

富山・石川県境の医王山地域に分布する中新統の 珪藻化石層序と対比

柳沢幸夫*

Yukio YANAGISAWA (1999) Diatom biostratigraphy of the Miocene sequence in the Iozen area, Hokuriku Province, central Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 50, (1), p. 67-81., 9 figs., 2 tables.

Abstract: Diatom biostratigraphy is established for the Middle Miocene sequence in the Iozen area, Hokuriku Province, central Japan, and the high-resolution Neogene diatom biochronology proposed by Yanagisawa and Akiba (1998) was proven to be applied to the Middle Miocene formations in this area. The Miocene sequence in this area is composed of the Iozen, Sunagozaka, Doyama, Omine, Kurahara and Takakubo Formations in ascending order. The IV/V members of the Doyama Formation, Omine and the lower Kurahara Formations are assigned to the *Denticulopsis lauta* Zone (NPD 4A). The FO (first occurrence) of *Cavitatus lanceolatus* (D41.5, 15.6 Ma) is in the uppermost Doyama Formation. The FO of *Denticulopsis okunoi* (D42, 15.5 Ma) and the LO of *D. okunoi* (D43, 15.4 Ma) are found in the Omine Formation, and the LO of *C. lanceolatus* (D43.2, 15.2-15.3 Ma) are identified in the lower Kurahara Formation. Detailed diatom biostratigraphy of this study clearly indicates that a previously proposed Miocene lithostratigraphic correlation between the Iozen and Kanazawa areas is partly erroneous. The Omine Formation, which has been treated as an equivalent of the Asagaya Formation in Kanazawa area, should be correlated with the overlying Saikawa Formation. The IV/V and III members of the Doyama Formation are correlated with the Shimoaraya and Asagaya Formations, respectively.

要 旨

富山・石川県境の医王山地域に分布する中新統の珪藻化石層序について研究を行い, Yanagisawa and Akiba (1998) の提案した高分解能珪藻化石層序が, この地域の中新統にも適用できることを示した。この地域の中新統は下位より医王山層・砂子坂層・土山層・御峰層・蔵原層および高窪層からなる。土山層のIV, V部層, 御峰層および蔵原層下部の試料は, すべて *Denticulopsis lauta* 帯 (NPD 4A) と認定される。また, 広域に対比可能な生層準として, 下位より *Cavitatus lanceolatus* の初産出 (D41.5, 15.6Ma) が土山層最上部に, *Denticulopsis okunoi* の初産出 (D42, 15.5Ma) と *D. okunoi* の終産出 (D43, 15.4Ma) が御峰層中に, さらに *C. lanceolatus* の終産出 (D43.2, 15.2Ma) が蔵原層の下部に認められた。詳細な珪藻化石層序を用いて金沢市南部地域の中新統との対比を行った結果, 岩相の特徴からこれまで朝ヶ屋層に対比されてきた御峰層は, 犀川層に対比され, それに伴って上下の地層の対比も修正する必要があることがわかった。金沢市協原産のタコブネ類化石は, *C. lanceolatus* の終産出 (D43.2) より上位の *D. lauta* 帯 (NPD 4A) の最上部に位置づけられる。

1. はじめに

日本を含む北太平洋における新第三紀珪藻化石層序は, 最近急速に進歩し, 中新世においても20-30万年オーダーの精度で対比ができるようになった (Yanagisawa and Akiba, 1998)。これによって, 中新世におけるさまざまな地史的イベントを精密に対比し, それらの相互の関係について新たな観点から考察することが可能となった。

この論文をはじめとする一連の論文 (柳沢, 1999a, b, c) では, この精度の高い珪藻化石層序を用いて, 北陸地域の中新統に関する精密な年代層序学的枠組みを構築し, この地域の中新世における詳細な地史を復元するための基礎的データを提供する。前報 (柳沢, 1999a) では, 石川県金沢市南部地域に分布する中新統の珪藻化石層序について記載したが, 本論文ではその続報として, 隣接する医王山地域の中新統の珪藻化石層序について報告する。

医王山地域は, 富山・石川県境に位置し, 八尾地域をはじめとする富山県内の新第三系と, 石川県内に分布す

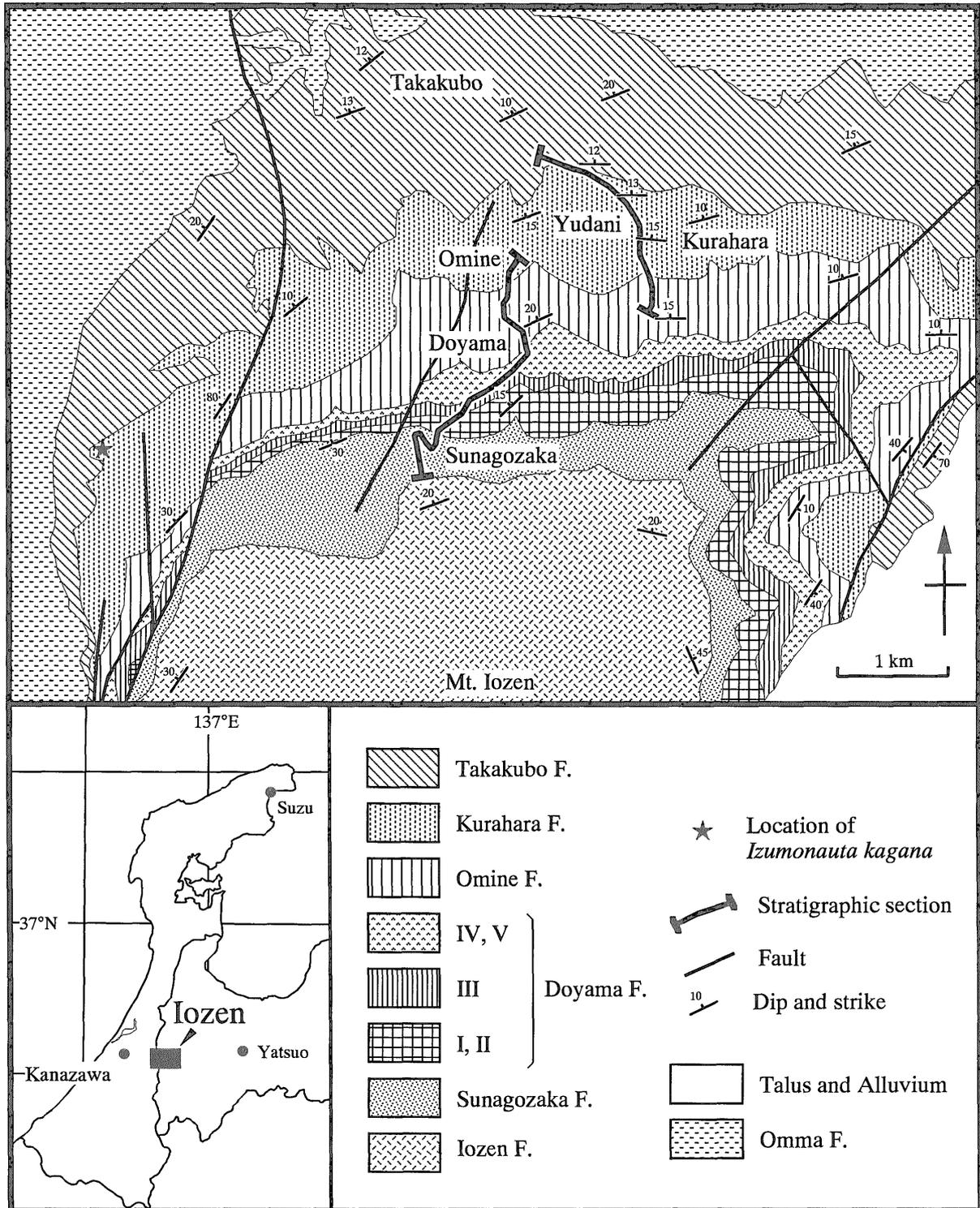
*地質標本館 (Geological Museum, GSJ)

Keywords: diatom, sedimentary rocks, biostratigraphy, biochronology, Iozen, Ishikawa Prefecture, Toyama Prefecture, Hokuriku, Japan, Neogene, Miocene

る新第三系を対比し、北陸地域の層序を構築してゆく上で重要な位置を占めている(藤井ほか, 1992)。この研究によって、医王山地域でも Yanagisawa and Akiba (1998) の提案した高精度の珪藻化層序が確立され、富山・石川県内の中新統を非常に精密に対比することが可能となった。

2. 層序・試料および方法

医王山地域は、富山県・石川県の県境に位置する医王山山塊の北方山麓域にあたり、行政区域では富山県東砺波郡福光町西部と石川県金沢市東部に属する(第1図)。本地域の新第三系の層序は、井上ほか(1964)、佐々木・



第1図 医王山地域の地質図。主として井上ほか(1964)および佐々木・小笠原(1986)に基づく。
Fig. 1 Geologic map of the Iozen area (after Inoue *et al.*, 1964, and Sasaki and Ogasawara, 1986).

Age	Formations	Column	Thickness (m)	Lithology	Remarks
Ple.	Omma F. 大桑層			Sandstone and mudstone	
Late Mio.	Takakubo F. 高窪層		450	Sandy mudstone	Unconformity
				Cross-bedded sandstone	
Middle Miocene	Kurahara F. 蔵原層	Yu 湯谷	130	Andesitic tuffaceous sandstone	Unconformity <i>Izumonauta kagana</i>
				Cross-bedded tuffaceous sandstone	Regression
	Omine F. 御峰層		150	Mudstone Sandy mudstone Sandstone	
	Doyama F. 土山層	V IV III II I	Dy 土山	130	Cross-bedded tuffaceous sandstone
		Tuff Mudstone and sandy mudstone			
Early Miocene	Sunagozaka F. 砂子坂層	ST-1 ST-0	80	Sandstone and mudstone	<i>Operculina</i> <i>Yatsuo Fauna</i>
				Felsic tuff Sandstone	
	Iozen F. 医王山層		1000+	Rhyolite volcaniclastics and lava	

第2図 医王山地域新第三系の層序。

Fig. 2 Stratigraphy of the Neogene sequence in the Iozen area.

小笠原 (1986), 杉本・豊島 (1984), 杉本 (1996) および杉本・森 (1996) などによって明らかにされた。本論文では、井上ほか (1964) の層序区分に従う。ただし、井上ほか (1964) や佐々木・小笠原 (1986) が部層としている地層単位をすべて累層に格上げして扱う (第2図)。これは、後述するように、従来の医王山地域と金沢市南部地域の中新統の対比に誤りがあることが判明したため、部層を含む従来の層序区分を用いて対比を行うと、累層名と部層名が錯綜して極めてわかりにくいためである。

医王山地域の中新統は、下位より医王山層、砂子坂層、土山層、御峰層、蔵原層および高窪層からなり、更新統の大桑層に不整合に覆われる。

医王山層は、流紋岩およびその火砕岩からなり、層厚は最大1,000mに達する。

砂子坂層は、医王山層を整合に覆い、全体として凝灰

質の砂岩および泥岩からなる。凝灰岩 ST-0 および ST-1 を挟む (杉本, 1996)。 *Vicarya yokoyamai* などのいわゆる八尾軟体動物群および大型有孔虫の *Operculina* を含む (佐々木・小笠原, 1986)。

土山層は、砂子坂層に整合に重なる主として凝灰岩からなる地層である。杉本・豊島 (1984) および杉本・森 (1996) は岩相構成の特徴に基づいて、本層を I-V 部層に細分した。下部の I 部層は塊状の火山礫凝灰岩-火山角礫岩、II 部層は細粒凝灰岩・砂岩・泥岩・砂質凝灰岩などの互層からなる。本層中部の III 部層は、砂質泥岩および泥岩で占められる。上部の IV 部層は軽石凝灰岩・凝灰質泥岩、最上部の V 部層は斜交成層した凝灰質中-粗粒砂岩・細礫質砂岩からなる。なお、井上ほか (1964) では、杉本・豊島 (1984) および杉本・森 (1996) の I・II 部層が下部凝灰岩層、III 部層が中部泥岩層、IV・V 部層が上部凝灰岩層として区分されている。



第3図 試料採取位置図。国土地理院発行2万5千分の1地形図「福光」および「倶利伽羅」を使用。Yu：湯谷セクション；Dy：土山セクション。

Fig. 3 Map showing sample locations. Yu: Yudani section; Dy: Doyama section. Topographic maps "Fukumitsu" and "Kurikara" at 1:25,000 in scale by Geographical Survey Institute of Japan.

御峰層は、塊状の砂質泥岩または泥岩からなる地層で、最下部には細-中粒砂岩が発達する。杉本・豊島(1984)は、土山層のV部層を覆う御峰層が順次南西方向に向かって土山層の下位の層準(IV-I部層)と接し、両層の間に著しい斜交関係が認められること、また御峰層の基底が不規則な境界面をなすことから、御峰層の基底に隆起・削剝作用、すなわち不整合の存在を想定している。

蔵原層は、御峰層を整合に覆う塊状の安山岩質細-中粒黒色砂岩で、御峰北方では最下部に厚さ約10mの顕著な斜層理のある粗粒砂岩が発達する。

高窪層は、砂質泥岩からなり、細粒砂岩層を挟む。湯谷北方では最下部には厚さ約8mの斜層理砂岩を挟む。佐々木・小笠原(1986)によれば、本層は下位の蔵原層とは不整合の関係にある。

医王山地域では、富山県福光町土山付近から石川県金

沢市砂子坂町にかけて(土山セクション)と、福光町湯谷付近(湯谷セクション)において調査を行い、それぞれ30個と27個の試料を採取した(第3図)。なお、両セクションについては、すでに伊東(1986)が珪藻化石層序の研究を行っている。

試料の処理および珪藻化石の算定法は、柳沢(1999a)と同じである。

3. 結果

珪藻化石の産出結果を第1, 2表に、各セクションでの主な珪藻種の層序学的分布・生層準(biohorizon)および珪藻化石帯を第4, 5図に示す。珪藻化石帯区分は、Akiba(1986)およびYanagisawa and Akiba(1998)の北太平洋中-高緯度珪藻化石帯をそのNPDコード番

号とともに用いる。また、対比に有用な生層準は、Yanagisawa and Akiba (1998) の D コード番号を使用する。なお、生層準については、この論文の図では以下のような略号を使う。FO (first occurrence, 初産出), LO (last occurrence, 終産出)。

3.1 土山セクション

医王山層最上部から蔵原層最下部までの層準が露出する(第4図)。試料は、砂子坂層から蔵原層の最下部にかけて採取した(Dy01-30)が、このうち土山層のIV部層の試料 Dy15より上位の試料14個から珪藻化石が産出した(第1表)。

珪藻の産出した試料は、最上位の Dy29を除き、すべて *Denticulopsis lauta* を産し、*D. hyalina* を含まないので、*D. lauta* 帯 (NPD 4A) であると判定される。生層準として、下位より、*Cavitatus lanceolatus* の初産出(D41.5)が土山層最上部に、*Denticulopsis okunoi* の初産出(D42)と *D. okunoi* の終産出 (D43) が御峰層中に認められた。

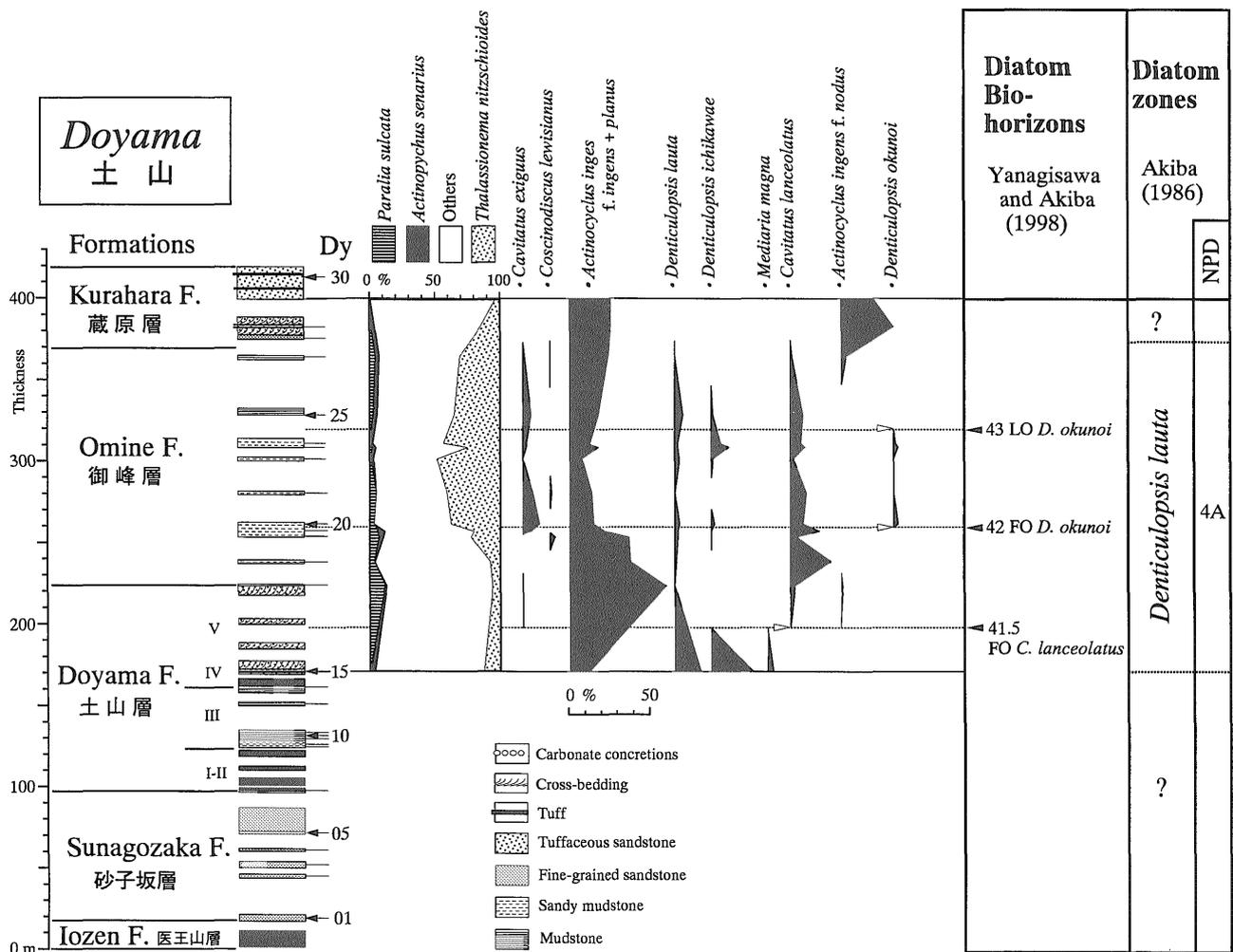
3.2 湯谷セクション

御峰層上部、蔵原層および高窪層が露出する(第5図)。採取した試料(Yu01-26)のうち御峰層上部から蔵原層下部の試料(Yu01-11)からは連続して珪藻化石が産出したが、蔵原層上部および高窪層の試料からは、Yu13を除き珪藻化石は検出されなかった(第2表)。

御峰層上部から蔵原層下部の試料(Yu01-10)は、*Denticulopsis lauta* を含み、*D. hyalina* を欠くことから *D. lauta* 帯 (NPD 4A) と認定される。Yu11および13は、*Denticulopsis* を含まず、化石帯の判定はできない。対比可能な生層準として、*Denticulopsis okunoi* の終産出(D43)が御峰層上部に、*Cavitatus lanceolatus* の終産出(D43.2)が蔵原層下部に確認された。

3.3 対比と珪藻化石層序のまとめ

土山セクションおよび湯谷セクションの対比を第6図に示す。珪藻化石層序の結果をまとめると以下のとおりである。



第4図 土山セクションにおける主な珪藻種の層序学的分布・珪藻生層準及び珪藻化石帯。

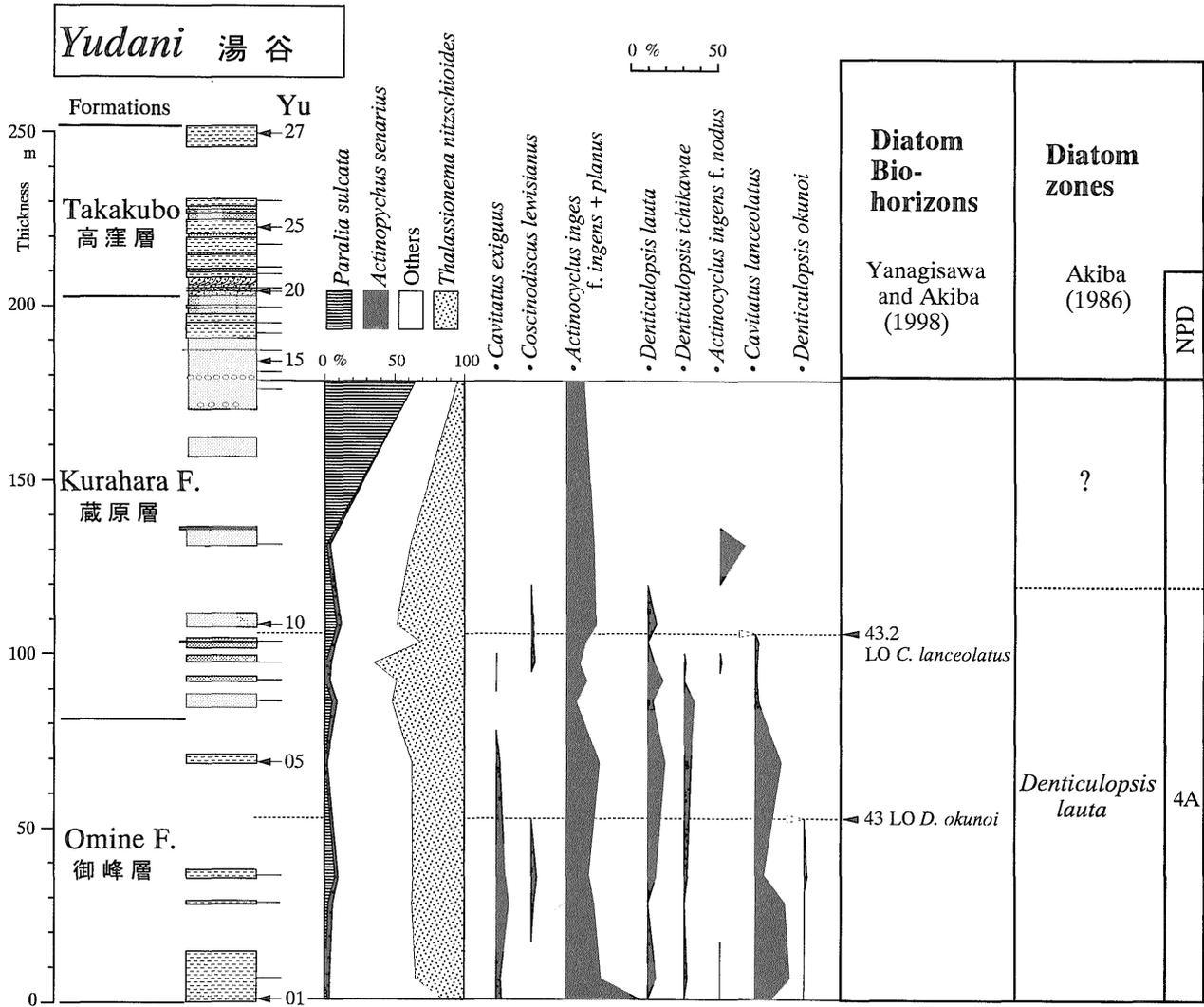
Fig. 4 Stratigraphic distribution of selected diatom species, diatom biohorizons and diatom zone in the Doyama stratigraphic section.

第1表 土山セクションにおける珪藻産出表。

Table 1 Occurrence chart of diatom species in the Doyama stratigraphic section.

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

Formations	Do.	Omine										Kurahara			
Diatom zone		<i>Denticulopsis lauta</i> Zone (NPD 4A)												?	
Neogene North Pacific Diatom Biohorizons (Yanagisawa and Akiba, 1998)		D41.5					D42					D43			
Sample number	Dy-	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	28	29
Original sample number	Noto	803	1203	802	801	800	799	798	797	796	795	794	793	1212	1213
Preservation		M	P	P	P	P	P	P	p	P	P	P	P	P	P
Abundance		R	C	R	R	C	C	R	R	R	C	C	R	R	R
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader		11	48	23	27	6	4	8	5	3	+	9	20	24	24
<i>A. ingens</i> f. <i>nodus</i> (Baldauf) Whiting et Schrader		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	32	20
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting et Schrader		2	12	15	10	16	11	6	3	15	13	9	4	2	2
<i>A. cf. kisselevii</i> Makarova		-	1	1	-	1	1	-	2	8	1	-	3	-	-
<i>Actinoptychus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg		5	2	1	5	7	-	+	3	4	3	4	4	4	1
<i>Aulacoseira</i> spp.		-	-	1	-	-	-	+	2	2	1	+	1	-	22
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) Sims et Fryxell		3	-	-	-	1	-	1	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cavitatus exiguus</i> Yanagisawa et Akiba		-	+	-	-	5	10	6	+	2	2	5	1	-	-
<i>C. jouseanus</i> (Sheshukova) Williams		6	+	+	2	5	8	9	2	2	5	2	3	+	-
<i>C. lanceolatus</i> Akiba et Hiramatsu		-	3	25	4	18	8	10	2	9	7	8	1	-	-
<i>Cocconeis scutellum</i> Ehrenberg		-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Coscinodiscus lewisianus</i> Greville		-	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	+	-	-
<i>C. marginatus</i> Ehrenberg		1	6	10	9	1	-	1	+	1	-	1	1	12	22
<i>C. perforatus</i> Ehrenberg		1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Cymatosira</i> cf. <i>loretziana</i> Grunow		-	-	-	-	-	1	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Delphineis miocenica</i> (Schrader) Andrews		2	-	-	-	-	-	1	+	+	1	-	1	-	-
<i>D. penelliptica</i> Andrews		-	1	-	-	+	-	-	+	1	+	+	-	-	-
<i>D. surirella</i> (Ehrenberg) Andrews		-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Denticulopsis ichikawae</i> Yanagisawa et Akiba		8	-	-	+	+	2	-	1	7	6	1	-	-	-
<i>D. lauta</i> (Bailey) Simonsen		5	+	1	1	1	3	+	3	1	2	5	+	-	-
<i>D. okunoi</i> Yanagisawa et Akiba		-	-	-	-	-	2	+	+	2	1	+	-	-	-
<i>D. praelauta</i> Akiba et Koizumi		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
Girdle view of <i>D. lauta</i> group		28	-	-	1	1	+	-	-	5	-	+	-	-	-
<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i>)		-	-	-	-	-	-	-	1	-	+	-	-	-	-
<i>Goniothecium odontella</i> Ehrenberg		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
<i>Grammatophora</i> spp.		-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	+
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova		-	1	1	1	-	-	-	2	-	-	-	2	-	-
<i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Mediaria magana</i> Yanagisawa		3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>M. splendida</i> Sheshukova		+	-	-	-	+	-	-	+	+	+	+	1	-	-
<i>Melosira sol</i> (Ehrenberg) Kützing		-	1	3	1	+	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Nitzschia challengerii</i> Schrader		-	-	-	-	+	-	-	-	+	-	-	+	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve		-	14	4	8	7	4	6	1	2	-	3	5	1	-
<i>Planifolia tribranchiata</i> Ernisee		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proboscia alata</i> (Brightwell) Sundstöm		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>P. interposita</i> (Hajós) Jordan et Priddle		-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	7	-	-
<i>Pseudodimerogramma elliptica</i> Schrader		+	-	-	-	1	-	+	-	+	+	+	-	-	-
<i>Raphidodiscus marylandicus</i> Christian		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Rhaphoneis scalaris</i> Ehrenberg		-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>Rhizolenia styliformis</i> Brightwell		-	-	-	-	+	-	-	4	-	+	-	1	2	-
<i>Rouxia naviculoides</i> Schrader		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	+	-	-	-
<i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Stephanopyxis</i> spp.		8	1	3	4	3	-	-	2	3	2	4	3	3	3
<i>Thalassionema</i> cf. <i>hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader		-	-	-	-	-	-	-	4	-	+	-	-	-	-
<i>T. nitzschoides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo		15	7	9	27	24	45	49	58	30	52	42	37	18	4
<i>T. obtusa</i> (Grunow) Andrews		-	-	-	-	+	-	-	+	1	-	-	-	-	-
<i>Thalassiosira mizunamiensis</i> Yanagisawa		-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow		-	-	+	+	+	+	+	2	+	+	1	+	+	1
<i>Triceratium condecorum</i> Brightwell		-	-	-	-	2	1	-	2	2	2	1	1	-	-
<i>Trochosira spinosa</i> Kitton		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
Total number of valves counted		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>		8	14	8	15	18	10	17	34	26	20	35	27	8	8



第5図 湯谷セクションにおける主な珪藻種の層序学的分布・珪藻生層準及び珪藻化石帯。

Fig. 5 Stratigraphic distribution of selected diatom species, diatom biohorizons and diatom zone in the Yudani stratigraphic section.

砂子坂層および土山層のI-III部層からは珪藻化石が産出せず、珪藻化石帯の認定はできなかった。土山層のIV, V部層、御峰層および蔵原層下部の試料は、すべて *Denticulopsis lauta* 帯 (NPD 4A) と認定される。蔵原層上部および高窪層については、珪藻化石が産出しないか、あるいは産出しても指標種が含まれないために、珪藻化石帯の認定はできなかった。

広域に対比可能な生層準として、下位から *Cavitatus lanceolatus* の初産出 (D41.5, 15.6Ma) が土山層最上部に、*Denticulopsis okunoi* の初産出 (D42, 15.5Ma) と *D. okunoi* の終産出 (D43, 15.4Ma) が御峰層中に、さらに *C. lanceolatus* の終産出 (D43.2, 15.2-15.3Ma) が蔵原層の下部に認められた。このように、*D. lauta* 帯の中の有用な生層準が医王山地域でも確認され、Yanagisawa and Akiba (1998) の提案した高分解能珪藻化石層序がこの地域の中新統にも適用できることが実証され

た。

4. 考察

4.1 珪藻化石層序について

伊東 (1986) は、すでに本論文で検討した2つの層序セクションを含む7つの層序セクションにおいて珪藻層序学的研究を行っている。今回の結果は彼の研究結果とは矛盾しないが、伊東 (1986) では *C. lanceolatus* の初産出・終産出層準、*D. okunoi* の初産出・終産出層準については言及がない。これは当時まだこれら2種が記載されていなかったためである。ただし、*C. lanceolatus* は、*Syneda jouseana* var. 1として産出表に産出状況が記載されており、その産状は今回の研究結果と完全に一致する。

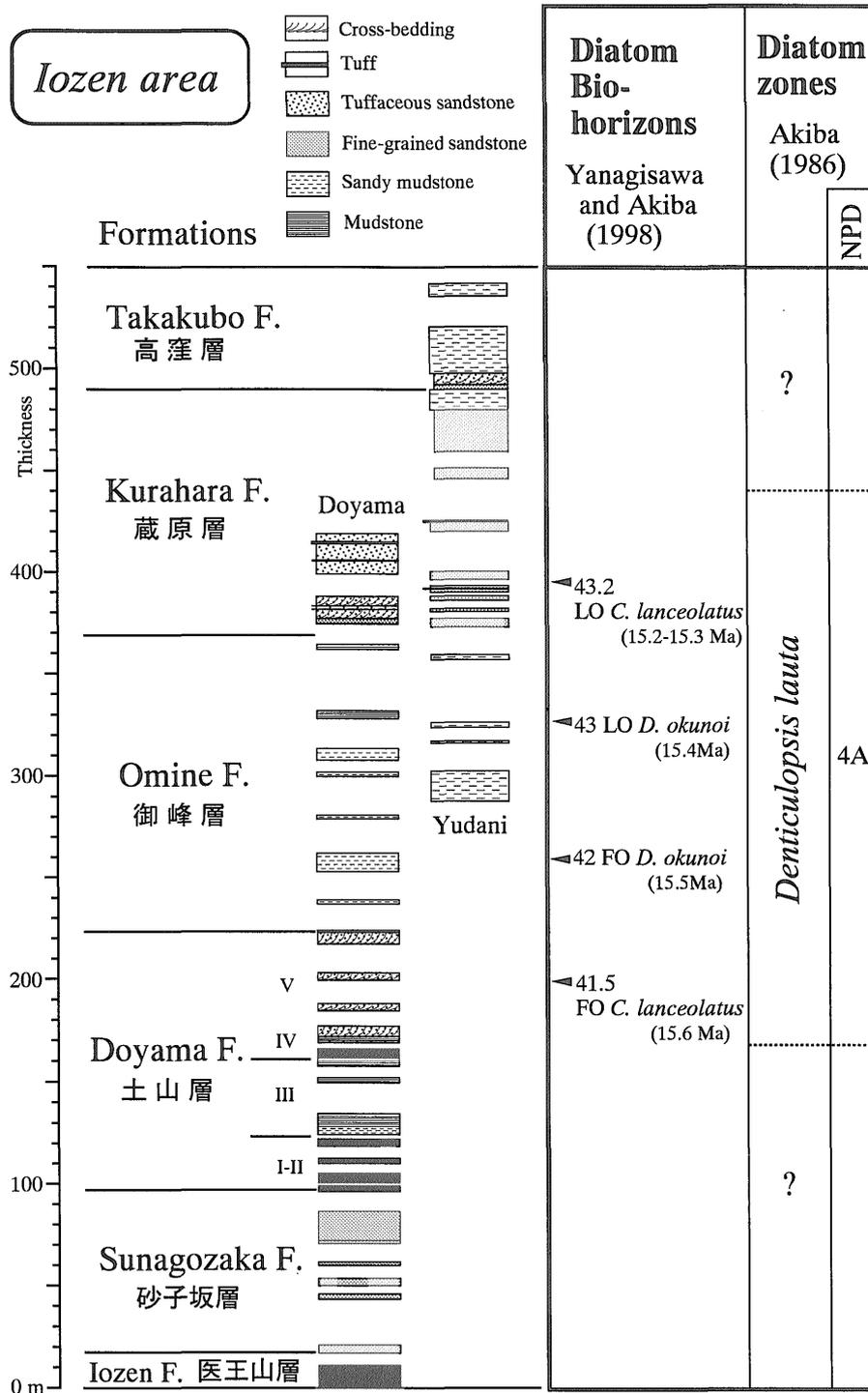
なお、佐々木・小笠原 (1986) の fig. 2と fig. 6では、

第2表 湯谷セクションにおける珪藻産出表。

Table 2 Occurrence chart of diatom species in the Yudani stratigraphic section.

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

Formations	Omine				Kurahara								
	<i>Denticulopsis lauta</i> Zone (NPD 4A)				?								
Neogene North Pacific Diatom Biohorizons (Yanagisawa and Akiba, 1998)		D43				D43.2							
Sample number	Yu-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13
Original sample number	Noto-	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1182
Preservation		P	P	M	G	M	P	P	M	P	P	P	P
Abundance		R	C	C	C	C	R	R	R	R	R	R	PD
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i> (Rattray) Whiting et Schrader		29	11	9	4	11	5	9	5	11	14	15	2
<i>A. ingens</i> f. <i>nodus</i> (Baldauf) Whiting et Schrader		+	+	-	-	-	-	-	1	-	-	14	-
<i>A. ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting et Schrader		14	9	7	9	8	1	3	3	-	3	1	-
<i>A.</i> cf. <i>kisselevii</i> Makarova		2	-	1	2	1	2	1	-	-	1	-	-
<i>A. octonarius</i> Ehrenberg		-	-	-	1	2	-	-	2	2	1	+	-
<i>Actinoptychus venarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg		2	4	4	3	2	4	4	5	3	4	3	-
<i>A. vulgaris</i> Schmann		+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Aulacoseira</i> spp.		-	+	-	-	-	1	-	2	3	1	5	-
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya) Sims et Fryxell		+	-	-	-	1	-	1	1	1	-	1	-
<i>A. vetustissima</i> (Pantocsek) Sims		-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
<i>Cavitatus exiguus</i> Yanagisawa et Akiba		3	2	7	5	2	-	+	+	-	-	-	-
<i>C. jouseanus</i> (Sheshukova) Williams		4	1	4	5	2	2	1	+	3	3	1	-
<i>C. lanceolatus</i> Akiba et Hiramatsu		9	20	17	5	15	2	1	1	2	-	-	-
<i>C. linearis</i> (Sheshukova) Akiba et Yanagisawa		-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>C. miocenicus</i> (Schrader) Akiba et Yanagisawa		-	1	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Coscinodiscus lewisianus</i> Greville		-	-	1	3	-	-	-	2	1	1	-	-
<i>C. marginatus</i> Ehrenberg		10	4	4	+	1	1	1	-	10	1	2	1
<i>C. perforatus</i> Ehrenberg		-	-	+	-	1	-	-	-	-	-	1	1
<i>C. radiatus</i> Ehrenberg		-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1
<i>C.</i> spp.		2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Delphineis miocenicus</i> (Schrader) Andrews		-	-	-	1	-	1	-	+	-	-	-	-
<i>D. penelliptica</i> Andrews		-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	+	-
<i>Denticulopsis ichikawae</i> Yanagisawa et Akiba		+	2	+	2	2	4	+	1	-	-	-	-
<i>D. lauta</i> (Bailey) Simonsen		+	4	+	4	5	2	6	4	+	2	-	-
<i>D. okunoii</i> Yanagisawa et Akiba		+	+	+	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Girdle view of <i>D. lauta</i> group		+	1	-	1	7	3	3	+	+	3	-	-
<i>Diploneis smithii</i> (Brébisson) Cleve		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eucampia</i> sp. A (= <i>Hemiaulus polymorphus</i>)		-	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-
<i>Goniothecium odontella</i> Ehrenberg		1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Gammatotheca</i> spp.		+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hyalodiscus obsoletus</i> Sheshukova		-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	2	1
<i>Ikebea tenuis</i> (Brun) Akiba		-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Kisseleviella carina</i> Sheshukova		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Koizumia adaroi</i> (Azpeitia) Yanagisawa		-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Mediaria splendida</i> Sheshukova		-	+	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Melosira scopos</i> Mann		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>M. sol</i> (Ehrenberg) Kützing		1	-	+	-	-	-	1	-	1	-	1	-
<i>Neodelphineis pelagica</i> Takano		-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
<i>Nitzschia challengerii</i> Schrader		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve		2	-	2	7	-	5	-	-	5	8	1	13
<i>Planifolia tribranchiata</i> Ernissee		-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Proboscia interposita</i> (Hajós) Jordan et Priddle		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
<i>Pseudodimerogramma elliptica</i> Schrader		-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Raphidodiscus marylandicus</i> Christian		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Rhaphoneis scalaris</i> Ehrenberg		-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhizosolenia miocenicus</i> Schrader		+	-	+	-	-	-	-	-	1	-	1	-
<i>R. styliformis</i> Brightwell		-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
<i>Stellarima microtrias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims		-	-	-	-	-	-	1	1	1	1	-	-
<i>Stephanogonia hanzawae</i> Kanaya		-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Stephanopyxis</i> spp.		5	2	2	1	1	5	15	3	16	6	4	1
<i>Thalassionema</i> cf. <i>hirosakiensis</i> (Kanaya) Schrader		-	-	1	5	1	1	+	2	1	-	-	-
<i>T. nitzschioides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo		15	35	38	37	38	52	49	65	32	49	39	1
<i>T. obtusa</i> (Grunow) Andrews		-	-	1	-	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>Thalassiosira leptopus</i> (Grunow) Hasle et Fryxell		-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
<i>T. mizunamiensis</i> Yanagisawa		+	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
<i>T.</i> sp.		-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Thalassiothrix longissima</i> Cleve et Grunow		1	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
<i>Triceratium condecorum</i> Brightwell		-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Trochosira spinosa</i> Kitton		+	1	-	-	-	2	-	-	-	1	-	-
Total number of valves counted		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	21
Resting spore of <i>Chaetoceros</i>		21	15	40	29	17	21	29	32	21	41	14	1



第6図 土山と湯谷セクションの対比。

Fig. 6 Correlation of the stratigraphic sequences between the Doyama and Yudani sections.

御峰層は *D. praelauta* 帯に属するとされていて、本研究とは食い違っているが、詳細が公表されていないため比較はできない。

蔵原層からは、伊東(1986)も少量ではあるが *D. lauta* を見だし、本層を *D. lauta* 帯と認定しているものの、本層が 12.3 ± 1.9 Ma のフィッシュントラック年代が報告されている八尾地域の天狗山層(早川, 1983)に岩相

的に対比されることから、産出した *D. lauta* が再堆積の可能性もあると述べている。しかし、本研究の結果では、蔵原層の下部からは連続的に *D. lauta* が産出し、しかも *C. lanceolatus* も連続産出することから、これらの種が再堆積とは考えにくく、本層はやはり *D. lauta* 帯の上部と考えるのが妥当である。なお、天狗山層からは、その後15.1Maのフィッシュントラック年代が報告されてお

り(木村・辻, 1990), この年代値は岩相に基づく蔵原層と天狗山層の対比とは矛盾しない。

医王山地域の高窪層は, 年代決定に有効な微化石の報告が極めて限られていて, 未だ年代範囲が曖昧なままである(伊東, 1986)。今回の研究でも, 高窪層の下限の年代を確定することを目指して, 多くの試料を採取して処理をしたが, 残念ながら珪藻化石ばかりでなく石灰質ナンノ化石の産出も見られなかった。高窪層とそれに対比される音川層からは, 中期中新世から前期鮮新世までの長期のわたる珪藻化石が散点的に報告されており(谷村, 1979; 伊東, 1986), その年代範囲・層序・対比が曖昧なまま放置されている。音川層の基底の新山不整合(早川・竹村, 1987)の意義や音川軟体動物群の変遷など, 北陸地域での重要な地史イベントを明らかにする上でも, 今後高窪層とその相当層の年代についてさらに詳しい検討を行う必要がある。

4.2 金沢市南部地域の中新統との対比

次に, 前報(柳沢, 1999a)で珪藻化石層序を検討した金沢市南部地域の中新統との対比を試みる。なお, 以下の考察では議論の混乱を避けるため, 地層名は原著者が使用している名称ではなく, 柳沢(1999a)および本論文で使用している地層名を用いる。

金沢市南部地域は医王山地域の南西15-17kmにあって地理的に近接し(第1図), 中新統の層序は両地域で酷似しているため, 従来は岩相による両地域間の中新統の対比にとくに問題があるとは考えられてこなかった。しかし, 珪藻化石層序の研究の結果, 従来への対比に誤りがあることが判明した。

金沢市南部地域の中新統は, 下位より医王山層, 砂子坂層, 七曲層, 朝ヶ屋層, 下荒屋層および犀川層からなる(第7図)。これまでの対比では, 両地域間で岩相に類似性が高い医王山層と砂子坂層は共通の地層名が使われているが, 砂子坂層より上位の地層では, 両地域間で岩相にやや違いがあることから, それぞれ異なる地層名が使用されてきた。

まず, 医王山地域の土山層は凝灰岩主体の地層であることから, 金沢市南部地域の七曲層に相当すると考えられてきた(たとえば, 井上ほか, 1964; 杉本・豊島, 1984; 佐々木・小笠原, 1986)。さらに, 杉本・豊島(1984)および杉本・森(1996)は, 土山層をI-V部層に細分し, それぞれの部層を七曲層のI-V部層(杉本・平林, 1982; 杉本, 1983)に対比している。

その上位の御峰層は泥岩主体であるので朝ヶ屋層に, 蔵原層は凝灰質砂岩を特徴とすることから下荒屋層にそれぞれ対比されてきた(井上ほか, 1964; 佐々木・小笠原, 1986)。また, 今井(1959)は, 金沢市南部地域の犀川層は医王山地域の高窪層に相当すると考えて, これを「高窪層」と呼んでいる。一方, 佐々木・小笠原(1986)

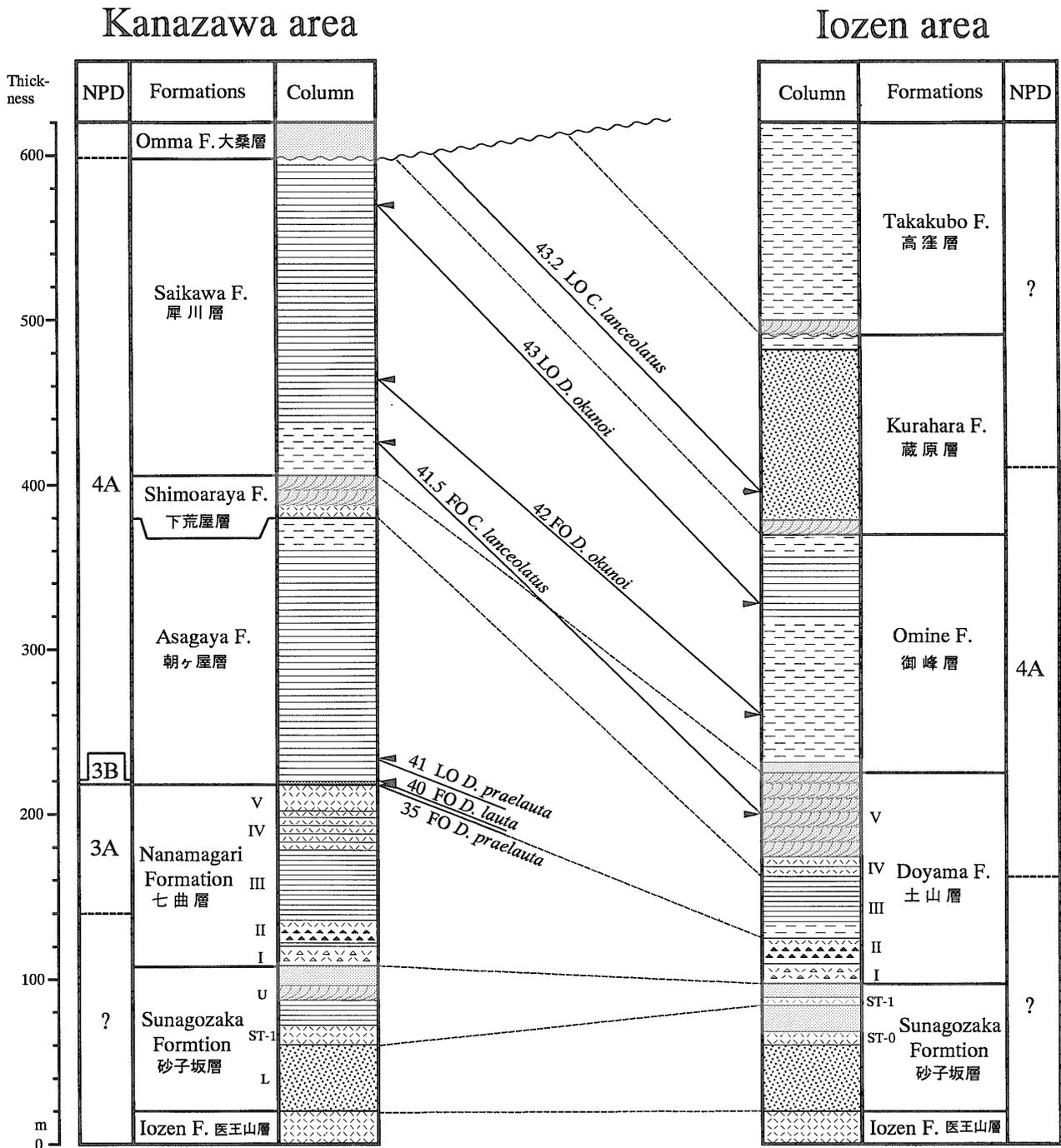
は, 蔵原層と高窪層の間には不整合があり, 犀川層相当層は医王山地域では欠如していると考えた。

金沢市南部地域の朝ヶ屋層(最下部を除く)・下荒屋層・犀川層と, 医王山地域の御峰層・蔵原層はいずれも*D. lauta*帯に属するので, 伊東(1986)が珪藻化石を検討した当時の珪藻化石層序の時間分解能の範囲で考えるかぎり, 従来の岩相による地層対比にとくに矛盾点はなかったと言える。しかし, 今回の研究で明らかになった高精度の珪藻化石層序によれば, 従来の岩相に基づく地層対比は明らかに誤りである。

第7図に示すように, 医王山地域の土山層最上部から御峰層中にある3つの生層準, *C. lanceolatus*の初産出(D41.5), *D. okunoi*の初産出(D42)および*D. okunoi*の終産出(D43)は, 金沢市南部地域ではいずれも犀川層中で確認できる(柳沢, 1999a)。したがって, 御峰層は朝ヶ屋層ではなく, 犀川層に対比するのが妥当である。また, 土山層IV部層からは, *D. lauta*帯の下部(*D. praelauta*の終産出(D41)と*C. lanceolatus*の初産出(D41.5)の間)を示す珪藻化石が産出していることと, 地層の堆積順序および斜交成層した凝灰質砂岩と凝灰岩からなるという岩相の特徴から, 土山層IV・V部層は, 金沢市南部地域の下荒屋層に対比できる。なお, 下荒屋層と土山層V部層は, いずれも斜交層理のある凝灰質砂岩からなり, 斜交層理の形成される波浪限界以浅の環境で堆積したと考えられ, しかも上下が波浪限界以深の泥質岩からなることから, この層準で両地域とも一時的に堆積環境が浅海化したことは確かである。

これより下位の層準では, 医王山地域で珪藻化石の産出がないため, 確実な対比はできない。しかし, 地層の累重の順序と岩相からみて, 金沢市南部地域の朝ヶ屋層の泥岩は, 医王山地域の土山層中部の泥岩(III部層)に相当すると考えるのが最も妥当であろう。したがって, 金沢市南部地域の七曲層に相当するのは, 土山層のI・II部層のみとなる。なお, 医王山地域の蔵原層および高窪層に相当する地層は, 金沢市南部地域では更新統の大桑層基底に認められる不整合により欠如していると考えられる。

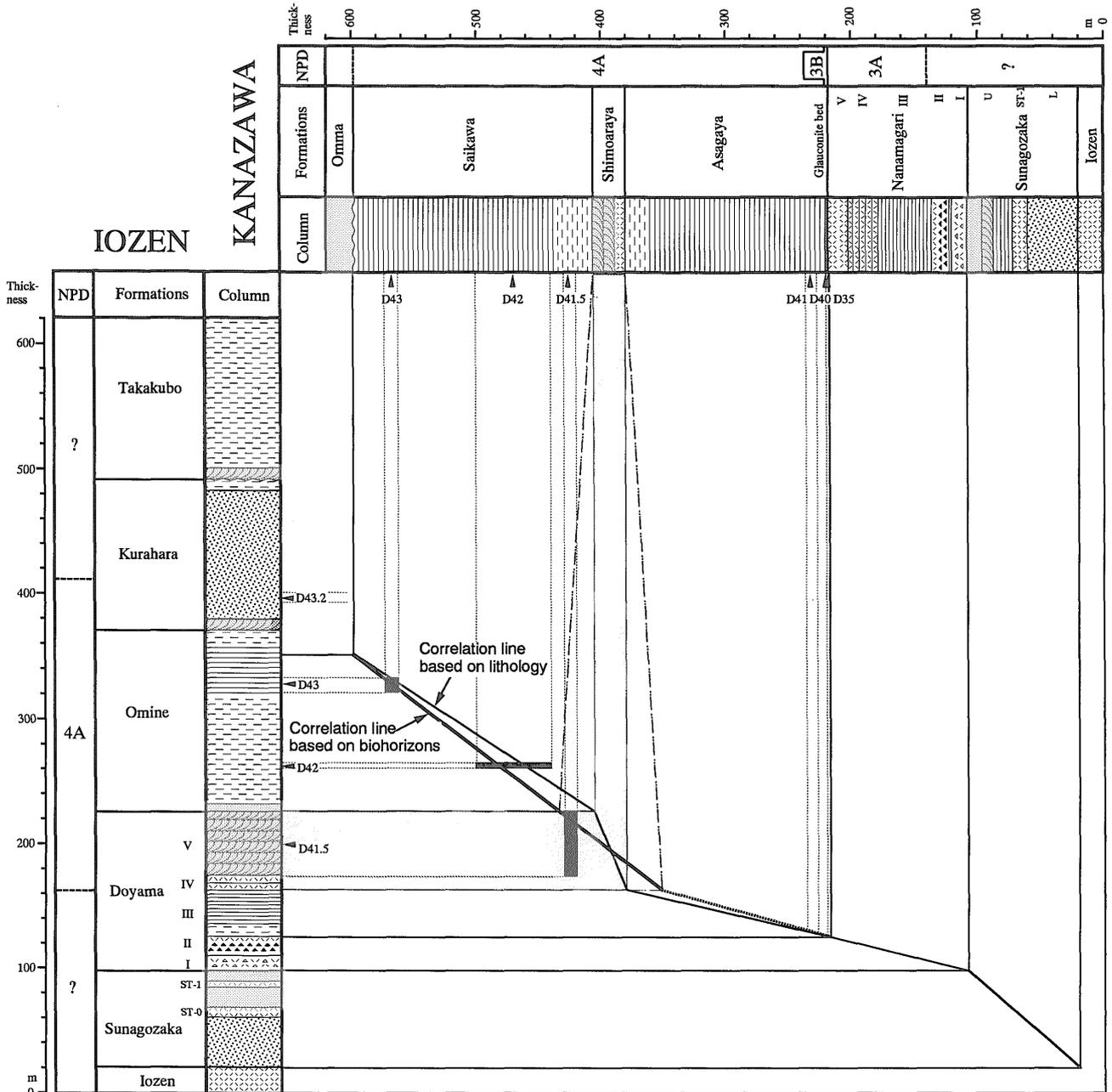
第8図に示すように, 珪藻化石の産出した範囲で両地域の層序を対比した限り, 生層準を基準とする対比と修正された岩相による対比には大きな矛盾はない。ただし, 岩相による土山層IV・V部層と下荒屋層の対比は, 生層準による対比とは少しずれがある。すなわち, 生層準のD41.5は, 金沢市南部地域では犀川層下部の砂質泥岩中にあるのに対し, 医王山地域では土山層最上部のV部層の凝灰質砂岩中にある。したがって, 岩相に基づく下荒屋層の上限と土山層V部層の上限の対比線(第8図の二点破線)は, 同一時間面である珪藻生層準D41.5と明らかに斜交する(第7図)。このずれは, この層準での一時的な浅海化から再び海進してゆく際に, 医王山地域の方



第7図 医王山と金沢市南部地域の中新統の対比。金沢市南部地域の中新統のデータは柳沢 (1999a) に基づく。
 Fig. 7 Correlation of the Miocene sequences between the Iozen and the southern Kanazawa areas.

が金沢市南部地域に比べ、波浪限界以深の環境になるのが相対的に遅れたと考えれば十分に説明できる。おそらく、医王山地域の方が金沢市南部地域よりも、全体として堆積深度が浅い環境に置かれていたために、D41.5の時点で、金沢市南部地域ではすでに波浪限界以深の深度まで海進が進んで泥質堆積物が堆積していたのに対し、医王山地域ではまだ波浪限界以浅にあって斜交層理のある砂が堆積する環境にあったと考えられる。

第8図をみると、医王山・金沢市南部地域の中新統の対比曲線の傾きは全体としては45度よりも小さく、医王山地域の方が全層準を通じて堆積速度が小さかったことを示す。両地域はほとんど同じような堆積史をたどりながらも、全体としては医王山地域の方が終始堆積速度も小さく、相対的に堆積深度が浅い環境に置かれていたと考えられる。おそらくは医王山地域の方が、同一堆積盆内で相対的に縁辺部に近い位置にあったのであろう。



第8図 医王山と金沢市南部地域の中新統の対応関係。

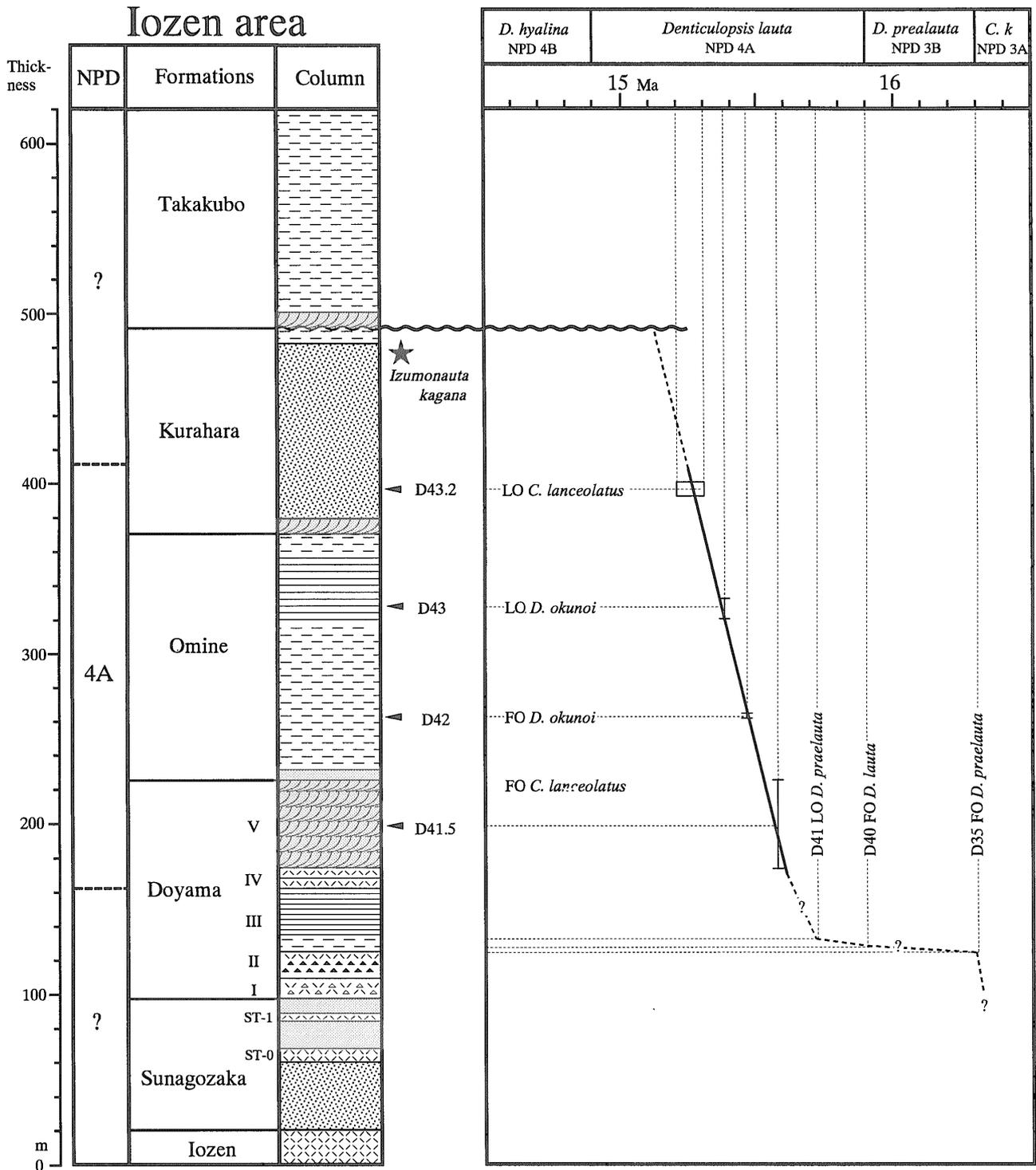
Fig. 8 Graphic correlation of the Miocene sequence between the Iozen and the southern Kanazawa areas.

4.3 堆積速度

Yanagisawa and Akiba (1998) の示した生層準の年代値に基づいて、本地域中新統の堆積速度曲線を作成した(第9図)。なお、ここでは圧密による層厚の減少を考慮していないので、以下の堆積速度はいずれも見かけの堆積速度である。珪藻化石の産出した範囲では、生層準の順序と間隔は Yanagisawa and Akiba (1998) とほとんど矛盾はなく、なめらかな直線が得られる。したがって、本地域で認められた生層準に関しては、とくに異時性を示す徴候は認められない。堆積速度は平均して60-70 cm/10³y 程度で、金沢市南部地域の中新統とは同じオー

ダーであるが、やや小さい。

なお、蔵原層の上部については、堆積速度曲線を外挿するとその上限は *D. lauta* 帯の最上部になる。また、土山層中下部の堆積速度曲線は、金沢市南部地域との対比から推定して描いたものである。第7図に示した金沢市南部地域との岩相による対比が正しいとすると、土山層のIII部層の基底には、金沢市南部地域の朝ヶ屋層基底にあるような著しい堆積速度の低下した時期を示す海緑石層が存在しないと堆積曲線は不自然になる(第9図)。今回の調査では、土山層のIII部層の基底は、露出状況が悪く観察できなかったが、今後の詳しい調査が必要である



第9図 医王山地域の中新統の堆積速度。

Fig. 9 Sediment accumulation rate curve for the Miocene sequence in the Iozen area.

う。

4.4 金沢市脇原産タコブネ類化石の年代

今回研究を行った土山地区の西北西約2.5kmの金沢市脇原からは、Kaseno (1955) および Kobayashi (1956) によってタコブネ類化石 *Izumonauta kagana* (Kaseno)

が報告されている(第1図)。現生のタコブネ類は暖流の表層で漂流生活をしており、日本海側では対馬暖流にのって日本海に流入し海岸に漂着することが多い。このため、タコブネ類化石は地層堆積時に暖流が流れこんでいたことを直接的に示す証拠として古海洋学的に重要視されてきた(糸野, 1975など)。

柳沢(1990)は脇原のタコブネ類化石産地付近の数試料について珪藻化石分析を行った。そして、珪藻化石の検出には成功しなかったものの、産出地点が蔵原層に属することから、伊東(1986)の珪藻化石層序に基づいて、脇原産タコブネ類化石を *D. lauta* 帯のものとした。今回の研究によって、蔵原層の珪藻化石層序が詳しく明らかにされたので、このタコブネ類化石の年代をさらに限定することが可能となった。

佐々木・小笠原(1986)によれば、脇原産タコブネ類化石の産地は蔵原層の最上部にあたる。珪藻化石の産出した湯谷セクションでは、上述のように蔵原層の下部は *D. lauta* 帯の上部に属し、生層準 *C. lanceolatus* の終産出(D43.2)が認められる。したがって、タコブネ類化石は *C. lanceolatus* の終産出(D43.2, 15.2-15.3 Ma)より上位にあり、堆積速度から考えて *D. lauta* 帯(NPD 4A)の最上部の位置づけられる(第9図)。

5. ま と め

医王山地域の中新統について珪藻化石層序学研究を行い、Yanagisawa and Akiba(1998)の提案した高分解能珪藻化石層序が、この地域の中新統にも適用できることが実証できた。

1) 土山層のIV・V部層、御峰層および蔵原層下部の試料は、すべて *Denticulopsis lauta* 帯(NPD 4A)と認定される。

2) 広域に対比可能な生層準として、下位より *Cavitatus lanceolatus* の初産出(D41.5, 15.6Ma)が土山層最上部に、*Denticulopsis okunoi* の初産出(D42, 15.5 Ma)と *D. okunoi* の終産出(D43, 15.4Ma)が御峰層中に、さらに *Cavitatus lanceolatus* の終産出(D43.2, 15.2-15.3Ma)が蔵原層の下部に認められた。

3) 詳細な珪藻化石層序を用いて金沢市南部地域の中新統との対比を行った結果、従来岩相の特徴から朝ヶ屋層に対比されてきた御峰層は、犀川層に対比され、それに伴って上下の地層の対比も修正する必要があることがわかった。

4) 金沢市脇原産のタコブネ類化石は、*C. lanceolatus* の終産出(D43.2)より上位の *D. lauta* 帯(NPD 4A)最上部に位置づけられる。

謝辞 石油資源開発株式会社技術研究所の秋葉文雄副主席研究員、筑波大学の小笠原憲四郎教授、資源エネルギー地質部の渡辺真人主任研究官、ならびに地質部の鹿野和彦研究室長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。深くお礼申しあげる。なお、この研究は工業技術院特別研究「鳥島型炭化水素ポテンシャルの形成機構と予測手法に関する研究」の一環として行ったが、分析した試料の一部は、地質調査所経常研究「地質の研

究」を実施した際に採取したものである。

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. In Kagami, H., Karig, D. E., Coulbourn, W. T., et al., *Init. Repts. Deep Sea Drilling Project*, U. S. Govt. Printing Office, Washington D. C., 87, 393-480.
- 藤井昭二・紮野義夫・中川登美雄(1992) 北陸地域における新第三系の層序対比と新第三紀古地理。地質学論集, no. 37, 85-95.
- 早川秀樹(1983) 富山県八尾地域西部の新第三系の層序と年代。NOM(大阪微化石研究会機関誌), no. 10, 1-13.
- 早川秀樹・竹村厚司(1987) 富山県八尾地域の新第三系。地質雑, 93, 717-732.
- 今井 功(1959) 5万分の1地質図幅説明書「金沢」。地質調査所, 27p6
- 井上正昭・水野篤行・野沢 保(1964) 5万分の1地質図幅説明書「城端」。地質調査所, 32p.
- 伊東佳彦(1986) 北陸地方新第三系の珪藻化石層序。NOM(大阪微化石研究会機関誌), no. 14, 1-27.
- Kaseno, Y. (1955) Neogene Argonautinae from Kahoku-gun, Ishikawa Prefecture, Japan. *Sci. Repts. Kanazawa Univ.*, 3, 339-344.
- 紮野義夫(1975) 日本海の謎。築地書館, 189p.
- 木村勝弘・辻 喜弘(1990) 堆積盆の生成発展過程の研究。石油開発技術センター年報(平成元年度), 10-14.
- Kobayashi, T. (1956) A paleo-meteorological interpretation to the occurrence of the Argonautinae in Province Kaga, central Japan. *Japan Jour. Geol. Geogr.*, 28, 93-104.
- 佐々木理・小笠原憲四郎(1986) 北陸地方石川、富山県境付近の中新統砂子坂層産潮間帯性貝類化石群。国立博物館専報, no. 19, 79-90.
- 杉本幹博(1983) 金沢市浅野川流域の七曲層の岩相層序区分—北陸新第三系七曲層の研究 [III] —。日本海域研究所報告, no. 159, 33-47.
- 杉本幹博(1996) “模式地”における砂子坂層の岩相層序—北陸新第三系砂子坂層の研究 [V] —。日本海域研究所報告, no. 27, 1-15.
- 杉本幹博・平林三代(1982) 七曲層の標準的岩相

- 層序区分—北陸新第三系七曲層の研究 [I] —。金沢大学教育学部紀要(自然科学), no. 31, 1-15.
- 杉本幹博・森 郁夫 (1996) 医王山北麓の地すべり構造—北陸新第三系七曲層の研究 [IV] —。日本海域研究所報告, no. 16, 29-43.
- 杉本幹博・豊島真治 (1984) 土山凝灰岩層と七曲層の岩相層序学的対比—北陸新第三系七曲層の研究 [VII] —。日本海域研究所報告, no. 27, 49-67.
- 谷村好洋 (1979) 富山県八尾地域(2)。土 隆一編, 日本の新第三系の生層序および年代層序に関する基本資料, 83-84.
- 柳沢幸夫 (1990) 珪藻化石からみた北陸産タコブネ類化石の地質年代。地調月報, 41, 115-127.
- 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) 富山県八尾地域の下部-中部中新統の珪藻化石層序。地調月報, 50 (3), 印刷中.
- 柳沢幸夫 (1999c) 能登半島珠洲地域の中新統の珪藻化石層序。地調月報, 50 (3), 印刷中.
- 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*, 106, 395-414.

(受付: 1998年7月17日; 受理: 1998年10月16日)