

日本の古生代腕足類研究史

田沢純一

新潟大学理学部地質科学科

Study of the Japanese Palaeozoic brachiopods: A historical review

Jun-ichi Tazawa

Department of Geology, Faculty of Science, Niigata University, Niigata 950-2181, Japan (tazawa@geo.sc.niigata-u.ac.jp)

Abstract. H. Yabe, who, in 1900, described *Leptodus* from the Permian of the southern Kitakami Mountains, northeast Japan, initiated the study of Japanese Palaeozoic brachiopods. This paper is a review of two hundred-seven articles published between 1900 and 2006 about Silurian, Devonian, Carboniferous and Permian brachiopods from Japan.

Key words: brachiopod study, historical review, Japan, Palaeozoic

はじめに

わが国における古生代腕足類の研究は、1900年に矢部長克が南部北上帯（南部北上山地）宮城県気仙沼市松川および同石巻市雄勝町八景島のペルム系から *Leptodus* を記載したことに始まる。以来、今日までに、南部北上帯・飛騨外縁帯・秋吉帯・舞鶴帯・美濃帯・黒瀬川帯などのシルル系～ペルム系から産出する腕足類化石について、多くの研究がおこなわれてきた。

これまでの研究におけるめざましい成果として、デボン系および石炭系の発見がある。また、とくにフズリナ・放散虫・コノドントなどの化石を含むことがまれな浅海成の碎屑岩相古生界、たとえば、南部北上帯のデボン系と下部石炭系、飛騨外縁帯のペルム系などの生層序学的研究に大きな役割を果たした。近年、古生物地理学的研究が多くなってきており、それらはさらに、日本列島の起源や形成史などを論ずるテクトニクスへと発展している。

この研究史概説では、1900～2006年に印刷、発行された本邦産古生代腕足類に関する207の文献について取り上げた。海外の標本を取り扱った文献、たとえば、早坂一郎（Hayasaka, 1922c）の中国中南部のオルドビス紀～ペルム紀腕足類、尾崎金右衛門（Ozaki, 1931）の中国北部の石炭紀腕足類、濱田隆士（Hamada, 1971）の中国東北部のデボン紀腕足類に関する、いずれも大冊の記載論文があるが、これらは除いた。

ここでは日本の古生代腕足類研究史を時代的に概観したうえで、シルル紀、デボン紀、石炭紀、ペルム紀の4つの地質時代に分けて、腕足類研究のレビューをおこなう。なお、柳田寿一は“Brachiopodology in Japan — A historical review” (Yanagida, 1976) で、1881～1976年の日本における古生代～現生腕足類の研究史について概説している。

研究史の概要

研究史を第1期（1900～1929）、第2期（1930～1959）、第3期（1960～1989）、そして第4期（1990～2006）に分けた。図1は主要な研究者の活動時期を印刷物の発行年で示したものである。図2は1900年から2006年の期間に出版された、本邦産古生代腕足類に関する文献の数を示す。

第1期は1900年代～1920年代で、パイオニア的研究がなされた時代である。矢部と早坂により、南部北上帯（宮城県気仙沼市周辺）、秋吉帯（新潟県青海）、美濃帯（岐阜県赤坂）などから産する石炭・ペルム紀腕足類が記載された。その一環として、早坂による青海での石炭系の発見がある。

第2期は、第二次世界大戦（日中戦争、大東亜戦争）を間にはさむ1930年代～1950年代である。早坂、野田光雄、杉山敏郎、湊正雄、橘行一、大久保雅弘らにより、南部北上山地でデボン紀～ペルム紀腕足類の分類学的・生層序学的研究がおこなわれた。また、早坂により足尾帯（栃木県鍋山）の、野中諄一により南部秩父帯（東京都五日市）のペルム紀腕足類が記載された。矢部・野田による南部北上帯（岩手県長坂）でのデボン系の発見、および湊の南部北上帯（岩手県日頃市～横田）の石炭紀腕足類の記載から“安倍族造山運動”の提唱に至る一連の研究は、この時期を代表するものである。

第3期は1960年代～1980年代である。この時期は、わが国の腕足類研究者の数が過去最も多い“黄金時代”であったといえる。1965年に“Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H Brachiopoda” (Williams *et al.*, 1965) が印刷、発行され、国内での分類・記載的研究が以前に比べてより精緻なものになった。また、1985年に第1回腕足類国際会議がフランスのBrestで開催されたことで、海

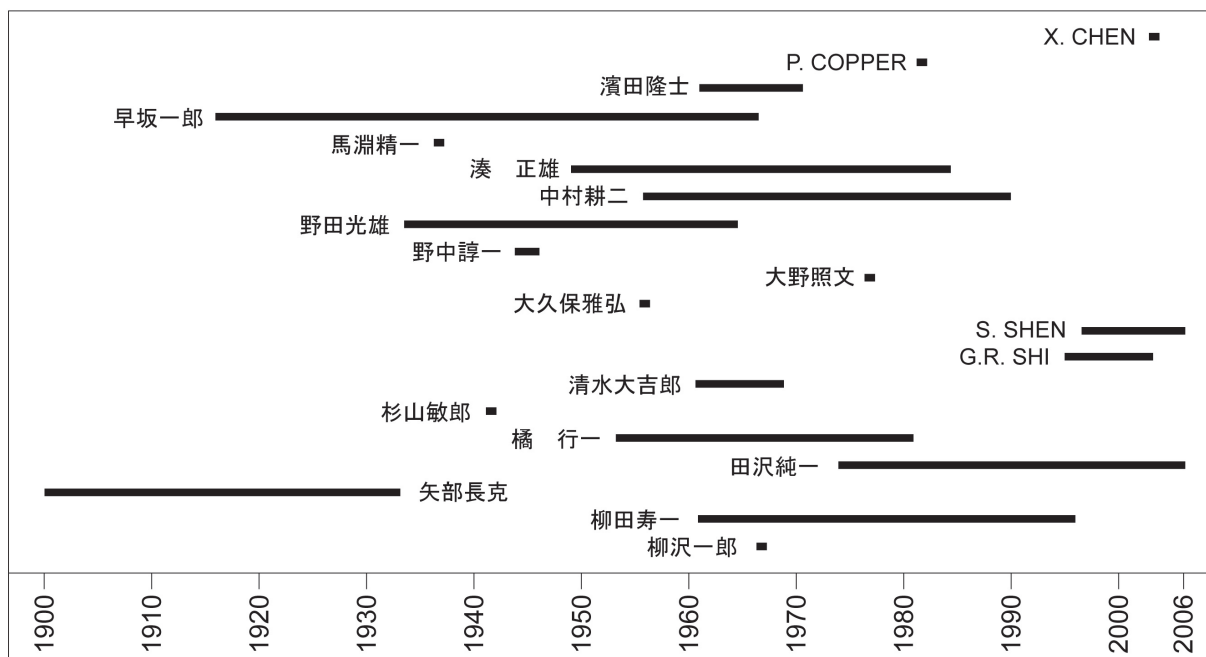


図 1. 日本の古生代腕足類に関する主な研究者とその活動時期

外の研究者との連携がはかられるようになってきた。

南部北上山地の石炭・ペルム紀腕足類の研究は、早坂、湊、橋のほかに、新たに中村耕二と田沢純一が加わり、ペルム紀腕足類の分類、上部ペルム系の対比、下部石炭系層序の改訂などで貢献した。シルル・デボン紀腕足類に関しては、橋、P. Copper、田沢らにより分類学的・生層序学的研究がおこなわれた。また、南部北上帯に属する阿武隈山地東縁部（福島県四倉）のペルム紀腕足類が柳沢一郎によって記載された。

それ以外の地域では、清水大吉郎による舞鶴帯のペルム紀腕足類、柳田による秋吉帯（山口県秋吉）の石炭紀腕足類、濱田と野田による九州・四国の黒瀬川帯のシルル紀腕足類、大野照文による飛騨外縁帯（岐阜県福地）のデボン紀腕足類などの分類学的・生層序学的研究がある。

第4期は、1990年代から現在までの時代である。この時期、とくにプレートテクトニクスにもとづく古生物地理学的研究が進展した。柳田による秋吉の石炭紀腕足類についての生層序学的研究、田沢による南部北上帯の石炭・ペルム紀腕足類および飛騨外縁帯・上越帯・美濃帯などのペルム紀腕足類の生層序学的・古生物地理学的研究、X. Chen と田沢による南部北上帯のデボン紀腕足類の生層序学的・古生物地理学的研究などがある。

“Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H Brachiopoda, Revised” (Williams *et al.*, 1997-2006) は1～5巻が印刷されたが、6, 7巻は未刊である。腕足類国際会議は、第2回（ニュージーランド, Dunedin, 1990）、第3回（カナダ, Sudbury, 1995）、第4回（イギリス, London, 2000）、第5回（デンマーク, Copenhagen, 2005）と5年おきに開かれている。

近年わが国では古生代腕足類研究者の数が激減しているが、その一方で、外国人研究者の共同研究への参加が増えてきた。S. Shen (沈 樹忠), G. R. Shi (石 光荣), X. Chen (陳 秀琴), Z. Q. Chen (陳 中強) などがある。

シルル紀腕足類

シルル紀腕足類の研究は少なく、わずかに6編の論文を数えるのみである。しかし、これらの仕事によって初めてシルル系の分布が明らかになった場所もある。濱田、野田、橋、田沢らの貢献がある。

南部北上帯では、岩手県日頃市の川内層から *Skenioides kitakamiensis*, *Salopina onukii* など6属11種が記載されている (Tachibana, 1976, 1981a)。また、岩手県上有住の上有住層から *Pentamerus* sp. (田沢ほか, 1984)、早地峰山南方の小田越層から *Trimerella* sp. (永広ほか, 1986) が図示、報告されている。

黒瀬川帯では、四国高知県横倉山の横倉山層群 (G₂) から *Lingula* sp., *Leptaena yokokuraensis* など5属5種が記載されている (Noda, 1964)。また、九州宮崎県鞍岡の祇園山層 (G₂, G₃) から *Lingula* sp., *Conchidium* cf. *knightii*, 熊本県深水のG₂ から *Lingula kumensis* が記載されている (Hamada, 1962)。

デボン紀腕足類

本邦におけるデボン系の発見は、1933年矢部・野田により、南部北上山地岩手県長坂から *Cyrtospirifer* が報告されたことによる (Yabe and Noda, 1933)。デボン紀腕足類

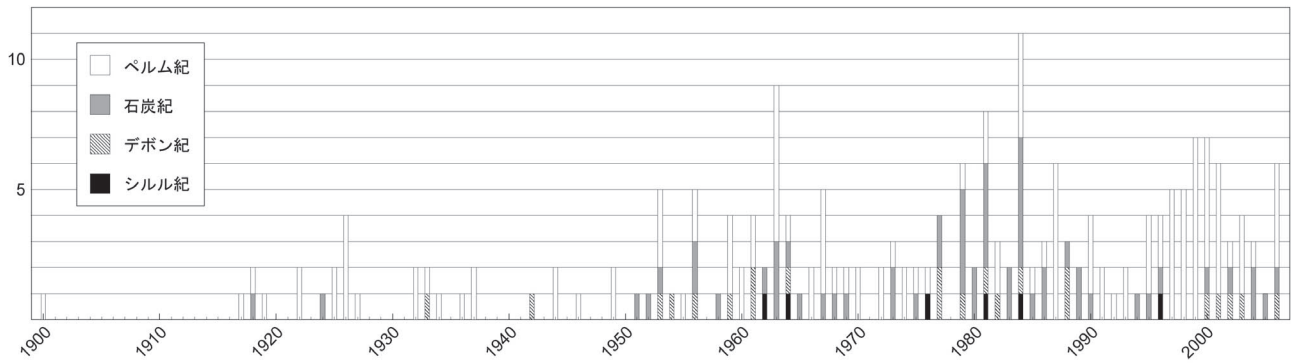


図 2. 1900 ～ 2006 年に出版された日本の古生代腕足類に関する文献の数

についての研究は、南部北上帯（南部北上山地，阿武隈山地東縁部）と飛騨外縁帯の下部～上部デボン系から産出する化石をもとになされ、それらは、床板サンゴ・コノドントなどの化石が保存されにくい砕屑岩相デボン系の生層序に関して大きな役割を果たした。矢部，野田，杉山，早坂，湊，橘，大野，大久保，田沢，Copper, X. Chen らの貢献がある。

これまでに、南部北上山地（岩手県日頃市）の中部デボン系中里層から *Kymatothyris vandercammeni*, *Planatrypa japonica* など 19 属 20 種（杉山，1942; Okubo, 1956; Minato and Kato, 1977b; Copper *et al.*, 1982; 田沢，1988; Chen and Tazawa, 2003），長坂の上部デボン系蔦ヶ森層から *Cyrtospirifer yabei*, *Malloproductus pexus* など 5 属 7 種（Tachibana, 1953, 1981b; Noda and Tachibana, 1959; 橘，1964）が記載されている。また、それらの一部は Minato *et al.* (1979), 田沢・陳 (2001), Tazawa (2002) に図示されている。阿武隈山地東縁部福島県相馬の上部デボン系合ノ沢層からは *Sinospirifer australis*, *Cyrtospirifer yabei* など 3 属 6 種が記載されている（Hayasaka and Minato, 1954）。また，Minato *et al.* (1979), 田沢 (1984b), 柳井ほか (1988), 田沢ほか (2006) により *Cyrtospirifer* が図示，報告されている。

飛騨外縁帯では，福地の下部デボン系福地層から *Isorthis* (*Isorthis*) *fukujiensis*, *Eospirifer variplicatus* など 8 属 16 種が記載されている（Ohno, 1977）。そのほか，Hamada (1961) により *Atrypa* と *strophomenid* が，また Kamei (1961) により *Undispirifer* あるいは *Elytha* の 1 種が図示，報告されている。岐阜県呂瀬の上部デボン系呂瀬層からは 2 種の *Cyrtospirifer* が図示，報告されている（田沢・楊・三宅，2000）。

以上はほとんどが分類学的・生層序学的研究である。しかし，最近では南部北上帯の中期デボン紀腕足類について，古生物地理学的研究がおこなわれている（田沢，1988; 田沢・陳，2001; Tazawa, 2002）。

石炭紀腕足類

わが国における石炭系の発見もデボン紀と同様，腕足類化石によってなされた。1918 年，早坂が青海石灰岩から *Choristites*, *Syringothyris*, *Gigantoproductus* などの石炭紀腕足類を報告したことによる（早坂，1918a）。

石炭紀腕足類の研究は，南部北上帯（南部北上山地，阿武隈山地東縁部）と秋吉帯（青海，秋吉）のフォーナに関するものが多いが，そのほかに飛騨外縁帯（福地，森部），南部秩父帯（五日市町三ツ沢）のフォーナを取り扱った研究がある。いずれもそのほとんどが分類学的・生層序学的研究である。早坂，湊，橘，柳田，田沢らの貢献がある。

南部北上帯（南部北上山地）の石炭紀腕足類は，下部石炭系日頃市層（Minato, 1951, 1952; Tazawa, 1984, 1996, 2006b; 田沢，1985, 1989），尻高沢層（田沢・栗田，1986），有住層（Minato, 1951, 1952; 田沢，1985; Tazawa, 2006b），大平層（Minato, 1951, 1952; Tazawa and Katayama, 1979），加芳山層（Minato, 1951, 1952; Minato and Kato, 1977a; Tazawa, 1981b），唐梅館層（Tachibana, 1956, 1969, 1981b; 橘，1963, 1964; Tazawa, 1980），鬼丸層（Tazawa and Miyake, 2002）から *Schizophoria resupinata*, *Syringothyris transversa* など合計 47 属 79 種が記載されている。また，Minato *et al.* (1979), 田沢・大沢 (1979), 森・田沢 (1980), 田沢ほか (1981), 田沢 (1984a) によりそれらの一部が図示，報告されている。これら前期石炭紀腕足類は南部北上山地の下部石炭系層序の設定と改訂のいずれにおいても，重要な役割を果たした。上部石炭系長岩層からは，*Echinaria minatoi*, *Cleiothyridina* cf. *glabristria* など 3 属 3 種が記載されている（Tazawa, 1981a）。阿武隈山地東縁部相馬の下部石炭系真野層からは，*Leptagonia analoga*, *Tylothyris laminosa* など 7 属 7 種が記載されている（Tazawa *et al.*, 1984）。また，*Syringothyris* sp., *Fusella* sp. など 5 属 5 種が図示されている（田沢，1984b; 柳井ほか，1988）。

飛騨外縁帯では，福地の下部石炭系一ノ谷層から *Striatifera striata* と *Gigantoproductus* sp. が記載されている（Tazawa and Kato, 1986）。また，岐阜県森部の上部石炭系荒城川層からは *Karavankina* sp. （田沢・長谷川，1994）

と *Choristites* sp. (田沢・長谷川・吉田, 2000) が記載されている。

秋吉帯では、青海石灰岩から *Gigantoproductus edelburgensis*, *Daviesiella omiensis* など 12 属 24 種の前期～後期石炭紀腕足類が記載されている (Hayasaka, 1924; 田沢ほか, 1983; Tazawa *et al.*, 2004, 2005)。また、早坂 (1918a) の生層序学的研究がある。青海石灰岩周辺のペルム紀付加体小滝コンプレックス中の石灰岩ブロックからは *Echinoconchella* sp., *Gigantoproductus* sp. など 2 種の前期石炭紀腕足類が記載され、これをもとに秋吉テレーンの付加した場所およびその後背地について検討されている (田沢, 2004b)。岡山県日南の日南石灰岩からは、*Schizophoria* aff. *resupinata*, *Spirifer* aff. *besnossovae* など 15 属 16 種の前期石炭紀腕足類が図示、報告されているが (Hase and Yokoyama, 1975)、これらは未記載である。秋吉石灰岩からは、主に下部石炭系から *Cleiothyridina expansa*, *Delepineia sayamensis* など 26 属 35 種が記載されている (Yanagida, 1962, 1965, 1968, 1973b, 1979, 1983; Minato and Kato, 1963; Yanagida and Matsusue, 1995)。そのほかに、柳田 (1963)、柳田ほか (1977)、Yanagida (1989)、Yanagida and Matsusue (1990) による生層序学的研究がある。

関東山地の南部秩父帯三ツ沢の石炭紀石灰岩ブロックからは、*Schizophoria resupinata*, *Rugicostella sakagami* など 5 属 5 種が記載されている (Yanagida, 1973c)。

上記以外のものとして、Minato (1953)、武田 (1958)、湊 (1967) による *Kitakamithyris* とその類縁種に関する分類学的研究がある。古生物地理学的研究としては、主に南部北上帯の下部石炭系産 *Kitakamithyris*, *Marginatia*, *Syringothyris*, *Rotaia* (湊, 1956; Minato and Kato, 1984; Tazawa, 1996, 2002, 2006b)、青海石灰岩産 *Isogramma*, *Delepineia*, *Daviesiella* (Tazawa *et al.*, 2004, 2005) について検討がなされている。

なお、石炭紀腕足類に関連する研究として (図 2 の石炭紀腕足類の文献からは除いてあるが)、南部北上帯の下部石炭系層序を設定し、鬼丸層 (およびその相当層) 基底に大きな傾斜不整合の存在を推定し、さらにヨーロッパにおける Variscan Orogeny との比較を行い、日本列島全体に及ぶ後期古生代造山運動 “安倍族造山運動” を提唱した、湊の一連の研究がある (Minato, 1950, 1955a; 湊ほか, 1953; 湊, 1966)。

ペルム紀腕足類

日本のペルム紀腕足類の研究は、矢部 (Yabe, 1900) が南部北上帯から *Leptodus* を記載したのが最初である。ペルム紀腕足類についても、分類・記載が中心であるが、近年は古生物地理学的研究がさかんになってきている。早坂、湊、中村、清水、柳田、田沢、Shen、Shi らの貢献がある。

南部北上帯 (南部北上山地) には、わが国最大のペルム紀腕足類フォーナがある。主な化石産地として、岩手県の世田米・飯森、宮城県の上八瀬・松川・鍋越山・雄勝などがある。下部ペルム系坂本沢層からは、*Juresania juresanensis*, *Meekella mexicana* など 14 属 20 種が記載されている (Nakamura, 1959a, 1960, 1972a; Tazawa, 1974b)。中部ペルム系叶倉層、大八景島層下部からは、*Transennatia gratiosa*, *Leptodus nobilis* など 57 属 95 種が記載されている (Yabe, 1900; Hayasaka, 1917, 1922a, b, 1925, 1937, 1953, 1960, 1963a, 1964, 1966, 1967; Minato, 1955b; Hayasaka and Minato, 1956; Minato and Nakamura, 1956; Nakamura, 1959b, 1960, 1970, 1972a, 1979; Nakamura *et al.*, 1970; Tazawa, 1974a, b, 1979, 1999b, 2003; Tazawa and Araki, 1984a, b, 1999; Tazawa and Takaizumi, 1987; Shen and Tazawa, 1997; Tazawa *et al.*, 2000; Tazawa and Ibaraki, 2001)。また、早坂 (1926c)、嵯峨 (1936)、Hayasaka (1963b)、Tazawa (1976)、Minato *et al.* (1979)、田沢 (1987c) によりそれらの一部が図示、報告されている。上部ペルム系登米層、大八景島層上部からは、*Lamnimagrus japonicus*, *Attenuatella bandoi* など 16 属 17 種が記載されている (Nakamura, 1972b; Tazawa, 1975, 1982, 1987, 1999a; Tazawa *et al.*, 2000)。また、Minato *et al.* (1979)、Tazawa (1976, 2006a)、田沢 (1987c) によりそれらの一部が図示されている。

阿武隈山地東縁部では、相馬の大芦層から *Megousia koizumii*, *Spiriferella keilhavii* など 4 属 5 種が記載されている (Tazawa and Gunji, 1982)。そのほかに、*Hustedia* sp. と *Spiriferellina* sp. が図示されている (田沢, 1984b)。四倉の高倉山層からは、*Anidanthus ussuriensis*, *Yakovlevia mammatiformis* など 14 属 20 種が記載され (Yanagisawa, 1967; Nakamura, 1972b; Tazawa, 1999b)、*Hustedia indica*, *Martinia rhomboidalis* など 7 属 9 種が図示されている (小泉, 1979)。

飛騨外縁帯岐阜県森部の森部層からは、*Transennatia gratiosa*, *Waagenoconcha permocarbonica* など 27 属 29 種が記載されている (Tazawa, 2001c; Shi and Tazawa, 2001)。また、堀越ほか (1987) により *Yakovlevia* sp. などが図示、報告されている。福井県野尻の小椋谷層からは、*Leptodus nobilis*, *Stenosisma margaritovi* など 6 属 6 種が記載されている (Tazawa and Matsumoto, 1998)。地体構造上、飛騨外縁帯の西方延長と考えられる九州熊本県水越の水越層からは、*Neospirifer fasciger*, *Spiriferella keilhavii*, *Linoproductus* cf. *lineatus* の 3 属 3 種が記載されている (Yanagida, 1963)。

秋吉帯では、広島県川井の川井石灰岩から *Composita jogensis*, *Neophracadothyris kawaiensis* など 16 属 19 種が記載されている (Yanagida and Nishikawa, 1984)。広島県三原野呂のペルム紀石灰岩からは *Enteleles gibbosus* が記載されている (Hayasaka and Kato, 1966)。秋吉の非石灰岩相ペルム系常森層から *Alispiriferella* sp., *Leptodus* sp. など

15 属 15 種が図示，報告されているが (Yanagida, 1996)，これらは未記載である。なお，Mabuti (1937) が記載した *Gemmellaroia* (*Gemmellaroidea*) *ozawai* は同一地点から産出したものとされている。

舞鶴帯では，京都府河東・公庄・夜久野，岡山県御津の舞鶴層群，および広島県八千代の刈田層から，*Lamnimargus japonicus*, *Oldhamina anshunensis* など合計 28 属 52 種が記載されている (Mashiko, 1934; Imamura, 1953; Shimizu, 1961a, b, 1963; Yanagida, 1993; Tazawa, 2006a)。また，清水 (1963, 1967, 1968) により生層序学的・古環境学的検討がなされている。

上越帯に属する新潟一福島県境奥只見からは，ペルム系大島層から *Anemonaria* sp., *Kochiproductus* sp. など 5 属 5 種が図示，報告されているが (田沢・新潟基盤岩研究会, 1999; Tazawa, 2001b)，これらは未記載である。

美濃帯では，岐阜県日面のペルム紀石灰岩から，*Lepidospirifer miyakei*, *Anomaloria hiyomoensis* など 12 属 13 種が記載 (Tazawa and Shen, 1997)，または図示 (田沢, 1997b) されている。岐阜県郡上八幡のペルム紀石灰岩からは，*Enteleles gibbosus* が記載されている (Shen and Tazawa, 1998)。滋賀県多賀町の霊仙山石灰岩からは大八木 (1991) により *Enteleles* sp., *Meekella* sp. など数種類の保存良好な腕足類標本が図示，報告されているが，分類学的検討は未了である。岐阜県赤坂金生山の赤坂石灰岩からは，佐藤 (1919) による“リットニア”発見以来，これまでに *Scacchinella gigantea*, *Coscinophora magnifica* など 6 属 6 種が記載されている (Hayasaka, 1932; 安藤, 1986; Tazawa *et al.*, 1998; Shen *et al.*, 1999, 2006; Okumura and Tomida, 2000)。また，早坂 (1925, 1926a)，Ozawa (1927)，小野・大野 (1981)，牧口 (1995) によりそれらの一部が図示，報告されている。

足尾帯では，栃木県鍋山の鍋山石灰岩から *Orthotichia japonica*, *Meekella gigantea* など 10 属 12 種が記載されている (Hayasaka, 1933, 1963c; Minato, 1949a, b)。また，Hayasaka (1926)，早坂 (1926b, 1932, 1944) によりそれらの一部が報告されている。Hayasaka and Hayasaka (1953) は鍋山フォナーの腕足類個体が異常に大きいことを古環境学的に考察している。山菅のペルム紀石灰岩からは早坂 (1967) により *Cleiothyridina* aff. *pectinifera*, *Reticularia lineata* など 6 属 6 種が報告されているが，未記載である。

黒瀬川帯では，高知県佐川の山姥石灰岩から *Enteleles* aff. *andrewsi*, *Martinia rhomboidalis* など 10 属 16 種が記載されている (Yanagida, 1973a)。また，*Aulosteges poyangensis*, *Squamularia asiatica* など 9 属 14 種が図示，報告されている (野中, 1946)。

南部秩父帯では，関東山地五日市西方のペルム紀石灰岩から *Squamularia* cf. *asiatica*, *Dielasma* sp. など 3 属 3 種が記載されている (Nonaka, 1944)。また，四国の北部秩父帯に属する愛媛県中久保のペルム紀石灰岩からは，*Tangshanella nakakuboensis*, *Uncinunellina shikokuensis*

など 11 属 14 種が記載されている (Yanagida and Hirata, 1969)。

日本のペルム紀腕足類のなかで，奇形腕足類 *Leptodus* についての関心は高く，Yabe (1900) が南部北上帯のペルム系から記載して以来，比較的多くの分類学的研究 (Hayasaka, 1917; 早坂, 1918b; Tazawa, 2003) や古生物地理学的研究 (Tazawa, 1999a, 2003; 田沢, 2003) がなされている。また，小貫 (1959) はわが国における *Leptodus* の産出記録をまとめている。同じく円筒状の腹殻と蓋状の背殻で特徴づけられる奇形腕足類 *Scacchinella* については，分類学的研究 (Tazawa and Araki, 1999; Shen *et al.*, 2000; Okumura and Tomida, 2000) のほかに，安藤 (1986, 1990a, b) による殻の開閉機構に関する研究がある。

古生物地理学的研究としては，日本全体のペルム紀腕足類フォナーについて論じたものとして，Nakamura *et al.* (1985)，Nakamura and Tazawa (1990)，Tazawa (1991, 1998)，田沢 (1992, 2000a) がある。とくに飛騨外縁帯と南部北上帯のフォナーについては，北半球の中緯度付近にあったボレアール区ーテチス区境界付近の漸移帯を特徴づけるものであるとされている (田沢, 1987a, 1996; Tazawa, 2001a, 2002; Shi *et al.*, 1995)。また，美濃帯のペルム紀腕足類フォナーは，パンサラッサ赤道付近のフォナーであるとされている (田沢, 1997b, c; Tazawa, 1998)。さらに，上越帯奥只見のペルム紀腕足類フォナーは，当時の日本における最も北方のフォナーであるとされている (田沢・新潟基盤岩研究会, 1999; Tazawa, 2001b)。特定の時代については，後期ペルム紀における世界の腕足動物地理が日本のフォナーも加えて検討されている (Shen and Shi, 2000, Shen *et al.*, 2000)。古生物地理を分類群ごとに検討した例としては，南部北上帯，飛騨外縁帯，舞鶴帯などから産出する以下の属についての研究がある：*Megousia* (Nakamura, 1972b; Tazawa, 2006a; 田沢, 2006), *Waagenoconcha* (Tazawa, 1974b), *Urushtenoidea* (Nakamura, 1979), *Oldhamina* (Tazawa, 1982), *Attenuatella* (Tazawa, 1987), *Spiriferella* (田沢, 1987b, 2003; 田沢ほか, 1999; Tazawa, 1999a), *Yakovlevia* (Shi, 1995; 田沢, 1999, 2003; Tazawa, 1999b), *Coscinophora* (田沢, 1997c), *Kochiproductus* (Tazawa, 2003), *Permianella*, *Laterispina* (Shen and Shi, 1998), *Tyloplecta* (Nakamura *et al.*, 1981; Shi and Chen, 2003), *Isogramma* (Nakamura, 1970; Chen and Shi, 2006), *Lamnimargus*, *Eolyttonia* (Tazawa, 2006a; 田沢, 2006)。

なお，以下の文献の一部 (田沢, 1993, 1997a, 2000b, 2004a) は図 2 から除いたが，日本各地から産するペルム紀腕足類の資料をまとめ，東アジアの古生物地理，さらに日本列島の形成論“横ずれ説”へと発展させた田沢の一連の研究がある (Tazawa, 1991, 1998, 2001a, b, 2002; 田沢, 1992, 1993, 1997a, 2000a, b, 2004a)。

あとがき

日本の古生代腕足類研究史を振り返ると、これらの研究が腕足類の系統分類はもとより、層序・古生物地理・テクトニクスなど多方面で貢献してきたように思われる。腕足類の機能形態や化石腕足類の殻を用いた同位体地球化学に関する研究は従来ほとんどおこなわれていないが、今後の課題である。生層序学的研究および古生物地理学的研究は、たとえば、ボレアル区-テチス区境界部（漸移帯）のフォーナである飛騨外縁帯・南部北上帯のペルム紀腕足類フォーナを介して、ボレアル・テチス両地域間のペルム系国際対比をおこなうなど、さらなる発展が期待される。

ところで、そうした研究をすすめるうえで、分類・記載が基本的に重要であることは言うまでもない。わが国では近年山野が荒廃し、野外調査と化石採集が以前と比べて困難になってきている。また、大学等の研究機関で不十分な業績評価がおこなわれるなかで、準備に時間を要し、成果がすぐには出ない分類・記載的研究の実施がきわめて困難な状況が生まれている。そのために古生代腕足類についても、分類・記載ができる若手研究者が育成されておらず、研究の継承と発展が危惧される。

しかしながら、未記載の化石資料は多く残されており、研究によって得られるものが大きいことは疑いない。わが国における古生代腕足類研究の再興と発展を期待する。

謝 辞

東北大学の井龍康文博士には本稿をまとめるきっかけをいただいた。新潟大学（博士研究員）の栗原敏之博士には図の作成で御協力いただいた。また、東北大学の永広昌之博士と産業技術総合研究所地質情報部門の中澤 努博士には丁寧な査読をしていただいた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。おわりに、私のこれまでの古生代腕足類研究を御指導下された湊 正雄（故人）、加藤 誠、中村耕二の諸先生に、深く感謝する次第である。

文 献

- 安藤賢三, 1986. 金生山から産出した奇形腕足類スカチネラ特にその開閉機構について. 地学研究, **37**, 213-224.
 安藤賢三, 1990a. 大垣金生山産出の奇型腕足類スカチネラに魅せられて (1). 化石の友, (36), 8-10.
 安藤賢三, 1990b. 大垣金生山産出の奇型腕足類スカチネラに魅せられて (2). 化石の友, (37), 15-18.
 Chen, X. and Tazawa, J., 2003. Middle Devonian (Eifelian) brachiopods from the southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Journal of Paleontology*, **77**, 1040-1052.
 Chen, Z.Q. and Shi, G.R., 2006. *Isogramma* Meek and Worthen, 1870 (Dictyonellida, Brachiopoda) from the upper Palaeozoic of East Asia: Implications for biogeography and evolutionary trends. *Journal of Asian Earth Sciences*, **26**, 405-423.
 Copper, P., Tazawa, J., Mori, K. and Kato, M., 1982. *Atrypa* (Devonian Brachiopoda) from Japan. *Transactions and Proceedings*

- of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (127), 368-374.
 永広昌之・田沢純一・大石雅之・大上和良, 1986. 北上山地, 早池峰山南方の小田越層（新称）よりシルル紀腕足類 *Trimerella* の発見とその意義. 地質学雑誌, **92**, 753-756.
 Hamada, T., 1961. The Middle Palaeozoic group of Japan and its bearing on her geological history. *Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo, Section 2*, **13**, 1-79.
 Hamada, T., 1962. Two brachiopods from Kyushu. The Silurian shelly fauna from Southwest Japan (Ⅱ). *Scientific Papers of the College of General Education, University of Tokyo*, **12**, 241-258.
 Hamada, T., 1971. Early Devonian brachiopods from the Lesser Khingan district of Northeast China. *Palaeontological Society of Japan, Special papers*, (15), p. 1-98.
 Hase, A. and Yokoyama, M., 1975. Geological age and structure of the Hina Limestone, Okayama Prefecture, Southwest Japan. *Journal of Science of the Hiroshima University, Series C*, **7**, 167-182.
 Hayasaka, I., 1917. On the brachiopod genus *Lyttonia* with several Japanese and Chinese examples. *Journal of the Geological Society of Tokyo*, **24**, 43-53.
 早坂一郎, 1918a. 新潟県西頸城郡青海村地方に産したる古生代腕足類の或者について. 予報. 地質学雑誌, **25**, 304-310.
 早坂一郎, 1918b. リットニア研究の補遺. 地質学雑誌, **25**, 445-451.
 Hayasaka, I., 1922a. Some Permian brachiopods from the Kitakami Mountains. *Japanese Journal of Geology and Geography*, **1**, 51-70.
 Hayasaka, I., 1922b. On the occurrence of *Richthofenia* in Japan. *American Journal of Science*, **4**, 465-468.
 Hayasaka, I., 1922c. Paleozoic Brachiopoda from Japan, Korea and China, Part 1. Middle and southern China. *Science Reports of the Tohoku Imperial University, Second series*, **6**, 1-116.
 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**, 3-83.
 Hayasaka, I., 1925. On some brachiopods from the *Lyttonia* horizon of the Kitakami Mountains. *Japanese Journal of Geology and Geography*, **4**, 89-103.
 早坂一郎, 1925. 金生山産リットニアその他の腕足類. 地質学雑誌, **32**, 142-146.
 Hayasaka, I., 1926. On a new Carboniferous brachiopod fauna from the Ashio Mountains, Japan. *Proceedings of the Imperial Academy of Japan*, **2**, 551-553.
 早坂一郎, 1926a. 美濃金生山の腕足類に就いての補遺. 地質学雑誌, **33**, 206-207.
 早坂一郎, 1926b. 鍋山石切場の腕足類化石. 地質学雑誌, **33**, 207.
 早坂一郎, 1926c. 北上山地産二疊紀腕足類. 地質学雑誌, **33**, 207-208.
 Hayasaka, I., 1932. On three brachiopod species of the subfamily Orthotetinae in the Fusulina Limestone of Kinshozan, Akasakamati, Prov. Mino, Japan. *Memoirs of the Faculty of Science and Agriculture, Taihoku Imperial University, Formosa, Japan*, **4**, 1-7.
 早坂一郎, 1932. 本邦産石炭紀後期腕足類化石. 地質学雑誌, **39**, 547-551.
 Hayasaka, I., 1933. On the Carboniferous brachiopod fauna from the Nabeyama region, Totigi Prefecture, Japan. *Memoirs of the Faculty of Science and Agriculture, Taihoku Imperial University, Formosa, Japan*, **6**, 9-44.
 Hayasaka, I., 1937. *Meekella striato-costata* (Cox) aus Japan. *Transactions of the Natural Historical Society of Formosa*, **27**, 268-270.
 早坂一郎, 1944. 栃木県鍋山附近腕足類層の時代について. 地質学雑誌, **51**, 154-156.
 Hayasaka, I., 1953. *Hamletella*, a new Permian genus of Brachiopoda, and a new species from the Kitakami Mountains, Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (12), 89-95.
 Hayasaka, I., 1960. On the occurrence of *Neospirifer fasciger* (Keyserling) in Japan, and a note on some associate Permian brachiopods from around Kesen-numa City, northeast Japan. *Collection of Essays in Commemoration of the Tenth Anniversary (1959)*

- of Shimane University (Natural Science), 34-57.
- Hayasaka, I., 1963a. Some Permian fossils from southern Kitakami, II. Two brachiopod species. *Proceedings of the Japan Academy*, **39**, 479-483.
- Hayasaka, I., 1963b. Some Permian fossils of southern Kitakami, IV. Brachiopod superfamily Orthotetacea Williams. *Proceedings of the Japan Academy*, **39**, 753-757.
- Hayasaka, I., 1963c. *Orthotichia japonica* Hayasaka (1933) and *Orthotichia magnifica* Grabau (1936). *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (52), 154.
- Hayasaka, I., 1964. Some Permian fossils from southern Kitakami, V. *Aulosteges* sp. indet. *Proceedings of the Japan Academy*, **40**, 528-532.
- Hayasaka, I., 1966. Some Permian fossils from southern Kitakami, VI. Three brachiopods. *Proceedings of the Japan Academy*, **42**, 1223-1228.
- Hayasaka, I., 1967. Some Permian fossils from southern Kitakami, X. Two smooth-shelled spiriferids: *Martinia* and *Martiniopsis*. *Proceedings of the Japan Academy*, **43**, 522-525.
- 早坂一郎, 1967. 栃木県葛生町山菅産の小型化石腕足類について(予報). 自然科学と博物館, **34**, 44-49.
- Hayasaka, I. and Hayasaka, S., 1953. Fossil assemblages of molluscs and brachiopods of unusually large sizes from the Permian of Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (10), 37-44.
- Hayasaka, I. and Kato, M., 1966. On *Enteletes gibbosus* Chronic (An Upper Palaeozoic fauna from Miharanoro, Hiroshima Prefecture, Japan, 3rd note). *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **13**, 281-286.
- Hayasaka, I. and Minato, M., 1954. A *Sinospirifer*-faunule from the Abukuma Plateau, northeast Japan, in comparison with the so-called Upper Devonian brachiopod faunule of the Kitakami Mountains. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (16), 201-211.
- Hayasaka, I. and Minato, M., 1956. Some brachiopods from the Lower Kanokura Series of the Kitakami Mountains, Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (21), 141-147.
- 堀越 徹・田沢純一・内藤直司・金田純子, 1987. 飛騨山地高山市北方森部のペルム紀腕足類化石. 地質学雑誌, **93**, 141-143.
- Imamura, S., 1953. New occurrence of *Lyttonia* from the environs of Hiroshima, Japan. *Journal of Science of the Hiroshima University, Series C*, **1**, 11-16.
- Kamei, T., 1961. Notes on Japanese Middle Devonian. *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, (56), 1-9.
- 小泉 齊, 1979. 高倉山層群のペルム紀腕足類とその時代. 平地学同好会会報(特別号), 1-3.
- Mabuti, S., 1937. On a Permian Brachiopoda, *Gemmellaroia (Gemmellaroia)* ozawai, subgen. et sp. nov., from Japan. *Proceedings of the Imperial Academy of Tokyo*, **13**, 16-19.
- 牧口貴久, 1995. 金生山の化石, 腕足類. 浅見化石会館刊行会編, 浅見化石会館化石図集—金生山の化石—, 69-80, 美彩社.
- Mashiko, K., 1934. Discovery of *Lyttonia* in a limestone exposed at Takauti, Nakayakuno-mura, Amata-gun, Kyoto Prefecture. *Japanese Journal of Geology and Geography*, **11**, 181-183.
- Minato, M., 1949a. Existence of a low median septum in the ventral valve of *Meekella gigantea* Hayasaka. *Japanese Journal of Geology and Geography*, **21**, 323-325.
- Minato, M., 1949b. New species of *Streptorhynchus* from Japanese Upper Palaeozoic. *Japanese Journal of Geology and Geography*, **21**, 327-330.
- Minato, M., 1950. Zur Orogenese und zum Vulkanismus im Jüngerem Palaeozoikum des Kitakami-Gebirges, Honshu, Japan. (Stratigraphische und Tektonische Untersuchungen des japanischen Palaeozoikums, Teil 6). *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **7**, 277-302.
- Minato, M., 1951. On the Lower Carboniferous fossils of the Kitakami Massif, northeast Honshu, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **7**, 355-382.
- Minato, M., 1952. A further note on the Lower Carboniferous fossils of the Kitakami Mountainland, northeast Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **8**, 136-174.
- Minato, M., 1953. On some reticulate Spiriferidae. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (11), 65-73.
- Minato, M., 1955a. Zur stratigraphischen Lücke der Prä-Onimaru-Serie (Ober Visé). *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **9**, 31-41.
- Minato, M., 1955b. *Isogramma paotchowensis* (Grabau et Chao) from the Permian of Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (18), 29-30.
- 湊 正雄, 1956. 石炭・二畳紀における日本列島周辺の古地理. 地球科学, (28), 1-13.
- 湊 正雄, 1966. 南部北上山地の古生界と安倍族造山運動—本邦古生層の比較構造論的ならびに比較岩相論的検討, その9—. 松下進教授記念論文集, 143-159.
- 湊 正雄, 1967. 腕足類 Elythidae Fredericks 1924 の分類について. 地球科学, **21**, 36.
- 湊 正雄・橋本誠二・陶山國男・武田裕幸・鈴木淑夫・木村昭二・山田一雄・垣見俊弘・市川輝雄・末富 宏, 1953. 世田米地方の石炭紀層の層序と化石帯(本邦古生代層の比較構造論的ならびに比較岩相論的検討, 其の8). 地質学雑誌, **59**, 385-399.
- Minato, M., Hunahashi, M., Watanabe, J. and Kato, M., eds., 1979. *Variscan geohistory of Northern Japan: The Abean Orogeny*, 427p., Tokai University Press, Tokyo.
- Minato, M. and Kato, M., 1963. Fossils with the lowest Namurian aspect newly found by Dr. Y. Hasegawa in the Akiyoshi Province. *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, (66), 32-42.
- Minato, M. and Kato, M., 1977a. Two spiriferids from the Hikoroichi Formation (Tournaisian) in the Kitakami Mountains, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **17**, 613-617.
- Minato, M. and Kato, M., 1977b. A reticulate spiriferid from the Devonian Nakazato Formation of the Kitakami Mountains, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **17**, 619-627.
- Minato, M. and Kato, M., 1984. Carboniferous paleogeography and geotectonics of Japan. *Neuvième Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère, Washington and Champaign-Urbana 1979, Compte Rendu*, **3**, 256-262.
- Minato, M. and Nakamura, K., 1956. On four brachiopod species of the subfamily Orthotetinae from the Kanokura Series of the Kitakami Mountains, Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (21), 149-155.
- 森 啓・田沢純一, 1980. 模式地における下部石炭系日頃市層からビゼ一期四射サンゴ類・腕足類化石の発見とその意義. 地質学雑誌, **86**, 143-146.
- Nakamura, K., 1959a. Some Lower Permian Sakamotozawa brachiopods. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **10**, 199-207.
- Nakamura, K., 1959b. *Spinomarginifera* found in Japanese Permian. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (35), 143-146.
- Nakamura, K., 1960. *Dictyoclostus* derived from the Middle Permian Kanokura Series and the Lower Permian Sakamotozawa Series of the Kitakami Mountains, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **10**, 495-511.
- Nakamura, K., 1970. *Isogramma* from the Permian Kanokura Series of the Kitakami Mountains, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **14**, 301-311.
- Nakamura, K., 1972a. Permian Davidsoniaceae from the Southern Kitakami Mountains, Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **15**, 361-425.
- Nakamura, K., 1972b. *Anidanthus* and *Megousia* (Brachiopoda) from

- the Permian of Japan and Cambodia. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, 427-445.
- Nakamura, K., 1979. Additional occurrences of *Urushtenoidea* (Brachiopoda) from the Permian of Asia. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **19**, 221-233.
- Nakamura, K., Kato, M. and Choi, D. R., 1970. On *Permudaria*, a new genus of the brachiopod family Linoproductidae. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **14**, 293-299.
- Nakamura, K., Shimizu, D. and Golshani, F., 1981. On the occurrence of *Tyloplecta* in the Permian of the Abadeh region, central Iran. *Geological Survey of Iran, Report*, (49), p. 39-53.
- Nakamura, K., Shimizu, D. and Liao, Z., 1985. Permian palaeobiogeography of brachiopods based on the faunal provinces. In Nakazawa, K. and Dickinson, J. M., eds., *The Tethys: Her paleogeography and paleobiogeography from Paleozoic to Mesozoic*, 185-198, Tokai University Press, Tokyo.
- Nakamura, K. and Tazawa, J., 1990. Faunal provinciality of the Permian brachiopods in Japan. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous terranes of Japan*, 313-320, Publication of IGCP 224, Nippon Insatsu Shuppan, Osaka.
- Noda, M., 1964. Some Silurian brachiopods from Yokokura-yama, Kochi Prefecture, Japan. *Reports on Earth Science, Department of General Education, Kyushu University*, (11), 13-17.
- Noda, M. and Tachibana, K., 1959. Some Upper Devonian cyrtospiriferids from the Nagasaka district, Kitakami Mountainland. *Science Bulletin of the Faculty of Liberal Arts and Education, Nagasaki University*, (10), 15-21.
- Nonaka, J., 1944. On some Permian (?) brachiopods from the vicinity of Itukaiti in the Kwanto Mountainland. *Journal of the Geological Society of Japan*, **51**, 188-191.
- 野中諄一, 1946. 土佐国佐川町山姥石灰岩中の腕足類. 地質学雑誌, **52**, 22-24.
- Ohno, T., 1977. Lower Devonian brachiopods from the Fukuji Formation, Central Japan. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyoto University, Series of Geology and Mineralogy*, **44**, 79-126.
- Okubo, M., 1956. Some Devonian brachiopods and trilobites of the southern Kitakami Mountainland. *Japanese Journal of Geology and Geography*, **27**, 37-45.
- Okumura, Y. and Tomida, S., 2000. A fossil *Scacchinella* (Brachiopoda: Scacchinellidae) with conjoined valves from the Permian Akasaka Limestone, central Japan. *Bulletin of the Mizunami Fossil Museum*, (27), 195-197.
- 小野輝雄・大野照文, 1981. 赤坂石灰岩の古生物, 6. 腕足動物. 金生山化石研究会編, 金生山—その文化と自然—, 149-156, 金生山化石研究会, 大垣.
- 小貫義男, 1959. 二疊紀腕足類 *Leptodus* あるいは *Lyttonia* について. 地学研究, **11**, 96-119.
- 大八木和久, 1991. 鈴鹿山脈北部 (近江カルスト) の二疊紀化石群について. 滋賀県自然誌, 309-385, (財) 滋賀県自然保護財団.
- Ozaki, K., 1931. Upper Carboniferous brachiopods from North China. *Bulletin of the Shanghai Science Institute*, **1**, 1-205.
- Ozawa, Y., 1927. Stratigraphical studies of the Fusulina Limestone of Akasaka, Province of Mino. *Journal of the Faculty of Science, Imperial University of Tokyo, Section 2*, **2**, 121-164.
- 嵯峨一郎, 1936. リットニア新産地. 地質学雑誌, **43**, 332-333.
- 佐藤伝蔵, 1919. 美濃赤坂より新に発見せる「リットニア」. 地質学雑誌, **26**, 276-277.
- Shen, S., Archbold, N. W. and Shi, G. R., 2000. Changhsingian (Late Permian) brachiopod palaeobiogeography. *Historical Biology*, **15**, 121-134.
- Shen, S. and Shi, G. R., 1998. Taxonomy, stratigraphy and palaeobiogeography of permianellids (Brachiopoda). *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **110**, 267-279.
- Shen, S. and Shi, G. R., 2000. Wuchiapingian (early Lopingian, Permian) global brachiopod palaeobiogeography: a quantitative approach. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **162**, 299-318.
- Shen, S. and Tazawa, J., 1997. Two permianellids (Brachiopoda) from the Middle Permian of the southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Paleontological Research*, **1**, 285-290.
- Shen, S. and Tazawa, J., 1998. *Enteletes gibbosus* Chronic, 1949 (Permian Brachiopoda) from the Hachiman district, Mino Belt, central Japan. *Science Reports of Niigata University, Series E*, (13), 21-27.
- Shen, S., Tazawa, J. and Ono, T., 2006. *Scacchinella* (Productida, Brachiopoda) from the Lower Permian of Akasaka, Mino Belt, central Japan, with a review of its world distribution. *Science Reports of Niigata University (Geology)*, (21), 19-30.
- Shen, S., Tazawa, J. and Shi, G. R., 1999. *Peltichia* Jin and Liao, 1981 (Enteletidae, Brachiopoda) from Asia: Taxonomy, biostratigraphy, and paleobiogeography. *Journal of Paleontology*, **73**, 49-62.
- Shi, G. R., 1995. The Late Palaeozoic brachiopod genus *Yakovlevia* Fredericks, 1925 and the *Yakovlevia transversa* Zone, northern Yukon Territory, Canada. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **107**, 51-71.
- Shi, G. R., Archbold, N. W. and Zhan, L.-P., 1995. Distribution and characteristics of mixed (transitional) mid-Permian (Late Artinskian-Ufimian) marine faunas in Asia and their palaeogeographical implications. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **114**, 241-271.
- Shi, G. R. and Chen, Z. Q., 2003. Global review of Permian *Tyloplecta* Muir-Wood and Cooper, 1960 (Brachiopoda): Morphology, palaeobiogeographical and palaeogeographical implications. *Gondwana Research*, **6**, 777-790.
- Shi, G. R. and Tazawa, J., 2001. *Rhynchopora* and *Blasispirifer* (Brachiopoda) from the Middle Permian of the Hida Gaian Belt, central Japan, and their paleobiogeographical significance. *Journal of the Geological Society of Japan*, **107**, 755-761.
- Shimizu, D., 1961a. Brachiopod fossils from the Permian Maizuru Group. *Memoirs of the College of Science, University of Kyoto, Series B*, **27**, 309-351.
- Shimizu, D., 1961b. Brachiopod fossils from the Upper Permian Gujo Formation of the Maizuru Group, Kyoto Prefecture, Japan. *Memoirs of the College of Science, University of Kyoto, Series B*, **28**, 243-255.
- Shimizu, D., 1963. Permian brachiopod fossils of the Maizuru Group found on the north of Okayama City, Japan. *Memoirs of the College of Science, University of Kyoto, Series B*, **30**, 69-80.
- 清水大吉郎, 1963. 舞鶴層群の層序と化石群—とくに腕足類化石群とその変遷について—. 化石, (6), 20-26.
- 清水大吉郎, 1967. 京都西山古生層産の腕足類化石 (予報). 九十九地学, (2), 21-23.
- 清水大吉郎, 1968. 舞鶴層群公庄層腕足類化石群の生層序的位置. 化石, (15), 22-25.
- 杉山敏郎, 1942. 日本産の *Atrypa* に就いて. 地質学雑誌, **49**, 73-75.
- Tachibana, K., 1953. On the occurrence of *Productus nummularis* (Winchell) from the late Upper Devonian of Japan. *Science Reports of the Tokyo Bunrika Daigaku, Section C*, **2**, 211-215.
- Tachibana, K., 1956. New spiriferids from the lowest Carboniferous of the Nagasaka district, Kitakami Mountainland, Northeast Japan. *Science Reports of the Faculty of Arts and Literature, Nagasaki University*, (5), 11-16.
- 橘 行一, 1963. 日本の最下部石炭紀腕足類 *Syringothyris* 及び *Syringopleura*. 長崎大学教養部紀要, **3**, 53-62.
- 橘 行一, 1964. 岩手県東磐井郡東山町南磐井里付近の上部デボン系と最下部石炭系 (その I) (北上山地西南縁のデボン—石炭両系の境界に関する研究 I). 長崎大学教養部紀要 (自然科学), **4**, 31-43.
- Tachibana, K., 1969. Stereoscopic photographs and descriptions of new syringothyroid brachiopods from the lowest Carboniferous of the southwestern Kitakami region, Northeast Japan. *Annual Report of the Faculty of Education, Iwate University*, **28**, 19-27.

- Tachibana, K., 1976. Silurian brachiopods from the Kesen district of the Kitakami Mountainland, Northeast Japan. *Annual Report of the Faculty of Education, Iwate University*, **36**, 31-51.
- Tachibana, K., 1981a. Silurian brachiopods from the Kitakami Mountainland, North Japan. *Annual Report of the Faculty of Education, Iwate University*, **40**, 29-54.
- Tachibana, K., 1981b. Some species of late Upper Devonian and lowest Carboniferous brachiopods from the Higashiyama district, Iwate Prefecture, North Japan. *Annual Report of the Faculty of Education, Iwate University*, **41**, 61-75.
- 武田裕幸, 1958. *Kitakamithyris* および *Kueichoupora* について. 地球科学, (38), 38.
- Tazawa, J., 1974a. Two species of *Permudaria* from the Kitakami Mountains, northeast Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (94), 313-318.
- Tazawa, J., 1974b. *Waagenoconcha* (Brachiopoda) from the Permian of the southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido University, Series 4*, **16**, 121-143.
- Tazawa, J., 1975. Uppermost Permian fossils from the southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, **81**, 629-640.
- Tazawa, J., 1976. The Permian of Kesennuma, Kitakami Mountains: A preliminary report. *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, **30**, 175-185.
- Tazawa, J., 1979. Middle Permian brachiopods from Matsukawa, Kesennuma region, southern Kitakami Mountains. *Saito Ho-on Kai Museum of Natural History, Research Bulletin*, (47), 23-35.
- Tazawa, J., 1980. Viséan brachiopods from the Karaumedate Formation, southern Kitakami Mountains. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (119), 359-370.
- Tazawa, J., 1981a. Notes on some Carboniferous brachiopods from the Kitakami Mountains, northeast Japan. *Saito Ho-on Kai Museum of Natural History, Research Bulletin*, (49), 53-61.
- Tazawa, J., 1981b. An Early Carboniferous brachiopod fauna from the Karoyama Formation in the Kitakami Mountains, northeast Japan. *Saito Ho-on Kai Museum of Natural History, Research Bulletin*, (49), 63-79.
- Tazawa, J., 1982. *Oldhamina* from the Upper Permian of the Kitakami Mountains, Japan and its Tethyan Province distribution. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (128), 445-451.
- 田沢純一, 1984a. 北上山地の日頃市層下部より産出した *Gigantoproductus* (石炭紀腕足類) とその意義. 地球科学, **38**, 132-134.
- 田沢純一, 1984b. 相馬古生層産腕足類化石. 福島県教育委員会編, 福島県浜通り地方化石調査報告, 6-8, 福島県教育委員会.
- Tazawa, J., 1984. Early Carboniferous (Viséan) brachiopods from the Hikoroichi Formation of the Kitakami Mountains, northeast Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (133), 300-312.
- 田沢純一, 1985. 北上山地の日頃市層と有住層から産出した石炭紀腕足類 *Marginatia* および *Unispirifer*. 地球科学, **39**, 459-462.
- 田沢純一, 1987a. 日本のペルム紀腕足類フォーナの古生物地理学的考察. 月刊地球, **9**, 252-255.
- 田沢純一, 1987b. 石炭・ペルム紀の北方型腕足類スピリフェレラ. 地球科学, (5), iii.
- 田沢純一, 1987c. 上八瀬地区化石調査報告書. 宮城県気仙沼市文化財調査報告書, 第6集, 37p., 気仙沼市教育委員会.
- Tazawa, J., 1987. *Attenuatella* (Brachiopoda) from the Upper Permian of northeast Japan and its bipolar distribution. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (148), 276-284.
- 田沢純一, 1988. 北上山地産デボン紀腕足類 *Zdimir* とその古生物地理的意義. 地質学雑誌, **94**, 1013-1016.
- 田沢純一, 1989. V. 腕足類. 大船渡市立博物館編. おにまるの化石, 51-65, 川嶋印刷, 一関.
- Tazawa, J., 1991. Middle Permian brachiopod biogeography of Japan and adjacent regions in East Asia. In Ishii, K., Liu, X., Ichikawa, K. and Huang, B., eds., *Pre-Jurassic geology of Inner Mongolia, China: Report of China-Japan Cooperative Research Group, 1987-1989*, 213-230, Matsuya Insatsu, Osaka.
- 田沢純一, 1992. 東アジアの中期ペルム紀腕足類フォーナとその動物地理学的重要性. 地質学雑誌, **98**, 483-496.
- 田沢純一, 1993. 古生物地理からみた日本列島の先新第三紀テクトニクス. 地質学雑誌, **99**, 525-543.
- 田沢純一, 1996. 古生物地理からみた中期ペルム紀の南部北上帯と飛騨外縁帯. 月刊地球, **18**, 730-734.
- Tazawa, J., 1996. *Rotaia* (Rhynchonellida, Brachiopoda) from the Lower Carboniferous of northeast Japan and its palaeobiogeographical significance. *Science Reports of Niigata University, Series E*, (11), 1-11.
- 田沢純一, 1997a. 南部北上マイクロナチネント説における古生物地理学上の問題. 加藤 誠教授退官記念論文集, 71-75.
- 田沢純一, 1997b. 高山市東方日面産ペルム紀腕足類: 美濃帯の石灰岩-緑色岩ブロックの起源に関する古生物地理学的データ. 地質学雑誌, **103**, 908-911.
- 田沢純一, 1997c. 美濃帯赤坂石灰岩産ペルム紀腕足類 *Coscinophora* とその古生物地理学的意義. 地球科学, **51**, 447-451.
- Tazawa, J., 1998. Pre-Neogene tectonic divisions and Middle Permian brachiopod faunal provinces of Japan. *Proceedings of the Royal Society of Victoria*, **110**, 281-288.
- 田沢純一, 1999. 飛騨外縁帯・南部北上帯の中部ペルム系からボレアル型腕足類 *Yakovlevia* の産出とその構造地質学的意義. 地質学雑誌, **105**, 227-230.
- Tazawa, J., 1999a. *Leptodus* and *Spiriferella* (Permian Brachiopoda) from the Usuginu Conglomerate, southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Science Reports of Niigata University, Series E*, (14), 1-13.
- Tazawa, J., 1999b. Boreal-type brachiopod *Yakovlevia* from the Middle Permian of Japan. *Paleontological Research*, **3**, 88-94.
- 田沢純一, 2000a. 西南日本内帯のペルム紀腕足類フォーナと先新第三紀テクトニクス. 地団研専報, (49), 5-22.
- 田沢純一, 2000b. 飛騨外縁帯・南部北上帯・黒瀬川帯の古生界: 対比と造構史. 地質学論集, (56), 39-52.
- Tazawa, J., 2001a. Middle Permian brachiopod faunas of Japan and South Primorye, Far East Russia: their palaeobiogeographic and tectonic implications. *Geosciences Journal*, **5**, 19-26.
- Tazawa, J., 2001b. A Permian Boreal brachiopod fauna from Okutadami, central Japan, and its tectonic implication. In Brunton, C. H. C., Cocks, L. R. M. and Long, S. L., eds., *Brachiopod Past and Present*, 373-383, Taylor & Francis, London.
- Tazawa, J., 2001c. Middle Permian brachiopods from the Moribu area, Hida Gaiken Belt, central Japan. *Paleontological Research*, **5**, 283-310.
- Tazawa, J., 2002. Late Paleozoic brachiopod faunas of the South Kitakami Belt, northeast Japan, and their paleobiogeographic and tectonic implications. *The Island Arc*, **11**, 287-301.
- Tazawa, J., 2003. *Kochiproductus* and *Leptodus* (Brachiopoda) from the Middle Permian of the Obama area, South Kitakami Belt, northeast Japan. *Science Reports of Niigata University, Series E*, (18), 25-39.
- 田沢純一, 2003. 南部北上帯の中部ペルム系産腕足類 *Yakovlevia*, *Spiriferella*, *Leptodus* の古生物地理学的重要性. 地球科学, **57**, 315-318.
- 田沢純一, 2004a. 横ずれ説: 日本列島の起源と形成についての考察. 地質学雑誌, **110**, 503-517.
- 田沢純一, 2004b. 青海地域土倉沢産前期石炭紀腕足類: 秋吉レーンの付加した場所に関する1つの化石証拠. 地球科学, **58**, 413-416.
- 田沢純一, 2006. 舞鶴帯の後期ペルム紀ボレアル型-テチス型混合腕足類フォーナ: 舞鶴層群の堆積場に関する1つの化石証拠. 地質学雑誌, **112**, 510-518.
- Tazawa, J., 2006a. *Lamnimargus*, *Megousia* and *Eolyttonia* (Productida, Brachiopoda) from the Upper Permian

- (Changhsingian) of the Kawahigashi area, Maizuru Belt, southwest Japan, and their palaeobiogeographical significance. *Science Reports of Niigata University (Geology)*, (21), 1-18.
- Tazawa, J., 2006b. The *Marginatia*-*Syringothyris*-*Rotaia* brachiopod assemblage from the Lower Carboniferous of the South Kitakami Belt, northeast Japan, and its palaeobiogeographical implications. *Paleontological Research*, **10**, 127-139.
- Tazawa, J. and Araki, H., 1984a. *Paralyttonia* (Oldhaminidina, Brachiopoda) from the Permian of northeast Japan. *Journal of the Geological Society of Japan*, **90**, 121-123.
- Tazawa, J. and Araki, H., 1984b. A new species of *Richthofenia* (Brachiopoda) from the Permian of northeast Japan. *Saito Ho-on Kai Museum of Natural History, Research Bulletin*, (52), 1-7.
- Tazawa, J. and Araki, H., 1999. *Scacchinella* (Permian Brachiopoda) from the southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Earth Science (Chikyu Kagaku)*, **53**, 452-455.
- 田沢純一・陳 秀琴, 2001. 南部北上帯の中里層から産出した中期デボン紀腕足類: 内蒙古西部の中期デボン紀腕足類フォーナとの古生物地理学的類縁性. 地質学雑誌, **107**, 706-710.
- Tazawa, J. and Gunji, Y., 1982. Middle Permian brachiopods from the Oashi Formation, Abukuma Mountains, northeast Japan. *Saito Ho-on Kai Museum of Natural History, Research Bulletin*, (50), 67-75.
- Tazawa, J., Gunji, Y. and Mori, K., 1984. A Viséan brachiopod fauna from the Mano Formation, Soma district, Abukuma Mountains, northeast Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (134), 347-360.
- 田沢純一・長谷川美行, 1994. 飛騨外縁帯の荒城川層上部より産出した後期石炭紀紡錘虫・腕足類化石. 地球科学, **48**, 493-496.
- 田沢純一・長谷川美行・吉田孝紀, 2000. 飛騨外縁帯の石炭系荒城川層から産出したフズリナ類 *Schwagerina* と腕足類 *Choristites*. 地球科学, **54**, 196-199.
- Tazawa, J. and Ibaraki, Y., 2001. Middle Permian brachiopods from Setamai, the type locality of the Kanokura Formation, southern Kitakami Mountains, northeast Japan. *Science Reports of Niigata University, Series E*, (16), 1-33.
- 田沢純一・板橋文夫・森 啓, 1981. 南部北上山地荷沢地域の下部石炭系. 東北大学地質学古生物学教室研究邦文報告, (83), 21-37.
- Tazawa, J. and Katayama, T., 1979. Lower Carboniferous brachiopods from the Odaira Formation in the southern Kitakami Mountains. *Science Reports of the Tohoku University, Second Series*, **49**, 165-173.
- Tazawa, J. and Kato, M., 1986. *Striatifera* and *Gigantoproductus* from the Lower Carboniferous of Fukuji, central Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (142), 393-399.
- 田沢純一・栗田裕司, 1986. 南部北上山地下部石炭系尻高沢層の腕足類化石と対比. 地質学雑誌, **92**, 167-170.
- Tazawa, J. and Matsumoto, T., 1998. Middle Permian brachiopods from the Oguradani Formation, Ise district, Hida Gaien Belt, central Japan. *Science Reports of Niigata University, Series E*, (13), 1-19.
- Tazawa, J. and Miyake, Y., 2002. *Gigantoproductus* (Brachiopoda) from the Lower Carboniferous (Upper Viséan) Onimaru Formation of the southern Kitakami Mountains, NE Japan. *Science Reports of Niigata University, Series E*, (17), 1-6.
- 田沢純一・村本宏司・森 啓, 1984. 南部北上山地上有住よりシルル紀腕足類 *Pentamerus* の発見. 地質学雑誌, **90**, 353-355.
- 田沢純一・中村耕二・江藤正継・加藤 誠, 1983. 青海石灰岩層群最下部の塩基性凝灰岩より産出した石炭紀腕足類 *Delepinea* および *Rhipidomella*. 地球科学, **37**, 279-282.
- 田沢純一・新潟基盤岩研究会, 1999. 新潟・福島県境付近の奥只見地域から産出したペルム紀腕足類とその構造地質学的意義. 地質学雑誌, **105**, 729-732.
- Tazawa, J., Ono, T. and Hori, M., 1998. Two Permian lyttoniid brachiopods from Akasaka, central Japan. *Paleontological Research*, **2**, 239-245.
- 田沢純一・大沢正博, 1979. 南部北上山地下部石炭系唐梅館層より産出した *Martinia* sp. (腕足類) とその意義. 地質学雑誌, **85**, 775-777.
- 田沢純一・斎木健一・横田昭彦, 2006. 福島県相馬地域の合ノ沢層産 *Leptophloeum* および日本の含 *Leptophloeum* 上部デボン系の堆積場について. 地球科学, **60**, 69-72.
- Tazawa, J., Sato, K. and Takenouchi, K., 2004. *Isogramma* (Dictyonellida, Brachiopoda) from the Middle Carboniferous of Omi, central Japan. *Science Reports of Niigata University (Geology)*, (19), 15-23.
- Tazawa, J., Sato, K. and Takenouchi, K., 2005. *Delepinea* and *Daviesiella* (Chonetoida, Brachiopoda) from the Lower Carboniferous of Omi, central Japan. *Science Reports of Niigata University (Geology)*, (20), 1-13.
- Tazawa, J. and Shen, S., 1997. Middle Permian brachiopods from Hiyoumo, Mino Belt, central Japan: Their provincial relationships with North America. *Science Reports of Niigata University (Geology)*, (12), 1-17.
- Tazawa, J. and Takaizumi, Y., 1987. *Poikilosakos* (Oldhaminidina, Brachiopoda) from the Permian of northeast Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (145), 10-15.
- Tazawa, J., Takizawa, F. and Kamada, K., 2000. A Middle Permian Boreal-Tethyan mixed brachiopod fauna from Yakejima, southern Kitakami Mountains, NE Japan. *Science Reports of Niigata University, Series E*, (15), 1-21.
- 田沢純一・楊 偉平・三宅幸雄, 2000. 飛騨外縁帯のデボン系呂瀬層(新称)から産出した *Cyrtospirifer* と *Leptophloeum*. 地質学雑誌, **106**, 727-735.
- 田沢純一・吉田孝紀・町山栄章, 1999. 南部北上山地の薄灰礫岩中の砂岩ブロックから産出したペルム紀腕足類とその地質学的意義. 地球科学, **53**, 159-163.
- Williams, A., Brunton, C. H. C. and Carlson, S. J. with Alvarez, F., Ansell, A. D., Baker, P. G., Bassett, M. G., Blodgett, R.B., Boucot, A. J., Carter, J. L., Cocks, L. R. M., Cohen, B. L., Copper, P., Currey, G. B., Cusack, M., Dags, A. S., Emig, C. C., Gawthrop, A. B., Gourvennec, R., Grant, R. E., Harper, D. A. T., Holmer, L. E., Hou, H.-F., James, M. A., Jin, Y.-G., Johnson, J. G., Laurie, J. R., Lazarev, S., Lee, D. E., Mackay, S., MacKinnon, D. I., Manceñido, M. O., Mergl, M., Owen, E. F., Peck, L. S., Popov, L. E., Racheboeuf, P. R., Rhodes, M. C., Richardson, J. R., Rong, J.-Y., Rubel, M., Savage, N. M., Smirnova, T. N., Sun, D.-L., Walton, D., Wardlaw, B. and Wright, A.D., 1997-2006. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H Brachiopoda, Revised*, vol. 1: Introduction (1-539, 1997), vol. 2: Linguliformea, Craniiformea, and Rhynchonelliformea (part) (1-423, 2000), vol. 3: Linguliformea, Craniiformea, and Rhynchonelliformea (part) (424-919, 2000), vol. 4: Rhynchonelliformea (part) (921-1688, 2002), vol. 5: Rhynchonelliformea (part) (1689-2320, 2006), The Geological Society of America and the University of Kansas, Boulder, Colorado and Lawrence, Kansas.
- Williams, A., Rowell, A. J., Muir-Wood, H. M., Pitrat, C. W., Schmidt, H., Stehli, F. G., Ager, D. V., Wright, A. D., Elliott, G. F., Amsden, T. W., Rudwick, M. J. S., Hatai, K., Biernat, G., McLaren, D. J., Boucot, A. J., Johnson, J. G., Staton, R. D., Grant, R. E. and Jope, H. M., 1965. *Treatise on Invertebrate Paleontology, Part H Brachiopoda*, vol. 1 (H1-521), vol. 2 (H523-927), The University of Kansas Press and the Geological Society of America, New York.
- Yabe, H., 1900. The brachiopod *Lyttonia* from Rikuzen Province. *Journal of the Geological Society of Tokyo*, **7**, 1-4.
- Yabe, H. and Noda, M., 1933. Discovery of *Spirifer verneuili* Murchison in Japan. *Proceedings of the Imperial Academy*, **9**, 521-523.
- Yanagida, J., 1962. Carboniferous brachiopods from Akiyoshi, Southwest Japan, Part I. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D*, **12**, 87-127.

- Yanagida, 1963. Brachiopods from the Upper Permian Mizukoshi Formation, central Kyushu. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D*, **14**, 69-78.
- 柳田寿一, 1963. 秋吉産下部石炭紀上部腕足類. 化石, (6), 7-8.
- Yanagida, J., 1965. Carboniferous brachiopods from Akiyoshi, Southwest Japan, Part II. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D*, **16**, 113-142.
- Yanagida, J., 1968. Carboniferous brachiopods from Akiyoshi, Southwest Japan, Part III. *Delepineia* from a pyroclastic rock near the lowest part of the Akiyoshi Limestone Group. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (72), 327-339.
- Yanagida, J., 1973a. Late Permian brachiopods from the Yamamba Limestone in the Sakawa Basin, Shikoku, Japan. *Science Reports of the Tohoku University, Second series, Special Volume, (6) (Hatai Memorial Volume)*, 353-369.
- Yanagida, J., 1973b. Carboniferous brachiopods from Akiyoshi, Southwest Japan, Part IV. *Marginatia* from the lower part of the Akiyoshi Limestone Group. *Bulletin of the Akiyoshi-dai Science Museum*, (9), 39-51.
- Yanagida, J., 1973c. Early Carboniferous Viséan faunas discovered from Mitsuzawa, southeastern part of the Kwanto Massif, Part II. Brachiopods. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (90), 99-112.
- Yanagida, J., 1976. Brachiopodology in Japan — A historical review. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (100 Supplement), 30-33.
- Yanagida, J., 1979. The large Carboniferous strophomenides from the Akiyoshi Limestone Group and their biostratigraphical significance. *Proceedings of the Japan Academy, Series B*, **55**, 109-114.
- Yanagida, J., 1983. A new schizophoriid genus from the Akiyoshi Limestone (Carboniferous brachiopods from Akiyoshi, Southwest Japan, Part V). *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D*, **25**, 101-114.
- Yanagida, J., 1989. Carboniferous brachiopods from the Akiyoshi Limestone Group, Southwest Japan. XI. *Congrès International de Stratigraphie et Géologie du Carbonifère, Beijing 1987, Compte Rendu*, **2**, 391-398.
- Yanagida, J., 1993. Reexamination of the brachiopod fauna from the Permian Karita Formation, Southwest Japan. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D*, **28**, 1-21.
- Yanagida, J., 1996. Permian brachiopods from the Tsunemori Formation, SW Japan, and their paleobiogeographic implication. In Copper, P. and Jin, J., eds., *Brachiopods*, 313-315, A.A. Balkema, Rotterdam.
- Yanagida, J. and Hirata, M., 1969. Lower Permian brachiopods from Nakakubo, west-central Shikoku, Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, (73), 89-111.
- Yanagida, J. and Matsusue, K., 1990. Biostratigraphical and paleoecological significance of Carboniferous *Weiningia* from Southwest Japan. In MacKinnon, D. I., Lee, D. E. and Campbell, J. D., eds., *Brachiopods through time*, 333-340, A. A. Balkema, Rotterdam.
- Yanagida, J. and Matsusue, K., 1995. *Weiningia* from the *Millerella yowarensis* Zone of the Akiyoshi Limestone Group. (Carboniferous brachiopods from Akiyoshi, Southwest Japan, Part VI). *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D*, **29**, 87-100.
- Yanagida, J. and Nishikawa, I., 1984. Early Permian brachiopods from the Kawai Limestone, Hiroshima Prefecture, southwest Japan. *Memoirs of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D*, **25**, 159-197.
- 柳田寿一・太田正道・長井孝一, 1977. 秋吉石灰岩層群 *Millerella* 帯化石群について (秋吉石灰岩石炭紀化石群の研究 その1). 九州大学理学部研究報告 (地質学), **12**, 139-146.
- Yanagisawa, I., 1967. Geology and paleontology of the Takakurayama-Yaguki area, Yotsukura-cho, Fukushima Prefecture. *Science Reports of the Tohoku University, Second series*, **39**, 63-112.
- 柳井修一・小関 攻・兒子修司・浜田隆士, 1988. 阿武隈山地北部の上部デボン系—下部石炭系と立石ナップ. 地球科学, **42**, 179-186.

