

甘肅酒泉第三紀紅色岩系的孢子花粉組合 及其在地質學和植物學上的意義

宋 之 琛

(中國科學院古生物研究所; 地質部地質研究所)

一. 引 言

近年來孢子花粉分析已經成為古植物學中的一個重要部分。人們不僅在地層學方面經常應用它來解決一些陸相地層的地質時代, 而且在植物學方面也常通過它找出更多的古植物學的資料, 因而我們可以更好地了解古代地理和植被的分佈及其更替的情況。

在甘肅酒泉, 第三紀地層雖很發育, 但多屬紅色岩系。地質學家對於該地的地質時代的鑑定和地層的劃分感到棘手。本文根據孢子花粉分析的結果, 推論該地第三紀紅色岩系的地質時代、地層劃分以及植物羣的更替問題。由於我們對於西北現代一般常見植物的花粉和孢子形態的研究尚未完成, 在本工作進行之時, 尚感有很多的不週到之處, 但對該紅色岩系的地質時代及其植物羣的性質已得出了初步結論, 因此, 它可以看成為一種有用資料, 以供國內地質學和植物學工作者的參考。

二. 岩性的描述和分析的方法

作者所研究的紅色岩系標本係採自酒泉紅柳峽和石油溝兩地。前者有火燒溝統、白楊河統和疏勒河統三組岩石; 後者祇出現白楊河統和疏勒河統。標本是 1955 年在科學院酒泉綜合地質隊陳慶萱、穆恩之等先生的指導下, 由劉長春、李雲亭兩同志採集的。標本編號為 CS (紅柳峽剖面) 和 CSD (石油溝剖面) 1, 2, 3 …… , 它的號碼附註在柱狀剖面圖上(見圖 1)。

從柱狀剖面圖和所採的岩石標本來看, 兩個剖面主要是由紅色粗細礫岩、砂岩和泥岩組成, 有些地方夾有灰岩和灰岩結核和石膏層。

酒泉第三紀的紅色岩石標本給分析工作帶來了極大的困難。我們知道適於做孢粉分析的岩石應該具有下列的三個特徵:

(1) 含有植物化石和植物碎片的岩石: 孢子花粉是由母體植物產生的, 在一般情況下, 富含植物化石和碎片的岩石常比不含植物化石的岩石含有較多的孢子和花粉。

(2) 非紅色岩石: 一般說來紅色岩石是在乾燥的氣候環境中形成的, 這樣的環境自然對植物的生長不利, 所以不會生長成茂盛的植被, 當然岩石中所含有的孢子和花粉也就不豐富。

(3) 岩石的顆粒度應當適宜: 孢子和花粉的尺度一般在 0.015—0.2 毫米之間, 當沉積時, 孢子花粉的大部分便和同尺度的造岩材料混合而沉積, 最適於分析的岩石的顆粒度

應在 0.015—0.5 毫米之間,超出這個範圍的岩石,雖也含有很少的孢子和花粉,但從孢子花粉分析的角度上看去,工作是非常吃力的。

酒泉的岩石標本是紅色的,不含植物化石,一般岩石的顆粒度不是太粗就是很細,不適於作孢粉分析。蘇聯孢粉專家 H. A. 鮑爾霍維金娜曾對我們說過:在蘇聯,一般不對紅色岩石進行分析,原因是能獲得大量孢子花粉的機會太少。由於工作要求的關係我們還是試行了分析。

分析法主要的是根據 B. П. 格里丘克的重液分析法,詳細步驟不需敘述,但應該說明的是在加重液之前,我們把分析的樣品盛入鉛鍋中並注入氟氫酸 (HF) 煮數分鐘,把煮過的樣品用水洗多次,然後再注入重液,使有機質上浮。

三. 孢子花粉的形態

我們對紅柳峽和石油溝兩剖面的標本進行了詳細分析,紅柳峽火燒溝統的 30 多塊標本中分析了 20 多塊,但僅在 3 塊中找到了幾粒花粉。白楊河統和疏勒河統是按照地質人員的分層而逐層分析一塊。兩個剖面的標本約 120 多塊,我們分析了一大半,僅在 18 塊中找到花粉,茲將 18 塊標本的位置註入剖面圖內以資參考(圖 1)。

每塊中的孢子和花粉的種類和數量並不多,有時只有幾粒,但是總的說來種類就不少了。其中有石松屬、水龍骨科等孢子,裸子植物的花粉計有:松屬、羅漢松屬、無翅松柏類(蘇鐵杉屬)、鐵杉屬、銀杏屬等,被子植物的花粉有:木蘭屬(?)、楊柳科、樺科、櫟科、槲柳科、蓼科、藜科、菊科、禾本科、百合科、眼子菜屬、黑三稜屬、香蒲屬和水龍屬等等。假如逐一描述其形態,不特增多篇幅,反而多此一舉,因為它們的形態大多和現代植物的花粉相同,所以我們只就重要的和特殊的描述一下:

石松屬 *Lycopodium*

(圖版 I 圖 2, 4)

本屬的孢子在酒泉第三紀地層中具有兩種類型。一種類型是第二次沉積的,出現於紅柳峽剖面 36 號中,孢子一般為圓形,三射痕不明顯或看不見,孢子多破裂不完全,紋飾為破網狀或呈凸蝕狀,顏色棕黃,直徑約為 45 微米(圖版 I 圖 4)。另一型是原地沉積的,孢子為圓三角形,不見三射痕,紋飾為較規則的粗網狀,直徑 63 微米,出現於紅柳峽剖面的 61 號標本(圖版 I 圖 2)。

槐葉萍屬 *Salvinia*

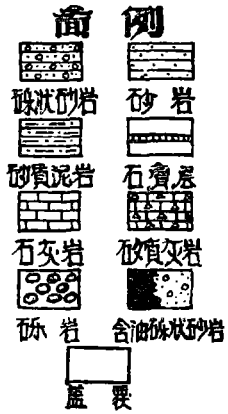
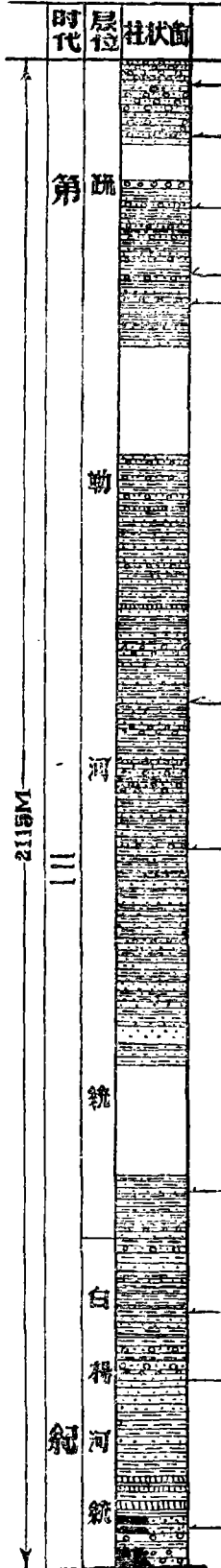
(圖版 I 圖 1)

我們僅在石油溝剖面 15 號中找到了一粒近長球形孢子,大小為 151.7×135.1 微米,外壁厚約 7.5 微米,表面平滑或具細小突起。B. B. 查烏耶爾(1954年)於下白堊紀地層中找到的槐葉萍屬大孢子和我們的標本很相像,大小也相仿。

無翅松柏類

無翅松柏類花粉按其大小和形狀可以分為三種類型。第一類花粉為圓形或近圓形,直徑在 80 微米左右,表面常具有一條或幾條褶皺的條帶,紋飾比較粗糙,呈粗顆粒狀或凸

1:10000



1:10000

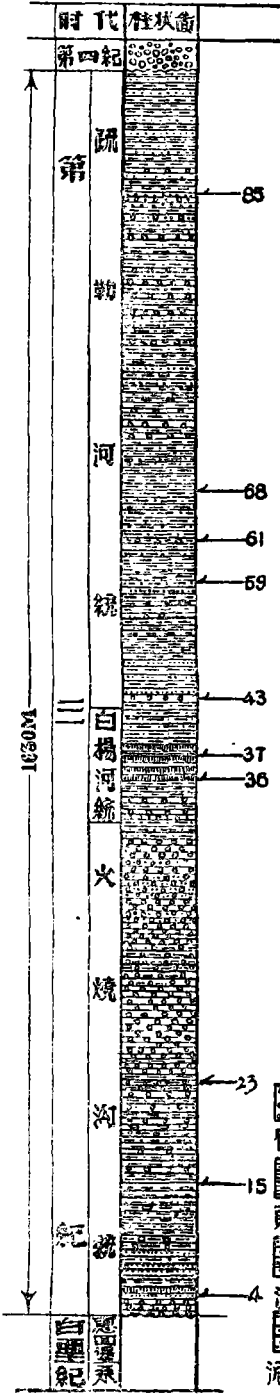


圖1 酒泉紅柳峽和石油溝第三紀地層綜合柱狀剖面圖

蝕狀,顏色為黃色(圖版 I 圖 7, 11)。第二類的形狀與第一類同,但直徑較小,在 26—55 微米之間,直徑在 40—55 微米之間的花粉常有些褶皺的條帶(圖版 I 圖 8, 9);直徑在 26—35 微米的花粉褶皺條帶少,紋飾均為顆粒狀(圖版 I 圖 10)。第三類的花粉為橢圓形或蛋圓形,直徑很大,一般在 80 微米以上,有時達 100 微米,表面常具帶狀褶皺,有一層較厚的外壁。紋飾為顆粒狀和凸蝕狀,黃色(圖版 II 圖 2; 圖版 III 圖 1, 2)。

根據其形態,本組花粉頗與鮑爾霍維金娜(1956)所定的 *Podozamites* 花粉(圖版 IV 圖 8, 9)相似,大小的範圍也相當。*Podozamites* 是中生代的一類裸子植物,而不生長於新生代,此處之所以發現這類花粉,全屬地質作用——第二次沉積所致。

羅漢松屬 (*Podocarpus*)

(圖版 II 圖 5, 6)

在紅柳峽剖面 36 號中所找到的兩粒花粉,代表了兩個不同的形態。一粒的全長為 81.55 微米,本體 32.62×41.94 微米,氣囊 37.28×46.6 微米,本體近扁圓形,氣囊略接近圓形,由於氣囊的高度大於本體的高度,在圖上就形成鈕鈴狀。另一粒全長為 86 微米,氣囊 57.92×34.95 微米,為半圓形(本體的界限不明顯),本體高和氣囊高相當,故花粉側面的上下兩邊略平行。本體的紋飾為顆粒狀,氣囊具大網,但多破裂呈凸蝕狀。

木蘭科 Magnoliaceae

(圖版 IV 圖 2—5)

本科的花粉為長橢圓形,單槽、紋飾為顆粒狀。一類的大小為 51.26×34.95 , 58.25×32.62 微米,外壁厚約 1.2 微米或略薄,顏色淡黃。另一類的大小為 67.94×39.5 微米,有一條很明顯的槽,外壁厚約 2.5 微米,顏色棕黃,係第二次沉積的。

蒿屬 *Artemisia*

(圖版 VI 圖 2—10)

我們要詳細介紹一下蒿屬的花粉形態:一方面蒿屬花粉具有一定特徵,而且生態環境比較固定,在抱粉統計時,常把它和菊科分別統計之;另一方面,蒿屬花粉大量出現在酒泉第三紀沉積中。

本屬花粉多為近長球形—近扁球形,極面呈圓形,由闊而深裂的槽把極面分割成三瓣狀,側面呈闊橢圓形—橫橢圓形。具三內口槽,槽長達兩極,內口略寬於槽。外壁甚厚,一般明顯地分為三層,外表層和外裏層(最內的一層)兩層較薄,外中層(中間一層)特厚,外壁在槽邊變薄。表面具稀細刺和顆粒狀紋飾。因外壁類型的不同,蒿屬花粉又可分為四組(根據 M. X. 莫洛斯藏 1950 年):

a. *Euartemisia* 第一型 從極面看,外壁甚厚,有時達 6 微米,並明顯地分為三層,外表層和外裏層與外中層之間的界限明顯而等厚,外中層特厚;外表層和外裏層以相等的曲率逐漸彎曲,曲率較大如新月狀。接近槽邊外壁逐漸變薄(圖版 VI 圖 3, 6)。

b. *Euartemisia* 第二型 從極面看,外表層和外中層之間的界限比外中層和外裏層之間的要明顯,外壁中部 1/3 段內的外表層和外裏層幾乎平行,快接近槽邊時,外壁突然彎曲而變薄,但曲率不大。外壁也很厚,為 2—4.9 微米(圖版 VI 圖 1, 5)。

c. *Dracunculus* 型(包括 *Mausolea*) 從極面看,外壁以楔狀形式向槽邊逐漸變薄,外表層的曲率很大,但外裏層幾乎平行。外壁厚約 2—4.5 微米,三層明顯(圖版 VI 圖 4,8)。

d. *Seriphidium* 型 從極面看,外壁較薄,三層也不十分明顯,外表層和外裏層兩層的彎曲率小而幾乎相等。接近槽時,外壁突然變薄(圖版 VI 圖 7,10)。

此外,尚有以下這些不能確定科屬的花粉:

(1) 花粉粒為長球形,大小 41.94×25.63 微米,具三槽,槽細長直達兩極,外壁兩層約等厚,紋飾為細網狀。出現於紅柳峽剖面 36 號中(玻片號 1192;圖版 VII 圖 7)。

(2) 花粉粒接近圓球形,極面具有三條寬槽把花粉分割為三瓣狀,直徑 58.25 微米,槽底鈍或銳,每瓣寬約 34.9 微米,槽寬約 23.3 微米。側面為橫橢圓形, 58.25×51.26 微米,只見一條寬而短的槽。外壁很厚約 5.8—6.9 微米。紋飾為細棒狀。出現於紅柳峽剖面 61 號中(玻片號 1204,1191,圖版 VII 圖 8,9)。

這粒花粉與漂白處理過的旋花 (*Convolvulus arvensis*) 花粉很相像,但槽深和花粉粒的大小不太相同。

(3) 花粉粒為近扁球形,大小 34.2×39.45 微米,距花粉壁 5.8—7.2 微米處形成一圈,這可能是環槽的環圈,外壁很薄。花粉粒的背面疏佈長 4.5 微米的刺,沿環槽圈排列得較密,外壁表面也有些細小刺。花粉出現於石油溝剖面 14 號中(圖版 IV 圖 7)。

這粒花粉與沃德好斯所著的“花粉粒”一書第 344 頁上的 *Castalia* 插圖很相像,不同點是 *Castalia* 不具刺,而具棒狀突起。同書 345 頁上說“……假如圖上的刺排列不整齊時,無寧認為是 *Nymphaea*”,不管怎樣,這兩屬花粉均具環槽,所以認為這粒花粉屬於睡蓮科。

(4) 花粉粒的尺度很大, 93×74.4 微米,蛋圓形,寬端的一旁破裂(可能是槽?),表面具粗網,有些網壁斷裂,網眼內有顆粒分佈。出現於紅柳峽剖面 61 號中(玻片編號 1214;圖版 VII 圖 1)。

四. 討 論

I 孢粉組合及其意義

在說明孢粉組合之前,把各塊標本中所含的孢粉種類和數量列成表,是更能說明問題的(見表 1)。

從表上看到,火燒溝統的孢粉組合與上覆的白楊河統及疏勒河統地層中的完全不同。它們具有一些孢子,如紫萁屬(?)和水龍骨科等,亦有幾粒松柏科、木蘭屬、銀杏屬和麻黃屬的花粉,和不能鑑定的破碎花粉,但以缺乏木本植物花粉為其特徵。

白楊河統和疏勒河統的孢粉組合則完全不同,除個別孢子外,絕大多數是草本被子植物的花粉(紅柳峽剖面 36 號和石油溝剖面 8 號中的無翅松柏類(蘇鐵杉屬)、羅漢松屬花粉和石松屬孢子,我們認為是第二次沉積的,不能作為當時當地的植被成份),依其多少的順序是:蒿屬,禾本科,藜科,百合科,菊科以及水生植物。喬木植物的花粉很少,只是偶然出現,它們是松科、樺科、楊柳科、榆屬和檉柳屬等。

基於孢粉組合即可推知當時當地的植被和氣候。在火燒溝統中雖然找到了幾粒木蘭

表 1 酒 泉 第 三 紀 地 層 中 所 含 的 孢 子 花 粉

剖面	紅 柳 峽 剖 面						植 物 名 稱	石 油 溝 剖 面								
標本編號	4	{15 23	36	37	59	61		5	8	14	27	24	23	17 18 19	16	15
孢 子 花 粉 含 量 (粒)				4	1		<i>Euartemisia</i> 第一型	7		7	2					2
							<i>Euartemisia</i> 第二型	4	1	1		1		1		
							<i>Dracunculus</i> 型	3	2			5	1			3
							<i>Seriphidium</i> 型	5	2	2	1	2		2	2	6
			3		4	27	Gramineae	6		5	4	1	3	1	1	3
				1	2	21	Chenopodiaceae	4		1	2	1			1	2
			2		5	24	Liliaceae				1		1	1	4	4
					2	10	Betulaceae + Salicaceae	2	2	1	1	1		2		5
						2	Compositae	3		1	3			1		
			3	1		3	其他草本植物			1	1					1
			4	1	21		水生植物			1		2	3	2	4	13
	3+2? 2	1	(1)				Magnoliaceae									
			(2)				<i>Ginkgo</i>									
							<i>Podocarpus</i>									
	3				2	6	Pinaceae				2					2
			(35)				無翅松柏類(<i>Podozamites</i>)		(18)	(2)						
	1	1				4	<i>Ephedra</i>									
2		(10)			1	<i>Lycopodium</i> + <i>Osmunda</i>										
1	1				1	Polypodiaceae	1		1	1						
						其他孢子									1	
14	3	60	7	37	99	總 計	35	25	22	18	13	8	10	12	42	

註： 凡有 () 號的是第二次沉積的。

屬和銀杏屬的花粉,但我們認為當時該地的植被屬半沙漠型,很少有樹木生長,而木蘭和銀杏等只不過是子遺植物,偶然保存在山坳或水池邊罷了。在這層以上的地層中這類花粉再未出現。而麻黃屬花粉才真正反映了當時的植被情況,即生長着稀疏的低矮灌木植物的景觀。氣候非常乾燥,致使銀杏、木蘭等植物不能生長而滅絕。

白楊河統和疏勒河統的組合中含有較多的花粉,其中偶有一些喬木植物花粉,但主要的還是那些組成半荒漠和草原植物的花粉。我們知道,蒿屬植物葉小而狹,抗旱性高,通常生長於半乾燥氣候的含鹽土壤上,藜科植物多生長於鹼土上,禾本科植物以捲葉方式抵抗乾旱,所以這些植物多生長在乾草原上。在我們的表內這些植物的花粉確是佔得很多,這就足以說明植被類型的問題。我們必需再提一下紅柳峽剖面 59 號和 61 號的孢粉組合,它的成分是比较豐富的,其中水生植物(如眼子菜屬、黑三稜屬和香蒲屬等)很多,除禾本科、百合科和藜科外,尚有菊科、楊柳科、樺科、松屬、鐵杉屬和旋花科(?)的花粉及一粒石松屬孢子,這就會使人引起植被更替的想法,但我們認為這個組合仍屬草原植被。因為許多水生植物是生長在池塘內,池塘的周圍自然要潮濕些,在這裏那些喜潮濕的植物如楊柳科、樺科就能生長,但離開池塘的廣大空間仍被耐乾旱的乾草原植物佔據。在附近的山上是可以生長一些松柏類植物的,本組合中的松屬、鐵杉屬花粉可以說是從那兒吹來的。本組合中所含的麻黃屬花粉就是這種情況的最有力的證據,因為,麻黃屬是草原或半荒漠植

物的典型代表。

草原和半荒漠型的植物羣落目前在我國西北分佈很廣。我們知道,西北的氣候乾燥,雨量少,溫度變化大。雨量多集中於夏季,冬春兩季很少。酒泉白楊河統和疏勒河統沉積的時候,氣候大體與現代相仿,冬春因為寒冷可能少有植物,除宿根性的和半木質的植物外,夏秋季當為植物發育生長季節。因蒿屬、藜科等植物多生於鹽鹼地,我們也可推論出第三紀時候當地的鹽鹼度並不小。當下雨形成池塘後,由於蒸發作用強,池塘變乾,鹽鹼出露而使地表鹽鹼化,於是就只能適合鹽鹼植物生長,乾草原上植被的區域性與此有關。

II 地質時代和地層對比

一般認為酒泉甘肅系的紅色岩層統屬於第三紀,但進一步的劃分則作得較少,有些作者(王鴻禎“地史學教程”第 338 頁)認為“火燒溝統大約屬於老第三紀,其上兩千米的白楊河統及疏勒河統,大部與甘肅統相當”(新第三紀)。現只在孢粉組合的基礎上略加說明。

用孢粉組合來確定地層時代時,最主要地是要找出當地的標準地層(以古生物學和岩石學的資料確定的)中的孢粉組合,把時代不肯定的地層中的孢粉組合和它作比較,才能作出正確的結論,由於條件的限制我們未能得到標準地層,所以就只能用一般的概念來討論了。

在火燒溝統中並未找到草本雙子葉植物的花粉,是值得尋味的。И. М. 波克羅夫斯卡婭教授(1950, 第 377 頁)指出“……後面的事實還不能認為是最後的定論,但是這個現象出現於多次分析中,經過國立列寧格勒大學、烏拉爾地質局和全蘇地質研究所研究室的千百次分析,雙子葉草本植物的花粉在中新世或更早時期的花粉譜系中照例是缺少的”。若是,不含草本雙子葉植物花粉的火燒溝統應屬於中新世或更早些。在另一篇論文中(1954)她又說:“草原植物羣落發生於漸新世時期,在中新世開始分佈,自南部和東南部移開並很快地侵佔了大的空間”。因而,我們認為火燒溝統應早於中新世。再根據古生物學的資料(見中國區域地層表),火燒溝統應屬於上漸新世。

火燒溝統的上覆地層無疑屬於新第三紀,從岩層的下部到上部花粉種類的變化很少(因為草本植物,尤其是禾本科、藜科等,花粉的種屬很難區別),所以從孢粉組合上很難把兩個統的地層分開來。從花粉組合和現代生長的植物羣落的相似性上看來,把上伏的新第三紀的大部地層劃入上新世要比中新世合理些。

孢粉分析的最大特點就在於能作詳細的地層分層和對比,後者也是我們工作的一個重要目的。那就要計算出花粉成分的百分比,找出花粉組合變化的趨勢。但酒泉第三紀地層中的花粉數量太少,且多為草本,故很難達到此目的,若一定計算其百分比,勢將造成錯覺。但我們不能不提到下面的事實,這是使我們感到興趣的,紅柳峽和石油溝剖面上的白楊河統無疑是新第三紀地層,但在紅柳峽剖面 36 號和石油溝剖面 8 號標本的孢粉組合中,除了禾本科、蒿屬等花粉外,尚含有幾粒羅漢松屬、蘇鐵杉屬(無翅松柏類)的花粉和石松(?)孢子,這些花粉孢子的顏色為棕黃色,與禾本科等的顏色完全不同。很明顯,這樣的孢粉組合,也就是說這樣的植物羣落是很難設想的,因為大量的禾本科和蒿屬是草原型的因素,而羅漢松屬等却是熱帶森林的成員,其實,羅漢松屬和蘇鐵杉屬(無翅松柏類)等正是酒泉白堊紀植物羣落的代表(徐仁、周和儀 1956)。這就不難想到,當白楊河統沉積時,

堆積了一些侵蝕的白堊紀地層的材料,羅漢松和蘇鐵杉(無翅松柏類)等花粉是第二次沉積物。基於此,我們認為紅柳峽剖面 36 號和石油溝剖面 8 號是同時沉積的,可以對比。

III 西北草原起源的問題

一提到西北無森林,便不免提到生物影響,尤其是人類的破壞,當然這確實是有事實根據的,但是否是其主要因素也值得考慮。因為“影響植被分佈規律的有五項因素,即氣候的、地形的、土壤的、歷史的和生物的(包括人類活動的),其中氣候因素對於植被羣落的形成雖起着根本作用,但其具體體現則主要結合各地區緯度、地形和海陸分佈情況的不同有所不同”。所以研究植被的形成就得綜合幾方面的資料,這裏只能就歷史的方面提幾句。

還在老第三紀的末期,由於喜馬拉雅山的隆起,就阻擋了印度洋方面的海風,使西北地區的氣候為之一變,接着引起了植被的更替。所以,早在新第三紀時,酒泉一帶就已形成無森林的乾草原或半荒漠植被,其中起主要作用的便是草本植物和低矮的半灌木植物,例如禾本科、蒿屬、藜科(半灌木和草本)等,檉柳科、楊柳科、樺科和麻黃屬則較少。因此,今日的植被不是偶然形成,而是從新第三紀的植被隨着氣候等因子的影響而發展成功的。

在本文寫作的過程中,張大華、歐陽舒同志幫助我們分析標本,王德山、王素娟同志幫助繪圖,徐仁教授給筆者很多指導並代為修改論文,筆者在此一併致謝。

參 考 資 料

- [1] 徐仁、周和儀, 1956: 根據孢粉組合推論甘肅酒泉下惠同堡系頂部的地質時代。古生物學報 4 卷 4 期。
- [2] 錢崇澍等, 1956: 中國植被的類型。地理學報 22 卷 1 期。
- [3] И. М. 波克羅夫斯卡婭, 1955: 第三紀時期蘇聯境內植物羣發展的幾個基本階級(根據孢子花粉分析資料)。古生物學報, 1955 年 2 期。
- [4] Болховитина, Н. А., 1956: Атлас спор и пыльцы из юрских и нижнемеловых отложений Вилуйской впадины.
- [5] Гричук, В. П. и Е. Д. Заклинская, 1948: Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии.
- [6] Зауер, В. В. и Н. Д. Мчехлишвили, 1954: спорово-пыльцевые комплексы мезозойских и кайнозойских отложений района г. Тюмени. Материалы по палинологии и стратиграфии.
- [7] Монозон, М. Х. 1950: Описание пыльцы видов, полынь, произрастающих на территории СССР. Материалы по геофлорологии и палеогеографии СССР, выпуск 46.
- [8] Покровская, И. М., 1950: Ныльцевой анализ.
- [9] Wodehouse, R., Pollen grains.

TERTIARY SPORE AND POLLEN COMPLEXES FROM THE RED BEDS OF CHIUCHUAN, KANSU AND THEIR GEOLOGICAL AND BOTANICAL SIGNIFICANCE

(Summary)

SUNG TZE-CHEN

(Institute of Palaeontology, Academia Sinica; Institute of Geology, Ministry of Geology)

According to the field geologists, the Tertiary deposits found in the district Chiuchuan of north-western Kansu are divided into the Huoshaokou, the Peiyounggho, and the Sulerho Series in ascending order. They are composed of conglomerates, sands and sandy clays, and chiefly of red colour. Rock samples have been collected from these series and macerated. Only few of them have yielded spores and pollen.

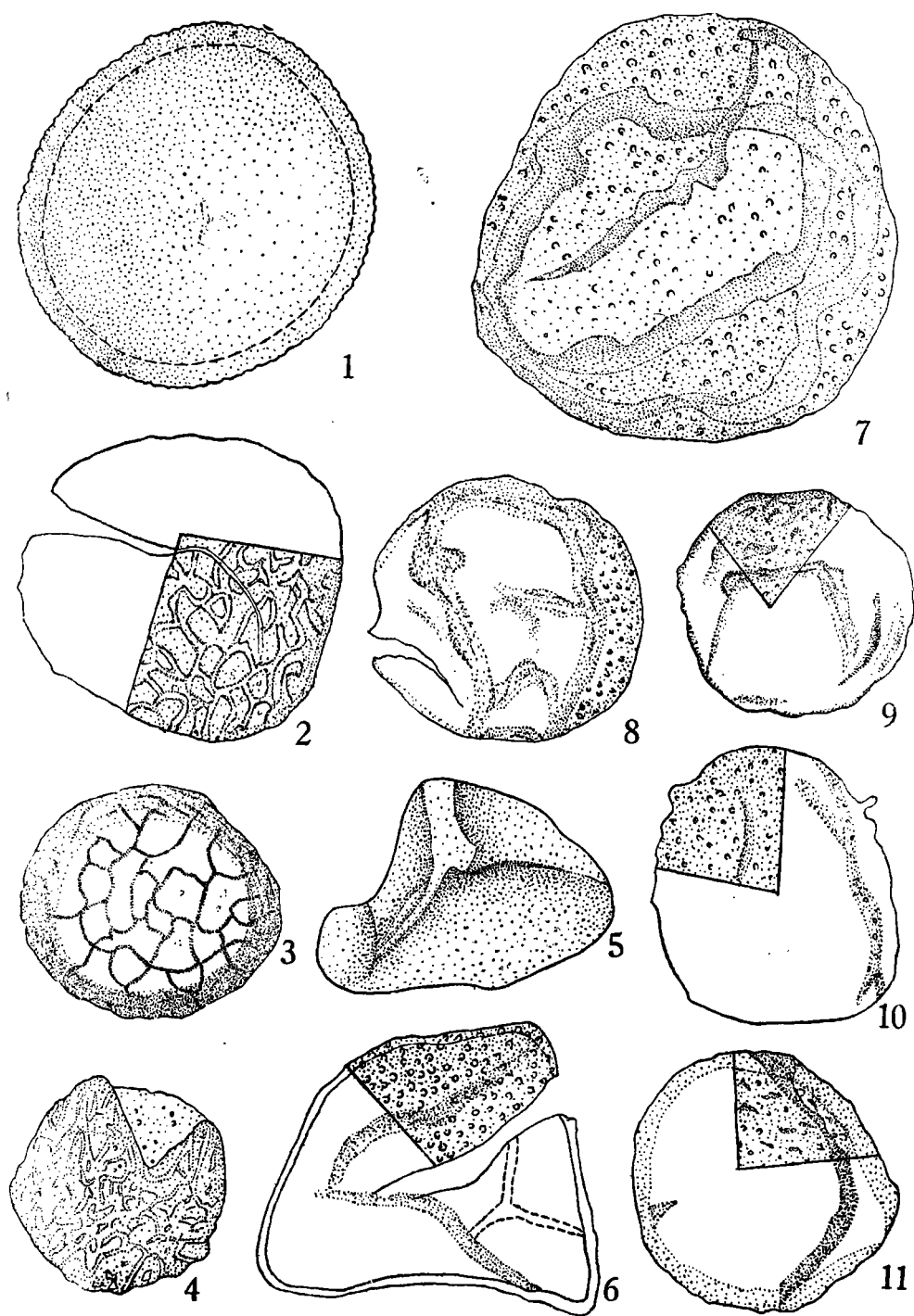
From the Huoshaokou Series a few spores of *Osmunda*(?) and some pollen of *Ginkgo*, *Elphedra* and *Magnolia* have been obtained. Of the Peiyounggho and the Sulerho Series the microfossils are pollen of herbaceous angiosperms, mainly of *Artemisia*, Gramineae, Chenopodiaceae, Liliaceae, Compositae and some water plants. Only a few tree pollen of *Betula*, *Ulmus*, *Tamarix*, Pinaceae and Salicaceae have been observed.

Based on the spore and pollen complexes the writer finds out that, the vegetation of the Early Tertiary Period was somewhat of a steppe type with trees of *Ginkgo* and *Magnolia* growing some where near this region. The climate was rather dry.

Up to the time of the sedimentation of the Peiyounggho Series, the vegetation turned to a semi-desert or steppe type, almost similar to that of the present. Since then, the climate became extremely continental. At the beginning of the time of the sedimentation of the Sulerho Series, the flora sometimes was richer than that of the former. The pollen of *Potamogeton*, *Sparganium* and *Typha* are found in great number. Others are those of *Pinus*, *Tsuga*, Gramineae, Liliaceae, Chenopodiaceae, Compositae, and Betulaceae, and the spore of lycopods. The vegetation was still of a semi-steppe type. At this region would have some swamps decorated with water plants, some steppes covered with herbs and some slopes growing trees of Coniferae and Betulaceae.

According to the spore and pollen complexes, the Tertiary rocks of Chiuchuan may be divided into the Huoshaokou and the Peiyounggho-Sulerho Series. Prof. Pokrovskai of Leningrad has pointed out that the herbaceous pollen have never been found in, or before, Miocene. She suggests that the herbaceous plants originated in Oligocene and widely distributed since Miocene. Thus, the Huoshaokou Series would be of Upper Oligocene in age, and the overlying rocks of Neogene. As the spore and pollen complex of the Peiyounggho Series is similar to that of the Sulerho, no further subdivisions are able to make out under the present investigation.

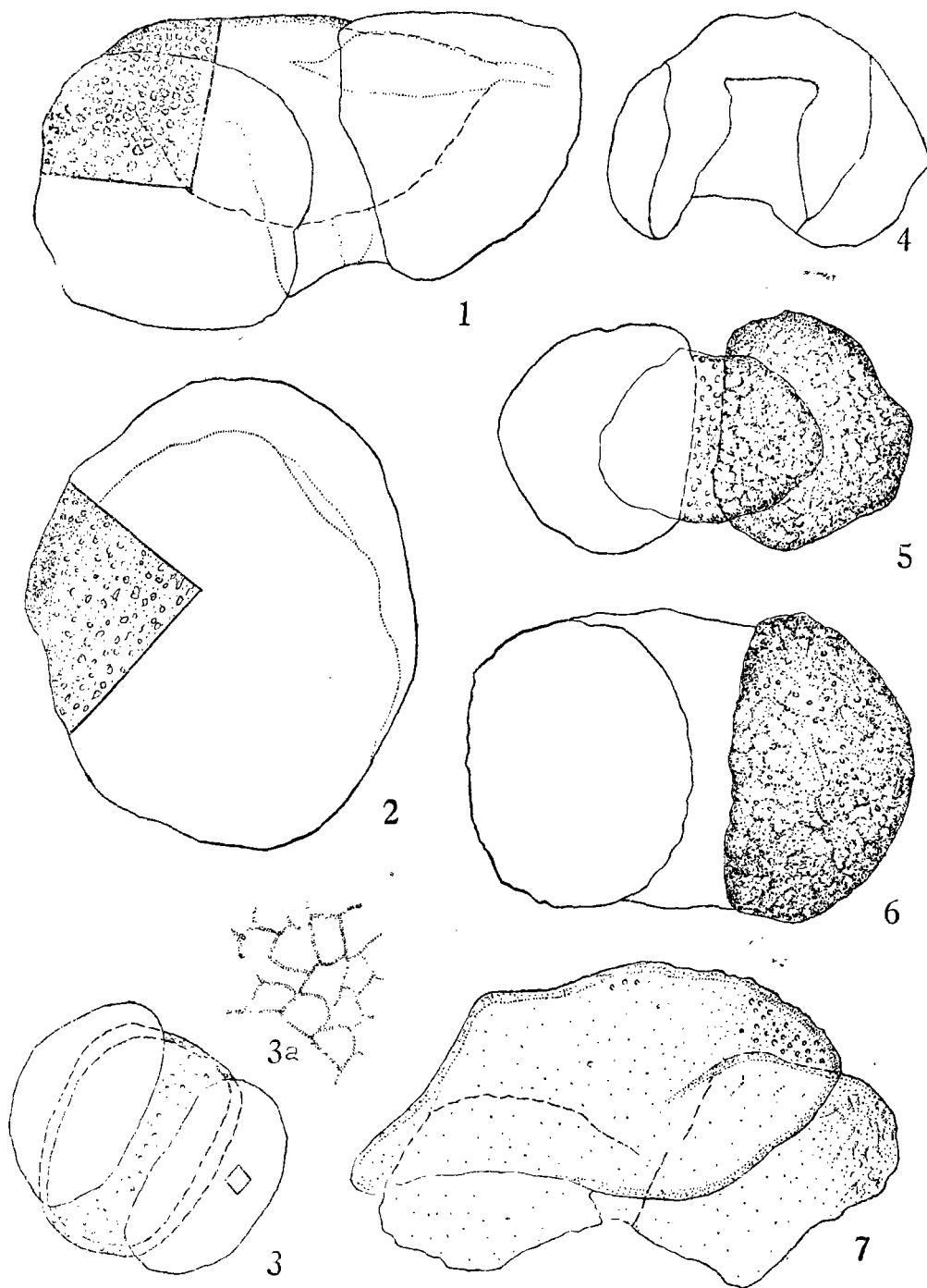
Besides the pollen of herbs, *Podocarpus*, *Podozamites*(?), and other Coniferous pollen and lycopodiaceous spores of Cretaceous type have been observed in two sets of the samples collected from the Peiyounggho Series and they are found only at a definite horizon. This would be of some geological interest, because it may be used as an index for the purpose of stratigraphical correlation.



圖版 I 說明

1. *Salvinia* (大孢子)
- 2, 4. *Lycopodium*
3. *Botrychium* (?)
- 5, 6. Polypodiaceae
- 7—11. 無翅松柏類 (*Podozamites*)

圖 1, 11, 放大 375 倍。
圖 2, 3, 4, 7, 8, 9, 放大 750 倍。
其他圖放大 1500 倍。
圖 4, 7—11 爲第二次沉積物。

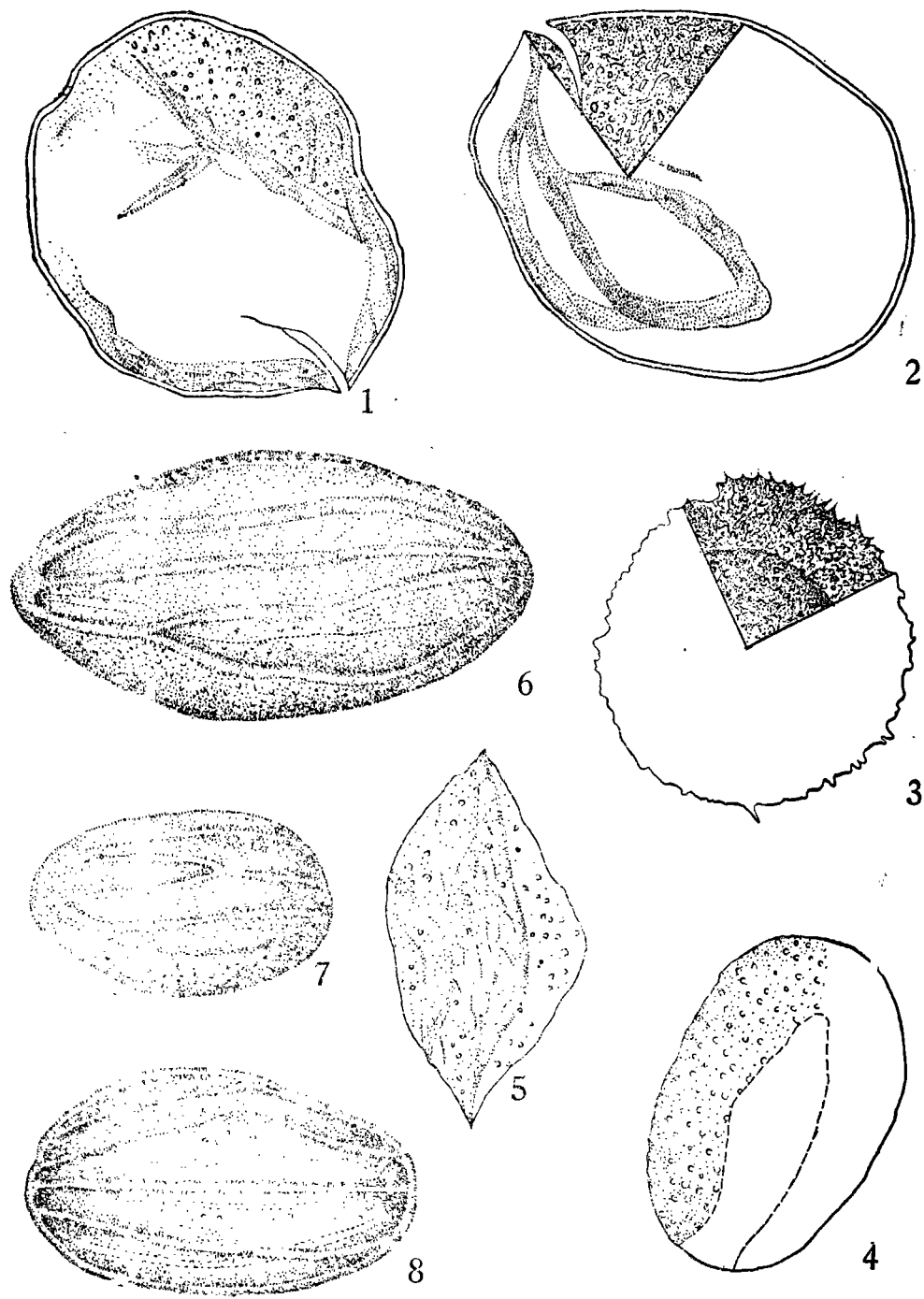


圖版 II 說明

1. *Abies*
2. 無翅松柏類 (*Podozamites*)
- 3, 4, 7. *Pinus*
- 5, 6. *Podocarpus*

圖 3a, 放大 1500 倍。
其他放大 750 倍。

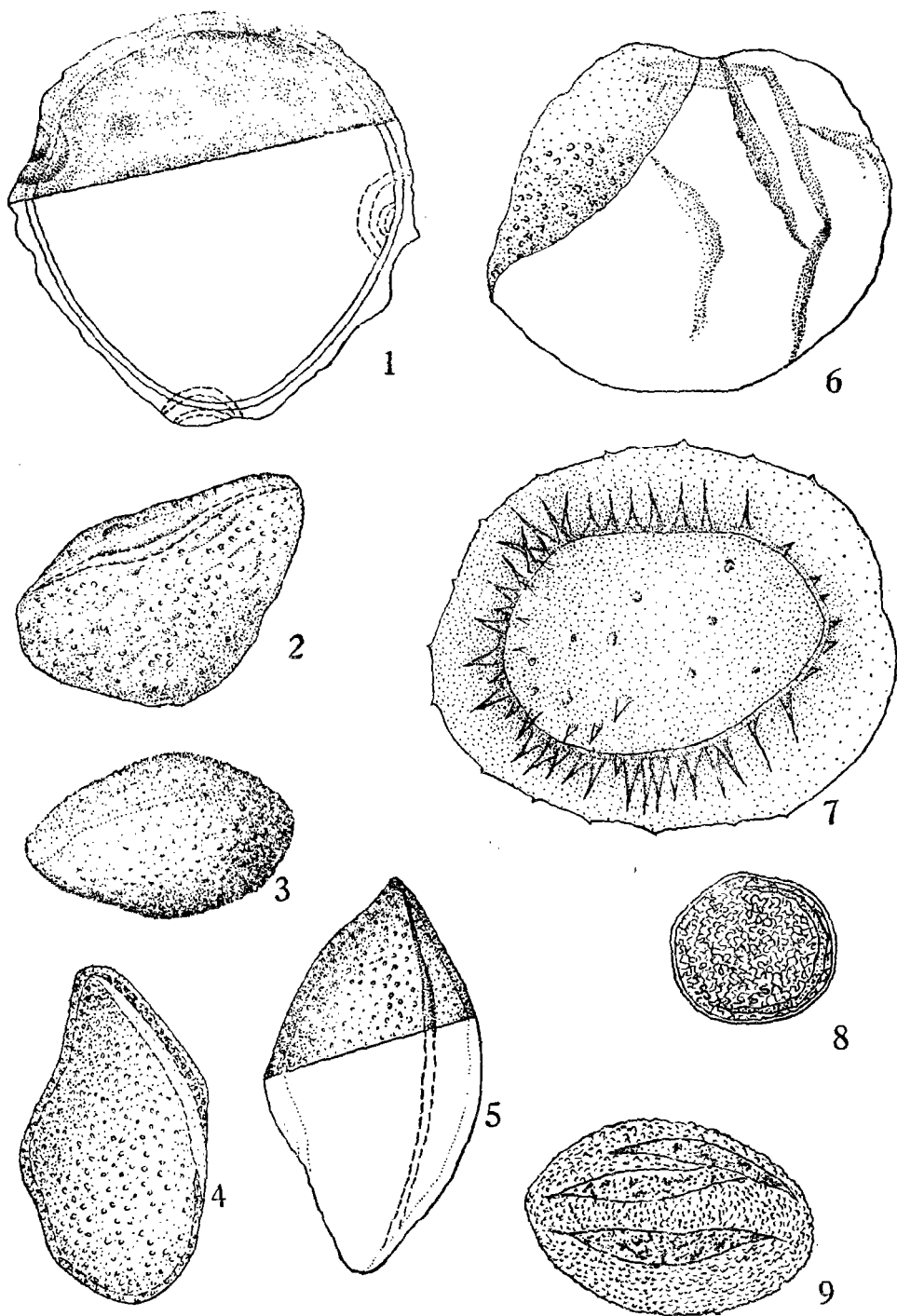
圖 2, 6, 5 為第二次沉積物。



圖版 III 說明

- 1. *Larix*
- 2. 無翅松柏類(*Podozamites*)
- 3. *Tsuga*
- 4. *Ginkgo* (?)
- 5. *Ginkgo*
- 6, 7, 8. *Ephedra*

圖 1—3, 放大 750 倍。
圖 4—8, 放大 1500 倍。
圖 2 為第二次沉積物。

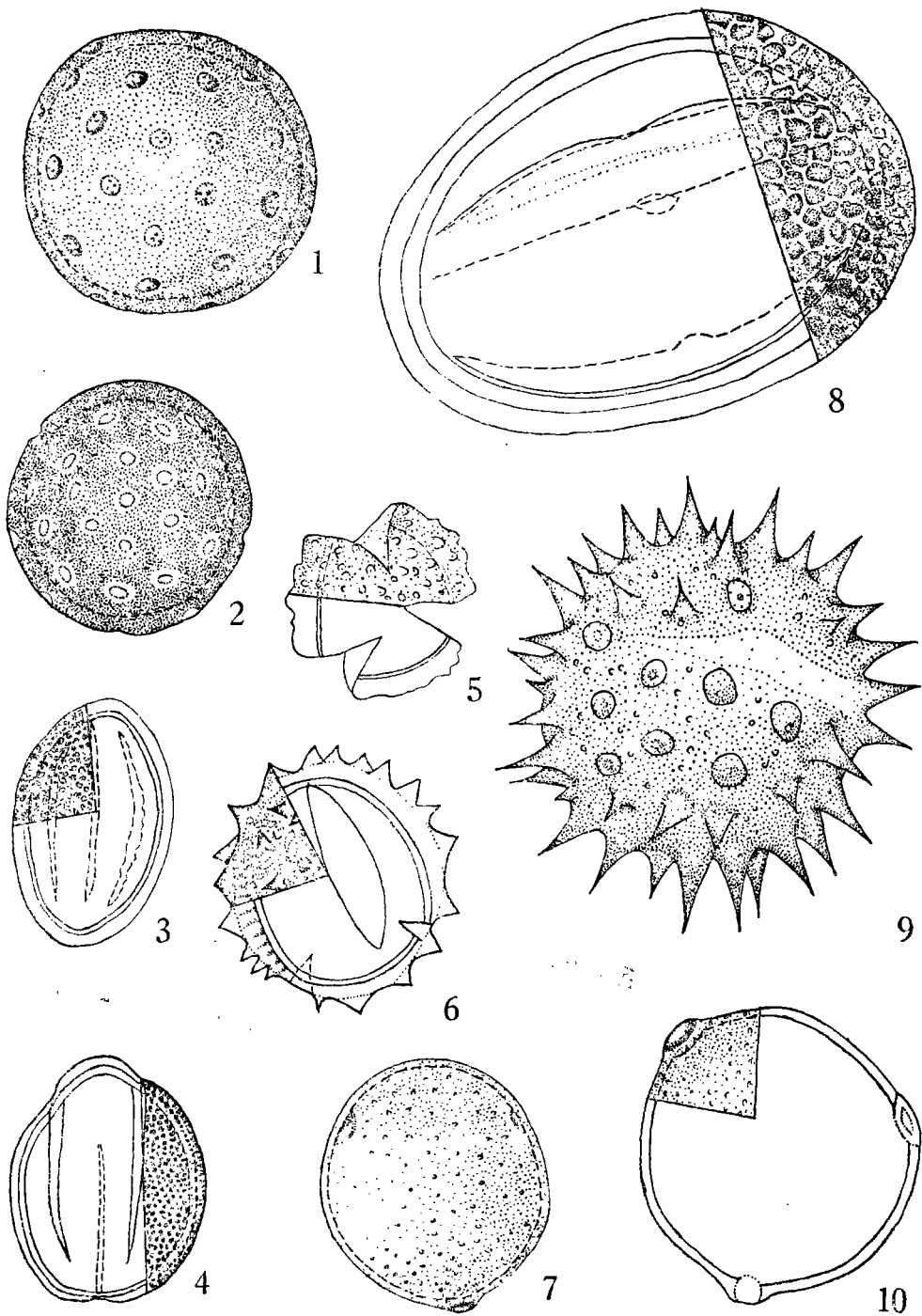


圖版 IV 說明

- 1. *Ulmus*
- 2,3,5. *Magnolia*
- 4. *Magnolia (Ginkgo?)*
- 6. *Populus (?)*
- 7. *Nymphaeaceae*
- 8. *Podozamites sinuosus* Bol.
- 9. *Podozamites coniferoides* Bol. }

圖 1, 4, 6, 7, 放大 1500 倍。
圖 2, 3, 5 放大 750 倍。

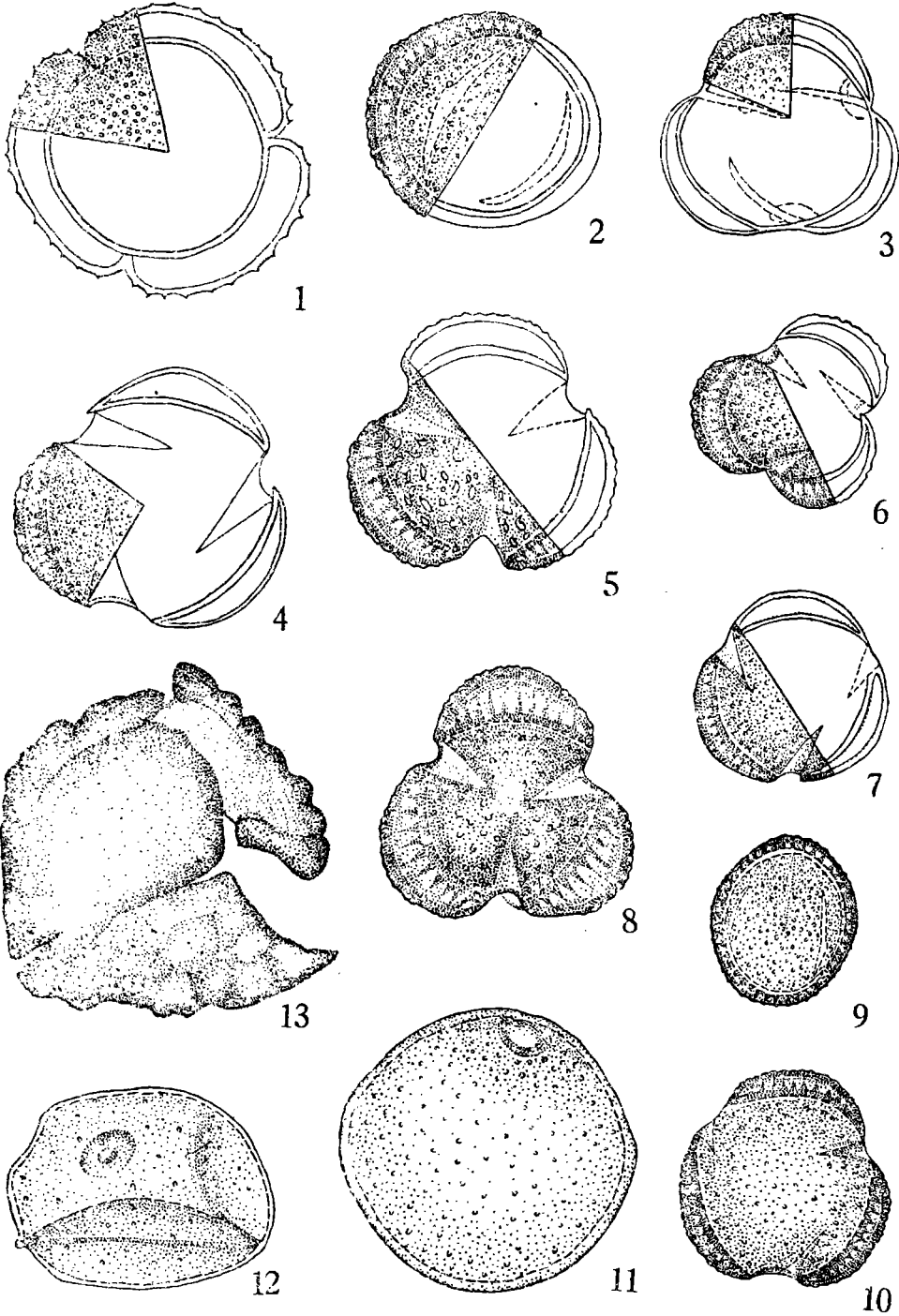
× 500 抄 Болховитина 圖



圖版 V 說明

- 1,2. *Chenopodium*
- 3,4. *Tamarix*
- 5,6,9. *Compositae*
- 7,10. *Betula*
- 8. *Polygonum*

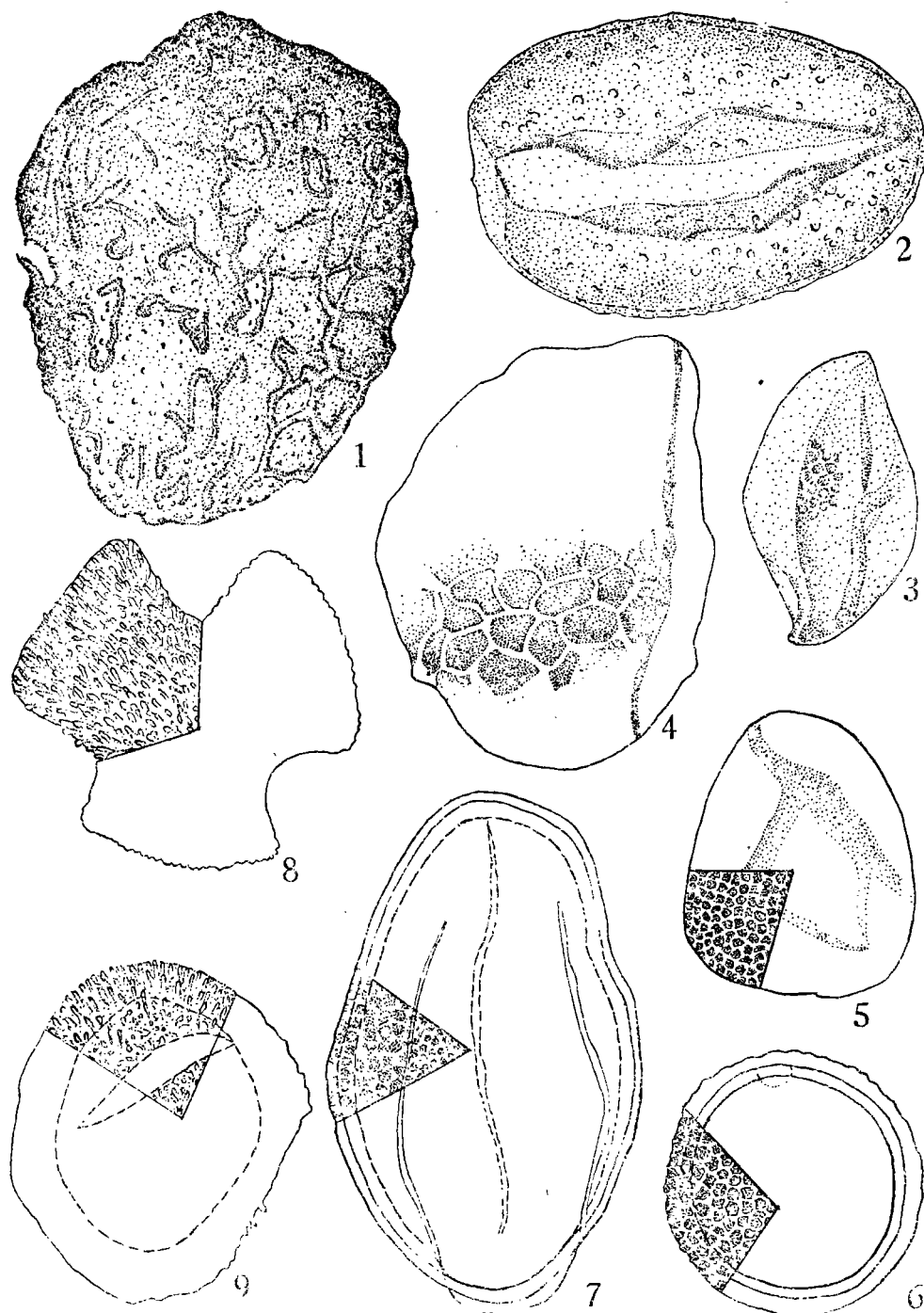
圖 5, 放大 750 倍。
其他圖, 放大 1500 倍。



圖版 VI 說明

- 1. Compositae
- 2. *Euartemisia*
- 3,6. *Euartemisia* 第一型
- 4,8. *Dracunculus*
- 5. *Euartemisia* 第二型
- 7,9,10. *Seriphidium*
- 11,12. Gramineae
- 13. 不確定者

圖 12, 放大 750 倍。
其他圖, 放大 1500 倍。



圖版 VII 說明

1. 不確定者
- 2—4. Liliaceae
5. *Potamogeton*
6. *Typha*
7. 不確定者
- 8, 9. 不確定者 (? *Convolvulaceae*)

圖 1, 8, 9, 放大 750 倍。
其他圖, 放大 1500 倍。