

九州中央部村所地域, 四万十帯付加コンプレックスから産出した漸新世放射虫化石

Oligocene radiolarians from the Shimanto accretionary complex in the Murasho district, central Kyushu, Southwest Japan

栗原敏之* 原 英俊**

Toshiyuki Kurihara* and Hidetoshi Hara**

2007年10月1日受付, 2007年12月14日受理.

* 新潟大学大学院自然科学研究科
Graduate School of Science and Technology, Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

** 産業技術総合研究所地質情報研究部門
Institute of geology and geoinformation, AIST, Tsukuba, Ibaraki 305-8567, Japan

Corresponding author: T.Kurihara, tosiyuki@rj8.so-net.ne.jp

Abstract: An Oligocene radiolarian fauna was recovered from silty mudstone within the Hyuga Group of the Shimanto accretionary complex in the Murasho district, central Kyushu, Southwest Japan. The fauna includes *Artophormis gracilis*, *Lophocyrtis aspera* group, *Theocyrtis* aff. *setanios*, and *Theocorys bianulus*. The radiolaria-dated Oligocene unit occupies the structurally lowest position in the imbricate stacks of the Hyuga Group. Previous workers reported middle Eocene to probably early Oligocene microfossils from structurally upper units, and thus these together imply the presence of the younging polarity toward a structurally lower unit.

Key words: Hyuga Group, Kumamoto, Oligocene, Radiolaria, Shimanto Belt

はじめに

九州中央部には、四万十帯古第三系の日向層群が分布する (Fig. 1)。日向層群を構成する地層群には、スラストによって地層が繰り返す覆瓦構造や剪断変形を受けた玄武岩類・砂岩を含む混在岩が認められ、付加コンプレックスとしての特徴があることが示されている (例えば、坂井・勘米良, 1981; 坂井ほか, 1984; Nishi, 1988a, b; 木村ほか, 1991)。特に前者の特徴については、浮遊性有孔虫化石や放射虫化石を用いた微化石層序学的手法が、従来整合一連と考えられた地層群の再解釈に大きく貢献した。また、それらの微化石によって、日向層群の地質時代が中期始新世から前期漸新世に及ぶものであることが示されている (例えば、坂井ほか, 1984; Nishi, 1988a, b, 1992)。しかし、1980年代の九州四万十帯の研究においては、放射虫化石の産出が記述されても個体群がプレートによって図示されることが一般的ではなかったため、少なからず後の再検討の障害となっている。

筆者のうち原は、九州中央部に位置する5万分の1地質図幅「村所」作成のため同地域の地質調査を進めている。今回新たに、熊本県球磨郡多良木町御大師の北西、槻木川河床に露出する黒色シルト質泥岩から、漸新世を示すと考えられる放射虫化石群集を得ることができた。この泥岩は、村所地域東隣の「尾鈴山」地域にて構造ユニット区分された日向層群の南部コンプレックス (木村ほか, 1991) に相当するもので、漸新世放射虫化石はこの地質体から初めて得られた時代決定に有効な化石である。また、その時代は日向層群の中でも比較的若い時代を示す。本論では、化石含有層の記載および放射虫化石による時代論とともに、九州四万十帯南部における漸新統付加コンプレックスの帰属について若干の考察を行う。

地質概略

村所地域近隣における日向層群は、木村ほか (1991) により東隣の尾鈴山地域において詳細な研究が行われ、岩相と変形構造の特徴に基づき北部コンプレックスと南部コンプレックスとに構造層序区分された。両コンプレックスは小川スラスト (木村ほか, 1991) によって境される。北部コンプレックスは、さらに砂岩ユニットと泥岩ユニットに細分されている。砂岩ユニットは主に厚層理砂岩と最下部に伴われる赤色や緑色を呈する多色泥岩からなる。泥岩ユニットは主に泥岩や砂岩泥岩互層で構成され、それらの破断相や混在相もみら

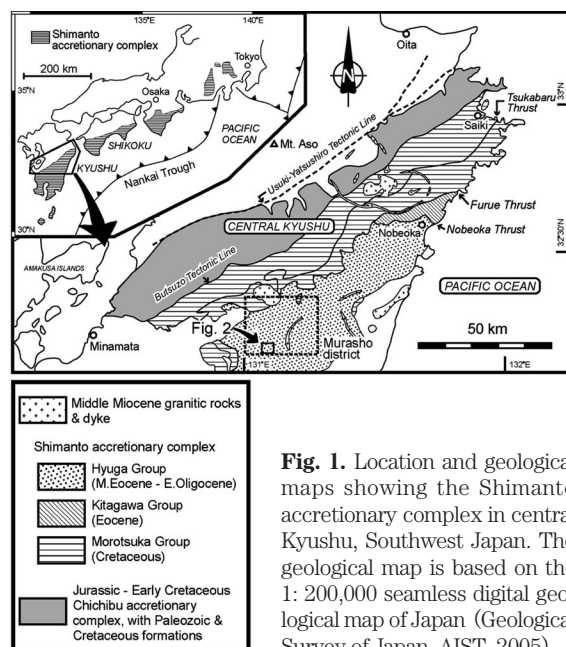


Fig. 1. Location and geological maps showing the Shimanto accretionary complex in central Kyushu, Southwest Japan. The geological map is based on the 1: 200,000 seamless digital geological map of Japan (Geological Survey of Japan, AIST, 2005).

れる。南部コンプレックスは、砂岩シルト岩ユニットと泥岩ユニットに区分されている。砂岩シルト岩ユニットは葉理シルト岩や砂岩泥岩互層、厚層理砂岩から、泥岩ユニットは泥岩と砂岩泥岩互層からなるとされる。

木村ほか (1991) による各コンプレックスの時代のまとめによれば、北部コンプレックスからは浮遊性有孔虫・放散虫化石および軟体動物化石が報告されており、中期始新世から前期漸新世の時代範囲をもつと考えられている。これに対し、南部コンプレックスからは時代決定に有効な化石は報告されていない。木村ほか (1991) は、三石ほか (1989) が提唱した尾鈴山地域の南・南西隣の地域に分布する“綾北層”および“綾南川層”を南部コンプレックスの相当層と考えた。“綾南川層”からは後期始新世～前期漸新世を示す浮遊性有孔虫化石が報告されているが (三石ほか, 1989), 化石産出地点や地質体の対比などの詳細は不明である。

村所地域内の槻木川周辺においては、木村ほか (1991) による北部コンプレックスの泥岩ユニットおよび南部コンプレックスの砂岩シルト岩ユニットの西方延長部が露出している (Fig. 2)。槻木川周辺の北部コンプレックスは、主に破断した砂岩泥岩互層よりなる。なお、槻木川上流の河床に露出する北部コンプレックスの泥岩より、中～後期始新世を示す放散虫化石が報告されている (Murata, 1987)。

槻木川周辺の南部コンプレックスは、成層砂岩、砂岩泥岩互層およびシルト岩～シルト質泥岩からなる (Fig. 2)。成層砂岩は、一般に単層の厚さが 1～5 m で、平行葉理やコンボリュート葉理が認められる。また、砂岩層の下部には、泥岩のリップアップクラストが密集することがある。なお、成層砂岩は砂岩泥岩互層を伴うことが多く、一般に側方への岩相変化が著しく、走向方向への連続性も悪い。砂岩泥岩互層は、泥岩優勢ないし砂岩優勢の砂岩泥岩互層であり、まれに破断していることもある。シルト岩～シルト質泥岩には、葉理シルト岩と塊状シルト岩～シルト質泥岩がある。前者は、葉理が発達した極細粒砂岩とシルト岩が厚さ数 cm で律動的に互層するもので、本コンプレックスを特徴づける岩相である。これは、しばしば葉理の発達しないシルト岩や砂岩泥岩互層を伴う。葉理シルト岩や砂岩泥岩互層の砂岩層の底面には、生痕化石や流痕がしばしば認められる。塊状シルト岩～シルト質泥岩は、黒色で、葉理などの堆積構造は認められない。

今回報告する放散虫化石は、槻木川河床に見かけ約 5 m の厚さで露出する黒色の塊状シルト質泥岩より産出した (Fig. 2)。鏡下では、微細な粘土鉱物とシルト大の石英・長石・雲母類・炭質物などの碎屑粒子からなる (Fig. 3)。黒色不透明なシームからなる劈開が、弱く不連続に観察される。放散虫化石は、碎屑粒子とともに散在しており、一般にその大きさは碎屑粒子とほぼ同じシルト大か、もしくはやや大きい。

放散虫化石と時代

放散虫化石の抽出処理には、岩石試料を 5% のフッ化水素酸溶液に 3～20 時間浸してエッチングしたのち、篩 (開孔目 63 μm) を用いて水洗した。得られた残渣に有機物や粘土鉱物が多く残っている場合には、混酸 (塩酸：硝酸：水＝

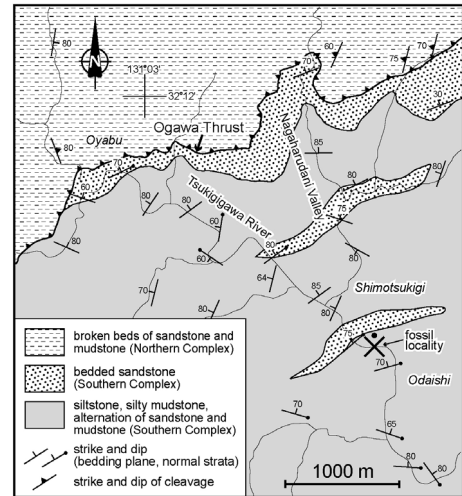


Fig. 2. Geological map along the Tsukigigawa River, showing the fossil locality. The hanging wall of the Ogawa Thrust is composed of the Northern Complex, whereas the footwall consists of the Southern Complex of the Hyuga Group (Kimura et al., 1991).

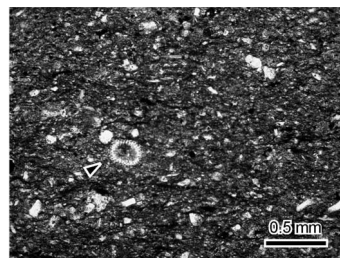


Fig. 3. Occurrence of radiolarians in silty mudstone. Plane-polarized light. Triangle indicates a radiolarian shell.

1 : 1 : 1) を入れ、約 80℃で数 10 分間湯煎した。この作業を繰り返し、2～3 回毎に得られた残渣から放散虫化石個体を実体顕微鏡下で拾い上げ、走査型電子顕微鏡の試料台に固定した。約 20 回のフッ化水素酸処理によって得られた放散虫化石は、概して保存が悪く、個体数も少ない。電子顕微鏡にて撮影した放散虫化石 210 個体のうち、時代決定に有効で比較的保存の良い個体を Fig. 4 に示す。なお、残渣中には保存不良の浮遊性有孔虫化石も含まれていた。

得られた放散虫は、*Artophormis gracilis* Riedel, *Lophocyrtis (Apoplanius) aspera* (Ehrenberg) group, *Lophocyrtis* sp., *Lophocyrtis* (?) *cavifundus* Sugiyama and Saito, *Theocyrtis* sp. aff. *T. setanios* Nigrini and Sanfilippo, *Theocyrtis* sp., *Theocorys bianulus* O'Connor, *Calocyclus* sp., *Acanthdesmiidae* gen. et sp. indet. および *Ommatogramma* sp. である。残渣中に認められる個体群の中では、*A. gracilis* および *Lophocyrtis* 属とこれに近縁と思われる放散虫 (例えば、*L. (?) cavifundus*) が多く、無作為に拾い上げた個体の半数以上を占めた。

上記の種のうち、*A. gracilis* は、Sanfilippo and Nigrini (1998) の後期始新世前半に相当する RP18 帯から後期漸新世後半～中新世初頭の RP22 帯まで生存期間が知られている (Nigrini et al., 2005)。Fig. 4 の 6, 7 は、殻の形態と大きさからそれぞれ *L. (A.) aspera*, *Lophocyrtis (Apoplanius) nomas* Sanfilippo and Caulet に似ているが、保存不良のた

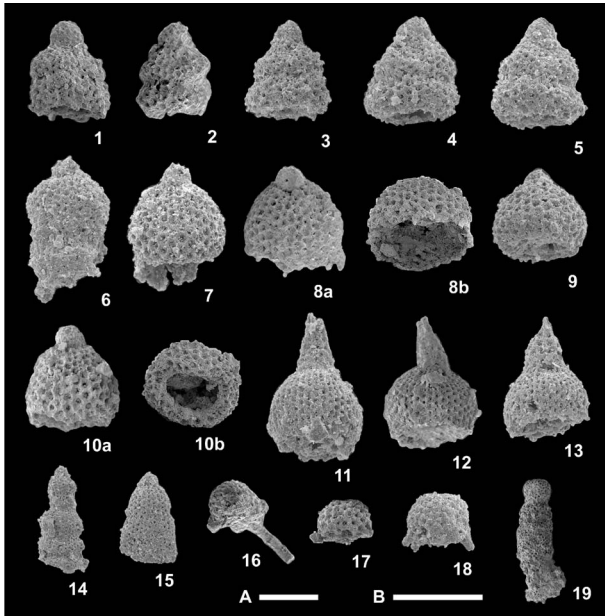


Fig. 4. Oligocene radiolarians from silty mudstone in the Murasho district. Scale bars A and B are 100 μm . Scale bar A applies to 14-19. B applies to 1-13. 1-5: *Artophormis gracilis* Riedel. 6, 7: *Lophocyrtis* (*Apoplanius*) *aspera* (Ehrenberg) group. 8: *Lophocyrtis* sp. 9, 10: *Lophocyrtis* (?) *cavifundus* Sugiyama and Saito. 11, 12: *Theocyrtis* sp. aff. *T. setanios* Nigrini and Sanfilippo. 13: *Theocyrtis* sp. 14: *Theocorys bianulus* O'Connor. 15: *Calocyclas* sp. 16-18: Acanthodesmiidae gen. et sp. indet. 19: *Ommatogramma* sp.

め二種を区分せず *L. (A.) aspera* group とした。Sanfilippo and Caulet (1998) によれば、*L. (A.) aspera* の生存期間は中期始新世から漸新世とされている。また、子孫種とされる *L. (A.) nomas* の生存期間は後期始新世から前期中新世とされている。なお、Funakawa et al. (2006a, b) は、赤道太平洋の後期始新世～前期漸新世のコア (ODP Leg 199, Holes 1218A, 1219A, 1220A) において、*A. gracilis* group が前期漸新世の RP20 帯に多産し、*L. (A.) aspera* group が後期始新世から前期漸新世 (RP18 帯上部から RP20 帯) にかけて優先種になることを報告している。

Lophocyrtis (?) *cavifundus* は、Sugiyama and Saito (1994) が九州四万十帯日南層群から記載した種で、*A. gracilis* とともに本群集で最も多産する。Sugiyama and Saito (1994) は、本種の生存期間を少なくとも中期始新世から後期漸新世としている。Fig. 4 の 11, 12 は、cephalis・thorax の形状から *Theocyrtis* 属と考えられるが、やや小型の殻と顕著な plicae をもたないことから、赤道太平洋の下部漸新統の上部 (RP20 帯最上部から RP21 帯最下部) から産出する *T. setanios* に最も似ている (Nigrini et al., 2005)。その他、数は少ないものの、*T. bianulus* が得られている。本種はニュージーランドや赤道太平洋 (ODP Leg 199) の漸新統から報告されており (O'Connor, 1997; Funakawa et al., 2006b)、近縁と思われる Eucyrtidiidae gen. sp. “rocket”も DSDP Leg 14 の漸新世のコア (Petrushevskaya and Kozlova, 1972) のほか、関東山地四万十帯小仏層群の漸新世放散虫群集より見出されている (高橋・石井, 1993)。

以上、識別された放散虫は中期ないし後期始新世から漸新世にかけて生存期間をもつ種が多い。しかし、漸新世になってから多産する *A. gracilis* が群集中で卓越することや漸新世の堆積物から報告が多い *T. bianulus* が含まれること、さらに始新世の示準種が含まれていないことから、今回得られた群集は始新世ではなく漸新世のある時期の群集であると考えられる。

考 察

今回報告した放散虫化石によって、日向層群の南部コンプレックス (木村ほか, 1991) の地質時代は漸新世であることが明らかになった。Osozawa (1992) は、日向層群において、南 (構造的低位) へ向かい時代が若くなる極性の存在を示唆した。しかし、その根拠となる放散虫化石の産出地点・属種等の詳細は述べられていなかった。その後、斉藤ほか (1996) は、坂井ほか (1984) が報告した放散虫化石を再評価し、構造的最上位にあたる神門ユニットの地質時代を Sanfilippo et al. (1985) の化石帯に基づき中期始新世とした。また、木村ほか (1991) は日向層群の北部コンプレックスの放散虫化石による時代を中～後期始新世から前期漸新世としている。そして今回の検討によって、日向層群の中でも構造的低位に位置する南部コンプレックス (木村ほか, 1991) の放散虫化石が、時代的に若い漸新世を示すことが明らかになった。これらを総合すると、日向層群 [斉藤ほか (1996) の神門ユニット、木村ほか (1991) の北部コンプレックス、南部コンプレックス] の微化石データは、中期始新世～漸新世の時代範囲において、構造的低位に向かい地質時代が若くなる極性の存在を改めて示唆していることになる。なお、木村ほか (1991) は、北部コンプレックスの砂岩ユニットにおける赤緑色泥岩相から中～後期始新世、砂岩相から後期始新世～前期漸新世の放散虫化石を報告しており、北部コンプレックスは本研究の南部コンプレックスと時代的に一部重複する可能性がある。しかし、木村ほか (1991) が北部コンプレックスの砂岩相の時代決定に用いた放散虫化石は必ずしも保存良好なものではないので、その解釈にはより詳細な再検討が必要である。

ところで、九州南東部の日南地方には、漸新世～最前期中新世を示す日南層群が広く分布している。今回時代が明らかになった漸新統付加コンプレックスは、日向層群のなかでも南に位置するとともに、時代範囲も日南層群と重複する。しかし、日南層群は、大規模な海底地すべりに起因する乱雑な堆積物 (オリストストローム) を特徴としている (例えば、加藤, 1985; 坂井ほか, 1987; Nishi, 1985; 酒井, 1988a, b)。本地域における漸新統付加コンプレックスは、大規模な海底地すべりを示すような堆積物を伴わず、日南層群とは岩相が異なる。日南層群については、中新世初頭の四国海盆の沈み込みによって不安定になった上盤プレート上の堆積物 (漸新世～前期中新世の浅海～陸棚・前弧海盆・海溝陸側斜面堆積物) が、一部はこれらの基盤となっていた始新世～前期漸新世の付加コンプレックス (日向層群) も海底地すべりを引き起こしたことによって乱雑な堆積物が形成され、さらにそれ

らが前期中新世後半に陸側に付加したとする複雑な地史が提唱されている(酒井, 1988c)。しかし、九州の内陸部に分布する日向・日南両層群は、その構造層序区分・時代・地質構造に関して詳細は不明であり、研究者によってその分布などが見解が異なっている(斉藤ほか, 1997; 村田, 1998; Osozawa, 1992)。一方、近接する四国では、後期漸新世～前期中新世の付加コンプレックスの存在が知られている(例えば、平ほか, 1980; 小柳津ほか, 2002)。これは九州においても同時期の付加コンプレックスが存在する可能性を示唆しており、それが存在するならば日向・日南両層群の関係を明らかにする手がかりとなりうる。今回明らかになった漸新統付加コンプレックスがこれに相当する可能性はある。今後、両層群の地史を統一的に理解していくために、特に内陸部において構造層序・時代・地質構造などの情報を蓄積していくことが必要である。

最後に、これまで行われてきた漸新世放散虫化石に関する研究は、DSDP や ODP による海洋域のコアから得られた保存の良い個体を対象とした研究がほとんどである(例えば、Nigrini et al., 2005)。特に、陸上の付加コンプレックスから群集の詳細を記載した例は極めて少なく(例えば、高橋・石井, 1993; Sugiyama and Saito, 1994)、必ずしも保存が良いとは言えない本群集も、四万十帯付加コンプレックスから産出した貴重な例といえる。今後、陸上の付加コンプレックスについても漸新世放散虫化石による時代決定の有用性が認知されていけば、これまでにコアの情報を基に整備されてきた化石帯の適用やその微調整を通して、より詳細な地質構造解析が進められることが期待される。

謝辞 放散虫化石の同定に関しては、舟川 哲博士および東京学芸大学の高橋 修准教授にご助言を頂いた。査読者である徳島大学の村田明広教授、兵庫教育大学の竹村厚司准教授ならびに編集幹事である富山大学の柏木健司准教授には多くの有益なご教示を賜り、原稿が大きく改善された。以上の方々深く感謝いたします。なお、本研究は産業技術総合研究所の5万分の1地質図幅「村所」の調査研究の一部である。

文 献

Funakawa, S., Nishi, H., Moore, T. J., Jr. and Nigrini, C., 2006a, Radiolarian faunal turnover and paleoenvironmental change around Eocene/Oligocene boundary in the central equatorial Pacific, ODP Leg 199, Holes 1218A, 1219A, and 1220A. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **230**, 183-203.

Funakawa, S., Nishi, H., Moore, T. J., Jr. and Nigrini, C., 2006b, Data report: late Eocene and early Oligocene radiolarians, ODP Leg 199 Holes 1218A, 1219A, and 1220A, Central Pacific. In Wilson, P. A. et al. eds., *Proc. ODP, Sci. Results*, **199**, 1-74, doi: 10.2973/odp.proc.sr.199.216.2006.

加藤高政, 1985, 日南層群の層位学的研究. 東北地質古生物研報, no. 87, 1-23.

木村克己・巖谷敏光・三村弘二・佐藤喜男・佐藤倍生・鈴木祐一郎・坂巻幸雄, 1991, 尾鈴山地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 137 p.

三石裕之・福島和彦・中川久夫・遅沢壮一・酒井豊三郎・長谷川四郎・海保邦夫, 1989, 宮崎県国富・綾北方の地質. 日本地質学会第96年学術大会講演要旨, 175.

Murata, A., 1987, Conical folds in the Hitoyoshi bending, south Kyushu, formed by the clockwise rotation of the Southwest Japan Arc. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **92**, 91-105.

村田明広, 1998, 宮崎県の四万十帯の地質. 宮崎県地質図第5版説明書. 宮崎県商工労働部工業振興課, 44 p.

Nigrini, C., Sanfilippo, A. and Moore, T. J., Jr., 2005, Cenozoic radiolarian biostratigraphy: a magnetobiostratigraphic chronology of Cenozoic sequences from ODP Sites 1218, 1219, and 1220, equatorial Pacific. In Wilson, P. A. et al. eds., *Proc. ODP, Sci. Results*, **199**, 1-76, doi: 10.2973/odp.proc.sr.199.225.2006.

Nishi, H., 1985, Litho- and biostratigraphy of the Oligocene-Miocene Nichinan Group in Miyazaki Prefecture, Kyushu. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ., Ser. D, Geol.*, **25**, 289-317.

Nishi, H., 1988a, Structural analysis of the Shimanto accretionary complex, Kyushu, Japan, based on foraminiferal biostratigraphy. *Tectonics*, **7**, 641-652.

Nishi, H., 1988b, Structural analysis of part of the Shimanto accretionary complex, Kyushu, Japan, based on planktonic foraminiferal zonation. *Modern Geol.*, **12**, 47-69.

Nishi, H., 1992, Planktonic foraminiferal biostratigraphy of Middle Eocene to Early Oligocene rocks in southern Kyushu, Japan. In Ishizaki, K. and Saito, T. eds., *Centenary of Japanese Micropaleontology*, Terra Scientific Publishing Company, Tokyo, 143-174.

O'Connor, B., 1997, New Radiolaria from the Oligocene and early Miocene of Northland, New Zealand. *Micropaleontol.*, **43**, 63-100.

Osozawa, S., 1992, Arc division and its effect on the accretionary complex: The Shimanto Belt at the junction between the Ryukyu and Southwest Japan Arcs. *Jour. Geol.*, **100**, 679-689.

小柳津 篤・三浦健一郎・田中利治・林 久晃・君波和雄, 2002, 四国西部の四万十帯層群の地質と放散虫年代. 地質雑, **108**, 701-720.

Petrushevskaya, M. G. and Kozlova, G. E., 1972, Radiolaria: Leg 14, Deep Sea Drilling Project. In Hayes, D. E. et al., eds., *Init. Rept. DSDP*, **14**, U. S. Gov. Print. Office, Washington D. C., 495-648, doi: 10.2973/dsdp.proc.14.116.1972.

斉藤 眞・木村克己・内藤一樹・酒井 彰, 1996, 椎葉村地域の地質. 地域地質研究報告(5万分の1地質図幅), 地質調査所, 133 p.

斉藤 眞・阪口圭一・駒澤正夫, 1997, 20万分の1地質図幅「宮崎」. 地質調査所.

酒井治孝, 1988a, 南九州, 四万十帯南帯の都井岬オリストストローム I. 崩壊前の堆積環境と層序の復原. 地質雑, **94**, 733-747.

酒井治孝, 1988b, 南九州, 四万十帯南帯の都井岬オリストストローム II. 巨大海底地滑りによる変形構造とその形成過程. 地質雑, **94**, 837-853.

酒井治孝, 1988c, 岬オリストストローム帯の成因と高千穂変動の再検討. 地質雑, **94**, 945-961.

坂井 卓・勘米良龜齡, 1981, 宮崎県北部四万十帯の層序ならびに緑色岩の層序・構造的位置. 九大理研報(地質学), **14**, 31-48.

坂井 卓・岬場 敬・西 弘嗣・小守道郎・渡辺正幸, 1987, 宮崎県日南地域の四万十帯オリストストローム一特にオリストリスの変形構造と配置の機構について. 九大理研報(地質学), **15**, 167-199.

坂井 卓・西 弘嗣・斉藤常正・中世古幸次郎・西村明子, 1984, 九州四万十帯古第三系の微化石層序. 斉藤常正・岡田尚武・海保邦男編, 日本の古第三系の生層序と国際対比. 山形大理, 95-112.

Sanfilippo, A. and Caulet, J. P., 1998, Taxonomy and evolution of Paleogene Antarctic and tropical Lophocyrtid radiolarians. *Micropaleontol.*, **44**, 1-43.

Sanfilippo, A. and Nigrini, C., 1998, Code numbers for Cenozoic low-latitude radiolarian biostratigraphic zones and GPTS conversion tables. *Mar. Micropaleontol.*, **33**, 109-156.

Sanfilippo, A., Westberg-Smith, M. J. and Riedel, W. R., 1985, Cenozoic Radiolaria. In Bolli, H. M., Saunders, J. B. and Perch-Nielsen, K. eds., *Plankton Stratigraphy*. Cambridge Univ. Press, Cambridge, U.K., 631-712.

産業技術総合研究所地質調査総合センター編, 2005, 20万分の1日本シームレス地質図データベース 2005年12月8日版. 産業技術総合研究所研究情報公開データベース DB084, 産業技術総合研究所地質調査総合センター.

Sugiyama, K. and Saito, M., 1994, Paleogene radiolarians from the Hyuga and Nichinan Groups in the Sueyoshi district, southeastern Kyushu, Japan. *Bull. Geol. Surv. Japan*, **45**, 383-404.

平 朝彦・田代正之・岡村 真・甲藤次郎, 1980, 高知県四万十帯の地質とその起源. 平 朝彦・田代正之編, 四万十帯の地質と古生物学—甲藤次郎還暦記念論文集, 林野弘済会高知支部, 高知, 319-389.

高橋 修・石井 醇, 1993, 関東山地小仏層群南縁部(四万十帯南帯)から漸新世放散虫化石の産出. 地質雑, **95**, 289-291.