

萬有文庫

第二集七百種

王雲五主編

地球化學

(三)

弗那斯基著

譚勤餘任夢雲譯

商務印書館發行

地 球 化 學

(三)

弗 那 斯 基 著

譚 勤 餘 任 夢 雲 譯

萬有文庫

第二集七百種

經編纂者

王雲五

商務印書館發行

第六章 地殼中之碳素及生物質

三十六 碳素之重要及其分布狀況

碳素爲地殼中最重要元素之一；其所有地殼構造之機能，比其所有分量更爲重要。觀前數章所述碘、氧、鋁、錳、矽等元素之化學史，隨處均可見生物質之重要。而生物質與碳素原子之特性有關係，固彰彰明也。同樣，其對於生物之影響，就其他元素而言，亦可以知之。蓋自拉瓦節研究以來，碳素對於生物界甚爲重要，已得正當之認識。

然宜注意者，一般人以爲生物質係以碳素爲主成分，其實決不然。蓋生物之主成分爲氧素及氫素，氧素佔半量以上，氫素與其10%以上相當。其他之元素碳、氮、鈣，則平均各有1%以上而已耳。陸上植物及一般脊椎動物等，約含有10、20%之碳素，即特別富於碳素之生物，雖亦確實存在，然

同時富於水分之多數生物及一切水棲生物等，其所含碳素之量，不過爲生物體千分之一，或竟在千分之一以下，不可不知之。自地球化學而言，生物乃爲富於碳素之氧素化合物，不過有時含10%以上之碳素而已。蓋碳素在生物界之居重要地位，非因其量多，乃因其具有化學特性，即其原子有特殊結構，而最主要之原因，似在原子表層之電子。

同樣之事實，不僅限於生物界，即就其原料而言，亦正相同。在地球化學反應中，碳素之重要作用，不問其爲生物界或無生物界，其價值常比其存量甚大。

包含初成、變成、表成各圈之地殼，其所有碳素之平均量，約與其千分之一相當。據岩石學者及化學者之計算，例如克拉克及瓦辛通之新計算（一九二四年），不過0.2~0.139%而已。然就著者觀之，此數與事實不一致；蓋其估計僅根據碳酸岩（石灰岩等）、碳酸氣及火成岩中之碳素，且不過就普通分析表上之 CO_2 ，加以考慮而已。且同時其所根據之火成岩，乃推定其佔有地殼之35%；而火成岩中富於碳素之氣態物質，或挾雜之少量有機性碳質物等，則置諸度外。又變成岩內，亦集中有鉅量之碳質物，尤其如富於碳素之石墨片麻岩（graphitic gneiss），其分布比普通人所想像者

甚爲廣大。石墨不僅存在於準片麻岩(paragneiss)中，正片麻岩(orthogneiss)中亦有其存在；又含石墨之花崗岩形成大塊而產出，亦屬事實。一般人所行之普通化學分析，此等碳素均未列入計算中，而吾人所有之知識，原以舊觀念爲根據，今則有依新化學方法加以改良之必要。上述火成岩之估計，及其平均成分之決定，不惟常將鉅量之準片麻岩棄而不顧，且對於鉅量之花崗片麻岩亦度外視之。觀第八表載地殼第三分圈所有火成岩中之碳素量，明明比迸發花崗岩中之碳素量大。就此等事實而言，可知歷來之觀察皆不充分，故由古代火成岩及片麻岩可放出之含碳昇華物及射氣質(emanation)，須徹底研究，乃爲大有興趣之問題。

又克拉克之平均碳素量，固未計及水成岩與變成圈上帶，而石炭層下磐之碳質泥板岩及片岩等，其所含碳素之總量，比石炭(煤)自身更多。例如阿岡(argonia)紀之片岩中，往往含20%以上之碳素。此外地殼深層之石墨固不待論，即氣態乃至固態之初成碳素礦物，例如碳化物(carbide, carbures)、碳醯基(carbonyl)、氧化碳(CO_2 , CO)，以至於氰化物(cyanide)等，似皆未列入克拉克之計算中。

蓋地殼中所有碳素量之估計，應有增加，克拉克及瓦辛通之計算，實認為過小。依著者之計算，地殼所含之碳素量，可達千分之四乃至千分之五。即碳素總量小於鈦素（ 6% 以上）乃屬明顯之事實。

然碳素在地殼中之分布狀況，極不均匀。欲求得正確之數字固甚難，但岩石圈之化學分圈上層（第六至第七分圈，可觀第八表）集中有碳素，實甚明顯。

水成岩中之碳質物及 CO_2 狀態之碳素，據克拉克計算，謂其平均量達 2% 云。

事實上此平均量有顯著之變化。在多石灰岩之地方，或地殼中富於碳素之部分，其含量可達 $10\sim12\%$ ；生物圈中除去海洋之外，恐其量或比此更大。反之，地殼由砂、黏土、火成岩、結晶片岩等所成之部分及海洋水中，縱令為接近地面之分圈，其含碳素之量，有時比地球全體之平均量或更低。無論由何方面研究，在岩石圈表層，集中有多量之碳素，可達地殼平均之 $5\sim10$ 倍。

碳素對於地球化學作用之影響，以其化學性質為主，故集中愈多，愈見其重要。

就碳素之地球化學史而言，須注意次述二種基礎化學特性：（1）在地面上形成生物質，而

爲最有特徵之組成元素（2）碳素之初成礦物多成爲氣態此二事實在全地球化學史上所留之印象甚深。

三十七 碳素礦物之穩定度

他一方面，碳素之化學特性，有加以注意之必要。其最主要之特徵，乃其天然有機物，對於地球之熱力學作用，甚爲穩定一點。此種變化，不獨進行極緩，且往往至全不見其變化之狀況。普通認爲極不穩定之含氮碳化物，在地殼中竟成穩定之狀態，天然石油中即常含此種成分，如喹啉核（quinoline），喹啉（quinoline）化合物即是。又某種腕足動物（brachiopoda）之角質（chitin）部分，自寒武紀以來，雖經過數百萬年，猶能保存於水成岩中。又如葉綠素等類蛋白質，若在適當之條件下，亦可保存至數百年或千年以上而不變。

在地殼之熱力學條件及化學條件下，除生命現象之外，凡天然產之碳素化合物，皆極穩定。構成生物質之各成分，如蛋白質、脂肪、醣類等，幾能保持穩定狀態，雖有變化，但極其徐緩，而其與生命

現象相分離時，仍不失其原有之結構。凡腐敗及發酵等作用，在生物死後，所有生物質之變化，實屬於生物化學現象。蓋巴斯德（L. Pasteur）曾由實驗證明有機物中若無菌類存在，則絕對穩定故也。凡有機物質，若在生命現象之範圍以外，又處於無菌之環境，則縱令受生物圈之常溫常壓作用，亦不過發生極緩慢之變化，或竟不起變化而保存原形，其例實不鮮。例如在泥煤中或乾燥地方，有機物或保持其穩定狀態，或僅其中分子結構微起變化等是也。

碳素礦物，比生物直接分解之產物更為穩定。

就天然生物質及有機化學之實驗而言，碳素化合物有多數分子起明顯之變化。天然生物質中含有數百萬之碳素化合物，實驗室中所合成者，亦達數十萬。此等碳素化合物，在實驗室內，容易使變成無數之化學分子，而此等化學分子之特性，則各有顯然之區別。

然生物質範圍外之碳素化合物，則與上述者大異。其種類之數雖亦極多，而各個組成物則難區別，其性狀皆極相類似。此等物質極穩定而不活潑，僅有極緩慢之化學變化，故以普通方法，不能達研究之目的。彼如煤、石油以及所謂腐植物等之化學，雖經極大努力與辛苦，亦不過漸明瞭其一

部分之性狀而已。

此等地殼中之碳素化合物，由實驗室之合成法或生物作用，而不能造成之，殊不可解。縱令依普通有機化學反應，亦可造成腐植物或樹脂狀化合物，與天然產者相同。然其研究，僅止於造成同樣物質，而其反應之經過，則全未加以考察。

但就生物化學以及地質學而言，此種考察，決不可忽視。故吾人對於一切生成物，縱令非主要之反應，亦不可不加研究。

生物質方面亦可生成不活潑之穩定碳素化合物。此等物質構成生物體之最穩定堅固部分，且生物之排泄物等中，亦有多量存在。而此等物質，在生物死後，則集中於其殘渣內，遂構成碳素礦物之主成分。觀碳素礦物之根源，常為生物化學之生成物，或為生物之殘渣與排泄物等，亦足以表現上述之關係。生物繼續產生不活潑物質，永無止境，同時其分解甚緩，故其堆積物與時俱增。

此種化合物之科學的研究，雖甚緩慢，然確有進步。其研究為有機化學新闢之領域，今日正方興未艾，其目的在欲明瞭穩定而不活潑之碳素化合物，其分子結構如何？而其範圍不亞於原來之

有機化學。

此等化合物之研究，不特對於碳素原子之地球化學至關重要，且不問其穩定與否，亦不論其爲活性或非活性，若不考察所有一切碳素化合物，則碳素之異常特性，不能明瞭。

碳素之出產狀態，可分爲三種完全不同之礦床。此等礦床對於碳素之歷史，影響甚大。

(1) 僅在生物圈，尤其在生存期間之生物體內，有數百萬種穩定之生物質碳素化合物。

(2) 由生物體以外之地面化學作用生成數百萬種碳素化合物。

(3) 生物之產出物、排泄物及排泄氣等。此等物質漸變成碳酸礦物，而脫離生命之化學平衡。

碳素之表成礦物，由生物之排泄物及死生物質等徐徐變成，其作用不僅支配碳素之地球化學而已，且氧素、氫素、氮素及硫素等元素之地球化學，亦受其支配焉。

由上述諸作用所得之結果，碳素化合物起大規模之擴散現象，遂致生物圈內所有一切物質，皆有碳素侵入其中。生物之殘渣，任何處所，至少亦有其微痕存在，凡水、土壤以及生物圈內之其他一切礦物中，必由某種作用而含有碳素。

生物圈之一切物質，由地質變化，埋入地殼深層，遂致來源於生物之碳素，廣布於各地層中。蓋地殼之物質，幾莫不含有碳素。然此種微量之碳素化合物，常難知其正確之化學性，僅視其能漸漸變成游離狀態之碳素而已。就一般言之，可認其為最穩定而分布最廣之二羣碳質物。其一羣為含有氧素之腐植物，他一羣與醣類（即碳水化合物）相近似。兩者之終局，雖皆變成碳素，然醣類在表成及變成帶，甚為堅牢，經過各地質時代，而仍保存其原狀。考碳質殘渣之化學特徵，常與其由來之生物質之分子結構有關係。

碳素之分散狀態，與溴素、碘素相比較，不過僅有一部分相類似。碳素分散後所成之最後產物為天然碳素，即石墨是也。此純碳素為固體，地球上無其氣體或液體存在。又碳素原子，是否能成游離狀態？現在雖尚無何種證據，然因研究不充分，亦不能否認其可能性。

碳素有此種擴散狀態，對於地球化學史有重大之影響。試觀生物之特性，及地球上有多數不堅固之氣態碳素化合物存在，即爲說明碳素機構之二種事實。

任何處所發見之碳質痕跡，明明由各種根源而來。一方面爲顯微鏡的生物，或竟爲超顯微鏡的生物之最後殘滓，他一方面與極端擴散之氣態碳素化合物，分解而生成固體或液體之最後生成物相當。

生物死後，變質成氣態、液態及固態碳素化合物。此種變化，不問生物之大小，亦不問其爲人能見與否，皆爲共通之現象。然陸上之綠色植物及高等藻類之殘渣中，以腐植物爲主成分，而碳化氫類，則多爲不含動物質及葉綠素之植物、單細胞藻類、孢子、花粉等之殘滓。

最細微之生物，對於此種碳素之分散現象，其影響最大。

極細微之生物、微生物及超微生物等，其組成不如一般人所想像之簡單，往往有由三十種以上之化學元素以構成者，且與其周圍之物質有顯然不同之區別。此等生物爲化學活動之中心，同時爲極端微粒化狀態之液體或固體。此種物質之微粒化作用 (*pulverisation, zerstäubung*) 其

主要原因，以生物最爲有力，地殼上鮮有他物能與之比擬。而此種微粒化物之化學活動力最強，在普通實驗室內，亦爲常遇之事實。

欲使物質起微粒化現象，須先打破其凝結力。然液態或固態之微粒子，則與其表面張力即毛细現象有關係，該物質若不破壞，則其關係永遠存在。查微粉狀物質及被微粉化之物質，僅存在於地球表面，而微粒子經過之時間若久，則漸漸固結成團，在變成圈上帶，已達到固結之狀態。即由壓力之影響，化學作用及膠質作用等，一切微粒子漸被膠着而成堅牢之固態物質。

地面上成爲物質微粒化之原因者，如形成液態或固態薄膜皮之氣態物之分解作用，火山及氣孔之爆發，溶液噴出時生成膠狀物之影響，水或石油之噴泉，水或空氣活動時所有運搬物及生物之作用等是也。

微粒化作用之中，生物作用最爲有力，因其作用繼續不息，遂使多量之地殼物質變成微粒。生物亦變成特別之微粒，即微生物是也。微生物不特極其細微，且有極複雜之構造；其化學活動既甚偉大，又可使地球上其他生物變成同樣之「單位微粒」(staubeinheit)。

考生物之繁殖能力，在生物圈起變化之一切現象中，最爲重要。原子移動時所受生物之影響，即生物之地球化學能，實存於此繁殖力中。此種微生物之地球化學活動，即成爲微生物粒子與時俱增之繁殖現象，遂致地球上微粒化之作用。

微生物死後，更能生成微粒子。然此等生物羣，其死亡現象比較少。生活中之生物體，最小限度亦與膠粒 (micell) 同大。膠粒之直徑達 10^{-5} 釐米，固無疑義，或竟達 10^{-6} 釐米，亦未可知，然決不至如分子，或原子之大 ($10^{-7} \sim 10^{-8}$ cm.)。

要之，由微生物繁殖所起之「微粒化作用」，遂生成「微粒子」，其最小限度，與物理學所容許限度內之微分子同大。

微生物死亡及分解所生之極微粒子，惟特別地變時有之。然同樣之「有機性微粒」，在普通生命現象中亦可生成；尤其是形體大之生物，若死後不被其他生物食作營養料，即可生成此種微粒。

此種生物殘滓皆富於碳素，其一部分成爲二氧化碳等氣體物質，他一部分則成爲細微之液

態或固態多碳「細塵」。此種細塵之質量極小，常被表面積大，而具有強表面張力之物質所吸着，即地面上所有物質，如表成礦物、地面水、各種氣體及生物體等皆吸收此等細塵。此等細塵在氣體成懸游狀態，在水中成溶膠質(sol)或乳濁質(emulsionoid)，在固體中則侵入內部而存在，遂分散於生物圈之一切物質中，其總量甚大。

分散最細之碳素及碳素微粒，除上述者外，天然發生之含碳氣體分解時亦生成之。

此種天然氣體之一部分，其根源明明爲生物。按生物質多放散氣體揮發物——即臭氣——，而其一部分起化學變化，成爲堅牢不活潑之固體或液體，如松節油(terpen)之氧化物，即其例也。

氣體物質，如甲烴(CH_4)等之發生，常可在富於有機物而缺氧素之環境，例如停水底生物死後腐敗分解時見之。他一方面，此等氣體，由初成乃至變成之種種根源，常由深地層揮發以達於地面，其量雖不甚大，而其發生則繼續不絕。

蓋包圍吾人之大氣中，到處分散有含碳氣體，又由種種原因而分解，遂至殘留細微粒子。

例如甲烷及其他碳化氫，遇暴風雨時自然界之放電作用，遂致分解是也。

由此種高度分散之氣體物質變成固態殘滓，即成為細微之碳素微塵，以沈澱於吾人周圍之物質中，經過時間愈久，愈可成為純碳素，若有活性炭存在，更可變成二氧化碳。

含有碳素之氣體，在變成圈內亦起同樣之分散，而生成微粉狀之碳素，應無疑問。如氣體物質分解成為石墨，已在錫南及德國之帕索(Passau)等地方見之。然其氣體稱之為一氧化碳或羰基金屬，而其碳素粒，則依該地圈之狀況，普通起再結晶現象，立即集中而形成大塊物質。

此種碳素之分散狀態，決不可等閑視之。其對於不可稽考之長遠地質時代，雖為微渺之現象，然已成此偉大之結果，人皆知之矣。

如此分散極細之微粒，一方面生成多種複雜之物質，與同量之固體或液體相比較，可營自由迅速之化學反應。他一方面，如此形成之液狀或半液狀微粒子，在適當之條件下，可集中而成更大之液體。此種作用甚為重要，如石油即天然碳化氫之地質史，即為其適當之例。然而分散狀態若繼續存在，則此種碳素微粒子隨地質時代之經過，而各成為二氧化碳或石墨，蓋起一定之循環變化。