

江戸川放水路河口産の変形アサリ (I)

—— 特に硬組織について ——

柴田松太郎*

福田芳生**

1. まえがき

筆者らは、1979年5月27日、磯貝文男および大久保紀雄(千葉県立行徳高校)両氏の案内で、江戸川放水路河口市川大橋付近の干潟にみられる生物の生態観察および採集を行った。その際、筆者の1人柴田は、主としてアサリの採集を行ったが、変形度の著しい多数の殻を得た。そこで、これら変形度の強いアサリの殻の肉眼観察、偏光顕微鏡下での殻体断面薄片の観察(以上、柴田が担当)および殻体断面の元素分析(福田が担当)を行い、ここにその結果を報告し、変形をもたらした原因についても若干の考察を行った。

2. 試料

採集年月日 1979年5月27日

採集場所 千葉県東葛飾郡浦安町、江戸川放水路河口右岸、市川大橋付近の干潟(Text-fig. 1)。

採集対象 アサリ *Tapes (Amygdala) japonica* (Deshayes)

殻体の計測および変形度による分類

採集したすべての試料について、殻頂(L)、殻高(H)および殻巾(D)を計測し、殻高と殻長の比(H/L)、殻巾と殻長の比(D/L)、および殻巾と殻高の比(D/H)を求め、その結果を度数分布曲線(Text-fig. 2, A~C)で示した。また、それぞれの平均値は、

$$H/L = 0.7335$$

$$D/L = 0.5115$$

$$D/H = 0.6930$$

である。

いま、殻体を両殻合併のまま後方よりみて、腹縁部の輪郭からN型、A型、B型、M型およびO型の5つに分

類した。すなわち、

N型: 正常な形態をしたアサリで、腹縁部における両殻の傾斜は、やや膨らんだV字型を示す(Text-fig. 3, 3)。

A型: 腹縁部に、大なり小なりの落差をもつ成長線に沿った段を有する殻体で、殻頂から段のところまでは、なめらかな曲線を画いて傾斜するが、段から腹縁まで



Text-fig. 1 Collecting point 採集地点

X: Deformed specimens of *Tapes (Amygdala) japonica* (Deshayes) were collected from here. 奇型アサリはこの地点から採集された。(この地図は、国土地理院発行の2万5千分の1地形図(船橋)を使用したものである。)

Matsutaro Shibata and Yoshio Fukuda (1982): Deformed specimens of *Tapes (Amygdala) japonica* (Deshayes) collected from the mouth of drain of the river Edo (I) — Especially on the hard tissue —

* 東京都立鷺宮高等学校, ** 千葉県衛生研究所

は、むしろ急傾斜の、内側にわん曲したV字型を示す
(Text—fig. 3, 1)。

B型：かなり膨らみが強く、V字型というよりもU字型
に近い形態を示す (Text—fig. 3, 2)。

M型：変形度の強い殻体 (後述)。

O型：以上の4つの、いずれの型にも属さないが、殻体
に変形が認められるもの。

採集した215個体のアサリを、上述の5つの型に分類
し、それらの百分比を示すと、

N型	41個体	19.1%
A型	134個体	62.3%
B型	24個体	11.2%
M型	12個体	5.6%
O型	4個体	1.9%
		81.0%

で、殻体は何らかの変形が認められるもの174個体、
81.0%の高率を示すことが明らかとなった。

変形度の強い(M型)標本の計測と記載

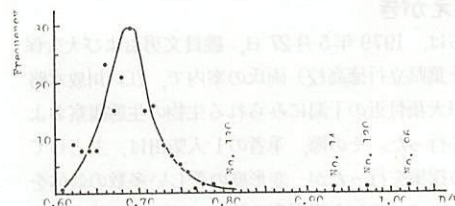
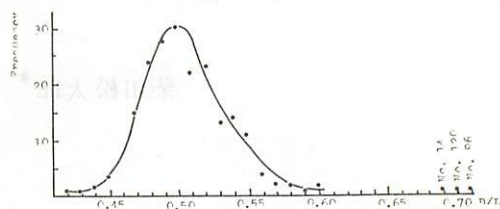
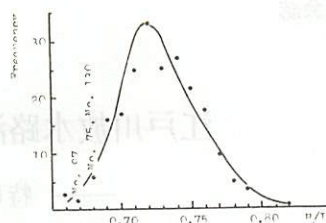
<計測>

	L(cm)	H(cm)	D(cm)	I/H	D/L	D/H
No. 1	2.825	2.125	1.580	0.7522	0.5592	0.7435
No. 14	2.680	1.080	1.885	0.7388	0.6022	0.8369
No. 72	3.510	2.490	1.900	0.7094	0.5413	0.7631
No. 75	3.250	2.220	1.635	0.6831	0.5031	0.7365
No. 90	2.825	1.980	1.440	0.7009	0.5147	0.7273
No. 96	1.680	1.380	1.420	0.6970	0.7172	1.0290
No. 97	2.720	1.820	1.345	0.6601	0.4945	0.7390
No. 120	2.715	1.965	1.915	0.7238	0.7053	0.9745
No. 130	2.820	1.915	1.560	0.6791	0.5532	0.8146
No. 131	2.725	2.030	1.360	0.7450	0.4901	0.6609
No. 133	2.580	1.880	1.490	0.7287	0.5775	0.7925
No. 171	2.600	1.855	1.455	0.7135	0.5596	0.7843

<記載>

No. 1：B型で、左殻の腹縁が右殻の腹縁のやや内側に
入りこんでいる。正常に成長した部分(殻頂側)の殻表
の傾斜と、変形した部分(殻腹側)の殻表の傾斜は著し
く異なり、急傾斜で腹縁に至る。套線は、殻表の傾斜が
急に異なる境界部に刻印されている。

No. 14 (P1. I, figs. 1a~1f)：計測値の表に示し
てあるように、D/LおよびD/Hの値が異常を示して
いる。前方および後方からみた写真(P1. I, figs. 1e,
1f)からも明らかなように、殻巾が殻長や殻高に対し
て著しく大きく(Text—fig. 2, A, B)、異常な膨
らみを示している。大きな落差をもつ段が、左右両殻の
ほぼ中央部に認められる。この段は、おおよそ成長線に
沿っているが、後方では成長線と斜交する。しかし、前
縁および後縁では、段の落差はほとんど認められない。
この段を境に、2つの貝殻が融合したように見える。殻
頂側の部分は正常で、色彩も異なり腹縁の輪郭も明瞭で
ある。殻腹側からみると(P1. I, fig. 1c)、左右両
殻の腹縁の接合度が悪く、その中央部に、わずかにレン
ズ状のすき間があいている。後方では、左殻の腹縁が右



Text—fig. 2 Frequency curves of H/L,
D/L, and D/H

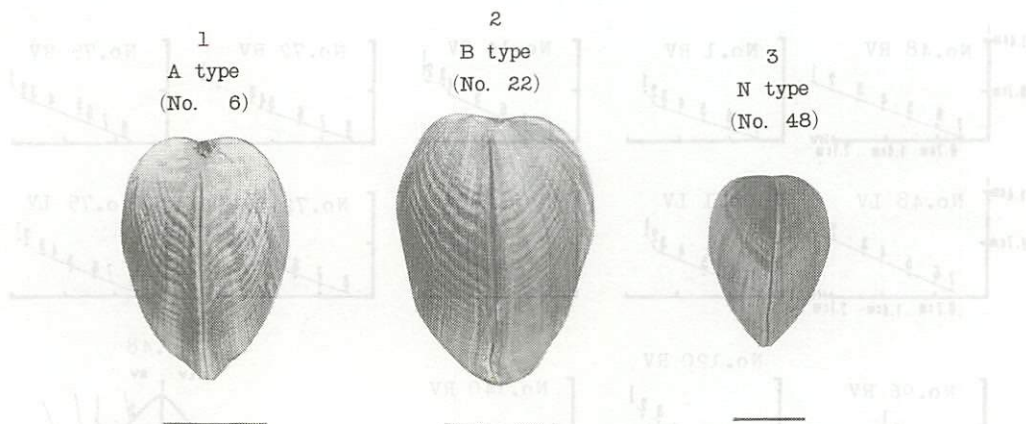
H/L, D/LおよびD/Hの度数曲線

A: Frequency curve of H/L H/Lの度数曲線

B: Frequency curve of D/L D/Lの度数曲線

C: Frequency curve of D/H D/Hの度数曲線

殻の腹縁の内側に入りこんでいる。殻体の内側も(P1,
I, fig. 1b) 外側の、大きな落差をもつ段に対応した
段が認められ、套線は段の境目に刻印されている。外套
湾入は、段が成長線を斜めに切るところに開口している。
No. 96 (P1. I, figs. 2a~2f)：矮小奇型である。
前方および後方からみて明らかなように(P1. I, figs.
2e, 2f), 殻頂—殻腹方向に極度に圧縮されている。
したがって、計測値の表および度数分布曲線でも明ら
かなようにD/LおよびD/Hの値が異常に大きい(Text
—fig. 2, B, C)。大きな落差をもつ段が、左右両殻
のほぼ中央部に認められる。これより殻頂側には、小落
差の段が成長線に沿って2~3段認められ、殻頂側では
急傾斜で腹縁に至る。殻頂側は正常な部分で、殻腹側
の変形度の著しい部分と明瞭な境界を示す。落差の大きな
段のところで、正常な殻体と変形の著しい殻体とが融合
し、異様な感じを与える。殻腹の輪郭は、むしろ直線的
で、後縁は截断状である。殻腹は中央部でやや開口して
おり、右殻の腹縁の一部は、左殻の腹縁の内側に入りこ
んでいる。殻体内側にも、大きな落差をもつ段が、外側
のそれに対応して認められ、套線が刻まれている(P1,



Text-fig. 3 Classification by outline near ventral margin from posterior view.

後方からみた腹縁付近の輪郭による分類

All figures are posterior view. 写真はすべて後方から写したもの。

Every bar shows 1cm. それぞれの棒の長さは1cmを示している。

I, fig. 2 b)。

Na 97: 殻腹の輪郭は、中央よりやや後方でへこんでいる。右殻においては、腹縁に近い部分で、成長線に沿って溝状にへこんでいる。殻腹は、中央よりやや前方でわずかに開口している。H/L の値は異常に小さい (Text-fig. 2, A)。

Na 120 (P 1, I, figs. 3a~3f): 殻体の輪郭は、後縁が著しく截断状を示している。殻体は、殻頂部では正常に成長しており、殻腹側の異常成長した殻体とは、色彩も異なり明瞭に識別される。左右両殻の中央部に、大きな落差をもつ段が認められ、中央部から前方にかけては、成長線に沿った段であるが、後方にかけては、やや成長線を切っており、前方では落差が小さいが、後方では落差が大きい。この大きな落差をもつ段を境に、正常な殻体 (殻頂側) と異常な殻体 (殻腹側) の2つが融合したような異様な感じを与える。大きな落差の段は、内側でも明瞭に認められ、套線が刻まれている。D/L, D/H とも、その値が異常に大きい。

Na 130: 殻頂部の傾斜は、ゆるやかな丸味をもっているが、中央部では直線的にゆるやかに傾斜し、殻腹付近で急傾斜する。殻表の模様は、4本の明瞭な成長線を境にそれぞれ異なっている。H/L の値は異常に小さく (Text-fig. 2, A), D/H の値は異常に大きい (Text-fig. 2, C)。

Na 131: 右殻の腹縁は急傾斜し、中央部で左殻の腹縁の内側に入りこんでいる。その境界部は、左殻腹縁では浅い切れこみとなっている。正常な殻体の部分 (殻頂側) と異常な部分 (殻腹側) とでは、色彩が明らかに異なる。

Na 133: Na 131 の標本に類似しており、右殻腹縁部で急傾斜し、ほぼ中央部で左殻腹縁の内側に入りこんでいる。その境界部は、左殻腹縁では、浅い切れこみとなっている。

Na 171: この標本も Na 131 の標本に類似しているが、両殻の腹縁部における接合の程度は軽微である。外面には、小落差の明瞭な成長線に沿った段が2段認められる。内面においても同様な段が2段認められる。

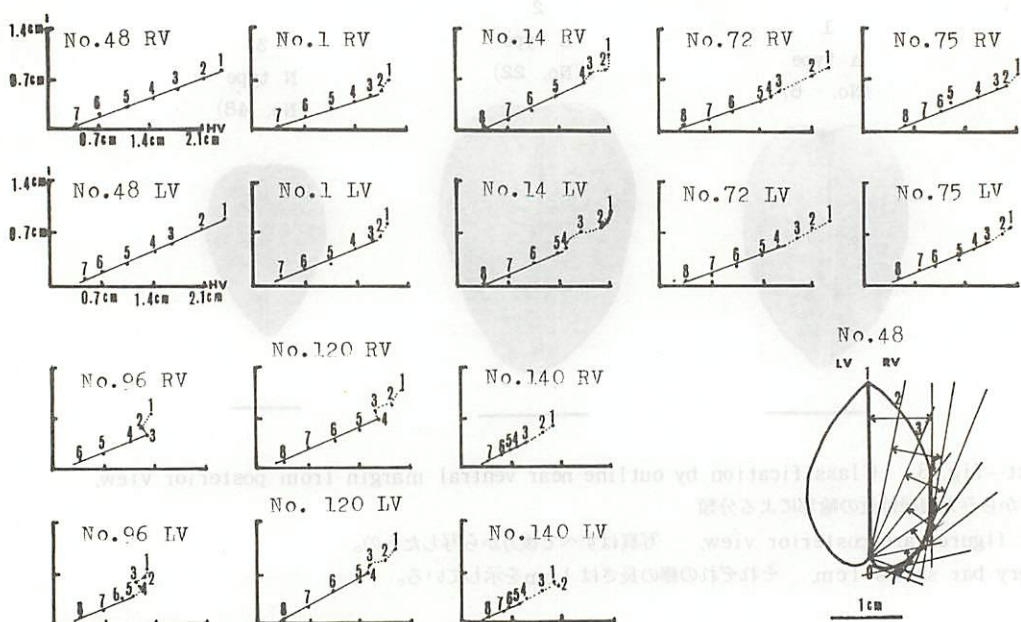
3. 殻体の成長曲線

いま、215 個体のなかで、もっとも平均的で、しかも正常な殻体である Na 48 ($H/L = 0.7338$, $D/L = 0.5059$, $D/H = 0.6894$) について、殻体の成長を、殻頂-殻腹方向の断面 (Text-fig. 4, Na 48) で考えてみると、殻体が成長しても螺番の位置はほとんど動かず、螺番から殻腹までの長さ (HV) と膨らみ (I) を増すだけである。そこで、螺番の位置を不動点と考え、この点を通る任意の殻体断面を考えると、もし殻体が正常な成長をしていれば、HV (01, 02, 03, 04, 05, 06, 07) と I (図中の↑印) との割合は規則的に変化するはずである。

そこで、Na 48 について成長曲線を作ってみたところ、Text-fig. 4, Na 48 RV および Na 48 LV のように、左右両殻とも直線となることが分った。

いま、Na 1, Na 14, Na 72, Na 75, Na 96, Na 120, および Na 140 について、左右両殻の成長曲線をつくってみた (Text-fig. 4)。

Na 1: 左右両殻とも 7~3 で正常, 3~1 で異常。



Text—fig. 4 Growth curves 成長曲線。I: Inflation 膨らみ。HV: Length between hinge and ventral margin 蝶番と腹縁との距離。LV: Left valve 左殻。RV: Right valve 右殻。
 ↑ shows inflation. ↓ 印は膨らみを示す。Continuous line shows normal growth. 実線は正常な成長を示す。Dotted line shows abnormal growth. 点線は異常な成長を示す。

No. 14: 右殻では8~4で、左殻では8~5で正常、右殻では4~1で、左殻では5~1で異常。

No. 72: 左右両殻とも8~4で正常、4~1で異常。

No. 75: 左右両殻とも8~3で正常、3~1で異常。

No. 96: 右殻では6~3で正常、3~1で異常、左殻では8~5で正常、5~1で異常。

No. 120: 左右両殻とも8~4で正常、4~1で異常。

No. 140: 右殻では7~3で正常、3~1で異常、左殻では8~5で正常、5~1で異常。

4. 偏光顕微鏡による貝殻構造の観察

試料 変形の著しいアサリのうち、No. 14, No. 96 および No. 120, 対照標本としてB-17 (市販されているアサリ) の、殻頂—殻腹方向の断面薄片を作製。

観察の方法 偏光顕微鏡を使用し、クロスニコル、×50 ~ ×100 の低倍率で観察した。

〈記載〉

B-17 (対照標本) (P 1. II, fig. 4)

外層および内層の2層よりなる。内層は層状構造を示し、殻腹においては、内層は外層のなかに楔状に、また覆瓦状にいくこんでおり、外層との境界はそれほど明瞭

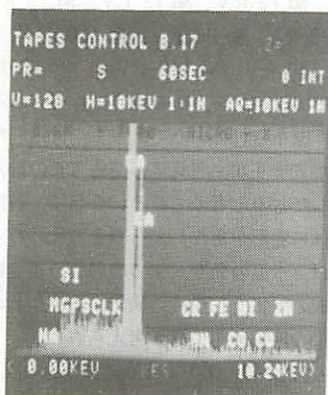
ではない。外層には成長線がよく発達しており、束状の構造が成長線とはほぼ直交し、外表面、腹縁および内層に向かって広がるような形態を示す。

No. 14 (P 1. II, fig. 1)

写真の右は殻頂方向、左は殻腹方向であるが、変形が著しいため逆「へ」の字型になっている。右側(殻頂方向)から左側(殻腹方向)に向って、写真の中ほどまでは正常に成長しているが、中ほどからは成長方向を変え、左上に異常成長している。しかし、この部分の内層も外層とともに殻体形成では異常が認められず、内層の一部が楔型をして外層のなかにいくこんでいる。内層と外層の境界は不明瞭で漸移する。

No. 96 (P 1. II, figs. 2, 3, 4)

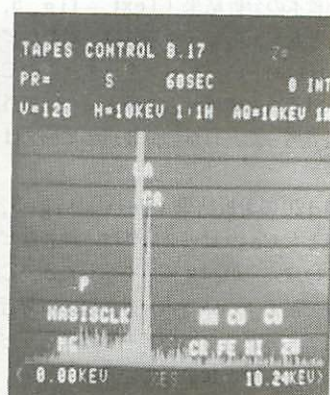
写真の右が殻頂側、左が殻腹側である。P 1. II, fig. 4 は、殻体中央部の、大きな落差をもつ階段状の部分である。殻体は右から左にまがり、中央から左にかけて、逆に左よりに変形成長している。しかし、この部分の内層も外層とともに殻体形成の面では異常が認められない。内層と外層との境界部では、内層は外層のなか



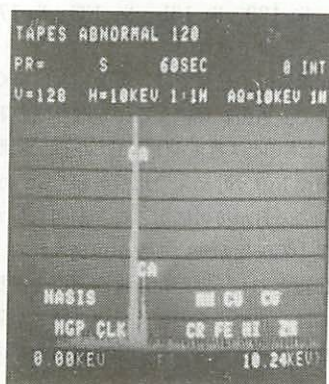
1a



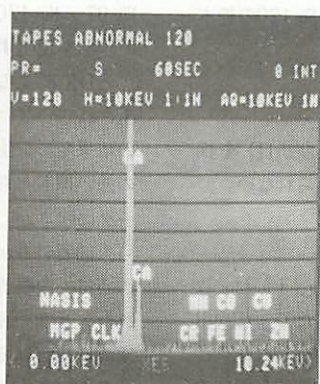
1b



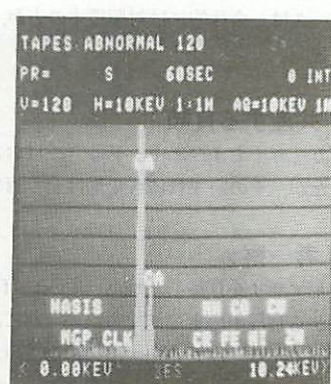
1c



2a



2b



2c

Text—fig. 5 EDX examination EDXによる分析。

1 is control specimen and 2 is deformed specimen, No.120. 1は対照標本, 2は変形標本, No.120

1a: Outer layer 外層. 1b: Near boundary between inner and outer layer 内層と外層の境界付近.

1c: Inner layer 内層. 2a: Outer layer 外層. 2b: Near boundary between inner and outer layer 内層と外層の境界付近.

2c: Inner layer 内層.

に楔型にくいこむような形で漸移している。P1, II, fig. 3は腹縁の断面であるが、構造的には何らの異常も認められない。

No.120 (P1, II, fig. 5)

写真の右が殻頂側、左が殻腹側である。「へ」の字型をしているが、屈曲部の構造は、変形成長はしているものの、殻体形成の面では何の異常も認められない。内層は、楔型に外層のなかにくいこんでおり、内層から外層へは漸移している。

エネルギー非分散型X線マイクロアナライザー (EDX)

による元素分析

使用機器 KEVEX: 7,000, SEM: 日立 H-450
加速電圧 20 Kv. で使用。

試料を、カーボン台座(高さ 5mm, 直径 15mm)上にのるように切断し、木工用ボンドで固定、カーボン蒸着を数秒間ほどとし、分析試料とした。

変形アサリの試料としてはNo.120を、対象標本としては、B-17を使用した。

分析位置は、両試料とも、表面近くの外層に1点、内・外両層の境界付近に1点、および内層に1点の計3点である。

対照標本の分析結果 (Text—fig. 5, 1a~1c) : 3点ともCaのピーク以外は、顕著なピークが認められず、ほぼ同一のパターンを示す。このCaのピークは、内・外両層の境界付近で最大、ついで外層、内層で最小の順であった。しかし、3点のピークはほとんど大差がない。

Na 120の分析結果 (Text—fig. 5, 2a~2c) : 3点ともCaのピーク以外は、顕著なピークが認められず、ほぼ同一のパターンを示したが、Caのピークは、内層で最大、ついで内・外両層の境界近く、外層で最小の順であった。3点のピークはほとんど大差がなく、対照標本のものと類似している。

両標本の分析の結果の比較 : 両標本ともCaのピークのみが顕著で、ほぼ同一のパターンを示している。このCaのピークは、全体的には対照標本の方が、Na 120の標本より強い。

5. 共産する貝類

カガミガイおよびオキシジミ (成貝および幼貝) を採集したが、そのいずれにも変形は全く認められない。

6. 考察

変形アサリを採集した地点 (Text—fig. 1) は、数年前から建設中の東京湾岸道路の一部にあたり、江戸川放水路にかけられた市川大橋の橋脚工事が行われたことがある。したがって、1) 工事の際の、物理的な殻体の破損の修復による変形、2) 工事の際の、外套膜縁の損傷による殻体の変形が考えられる。1) については、殻体断面の貝殻構造の顕微鏡的観察によって、殻体の再生を示すような顆粒状構造 (Meenaskshi ら, 1974 ; 柴田, 1977 ; 磯貝, 1977) が認められないことによって否定しようと考えられる。Merrill ら (1961) によると、*Placopecten magellanicus* の漁獲時の外套膜縁の損傷による殻体の変形が報告されているが、変形アサリの外套膜縁の観察をまだ行っていないので、2) の可能性については、確定的なことはいうことができないが、この地点より上流の工事の行われていない地点からも変形アサリがえられているので、否定しようと考えられる。

殻体の肉眼観察によると、前述のように、変形の激しいものはもちろん、やや変形が認められる殻体でも、段を境に殻頂側と殻腹側とで外表面の色彩が明らかに異なることが認められ、あたかも2個の貝殻が融合したかのような異様な感じを与える。しかも、変形の度合いに差異はあっても、すべての殻体が成長のある段階までは正常に成長し、ある段階以後、殻体に変形をもたらすことが分った (Text—fig. 4, Na 1 RV, Na 1 LV, Na 14

RV, Na 14 LV, Na 72 RV, Na 72 LV, Na 75 RV, Na 75 LV, Na 96 RV, Na 96 LV, Na 120 RV, Na 120 LV, Na 140 RV, Na 140 LV)。標本の採集地点は潮干狩場ではないから、この地点で採集されるアサリは、人為的に撒布されたものではなく、付近の潮干狩場に撒布されたアサリが、潮流等の関係でこの地点まで運ばれて着床したものと考えられる。そして、着床後の成長過程で殻体に変形をきたしたものと考えられる。その原因としては、水温の急変、栄養の悪化、重金属類による硬組織形成の阻害、伝染性の病気、寄生物の影響、環境水の汚染、底質の汚染等が考えられる。

A型 (Text—fig. 3, 1) のように、殻体の成長過程で段を生じるという現象は、水温の急変ということでも説明できるが、前述したような変形度の強いM型の殻体 (Na 1, Na 14, Na 72, Na 75, Na 90, Na 96, Na 97, Na 120, Na 130, Na 131, Na 133, Na 177) の変形を説明することはできない。

EDXによる元素分析の結果では、重金属類は全く検出されていないので、重金属類による硬組織形成の阻害の結果変形を生じたものとは考えられまい。しかし、変形度の強い標本と対照標本の分析結果の比較から、Caのピークの強さが、前者の方が後者に劣ることが明らかであり、前者の方が多少石灰化が悪いことが指摘される。この点は、肉眼的な観察でも、江戸川放水路河口で採集されたアサリの殻体は、市販のものにくらべて厚さが薄いように思われることと一致する。この事実、栄養の悪化を物語るものかもしれない。

伝染性の病気による殻体の変形も考えられるが、軟組織の観察がまだなので、今回はこの点にはふれることができない。

寄生物の影響による奇型の発生については、共生藻類によるものとして、Naidu (1971) の報告が、またオオシロビンノ (カクレガニ科) がアサリに寄生した結果として、福田 (1979) の報告がある。前者の可能性については、変形アサリの殻体断面 (P 1, II, figs. 1, 3, 4, 6) をみても明らかなように、藻類による穿孔がまったく認められないので否定しようと考えられる。また、後者の可能性については、その発生率が10%前後であるということから、今回の報告の一部には十分含まれることが考えられるが、その検討は行っていない。

さて、環境水の汚染によると思われる魚の脊椎骨変形については、金沢 (1976) によって、従来報告されたものがまとめてあるが、環境水の汚染による二枚貝の殻体の変形に関する報告は、松岡 (1978) の琵琶湖産のササノハガイの例があるのみである。したがって、環境水、あるいは底質の汚染による殻体の変形については、今後大いに研究されなければならないであろう。

7. 今後の課題

1. 軟体部、とくに外套膜に病変、細胞の変形等が認められるかどうかを調べる。
2. 軟体部からの汚染物質の検出。
3. 環境水、底質からの汚染物質の検出。
4. 東京湾内の他の場所(潮干狩場を除く)での変形アサリの発生率を調べる。
5. 飼育実験によって殻体に変形を発生させ、汚染物質を確定する。

8. 参考文献

- 福田芳生 (1979) : オオシロピンノ (カクレガニ科) と宿主となったアサリとの関係 (Paleobiology の立場から)。平地学同好会会報 (特別号), 1~4。
- 磯貝文男 (1977) : パイの殻の再生初期生成物について。無脊椎動物および魚類における石灰化機構に関するシンポジウム (講演要旨集), 3。
- 金沢 純 (1976) : 魚の脊椎骨変形と農薬。科学, 46 (2), 108~115。
- 松岡敬二 (1978) : 琵琶湖産ササノハガイの畸型。ちりばたん, 10 (2), 58~59。
- Meenakshi, V. R., R. G. Donnay, P. L. Blackwelder and K. M. Wilbur (1974) : The Influence of Substrata on Calcification Patterns in Molluscan Shell. *Calc. Tiss. Res.* 15, 31~44.
- Merril, A. S., J. A. Posgay, and F. E. Nichy (1961) : Annual Marks on Shell and Ligament of Sea Scallop (*Placopecten magellanicus*). *U. S. Fish Wildlife Serv. Fish. Bull.*, 65 (2), 299~311.
- Naidu, K. S. (1971) : Infection of the Giant Scallop *Placopecten magellanicus* from Newfoundland with an Endozoic Alga. *Jour. Invertebr. Pathol.* 17, 145~157.
- 柴田松太郎 (1977) : 殻体に異常があるときの石灰化—サルボウを例として。無脊椎動物および魚類における石灰化機構に関するシンポジウム (講演要旨集), 1。
- (1982年11月15日 受理)

Deformed specimens of *Tapes (Amygdala) japonica* (Deshayes) collected from the mouth of drain of the river Edo (I).

— Especially on the hard tissue —

Matsutaro SHIBATA and Yoshio FUKUDA

[Saginomiya Senior High School, 3-46-8, Wakamiya, Nakano-ku, Tokyo 165
and Chiba Prefectural Institute of Public Health, 662-2, Nitonacho, Chiba 280]

(Abstract)

Two hundred and fifteen specimens of *Tapes (Amygdala) japonica* (Deshayes) were collected and it was observed that a hundred and seventy four specimens among them were more or less deformed, that is to say, incidence of deformation was 81.0 percent. But deformed shells could not be found at all among many specimens of *Cyclina orientalis* and *Dosinia (Phacosoma) japonica* which were collected with *T. (A.) japonica* at the same place. Twelve highly deformed specimens among them are described in this paper. Sixteen growth curves which were obtained from apical-ventral section of shell were shown (Text-fig. 4). Consequently, it was made clear that all of the shells began to deform after they grew normally to a certain growth stage. This sections of three highly deformed shells were observed under polarization microscope. In consequence, it was made clear that formation of shell was normal although the outline of shell was highly deformed. After EDX examination, whatever peaks could not be recognized except Ca. It is possible that deformation of shell has been caused by the pollution of water or bottom materials.

Explanation of Plate I

Bar shows 1 cm.

1a-f : No 14

1a : Outer view, anterior is upper.

1b : Inner view, anterior is upper.

1c : Ventral view, anterior is upper.

1d : Dorsal view, anterior is upper.

1e : Posterior view.

1f : Anterior view.

2a-f : No 96

2a : Outer view, anterior is upper.

2b : Inner view, anterior is upper.

2c : Ventral view, anterior is upper.

2d : Dorsal view, anterior is upper.

2e : Posterior view.

2f : Anterior view.

3a-f : No 120

3a : Outer view, anterior is upper.

3b : Inner view, anterior is upper.

3c : Ventral view, anterior is upper.

3d : Dorsal view, anterior is upper.

3e : Posterior view.

3f : Anterior view.

Explanation of Plate II

Right side is apical and left side is ventral in all figures.

1 : Bending part, No 14, deformed specimen. X42

2 : Apical-ventral section, No 96, deformed specimen. X85

3 : Magnified figure of ventral tip in fig. 2. X42

4 : Magnified figure of a bending part in fig. 2. X42

5 : Ventral tip of control, B-12. X42

6 : Bending part of No 120, deformed specimen. X42

