新潟県新津丘陵における金津層の珪藻化石と地質年代

加藤 進1. · 秋葉文雄2. · 平松 力3. · 岩野英樹4.

¹⁾(㈱地球科学総合研究所 〒112-0012 東京都文京区大塚 1-5-21 茗渓ビル
²⁾(衛珪藻ミニラボ 〒 357-0023 飯能市岩沢 632-12
³⁾海洋研究開発機構深部探査センター 〒 236-0001 横浜市金沢区昭和町 3173-25
⁴⁾(㈱京都フィッション・トラック 〒 603-8832 京都市北区大宮南田尻町 44-4

Fossil diatoms and geological age of the Kanazu Formation in the Niitsu Hill, Niigata Prefecture

Susumu Kato¹), Fumio Akiba²), Chikara Hiramatu³) and Hideki Iwano⁴)

¹⁾ JGI, Inc. ²⁾ Diatom Minilab Akiba Ltd. ³⁾ CDEX, JAMSTEC ⁴⁾ Kyoto Fission-Track Co., Ltd.

Abstract

The Kanazu Formation, which is a main oil reservoir in the Niitsu oil filed, crops out in the Niitsu Hill, Niigata Prefecture. The formation is mainly composed of alternation of sandstone and diatomaceous mudstone, and is assigned to the lower part of the *Neodenticula kamtschatica* Zone (NPD 7Ba) because of the occurrence of *N. kamtschatica* and the lack of *N. koizumii* and *Thalassiosira oestrupii*. Therefore, the formation is latest Late Miocene in age and correlated with the upper part of the Teradomari Formation, not with the Shiiya Formation.

The lowest part of the Kanazu Formation (m3) yields the radiolarian fossil assemblage assigned to the *Lychnocanoma magnacornuta* Zone, and probably belongs to the underlying Takadateyama Formation. This conclusion leads to the existence of a time gap between the Kanazu and Takadeteyam Formations.

Diatom fossils show that the Kanazu Formation laterally changes to the lower part of the Taira Formation and a hiatus exists within the Taira Formation.

Key words: fossil diatom, Kanazu Formation, Niitsu Hill, Late Miocene, fission-track dating, radiolaria

1. はじめに

新潟平野東縁の新津丘陵北部には,累計生産量が 300 万 kl を 超える,日本有数の油田である新津油田が位置している.本油田 では,明治7年頃から開発が行われ,手掘に始まり,上総堀,綱 式およびロータリー式掘削により 2,000 坑を超える坑井が掘削さ れている.古くから石油地質学的な研究が行われており(例えば, 大村,1928),主要産油層である金津層は椎谷層に対比されてい る(新潟県,2000)が,その年代層序学的・堆積学的な研究は必 ずしも十分に行われているとは言えない.また,平成15年度に 掘削された新桑山 TT-1 では,この層準に新しい油層が発見され ており,地表を含む新津油田周辺地域が石油探鉱上再び注目を浴 びている.

本稿では、地表試料について、珪藻化石調査の結果と、フィッ ション・トラック(以下 FT)年代測定結果を中心に、放散虫化 石の既報告(長田、1974)と新たに得られた結果を加えて、金津 層の年代について報告する.

2. 地質概説

これまでに行われた主な調査・研究として、大塚(1905)、大 村(1928)、遠藤(1939,1940)、長谷川ほか(1976)、新津背斜 団体研究グループ(1977)などがある.これらで使用されている 地層名や層序は金津層を除くと異なっているが、本稿では長谷川 ほか(1976)に従う(第1図).

金津層は主に灰白色中粒〜粗粒砂岩と暗灰色泥岩の互層からな り、最大層厚は約450 m である(長谷川ほか,1976).層位的に 上位に、また背斜軸に向かい粗粒になっているが、平層の灰色泥 岩へ側方変化している(第1図).上部には同時礫(主に泥岩) が頻繁に挟まれ、小規模なチャネルが発達している.最上部の背 斜軸上に当る部分には含礫泥岩がレンズ状に挟まれている(第2 図).背斜軸の北西翼部では含まれている石油のため砂岩は油臭 が顕著であり、黒色〜暗灰色を呈する.

坑井(朝日 R-31)では,金津層中に層厚約100 mの砂岩・泥 岩互層が2層準に認められ,上位から新津 I 層,Ⅱ層と呼ばれて いる(第3図).新津 I 層では,自然電位や比抵抗の物理検層カー



第1図. 層序概念図(長谷川ほか, 1976).

Fig. 1. Schematic stratigraphy in the Niitsu Hill. (after Hasegawa et al., 1976).

ブから明らかなように上方細粒化が認められる.金津周辺で掘 削された旧坑井 (綱掘井)でもこれらの砂岩・泥岩互層は確認さ れている (遠藤, 1939, 1940).また,南新津 -1 や基礎試錐「新 津」でも椎谷層中に新津 I 層, II 層を確認している (平川・佐野, 1979;石油公団, 2003).

3. 試料

試料採取位置を第4図に示す. 珪藻化石, FT 年代測定そして 放散虫化石の順に以下に試料について述べる.

3.1 珪藻化石試料

1999 年から 2004 年の間に数回にわたり泥岩試料を採取した. 主な試料採取地点は以下の通りである.

1) 白根安田線北側の白玉興業砂取場(loc. 1)

新潟大学で作成されたこの露頭の地質柱状図を第5図に示す。 約100 mの厚さの地層が露出しており、最下部には砂質チャネ ル充填相 (sandy channel-fill facies)が発達し、中部には6枚 のチャネル砂岩 (channel sandstones) やチャネルー自然堤防相 (channel-levee facies) などが認められ、上部は泥岩が主体となっ ている(第6図)。チャネル砂岩が発達している層準までが金津 層とされている(長谷川ほか,1976)。上方細粒化が認められ、 新津 I 層に相当する.現在この露頭の一部は埋め立てられている. 試料は上位から1-1,1-2,1-3,1-4,1-5,1-6,1-7,1-8を採取した. 上位の3試料は平層(m2),その他は金津層(s3)と考えられる.

2) 白根安田線南側の砂取場(loc. 2): 金津層(s3)

- 3) 五泉市森林公園脇の露頭(loc. 3):平層(m2)
- 4) 白玉の滝に向かう道路脇の露頭(loc. 4, 5)

loc.4は上位から4-1, 4-2, 4-3, 4-4の4試料を, loc.5から

である. 5)物産館裏 (loc. 6):金 津層 (sm1)

は 5-1 と 5-2 の 2 試料を採取 した.いずれも金津層 (sm1)

6) 一の沢川沿いの道路脇 の露頭 (loc. 7 ~ 9)

下位からloc.7, loc.8, loc.9であり, loc.8のみ下 位から8-1, 8-2, 8-3の3試 料を採取した.いずれも金津 層 (sm1)である.

この他に FT 試料を採取し た露頭(後述)において凝灰 岩の上位で1 試料(A-1)と 下 位 で 3 試 料(A-2, A-3, A-4)を採取した.平層の最 下部(cg2)と考えられる.

3.2 FT 試料

主要地方道白根・安田線の 金津から丸田に抜ける峠付近 から北東に入る脇道を約50 m入った砂取場の西側の大き な露頭(loc. A)には,灰色

泥岩が主に露出しているが,約2.5mの厚さの酸性凝灰岩が挟在 している(第7図). この凝灰岩の上部(以下(上))と下部(以 下(下))からFT年代測定試料を採取した.

3.3 放散虫化石試料

金津層最下部とされる灰色泥岩(m3)から2試料(R-1,2) を採取した.R-1は林道沿いの露頭で採取した玄武岩のハイアロ クラスタイト直上の凝灰質泥岩であり,R-2は沢の中の露頭で採 取した凝灰質泥岩である.この他に,長田(1975)が金津層とし た3試料(48110101,48103103-1,2)の採取位置を第4図に示す.

4. 珪藻化石

4.1 調査方法

珪藻化石の同定・算定には、秋葉ほか(1982)に従って作成し た未処理散布スライドを使用した.珪藻殻の算定は、スライド上 に任意の側線を選び、観察される個体数の合計が100個体になる まで行った.100個体算定後に、さらに数100個体の観察を行って、 その際認められた種はスピーシズチャートに+印で表示した.+ 印は破片での産出も示す. *Chaetoceros* 属の休眠胞子は、上記の 算定中に遭遇した個体数を別途記録した.

珪藻化石帯とその認定基準は、Akiba (1986) および Yanagisawa and Akiba (1998) に従った.

Loc. 1 の 5 試料 (1-1 ~ 1-5), および loc. 2, loc. 3, loc. 5 の試料, そして loc. 4 の 1 試料 (4-3) 以外の試料については, 概査とし て珪藻化石帯の認定のみを行った.

4.2 調査結果

スピーシズチャートを第1表に示す. 珪藻化石の産出量は普通~豊富(スライド当り900~5,700個体)であるが, 試料 4-3



第2図. 坑井位置図および地質概略図(長谷川ほか,1976に基づく).

Fig. 2. Index map showing well locations and simplified geological map (after Hasegawa et al., 1976). Topographic map "Niitsu" at 1:50,000 in scale by Geographical Survey Institute of Japan.

のみ非常に豊富であり(スライ ド当り14,400 個体),本試料は 珪藻土と呼べるものと考えられ る.保存状態は普通~不良であ る.

10 試料のうち、1-5と4-3の 2 試料を除く8 試料の珪藻化 石群集は大局的にほぼ同じで あり, Neodenticula kamtshatica を比較的多産(7~37%)し て, N. koizumii を 産 出 し な い ことで特徴付けられる.した がって、これらの試料はいずれ も N. kamtshatica 帯 (NPD7B) に相当する.最上位の2試 料(1-1, 1-2)には稀産ながら も Thalassiosira oestrupii や T. jouseaeの産出が認められる. T. oestrupii の 初 産 出 層 準 は N. *kamtshatica* 帯を上下2つの亜 帯に細分する基準となってい る(Yanagisawa and Akiba, 1998)ので、これら2 試料は T. oestrupii 亜帯 (NPD7Bb), それ 以外の6 試料はN. kamtshatica-Nitzschia rolandii 亜带(NPD7Ba) に相当する.

試料1-5 は Coscinodiscus



Fig. 3. Columnar section of the Asahi R-31 well.

Asahi R-31

marginatus を多く含み, Cavitatus jouseanus, Nizschia pliocena および Proboscia barboi を比較的普通に随伴することで特徴づけ られる. Nizschia pliocena を含み, Thalassionema schraderi が欠如 することから, Rouxia californica 帯 (NPD7A)の下半部に相当 する.

試料 4-3 は上記のように珪藻化石の産出量が非常に大きく, ま た多様度も非常に高く, 他の試料の 2 倍程度となっている.本 試料は, Denticulopsis katayamae を主体とする D. hustedii s.l. を比 較的多産 (10%) して, Thalassionema schraderi を稀に含むこと などから, D. katayamae 帯 (NPD6A) に相当する. なお,本試 料には非常に稀に Koizumia akibae が産出するが, Yanagisawa (1994) によれば本種の産出は D. katayamae 帯上半分から R. californica 帯の上限付近までに限定される. したがって,本試料 の層準は D. katayamae 帯上半分と判定される.

16 試料の概査結果を第2表に示す. 化石帯が認定できな かった4 試料とA-1 試料を除くといずれもN. kamtshatica 帯 (NPD7B) であり, T. oestrupii の産出が認められないことから, N. kamtshatica-Nitzschia rolandii 亜帯 (NPD7Ba) に相当する可能性 が高い. A-1 試料はR. californica 帯 (NPD7A) である.

5. FT年代測定



FT 年代測定にはジルコン結晶を用い,その抽出には渡辺・檀



第4図. 試料採取位置図.

Fig. 4. Map showing sample localities. Topographic maps "Yashiroda" and "Muramatsu" at 1:25,000 in scale by Geographical Institute of Japan.

原(1996)の方法を用いた. 測定には結晶内部面を使用した外部 ディテクター法(ED1法; Gleadow, 1981)を採用し,年代標 準試料によるゼータ較正(Hurford, 1990; Danhara et al., 2003) を行った.

5.2 測定結果

試料には粗粒の自形ジルコン結晶が豊富に含まれており,色調 から赤色を呈する結晶群と淡褐色と呈する結晶群に大別できる. 赤色を呈する結晶群の方が相対的に自発 FT 密度が低く,本質結 晶の可能性が高いため,この結晶群を測定対象とした.試料の適 格性についての検討結果の総合判定は可である(第3表).

年代測定結果を第4表に示す。(上)と(下)いずれの試料も 測定 30 粒子データのまとまりが悪く, χ^2 検定に失格している. 古い粒子年代の粒子から除外し, χ^2 検定に合格する(5%以上) まで再計算した結果, FT 年代値として 8.2 ± 0.4 Ma(上)と7.5 ± 0.3 Ma(下)が得られた. これらの試料の粒子年代ヒストグ ラムと年代スペクトル(檀原ほか,2004)を第8図に示す。ピー ク年代値はそれぞれ 7.8 Ma, 7.0 Ma であり, FT 年代値と調和 的である.

2つの試料を一緒に取り扱うと、粒子年代のまとまりが良くなり、粒子年代ヒストグラム、年代スペクトルおよびラディアルプロット(檀原ほか、2004)で12 Maより古い15粒子を異質粒子として区別できる.これらの粒子を除いて計算したFT年代値は7.6 ± 0.3 Maとなり(第2表)、ピーク年代値7.3 Maと一致している(第9図).

6. 放散虫化石

6.1 調査方法

試料 100 gを乾燥後,硫酸ナトリウム法を用いて泥化し,篩上 で水洗した. 120 ~ 250 メッシュ(125 ~ 63 μ m)の粒子を過 酸化水素水で煮沸し, さらに塩酸で煮沸した後, 水洗・乾燥し, 懸濁分離法(板井, 2003)を用いて放散虫化石を分離した.

個体数の算定は,観察される個体数の合計が100個体になるま で行い,100個体算定後に認められた種はスピーシズチャートに +印で表示した.

6.2 調査結果

放散虫化石の同定は筑波大学本山 功講師にお願いした.2試料とも産出量は普通であり、全般に破損が認められるものの、続成による著しい溶解は認められず保存状態は良好である.結果を第5表に示す.2試料ともLychnocanoma magnacornuta が産出することから、L. magnacornuta 帯に対比される(本山, 1999a).

7. 考察

7.1 金津層の年代

大部分の試料の珪藻化石は*Neodenticula kamtschatica*帯下 部(NPD 7Ba)に対比されるが,試料1-5では下位の化石帯の *Rouxia californica*帯(NPD 7A)が認定されている.しかし,こ の下位において追加した試料(1-6,1-7,1-8)はいずれも*N. kamtschatica*帯下部(NPD 7Ba)に対比される.また,試料4-3 は*Denticulopsis katayamae*帯(NPD 6A)に認定されたが,その 後同じ露頭で追加採取した試料や下位の層準と推定される露頭 (loc. 5)から採取した試料(5-1,5-2)はいずれも*N. kamtschatica* 帯下部(NPD 7Ba)に対比される.これらのことは下位の化石 帯はブロックとして*N. kamtschatica*帯下部(NPD 7Ba)の中に 含まれている可能性が高いことを示唆している.一方,FT 試料 を採取した露頭は主に泥岩からなっており,含油砂岩は反対側の 露頭にしか観察されない.したがって,金津層(loc.1から判断 すると少なくとも含油砂岩)は*N. kamtschatica*帯(NPD 7B)の



第5図. 地質柱状図 (loc. 1). Fig. 5. Columnar section in loc. 1.

下部 (NPD 7Ba) に相当していると考えられる。この亜帯の年 代は 6.4 ~ 5.5 Ma であり (Yanagisawa and Akiba, 1998), 金 津層は新潟標準層序 (新潟県, 2000)の上部寺泊層に対比される (第 10 図).

長田 (1975) によれば、金津層の放散虫化石はTj-Ar 群集 (中世古・菅野, 1973) であり、椎谷階 (中新世末期) と考え られている. f + - F を 見る と, Spongodiscus spp. が多産し、 Thecosphaera japonica や Styatractus yatuoensis が普通に産出して いる。また、Lychnocanium nipponicum や Sethocyrite japonica も若 干産出している. 本山(1999a,b)によれば, T. japonica の出現は5.6 Ma (未発表の研究では 6 Ma ぐらいまで古くなる可能性がある: 本山私信) であり、Sethocyrite japonica の消滅はほぼ 5 Ma であ ることから、これらが同時に産出する年代は5.6 (6) ~ 5 Ma となる. この年代は珪藻化石と調和しているが、Thecosphaera



第6図. 露頭(loc.1)写真.

Fig. 6. Outcrop photograph (loc. 1). 🔿 Samples(1-1, 1-2, 1-3)for fossil diatom



第7図. 凝灰岩が露出する露頭(loc. A)写真. Fig. 7. Outcrop photograph showing tuff (loc. A). 〇 Tuff

akitaensis(生存期間:4.3~2.6 Ma)も産出している点が矛盾している. 放散虫化石も 30 年前とは種の分類基準がかなり異なっており, 再調査が必要である.

村松 (1991) が報告した金津層上部の白色砂質凝灰岩 (厚さ 30 cm)の FT 年代値は 5.6 ± 0.3 Ma であり,珪藻化石からの推 定年代と調和している.一方,凝灰岩の FT 年代値 7.6 ± 0.3 Ma は珪藻化石から推定される金津層の年代よりも古いが,同じ露頭 で凝灰岩の上位から採取した試料の珪藻化石 (*Rouxia californica* 帯 (NPD 7A): 7.6 ~ 6.4 Ma)とは調和している.この年代値 は村松 (1991)による土場(つちば)層(椎谷期の比較的早期に 形成された流紋岩類:長谷川はか (1976))の FT 年代値 (7.8 ± 0.6 Ma)と一致している.この露頭自体が大きなブロックであるの か,あるいは金津層よりも下位の地層が露出しているのか,今後 検討が必要である.

金津層最下部とされている灰色泥岩(m3)の放散虫化石は Lychnocanoma magnacornuta 帯に対比され,その年代は約11.7~ 9.1 Ma と推定される(本山,1999a). これは珪藻化石から推定 される金津層の年代より明らかに古く,二次化石と考えられる珪 藻化石帯の最も古い年代が重なる可能性がある程度である.しか し,この年代は村松(2007)^{注)}が報告した白玉の滝デイサイト のFT 年代値(8.9 ± 0.9 Ma)とは調和しており,むしろ下位の 高立山層に含めた方が良いと考えられる.

注) 村松 (2007) は金津層凝灰岩と土場層流紋岩の年代値をそれぞれ 5.0 ± 0.3 Ma, 7.4 ± 0.7 Ma と報告している.

-

第1表. 珪藻化石のスピーシズチャート.

Table 1. Species chart for fossil diatoms.

г

				1				2		5	
DIATOM ZONI	7		N ka	1 mtsch	atica	R c	Z N k	5 N k	$\frac{4}{Dk}$		k
SAMPLE		1	2	3	<u>инси</u> 4	5	IV.K.	IV.A.	<u>D.n.</u>	1	<u>π.</u> 2
ABUNDANCE		C	- Č	A	Ċ	C	C	C	VA	R	- A
Indertaintee	(valves/slide, x 100)	18	18	18	18	12	9	9	144	12	57
PRESERVATION	1	P	Р	M	M	P	P	P	M	Р	M
MARINE DI	ATOMS										
Actinocyclus	curvatulus Janisch										+
А.	octonarius Ehrenberg	+	3	3			4	3	4	1	4
А.	spp.						1				
Actinoptychus	senarius (Ehrenberg) Ehrenberg	7	18	6	13	+	5	3	5	+	2
Amphora	spp.						2		1		
Asteromphalus	sp.	+							+		
Cavitatus	jouseanus (Sheshukova) Williams					3			1		
С.	miocenica Schrader					1			3		
Clavicula	polymorphus Grunow				+						
Cocconeis	costata Gregory		1	3	2			+	+	+	
С.	scutellum Ehrenberg	+	+	2	2			1	+		
С.	spp.	1	2	3	+	2		1	+	+	1
Coscinodiscus	marginatus Ehrenberg	2	3	1	1	31	+	+	+	+	
С.	oculus-iridis Ehrenberg	+	+	1	+	1		+	+	1	1
С.	radiatus Ehrenberg				1	1			+		
С.	symbolophorus Grunow s. l.			+		2			+		
С.	spp.		3	+		1	1	+	+	1	1
Cyclotella	striata (Kuetz) Grun	1	1	_							
Delphineis	surirella (Ehrenberg) Andrews	3	2	2	3					2	
D.	spp.			2	+			$\mid \mid \mid$	+	<u> </u>	
Denticulopsis	hustedtii (Simonsen et Kanaya) Simonsen s. l.		+						10		
<i>D</i> .	praedimorpha Akiba ex Barron					1		1			
Diploneis	spp.	1		+	+	1	+	2	+	2	+
Grammatophora	spp.		2	1	3	5				1	
Hyalodiscus	obsoletus Sheshukova					1			1		
Н.	spp.	+			2	+			+	+	+
Ikebea	tenuis (Brun) Akiba								+		
Koizumia	akibae Yanagisawa								+		
К.	tatsunokuchiensis (Koizumi) Yanagisawa	19		2							
Navicula	spp.				+		2		+		2
Neodenticula	kamtschatica (Zabelina) Akiba et Yanagisawa	12	20	13	20		7	15		37	21
Nitzschia	heteropolica Schrader								+		
N.	pliocena (Brun) Mertz					2					
N.	cf. extincta Kozurenko et Sheshukova						4				
N.	spp.				-				+		
Paralia	sulcata (Ehrenberg) Cleve	4	2	9	- 7	- 1	1	5	+	2	
Proboscia	alata (Brightwell) Sundstoem								+		
<i>P</i> .	barboi (Brun) Jordan et Priddle				+	6		+		2	+
<i>P</i> .	praebarboi Jordan et Priddle				.				+		
Rhabdomema	sp.				1			\vdash	\vdash		
R.	cf. styliformis Brightwell			2	1		2				
R.	spp.	2				3	3				
Rhizosolenia	miocenica Schräder										
R.	an. seligera Brightwell										
R.	styliformis Brightwell						<u> </u>		+		
R.	ci. stylijormis Brightwell								+	+	+
R.	spp.								+	+	1
Rouxia Butilani n	californica Peragalio			1	+	+			+		
Stophanopuvia	app			1	1		2	2			+
Thalassionerra	hirosakiansis (Kanaya) Sabradar				1	———————————————————————————————————————				<u> </u>	+
T	nirosakiensis (Kanaya) Schrader	36	14	42	21	20	52	10		42	57
1. T	nitzschiolaes (Grunow) H. et M. Peragano	50	14	43	21 +	20	52	49	4	42	57
1. Thalassiosira	antiqua (Grupou) Clava Eulor		5		· '	1	1				
Thulussiosiru T	of desinions (Grunow) Lorgenson		5			- '	1			1	
1. T	ci. decipiens (Grunow) Joergensen		6		1		1	+		1	
т. Т	iaeksonii Koizumi et Perron		1				1	1 1		+	1
т. Т	jousage Akiba	1	1								1
т. Т	lantonus (Grunow) Hasle & Ervyell	1	1					2		1	+
т. Т	ogstrupii (Ostenfeld) Proshking	+	1					-			
Т. Т	trifulta Erwell et Hasle	· · ·	1				1	\vdash			
T	SDD.	6	13	5	9	9	8	14	7	5	8
Thalassiothrix	longissima Cleve et Grupow	+	+	+		- î	+		, '+	+	Ŭ
Trachyneis	aspera (Ehrenberg) Cleve			1	· ·	*	'			+	
Triceratium	condecorum Brightwell			•				1 1	+	1	
	Signmen							1	1 1		
NONMARIN	E DIATOMS						\vdash	\vdash	$\left - \right $		
Aulacoseira	granulata (Ehrenberg) Simonsen s 1	4	+	+	10	+	1	\vdash	\vdash	2	+
Cyclotella	comta (Ehrenberg) Kuetzing	·				1				+	
<i>C</i> .	kuetzingii Thwaites				1					+	1
Stephanodiscus	spp.				1						
Miscellaneous (be	nthic species)	+	1		+		1		+	+	
	- · ·										
Total number of va	lves counted	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Resting spores of o	Chaetoceros	11	18	41	10	14	16	14	18	24	15



第8図、凝灰岩試料(上)および(下)の粒子年代ヒストグ ラムと年代スペクトル.

Fig. 8. Age histograms and age spectra of tuff samples.

平層の珪藻化石データは僅かであるが、下部は Neodenticula kamtschatica 帯(NPD 7B)の下部(NPD 7Ba)から上部(NPD 7Bb)に相当していることから、一部は金津層と側方変化して いる可能性が高い.一方、上部では前期更新世の火山灰層であ る SK100 および SK110 に対比される火山灰層の存在が林道東 島-小口線沿いの露頭(第2図)で確認されている(黒川・大 橋、1998). 基礎試錐「新津」においても、更新世を示す No.2 Globorotalia inflata bed の直下に椎谷層が出現しており、西山 層下部が欠如している(石油公団、2003). 今後の検討が必要で あるが、平層中に時間間隙 (hiatus) が存在する可能性が高い.

南方に位置する下田地域では,平層の大部分は N. kamtschatica 帯上部 (NPD 7Bb) に対比されるが,最下部は Thalassionema schraderi 帯 (NPD 6B) と Rouxia californica 帯 (NPD 7A) に対 比されることが明らかにされている(柳沢・須藤, 2002).したがっ て,この地域では金津層相当層は欠如している.

このことを考慮すると、金津層と下位の高立山層との関係は かなりの時間間隙(NPD 6A ~ 7A の 3 つの珪藻化石帯が欠如)

第2表.	認定された珪藻化石帯リス	ŀ.
Table 2.	List of identified diatom zones.	

Locality	Sample	Diatom zone	NPD
1	6	N. kamtschatica	7Ba
1	7	N. kamtschatica	7Ba
1	8	N. kamtschatica	7Ba
4	1	not zoned	
4	2	N. kamtschatica	7Ba
4	4	N. kamtschatica	7Ba
5	1	N. kamtschatica	7Ba
5	2	N. kamtschatica	7Ba
6		N. kamtschatica	7Ba
7		N. kamtschatica	7Ba
8	1	N. kamtschatica	7Ba
8	2	N. kamtschatica	7Ba
8	3	N. kamtschatica	7Ba
9		N. kamtschatica	7Ba
А	1	R. californica	7A
Α	2	not zoned	
Α	3	not zoned	
Α	4	not zoned	

のある不整合である可能性が高い.しかし,朝日 R-31 や基礎 試錐「新津」などの坑井では,金津層の下位に底生有孔虫化石 Spirosigmoilinella compressa を産する寺泊層泥岩が確認されてお り,不整合を示唆する証拠は認められない.このことは「新津」 における渦鞭毛藻化石調査結果(石油公団,2003)からも支持さ れる.

7.2 FT 年代測定

凝灰岩試料のジルコン結晶には本質粒子(約30%)以外の 異質粒子が含まれているので, Brandon (2002)の BinomFit programを用いた解析を行った.その結果(第11図),7.3(±0.3) Ma,11.8 (±0.8) Ma,66 (±6) Maの3つの粒子年代グルー プに分離され,最も若い粒子年代グループはFT年代値と一致し ている。次に若い粒子年代グループは護摩堂山層のFT年代値 12.9 ± 1.4 Ma (村松,1991),11.4 ± 1.1 Ma (村松,2007) と 誤差範囲内で一致している。最も古い年代グループはおそらく花 崗岩類(新桑山 TT-1 で確認された基盤岩)起源と推定され,新 津丘陵の南東約20km には約70 Maの花崗岩類が露出している

第3表. 年代測定試料の適格性. Table 3. Sample checklist for fission-track dating.

Sample	Upper	Lower
Lithology	Tuff	Tuff
Number/handling(kg)	800/0.3	400/0.3
Essetial crystal (%)	30	30
Homogeneity	Good	Good
Heating	No	No
Rank	Fair	Fair

	Spontaneous			Induc	nduced Dosimeter		neter			
Mineral	No. (>	<i>µs</i> ≺10 ⁶ cm ⁻²)	(<i>Ns</i>)	ρi (×10 ⁶ cm ⁻²)	(<i>Ni</i>)	ρd (×10 ⁴ cm ⁻²)	(Nd)	$\begin{array}{c} P(\chi^2) \\ (\%) \end{array}$	Age $\pm 1 \sigma$ (Ma)	Method
Zircon	30	1.809	(1,319)	2.551	(1,860)	8.028	(4,110)	0	10.8±0.4	ED 1
	25	1.363	(923)	2.535	(1,716)	8.028	(4,110)	5	8.2±0.4	ED 1
Zircon	30	2.183	(1,696)	3.256	(2,530)	8.032	(4,112)	0	10.2±0.4	ED 1
	23	1.681	(1,061)	3.422	(2,159)	8.032	(4,112)	8	7.5 ± 0.3	ED 1
	60	2.002	(3,015)	2.915	(4,390)	8.032	(4,112)	0	10.5±0.3	ED 1
	45	1.518	(1,870)	3.038	(3,743)	8.032	(4,112)	18	7.6 ± 0.3	ED 1

 ρ and N : density and total number of counted tracks, respectively.

 $P(\chi^2)$: probability of obtaining the χ^2 value for n degrees of freedom (n=number of crystals - 1) (Galbraith, 1981).

Analyses were made by the external detector method (ED 1: internal surface).

 ξ ED 1=380±3 (Danhara et al., 2003)

第4表. 年代測定結果.

Table 4. Result of fission-track dating.

Thermal neutrons were irradiated in the pneumatic tube of JRR-4 reactor unit of Japan Atomic Energy Research Institute.



第9図. 凝灰岩試料の粒子年代ヒストグラム、年代スペクトルおよびラディアルプロット. Fig. 9. Age histogram, age spectrum and radial plot of combined tuff samples.

(加々美・志村, 2005).

以上のように,FT 年代測定では本質粒子からの生成年代に加 え,異質粒子から後背地の地質情報を入手することも可能である.

8. まとめ

金津層は珪藻化石帯の Neodenticula kamtschatica 帯の下部(NPD 7Ba) に対比され,その年代は 6.4 ~ 5.5 Ma の後期中新世末期 と推定される.この年代は放散虫化石(長田,1975)やFT 年代(村松,1991)からも支持される.新潟標準層序(新潟県,2000)と対比すると(図-7),金津層は上部寺泊層相当層となる.こ

れまでのシーケンス層序解析では金津層は椎谷層最下部として取り扱われている(高野ほか,2001;溝部ほか,2004)が,再検討が必要となる.

長谷川ほか (1976) が金津層最下部と考えていた灰色泥岩 (m3) は、放散虫化石や高立山層の FT 年代を考慮すると高立山層に含 めるべきであり、金津層と下位の高立山層の関係は時間間隙のあ る不整合と推定される.

長谷川ほか(1976)が指摘しているように,金津層と平層とは 一部同時異相であることが珪藻化石から明らかとなった.また, 平層の上部と下部の間には不整合が存在する可能性が高い.

			Standard	Bio				
Age (Ma)		(Ma)	Formation	Diatom (1) NPD		Radiolaria	a (3)	Niitsu
ocene	Late	-	Nishiyama	N. koizumii N. ko N.kam.	9 8	Cycladophora sakaii	haera	
Plic	Early	- - 5	Shiiya	Neodenticula kamtschatica	7Bb	Dictyophimus robustus Spongurus pylomaticus S. acquilonium	Thecosp japonica	Kanazu Fm
		-	Upper	Rouxia californica	7 Ba 7A	Lithelius barbatus Lychno. parallelipes		🗕 FT
Je	Late		Teradomari	Thalassionema schraderi Denticulopsis katayamae	6B 6A	C. davisiana cornutoides	canuma icum	มไมโมโมโมโมโมโมโมโมโมโมโมโมโมโมโมโมโมโม
liocer	_	-10 -	Lower	D. dimorpha T. yabei	5D 5C	Lychnocanoma magnacornuta	Lychno nippon	7 Takadateyama 7 Fm 7 Fm
2	ddle	-		D. praedimorpha	5B	Eucyrtidium <u>b</u>		
	Mid	-	Nanatani			<i>inflatum</i> a		

(1): Akiba (1986), Yanagisawa & Akiba (1998); (2): Motoyama (1999a); (3): Nakaseko & Sugano (1975)

第10図. 層序対比図.

Fig. 10. Stratigraphic correlation chart.

謝 辞

資料の公表を許可された石油資源開発㈱に深謝します.放散虫 化石の同定をお願いした筑波大学本山 功講師,試料を提供して 頂き,有孔虫化石についてご教授頂いた渡辺其久男氏,試料の処 理等でお世話になった石油資源開発㈱技術研究所の三輪美智子社 員,および渦鞭毛藻化石についてご教授頂いた同所小布施明子社 員に厚く感謝します.

第5表.	放散虫化石のスピーシズチャー	ト.
Table 5. S	Species chart for fossil radiolaria.	

	Sample	e R-1	R-2
Abundance		Common	Common
Preservation		Good	Good
Species			
Actinommidae	spp.	+	1
Litheliidae	spp.	51	18
Lithocarpium	polyacanthum (Campbell and Clark)	29	41
Lychnocanoma	magnacornuta Sakai	1	1
Porodiscidae	spp.		10
Spongodiscus	spp.	19	24
Stichocorys	delmontensis (Campbell and Clark)		1
Styodictya	camerina Campbell and Clark		4
Total number		100	100
Zone (Motoyam	a and Murayama, 1998)	L. mag	L. mag

L. mag: Lichnocanoma magnacomuta Zone

Relative frequency



第 11 図. 凝灰岩試料の粒子年代解析.

Fig. 11. Grain age analysis for combined tuff samples.

引用文献

- Akiba, F. (1986), Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy for Deep Sea Drilling Project Leg 87 in the Nankai Trough and Japan Trench, and modified Lower Miocene through Quaternary diatom zones for middle-to-high latitudes of the North Pacific. *Init. Repts.* DSDP, 87, 393–481.
- 秋葉文雄・柳沢幸夫・石井武政(1982),宮城県松島地域に分布する新 第三系の珪藻化石層序.地調月報,33,215-239.
- Bandon, M. T. (2002), Decomposition of mixed grain age distribution using BINOMFIT. On Track, 24, 13–18.
- 檀原 徹・岩野英樹・加藤 進・松井良一(2004), ジルコンFT年代 測定における試料評価と測定値の解釈. 石技誌, 69, 200-213.
- Danhara, T., Iwano, H., Yoshioka, T. and Tsuruta, T. (2003), Zeta calibration

values for fission track dating with a diallyl phthalate detector. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **109**, 665–668.

- 遠藤六郎(1939, 1940),大日本帝国油田第 37 区 新潟県新津油田南 部地形及地質図同説明書.地質調査所.
- Gleadow, A. J. W. (1981), Fission track dating methods: What are the real alternatives? *Nucl. Tracks*, 5, 3–14.
- 長谷川美行・津田禾粒・茅原一也・白井健裕(1976),新津丘陵の地質. 新潟大地鉱研究報告, no. 4(西田彰一教授退官記念論文集), 111-118.
- 平川良輝・佐野守宏 (1979),新津地区の崩壊対策. 石技誌, 44, 388– 393.
- Hurford, A. J. (1990), Standadization of fission track dating calibration: Recommendation by the fission track working group the I. U. G. S. subcommision on geochronology. *Chem. Geol.*, **80**, 171–178.
- 板井拓也(2003),砂質堆積物からの放散虫殻の懸濁分離法.化石, 73,38-41.
- 加々美寛雄・志村俊昭(2005), 新潟の花こう岩の生い立ちを読む. ブッ クレット新潟大学 35, 新潟日報事業社, 70 p.
- 溝部 晃・市江康孝・中須賀克己・小林紀彦(2004), 音響インピーダ ンスとシーケンス層序による中蒲原地域での椎谷期砂岩貯留 層の分布(2). 平成16年度石油技術協会春季講演会シンポジ ウム・個人講演要旨集, 47.
- 本山 功(1999a),本邦含油新第三系をめぐる放散虫化石層序の進歩 -化石帯区分の進歩-.石技誌, 64, 28-39.
- 本山 功(1999b),本邦含油新第三系をめぐる放散虫化石層序の進歩 -石油探鉱への適用-.石技誌,64,268-281.
- 村松敏雄(1991),新津丘陵に分布する凝灰岩及び火山岩の絶対年代. 新潟県立教育センター研究報告, no. 128, 57-60.

- 村松敏雄 (2007),新津丘陵に分布する凝灰岩及び火山岩のフィッショ ン・トラック年代.フィッション・トラック ニュースレター, no. 20, 44-47.
- 長田享一(1975),新津油田地区における放散虫化石層序について.石 油資源開発(株)技研所報,19,13–18.
- 中世古幸次郎・菅野耕三(1973),日本新第三系の化石放散虫分帯.地 質学論集,no.8,23-33.
- 新津背斜団体研究グル-プ(1977),新潟油田新津背斜の形成機構.地 球科学,31,70-82.
- 大村一蔵(1928),石油地質学概要(17) 越後油田の地質及び鉱床.地球, 9,215-223.
- 石油公団(2003), 平成13年度 国内石油・天然ガス基礎調査, 基礎 試錐「新津」地質検討会資料.
- 高野 修・守屋成博・西村瑞恵・秋葉文雄・阿部正憲・柳本 裕(2001), 新潟堆積盆北蒲原地域における上部中新統~下部更新統の シーケンス層序と堆積システム.地質雑,107,585-604.
- 渡辺真人・檀原 徹 (1996), 房総半島上総層群のフィッション・トラッ ク年代. 地質雑, 102, 545-556.
- Yanagisawa, Y. (1994), Koizumia Yanagisawa gen. nov., a new marine fossil araphid diatom genus. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N. S., no. 176, 591–617.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998), *Refined* Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected biohorizons. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **104**, 395– 414.
- 柳沢 幸夫・須藤 斎 (2002),新潟県中部下田地域の上部中新統-鮮 新統の珪藻化石層序と年代層序.石技誌, 68, 359-368.

2008年8月14日原稿受理

- Figs. 1, 4. Actinocyclus ingens Rattray, Loc. 4-3.
- Figs. 2a-b. Coscinodiscus marginatus Ehrenberg, Loc. 1-5.
- Figs. 3a-b. Thalassiosira aff. decipiens (Grunow) Joergensen, Loc. 4-3.
- Fig. 5. Actinocyclus cf. curvatulus Janisch, Loc. 1-5.
- Fig. 6. Thalassiosira trifulta Fryxell et Hasle, Loc. 1-2.
- Fig. 7. Thalassiosira antiqua (Grunow) Cleve-Euler, Loc. 1-2.
- Figs. 8a-b, 9. Thalassiosira sp., Loc. 4-3.
- Fig. 10. Actinoptychus senarius (Ehrenberg) Ehrenberg, Loc. 1-2.
- Fig.11. Thalassiosira nidulus (Tempère et Brun) Jousé, u.v.v., Loc. 1-2.
- Figs. 12a-b. Thalassiosira marujamica Sheshukova, Loc. 1-5.





- Figs. 1-2. Aulacoseira granulata (Ehrenberg) Simonsen s.l., Loc. 1-2.
- Fig. 3. Eucampia sp., Loc. 4-3.
- Fig. 4. Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve, Loc. 1-2.
- Fig. 5. Clavicula polymorphus Grunow, Loc. 1-5.
- Figs. 6-7. Koizumia akibae Yanagisawa, Loc. 4-3. 6, a colony in girdle view.
- Fig. 8. Koizumia tatsunokuchiensis (Koizumi) Yanagisawa, Loc. 1-2.
- Fig. 9. Rhizosolenia miocenica Schrader, Loc. 4-3.
- Fig. 10. Rhizosolenia sp., Loc. 1-2.
- Fig. 11. Rhizosolenia cf. hebetate f. hiemalis Gran, Loc. 1-5.
- Fig. 12. Proboscia praealata (Schrader) Jordan et Priddle, Loc. 4-3.
- Fig. 13. Rhizosolenia cf. styliformis Brightwell, note a delicate lobe, Loc. 4-3.
- Fig. 14. Rhizosolenia sp., Loc. 4-3.





- Fig. 1. Pterotheca subulata Grunow, Loc. 4-3.
- Fig. 2. Plagiogramma cf. staurophorum (Greville) Heiberg, Loc. 4-3.
- Fig. 3. Caloneis silicula var limosa (Kütz) V. Land., Loc. 1-2.
- Fig. 4. Cavitatus jouseanus (Sheshukova) Williams, Loc. 4-3.
- Fig. 5. Cavitatus cf. miocenicus (Schrader) Akiba et Yanagisawa, Loc. 4-3.
- Fig. 6. Thalassionema nitzschioides (Grunow) H. et M. Peragallo, a frustule with organic grains, Loc. 4-3.
- Fig. 7. Thalassionema schraderi Akiba, Loc. 4-3.
- Fig. 8. Nitzschia praefossilis Schrader, Loc. 4-3.
- Figs. 9-10. Nitzschia pliocena (Brun) Mertz, Loc. 1-5.
- Fig. 11. Nitzschia suikoensisi Koizumi, Loc. 4-3.
- Fig. 12. Nitzschia heteropolica Schrader, Loc. 4-3.
- Fig. 13. Rouxia californica Peragallo, Loc. 1-5.

Figs. 14–17. Neodenticula kamtschatica (Zabelina) Akiba et Yanagisawa, Loc. 1-2. 14, a frustule; 15, inner valve view; 17, a partly broken valve with a band. Figs. 18–20b. Denticulopsisi katayamae Maruyama, Loc. 4-3. 18, a frustule in girdle view.

