

臺灣出產的古象化石的探討

何耀坤

臺南市私立光華女中

前言

本人在本刊114期寫了臺南縣新化丘陵區的古生物學探討，現在本文主要是討論古象化石的問題。臺灣在古時候曾有八種古象生存的事實是很有趣的問題，無論從地層中或海底，自臺灣各地陸續有古象化石的發現。從現代象要知道古象的觀念，必需要有分類學和解剖學的知識。象無論其鼻長、象牙長或臼齒形態都比一般哺乳類動物特殊，所以今天如果沒有象生存的話，只從化石要推測古象是不容易的。

現在能明白象的演化情形，主要因為地質學進步，能從不同時代的地層發現各種不同的象化石，以檢討其前後關係和系統關係。例如比較印度的象化石和歐洲的象化石時，同時也要比較歐洲和印度的該地層。又如諾曼古象（*Palaeoloxodon naumanni* (Makiyama 1924)）在印度出產的稱Nalbada象，出產在歐洲被稱為Anchikus象。因為化石形態互相間稍有不同，諾曼古象之變異在日本又分為橫濱古象、瀨戶古象、矢部古象等，事實上要了解諾曼古象的實情很難。

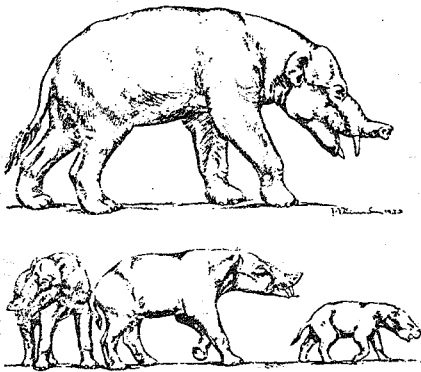
有關象化石的問題，包括象之鼻為何變那麼長，牙為何變長，其臼齒為何變成那種形狀，象為何引起了演化等。這些問題雖然以比較形態能類推解釋，但是很困難作明確的說明。研究古象除古生物學及地質學的探討外，也須要生物化學方面的研究。如齒的形態和生成至演化，其關鍵在齒內有機物，尤其是硬蛋白質的作用，因此把握化石內的無機成分和有機成分的相關作用是重要的工作。另如象齒的琺瑯質、象牙質、水泥質，及所含胺基酸的分析等生物化學研究；用X射線繞射的物理研究，牙齒組織微細構造的研究都需要。例如比較現在亞洲象和諾曼古象齒化石中琺瑯質的構成中小柱構造，琺瑯質的發生過程和微細構造之關係，以及琺瑯質厚度的變異，象頭骨的個體發生和系統發

生的關係，這些對古象的探索上都是重要的問題。

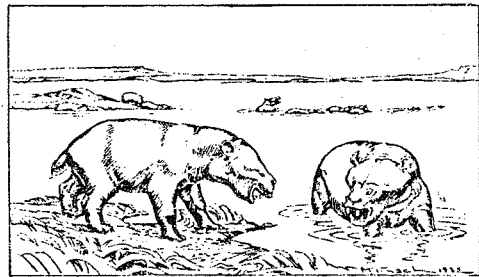
本文以現在臺灣地區出土的古象化石，比較其臼齒的形態，以探討其系統和演化問題，並尋求臺灣古象的來路。

一、 古象的系統和骨齒的形態

現在的非洲象和亞洲象在分類學上都屬於長鼻類（目），也包括已絕滅的許多化石象。關於長鼻類的發祥地，以前認為是在尼羅河中游，其後在利比亞等北非地區也陸續發現了原始象類化石。大約四千萬年前這些地方有 *Meritherium* 和古乳齒象 (*Palaeomastodon*)（圖一）的生存，這些就是象的祖先型動物。研究長鼻類有名的美國可倫比亞大學古生物學教授奧斯本（H.F. Osborn）曾發表 940 篇論文，及巨著「長鼻類」兩卷中記述 340 種象（其中化石象 338 種）。這是根據骨骼形態特徵，尤其以臼齒形態所作的分類法，至於其系統關係現在仍無定論。



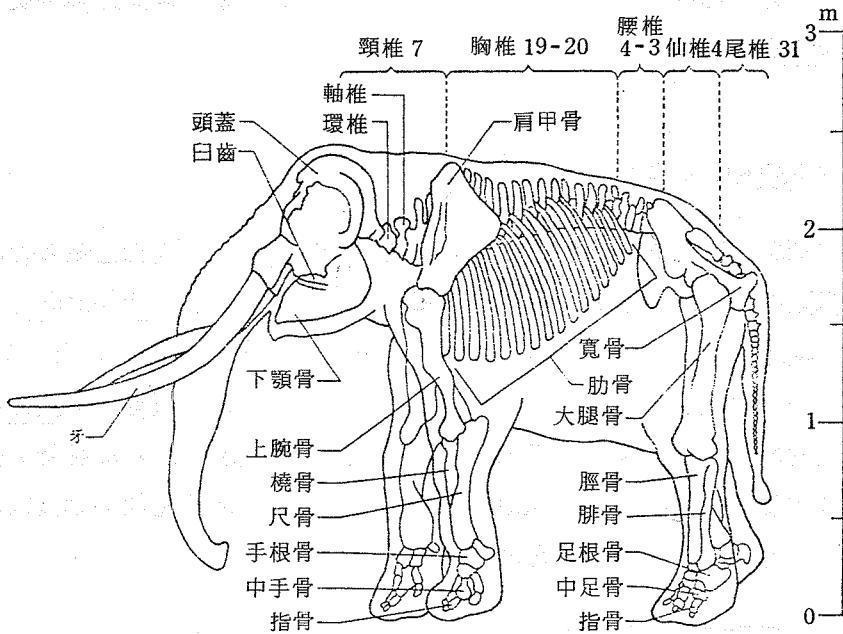
上：*Palaeomastodon*
下右：*Meritherium*
下左：*Phomia*



*Meritherium*的生活（想像圖）
（據 Osborn）

圖一 原始象類

古乳齒象（*Palaeomastodon*）是新生代的新第三紀中新世（圖三）以後的乳齒象（圖四）直系的祖先，而古乳齒象的祖先則出現於始新世至漸新世（約 3500 萬年前）的北非地方。古乳齒象是象型動物，其頭骨和現代象相同，上顎的肌質吻伸長成象鼻。上顎的門齒成牙狀並向下彎曲，外側有帶狀的瑤瑯質。乳齒象的臼齒呈乳頭狀（圖五），門齒和犬齒退化，小白齒退化 1～2 支，齒列和一般哺乳類有特殊之差異。尤其臼齒



圖二 諾曼象骨骼圖

現世 × 10 ⁵ 年	第 四 紀				新 第 三 紀				古 第 三 紀						白 亞 紀		
	更 新 世				上 新 世	中 新 世			漸 新 世		始 新 世			曉 新 世			
	後	中 期		前 期		後 期	中	前	後	前	後	中	前				
	0.1	1	2	3	4	5	10	20	30	40	50	100	200	300			400

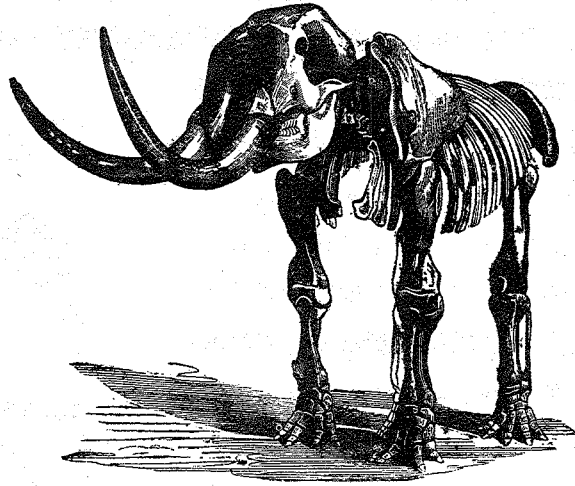
圖三 和象的演化有關的地質年代

的咬頭排列呈稜狀，小白齒上咬頭排兩列，大白齒排三列，各稜有兩個咬頭。

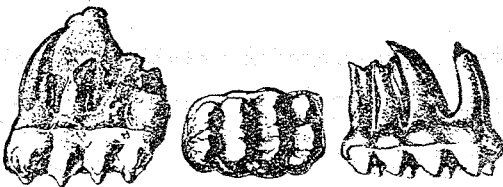
齒的形態和生活方式有密切關係，哺乳類動物的齒原型在爬蟲類，於演化過程中為適應生活地方和食物種類，其形態發生變化。愈原始的其齒冠愈低（短齒），後來咀嚼機能發達，齒冠變高（長齒）。雜食性的有結節狀咬頭（稱為丘狀齒），食葉性的其咬頭成畝狀齒。如牛和鹿等吃硬纖維質的食草性動物，其齒稜成新月狀（稱為月畝齒）。現代象的臼齒很特化，齒冠高，由畝狀更進為板狀（圖六和七）。古乳齒象的臼齒形狀，齒冠低，咬頭排橫列，稍呈稜狀（稱為丘狀畝狀齒）。

中新世以後的乳齒象，以這種臼齒形態為基礎的丘狀三畝齒型的，另以古乳齒象為祖先型的軛狀畝狀齒等共有兩種系列。

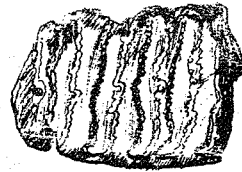
象 (*Elephas*) 在演化的過程中，首先有細長的頭部，由小型動物變成大型動物，尤其顎變短，頭部變高而具有大白齒。在短顎上生了大白齒，所生的臼齒數就少。齒是一生中都要使用的，全體數目雖然



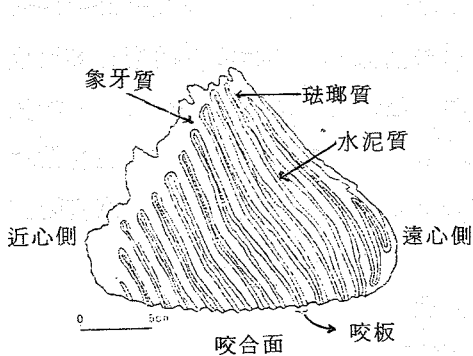
圖四 乳齒象 (Mastodon)



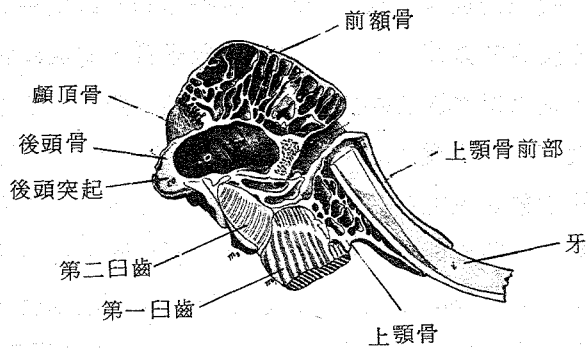
圖五 乳齒象的臼齒



圖六 亞洲象 $\times 0.35$



圖七 象科的臼齒構造圖
(左上顎第二大臼齒)

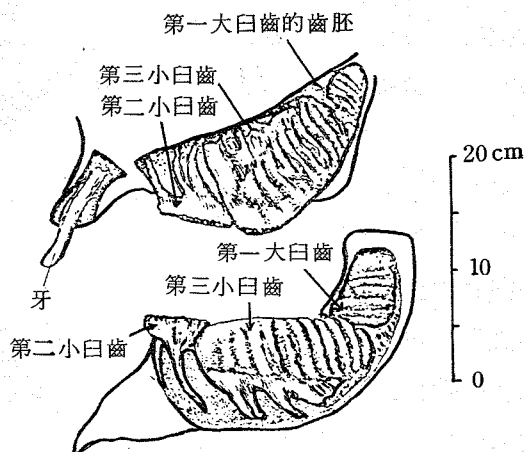


圖八 印度象頭骨縱切面圖

不變，但是臼齒的發生法有變化。如人類的牙齒，乳齒由永久齒上下取代的方式稱為垂直交換。現在的象齒，舊的臼齒被新齒向前擠壓，後面生新臼齒，稱為水平交換（圖九）。

丘狀咬頭的齒，適合於吃柔軟果實和樹葉，而不適合吃硬草。體變大型後需要吃大量食物，牙齒也要大型，才能嚙切硬草，磨碎草枝。所以古象 *Gomphotherium*（小型而長頭），演化成大型而短頸的劍齒象（*Stegodon*）和象科（*Elephas*）。

象牙由其大小或形狀難決定象的種類，但是諾曼象和猛獁象的牙彎曲多，劍齒象的牙沒有彎曲，較易分別。



圖九 象科的齒之水平交換

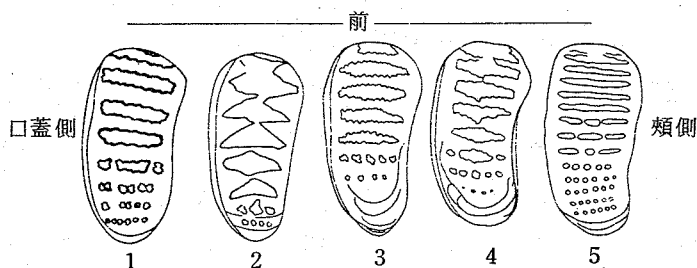
二、 象科的起源

臺南縣新化丘陵出土的明石古象（*Stegodon*（*Parastegodon*）*akashiensis* Takai），和 *Stegolophodon*（古象）屬都屬於齒象科。有些研究者將現在的亞洲象、非洲象、和已絕滅的諾曼古象、猛獁象都納入象科（廣義的 *Elephas*）。這些象都是由 *Gomphotherium* 科的象演化而來，雖然它們的咬板（板狀或稜狀）的聚合方式不同，但 *Gomphotherium* 的型為原始型。

咬板是很厚的板，先端部有稱結節（或稱齒乳頭）的小瘤狀突起。咬板表層由琺瑯質（硬的結晶質）包圍，內部有象牙質，有齒髓通過的空處。由如此構成的板許多層重疊，互相以水泥質黏成所謂象的臼齒。象的乳齒小型，但是後面的臼齒變為大型，如第三大白齒（下顎）的長 30 公分，寬 10 公分，高 20 公分。有如此大白齒的，在初期時代的古象之咬板數目少，愈以後時代的象其咬板數目愈多，琺瑯質較薄，齒冠高度變高。另外由臼齒的咬合面的咬板橫切面形狀，可區別如下列四種系列（屬）。

1. *Elephas* 系列——琺瑯質平行，褶曲顯著，如亞洲象。
2. 猛獁象系列（*Mammuthus*）——琺瑯質平行而平滑。
3. *Palaeoloxodon* 系列——琺瑯質在咬板的中央部膨大，稍有褶曲，如諾曼象。
4. *Loxodon* 系列——琺瑯質形成菱形，無褶曲，如現在的非洲象。

在這系列中年代比較古的，齒上咬板數少，齒冠較低，琺瑯質較厚，而咬板花紋愈相似，證明這四種系列是從共同來源分化來的。



1. *Stegodon* 系列 2. *Loxodon* 系列 3. *Elephas* 系列
4. *Palaeoxodon* 系列 5. *Mammuthus* 系列

圖十 比較象科臼齒的咬合面（上顎臼齒）

三、臺灣地區的古象化石

近五十年來在臺灣地區所發現的古象化石如下：

1. *Stegodon sinensis*

Owen (中國劍齒象)

2. *Stegodon (Parastegodon) akashiensis*

Takai (明石劍齒象)

3. *Stegodon (Parastegodon) aurorae* (Matsmoto) (曉劍齒象)

4. *Stegodon orientalis* (Owen) (東方劍齒象)

5. *Stegodon insignis* Falc et Caut

6. *Elephas hysudricus paramammonteus* (Matsumoto)

7. *Mammuthus armeniacus taiwanicus*, Hayasaka (阿美尼亞象)

8. *Palaeoloxodon naumanni* (Makiyama) (諾曼古象)

象在分類學上屬於長鼻目，可分為下列七科，其生存期如下。

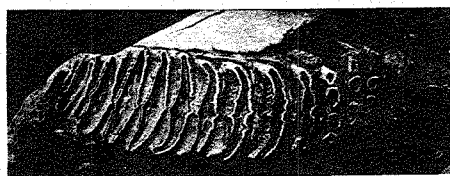
① *Meritherium* 科——自始新世後期至漸新世前期

② *Baritherium* 科——始新世後期

③ *Deinotherium* 科——中新世前期至更新世前期

④ *Gomphotherium* 科——漸新世前期至更新世前期

⑤ *Mammuth* 科——中新世前期至更新世



圖十一 *Loxodonta namadico noumanni*
($\times 1/2.6$) 下顎骨右側第三臼齒 (相近現在非洲象)

⑥ *Stegodon* 科——中新世前期至更新世中期

⑦ *Elephas* 科——中新世末期至現世

這七科之中，和臺灣古象直接有關的是⑤⑥⑦三科。新生代新第三紀上新世在象的演化史上，可謂革新期，因為地球上陸地面積增加，氣候變乾燥，以前的大森林衰退，草原發達。為適應這新環境，在非洲發生能吃硬纖維質草的，並具有大白齒的新種象 *Elephas*，於上新世末期至更新世擴散至歐亞大陸，和北美洲大陸。其臼齒的稜狀咬頭變高而板狀，上顎牙伸長又彎曲，下顎無牙，頭骨內有氣室（如蜂巢狀）可減輕體重（圖八）。象的頭骨在系統分類上重要的，所以象的頭骨化石特別受重視。

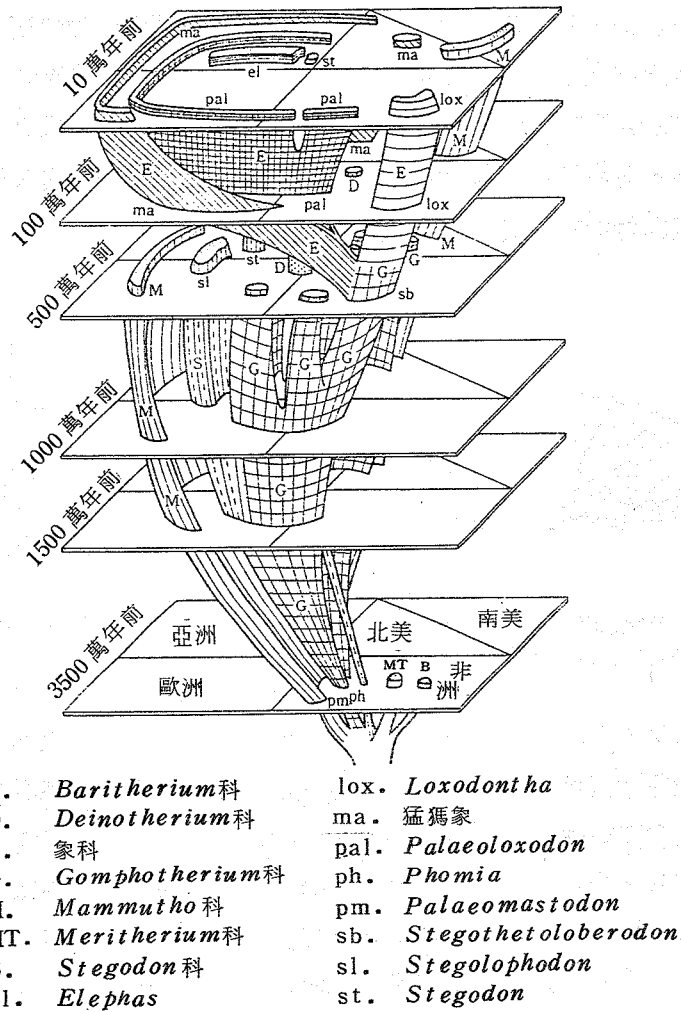
更新世初（200萬年前）開始有大的氣候變化，寒冷顯著，在地球上分有明顯的寒帶、溫帶、熱帶的區別。為適應這不同環境，*Elephas* 分化為猛獁系在寒帶的乾燥地方；*Palaeoloxodon* 系統在溫帶至熱帶潮濕地方；*Elephas* 系統在熱帶地區潮濕地方；*Loxodonta* 系統在溫帶至熱帶乾燥地。當時在臺灣有猛獁系統的阿美尼亞象，及 *Palaeoloxodon* 系統的諾曼象從大陸來。*Elephas* 系統的現在亞洲象和 *Loxodonta* 系統的現在非洲象，分別在亞洲和非洲的熱帶地方。亞洲象和非洲象是現存的兩種象，雖然都有長鼻，但是在形態上有明顯的區別。亞洲象耳小，額扁平，頭頂高而有瘤狀隆起，背水平。非洲象的耳大，額突出，背面向腰斜低，後肢蹄數有三個（亞洲象有四個蹄），鼻尖端形狀兩者不同。如此亞洲象和非洲象無論形態或住的地方互相不同，系統上也不同。亞洲象分佈於印度、緬甸、泰國、馬來西亞等地，從前可能分佈於中國、印度和東南亞一帶。近年來在雲南省有野生象之發現，稱雲南象，是亞洲象的後裔。

臺灣產的古象代表有兩種，是劍齒象和諾曼古象，出產的化石數目比較多。

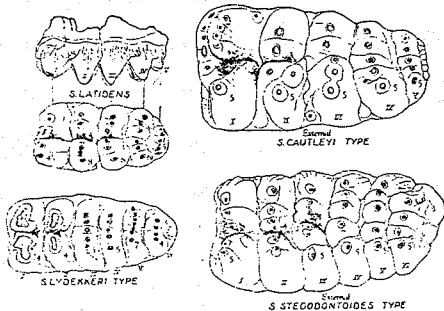
(1) 古劍齒象和劍齒象

古劍齒象（*Stegolophodon*）是劍齒象（*Stegodon*）的前身，假若古劍齒象的臼齒稜更發達並增加齒稜數目，齒形變大，體型也增大，就是劍齒象。古劍齒象的臼齒（圖十三）前半（圖左邊）是相似 *Gomphotherium* 科的古象，臼齒後半是相似劍齒象。即是在 *Gomphotherium* 的臼齒橫排有兩個丘狀咬頭，咬頭之間的中心溝清楚，溝從前方至後方，但是古劍齒象的咬頭間的中心溝只有齒前面部分，後面部分相似劍齒象成稜狀。

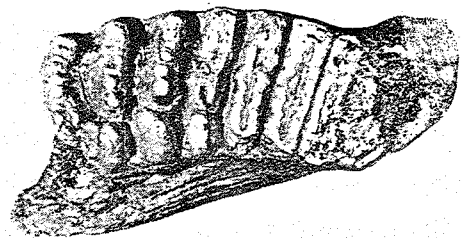
劍齒象和現代象相似，顎短縮，頭高，上顎有長的直牙。劍齒象是森林生活，在臺灣曾經有大型的如東方古象，也有如明石古象和曉劍齒象是小型的；小型的在上新世至更新世前期，中型和大型的劍齒象在更新世的中期，相繼在臺灣出現。劍齒象只限於亞



圖十二 長鼻類系統和地理分布圖



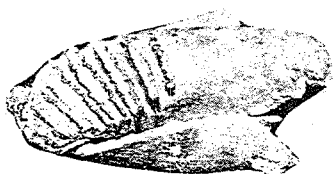
圖十三 各種古劍齒象的臼齒



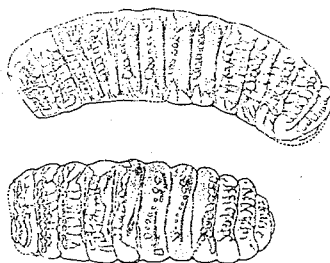
圖十四 劍齒象的右下顎第三大臼齒的咬合面

洲地區才有的古象，其他地方沒有，所以劍齒象在亞洲古生物學研究上特別受重視。

明石劍齒象(圖十五)是在劍齒象中比較後期，於上新世末至更新世前期間，約 250 萬年前至 80 萬年前在臺灣地區出現的象。頭頂部扁平，牙長又直，臼齒細長，齒稜高，是小型的象。同時期在中國大陸有類似種「黃河象」，是具有長牙的巨象。明石象是印度馬來西亞動物群的後裔，可能緬甸和東南亞的路中斷後，受冰河影響，從大陸來臺灣。



圖十五 *Stegodon akashiensis* 的
左下顎第三大白齒咬合圖



圖十六 東方象的第三大白齒的
咬合面。

東方劍齒象 (*S. orientalis*) 是劍齒象之一種，是森林生活的，於更新世中期分佈於中國大陸的中南部，尤其在長江上游重慶附近的萬縣鹽井溝石灰岩洞中發掘很多化石。東方古象和臺南縣新化丘陵出土的 *S. insignis* 很相似，只是齒稜間隔較寬，水泥質不發達，尤其下顎臼齒側面和上顎臼齒的咬合面很彎曲是其特徵。和明石劍齒象的主要區別，是其臼齒的齒冠較寬，稜先端有許多瘤狀小咬頭並尖銳。又比明石劍齒象大型，肩高有 2.25 公尺，比現在亞洲象稍小型。

(2) 諾曼古象

諾曼古象化石的出土數目很多，是更新世中期（三十萬年前）至後期末（一萬六千年前），於東方劍齒象絕滅以後繁榮的種類。其學名為 *Palaeoloxodon naumanni* (Makiyama 1924)，是紀念日本的象化石研究的創始者德國人 Edmont Naumann（本世紀初在東京大學的外籍教授）而命名的。諾曼古象在東亞的分佈很廣，其臼齒形態和現在的非洲象有相似地方，雖然屬於 *Palaeoloxodon* 屬，但是其種類和其他地方出產的不相同。至於其分類及系統問題，仍有許多可商榷之餘地。

諾曼古象在中國大陸北部也有出產不少化石，尤其於黃海及東中國海域也有許多撈獲其化石的紀錄。這可證明諾曼古象於三十萬年前，於冰河時代從中國大陸北部移住到

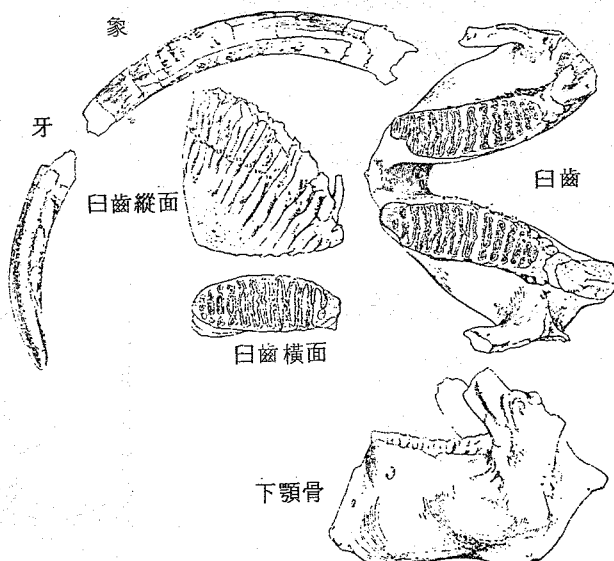
到日本及臺灣等地，因為當時大陸和臺灣及日本相連（圖十九）。

四、古象如何來臺灣

臺灣的更新世地層中為何有古象、犀牛、鱷等大陸性動物呢？並且和日本及菲律賓的同期地層也有相似的動物化石。因為地殼變動及氣候的變化，地球上的水陸分布變化，

尤其在第四紀時歐亞大陸和南北美洲各地有四次寒冷的冰河時代。在冰期時因為形成冰床和冰河，而且大氣水分結冰，使海面降低，臺灣和大陸連（圖十九）。此時有大量的北方動物向南遷移部分來臺灣和日本。如阿米尼亞象（*Mammuthus armeniacus taiwanicus*）是北方的象，在臺灣也發現其化石。冰期過後因冰融解，海面上升形成海峽，臺灣和大陸分離。更新世以後各地有火山活動，水陸分布再發生變化，奠定了現在臺灣島的輪廓。

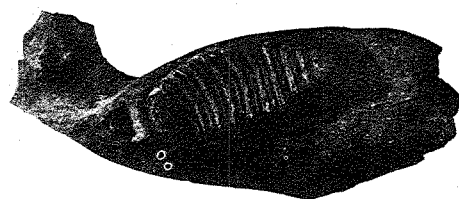
亞洲的代表性古象是劍齒象，在更新世時分布於東南亞一帶，其變種多。臺灣的化石古象 *Elephas hysudricus paramammoniteus* 是亞洲象的祖先型。古象起初生活於森林，體型小，吃軟葉；後來轉向草原生活，吃纖維多的植物，體型變大，臼齒長又高，齒面咬板



圖十七 諾曼古象的化石



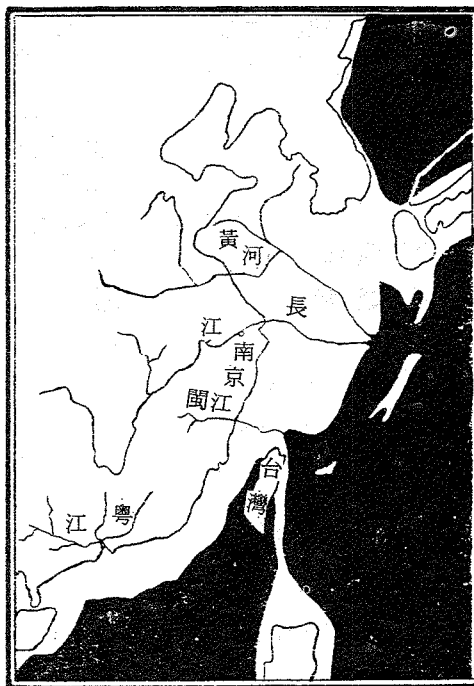
(*Elephas* 下顎骨左側第二臼齒)



圖十八 (*Elephas* 下顎骨左側第三臼齒)

多。後來亞洲又出現許多諾曼象，體型小，在草原生活。在臺灣和中國大陸相連的時代，於寒冷期北方動物南移，部分到臺灣，所以當時臺灣有來自南方和北方的兩群動物。

本文的參考文獻甚多，已在本刊第 114 期「臺南縣新化丘陵區的古生物探討」中列出，因此省略。



圖十九 我國新生代更新世早期的古地圖（約二百萬年前至八十萬年前之間）。