

出國報告（出國報告類別：考察）

第四紀真象科動物之群聚與分化研究



服務機關：國立自然科學博物館

姓名職稱：張鈞翔研究員

派赴國家：英國

出國期間：8/20~8/29

報告日期：2024年11月19日

摘要

本考察計畫係前往英國自然史博物館 (Natural History Museum, London, UK) 與倫敦大學大學學院 (University College London, University of London)，進行第四紀真象科動物之群聚與分化研究進行考察與標本鑑別分析，研習該單位冷凍遺傳標本管理設施與應用模式，並與相關領域學者-李斯特教授研究團隊 (Professor Adrian Lister)，針對第四紀真象科動物分類特徵、種屬爭議進行交流討論。初步研究顯示，發現於臺灣的草原猛獁象，就其年代的分布與體型特徵，相較於歐洲大陸之草原猛獁象，可推測為在歐亞大陸分布的最東緣，且體型有逐漸發展成侏儒化之趨勢。而就該館的冷凍遺傳儲存設施已建構 10 餘年，且在國際合作連結與資源共享舉足輕重，足以作為本館未來發展冷凍遺傳標本儲存之參考。該館之的古生物陳列與展示，非常值得作為本館相關展覽發展之參考。

【關鍵字】 第四紀、真象科、冷凍遺傳、化石、博物館

目次

一、目的.....	1
二、研究背景.....	1
三、過程.....	2
四、標本檢視與分析.....	3
五、冷凍遺傳實驗室與展場參訪.....	5
六、心得與建議.....	9
七、參考文獻.....	10

一、 目的：

1. 前往英國自然史博物館(Natural History Museum, London, UK)與倫敦大學大學學院(University College London, University of London)，進行第四紀真象科動物之群聚與分化研究進行考察與標本鑑別分析。並針對第四紀真象科動物分類特徵、種屬爭議進行交流討論。
2. 參觀自然史博物館之冷凍遺傳標本設施，並研習其冷凍標本之應用與管理模式，作為本館未來發展該項業務之參考。
3. 針對英國自然史博物館之古生物與演化廳進行資料彙集，規劃未來合作辦理特展與教學推廣合作之機。

二、 研究背景：

1. 臺灣海峽的動物化石多數是在海底沉積物中發現的，這些化石主要來自哺乳動物和部分海洋生物。哺乳動物化石中的代表性物種為真象科（大象），這些物種在更新世末期經常出現在廣大的歐亞大陸和臺灣的化石記錄中。
2. 關於臺灣海峽海底動物化石的研究，一直以來受到學界的高度關注，特別是在生物多樣性和古環境變遷方面的重要性。這片海域位於臺灣和中國大陸之間，地理位置特殊，過去幾十萬年間經歷了多次海平面升降和環境變遷，成為了一個獨特的研究場域。
3. 臺灣海峽在更新世期間曾經多次乾涸，當時海平面較低，成為連接臺灣與大陸的一片廣大平原。這些時期的低海平面使得許多動物得以從大陸遷徙至臺灣，這種遷徙現象在化石記錄中清晰可見。隨著冰河期結束，海平面再次上升，這片低地被淹沒，形成今天的海峽。
4. 英國自然史博物館 (Natural History Museum) 是全球最著名的自然科學博物館之一，位於倫敦南肯辛頓 (South Kensington)。它以其壯觀的建築、豐富的收藏和重要的科學研究功能著稱。不僅是一個展示地球和生命多樣性奇觀的場所，也是全球科學研究和教育的核心之一。尤其是新建置的冷凍遺傳生物多樣性研究室，更是世界各地相關研究單位學習取經之重要場域。
5. 英國自然史博物館的李斯特教授 (Prof. Adrian Lister) 是全球著名的古生物學家，專精於長鼻目象類的進化及滅絕過程，他對於猛獁象和其他大象類化石的研究，尤其是在歐洲的研究成果傑出，是一位研究遠古巨獸的重要學者，能直接向他學習，可對臺灣在古生物方面的研究，有實質的助益。
6. 基於地理位置之方便，此行參訪英國自然史博物館之展覽現場，針對古生物廳之標本展示方式，全面進行資料匯集，並與對方館所負責人充分交流溝通，發展未來合作辦理特展，以及合作辦理野外地質生態教學旅遊活動之契機。

三、 過程：

- 113年8月20日 出發，台中→ 倫敦
- 113年8月21日 抵達倫敦
- 113年8月22日-23日 倫敦大學標本檢視
- 113年8月24日-25日 英國自然史博物館展場參訪
- 113年8月26日-27日 英國自然史博物館標本檢視與實驗室參訪
- 113年8月28日 離開倫敦
- 113年8月29日 返抵臺灣

四、 標本檢視與分析：

1. 向倫敦大學李斯特教授學習了化石挖掘與分析的核心技術，包括如何在海底沉積物中發現並分離化石，如何通過地層學確定化石的地質時代，以及利用顯微鏡對化石進行細微結構的觀察。這些研究方法是現代古生物學中不可或缺的工具，而且對於進一步了解臺灣及周邊海域的古生物多樣性具有重要意義。
2. 透過真象動物化石標本，進一步探討了歐亞大陸與臺灣的猛獁象哺乳動物化石之間的形態差異。歐陸的哺乳動物化石種類繁多，而其中許多物種在臺灣卻也有相似的發現。例如，兩地的猛獁象化石在形態上存在顯著差異，這可能與當時的地理環境與氣候有關。歐洲大陸與臺灣地區在冰河期經歷了不同的環境變遷，這使得當地的哺乳動物在適應氣候和生態環境時展現出特異的形態特徵。
3. 臺灣海峽和歐洲北海的海底化石對比顯示了不同海域的古環境變化。臺灣海峽的海底化石主要來自更新世，揭示了當時的環境條件與生物多樣性。相比之下，歐洲北海的化石記錄反映了該地區的地質活動和海平面變化對於物種遷徙和演化的影響。這些化石的對比不僅能夠幫助我們了解不同海域的生態系統演變，還能解釋物種在冰河期之後的適應過程。
4. 從形態學對比，臺灣和歐洲猛獁象化石的形態差異，這些差異大部分源於環境與食物資源的不同。例如，歐洲大陸的猛獁象體型更為龐大，這可能與冰河期寒冷氣候下的適應有關，而臺灣發現的化石顯示出較為小型的個體，這反映了亞熱帶氣候對這些巨型哺乳動物的不同選擇壓力。這樣的對比讓我更清楚理解了不同地區的環境如何影響物種的形態變異。
5. 除了標本的型態分析之外，包括地層學和碳 14 年代測定法如何幫助確定化石的年齡和地質背景也是非常重要，猛獁象化石研究不僅是對個體進行形態學分析，還涉及到對地理、氣候及生態系統的綜合考量。
6. 英國自然博物館收藏了大量哺乳動物及海洋生物的化石，展示了這些生物從遠古至今的演化過程。博物館內先進的保存技術和展示方式令人印象深刻，特別是利用現代科技對化石進行三維重建，並將其廣泛地應用於教育與科學推廣活動中。



圖一、象化石檢視與特徵分析。



圖二、與特徵李斯特教授研討化石特徵。

五、 冷凍遺傳實驗室與展場參訪

1. 除了與 Prof. Lister 的學術交流，我還有機會參觀該博物館的標本冷凍保存設施。英國自然史博物館的專屬冷凍遺傳實驗室，專門保存動植物的遺傳物質與遺傳物質研究應用，包括冷凍精子、卵子、DNA 樣本等，這些資源對於現代生物學研究至關重要。冷凍技術不僅能夠保持標本的完整性，還為遺傳學研究提供了寶貴的數據來源，特別是在研究已滅絕物種的進化路徑與基因組分析方面具有重要意義。
2. 有關保存技術的細節，該博物館採用的是 -80°C 的超低溫保存技術，這種技術能有效避免 DNA 降解，並確保樣本在長期儲存中保持其原始狀態。這項技術對於古生物學的發展意義重大，因為研究者可以從保存良好的遺傳物質中提取 DNA，進行基因組分析，從而重建已滅絕物種的進化歷史，甚至是復原已滅絕物種。
3. 英國自然史博物館在化石保存方面亦運用了冷凍技術，這樣能夠有效延長化石的保存時間並保持其完整性。此外，該博物館與其他國際機構合作，進行化石的遺傳學研究，這不僅有助於深入探究古代物種的基因組結構，還為我們提供了重現古代生物的可能性。博物館的館員向我展示了多種保存與展示技術，這些技術對於推動大眾對古生物的了解具有重要作用。
4. 英國自然史博物館的古生物庭園是一個令人印象深刻的戶外展示空間，透過結合植物學與古生物學來重現地球史前時代的景觀，展示了許多與遠古生物生態系統密切相關的植物品種，庭園的設計理念強調跨學科的視角，將植物的進化與動物的歷史有機結合，展示了植物在遠古時代中如何與不同物種共同繁衍生息。例如，這裡展示了與恐龍同時期存在的蕨類植物、蘇鐵等古老植物，重現了遠古時期生物多樣性的豐富性，讓人感受到那個遠去時代的壯麗。
5. 該庭園還致力於向公眾普及生態保育的理念，通過展示那些已滅絕或面臨瀕危的植物品種，呼籲地球人們珍惜現代自然環境。因此該古生物庭園不僅是科學知識的展示空間，還是一個能夠喚醒公眾生態意識的場所。
6. 在庭園中還有一些與化石同時展出的植物，這些化石展示了它們在遠古時期的形態變化。這樣的展示方式，不僅讓訪客了解了這些植物在地球演化中的角色，更能理解了植物進化與動物進化之間的聯繫。庭園不僅是植物的展示，還是古生物學中生態互動的最佳範例。



圖三、冷凍遺傳實驗室參訪。



圖四、低溫冷凍標本的操



圖五、古生物標本的保存。



圖六、倫敦自然史博物館展場。



圖七、倫敦自然史博物館古生物庭園。



圖八、充滿驚奇的古生代生物出現在庭園中。



圖九、古生物與古植物虛實共構共存。

六、 心得及建議：

1. 化石標本記錄了古生物長時間的演化歷程，這些標本經常數量稀少且保存不易，根基於野外發掘而產出的化石之研究，更具研究價值，透過跨區域的合作研究，將可望能夠帶來了珍貴的研究成果。英國自然史博物館蒐藏量驚人，在質與量上更傲視全球，基於動物遷徙與演化親緣之全球關連性，臺灣古生物化石的研究，實需與歐洲方面的研究學者進行學術合作研究，才能擴大研究層面與深入研究議題。
2. 蒐藏標本與研究是博物館的根基，而科學教育的推廣卻是博物館的使命，有了完整多樣的標本，不僅可以作為研究之用，更是展示與教育推廣不可或缺的角色。希冀未來能與英國自然史博物館建立良好的合作關係，分別在蒐藏研究、展示教育，以及標本復原裝架與維護各方面，加強與古脊椎動物和冷凍遺傳方面的合作，共同進行臺灣地區第四紀哺乳動物和歐亞大陸動物群，在類群組成和環境適應、演化之研究。
3. 此次考察加深了本人對猛獁象及其他長鼻目化石研究的理解，並且增加對現代生物遺傳技術在古生物學中的應用有了更深刻的認識。與 Prof. Lister 的交流讓我更加理解跨國間化石研究的複雜性，尤其是形態差異背後的环境影響。此外，博物館保存技術的先進程度也令人深刻感受到現代科學技術對於研究遠古生物的助力。結合多領域技術，進行更系統化的化石研究，探索臺灣和其他地區古生物的演化歷史，將可利用基因組技術來解碼這些已滅絕物種的遺傳秘密。
4. 博物館是個學術與教育的結合，特別是英國自然史博物館的古生物庭園不僅是一個展示科學知識的場所，也是一個啟發遊客思考人類與自然關係的場所。透過植物的展示，我們可以更好地理解古生物學與植物學之間的密切聯繫，並反思現代的生態保護工作。我深感英國自然史博物館在學術普及與科學教育方面的努力，讓每個參觀者都能夠在這裡學習並感受到自然的奇妙。
5. 未來希望將積極規劃與英國自然史博物館合作發展古生物相關議題之研究、展覽，以及相關教育推廣活動。

七、 參考文獻：

1. 何傳坤、祁國琴、張鈞翔。2000。臺灣更新世化石及中國古菱齒象化石的系統分類。國立臺灣博物館年刊 43：49-105。
2. 謝英宗、張鈞翔，2007，國立臺灣博物館館藏長鼻目化石在演化上的意義，國立臺灣博物館學刊，第 60 卷，第 1 期，第 33-44 頁。
3. Aguirre, E. (1969). Evolutionary history of the elephant. *Science* 164, 1366-1376.
4. Carlson, S.J. (1995). Vertebrate dental structures. In (J.G. Carter, Ed.) *Skeletal Biomineralization: Patterns, Processes and Evolutionary Trends Vol 1*, pp.531-556. Van Nostrand Reinhold, New York.
5. Chang ,Chun-Hsiang, Yousuke Kaifu, Masanaru Takai, Reiko T. Kono, Rainer Grün, Shuji Matsu'ura, Les Kinsley, and Liang-Kong Lin. (2015). The First archaic Homo from Taiwan. *Nature Communications* DOI:10.1038/ncomms7037.
6. Fortelius, M. (1985). Ungulate cheek teeth: developmental, functional, and evolutionary interrelations. *Acta Zoologica Fennica* 180:1-76.
7. Higham, T.F.G., Jacobi, R.M. and Bronk, C. (2006). AMS radiocarbon dates of bone using ultrafiltration. *Radiocarbon* 48, 179-195.
8. Horng, C.S., Tori, M., Shea, K.S. and Kao, S.J. (1998). Inconsistent magnetic polarities between greigite- and pyrrhotite/magnetite-bearing marine sediments from the Tsailiao-chi section, southwestern Taiwan. *Earth and Planetary Science Letter* 164, 467-481.
9. Illius, A.W. and Gordon, I.J. (1992). Modeling the nutritional ecology of ungulate herbivores: evolution of body size and competitive interactions. *Oecologia* 89, 428-434.
10. Kawamura, Y. (1991). Quaternary mammalian faunas in the Japanese Islands. *Quaternary Research (Japan)* 30 (2), 213-220.
11. Lister, A.M. (1992). Mammalian fossils and Quaternary biostratigraphy. *Quaternary Science Reviews* 11, 329-44.
12. Lister, A.M. (1996a). Evolution and taxonomy of Eurasian mammoths. In (J. Shoshani and P. Tassy, Eds.) *The Proboscidea- Evolution and Palaeoecology of Elephants and their Relatives*, pp. 203-213. Oxford University Press, New York.
13. Otsuka, H. (1978). On the fossil elephant dredged from East China Sea. *Geol. Studies Ryukyu Islands* 3, 149-156 (in Japanese with English abstract).
14. Roth, V.L. and Shoshani, J. (1988). Dental identification and age determination in *Elephas maximus*. *Proceedings of the Zoological Society of London* 214, 567-88.
15. Shikama,T., Otsuka, H. and Tomida Y. (1975). Fossil Proboscidea from Taiwan. *Sci. Rep. Yokohama National University* 2 nd. sec. 22, 13-62.
16. Stuart, A.J. (1991). Mammalian extinctions in the late Pleistocene of Northern Eurasia and North

America. *Biological Reviews* 66, 453-562.

17. Takahashi, K., Izuhō, M., Soeda Y. and Chang, C.H. (2005). The chronological record of the woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) in Japan, and its new findings. *Journal of Fossil Research* 38 (2), 116-125 (in Japanese with English abstract).
18. Takahashi, Keiichi, Soeda, Yuji, Izuhō, Masami, Yamada, Goro, Akamatsu, Morio, and Chang, Chun-Hsiang. (2006). The chronological record of the woolly mammoth (*Mammuthus primigenius*) in Japan, and its temporary replacement by *Palaeoloxodon naumanni* during MIS 3 in Hokkaido (northern Japan). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 233:1-10.
19. Tseng, Zhijie Jack and Chang, Chun-Hsiang. (2007). A study of new material of *Crocuta crocuta ultima* (Carnivora: Hyaenidae) from the Quaternary of Taiwan. *Collection and Research* 20: 9-19.