

岩殿丘陵に分布する中新統上唐子層と 都幾川層群の放射虫化石と年代

坂井 充¹・所沢北高校地球科学部（所沢北高等学校）

Miocene Radiolarians from the Kamikarako Formation and the Tokigawa Group
in the Iwadono Hills, Saitama Prefecture, Kanto Region, central Japan

Mitsuru Sakai (Tokorozawa-Kita High School)

Abstract: The Neogene in the Iwadono Hills, Saitama Prefecture, central Japan, is divided into the Kamikarako Formation (16.3Ma to 15.1Ma) and the Iwadono and Ohashi formations of the Tokigawa Group in ascending order. The Iwadono Formation is further subdivided into the Godo Conglomerate (15.1Ma to 14.8Ma), Negishi Sandstone (14.8Ma to 12.5Ma), Shogunzawa Siltstone (12.5Ma to 11.9Ma) members and the Ohashi Formation into the Hatoyama Sandstone and Siltstone (<11.9Ma) and Imajuku Sandstone (ca. 10.0Ma at youngest) members. Middle Miocene radiolarians were found from the mudstone of the Kamikarako Formation (K1, K2), mudstones of the lower (S1, S2, S3), middle (S4) and upper parts (S5, S6) of the Shogunzawa Siltstone Member, and sandy mudstone (H1) and mudstone (H2, H3) of the Hatoyama Sandstone and Siltstone Member. The radiolarian assemblage of the Kamikarako Formation is characterized by *Cyrtocapsella tetrapera*, *Didymocyrtis tubaria* and *D. violina* and *Stichocorys delmontensis*, and is dated as <13.8Ma to K1, <13.22Ma to K2 with correlation of the middle RN5 radiolarian zone. The Shogunzawa Siltstone Member contains *C. japonica* and *D. laticonus*, and is dated as the interval from 12.04Ma to 11.77Ma to S1 and S2. Radiolarians from the Hatoyama Sandstone and Siltstone Member is marked by *C. japonica*, which indicates to be deposited before 10.45–10.15Ma. The stratigraphic interval from the Shogunzawa Siltstone Member to the middle part of the Hatoyama Sandstone and Siltstone Member is correlated to the upper RN5 to middle RN6 radiolarian zone. Radiolarians from the Kamikarako Formation to the Shogunzawa Siltstone Member contain common low latitudinal taxa specimens and a few middle to high latitude taxa specimens, suggesting coexistence of tropical to subtropical euphotic water masses (<250m) and low temperature waters below 250 m.

1. はじめに

埼玉県立所沢北高校地球科学部では、埼玉県の岩殿丘陵の泥岩から放射虫化石が出土することを知り2015年頃からこれを調べはじめた。抽出に苦労していたが、神奈川県の大磯層群や三浦層群から新第三紀の放射虫化石を報告している鈴木進氏に相談する機会を得て、抽出方法について教示をいただいた（鈴木・蟹江, 2010, 2012）。抽出方法を改善することで同定できる放射虫化石を多数得ることができるようになり、岩殿丘陵の新第三系の放射虫化石の概要を2017年度に開催された第69回

埼玉県科学教育振興展覧会西部地区展（埼玉県教育委員会ほか主催）で発表した（所沢北高校地球科学部, 2017）。さらに研究をおしすすめたところ、新たな化石産出地点が加わった。これら一連の成果を学術的に役立てられるよう、ここで報告する。

岩殿丘陵は関東山地から東の関東平野に突き出た丘陵のひとつで、この丘陵は新第三紀中新世の海成堆積物から構成され、この新第三系は薄い鮮新世の物見山礫層に覆われている。研究者により地層の区分と名称が異なるが本論では小池ほか（1985）に

¹ 〒359-0042 埼玉県所沢市並木5-4 埼玉県立所沢北高等学校 E-mail:sakai.mitsuru.fe@spec.ed.jp

よる区分を用いる。中新統は層序的下位から上唐子層 (Kamikarako Formation)、都幾川層群 (Tokigawa Group) の岩殿層 (Iwadono Formation) と大橋層 (Ohashi Formation) に分けられている。本新第三系は南に緩く傾斜するため丘陵の北ほど古い地層が露出する。上唐子層は層厚不明で泥質基質の少ない礫岩や砂岩、シルト岩、砂岩・シルト岩互層かなる地層で、一番北に露出し上位の岩殿層とは不整合である。岩殿層は下から神戸礫岩部層 (Godo Conglomerate Member) (模式地での層厚は70m)、根岸砂岩部層 (Negishi Sandstone Member) (60m)、将軍沢シルト岩部層 (Shogunzasa Siltstone Member) (370m) に分けられ、上方に向かうにしたがって細粒化する。大橋層は下から鳩山砂岩・シルト岩部層 (Hatoyama Sandstone and Siltstone Member) (200m)、今宿砂岩部層 (Imajuku Sandstone Member) (>150m) に分けられ上方に向かうに従い粗粒化する。岩殿層は大橋層とは整合関係であり、直接の下位にあたる将軍沢シルト岩部層とは砂岩主体であることから区別される。

岩殿丘陵の新第三系から海棲化石が多産し、年代決定に有効な微化石や K-Ar 年代などが報告されている (栗原ほか, 2003)。最下位の上唐子層は珪藻化石帯 NPD3A (*C. kanayae* 帯) と NPD4A (*Denticulopuſis lauta* 帯) が識別され、16.3~15.1Ma (中新世中期のバーディガリアン期中期~ランギアン期最前期) と対比される。神戸礫岩部層は浮遊性有孔虫化石帯 N 8 が報告され (Hayashi et al., 2003)、その年代は15.1~14.8Ma (ランギアン中期) とされる。根岸砂岩部層から将軍沢シルト岩部層にかけては浮遊性有孔虫 (Hayashi et al., 2003)、珪藻・石灰質ナノ化石 (堀内・柳沢, 1994; 栗原ほか, 2003) が報告されており、根岸層の堆積年代は14.8~12.5Ma (ランギアン期中期~サーラバリアン期中期) とされる (高橋, 2008)。将軍沢シルト岩部層の中部から上部にかけて、珪藻 (堀内・柳沢, 1994)、黒雲母の K-Ar 年代 (Takahashi et al., 2004)、放散虫 (松岡・鈴木, 2014) が得られており、この部層全体はおおむね12.5~11.9Ma (サーラバリアン期中期~後期) と年代づけられる。鳩山砂

岩・シルト岩部層から放散虫 (松岡・鈴木, 2014) や NPD5B と NPD5C の珪藻化石 (堀内・柳沢, 1994) が、今宿砂岩部層からも同様に NPD5C と対比される珪藻化石が得られており (堀内・柳沢, 1994)、鳩山砂岩・シルト岩部層は11.9Ma 以降、今宿砂岩部層は最も若い場合で10.0Ma となりサーラバリアン期とトートニアン期の境界 (11.62Ma) がこの2つの地層のどこかに位置する。岩殿丘陵からの放散虫化石について、証拠となる標本写真を提示している正式な報告は松岡・鈴木 (2014) が唯一である。

2. 研究方法

放散虫化石を抽出する方法は、岩石の固結状況と岩石の種類により変わってくる (鈴木, 2013)。新第三系の含放散虫化石堆積岩は一般に固結度が低く、水がそれなりに染み込む程度に柔らかい。本研究では、過酸化水素で処理して個体を取り出した。ただこのままだと放散虫以外のものが多く、探し出すのも同定も困難である。そこで、次に超音波洗浄機で凝集した泥片を小片化にして放散虫個体と泥成分を分離させる。なお鈴木 (2012) は超音波洗浄機を使うと微化石が壊れることがあるので、使用を推奨していない。粒子化したもの (残渣) をふるいに掛けて大きい粒子を除去する。本校のクラブでは目合い300 μm と75 μm のふるいを利用した。なお、放散虫の研究の現場では目合い38~45 μm または63~65 μm を使い、大きい残渣の除去については触れていない (鈴木, 2012)。ここでふるいの間に残ったものをシャーレに入れて顕微鏡で放散虫の有無を確認した。次に、放散虫は鉱物粒子に比べ軽いので、試験管に試料を入れ攪拌したのち粒子を沈殿させ、沈殿物の一番上の部分を駒込ピペットで吸い取り、和光純薬のマウントメディア (屈折率 ≥ 1.50 at 20 $^{\circ}\text{C}$) を使いプレパラートにした。似たような方法で能率がより高い懸濁分離法と呼ばれる方法があり、この場合は上澄み全てを通過させなければならない (板木, 2003)。プレパラートは1地点で3枚作製したが、重要だと思われる地点では倍の6枚作製した。観察は生物顕微鏡を使い、倍率は100倍の倍率でメカニカルステージを使い試料の全面を検鏡し、

分類形質が残ると思われるものをすべて写真撮影した。同定にあたっては論文の写真などを参考に属や種を絞り込み、決定したのち鈴木進氏と鈴木紀毅氏に確認をお願いした。

3. 試料採集地点

下位から上位に向かって次の11カ所から放散虫化石を出し同定を行った。それらは K1 (36° 1' 51.85" N, 139° 20' 13.75" E)、K2 (36° 1' 40.13" N, 139° 21' 16.36" E)、S1 (36° 1' 28.66" N, 139° 20' 34.45" E)、S2 (36° 0' 53.49" N, 139° 21' 17.83" E)、S3 (36° 0' 53.18" N, 139° 21' 49.27" E)、S4 (36° 0' 26.03" N, 139° 21' 32.00" E)、S5 (36° 0' 22.15" N, 139° 21' 17.29" E)、S6 (36° 0' 13.06" N, 139° 21' 1.84" E)、H1 (35° 59' 49.22" N, 139° 21' 23.55" E)、H2 (35° 59' 50.48" N, 139° 19' 58.92" E)、H3 (35° 59' 49.11" N, 139° 20' 19.93" E) である (図1を参照)。先行研究の松岡・鈴木 (2014) の試料採集地点も図中に記入した。

M1~M4は松岡・鈴木 (2014) の試料採集地点 SP01~SP04に相当する。また、本研究の試料採集地点との層序上の関係は、M1、M2がS4に、M3がS6に、M4がH1とH3の中間に相当する。

それぞれの採集地点の特徴を次にまとめる。K1は丘陵の北縁を画する都幾川の北岸にある角田橋そばの露頭で上唐子層の塊状泥岩である。高橋・柳沢 (2004) は比企丘陵の市ノ川層 (Ichinokawa Formation) としている地点である。またこの塊状泥岩から上位に向かって粗粒化している。K2は丘陵の北の都幾川の北岸の丸木美術館そばの露頭で、上唐子層の塊状の泥岩からなる。高橋・柳沢 (2004) ではこの地点の地層を比企丘陵の

荒川層 (Arakawa Formation) としている。K1との層準の上下関係は不明である。S1は武蔵松山カントリークラブの北にあたり、礫岩からなる神戸礫岩部層の崖の上ののる將軍沢シルト岩部層最下部の塊状泥岩層である。S2は神戸集落の東の丘陵北縁にある小露頭で、將軍沢シルト岩部層下部の塊状の泥岩層である。S3は高本集落の西の岩殿丘陵の北の縁に当たる場所の露頭で、將軍沢シルト岩部層下部の塊状の泥岩層であり、S2とはほぼ同一層準だと考えられる。S4はS5地点から下りきり、沢沿いを歩く途中にある小露頭で、將軍沢シルト岩部層中部の塊状の泥岩層である。S5は岩殿観音から地球観測センターへの散策路から北に向かう道沿いの將軍沢シルト岩部層上部の塊状の泥岩層である。S6は地球観測センター入口の小露頭で將軍沢シルト岩部層最上部の塊状の泥岩層である。H1は松ヶ丘北 (鳩山ニュータウンの北) の沢沿いの露頭で、鏡下では材化石片が多数みられる砂質泥岩である。H2は大橋の北の鳩川支流

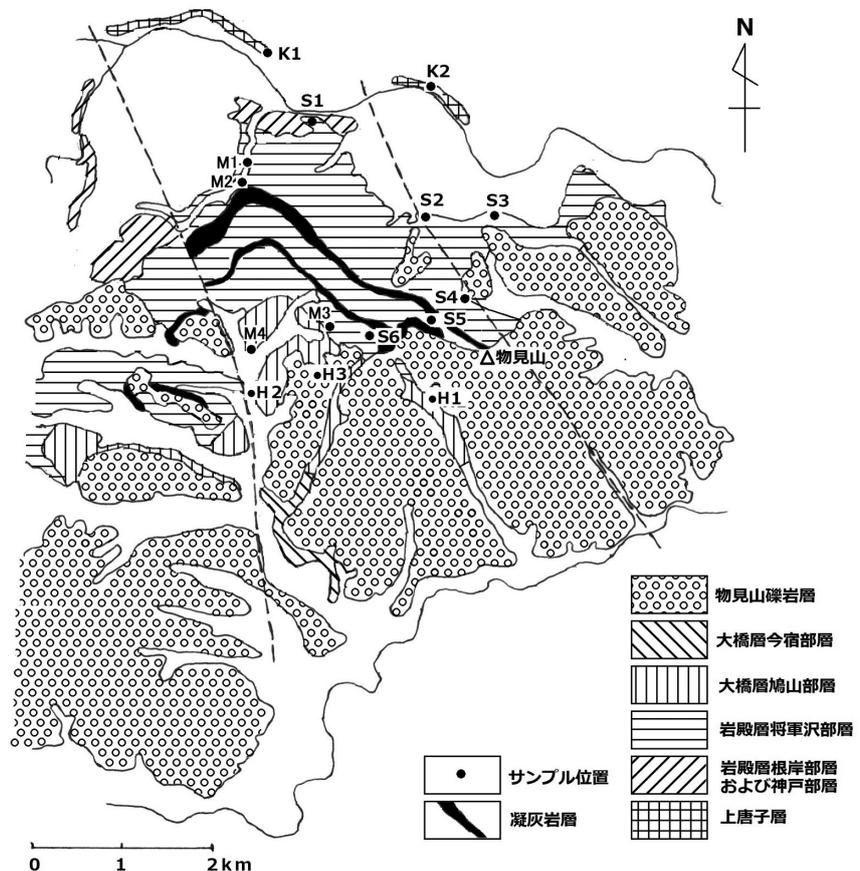


図1 調査場所の位置およびサンプル採集地点
小池ほか (1985) の図表を一部改変する。©日本地質学会

沿いの河床の泥岩露頭である。H3は鳩山 CC 西で小さな谷沿いの露頭で塊状泥岩である。H1～H3は鳩山砂岩・シルト岩部層にあたり、この部層より上位は粗粒化し、さらに粗粒な堆積物からなる今宿砂岩部層に漸移する。

4. 放散虫化石の産出状況

それぞれから産出する放散虫について年代決定や環境解析に重要な種に絞って上唐子層、将軍沢シルト岩部層、鳩山砂岩・シルト岩部層に分けてまとめる(図2を参照)。また、産出した放散虫化石の写真を図3にまとめた。

1) 上唐子層

試料採集地点の K1 と K2 とがこれに当た

る。双方とも産出量は豊富である。共通して産出する代表種は *Cyrtocapsella tetrapera* (Haeckel)、*Didymocyrtis tubaria* (Haeckel)、*Didymocyrtis violina* (Haeckel) と *Stichocorys delmontensis* (Campbell & Clark) である。また年代を決定できる種として、*C. tetrapera*、*Didymocyrtis mammifera* (Haeckel)、*Didymocyrtis laticonus* (Riedel)、*Didymocyrtis tubaria* (Haeckel)、*Stichocorys armata* (Haeckel) が産出している。若干の違いとして K1 では *Eucyrtidium asanoi* Sakai が含まれ、K2 では *Lithopera renzae* Sanfilippo & Riedel が検出されていることである。さらに、K1 では *Siphostichartus corona* (Haeckel)、K2 では

種名\サンプル位置	K1	K2	S1	S2	S3	S4	S5	S6	H1	H2	H3
<i>Calocycletta</i> spp.	6										
<i>Cannartus</i> sp. C			3		5	1					3
<i>Cycladophola cosma</i> Lombardi & Lazarus		1									
<i>Cyrtocapsella japonica</i> (Nakaseko)			15	5	11	5	4	10	5	2	7
<i>Cyrtocapsella tetrapera</i> (Haeckel)	2	5	2								
<i>Dictyocoryne</i> sp.											2
<i>Didymocyrtis antepenultima</i> (Riedel and Sanfilippo)					1						1
<i>Didymocyrtis laticonus</i> (Riedel)	3	1	35	6	32	9	3	7		1	2
<i>Didymocyrtis mammifera</i> (Haeckel)	4		1								
<i>Didymocyrtis tubaria</i> (Haeckel)	1	1									
<i>Didymocyrtis violina</i> (Haeckel)	3	1									
<i>Eucyrtidium asanoi</i> Sakai	2										
<i>Eucyrtidium calvertense</i> Martin	3		2		4		1	2			
<i>Eucyrtidium cienkowskii</i> Haeckel		1									
<i>Flustrella</i> sp.	2	3	3	2	1			1	1	3	4
<i>Lamprocyclus</i> sp.		1	1		3		4	1			
<i>Liriospyris geniclosa</i> Goll						1					
<i>Liriospyris mutuaría</i> Goll	5	1	1								
<i>Lithopera neotera</i> Sanfilippo & Riedel			1		1	1					
<i>Lithopera renzae</i> Sanfilippo & Riedel		1									
<i>Lychnocanoma cf. magnacornuta</i> Sakai											2
<i>Lychnocanoma elongata</i> (Vinassa de Regny)		1									
<i>Phormostichoartus doliolum</i> (Riedel & Sanfilippo)								1			
<i>Siphocampe lineata</i> (Ehrenberg)			1								
<i>Siphocampe</i> sp.							1				
<i>Siphostichartus corona</i> (Haeckel)	1										
<i>Stichocorys armata</i> (Haeckel)	2										
<i>Stichocorys delmontensis</i> (Campbell & Clark)	12	9	5		2		4		2		2
<i>Stichocorys peregrina</i> (Riedel)					8	1		1	2		3
<i>Trisolonia megalacitidis megalactis</i> (Ehrenberg)		3									

図2 各地点の放散虫化石の産出状況 数字はプレパラートで確認した個体数。

Trisolenia megalactis megalactis (Ehrenberg) など低緯度にすむ種が含まれる。

2) 将軍沢シルト岩部層

試料採集地点のS1からS6がこれに当たるが、年代決定に重要な *C. tetrapera* の産出するS1と、産出しないそれ以外に分けられる。S1の産出量は豊富である。優占種は *Cyrtocapsella japonica* (Nakaseko) と *D. laticonus* である。また年代決定が出来る種として、*C. japonica*、*C. tetrapera*、*D. mammifera*、*Lithopera neotera* Sanfilippo & Riedel が産出している。

S2からS6のなかではS3とS5では放散虫が豊富に産出する。優占種は *C. japonica*、*D. laticonus* である。また年代決定が出来る種は *C. japonica* と *L. neotera* で識別された。またS3から *Didymocyrtis antepenultima* (Riedel & Sanfilippo) が産出している。

3) 鳩山砂岩・シルト岩部層

試料採集地点はH1からH3である。このなかではH3が豊富に産出する。優占種および年代決定が出来る種として *C. japonica* が産出する。構成種はS2からS6とほぼ同じである。鳩山部層から得られた放散虫は構成種が下位の唐津山層や将軍沢シルト岩部層にくらべ種数が少ない。

5. 産出した放散虫化石の解釈

1) 放散虫化石年代

新生代の北太平洋の放散虫化石の分帯の参考となる論文として低緯度データをもとにした Kamikuri et al. (2009) と中緯度データをもとにした Kamikuri (2017) がある。岩殿丘陵から産出する放散虫化石と指標種と比較したところ、その指標種との共通性から考えて Kamikuri et al. (2009) の方が合うので、ここでは Kamikuri et al. (2009) を利用する。

年代を推定できる放散虫の産出状況を次にまとめる。*Cyrtocapsella tetrapera* はRN6帯初めに終出する化石種で、K1、K2ならびにS1で産出した。*Cyrtocapsella japonica* はRN5帯後期から出現しRN6帯中期に終出する化石種で、岩殿丘陵ではS1～S6と、H1～H3それぞれから産出した。*Didymocyrtis laticonus* はRN5の中期に初出する化石種でH1以外すべてから産出した。*Didymocyrtis violina* は

RN5帯の後期で終出する化石種で、K1とK2で産出した。*Didymocyrtis mammifer* はRN5の最後に終出する化石種で、K1とS1で産出を確認した。*Didymocyrtis antepenultima* はRN6帯中期に初出する化石種で、S3とH3で産出した。*Lithopera neotera* はRN6初期に終出する化石種で、K2に産出する。*Lithopera renzae* はRN5中期に初出する化石種で、S1とS3とS4から産出した。*Stichocorys armata* はRN5中期に終出する化石種でK1から産出する。

次にこれら指標種の共産関係から Kamikuri et al. (2009) を参考に年代をさらに絞り込む。K1とK2は *D. violina*、*D. laticonus* と *S. armata* の産出からRN5の中期に限定されると考えられる。S1は *C. japonica*、*C. tetrapera* ならびに *D. mammifer* が産出する状況からRN5帯後期と考えられる。S2からH3にかけての層準は将軍沢シルト岩部層から鳩山砂岩・シルト岩部層にあたる一連の堆積物で、*C. japonica* の産出からRN5後期からRN6中期だと考えられる。また数は少ないがS3から *D. antepenultima* が産出している。

これらの放散虫から絶対年代を Kamikuri et al. (2009) に従って求めてみる。*S. armata* は層位的に一番下位のK1のみから得られており、この種の終出は13.60～13.43Maとされる。*Didymocyrtis tubaria* と *D. violina* はK1より1つ上位のK2に層位的の終出が認められる。この2種の終出絶対年代はともに13.43～13.22Maである。一方、*D. laticonus* は岩殿丘陵ではH1を除き全ての試料から見つかっている。本種の初出は13.22～12.97Maとされて *D. tubaria* や *D. violina* から想定されるK1とK2の絶対年代よりやや若い。しかし、K1のみから産出した *Eucyrtidium asanoi* の終出は Kamikuri et al. (2007) によれば13.8～14.0Maとされている。古い種が優勢なので、絶対年代としてはK1は13.8Ma以前、K2は13.22Ma以前となる。*C. japonica* はS1から産出し始めて最上位のH3まで産出し続けるのでその初出現はK2とS1の間にあると考えられる。一方 *C. tetrapera* はK1～S1で産出し、S2から上位では見つからなかったため本種の最終産出はS1とS2の間にあると考えられる。*C. japonica* の初出が12.71～12.39Ma、*C. tetrapera* の終出が12.04～11.77Maとされる

ので、S1の絶対年代は12.04~11.77Ma、S2~S6およびH1~H3までが12.04~11.77Ma以降となる。*C. japonica*がH3まで産出し続けることから、H3の絶対年代はこの種の終出である10.45~10.15Maよりは古い。つまり、鳩山砂岩・シルト岩部層は10.45~10.15Ma以前と考えられる。

2) これまでの堆積年代との比較

これまで岩殿丘陵の新第三系の堆積年代は、上唐子層が16.3~15.1Ma、神戸礫岩部層が15.1~14.8Ma、根岸層が14.8~12.5Ma、將軍沢シルト岩部層の中部から上部が12.5~11.9Ma、鳩山砂岩・シルト岩部層は11.9Ma以降、今宿砂岩部層は最も若い場合で10.0Maとされてきた。今回の検討によって上唐子層のK1が13.8Ma以前でK2が13.22Ma以前、將軍沢シルト岩部層ではS1とS2の間の年代が12.04~11.77Ma、鳩山砂岩・シルト岩部層は10.45~10.15Ma以前となった。

3) 放散虫群集の特色

松岡・鈴木 (2014) は將軍沢部層と鳩山部層の放散虫を報告しており、本報告とは次の部分でことなる。出現時期の違いとして *C. japonica* が將軍沢シルト岩部層の中位から出現を始めることと *C. tetrapera* が將軍沢シルト岩部層の上位まで出現していることがある。また年代を推定できる化石種では、*Eucyrtidium inflatum* Kling、*Diartus petterssoni* と *Lychnocanoma nipponica* が將軍沢部層中部から産出することを報告している。今回の検討では見つけられなかったが、放散虫化石層序についてはこれらの結果は本報告の分帯と矛盾しない。

本地域の化石放散虫は全般的には低緯度の指標種が優勢であるが、上唐子層の寒冷種の *Eucyrtidium asanoi* の存在から中高緯度の要素 (Oseki & Suzuki, 2009) もあることがわかる。將軍沢シルト岩部層では松岡・鈴木 (2014) と合わせると *Lithopera neotera* や *D. petterssoni* のような低緯度要素と *E. inflatum* などの中緯度~高緯度要素が混在する。鳩山砂岩・シルト岩部層については環境を積極的に示す放散虫は得られなかった。以上から、上唐子層から將軍沢シルト岩部層の堆積時期に放散虫動物群は低緯度水塊が優勢な海域だったが中緯度~高緯度の水塊も共存していたことがわ

かった。*Trisolenia* などコロダリア目や *Diartus* や *Didymocyrtis* など Artiscinae 亜科は現生種では共生藻類をもつ (Suzuki and Not, 2015; Zhang et al., 2018) ことから低緯度要素のいた水塊は熱帯~亜熱帯有光層と共通する水塊と推察される。*Lithopera neotera* の直接子孫である *Lithopera bacca* Ehrenberg は現在の赤道域で水深250m以浅に生息している (Gowing, 1993) ので、この解釈は妥当であろう。一般に高緯度種は低温に適応しているので、中緯度~高緯度要素の水塊は250m以深に存在していたことが示唆される。

6. まとめ

岩殿丘陵の新第三系の上唐子層の塊状泥岩 (試料採集地点 K1, K2)、將軍沢シルト岩部層下部の塊状泥岩 (S1, S2, S3)、同部層中部 (S4) ならびに上部 (S5, S6) の塊状泥岩、鳩山砂岩・シルト岩部層の砂質泥岩 (H1) と泥岩 (H2, H3) の放散虫化石を調べた。上唐子層からは *Cyrtocapsella tetrapera*、*Didymocyrtis tubaria*、*Didymocyrtis violina*、*Stichocorys delmontensis* などが、將軍沢シルト岩部層から *Cyrtocapsella japonica* や *D. laticonus* が、鳩山砂岩・シルト岩部層からは *C. japonica* が特徴的に産出した。放散虫化石の構成種から、上唐子層は放散虫分帯の RN5帯中期、將軍沢部層から鳩山部砂岩・シルト岩層中部にかけては RN5帯後期から RN6帯の中期と対比できることがわかった。これまでの研究と合わせると、上唐子層の K1が13.8Ma以前で K2が13.22Ma以前、將軍沢シルト岩部層では S1と S2の間の年代が12.04~11.77Ma、鳩山砂岩・シルト岩部層は10.45~10.15Ma以前と考えられる。放散虫群集の構成から、上唐子層から將軍沢シルト岩部層の堆積時期に放散虫動物群は低緯度水塊が優勢な海域だったが中緯度~高緯度の水塊も共存していた。低緯度要素のいた水塊は熱帯~亜熱帯有光層と共通する水塊で水深250m以浅、中緯度~高緯度要素の水塊は250m以深に存在していたことが示唆される。

謝辞

埼玉県立川越女子高校の松岡喜久次氏には岩殿丘陵の放散虫について当初情報を与え

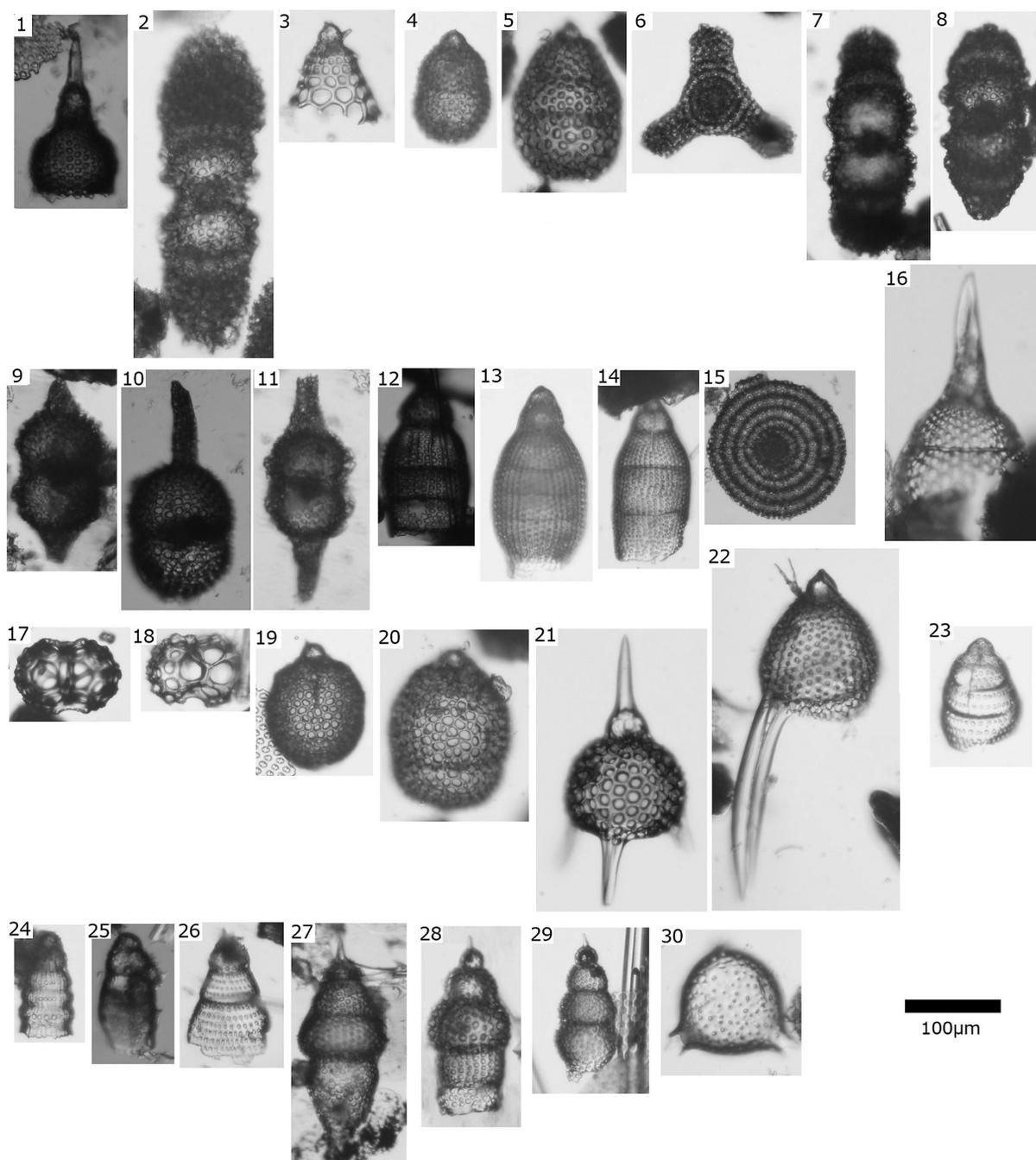


図3 産出した放散虫化石の写真

1. *Calocyclella* spp. [sample K1]. 2. *Cannartus* sp. C of Sakai (1980). [sample S3]. 3. *Cycladophora cosma* Lombardi & Lazarus. [sample K2]. 4. *Cyrtocapsella japonica* (Nakaseko). [sample S6]. 5. *Cyrtocapsella tetrapera* (Haeckel). [sample K2]. 6. *Dictyocoryne* sp. [sample H3]. 7. *Didymocyrtis antepenultima* (Riedel & Sanfilippo). [sample H3]. 8. *Didymocyrtis laticonus* (Riedel). [sample S4]. 9. *Didymocyrtis mammifera* (Haeckel) [sample K1]. 10. *Didymocyrtis tubaria* (Haeckel). [sample K1]. 11. *Didymocyrtis violina* (Haeckel). [sample K1]. 12. *Eucyrtidium asanoi* Sakai. [sample K1]. 13. *Eucyrtidium calvertense* Martin. [sample S6]. 14. *Eucyrtidium cienkowskii* Haeckel. [sample K2]. 15. *Flustrella* sp. [sample S3]. 16. *Lamprocyclus* sp. [sample S5]. 17. *Liriospyris geniclosa* Goll. [sample S4]. 18. *Liriospyris mutuarua* Goll. [sample S1]. 19. *Lithopera neotera* Sanfilippo & Riedel. [sample S4]. 20. *Lithopera renzae* Sanfilippo & Riedel. [sample K2]. 21. *Lychnocanoma* cf. *magnacornuta* Sakai. [sample H3]. 22. *Lychnocanoma elongata* (Vinassa de Regny). [sample K2]. 23. *Phormostichoartus doliolum* (Riedel & Sanfilippo). [sample S6]. 24. *Siphocampe lineata* (Ehrenberg). [sample S1]. 25. *Siphocampe* sp. [sample S5]. 26. *Siphostichartus corona* (Haeckel). [sample K1]. 27. *Stichocorys armata* (Haeckel). [sample K1]. 28. *Stichocorys delmontensis* (Campbell & Clark). [sample K1]. 29. *Stichocorys peregrina* (Riedel). [sample S3]. 30. *Trisolenia megalactis megalactis* (Ehrenberg). [sample K2].

ていただいた。神奈川地学会の鈴木進氏には、放散虫の抽出方法、関係資料の提供および放散虫の同定でお世話になった。また、本報告の論文化に当たり東北大学の鈴木紀毅氏には放散虫の同定、査読、関係資料の提供ならびに放散虫を調べる基本的なことを含め詳細なアドバイスをいただいた。これらの方々に感謝します。

引用文献

- Gowing, M. M. (1993) Seasonal radiolarian flux at the VERTEX North Pacific time-series site. *Deep-Sea Res.* 40: 517-545.
- Hayashi, H., Y. Kurihara, S. Horiuchi, T. Iwashita and Y. Yanagisawa (2003) Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Miocene sequence in the Iwadono Hills, central Japan: An integrated approach. *Palaios*, 18: 176-191.
- 堀内誠示, 柳沢幸夫 (1994) 埼玉県岩殿丘陵に分布する中新統の珪藻化石層序. 地質調査所月報, 45: 655-675.
- 板木拓也 (2003) 砂質堆積物からの放散虫殻の懸濁分離法. 化石, (73):38-41.
- Kamikuri, S. (2017) Late Neogene radiolarian biostratigraphy of the eastern North Pacific ODP Site 1020/1021. *Paleontol. Res.*, 21: 230-254.
- Kamikuri, S., I. Motoyama, H. Nishi and M. Iwai (2009) Neogene radiolarian biostratigraphy and faunal evolution rates in the eastern equatorial Pacific ODP Sites 845 and 1241. *Acta Palaeontol. Polonica*, 54: 713-742.
- Kamikuri, S., Nishi, H. and Motoyama, I. (2007) Effects of late Neogene climatic cooling on North Pacific radiolarian assemblages and oceanographic conditions. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.* 249: 370-392.
- 栗原行人, 堀内誠示, 柳沢幸夫 (2003) 埼玉県岩殿丘陵に分布する中新統の岩相層序と珪藻・石灰質ナンノ化石層序. 地質学雑誌, 109: 215-233.
- 小池美津子, 武井暁朔, 下野敏弘, 町田二郎, 秋元和実, 橋屋功, 吉野博厚, 平社定男 (1985) 岩殿丘陵の中新統・都幾川層群. 地質学雑誌, 91: 665-677.
- Oseki, S. and N. Suzuki (2009) Miocene to Pleistocene paleogeographic distributions of polycystine radiolarians in the North Pacific. *News Osaka Micropaleontologists (NOM), Spec. Vol.* 14: 183-238.
- Sakai, T. (1980) Radiolarians from Sites 434, 435 and 436, northwest Pacific, Leg. 56, DSDP. Leg 55 and 56 Scientific Party, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project, volume 55-56. pp. 695-733.
- 鈴木紀毅 (2012) 付録 1. 篩を使った微化石処理と検鏡準備 (放散虫, 有孔虫, 貝形虫, コノドント). 谷村好洋, 辻彰洋 (編), 微化石 顕微鏡で見るプランクトン化石の世界. pp. 345-360.
- Suzuki, N. and F. Not (2015) Chapter 8. Biology and Ecology of Radiolaria. Ohtsuka, S., T. Suzuki, T. Horiguchi, N. Suzuki and F. Not (eds.), *Marine Protists. Diversity and Dynamics*. pp. 179-222.
- 鈴木紀毅 (2013) 2. 3. 放散虫. 尾田太良・佐藤時幸 (編), 新版微化石研究マニュアル. pp. 32-37.
- 鈴木進, 蟹江康光 (2010) 神奈川県南東部の葉山層群と三浦層群から産出した放散虫化石による生層序年代. 横浜市博研報 (自然), (57):1-17.
- 鈴木進, 蟹江康光 (2012) 神奈川県南東部に分布する中新統三浦層群三崎層の放散虫化石年代. 神奈川博調査研報 (自然), 14: 117-126.
- 澤田大毅, 新藤亮太, 本山功, 亀尾浩司 (2009) 房総半島, 小糸川流域の中新・鮮新統の地質と放散虫化石層序. 地質学雑誌, 115: 206-222.
- 武井暁朔, 小池美津子 (1986) 岩殿丘陵. 日本の地質『関東地方』編集委員会 (編), 日本の地質 3 関東地方. pp. 107-110.
- 所沢北高校地球科学部 (2017) 岩殿丘陵の放散虫化石年代. 平成29年度埼玉県理化学振興展西部地区展 (東洋大学), ポスター発表.
- 松岡喜久次, 鈴木紀毅 (2014) 須恵器 (土器) から発見された中新世中期の放散虫化石と胎土の起源となった層準の推定. 地球科学, 68: 109-114.
- 高橋雅紀 (2008) 3. 2. 5岩殿丘陵. 日本地質学会 (編), 日本地方地質地誌 3 「関東地方」. pp. 162-166.
- 高橋雅紀, 柳沢幸夫 (2004) 埼玉県比企丘陵に分布する中新統の層序: 複合年代層序に基づく岩相層序の総括. 地質学雑誌, 110: 290-308.
- Takahashi, M., Y. Yanagisawa and T. Okada (2004) K-Ar ages of the Shogunsawa and Okuda Tuff beds in the Miocene marine sequence in the Iwadono Hills, central Japan. *J. Japanese Assoc. Petrol. Tech.*, 69: 284-290.
- Zhang, L.L., N. Suzuki, Y. Nakamura and A. Tuji (2018) Modern shallow water radiolarians with photosynthetic microbiota in the western North Pacific. *Mar. Micropaleontol.* 139: 1-27.