論 文

埼玉県比企丘陵に分布する中新統荒川層の珪藻化石年代

渡辺 真人*・高橋 雅紀*

(Received June 26, 2003; accepted September 12, 2003)

Diatom geochronology of the Miocene Arakawa Formation in the Hiki Hills, Saitama Prefecture, central Japan

Mahito Watanabe and Masaki Takahashi

Abstract: Diatom biostratigraphy was applied for the Miocene marine sequence distributed along the Arakawa River in the northern part of the Hiki Hills, central Japan. Five out of 36 collected samples (calcareous nodules) yielded age diagnostic diatom fossils. They were assigned to the lower *Denticulopsis lauta* Zone (NPD 4 A) between the diatom biohorizons D 41 (15.8 Ma) and D 41.5 (15.6 Ma). Based on the diatom geochronology, the dated section (Kuroda Section) is correlative to the middle to upper part of the Uematsu Section, located about 2,500 m northeast from the Kuroda Section. Fold and/or fault are inferred between the Kuroda and Uematsu Sections, because easterly inclined sediments of the same horizon are exposed repeatedly.

Key words: diatom, biostratigraphy, Miocene, Hiki Hill, Saitama, Japan

1. はじめに

関東山地の北縁の富岡地域から北東縁の比企丘陵にかけては、非常に厚い海成中新統が分布している (Fig. 1) これらの中新統層序の確立は、天然ガスを胚胎する関東堆積盆地の地下地質層序を明らかにするために、重要である (例えば、矢崎・宮下, 1963; 矢崎ほか, 1963; 福田・石和田, 1964; 武井ほか, 1997)。とくに、比企丘陵の中新統の層序は、先中新統基盤まで掘削された春日部試錐の地下層序と比較して議論されているが、現在もなお両者の対比にはさまざまな意見がある。これは、比企丘陵の中新統の露出状況が不良であるうえに、地質構造が極めて複雑であるため、岩相のみに基づく層序では、いくつかの不確定性が解決されないことに起因している。

このような問題を解決するためには、認定された各岩相層序区分 (ユニット) について正確な年代を明確にし、それら相互の層位関係を明らかにする必要がある。そのため、筆者らは埼玉県比企丘陵の北縁を流れる荒川河岸に露出する中新統より珪藻化石を抽出し、一部の層準について年代層序を確立した (須藤ほか, 2002 a, b, 2003)。荒川河床には、不連続ながらも比企丘陵の中新統の典型的岩相がよく観察され、本間 (1985, 1986, 1987, 1990) により詳細なルートマップおよび柱状図が報告されている。須藤ほか (2002 a, b) が検討した地域の西方には、小園層、市ノ川層および荒川層が露出しており、今回これらについて珪藻化石の抽出を試みた。その結果、荒川層より採取した石灰質ノジュールより同定可能な珪藻化石が産出し、一部の層準について年代を確定することができた。本論では、産出した珪藻化石に基づいて荒川層の年代を報告し、あわせて須藤ほか (2002 a, b) が検討した層準との層位関係について考察を行う。

2. 地質概説

本地域の中新統の層序については、小林 (1935) 以

* 産業技術総合研究所 地球科学情報研究部門、複合年代層序研究グループ Integrated Bio- and Chronostratigraphy Group, Institute of Geoscience, Geological Survey of Japan/AIST, Central 7, Higashi 1-1-1, Tsukuba, Ibaraki, 305-8567, Japan

Fig. 1 Geological route map of the Miocene marine sequence along the Arakawa River, Saitama Prefecture, central Japan. The area of Fig. 3 at the center denotes Kuroda Section.

来、数多くの研究が行われてきた（例えば、渡部ほか、1950；松丸・林、1980；本間、1985-1987、1990；比企団体研究グループ・雁沢、1988；間嶋、1989；比企団体研究グループ、1991；武井ほか、1997など）。とくに、本間（1985-1990）は、露出のよい荒川沿いにおいて、1,000分の1縮尺のルートマップを基に、セクションごとの詳細な岩相層序を報告している。

しかしながら、本地域の中新統の岩相層序は、著者ごとに地層名・層序区分・地質構造・地質時代などで互いに大きな食い違いがあり、珪藻化石層序に基づく、これら層序区分は改訂する必要があると指摘されている（須藤ほか、2002 a, b）。本論では、間嶋（1989）の地質図および岩相層序を基本とし、本報告も含め比企丘陵地域より報告されている珪藻化石層序の結果を考慮し、比企丘陵の中新統を下位より、小園層、荒川層、市ノ川層、土塩層および楊井層に区分した。ここでは、間嶋（1989）および本間（1985）の福田層は、荒川層に含め、さらに本間（1985、1990）の七郷層を、厚さ300mを超える珪長質凝灰岩（間嶋、1989のT3凝灰岩あるいは福田・石和田、1964の畠山凝灰岩）との層位関係と、岩相の類似性を根拠に小園層として扱った。

小園層（渡部ほか、1950）は、アルコース質砂岩ないし砂岩優勢の砂岩砂質シルト岩互層からなり、細礫岩や亜炭層を挟有する（Fig. 2 A and B）。アルコース砂岩にはweb structureが発達している（Fig. 2 A）。小園付近の荒川河岸の小園層からは、門ノ沢型の軟体動物群が産出している（Majima and Takahashi, 1987；間嶋、1989）。

荒川層（渡部ほか、1950）は、小園層を整合に覆う海成層で、タービダイトを主とし、珪長質凝灰岩を挟有する（Fig. 2 C）。模式地の荒川沿いでは、本層下部は凝灰岩、砂岩シルト岩互層などのブロックを取り込んだ含礫シルト岩、中部はシルト岩優勢の砂岩シルト岩互層からなる。本間（1985）の福田層と土塩層はいずれも *Denticulopsis lauta* 帯（NPD 4 A）下部の D 41（15.8 Ma）と D41.5（15.6 Ma）の間に限定されること（須藤ほか、2002 a, b）、また、比企丘陵を調査した間嶋（1989）の T 3（荒川層）、T 4 および T 5（福田層）凝灰岩は、それぞれ荒川ルート上の F 1、F 4 および F 6 凝灰岩（いずれも福田層；本間、1985）に対比されうることから、本論では荒川層として一括した。

市ノ川層（小林、1935）は、荒川層と同様のシルト岩が優勢な砂岩シルト岩互層（タービダイト）からなるが、結晶片岩の巨角礫を含む角礫岩や、結晶片岩粒のみからなり層理面に沿って平板状に剥離する特徴的な砂岩を挟有する。荒川を横切る関越自動車道より上流側で

Fig. 2 Outcrop photographs of the Miocene marine sequence along the Arakawa River in the northern part of the Hiki Hills, Saitama Prefecture, central Japan. A: web structure in an arkosic coarse sandstone of the Kozono Formation (see Fig. 1 for location), B: granule conglomerate within the arkosic sandstone of the Kozono Formation, C: rhythmic alternation of sandstone and siltstone (turbidite) of the Arakawa Formation, D: fault contact between the Arakawa Formation and the Aoiwa Conglomerate of the Ichinokawa Formation, E: non-sorted angular conglomerate of the Aoiwa Conglomerate, F: fault contact between the Ichinokawa and Arakawa Formations.

は、三波川結晶片岩の巨角礫のみからなる角礫岩（青岩礫岩，Fig. 2 E；小勝ほか，1970）と、荒川層の暗灰色シルト岩が断層で接しているため、荒川層との層位関係は不明である（Fig. 2 D and F）。

土塩層（渡部ほか，1950）は、江南断層より東側の荒川河床に連続的に露出している。海成の珪藻質シルト岩

ないしシルト岩砂岩互層からなる地層で、珪長質凝灰岩を希に挟有する。本層から産出する珪藻化石は、*Thalassiosira yabei* 帯（NPD 5 C）最上部を示し、その年代は珪藻化石生層準（Yanagisawa and Akiba, 1998）の D 55.8（10.1 Ma）と D 56（10.0 Ma）の間に限定されている（須藤ほか，2003）。

Fig. 3 Sample localities (horizons) on the detailed route map (after Homma, 1990), and on the columnar section.

楊井層（渡部ほか，1950）は，土塩層を整合に覆い，上方に向かって粗粒化する。下部は砂岩優勢の砂岩シルト岩互層と厚い砂岩，中部は凝灰岩と多数の樹幹化石を含む砂岩シルト岩，上部は礫岩と凝灰質砂岩シルト岩からなる。

3. 試料採取セクションの層序と試料

今回調査を行ったのは，埼玉県寄居町小園付近から花園町黒田付近の荒川河床である（Fig. 1）。調査ルートに露出する泥質岩はいずれも暗灰色硬質であり，続成作用により堆積物中の珪藻化石は溶解しているため，珪藻

化石分析用の試料は石灰質ノジュールのみを採取した。しかしながら，関越自動車道より西方（上流側）ではほとんど石灰質ノジュールを見いだせず，黒田付近の暗灰色シルト岩よりのみ多数の試料が採取できた（Fig. 3）。採取した36個の試料のうち，珪藻化石が産出したのは黒田付近（黒田セクション）より採取したもののみであり，試料採取位置および採取層準をFig. 3に示す。

4. 珪藻化石層序および年代

採取した36個の石灰質ノジュール試料はそれぞれ数mm角に砕き，蒸留水で水洗した後，約20gを200ccビーカーに入れた。そして，約5%の塩酸100ccを加え24時間放置し，その後は小泉・谷村（1978）の方法に従って処理を行った。珪藻化石の同定および算定は600倍と1,000倍を併用して光学顕微鏡で行い，珪藻化石の産出した試料では100蓋殻までを同定・算定し，その後約300個の珪藻化石殻を観察した。

採取した36試料のうち5試料より珪藻化石が産出したが，いずれも珪藻化石の保存は不良である（Fig. 4, Table 1）。以下，珪藻化石帯区分とその年代はYanagisawa and Akiba (1998) と渡辺・柳沢 (2003) により，Yanagisawa and Akiba (1998) による化石帯と生層準をそれぞれ示すNPDおよびDコード番号を使用する。珪藻化石が産出したすべての試料から *Denticulopsis lauta* が産出し，*Denticulopsis hyalina* は産出しな

Fig. 4 Diatoms from the Kuroda Section, Arakawa River.

- 1-3. *Denticulopsis lauta* (Bailey) Kanaya et Simonsen (1, 2, Ark-06n; 3, Ark-27n)
4. *Thalassionema nitzschoides* (Grunow) H. et M. Peragallo (Ark-23n)
5. *Cavitatus jouseanus* (Sheshukova) Williams (Ark-21n)
6. *Denticulopsis ichikawae* Akiba et Yanagisawa (Ark-23n)
7. *Rhaphidodiscus marylandicus* Christian (Ark-29n)
8. *Coscinodiscus lewisianus* Greville (Ark-12n)

Table 1 Occurrences of diatom fossils. Numbers represent valve numbers during routine count of 100 valves. Asterisk (*) indicates valves encountered after routine count.

	NPD 5A				
	Ark-06n	Ark-12n	Ark-21n	Ark-27n	Ark-29n
<i>Actinocyclus ingens</i> f. <i>ingens</i> Whiting et Schrader	1	1	1	1	
<i>ingens</i> f. <i>planus</i> Whiting et Schrader		1	1	6	
<i>Actinocyclus senarius</i> (Ehrenberg) Ehrenberg	1	7	2	1	4
<i>Azpeitia endoi</i> (Kanaya)		*	2	1	1
<i>A. vetustissima</i> (Pantocsek) Sims					1
<i>Biddulphia</i> sp.		1			
<i>Cavitatus jouseanus</i> (Sheshukova) Williams	2	*	*	*	
<i>Coscinodiscus marginatus</i> Ehrenberg	1	2		*	2
<i>lewisianus</i> Greville		*			
<i>Denticula norvegica</i> Schrader			1		*
<i>Denticulopsis ichikawae</i> Akiba et Yanagisawa	6	5	3	7	2
<i>lauta</i> (Bailey) Simonsen	45	24	39	45	36
Girdle view of <i>D. lauta</i> group	14	24	17	23	13
<i>Grammatophora</i> spp.			1		
<i>Medialia splendida</i> Sheshukova	1	*		*	
<i>Nitzschia challengeri</i> Schrader	1		2	2	
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve		*	1		1
<i>Proboscia interposita</i> (Hajós) Jordan et Priddle		*			*
<i>Rhaphidodiscus marylandicus</i> Christian					*
<i>Rhaphoneis miocenica</i> Schrader				1	
<i>Rhizosolenia styliformis</i> Brightwell		1			
<i>Stellarima microstrias</i> (Ehrenberg) Hasle et Sims				1	
<i>Stephanopyxis</i> spp.	2	2	5	1	13
<i>Thalassionema nitzschoides</i> (Grunow) H. et M. Peragallo	26	33	24	20	19
<i>Triceratium condecorum</i> Brightwell				1	
Total diatom valves	100	100	100	100	100
Resting spore	15	28	22	7	85

Fig. 5 Stratigraphic relationship between the Uematsu Section (Suto et al., 2002a, b) and Kuroda Section (this work).

い。したがって、各試料は *D. lauta* 帯 (NPD 4 A) にあたる。さらに、各試料から *Denticulopsis ichikawae* が産出するが、*Denticulopsis praelauta*, *Denticulopsis okunoi*, *Denticulopsis tanimurae*, *Denticulopsis praehyalina* および *Cavitatus lanceolatus* のいずれの種も産出しないので、各試料の年代は NPD 4 A のなかでも *D. praelauta* の終産出層準 (D 41: 15.8 Ma) と *C. lanceolatus* の初産出層準 (D 41.5: 15.6 Ma) の間に限定される。

5. 考 察

本研究により、黒田セクションの珪藻化石年代は、D 41 (15.8 Ma) と D 41.5 (15.6 Ma) の間に限定されることが判明した。ここでは、須藤ほか (2002 a, b) により珪藻化石年代が確定した植松セクションとの層位関係について考察を行う。

植松セクションは、黒田セクションのおよそ 2,500 m 下流に位置し、暗灰色シルト岩とわずかに細粒砂岩、細礫岩が挟在する (Fig. 5)。岩相は黒田セクションのシルト岩に類似し、いずれも荒川上流の六堰ダム付近にかけては、植松セクションより下位の地層がほぼ連続的に露出している。およそ 1,000 m の厚さの地層は、礫岩を挟む成層した砂岩 (小園層: 本間, 1985 の七郷層に相当) の上位に、荒川層 (本間, 1985 の福田層) の厚さ 300 m 実以上の塊状な珪長質凝灰岩 (渡部ほか, 1950 の下部福田凝灰岩あるいは福田・石和田, 1964 の畠山凝灰岩) と、2 枚の珪長質凝灰岩 (それぞれ厚さ 60 m および 30 m) を挟む砂岩シルト岩互層が順次重なる。これらの地層は一樣に東方に傾斜し、一連整合と考えられている (本間, 1985)。

今回検討した黒田セクションは、さらに西方 (上流側: 見かけ上、下位) に位置する。しかしながら、産出した珪藻化石は黒田セクションが植松セクションより少なくとも下位ではないこと示している。

Fig. 5 には、植松セクションおよび黒田セクションの柱状図と *D. ichikawae* の産出レンジを示した。両セクションとも *D. praelauta* の終産出層準 (D 41: 15.8 Ma) より上位で、かつ *C. lanceolatus* 初産出層準 (D 41.5: 15.6 Ma) よりも下位にある。ただし、植松セクションでは、下部の試料 Kwm 18 と Kwm 21 の間に *D. ichikawae* の初産出層準が確認されている (須藤ほか, 2002 b)。この生層準は、Yanagisawa and Akiba (1998) によれば、*D. praelauta* の終産出層準 (D 41) の直上に認められ、同様の関係が多くの陸上セクションでも確認されている (柳沢, 1999 a, b; 柳沢・秋葉,

1999)。それぞれの地域での堆積速度曲線から *D. praelauta* の終産出層準 (D 41) と *D. ichikawae* の初産出層準の年代差は 0.5~2 万年以内と算定されている (須藤ほか, 2002 b)。したがって、植松セクションの年代は、*D. praelauta* の終産出層準 (D 41: 15.8 Ma) にかなり近いと判断される。これに対し今回検討した黒田セクションにおいては、最下部から *D. ichikawae* が産出している。したがって、黒田セクションは、少なくとも植松セクションの下部 (試料 Kwm 18 層準より下位) より上位に位置する (Fig. 5)。

黒田セクション近傍に露出するシルト岩は、従来の研究では帰属不明とされていた (本間, 1990)。しかしながら、珪藻化石年代に基づくこれらのシルト岩は植松セクションの中・上部ないしはそれより上位に位置することが判明した。黒田セクションおよび植松セクションの地層はいずれも東方に傾斜しているにもかかわらず、ほぼ同層準が繰り返して露出していることとなるため、両地域の間には褶曲構造ないし断層による層序の繰り返しが推定される。

6. ま と め

埼玉県花園町黒田付近の荒川河床に露出する中新統 (黒田セクション) より、珪藻化石試料 (石灰質ノジュール) を採取して検討した結果、以下の結論を得た。

- (1) 従来、帰属不明とされていた暗灰色シルト岩の珪藻化石年代は、Yanagisawa and Akiba (1998) の *D. lauta* 帯 (NPD 4 A) 下部の生層準 D 41 (15.8 Ma) と D 41.5 (15.6 Ma) の間に認定された。
- (2) 珪藻化石年代に基づく、黒田セクションは植松セクション (須藤ほか, 2002 a, b) の中部ないしそれより上位に対比されることが明らかとなり、ほぼ同層準が繰り返して露出することから、両地域の間には褶曲構造ないし断層の存在が推定される。

謝 辞

横浜国立大学の間嶋隆一博士には、比企地域の地質および層序に関し、有益な助言をいただいた。なお、本研究は、国際地質科学連合 (I.U.G.S.) の地質年代学小委員会 (S.O.G.) のワーキンググループ "Integrated Stratigraphy of the Miocene Sequence: Miocene from Japan" の活動の一部として行った。

引 用 文 献

福田 理・石和田靖章, 1964: 関東地方の地質と天然ガス鉱床の探鉱と開発への序章。石技誌, 29, 3-21。

- 比企団体研究グループ, 1991: 比企丘陵および岩殿丘陵の構造発達概観. 地団研専報, (38), 59-65.
- 比企団体研究グループ・雁沢好博, 1988: 関東山地北東縁部に見出された中新統の緑色凝灰岩とその年代. 地質雑, **94**, 133-136.
- 本間岳史, 1985: 関東山地北東縁部荒川中流の中新統(その1)-福田層の層相と層序-. 埼玉県立自然史博物館研報, (3), 13-30.
- 本間岳史, 1986: 関東山地北東縁部荒川中流の中新統(その2)-土塩層の層相と層序-. 埼玉県立自然史博物館研報, (4), 49-72.
- 本間岳史, 1987: 関東山地北東縁部荒川中流の中新統(その3)-楊井層の層相と層序-. 埼玉県立自然史博物館研報, (5), 23-48.
- 本間岳史, 1990: 関東山地北東縁部荒川中流の中新統(その4)-荒川層の層相と層序-. 埼玉県立自然史博物館研報, (8), 43-65.
- 小林 学, 1935: 関東平原西北部松山町地方の地質. 地質雑, 88, 637-640.
- 小泉 格・谷村好洋, 1978: 珪藻・珪質鞭毛藻. 高柳洋吉編, 微化石研究マニュアル, 朝倉書店, 70-75.
- 小勝幸夫・小林洋二・渋谷 紘・武井暁朔・竹内敏晴・角田史雄・堀口萬吉・町田二郎・村井武文・吉田弘安・吉羽興一, 1970: 埼玉県寄居町付近の中生代後期の地層・岩石を中心とした地質学的研究. 地質雑, **76**, 421-431.
- 間嶋隆一, 1989: 埼玉県中央部, 荒川から岩殿丘陵にかけて分布する新第三系の層序. 静岡大地球科学研報, **15**, 1-24.
- Majima, R. and Takahashi, M., 1987: Miocene Molluscs from the Kozono Formation, Saitama Prefecture, central Japan. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Japan, N. S.*, (148), 246-255.
- 松丸国照・林 明, 1980: 関東山地東縁の新第三系の層序. 地質雑, **86**, 225-242.
- 須藤 斎・高橋雅紀・柳沢幸夫, 2002 a: 埼玉県比企丘陵の中部中新統から産出した珪藻化石一微化石年代による岩相層序の再検討-. 地質雑, **108**, 266-278.
- 須藤 斎・高橋雅紀・柳沢幸夫, 2003: 埼玉県比企丘陵の中新統土塩層(明戸セクション)の珪藻化石層序. 地質雑, **109**, 48-62.
- 須藤 斎・柳沢幸夫・高橋雅紀, 2002 b: 中新世珪藻化石による埼玉県比企丘陵(荒川, 植松橋付近)の不整合の再検討. 石技誌, **67**, 48-62.
- 武井暁朔・佐藤和平・小池美津子・本間岳史, 1997: 春日部層序試鑑(春日部 GS-1)の中新統層序-関東山地北東縁部の比企地域の地質との比較検討. 埼玉県自然史博研報, (15), 1-15.
- 柳沢幸夫, 1999 a: 富山県八尾地域の下部一中部中新統の珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 139-165.
- 柳沢幸夫, 1999b: 能登半島珠洲地域の中新統の珪藻化石層序. 地調月報, **50**, 167-213.
- 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.
- 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.
- 矢崎清貴・宮下美智夫, 1963: 関東山地北縁部に発達する新第三系について(寄居・児玉・藤岡地域の層序). 地調月報, **14**, 54-55.
- 矢崎清貴・鈴木尉元・景山邦夫・三梨 昂・宮下美智夫・島田忠夫, 1963: 北関東の地質からみた春日部層序試鑑(GS-1). 地調月報, **14**, 94-95.
- 渡部景隆・菅野三郎・高野 貞・村山猪久馬, 1950: 関東山地北東縁部第三紀層の地質学的研究(寄居-小川-松山-児玉地域). 秩父自然史博研報, (1), 93-146.
- 渡辺真人・柳沢幸夫, 2003: 北太平洋の漸新世-新第三紀珪藻化石層序の高精度化 -Leg 145 Site 887 C の珪藻化石層序の再検討-. 日本地質学会第110年学術大会講演要旨, 232.