

アウン 石炭と石油の阿吽の呼吸

藤井敬三 (石炭課)
Keizo FUJII

1. まえがき

石炭と石油とは水と油のように全く異質の根源物質からなるエネルギー資源で、石油は海成の動物(プランクトンを主)を根源とし、石炭は植物を根源物質とすると考えている人が案外多いのではないだろうか。

しかし、最近では、石炭・石油はともに植物群に由来する堆積性の有機物が主な根源物質であるとする説が有力である。

すなわち石炭も石油も植物がバクテリア作用・圧密化・地熱による変性・続成作用など、同様の地質学的過程をたどって生成するというものである。しかし両者にははたしかにある差異があり、それは、石炭が固体として堆積の場にじっとしているのに対し、石油は液体で生成した場所から移動して多孔質な貯溜岩にたまる点にある。また根源物質にもある種のちがいが認められるようである。

石炭・石油のもとになる植物性の根源物質には次のような3つのタイプがある。

- 第1のグループ：藻類のように低分子の糖質・脂質・アミノ酸など比較的low分子の脂肪族からなるアルギニット・タイプのもの
- 第2のグループ：花粉・胞子のようなクチン質・樹脂質に富むエグジニット・タイプのもの
- 第3のグループ：木質の主成分であるセルロース・リグニンなどに由来するビトリニット・タイプのもの

これら堆積性有機物の種類と堆積直後の最初の分解作用とが、石油型になるか石炭型になるかを決定するのである。石炭の根源物質は主に高級植物に由来するリグニンやセルロースからなり、泥炭化作用の間に酸素の供給が少く生化学的フミン作用をうける。一方石油の根源物質は藻類・バクテリア・植物性プランクトン等の低級植物で、セルロース以外に蛋白質・脂肪などに富み、嫌気水性の環境下でリピッドが生じる。これはフミン質よりも水素に富み、芳香族炭化水素が少く、脂肪族炭化水素に富む。そして生化学的・地化学的なピチュエメン化の過程で石油前駆物質と考えられているケロジェンとなる。

つまり石油は第1と第2のタイプの有機物から生成され易く、石炭は第3のタイプのものから生成され易いわけである。

これら堆積性有機物は、堆積作用をうけ、次第に地下深く埋没されてゆくにつれ、地温勾配にしたがう熱を供給されて熟成してゆき、一方はピチュエメン化作用を他方は石炭化作用をうける。前者はガスまたは原油のような流動的な炭化水素を生成する過程であり、後者は固体残留物の芳香族化と縮合が進行する過程である。

2. 石油と石炭とのかかり合い

石油と石炭とは成因的に関係のあるとの学説は以外に古くから出されている。Vassoyevich (1976)によれば、ソビエトのLomonosovはすでに1776年に石炭も石油もともに植物に由来し、生成の要因は熱であると述べている。

しかし一般に私達に良く知られているのは1912年のWhiteの炭比説(Carbon-ratio theory)である。この説によると石油の賦存可能性は堆積性有機物中の固定炭素(無水・無灰基換算)含有量に関係が深く、その値が62~65%に達するともはや石油の賦存は期待できないとした。このパーセンテージをもって経済規模の石油の“dead line”とよんでいる。Landes (1967)はこの方法を改良して、無水・無灰基での固定炭素と発熱量とを組み合わせ、石油相・石油・ガス相・ガス相などの炭化水素鉱床の賦存条件をきめる指標とし、同時に石炭組織成分の1つであるビトリニットの反射率の石油探査にとっての有効性を論じている。

そして1969年にVassoyevichほかは、ビトリニットの反射率と石油生成との関連性を明らかにした。すなわちビトリニットの平均反射率(油浸)が約0.5%に達すると石油根源岩中で石油の生成が始まり、平均反射率0.7~1%でピークに達し、1.3%以上になると石油生成は衰えてやがて停止しメタンが発生するのみとなることを述べている。このことにより石油・天然ガス探査に対する石炭組織学の実用性が明確に位置づけられた。

またGutjahr (1966) Ottenjannほか (1969) は石炭組織成分の1つであるスポリニットの蛍光性を研究し

ビトリニット反射率と対応させ 蛍光性が炭化水素の熟成度の有効な評価基準であることを示した。

このように1960年代以後 石炭組織学的研究は石油鉱床探査のパラメータとして重要視されるようになった。

これらの事実は 石油と石炭の根源物質には本質的な差異がなく 互いに共通した有機物からなることを示している。 さらに次のようなより直接的な事実もある。

Karweil (1966) は石油の原物質が 石油母層中よりはるかに少ないものの石炭中にも存在することを見出した。 さらに Teichmüller (1974) は蛍光顕微鏡により石炭中に原油状のものが形成されていることを見出した。

これとは逆の例として Durand & Espitalie (1976) によるケロジェンの組織分析があげられる。 ケロジェンは石油根源物質として重要視されているが 海成層中のそれにはビトリニット・エグジニット・イナートニットという石炭組織成分が数%から10%以上も含まれており 他の部分(これら組織成分をセメントしている)も主に陸源植物に由来すると推定されるというのである。

さらに Powell ほか (1976) は有機物のノルマルパラフィンの分布パターンは堆積環境と関係があり 海成の環境下の有機物のノルマルパラフィンには $C_{17} \sim C_{20}$ にピークがあるのに対して 陸成環境下のものは $C_{23} \sim C_{27}$ にピークがあるのを見出した。 前者はアルギニット 後者はビトリニットやエグジニットに起因すると考えられている。 Amit (1978) も同様の指摘を行っている。

石炭	反射率 (油浸)	揮発分 無水・無灰基 (%)	発熱量 (kcal/kg)	花粉・胞子の色調 GUTJAHN (1966)	炭化水素相 VASSOYEVICH (1969)
褐炭	0.3	60	4000	黄色	初期ダイアジェネシス性メタン
亜歴青炭	0.4	56			
C	0.5	52	5500	黄色	石油
B	0.6	48			
A	0.7	44			
中揮発分 歴青炭	0.8	40			
低揮発分 歴青炭	1.0	36	7000	黒褐色	コンデンセート および 湿性ガス
半無煙炭	1.2	28			
無煙炭	1.4	24	8650	黒色	後期 カタジェネシ 性メタン
メタ無煙炭	1.6	20			
	1.8	16			
	2.0	12			
	3.0	8			
	4.0	4	8650		

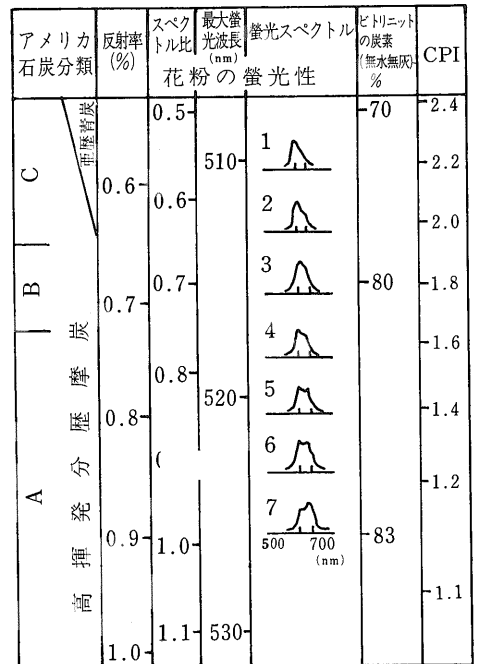
第1図 石炭化度およびそのパラメーターと炭化水素相との関係 (STACH et al. 1975)

このように 海成層中の有機物に石炭の組織成分または陸源の植物物質が含まれ それらが石油および ガスの生成に大きく関与しているということについては 数多くの報告があり (Shibaoka et al 1978 : Combaz & Matharel 1978) 石油探査に際し石炭組織成分が有機物の熟成度の評価基準としても また 石油の根源物質としても 重要視されるようになってきているのである。

3. 石炭課の今後の1つの課題

以上述べたように 根源物質の供給及び分解作用などの点で 石油型・石炭型という純粋な2つのタイプが異なった地域に存在するのではなく 実際は両者が混在して存在する可能性が高いわけである。 たとえば石狩炭田地域ではしばしば油徴が見出されるし 炭鉱内でも掘進中に油体につつかることがある。

そこで 石炭課の研究課題は 石炭化度及び石炭組織の研究を通して石炭化作用を解明し 同時に石炭液化特性などの研究を通して石炭組織成分の化学的性質を明らかにしていくことにある。 そして後者の研究は石油の生成条件を実験的に調べることもであると考えている。 つまり私達は石炭と石油の阿吷の呼吸を利用して 石炭の液化特性及び石油生成機構の問題を一挙に解決したいという野望をもっているのである。



第2図 地調における研究結果による石炭化度の各パラメーターの相互関係図