論 文

新潟県北蒲原地域の新第三系微化石層序
と鍬江層基底の不整合形態

平松 力*・三輪美智子**

(Received August 7, 1997 ; accepted March 25, 1998)

Neogene microfossil biostratigraphies of the Kitakanbara area in
Niigata Prefecture and the geomorphology of an unconformity
at the base of the Kuwae Formation

Chikara Hiramatsu and Michiko Miwa

Abstract: An integrated micropaleontological survey (foraminifera, calcareous nannofossil and diatom) of the Kitakanbara area was carried out to reconstruct the geomorphology of the unconformity widely traced at the base of the Kuwae Formation correlated to the Nishiyama Formation. The lower part of the formation which is composed of coarser sediments forms reservoir rock, and therefore a recognition of the paleogeography at the early Nishiyama Age is very important for petroleum exploration in the area.

In the north of the Tainai river, the Kuwae Formation unconformably covers the older formations with large amount of basal conglomerate. However, although the formation has an unconformable relationship with the underlying formations in the main part of the studied area between the Tainai and the Kaji rivers, the basal conglomerate is not developed, which makes it difficult to recognize the unconformity accurately during the field observation. Based on the diatom stratigraphy, it is found that a part of the uppermost Miocene which is correlated to the *Rouxia californica* Zone and lower part of the *Neodenticula kamtschatica* Zone, is completely missing in the area. The Kuwae Formation which started to deposit at the late stage of the *N. kamtschatica* Zone, further eroded the underlying formations in the northern area which is closer to the channel deposits. Moreover, in the Sasakami Hills located in the most southern part of the investigated area, the Annogawa Formation also correlated to the Nishiyama Formation, unconformably overlies the older formations with pebble to boulder breccias derived from the *Thalassionema schraderi* Zone and the Sakanaiwa Formation. Foraminifera and calcareous nannofossil biostratigraphies are useful for the identification of biozones of the Kuwae (Annogawa) and Shimoseki (Sakanaiwa) Formations.

By further integrating biostratigraphic analysis, geological and sedimentological interpretation, the predictive distribution of the reservoir rock will be made clear with greater precision.

Key words: Neogene, microfossil biostratigraphy, unconformity, Kuwae Formation, Kitakanbara

* 石油資源開発技術研究所 JAPEX Research Center, 現在: 同社探鉱部, Present: Exploration Department, Japan Petroleum Exploration Co., Ltd.

** 石油資源開発技術研究所 JAPEX Research Center

1. はじめに

新潟県北部の北蒲原地域に分布する鍬江層は米谷 (1978) の西山階下部に相当し (小林・渡辺, 1985), その下部には砂岩・礫岩からなる粗粒碎屑物が発達してお

り、本地域に形成されている油・ガス田の主要な貯留岩となっている。したがって、西山期初期の古環境解析、地質構造発達史および貯留岩の堆積機構の研究は、本地域の石油探鉱には必要不可欠であり、これまで数多くの研究がなされてきている（片平，1969；猪間・小林，1969；鈴木ら，1977；米谷ら，1980；加藤・渡辺，1984；宮崎ら，1987）。

本論で対象とした橿形山脈地域の北方，荒川～胎内川間では，鉄江層と下位の内須川層は，内須川層が著しく剝離された不整合関係にあり，その基底には砂岩や礫岩層が厚く発達している。この膨大な量の粗粒碎屑物は岩相・構造・分布および有機物相などの諸データからチャネル堆積物と考えられており，その堆積相については稲葉ら（1989），有機物相と堆積作用については西田ら（1989）によりそれぞれ報告されている。

本論では，胎内川～阿賀野川間においても広く認められる（小林・渡辺，1985），鉄江層基底の不整合形態を明らかにするために，不整合面の上・下位層から採取された試料の有孔虫化石，石灰質ナノ化石および珪藻化石の3種類の微化石分析を行った結果について述べ，それに基づく不整合形態について考察する。

2. 地質概説

調査地域は図1に示したように南北に細長い範囲にわたる橿形山脈東麓，橿形山脈西麓，五十公野丘陵および笹神丘陵の4地域である。調査地域北部の橿形山脈東・西麓における新第三系は下位より，釜杭層，下関層，内須川層，鉄江層に細分されている。一方，南部の笹神丘陵では下位より，魚岩層，羽黒層，安野川層が累重している（小林・渡辺，1985）。これらの地層と新潟地域標準層序（天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会，1992）との対比を図2に示す。

七谷階の下関層および魚岩層は，橿形山脈の西麓および東麓，五十公野丘陵，笹神丘陵でほぼ南北方向に分布する。主に層理の発達した硬質頁岩からなる。

椎谷階～寺泊階の内須川層は橿形山脈東西両麓ではほぼ南北に分布する。また，羽黒層は笹神丘陵南部の羽黒神社周辺でわずかに分布するのみである。主に塊状の珪藻質泥岩からなり，下部で一部硬質頁岩が発達し，下位層の下関層とは指交関係にある。上位層の鉄江層とは不整合関係にある。

西山階の鉄江層は，橿形山脈西麓および東麓ではほぼ南北に分布する。安野川層は笹神丘陵の東斜面ではほぼ南北に分布する。両層とも主に塊状シルト岩からなり，上位ほど砂質になる傾向が認められる。貝化石および生痕化石が豊富に含まれている。胎内川以北における鉄江層下

図1 調査位置図 A：橿形山脈東麓地域，B：橿形山脈西麓地域，C：五十公野丘陵地域，D：笹神丘陵地域

Legend

	砂質シルト岩		硬質頁岩
	シルト岩		砂岩
	生痕化石		礫岩
	珪藻質泥岩		地層の欠如

図2 層序対比図

部では礫岩・砂岩の発達著しいのに対し、胎内川～加治川間では粗粒碎屑物の発達は認められない。一方、笹神丘陵の村杉周辺では、安野川層下部に下位層由来の大小さまざまな泥岩礫を含む泥岩（含泥岩礫泥岩層）が認められる。

3. 試料および方法

3.1 試料

試料採取地点を図3A～3Dに示す。図には各試料における有孔虫化石、石灰質ナノ化石、珪藻化石の産出地点および認定された化石帯を各種記号で表示した。本論中の図・表で用いた地層名および珪藻化石帯の略号は図8中に説明したので参照されたい。

3.2 処理法

有孔虫化石処理にあたっては、乾燥した試料100gを秤量し、硫酸ナトリウム法で泥化させた後、200メッシュのふるい上で水洗して残渣を得た。分析は、120メッシュ以上の残渣について行った。

石灰質ナノ化石の試料はいずれも高山（1978）の方法で処理し、プレパラートを作製した。プレパラートは偏光顕微鏡下で、倍率1,250倍で観察し、石灰質ナノ化石の検出と種の同定を行った。

珪藻化石の試料の処理については、秋葉ら（1982）の方法に従ってunprocessed strewn slideを作製して、検鏡に供した。化石帯の定義はAkiba（1986）に、鍵種の分類についてはAkiba and Yanagisawa（1986）にそれぞれ従った。

4. 微化石層序

4.1 有孔虫化石

本地域で有孔虫化石を産出したのは、主に七谷階の下関層、魚岩層および西山階の鉾江層、安野川層である。以下に、産出した有孔虫化石群集について地域別に述べる。なお、有孔虫化石の詳細な産状に関しては、浮遊性有孔虫についてのみ表1に示し、底生有孔虫に関しては省略した。

4.1.1 楯形山脈東麓

本地域の北部で有孔虫化石が豊富に産出した。夏井ルートの試料IBM-009, YI-002, IC-001（鉾江層）から*Globorotalia inflata praeinflata*, *Globorotalia orientalis* が特徴的に産出した。この群集は、No. 3 *G. inflata* bed, すなわち米谷（1978）の西山階下部を示す*Globigerina pachyderma* (Dext.)/*G. orientalis* 帯の最下部に相当する。胎内川左岸の試料kin-022（鉾江層）からNo. 3 *G. inflata* bed に特徴的に付随する*Melonis nicobarense* が産出したので、*G. inflata* 系列の浮遊性

種の産出は *G. inflata praeinflata* のみであったが、本試料はNo. 3 *G. inflata* bed に相当する可能性が高い。

上荒沢南部の試料YI-016 および下中山～下寺内の試料IBM-093, MIM-11, 12からは、右巻の*Neoglobobulimina pachyderma* 優勢の浮遊性有孔虫化石群集が検出されたので、本試料はMarker-A以下の層準であると判断され、やはり *G. pachyderma* (Dext.)/*G. orientalis* 帯に認定される。

下寺内の試料IBM-092（鉾江層）から *G. inflata praeinflata*, *G. orientalis* が検出されたので、本試料はNo. 3 *G. inflata* bed に相当する。

4.1.2 楯形山脈西麓

本地域南部の2試料から有孔虫化石が産出した。小国谷～二軒茶屋の試料IBM-095（下関層）から浮遊性有孔虫化石 *Globorotalia peripheroacuta* が検出された。この種を付随する群集はBlow（1969）のN.10に相当し、その地質時代は中期中新世初期である。

飯角の試料YI-014（鉾江層）からNo. 3 *G. inflata* bed に特徴的に付随する底生有孔虫 *Bolivinita quadrilata*, *Melonis nicobarense* が産出した。*Globorotalia inflata* 系列の浮遊性種が検出されなかったが、本試料はNo. 3 *G. inflata* bed 相当層と推定される。

4.1.3 五十公野丘陵

試料IBM-135（魚岩層）から有孔虫化石が多産した。浮遊性有孔虫化石は、*Globigerina praebulloides*, *Globigerinita glutinata* を優勢とし、*G. peripheroacuta* を付随する群集である。これは米谷（1978）の七谷階の化石帯である *G. peripheroacuta*/*Globorotalia miozea* (s. l.) 帯、Blow（1969）の化石帯区分N.10に相当し、その地質時代は中期中新世初期である。

4.1.4 笹神丘陵

有孔虫化石の産出頻度は低く、その群集構成のほとんどが砂質底生種のみからなり、種の多様性も乏しい。浮遊性種は全く検出されなかった。丘陵南部では、産出頻度が若干高く、群集は砂質種 *Martinottiella communis*, *Bathysiphon* spp., *Cribratomoides* spp. などの群集からなる。

阿賀野川の試料HR-102（魚岩層）から *Spirosigmolinella compressa* が検出されたが、七谷階を示唆する有孔虫化石は検出されなかった。

4.2 石灰質ナノ化石

有孔虫化石と同様に石灰質ナノ化石も、本地域においては鉾江層および下関層（魚岩層）からのみ、その産出が認められる（表2）。

楯形山脈東麓では夏井の胎内川右岸、坂井東方および小出川に分布する鉾江層（シルト岩）、そして下中山お

図3 A-B 試料採取位置図(櫛形山脈東・西麓), 国土地理院発行 1/2.5万地形図
「中条」「菅谷」を使用

図3 C-D 試料採取位置図(五十公野丘陵・笹神丘陵), 国土地理院発行 1/2.5万
地形図「新発田」「天王」「出湯」「馬下」を使用

表1 浮遊性有孔虫化石の産出表

PF 3帯:Globiborotailia peripheracuta - G. micozes 帯 Kw: 晚江原, Sm: 下関層, Si: 奥出層 PF 7 帯:Globiborotailia pachyderma (右巻) - Globoborotailia orientalis 帯																		五十公野丘陵		
櫛形山脈東麓																		櫛形山脈西麓		
Plank. foram. Zone (Maiya, 1978)	PF 7 帯																	PF7帯	PF3帯	PF3帯
Formation	Kuwae																	Kw	Sm	Si
Sample	IBM 009	YI 002	IC 001	KIN 022	IBM 93	IBM 92	MIM 11	MIM 12	YI 16								IBM 135			
Biorbulina biolata (d'Orbigny)	(1/8)	(1/8)	(1/4)	(1/4)	(1/16)	(1/64)	(1/16)	(1/64)	(1/256)					(1/1)	(1/32)		(1/16) 48			
Globigerina angustilimbata Bolli																	16			
G. bulatoides d'Orbigny	840	536	180	4096	752	832	13680	11264	16128					36	128		2880			
G. praebulitoides Blow														1888			192			
G. pseudocyperoensis Blow																				
G. quinqueloba Natland	376	192	44	2368	1920	512	1792	4992	896					4						
G. umbilicata Orr and Zaitzeff				128	16		80	128	1280											
G. woodi woodi Jenkins								192	92						192					
G. sp. & sp. indet.					64		608	640	3840								208			
Globigerinita glutinata (Egger)			28	192	256	320			1920						4256		2384			
G. iota Parker								512	512	256					325					
G. uvula (Ehrenberg)							64								32					
G. sp.	88	112		320			64													
Globigerinoides innomatus LeRoy							64													
G. ruber (d'Orbigny)																	64			
G. trilobus (Reuss)															64		128			
Globigerinopsis spp.																	208			
Globoquadrina dehiscentis (Chapman, Parr and Collins)															160					
G. venezuelana (Hedberg)														1	96		32			
Globorotalia inflata praeflatica Maiya, Saito and Sato	376	96	58	3		896														
G. menardii menardii (dext.)						64														
G. orientalis Maiya, Saito and Sato	96	16	13			64														
G. orientalis var. Maiya, Saito and Sato	32	8																		
G. peripheracuta Blow and Banner															1120		64			
G. peripheracuta Blow and Banner															4576		144			
G. quinfasciata Saito and Maiya															4000		912			
G. spp.																	16			
Neogloboquadrina himiensis (Maiya, Saito and Sato)						64														
N. incompta (Cifelli)					64															
N. incompta (Cifelli) (dext.)								1792	1344											
N. incompta (Cifelli) (sinist.)								224	128											
N. pachyderma (Ehrenberg)(d)	440	56	10	1088	6784	1280	1728	3776	8064					25						
N. pachyderma (Ehrenberg)(s)	72	16	4	128			128		1408											
Orbulina suturalis Bronnimann															224					
G. universa d'Orbigny						144			128											
Sphaeroidinellops seminulina (Schwager)															32		32			
Planctonic miscellaneous genus																	1168			
Total population of Planktonic foraminifera	2320	1032	337	8451	9872	4160	20736	22976	33920					66	17093		8496			

表2 石灰質ナノ化石の産出表

ABUNDANCE		PRESERVATION		+: present		Sm: 下層層		Si: 糸岩層		小国谷		五十公野丘陵													
A: Abundant	G: Good					ROUTE		胎内川・夏井		小出川		坂井東方		下中山〜下寺内											
C: Common	M: Moderate					NANNO ZONE		CN12		CN4		CN12													
R: Rare	P: Poor					FORMATION		Kuwa		Sm		Si		Kuwa											
SAMPLE						HR	16B	17	18	19	20	Kin	28a	28b	61a	61b	61c	IBM	95	135	MIM	11	11B	11C	12
ABUNDANCE						A	A	A	C	C	A	C	A	A	A	A	A	C	A	A	C	A	R	A	
PRESERVATION						G	G	G	M	M	G	M	G	G	G	G	G	M	G	M	G	G	P	M	
Braurosphaera	bigelowi (Gran & Braund)	Deflandre						2	+	2	5	2		1	1	3					4	3		2	
Calcidiscus	leptoporus (Murray & Blackman)	Loeblich & Tappan					+											+				+			
C.	macintyrei (Bukry & Bramlette)	Loeblich & Tappan																+	+						
Coccolithus	miopelagicus Bukry																								
C.	pelagicus (Wallich) Schiller						4	32	26	41	149	14	55	36	41	31	58	142			34	32	+	9	
Cyclicalgolithus	floridanus (Roth & Hay) Bukry																	6	32						
Dictyococites	antarcticus Haq							4						+	+			2	28						
D.	productus (Kamptner) Backman						58	96	29	+	9	149	98	111	108	84	14	9	107		91	+	247		
Discoaster	deflandrei Bramlette & Riedel								+									1	17						
D.	exilis Martini & Bramlette																								
D.	spp.																								
Helicosphaera	carteri (Wallich) Kamptner						+	1										6	10						
H.	sellii Bukry & Bramlette						+		+	237	82	2	8	7	3	1					3	+			
Pontosphaera	japonica (Takayama) Nishida						+					+	+	+	+	+					1	2			
P.	multiopora (Kamptner) Roth																	1							
Reticulofenestra	gelida (Geltzenauer) Backman																								
R.	haqi Backman																	1							
R.	minuta Roth																	4	5						
R.	minutula (Gartner) Haq & Berggren																	154							
R.	pseudumbilicus (Gartner) Gartner																	38	15						
R.	sp. A													3	1							+			
R.	spp. (small)						238	169	241	8	48	133	139	141	146	181					148	172	+	42	
Scyphosphaera	spp.	heteromorphus Deflandre																+							
Sphenolithus	moriformis (Bronnmann & Stradner)	Bramlette & Wilcoxon																		1	30				
S.																				1	1				
Thoracosphaera	spp.																			+					
Total							300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300		

よび横山周辺に分布する鉄江層（石灰質砂岩）から石灰質ナノ化石の産出が認められる。コッコリスの長径が5 μm 以下の *Reticulofenestra* spp. (small) および *Dictyococcites productus* を優占種とし、*Coccolithus pelagicus* を伴う群集である。他の特徴的な随伴種としては、*Helicosphaera sellii*, *H. carteri* および *Braarudosphaera bigelowii* などがある。東北日本海側地域の鮮新統からは時代決定に有効な *Discoaster* 属がほとんど産出しないため、Okada and Bukry (1980) の化石帯に対比することは困難である。しかし、本群集中には更新世初期に消滅する *H. sellii* が認められ、しかも更新統の示準種である *Gephyrocapsa caribbeanica*, *G. oceanica* が検出されない。さらに、CN 11 帯上限を規定する *Reticulofenestra pseudumbilicus* や *Sphenolithus* 属を伴わないことから CN 12 帯（鮮新統上部）の群集であると考えられる。

橿形山脈西麓の小国谷の下関層からは小型の *Reticulofenestra* 属を主体とする群集が、また五十公野丘陵の魚岩層からは *C. pelagicus* を主体とする群集がそれぞれ認められる。いずれの試料からも *Sphenolithus heteromorphus* が検出されることから、Okada and Bukry (1980) の CN 3 帯あるいは CN 4 帯に対比される。CN 3 帯上限を規定する *Helicosphaera ampliaperita* はまったく検出されない。また *Discoaster deflandrei* は五十公野丘陵の試料でやや豊富に認められるものの、小国谷の試料からはわずかに検出されるのみである。さらに、いずれの試料にも、*R. pseudumbilicus* が含まれており、五十公野丘陵の試料中からは *Discoaster exilis* が検出される。以上の群集内容および同試料 (IBM-095, IBM-135) の有孔虫化石帯がいずれも N. 10 に認定されることを考慮すると、これらの試料は CN 4 帯に相当すると考えられる。そして、その時代は中期中新世初期に相当する。

4.3 珪藻化石

珪藻化石は、分析した試料の大部分から豊富に産した。したがって、その群集内容の詳細についてはデータ量が膨大であるので、ここでは胎内川・夏井ルートの産出表を一例として示すにとどめた（表3）。

本地域の新第三系からは、中部中新統下部の *Denticulopsis lauta* 帯から鮮新統上部の *Neodenticula koizumii* 帯までの化石帯が確認される。ただし、*Denticulopsis hyalina* 帯および *Rouxia californica* 帯は未確認であり、欠如している可能性も考えられる。以下に各化石帯の群集内容の特徴について下位から述べる。

4.3.1 各化石帯の分布および群集内容

1) *Denticulopsis lauta* 帯

分布：橿形山脈西麓の下関の胎内川右岸に露出する珪藻質泥岩に認められる。岩相層序に基づく地層区分では内須川層に相当するが、珪藻化石層序に基づく七谷階を示す。

群集：*D. lauta*, *Actinocyclus ingens*, *Thalassionema nitzschioides* を優占種とする。特徴的な随伴種としては、暖流系種の *Coscinodiscus lewianus*, *Crucidentacula nicobarica* などが認められる。また、*Actinocyclus senarius*, *Palaria sulcata*, *Kisseleviella carina* などの海生底生種や沿岸種を伴う。これらの浅海種が群集内で占める割合は高くても10%程度で、大部分は海生浮遊性種からなる群集である。本帯上位の *Denticulopsis hyalina* 帯は、今回の調査では確認されていない。

2) *Crucidentacula nicobarica* 帯

分布：橿形山脈西麓の羽黒東方の下関層に認められる。

群集：*Denticulopsis hustedtii* s.l., *C. nicobarica*, *A. ingens*, *T. nitzschioides* を主体とする。上記4種で群集の約80%を占める。海生浮遊性種が大部分を占める。暖流系種と寒流系種の混合群集である。

3) *Denticulopsis praedimorpha* 帯

分布：羽黒東方および橿形山脈東麓の夏井の胎内川右岸に分布する内須川層下部に認められる。

群集：*D. hustedtii* s.l., *D. praedimorpha*, *T. nitzschioides* を優占種とし、*A. ingens* を伴う群集である。稀産ではあるが、*Ikebea tenuis*, *Rhizosolenia miocenica*, *Stephanogonia hanzawae*, *Thalassiosira grunowii* などの特徴的に伴う。海生浮遊性種を主体とし、暖流系種の産出は認められない。

4) *Thalassiosira yabei* 帯

分布：橿形山脈山西麓の二軒茶屋東方、夏井の胎内川右岸および橿形山脈東麓の坂井川の東方で南北に分布する。また、橿形山脈東麓の上荒沢の上の沢川下流にわずかに分布する。内須川層下部に認められる。

群集：*D. hustedtii* s.l., *T. nitzschioides* を優占種とし、*A. ingens*, *Rhizosolenia barboi*, *S. hanzawae*, *Thalassionema hirosakiensis* などの特徴的に随伴する群集である。海生浮遊性を主体とする。

5) *Denticulopsis dimorpha* 帯

分布：橿形山脈西麓の半山と二軒茶屋東方、橿形山脈東麓の坂井東方に南北に分布する。内須川層上部に認められる。また、笹神丘陵南部の羽黒神社西方にわずかに分布する羽黒層に認められる。

群集：*D. hustedtii* s.l., *D. dimorpha*, *T. nitzschioides* を優占種とし、*A. ingens*, *Coscinodiscus marginatus* を伴う群集である。また、本群集には、低塩分濃度海域を

表 3 胎内川・夏井における珪藻化石の産出表

胎内川夏井ルート		ABUNDANCE										PRESERVATION										T. sch.										N. koi.-N. kam										N. kam																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
		A: Abundant C: Common R: Rare										G: Good M: Moderate P: Poor																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
DIATOM ZONE		D. praedim.										T. yabei										▼										N. kam.										▼										▼										▼																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
FORMATION		Uchisugawa										(磯?)										Kuwae																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
SAMPLE		IBM HR										IBM										HR										IBM										HR																				YI																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															
ABUNDANCE		R A A A A A A A A A A A										C C C C C C C C C C C C																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
PRESERVATION		P G G G G G G G G G G G										M M M M M M M M M M M M																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
MARINE DIATOMS																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													
Actinocyclus	ingens Rattray	42	9	7	4	6	4				1	1	2	6		+	+																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												

示す *P. sulcata* や海生底生種の *A. senarius*, *Cocconeis* 属, *Grammatophora* 属, *Diploneis* 属などが比較的多く含まれ、わずかではあるが、淡水性種の混入も認められる。

6) *Denticulopsis katayamae* 帯

分布：橿形山脈西麓の半山～飯角～関沢～二軒茶屋東方にかけ南北に分布する。また、橿形山脈東麓の坂井川東方の熊出川以南に分布し、さらに坂井西方の中沢川下流でわずかに分布する。内須川層上部に認められる。

群集：*D. katayamae*, *D. hustedtii* s.l., *T. nitzschoides* を主体とし、*A. ingens*, *C. marginatus*, *Rouxia californica* などに伴う群集である。下位の *D. dimorpha* 帯と同様に海生底生種の産出が目立つ。特に、*A. senarius* が比較的豊富に検出され、淡水生種もまれに含まれる。

7) *Thalassionema schraderi* 帯

分布：橿形山脈西麓の半山～飯角周辺および橿形山脈東麓の坂井川東方、熊出川以南に分布する。内須川層上部に認められる。また、胎内川・夏井および熊出川の鉄江層基底で礫としてわずかに認められる。さらに、笹神丘陵南部の安野川周辺に分布する安野川層基底の礫岩層の礫からも本化石帯が認められる。

群集：*C. marginatus*, *T. nitzschoides*, *T. schraderi* を優占種とし、*A. ingens*, *Rhizosolenia barboi*, *R. californica* などに伴う群集である。低塩分を示す *P. sulcata* や海生底生種が普通に認められる。特に、*A. senarius* は一部の試料において群集の20%以上を占める場合がある。稀産ではあるが、淡水生種も検出される。本化石帯の上位帯である *Rouxia californica* 帯は本地域では欠如していると考えられ、今回の分析では確認されていない。

8) *Neodenticula kamschatica* 帯

分布：橿形山脈西麓の羽黒から二軒茶屋にかけて、そして橿形山脈東麓の坂井川に沿って南北方向に広く分布する。鉄江層下部に認められる。また、笹神丘陵南部の羽黒以南の安野川層下部で認められる。

群集：*N. kamschatica*, *T. nitzschoides* を主体とし、*Thalassiosira antiqua* などに伴う群集である。本群集の大きな特徴は、*P. sulcata* や海生底生種の産出が顕著となり、さらに、*Aulacoseira granulata* s.l., *Cyclotella* 属, *Stephanodiscus* 属などの淡水生種が豊富に検出されることである。また、中新統からの二次化石と考えられる *Denticulopsis* 属や *A. ingens* が認められる。

本帯の群集中には *Rossiella tatsunokuchiensis* が認められる。Akiba (1986) によると、八戸沖の日本海溝に掘削された DSDP Leg 87 Site 584において、*R. tatsunokuchiensis* の出現は中新統と鮮新統の境界にはば位置している。また、Koizumi (1985) によると、本種の出現は *Thalassiosira oestrupii* の出現とほぼ一致するとされており、その年代は中緯度地域で5.25 Maとしている。すなわち、本地域に分布している *N. kamschatica* 帯は Akiba (1986) の上部のみであり、Koizumi (1985) の *T. oestrupii* 帯（下部鮮新統）に相当する。したがって、本地域では、下位帯の *Rouxia californica* 帯とあわせて、Akiba (1986) の *N. kamschatica* 帯下部も欠如していると考えられ、上部中新統上部が認められないことになる。

9) *Neodenticula koizumii* - *N. kamschatica* 帯

分布：橿形山脈西麓の飯角および二軒茶屋にわずかに分布する。また橿形山脈東麓の夏井から坂井東方の鉄江層に認められる。笹神丘陵南部においても羽黒以南の安野川層で認められる。

群集：*N. koizumii* および *N. kamschatica* の共産で特徴づけられ、*T. nitzschoides* を優占種とする。*N. kamschatica* 帯と同様に、海生底生種や淡水生種の割合が高く、中新統由来の二次化石も認められる。また、本群集の大きな特徴としては、*Thalassiosira convexa* や *Nitzschia reinholdii* などの暖流系種を伴うことである。

10) *Neodenticula koizumii* 帯

分布：笹神丘陵北部の月岡以北の安野川層で認められる。

群集：*N. kamschatica* が検出されないことを除けば、下位帯の *N. koizumii* - *N. kamschatica* 帯の群集と大きな相異は認められない。なお、本地域では、*N. koizumii* 帯より上位の珪藻化石帯は確認されない。

4.3.2 珪藻化石群集の地理的・層位的変化

本地域のうち、露出が良好でサンプル密度の高いルート、すなわち橿形山脈東麓の熊出川および西麓の小国谷～二軒茶屋の2ルートにおける珪藻化石群集の層位的変遷を検討した（図4、5）。

熊出川ルート（図4）では、

T. yabei 帯の群集は海生浮遊性種を主体としているが、*D. dimorpha* 帯より海生底生種の割合の増加が認められる。特に *T. schraderi* 帯で *A. senarius* の産出頻度が高くなる。底生種は透光帯である水深約200 m 以浅、すなわち大陸棚域に生息している群集である。この群集内容の層位的変化は、*T. yabei* 帯と *D. dimorpha* 帯の境界で海水準が低下したこと

に起因すると考えられる。*N. kamschatica* 帯より上位では、淡水生種の産出が顕著となり、海生底生種と淡水生種の割合が50%を占める場合も認められる。淡水生種は陸域から河川を通して運搬され、再堆積した個体で

あると解釈され、*N. kamtschatica* 帯では河川水の影響がより増大したと推察される。

一方、西麓の小国谷～二軒茶屋ルート(図5)では、*T. yabei* 帯と *D. dimorpha* 帯の境界で若干海生底生種が増すものの、東麓ほどの変化は認められない。さらに、*N. kamtschatica* 帯で淡水生種の産出が認められるようになるものの、これも東麓の熊出川で認められるほど顕著ではない。淡水生種よりもむしろ低塩分海域を示す

P. sulcata を多産することで特徴づけられる。この東西両麓における群集内容の相異は、西側地域ほど現在と同様に外洋域に面して、河川水の影響が陸域側より小さかったと解釈することで説明できる。

5. 各微化石層序の対比

本地域の新第三系はおもに珪質堆積物からなり、珪質微化石を豊富に産出するのに対し、石灰質微化石は限られた層準、すなわち西山階の鉄江層、安野川層および七谷階の下関層、魚岩層から産出が認められる。分析を行った有孔虫化石、石灰質ナンノ化石および珪藻化石の3種類の微化石層序の対比について以下で考察する。

橇形山脈東麓の胎内川右岸夏井周辺に分布する鉄江層下部に有孔虫化石の No. 3 *Globorotalia inflata* bed が確認される。この層準から認められる珪藻化石は *Neodenticula koizumii* - *N. kamtschatica* 帯の群集である。この有孔虫化石と珪藻化石の各層序関係は、橇形山脈西麓の飯角周辺に分布する鉄江層、および笹神丘陵南部の安野川に分布する安野川層においても同様である。ただし、本地域では *N. koizumii* - *N. kamtschatica* 帯で No. 3 *G. inflata* bed 層準に相当する有孔虫化石群集が検出されるものの、その下位の *N. kamtschatica* 帯からは有孔虫化石がまったく検出されない。このことは、*N. koizumii* - *N. kamtschatica* 帯で暖流系の珪藻化石種を伴うようになることと、石灰質微化石を豊富に産出しはじめることが古海洋学的な要因に関連していることを示唆している。

No. 3 *G. inflata* bed 層準から検出される石灰質ナンノ化石群集は $5\mu\text{m}$ 以下の小型の *Reticulofenestra* 属と *Dictyococcites productus* を主体とし、*Coccolithus pelagicus*, *Helicosphaera sellii* を伴う群集であり、これは前述したとおり Okada and Bukry (1980) の CN12 帯に相当する。

橇形山脈西麓の小国谷に分布する下関層および五十公野丘陵に分布する魚岩層からは珪藻化石の産出が認められないものの、有孔虫化石は Blow (1969) の N. 10 に、石灰質ナンノ化石は Okada and Bukry (1980) の CN4 帯にそれぞれ相当する群集が認められる。

6. 珪藻化石層序からみた鉄江層基底の不整合

本地域に分布する鉄江層の基底には、広く不整合が認められる。北蒲原平野下、西方の陸棚海域および荒川～胎内川間の地表における鉄江層の下部には砂岩・礫岩が発達しており、これらは本地域に形成されている油・ガス田の主要な貯留岩となっている。一方、胎内川以南の橇形山脈両麓に分布する鉄江層の基底には不整合が確認

図4 熊出川における珪藻化石群集

図5 小国谷～二軒茶屋における珪藻化石群集

されるものの、粗粒碎屑物の発達には認められない。すなわち、内須川層の珪藻質泥岩と鉄江層のシルト岩が、基底礫岩層を挟在せずに直接不整合で接している。これは橿形山脈東麓の夏井の胎内川右岸、熊出川および橿形山脈西麓の二軒茶屋東方で観察できる。さらに南方に位置する笹神丘陵では、安野川層が魚岩層と不整合関係で接している。安野川層基底には大小さまざまな礫を含む礫岩が発達しており、安野川層の模式地の安野川およびその南方で良好な露出がある。

この不整合形態の全体像を明らかにするため、前述の微化石の中では珪藻化石の産出が極めて良好で、不整合面直上および直下の地層の年代決定に有効であったので、以下には珪藻化石層序からみた鉄江層（安野川層）基底の不整合形態について述べる。なお、前述したように *N. kamtschatica* 帯に認定された層準は *N. kamtschatica* 帯上部であり、Koizumi (1985) の *T. oestrupii* 帯に相当し、下部鮮新統と考えられる。

6.1 橿形山脈西麓

橿形山脈西麓の中条町周辺では、橿形山脈を構成する花崗岩および火山岩類の西側に沿って、新第三系堆積岩がわずかではあるが南北に分布している。珪藻化石層序を用いて、本地域の柱状対比を行った結果を図6に示す。この図からも明らかなように、中条町羽黒周辺で、*N. kamtschatica* 帯と *D. praedimorpha* 帯が接しており、両化石帯間に相当する *T. yabei* 帯～*R. californica* 帯（上部中新統）がすべて欠如している。一方、約300 mほど南方に位置する半山付近では、*D. dimorpha* 帯～*T. schraderi* 帯までが確認され、その上位に不整合で *N. kamtschatica* 帯が接している。すなわち、内須川層

図6 珪藻化石層序に基づく柱状対比図（橿形山脈西麓地域）

上限の古地形を考えた場合、羽黒～半山間に北傾斜の斜面の存在が想定される。これは米谷ら（1980）が有孔虫化石分析から推定した東胎内川チャンネルの南斜面と一致すると思われる。

半山以南においては、飯角や関沢で *D. katayamae* 帯、*T. schraderi* 帯、*N. kamtschatica* 帯が散点的に認められる。半山より約3 km南方の二軒茶屋では、*T. yabei* 帯～*D. katayamae* 帯および *N. kamtschatica* 帯～*N. koizumii* - *N. kamtschatica* 帯までが連続的に確認されている。これらの地層は均質な珪藻質泥岩からなり、層理がほとんど発達していない。野外調査では一連の整合であると思われたが、密度の高いサンプリングの結果、*T. schraderi* 帯、*R. californica* 帯および *N. kamtschatica* 帯下部が欠如していることが明らかとなった。本地域の鉄江層基底に粗粒碎屑物の発達は認められない。

6.2 橿形山脈東麓

本地域では、坂井川に沿う向斜軸の東翼に新第三系が南北に広く分布する。西麓地域と同様に、珪藻化石層序に基づいて柱状対比を行った（図7）。夏井の胎内川右岸では内須川層と鉄江層が不整合で接している。小林・渡辺（1985）によると、この不整合では *T. yabei* 帯と *N. kamtschatica* 帯が接しているとされており、今回の分析においても同様の結果が得られた。胎内川より南方の坂井東方では、*T. yabei* 帯の上位帯である *D. dimorpha* 帯が、さらに南の熊出川では *T. yabei* 帯～*D. katayamae* 帯が認められ、その上位に *N. kamtschatica* 帯が不整合関係で累重する。熊出川以南では、*D. katayamae* 帯の上位帯である *T. schraderi* 帯まで確認され、特に寺内川で *T. yabei* 帯～*T. schraderi* 帯までが連続的に認められる。

以上の結果から不整合面直下の内須川層は北方ほど大きく欠如していることがわかる。すなわち、鉄江層は北方ほど下位の内須川層を深く削り込んでいると言える。胎内川以北では、鉄江層の下部に膨大な量の礫岩が発達しており、この付近にチャンネルの中心の存在が推定されている（稲葉ら，1989）。今回の結果はその考え方と調和的である。なお、東麓地域においても西麓地域と同様、鉄江層基底に粗粒碎屑物の発達は認められないが、胎内川・夏井ルート（表3）および熊出川ルート（図4）で同層準基底付近で *T. schraderi* 帯に認定される試料が数点採取されている。これらの結果は基底礫岩の存在を示唆するものであるが、貯留層を形成するほどの空間的な広がりはないと判断される。

6.3 笹神丘陵

本地域では、新第三系堆積岩は丘陵の東側斜面に南北

図7 珪藻化石層序に基づく柱状対比図(櫛形山脈東麓地域)

に細長く分布している。露出状況が悪いため、不整合関係が認められたのは安野川(小林・渡辺, 1985)および阿賀野川右岸の草水(HR-101とHR-102の間)のみである。

安野川における安野川層は下位の魚岩層と不整合関係にあり、その基底には大小さまざまな礫(細礫~巨大ブロック; 30 m×30 m)が認められる。礫岩層中の礫は直接下位層から由来したと考えられる魚岩層の硬質頁岩のブロックと *T. schraderi* 帯の珪藻質泥岩が主体である。礫岩層の基質部からは時代決定に有効な種は検出されないが、礫岩層直上のシルト岩からは *N. kamtschatica* 帯が確認されている(小林・渡辺, 1985)。阿賀野川の草水では、魚岩層の上位を不整合で油徴の確認される含礫泥岩が覆う。含まれている礫は細~中円礫でスレートなどの古期岩類や凝灰岩、火山岩が主体である。含礫泥岩からは、時代を示す微化石の産出は認められない。笹神丘陵北部では、安野川層下部が露出しないため、下位層との関係は不明である。

6.4 鉄江層および安野川層基底の堆積相

以上の珪藻化石帯と鉄江層(安野川層)基底の礫岩の

発達をまとめた笹神丘陵から荒川地域にかけての南北方向の模式断面図を図8に示す。北蒲原地域においては、*R. californica* 帯および *N. kamtschatica* 帯下部、すなわち上部中新統上部がいずれの地域でも欠如している。鉄江層基底の岩相に関しては、胎内川以北で礫岩層が発達しており、その堆積相・構造・分布・諸分析結果よりチャネル充填堆積物と考えられる(稲葉ら, 1989)。一方、胎内川~加治川間では同層準に不整合は認められるものの、粗粒碎屑物は発達しない。すなわち、この地域はチャネルからはずれ、碎屑物の供給が少ない相対的に高い地域であったと推定される。さらに南方の笹神丘陵に分布する安野川層は、直接下位層より由来したと考えられる巨大な礫を含み、しかも礫にはインプリケーションが認められず層理面も見られない、基質が泥岩からなる礫岩層が発達する。これは明らかに胎内川以北で見られる礫岩層とは堆積相が異なり、斜面崩壊により形成された礫岩層であると考えられている(稲葉ら, 1989)。

7. まとめと今後の課題

本論では、公表されている微化石データが少ない北蒲

図8 笹神丘陵～荒川地域の模式断面図

原地域の地表を対象にして、新たな微化石データを示すとともに、これらに基づいて、鉄江層（安野川層）基底に認められる不整合形態に関して考察した。その結果、不整合直下の化石帯を認定することにより、その形態が明瞭になった。しかも、野外で認識することが困難な泥質岩が互いに接する不整合面の位置を、珪藻化石分析結果によりはじめて正確に求めることが可能となった。また、本地域における鉄江層（安野川層）基底の年代はほぼ同時で、*Neodenticula kamtschatica* 帯上部、すなわち前期鮮新世であることも明らかとなった。さらに鉄江層（安野川層）下部の岩相調査の結果を考慮すると、これらのデータは本地域の貯留岩分布予測に役立つものと考えられる。

しかし、本論で扱っているのは地表のデータのみであり、チャネルの上流側の形態を調査したにすぎない。石油・天然ガスが存在するのは、平野下あるいは大陸棚下の地層中、すなわちチャネルの下流側である。したがって、既存の坑井データや震探断面などを用いて、今回得られた地表データとの対比を行う必要がある。しかしながら平野下の坑井試料の場合、地表試料よりも埋没に伴う続成作用を受けており、珪藻化石を産出しないことが予想される。すなわち、坑井と地表との詳細な対比は、

特に寺泊階において困難であることが考えられる。坑井層序は主に有孔虫化石層序に基づいているので、今後地表において有孔虫化石と珪藻化石との精密な対比を行う必要がある。そのためには、新潟地域東縁帯のように、強い続成作用を受けておらず珪藻化石が良好に保存されている地域において、両化石層序の対比を目的とした調査・分析が必要である。

謝 辞

本論の公表を許可していただいた石油資源開発株式会社厚く謝意を表します。同社技術研究所秋葉文雄氏には原稿を読んでいただき、貴重なご教示を頂いた。また、珪藻化石研究の楽しさと難しさを日ごろから教えていただいている。同所の生路幸生、同社生産部の稲葉充、同社探鉱部の高山将（現在石油公団技術部）、金子賢嗣（現在地球科学総合研究所）、一丸裕二の諸氏には試料採取に協力していただいた。以上のかたがたに深謝の意を表します。

引用文献

Akiba, F., 1986: Middle Miocene to Quaternary diatom biostratigraphy in the Nankai Trough and

- Japan Trench, and modified Lower Miocene through Quaternary diatom zones for middle-to-high latitudes of the North Pacific. *Int. Rep. DSDP*, **87**, 393-481.
- Akiba, F. and Yanagisawa, Y., 1986: Taxonomy, morphology and phylogeny of the Neogene diatom zonal marker species in the middle-to-high latitudes of the North Pacific. *Int. Rep. DSDP*, **87**, 483-554.
- 秋葉文雄・柳沢幸夫・石井武政, 1982: 宮城県松島周辺に分布する新第三系の珪藻化石層序. 地調月報, **33**, 215-239.
- Blow, W. H., 1969: Late Middle Eocene to Recent Planktonic Foraminiferal Biostratigraphy. In, Bronniman, P. and Renz, H. H., eds., 1st. 1967, *Proc.*, **1**, 199-421.
- 稲葉 充・生路幸生・増井泰裕・佐賀 肇, 1989: 北蒲原平野北部の西山層の堆積相その1: 岩相, 化石相による海底チャネル〜サブマリーンファンの復元 (要旨). 石技誌, **54** (4), 310.
- 猪間明俊・小林正直, 1969: 坑井における古流系の研究. 石技誌, **34** (6), 305-313.
- 片平忠實, 1969: 新潟県北蒲原平野の基盤構造と地質発達史. 石技誌, **34** (5, 6), 249-256, 314-319.
- 加藤 進・渡辺其久男, 1984: 北蒲原平野下に発達する“Breccia”について. 石技誌, **49** (3), 165-175.
- 小林巖雄・渡辺其久男, 1985: 新潟油田東縁帯における新第三紀の地史的イベントとくに, 中新—鮮新世の不整合について一. 新潟大・理・地鉱研究報告, (5), 91-103.
- Koizumi, I., 1985: Diatom biostratigraphy for Late Cenozoic northwest Pacific. *Jour. Geol. Japan*, **91** (3), 195-211.
- 米谷盛壽郎, 1978: 東北日本油田地域における上部新生界の浮遊性有孔虫層序. 日本の新生代地質 (池辺展生教授記念論文集), 35-60.
- 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における古環境と古地理の変遷. 石技誌, **46** (6), 323-336.
- 宮崎 浩・公手 忠・秋葉文雄・深沢 光・浅野清継, 1987: 岩船沖油田の地質—貯留岩分布の予察—, 石技誌, **52** (2), 173-187.
- 西田英毅・稲葉 充・梶原義照・重川 守, 1989: 北蒲原平野北部の西山層の堆積相その2: 有機物相と堆積作用についての考察 (要旨). 石技誌, **54** (4), 310-311.
- Okada, H. and Bukry, D., 1980: Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973; 1975). *Marine Micropaleontology*, **5**, 321-325.
- 鈴木勝王・藤田 実・工藤修治, 1977: 北蒲原平野における石油・天然ガスの移動, 集積機構に関する一考察. 石技誌, **42** (2), 139-147.
- 高山俊昭, 1978: 石灰質ナンノプランクトン. 高柳洋吉編, 微化石研究マニュアル, 朝倉書店 (東京), 51-59.
- 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 1992: 改訂版, 日本の石油・天然ガス資源, 466.