

根据孢粉組合推論甘肃酒泉 下惠回堡系頂部的地質时代*

(圖版 I—II, 插圖 1—3)

徐 仁 周 和 儀

(中国科学院古生物研究所; 地質部地質矿产研究所) (石 油 工 業 部)

作者曾由孢子花粉組合的研究推論酒泉下惠回堡系下部的地質时代和其古地理环境^[2]。本篇繼續上文, 对該系的頂部的孢粉組合、地質时代和古地理环境, 作进一步的研究。

一. 材料的来源和分析的方法

本文所討論的岩石, 系采自酒泉高台五乡下惠回堡系頂部的頁岩系。岩層共厚約 65—100 米, 作灰黑色, 質細含瀝青質和薄煤層而具有極薄的層理, 有波紋。显属于广大的湖泊沉积, 岩石外形与油頁岩类似, 富有机質。放入氯仿中, 有机質溶解其內, 氯仿呈黃色。在同層中保有不少的植物印痕化石, 多屬松杉目, 已鑒定者有紅杉 (*Sequoia langsdorfii* Brongn.), 松(?) (*Pinus* sp.) 和类粗桂 (*Cephalotaxopsis* sp.)。

岩石經 KOH 和浮选液处理后, 化石孢子花粉有大量的出現, 但保存不佳。絕大多数變質破碎不能鑒定。作者仅就同層的兩塊岩石中, 找出可以鑒定的 20 种 孢子花粉, 按其自然分类的次序, 描写于后。

岩石标本的分析方法, 基本上是采用苏联格利丘克(Гричук, 1940)的分离法, 此法可以分为下列几个步骤来进行:

1. 將岩石用水洗过, 烘干, 随即打碎, 用 80 号篩子(篩孔直徑 160 μ)篩之。
2. 用 KOH(10%)煮 20 分鐘, 以蒸餾水洗之。
3. 用 HF 煮 5 分鐘, 以蒸餾水洗之。
4. 用碘化汞(277 克)和碘化鉀(233 克)混合的水(150 克)溶液, 蒸發后使用 1.9 比重的浮选液(Тупа)分离。

* 1956 年 7 月 19 日收到

5. 用 KOH(0.1%) 洗 1 分鐘, 以碱性洋紅(basic fuchsin)染色。

6. 制片, 再用甘油膠封片(甘油膠的制法参考文献[2])。

二. 孢子花粉的描述

蕨类植物門 Pteridophyta

石松目 Lycopodiales

石松科 Lycopodiaceae

石松屬 *Lycopodium**

石松屬孢子 *A. Lycopodium* sp. A

(圖版I, 圖 1—3)

孢子四面体形, 平均直徑为 44.6μ — 65.4μ 。三射綫的射綫寬約 1.8 — 4μ , 長約等于孢子的半徑或略短。外壁的里層薄; 表層較厚, 約为 1.5μ — 1.8μ , 發达成網狀的構造。網孔为 4—6 边形, 大小不一, 直徑約为 3 — 5μ 。網壁厚度約为 0.5 — 1μ 。

这种孢子在本層的岩石中存在很多。就形态上說, 当前的孢子和本区下惠回堡系下部岩石中所找出的石松孢子不太相同(見参考文献[2])。它具有較細的三射綫和粗網, 似應該另屬一种。

标本: 玻片第 1071 号

眞蕨目 Filicales

蕨科 Osmundaceae

紫萁屬 *Osmunda*

根据波克罗夫斯卡娅(Покровская, 1950)和我們自己的观察, 現代的紫萁屬孢子是球形, 在近極面上具有細弱而長的三射綫, 射綫長度約等于孢子的半徑。孢壁很薄, 表層和里層等厚, 常現褶疊, 表層具有細密的棒狀顆粒, 顆粒的橫切面作不規則的圓形和橢圓形狀。

現代四川产的紫萁(*Osmunda japonica* Thunb.)孢子直徑約 73.6μ , 外壁厚約 2.7μ 。王紫萁(*O. regalis* L.)的孢子直徑是 49.5 — 67.5μ , 而 *O. cinnamomea* L. 是 36 — 63μ (Покровская, 1950, 第 144—145 頁)。

* 本屬孢子的特征見参考文献[2]。

紫萁屬的孢子 *Osmunda* sp.

(圖版 I, 圖 12)

孢子接近球形, 直徑約為 $57.9-82.1\mu$ 。三射綫細長, 常保存不好。長度約為孢子半徑的 $\frac{2}{3}-\frac{3}{4}$ 。外壁薄, 常有褶疊, 表面具棒狀顆粒, 顆粒的橫切面作不規則的圓形。

当前的孢子在本岩層中很多。

孢子形态和上述現代的紫萁屬相同, 但有的較大。显然地, 它們是屬於紫萁屬無疑, 但因大小变异很大, 可能并不屬於一種。

化石紫萁屬植物, 就我們所知, 仅有东格林蘭下侏羅紀所屬的一种类紫萁 (*Osmundopsis plectrophora* Harris) 的孢子曾經被研究过。赫銳斯(Harris, 1931, 第 49 頁) 說“*O. plectrophora* 的孢子是圓形, 具薄壁; 壁上具有很弱的顆粒。三射綫不突出; 絕大多數孢子的孢壁具有或多或少的折疊”。我們由赫銳斯所描写的孢子照片上看来 (Harris, 1931, 圖版 XII 圖 7), 它們的三射綫長度約等于半徑的 $\frac{2}{3}$ 。顆粒細密, 不高; 橫切面常作不規則的圓形, 或偶作橢圓形。孢子直徑約為 40μ 。

根据上述的情况, 当前的孢子和現代的紫萁屬及下侏羅紀的类紫萁屬孢子都很相似; 但形体較侏羅紀的孢子为大, 因此就大小方面来講, 我們的孢子是比較接近于現代的紫萁屬的。

标本: 玻片第 1072 号

蕨科 Polypodiaceae

蕨科孢子 A *Polypodiaceae-sporites* A

(圖版 I, 圖 4, 8)

孢子四面体形, 由極面看接近圓形, 平均直徑約為 51.7μ 。三射綫細長, 約等于孢子的半徑, 常現波紋狀。孢壁表面接近平滑, 具有一些細弱的顆粒。

标本: 玻片第 1071 号

蕨科孢子 B *Polypodiaceae-sporites* B

(圖版 I, 圖 5)

孢子豆形, $58.6\mu \times 49.9\mu$, 具單射綫。射綫長度約為孢子長度的 $\frac{4}{5}$ 。孢壁厚, 約為 3.6μ ; 表面接近平滑, 偶有一些顆粒。

标本: 玻片第 1072 号

蕨科孢子 C Polypodiaceae-sporites C

(圖版 I, 圖 9)

孢子四面体形, 平均直径约为 26.7μ 。三射线粗, 宽度约为 3.6μ ; 长度等于孢子的半径。孢壁平滑, 偶具有不明显的颗粒。

标本: 玻片第 1076 号

蕨科孢子 D Polypodiaceae-sporites D

(圖版 I, 圖 10)

孢子豆形, $49.9\mu \times 29.9\mu$ 。具有极不明显的单射线。孢壁薄, 接近平滑, 具有极稀疏的颗粒。

当前的孢子较前述的 B 型小而瘦, 并具有很薄的孢壁。

标本: 玻片第 1076 号

种子植物門 *Spermatophyta*

裸子植物綱 *Gymnospermae*

松杉目 *Coniferae*

南美杉科(?) *Araucariaceae*

短叶杉屬 *Brachyphyllum**

短叶杉屬花粉 *Brachyphyllum* sp.

(圖版 I, 圖 13)

花粉粒椭圆形; 大小是 $32.1\mu \times 49.9\mu$ 。孢壁在赤道部具有一圈加厚的条带; 由光切面看去, 孢壁上的条带现特出的同心层理构造。

当前的花粉较本区下惠回堡系下部岩石中所找到的短叶杉花粉大^[2], 且通常作椭圆形, 似应另层一种。

标本: 玻片第 1076 号

(?)南美杉科花粉 ?Araucariaceae-pollenites

(圖版 I, 第 11 圖)

花粉粒在化石情况下压成碟形, 大小为 $53.6\mu \times 48.1\mu$ 。孢壁很厚。纹饰不明。

接近于南美杉科。因保存不佳, 不能确定。

* 本属花粉的特征见参考文献[2]

标本: 玻片第 1076 号

松科 *Pinaceae*

雪松屬 *Cedrus**

雪松花粉 A *Cedrus* sp. A

(圖版 II, 圖 24)

花粉粒的大小 $85.7\mu \times 53.6\mu$ 。本体 $78.5\mu \times 53.6\mu$ 。帽部厚度为 5.4μ ; 具有顆粒狀的構造。气囊短足形, 寬 35.7μ , 高 17.9μ , 生于花粉粒下部的兩側, 向外伸展, 網狀構造不明显。

当前的花粉和本区下惠回堡系下部岩石中所找到几种雪松花粉并不类似[2]。

标本: 玻片第 1079 号

雪松屬花粉 B *Cedrus* sp. B

(圖版 II, 圖 25)

花粉粒寬 115.5μ , 高 69.6μ 。保存很差。本体为橫狹橢圓形, 寬 87.5μ , 高 42.5μ 。帽部不明显。气囊为短柱狀, 寬 32.5μ , 高 26.2μ , 生于花粉粒下部兩側, 向外伸展, 網狀構造不明显。

当前的花粉除和苏联中亞細亞下白堊紀泥欧克姆亞統 (Нсокомский Подъотдел) 的下層凡蘭吟建造 (Валанжинский) 中所發現的長雪松粉 *Cedrus elongata* Завер (1945, 第 26—27 頁; 圖版 VIII, 圖 8) 較近似外, 和其他的雪松屬花粉都不相同。根据查烏雅尔的描写, 長雪松粉寬度是 131.3μ , 本体 $117.5\mu \times 64.8\mu$ 。显然我們的花粉粒要比中亞細亞的長雪松也小一些。目前, 我們仅見到一个花粉粒, 同时它的保存情况很不令人滿意。虽然在外形上它是和中亞細亞的花粉为近似, 但是將現在的标本就鑒定為 *C. elongata*, 似乎是不够成熟的。

标本: 玻片第 1450 号

松屬 *Pinus**

双束型亞屬 *Diploxydon*

松屬(双束型)花粉 A *Pinus* (*Diploxydon*) sp. A

(圖版 II, 圖 18)

花粉粒保存不佳。大小是 $63.5\mu \times 42.8\mu$ 。本体橫橢圓形, $53.6\mu \times 42.8\mu$ 。气囊接近

* 本屬花粉的特征参考文献[2]

球形, $28.6\mu \times 24.9\mu$ 。

标本: 玻片第 1071 号

松屬(双束型)花粉 *B Pinus Diploxylon sp. B*

(圖版 II, 圖 20)

花粉粒保存不佳。大小是 $80.5\mu \times 53.6\mu$ 。本体接近球形, $64.3\mu \times 53.6\mu$ 。帽的厚度約为 7.1μ , 具有不明显的顆粒狀的紋飾。气囊接近圓形, $28.6\mu \times 24.9\mu$ — $42.8\mu \times 32.1\mu$; 網狀構造不太明显。

这种花粉粒本体較上述 A 型的花粉粒大而圓, 因此当前的花粉似另屬於一种。

标本: 玻片第 1076 号

松屬(双束型)花粉 *C Pinus (Diploxylon) sp. C*

(圖版 II, 圖 21)

花粉粒保存較差; 大小是 $105\mu \times 57.1\mu$ 。本体接近球形, $67.8\mu \times 57.1\mu$ 。帽不明显。气囊橢圓形; 大小是 $49.9\mu \times 39.3\mu$; 具有 4—6 边形的網狀構造。網孔 2— 5μ 。

这种花粉和上述的花粉 A 及 B 型的不同处是: (1) 形体較大; (2) 有較大的气囊。

标本: 玻片第 1080 号

云杉屬 *Picea**

参考沃德赫斯(Wodehouse, 1935), 艾尔脫滿(Erdtman, 1943) 和波克罗夫斯卡娅(Покровская, 1950)的描述, 和我們自己的观察本屬的花粉粒是橫橢圓体形, 具有两个气囊, 外形类似松屬的花粉, 但略大。寬度約为 60μ — 120μ ; 但大多数在 85μ 以內。本体寬度为 30μ — 72μ , 高約 39μ — 81μ 。本体是橫橢圓体形。帽無帽緣。帽上具有微細顆粒; 有时顆粒連成曲紋。帽部孢壁的外壁的表層較里層厚, 到了邊緣逐漸变薄。气囊由極面看作半圓形, 它的远極部分常因干燥而收縮下陷, 气囊因成苞片狀; 囊的基部和帽边相接平緩不形成凹溝。气囊外壁的表層形成網狀構造, 網眼作不規則的 4—6 角形, 網孔常小。

云杉屬花粉 *Picea sp.*

(圖版 II, 圖 23)

花粉粒寬 80.5μ , 高 51.8μ 。保存不佳。帽緣不显著。帽部具有顆粒狀的構造。气

* 本屬花粉的特征見參考文獻[2]

囊接近圓形, 大小是 $35.7\mu \times 39.3\mu$ 。

标本: 玻片第 1073 号

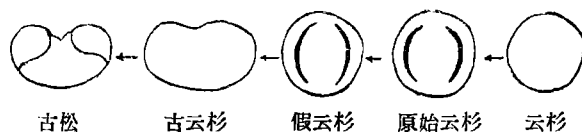


圖 1 云杉類花粉類型進化圖(根據 Болховитина, 1953)

一種松科花粉 *Pinaceae-pollenites* sp.

(圖版 II, 圖 22)

花粉粒橢圓體形, $91\mu \times 66.5\mu$ 。本體現橢圓體形。气囊產生於本體的兩側, 左右對立。孢壁外壁表層內部現網狀構造, 在气囊方面比較發達。因保存不佳, 以致模糊不清。網孔現 5—6 邊形, 直徑約在 5μ 左右。

這種花粉和馬爾雅夫基娜(Малявкина, 1949, 第 102 頁, 圖版 XXX, 圖 3)所描寫的蘇聯白堊紀 *Aliferina variabiliformis*, *B. roundiformis* 和鮑爾霍維金娜(Болховитина, 1953)第 74 頁圖版 XI, 第 6 圖)所描寫的 *Platysaccus roundiformis* 近似。但是我們的標本作橢圓形而他們的是接近圓體形。作者認為這兩種花粉的形成, 主要決定於气囊發達的程度。由形狀上看去, 我們的花粉和它們所描寫的雖不能同屬於一種。可是在系統上彼此是比較接近的。

鮑爾霍維金娜(Болховитина, 1952)研究中生代松杉目花粉, 並就气囊發達的情況論到松杉目花粉的進化。在云杉花粉方面, 她認為類似當前花粉類型是可以叫做假云杉(*Pseudopicea*)。由气囊的發達方面看去假云杉是由古松型(*Paleopinus*)花粉逐漸進化來的(參考圖 3)由古松型進化到古云杉(*Paleopicea*), 气囊出現在花粉的本體左右, 仅仅略現雛形, 以後開始向兩側漲大成假云杉型(*Pseudopicea*), 到了原始云杉(*Protopicea*)方才膨脹而成气囊, 並由兩側向遠極方面發展, 最後方才在遠極方面, 形成兩個气囊, 進化為云杉屬花粉類型。

羅漢松科 *Podocarpaceae*

羅漢松屬 *Podocarpus**

羅漢松屬花粉 A *Podocarpus* sp. A

(圖版 II, 圖 16, 19)

花粉粒寬約為 98μ — 112μ 。本體寬約 60.7μ , 長約 53.6μ (見圖 16); 由另一個標本的

* 本屬花粉的特徵見參考文獻[2]

側面看去,見到本体高度 42.8μ ,寬約 51.1μ (見第 19 圖)。頂部明显。气囊半圓形,大小为 $53.6\mu \times 44.6\mu$ (見圖 19)— $64.3\mu \times 42.8\mu$ (見圖 16); 基部現褶皺狀。气囊孢壁的網狀構造保存不佳;網孔作 4—6 边形;它的直徑約为 $2—5\mu$ 。

这种花粉粒和由本区下惠回堡系岩石中所找到的罗汉松屬花粉相比,当前花粉粒的气囊較為發達,同时它的網孔較大,似不能同屬一种。

标本: 玻片第 1082 号, 1074 号

罗汉松屬花粉 *B Podocarpus* sp. B

(圖版 II, 圖 17)

花粉粒寬約为 84μ 。本体由極(?)面看去作橢圓形;大小約为 $28.6\mu \times 46.4\mu$ 。气囊呈半圓形;高約 39.3μ ,寬約 53.6μ ;基部現褶皺狀。網不太显明;網孔 4—6 边形,直徑为 $1—3\mu$ 。

这种花粉粒比上述的花粉 A 形体略小,本体不作圓形,并且有細網狀構造的气囊。

标本: 玻片第 1074 号

杉科 Taxodiaceae

紅杉屬 *Sequoia*

根据沃德好斯(Wodehouse, 1935), 艾尔脫滿(Erdtman, 1943)和波克罗夫斯卡婭(Пнкровская, 1950)的描述,紅杉屬花粉粒作球形,直徑是 $28\mu—42\mu$ 。外壁表層較里層薄。在化石情況下,孔部有时裂开。花粉粒常具有喙狀突起,高約 4.5μ ,常向一边屈曲,前端圓鈍。

紅杉屬花粉 *Sequoia* sp.

(圖版 I, 圖 7, 15)

花粉粒接近球形,直徑約为 67.8μ 。外壁薄,具有圓錐形的小突起,高約 7μ 。

这样的花粉在形态上極似現代的紅杉屬花粉,但尺寸較大。

紅杉屬化石花粉曾發現于欧亚大陆上白堊紀和第三紀的地層中。但是当前的花粉粒比較它們都大。似屬 Thomson 和 Pflug (1953, 第 65 頁;圖版 V, 圖 21—25) 于德国第三紀中部和上部岩石中找到类似紅杉屬花粉;他們叫它为 *Inoperturopollenites polyformosus* (Thierb), 其直徑是 $20—40\mu$; 札克琳斯卡婭(Заклинская, 1953, 第 74—75 頁;圖版 III, 第 32 圖 a, b, 和第 33 圖 a, b, b) 在苏联第三紀地層中所找到的 *Sequoia*

sp. 和 *Sequoia* aff. *sempervirens* Endl.) 是 24μ — 40.8μ ，查烏耶尔和姆切德利什維利 (Мчедlishvili, 1954) 由上白堊紀地層中所找到的 *Sequoia* sp. (圖版 XVI, 圖 28—29) 是 20μ — 32μ (这个数字是我們根据圖上量出的); 波依佐娃等 (Бойцова, Краснов, Малясова, Покровская, 1954) 由苏联中新世所找到的 *Sequoia* sp. (圖版 II, 圖 3) 是 26.6μ (这个数字是我們根据圖上量出的)。

标本：玻片第 1071 号, 第 1075 号

被子植物綱 Angiospermae

木蘭科 Magnoliaceae

木蘭屬 *Magnolia*

本屬的花粉粒由側面看作船形。在遠極面方面有一个長而狹的槽，外形类似苏鉄目 (Cycadales) 和銀杏目 (Ginkgoales) 的花粉粒。已知的花粉粒長約为 50 — 87μ ，寬約 38 — 63μ 。外壁薄，表面粗糙，作顆粒狀。槽內孢壁較薄，表面接近光滑。

木蘭屬花粉 *Magnolia* sp.

(圖版 I, 圖 6)

花粉粒 $103.5\mu \times 53.6\mu$ 。外壁表面具有顆粒狀紋飾。單槽；槽很寬，与粒等長。

标本：玻片第 1084 号

胡桃科 Juglandaceae

胡桃屬 *Juglans*

胡桃屬的花粉粒，由極面看去作闊橢圓形到球形。已知的花粉粒直徑是 24 — 51μ 。由側面看去作扁橢圓體形，常具 6 — 15 孔，聚集于粒的一面，其他一面的孔，每每稀少。孔橢圓形到圓形，直徑約为 2.3 — 3.3μ 。孔緣突出，在光切面下表層在孔圍的四周出現圓形，但不漲大。

胡桃屬花粉 *Juglans* sp.

(圖版 I, 圖 14)

花粉粒保存不佳，接近圓形。大小为 $33 \times 36\mu$ 。外壁接近平滑。由一面看去，具有排列不規則的孔九個。孔橢圓形，直徑約 3 — 4μ ；孔緣显著，突出表面。

标本：玻片第 1080 号

三. 植物碎片的描写

除去上述的孢子花粉外，我們由岩石中还找到一些保存不好的木材碎片。它們絕大多數已經炭化。經過10% KOH处理后，管胞壁上的具緣紋孔 (bordered pit) 隱約可見。

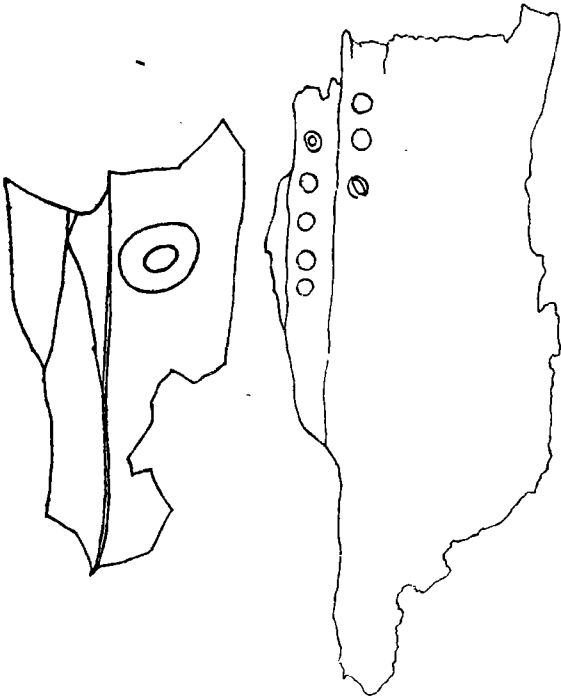


圖2 木材碎片
左一約×200； 右一約×150。

插圖2表示一些木材碎片，管胞粗約20 μ ，具單行具緣紋孔。孔直徑約為6—7 μ ；孔圓形或橢圓形。孔的間距為5—10 μ 遠近不等。

插圖2表示一些較粗的管胞，粗約40—50 μ ，也具單行緣紋孔。紋孔緣直徑約為25 μ 。孔橢圓形，孔的間距不明。

在以上的木材碎片中，我們僅找到管胞。而這些管胞壁上的緣紋孔又作單行排列，不見眉條 (bars of Sanio)。顯然是屬於裸子植物中松杉目的松杉型 (abietinian) 木材。

在全部分析中作者未見導管，也未見到角質層。

三. 孢粉組合和地質時代和古地理環境的討論

由上面的初步分析，我們由甘肅酒泉高台五鄉下惠回堡系的岩層中找出孢粉組合含有20種成員。組合中孢粉的個數和它們的百分比詳見下表和圖表(見插圖3)。

孢 粉	個 數	百 分 比
Lycopodiales		
Lycopodiaceae (<i>Lycopodium</i>)	14	17.5
Filicales		
Osmundaceae (<i>Osmunda</i>)	19	23.8
Polypodiaceae	6	7.5
Coniferales		

(?) <i>Araucariaceae</i> (<i>Brachyphyllum</i> ; ? <i>Araucariaceae-pollenites</i>)	4	5.0
<i>Pinaceae</i>		
<i>Cedrus</i>	9	11.3
<i>Pinus</i>	19	23.7
<i>Picea</i>	2	2.5
<i>Taxodiaceae</i> (<i>Sequoia</i>)	2	2.5
<i>Podocarpaceae</i> (<i>Podocarpus</i>)	3	3.8
<i>Angiospermae</i>		
<i>Magnoliaceae</i> (<i>Magnolia</i>)	1	1.2
<i>Juglandaceae</i> (<i>Juglans</i>)	1	1.2
共 計	80	100

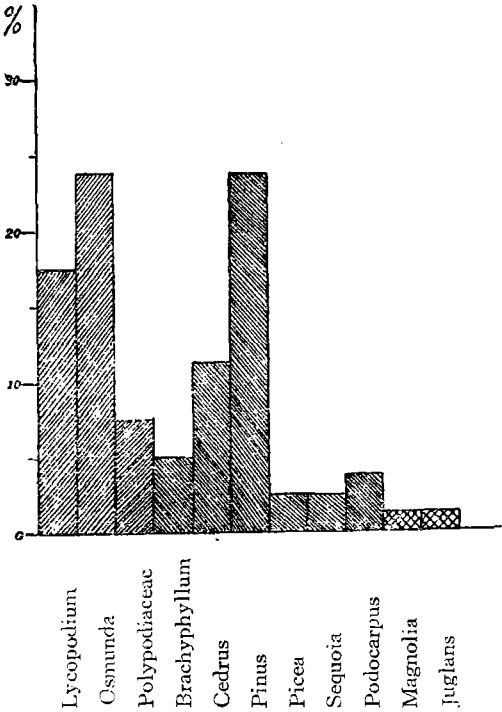


圖3 甘肅酒泉下惠回堡系頂部的孢粉統計圖表

于蕨類植物中，石松目具有石松屬 (*Lycopodium*) 一些孢子，代表一種石松植物。真蕨目薇科具有紫萁屬 (*Osmunda*) 的一些孢子，可能代表幾種紫萁，而蕨科則具有四樣孢子，代表着四種蕨科植物。就它們保存的數目上看去，紫萁屬和石松屬比較發達，顯然它們是當時最茂盛一些草本植物。在裸子植物中，有松杉目的短葉杉屬 (*Brachyphyllum*)，雪松屬 (*Cedrus*)，松屬 (*Pinus*)，雲杉屬 (*Picea*)，紅杉屬 (*Sequoia*) 和羅漢松屬 (*Podocarpus*) 的花粉。就中以松科花粉為最多，顯示當時的森林植物可能以雪松屬和松屬較為茂盛。在被子植物中則有木蘭屬 (*Magnolia*) 和胡桃屬 (*Juglans*) 的花粉，但為數很少，可能在該地區出現不久。

根據上面的統計，當時的植物社會是以松杉目植物為主，和青山溝一帶下白堊紀下部岩石中所找出的孢粉組合迥然不同。簡單地說，酒泉高台五鄉的地層中，孢粉組合具有下列幾個特點：

- (1) 真蕨目的里白科、海金沙科、蚌壳蕨科和桫欏科的分子，在本岩層中異常缺乏。真蕨目僅有紫萁科和蕨科植物，但石松科還比較發達。
- (2) 本內蘇鐵目、蘇鐵目和銀杏目的花粉在本岩層中并未見到。

(3) 松杉植物的花粉特别丰富,尤以松科为最多。杉科的紅杉屬开始出现,短叶杉屬的花粉在本岩層中非常稀少。

(4) 被子植物花粉也开始出現,但为数不多。

綜合看来,当前岩層中的孢粉組合显示出在这个岩層中,侏罗紀和下白堊紀的分子已經大量的减少,而被上白堊紀和第三紀初期的松杉目植物和被子植物所代替。最有趣的是上三疊紀和侏罗紀的苏鉄、本內苏鉄和銀杏在本岩層中突然不見。在东亚上侏罗紀和下白堊紀下部最活躍的短叶杉也大行减少,竟退居于一个極不重要的地位。

最令人注意的是我們在分析中見到有木蘭屬和胡桃屬的花粉,虽然它們的数目很少,但是在鑑定地質时代的問題上,它們是具有極重要的意义的。這兩屬花粉的出現显示出当前的岩層假如不屬於上白堊紀地層本身,一定是屬於下白堊紀的上部。毫無疑問的,这些被子植物已是上白堊紀植物群的先驅,但它們花粉的数目,在本岩層中究竟不多。显然它們不像在一般的上白堊紀一样,当前它們仅仅居于次要的地位。

我們由植物碎片看出,它們也指明当前的植物群是以松科为主。我們也未見到被子植物的导管和叶部的角質層(可能它們并未保存)。这說明当时被子植物是比較貧乏的。

現在讓我們比較一下酒泉和苏联白堊紀地層中的孢粉組合。根据鮑尔霍維金娜(Болховитина, 1950, 1953)和查烏雅尔等(Зауер, Кара-Мурза, Седова, 1954)对于苏联丘門、西伯利亞、克里米亞、哈薩克斯坦、外貝加尔地区、南高加索、埃莫賓斯克等地区的研究,下白堊紀地層中的孢子花粉的發育,基本上可以分为兩個孢子花粉組合帶:(1)下部屬韋尔登期(尼欧克姆期);(2)上部屬阿普第到阿尔巴期。韋尔登期的植物,在苏联是以松杉目的松科为主,附有罗汉松科、南美杉科(苏鉄杉屬)、紫杉科。此外有开通尼亞目、本內苏鉄目、苏鉄目、銀杏目的植物。在蕨类植物中有蚌壳蕨科、砂欏科、里白科、海金沙科、紫萁科、卷柏科和石松科植物。就中以短叶杉屬、海金沙屬(*Lygodium*)和*Mohria* 比較發达。直到現在,在西伯利亞北部,尚未見到被子植物的花粉。至若阿普第到阿尔巴期的植物,也以松杉目为主,在松科中則以松屬、雪松屬、冷杉屬和油杉屬較占优势。另有一些罗汉松科和紫杉科植物,并附有本內苏鉄目、苏鉄目、銀杏目的代表,但已显著地减少。蕨类植物中則有里白科、海金沙科和蕨科。而被子植物的柳屬、樺屬和櫟屬个别地出現在下白堊紀上部的西伯利亞北部地区。

当前岩層中的植物群和西伯利亞北部下白堊紀晚期的比較相似:它們也是以松杉目植物为主,同样的具有大量的松屬、雪松屬、杉科和罗汉科花粉,和一些蕨科孢子和少数被子植物花粉。所不同者,是缺乏冷杉屬和油杉屬,本內苏鉄目、苏鉄目、銀杏目花粉

以及里白科和海金沙科的孢子。为何当前的岩層中缺少这些花粉孢子呢？根据目前的証据，我們尚不能确定它的原因。但就所有的材料看去，已足够說明当前的岩層應該是近似下白堊紀晚期（阿尔巴期）到上白堊紀早期[賽納曼期（Cenoman）]的产物。

再进一步說，紅杉屬的化石叶、果曾發現于北半球上白堊紀和老第三紀地層中，分布很广（参考 Berry 1923；Hollick, 1930；Arnold, 1947；和 Chaney, 1951）。化石花粉也曾發現于欧亚大陆上白堊紀和第三紀地層中。就作者所知，类似紅杉的化石在侏罗紀和下白堊紀地層常有發現，但証实确屬于紅杉屬的植物在下白堊紀地層中，迄今尚未見到。因此在本岩層中保存的紅杉花粉化石和大批的紅杉枝叶化石，可以說明該地層的时代不能早于下白堊紀的晚期。

我們在上一次的論文中，已經說明酒泉下惠回堡系下部的沉积中含有許多海金沙科、蚌壳蕨科、桫欏科的孢子和短叶杉科的花粉，而且是在一种亞热带環境下形成的（見参考文献[2]）。当时該区接近海岸，雨量中常，宛然今日的云南南部的气候。

在当前的岩層中，我們并未見到标准热带和亞热带植物的孢子，例如海金沙科、蚌壳蕨科、桫欏科，仅見到一些分布較广的石松屬和紫萁屬孢子，按照現代植物的分布說，石松屬和紫萁屬植物仍多产于温带和亞热带，例如在我国則产生在長江以南的地帶。是以当时酒泉气候至少应比現在温暖而湿。

同时，本岩層又含有大量松屬和雪松屬，和一些罗汉松屬、短叶杉屬、紅杉屬、木蘭屬和胡桃屬的花粉。現代松屬产于北半球温带和亞温带的山区。雪松屬分布在喜馬拉雅山西部的南麓，地中海区的南部和东部山地。罗汉松屬产于亞洲热带和亞热带以及澳洲和南美。紅杉屬产于北美加利福尼亞州。这些現代树木的習性皆喜生于气候湿润温和地区。“今日紅杉所在的美国旧金山附近的 1 月平均温度是 10°C ，7 月平均温度是 14°C ”（参考 Алёхин, 1950）。雨量均匀分配，空气中的湿度相当的高。可是这里的湿度比較热带森林稍微低一些，季节的变动比較显著，同时現代木蘭是落叶乔木和灌木，产亞热带和温带，胡桃是落叶乔木，产北温带。因此，我們所找到的花粉，显明表示着当时的森林植物（木蘭和胡桃除外），絕大多数皆是常綠針叶植物和一些常綠的石松和紫萁，所以我們推論出当时的环境虽屬温带，但仍接近于亞热带气候。

根据以前的討論，我們明悉酒泉下惠回堡系下部的地質时代应屬于下白堊紀的韋尔登期，而当前所分析的酒泉高台五乡下惠回堡系頂部岩石屬于下白堊紀晚期（阿尔巴期）到上白堊紀的早期（賽諾曼期）。已知的下惠回堡系的沉积至少是代表下白堊紀的全部，可能还包括一部分上白堊紀下部的地層。

前文說过，由孢子花粉的組合上看去，酒泉一区在下白堊紀早期是接近于热带到亞

熱帶的气候，可是当前的材料則說明当时的气候情况已由亞熱帶轉向溫帶。似乎該地在下白堊紀的初期較接近于古地中海(Tethys Sea)的北岸。当时由西向东吹的海風，帶來了适当的雨水，在酒泉盆地降落，致使該区空气湿润，气候温暖，季节的变动不大，适宜于熱帶-亞熱帶植物的生長。到了下白堊紀的晚期，該区离地中海較远，或由于燕山运动的影响，在該地区出現了一些山地，森林針叶常綠植物如松屬、云杉屬、雪松屬、紅杉屬等和闊叶树木蘭屬、胡桃屬等产生于山麓，季节的变动比較显著，山区上下的植物群在种类上有些不同。同时，被子植物在当时初露头角。接近于现代化的松杉目植物如松屬、云杉屬、紅杉等代替了中生代型的短叶杉屬、本內苏鉄、苏鉄和銀杏等三目的植物。

由沉积方面看去，下白堊紀的时候，在酒泉一帶的山間盆地的沉积中堆积了丰富的植物遺体。这些植物遺体含有大量的有机化合物，类如孢粉質、臘質、角質、树脂、木質和脂肪等，在复杂的还原作用下产生了碳氢化物，轉变而为石油。也即今日酒泉油矿石油的一种来源。因此我們建議本区的下惠回堡系地層，应当看做为生油層的一部。

苏联 C. И. 密洛諾夫在論“石油的成因問題和它的解决途徑”一文中(見科学譯叢地質学第一种“古勃金院士与石油地質学”)曾經說过，古勃金院士之所以注意研究在石油矿床中的陆源沉积是为了想解决石油的成因問題。他引用了古勃金的話，說道：“石油成因問題的解决，作为一个問題来看，應該在科学各部門的复杂範圍內来解决。从这点出發，古勃金就进行了微植物的研究”。他說按照古勃金的意見，我們对于石油矿床的陆源沉积研究，应“依照兩個方向进行，其中之一是以重建含油層时代的地理情况为影响，其他則为研究着油層的分布和它的主要成分”。这样，我們这一篇短小的論文，不特已推論出酒泉一部分下惠回堡系地質时代，而且也說明了一些酒泉石油矿床陆源沉积的古地理情况，来供給石油地質学者和石油勘探工作者的参考。

本文中的圖系由王德山同志描繪，材料是麦学舜分析制片，作者特此向兩位同志致謝。

参 考 文 献

- [1] С. И. 密洛諾夫, 石油的成因問題和它的解决途徑, 科学譯叢, 地質学第一種, 1954 年 6 月, 第 107—108 頁. 科学出版社.
- [2] 徐仁、周和仪, 1956, 根据孢粉组合推论甘肃酒泉下惠回堡系底部的地質时代. 古生物学报第四卷第四期.
- [3] Алёхин, В. В., 1950. География растений. (Л. В. Кудряшов 改編).
- [4] Болховитина, Н. А., 1950. Нижнемеловые спорово-пыльцевые комплексы Чулымо-Енисейского бассейна, Южного Урала и Казахстана. *Труды конференции по спорово-пыльцевому анализу* 1948 г. Издательство московского университета.
- [5] Болховитина, Н. А., 1953. Спорово-пыльцевая характеристика меловых отложений центральных областей СССР. *Труды института геологических наук*, вып. 145. геологическая серия (№61).
- [6] Бойцова, Е. П., И. И. Краснов, Е. С. Мäлясова и И. М. Покровская, 1954. Результаты изучения спорово-пыльцевых комплексов из континентальных третичных отложений нижнего приобья, материалы по палинологии и стратиграфии. сборник статей.
- [7] Зауер, В. В., 1954. Ископаемые виды рода *Cedrus* и их значение для стратиграфии континентальных отложений, материалы по палинологии и стратиграфии. сборник статей.
- [8] Зачер, В. В. и Н. Д. Мчедlishvili, 1954. Спорово-пыльцевые комплексы мезозойских и кайнозойских отложений района г. Тюмени, материалы по палинологии и стратиграфии. сборник статей.
- [9] Заклинская, Е. В., 1953. Описание некоторых видов пыльцы и спор, выделенных из третичных отложений пасажовского карьера воронежской области, *Труды института геологических наук* вып. 142. геологическая серия (№59).
- [10] Покровская, И. М., 1950. Пыльцевой анализ, Государственное издательство геологической литературы Москва.
- [11] Arnold, C. A., 1947. An Introduction to Paleobotany. McGraw-Hill Co.
- [12] Berry, E. W., 1923. Tree Ancestors. Williams and Wilkins Co.
- [13] Chaney, R. W., 1951. A Revision of Fossil *Sequoia* and *Taxodium* in Western North America Based on the Recent Discovery of *Metasequoia*. *Transaction of the American Philosophical Society*, New Series Vol. 40, Part 3.
- [14] Erdtman, G., 1943. An introduction to pollen analysis. Chronica Botanica Co.
- [15] Hollick, A., 1930. The Upper Cretaceous Floras of Alaska. U. S. Geological Survey, Professional Paper 159.
- [16] Harris, T. M., 1931. The Fossil flora of Scoresby Sound, East Greenland. Part I. Cryptogams (Exclusive of Lycopodiales). *Meddelelser om Grönland Kommissionen for indenskabelige undersøgelser* I Grönland, Bd. 85, Nr 2.
- [17] Thomson, R. W. and H. Pflug, 1953. Pollen und Sporen des mitteleuropaischen Tertiärs. *Palaeontographica*, Bd. 94, Abt. B, Lief 1—4.
- [18] Wodehouse, R. P., 1935. Pollen Grains. McGraw-Hill Co.

MICROFLORA AND GEOLOGICAL AGE OF THE UPPERMOST PART OF THE LOWER BASIN OF WESTERN HUIHUIPOU FORMATION OF THE CHIUCHÜAN BASIN OF WESTERN KANSU

J. HSÜ AND H. I. CHOW

(Summary)

In the last paper we have already described the microflora of the basal part of the Lower Huihuipou Formation of the Chiuchüan Basin of western Kansu and assigned it to early Lower Cretaceous age. In continuation, the present paper deals with the microflora of the uppermost part of the same formation.

Microfossils described here are obtained from a bed in the locality Kaotai, in association with the microfossils *Sequoia langsdorffi* Brongn., (?) *Pinus* sp., and *Cephalotaxopsis* sp., fern spores amount to 48% of the total number. Of them *Lygodium* and *Osmunda* are quite abundant, the rest being of the family Polypodiaceae. Pollen grains are mainly of coniferales. They belong to the genera *Brachyphyllum*, *Cedrus*, *Pinus*, *Picea*, *Sequoia*, and *Podocarpus*, and occur along with the angiospermous pollen grains of *Magnolia* and *Juglans*.

One of the notable features of the vegetation is the absence of the typical Mesozoic members, such as Bennettitales, Cycadales, and Ginkgoales. Other characteristics are the appearance of the angiospermous grains, and the abundance of the coniferous pollen. Comparing this microflora with those of Siberia and Caucasia, we come to the conclusion that the age of this bed could not be earlier than Albian and later than Cenoman.

Owing to the presence of a large number of temperate elements, such as the genera *Cedrus*, *Pinus*, *Picea* and *Sequoia*, the authors suggest that the climate of this region at that time was less warmer than in early Cretaceous.

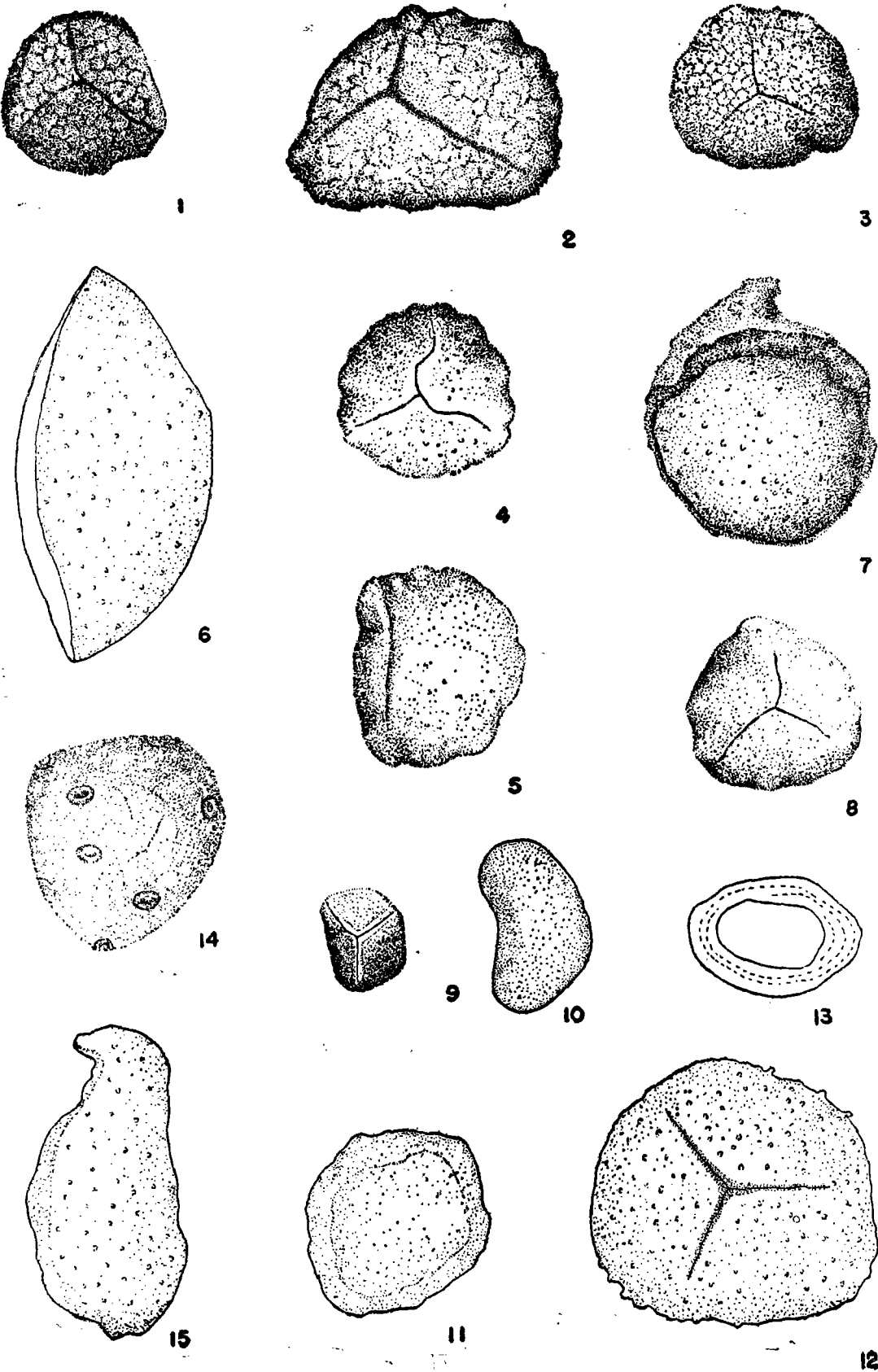


圖 版 說 明

圖 版 I

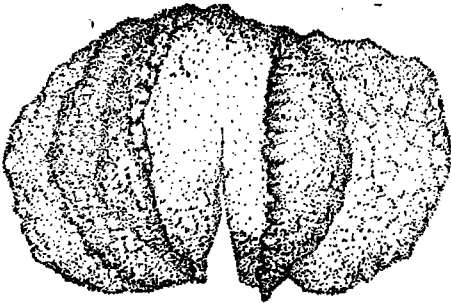
(除 14 圖放大 895 倍, 其余都是放大 500 倍)

- 1 — 3. *Lycopodium* sp.
- 4,8. Polypodiaceae-*sporites* A.
- 5. Polypodiaceae-*sporites* B.
- 6. *Magnolia* sp.
- 7,15. *Sequoia* sp.
- 9. Polypodiaceae-*sporites* C.
- 10. Polypodiaceae-*sporites* D.
- 11. Araucariaceae (?) -*pollenites*.
- 12. *Osmunda* sp.
- 13. *Brachyphyllum* sp.
- 14. *Juglans* sp.
- 16,19. *Podocarpus* sp. A.

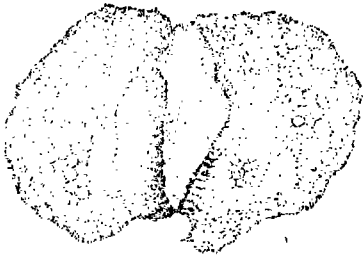
圖 版 II

(放大 500 倍)

- 17. *Podocarpus* sp. B.
- 18. *Pinus* (*Diploxylon*) sp. A.
- 20. *Pinus* (*Diploxylon*) sp. B.
- 21. *Pinus* (*Diploxylon*) sp. C.
- 22. Pinaceae-*pollenites* sp.
- 23. *Picea* sp.
- 24. *Cedrus* sp. A.
- 25. *Cedrus* sp. B.



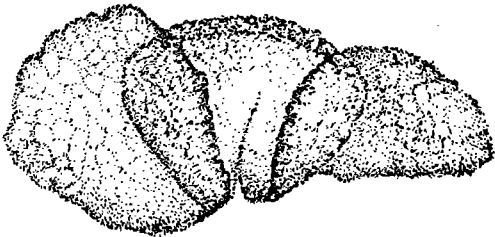
16



17



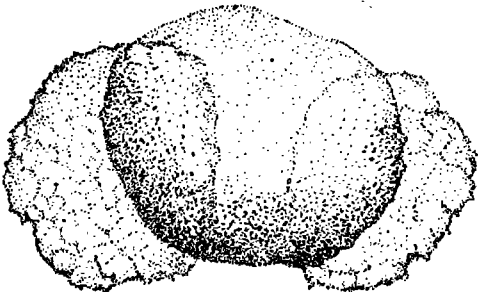
18



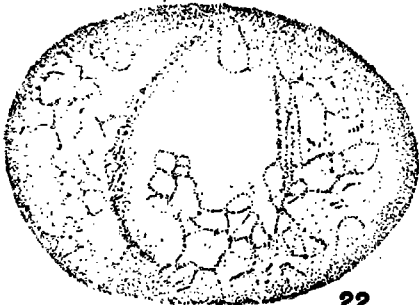
19



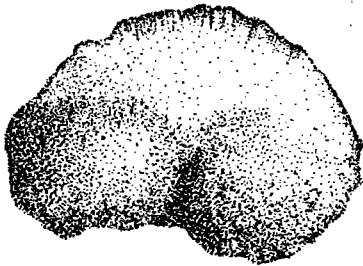
20



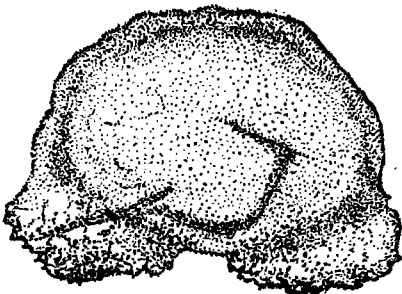
21



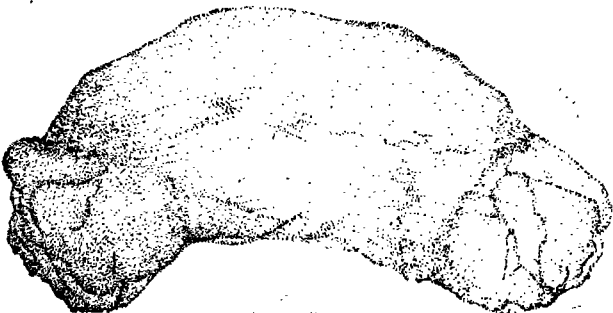
22



23



24



25