

徳島県那賀町栗坂から新たに採集されたジュラ紀後期アンモナイト

佐藤 正¹・辻野 泰之²・石田 啓祐³・香西 武⁴・蜂矢 喜一郎⁵

Newly collected Late Jurassic ammonites from Kurisaka, Tokushima Prefecture, Japan
Tadashi Sato¹, Yasuyuki Tsujino², Keisuke Ishida³, Takeshi Kozai⁴ and Kiichiro Hachiya⁵

Abstract: New Upper Jurassic ammonites were collected from the Kurisaka Formation in Tokushima Prefecture, Japan. They are *Neochetoceras*, *Lytogyroceras*, *Simoceras*, *Orthosphinctes* (*Ardescia*) in addition to already known *Ataxioceras* (*Ataxioceras*), all from a single horizon. The age of these assemblages is controversial; first three genera indicate lower Tithonian, whereas the last genus Kimmeridgian (in Tethyan sense). Because no evidence of reworking of the latter sub-assemblage is revealed by detailed stratigraphical survey, the age of the bed can not be assigned to specific horizon within the Kimmeridgian to Tithonian time interval at this moment. Further sedimentological and taphonomical studies are needed for precise interpretation.

Keywords: ammonites, Kimmeridgian, Tithonian, Kurisaka Formation, Tethyan province

はじめに

Kobayashi and Fukada (1947) は徳島県那賀町 (旧 上那賀町) 栗坂の旧轟小学校南側の河床からジュラ紀後期のアンモナイトを最初に記載し、新種として *Ataxioceras kurisakense* と命名した。このアンモナイトを産する地層は Kobayashi and Iwaya (1941) によって栗坂層 (Kurisaka Formation) と命名され、四国外帯でアンモナイトによって時代が確定されたジュラ系の一つとして重要な意義をもっている。栗坂層はその後、石田・香西 (2003) によって再定義されて内容も精密になり、周囲の地層との関係も明らかになってきた。また放散虫によって上下の地層の年代も確定されている (Ishida, 1997)。

一般に我が国の付加体のジュラ系は多くの場合、放散虫により年代が決定されているが、放散虫を産する層序とアンモナイトを産する層序が同一であることはほとんどない。従って

2008年1月7日受付, 1月27日受理.

¹ 深田地質研究所, 〒113-0021 東京都文京区本駒込 2-13-12. Fukada Geological Institute, Hon-Komagome 2-13-12, Bunkyo-ku, Tokyo 113-0021, Japan.

² 徳島県立博物館, 〒770-8070 徳島市八万町文化の森総合公園. Tokushima Prefectural Museum, Bunka-no-Mori Park, Tokushima 770-8070, Japan.

³ 徳島大学総合科学部地球物質科学教室, 〒770-8502 徳島市南常三島町 1-1. Department of Natural Science, Faculty of Integrated Arts and Sciences, University of Tokushima, Minamijosanjima-cho 1-1, Tokushima 770-8502, Japan.

⁴ 鳴門教育大学自然系地学教室, 〒772-8502 鳴門市鳴門町高島字中島 748. Laboratory of Geosciences, Natural Science Education, Naruto University of Education, Aza-Nakajima 748, Takashima, Naruto-cho, Naruto-city, Tokushima 772-8502, Japan.

⁵ 東海化石研究会, 〒456-0006 名古屋市熱田区沢下町 9-21. Tokai Fossil Society, Sawashita-cho 9-21, Atsuta-ku, Nagoya 456-0006, Japan.

両者の年代相互の精密な関係はいまだ完全には分かっていない。これまでに Zeiss *et al.* (2003) が和歌山県由良地方で両者の関係を報告しているが、これ以外に一連の層序から両者が報告された例はない。この点で栗坂層は重要な資料を提供することになる。

最近、Kobayashi and Fukada(1947) が記載した栗坂のアンモナイト産地から、新たに多数のアンモナイトが発見された。その中にはこれまで知られていない種類や、記載されていた標本より遙かに保存がよい標本が多数含まれている。そのため本論では、新たに発見された標本に基づきアンモナイトを記載するとともに、現地の詳細な層序調査の結果を記述する。発見されたアンモナイト群集は全体としてジュラ紀後期の時代を示すが、その群集の構成を詳しく検討すると、時代が異なる亜群集が共存していることが明らかになった。

地質概要

四国東部那賀川支流の拝宮谷川上流に位置する栗坂には、坂州層群栗坂層が分布する (Fig. 1)。坂州層群は秩父累帯のペルム紀付加体と被覆岩層からなる南部黒瀬川帯 (坂州帯) の一部を構成する下部ジュラ系～白亜系最下部の斜面海盆堆積物であり、不整合の関係によって下位の上部三畳系河内ヶ谷層群と上位の下部白亜系竹ヶ谷層群と接する。坂州層群は下部の広瀬層と上部の栗坂層の2つの累層に区分される (石田・香西, 2004)。本調査地域である栗坂は Kobayashi and Iwaya (1941) において、栗坂層の模式地とされ、アンモナイトや二枚貝をはじめとする多くの軟体動物化石が報告されてきた (Kobayashi and Fukuda, 1947; Tamura, 1960)。

栗坂層は坂州-栗坂-菖蒲、檜曾根-竹ヶ谷、臼ヶ谷-内山の南北3帯に分布し、最大層厚が約 310m と推定されている (Fig. 1; 石田・香西, 2004)。本層の下部は雲母片と赤いひも状の生痕化石を多く含む黒色の泥岩層で構成され、中部は石灰質の暗灰色泥岩および砂岩泥岩の細互層を主とする砂質堆積物からなる。また、上部は泥岩および泥岩優勢の砂岩泥岩細互層を主とする (石田・香西, 2004)。

本調査地域の栗坂は栗坂層中部の層準を広く露出し、多くの軟体動物化石および放散虫化石を産出し、栗坂層の模式的な層序を観察することができる。調査地域の地層は全般的に走向 N40～60°E, 70～90° の北傾斜であり、北上位を示す (Fig. 2)。地層は構造的に弱く変形を受けており、一部の露頭では地層の逆転が見られる。

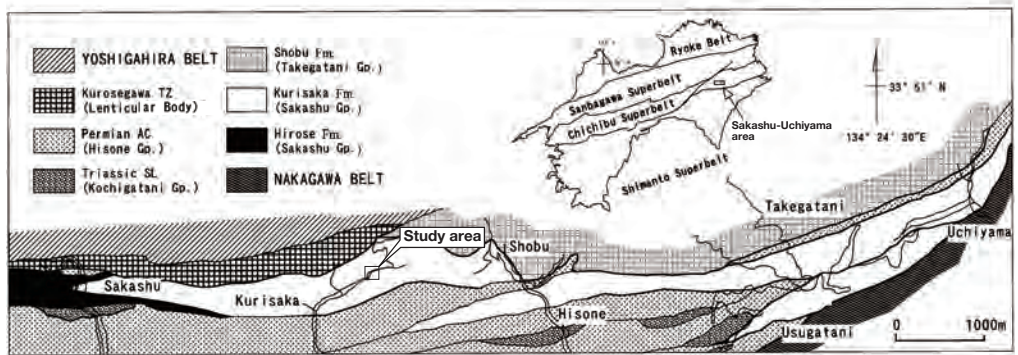


Fig.1. Geological outline map of the Sakashu-Uchiyama area, showing geographical distribution of the Kurisaka Formation, a member of the Sakashu Group. AC, accretionary complex; Fm, formation; Gp, group; SL, slope-basin formation; TZ, tectonic zone

また、調査地域の南西部において、左横ずれの小断層が認められ、約4mの地層のずれが認められる (Fig. 2).

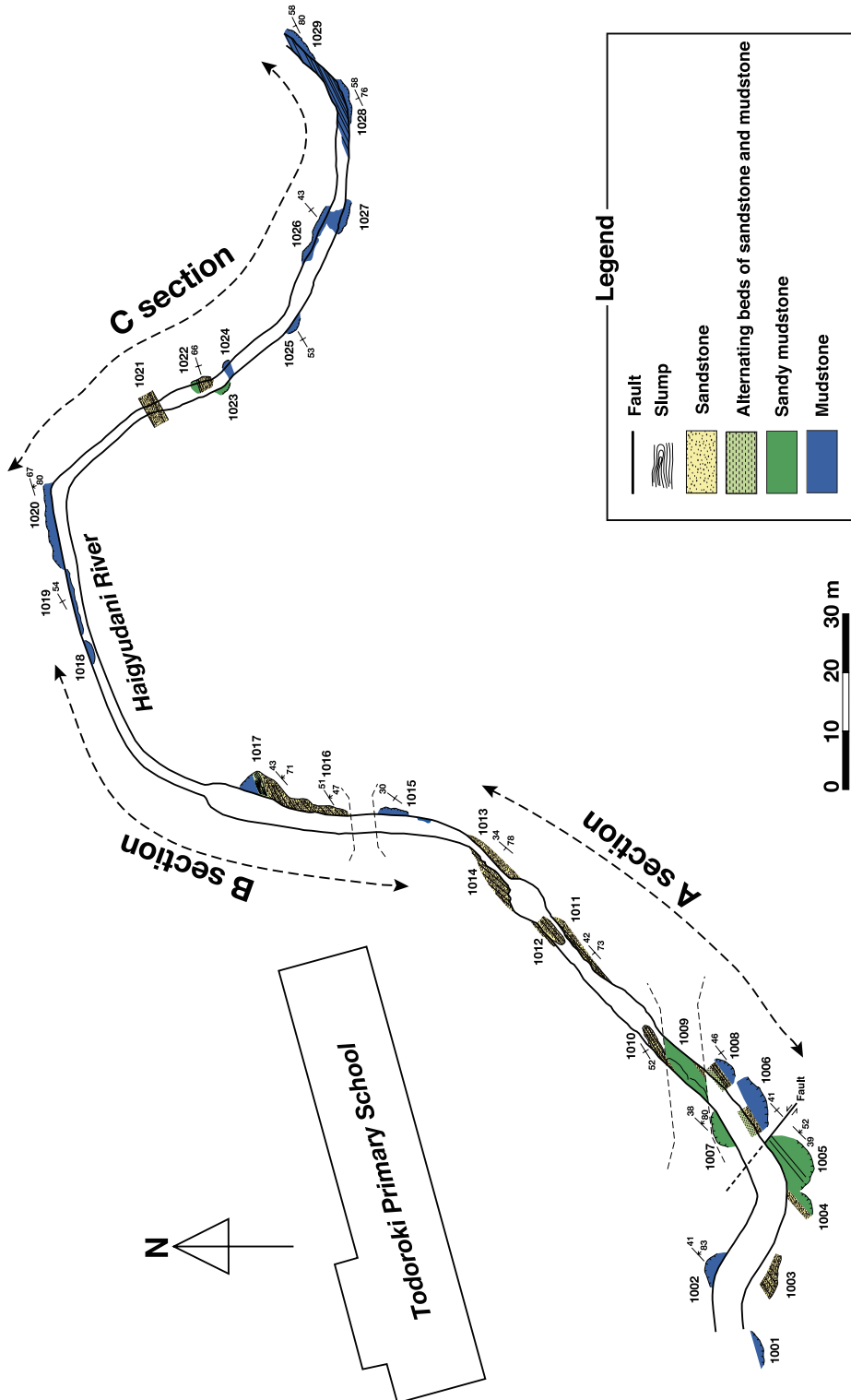


Fig.2. Sketch map along the upper reaches of the Haigyudani River in the Kurisaka area. A to C sections are locations of the columnar sections A to C in Fig.4. Four-digit numbers indicate the numbers of sampling localities.

層序

調査地域の栗坂層の層厚は約 80m に達し、大綱として下位より泥質、砂質、泥質の順序での岩相変化が認められる (Fig. 3). 下部の泥質堆積物は、葉理の発達した泥岩と石灰質塊状泥岩に分けることができる。中部の砂質堆積物は、A セクションと C セクションにおいて岩相変化にわずかに違いが見られるものの、地層の露出が良い A セクションでは、下位より砂岩泥岩細互層、生物擾乱を受けた砂質泥岩、塊状砂岩へと変化する。上部の泥質堆積物は、不明瞭な葉理のある泥岩、不明瞭な葉理のある泥質砂岩、葉理の発達する凝灰質泥質砂岩および、最上位の暗灰色塊状泥岩からなる。

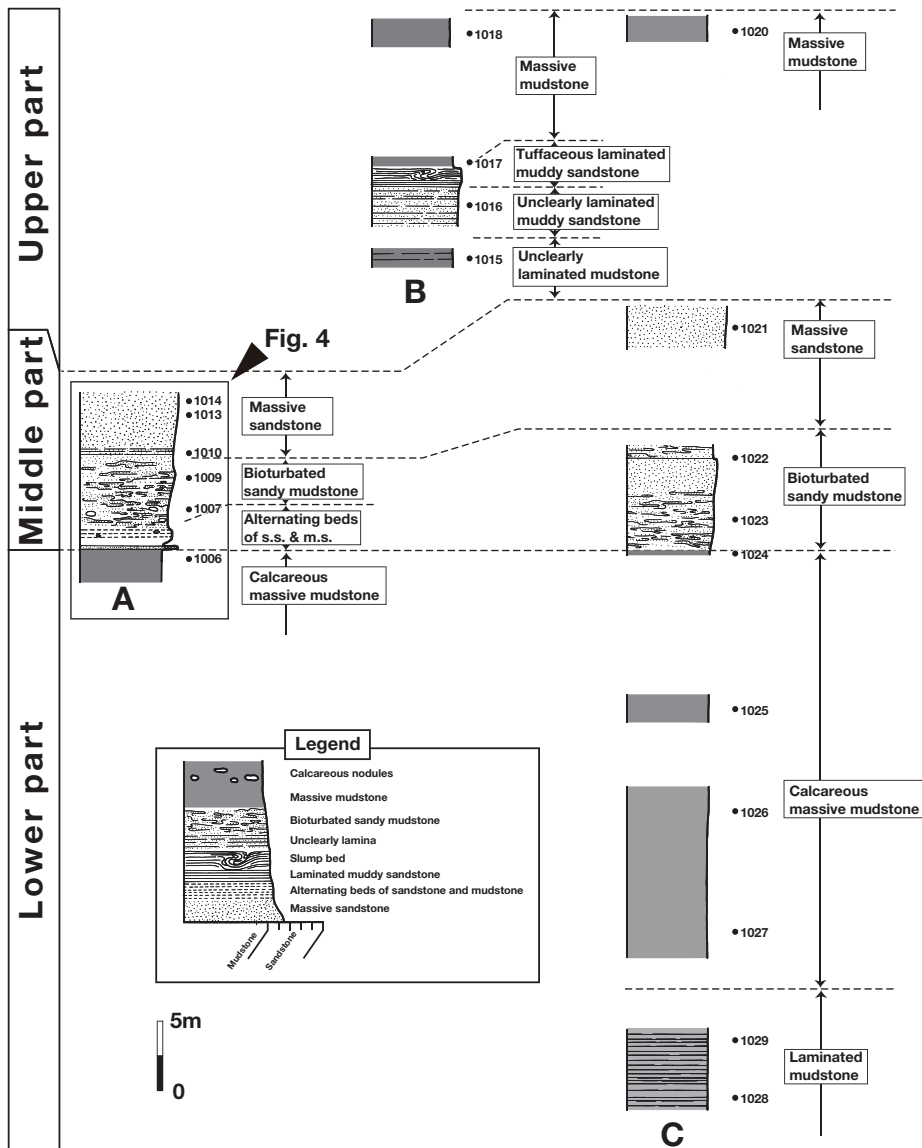


Fig.3. Columnar sections of the Kurisaka Formation. Sections A to C are measured along the A to C sections in Fig.2, respectively. Four-digit numbers indicate the numbers of sampling localities, as in Fig. 2.

軟体動物化石の産出は中位層準の砂岩泥岩細互層，生物擾乱を受けた砂質泥岩および塊状砂岩の層準に集中しており，特にアンモナイトは生物擾乱を受けた砂質泥岩部に多産する．軟体動物化石を多産する層準については，詳細な柱状図を Fig. 4 に示す．Fig. 4 で示された柱状図は Ishida (1997) に示された柱状図とほぼ同じルートで作成されたものである．

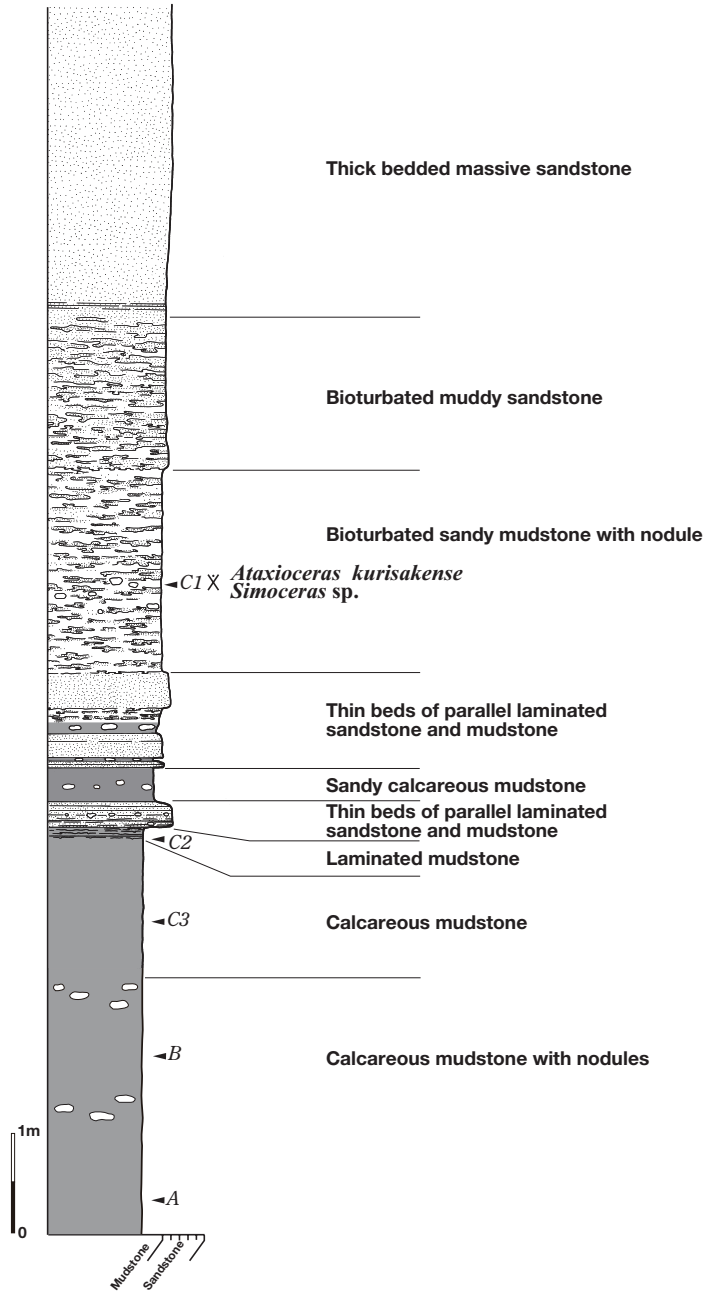


Fig.4. Close-up of the columnar section A, representing the middle part of the Kurisaka Formation. A, B, C1-3 correspond to stratigraphic levels shown by Ishida (1997).

材料

本論で使用されたアンモナイトの多くは東海化石研究会の水野吉昭と蜂矢喜一郎によって採集された標本である。また、一部は石田啓祐によって採集されたものも含む。これらの標本は徳島県立博物館 (TKPM-GFI) と徳島大学 (TKUAC) において収蔵されている。

本研究において露頭から直接採集されたアンモナイトは TKPM-GFI5363, 5364, 5370 および TKUAC1-1 の 4 標本であり、これらの標本は生物擾乱を受けた砂質泥岩部である Loc. 1007 から産出した。また、それ以外の標本は Loc. 1007 とほぼ同層準にあたる Loc. 1005 の露頭直下や Loc. 1001 より下流域において転石として採集された。アンモナイトの多くは転石中から産出したものであるが、すべての転石は生物擾乱を受けた砂質泥岩の岩相を呈し、Loc. 1004, 1005, 1007 および 1009 に露出する生物擾乱を受けた砂質泥岩層準由来の転石と推測することができる。

アンモナイト群集の示す年代

生物擾乱を受けた砂質泥岩層準からは、5 種類のアンモナイト、すなわち *Neochetoceras mizunoi* sp. nov., *Lytoogyroceras* sp., *Simoceras* sp., *Orthosphinctes (Ardescia)* sp., *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* Kobayashi and Fukada, 1947 が採集された。それぞれの種類の間産出層準の違いはない。これらの属は、すべて地中海-テチス海域から産し、これまでヨーロッパ南部 (南ドイツ, 南東フランス), 北アフリカ, コーカサス, ヒマラヤなどの上部ジュラ系 (Kimmeridgian 階と Tithonian 階) から報告されている。いくつかは太平洋東岸のメキシコ, アルゼンチンまでも分布を広げている。これらの産出層準がもっとも詳しく調査されているのは南ドイツ (Fränkische Alb 地方) とフランス南東部 (Savoie 地方) であり、2 つの

Geological age	Ammonite Zone
upper Tithonian	<i>Durangites</i> Zone <i>Micracanthoceras microcanthum</i> Zone
lower Tithonian	<i>Micracanthoceras ponti</i> Zone/ <i>Burckhardtceras</i> Zone <i>Semiformiceras fallauxi</i> Zone <i>Semiformiceras semiforme</i> Zone <i>Semiformiceras darwini</i> Zone <i>Hybonoticeras hybonotum</i> Zone
Kimmeridgian	<i>Hybonoticeras beckeri</i> Zone <i>Aulacostephanus eudoxus</i> Zone <i>Aspidoceras acanthicum</i> Zone <i>Crussoliceras divisum</i> Zone <i>Ataxioceras hypselocyclum</i> Zone <i>Sutneria platynota</i> Zone <i>Subnebrodites planula</i> Zone

Fig. 5. Ammonite zone of the Upper Jurassic in Tethyan province

Tethyans Province	NW European Province
Tithonian	Portlandian
	Kimmeridgian (Upper)
Kimmeridgian	Kimmeridgian (Lower)
Oxfordian	Oxfordian

Fig. 6. Correlation of stage subdivisions of the Upper Jurassic in Tethyan province and NW European province

地域はしばしば亜地中海地域として取り扱われている (Groupe français d'Etude du Jurassique, 1997). ここでたてられた層序区分は亜地中海地域だけでなく, 地中海地域 (スペイン南部, イタリア, カルパチア, バルカン半島にわたる地域) にも適用され, IUGS 傘下の層位学委員会 (International Commission on Stratigraphy, ICS) がまとめた全地質時代の細区分 (Gradstein *et al.*, 2004) にも採用されている. その区分を Fig. 5 に示す (Ogg, 2004, in Gradstein *et al.*).

なお, Fig. 5 の階区分と分帯は亜地中海域, 地中海域をふくむテチス海域に適用されるもので, 北極地方と密接な関係をもつ伝統的な北西ヨーロッパ (主にイギリスの層序をもとにたてられた) の標準区分とは著しく異なるので注意が必要である. テチス海域と北西ヨーロッパの階区分の関係は Fig. 6 のように表すことができる (Groupe français d'Etude du Jurassique, 1997). 北西ヨーロッパで使用される Purbeckian 階, Portlandian 階, Kimmeridgian 階の区分は, テチス海域では使われておらず, また, 同じ Kimmeridgian 階でも境界が異なる. Purbeckian 階は主に淡水成で海生化石が産出しない. Portlandian 階は示準化石がテチス海域のものと全く異なる. Kimmeridgian 階は両地域において同じ名前前で違う内容をもち, 混乱を避けるためにもどの意味で用いているかあらかじめ限定しておく必要がある. テチス海域の Kimmeridgian 階は, 北西ヨーロッパの Kimmeridgian 階下部にほぼ相当する. この論文ではテチス海域の区分を用いる (Fig. 6).

1. *Ataxioceras* (*Ataxioceras*) *kurisakense* および *Orthosphinctes* (*Ardescia*) sp. 亜群集

Ataxioceratidae 科は *Perisphinctaceae* 超科の末期に派生した種類で, 側面の肋が一回分岐した後, さらにもう一回分岐する多重分岐をし, さらに成長に従って多数の二次肋が束状に分岐したり, あるいは肋そのものが消滅して殻が平滑になるという傾向を最大の特徴とする. Arkell *et al.* (1957) はこれを *Perisphinctidae* 科の 1 亜科としたが, 後に Donovan *et al.* (1980) はこれを独立した科としている. この科に含まれる属は *Perisphinctes* 類によく見られる二型を示し, 大型で簡単な殻口をもつ雌型と小型で複雑な殻口をもつ雄型が識別できる. これらは雌雄異型である可能性が高いが, 化石であるため立証することが困難であり, 両者を別々の亜属に分離する分類がかなり広く行われている. *Ataxioceratinae* 亜科 (Donovan *et al.*, 1980 の *Ataxioceratidae* 科) を体系的に研究した Atrops (1982) は, *Ataxioceras* を一つの属とし, その中に亜属として大型の *Ataxioceras* (*Ataxioceras*), 小型の *Ataxioceras* (*Parataxio-ceras*) および *Ataxioceras* (*Schneidia*) をたてて両者 (大型と小型) を性的異型と考えた. 栗坂では *Ataxioceras* (*Ataxioceras*) が産出するものの, それに対応する *Ataxioceras* (*Parataxio-ceras*) ま

たは *Ataxioceras* (*Schneidia*) の産出は確認できない。しかし, Atrops (1982) が設立した属の中に *Ataxioceras* に非常に近縁な小型の *Orthosphinctes* があり, この中の亜属として小型の *Orthosphinctes* (*Ardescia*) を設けている。この *Ardescia* は栗坂から見つかっている。栗坂の *Ataxioceras* と *Ardescia* とが性的異型である可能性は否定できないが, 肯定できる根拠にも欠けるので, 最終的な判断は保留せざるをえない。しかし, おのおのの生存期間をテチス海域における生存期間と比較して推定することはできる。

地中海地域でもっとも精細な Groupe français d'Etude du Jurassique (1997) の分帯を採用すれば, 両者とも, テチス海域の Kimmeridgian 階下部の *Sutuneria platynota* 帯から *Ataxioceras hypselocyclum* 帯にかけて産出することが知られている (Fig. 5)。地中海地域では以上の帯がさらに細かく亜帯に区分されているが, 日本のような遠隔地にこの細かい区分を適用することは難しいので, これ以上の生存期間の確定はできない。Arkell *et al.* (1957) の簡単な属の記述には, *Ataxioceras* はヨーロッパからソマリランド, コーカサス, イラン, カッチ (インド), 日本 (疑問符つき), インドネシア (疑問符つき), スピッツベルゲン (疑問符つき) の Lower Kimmeridgian 階に分布するとされている。ここでいう Lower Kimmeridgian 階は北西ヨーロッパの階区分に対応し, テチス海域のほぼ Kimmeridgian 階の全部 (*S. platynota* 帯から *Hybonotoceras beckeri* 帯) に相当する期間を示している (Fig. 5)。南ドイツや南東フランスの分帯をそのまま日本には適用できないため, おおまかにテチス海地域の Kimmeridgian 階を生存期間としておくのが最適である。

2. *Neochetoceras mizunoi* sp. nov., *Lytogyroceras* sp. および *Simoceras* sp. 亜群集

Neochetoceras, *Lytogyroceras*, *Simoceras* 属の3種は全体として Tithonian 階下部を示す。それぞれについて, 分布および生存期間を以下に述べる。

2-1. *Neochetoceras mizunoi* sp. nov.

Neochetoceras はヨーロッパ南部 (ドイツ南部, フランス南東部, 南アルプス地方など) と東アフリカのソマリランドから産出が報告されているほか, 離れてメキシコ, アルゼンチンからも報告がある。ヨーロッパ南部ではこの属の標式種である *Ammonites steraspis* (= *Neochetoceras steraspis*) は Opper (1856-58) の化石帯の一つの標式種に選ばれており, 現在の *Hybonotoceras beckeri* 帯 (Kimmeridgian 階最上部) から *Lithacoceras ulmense* 帯 (= *Hybonotoceras hybonotum* 帯) を指していると考えられる (Fig. 5; cf. Arkell, 1956, p.111)。Arkell *et al.* (1957) では *Neochetoceras* の項に Middle Kimmeridgian 階を生存期間として示しているが, この場合の Middle Kimmeridgian 階は上述したようにテチス海域の Kimmeridgian 階上部を指している。現在, 詳細な帯区分が行われている地域 (たとえばフランス南部) では, 確実に *Neochetoceras* が産出する帯として *H. hybonotum* 帯から *Semiformiceras darwini* 帯が挙げられており, これは地中海地域の Tithonian 階下部に相当する (Fig. 5; Groupe français d'Etude du Jurassique, 1997)。栗坂から産した *Neochetoceras* は新種であるため, 直接時代を比較することができないが, 見かけ上, 類似する種がフランス南東部の Le Pouzin (Ardèche 県) から産出しており, その時代は Tithonian 階下部の *Semiformiceras fallauxi* 帯である。以上から栗坂の *N. mizunoi* の産出層準は Tithonian 階下部に対比される。

2-2. *Lytogyroceras* sp.

この属はきわめて特徴的な形態を示し、時代対比のためには有用である。また、これまで知られている産地も限られている。模式種である *Ammonites fasciatus* は Quenstedt が南ドイツの Schwäbischen Alb 地方から記載したものであるが、これに属すると考えられている種類のいくつかは南アルプス（ペロナ地方やベネチア地方）からも知られている。従ってこの属の主たる分布域は亜地中海から地中海地域にあると考えられる。なお、Spath(1925) は東アフリカのソマリランドからもこの属を 1 種報告しており、その分布がテチス海域の一部に広がることは明らかである。詳しい生層序がたてられているヨーロッパ南部では *Semiformiceras fallauxi* 帯および *Micracanthoceras ponti* 帯に分布する (Fig. 5)。この期間は Tithonian 階下部の上部 (Tithonian を 3 分する場合には Tithonian 階中部) に相当する。栗坂から産出した種類はこれまでに報告されている種とは完全に一致せず、新しい種を代表する可能性もあるため、これ以上の細かい層序区分を適用できないが、概ね Tithonian 階の中部 (2 分する場合は Tithonian 階下部の上部) を指示しているとみて差し支えない。

2-3. *Simoceras* sp.

この属もテチス海域に繁栄した属で、ヨーロッパ南部から北アフリカ、コーカサス、イランから産出が報じられている。分布はさらに太平洋の東岸に広がり、Arkell *et al.* (1957) はキューバおよびアルゼンチンを分布域として示しているほか、Verma and Westermann (1973) はメキシコ産のものを記載している。亜地中海地域で立てられた詳細な層序では、*Simoceras* は *Semiformiceras fallauxi* 帯から *Micracanthoceras micrancatum* 帯にいたる期間に生存していたことが知られている。これはテチス海域の Tithonian 階中部から上部にかけての期間に相当する。栗坂産のものは既知の種類とは完全に一致しないので、精細な帯対帯の対比はできないが、概ね Tithonian 階の中部あたりを示すと考えて差し支えない。

議論

以上のように栗坂層産のアンモナイト群集は明らかに異なる二つの時代を示す亜群集を含んでいる。*Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* と *Orthosphinctes (Ardescia) sp.* の 2 種は Kimmeridgian 階下部 (テチス海域の層序区分) を指示する。一方、*Neochetoceras mizunoi sp. nov.*、*Lytogyroceras sp.* および *Simoceras sp.* の 3 種は Tithonian 階下部を示す。これらの二つの亜群集はともに栗坂旧轟小学校前の河床において、栗坂層の生物擾乱を受けた砂質泥岩部から産し、細かい層準の違いを検出することができない。従って以上の二つの亜群集は完全に同一層準から産すると考えざるをえない。

このような異なる時代の化石が混在する原因としては、次の二つの現象を想定することができる。すなわち、1) 日本では以上の属の生存期間がヨーロッパのものとは異なっている。2) 生存期間はヨーロッパと同じだが、二つの亜群集が混合して一緒に堆積した。すなわち生存期間の古い *A. (A.) kurisakense* と *Orthosphinctes (Ardescia) sp.* の亜群集は、二次的な再堆積をして *Neochetoceras mizunoi sp. nov.*、*Lytogyroceras sp.* および *Simoceras sp.* の亜群集と一緒にになった。言い換えれば前者の亜群集は栗坂層の中で独立した部分となって運びこまれ、後者の亜群集の堆積時に一緒になった。

もし実際に第1の現象がおきているのであれば、時代は階のレベルでも確定することは難しく、せいぜい両亜群集の示す時代をすべて含む期間、すなわち Kimmeridgian 階下部から Tithonian 階下部にいたる時代のどこかを示すとするより仕方がない。この精度でも時代決定が十分である場合もありうるが、一般にアンモナイトを用いる場合には、さらに詳細な時代決定が求められることが多い。現状ではそのような要請に応えることができない。

第2の場合には、より古い前者の亜群集はなんらかの過程で二次的に後者の亜群集の堆積時にこの場所に運び込まれたことになり、栗坂層のこの層準はより新しい時代の亜群集の時代になる。すなわち Tithonian 階下部が栗坂層のこの層準の時代であるとしなければならない。

これに関して、今ただちに最終的な結論をだすことができない。現段階として、この層準の時代は Kimmeridgian 階下部から Tithonian 階下部のどこかであるとするにとどまるとするのが賢明であろう。今後、二次的な堆積があったかどうかを明らかにするため、アンモナイトを産出する層準を堆積学的また、タフオノミー的な視点を取り入れ、詳しく観察していく必要がある。

Systematic Description of Ammonites

(Supra-family classification was adopted from Donovan *et al.*, 1980.)

[M] macroconch; [m] microconch; N. number of ribs per whorl; measurements in mm.; D. diameter; UD. umbilical diameter; UD/D. ratio of umbilical diameter to diameter; H. height of whorl; W. width of whorl.

Superfamily Haplocerataceae Zittel, 1884

Family Oppeliidae Douvillé, 1890

Subfamily Streblitinae Spath, 1925

Genus *Neochetoceras* Spath, 1925

Type species: Ammonites steraspis Oppel, 1863, p. 251, pl. 69, figs. 1-3 (Type species designated by Spath, 1925)

Neochetoceras mizunoi sp. nov.

(Fig. 7.1)

Material: Three specimens collected from the right river bank of a stream in front of the former Todoroki Primary School at Kurisaka. One well preserved but slightly compressed specimen (Holotype no. TKPM-GFI 5372 of the Tokushima Prefectural Museum) and other two fragmentary specimens registered as TKPM-GFI5373, 5374.

Etymology: in honor of the collector, Yoshiaki Mizuno.

Measurements: Holotype, measured on the long axis of the deformed specimen; D. 46, UD. 4 (UD/D. 0.09), H. 23.9, W. unknown (compressed); measured on the short axis; D. 29.7, UD. 3.3 (UD/C. 0.01), H. 16.9, W. unknown.

Description: Very thin and involute ($UD/D < 0.1$) oxycone; umbilicus very small, with vertical umbilical wall; whorl section judged to be thin disk-like, thickest at the mid-flank; ventral region poorly preserved, but generally tabulate accompanied sometimes by an obtuse rounded keel, apertural region not preserved. Faint ribbing observable on the flank, especially on its outer half, where the ribs are distant, largely concave toward the aperture; inner half of the flank nearly smooth, partly fine, retroradiate striae are seen; these fine ribs and striae form a sickle-shaped ornamentation on the flank, with sharp bent at the middle of the flank. Suture-line not observable.

Comparison: The genus is morphologically quite similar to *Oxycerites*, as mentioned by Arkell *et al.* (1957), and is often difficult to distinguish from it especially when the preservation is poor. However the sharply rectangular ventral periphery with somewhat obscure ventral keel enable us to separate the present specimen from *Oxycerites*, which occur commonly in the Tetori Group of northern Central Japan.

Oppel's drawing of Solnhofen specimen of *Ammonites steraspis* Oppel, 1863, type species of the genus, was refigured by Arkell *et al.* in the Treatise (1957, fig.336.2) and again by Schlampp (1991, Pl. 31, fig. 6, more clearly represented). However, the original drawing lacks details; thus it is difficult to discuss the relation with the Kurisaka species. *N. steraspis nodulosum*, created by Berckhemer and Hölder (1959, Pl. 20, fig. 107) as a subspecies of *steraspis*, looks different from the original species by its persistent biconcave ribs on the flank. The most resembling species is *Neochetoceras* sp. (M) illustrated by Cecca and Enay (1991, pl. 1, fig. 9) which is characterized by its falcoid ribbing, especially by its distant forward concave ribs on the outer flank, and nearly smooth inner flank. The ventral region of this species is narrow and rounded, as described by these authors, but unfortunately not figured and therefore difficult to compare with the Kurisaka form.

N. usselense created by Zeiss (1968, Pl. 26, Figs. 1-2) and *N. mucronatum* Berckhemer & Hölder (figured by Zeiss, 1968, Pl. 26, fig.3) show biconcave aperture, parallel to fine striae. This species is accordingly judged to be a macroconchiate form. The relation with the Kurisaka species is not clear, because the aperture is not unfortunately preserved in the Kurisaka form.

A dozen species belonging to this genus described until now are generally provided with fine falcoid ribbing or almost smooth adult whorls. All of them are fairly different from the present form and here a new species is proposed.

Remarks: The genus *Neochetoceras* was established by Spath (1925). He noticed that the genus is characterized by continuous, falcoid ribs and high external lobe, and is not on the lineage of *Ochetoceras*, *Trimarginites* or *Campylites*, though the external features show some similarity. The present species is not fully preserved and can not contribute to this discussion.

Geological Formation: Kurisaka Formation

Geological Age: Lower Tithonian.

Occurrence: River bank in front of the former Todoroki Primary School, Kurisaka.

Superfamily Perisphinctaceae Steinmann, 1890

Family Simoceratidae Spath, 1924

Genus *Lytogyroceras* Spath, 1925

Lytogyroceras sp.

(Fig. 7.2)

Material: A fragmentary and slightly deformed inner mould (TKPM-GFI5375, collection Yoshiaki Mizuno, stored in Tokushima Prefectural Museum) collected from the river bed in front of the former Todoroki Primary School at Kurisaka.

Measurements: Along the long axis of the elliptic (deformed) whorls: D. 37.9; UD. 14.2; H. 17.2; W. unknown; along the short axis: D. 19.4; UD.7.5; H. 7.0; W. unknown. UD/D. ca. 0.37-0.39

Description: Whorls very evolute, growing slowly; umbilicus shallow and open with rounded shoulder; whorl section high oval; two or three strong deep constrictions per whorl; a very wide and deep oblique constriction before the aperture, accompanied with elevated collars on both sides of the constriction; aperture oblique with a lip-like ventral projection. Ribs coarse, straight on the inner whorls (visible in the umbilicus), but completely lost on the last and penultimate whorls. Suture-lines not observable.

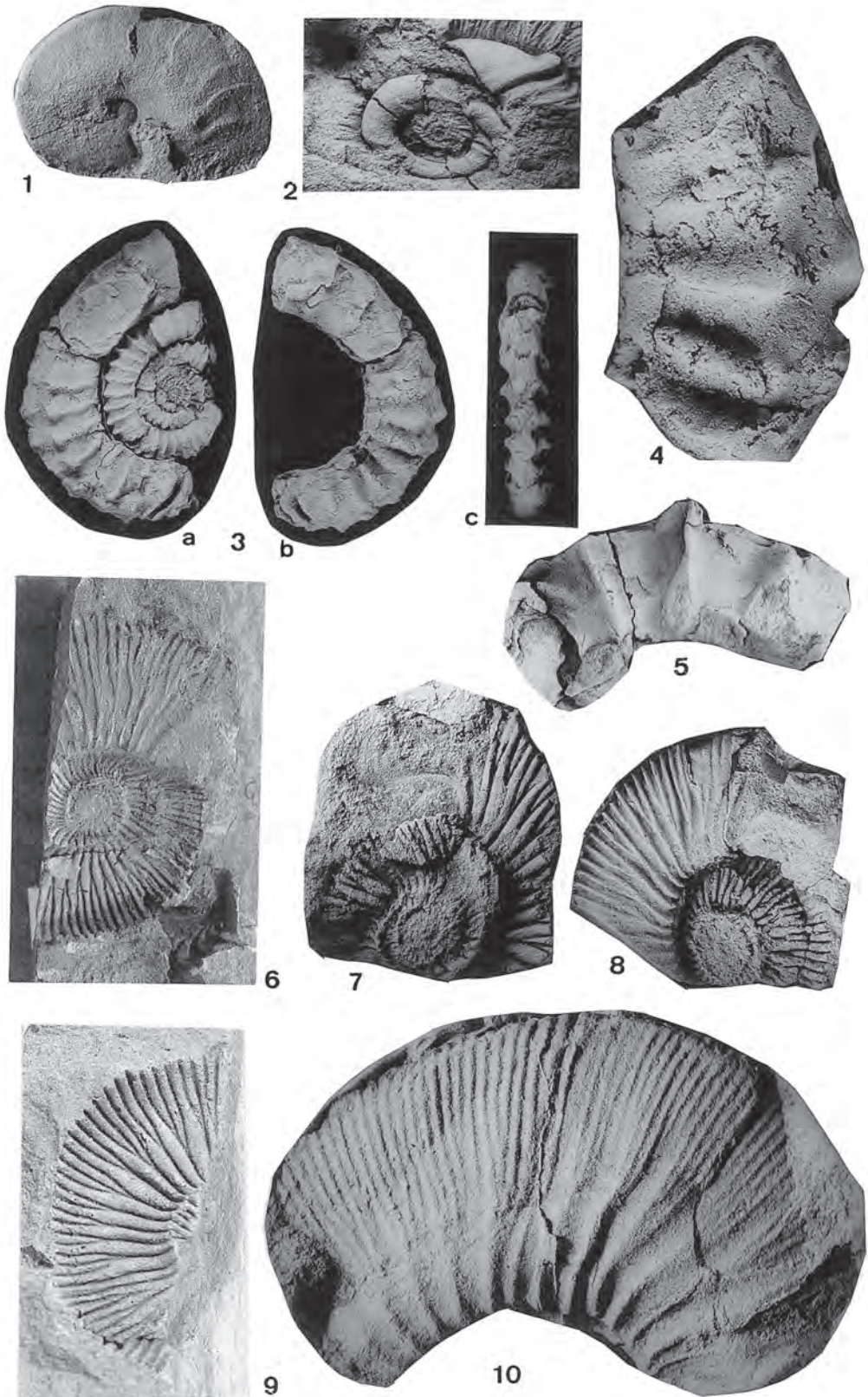
Comparison: The type species of the genus, *L. fasciatus* (Quenstedt) is similar in general form to the present species, as shown by its evolute coiling, smooth whorls, deep constrictions; but it has no ribs on the inner whorls as far as judged from the published figure (Quenstedt, 1849, pl. 20, figs. 11a, b). Among other reported species of *Lytogyroceras*, *L. lytogyrus* (Zittel) resembles the most the present specimen, especially by its developed ribs on the inner whorls, unlike in other species. However, as the apertural region is not preserved in the illustrated specimen (Zittel, 1870, Pl. 9, fig. 1a, b), the present specimen from Kurisaka can not be definitively assigned to this species. In short, the present specimen is likely to present a new form, but better preserved specimen is needed for establishing a new species.

Remarks: Spath (1925, p.131) established the genus *Lytogyroceras*, but gave no description. He cited following species as belonging to this genus, *Ammonites fasciatus* Quenstedt, *Simoceras lytogyrus* Zittel, *Simoceras catrianum* Zittel, *Simoceras strictum* (Catullo). The generic diagnosis was given later by Arkell *et al.*, (1957, p. L341), accompanied by the reproduction of the figure of the type species by Quenstedt (1849, pl. 20, figs. 11a, b).

Geological Formation: Kurisaka Formation.

→ Fig. 7.

1. *Neochetoceras mizunoi* sp. nov., side view, Tokushima Prefectural Museum collection TKPM-GFI5372, holotype, $\times 0.9$. Collected by Mizuno.
2. *Lytogyroceras* sp., side view, Tokushima Prefectural Museum collection TKPM-GFI5375, $\times 0.9$.
3. *Simoceras* sp., a. side view, b. side view of other side, c. ventral view. Tokushima Prefectural Museum collection TKPM-GFI5364, $\times 0.9$.
4. *Simoceras* sp., part of the adult whorl of TKPM-GFI5364, showing suture lines, $\times 2.25$.
5. *Simoceras* sp., fragment of adult whorl, Tokushima Prefectural Museum collection TKPM-GFI5363, $\times 0.9$.
6. *Orthosphinctes (Ardescia)* sp. [m], Tokushima Prefectural Museum collection TKPM-GFI5377, $\times 0.9$.
7. *Orthosphinctes (Ardescia)* sp. [m], Tokushima Prefectural Museum collection TKPM-GFI5362, $\times 0.9$.
8. *Orthosphinctes (Ardescia)* sp. [m], Tokushima Prefectural Museum collection TKPM-GFI5367, $\times 0.9$.
9. *Orthosphinctes (Ardescia)* sp. [m], Tokushima University collection TKUAC3-1, $\times 0.9$.
10. *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* Kobayashi and Fukada [M], fragment of adult whorl, Tokushima Prefectural Museum collection TKPM-GFI5365, $\times 0.9$.



Geological age: Lower Tithonian.

Occurrence: River floor of a small stream in front of the former Todoroki Primary School, at Kurisaka.

Genus *Simoceras* Zittel, 1870

Simoceras sp.

(Fig. 7.3-5)

1962 *Euaspidoceras* sp. 1, Sato, 1962, pl. 10, fig.5.

Material: Four more or less fragmentary specimens collected from the river bed of a small stream in front of the former Todoroki Primary School, at Kurisaka. Specimen TKPM-GFI5364, having at least 5 whorls more or less deformed; TKUAC2-1, inner cast of a small probably juvenile specimen; TKUAC2-2 outer cast of the same specimen; two other big but fragmentary whorls.

Measurements: TKPM-GFI5364: D. 49.6, UD. 27.6 (UD/D. 0.56), H. 12.4, W. 6.70. TKUAC2-1: D. (maximum measurable) ca 29; Inner whorls D. 14.5, UD. 6.9 (UD/D. 0.47), H. 3.9, W. unknown.

Description: Coiling evolute, whorl section high quadrate; ventral region narrow and rounded; flank gently rounded; umbilical wall steep but rounded. Ribbing changes during the ontogeny; distant reticulate sharp ribs on the inner whorls, with spiny tubercles at the ventral margin; ribs sharp and high on the outer whorls, provided with two tubercles on the ribs, at the outer one third of the flank and the ventral margin; ribs weakened between these two rows of tubercles; on ventral margin, ribs become blade-like elevations at the ventral margin; on the preserved last part of the whorl, inter-rib spaces are much wider. Suture-lines simple and distant, generally poorly incised; first lateral lobe prominent, stout and deep, without branching but with finely frilled border; second lateral lobe small, independent and much less incised than the first lateral lobe.

Observation: The specimens available are more or less crushed and compressed laterally. The ventral region is also crushed and seems incompletely preserved, though observable locally. The preserved last whorl is completely septate, thus the living chamber is not preserved.

Unlike the better preserved inner whorls, the last preserved whorl show somewhat irregular ribbing, probably due to deformation. Some of the ribs are geniculated, and provided with tiny spiny tubercles at the outer part of the flanks. The umbilical end of the ribs are generally weakened without any tuberculation. The ribbing as a whole is bi-tuberculate, one row on the ventral margin and the other on the outer flanks. The ribbing on the inner whorls is completely regular.

Suture-lines are partly visible on the inner casts of the whorls. They are rather simple in general outline. It is characterized by strong and deep siphonal and first lateral lobes, and suggests the affinity with *Simoceras*.

Two large fragments of probably adult whorls are at hand, and show obtuse, elevated simple ribs. They are suggestive of the adult whorls of this species, but unfortunately too fragmentary to be used for identification.

Comparison: Generally *Simoceras* is characterized by its very evolute coiling and quadratic whorl section, in addition to its distant, straight, and tuberculate ribs. The present form has all these characters and certainly belongs to this genus. Because the living chamber is not preserved in any of the specimens available, definitive identification is not possible. The inner whorls of the present form bear distant, sharp, rectiradiate and strongly tuberculate ribs on the flanks, similar to those of *Simoceras schwertschlagerei* Schneid (1915, pl. 4, fig.6), or of *Simoceras volanense* (Oppel), of which the figure was reproduced by Zittel (1870, Pl. 8, fig. 7); however, faded intervals of ribs between the two tubercle rows on the upper one third of the flanks are not confirmed on published species. Most probably the present form represents a hitherto undescribed species. Any specific assignment is reserved under the present condition of imperfect preservation.

Euspidoceras sp. 1, described and figured by Sato (1962, p. 95, pl. 10, fig.5, non fig.10), is a fragment of a whorl of this form. It was assigned to *Euspidoceras*, but its poor state of preservation did not allow a definitive identification. Better preserved specimens are now available, so that the former identification should be abandoned.

Geological formation: Kurisaka Formation.

Geological age: Lower Tithonian.

Occurrence: All specimens are collected from the river floor of a small stream in front of the former Todoroki Primary School, in Kurisaka.

Family Ataxioceratidae Buckman, 1921
Subfamily Ataxioceratinae Buckman, 1921
Genus *Orthosphinctes* Schindewolf, 1925
Subgenus *Ardescia* Atrops, 1982 [m]

Orthosphinctes (Ardescia) sp. [m]

(Fig. 7.6-9)

Material: Four specimens collected from the river bank of a small stream at Kurisaka, which is the same locality as the type *Ataxioceras (A.) kurisakense* described by Kobayashi and Fukada, 1947. Specimens TKPM-GFI5362, TKPM-GFI5367, TKPM-GFI5377 (Yoshiaki Mizuno collection) stored in Tokushima Prefectural Museum, and TKUAC3-1 (Tokushima University Collection).

Measurements: all fragmentary specimens; measured on preserved parts, in mm.

TKPM-GFI5362 [m]: maximum preserved whorl length 5.5

TKPM-GFI5367 [m]: D. 53.6, UD. 16.6 (UD/D. 0.31), H. 21.6, W. ca 8; N/4=13 (last whorl), N/2= 20 (penultimate whorl)

TKPM-GFI5377 [m]: D. 58.0, UD. 17.4 (UD/D. 0.3), H. 25.8, W. unknown

TKUAC3-1: fragmentary, not measured

Description: Coiling relatively involute (UD/D. about 0.3), umbilicus shallow and relatively small; whorl section flattend laterally (possibly by tectonic compression) with rounded ventral region;

umbilical wall vertical with rounded margin; aperture provided with long spatulate lappets, preceded by a deep single constriction; generally ribs regular, dense, sharp, rectiradiate with slight backward bent at the umbilical margin; branched off at various heights of the flank, mostly bifurcate and some polygyrate; no double bifurcation; primary ribs somewhat elevated at the umbilical margin. Suture-lines unknown.

Observation: The studied specimens are all incomplete, but the characteristic ribbing allows the identification as the subgenus *Ardescia*. The specimen TKPM-GFI5377 (Fig.7. 6) is only a half whorl, but it shows sharp, fine, and slightly flexuous ribs on the flank. They are mostly bifurcate but a few are clearly polygyrate. Another specimen TKUAC3-1 (Fig.7. 9) is also a half whorl, and shows more frequent polygyrate ribs than on TKPM-GFI5377. Though the specimen TKPM-GFI5362 (Fig.7. 7) is more fragmentary, a long spatulate lappet is clearly observable, as in the case of the specimen TKPM-GFI5367 (Fig.7. 8).

Though no complete specimen is available, the present specimens can be assigned to *Ardescia* by its sharp bifurcate (and polygyrate) ribbing and spatulate lateral lappets. Of the species hitherto described, *A. schaireri* Atrops (1982, Pl. 6, Fig. 12) resembles the present species, by its sharp, rectiradiate and bifurcate ribs, inserted by rare polygyrate ribs. However no definite identification is possible because of the imperfect state of preservation of the Kurisaka form.

Occurrence: River bank of a small stream in front of the former Todoroki Primary School at Kurisaka.

Geological Formation: Kurisaka Formation.

Geological Age: Lower Kimmeridgian (in Tethyan sense), *Sutuneria platynota* Zone to *Ataxioceras hypselocycum* Zone.

Genus *Ataxioceras* Fontannes, 1879

Subgenus *Ataxioceras* Fontannes, 1879 [M]

Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense Kobayashi & Fukada, 1947

(Figs. 7.10; 8.1-2)

1947 *Ataxioceras kurisakense* Kobayashi and Fukada, p. 46, Pl. 11, figs. 1, 3a-c.

1962 *Ataxioceras kurisakense* Kobayashi and Fukada, Sato, p. 90, Pl. 2, figs. 9, 10; Pl. 8, figs. 4,5,8, 9, 12; text-fig. 15.

1974 *Ataxioceras* sp. Hirata, p.32, pl. 6, fig.2.

2004 *Ataxioceras kurisakense* Kobayashi and Fukada, Ishida and Kozai, p. 143, fig.7-1a, b.

Material: More than eight specimens, all collected from Kurisaka. TKUAC1, TKUAC3 (Tokushima University collection), TKPM-GFI5365, TKPM-GFI5375 (Tokushima Prefectural Museum, collected

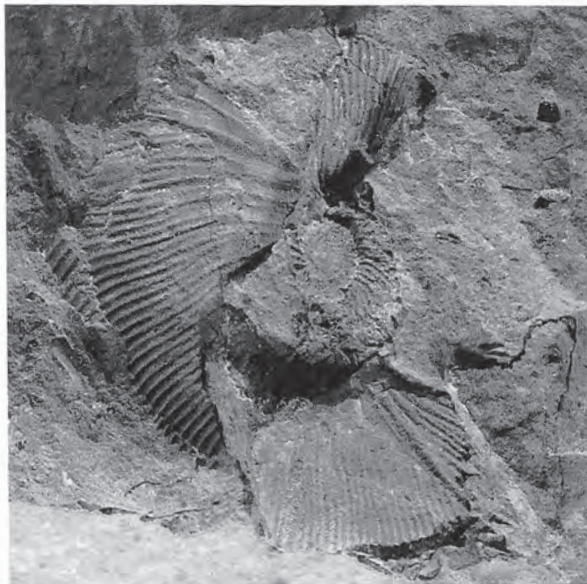
→ Fig. 8.

1. *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* Kobayashi and Fukada [M], Tokushima University collection TKUAC1-1, × 0.9.

2. *Ataxioceras (Ataxioceras) kurisakense* Kobayashi and Fukada [M], FGI-F117 (Fukada Geological Institute collection), × 0.9.



1



2

by Yoshiaki Mizuno), FGI-F117 (Fukada Geological Institute, formerly University of Tokyo collection).

Measurements: TKUAC1 [M]: D. 137, UD. 49.5 (UD/D. 0.36), H. 45.2, W. unknown; N/2=18 (last preserved whorl)

FGI-F-117 [M]: D. 79.7, UD. 30.3 (UD/D .0.38), H. 28.5, W. unknown

TKPM-GFI5365 [M?] preserved whorl: H. 51.7, W. 17.3

Description: Shell medium to large in size, coiling evolute (UD/D about 0.3), whorl section high oval, ventral region rounded, flank gently rounded and umbilical margin rounded; whorls provided with deep and oblique, but rare, constrictions; in inner whorls ribs sharp, dense, and rectiradial and generally bifurcate as far as seen on the immature whorls in the umbilicus; toward the outer whorls ribbing gradually changes to polygyrate, and finally fasciculate on the adult whorls; fasciculate secondary ribs much finer, dense, and branched off from the elevated distant primary ribs on the inner part of the flanks, without sharp points of furcation. The last part of the preserved whorls (probably near the aperture) is broadly contracted and loses sharp ribbing. Suture-lines partially observable, characterized by incised saddles and stout long primary lobes, followed by gradually declining auxiliary lobes.

Observation: Until now, numbers of fragmentary specimens have been collected from this locality, but no complete specimen was discovered so far. The holotype of the species *kurisakense* is an outer mold of two and a half whorls (figured by Kobayashi and Fukada, 1947, pl.11, fig. 2). A slightly better preserved specimen (Sato, 1962, pl. 8, fig. 8; , University of Tokyo Museum MM3799) collected from the same locality is not complete either. All these specimens show characteristic morphology of *Ataxioceras*, especially bifurcate, polygyrate and finally fasciculate ribbing. The present new collection includes a larger specimen with adult whorls (presumably living chamber) which retain an apertural part, as suggested by broad sinuous constrictions. The whorls are ornamented by broadly fasciculate ribbing. This type of ribbing probably represents the last stage of growth. Though the inner whorls are not fully observable, the features visible in the umbilicus (TKUAC-1 and FGI-F117) are provided with sharp, dense rectiradial ribs which are apparently similar to those of the type specimens. A specimen in the new collection (Fig. 8.1), obviously of the same species, shows the ribbing of the same type, though somewhat sinuous.

Comparison: Species *kurisakense* was compared to *Ataxioceras hypselocyclus* Fontannes in the original description. Sato (1962) instead noted its similarity to *Ataxioceras lothari*. The new, better specimen shows clearly that it is close to the former, as seen in *A. hypselocyclus hypselocyclus* figured by Atrops (1982, Pl. 40, figs.1,2) . But it loses the ribbing almost completely on the last whorl. Moreover, the Kurisaka form is slightly different from *A. hypselocyclus* by its more prominent primary ribs and their continuity to the secondaries. *A. lothari* is provided with prominent lateral lappets, thus placed in *Parataxio-ceras* by Atrops (1982), is definitely different from the present species by its coarser, distant ribs.

Remarks: *A. kurisakense* was first established and described by Kobayashi and Fukada (1947). A complementary remark was given by Sato (1962), with illustration of additional specimens. Now an

adult specimen is available, and additional characteristics are added here.

Geological formation: Kurisaka Formation

Geological age: Lower Kimmeridgian (in Tethyan sense)

Occurrence: River bank of a small stream in front of the former Todoroki Primary School at Kurisaka, Naka-cho, Tokushima Prefecture.

謝辞

国立科学博物館の重田康成博士には、原稿の査読をしていただき、有益な助言をいただいた。ここに記して深く感謝したい。

引用文献

- Arkell, W. J. 1956, Jurassic Geology of the World. 806p., Oliver and Boyd, Edinburgh.
- Arkell, W. J., Kummel, B. & Wright, C.W. 1957. Mesozoic Ammonoidea. In: Moore, R. S. ed., Treatise on Invertebrate Paleontology, Part L., Mollusca 4, Cephalopoda, Ammonoidea, p. 80-490. GSA and University of Kansas Press and the Geological Society of America, Lawrence, Kansas.
- Atrops, F. 1982. La sous-famille des Ataxioceratinae (Ammonitina) dans le Kimméridgien inférieur de la France. Systematique, Evolution, Chronostratigraphie des genres *Orthosphinctes* et *Ataxioceras*. Documents du Laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de Lyon, (83): 463p., 45pls. Lyon.
- Berckhemer, F. and Hölder, H. 1959. Ammoniten aus dem oberen Weissen Jura in Süddeutschland. Beihefte zum Geologische Jahrbuch, **35**, 135 p., 89fig. 27pls. Hannover.
- Buckman, S. S. 1921. Type Ammonites, 3: 5-64, pl. 131-266, Wesley and Son., London.
- Cecca, F. and Enay, R. 1991. Les Ammonites des zones à *semiforme* et *fallauxi* du Tithonique de l' Ardèche (Sud-Est de la France): Stratigraphie, Paléontologie, Paléobiogéographie, Palaentographica, Abteilung A, **219**: 1-87, 10pls.
- Donovan, D. T., Callomon, J. H. and Howarth, M. K. 1981. Classification of the Jurassic Ammonitina. In: House, M. R. & Senior, J. R. eds., The Ammonoidea: the classification, mode of life and geological usefulness of major fossil group, Systematics Association Special Volume, (18): 101-155. Academic Press, London and New York.
- Douvillé, H. 1890. Sur la classification des Cératites de la Craie. Bulletin de la Société géologique de France, **3**(18): 275-292.
- Fontannes, F. 1879. Description des Ammonites des Calcaires du Château de Crussol - Ardèche - Georg, Lyon et Savy, Paris.
- Gradstein, F.M., Ogg, J.G., Smith, A.G. eds., A Geologic Timescale 2004. 589p. Cambridge University Press, Cambridge.
- Groupe français d'Etude du Jurassique. 1997. Biostratigraphie du Jurassique ouest-européen. Cariou, E. & Hantzpergue, P. Coordinateurs, Bulletin du Centre Recherches Elf Exploration Production. Mémoire 17, 440p. Pau, France.
- 平田茂留. 1974. 化石の目録と図集. 高知県立化石館所蔵標本. 第2集, 高知県産中生代化石 (除, 領石植物) (Hirata, S., Catalogue of fossils, with Plates) 平田地質研究所.
- Ishida, K. 1997. *Styocapsa* (?) *spiralis* Assemblage (Radiolaria) from the Kurisaka Formation of the Torinosu Group in East Shikoku, SW Japan. Proceedings of the Fifth Radiolarian Symposium, News of Osaka Micropaleontologists, Special Volume, (10):193-203.

- 石田啓祐・香西武. 2003. 四国東部秩父累帯の地帯区分と層序. 徳島大学総合科学部自然科学研究, **16**: 11-41.
- 石田啓祐・香西武. 2004. 四国東部の南部黒瀬川帯（坂州帯）坂州層群（新称）の層序と放散虫年代. 大阪微化石研究会誌, 特別号, (13): 136-148.
- Kobayashi, T. and Fukada, A. 1947. A new species of *Ataxioceras* in Nippon. Japanese Journal of Geology and Geography, **20**: 45-48, pl. 11.
- Kobayshi, T. and Iwaya, Y. 1941. On the imbricated structure of the Sakuradani area in the province of Awa. Proceedings of the Imperial Academy, **17**: 110-115.
- Ogg, J. G. 2004. The Jurassic Period. In: Gradstein, F. et al. eds., A Geologic Timescale 2004, p. 307-343. The Press Syndicate of the University of Cambridge, Cambridge.
- Oppel, A. 1856-58. Die Juraformation Englands, Frankreichs und Südwestlichen Deutschlands. Württemb. Naturforsch. Jahreshefte 12-14, Stuttgart, Ebner and Seubert. 857p.
- Oppel, A. 1863. Ueber jurassische Cephalopoden. Palaeontologische Mitteilungen aus dem Museum des Koeniglich-Bayerischen Staates, **3**: 127-266, pls. 40-50.
- Quenstedt, F. A. 1849. Petrefactenkunde Deutschlands. 1 Abteilung, 1 Band, Cephalopoden. 581p., 126pls. Tübingen.
- Sato, T. 1962. Etudes biostratigraphiques des Ammonites du Jurassique du Japon. Mémoires de la Société géologique de France, Nouvelle Série, Tome 41, Fascicule 1, Mémoire No. 94, 122p., 10pls. Paris.
- Schindewolf, O. H. 1926. Zur Systematik der Perisphincten. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Palaeontologie. Beilage-Band, **55**: 497-517, 1pl.
- Schlammpp, V. 1991. Malm-Ammoniten. 184p. Goldschneck-Verlag, Korb.
- Schneid, T. 1915. Die Ammonitenfauna der obertithonischen Kalke von Neuburg, a.D.. Abhandlungen der Geologie und Palaeontologie, N. F., **13**(17): 305-416, 13pls.
- Spath, L. F. 1924. On the Blake Collection of Ammonites from Kachh, India. Memoirs of the Geological Survey of India, Palaeontologia Indica, New. Series, **9**(1):1-29.
- Spath, L. F. 1925. Monographs of the Geological Department of the Hunterian Museum, Glasgow University. The collection of fossils and rocks from Somaliland. Part VII, Ammonites and Aptychi. p.111-164, pl. 15-16. Maclehouse, Jacson and Co., Glasgow.
- Steinmann, G. 1890. in Steinmann, G. and Doederlein, L. Elemente der Palaeontologie. 848p. Wilhelm Engelmann, Leipzig.
- Tamura, M. 1960. Upper Jurassic pelecypods from the Torinosu Group in Shikoku, Japan. Memoirs of the Faculty of Education, Kumamoto University, (8): 227-244, pl. 2.
- Verma, H. M. and Westermann, G.E.G. 1984. The Ammonoid Fauna of the Kimmeridgian-Tithonian Boundary Beds of Mombasa, Kenya. Life Science Contributions, Royal Ontario Museum, (135),124p.
- Zeiss, A. 1968. Untersuchungen zur Palaeontologie der Cephalopoden des Unter-Tithon der Südlichen Frankenalb. Bayerische Akademie der Wissenschaften Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse, Abhandlungen, Neue Folge, (132), 190p., 27pls. München.
- Zeiss, A., Schweigert, G., Sato, T. and Yao, A. 2003. Late Kimmeridgian Ammonites from the Yura Formation of Kii, SW Japan. Neues Jahrbuch für Geologie und Palaeontologie, Monatshefte, 2003 (1): 1-10. Stuttgart.
- Zittel, K. A. 1870. Die Fauna der älteren Cephalopodenführenden Tithonbildungen. Palaeontographica, Supplement 2, 192p., 15pls.
- Zittel, K. A. 1884. Handbuch der Palaeontologie: Abteilung 1, Band 2, 893 p., 1109figs.