘤岩螺殼體標本	

之碳、氧平均同位素數值之間是否存在顯著性差異。.....	70
表 4.12、現生螺類與遺址之瘤岩螺殼體夏天和冬天氧同位素數值.....	71
表 4.13、獨立樣本 T 檢定分析所得出島尾 I、II 遺址中貽貝(林楷和，2024)與瘤 岩螺殼體之碳、氧平均同位素數值之間是否存在顯著性差異。.....	72
表 4.14、獨立樣本 T 檢定分析所得出島尾 I、II 遺址中不同坑位或不同層位的貽 貝(林楷和，2024)與瘤岩螺殼體之碳、氧平均同位素數值之間是否存在顯著性差 異。.....	72



圖目錄

圖 1.1、約 2 萬年前以來全球海平面變化曲線， $\Delta\zeta_{\text{eust}}(\text{m})$ 是計算全球海平面變化值(取自 Fleming <i>et al.</i> , 1998)。	5
圖 1.2、臺灣全新世海平面變化曲線(取自張偉強和黃鎮國，1996)。	5
圖 1.3、福建沿海全新世區域性相對海平面變化曲線與鄰近區域相對海平面曲線及全球冰融等效海平面曲線(IESL)對比(取自王龍等人，2022)。	6
圖 1.4、(a)和(b)東海內陸地區岩芯 MZ01 底棲有孔蟲(CJ12-1011)Mg/Ca 值和 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線所得出氣候事件；(c)GISP2 冰芯 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線；(d)中國董哥洞 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線；(e)南海北部 17940 站浮游有孔蟲 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線(取自 Li <i>et al.</i> , 2015)。	7
圖 1.5、(A)綠色線為中國董哥洞石筍的 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線；黃色區域為弱季風事件所對應北大西洋冰筏沉積事件；灰色區域為其餘弱季風事件。(B)樣本年代與深度的線性關係(取自 Wang <i>et al.</i> , 2005)。	8
圖 1.6、卡里亞科盆地的沉積岩記錄以及格陵蘭 GISP2 冰芯 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線；灰色區域為湖泊大量排放淡水而造成 8.2k 事件；黑色垂直虛線為湖泊排放淡水事件的時間(距今 8470 年前)(取自 Barber <i>et al.</i> , 1999)。	8
圖 1.7、亮尾島尾 I、II 遺址(取自陳仲玉等人，2013)。	11
圖 1.8、推估亮島距今 8000 到 7000 年前的陸域範圍(採自邱鴻霖等人，2015)。	14
圖 2.1、海水樣本的兩個採集地點，現生螺類標本僅於南竿復興村採集。	15
圖 2.2、亮島島尾 I 遺址五個深坑(TP1~TP5)發掘，以及兩個墓葬之地(M01、M02)的位置。(取自陳仲玉等人，2016)。	17
圖 2.3、亮島島尾 II 遺址四個深坑的發掘位置 (取自陳仲玉等人，2016)。	18
圖 2.4、2021 年至 2023 年所監測馬祖連江縣的海溫和馬祖測站監測的降雨量(取自中央氣象署馬祖懸浮標測站以及地面測站)。(1)馬祖連江縣浮標 a (位於 N26°16', E120°51')監測的月平均海溫，(2)馬祖連江縣浮標 b (位於 N26°16', E119°94')監測的月平均海溫，(3)馬祖地面測站所測的月平均降雨量。	19

圖 2.5、亮島島尾 I 遺址標本 <i>Reishia luteostoma</i> 。	20
圖 2.6、蚵岩螺(疣荔枝螺) 從受精卵到稚螺的生長形態及各階段情況(取自田傳遠等人, 2020)。a.卵囊; b.受精卵; c.排出極體; d.胚盤形成; e. 2 細胞期; f. 4 細胞期; g. 8 細胞期; h. 16 細胞期; i. 32 細胞期; j.多細胞期; k.囊胚期; l.原腸期; m-n.膜內擔輪幼蟲期; o-q.膜內面盤幼蟲; r.孵出幼蟲後的卵囊; s.前期面盤幼蟲; t.後期面盤幼蟲; u.後期面盤幼蟲(變態期幼蟲); v.稚螺。	21
圖 3.1、拉曼光譜儀(國立臺灣博物館)。	24
圖 3.2、超微氣相氣相比例質譜儀與 Gilson 自動分析儀(國立臺灣師範大學)。	25
圖 3.3、Picarro® L2120-i 儀器之 WS-CRDS 技術原理(引用 Jung <i>et al.</i> , 2013)。	26
圖 3.4、感應耦合電漿發射光譜儀(國立臺灣師範大學)。	27
圖 4.1、現生標本(202110)取樣方式正面(左圖)、反面(右圖)(黑色標示點), 從頂端沿着螺肋的方向取樣(橘色箭頭; M1), 從頂端沿著殼體平面取樣(藍色箭頭; M2)。	29
圖 4.2、現生標本與遺址標本殼體不同取樣方法所得碳氧同位素成份分佈圖; M1: 自殼體頂端(0mm)沿着螺肋處取樣, M2:自頂端沿著殼體平面取樣;(紅色線)Wang and Peng(1990)在臺灣海以軟體動物數據所制定出之海洋訊號和淡水訊號。	29
圖 4.3、202110 標本的兩種取樣方式所得碳同位素數值, M1:自殼體頂端(0mm)沿着螺肋處取樣, M2:自頂端沿著殼體平面取樣。	30
圖 4.4、202110 標本的兩種取樣方式所得氧同位素數值, M1:自殼體頂端(0mm)沿着螺肋處取樣, M2:自頂端沿著殼體平面取樣。	31
圖 4.5、島尾 I 遺址 TP1L2 標本的兩種取樣方式所得碳同位素值數值, M1:自殼體頂端(0mm)沿着螺肋處取樣, M2:自頂端沿著殼體平面取樣。	32
圖 4.6、島尾 I 遺址 TP1L2 標本的兩種取樣方式所得氧同位素數值, M1:自殼體頂端(0mm)沿着螺肋處取樣, M2:自頂端沿著殼體平面取樣。	32
圖 4.7、亮島島尾 I 遺址瘤岩螺殼體, 取樣方式正面(左圖)、反面(右圖)(黑色標示	

點)：從頂端沿着螺肋的方向取樣(紅色箭頭)。	33
圖 4.8、亮島島尾 I 遺址殼體標本的拉曼光譜分析結果。	35
圖 4.9、亮島島尾 II 遺址和現生殼體標本的拉曼光譜分析結果。	35
圖 4.10、中國東部及東南部沿海地區河流區域(閩江、長江、椒江、木蘭溪)以及馬祖地區(南竿、北竿、亮島)(取自 Google Map)。	37
圖 4.11、2021 年 8 月份至 2023 年 10 月份北竿白沙與南竿復興村水體標本氫、氧同位素數值分佈圖。紅色線為馬祖天水線(取自彭宗仁，2017)；紫色圓點及紫色線為南竿復興村水體數據；黑色圓點及黑色線為北竿白沙碼頭水體數據。(修改自林楷和，2024)。	38
圖 4.12、2021 年 8 月份至 2023 年 10 月份北竿白沙碼頭所記錄的水體各數值。黑色倒三角形為水體的氧同位素，紅色三角形為水體的溫度，綠色正方形為水體的鹽度，藍色柱狀線為馬祖地區地表測站所記錄的每日降雨量(修改自林楷和，2024)。	39
圖 4.13、2021 年 8 月份至 2023 年 10 月份南竿復興村所記錄的水體各數值。黑色倒三角形為水體的氧同位素，紅色三角形為水體的溫度，綠色正方形為水體的鹽度，藍色柱狀線為馬祖地區地表測站所記錄的每日降雨量(修改自林楷和，2024)。	40
圖 4.14、現生螺類殼體的碳、氧同位素數值分佈圖；紅色線為 Wang and Peng(1990)在臺灣海以軟體動物數據所制定出之海洋訊號和淡水訊號。	42
圖 4.15、2021 年 8 月份至 2023 年 10 月份南竿復興村所紀錄的水體溫度、水體氧同位素、水體鹽度、馬祖每日地面測站的降雨量、殼體理論平衡氧同位素數值與現生螺類殼體氧同位素數值；黑色線為殼體理論平衡氧同位素數值，紫色線為現生螺類殼體氧同位素數值，綠色點為南竿水體氧同位素數值，紅色線為水體溫度，深藍色線為水體鹽度，淺藍色柱狀體為馬祖每日地面測站的降雨量。	43
圖 4.16、四分位法所定義季節的區間(引用 Prendergast <i>et al.</i> , 2016)。	44

圖 4. 17、現生殼體 202308、202309、202310 運用四分位法所辨別的採收季節； 殼體理論氧同位素值數所得出的四分位法(紅色線)；單一殼體氧同位素數值所得 出的四分位法(紫色線)。	45
圖 4. 18、亮島島尾 II 遺址中 TP3 坑的殼體運用四分位法所辨別的採收季節；殼體 理論氧同位素值數所得出的四分位法(紅色線)；單一殼體氧同位素數值所得出的 四分位法(紫色線)。	47
圖 4. 19、202110、202202、202303 月份所採集的現生螺類殼體從殼頂到殼口所 紀錄的氧同位素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論平衡 氧同位素值數所得出的四分位法之 25%及 75%數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數 值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。	49
圖 4. 20、202308、202309、202310 月份所採集的現生螺類殼體從殼頂到殼口所 紀錄的氧同位素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論平衡 氧同位素值數所得出的四分位法之 25%及 75%數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數 值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。	50
圖 4. 21、亮島島尾 I 遺址碳、氧同位素數值分佈圖；紅色線為 Wang and Peng(1990)在臺灣海以軟體動物數據所制定出之海洋訊號和淡水訊號。	52
圖 4. 22、亮島島尾 I 遺址 TP1 坑中 3 隻瘤岩螺殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位 素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論平衡氧同位素值數 所得出的四分位法之 25%及 75%數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭 頭為冬天氧同位素數值。	54
圖 4. 23、亮島島尾 I 遺址 TP3 坑中 3 隻瘤岩螺殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位 素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論平衡氧同位素值數 所得出的四分位法之 25%及 75%數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭 頭為冬天氧同位素數值。	55
圖 4. 24、亮島島尾 I 遺址 TP4 坑中 3 隻瘤岩螺殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位	

素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論平衡氧同位素值數所得出的四分位法之 25%及 75%數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。	56
圖 4.25、亮島島尾 II 遺址碳、氧同位素數值分佈圖；紅色線為 Wang and Peng(1990)在臺灣海以軟體動物數據所制定出之海洋訊號和淡水訊號。	59
圖 4.26、亮島島尾 II 遺址 TP3 坑中 3 隻瘤岩螺殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論氧同位素值數所得出的四分位法之 25%及 75%數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。	61
圖 4.27、亮島島尾 II 遺址 TP4 坑中 3 隻瘤岩螺殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論氧同位素值數所得出的四分位法之 25%及 75%數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。	62
圖 4.28、馬祖南竿復興村現生螺類殼體(202309)距殼頂 Sr/Ca 比值與氧同位素數值對照圖。	65
圖 4.29、亮島島尾 I 遺址瘤岩螺殼體(TP4L1_Aa) 距殼頂 Sr/Ca 比值與氧同位素數值對照圖。	65
圖 4.30、亮島島尾 II 遺址瘤岩螺殼體(TP3L3_2c)距殼頂 Sr/Ca 比值與氧同位素數值對照圖。	66
圖 4.31、亮島距今 8000 年前海域水深範圍(GMT)。紅色線區域為海平面下降各 0 至 20 公尺的等深線所出露的陸地範圍	68

第一章、緒論

1.1 前言

從 18 世紀中期的工業時代不斷發展到現今，雖然已改善了人類的生活方式以及促進了城市的發展，但同時也不斷造成自然環境破壞以及資源減少，以及大量的溫室氣體不斷被排出，從而使全球氣候暖化，造成許多極端氣候的出現(Reader, 2021)。為了推測出未來氣候變遷程度，需要結合古環境來進行預測或對比，不僅要觀測現代氣候的變化，同時也要利用不同材料，例如石筍(Wang *et al.*, 2005)、珊瑚骨骼(Beck *et al.*, 1992)、矽藻化石(Berner *et al.*, 2008)、有孔蟲(Li *et al.*, 2015)、冰芯(Rasmussen *et al.*, 2008)等自然材料所記錄到環境訊號來重建古環境。除了實際環境記錄，也可使用模式模擬方式研究環境變遷，例如李新周和劉曉東(2020)利用南極的冰芯記錄和地球系統模式(CESM1.2)去重建古環境和預測未來東亞地區環境，設定該地區環境在某些因素(例如人類活動等)下如何變化，以及整個地區的古環境和未來(季風強弱、降水、溫度等)作對比。溫度為分析古環境參數中重要的一環，我們可以用穩定同位素的方法去測量古溫度，利用石筍、冰芯等材料的碳、氧同位素的變化，可以推估十年尺度、百年尺度或千年尺度下氣候的變化 (Rasmussen *et al.*, 2008 ; Wang *et al.*, 2005)。

現今許多考古遺址不斷被發掘與研究，我們從中了解遺址內有許多材料可以用來重建古環境 (例如：Schöne *et al.*, 2007 ; Padgett *et al.*, 2019 ; Prendergast *et al.*, 2016)，甚至提供進一步了解如：農業的發展、食物的獲取、居住環境、時間、生存方式、文化等人類活動資訊，其中貝塚內的貝類殼體是許多學者的首選研究材料之一，分析貝塚中生物殼體穩定穩定碳氧同位素成份，可以探討考古遺址當時的氣候環境，再與現今該遺址地區的氣候進行對比，可了解該地區從過去到現今的氣候變化(Prendergast *et al.*, 2016 ; Yanes *et al.*, 2012)。

1.2 穩定同位素原理與應用

生物的碳酸鹽殼體形成時，會保存其生活水體的同位素紀錄，由於碳酸鹽類礦物與水體之間的同位素交換(分餾過程)過程會受到溫度影響，故在水體較低溫時， ^{18}O (較重的氧同位素)會傾向進入碳酸鹽類殼體中， ^{16}O (較輕的氧同位素)則傾向停留在水體中，導致於低溫生成之碳酸鹽殼體的氧同位素比值會較高，反之而當水體較高溫時，則碳酸鹽殼體中氧同位素比值會較低(Urey, 1947; Urey *et al.*, 1951)。短時間尺度而言，水體在蒸發、降雨速率等不同環境條件下，氧同位素 ^{18}O 與 ^{16}O 比值會有所不同，在水體蒸發時，會造成鹽度的增加，同時因為把較多的 ^{16}O 氧同位素以水蒸汽的方式帶走，留下較多的 ^{18}O 氧同位素於水體，所以殘留水體的氧同位素數值較高。一般而言，降雨及其形成之水的氧同位素數值比海水的氧同位素數值小，導致若沿岸水體如有淡水流入或降雨的增加，便造成沿岸水體的鹽度降低以及 ^{16}O 氧同位素的增加，讓沿岸水體的氧同位素數值降低(Epstein *et al.*, 1953; Geary *et al.*, 1989; Grossman and Ku, 1986)。

海水中的穩定碳氧同位素成份可被記錄在其中形成的碳酸鹽類礦物或生物殼體之中，而我們可以透過碳酸鹽類標本所記錄到的氧同位素，透過氧同位素平衡方程式推估出當時環境的海水溫度，重建不同年代之古溫度。相同條件下，碳酸鹽類標本的氧同位素成份會因礦物組成成份不同而有所不同，所以要應用相呼應的氧同位素溫度平衡方程式進行計算溫度。例如，若為方解石質標本，該殼體氧同位素與水體氧同位素達到平衡時，可由以下方解石的氧同位素溫度平衡方程式計算溫度(Hays and Grossman, 1991):

$$T(^{\circ}\text{C}) = 15.7 - 4.36(\delta^{18}\text{O}_{\text{calcite}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{w,SMOW}}) + 0.12(\delta^{18}\text{O}_{\text{calcite}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{w,SMOW}})^2$$

若為霏石質標本，該殼體氧同位素與水體氧同位素達到平衡時，則以霏石質的溫度平衡方程式計算溫度(Hudson and Anderson, 1989):

$$T(^{\circ}\text{C}) = 19.7 - 4.34(\delta^{18}\text{O}_{\text{aragonite}} - \delta^{18}\text{O}_{\text{w,SMOW}})$$

其中 T ，為殼體生長時的水體溫度，單位為 $^{\circ}\text{C}$ ； $\delta^{18}\text{O}_{\text{Calcite}}$ / $\delta^{18}\text{O}_{\text{Aragonite}}$ 是相對應

礦物組成的碳酸鹽類標本，生長在 $T^{\circ}\text{C}$ 時與環境水體同位素達平衡時的氧同位素數值； $\delta^{18}\text{O}_{\text{w,SMOW}}$ 是環境水體相對標準平均海水(S-MOW)的氧同位素數值。

水體中的碳同位素比值的變化，與海水中溶解無機碳(DIC)及有機碳的分解有關(Farquhar et al., 1989; Saltzman and Thomas, 2012)。植物會因為不同的光合作用方式，其所吸收的 ^{12}C 和 ^{13}C 比例不同而影響了其有機物的碳同位素數值。例如 C3 光合作用的植物(小麥、豆類等)偏好吸收較多 ^{12}C ，造成碳同位素值較低(平均約為-26‰)，而 C4 光合作用的植物(玉米、甘蔗等)偏好吸收較多的 ^{13}C (平均為-13‰；O'Leary, 1988)，造成碳同位素值比 C3 植物較高。溶解在海洋中的無機碳同位素數值會受到大氣 CO_2 與海表水體相互作用、浮游植物光合作用，以及海洋生物死亡沉積所分解出的無機碳同位素成份影響。如果海水中浮游植物光合作用增加時，會讓海水中基礎生產力較強，大量吸收水中之 ^{12}C ，該水中所殘餘(DIC)之碳同位素值較高。一般而言，較強基礎生產力會伴隨着大量的有機物的生成，而這些有機物最後會沉降到深海處並分解釋放出大量 ^{12}C ，讓深海中的 DIC 碳同位素數值較低，如海表中浮游植物光合作用減少、較弱的基礎生產力或海水湧升作用較強時，則會使表層海水中 DIC 的碳同位素值降低。

1.3 末次冰盛期至今的古環境概況

已知在末次冰盛期(LGM)的全球海平面最低可比現代海平面低約 120 公尺，距今 2 萬至 1 萬 8 千年前末次冰盛期的寒冷氣候開始逐漸減弱，冰川開始融解，而逐漸造成全球海平面開始以平均每千年 6 公尺的速率逐漸上升，甚至在 1 萬 5 千年至 6 千年前開始加速上升，此時全球以平均每千年 10 公尺的速率上升，快速上升的現象持續到距今約 6 千年前結束，至此海平面趨向穩定(Fleming et al., 1998) (圖 1.1)。

因各地區域地體構造條件不同，導致各地區相對海平面高度有異，根據張偉強和黃鎮國(1996)在臺灣的北部海岸、釣魚列島、西北部和西南部海岸、恆春半島、

琉球島嶼以及東部海岸之珊瑚礁、珊瑚碎屑、牡蠣殼體、海相貝殼砂、木頭、海灘泥炭和海灘岩等不同材料之研究，重建臺灣全新世海平面的變化，發現距今 8000 至 5000 年前期間，臺灣沿海地區的相對海平面出現快速上升和快速下降的過程，其中兩次快速上升時期為距今 7360 年前(西南部海岸的虎頭碑海侵，海平面高度為-2.4 公尺)和距今 5190 年前(西南部海岸的虎頭碑：楓港期海侵，海平面高度為 3.2 公尺)，而其中一次快速下降是在約距今 6000 年前(海平面高度為-9.4 公尺)，可以發現臺灣週遭海平面在距今 7900 至 7400 年前時期較現今低約 2 到 6 公尺 (圖 1.2)。

在福建沿海地區中，根據樣品之岩性、沉積構造、生物化石以及其他材料(含有孔蟲、硅藻、孢粉等)，王龍等人(2022)重建距今 1 萬 2 千年前至現今的相對海平面記錄，可觀察到距今 7000 年前之前海平面呈現快速上升(由海平面約-23.55 公尺上升至約-1.5 公尺)且速率較快，而在距今 7000 至 4000 年前之間則海平面緩慢上升中。王龍等人(2022)同時也與珠江三角洲、新加坡、冰融等效海平面曲線及全球平均海平面變化比較，發現福建與珠江、新加坡之相對海平面變化趨勢一致；與冰融等效海平面曲線及全球平均海平面變化的趨勢相似，但有着偏差(圖 1.3)，而這偏差說明冰川融化只是影響海平面的因素之一。

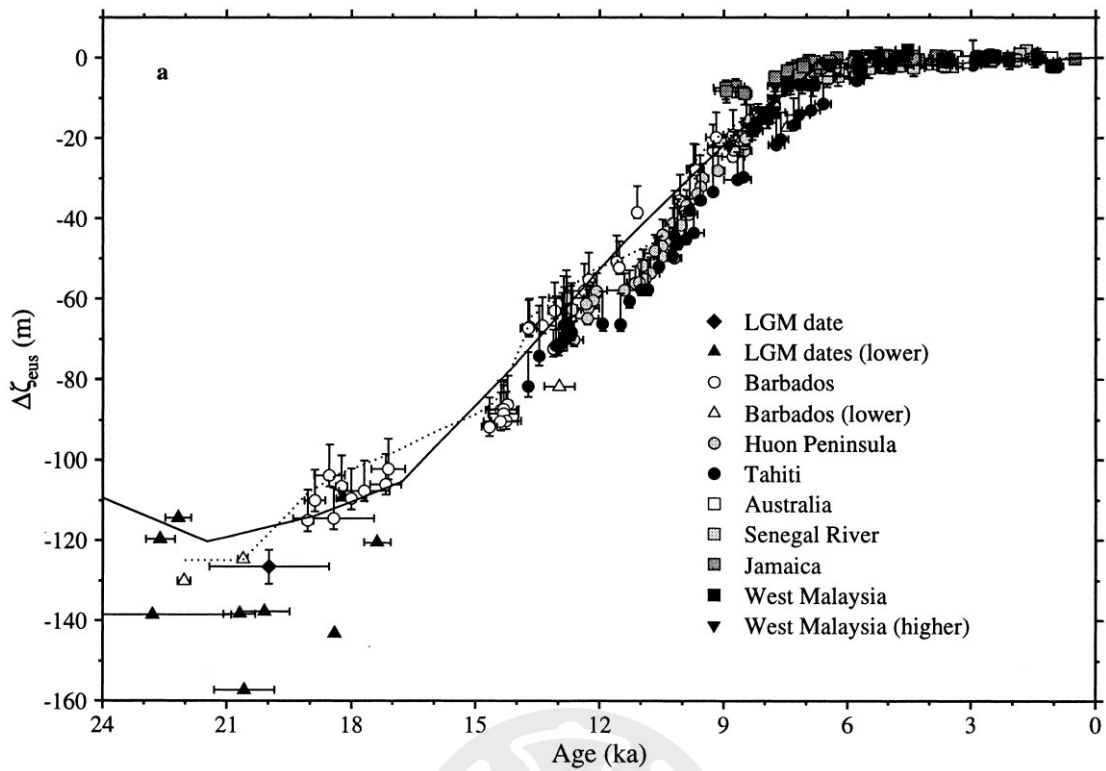


圖 1.1、約 2 萬年前以來全球海平面變化曲線， $\Delta\zeta_{eus}$ (m)是計算全球海平面變化值(取自 Fleming *et al.*, 1998)。

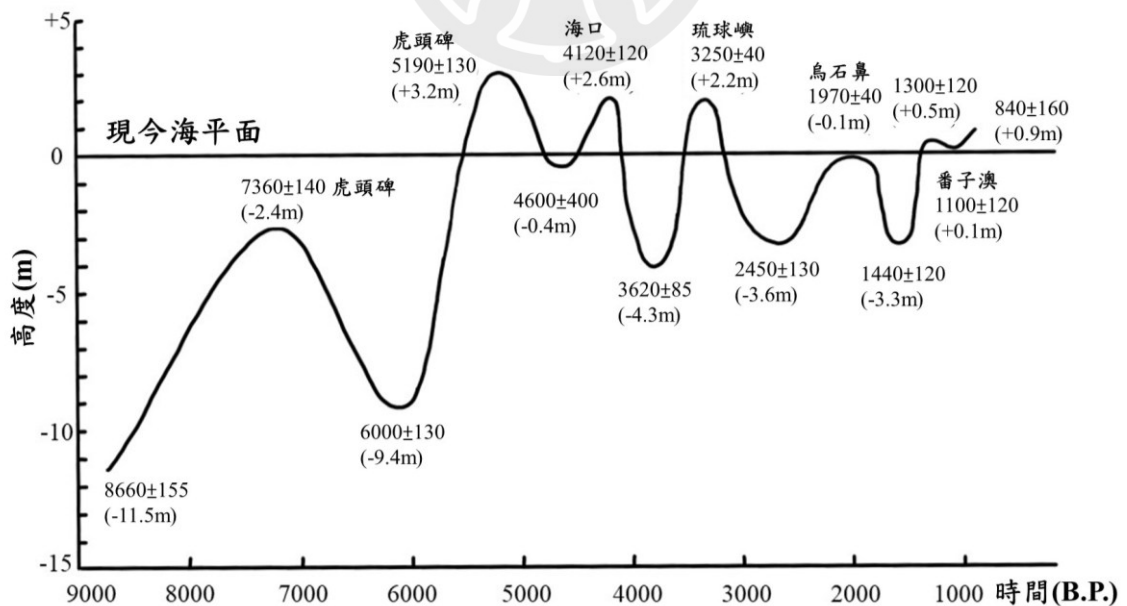


圖 1.2、臺灣全新世海平面變化曲線(取自張偉強和黃鎮國，1996)。

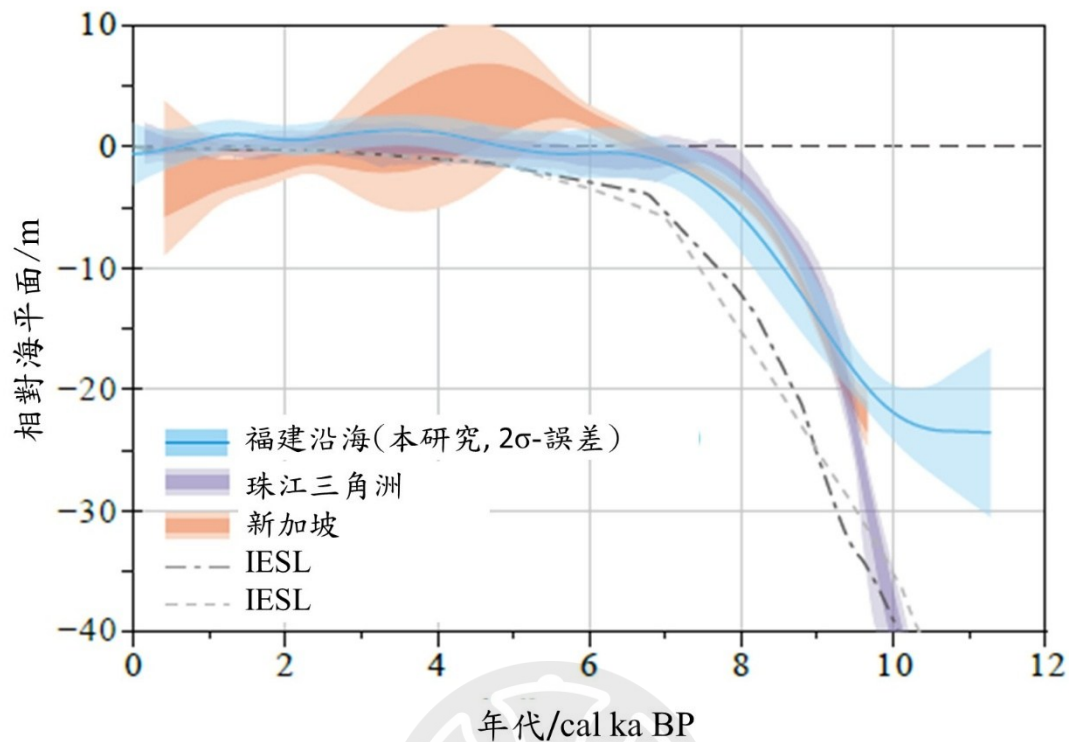


圖 1.3、福建沿海全新世區域性相對海平面變化曲線與鄰近區域相對海平面曲線及全球冰融等效海平面曲線(IESL)對比(取自王龍等人，2022)。

全新世除了海平面有所變化，我們還可以透過海洋岩芯、孢粉、石筍、有孔蟲等材料所記錄到環境資訊，得知在全新世時期整體氣候開始回暖(全新世暖期)，其溫度較現今為高(秦小光等人，2015；余克服，2012；李帥麗等人，2020；于俊杰等人，2021；馬春梅等人，2018；溫孝勝等人，1999；樂遠福等人，2016；何元慶等人，2003)，但對於全新世暖期的時間範圍及其間之氣候條件會因不同研究地點及材料而不同。全新世暖期期間大致約為距今 9000 至 2000 年前。綜合中國沿海地區岩芯以及有孔蟲研究的，結果在全新世暖期期間有距今約 400、1400、2800、4200、5900、8100(8.2ka BP 事件)、9400 以及 11100 年前共八次的寒冷事件(Li *et al.*, 2015)(圖 1.4)，另中國南方董哥洞中石筍則記錄到距今 500、1600、2700、4400、5500、6300、7200 以及 8300(8.2ka BP 事件)年前，共八次弱季風事件 (Wang *et al.*, 2005)(圖 1.5)。這些弱季風事件間隔約為 1200 年，而寒冷事件和弱季風事件，

可能都與北大西洋岩芯所記錄到冰筏碎屑(IRD, Ice-Rafted Debris events)事件有關。冰筏碎屑事件是陸源碎屑物藉由浮冰或冰川夾帶漂至上，於冷川融解後，碎屑物沉積在海底的現象，經常被用來作為氣候寒冷的指標。

中國沿海地區所記載的古環境資訊都有明顯的 8.2ka BP 事件(Li *et al.*, 2015; Yang *et al.*, 2015)。根據加勒比海之(Cariaco)卡里亞科盆地的沉積物所記錄之灰階(受沉積物密度、顆粒粒徑、孔隙等因素所造成)數值呈現在約距今 8200 年前(快速降低)高緯度溫度低導致風速增加與格陵蘭冰芯之氧同位素數值快速下降一致，同時也發現在當時(約距今 8470 年前)有湖泊大量排放淡水，得知 8.2ka BP 事件因大量的淡水匯入，降低了海水的鹽度並影響整個海洋環境(Barber *et al.*, 1999; Alley and Ágústsson, 2005)；造成 8.2ka BP 事件出現快速降溫以及乾燥的氣候環境(圖 1.6)。

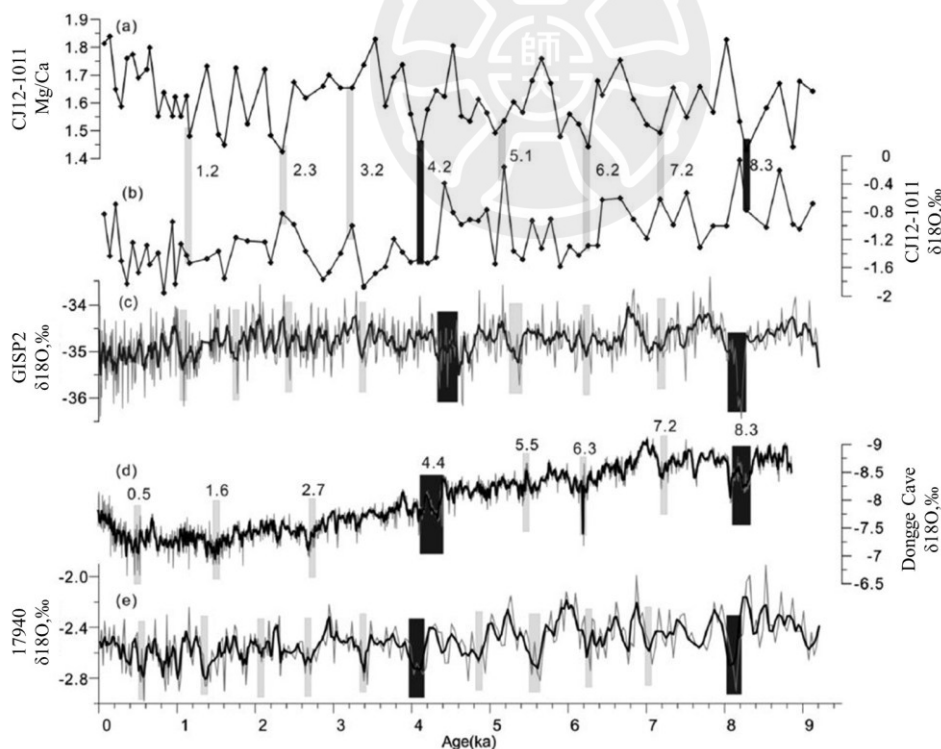


圖 1.4、(a)和(b)東海內陸地區岩芯 MZ01 底棲有孔蟲(CJ12-1011)Mg/Ca 值和 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線所得出氣候事件；(c)GISP2 冰芯 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線；(d)中國董哥洞 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線；(e)南海北部 17940 站浮游有孔蟲 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線(取自 Li *et al.*, 2015)。

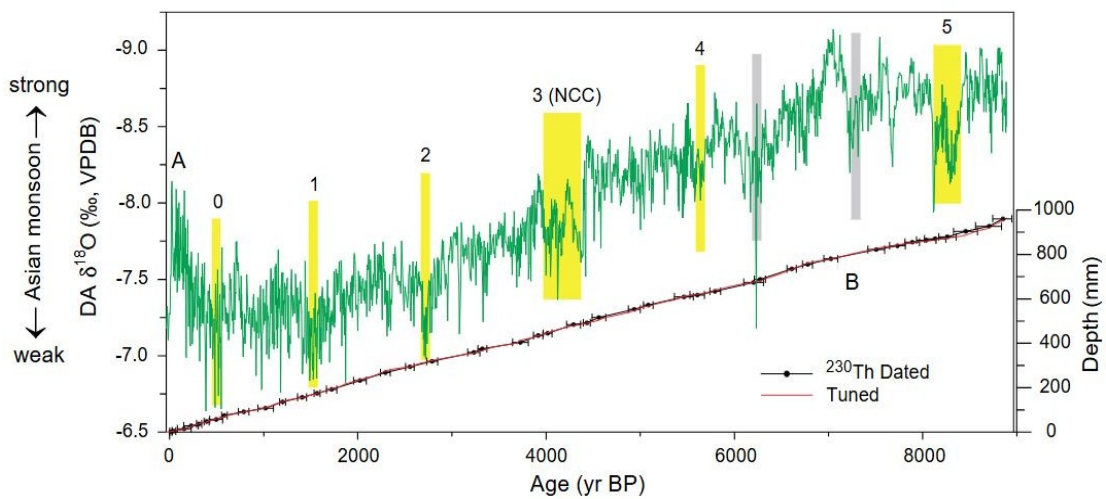


圖 1.5、(A)綠色線為中國董哥洞石筍的 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線；黃色區域為弱季風事件所對應北大西洋冰筏沉積事件；灰色區域為其餘弱季風事件。(B)樣本年代與深度的線性關係(取自 Wang *et al.*, 2005)。

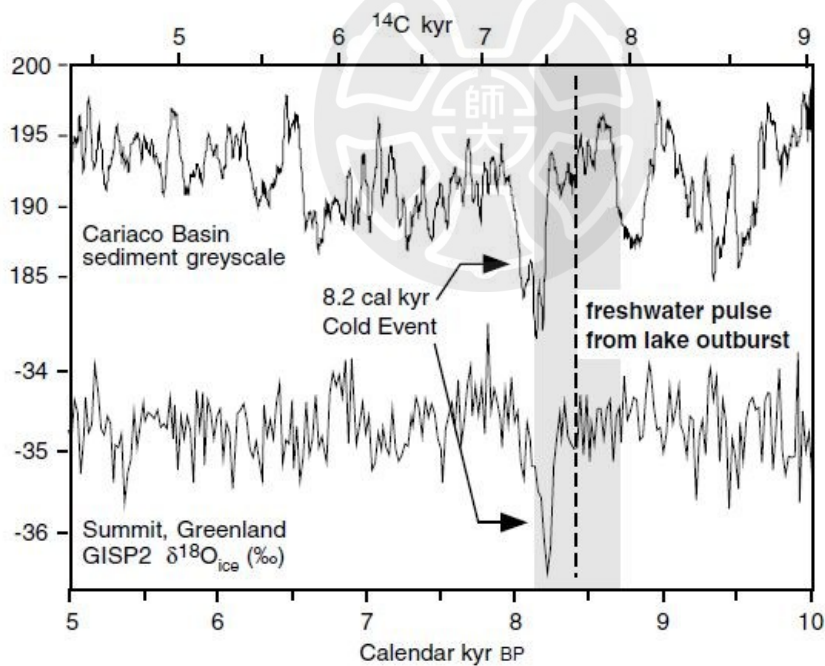


圖 1.6、卡里亞科盆地的沉積岩記錄以及格陵蘭 GISP2 冰芯 $\delta^{18}\text{O}$ 值曲線；灰色區域為湖泊大量排放淡水而造成 8.2k 事件；黑色垂直虛線為湖泊排放淡水事件的時間(距今 8470 年前)(取自 Barber *et al.*, 1999)。

亞洲地區的氣候主要受到東亞季風所影響，東亞季風主要分為夏季風和冬季風，夏季風以熱帶輻合帶(ITCZ)為動力，把太平洋和印度洋的暖濕氣團帶入到內陸，為內陸帶大量的降雨；而冬季風則從亞洲內陸區域(西伯利亞等以北地區)的高壓氣團往海岸邊傳送，高壓氣團所帶來的則是乾冷的空氣，同時冬季風讓沿海地區降雨量下降。在全新世期間中，東亞季風也有着顯著的變化，根據中國董哥洞石筍及索馬利亞外海岩芯浮游有孔蟲的氧同位素值，顯示夏季風的強弱主要受太陽輻射所影響(Wang *et al.*, 2005; Jung *et al.*, 2004)，太陽輻照度高，夏季風就強，如果太陽輻照度低，則夏季風就弱。冬季風則是根據浙江省沿海地區海洋岩芯懸浮顆粒的研究，表示太陽黑子活動會影響冬季風的強弱，太陽黑子的減少導致冬季風的增強(Xiao *et al.*, 2006)。根據閩江下游的孢粉研究分析得知，在距今約 9000 到 7500 年前主要是以高溫潮濕的氣候為主，而當時的溫度比現今較高；另根據淮河地區地層和索馬利亞外海地區岩芯的分析得知，在約 11600 年前氣候較冷濕且冬季風較強，在約 11600 到 1800 年前的氣候模式是以暖濕與冷乾期的相互交替，冬季風一直處於減弱的狀態，但寒冷事件中，冬季風還是較夏季風強(Jung *et al.*, 2004; 秦小光等人, 2015; 李新周和劉曉東, 2020)。而根據南海地區的珊瑚 Sr/Ca 比值溫度代用指標的研究顯示距今約 7500 到 7000 年前冬季風較強，導致夏天的溫度與 20 世紀 90 年代之夏天溫度相似，冬天的溫度則比 20 世紀 90 年代之冬天溫度低約 2 到 3℃。約在距今 6800 到 5000 年前之冬天的溫度與 20 世紀 90 年代冬天溫度相似，夏天的溫度則比 20 世紀 90 年代之夏天溫度高 1 到 2℃，但全新世的高溫時期並不能持續很久(余克服, 2012)。

1.4 馬祖亮島島尾遺址研究

島尾遺址位於在臺灣西北處馬祖列島中的亮島，島上有五個遺址，其中在亮島島尾處就有四個遺址，因發掘的時間以及遺址之間的距離相近，故分為島尾 I 遺址、島尾 II 遺址、島尾 III 遺址以及島尾 IV 遺址。島尾 III 遺址和島尾 IV 遺址目前還沒有發掘完善，故本論文僅以對島尾 I 遺址和島尾 II 遺址螺類材料為研究主題(圖 1.7)，島尾 I 及 II 兩處遺址所挖掘出土的大量遺物，可分為陶質、石質、骨質、貝質遺物等四大類(陳仲玉等人，2013；2016)，其中更在島尾 I 遺址中發現男性(M01)和女性(M02)各 1 具遺骸，兩具遺骸通過 mtDNA 序列分析，結果顯示其與南島語族群有較高親緣關係。根據陳仲玉等人 2013 年和 2016 年報告中挑選島尾 I 遺址的 13 件樣本(包含貝類、木炭、人骨)和島尾 II 遺址的 6 件貝類樣本，分別送往臺灣大學地質科學系加速器質譜儀實驗室與美國 BETA 實驗室進行 AMS 碳十四定年分析(表 1.1；表 1.2)。陳仲玉等人(2013，2016)著重於「亮島人」年代，故根據島尾 I 遺址中 5 件(人骨、木炭)材料之定年得知人類活動年代在距今 8300 至 7400 年間，但本研究著重於遺址貝類所記錄之古環境，故採用於 TP1-L6(標本代號為 NTU-5605)、TP2-L2(標本代號為 NTU-5612)以及 TP3-L8(標本代號為 NTU-5760)層位之貝類定年結果；而島尾 II 遺址則是採用於 TP1-L4(標本代號為 NTU-5712)及 TP3-L3-2(標本代號為 NTU-5709)層位之貝類定年結果。所以本論文所討論之島尾 I 及島尾 II 遺址的定年分別在距今約 7900 至 7300 年前和距今約 5800 至 5100 年前。

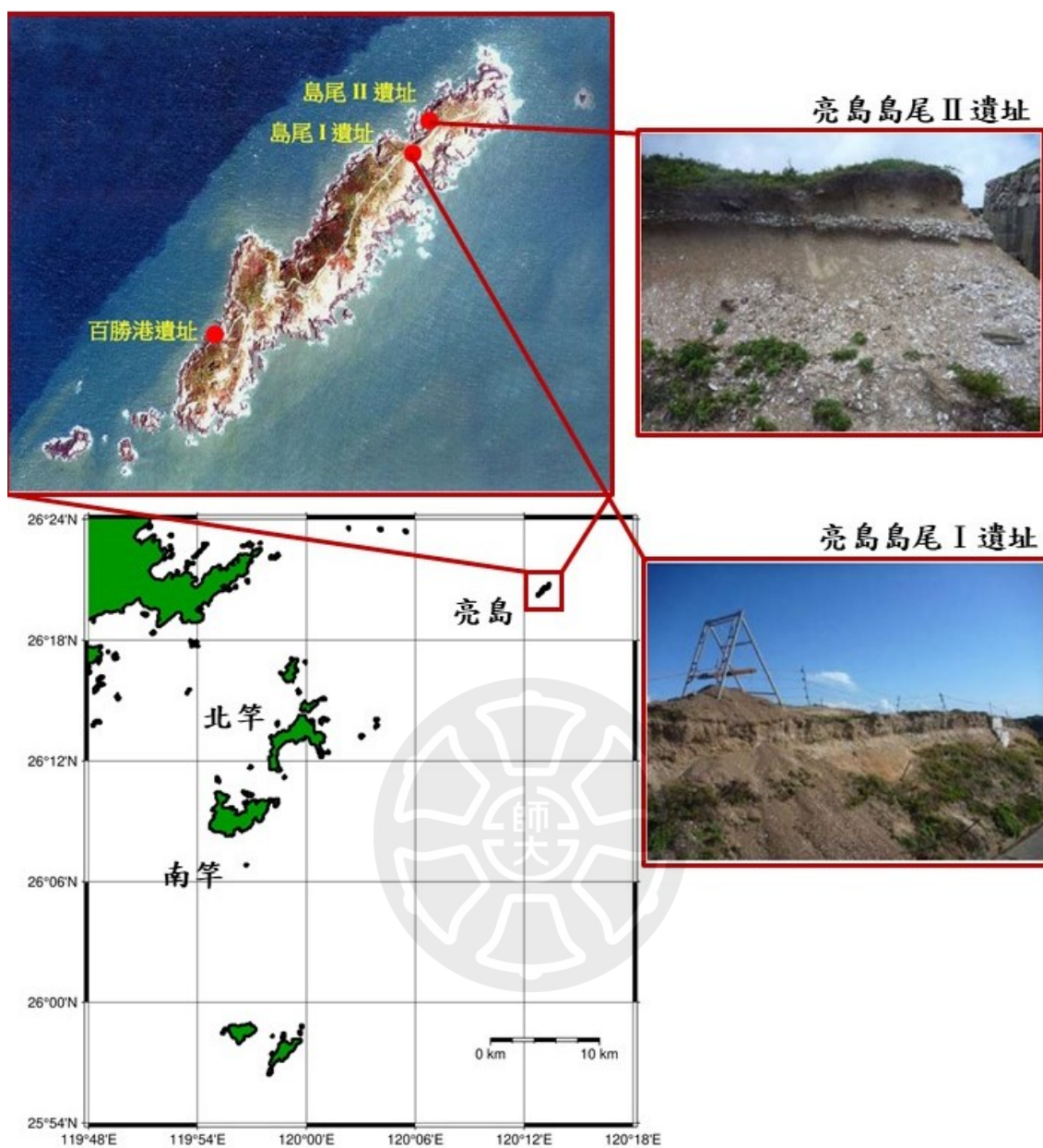


圖 1.7、亮尾島尾 I、II 遺址(取自陳仲玉等人，2013)。

表 1.1、亮島島尾 I 遺址碳十四定年法結果(取自陳仲玉等人，2013；陳仲玉等人，2016)

材料	標本代號	測定年代 (BP)	校正年代(BP cal.)	備註
貝殼	NTU-5566	7160±60	7675-7445	地表斷面採集
貝殼	NTU-5605	7300±60	7826-7571	發掘(TP1-L6)
貝殼	NTU-5612	6970±50	7511-7295	發掘(TP2-L2)
貝殼	NTU-5760	7160±50	7744-7537	發掘(TP3-L8)
貝殼	BETA-421842	6950±30	7500-7410	發掘(2016 年報告)
貝殼	NTUAMS-2233	7019±316	8170-7600	發掘(2016 年報告)
貝殼	NTUAMS-2307	7431±64	8330-8200	發掘(2016 年報告)
木炭	GX33672-AMS	6700±50	7660-7484	發掘(TP1-L4)
人骨	BETA-336243	6490±30	7590-7510	發掘(M02)
人骨	BETA-321640	7380±40	8329-8049	發掘(M01)
木炭	BETA-336244	6450±30	7430-7310	發掘(M02)
人骨	BETA-416484	6730±30	7620-7570	發掘(2016 年報告)
人骨	BETA-416485	7320±30	8185-8035	發掘(2016 年報告)

表 1.2、亮島島尾Ⅱ遺址碳十四定年法結果(取自陳仲玉等人，2013；陳仲玉等人，2016)

材料	標本代號	測定年代 (BP)	校正年代(BP cal.)	備註
貝殼	NTU-5606	7050±50	7625-7434	地表斷面採集
貝殼	NTU-5760	7160±50	7664-7462	發掘(2016 年報告)
貝殼	NTU-5712	5300±40	5751-5574	發掘(TP1-L4)
貝殼	NTU-5709	4330±50	5425-5074	發掘(TP3-L3-2)
貝殼	NTUAMS-2231	4410±98	5300-4760	發掘(2016 年報告)
貝殼	NTUAMS-2232	4707±212	5435-5295	發掘(2016 年報告)

邱鴻霖等人(2015)報告中，中國沿岸地區以及臺灣沿岸地區全新世海平面的變化已有初步了解，為更好了解馬祖亮島地區在全新世時期海平面的變化，根據中研院歷史語言研究所水下考古隊提供的地形高程圖(Navionics 電子海圖，序號 117U11MJ117U)，可繪製出亮島當時所出露的形態(圖 1.8)，顯示亮島當時為一個四面環海的島嶼，其與鄰近陸地邊緣相距約 20 至 30 公里，至亮島周遭海域水深應超過 10 公尺，但可以藉由簡易的木板到達，當時的亮島可能因潮汐出沒的潮澗帶所帶豐富資源，而增加了漁獵採集的可能性(邱鴻霖等人，2015)。

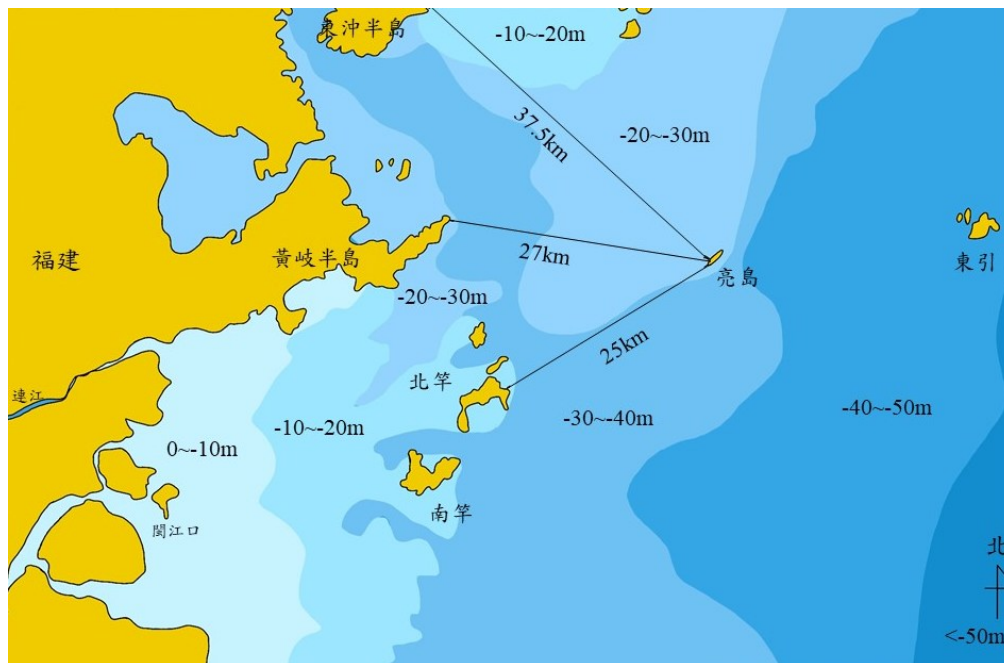


圖 1.8、推估亮島距今 8000 到 7000 年前的陸域範圍(採自邱鴻霖等人，2015)。

1.5 研究目的

本研究主要以馬祖亮島島尾 I、II 遺址瘤岩螺(*Reishia luteostoma*, Holten, 1802)殼體、馬祖南竿潮間帶地區所採集的現生螺類殼體，以及現今南竿地區海水標本材料，經由分析現生螺類殼體同位素數值與現今水體環境之間的相關性，探討現生螺類殼體同位素的季節性記錄，進而分析亮島遺址中瘤岩螺的碳氧同位素，以探究亮島地區過去距今約 7900 至 7300 及 5800 至 5100 年前之間的古環境及瘤岩螺採收季節。

第二章、研究區域及材料

2.1 研究地點

現生標本和水體標本的採集地點，為連江縣南竿鄉復興村的潮間帶與北竿鄉白沙碼頭(圖 2.1)。考古遺址樣本，則位於馬祖亮島島尾 I 遺址和亮島島尾 II 遺址(由連江縣政府文化處所提供)(圖 1.7)。

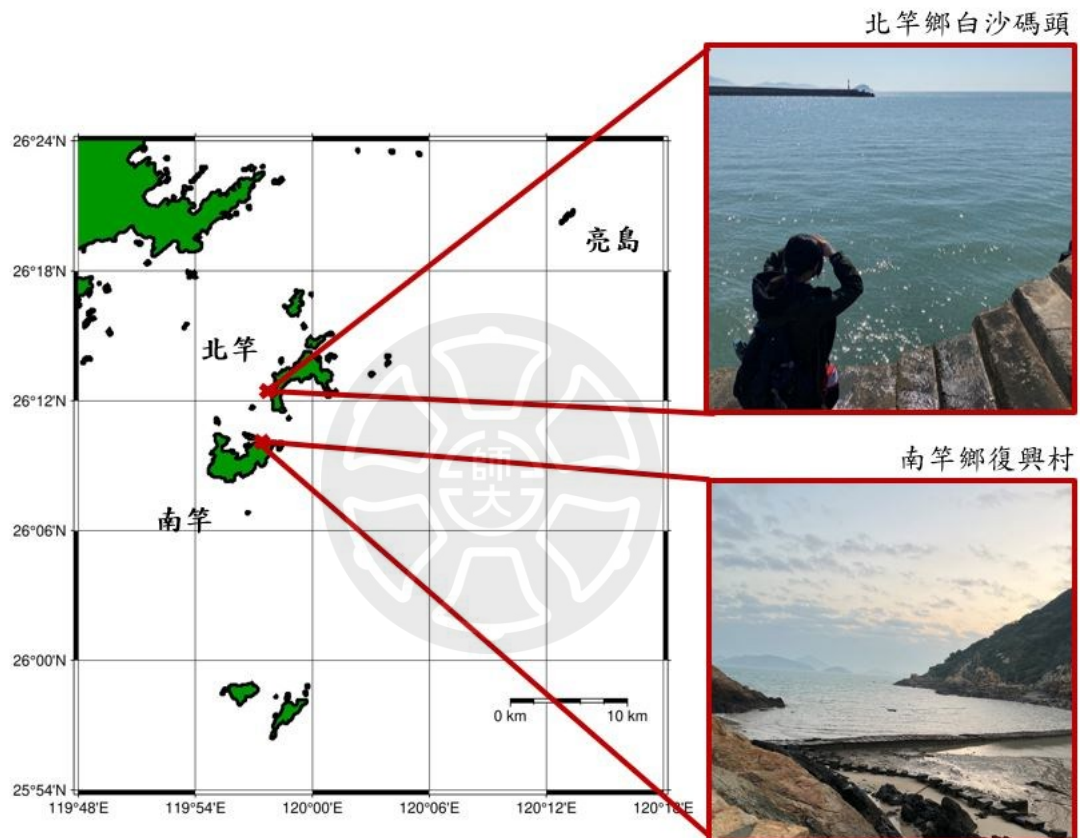


圖 2.1、海水樣本的兩個採集地點，現生螺類標本僅於南竿復興村採集。

2.1.1 考古遺址概況

從 2011 年開始，陳仲玉等人於馬祖亮島地區位於島尾處發掘出亮島島尾 I 遺址以及亮島島尾 II 遺址。亮島島尾 I 遺址共分為 TP1、TP2、TP3(包含 TP3E、TP3N)、TP4、TP5 五大矩形深坑(圖 2.2)，因島尾 I 遺址位於在擎天路與海岸懸崖之間，同時也為了保護遺址的完整性與發掘時的安全性，皆以地形走向而定位(根據觀察地形、地貌以及結構而進行定位)。TP2 是在 TP1 西側進行探坑，TP3 在 TP2 西側 1 公尺位置探坑，而 TP4、TP5 是在 TP3 的西南側間隔 0.5m 探坑。TP1 和 TP2 大小為 2m×1m 的坑位，TP3、TP4 和 TP5 的大小皆為 2m×1.2m 的坑位，其中 TP1、TP2、TP3 都用人工層位法去發掘，以 10cm 深度為一層，TP1 與 TP2 分為 L1~L6(共六層)，TP3 分為 L1~L8(共八層)。在 TP1、TP3 的第六層(L6)中發現人類骨骼，也是此次發掘的兩個墓葬之地(M01、M02)，遇到墓葬之地，為了更好觀察層位之間出土遺物，都改以自然層位法去進行發掘，因自然層位法是以每一層的自然堆積環境為一層，所以沒有固定的深度，在 TP3 的第七層和第八層繼續以人工層位法進行發掘。為了更好區分出不同地層中的遺物，所以 TP4、TP5 以自然層位法去發掘，TP4 與 TP5 分為 L1~L4(共四層)。在亮島島尾 I 遺址中，出土的遺留物中分別有陶質、石質、骨質、貝質，以 TP3 和 TP3N 出土的貝類數量最為密集，同時由中央研究院軟體動物實驗室的巫文隆教授進行鑑定貝類分類。



圖 2.2、亮島島尾 I 遺址五個深坑(TP1~TP5)發掘，以及兩個墓葬之地(M01、M02)的位置。(取自陳仲玉等人，2016)。

亮島島尾 II 遺址是繼亮島島尾 I 遺址後所發掘的，它共分為 TP1、TP2、TP3、TP4 四個深坑 (圖 2.3)，四個深坑皆為 2m×2m 的範圍，其中 TP1 和 TP2 是以人工層位法發掘，以 10cm 深度為一層，皆分為 L1~L7(共七層)；而 TP3 及 TP4 則是以自然層位法發掘，它們分別分為 L1~L4(共四層)及 L1~L5(共五層)。出土的遺留物與亮島島尾 I 遺址一樣，是分為陶質、石質、骨質、貝質四大類，多集中在 TP1、TP3 和 TP4 深坑中。



圖 2.3、亮島島尾 II 遺址四個深坑的發掘位置 (取自陳仲玉等人，2016)。

2.1.2 馬祖地區的現代環境

為了解馬祖地區現代氣候環境特徵，及其與生長其中之貝類殼體化學成份間之關係，以做為亮島遺址古環境的對照，自 2021 年至 2023 年間，本研究亦對南竿及北竿地區的現代降雨量、鹽度、溫度、海水標本等環境進行調查。根據中央氣象署 2021 年至 2023 年，所監測馬祖連江縣的月平均海溫和馬祖地面測站監測月平均降雨量數據進行分析(圖 2.4)，該地區屬於熱帶海洋型氣候，月平均降雨量最高不超過 200mm，顯示馬祖全年降雨量較少，並且因梅雨季節以及颱風的影響，基本上降雨量都集中在 5~8 月份，至於 10~1 月份的降雨量最少(枯水期)。從海洋溫度的資料，可得知高溫都集中在 7~9 月份，低溫集中在 12~3 月份，2021 年至 2023 年最高溫度約 28°C (2022 年 8 月份)，而最低溫度約 11.6°C (2022 年 2 月份)，兩者間相差約 16.4°C (資料來源：中央氣象署馬祖懸浮標測站)。

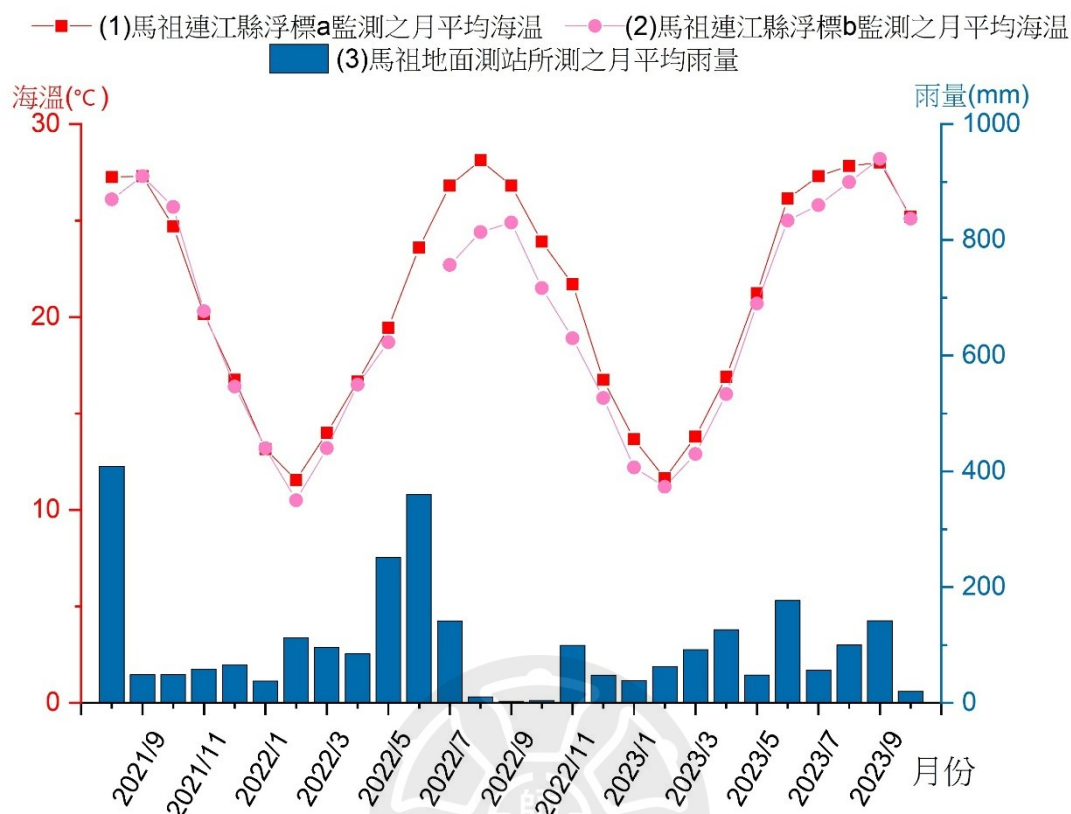


圖 2.4、2021 年至 2023 年所監測馬祖連江縣的海溫 and 馬祖測站監測的降雨量(取自中央氣象署馬祖懸浮標測站以及地面測站)。(1)馬祖連江縣浮標 a (位於 N26°16', E120°51') 監測的月平均海溫，(2)馬祖連江縣浮標 b (位於 N26°16', E119°94') 監測的月平均海溫，(3)馬祖地面測站所測的月平均降雨量。

2.2 研究材料

本研究所用的遺址貝類標本為瘤岩螺(*Reishia luteostoma*, Holten, 1802)(圖 2.5；表 2.2)，根據馬祖文化處所提供亮島島尾遺址殼體，本研究分析島尾 I 遺址的 TP1L1、TP1L2、TP1L4、TP3NL3、TP3NL5、TP3NL7、TP4L1_Aa、TP4L3_Aa、TP4L3_Ba 等 9 個標本以及島尾 II 遺址的 TP3L3_2c、TP3L3_2b、TP3L3_2bb、TP4L4_Bb、TP4L4_Bbb、TP4L4_Bbc 等 6 個標本，瘤岩螺大多生活在亞熱帶和熱帶沿海地區之潮間帶，殼體是由有三層交疊的霏石所形成，其外形呈螺旋狀或紡錘

形 (Tan and Liu, 2001)，外表長有瘤狀螺肋和細螺肋，且排列整齊，殼口內部是呈淡黃色或肉色，主要以雙殼類為食(蛤蜊、牡蠣等)。

瘤岩螺的生長過程與蚵岩螺(疣荔枝螺，學名為 *Reishia clavigera*)相同(表 2.1；圖 2.6)，也是由受精卵在卵袋(卵囊)中約 8~14 天發育成面盤幼蟲並孵出，面盤幼蟲後期時已有 3 個螺層的形態且用面盤和腹足運動，此階段為浮游期，隨後就進入變態期，幼蟲便會開始在底層活動，面盤萎縮退化，慢慢變態成吸附力強及在永久底棲生活的稚螺。但蚵岩螺的幼蟲從浮游期進入到變態期的時間比瘤岩螺幼蟲快，瘤岩螺幼蟲變態時的殼體長度會比蚵岩螺幼蟲的殼體長度較大，瘤岩螺稚螺平均殼長可達 2~3mm(田傳遠等人，2020)。在此之後瘤岩螺殼體的生長速率則會因季節性而有所不同，殼體生長率是以平均每年 4.5 ± 1.5 mm 生長，但在繁殖時期時，殼體的生長會變得緩慢，或是停止生長 (Tan, 1999)。

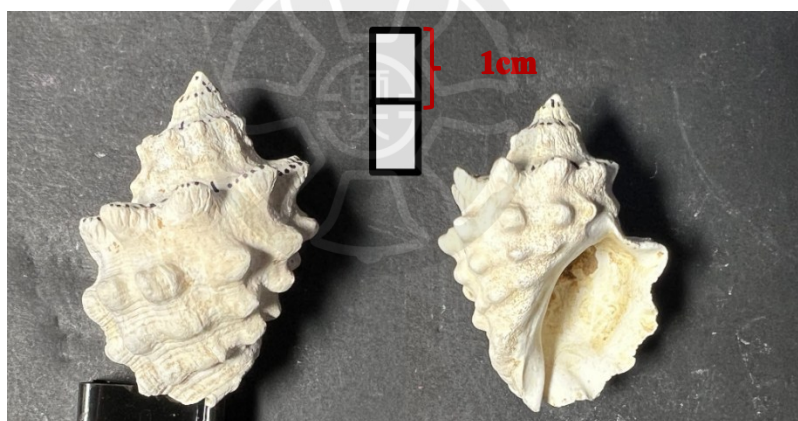


圖 2.5、亮島島尾 I 遺址標本 *Reishia luteostoma*。

表 2.1、蚵岩螺(疣荔枝螺)幼蟲發育情況(取自田傳遠等人，2020)

發育階段	出膜後時間	幼蟲大小	主要形態特征
初期面盤幼蟲	1 天	300 ~ 330 μ m	1 個螺層，具有兩個橢圓形面盤
中期面盤幼蟲	3 ~ 5 天	370 ~ 430 μ m	2 個螺層，面盤增大呈蝶形
後期面盤幼蟲	8 ~ 15 天	470 ~ 600 μ m	3 個螺層，面盤繼續增大，並且拉長，依然呈蝶形，面盤腹足皆可運動
變態幼蟲	16 ~ 25 天	800 ~ 1000 μ m	開始沉底附着，幼蟲存在面盤且逐漸退化，但只用腹足運動
稚螺	25 天以上	1000 μ m 以上	3 個螺層，底栖生活，吸附力強

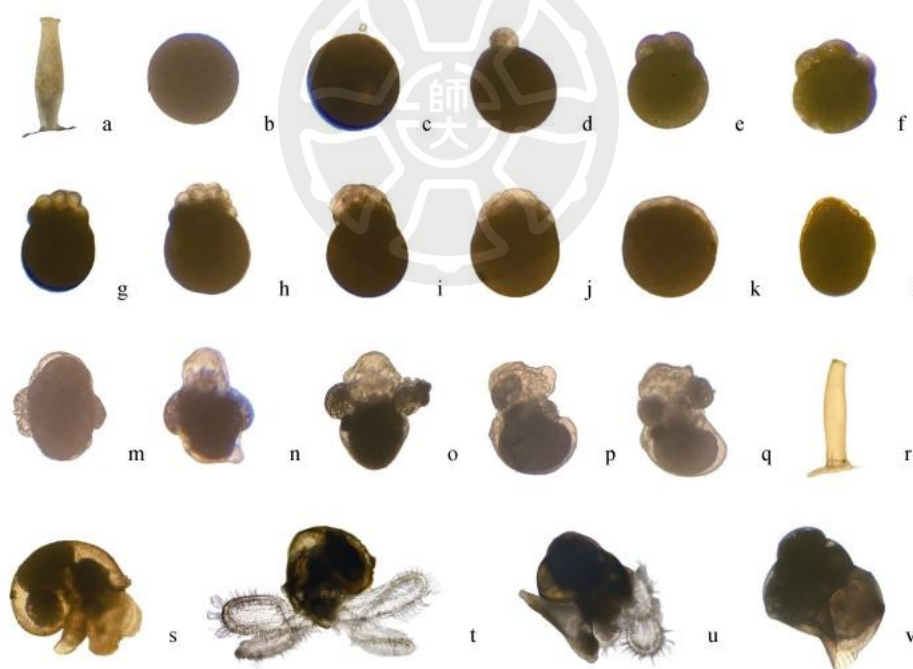


圖 2.6、蚵岩螺(疣荔枝螺) 從受精卵到稚螺的生長形態及各階段情況(取自田傳遠等人，2020)。a.卵囊；b.受精卵；c.排出極體；d.胚盤形成；e. 2 細胞期；f. 4 細胞期；g. 8 細胞期；h. 16 細胞期；i. 32 細胞期；j. 多細胞期；k. 囊胚期；l. 原腸期；m-n. 膜內擔輪幼蟲期；o-q. 膜內面盤幼蟲；r. 孵出幼蟲後的卵囊；s. 前期面盤幼蟲；t. 後期面盤幼蟲；u. 後期面盤幼蟲(變態期幼蟲)；v. 稚螺。

表 2.2、根據世界海洋物種名錄(WoRMS)，瘤岩螺的分類：

Phylum : Mollusca	軟體動物門
Class : Gastropoda	腹足綱
Order : Neogastropoda	新腹足目
Family : Muricidae	骨螺科
Genus : <i>Reishia</i>	荔枝螺屬
<i>Reishia luteostoma</i>	瘤岩螺



第三章、研究方法

3.1 殼體標本前處理

3.1.1 現生標本

選出要進行取樣的現生標本，先初步用牙線棒尾部尖銳處把殼體內部的軟體肉質取出，再用清水清洗，而後用 3%過氧化氫水溶液浸泡 24 小時，去除殼體上附著的有機質，之後再次用清水刷洗，放置陰涼處自然風乾；如果現生標本殼體內部有味道，此狀況說明該殼體內部還殘留着軟體肉質，則需再次使用 3%過氧化氫水溶液浸泡 24 小時，且使用超音波震盪儀進行二次清洗，以確保殼體內肉質完全去除，再將其放置陰涼處自然風乾。

3.1.2 遺址標本

選出要進行取樣的遺址標本，先初步的用清水來清洗，而再用 3%過氧化氫水溶液浸泡 24 小時，去除殼體上附著的有機質，之後再次用清水刷洗，放置陰涼處自然風乾。

3.2 拉曼光譜儀分析

將已經處理過的標本，送至國立臺灣博物館的拉曼光譜儀(Horiba Jobin-Yvon[®] Labram HR 型)(圖 3.1)進行分析，檢測標本的礦物組成為何，現生標本殼體應為霏石質的碳酸鈣所組成，故需要確定考古標本也同為霏石質的碳酸鈣所組成，如果得知其標本不是霏石組成，則推測該其殼體標本有可能受到成岩作用和其他作用的改變。

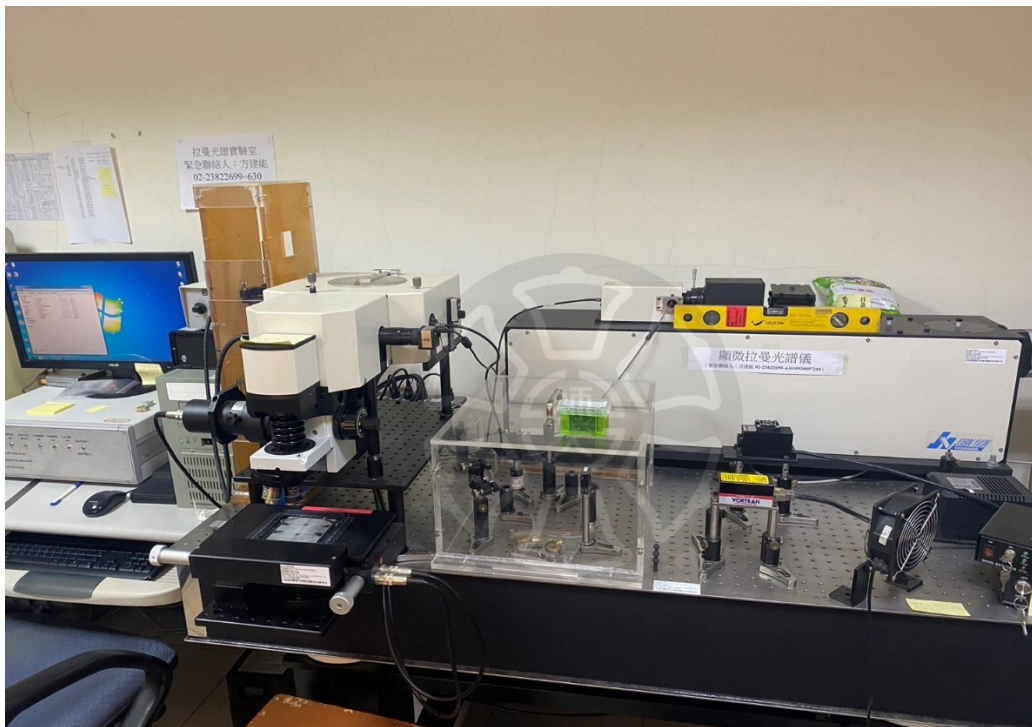


圖 3.1、拉曼光譜儀(國立臺灣博物館)。

3.3 穩定同位素分析

3.3.1 殼體標本

使用牙科電鑽沿着殼頂至殼口方向，以間距 1mm 方式進行取樣，取大約 100~200 μg 粉末，將其放入同位素分析之反應瓶中，置入 Gilson 自動分析儀 (Multicarb Sample Preparation System) 內(圖 3.2)，抽真空後樣本在 90°C 下與 100% 的磷酸反應，產生之二氧化碳氣體導入超微氣相氣相比例質譜儀 (Micromass IsoPrime Isotope Ratio Mass Spectrometer, Micromass IsoPrime IRMS) 分析其碳、氧穩定同位素的組成(圖 3.2)。此研究所以國際標準樣品 NBS19($\delta^{18}\text{O} = -2.20\text{‰}$; $\delta^{13}\text{C} = 1.95\text{‰}$) 進行校正至 V-PDB(Vienna Pee Dee Belemnite)，而碳、氧同位素的精密度分別為 0.03‰ 以及 0.05‰ (1σ , N=139；附錄一)。



圖 3.2、超微氣相氣相比例質譜儀與 Gilson 自動分析儀(國立臺灣師範大學)。

3.3.2 海水水體標本

本研究的海水水體標本(2021 年 8 月至 2023 年 10 月份間所採集)送至臺北市立大學李孟陽教授實驗室以 Picarro® L2120-i $\delta D/\delta^{18}O$ Isotopic Water Analyze 儀器進行水體之氫、氧同位素分析。該儀器是採用波長掃描腔體衰減光譜(Wavelength-Scanned Cavity Ring-Down Spectroscopy, WS-CEDS)技術，其原理是將水體標本(Auto sampler)通過加熱至 110°C ，將液態水(liquid water)轉變成水蒸氣(water vapor)，水蒸氣透過 N_2 氣體承載進而到光學腔體中，(vacuum pump)真空幫浦同時維持一定流速，最後通過光學腔體內反射的特定波長來測量水蒸氣中不同同位素的吸收光譜特性，利用其波長的衰減時間計算出同位素的濃度比值，最後進行校正至 V-SMOW(Vienna Standard Mean Ocean Water)為標準呈現結果(圖 3.3; Jung *et al.*, 2013)。其中 2021 年 8 月至 2023 年 7 月份之水體氫、氧同位素數值已呈現在林楷和(2024)的碩士論文中，此次研究則是將採收時間新增到 2023 年 8 月至 10 月份間的水體之氫、氧同位素數值。

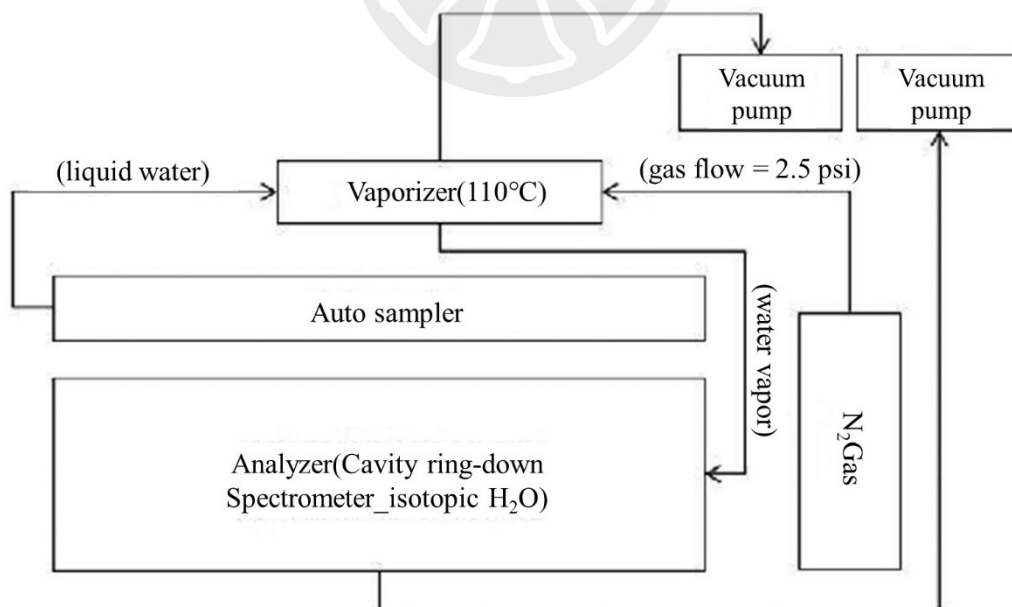


圖 3.3、Picarro® L2120-i 儀器之 WS-CRDS 技術原理(引用 Jung *et al.*, 2013)。

3.5 微量元素分析

沿着殼頂至殼口方向，間距 1mm 進行微取樣，取大約 100 μ g 粉末，放入分析管中並加入 10ml 的 5%稀硝酸(HNO_3)，再置入自動分析儀中吸取其溶液，利用蠕動幫浦導入感應耦合電漿發射光譜儀(Thermo Scientific iCAP 6000 Series 型，ICS-OES)(圖 3.4)的霧化器中，在分析樣本前需確定各元素在不同濃度下檢量線的相關係數需在 0.995 或以上，進而開始分析樣本，霧化的液體會經由感應耦合電漿加熱，分析各元素被激發出的發射光譜波長及強度，得到樣本中所含的元素分類及其各元素的離子濃度。



圖 3.4、感應耦合電漿發射光譜儀(國立臺灣師範大學)。

第四章、結果與討論

4.1 螺類殼體取樣方式與碳氧同位素紀錄

一般而言，螺類標本同位素成分分析的取樣方式多為於螺類外殼沿着螺層依其生長方向取樣(張承瑞，2019)，但因瘤岩螺「瘤」狀突起明顯，標本可提供之微取樣長度會因微採樣路徑的不同而有所不同，螺類殼體上明顯的「瘤」狀(螺肋)突起，其會隨着稚螺的生長而會隨之明顯，殼體生長時也會逐漸變長變寬。本研究嘗試以(M1 和 M2)兩種取樣方式分析現生螺類殼體(202110)，M1 為頂端沿著「瘤」狀突起處進行微取樣，M2 為在從頂端沿著殼體平面處進行微取樣 (圖 4.1)。本研究比較兩種取樣方式的碳氧同位素紀錄是否有所差異。M1 和 M2 微取樣法的碳同位素數值分別介於在-2.0 至 1.0‰之間(平均值 $-0.0 \pm 0.7\%$ ；N=95) 和-2.9 至 1.0‰之間(平均值 $0.1 \pm 0.7\%$ ；N=55)，M1 和 M2 的氧同位素數值分別介於在-2.7 至-0.9‰之間(平均值 $-1.7 \pm 0.4\%$) 和-2.6 至-1.4‰之間(平均值 $-2.0 \pm 0.3\%$)。而亮島島尾 I 遺址(TP1L2)的兩種不同取樣方式(M1 和 M2)所得碳同位素數值分別介於在-1.1 至 2.1‰之間(平均值 $0.9 \pm 0.6\%$ ；N=121) 和 0.0 至 1.8‰之間(平均值 $1.0 \pm 0.4\%$ ；N=111)，氧同位素數值(M1 和 M2)分別介於-2.4 至 0.5‰之間(平均值 $-1.2 \pm 0.5\%$) 和-2.3 至 0.6‰之間(平均值 $-1.3 \pm 0.5\%$) (圖 4.2；附錄二)。

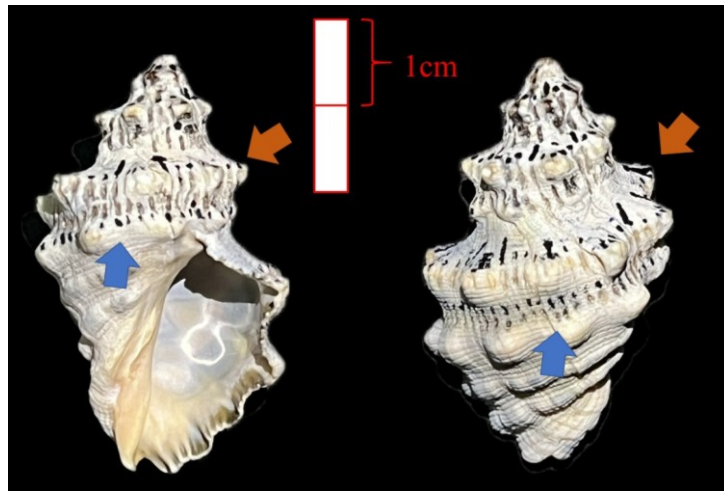


圖 4.1、現生標本(202110)取樣方式正面(左圖)、反面(右圖)(黑色標示點)，從頂端沿着螺肋的方向取樣(橘色箭頭；M1)，從頂端沿著殼體平面取樣(藍色箭頭；M2)。

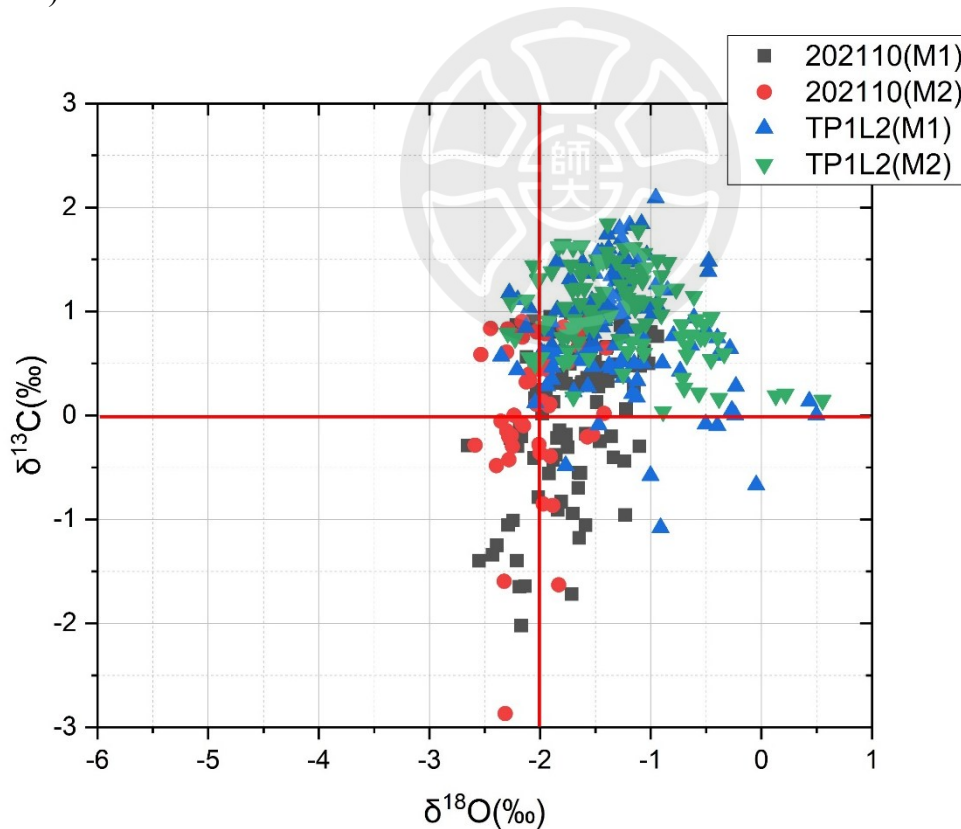


圖 4.2、現生標本與遺址標本殼體不同取樣方法所得碳氧同位素成份分佈圖；M1: 自殼體頂端(0mm)沿着螺肋處取樣，M2:自頂端沿著殼體平面取樣；(紅色線)Wang and Peng(1990)在臺灣海以軟體動物數據所制定出之海洋訊號和淡水訊號。

在圖 4.2 中可觀察出兩隻標本殼體之兩種取樣方式所得出的碳氧同位素數值較為相似，但因 M2 取樣方式之數據點不完整，故再用 M1 與 M2 相同數據點之碳氧同位素數值進行對比，以 2021 年 10 月份所採收的現生螺類殼體(202110)進行不同區域取樣之碳氧同位素結果分析，202110 標本從頂端沿著殼體平面取樣(M1)所得出的碳同位素數值介於-2.9 至 1.0‰之間(平均值 $0.2 \pm 0.7\text{‰}$)，而從頂端沿著螺肋的方向取樣(M2)所得碳同位素數值介於-2.0 至 1.0‰之間(平均值 $0.2 \pm 0.7\text{‰}$) (圖 4.3)，202110 標本從頂端沿著螺肋的方向取樣(M1)所得氧同位素數值介於-2.6 至-1.2‰之間(平均值 $-1.8 \pm 0.3\text{‰}$ ；N=55)，而從頂端沿著殼體平面取樣(M2)所得出的氧同位素數值介於-2.6 至-1.4‰之間(平均值 $-2.0 \pm 0.3\text{‰}$ ；N=55) (圖 4.4)，根據統計分析可得知現生殼體之兩種取樣方式的碳同位素數值之間是無顯著差異，而氧同位數值之間的平均值差異只有 0.2‰，結合質譜儀的測量誤差值為 0.1‰，氧同位素數值所呈現的差異性較為不顯著，故現生殼體之兩種取樣方式的碳、氧同位素值是無差異性。

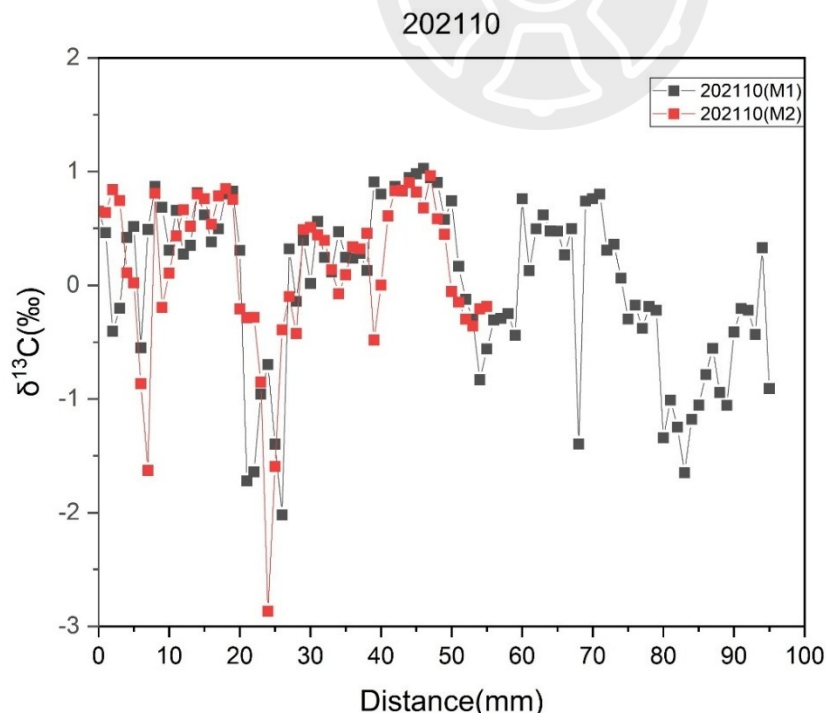


圖 4.3、202110 標本的兩種取樣方式所得碳同位素數值，M1:自殼體頂端(0mm)沿著螺肋處取樣，M2:自頂端沿著殼體平面取樣。

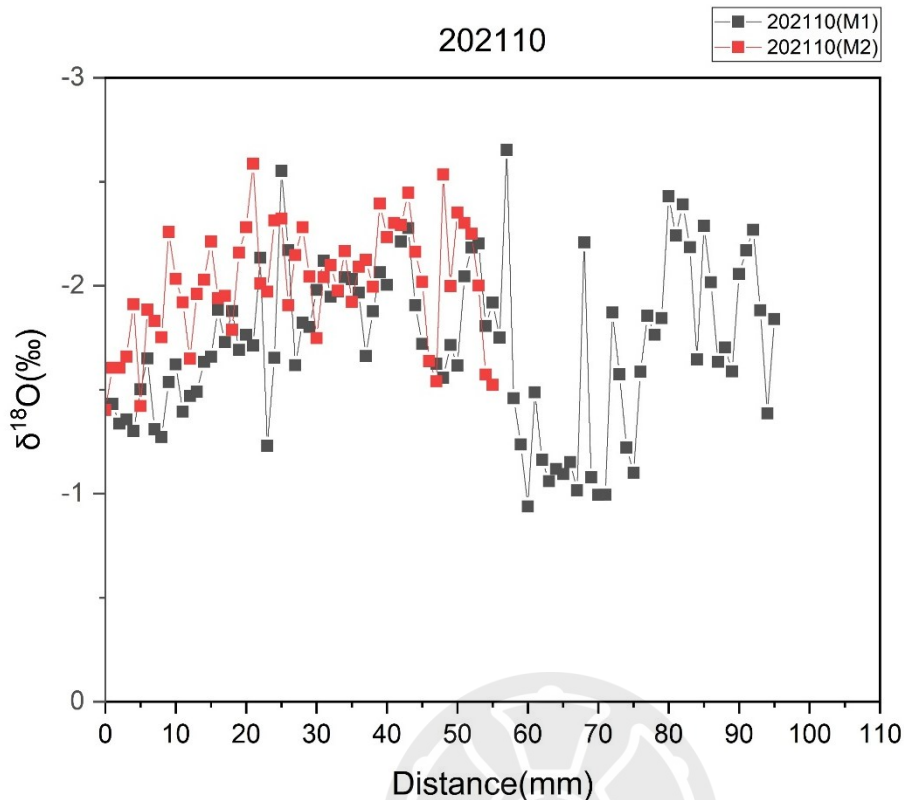


圖 4.4、202110 標本的兩種取樣方式所得氧同位素數值，M1:自殼體頂端(0mm)沿着螺肋處取樣，M2:自頂端沿著殼體平面取樣。

對亮島島尾 I 遺址之 LDDW(I)_TP1L2 標本瘤岩螺殼體進行不同區域取樣方式的碳氧同位素結果分析，LDDW(I)_TP1L2 瘤岩螺殼體從頂端沿著螺肋的方向取樣(M1)所得碳同位素-1.1 至 2.1‰之間(平均值 $0.9 \pm 0.6\%$)，而從頂端沿著殼體平面取樣(M2)所得出的碳同位素是 0.0 至 1.8‰之間(平均值 $1.0 \pm 0.4\%$) (圖 4.5)，它從頂端沿著螺肋的方向取樣(M1)所得氧同位素數值介於-2.4 至 0.5‰之間(平均值 $-1.3 \pm 0.5\%$ ；N=111)，而從頂端沿著殼體平面取樣(M2)所得出的氧同位素數值介於-2.3 至 0.6‰之間(平均值 $-1.3 \pm 0.5\%$ ；N=111)(圖 4.6)，遺址中 TP1L2 殼體以兩種微取樣法之間碳、氧同位素數值隨著單一殼體生長的碳、氧同位素數值沒有顯著差異。

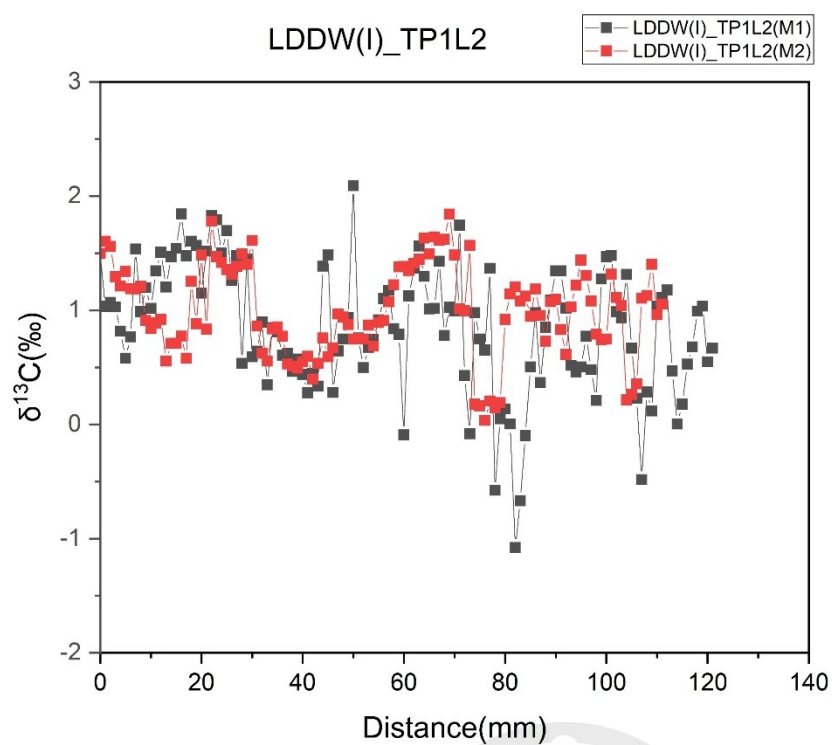


圖 4.5、島尾 I 遺址 TP1L2 標本的兩種取樣方式所得碳同位素值數值，M1:自殼體頂端(0mm)沿着螺肋處取樣，M2:自頂端沿著殼體平面取樣。

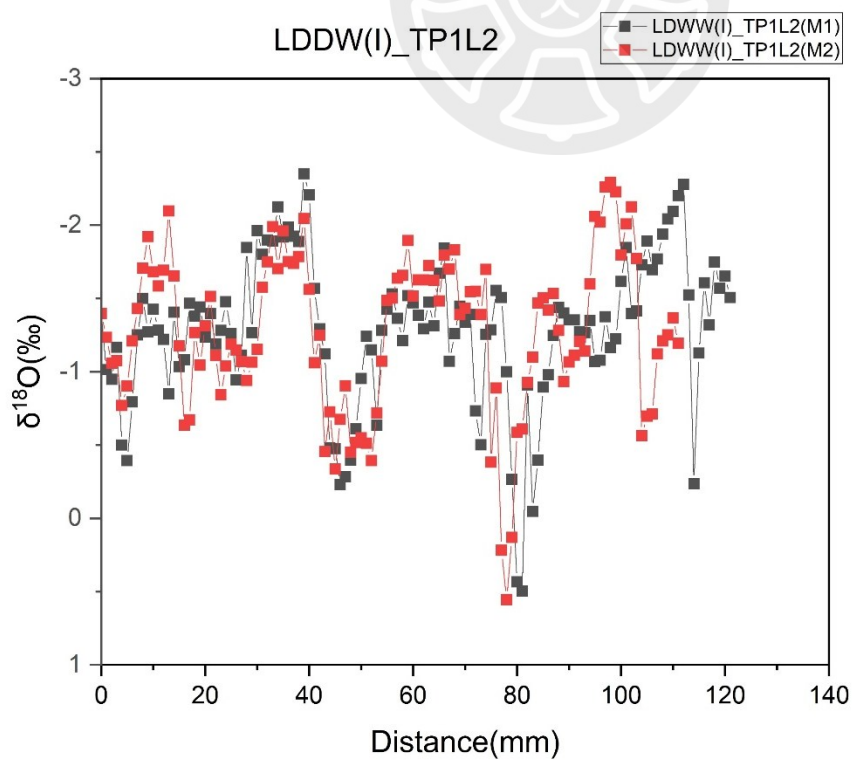


圖 4.6、島尾 I 遺址 TP1L2 標本的兩種取樣方式所得氧同位素數值，M1:自殼體頂端(0mm)沿着螺肋處取樣，M2:自頂端沿著殼體平面取樣。

從以上結果可得知，現生螺類殼體和遺址瘤岩螺殼體以兩種不同取樣方式所得的碳氧同位素數值無顯著性差異(表 4.1)，同時從殼體頂端沿著螺肋的方向取樣，為了現生螺類殼體取樣的粉末量能達到儀器所分析樣本粉末量的最低值且更不容易鑽取到珍珠層，故本研究選擇從殼體頂端沿著螺肋的方向取樣(圖 4.7)，也能得較大的取樣距離。

另根據張承瑞(2019)指出螺類殼體是由三層結構組成，分為角質層(含有色素)、棱柱層(為白色)和珍珠層(富有光澤及半透明狀態)，同時得知三層都為霏石礦物成份組成，本研究在後續的取樣中有先去除殼體標本最外層的角質層，從棱柱層的位置進行取粉末，雖然得知棱柱層與珍珠層所得碳氧同位素數值並無差異，且在取粉末時並未出現破洞或出現其他顏色，故可以推斷出本研究中取樣的層位都集中在棱柱層。



圖 4.7、亮島島尾 I 遺址瘤岩螺殼體，取樣方式正面(左圖)、反面(右圖)(黑色標示點)：從頂端沿着螺肋的方向取樣(紅色箭頭)。

表 4.1、獨立樣本 T 檢定分析所得出現生螺類標本(202110)與島尾 I 遺址瘤岩螺殼體標本(TP1L2)在 M1 和 M2 取樣方式之碳、氧平均同位素數值之間是否存在顯著性差異。

標本		平均值差異	標準誤差異	顯著性(P 值)
TP1L2 (M1 和 M2)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	-0.0	0.1	0.6
	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	-0.1	0.1	0.1
202110 (M1 和 M2)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	0.2	0.1	0.0
	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	0.0	0.1	0.8

4.2 拉曼光譜分析結果

根據拉曼光譜儀分析結果，方解石的光譜主要峰值在 152、280、711、1086(cm^{-1})。而霏石的光譜主要峰值在 153、207、1086(cm^{-1})；從亮島島尾 I、II 遺址殼體標本和現生殼體標本的拉曼光譜的結果，顯示本次研究的標本都是由霏石之礦物組成(圖 4.8；圖 4.9)，加上螺類殼體標本三層都是由霏石礦物所組成(張承瑞，2019)，且殼體標本保存良好，未受到成岩作用影響以及殼體受到良好的保存。

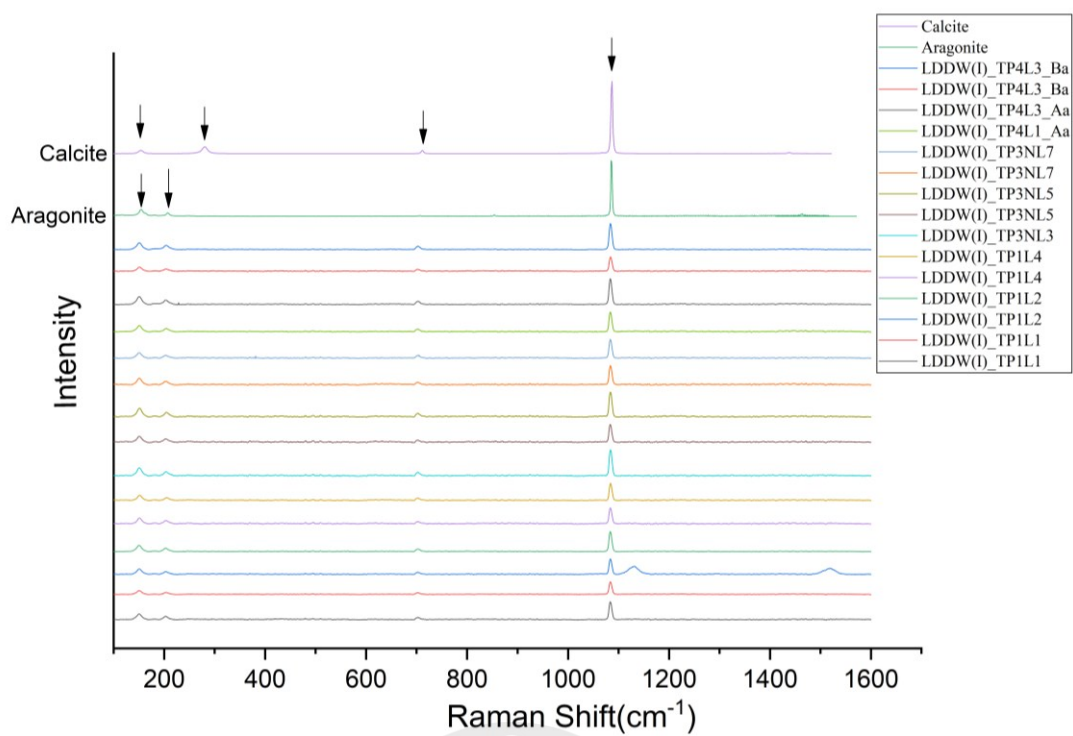


圖 4.8、亮島島尾 I 遺址殼體標本的拉曼光譜分析結果。

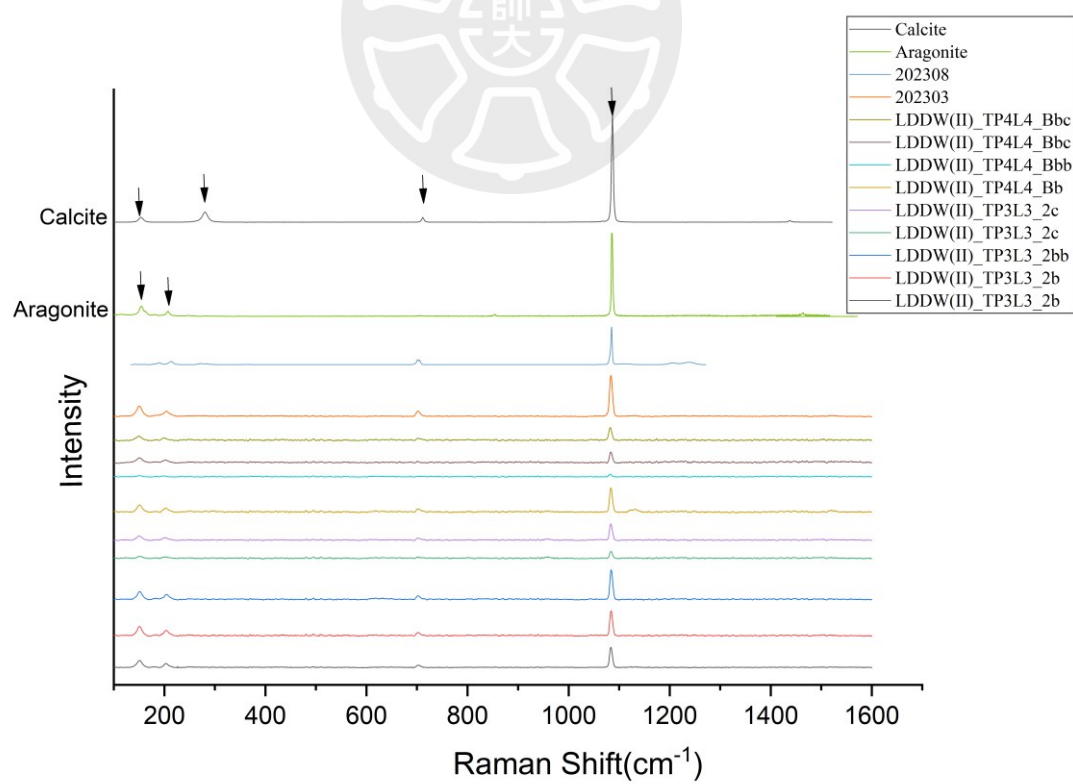


圖 4.9、亮島島尾 II 遺址和現生殼體標本的拉曼光譜分析結果。

4.3 現代水體及現生殼體同位素分析結果

4.3.1 現代海水同位素數值

根據林楷和(2024)所分析北竿白沙碼頭與南竿復興村地區的海水水體標本 δD 和 $\delta^{18}O$ 紀錄(2021 年 08 月份至 2023 年 07 月份)，以及後續本研究所分析 2023 年 8、9、10 月份的海水水體標本氫氧同位素成份數據，北竿白沙水體氫、氧同位素數值(V-SMOW)分別介於-7.9 至 2.4‰之間(平均值 -2.5 ± 2.4 ‰; N=54)和-1.8 至-0.1‰之間(平均值 -0.8 ± 0.4 ‰; 附錄三)，南竿復興村水體氫、氧同位素數值分別介於-7.5 至 3.0‰之間(平均值 -2.6 ± 2.6 ‰; N=55)和-1.5 至 0.0‰之間(平均值 -0.8 ± 0.4 ‰; 附錄四)。與馬祖天水線(彭宗仁，2017)、福建天水線(章斌等人，2013)，以及中國東部及東南部沿海地區河流(閩江、長江、椒江和木蘭溪)氫、氧同位素進行比較(陳新明等人，2011；圖 4.10)，可觀察到北竿、南竿地區海水水體氫氧同位素數值與這些天水線相交，顯示中國東部及東南部的閩江、椒江和木蘭溪之淡水大陸東南沿岸，隨着海流流至本研究地區後影響馬祖地區水體的氫氧同位素數值(圖 4.11)，此外北竿、南竿地區海水水體的氫、氧同位素數值間的線性關係表示其海水水體有受到不同程度之淡水水體混和及蒸發作用影響。北竿與南竿地區之鹽度、氧同位素數值、溫度及降雨量分佈圖(圖 4.12、圖 4.13)，北竿白沙碼頭的海水水體氧同位素數值介於-1.8 至-0.1‰之間(平均值 -0.8 ± 0.4 ‰; N=54)，海水溫度介於 28.7 至 10.8°C之間(平均值 20.7 ± 5.9 °C)，海水鹽度介於 32.3 至 21.9psu 之間(平均值 28.6 ± 1.7 psu)，海水溫度較高溫為 27.9°C(2021 年 9 月 28 日)、26.8°C(2022 年 10 月 4 日)、28.7°C(2023 年 8 月 9 日)，海水溫度較低溫為 10.8°C(2022 年 2 月 26 日)、10.9°C(2023 年 2 月 22 日)；南竿復興村的海水水體氧同位素數值介於-1.5 至 0.0‰之間(平均值 -0.8 ± 0.4 ‰; N=55)，觀察期間海水溫度介於 28.8 至 10.8°C之間(平均值 20.8 ± 5.9 °C)，海水鹽度介於 32.6 至 22.5psu 之間(平均值 28.2 ± 2.1 psu)，海水溫度較高溫為 27.9°C(2021 年 9 月 28 日)、27.8°C(2022 年 8 月 8 日)、28.8°C(2023 年 8 月 28 日)，海水溫度較低溫有兩次相同溫度為 10.8°C(分別在 2022 年 2 月 26 日、2023 年 2

月 22 日)。將北竿與南竿的氧同位素數值與其鹽度、溫度和降雨量進行相關性的分析(表 4.2)，其相關性結果得知北竿地區氧同位素數值與鹽度相關性系數為 0.5，與溫度的相關性系數為 0.2，南竿地區氧同位素數值與鹽度、溫度的相關性系數皆為 0.2，而兩個地區與降雨量的相關性系數為 0.0(表 4.2)，進一步說明北竿地區混合水體的淡水並非直接來自當地的降雨，主要受到中國東部以東南部沿岸地區淡水的匯入或是鹽度較低的水體所影響(例如北竿地區 2022 年 4 月 26 日)。南竿地區則只受到少量的淡水或鹽度較低的水體所影響，溫度與兩個地區呈現較低的相關性，且降雨量因素與水體之氧同位素亦沒有觀察到顯著相關性而言，故水體同位素亦並沒有受到當地降雨量的影響。



圖 4.10、中國東部及東南部沿海地區河流區域(閩江、長江、椒江、木蘭溪)以及馬祖地區(南竿、北竿、亮島)(取自 Google Map)。

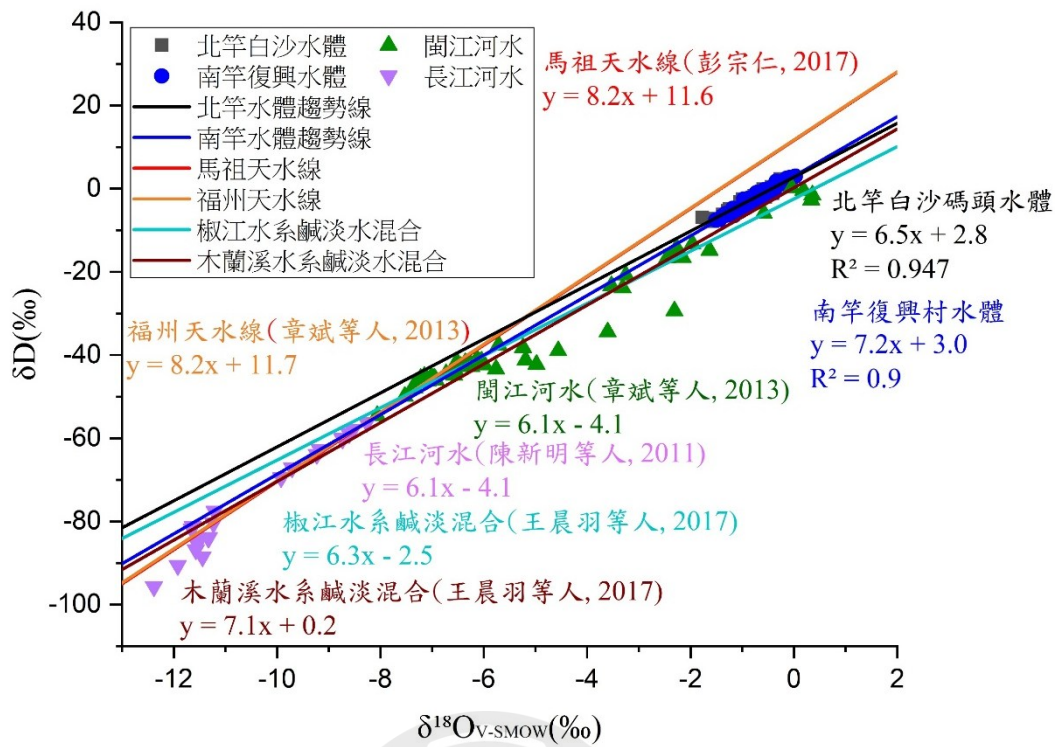


圖 4.11、2021 年 8 月份至 2023 年 10 月份北竿白沙與南竿復興村水體標本氫、氧同位素數值分佈圖。紅色線為馬祖天水線(取自彭宗仁，2017)；紫色圓點及紫色線為南竿復興村水體數據；黑色圓點及黑色線為北竿白沙碼頭水體數據。(修改自林楷和，2024)。

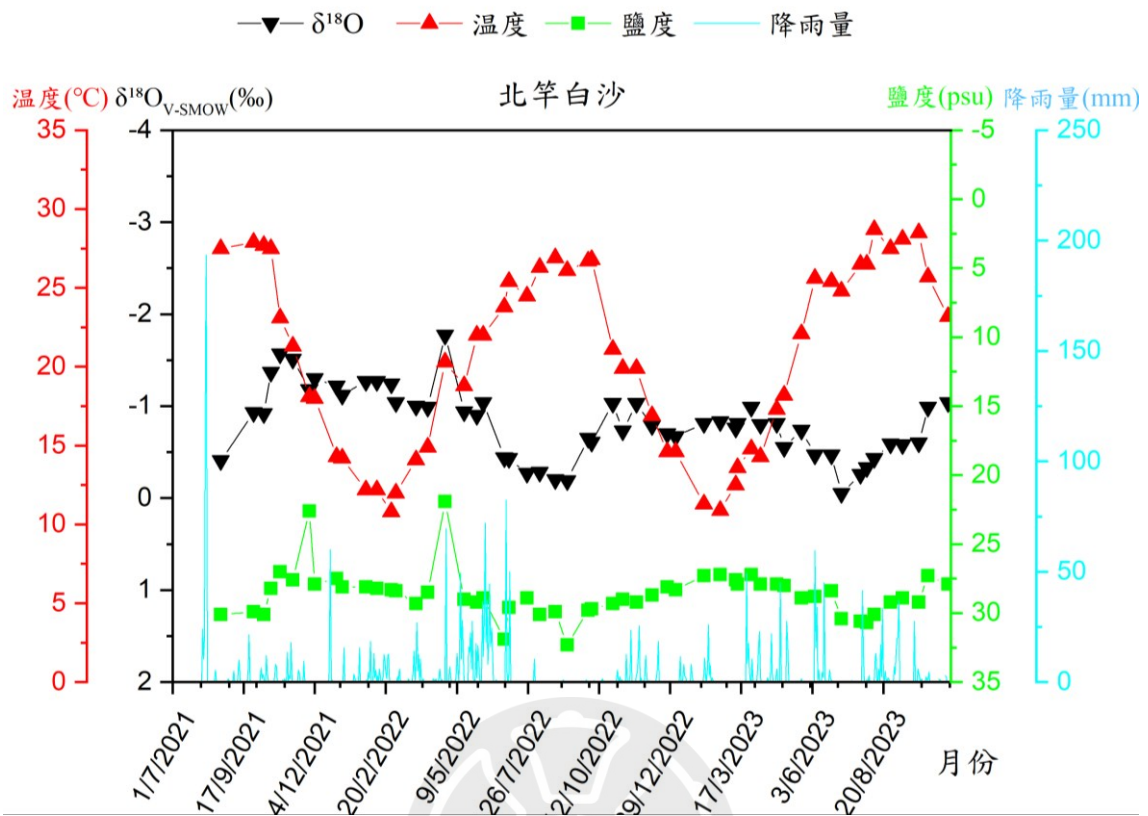


圖 4.12、2021 年 8 月份至 2023 年 10 月份北竿白沙碼頭所記錄的水體各數值。
 黑色倒三角形為水體的氧同位素，紅色三角形為水體的溫度，綠色正方形為水體的鹽度，藍色柱狀線為馬祖地區地表測站所記錄的每日降雨量(修改自林楷和，2024)。

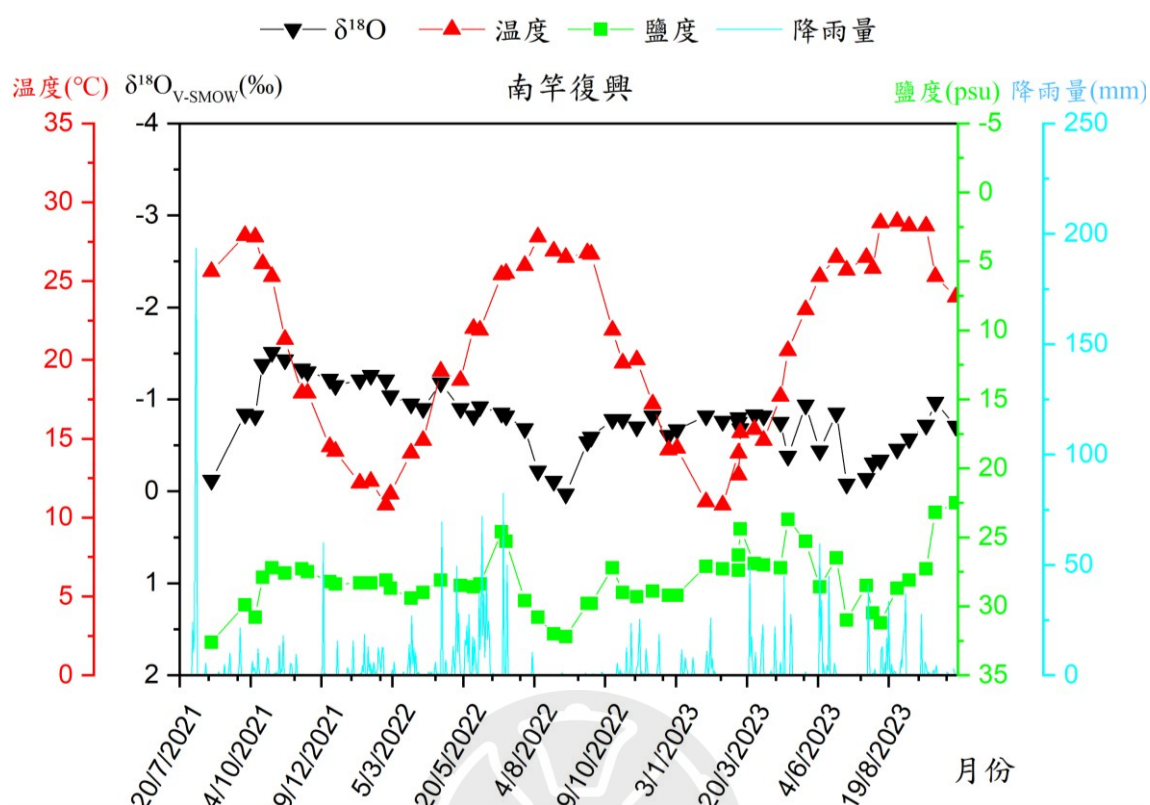


圖 4.13、2021 年 8 月份至 2023 年 10 月份南竿復興村所記錄的水體各數值。黑色倒三角形為水體的氧同位素，紅色三角形為水體的溫度，綠色正方形為水體的鹽度，藍色柱狀線為馬祖地區地表測站所記錄的每日降雨量(修改自林楷和，2024)。

表 4.2、北竿白沙與南竿復興水體氧同位素數值與其鹽度、溫度和降雨量進行線性相關性分析(R^2)

		鹽度(psu)	溫度(°C)	降雨量(mm)
北竿白沙	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	0.5	0.2	0.0
南竿復興	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	0.2	0.2	0.0

4.3.2 現生殼體碳氧同位素紀錄

本研究共分析在 2021 年 10 月、2022 年 3 月、2023 年 3 月、2023 年 8 月、2023 年 9 月和 2023 年 10 月所採集之 6 隻現生螺類標本的碳、氧同位素成份。這 6 隻現生螺類殼體的碳、氧同位素數值分別介於-2.4‰至 1.0‰之間(平均值-0.3±0.7‰; N=389)和-2.7‰至 0.1‰之間(平均值-1.6±0.4‰; 表 4.3; 圖 4.18; 附錄五), 根據 Wang and Peng 在 1990 年研究所指出的臺灣地區海洋訊號分界線, $\delta^{13}\text{C}$ 大於 0 ‰和 $\delta^{18}\text{O}$ 大於-2 ‰的範圍為海洋訊號界線, 而淡水訊號區則在 $\delta^{13}\text{C}$ 小於 0‰和 $\delta^{18}\text{O}$ 小於-2‰的範圍。從海水與淡水訊號界線範圍中發現現生螺類殼體的碳、氧同位素數值大部分位於海水訊號範圍內, 有部分位於在淡水訊號範圍內, 說明現生螺類殼體的碳氧同位素組成, 反映出南竿復興村沿海地區有受到淡水混合的影響, 與現代水體氫、氧同位素成份的觀測一致, 另有一部分氧同位素數值位於海水訊號範圍, 但其碳同位素數值呈現淡水數值區域內, 反映出該混合水體具有海水氧同位素成份, 但其碳同位素數值較低的特徵, 或許為一具高營養鹽、低碳同位素成份海水影響的結果。

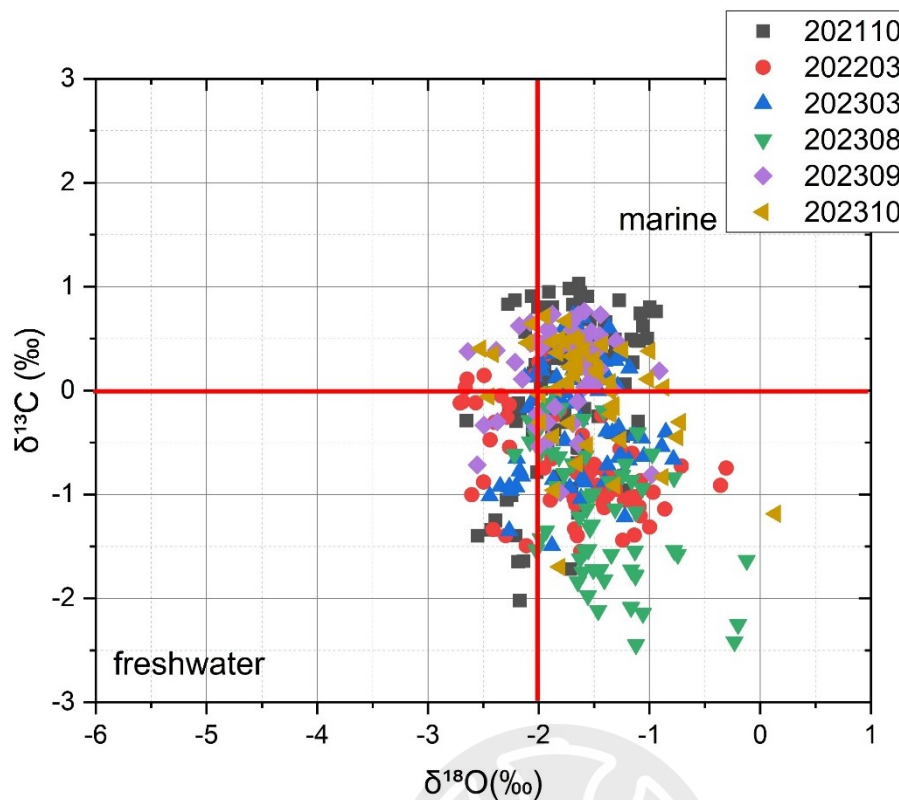


圖 4.14、現生螺類殼體的碳、氧同位素數值分佈圖；紅色線為 Wang and Peng(1990)在臺灣海以軟體動物數據所制定出之海洋訊號和淡水訊號。

4.3.3 現生殼體氧同位素記錄與理論平衡值

本研究的現生螺類殼體標本，是於南竿復興村沿海所採集，且已知現生螺類殼體和考古遺址的瘤岩螺殼體，皆為霏石礦物所組成；因此，把南竿復興村的海水水體實測氧同位素值及所對應的溫度，代入霏石質的氧同位素溫度平衡方程式 (Hudson and Anderson, 1989)，計算出霏石碳酸鈣的理論平衡氧同位素數值，達成平衡之霏石氧同位素數值介於-2.9 至 1.3‰之間 (圖 4.15)。將 2023 年 9 月份所採集之現生殼體標本(202309)的氧同位素數值(2023 年 9 月份所採集)，對照在殼體理論平衡氧同位素數值圖上(圖 4.14)，可觀察現生殼體氧同位素數值及其隨生長時之變化是否與殼體理論平衡氧同位素數值相吻合，並從而判斷殼體氧同位素數值的振盪是否能看出季節性變化。在圖 4.14 中，發現現生殼體的氧同位素數值與殼體理論平衡數值，在 2021 年和 2022 年氧同位素數值最小值(高溫事件)都較為吻合，但

從 2023 年 7 月份開始較為不吻合，有可能因螺類殼體生長時具有小範圍的遷移能力，而造成它所記錄到之微環境的氧同位素數值或溫度並不能與殼體理論平衡值吻合而出現差異。此外，現生殼體標本並沒有記錄到兩次氧同位素數值最大值(低温事件)，這有可能是因為螺類殼體在低温時，殼體停止生長或是生長速度緩慢(Tan, 1999)，故記錄不到較寒冷事件下的氧同位素訊號。雖然現生殼體與殼體理論平衡氧同位素數值有幾處不吻合，但現生殼體氧同位素數值與殼體理論平衡值都介於 -2.9‰ 至 1.3‰ 之間，因此仍可以根據殼體的氧同位素數值的振盪來進行季節性的判斷。

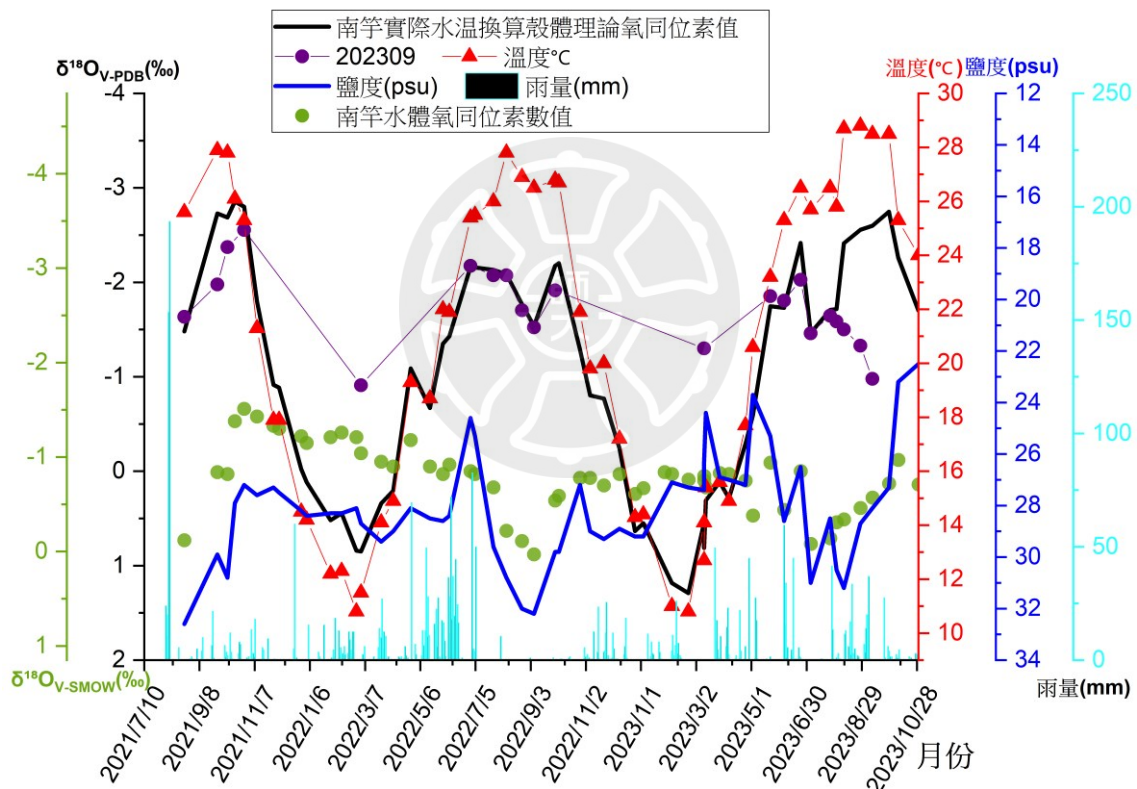


圖 4.15、2021 年 8 月份至 2023 年 10 月份南竿復興村所紀錄的水體溫度、水體氧同位素、水體鹽度、馬祖每日地面測站的降雨量、殼體理論平衡氧同位素數值與現生螺類殼體氧同位素數值；黑色線為殼體理論平衡氧同位素數值，紫色線為現生螺類殼體氧同位素數值，綠色點為南竿水體氧同位素數值，紅色線為水體溫度，深藍色線為水體鹽度，淺藍色柱狀體為馬祖每日地面測站的降雨量。

4.3.4 現生殼體氧同位素數值變化與季節性

採收季節的分析，是以單一螺類殼體氧同位素數值的趨勢變化進行判斷。本研究嘗試以 Mannino 等人(2007)所採用的殼體氧同位素數值四分位法判斷殼體採收季節；四分位法是將數據群中的數值由小至大排列，以其中的第 25%以及第 75%的數值將該數據群四分，之後根據氧同位素值中最後生長的三個點的趨勢去判斷採收季節(圖 4.16)。本研究計算現代南竿復興村海水水體氧同位素數值及溫度所換算的殼體理論平衡值的四分位氧同位素數值，分別為-2.9‰(極小值)、-2.2‰(第 25%的數值)、0.2‰(第 75%的數值)和 1.3‰(極大值)(圖 4.17)。以理論平衡氧同位素數值採用四分位，可以觀察到殼體氧同位素數值是否有到達到現今水體之夏天與冬天的氧同位素數值，從而判斷其採收季節。

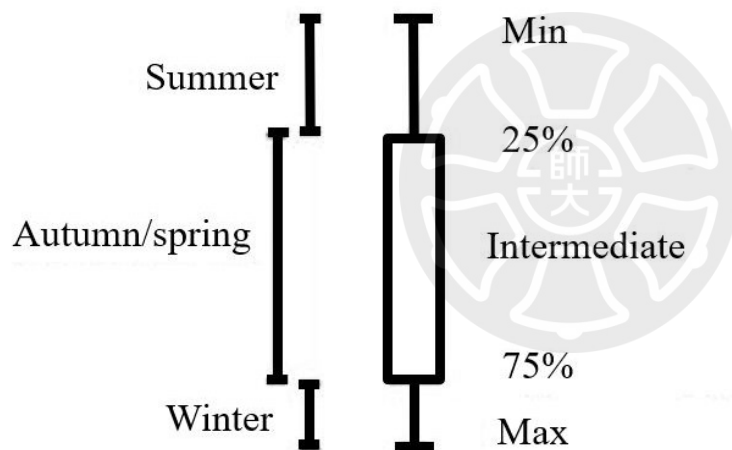


圖 4.16、四分位法所定義季節的區間(引用 Prendergast *et al.*, 2016)。

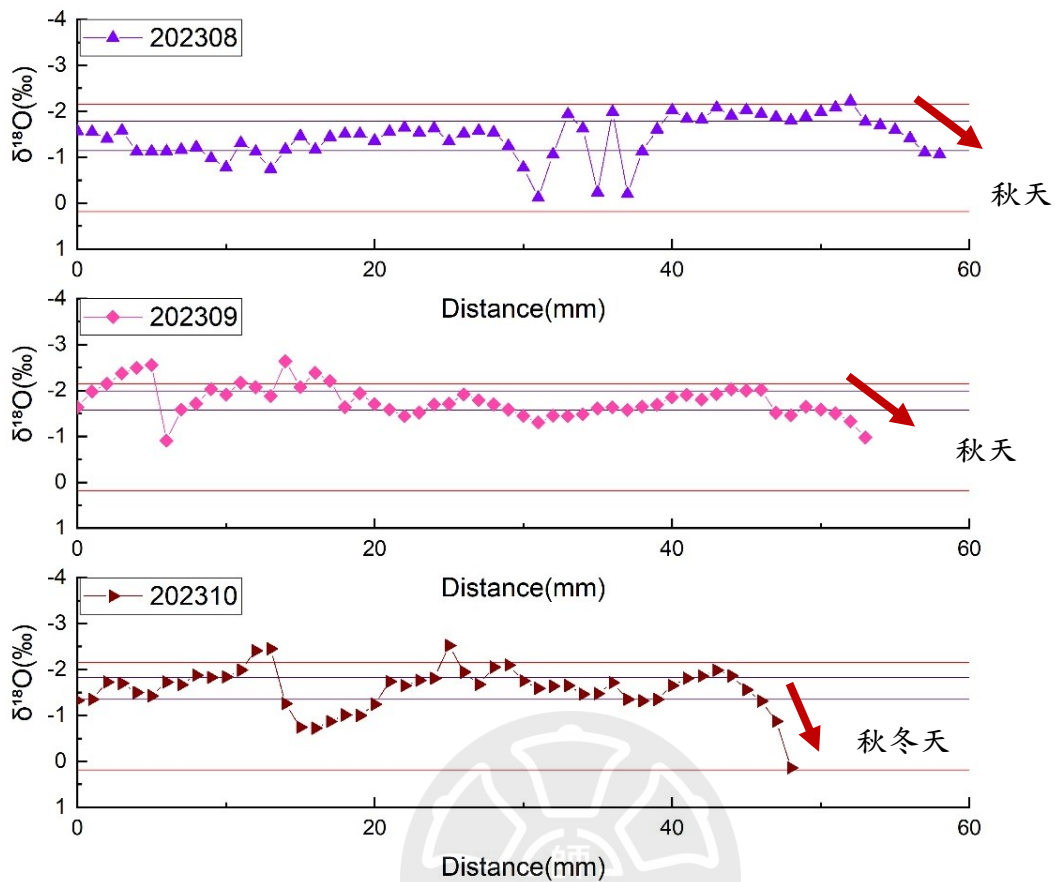


圖 4. 17、現生殼體 202308、202309、202310 運用四分位法所辨別的採收季節；殼體理論氧同位素值數所得出的四分位法(紅色線)；單一殼體氧同位素數值所得出的四分位法(紫色線)。

若以 Mannino 等人研究方式(2007)，直接以所分析標本的氧同位素數值進行四分位分析，現生 202308(8 月採集)、202309(9 月採集)、202310 (10 月採集)三隻螺類殼體氧同位素數值上的採收季節訊號均偏向冬季(圖 4.16)，以所分析每一隻殼體標本之氧同位素之四分位所判斷的季節性變化與實際採收季節不吻合，而用殼體理論平衡值的四分位去判斷這三隻現生殼體的季節性，202308 和 202309 標本呈現是秋天的季節性與實際採收時間較為接近，只有 202310 殼體的末端氧同位素數值是有可能記錄到冷的時候(冬天訊號)，但還未到達最冷的溫度。

遺址螺類分析則是選用亮島島尾 II 遺址中 TP3 坑位的三隻瘤岩螺殼體進行討論，TP3L3_2c、TP3L3_2b 及 TP3L3_2bb 的氧同位素數值分別介於-2.0‰至-1.3‰、-2.0‰至-1.3‰及-1.8‰至-1.1‰之間(圖 4.18)。採用殼體標本氧同位素數值的四分位法，可以發現三隻殼體各有冬天、春天、夏天的採收季節訊號，而採用現生殼體理論平衡值的四分位法分析的結果亦為冬天、春天、夏天，兩種分析方法的採收季節一致。另可以發現這三隻遺址殼體中，只有 TP3L3_2c 和 TP3L3_2bb 遺址殼體的末端氧同位素數值有到達現今冬天之氧同位素訊號，但並未能到達現今冬天最冷時期之殼體氧同位素訊號，與螺類於低溫時停止生長的現象一致。

現生殼體的氧同位素數值記錄環境特徵之表現，與遺址螺類的氧同位素數值不一樣，或許是因其生長之微環境不完全的相同而造成其記錄之表現不一樣，有待進一步評估。因林楷和在 2024 年所分析出距今 8300 到 7400 年前的溫度，與現今只相差了 0 到 3°C 左右，兩者之間的溫度並沒有相差太大，且理論平衡值代表現今(冬季)環境訊號，所以本研究選擇用現代殼體理論平衡值的四分位法來判斷遺址殼體標本的季節性變化。

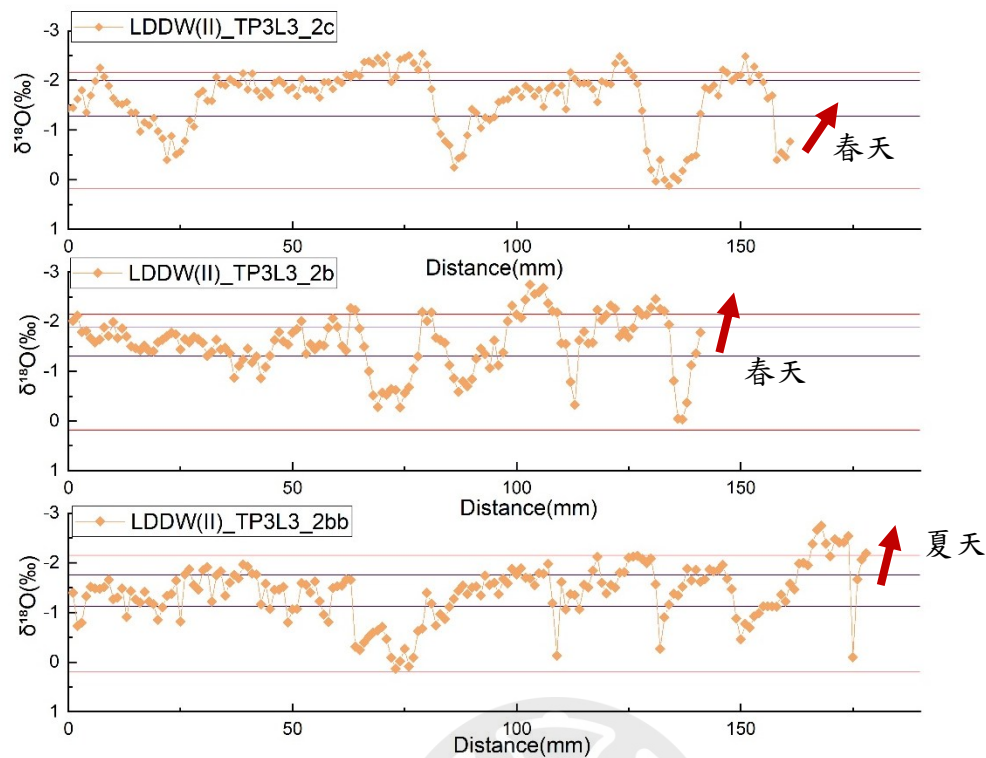


圖 4.18、亮島島尾Ⅱ遺址中 TP3 坑的殼體運用四分位法所辨別的採收季節；殼體理論氧同位素值數所得出的四分位法(紅色線)；單一殼體氧同位素數值所得出的四分位法(紫色線)。

生物殼體氧同位素數值會因水體溫度的變高偏小值，反之，當水體溫度較低時，殼體所紀錄到氧同位素數值便會偏大值。殼體標本氧同位素數值之振盪趨勢可推斷季節性的變化(Mannino *et al.*, 2007)，在水體氧同位素成分不變的條件下，根據現生螺類的殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈圖(圖 4.19、圖 4.20)，及殼體理論平衡值四分位法，202203、202303 所採收的現生螺類殼體氧同位素數值的振盪所呈現的季節性與實際採收的季節性有所不同，可能是因為殼體在較為寒冷環境下停止生長，或生長速率太慢而記錄不到對應之氧同位素數值，202110 現生螺類殼體呈現夏秋天的採收季節，較於實際採收時間一致；202308、202309 兩隻現生螺類殼體則是分別呈現秋天、早秋天的季節被採收，與實際採收季節較為接近，而 202310 現生螺類殼體呈現是秋冬天，與 202110 所呈現的採收季節不同，但也是呈

現進入寒冷時期與實際採收時間較為吻合，說明在 2023 年 10 月海水的溫度較 2021 年 10 月份更快進入寒冷氣候之現象。6 隻現生螺類殼體氧同位素數值的振盪都有記錄到夏季較為高溫的特徵，但未記錄到夏季的最高溫度。只有 202310 這枚現生螺類殼體氧同位素數值記錄到冬天較低溫的特徵，但未達到大於四分位 75% 以上最冷的溫度。顯示螺類殼體當遇到高溫時能記錄到相對應的氧同位素數值，而當遇到低溫時(寒冷)則會停止生長或緩慢生長，導致不能記錄到相對應的氧同位素數值。

根據現生螺類生長時期殼體氧同位素數值所記錄之全部的夏天和冬天，再進而計算其所記錄到之夏天和冬天的平均值，分別為 $-2.3 \pm 0.3\text{‰}$ ($N=19$) 和為 $-0.9 \pm 0.5\text{‰}$ ($N=18$) (表 4.4)。現代夏季及冬季平均海水氧同位素數值分別為 $-0.5 \pm 0.3\text{‰}$ ($N=3$) 和 $-1.0 \pm 0.3\text{‰}$ ($N=2$)，將其代入霰石氧同位素溫度方程式(Hudson and Anderson, 1989) 所算出之殼體夏天和冬天之氧同位素數值溫度分別為 27.6°C 和 19.3°C ，而現代觀測之夏天和冬天之溫度分別為 28.2°C 和 10.8°C ，所計算出殼體夏天的溫度與現代觀測的夏天溫度接近，但殼體冬天的溫度則會比觀測冬天要高約 9°C ，可以發現螺類殼體在較為寒冷時殼體會停止生長或變緩慢，故計算出的冬天溫度與現代實際觀測冬天的溫度不一致。

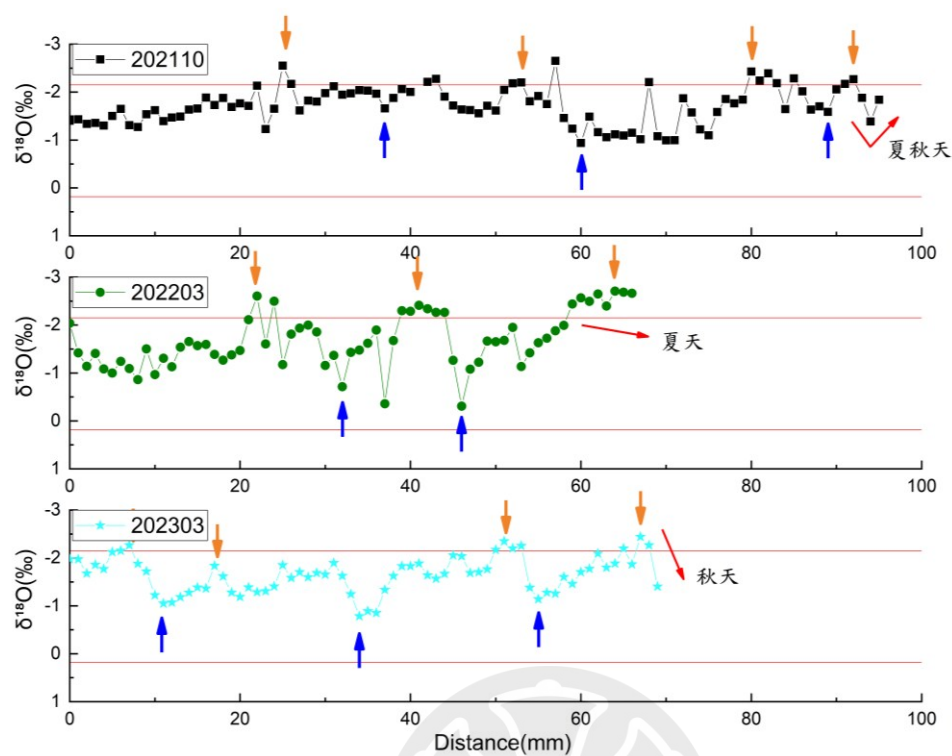


圖 4. 19、202110、202202、202303 月份所採集的現生螺類殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論平衡氧同位素值數所得出的四分位法之 25%及 75%數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。

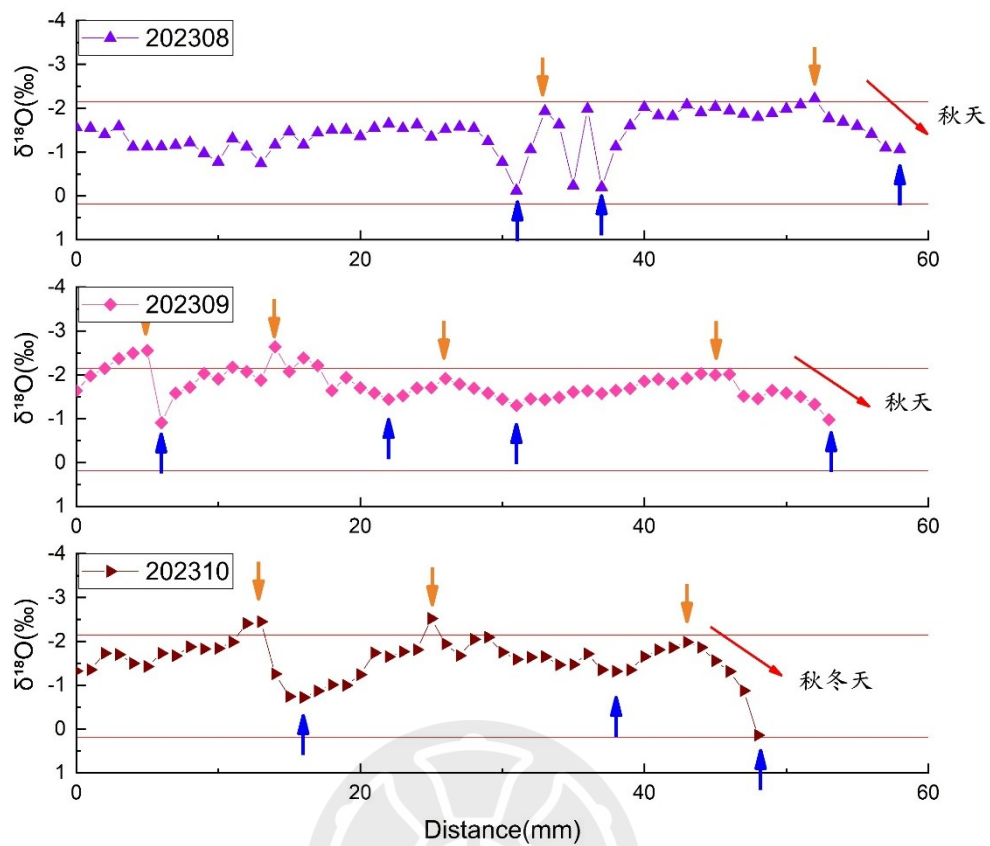


圖 4. 20、202308、202309、202310 月份所採集的現生螺類殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論平衡氧同位素值數所得出的四分位法之 25%及 75%數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。

表 4.3、南竿復興村現生螺類殼體之平均氧同位素數值以及採集季節

標本	個數	平均值 (‰)	標準差 (‰)	季節	生長時間
202110	96	-1.7	0.4	夏秋天	約 3 至 4 年
202203	67	-1.7	0.6	夏天	約 2 至 3 年
202303	70	-1.7	0.4	秋天	約 3 年
202308	60	-1.4	0.5	秋天	約 2 至 3 年
202309	54	-1.8	0.4	秋天	約 4 年
202310	49	-1.6	0.5	秋冬季	約 3 年

表 4.4、現生螺類殼體自頂端向殼口序列採樣，推測生長時期的夏天和冬天之氧同位素數值

標本	夏天 $\delta^{18}\text{O}$ (‰)				冬天 $\delta^{18}\text{O}$ (‰)			
202110	-2.6	-2.2	-2.4	-2.3	-1.7	-0.9	-1.6	
202203	-2.6	-2.4	-2.7		-0.7	-0.3		
202303	-1.8	-2.3	-2.4		-1.1	-0.8	-1.1	
202308	-1.9	-2.2			-0.1	-0.2	-1.1	
202309	-2.6	-2.6	-1.9	-2.0	-0.9	-1.4	-1.3	-1.0
202310	-2.5	-2.5	-2.0		-0.7	-1.3	0.1	
平均值 $\pm 1\sigma$	-2.3 $\pm$ 0.3(N=19)				-0.9 $\pm$ 0.5(N=18)			

4.4 遺址殼體碳氧同位素記錄

4.4.1 亮島島尾 I 遺址碳氧同位素分析

本研究分別在島尾 I 遺址的 TP1、TP3、TP4 各坑中挑選 3 隻遺址螺類殼體(共 9 隻)進行分析，這 9 隻瘤岩螺殼體的碳、氧同位素數值分別介於-1.9‰至 2.7‰之間(平均值 $0.8 \pm 0.7\text{‰}$; $N=1327$)和介於-3.5‰至 0.7‰之間(平均值 $-1.5 \pm 0.5\text{‰}$) (圖 4.21；附錄六)，根據 Wang and Peng 在 1990 年研究所指出的海洋訊號分界線，可以從海水與淡水訊號界線範圍中發現島尾 I 遺址中瘤岩螺殼體的大部分在海水訊號界線內，只有少部分呈現在淡水訊號界線內，說明該地區有受到淡水的影響(Barber *et al.*, 1999；Alley and Ágústssdóttir, 2005)，但相較於遺址中貽貝殼體的記錄(林楷和，2024)，瘤岩螺殼體受到淡水匯入的影響程度較少。

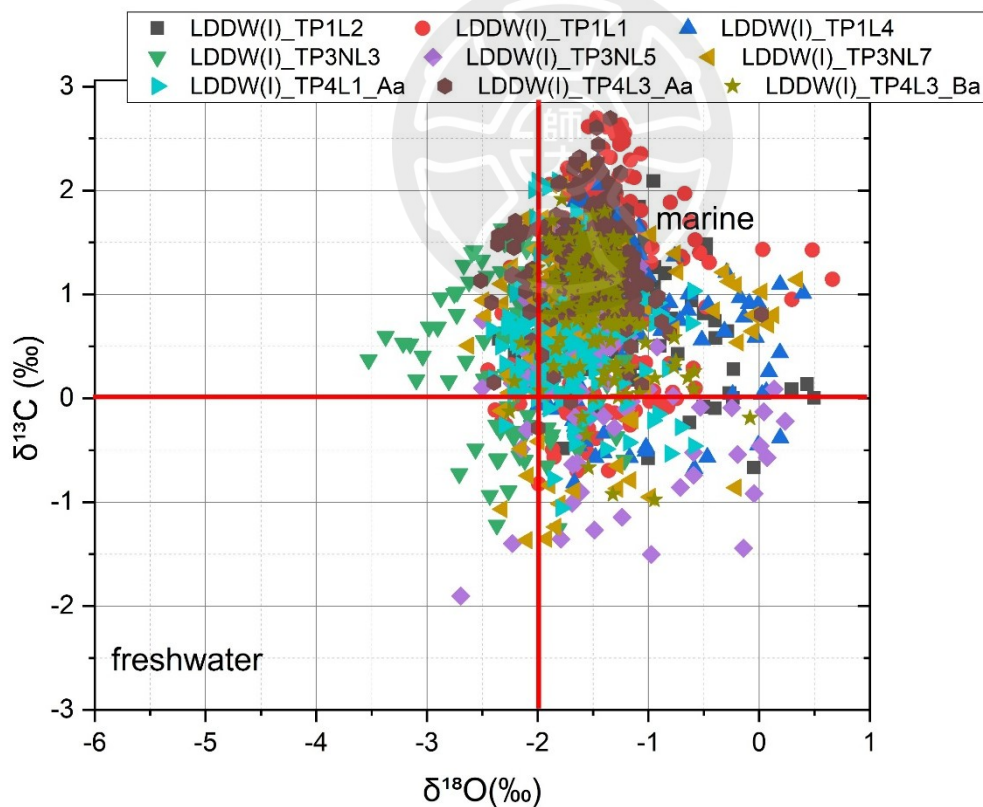
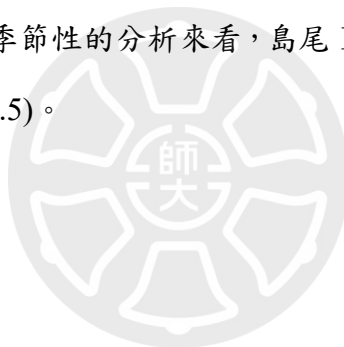


圖 4.21、亮島島尾 I 遺址碳、氧同位素數值分佈圖；紅色線為 Wang and Peng(1990)在臺灣海以軟體動物數據所制定出之海洋訊號和淡水訊號。

島尾 I 遺址中的瘤岩螺標本基本上都保存良好，可以從瘤岩螺殼體的殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈 (圖 4.22、圖 4.23、圖 4.24)，採用殼體理論平衡值四分位法及螺類殼體氧同位素數值的變化，可以發現島尾 I 遺址中 TP1 和 TP3(除了 TP3NL3)坑位的瘤岩螺殼體所記錄氧同位素數值都能到理論平衡值四分位法的第 25%和 75%值的界線，或是超過該界線，說明這些瘤岩螺殼體能記錄與現今水體所呈現冬天與夏天之較冷和較高溫的氣候，但還未到達最高和最低的溫度。TP4 坑位中的 3 隻瘤岩螺殼體所記錄到氧同位素數值只有記錄到較高溫的氣候，但這些記錄都並未達到第三分位(75%)數值。TP3NL3 所記錄到氧同位素數值整體都較為負值(介於-3.5 至-1.2‰)，有可能該殼體所處在的環境與其他瘤岩螺殼體有所不同，所生活的地區有可能是處於溫度較高的環境下，故導致該殼體所記錄到的氧同位素數值較為負值。從季節性的分析來看，島尾 I 遺址中瘤岩螺殼體的記錄大多是處於在秋天和春天(表 4.5)。



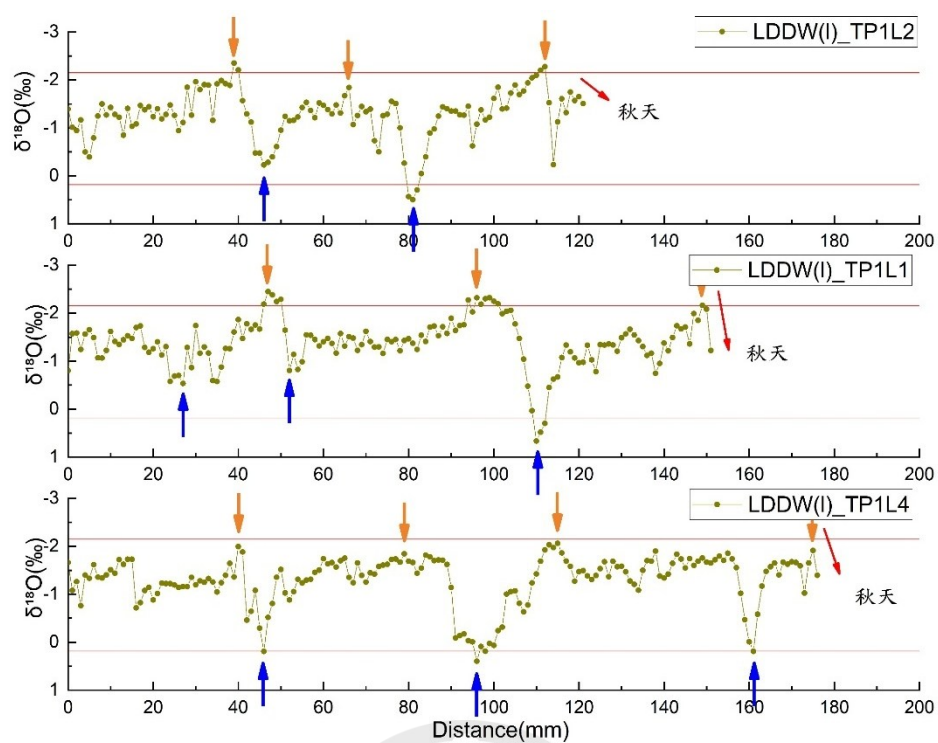


圖 4.22、亮島島尾 I 遺址 TP1 坑中 3 隻瘤岩螺殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論平衡氧同位素值數所得出的四分位法之 25% 及 75% 數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。

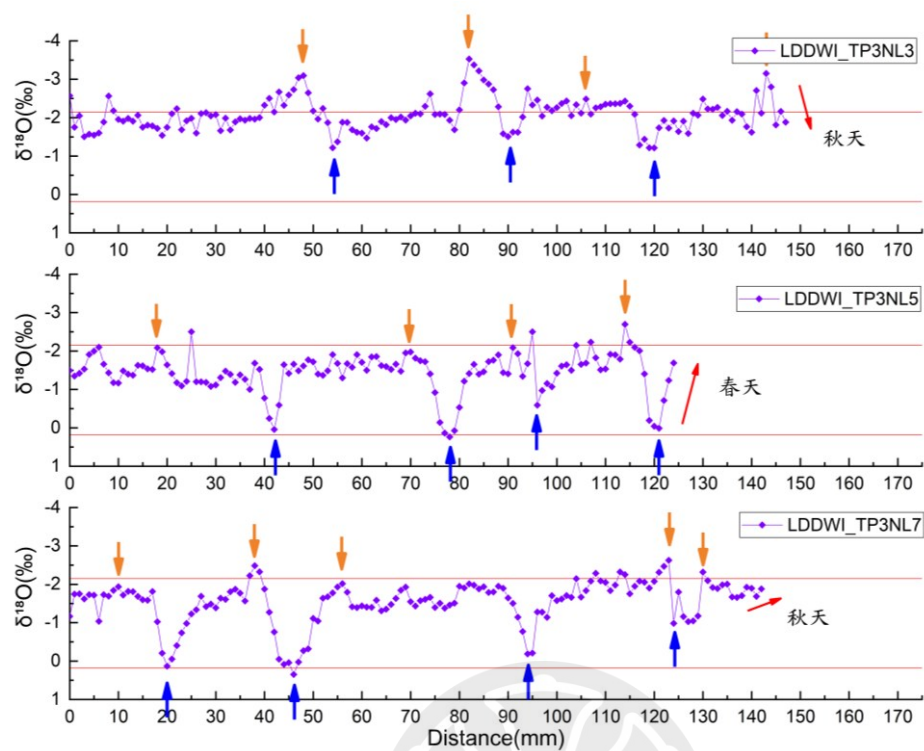


圖 4.23、亮島島尾 I 遺址 TP3 坑中 3 隻瘤岩螺殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論平衡氧同位素值數所得出的四分位法之 25% 及 75% 數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。

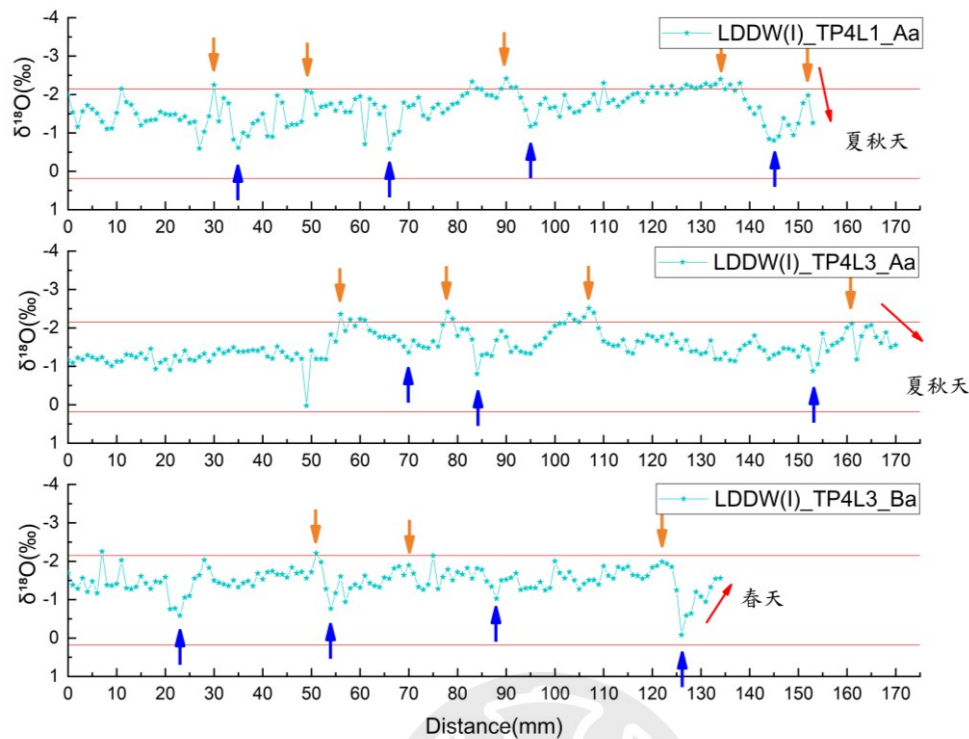


圖 4.24、亮島島尾 I 遺址 TP4 坑中 3 隻瘤岩螺殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論平衡氧同位素值數所得出的四分位法之 25% 及 75% 數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。

根據島尾 I 遺址中瘤岩螺殼體氧同位素數值中全部的夏天和冬天(表 4.6)，再進而取夏天和冬天的平均值，島尾 I 遺址瘤岩螺殼體全部的夏天平均值為 $-2.3 \pm 0.4\text{‰}$ ($N=35$) 和全部冬天的平均值為 $-0.4 \pm 0.6\text{‰}$ ($N=30$)，且需要考量冰川效應之在距今約 8000 年前海平面下降約 20 公尺而影響約 0.2‰ 的水體氧同位素數值，現代夏季及冬季平均海水氧同位素數值分別為 $-0.5 \pm 0.3\text{‰}$ ($N=3$) 和 $-1.0 \pm 0.3\text{‰}$ ($N=2$)，將其代入霰石氧同位素溫度方程式(Hudson and Anderson, 1989)，所算出之殼體夏天和冬天之氧同位素數值溫度分別約為 28.3°C 和 18.2°C ，現代觀測之夏天和冬天之溫度分別為 28.2°C 和 10.8°C ，殼體記錄到之夏天溫度與現代觀測之夏天平均溫度接近，但殼體冬天的溫度比冬天觀測要高約 8°C ，因為瘤岩螺殼體在較寒冷時期殼體

會停止生長或生長緩慢，故無法記錄到最低溫度，但與現生殼體記錄到之 19.3°C 相差不多，整體而言，從中並未看出島尾 I 遺址有受到 8.2k 之寒冷事件的影響。

表 4.5、亮島島尾 I 遺址中瘤岩螺殼體之平均氧同位素數值以及採集季節

標本	個數	平均值 (‰)	標準差 (‰)	季節	生長時間
TP1L1	152	-1.3	0.5	秋天	約 2 至 3 年
TP1L2	122	-1.4	0.5	秋天	約 3 年
TP1L4	177	-1.3	0.5	秋天	約 3 至 4 年
TP3NL3	148	-2.1	0.4	秋天	約 3 至 4 年
TP3NL5	125	-1.4	0.5	春天	約 4 年
TP3NL7	143	-1.5	0.6	春夏天	約 4 至 5 年
TP4L1_Aa	154	-1.6	0.4	夏秋天	約 4 至 5 年
TP4L3_Aa	171	-1.5	0.4	春夏天	約 3 至 4 年
TP4L3_Ba	135	-1.5	0.3	春天	約 3 至 4 年

表 4.6、亮島島尾 I 遺址瘤岩螺殼體自頂端向殼口序列採樣，推測所得生長時期的夏天和冬天之氧同位素數值(‰)

標本	夏天 $\delta^{18}\text{O}$ (‰)					冬天 $\delta^{18}\text{O}$ (‰)			
TP1L1	-2.4	-2.3	-2.2			-0.5	-0.8	0.7	
TP1L2	-2.4	-1.8	-2.3			-0.2	0.5		
TP1L4	-2.0	-1.8	-2.1	-1.9		0.2	0.4	0.2	
TP3NL3	-3.1	-3.4	-2.5	-3.2		-1.2	-1.5	-1.2	
TP3NL5	-2.1	-2.0	-2.1	-2.7		0.0	0.2	-0.6	0.0
TP3NL7	-1.9	-2.5	-2.0	-2.6	-2.3	-0.1	0.3	-0.2	-1.0
TP4L1_Aa	-2.2	-2.1	-2.4	-2.4	-2.0	-0.6	-0.6	-1.2	-0.8
TP4L3_Aa	-2.4	-2.4	-2.5	-2.1		-1.4	-0.8	-0.9	
TP4L3_Ba	-2.2	-1.9	-2.0			-0.6	-0.8	-1.0	-0.1
平均值 $\pm 1\sigma$	$-2.3 \pm 0.4 (N=35)$					$-0.4 \pm 0.6 (N=30)$			

4.4.2 亮島島尾 II 遺址碳氧同位素分析

本研究分析採自島尾 II 遺址的 TP3 和 TP4G 坑位中各 3 隻遺址螺類殼體的碳、氧同位素成份，這 6 隻瘤岩螺殼體的碳、氧同位素數值分別介於-1.4‰至 2.6‰之間(平均值 $0.8 \pm 0.7\text{‰}$; $N=1059$)和介於-3.3‰至 0.5‰之間(平均值 $-1.6 \pm 0.6\text{‰}$)(圖 4.25；表 4.7；附錄七)，根據 Wang and Peng 在 1990 年研究所指出的海洋訊號分界線，可以從海水與淡水訊號界線範圍中發現島尾 II 遺址中瘤岩螺殼體的大部分在海水訊號界線內，只有少部分呈現在淡水訊號界線內，說明島尾 II 遺址螺類多數生活在海洋性環境，但受到鹽度較低或氧同位素較輕的淡水所影響，與島尾 I 遺址螺類殼體碳、氧同位素的環境特徵相似。

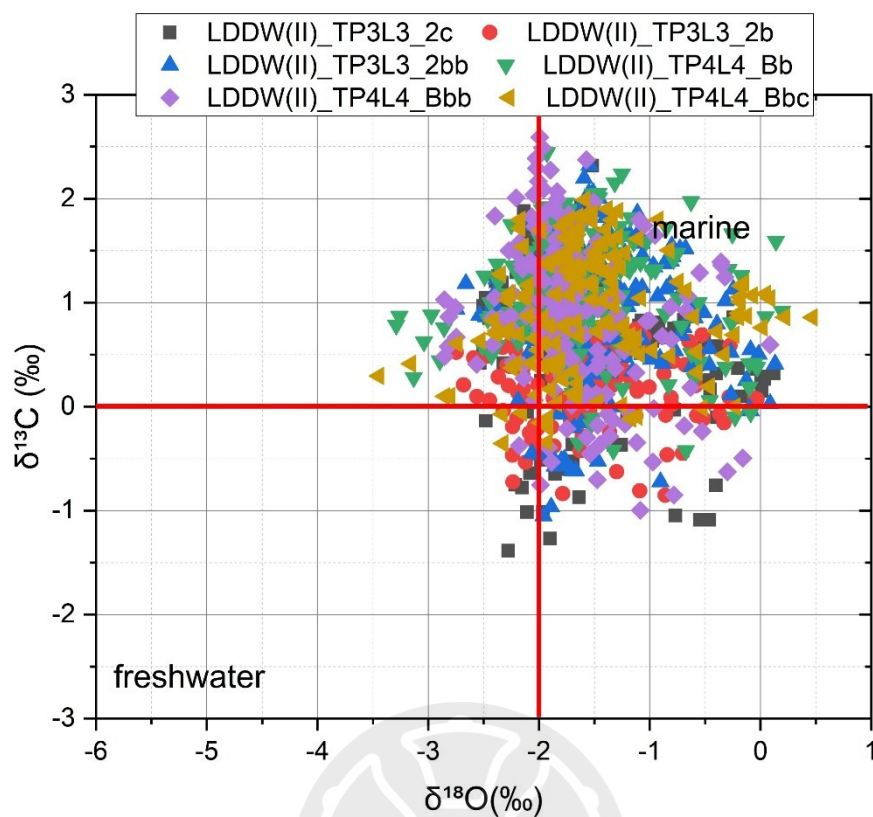


圖 4.25、亮島島尾Ⅱ遺址碳、氧同位素數值分佈圖；紅色線為 Wang and Peng(1990)在臺灣海以軟體動物數據所制定之海洋訊號和淡水訊號。

表 4.7、亮島島尾Ⅱ遺址中瘤岩螺殼體的氧同位素數值以及採集季節

標本	個數	平均值 (‰)	標準差 (‰)	季節	生長時間
TP3L3_2b	141	-1.6	0.6	春天	約 5 年
TP3L3_2bb	178	-1.4	0.6	春天	約 4 年
TP3L3_2c	162	-1.6	0.6	夏天	約 4 年
TP4L4_Bb	219	-1.6	0.6	春天	約 6 年
TP4L4_Bbb	195	-1.7	0.5	春夏天	約 4 至 5 年
TP4L4_Bbc	164	-1.5	0.7	秋冬天	約 4 至 5 年

島尾Ⅱ遺址中的瘤岩螺標本基本上都保存良好，但該遺址中的瘤岩螺殼體數量較少，全都集中在 TP3L3_2b、TP3L3_2C 和 TP4L4Bb 的範圍，從瘤岩螺殼體的殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈圖觀察(圖 4.26、圖 4.27)，根據殼體理論平衡值四分位法分析遺址螺類殼體最後三個氧同位素數值的季節性變化。可以發現島尾Ⅱ遺址中 TP3 和 TP4 坑位的瘤岩螺殼體所記錄氧同位素數值都能到理論平衡值四分位法的第 25%和 75%值的界線，甚或是超過該界線，說明這些瘤岩螺殼體能記錄與現今水體所呈現冬天與夏天之較冷和較高溫的氣候。與島尾Ⅰ遺址中 TP1 和 TP3 坑中瘤岩螺殼體所呈現的情況一致，島尾Ⅱ遺址中瘤岩螺殼體的採收季節大多是處於在春天和夏天。

根據島尾Ⅱ遺址中瘤岩螺殼體氧同位素數值中全部的夏天和冬天(表 4.8)，再進而取夏天和冬天的平均值，島尾Ⅱ遺址中瘤岩螺殼體全部的夏天平均值為 $-2.4 \pm 0.4\text{‰}$ ($N=29$)和全部冬天的平均值為 $-0.2 \pm 0.3\text{‰}$ ($N=28$)，由於島尾Ⅱ遺址定年在距今 5700 至 5000 年前，其海平面會與現今並無差異，故無需考量冰川效應，現代夏季及冬季平均海水氧同位素數值分別為 $-0.5 \pm 0.3\text{‰}$ ($N=3$)和 $-1.0 \pm 0.3\text{‰}$ ($N=2$)，將其代入霏石氧同位素溫度方程式(Hudson and Anderson, 1989)，所算出之殼體夏天和冬天之氧同位素數值溫度分別約為 27.9°C 和 16.4°C ，現代觀測之夏天和冬天之溫度分別為 28.2°C 和 10.8°C ，殼體夏天之溫度與現代觀測之夏天平均溫度較為接近，殼體冬天之溫度與現代觀測冬天平均溫度相差約 6°C ；雖然螺類殼體會於冬季低溫時減緩或停止生長，島尾Ⅱ遺址的螺類比現生殼體計算之冬天溫度之 19.3°C 稍冷。

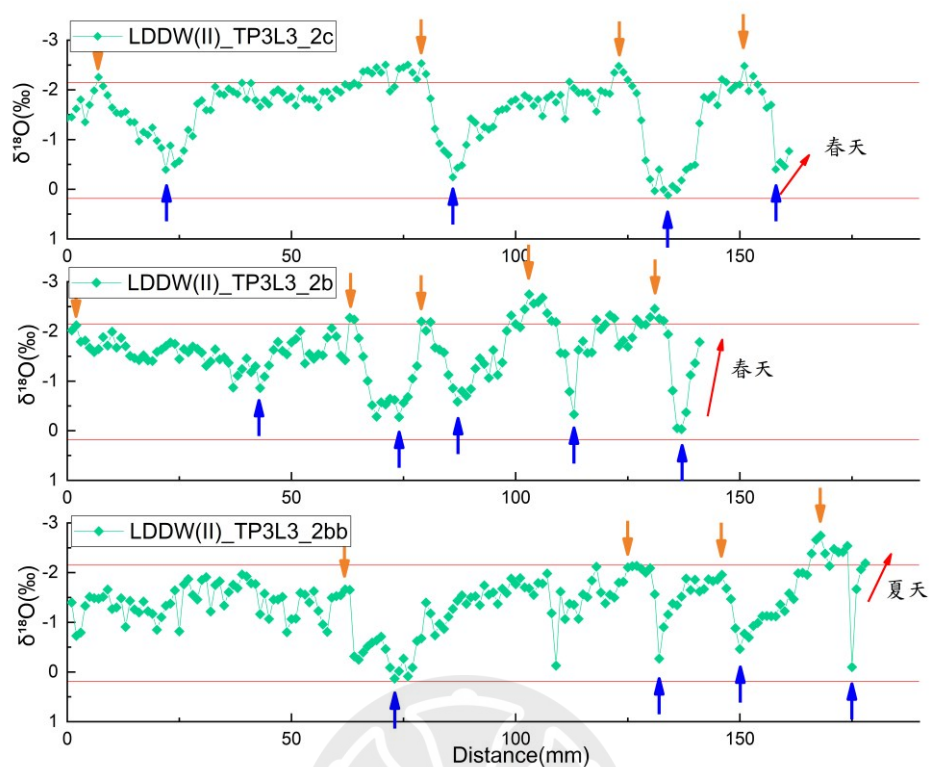


圖 4.26、亮島島尾Ⅱ遺址 TP3 坑中 3 隻瘤岩螺殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論氧同位素值數所得出的四分位法之 25% 及 75% 數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。

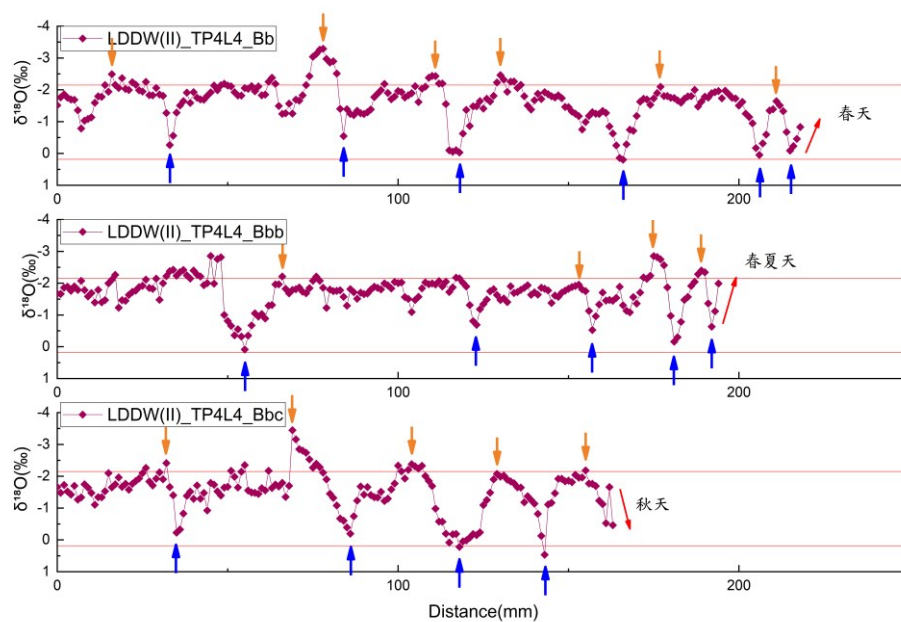


圖 4.27、亮島島尾Ⅱ遺址 TP4 坑中 3 隻瘤岩螺殼體從殼頂到殼口所紀錄的氧同位素數值分佈圖；紅色線為利用海水氧同位素所換算的殼體理論氧同位素值數所得出的四分位法之 25% 及 75% 數值，橘色箭頭為夏天氧同位素數值，深藍色箭頭為冬天氧同位素數值。

表 4.8、亮島島尾Ⅱ遺址瘤岩螺殼體自頂端向殼口序列採樣，推測所得生長週期的夏天和冬天之氧同位素數值(‰)

標本	夏天 $\delta^{18}\text{O}$ (‰)						冬天 $\delta^{18}\text{O}$ (‰)					
TP3L3_2b	-1.7	-2.1	-2.0	-2.7			0.1	-0.3	-0.5	-0.1		
TP3L3_2bb	-2.1	-2.3	-2.2	-2.7	-2.5		-0.9	-0.3	-0.6	-0.3	0.0	
TP3L3_2c	-2.3	-2.5	-2.5	-2.5			-0.4	-0.2	0.1	-0.4		
TP4L4_Bb	-2.5	-3.3	-2.4	-2.5	-2.1	-1.6	-0.3	-0.5	0.0	0.2	0.0	-0.1
TP4L4_Bbb	-2.9	-2.2	-2.0	-2.8	-2.4		0.1	-0.7	-0.5	-0.2	-0.6	
TP4L4_Bbc	-2.4	-3.4	-2.4	-2.1	-2.2		-0.2	-0.2	0.2	0.5		
平均值 $\pm 1\sigma$	$-2.4 \pm 0.4 (N=29)$						$-0.2 \pm 0.3 (N=28)$					

4.5 現生與遺址殼體微量元素分析結果

珊瑚骨骼中的 Sr/Ca 與海水溫度有相關性，故可利用其 Sr/Ca 結果來回推出海洋古溫度(Hart and Cohen, 1996)，故本研究也嘗試分析現生螺類殼體及遺址瘤岩螺殼體之 Sr/Ca，探究是否可以回推該地區的古海洋溫度。本研究分析現生螺類殼體(202309)、島尾 I 遺址(TP4L1_Aa)與島尾 II 遺址(TP3L3_2c)瘤岩螺殼體之 Sr/Ca 比值。

現生殼體(202309)的 Sr/Ca 比值介於 1.7 至 2.4mmol/mol 之間(平均值 2.3 ± 0.2 mmol/mol ; N=53)、島尾 I 遺址(TP4L1_Aa) 的 Sr/Ca 比值介於 2.0 至 6.8mmol/mol 之間(平均值 3.1 ± 0.9 mmol/mol ; N=153)和島尾 II 遺址(TP3L3_2c) 的 Sr/Ca 比值介於 1.7 至 6.0mmol/mol 之間(平均值 2.5 ± 0.5 mmol/mol ; N=161; 附錄八)，將其與殼體氧同位素數值進行對比(圖 4.28、圖 4.29、圖 4.30)可發現 Sr/Ca 比值與氧同位素數值只有小部分的數值有相關性變化，進而以統計方法分析現生螺類殼體與亮島島尾 I、II 遺址瘤岩螺殼體標本之 Sr/Ca 比值與其對應氧同位素數值進行線性相關性分析(表 4.9)，現生螺類與遺址瘤岩螺殼體標本之 Sr/Ca 比值與氧同位素數值之間並無顯著相關性，故無法利用 Sr/Ca 比值去回推其海水溫度。

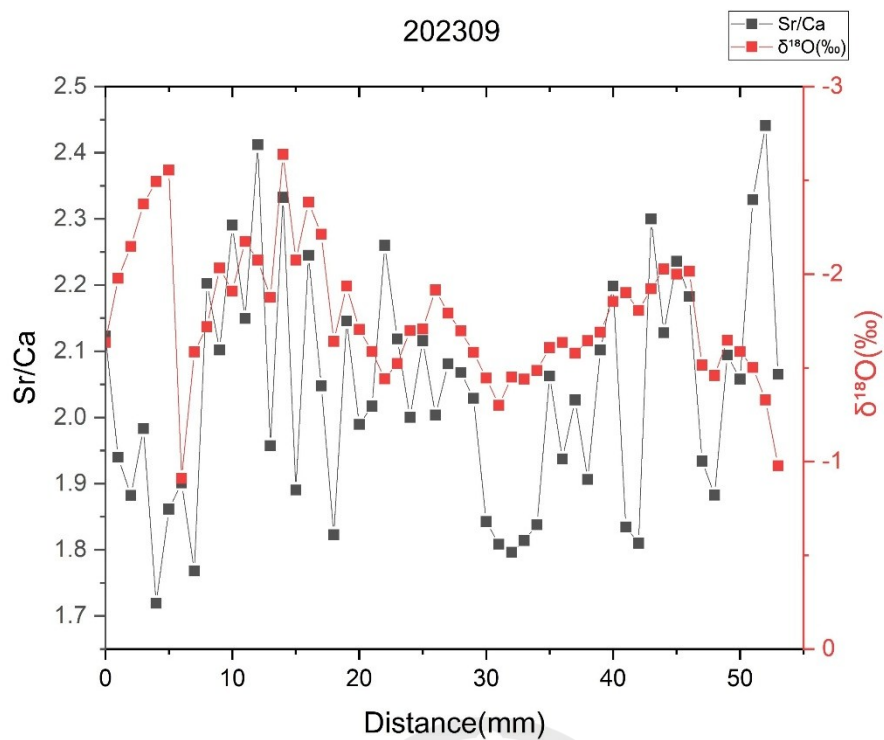


圖 4.28、馬祖南竿復興村現生螺類殼體(202309)距殼頂 Sr/Ca 比值與氧同位素數值對照圖。

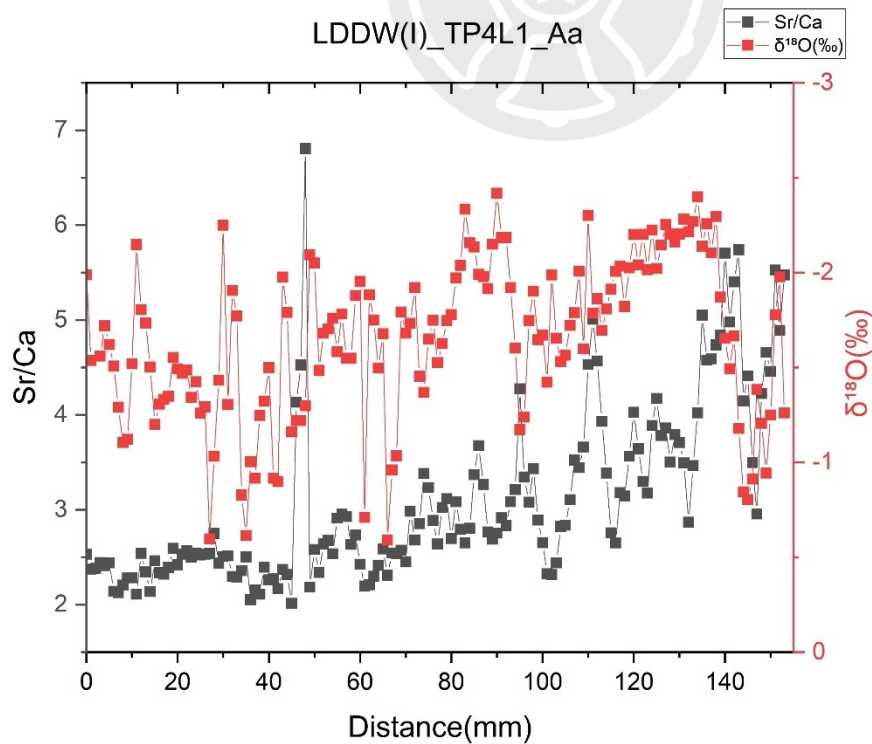


圖 4.29、亮島島尾 I 遺址瘤岩螺殼體(TP4L1_Aa) 距殼頂 Sr/Ca 比值與氧同位素數值對照圖。

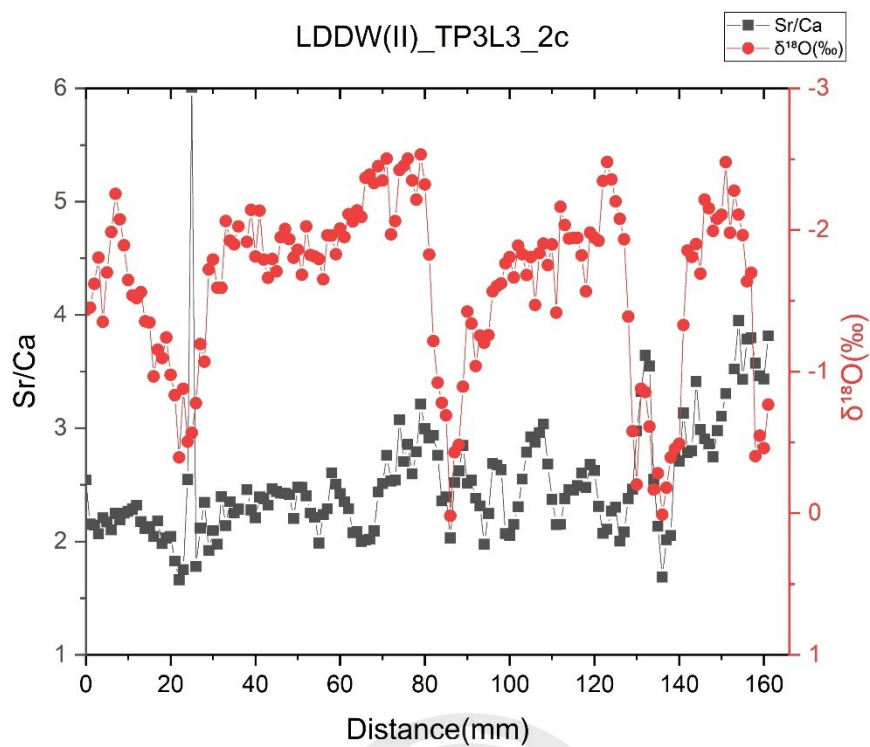


圖 4.30、亮島島尾Ⅱ遺址瘤岩螺殼體(TP3L3_2c)距殼頂 Sr/Ca 比值與氧同位素數值對照圖。

表 4.9、現生螺類殼體、亮島島尾Ⅰ遺址與亮島島尾Ⅱ遺址瘤岩螺殼體標本之 Sr/Ca 比值與氧同位素數值進行線性相關性分析(R^2)

	202309	TP4L1_Aa	TP3L3_2c
Sr/Ca 與 $\delta^{18}\text{O}$	0.0	0.0	0.0

4.6 馬祖地區之古環境

現生螺類、島尾 I 遺址和島尾 II 遺址的平均碳同位素數值分別為 $-0.3 \pm 0.7 \text{ ‰}$ ($N=389$)、 $0.8 \pm 0.7 \text{ ‰}$ ($N=1327$)、 $0.8 \pm 0.7 \text{ ‰}$ ($N=1059$) (表 4.10)，島尾 I 遺址和島尾 II 遺址瘤岩螺殼體的平均碳同位素數值相似，且都比現生螺類殼體的平均碳同位素數值較大，這與在相同遺址中貽貝殼體的平均碳同位素數值比現生貽貝殼體較大的情況一致(林楷和，2024)，這說明在 7900 至 5100 年前的海洋基礎生產力可能比現今高，根據邱鴻霖等人(2015)之馬祖亮島地區 GMT 地形圖(圖 4.31)，亮島地區週遭海平面較現今低約 20 公尺，可觀察亮島地區離周遭其他島嶼、陸地之海岸線的距離較為相近和海水深度變淺，使亮島沿海水域更為靠近陸源輸送區，為其水域提供更多營養鹽，提高基礎生產力。Webb(2021)指出沿海地區的基礎生產力會高於大洋地區，其因素有陸源(河川帶入到海洋中)所提供大量的營養鹽，且沿海地區的海水深度較淺，海洋生物能容易獲得營養鹽，另外沿岸流的帶動，可促進沿海地區的營養鹽循環。根據中國長江沿海地區全新世時期岩芯與現今沿岸地區浮游植物的觀察，在距今 6000 年前以前長江沿岸地區的營養鹽增加，主要是陸源有機質的提供與長江淡水排放量的增加，但隨著海平面逐漸上升，海岸線也不斷往內陸靠近，讓原本的沿海環境轉變成淺海環境，影響該地區的陸源有機質的提供減少，進而從距今 6000 年前至今發現該地區所反映的營養鹽主要因浮游植物的生產力逐漸增加和長江河流淡水的排放量減少，而現今沿岸地區的營養鹽比例不平衡(例如硝酸鹽增加，磷酸鹽減少)和人為活動所造成的陸源(污染物)匯入增加，導致某些浮游植物過度生長(藻華)或受到限制，也導致海洋基礎生產力降低(Zhou *et al.*, 2008；Zhan *et al.*, 2011；Wang *et al.*, 2003；Lapointe *et al.*, 2020；2023)。在全新世時期的寒冷事件中因為冬季季風的增強導致沿岸流的增強，亦可讓其沿海地區營養鹽增加，而現今更因冬季季風的減弱和 ENSO 事件影響，導致現今沿岸地區水域的營養鹽含量較早全新世時期(7900 至 5100 年前)更低(Zhang *et al.*, 2016)。

表 4. 10、現生螺類與遺址之瘤岩螺殼體碳、氧同位素數值

	數量	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$
現生	N=394	-2.7‰ ~ 0.1‰ (平均值 $-1.6 \pm 0.4\text{‰}$)	-2.4‰ ~ -1.0‰ (平均值 $-0.3 \pm 0.7\text{‰}$)
亮島島尾 I 遺址	N=1327	-3.5‰ ~ 0.7‰ (平均值 $-1.5 \pm 0.5\text{‰}$)	-1.9‰ ~ 2.7‰ (平均值 $0.8 \pm 0.7\text{‰}$)
亮島島尾 II 遺址	N=1059	-3.3‰ ~ 0.5‰ (平均值 $-1.6 \pm 0.6\text{‰}$)	-1.4‰ ~ 2.6‰ (平均值 $0.8 \pm 0.7\text{‰}$)

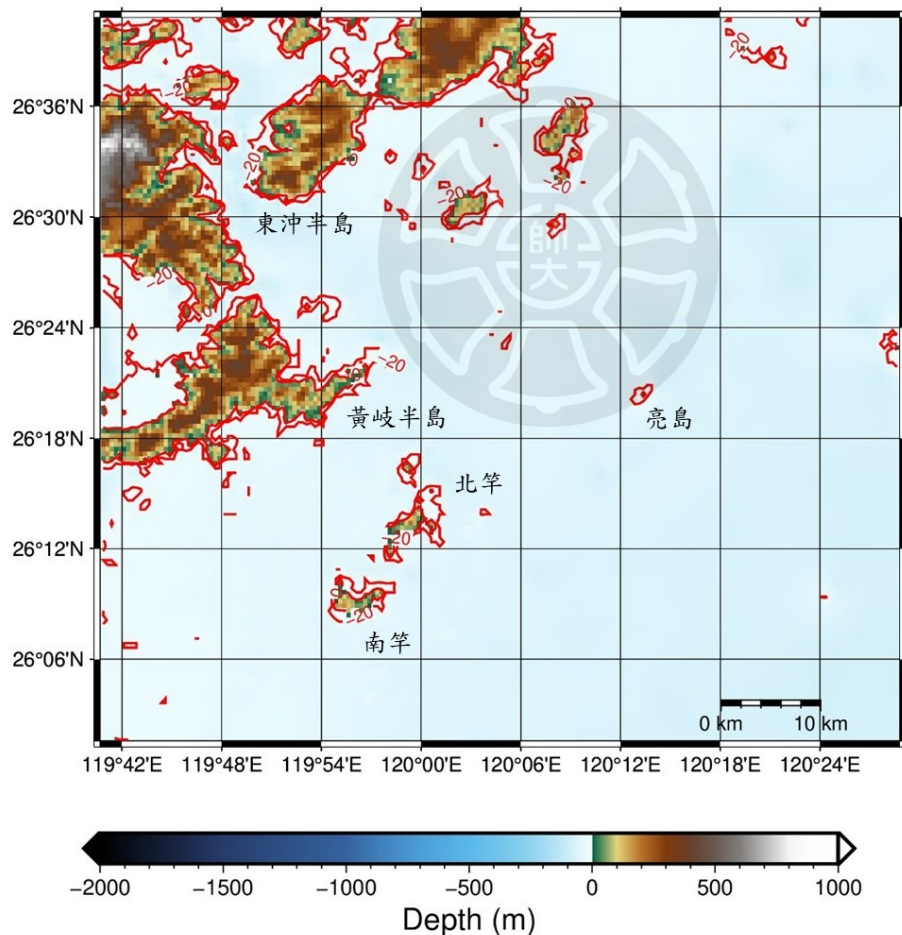


圖 4. 31、亮島距今 8000 年前海域水深範圍(GMT)。紅色線區域為海平面下降各 0 至 20 公尺的等深線所出露的陸地範圍

現生螺類、島尾 I 遺址和島尾 II 遺址的平均氧同位素數值分別為 $-1.6\pm 0.4\text{‰}$ 、 $-1.5\pm 0.5\text{‰}$ 、 $-1.6\pm 0.6\text{‰}$ (表 4.10)，三者之間無顯著差異性(表 4.11)，代表距今 7900 至 5100 年前亮島地區整體的水體氧同位素成份與溫度與現代無顯著差異。根據前人研究中，全新世早期之中國西南地區的氧同位素數值較現今低，且全新世早期中國西南地區的降雨量較現今多，在距今 8200 年前(8.2ka 事件)時期也有出現較為乾燥寒冷的氣候之特徵(Hu *et al.*, 2008)；和在全新世早期之長江下遊地區也有呈現出其降雨量較現今強，其中夏季的降雨量更因日照量而形成高蒸發量，造成夏季季風增強而從南向北移動，讓低緯度地區帶來大量的雨水，該地區花粉材料記錄到夏季降雨量較強，而到全新世中期則是乾燥寒冷的氣候，以距今 5300 年前為更加乾燥寒冷之氣候(Li *et al.*, 2018)。島尾 I 遺址之平均氧同位素與現生螺類和島尾 II 遺址只相差約 0.1‰，且三者之平均氧同位素數值並無差異，有可能還是因全新世早期的中國東南地區和長江地區降雨量較高而導致在距今 7900 至 5100 年前有一小部分的淡水或鹽度較低的海水匯入到亮島沿海地區，但整體還是海水為主且無法發現降雨量有較現代增強之特徵；同時也利用殼體氧同位素數值分析溫度的變化，現生平均氧同位素與亮島島尾 II 遺址相近，兩者都比亮島島尾 I 遺址小約 0.1‰，發現亮島島尾 II 遺址(距今 5800 至 5100 年前)比亮島島尾 I 遺址(距今 7900 至 7300 年前)時期稍微溫暖。

表 4.11、獨立樣本 T 檢定分析所得出現生螺類與島尾 I、II 遺址瘤岩螺殼體標本之碳、氧平均同位素數值之間是否存在顯著性差異。

		平均值差異	標準誤差異	顯著性(P 值)
現生 島尾 I 遺址	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	-0.1	0.3	0.0
	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	-1.1	0.0	0.0
現生 島尾 II 遺址	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	-0.1	0.0	0.0
	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	-1.1	0.4	0.0
島尾 I 遺址	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	0.0	0.0	0.1
島尾 II 遺址	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	0.0	0.0	1.0

雖然整體上三個時期之間的平均氧同位素數值並無顯示較大落差，由於整體冬天會減緩生長或停止生長，導致記錄之不確定性故進一步分析三個時期的冬天和夏天的平均氧同位素數值的差異性，現生螺類殼體、島尾 I 遺址瘤岩螺殼體及島尾 II 遺址瘤岩螺殼體夏天的平均氧同位素數值分別為-2.3‰、-2.3‰、-2.4‰(表 4.4、表 4.6、表 4.8)，將現代海水之夏天和冬天氧同位素代入(Hudson and Anderson, 1989)的霰石氧同位素溫度方程式所計算之夏天 27.6°C、28.3°C、27.9°C。亮島島尾 I 遺址(距今 7900 至 7300 年前)、島尾 II 遺址(距今 57600 至 5000 年前)和現生殼體標本之夏天溫度與現代觀測水體之夏天溫度接近，顯示亮島島尾 I 遺址之夏季並未受到距今 8200 年前(8.2k)的寒冷事件影響。

林楷和(2024)在亮島島尾 I 遺址中貽貝之碳、氧同位素數值分別介於-2.6‰至 2.4‰之間(平均值 $0.5 \pm 0.57\text{‰}$; N=531)和-6.3‰至 0.3‰之間(平均值 $-1.2 \pm 0.6\text{‰}$)，在亮島島尾 II 遺址中貽貝之碳、氧同位素數值分別介於-1.2‰至 2.2‰之間(平均值 $0.7 \pm 0.4\text{‰}$; N=394)和-5.8‰至 0.0‰之間(平均值 $-1.6 \pm 0.6\text{‰}$)；將瘤岩螺殼體與林楷和(2024)遺址中貽貝的碳氧同位素數值進行對比(表 4.12)，發現亮島島尾 I 遺址中瘤岩螺殼體的平均碳同位素數值比貽貝殼體大約 0.3‰，亮島島尾 I 遺址中瘤岩螺

殼體的平均氧同位素數值比貽貝殼體小約 0.4‰，而亮島島尾Ⅱ遺址中瘤岩螺殼體的平均碳氧同位素數值與貽貝相近。同時島尾Ⅰ、Ⅱ遺址中貽貝與瘤岩螺殼體之碳、氧平均同位素數值之間有顯著性差異（表 4.13）。

同時也將同一遺址下同一坑位或同一層位中貽貝與螺類殼體同位素進行顯著性統計分析(表 4.14)。在島尾Ⅰ遺址中，針對 TP1 坑位之 L1、L2、L4 三個層位以及整個 TP3 坑位進行分析，其結果得知除了 L4 層位貽貝與瘤岩螺之氧同位素分析沒有顯著性差異外，其他層位及坑位都有顯著性差異；在島尾Ⅱ遺址中，針對 TP3 坑位之 L3 層位和 TP4 坑位之 L4 層位進行分析，其結果得知兩個層位所呈現貽貝與瘤岩螺的碳、氧同位素之間都有顯著性差異。無論是兩者之間全部數據的對比，還是針對同一層位或坑位的數據之顯著性統計分析，基本上貽貝與瘤岩螺之間是存在顯著性差異，或許與貽貝及瘤岩螺之微棲息環境不同有關。

表 4.12、現生螺類與遺址之瘤岩螺殼體夏天和冬天氧同位素數值

	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})(\text{夏天})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})(\text{冬天})$
現生	-2.7‰ ~ -1.8‰ (平均值-2.3±0.3‰) N = 19	-1.7‰ ~ 0.1‰ (平均值-0.9±0.5‰) N = 18
亮島島尾Ⅰ遺址	-3.4‰ ~ -1.8‰ (平均值-2.3±0.4‰) N = 35	-1.5‰ ~ 0.7‰ (平均值-0.4±0.6‰) N = 30
亮島島尾Ⅱ遺址	-3.4‰ ~ -1.6‰ (平均值-2.3±0.1‰) N = 29	-0.9‰ ~ 0.5‰ (平均值-0.4±0.1‰) N = 28

表 4.13、獨立樣本 T 檢定分析所得出島尾 I、II 遺址中貽貝(林楷和，2024)與瘤岩螺殼體之碳、氧平均同位素數值之間是否存在顯著性差異。

貽貝與瘤岩螺殼體		平均值差異	標準誤差異	顯著性(P 值)
亮島島尾 I 遺址	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	0.3	0.0	0.0
	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	-0.4	0.0	0.0
亮島島尾 II 遺址	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	-0.0	0.0	0.5
	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	-0.1	0.0	0.0

表 4.14、獨立樣本 T 檢定分析所得出島尾 I、II 遺址中不同坑位或不同層位的貽貝(林楷和，2024)與瘤岩螺殼體之碳、氧平均同位素數值之間是否存在顯著性差異。

貽貝與瘤岩螺殼體			平均值差異	標準誤差異	顯著性(P 值)
亮島島尾 I 遺址	TP1L1	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	0.3	0.1	0.0
		$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	-0.4	0.9	0.0
	TP1L2	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	0.1	0.1	0.0
		$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	-0.7	0.1	0.0
	TP1L4	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	-0.0	0.1	0.9
		$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	-0.5	0.1	0.0
	TP3	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	0.2	0.0	0.0
		$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	-0.6	0.0	0.0
亮島島尾 II 遺址	TP3L3	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	0.1	0.1	0.0
		$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	0.3	0.1	0.0
	TP4L4	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	0.2	0.1	0.0
		$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	-0.3	0.1	0.0

第五章、結論

本研究分析馬祖南竿復興村潮汐帶的 6 隻現生螺類殼體，馬祖亮島島尾 I 遺址中 9 隻瘤岩螺殼體和島尾 II 遺址中 6 隻瘤岩螺殼體的碳、氧同位素成份。根據馬祖北竿地區的水體分析之氧同位素數值介於-0.1 至-1.8‰之間和南竿地區的水體分析之氧同位素數值介於 0.0 至-1.5‰之間，鹽度分別介於 32.3 至 21.9psu 和 32.6 至 22.5psu 之間，而水體溫度分別介於在 28.7 至 10.8°C 和 28.8 至 10.8°C 之間，從水體數據可觀察到北竿與南竿地區水體都有受到中國東部及東南部沿岸地區淡水或鹽度較低之水體的影響。現生螺類殼體的氧同位素與理論平衡氧同位素數值進行對比，發現螺類殼體在氣候較為寒冷時會停止生長或生長較慢，並不能在殼體中記錄到較冷的氧同位素訊號。

現生螺類殼體與亮島島尾 I 遺址、島尾 II 遺址的氧同位素數值分別介於-2.7‰至 0.1‰之間(平均值 -1.6 ± 0.4 ‰; N=394)、-3.5‰至 0.7‰之間(平均值 -1.5 ± 0.5 ‰; N=1327)、-3.3‰至 0.5‰之間(平均值 -1.6 ± 0.6 ‰; N=1059)，運用以 Mannino 等人(2007)所採用的四分位法去判斷季節性變化，以理論平衡氧同位素數值所計算出的四分位當成季節性判斷的基準線，島尾 I 遺址瘤岩螺殼體較多在秋天採收(秋天 N=4，春天 N=2，春夏 N=2，夏秋 N=1)，而島尾 II 遺址瘤岩螺殼體較多在春天採收(春天 N=4，春夏 N=1，秋冬 N=1)。從分析溫度得知現生和遺址殼體之夏天的海水溫度會與現代觀測溫度接近；而冬天則是島尾 I 遺址、島尾 II 遺址及現今殼體之溫度較現代觀測溫度高約 6 至 8 °C，因為螺類無法在寒冷時期紀錄最極值的溫度(最低溫)，故螺類的冬天不加以討論，而以夏天溫度可推估因島尾 I 遺址(距今 7900 至 7400 年前)之夏季未明顯記錄到距今 8200 年前(8.2k)寒冷事件。

現生螺類殼體與亮島島尾 I 遺址、島尾 II 遺址的碳同位素數值分別介於-2.4‰~ -1.0‰ (平均值 -0.3 ± 0.7 ‰)、-1.9‰~ 2.7‰ (平均值 0.8 ± 0.7 ‰)、-1.4‰~ 2.6‰ (平均值 0.8 ± 0.7 ‰)，遺址中的碳同位素比現今較高而得知海洋基礎生產力較高，因距今約 8000 年前馬祖亮島地區的海平面較現今下降約 20 公尺，陸源有機質與淡水

匯入的增加導致營養鹽較高，加上冬季季風的變化促使沿岸流帶動該地區的營養鹽循環，讓早全新世時期馬祖亮島沿海地區有着較高的營養鹽。

整體而言，在距今約 7900 至 7300 年前(島尾 I 遺址)和距今約 5800 至 5100 年前(島尾 II 遺址)的馬祖亮島地區之夏季與現今一樣溫暖的氣候環境，而整個全新世早期之馬祖亮島地區海水是呈現較現今富營養鹽的海域。



參考文獻

- 于俊傑、彭博、蘭佑、武彬、王繼龍、丁大林、勞金秀、李帥麗、戴璐，2021，
孢粉證據揭示 MIS5a 以來福建東北沿海地區人類活動、海平面及氣候變化：
地球科學，46(1)，281-292。
- 王龍，王張華，李翠玉，2022，福建沿海全新世相對海平面變化:地質記錄與“冰
川-水均衡調整”模擬對比：海洋學報，44(9)，109-123。
- 王晨羽、連爾剛、楊承帆、鄧凱、李超、楊守業、印萍，2017，浙閩中小河流水
體氫氧同位素組成特徵及時空變化：海洋地質與第四紀地質，38，160-169。
- 田傳遠、夏珮倫、張嘉榮、於瑞海、鄭小東、顧忠旗、黃繼，2020，疣荔枝螺
(*Thais clavigera* Kuster) 人工繁育技術研究：海洋科學，44(6)，122-130。
- 李帥麗、王繼龍、彭博、武彬、於俊傑、戴璐，2020，全新世以來福建寧德地區
環境演變及人類活動的孢粉記錄：海洋地質與第四紀地質，41(3)，171-
184。
- 李新周、劉曉東，2020，早全新世與未來 10 ka 後東亞區域氣候變化對比：自然
強迫和人類活動的影響：第四紀研究，40(6)，1611-1621。
- 余克服，2012，南海珊瑚礁對過去環境變化的響應與記錄：中國科學：地球科
學，42(8)，1139-1151。
- 何元慶、姚檀棟、沈永平、張澤林、陳濤、張東升，2003，中國全新世氣候差異
性：來自不同地區多種氣候代用資料的揭示:冰川凍土，25(1)，11-18。
- 邱鴻霖、陳仲玉、遊鎮烽，2015，馬祖亮島島尾遺址群綜合研究計畫：成果報
告：國立清華大學，共 274 頁。
- 林楷和，2024，全新世早期遺址貽貝殼體穩定同位素紀錄所反映之馬祖亮島地區
古環境：國立臺灣師範大學地球科學系碩士論文，共 128 頁。
- 秦小光、張亮、穆彥青，2015，淮河流域半濕潤區全新世氣候變化記錄：來自黃
土-古土壤序列的證據:第四紀研究，35(6)，1509-1516。

- 馬春梅、王冰翎、劉澤雨、趙琳、胡竹君、孫國平、楊青、周友勝、鄭洪波，
2018，浙江田螺山遺址區孢粉學記錄的中全新世植被、環境和人類活動初步
研究：第四紀研究，38(5)，1304–1312。
- 陳仲玉、邱鴻霖、游桂香、君意智、林芳儀，2013，馬祖亮島島尾遺址群發掘及
『亮島人』修復計畫：連江縣政府文化局。
- 陳仲玉、潘建國、尹意智、何承翊、陳姍，2016，馬祖亮島島尾遺址群發掘及
[亮島人]修復計畫：連江縣政府文化局。
- 陳新明、甘義群、劉運德、李小倩、余婷婷，2011，長江幹流水體氫氧同位素空
間分佈特徵：地質科技情報，30(5)，110-114。
- 章斌、郭占榮、高愛國、袁曉婕、李開培，2013，用氫氧穩定同位素揭示閩江河
口區河水、地下水和海水的相互作用：地球學報，34(2)，213-222。
- 張偉強、黃鎮國，1996，臺灣沿岸全新世海平面波動：熱帶地理，16(3)，226-
235。
- 張承瑞，2019，以錐蜷殼體之穩定碳氧同位素及元素成分探討古環境-以 Bolgoda
湖泊為例：國立臺灣師範大學地球科學系碩士論文，共 68 頁。
- 彭宗仁，2017，以氫氧同位素探討馬祖地區地下水之補注來源：國科會計畫報
告，共 14 頁。
- 溫孝勝、彭子成、趙煥庭，1999，中國全新世氣候演變研究的進展：地球科學進
展，14(3)，229–237。
- 樂遠福、鄭卓、Barry V. Rolett、黃博津、黃康有、Rachid Cheddadi、2016，閩江
下游全新世孢粉記錄的植被與環境變化：熱帶地理，36(3)，417–426。
- Alley, R. B., and Ágústsson, A. M., 2005, The 8k event: Cause and consequences of a
major Holocene abrupt climate change: Quaternary Science Reviews, v. 24(10–11),
p. 1123–1149.

- Barber, D. C., Dyke, A., Hillaire-Marcel, C., Jennings, A. E., Andrews, J. T., Kerwin, M. W., Bilodeau, G., McNeely, R., Southon, J., Morehead, M. D., and Gagnon, J.-M., 1999, Forcing of the cold event 8,200 years ago by catastrophic drainage of Laurentide lakes: *Nature*, v. 400(6742), p. 344–348.
- Beck, J. W., Edwards, R. L., Ito, E., Taylor, F. W., Recy, J., Rougerie, F., Joannot, P., and Henin, C., 1992, Sea-surface temperature from coral skeletal strontium/calcium ratios: *Science*, v. 257(5070), p. 644–647.
- Berner, K. S., Koç, N., Divine, D., Godtliebsen, F., and Moros, M., 2008, A decadal-scale Holocene sea surface temperature record from the subpolar North Atlantic constructed using diatoms and statistics and its relation to other climate parameters: *Paleoceanography*, v. 23(2), p. 2210.
- Epstein, S., Buchsbaum, R., Lowenstam, H. A., and Urey, H. C., 1953, Revised carbonate-water isotopic temperature scale: *Geological Society of America Bulletin*, v. 64(11), p. 1315–1326.
- Farquhar, G. D., Ehleringer, J. R., and Hubick, K. T., 1989, Carbon isotope discrimination and photosynthesis: *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v. 40, p. 503–537.
- Fleming, K., Johnston, P., Zwartz, D., Yokoyama, Y., Lambeck, K., and Chappell, J., 1998, Refining the eustatic sea-level curve since the Last Glacial Maximum using far- and intermediate-field sites: *Earth and Planetary Science Letters*, v. 163(1–4), p. 327–342.
- Geary, D. H., Rich, J., Valley, J. W., and Baker, K., 1989, Stable isotopic evidence of salinity change: Influence on the evolution of melanopsid gastropods in the late Miocene Pannonian basin: *Geology*, v. 17(11), p. 981–985.

- Grossman, E. L., and Ku, T.-L., 1986, Oxygen and carbon isotope fractionation in biogenic aragonite: Temperature effects: *Chemical Geology: Isotope Geoscience Section*, v. 59, p. 59–74.
- Hart, S.R., and Cohen, A.L., 1996. An ion probe study of annual cycles of Sr/Ca and other trace elements in corals: *Geochimica et Cosmochimica Acta*, v. 60, p.3075-3084.
- Hays, P.D., and Grossman, E.L., 1991, Oxygen isotopes in meteoric calcite cements as indicators of continental paleoclimate: *Geology*, v. 19(5), p. 441-444.
- Hu, C., Henderson, G. M., Huang, J., Xie, S., Sun, Y., and Johnson, K. R., 2008, Quantification of Holocene Asian monsoon rainfall from spatially separated cave records: *Earth and Planetary Science Letters*, v. 266(1–2), p. 221–232.
- Hudson, J.D., and Anderson, T.F., 1989, Ocean temperatures and isotopic compositions through time: *Earth and Environmental Science Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, v. 80(3-4), p. 183-192.
- Jung, S. J. A., Davies, G. R., Ganssen, G. M., and Kroon, D., 2004, Synchronous Holocene sea surface temperature and rainfall variations in the Asian monsoon system: *Quaternary Science Reviews*, v. 23(20–22), p. 2207–2218.
- Jung, Y.-Y., Koh, D.-C., Lee, J., and Ko, K.-S., 2013, Applications of isotope ratio infrared spectroscopy (IRIS) to analysis of stable isotopic compositions of liquid water: *Economic and Environmental Geology*, v. 46(6), p. 495–508.
- Lapointe, B. E., Brewton, R. A., Wilking, L. E., and Herren, L. W., 2023, Fertilizer restrictions are not sufficient to mitigate nutrient pollution and harmful algal blooms in the Indian River Lagoon, Florida: *Marine Pollution Bulletin*, v. 193, p. 115041.

- Lapointe, B. E., Herren, L. W., Brewton, R. A., and Alderman, P. K., 2020, Nutrient over-enrichment and light limitation of seagrass communities in the Indian River Lagoon, an urbanized subtropical estuary: *Science of the Total Environment*, v. 699, p. 134068.
- Li, J., Dodson, J., Yan, H., Wang, W., Innes, J. B., Zong, Y., Zhang, X., Xu, Q., Ni, J., and Lu, F., 2018, Quantitative Holocene climatic reconstructions for the lower Yangtze region of China: *Climate Dynamics*, v. 50(3–4), p. 1101–1113.
- Li, X., Jian, Z., Shi, X., Liu, S., Chen, Z., Wu, Y., and Shi, F., 2015, A Holocene record of millennial-scale climate changes in the mud area on the inner shelf of the East China Sea: *Quaternary International*, v. 384, p. 22–27.
- Mannino, M., Thomas, K., Leng, M., Piperno, M., Tusa, S., Tagliacozzo, A., 2007, Marine resources in the Mesolithic and Neolithic at the Grotta dell’Uzzo (Sicily): evidence from isotope analyses of marine shells: *Archaeometry*, v. 49, p. 117-133.
- O’Leary, H.M., 1988, Carbon Isotopes in Photosynthesis: Fractionation techniques may reveal new aspects of carbon dynamics in plants: *BioScience*, v. 38(5), p. 328-336.
- Padgett, A., Yanes, Y., Lubell, D., and Faber, M. L., 2019, Holocene cultural and climate shifts in NW Africa as inferred from stable isotopes of archeological land snail shells: *The Holocene*, v. 29(6), p. 1078–1093.
- Prendergast, A. L., Stevens, R. E., O’Connell, T. C., Fadlalak, A., Touati, M., al-Mzeine, A., Schöne, B. R., Hunt, C. O., and Barker, G., 2016, Changing patterns of eastern Mediterranean shellfish exploitation in the Late Glacial and Early Holocene: Oxygen isotope evidence from gastropod in Epipaleolithic to Neolithic human occupation layers at the Haua Fteah cave, Libya: *Quaternary International*, v. 407, p. 80–93.

- Rasmussen, S. O., Seierstad, I. K., Andersen, K. K., Bigler, M., Dahl-Jensen, D., and Johnsen, S. J., 2008, Synchronization of the NGRIP, GRIP, and GISP2 ice cores across MIS 2 and palaeoclimatic implications: *Quaternary Science Reviews*, v. 27(1–2), p. 18–28.
- Reader, G. T., 2021, Defeating the Impacts of Changing Climates: Mitigating Climate Change, Proceedings of the Mitigating Climate Change 2021 Symposium and Industry Summite (MCC2021), p.1-46.
- Saltzman, M.R., and Thomas, E., 2012, Carbon isotope stratigraphy: In Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Schmitz, M.D., and Ogg, G.M., eds., *The Geologic Time Scale 2012*, v. 2: Amsterdam, Elsevier, p. 207–232.
- Schöne, B. R., Rodland, D. L., Wehrmann, A., Heidel, B., Oschmann, W., Zhang, Z., Fiebig, J., and Beck, L., 2007, Combined sclerochronologic and oxygen isotope analysis of gastropod shells (*Gibbula cineraria*, North Sea): Life-history traits and utility as a high-resolution environmental archive for kelp forests: *Marine Biology*, v. 150(6), p. 1237–1252.
- Tan, K.-S., 1999, Seasonal Growth in Two Species of *Thais* (Mollusca, Gastropoda, Muricidae) on the East Coast of Peninsular Malaysia – a Preliminary Study: *Phuket Marine Biological Center Special Publication*, v. 19(1), p. 75-84.
- Tan, K.-S., and Liu, L.-L., 2001, Description of a new species of *Thais* (Mollusca: Neogastropoda: Muricidae) from Taiwan, based on morphological and allozyme analyses: *Zoological Science*, v. 18(9), p. 1275–1289.
- Urey, H. C., 1947, The thermodynamic properties of isotopic substances: *Journal of the Chemical Society (Resumed)*, p. 562–581.
- Urey, H. C., Lowenstam, H. A., Epstein, S., and McKinney, C. R., 1951, Measurement of paleotemperatures and temperatures of the Upper Cretaceous of England,

- Denmark, and the Southeastern United States: Geological Society of America Bulletin, v. 62(4), p. 399–416.
- Wang, B.-d., Wang, X.-l., and Zhan, R., 2003, Nutrient conditions in the Yellow Sea and the East China Sea. Estuarine: Coastal and Shelf Science, v. 58(1), p. 127–136.
- Wang, C.H., and Peng, T.R., 1990, Oxygen and carbon isotopic records of mollusks in the Kuokang Shell Bed, Taiwan: implications and applications: Paleogeography, paleoclimatology, palaeoecology, v. 80(3-4), p. 237-244.
- Wang, Y. J., Cheng, H., Edwards, R. L., He, Y. Q., Kong, X. G., An, Z. S., Wu, J. Y., Kelly, M. J., Dykoski, C. A., and Li, X. D., 2005, The Holocene Asian Monsoon: Links to Solar Changes and North Atlantic Climate: Science, v. 308(5723), p. 854–857.
- Webb, P., 2021, Introduction to oceanography. Roger Williams University.
- WoRMS(World Register of Marine Species), *Reishia luteostoma*(Holten, 1802).
<https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=714213>
- Xiao, S., Li, A., Liu, J., Chen, M., and Sun, Y., 2006, Coherence between solar activity and the East Asian winter monsoon variability in the past 8000 years from Yangtze River-derived mud in the East China Sea: Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, v. 237(2–4), p. 293–304.
- Yanes, Y., Gutiérrez-Zugasti, I., and Delgado, A., 2012, Late-glacial to Holocene transition in northern Spain deduced from land-snail shelly accumulations: Quaternary Research, v. 78(3), p. 373–385.
- Yang, H., Johnson, K. R., Griffiths, M. L., and Yoshimura, K., 2015, Interannual controls on oxygen isotope variability in Asian monsoon precipitation and implications for paleoclimate reconstructions: Journal of Geophysical Research: Atmospheres, v. 121(14), p. 8410–8428.

- Zhan, Q., Wang, Z., Xie, Y., Xie, J., and He, Z., 2011, Assessing C/N and $\delta^{13}\text{C}$ as indicators of Holocene sea level and freshwater discharge changes in the subaqueous Yangtze delta: China, *The Holocene*, v. 22(6), p. 697–704.
- Zhang, H., Liu, C., Jin, X., Shi, J., Zhao, S., and Jian, Z., 2016, Dynamics of primary productivity in the northern South China Sea over the past 24,000 years: *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, v. 17, p. 4878–4891
- Zhou, M.-J., Shen, Z.-L., and Yu, R.-C., 2008, Responses of a coastal phytoplankton community to increased nutrient input from the Changjiang (Yangtze) River: *Continental Shelf Research*, v. 28(12), p. 1483–1489.
- Zong, Y., 2004, Mid-Holocene sea-level high stand along the southeast coast of China: *Quaternary International*, v. 117(1), p. 55-67.



附錄一、標準樣品 NBS19 數值

標本	時間	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	標本	時間	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
NBS19_1	2022/12/14	1.98	-2.19	NBS19_1	2023/6/15	1.94	-2.17
NBS19_1	2023/3/4	1.94	-2.24	NBS19_1	2023/6/15	1.92	-2.20
NSB19_2	2023/3/5	1.91	-2.23	NBS19_3	2024/4/26	1.94	-2.15
NBS19_3	2024/8/28	1.95	-2.18	NBS19_1	2023/6/21	1.93	-2.18
NSB19_1	2023/3/10	1.94	-2.25	NBS19_2	2023/6/22	1.92	-2.23
NBS19_2	2023/3/11	1.97	-2.21	NBS19_3	2023/6/23	1.88	-2.24
NBS19_1	2023/3/12	1.91	-2.25	NBS19_1	2023/6/28	1.91	-2.24
NBS19_1	2023/3/18	1.94	-2.55	NBS19_1	2023/7/2	1.97	-2.12
NBS19_1	2023/5/4	2.00	-2.19	NBS19_3	2023/7/8	1.95	-2.18
NBS19_1	2023/6/1	1.92	-2.19	NBS19_1	2023/7/9	1.93	-2.22
NBS19_2	2023/5/11	1.91	-2.37	NBS19_1	2023/7/9	1.94	-2.27
NBS19_1	2023/5/12	1.94	-2.35	NBS19_3	2023/7/12	1.94	-2.20
NBS19_1	2023/5/15	1.92	-2.47	NBS19_1	2023/7/13	1.94	-2.21
NBS19_2	2023/5/16	1.93	-2.45	NBS19_1	2023/7/20	1.92	-2.23
NBS19_1	2023/5/24	2.04	-2.07	NBS19_1	2024/4/27	1.96	-2.16
NBS19_2	2023/5/25	1.94	-2.29	NBS19_1	2023/7/20	1.95	-2.36
NBS19_1	2023/5/28	1.94	-2.23	NBS19_2	2023/7/21	1.93	-2.40
NBS19_1	2023/6/2	1.93	-2.33	NBS19_3	2023/7/25	1.96	-2.23
NBS19_2	2023/6/3	1.94	-2.30	NBS19_1	2023/7/26	1.98	-2.23
NBS19_1	2023/11/18	1.96	-2.20	NBS19_1	2023/7/26	1.93	-2.24
NBS19_1	2023/6/7	1.91	-2.29	NBS19_3	2024/7/23	1.96	-2.16
NBS19_1	2023/6/12	1.90	-2.22	NBS19_3	2023/8/1	1.94	-2.23

附錄一(續)

標本	時間	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	標本	時間	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
NBS19_1	2023/8/2	1.93	-2.29	NBS19_1	2023/9/10	1.93	-2.40
NBS19_1	2023/11/18	1.96	-2.16	NBS19_3	2023/9/13	1.93	-2.19
NBS19_3	2023/11/22	1.97	-2.14	NBS19_3	2024/5/14	0.75	-4.60
NBS19_3	2024/4/30	1.99	-2.12	NBS19_1	2023/9/14	1.93	-2.20
NBS19_1	2023/11/23	1.95	-2.28	NBS19_1	2023/9/14	1.92	-2.25
NBS19_3	2023/11/25	1.97	-2.13	NBS19_1	2023/10/4	1.96	-2.19
NBS19_1	2023/11/29	1.89	-2.28	NBS19_1	2023/10/4	1.96	-2.21
NBS19_3	2023/12/6	1.97	-2.13	NBS19_3	2024/5/15	1.97	-2.15
NBS19_4	2023/12/7	1.96	-2.11	NBS19_3	2023/10/7	1.86	-1.93
NBS19_1	2023/12/20	1.96	-2.19	NBS19_4	2023/10/8	2.00	-2.19
NBS19_3	2023/12/28	1.96	-2.17	NBS19_5	2023/10/17	1.97	-2.24
NBS19_1	2023/12/29	1.94	-2.24	NBS19_1	2023/10/18	2.01	-2.16
NBS19_1	2024/1/4	1.94	-2.26	NBS19_1	2023/10/18	1.98	-2.20
NBS19_1	2024/1/7	1.94	-2.20	NBS19_3	2024/5/21	1.96	-2.15
NBS19_1	2024/5/1	1.95	-2.17	NBS19_3	2023/8/29	1.93	-2.19
NBS19_1	2024/1/12	1.95	-2.21	NBS19_1	2023/8/30	1.93	-2.21
NBS19_2	2024/1/25	1.94	-2.21	NBS19_3	2023/9/2	1.90	-2.21
NBS19_1	2024/1/25	1.94	-2.23	NBS19_1	2023/9/3	1.90	-2.21
NBS19_3	2024/1/30	1.97	-2.21	NBS19_3	2023/9/6	1.92	-2.21
NBS19_1	2024/1/31	1.94	-2.23	NBS19_1	2023/9/7	1.90	-2.21
NBS19_3	2023/9/9	1.88	-2.28	NBS19_1	2024/5/22	1.96	-2.17
NBS19_1	2023/9/10	1.90	-2.22	NBS19_1	2023/9/7	1.94	-2.25

附錄一(續)

標本	時間	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	標本	時間	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
NBS19_3	2023/9/19	1.91	-2.22	NBS19_3	2023/11/17	1.96	-2.21
NBS19_1	2023/9/20	1.92	-2.27	NBS19_3	2023/10/21	1.98	-2.15
NBS19_1	2023/9/20	1.93	-2.29	NBS19_1	2023/10/22	1.98	-2.16
NBS19_3	2023/9/23	1.91	-2.21	NBS19_1	2023/10/22	1.96	-2.23
NBS19_1	2024/5/30	1.90	-2.27	NBS19_3	2024/6/12	1.97	-2.11
NBS19_1	2023/9/24	1.94	-2.17	NBS19_1	2023/10/23	1.97	-2.18
NBS19_2	2023/9/24	1.92	-2.24	NBS19_3	2023/10/26	1.99	-2.17
NBS19_1	2024/3/15	1.97	-2.13	NBS19_1	2023/10/27	1.97	-2.17
NBS19_3	2023/9/28	1.97	-2.13	NBS19_1	2024/6/12	1.94	-2.17
NBS19_1	2023/9/29	1.98	-2.15	NBS19_2	2023/10/27	1.91	-2.16
NBS19_3	2023/10/3	1.98	-2.14	NBS19_2	2023/2/4	1.90	-2.27
NBS19_1	2023/10/28	1.97	-2.21	NBS19_1	2023/3/23	1.96	-2.27
NBS19_2	2023/10/29	1.96	-2.21	NBS19_1	2023/4/10	1.90	-2.40
NBS19_2	2024/5/31	1.90	-2.26	NBS19_3	2023/4/8	1.97	-2.15
NBS19_3	2023/10/30	1.91	-2.25	NBS19_1	2023/4/9	1.95	-2.20
NBS19_3	2023/11/1	1.97	-2.19	NBS19_1	2023/4/28	1.95	-2.27
NBS19_1	2023/11/8	1.95	-2.26	NBS19_2	2024/9/13	1.91	-2.25
NBS19_1	2023/11/9	1.94	-2.24	NBS19_1	2024/9/19	1.93	-2.22
NBS19_2	2023/11/10	1.95	-2.22	NBS19_2	2024/9/20	1.88	-2.33
NBS19_3	2023/11/11	2.00	-2.13	NBS19_1	2024/9/23	1.94	-2.20
NBS19_4	2023/11/12	1.96	-2.17	NBS19_1	2024/8/29	1.94	-2.21
NBS19_1	2024/3/15	1.94	-2.21	NBS19_1	2024/10/7	1.88	-2.32

附錄一(續)

標本	時間	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	標本	時間	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
NBS19_3	2024/9/3	1.94	-2.19				
NBS19_1	2024/9/4	1.89	-2.29				
NBS19_1	2024/9/12	1.88	-2.33				
NBS19_3	2024/2/28	1.96	-2.17				
NBS19_4	2024/2/29	1.98	-2.12				
NBS19_1	2024/3/11	1.91	-2.23				
NBS19_2	2024/3/12	1.92	-2.23				
NBS19_1	2024/3/28	1.94	-2.24				
NBS19_1	2024/4/9	1.91	-2.22				
NBS19_2	2024/4/22	1.95	-2.17				
NBS19_3	2024/4/23	1.90	-2.18				
NBS19_1	2024/6/21	1.99	-2.16				

附錄二、現生標本(202110)、島尾 I 遺址(TP1L2)的

M2 取樣方法之碳、氧同位素數值

編號	距離 (mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離 (mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202110_0	0	0.65	-1.40	TP1L2_0	0	1.49	-1.39
202110_1_1	1	0.63	-1.60	TP1L2_1_1	1	1.60	-1.23
202110_2_1	2	0.84	-1.60	TP1L2_2_1	2	1.55	-1.05
202110_3_1	3	0.74	-1.65	TP1L2_2.5_1	3	1.29	-1.07
202110_4_1	4	0.10	-1.91	TP1L2_3-1	4	1.21	-0.77
202110_5_1	5	0.01	-1.42	TP1L2_3.5_1	5	1.34	-0.90
202110_6_1	6	-0.86	-1.88	TP1L2_4-1	6	1.18	-1.21
202110_7_1	7	-1.62	-1.83	TP1L2_4.5_1	7	1.18	-1.43
202110_8_1	8	0.80	-1.75	TP1L2_5-1	8	1.21	-1.70
202110_9_1	9	-0.19	-2.25	TP1L2_5.5_1	9	0.91	-1.92
202110_10_1	10	0.10	-2.03	TP1L2_6-1	10	0.84	-1.68
202110_11_1	11	0.43	-1.92	TP1L2_6.5_1	11	0.88	-1.58
202110_12_1	12	0.66	-1.64	TP1L2_7-1	12	0.92	-1.69
202110_12.5_1	13	0.52	-1.96	TP1L2_7.5_1	13	0.55	-2.09
202110_13_1	14	0.80	-2.02	TP1L2_8-1	14	0.70	-1.65
202110_13.5_1	15	0.76	-2.21	TP1L2_8.5_1	15	0.71	-1.17
202110_14_1	16	0.53	-1.94	TP1L2_9-1	16	0.77	-0.63
202110_14.5_1	17	0.78	-1.95	TP1L2_9.5_1	17	0.57	-0.67
202110_15_1	18	0.85	-1.78	TP1L2_10-1	18	1.25	-1.26
202110_15.5_1	19	0.75	-2.15	TP1L2_10.5_1	19	0.88	-1.04
202110_16_1	20	-0.20	-2.28	TP1L2_11-1	20	1.48	-1.31
202110_16.5_1	21	-0.28	-2.58	TP1L2_11.5_1	21	0.83	-1.51
202110_17_1	22	-0.28	-2.01	TP1L2_12-1	22	1.77	-1.11
202110_17.5_1	23	-0.85	-1.97	TP1L2_12.5_1	23	1.47	-0.84
202110_18_1	24	-2.86	-2.31	TP1L2_13-1	24	1.41	-1.03
202110_18.5_1	25	-1.59	-2.32	TP1L2_13.5_1	25	1.35	-1.18
202110_19_1	26	-0.39	-1.90	TP1L2_14-1	26	1.31	-1.14
202110_19.5_1	27	-0.09	-2.14	TP1L2_14.5_1	27	1.38	-1.06
202110_20_1	28	-0.42	-2.28	TP1L2_15-1	28	1.49	-0.94
202110_20.5_1	29	0.48	-2.04	TP1L2_15.5_1	29	1.40	-1.06

附錄二(續)

編號	距離 (mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離 (mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202110_21_1	30	0.51	-1.74	TP1L2_16-1	30	1.61	-1.15
202110_22_1	31	0.44	-2.04	TP1L2_16.5_1	31	0.86	-1.57
202110_23_1	32	0.39	-2.09	TP1L2_17-1	32	0.62	-1.75
202110_24_1	33	0.13	-1.97	TP1L2_17.5_1	33	0.55	-1.98
202110_25_1	34	-0.07	-2.16	TP1L2_18-1	34	0.83	-1.70
202110_26_1	35	0.09	-1.92	TP1L2_18.5_1	35	0.85	-1.96
202110_27_1	36	0.33	-2.09	TP1L2_19-1	36	0.77	-1.75
202110_28_1	37	0.32	-2.12	TP1L2_19.5_1	37	0.52	-1.73
202110_29_1	38	0.45	-1.99	TP1L2_20-1	38	0.51	-1.78
202110_30_1	39	-0.48	-2.39	TP1L2_20.5_1	39	0.49	-2.04
202110_31_1	39	0.00	-2.23	TP1L2_21_1	40	0.54	-1.56
202110_32_1	40	0.60	-2.30	TP1L2_22_1	41	0.59	-1.06
202110_33_1	41	0.83	-2.29	TP1L2_23_1	42	0.39	-1.24
202110_34_1	42	0.83	-2.44	TP1L2_24_1	43	0.53	-0.45
202110_35_1	43	0.90	-2.16	TP1L2_25_1	44	0.75	-0.72
202110_36_1	44	0.82	-2.01	TP1L2_26_1	45	0.59	-0.33
202110_37_1	45	0.67	-1.63	TP1L2_27_1	46	0.67	-0.67
202110_38_1	46	0.96	-1.54	TP1L2_28_1	47	0.96	-0.90
202110_39_1	47	0.58	-2.53	TP1L2_29_1	48	0.94	-0.45
202110_40_1	48	0.44	-1.99	TP1L2_30_1	49	0.87	-0.51
202110_41_1	49	-0.05	-2.35	TP1L2_31_1	50	0.74	-0.54
202110_42_1	50	-0.14	-2.30	TP1L2_32_1	51	0.75	-0.51
202110_43_1	51	-0.29	-2.24	TP2L2_33_1	52	0.74	-0.39
202110_44_1	52	-0.35	-2.00	TP1L2_34_1	53	0.87	-0.71
202110_45_1	53	-0.20	-1.57	TP1L2_35_1	54	0.68	-1.07
202110_46_1	54	-0.18	-1.52	TP1L2_36_1	55	0.89	-1.48
				TP1L2_37_1	56	0.91	-1.50
				TP1L2_38_1	57	1.07	-1.63
				TP1L2_39_1	58	1.22	-1.65
				TP1L2_40_1	59	1.38	-1.89
				TP1L2_41_1	60	1.38	-1.51
				TP1L2_42_1	61	1.34	-1.62

附錄二(續)

編號	距離 (mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離 (mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L2_43_1	62	1.41	-1.62	TP1L2_75_1	94	1.22	-1.59
TP1L2_44_1	63	1.44	-1.72	TP1L2_76_1	95	1.44	-2.06
TP1L2_45_1	64	1.63	-1.62	TP1L2_77_1	96	1.30	-2.02
TP1L2_46_1	65	1.49	-1.48	TP1L2_78_1	97	1.08	-2.26
TP1L2_47_1	66	1.64	-1.79	TP1L2_79_1	98	0.79	-2.29
TP1L2_48_1	67	1.61	-1.70	TP1L2_80_1	99	0.73	-2.22
TP1L2_49_1	68	1.62	-1.83	TP1L2_81_1	100	0.74	-1.79
TP1L2_50_1	69	1.84	-1.38	TP1L2_82_1	101	1.31	-2.00
TP1L2_51_1	70	1.48	-1.43	TP1L2_83_1	102	1.11	-2.12
TP1L2_52_1	71	1.01	-1.54	TP1L2_84_1	103	1.03	-1.77
TP1L2_53_1	72	0.99	-1.54	TP1L2_85_1	104	0.21	-0.56
TP1L2_54_1	73	1.56	-1.39	TP1L2_86_1	105	0.26	-0.69
TP1L2_55_1	74	0.17	-1.69	TP1L2_87_1	106	0.35	-0.71
TP1L2_56_1	75	0.16	-0.38	TP1L2_88_1	107	1.10	-1.12
TP1L2_57_1	76	0.03	-0.88	TP1L2_89_1	108	1.12	-1.21
TP1L2_58_1	77	0.20	0.21	TP1L2_90_1	109	1.40	-1.25
TP1L2_59_1	78	0.14	0.55	TP1L2_91_1	110	0.96	-1.36
TP1L2_60_1	79	0.19	0.13	TP1L2_92_1	111	1.05	-1.19
TP1L2_61_1	80	0.92	-0.58				
TP1L2_62_1	81	1.14	-0.60				
TP1L2_63_1	82	1.20	-0.92				
TP1L2_64_1	83	1.08	-1.10				
TP1L2_65_1	84	1.12	-1.46				
TP1L2_66_1	85	0.94	-1.50				
TP1L2_67_1	86	1.18	-1.42				
TP1L2_68_1	87	0.95	-1.53				
TP1L2_69_1	88	0.72	-1.28				
TP1L2_70_1	89	1.07	-0.93				
TP1L2_71_1	90	1.09	-1.06				
TP1L2_72_1	91	0.83	-1.11				
TP1L2_73_1	92	0.61	-1.20				
TP1L2_74_1	93	1.02	-1.14				

附錄三、北竿白沙碼頭水體之鹽度、溫度、氫和氧同位素數值

採樣日期	鹽度(psu)	溫度(°C)	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
2021/8/21	22.6	18.1	-1.09	-0.41
2021/9/28	27.9	18.0	-3.42	-0.93
2021/10/9	14.3	27.5	-3.04	-0.92
2021/10/17	14.2	28.1	-6.24	-1.37
2021/10/27	12.2	28.1	-7.85	-1.57
2021/11/10	12.2	28.2	-7.30	-1.51
2021/11/28	10.8	28.3	-5.28	-1.18
2021/12/4	12.0	28.4	-6.54	-1.3
2021/12/28	14.1	29.3	-5.70	-1.22
2022/1/3	14.9	28.5	-4.94	-1.12
2022/1/29	20.3	21.9	-5.51	-1.27
2022/2/10	18.8	29.0	-5.36	-1.27
2022/2/26	22.0	29.2	-4.94	-1.24
2022/3/3	22.0	28.9	-3.20	-1.04
2022/3/25	23.8	31.9	-3.21	-1.00
2022/4/7	22.6	18.1	-2.49	-0.99
2022/4/26	27.9	18.0	-6.90	-1.77
2022/5/17	14.3	27.5	-3.97	-0.94
2022/5/31	14.2	28.1	-3.46	-0.90
2022/6/7	12.2	28.1	-3.98	-1.04
2022/6/30	12.2	28.2	-0.92	-0.44
2022/7/5	25.4	29.6	0.41	-0.43
2022/7/25	24.5	28.9	1.19	-0.27
2022/8/8	30.1	26.3	0.80	-0.28
2022/8/25	29.9	26.9	1.46	-0.20
2022/9/7	32.3	26.1	1.64	-0.19
2022/9/30	29.8	26.7	-1.10	-0.65
2022/10/4	29.7	26.8	-1.21	-0.61
2022/10/27	29.3	21.1	-4.38	-1.03
2022/11/7	29.0	19.9	-2.27	-0.73
2022/11/22	29.2	19.9	-4.10	-1.03

附錄三(續)

採樣日期	鹽度(psu)	溫度(°C)	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
2022/12/9	28.7	16.9	-2.36	-0.79
2022/12/26	28.1	14.6	-2.43	-0.70
2023/1/4	28.3	14.6	-2.23	-0.67
2023/1/27			-2.58	-0.79
2023/2/4	27.3	11.3	-2.52	-0.81
2023/2/22	27.2	10.9	-2.80	-0.83
2023/3/10	27.6	12.5	-1.75	-0.76
2023/3/13	27.9	13.6	-2.07	-0.81
2023/3/28	27.2	14.8	-3.54	-0.99
2023/4/7	27.9	14.3	-2.25	-0.80
2023/4/25	27.9	17.3	-2.44	-0.81
2023/5/3	28.0	18.2	-1.98	-0.55
2023/5/22	28.9	22.1	-2.81	-0.74
2023/6/6	28.8	25.6	-0.25	-0.47
2023/6/24	28.4	25.4	-0.10	-0.47
2023/7/5	30.4	24.8	2.44	-0.05
2023/7/26	30.6	26.5	2.28	-0.26
2023/8/2	30.7	26.5	0.91	-0.33
2023/8/9	30.1	28.7	0.44	-0.43
2023/8/28	29.2	27.5	-0.17	-0.59
2023/9/10	28.9	28.1	-0.26	-0.58
2023/9/28	29.2	28.5	-0.62	-0.60
2023/10/8	27.3	25.7	-3.43	-0.99
2023/10/30	27.9	23.2	-4.71	-1.04

附錄四、南竿復興村水體之鹽度、溫度、氫和氧同位 素數值

採樣日期	鹽度(psu)	溫度(°C)	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
2021/8/23	32.6	25.6	1.52	-0.12
2021/9/28	29.9	27.9	-3.78	-0.84
2021/10/9	30.8	27.8	-2.96	-0.82
2021/10/17	27.9	26.1	-6.52	-1.38
2021/10/27	27.2	25.3	-7.54	-1.51
2021/11/10	27.6	21.3	-7.41	-1.43
2021/11/28	27.3	17.9	-6.04	-1.33
2021/12/4	27.5	17.9	-6.35	-1.30
2021/12/28	14.5	28.2	-5.92	-1.22
2022/1/3	14.2	28.4	-6.46	-1.15
2022/1/29	12.2	28.3	-6.12	-1.21
2022/2/10	12.3	28.3	-6.19	-1.26
2022/2/26	10.8	28.1	-6.24	-1.21
2022/3/3	11.5	28.7	-4.97	-1.04
2022/3/25	14.1	29.4	-4.11	-0.95
2022/4/7	14.9	29.0	-4.24	-0.90
2022/4/26	19.3	28.1	-4.69	-1.18
2022/5/17	18.7	28.5	-3.27	-0.90
2022/5/31	22.0	28.6	-3.25	-0.82
2022/6/7	21.9	28.4	-3.42	-0.92
2022/6/30	25.4	24.6	-2.30	-0.85
2022/7/5	25.5	25.3	-2.60	-0.82
2022/7/25	26.0	29.6	-1.50	-0.68
2022/8/8	30.8	27.8	1.26	-0.22
2022/8/25	32.0	26.9	1.51	-0.11
2022/9/7	32.2	26.5	3.03	0.03
2022/9/30	29.8	26.8	-0.77	-0.54
2022/10/4	29.8	26.7	-1.04	-0.59
2022/10/27	27.2	21.9	-2.40	-0.78
2022/11/7	29.0	19.8	-3.35	-0.78
2022/11/22	29.3	20.0	-2.26	-0.70
2022/12/9	28.9	17.2	-2.58	-0.82

附錄四(續)

採樣日期	鹽度(psu)	溫度(°C)	$\delta D(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
2022/12/26	29.2	14.3	-2.21	-0.61
2023/1/4	29.2	14.4	-2.32	-0.67
2023/1/27			-2.97	-0.84
2023/2/4	27.1	11.0	-3.35	-0.82
2023/2/22	27.3	10.8	-3.10	-0.76
2023/3/13	24.4	15.4	-2.79	-0.75
2023/3/28	26.9	15.6	-2.68	-0.8
2023/4/7	27.0	14.9	-1.90	-0.68
2023/4/25	27.2	17.7	-2.87	-0.83
2023/5/3	23.7	20.6	-3.02	-0.82
2023/5/22	25.3	23.2	-1.90	-0.75
2023/6/6	28.6	25.3	-0.96	-0.38
2023/6/24	26.5	26.5	-3.85	-0.94
2023/7/5	31.0	25.7	-0.72	-0.44
2023/7/26	28.5	26.5	-2.29	-0.85
2023/8/2	30.5	25.8	2.70	-0.08
2023/8/10	31.2	28.7	2.51	-0.14
2023/8/28	28.7	28.8	1.71	-0.31
2023/9/10	28.1	28.5	1.78	-0.34
2023/9/28	27.3	28.5	0.09	-0.46
2023/10/8	23.2	25.3	-0.25	-0.57
2023/10/30	22.5	24.0	-0.93	-0.72

附錄五、現生螺類殼體之碳、氧同位素數值

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202110_0	0	0.65	-1.40	202110_16	20	0.30	-1.76
202110_1	1	0.46	-1.43	202110_16.5	21	-1.72	-1.71
202110_2	2	-0.40	-1.33	202110_17	22	-1.64	-2.13
202110_3	3	-0.20	-1.35	202110_17.5	23	-0.95	-1.23
202110_4	4	0.42	-1.30	202110_18	24	-0.69	-1.65
202110_5	5	0.51	-1.50	202110_18.5	25	-1.39	-2.55
202110_6	6	-0.55	-1.65	202110_19	26	-2.02	-2.17
202110_7	7	0.49	-1.31	202110_19.5	27	0.32	-1.61
202110_8	8	0.86	-1.27	202110_20	28	-0.14	-1.82
202110_9	9	0.68	-1.53	202110_20.5	29	0.39	-1.80
202110_10	10	0.30	-1.62	202110_21	30	0.01	-1.97
202110_11	11	0.65	-1.39	202110_22	31	0.56	-2.12
202110_12	12	0.27	-1.47	202110_23	32	0.24	-1.94
202110_12.5	13	0.35	-1.48	202110_24	33	0.11	-1.97
202110_13	14	0.81	-1.63	202110_25	34	0.47	-2.04
202110_13.5	15	0.62	-1.65	202110_26	35	0.24	-2.03
202110_14	16	0.38	-1.88	202110_27	36	0.23	-1.96
202110_14.5	17	0.49	-1.72	202110_28	37	0.28	-1.66
202110_15	18	0.80	-1.87	202110_29	38	0.13	-1.87
202110_15.5	19	0.82	-1.69	202110_30	39	0.90	-2.06

附錄五(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202110_31	40	0.80	-2.00	202110_51	60	0.76	-0.93
202110_32	41			202110_52	61	0.12	-1.48
202110_33	42	0.86	-2.21	202110_53	62	0.49	-1.16
202110_34	43	0.83	-2.27	202110_54	63	0.61	-1.05
202110_35	44	0.94	-1.90	202110_55	64	0.47	-1.11
202110_36	45	0.98	-1.72	202110_56	65	0.47	-1.09
202110_37	46	1.02	-1.63	202110_57	66	0.26	-1.15
202110_38	47	0.94	-1.62	202110_58	67	0.49	-1.01
202110_39	48	0.90	-1.55	202110_59	68	-1.39	-2.20
202110_40	49	0.57	-1.71	202110_60	69	0.74	-1.07
202110_41	50	0.74	-1.61	202110_61	70	0.76	-0.99
202110_42	51	0.16	-2.04	202110_62	71	0.80	-0.99
202110_43	52	-0.12	-2.18	202110_63	72	0.30	-1.87
202110_44	53	-0.29	-2.20	202110_64	73	0.36	-1.57
202110_45	54	-0.83	-1.80	202110_65	74	0.06	-1.22
202110_46	55	-0.56	-1.91	202110_66	75	-0.29	-1.10
202110_47	56	-0.30	-1.75	202110_67	76	-0.17	-1.58
202110_48	57	-0.29	-2.65	202110_68	77	-0.38	-1.85
202110_49	58	-0.24	-1.45	202110_69	78	-0.18	-1.76
202110_50	59	-0.44	-1.23	202110_70	79	-0.21	-1.84

附錄五(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202110_71	80	-1.34	-2.42	202203_0	0	0.14	-2.03
202110_72	81	-1.01	-2.24	202203_1	1	-1.06	-1.42
202110_73	82	-1.24	-2.39	202203_2	2	-1.05	-1.13
202110_74	83	-1.64	-2.18	202203_3	3	-1.12	-1.40
202110_75	84	-1.17	-1.64	202203_4	4	-1.20	-1.08
202110_76	85	-1.05	-2.28	202203_5	5	-1.31	-0.99
202110_77	86	-0.78	-2.01	202203_6	6	-1.44	-1.24
202110_78	87	-0.55	-1.63	202203_7	7	-1.12	-1.09
202110_79	88	-0.94	-1.70	202203_8	8	-1.14	-0.86
202110_80	89	-1.05	-1.58	202203_9	9	-0.71	-1.50
202110_81	90	-0.41	-2.05	202203_10	10	-0.97	-0.96
202110_82	91	-0.20	-2.17	202203_11	11	-0.95	-1.30
202110_83	92	-0.22	-2.26	202203_12	12	-1.02	-1.13
202110_84	93	-0.43	-1.88	202203_13	13	-0.78	-1.53
202110_85	94	0.33	-1.38	202203_14	14	-0.79	-1.65
202110_86	95	-0.91	-1.84	202203_15	15	-0.85	-1.57
				202203_16	16	-0.82	-1.59
				202203_17	17	-0.79	-1.38
				202203_18	18	-0.82	-1.26
				202203_19	19	-1.00	-1.37

附錄五(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202203_20	20	-0.91	-1.46	202203_40	40	-0.25	-2.28
202203_21	21	-1.49	-2.11	202203_41	41	-1.33	-2.41
202203_22	22	-1.00	-2.60	202203_42	42	-0.05	-2.34
202203_23	23	-0.43	-1.60	202203_43	43	-0.13	-2.26
202203_24	24	-0.88	-2.49	202203_44	44	-0.54	-2.26
202203_25	25	-1.03	-1.17	202203_45	45	-0.56	-1.26
202203_26	26	-0.18	-1.81	202203_46	46	-0.74	-0.30
202203_27	27	0.34	-1.93	202203_47	47	-0.86	-1.07
202203_28	28	0.27	-1.99	202203_48	48	-1.05	-1.22
202203_29	29	-0.23	-1.85	202203_49	49	-1.09	-1.66
202203_30	30	-0.60	-1.15	202203_50	50	-1.39	-1.65
202203_31	31	-0.90	-1.36	202203_51	51	-1.04	-1.67
202203_32	32	-0.72	-0.71	202203_52	52	-0.74	-1.95
202203_33	33	-0.23	-1.43	202203_53	53	-1.39	-1.13
202203_34	34	-0.74	-1.47	202203_54	54	-1.08	-1.42
202203_35	35	-1.54	-1.62	202203_55	55	-0.69	-1.63
202203_36	36	-1.05	-1.89	202203_56	56	-0.96	-1.72
202203_37	37	-0.91	-0.35	202203_57	57	-0.65	-1.88
202203_38	38	-1.33	-1.67	202203_58	58	0.45	-1.99
202203_39	39	-1.39	-2.29	202203_59	59	-0.47	-2.43

附錄五(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202203_60	60	-0.11	-2.56	202303_0	0	0.26	-1.97
202203_61	61	0.14	-2.49	202303_1	1	0.19	-1.97
202203_62	62	0.11	-2.64	202303_2	2	0.59	-1.67
202203_63	63	-0.30	-2.39	202303_3	3	0.35	-1.85
202203_64	64	-0.12	-2.70	202303_4	4	0.61	-1.77
202203_65	65	-0.10	-2.68	202303_5	5	0.12	-2.12
202203_66	66	0.02	-2.66	202303_6	6	-0.82	-2.15
				202303_7	7	-0.92	-2.26
				202303_8	8	-1.49	-1.88
				202303_9	9	-0.93	-1.72
				202303_10	10	-1.21	-1.22
				202303_11	11	-0.63	-1.05
				202303_12	12	-0.45	-1.06
				202303_13	13	0.21	-1.18
				202303_14	14	0.33	-1.27
				202303_15	15	0.14	-1.38
				202303_16	16	0.60	-1.36
				202303_17	17	0.12	-1.83
				202303_18	18	-1.03	-1.61
				202303_19	19	-0.35	-1.27

附錄五(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202303_20	20	-0.67	-1.18	202303_40	40	-0.15	-1.83
202303_21	21	-0.39	-1.38	202303_41	41	-0.12	-1.88
202303_22	22	0.04	-1.28	202303_42	42	-0.07	-1.64
202303_23	23	0.28	-1.30	202303_43	43	0.02	-1.56
202303_24	24	0.28	-1.40	202303_44	44	0.10	-1.67
202303_25	25	-0.08	-1.85	202303_45	45	-0.09	-2.05
202303_26	26	-0.88	-1.58	202303_46	46	0.13	-2.03
202303_27	27	0.59	-1.70	202303_47	47	0.19	-1.68
202303_28	28	0.70	-1.59	202303_48	48	0.24	-1.70
202303_29	29	0.72	-1.68	202303_49	49	-0.48	-1.76
202303_30	30	0.62	-1.65	202303_50	50	-0.77	-2.17
202303_31	31	-0.17	-1.89	202303_51	51	-0.92	-2.34
202303_32	32	-0.49	-1.62	202303_52	52	-0.92	-2.20
202303_33	33	-0.81	-1.24	202303_53	53	-0.96	-2.25
202303_34	34	-0.66	-0.78	202303_54	54	-0.71	-1.37
202303_35	35	-0.53	-0.88	202303_55	55	-0.43	-1.13
202303_36	36	-0.40	-0.85	202303_56	56	-0.64	-1.27
202303_37	37	-0.40	-1.33	202303_57	57	-0.63	-1.25
202303_38	38	-0.27	-1.62	202303_58	58	-0.84	-1.60
202303_39	39	-0.10	-1.83	202303_59	59	0.00	-1.45

附錄五(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202303_60	60	-0.12	-1.70	202308_0	0	-1.13	-1.56
202303_61	61	-0.02	-1.77	202308_1	1	-1.53	-1.55
202303_62	62	-0.16	-2.09	202308_2	2	-1.82	-1.40
202303_63	63	-0.08	-1.80	202308_3	3	-1.54	-1.58
202303_64	64	-0.17	-1.88	202308_4	4	-2.44	-1.12
202303_65	65	-0.65	-2.19	202308_5	5	-1.78	-1.12
202303_66	66	-0.85	-1.86	202308_6	6	-1.54	-1.13
202303_67	67	-1.01	-2.44	202308_7	7	-0.86	-1.16
202303_68	68	-1.34	-2.26	202308_8	8	-0.71	-1.21
202303_69	69	-0.87	-1.40	202308_9	9	-0.61	-0.97
				202308_10	10	-0.84	-0.77
				202308_11	11	-1.13	-1.31
				202308_12	12	-1.17	-1.11
				202308_13	13	-1.57	-0.74
				202308_14	14	-1.72	-1.16
				202308_15	15	-2.11	-1.46
				202308_16	16	-2.08	-1.16
				202308_17	17	-1.72	-1.44
				202308_18	18	-1.72	-1.50
				202308_19	19	-0.99	-1.50

附錄五(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202308_20	20	-0.87	-1.36	202308_40	40	-1.53	-2.02
202308_21	21	-1.97	-1.55	202308_41	41	-0.92	-1.83
202308_22	22	-1.84	-1.64	202308_42	42	-0.63	-1.81
202308_23	23	-1.32	-1.53	202308_43	43	-0.49	-2.07
202308_24	24	-1.21	-1.63	202308_44	44	-0.12	-1.90
202308_25	25	-1.57	-1.34	202308_45	45	-0.43	-2.02
202308_26	26	-1.29	-1.52	202308_46	46	-0.16	-1.94
202308_27	27	-0.63	-1.57	202308_47	47	0.00	-1.87
202308_28	28	-1.01	-1.54	202308_48	48	-0.17	-1.80
202308_29	29	-0.81	-1.24	202308_49	49	-0.59	-1.88
202308_30	30	-1.54	-0.77	202308_50	50	-0.59	-1.98
202308_31	31	-1.63	-0.12	202308_51	51	-0.28	-2.08
202308_32	32	-2.14	-1.05	202308_52	52	-0.61	-2.21
202308_33	33	-1.34	-1.93	202308_53	53	-0.80	-1.77
202308_34	34	-1.62	-1.62	202308_54	54	-0.70	-1.69
202308_35	35	-2.41	-0.23	202308_55	55	-0.27	-1.59
202308_36	36	-1.42	-1.98	202308_56	56	-0.19	-1.41
202308_37	37	-2.25	-0.19	202308_57	57	-0.40	-1.10
202308_38	38	-1.77	-1.12	202308_58	58	-0.94	-1.06
202308_39	39	-1.74	-1.60				

附錄五(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202309_0	0	0.31	-1.63	202309_20	20	0.68	-1.70
202309_1	1	0.41	-1.97	202309_21	21	0.76	-1.58
202309_2	2	0.10	-2.14	202309_22	22	0.72	-1.44
202309_3	3	-0.30	-2.37	202309_23	23	0.56	-1.52
202309_4	4	-0.33	-2.49	202309_24	24	0.58	-1.69
202309_5	5	-0.71	-2.55	202309_25	25	0.65	-1.70
202309_6	6	0.19	-0.91	202309_26	26	0.59	-1.91
202309_7	7	0.46	-1.58	202309_27	27	0.42	-1.79
202309_8	8	0.43	-1.71	202309_28	28	0.23	-1.69
202309_9	9	0.46	-2.03	202309_29	29	0.22	-1.58
202309_10	10	0.57	-1.90	202309_30	30	0.20	-1.44
202309_11	11	0.62	-2.17	202309_31	31	0.47	-1.30
202309_12	12	0.45	-2.07	202309_32	32	0.53	-1.45
202309_13	13	0.73	-1.87	202309_33	33	0.44	-1.43
202309_14	14	0.37	-2.63	202309_34	34	0.37	-1.48
202309_15	15	0.65	-2.07	202309_35	35	0.50	-1.60
202309_16	16	0.38	-2.38	202309_36	36	0.37	-1.63
202309_17	17	0.27	-2.21	202309_37	37	0.36	-1.57
202309_18	18	0.73	-1.64	202309_38	38	-0.51	-1.64
202309_19	19	0.47	-1.93	202309_39	39	-0.31	-1.69

附錄五(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202309_40	40	-0.16	-1.85	202310_0	0	-0.14	-1.32
202309_41	41	-0.47	-1.90	202310_1	1	0.08	-1.35
202309_42	42	-0.98	-1.80	202310_2	2	0.05	-1.72
202309_43	43	-0.30	-1.92	202310_3	3	0.33	-1.70
202309_44	44	-0.35	-2.02	202310_4	4	0.30	-1.49
202309_45	45	-0.53	-1.99	202310_5	5	0.44	-1.42
202309_46	46	-0.22	-2.01	202310_6	6	-0.31	-1.72
202309_47	47	0.11	-1.51	202310_7	7	0.50	-1.67
202309_48	48	0.09	-1.45	202310_8	8	0.46	-1.87
202309_49	49	-0.10	-1.64	202310_9	9	0.36	-1.82
202309_50	50	0.03	-1.58	202310_10	10	0.01	-1.84
202309_51	51	0.06	-1.50	202310_11	11	-0.04	-1.98
202309_52	52	0.00	-1.32	202310_12	12	0.35	-2.40
202309_53	53	-0.80	-0.97	202310_13	13	-0.05	-2.45
				202310_14	14	-0.47	-1.25
				202310_15	15	-0.45	-0.74
				202310_16	16	-0.30	-0.72
				202310_17	17	0.02	-0.87
				202310_18	18	0.11	-1.00
				202310_19	19	0.38	-0.99

附錄五(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202310_20	20	0.39	-1.24	202310_40	40	-0.70	-1.65
202310_21	21	0.08	-1.73	202310_41	41	-1.69	-1.80
202310_22	22	0.22	-1.64	202310_42	42	-0.95	-1.85
202310_23	23	0.46	-1.76	202310_43	43	-0.30	-1.98
202310_24	24	0.49	-1.80	202310_44	44	-0.44	-1.86
202310_25	25	0.40	-2.52	202310_45	45	-0.52	-1.55
202310_26	26	0.71	-1.94	202310_46	46	-0.91	-1.31
202310_27	27	0.15	-1.67	202310_47	47	-0.83	-0.87
202310_28	28	0.64	-2.05	202310_48	48	-1.18	0.13
202310_29	29	0.45	-2.09				
202310_30	30	0.67	-1.75				
202310_31	31	0.39	-1.58				
202310_32	32	0.47	-1.63				
202310_33	33	0.32	-1.65				
202310_34	34	0.16	-1.46				
202310_35	35	0.20	-1.47				
202310_36	36	0.22	-1.71				
202310_37	37	0.00	-1.35				
202310_38	38	-0.16	-1.31				
202310_39	39	-0.22	-1.34				

附錄六、島尾 I 遺址瘤岩螺殼體之碳、氧同位素數值

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L2_0	0	1.49	-1.39	TP1L2_11	20	1.15	-1.23
TP1L2_1	1	1.03	-1.01	TP1L2_11.5	21	1.51	-1.39
TP1L2_2	2	1.06	-0.94	TP1L2_12	22	1.82	-1.18
TP1L2_2.5	3	1.02	-1.16	TP1L2_12.5	23	1.79	-1.28
TP1L2_3	4	0.81	-0.50	TP1L2_13	24	1.50	-1.47
TP1L2_3.5	5	0.57	-0.39	TP1L2_13.5	25	1.69	-1.26
TP1L2_4	6	0.76	-0.79	TP1L2_14	26	1.26	-0.94
TP1L2_4.5	7	1.53	-1.25	TP1L2_14.5	27	1.47	-1.11
TP1L2_5	8	0.98	-1.50	TP1L2_15	28	0.53	-1.84
TP1L2_5.5	9	1.19	-1.27	TP1L2_15.5	29	1.44	-1.26
TP1L2_6	10	1.01	-1.42	TP1L2_16	30	0.59	-1.96
TP1L2_6.5	11	1.34	-1.28	TP1L2_16.5	31	0.64	-1.80
TP1L2_7	12	1.50	-1.22	TP1L2_17	32	0.89	-1.90
TP1L2_7.5	13	1.20	-0.84	TP1L2_17.5	33	0.34	-1.89
TP1L2_8	14	1.46	-1.40	TP1L2_18	34	0.58	-1.16
TP1L2_8.5	15	1.54	-1.03	TP1L2_18.5	35	0.81	-1.91
TP1L2_9	16	1.84	-1.08	TP1L2_19	36	0.60	-1.98
TP1L2_9.5	17	1.47	-1.46	TP1L2_19.5	37	0.62	-1.92
TP1L2_10	18	1.60	-1.37	TP1L2_20	38	0.46	-1.88
TP1L2_10.5	19	1.56	-1.44	TP1L2_20.5	39	0.57	-2.35

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L2_21	40	0.43	-2.20	TP1L2_41	60	-0.09	-1.47
TP1L2_22	41	0.27	-1.56	TP1L2_42	61	1.12	-1.38
TP1L2_23	42	0.44	-1.29	TP1L2_43	62	1.36	-1.29
TP1L2_24	43	0.33	-1.12	TP1L2_44	63	1.56	-1.47
TP1L2_25	44	1.38	-0.47	TP1L2_45	64	1.29	-1.31
TP1L2_26	45	1.48	-0.47	TP1L2_46	65	1.01	-1.67
TP1L2_27	46	0.27	-0.23	TP1L2_47	66	1.01	-1.84
TP1L2_28	47	0.64	-0.28	TP1L2_48	67	1.42	-1.07
TP1L2_29	48	0.74	-0.39	TP1L2_49	68	0.77	-1.25
TP1L2_30	49	0.93	-0.61	TP1L2_50	69	1.02	-1.44
TP1L2_31	50	2.09	-0.95	TP1L2_51	70	0.99	-1.33
TP1L2_32	51	0.75	-1.24	TP1L2_52	71	1.74	-1.39
TP1L2_33	52	0.49	-1.15	TP1L2_53	72	0.42	-0.73
TP1L2_34	53	0.58	-1.16	TP1L2_54	73	-0.08	-0.50
TP1L2_35	54	1.14	-1.22	TP1L2_55	74	0.97	-1.25
TP1L2_36	55	0.91	-1.42	TP1L2_56	75	0.74	-1.28
TP1L2_37	56	1.10	-1.53	TP1L2_57	76	0.65	-1.55
TP1L2_38	57	1.17	-1.36	TP1L2_58	77	1.36	-1.50
TP1L2_39	58	0.83	-1.21	TP1L2_59	78	-0.57	-1.00
TP1L2_40	59	0.78	-1.52	TP1L2_60	79	0.04	-0.26

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L2_61	80	0.13	0.43	TP1L2_81	100	1.46	-1.61
TP1L2_62	81	0.00	0.49	TP1L2_82	101	1.47	-1.84
TP1L2_63	82	0.08	0.29	TP1L2_83	102	0.98	-1.39
TP1L2_64	83	-0.66	-0.04	TP1L2_84	103	0.93	-1.41
TP1L2_65	84	-0.09	-0.39	TP1L2_85	104	1.31	-1.72
TP1L2_66	85	0.50	-0.89	TP1L2_86	105	0.66	-1.89
TP1L2_67	86	0.97	-0.97	TP1L2_87	106	0.22	-1.69
TP1L2_68	87	0.36	-1.24	TP1L2_88	107	-0.48	-1.76
TP1L2_69	88	0.85	-1.43	TP1L2_89	108	0.28	-1.93
TP1L2_70	89	1.08	-1.40	TP1L2_90	109	0.11	-2.04
TP1L2_71	90	1.34	-1.35	TP1L2_91	110	1.03	-2.09
TP1L2_72	91	1.34	-1.35	TP1L2_92	111	1.11	-2.20
TP1L2_73	92	1.02	-1.27	TP1L2_93	112	1.17	-2.27
TP1L2_74	93	0.51	-1.26	TP1L2_94	113	0.46	-1.52
TP1L2_75	94	0.48	-1.45	TP1L2_95	114	0.00	-0.23
TP1L2_76	95	-0.23	-0.62	TP1L2_96	115	0.17	-1.12
TP1L2_77	96	0.77	-1.07	TP1L2_97	116	0.52	-1.60
TP1L2_78	97	0.47	-1.37	TP1L2_98	117	0.67	-1.32
TP1L2_79	98	0.20	-1.16	TP1L2_99	118	0.99	-1.74
TP1L2_80	99	1.27	-1.22	TP1L2_100	119	1.03	-1.57

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L2_101	120	0.54	-1.65	TP1L1_0	0	1.88	-0.80
TP1L2_102	121	0.66	-1.50	TP1L1_1	1	1.74	-1.57
				TP1L1_2	2	1.08	-1.58
				TP1L1_3	3	1.31	-1.24
				TP1L1_4	4	1.28	-1.56
				TP1L1_5	5	1.25	-1.65
				TP1L1_6	6	1.70	-1.49
				TP1L1_7	7	2.35	-1.06
				TP1L1_8	8	1.80	-1.06
				TP1L1_9	9	1.08	-1.22
				TP1L1_10	10	0.92	-1.61
				TP1L1_11	11	1.30	-1.40
				TP1L1_12	12	1.51	-1.34
				TP1L1_13	13	1.01	-1.44
				TP1L1_14	14	1.34	-1.53
				TP1L1_15	15	1.06	-1.47
				TP1L1_16	16	1.01	-1.69
				TP1L1_17	17	0.88	-1.73
				TP1L1_18	18	1.90	-1.28
				TP1L1_19	19	1.76	-1.18

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L1_20	20	0.64	-1.25	TP1L1_40	40	-0.49	-1.86
TP1L1_21	21	1.63	-1.40	TP1L1_41	41	-0.38	-1.47
TP1L1_22	22	2.12	-1.12	TP1L1_42	42	-0.07	-1.77
TP1L1_23	23	1.46	-1.30	TP1L1_43	43	0.18	-1.66
TP1L1_24	24	1.52	-0.57	TP1L1_44	44	0.93	-1.75
TP1L1_25	25	1.34	-0.68	TP1L1_45	45	0.35	-1.66
TP1L1_26	26	1.36	-0.70	TP1L1_46	46	0.22	-2.18
TP1L1_27	27	1.40	-0.53	TP1L1_47	47	0.27	-2.44
TP1L1_28	28	1.49	-1.28	TP1L1_48	48	-0.11	-2.38
TP1L1_29	29	0.87	-0.86	TP1L1_49	49	0.32	-2.24
TP1L1_30	30	1.01	-1.73	TP1L1_50	50	-0.25	-2.28
TP1L1_31	31	2.29	-1.16	TP1L1_51	51	-0.70	-1.64
TP1L1_32	32	2.54	-1.29	TP1L1_52	52	0.33	-0.80
TP1L1_33	33	2.13	-1.16	TP1L1_53	53	0.35	-1.13
TP1L1_34	34	0.28	-0.59	TP1L1_54	54	-0.08	-0.82
TP1L1_35	35	0.09	-0.57	TP1L1_55	55	-0.02	-0.98
TP1L1_36	36	-0.06	-0.87	TP1L1_56	56	0.40	-1.54
TP1L1_37	37	2.14	-1.26	TP1L1_57	57	-0.29	-1.54
TP1L1_38	38	2.44	-1.25	TP1L1_58	58	0.72	-1.44
TP1L1_39	39	-0.13	-1.60	TP1L1_59	59	1.63	-1.31

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L1_60	60	1.74	-1.40	TP1L1_80	80	2.69	-1.46
TP1L1_61	61	1.64	-1.47	TP1L1_81	81	2.61	-1.37
TP1L1_62	62	1.20	-1.37	TP1L1_82	82	2.63	-1.24
TP1L1_63	63	1.45	-1.16	TP1L1_83	83	2.61	-1.54
TP1L1_64	64	2.02	-1.57	TP1L1_84	84	2.40	-1.41
TP1L1_65	65	2.00	-1.31	TP1L1_85	85	2.16	-1.70
TP1L1_66	66	1.95	-1.51	TP1L1_86	86	2.21	-1.72
TP1L1_67	67	2.13	-1.47	TP1L1_87	87	2.04	-1.52
TP1L1_68	68	2.47	-1.22	TP1L1_88	88	1.96	-1.71
TP1L1_69	69	2.31	-1.34	TP1L1_89	89	1.89	-1.57
TP1L1_70	70	1.91	-1.62	TP1L1_90	90	2.05	-1.89
TP1L1_71	71	1.98	-1.40	TP1L1_91	91	1.90	-1.64
TP1L1_72	72	1.97	-1.29	TP1L1_92	92	1.66	-1.73
TP1L1_73	73	1.90	-1.29	TP1L1_93	93	1.73	-1.75
TP1L1_74	74	1.89	-1.16	TP1L1_94	94	1.19	-2.27
TP1L1_75	75	2.16	-1.45	TP1L1_95	95	0.94	-2.02
TP1L1_76	76	1.86	-1.40	TP1L1_96	96	-0.21	-2.32
TP1L1_77	77	2.09	-1.45	TP1L1_97	97	0.16	-2.18
TP1L1_78	78	2.55	-1.21	TP1L1_98	98	0.61	-2.30
TP1L1_79	79	2.64	-1.43	TP1L1_99	99	0.81	-2.32

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L1_100	100	1.25	-2.24	TP1L1_120	120	1.44	-0.96
TP1L1_101	101	1.16	-2.19	TP1L1_121	121	1.30	-0.97
TP1L1_102	102	1.06	-1.98	TP1L1_122	122	0.61	-1.33
TP1L1_103	103	1.15	-2.03	TP1L1_123	123	0.34	-1.02
TP1L1_104	104	0.97	-2.05	TP1L1_124	124	0.05	-0.78
TP1L1_105	105	0.96	-1.77	TP1L1_125	125	0.56	-1.34
TP1L1_106	106	0.79	-1.47	TP1L1_126	126	0.56	-1.33
TP1L1_107	107	0.75	-1.04	TP1L1_127	127	0.55	-1.35
TP1L1_108	108	0.87	-0.47	TP1L1_128	128	0.51	-1.33
TP1L1_109	109	1.43	0.03	TP1L1_129	129	0.46	-1.20
TP1L1_110	110	1.14	0.66	TP1L1_130	130	0.03	-1.48
TP1L1_111	111	1.42	0.48	TP1L1_131	131	-0.28	-1.56
TP1L1_112	112	0.95	0.29	TP1L1_132	132	-0.36	-1.66
TP1L1_113	113	1.30	-0.45	TP1L1_133	133	-0.52	-1.54
TP1L1_114	114	1.69	-0.62	TP1L1_134	134	0.38	-1.42
TP1L1_115	115	1.97	-0.67	TP1L1_135	135	-0.14	-1.30
TP1L1_116	116	1.65	-1.07	TP1L1_136	136	-0.11	-1.11
TP1L1_117	117	1.30	-1.33	TP1L1_137	137	-0.25	-1.16
TP1L1_118	118	1.21	-1.19	TP1L1_138	138	0.00	-0.74
TP1L1_119	119	1.25	-1.06	TP1L1_139	139	0.07	-0.95

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L1_140	140	-0.12	-1.37	TP1L4_0	0	1.52	-1.66
TP1L1_141	141	-0.16	-1.21	TP1L4_1	1	1.38	-1.08
TP1L1_142	142	0.05	-1.49	TP1L4_2	2	1.37	-1.26
TP1L1_143	143	-0.14	-1.73	TP1L4_3	3	1.36	-0.76
TP1L1_144	144	-0.23	-1.67	TP1L4_4	4	1.61	-1.39
TP1L1_145	145	0.14	-1.71	TP1L4_5	5	1.42	-1.33
TP1L1_146	146	-0.69	-1.35	TP1L4_6	6	0.97	-1.61
TP1L1_147	147	-0.82	-1.99	TP1L4_7	7	1.17	-1.35
TP1L1_148	148	-0.56	-1.85	TP1L4_8	8	1.19	-1.33
TP1L1_149	149	-0.05	-2.16	TP1L4_9	9	1.25	-1.40
TP1L1_150	150	0.95	-2.08	TP1L4_10	10	1.22	-1.51
TP1L1_151	151	0.13	-1.22	TP1L4_11	11	1.43	-1.44
				TP1L4_12	12	0.85	-1.72
				TP1L4_13	13	0.79	-1.62
				TP1L4_14	14	0.73	-1.73
				TP1L4_15	15	0.08	-1.72
				TP1L4_16	16	0.74	-0.71
				TP1L4_17	17	0.75	-0.82
				TP1L4_18	18	0.92	-1.07
				TP1L4_19	19	0.70	-1.14

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L4_20	20	0.65	-0.88	TP1L4_40	40	-0.06	-1.99
TP1L4_21	21	0.86	-1.01	TP1L4_41	41	-0.10	-1.88
TP1L4_22	22	0.40	-1.23	TP1L4_42	42	0.90	-0.45
TP1L4_23	23	0.55	-1.22	TP1L4_43	43	0.84	-0.64
TP1L4_24	24	1.02	-1.21	TP1L4_44	44	0.61	-1.07
TP1L4_25	25	0.77	-1.19	TP1L4_45	45	1.21	-0.29
TP1L4_26	26	1.27	-1.13	TP1L4_46	46	1.09	0.19
TP1L4_27	27	1.54	-1.15	TP1L4_47	47	0.56	-0.51
TP1L4_28	28	1.49	-1.15	TP1L4_48	48	0.69	-0.80
TP1L4_29	29	1.48	-1.35	TP1L4_49	49	1.12	-1.35
TP1L4_30	30	1.54	-1.19	TP1L4_50	50	1.04	-1.51
TP1L4_31	31	1.72	-1.28	TP1L4_51	51	0.94	-1.02
TP1L4_32	32	1.48	-1.25	TP1L4_52	52	0.85	-0.88
TP1L4_33	33	1.43	-1.32	TP1L4_53	53	1.02	-1.05
TP1L4_34	34	1.26	-1.25	TP1L4_54	54	1.11	-1.31
TP1L4_35	35	1.18	-1.04	TP1L4_55	55	1.04	-1.23
TP1L4_36	36	1.41	-1.23	TP1L4_56	56	1.06	-1.29
TP1L4_37	37	0.95	-1.39	TP1L4_57	57	1.23	-1.31
TP1L4_38	38	1.01	-1.64	TP1L4_58	58	2.26	-1.45
TP1L4_39	39	1.03	-1.36	TP1L4_59	59	1.10	-1.50

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L4_60	60	1.07	-1.74	TP1L4_80	80	1.64	-1.69
TP1L4_61	61	1.14	-1.63	TP1L4_81	81	1.89	-1.66
TP1L4_62	62	1.74	-1.66	TP1L4_82	82	2.05	-1.44
TP1L4_63	63	1.89	-1.56	TP1L4_83	83	0.90	-1.54
TP1L4_64	64	1.47	-1.70	TP1L4_84	84	0.60	-1.81
TP1L4_65	65	1.52	-1.75	TP1L4_85	85	-0.01	-1.77
TP1L4_66	66	1.59	-1.35	TP1L4_86	86	0.33	-1.70
TP1L4_67	67	1.34	-1.23	TP1L4_87	87	0.24	-1.71
TP1L4_68	68	0.81	-1.65	TP1L4_88	88	0.46	-1.70
TP1L4_69	69	1.53	-1.39	TP1L4_89	89	0.54	-1.62
TP1L4_70	70	1.70	-1.25	TP1L4_90	90	0.75	-1.13
TP1L4_71	71	1.78	-1.44	TP1L4_91	91	0.91	-0.08
TP1L4_72	72	1.33	-1.42	TP1L4_92	92	0.78	-0.13
TP1L4_73	73	1.18	-1.58	TP1L4_93	93	0.96	-0.17
TP1L4_74	74	1.43	-1.60	TP1L4_94	94	0.58	-0.03
TP1L4_75	75	1.07	-1.62	TP1L4_95	95	0.91	0.00
TP1L4_76	76	0.78	-1.72	TP1L4_96	96	1.00	0.39
TP1L4_77	77	1.11	-1.73	TP1L4_97	97	0.25	0.09
TP1L4_78	78	1.41	-1.67	TP1L4_98	98	0.43	0.18
TP1L4_79	79	1.52	-1.84	TP1L4_99	99	0.03	0.02

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L4_100	100	0.06	0.06	TP1L4_120	120	1.04	-1.47
TP1L4_101	101	0.03	-0.24	TP1L4_121	121	1.03	-1.49
TP1L4_102	102	0.64	-0.31	TP1L4_122	122	0.80	-1.38
TP1L4_103	103	1.17	-1.00	TP1L4_123	123	0.75	-1.30
TP1L4_104	104	0.84	-1.05	TP1L4_124	124	0.47	-1.39
TP1L4_105	105	0.83	-1.07	TP1L4_125	125	0.58	-1.53
TP1L4_106	106	0.92	-0.81	TP1L4_126	126	0.30	-1.67
TP1L4_107	107	1.00	-0.63	TP1L4_127	127	1.06	-1.36
TP1L4_108	108	0.32	-0.77	TP1L4_128	128	1.10	-1.68
TP1L4_109	109	0.85	-1.23	TP1L4_129	129	1.00	-1.57
TP1L4_110	110	0.79	-1.42	TP1L4_130	130	1.30	-1.58
TP1L4_111	111	0.52	-1.68	TP1L4_131	131	0.67	-1.47
TP1L4_112	112	0.86	-1.92	TP1L4_132	132	1.08	-1.27
TP1L4_113	113	0.89	-2.03	TP1L4_133	133	1.63	-1.20
TP1L4_114	114	0.94	-1.97	TP1L4_134	134	1.65	-1.08
TP1L4_115	115	0.78	-2.06	TP1L4_135	135	1.41	-1.50
TP1L4_116	116	0.93	-1.86	TP1L4_136	136	1.19	-1.70
TP1L4_117	117	1.16	-1.69	TP1L4_137	137	1.49	-1.69
TP1L4_118	118	1.37	-1.58	TP1L4_138	138	1.47	-1.90
TP1L4_119	119	1.56	-1.27	TP1L4_139	139	1.73	-1.38

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP1L4_140	140	1.87	-1.33	TP1L4_160	160	-0.45	0.00
TP1L4_141	141	1.72	-1.42	TP1L4_161	161	-0.38	0.19
TP1L4_142	142	1.64	-1.64	TP1L4_162	162	-0.67	-0.58
TP1L4_143	143	1.50	-1.83	TP1L4_163	163	-0.56	-1.16
TP1L4_144	144	1.60	-1.73	TP1L4_164	164	-0.56	-1.47
TP1L4_145	145	1.58	-1.55	TP1L4_165	165	-0.41	-1.57
TP1L4_146	146	1.01	-1.74	TP1L4_166	166	0.64	-1.65
TP1L4_147	147	0.90	-1.60	TP1L4_167	167	-0.52	-1.40
TP1L4_148	148	0.66	-1.68	TP1L4_168	168	-0.81	-1.66
TP1L4_149	149	0.73	-1.75	TP1L4_169	169	-0.45	-1.62
TP1L4_150	150	1.26	-1.66	TP1L4_170	170	-0.21	-1.67
TP1L4_151	151	0.90	-1.65	TP1L4_171	171	-0.27	-1.66
TP1L4_152	152	0.85	-1.71	TP1L4_172	172	0.07	-1.59
TP1L4_153	153	1.01	-1.79	TP1L4_173	173	-0.51	-1.02
TP1L4_154	154	1.23	-1.70	TP1L4_174	174	-0.02	-1.65
TP1L4_155	155	0.57	-1.85	TP1L4_175	175	0.53	-1.91
TP1L4_156	156	0.74	-1.73	TP1L4_176	176	-0.33	-1.39
TP1L4_157	157	0.75	-1.55				
TP1L4_158	158	-0.47	-1.02				
TP1L4_159	159	-0.56	-0.46				

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL3_0	0	1.41	-2.57	TP3NL3_20	20	0.73	-1.74
TP3NL3_1	1	0.75	-1.75	TP3NL3_21	21	1.00	-2.10
TP3NL3_2	2	0.96	-2.05	TP3NL3_22	22	1.03	-2.23
TP3NL3_3	3	0.72	-1.50	TP3NL3_23	23	0.96	-1.68
TP3NL3_4	4	0.77	-1.57	TP3NL3_24	24	0.97	-1.91
TP3NL3_5	5	0.81	-1.54	TP3NL3_25	25	0.73	-1.98
TP3NL3_6	6	0.64	-1.60	TP3NL3_26	26	0.42	-1.59
TP3NL3_7	7	0.09	-1.88	TP3NL3_27	27	1.09	-2.10
TP3NL3_8	8	-0.49	-2.56	TP3NL3_28	28	0.86	-2.13
TP3NL3_9	9	0.81	-2.18	TP3NL3_29	29	0.96	-2.04
TP3NL3_10	10	0.72	-1.95	TP3NL3_30	30	1.13	-2.07
TP3NL3_11	11	1.05	-1.90	TP3NL3_31	31	0.56	-1.66
TP3NL3_12	12	0.86	-1.98	TP3NL3_32	32	0.75	-1.98
TP3NL3_13	13	1.07	-1.90	TP3NL3_33	33	0.91	-1.68
TP3NL3_14	14	0.84	-2.06	TP3NL3_34	34	1.06	-1.89
TP3NL3_15	15	0.98	-1.75	TP3NL3_35	35	1.00	-1.97
TP3NL3_16	16	0.72	-1.80	TP3NL3_36	36	0.99	-1.93
TP3NL3_17	17	0.75	-1.78	TP3NL3_37	37	0.87	-1.98
TP3NL3_18	18	0.93	-1.72	TP3NL3_38	38	0.89	-1.96
TP3NL3_19	19	0.60	-1.53	TP3NL3_39	39	0.87	-2.00

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL3_40	40	0.62	-2.32	TP3NL3_60	60	0.52	-1.59
TP3NL3_41	41	1.32	-2.50	TP3NL3_61	61	0.82	-1.46
TP3NL3_42	42	1.21	-2.14	TP3NL3_62	62	0.52	-1.76
TP3NL3_43	43	1.28	-2.66	TP3NL3_63	63	1.03	-1.71
TP3NL3_44	44	1.63	-2.32	TP3NL3_64	64	1.35	-1.90
TP3NL3_45	45	1.40	-2.59	TP3NL3_65	65	1.46	-1.81
TP3NL3_46	46	0.80	-2.73	TP3NL3_66	66	1.39	-2.00
TP3NL3_47	47	0.40	-3.03	TP3NL3_67	67	1.02	-1.95
TP3NL3_48	48	0.17	-3.09	TP3NL3_68	68	0.91	-2.01
TP3NL3_49	49	0.35	-2.64	TP3NL3_69	69	0.65	-1.93
TP3NL3_50	50	0.05	-2.17	TP3NL3_70	70	0.81	-2.04
TP3NL3_51	51	0.10	-1.96	TP3NL3_71	71	0.83	-2.11
TP3NL3_52	52	0.15	-2.23	TP3NL3_72	72	1.42	-2.09
TP3NL3_53	53	-0.35	-1.87	TP3NL3_73	73	1.49	-2.29
TP3NL3_54	54	-0.59	-1.21	TP3NL3_74	74	1.12	-2.62
TP3NL3_55	55	0.13	-1.37	TP3NL3_75	75	1.57	-2.08
TP3NL3_56	56	0.57	-1.87	TP3NL3_76	76	1.46	-2.09
TP3NL3_57	57	0.91	-1.87	TP3NL3_77	77	1.18	-2.08
TP3NL3_58	58	0.93	-1.68	TP3NL3_78	78	1.49	-1.93
TP3NL3_59	59	0.73	-1.62	TP3NL3_79	79	1.59	-1.68

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL3_80	80	1.11	-2.20	TP3NL3_100	100	-0.89	-2.26
TP3NL3_81	81	0.68	-2.90	TP3NL3_101	101	-1.22	-2.36
TP3NL3_82	82	0.37	-3.52	TP3NL3_102	102	-0.93	-2.43
TP3NL3_83	83	0.59	-3.37	TP3NL3_103	103	-0.26	-2.05
TP3NL3_84	84	0.52	-3.21	TP3NL3_104	104	-0.31	-2.33
TP3NL3_85	85	0.68	-2.98	TP3NL3_105	105	0.46	-2.11
TP3NL3_86	86	0.96	-2.87	TP3NL3_106	106	0.55	-2.48
TP3NL3_87	87	1.02	-2.72	TP3NL3_107	107	0.73	-2.09
TP3NL3_88	88	0.63	-2.28	TP3NL3_108	108	0.73	-2.25
TP3NL3_89	89	0.93	-1.58	TP3NL3_109	109	0.22	-2.28
TP3NL3_90	90	0.64	-1.50	TP3NL3_110	110	-0.58	-2.34
TP3NL3_91	91	0.79	-1.62	TP3NL3_111	111	-0.59	-2.36
TP3NL3_92	92	-0.20	-1.62	TP3NL3_112	112	-0.58	-2.36
TP3NL3_93	93	0.33	-2.01	TP3NL3_113	113	-0.25	-2.37
TP3NL3_94	94	1.00	-2.75	TP3NL3_114	114	0.21	-2.43
TP3NL3_95	95	1.21	-2.33	TP3NL3_115	115	0.54	-2.29
TP3NL3_96	96	1.17	-2.46	TP3NL3_116	116	-0.16	-2.08
TP3NL3_97	97	0.94	-2.04	TP3NL3_117	117	-0.37	-1.29
TP3NL3_98	98	0.61	-2.27	TP3NL3_118	118	-0.02	-1.44
TP3NL3_99	99	0.93	-2.18	TP3NL3_119	119	0.36	-1.21

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL3_120	120	0.36	-1.21	TP3NL3_140	140	-0.28	-1.62
TP3NL3_121	121	0.27	-1.73	TP3NL3_141	141	-0.72	-2.70
TP3NL3_122	122	0.02	-1.92	TP3NL3_142	142	-0.59	-2.11
TP3NL3_123	123	0.06	-1.73	TP3NL3_143	143	0.52	-3.15
TP3NL3_124	124	-0.65	-1.91	TP3NL3_144	144	0.16	-2.80
TP3NL3_125	125	-0.49	-1.63	TP3NL3_145	145	-1.25	-1.81
TP3NL3_126	126	-0.28	-1.90	TP3NL3_146	146	-0.55	-2.16
TP3NL3_127	127	-0.24	-1.59	TP3NL3_147	147	-0.41	-1.88
TP3NL3_128	128	-0.35	-2.11				
TP3NL3_129	129	0.32	-2.06				
TP3NL3_130	130	0.18	-2.48				
TP3NL3_131	131	-0.32	-2.22				
TP3NL3_132	132	-0.37	-2.21				
TP3NL3_133	133	-0.08	-2.26				
TP3NL3_134	134	0.58	-2.05				
TP3NL3_135	135	0.80	-2.16				
TP3NL3_136	136	0.97	-1.93				
TP3NL3_137	137	0.72	-2.15				
TP3NL3_138	138	0.29	-2.09				
TP3NL3_139	139	0.53	-1.76				

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL5_0	0	1.47	-1.49	TP3NL5_20	20	0.92	-1.63
TP3NL5_1	1	1.21	-1.34	TP3NL5_21	21	0.90	-1.41
TP3NL5_2	2	1.25	-1.42	TP3NL5_22	22	0.59	-1.17
TP3NL5_3	3	0.93	-1.53	TP3NL5_23	23	1.21	-1.09
TP3NL5_4	4	0.91	-1.91	TP3NL5_24	24	1.35	-1.21
TP3NL5_5	5	0.89	-1.99	TP3NL5_25	25	0.75	-2.50
TP3NL5_6	6	0.94	-2.09	TP3NL5_26	26	-0.10	-1.20
TP3NL5_7	7	1.08	-1.65	TP3NL5_27	27	1.39	-1.19
TP3NL5_8	8	1.15	-1.43	TP3NL5_28	28	0.75	-1.18
TP3NL5_9	9	0.94	-1.17	TP3NL5_29	29	1.27	-1.08
TP3NL5_10	10	0.81	-1.16	TP3NL5_30	30	1.26	-1.11
TP3NL5_11	11	0.92	-1.48	TP3NL5_31	31	-0.28	-1.30
TP3NL5_12	12	0.77	-1.39	TP3NL5_32	32	1.02	-1.47
TP3NL5_13	13	1.23	-1.36	TP3NL5_33	33	1.53	-1.39
TP3NL5_14	14	0.44	-1.62	TP3NL5_34	34	1.24	-1.18
TP3NL5_15	15	0.45	-1.61	TP3NL5_35	35	1.11	-1.37
TP3NL5_16	16	0.65	-1.53	TP3NL5_36	36	1.41	-1.26
TP3NL5_17	17	0.49	-1.52	TP3NL5_37	37	0.08	-1.00
TP3NL5_18	18	0.19	-2.08	TP3NL5_38	38	-0.63	-1.68
TP3NL5_19	19	0.45	-1.98	TP3NL5_39	39	-0.17	-1.52

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL5_40	40	0.02	-0.77	TP3NL5_60	60	1.28	-1.70
TP3NL5_41	41	-0.09	-0.24	TP3NL5_61	61	1.18	-1.50
TP3NL5_42	42	-0.13	0.04	TP3NL5_62	62	1.70	-1.84
TP3NL5_43	43	-0.74	-0.59	TP3NL5_63	63	1.59	-1.85
TP3NL5_44	44	0.02	-1.64	TP3NL5_64	64	1.55	-1.62
TP3NL5_45	45	0.29	-1.41	TP3NL5_65	65	1.37	-1.59
TP3NL5_46	46	-0.18	-1.65	TP3NL5_66	66	0.48	-1.52
TP3NL5_47	47	-1.27	-1.48	TP3NL5_67	67	0.10	-1.65
TP3NL5_48	48	-0.90	-1.61	TP3NL5_68	68	0.64	-1.47
TP3NL5_49	49	0.93	-1.77	TP3NL5_69	69	0.81	-1.94
TP3NL5_50	50	0.92	-1.71	TP3NL5_70	70	0.82	-1.97
TP3NL5_51	51	0.62	-1.40	TP3NL5_71	71	0.81	-1.81
TP3NL5_52	52	0.15	-1.36	TP3NL5_72	72	0.68	-1.74
TP3NL5_53	53	0.50	-1.48	TP3NL5_73	73	0.77	-1.72
TP3NL5_54	54	0.86	-1.90	TP3NL5_74	74	0.46	-1.40
TP3NL5_55	55	1.06	-1.67	TP3NL5_75	75	0.49	-0.92
TP3NL5_56	56	0.53	-1.30	TP3NL5_76	76	-1.44	-0.14
TP3NL5_57	57	0.42	-1.67	TP3NL5_77	77	0.08	0.13
TP3NL5_58	58	0.34	-1.57	TP3NL5_78	78	-0.22	0.23
TP3NL5_59	59	1.03	-1.90	TP3NL5_79	79	-0.57	0.07

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL5_80	80	-0.08	-0.53	TP3NL5_100	100	0.29	-1.42
TP3NL5_81	81	1.16	-1.21	TP3NL5_101	101	0.06	-1.60
TP3NL5_82	82	1.24	-1.41	TP3NL5_102	102	-0.62	-1.64
TP3NL5_83	83	1.22	-1.65	TP3NL5_103	103	0.39	-1.49
TP3NL5_84	84	1.54	-1.39	TP3NL5_104	104	-0.48	-2.14
TP3NL5_85	85	1.55	-1.46	TP3NL5_105	105	-0.35	-1.65
TP3NL5_86	86	1.49	-1.72	TP3NL5_106	106	0.27	-1.68
TP3NL5_87	87	1.41	-1.76	TP3NL5_107	107	0.14	-2.23
TP3NL5_88	88	1.49	-1.89	TP3NL5_108	108	1.22	-1.82
TP3NL5_89	89	1.60	-1.44	TP3NL5_109	109	1.05	-1.51
TP3NL5_90	90	1.39	-1.40	TP3NL5_110	110	1.38	-1.53
TP3NL5_91	91	0.42	-2.08	TP3NL5_111	111	1.12	-1.91
TP3NL5_92	92	0.06	-1.93	TP3NL5_112	112	0.07	-1.89
TP3NL5_93	93	0.49	-1.34	TP3NL5_113	113	-1.35	-1.78
TP3NL5_94	94	0.62	-1.67	TP3NL5_114	114	-1.90	-2.69
TP3NL5_95	95	0.09	-2.49	TP3NL5_115	115	-1.39	-2.22
TP3NL5_96	96	-0.52	-0.59	TP3NL5_116	116	-0.30	-2.09
TP3NL5_97	97	-1.50	-0.97	TP3NL5_117	117	0.31	-2.00
TP3NL5_98	98	-0.03	-1.15	TP3NL5_118	118	-0.17	-1.40
TP3NL5_99	99	1.11	-1.07	TP3NL5_119	119	-0.54	-0.19

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL5_120	120	-0.91	-0.04	TP3NL7_0	0	1.25	-1.16
TP3NL5_121	121	-0.46	0.01	TP3NL7_1	1	0.85	-1.74
TP3NL5_122	122	-0.85	-0.71	TP3NL7_2	2	1.01	-1.74
TP3NL5_123	123	-1.14	-1.23	TP3NL7_3	3	1.01	-1.61
TP3NL5_124	124	-1.01	-1.68	TP3NL7_4	4	0.87	-1.72
				TP3NL7_5	5	0.64	-1.71
				TP3NL7_6	6	1.06	-1.03
				TP3NL7_7	7	0.29	-1.72
				TP3NL7_8	8	0.89	-1.68
				TP3NL7_9	9	1.02	-1.84
				TP3NL7_10	10	1.37	-1.93
				TP3NL7_11	11	1.29	-1.71
				TP3NL7_12	12	1.23	-1.81
				TP3NL7_13	13	1.19	-1.80
				TP3NL7_14	14	1.04	-1.68
				TP3NL7_15	15	1.00	-1.59
				TP3NL7_16	16	1.12	-1.58
				TP3NL7_17	17	0.67	-1.81
				TP3NL7_18	18	0.87	-1.02
				TP3NL7_19	19	1.08	-0.20

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL7_20	20	0.80	0.13	TP3NL7_40	40	1.21	-1.87
TP3NL7_21	21	0.64	-0.05	TP3NL7_41	41	1.03	-1.27
TP3NL7_22	22	0.84	-0.40	TP3NL7_42	42	1.39	-0.75
TP3NL7_23	23	1.21	-0.73	TP3NL7_43	43	0.80	-0.04
TP3NL7_24	24	1.57	-0.97	TP3NL7_44	44	0.70	0.08
TP3NL7_25	25	1.43	-1.22	TP3NL7_45	45	0.78	0.04
TP3NL7_26	26	0.94	-1.33	TP3NL7_46	46	1.14	0.34
TP3NL7_27	27	0.72	-1.68	TP3NL7_47	47	1.02	0.02
TP3NL7_28	28	1.25	-1.41	TP3NL7_48	48	1.12	-0.26
TP3NL7_29	29	1.67	-1.48	TP3NL7_49	49	1.21	-0.31
TP3NL7_30	30	1.84	-1.38	TP3NL7_50	50	0.91	-1.10
TP3NL7_31	31	1.73	-1.63	TP3NL7_51	51	0.91	-1.04
TP3NL7_32	32	1.17	-1.60	TP3NL7_52	52	0.86	-1.63
TP3NL7_33	33	1.44	-1.80	TP3NL7_53	53	1.14	-1.67
TP3NL7_34	34	2.05	-1.87	TP3NL7_54	54	1.38	-1.77
TP3NL7_35	35	2.05	-1.76	TP3NL7_55	55	1.44	-1.93
TP3NL7_36	36	2.21	-1.56	TP3NL7_56	56	1.44	-2.01
TP3NL7_37	37	1.26	-2.22	TP3NL7_57	57	1.44	-1.79
TP3NL7_38	38	0.94	-2.48	TP3NL7_58	58	1.57	-1.41
TP3NL7_39	39	1.10	-2.32	TP3NL7_59	59	1.02	-1.39

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL7_60	60	1.12	-1.43	TP3NL7_80	80	0.81	-1.94
TP3NL7_61	61	1.33	-1.40	TP3NL7_81	81	0.80	-1.90
TP3NL7_62	62	1.44	-1.39	TP3NL7_82	82	0.94	-2.01
TP3NL7_63	63	1.46	-1.58	TP3NL7_83	83	0.64	-1.97
TP3NL7_64	64	1.52	-1.30	TP3NL7_84	84	0.80	-1.88
TP3NL7_65	65	1.59	-1.35	TP3NL7_85	85	0.69	-1.93
TP3NL7_66	66	1.31	-1.47	TP3NL7_86	86	0.74	-1.78
TP3NL7_67	67	0.78	-1.62	TP3NL7_87	87	0.60	-1.80
TP3NL7_68	68	0.61	-1.84	TP3NL7_88	88	0.52	-1.94
TP3NL7_69	69	0.89	-1.92	TP3NL7_89	89	0.86	-1.89
TP3NL7_70	70	1.47	-1.54	TP3NL7_90	90	1.11	-1.64
TP3NL7_71	71	1.31	-1.43	TP3NL7_91	91	1.10	-1.50
TP3NL7_72	72	1.36	-1.57	TP3NL7_92	92	0.84	-1.14
TP3NL7_73	73	1.30	-1.60	TP3NL7_93	93	0.66	-0.76
TP3NL7_74	74	0.97	-1.65	TP3NL7_94	94	0.53	-0.18
TP3NL7_75	75	1.32	-1.39	TP3NL7_95	95	-0.86	-0.20
TP3NL7_76	76	0.93	-1.50	TP3NL7_96	96	-0.87	-1.27
TP3NL7_77	77	0.90	-1.37	TP3NL7_97	97	-0.65	-1.27
TP3NL7_78	78	0.92	-1.45	TP3NL7_98	98	-0.21	-1.13
TP3NL7_79	79	0.73	-1.50	TP3NL7_99	99	0.55	-1.70

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL7_100	100	0.61	-1.57	TP3NL7_120	120	1.13	-2.07
TP3NL7_101	101	0.32	-1.61	TP3NL7_121	121	0.90	-2.31
TP3NL7_102	102	0.23	-1.70	TP3NL7_122	122	0.79	-2.46
TP3NL7_103	103	0.37	-1.65	TP3NL7_123	123	0.50	-2.62
TP3NL7_104	104	-0.48	-2.14	TP3NL7_124	124	-0.95	-0.98
TP3NL7_105	105	-0.89	-1.66	TP3NL7_125	125	-1.01	-1.79
TP3NL7_106	106	-1.23	-1.83	TP3NL7_126	126	-0.78	-1.15
TP3NL7_107	107	-0.74	-2.08	TP3NL7_127	127	0.11	-1.02
TP3NL7_108	108	0.20	-2.28	TP3NL7_128	128	0.17	-1.04
TP3NL7_109	109	0.55	-2.08	TP3NL7_129	129	-0.20	-1.17
TP3NL7_110	110	0.38	-2.05	TP3NL7_130	130	-1.06	-2.32
TP3NL7_111	111	0.46	-1.83	TP3NL7_131	131	-1.36	-2.09
TP3NL7_112	112	0.08	-1.98	TP3NL7_132	132	-1.35	-1.91
TP3NL7_113	113	-0.12	-2.32	TP3NL7_133	133	-0.83	-1.89
TP3NL7_114	114	0.05	-2.25	TP3NL7_134	134	-0.41	-1.98
TP3NL7_115	115	0.98	-1.75	TP3NL7_135	135	0.06	-2.00
TP3NL7_116	116	1.73	-1.95	TP3NL7_136	136	1.22	-1.66
TP3NL7_117	117	1.74	-2.08	TP3NL7_137	137	1.02	-1.65
TP3NL7_118	118	1.69	-2.05	TP3NL7_138	138	1.28	-1.70
TP3NL7_119	119	1.59	-1.90	TP3NL7_139	139	1.41	-1.92

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3NL7_140	140	1.15	-1.89	TP4L1_Aa_0	0	1.37	-1.98
TP3NL7_141	141	1.57	-1.68	TP4L1_Aa_1	1	0.85	-1.53
TP3NL7_142	142	1.37	-1.88	TP4L1_Aa_2	2	0.70	-1.16
				TP4L1_Aa_3	3	0.89	-1.56
				TP4L1_Aa_4	4	0.83	-1.71
				TP4L1_Aa_5	5	0.72	-1.62
				TP4L1_Aa_6	6	0.66	-1.50
				TP4L1_Aa_7	7	0.75	-1.29
				TP4L1_Aa_8	8	0.91	-1.10
				TP4L1_Aa_9	9	0.67	-1.12
				TP4L1_Aa_10	10	0.48	-1.51
				TP4L1_Aa_11	11	0.31	-2.14
				TP4L1_Aa_12	12	0.34	-1.80
				TP4L1_Aa_13	13	0.65	-1.73
				TP4L1_Aa_14	14	0.36	-1.50
				TP4L1_Aa_15	15	0.60	-1.20
				TP4L1_Aa_16	16	1.25	-1.30
				TP4L1_Aa_17	17	0.80	-1.33
				TP4L1_Aa_18	18	1.06	-1.34
				TP4L1_Aa_19	19	0.70	-1.55

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L1_Aa_20	20	0.27	-1.49	TP4L1_Aa_40	40	0.89	-1.50
TP4L1_Aa_21	21	0.14	-1.46	TP4L1_Aa_41	41	0.77	-0.91
TP4L1_Aa_22	22	-0.06	-1.48	TP4L1_Aa_42	42	0.81	-0.89
TP4L1_Aa_23	23	0.86	-1.34	TP4L1_Aa_43	43	0.90	-1.97
TP4L1_Aa_24	24	0.59	-1.42	TP4L1_Aa_44	44	0.83	-1.79
TP4L1_Aa_25	25	0.99	-1.25	TP4L1_Aa_45	45	1.00	-1.16
TP4L1_Aa_26	26	0.69	-1.29	TP4L1_Aa_46	46	0.82	-1.22
TP4L1_Aa_27	27	1.03	-0.59	TP4L1_Aa_47	47	0.77	-1.22
TP4L1_Aa_28	28	1.06	-1.03	TP4L1_Aa_48	48	0.92	-1.29
TP4L1_Aa_29	29	0.60	-1.43	TP4L1_Aa_49	49	0.62	-2.09
TP4L1_Aa_30	30	0.69	-2.24	TP4L1_Aa_50	50	0.52	-2.05
TP4L1_Aa_31	31	0.60	-1.30	TP4L1_Aa_51	51	0.26	-1.48
TP4L1_Aa_32	32	0.53	-1.90	TP4L1_Aa_52	52	-0.31	-1.68
TP4L1_Aa_33	33	0.59	-1.77	TP4L1_Aa_53	53	0.05	-1.70
TP4L1_Aa_34	34	0.28	-0.82	TP4L1_Aa_54	54	0.71	-1.75
TP4L1_Aa_35	35	0.72	-0.61	TP4L1_Aa_55	55	0.73	-1.58
TP4L1_Aa_36	36	0.95	-1.00	TP4L1_Aa_56	56	0.64	-1.78
TP4L1_Aa_37	37	0.92	-0.91	TP4L1_Aa_57	57	0.33	-1.54
TP4L1_Aa_38	38	0.91	-1.24	TP4L1_Aa_58	58	-0.19	-1.54
TP4L1_Aa_39	39	0.91	-1.32	TP4L1_Aa_59	59	0.16	-1.87

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L1_Aa_60	60	0.09	-1.95	TP4L1_Aa_80	80	0.93	-1.77
TP4L1_Aa_61	61	-0.27	-0.71	TP4L1_Aa_81	81	0.50	-1.97
TP4L1_Aa_62	62	0.48	-1.88	TP4L1_Aa_82	82	0.58	-2.03
TP4L1_Aa_63	63	0.52	-1.75	TP4L1_Aa_83	83	0.49	-2.33
TP4L1_Aa_64	64	-0.04	-1.49	TP4L1_Aa_84	84	0.15	-2.15
TP4L1_Aa_65	65	0.55	-1.67	TP4L1_Aa_85	85	0.08	-2.13
TP4L1_Aa_66	66	-0.46	-0.59	TP4L1_Aa_86	86	0.41	-1.99
TP4L1_Aa_67	67	-0.21	-0.95	TP4L1_Aa_87	87	0.67	-1.97
TP4L1_Aa_68	68	0.26	-1.03	TP4L1_Aa_88	88	0.27	-1.91
TP4L1_Aa_69	69	-0.02	-1.79	TP4L1_Aa_89	89	0.49	-2.14
TP4L1_Aa_70	70	0.51	-1.68	TP4L1_Aa_90	90	0.65	-2.41
TP4L1_Aa_71	71	0.35	-1.73	TP4L1_Aa_91	91	0.67	-2.18
TP4L1_Aa_72	72	0.83	-1.92	TP4L1_Aa_92	92	0.50	-2.18
TP4L1_Aa_73	73	1.05	-1.45	TP4L1_Aa_93	93	0.23	-1.92
TP4L1_Aa_74	74	0.34	-1.36	TP4L1_Aa_94	94	0.44	-1.60
TP4L1_Aa_75	75	0.06	-1.65	TP4L1_Aa_95	95	0.52	-1.17
TP4L1_Aa_76	76	0.77	-1.74	TP4L1_Aa_96	96	0.14	-1.23
TP4L1_Aa_77	77	1.39	-1.52	TP4L1_Aa_97	97	0.00	-1.74
TP4L1_Aa_78	78	1.33	-1.62	TP4L1_Aa_98	98	-0.09	-1.90
TP4L1_Aa_79	79	1.22	-1.74	TP4L1_Aa_99	99	0.19	-1.64

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L1_Aa_100	100	0.22	-1.67	TP4L1_Aa_120	120	0.55	-2.20
TP4L1_Aa_101	101	1.66	-1.42	TP4L1_Aa_121	121	0.75	-2.04
TP4L1_Aa_102	102	1.66	-1.98	TP4L1_Aa_122	122	0.24	-2.20
TP4L1_Aa_103	103	1.79	-1.65	TP4L1_Aa_123	123	0.18	-2.01
TP4L1_Aa_104	104	1.77	-1.53	TP4L1_Aa_124	124	0.04	-2.22
TP4L1_Aa_105	105	1.63	-1.56	TP4L1_Aa_125	125	0.13	-2.02
TP4L1_Aa_106	106	1.47	-1.72	TP4L1_Aa_126	126	0.56	-2.14
TP4L1_Aa_107	107	0.27	-1.78	TP4L1_Aa_127	127	0.68	-2.25
TP4L1_Aa_108	108	0.00	-2.00	TP4L1_Aa_128	128	1.00	-2.20
TP4L1_Aa_109	109	0.48	-1.59	TP4L1_Aa_129	129	1.12	-2.16
TP4L1_Aa_110	110	-0.26	-2.30	TP4L1_Aa_130	130	0.54	-2.20
TP4L1_Aa_111	111	-1.05	-1.78	TP4L1_Aa_131	131	0.68	-2.28
TP4L1_Aa_112	112	-0.77	-1.86	TP4L1_Aa_132	132	1.19	-2.21
TP4L1_Aa_113	113	0.14	-1.69	TP4L1_Aa_133	133	0.78	-2.26
TP4L1_Aa_114	114	0.06	-1.80	TP4L1_Aa_134	134	0.19	-2.39
TP4L1_Aa_115	115	2.02	-1.91	TP4L1_Aa_135	135	0.69	-2.13
TP4L1_Aa_116	116	2.09	-2.00	TP4L1_Aa_136	136	0.68	-2.25
TP4L1_Aa_117	117	2.00	-2.03	TP4L1_Aa_137	137	0.75	-2.10
TP4L1_Aa_118	118	2.09	-1.82	TP4L1_Aa_138	138	0.33	-2.29
TP4L1_Aa_119	119	1.73	-2.02	TP4L1_Aa_139	139	0.40	-1.87

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L1_Aa_140	140	0.27	-1.65	TP4L3_Aa_0	0	1.63	-1.16
TP4L1_Aa_141	141	-0.04	-1.49	TP4L3_Aa_1	1	1.10	-1.09
TP4L1_Aa_142	142	-0.43	-1.66	TP4L3_Aa_2	2	1.33	-1.22
TP4L1_Aa_143	143	-0.42	-1.17	TP4L3_Aa_3	3	1.41	-1.17
TP4L1_Aa_144	144	0.76	-0.84	TP4L3_Aa_4	4	0.97	-1.29
TP4L1_Aa_145	145	-0.53	-0.80	TP4L3_Aa_5	5	0.85	-1.23
TP4L1_Aa_146	146	-0.15	-0.91	TP4L3_Aa_6	6	1.05	-1.17
TP4L1_Aa_147	147	-0.48	-1.38	TP4L3_Aa_7	7	1.19	-1.23
TP4L1_Aa_148	148	-0.04	-1.20	TP4L3_Aa_8	8	1.17	-1.09
TP4L1_Aa_149	149	0.72	-0.94	TP4L3_Aa_9	9	1.09	-1.01
TP4L1_Aa_150	150	0.75	-1.24	TP4L3_Aa_10	10	0.97	-1.12
TP4L1_Aa_151	151	0.03	-1.77	TP4L3_Aa_11	11	1.35	-1.13
TP4L1_Aa_152	152	0.24	-1.97	TP4L3_Aa_12	12	1.29	-1.30
TP4L1_Aa_153	153	1.03	-1.26	TP4L3_Aa_13	13	1.16	-1.28
				TP4L3_Aa_14	14	1.10	-1.23
				TP4L3_Aa_15	15	0.97	-1.33
				TP4L3_Aa_16	16	0.90	-1.19
				TP4L3_Aa_17	17	0.93	-1.45
				TP4L3_Aa_18	18	0.93	-0.93
				TP4L3_Aa_19	19	0.84	-1.09

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L3_Aa_20	20	0.92	-1.17	TP4L3_Aa_40	40	1.78	-1.47
TP4L3_Aa_21	21	0.97	-0.91	TP4L3_Aa_41	41	1.28	-1.25
TP4L3_Aa_22	22	1.31	-1.27	TP4L3_Aa_42	42	1.36	-1.20
TP4L3_Aa_23	23	1.28	-1.14	TP4L3_Aa_43	43	1.57	-1.51
TP4L3_Aa_24	24	1.76	-1.40	TP4L3_Aa_44	44	1.31	-1.37
TP4L3_Aa_25	25	1.27	-1.18	TP4L3_Aa_45	45	1.36	-1.24
TP4L3_Aa_26	26	1.32	-1.15	TP4L3_Aa_46	46	1.32	-1.16
TP4L3_Aa_27	27	1.57	-1.24	TP4L3_Aa_47	47	0.78	-1.33
TP4L3_Aa_28	28	1.65	-1.32	TP4L3_Aa_48	48	0.24	-1.19
TP4L3_Aa_29	29	1.35	-1.13	TP4L3_Aa_49	49	0.80	0.02
TP4L3_Aa_30	30	1.38	-1.30	TP4L3_Aa_50	50	1.28	-1.41
TP4L3_Aa_31	31	1.23	-1.44	TP4L3_Aa_51	51	1.22	-1.19
TP4L3_Aa_32	32	1.35	-1.34	TP4L3_Aa_52	52	0.66	-1.19
TP4L3_Aa_33	33	1.61	-1.40	TP4L3_Aa_53	53	0.79	-1.18
TP4L3_Aa_34	34	1.66	-1.49	TP4L3_Aa_54	54	1.17	-1.82
TP4L3_Aa_35	35	1.69	-1.38	TP4L3_Aa_55	55	1.33	-1.64
TP4L3_Aa_36	36	1.57	-1.38	TP4L3_Aa_56	56	1.48	-2.36
TP4L3_Aa_37	37	1.59	-1.39	TP4L3_Aa_57	57	1.45	-1.92
TP4L3_Aa_38	38	1.64	-1.42	TP4L3_Aa_58	58	1.64	-2.21
TP4L3_Aa_39	39	1.78	-1.40	TP4L3_Aa_59	59	1.24	-2.04

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L3_Aa_60	60	1.19	-2.22	TP4L3_Aa_80	80	1.13	-1.79
TP4L3_Aa_61	61	1.70	-2.20	TP4L3_Aa_81	81	0.97	-1.97
TP4L3_Aa_62	62	1.64	-1.93	TP4L3_Aa_82	82	0.41	-1.96
TP4L3_Aa_63	63	1.51	-1.87	TP4L3_Aa_83	83	-0.03	-1.70
TP4L3_Aa_64	64	1.47	-1.76	TP4L3_Aa_84	84	0.62	-0.80
TP4L3_Aa_65	65	1.56	-1.77	TP4L3_Aa_85	85	0.90	-1.29
TP4L3_Aa_66	66	1.45	-1.72	TP4L3_Aa_86	86	0.85	-1.32
TP4L3_Aa_67	67	1.36	-1.77	TP4L3_Aa_87	87	0.81	-1.27
TP4L3_Aa_68	68	1.55	-1.67	TP4L3_Aa_88	88	0.82	-1.68
TP4L3_Aa_69	69	1.50	-1.51	TP4L3_Aa_89	89	0.79	-1.91
TP4L3_Aa_70	70	1.47	-1.36	TP4L3_Aa_90	90	0.79	-1.76
TP4L3_Aa_71	71	1.39	-1.67	TP4L3_Aa_91	91	0.76	-1.37
TP4L3_Aa_72	72	1.16	-1.54	TP4L3_Aa_92	92	1.16	-1.49
TP4L3_Aa_73	73	0.90	-1.49	TP4L3_Aa_93	93	1.49	-1.38
TP4L3_Aa_74	74	1.03	-1.47	TP4L3_Aa_94	94	1.41	-1.34
TP4L3_Aa_75	75	1.13	-1.65	TP4L3_Aa_95	95	1.60	-1.33
TP4L3_Aa_76	76	1.43	-1.51	TP4L3_Aa_96	96	1.49	-1.51
TP4L3_Aa_77	77	1.14	-2.07	TP4L3_Aa_97	97	1.28	-1.56
TP4L3_Aa_78	78	0.92	-2.41	TP4L3_Aa_98	98	1.28	-1.73
TP4L3_Aa_79	79	1.18	-2.23	TP4L3_Aa_99	99	0.76	-1.87

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L3_Aa_100	100	0.55	-2.05	TP4L3_Aa_120	120	1.73	-1.77
TP4L3_Aa_101	101	1.16	-2.11	TP4L3_Aa_121	121	1.66	-1.67
TP4L3_Aa_102	102	1.59	-2.12	TP4L3_Aa_122	122	1.58	-1.77
TP4L3_Aa_103	103	1.56	-2.35	TP4L3_Aa_123	123	1.53	-1.56
TP4L3_Aa_104	104	1.45	-2.21	TP4L3_Aa_124	124	1.76	-1.83
TP4L3_Aa_105	105	1.57	-2.15	TP4L3_Aa_125	125	1.97	-1.63
TP4L3_Aa_106	106	1.59	-2.27	TP4L3_Aa_126	126	2.44	-1.45
TP4L3_Aa_107	107	1.13	-2.51	TP4L3_Aa_127	127	2.21	-1.67
TP4L3_Aa_108	108	0.15	-2.39	TP4L3_Aa_128	128	1.92	-1.38
TP4L3_Aa_109	109	-0.28	-1.99	TP4L3_Aa_129	129	1.74	-1.40
TP4L3_Aa_110	110	0.93	-1.65	TP4L3_Aa_130	130	1.90	-1.32
TP4L3_Aa_111	111	1.12	-1.58	TP4L3_Aa_131	131	2.06	-1.35
TP4L3_Aa_112	112	1.12	-1.53	TP4L3_Aa_132	132	2.02	-1.67
TP4L3_Aa_113	113	1.16	-1.54	TP4L3_Aa_133	133	1.80	-1.19
TP4L3_Aa_114	114	1.06	-1.68	TP4L3_Aa_134	134	1.68	-1.18
TP4L3_Aa_115	115	1.01	-1.37	TP4L3_Aa_135	135	1.02	-1.33
TP4L3_Aa_116	116	1.64	-1.33	TP4L3_Aa_136	136	0.49	-1.15
TP4L3_Aa_117	117	2.27	-1.65	TP4L3_Aa_137	137	0.78	-1.13
TP4L3_Aa_118	118	2.31	-1.62	TP4L3_Aa_138	138	2.17	-1.43
TP4L3_Aa_119	119	2.06	-1.81	TP4L3_Aa_139	139	2.13	-1.55

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L3_Aa_140	140	2.08	-1.62	TP4L3_Aa_160	160	1.62	-2.00
TP4L3_Aa_141	141	2.07	-1.79	TP4L3_Aa_161	161	1.03	-2.10
TP4L3_Aa_142	142	1.87	-1.49	TP4L3_Aa_162	162	0.82	-1.18
TP4L3_Aa_143	143	1.89	-1.41	TP4L3_Aa_163	163	0.82	-1.78
TP4L3_Aa_144	144	1.67	-1.19	TP4L3_Aa_164	164	1.11	-2.02
TP4L3_Aa_145	145	2.01	-1.29	TP4L3_Aa_165	165	0.83	-2.07
TP4L3_Aa_146	146	2.69	-1.34	TP4L3_Aa_166	166	1.05	-1.76
TP4L3_Aa_147	147	2.60	-1.46	TP4L3_Aa_167	167	0.81	-1.60
TP4L3_Aa_148	148	2.26	-1.45	TP4L3_Aa_168	168	1.53	-1.87
TP4L3_Aa_149	149	2.15	-1.41	TP4L3_Aa_169	169	1.40	-1.49
TP4L3_Aa_150	150	2.17	-1.24	TP4L3_Aa_170	170	0.76	-1.55
TP4L3_Aa_151	151	1.82	-1.51				
TP4L3_Aa_152	152	1.68	-1.44				
TP4L3_Aa_153	153	0.73	-0.87				
TP4L3_Aa_154	154	0.12	-1.05				
TP4L3_Aa_155	155	0.21	-1.85				
TP4L3_Aa_156	156	1.14	-1.39				
TP4L3_Aa_157	157	1.23	-1.55				
TP4L3_Aa_158	158	1.35	-1.61				
TP4L3_Aa_159	159	1.43	-1.71				

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L3_Ba_0	0	1.14	-1.67	TP4L3_Ba_20	20	0.98	-1.58
TP4L3_Ba_1	1	1.47	-1.38	TP4L3_Ba_21	21	0.35	-0.75
TP4L3_Ba_2	2	1.00	-1.28	TP4L3_Ba_22	22	0.30	-0.76
TP4L3_Ba_3	3	1.07	-1.56	TP4L3_Ba_23	23	0.08	-0.58
TP4L3_Ba_4	4	1.54	-1.20	TP4L3_Ba_24	24	0.71	-1.05
TP4L3_Ba_5	5	1.38	-1.47	TP4L3_Ba_25	25	0.70	-1.10
TP4L3_Ba_6	6	0.75	-1.16	TP4L3_Ba_26	26	0.67	-1.55
TP4L3_Ba_7	7	-0.12	-2.25	TP4L3_Ba_27	27	0.75	-1.63
TP4L3_Ba_8	8	0.71	-1.38	TP4L3_Ba_28	28	0.48	-2.03
TP4L3_Ba_9	9	1.05	-1.36	TP4L3_Ba_29	29	0.48	-1.82
TP4L3_Ba_10	10	1.09	-1.41	TP4L3_Ba_30	30	0.80	-1.50
TP4L3_Ba_11	11	1.12	-2.02	TP4L3_Ba_31	31	0.57	-1.43
TP4L3_Ba_12	12	0.86	-1.29	TP4L3_Ba_32	32	0.25	-1.39
TP4L3_Ba_13	13	1.13	-1.27	TP4L3_Ba_33	33	0.89	-1.35
TP4L3_Ba_14	14	1.23	-1.33	TP4L3_Ba_34	34	0.54	-1.50
TP4L3_Ba_15	15	0.82	-1.60	TP4L3_Ba_35	35	0.29	-1.32
TP4L3_Ba_16	16	0.88	-1.42	TP4L3_Ba_36	36	1.07	-1.43
TP4L3_Ba_17	17	1.31	-1.28	TP4L3_Ba_37	37	0.85	-1.48
TP4L3_Ba_18	18	1.37	-1.46	TP4L3_Ba_38	38	0.72	-1.35
TP4L3_Ba_19	19	1.38	-1.45	TP4L3_Ba_39	39	1.05	-1.68

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L3_Ba_40	40	1.17	-1.53	TP4L3_Ba_60	60	1.55	-1.31
TP4L3_Ba_41	41	0.28	-1.71	TP4L3_Ba_61	61	1.53	-1.61
TP4L3_Ba_42	42	0.72	-1.74	TP4L3_Ba_62	62	1.52	-1.43
TP4L3_Ba_43	43	1.24	-1.65	TP4L3_Ba_63	63	1.28	-1.35
TP4L3_Ba_44	44	1.21	-1.65	TP4L3_Ba_64	64	1.02	-1.32
TP4L3_Ba_45	45	0.91	-1.57	TP4L3_Ba_65	65	1.17	-1.57
TP4L3_Ba_46	46	0.47	-1.83	TP4L3_Ba_66	66	1.21	-1.54
TP4L3_Ba_47	47	1.33	-1.68	TP4L3_Ba_67	67	1.48	-1.81
TP4L3_Ba_48	48	1.25	-1.72	TP4L3_Ba_68	68	1.70	-1.86
TP4L3_Ba_49	49	1.50	-1.55	TP4L3_Ba_69	69	1.64	-1.63
TP4L3_Ba_50	50	0.90	-1.71	TP4L3_Ba_70	70	1.53	-1.89
TP4L3_Ba_51	51	0.16	-2.20	TP4L3_Ba_71	71	1.33	-1.67
TP4L3_Ba_52	52	0.07	-1.97	TP4L3_Ba_72	72	1.30	-1.32
TP4L3_Ba_53	53	0.24	-1.27	TP4L3_Ba_73	73	1.27	-1.26
TP4L3_Ba_54	54	0.58	-0.76	TP4L3_Ba_74	74	1.04	-1.39
TP4L3_Ba_55	55	0.29	-1.17	TP4L3_Ba_75	75	0.53	-2.14
TP4L3_Ba_56	56	-0.18	-1.60	TP4L3_Ba_76	76	1.50	-1.27
TP4L3_Ba_57	57	0.19	-0.94	TP4L3_Ba_77	77	1.54	-1.58
TP4L3_Ba_58	58	0.69	-1.29	TP4L3_Ba_78	78	1.91	-1.78
TP4L3_Ba_59	59	1.35	-1.39	TP4L3_Ba_79	79	1.75	-1.50

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L3_Ba_80	80	1.53	-1.71	TP4L3_Ba_100	100	1.25	-2.00
TP4L3_Ba_81	81	1.36	-1.65	TP4L3_Ba_101	101	1.04	-1.69
TP4L3_Ba_82	82	1.42	-1.82	TP4L3_Ba_102	102	1.01	-1.55
TP4L3_Ba_83	83	1.44	-1.55	TP4L3_Ba_103	103	0.24	-1.71
TP4L3_Ba_84	84	1.08	-1.81	TP4L3_Ba_104	104	0.00	-1.50
TP4L3_Ba_85	85	0.86	-1.77	TP4L3_Ba_105	105	0.01	-1.27
TP4L3_Ba_86	86	0.54	-1.47	TP4L3_Ba_106	106	0.16	-1.41
TP4L3_Ba_87	87	0.54	-1.33	TP4L3_Ba_107	107	0.74	-1.50
TP4L3_Ba_88	88	0.53	-1.02	TP4L3_Ba_108	108	1.57	-1.51
TP4L3_Ba_89	89	1.02	-1.50	TP4L3_Ba_109	109	1.79	-1.39
TP4L3_Ba_90	90	1.09	-1.52	TP4L3_Ba_110	110	1.49	-1.87
TP4L3_Ba_91	91	0.86	-1.57	TP4L3_Ba_111	111	1.43	-1.62
TP4L3_Ba_92	92	0.26	-1.68	TP4L3_Ba_112	112	1.47	-1.55
TP4L3_Ba_93	93	0.91	-1.25	TP4L3_Ba_113	113	0.97	-1.85
TP4L3_Ba_94	94	0.33	-1.29	TP4L3_Ba_114	114	0.56	-1.79
TP4L3_Ba_95	95	0.16	-1.30	TP4L3_Ba_115	115	0.30	-1.85
TP4L3_Ba_96	96	0.74	-1.30	TP4L3_Ba_116	116	1.09	-1.63
TP4L3_Ba_97	97	1.29	-1.45	TP4L3_Ba_117	117	0.30	-1.62
TP4L3_Ba_98	98	1.32	-1.24	TP4L3_Ba_118	118	0.73	-1.54
TP4L3_Ba_99	99	1.39	-1.30	TP4L3_Ba_119	119	0.87	-1.61

附錄六(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L3_Ba_120	120	1.19	-1.83				
TP4L3_Ba_121	121	1.11	-1.87				
TP4L3_Ba_122	122	1.02	-1.98				
TP4L3_Ba_123	123	0.79	-1.93				
TP4L3_Ba_124	124	0.81	-1.85				
TP4L3_Ba_125	125	0.71	-1.24				
TP4L3_Ba_126	126	-0.18	-0.08				
TP4L3_Ba_127	127	0.26	-0.58				
TP4L3_Ba_128	128	0.19	-0.64				
TP4L3_Ba_129	129	0.03	-1.19				
TP4L3_Ba_130	130	0.04	-1.08				
TP4L3_Ba_131	131	-0.97	-0.94				
TP4L3_Ba_132	132	-0.92	-1.32				
TP4L3_Ba_133	133	-0.66	-1.54				
TP4L3_Ba_134	134	-0.35	-1.55				

附錄七、島尾Ⅱ遺址瘤岩螺殼體之碳、氧同位素數值

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2c_0	0	1.21	-1.43	TP3L3_2c_20	20	0.63	-0.97
TP3L3_2c_1	1	1.66	-1.45	TP3L3_2c_21	21	0.69	-0.83
TP3L3_2c_2	2	1.92	-1.61	TP3L3_2c_22	22	0.57	-0.39
TP3L3_2c_3	3	1.25	-1.80	TP3L3_2c_23	23	0.66	-0.87
TP3L3_2c_4	4	1.22	-1.35	TP3L3_2c_24	24	0.67	-0.50
TP3L3_2c_5	5	1.44	-1.69	TP3L3_2c_25	25	0.40	-0.56
TP3L3_2c_6	6	1.12	-1.98	TP3L3_2c_26	26	-0.03	-0.77
TP3L3_2c_7	7	0.90	-2.25	TP3L3_2c_27	27	0.31	-1.19
TP3L3_2c_8	8	0.91	-2.07	TP3L3_2c_28	28	0.83	-1.07
TP3L3_2c_9	9	1.22	-1.89	TP3L3_2c_29	29	1.05	-1.72
TP3L3_2c_10	10	1.39	-1.64	TP3L3_2c_30	30	1.38	-1.79
TP3L3_2c_11	11	1.48	-1.53	TP3L3_2c_31	31	1.02	-1.59
TP3L3_2c_12	12	2.31	-1.51	TP3L3_2c_32	32	1.47	-1.59
TP3L3_2c_13	13	1.31	-1.56	TP3L3_2c_33	33	1.20	-2.06
TP3L3_2c_14	14	1.31	-1.35	TP3L3_2c_34	34	1.41	-1.92
TP3L3_2c_15	15	0.75	-1.34	TP3L3_2c_35	35	1.61	-1.89
TP3L3_2c_16	16	0.72	-0.96	TP3L3_2c_36	36	1.55	-2.02
TP3L3_2c_17	17	0.67	-1.15	TP3L3_2c_37	37	1.40	-1.96
TP3L3_2c_18	18	0.78	-1.09	TP3L3_2c_38	38	1.31	-1.91
TP3L3_2c_19	19	0.67	-1.24	TP3L3_2c_39	39	1.52	-2.14

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2c_40	40	1.90	-1.81	TP3L3_2c_60	60	1.77	-2.00
TP3L3_2c_41	41	1.88	-2.13	TP3L3_2c_61	61	1.52	-1.94
TP3L3_2c_42	42	1.81	-1.79	TP3L3_2c_62	62	1.65	-2.11
TP3L3_2c_43	43	1.39	-1.66	TP3L3_2c_63	63	1.54	-2.06
TP3L3_2c_44	44	1.08	-1.79	TP3L3_2c_64	64	0.75	-2.13
TP3L3_2c_45	45	1.27	-1.70	TP3L3_2c_65	65	1.21	-2.09
TP3L3_2c_46	46	1.30	-1.94	TP3L3_2c_66	66	1.25	-2.36
TP3L3_2c_47	47	1.25	-2.00	TP3L3_2c_67	67	1.20	-2.39
TP3L3_2c_48	48	1.25	-1.93	TP3L3_2c_68	68	1.19	-2.33
TP3L3_2c_49	49	1.34	-1.80	TP3L3_2c_69	69	1.02	-2.45
TP3L3_2c_50	50	1.35	-1.86	TP3L3_2c_70	70	0.94	-2.34
TP3L3_2c_51	51	1.18	-1.68	TP3L3_2c_71	71	0.52	-2.50
TP3L3_2c_52	52	1.13	-2.02	TP3L3_2c_72	72	0.79	-1.96
TP3L3_2c_53	53	0.97	-1.82	TP3L3_2c_73	73	0.86	-2.06
TP3L3_2c_54	54	1.52	-1.81	TP3L3_2c_74	74	0.84	-2.42
TP3L3_2c_55	55	1.86	-1.79	TP3L3_2c_75	75	0.85	-2.45
TP3L3_2c_56	56	1.76	-1.65	TP3L3_2c_76	76	0.96	-2.50
TP3L3_2c_57	57	1.82	-1.96	TP3L3_2c_77	77	1.06	-2.35
TP3L3_2c_58	58	1.84	-1.96	TP3L3_2c_78	78	0.87	-2.21
TP3L3_2c_59	59	1.82	-1.82	TP3L3_2c_79	79	0.42	-2.53

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2c_80	80	0.41	-2.32	TP3L3_2c_100	100	1.63	-1.80
TP3L3_2c_81	81	0.58	-1.82	TP3L3_2c_101	101	1.61	-1.66
TP3L3_2c_82	82	0.52	-1.21	TP3L3_2c_102	102	1.57	-1.89
TP3L3_2c_83	83	0.80	-0.92	TP3L3_2c_103	103	1.31	-1.82
TP3L3_2c_84	84	0.75	-0.77	TP3L3_2c_104	104	1.18	-1.68
TP3L3_2c_85	85	0.83	-0.69	TP3L3_2c_105	105	1.22	-1.80
TP3L3_2c_86	86	0.85	-0.24	TP3L3_2c_106	106	1.16	-1.47
TP3L3_2c_87	87	0.58	-0.43	TP3L3_2c_107	107	0.80	-1.83
TP3L3_2c_88	88	0.57	-0.48	TP3L3_2c_108	108	0.49	-1.90
TP3L3_2c_89	89	0.44	-0.89	TP3L3_2c_109	109	0.60	-1.75
TP3L3_2c_90	90	0.33	-1.42	TP3L3_2c_110	110	0.43	-1.89
TP3L3_2c_91	91	0.56	-1.33	TP3L3_2c_111	111	0.96	-1.41
TP3L3_2c_92	92	0.75	-1.03	TP3L3_2c_112	112	1.52	-2.16
TP3L3_2c_93	93	0.47	-1.25	TP3L3_2c_113	113	1.49	-2.03
TP3L3_2c_94	94	-0.10	-1.20	TP3L3_2c_114	114	1.33	-1.93
TP3L3_2c_95	95	-0.36	-1.25	TP3L3_2c_115	115	1.19	-1.94
TP3L3_2c_96	96	0.35	-1.56	TP3L3_2c_116	116	1.26	-1.94
TP3L3_2c_97	97	0.39	-1.60	TP3L3_2c_117	117	-0.04	-1.82
TP3L3_2c_98	98	0.95	-1.62	TP3L3_2c_118	118	0.37	-1.56
TP3L3_2c_99	99	1.54	-1.76	TP3L3_2c_119	119	0.25	-1.98

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2c_120	120	0.49	-1.94	TP3L3_2c_140	140	0.25	-0.49
TP3L3_2c_121	121	0.86	-1.92	TP3L3_2c_141	141	-0.36	-1.32
TP3L3_2c_122	122	1.08	-2.34	TP3L3_2c_142	142	-0.64	-1.85
TP3L3_2c_123	123	1.04	-2.48	TP3L3_2c_143	143	-0.60	-1.80
TP3L3_2c_124	124	1.19	-2.35	TP3L3_2c_144	144	-1.26	-1.90
TP3L3_2c_125	125	1.29	-2.20	TP3L3_2c_145	145	-0.52	-1.69
TP3L3_2c_126	126	1.41	-2.07	TP3L3_2c_146	146	-0.75	-2.21
TP3L3_2c_127	127	0.70	-1.93	TP3L3_2c_147	147	-0.77	-2.15
TP3L3_2c_128	128	0.35	-1.38	TP3L3_2c_148	148	-0.43	-1.99
TP3L3_2c_129	129	0.25	-0.57	TP3L3_2c_149	149	-0.64	-2.08
TP3L3_2c_130	130	0.37	-0.20	TP3L3_2c_150	150	-0.05	-2.10
TP3L3_2c_131	131	0.26	0.03	TP3L3_2c_151	151	-0.13	-2.47
TP3L3_2c_132	132	0.31	-0.39	TP3L3_2c_152	152	-0.51	-1.98
TP3L3_2c_133	133	0.28	0.00	TP3L3_2c_153	153	-1.38	-2.27
TP3L3_2c_134	134	0.31	0.12	TP3L3_2c_154	154	-1.01	-2.10
TP3L3_2c_135	135	0.36	-0.06	TP3L3_2c_155	155	-1.01	-1.96
TP3L3_2c_136	136	0.14	0.01	TP3L3_2c_156	156	-0.87	-1.63
TP3L3_2c_137	137	0.09	-0.17	TP3L3_2c_157	157	-0.36	-1.69
TP3L3_2c_138	138	-0.10	-0.39	TP3L3_2c_158	158	-0.75	-0.40
TP3L3_2c_139	139	0.16	-0.45	TP3L3_2c_159	159	-1.09	-0.54

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2c_160	160	-1.08	-0.45	TP3L3_2b_0	0	0.82	-2.01
TP3L3_2c_161	161	-1.04	-0.76	TP3L3_2b_1	1	-0.53	-2.12
				TP3L3_2b_2	2	-0.03	-1.79
				TP3L3_2b_3	3	-0.05	-1.81
				TP3L3_2b_4	4	-0.14	-1.66
				TP3L3_2b_5	5	-0.06	-1.58
				TP3L3_2b_6	6	0.09	-1.64
				TP3L3_2b_7	7	-0.19	-1.88
				TP3L3_2b_8	8	-0.13	-1.71
				TP3L3_2b_9	9	-0.37	-1.99
				TP3L3_2b_10	10	-0.06	-1.67
				TP3L3_2b_11	11	0.08	-1.87
				TP3L3_2b_12	12	0.10	-1.70
				TP3L3_2b_13	13	0.39	-1.50
				TP3L3_2b_14	14	0.34	-1.46
				TP3L3_2b_15	15	0.29	-1.42
				TP3L3_2b_16	16	0.15	-1.51
				TP3L3_2b_17	17	0.12	-1.41
				TP3L3_2b_18	18	0.27	-1.40
				TP3L3_2b_19	19	0.14	-1.58

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2b_20	20	0.18	-1.63	TP3L3_2b_40	40	0.28	-1.18
TP3L3_2b_21	21	0.29	-1.70	TP3L3_2b_41	41	-0.62	-1.29
TP3L3_2b_22	22	0.06	-1.77	TP3L3_2b_42	42	-0.85	-0.86
TP3L3_2b_23	23	-0.03	-1.74	TP3L3_2b_43	43	-0.80	-1.09
TP3L3_2b_24	24	0.46	-1.44	TP3L3_2b_44	44	0.25	-1.31
TP3L3_2b_25	25	0.08	-1.64	TP3L3_2b_45	45	0.76	-1.63
TP3L3_2b_26	26	0.33	-1.58	TP3L3_2b_46	46	0.36	-1.79
TP3L3_2b_27	27	0.29	-1.69	TP3L3_2b_47	47	-0.28	-1.60
TP3L3_2b_28	28	0.30	-1.64	TP3L3_2b_48	48	-0.05	-1.53
TP3L3_2b_29	29	0.44	-1.57	TP3L3_2b_49	49	0.45	-1.77
TP3L3_2b_30	30	0.52	-1.30	TP3L3_2b_50	50	0.83	-1.85
TP3L3_2b_31	31	0.51	-1.39	TP3L3_2b_51	51	0.78	-2.00
TP3L3_2b_32	32	0.41	-1.64	TP3L3_2b_52	52	0.82	-1.35
TP3L3_2b_33	33	0.31	-1.43	TP3L3_2b_53	53	0.64	-1.54
TP3L3_2b_34	34	0.35	-1.47	TP3L3_2b_54	54	0.61	-1.44
TP3L3_2b_35	35	0.41	-1.36	TP3L3_2b_55	55	0.44	-1.54
TP3L3_2b_36	36	0.31	-0.87	TP3L3_2b_56	56	0.29	-1.52
TP3L3_2b_37	37	0.14	-1.11	TP3L3_2b_57	57	0.28	-1.87
TP3L3_2b_38	38	0.36	-1.24	TP3L3_2b_58	58	-0.31	-2.06
TP3L3_2b_39	39	0.48	-1.45	TP3L3_2b_59	59	0.36	-1.90

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2b_60	60	0.19	-1.51	TP3L3_2b_80	80	0.13	-2.18
TP3L3_2b_61	61	0.26	-1.42	TP3L3_2b_81	81	0.21	-1.67
TP3L3_2b_62	62	0.20	-2.27	TP3L3_2b_82	82	0.25	-1.63
TP3L3_2b_63	63	-0.19	-2.23	TP3L3_2b_83	83	-0.09	-1.57
TP3L3_2b_64	64	-0.38	-1.86	TP3L3_2b_84	84	-0.08	-1.12
TP3L3_2b_65	65	0.18	-1.49	TP3L3_2b_85	85	-0.08	-0.85
TP3L3_2b_66	66	0.18	-1.00	TP3L3_2b_86	86	0.20	-0.58
TP3L3_2b_67	67	-0.11	-0.51	TP3L3_2b_87	87	0.01	-0.80
TP3L3_2b_68	68	0.09	-0.28	TP3L3_2b_88	88	-0.44	-0.70
TP3L3_2b_69	69	-0.08	-0.57	TP3L3_2b_89	89	-0.46	-0.84
TP3L3_2b_70	70	0.69	-0.52	TP3L3_2b_90	90	0.31	-1.25
TP3L3_2b_71	71	0.62	-0.64	TP3L3_2b_91	91	0.40	-1.45
TP3L3_2b_72	72	0.57	-0.62	TP3L3_2b_92	92	0.19	-1.34
TP3L3_2b_73	73	0.58	-0.27	TP3L3_2b_93	93	0.60	-1.06
TP3L3_2b_74	74	0.52	-0.56	TP3L3_2b_94	94	0.47	-1.62
TP3L3_2b_75	75	0.40	-0.68	TP3L3_2b_95	95	0.74	-1.12
TP3L3_2b_76	76	0.66	-1.05	TP3L3_2b_96	96	0.47	-1.37
TP3L3_2b_77	77	0.59	-1.30	TP3L3_2b_97	97	0.21	-2.01
TP3L3_2b_78	78	-0.11	-2.19	TP3L3_2b_98	98	-0.03	-2.32
TP3L3_2b_79	79	-0.21	-2.01	TP3L3_2b_99	99	0.06	-2.14

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2b_100	100	-0.25	-2.08	TP3L3_2b_120	120	0.56	-2.32
TP3L3_2b_101	101	0.06	-2.44	TP3L3_2b_121	121	0.38	-2.26
TP3L3_2b_102	102	0.52	-2.74	TP3L3_2b_122	122	0.12	-1.70
TP3L3_2b_103	103	0.09	-2.56	TP3L3_2b_123	123	0.09	-1.81
TP3L3_2b_104	104	0.47	-2.58	TP3L3_2b_124	124	0.46	-1.68
TP3L3_2b_105	105	0.20	-2.68	TP3L3_2b_125	125	0.43	-1.87
TP3L3_2b_106	106	0.28	-2.36	TP3L3_2b_126	126	-0.46	-2.24
TP3L3_2b_107	107	0.53	-2.21	TP3L3_2b_127	127	0.17	-2.14
TP3L3_2b_108	108	0.38	-2.18	TP3L3_2b_128	128	0.37	-2.13
TP3L3_2b_109	109	0.33	-1.56	TP3L3_2b_129	129	0.39	-2.28
TP3L3_2b_110	110	0.07	-1.54	TP3L3_2b_130	130	0.48	-2.45
TP3L3_2b_111	111	0.43	-0.78	TP3L3_2b_131	131	0.60	-2.25
TP3L3_2b_112	112	-0.15	-0.32	TP3L3_2b_132	132	0.78	-2.21
TP3L3_2b_113	113	-0.42	-1.62	TP3L3_2b_133	133	0.71	-1.94
TP3L3_2b_114	114	0.42	-1.80	TP3L3_2b_134	134	0.08	-0.80
TP3L3_2b_115	115	0.31	-1.56	TP3L3_2b_135	135	0.07	-0.05
TP3L3_2b_116	116	0.26	-1.57	TP3L3_2b_136	136	0.07	-0.03
TP3L3_2b_117	117	-0.72	-2.23	TP3L3_2b_137	137	-0.07	-0.36
TP3L3_2b_118	118	-0.18	-2.03	TP3L3_2b_138	138	0.19	-1.12
TP3L3_2b_119	119	0.29	-2.14	TP3L3_2b_139	139	-0.24	-1.36

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2b_140	140	-0.83	-1.78	TP3L3_2bb_0	0	1.47	-1.39
				TP3L3_2bb_1	1	1.51	-0.72
				TP3L3_2bb_2	2	1.44	-0.79
				TP3L3_2bb_3	3	1.47	-1.33
				TP3L3_2bb_4	4	1.46	-1.51
				TP3L3_2bb_5	5	1.47	-1.48
				TP3L3_2bb_6	6	1.26	-1.47
				TP3L3_2bb_7	7	1.55	-1.51
				TP3L3_2bb_8	8	1.60	-1.66
				TP3L3_2bb_9	9	1.12	-1.26
				TP3L3_2bb_10	10	1.14	-1.29
				TP3L3_2bb_11	11	1.87	-1.48
				TP3L3_2bb_12	12	0.46	-0.90
				TP3L3_2bb_13	13	1.61	-1.43
				TP3L3_2bb_14	14	0.65	-1.26
				TP3L3_2bb_15	15	0.95	-1.19
				TP3L3_2bb_16	16	1.66	-1.41
				TP3L3_2bb_17	17	1.47	-1.22
				TP3L3_2bb_18	18	1.02	-1.17
				TP3L3_2bb_19	19	1.13	-0.84

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2bb_20	20	1.67	-1.10	TP3L3_2bb_40	40	1.46	-1.78
TP3L3_2bb_21	21	0.94	-1.33	TP3L3_2bb_41	41	-0.50	-1.77
TP3L3_2bb_22	22	1.54	-1.37	TP3L3_2bb_42	42	0.56	-1.16
TP3L3_2bb_23	23	1.89	-1.64	TP3L3_2bb_43	43	1.25	-1.57
TP3L3_2bb_24	24	1.17	-0.81	TP3L3_2bb_44	44	0.50	-1.06
TP3L3_2bb_25	25	1.59	-1.76	TP3L3_2bb_45	45	0.31	-1.45
TP3L3_2bb_26	26	1.91	-1.87	TP3L3_2bb_46	46	1.40	-1.45
TP3L3_2bb_27	27	2.05	-1.55	TP3L3_2bb_47	47	2.05	-1.51
TP3L3_2bb_28	28	2.00	-1.45	TP3L3_2bb_48	48	1.54	-0.80
TP3L3_2bb_29	29	1.71	-1.85	TP3L3_2bb_49	49	1.45	-1.06
TP3L3_2bb_30	30	1.45	-1.90	TP3L3_2bb_50	50	1.57	-1.07
TP3L3_2bb_31	31	1.63	-1.21	TP3L3_2bb_51	51	2.19	-1.59
TP3L3_2bb_32	32	1.67	-1.75	TP3L3_2bb_52	52	1.79	-1.55
TP3L3_2bb_33	33	1.00	-1.82	TP3L3_2bb_53	53	1.81	-1.40
TP3L3_2bb_34	34	0.95	-1.33	TP3L3_2bb_54	54	1.74	-1.62
TP3L3_2bb_35	35	0.99	-1.60	TP3L3_2bb_55	55	1.09	-1.22
TP3L3_2bb_36	36	1.50	-1.75	TP3L3_2bb_56	56	1.34	-0.95
TP3L3_2bb_37	37	1.03	-1.68	TP3L3_2bb_57	57	1.39	-0.80
TP3L3_2bb_38	38	1.51	-1.96	TP3L3_2bb_58	58	0.72	-1.49
TP3L3_2bb_39	39	1.55	-1.92	TP3L3_2bb_59	59	2.03	-1.52

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2bb_60	60	2.32	-1.54	TP3L3_2bb_80	80	1.65	-1.17
TP3L3_2bb_61	61	1.37	-1.66	TP3L3_2bb_81	81	1.06	-0.73
TP3L3_2bb_62	62	0.94	-1.65	TP3L3_2bb_82	82	1.35	-0.96
TP3L3_2bb_63	63	1.01	-0.31	TP3L3_2bb_83	83	1.37	-0.86
TP3L3_2bb_64	64	1.12	-0.24	TP3L3_2bb_84	84	1.86	-1.11
TP3L3_2bb_65	65	0.79	-0.39	TP3L3_2bb_85	85	1.13	-1.27
TP3L3_2bb_66	66	0.90	-0.51	TP3L3_2bb_86	86	1.36	-1.43
TP3L3_2bb_67	67	0.85	-0.59	TP3L3_2bb_87	87	1.07	-1.54
TP3L3_2bb_68	68	0.95	-0.63	TP3L3_2bb_88	88	1.47	-1.36
TP3L3_2bb_69	69	0.68	-0.71	TP3L3_2bb_89	89	1.02	-1.50
TP3L3_2bb_70	70	0.55	-0.46	TP3L3_2bb_90	90	0.42	-1.52
TP3L3_2bb_71	71	0.54	-0.08	TP3L3_2bb_91	91	0.00	-1.34
TP3L3_2bb_72	72	0.41	0.13	TP3L3_2bb_92	92	0.48	-1.74
TP3L3_2bb_73	73	0.50	-0.01	TP3L3_2bb_93	93	1.04	-1.55
TP3L3_2bb_74	74	0.52	-0.26	TP3L3_2bb_94	94	0.57	-1.60
TP3L3_2bb_75	75	0.02	0.08	TP3L3_2bb_95	95	0.47	-1.36
TP3L3_2bb_76	76	-0.04	-0.08	TP3L3_2bb_96	96	0.28	-1.67
TP3L3_2bb_77	77	0.38	-0.62	TP3L3_2bb_97	97	0.06	-1.58
TP3L3_2bb_78	78	1.51	-0.67	TP3L3_2bb_98	98	-0.47	-1.88
TP3L3_2bb_79	79	1.48	-1.39	TP3L3_2bb_99	99	-0.56	-1.76

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2bb_100	100	-0.96	-1.89	TP3L3_2bb_120	120	0.84	-1.55
TP3L3_2bb_101	101	-0.61	-1.70	TP3L3_2bb_121	121	0.35	-1.49
TP3L3_2bb_102	102	0.18	-1.68	TP3L3_2bb_122	122	-0.51	-1.79
TP3L3_2bb_103	103	0.54	-1.55	TP3L3_2bb_123	123	-0.07	-1.81
TP3L3_2bb_104	104	1.48	-1.78	TP3L3_2bb_124	124	0.42	-2.10
TP3L3_2bb_105	105	1.33	-1.77	TP3L3_2bb_125	125	0.79	-2.13
TP3L3_2bb_106	106	1.19	-1.98	TP3L3_2bb_126	126	0.65	-2.13
TP3L3_2bb_107	107	0.54	-1.18	TP3L3_2bb_127	127	0.75	-2.08
TP3L3_2bb_108	108	0.25	-0.12	TP3L3_2bb_128	128	0.63	-1.99
TP3L3_2bb_109	109	-0.15	-1.61	TP3L3_2bb_129	129	0.51	-2.09
TP3L3_2bb_110	110	0.64	-1.06	TP3L3_2bb_130	130	0.25	-1.56
TP3L3_2bb_111	111	0.74	-1.37	TP3L3_2bb_131	131	0.11	-0.26
TP3L3_2bb_112	112	0.64	-1.35	TP3L3_2bb_132	132	-0.72	-0.90
TP3L3_2bb_113	113	1.14	-1.06	TP3L3_2bb_133	133	0.34	-1.15
TP3L3_2bb_114	114	1.27	-1.56	TP3L3_2bb_134	134	0.43	-1.37
TP3L3_2bb_115	115	1.23	-1.50	TP3L3_2bb_135	135	1.22	-1.34
TP3L3_2bb_116	116	1.21	-1.84	TP3L3_2bb_136	136	0.97	-1.51
TP3L3_2bb_117	117	0.85	-2.11	TP3L3_2bb_137	137	0.86	-1.88
TP3L3_2bb_118	118	1.37	-1.59	TP3L3_2bb_138	138	0.72	-1.65
TP3L3_2bb_119	119	1.70	-1.38	TP3L3_2bb_139	139	0.43	-1.85

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2bb_140	140	0.68	-1.62	TP3L3_2bb_160	160	0.24	-1.58
TP3L3_2bb_141	141	0.53	-1.66	TP3L3_2bb_161	161	0.05	-1.46
TP3L3_2bb_142	142	0.51	-1.86	TP3L3_2bb_162	162	-0.46	-1.98
TP3L3_2bb_143	143	0.66	-1.83	TP3L3_2bb_163	163	1.11	-1.99
TP3L3_2bb_144	144	-0.57	-1.85	TP3L3_2bb_164	164	1.46	-1.95
TP3L3_2bb_145	145	-1.05	-1.95	TP3L3_2bb_165	165	0.94	-2.38
TP3L3_2bb_146	146	-0.20	-1.68	TP3L3_2bb_166	166	1.18	-2.66
TP3L3_2bb_147	147	-0.52	-1.46	TP3L3_2bb_167	167	0.93	-2.74
TP3L3_2bb_148	148	0.41	-0.88	TP3L3_2bb_168	168	1.22	-2.38
TP3L3_2bb_149	149	0.40	-0.46	TP3L3_2bb_169	169	1.74	-2.13
TP3L3_2bb_150	150	0.53	-0.77	TP3L3_2bb_170	170	0.86	-2.47
TP3L3_2bb_151	151	0.76	-0.69	TP3L3_2bb_171	171	1.07	-2.41
TP3L3_2bb_152	152	1.06	-0.92	TP3L3_2bb_172	172	1.00	-2.41
TP3L3_2bb_153	153	0.45	-0.98	TP3L3_2bb_173	173	0.87	-2.53
TP3L3_2bb_154	154	1.07	-1.12	TP3L3_2bb_174	174	-0.01	-0.09
TP3L3_2bb_155	155	1.15	-1.12	TP3L3_2bb_175	175	-0.61	-1.66
TP3L3_2bb_156	156	1.03	-1.12	TP3L3_2bb_176	176	-0.45	-2.06
TP3L3_2bb_157	157	0.56	-1.11	TP3L3_2bb_177	177	0.05	-2.18
TP3L3_2bb_158	158	0.32	-1.35				
TP3L3_2bb_159	159	0.47	-1.22				

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bb_0	0	2.04	-1.51	TP4L4_Bb_20	20	1.35	-2.02
TP4L4_Bb_1	1	1.20	-1.76	TP4L4_Bb_21	21	1.61	-1.99
TP4L4_Bb_2	2	1.20	-1.85	TP4L4_Bb_22	22	1.35	-2.23
TP4L4_Bb_3	3	0.85	-1.75	TP4L4_Bb_23	23	0.95	-2.16
TP4L4_Bb_4	4	1.25	-1.69	TP4L4_Bb_24	24	1.53	-1.98
TP4L4_Bb_5	5	1.51	-1.68	TP4L4_Bb_25	25	1.59	-1.94
TP4L4_Bb_6	6	1.15	-1.35	TP4L4_Bb_26	26	1.75	-2.25
TP4L4_Bb_7	7	1.41	-0.78	TP4L4_Bb_27	27	1.81	-1.83
TP4L4_Bb_8	8	1.59	-1.03	TP4L4_Bb_28	28	0.92	-1.82
TP4L4_Bb_9	9	1.38	-1.08	TP4L4_Bb_29	29	0.86	-2.05
TP4L4_Bb_10	10	1.38	-1.13	TP4L4_Bb_30	30	1.14	-1.85
TP4L4_Bb_11	11	1.05	-1.59	TP4L4_Bb_31	31	0.91	-1.81
TP4L4_Bb_12	12	1.13	-1.79	TP4L4_Bb_32	32	0.78	-1.27
TP4L4_Bb_13	13	1.06	-1.78	TP4L4_Bb_33	33	0.80	-0.26
TP4L4_Bb_14	14	0.82	-2.14	TP4L4_Bb_34	34	0.99	-0.55
TP4L4_Bb_15	15	1.15	-1.94	TP4L4_Bb_35	35	1.39	-1.28
TP4L4_Bb_16	16	1.25	-2.49	TP4L4_Bb_36	36	1.50	-1.50
TP4L4_Bb_17	17	1.34	-2.15	TP4L4_Bb_37	37	1.46	-1.64
TP4L4_Bb_18	18	1.34	-2.05	TP4L4_Bb_38	38	1.37	-1.91
TP4L4_Bb_19	19	1.19	-2.36	TP4L4_Bb_39	39	1.22	-1.58

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bb_40	40	1.15	-1.92	TP4L4_Bb_60	60	1.28	-1.82
TP4L4_Bb_41	41	1.30	-1.75	TP4L4_Bb_61	61	1.24	-1.85
TP4L4_Bb_42	42	1.45	-1.69	TP4L4_Bb_62	62	0.72	-2.25
TP4L4_Bb_43	43	1.28	-1.68	TP4L4_Bb_63	63	0.59	-2.37
TP4L4_Bb_44	44	1.43	-1.80	TP4L4_Bb_64	64	0.61	-2.18
TP4L4_Bb_45	45	1.31	-1.91	TP4L4_Bb_65	65	0.10	-1.49
TP4L4_Bb_46	46	0.90	-2.13	TP4L4_Bb_66	66	0.17	-1.24
TP4L4_Bb_47	47	0.87	-1.98	TP4L4_Bb_67	67	0.55	-1.26
TP4L4_Bb_48	48	1.30	-2.14	TP4L4_Bb_68	68	1.04	-1.56
TP4L4_Bb_49	49	1.46	-2.19	TP4L4_Bb_69	69	1.06	-1.25
TP4L4_Bb_50	50	1.24	-2.13	TP4L4_Bb_70	70	1.18	-1.69
TP4L4_Bb_51	51	1.13	-2.10	TP4L4_Bb_71	71	0.95	-1.66
TP4L4_Bb_52	52	1.08	-1.92	TP4L4_Bb_72	72	0.40	-1.82
TP4L4_Bb_53	53	1.14	-1.82	TP4L4_Bb_73	73	0.67	-2.15
TP4L4_Bb_54	54	1.29	-1.82	TP4L4_Bb_74	74	0.49	-2.42
TP4L4_Bb_55	55	0.97	-2.05	TP4L4_Bb_75	75	0.62	-3.03
TP4L4_Bb_56	56	1.12	-2.03	TP4L4_Bb_76	76	0.28	-3.13
TP4L4_Bb_57	57	1.21	-2.11	TP4L4_Bb_77	77	0.86	-3.26
TP4L4_Bb_58	58	1.38	-1.95	TP4L4_Bb_78	78	0.78	-3.28
TP4L4_Bb_59	59	1.21	-2.10	TP4L4_Bb_79	79	0.88	-2.97

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bb_80	80	0.75	-2.85	TP4L4_Bb_100	100	1.63	-1.96
TP4L4_Bb_81	81	0.44	-2.89	TP4L4_Bb_101	101	1.72	-1.92
TP4L4_Bb_82	82	0.58	-2.51	TP4L4_Bb_102	102	1.82	-1.75
TP4L4_Bb_83	83	0.78	-1.40	TP4L4_Bb_103	103	1.46	-1.82
TP4L4_Bb_84	84	0.42	-0.54	TP4L4_Bb_104	104	1.28	-1.89
TP4L4_Bb_85	85	0.77	-1.38	TP4L4_Bb_105	105	0.80	-2.11
TP4L4_Bb_86	86	1.44	-1.24	TP4L4_Bb_106	106	0.79	-1.61
TP4L4_Bb_87	87	1.33	-1.20	TP4L4_Bb_107	107	0.74	-2.03
TP4L4_Bb_88	88	1.30	-1.34	TP4L4_Bb_108	108	1.18	-2.09
TP4L4_Bb_89	89	1.31	-1.26	TP4L4_Bb_109	109	1.37	-2.37
TP4L4_Bb_90	90	1.44	-1.24	TP4L4_Bb_110	110	0.99	-2.43
TP4L4_Bb_91	91	1.48	-1.29	TP4L4_Bb_111	111	0.86	-2.43
TP4L4_Bb_92	92	1.60	-1.38	TP4L4_Bb_112	112	0.86	-2.19
TP4L4_Bb_93	93	1.28	-1.77	TP4L4_Bb_113	113	0.77	-2.19
TP4L4_Bb_94	94	0.61	-1.87	TP4L4_Bb_114	114	0.83	-1.55
TP4L4_Bb_95	95	0.96	-1.98	TP4L4_Bb_115	115	0.41	-0.09
TP4L4_Bb_96	96	1.26	-2.18	TP4L4_Bb_116	116	0.41	-0.05
TP4L4_Bb_97	97	1.61	-1.90	TP4L4_Bb_117	117	0.18	-0.10
TP4L4_Bb_98	98	1.70	-1.70	TP4L4_Bb_118	118	0.37	-0.03
TP4L4_Bb_99	99	1.55	-1.79	TP4L4_Bb_119	119	0.51	-0.62

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bb_120	120	0.87	-1.36	TP4L4_Bb_140	140	0.35	-1.67
TP4L4_Bb_121	121	0.89	-0.86	TP4L4_Bb_141	141	0.76	-1.87
TP4L4_Bb_122	122	0.77	-1.48	TP4L4_Bb_142	142	0.96	-1.70
TP4L4_Bb_123	123	1.10	-1.48	TP4L4_Bb_143	143	1.41	-1.92
TP4L4_Bb_124	124	0.70	-1.64	TP4L4_Bb_144	144	1.63	-1.86
TP4L4_Bb_125	125	0.98	-1.41	TP4L4_Bb_145	145	1.68	-1.79
TP4L4_Bb_126	126	0.62	-1.71	TP4L4_Bb_146	146	1.40	-1.75
TP4L4_Bb_127	127	0.64	-1.63	TP4L4_Bb_147	147	1.75	-1.82
TP4L4_Bb_128	128	0.59	-1.81	TP4L4_Bb_148	148	1.87	-1.73
TP4L4_Bb_129	129	0.41	-2.23	TP4L4_Bb_149	149	2.05	-1.46
TP4L4_Bb_130	130	0.84	-2.46	TP4L4_Bb_150	150	2.00	-1.45
TP4L4_Bb_131	131	1.08	-2.31	TP4L4_Bb_151	151	2.15	-1.31
TP4L4_Bb_132	132	0.96	-1.93	TP4L4_Bb_152	152	2.23	-1.25
TP4L4_Bb_133	133	1.08	-2.25	TP4L4_Bb_153	153	1.81	-1.17
TP4L4_Bb_134	134	0.90	-2.26	TP4L4_Bb_154	154	1.47	-0.75
TP4L4_Bb_135	135	1.06	-2.05	TP4L4_Bb_155	155	1.31	-0.98
TP4L4_Bb_136	136	1.22	-2.15	TP4L4_Bb_156	156	1.31	-1.18
TP4L4_Bb_137	137	1.46	-1.79	TP4L4_Bb_157	157	1.48	-1.29
TP4L4_Bb_138	138	1.20	-1.50	TP4L4_Bb_158	158	1.35	-1.24
TP4L4_Bb_139	139	0.83	-1.38	TP4L4_Bb_159	159	0.91	-1.24

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bb_160	160	1.55	-1.33	TP4L4_Bb_180	180	1.65	-1.74
TP4L4_Bb_161	161	1.73	-1.27	TP4L4_Bb_181	181	1.61	-1.74
TP4L4_Bb_162	162	1.72	-0.84	TP4L4_Bb_182	182	1.54	-1.66
TP4L4_Bb_163	163	1.97	-0.62	TP4L4_Bb_183	183	1.29	-1.59
TP4L4_Bb_164	164	1.66	-0.25	TP4L4_Bb_184	184	1.37	-1.71
TP4L4_Bb_165	165	1.59	0.14	TP4L4_Bb_185	185	1.54	-1.79
TP4L4_Bb_166	166	0.91	0.19	TP4L4_Bb_186	186	1.62	-1.80
TP4L4_Bb_167	167	1.31	-0.28	TP4L4_Bb_187	187	0.70	-1.99
TP4L4_Bb_168	168	1.03	-0.74	TP4L4_Bb_188	188	1.44	-1.47
TP4L4_Bb_169	169	0.77	-0.71	TP4L4_Bb_189	189	1.77	-1.62
TP4L4_Bb_170	170	0.60	-1.17	TP4L4_Bb_190	190	1.93	-1.78
TP4L4_Bb_171	171	0.50	-1.62	TP4L4_Bb_191	191	1.95	-1.75
TP4L4_Bb_172	172	0.34	-1.71	TP4L4_Bb_192	192	1.81	-1.89
TP4L4_Bb_173	173	0.12	-1.69	TP4L4_Bb_193	193	2.44	-1.92
TP4L4_Bb_174	174	-0.17	-1.52	TP4L4_Bb_194	194	1.92	-1.96
TP4L4_Bb_175	175	0.88	-1.72	TP4L4_Bb_195	195	1.89	-1.73
TP4L4_Bb_176	176	1.17	-1.89	TP4L4_Bb_196	196	1.89	-1.97
TP4L4_Bb_177	177	1.49	-2.09	TP4L4_Bb_197	197	1.87	-1.86
TP4L4_Bb_160	160	1.55	-1.33	TP4L4_Bb_180	180	1.65	-1.74
TP4L4_Bb_161	161	1.73	-1.27	TP4L4_Bb_181	181	1.61	-1.74

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bb_182	182	1.54	-1.66	TP4L4_Bb_202	202	1.63	-1.25
TP4L4_Bb_183	183	1.29	-1.59	TP4L4_Bb_203	203	1.58	-1.14
TP4L4_Bb_184	184	1.37	-1.71	TP4L4_Bb_204	204	1.31	-0.94
TP4L4_Bb_185	185	1.54	-1.79	TP4L4_Bb_205	205	1.26	-0.17
TP4L4_Bb_186	186	1.62	-1.80	TP4L4_Bb_206	206	0.86	0.04
TP4L4_Bb_187	187	0.70	-1.99	TP4L4_Bb_207	207	0.37	-0.31
TP4L4_Bb_188	188	1.44	-1.47	TP4L4_Bb_208	208	0.27	-0.59
TP4L4_Bb_189	189	1.77	-1.62	TP4L4_Bb_209	209	0.38	-1.34
TP4L4_Bb_190	190	1.93	-1.78	TP4L4_Bb_210	210	0.29	-1.39
TP4L4_Bb_191	191	1.95	-1.75	TP4L4_Bb_211	211	-0.35	-1.64
TP4L4_Bb_192	192	1.81	-1.89	TP4L4_Bb_212	212	-0.11	-1.51
TP4L4_Bb_193	193	2.44	-1.92	TP4L4_Bb_213	213	-0.42	-1.32
TP4L4_Bb_194	194	1.92	-1.96	TP4L4_Bb_214	214	-0.42	-0.67
TP4L4_Bb_195	195	1.89	-1.73	TP4L4_Bb_215	215	-0.06	-0.08
TP4L4_Bb_196	196	1.89	-1.97	TP4L4_Bb_216	216	-0.10	-0.23
TP4L4_Bb_197	197	1.87	-1.86	TP4L4_Bb_217	217	0.05	-0.45
TP4L4_Bb_198	198	1.66	-1.74	TP4L4_Bb_218	218	0.20	-0.82
TP4L4_Bb_199	199	1.55	-1.72				
TP4L4_Bb_200	200	1.66	-1.50				
TP4L4_Bb_201	201	1.72	-1.61				

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bbb_0	0	1.06	-1.66	TP4L4_Bbb_20	20	0.44	-1.44
TP4L4_Bbb_1	1	1.22	-1.66	TP4L4_Bbb_21	21	0.89	-1.63
TP4L4_Bbb_2	2	1.09	-1.85	TP4L4_Bbb_22	22	1.03	-1.72
TP4L4_Bbb_3	3	1.02	-1.89	TP4L4_Bbb_23	23	0.51	-1.76
TP4L4_Bbb_4	4	0.97	-1.76	TP4L4_Bbb_24	24	0.46	-1.87
TP4L4_Bbb_5	5	0.84	-1.89	TP4L4_Bbb_25	25	0.41	-1.91
TP4L4_Bbb_6	6	0.95	-1.78	TP4L4_Bbb_26	26	0.87	-2.11
TP4L4_Bbb_7	7	0.90	-2.07	TP4L4_Bbb_27	27	0.70	-1.84
TP4L4_Bbb_8	8	0.84	-1.78	TP4L4_Bbb_28	28	0.79	-1.82
TP4L4_Bbb_9	9	0.70	-1.58	TP4L4_Bbb_29	29	0.39	-2.14
TP4L4_Bbb_10	10	0.95	-1.68	TP4L4_Bbb_30	30	0.38	-1.47
TP4L4_Bbb_11	11	0.12	-1.39	TP4L4_Bbb_31	31	0.78	-1.99
TP4L4_Bbb_12	12	1.30	-1.78	TP4L4_Bbb_32	32	0.72	-2.22
TP4L4_Bbb_13	13	1.03	-1.40	TP4L4_Bbb_33	33	0.72	-2.37
TP4L4_Bbb_14	14	0.93	-1.46	TP4L4_Bbb_34	34	0.85	-2.42
TP4L4_Bbb_15	15	1.01	-1.99	TP4L4_Bbb_35	35	1.08	-2.23
TP4L4_Bbb_16	16	1.05	-2.10	TP4L4_Bbb_36	36	0.85	-2.34
TP4L4_Bbb_17	17	0.86	-2.26	TP4L4_Bbb_37	37	0.59	-2.41
TP4L4_Bbb_18	18	0.53	-1.23	TP4L4_Bbb_38	38	0.86	-2.24
TP4L4_Bbb_19	19	0.96	-1.46	TP4L4_Bbb_39	39	1.32	-2.14

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bbb_40	40	1.83	-2.39	TP4L4_Bbb_60	60	0.82	-1.02
TP4L4_Bbb_41	41	1.49	-2.27	TP4L4_Bbb_61	61	0.67	-0.88
TP4L4_Bbb_42	42	1.48	-2.20	TP4L4_Bbb_62	62	1.05	-1.29
TP4L4_Bbb_43	43	1.38	-1.93	TP4L4_Bbb_63	63	1.34	-1.31
TP4L4_Bbb_44	44	1.20	-2.00	TP4L4_Bbb_64	64	1.72	-1.96
TP4L4_Bbb_45	45	1.02	-2.85	TP4L4_Bbb_65	65	1.70	-1.96
TP4L4_Bbb_46	46	0.73	-1.98	TP4L4_Bbb_66	66	1.49	-2.20
TP4L4_Bbb_47	47	0.95	-2.75	TP4L4_Bbb_67	67	1.18	-1.82
TP4L4_Bbb_48	48	0.86	-2.81	TP4L4_Bbb_68	68	1.70	-1.68
TP4L4_Bbb_49	49	0.82	-1.00	TP4L4_Bbb_69	69	1.71	-1.78
TP4L4_Bbb_50	50	0.95	-0.81	TP4L4_Bbb_70	70	1.83	-1.81
TP4L4_Bbb_51	51	1.05	-0.65	TP4L4_Bbb_71	71	1.50	-1.86
TP4L4_Bbb_52	52	1.39	-0.35	TP4L4_Bbb_72	72	1.84	-1.73
TP4L4_Bbb_53	53	1.28	-0.54	TP4L4_Bbb_73	73	1.58	-1.68
TP4L4_Bbb_54	54	1.24	-0.32	TP4L4_Bbb_74	74	1.39	-1.84
TP4L4_Bbb_55	55	0.59	0.08	TP4L4_Bbb_75	75	1.40	-2.07
TP4L4_Bbb_56	56	1.36	-0.35	TP4L4_Bbb_76	76	2.00	-2.20
TP4L4_Bbb_57	57	0.92	-0.67	TP4L4_Bbb_77	77	1.36	-2.07
TP4L4_Bbb_58	58	1.74	-1.05	TP4L4_Bbb_78	78	0.58	-1.85
TP4L4_Bbb_59	59	1.64	-0.95	TP4L4_Bbb_79	79	-0.16	-1.22

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bbb_80	80	0.29	-1.79	TP4L4_Bbb_100	100	2.16	-2.00
TP4L4_Bbb_81	81	0.71	-1.75	TP4L4_Bbb_101	101	2.29	-2.02
TP4L4_Bbb_82	82	0.52	-1.75	TP4L4_Bbb_102	102	1.83	-1.56
TP4L4_Bbb_83	83	0.76	-1.77	TP4L4_Bbb_103	103	1.96	-1.50
TP4L4_Bbb_84	84	0.92	-1.57	TP4L4_Bbb_104	104	1.79	-1.09
TP4L4_Bbb_85	85	0.89	-1.29	TP4L4_Bbb_105	105	1.58	-1.47
TP4L4_Bbb_86	86	1.09	-1.81	TP4L4_Bbb_106	106	2.37	-1.57
TP4L4_Bbb_87	87	1.29	-1.71	TP4L4_Bbb_107	107	2.06	-1.83
TP4L4_Bbb_88	88	1.40	-1.51	TP4L4_Bbb_108	108	2.38	-2.02
TP4L4_Bbb_89	89	1.33	-1.70	TP4L4_Bbb_109	109	2.48	-1.96
TP4L4_Bbb_90	90	1.65	-1.65	TP4L4_Bbb_110	110	2.59	-1.99
TP4L4_Bbb_91	91	1.42	-1.67	TP4L4_Bbb_111	111	2.09	-1.95
TP4L4_Bbb_92	92	1.37	-1.79	TP4L4_Bbb_112	112	1.82	-2.06
TP4L4_Bbb_93	93	1.37	-1.88	TP4L4_Bbb_113	113	2.27	-1.89
TP4L4_Bbb_94	94	1.60	-1.85	TP4L4_Bbb_114	114	2.03	-2.04
TP4L4_Bbb_95	95	1.64	-1.80	TP4L4_Bbb_115	115	1.52	-1.72
TP4L4_Bbb_96	96	1.78	-1.99	TP4L4_Bbb_116	116	1.92	-1.86
TP4L4_Bbb_97	97	1.87	-1.93	TP4L4_Bbb_117	117	1.57	-2.17
TP4L4_Bbb_98	98	1.99	-1.83	TP4L4_Bbb_118	118	1.37	-2.15
TP4L4_Bbb_99	99	1.73	-2.04	TP4L4_Bbb_119	119	1.31	-2.01

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bbb_120	120	1.40	-1.89	TP4L4_Bbb_140	140	1.30	-1.71
TP4L4_Bbb_121	121	0.36	-1.31	TP4L4_Bbb_141	141	1.41	-1.64
TP4L4_Bbb_122	122	0.64	-0.80	TP4L4_Bbb_142	142	0.94	-1.85
TP4L4_Bbb_123	123	-0.18	-0.68	TP4L4_Bbb_143	143	0.94	-1.82
TP4L4_Bbb_124	124	-0.06	-1.18	TP4L4_Bbb_144	144	0.85	-1.77
TP4L4_Bbb_125	125	0.44	-1.34	TP4L4_Bbb_145	145	-0.07	-1.37
TP4L4_Bbb_126	126	0.11	-1.48	TP4L4_Bbb_146	146	0.33	-1.61
TP4L4_Bbb_127	127	-0.21	-1.74	TP4L4_Bbb_147	147	0.13	-1.57
TP4L4_Bbb_128	128	0.91	-1.81	TP4L4_Bbb_148	148	0.43	-1.70
TP4L4_Bbb_129	129	1.13	-1.62	TP4L4_Bbb_149	149	0.59	-1.76
TP4L4_Bbb_130	130	0.54	-1.47	TP4L4_Bbb_150	150	0.42	-1.82
TP4L4_Bbb_131	131	1.48	-1.52	TP4L4_Bbb_151	151	0.59	-1.88
TP4L4_Bbb_132	132	0.70	-1.40	TP4L4_Bbb_152	152	1.41	-1.91
TP4L4_Bbb_133	133	0.58	-1.90	TP4L4_Bbb_153	153	1.21	-1.95
TP4L4_Bbb_134	134	0.79	-1.69	TP4L4_Bbb_154	154	1.24	-1.80
TP4L4_Bbb_135	135	1.13	-1.72	TP4L4_Bbb_155	155	1.16	-1.75
TP4L4_Bbb_136	136	0.93	-1.79	TP4L4_Bbb_156	156	0.32	-1.12
TP4L4_Bbb_137	137	0.88	-1.85	TP4L4_Bbb_157	157	-0.23	-0.52
TP4L4_Bbb_138	138	0.82	-1.93	TP4L4_Bbb_158	158	-0.02	-0.96
TP4L4_Bbb_139	139	1.75	-1.63	TP4L4_Bbb_159	159	-0.13	-1.33

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bbb_160	160	0.01	-1.70	TP4L4_Bbb_180	180	-0.53	-0.97
TP4L4_Bbb_161	161	0.10	-1.45	TP4L4_Bbb_181	181	-0.49	-0.16
TP4L4_Bbb_162	162	-0.17	-1.47	TP4L4_Bbb_182	182	-0.62	-0.29
TP4L4_Bbb_163	163	-0.36	-1.44	TP4L4_Bbb_183	183	-0.85	-0.78
TP4L4_Bbb_164	164	-0.45	-1.53	TP4L4_Bbb_184	184	-0.70	-1.47
TP4L4_Bbb_165	165	-0.53	-1.88	TP4L4_Bbb_185	185	-0.29	-1.56
TP4L4_Bbb_166	166	0.86	-1.30	TP4L4_Bbb_186	186	-0.39	-1.91
TP4L4_Bbb_167	167	0.65	-1.13	TP4L4_Bbb_187	187	0.06	-2.04
TP4L4_Bbb_168	168	-0.99	-1.08	TP4L4_Bbb_188	188	0.79	-2.28
TP4L4_Bbb_169	169	0.04	-1.56	TP4L4_Bbb_189	189	1.04	-2.39
TP4L4_Bbb_170	170	-0.28	-1.36	TP4L4_Bbb_190	190	0.73	-2.34
TP4L4_Bbb_171	171	0.45	-1.70	TP4L4_Bbb_191	191	0.70	-1.36
TP4L4_Bbb_172	172	-0.37	-2.17	TP4L4_Bbb_192	192	0.18	-0.62
TP4L4_Bbb_173	173	0.27	-2.13	TP4L4_Bbb_193	193	-0.34	-1.11
TP4L4_Bbb_174	174	0.42	-2.23	TP4L4_Bbb_194	194	-0.75	-1.98
TP4L4_Bbb_175	175	0.48	-2.85				
TP4L4_Bbb_176	176	0.57	-2.81				
TP4L4_Bbb_177	177	0.66	-2.74				
TP4L4_Bbb_178	178	0.40	-2.56				
TP4L4_Bbb_179	179	0.16	-1.86				

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bbc_0	0	1.54	-1.66	TP4L4_Bbc_20	20	1.62	-1.76
TP4L4_Bbc_1	1	1.33	-1.47	TP4L4_Bbc_21	21	1.84	-1.57
TP4L4_Bbc_2	2	1.07	-1.72	TP4L4_Bbc_22	22	0.76	-1.76
TP4L4_Bbc_3	3	1.03	-1.51	TP4L4_Bbc_23	23	1.08	-1.84
TP4L4_Bbc_4	4	1.02	-1.42	TP4L4_Bbc_24	24	1.37	-1.93
TP4L4_Bbc_5	5	1.23	-1.69	TP4L4_Bbc_25	25	1.16	-2.09
TP4L4_Bbc_6	6	1.33	-1.26	TP4L4_Bbc_26	26	1.09	-2.26
TP4L4_Bbc_7	7	1.26	-1.33	TP4L4_Bbc_27	27	1.41	-1.83
TP4L4_Bbc_8	8	1.39	-1.74	TP4L4_Bbc_28	28	1.58	-1.71
TP4L4_Bbc_9	9	1.15	-1.64	TP4L4_Bbc_29	29	1.37	-1.92
TP4L4_Bbc_10	10	0.72	-1.47	TP4L4_Bbc_30	30	1.04	-2.12
TP4L4_Bbc_11	11	1.61	-1.10	TP4L4_Bbc_31	31	0.77	-1.90
TP4L4_Bbc_12	12	1.79	-1.34	TP4L4_Bbc_32	32	0.82	-2.41
TP4L4_Bbc_13	13	1.44	-1.33	TP4L4_Bbc_33	33	0.81	-1.66
TP4L4_Bbc_14	14	1.19	-1.52	TP4L4_Bbc_34	34	0.80	-1.40
TP4L4_Bbc_15	15	0.87	-2.09	TP4L4_Bbc_35	35	0.00	-0.22
TP4L4_Bbc_16	16	1.27	-1.64	TP4L4_Bbc_36	36	0.49	-0.32
TP4L4_Bbc_17	17	1.30	-1.74	TP4L4_Bbc_37	37	1.50	-0.82
TP4L4_Bbc_18	18	0.85	-1.96	TP4L4_Bbc_38	38	1.90	-1.38
TP4L4_Bbc_19	19	1.35	-1.66	TP4L4_Bbc_39	39	1.86	-1.51

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bbc_40	40	1.88	-1.28	TP4L4_Bbc_60	60	1.33	-1.62
TP4L4_Bbc_41	41	1.65	-1.71	TP4L4_Bbc_61	61	1.18	-1.55
TP4L4_Bbc_42	42	1.63	-1.29	TP4L4_Bbc_62	62	1.79	-2.17
TP4L4_Bbc_43	43	1.45	-1.47	TP4L4_Bbc_63	63	1.72	-1.63
TP4L4_Bbc_44	44	1.79	-0.92	TP4L4_Bbc_64	64	1.47	-1.73
TP4L4_Bbc_45	45	1.73	-1.78	TP4L4_Bbc_65	65	1.59	-1.67
TP4L4_Bbc_46	46	1.79	-1.73	TP4L4_Bbc_66	66	1.46	-1.79
TP4L4_Bbc_47	47	1.78	-1.52	TP4L4_Bbc_67	67	1.59	-1.35
TP4L4_Bbc_48	48	1.70	-1.39	TP4L4_Bbc_68	68	1.31	-1.69
TP4L4_Bbc_49	49	1.61	-1.64	TP4L4_Bbc_69	69	0.29	-3.44
TP4L4_Bbc_50	50	1.61	-1.66	TP4L4_Bbc_70	70	0.41	-3.15
TP4L4_Bbc_51	51	1.71	-2.17	TP4L4_Bbc_71	71	0.09	-2.85
TP4L4_Bbc_52	52	1.69	-1.98	TP4L4_Bbc_72	72	0.10	-2.80
TP4L4_Bbc_53	53	1.82	-1.64	TP4L4_Bbc_73	73	0.60	-2.73
TP4L4_Bbc_54	54	1.53	-2.14	TP4L4_Bbc_74	74	0.63	-2.53
TP4L4_Bbc_55	55	1.27	-2.34	TP4L4_Bbc_75	75	0.73	-2.27
TP4L4_Bbc_56	56	1.36	-1.55	TP4L4_Bbc_76	76	0.70	-2.39
TP4L4_Bbc_57	57	1.45	-1.49	TP4L4_Bbc_77	77	1.02	-2.28
TP4L4_Bbc_58	58	1.49	-1.47	TP4L4_Bbc_78	78	1.08	-2.11
TP4L4_Bbc_59	59	1.56	-1.44	TP4L4_Bbc_79	79	1.36	-1.90

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bbc_80	80	1.38	-1.45	TP4L4_Bbc_100	100	-0.07	-2.33
TP4L4_Bbc_81	81	0.96	-1.32	TP4L4_Bbc_101	101	-0.05	-2.15
TP4L4_Bbc_82	82	1.04	-1.08	TP4L4_Bbc_102	102	-0.34	-1.92
TP4L4_Bbc_83	83	1.11	-0.67	TP4L4_Bbc_103	103	0.41	-2.20
TP4L4_Bbc_84	84	0.86	-0.60	TP4L4_Bbc_104	104	0.72	-2.37
TP4L4_Bbc_85	85	0.72	-0.39	TP4L4_Bbc_105	105	0.71	-2.30
TP4L4_Bbc_86	86	0.89	-0.19	TP4L4_Bbc_106	106	0.37	-2.24
TP4L4_Bbc_87	87	1.20	-0.74	TP4L4_Bbc_107	107	-0.35	-2.32
TP4L4_Bbc_88	88	0.78	-1.23	TP4L4_Bbc_108	108	0.54	-2.00
TP4L4_Bbc_89	89	1.31	-1.67	TP4L4_Bbc_109	109	0.60	-1.85
TP4L4_Bbc_90	90	1.57	-1.42	TP4L4_Bbc_110	110	0.33	-1.69
TP4L4_Bbc_91	91	1.32	-1.65	TP4L4_Bbc_111	111	0.54	-0.98
TP4L4_Bbc_92	92	1.29	-1.40	TP4L4_Bbc_112	112	0.52	-0.57
TP4L4_Bbc_93	93	1.19	-1.34	TP4L4_Bbc_113	113	0.33	-0.57
TP4L4_Bbc_94	94	1.10	-1.33	TP4L4_Bbc_114	114	0.86	-0.19
TP4L4_Bbc_95	95	1.16	-1.51	TP4L4_Bbc_115	115	1.04	0.08
TP4L4_Bbc_96	96	1.48	-1.22	TP4L4_Bbc_116	116	1.16	-0.17
TP4L4_Bbc_97	97	1.43	-1.29	TP4L4_Bbc_117	117	1.05	-0.18
TP4L4_Bbc_98	98	1.99	-1.58	TP4L4_Bbc_118	118	0.86	0.22
TP4L4_Bbc_99	99	0.78	-1.77	TP4L4_Bbc_119	119	1.08	0.04

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bbc_120	120	0.76	0.01	TP4L4_Bbc_140	140	0.58	-1.14
TP4L4_Bbc_121	121	1.06	-0.07	TP4L4_Bbc_141	141	0.48	-0.81
TP4L4_Bbc_122	122	1.00	-0.18	TP4L4_Bbc_142	142	0.87	-0.12
TP4L4_Bbc_123	123	1.18	-0.14	TP4L4_Bbc_143	143	0.85	0.46
TP4L4_Bbc_124	124	0.69	-0.23	TP4L4_Bbc_144	144	-0.09	-1.11
TP4L4_Bbc_125	125	0.50	-1.09	TP4L4_Bbc_145	145	-0.11	-1.16
TP4L4_Bbc_126	126	0.76	-1.25	TP4L4_Bbc_146	146	0.04	-1.46
TP4L4_Bbc_127	127	1.40	-1.48	TP4L4_Bbc_147	147	-0.19	-1.91
TP4L4_Bbc_128	128	0.40	-1.90	TP4L4_Bbc_148	148	-0.11	-1.92
TP4L4_Bbc_129	129	0.41	-2.07	TP4L4_Bbc_149	149	0.03	-1.83
TP4L4_Bbc_130	130	-0.15	-1.98	TP4L4_Bbc_150	150	0.39	-1.86
TP4L4_Bbc_131	131	0.11	-2.02	TP4L4_Bbc_151	151	0.45	-1.81
TP4L4_Bbc_132	132	0.16	-1.89	TP4L4_Bbc_152	152	0.65	-2.04
TP4L4_Bbc_133	133	0.35	-1.83	TP4L4_Bbc_153	153	0.61	-1.95
TP4L4_Bbc_134	134	0.26	-1.78	TP4L4_Bbc_154	154	0.38	-1.96
TP4L4_Bbc_135	135	0.22	-1.65	TP4L4_Bbc_155	155	0.69	-2.18
TP4L4_Bbc_136	136	0.68	-1.64	TP4L4_Bbc_156	156	0.76	-1.77
TP4L4_Bbc_137	137	0.68	-1.18	TP4L4_Bbc_157	157	0.79	-1.76
TP4L4_Bbc_138	138	0.80	-1.37	TP4L4_Bbc_158	158	0.12	-1.69
TP4L4_Bbc_139	139	0.01	-1.25	TP4L4_Bbc_159	159	0.58	-1.23

附錄七(續)

編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	$\delta^{13}\text{C}(\text{‰})$	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L4_Bbc_160	160	0.66	-1.12				
TP4L4_Bbc_161	161	-0.01	-0.52				
TP4L4_Bbc_162	162	0.08	-1.65				
TP4L4_Bbc_163	163	0.19	-0.46				



附錄八、現生、遺址標本殼體之氧同位素數值 Sr/Ca 比值

編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202309_0	0	2.1	-1.63	202309_20	20	2.0	-1.70
202309_1	1	1.9	-1.97	202309_21	21	2.0	-1.58
202309_2	2	1.9	-2.14	202309_22	22	2.3	-1.44
202309_3	3	2.0	-2.37	202309_23	23	2.1	-1.52
202309_4	4	1.7	-2.49	202309_24	24	2.0	-1.69
202309_5	5	1.9	-2.55	202309_25	25	2.1	-1.70
202309_6	6	1.9	-0.91	202309_26	26	2.0	-1.91
202309_7	7	1.8	-1.58	202309_27	27	2.1	-1.79
202309_8	8	2.2	-1.71	202309_28	28	2.1	-1.69
202309_9	9	2.1	-2.03	202309_29	29	2.0	-1.58
202309_10	10	2.3	-1.90	202309_30	30	1.8	-1.44
202309_11	11	2.1	-2.17	202309_31	31	1.8	-1.30
202309_12	12	2.4	-2.07	202309_32	32	1.8	-1.45
202309_13	13	2.0	-1.87	202309_33	33	1.8	-1.43
202309_14	14	2.3	-2.63	202309_34	34	1.8	-1.48
202309_15	15	1.9	-2.07	202309_35	35	2.1	-1.60
202309_16	16	2.2	-2.38	202309_36	36	1.9	-1.63
202309_17	17	2.0	-2.21	202309_37	37	2.0	-1.57
202309_18	18	1.8	-1.64	202309_38	38	1.9	-1.64
202309_19	19	2.1	-1.93	202309_39	39	2.1	-1.69

附錄八(續)

編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
202309_40	40	2.2	-1.85	TP4L1_Aa_0	0	2.5	-1.98
202309_41	41	1.8	-1.90	TP4L1_Aa_1	1	2.4	-1.53
202309_42	42	1.8	-1.80	TP4L1_Aa_2	2	2.4	-1.16
202309_43	43	2.3	-1.92	TP4L1_Aa_3	3	2.4	-1.56
202309_44	44	2.1	-2.02	TP4L1_Aa_4	4	2.4	-1.71
202309_45	45	2.2	-1.99	TP4L1_Aa_5	5	2.4	-1.62
202309_46	46	2.2	-2.01	TP4L1_Aa_6	6	2.1	-1.50
202309_47	47	1.9	-1.51	TP4L1_Aa_7	7	2.1	-1.29
202309_48	48	1.9	-1.45	TP4L1_Aa_8	8	2.2	-1.10
202309_49	49	2.1	-1.64	TP4L1_Aa_9	9	2.3	-1.12
202309_50	50	2.1	-1.58	TP4L1_Aa_10	10	2.3	-1.51
202309_51	51	2.3	-1.50	TP4L1_Aa_11	11	2.1	-2.14
202309_52	52	2.4	-1.32	TP4L1_Aa_12	12	2.5	-1.80
202309_53	53	2.1	-0.97	TP4L1_Aa_13	13	2.3	-1.73
				TP4L1_Aa_14	14	2.1	-1.50
				TP4L1_Aa_15	15	2.5	-1.20
				TP4L1_Aa_16	16	2.3	-1.30
				TP4L1_Aa_17	17	2.3	-1.33
				TP4L1_Aa_18	18	2.4	-1.34
				TP4L1_Aa_19	19	2.6	-1.55

附錄八(續)

編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L1_Aa_20	20	2.4	-1.49	TP4L1_Aa_40	40	2.3	-1.50
TP4L1_Aa_21	21	2.5	-1.46	TP4L1_Aa_41	41	2.3	-0.91
TP4L1_Aa_22	22	2.6	-1.48	TP4L1_Aa_42	42	2.2	-0.89
TP4L1_Aa_23	23	2.5	-1.34	TP4L1_Aa_43	43	2.4	-1.97
TP4L1_Aa_24	24	2.5	-1.42	TP4L1_Aa_44	44	2.3	-1.79
TP4L1_Aa_25	25	2.5	-1.25	TP4L1_Aa_45	45	2.0	-1.16
TP4L1_Aa_26	26	2.5	-1.29	TP4L1_Aa_46	46	4.1	-1.22
TP4L1_Aa_27	27	2.5	-0.59	TP4L1_Aa_47	47	4.5	-1.22
TP4L1_Aa_28	28	2.7	-1.03	TP4L1_Aa_48	48	6.8	-1.29
TP4L1_Aa_29	29	2.4	-1.43	TP4L1_Aa_49	49	2.2	-2.09
TP4L1_Aa_30	30	2.5	-2.24	TP4L1_Aa_50	50	2.6	-2.05
TP4L1_Aa_31	31	2.5	-1.30	TP4L1_Aa_51	51	2.3	-1.48
TP4L1_Aa_32	32	2.3	-1.90	TP4L1_Aa_52	52	2.6	-1.68
TP4L1_Aa_33	33	2.3	-1.77	TP4L1_Aa_53	53	2.7	-1.70
TP4L1_Aa_34	34	2.4	-0.82	TP4L1_Aa_54	54	2.5	-1.75
TP4L1_Aa_35	35	2.5	-0.61	TP4L1_Aa_55	55	2.9	-1.58
TP4L1_Aa_36	36	2.1	-1.00	TP4L1_Aa_56	56	3.0	-1.78
TP4L1_Aa_37	37	2.2	-0.91	TP4L1_Aa_57	57	2.9	-1.54
TP4L1_Aa_38	38	2.1	-1.24	TP4L1_Aa_58	58	2.6	-1.54
TP4L1_Aa_39	39	2.4	-1.32	TP4L1_Aa_59	59	2.7	-1.87

附錄八(續)

編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L1_Aa_60	60	2.4	-1.95	TP4L1_Aa_80	80	2.7	-1.77
TP4L1_Aa_61	61	2.2	-0.71	TP4L1_Aa_81	81	3.1	-1.97
TP4L1_Aa_62	62	2.2	-1.88	TP4L1_Aa_82	82	2.8	-2.03
TP4L1_Aa_63	63	2.3	-1.75	TP4L1_Aa_83	83	2.7	-2.33
TP4L1_Aa_64	64	2.4	-1.49	TP4L1_Aa_84	84	2.8	-2.15
TP4L1_Aa_65	65	2.6	-1.67	TP4L1_Aa_85	85	3.4	-2.13
TP4L1_Aa_66	66	2.3	-0.59	TP4L1_Aa_86	86	3.7	-1.99
TP4L1_Aa_67	67	2.5	-0.95	TP4L1_Aa_87	87	3.3	-1.97
TP4L1_Aa_68	68	2.5	-1.03	TP4L1_Aa_88	88	2.8	-1.91
TP4L1_Aa_69	69	2.6	-1.79	TP4L1_Aa_89	89	2.7	-2.14
TP4L1_Aa_70	70	2.5	-1.68	TP4L1_Aa_90	90	2.8	-2.41
TP4L1_Aa_71	71	3.0	-1.73	TP4L1_Aa_91	91	2.9	-2.18
TP4L1_Aa_72	72	2.7	-1.92	TP4L1_Aa_92	92	2.8	-2.18
TP4L1_Aa_73	73	2.9	-1.45	TP4L1_Aa_93	93	3.1	-1.92
TP4L1_Aa_74	74	3.4	-1.36	TP4L1_Aa_94	94	3.2	-1.60
TP4L1_Aa_75	75	3.2	-1.65	TP4L1_Aa_95	95	4.3	-1.17
TP4L1_Aa_76	76	2.9	-1.74	TP4L1_Aa_96	96	3.3	-1.23
TP4L1_Aa_77	77	2.6	-1.52	TP4L1_Aa_97	97	3.1	-1.74
TP4L1_Aa_78	78	3.0	-1.62	TP4L1_Aa_98	98	3.4	-1.90
TP4L1_Aa_79	79	3.1	-1.74	TP4L1_Aa_99	99	2.9	-1.64

附錄八(續)

編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L1_Aa_100	100	2.7	-1.67	TP4L1_Aa_120	120	4.0	-2.20
TP4L1_Aa_101	101	2.3	-1.42	TP4L1_Aa_121	121	3.6	-2.04
TP4L1_Aa_102	102	2.3	-1.98	TP4L1_Aa_122	122	3.3	-2.20
TP4L1_Aa_103	103	2.4	-1.65	TP4L1_Aa_123	123	3.2	-2.01
TP4L1_Aa_104	104	2.8	-1.53	TP4L1_Aa_124	124	3.9	-2.22
TP4L1_Aa_105	105	2.8	-1.56	TP4L1_Aa_125	125	4.2	-2.02
TP4L1_Aa_106	106	3.1	-1.72	TP4L1_Aa_126	126	3.8	-2.14
TP4L1_Aa_107	107	3.5	-1.78	TP4L1_Aa_127	127	3.9	-2.25
TP4L1_Aa_108	108	3.4	-2.00	TP4L1_Aa_128	128	3.5	-2.20
TP4L1_Aa_109	109	3.7	-1.59	TP4L1_Aa_129	129	3.8	-2.16
TP4L1_Aa_110	110	4.5	-2.30	TP4L1_Aa_130	130	3.7	-2.20
TP4L1_Aa_111	111	5.0	-1.78	TP4L1_Aa_131	131	3.5	-2.28
TP4L1_Aa_112	112	4.6	-1.86	TP4L1_Aa_132	132	2.9	-2.21
TP4L1_Aa_113	113	3.9	-1.69	TP4L1_Aa_133	133	3.5	-2.26
TP4L1_Aa_114	114	3.4	-1.80	TP4L1_Aa_134	134	4.0	-2.39
TP4L1_Aa_115	115	2.8	-1.91	TP4L1_Aa_135	135	5.1	-2.13
TP4L1_Aa_116	116	2.7	-2.00	TP4L1_Aa_136	136	4.6	-2.25
TP4L1_Aa_117	117	3.2	-2.03	TP4L1_Aa_137	137	4.6	-2.10
TP4L1_Aa_118	118	3.1	-1.82	TP4L1_Aa_138	138	4.7	-2.29
TP4L1_Aa_119	119	3.6	-2.02	TP4L1_Aa_139	139	4.8	-1.87

附錄八(續)

編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP4L1_Aa_140	140	5.7	-1.65	TP3L3_2c_0	0	2.5	-1.43
TP4L1_Aa_141	141	5.0	-1.49	TP3L3_2c_1	1	2.2	-1.45
TP4L1_Aa_142	142	5.4	-1.66	TP3L3_2c_2	2	2.1	-1.61
TP4L1_Aa_143	143	5.7	-1.17	TP3L3_2c_3	3	2.1	-1.80
TP4L1_Aa_144	144	4.1	-0.84	TP3L3_2c_4	4	2.2	-1.35
TP4L1_Aa_145	145	4.4	-0.80	TP3L3_2c_5	5	2.2	-1.69
TP4L1_Aa_146	146	3.5	-0.91	TP3L3_2c_6	6	2.1	-1.98
TP4L1_Aa_147	147	3.0	-1.38	TP3L3_2c_7	7	2.2	-2.25
TP4L1_Aa_148	148	4.2	-1.20	TP3L3_2c_8	8	2.2	-2.07
TP4L1_Aa_149	149	4.7	-0.94	TP3L3_2c_9	9	2.2	-1.89
TP4L1_Aa_150	150	4.5	-1.24	TP3L3_2c_10	10	2.3	-1.64
TP4L1_Aa_151	151	5.5	-1.77	TP3L3_2c_11	11	2.3	-1.53
TP4L1_Aa_152	152	4.9	-1.97	TP3L3_2c_12	12	2.3	-1.51
TP4L1_Aa_153	153	5.5	-1.26	TP3L3_2c_13	13	2.2	-1.56
				TP3L3_2c_14	14	2.1	-1.35
				TP3L3_2c_15	15	2.1	-1.34
				TP3L3_2c_16	16	2.0	-0.96
				TP3L3_2c_17	17	2.2	-1.15
				TP3L3_2c_18	18	2.0	-1.09
				TP3L3_2c_19	19	2.0	-1.24

附錄八(續)

編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2c_20	20	2.0	-0.97	TP3L3_2c_40	40	2.2	-1.81
TP3L3_2c_21	21	1.8	-0.83	TP3L3_2c_41	41	2.4	-2.13
TP3L3_2c_22	22	1.7	-0.39	TP3L3_2c_42	42	2.4	-1.79
TP3L3_2c_23	23	1.8	-0.87	TP3L3_2c_43	43	2.3	-1.66
TP3L3_2c_24	24	2.5	-0.50	TP3L3_2c_44	44	2.5	-1.79
TP3L3_2c_25	25	6.0	-0.56	TP3L3_2c_45	45	2.4	-1.70
TP3L3_2c_26	26	1.8	-0.77	TP3L3_2c_46	46	2.4	-1.94
TP3L3_2c_27	27	2.1	-1.19	TP3L3_2c_47	47	2.4	-2.00
TP3L3_2c_28	28	2.3	-1.07	TP3L3_2c_48	48	2.4	-1.93
TP3L3_2c_29	29	1.9	-1.72	TP3L3_2c_49	49	2.2	-1.80
TP3L3_2c_30	30	2.1	-1.79	TP3L3_2c_50	50	2.5	-1.86
TP3L3_2c_31	31	2.0	-1.59	TP3L3_2c_51	51	2.5	-1.68
TP3L3_2c_32	32	2.4	-1.59	TP3L3_2c_52	52	2.4	-2.02
TP3L3_2c_33	33	2.1	-2.06	TP3L3_2c_53	53	2.3	-1.82
TP3L3_2c_34	34	2.4	-1.92	TP3L3_2c_54	54	2.2	-1.81
TP3L3_2c_35	35	2.3	-1.89	TP3L3_2c_55	55	2.0	-1.79
TP3L3_2c_36	36	2.3	-2.02	TP3L3_2c_56	56	2.2	-1.65
TP3L3_2c_37	37	2.5	-1.96	TP3L3_2c_57	57	2.3	-1.96
TP3L3_2c_38	38	2.5	-1.91	TP3L3_2c_58	58	2.6	-1.96
TP3L3_2c_39	39	2.3	-2.14	TP3L3_2c_59	59	2.5	-1.82

附錄八(續)

編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2c_60	60	2.4	-2.00	TP3L3_2c_80	80	3.0	-2.32
TP3L3_2c_61	61	2.3	-1.94	TP3L3_2c_81	81	2.9	-1.82
TP3L3_2c_62	62	2.3	-2.11	TP3L3_2c_82	82	2.9	-1.21
TP3L3_2c_63	63	2.1	-2.06	TP3L3_2c_83	83	2.8	-0.92
TP3L3_2c_64	64	2.1	-2.13	TP3L3_2c_84	84	2.4	-0.77
TP3L3_2c_65	65	2.0	-2.09	TP3L3_2c_85	85	2.4	-0.69
TP3L3_2c_66	66	2.0	-2.36	TP3L3_2c_86	86	2.0	0.01
TP3L3_2c_67	67	2.0	-2.39	TP3L3_2c_87	87	2.5	-0.43
TP3L3_2c_68	68	2.1	-2.33	TP3L3_2c_88	88	2.6	-0.48
TP3L3_2c_69	69	2.4	-2.45	TP3L3_2c_89	89	2.8	-0.89
TP3L3_2c_70	70	2.5	-2.34	TP3L3_2c_90	90	2.5	-1.42
TP3L3_2c_71	71	2.8	-2.50	TP3L3_2c_91	91	2.5	-1.33
TP3L3_2c_72	72	2.5	-1.96	TP3L3_2c_92	92	2.4	-1.03
TP3L3_2c_73	73	2.5	-2.06	TP3L3_2c_93	93	2.3	-1.25
TP3L3_2c_74	74	3.1	-2.42	TP3L3_2c_94	94	2.0	-1.20
TP3L3_2c_75	75	2.7	-2.45	TP3L3_2c_95	95	2.2	-1.25
TP3L3_2c_76	76	2.9	-2.50	TP3L3_2c_96	96	2.7	-1.56
TP3L3_2c_77	77	2.6	-2.35	TP3L3_2c_97	97	2.7	-1.60
TP3L3_2c_78	78	2.8	-2.21	TP3L3_2c_98	98	2.6	-1.62
TP3L3_2c_79	79	3.2	-2.53	TP3L3_2c_99	99	2.1	-1.76

附錄八(續)

編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2c_100	100	2.1	-1.80	TP3L3_2c_120	120	2.6	-1.94
TP3L3_2c_101	101	2.2	-1.66	TP3L3_2c_121	121	2.3	-1.92
TP3L3_2c_102	102	2.3	-1.89	TP3L3_2c_122	122	2.1	-2.34
TP3L3_2c_103	103	2.6	-1.82	TP3L3_2c_123	123	2.1	-2.48
TP3L3_2c_104	104	2.8	-1.68	TP3L3_2c_124	124	2.3	-2.35
TP3L3_2c_105	105	2.9	-1.80	TP3L3_2c_125	125	2.3	-2.20
TP3L3_2c_106	106	2.9	-1.47	TP3L3_2c_126	126	2.0	-2.07
TP3L3_2c_107	107	3.0	-1.83	TP3L3_2c_127	127	2.1	-1.93
TP3L3_2c_108	108	3.0	-1.90	TP3L3_2c_128	128	2.4	-1.38
TP3L3_2c_109	109	2.7	-1.75	TP3L3_2c_129	129	2.5	-0.57
TP3L3_2c_110	110	2.4	-1.89	TP3L3_2c_130	130	3.0	-0.20
TP3L3_2c_111	111	2.1	-1.41	TP3L3_2c_131	131	3.3	-0.87
TP3L3_2c_112	112	2.2	-2.16	TP3L3_2c_132	132	3.6	-0.85
TP3L3_2c_113	113	2.4	-2.03	TP3L3_2c_133	133	3.5	-0.61
TP3L3_2c_114	114	2.5	-1.93	TP3L3_2c_134	134	2.5	-0.16
TP3L3_2c_115	115	2.5	-1.94	TP3L3_2c_135	135	2.1	-0.28
TP3L3_2c_116	116	2.5	-1.94	TP3L3_2c_136	136	1.7	0.01
TP3L3_2c_117	117	2.6	-1.82	TP3L3_2c_137	137	2.0	-0.17
TP3L3_2c_118	118	2.5	-1.56	TP3L3_2c_138	138	2.1	-0.39
TP3L3_2c_119	119	2.7	-1.98	TP3L3_2c_139	139	2.8	-0.45

附錄八(續)

編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$	編號	距離(mm)	Sr/Ca(mmol/mol)	$\delta^{18}\text{O}(\text{‰})$
TP3L3_2c_140	140	2.7	-0.49	TP3L3_2c_153	153	3.5	-2.27
TP3L3_2c_141	141	3.1	-1.32	TP3L3_2c_154	154	3.9	-2.10
TP3L3_2c_142	142	2.8	-1.85	TP3L3_2c_155	155	3.4	-1.96
TP3L3_2c_143	143	2.8	-1.80	TP3L3_2c_156	156	3.8	-1.63
TP3L3_2c_144	144	3.4	-1.90	TP3L3_2c_157	157	3.8	-1.69
TP3L3_2c_145	145	3.0	-1.69	TP3L3_2c_158	158	3.6	-0.40
TP3L3_2c_146	146	2.9	-2.21	TP3L3_2c_159	159	3.5	-0.54
TP3L3_2c_147	147	2.9	-2.15	TP3L3_2c_160	160	3.4	-0.45
TP3L3_2c_148	148	2.7	-1.99	TP3L3_2c_161	161	3.8	-0.76
TP3L3_2c_149	149	3.0	-2.08				
TP3L3_2c_150	150	3.1	-2.10				
TP3L3_2c_151	151	3.3	-2.47				
TP3L3_2c_152	152	3.6	-1.98				