

有機相からみた古環境 —津軽半島新第三系の場合—

氏家良博*・神宮 宏**

Paleoenvironmental determination using visual kerogen analysis —A study of the Neogene sediments around the Tsugaru Peninsula, northern Honshu, Japan—

Yoshihiro Ujiié* and Hiroshi Jingū**

Abstract Visual kerogen analysis is a useful method for determining paleoenvironment, because kerogen is present in almost all sedimentary rocks and is indicative of sedimentary conditions.

Kerogen is classified into three types by visual kerogen analysis. Coaly-woody kerogen consists of charcoal and woody fragments derived from terrestrial plants. Herbaceous kerogen is composed of pollen, spores and terrestrial plant leaves. Amorphous kerogen without any clear outline, distinct shape and identified structure, is considered to be derived from marine microorganisms (Tissot and Welte, 1984).

Therefore, terrigenous sediments contain much more coaly-woody and herbaceous kerogen than amorphous kerogen. Terrigenous sediments contain less than 35% amorphous kerogen in our samples. The content of amorphous kerogen in sedimentary rocks tends to be higher with an increase of depositional depth in the sea.

The paleoenvironmental history during the Neogene around the Tsugaru Peninsula was determined by visual kerogen composition. The sea first invaded around the Kodomari Peninsula in the northwest part of the Tsugaru Peninsula at the time of deposition of the Isomatsu Formation (about 18Ma). This transgression continued until the end of deposition of the Kodomari Formation (about 8Ma). Then the transgression was replaced by regression. But in the west to southwest area of the Tsugaru Peninsula similar geological events took place a few million years later.

This history is consistent with all data on paleontology and sedimentology of the Neogene in the Tsugaru basin reported by other authors.

Key words : kerogen, visual kerogen analysis, organic facies, paleoenvironment, Tsugaru basin

まえがき

古環境の変遷史を編む場合に、その基本となるのは古生物学的資料である。しかし、示相化石が全層準にわたり連続的に産出するようなことはまずない。したがって、不連続な個々の化石産出層準で推定された古環境を無理につないで、古環境の変遷を論ずることになる。その結果、海侵や海退の始まり、流れの変化、水深の変化などの重要な地質現象の起こった層準を細かく決定し、その状況を詳細に検討することは困難である。

* 弘前大学教養部地学研究室. Department of Earth Science, College of Liberal Arts, Hirosaki University, Bunkyo-chou 1, Hirosaki 036, Japan.

** 弘前大学理学部地球科学教室. Department of Earth Science, Faculty of Science, Hirosaki University, Bunkyo-chou 3, Hirosaki 036, Japan.

(現所属: 同和工営株式会社資源事業部. Present address: Dowa Engineering Co. Ltd., 8-2, Marunouchi 1-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 100, Japan.)

比較的保存の良いとされる基礎試錐などの坑井から得られた資料でも、無化石帶や貧化石帶が数多く報告されている。このような状況からは、地質調査がこれ以上進んだとしても、古生物学的資料が飛躍的に増大する可能性が少ないと示している。すなわち、従来のような古生物学的資料に基づいた推定方法だけでは、古環境の復元に限界がある。

堆積岩中には、石油の前駆物質と推定されている有機物、ケロジエン (kerogen) が含まれている。ケロジエンは、巨大な分子量の不溶性有機化合物で、堆積後移動することはない。しかも、堆積岩であれば、どのような年代の、どのような環境の堆積岩にも、ケロジエンは普遍的に含まれている。したがって、このケロジエンを利用して古環境の推定が可能となれば、示相化石の産出しない層準においても、古環境の復元が可能となり、より正確で密度の高い古環境変遷史が編めるであろう。

本研究では、有機物を利用した古環境推定法の第一歩として、ビジュアル・ケロジエン分析法を選んだ。その理由は、この分析法により得られるケロジエン組成が、ケロジエンの起源となる生物やその部位をよく反映しており、続成作用や変質作用などの堆積後の影響を受けにくいうからである。

研究対象は、津軽半島に分布する新第三系として、筆者たちが以前報告した西津軽地域での研究結果（神宮・氏家、1990）も含めて検討した。

ビジュアル・ケロジエン分析法

ビジュアル・ケロジエン分析法(visual kerogen analysis)は、もともと花粉分析法から発展し、石油根源岩評価法として発達したものである (Staplin, 1969)。

堆積岩から塩酸・沸化水素酸などを使い化学的に分離・濃集したケロジエンを、生物顕微鏡下で透過光観察する。その形態や組織から、石炭質-木質ケロジエン (coaly and woody kerogen)、草本質ケロジエン (herbaceous kerogen)、不定形質ケロジエン (amorphous kerogen) に大きく分類する。この分類法に基づき、ポイントカウント法を使い、一つの岩石試料に含まれるケロジエン全体の組成を表して、その岩石が石油生成素材をどのくらい含むかを判定するものである。

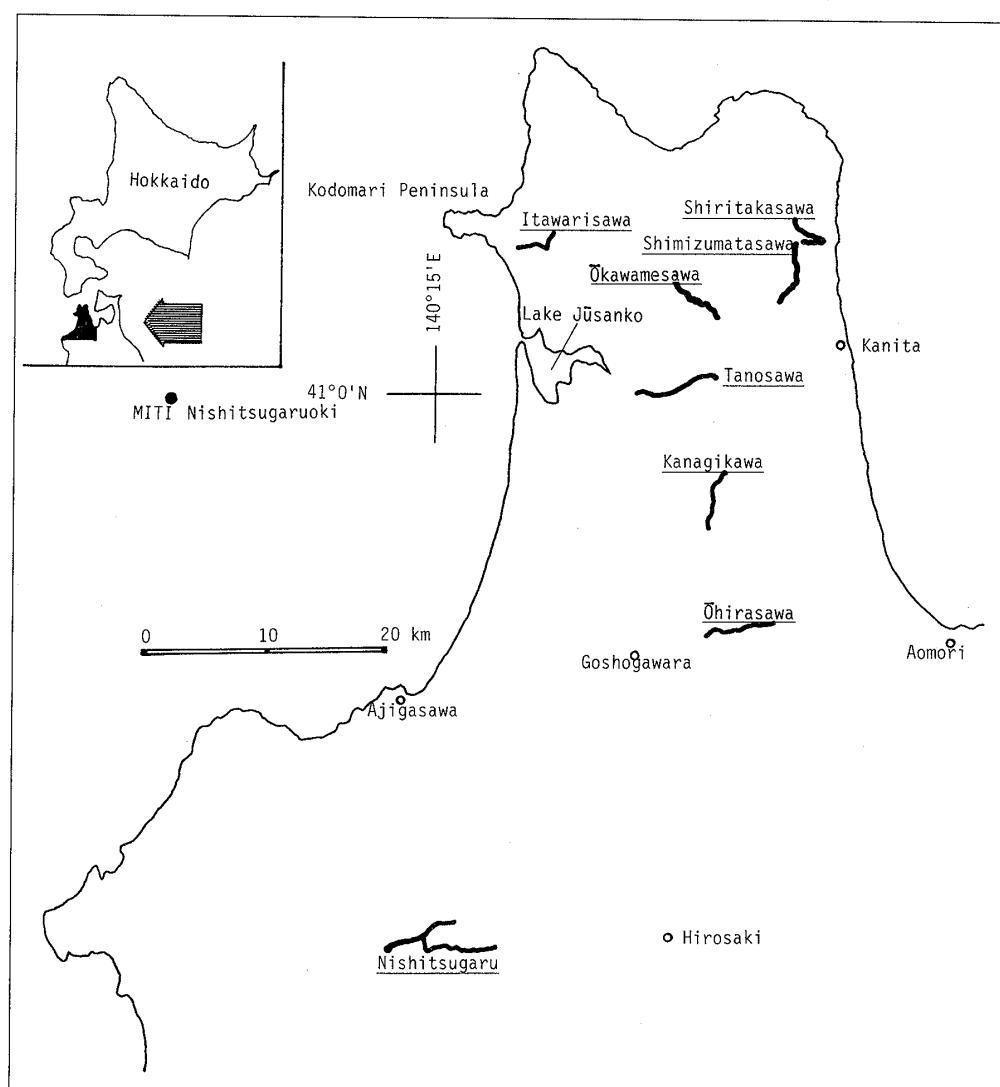


Fig. 1 Index map.

Routes investigated in this paper are shown with underlines.

一般には、顕微鏡下で有機物の保存状態や色調も同時に調べ、有機物の経て来た埋没史、すなわち有機熟成度も合わせて推定することが多い。

このように、ビジュアル・ケロジェン分析法は、石油生成能力を総合的に判定する石油根源岩評価法として広く認知されている。

言うまでもなく、堆積岩中の有機物は地質時代の生物の化石である。したがって、石炭質-木質ケロジエンは、陸上植物の木質部に由来する化石であり、草本質ケロジエンは、陸上もしくは淡水生の植物の木質部を除いた器官、胞子・花粉・樹脂などの化石である。不定形質ケロジエンは、明瞭な輪郭や組織構造をもたない微細有機物及びその集合体からなるが、その主体は還元的環境下で堆積した海成有機物である (Tissot and Welte, 1984).

これらの事実に基づけば、当然ビジュアル・ケロジエン組成から、その堆積岩の堆積環境が推定できるはずである。

本研究は、以上のような事実をもとにして、ビジュアル・ケロジエン分析から古環境を推定しようというものである。本研究で用いたビジュアル・ケロジエン分析法は、嶋崎（1986）の方法に準拠した。

各ルートにおける地質層序とビジュアル・ケロジエン組成

今回分析した6本のルートの地質層序とビジュアル・ケロジエン分析の結果を、北から南へ各ルートごとに記述する。また、既に報告した西津軽ルート（神宮・氏家、1990）についても、比較のために最後に記述する。

Fig. 1 に各ルートの位置を, Fig. 2 に各ルートの地質層序と不定形質ケロジエンの平均含有量を示す

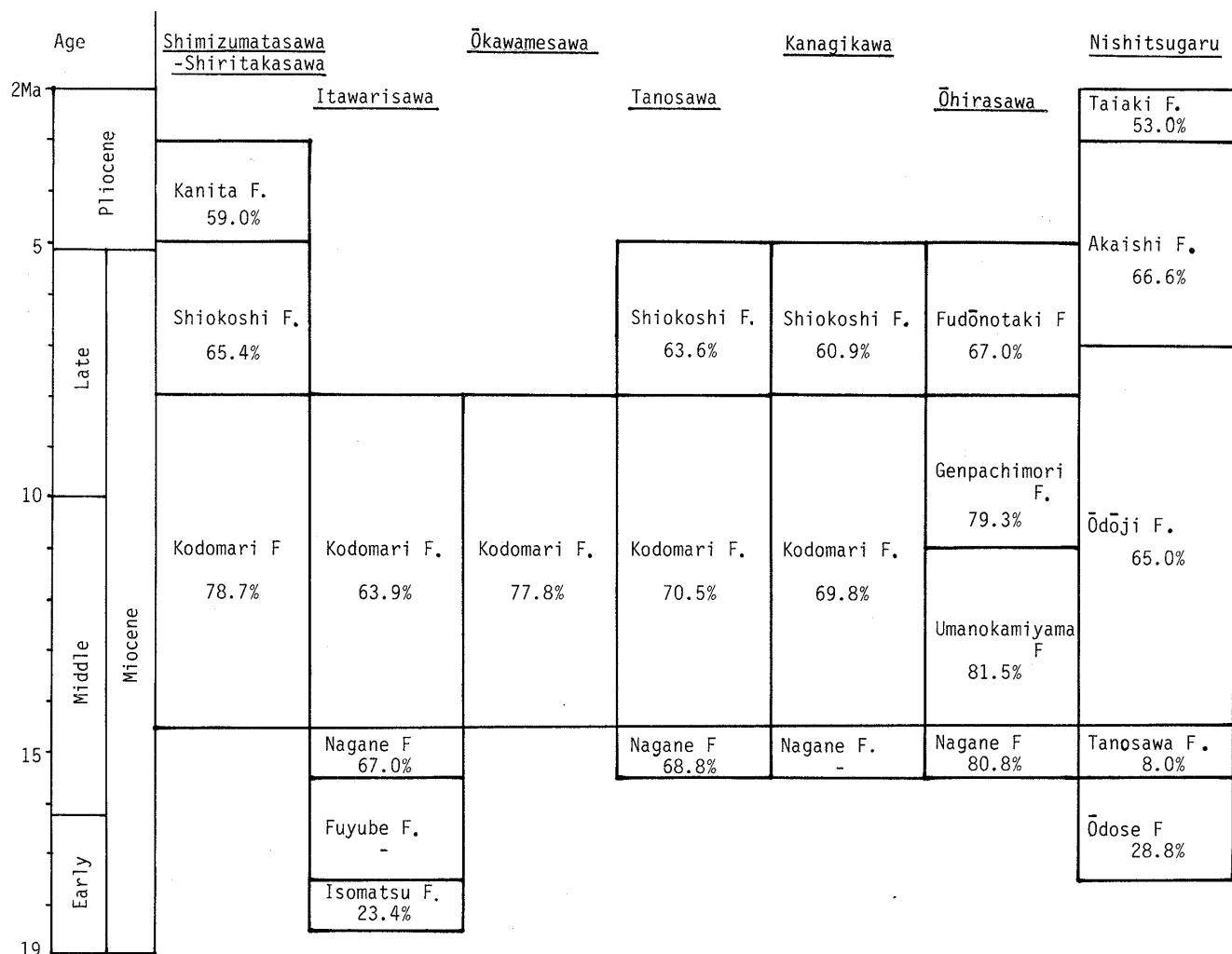


Fig. 2 Stratigraphic correlation around the Tsugaru Peninsula with average content of amorphous kerogen in each formation.

- : not analyzed

1. 清水又沢一尻高沢ルート

青森県東津軽郡蟹田町東部に位置する本ルートは、蟹田川支流の清水又沢沿いのルートと、陸奥湾に直接注ぐ尻高沢沿いのルートを合わせたものである (Fig. 1)。本ルート付近の新第三系は、南西に10~40°傾く同斜構造を示している。最下部は玄武岩類と凝灰岩から構成され、その上に硬質泥岩、凝灰岩と砂岩、凝灰岩と珪藻質シルト岩などが順に重なる (Fig. 3)。地層名は、上村ほか (1959) に基づき、下位より小泊層、塩越層、蟹田層を使用した。本ルート付近を調査した田口ほか (1970) は、最下部の玄武岩類と凝灰岩に対し舟岡層、その上位の硬質泥岩に対し磯山層、上村ほか (1959) の塩越層に対し清水又沢層の名称を使っている。本ルート付近で化石の産出は認められない。

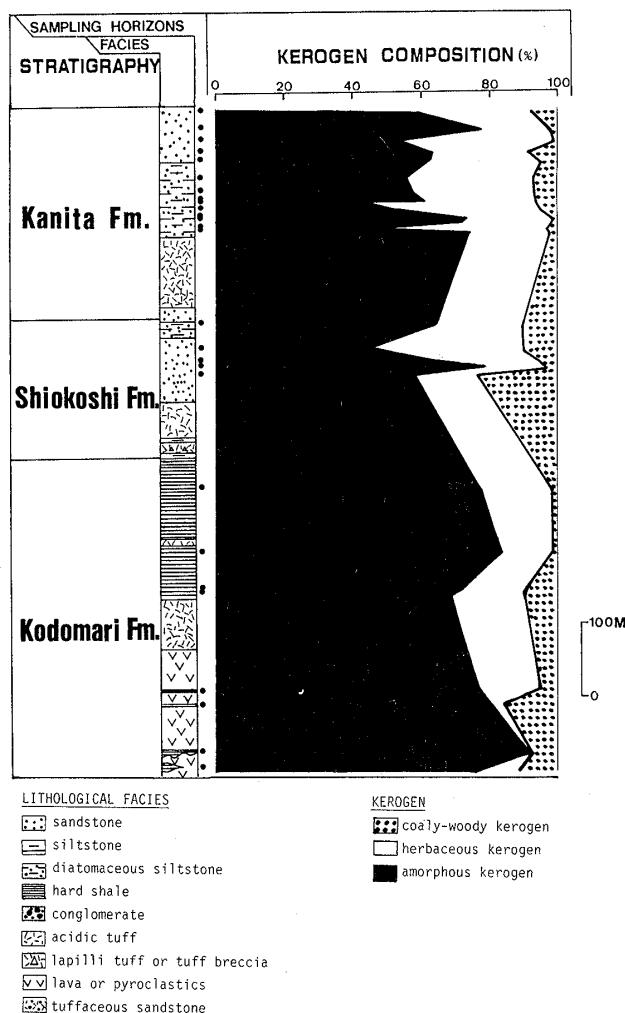


Fig. 3 Kerogen composition vs. stratigraphic horizon in Shimizumatasawa-Shiritakasawa route.

泥質岩を中心に27層準でビジュアル・ケロジエン分析を行った。その結果は、いずれの層準でも不定形質ケロジエンの含有率が高く、石炭質-木質ケロジエンと草本質ケロジエンを合わせても60.0%を越えるような試料はなかった (Fig. 3)。各層における平均をとると、不定形質ケロジエンの含有量は、小泊層で78.7%，塩越層で65.4%，蟹田層で59.0%と、上位にいくほど不定形質ケロジエンの含有量が減少する傾向が認められる (Fig. 2)。

2. 板割沢ルート

本ルートは、北津軽郡小泊村南東部を流れる小泊川支流の板割沢沿いに位置する (Fig. 1)。本ルートは、北西方向の軸をもつ磯松背斜 (対馬・上村, 1959) の西翼、並びにそれに平行な軸をもち、3.5km 離れて西に位置する小泊向斜 (対馬・上村, 1959) の東翼にあたる。新第三系は、西~南西に10~40°傾いた同斜構造を示している。最下部は砂岩・礫岩を主体とした磯松層からなり、その上に凝灰岩類からなる冬部層、凝灰質砂岩を主体とする長根層、硬質泥岩からなる小泊層が順に重なる (Fig. 4)。地層名は対馬・上村 (1959) に基づいている。磯松層の最上位から約10m 下位の層準に位置する砂岩層からは *Ostrea* sp. の化石が産出する。本ルート周辺に分布する磯松層からは、数多くの海生軟体動物化石が報告されており、これらは門ノ沢動物群に属するものとされている (対馬・上村, 1959; Mizuno, 1964)。

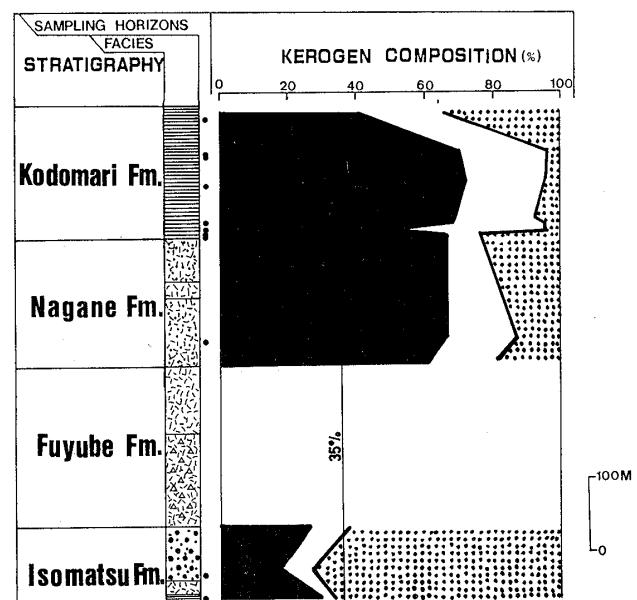


Fig. 4 Kerogen composition vs. stratigraphic horizon in Itawarisawa route.

Symbols are the same as in Fig. 3.

泥質岩の発達しない冬部層を除き、11の層準でビジュアル・ケロジエン分析を行った。不定形質ケロジエンの含有量は、磯松層の2試料では17.0及び29.7%と低い値を示すが、長根層と小泊層の試料では40.5, 51.5%の2つを除き、いずれも65.0%を越える高い値を示す(Fig. 4)。逆に、石炭質-木質ケロジエンの含有量は、磯松層で66.3及び73.0%を示し、これらの値は今回分析した全試料中で最も高い値である。各層の不定形質ケロジエンの平均含有量をとっても、磯松層で23.4%、長根層で67.0%，小泊層で63.9%となり、磯松層と長根層・小泊層との間に大きな開きが存在する(Fig. 2)。

3. 大川目沢ルート

東津軽郡蟹田町西部を流れる蟹田川の支流沿いの本ルートは、清水又沢ルートの西約5kmに位置する(Fig. 1)。本ルートの東約500mには、ほぼ本ルートに平行に走る津軽断層が存在する。本ルートには、北東に40~60°傾斜した硬質泥岩が発達する(Fig. 5)。筆者らは、岩相から、この硬質泥岩を清水又沢-尻高沢ルートの小泊層上部の硬質泥岩に対比した。

風化の進んでいない5層準でビジュアル・ケロジエン分析を行った。いずれの試料も、不定形質ケロジエンを70.0%以上含み、石炭質-木質ケロジエンの含有量は0.5~2.5%と著しく低い値を示す。

4. 田ノ沢ルート

本ルートは、北津軽郡中里町東部に位置し、十三湖へ注ぐ薄市川の支流に沿っている(Fig. 1)。袴腰岳ドームの西部域にあたり、新第三系は北西~南西に10~50度傾斜して、連続的に堆積している。最下部は泥岩層を挟み、玄武岩質の溶岩などを主体とする長根層、

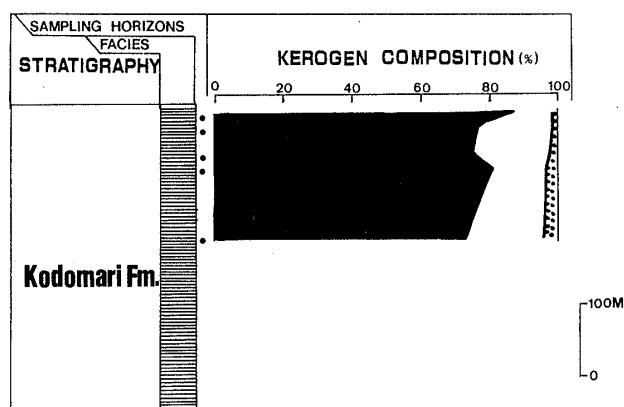


Fig. 5 Kerogen composition vs. stratigraphic horizon in Okawamesawa route.

Symbols are the same as in Fig. 3.

その上に厚い酸性凝灰岩層を中部に挟み、硬質泥岩からなる小泊層、珪藻質シルト岩からなる塩越層が、順に重なる(Fig. 6)。地層名は対馬・上村(1959)に基づき命名した。本ルート付近から化石の産出は認められない。

泥質岩を中心に24層準でビジュアル・ケロジエン分析を行った。いずれの層準でも不定形質ケロジエンの含有量は高く、最低でも50.5%である。各層における平均をとると、不定形質ケロジエンの含有量は、長根層で68.8%、小泊層で70.5%，塩越層で63.6%となり、小泊層で高いという特徴を示す(Fig. 2)。

5. 金木川ルート

本ルートは、北津軽郡金木町の東部を流れる金木川沿いに位置する(Fig. 1)。袴腰岳ドームの南部にあたり、新第三系は南西~南東へ10~25°傾斜して堆積している。最下部は玄武岩溶岩や同質凝灰角礫岩から構成される長根層からなり、その上に硬質泥岩と厚い軽石質凝灰

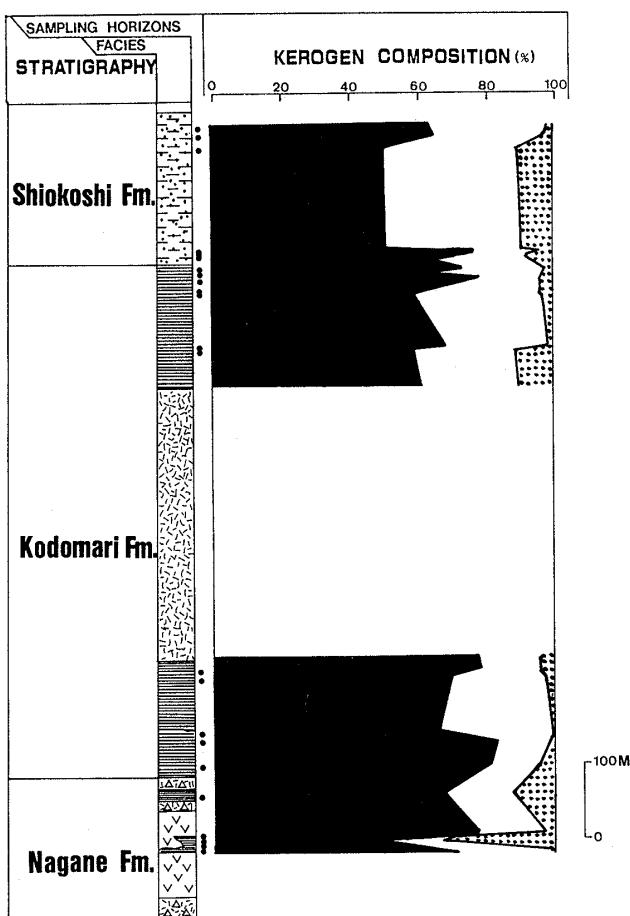


Fig. 6 Kerogen composition vs. stratigraphic horizon in Tanosawa route.

Symbols are the same as in Fig. 3.

岩からなる小泊層、酸性凝灰岩層を挟み、珪藻質シルト岩からなる塩越層が順に重なる (Fig. 7)。本ルート付近を調査した藤井 (1981) は、小泊層のかわりに馬ノ神山層、塩越層のかわりに不動滝層の地層名を使用している。本ルート付近で産出化石は認められない。

泥質岩の発達する小泊層と塩越層の23層準において、ビジュアル・ケロジエン分析を行った。不定形質ケロジエンの含有量は、塩越層の最下部で40.0%を示すが、他はいずれも50.0%を越えている (Fig. 7)。不定形質ケロジエンの各層における含有量の平均値をみると、小泊層で69.8%、塩越層で60.9%となり (Fig. 2)、小泊層で高い。

6. 大平沢ルート

五所川原市東端の馬ノ神山より西方へ流れる岩木川の支流沿いのルートである (Fig. 1)。馬ノ神山ドームの西部域に含まれ、新第三系は北西～南西へ20°～32°傾

斜している。塊状硬質泥岩と玄武岩質凝灰岩類からなる長根層の上に、下部に厚い軽石質凝灰岩層を挟み、硬質泥岩からなる馬ノ神山層、シルト岩～硬質泥岩からなる源八森層、珪藻土質シルト岩からなる不動滝層が順に重なる (Fig. 8)。地層名は、氏家・細谷 (1985)に基づいた。本ルート付近からは、化石は認められない。

泥質岩の発達する11の層準において、ビジュアル・ケロジエン分析を行った。全層準を通じて、不定形質ケロジエンの含有量がかなり高く、最低でも60.0%を示す。石炭質～木質ケロジエンの含有量は極めて低く、10.0%を越えるものはない。不定形質ケロジエンの含有量を各層ごとに平均すると、長根層で80.8%、馬ノ神山層で81.5%、源八森層で79.3%、不動滝層で67.0%となり、馬ノ神山層より上位へ向かってやや減少する傾向が認められる (Fig. 2)。

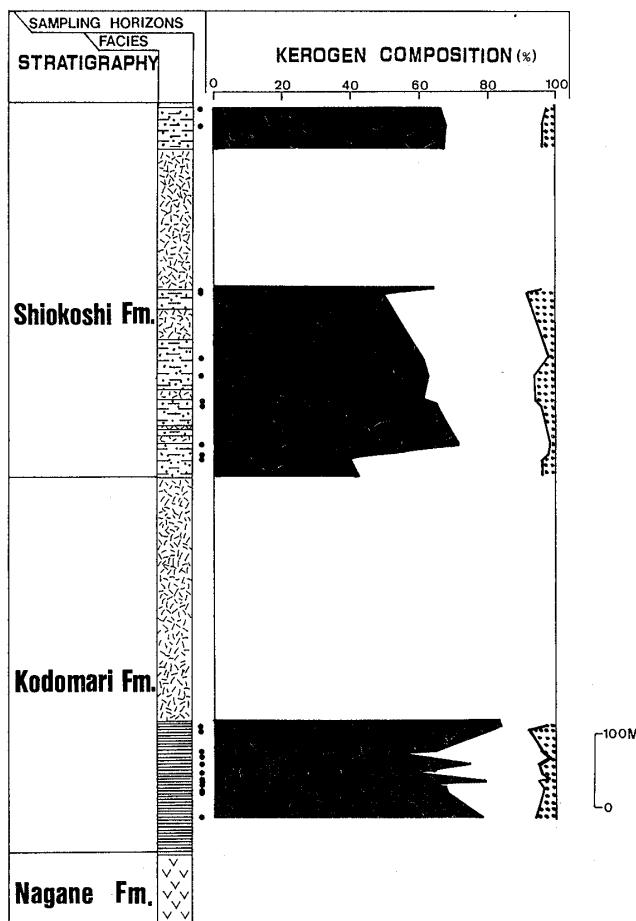


Fig. 7 Kerogen composition vs. stratigraphic horizon in Kanagikawa route.

Symbols are the same as in Fig. 3.

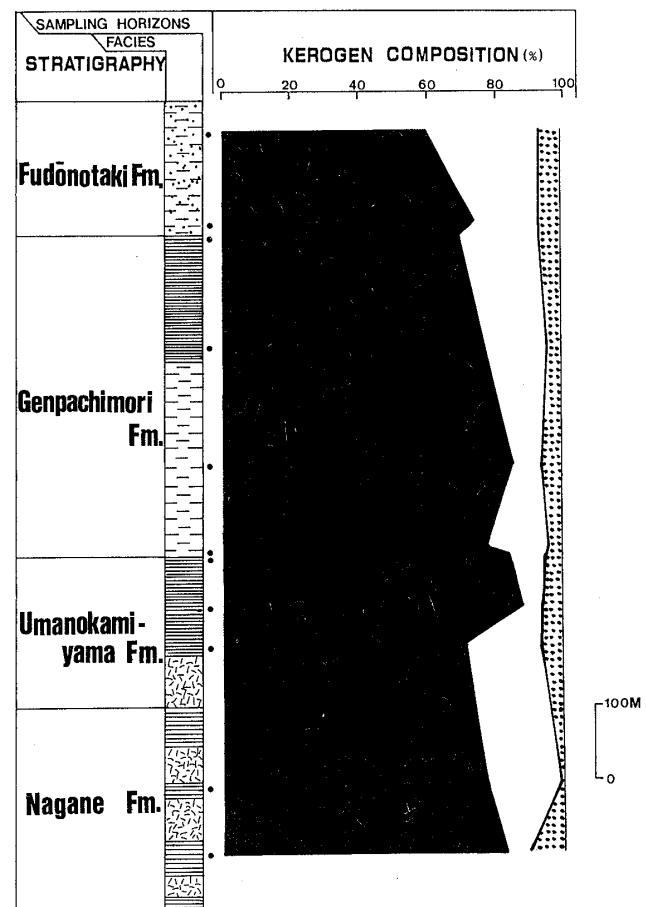


Fig. 8 Kerogen composition vs. stratigraphic horizon in Ohirasawa route.

Symbols are the same as in Fig. 3.

7. 西津軽ルート

本ルートは、西津軽郡鰺ヶ沢町と中津軽郡西目屋村との境界付近を流れる中村川及び白沢川一帯である (Fig. 1). 本ルート付近の地質や含まれる有機物の詳細については、神宮・氏神 (1990) を参照されたい。

概要を述べると、本ルートは向斜構造の西翼に当たり、新第三系は南東～東へ10～20°傾斜して、連続的に堆積している。最下部は安山岩質の火碎岩と泥岩からなる大戸瀬層、その上に安山岩質凝灰角礫岩からなる田野沢層、硬質泥岩からなる大童子層、シルト岩からなる赤石層、珪藻質シルト岩からなる大秋層が順に重なる (Fig. 9). 大戸瀬層からは陸生植物の葉や材の化

石が、田野沢層からは珪化木が多産する。また、田野沢層最上部のレンズ状砂岩からは *Ostrea* などの軟体動物化石が発見される。本ルート付近を調査した Iwai (1960) は、同じ層準から *Vicarya* 群集を報告している。

泥質岩の発達する25層準でビジュアル・ケロジエン分析を行なった。下位に位置する大戸瀬層と田野沢層では、不定形質ケロジエンの含有量が極めて低く、その平均値は大戸瀬層で28.8%、田野沢層で8.0%となる (Fig. 2). 一方、より上位の大童子層・赤石層・大秋層では、不定形質ケロジエンの含有量は高く、平均値をとると大童子層で65.0%、赤石層で66.6%、大秋層で53.0%となる。田野沢層と大童子層との境界を境にして、ビジュアル・ケロジエン組成に大きな差異が存在することがわかる。

ルート間の地質層序の対比

津軽半島各地域に分布する新第三系についての地質調査・研究結果は数多く報告されているが、全域をまとめたものは極めて少ない。それまでの石油探鉱結果の総括 (岩佐, 1962), 青森県の産業開発調査の基礎資料 (北村ほか, 1972), 非鉄金属の資源開発のための広域調査 (金属鉱業事業団, 1989) が存在するのみである。新生代の東北本州弧の地質学的基礎資料を集大成した北村 (1986) は、津軽半島を代表する2本の東西方向の地質層序断面と、それに関する古生物学的及び年代学的データをとりあげている。

本研究においては、北村ほか (1972) の対比を基本にし、さらに北村 (1986) のデータを参考として、各ルート間の地質層序対比を編んだ (Fig. 2)。

北村 (1986) の研究以後も、「第三紀珪質頁岩層の総合研究」(飯島, 1988) などにより、津軽半島地域の新第三系は調査・報告されている。しかし、その結果は、筆者らの層序対比 (Fig. 2) と大きく矛盾するものではない。

ビジュアル・ケロジエン組成と堆積環境

堆積岩に含まれる有機物は、その起源物質、堆積環境及び熟成作用 (埋没史) により、複合的で複雑な影響を受ける。ケロジエンも、その化学組成、同位体比、色調、反射率、蛍光性などが、堆積後の熟成作用により大きく変化する (Tissot and Welte, 1984)。したがって、これらの諸性質からケロジエンの前駆物質や堆積環境を類推することは、困難である。

一方、ビジュアル・ケロジエン分析法は、有機物を形態的に分類し、その全体の組成を表す方法なので、低熟成度の領域 — 一般にビトナイトの反射率 (Ro) で

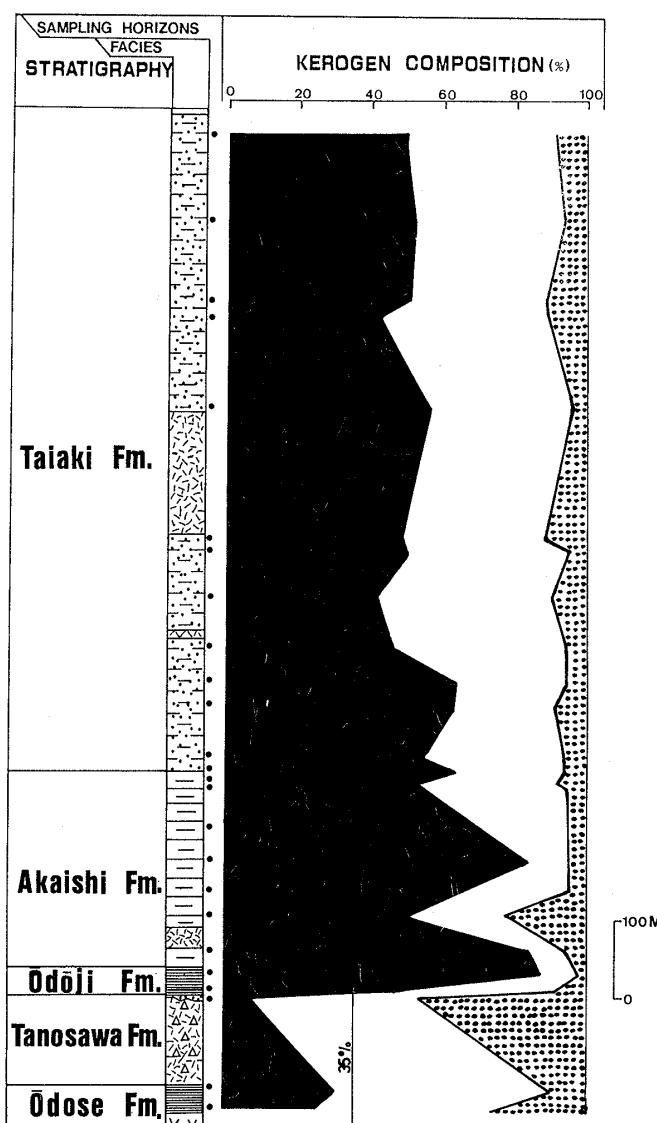


Fig. 9 Kerogen composition vs. stratigraphic horizon in Nishitsugaru route.

Symbols are the same as in Fig. 3.

0.8%以下の領域—では、熟成作用に影響されることは少ない。よって、統成作用が過度に進行していない場合には、堆積環境を推定するのに、ビジュアル・ケロジエン分析法は好適であると考えられる。

1. ビジュアル・ケロジエン組成と泥質岩の粒度組成

泥質岩の粒度分画と、それに伴うケロジエンとの関連性を調べた鈴木・田口(1981)によれば、ケロジエンの含有量は、47-62 μ のシルトサイズ分画で極小値をとり、それ以下の分画では、粒度とケロジエン量との間に負の相関が認められるという。また、粗粒部のケロジエンは、官能基群に乏しく、高い芳香族性をもち、石炭マセラルのフジニットに似る。一方、細粒部のケロジエンは鎖式構造や官能基に富み、海底泥起源のフミン酸に似る、とされている。

今回の試料及び神宮・氏家(1990)の報告した試料について、細粒砂岩、泥岩、硬質頁岩に分けて、含まれるケロジエンの組成をみた(Fig.10)。石炭質—木質及び不定形質ケロジエンの含有率を両軸にとってみると、こ

ののような分類では、堆積岩の種類とケロジエン組成との間に関連性は認められない。

2. ビジュアル・ケロジエン組成と水深

佐藤(1980)は、新潟平野において、小形有孔虫化石などから推定した古環境(米谷ほか, 1980)とビジュアル・ケロジエン法による有機物組成との関係を検討した。その結果によれば、不定形質ケロジエン(佐藤は、「腐泥質ケロジエン」とよんでいる)は、古水深と密接な関係をもつという。一般に、各坑井単位では、海が深くなると不定形質が、浅くなると石炭質—木質及び草本質ケロジエンが多くなる傾向を示す、という。

筆者らが行った陸奥湾内での現世堆積物中のケロジエン分析でも、同様の結果が得られた。すなわち、現世堆積物に含まれるケロジエンにおいて、その不定形質ケロジエンの量は、陸奥湾に注ぐ盛田川の河口付近で46.5%、海岸線からさらに離れるに従い増加して、湾央部では70.9%に達する(神宮, 1990MS)。

また、青森県内の陸成泥炭や淡水湖の湖底堆積物に含

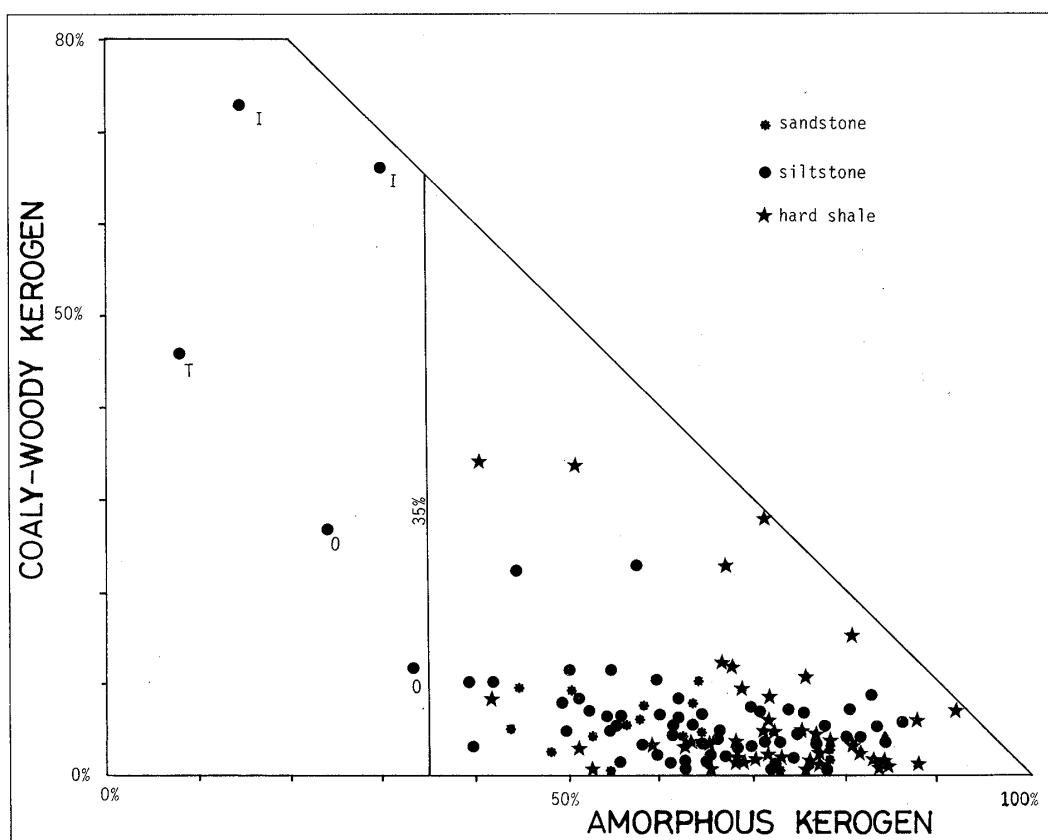


Fig.10 Coaly-woody vs. amorphous kerogen content per sample in relation to the kind of rock.

I : Isomatsu Formation, O : Odose F., T : Tanosawa F., no letter ; other formations

まれているケロジエンの組成を調べてみると、いずれも石炭質一木質及び草本質ケロジエンの含有量が圧倒的に高く、不定形質ケロジエンの含有量は、10%を越えることがなかった（神宮、1990MS）。

地質時代の堆積物においても、材や葉などの陸生高等植物化石を数多く産出する地層から採集した試料では、不定形質ケロジエンの含有量は一般に低い。現在までに筆者らが分析したものでは、すべて35%以内に収まっている。このような事実から、不定形質ケロジエンの含有量が35%以下の試料は、陸上または陸上からの強い影響を受けたところに堆積したものと推定される。

津軽半島新第三系の古環境変遷史

1. ビジュアル・ケロジエン組成による推定

ビジュアル・ケロジエンの分析結果を、前章で述べた観察事実に照らし、そこから津軽半島付近に分布する新第三系の古環境を復元してみる。

今回及び神宮・氏家（1990）において分析した全試料126個のうち、不定形質ケロジエンの含有率が35%以下の範囲に落ちるのは、僅か5試料である（Fig.10）。これらは、板割沢ルートの磯松層及び西津軽ルートの大戸瀬層と田野沢層の試料である。

磯松層と田野沢層においては、*Ostrea* sp.などの汽水～浅海生軟体動物化石も発見されている。これらの事実からは、両層が陸上起源の有機物の流入が大きい、汽水～浅海域に堆積したことが推定される。

大戸瀬層には、化石資料などから海成層である証拠は見つかっておらず、陸成層の可能性もある。しかし、田野沢層と比較して、その不定形質ケロジエンの含有量は高いことから（Fig. 9），陸生起源の有機物の供給を強く受けた汽水～浅海成層の可能性も否定できない。

津軽堆積盆地の中央やや北寄りに位置する背斜構造には、基礎試錐「西津軽沖」が掘削されている（Fig. 1）。そこでは、大戸瀬層から田野沢層中部にかけてのビジュアル・ケロジエン分析の結果は、石炭質一木質型ケロジエンで代表されている。しかも、この層準では、有孔虫・石灰質ナノプランクトン・珪藻・放散虫の各化石は、すべて無化石帶となっている（石油公団、1985）。これらの分析結果は、大戸瀬層から田野沢層にかけて陸成有機物の影響が強いという筆者らの推定と、よく一致するものである。

分析した残りの121試料（96%）は、すべて不定形質ケロジエンの含有量が35%を越えており（Fig.10），陸上からの有機物供給が比較的少ない海底が堆積の場として考えられる。

次に、各ルートごとのビジュアル・ケロジエン組成の変化から、共通の傾向を探ると、小泊層及びその相当層で、不定形質ケロジエンの含有量が極大値をとることが多い（Fig. 2）。特に、清水又沢～尻高沢ルート（Fig. 3）と大平沢ルート（Fig. 8）で顕著である。この事実は、津軽半島付近では、小泊層堆積当時に新第三紀の海侵が最も進んだということを示唆する。しかも、西津軽ルート（Fig. 9）では、赤石層の不定形質ケロジエンも高い含有量を示し、この海侵が赤石層堆積時まで引き続いていたらしい。

基礎試錐「西津軽沖」でのビジュアル・ケロジエン分析では、大戸瀬層から田野沢層中部が石炭質一木質型、田野沢層上部から「赤石層+大童子層」*が不定形質型、舞戸層（大秋層に相当）が石炭質一木質～草本質型となっている（石油公団、1985）。この分析結果からは、田野沢層上部から「赤石層+大童子層」層準で海が最も深くなつたことを示唆し、今回の分析結果、とくに西津軽ルートの分析結果と極めてよく一致する。

以上のようなビジュアル・ケロジエン分析の結果をまとめて、津軽半島地域新第三系の古環境を、層序表（Fig. 2）にしたがい推定してみると、次のようになる。

18Ma頃の磯松層堆積時には、少なくとも小泊半島付近（清水又沢～尻高沢ルート：Fig. 1）では、海侵が始まっていたが、まだ陸上からの供給物の影響が大きかった。長根層の堆積時になると海侵は進み、陸上からの供給物の影響も少なくなった。しかし、15Ma付近まで、津軽半島の西南方地域（西津軽ルート）や西方地域（基礎試錐「西津軽沖」）は、陸上からの影響の強い浅海域であった。一部では、海面下に没していない地域があつたかもしれない。14.5～8 Maの小泊層堆積時には、海は深く広く発達し、この地域全域がほぼ海面下となった。しかし、それ以後、津軽半島地域では、逆に海退が進み、海は浅くなつた。一方、津軽半島の西南方地域や西方地域では、鮮新世になるまで、深い海が続いていた。

2. 従来の研究との比較

津軽半島を含め津軽地域全域の地質層序をまとめた岩佐（1962）は、新第三系を8つに区分し、各区分ごとの等層厚線図などを描いて、構造発達史を編んでいる。それによれば、本地域の堆積盆は、津軽半島脊梁部を南北にのびる“海溝状堆積盆”と、鰯ヶ沢周辺から津軽半島西方の海上へと広がる“鰯ヶ沢堆積盆”とに二分される（Fig. 1）。これら堆積盆の発展段階は、前者がいつも

* 赤石層と大童子層の境界が不明のため、両者は一括されて「赤石層+大童子層」として扱われている（石油公団、1985）。

一歩早く、前者は、彼のいう“IV時階”(大童子層堆積時)に沈降の極大値を迎える、後者は“V時階”(赤石層堆積時)に沈降の極大値を迎える。今回分析した津軽半島地域の全ルートは“海溝状堆積盆”内に、西津軽ルートと基礎試錐「西津軽沖」は“鰯ヶ沢堆積盆”内に、それぞれ位置するので、この考え方は、筆者らの推定した上記地史と非常によく一致する。

津軽半島南部地域において、断層や褶曲などの地質構造の形成過程に注目して地史を編んだ三村(1979)は、冬部層(筆者らのいう磯松層を含む)から長根層堆積時に、海侵が起こったと考えた。そして、馬ノ神山層堆積時に、その海の深さは極大値を迎えた、と推定している。この地史も、筆者らの考え方とよく一致する。

筆者らの西津軽ルートの北西及び大平沢ルートの北でそれぞれルートを切って、堆積岩岩石学的研究を行なった Tada *et al.* (1986) は、大童子層基底部の地層を孤立した好気的浅海成堆積物、例えば、堆上の堆積物からなると考えた。そして、長根層は、それとほぼ同時代の沿岸深海成堆積物と考えた。大童子層と馬ノ神山層の主体は、嫌気的環境下の堆積物と考え、その時代が海侵の極大期に当たる、と推定した。それ以後、堆積盆は徐々に埋積され、水深も浅くなっている、との推定を行っている。彼らが「大童子層基底部」とした中粒～粗粒砂岩は、西津軽ルートや基礎試錐「西津軽沖」では発見されておらず(Fig. 9), 局所的に発達した堆積物であろう。したがって、彼らの考えた堆積史も、概略筆者らの考え方と一致する。

以上のように、種々の手段を使い編まれた津軽半島地域の新第三紀地史は、筆者らがビジュアル・ケロジエン分析から推定した地史と、いずれも極めてよく一致している。

あとがき

筆者らの研究の究極の目的は、どのような年代の、どのような環境の堆積岩にも、普遍的に含まれているケロジエンを利用して、より正確で密度の高い古環境変遷史を編むことである。その第一歩として、ケロジエンの起源となる生物やその部位をよく反映し、統成作用や変質作用などの堆積後の影響を受けにくい、ビジュアル・ケロジエン分析法を用いた。

ビジュアル・ケロジエン組成は古水深と密接な関係をもち、海が深くなると不定形質ケロジエンが、浅くなると石炭質～木質及び草本質ケロジエンが多くなる傾向が存在する。しかも、筆者らの分析によれば、陸上または陸上からの強い影響を受けたところに集積した堆積岩で

は、不定形質ケロジエンの含有量は、35%以下になる。

このような事実をもとに、ビジュアル・ケロジエン分析の結果から、津軽半島付近に分布する新第三系の古環境を復元した。さらに、復元した地史が、他の研究者により古生物学的及び堆積学的データから編まれた地史と、極めてよく一致していることを示した。

小論は、ビジュアル・ケロジエン分析法による古環境の推定の第一歩であるために、分析試料の採集密度が地域的にも層準的にも不十分である。今後は、微化石による層序の細分化と合わせて、100万年ぐらいう年代ごとの古地理図が描けるように、分析の密度を高めてゆきたいと念じている。

最後に、基礎試錐「西津軽沖」の分析結果を引用させていただいた石油公団、並びに研究費の一部を科学研究費補助金(課題番号62540609)として支給していただいた文部省に、御礼申し上げる。

文 献

- 藤井敬三, 1981: 油川地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1図幅), 地質調査所, 38p.
- 飯島 東(編), 1988: 第三紀珪質頁岩層の総合研究. 昭和62年度科学研究費補助金(総合研究A)研究成果報告書, 229 p.
- Iwai, T., 1960: A new locality of the *Vicarya* fauna from Aomori Prefecture. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no.37, 201-209.
- 岩佐三郎, 1962: 青森県津軽地方の含油第三系とその構造発達史について. 石技誌, 27, 407-441.
- 神宮 宏, 1990MS: 津軽堆積盆に分布する新第三系の有機地球化学的研究. 弘前大学理学研究科修士論文, 44 p.
- ・氏家良博, 1990: 津軽盆地西南部に分布する新第三系の統成作用. 地質雑誌, 96, 421-435.
- 金属鉱業事業団, 1990: 昭和63年度広域地質構造調査報告書「津軽半島地域」. 通商産業省資源エネルギー庁, 156 p.
- 北村 信(編), 1986: 新生代東北本州弧地質資料集, 第1巻, その8, 13 p.; その9, 8 p., 宝文堂, 仙台.
- ・岩井武彦・多田元彦, 1972: 青森県の新第三系. 青森県の地質, 5-70, 青森県.
- 米谷盛壽郎・井上洋子・尾形英雄, 1980: 古環境と有機物(その1), 新第三紀新潟堆積盆地における古環境と古地理の変遷. 石技誌, 45, 323-336.
- 三村高久, 1979: 青森県津軽半島南部地域の構造地質学的研究. 地質雑誌, 85, 719-735.

- Mizuno, A., 1964 : A study on the Miocene molluscan faunas of the Kitatsugaru and Nishitsugaru districts, North Honshu. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **15**, 595-620.
- 佐藤俊二, 1980 : 古環境と有機物 (その2), 新潟平野部における古環境と有機物タイプ. *石技誌*, **45**, 337-344.
- 石油公団, 1985 : 昭和59年度国内石油・天然ガス基礎調査, 基礎試錐「西津軽沖」調査報告書.
- 嶋崎統五, 1986 : 石油探鉱におけるビジュアル・ケロジエン分析法とその応用. 田口一雄教授退官記念論文集「石油鉱床学の諸問題」, 269-302.
- Staplin, F. L., 1969 : Sedimentary organic matter, organic metamorphism, and oil and gas occurrence. *Bull. Canadian Petrol. Geol.*, **17**, 47-66.
- 鈴木徳行・田口一雄, 1981 : 粘土分画にともなうケロジエンの特性とその統成変化—西山油田上部新第三系を例として—. *地球化学*, **15**, 88-98.
- Tada, R., Watanabe, Y. and Iijima, A., 1986 : Accu-
mulation of laminated and bioturbated Neogene siliceous deposits in Ajigasawa and Goshogawara areas, Aomori Prefecture, Northeast Japan. *Jour. Fac. Sci., Univ. Tokyo, sec. II*, **21**, 139-167.
- 田口一雄・佐々木清隆・遠藤宣哉・佐藤俊二, 1970 : 青森県蟹田および秋田県五城目油田の新第三系に含まれるポルフィリン類—油田新第三系に含まれるポルフィリン類の堆積学的研究 2—. 地質雑誌, **76**, 477-491.
- Tissot, B. P. and Welte, D. H., 1984 : *Petroleum formation and occurrence* (2nd ed.). Springer-Verlag, Berlin, 699p.
- 対馬坤六・上村不二雄, 1959 : 5万分の1地質図幅「小泊」, 及び同説明書. 地質調査所, 37 p.
- 上村不二雄・対馬坤六・齊藤正次, 1959 : 5万分の1地質図幅「蟹田」, 及び同説明書. 地質調査所, 35 p.
- 氏家良博・細谷雄樹, 1985 : 青森県五所川原市東部に分布する中新統に含まれるケロジエンと珪酸鉱物の統成変化. *地球科学*, **39**, 282-292.

(要旨)

氏家良博・神宮 宏, 1992 : 有機相からみた古環境—津軽半島新第三系の場合—. *地質学論集*, **37**, 207-217.
(Ujiié, Y. and Jingū, H., 1992 : Paleoenvironmental determination using visual kerogen analysis—A study of the Neogene sediments around the Tsugaru Peninsula, northern Honshu, Japan—. *Mem. Geol. Soc. Japan*, **37**, 207-217.)

ビジュアル・ケロジエン分析法により得られる有機組成は、堆積環境に影響され、統成作用や埋没変成作用などの堆積後の過程にはほとんど影響されない。したがって、ビジュアル・ケロジエン法は、古環境推定に役立つ。津軽半島付近に分布する新第三系の古環境変遷史を、堆積岩中のビジュアル・ケロジエン組成から推定した。新第三紀の海は、磯松層の堆積時 (18 Ma頃) に津軽半島の北西部、小泊半島付近にまず侵入した。この海侵は、小泊層の堆積完了時 (8 Ma頃) まで引き続き進行し、そして海退へと移り変わった。しかし、津軽半島の西方から南西方にかけては、これらと同様の地質現象が数百万年程遅れて起こっている。

以上のように推定した地史は、津軽堆積盆の新第三系に関して、今までに報告されている古生物学的及び堆積学的データにより支持される。