

## ノジュールの核として保存されたイノセラムス： 姫浦層群下部亜層群の例

早川 浩司・中川 昌治・田代 正之  
(理学部地質学教室)

Inoceramid bivalve preserved as a nucleus of nodule  
from the Himenoura Group.

Hiroshi HAYAKAWA, Masaharu NAKAGAWA and Masayuki TASHIRO  
*Department of Geology, Faculty of Science, Kochi University, Kochi 780*

**ABSTRACT:** Siderite nodule is considered to be participated in O<sub>2</sub>-poor environments. The inside of closed inoceramids bivalves is a preferable closed system for siderite participation. Large-, flat-, thin-shelled inoceramid bivalve is one of common nuclei of siderite nodules in the Yezo Supergroup, Hokkaido.

In the Himenoura Group, according to the observation of the nodules containing inoceramid bivalves as a nucleus in mudstone interbedded with very thin paper laminated siltstone, it turned out that mode of preservation of inoceramids and characteristics of surrounding sediments are very similar to that of the Yezo Supergroup. While the sample from the Yezo Supergroup is composed mainly of siderite, that from the Himenoura Group has less siderite and contain large amounts of quartz, feldspar and clay minerals. It is revealed that the depositional environments of the Himenoura Group is very similar to that of certain forizon of the Yezo Supergroup; deep marine, soft muddy bottom, iron-rich sediments and dysaerobic interstitial water.

large Thin-, flat-shelled inoceramid in siderite nodule, for example *Inoceramus* (*Cataceramus*) *bulticus toyajonus* in Himenoura Group, is thought to be one of the tolerant bivalves to inhabit O<sub>2</sub>-poor bottom condition.

キーワード：菱鉄鉱，イノセラムス，姫浦層群

Key words: siderite, *Inoceramus*, Himenoura Group.

### 1. はじめに

姫浦層群の沖合い泥岩相からは二枚貝が様々な産状で産出するが、変形が少なく比較的保存のよいイノセラムスがノジュールから得られることは余り知られていなかった。泥岩の露頭で風化して赤褐色になった円盤状ノジュールにいわゆる "*Inoceramus* (*Cataceramus*) *bulticus toyajonus*

YABE”がしばしば含まれているのはその好例である。

一方、北海道の上部白亜系蝦夷累層群において、泥岩中の菱鉄鉱質ノジュールに保存された自生の産状のイノセラムスは良く観察することが出来る。それらには多くの場合、比較的大型で殻が薄く、膨らみの弱いタイプのイノセラムス類が含まれていることが多い。このようなノジュールを含む暗灰色泥岩の堆積・続成初期の局所的環境として、堆積学的及び地球化学的解析から早川ほか(1991)は沖合いの溶存酸素量の少ない静かな海底を示唆した。

九州の上部白亜系姫浦層群下部亜層群においても同様にイノセラムスを核とする菱鉄鉱を含むノジュールが見いだされ、類似した環境が姫浦層群下部亜層群堆積・続成初期においても存在したことが予想される。一方、このような産状は特定のイノセラムス類についてその棲息環境や堆積環境の情報を記録していると言える。

同大学理学研究科の新川直子氏にはフィールド調査補助およびイノセラムスについての議論でお世話になった。ここに記して感謝します。

## 2. 姫浦層群におけるイノセラムスを核とするノジュール

九州姫浦層群下部亜層群において多くの場合、化石は泥岩や砂岩などの母岩から産出し、ノジュールから化石が産出する例は少ない。ノジュールは本来の葉理を反映していると考えられる細かい割れ目の入った黒色泥岩中に含まれ、その表面は菱鉄鉱が風化してできた褐鉄鉱のために赤褐色になっている。全てにイノセラムスが含まれているわけではないが、北海道の蝦夷累層群と比較しても決して少なくはない。ノジュールの外形は含まれる化石によって決まるようだが、イノセラムスを含む場合は円盤状をしていることが多い。

### <牟田：天草上島姫戸町北部の海岸 (Fig. 1, Muta: Pl. 1-B)>

姫戸町牟田の国道沿いの海岸に露出する姫浦層群下部亜層群上部の砂岩・泥岩細互層中の泥岩部にノジュールが含まれている。その多くはイノセラムスを含んでおり、合弁の例も少なくない。ノジュールは中央部でやや厚みのある円盤状で、合弁の下側の殻はノジュールの下表面に露出し、上側の殻は割れて中央部付近に再配列している。Fig. 2は分析に用いたノジュールから取り出した *I. (C.) bulticus toyajoanus* である。

互層成層部とスランプ部が明瞭な境界で接しており、スランプ部にはイノセラムスが見られない代わりに *Glycymeris sp.*, *Ezonuclana mactraeformis* などの浅海生二枚貝が含まれている。逆に成層部にはこれらの浅海生二枚貝が欠如する代わりに、イノセラムスが優勢になる。

やや南の永目の海岸では泥岩が優勢で、非常に細かい斜交葉理やカレントリップルが発達した砂岩薄層が挟まれている。泥岩中に *I. cf. naumanni* が見られた。

イノセラムスを核とするノジュール (Pl. 1-B) について、X線粉末法により構成鉱物を検討した (Fig. 3)。試料はイノセラムスの殻を薄く覆う5mm程度のノジュール部である。菱鉄鉱も含まれるが石英、長石、粘土鉱物が多量に含まれ、方解石も多い。

X線粉末実験の結果、姫浦層群中のノジュールは菱鉄鉱のほかに石英や長石、粘土鉱物など陸源碎屑物が多く含まれ、また方解石も含まれている。菱鉄鉱と方解石の沈殿しやすい化学的条件は重なることがなく、菱鉄鉱と方解石が共存していることについては今後の課題である。

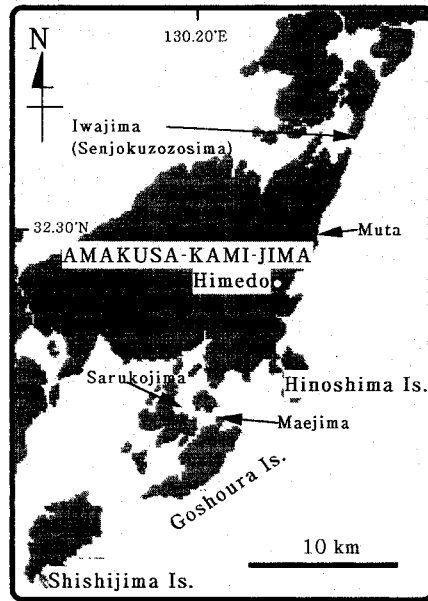


Fig.1. Locality map.

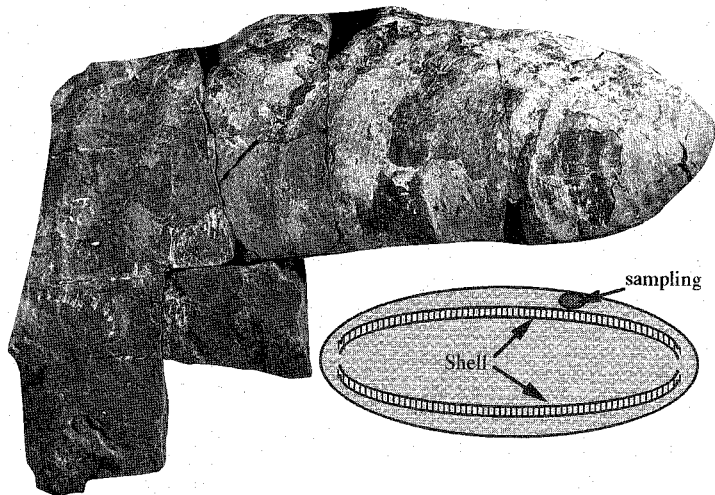


Fig.2. *I. (C.) butticus toyajoanus*

<前島：御所浦島の北 (Fig 1, Maejima: Pl. 1-C)>

前島は御所浦島の北側に位置する小島で橋でつながっている。前島の東半分は花崗岩が露出するが、西半分には姫浦層群の泥岩が露出している。断層によってほぼ3つのブロックに分かれている。

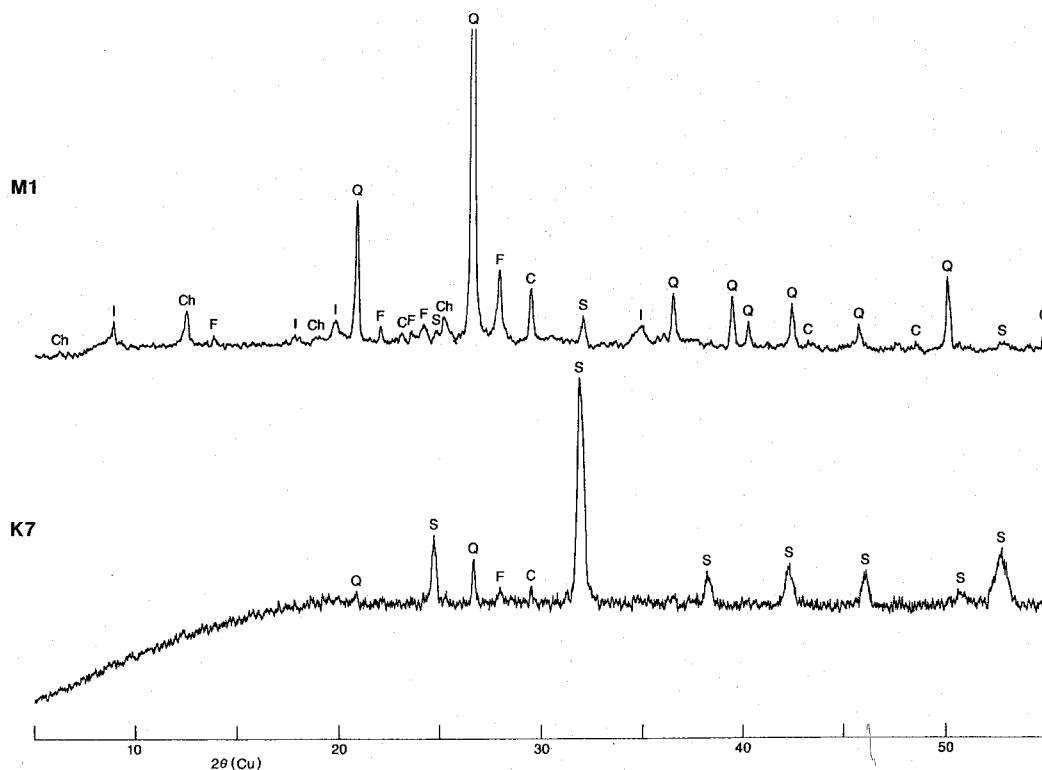


Fig.3. X-ray powder patterns of siderite nodules.

S: siderite, C: calcite, Q: quartz, F: feldspar,  
 I: illite, Ch: chlorite  
 M1: Muta, Himrnoura Group.  
 K7: Kotanbetsu, Middle Yezo Group.

Loc. Mj 1 では泥岩が優勢で, *Polyptychoceras* cf. *haradanum*, *P.*(*Subptychoceras*) cf. *yubarense*, *Eupachydiscus haradai*, *I.* (*Cataceramus*) *bulticus toyajoanus?* が産出する。Loc. Mj3 では泥岩層理面上に *P.* (*Heteroptychoceras*) *obatai* と *I.* (*C.*) *bulticus toyajoanus* が散らばっているのが見られた。イノセラムスは合弁のものもあるが左右殻は開いている。ここではノジュールは見られなかった。

Loc. Mj2 では細かい葉理の発達した泥岩が卓越し, 合弁のイノセラムスや *Gaudryceras* cf. *denseplicatum* を含むノジュールが見られる (Pl. 1-C)。殻の内部のみがノジュール化し合弁の左右殻は母岩である泥岩と接している。イノセラムスの殻端がノジュールからはみ出しているのが観察できる。一部ではノジュールに含まれず泥岩中に直接含まれる場合もある。

<猿小島：牧島の北 (Fig. 1, Sarukojima: Pl. 1-A, D, E)>

猿小島は牧島北部にある島で、干潮の時にのみ陸続きになり歩いて渡ることが出来る。砂岩の挟みは少ない。ノジュールは余り多くなく、ノジュールからも泥岩からもイノセラムスが産出するがそのほかの大型化石は見られなかった。

Pl. 1-A は *I. (C.) bulticus toyajoanus* の合併個体を核とするノジュールである。写真に写っているのは右殻で、左殻はいくつかに割れてノジュール中に含まれている。右殻はほとんど変形をしていない。左殻は細かい葉理の発達した薄いシルト岩で覆われている。

猿小島ではリップルを伴う薄い砂岩を挟む葉理の発達した泥岩が露出し、砂岩の一部が続成初期にノジュール化し、続成過程でその部分が差別的に厚くなっている場合がある。泥岩中には生痕化石は顕著ではないが、砂岩の挟みがあるとはっきりと分かる (Pl. 2-D, E)。

<維和島 (千束蔵々島) 南東海岸 (Fig. 1, Iwajima: Pl. 2-A, B, C)>

維和島南端の東側海岸では海岸線に沿ってほぼ南北の走向で泥岩がち砂岩・泥岩互層が露出し、ほぼ同じ層準を連続して観察することが出来る。

ここでは黄褐色の円盤状のノジュールは多いがすべてにイノセラムスが含まれているわけではなく、大型化石が含まれず、断面で一見何も見えないものや不明瞭な生痕化石がわずかに見られるノジュールも少なくない。また、*Gaudryceras* sp. が蝦夷累層群の例のように三次元的に変形が少なく保存されているのが見つかった (Pl. 2-A)。

ノジュール中でイノセラムスは合併で含まれているが、下側の殻の方が保存がよいようである。左右どちらかの殻が下になるような規則性があるかどうかについてはまだ検討していない。泥岩中でもイノセラムスは見られたが、その場合は殻が開いており、上に凸の状態の場合が多い。

ノジュールの核としてはイノセラムスの他に潜穴貝の生痕の入った木片の場合もある (Pl. 2-B)。

### 3. 北海道の蝦夷類層群の例

<達布：Loc. T1211: Pl. 1-D>

達布地域小平薬川上流の勝景橋付近の大きな露頭では保存の良いアンモナイトは稀であるが、イノセラムスはかなり保存の良いものが産出する。このルートでは泥岩中に含まれるノジュールが石灰質ノジュールから菱鉄鉱質ノジュールへと明瞭に変化するのが観察できる。その変化に伴い含まれるイノセラムスの種類や保存が変化するのが観察でき、これについては別に報告をする準備中である。*Kossmaticeras theobaldianum*, *Scalarites* sp. など産出化石からコニアシアン階であると考えられる。

イノセラムスは非常に膨らみの少ない平らな形態で殻が大きさの割に非常に薄い (Pl. 1-D)。合併個体の中を菱鉄鉱質ノジュールが充填し、さらに殻の周りを薄く覆っているが、一部殻がノジュールからはみ出している場合がある。図のようにノジュールに含まれている場合と母岩中に直接含まれている場合がある。殻頂付近で膨らみが強く途中から平らになる様な形態のイノセラムスでもノジュール中では比較的良く保存されていて膨らみの変化が良く分かる。

<古丹別：幌立沢上流部の林道沿い>

古丹別地域の幌立沢上流の中部蝦夷層群セノマニアン階ではやや青みがかった泥岩中につぶれた球状の菱鉄鉱質ノジュールが多く見られる。それらは、これまでの例とは異なり、ノジュールの核

としてイノセラムスではなくアンモナイト (*Desmoceras japonicum*, *Anagaudryceras sacya*) や *Chondrites*/*Zoophycos* を主とする生痕化石群を有する。 *Desmoceras japonicum* では殻口のラペットがよく保存されている。イノセラムスはノジュールの核としてもまた直接泥岩中から産出しない。それは、海底付近の貧酸素状態がこれまでの例よりも強く、イノセラムスが棲息できない様な環境であったからと考えている。

この層準に含まれるノジュールのX線粉末パターンをFig.3に示す。大部分が菱鉄鉱であり、X線回折線が幅広く結晶度がやや低い。

#### 4. 考察

北海道蝦夷層群と姫浦層群でのイノセラムスを核とするノジュールの産状は、

- (1) 共に葉理の発達する泥岩中にみられること、
  - (2) ノジュールの形が含まれる化石に依存すること、
  - (3) 大型で平らな形態のイノセラムスが合併に含まれること、
  - (4) 比較的早い時期にノジュールが形成され始めていること、
- などの点が共通し、
- (5) 姫浦層群の試料では菱鉄鉱の割合が低いこと、
  - (6) 続成過程での圧密の度合の違いと碎屑物の量からノジュールの硬さに違いがある点が異なる。

姫浦層群のノジュールは分析の結果、菱鉄鉱のほか陸源碎屑物もかなり多く含まれ、碎屑物の間隙を菱鉄鉱が充填していると考えられる。ノジュールの形が含まれるイノセラムスの形にある程度依存することからも、ノジュールの形成が核となるイノセラムスと関係があることは推定できる。イノセラムスの軟体部の腐敗に伴うアンモニアによる殻内部という微小環境でのアルカリ化が菱鉄鉱質ノジュールの形成に重要な過程であると考えられる(早川ほか, 1991; BAIRD, *et al.*, 1986)。このように、イノセラムスの殻が作り出す物理化学的閉鎖環境が鍵となるならば、ノジュールの核がイノセラムスである必然性はない。このことは、Pl. 2-A に示したように流れ込みの砂岩の下部に見られる小規模なトラフを充填した有機物に富む部分が選択的にノジュール化していることや、Pl. 2-B のようにやはり砂岩中の木片を中心にノジュールが発達していることから支持される。また、Pl. 2-B や Pl. 1-B に見られるようにノジュールの上下の砂岩層はノジュールを中心に上下に曲がっており、この産状はノジュールが非常に早い時期に形成されたことを示唆している。これに対し、Pl. 2-C に示したノジュールはやはり菱鉄鉱質ノジュールであるが、それは化石を核とせず地層に対して垂直な方向に成長しているように見える。この場合はその大きさの割に上位の砂岩の変形が少ないのがわかる。このような層理に対して垂直に成長するノジュールは蝦夷層群でも見られるが、それらは続成過程の比較的後期に形成されたと考えられ、そのために周囲の地層の変形が少ないと推定される。

北海道古丹別地域のセノマニアン階の例のように、菱鉄鉱質ノジュールの核が合併イノセラムスではなく、アンモナイト類や生痕化石である場合も、その形成過程はイノセラムスを核とする場合と同じである。すなわち閉鎖的環境を作るアンモナイト内部での有機物の腐敗あるいは生痕システム内での排摂物の腐敗で形成された化学的条件が菱鉄鉱の沈殿に向いていたと考えられる。生痕化石の場合、*Zoophycos* や *Chondrites* など貧酸素環境のインディケーターと考えられている生痕(例えば BJESTEDT, 1988) が菱鉄鉱ノジュールの核となっている事実は海底付近の環境も貧酸素環

境であったことを示している。

やや層準が下位である姫戸町永目の海岸では同様な菱鉄鉱ノジュールが見られるものの、大型イノセラムスは含まれていない。ここでは小型の *I. naumanni* が泥岩中に直接含まれている。その岩相は *I.(C.) bulticus toyajoanus* の産出する岩相とほぼ同じであるが層準的に下位に当たるために *I. naumanni* が優勢であると考えられる。

蝦夷累層群のセノマニアン階の例ではノジュールの構成鉱物は菱鉄鉱であり、方解石や陸源碎屑物はほとんど含まれていない。更に母岩である泥岩も石灰質である。姫浦層群中の泥岩は塩酸をかけても発泡しないことが多く、本来碎屑物に富み、炭酸塩は割合的には少ないと考えられる。また、泥岩中に黄鉄鉱が筋状あるいは雲状に見られることもある。これらのことから姫浦層群下部亜層群堆積場には *I. japonicus* が優勢なかなり深い海底が存在し (田代ほか, 1986), そこには貧酸素環境が広がっていた可能性は高い。上部蝦夷層群でも *I. japonicus* の産出する泥岩にはノジュールは少なく、*I. japonicus* の減少と共に菱鉄鉱質ノジュールが見られるようになる傾向がある。これは菱鉄鉱ノジュールの形成に向けた化学的条件よりもさらに貧酸素状態が進んだ環境でも *I. japonicus* が棲息できた可能性を示唆している。そのようなやや強い貧酸素環境から回復する過程で最初に出現するのが時代には関係なく、大型で薄く平らな殻を持つイノセラムスであり、それらは菱鉄鉱質ノジュールの核となっている。例えば、姫浦層群では *I.(C.) bulticus toyajoanus* (= Campanian) であり、上部蝦夷層群では *I. ezoensis* や *I. cf. amakusensis* (= Santonian), 中部蝦夷層群では *I. pennatulus*, *I. ginterensis* (= Cenomanian) である。JABLONSKY and BOITJER (1983) は大型で平らな殻を持つイノセラムスのグループは柔らかい海底に横たわっていたとしている。猿小島の例では、ノジュール中で殻の真上をシルト岩が覆っており、柔らかい泥底に横たわって生息していたイノセラムスがシルトの流れ込みによって生き埋めになり、そこから逃げ出せないで化石化した産状と解釈できる。

北海道古丹別・達布・羽幌・中川地域などの北海道中軸帯北部の白亜系では石灰分に富む堆積物が卓越し、続成過程での圧縮も比較的少なく柔らかい。また、堆積相に急激な変化は少なく、全体として上方浅海化の傾向にある。しかし同じ中軸帯白亜系である大夕張・幾春別・穂別地域などでは、全体としては泥岩が卓越するものの、一部に三笠層や函淵層群の様な砂岩相が卓越する。さらに堆積物は圧縮されて硬く、構造的にもスラストが多く複雑で圧縮場の堆積物であることが予想される。この様に中央構造線の運動とリンクした堆積盆の堆積物である姫浦層群はどちらかというとならば蝦夷累層群でも南側の堆積物と堆積盆の構造背景性格が似ている。

北海道の蝦夷累層群で姫浦層群と比較的似た状態は大夕張地域の *I. japonicus* が多産する層準に見られる。そこでは泥岩中に NODA (1983) の *I. japonicus higoensis* に近いタイプが多産し、つぶれた大型の *Gaudryceras* や *Eupachydiscus* (あるいは *Anapachydiscus*) の破片が見られる。ただし、二枚貝については、これまで注意していなかったこともあり余り産出が多いとは言えないが、*Acila*, *Propeamssium* などが産出する。大夕張地域でのこれらの産状は姫戸町小島や梶島で見られる姫浦層群下部亜層群での岩相・産状とよく類似している。この両者の相違点は、スランプに伴われる浅海生二枚貝類密集部が含まれるか、含まれないかである。この大夕張地域の *I. japonicus* が産出する露頭では一部に菱鉄鉱ノジュールが見られ、菱鉄鉱ノジュールが含まれる環境と *I. japonicus* が含まれる環境は密接な関係があると考えられる。

小島や梶島の *I. japonicus* が産出する層準の姫浦層群の岩相や化石の産状は大夕張地域の *I. japonicus* が産出する層準のそれと類似している。また、牟田などの菱鉄鉱ノジュールを含む泥岩勝ち砂岩泥岩互層は岩相はやや異なるものの、古丹別地域のセノマニアン階やサントニアン階下部の同様に菱鉄鉱ノジュールを含む泥岩と類似した海水循環の停滞した貧酸素環境であったと考えら

れる。

#### まとめ

1. 姫浦層群下部亜層群において比較的深いと考えられる部分の泥岩の優勢な砂岩・泥岩細互層からイノセラムスを核とする菱鉄鉱を含むノジュールが見つかった。北海道古丹別地域における上部白亜系でも最も深いと考えられている層準の暗灰色泥岩から菱鉄鉱質ノジュールは見つかっている。それらは、蝦夷累層群堆積場と姫浦層群堆積場においてその産出層準は互いに異なるものの、最も深いと考えられる部分で見つかり、かつ貧酸素環境に耐えられたとされる大型薄殻イノセラムスがほぼ自生に近い産状で含まれている。
2. 菱鉄鉱質ノジュールが *I. japonicus* が優勢な深くやや強い貧酸素環境から次第に回復する過程で最初にみられるイノセラムスを核として形成されていることは時代、地域を問わず共通しており、非常に興味深い。
3. 姫浦層群では菱鉄鉱質ノジュール中に含まれるイノセラムスは今のところ *I.(C.) balticus toyajanus* に近いと考えている。蝦夷累層群の例も含めて、菱鉄鉱質ノジュールに伴われるイノセラムスは大型で平らな形態で、おそらく柔らかい海底に横たわっていたと考えられる。

#### 引用文献

- BAIRD, G.C., SOKA, S.D., SHABICA, C.W. and KUECHER, G.J.: Taphonomy of Middle Pennsylvanian Mazon Creek area fossil localities, Northeast Illinois: significance of exceptional fossil preservation in syngenetic concretions. *Palaios*, 1, 271-285 (1986).
- BJERSTEDT T. W.: Multivariate analyses of trace fossil distribution from an early Mississippian Oxygen-deficient basin, Central Appalachians. *Palaios*, 3, 53-68 (1988).
- 早川浩司, 上原元樹, 宮島寿竜, 富永都子, 菱鉄鉱ノジュールの形成過程: 北海道中部・上部蝦夷層群の貧酸素海洋環境の指標として. 堆積研報., 34, 21-26 (1991).
- JABLONSKY, D. and BOTTNER, D.J.: Soft-bottom epifaunal suspension feeding assemblages in the Late Cretaceous: implication for the evolution of benthic paleocommunities. In TEVESZ, M.J.S. and McCall, P.L. eds., *Biotic interactions in recent and fossil benthic communities*, 747-812., Plenum Press, (1983).
- NODA, M.: Notes on the so-called *Inoceramus japonicus* (Bivalvia) from the Upper Cretaceous of Japan. *Trans. Proc. Palaeont. Soc. Japan*, N.S., (132), 191-219 (1983).
- 田代正之・山崎啓司・山崎美紀子: 四国中西部の和泉層群の動物化石相. 高知大学学術研究報告, 第42巻, 自然科学, (1993).

平成6(1994)年9月30日受理

平成6(1994)年12月26日発行



Plate 1, 2

## Explanation of Plate 1

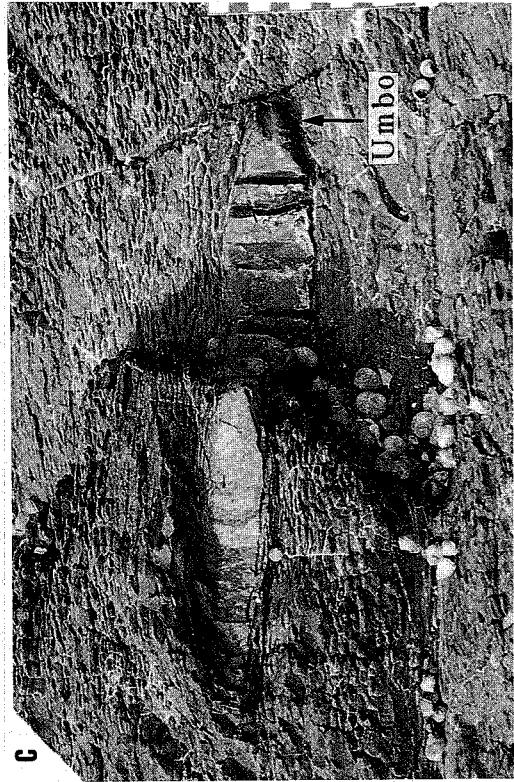
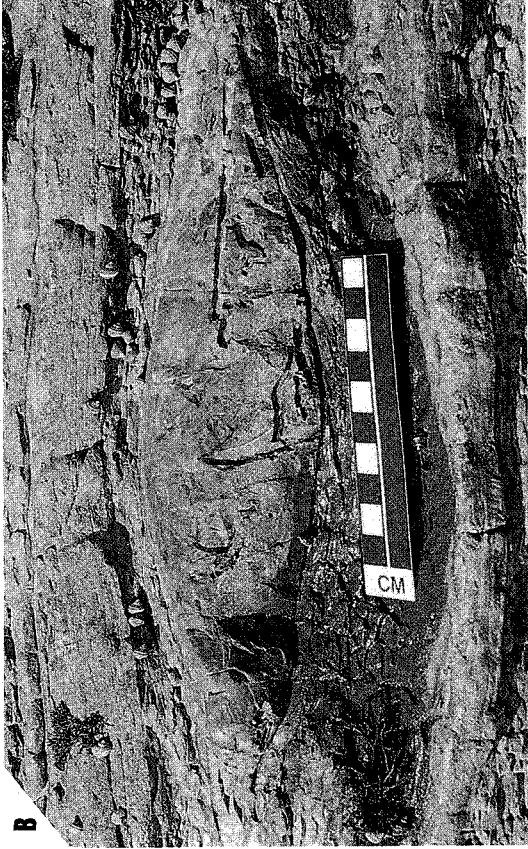
Siderite nodules containing inoceramids.

A: *I.(C.) bulticus toyajoanus*. Loc. Sarukojima.

B: *I.(C.) bulticus toyajoanus*. Loc. Muta.

C: *I.(C.) bulticus toyajoanus*. Loc. Maejima.

D: *Inoceramus* sp. Loc. Tappu, Hokkaido.



## Explanation of Plate 2

- A: Early diagenetic siderite nodule. The nodule would be originally organic-carbon rich trough infillings. Arrow indicates *Gandryceras*. Note that curved sandstone layers as a result of compaction. Loc. Iwajima.
- B: Wood with boring shell burrows as a nuclei of nodule. Loc. Iwajima.
- C: Possibly late diagenetic siderite nodule. Loc. Iwajima.
- D: Trace fossil on the upper surface of sandstone. Loc. Maejima.
- E: Cross laminated sandstone with wave ripple and vertical burrows.

