貝化石による古環境解析の時間的分解能 (前期更新世大桑層中部の場合)

北村 晃 寿*

Time resolution in paleoenvironmental analysis based on mode of occurrence of bivalve fossils
— a case study for the middle part of the early Pleistocene Omma Formation, Kanazawa —

Akihisa Kitamura*

Abstract In order to evaluate the time resolution of molluscan fossil records in the middle part of the early Pleistocene Omma Formation, central Japan, the mode of occurrence of three infaunal bivalves (*Clinocardium*, *Dosinia* and *Panopea*) was analyzed in detail for the sediments of Cycle 2 where molluscan fossils are sporadically scattered.

The result revealed that the bivalves which burrowed less than about 10 cm below the sediment surface were reworked and mixed before final burial. This means that the time-averaging of skeletal elements happened in the surface layer about 10 cm thick at the time of the deposition. Therefore, the time resolution of the molluscan fossil records in sediments of the Cycle 2 is lower than the period in which the sediments accumulated to a thickness of 10 cm.

Key words : time resolution, time-averaging, mode of occurrence of bivalve fossils, Omma Formation

はじめに

浅海域では、定常的な波浪・沿岸流の作用や暴風時の海底浸食などによる堆積物の再堆積や、生物活動による堆積物の攪乱などのさまざまな過程を繰り返しながら堆積が進行する。そのため、一般に海底近くにある堆積物は、これらの物理的・生物学的プロセスによって混合されることが知られている。この部分を混合層といい(例えば, Nittrouer *et al.*, 1979), その中にあったさまざまな時期の生物遺骸は混合される。このように、異なった時期の個体群や群集の遺骸が混合することを時間的平均化(Time-averaging)といい(例えば, Fürsich & Aberhan,

1990), その程度を知ることは、化石記録の時間的分解能を知る上で不可欠である。

石川県金沢市大桑町犀川河床の大桑層は、岩相・生物相から下・中・上部に分けられる(北村・近藤, 1990)。筆者は、これらのうち中部に含まれる貝化石の層位分布を詳細に調べた。その結果、ここには堆積サイクルとそれに対応した寒暖両海流系貝化石群集の交互出現がみられ、それらは氷河性海水準変動に起因することが明らかとなった(北村・近藤, 1990)。そして、さらにこの時代の氷河性海水準変動は数万年単位で海水準が 50 m も振幅する周期的環境変動であったことがわかった。このような短周期で急速な環境変動を貝化石記録から解析するには、化石化に伴う生態的情報の消失や偏りを明確にしておく必要がある。

内生二枚貝はそれぞれの種ごとにある程度固有の生活

1992年2月10日受付。1992年7月7日受理。

* 京都大学理学部地質学鉱物学教室, Department of Geology and Mineralogy, Faculty of Science, Kyoto University, Kyoto 606, Japan.

Fig. 1. Columnar section of the lower and middle parts of the Omma Formation exposed at the river bed Saikawa, Kanazawa, showing the observed horizon and biostratigraphic datum horizons established by Takayama *et al.* (1988).

姿勢と深さを保って、堆積物中に潜って生活している (例えば, Stanley, 1970). したがって、地層内の二枚貝化石の姿勢を現生種の堆積物内での位置および方向性と比較し、二枚貝の死後の洗い出しの有無を検討することから、海底浸食や生物擾乱が及んだ深さと擾乱の程度などに関する情報を入手することができる (Kondo, 1987; 近藤, 1989).

そこで筆者は、貝化石による古環境解析の時間的分解能を検討するために、内生二枚貝の産状観察を行った。具体的には、大桑層中部の堆積サイクル2の化石散在部を例にとり、そこに見られる内生二枚貝の産出姿勢を観察した。そして、観察結果から貝化石の埋積過程を考

察し、貝化石記録の時間的分解能を検討した。

謝 辞 京都大学理学部の鎮西清高教授と高知大学理学部の近藤康生博士には粗稿を読んでいただくとともに多くの有益な御助言をいただいた。ここに記して厚く御礼申し上げる次第である。研究費の一部は平成3年度文部省科学研究費補助金特別研究員奨励費(受付番号0080)の一部を使用した。

堆積サイクル2の概要

模式地の大桑層は、“メガネ橋”から約1200m下流の大桑橋の間の犀川河床に露出する。ここの大桑層は下位の犀川層を不整合に覆い、卯辰山層に不整合で覆われ

Fig. 2. Cycle 2 showing distribution of the molluscan fossil associations, their bathymetric ranges, water regimes and distribution of 3 observed infaunal bivalves, *Clinocardium fastosum*, *Panopea japonica* and *Dosinia japonica*.

る。大桑層は層厚が約 210 m で、走向はほぼ東西で北西へ 10°-20° 傾斜する。ここの大桑層は、岩相・生物相から上・中・下部に 3 分される。大桑層中部は主として細粒砂岩からなり、少なくとも 10 回の堆積サイクルと貝化石群集の周期的変遷が観察される (Fig. 1) (北村・近藤, 1990)。高山ほか(1988)の石灰質微化石層序と大村ほか(1989)の古地磁気層序に基づくと、その堆積時代は約 120 万年前から 90 万年前までと推定される。

堆積サイクル 2 は大桑層中部の堆積サイクルのうち下から 2 番目のサイクルで、層厚は約 8.6 m、基底部に厚さ約 20 cm の貝化石密集層がある (Fig. 2)。密集層の下面は浸食面で、密集層より上位では堆積物は上方に向かって、淘汰の良い細粒砂岩→泥がちな極細粒砂岩→泥がちな細粒砂岩の順に漸移的に重なる (Fig. 2)。これ

らの砂岩には、リップルや平行層理などの堆積物表層で形成される堆積構造は観察されない。サイクル内ではほとんどすべての層準から貝化石が産する。これらの大部分は、生息姿勢を保持していないものの、貝殻の保存状態は良好でまた二枚貝化石には合弁のことが多い。サイクル内の貝化石群は 4 つの群集に区分される。貝化石密集層は寒流系貝化石群集の *Peronidia* 群集(生息深度; 低潮線~20-30 m)から構成され、その上位では泥がちな極細粒砂岩下部に寒流系群集の *Clinocardium-Turritella* 群集(以下 d 群集, 生息深度; 低潮線~50-60 m), その上部に暖流系群集の *Tugurium-Paphia* I 群集(以下 j 群集, 生息深度; 20-30~50-60 m), そして泥がちな細粒砂岩に暖流系群集の *Tugurium-Paphia* II 群集(以下 k 群集, 生息深度; 50-60~100-120 m)が出現する (Fig. 2)。これらの群集の層位的変遷は、堆積サ

イクル 2 形成時に暖流の流入とともに海水準がおよそ 50 m 上昇したことを示唆する。なお、化石群集の命名と記載および暖流系・寒流系群集の定義は北村・近藤(1990)にある。また、各群集の生息深度は現生種の深度分布から推定したものである。

内生二枚貝の観察方法

1. 指標種の生息姿勢と潜入深度

今回、堆積サイクル 2 の貝化石散在部—露頭面積にして約 30 m(走向方向)×20 m(傾斜方向)—に産する 3 種類の内生二枚貝(以下これらを指標種とする)の産状を観察した。まず、各指標種の現生個体の生息位置と姿勢を述べる(Fig. 3)。*Clinocardium fastosum* は絶滅種なので、大きさ・形のよく似た現生近縁種のデータを代用した。なお、各種の最大潜入深度は、Kondo(1987)に従い、体サイズに対する比を用いて表現した。

Dosinia japonica (Reeve)

殻の接合面は直立しており、後部を上に向ける体位をとる。殻長 2 cm 以下の個体の最大潜入深度は殻長のほぼ 5 倍であるが、2 cm より大きい個体はそれほど深く潜らず、最大潜入深度は 15 cm である(Kondo, 1987)。

Panopea japonica (A. Adams)

殻の接合面は直立で後部を上にした姿勢である。最大潜入深度は少なくとも殻長の 4 倍、成貝の平均潜入深度は 40-50 cm である(Kondo, 1987)。

Clinocardium fastosum (Yokoyama)

この種は化石種だが、大桑層中部に多いので調査の対象とし、生息姿勢は現生種 *Fulvia mutica* (Reeve) のデータを代用した(奥谷, 1986, p. 365)。後部を上にして直立した姿勢と考えられ、堆積物中にごく浅く潜入、殻を堆積物中にすっぽり隠す。最大潜入深度はおよそ 1-2 cm である。

ところで、Kondo(1987)によると、内生二枚貝の潜入深度は、同一種であっても、体サイズ・底質・その他の条件によっても変化するという。現在までに、各指標種の体サイズと潜入深度の関係はよくわかっているが、底質やその他の条件により、潜入深度がどのくらい変化するかは明らかにされていない。そこで、今回は底質やその他の条件による潜入深度の変化はほとんどないものと仮定し、各指標種の潜入深度を大桑層産の貝化石にそのまま適用することにした。

2. 観察方法

調査では指標種のうち、合弁の個体および殻が大きく開いた状態(北村, 1990 の valves-open position)の個体について、地層中での姿勢を観察し、体サイズ(殻長)を

Fig. 3. Orientation and mode of life of indicator species as inferred from those of the living forms. Cln, *C. fastosum*; Dos, *D. japonica*; Pan, *P. japonica*.

測定した。産出姿勢の記載は Kondo(1987 MS)を参考にした。殻長を測定するのは、体サイズの違いによる潜入深度の違いを考慮するためである。そして、これらの観察結果を貝化石群集に基づいて分けた 3 つの層準(d・j・k群集産出層準)ごとに一括して示した(Fig. 4)。

なお、堆積サイクル 2 を調査場所を選んだ理由は、露頭面積が広くかつ観察しやすいことと、指標種を多産するためである。

観 察 結 果

以下に観察結果を層準ごとに記す。

(1) d 群集産出層準(層厚 1.4 m)

この層準には *Clinocardium fastosum* が散在的に産する(Fig. 2)。殻長が 6 cm より大きいものはすべて殻が大きく開いた状態で層界面と平行な姿勢をとる。一方、6 cm 以下の個体では合弁で層界面と平行な姿勢をとるものが多く、体サイズによる産状の違いが認められる(Fig. 4)。層位による産状の違いは観察されない。

(2) j 群集産出層準(層厚 2.8 m)

この層準から産する指標種は *Dosinia japonica* と *Panopea japonica* で、観察個体はそれぞれ 10 個体と 3 個体である(Fig. 2)。これらの種の層位分布には偏りはみられない。*D. japonica* の産出姿勢には体サイズや層位によ

Horizon	Species name	Shell Length (cm)	Vertical				Oblique	Horizontal	Valves-open position	No. of individuals in life position	No. of reworked individuals	No. of measurements
			posterior-up	hinge-up	posterior-down	hinge-down

d	<i>Clinocardium</i>	2-4	0	2	0	2	0	5	1	0	6	10
		4.1-6	1	1	0	0	0	1	1	1	2	4
		6.1-8	0	0	0	0	0	0	4	0	4	4
		8.1-10	0	0	0	0	0	0	3	0	3	3
		10.1-12	0	0	0	0	0	0	1	0	1	1
j	<i>Dosinia japonica</i>	2-4	0	0	1	0	1	1	0	0	1	3
		4.1-6	2	1	0	3	0	1	0	2	1	7
	<i>Panopea japonica</i>	8-10	3	0	0	0	0	0	0	3	0	3
k	<i>Dosinia japonica</i>	2-4	18	0	1	5	4	7	0	18	7	35
		4.1-6	9	1	0	3	2	10	0	9	10	25

● life position
○ reworked orientation

Fig. 4. Mode of shell orientation of indicator species in Cycle 2. d; horizon yielding the *Clinocardium-Turritella* Assoc., j; horizon yielding the *Tugurium-Paphia* I Assoc., k; horizon yielding the *Tugurium-Paphia* II Assoc.

る明瞭な違いは認められず、殻頂を下に向けた個体が多かった。これに生息姿勢を保持した個体と層理面に平行な姿勢の個体が続く (Fig. 4)。 *P. japonica* は 3 個体すべてが生息姿勢を保持している (Fig. 4)。

(3) k 群集産出層準 (層厚 3.6 m)

この層準に産する指標種は *Dosinia japonica* だけで、観察個体は 60 個体である。これらの個体の層位分布には偏りはみられない。 *D. japonica* の産状には層位による違いはみられないが、体サイズによる違いが認められる。すなわち、4 cm 以下の個体では生息姿勢を保持した個体が最も多く、層理面に平行な姿勢の個体の 2 倍を越すのに対して、これより大きい個体では、層理面に平行な姿勢の個体のほうが生息姿勢を保持した個体よりもわずかに多い (Fig. 4)。このような違いがみられるも

の、両サイズとも生息姿勢を保持した個体と層理面に平行な姿勢の個体とで全体の大部分を占める点では共通している (Fig. 4)。

考 察

1. 死後の洗い出しの認定

ここで言う「洗い出し」とは、強い水流による海底面の浸食や底生動物の攪乱によって、内生生物の遺骸が海底面に露出することをさす (近藤, 1989)。内生二枚貝の死後の洗い出しの認定は、貝化石の埋積過程を考える上で非常に重要である。そこで、筆者は洗い出しの認定基準として次の 2 点に注目した。① 殻が大きく開いた状態：内生二枚貝の貝殻は堆積物中では開かないから、これは死後に洗い出しが起こったと判断する基準になる。

②層理面に対してほぼ平行な姿勢の個体：今回取り扱った指標種はいずれも堆積物中に直立した姿勢で生活する種なので(Fig. 3), これらの貝殻が死後洗い出されると、海底上で最も安定な姿勢(接合面がほぼ水平)をとる。したがって、地層中では層理面に対してほぼ平行な方向で産するものは洗い出された可能性が高い。貝殻が洗い出されずに、生物擾乱によって堆積物中で海底面と平行な姿勢になることもありえる。しかし、この場合、水平でない個体も有意な比率で出現すると考えられる。上記の観察結果によれば、生息姿勢をとっているものの以外の個体の大部分が層理面と平行な姿勢で産している(Fig. 4)。堆積物中での生物による貝殻の回転の可能性も捨てきれないものの、このような強い方向性は生物擾乱だけでは説明できない。そこで筆者は、層理面にほぼ平行な姿勢の貝化石も死後の洗い出しの認定に有効であると判断し、これを洗い出しの基準とした。

2. 洗い出し深度

本論で用いた潜入深度とは堆積物表面から貝殻の上端までの距離である。したがって、この深度まで堆積物が浸食されたり生物擾乱を受けても貝殻は動かない。すなわち、貝殻が洗い出されるには、浸食量・生物擾乱の作用が潜入深度よりも深くまで達する必要がある。そこで本論では、便宜上、洗い出し深度を潜入深度に貝殻の殻長を加算した値で示すことにした。

以下に、各指標種の観察結果から求めた $d \cdot j \cdot k$ 群集産出層準堆積時の洗い出し深度を記す。

(1) d 群集産出層準堆積期

C. fastosum の個体の多くが死後洗い出された産状を示す(Fig. 4)。したがって、 d 群集産出層準堆積期における洗い出しの深さは、*C. fastosum* の潜入深度と殻長とを合わせた値の最大値、約 10 cm 以上と推定される。

(2) $j \cdot k$ 群集産出層準堆積期

D. japonica は j 群集・ k 群集両方の産出層準に産し、どちらにも生息姿勢を保持した個体と洗い出されたものとが共産する(Fig. 4)。したがって、両層準堆積期間において洗い出しが達した深さは、*D. japonica* の洗い出し深度のあたりと推定される。そこで、洗い出しの深さを見積もるために、前述の Kondo(1987)の観察結果(最大潜入深度が 15 cm であること)と彼が示した図から *D. japonica* の潜入深度を読み取った。その結果、潜入深度(D cm)の範囲と殻長(L cm)との関係は次式で表される(Fig. 5)。

$$L \leq D \leq 5.0 L \cdots \cdots \cdots (\text{殻長 } 2 \text{ cm 以下の個体})$$

$$L \leq D \leq 2.4 L + 4.0 \cdots \cdots \cdots (\text{殻長 } 2 \text{ cm} \sim 4.6 \text{ cm の個体})$$

Fig. 5. Relationship between shell length and range of burrowing depth of *D. japonica* (modified from Kondo, 1987).

$$L \leq D \leq 15.0 \cdots \cdots \cdots (\text{殻長 } 4.6 \text{ cm より大きい個体})$$

そして、潜入深度と洗い出し深度(Rd cm)の関係は、

$$Rd = D + L$$

であるから、洗い出し深度の範囲と殻長(L cm)との関係式は、

$$2 L \leq Rd \leq 6.0 L \cdots \cdots \cdots (\text{殻長 } 2 \text{ cm 以下の個体})$$

$$2 L \leq Rd \leq 3.4 L + 4.0 \cdots \cdots \cdots (\text{殻長 } 2 \text{ cm} \sim 4.6 \text{ cm の個体})$$

$$2 L \leq Rd \leq L + 15.0 \cdots \cdots \cdots (\text{殻長 } 4.6 \text{ cm より大きい個体})$$

となる。

Fig. 6 に、大桑層で観察・計測した個体に関して、洗い出し深度と産状との関係を示す。洗い出し深度は体サイズごとにある程度の幅をもちながら、体サイズの増大に比例して深くなる。そして、図からわかるように、生息姿勢を保持している最小個体の洗い出し深度の範囲と洗い出されている最大個体のそれとが重なっている。したがって、この場合の洗い出しの深さは、生息姿勢を保持している最小個体の洗い出し深度の最大値と洗い出されている最大個体の洗い出し深度の最小値との間にある。

Fig. 6a(j 群集産出層準)をみると、殻長 4.7 cm の *D. japonica* が生息姿勢を保持しており(洗い出し深度の最大値は 19.7 cm)、殻長 5.2 cm の個体が洗い出されている(洗い出し深度の最小値は 10.4 cm)。したがって

Fig. 6. Relationship between shell orientation of *D. japonica* and the reworking depth (range). In this paper, the sum of burrowing depth (range) and shell length is used to indicate the reworking depth needed to rework shell of *D. japonica*. Min Rd (minimum reworking depth) is the sum of minimum burrowing depth and shell length, Max Rd (maximum reworking depth) is the sum of maximum burrowing depth and shell length. a=horizon yielding the *Tugurium-Paphia* I Assoc., b=horizon yielding the *Tugurium-Paphia* II Assoc.

て、j 群集産出層準堆積期の洗い出しの深さは約 10～20 cm の間と推定される。

一方、Fig. 6b(k 群集産出層準)では殻長 2.8 cm の個体が生息姿勢を保持しており(洗い出し深度の最大値は 13.5 cm)、殻長 4.8 cm の個体が洗い出されている(洗い出し深度の最小値は 9.6 cm)。このことから、k 群集産出層準堆積期における洗い出しの深さは海底面下約 10-13 cm 付近までであったと推定される。

P. japonica の個体はすべて生息姿勢を保持している。これは、j 群集産出層準堆積期の洗い出しの深さが、この種の洗い出し深度(約 50-60 cm)まで達しなかったことを意味する。このことは上記の *D. japonica* から求めた洗い出しの深さからも確実である。

3. 洗い出しの原因

前述のように、d・j・k 群集産出層準の堆積期間には、洗い出し深度が約 10 cm 以下の二枚貝は洗い出されていることがわかった。そこで、次にこれらの二枚貝を洗い出した原因について考察する。

近藤(1989)や Fürsich & Aberhan(1990)は、内生二枚貝の洗い出しの主な原因として、

- ①捕食者による捕食行動に伴う引きずり出し
 - ②海底のチャネル形成時の浸食に伴う洗い出し
 - ③暴風時の波浪による海底浸食に伴う洗い出し
- を挙げている。現在のところ、筆者は上記の 3 つ以外に洗い出しの原因を知らない。そこで、以下の議論では、これら 3 つのうちのどれかが、d・j・k 群集産出層準堆積期における二枚貝の洗い出しの原因であると想定し、各原因の可能性について検討する。

①近藤(1989)は、捕食に伴う洗い出しであれば、殻が開くのが自然であると述べている。したがって、殻が大きく開いた状態で産する *C. fastosum* は、捕食行動によって引きずり出された可能性は十分ありうる。しかし、①は両殻を閉じた *C. fastosum* と *D. japonica* の洗い出しの原因にはならない。

②d・j・k 群集産出層準には、チャネル構造は観察されない。したがって、②が洗い出しの原因とは考えられない。

③両殻を閉じた *C. fastosum* と *D. japonica* の洗い出しは上記の 2 つでは説明できない。そこで、本論では、直接の証拠はないが、両殻を閉じた *C. fastosum* と *D.*

japonica は、暴風時の波浪による海底浸食に伴って洗い出されたものと考えた。暴風時のウェーブベースは 40-80 m (Howard & Reineck, 1981; Cacchione *et al.*, 1984)あるいは約 60 m (齊藤, 1988)と推定されている。一方、貝化石群集から、d・j 群集産出層準堆積期の水深は 50-60 m よりも浅く、k 群集産出層準堆積期の水深は 50 m~120 m の間であると推定されている。このことは、d・j・k 群集産出層準堆積期の水深が、暴風時のウェーブベースより浅かったと考えても何ら問題のないことを示唆する。したがって、内生二枚貝が暴風時に洗い出された可能性は十分考えられる。

以上のことをまとめると、堆積サイクル 2 に産する内生二枚貝の大部分は、暴風時に洗い出されたものと解釈される。

ところで、暴風時の波浪の影響は水深の増加とともに弱まる。すでに堆積サイクル 2 の概要で述べたように、サイクル 2 形成期間には、海水準がおよそ 50 m 上昇したと推定される。これらのことを考え合わせると、堆積サイクル 2 内において、内生二枚貝の洗い出し深度に時代的变化があるものと期待される。しかし、今回の調査では、洗い出し深度に明瞭な時代的变化が認められなかった。これは、d・j 群集産出層準堆積期間の洗い出し深度を正確に見積もれなかったことによると思われる。

貝化石による古環境解析の時間的分解能

以上見てきたように、堆積サイクル 2 に産する貝化石がたどった埋積過程は、大局的にみると、①「洗い出し」された後に埋没する、②洗い出されずにそのまま埋積される、という 2 つに分けることができる。これらの埋積過程において、それぞれ特有の生物遺骸の時間的平均化が生じるので、以下に説明する。

①貝殻の洗い出しは遺骸の垂直混合をもたらす。そのため、洗い出しの深さから海底面までの堆積物中では、さまざまな時期の生物遺骸が混ぜ合わされる、すなわち時間的平均化が生じる。したがって、d 群集産出層準堆積期では海底面下 10 cm 以上、j 群集産出層準堆積期では 10-20 cm まで、k 群集産出層準堆積期では 10-13 cm までにあった生物遺骸が時間的に平均化されてしまったと推定される。

②深潜没生活者の *P. japonica* を例にして説明する。*P. japonica* の成貝は、海底面から 40-50 cm 潜って生活している (Fig. 3)。生物群集の遺骸が①の過程を経て、*P. japonica* の住む深さまで埋没するには、ある程度の時間が必要である。このことは言いかえると、*P. japonica* は

遺骸群の中で生活している、すなわち前時代の生物群集の遺骸群に混在しているわけである。なお、②の過程を経て化石記録となった内生二枚貝の個体間においても、それらの潜入深度が異なる場合には、同様の混在化現象が起きる。

最後に結論として、堆積サイクル 2 の貝化石記録による古環境解析の時間的分解能を検討してみたい。上記の②の過程で前時代の生物群集の遺骸群に混在した個体に関しては、その潜入深度がわかれば、その個体を前時代の群集から分離することは可能である。これに対して、①の過程を経て時間的に平均化された遺骸群を時間的に分解すること、要するに個々の遺骸を年代順に配列させることは不可能である。堆積サイクル 2 の堆積期間には、表層から深さ 10 cm までの堆積物に含まれていた生物遺骸が時間的に平均化されている。このことは、ここの貝化石記録をどんなに詳細に調査しても、堆積物が 10 cm 積もるのに要する時間以下に分解できないことを意味する。したがって、堆積物が 10 cm 積もるのに要した時間が、堆積サイクル 2 に産する貝化石記録による古環境解析の時間的分解能の限界である。

ま と め

1. 大桑層中部の堆積サイクル 2 の 3 層準で、内生二枚貝 3 種の産状を観察した。その結果、d 群集産出層準に産する *C. fastosum* の多くが死後洗い出されたこと、j・k 群集産出層準に産する *D. japonica* は生息姿勢を保持した個体と洗い出された個体とが共産すること、j 群集産出層準に産する *P. japonica* の個体はすべて生息姿勢を保持していること、がわかった。

2. これらの内生二枚貝の産状と現生種の堆積物内での位置・方向性との比較から、内生二枚貝が死後洗い出された深度は、d 群集産出層準堆積期には海底面から 10 cm 以上、j 群集産出層準堆積期には 10-20 cm、k 群集産出層準堆積期では 10-13 cm と推定される。

3. 堆積サイクル 2 の貝化石散在部における貝化石記録は、表層から深さ 10 cm までの堆積物に含まれていた生物遺骸が時間的に平均化されたものといえる。したがって、ここの貝化石記録をどんなに詳細に調査しても、堆積物が 10 cm 積もるのに要した時間以下に分解することはできない。

文 献

- Cacchione, D. A., Drake, D. E., Grant, W. D. and Tate, G. E., 1984, Rippled scour depressions on the inner continental shelf off central California. *Jour. Sediment. Petrol.*, 54, 1280-1291.

- Fürsich, F. T. and Aberhan, M., 1990, Significance of time-averaging for palaeocommunity analysis *Lethaia*, **23**, 143-152.
- Howard, J. D. and Reineck, H. E., 1981, Depositional facies of high-energy beach to offshore sequence: comparison with low-energy sequence. *AAPG Bull.*, **65**, 807-830.
- 北村晃寿, 1990, 殻が開いた状態の二枚貝化石による古流向の推定—大桑層産 *Clinocardium fastosum* の場合—. 地質雑, **96**, 613-621.
- ・近藤康生, 1990, 前期更新世の氷河性海水準変動による堆積サイクルと貝化石群集の周期的変化—模試地の大桑層中部の例—. 地質雑, **96**, 19-36.
- Kondo, Y., 1987 MS, Biostratigraphy of infaunal bivalves—comparative analysis of life position of living and fossil bivalves. Doctoral dissertation, Univ. Tokyo, 102p.
- , 1987, Burrowing depth of infaunal bivalves—observation of living species and its relation to shell morphology. *Trans. Proc. Paleont. Soc. Jap.*, N. S., **148**, 306-323.
- 近藤康生, 1989, 二枚貝化石の産状観察方法—現生二枚貝の堆積物内における生息姿勢と化石二枚貝の地層中における方向性との比較観察法—. ベントス, **37**, 73-82.
- Nittrouer, C. A., Sternberg, R. W., Carpenter, R. C. and Bennett, J. T., 1979, The use of Pb-210 geochronology as a sedimentological tool: application to the Washington continental shelf. *Mar. Geol.*, **31**, 297-316.
- 奥谷喬司, 1986 編, 決定版生物大図鑑「貝類」. 世界文化社, 東京, 399p.
- 大村一夫・伊藤 孝・政枝 宏・檀原 徹, 1989, 石川県金沢市に分布する大桑層の地磁気層序. 松尾秀邦教授退官記念論文集, 111-124.
- 斉藤文紀, 1988, 沿岸域の地形や堆積物と波浪作用限界水深の関係. 月刊地球, **10**, 458-466.
- Stanley, S. M., 1970, Relation of shell form to life habits of the Bivalvia (Mollusca). *Geol. Soc. America, Mem.*, **125**, 296p.
- 高山俊昭・加藤道雄・工藤哲朗・佐藤時幸・亀尾浩司, 1988, 日本海側に発達する最上部新生界の石灰質微化石層序, その 2: 北陸堆積盆地. 石油技協誌, **53**, 9-27.

(要 旨)

北村晃寿, 1992, 貝化石による古環境解析の時間的分解能(前期更新世大桑層中部の場合). 地質雑, **98**, 1031-1039. (Kitamura, A., 1992, Time resolution in paleoenvironmental analysis based on mode of occurrence of bivalve fossils—a case study for the middle part of the early Pleistocene Omma Formation, Kanazawa—. *Jour. Geol. Soc. Japan*, **98**, 1031-1039.)

大桑層中部(1.2-0.9 Ma)堆積サイクル 2 の貝化石散在部において 3 種類の内生二枚貝の産状観察を行った。その結果、洗い出し深度(潜入深度+殻長)が約 10 cm 以下の二枚貝が洗い出されていることがわかった。すなわち、ここの貝化石記録は表層から深さ 10 cm までの堆積物に含まれていた生物遺骸が時間的に平均化されたものといえる。したがって、ここの貝化石記録をどんなに詳細に調査しても、堆積物が 10 cm 積もるのに要した時間以下に分解することはできない。