

377.7

H72i

C-Uj

津軽堆積盆地における 石油根源岩に関する研究

(6 2 5 4 0 6 0 9)

昭和63年度科学研究費補助金（一般研究C）研究成果報告書

平成元年3月

研究代表者 氏家良博
(弘前大学教養部助教授)

津軽堆積盆地における 石油根源岩に関する研究

課題番号 62540609

昭和63年度科学研究費補助金（一般研究C）研究成果報告書

研究組織

研究代表者：氏家良博
（弘前大学教養部助教授）

研究経費

昭和62年度	1,000千円
昭和63年度	300千円
計	1,300千円

研究発表

（1）学会誌等

氏家良博：秋吉石灰岩層群に含まれる有機物。弘前大学理科報告、34巻2号、107-112頁、1988年1月30日。

氏家良博：有機物からみた津軽盆地の石油根源岩。Researches in Organic Geochemistry、6巻、31-34頁、1988年6月25日。

氏家良博・秋山雅彦：スピナー格子緩和時間による古地温勾配の推定。石油技術協会誌、53巻4号、251-255頁、1988年7月。

（2）口頭発表

氏家良博：有機物からみた津軽盆地の石油根源岩。有機地球化学研究会、1987年8月4日（松江）。

氏家良博・神宮宏：津軽盆地における石油根源岩。日本地質学会、1988年4月3日（那覇）。

神宮宏・氏家良博：青森県西南部、中村川流域に分布する新第三系の有機統成作用。日本地質学会、1989年5月（水戸、発表予定）。

研究成果

はじめに

青森県西北部に位置する津軽堆積盆地は、いわゆるグリーンタフ区に属し、主に新第三系からなる堆積物が厚さ数千メートルにわたり集積している。この津軽盆地では、古くから油徴の存在が記録されており、石油探鉱企業を中心にして、数多くの石油地質学的調査がなされてきた。また、昭和59年には津軽盆地の中心部に当たる海底に基礎試錐「西津軽沖」が掘削され、石油根源岩と貯留岩の能力を有する地層の分布が確認された。基礎試錐の調査に比較して、陸上での調査は物理探鉱、表層地質調査に偏っており、地化学調査が不十分なため、陸域での根源岩調査は十分に行われていない。

本研究は、基礎試錐「西津軽沖」で根源岩能力有りと評価された中新統の大童子層、赤石層、舞戸層と同層準の泥質岩を、津軽盆地全域にわたり調査して、地化学的手段により根源岩評価を行うこと、及びその結果を秋田油田地域の根源岩の分析結果と比較・検討することを目的とする。

分析試料

今回分析した試料は、津軽堆積盆地内では、小泊、金木、浅虫、大鰐等各地から採集した69個、及び盆地西南部の鱒ヶ沢（中村川流域）一帯で集中的に採集した35個の新第三紀泥質岩である（図1、表1）。さらに、比較のために、男鹿半島の西黒沢層-脇本層の泥質岩7個も分析した（表1）。

今回の分析結果だけでは、津軽盆地全体の十分な議論ができないため、すでに報告されている文献中の資料も引用し、今回の分析結果と総合して検討した。引用した資料は、基礎試錐「西津軽沖」（石油公団、1985）、鱒ヶ沢（佐々木・山本、1986）、蟹田（田口ほか、1970）、五所川原（氏家・細谷、1985）、弘前（氏家、1985）、大鰐（Ujiiie、1986）の各地域のものである（図1）。以下の討論の中で利用する、西津軽沖、蟹田、五所川原、弘前、大鰐のデータについては、一つ一つ引用を断わらないが、すべて上記論文からの引用である。

また、津軽盆地全体の地質層序がまだ確立されていないために、同一名の地層を地域により異なる層準に対比するなどの混乱がある（たとえば、表1における小泊、蟹田両地域に分布する塩越層）。本報告では、層序、対比については上記論文のものをそのまま踏襲した。

分析方法

（1）元素分析、ビトリナイトの反射率、プロトン-核磁気共鳴

元素分析、ビトリナイトの反射率、プロトン-核磁気共鳴を測定するために、泥質岩試料より、以下の方法で不溶性有機物ケロジェンを分離した。

50グラムの泥質岩を100メッシュ以下に粉砕する。その粉末を、5N HCl、10N HCl + 46% HF、NaBH₄でそれぞれ処理し、炭酸塩、珪酸塩、

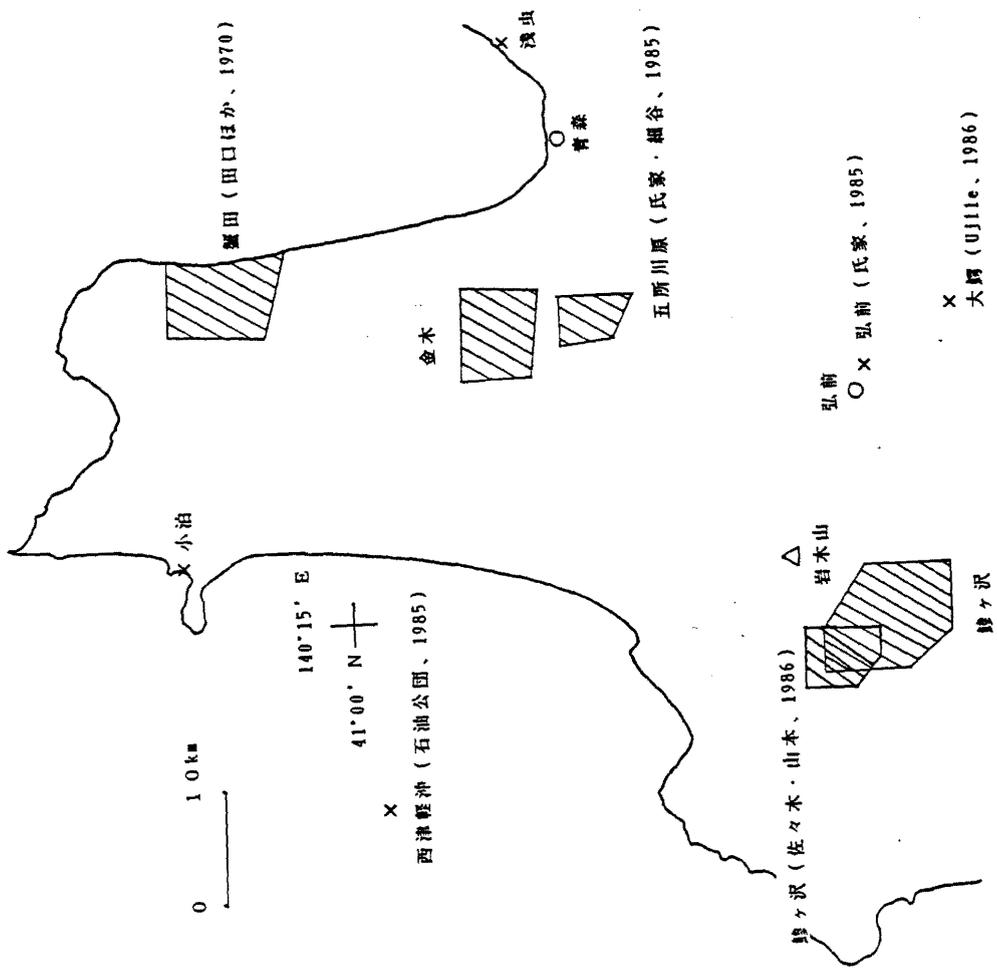


図1 分析試料の採集地と引用文献の調査地

表 1 分析試料の層準

史新世	男鹿半島 臨本層	西津輕沖 鳴沢層	錦ヶ沢 逆川沢層 東目屋層	小泊 蟹田層	蟹田 中御層 石浜層 區區層	金木 味噌ヶ沢層	五所川原 味噌ヶ沢層	弘前 東目屋層	大崎 鹿ヶ岡層	浅虫
鮮新世	=	[鷹戸層]	[鷹戸層]	塩崎層	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	鷹戸層	遠部層	茂浦安山岩類
	=	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	
	=	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	
中世	[安川層]	[赤石層]	[鷹五層]	[鷹五層]	[鷹五層]	[鷹五層]	[鷹五層]	[鷹五層]	[鷹五層]	大津前川層
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
	*	*	*	*	*	*	*	*	*	
新世	[西里沢層]	[四野沢層]	[四野沢層]	長根層	[鷹四層]	長根層	[鷹四層]	砂子瀬層	[鷹四層]	東港層 弁慶内層
	白島層	[鷹戸層]	[鷹戸層]	冬部層	[鷹戸層]	[鷹戸層]	[鷹戸層]	鷹倉川層	鷹左衛門層	
	門前層			権現崎層				原高沢層		

■；分析試料、*；硬質頁岩、=；黑色泥岩

黄鉄鉱の各鉱物を溶解、除去する。その後、1,4-ジオキサンを用いて、可溶性有機物ピチューメンを除去し、ケロジェンを分離する。

分離したケロジェンは、柳本製作所製MT-3型CHNコーダーで、炭素、水素、窒素の含有量を測定した。酸素の含有量は、全体から炭素、水素、窒素及び灰分を差し引いた残量として求めた。

ケロジェンに含まれるビトリナイトの反射率は、帝国石油株式会社技術研究所において、平井（1976）の方法に基づき測定された。

プロトン-核磁気共鳴の測定は、北海道大学工学部核磁気共鳴装置研究室において、秋山・氏家（1985）の方法に基づき測定された。

ビトリナイトの反射率とプロトン-核磁気共鳴の分析は、鱈ヶ沢地域の試料についてのみ分析した。

（2）ビジュアルケロジェン分析

今回新たに、ビジュアルケロジェン分析を行ったので、その分析方法を以下に記す。

泥質岩を粗く砕き、48メッシュより粗く、米粒大より小さい程度のもを分析試料とする。その試料を5-10グラム秤量し、5N HClと10N HCl + 46% HFで無機鉱物を溶解、除去する。処理に当たっては、あまり強く攪拌してはいけない。この薬品処理を何回か繰り返した後、溶けきらない残渣岩石片を取り除き、遠心分離して沈殿を回収する。沈殿に水を注ぎ懸濁液とし、そこに分散剤のバニレックスRNを少量加える。遠心分離を繰り返し、よく水洗いした沈殿に水を加え、攪拌する。その懸濁液を5滴ほどスライドグラス上に置き、むらなく広げた後、ホットプレート上で水を蒸発させ、カバーグラスをかける。

完成したプレパラートを、生物顕微鏡下2,000倍程度で観察し、200点のポイントカウンター法により、ケロジェンの組成を求める。

さらに詳しいビジュアルケロジェン分析法については、平井（1980）、嶋崎（1986）を参照されたい。

ビジュアルケロジェン分析法については、その分析法の確立に多くの時間が費やされたため、今回は鱈ヶ沢と男鹿半島の試料しか分析できなかった。

分析結果と討論

今回分析した泥質岩試料は、いわゆる「硬質頁岩」とか「黒色頁岩」と呼ばれ、広く石油根源岩とみなされてきたものである。これら泥質岩試料に含まれる有機物の量、型、熟成度から、津軽盆地における石油根源岩の評価を、以下に行う。

まず、試料に含まれる有機物の量を、津軽盆地全体で見ると表2になる。有機炭素量、ケロジェン含有量、ピチューメン含有量を、直接比較することは困難であるが、一般的にみて、西津軽沖の田野沢層-舞戸層、鱈ヶ沢の赤石層-大秋層、弘前の大和沢層が、高い値を示している。また、男鹿半島の船川層では、特に高い値が認められる。

一般には、石油根源岩は、有機炭素を1%以上含むとされており、有機物の含有量からみると、上記各層の泥質岩は石油根源岩と評価してよいであろう。

表 2 有機物の含有量

地層	西津輕沖	津ヶ沢	小泊	蟹田	金木	五所川原	弘前	人野	浅虫
更新世	男鹿半島	逆川沢層	蟹田層	中師層	味崎ヶ沢層	味崎ヶ沢層	東目屋層	袋ヶ沢層	
	飯水層 kr=0.4, 1.2	東目屋層		石浜層					
鮮新世	北浦層 kr=0.8	Co=0.90	塩越層	塩越層 bt=0.038	不動滝層 kr=0.6	不動滝層 kr=0.8	舞戸層	遠部層	成浦安山岩類
		舞戸層 Co=1.05		清水段沢層 bt=0.064					
新世	船川層 kr=2.2	赤石層 kr=1.9	小泊層	磯山層	馬ノ神山層 kr=0.2	馬ノ神山層 kr=0.6	松木平層	大落前川層	
		大童子層 kr=0.7							
中新世	女川層 kr=0.6	大童子層 Co=1.19	長根層	舟岡層	長根層	馬ノ神山層 kr=0.2	大和沢層 kr=1.1	早瀬森層 kr=0.7	間木層 kr=0.1
		田野沢層 Co=1.09							
新世	西黒沢層 kr=0.2	大戸瀬層 Co=0.04	冬部層	bt=0.036	長根層 kr=0.5	長根層	砂子瀬層	真左衛門層	東滝層
	台島層	大戸瀬層 kr=0.2							
新世	門前層	復興崎層	復興崎層				尻高沢層		

kr : kerogenの含有量 (%) Co : 有機炭素量 (%) bt : bitumen含有量 (%)

次に、泥質岩に含まれるケロジェンの型をみる。今回分析したケロジェンの炭素、水素、酸素の含有量を、Van Krevelenダイアグラムにプロットすると図2になる。津軽盆地の大部分のケロジェンは、II型かIII型に属すが、赤石層の下部がI-II型に、大童子層がII型に属す。男鹿半島のケロジェンは、II型を示すものが多い。今までに報告のあった資料も加えて、表3に、層序表上でのケロジェンの型の分布を示す。

表3で明らかなように、津軽盆地では大部分の地層がIII型かII-III型のケロジェンを含む。このことは、津軽盆地の全地域、全層準にわたり、陸性高等植物起源の有機物の寄与が優勢であったことを示している。これらの有機物は、石油の生成には適していないものである。

しかし、西津軽沖と鯉ヶ沢の大童子層-赤石層のケロジェンは、I-II型を示している。これは、藻類や花粉、孢子、プランクトン、バクテリア起源のケロジェンを示唆し、大童子層-赤石層が石油根源岩としてかなり良好な地層であることを示している。

ビジュアルケロジェン分析の結果を三角ダイアグラムにプロットしたものが図3である。この図からは、無定形質 (amorphous) のものが、草本質 (herbaceous) や木部質-石炭質 (woody-coaly) のものに比べ、一般に高い含有量を示す。無定形質ケロジェンは石油生成ポテンシャルが最も高く、図3からは、大童子層と赤石層が男鹿半島の地層に匹敵する石油生成能力を持つことが推測される。層序に従い連続的にビジュアルケロジェン分析をおこなった鯉ヶ沢において、層序とケロジェン組成の関係をみた(図4)。明らかに大童子層から赤石層下部にかけて無定形質が多くなり、この層準で石油生成能力の高いことを示している。これは、Van Krevelenダイアグラムからの推定(図2、表3)と極めてよく調和をする内容である。

ケロジェンの型からみれば、西津軽沖と鯉ヶ沢の大童子層-赤石層は、男鹿半島の女川層や船川層に匹敵する石油根源岩と評価される。

有機物の熟成度について、次にみてる。西津軽沖では、坑井深度の増大にともない、ビトリナイト反射率(R_o)がはじめは上昇して、舞戸層の基底で0.47%に達する。しかし、それ以深では、深度の増大にともない、反射率は逆に低下するという異常な変化を示す(表4)。反射率の低下の原因は不明だが、西津軽沖では、舞戸層以深において、有機熟成作用は石油生成帯の入り口($R_o=0.5\%$)を超えていると考えられる。

鯉ヶ沢地域では、ビトリナイト反射率の値は、層序に従い上位から下位へ増加する傾向が認められる(図5)。しかし、その値は0.29から0.44%の範囲を示し、石油生成帯には達していない。

鯉ヶ沢地域で同様に測定されたプロトン-核磁気共鳴のスピン-格子緩和時間($^1H-NMR T_1$)も、層序に従い上位から下位へと指数関数的に増加する傾向が認められる(図5)。このような変化は、熟成作用下で一般に認められるものである(秋山・氏家、1985)。

有機物ではないが、比較のために、鯉ヶ沢地域での珪酸鉱物の熟成変化をみてみ

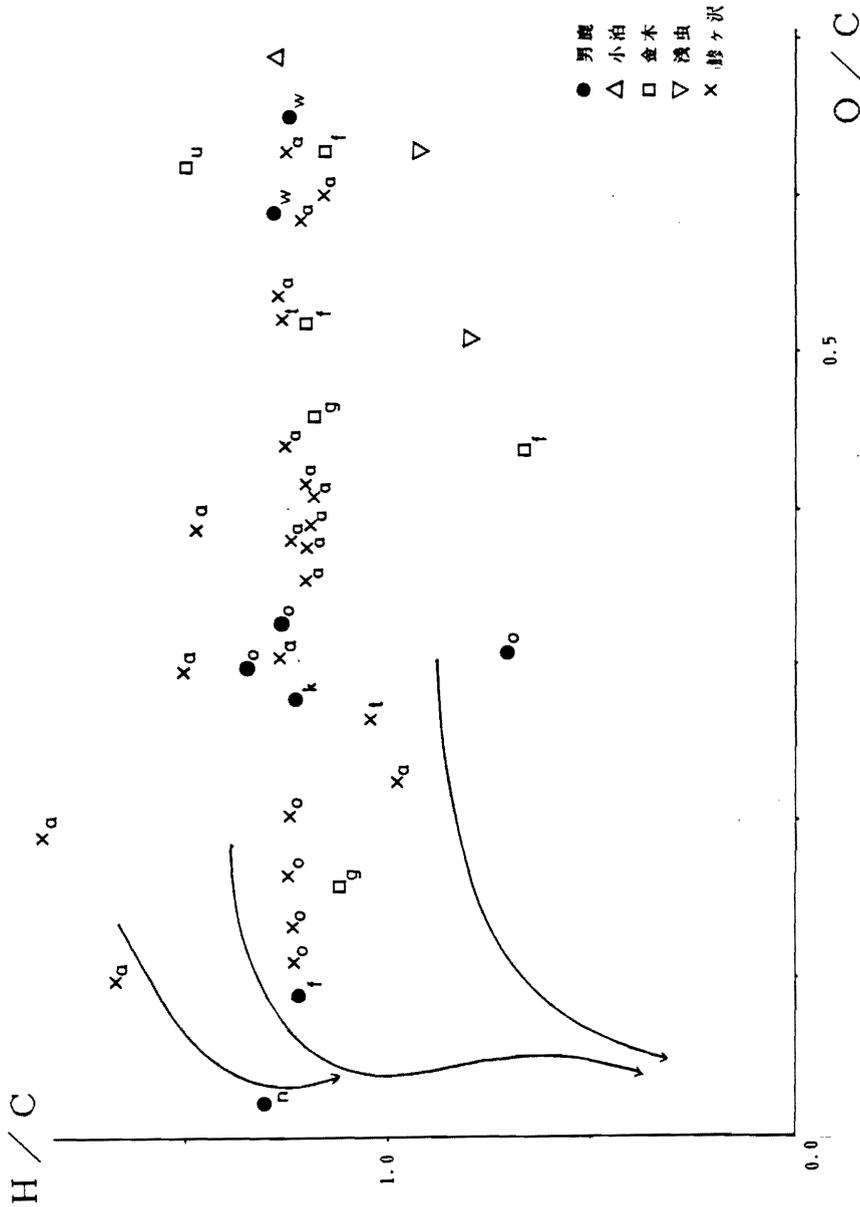


図2 Van Krevelenダイアグラム
 男鹿: k; 北浦層、f; 船川層、o; 女川層, n; 西黒沢層
 金木: f; 不動滝層、g; 源八森層, u; 馬ノ神山層
 鱒ヶ沢: a; 赤石層, o; 大童子層、t; 田野沢層

表 3 ケロジエンの型

史新世	鮮新世	新世	中世	新世	世			
男鹿半島 脇本層 II-III	西津野沖 鴨沢層 III	鱈ヶ沢 逆川沢層 東目屋層 III	小泊 蟹田層 III	金木 味噌ヶ沢層 III	五所川原 味噌ヶ沢層 III-III	弘前 東目屋層 III	大野 蛇ヶ岡層 III	浅虫
北浦層 II-III	鶴戸層 III	大秋層 III	塩越層 III	不動滝層 III	不動滝層 III-III	鶴戸層 III	遠坂層 III	
船川層 II	赤石層 III	赤石層 I-II	清水殿沢層 III	源八森層 III-III	源八森層 III-III	松水平層 III-III	大落前川層 III	茂浦安山岩類 III
女川層 II-III	大童子層 I-II	大童子層 II	小泊層 III-III	馬ノ神山層 III-III	馬ノ神山層 III	大和沢層 III-III	早瀬森層 III	向水層 III
西黒沢層 I	田野沢層 III	田野沢層 III	長根層 III	長根層 III	長根層 III	砂子瀬層 III	葛左衛門層 III	東滝層 III
台島層	大戸瀬層	大戸瀬層	冬部層			鹽釜川層		弁慶内層
門前層			権現崎層			尻高沢層		

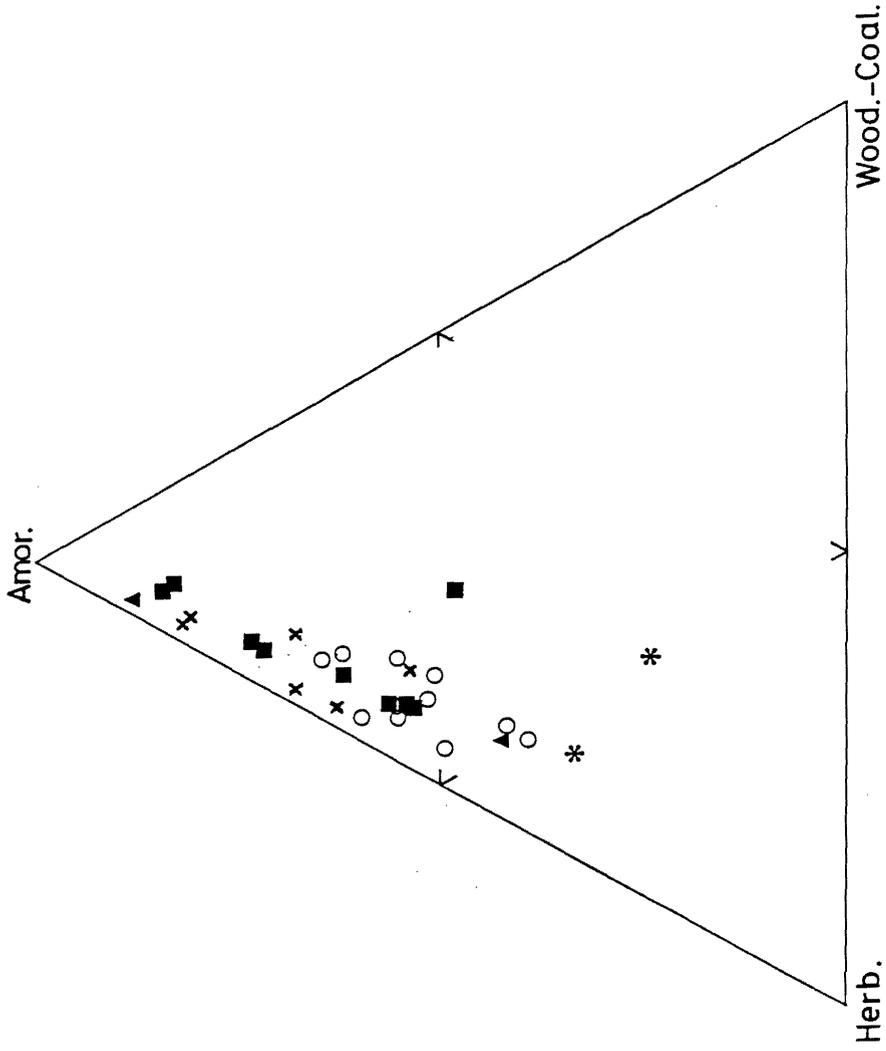


図3 ビジュアルケロジェン分析の結果

○; 大秋層、 ■; 赤石層、 ▲; 大童子層、 *; 大戸瀬層
x; 男鹿半島の試料

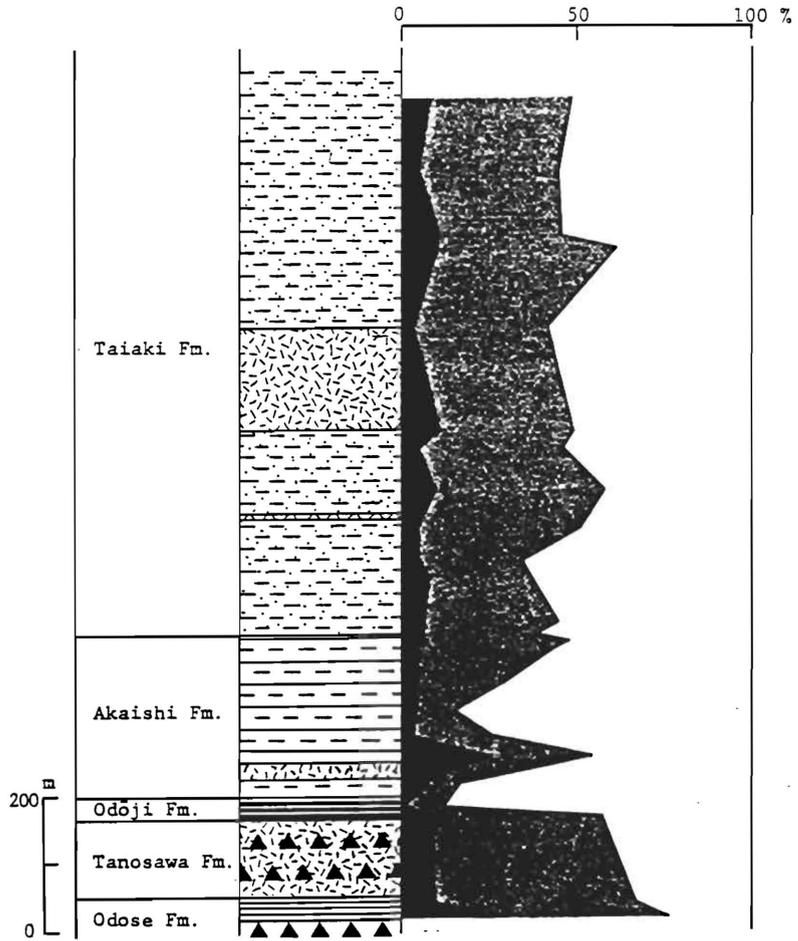


図4 鱒ヶ沢地域におけるケロジェン組成の層準による変化
 黒色；木部質-石炭質、灰色；草本質、白色；無定形質

ると、層序の上位から下位に向かい、オパールAからオパールCTを経て石英に変化している。また、オパールCTの(101)面間隔の減少も、層序に従い認められる(図5)。珪酸鉱物の続成変化も、典型的に進んだことが明らかである。

五所川原と弘前では、ビトリナイト反射率は測定されていないが、 $^1\text{H-NMR } T_1$ が報告されている。表4の中で括弧の付いたビトリナイト反射率の値は、秋山・氏家(1985)の相関図に基づき、 $^1\text{H-NMR } T_1$ の値から推定したものである。同じ層準で比較すると、両地域とも、鱒ヶ沢より高い値を示している。両地域とも、試料採集地点の近くに、流紋岩等の岩脈が分布しているので、それらの熱変成を受けて、反射率が異常に高まった可能性があるが、断定はできない。

以上のような分析結果を総合して、有機物の量、型、熟成度の三点から、津軽盆地の石油根源岩を評価すると、西津軽沖の大童子層-赤石層が最も良好な根源岩と考えられる。すなわち、津軽盆地においては、盆地中央部付近に分布する「女川層」-「船川層下部」層準の泥質岩が、最も有望な石油根源岩であろう。

おわりに

津軽盆地全体の石油根源岩評価をするには、分析資料がまだ不十分である。今後は、分析試料を増やし、調査密度を上げて、より精度の高い根源岩評価に勤めたい。また、ビトリナイトの反射率や $^1\text{H-NMR } T_1$ など熟成度の分析には地元でない大型の測定装置が必要なため、熟成度の分析例は少ない。熟成度の簡便な測定方法の確立、例えば、ビジュアルケロジェン法の応用なども、併せて進めたいと思っている。

泥質岩試料の採集と分析には、神宮宏氏に協力いただいた。また、核磁気共鳴の測定に際しては、北海道大学秋山雅彦助教授、ならびにビトリナイト反射率の測定に際しては、帝国石油株式会社技術研究所に測定の労をとっていただいた。以上の方々に厚くお礼申し上げます。

文献

- 秋山雅彦・氏家良博(1985)、有機熟成評価のための新しい指標・・・ $^1\text{H-NMR } T_1$ ・・・。石油技術協会誌、50巻、99-108頁。
- 平井明夫(1976)、ビトリナイト反射率(その1)・・・反射率の測定・・・。帝国石油技術研究所報告、28巻、101-141頁。
- 平井明夫(1980)、ケロジェンタイプの識別法。帝国石油技術研究所報告、32巻、35-39頁。
- 佐々木清隆・山本正伸(1986)、青森県鱒ヶ沢町中村川地域の地質と大童子層泥質岩中の有機物・・・特に、 C_{25} にピークをもつノルマルアルカン分布パターンについて・・・。田口一雄教授退官記念論文集、223-239頁。
- 石油公団(1985)、基礎試錐「西津軽沖」コア及びカッテングスによる地質検討会資料集。
- 嶋崎統五(1986)、石油探査におけるビジュアルケロジェン分析法とその応用。田口一雄教授退官記念論文集、269-302頁。

表4 ビトリナサイトの反射率

男鹿半島	西津軽沖	膝ヶ沢	小泊	蟹田	金木	五所川原	弘前	大野	浅虫
史 新 世	脇本層	逆川沢層	蟹田層	中師層	味崎ヶ沢層	味崎ヶ沢層	東日屋層	大野ヶ沢層	大野
		東日屋層		石沢層					
鮮 新 世	北浦層	鳴沢層 0.39	蟹田層	塩越層	不動滝層	不動滝層 (0.40)	舞戸層	遠部層	茂浦安山岩類
		舞戸層 0.47		清水殿沢層					
中 世	船川層	赤石層	小泊層	清水殿沢層	源八森層	源八森層 (0.66) ?	松水平層 (0.39)	大篠前川層	
		赤石層 0.44							
新 世	女川層	大童子層	長根層	環山層	馬ノ神山層	馬ノ神山層 (0.58)	大和沢層 (0.50)	早瀬森層	間木層
		大童子層 0.45							
新 世	西黒沢層	田野沢層	冬部層	舟岡層	長根層	長根層 (0.63)	砂子瀬層	萬左衛門層	東滝層
		田野沢層 0.39							
新 世	白島層	大戸瀬層	権現崎層	冬部層	大戸瀬層	大戸瀬層 0.38	大戸瀬層	藤倉川層	非殿内層
		大戸瀬層 0.38							
新 世	門前層		権現崎層	権現崎層	権現崎層	権現崎層	権現崎層	権現崎層	権現崎層

() : II-NMR T1からの推定

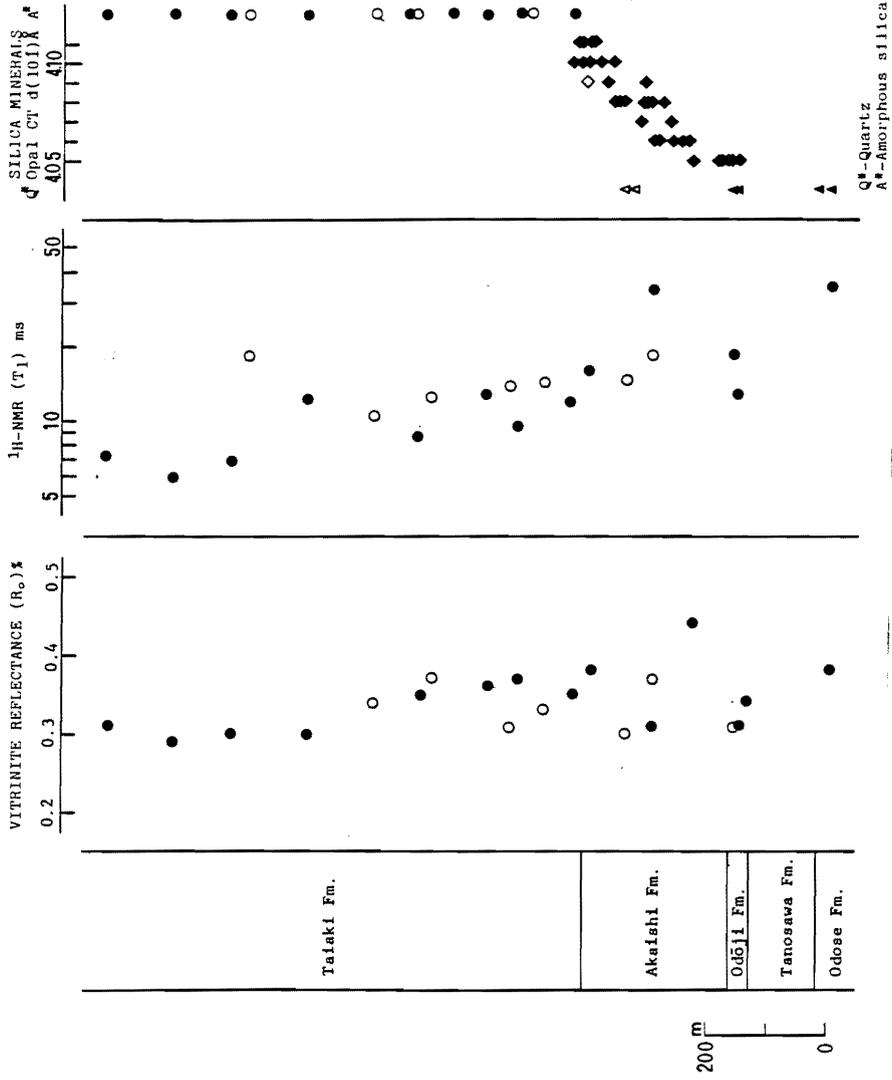


図5 鯉ヶ沢地域におけるビトリナイト反射率、1H-NMR T₁、珪酸鉱物の変化

田口一雄・佐々木清隆・遠藤宣哉・佐藤俊二（1970）、青森県蟹田及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・・・地質学雑誌、76巻、477-491頁。

氏家良博（1985）、弘前市の深度1、000mの試錐から採集されたスライム中の有機物。弘前大学理科報告、32巻、31-36頁。

Ujiie Y. (1986)、Contact-metamorphic effect on parameters for kerogen maturation. Organic Geochemistry, vol. 9, p. 375-378.

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ェンと珪酸鉱物の続成変化。地球科学、39巻、282-292頁。