

脈黃銅礦則價值極大，網脈狀黃銅礦不僅有貫穿緻密狀黃鐵礦現象，且有斜交圍岩片理現象（雖然整個含礦層是與片理一致的）。同時含銅石英脈或碳酸鹽脈斜交片理現象亦極明顯。上述事實均足證明黃銅礦生在黃鐵礦之後。但黃銅礦是否遭受柔性變形以及它和黃鐵礦是否在物理性質上有所差異，尚待進一步的研究。

祁連山區黃鐵礦型銅礦如同世界上其他同類型礦床一樣，是生於古生代火山岩中，也就是生在噴發與沉積綜合岩系中。祁連山大地槽在複理石式沉積時，有着劇烈的火山活動，而火山岩流又是礦液的直接來源，因此礦床應該是大地槽褶皺前（或同時）形

成的礦床。在區域變質作用下，除了圍岩變成片岩外，礦層亦遭受了同樣的劇烈變化。根據上述硫化物的柔性變形現象以及作者的初步分析，有關祁連山大地槽褶皺帶的形成時代，可以初步提出下面的結論：

本區黃鐵礦型銅礦是祁連山大地槽褶皺前（或同時）生成的礦床。它的成因是火山活動有岩漿水參加而又遭受變質作用的中溫熱液礦床。成礦時代應考慮屬於加里東造山時期，根據目前地質資料尚未在祁連山下石炭紀地層中有此類銅礦床的事實，因此考慮黃鐵礦與黃銅礦在時間上的間距是很短的。

廣西下三疊紀菊石的生態

趙金科

在未討論本題以前，先來談談我自己對這個問題發生興趣的經過。下三疊紀菊石以前在中國發現的很少。田奇羣先生所研究的不過十七種，以後許德佑先生也只有零星的發現，總起來也不過十餘種，因此，一般都以爲在中國大概不會有像印度那樣豐富的菊石材料了。但是當一九四零年春季，著者在廣西凌雲縣羅樓圩調查時，曾看到幾層灰岩完全是由菊石造成的，而且種屬很多。從一塊不到半立方公尺的灰岩中，竟打下了完整的菊石標本近百塊，包括了二十餘屬。這樣就引起了兩個問題：一、何以其他地方菊石很少，而此地如此豐富？二、何以種屬如此之多，而無他類化石？以後在鳳山縣雅黑圩，天峨縣巴更圩，田東縣作登西南等地，都遇到同樣的情形，這樣，使我想到一定是與當時此區的生活環境有密切關係。但是究竟是什麼關係，如何解決這個問題呢？曾長期未得到正確的答案。直到近年來看了一些有關討論古生態學的文章後，才尋到了一些線索。本文所述就是從參考書中歸納出的幾項原理，並聯系到廣西下三疊紀菊石的產狀而加以研究所獲得的結論。當然，其中很多問題還有疑問，不能完全得到完滿的解決，現在提出來，希望能引起同志們的注意並多多提出寶貴的意見。

古生態學是從近代生態學演變出來的一種科學，它是研究古代生物的生活狀態及其周圍物理的及化學的環境關係。在海洋中，如光線的強度，海水的鹽度、溫度及清潔度、海底的深度、性質以及其他生物羣的關係等等都應加以考慮，因此，它是一種很複雜

的科學。關於現代生物學的研究已經獲得了比較正確的規律，而在古生物學方面，則討論研究得很少。我們從古生物刊物內容中便可以看到，一般只描寫化石的形態及構造，對於它們的生活情形則談的很少，甚至完全略去。對古生態學方面的研究是近二十年來才引起古生物學者注意的，但對這方面事實的完全瞭解還相差很遠。其主要原因，由於在地質學上對有關這方面的根據比較少，不容易着手研究。它的對象只有化石本身及岩層性質。前者是生物對於生存環境總的反映形態，後者是一種僅含有化石的海底。這兩種材料代表了地球全部生活記載史。古生態學就是從這兩種材料中推想出來的。所以研究古生態學應當具有現代生物學、海洋學及沉積岩石學的知識。

由現代生態學上的研究，證明某種生物羣只生存於某種物理環境中。這種環境一旦發生變動時，則生物羣也隨之而變動。決定生活環境的因素，如上所述，主要是日光、溫度、清潔度、鹽度及深度等。其中以深度對生物的生活影響最爲重要。在不同深度的海水中，有其不同的生物及其特徵。如果把幾種生物羣繪在地圖上，則可以由淺到深表示出許多生物帶來。這些生物帶大致與海岸綫平行。其他如溫度、鹽度、清潔度及海底性質等，對於生物羣的關係也很大，但它只不過是區域性的影響。

生物區的分類

海產生物區的分類，普遍以現代海洋生物學的分

區法爲原則。它共分爲兩類。一、以生物的生活狀態爲分區的原則，與海水深度無關，名爲生態分類法 (Habit Classification)，二、以深度爲分區原則，不注意生物的生活狀態，名爲深度分區法 (Bathymetric classification)。

生態分類法*

一、浮游生物(Plankton)是指生物被動地浮游在水面的動物，如筆石類。

二、游泳生物(Necton)是指能自動的游泳在海水中的動物，如魚類等。

三、底棲動物(Benthonic)是指生活在海底的動物。它們之中，能生活比較固定的如珊瑚及牡蠣等，名爲潛居動物(Sessil Benthonic)；能行動於海底上的名爲潛行動物(Mobil Benthonic)；還有幾種生物平時潛居於海底，有時亦游泳於近海底水中如三葉蟲類，名爲潛游動物(Necto-Benthonic)。

深度分區法

一、海濱區(Littoral zone)是指春季高潮時浸沒、低潮時露出的海濱帶。在此區域因波浪衝擊甚烈，生物很難生存，只有穿穴動物生存於沙中。

二、淺海區(Neritic zone)可分爲外淺海區(Epineritic zone)和內淺海區(Infra-neritic zone)。

a. 外淺海：

水深不超過60公尺，沉積物多爲泥質及鈣泥質，副波紋顯著。以棘皮動物，大型厚殼之斧足類及腹足類爲主。

b. 內淺海：

水深不超過180公尺，沉積物以泥質、鈣泥質及鈣質爲多。爲綠色植物生長的最下界限。菊石類之種屬甚繁多。

三、深海(Bathyal)在大陸邊緣150—180公尺以下的區域。可分爲外深海(Epibathyal)及內深海(Infra-bathyal)兩區。

a. 外深海：在綠色植物界限以下，沉積物爲鈣泥質及鈣質。某種菊石豐富，腹足類甚少或無，斧足類亦缺少。

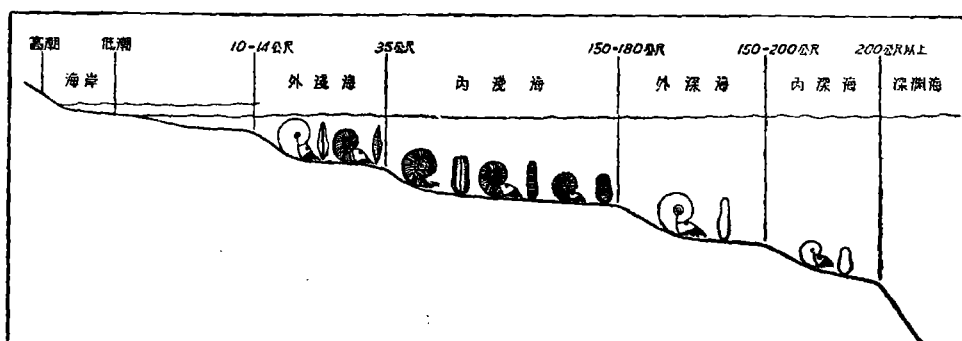
b. 內深海：水深在200公尺以下，無光綫。屬大陸海及大地槽海水區。無綠色植物。空氣不甚流通，

多硫化鐵。沉積物以鈣質爲主。菊石多厚型之種屬，無腹足類。

四、深淵區(Abyssal)海底深度超過200公尺以上，無生物生存。

以上分區法，完全是人爲的，實際上並無清楚的界限。第三項所指的深海，是和第二項所指的淺海相對而言。其最大深度不超過200公尺，在現代的海洋中，仍屬於淺海區域。在這兩個區域中，生物最繁殖。

除深度外，對生物影響最大的因素是光綫與食物。光綫的強度是依緯度的高低而不同，低緯度區域比高緯度區域光綫強些。其中紅光與紫光的透射係數比綠光及藍光大些，因而綠光及藍光射入水中的深度比其他光綫爲深。據他人研究的結果，在世界上最清的 Saragasso 海中，透入148公尺深處的藍光只有百分之一，如果海水中有浮游物質時，透入的光綫，會更少一些。所以生物繁殖的區域不能超過200公尺。如超過此深度，則綠色植物不能生存，動物的食料也就發生困難。又據莫堡(E. G. Moberg)研究結果，在200公尺深度以內的海水中，每立方公尺的海水，含氧氣是四至六立方公分。再往深處則漸漸減少。因而動物就更無法生存。總之，最適宜生物生存的環境是深度在80—200公尺與溫度在18°C—22°C之間的區域內。



菊石類型分佈

鸚鵡螺之生態

菊石類在現代頭足類四屬中，與鸚鵡螺的形狀及內部構造最相近，它們的生活狀態亦最相似。所以，要想知道菊石類的生活狀態，最好對鸚鵡螺生活狀態有明確的了解。關於這種生物最先以爲它是浮游在海面上的，以後才知道它是生活在海底。就它的外形及

* 普通所稱漂游生物(Pelagic)是指飄游與游泳兩種生物而言，含意不甚明確，故未採用。

重量來說，都會阻礙它行動的速度，因而可以相信它是不善於游泳的。它大部分時間是棲居在海底上。平時我們在海面上所看到的不是死殼就是病了了的。

鸚鵡螺生長在熱帶及亞熱帶的靜海水中，例如在南太平洋中，就有從馬來亞半島經菲律賓至日本等地的珊瑚礁旁邊分佈的鸚鵡螺。但它的死殼則可以飄至日本、非洲及新南威爾士等處。它能飄浮較遠的原因是由於它的身內氣腔中含空氣多，浮力大的緣故。據維雷(Willey)研究的結果，它們實際是生活在海深60至140公尺處為最多，在淺海中2至3公尺深處亦偶而可能發現。

它是肉食動物，經常以介殼類及魚類為食物。它的觸角並無吸盤，但面上有菱形突起，它可以附着在粗糙面上。觸角很少作爬行之用。經常是羣居於近海底或徘徊於海底水中。體內有噴射器，以助游泳。

菊石類具有與鸚鵡螺相同的形狀和器官，因此許多古生物學者，都認為菊石也是生活在淺海底上，屬於游泳生活方式的動物。

從菊石的外形及構造推想它的生態

我們知道，一種生物的內部構造和外部形態都是它在某種生活環境中總的反映。菊石類也是如此。菊石的殼，一般說來比現在鸚鵡螺的殼薄些，因此許多人推想菊石的浮力比較大，它游泳的時候一定比較多，並且以為菊石具有胸缺(Hypoonous sinus)者，是表示噴射管所在之處，它的作用是把體內的水噴射出來，使身體後退。其游行方式與現代墨魚相似。無此器官者，則營爬行生活。還有伸長的腹鞘(Rostrum)在白堊紀的菊石體上特別發達，它的作用尚不十分明瞭。海特(Hyatt)以為腹鞘發育是表示噴射器官的退縮。這種動物的生活方式，可能由游泳變到爬行，但由其他證據的說明，它仍然是能游泳的，不過游泳的時間較短，潛棲於海底的時間較長。三疊紀的菊石，胸缺不甚明顯，腹鞘雖不甚發育，但已經很顯著，可能近似後說，即它潛棲於海底上的時間較長，而游泳的時間較短。

菊石既然大部分時間潛棲於海底上，則它的體內壓力與體外壓力應有保持平衡的方法。許多人認為，這種保持平衡的方法，只增加內部隔壁(Septa)的彎曲即足與殼的厚薄無大關係。據司考特(Gale scott)研究白堊紀菊石分佈的結果，在深海的菊石其體腔都是圓形的，而淺海中的菊石體腔則多是薄扁形的。從力學上說，圓形比扁形的抵抗力較大，因此我們可以知道體腔的形狀也是保持壓力平衡的一種方法。生存在深海周圍的靜壓力大，圓形的體腔比較能適應這種

環境。反之，生存在淺海中者，由於周圍的靜壓力小，無需強大的抵抗力即可保持平衡，故體腔扁薄。至於外表具有橫稜(ribs)及縱稜(striagations)或突起(tubercles)者，其體殼亦厚，多生在淺海中。這些工具，是在波浪較大的環境中生成的。現代淺海的斧足類及腹足類，其介殼多為厚殼即是這個道理。

由以上所述種種情形，我們可以根據菊石的厚薄，旋形，表飾及體殼的形狀，分菊石為下列六類。每類各代表其所居海水之深度。

1. 體薄、內捲、表面平滑、具稜腹或平腹，體腔特扁者。如 *Inyoites*, *Clypites* 及 *Aspenites* 等。
2. 體薄、內捲、表面具細網紋，體腔薄扁、腹稜銳者。如 *Aspenites* 及 *Inyoites* 等。
3. 體厚、表面具顯明稜綫，體腔為卵形或方形者。如 *Flemingites* 及 *Kashmirites* 等。
4. 體厚、表面平滑、半外捲、體腔為卵形或方形者。如一些 *Paranorites* 及 *Meehocras* 等。
5. 體肥、表面平滑、外捲、體腔為圓形或半圓形者。如 *Ophicocras* 及 *Eophyllites* 等。
6. 體肥、表面平滑、內捲、體腔為圓形或半圓形者。如 *Isculitoides* 和一些 *Proptychites* 及 *Owenites* 等。

以上各類大体上分別生活在不同深度的海底上，但並無絕對的界限，有些種類也可以生活在深度不同的區域內，但它們不佔主要的成分。

從共生化石推想它的生態

許多人主張研究菊石的生態可以從它們的共生化石中，間接得出結論。如古生代有許多菊石是與珊瑚及腕足類共生的，我們根據這幾類共生動物的生態，便可推知菊石的生態。照這樣所得的結果，就是說古生代的菊石是生活在淺海中的。但這種方法不能適用於廣西下三疊紀菊石的情況。因為廣西所發現的菊石羣中，他種化石很少或完全沒有。在近千塊的標本中，只有兩個小型斧足類和一種腹足類。因此我們不能根據這極少數的共生化石來推斷菊石的生態。只能從反面來得出另一種結果，這就是兩類動物都是生活在淺海區，水深不超過40公尺的區域。

從岩石性質推想它的生態

前面已經提到，岩層性質是代表海底情形的遺物，也就是說岩層本身就是一種化石海底。從岩層的成分、結構及顏色等可以推斷當時海水的深淺。前面所列深度分區法是海底的一般沉積情況，依據這種沉積物及其中所生之化石，可以推知海水的深度。

為了明確起見，我們討論下三疊紀生物的生態

時，不能籠統泛論。因為它代表的時間較長，由於環境的不同，而時常有所變遷，生物的生態也時時有變化，所以必須採取分層研究的方法。廣西下三疊紀所產菊石共有四層，用斯派司(Spath)的分層法只有 Gyronitan 層、Flemingitan 層、Owenitan 層及 Columbitan 層。至於最下之 Otoceratan 層及 Ophiceratan 層尚未發現。在上述四層之中，以 Flemingitan 層及 Columbitan 層分佈最廣，所含化石種類亦多，變化也最明顯，是研究生態的最好對象。至於 Gyronitan 層及 Owenitan 層，只有零星分佈，露頭很少，不易得到明確的結論。

Gyronitan 層只見於凌雲羅樓圩東。岩層為灰白色泥質灰岩，厚度不到一公尺，夾在頁岩中，呈扁豆狀延展不遠即至完全消失。其中所產菊石皆屬於第一、二型菊石如 *Prionolobus*, *Inyoites*, *Subingoites* 等都是體薄、外旋、具平腹或稜腹的，至於厚型及圓型的菊石，完全未見。就岩層性質及菊石體型而言，都是表示淺海菊石的特性。

Flemingitan 層分佈最廣，在羅樓圩東北及天棧巴更西南西塔村皆有發現。岩層都是厚層、黑色不純灰岩，厚約八九公尺，每層厚一公尺以上，幾乎完全由菊石所造成。而且都是第五、六型體腔肥大的種屬。如 *Proptychites*, *Pseudaspidites*, *Paranorites*, *Flemingites*, *Ussuria* 等。表示了外深海的特性。在田東作登西南三公里半的公路剖面上，更可以清楚的看到，在下部比較厚層的灰岩中都是第五、六型的菊石（如上所述）；向上則漸變為薄層淺色灰岩，其中產 *Flemingites*, *Paranorites*, *Lingyunites* 等第三、四型的菊石；到頂部兩公尺部分，岩層變為土黃色的泥質灰岩，所含菊石都是屬於第一、二型，體薄，具稜腹或平腹的種屬，如 *Prionolobus*, *Pseudosagoceras*, *Inyoites*, *Aspermites* 等。這樣清楚的表現了岩石性質及菊石的變化，同時也表示了海水由深變淺的過程。更証明了菊石對於環境感覺的敏銳性。

Owenitan 層分佈不普遍，只見於凌雲羅樓圩附近，天棧巴更附近及田東作登西南。这三处的岩層各不相同。在羅樓圩及作登所見為不純的黑色灰岩，含 *Owenites*, *Proptychitoides* 及 *Meekoceras* 等屬，屬於第四、五、六型的菊石。鈣質頁岩中化石很少。這表示海水由深至淺的變化。

Columbitan 層在凌雲縣羅樓圩附近及鳳山縣雅里一帶都很發育。岩石為厚層黑色灰岩，層厚約 20—30 公厘，含 *Subcolubites*, *Sinoflemingites*, *Premites*, *Kashanirites* 等第三類型的菊石。第二類型如 *Procamites* 及圓球形的 *Iscutitoides* 也不少，並有少數的斧足類化

石，表示淺海中的生物。

地 理 環 境

廣西西部產菊石的另一原因是與該區域的古地理環境有密切的關係。這可由下三疊紀岩層的分佈及與其下古老岩層的關係來說明。在這一區域內，下三疊紀地層在許多地方是不整合超覆在下二疊紀或上石炭紀岩層之上的，並且常局限於很小的區域範圍內。如果沿走向追尋，在不遠的距離內就可完全消失。例如在凌雲縣羅樓圩附近，在那利嶺的東坡，下三疊紀灰岩厚約五、六十公尺，覆於上二疊紀合山灰岩層上，但沿走向向東北追尋不到一里，就完全消失不見了。同樣向南不到一里寬的溝南坡，灰岩層突變為頁岩相，並直接覆於下二疊紀茅口灰岩之上，其中只夾有不到一公尺厚的灰岩一層。在村西南不遠又成為薄層狀厚灰岩相。在田東縣西南作登附近也是如此，三疊紀灰岩覆在上二疊紀灰岩之上，但向西南不遠，即逐漸消失，中三疊紀頁岩直接覆於下二疊紀棲霞灰岩乃至上石炭紀馬平灰岩之上了。此外，如河池及東蘭間的窄山拗地方，下三疊紀頁岩及灰岩直接覆在下二疊紀茅口灰岩上面，向東西不遠的地方，亦完全消失，中三疊紀頁岩覆在棲霞灰岩上面。其他如鳳山縣西部在巴川與雅里一帶和天棧西南巴更附近也都有同樣的情形。在以上這些地區的地層來看都說明了下部多缺失，上部岩相多變化的規律，這說明它不完全是由於下三疊紀以後的侵蝕所造成，而是與沉積時候的地理環境有關係。

另外還有一種情況，就是在有些地區，如田東與田陽之間和羅樓圩東南約七、八里的地區，馬平灰岩的上部幾十公尺部分常有極不規則的球狀結構，很似鐘乳石狀，可能代表當時喀斯特地形的洞穴沉積。

結 論

從岩石性質、生物羣和岩層沉積的情況看來，使我們相信廣西西部下三疊紀的岩層是在內淺海和外淺海區域沉積的。當時最大的深度不能超過 200 公尺，一般約在 70—150 公尺之間。在這一區域的海面上，會有許多島嶼羅列分佈，起了防波作用，造成靜海區。使當時的菊石類生物能在適宜的環境中生活和繁殖。至於四川及長江流域多為頁岩或薄層灰岩，其沉積環境不同，所以生物亦不同。在薄層灰岩中缺少或無化石，在頁岩中則多斧足類及本文所述的第一、二類型的菊石，這表示在淺海區域因風浪影響較大，不適於菊石類生存的緣故。