

北海道小平町達布地域における白亜紀二枚貝 *Inoceramus hobetsensis* のサイズ分布と産状

生形 貴男¹

Size-frequency distribution and fossil occurrence of a Cretaceous bivalve *Inoceramus hobetsensis* from Tappu area, Hokkaido

Takao UBUKATA¹

Abstract Size-frequency distribution and mode of occurrence of a Late Cretaceous inoceramid bivalve *Inoceramus hobetsensis* NAGAO & MATSUMOTO, 1939 were examined. A large number of samples, all of which were recovered from the Upper Cretaceous of the Tappu area, northwestern Hokkaido, show chronological change in the size-frequency distribution pattern. The proportion of the frequency of relatively small individuals (20-40 cm in size) tends to increase toward the upper sequence of the range of this species. The relative frequency of huge individuals (60-80 cm in size) also increases in the upper part, although the mode of fossil occurrence indicates that the size-frequency distribution might be biased by post-mortem taphonomic processes. The result of this study suggests change through time in the characteristics of the growth curve and/or mortality of this species.

Key words: *Inoceramus hobetsensis*, size-frequency distribution, Cretaceous, Obira.

はじめに

イノセラムス類は、中生代ジュラ紀と白亜紀の海洋で大繁栄を遂げた二枚貝の一種である。イノセラムス類はアンモナイトとともに重要な示準化石とされており (KAUFFMAN, 1977), 我が国でも古くから分類学的総括がなされているが (NAGAO & MATSUMOTO, 1939, 1940; HAYAMI, 1960), その古生態については未知の部分が多い。イノセラムス類の中には巨大化する種が普通に見られ、中には殻高が80cm以上に達するものも知られている (野田・松本, 1976)。しかしながら、化石に見られるサイズ構成などの解析が全くなされていないため、こうした巨大化するイノセラムス類の生活史や個体群動態などに関

する推定はほとんどない。

北海道留萌市北方の小平町達布地域には保存良好な化石を産する白亜系が広く分布し、中でも現在の小平薬湖の湖底には、かつて *Inoceramus hobetsensis* NAGAO & MATSUMOTO の巨大な化石を多産する良好な露頭が連続的に分布していた。 *I. hobetsensis* は、本邦のチューロニアン階中部を特徴づける種であるが、巨大な個体は中でも比較的上部からのみ産することが知られている (NODA, 1975)。当地域は、本種が巨大化してから絶滅するまでの過程を連続的に追うことのできる絶好のフィールドであった。筆者は、1991年8月、湖底に沈む直前の当地域を精査した際に、 *I. hobetsensis* における個体サイズの頻度分布や化石の産状及びそれらの時間的変化について

¹静岡大学理学部地球科学教室, 422-8529 静岡市大谷836.

¹Institute of Geosciences, Shizuoka University, 836 Oya, Shizuoka, 422-8529 Japan

E-mail: sbtubuk@sci.shizuoka.ac.jp

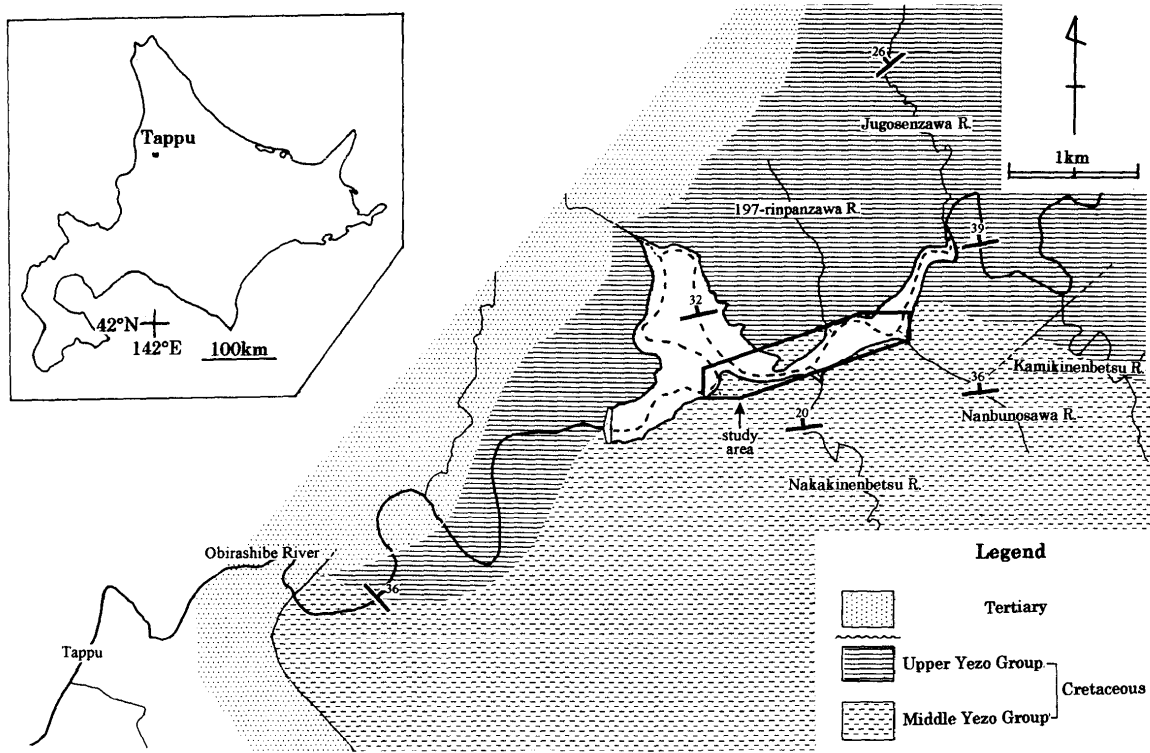


Fig. 1 調査地域とその周辺の地質概略図.
Geologic sketch map of study area.

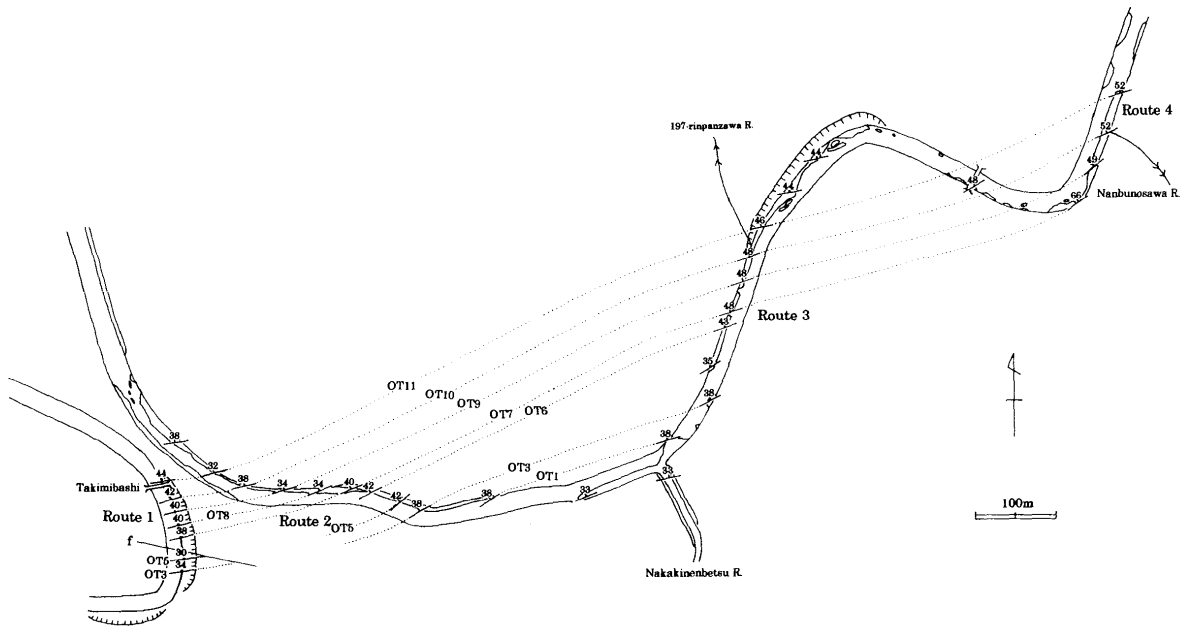


Fig. 2 小平薬川に沿ったルートマップ.
Route map along the Obirashibe River.

て調べたので、その結果をここに報告して今後の研究の基礎資料としたい。

地質概要

調査地域は、北海道北西部を西へと流れる小平薬川の中流域にあり、「達布」図幅(対馬ほか, 1958)の東部寄りに位置する。本調査地域及びその周辺の白亜系は、下位より中部蝦夷層群および上部蝦夷層群からなり、東西から北東-南西方向の走向を持って上記の順に南から北へと配列し、西側で第三系と不整合または断層で接している(対馬ほか, 1958; TANAKA, 1963; 棚部ほか, 1977)(Fig. 1)。

本調査地域周辺に分布する中部蝦夷層群および上部蝦夷層群は、主としてやや沖合に堆積した泥岩及び砂岩泥岩互層からなる。対馬ほか(1958)、猪木ほか(1958)、TANAKA(1963)は、小平薬川流域に分布する中部蝦夷層群をMaからMoの15層に、上部蝦夷層群をUaからUlの12層に区分した。後の多くの研究者も基本的にはこの区分に従っているものの、岩相の側方変化などのために上記の区分を十分適用できない場合もあり、幾つかの層が一括して扱われることが少なくない(MATSUMOTO *et al.*, 1976; 棚部ほか, 1977; 関根ほか, 1985; MAEDA, 1987; ASAI & HIRANO, 1990)。本研究で調査した地域には、MAEDA(1987)がMI-oとして一括した層のうち最下部を除く層準が露出していた。本調査地域の白亜系は、*Yezoites planus*, *Scalarites scalaris*, *Subprionocyclus neptuni*, *Mesopuzosia pacifica*, *Tetragonites glabrus*, *Gaudryceras denseplicatum*などのアンモナイトを産し、チューロニアン階中部の一部であると考えられる。

調査地域の層序

本研究では、かつての滝見橋付近(ルート1)、滝見橋付近-中記念別川出口間(ルート2)、中記念別川出口-197林班沢出口間(ルート3)、南部の沢出口付近(ルート4)の4つのルートについて精査を行った(Fig. 2)。本調査地域の白亜系は、東北東-西南西の走向をもち、北側へ30°~50°傾斜した同斜構造を示す。本地域内では暗灰色のシルト岩が優性であるが、厚さ5~30cmの細粒砂岩層が頻繁に挟まれ、泥岩勝ちの砂岩泥岩互層になっているところもある(Fig. 3)。砂岩層の挟まれる頻度は下部と最上部で比較的多いが、これら砂岩層の多くは側方への連続性が良くない。

また、酸性凝灰岩の薄層をしばしば挟在し、それらのうち幾つかは調査地域内で追跡できた(Fig. 3)。以下に、下位より順にそれらの特徴を記す。

OT1: やや緑色を帯びた明灰色の細粒凝灰岩で、層厚はルート2で5cm, ルート3で3cm。ルート1とルート4では見られない。

OT2: やや緑色を帯びた明灰色の砂質凝灰岩で、OT1の約5m上位に見られる。層厚はルート2で5cm, ルート3で5cm。ルート1とルート4では見られない。

OT3: 白色の粗粒軽石凝灰岩で、泥岩のパッチを含む。層厚はルート1で5cm, ルート2で5cm, ルート3で4cm。ルート4では見られない。

OT4: やや緑色を帯びた明灰色の粗粒凝灰岩で、OT3の3~4m上位に見られる。層厚はルート1で20cm, ルート2で18cm。ルート3とルート4では見られない。

OT5: やや緑色を帯びた明灰色の細粒凝灰岩で、層厚は

ルート1で15cm, ルート2で20cm。ルート3とルート4では見られない。

OT6: やや緑色を帯びた明灰色の細粒凝灰岩で、OT5と良く似ているが厚さが異なる。層厚はルート2で3cm, ルート3で5cm。ルート1とルート4では見られない。

OT7: やや緑色を帯びた明灰色の砂質凝灰岩で、層厚はルート2で10cm, ルート3で5cm。ルート1とルート4では見られない。

OT8: 白色の粗粒軽石凝灰岩で、層厚はルート1で5cm, ルート2で3cm。ルート3とルート4では見られない。

OT9: 白色で砂質の軽石凝灰岩で、層厚はルート1で3cm, ルート2で5cm, ルート3で3cm, ルート4で3cm。

OT10: やや緑色を帯びた明灰色の砂質凝灰岩で、層厚はルート1で5cm, ルート2で2cm, ルート3で5cm, ルート4で3cm。なお、OT9とOT10の間には、1~5mm程度の白色凝灰岩の薄層が頻繁に挟まれる。

OT11: やや緑色を帯びた暗灰色で泥質の粗粒凝灰岩で、層厚はルート1で5cm, ルート2で10cm, ルート3で5cm, ルート4で8cm。

これら凝灰岩のうち、全てのルートで見られたものは、OT7, OT9, OT10, OT11の4つである。また、これらの鍵層をもとに各ルート間の地層の厚さを比較すると東側ほど厚くなっており、周辺地域の地質概要と整合的である。

*Inoceramus hobetsensis*の産状

本調査地域内では、大型の*I. hobetsensis*が露頭中にしばしば見られ、なかでも最大級のものは1mにも達する。殻高が10cmを超えるものは、多くの場合一つの個体が単独で石灰質ノジュール中ないしは母岩中に含まれる。それらのうち、石灰質ノジュールの一部が現在の河川によって浸食され、露頭で殻の断面が現れていたものも少ない。大型で合弁のものは、貝殻縫合面を層理面とはほぼ平行にして横たわっている。それらのうち、殻の左右を露頭で判別できたものでは、多くの場合左殻を層理面に対して下側に向けていた。

一般に、大きなものほど殻が割れていることが多く、合弁のものでは特に上側を向いている殻がかなりの破損を受けていることが少なくない(Fig. 4a)。また、層理面に対して凸面を下側に向けた殻のみが石灰質ノジュールの下面に保存され、上側の殻が完全に失われた離弁状態のものもしばしば見られた。こうしたものでは、おそらく堆積物中に埋積される前に上側の殻が著しい破壊を被り、断片化した殻がその場より運搬されてしまったため、結局下側の殻のみが保存されたのであろう。これに対して、合弁・離弁いずれの場合でも、凸面を層理面に対して下側に向けている方の殻は、たとえ割れている場合でもある程度原型をとどめていることが多い。こうしたものでは、おそらく埋積した後に圧密によって殻が割れたのであろうと思われる。また、中には、殻の破損が著しく、大きな石灰質ノジュールの中に断片化した殻が散在的に含まれるようなものも見られた(Fig. 4b)。こうしたものでは、ばらばらになった殻の一部分のみがその場に保存されたに過ぎないのであろう。

一方、10cm以下の小型のものは同一の石灰質ノジュール中にしばしば他の化石を伴って産し、中でもごく小型のものでは多くの個体がアンモナイトや植物片などとともに集積したような産状を呈する。こうした産状を示す

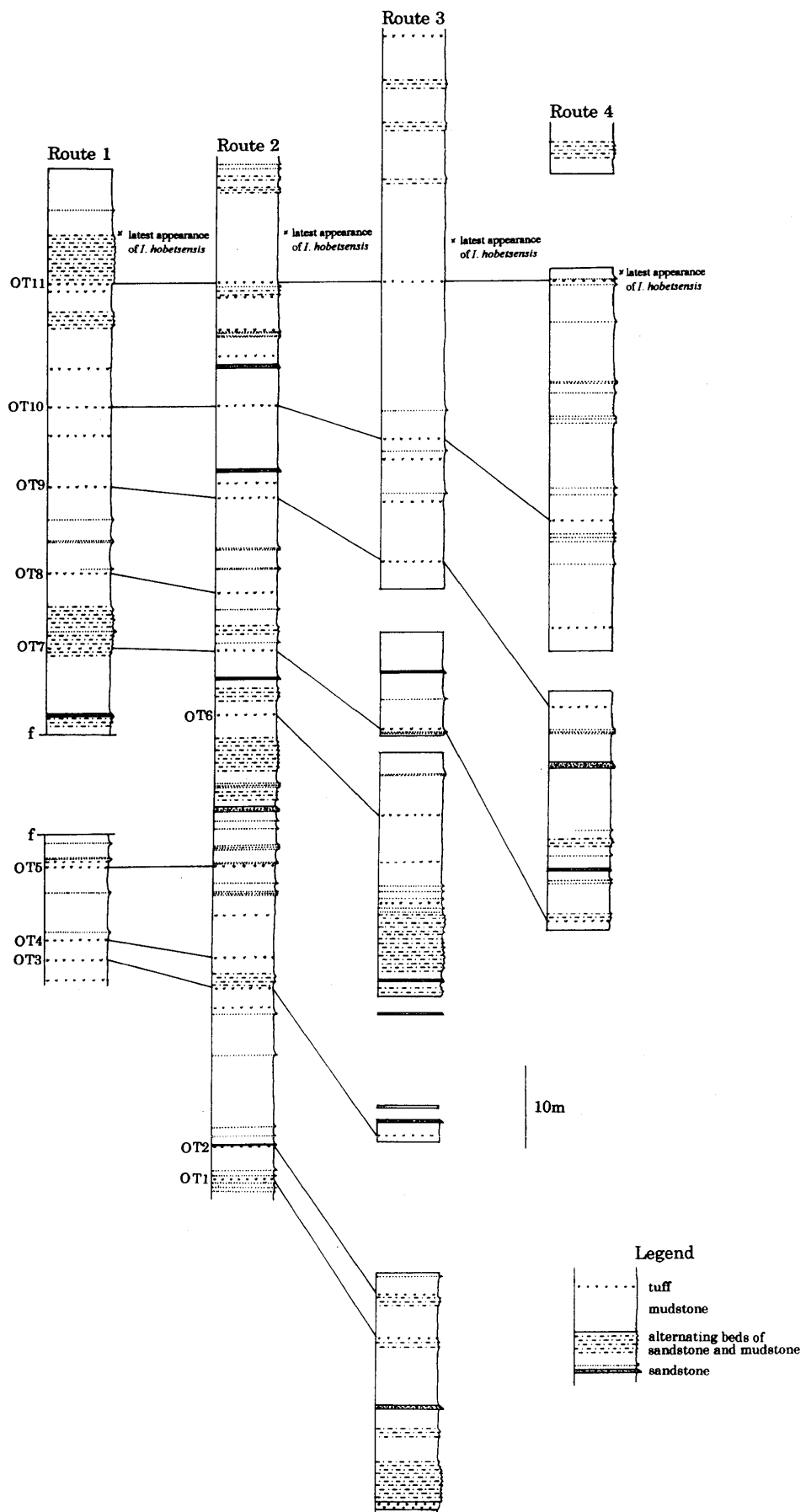


Fig. 3 調査地域の露頭柱状図.
Columnar sections in the area studied.

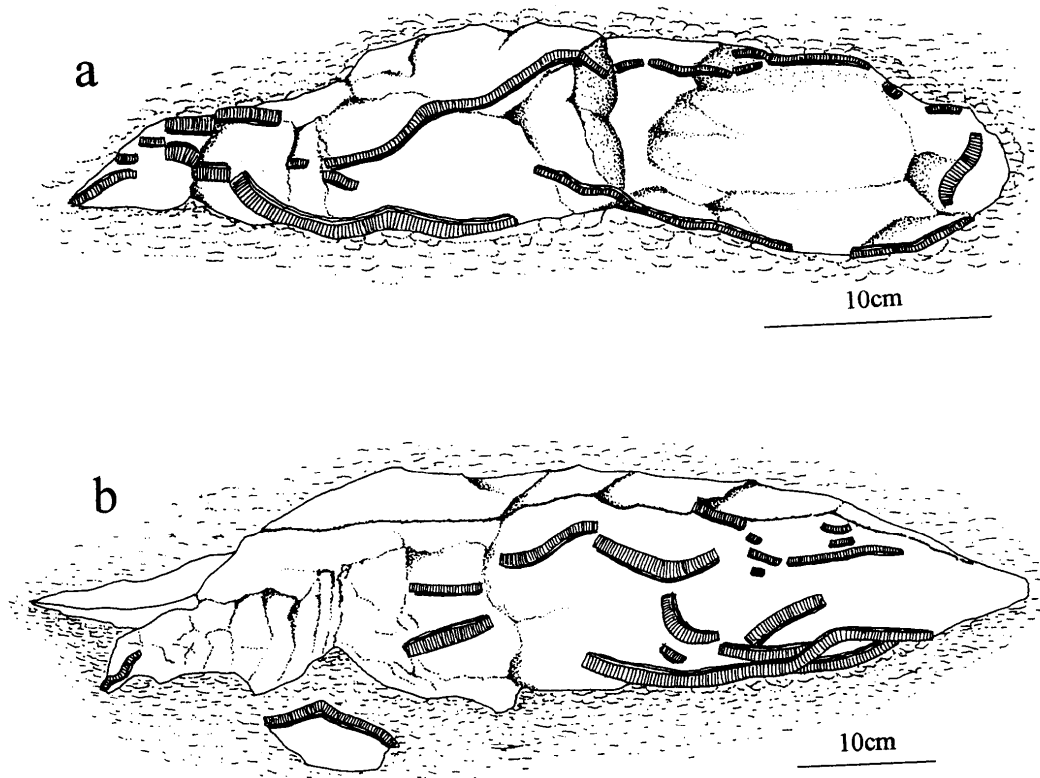


Fig. 4 石灰質ノジュール中に含まれる *Inoceramus hobetsensis* の産状スケッチ。いずれも殻の断面が見えている。a. 合弁個体。b. 殻が断片化した個体。

Mode of occurrence of *Inoceramus hobetsensis* within a calcareous concretion showing fractured shell surfaces in vertical section. a. Specimen with articulated valves. b. Shell fragments scattered in the concretion.

もののほとんどは離弁であり、殻が破損しているものも少なくない。10cm以下の小型の個体のうち、同じ石灰質ノジュールの中に他の化石を伴わずに単独で産出するものは、集積型の産状を示すものに比べて少ない。

調査方法

露頭で見られた *I. hobetsensis* の計674個体について、正確な産出層準を柱状図上に落とした上で、個体のサイズを見積もるとともに化石の保存状態を記載した。前述したように、単独型の産状を呈するものなかで、ある程度大きなものでは殻が破損していることが多く、また殻の一部が現在の河川によって浸食されていることもあるので、そうした場合には正確なサイズを計測することが困難である。したがって、露頭で大まかなサイズを見積もることができるものについて、その大きさを20cm以下、20cm~40cm、40cm~60cm、60cm~80cm、80cm以上の5階級に分類した。ただし、殻の破損が著しいものや化石のかなりの部分が河川によって浸食されてしまったものうち、化石本体の半分以上が失われていると露頭で判断されたものについては、大まかなサイズを推定することができないと判断して計測対象から除外した。集積型の産状を呈するものについては、石灰質ノジュール

ごとと採集して研究室に持ち帰り、ノジュールから化石を取り出した後に計測し個体数を数えた。また、他の化石を伴わずに単独で産出するものの保存状態を、両殻が残っていることを認識できる合弁のもの、片側の殻しか認められない離弁のもの、殻の破損などが著しく計測対象から除外したものの3タイプにそれぞれ分類した。個体の産出頻度やサイズ分布及び保存状態については、鍵層の連続性や鍵層間のインターバルなどを考慮し、OT1より下位、OT1~OT3、OT3~OT5、OT5~OT7、OT7~OT9、OT9~OT10、OT10~OT11、OT11より上位の8つの層準ごとにそれぞれ集計して比較した。

産出頻度およびサイズ分布

本調査地域内では、*I. hobetsensis* の大型個体が初めて出現するのはOT1のおよそ10m下位で、この層準はルート3でのみ見られた。それよりもさらに下位の層準では、10cm以下のものしか見られなかった。OT1より下位では20cmを超える個体の数は少ないが、OT1より上位では中型~大型の個体が普通に見られるようになる。また、OT11より上位の層準がおよそ10mほど欠落しているルート4を除けば、本種はそれぞれのルートでOT11のほぼ6~7m上位で産出するのを最後に、それより上位では全く

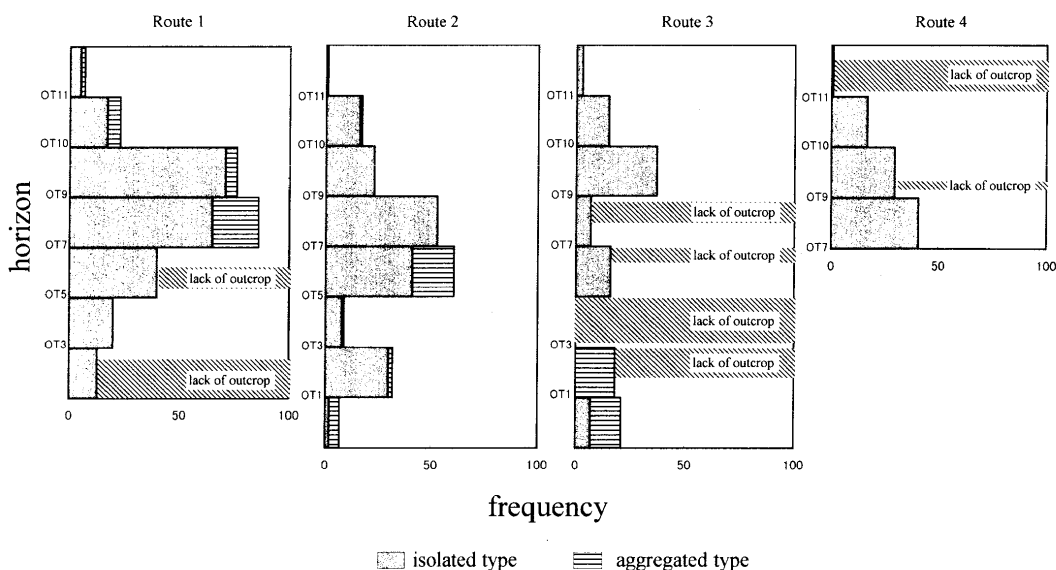


Fig. 5 各層準ごとの *I. hobetsensis* の産出頻度とそのルート間での比較. 単独型の産状を示すものは暗灰色で, 集積型の産状を呈するものは横縞模様で示してある.

Diagrams showing chronological change in the frequency of occurrence of *I. hobetsensis* in sequence along each route. Areas of dark gray and striped patterns correspond the frequencies of the isolated and aggregated types, respectively.

見られなくなる。

本研究では露頭ごとの正確な露出面積を求めてはいないが, 比較的下位の層準では露頭が大きく欠落しているところがあり, 調査地域内では概して上位の層準ほど露出が良かった (Fig. 3). それにもかかわらず, 露頭で見られる本種の個体数は OT7~OT10 あたりで多く, それより上位では急激に減少する (Fig. 5). また, 各ルートごとに産出した個体数を比較すると, ルート 1, ルート 2, ルート 4 ではそれぞれ OT7~OT9 にピークがあり, それより上位ではいずれのルートでも減少する (Fig. 5). ルート 3 では他のルートで見られるような OT7~OT9 での個体数のピークが見られないが, これは比較的化石が密集する OT7~OT9 間の層準の露頭がこのルートで欠落していたためであろうと思われる。また, ルート 3 でも, OT9 より上位では産出個体数は上方に向かって減少する。すなわち, 層準ごとの産出個体数の増減パターンは, 概ね各ルートで同様の傾向を示すといえる。同一層準内でルートごとに産出頻度が違うのは, ルートごとに露頭の規模が違うことを反映したものであると思われる。

また, 各層準ごとに産出した化石のサイズ分布を見ると, 全体的に 20cm 以下の個体の割合があまり多くない (Fig. 6)。すでに述べたように, 10cm 以下の小型個体はアンモナイトなど他の化石と同一の石灰質ノジュール中から産する機会が多いが, こうした石灰質ノジュールは研究者や化石愛好家の採集対象になる。したがって, 10cm 以下の小型個体のうち, 集積型の産状を呈するものの産出頻度には人為的なバイアスがかかっている可能性が極めて高い。そのため, Fig. 6 のヒストグラムのうち, 20cm 以下の階級に属する個体の頻度については元来の状態よりもかなり低いものを見ていると考えなければならぬだろう。加えて, 集積型の産状が見られる石灰質ノジュールにはしばしば多数の小型個体が密集するので, このような石灰質ノジュールがたまたま一つ余計に発見

されただけで小型個体の産出頻度は大きく変わってしまう。現に, 集積型の産状を示す個体の頻度は層準ごとにかなりばらついている (Fig. 6)。これに対して, 20cm を超えるイノセラムスは通常採集の対象にはならないので, Fig. 6 に示したサイズごとの頻度分布は, 少なくとも 20cm を超えるものについては元々の状態を反映していると考えられる。

20cm を超えるもののうち, OT7 よりも下位では 40~60cm の階級に属する個体の頻度が全般的に高く, 20~40cm のものはそれよりもやや少なめである (Fig. 6)。一方, OT7 よりも上位になると 40~60cm サイズの個体が占める割合は減少し, 代わりに 20~40cm のものの割合と 60cm を超える巨大な個体の割合が大きくなる。なかでも, OT10 より上位では, 20cm を超えるもののうち 60~80cm の階級に属する個体の頻度が最も大きくなる。全体の個体数が少ない層準もあるのではっきりしたことは言えないが, Fig. 6 からは, 全体として上方に向かって 60cm を超える巨大なものと 20~40cm サイズのもの占める割合が増える傾向が読みとれる。もっとも, 本調査によって得た化石のサイズ分布は, あくまでサイズを見積もれるくらい保存良好な化石のサイズ分布であり, 必ずしも各サイズでの死亡率のみを反映したものとは限らない。

保存状態とサイズ分布

単独型の産状を示す化石のうちサイズを見積もれるものについて, 合弁のものと離弁のものとの比率を各サイズごとに比較したところ, サイズが大きなものほど合弁率が高く, 80cm を超えるものでは約 9 割の個体で両殻が保存されていた (Fig. 7)。もっとも, 前述したように, 大きなものほど概して殻が割れている場合が多いので, 合弁率が高いということは必ずしも殻が壊れにくいことを意味するわけではない。むしろ, 大きなものほど割れた

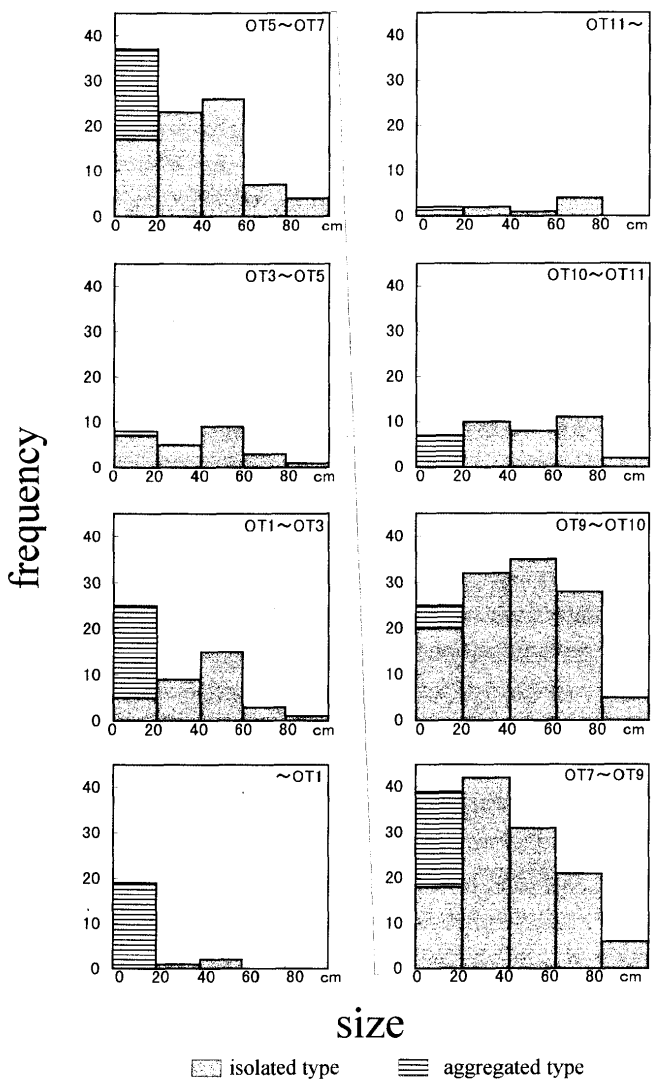


Fig. 6 *I. hobetsensis* に見られるサイズの頻度分布とその層序的变化. Size-frequency distributions of *I. hobetsensis* for samples successively recovered from the middle Turonian sequence of the study area.

殻の断片が運搬されにくく、壊れやすい上側の殻も部分的に保存されるため、結果的に大きなものほど合弁と認識できる保存状態のものが多くなると考えるべきであろう。つまり、大きなものほど合弁率が高いという事実は大きなものほどバラバラになりにくいということを示唆しており、逆に言えば調査地域内から産出する本種の殻は小さなものほど選択的に断片化しやすかった可能性があることを示している。

また、単独型の産状を示す化石の保存状態を各層準ごとに比較すると、殻が断片化しているものの割合はOT3より上位では概して上方に向かって高くなり、また巨大な個体の割合が増加する割には合弁率は増加しない (Fig. 8)。特にOT10より上位では殻が断片化している化石の占める割合が比較的高く、巨大なもの割合が高い割には合弁率も低いので、OT10より上位の層準では概して化石の保存状態が良くないといえる。もし小さな殻ほ

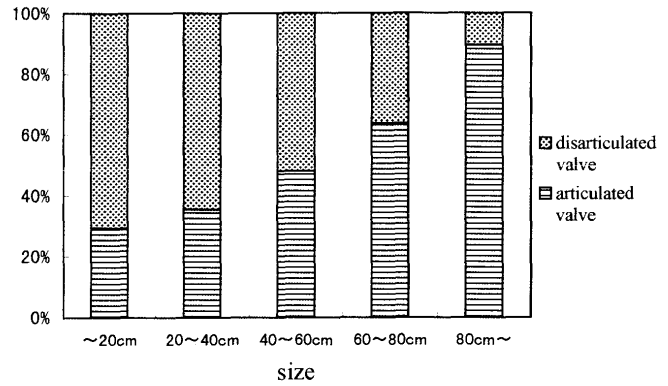


Fig. 7 *I. hobetsensis* における殻サイズごとの合弁個体と離弁個体の割合。殻が断片化しているものは除かれている。大きなものほど合弁個体の割合が高い。

Ratio of the number of articulated valves versus that of disarticulated valves for each size class for specimens of *I. hobetsensis* from the study area. Larger shells of *I. hobetsensis* are better preserved than smaller ones. Crushed and fragmental specimens are excluded in this diagram.

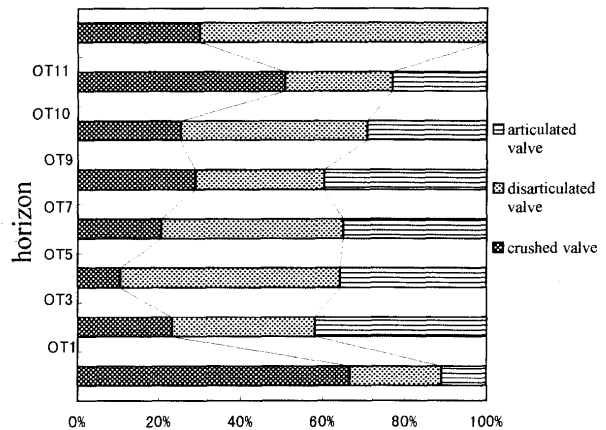


Fig. 8 *I. hobetsensis* における各層準ごとの合弁個体・離弁個体・殻が断片化した個体の割合。

Comparison of the numerical ratios of articulated, disarticulated, and crushed valves for samples of *I. hobetsensis* from different horizons.

ど選択的に断片化しやすかったとすれば、OT7より上位で60~80cmの階級に属する巨大な個体の割合が増加するのは単に保存上の理由によるものかもしれない。一方、OT3より上位では、上位になるほど殻が断片化している個体の割合が概して高くなるにもかかわらず、20~40cmの階級に属する個体の割合が上方に向かって増加する。また、OT3より下位では、OT3~OT5の層準に比べて殻が断片化しているものの割合が高いにも関わらず、20~40cmの階級に属するものが40~60cmの階級に属するものよりも少ない。殻が断片化した状態で保存された個体の割合や合弁の状態で保存された個体の割合に基づいて化石の保存度を考えるなら、20~40cmの個体の保存率は上位の層準ほど低下することが期待されるが、この階級に属する個体の割合はむしろ上位の層準ほど高くなる傾向にある。この結果は、20~40cmサイズでの死亡率が時代とともに増加傾向にあったことを示唆している。

まとめ

北海道小平地域の中部蝦夷層群から産する *Inoceramus hobetsensis* について、化石個体のサイズごとの頻度分布を調べ各層準間で比較したところ、20~40cmサイズのものとは60~80cmサイズのものとの割合が上位の層準になるにつれて増加する傾向にあることがわかった。このうち、60~80cmサイズのもの占める割合の増加は、単に化石の保存度の低下を反映したにすぎない可能性がある。一方、20~40cmサイズに属する個体の割合が増加することについては、化石の保存度の変化で説明することは難しい。以上の結果は、本種の20~40cmサイズでの死亡率が本地域では時代とともに概して高くなる傾向にあったことを示唆している。もっとも、この時代的変化が20~40cmサイズでの成長速度の低下によるものなのか、それともある齢での死亡率が増加したことによるものなのかはわからない (CRAIG & HALLAM, 1963)。また、20cm以上の個体のほとんどは様々な層準から散在的に産出することから、それらの化石群は同時期に生息した個体群ではないと考えられる。すなわち、各層準ごとの化石サイズの頻度分布は長い地質学的時間の中で平均化されたものを見ているに過ぎず、本研究の結果に個体群動態の議論をそのまま適用することはできない。しかしながら、大まかに見れば、本種の各時代ごとの平均的な成長曲線ないしは生存曲線が時代とともに変化したことを本研究の結果は示唆している。

謝辞

東京大学理学部の棚部一成教授並びに静岡大学教育学部の大塚謙一教授には、粗稿の校閲をお願いし貴重なご意見を承った。国立科学博物館の重田康成博士には、野外調査に際して有益な助言を頂いた。Paleontological Research InstitutionのRobert M. Ross 博士には英文の校閲をして頂いた。また、小平町教育委員会および達布営林署には、国有林野への入林許可並びに化石標本の持ち出しについて便宜を図っていただいた。小平町立望洋台ユースホステルの斎藤御夫妻には、現地滞在中に何かとお世話いただいた。ここに記して上記の方々及び関係機関に謝意を表する。

引用文献

- ASAI A. & HIRANO H. (1990), Stratigraphy of the Upper Cretaceous in the Obira area, northwestern Hokkaido. *Gakujutu Kenkyu, School of Education, Waseda University, Series of Biology & Geology*, 39, 797-818.
- CRAIG G. Y. & HALLAM A. (1963), Size-frequency and growth-ring analyses of *Mytilus edulis* and *Cardium edule*, and their paleoecological significance. *Palaeontology*, 6, 731-750.
- HAYAMI I. (1960), Jurassic inoceramids in Japan. *Journal of the Faculty of Science, University of Tokyo, Section 2*, 12, 277-328.
- 猪木幸男・田中啓策・湊光雄・佐藤博之 (1958), 5万分の1地質図幅「幌加内」および同説明書。地質調査所, 64p.
- KAUFFMAN E. G. (1977), Systematic, biostratigraphic and biogeographic relationships between middle Cretaceous Euramerican and North Pacific Inoceramidae. *Palaeontological Society of Japan, Special Papers*, 21, 169-212.
- MAEDA H. (1987), Taphonomy of ammonites from the Cretaceous Yezo Group in the Tappu area, northwestern Hokkaido, Japan. *Transactions and Proceedings of the Palaeontological Society of Japan, New Series*, 148, 285-305.
- MATSUMOTO T., OKADA H., HIRANO H. & TANABE K. (1976), Mid-Cretaceous biostratigraphic succession in Hokkaido. *Annales du Museum d'Histoire Naturelle de Nice*, 4, 1-6, 10-20.
- NAGAO T. & MATSUMOTO T. (1939), A monograph of the Cretaceous *Inoceramus* of Japan, part 1. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imperial University, Series 4*, 4, 241-299.
- NAGAO T. & MATSUMOTO T. (1940), A monograph of the Cretaceous *Inoceramus* of Japan, part 2. *Journal of the Faculty of Science, Hokkaido Imperial University, Series 4*, 6, 1-64.
- NODA M. (1975), Succession of *Inoceramus* in the Upper Cretaceous of southwest Japan. *Memoir of the Faculty of Science, Kyushu University, Series D*, 23, 211-261.
- 野田雅之・松本達郎 (1976), 日本化石集第45集, 日本の中生代貝化石4 (白亜紀のイノセラムス1)。築地書館, 東京, 24p.
- 関根秀人・高木淳・平野弘道 (1985), 北海道小平地域北東部上部白亜系の化石層序学的研究。化石, 38, 1-15.
- 棚部一成・平野弘道・松本達郎・宮田雄一郎 (1977), 北海道小平地域の上白亜系層序。九州大学理学部研究報告 (地質), 12, 181-202.
- TANAKA, K. (1963), A study on the Cretaceous sedimentation in Hokkaido, Japan. *Reports of the Geological Survey of Japan*, 197, 1-120.
- 対馬坤六・田中啓策・松野久也・山口昇一 (1958), 5万分の1地質図幅「達布」および同説明書。地質調査所, 74p.