

愛媛県城川地域に分布する上部ジュラ系今井谷層群下相層中の含大型化石泥質岩岩塊

Megafossil-bearing mudstone blocks in the Oriai Formation of the Upper Jurassic Imaidani Group in the Shirokawa area, Ehime Prefecture, Southwest Japan

Abstract

武井雅彦* 松岡 篤**

Masahiko Takei* and
Atsushi Matsuoka**

2003年6月6日受付.
2004年1月15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

** 新潟大学理学部地質科学教室
Department of Geology, Faculty of Science,
Niigata University, Niigata 950-2181, Japan

The mode of occurrence and lithofacies were examined in detail for some megafossil-bearing blocks found in mudstones of the Oriai Formation, in the lower part of the Imaidani Group in the Shirokawa area, western Shikoku, which is an equivalent of the Torinosu Group. These sandy siltstone blocks have irregular contacts with mudstone. These blocks are composed mostly of intensively bioturbated, massive or poorly-stratified sandy siltstone, and yield megafossils, such as brachiopod, bivalve, echinoid, ammonite, plant fossils and so on. Ammonite Hybonoticeratid species newly found from a few blocks indicate middle Kimmeridgian to early Tithonian age. Microscopic observation of HF-etched surface of argillites shows that the grain-size of plant debris contained in the sandy siltstone blocks are larger than those in the surrounding mudstone.

The mode of occurrence of the sandy siltstone blocks and differences in litho- and biofacies between the blocks and the surrounding mudstone indicate that the sandy siltstones are not interbedded with mudstone but are included as allochthonous blocks. These blocks were originally accumulated in shallower marine, probably environment and were brought into a deeper environment of shelf slope. The mixing of the allochthonous blocks with surrounding mudstones took place in early Tithonian.

Key words: megafossils, allochthonous block, Imaidani Group, Oriai Formation, Torinosu Group, Late Jurassic, ammonite, Ehime Prefecture

はじめに

鳥巢層群は西南日本外帯に分布する上部ジュラ系～下部白亜系の陸棚相碎屑岩層である。鳥巢層群は陸棚型とされる鳥巢式石灰岩を含むことで特徴づけられる(蔵田, 1940; 木村, 1956)。本層群の模式地は高知県佐川地域にあり, その相当層は九州から関東山地まで広く分布する(田村, 1960など)。例えば, 佐川地域の秩父累帯南帯では, 付加体である斗賀野層群の上位に七良谷層, そして鳥巢層群がその被覆層として累重している(Matsuoka, 1992)。

鳥巢層群から産出する大型化石の研究は古くからなされ, Yehara (1926), Kobayashi (1935), Sato (1962) などによるアンモナイトの記載, Kimura (1956) による二枚貝の記載や, Tamura (1961) による総括的研究などがあり, 地層の年代決定に役立ってきた。また, 鳥巢式石灰岩に関しては, 詳細な堆積学的研究がなされている(Kano, 1988; 森野, 1992など)。近年では, 放射虫化石に基づく年代データの蓄積が進められ(市川ほか, 1982; Aita and Okada, 1986; Matsuoka and Yao, 1990など), 付加体と関連させた構造発達

史のモデルも示されている(Matsuoka, 1992)。しかしながら, 石灰岩相以外も含めた鳥巢層群全体の堆積環境に関する研究は, 十分とはいえない。

愛媛県城川地域の秩父累帯南帯に属する地層は, 市川ほか(1956)および中川ほか(1959)によって, 南から高川層群, 古市累層および今井谷層群に区分された。このうち今井谷層群は鳥巢層群に相当し, 下部の下相累層と上部の中津川累層とに区分されている(中川ほか, 1959)。さらに彼らは, 中津川累層の砂岩や泥岩から, 二枚貝, アンモナイトなどの大型化石を報告している。高川層群は, 高知県佐川地域を模式地とする斗賀野層群(小林, 1931; 松岡, 1984 再定義)の西方延長にあたるため, 松岡(1998)はこれを斗賀野層群と呼んでおり, 本論文でもこれを踏襲する。なお, 中川ほか(1959)が地層名を定義した時点では「累層」という表現が用いられたが, 本論文では「層」と表記する。

筆者らは, 城川地域下相付近の黒瀬川河床に露出する今井谷層群下相層において, アンモナイトや二枚貝などの大型化石を産する泥質岩を発見した。本研究の結果, この泥質岩は泥岩基質中に含まれる異地性岩塊であることが明らかになっ

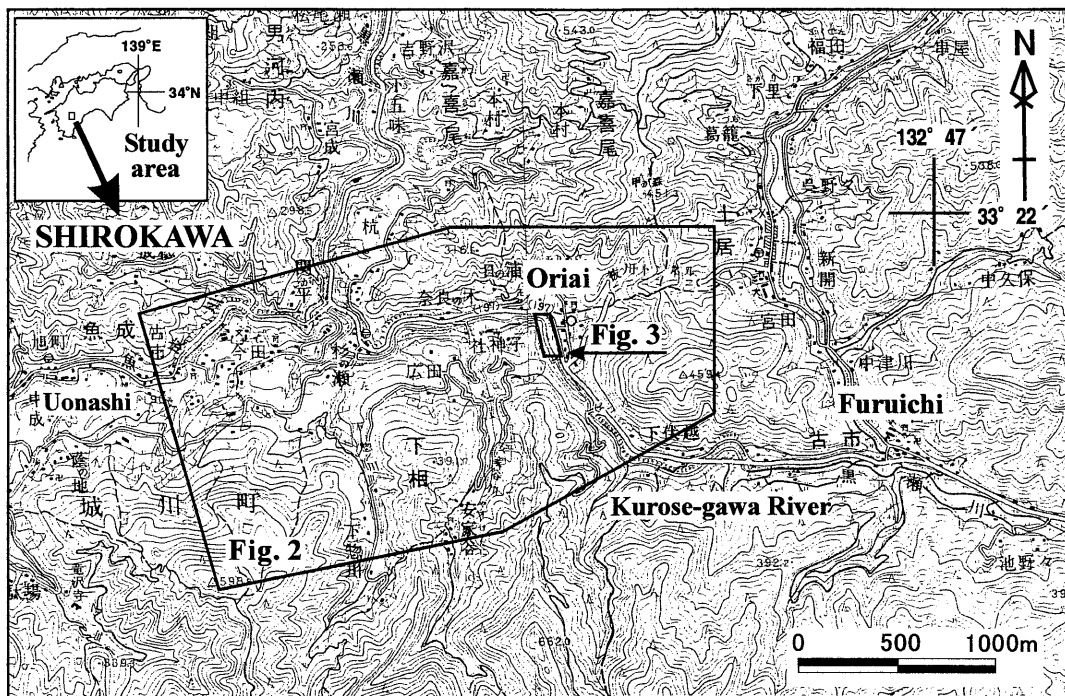


Fig.1. Index map showing the study area. Base map after 1:50,000-scale topographic maps, “Unomachi” and “Yusuhara”, Geographical Survey Institute of Japan.

た。本論文では、下相層の岩相層序を示すとともに、野外における含大型化石泥質岩塊の産状を詳細なスケッチを示して記載する。また、泥質岩塊に含まれる大型化石の種類や産状・産出量について報告する。さらに、異地性岩塊と基質との違いをより明確にするために、泥質岩試料にフッ化水素酸エッチング処理を施し、泥質岩の粒度などの観察を行った。これをもとに、泥質岩中に含まれる炭質物の粒径に着目し、含大型化石泥質岩と周囲の泥岩との比較を行う。これらの観察結果をふまえて、今井谷層群の堆積環境について議論し、含大型化石泥質岩の堆積環境とその混在化について考察する。

なお、今井谷層群の層序および地質構造の詳細ならびにアンモナイトの古生物記載については、それぞれ別稿で報告する予定である。

地質概説

調査地域は愛媛県東宇和郡城川町の魚成から下相にかけての地域である (Fig.1)。調査地域の概略的な地質図を Fig.2 に示す。本地域の秩父累帯南帯の地層は、北縁は魚成スラスト (池辺, 1936) によって秩父累帯中帯の野村層群 (市川ほか, 1954) と接する。

調査地域に分布する地層のうち、古市層は下位の斗賀野層群とは断層で接する。古市層から中津川層までは整合一連である。また、これらの地層は、東西性の走向を有し、北に 50° から 60° で傾斜する。古市層と斗賀野層群との境界断層および魚成スラストも、東西に近い走向をもち、北に中ないし高角度で傾斜する。

斗賀野層群は、チャートと砂岩を主体とし、泥岩、珪質泥岩および凝灰岩を伴う。模式地の斗賀野層群と同様に、チャート・碎屑岩シーケンスがスラストによって繰り返す覆瓦状構造をなす。

古市層は、おもに泥岩、凝灰岩からなり、砂岩および砂岩泥岩互層と少量の石灰岩を伴う。泥岩および凝灰岩は緻密で硬く、一部に葉理構造が見られるほかは、塊状を呈するものが多い。古市層上部の泥岩中には、径 5 cm ~ 2 m の石灰岩礫および岩塊が含まれることがある。なお、本層の砂岩泥岩互層中に生痕化石が見られる以外には、大型化石は産出してない。

今井谷層群下相層では、泥岩および砂岩泥岩互層が卓越する。泥岩には砂岩の薄層やレンズが挟まれる。また、泥岩中には鳥巢式石灰岩の岩塊、アンモナイトを含む含大型化石泥質岩塊などが挟まれる。下相層の詳しい岩相については後述する。

今井谷層群中津川層は、下相層と比べると全体に粗粒の岩相が卓越し、礫岩、砂岩、砂岩泥岩互層および鳥巢式石灰岩などからなる。礫岩はチャートの円礫ないし亜円礫からなる。砂岩は優白色のアルコース質であり、塊状を呈することが多い。砂岩泥岩互層をなす砂岩には斜交層理などの堆積構造がみられる。石灰岩は整合漸移関係で、上下に石灰質砂岩ないし石灰質泥岩を伴うことから現地性を示すものと判断される。中津川層の基底には凝灰質砂岩泥岩互層が特徴的に見られる。後述する黒瀬川河床や下惣川付近では、下相層の上位に凝灰質砂岩泥岩互層が整合に重なる関係が観察できる。

中川ほか (1959) は、今井谷層群下相層および中津川層の

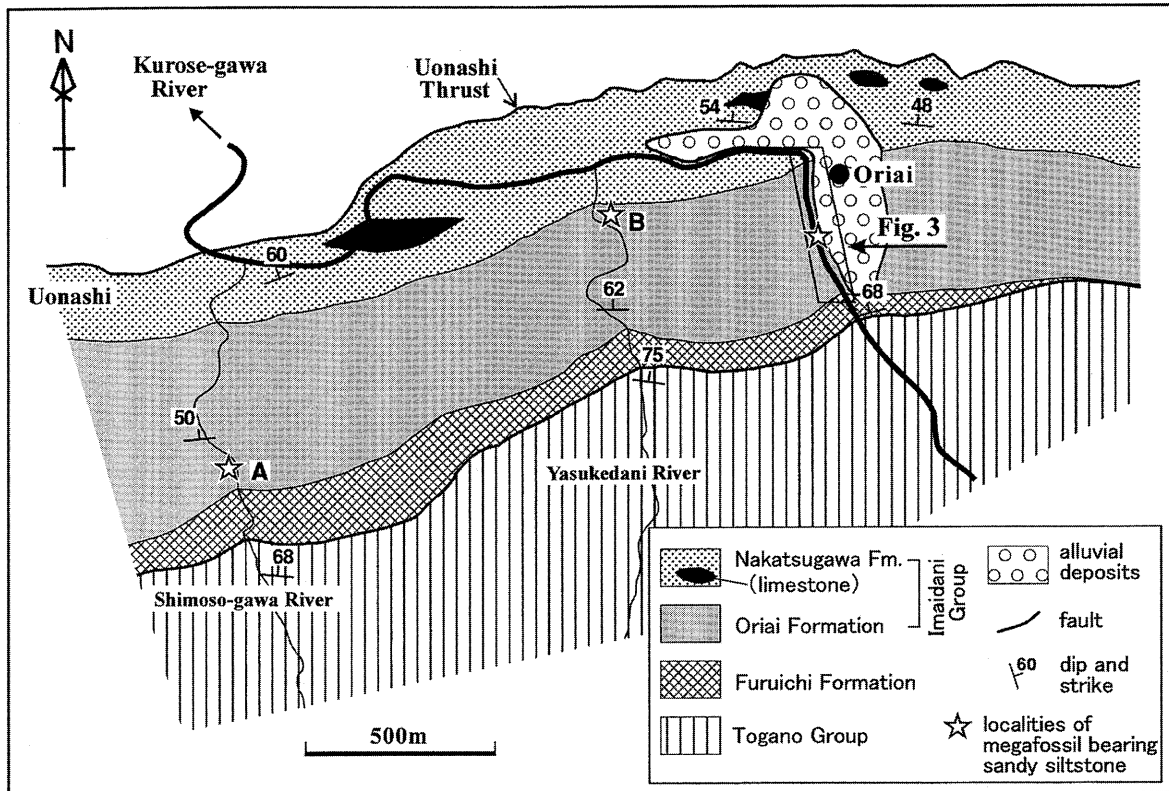


Fig.2. Geological map of the Shirokawa area, western Shikoku. Stars indicate the localities of sandy siltstone including megafossils.

年代について、産出するアンモナイトからジュラ紀新世とした。また、八尾ほか (1982) は、産出する放散虫化石群集を検討し、古市層の年代をジュラ紀新世中・後期、今井谷層群をジュラ紀新世後期 (Tithonian) とした。

今井谷層群下相層の岩相層序

城川町下相付近の黒瀬川河床には、古市層から下相層をへて中津川層の最下部にいたる地層が約 400 m にわたってほぼ連続的に露出し、それらの地層の岩相や層序を詳しく観察することができる。同河床において作成した 100 分の 1 スケールの露頭スケッチを簡略化したものを、Fig.3 および Fig.5 に示す。

下相層は、下位の古市層とは整合漸移関係にあり、珪質かつ硬質な凝灰質泥岩ないし泥岩から、やや軟質で非珪質な泥岩へと移化する層準を両層の境界とした。下相層の上位には中津川層が整合に重なる。中津川層の基底は凝灰質砂岩泥岩互層からなる。

下相層は、主として暗灰色泥岩からなり、砂岩泥岩互層、砂質シルト岩、砂岩を挟み、まれに礫岩を伴う。砂岩中の級化層理から、少なくとも下相付近の黒瀬川河床 (Fig.3 の範囲) では、地層は北上位を示すことが確認された。全層厚は約 365 m である。ここでは記載の便宜上、下相層を、下部、中部、上部、最上部の 4 つに区分する (Figs.3, 8)。含大型化石泥質岩岩塊を含む層準を中部とし、それより下位を下部、

上位を上部とする。最上部は、石灰岩岩塊を多量に含む地層からなる。それぞれの層厚は、下部から最上部に向かって、約 100 m, 65 m, 185 m, 15 m である。なお、この区分は本河床において適用するものであり、側方へ追跡できるかどうかについては、現在のところ評価できない。

下相層の下部は、主として暗灰色の塊状泥岩からなり、タービダイト起源の砂岩泥岩互層、砂岩を伴う。泥岩は、下位の古市層の泥岩に比べて、非珪質でやや軟質である。また、一部に葉理の認められる層状泥岩もある。泥岩中には、ところどころに細粒から中粒の砂岩をレンズ状ないし薄層として挟むとともに、赤褐色を呈する緻密で非常に硬いノジュール様の泥質岩を含む。特に下部の中ほどには、層厚 1 m の砂岩がブロックとして挟まれる。砂岩泥岩互層は、級化層理をもつ黒色の細粒ないし極細粒砂岩の薄層と、厚さ 5 ~ 10 cm の泥岩の互層からなる。

下相層の中部は、泥岩、砂質シルト岩からなり、砂岩を挟む。泥岩は暗灰色で塊状を呈する部分と、葉理の見られる層状泥岩とがあり、下相層下部の泥岩と類似している。砂岩は、細粒ないし極細粒で、薄いレンズ状を呈する。砂質シルト岩は、岩塊として泥岩中に含まれており、4 つの岩塊として認識される。詳細は次章で述べるが、これらの岩塊は周囲の泥岩よりも粗粒で、大型化石を多産するという特徴がある。産出する大型化石は、二枚貝、腕足類、ウニ、アンモナイトなどである。なお、このような砂質シルト岩は、黒瀬川河床よ

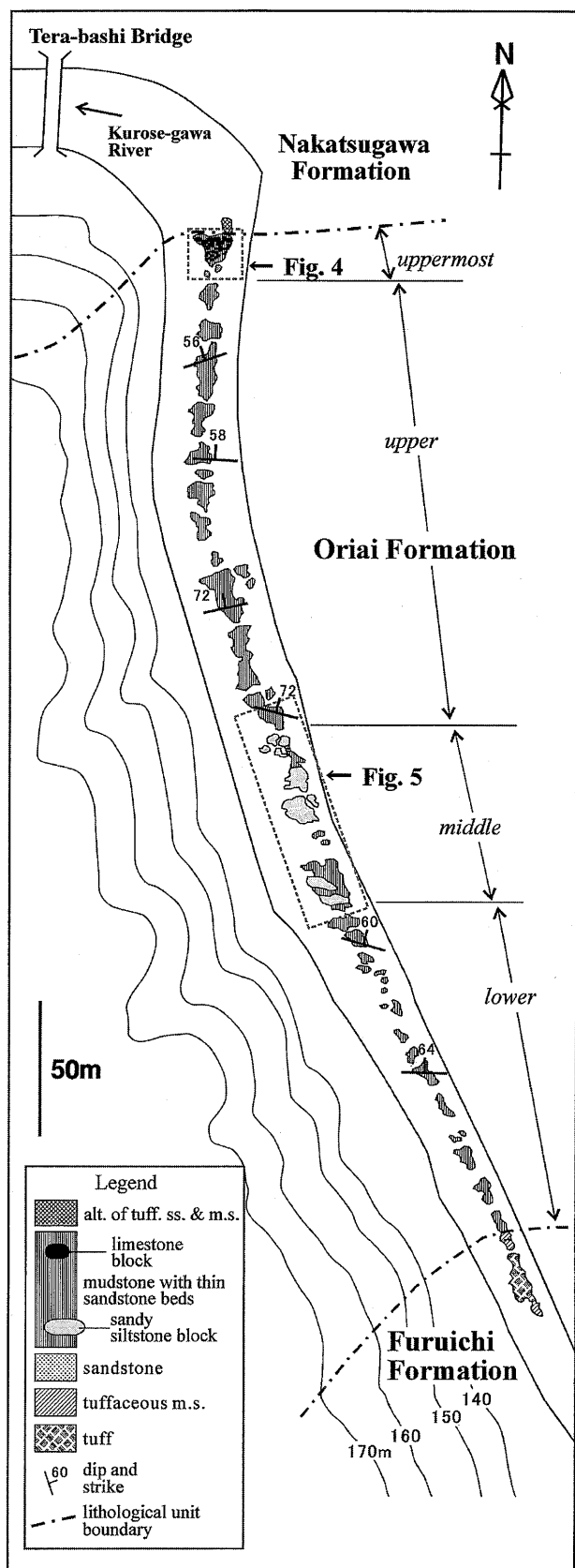


Fig.3. Route map showing a major litho-facies of the Oriai Formation along the Kurose-gawa River.

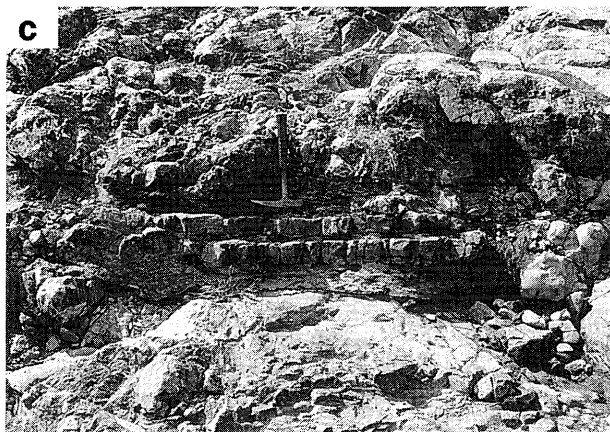
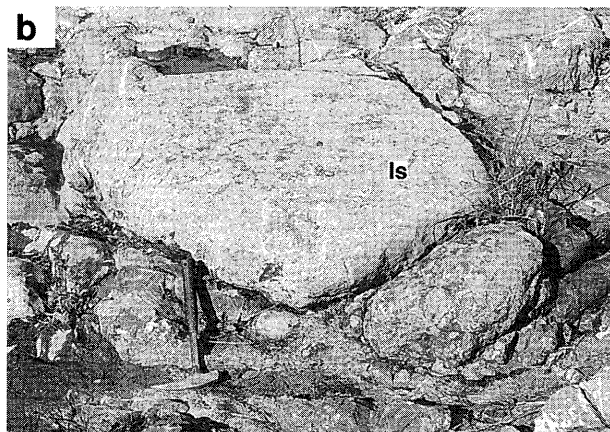
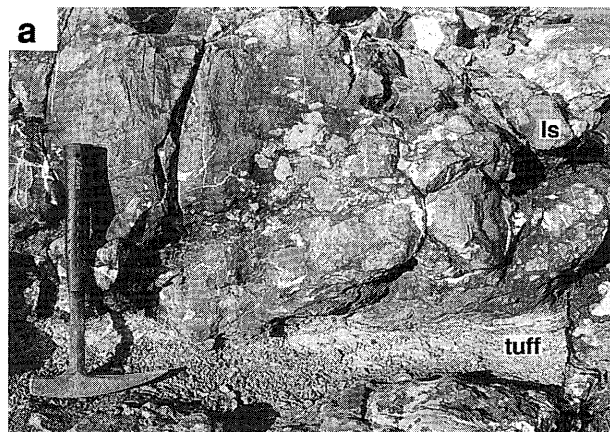


Fig.4. Photographs showing the occurrence of debris flow deposits with Torinosu-type limestone clasts in the uppermost part of the Oriai Formation at the banks of the Kurose-gawa River near Oriai. a: Matrix supported limestone (ls) clasts. Small clasts of limestone and tuff are contained in a calcareous sandstone matrix. b: A large clast of limestone (ls). c: A block of alternating beds of sandstone and mudstone. The hammer is 32.5 cm in length.

り西方の安家谷川沿いと下惣川においても確認されている(後述)。

下相層の上部は、泥岩が卓越し、タービダイトの砂岩泥岩互層、砂岩、礫岩を伴う。泥岩は暗灰色で塊状を呈し、炭質物が散在する部分も認められる。砂岩泥岩互層は、層厚 10

～20 cmの泥岩と数cm～20 cmの細粒～粗粒砂岩からなる。砂岩にはしばしば平行葉理が発達し、葉理に沿って炭質物が濃集することもある。上部の最上部では、砂岩の層厚は20 cmを超え、リズムカルな砂岩優勢の砂岩泥岩互層となる。下位の砂岩泥岩互層と比較すると、砂岩の割合が増す。互層をなす砂岩にはまれに生痕化石が認められる。また、泥岩中には頻りに砂岩を挟む。これらの砂岩は、ブロック化したものやレンズ状を呈するものが多い。さらに一部にはスランプ構造を示す砂岩層も認められる。また、一層準のみではあるが、チャート礫岩が剪断を受けた泥岩中にレンズ状に挟まれる。この礫岩は厚さ約1 mで、側方には2 mほどしか連続しない。

下相層の最上部は、石灰岩、砂岩、泥岩、砂岩泥岩互層および凝灰岩が、大小様々な岩塊として含まれる礫質岩からなる (Fig.4)。基質はおもに泥岩からなり、石灰岩礫の基質として石灰質砂岩も見られる。石灰岩は、灰色から灰黒色を呈し、瀝青質で、ウニの刺、サンゴおよび二枚貝などの化石を含み、鳥巣式石灰岩の特徴を備えている。石灰岩は、石灰質砂岩および泥岩中に径数cmの礫から2 m前後の岩塊として含まれる。本礫質岩の下半部には、径数cmの石灰岩礫が濃集して見られ (Fig.4.a)、上部には長径2 m前後の大きな岩塊が多数集積する産状が認められる (Fig.4.b)。これらの石灰岩礫に対して、凹凸の形態を示す境界面をもって、厚さ約1.5 mの含泥礫岩層が累重する。礫種は石灰岩、チャートや細粒砂岩で、円磨された細礫として泥岩基質中に無秩序に含まれている。最上部に含まれる石灰岩以外の岩塊として、粗粒砂岩、塊状泥岩、砂岩泥岩互層および凝灰岩が見られる。砂岩泥岩互層は、長さ約1 mの岩塊として、成層構造を残した状態で含まれる (Fig.4.c)。凝灰岩は、緑色を呈し、部分的に岩塊の間を埋めるような産状を示す (Fig.4.a)。

含大型化石泥質岩の岩相と産状

下相層中部の含大型化石泥質岩は、4つの岩塊として泥岩中に含まれる。本論文では下位のものからブロック1～4とよぶ (Fig.5)。この4つの岩塊は、塊状あるいは層状を呈する砂質シルト岩ないしシルト岩からなり、大型化石を含むという共通点が見られる。ここでは、それぞれの岩塊について、その大きさ、周囲の地層との関係および岩相について述べる。

ブロック1は、最も下位側に位置する岩塊で、その露出範囲は東西約10 m、南北7 mである。岩塊の南縁は、砂岩をレンズ状に挟む泥岩と、走向・傾斜がN67°W・72°Nの断層によって接している (Fig.6.a)。断層面を挟んで幅約50 cmが剪断帯となっている (Fig.6.b)。岩塊の北縁は、西側約3 mについてはN58°W走向の断層によって泥岩と接している。東側では泥岩と密着しており、泥岩層に取り囲まれているように見える。本岩塊の岩相は暗灰色の砂質シルト岩で、塊状を呈する。径約5 cmの球状を呈する泥質ノジュールがところどころに含まれる。この岩塊からは、アンモナイトが1個体得られた (Fig.5.c)。

ブロック2の見かけ上の大きさは約10×5 mである。岩

塊の西縁以外では、周囲の泥岩との接触関係が観察できる。南縁については、凹凸状の形態を示す不規則な境界面で泥岩と密着している。両者の間には、漸移関係は認められない。北縁から東縁にかけても、泥岩とは漸移せず密着している。岩相はシルト岩もしくは砂質シルト岩である。岩塊の南縁付近では成層構造が保存され、その層理面はN64°W・20°Nの走向・傾斜を示す。

ブロック3は4つの岩塊の中では見かけ上最大で、その露出範囲は20×15 m以上である。岩塊の北縁は、幅およそ1 mの剪断帯を伴う東西性の断層で泥岩と接している。露出不良のため、北縁部以外での周囲との関係は不明である。岩相は砂質シルト岩ないしシルト岩である。全体に生物擾乱を受けて塊状をなし、明瞭な堆積構造は見られない。岩塊の中ほどには、直径1～7 cmの硬質なノジュールが多数含まれる。他の岩塊に比べて材化石が目立ち、長さ数cmの植物片を多量に含む。また、二枚貝や腕足類などの大型化石の産出頻度も高く、アンモナイトが3個体得られた (Fig.5.b)。

ブロック4の露出範囲はおよそ14×12 mである。岩塊の東縁では、周囲の泥岩とは入り組んだ状態で接していることが観察できる。これは、泥岩の上位に低角度で岩塊が重なっているためである。岩塊と泥岩との境界面の平均的な走向・傾斜は、N25°W・20°Nである。岩塊のすぐ東側の泥岩中に挟まれる砂岩層の走向・傾斜はN80°W・50°Nとなっており、境界面とは斜交する。両者は、明らかに漸移関係にはない。北縁部は、砂質シルト岩が小ブロックとして、泥岩中に取り込まれているように見える。本岩塊の岩相は、シルト岩および砂質シルト岩である。他の岩塊に比べてやや細粒、緻密であり、層状を呈する部分がある。岩塊の南縁付近からアンモナイトが1個体得られた。

泥質岩岩塊に含まれる大型化石

これまでの調査において、古市層や今井谷層群下相層の大半を占める泥岩層からは、大型化石を発見していない。しかしながら、黒瀬川河床の下相層において見出した4つの泥質岩岩塊は、多数の大型化石を含むことが明らかとなった。ここでは、泥質岩岩塊から産出した化石の種類ごとに、その産状、産出量などについて述べる。

腕足動物化石はブロック1～4のすべての岩塊から産出した。多くは*Rhynchonella* sp.である。小型のものがほとんどで、殻長、殻幅はともに1 cm前後である。合弁個体として散点的に含まれ、殻体は変形を受けず、殻も保存されているものが多い。泥質岩岩塊から産出する大型化石の中では最も産出量が多く、これまでに合計30個体以上を得ている。

二枚貝化石は腕足動物化石と同様に、ブロック1～4のすべてから産出した。*Nuculana* sp., *Entolium* sp. およびカキ類などが含まれる。二枚貝類の大きさは、殻長、殻高ともに1 cm程度と小型で、合弁の個体として産出することが多い。しかしながら、保存状態は不良で、殻は溶解しているものが多い。腕足動物化石に次いで産出頻度が高く、20個体以上を得た。

ウニ類の化石は、ブロック3および4から産出した。特に

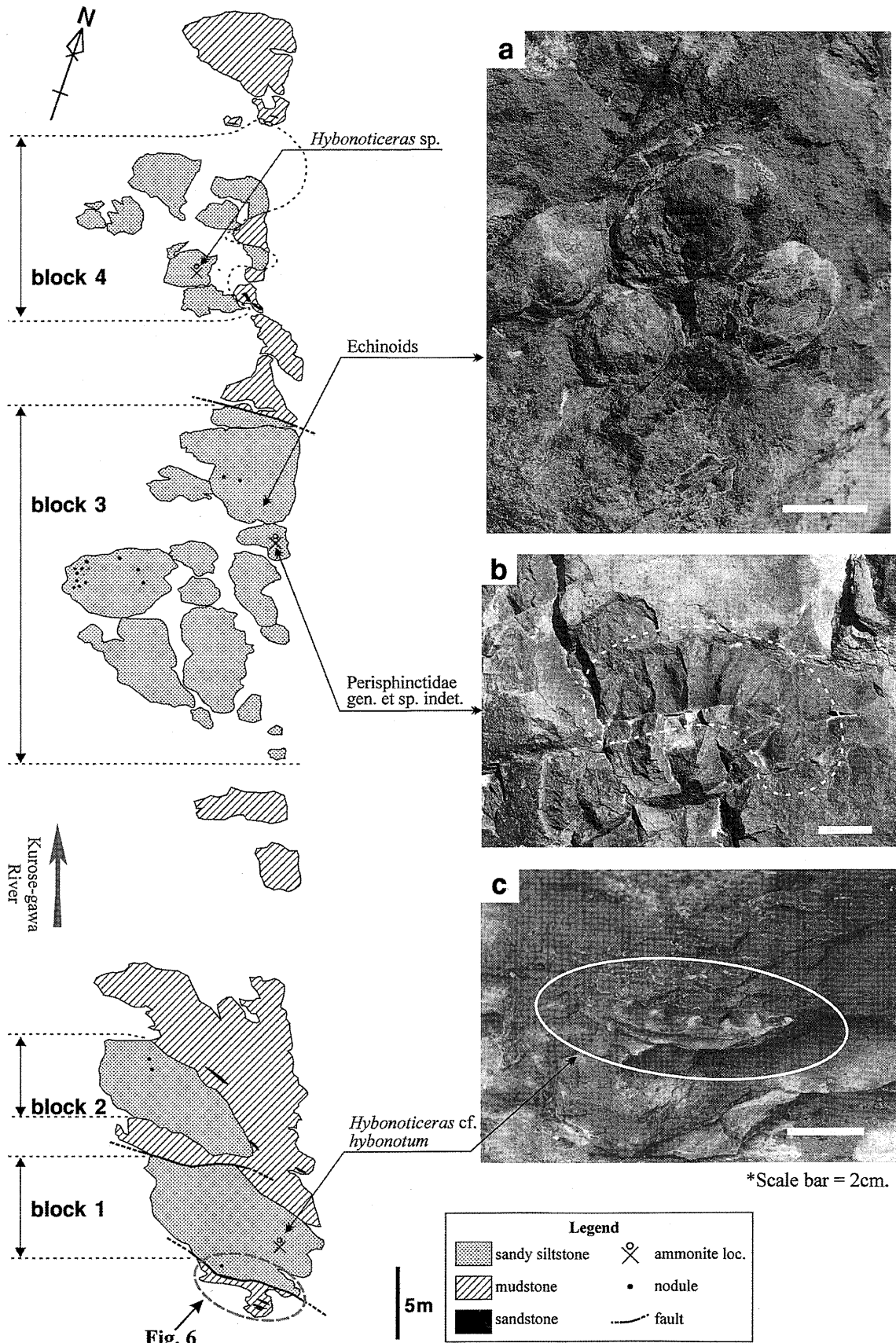


Fig.5. Sketch maps showing the occurrence of allochthonous sandy siltstone blocks. Photographs (a, b and c) show the mode of occurrence of megafossils in the blocks. a: Four echinoid bodies in block 3. b: An ammonite *Perisphinctidae* gen. et sp. indet. in block 3. c: An ammonite *Hybonoticerias* cf. *hybonotum* Oppel in block 1.

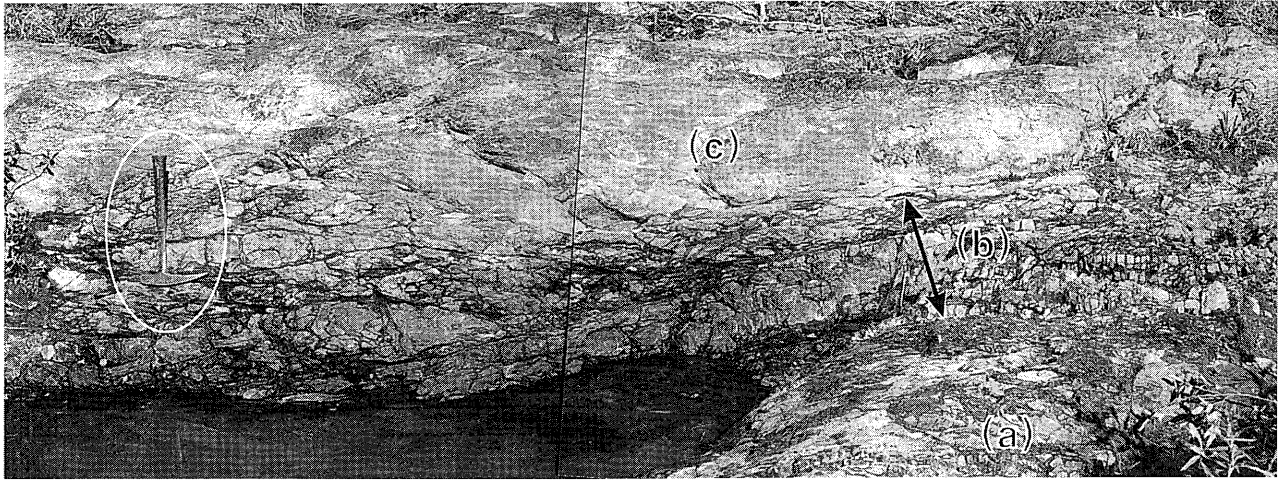


Fig.6. Outcrop photograph showing the boundary between an allochthonous block (block 1) and mudstone of the Oriai Formation. a: Mudstone containing thin sandstone layers. b: Shear zone. c: Lower part of the massive sandy siltstone block. The locality is shown in Fig.5. The hammer is 32.5 cm in length.

ブロック3においては、ブンブクウニ類の数個体が密集している産状が見られた (Fig.5.a)。ウニ類の化石は、殻体全体が保存されており、保存状態は良好である。ブロック3からは7個体、ブロック4からは3個体を発見した。

アンモナイト化石は、5個体が得られた。ブロック1からは、*Hybonoticeras* cf. *hybonotum* Oppel を発見した (Fig.5.c)。この個体は、圧密を受けてやや扁平化した内型からなり、直径は約11 cmである。ブロック3からは、*Hybonoticeras* sp. および *Perisphinctidae* 科の未定種 (Fig.5.b) が産出した。Fig.5.b に産状を示した個体は、やや風化した螺環の一部である。ブロック4からは、*Hybonoticeras* sp. の螺環の破片を発見した。

また、上述した以外の化石として、植物化石と生痕化石が発見されている。特にブロック3からは保存の良いシダ植物化石や、長さ45 cm、太さ10 cmの材化石が産出した。同ブロックには、直径5 mmほどのパイプ状の生痕化石も見られた。

なお、岩相層序の章でも触れたが、下相の黒瀬川河床から西方約2 kmの下惣川 (Fig.2の☆印A) においても、含大型化石泥質岩に類似した砂質シルト岩が見られる。そこでは *Myophorella* sp. などの二枚貝類、アンモナイトの螺環の一部、シダ植物化石が産出し、生痕化石も観察されている。また、安家谷川沿いの道路脇 (Fig.2の☆印B) に露出する砂質シルト岩からは、小型の二枚貝化石が産出した。

泥質岩のフッ化水素酸エッチング面の観察

1. 目的と手法

泥質岩は細粒なため、野外ではその粒度や堆積構造を把握することが難しい。フッ化水素酸エッチング処理を施すことにより、岩石表面を化学的に風化させ、微妙な粒度の違いや堆積構造・生物擾乱の有無などが観察できるようになる (Fig.7)。エッチング処理後の試料は、全体的に白味がかつた色に変化するため、炭質物は黒色の斑点として容易に認識

できる。

泥質岩が卓越する下相層において、含大型化石泥質岩岩塊と、その他の泥岩との違いを明確にすることを試みた。その結果、泥質岩中に普遍的に含まれている炭質物の見かけのサイズには、明瞭な違いが認められることが明らかとなった。本研究では、黒瀬川河床に分布する古市層および下相層の泥質岩34試料に対して、エッチング面の観察を行った。

本研究で用いたエッチング処理の手法について述べる。泥質岩試料を岩石カッターでなるべく層面に直交する方向で切断する。切断した試料を、濃度5%のフッ化水素酸溶液に約8時間反応させたあと、水洗を施し、さらに水に約1日浸透させて酸抜きを行う。その後、試料を自然乾燥させたうえで、その表面について肉眼観察および実体顕微鏡を用いた鏡下観察を行った。ただし、剪断を受けていて小さく崩れてしまう試料については、切断せずにエッチング処理をし、観察した。

2. エッチング面の観察結果

エッチング面の観察から、泥質岩の粒度、生物擾乱の程度および炭質物に着目し、泥質岩を次の4つに大別した。

①極めて均質で淘汰が良く、細粒で塊状な泥岩 (Fig.7.b)。炭質物の含有量は少ない。

②平行葉理をもつ泥質岩 (Fig.7.c)。級化層理を確認できる試料もあり、その場合は地層の上下判定にも有効となる。個々の葉理の下部は中粒～粗粒シルトからなり、漸移的に上方に極細粒～細粒シルト岩へと級化する (Fig.7.c)。炭質物の量は①に比べて多く、葉理にそって濃集する場合もある。

③生物擾乱を受けて粘土とシルトが斑点状に混在する泥質岩 (Figs.7.a, 7.d)。多くの場合、不均質・不淘汰で中粒～粗粒シルト岩からなる。また、粗粒砂サイズまでの粒子が点在するものもある。処理前に塊状と判断した泥岩のほとんどがこれに当てはまる。なかにはパイプ状の生痕化石が、葉理構造を乱している様子を確認できる試料もある。炭質物はエッチング面に散在して見える。

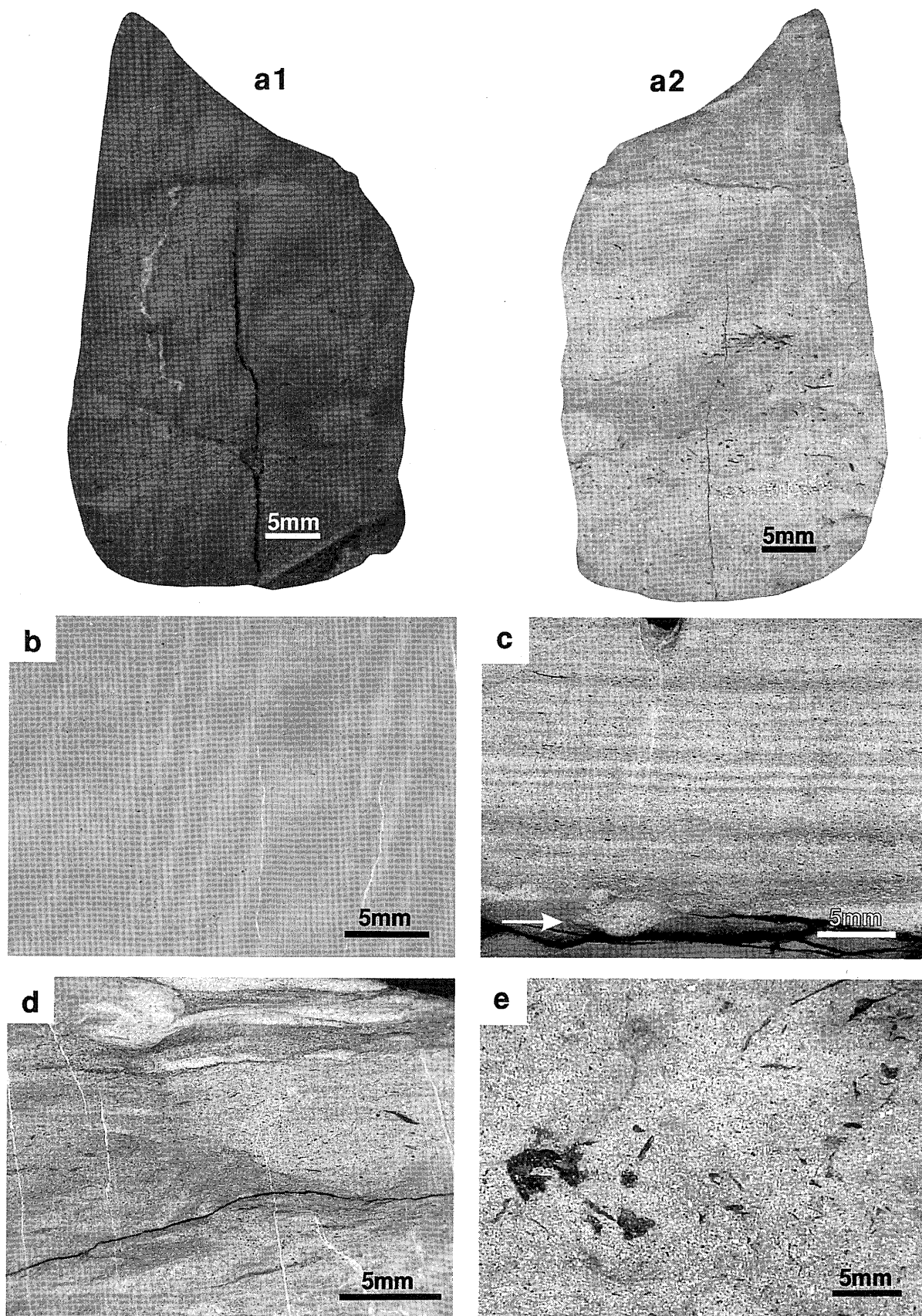


Fig.7. Photographs of etched mudstone surface. a1: Unetched sample of massive mudstone. Textures are poorly visible. a2: Etched surface of sample a1. The black grains are carbonaceous matters. b: Massive fine-grained mudstone without sedimentary structures. c: Laminated siltstone. Note the occurrence of burrow parallel to bedding plane (arrow). d: Bioturbated thin-bedded mudstone. e: Massive sandy siltstone containing abundant plant debris.

④上記の①～③の泥質岩と比べて明らかに粒度が粗く、生物擾乱によってほぼ均質化した塊状砂質シルト岩 (Fig.7.e). 炭質物の含有量が多い。

以上の4つに区分した泥質岩と、黒瀬川河床における岩相層序との対応関係について述べる。①については、主に古市層の泥岩や下相層下部の泥岩が相当する。また、下相層の泥岩中にレンズ状に挟まれるノジュール様の泥質岩もこのタイプにあてはまる。②および③のタイプは、下相層の大部分を占める泥岩が相当する。両者の差は、生物擾乱を被った程度の差を反映しており、特定の層準に卓越するものではない。④の泥岩は下相層中部の含大型化石泥質岩が相当する。

3. 炭質物のサイズ区分と変化

泥質岩中に含まれる炭質物について、見かけの長辺を計測し、碎屑粒子の粒度区分を参考に、便宜的に次の5つのサイズに区分した。すなわち、'極小' (1/8 mm 以下), '小' (1/8 ~ 1/2 mm), '中' (1/2 ~ 2 mm), '大' (2 ~ 64 mm), '極大' (64 mm 以上) の5つである。また、泥岩試料中に含まれる炭質物の最小サイズと最大サイズの間をサイズ分布とし、これを Fig.8 に太い実線で表現した。

古市層の泥岩に含まれる炭質物は'極小' サイズのものに限られる。シルトサイズの碎屑物粒子よりも小さく、肉眼では観察できないが、鏡下において認識することができる。下相層の下部から中部にかけては、古市層の泥岩に特徴的な'極小' サイズの炭質物のみならず、'小' サイズのものが多く見られる。下相層上部の泥岩には、最大で'中' や '大' サイズの炭質物が含まれるようになる。中部の含大型化石泥質岩岩塊には'極小' から '極大' までの様々な大きさの炭質物を多量に含む。最大の材化石は、長さ 40 cm を超える。

黒瀬川河床における連続層序に対して、上位に向かって炭質物の粒径が大きくなる傾向が読み取れる。含有量については、定量化していないが、古市層や下相層下部では少ない。また、下相層では、上位へ向かって多くなる傾向にある。一方、下相層の中部に含まれる含大型化石泥質岩岩塊は、本河床の中で唯一 '極大' サイズまでの炭質物が多量に含まれている。つまり、下相層の泥岩と、含大型化石泥質岩岩塊の間には、岩相および含有する炭質物において、明瞭な違いが認められる。

考 察

1. 今井谷層群下相層の堆積環境

下相層の堆積環境について、その岩相に基づいて検討を加える。下相層は、泥岩と砂岩泥岩互層が卓越する地層である。特に黒瀬川河床では泥質岩が卓越し、ところどころにタービダイト砂岩が挟まれる。明瞭な砂岩泥岩互層は下相層の上部においてのみ見られる。このうち泥質岩中にはしばしば級化層理をもつシルトと粘土からなる葉理構造が見られ、低密度混濁流から生じた細粒タービダイトに比較できる。また、一部の砂岩層には、明らかにブロック化したものやスランプ褶曲も認められ、下相層の一部には斜面相を示唆する堆積物が存在している。

次に、化石相の観点から検討を加える。黒瀬川河床におけ

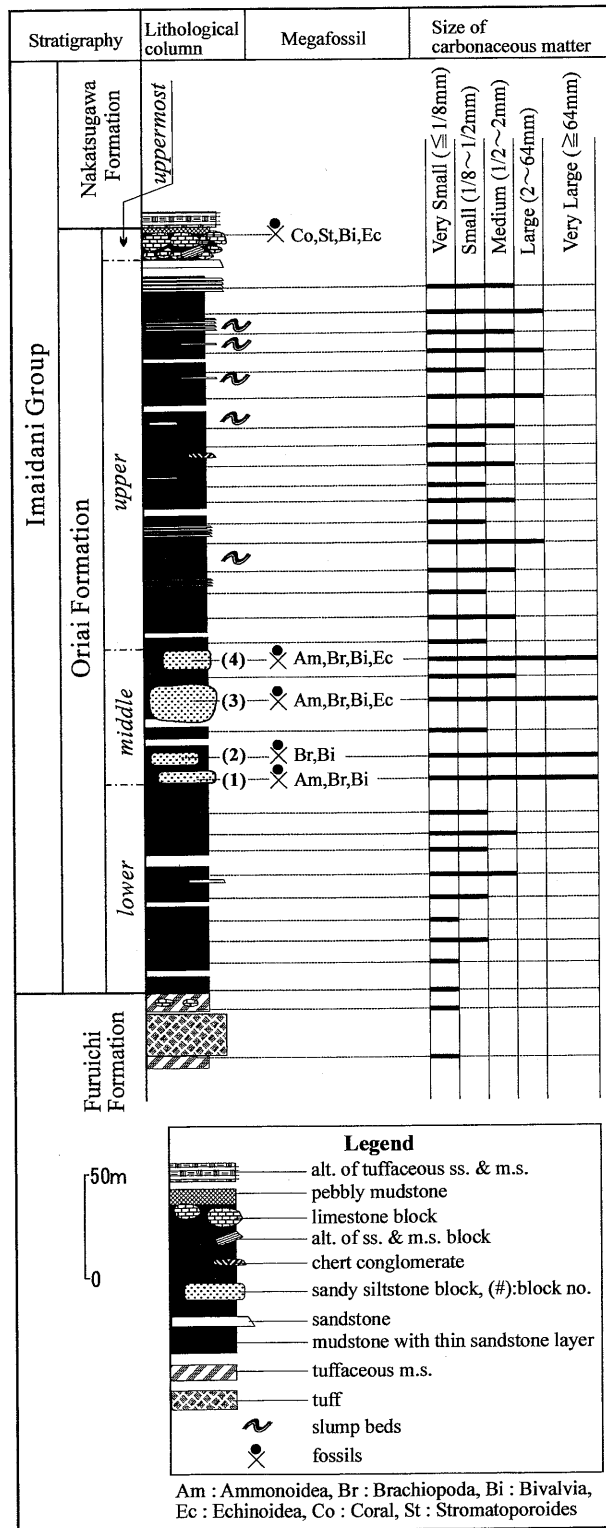


Fig.8. Combined geologic columnar section with megafossil horizons and size of carbonaceous matters. See Fig.3 for location of section. Bold horizontal lines represent a range of grain size of plant debris in mudstone samples.

る下相層中部の含大型化石泥質岩にのみ、海生動物化石が豊富に含まれる。これに対して、他の層準の泥質岩では、エッチング観察の結果、生痕化石の存在が確認されたものの、含

大型化石泥質岩に含まれるような海生動物化石は産出してない。砂岩についても同様に、生痕化石が認められたのみである。このことは、含大型化石泥質岩を除く下相層の堆積場が、大型の海生動物に富む陸棚域ではなく、より深い環境にあった可能性を示している。

以上のように、下相層の岩相および化石相から推測される堆積環境としては、斜面域が考えられる。

2. 含大型化石泥質岩の堆積環境

前述した含大型化石泥質岩岩塊の特徴として、以下の4点をあげることができる。含大型化石泥質岩は、1) 周囲の泥岩層に比べて粗粒な砂質シルト岩からなる。2) 全体に生物擾乱を強く受けており、塊状を呈する部分が多い。3) 保存良好の海生動物化石を産する。4) 炭質物の含有量が多く、材化石も多産する。以上の特徴から、含大型化石泥質岩の堆積環境は、海生生物が多数生息する浅海域であったと推察される。つまり、含大型化石泥質岩の初生的な堆積場は、先に述べた下相層の堆積場とは異なっていたことを示唆している。

下相層の上位に重なる中津川層の砂岩や泥岩からは、アンモナイト *Hybonoticerias* sp., 二枚貝, 珪化木などの大型化石が報告されている (中川ほか, 1959)。筆者らのこれまでの調査においても、中津川層の泥岩から、アンモナイト, 二枚貝, ウニなどの化石を得ている。この泥岩は塊状で、炭質物に富み、大型化石を散点的に含んでいる。また、現地性を示す石灰岩の上位に重なる石灰質な砂質泥岩からは、腕足類, 二枚貝, 生痕化石などの大型化石を発見している。他地域の鳥巢層群においても、二枚貝やアンモナイトなどの大型化石は、現地性の鳥巢式石灰岩と同層準ないしは上下の層準にあたる石灰質泥岩や石灰質砂岩などから産出していることが多い (Kobayashi, 1935; 木村, 1956; 田村, 1960 など)。このような化石の産出状況から、大型化石は礁性石灰岩の形成場に近接した陸棚上の堆積物中に含まれることが多いといえる。

下相層の含大型化石泥質岩の岩相・生相上の特徴は、炭質物に富み、生物擾乱を被り、動植物群を産出することであり、中津川層の大型化石を産出する泥岩によく似ているといえる。したがって、含大型化石泥質岩は、この中津川層の泥岩と類似した環境で堆積した地層である可能性が高い。つまり、含大型化石泥質岩の初生的な堆積環境としては、中津川層と同様、陸棚域が想定される。

黒瀬川河床において、4つのブロックとして認識される含大型化石泥質岩岩塊の間には、粒度の違い、堆積構造の有無などに相違が認められる。この違いは、初生的な堆積場における層準の差を反映しているものと思われる。ただし、4つのブロックから産出した化石群集はともに類似しており、現段階ではもとの層序を復元することはできない。つまり、4つの含大型化石泥質岩岩塊は、ともにほぼ同一の陸棚環境で堆積していた地層と考えられる。

3. 含大型化石泥質岩岩塊の混在化とその時期

黒瀬川河床での下相層中部の含大型化石泥質岩は、周囲の泥岩中にブロック状にとりこまれ、孤立しているように見え

る。また、含大型化石泥質岩は陸棚域で形成されたと考えられる。一方、周囲の泥岩は斜面域の堆積物に比較できることから堆積場を異にする。これまで述べてきたような、産状の観察事実ならびに岩相および化石相の差異から、含大型化石泥質岩は異地性岩塊として泥岩中にとりこまれているといえる。

含大型化石泥質岩と周囲の泥質岩との接触関係については、ブロック2や4において、岩塊と周囲の泥岩とは明瞭であるが、不規則な境界をもって密着して接し、漸移しない様子が観察された。このような産状から、含大型化石泥質岩と周囲の泥質岩とは、巨礫と基質の関係にあるものと判断できる。しかし、下相層中部の泥岩には、含大型化石泥質岩以外の異地性岩塊が見られない。また、含大型化石泥質岩中には未固結時の変形構造が認められず、周囲の泥質岩中にもスランプ構造などの顕著な構造変形は見られない。したがって、4つの岩塊は、土石流堆積物のような高密度流や大規模なスランプ堆積物ではなく、滑動もしくはクリープによって、より深い斜面域の堆積盆へともたらされた可能性が考えられる。

黒瀬川河床以外の地点でも、下相層からは黒瀬川河床のものと同化した含大型化石泥質岩が見出されている (Fig.2)。つまり、下相層は局所的に含大型化石泥質岩からなる異地性岩塊を含む地層であり、黒瀬川河床の含大型化石泥質岩岩塊の存在はその一例を代表しているといえる。以上のことから、下相層の堆積場には、アンモナイトを含むような浅海域の地層が散発的に崩壊し、異地性岩塊として供給されていたと考えられる。

前述のとおり、ブロック2を除く3つの含大型化石泥質岩岩塊から、*Hybonoticerias* 属のアンモナイトが産出した。*Hybonoticerias* 属は Kimmeridgian 中期から Tithonian 前期を示す (Arkell et al., 1957)。特に *Hybonoticerias hybonotum* Oppel は、テチス地域における Tithonian 階最下部の化石帯である *Hybonoticerias hybonotum* 帯を特徴づける種である。したがって、少なくとも3つの含大型化石泥質岩岩塊の原岩が堆積した年代は、Kimmeridgian 中期から Tithonian 前期が示唆される。一方、岩塊を含む周囲の地層の年代については、放散虫化石から今井谷層群の年代はジュラ紀後期 (Tithonian) とされている (八尾ほか, 1982)。下相層の上位層である中津川層からも *Hybonoticerias* 属のアンモナイトが報告されている (中川ほか, 1959)。これらを考慮すれば、含大型化石泥質岩の混在時期は、Tithonian 前期と推定される。

これらの考察を踏まえ、下相層の上下の地層を含めた大域的な堆積環境について検討を加える。下相層の下位層である古市層は、泥岩が卓越し、石灰岩岩塊を含むことから、下相層と類似した環境、すなわち斜面で堆積した地層と考えられる。また、下相層の上位に整合に重なる中津川層は、現地性を示す礁性の石灰岩を含むことから、大陸棚ないしそれ以浅の環境で堆積した地層であるといえる。一方、層序的最下位の斗賀野層群は、付加体と考えられている (松岡, 1984; Matsuoka, 1992 など)。したがって、付加体の上位に位置し、斜面相から浅海相の特徴を有する地質体である古市層、

今井谷層群下相層および中津川層は、付加体被覆層であると判断される。

ま と め

1. 愛媛県城川地域に分布する今井谷層群下相層において、含大型化石泥質岩が泥岩中の異地性岩塊として混在する産状を発見した。
2. 含大型化石泥質岩は、生物擾乱を受けて塊状となった砂質シルト岩からなり、腕足類、二枚貝、ウニ、アンモナイトおよび材化石などの大型化石を含む。
3. エッチング処理を施した泥質岩を観察した結果、含大型化石泥質岩岩塊は基質の泥岩よりも粗粒な炭質物を含むことが明らかになった。
4. 下相層の含大型化石泥質岩の岩相・生相上の特徴から、含大型化石泥質岩の初生的な堆積環境は、中津川層と類似の陸棚域が想定される。また、その初生的堆積時期は、Kimmeridgian 中期から Tithonian 前期が示唆される。
5. 含大型化石泥質岩は、斜面崩壊に伴いブロック化し、下相層形成場である斜面域の堆積盆へと移動し、泥岩中に混在した異地性岩塊であると考えられる。
6. 含大型化石泥質岩岩塊の混在化の時期は、Tithonian 前期と推定される。

謝 辞

本論文をまとめるにあたり、新潟大学理学部の長谷川美行名誉教授ならびに、田沢純一教授、新川 公助教授、栗田裕司助教授、地球史セミナーに所属する院生および学生諸氏からは、セミナーを通して種々のご意見をいただいた。本学大学院自然科学研究科の石原敬久氏（現高崎市立矢中^{やなか}中学校）には、現地において討論をしていただき、貴重なご助言をいただいた。九州大学理学研究院の坂井 卓博士ならびに編集幹事である高知大学理学部の近藤康生教授には査読を通して、多くの有益なご教示を賜り、原稿が大きく改善された。また、城川町在住の森 敦美氏からは、下相層中の異地性岩塊から発見されたアンモナイト化石 1 個体をお借りした。城川町役場の高橋 司氏をはじめ、城川町教育委員会の方々には、現地での調査および宿泊に関して多大な便宜を図っていただいた。以上の方々には深い感謝の意を表す。

文 献

- Aita, Y. and Okada, H., 1986, Radiolarians and calcareous nannofossils from the uppermost Jurassic and Lower Cretaceous strata of Japan and Tethyan regions. *Micropaleontology*, **32**, 97-128.
- Arkell, W. J., Kummel, B. and Wright, C. W., 1957, Mesozoic Ammonoidea. In Moore, R. C., ed., *Treatise on Invertebrate Paleontology. Part L. Mollusca 4. Cephalopoda. Ammonoidea*. Geol. Soc. Am. and Univ. Kansas Press, Lawrence, Kansas, L80-L465.
- 市川浩一郎・石井健一・中川衷三・須鎗和巳・山下 昇, 1954, 愛媛県の黒瀬川構造帯周縁部の中古生界. 日本地質学会第 61 年学術大会講演要旨, 310-311.
- 市川浩一郎・石井健一・中川衷三・須鎗和巳・山下 昇, 1956, 黒瀬川構造帯 (四国秩父累帯の研究Ⅲ). 地質雑, **62**, 82-103.
- 市川浩一郎・中谷登代治・松岡 篤・八尾 昭, 1982, 四国・紀州の鳥巢層群と相当層の年代関係. 日本地質学会第 89 年学術大会講演要旨, 216.
- 池辺展生, 1936, 魚衝上に就いて. 地球, **25**, 399-409.
- Kano, A., 1988, Facies and depositional conditions of a carbonate mound (Tithonian-Berriasian, SW-Japan). *Facies*, **18**, 27-48.
- 木村敏雄, 1956, 鳥巢層群の層序および鳥巢石灰岩に関する研究. 地質雑, **62**, 515-526.
- Kimura, T., 1956, Some pelecypods from the upper Jurassic Torinosu group in Kochi Prefecture, Japan. *Jour. Earth Sci., Nagoya Univ.*, **4**, 80-90.
- 小林貞一, 1931, 土佐国佐川の三疊紀層と上部古生層の横移岩塊 (クリッペン) (其 1). 地質雑, **38**, 223-246.
- Kobayashi, T., 1935, Contributions to the Jurassic Torinosu Series of Japan. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **12**, 69-91.
- 蔵田延男, 1940, 斗賀野盆地四近の地質学的研究—鳥巢統の層序学的考察を主題として— (其の 1). 地質雑, **47**, 507-516.
- 松岡 篤, 1984, 高知県西部秩父累帯南帯の斗賀野層群. 地質雑, **90**, 455-477.
- Matsuoka, A., 1992, Jurassic-Early Cretaceous tectonic evolution of the Southern Chichibu terrane, Southwest Japan. *Palaeogeogr. Palaeoclimatol. Palaeoecol.*, **96**, 71-88.
- 松岡 篤, 1998, 四国西端部秩父累帯の地体構造区分. 地質雑, **104**, 565-576.
- Matsuoka, A. and Yao, A., 1990, Southern Chichibu Terrane. In Ichikawa, K., Mizutani, S., Hara, I., Hada, S. and Yao, A., eds., *Pre-Cretaceous Terranes of Japan*, Publication of IGCP Project, no. 224, 203-216.
- 森野善広, 1993, 高知県物部地域の下部白亜系鳥巢式石灰岩の生成環境. 地質雑, **99**, 173-183.
- 中川衷三・須鎗和巳・市川浩一郎・石井健一・山下 昇, 1959, 黒瀬川構造帯周辺の地質 (四国秩父累帯の研究Ⅳ). 徳島大学芸紀要 (自然科学), **9**, 33-58.
- Sato, T., 1962, Etudes biostratigraphiques des Ammonites du Jurassique du Japon. *Mém. Soc. Géol. France*, **94**, 1-122.
- 田村 実, 1960, 鳥巢層群および類似層の層位学的研究. 熊本大教育学部紀要, 特別号, no. 8, 1-40.
- Tamura, M., 1961, The Torinosu Series and fossils therein. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **32**, 219-252.
- 八尾 昭・松岡 篤・中谷登代治, 1982, 西南日本のトリアス紀・ジュラ紀放射虫化石群集. 大阪微化石研究会誌, 特集号, no. 5, 27-43.
- Yehara, S., 1926, Faunal and stratigraphical study of the Sakawa Basin, Shikoku. *Japan. Jour. Geol. Geogr.*, **5**, 1-40.

(要 旨)

武井雅彦・松岡 篤, 2004, 愛媛県城川地域に分布する上部ジュラ系今井谷層群下相層中の含大型化石泥質岩岩塊. 地質雑, 110, 146-157. (Takei, M. and Matsuoka, A., 2004, Megafossil-bearing mudstone blocks in the Oriai Formation of the Upper Jurassic Imaidani Group in the Shirokawa area, Ehime Prefecture, Southwest Japan. *Jour. Geol. Soc. Japan*, 110, 146-157.)

愛媛県城川地域に分布する今井谷層群下相層において, 泥岩中に異地性岩塊として混在する含大型化石泥質岩を発見した. 含大型化石泥質岩岩塊は, 生物擾乱を受けた塊状の砂質シルト岩からなり, 腕足類, 二枚貝, ウニ, アンモナイトおよび材化石などの大型化石を含む. 岩塊は, 周囲の泥岩と密着しており, 漸移関係は示さない. エッチング処理を施した泥質岩を観察した結果, 含大型化石泥質岩岩塊は基質の泥岩よりも粗粒な炭質物を含み, 特異的であることが明らかになった. 含大型化石泥質岩の初生的な堆積場は, 陸棚以浅の浅海環境が想定される. 含大型化石泥質岩は, 浅海域での斜面崩壊に伴いブロック化し, 下相層の形成場であるより深い斜面域の堆積盆へと移動し, 泥岩中に混在したものと考えられる. 岩塊に含まれるアンモナイトと今井谷層群の年代から, 混在化の時期はジュラ紀末期 (Tithonian 前期) と推定される.