佐渡島小佐渡丘陵から発見された中期ペルム紀紡錘虫

一田昌宏*・鈴木寿志**・近藤正春***・野上裕生**** *京都大学大学院理学研究科地球惑星科学専攻・**大谷大学文学部・***佐渡市三川・****京都女子学園

Report of Middle Permian fusulinids from Kosado Hill, Sado Island, Japan

Masahiro Ichida*, Hisashi Suzuki**, Masaharu Kondo*** and Yasuo Nogami****

*Department of Geology and Mineralogy, Graduate School of Science, Kyoto University, Kitashirakawa Oiwake-cho, Sakyo-ku, Kyoto 606-8502, Japan (mh-itida@kueps.kyoto-u.ac.jp); **Faculty of Letters, Otani University, Kyoto 603-8143, Japan; ***Mikawa, Sado City, Niigata, Japan; ****Kyoto Joshi Gakuen, Kyoto 605-8501, Japan.

Abstract. A good-preserved fusulinid fauna is reported for the first time from Kosado Hill, Sado Island in central Japan. The fusulinids were found in erratic conglomeratic limestone blocks that are left alone along the forestry road. The fusulinid fauna is characterised by abundant occurrence of the genus *Lepidolina* including *Lepidolina kumaensis*, *L. gigantea* and *L. multiseptata*. The species of the genera *Chusenella*, *Kahlerina*, *Pseudokahlerina*, *Reichelina*, *Rauserella* and *Nankinella* have also been found in the fauna. The fusulinid fauna of Kosado Hill can be correlated to that of the Kuma Formation of central Kyushu, indicating Midian of the Middle Permian. The present limestone is identical in age with radiolaria-bearing black mudstone cropping out at southeast of the fusulinid locality. Based on the fusulinid faunal composition, the present limestone should be geotectonically ascribed to the Maizuru and/or Kurosegawa Terranes of Southwest Japan. The radiolaian fauna of Kosado Hill, however, shows similaritiy to that of the Ultra-Tanba and/or Kurosegawa Terranes. In terms of both fusulinid and radiolarian faunal characteristics, it is concluded that the Permian strata of Kosado Hill can be correlated to those of a series of Palaeozoic terranes such as the Maizuru, Ultra-Tanba and Kurosegawa Terranes.

Key words: Sado Island, Niigata Prefecture, late Middle Permian, fusulinids, Lepidolina

はじめに

日本海に浮かぶ新潟県佐渡島には,漸新世以降の新生 代地層群が広く分布する(島津ほか,1973; 雁沢,1982). 一方,先新生代基盤岩類については,大佐渡山地の北端 と小佐渡丘陵の中央部に局所的に露出しているにすぎな い(図1a).これら基盤岩類には石灰岩や泥岩などの堆 積岩が含まれ,産出する化石によって基盤岩類の地質年 代や地体構造上の帰属が論じられてきた.大佐渡山地の 先新生代基盤岩においては,石灰岩からペルム紀中頃の 紡錘虫化石が(新潟基盤岩研究会,1978),泥岩から三畳 紀末ないしジュラ紀古世の放散虫化石(板坂ほか,1994) が報告されている(図1a).小佐渡丘陵の先新生代基盤 岩では,石炭紀もしくはペルム紀のコケムシ化石が石灰 岩から(小林ほか,1982),ジュラ紀およびペルム紀の放 散虫化石が泥岩から(川端・伊藤,1993;鈴木・桑原, 2003)それぞれ報告されている(図1a).

1978年以降, 佐渡島の先新生代基盤岩類から様々な微 化石が発見され, 地質年代が明らかにされるようになっ た. さらに佐渡島の先新生代基盤岩類が,本州の地体構 造区分におけるどの地帯に相当するのかが論じられるよ

うになった.特に小佐渡丘陵では、ジュラ紀古世の泥岩 とペルム紀中世末の泥岩が異なった産地から発見されて おり、足尾帯のジュラ紀堆積岩地体群と超丹波帯のペル ム紀砕屑岩層にそれぞれ対比された(川端・伊藤, 1993; 鈴木・桑原, 2003). しかし, 小佐渡丘陵に分布するこれ ら2系統の地質体の分布,ならびに両者の地質学的関係 については、未だ不明な点が多い.筆者の一人の鈴木は この問題を解決するために、小佐渡丘陵において野外地 質調査を進めてきた. その過程で新たに石灰岩から保存 良好な紡錘虫化石群を発見し、詳細な地質年代が明らか になったので、ここに報告する. 紡錘虫化石の古生物学 的記載については、別途稿を改めて報告する予定である. なお,紡錘虫化石は小佐渡丘陵からは初めての発見であ り,今回報告する化石群は,先に報告された大佐渡山地 の紡錘虫化石と比較しても、個体数が豊富で保存状態も よい.

化石産地と周辺の地質状況

紡錘虫化石を含む石灰岩は,新潟県佐渡市旧赤泊村山 田東の林道長沢線の脇に転石として放置されており,林



- 図1. (a) 佐渡島の先新生代基盤岩の分布(暗色部)(角, 1990より 作成)と微化石産地(△:石灰岩,×:泥岩). 1. ペルム紀紡錘 虫(新潟基盤岩研究会, 1978). 2. 石炭紀もしくはペルム紀コケ ムシ(小林ほか, 1982). 3. ジュラ紀古世放散虫(川端・伊藤, 1993). 4. 三畳紀末もしくはジュラ紀古世放散虫(板坂ほか, 1994). 5. ペルム紀中世放散虫(鈴木・桑原, 2003). 6. ペルム 紀中世紡錘虫(本研究). (b) 佐渡島赤泊地域三川地区の地図. △ は石灰岩転石の位置. それぞれの番号は(a)と同じ.
- Fig. 1. (a) Distribution of pre-Cenozoic basement rocks in Sado Island (grey area) and microfossil localities (△: limestone, ×: mudstone).
 1. middle Permian fusulinids (Research Group of Niigata Basement Rocks, 1978).
 2. Carboniferous or Permian bryozoans (Kobayashi *et al.*, 1982).
 3. Early Jurassic radiolarians (Kawabata and Ito, 1993).
 4. latest Triassic or Early Jurassic radiolarians (Itasaka *et al.*, 1993).
 5. late Middle Permian radiolarians (Suzuki and Kuwahara, 2003).
 6. late Middle Permian fusulinids (this study). (b) Map around Mikawa, Akadomari area, Sado Island. △: localities of erratic limestone block. Each number is the same as (a).

道工事の際に切り出されたものとみられる(図1b).石 灰岩の転石は2個あり、いずれも径1.3~1.4mほどであ る.この石灰岩転石周辺には、主に砂岩と泥岩が露出し、 少量の礫岩もみられる.小佐渡丘陵において石灰岩を露 頭として観察できる箇所はほとんど無く、いずれも転石 として数ヶ所で確認されているにすぎない. これら石灰 岩の転石には30 cm ほどの小さなものも存在するが,径 1~4mに達するものも複数存在する.小佐渡丘陵におい て他に石灰岩を産する地層が存在しないこと、そして径 1~4mに達する大きな転石は容易に運ぶことができない ことなどから、これらの転石は小佐渡丘陵の基盤岩に由 来すると考えられる. さらに転石内部で石灰質な部分が 砂質や礫質な部分に移化する例がしばしば観察されるこ とから,これら転石の石灰岩は周囲の砕屑岩類と整合, あるいは再堆積したとしても,ほぼ同時期に地層中に取 り込まれたものと考えられる.

石灰岩の岩相

転石の石灰岩は礫質で,灰色~暗灰色および部分的に 黒色を呈する.角礫から亜角礫の石灰岩が礫支持の構造 で密集して産し,礫と礫の間はスタイロライト化して基 質はほとんどみられない(図2-1,2).ただし,転石縁 辺部では基質とみられる黒色泥岩が多くなり,基質支持 になる様子が観察された(図2-3).礫は細礫から大礫ま で認められ,淘汰は悪い.単体の紡錘虫個体が礫として 含まれることもある.また火山岩の細礫もわずかに認め られる.

石灰岩礫は, Dunham (1962)の分類による生砕屑性 パックストーンから生砕屑性ワッケストーンに相当する. この石灰岩礫の構成物は,紡錘虫類や小型有孔虫類,さ



図2.小佐渡丘陵の礫質石灰岩の研磨面の写真.1.石灰岩岩体中心部.2.石灰岩岩体中間部.3.石灰岩岩体縁辺部.F,紡錘虫;S,スタイロ ライト;M,基質.スケールはいずれも2cm.

Fig. 2. Photographs of cut and polished surface of ill-sorted granular to cobbly limestones of Kosado Hill, central Japan. 1. Central part of a conglomeratic limestone block. 2. Middle part of a conglomeratic limestone block. 3. Marginal part of a conglomeratic limestone block. F, fusulinids; S, stylolites; and M, muddy matrix. All scales are 2 cm.



図3. 小佐渡丘陵の石灰岩から得られた紡錘虫.

Fig. 3. Fusulinids from conglomeratic limestones of Kosado Hill, central Japan. 1–5. Lepidolina multiseptata (Deprat, 1912). 1, 3, 5. Axial sections of megalospheric form, × 8. 2. Enlarged part of 1, × 50. 4. Axial section of microspheric form, × 8. 6. Lepidolina cf. minuta (Thompson et Wheeler, 1942), axial section, × 8. 7-8. Lepidolina gigantea (Gubler, 1935), axial sections, × 8. 9-12. Lepidolina kumaensis (Kanmera, 1954).
9, 10, 11. Axial sections, × 8. 12. Enlarged part of 11, × 50. 13. Chusenella cf. pseudocrassa (Kanmera, 1954), axial section, × 8. 14. Chusenella acris (Thompson et Wheeler, 1942), axial section, × 10. 15-16. Kahlerina ussurica (Sosnina, 1956). 15. Axial section, × 15. 16. Sagittal section, × 15. 17. Pseudokahlerina sp., axial section, × 20. 18-19. Reichelina cribroseptata (Erk, 1941). 18. Axial section, × 45. 19. Sagittal section, × 45. 20. Rauserella sp., oblique section, × 45. 21. Nankinella sp., axial section, × 15.

らにコケムシ類などの生砕屑性粒子と陸源性砕屑粒子(石 英粒子など)であり,それらの間を石灰泥が充填してい る.

紡錘虫群集とその年代

林道長沢線脇の2個の石灰岩転石から,次の紡錘虫化 石が同定された(図3): Lepidolina kumaensis Kanmera, 1954; Lepidolina gigantea (Gubler, 1935); Lepidolina multiseptata (Deprat, 1912); Lepidolina cf. minuta (Thompson et Wheeler, 1942); Chusenella acris (Thompson et Wheeler, 1942); Chusenella cf. pseudocrassa (Kanmera, 1954); Kahlerina ussurica (Sosnina, 1956); Pseudokahlerina sp.; Reichelina cribroseptata Erk, 1941; Rauserella sp.; Nankinella sp.ただし本研究においては, Yabeina shiraiwaensis Ozawa, 1925とY. yasubaensis Toriyama, 1942はLepidolina multiseptata (Deprat)の新参異名とし,またYabeina gubleri Kanmera, 1954はLepidolina gigantea (Gubler)の新参異 名とする.

本紡錘虫群集は、個体数において Lepidolina属が卓越 し、Chusenella属と Reichelina属が普通にみられることで 特徴づけられる. Lepidolina属ではL. giganteaとL. multiseptata が豊富に産し、L. multiseptataよりさらに進化したと考 えられているL. kumaensis が少ないながらも存在する.

本邦でLepidolinaを含む紡錘虫群集は,秋吉帯に分布 する秋吉石灰岩・阿哲石灰岩層群・帝釈石灰岩層群,秋 吉帯の延長とみられる青海石灰岩,南部北上帯に分布す る岩井崎石灰岩,舞鶴帯の舞鶴層群中部層,さらに九州 の黒瀬川帯に分布する球磨層から報告されている.

それらの内,秋吉石灰岩(小澤,1923; Toriyama, 1958), 阿哲石灰岩層群(佐田, 1960; Sada, 1965; Nogami, 1961a, 1961b, 1962),帝釈石灰岩層群(Sada and Yokoyama, 1966; 佐田, 1973),そして青海石灰岩(Hayasaka, 1924;小澤, 1925; Igo, 1960; Hasegawa, 1965)では,*L. multiseptata* が主に認められ,*L. kumaensis*は報告されていない. さらに,南部北上帯の岩井崎石灰岩の上部黒色泥岩中の石 灰岩レンズからも*L. kumaensis*が報告されているが,*L. multiseptata*を欠いており,もっぱら*L. kumaensisのみの* 紡錘虫群集である(Choi, 1970).

京都府の舞鶴層群中部層より報告されているLepidolina を含む紡錘虫群集は、泥岩や礫岩の中のレンズ状もしく は塊状石灰岩より見いだされる.この群集は主にL. multiseptataで構成され、L. kumaensisとL. maizurensisお よびDunbarulaの可能性があるSchubertella?sp.を伴う が、Chusenella属を伴わない(Nogami, 1958).加えて、 兵庫県御祓山地域および三方地域の舞鶴層群石灰岩小岩 体からは、Lepidolina maizurensis、Chusenella acrisそし てDunbarula sp.を主とする紡錘虫群集が報告されている (Kobayashi, 2006, 2007).一方、黒瀬川帯球磨層の紡錘 虫群集は, 球磨層の泥岩中もしくは礫岩中に含まれる石 灰岩や礫質石灰岩・石灰岩礫岩より見いだされる. この 球磨層の紡錘虫群集は, Lepidolina giganteaとL. multiseptata の産出およびL. kumaensisの比較的豊富な産出によって 特徴づけられ, Dunbarula属の紡錘虫2種とChusenella acrisおよびChusenella pseudocrassaも共産する(Kanmera, 1954; Kobayashi, 2001).

球磨層と舞鶴層群のLepidolinaを含む紡錘虫群集と本 研究の群集を比較すると、小佐渡丘陵の紡錘虫群集は、 L. multiseptataを豊富に含み、L. kumaensisを伴う点で舞 鶴層群の群集に類似し、さらにL. giganteaとL. multiseptata が豊富で、L. kumaensisと Chusenella属も産出する点で 球磨層の群集にも類似する.しかしながら、本研究の紡 錘虫群集では球磨層と舞鶴層群に共通している Dunbarula 属の産出が現在までのところ認められないという相違点 も存在する.

Dunbarula属の問題を除くならば、小佐渡丘陵の紡錘 虫群集は、その構成種より球磨層および舞鶴層群の紡錘 虫群集と類似しており、ペルム紀球磨世のLepidolina帯 (Kanmera et al., 1976)のものと判断される.球磨層の Lepidolina群集は、当初、勘米良(1953)によりペルム 紀新世に位置づけられた.近年Kobayashi(2001)は球 磨層の紡錘虫層序を再検討し、4つの紡錘虫群集を識別 するとともに、その中の1群集であるLepidolina kumaensis 群集の産出層準とその年代に言及した.彼によれば Lepidolina kumaensis群集はロシア沿海州のペルム紀中世 末ミディ期(Midian age)の年代であり、ペルム紀新世 ズールフィア期(Dzulfian age)には至らないという.

なお本研究では *Lepidolina*帯をペルム紀中世に位置づけた. 当初 *Lepidolina*帯はペルム紀新世に含められてきたが, これは従来の日本のペルム紀三区分法(たとえばToriyama, 1967)に拠ったためである.近年の国際的なペルム紀の三区分法(Waterhouse and Gupta, 1982; Wardlaw *et al.*, 2004; Ogg *et al.*, 2008 など)によれば, *Lepidolina*帯はペルム紀中世に置かれる.

議論

これまで小佐渡丘陵の石灰岩については,小林ほか (1982)が山田中の石灰岩転石から発見したコケムシ化 石に基づき,石炭紀〜ペルム紀の間の曖昧な地質年代が 示されていた.小林ほか(1982)の石灰岩転石と本報告 の石灰岩転石の分布は,地理的に近く,層準も大きな違 いはないとみられる(図1b).したがって,本報告によ る紡錘虫群集が示す年代に基づけば,小佐渡丘陵の石灰 岩に石炭系が含まれる可能性は低いと考えられる.

一方,小佐渡丘陵の古生界砕屑岩の地質年代について は,鈴木・桑原(2003)が竹ヶ鼻北方の泥岩から報告し た放散虫群集によって,ペルム紀球磨世であることが明

- 表1.小佐渡丘陵から産した紡錘虫・放散虫群集の特徴とそれらに より示唆される地体構造区.
- Table 1. Fusulinid and radiolarian faunas of Kosado Hill, and their inferred geotectonic attributions.

分類群	群集	産出	地帯
紡錘虫	Lepidolina multiseptata-L. kumaensis 群集	舞鶴帯	黒瀬川帯
放散虫	Follicucullus bipartitus-F. charveti 群集に相	当 超丹波帯	黒瀬川帯

らかにされた(鈴木・桑原,2003では日本のペルム紀三 区分法,たとえばIshiga,1990に従ってペルム紀新世前期 とされた).この地質年代は、本研究の紡錘虫群集が示す 年代とよく一致する.小佐渡丘陵の石灰岩に砕屑岩と整 合的な産状がみられることを考慮すると、小佐渡丘陵の 古生界砕屑岩類は、ペルム紀中世末に、同年代の石灰岩 を挟在しながら堆積したとみられる.ただし、紡錘虫化 石産地と放散虫化石産地の間は直線距離で3km以上離れ ており、両産地の間に断層が存在する可能性も否定はで きない.

ここに報告した紡錘虫群集は、小佐渡丘陵からは初め ての産出記録であり、保存状態は良好で種属も豊富であ る. 上述したように、本紡錘虫群集は舞鶴帯もしくは黒 瀬川帯の群集に類似する(表1). 佐渡島が内帯側に位置 することを考慮すると,小佐渡丘陵の紡錘虫石灰岩は舞 鶴帯の石灰岩に対比されると考えられよう.ただし,先 に鈴木・桑原(2003)が報告した放散虫群集(Follicucullus bipartitus-Follicucullus charveti 群集に相当する群集)に よれば、小佐渡丘陵のペルム系は西南日本内帯では超丹 波帯に帰属させるのが妥当である(外帯では黒瀬川帯に 特徴的な群集である;表1). 紡錘虫群集と放散虫群集が 示す地体構造上の帰属の違いは、超丹波帯のペルム系が 砂岩や泥岩などの非石灰岩相主体であり、紡錘虫の産出 が極めて稀なことに拠る可能性が高い.一方,外帯の黒 瀬川帯との比較においては,紡錘虫群集と放散虫群集の 特徴がよく一致する(表1). 磯崎・板谷(1991) によ れば,舞鶴帯や超丹波帯などの内帯の先ジュラ系地体群 はクリッペとして外帯の黒瀬川帯の地体群に連続し, 元 来は一連のものだったという.したがって、逆に黒瀬川 帯の要素がクリッペとして佐渡島に連続すると考えるこ とも可能である. 紡錘虫群集と放散虫群集の両方の特徴 からみれば,小佐渡丘陵のペルム系は,超丹波帯・舞鶴 帯・黒瀬川帯といった元来一連であった地帯のペルム系 に対比可能であると結論づけられる.

謝辞

本研究の初期段階において,財団法人益富地学会館の 藤原 卓主任研究員には岩石薄片を作成する機会を与え ていただいた.また奈良市在住の桑原希世子博士には舞 鶴帯と超丹波帯の古生物地理についてご助言を賜った. 兵庫県立大学自然・環境科学研究所の小林文夫教授なら びに福岡大学理学部の上野勝美教授には査読の労をとっ ていただいた.これらの方々に心よりお礼申し上げる.

文献

- Choi, D. R., 1970. On some Permian fusulinids from Iwaizaki, N.E. Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series IV*, 14, 313–325, pls. 5–8.
- Deprat, J., 1912. Étude des Fusulinidés de Chine et d' Indochine et classification des calcaires à fusulines. Mémoires du Service Géologique de l'Indochine, 1, 1–76, pls. 1–9.
- Dunham, R. J., 1962. Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In Ham, W. E., ed., Classification of Carbonate Rocks. Memoir, American Association of Petroleum Geologists, (1), 108–121.
- Erk, A. S., 1941. Sur la présence du genre Codonofusiella Dunb. et Skin. dans le Permien de Bursa (Turquie). *Eclogae Geologicae Helvetiae*, **34**, 243–253, pls. 12–14.
- 雁沢好博, 1982. フィッション・トラック法によるグリーン・タフ 変動の年代区分. その1-佐渡地域-. 地質学雑誌, 88, 943-956.
- Gubler, J., 1935. Les Fusulinidés du permien de l'Indochine, leur structure et leur classification. Les Mémoires de la Société Géologique de France, Novelle Série, (26), 1–173, pls. 1-8 (18–24).
- Hasegawa, Y., 1965. 'Lepidolind' from the Ohtani conglomerate, central Japan. Earth Science (Chikyu Kagaku), (76), 25–33, pls. 1–3.
- Hayasaka, I., 1924. On the fauna of the anthracolithic limestone of Omi-mura in the western part of Echigo. Science Reports of the Tohoku Imperial University, Second Series, 8, 1–83, pls. 1–7.
- Ishiga, H., 1990. Paleozoic Radiolarians. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., Pre-Cretaceous Terranes of Japan, 285–295. Publication of IGCP Project No. 224, Osaka.
- 磯崎行雄・板谷徹丸, 1991. 四国中西部秩父累帯北帯の先ジュラ系 クリッペー黒瀬川内帯起源説の提唱-. 地質学雑誌, 97, 431-450.
- Igo, H., 1960. Yabeina from the Omi Limestone, Niigata Prefecture, Central Japan. Science Reports of the Tohoku University, 2nd Series (Geology), Special Volume, 4, 335–343.
- 板坂孝司・松岡 篤・田沢純一, 1994. 新潟県佐渡島北東部鷲崎地 域の先第三系より三畳紀後期放散虫化石の発見. 地質学雑誌, 100, 369–370.
- 勘米良亀齢, 1953. 球磨層-特に日本の二畳系上部統に関して(九 州南部における古生界の地質学的研究-その3). 地質学雑誌, 59, 449-468, 図版10.
- Kanmera, K., 1954. Fusulinids from the Upper Permian Kuma Formation, Southern Kyushu, Japan – with special reference to the fusulinid zone in the Upper Permian of Japan. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D, Geology*, 4, 1–38, pls. 1–6.
- Kanmera, K., Ishii, K. and Toriyama, R., 1976. The evolution and extinction patterns of Permian fusulinaceans. *In Kobayashi, T. and* Hashimoto, W., *eds., Geology and Palaeontology of Southeast Asia*, 17, 129–154.
- 川端清司・伊藤紀幸, 1993. 足尾帯北縁部(新潟地域)のジュラ紀 古世放散虫化石.大阪微化石研究会誌特別号, (9), 119–129.
- Kobayashi, F., 2001. Faunal analysis of Permian foraminifers of the Kuma Formation in the Kurosegawa Belt of west Kyusyu, Southwest Japan. *News of Osaka Micropaleontologists, Special Volume*, (12), 61–84.
- Kobayashi, F., 2006. Late Middle Permian (Capitanian) foraminifers in the Miharaiyama area, Hyogo—Late Paleozoic and Early Mesozoic foraminifers of Hyogo, Japan, Part 2—. *Nature and Human Activities*, 10, 1–13.
- Kobayashi, F., 2007. Late Middle Permian (Capitanian) foraminifers in the Mikata area, Hyogo, with special reference to plasticity

deformation of their test and their paleobiogeographic affinity with South China—Late Paleozoic and Early Mesozoic foraminifers of Hyogo, Japan, Part 5—. *Nature and Human Activities*, **11**, 17–28.

- 小林巌雄・坂上澄夫・長谷川美行・渡部栄二・斎藤良二郎, 1982. 佐渡島赤泊から石炭-二畳紀のコケムシ化石の発見. 地質学雑誌, 88, 141-143.
- 新潟基盤岩研究会, 1978. 大佐渡の基盤岩に関する新知見. 斎藤良 二郎先生退官記念会誌, 50-54.
- Nogami, Y., 1958. Fusulinids from the Maizuru Zone, Southwest Japan, Part 1. Ozawainellinae, Schubertellinae and Neoschwagerininae. *Memoirs of the College of Science, University of Koyoto, Series B*, 25, 97–114, pls. 1–2.
- Nogami, Y., 1961a. Permische Fusuliniden aus dem Atetsu-Plateau Südwestjapans. Teil 1. Fusulininae und Schwagerininae. *Memoirs* of the College of Science, University of Kyoto, Series B, 27, 159–249.
- Nogami, Y., 1961b. Permische Fusuliniden aus dem Atetsu-Plateau Südwestjapans, Teil 2. Verbeekininae, Neoschwagerininae u. a. Memoirs of the College of Science, University of Kyoto, Series B, 28, 159–228.
- Nogami, Y., 1962. Jungpaläozoikum im Atetsu-Plateau Südwestjapans. Memoirs of the College of Science, University of Kyoto, Series B, 29, 161–176.
- Ogg, J. G., Ogg, G. and Gradstein, F. M., 2008. *The Concise Geologic Time Scale*. 177 p., Cambridge University Press, Cambridge.
- 小澤儀明, 1923. 秋吉臺石灰岩を含む所謂上部秩父古生層の層位学的研究. 地質学雑誌, 30, 227-243.
- 小澤儀明, 1925. 青海の紡錘蟲石灰岩に就いて. 地質学雑誌, 32, 27-35.
- Ozawa, Y., 1925. Paleontlogical and stratigraphical studies on the Permo-Carboniferous limestone of Nagato. Part II. Paleontology. *Journal of the College of Science, Imperial University of Tokyo*, 45, 1–26, pls. 1–4.
- 佐田公好, 1960. 岡山県阿哲石灰岩台地の上部二畳系紡錘虫化石動 物群について. 地質学雑誌, 66, 410-425.
- Sada, K., 1965. Carboniferous and Permian stratigraphy of the Atetsu limestone in West Japan. Journal of Science of the Hiroshima University. Series C (Geology and Mineralogy), 5, 21–80, pl. 1.
- 佐田公好, 1973. 帝釈台地の二畳系紡錘虫化石帯. 広島大学教養部

紀要, III(自然科学), 7, 25-34.

- Sada, K. and Yokoyama, T., 1966. Upper Permian Fusulinids from the Taishaku limestone in west Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (63), 303–315, pls. 33–34.
- 島津光夫・金井克明・外山哲英・市橋紘一・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), 147– 157.
- Sosnina, M. I., 1956. Fusulinids. In Kiparisova, L. D., Markovski, B. P. and Radchenko, G. P., eds., Materialy po paleontologii, novye semeystva i rody. Materi Vsesoyuz Nauchno-Issledovateljskij Geologicheskij Institut (VSEGEI), novaya seriya, Paleontologiya, 12, 21–29, pls. 4–7. (in Russian)
- 角 靖夫,1990.20万分の1地質図「相川及び長岡の一部(佐渡 島)」.地質調査所.
- 鈴木寿志・桑原希世子, 2003. 佐渡島小佐渡地域から産したペルム 紀放散虫. 地質学雑誌, 109, 489-492.
- Thompson, M. L. and Wheeler, H. E., 1942. Permian fusulinids from British Columbia, Washington and Oregon. *Journal of Paleontology*, 16, 700–711, pls. 105–109.
- Toriyama, R., 1942. The fusulinids of the Yasuba conglomerate in the province of Tosa. Japanese Journal of Geology and Geography, 18, 237–247, pls. 24–25.
- Toriyama, R., 1958. Geology of Akiyoshi, Part 3. Fusulinids of Akiyoshi. Memoirs of the Faculty of Science, Kyusyu University, Series D (Geology), 7, 1–264, pls. 1–48.
- Toriyama, R., 1967. The fusulinacean zones of Japan. Memoirs of the Faculty of Science, Kyusyu University, Series D (Geology), 18, 35–260.
- Wardlaw, B. R., Davydov, V. and Gradstein, F. M., 2004. The Permian Period. In Gradstein, F. M., Ogg, J. G. and Smith, A. G., eds., A Geologic Time Scale 2004, 249-270. Cambridge University Press, Cambridge.
- Waterhouse, J. B. and Gupta, V. J., 1982. An early Djulfian (Permian) brachiopod faunule from upper Shyok Valley, Karakorum Range, and the implications for dating of allied faunas from Iran and Pakistan. In Gupta, V. J., ed., Stratigraphy and Structure of Kashmir and Ladakh Himalaya. Contributions to Himalayan Geology, 2, 188–233.

