

宮城県南部・福島県北部に分布する中新統の珪藻化石層序と貝類化石

柳沢幸夫¹ 栗原行人²

Yukio Yanagisawa and Yukito Kurihira (2002) Diatom biostratigraphy and molluscan fossils of the Miocene formations in the southern part of Miyagi Prefecture and the northern part of Fukushima Prefecture, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*. vol. 53, p 635- 643, 6 figs., 3 tables, 1 pl.

Abstract: Diatom and molluscan fossils are reported from the Miocene Yamairi Formation in the southern part of Miyagi Prefecture, and the Akashiba Formation in the northern part of Fukushima Prefecture, Japan. The marine diatom assemblages from the two formations are correlative with the lowest part of the upper Middle Miocene *Thalassiosira yabei* Zone (NPD 5C) of the Neogene North Pacific diatom zonation. The molluscan assemblage from the middle part of the Akashiba Formation includes elements of the Shiobara-type molluscan fauna. The age of the Shiobara-type molluscan fauna is consistent with the diatom age. The diatom biostratigraphy of this study provides a precise chronology for the Miocene sequence in this area.

Keywords: diatom, mollusca, biostratigraphy, paleontology, Miocene, Fukushima, Miyagi, Japan

要 旨

宮城県南部巨理地域の中新統山入層および福島県北部相馬地域に分布する中新統赤柴層の珪藻化石層序と貝類化石を報告した。山入層および赤柴層の珪藻化石群集は両者とも *Thalassiosira yabei* 帯 (NPD 5C) の最下部に属し、その時代は中期中新世末である。また、赤柴層中部から産出した貝類化石群集は、塩原型動物群に含まれる。これは珪藻化石年代と矛盾しない。この研究の珪藻化石層序により、この地域の中新統についてより正確な年代を与えることができた。

1. はじめに

宮城県南部から福島県北端部地域に分布する主な中新統の年代に関する資料は、北村編(1986)の島弧横断ルートNo. 23(山路ほか, 1986), No. 24(大槻ほか, 1986), およびNo. 25(島津ほか, 1986)にまとめられている。しかし、このほかにこの地域に点在する中新統に関する年代資料は充分ではなく、相互の対比や年代推定が曖昧なままであった。筆者らは、この地域に分布する中新統を調査する機会があり、その際に採取した貝類化石と微化石用試料を分析し、年代層序に関する貴重なデータを得た。これらのデータは、この地域の中新統の年代層序と対比に有用であるばかりでなく、広域地質図の編さん、動植物群集の進化、古環境の変遷および構造発達史の解明など、さまざまな地質学的研究のための基礎資料としても重要である。そこで、ここでは

これらのデータを報告するとともに、年代論について考察する。

2. 試料及び方法

試料を採取したのは、宮城県側では巨理地域の山入層、福島県側では相馬地域の赤柴層である(第1図)。試料の処理と計数は、柳沢(1999a)に従った。

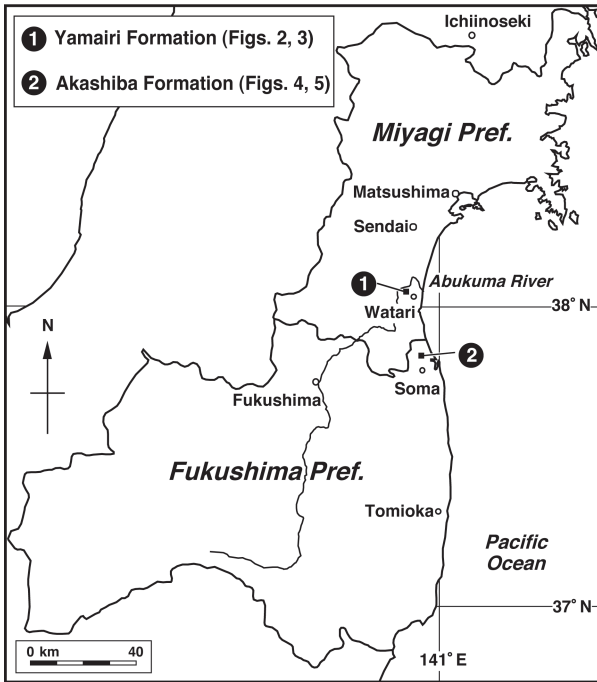
2.1 山入層

山入層(生出・藤田, 1975)は、宮城県南部の巨理郡巨理町山入付近に分布する(第2図)。本層は、貝化石が多産するほか(小出・藤田, 1975; 大槻ほか, 1986など)、束柱類化石(大石ほか, 1992)や鰭脚類化石(Kohno, 1996)なども発見されており、古生物学的に重要な地層である。本層の下部からはこれまで石灰質ナノ化石、浮遊性有孔虫および放射虫化石の報告がある(大槻ほか, 1986)。しかし、本層上部からは微化石の報告はなく、本層全体の地質年代的な位置づけは曖昧であった。

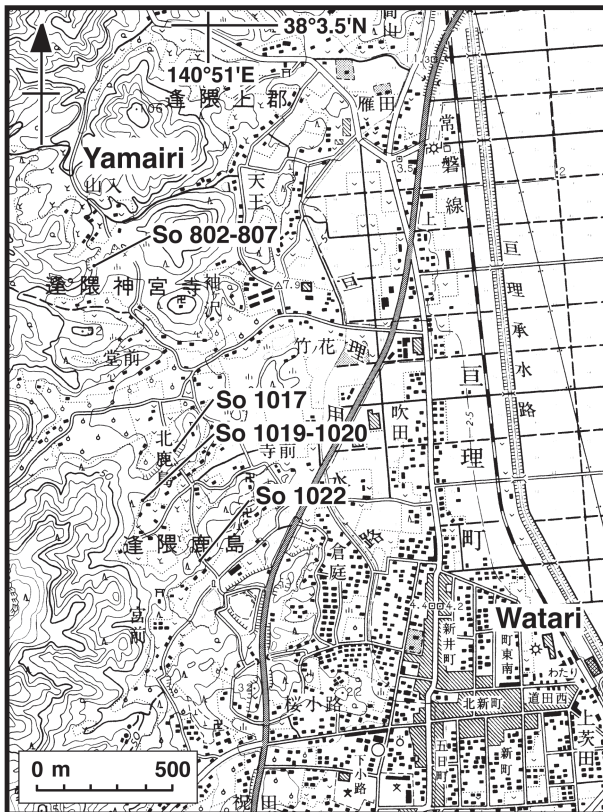
山入層は、時代未詳の割山層、白亜紀花崗岩類及び中新統の高館層を不整合に覆い、上位の鮮新統仙台層群に不整合に覆われる(生出・藤田, 1975)。本層は、最下部が下位の高館層に由来する玄武岩・安山岩の礫岩から、下部から上部にかけては、礫質凝灰質砂岩・凝灰岩・凝灰質細粒砂岩及び斜交層理のある粗粒砂岩からなる(第3図)。層厚は約100mである。分析試料は巨理町逢隈神宮寺(So 802-807)及び逢隈鹿島(So 1017-1020, 1022)で採取した(第2図及び第3図)。

¹地球科学情報研究部門(Institute of Geoscience, GSJ)

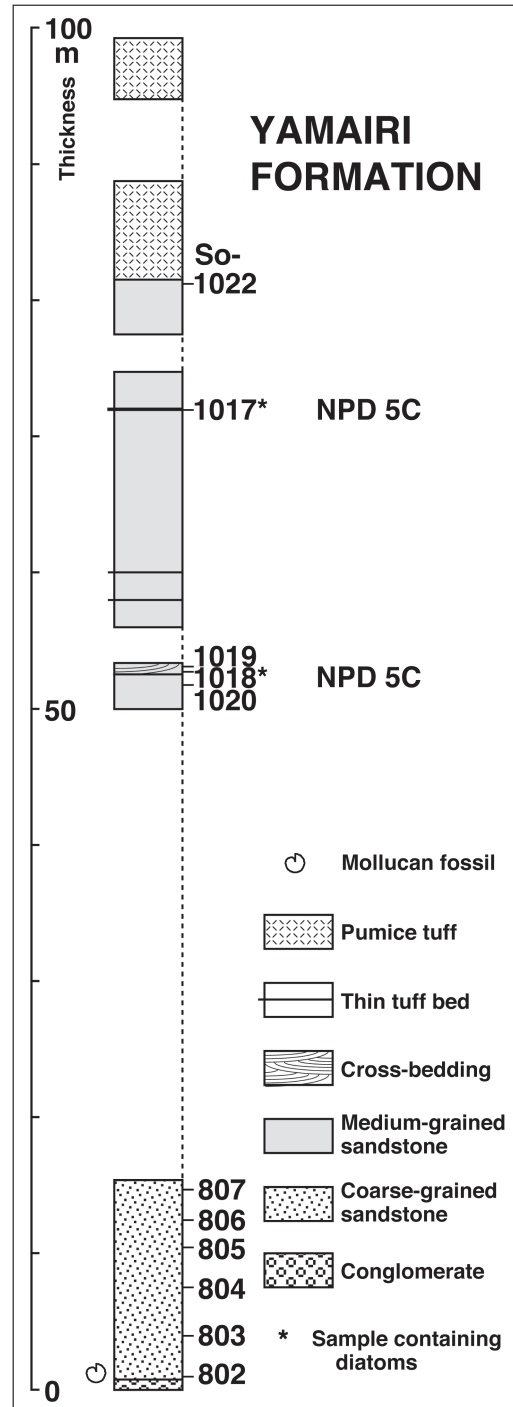
²筑波大学地球科学系(Institute of Geoscience, the University of Tsukuba, Tennodai 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8571, Japan)



第1図 試料採取地域の位置図.
Fig. 1 Index map showing the studied areas.



第2図 山入層の試料採取位置図. 国土地理院発行2万5000分の1地形図「亘理」を使用.
Fig. 2 Map showing location of samples of the Yamairi Formation. Topographic map "Watari" at 1:25,000 in scale by Geographical Survey Institute of Japan.



第3図 山入層の地質柱状図と試料採取層準.
Fig.3 Columnar section of the Yamairi Formation with sample levels.

2.2 赤柴層

赤柴層(藤田ほか, 1988)は, 福島県北西部の相馬郡新地町赤柴西方から相馬市南西部にかけて露出する(第4図). 本層は貝類化石から中新統とみなされてきた(菅野, 1955; 北村ほか, 1955; 島津ほか, 1986; 藤田ほか, 1988)が, これまでに微化石の報告はなく, その年代は明確ではなかった.

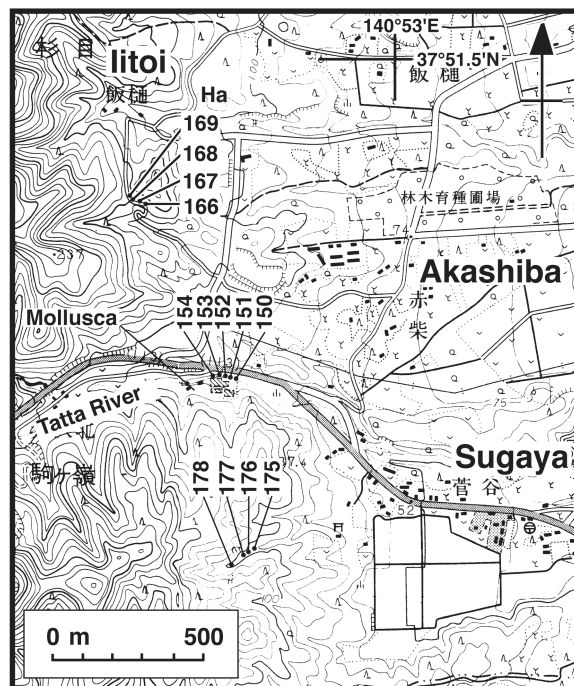
赤柴層は, 時代未詳の鹿狼山層にアバットし, 上位の鮮新統向山層に不整合に覆われる(藤田ほか, 1988; 柳沢ほか, 1996). 下部は礫岩, 上部は凝灰岩の薄層を多数挟む細-中粒砂岩からなる(第5図). 層厚は170m以上である. 分析試料は, 新地町飯櫃南方の林道沿い(Ha 166-169), 赤柴西方の立田川沿い(Ha 150-154), 及び菅谷西方の沢(Ha 175-178)の3つのセクションで採取した(第4図および第5図). また, 貝類化石を赤柴西方立田川沿いの養鶏場に渡る橋の下で採取した(第4図)

3. 結果と考察

3.1 山入層

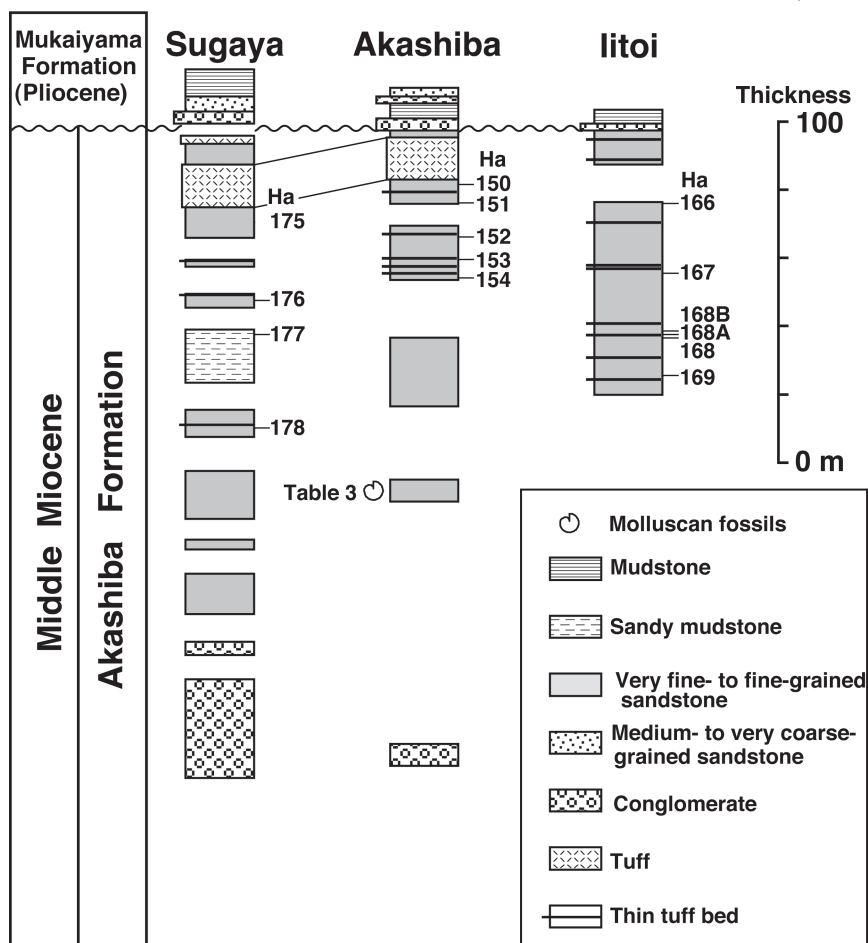
山入層では, 本層上部の試料So 1017と1018から珪藻化石が産出した(第1表).

珪藻化石群集は保存が悪く, 頑丈な殻を持つ



第4図 赤柴層の試料採取位置図. 国土地理院発行2万5000分の1地形図「新地」及び「丸森」を使用.

Fig. 4 Map showing location of the samples of the Akashiba Formation. Topographic maps "Shinchi" and "Marumori" at 1:25,000 in scale by Geographical Survey Institute of Japan.



第5図 赤柴層の地質柱状図と試料採取層準.

Fig. 5 Columnar sections of the Akashiba Formation with sample levels.

*Actinocyclus ingens*が30%以上の頻度で多産する。指標種である*Denticulopsis*属の頻度は小さいが、*Denticulopsis simonsenii*と*D. vulgaris*が産出し、*D. praedimorpha*, *D. dimorpha* 及び*D. katayamae* はいずれの試料からも検出されなかった。以上の特徴から本層の珪藻化石群集は、Yanagisawa and Akiba (1998)の*Thalassiosira yabei*帯(NPD 5C)と認定される。*T. yabei*帯内では、*D. hustedtii*が中部で産出するが、山入層の2試料からは検出されなかった。この種が産出しないことは、この2試料は、Yanagisawa and Akiba (1998)が*T. yabei*帯下部に認めた*D. hustedtii*の初産出層準(D55.2)より下位か、あるいは*T. yabei*帯上部にある*D. hustedtii*のアクメ及び終多産出層準(D55.8)より上位に位置することを示唆する(第6図)。わずか2試料

であり、かつ保存が悪いので確実ではないが、この2試料は、*T. yabei*帯上部に初産出を持つ*Thalassiosira temperei*(柳沢, 2000)が産出しないことから、*T. yabei*帯の最下部の*D. hustedtii*の初産出層準(D55.2, 11.1-11.4 Ma)より下位に相当する可能性が高い(第6図)。

ところで、大石ほか(1992)は、山入層基底より約10m上位の細粒砂岩からOkada and Bukry (1980)のCN5b帯からCN11帯を示すとされる *Reticulophenestra pseudo umbilica*と、尾田(1986)によりBlow (1969)の N.14帯付近に初産出があるとされる放散虫*Cannartus? petterssoni*の産出を報告している。これにより山入層最下部はCN5b帯およびN.14帯か、それより上位であること、すなわちCN5b帯およびN.14帯の下限の年代(11.8 Ma)よりも若い

第1表 山入層の珪藻産出表。

Table 1 Occurrence chart of diatom species in the Yamairi Formation.

Formation	Yamairi F.	
	NPD 5C	
Diatom zones	NPD 5C	
Sample number	(So-) 1017	1018
Preservation	P	M
Abundance	R	A
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader	34	32
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	8	15
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) Sims et Fryxell	4	7
<i>A. nodulifera</i> (Schmidt) Fryxell et Sims	1	8
<i>Cavitatus miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa	-	1
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg	8	1
<i>Cladogramma dubium</i> Lohman	1	+
<i>Clavicula polymorpha</i> Grunow et Pantocsek	+	-
<i>Denticulopsis simonsenii</i> Yanagisawa et Akiba	1	2
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba	1	+
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group	2	+
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova	+	1
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba	-	4
<i>Mediaria splendida</i> Sheshukova	-	+
<i>Melosira sol</i> (Ehrenberg) Kützing	4	-
<i>Nitzschia heteropolica</i> Schrader	-	1
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	12	5
<i>Proboscia barboi</i> (Brun) Fenner	3	4
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>hiemalis</i> Gran	1	3
<i>R. styliformis</i> Brightwell	+	3
<i>Rouxia californica</i> Peragallo in Tempère et Peragallo	-	+
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims	-	+
<i>Stephanopyxis</i> spp.	6	2
<i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader	-	+
<i>T. nitzschoides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo	14	11
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow	+	+
Total number of valves counted	100	100
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>	42	56

Preservation,

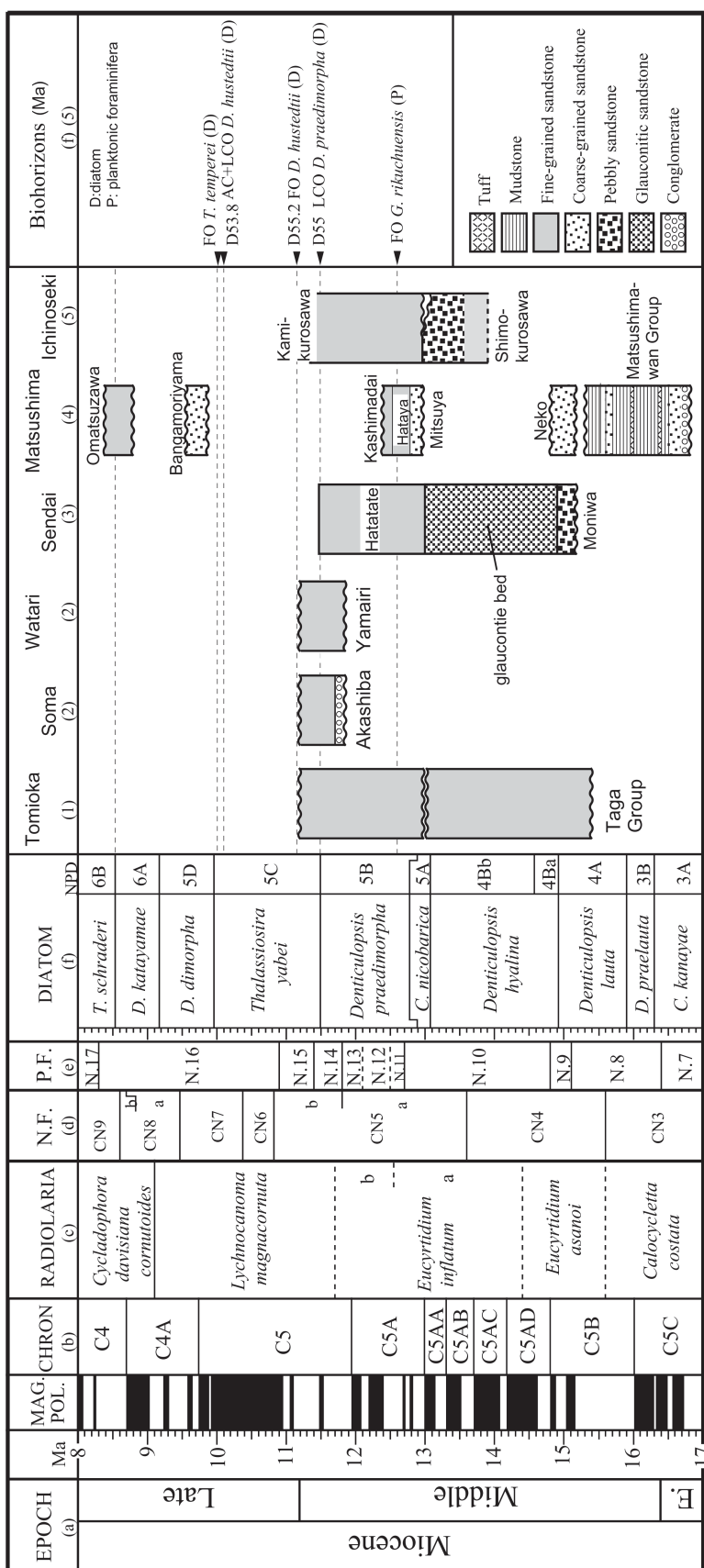
G: good, M: moderate, P: poor; Abundance, A: abundant, C: common, R: rare. +: present.

と推定できる。

一方、大槻ほか(1986)によれば、本報告の第3図の試料

So 802-807を採取した逢隈神宮寺の露頭と同一地点で、

山入層基底付近の凝灰質砂岩から浮遊性有孔虫の



第6図 地質年代と対比。

Fig. 6 Geologic age and correlation of the Miocene formations in Miyagi and Fukushima Prefectures.

- (a) Berggren et al. (1995), (b) Cande and Kent (1995), (c) Motoyama (1999), (d) Okada and Bukry (1980), (e) Blow (1969), (f) Yanagisawa and Akiba (1998), (1) Yanagisawa et al. (1989), (2) this study, (3) Yanagisawa (1999b), Shimamoto et al. (2001), (4) Yanagisawa and Akiba (1999), (5) Hayashi et al. (1999).

Globorotalia rikuchuensis Takayanagi et Odaが産出している。この種の初産出は、岩手県一関市の上黒沢層の中部に認められ(林ほか, 1999), 珪藻化石年代から12.6Ma前後の年代が推定される。また, *G. rikuchuensis*の終産出は、栃木県烏山地域の大金層下部に認められ, その推定年代は約11.5 Maである(Takahashi *et al.*, 2000)。

したがって, *G. rikuchuensis* の産出年代は12.6-11.5 Maであり, この種が産出した山入層最下部の層準がこの年代範囲にあることは確かである(第6図)。

このことと, 上述したように山入層最下部が11.8 Maよりも若いと推定できることを考慮すると, 山入層の下限の年代は, ほぼ11.5-11.8 Maの間にあると推定できる。

第2表 赤柴層の珪藻産出表。

Table 2 Occurrence chart of diatom species in the Akashiba Formation. See caption of Table 1 for explanation.

Formation	Akashiba Formation															
	<i>Thalassiosira yabei</i> Zone (NPD 5C)															
Diatom zones																
Sections	Itoi						Akashiba					Sugaya				
Sample number	Ha-	166	167	168B	168A	168	169	150	151	152	153	154	175	176	177	178
Preservation		P	M	P	P	P	P	M	P	G	M	P	P	P	G	P
Abundance		R	C	C	C	R	R	P	R	A	C	R	R	R	A	R
<i>Actinocyclus ellipticus</i> Grunow		-	+	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>A. ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader		11	6	13	51	16	7	6	7	1	5	18	1	2	1	2
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg		-	7	8	6	7	8	-	3	1	2	2	-	-	2	1
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) Sims et Fryxell		8	4	1	3	10	4	-	1	1	2	4	1	1	+	5
<i>A. vetustissima</i> (Pantocsek) Sims		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) Williams		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	+	1	-
<i>Cocconeis</i> spp.		-	-	-	1	1	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg		2	-	1	-	2	3	1	1	-	-	-	-	2	1	-
<i>Delphineis surirella</i> (Ehrenberg) Andrews		-	2	1	-	1	-	-	-	7	-	-	-	-	1	-
<i>Denticulopsis simonsenii</i> Yanagisawa et Akiba		3	4	10	1	5	4	24	10	3	6	5	3	3	4	+
<i>D. vulgaris</i> (Okuno) Yanagisawa et Akiba		3	10	10	3	1	1	7	+	14	18	20	+	1	21	2
S-type girdle view of <i>D. simonsenii</i> group		13	20	21	4	1	18	24	+	37	14	8	2	3	25	5
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i> Grunow)		-	-	-	-	1	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba		2	4	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	5	2	-
<i>Mediaria splendida</i> Sheshukova		-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-	1	-
<i>Nitzschia heteropolica</i> Schrader		-	2	-	-	1	1	1	-	+	1	2	-	1	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve		5	3	9	5	10	7	-	1	-	-	-	2	4	2	2
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundstom		1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>P. barboi</i> (Brun) Jordan et Priddle		9	9	4	-	1	1	1	-	2	2	-	-	6	+	7
<i>Pterotheca subulata</i> Grunow		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Rhizosolenia hebetata</i> f. <i>hiemalis</i> Gran		-	1	2	2	1	3	2	-	2	2	4	-	-	-	1
<i>R. styliformis</i> Brightwell		-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	1	2	-
<i>Rouxia californica</i> Peragallo in Tempère et Peragallo		+	-	1	-	+	-	14	1	2	3	2	-	2	6	-
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya		-	-	-	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Stephanopyxis</i> spp.		-	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Thalassionema hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader		1	1	-	1	1	-	2	3	6	3	4	-	-	6	2
<i>T. nitzschoides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo		10	19	13	19	19	7	12	-	12	36	25	3	32	17	6
<i>Thalassiosira</i> cf. <i>brunii</i> Akiba et Yanagisawa		-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. grunowii</i> Akiba et Yanagisawa		3	1	2	-	-	2	2	-	4	1	2	-	-	6	-
<i>T. leptopus</i> (Grunow) Hasle et Fryxell		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>T. manifesta</i> Sheshukova		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>T. praenidulus</i> Akiba		-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow		-	-	-	1	2	-	1	2	1	-	-	-	-	1	-
<i>Triceratium condecorum</i> Brightwell		-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	1	1
Miscellaneous		2	3	-	-	-	-	-	1	2	-	1	-	-	-	-
Total number of valves counted		73	100	100	100	86	67	100	32	100	100	100	13	65	100	35

以上,既報の山入層最下部の微化石年代と本報告の山入層上部の珪藻化石年代を総合すると,山入層の年代は,最大幅をとっても11.8-11.1 Maの年代範囲に収まる可能性が高い。

3.2 赤柴層

赤柴層から産出した珪藻化石群集は,*Denticulopsis simonsenii*, *D. vulgaris*, *Actinocyclus ingens*, *Azpeitia endoi*, *Thalassionema hirosakiensis*, *Thalassionema nitzschioides*, *Thalassiosira grunowii* s.l.を主とする(第2表)。また,*Denticulopsis praedimorpha*, *D. dimorpha* 及び *D. katayamae* はいずれの試料からも検出されなかった。以上の特徴から本層の珪藻化石群集は,*Thalassiosira yabei* 帯 (NPD 5C)と認定される。さらに,赤柴層からは山入層と同様に,*D. hustedtii*および *Thalassiosira temperei* が産出しないことから,珪藻化石の産出した赤柴層上部は *T. yabei*帯の最下部,すなわちに *D. hustedtii*の初産出層準(D55.2, 11.1-11.4 Ma)より下位に相当する可能性が高い(第6図)。本層の下限については年代のデータはないものの層厚から考えて,おそらく年代的には山入層とほぼ同じ年代範囲に入るのではないと思われる(第6図)。

赤柴層の貝類化石は,本層中部の細粒砂岩から産出し,二枚貝類6種,掘足類1種,腹足類4種の計11種が同定された(第3表)。貝類化石の保存は不良で,殻の大半は溶脱しかかっている。産状は密集的で,破片となっているものが多く,二枚貝類はすべて離弁で産出した。こうした産状は貝類が生息地から運搬されて堆積したことを示すが,肥後・後藤(1993)によれば産出貝類の同属現生種の大部分は浅海帯細砂底に生息することから,この貝類化石群集は生息時の群集構成をある程度保持した浅海帯細砂底の同相的群集であると考えられる。産出した貝類のうち,もっとも多産するのは *Acila (Acila) divaricata submirabilis*である。菅野(1955)は本層から産出する貝類として *Acila divaricata*, *Glycymeris* sp., *Mercenaria chitaniana*, *Macoma* sp., *Dentalium* sp.の5種を掲げており,この内容は今回同定されたものと類似する。本群集中に含まれる *Phos iwakianus* は本州の後期中新世の浅海性貝類化石群である塩原型動物群(鎮西,1963;岩崎,1981)の特徴種であることから,本群集は塩原型動物群に属すると考えられる。

Ogasawara (1994)によれば,塩原型動物群(=塩原-耶麻型動物群)の年代は約14 Maから6 Ma前後にわたると推定されており,赤柴層産の塩原型動物群は珪藻化石年代とは矛盾しない。なお,Ogasawara (1994)は,イタヤガイ類の組成の違いにより,塩原型動物群を下部と上部に細分し,両者の境界を約11 Ma前後と推定しているが,赤柴層ではイタヤガイ類貝類化石が産出していないので,赤柴層産の貝類化石群が,下部塩原型動物群か上部塩原動物群のどちらに属するかは判断できない。

第3表 赤柴層産の貝類化石。

Table 3 Molluscan fossils in the Akashaiba Formation.

BIVALVIA	
	<i>Acila (Acila) divaricata submirabilis</i> (Makiyama)
	<i>Anadara</i> sp.
	<i>Lucinoma annulata</i> (Leeve)
	<i>Solen</i> sp.
	<i>Siliqua</i> sp.
	<i>Mercenaria</i> sp.
SCAPHOPODA	
	<i>Dentalium</i> sp.
GASTROPODA	
	<i>Otukaia?</i> sp.
	<i>Turcica</i> sp.
	<i>Turritella</i> sp.
	<i>Phos iwakianus</i> (Yokoyama)

4. まとめ

この報告では,宮城県亘理地域の山入層および福島県相馬地域の赤柴層の珪藻化石分析の結果と貝類化石のデータを報告し,両層の堆積年代について考察した。これにより,両層の年代は明確になった。

- (1) 山入層上部および赤柴層上部からは *Thalassiosira yabei*帯 (NPD 5C)の最下部を示す珪藻化石群集が産出した。
- (2) 既存の微化石層序データと今回の珪藻化石層序を総合すると,山入層全体は最大幅をとっても11.8-11.1 Maの年代範囲(中期中新世末)に納まる可能性が高い。また,赤柴層についてもこれとほぼ同じ年代が推定される。
- (3) 赤柴層からは11タクサの貝類化石が産出し,それらは塩原型動物群に含まれる。

なお,参考のため,山入層および赤柴層と同時代の地層のうち,宮城県・福島県の太平洋側及びその周辺に分布する地層の年代と対比を第6図に示した。

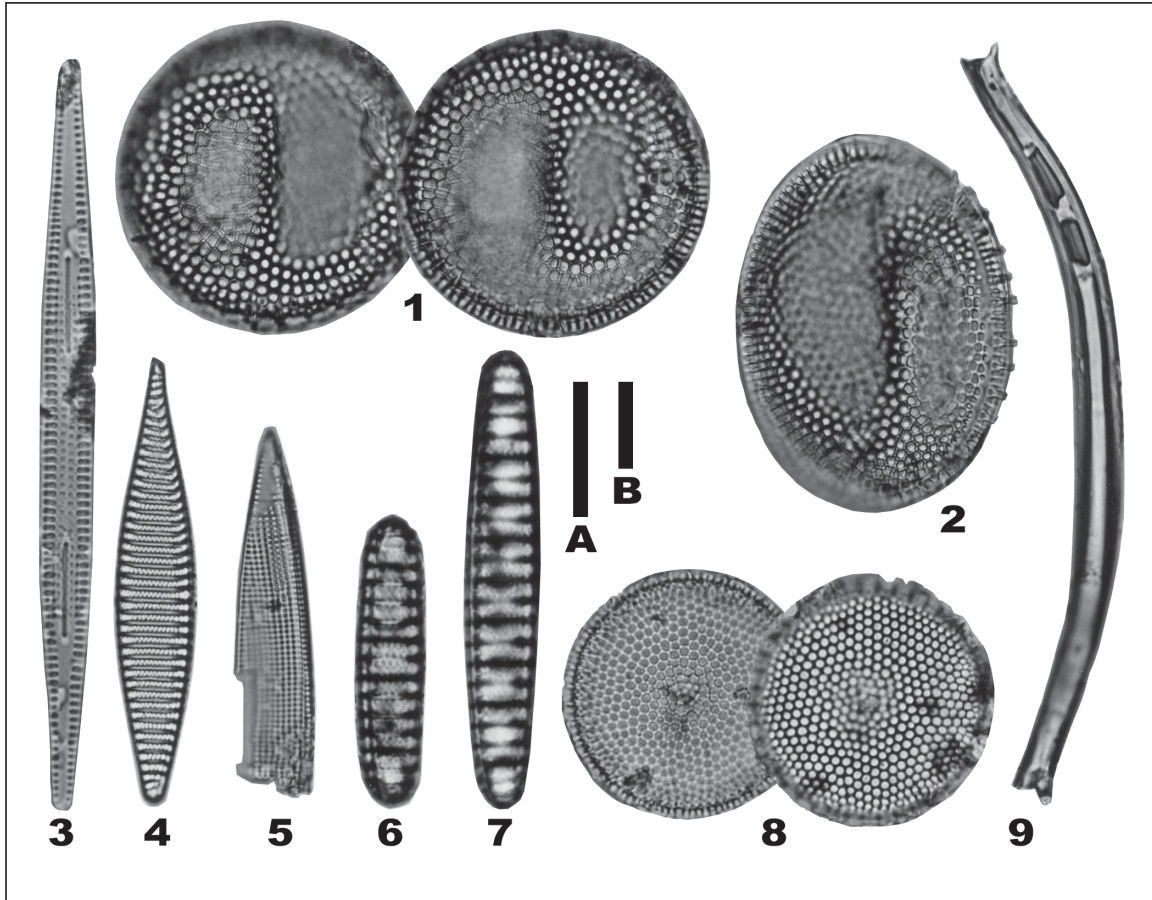
謝辞:地球科学情報研究部門の渡辺真人博士および中江訓博士には,原稿を読んでいただき有益なコメントをいただいた。深く感謝する。

文 献

- Berggren, W. A., Kent, D. V., Swisher, C. C. III and Aubry, M. -P. (1995) A revised Cenozoic geochronology and chronostratigraphy. *SEPM Special Publ.*, no. 54, 129-212.
- Blow, W. H. (1969) Late Middle Eocene to Recent planktonic foraminiferal biostratigraphy. In Brönnimann, P. and Renz, H. H. eds., *Proc. First*

- International conference on planktonic microfossils (Geneva, 1967)*, Leiden, no. 1, 199-421.
- Cande, S. C. and Kent, D. V. (1995) Revised calibration of geomagnetic polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geophys. Res.*, **100**, 6093-6095.
- 鎮西清高(1966)東北日本の新第三紀貝化石群集の変遷. 化石, no. 5, 20-26.
- 藤田至則・加納 博・滝沢文教・八島隆一(1988)地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)角田地域の地質, 地質調査所, 99p.
- 林 広樹・柳沢幸夫・鈴木紀毅・田中裕一郎・斎藤常正(1999)岩手県一関市下黒沢地域に分布する中部中新統の複合微化石層序. 地質雑, **105**, 480-494.
- 肥後俊一・後藤芳央(1993)日本及び周辺地域産軟体動物総目録. エル貝類出版局, 八尾, 693 p.
- 岩崎泰穎(1981)塩原(型)動物群—中・後期中新世の浅海棲貝化石群—. 軟体動物の研究(大森昌衛教授還暦記念論文集), 251-258.
- 菅野三郎(1955)北部阿武隈金山付近の地質. 東京教育大 地誌研報, no. 4, 11-23.
- 北村 信編(1986)新生代東北日本弧地質資料集. 仙台(宝文堂).
- 北村 信・柴田豊吉・上田 朗(1955)松川浦周辺地域の地質及び構造. 東北大地質古生物邦文報, no. 45, 84-96.
- Kohno, N. (1996) Miocene pinniped *Allodesmus* (Mammalia: Carnivora); with special reference to the "Mito seal" from Ibaraki Prefecture, Central Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, no. 181, 388-404.
- 本山 功(1999)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—. 石油技誌, **64**, 28-39.
- 尾田太良(1986)新第三紀微化石年代尺度の現状と問題点—中部および東北日本を中心として—. 中川久夫・小高民夫・高柳洋吉編, 北村 信教授記念地質学論文集, 297-312.
- Ogasawara, K. (1994) Neogene paleogeography and marine climate of the Japanese Islands based on shallow-marine molluscs. *Palaeogeogr. Palaeoclim. Palaeoecol.*, **108**, 335-351.
- 生出慶司・藤田至則(1975)地域地質研究報告(5万分の1地質図幅)岩沼地域の地質, 地質調査所, 27p.
- 大石雅之・藤原 治・小笠原憲四郎(1992)宮城県亘理郡亘理町の中新統山入層から産出した束柱類上腕骨化石について. 岩手県博研究報告, no. 10, 1-9.
- Okada, H. and Bukry, D. (1980) Supplementary modification and introduction of code numbers to the low latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973, 1975). *Marine Micropaleontol.*, **5**, 321-325.
- 大槻憲四郎・吉田武義・斎藤常正(1986)島弧横断ルート No. 24(白鷹山—上山—蔵王—岩沼). 北村 信編, 新生代東北日本弧地質資料集, **3**, その3, 仙台(宝文堂).
- 島本 昌憲・太田 聡・林 広樹・佐々木 理・斎藤 常正(2001)仙台市南西部に分布する中新統旗立層の浮遊性有孔虫層序. 地質雑, **107**, 258-269.
- 島津光男・斎藤常正・天野一男・大槻憲四郎・柳沢幸夫・山路 敦(1986)島弧横断ルートNo. 25(荒川河口—小国—手ノ子, 赤湯—白石—角田). 北村 信編, 新生代東北日本弧地質資料集, **3**, その4, 仙台(宝文堂).
- Takahashi, M., Hayashi, H., Tanaka, Y. and Okada, T. (2000) Integrated stratigraphy of the lower part of the Miocene Karasuyama sequence, central Japan. *Jour. Jap. Asso. Petrol. Tech.*, **65**, 571-583.
- 山路 敦・天野一男・大槻憲四郎・石井武政(1986)島弧横断ルートNo. 23(栗島—温海—左沢—天童—作並—仙台). 北村 信編, 新生代東北日本弧地質資料集, **3**, その2, 仙台(宝文堂).
- 柳沢幸夫(1999a)金沢市南部地域に分布する中新統の珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 49-65.
- 柳沢幸夫(1999b)仙台市西部に分布する中部中新統旗立層の珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 269-278.
- 柳沢幸夫(2000)珪藻 *Denticulopsis hustedtii* のアクメ・終多産出イベントの生層序学的有効性—常磐地域中新統多賀層群の対比への適用—. 地球科学, **54**, 167-183.
- Yanagisawa, Y. and Akiba, F. (1998) Revised Neogene diatom biostratigraphy for the northwest Pacific around Japan, with an introduction of code numbers for selected diatom biohorizons. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **104**, 395-414.
- 柳沢幸夫・秋葉文雄(1999)松島地域の中新世珪藻化石層序の再検討. 地調月報, **50**, 431-448.
- 柳沢幸夫・中村光一・鈴木祐一郎・沢村孝之助・吉田史郎・田中裕一郎・本田 裕・棚橋 学(1989)常磐炭田北部双葉地域に分布する第三系の生層序と地下地質. 地調月報, **40**, 405-467.
- 柳沢幸夫・山元孝広・坂野靖行・田沢純一・吉岡敏和・久保和也・滝沢文教(1996)相馬中村地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 144p.

(受付:2002年6月7日;受理:2002年6月20日)



図版1 赤柴層から産出した珪藻化石.

Plate 1 Diatoms in the Akashiba Formation. Scale bar = 10 μ m (A for Figs. 6 and 7, B for Figs. 1-5, 8, 9).

Figs. 1, 3-7, 9 from sample Ha 152; Figs. 2 and 8 from sample Ha 177.

1. *Thalassiosira grunowii* Akiba et Yanagisawa s. l.
2. *Thalassiosira* cf. *brunii* Akiba et Yanagisawa
3. *Rouxia californica* Peragallo
4. *Nitzschia heteropolica* Schrader
5. *Mediaria splendida* Sheshukova
- 6, 7. *Denticulopsis simonsenii* Yanagisawa et Akiba
8. *Thalassiosira praenidulus* Akiba
9. *Proboscia barboi* (Brun) Jordan et Priddle