

微化石による葛生石灰岩の環境推定

國學院大學栃木高等学校 2年 高森亜門



研究目的と方法

栃木県佐野市の葛生地域に分布するペルム系石灰岩は葛生石灰岩とよばれ、下位の流出層と上位の鍋山層から成る。流出層は玄武岩質溶岩や凝灰岩が主体で鍋山層は、下部石灰岩部層、ドロマイト岩、上部石灰岩部層に区分される(柳本, 1973) 葛生石灰岩は、ジュラ紀付加体である足尾帯の中に分布する(日本地質学会, 2016)。

今回は日本古生物学会第173回高校生ポスターセッションにて発表した際に調査した吉澤石灰工業(会沢)、住友大阪セメント(唐沢)、東京石灰工業(山菅)、大釜からの薄片、計160枚に加え、栃木市流出町からのサンプルも検討した。また、環境をより詳しく推定するため、葛生地域と同じジュラ紀付加体である秩父帯北帯の埼玉県小鹿野町の二子山、秩父市の武甲山を比較対象として加え、計12地点のサンプルを採取した。得られたサンプルは岩石カッターを用い切断し、計222枚の岩石薄片を作製した。顕微鏡で薄片中のフズリナや微化石を観察し、その種類を同定し、また、石灰岩の岩相も併せて解析することで、堆積環境を推定した。そして、12地点のサンプルの石灰岩を酸処理し、その残渣の観察も試みた。会沢、唐沢、流出以外は転石である。



← 調査地点の位置図 ↓

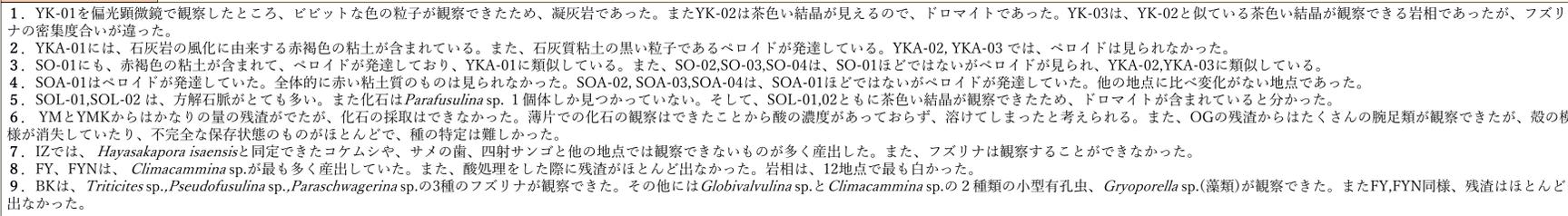


薄片 (222枚) および残渣で観察できたもの

各標本写真のスケールバーは1mmを示す

採石場	種名	殻の長さ (mm)	殻の径 (mm)	初室 (mm)	巻き数
吉澤石灰工業 (会沢)	YK-03③ <i>Parafusulina kuzuenis</i>	9.41	3.94	0.66	5
	YK-03④ <i>Parafusulina kuzuenis</i>	7.97	3.59	0.43	4
	YK-03⑤ <i>Parafusulina yabei</i>	-	3.04	0.36	4
	YK-03⑥ <i>Parafusulina kuzuenis</i>	6.00	2.77	0.20	7
	YK-03⑦ <i>Parafusulina kuzuenis</i>	3.44	1.70	0.17	5
住友大阪セメント (唐沢)	SO-02① <i>Parafusulina shimotsukensis</i>	6.11	2.80	0.07	5
	SO-02② <i>Parafusulina japonica</i>	-	3.09	0.16	6
	SO-02③ <i>Parafusulina shimotsukensis</i>	3.55	1.54	0.14	5
	SO-02④ <i>Parafusulina japonica</i>	-	-	-	-
	SO-02⑤ <i>Parafusulina shimotsukensis</i>	-	-	-	-
東京石灰工業 (山菅)	YM① <i>Nodosinelloides</i> sp.	-	-	-	-
	YM② <i>Parafusulina yabei</i>	-	-	-	-
	YMK① <i>Tubiphytes</i> sp.	-	-	-	-
	YMK② <i>Tubiphytes</i> sp.	-	-	-	-
大釜 (私有地)	OG① <i>Parafusulina yabei</i>	-	-	-	-
	OG② <i>Spiriferellina</i> sp.	-	-	-	-
	OG③ <i>Husutedia</i> sp.	-	-	-	-
流出	IZ③ <i>Hemigordius</i> sp.	-	-	-	-
	IZ⑥ <i>Hemigordius</i> sp.	-	-	-	-
	IZ⑦ <i>Hayasakapora isaensis</i>	-	-	-	-
	IZ⑧ <i>腕足類</i>	-	-	-	-
	IZ⑨ <i>Palaeotextularia</i> sp.	-	-	-	-
二子山	FY② <i>Daixina sokensis</i>	-	-	-	-
	FY④ <i>Climacammina</i> sp.	-	-	-	-
	FY⑤ <i>Daixina sokensis</i>	-	-	-	-
	FY⑥ <i>Pachyphloia</i> sp.	-	-	-	-
	FY⑦ <i>Palaeotextularia</i> sp.	-	-	-	-
武甲山	BK① <i>Pseudofusulina</i> sp.	-	-	-	-
	BK② <i>Pseudofusulina</i> sp.	-	-	-	-
	BK③ <i>Globivalvulina</i> sp.	-	-	-	-
	BK④ <i>Gryoporella</i> sp.	-	-	-	-
	BK⑤ <i>Climacammina</i> sp.	-	-	-	-

岩相写真



結果

- YK-01を偏光顕微鏡で観察したところ、ビビットな色の粒子が観察できたため、凝灰岩であった。またYK-02は茶色い結晶が見えるので、ドロマイトであった。YK-03は、YK-02と似ている茶色い結晶が観察できる岩相であったが、フズリナの密集度が違った。
- YKA-01には、石灰岩の風化に由来する赤褐色の粘土が含まれている。また、石灰質粘土の黒い粒子であるペロイドが発達している。YKA-02, YKA-03では、ペロイドは見られなかった。
- SO-01にも、赤褐色の粘土が含まれて、ペロイドが発達しており、YKA-01に類似している。また、SO-01, SO-02, SO-03, SO-04は、SO-01ほどではないがペロイドが見られ、YKA-02, YKA-03に類似している。
- SOA-01はペロイドが発達していた。全体的に赤い粘土質のものは見られなかった。SOA-02, SOA-03, SOA-04は、SOA-01ほどではないがペロイドが発達していた。他の地点に比べ変化がない地点であった。
- SOL-01, SOL-02は、方解石脈がとて多い。また化石は *Parafusulina* sp. 1個体しか見つかっていない。そして、SOL-01, 02ともに茶色い結晶が観察できたため、ドロマイトが含まれていると分かった。
- YMとYMKからはかなりの量の残渣がでたが、化石の採取はできなかった。薄片での化石の観察はできたこと酸の濃度があつておらず、溶けてしまったと考えられる。また、OGの残渣からはたくさんの腕足類が観察できたが、殻の模様が消失していたり、不完全な保存状態のものほとんどで、種の特長は難しかった。
- IZでは、*Hayasakapora isaensis*と同等の科の化石、サメの歯、四射サンゴと他の地点では観察できないものが多く産出した。また、フズリナは観察することができなかった。
- FY, FYNは、*Climacammina* sp.が最も多く産出していた。また、酸処理をした際に残渣がほとんど出なかった。岩相は、12地点で最も白かった。
- BKは、*Triticites* sp., *Pseudofusulina* sp., *Paraschwagerina* sp.の3種のフズリナが観察できた。その他には *Globivalvulina* sp.と *Climacammina* sp.の2種類の小型有孔虫、*Gryoporella* sp.(藻類)が観察できた。またFY, FYN同様、残渣はほとんど出なかった。

考察

- YK-01が凝灰岩のため、流出層に相当し、海底火山の噴火により作られた海山の土台であると考えられる。ゆえに、YK-03に近づくにつれ石灰岩が発達したため新しい時代になっていくと考えられる。また、YK-01, YK-02に多くウミユリと腕足類が見られ、YK-02, YK-03になるにつれて、フズリナも見られるようになった。このことから、ウミユリと腕足類は、先駆者であったと推察できる。そして、*Parafusulina kuzuenis*, *Parafusulina yabei*が観察できたことから、YKは下部石灰岩部層だとわかった。
- YKA-01, YKA-02, YKA-03のすべてが粘土質の石灰岩(wackestone)であり、フズリナの間は泥サイズの細かい堆積物が埋まっていることから、静穏ではあるがフズリナくらいの大きさの粒子が運搬されてくる波浪環境になっていたと考えられる。また、*Parafusulina japonica*が産出しているため、上部石灰岩部層が分布していると分かった。そして、SO-01, SO-02, SO-03, SO-04がYKA-02, YKA-03と岩相すべてが灰色で、粒子が細粒砂ほどの大きさであり、類似していたことから環境も似ているものであったと考えられる。そして、*Parafusulina japonica*がどちらにも産出していることから同じ層準(上部石灰岩部層)であったと考えられる。また、産出した小型有孔虫からこの層は *Parafusulina tochigiensis* Zone と考えられる。
- SOA-01からSOA-04もすべて灰色で、粒子が細粒砂ほどの大きさである岩相であった。また、YKA-02, YKA-03, SO-02, SO-03, SO-04ととも類似した岩相でもあったため、これらの5か所の環境(これらのサンプルが示す堆積環境としては、波浪の影響が少なく生物が多い浅瀬、あるいはその近くであった)に近かった可能性が大いにある。
- SOLは、薄片から中部のドロマイト層の可能性が高いと推定された。しかし、化石を観察することができず情報不足であるため、環境や時代などはわからなかった。また、石灰泥からなる不定形の粒子であるペロイドがみられた。ペロイドとは内部に碎屑物粒子や生物の遺骸に由来する粒子を含むことがあるものである。内部構造は特に見られなかった。
- YM, YMKとOGは薄片数が少なく、環境まではわからなかったが、どちらにも *Parafusulina japonica*が産出したため、上部石灰岩部層であったのではないかとと思われる。
- OGに *Husutedia* sp.と思われる標本を採取した。また、採取するに至らなかったが、近隣の場所より、ほぼ同じ大きさの類似した標本が他に2個体見つかった。
- IZの岩相はウミユリの破片が多く散らばっており、コケムシも多く観察できた点から、葛生石灰岩基盤の海底火山玄武岩の上位のサンプルの可能性が考えられる。(海底火山の玄武岩活動が収まった後、最初にその上に定着する生物群にはコケムシとウミユリが多いことがある) また、唯一サメの歯が出た地点でもあった。四射サンゴが観察できた点から、山菅同様に温暖であり、水深は比較的浅いと考えられる。
- FY, FYNでは、*Daixina sokensis*が観察できたため、石灰岩後期だと考えられる。また、酸処理した際に多くの *Climacammina* sp.が観察できた。そして、残渣が出なかった点から純度が高いと考えられる。
- BKでは、*Triticites* sp., *Paraschwagerina* sp.が観察できたためペルム紀前期と考えられる。またペルム紀に見られる藻類の *Gryoporella* sp.も観察することができた。
- FY, FYNは、時代が違っていたため、比較対象にはならなかった。
- Dunhamが1962年に提唱した石灰岩岩相区分を参考にし、12地点すべてwackestoneであった。○今回はジュラ紀付加体足尾帯である葛生地域と、同じジュラ紀付加体秩父帯である秩父地域からのサンプルを採取し比較することでより詳しい葛生地域の環境の推定を試みた。秩父地域の二子山のフズリナは同年代のサンプル採取ができず比較することができなかった。また反省点として薄片作製ではフズリナの正断面数が全体的に少なかった。今後としては正断面のフズリナを増やし葛生地域のサンプル、秩父地域のサンプル採取を増やし、再度年代からの比較を試みたい。

参考文献

- Adams, A.E. 2001, A Colour Atlas of Carbonate Sediments and Rocks Under the Microscope, MANSON PUBLISHING Ltd., 180 p.
- Kobayashi, F. 2006, Middle Permian foraminifers of the Izuru and Nabeyama Formations in the Kuzu area, Tochigi Prefecture, Japan Part 1. Schwagerinid, neoschwagerinid, and verbeekinid fusulinoidae, Paleontological Research, vol 10, 33-59
- Kobayashi, F. 2006, Middle Permian Formations in the Kuzu area, central Japan Part 2. Schubertellid and ozawainellid fusulinoidae, and non-fusulinoidae foraminifers, Paleontological Research, vol 10, 61-77
- Kobayashi, F. 2013, Morphologic variation of five species of *Parafusulina* from the Middle Permian Nabeyama Formation in the Kuzu area, Tochigi Prefecture, Japan, Humans and Nature, 85-122
- 松岡喜久次, 長谷川美行, 沖村雄二, 八尾昭, 2016, 埼玉県秩父市影森-横瀬町芦ヶ久保の秩父帯北帯の地質と産出したフズリナ類と放散虫化石, 埼玉県立の博物館 紀要16号, 33-42
- 三宅幸雄, 2023, 蟻酸処理方法, 化石の友: No68 pp.25~39 2023.4
- 日本地質学会, 2016, 関東山地秩父帯北帯の地質, 地質雑, 122, 325-342
- 太田正道, 1985, 山口県の古生物, 山口県立山口博物館, 337 p.
- 平朝彦, 1990, 日本列島の誕生, 岩波書店, 226 p.
- 柳本 裕, 1973, 栃木県葛生地域の中・古生層の層序と地質構造の再検討, 地質雑, 79, 441-451

謝辞

標本の同定及びご指導いただいた福岡大学の土野勝美教授、佐野市葛生化石館の奥村よほ子先生、埼玉県立自然の博物館の小林まさ代先生、酸処理後の化石の同定をいただいた三宅幸雄様、採石の際にご協力いただいた吉澤石灰工業様、住友大阪セメント株式会社様、東京石灰工業株式会社様、サンプルの切断にご協力いただいた栃木県石灰工業協同組合様、塩田石材店様に感謝いたします。

地点	同定した種別	殻の長さ (mm)	殻の径 (mm)	初室 (mm)	巻き数
FY②	<i>Daixina sokensis</i>	9.41	3.94	0.66	5
FY③	<i>Daixina sokensis</i>	7.97	3.59	0.43	4
FYN⑤	<i>Daixina sokensis</i>	-	3.04	0.36	4
BK①	<i>Pseudofusulina</i> sp.	6.00	2.77	0.20	7
BK②	<i>Pseudofusulina</i> sp.	3.44	1.70	0.17	5
BK③	<i>Paraschwagerina</i> sp.	6.11	2.80	0.07	5
BK④	<i>Pseudofusulina</i> sp.	-	3.09	0.16	6
BK⑤	<i>Triticites</i> sp.	3.55	1.54	0.14	5

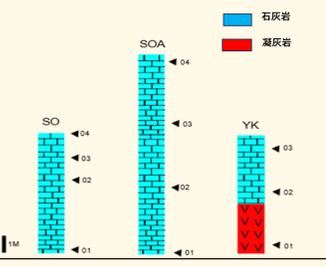
地点	同定した種別	殻の長さ (mm)	殻の径 (mm)	初室 (mm)	巻き数
YK-03	<i>Parafusulina kuzuenis</i>	-	3.08	0.31	7
YK-04	<i>Parafusulina kuzuenis</i>	23.44	1.95	0.55	6
YK-05	<i>Parafusulina</i> sp.	4.25	1.70	0.45	5
YK-06	<i>Parafusulina yabei</i>	7.98	2.98	0.87	10/11
YK-07	<i>Parafusulina kuzuenis</i>	10.28	2.93	0.58	13/12
YKA-01	<i>Parafusulina</i> sp.	-	3.02	0.36	7
YKA-02	<i>Parafusulina japonica</i>	-	4.55	0.34	8
YKA-03	<i>Parafusulina japonica</i>	7.30	1.88	0.15	7
SOA-01	<i>Parafusulina japonica</i>	6.49	3.45	0.29	7
SOA-02	<i>Parafusulina</i> sp.	7.56	2.58	0.85	8
SOA-03	<i>Parafusulina shimotsukensis</i>	3.09	1.71	0.43	4
SOA-04	<i>Parafusulina shimotsukensis</i>	11.90	4.17	0.38	9
SOA-01	<i>Parafusulina</i> sp.	3.71	1.61	0.34	6
SOA-01	<i>Parafusulina japonica</i>	7.12	2.81	0.34	8
SOA-01	<i>Parafusulina</i> sp.	3.57	1.57	0.20	7
SOA-01	<i>Parafusulina</i> sp.	7.08	2.43	0.39	8
SOA-02	<i>Parafusulina shimotsukensis</i>	4.68	2.68	0.39	7
SOA-02	<i>Parafusulina shimotsukensis</i>	10.12	2.93	0.29	5
SOA-03	<i>Parafusulina</i> sp.	-	3.28	0.33	7
SOA-03	<i>Parafusulina japonica</i>	7.30	2.85	0.29	10/2
SOA-03	<i>Parafusulina</i> sp.	7.38	2.81	0.38	10/3
SOA-03	<i>Parafusulina</i> sp.	-	3.92	0.33	8
SO-02	<i>Parafusulina</i> sp.	8.04	3.39	0.77	13/2
SO-02	<i>Parafusulina shimotsukensis</i>	10.74	3.26	0.39	7
SO-03	<i>Parafusulina kuzuenis</i>	5.76	1.87	0.49	10/2
SO-03	<i>Parafusulina japonica</i>	-	2.82	0.37	6
SO-03	<i>Parafusulina</i> sp.	13.68	3.28	0.83	10
OG	<i>Parafusulina</i> sp.	1.64	0.58	0.5	7
YMK	<i>Parafusulina yabei</i>	11.93	4.41	0.38	7

層準	特徴
アド山層	チャート・頁岩・砂岩など
上部石灰岩部層	炭酸塩類 (石灰岩・ドロマイト)
中部ドロマイト部層	
下部石灰岩部層	
流出層	玄武岩質凝灰岩

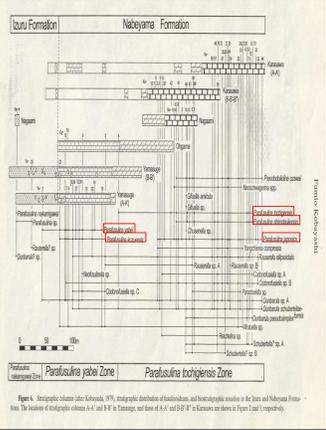
採石した地点とフズリナの計測



薄片222枚



ルートマップを作成した地点の柱状図



フズリナからわかる層準

Fumio Kobayashi, 2013, Morphologic variation of five species of *Parafusulina* from the Middle Permian Nabeyama Formation in the Kuzu area, Tochigi Prefecture, Japan



Dunhamが1962年に提唱した石灰岩岩相区分