

高等學校教學用書

普通地理學原理

下 冊

С. В. КАДЕСНИК 著

徐士珍 唐永泰 王正憲 許逸超 社達譯

高等教育出版社

5211
170



下 册

徐士珍 唐永鑾 王正憲 許逸超 社達譯

高等教育出版社

本書係根據 1947 年俄羅斯蘇維埃聯邦社會主義共和國教育部教育出版社 (Учпедгиз) 出版的卡列斯尼克 (С. В. Калесник) 著的“普通地理學原理” (Основы общего землеведения) 譯出。原書經蘇聯高等教育部審定為綜合大學及師範學院地理系教科書。

全書共二十八章，譯本分上、中、下三冊出版；上冊已於 1954 年 11 月由我社印行。下冊包括二十一章至二十八章等八章。因中冊土壤學說譯文尚未整理完竣，特將下冊先行印出，希讀者注意。

本書第 1—19 章由唐永鑾、王正憲兩位同志負責翻譯，徐士珍、許逸超兩位同志負責校訂。第 20 章由社達同志翻譯，第 23, 27 兩章由許逸超同志翻譯，21, 22, 24, 25, 26, 28 六章由徐士珍同志翻譯。20—28 章的校訂工作由唐永鑾、王正憲兩位同志負責。

普通地理學原理

書號 294 (課 272)

卡 列 斯 尼 克 著
徐 士 珍 譯

高等教育出版社出版

北京琉璃廠二八號

(北京市書刊出版業營業許可證出字第〇五四號)

新華書店總經售
京華印書局印刷

北京南新華街甲三七號

開本 50×1168 1/32 印張 9 7/16 字數 238,000

一九五五年四月北京第一版 印數 1—6,000

一九五五年四月北京第一次印刷 定價 (7) 1.19 元

下 册 目 錄

第二十一章 生物圈的一般概念.....	1
§ 184 生物圈.....	1
§ 185 生物與地殼.....	3
§ 186 生物與大氣圈.....	8
§ 187 有機物在地理外殼中發生巨大作用的原因.....	9
§ 188 有機體與環境.....	11
§ 189 結論.....	15
第二十二章 植物與地理環境.....	18
§ 190 關於植物的一般知識.....	18
§ 191 小氣候.....	21
§ 192 光的作用.....	25
§ 193 溫度的作用.....	28
§ 194 水是植物生態的要素.....	31
§ 195 空氣的作用.....	37
§ 196 土壤的作用.....	38
§ 197 植物間相互關係的形式.....	39
§ 198 植物與動物.....	43
§ 199 植物分佈區的概念.....	46
§ 200 植物的季節變化.....	50
§ 201 關於地球上典型的植物羣落.....	54
§ 202 苔原.....	55
§ 203 溫帶針葉林.....	57
§ 204 炎熱地區的針葉林.....	60
§ 205 闊葉林.....	61
§ 206 常青灌木荒野.....	63
§ 207 草原.....	63

§ 208	常綠林	69
§ 209	半灌木林	69
§ 210	灌木林	70
§ 211	沙漠	71
§ 212	熱帶草原	75
§ 213	乾燥疏林	78
§ 214	熱帶森林	79
§ 215	熱帶紅樹灌木林	83
§ 216	草地	84
§ 217	沼澤	85
§ 218	阿爾卑斯型植物	86
§ 219	結論	88
第二十三章 動物與地理環境		91
§ 220	動物的一般概念	91
§ 221	氣候的影響	91
§ 222	光的作用	92
§ 223	熱的作用	93
§ 224	水的作用	97
§ 225	空氣	98
§ 226	土壤與基體	98
§ 227	食物	99
§ 228	動物與其他有機體的相互關係	100
§ 229	動物生活的季節變化	104
§ 230	作為景觀特徵的適應	113
§ 231	動物的遷移	116
§ 232	動物對於景觀的影響	118
§ 233	森林動物	120
§ 234	草原動物和沙漠動物	123
§ 235	高山區動物	125
§ 236	副極地區動物	126
§ 237	結論	127

第二十四章 生物羣落	129
§ 238 生物羣落的定義	129
§ 239 生物羣落的分析	130
§ 240 生物羣落的動態	135
§ 241 結論	136
第二十五章 水圈的特徵及水圈中的生物	138
§ 242 世界洋的運動	138
§ 243 熱與光的狀況	141
§ 244 水圈的化學作用	144
§ 245 水文氣候	150
§ 246 水生有機體的主要特徵	152
§ 247 光的作用	153
§ 248 溫度的作用	155
§ 249 含鹽度的作用	157
§ 250 對水的密度的適應	158
§ 251 壓力的作用	160
§ 252 土壤的作用與水的運動	161
§ 253 食物的作用	161
§ 254 作為生活環境的海洋	163
§ 255 海濱植物區系與海洋動物區系	165
§ 256 大海中的生物	167
§ 257 深海中的生物	168
§ 258 大陸河湖中的生物	170
§ 259 海洋中的堆積	174
§ 260 結論	177
第二十六章 人類在地球的地理外殼生活中的作用	180
§ 261 地球上的人口	181
§ 262 人類社會的發展	183
§ 263 關於種族的一般知識	188

§ 264	人類種族的同等性	192
§ 265	地理唯物主義	197
§ 266	地理環境在社會發展中的真正作用	206
§ 267	人類與地殼	209
§ 268	人類與水	212
§ 269	人類與氣候	216
§ 270	人類與植物	219
§ 271	農作物	221
§ 272	人類與動物	228
§ 273	禁獵區和國家公園	232
§ 274	家畜	234
§ 275	結論	236
第二十七章 地理外殼的演化		239
§ 276	地質史前時期	239
§ 277	前寒武紀時期	242
§ 278	加里多寧時期	245
§ 279	海西寧時期	247
§ 280	阿爾卑斯時期	252
§ 281	地理外殼演化的一般規律	258
§ 282	結論	263
第二十八章 地理帶和地理景觀		265
§ 283	地理外殼的完整性	265
§ 284	地理外殼的動態	270
§ 285	地理外殼發展的動力和形式	275
§ 286	地理外殼的地帶性結構	279
§ 287	地理景觀及其特徵	281
§ 288	景觀的其他名稱和定義	285
§ 289	各種地理單位的分類法	287
§ 290	水下景觀	290
§ 291	結論	291

第二十一章 生物圈的一般概念

§ 184. 生物圈 有機物的觀念和地理外殼的觀念常常是分不開的。在認識任何一個地理景觀時，生物是惹人注目的第一件東西，在北極帶和沙漠中，沒有生物或者生物很少，這是引起觀察者注意的第一件事。因此，有些自然地理學家（例如布羅烏諾夫）有意識地避免研究有機體在地理過程中的作用，因而便停止在認識地理外殼的半途上，這種現象應當認為是悲慘的誤解。

研究生物時脫離其環境條件是不可思議的。然而也必須完全瞭解：由於自然過程的相互制約，有機物也影響並應當影響無機環境。不能把活的有機體和環境對立起來，也不能把環境和活的有機體對立起來：在物質上和能力上這是一個完整的不可分割的東西，雖然原子由環境中不斷地轉移到活的有機體中或由活的有機體中轉移到環境中^①。

生物的形態是有各式各樣的。地球上礦物的種類在兩千種以上，植物不少於五十萬種，而動物則超過一百萬種。

地球上的生物分佈得非常廣，因為生物的自然範圍，如果觀察其兩端的代表者時，也是很廣的。有些真菌的孢子可以抗耐一百四十度的熱度，微生物的孢子在乾燥的環境中可以抗耐一百八十度的熱度，而且也不會失掉自己的生命。另一方面，細菌的孢子在液體氫中（ -253° ）可以生活十小時，在液體空氣中（ -190° ）可以生活大約半年而不喪失生命。黴菌和細菌可以經受到三千個大氣壓而不受損害，酵母可以經受到八千個大氣壓^②。同時，有些有機物的種子和孢子可以生活在數千分之一毫巴的大氣壓下，即幾乎是在真空中。下面的事實證明了微

① 維爾納茨基：生物地理化學問題，莫斯科，1929年。

② 奧米瓦斯基：微生物學原理，127頁，莫斯科，1941年。

生物的頑強性：在第三紀石炭中所發現的細菌，如果把它們放在順利的環境中，可以重新活躍起來並繁殖起來^①。

地球上生物分佈的最高界限是平流層的臭氧區^②。實際上生物的分佈範圍不會超出對流層：細菌和黴菌在地表六公里高以上還可以發現，兀鷲有時飛到七公里高，然而實際上充滿生物的僅是對流層中很薄的一層——地球以上不到一百公尺。

在海洋中，生物分佈到最深的地方。製造氧的綠色微小的有機體集中在海洋的表面層（不深於四百公尺）。然而因為氧藉擴散和對流的方法可以滲透到海底，所以那裏便有存在有機體的可能性，不過只有異養的有機體，即靠現成的有機物為生的有機體；“瓦爾吉維亞”船在太平洋二公里深處發現的活藻類（根據維爾納茨基的見解，這種藻類的光合作用可能是由海生有機體的發光引起和維持的，在這種場合下，海生有機體的發光代替了太陽光）。並不違反異養有機體在深處佔統治地位的總結論。

在地殼中有機體進入的深度只限於三公里，因為在這個深度中水溫已經達到一百度。而游離氧在不深於五百公尺的地方都可以遇到。因此，顯然，在兩千六百公尺深度的井水中所發現的微生物完全是嫌氣性的微生物。

在我們所確切知道的地球的整個地質歷史時期中，我們還沒有發現沒有生物的那些時期。所以地球整個的地質歷史是在有機體必然和不斷參加的條件下進行的。如果生物滅亡，地球表面進行的化學變化之有力泉源便要消失，生物活動所創造的礦物也要消失，地球的面貌也將像月球的面貌一樣，沒有生物存在。如果把上述的情況轉移到遙遠的過去，即地球上實際還沒有生物的時候，那末便容易明白地看出：自地理外殼中出現生命之時起在其發展過程中得到了什麼樣的新性質。

① 非爾斯曼：地質化學，第二卷，271 頁註解，1934 年。

② 維爾納茨基：生物圈，111 頁，列寧格勒，1926 年。

在地球上存在有機物和感受有機物影響的範圍通常叫做生物圈。生物圈包括對流層、水圈和風化殼，即生物圈範圍的概念在一定的程度上符合於地理外殼範圍的概念。

§ 185. 生物與地殼 生物對於地殼的巨大影響表現在以下的事實：有機體決定土壤形成的過程，改變地形，並參加岩石的構成。關於有機體在土壤形成中的作用在十五章已經談過了。由於湖泊的植物叢生因而消滅了湖盆；苔原帶泥炭堆積的形成；珊瑚構造架的發生，即海底的不均勻性的形成，所有這些都是有機體形成地形起伏的活動的例子。至於岩石，那末有很多岩石老早被岩石學家列入有機物起源的範疇，所以有些地理學家（像布羅烏諾夫）在研究地球表面時不願意聯系到有機體的活動，但是在解釋珊瑚島和地殼的成分的時候，却不得不提到生物活動的結果了。這一點證明了地理外殼的具體性本身就無意地突破了任何的人為的抽象性。

構成岩石的最普遍的有機體，在動物中有：具有石灰質骨骼的有孔蟲類，具有矽質骨骼的放射蟲類，矽質和石灰質的海綿類，各種腔腸動物（特別是珊瑚），棘皮動物門（海百合），甲殼類，苔蘚蟲類，肩足類；在植物中有：矽藻類（具有矽質的外部骨骼），單細胞和多細胞的石灰質藻類。

石灰岩和矽質的沉積岩與變質岩（矽藻土、放射蟲土、碧玉）在大多數的情況下認為是由有機物起源的岩石。誠然，有些作者指出：石灰石的基本質體是粒狀碳酸鈣，其中浸染着個別的石灰質貝殼，而矽質岩的基本質體是蛋白石或結晶的矽石，其中浸染着矽藻和放射蟲類的個別甲殼。這些作者認為石灰岩和矽質岩是礦物的（化學的）沉積物，而不是生物發生的（биогенный）沉積物。在這種沉積物中，各種甲殼和貝殼都是附屬的現象。如果在飽和矽土的環境中同時生活着矽質骨骼的有機體和石灰質骨骼的有機體時，那末這種條件最適於矽質骨骼的有機體，因為在它們生活着的時候，它們的骨骼不溶解，而死後仍然保留

下來；但石灰質的有機體便不容易在這種環境中生活，而且死後它們的骨骼完全溶解。所以在石灰岩中發現的石灰質貝殼（或在砂質岩中發現的砂質介殼）證明的不是石灰岩的生物成因（或砂質岩的生物成因），而似乎只是：在飽和石灰質（或砂質）礦物沉澱中容易生存和保存石灰質（或砂質）有機體。根據這樣的見解，Л. 普斯托瓦洛夫否定了有機體在沉積形成中的巨大作用，因而也就否定了有機體在形成岩石中的巨大作用^①。

普斯托瓦洛夫的見解在使用可以得到飽和溶液的化學蒸餾器時好像能够使人相信的。然而對於海洋來說，這種見解便完全不適用了，因為海水是極淡的溶液，遠不到飽和的程度，因而用通常化學的方法由溶液中沉澱許多元素（即由於溶液的飽和）是完全不可能的。特別是矽在海水中不超過 $n \cdot 10^{-4}\%$ ，而在砂質有機體中，矽的含量在個別的情況下便達到有機體重量的 20%，平均比在海水中多到一千倍。這就是說，矽質沉積物在海中發生只是由於有機體的活動，這些有機體當初集中物質，後來趨於死亡。同時應當指出：保護有機體免於溶解的這些物質，在有機體死後，如果它不藉化合物與其他物質構成不溶解的化合物的話，那它便重新開始很快地溶解在沒有被它飽和的海水中^②。

在解決以前不加區分的屬於“有機物起源”的那種或他種具體沉積層的成因問題時，注意到普斯托瓦洛夫的“修正”是有用的。然而這個修正，對我們關於有機體在岩石形成中的作用之觀念，却很少帶來什麼改變，因為有機物起源的岩石與地殼中無機物形成的岩石相比較，它屬於從屬作用，無論何時都不會引起懷疑。誰都知道，並不是一切的石灰岩都是有機起源的。但是不可否認的，珊瑚石灰岩、貝殼石灰岩、貝殼羣（例如牡蠣羣）或純粹的貝殼石灰岩只能稱為有機物起源的岩石。此外，有些岩石，是有機起源的，無論在任何限制的條件下也不能懷疑有

① 沉積岩石學，第一卷，第四章，1940 年。

② 維爾納茨基：海洋化學中的生物，1928 年。

機物在形成岩石中的作用。屬於這種岩石的是所謂可燃性生物岩（即由有機體生命活動所形成的易燃岩石）：泥炭，腐泥岩，煤，石油。

腐泥是灰色、深綠色或黑色的淤泥，它富於有機物，現在蓄積（過去也蓄積）在淡水湖和鹹水湖以及某些海底上。在由於湖泊的植物叢生的結果產生的泥炭沼地的基礎上也可以發現腐泥。腐泥的主要形成者是浮游動物和游浮植物的腐朽遺體。這種淤泥的上層，由於其中含水很多，好像液體膠質，下部比較濃密（好像菓製的糕餅），但是再向下便是容易用刀切開的泥層（腐植質膠體），這些泥層下面便是腐泥岩，其中含有大量的礦物質（石灰質的和矽質的）的混合物^①。在潮濕的情況下，腐泥的特點是成一種最薄的層，類似帶狀黏土層，因此，能够用以確定腐泥層的年齡。

產生腐泥的有機體主要地是由蛋白質和脂肪（很少的纖維素）。在缺乏氧的情況下脂肪和蛋白質進行分解時，有機體便逐漸變成脂肪酸——瀝青；在鹼性環境中完成的瀝青化的過程，其特點是腐泥中富於碳和氫。純粹的腐泥岩，即含有40%以下的灰分的腐泥岩，叫做煙煤，其餘的（具有40%以上灰分的）屬於油頁岩（這種頁岩不能與含有大量灰分的炭質頁岩混為一談）。

形成各種礦物腐植煤的原始物質是高等植物，而且是這種植物的主要部分——樹幹（莖），樹幹中死的組織（沒有原生質的細胞壁）。這些物質的堆積產生在沼澤森林中，河口和三角洲上，島嶼和大陸的沿岸上，低下的平原上，湖泊的沿岸等。這樣的地方在地球上例如：福洛里達森林，維吉尼亞州和北卡羅里納州的底斯馬爾沼澤，蘇聯的瓦休干沼澤，都是形成煤炭的區域。

形成石炭的先決條件是壓埋樹幹的過程，關於這種過程可以由紅河、密西西比河以及其他河流上所遇到的大量浮木（плывучие деревья）

① 梭洛維耶夫：腐泥，原載“自然雜誌”，1980年，第九期。

的例子得到一些概念。浮木在其沿途中受到水中的隱木或淺灘、島嶼的阻礙，便大量地堆積起來，以致幾乎隔斷了河床。這樣的“木筏”後來被淤泥掩埋，上面便生長着灌木或年青的喬木等。密西西比河中有一個“木筏”，到一八一六年爲止堆積了三十六年，它的長度不少於十六公里，寬二百五十公尺，厚二公尺以上；到了一八三五年，它變得更大，上面生長着高達十八公尺的樹木。路易斯安那州在消滅這個“木筏”時便費了四年的工夫。

在新奧列安附近的密西西比河三角洲上發掘時，發現了大量被淤泥淹沒的樹幹^①。

高等植物的殘餘在缺氧的情況下(在水中)進行分解時，隨着碳的逐漸增加和蓄積，便形成了泥炭。如果泥炭被礦物沖積土所壓埋時，那末，顯然，在壓力的影響下隨着時間的增長，泥炭便變成褐炭。隨着上部厚度的增加(即沖積土沉積上層的增加)，不僅增加了壓力，而且也增高了溫度；下部的岩石便開始遭受變質作用(沙土變成砂岩，黏土變成片岩)，同時也發生煤炭的變質作用：褐煤漸漸變成石炭，石炭變成無煙炭。這種變化說明了物質深刻的化學上的變質：水分和易揮發的組成部分之數量變得更少，炭的數量變得更多。最後，無煙炭可以變成石墨，石墨由於不易燃燒，所以便不屬於可燃性生物岩。

根據最近的統計，世界上石炭的貯藏量約爲八萬億噸^②。其中41%是石炭紀(24%)和二疊紀(17%)的煤，54%是第三紀的煤，4%是侏羅紀的煤。由此可見，在地球的歷史上形成了大量的煤，換句話說，有機體大量地參加岩石的形成曾經發生過兩次，而且每一次都是在巨大的地質革命的前夕。

世界上石油的儲藏量據可靠的數字計算共七十億噸^③以上，石油

① 里亞埃埃爾：地質學原理，卷一，311—312頁，莫斯科，1866年。

② 普里哥羅夫斯基：蘇聯的產煤區和煤田區，1939年。

③ 古布金：世界石油的儲藏量，1939年。

是各種有機化合物的混合物，其中大部分是碳氫化合物；然而，除了碳氫化合物之外，每一種石油中還有其他的物質。特別可以作為特徵的是氮化合物的存在，因為氮化合物的存在澈底地駁倒了門德烈也夫當時所提出的石油無機來源的理論^①。根據門德烈也夫的說法，凡是石油藉助無機的方法發生的地方，高溫便佔統治地位，在這樣很高的溫度下氮化合物是不能抗耐的；此外，這些氮化物顯然是有機物分解的產物。

在實驗室中，用蒸餾植物和動物有機物的方法可以得到類似石油的產物。因此，無論植物或動物，大概都同樣地可以產生石油。然而，如果談到自然條件，那末，顯然形成石油的主要來源應當是植物。第一，因為地球上植物的質體要比動物的質體多許多倍，第二，世界上石油的主要產地都與二疊紀、石炭紀和第三紀的沉積有關係，也就是說，按時間說煤也與這些沉積有關係；由此可見，石油的形成在時間上是伴隨着煤的形成。

在形成煤炭的時期中，由於死亡的植物的分解產生了各種穩定性分解的產物。最後由殘留在地方上最穩定的產物中產生了煤。所以，比較不穩定的比較流動的有機物（大半是膠質狀態）被大陸水帶到某些有水的地方，在那裏便開始凝固、沉澱、發生化學變化，並開始形成石油。這個整個的過程是發生在普通的條件下；也就是說，既不需要高溫，也不需要高壓^②。

腐泥岩的形成很可能是石油形成的一個階段。上述的觀點並不否認動物有機體參加形成石油的過程，不過主要的來源是植物的物質。

積蓄在土壤、泥炭、煤炭和水池中的有機物儲藏量，自然比整個活的動植物中現有的有機物多許多倍。根據瓦克斯曼（Ваксман）所引證的材料，地球上各種形式的有機物中所包含的碳，在生物有機體中有七千億噸，在土壤中（在三十公分的土壤層中）有四千億噸，在煤礦中（由

① 根據門德烈也夫的說法，石油的產生，是地表面滲透的水與地核的熾熱的鐵的碳化物互相作用的結果：碳化物中的碳與水中的氫化合為碳氫化合物。

② 普斯托瓦洛夫：沉積層岩石學，1940年。

褐煤到無煙炭)有四萬六千億噸以上,在各種泥炭中有一萬一千億噸以上;在大氣圈中有六千億噸,在水圈中有一億六千四百億噸^①

某些礦產的堆積也可以列入有機體生活活動的產品中。例如,一切植物和動物的組成中都含有錳,而且這些有機體中的錳幾乎常常比周圍環境中的為多。這是由於有機體從積累有錳的環境中吸取錳,死亡後便形成大量錳礦的堆積。地質化學家認為:地球上錳礦的堆積是水生有機體生活活動的結果。

類似的例子可以列舉的還有很多;讀者在維爾納茨基的經典著作中可以大量地找到。然而上述的事實足以說明:在地殼的構成中和在發生於地殼中的過程中,有機體的作用是不能忽視的。維爾納茨基寫道:“生命不是地表外部的偶然現象。它緊密地與地殼的結構相聯系,加入地殼的機構,並且在這種機構中完成了最重要的機能,沒有這種機能,機構便不可能存在”^②。

我們也應當指出:如果變質岩和噴出岩的產生是由於沉積的有機岩之變質作用和鎔化作用,那末有機體也參與這些岩石的組成中。

§ 186. 生物與大氣圈 幾乎一切生物有機體的物質都是生物在氣體中進行其生活活動的過程中構成的。當有機體死後,氣體便回到大氣圈中。丘馬(Дюма)曾經說過:地球的整個原始大氣圈可分為三大部分:一、現代大氣圈的空氣,二、植物,三、動物^③。由此可見,生物與大氣圈具有不可分割的關係:生物把大氣圈的氣體變為固體、液體和膠體。我們已經指出(參考§ 27):地球的大氣圈本身,特別是氧氣,如果是生命的創造者,那末一切依靠大氣圈的化學作用的現象原來都是間接地受到有機體的促進。

地球上的游離氧有 1.5×10^{15} 噸,在惰性氣體(氮)的圍氛中,氧是

① 瓦克斯曼:腐植質, 14 頁, 1937 年。

② 維爾納茨基:生物圈, 27 頁。

③ 維爾納茨基:地質化學概論, 127 頁, 1934 年。

穩定的，然而在地殼中，它是非常活潑的元素，它積極地參加到化合物中去，並消耗在氧化的過程中。雖然如此，但是可以這樣判斷，游離氧的總量仍然是不變的。這是由於：除了與氧相結合的過程外，還有分解氧氣的過程。我們知道，大氣圈中的游離氧在地球上只有一個來源可以大量地補償在氧化反應中所消耗的氧，即綠色植物在光合作用時放出氧氣。

綠色植物是太陽輻射能的變壓器，一切其餘的有機體（動物和無葉綠素的植物）都是靠它為生。植物為了吸收太陽能，創造了廣大的表面。如果拿一公頃的土地來說，那末葉面在這一公頃土地上所遮蓋的面積，在溫帶的草場上為 22—38 公頃，在山毛櫸林中為 7.5 公頃，在白苜蓿的田野中為 85 公頃。如果注意到在山毛櫸的葉子中葉綠素粒的總表面（即吸收太陽能的表面）比葉子的面積大到二百倍，因此在一株樹齡為一百的樹木中其葉子的葉綠素粒的總表面便達到二公頃，那麼，上面所引的數字實際上還要大。“光線不通過生物層便不能落到地面，生物層的面積比光線在惰性物質的無生命環境中所照耀的面積應大到一百倍”^①。地球上只有 5—6% 的地面沒有綠色的有機物；綠色物質的主要質體集中在海洋中。地球上“綠色變壓器”的表面接近於木星的大小。

葉綠素的綠粒吸收太陽熱。這種熱後來消耗在二氧化碳的分解上，繼而以潛在的狀態保存在有機物中。當有機物與氧化合時，潛在能便重新出現，產生熱和光。可見植物不僅是有機物的創造者，而且也是太陽能的收集者，太陽能有時經過數百萬年還可以利用，正像人類燃燒煤炭和石油時所發生的情況一樣。

§ 187. 有機物在地理外殼中發生巨大作用的原因 地球上生物的整個質量為 $n \cdot 10^{13}$ 噸，即不超過地殼的 0.1%。然而有機體是能的非

① 維爾納茨基：生物圈，57 頁。

常積極的來源：它和河流、風、冰河等一樣，可以使地殼上的大量物質進行運動。因此，縱然不注意到形式的多樣性，只要注意到生物的質量和能量，便可以得到它在地理外殼中的作用之觀念。

必須強調指出：雖然物理化學過程在生物現象中具有重大的意義，然而不能把生物現象列入物理化學的過程中。因為必須承認生物過程在質上的特殊性，這種特殊性決不是簡單的物理化學現象所能够包羅得了的。

由有機物的質的特殊性而來的積極性，在為有機體的到處散佈而大大地加強。而有機體的廣泛散佈決定於個體的運動，而且主要地決定於其繁殖的過程。當生物在陸上、水中、空中或其他的有機體中遷移時，它不僅傳播物質，而且傳播與這種物質有關的能。有機體機械的遷移是很有限的（決不是一切有機體都具有遷移能力的）。繁殖的作用却是非常大的。

有機體繁殖的潛在可能性真是無窮無盡的。雌蛔蟲每年可以產六千萬以上的卵，雌白蟻一晝夜可以生數千個卵，而且在雌蟻的全部生活過程中（有時在六——九年的過程中）不斷地儲蓄着卵。如果把一棵蒲公英的後裔保存下來，只要經過十——十二年，它的後裔便佈滿了整個陸地。每棵罌粟每年產生三萬個種籽，鯊魚每年產生數百萬魚卵，剪秋羅一年可以產生十八萬粒種籽。矽藻在八天內分裂的物質的質量等於地球的體積，再經過一小時後可以再增加一倍。草履蟲在五年中所創造的原形質質量相當於地球質體的一〇四倍。一個細菌在 $4\frac{1}{2}$ 晝夜可能產生 10^{36} 個後裔，這些後裔足可以填滿全部海洋。

這些潛在的可能性永遠不能實現，因為繁殖的過程首先受到地球大小的限制，此外還受到與環境交換氣體的限制。

地球上有機體可以進行繁殖的最大限度的面積是 510,000,000 平方公里（實際上如果把植物羣叢的成層性、山嶺的起伏以及生物在世界洋中的多層性計算在內，則面積更大）。然而由此並不能得出下面的結