

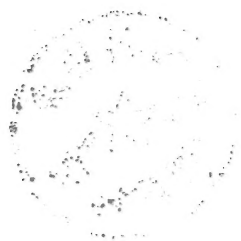
中國科學院古脊椎動物研究室

丙種專刊第2號

# 關於考古和第四紀地質 工作上一些新方法

裴 文 中

科 學 出 版 社



中國科學院古脊椎動物研究室

丙種專刊第2號

關於考古和第四紀地質  
工作上一些新方法

裴 文 中



科 學 出 版 社

1955年8月

中科院植物所图书馆



S0002934

## 內 容 提 要

本書介紹了考古工作和第四紀地質工作上幾種新方法，共有兩方面：(1) 是關於測定古物的相對時代和絕對年代的方法，包括用骨化石含氮量的分析鑑定相對時代的方法和用樹木年輪及放射性碳素 ( $C^{14}$ ) 測定古物絕對年代的方法；(2) 是關於研究第四紀地層內各種組成部分，特別是礫石和砂土的顆粒分析方法，以便瞭解人類生活的自然環境。這幾種方法，從第二次大戰以來，在技術上都有新的改進和在應用方面加以推廣。本書將這幾種方法的科學原理和實用方法，作了簡略的介紹，可供在這方面工作者初步參考之用。

### 關於考古和第四紀地質 工作上一些新方法

---

編著者	裴 文 中
編輯者	中國科學院古脊椎動物研究室
出版者	科 學 出 版 社 北京朝陽門大街117號 北京市書刊出版業營業許可證出字第061號
印刷者	上海中科藝文聯合印刷廠
總經售	新 華 書 店

---

1955年8月第一版	書號：0256 字數：34,000
1956年10月第二次印刷	開本：787×1092 1/25
(滬)2,021-3,052	印張：1 21/25 插頁：2

定價：(10)0.36元

# 目 錄

一. 序言.....	1
二. 計算年代的方法.....	3
(一) 骨化石中含氮量的分析.....	5
1. 方法的初步應用.....	5
2. 方法的改進和更廣泛的應用.....	6
3. 方法的理論基礎.....	9
4. 在中國的初步應用.....	10
(二) 樹木年輪計算絕對年代的方法.....	10
1. 基本原理.....	10
2. 方法.....	11
3. 應注意的事項.....	14
4. 方法的應用和成果.....	14
5. 在中國研究年輪的發展前途.....	17
(三) 放射性碳 <sup>14</sup> 含量的分析法.....	18
1. 原則.....	18
2. 缺點.....	19
3. 研究的成果.....	20
4. 碳 <sup>14</sup> 含量分析方法的發展及在中國的應用前途.....	22
三. 第四紀地質的研究方法.....	23
(一) 地層整體的觀察.....	23
1. 表面地形.....	23
2. 地層的整體性質.....	24
(二) 地層內組成分子的個別研究.....	26
1. 礫石.....	26
2. 砂粒.....	29
1) 光綫分類法.....	30
2) 顆粒分類法.....	31
3. 山洞內堆積物的分析.....	36
四. 本文重要的參考書.....	39



## 一. 序 言

在一次第四紀地質工作的座談會上，蘇聯專家曾問我們，在山西襄汾縣發掘的時候，是否觀察了礫石排列的情況和方向。蘇聯專家這個啓示，使我想到了，我們過去作考古和第四紀地質的工作，無論在野外或在室內，我們所應用的方法都是比較簡單，比較原始；還沒有大胆地應用近代科學方法來解決我們不能解決的問題。

在全國範圍內，曾經長時期地展開了“學習蘇聯先進經驗”和“技術革新”的偉大運動。我們在報刊上看到了工人老大哥們如何“找竅門”，獲得如何的成績的消息，我們某些科學工作者，好像無動於衷，仍然滿足於我們底老師傳授給我們的比較簡單、比較原始的方法，這實在不能滿足我國目前科學工作的迅速發展的要求。

在這樣心情之下，於是我走進了圖書館，但是又受了不懂俄文的限制，只好“望洋興嘆”。後來，我們研究室的同志們又要求我給他們講課，並且屢次問我研究第四紀地層內的礫石的方法，我自己覺得很窘，於是又到圖書館中去找書。結果發現了一本法文的書，書名是“La Découverte du Passé”，副標題是“史前學和考古學上的最近進展和新方法”(Progrès récent et techniques nouvelles en Préhistoire et en Archéologie)。全書分了四編：第一編是探測問題，內中主要介紹了三種探測遺址的方法，如航空照像、考古上電測遺址方法和電磁測探器；第二編是史前遺址研究方法（即第四紀地質或舊石器時代遺址研究方法），包括沉積物的研究，動物遺骸的研究，植物遺骸的研究；第三編是年代的鑑定，包括了樹木年輪、骨化石含氟量、碳<sup>14</sup>含量、燒土的地磁性的研究等；第四編是人類遺物的研究，石器岩石性質的鑑定（研究商業的路線），火石的微生物，陶器製作技術的復原，金屬器製作技術的復原等。

這本書中，關於上述的每一個方法，都有原理解釋和具體工作的方法——當然很簡單，但都列舉了必要的參考書，可供進一步的研究。

有人勸我將這本書譯成中文，我考慮的結果，以為以選譯為佳，最後我還是採取“編譯”的精神，以便可以參考一些其他可能參考的書文和加上我個人對於某種方法的看法。

稿子寫出之後，在中國科學院古脊椎動物研究室和地質研究所各報告了一次，又作了些修改，成了現在這個形式。

\*                     \*                     \*                     \*

本文中所介紹的方法不多，我希望能夠“拋磚引玉”，能夠引出懂得俄文的人再譯一些蘇聯在這方面所應用的新方法。我更希望，我們自己也找些“竅門”，開動腦筋，想些新方法。就我的知識水平所能想到的，如用超聲波儀器探測古墓位置和用鈾的同位素（代替 X 射綫）研究金屬器的內部構造等。

本文中所介紹“新方法”，所謂“新”，不一定真是“新”，可能已成為較古老的方法，但是只是有新的改進或新近應用在考古和第四紀工作上而已。這幾種新的方法，在各國還都在試驗、發展和改進中，所得的結果，不一定就能使人完全滿意，而且我們也不應當生硬地搬來使用，要看我們的具體要求和所有條件。

介紹的方法中，有關理論的，很可能有不同的意見，我們只能在實際工作中，解決這許多問題。最後希望讀者們對本書提出率直的批評。

1955年4月15日 裴文中於北京



## 二. 計算年代的方法

我們研究地質和考古，最感覺困難的一件事，就是絕對年代的問題。當我們發現了一件化石或古物的時候，一般人有興趣的是要問究竟有多少年。而地質學家所得出的結果，全是“相對時代”，實在沒有方法回答這樣一個問題。因此，在我們作地質學和考古學的科學普及工作時，感到十分窘迫。

地質學和考古學上的年代，都是根據地層堆積的先後(在上或在下)和裏邊包含的化石或其他遺物而訂定的。這種時代的劃分，只能劃出大的階段，哪個階段比哪個階段較早或較晚。每一個階段的單位是以地層內所包含的化石或其他遺物(如考古學上人類的物質文化遺物)的發展階段為標準的，或者是用堆積性質(如礫石或土質)為標準的。而我們通常計算時間的單位是以365日為一年的年為單位。地質學家和考古學家所得的結果，只能是說明比較的時間，所以叫作“相對時代”。若我們以年為單位，計算的時間，就是“絕對年代”。

地質學家和考古學家在計算年代時，只能用相對時代，也感到許多不便。所以從地質學和考古學開始之時，科學家就想了種種方法，計算絕對年代，但是多少的勞動都被浪費了，因為他們用的方法的研究結果是靠不住的。法國考古學家德施列特在1908年發表的“考古學手冊”中曾說：“一直到現在，對於歐洲兩個石器時代(舊石器和新石器——譯者)的絕對年代的說法是完全缺欠的。這不只是史學家的問題；也同地質學家對於地球的歷史的年代一樣，他們只知道相對年代。”<sup>1)</sup>

近幾十年來，特別是在最近十年中，科學家對於化石和古物的絕

1) Déchelette. Manrel d'Archéologie, I, P. 1, 1908.

對年代的計算，應用了許多方法，得到了很大的成績。同時對於相對時代的測定方法，也有了進步，對於判斷年代上，有很大的貢獻。這許多方法之中，最主要的是：

(1) 樹木年輪的研究——可以測到公元前 1,000 年。

(2) 放射性碳素的研究——可以測到 25,000 年，超過這個限度，則不為人所普遍承認<sup>1)</sup>。

(3) 測定磚和陶器的地磁性的方法——就是用磚或陶器（特別是窯址中保存的磚或陶器），測定出它們的地磁性（傾斜和偏差若干度）。因為當磚或陶器冷卻的時候，它就把當時的地磁性固定起來，又因為各各年代和各各時期有不同地磁性，所以由磚或陶器中的地磁性可以測知它們燒成的年代<sup>2)</sup>。

(4) 冰川季候泥 (Varve) 的研究——可以測到 15,000 年前。

(5) 花粉和孢子的分析——可以測定地層的順序（即相對時代）及當時的氣候。

(6) 骨化石中含氟量的測定——只可能測定骨化石的相對時代，對於鑑定化石的年代（相對年代）有很大的幫助，解決了多年不能解決的疑難問題。

(7) 放射性物質測定方法——由地層內放射性物質，可以測定地質時代，即地球的歷史的絕對年代。

以上七種測定年代的方法，在第四紀地質的研究和考古學上都非常重要，雖然到現在我國只應用了(5)和(6)兩種方法，但是我國在第四紀地質和考古學上的研究上，有迫切需用，我們相信不久會廣泛地應用其他方法。現在我們應當先作些簡單的介紹，希望在作第四紀地質和考古學工作的同志先作些初步研究，具備一些基本知識，以

---

1) 從 1951 年起，人們已經用這種方法研究舊石器時代晚期山洞的年代，結果測出的年代是公元前  $15,516 \pm 900$  年或者  $13,566 \pm 900$  年，但是引起了廣泛的討論，今後研究的進步，可能到舊石器時代中期。此處數字，係根據 Movius 的說法。

2) 最近在我國各地發現窯址很多，因此考古工作者發現窯址之時，當注意每一塊磚的方向，在取磚之前，必需將磚的位置和方向測量準確後，方可移動。

便向這方面發展<sup>1)</sup>。本文只介紹了(1)、(2)、(6)三種方法，其餘容後再行介紹。

我們首先介紹一些關於骨化石含氟量的分析，並舉些例子，說明它在這方面的重要成就。

### (一) 骨化石中含氟量的分析

#### 1. 方法的初步應用

分析骨(或牙齒)化石中的含氟量，可以決定地質年代，在1948年以後，發生了很大的作用。首先是揭穿了英國辟爾當人的騙局，又解決了爪哇猿人大腿骨與頭骨是否同時的問題，還確定了許多年懸而未決的人化石的問題，如英國喀里山(Galley Hill)的人骨的問題<sup>2)</sup>。

動物的骨骼和牙齒埋藏在地下，吸收土中的氟，久已為化學家所注意，而且想到把它利用在鑑定化石的年代上去。

法國礦物學家喀諾(A. Caenot)早於1893年首先分析了骨化石中的含氟量，說明骨化石中的含氟量的多少，可以決定它的地質年代。他當時得出的結果，是這樣：

地質時代	骨化石的含氟的百分率		含有機質的百分率 <sup>3)</sup>	
	最少	最多	最少	最多
第四紀地層	0.44	1.77	14.90	33.40
上新世	0.88	2.51	11.82	16.30
中新世	0.78	2.80	6.70	9.65
漸新世	0.62	3.26	5.90	9.30
始新世	1.40	2.45	7.80	13.06
白堊紀	2.56	3.33	6.47	10.18
侏羅紀	0.86	2.19	6.78	15.24
三疊紀	1.40	2.07	11.92	12.28
石炭二疊紀	1.55	3.62	6.07	42.52
泥盆紀	2.59	2.59	5.20	5.20*
志留紀	2.72	2.72	5.76	5.76

\*上表中泥盆紀和志留紀只分析了一種樣品。

1) 讀者關於這些問題，如有任何疑問，著者都願意盡量解答和共同討論，可通過科學出版社與著者聯系。

2) 參閱裴文中著：第二次大戰前後世界各地對於人類化石的新研究，科學出版社，8—9頁，12—14頁。

3) 喀諾當時還認為動物骨骼石化後，其中有機質當減少，減少的百分率，與化石的久暫成反比，因此他也分析了含氮的百分率，但後來經多人證明含氮量的作用不大。

有許多書上將上表簡縮為：

	含氟量%
現代·····	0.3
更新世·····	1.5
第三紀·····	2.3
中生代·····	3.4
古生代·····	3.7

喀諾自己也很知道，骨和牙齒化石中的含氟量，完全要看含化石的地質情形而定，不同地方的地下水不同，含氟量也不同，因之，骨化石中的含氟量也不同，所以這個分析，是不能完全可以信賴的。因為有這個困難，所以喀諾的這種方法，當時沒有被人重視，一直過了約 50 年之後，他這個方法，才被人重新整理應用起來，而且發生了很好的作用。當然上述的困難還依然存在，但我們應用時，若只限於一個地方的化石，效果是很可信賴的。

## 2. 方法的改進和更廣泛的應用

世界第二次大戰之後，英國大英博物館（自然館）的地質學家奧克萊（K. P. Oakley）在 1947 年時建議用化石含氟量的分析，區別同地層中不同年代的化石。

曾在東非發現猿和人的化石的英國人李奇（L. S. B. Leakey）首先贊成他的提議，送給了奧克萊在東非肯亞（Kenya）地方所發現的人頭化石碎片。他們第一次的試驗失敗了，因為肯亞地方的人化石是發現在火山灰之中，火山灰之中含氟太多，很快地就使骨化石中含氟量達到飽和量，不能再吸收氟了，因此，這裏化石，由含氟量的分析，不能分別年代。

在 1948 年奧克萊注意了在英國喀里山所發現的人化石。這是 1888 年發現的，發現在地面八英尺下的礫石層中（但在表面露出）。原發現的人，認為發現人化石的地方不是墓葬，也不是被他種原因擾亂過的地層，但是許多英國考古學家都懷疑在第四紀地層中很難發現幾乎完整的人的骨骼，因此，曾有許多爭論，成了 30 多年的懸案。

1948年奧克萊將喀里山人骨的一小塊和在附近的更新世中期和晚期及全新世的動物化石,交倫敦的國家化學家分析,分析的結果是:

	含氟量%
更新世中期動物化石	1.7—2.8
更新世晚期動物化石	0.9—1.4
全新世的骨骼	0.5—1.3
人骨化石	0.4 (平均)

同時還有人在喀里山作了地層的研究,也證明了喀里山的人骨不是在礫石層中原生的。因此,奧克萊等則完全否認了喀里山的所謂人骨化石,不是化石,不古老,解決了30多年紛爭不止的懸案。

奧克萊繼續又分析了斯萬思孔布(Swanscombe)的人頭骨化石,與喀里山的人骨化石相反,斯萬思孔布的人化石的含氟量則是1.9和2.0,這樣就證明了這種化石人屬於更新世中期。

從1948年10月起,大英博物館(自然館)又將曙人(*Eoanthropus*),俗名叫作辟爾當人(Piltown Man)的標本,開始作含氟量的分析。

曙人是在1912—1915年發現的,共有兩個頭骨的碎片,一個下顎骨和一個犬齒。英國學術界中,曾因頭骨碎片的復原引起了尖銳的爭論。但頭骨的進步性質與真人沒有重大區別是全世界的人類學家所肯定的。至於下顎骨和犬齒則與猿,特別是黑猩猩,完全相同。因此,有許多人懷疑,一個人的頭蓋骨如何能與一個黑猩猩的下顎骨同為一種動物?從發現之日起,大家一直在爭論,問題沒法解決。

還有與曙人共生的動物化石,顯然有三類:(1)如乳齒象(*Mastodon*)和平額象(*Elephas planifrons*)都是古老的種類,可能屬於更新世初期;(2)古象(*Elephas antiquus*)和河馬(*Hippopotamus*)是更新世中期的化石;(3)水獺(*Castor*)和赤鹿(*Cervus elaphus*)可能比河馬等還要新一些。

而且發現曙人的地層是在很低(30米)的台地上,從地質上看,也不可能是非常古老的東西。

英國人首先將曙人的化石，從事含氟量的分析是非常重要而合適的，希望這種方法能夠解決這些年的疑問。

但是第一次的試驗失敗了<sup>1)</sup>。

第一次分析的結果，就現有文件上看，是這樣：

	含氟量%
乳齒象和平額象·····	1.9—3.1
古象和河馬·····	0.8—1.5
水獺和赤鹿·····	0.2
曙人各部化石平均數·····	0.2

1950 年和 1952 年時奧克萊只承認曙人可能是第三間冰期時期的，而且曾結論說辟爾當地方水中含氟量比斯萬思孔地方的水中者少得多！

一直到 1953 年 11 月 22 日，英國倫敦地質學會開會時，奧克萊才與克拉克 (Le Gros Clark) 和維納 (Weinert) 三人正式宣佈，多次慎重分析的詳細結果，證明曙人的頭骨碎片是更新世晚期的，下顎骨和犬齒是用現代黑猩猩的骨骼假造的，模仿化石的顏色是用重鉻酸鉀染的，並且牙齒上還用人工刮磨了，在顯微鏡下可以看得很清楚人工刮磨的痕跡。

他們還宣佈了重鉻酸鉀染的顏色，曾用化學分析方法證明了。同時，他們還分析了曙人骨骼中含氮（即有機質）量的結果，也可作含氟量分析的旁證。

在這個期間，荷蘭人勃格曼 (R. Bergman) 和喀斯登 (P. Karsten) 也分析了爪哇猿人的含氟量，證明爪哇猿人的大腿骨和頭骨與其他動物的含氟量都在百分之一以上，不能否認大腿骨不屬於爪哇猿人而屬於較晚的人類化石的。

在法國阿布維利 (Abbeville) 地方，曾有人發現了人的下頷骨，有

1) 我們從很有限的文件上，看不出失敗的原因在那裏。有的人說，第一次從曙人標本上取樣時（用牙科醫生的鑽牙的鑽出粉末），只取了表面上的，沒有鑽到深處，——這個解釋也不能滿意（參閱 3. 方法的理論基礎）。關於這個問題，很可能是英國學術界思想鬥爭的問題，而不是實際上試驗的不準確！

人認為與阿布維利文化期 (Abbevillean) 的手斧共生 (即歐洲最古的舊石器時代文化), 但一直沒有被人注意, 從發現以後, 一直放在櫃子中。經過含氟量的分析後, 也證明了這個下顎骨是比較晚期的。

在法國峯特舍哇德 (Fontéchevade) 山洞中, 有人曾發現了一個化石人類頭骨與泰亞克 (Tayacian) 石器共生。奧克萊也曾作了含氟量的分析, 發現人骨化石中含氟量是 0.4 和 0.5, 在同層中發現的動物化石含氟量是 0.5—0.9, 但在山洞上層發現的骨骼中含氟量是 0.1, 由此也可證明峯特舍哇德的人化石是古老的。

### 3. 方法的理論基礎

爲什麼骨化石中含氟量的分析, 可以幫助我們解決了這許多問題呢?

動物骨骼和牙齒埋藏在地下之後, 變爲化石是經過一定的化學作用, 所以化學分析可以告訴我們骨骼或牙齒埋藏時候的久暫。骨化石在地下發生的變化, 可以簡述如下:

動物的骨骼和牙齒之中, 主要是結晶形的磷酸鈣所組成——叫作氫氧磷灰石 (Hydroxyapatite,  $\text{Ca}^{10}(\text{PO}_4)^6(\text{OH})^2$ )。這種氫氧磷灰石與氟的化合能力很強。地層裏所含的水中, 通常含有百萬分之一的氟。當骨骼或牙齒埋藏在地層之中的時候, 氟的離子與骨骼或牙齒接觸之後, 氫氧磷灰石很快的一個分子一個分子地變爲氟磷灰石 (Fluorapatite,  $\text{Ca}^{10}(\text{PO}_4)^6\cdot\text{F}^2$ )。這種磷灰石是非常穩定的, 水不能溶解的——至少是在水中所含的酸的份量不超過完全將骨骼溶化的時候。這就是說, 當氟的離子浸入骨骼或牙齒裏之後, 氟是再也跑不出來了。因爲骨骼中有孔隙, 同時氟的離子容易與骨骼中每個分子化合, 所以氟的侵入, 不只在骨骼的表面, 而且均勻地散佈在全骨骼之中, 內部與表面相同。各種骨骼、鹿牙、牙質 (dentine) 吸收氟的能力都一樣, 只有牙瓷 (enamel) 比較不容易被氟的離子侵入。

但是這個方法, 不能應用到不同地方的化石上去, 必是從一個地方發現了人和其他動物的化石, 或者在同地同一地層中有不同時代的化石, 我們用含氟量的分析, 可以解決人化石是否與動物化石同時,

或解決同地點同一地層中的化石是否有不同年代的差別。因此，這個方法的利用，效果如何，是有一定的條件的，但在適合上述的條件時，其他方法都不能解決問題時，這個方法是很有效的，而且很方便的！我們不能懷疑！

這個方法在取樣上也很方便，一般的含氟量的分析，化學家需要30—100毫克的化石即可進行試驗。但在特殊情形之下，如英國曙人的犬齒，他們只用牙科醫生的鑽，鑽了3毫克的粉末，就得到可靠的結果。

#### 4. 在中國的初步應用

在我們中國，化石中含氟量的分析已經開始應用在人類化石的鑑定上，初步的結果是非常滿意的。凡有人認為不是化石的人骨，經過分析後，都證明它們的含氟量是比較少的，現在已有的結果如下：

	含氟量%
所謂“河套人”的肢骨……………	0.38
所謂下草灣人化石的腿骨……………	0.30
所謂榆樹人化石的頭骨……………	0.53
甘肅新石器時代人骨……………	0.15
現代人腿骨……………	0.18

關於在中國所發現的人骨化石的含氟量的分析，將由邱中郎同志寫一篇專文，宣佈所得的結果，在此不再多講了。

### (二) 樹木年輪計算絕對年代的方法

#### 1. 基本原理

用樹木的年齡計算絕對年代的方法，在19世紀初年已經有人提倡了。有人將這種年輪的研究，叫作年輪學(Dendrochronology)<sup>1)</sup>。在“七七事變”以前，我國氣象學家已經開始作了這樣的研究，可惜因戰爭關係中斷了。

1) 也可叫作“年輪計年學”，但簡稱“年輪學”，很可以顯示出中國文字的優越性。因為“年輪”二字，包括的意義有樹木的橫斷面中有圈形花紋(輪)和可以計算時代(年)的意思。



樹木年輪的研究，應用在考古上，計算絕對年代，在美國特別發達，主要的原因是美國的有文字記載的歷史特別短，在哥倫布發現美洲大陸之前（公元 1478 年，僅相當於我國明朝孝宗弘治 11 年），在當地生存的印地安人是沒有文字歷史的。因此，在美洲 15 世紀以前的事情則完全不知，不能不靠考古工作來補充。至於在歐亞兩洲，特別是在我們中國，有悠久的文字歷史時代，這種研究，就失掉了重大意義，因之，也發達較晚。在歐洲，也只是在第二次世界大戰前後，才有人應用。

我們都知道，樹木的生成，是每年在周圍增加一圈，可以在橫截面上，看出很清楚的一圈一圈的花紋，這就是我們所謂的“年輪”（參閱圖版 II）。一個樹的橫截面上，看有多少層年輪，就是這個樹曾經生長了多少年。

一年的四季不同，年輪上的細胞大小也不同，一般說來，在春天樹木生長的季節，細胞很大，細胞膜則很薄；到了夏季之後，漸漸停止了生長，這個季節生長的細胞小而細胞膜厚（參閱圖版 I）。因此，一年中生長的年輪由細胞的大小，可以很容易地與前一年及後一年的年輪分別出來。

每一棵樹上的年輪都不是同樣厚薄的（參閱圖版 II），有兩個原因使年輪有厚有薄：（1）年輪因樹木的年歲而有厚薄，年歲增加則年輪減薄，中間的年輪永遠是比邊緣上的是較厚的；（2）年輪也因為一年的氣候與另一年的氣候不同而有厚有薄，如一年的氣候不利於生長，如大旱，樹木就生長非常薄的一層年輪，如果年輪很厚，就是生長的一年的氣候多雨和滋養物多，因此，一個樹木中年輪的厚薄的變化代表了當地的氣候的變化。同一地方的樹木，都應當有相當的年輪厚薄的變化。這就是利用年輪計算年代的基本原理。

## 2. 方法

如果我們將年輪的變化，在坐標紙上畫出曲綫（畫法見下頁）。例如：一個地區的由兩個不同樹木上畫出的兩個曲綫，如果兩棵樹生活的時代一部分相同，則年輪的一部分曲綫相似（圖 1 和圖 2）。雖然

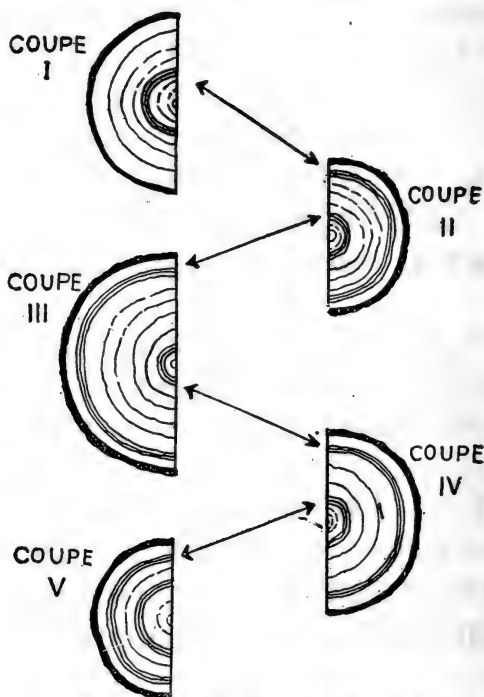


圖1 葛羅克 (Glock) 的木材對比方法

I) 已知年代的一段樹的橫截面；II, III, IV, V, 都是比I老的不同年代的木材。

一個樹生活的年歲一般只有數十年，但一個一個的這樣連接起來，我們就可以接連成一個數百年的曲綫了（圖2，乙）。如果我們知道當中有一棵樹的砍伐的年月，即我們知道了在這一棵樹的最外的一層年輪的年代，如此則這全部曲綫的年也可以知道了（圖2，甲B）。

我們以這個曲綫作標準曲綫，若再發現一個不知生長年代的木材，我們可以將這木材的年輪研究一下，也畫出一個曲綫來（如圖2，甲A），與我們的標準曲綫比較一下，與標準曲綫相似的一段，就是這個樹木生長的年代（圖2，甲A）。

畫曲綫的方法有三種：

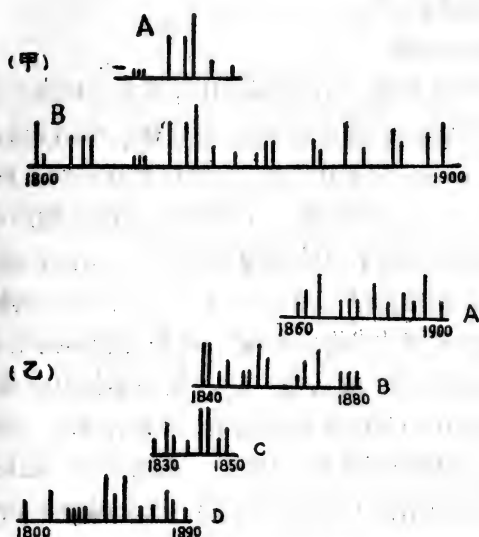


圖 2 表示年輪的簡單畫法

甲、判斷 A 木材的一段年輪的方法。

A 木材的年輪，與 B 已知是 1800—1900 年的年輪比較後，得知 A 是 1850 年砍伐的。

乙、A 木材的年輪已經知道了(1860—1900)，與 B, C, D 不知年代的年輪比較，由此比較可以得知 B, C, D 的年代，如圖中所示數字。

(1) 是在坐標紙上將每個年輪的寬窄按比例用黑線的長短表示出來。黑線的頂端連接起來，就是這條曲綫了。這是比較麻煩而不易弄錯的方法，許多人都可畫出。

(2) 以縱坐標代表樹木的年輪的厚度，以橫坐標代表樹木年輪生長的年代。這樣就畫出了有尖的曲綫，使它變成光滑的曲綫，可以用數學方法計算出來〔即  $\frac{1}{2}(a+2b+c)$ ， $a, b, c$  等於相連的三個年輪的厚度〕。

(3) 比較簡單便利的畫法是：一年的年輪的厚度是平常的厚度，只在橫坐標上計算，不畫出來。比相鄰的一年年輪薄的一年用一條豎綫畫出，綫愈長代表的年輪愈薄。特別厚的年輪，用一個“B”字記

出(參閱圖 2 的畫法)<sup>1)</sup>。

### 3. 應注意的事項

在取樹木的標本時，不能取樹的根，因為樹根吸水量很大，與氣候沒有很大的關係。取標本的時候，總以離樹根最近的地方為最佳。取標本以“V”形的一個薄片為佳，但薄片必取到樹木的中心<sup>2)</sup>。

數年輪時，有一定的困難。有時若干年的年輪的厚度可以都差不多相等，有時前後幾年中的年輪差得很多，當然在後邊的情形時，畫出的曲綫比在前邊的情形時變化多一些，容易同其他樹木上的年代比較。有時也可發生“雙生年輪”，就是兩層年輪差不多要重疊起來，或者圍繞樹榦一周，或只是一段。雙生年輪有時是代表了兩年，但有時也可能是在一年的生長時期中，忽然停止了一個短時間。因此這樣情形，必須要先弄清楚，以免有一年的差別。在硬質的樹木上，這樣情形比較軟的木材上常見。有時一層年輪也可以特別薄，可以被計數的人忽視過去。

有時樹木的年輪是不對稱的，因此計算時必要仔細選擇標本。

採樹木標本時，一定要記錄年月日，以及當地的自然環境。它最外邊的一層年輪就是砍伐的那一年生長的。如果用一根木材，最外邊一層或者數層，可能被刮去了，我們也應當注意。

在不同的地區，特別是乾旱地區和濕潤地區，年輪的區別可能很不同，作比較時應當注意。

### 4. 方法的應用和成果

#### (1) 在北美研究印第安人生活的時代

歐洲人侵入北美，是在 15 世紀末和 16 世紀初，在此以前，印第安人生活的時代，近幾十年來應用了“年輪學”，可以考證出來了。

最初在北美研究年輪，是氣象學家想知道在歐洲人侵入北美以

---

1) 照著者看來，(3) 與 (1) 的方法聯合起來，是比較適用的。因為 (3) 中薄的年輪，用反比畫出是不方便的，不如用 (1) 的方法，年輪的厚薄用直綫正比畫出，而一般厚度的不畫。但這要在實際工作中再行體驗出哪種方法方便一些——著者。

2) 取標本的方法，最近全是用一種特製的鑽鑽取樹木的一部，不妨礙樹木的生長或損壞木材。

前的氣象的變化情形。1901年，道格拉斯（A. E. Douglass）開始想到將年輪的研究，應用到考古上去。從此而後，他就在被歐洲驅逐走了的印第安人的廢墟上，尋找木材來研究年輪。

道格拉斯曾研究了歐瑞畢（Oraibi）地方印第安人住房中的木材。歐瑞畢是小科羅拉多河（The Little Colorado R.）旁的一個小村子，是現在河畢人（Hopi）居住的地方，從西班牙人佔據這個地方（1540年）以前，就住在這個地方。他們的房子毀了再蓋起，但仍用舊木材。木材是用石斧砍伐的，證明很古老。木材的長度也有區別，在西班牙人到達之前，木材長不過8尺，以後的木材則長得多。道格拉斯從這裏得到一些木材，由年輪研究的結果，證明這些木材的最外一層年輪是公元1475年生成的<sup>1)</sup>。另外還得到了砍伐的年是公元1520年的木材。

他從這裏還發現了一個木梯，它的一條腿是公元1570年砍伐的木材，另一條腿是1720年砍伐的。他因此，認為這個木梯曾在1720年斷了一條腿而將這條腿換了新木材。

從這裏，他得到的木材中，最早的砍伐年是公元1400年，因此，他推測這個村子建立約在公元1400年。

道格拉斯又研究了另外一個村子的木材。這裏的木材多半已經腐朽成了木炭。有的年輪指示的年代是公元1365—1420年，有的指示公元1400—1468年，有的指示公元1300—1495年。他從許多材料中（除上述以外，還有），得出一個結論：在西班牙人侵入這個區域（1540年）之前，印第安人就住在這裏，但是西班牙人侵入之後，在很短的一個時期他們離開了這個村，後來又回來了。

在熟落（Showlow）地方研究的結果，證明這裏木材，生長期最早的是公元1237年，正當中國南宋理宗嘉熙元年。

在這裏應當附帶說明一件事：就是在美國加利福尼亞州人們在

---

1) 這可能就是砍伐的一年。因為那個時候砍下樹木來，而長期存放不用，似乎是不可能的。

森林中，發現了一株巨大的紅杉 (*Sequoia washingtoniana*)。據多人由年輪上的研究，這棵樹已經活了 3,250 年，是世界上最長壽的生物，可惜這棵樹對於北美考古上並沒有什麼大的作用，當然對於建立年輪的標準曲綫還有用的。

### (2) 北歐斯堪的那維亞樹木年輪的研究

瑞典人易巴、胡爾特、德及爾 (Ebba Hult de Geer) 曾研究在哥德蘭島上一史前的堡壘中發現紅杉的木桿，由這木桿的年輪上看，她認為與北美加利福尼亞的紅杉的年輪在 5—6 世紀的一段上完全相似，因之，她認為這個木桿的建立在 5—6 世紀之間。

她又研究了挪威南部的一個遺址中發現的木材的年輪。她證明這遺址是歐洲維金 (Viking)<sup>1)</sup> 時代的遺物 (9—11 世紀)。

### (3) 遠地對比的問題

德及爾等主要研究工作是研究冰川季節泥 (varve) 的層次和厚薄。他們認為年輪與冰川泥同，都是代表氣候變化的，氣候變化是在全地球上相同的，因之，遠地的年輪和冰川泥都可對比，且認為成績很好。如上所述，他們就利用了美國加利福尼亞的大樹的年輪。他們對年輪的遠地對比的方法，許多人不同意，認為地區不同，氣候變化不同，年輪的生長也不同，只有在同地區、至少是同自然地理區域的樹木方可對比，如在不同大陸上的年輪對比，是很有問題的。

### (4) 年輪週期變化與太陽黑子變化的關係問題

許多人研究樹木年輪的結果，發現年輪是按照 11 年為週期而變化的。他們的研究特別是歐洲溫帶的松樹，在 11 年的週期上，表現的特別清楚。同時人們也發現太陽中黑子的變化也是以 11 年為週期，因此，有人認為太陽黑子的多少的變化，影響了全世界上的氣候，因之年輪的遠地對比是有效的。

詳細的研究又發現在比較潮濕的地區，夏季缺乏乾旱的氣候，樹木的年輪以 11 年為週期，有一個最高點。在熱帶多雨的森林中的樹

1) 維金是斯堪的那維亞的海盜，曾於 8—10 世紀時，大事搶掠歐洲沿海各地。

木，11年中只有一個最高點。但在夏季乾旱的地區，則發現年輪的週期較短，每11年的週期中有兩個最高點。

究竟年輪與太陽黑子有什麼關係？科學家還在研究中，目前還不能得出結論來。在中國年輪的繼續深入的研究，很可能在這方面有重大的貢獻，因為在歐美兩個大陸上不能解決的問題，很可能在我們亞洲大陸上，由於多種多樣的氣候而得到更精確的結果。

### 5. 在中國研究年輪的發展前途

有人認為中國有文字時期的歷史很悠久，而樹木年輪的研究至多能由現在上推到一、二千年，我們歷史上都有了文字的記錄，用不着作年輪的研究。至於沒有文字的石器時代，又多半沒有木材保留下，也沒法研究年輪，因之，就認為在中國不必要在這一方面作研究。

我認為這種看法，是片面的。其實我們在考古學上，在發掘墓葬時，一般說來，只有六朝以後，才帶有墓誌和記年的文字。因之，我們發現了，兩漢和以前的墓葬時，都沒法判斷正確的年代，多半是從器形上的研究或者由錢幣上的研究，實際我們只得到一些相對時代，因此，爭論也是沒有方法能夠解決的。

再者，在我們中國有許多地方（如長沙），在墓葬中曾經發現了許多木槨，是大塊的木材，時代可以上溯到紀元前二、三百年（即戰國時代），我們都沒有加以年輪的研究，所以不能確定墓葬的絕對年代。如果，由一個地方的木材年輪確定了年代，然後再由器形的研究，其餘地方的古物的絕對年代也可以測知了。

我們現在在考古上，還只開始研究了人類居住的遺址（如鄭州、洛陽和西安），木材的發現是很多的（如西安半坡村新石器時代遺址），從年輪上的研究一定可以對於這個遺址的絕對年代有所供獻，因此，也可以解決我們中國新石器時代絕對年代的問題。當然還有碳<sup>14</sup>的分析的方法（見後面的（三）節），我們不能專靠年輪的研究。

在中國古代建築上，我們至少發現了有唐代（公元後5—9世紀）的建築（如五台山的佛光寺），從這許多木材的年輪的研究，我們一定很快的得出一個我國古代標準年輪曲綫，可以確定絕對年代和上溯

很久，不但對於考古上絕對年代的鑑定有很大幫助，就是對於我國古代氣候的變化也可知道大概。再加與歷史上的文字記載相對照，我們更可以知道年輪研究的正確性如何，進而可以解決歐美二大陸上不能解決的問題。

因此種種，我個人也認為樹木的年輪的研究，還有繼續的必要，當然不需要大規模的發展。而且現在氣候、林業和考古事業都在發展着，這件對於三方面都有意義的工作，適當的發展是有必要的。

### (三) 放射性碳<sup>14</sup>含量的分析法

#### 1. 原則

普通的碳素，在它的原子核中，含有 6 個質子和 6 個中子。這種碳素的原子量是 12，因之，它叫作碳<sup>12</sup>，是穩固的，沒有放射性質。

在大氣層的上部，有“宇宙光”，在宇宙間不斷地放射，就產生游離的中子。中子衝擊了大氣中氮元素的原子核，而被吸收了，就變成有放射性的碳的同位素，即碳<sup>14</sup>。其變化如下：



碳<sup>14</sup>與大氣中的氧很容易地又很快的化合成碳<sup>14</sup>的碳酸氣(C<sup>14</sup>O<sub>2</sub>)。這種碳酸氣與普通的碳酸氣(C<sup>12</sup>O<sub>2</sub>)混在大氣之中。植物是以吸收碳酸氣而生活的，所以生活着的植物都吸收了大氣中的碳酸氣，當然也把混有的碳<sup>14</sup>的碳酸氣吸收了。也就是說凡生活的植物中都含有碳<sup>14</sup>，與普通的碳<sup>12</sup>有一定的比例<sup>1)</sup>。動物又要食植物而生長(特別是食草動物)，因此，動物身體中也有了碳<sup>14</sup>。

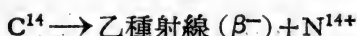
當植物和動物死亡之後，埋藏在地層內，碳<sup>14</sup>的增加停止了，它的放射性開始發生了作用<sup>2)</sup>。物理學家的研究，知道了碳<sup>14</sup>的半衰期是 5,720 年<sup>1)</sup>，這就是說，動植物死後，埋藏在地層內，經過了 5,720

1) 碳<sup>14</sup>在地球表面和大氣界中所含的量與普通的碳<sup>12</sup>有一定的比例，即達到 C<sup>14</sup> 的飽和量。

2) 動植物生長的年齡都很短，可以不計算在內。



年後，身體內所含的碳<sup>14</sup>就變成了原來數量的 $\frac{1}{2}$ ，經過 11,440 年則變成了 $\frac{1}{4}$ 。碳<sup>14</sup>因放射性的變化，仍變化成氮，可用下邊的公式表示：



因此動植物遺體中所含的碳<sup>14</sup>和碳<sup>12</sup>的比例，按照年代的久暫而變化的<sup>2)</sup>。

物理學家和考古學家因此而想到利用由地層內所發現的動植物遺骸中所含的碳<sup>14</sup>的比例而計算他的埋藏在地層的年代。

這種方法從 1946 年開始，現在還在逐步改進中。我們中國科學院，也正在籌備作這種碳<sup>14</sup>的分析試驗，以便解決考古上絕對年代的問題。

## 2. 缺點

這種方法，測定考古年代，還有許多缺點：

(1) 用碳<sup>14</sup>的比例分析需用很精確的實驗。無論如何精確，不同設備和方法所得的結果就可以不同，因此，所謂絕對年代也差得很多，並不像某些人所吹噓的那樣，可以精確到一萬年中誤差不超過 10 年。例如本頁腳註上所列表中，對碳<sup>14</sup>的半衰期的年數還有許多差異，得的結果當然可想像了。

1) 碳<sup>14</sup>的半衰期的數字，需要非常精確的試驗才能求出來，許多物理學家所得的數字不同，此處係根據最近蘇聯所發表的數字。另外左亞納曾引證了許多物理學家的數字，列表比較如下 (Zeuner, 1951, 第 3 版, 第 415 頁)：

從前認為最好的數字	5687 ± 100 年
恩格凱墨 (Engelkemeir)	5720 ± 47 年
郝金斯 (Hawkins)	6360 ± 200 年
恩格凱墨和黎柏	5568 ± 30 年
瓊斯 (Jones)	5589 ± 75 年
密勒 (Miller)	6360 ± 3% 年
密勒(另一種計算方法)	5513 ± 3% 年

2) 實際計算方法是用特製的計數器計算，每克每秒放射出的  $\beta^-$  (即電子) 的數目，生物生活時所含的碳<sup>14</sup>，每秒每克放射出  $12.5 \pm 2$  (或 13.5) 的電子。

(2) 因為碳<sup>14</sup>的半衰期是 5,720 年左右,過了這個時期碳<sup>14</sup>的含量已經少於 $\frac{1}{2}$ ,數量太少了,分析更困難。所以一般人認為 5,000 年左右的古生物,用這個方法計算年代是比較可靠的,100,000 年以上就比較不可靠了<sup>1)</sup>。很多人認為若絕對年代在 20,000—30,000 年以上的生物遺骸,因為含碳<sup>14</sup>的分量太少了,就很不容易作定量的分析了,也就是這個方法就不能準確了。

(3) 因為碳<sup>14</sup>在生物身體中含量很微小,所以在分析中要把試樣完全毀了,這對考古學上的重要標本是不合適的。

又因為生物遺骸中所含碳<sup>14</sup>的量很微小,所以標本的試樣的分量必要很大。根據莫夫耶斯 (Movius) 的說法<sup>2)</sup>:

試樣至少 65 克	木材或木炭
試樣至少 200 克	泥炭,褐炭,穀草,穀粒,草(蘆葦),蓆,籃,衣服
試樣至少 200 克	獸皮,皮革,毛髮,蹄,爪,角(外角)
試樣至少 500 克	鹿角
試樣至少 2 公斤 200 克	獸牙,象牙,石化的骨骼
試樣至少 700 克	軟體動物的介殼

(4) 標本採樣和運輸都要特別注意,標本混有雜質的,濕潮的,破碎的,成粉末的,經過化學處理的,骨骼完全燃燒過的,都不能用。

運輸標本時,最好裝在金屬或玻璃盒中,且不能與棉花、鋸末、紙、草等放在一起。

### 3. 研究的成果

雖然有上述的一些缺點,但這個方法仍很被考古學家異常重視,經與物理學家密切合作,已經作出了相當成績,可以分述如下:

#### (1) 已知年代的樣品的研究

從 1946 年起,人們開始了碳<sup>14</sup>分析的方法,測定考古材料的絕對年代,首先是就已知年代的標本加以試驗,以便檢查用這種方法所

1) 人們從 1951 年起,正在研究歐洲舊石器晚期的絕對年代。

2) 美國現有一個委員會,專門搜集世界各地的標本作碳<sup>14</sup>的分析,決定絕對年代。莫氏所說,可能代表這個委員會所規定的分量。

得的誤差。這種試驗，到現在已經作得很多了，我們這裏只介紹幾個例子：

樣 品	已知年代	求得年代 ( $C^{14}$ 方法)
阿里藏納的樅樹 (發掘山洞時所發現)	1372±50	1100±150 年
敘里亞一個宮殿中的松樹	2624±50	2600±150 年
埃及塞梭斯垂斯三世 (Sesostris III) 墓葬中殉葬的木船	3792±50	3700±400 年

到 1949 年以後，人們開始研究了石器時代的樣品和一些其他不知年代的樣品，結果如下表：

樣 品	用 $C^{14}$ 求得的年代	備 註
中國遼寧省普蘭店的蓮籽	1040±210 年	標本發現在泥煤之中，原由日人採集，認為係第四紀者，據云尙能發芽生長。
伊朗拜爾梯 (Belt) 山洞中的燒骨		
中石器時代早期	8004±415 年	
中石器時代晚期	$\left\{ \begin{array}{l} 1130 \pm 300 \text{ 年} \\ 1260 \pm 430 \text{ 年} \\ 8545 \pm 500 \text{ 年} \end{array} \right.$	據云時代的不準確，是由於標本分量太少的緣故
中石器時代新石器時代過渡期	10500±610 年	
新石器時代	8085±720 年	
法國拉斯寇 (Lascaux) 山洞中的木炭 (舊石器時代晚期)	15516±900 年	僅試驗一次
法國喀稜納 (La Garonne) 山洞中的燒骨 (馬格德林時期)	11109±480 年	僅試驗一次
同上灰內有砂、木炭和燒骨	15847±1200 年	僅試驗一次
英國新石器 (或中石器) 時代成了炭的一塊木材	4964±300 年	考古學家曾估計為 4000 年
美國冰積層中的一塊木頭	老於 17000 年	

從以上所舉的例子，我們可以看出用  $C^{14}$  分析的方法，計算不知年代或石器時代的絕對年代的結果了。由於冰川泥和其他方法所測

得的石器時代的絕對年代，還所差不太多。其中誤差太大的，據分析者解釋，都有一定的原因。

#### 4. 碳<sup>14</sup>含量分析方法的發展及在中國的應用前途

美國於 1949 年時就成立了用碳<sup>14</sup> 含量分析測定年代的委員會，委員會中包括了核子物理學家，第四紀地質學家，考古學家。委員會中有專人負責對於試樣的審查工作。核子物理學家也在逐步改進試驗用的儀器，特別是計數器。委員會並發出號召，希望世界各地供給試驗用的樣品。現在該委員會努力的方向是要測定舊石器時代晚期的絕對年代。

在我國考古界中，新石器時代的絕對年代是一個很嚴重的問題。因為在 30 年前曾有一個瑞典人安特生對中國新石器時代晚期的絕對年代提出過沒有根據的說法。中國考古學家們都知道他的說法不可靠，不能應用，但又提不出一個有根據的說法或一定方法的估計或測定，因此，有許多歷史學家還不能不應用安特生的數字。

近幾年來，我們考古學已經有了一個很大的發展。碳<sup>14</sup> 的分析方法，測定絕對年代，雖有上述的缺點，但試驗方法和儀器的改進，還可能使所得結果更好一些<sup>1)</sup>。我們迫切的希望，考古界的人們不要再滿足於 30 年以前的陳腐方法，應該採納新的科學方法。同時也希望領導這方面工作的人們對這方面的工作加以注意，早日把這種方法應用起來。現在我們科學界的條件是具備的，應用這種方法，並不是空想！

---

1) 最近蘇聯在和平利用原子能上，有很大的進步；對於上述的計數器有很重要的改進，使計算絕對年代上可以有更精確的結果。

### 三. 第四紀地質的研究方法

在過去，地質學家和考古學家多半是只從地層內採取化石和人類遺物，而很少地去研究地層內堆積的性質。這樣就很不難瞭解當地地層堆積時的自然環境（地質學家所需知道的）或者當時人類活動的情形（考古學家要知道的）。從第二次歐洲大戰的時候起，地質學家和考古學家特別注意了構成地層的各種堆積物的研究——這種研究，可以知道當時的氣候、水文、地貌、動物羣和植物羣的性質等<sup>1)</sup>。對於地質學家研究當時的地質情形，對於考古學家研究人類活動的情況，都提供了很多有用的材料。

這種研究，實際上土壤學家和沉積學家都早已開始了，第四紀地質學家和考古學家僅僅在本世紀 40 年代之後，才開始應用。現在在各國還正在繼續深入研究之中，雖然初步的結果，還不能令人十分滿意，但是今後經驗的累積和方法的逐步改善和更精確，一定使我們得到現在所難想像的成績——特別是在我們中國，我們爲了要改變科學落後的基本情況，我們不能不迎頭趕上去，而且要爭取走在前邊。我們若能夠這樣奮鬥，這才不愧我們是新中國的科學工作者。在蘇聯，第四紀地質工作者亦已廣泛利用了這種方法，我們更應當學習蘇聯學者們的這些先進經驗。

#### (一) 地層整體的觀察

##### 1. 表面地形

地面地形的研究，就是觀察大地表面的高低形勢——這主要是地理學家的工作。簡單的地形，就可以說明過去，例如：乾谷的旁邊成一個半圓形，這就說明了過去這裏曾經是一個河灣。再如我們如

---

1) 研究地層堆積時的自然環境和當時人類活動的情形，主要還是依靠生物化石；堆積物的研究只能起對證和輔助作用，但在缺乏化石的時候，這種研究則更爲重要了。

見到在懸崖中間有一個山洞洞口，而洞中又有從遠方沖來的礫石，我們就可以知道這個洞口，是從前地下河的出口，但是現在水面下降了很多，降到現在的河面了。

海洋學家測量海底的地形，可以使我們知道現在的河流流得比現在的海岸遠得多，假如我們在河口以外，離海岸近的地方海底上測得有古老的河谷的話。

## 2. 地層的整體性質

要了解過去的氣候和自然環境，一般說來，是要依靠“地內地形”的，也就是要依靠地層內部所表示出來的古代的地面的形態。

最重要的是“顏色”<sup>1)</sup>。很薄的地層在發掘的時候，從剖面上很不容易看出有不同的顏色。例如：一頭死牛或者一塊樹榦，當它們腐爛氧化之後，可能留下一些顏色很輕微的痕跡——這樣的痕跡只能在水平方向發掘時，經過仔細的觀察，才可能觀察出來。

地層的顏色，多半是因化學變化而發生變化，而這化學的變化又多半是因氣候變化而產生的。所以我們從地層的顏色可以推知該地層生成時的氣候。

中國地質學家和土壤學家所熟知的長江以南的“鋁紅土”，是深紅顏色的，是在“熱”而“濕”的氣候中，所謂“鋁紅土化”(化學作用，Lateritisation)所生成的。在曾有冰川的地區，地質學家就可以認為這鋁紅土代表一個間冰期的地層<sup>2)</sup>。

有人研究比爾牛斯山 (Pyrénées) 下的冰川時，看見台地地面上有一層紅色土，他們認為是冰川後，濕而熱的時期生成的。同時在較低的台地上，有顏色較淺的一層，他們認為是更近代的地層<sup>3)</sup>。

在我國北部作第四紀地質的調查，很常見在紅色土的剖面當中，

1) 不同的人的視神經對於顏色的感覺可能不同，特別是“色盲”的人，應當用各種色樣的比較表對照，以便對顏色加以正確的形容詞。還有光線的強度，光的種類（如黃色的鈉光），都可影響我們對於顏色的識別。

2) Bourdier, F. C. R. de L'Acad. des Sci. 1940, et C. R. de Soc. Géol. Fr. 1946, P. 147.

3) Alimen, H. Bull. de la Soc. de Géol. 1950, P. 107.

有一弓形痕跡，上邊也是水平的紅色土，下邊有中間厚兩邊薄的顏色較黑的紅色土層。這代表了在紅色土生成時期的一個“古地面”，曾淤積些水，生長些植物。這黑的顏色就是腐殖質染成的。

還有地層內的構造，在說明當地的古代地形上也很重要。

例如：在山西襄汾縣丁村的汾河岸上，在最低台地的斷崖上（台地高出河面 5—6 米），我們看見了很多的在黃土層中的礫石袋。周圍都是黃土（或紅色土），中間寬 4—5 米或 10 幾米，厚有幾米的礫石袋，有時礫石還在當中排列成層，有時在這礫石袋上，還覆蓋着一層次生黃土。這就是從前河旁的小水溝或乾谷，將黃土沖成一個溝，當大水期間，沖來許多礫石，填充在溝谷之中，我們今天所看見的就是這種溝谷的橫斷面。

再如：在河南新蔡息縣間，挖掘洪河河道取土工程時，在地面下 7—11 米的地方，發現了許多動物化石。這許多化石全在黑土之中。而這種黑土只是窄窄的一條，由剖面上看，中間凹入，兩邊斜起。在黑土的兩旁都是黃土，有很清楚的界限，上部黑土顏色較淡，黃土顏色較深，界限逐漸不清，混入耕土層中。

這是什麼現象呢？這就是掩埋了的河谷，或者叫作“河谷化石”。大概當第四紀的時候，洪河的水流還相當急，將黃土<sup>1)</sup>侵蝕成凹入的河谷，後來河流改了道，因為河水堆積中含腐殖質多，所以生成了黑顏色。

另外，化學作用常使地層內生成“結核”。在中國北部紅色土中常常生成一層堅硬的、不規則的長圓形的土結核，在地層內水平方向排列着，有時這種結核還可互相連結成一層硬殼。這種結核是因當時地面水（雨水，雪水）滲入地層之中，到達一定的深度，就飽和了，不能再向下滲，在這個平面上停留很久，水中含有碳酸鈣，就在一種東西（特別是田鼠的骨骼）的周圍凝結起來，成了堅硬的結核。這種結核層，在河南洛陽、陝縣間的紅色土中特別顯著。

黃土中也有結核，比較小些，且多為長條形，有如大薑，沒有一定

1) 這個區域的“黃土”，與山西、陝西和河南北部的風成黃土不同。

的層，是因爲黃土中的結核，是滲透下去的水，多憑藉植物的根而生成，所以多成薑形而沒有層次。

在水中含有氧化鐵的地方，也可在地層內生成，特別在有礫石的地層內，一層“鐵殼”(iron pan)，形狀如圓盤，比周圍堅硬，顏色黑紅。

在泥砂地層中，也常有礫石、蚌殼、石器外面包有一層一層的泥土硬殼。在現在汾河的觀察，可以看出他們是在混有泥土很多的河流中，在迴水或比較流緩的水中所生成的。這完全是機械作用，與結核有化學作用的性質不同。因爲水流得緩慢了，水中漂浮的細砂慢慢沉澱出來，聚集在礫石的表面而生成的。

## (二) 地層內組成分子的個別研究

研究堆積的性質，研究構成地層的每一個體的大小、形狀、排列等是很重要的。

我們可以按照構成堆積的成分，分成爲礫石及砂粒，分別敘述如下：

### 1. 礫石

水流動時生出一定的力量將地面破碎的石塊沖動，水流有快慢，生出的力量就有大小，因而沖動的石塊也因之而有大小。在流動的水中，將石塊按照大小不同，分別堆積在不同的地方。只有在冰川兩旁或末端生成的冰磧層，才不能將堆積內的成分按大小分別堆積。在冰磧層中，大礫石和砂土都堆積在一起，謂之爲礫石土層。這是因爲冰川是固體(冰)的運動，不管大小重量都一齊推動和堆積起來，在地質學上叫作冰礫泥(Boulder clay)。與冰川相似的，還有斜度很大的山谷中的泥流(Mud-flow)和解凍泥流(Solifluction)。

一般說來，最大的巨礫石(Boulder)，只有冰川才能沖動，在河流堆積中，很少有直徑大到1米以上的礫石<sup>1)</sup>。

在距石塊來源較近的地方(如山脚下)，石塊就可能較大，且石塊

---

1) 著者於1948年去甘肅的時候，在由洮沙赴臨夏的途中，曾見一直徑約2米的大礫石孤立於路旁的農田中，據地方農民告知，係在山洪暴發時，由三、四里外的山谷中沖來的。



還都保留着稜角，還沒有磨成光面；較遠則較小。

由礫石排列的方向，也可以推測出當時堆積的情形。在河流中生成的礫石層，礫石排列的方向是長軸與水流的方向平行；海灘中生成的礫石層，礫石的排列是礫石的長軸與海岸平行。

水流的方向可以從礫石的傾斜度上推測出來：礫石較小的一端，多半向上抬（在河流中，約抬起  $15-30^\circ$ ），這就指出河流的方向是從這一端流向另一端。在海岸旁的堆積中平的礫石只抬起  $3-15^\circ$ ）。

當然礫石的傾斜度，還要看原地面的斜度和堆積中其他成分而定。在普通坍塌的地方，有稜角的石塊差不多都是大的一面伏在地上。

礫石的形狀，對於堆積時的情形，也可以說明一些問題。法國地質學家凱越 (Cailleux) 曾將測量礫石的結果畫成曲線。他測量礫石“平度”<sup>2)</sup> 的方法是這樣： $\frac{L+l}{2E}$  ( $L$ =長,  $l$ =寬,  $E$ =厚)<sup>3)</sup>。他計算的結果，證明一種岩石的礫石(片麻岩化的岩石除外)，海水中生成者永遠比淡水中生成者的平度較小。但是石灰岩的礫石除外，因為在淡水中生成的石灰岩礫石也可以很平。

據凱越解釋說，更不對稱的石灰岩礫石的平度很小的原因，是因為淡水裏含有碳酸氣能够溶解石灰岩，但在海濱的熱水中碳酸氣較少。他為證明他的說法，曾研究了法國莫斯河 (Mouse) 旁邊的第四紀沖積地層中石灰岩礫石。他發現現在的沖積層中的石灰岩礫石的平均的平度是 2.5。第四紀沖積層中含有猛獁象的一層(寒冷氣候)，

1) 本文以上的說法，係引自 L. Laming, 1952, 第 93 頁；Laming 則係根據 Cailleux 的研究 (Cailleux, A.: "L'Orientation des galets dans certaines formations marines". *Bull. Soc. Géol. Fr.* t. IV, 1934, pp. 3—12 和 Cailleux, A.: "Distinction des galets marins et fluviatiles", *Bull. Soc. Géol. Fr.* t. XV, 1945, pp. 375—404)。惟據地質研究所張文佑副所長談，河水在河谷中流動的情形很複雜，如河中心與河底都與他處不同，且有迴水之處，河水倒流。據他的觀察，礫石的大的一端在河流上流方向先停止，小的一端“抬頭”，因此，與本文中所述的礫石河流中的方向，則恰恰相反。關於這個問題，需要多多實地觀察，方能解決這兩個不同的說法。

2) “平度”是法文的“Aplatissement”，含義不只有平而光的意思，還含有厚的意思。

3) Cailleux, A.: *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 1945, p. 375—404.

石灰岩礫石的平度是 3.4。第四紀地層中含有古象(*Elephas antiquus*) (溫和氣候)的石灰岩礫石的平度是 2.0。按照他的說法,在沒有化石的地層中,按照礫石的平度也可以推斷出地層生成時的氣候。

凱越還創造了礫石的一種“磨蝕指數”(Indice démoussé)——就是礫石上最突出部分的弧的半徑被礫石的最大長度除<sup>1)</sup>。計算這個磨蝕指數,可以先在厘米方格紙上畫出礫石的外形,然後再測量。

石灰岩的礫石可以由這個指數區別是淡水或鹹水中生成的,但不能區別河水或海水的(後者只能用不對稱度來區別)。火石的礫石的區別則很大,指數小於 100 者代表古河或靜的海灘的堆積;指數大於 200 的,代表了海水的堆積(指海水不是安靜的而言)。由後邊這種指數,凱越曾經鑑別了巴黎盆地中的始新世的海成地層。石英的礫石則不能用這種指數來區別海成或淡水成的。硬的火山岩和片麻岩都相同。

垂卡(Tricart)最近還應用“磨蝕指數”研究了在熱帶氣候下生成的礫石<sup>2)</sup>。

他種的礫石,可以只研究外形,就知道一些生成時的情況。

例如:冰川中的礫石,表面可以磨成一個平面,如果是硬度大的礫石,平面上可發出光亮。平面上還有許多平行的條紋,有時許多平行條紋互相交叉。兩面的條紋多半不互相平行(圖版 III)。條紋的痕跡,都如“釘子”狀,即一端大而深,他端漸行微細而至消失(圖 3)。



圖 3 冰川礫石上的釘形條痕,從這條痕上,可以推測冰川流動的方向。

1) Cailleux, A.: L'indice émousé, définition et première application. C. R. Soc. Géol. Fr. n. 13—14, 1947, pp. 251—252.

2) 因參考書缺乏,尚未查出垂卡區別這種礫石的方法。

生成冰磨成的平面和條紋，都因冰川有巨大的壓力的原故。條紋的形狀是因為劃礫石的較硬的岩石，首先在礫石上壓成一個坑（釘子頭的一端），但是經冰川的壓力和推動力，使這塊堅硬的岩石破碎了，因而不能再劃出條痕來。

在非常寒冷的地區，夜間溫度很低，但當白天，太陽出來，將礫石表面晒熱，而礫石內部仍然凍結，礫石表面漲縮的結果，使礫石表面掉下魚鱗樣的小片來，礫石上就生成了許多像麻面的人臉上的癍痕一樣的小圓坑（參閱圖版IV, 8）。

撒哈拉沙漠中的石灰岩的礫石，表面上有許多像蟲子爬的彎曲的小溝。這是由於露珠和風的作用而生成的（參閱圖版IV, 5—7）。

特別形狀的三稜形的礫石是風成的，因為強大的風力不斷的吹起沙粒，磨擦礫石的表面，風的方向長時期不變，使礫石從迎風的頂端分成兩面，將兩面磨成平面，中間有一個稜脊。這樣生成的有稜有尖的礫石，常常有人誤認為箭頭或磨製的石器，造成笑話（參閱圖版IV, 1—7）。在海邊，因風的方向常常不變，在沙灘上也可以生成這樣的礫石。

## 2. 砂粒

砂粒與礫石的區別，是按照大小而定的，溫德華氏（C. K. Wentworth）曾用數字的大小以區別礫石和砂土，可供我們參考。他的表見下頁<sup>1)</sup>。

我們這裏，只介紹一些關於砂粒（較粗大的粒）的研究，至於土（更細的粒）的研究，俟後再行介紹。

研究砂粒之時，我們要先從地層中採取2—6克的砂粒，先用冷稀鹽酸洗一下<sup>2)</sup>，到不再發生氣泡時止，然後再用清水洗。再將砂粒放在約40倍的顯微鏡下觀察，首先數一數，約以33或50粒為合適，因用3或2乘之，容易得出百分率來。

1) 轉引自 Twenhofel, W. H.: Treatise on Sedimentation, 2nd Ed. 1932, P. 202.

2) 砂粒外包有石灰質的硬殼時用稀鹽酸，如果外面包有鐵質的殼，則用濃熱的鹽酸。

長度以毫米為單位	個體名稱	成層名稱	構成岩石名稱
256	巨礫, 大礫石	巨礫層	巨礫礫岩
64	中礫石	中礫層	中礫礫岩
4	礫石	礫石層	礫岩
2	粒砂	粒砂層	礫砂岩
1	極粗砂粒	極粗砂層	極粗砂岩
$\frac{1}{2}$	粗砂粒	粗砂層	粗砂岩
$\frac{1}{4}$	中砂粒	中砂層	中砂岩
$\frac{1}{8}$	細砂粒	細砂層	細砂岩
$\frac{1}{16}$	極細砂粒	極細砂層	極細砂岩
$\frac{1}{256}$	泥砂粒 黏土粒	泥砂 黏土	泥砂岩 黏土岩

1) 光綫分類法 根據凱越的研究<sup>1)</sup>, 如果在顯微鏡下, 光綫充足而配合的合適之後, 就可以將砂粒分成四類:

(1) 無光澤的圓形 這是砂丘中生成的砂粒, 風力的吹動, 表面上經砂粒長期地互相撞擊, 使表面麻而不平, 因之, 光綫照上去之後, 反射在不同的方向, 我們看起來, 就暗淡無光 (圖 4, 乙)。

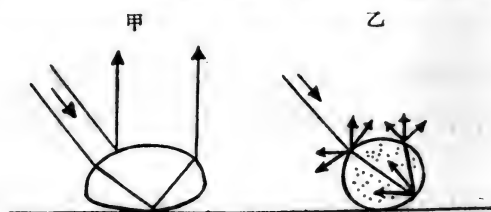


圖 4 說明砂粒在顯微鏡下, 反光的情形。

- 甲. 一般河邊或海邊的砂粒, 表面平滑, 看來像有兩點發光;  
乙. 風成的砂粒, 圓球形, 但表面高低不平, 看來暗淡無光。

(2) 磨光而發亮的 在海邊或河邊水中磨光的砂粒都是這樣。如果砂粒放在黑底子上, 在顯微鏡下, 看來是透明的, 且在它表面上, 有兩點發亮光 (圖 4, 甲)。

1) Cailleux, A.: "Distinction des sables marins et fluviaux", *Bull. Soc. Géol. Fr.* t. XIII, 1943, pp. 125—138.

(3) 未磨蝕的 這是由噴出岩、變質岩(如花岡岩、片麻岩和石英脈岩)風化破碎後所生成的砂粒,多半是石英的小晶體,或是其他礦物的破碎的小晶體。

(4) 圓而表面髒的 砂粒經鹽酸沖洗後,但砂粒表面上還有許多黏結的東西,多半是含鐵質的東西,或者是砂粒上包有一層新結的石英質。許多第三紀陸成砂岩和古生代砂岩中的砂粒,全是這樣。

無論是風成或是水成,很小的砂粒多半沒有磨蝕。我們觀察的砂粒,普通以 0.7 毫米的粒子為合適。

凱越觀察砂粒,曾得到這樣一個結果:如果觀察的砂粒的大小是 0.3 毫米的,而磨光且發亮的砂粒在 30% 以上,這種砂粒是海中磨蝕而成的是可以肯定的;如果百分比在 20—30 之間,則很可能是海水磨蝕的。

凱越更從他的觀察,說明了在法國海岸邊,在第四紀時,有從東北方吹來的強大的風。

他證明了,在第一間冰期之前,即在第四紀之初曾有一個風期。這個風期生成的砂粒,在賽因和馬納河(Seine et Marne)兩岸的 85 和 90 米的台地上可以找見(第一間冰期前),一直到舊石器時代晚期,這個風才逐漸減小。

凱越更由這種砂粒的研究,證明了法國里昂羅馬時代的戲院,所用的黏結石頭的砂子是從遠方運來的,而不是從附近採得的<sup>1)</sup>。

我們用這個研究方法,可以研究我國新石器時代的陶器——特別是彩陶,看看其中的砂土是本地的或是遠方的,這樣就可以證明這種陶器是否從遠方運來的。如果證明這許多陶器都是從一個遠的地方運來的,這就可能說明那時的手工業(燒陶器)的專業化和有“商業”的存在。

**2) 顆粒分類法** 就是按照砂粒(或礫石)的形狀大小,然後再按照重量分類統計,計算比率的方法。這個方法不管砂粒是那一種礦

1) 原文中各河名地名未譯。

物生成的（但大半還都是石英粒）。

從這種分類的研究，再用統計的方法，可以得知堆積的情形。這也是最近幾年中，法國第四紀地質學家和考古學家所使用的辦法，簡單介紹如下：

（1）表現的方法 研究砂粒的大小和重量，加以統計後，可以用很簡單的直方圖（Histogrammes）表現出來（如圖 5，甲），也可以用曲綫表示結果（如圖 5，乙）。

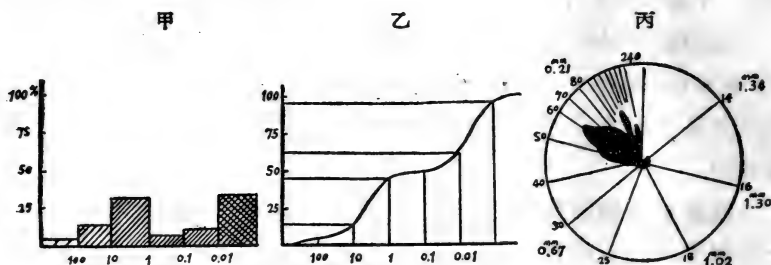


圖 5 顆粒分析的各種圖象。

- 甲. 直方圖（橫坐標代表砂粒的大小，以毫米為單位，縱坐標代表百分比），表示有平頂的海成砂粒；
- 乙. 累積的曲綫，表示與甲相同的砂粒；
- 丙. 顆粒分析曲綫，表示法國一種海成砂粒但與河中生積者相同。

橫坐標上，記出砂粒大小。這裏不用算數的數字而用對數的數字，因為對數的差別比算數數字的差別更大一些，在曲綫上更顯著些。

縱坐標上，記出一種大小的砂粒的重量的總合。若分別記出則得出直方圖（如圖 5，甲）。若將重量由大到小，累加起來，則得出一個曲綫（如圖 5，乙）。

瑞維葉（Rivière）還創造了用放射形的坐標來代替縱橫坐標的表現方法<sup>1)</sup>（如圖 5，丙）。

1) Rivière, A.: Ann. Inst. Océanogr. 1937. p. 213.

## (2) 工作方法:

直接測量方法——主要是用在粗大砂粒和礫石上，通常是直徑在 2 厘米以上的小礫石。方法是先取 1—2 公斤的沉積物，將其中的小礫石都量一下最大的長和最大的寬，然後按大小分成幾類（按照橫坐標的數字分），然後再將各類的重量稱一下。根據所得數字，就可以畫出直方圖了。

篩分法——這是簡單的方法，一般是用在分析比較大的砂粒的。用這個方法最好的砂粒是小於 2 厘米和 1—1/10 毫米者。

篩子一般是圓柱形的，方形者不好，中間加上幾層“篩底”。篩底可以用銅絲編織的或薄鋼板鑽孔的。篩孔上層比下層大，大小的差別按對數的差。瑞維葉分析砂粒時，只用這種篩子，篩眼最小的到達 0.06 毫米。

用手篩是費時而疲勞的，可以用一個小的電動馬達使篩子轉動（圖 6，甲）。

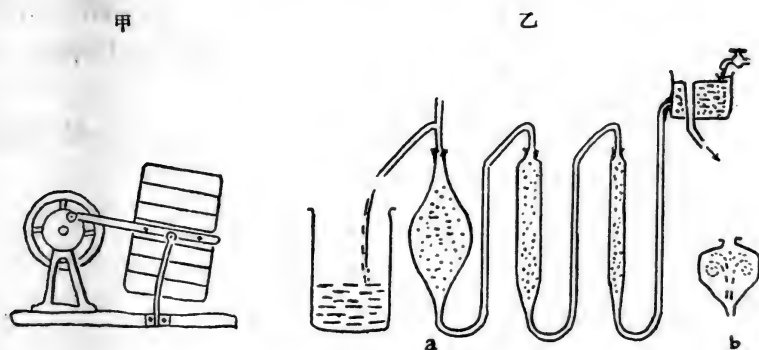


圖 6 分析砂粒的用具（篩）和方法（淘洗法）。

- 甲. 分析砂粒的小篩，旁邊加一個小馬達，轉動篩子，以便節省人力；  
乙. 淘洗砂粒方法示意圖：a. 各種形狀的玻璃管；b. 表示水在玻璃管流動的情形。

篩的時候，將篩子浸在水中，或用水澆，對於分析較細的砂粒有很大的方便，但是用水的方法，在篩完之後，將細砂由篩底上取下是

比較困難的。而且有許多砂粒比篩眼只小一點的時候，在有水時是漏不下去的。

從篩上取出各種大小的砂粒之後，要先在  $100^{\circ}\text{C}$  的情形下烘乾，至重量固定時為止<sup>1)</sup>。如此則可以畫出直方圖，以便比較。

淘洗法——這是一個很古老的方法，就是用向下向上長流的水，利用水的攜帶力量，將砂粒分開。

簡單的方法是用幾個大肚兩端口小的玻璃管，互相連接起來，將要分析的砂粒放在一個底上有出口的玻璃杯中（出口與玻璃管連在一起），然後用一定速度和一定分量的水沖入。如此，則大的砂粒先停留在第一個玻璃管中，因為水的攜帶力不能將砂粒帶到第二個玻璃管中（如圖 6，乙）。

經過一個相當長的時間，流水不能攜帶砂粒了，水變清了，就停止工作<sup>2)</sup>。然後將每個玻璃管中所停留的砂粒取出，烘乾，一直到重量不再變為止。

作這個試驗，我們必須知道水的量和流速。每個玻璃管的水量，我們也要知道。每個玻璃管中水量的差別，一般是按下列的比例： $0.2-0.1-0.05-0.02$ 。

我們還得計算出，砂粒在靜水中降落的速度，它是一個不變值，是用斯托克斯 (Stokes) 公式求得：

$$\text{砂粒在靜水中降落的速度} = \frac{2r^2}{9} \frac{(D_1 - D_2)g}{\eta},$$

(砂粒是球形的)

$r$  = 砂粒的半徑，

$\eta$  = 液體的膠體，隨着溫度變化，

$D_1$  = 砂粒的密度，

$g$  = 重力加速 = 981。

但是斯托克斯的公式，只能適用於半徑在 0.005 厘米以上的砂

1) 就是水完全蒸發掉了，重量只是砂粒的重量，所以不再變了。

2) 簡單一些，我們也可就用量筒和滴管作這種試驗，不一定要這樣複雜。



粒，若用在比這個數字小的砂粒上，則誤差很大，要用歐森（Oseen）的公式。

計算出砂粒在靜水中下墮的速度之後，很容易計算出適當大的玻璃管和水的定量。這樣我們再計算出分離出來的砂粒的大小。

這個方法分析砂土，可以得出很精確的結果。

(3) 圖象的解釋 由上邊所述分析的方法，畫出圖象之後，據瑞維葉解釋：“可以知道，當地層堆積時的動力的性質。”由此即可以知道堆積時的情形。

我們從前圖的曲線上看（圖 5，甲），立刻就知這種堆積的成分是不均勻的，就是砂粒的大小的差別相當大。一個成分非常均勻的堆積，就成爲一個垂直綫，就是砂粒大小的 100 分比是相同的（圖 5，乙）。

堆積內成分的均勻與否就可指示了堆積的性質：風成和海成的堆積中，其砂粒的大小是均勻的；冰川成的砂粒的大小差別較大。如冰磧層中的砂粒的分析，可以得出一個傾斜度很小的斜綫。如圖 5，乙曲綫中有一個平台，是表示堆積物是海中生成的。

由瑞維葉的圖象（圖 7），我們可以看出，風成的砂粒很均勻，只佔很窄的一段（圖 7 之 5），這是大沙漠中生成的堆積，經過風力很好的選擇過。在泥漿中沖流的砂粒，大小不勻，佔了圓的全面（圖 7 之 1）。圖 7 之 2 是高谷中的砂粒，是開始被水選擇的現象。在不高不低的谷中的砂粒，細砂被沖走，大小比較均勻了（圖 7 之 3）。到了低谷之中（圖 7 之 4），砂粒又經過了進一步的選擇，成半月形的圖象。

圖 7 之 7 是片麻岩風化後被海水沖成的海灘中的砂粒的分析。海成砂粒有兩個最大量者（圖 7 之 8），是一種混合的東西。圖 7 之 9 是一個複雜的堆積，解釋如下：A. 是當地風化而成的大粒石頭；B. 是半月形，代表急流的水生成的；C. 代表極微細的粒子，是滿潮時堆積的。

由上述解釋，我們已經可以由砂粒的分析，推測許多種堆積的性質。決定一個沉積層的性質，我們只用很少的圖象，在同一地層較遠的地方取些土樣，就可以作一個正確的判斷。

除上述圖象外，還有其他式樣者，均從略。

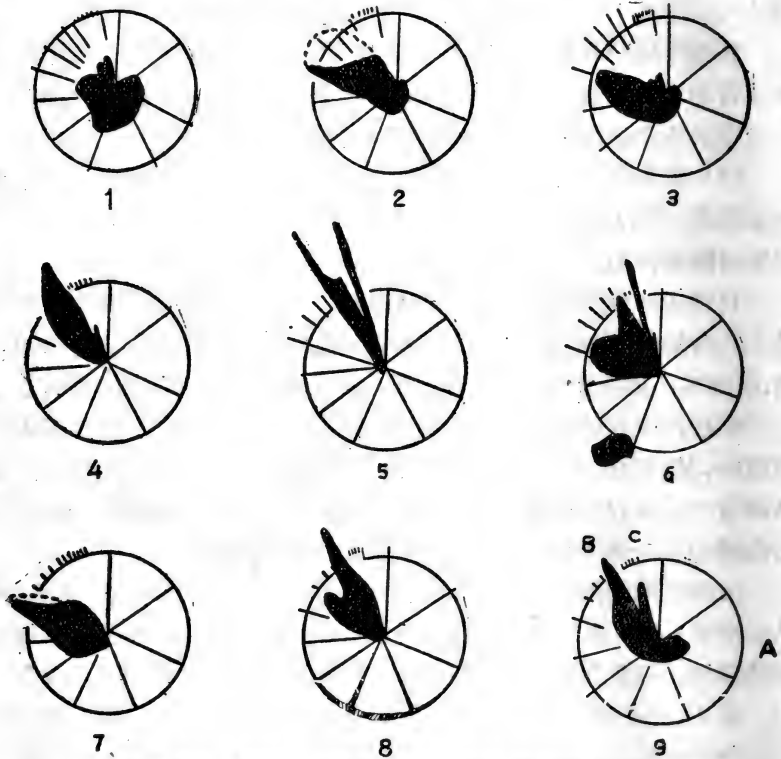


圖7 瑞維葉的圖象書法，用幾種砂粒分析曲綫，說明砂粒生成的情形。

1. 泥漿中流動者；2. 水流選擇開始時的砂粒；3. 在不大的水流中，砂粒細而彼此互相撞擊快的砂粒；4. “新月形”的，代表在河流中長期流滾的砂粒；5. 大沙漠中的砂粒；6. 沙漠中的砂粒，又被海水沖滾者；7. 在海邊磨蝕的砂粒；8. 海邊砂粒，而有兩個最大量者；9. 繁複的砂粒：A. 海灘上的砂粒，B. 水流沖來的砂粒，C. 滿潮時沉積的很細的砂粒。

### 3. 山洞內堆積物的分析

山洞裏的堆積物，也可以由它的組成部分的形狀和大小的分析，來推測它堆積時的情況。

可以在山洞中，發現流水堆積層——是由外面沖進來的，堆積成

袋形，如周口店猿人地點的第七層。關閉的山洞中，堆積物都是在山洞內部生成的，如岩石裂隙中掉下來的，洞頂洞壁上掉下來的。這樣的石塊多半不是磨光的，如周口店猿人地點第三層，相反地也可以是很圓的球形的礫石，因為小股的地下水經常通流地方，使礫石在當地長期磨蝕而成。如周口店猿人地點下洞底部的一層，中間骨化石和石英粒，都磨成了球形。

山洞中的黏土，是由石灰岩在當地風化而成。山洞滲入的水中，含有碳酸和植物酸，使石灰岩發生化學作用。

當一個非常寒冷的時期（冰凍期），這種作用差不多停止了，黏土分解不出來。同時石鐘乳，石鐘乳層，白土（montmilch）也都停止了生長。只有在氣候重新變暖之後，才能重起作用。

冰凍和融化，岩石受了劇烈的變化，才能破裂和掉下來。這樣才能使堆積物加速堆積起來。

巨大的石塊，不能被水所沖滾磨光，水的作用只能使小塊的岩石被溶解。

萊斯（Lais）根據上述的原則，分析了瑞士聖布萊斯山洞（Saint Brais）的地層<sup>1)</sup>。並畫了另一種圖象（圖 8）。

這個山洞原來由寇貝（Koby）發掘的，他用重礦物的分析方法，說明洞底的一層，是由第三紀的砂在冰期再堆積而成的。但是萊斯研究結果，認為不是冰期生成的，而是間冰期生成的，因為地層內有許多很細的成分，表現了是由洞壁經化學作用而生成的。

在黏土層之上，有一層含有熊化石的堆積，當中所含的砂粒比較大的多（5—10 毫米者），沒有變化的石灰岩和很少的黏土。他說，這一層堆積是在溫度很低而滲透入的水很少的一個時期生成的。在這一層之上，還有一層在比較溫暖時代堆積的砂土。

再向上一層，5—10 毫米的砂粒漸向上則漸小，裏邊含有許多石灰岩的粉末、石鐘乳和石灰岩的碎塊——這種堆積的性質說明當堆

1) Lais, R.: Uber Hohlensedimente, *Quartär*, tome III, 1946, P. 56.

積之時，沉積很多，氣候又變熱了。這種堆積內有新石器時代和銅器時代的遺物。

萊斯從這山洞內地層的研究，畫出下邊這樣一種圖象(圖8)。從這個圖象上看，維母期的冰期會有兩次的前進，冰期以後氣候漸漸變暖。

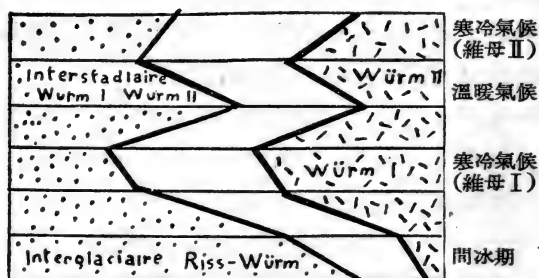


圖8 萊斯 (Lais) 砂粒分析的圖象。

萊斯並且特別指出，氣候的變化，跟本地的環境，有很大的關係。如洞的海拔高度，洞的形狀，洞的洞口的大小都有關係。

## 本文重要的參考書

本文所引證的參考書，在必要情形時，均用腳註分別記於本文各頁中。比較重要而有普通性的參考書則分列於此處。

### [1] 一般性參考書(本文重要參考書)

Laming, A.: *La Découverte du Passé, Progrès Recent et Techniques Nouvelles en Préhistoire et en Archéologie*, Picard & Cie, Paris, 1952.

本文一和三部分大部係由本書中採譯者。

Zeuner, F. E.: *Dating the Past, An Introduction to Geochronology*. Methuen & Co. Ltd., London, 3rd. Ed. 1951.

關於樹木的年輪和碳<sup>14</sup>的研究方法，多參照這本書寫的。

### [2] 關於二。(一)部分(即骨化石內含氟量的分析方法)的參考書;此處只引證一些關於這種方法的理論和分析方法者;其他關於個別化石的研究者從略。

Carnot, A.: *Recherches sur la Composition général et la teneur en Fluor des os modernes et des os fossiles des différents âges. Annales des Mines, Ser. IX, Mém. t. III. p. 155-195, 1893.*

本文主要是歷史性知識，一般無必要參考。

Middleton, J.: *On Fluorine in Bones, its Source and its Application to the Determination of the Geological Age of Fossil Bones. Proc. Geol. Soc. London, Vol. IV, 1844.*

本文的參考價值同上。

Oakley, K. P.: *Fluorine and the relative Dating of Bones. Advancement of Science, London, 1948, 4, p. 336-337.*

本文簡述了含氟量研究的歷史，並提出利用這種分析，鑑定化石的年代的建議。

Milton, R. F., Liddell, H. F. and Chivers, J. E.: *A New Titrimetric Method for the Estimation of Fluorine. The Analyst, vol. LXXII, 1947, p. 43-47.*

Willard, H. H. and Winter, O. B.: *Volumetric Method for Determination of Fluorine. Industrial and Engineering Chemistry (Analytical Ed.), 1933, Vol. V, p. 7-10.*

### [3] 關於二。(二)部分(即樹木年輪的研究)的參考書。

#### 甲. 總論及方法

Dobbs, C. G.: *A study of Growth Rings in Trees. I. Review and discussion of Recent work. Forestry, Oxford, Vol. 24 (1), 1951, pp. 22-35.*

Douglass, A. E.: *Climatic Cycles and Tree-growth, Carnegie Inst. Publ. Washington, no. 289, Vol. 1, 1919; Vol. 2, 1928; Vol. 3, 1936.*

——— *Estimated Tree-ring Chronology. Tree Ring Bull., Flagstaff, Vols. 1, No. 4; 2, 1; 2, 2; 2, 3; 3, 2; 4, 3; 5, 1; 5, 3; 1935-1939.*

Gladwin, H. S.: Tree-ring Analysis. Method of Correlation. Medallion Pap. *Globe*, Arizona, Vol. 28, 1940.

Glock, W. S.: Tree-ring Analysis on Douglass System. *Pan-Amer. Geol.* Des Moines, So, pp. 1-14.

## 乙. 關於中國樹木年輪

鄭子政: 探求古代氣候之一途徑——樹木年輪之研究。氣象雜誌, 第 11 卷, 第 3 期, 民國 24 年, 第 137-142 頁。

本文主要介紹歐美對於樹木年輪的研究與氣候變化的關係。文中只提到著者曾研究了北京景山內的松樹年輪, 結果並未詳加介紹。

## [4] 關於二. (三) 部分 (即碳<sup>14</sup>) 分析法的參考書

Libby, W. F.: Radiocarbon Dating, University of Chicago Press, 1952, pp. 1-142.

這是一本小冊子, 包括了歷史、方法及成就各方面的說明, 是研究碳<sup>14</sup>的最重要而易懂的參考書。

Flint, R. F. and Deevey, E. S. Jr.: Radiocarbon Dating of Late-Pleistocene events. *Am. Journ. Sci.* Vol. CCIXL, 1951, pp. 257-300.

Movius, H. L. Jr.: Détermination de l'âge des matériaux archéologiques et Géologiques d'après leur Tenur en Radio-carbon. *Anthropologie*, t. LIV, n. 1-2, 1950, pp. 175-178.

## [5] 關於三. 部分的參考書

### 甲. 總的和技術的研究

Brajnikov, B.: Francis-Baeuf, C. et Romanovsky, V. -Techniques d'étude des sédiments et des eaux qui leur sont associées. Paris, Hermann, 1943 ("Actualités Scientifiques et Industrielles" n. 952).

Cailleux, A.: Granulometrie des Formations à Galets, Session extraordinaire des Sociétés Belges de Géologie, Geologie des Terraines récents de l'Ouest de L'Europe, Bruxelles, 19, Sept. 1946, p. 9-114, 6 ill, (Bibliographie).

——— Analyse et Critiques des Travaux Scientifiques de M. A. Cailleux de 1933 à 1948. Paris, 1948, 28 p. (polycopiées).

Demolon, A.: Principes d'Agronomie, 4° ed., Paris, 1948.

——— La Génétique de sols et ses applications, Paris, Presses Universitaires de France, 1949, p. 135, ill. 14, et carts ("Que sais-Je?" n. 352).

Gessner, H.: L'Analyse mecanique. Tamisage, Sédimentation, Lévigation, Dunod, 1936, Trad. de Allemand par J. P. Buffle, p. xv-270, fig. 107.

De Heinzelin, M. J.: "Revue des techniques d'études des sédiments et leur intérêt pour la géologie du Quaternaire", *Bull. Soc. Roy. Belg. Ant. et Prehist.* T. LVII, 1946, p. 52-83.

### 乙. 應用 (特別是在法國)

Alimen, H.: Indication climatiques réparables dans les conches Moustériennes de la Quina *Sédimentation et Quaternaire*, Ledsam, Bordeaux, 1951.

Baudet, J.: Application de méthodes scientifiques à l'étude d'un Gisement Préhistori-

que. *Bull. Soc. Préh. Fr.* t. XLIV, 1947, p. 105-115.

Franc de Ferrière, J.: *Géologie et Pédologie. Contribution à l'étude des formations Quaternaires de la plaine d'Alsace.* Strasbourg, Imprimerie Alsacienne, 1937, pp. 1-157, et ill.

Bietlot, A.: *Méthode d'analyse granulométrique. Application à quelques sables éocènes belges.* *Soc. Géol. Belgique. Mem.* T. 64 (1940-1941), Fasc. 2, pp. M81-174.

丙. 俄文和德文的中譯本

什維佐夫: 沉積岩石學, 上冊, 地質出版社, 1954。

本書第六章(第 214-266 頁)可供參考, 但多係關於理論方面的; 第八章將有許多具體工作方法的介紹, 將在下冊中出版。

東北地質學院岩石教研室編: 沉積岩參考講義, 1953。

本書中介紹了一些蘇聯的方法和成果, 簡單扼要, 並且加入些中國材料, 初學者可參考。

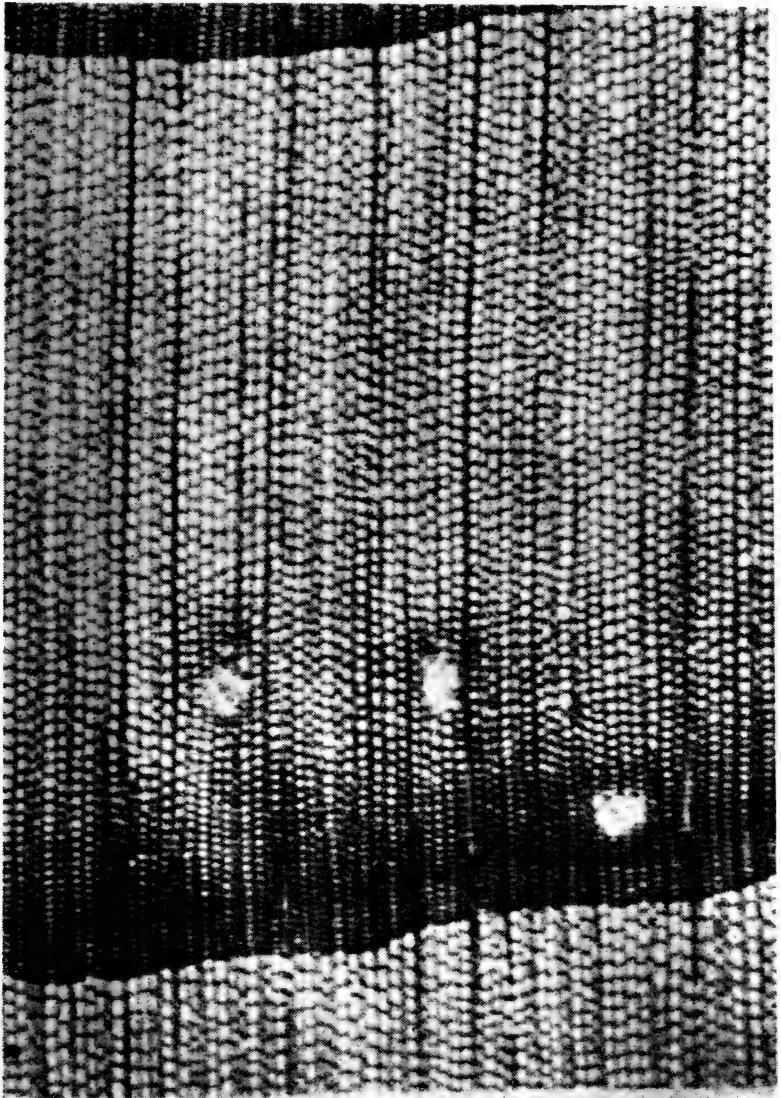
尼格理: 岩石學與岩石鑑定圖表, 科學譯叢, 科學出版社, 1954。

本書五章沉積岩(第 112-130 頁)中有許多更好更合用的圖表, 可供我們參考使用。

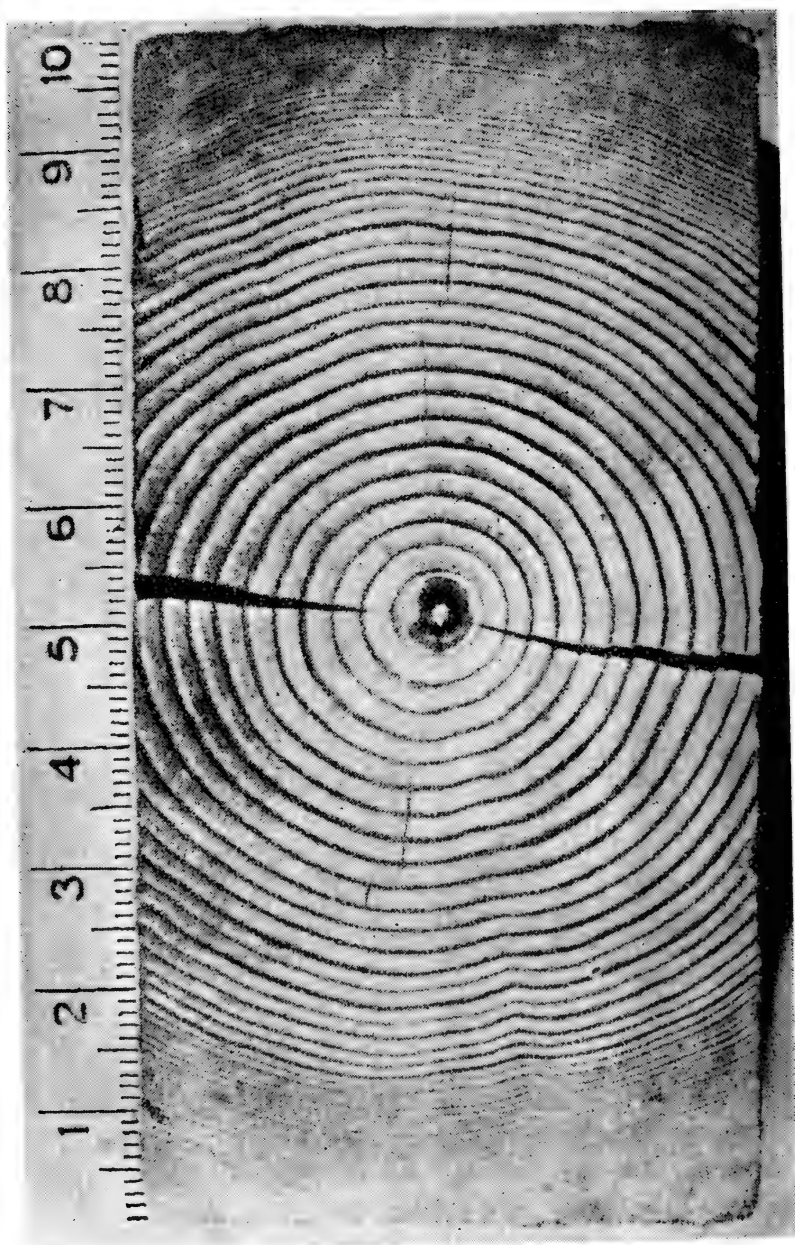
The first part of the document  
 discusses the general principles  
 of the system and its  
 objectives. It is intended to  
 provide a clear understanding  
 of the project's goals and  
 the role of each participant.  
 The second part of the document  
 describes the specific tasks  
 and responsibilities of the  
 various teams involved in the  
 project. This section is  
 designed to ensure that all  
 team members are aware of  
 their roles and the overall  
 project schedule.

Task	Responsible Party	Start Date	End Date
Task 1	Team A	2023-01-01	2023-01-15
Task 2	Team B	2023-01-01	2023-01-20
Task 3	Team C	2023-01-01	2023-02-01
Task 4	Team A	2023-01-15	2023-02-01
Task 5	Team B	2023-01-20	2023-02-05
Task 6	Team C	2023-02-01	2023-02-15
Task 7	Team A	2023-02-01	2023-02-15
Task 8	Team B	2023-02-05	2023-02-20
Task 9	Team C	2023-02-15	2023-03-01
Task 10	Team A	2023-02-15	2023-03-01

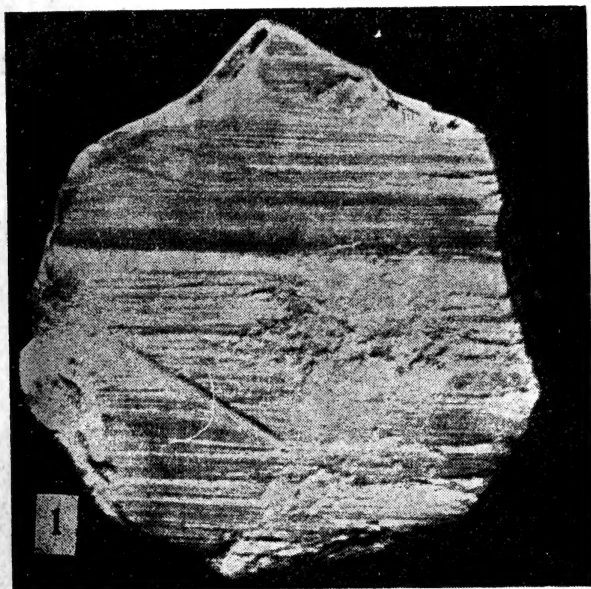




蘇格蘭松樹年輪的放大圖，表示年輪中細胞的大小不同：上左角是細胞小、膜厚的細胞，是前一年年末生成的；中部是本年由春季起生成的細胞大、膜薄的細胞；中下部則是年末生成的細胞小、膜厚的細胞（色較黑的部分）；下部是後一年開始時生成的細胞。



一種木材的橫截面，說明外部的年輪漸薄的現象。  
〔圖版 I 和 II 均採自佐亞納 (Zeuner) 1946 書〕



受過冰川摩擦的礫石，1和2是同一礫石的兩面。  
(引自 W. B. Wright 書)



1



2



3



4



5



6



7



8

1—4. 撒哈拉沙漠中，風成的三稜形小礫石，可以誤認為新石器時代的磨光石器；

5—7. 撒哈拉沙漠中的石灰岩小礫石，表面有像蟲子爬的痕跡；

8. 法國北部發現的一塊有霜凍的痕跡的火石片(上邊有很多的小圓坑)。

[上圖均採自裴文中 1937 年的論文]

58.31757  
732

中科院植物所图书馆



S0002934

收到期

來源 科學出版社

存書處 植物研究所

外幣

昆

1477665-

58.31757  
732

关于古古和第四纪地  
质工作的一些初步  
总结之专著

書 号 58-31757/732

登記号 1477665

統一書號：13031·181

定 價： 0.36 元