

特集 炭化水素の成因と鉱床

グリーンタフ地域の天然ガスの成因について

坂田 将・高橋 誠  
金子信行・鈴木徳行

東北日本グリーンタフ地域の可燃性天然ガスの成因について、天然ガスの化学組成・同位体組成、ならびに付随する原油・コンデンセート中の生物指標化合物の分析結果をもとに地球化学的考察を行った。一般に天然ガスの産出層準が下位に進むにつれて、 $\text{He} \cdot \text{N}_2$  の濃度、 $3\text{He}/^4\text{He}$  比、 $^4\text{He}/^{20}\text{Ne}$  比、及びメタンの  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  比が高くなる傾向が見出された。特に七谷・西黒沢層の火山岩中に胚胎する天然ガス(グリーンタフ天然ガス)は日本列島の火山噴気ガスの最高値に匹敵する高い  $^3\text{He}/^4\text{He}$  比を示し、希ガスの起源におけるマントル物質の寄与が大きいことが示された。一方炭化水素成分の起源について、メタン-プロパンの化学組成及びメタンの  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  比をもとに検討を行った結果、マントル起源の  $^{13}\text{C}$  に富むメタンの影響が認められず、Bernard ダイアグラムによってケロジェン等の有機物の熱分解ガスに帰属された。またグリーンタフ天然ガスに付随する原油・コンデンセート中に、生体有機物に由来する  $\text{C}_{27}\text{-C}_{29}$  のステランが検出され、隣接する堆積岩中の有機物が火山岩中に移動・集積している可能性が支持された。海嶺やホットスポットのデータをもとにマントル物質の  $\text{CH}_4/^3\text{He}$  比を  $10^6\text{-}10^7$  と仮定し、グリーンタフ天然ガス中のマントル起源のメタン量を見積もると、最も多いケースでも全メタン量の1%の寄与が認められるに過ぎない。このことは殆んど総てのメタンが堆積層の有機物に由来し、ヘリウムとメタンが異なった起源を有することを示している。(技術部・環境地質部・燃料部・島根大学)

メタンハイドレート層の形成条件

名取博夫

永久凍土地帯・深海底・南極氷床下などに大量に存在すると考えられ、未来のメタン資源として注目されるメタンハイドレート層の形成条件について考察した。

(燃料部)

石炭地質学の立場からみた石油の成因について

藤井敬三

石炭の根源物質は石油の根源物質とは共通物質からなるが、それらの量比、賦存のあり方に大きな差異がある。しかし、両者に共通する根源物質が化学反応を経ていく過程は石炭・石油の生成を通じて同様であると考えてよい。つまり、石油の根源物質の熟成及び生成過程を石炭の根源物質の熟成過程によってシュミレートできるので、石炭地質学の立場からみた石油生成過程を試論したものである。

ここで用いた手法は、石炭の液化試験、石炭の加熱試験、石炭化度の増加に伴う石炭組織の変化である。石炭液化試験は、石炭技研の岡田(1985)によると、オイル収率は反射率0.4以下の石炭では高く、反射率0.4でピークに達し、0.4以上の石炭にあってはアスファルテンが生成された後、オイルに転化するが、その収率は反射率の増加とともに減少する。また、石炭液化の経時変化及びその未反応物質の顕微鏡観察と合せて考察すると、液化反応の初期には、反応速度の早い物質より直接オイルが生成され、さらに反応速度の遅い物質よりアスファルテンが生成され、さらにオイルに転化する。即ち、オイル生成には2種類の異なった物質・過程が関与しているといえる。

石炭の加熱試験では、石炭中に重質のタール分が生成されるのは反射率約0.5より約2.0までの間であると結論される。

\* 昭和61年12月11日日本所において開催の研究発表会

石炭化度の変化に伴う石炭組織の変化は、反射率 0.3 に至ると、初生的エクジニットが次第に消失し、0.4 になると 2 次的エクジニットが沈澱し、反射率の増加とともにその量がふえるが、0.7 をこすと減少する。このことは、反射率 0.3-0.4 の間に石油根源物質のタイプ II が熱分解を始め、軽質オイルを生成し、0.4-0.5 に至り、石炭中の有機物(タイプ II とタイプ III)の熱分解は激しくなり、重質のアスファルテンを生成し、オイルに転化すると考えられる。

以上、石炭地質学の立場からみた石油生成について、次のように結論される。反射率 0.3 から 0.4-0.5 の間に初生的タイプ II が熱分解し、オイルが生成され、0.4-0.5 以上に至り、タイプ II ないしタイプ III の熱分解により重質のタールないしアスファルテンが生成され、さらにオイルが生成される。(燃料部)

### 炭酸塩岩中の有機物

寺島美南子

多くの炭酸塩岩は生物の遺骸からなっており、石灰岩の生成に有機物が重要な役割を果していると考えられる。また、炭酸塩岩は石油の貯留岩としてきわめて重要である。それにもかかわらず、炭酸塩岩中の有機物についての地球化学的研究は、粘土質岩のそれに比べて非常に遅れている。

現世の炭酸塩中の有機物は、主として、生物の炭酸塩骨格に含まれるタンパク質—多糖類のバイオポリマーであると考えられる。これらのバイオポリマーが地質時代を経るに従って、どのような運命をたどるかについて地球化学的考察を行った。

炭酸塩岩中の平均炭素含有量は HUNT (1972) によると 0.33% で粘土質岩のその約 1/3 である。

現世の生物遺骸炭酸塩及び炭酸塩堆積物中の有機物の組成は貝殻の有機物組成に似ていて、アミノ酸化合物が全体の 80% 近くを占め、炭水化合物は 5-6%、抽出有機物は 7-8%、有機残渣は 5-6% である。これに対して、現世の海成の粘土質堆積物においては、アミノ化合物の全体に占める割合は平均して 15-16% 程度であり、主な成分は有機残渣(60%以上)である。

現世の炭酸塩物質と粘土質堆積物における有機物組成の違いは、更にアミノ酸組成において顕著である。すなわち、現世の炭酸塩物質においては、酸性アミノ酸が著しく多く、非タンパク質構成アミノ酸が含まれないという特徴を示す。現世の粘土質堆積物においては、このよ

うなアミノ酸組成の偏りは認められない。現世の炭酸塩物質と粘土質堆積物における有機物組成の違いは、主として根源物質の差、すなわち、炭酸塩物質—生物の炭酸塩骨格中の有機物、粘土質堆積物—プランクトン、ベントス、陸上植物、腐植物質、微生物等、に起因するものと思われる。

炭酸塩物質中の総アミノ酸含有量は地質時代が古くなるに従って指数関数的に減少する。それと同時に、アミノ酸組成においては、酸性アミノ酸優位の特徴が失われる。単糖類においても同様な傾向が認められる。更新世の喜界島石灰岩、中新世の相良石灰岩においては、アミノ酸と単糖類の全有機物量に占める割合はあわせて 5% 以下であり、アミノ酸と単糖類は新生代のうちにほとんど失われてしまう。

本邦の中・古生代炭酸塩岩中の有機炭素含有量の平均 0.045-0.13%、有機窒素含有量は平均 0.003-0.011% の間にあり、外国のものに比べ非常に低い値である。Org. C と Org. N は非常に高い相関関係にあり log Org. C と log Org. N をプロットすると直線関係が得られる。

本邦の中・古生代炭酸塩岩中の抽出有機物量は低く(平均 3%以下)、有機物の 97% 以上は有機残渣(クロジェン)である。これらの有機物は、示差熱分析、X 線回折などにより、より高温で分解する無定形の炭素質物質であると思われる。また  $\delta^{13}C$  の値は、中・古生代の海成粘土質岩中のクロジェンの  $\delta^{13}C$  値の範囲内にある。

(技術部)

### n-パラフィンの起源と続成的変化

米谷 宏

現世堆積物の n-パラフィンの起源と堆積岩中における n-パラフィンの続成的変化について考察した。

#### 1. n-パラフィンの指標と起源物質

陸成高等植物をはじめ、湖沼、海洋生物の n-パラフィン进行分析した結果、陸成植物や湖沼生物の  $CpI$ ,  $C_{21} \sim C_{33}/C_{10} \sim C_{20}$  値は一般に海洋生物のものよりも高く、また、n-パラフィンの含有量パターンは、前者の A, B 型に対して、後者は C, D 型である。このような、n-パラフィンの指標と原物質の関係は、湖沼や海底堆積物についても、一般的に認められる。

#### 2. 続成的変化

n-パラフィンが続成的変化をすると、 $CpI$  値が減少することはよく知られている。今回は、さらに  $C_{21} \sim$

$C_{33}/C_{10} \sim C_{20}$ ,  $C_{10} \sim C_{33}$ /有機炭素, 含有量パターンおよび  $CH_4/C_2 \sim C_5$  の諸指標を用いて検討した。

地表試料中の *n*-パラフィンの統成的変化は, 一般に新第三系中新統で認められる。

中新統よりも古い地質年代(古第三系-古生界)のものでもその  $C_p I$  値は, 一般に 1.0 に収斂する傾向を示すが,  $C_{21} \sim C_{33}/C_{10} \sim C_{20}$ ,  $C_{10} \sim C_{33}$ /有機炭素値は減少の傾向を示す。また,  $CH_4/C_2 \sim C_5$  値は, 古い地質年代に向って, 漸次増大の傾向にある。

*n*-パラフィンの統成的変化を, 同じ地質年代の泥質岩と石炭とで比較すると一般に前者の方がより大きいといえる。

*n*-パラフィンの統成的変化の主たる要因は, 第三系鮮新統あたりまでは生化学的作用, 中新統より古い地質年代では熱的作用によると考える。(技術部)

### ガスクロマトグラフ—質量分析計による生物指標化合物の分析について —分析法—

坂田 将・金子信行

原油やビチューメンなど地質試料中の有機化合物は極めて多成分の複雑な混合状態にあり, 生物指標化合物のように分子レベルの測定を行うためには, 分離能力と選択性の優れた分析機器が必要となる。本要件を充す装置はガスクロマトグラフ—質量分析計(GC-MS)のみである。当所に導入された装置 HP-5890A+5790B は, GC 部において, 理論段数・S/N 比・不活性度の点で通常の充填式カラムより優れた性能を有する熔融シリカ・キャピラリーカラムを搭載するとともに, 同カラムの出口を直接 MS のイオン源に接続することによって, カラムの分離能力を最大限に活用する機構となっている。また MS 部は従来の磁場偏向型の装置に比べて, 質量数較正等の操作性・走査高速性において優れた性能を有する四重極型質量分析計を使用している。本装置は 4 本の棒状電極(断面は双曲線)によって電極空間に静的双極場を作り, 相対する 2 組の電極間に高周波電場をかけるもので, イオンビームを電極の軸方向に入射させると電場の周波数と双極場内のイオンの振動周期(これがイオンの質量に関係する)の関係で一定範囲の質量をもったイオンの振動だけが安定し, 他の質量のイオンの振動は発散して飛行中に散逸することを利用したものである。本装置を用いて堆積岩中の生物指標化合物を測定する場合, まず洗浄・粉碎した岩石を有機溶媒(ベンゼン・メタノール, 6:4)を用いてソックスレ抽出を行う。得ら

れたビチューメンは濃縮後, シリカゲルのカラムクロマトグラフによってヘキサン留分(初期に飽和炭化水素, 続いてモノアロマティック成分), 及びヘキサン・ベンゼン留分(ポリアロマティック成分)に分画し, 各々を定容化した後, GC-MS に注入する。各生物指標化合物に特異的なフラグメントイオン(ステランは  $m/e=217$ , トリテルパンは  $m/e=191$  など)に関するクロマトグラムを, 文献(LEWAN *et al.* (1986) など)と対比することによって成分の同定が行われ, 対応するピークの面積や高さを比較することによって相対的な分子組成・異性体組成を求めることができる。(技術部・燃料部)

### ガスクロマトグラフ—質量分析計による生物指標化合物の分析について —石油地質学への応用—

金子信行・坂田 将

生物指標化合物のうち, 最も研究の進んでいるステロイド・トリテルペノイド系炭化水素について, 熟成, 堆積環境, 対比の 3 点に絞って, 当所で実施した見附・片貝油ガス田の応用例を含めて説明を行った。

生体有機物に由来するステロイドやトリテルペノイドは, 堆積物中に取り込まれた後, 脱官能基化, 飽和化, 異性化, 芳香族化, クラッキング等の反応を受ける。これらのうち, ある条件において反応速度の大きくなる反応を見つけ出し, 経験的に熟成度指標として用いている。その方向は一般に, 生体有機物に由来する異性体の減少, 芳香族化, 側鎖のクラッキングによる分子量の低下する方向へと進む。本装置では, 多成分の分析が比較的短時間でできるため, 複数の反応の組合せにより広い range で熟成度を評価できる。また, 個々の反応の range が小さいことにより, 細かい精度で熟成度を知ることができる。特に, ビトリナイト反射率の精度のよくない未熟成帯において, 生物指標化合物による熟成度評価は有効である。しかしながら, 熟史が異なる場合や, 鉱物による触媒効果により, 反応速度が変化することがあり, 熟成度指標として用いる際には注意が必要である。

生物指標化合物を用いて堆積環境を調べるには, 基本骨格が同じで, 側鎖のみが異なる  $C_{27}$ ,  $C_{28}$ ,  $C_{29}$  ステロイドの炭化水素比を用いる。プランクトンに由来する  $C_{27}$  は海成層で多く, また陸棲高等植物に由来する  $C_{29}$  は, 陸源物質の寄与の多い地層に多い。また, ステランに比べ C 環モノアロマティックステロイドでは  $C_{28}$  に富み,  $C_{28}$  ステロイドでは, 構造的に芳香族化しやすい等の可能性が考えられる。

原油-原油, 原油-根源岩対比において, 生物指標化合物は, 最も有効な方法である。これは, 原油の主成分組成が変わっても, ステラン, トリテルパンの組成は変化しにくいことによる。対比は炭素数の異なる分子間の比(堆積性有機物の種類)と異性体比(熟成度)に基づいて行われ, 通常ステランが用いられる。トリテルパンは, 石油生成帯に入る前に異性化反応が終了してしまうために, 使われることは少ない。(燃料部・技術部)

### 新潟堆積盆地における炭化水素鉱床の 形成条件について

鈴木尉元・小玉喜三郎

石油や天然ガスなどの炭化水素鉱床の形成場は, 背斜構造と関係をもつものが圧倒的に多い。褶曲構造は, 浅部と深部とでかならずしも平行していない。地震の反射波がとれる場合には, 地震探査によって, この深部構造をさぐることができるが, 長岡平野とその周辺地域におけるように, 中間に厚い火山岩類が発達する場合には, より深部の反射波がとれず, 深部の構造をさぐる事が非常に困難である。

筆者らは, 深部と浅部で地質構造が平行しないのは, 地質構造が, 地層の堆積とともに漸次形成されることによるもので, 古い地層ほど, その上に重なる地層の堆積時, およびそれ以後の変位, 変形を重複して受けるために, より複雑な地質構造を形成すると考える。したがって, このような過程を再現してやる事ができれば, 深部から浅部の地質構造を描くことができるはずである。筆者らは, この過程を深部に仮想される基盤を変位させることによって再現する“仮想基盤変位法”(Virtual Basement Method)を開発した(KODAMA *et al.*, 1985)。

この方法によると, 地質構造が再現できるだけでなく, 被覆層中の応力・歪状態, 予想される断層の性質や規模, および圧力条件なども予想することができる。西山油帯における断層系の解析から求められた応力条件は, 後谷背斜では水平伴張, その側方では水平圧縮にちかい状態を示す(小松・渡辺, 1968)。また, 東山背斜南部および南東方に発達する褶曲においても, 背斜の頂部付近では水平伴張, その側方では水平圧縮状態を示す(鈴木ほか, 1971, 1974)。このような応力状態は, 上記の地域の仮想基盤変位法による地質構造形成過程のシミュレーション実験から期待されるものと似たものとなる。この

ことは, 地質構造の形成が, 基本的には基盤の変位にもなっているわけであって, 何らかの外力の存在を必要としないことをも示していると考えられる。

このような変動過程において, 地層中の有機物は熟成し, 石油・天然ガスを発生し, 移動・集積して鉱床を形成する。上記の仮想基盤変位法による実験結果に有機物の熟成指標をいれてやると, 石油・天然ガスの発生・移動・集積過程とシミュレートすることができる。

その結果によると現在さかんに探鉱・開発がすすめられているグリーンタフ中へ, 層的にはその上位に重なる母層中に発生した石油・天然ガスが側方移動することにより, 鉱床を形成することが明らかになった。

(燃料部)

### 新佐土原ガス田について

影山邦夫\*・鈴木尉元\*・金子信行\*

坂田 将\*\*・猪狩俊一郎\*\*

高橋次男\*\*\*・矢崎清貫\*\*\*<sup>1)</sup>

宮崎県佐土原町を中心とする現ガス田の北方, 新富町附近において最近3本の試掘が行われた結果, ほぼ同規模の新開発可能地域の存在が確認された。“新”佐土原ガス田の探鉱経過と鉱床の展望を地質調査及び地化学分析資料にもついで述べる。

(\*燃料部 \*\*技術部 \*\*\*伊勢化学工業株式会社 <sup>1)</sup>元燃料部)

### 地表地化学調査による石油探鉱の最近の動向

佐藤俊二

地表地化学探鉱法は直接探鉱法とも呼ばれ, 地下に集積した石油やガスの軽い分子が地表に向かって徐々に移動するという考え方に立脚している。このため, 地表浅所の土壌中の炭化水素分析を行うことにより, 地下の集油部を直接的かつ迅速に推測可能となる。土壌ガス分析の結果, メタン, エタンが集油周縁部に多いことが明らかになった。このように, 油層の量(かさ)の様に地化学異常が分布することを量状模様(Halo pattern)と言い, 地表に於いて直接集油部の位置を示すものとして重要視される。

土壌ガス分析法は, ソ連, 米国を中心に1900年代初期より実施され, 新油田の発見に貢献した。

日本では, 1941年頃より, 地質調査所が中心になり, 千葉県茂原ガス田を初め, 各地で行われた。1959年ガ

スクロマトグラフの導入を機会として、石油資源開発圏では、土壤試料法により、新潟県見附油田地域、山形県余目油田地域など各地で調査研究を実施した。しかしながら、我が国での調査は、外国のように地形的に平坦で砂漠の多い地域での調査と異なり、植生による土壤の酸化や二次的汚染さらに時期的変化など、分析データに悪影響を与える要素が多すぎ、本調査は中断されたままになっている。

従来の探査法では、特定の単一成分を測定していた。そのため、土壤ガス濃度の短期的(気候等)変動、地表付近の要因(地表の人工的擾乱、微生物、地下水流、土壤の緻密さ等)によるガス濃度の影響を受けるなどの問題があった。これらの問題点は、我が国の例はもとより諸外国においても同様に解決されないままであった。

フィンガープリント法は、こうした土壤ガスによる探査法のもつ欠点を大きく改善する目的で、米国コロラド鉱山大学で開発されたものである。

経済性に関しては、従来方式のガス地化学探査では、現地でも約120人日の作業量と掘削のための動力装置が必要であったのに対し、同地域で行われたフィンガープリント法では同等以上の探査結果が現地での6人日の作業量で得られ、掘削機器は一切必要としない。

昭和60年9月30日より10月5日まで、現地での地元説明及びコレクターの埋設を行い、10月12日～15日の期間に回収を行った。サンプルは、構造を300mグリッドで網をかけたように配置したが、北方域は市街地のため、コレクターの埋設はできなかった。コレクターの総数はグリッドで105点、モデル地域で15点(生産井10点、空井戸5点)の120点がフィンガープリント用に使用された。

回収された120本の試料は、米国PETREX社にて、パイロリシス(熱分解)質量分析及び多変量統計処理が行われた。

調査地域は、一般に人口密度が高く、特に北東域は市街地であるため、人工的なガス汚染の影響が5試料で認められた。これらは、主に塩素系有機物によるものであった。

全ガス発散量は、見附油田背斜構造の中心部と調査地域北東端で最も低く、これから南西及び南方向に発散量の低い地帯が伸びていることが認められる。大局的には、背斜構造の外側での発散量が高くなっており、いわゆるハロー現象を示すものと考えられる。

全ガス発散量が全て石油・ガス鉱床に起因する訳ではなく、地下から地表に上昇する全てのガス量を示している。今回の結果から少なくとも、背斜構造の軸に沿った

地帯の地下深部で、ガスの発散を妨げるようなキャップロックの存在が示唆された。

アルカンの発散量は調査地域の北東側及び南西側に2つの大きな発散量の高い部分があり、これらを結ぶようにして発散量の高い地帯が伸びている。また調査地域北西端にも発散量の高い地域が認められる。

アルカンは石油に含まれる代表的な炭化水素であり、その高発散は地下の石油・ガスの存在と関連している可能性がある。上述のアノマリーは、見附油田の生産地帯とよく調和している。モデル試料とのガス組成の類似性には3つのパターンが認められた。見附油田の背斜構造に沿った生産地帯を示すものと、南端及び北西端のアノマリーである。

このうち、北西端のアノマリーは、地域西端の小ドーム構造の北部に相当し、その付近に成功井(TOC-1)がある。又、南端のアノマリーの付近には、東西方向の断層推定されており、その断層を通して地表にアノマリーを示したと解釈される。

以上のように、今回の調査研究によって、見附油田地域ではK-Vフィンガープリント法が有効であると判断された。(石油開発公団)

## 石油根源物質の熟成度指標とタイプ区分

鈴木祐一郎

石油の根源物質が、堆積岩中のケロジェン(不溶性有機物)であるとの考え方が現在一般的であり、それを示唆するデータも多く発表されている。これは堆積岩中のケロジェンを調べることにより根源岩としての炭化水素発生能力を評価することができる。ケロジェンの炭化水素発生能力の評価は次の二つの要素に区分できる。一つは熟成度であり、他の一つはタイプ区分である。この二つの要素を定量的に評価することにより、根源岩評価が可能である。また評価の指標には大別して物理的指標と化学的指標がある。ここではいくつかの指標について、新潟の坑井における実測値に基づいて考察した。

熟成度の指標としてビトリナイト反射率( $R_o$ )が最もよく用いられるが、ここではスポリナイトの蛍光波長と比較検討した。蛍光波長を用いた指標は $\lambda_{max}$ と、red/green比(Q値)がある。従来蛍光補正を行っていない場合、 $R_o$ の0.5は $\lambda_{max}$ の約520nmに対応したが、今回蛍光補正を行った結果では、 $\lambda_{max}$ が約620nmで $R_o$ が0.5に達した。 $\lambda_{max}$ は深度の増大と共に直線的に高波長に移動し、640nmに達した後は変化しない。こ

れに対し、Q値は深度の増加と共に連続的に大きくなる。Roが0.5以下の未熟成帯では、Roがばらつきが大きいのに対し $\lambda_{max}$ は比較的まとまっている。

ケロジェンのタイプはH/C、O/C原子数比のvan krevel enダイアグラム上での関係からタイプI, II, IIIに大きく区分されている。タイプIは淡水の藻類、タイプIIは海棲のプランクトン、タイプIIIは陸上の高等植物に由来すると考えられている。しかし顕微鏡下で観察した場合、タイプ区分のはっきりしないアモルファスタイプが多く見られる。紫外線を照射したときタイプI, IIのケロジェンは蛍光を発することが知られている。ケロジェンをプレパラートに封入し、蛍光を発するケロジェンの全ケロジェンに対する割合を、画像処理システムにより求めた。ケロジェンのタイプ区分は、H/C原子数比に大きく関係するが、蛍光を発するケロジェンの割合とH/C原子数比とは良い相関関係を示した。

今後は、最も汎用的に用いられているロックエバルとの関係を、明らかにしてゆかねばならない。本講演の詳細は、田口一雄教授退官記念論文集「石油鉱床学の諸問題」、p. 303-311に発表されている。(燃料部)

### ケロジェンの起源

石渡良志

TISSOTらの一連の研究以来、タイプI-タイプIIIなどのケロジェンのタイプ分けが使われている。タイプIとタイプIIのケロジェンが大きな石油発生能をもつものとして重要視されている。これらのタイプIとタイプIIのケロジェンは無定形(Amorphous)であることが多く、

Amorphous kerogenと呼ばれている。したがって、無定形ケロジェンの成因を明らかにすることが、石油成因の解明の上で特に重要であろう。以下で言うケロジェンとは無定形ケロジェンを指している。

ケロジェンの成因を明らかにするということは、結局のところケロジェンが、①いつ(Time)、②何から(Material)、③どのようにして(Pathway)できたかを解き明かすことである。従来、さまざまな仮説が提出されている。主なものを表にまとめた。この表を見てもこれまでの仮説はどちらかという上記の①②③に照して不完全な概念を提出したにとどまるものが多く、仮説自体も整理する必要がある。

演者らは無定形ケロジェンの生成を次の様に考えている：《ケロジェンはプランクトン、バクテリアなどの細胞内で、アミノ酸(ポリペプチド)＋炭水化物＋脂質を材料として、メイラード反応(アミノカルボニル反応)＋不飽和化合物の重合を主反応として生成する》この仮説の一部は昨年の有機地球化学シンポジウム(鳥山)で述べた。

この仮説の有利な点は、①材料物質に無理がないこと、これらの材料物質から②Type I, IIのケロジェンを作ることができること、が挙げられる。また、これまで幾人かの研究者の行ったメイラード反応の研究結果や、演者らのグループが行ったカゼインを用いたメイラード反応実験結果(アミノ酸の挙動)と堆積物での観察結果が一致する、加熱実験では脂質は容易に重合する、現世堆積物ケロジェンの化学組成からメイラード反応が起こっていることに無理がない、などの証拠を挙げることができ。しかしこれらの証拠はまだ初歩的なものであり、仮説を裏付ける実験と観察が必要である。(都立大学)

無定形ケロジェンの生成反応仮説

研究者	①いつ	②なにかから	③どのようにして
TISSOT & WELTE (1978)	後期?	メラノイジン＋脂質	微生物分解、重合、縮合
HOERING (1973)	早期	アミノ酸＋炭水化物	メイラード反応
ABELSON (1963)	早期	不飽和脂肪酸	重合
CANE (1967)	?	不飽和脂肪酸	重合
LARTER & DOUGLAS (1980)	後期?	メラノイジン＋脂質	付加
ISHIWATARI <i>et al.</i>	早期	アミノ酸＋炭水化物＋脂質	メイラード反応、重合