

新潟の新生界—佐渡島編

小林 巖 雄*

1. はじめに

佐渡の新生界、とくに新第三系中新統以上についてここ数十年の間に得られた新しい知見を加えて解説したい。初めて佐渡島を調査で訪れたのは新潟大学に赴任した直後であり、佐渡は私が新潟の新生界を歩き始めた最初の地でもあった。

佐渡島の地質の魅力は、豊富な化石が新生界の海成層から産出する点である。佐渡島の地層と化石が、日本海の発達史の一端を確実に記録した古文書であることを意識し、佐渡島の生い立ちとともに、日本海の古海洋環境と海洋生物群の変遷史を解明する事を研究のテーマとして取り組むようになった。

2. 概要：日本海の変遷史

佐渡島の地質を述べる前に、小林（2000）にしたがって、古日本海における変遷史の区分（第1表）を述べる。

第1表 古日本海の歴史区分（小林、2000修正）

地質時代		日本海の歴史区分		地域層序	
				新潟油田地域	佐渡地域
第四紀	縁海Ⅱ	現縁海時代	魚沼層	灰爪層	質場層
				貝立層	
鮮新世			西山層	河内層	
中新世	後期	変動期 縁海海底の隆起・沈降 日本列島の隆起	椎谷層		
	中期	縁海Ⅰ	深海時代	寺泊層	中山層
			縁海深化・拡大の時代	七谷層	鶴子層
	前期	大海進時代 縁海の誕生	津川層	下戸層	
		大陸縁辺時代	三川層	相川層群	

不整合

*新潟大学理学部地質科学科

- 1) 火山活動を伴う大陸縁辺時代：漸新世末から前期中新世には、縁海がまだ存在せず、太平洋に臨む大陸東縁の一角であった。この地域には多くの陸上火山が広く活動し、また湖沼が各地に形成された。
- 2) 大海進時代：前期中新世末から中期中新世の初めに、地殻変動を伴う大海進が起こり、現在の日本海域に位置する縁海が出現した。この縁海は多島海的様相を呈していた。日本海の発生に関する過程及びその原因については、日本海裂開説または日本列島遷移説と、日本海陥没説との異なる説が提出されてきた（小坂、1995参照）。
- 3) 縁海Ⅰの深海時代：中期中新世の中頃から後期中新世には、古日本海が広く拡大し、深化した時代であった。
- 4) 変動期：後期中新世末から前期鮮新世初めには、日本列島の隆起及び古日本海域の地殻変動によって海底地形が大きく変化した。
- 5) 縁海Ⅱの深海時代：鮮新世の中頃には、日本列島の本格的な隆起によって現在の日本海の原型が形成された。

3. 佐渡島の新生界概要

佐渡島の新生界については佐渡相川鉱山開発に関連して明治中頃にすでに調査報告がなされ、昭和初期には現在使われている地層名が命名されている。第二次世界大戦後は新潟大学の研究者を中心に、層序、火山岩、生層序、化石等の調査・研究が行われてきた（佐渡博物館研究報告9集；神蔵編、1987参照）。歌代（1950）による新第三系層序の再検討に始まり、津田（1956）による新第三系の堆積環境、杉山（1956）による火山活動に関する研究が続き、さらに大佐渡研究グループ（1970）、島津ほか（1973ほか）、沢根層団体研究グループ（1973）、小木団体研究グループ（1986）の研究等によって、新第三系の層序がほぼ確立された。第四系の層序は佐渡国中平野団体研究グループ（1966、1969）によって最初に明らかにされた。

筆者は1968以来、年数度にわたり佐渡の調査に出かけ、主に新第三系海成層と第四系の層序と化石について調査・研究を進めてきた。とりわけ、下戸層の軟体動物化石（木村・小林、1977ほか）、鶴子層の海獣化石（佐渡海棲哺乳動物化石研究グループ、1977ほか）、中山層の珪藻化石による生層序（中原ほか、1987）、河内・貝立・質場層の軟体動物化石等（小林ほか、1976）、羽茂・国中の段丘堆積物（国中層団体研究グループ、1999；小木団体研究グループ、1981）、加茂湖の生い立ちと古環境（小林ほか、1993ほか）の研究を手がけてきた。

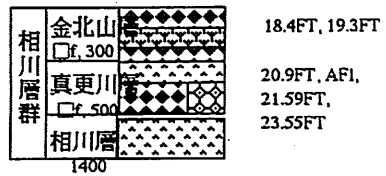
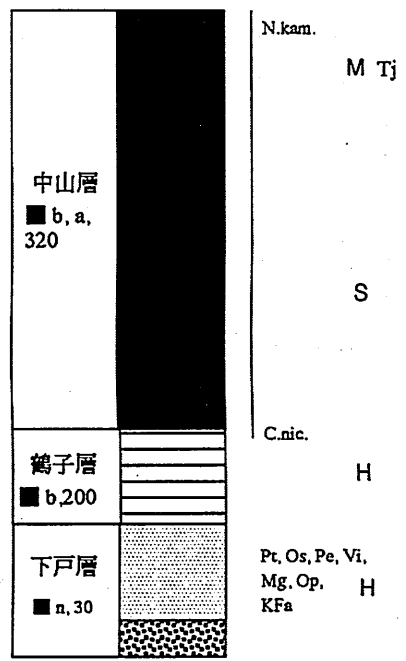
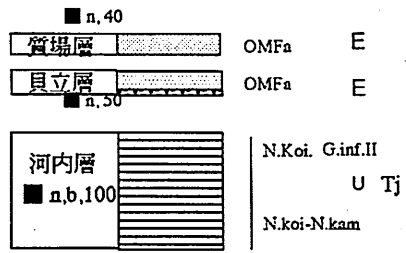
佐渡島の新生界は第1図のように区分される。

新生界は下位より、下部中新統の相川層群、大佐渡地域では相川層、真更川層、金北山層、小佐渡では三瀬層、豊岡層、経塚山層に細分された。その上位には下部／中部中新統の下戸層、中部中新統～下部鮮新統の鶴子層、中山層、さらに鮮新／更新統の河内層、下部～中部更新統の貝立層、質場層の順に重なる。相川層群と下戸層、中山層と河内層、河内層と貝立層、貝立層と質場層はそれぞれ不整合である。中部更新統以上は、赤坂層、国中層、住吉野城層に区分された。

次に、各地層の年代、特徴、堆積環境、化石等について説明する。その際、新しい情報、新潟油田地域との比較、古日本海の海洋環境等についても触れてみたい。

地質時代		古地磁気	珪藻	石灰質 ナンノ	浮遊性 有孔虫		
更新世	中期	Ma	BRUN	<i>N.seminae</i> 12	CN15	N.23	
				<i>Simonseniella acurvirostris</i> 11	CN14	N.22	
	前期	Calabrian	MATSUYAMA	<i>Actinocyclus ocellatus</i> 10	CN13	N.19	
				C2	<i>Neodenticula koizumii</i> 9	CN12	N.21
					<i>N.koizumii - N.kamtschatica</i> 8	CN11	N.19
鮮新世	前期	Piacenzian	GAUSS	7	CN10	N.18	
							C3
後期	Zancloab	GILBERT	6	C3A	7	CN8	
							7
後期	Zancloab	GILBERT	5	C4	7	CN6	
							8
9	C4A	9	6A	CN4	N.12		
						10	C4A
11	C5	11	5C	CN2	N.10		
						12	C5A
13	C5AB	13	5A	CN1	N.8		
						14	C5AC
15	C5AD	15	4Bc	CN1	N.6		
						16	C5B
17	C5C	17	3B	CN1	N.4		
						18	C5D
19	C5E	19	2B	CN1	N.2		
						20	C6
21	C6A	21	1	CN1	N.0		
						22	C6AA
23	C6B	23	1	CN1	N.0		
						24	C6C
25	C7	25	<i>Rocella gelida</i>	CN1	N.0		
						漸新世	後期

大佐渡研究グループ (1970a,b)
島津ほか (1973)



第1図 佐渡地域の層序

4. 佐渡の地質と化石

4. 1 下部中新統 (火山活動を伴う大陸縁辺時代)

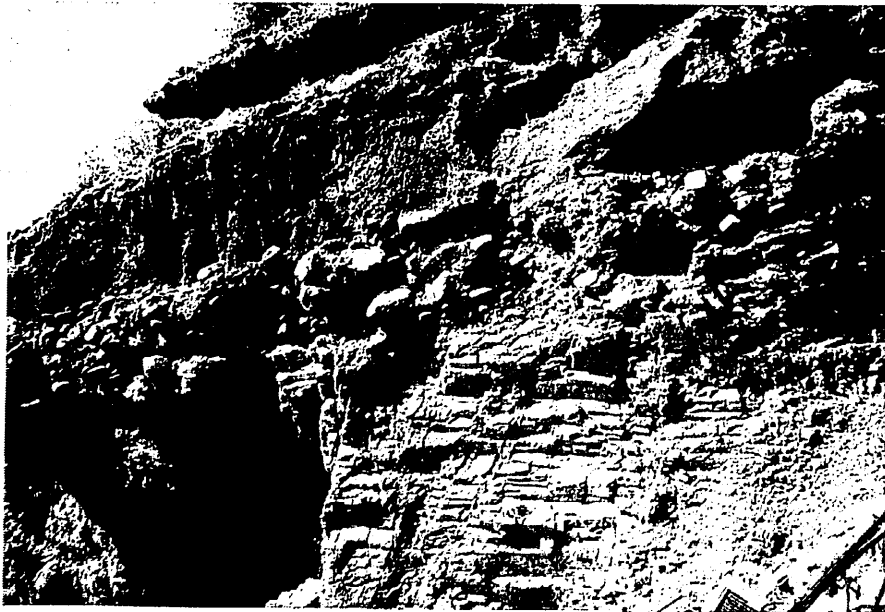
北北東—南南西に延びる大佐渡山脈と小佐渡山脈には、一部漸新世をふくむ、前期中新世に活動した陸上火山によってもたらされた火山岩類が広くかつ厚く分布している。これらの火山岩類及びその火成活動に関しては、杉山 (1956)、島津ほか (1973ほか) によって詳しく研究されてきた。本稿ではこの部分を割愛させていただく。

これらの火山岩類に挟在して、真更川層には木の葉石である保存のよい植物化石が多産する。この産出は古くから知られていた (Nathorst, 1888)。植物化石を産出する地層は細かい平行葉理が発達した白色泥岩ないし珪藻土からなる湖成層である。この泥岩が分布する斜面は地すべり地になっている。この珪藻土は淡水生の浮遊性珪藻化石 *Melosira* (現在は *Aulacoseira*) を多量に含む (歌代ほか, 1978)。絶対年代は21-20Ma頃。藤岡・西田 (1960) によると、植物化石は主にカエデ類、ブナ類等の落葉広葉樹に、針葉樹を伴う。温帯林が存在し、現在よりやや冷涼な気候が考えられている。サドムカシケバイ、カメムシなど森林性昆虫の化石 (藤山, 1985) も発見される。湖にはコイ科 (小野・上野, 1985) の魚が棲んでいた。

4. 2 中部中新統 (大海進時代)

主に火山岩類からなる下部中新統の上位に不整合で重なる下戸層は、礫岩や砂岩からなり、各種海洋生物の化石を多産する。不整合面直下の火山岩類はしばしば細かい節理や小断層が発達し、下戸層堆積前に、火山岩を破碎するような地殻運動が激しく起きたことを示唆している。この露頭を真野町弁天崎・河ヶ瀬崎 (第2図) 等で観察できる (小木団体研究グループ, 1986)。

海進の状況は相川町平根崎の海岸でよくみられ、層厚30m程の下戸層が岬の斜面に露出して



第2図 下戸層基底の不整合 (真野町河ヶ瀬崎)

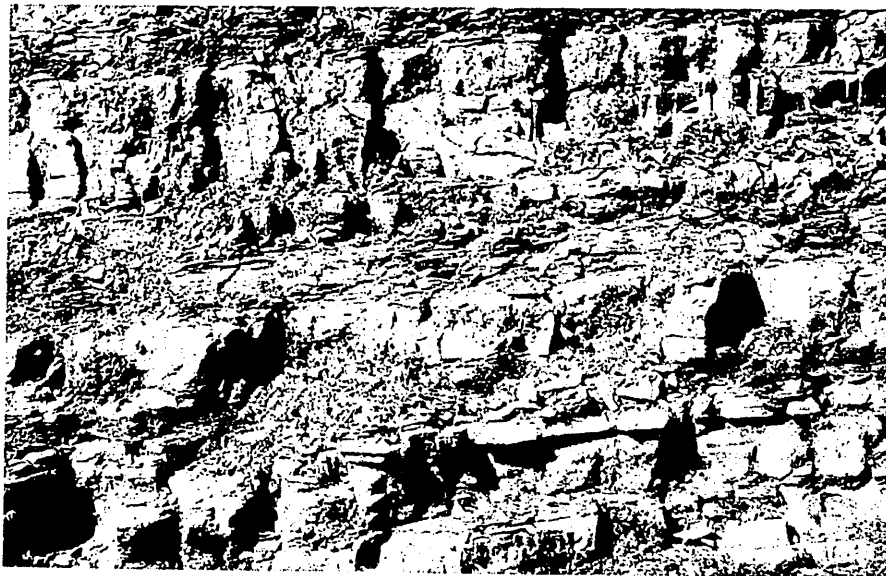
いる。ここでは下位にカキ*Crassostrea gravitesta*、上位にキムラホタテ*Mizuhopecten kimurai*を産出する砂岩があり(木村・小林, 1977)、海進の状況を読みとることができる。日本では西黒沢海進と呼ばれている。真野町^{がため}碑では細粒砂質シルト岩に含まれる大型ノジュールがビカリヤ*Vicarya*、ビカリエラ*Vicaryella*等の巻貝や二枚貝類の化石(Kobayashi and Ueda, 1991)を保存している。真野町西三川では大型有孔虫のミオジブシナ*Miogyopsina*、現在の暖海に棲むオパキュリナ*Operculina*からなる有孔虫石灰岩(Hanzawa, 1935)の露頭がある。富山ではセンニンガイ類の化石が発見され、熱帯マングローブ林の存在が示唆されているが、佐渡では発見されていない。アオザメなど板鰓類の歯化石(小林・笹川, 1987)も産出する。海浜に生活する大型四脚動物のパレオバラドキシア*Paleoparadoxia*の化石が旧中山トンネルの相川口で発見された(Tokunaga, 1939)。

明らかに世界的な海進に連動する事件で、暖流が古日本海を北海道まで北上し、暖海生物群の出現が復元される時代であった。古日本海の誕生を示す地層である。津川層及びそれと同時代の地層に対比される。

4. 3 中部・上部中新統(緑海Ⅰの深海時代)

【鶴子層】

下戸層の上位に整合に重なる鶴子層は層理が発達した硬質頁岩、灰褐色泥岩で、風化すると灰白色になり、方形に細かく割れ、崩れやすくなる(第3図)。ドロマイト質といわれる大型のノジュール(団塊)が地層中に含まれることがある。これは亀の甲羅のような模様が石の表面に見られることもあって亀甲石と呼ばれる。楕円体の大きな亀甲石が佐和田から相川に抜ける旧中山街道脇に置かれている。硬質頁岩は珪藻のような非晶質の珪酸が熱でクリストバライトに変質することによってできる。



第3図 層理が発達した鶴子層の泥岩(相川町下戸)



第4図 小木玄武岩層の枕状溶岩（小木町沢崎）



第5図 中山層の珪藻土（佐和田町中山峠ルート）

小木半島に分布する小木玄武岩層は枕状溶岩（第4図）やハイアロクラスタイト等の産状を示し、半島周囲の海岸に連続して露出する（山川・茅原、1968；小木団体研究グループ、1977）。ここは佐渡小木海岸として国の天然記念物及び名勝に指定されている。この最下部の玄武岩層とみられる溶岩の下に灰色の泥岩があり、それから珪藻化石の *Denticulopsis hyalina* が産出するので、産出層の絶対年代は15–13Maになる。

層理の発達した泥岩から、*Palliolum*、*Solemya*等の深海生軟体動物化石、ニシン科 *Eosardinella hishinaiensis* SATO（佐藤・上野、1985）の保存良好な魚骨、鱗化石が発見される（佐渡海棲哺乳動物化石研究グループ、1977）。ノジュールから海棲哺乳動物の歯クジラ類アカボウクジラ科（佐渡海棲哺乳動物化石研究グループ、1987）、鰭脚類 *Allodesmus*（廣田ほか、1987）、海亀、泥岩からハト科の鳥（菊池、1971；小野・上野、1985）の化石が発見された。薄い酢酸でゆっくりとノジュールを溶解すると、岩石の中の骨化石が姿を現す。これまでに10頭ほど海獣化石をクリーニングした。また、時代を特定できる珪藻化石がこのノジュールに含まれることもある。*Crusidenticulopsis nicobarica* という珪藻化石が産出するので、絶対年代は13Maになる。

鶴子層が堆積した年代は約15–13Ma、漸深海帯の深さの海であった。暖流系の浮遊性有孔虫が発見され、その化石帯も認定された（渡辺、1983、1987）。

【中山層】

鶴子層に整合に重なる中山層は珪藻土（第5図）、あるいは珪藻質泥岩からなる。珪藻は非晶質の珪酸からなる2枚の殻片が弁当箱のように合わさり、中に細胞質などを入れている微小な藻類の1種である。この他に放散虫、珪質鞭毛虫化石をわずかに含む。珪藻土は深海底に堆積した珪藻軟泥に由来する。珪藻は現在の大洋では北太平洋の海域に広く堆積している。佐渡では、七輪をつくる原料として珪藻土が採掘されていた。

海洋プランクトンの珪藻は、すでに述べてきたように時代の物差しとしてかなり良い生層序をたてることのできる化石で、地層の時代決定や対比に有効な化石の一つである（新潟県、2000）。日本の新第三系については、23.8～約2Maがこの化石によって17の時代に区分されている（長谷川、1977；秋葉、1978；中原ほか、1987；遠藤ほか、1987）。このほかに、*Cyclamina*等の砂質有孔虫、放散虫、珪質鞭毛虫、花粉（山野井、1978）の化石が産出する。

鶴子層は七谷層、寺泊層の下部に、中山層は寺泊層の上部、椎谷層に対比される。七谷層の岩相は日本海沿岸の各地域から知られている。寺泊層は海底扇状地縁辺部の堆積物といわれている。佐渡をはじめ、下越、魚沼地域には珪藻質泥岩あるいは珪藻土が同時代の地層に分布している（小林・渡辺、1995）。

暖流海域に堆積した鶴子層と寒流海域の寺泊層は緑海の深化と拡大を示す漸深海成層である。地すべりを発生させる危険性をもつ地層であるし、泥岩層が崩壊して埋積した二次堆積物の崩積土が再移動する例も多い。

4. 4. 鮮新統～下部更新統

中山層の上位に重なる地層は「沢根層」と呼ばれていたが、現在では下位から河内層、貝立層、質場層に細分され、それぞれ不整合で重なる。

【河内層】

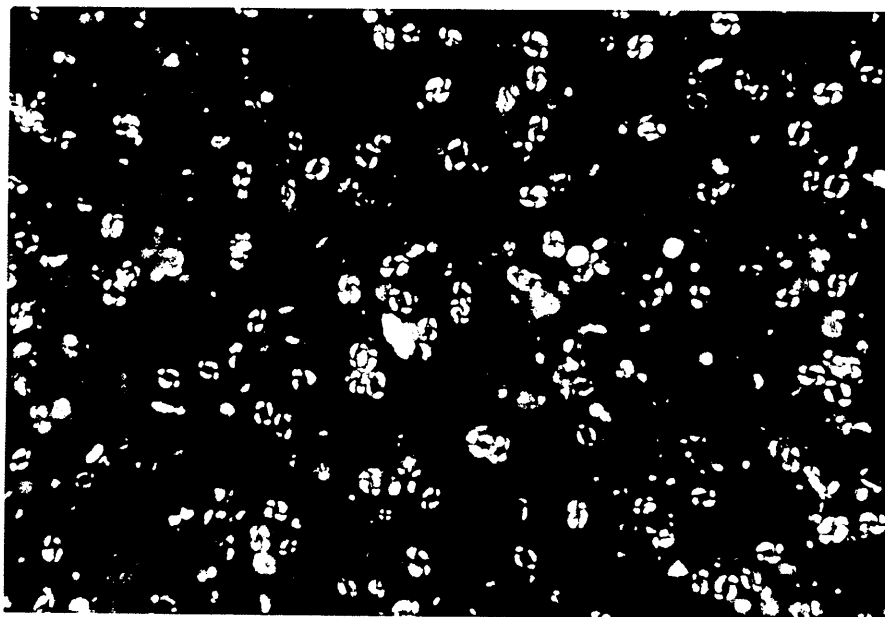
下位の中山層と河内層との不整合を示す露頭は、佐和田町中山峠への県道、金井町中津川で観察できる。後者の露頭は中山層の珪藻土と河内層の珪藻質泥岩が接していて不整合面がわかりにくい。しかし色彩とわずかな岩相の差で識別可能である。中山峠ルートでは、不整合付近の河内層に石灰質ノジュールが含まれ、また両層は岩相の違いから分かりやすい。これらの不整合は海底で形成された可能性がある。両津市住吉川では河内層の基底付近にコシバニシキ *Chlamys cosibensis* 等の軟体動物化石を伴う砂礫層があり、流紋岩の礫を含む。河内層は場所や層準によって岩相を異にしている。両津市北部では砂礫岩、石灰質砂岩、青緑色塊状泥岩であり、佐和田町では青緑色塊状泥岩からなる。

河内層の青緑色泥岩は石灰質ナンノ化石（第6図）のほか、軟体動物（小林ほか、1976）、有孔虫（渡辺、1985；北条、1987）等の化石が豊富である。漸深海生種が多い。

河内層の中部層準に第三系と第四系の境界が存在する。この境界は石灰質ナンノ化石の *Gephyrocapsa* の産出によって認定された（片山、MS）。したがって、河内層は鮮新／更新統になり、新潟油田地域の魚沼層下部に対比される。河内層は珪藻化石帯の *Neodenticula koizumii* - *N. kamschatica* 帯に相当している（中原ほか、1987）。珪藻化石による詳細な研究から、削剥された中山層に含まれる *Denticulopsis* 等が二次化石として見いだされる、また河内層基底の不整合直上に重なる河内層の年代が大佐渡南部でより新しいことも石灰質ナンノ化石の研究から明らかにされた。

【貝立層】

河内層の上位に重なる貝立層は佐和田町から両津市に分布し、主に未固結の砂・砂礫からなる浅海成層で、下部ないし上部外浜に堆積した。不整合の露頭は確認されていないが、佐和田



第6図 河内層産の石灰質ナンノ化石



第7図 質場層基底のオーバーラップ不整合（佐和田町河内）

町河内で、河内層の泥岩質巨礫が基底礫層とみられる貝立層に含まれていることから不整合と推定される。魚の耳石（高橋、1980）、軟体動物（小林ほか、1976）、コケムシ（西澤、1987）、単体サンゴ、有孔虫（渡辺、1985）等の化石を多産する。寒流系貝類が多く産出する下部の層準のほか、軟体動物化石が多産する中部の層準には暖流系種を多く含む地層がある。この点は寒流優勢時代から暖流優勢時代へと海洋環境が変化したことを示唆している。佐渡島周辺の上部浅海に堆積した地層である。暖流系種が産出する層準は新潟油田地帯の*Globorotalia inflata* BedのNo1ないしNo2に対比できる。いずれも下部更新統である。

【質場層】

「沢根層」の上部に相当する質場層は大桑・万願寺軟体動物群の化石が産出する点から長い間鮮新統とされてきたが、現在では下部ないし中部更新統として考えられている（新潟県、2000）。貝立層に不整合で重なる地層で、佐和田町河内の露頭では砂層の上位にオーバーラップしながら砂泥互層が重なる状態が観察できた（第7図）。質場層は下位から砂質層、砂シルト互層へと移り変わり、上方に向かってやや深度を増す傾向にある浅海成層とみなされる。

軟体動物（菊池、1959；小林ほか、1976；大森、1977）、コケムシ（西澤、1987）、腕足貝、有孔虫（渡辺、1987）、アマモ等の多彩な化石を産出する。ほとんどが上部浅海生種で、現生種も多く、寒流系種が多い。

前の時代と同様に、古日本海に浮かぶ佐渡島周辺の浅海の状況を示している。

4. 5 中部・上部更新統

全島の海岸、国中平野には、広く段丘が発達し、これらは古・中生界～中部更新統の上に傾斜不整合で重なる段丘堆積物から構成されている。国中平野、二見半島、小木半島、羽茂町周

辺に分布する段丘の調査が進んでいる。そのほとんどは海成段丘であるが、国中平野では山麓堆積面（扇状地成）が段丘を構成している。

国中平野では、上位面から山麓堆積物からなる赤坂段丘、海成層からなる国中段丘、住吉野城段丘に区分された（佐渡国中平野団体研究グループ、1966）。赤坂段丘を構成する地層は赤坂層と呼ばれ、赤色化したくされ礫、赤色土を主体とする山麓扇状地堆積物が多い。国中段丘を構成する地層は国中層と呼ばれ、最近になって、国中平野北部の段丘が堆積学的検討を加えながら再調査された結果、国中層は下位から潟端層、吾潟層に区分され、さらに木次降下軽石層や三瓶木次火山灰層（9-10万年前）などに対比される火山灰層が発見され、段丘の形成年代が正確にわかるようになった（国中層団体研究グループ、1999；渡辺ほか、1994）。佐渡の海成段丘は佐渡島の隆起過程を示唆するものと言われ、佐渡島の隆起の様子が描かれた（高野、1987）。また、佐渡島は傾動的隆起運動をしていることも示されている（太田、1987）

4. 6 完新統

海水面が100m以上降下したウルム氷期の最終氷期には、日本列島が深く刻まれ、谷が発達したが、その後温暖期の再来によって海水面が上昇し、全世界の海岸地帯で海水が内陸部に進入し溺れ谷が出現した。国中平野の形成もこの過程をたどり、国中平野の南部では現在の真野湾が北へ広がった形になった。同様に国中平野の北部でも両津市街地を載せる砂丘はなく、現在の加茂湖は入り江であった。国中平野の中部は国中段丘が台地として存在し、水没することはなかった。国中平野の南部の沖積層は金丸層と命名され、ボーリングコアの微化石分析によって層厚約5-15mと推定された（佐渡国中平野団体研究グループ、1969）。その後、国中平野に刻まれた最終氷期の谷は山地からの土砂によって埋め立てられた。国中平野南部の谷は早く埋積されたが、北部はいまだ埋立が終了せず加茂湖として残っている。

加茂湖の湖底下には、炭素同位体による年代測定及び火山灰層から知り得た沖積層が最大層厚約35mも堆積していると判断される。ほぼ南北方向に延びる氷期の谷が予想される（小林ほか、1993；Nguyen and Kobayashi、1997）。湖の中央で掘削されたコアでは、晩氷期に堆積した地層が約7mで砂泥互層と砂礫層からなり、その上位に泥質層からなる約13mの海成層が重なる。これは海生の珪藻化石が多産する点から海水面が上昇した海進期に相当する。約4,500年前以降には砂質層と泥質層とが3回ほど交互に重なる。海水面が停滞した海退期も示唆している。これらは縄文中期、弥生、古墳期にあたり、小寒冷期（海退期）として考えられている時期にあたるが（松木ほか、1987）、さらに検討を続けたい。

5. 地質について展示された佐渡の博物館

相川郷土博物館：佐渡金山の金銀鉱石をはじめ、採掘から金銀を取り出す手法までの資料が展示・解説されている。地元の相川小学校に保管されていたパレオパラドキシアの貴重な臼歯標本が1点展示されているほか、相川町から産出した海獣の骨、関の木の葉石、昆虫等の化石が展示されている。

佐渡博物館：豊かな岩石・化石標本とともに佐渡の地質・化石と生き立ちを解説しているコー

ナがある。樺太産デスマスチルスの実物大骨格模型、屋外には佐渡島の岩石を利用した岩石庭園が造られている。

佐渡金山（ゴールデン佐渡）：金山の旧坑道の一部を整備し、人形を使って、当時の採掘の様子を再現している。このほか、佐渡金山の展示解説がある。

6. あとがき

話をまとめる時間も少なく、不十分な点が多い。この機会を与えていただいた本研究会での話を基に今後資料を補充再編して、新バージョンに改めていきたい。

防災、環境、資源、建設等の諸課題に対処できる詳細な地学情報集を作成することも地質エンジニアリングの仕事であろう。受け身的な調査、研究に留まらず、主導的な立場にたてる技術と知識を一層向上させていくことも大切に思う。

引用文献

- ・秋葉文雄、1987、佐渡島中山峠セクションの新第三系珪藻化石層序、および「船川遷移面」（山野井、1978）との関係。佐渡博物館研究報告、9集、85-101。
- ・遠藤満久・武田淳子・田中 力・小林巖雄、1987、佐渡国中平野北西部の地質と微化石群集。佐渡博物館研究報告、9集、117-126。
- ・藤岡一男・西田彰一、1960、佐渡島の関植物化石群。佐渡博物館研究報告、3集、1-26。
- ・藤山家徳、1985、佐渡島関の前期中新世化石昆虫相、付、佐渡から山陰までの新生代昆虫化石の産出状況。国立科学博物館専報、18号、35-59。
- ・Hanzawa, S., 1935, Some fossil *Operculina* and *Miogypsina* from Japan, and their stratigraphical significance. *Sci. Rep. Tohoku Imp. Univ.*, 2nd ser., vol.18, 1-29.
- ・長谷川康雄、1977、佐渡島後期中新世中山層の化石珪藻について。佐渡博物館研究報告、7集、77-102。
- ・廣田清治・小林巖雄・笹川一郎・堀川秀夫・亀井節夫、1987、佐渡島で発見されたアロデスムス *Allodesmus*（哺乳綱食肉目）の頭骨化石について。佐渡博物館研究報告、9集、197-209。
- ・北条睦夫、1987、佐渡島河内層の有孔虫化石について。佐渡博物館研究報告、9集、157-174。
- ・菊池勘左エ門、1959、沢根の化石（その1~その3）。佐渡博物館館報、1号、1-5、2号、1-4、3号、1-3。
- ・菊池勘左衛門、1971、中山峠鶴子層より出土した鳥の化石。佐渡博物館館報、20号、1-8。
- ・木村和子・小林巖雄、1977、新潟県佐渡に分布する下戸層の古生物学的研究（その1）-平根崎・下戸などから産する軟体動物化石について。佐渡博物館研究報告、7集、43-156。
- ・国中層団体研究グループ、1999、佐渡加茂湖周辺の中・後期更新世堆積層。地球科学、53巻、340-358。
- ・小林巖雄、2000、新潟地域の新生界層序と古日本海。石油技術協会誌、65巻、305-313。
- ・小林巖雄・渡辺剛忠・竹田弓子・平井明夫、1976、新潟県佐渡鮮新統沢根層産化石に関する知見。

新潟大学地質鉱物学教室研究報告、4号、207-213。

- 小林巖雄・笹川一郎、1987、佐渡、平根崎における新第三系産の板鰓類化石—下戸相の古生物学的研究(その2)。佐渡博物館研究報告、9集、231-237。
- Kobayashi, I. and Ueda, T., 1991, Early Middle Miocene molluscan assemblages from the Orito Formation, Sado Island, central Japan. *Sci. Rep. Niigata Univ., Ser. E (Geology & Mineralogy)*, No. 8, 125-149.
- 小林巖雄・神蔵勝明・鴨井幸彦・渡辺剛忠、1993、佐渡島加茂湖の自然環境とその歴史。地質学論集、39号、89-102。
- 小林巖雄・渡辺其久男、1995、新潟油田東縁帯における新第三系の地史的事件—とくに、中新—鮮新世の不整合について—。新潟大学理学部地質鉱物学教室研究報告、5号、91-108。
- 小坂共栄、1995、新第三紀の日本列島。地学団体研究会編：新版地学教育講座8/日本列島の生い立ち、78-125、東海大学出版会。
- 松木 保・本間義治・堀江正治、1987、珪藻遺骸群集からみた加茂湖(佐渡島)の古環境。9集、67-76。
- 中原巧志・田中 力・遠藤満久・小林巖雄、1987、佐渡国中平野南西部の新第三系・下部更新統。佐渡博物館研究報告、9集、103-115。
- Nathorst, A. G., 1888, Zur fossilen Florida Japans. *Palaeont. Abb. Bd. IV, Ht. 3.*
- Nguyen, V. L., 1997, Diatom flora and paleoenvironment of Late Pleistocene and Holocene deposits of Lake Kamo, Sado Island, central Japan. *Sci. Rep. Niigata Univ., Ser. E, Geol. & Mineral.*, No. 12, 51-83.
- 西澤康男、1987、佐渡産唇口(こけ虫)化石。佐渡博物館研究報告、9集、175-196。
- 小木団体研究グループ、1977、新潟県佐渡、小木半島の玄武岩—とくに、その産状について。佐渡博物館研究報告、7集、3-19。
- 小木団体研究グループ、1981、佐渡島羽茂川下流域の第四系。佐渡博物館研究報告、8集、129-141。
- 小木団体研究グループ、1986、小佐渡山塊南部の新生界。地球科学、40巻、417-436。
- 小野慶一・上野輝彌、1985、佐渡の第三紀脊椎動物化石。国立科学博物館専報、18号、65-73。
- 大森昌衛、1977、いわゆる沢根層産の貝化石群—とくにイタヤガイ科(Pectinidae)について。佐渡博物館研究報告、7集、63-76。
- 大佐渡研究グループ、1970、大佐渡南半部の新第三系—佐渡の新第三系の研究(その1)。新潟大学地質鉱物学教室研究報告、3号、1-24。
- 太田陽子、1987、海成段丘の変形からみた佐渡島の第四紀地殻変動についての—考察。佐渡博物館研究報告、9集、1-14。
- 佐渡海棲哺乳動物化石研究グループ、1977、新潟県佐渡における中新統鶴子層に関する地史的・古生物学的研究(I)。佐渡博物館研究報告、7集、113-138。
- 佐渡海棲哺乳動物化石研究グループ、1987、佐渡島、中新統鶴子層産クジラ化石について。佐渡博物館研究報告、9集、211-217。

- 佐渡国中平野団体研究グループ、1966、佐渡国中平野の第四系—新潟県の第四系 そのⅦ。新潟大学高田分校研究紀要、11号、147—205。
- 佐渡国中平野団体研究グループ、1969、佐渡国中平野の第四系のボーリングコアの微化石分析—新潟県の第四系 そのⅪ。新潟大学高田分校研究紀要、14号、257—301。
- 佐藤陽一・上野輝彌、1985、佐渡島中新統産ニシン科魚類*Eosardinella hishinaiensis*。国立科学博物館専報、18号、57—63。
- 沢根層団体研究グループ、1973、佐渡ヶ島におけるいわゆる沢根層の化石生物層序学的研究。新潟大学高田分校研究紀要、18号、187—208。
- 島津光夫・金井克明・外山哲英・市橋絃一・皆川 潤・高浜信行、1973、佐渡島の地質構造発達と火成活動。地質学論集、9号、147—157。
- 杉山隆二、1956、第三紀火成活動と地殻運動との関係—新潟県下の第三紀火成活動の調査研究。地質学雑誌、65巻、8—14。
- 高橋正志、1980、佐渡島貝立層（鮮新統）産ハタハタ属とキス属の耳石化石について。地球科学、34巻、346—349。
- 高野武男、1987、佐渡島の高位海成段丘。佐渡博物館研究報告、9集、15—30。
- Tokunaga, S., 1939, A new fossil mammal belonging to Desmostylidae. *Jubilee Publication in the Commemoration of Prof. H. Yabe, M. I. A. Sixtieth Birthday*, vol. 1, 291—299.
- 津田禾粒、1956、古地理よりみた佐渡の地史—いわゆるGreen tuff地域の中新統に関する堆積環境の研究。地質学雑誌、62巻、550—558。
- 歌代 勤、1950、佐渡ヶ島（大佐渡）沢根～相川地域の層位について。地質学雑誌、56巻、302—303。
- 歌代 勤・長谷川康雄・小林忠夫、1978、佐渡島真更川層の化石珪藻群。斉藤良二郎先生退職記念誌、9—18。
- 渡辺秀男・荒川勝利・寺崎絃一・神蔵勝明・ト部厚志・立石雅昭、1994、新潟県佐渡島の褐色土中の降下火山灰。地球科学、45巻、51—56。
- 渡辺其久男、1983、東北日本油田地域の年代層序の現状。石油技術協会誌、48巻、88—92。
- 渡辺其久男、1987、佐渡島の有孔虫化石および放散虫化石について。佐渡博物館研究報告、9集、127—156。
- 山川 稔・茅原一也、1968、佐渡小木玄武岩の岩石学的研究（その1、岩石化学的性質）。新潟大学地質鉱物学教室研究報告、2号、41—80。
- 山野井徹、1978、佐渡（中山峠）における新第三系の花粉層序。石油技術協会誌、43巻、119—127。