

# 山東萊陽化石蛋殼的微細構造\*

周明鎮

(中國科學院古脊椎動物研究室)

1950年,前山東大學地質礦物系的野外實習隊,曾在膠東萊陽縣城西南的金剛口及趙疇兩地分別找到了白堊紀後期的恐龍化石及蛋化石,發現的材料不多,已由著者作初步研究,並有報告發表<sup>[1]</sup>。1951年夏,前新生代及脊椎古生物學研究室(即現在的中國科學院古脊椎動物研究室)繼山東大學發現之後,又去該區域內作進一步的了解和系統的採集與發掘。工作的結果,除在過去山東大學發現的地點附近續有新的材料發現外,調查隊的劉東生和王存義兩位同志並在萊陽西南一帶,發現了10處新的蛋化石產地,採集了47個完整或近乎完整的化石蛋及大批的蛋殼碎片,全部材料已由楊鍾健教授完成詳細的研究報告<sup>1)</sup>。本文是同一材料關於蛋殼微細構造方面的一些觀察,同時也是對過去根據山東大學所採少數標本觀察所得結果的一些補充。

在研究山東大學所採的標本的報告中,著者曾指出材料中有幾塊零星的蛋殼碎片,由其厚度及表面飾紋觀察,與3枚較完整的蛋的外殼的構造有顯著的不同,故萊陽所產蛋化石標本中,可能包括不止一種爬行類動物的蛋,此點推測已由後來發現的豐富的材料得到證明。據楊鍾健教授研究結果,證明萊陽發現的化石蛋中,至少包括兩種基本上完全不同的蛋,即短圓形蛋(*Oöolithes spheroides*)與長圓形蛋(*Oöolithes elongatus*)兩類。這兩類外形上有很大區別的蛋在蛋殼的微細構造上所示的特徵也不同。

## (一) 短圓形蛋

屬於這一類型的化石蛋,蛋殼的長直徑與短直徑的比例較小,蛋殼的厚度則較大,平均約厚2毫米。殼的主要成分為碳酸鈣及部分磷酸鈣,外表面上有成楔形或不規則的凹溝,顏色成淡灰色,但在多數標本上,因受圍岩中氧化鐵的浸染

\* 1954年7月26日收到

1) 與本文在一起同時發表

成鐵紅色。殼的內表面光滑，成黑色。蛋殼縱剖面，由破裂面上觀察，係由成帶狀細層組成，層數及排列不甚規律，多的可有十餘小層。各層的顏色不一，大概每一黑色層與灰白色層相間排列，這種顏色的變化，主要由於其中有機質成分多少的不同，同時因蛋殼形成時係成同心狀逐層增長而成的結果。

將化石依普通磨製岩石薄片的方法切成薄片（縱切面）後，在顯微鏡下觀察，蛋殼的微細構造與一般的鳥類及爬行類蛋殼的基本構造相似。薄片在透射光下呈松脂光澤，由無數水平疊置的纖維狀結晶體組成，未經磨蝕的標本，由裏而外包括：(1)乳狀層(Mammillary layer)；(2)柱狀層或海綿質層(Prismatic 或 Spongy layer)；(3)上膜(Cuticle)等三層。其中(1)、(2)兩層在每塊標本都全有保存，第三層在短圓形蛋中未觀察到。氣孔道(aëriferous canals)的分佈疎密不一，排列方向與蛋殼橢圓面成垂直。

乳狀層為鈣質蛋殼的內壁，緊貼在卵殼膜外圍，後者在化石中都未保存。乳狀層的結構緻密均勻；底部含有機質成分較高，成棕褐色，向上逐漸變淺。全體由一層密集排列的小

圓錐體或乳狀體(Mammillae)組成，厚度約佔蛋殼總厚的 $\frac{1}{3}$ 不到，每一乳狀體為許多同心狀排列的非結晶質顆粒的集合體，縱切面在顯微鏡下觀察成不規則的放射狀結構。

鈣質蛋殼的大部分是由柱狀層組成。全層由下而上可分為三帶，最底下的一層與乳狀層的相連接，中間界限不清，互相交錯；中間一層最顯著，由5—6條水平的深色粗線條狀的小層合成，顏色成褐黑或深棕，與乳狀層底部的色澤相近似，由顆粒較粗的方解石結晶組成；最外面的一層結構較鬆而均勻，色淺，有的

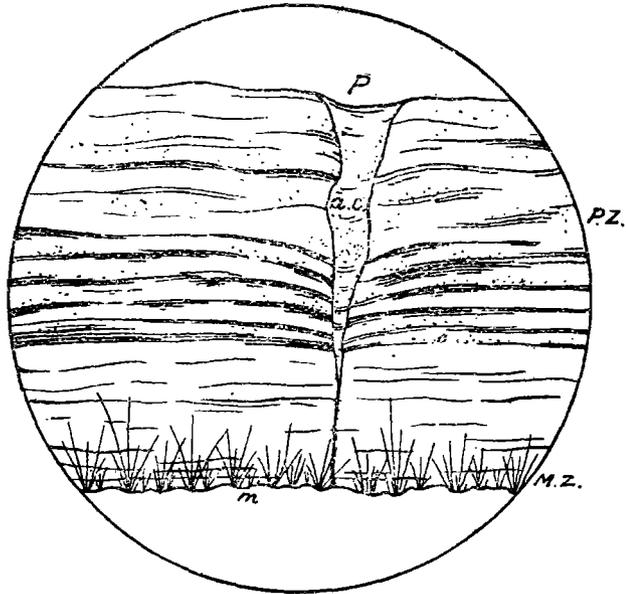


圖1 短圓形蛋(*Oolithes spheroides*)蛋殼縱切面。  
P.Z.—柱狀層；M.Z.—乳狀層；P.—氣孔口；a.c.—氣孔道；m.—乳狀體，c.—外膜(圖2—4同此)，(放大約40倍)

呈灰白，厚度較下面兩層大，代表蛋殼外表面的邊線成起伏不平的波狀線，凹入最深的部分常為氣孔的末端氣孔口所在的位置。

氣孔道微有彎曲，在表層外出口處成凹溝，孔道直徑在柱狀層內的部分擴大，接近乳狀層附近處開始向下縮小，最後在內氣孔口處僅成一小細孔。氣孔道中及外氣孔口內均為白色的方解石小結晶粒所充填，柱狀層與充填物接觸的邊緣有溶蝕現象。

上面所述構造，僅代表蛋殼結構的一般特徵，事實上每一標本的變化相當大。綜合短圓形蛋微細構造的主要特徵有：(1)厚度大，一般在2毫米上下；(2)乳狀層的相對厚度較大；(3)柱狀層的分帶清楚，(4)氣孔道直，上部擴大，外氣孔口低凹。

## (二) 長圓形蛋

蛋殼的保存情形與短圓形蛋相同，構造上與後者有顯著的差別。長圓形蛋蛋殼與短圓形的比較，其微細構造所示主要的特徵有下列五點：

1. 蛋殼較薄，一般都不超過1.5毫米，平均約當短圓形蛋的 $\frac{2}{3}$ 。

2. 在透射光下，切片的顏色一般較深，由底部到最外面的顏色很均勻一致，不像在短圓形蛋中，有顯明的深色與淺色的互層，同樣，在各層的结构也如此，這一不同表示兩者在蛋殼形成過程中生理上的不同，短圓形蛋的形成過程似係逐層形成，中間有短時間隔，而在長圓形蛋中則較連續一致。化石蛋殼顏色深淺的

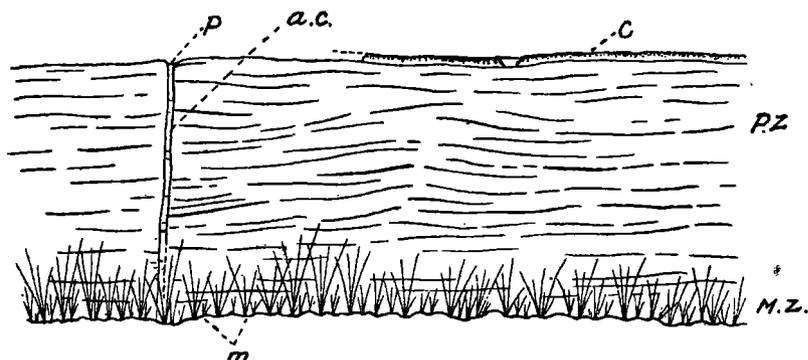


圖2 長圓形蛋 (*Oolithes elongatus*) 蛋殼碎片的縱切面 (說明見圖1)，(放大約40倍)

不同，代表蛋殼成分，尤其是有機質含量的不同，但單純的顏色的不同，不能絕對地作為區別的特徵，因在現代同一種動物或個體所產的蛋，顏色的變異也相當大，在萊陽發現的大批化石蛋殼中也是如此。

3. 柱狀層的構造與短圓形蛋的不同，無顯明分帶，全層由底部至最外面的結構大體一致，由粗細相近的許多水平疊置的纖維構造組成。

4. 單位面積內氣孔的數目較少，氣孔道直，口徑小，成微管狀，由上而下直徑無顯著變化。

5. 在採自龍骨溝的一塊標本的切面上(圖2)，柱狀層的外面有一層很薄的白色透明層，應相當於圍繞在蛋殼最外層的上膜層，在新鮮的蛋殼內這是一種蛋白質構造，在化石中很難保存，萊陽王氏系所產蛋化石的保存情形特殊良好，在由紅藍埠發現的幾個完整蛋化石中，從蛋殼內充填的方解石結晶體的排列方式觀察，尚有代表原來蛋內部的蛋白和蛋黃的構造存在，故龍骨溝所產蛋殼外面蛋白質的上膜構造得以保存，似無多少疑問。

## 討 論

1. 萊陽發現的蛋化石中，包括短圓形與長圓形兩種類型的蛋，兩類蛋的微細構造有顯明的不同。

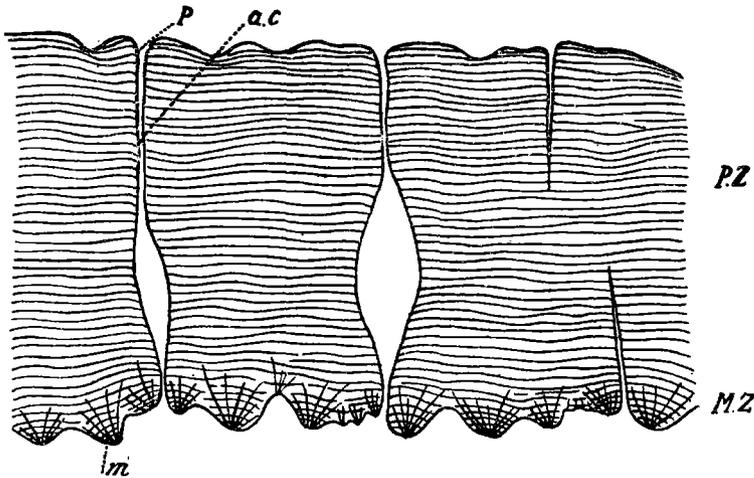


圖3 蒙古 Iren Dabasu 產的“鴨嘴龍”式蛋的蛋殼縱切面圖。  
(依 van Straelen), (放大 48 倍)

2. 短圓形的蛋，依其較厚的蛋殼、氣孔密度、氣孔道局部擴大、較粗的柱狀層結構等性質，和其他爬行類的蛋化石比較，與 van Straelen 所描述的內蒙古邊境上白堊紀的標本最相近似，後者據 van Straelen 研究可能為屬於鴨嘴龍類(?) 恐龍的蛋<sup>[3]</sup>。又萊陽的短圓形蛋與遼寧昌圖所發現的蛋化石比較，無論就蛋殼形

態，表面構造及殼的結構上都很接近，據矢部及尾崎二氏推測可能係一種龜鼈類(?)的蛋<sup>[5]</sup>，但除了因與蒙古最早發現的恐龍蛋為長圓形一點不相同外，無其他根據。

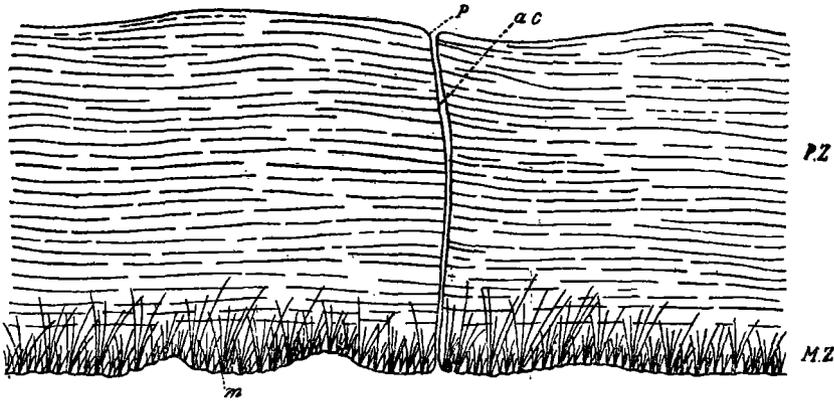


圖 4 蒙古發現的原角龍蛋殼縱切面 (依 van Straelen), (放大 48 倍)

3. 長圓形蛋的蛋殼較薄，柱狀層的結構鬆勻，氣孔少，氣孔道直，口徑上下一致，這些特徵和蛋殼表面構造都與蒙古白堊紀 Djadochta 層所產的蛋相當接近；兩者唯一重要的區別是蒙古的蛋化石外殼，據 van Straelen 研究，蛋殼外面似乎原先即無上膜構造。在現代的鳥類及爬行類中，這是少數生活在氣候極乾燥的地方的鳥類及龜類的蛋的特徵。根據萊陽金剛口龍溝發現發現的一塊長圓形蛋的蛋殼切片觀察，外面上膜層的構造似相當清楚，故萊陽產長圓形蛋化石地層沉積時當地的氣候可能相當溼潤，這一推論與同一地層內有大批適宜於在植物茂盛的池沼中生活的各種鴨嘴科的恐龍化石的存在相符合，在蒙古發現的長圓形蛋化石，由其中保存的原角龍胚胎的骨骼，證明為安氏原角龍 (*Protoceratops andrewsi*) 的蛋，萊陽的長形蛋除有外膜保存外，其他構造及外形都和原角龍的蛋幾乎相同，但在萊陽王氏中所發現的大量恐龍化石中，並未找到原角龍或其他角龍類痕跡。蒙古產原角龍蛋化石的紅色地層一般都認為係代表一種沙漠性質的乾燥地區的沉積，這一結論一直被多數人所接受，事實上，由最近數年來各方面的研究證明，許多所紅色地層並非係在乾燥氣候下生成，而萊陽的紅層由恐龍羣的性質及蛋殼的構造，似應代表在相當溼潤的氣候條件下形成的一種堆積。蒙古的上白堊紀中，經近年來蘇聯古生物學家發現了大量的蜥龍類、鴨嘴龍及大水龜等的化石，亦證明白堊紀後期當地的氣候並非沙漠性的，這一情形，可能一直延續至第三期

中期基本上無很大的改變。

最後，著者在研究工作中承楊鍾健教授指示珍貴的意見，東北地質學院俞建章教授允借該院所存的前山東大學所採標本切片供比較，及代為磨製蛋殼標本的切片，特此致謝。

### 參 考 文 獻

- [1] Chow, M. C., 1951. Notes on the Late Cretaceous Dinosaurian remains and the Fossil Eggs from Laiyang, Shantung, *Bull. Geol. Soc., China*, 31 (1-4), 89-96.
- [2] Romanoff, A. L., and Romanoff, A. J., 1949. *The Avian Egg*, New York.
- [3] Van Straelen, v., 1925. The Microstructure of the dinosaurian Egg-Shells from the Cretaceous beds of Mongolia, *Am. Mus. Nov.* No. 173, 1-4.
- [4] ————, 1928. Les Oeufs de Reptiles Fossils, *Palaeob iologica*, Bd. 1. 595-312.
- [5] Yabe, H. and Ozaki, K., 1929. Fossil Chelonian (?) eggs from South Manchuria, *Proc. Imp. Acad. Tokyo*, 5, 42-45.

## ON THE MICROSTRUCTURE OF THE FOSSIL EGG-SHELLS FROM LAIYANG, SHANTUNG

(Abstract)

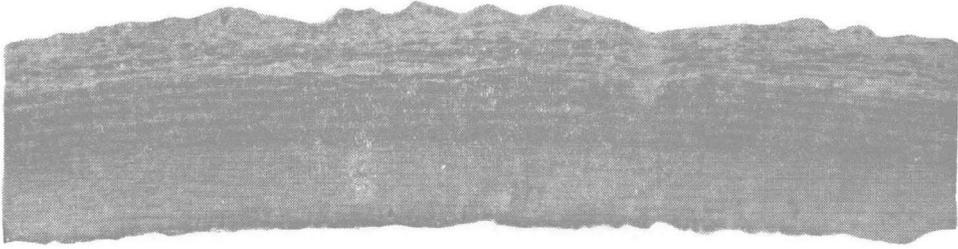
MINCHEN M. CHOW

*Laboratory of Vertebrate of Vertebrate Paleontology, Academia Sinica*

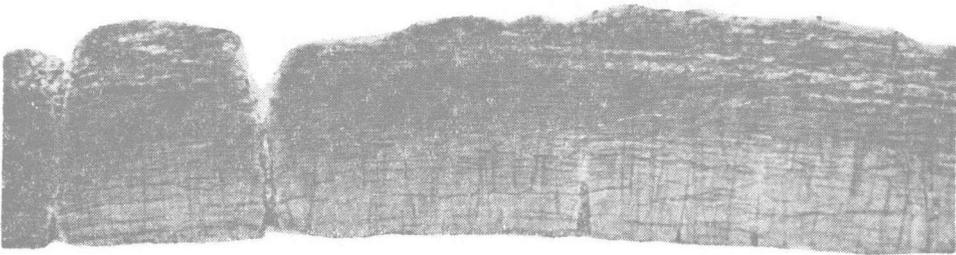
The microstructures of the fossil egg-shells collected from the Upper Cretaceous Wangshih formation of Laiyang by the Laboratory of Vertebrate Paleontology in 1951 is discussed in this paper. It is a supplement to the paper of Dr. C. C. Young who has recently made a thorough investigation of the rich collection of eggs. Dr. Young distinguished two different types of eggs collected therefrom, to which he has assigned the names *Oöolithes spheroides* and *Oöolithes elongatus* respectively. The microstructural features of the shell of the spheroid eggs had been described in a previous paper by the author<sup>[1]</sup>; while those of the elongate eggs differ from the former in having thinner shells, smaller auriferous canals and an outer cuticle. The presence of the cuticle indicate that the eggs were probably laid under rather humid climatic condition which is in accordance with the occurrence of abundant remains of aquatic or amphibious dinosaurs in the formation.

For details of description and discussion, references may be made to the English version of this paper which will appear in the concurrent issue of *Acta Scientia Sinica*.\*

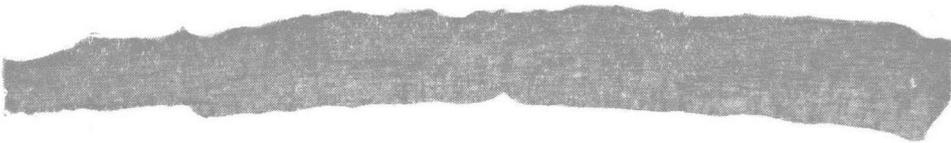
\* *Acta Scientia Sinica*, Vol. 3 No. 4.



上



中



下