

福島潟コアの珪藻化石分析

安井 賢 ((有)新潟基礎工学研究所)・藤田 剛
・木村 廣 (上越市環境情報センター)・渡辺 勇

1 はじめに

福島潟コア (FG コア) は深度 71m まで掘削されたが、表層から深度約 30m まではほとんどが泥質な潟～湖沼性堆積物からなる。細粒な堆積物には一般的に珪藻化石が多く含まれており、FG コアは珪藻化石の分析による堆積環境の復元に適している。また、FG コアの深度 7.52～7.56m には、越後平野における有力な鍵テフラとなる沼沢火山灰 (約 5ka) が挟まれており、5ka 以降の環境変遷史を編む上で貴重な試料といえる。詳しい解析は現在実施中であるが、本報告では深度 8.24m 以浅で実施した珪藻化石分析結果について概略を述べる。

2 試料の採取と分析方法

珪藻分析は表層部の埋立土を除き、深度 1.12m から深度 8.24m までの区間について、原則として 10cm おきに 2cm 単位で切断した試料を用いて実施した。試料数は 70 試料である。

処理方法は以下のとおりである。

- ・ビーカーに乾燥試料 0.5g を入れ、過酸化水素水 (35%) を約 10ml 加える。
- ・3時間放置後、さらに約 90°C の蒸留水を加える。
- ・水洗を 2 回実施する。その際ビーカー中の試料を攪拌した後、ビーカーを傾斜させて残った砂分を取り除く。
- ・全体を 300cc (濃度によって水量は適宜調整する) とし、攪拌し、そのうち 0.5cc をカバーガラス上に適下し、ホットプレート上で乾燥させる。
- ・マウントメディアで封入する。

検鏡、種の同定は 10×100 の倍率で、メカニカルステージを用いてスライドガラスを移動させながら、200 殻片に達するまで行った。ただ、殻片数が少ない試料については、この限りではない。種の同定・生態情報は主として Krammer & Lange-Bertalot (1986～1991) に従い、海生・汽水生種については Hustedt (1927～1966), Hustedt (1955), Henedy (1964), 加藤ほか (1977), Witkowski et al. (2000) 等を参考にした。

3 珪藻群集区分

珪藻種組成の大局的な変化から、FG コアでは上位から A～D の 4 つの珪藻群集による区分ができる (第 1 図)。また、淡水浮遊生の *Aulacoseira* 属は全深度で産出するが、深度毎にその割合は大きく変化する。この *Aulacoseira* 属の量比の変化をもとに、A 群集区分では上位の A-1 と下位の A-2, B 群集区分では上位の B-1 と下位の B-2, D 群集区分では上位から D-1～D-3 の区分に細分できる。以下、各珪藻群集による区分の特徴について述べる。

A 群集区分 (深度 1.12～3.14m)

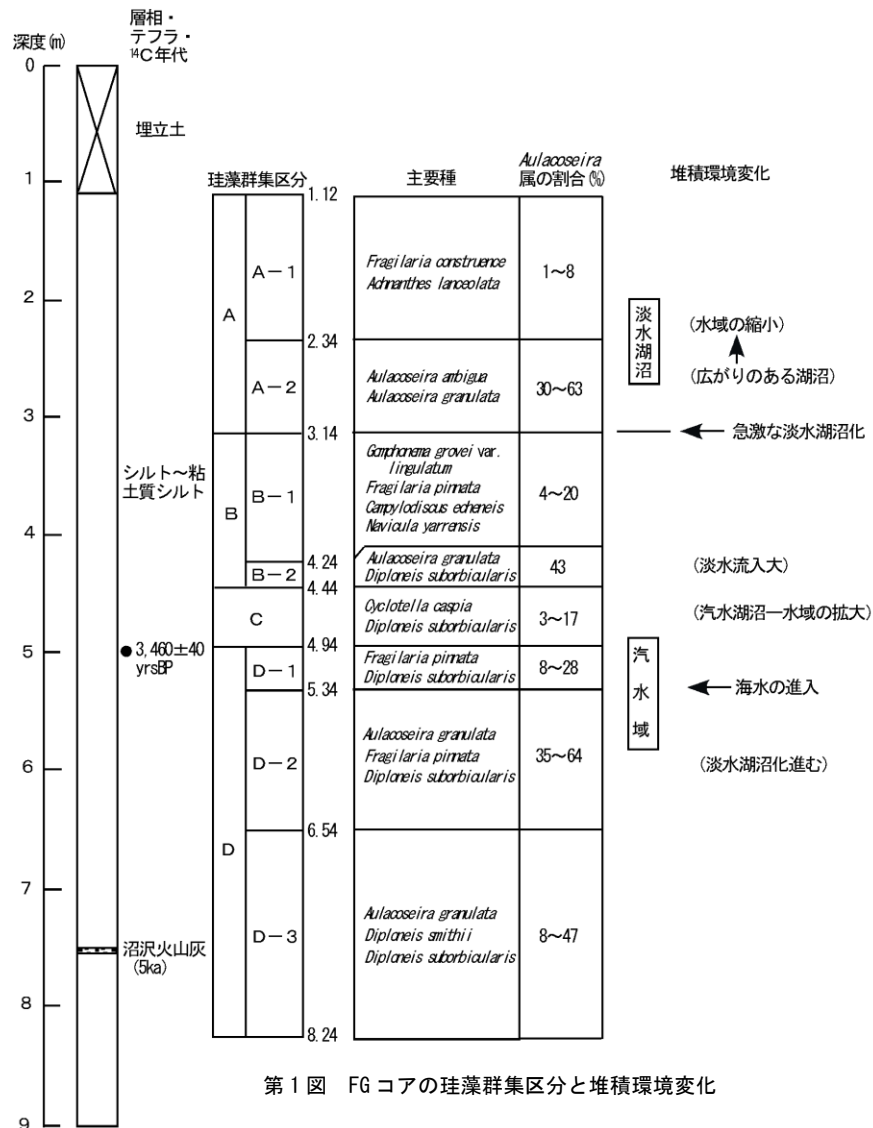
淡水種で特徴づけられ、海水および海～汽水種は 9% 以下と少ない。*Fragilaria* 属や *Achnanthes* 属が多い A-1 群集区分と、*Aulacoseira* 属が優占する A-2 群集区分に区分される。

・A-1 群集区分 (深度 1.12～2.34m : 13 試料)

淡水および淡～汽水着生の *Fragilaria* 属が 12～60% と最も多く、次に淡水着生の *Achnanthes* 属が 5～20% を占める。*Fragilaria* 属では *Fragilaria construence*, *F. pinnata*, *F. virescens* および *F. brevistriata*, *Achnanthes* 属では *Achnanthes lanceolata* が多い。そのほか淡水着生種の *Cocconeis placentula*, 淡水底生種の *Gyrosigma acuminatum*, 淡水着生種の *Gomphonema grovei* var. *lingulatum* などが随伴する。淡水浮遊生の *Aulacoseira* 属は 2～9% と A-2 群集区分に比較して非常に少ない。海および海～汽水種は 2～9% と少ないものの、いくつかの試料では海～汽水底生種の *Gyrosigma distortum* が 4～6% みられる。

・A-2 群集区分 (深度 2.34～3.14m : 8 試料)

淡水浮遊性の *Aulacoseira* 属 (*Aulacoseira ambigua*, *A. granulata* および *A. crassipunctata*) が 30～63% と優占して出現する。そのほか、*F. pinnata*, *F. virescens* などの *Fragilaria* 属 (5～10%), *Gomphonema grovei* var. *lingulatum* (2～12%), *Cocconeis placentula*, *Gomphonema acuminatum*, 淡～汽水浮遊生種の *Thalassiosira bramaputrae* (それぞれ 1～5%) などが随伴する。海および海～汽水種は 7% 以下と少ないものの、いくつかの試料では海～汽水底生の *Gyrosigma* 属 (*Gyrosigma distortum* や *Gyrosigma strigille*) が 5% 程度みられる。



第1図 FG コアの珪藻群集区分と堆積環境変化

B群集区分 (深度 3.14~4.44m)

“汽水・淡水混合群集”で特徴づけられる。海および海～汽水種は 11~43%を占める。*Aulacoseira* 属が比較的少ないB-1群集区分と、*Aulacoseira* 属が多いB-2群集区分に区分される。

・B-1群集区分 (深度 3.14~4.24m : 11 試料)

Gomphonema grovei var. *lingulatum* が 4~25%含まれ、多くの深度で優占種となる。淡～汽水着生の *Fragilaria* 属 (*F. pinnata* および *F. leptostauron* var. *martyi*) が 5~30%、*Aulacoseira* 属 (主として *A. granulata*) が 3~15%と多いものの、海および海～汽水種が 11~43%を占める。海～汽水種では沿岸域に生息する海～汽水底生種の *Campylodiscus echeneis* が 14%以下、中塩分濃度の水域に生息する汽水着生種の *Navicula yarrensii* が 7%以下の割合で含まれるのが特徴である。両種とも大型種である。そのほか、海～汽水底生種の *Diploneis smithii* や *D. suborbicularis* が数%程度含まれる。また、

海水浮遊生種の *Thalassionema nitzschioides* は 5%以下の含有である。

・B-2群集区分 (深度 4.24~4.44m : 2 試料)

Aulacoseira 属 (*A. granulata* と *A. ambigua*) が 43%を占める。海および海～汽水種が 22~33%を占める。*Diploneis suborbicularis* が 6~8%で連続的に含まれるほか、汽水浮遊生種の *Cyclotella caspia* が数%、*Thalassiosira bramaputrae* が 1~9%随伴する。*Campylodiscus echeneis* や *Navicula yarrensii* は 1%以下と低率である。

C群集区分 (深度 4.44~4.94m : 5 試料)

低塩分汽水湖沼の指標種である *Cyclotella caspia* が 36~50%を占め、優占種となる。海および海～汽水種の割合は 58~79%に及ぶ。そのほか、汽水浮遊生種の *Cyclotella striata* が 1~14%、*Diploneis smithii* が 5%以下、*D. suborbicularis* が 2~23%、汽水生底生種の *Diploneis puella* や *Diploneis pseudovalis* も 6%以下で含まれる。そのほか、海生底生種の

Navicula pseudony や *Thalassiosira bramaputrae* も数%みられる。

D 群集区分 (深度 4.94~8.24)

“汽水・淡水混合群集”で特徴づけられる。海および海～汽水種の割合は 1.5~48%と深度によって変化に富む。*Aulacoseira* 属が比較的少ない D-1 および D-3 群集区分と、*Aulacoseira* 属が優占する D-2 群集区分に区分される。

・D-1 群集区分 (深度 4.94~5.34m : 4 試料)

淡～汽水生の *Fragilaria* 属 (*F. pinnata* および *F. leptostauron* var. *martyi*) が 12~30%, *Aulacoseira* 属 (*A. granulata* が多く *A. ambigua* がこれに次ぐ) が 8~28%含まれる。海生および海～汽水種は 12~48%を占める。海～汽水種では *Diploneis smithii* が 4~6%, *D. suborbicularis* が 5~16%含まれる。*Gomphonema grovei* var. *lingulatum* も 3~6%含まれる。

・D-2 群集区分 (深度 5.34~6.54m : 12 試料)

Aulacoseira 属 (*A. granulata* が多い) が 50~65%を占め優占する。海および海～汽水種は 1.5~20%を占め、*D. suborbicularis* が 8%程度含まれる試料がある。そのほか *Fragilaria* 属 (*F. pinnata*, *F. leptostauron* var. *martyi* および *F. virescens*) が 5~20%, *Thalassiosira bramaputrae* が 6%以下含まれる。

・D-3 群集区分 (深度 6.54~8.24m : 15 試料)

一般に *Aulacoseira* 属 (*A. granulata* が多い) が 10~50%を占めるが、深度ごとに割合が変化する。*Diploneis smithii* や *D. suborbicularis* が数~11%, *Navicula pseudony* や海～汽水底生種の *Navicula formenterae* が数%, *D. pseudovalis* が数~10%含まれる。

4 堆積環境変化と 5ka 以降の福島潟の地史

A 群集区分は淡水種で特徴づけられ、*Fragilaria* 属や *Achnanthes* 属が多い A-1 群集区分は現在の福島潟と同様の湖沼、A-2 群集区分は *Aulacoseira* 属が優占することから、A-1 群集区分よりも水域の広い湖沼の環境が推定される。ここで、注目されることは、A-2 群集区分と B-1 群集区分の境界である深度 3.14m を境にして、B~D 群集区分で普遍的に産出する海～汽水種 (*Diploneis* 属の *Diploneis smithii*, *D. suborbicularis*, *Cyclotella caspia*, *Campylodiscus echeneis*, *Navicula yarrensii* など) がほとんど産出しないうことである。なお、A 群集区分に含まれる海～汽水種は、*Gyrosigma* 属 (*Gyrosigma distortum* や *Gyrosigma strigille*) で、これらの種は越後平野内陸部 (白

根・月潟・升潟地域) の 5ka 以降の汽水成層に多く含まれる (安井ほか, 2001; 矢部ほか, 2002; Yabe et al., 2004)。

B 群集区分は“汽水・淡水混合群集”で特徴づけられ、*Diploneis smithii*, *D. suborbicularis*, *Campylodiscus echeneis*, *Navicula yarrensii* などの着生・底生種の産出から、汽水域の環境が推定される。また、*Aulacoseira* 属や *Fragilaria* 属の産出から、周辺に淡水湖沼環境が広がり淡水表層水が流入しやすい環境にあったとみられる。さらに、*Aulacoseira* 属の量は B-1 群集区分よりも B-2 群集区分の方が多く、B-2 群集区分堆積期には一時的により淡水湖沼環境が広がっていた可能性がある。

C 群集区分は低塩分汽水湖沼の指標種とされる浮遊生種 *Cyclotella caspia* が優占し、汽水湖沼の環境が推定される。*C. caspia* は表層付近の塩分濃度が 3~10‰程度の低塩分湖沼において爆発的に産出するとされ (鹿島, 1994), 越後平野では縄文海進期の塩津潟 (紫雲寺潟) で本種が 80%以上となる群集が分布するとされる (Yasui and Kobayashi, 2001)。C 群集区分では本種の割合が 36~50%程度であり、底生の *Diploneis* 属や淡水浮遊生の *Aulacoseira* 属をかなり伴うことから、閉鎖された汽水湖沼ではなく、やや広がりを持った汽水湖沼が推定される。ただ、海水沿岸域の浮遊生種である *Thalassionema nitzschioides* や *Thalassiosira excentrica* は低率で、海水が大量に流入するような環境ではない。

D 群集区分は、B 群集区分と同様“汽水・淡水混合群集”で特徴づけられる。着生・底生種は B 群集区分のそれと類似しており、周辺に淡水湖沼環境が広がる汽水域の環境が推定される。また、*Aulacoseira* 属が優占する D-2 群集区分は、その層厚が 1.2m を占めることから、かなり長期間にわたって淡水浮遊生種が卓越する環境が連続したことがうかがわれる。したがって、D-2 群集区分堆積期には淡水湖化が進んだ可能性がある。

以上から、福島潟の 5ka 以降の環境変遷史を概観すると以下のとおりである。

- ・5ka 頃 (D-3 群集区分堆積期) には汽水域であったものが、D-2 群集区分堆積期に至るとやや淡水湖化が進行した可能性がある。この時代は、深度 5m 付近の ¹⁴C 年代値 (3,460 ± 40yrBP.) を参考にすると、5ka 以降 3.5ka 以前となる。
- ・3.5ka 頃 (D-1 および C 群集区分堆積期) には再び海水の影響を受け、汽水湖沼の環境とな

った。B群集区分堆積期も汽水域の環境が連続し、時に淡水表層水の影響が大きくなった時期がある。

・3.5ka頃以降、急激な淡水湖沼化が生じ、比較的広がりのある湖沼（A-2群集区分堆積期）から現在の福島潟にいたる水域が縮小された湖沼（A-1群集区分堆積期）へと変化した。大平（1992）や Nguyen and Kobayashi（1996）は、今回掘削されたFGコアとほぼ同様の地点のコアを用いて珪藻分析を実施している。大平（1992）は¹⁴C年代値をもとに、福島潟地域では縄文海進後の5ka以降に再びの海の進入があったことを示し、Nguyen and Kobayashi（1996）もデータを増やしてこの海進を確認している。筆者らのD-1およびC群集区分堆積期（3.5ka頃）が、彼らの“海進の時期”に相当するものである。今回10cmの細かい間隔で試料を分析した結果、大平（1992）や Nguyen and Kobayashi（1996）でとらえられていなかったいくつかの現象が明らかになった。すなわち、5ka以降3.5ka以前の淡水湖化と、3.5ka頃以降の急激な淡水湖化である。

特に、後者は従来考えられてきた（Nguyen and Kobayashi, 1996 など）ような、福島潟が縄文海進以降潟湖から徐々に淡水湖化したものではないことを示している。福島潟の北東部に位置する紫雲寺潟は、縄文海進期には福島潟と同一の水域であったが、5ka以降に埋積されてその後新たに水域が拡大して形成されたとされている（安井ほか, 2002）。また、青田遺跡の発掘結果などから、紫雲寺潟の形成には地震性地殻変動が大きくかかわっているとされている（高濱・ト部, 2002）。今後は紫雲寺潟での資料を含め、越後平野北部における5ka以降の堆積環境変化についてさらに詳細に検討していく予定である。

文 献

Hendey, N. I. (1964) An introductory account of the smaller algae of British coastal waters. Fishery investigations, Series IV, 317p, Her Majesty's stationery office, London.

Hustedt, F. (1927 ~ 1966) Die Kieselalgen Deutschland. In Rabenhorst, L., Krypto-gamen Flora, Osterreichs und der Schweiz, 845p., Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.

Hustedt, F. (1955) Marine littoral diatoms of Beaufort, north Carolina. 67p, Duke Univ.

Press, North Carolina.

鹿島 薫 (1994) 中海・宍道湖における現生および化石珪藻群集に関する最近の話題. LAGUNA, 1, 37-43.

加藤君雄・小林 弘・南雲 保 (1977) 八郎潟調整池のケイソウ類. 八郎潟調整池生物相調査会報告, 63-137.

Krammer, K. and Lange-Bertalot, H. (1986-1991) Bacillariophyceae, Teil 1-4. In Ettl, H., Gerloff, J., Heynig, H and Mollenhauer, D., Susswasserflora von Mitteleuropa, 876p, 610p, 576p, 437p, Gustav Fischer, Stuttgart.

Nguyen, V. L. and Kobayashi, I. (1996) Holocene Diatom Flora and Sedimentary Environment of the Echigo Plain, Central Honshu, Japan—Part I The Analysis of Fukushima-gata Well Core—. Sci. Rep. Niigata Univ., Ser. E(Geol), no.11, 13-33.

大平明夫 (1992) 完新世における新潟平野北東部の地形発達史. 地理学評論, 65, 867-888.

高濱信行・ト部厚志 (2002) 湖底に沈んだ縄文遺跡—青田遺跡の立地環境—. 川辺の縄文集落, 16-23. 新潟県埋蔵文化財調査事業団・新潟県教育委員会.

Yabe, H., Yasui, S., Urabe, A. and Takahama, N. (2004) Holocene paleoenvironmental changes inferred from the diatom records of the Echigo Plain, central Japan. Quaternary International, 115-116, 117-130.

矢部英生・丸山智史・ト部厚志 (2002) 珪藻遺骸からみた越後平野升潟地域における上部完新統の古環境変遷. 新潟大災害研年報, 24, 57-62.

Yasui, S. and Kobayashi, I. (2001) Pleistocene-Holocene diatom floras of the Shiotsugata Lagoon in the Echigo Plain, central Japan. Sci. Rep., Niigata Univ., Ser. E (Geol.), no.16, 47-81.

安井 賢・小林巖雄・鴨井幸彦・渡辺其久男・石井久夫 (2001) 越後平野中央部、白根地域における完新世の環境変遷. 第四紀研究, 40, 121-136.

安井 賢・鴨井幸彦・小林巖雄・ト部厚志・渡辺秀男・見方 功 (2002) 越後平野北部の沖積低地における汽水湖沼の成立過程とその変遷. 第四紀研究, 41, 185-197.

Witkowski, A., Lange-Bertalot, H. and Metzeltin, D. (2000) Diatom flora of marine coasts I. Iconographia Diatomologica, 7, 925p, A.R.G. Gantner Verlag K.G., Ruggell.