

足尾山地の「砥石」に関する年代学および岩相層序学的研究 (予報)

元木葉月*・指田勝男*

Preliminary report on the chronological and lithostratigraphical studies of the Toishi-type shale (siliceous claystone) distributed in the Ashio Mountains, central Japan

MOTOKI Hazuki* and SASHIDA Katsuo*

Abstract Chronostratigraphy based on the conodont and radiolarian biostratigraphy and lithostratigraphy on the Toishi-type shale (siliceous claystone) distributed in the Ashio Mountains, central Japan, are preliminary investigated. Four sections consisting of the Toishi-type shale in three areas of the Ashio Mountains yielded Spathian (upper Lower Triassic) conodonts such as *Neospathodus abruptus*, *N. brevissimus*, *N. symmetricus*, *Cornudina igoi*, and *Neostrachanognathus?* sp. The Toishi-type shale is classified into two types, Types 1 and 2 based on the microscopic observations. Type 1 is distinguished from Type 2 by having less abundance of radiolarian skeletons and sponge spicules and stronger fissility. The Toishi-type shale is thought to have been deposited in the off shore and deep sea environment almost same as that of overlying bedded cherts.

Key words : Ashio Terrane, Toishi-type shale, siliceous claystone, bedded chert, *Neospathodus*, Triassic

はじめに

足尾山地には、主に緑色岩、石灰岩、チャートおよび碎屑岩からなるジュラ紀付加体堆積岩コンプレックスが広く分布する (Kamata, 1996)。その分布域は従来足尾帯と呼ばれ、西南日本内帯の丹波・美濃帯の東方延長と考えられている (林ほか, 1990)。

足尾山地は丹波・美濃帯と並び、1980年代から急速に進展した放散虫化石層序とプレートテクトニクス理論の発展を基に、地質構造と年代・岩相層序が大幅に見直されつつある (例えば鎌田, 1997)。鎌田 (1997) により、足尾帯は、主に石炭紀～三畳紀の遠洋性堆積物と三畳紀～ジュラ紀の陸源性碎屑岩からなる付加コンプレックスで構成されていることが明らかになった。また、海底玄武岩—チャート—碎屑岩が累重する海洋プレート層序と呼ばれる初生層序が復元され、これらが複雑なメランジュや覆瓦構造をなしていると認識されるようになった (例えば, 中江, 2000a)。海洋プレート層序中には、顕生代における最大規模の生物の大量絶滅事件が起こったとされるペルム紀／三

畳紀 (P/T) 境界付近の地層が保存されていることが指摘された (例えば, 石賀・山北, 1993)。またこの海洋プレート層序中のP/T境界ならびに下部三畳系には珪質粘土岩が含まれることが知られている。

これらの珪質粘土岩は古くから京都府鳴滝周辺で砥石として採掘されていることから、Toishi-type shaleと便宜的に命名され (Imoto, 1984)、一般的に「砥石層」と呼ばれている (以下この珪質粘土岩を「砥石」と呼ぶことにする)。足尾帯の「砥石」の存在は林 (1963) により初めて報告されたが、当初は玄武岩質凝灰岩として記載された。林はその際、「砥石」中にコノドントが含まれることを報告した。

これまで、三畳系の「砥石」に関しては小池 (1979) によりコノドント化石の *Neospathodus homeri* (Bender) の産出から下部三畳系の上部 (Spathian) から中部三畳系の下部 (Anisian下部) とされてきたものの、詳しい年代学的検討は報告されていない。筆者らは現在日本各地のジュラ紀付加体中の「砥石」についてその年代学的・岩相層序学的検討を進めているが、今回群馬県桐生市および黒保根村周辺地域の足尾帯分布域に露出する「砥石」について、コノドントおよび放散虫化石をもとにその年代学的検討と薄片観察による岩相層序の検討を行ったので、ここにその概略を予察的に報告する。

* 筑波大学生命環境科学研究科 Doctoral Program in Earth Evolution Sciences, Graduate School of Life and Environmental Sciences, University of Tsukuba, Ibaraki, 305-8572, Japan

地質概説と地質各論

石賀 (1983) は丹波帯において、ジュラ紀付加体をその構成岩類、年代、構造地質学的特徴から2組の地層群 (I型地層群, II型地層群) に区分した。この地層群の区分は美濃帯・足尾帯でも一般的に認められており, Otsuka (1988) や Kamata (1996) により美濃帯, 足尾帯と丹波帯との比較研究が行われた。

足尾山地の地質については1950年以降多くの層序学的研究が行われ, 基本的には整合に累重した上部古生界が広く分布すると考えられた (例えば河田・大沢, 1955; 藤本, 1961)。1970年代には葛生地域において, コノドントの微化石層序学に基づき岩相層序と地質構造が大幅に見直され, 衝上断層により一部の地層が繰り返す覆瓦構造が報告された (小池ほか, 1971; 柳本, 1973)。その後, 放散虫化石層序の知識を基に, この地域の構造の概略が明らかになった (例えば Sashida et al., 1982; Aono, 1985)。Kamata (1996) は足尾地域の広範囲にわたる地層を詳細に検討し, ジュラ紀付加体堆積物を岩相組合せ, 堆積年代, 地質構造に基づいて, 大間々コンプレックス・葛生コンプレックス・黒保根-桐生コンプレックスの3つのコンプレックスに区分した。また, 石賀 (1983) の丹波帯における付加コンプレックスの区分に準じ, 黒保根-桐生コンプレックスをI型, 大間々コンプレックスをII型にそれぞれ対比し

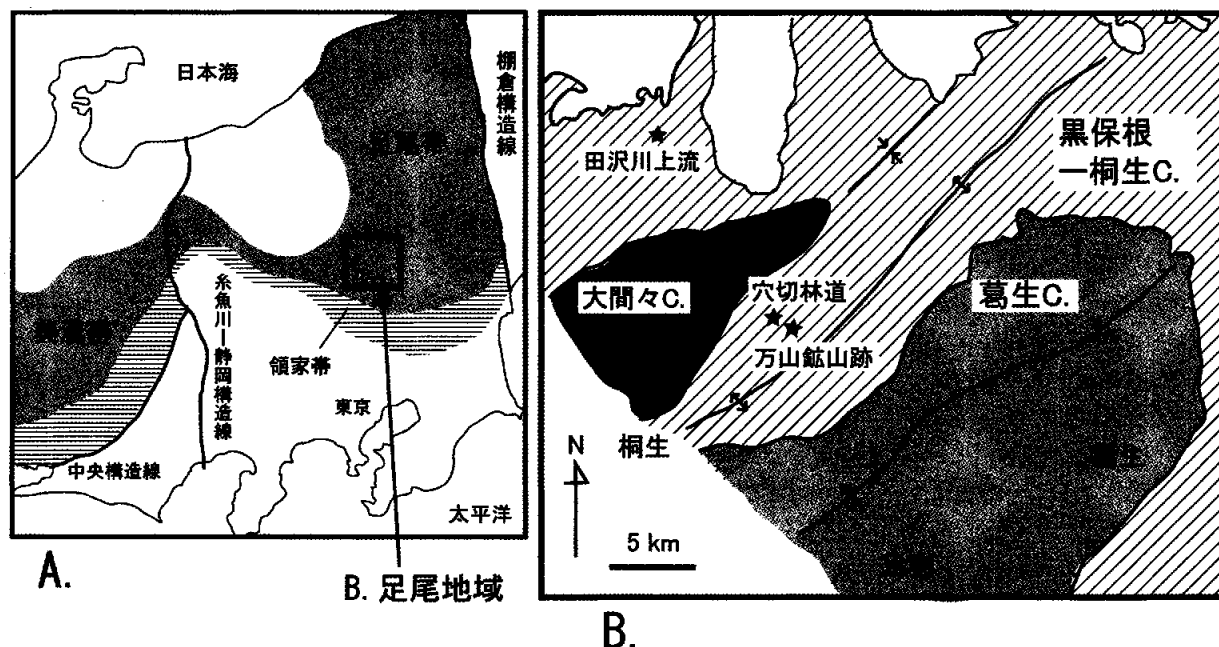
た。

筆者らは足尾山地に分布する三畳系「砥石」について, 群馬県桐生市および黒保根村の3つの地域でその岩相層序および化石層序学的検討を行った。これらは, Kamata (1996) により区分された3つのコンプレックスのうち, 構造的に最も下位に位置するとされる黒保根-桐生コンプレックスに含まれる地域で, 北から黒保根村田沢川上流, 桐生市梅田穴切林道, および桐生市万山鉱山跡である (第1図)。以下にそれぞれのセクションについての層序を略述する。

(1) 桐生市梅田穴切林道 (第2図-A)

この林道の入口から1.5kmほどのところには層状チャートと「砥石」が露出している。第2図のC-2に示すように「砥石」と層状チャートから試料採取を行なった。ここでは「砥石」はN60°Eの走向で西に70~80°傾斜し, チャート層の見かけ上位に位置している。露頭では上下判定は不可能であるが, 後に述べるように層状チャートから三畳紀中期を示す放散虫が, 「砥石」から前期三畳紀の後半を示すコノドントが得られたことから, 「砥石」が下位であると判断できる。柱状図の記載もそれに従っている。

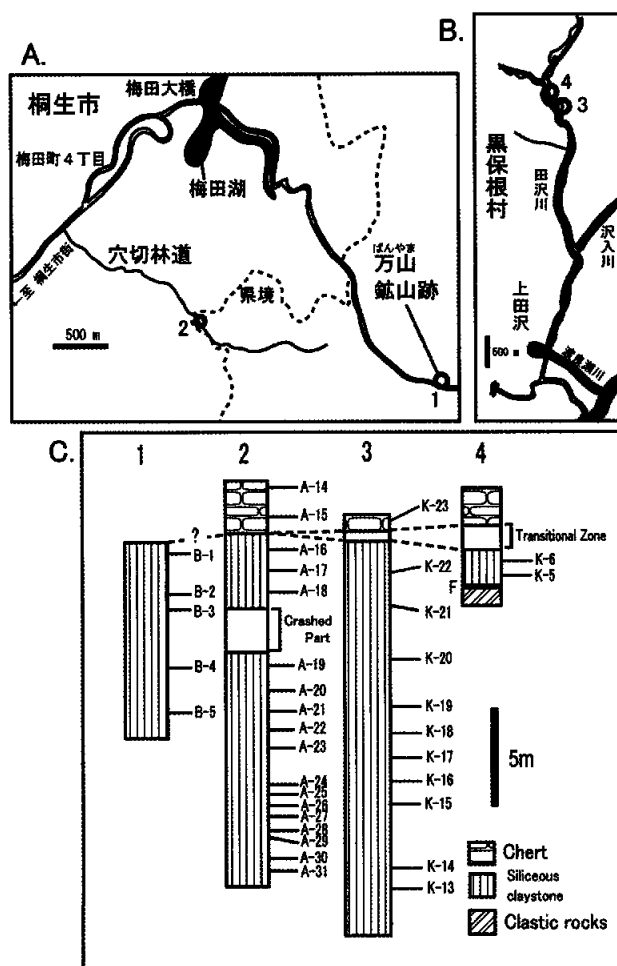
「砥石」は層状で灰~暗灰色を呈し, 単層数cmで成層している。付近のジュラ紀珪質頁岩と比べて色が明るく, より細粒であることから容易に区別できる。「砥石」は一般に単層内で層理面とほぼ平行に剝離する場合が多い。本地



第1図. 研究対象地域. 中江 (2000b) に加筆.

A: 西南日本内帯東半部のジュラ紀付加コンプレックスの分布.

B: Kamata (1996) による足尾地域の構造区分および本研究セクション.



第2図. 研究対象地域におけるサンプリングポイントおよび柱状図。A, Bの番号はCに対応。

A: 穴切林道, 万山(ばんやま) 砥石山跡

B: 田沢川上流

C: 各地点の柱状図

域においては「砥石」の層厚は土砂による被覆を含めて約18mである。

層状チャートは黒～灰色を呈し、単層の厚さ5～6cmのチャートと数mmの泥質部の互層からなる。これは石賀(1983), Imoto(1984)などが記載した、I型地層群の中に含まれる前期～中期三畳紀の層状チャートと特徴がよく類似している。

(2) 黒保根村田沢川上流(第2図-B)

田沢川上流域において「砥石」はほぼ東西の走向で南に50°傾斜し、層状チャートの下位に重なる。川沿いの林道に沿って調査を行い、2つのセクションについて柱状図を作成した(第2図-B, C-3, C-4)。

層状チャートと「砥石」の特徴はおおむね穴切林道のもの一致する。「砥石」の上部はチャート層と互層するよ

うになり、上位になるほど「砥石」層の部分が薄くなりチャート層に移り変わる。本地域の地点3においては「砥石」のみかけの層厚は約20m(第2図B-3, C-3)あるものの、地点4においては断層により剪断され、露出する部分は2mのみである(第2図B-4, C-4)。

(3) 桐生市万山砥石鉱山跡(第2図-A)

万山鉱山跡は穴切林道から東南東約1.5kmの位置にあり、30数年前までは京都の鳴滝砥石と同様な良質な砥石の採掘が行われていた(Sashida et al., 1992)。

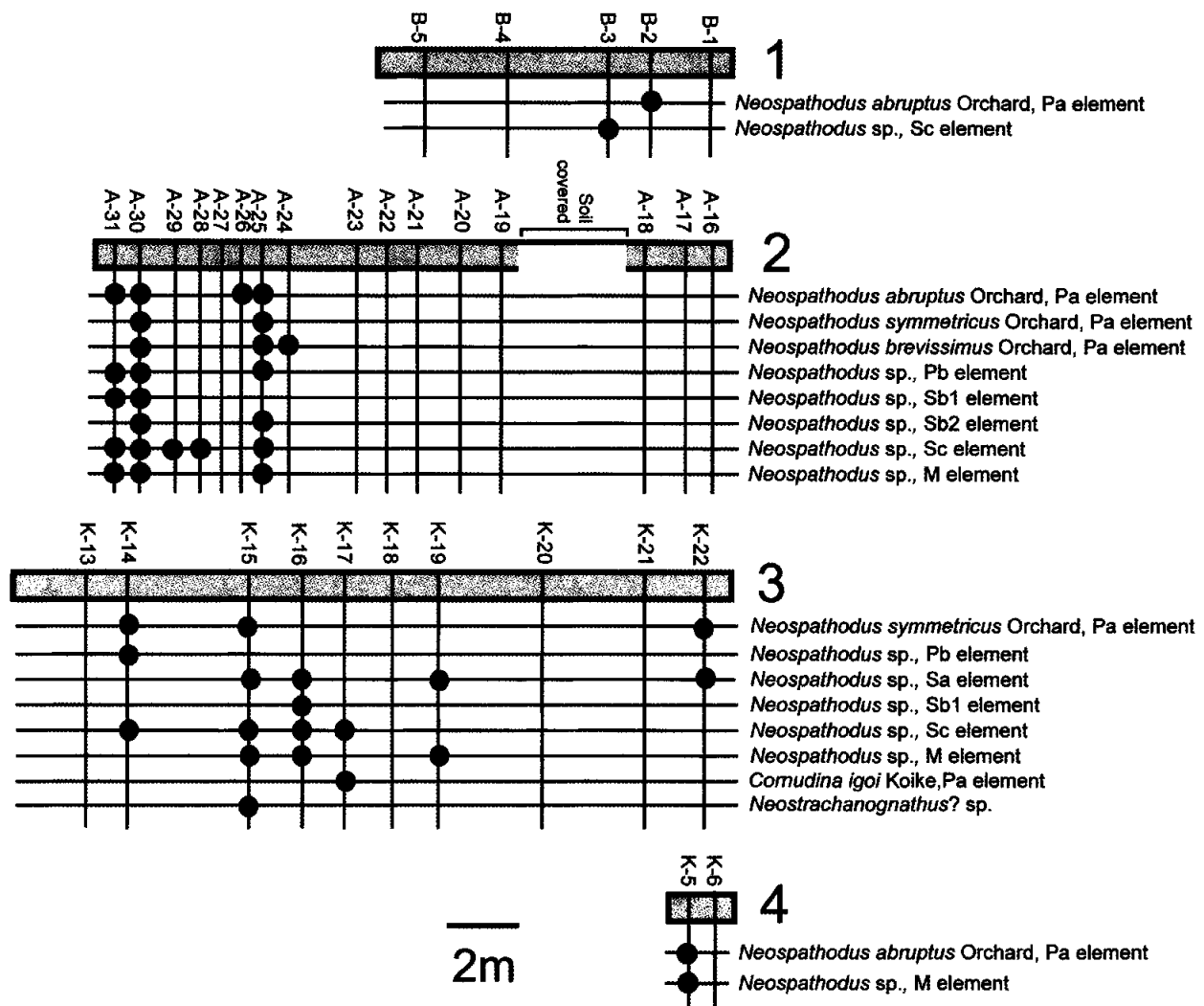
ここでは「砥石」が露出するのみで、層状チャートは見られない。緑～灰色、または黄色～褐色を呈しており、前述のものより比較的柔らかく、剥離性が顕著である。本地域においては「砥石」の見かけの層厚は約10mである。Sashida et al. (1992) は同地点の「砥石」の岩相を記載するとともに、前期三畳紀の後半を示唆するコノドント化石を報告している。

コノドントについて

「砥石」に含まれるコノドント化石は「砥石」を数cmのチップに碎き、実体顕微鏡下で直接観察、写真撮影することによって種を同定した。検討した4つのセクションで得られたコノドントの産出層準を第3図に示した。なお、コノドントに関してはここでは従来の、エレメントのひとつひとつに種名を与える form taxonomy を用いず multielement taxonomy による分類を行ない命名することにした。これはコノドントの自然集合体(natural assemblage)の発見により、エレメントをいくつか組み合わせてひとつの動物として種名を与える multielement taxonomy が近年では主流となっていることによるものである(例えば, Koike, 1994, 1999)。また、コノドントのエレメントはその配置場所によって大きくP, S, Mの各エレメントに分類される(Sweet, 1988)が、これにより、S, MエレメントについてもPエレメントに伴うものとして同定した。

三畳紀のコノドントのうち、年代決定に有効なのは主に板状(pectiniform)のPエレメントである。それらに伴う複歯状(ramiform)のSエレメントとMエレメントは三畳紀を通して形態の変化があまり見られず、form taxonomy では極めて長いレンジを持っている(例えば小池, 1979)。しかしながら multielement taxonomy の視点に立つと、S, Mエレメントが同じ形態であっても、異なるPエレメントをもつ場合は、本来は全く別の種であると考えることができる。

今回、Segminate pectiniform のPaエレメントを持つ *Neospathodus abruptus* Orchard, *N. symmetricus* Orchard, *N. brevissimus* Orchard の3種と、角状(coniform)のエレ



第3図. コノドント化石の産出状況. 各柱状図の番号は第2図-Cと対応. なお, 各柱状図は見やすさのために右揃えにしてある. 相対的な位置は, 実際の層序とは関連しない.

メントを持つ *Cornudina igoi* Koike, *Neostrachanognathus?* sp.の2種が調査地域より識別された. *Neospathodus*属の3種のうち, 従来*N. abruptus*と*N. symmetricus*については*N. homeri* (Bender)に, また*N. brevissimus*については*N. triangularis* (Bender)に含められていたが, これらはOrchard (1995)によりオマーンの石灰岩相から産した試料の形態と生層序の再検討により新たに記載された種である. Orchard (1995)はこの他にも, オマーンにおいて*Neospathodus brochus*, *N. crassatus*, *N. curtatus*, *N. pusillus*の4種を, またSalt-Rangeにおいて*N. clinatus*を新種として記載した. 第4図にはOrchard (1995)およびKoike (1996, 1998, 2004)を基に時代決定に有効なコノドントの種のレンジを示した. また第6図には鑑定されたコノドントの実体顕微鏡写真を示す.

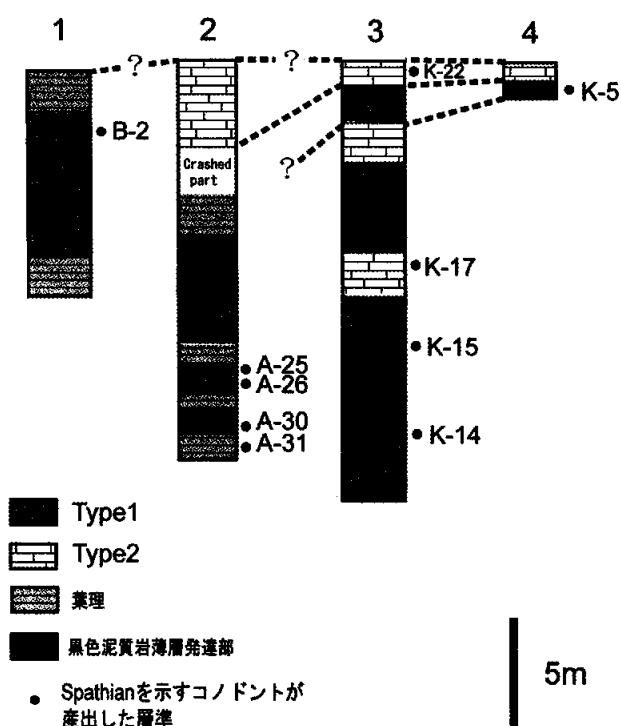
これまでに, *Neospathodus homeri* (Bender)と*N. triangularis*

(Bender)は世界各地の下部三畳系から産出しており, 本邦においても*Neospathodus homeri* (Bender)はSpathian前期～Anisian初期, *N. triangularis* (Bender)はSpathian前期～中期のレンジを持つことが確認されている(小池, 1979). *Neospathodus*属については今のところ完全な自然集合体の産出の報告はないが, *Neospathodus symmetricus* Orchardおよび*Neospathodus chionensis* (Bender)について, Koike (2004)が愛媛県田穂石灰岩より得られた試料からコノドント・アパレイタスの復元を行った. これによれば, 産出化石の統計学的処理・検討から, *Neospathodus*属は, Saエレメントを中心にした7対のエレメントを持ったアパレイタスが想定されている.

万山鉱山跡(第2図A-1, 第3図-1)からは, *Neospathodus abruptus* OrchardのPa element (B-2)が得られ, 年代は前

SERIES	LOWER TRIASSIC		M. Tr.
STAGE	SM.	SPATHIAN	ANIS.
<i>N. symmetricus</i> Orchard			
<i>N. abruptus</i> Orchard			
<i>N. brevissimus</i> Orchard			
<i>Cornudina igoi</i> Koike			
<i>Neotrachanognathus</i> sp.			

第4図. コノドント化石のレンジ. Orchard (1995), Koike (1996, 1998, 2004) を参照.



第5図. 本論のタイプ分けに準じた各セクションの岩相層序. 各柱状図の番号は第2図-Cと対応.

期三疊紀後半の Spathian 中期～後期と考えられる。穴切林道（第2図A-2, 第3図-2）では *Neospathodus abruptus* Orchard の Pa element (A-25, A-26, A-30, A-31), *N. symmetricus* Orchard の Pa element (A-24, A-25, A-30), *N. brevissimus* Orchard の Pa element (A-25, A-30) が得られた。これらのコノドントの層序学的分布（第4図）を基にすると、穴切林道のセクションは Spathian 前期～中期と考えられる。なお、穴切林道では18mの「砥石」のうち、コノドントは下部からのみ産出している（第3図-2）。後述の黑色泥質岩の薄層が観察される層準（A-21, A-23）より上位の層準からはコノドントは得られていない。田沢川上流の地点3のセクション（第2図B-3, 第3図-3）からは、*N.*

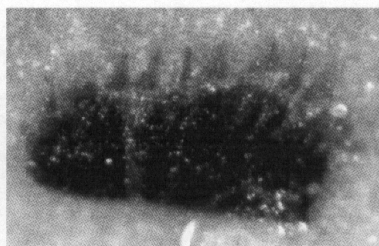
symmetricus Orchard の Pa element (K-14, K-15, K-22), *Cornudina igoi* Koike (K-17), *Neotrachanognathus*? sp. (K-15) が得られた。*Cornudina igoi* Koike と *Neotrachanognathus* sp. の2種は今これまでのところ本邦の田穂石灰岩からのみ産出が報告されている（Koike, 1996, 1998）。本セクションの「砥石」の年代は、Spathian 前期～中期で上部は Spathian 後期に至る可能性がある。田沢川上流の地点4のセクション（第2図B-4, 第3図-4）からは *Neospathodus abruptus* Orchard (K-5) が得られ、年代は Spathian 中期～後期と考えられる。

放散虫化石について

今回穴切林道および田沢川上流地点3のセクションで「砥石」の上位に重なる層状チャートから放散虫化石が得られた。得られた放散虫の保存は悪いが穴切林道の層状チャートからは種名まで決定できる放散虫も得られた。得られた放散虫の幾つかを第7図に示す。穴切林道の「砥石」の上位に位置するチャート（A-14）からは、*Oertlispongia diacanthus* Sugiyama, *Pseudostylosphaera longispinosa* Kozur and Mostler, *Triassocampe coronata* Bragin, *Plafkerium* sp. 等が得られた。また、サンプルA-15からは *Pseudostylosphaera japonica* (Nakaseko and Nishimura), *Plafkerium* sp. 等が得られた。これらは Sugiyama (1997) の TR2B (*Triassocampe coronata* group Lowest-occurrence Zone) から TR3B (*Yeharaia elegans* group Lowest-occurrence Zone) を示し、中期三疊紀の Anisian～Ladinian を示すものである。一方、田沢川上流地点3のサンプルK-23 からは *Pseudostylosphaera* sp. が得られた。詳細な年代の議論はできないが、中期三疊紀を示すものであると思われる。



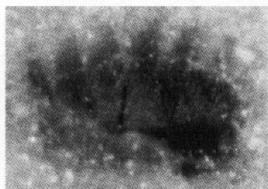
1



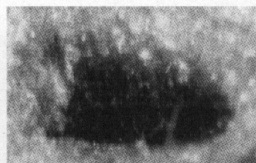
2



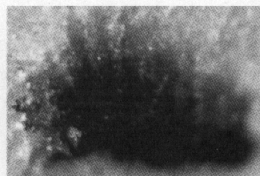
3



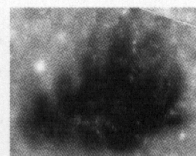
4



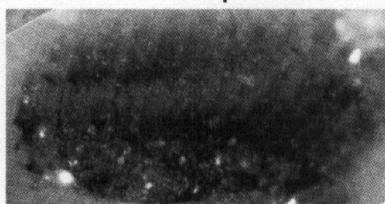
5



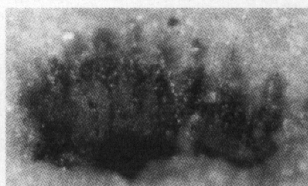
6



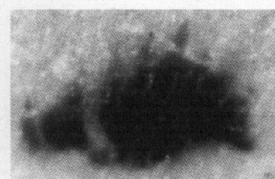
7



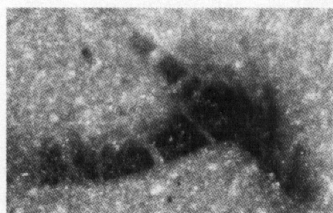
8



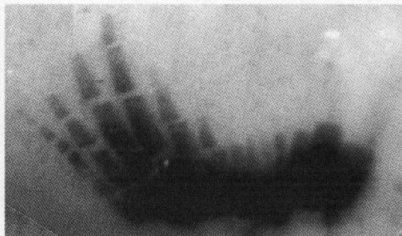
9



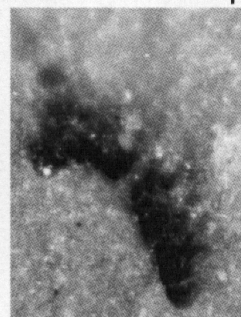
10



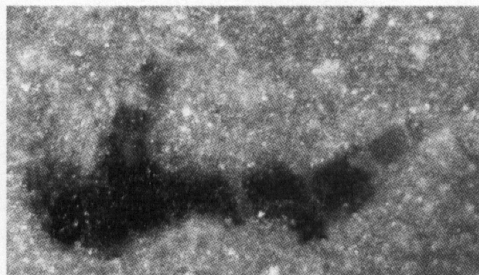
11



12



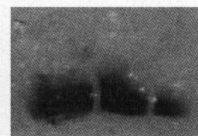
13



14



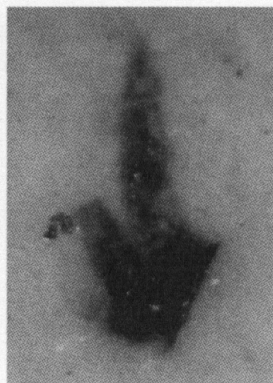
15



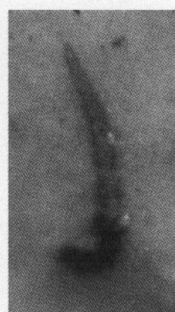
16



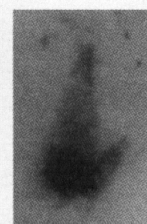
17



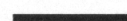
18

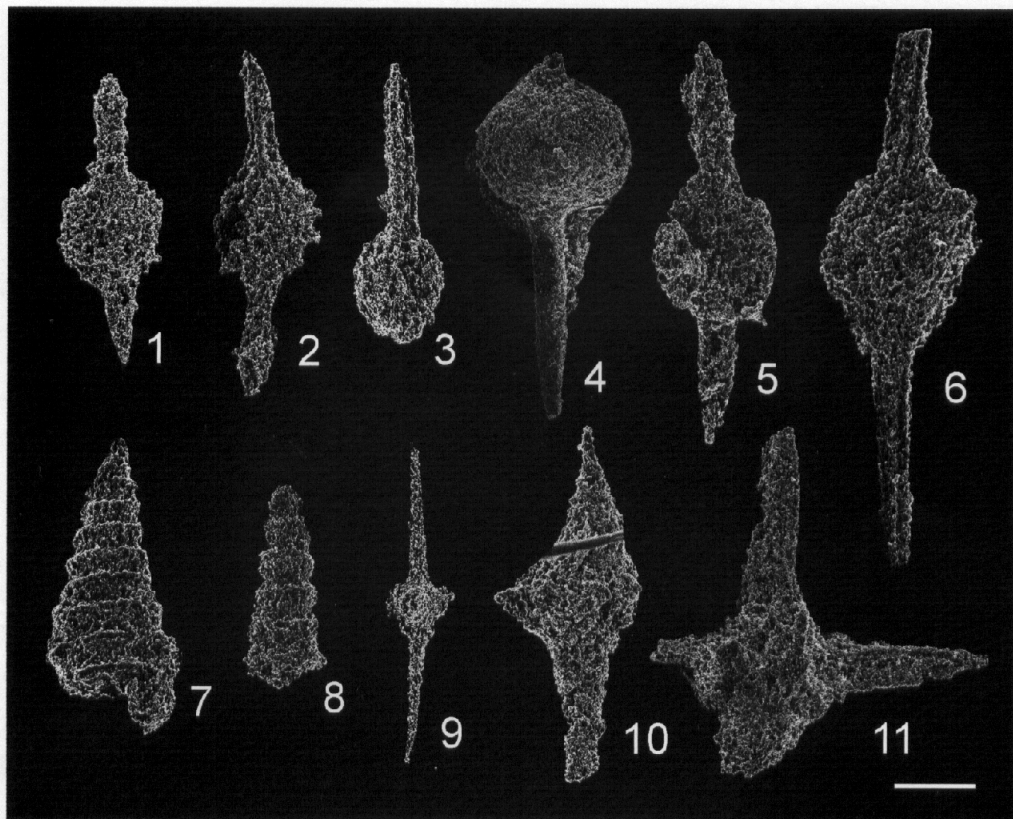


19



20





第7図. 珪質粘土岩（砥石）近傍のチャートより得られた放散虫，すべて走査型電子顕微鏡による写真．スケールバーは100 μ m.

1. *Pseudostylosphaera japonica* (Nakaseko and Nishimura), Loc. A-15
2. *Pseudostylosphaera* sp., Loc. A-14
3. *Pseudostylosphaera* sp., Loc. A-15
4. *Pseudostylosphaera* sp., Loc. A-14
5. *Pseudostylosphaera* sp., Loc. K-23
6. *Pseudostylosphaera longispinosa* Kozur and Mostler, Loc. A-14
7. *Paratriassocampe* sp., Loc. A-14
8. *Triassocampe coronata* Bragin, Loc. A-14
9. *Oertlispongus diacanthus* Sugiyama, Loc. A-14
10. *Plafkerium* sp., Loc. A-14
11. *Plafkerium* sp., Loc. A-15

←

第6図. 珪質粘土岩（砥石）より得られたコノドント化石，すべて実体顕微鏡下での写真．スケールバーは200 μ m.

- | | |
|--|--|
| 1. <i>Neospathodus abruptus</i> Orchard, Loc. K-5 | 11. <i>Neospathodus</i> sp. Sa element, Loc. A-28 |
| 2. <i>Neospathodus abruptus</i> Orchard, Loc. A-30 | 12. <i>Neospathodus</i> sp. Sb1 element, Loc. K-5 |
| 3. <i>Neospathodus abruptus</i> Orchard, Loc. A-31 | 13. <i>Neospathodus</i> sp. Sb2 element, Loc. A-25 |
| 4. <i>Neospathodus abruptus</i> Orchard, Loc. A-30 | 14. <i>Neospathodus</i> sp. Sc element, Loc. A-28 |
| 5. <i>Neospathodus abruptus</i> Orchard, Loc. A-30 | 15. <i>Neospathodus</i> sp. Sc element, Loc. K-14 |
| 6. <i>Neospathodus abruptus</i> Orchard, Loc. A-30 | 16. <i>Neospathodus</i> sp. Pb element, Loc. K-14 |
| 7. <i>Neospathodus brevissimus</i> Orchard, Loc. A-25 | 17. <i>Neospathodus</i> sp. M element, Loc. A-30 |
| 8. <i>Neospathodus symmetricus</i> Orchard, Loc. K-22 | 18. <i>Cornudina igoi</i> Koike, Loc. K-17 |
| 9. <i>Neospathodus symmetricus</i> Orchard, Loc. A-30 | 19. Coniform element, gen. and sp. Indet., Loc. K-13 |
| 10. <i>Neospathodus symmetricus</i> Orchard, Loc. A-25 | 20. <i>Neostrachanognathus</i> ? sp., Loc. K-15 |

「砥石」の顕微鏡下での岩相

Spathian（前期三疊紀の後半）の「砥石」の堆積環境を考察するため、採集した「砥石」試料について岩石薄片を作成し、顕微鏡下で観察した。観察の結果、検討した「砥石」はその特徴からType 1とType 2の2つに区分できた。それらの代表的な顕微鏡写真を第8図に示した。

(1) Type 1（第8図－1, 2, 3, 4）

Type 1はシルトや砂粒子を全く含まず、細かい楕円～円形の微晶質の石英粒子、粘土鉱物、少量の長石によって構成されている。粘土鉱物のX線解析は行っていないがSashida et al. (1992)によれば、イライト、クローライト、カオリナイトであることが知られている。石英粒子は薄片内の40～50%を占める。様々な大きさのコノドント化石片が含まれており、オープンニコル下で黒褐色～黒色を呈し、Color Alteration Indexでは4～5に相当する。「砥石」にはしばしば放散虫の殻が含まれているが、基質との境界は不明瞭でゴースト状となり、フッ酸処理によって個体を抽出することはできない。また自形～不規則な形状を呈する黄鉄鉱の結晶が含まれることがある（第8図－2）。

なお、顕著な葉理構造を示す部分は、大部分が粘土鉱物で構成され、その中に細粒な石英粒子が含まれている（第8図－3）。また、数mmの黒色泥質岩の薄層を挟む部分がある（第8図－4）。黒色粒子は長径数 μm 以下で円形ないし不規則な形をしており微晶質の石英と粘土鉱物からなる基質中に浮かんだような形状を示す。

Type 1は「砥石」を“Toishi-type shale”として初めて記載したImoto (1984)に紹介されている最も一般的な岩相である。

(2) Type 2（第8図－5, 6）

Type 2は、Type 1と類似した基質の中に、球形・針状の放散虫の骨格、海綿骨針などの生物起源の粒子を多く含む。コノドントはきわめて少ないが、放散虫や海綿などを豊富に含み、剥離性が弱いことでType 1と明瞭に区別される。放散虫殻の大きさはおよそ50～250 μm で、薄片中の20～30%を占める。フッ酸による酸処理で放散虫、海綿骨針を抽出することができるが、一般に保存は悪い。Type 2の「砥石」とチャートは、鏡下では類似した組織を示すが、チャートは放散虫殻が通常薄片中の50%以上を占めることと基質の占める割合が少ない（チャートでは一般に10%以下）ことで区別できる。Type 2の「砥石」は「砥石」とチャートとの中間的な岩相であると考えられる。

(3) Type 1, 2が共存する例について（第8図－7, 8）

黒保根の田沢川上流のサンプルK-16, K-19, K-20はType 1とType 2が共存しているものである（第8図－7, 8）。第8図－7に示すように、Type 1の「砥石」がType 2の

「砥石」を削り込むような堆積構造を持って接する場合は観察される。また本来はType 1とType 2が互層をなしていたものが、堆積後の変形により、両者が不規則に混ざり合っているものも見られる（第8図－8）。

各セクションでの「砥石」の岩相層序

顕微鏡観察に基づいた「砥石」の岩相層序を第5図に示す。

万山鉱山跡（第5図－1）の「砥石」はType 1の「砥石」のみで構成され、下部および上部に顕著な葉理構造（第7図－3）を持った「砥石」が観察される。葉理構造をもった部分は厚さにして2～3 mの範囲である。

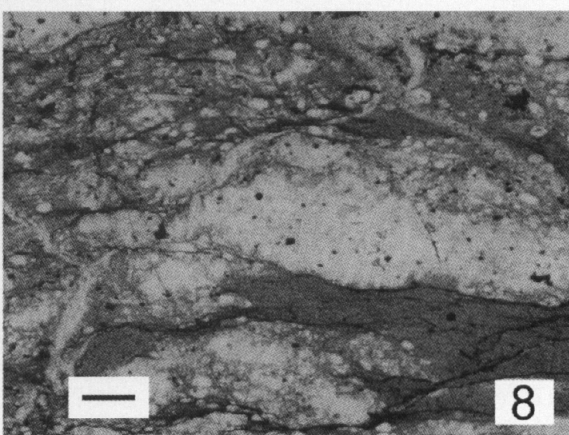
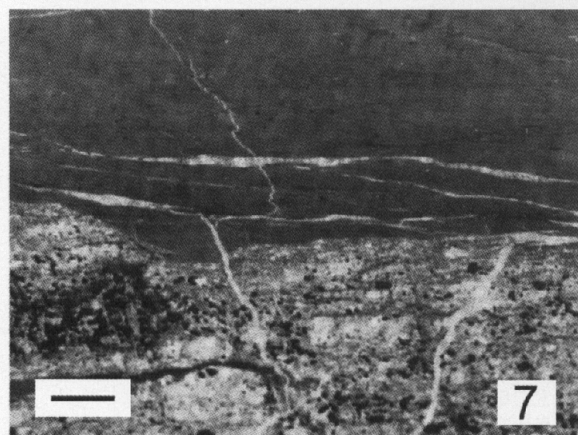
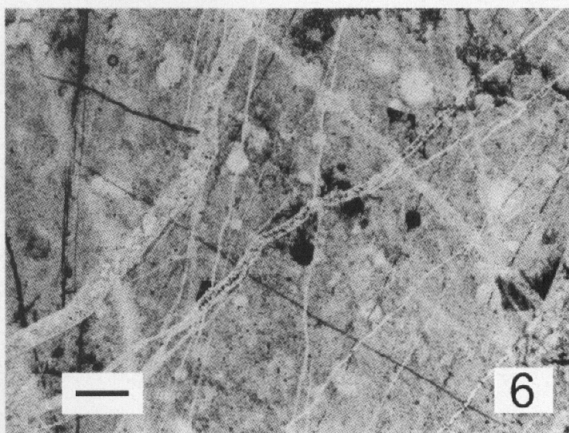
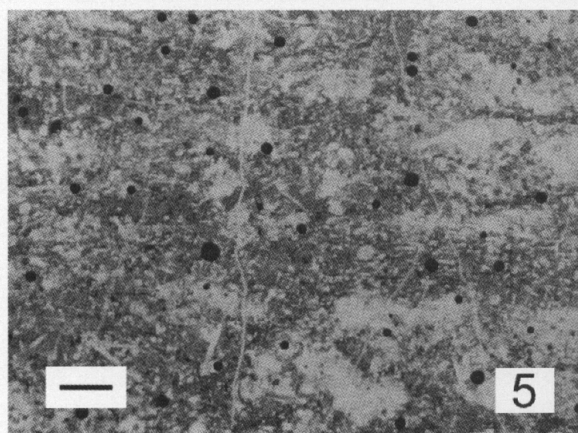
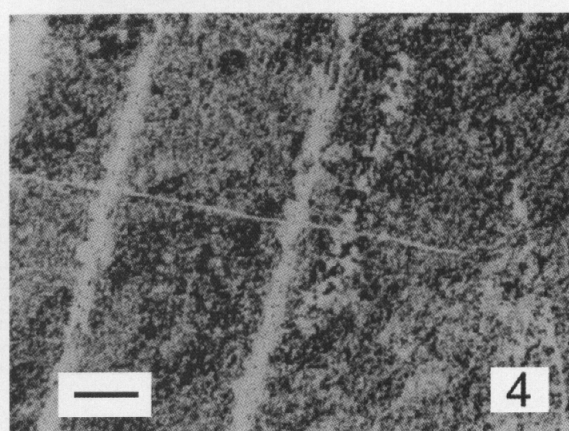
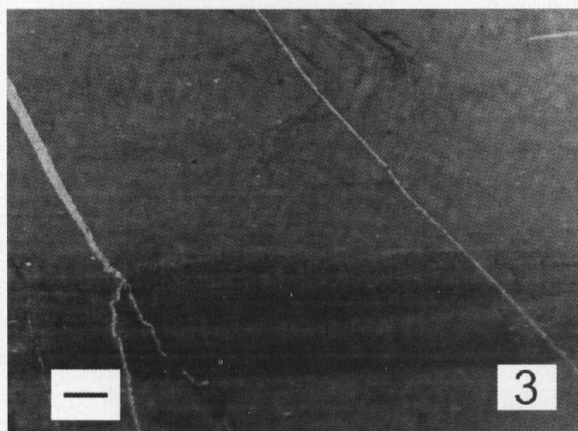
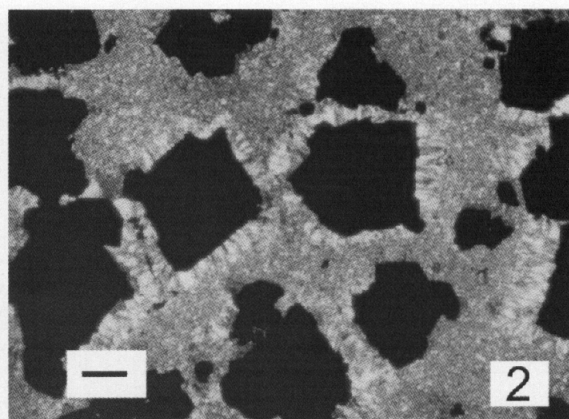
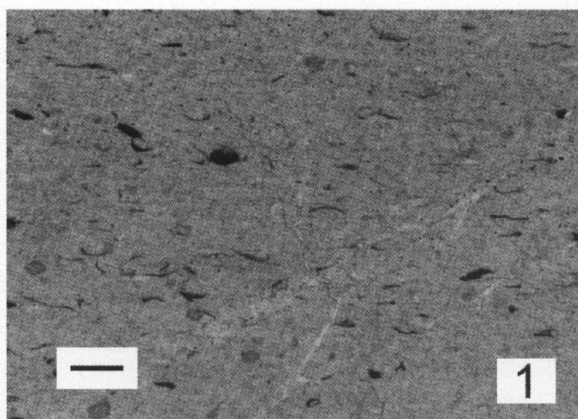
穴切林道（第5図－2）は下位より8 mほどがType 1の「砥石」で、その上位は3 m程度の土砂の被覆をはさみ、さらに上位にType 2の「砥石」が5 m累重する。Type 1には、葉理構造の発達する層準（A-24, A-28, A-31）と、また黒色泥質岩の薄層を頻繁に挟む層準（A-21, A23）が存在する。

田沢川上流の2つのセクション（第5図－3, 4）のうち、地点3は、基本的にType 1の「砥石」からなるが、下位から10 m, 15 m, 19 mの部分に厚さ約1～2 mのType 2の「砥石」が重なる。このセクションでは他のセクションに比較し「砥石」の厚さが厚いことから、構造的な層準の繰り返しが存在することも考えられる。地点4では下部の1 mがType 1、上部の1 mがType 2の「砥石」からそれぞれ成る。

万山以外、いずれのセクションでも層状チャートの直下がチャート様のType 2の「砥石」から成り、その下位がType 1となっている。

堆積環境について

本地域のSpathian後期の「砥石」については、万山以外のセクションでは上位のチャート層と整合的な関係（遷移帯の存在など）を持っていること、さらに粗粒な碎屑粒子を全く含まないことから、チャートとほぼ同じ沖合・深海域にその堆積盆があったと考えられる。一般的に「砥石」中の粘土鉱物の起源は、層状チャート中に挟まれる泥質部と同じく風成堆積物であると言われているが、これらの堆積速度はチャート（数mm/1000 yr）よりはるかに遅いとされる（堀・趙, 1991）。足尾山地の「砥石」は、コノドント化石の年代から、Spathian前期～後期の間に堆積したことが考えられるが、田沢川の地点3におけるセクションのように最大20 mにも及ぶ層厚は、堆積速度を考えると極めて異常な厚さであり、前述のように構造的な地層の繰



り返しがあると考えれる。

また、前述の通り「砥石」と層状チャートの間には Type 2 のような中間的な岩相が存在し、漸移的な関係を見ることができる。層状チャートの形成については、定常的に陸源風成粘土が降り積もる深海底において、周期的かつ短期間（数千年間）に放散虫遺骸が大量に堆積することによって起こるとする説がある（堀・趙，1991）。Type 2 と層状チャートでは、堆積物中の放散虫殻の量が異なる。Type 2 の「砥石」が「砥石」—チャートの遷移帯の直下に見られることから、Type 2 の「砥石」はチャートの堆積が始まる直前の堆積物と見なされる。

まとめ

1. 足尾山地における本研究セクションでの「砥石」の年代は、産出するコノドントから、前期三畳紀の後半の Spathian であると推定される。
2. 「砥石」の岩相を、顕微鏡観察に基づき、Type 1 と Type 2 に区分した。Type 2 の「砥石」は層状チャートと Type 1 の「砥石」の中間的な特徴をもつ。
3. 「砥石」の堆積環境は、上位の層状チャートとほぼ同じ沖合・深海域であったと考えられる。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、カナダ地質調査所の Michael J. Orchard 博士にはコノドントの年代論についてご教授頂いた。横浜国立大学名誉教授の小池敏夫博士にはコノドントの鑑定について詳しくご教授頂き、粗稿を見て頂くとともに、貴重なご助言を頂いた。山口大学の鎌田祥仁博士には粗稿を校閲して頂き貴重なご助言を頂いた。筑波大学生命環境科学研究科上松佐知子氏からは多岐にわたるご助言、ご意見を頂いた。以上の方々に厚く御礼申し上げます。

す。

引用文献

- Aono, H., 1985, Geological structure of the Ashio and Yamizo mountains with special reference to its tectonic evolution. *Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sec. B*, **6**, 21-57.
- 藤本治義, 1961, 5万分の1地質図幅「栃木」および同説明書. 地質調査所, 62 p.
- 林 信悟, 1963, 足尾山地より発見したコノドントについて. 地球科学, **68**, 9-14.
- 林 信悟・飯島静男・石井逸雄・中島照雄・沢口 宏・田中宏之・吉田 尚, 1990, 足尾山地南西部の中・古生界. 群馬県立歴史博物館紀要, **11**, 1-34.
- 堀 利栄・趙 章熙, 1991, 層状チャートのリズムとその起源について. 月刊地球, **13**, 43-551.
- Imoto, N., 1984, Late Paleozoic and Mesozoic Cherts in the Tamba Belt, Southwest Japan. *Bull. Kyoto Univ. of Education, Sec. B*, **65**, 15-40, 41-71.
- 石賀裕明, 1983, “丹波層群”を構成する2組の地層群について——丹波帯西部の例——. 地質雑, **89**, 443-454.
- 石賀裕明・山北 聡, 1993, 遠洋性堆積物のP/T境界研究の紹介. 地質調査所月報, **44**, 419-423.
- Kamata, Y., 1996, Tectonostratigraphy of the sedimentary complex in the southern part of the Ashio Terrane, central Japan. *Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sec. B*, **17**, 71-107.
- 鎌田祥仁, 1997, 足尾山葛生地域の砂岩・チャート角礫岩の転石から得られた後期ペルム紀～後期三畳紀の放散虫(予察). 大阪微化石研究会誌, 特別号, **10**, 97-107.
- 河田清雄・大沢 穰, 1955, 5万分の1地質図幅「足尾」および同説明書. 地質調査所, 57p.
- 小池敏夫, 1979, 三畳紀コノドントの生層序. 鹿沼茂三郎

←

第8図. 珪質粘土岩(砥石)の薄片写真. スケールバーは1, 4, 5, 6, 8が $500\mu\text{m}$, 2が $100\mu\text{m}$, 3, 7が 1mm .

1. Type 1, 層理面に平行な断面. 黒い部分はコノドント化石. オープンニコル, Loc. A-25.
2. Type 1, 層理面に平行な断面. クロスニコル, Loc. A-22.
3. Type 1, 層理面に垂直な断面. 透過光による薄片写真, Loc. A-24.
4. Type 1, 層理面に平行な断面. オープンニコル, Loc. A-21.
5. Type 2, 層理面に垂直な断面. オープンニコル, Loc. K-17.
6. Type 2, 層理面に垂直な断面. オープンニコル, Loc. A-18.
7. Type 1と2の境界部の拡大写真. 透過光による薄片写真, Loc. K-16.
8. Type 1と2の混在部の拡大写真. オープンニコル, Loc. K-19.

- 教授退官記念論文集, 5-20.
- Koike, T., 1994, Skeletal apparatus and its evolutionary trends in a Triassic conodont *Ellisonia dinodoides* (Tatge) from the Taho limestone, Southwest Japan. *Trans.Proc. Palaeont. Soc. Japan, N.S.*, **173**, 366-383.
- Koike, T., 1996, Skeletal apparatuses of Triassic conodonts of *Conudina*. *Prof. H. Igo Commem.*, 113-120.
- Koike, T., 1998, Triassic coniform conodont genera *Aduncodina* and *Neostrachanognathus*. *Paleontological Research*, **2**, 2, 120-129.
- Koike, T., 1999, Apparatus of a Triassic conodont species *Cratognathodus multihamatus* (Huckriede). *Paleontological Research*, **3**, 4, 234-248.
- Koike, T., 2004, Early Triassic *Neospathodus* (Conodonta) apparatuses from the Taho Formation, southwest Japan. *Paleontological Research*, **8**, 2, 129-140.
- 小池敏夫・木下 勤・猪郷久治・滝沢 茂, 1971, 栃木県葛生村付近の栃木層群産コノドントと衝上断層の発見. *地質雑*, **77**, 221-222.
- 中江 訓, 2000a, 付加複合体の区分法と付加体地質学における構造層序概念の有効性. *地質学論集*, **55**, 1-15.
- 中江 訓, 2000b, 西南日本内帯ジュラ紀付加複合体の広域対比. *地質学論集*, **55**, 73-98.
- Orchard, M. J., 1995, Taxonomy and correlation of Lower Triassic (Spathian) segminate conodonts from Oman and revision of some species of *Neospathodus*. *Journal of Paleontology*, **37**, 475-488.
- Otsuka, T., 1988, Paleozoic-Mesozoic sedimentary complex in the eastern Mino Terrane, central Japan and its Jurassic tectonism. *Jour. Geosci. Osaka City Univ.*, **31**, 63-122.
- Sashida, K., Igo, Hy., Igo, Hh., Takizawa, S. and Hisada, K., 1982, On the occurrence of Jurassic radiolarians from the Kanto region and Hida mountains, central Japan. *Ann. Rep. Inst. Geosci. Univ. Tsukuba*, **8**, 74-77.
- Sashida, K., Kamata, Y., and Igo, H., 1992, "Toishi-type shale" in the Ashio Mountains, central Japan. *Sci. Rep., Inst. Geosci., Univ. Tsukuba, Sec. B*, **18**, 59-66.
- Sugiyama, K., 1997, Triassic and Lower Jurassic radiolarian biostratigraphy in the siliceous claystone and bedded chert units of the southeastern Mino Terrane, Central Japan. *Bull. Mizunami Fossil Mus.*, **24**, 79-193.
- Sweet, W.C., 1988, The Conodonta. Morphology, taxonomy, paleontology, and evolutionary history of a long-extinct animal phylum. *Oxford Monographs on Geology and Geophysics*, **10**, 23p.
- 柳本 裕, 1973, 栃木県葛生地域の中・古生界の層序と地質構造の再検討. *地質雑*, **79**, 441-451.