二枚貝の環境要素としてのビタミン B₁₂—I.アサリ、ハマグリ の棲息環境及び時期による
ビタミン B₁₂ 含量の差異*

相良 順一郎・築 瀬 正 明

(東海区水産研究所)

Vitamin B₁₂ as a Factor in the Environment of Bivalves—I.
Seasonal and Environmental Variation of Vitamin B₁₂ Content in
Tapes japonica and *Meretrix meretrix lusoria*

Jun'ichiro SAGARA and Masaaki YANASE

It has been reported that the vitamin B₁₂ content of bivalves, and of starfish which devour bivalves, is higher than that of fish or other aquatic animals. Recent studies have shown that vitamin B₁₂ will affect the growth of *Porphyra tenera* and relate to the development of "red tide". In view of these facts, we made a study of vitamin B₁₂ as one of some means to analyze the environment of the shallow water clam bed.

In this experiment we measured the vitamin B₁₂ content of *Tapes japonica* and *Meretrix meretrix lusoria*, the bottom substances in which they lived, the fine deposits in the hollow of ripple marks and the plankton which are the food of clams.

Vitamin B₁₂ content was determined by *Euglena* method added 1 mg/cc acid hydrolysed casein to HUTNER's basal medium, and each sample were digested by trypsin before hot water extraction. Results obtained were as follows:

1. Vitamin B₁₂ content in the soft body of *Tapes japonica* and *Meretrix meretrix lusoria* is high before and during spawning, and low after spawning. In *Tapes japonica*, there is a tendency for individuals that live off the coast to be higher in vitamin B₁₂ content than those that live near the coast; moreover individuals cultured by the hanging method are higher in vitamin B₁₂ content than those raised in the above-mentioned benthic environment. In *Meretrix meretrix lusoria*, however, the above described tendency is not clear. Further, vitamin B₁₂ content of *Tapes japonica* is higher than that of *Meretrix meretrix lusoria* during every month of the year (see Tables 1, 2, & Fig. 1).

2. Vitamin B₁₂ content of the sandy bottom in the offshore areas is higher than in the shallow coastal beds, and vitamin B₁₂ content of same substances divided into three vertical layers is higher in the upper and middle layers and poorer in lower layer. Fine deposits on the hollow of ripple mark are higher in Vitamin B₁₂ than in the sandy bottom areas mentioned above. Vitamin B₁₂ content in zooplankton (*Copepoda*) is higher than that of phytoplankton (*Coscinodiscus* sp. or *Thalassiothrix* sp.) (see Table 3).

I. 緒 言

魚類その他の生物に比べて貝類^{1),2),3),4),5),6)}及びこれを食害するヒトデ⁷⁾にビタミン B₁₂が多いことは既にいくつかの報告があり、又アサクサノリの生長を促すといわれ⁸⁾、赤潮の発生にも関与している⁹⁾ことが報ぜられている。これらの事実から従来問題になつてゐる浅海貝類漁場の環境分析の一要素としてビタミ

1958 年 7 月 31 日受理

* 東海区水産研究所業績 B 第 291 号

ン B_{12} を取りあげ本研究を行つた。今回は環境条件、採集時期を異にした場合のアサリ及びハマグリ の B_{12} 含量の差異を調べ、又これら貝類の B_{12} 給源として関連の考えられる底質及びプランクトンの B_{12} 含量を測定したので、ここにその結果を報告し、参考に供する次第である。

本文に入るに先だち、終始御指導、御鞭撻を仰ぎ且つ本文の御校閲を戴いた猪野峻博士、本研究の機会を与えられ、又種々御教示と御便宜を戴いた東秀雄博士他ビタミン科員の方々、材料の採集その他に御協力を戴いた加納嘉市、伊藤良信の諸氏に対し、深甚なる謝意を表す。

II. 材料及方法

1. 材料の採集 供試材料はすべて千葉県浦安地先に於いて採集した。採集地点を Fig. 1 に示した。B

Fig. 1. A map of Urayasu clam bed, showing the stations at which materials were collected.

地点は沖合で大潮干潮時の水深約 3m の場所であり、C地点は同じ干潮時約 1 時間干出するところである。A地点は岸寄りで同じ干潮時約 5 時間も干出する場所であり、D地点は船の通路になつていたので、沖合のB地点同様に全く干出しないところである。E地点に於いては垂下飼育を行つたが、その垂下の方法は網目約 12 mm の綿糸網に貝を入れて海底から約 60 cm 離して吊下し、垂下期間は Table 1 に示した通りである。底質はB地点ではドレッチにより採集し、C地点では干潮時 15cm 立方のブリキ製枠を海底にさしこんで上、中及び下層に分けて採集した。A地点では上層の砂を採集した。海底の浮泥はC地点でスプーンを用いて掬い集めたが、多少の砂泥は混入した。プランクトンはネット（網目

95 ミクロン）で海表面の水平曳きを約 5 分行つて採集した。採集したプランクトンの一部は検鏡を行つて、その主な組成を調べた。

2. 試料の調製 貝類は各 10 個体を取り、Table 1 に表示した調査を行つた後 B_{12} 抽出に用いた。即ち剥身全部を磨砕し、その中から 2g を秤量してこれに蒸留水 100 cc と Trypsin 20 mg を加え、Toluene で防腐して 30°C 又は 37°C で 20~24 時間酵素分解せしめた後 15 分間煮沸し、汙液を調製してこれを試料液とした。底質は肉眼的な生物及び貝殻破片等を除いて同じく 2g を秤量し、以後上記貝類の場合と同様にして試料液を調製した。海水と共に採集したプランクトンは定性用東洋汙紙 No. 2 で汙過し、次に汙紙を開き、汙紙上のプランクトンを別の汙紙で軽く圧して水分をとつた後、同様に操作した。試料液は何れも使用するまで冷凍室（0°~5°C）に保存した。

3. B_{12} 定量法 B_{12} の定量は *Euglena* 法によつた。基本培地は酸分解カゼインを添加した HUTNER の中性培地を使用した¹⁰⁾。培養は 2cc で行い、菌の増殖度の測定は比濁によつた。

III. 実験結果

1. アサリ、ハマグリ体中の B_{12} 含量

A. アサリについては肉量 + 殻重量に対する肉重量の比率（以下肉重量比とする）は Table 1 に示す如

Table 1. Seasonal and environmental variations in shell length and condition coefficient* of *Tapes japonica* and *Meretrix meretrix lusoria*.

Station	Date	<i>Tapes japonica</i> (10 individuals)			<i>Meretrix meretrix lusoria</i> (10 individuals)		
		Shell Length (mm)		Condition* coefficient	Shell Length (mm)		Condition* coefficient
		Range	Average		Range	Average	
A Coast	Aug. 19 1957	31.1-35.0	33.0	36.6 %	—	—	— %
	Nov. 20	35.5-38.8	37.2	29.9	34.0-42.9	37.4	30.4
	Dec. 16	30.5-37.0	33.9	30.1	33.0-38.1	35.4	34.8
	Jan. 20 1958	29.8-37.1	32.3	30.1	32.0-36.3	34.3	33.2
	Feb. 19	37.0-46.6	40.5	28.5	34.6-38.5	37.2	34.7
	April 22	29.2-42.0	35.1	34.3	55.0-56.0	55.5	33.8
	May 21	32.0-37.5	34.8	32.3	29.5-34.1	31.9	32.1
	June 5	32.7-40.0	35.6	32.3	26.0-43.0	31.4	34.6
B Offshore	Aug. 19 1957	28.4-35.0	32.5	38.7	—	—	—
	Aug. 29	32.0-40.5	37.5	32.0	—	—	—
	Oct. 21	—	—	—	40.0-53.5	47.7	37.3
	Nov. 25	31.2-35.7	33.3	31.1	28.0-48.3	36.5	35.2
	Dec. 16	—	—	—	43.5-60.1	52.4	34.4
	Jan. 20 1958	35.0-42.0	38.0	27.9	32.8-48.5	41.8	32.1
	Feb. 19	41.0-50.1	44.8	30.1	—	—	—
	March 10	33.8-48.7	40.3	31.9	37.2-54.0	46.4	34.1
C Offshore	March 10 1958	30.5-52.5	41.3	30.9	27.0-69.8	49.7	33.7
	April 22	34.1-41.0	38.0	35.4	37.0-42.2	38.9	29.3
	May 21	36.7-41.9	39.7	37.8	32.7-46.0	39.4	33.6
	June 5	38.5-42.5	40.8	35.8	36.0-52.5	42.1	39.8
D Water-route	Oct. 21 1957	34.0-39.0	36.9	36.1	38.5-50.0	44.6	36.0
E Hanging	Aug. 19(7)**	32.6-42.9	37.7	36.2	38.9-60.8	51.8	35.4
	Aug. 29(16)	35.0-39.2	37.2	38.4	47.8-65.0	54.4	35.5
	Oct. 21(30)	33.5-39.3	36.5	35.4	38.5-48.7	42.2	36.3
	Nov. 25(34)	34.8-38.8	37.0	32.1	37.8-44.0	41.2	35.6
	Jan. 20(34)	34.8-48.0	41.6	26.6	38.7-52.1	45.2	34.6

* $\frac{\text{Meat weight}}{\text{Meat weight} + \text{Shell weight}} \times 100$

** No. of days after hanging

く、各地点ともに8月に大で11月に急減し、翌年1, 2, 月まで漸減し、3月から6月にかけて漸増している。この肉重量比は種々論議があるが¹¹⁾、一応アサリの肥満度を表わすもので、別に肉眼的に生殖巣の肥満度を観察（但しアサリ、ハマグリともに8月は観察を欠く）した結果と大体一致していた。これらのアサリのB₁₂含量を見るとTable 2の如く8月に多く、11月に著しく減じ、2月頃から回復して6月に至っている。B₁₂含量は略々肥満度に比例し、生殖巣の多い時期即ち産卵前又は産卵期（肥満個体の山は4月～6月初めと9月～10月の年2回）中はB₁₂が多く、生殖巣の少ない時期即ち産卵後はB₁₂が少なくなることを示している。

次に各地点についての比較では、同時期に取りあげたものの肉重量比は沖合が沿岸より比較的大きい傾向があるが、B₁₂も沖合が沿岸より多い傾向がある。又垂下飼育したものの肉重量比は1月の分を除いては全

Table 2. Seasonal and environmental variations in vitamin B₁₂ content in the soft body of *Tapes japonica* and *Meretrix meretrix lusoria*. (Vitamin B₁₂ content in γ per 100 g. fresh matter.)

Species	Station*	Aug. '57	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Jan. '58	Feb.	March	April	May	June
<i>Tapes japonica</i>	A	7.0	—	—	1.2	1.5	2.5	4.7	—	5.9	5.0	6.3
	B	{ 8.3** 9.0	—	—	2.7	—	2.8	4.2	5.0	—	—	—
	C	—	—	—	—	—	—	—	5.1	7.4	5.5	9.5
	D	—	—	2.4	—	—	—	—	—	—	—	—
	E	{ 9.3** 11.8	—	5.5	4.5	—	4.2	—	—	—	—	—
<i>Meretrix meretrix lusoria</i>	A	—	—	—	1.2	0.2	0.2	0.2	—	1.2	2.3	4.5
	B	—	—	0.7	0.5	0.4	0.2	—	1.2	—	—	—
	C	—	—	—	—	—	—	—	0.9	1.9	2.1	5.0
	D	—	—	0.9	—	—	—	—	—	—	—	—
	E	{ 7.0** 7.0	—	0.9	0.7	—	—	—	—	—	—	—

* Same as in Table 1.

** First readings are values obtained on samples collected in the middle of the month, and second readings in the end of the month.

般的にやや大きい値を示しているが、B₁₂ 含量も同時期の何れの底棲個体よりも多い。滞 (D 地点) のものは 1 回の採集であり、他との比較は出来ないが、B₁₂ 含量は垂下飼育のものより少ない。

B. ハマグリ肉重量比の変化は肉眼的に観察した生殖巣の肥満度と必ずしも一致しなかつたが、10 月は未だやや肥満した個体もあつたが、11 月以降は次第に体はやせ、12 月から翌年 2 月にかけてこの状態が続く、3 月になつて稍肥り始めるものがあり、6 月には相当肥満した個体が現われた。これらのハマグリ B₁₂ 含量は 8 月 (垂下) は高い値を示し、10 月に急減し、11 月以降低い値が続く、3 月から増え始め、6 月に高い値を示している。即ちアサリの場合と同様に生殖巣の多い時期、産卵前又は産卵期 (6 月初めから 9 月末)¹²⁾中は B₁₂ が多く、生殖巣の少ない時期即ち産卵後は B₁₂ が少ない。

次に各地点については資料が不足なため十分な比較は出来ないが、測定範囲では沖合と沿岸、垂下個体と正常底棲個体の間の B₁₂ 含量の差は認められない。

又ハマグリ B₁₂ 含量をアサリ B₁₂ 含量に比較すると、何れの月に於てもハマグリはアサリより少ない B₁₂ 含量を示す。

2. 底質並びにプランクトンの B₁₂ 含量

アサリ、ハマグリ体中の B₁₂ が何に由来するかを知る手がかりとして、これら貝類が棲息する漁場の底質特にその海底表面に存在する浮泥並びにプランクトンについて B₁₂ 含量を測定した。この結果を Table 3 に示す。

A. 底質 細砂が大部分で泥は極めて少なかつたが、その B₁₂ 含量は沖合の B 地点の方が沿岸の A 地点のものより多く、沖合の C 地点で表層、中層 (深さ 7~8 cm) 及び下層 (深さ 15 cm) と 3 層に分けて B₁₂ 含量を調べた結果では下層が前二者より少なかつた。

B. 海底表面の浮泥 3 月採集のものは干潮時 Ripple Mark の凹部にたまつていた貝の糞の如き細い管状のものであり、4 月採集のものは同じく Ripple Mark の凹部にたまつていた褐色の微小な沈澱物であつたが、B₁₂ 含量は概してともに底質のそれより多く、ことに後者の褐色の浮泥は比較的高い値を示した。

C. プランクトン 10 月採集のものはその内容が動物プランクトン特に *Copepoda* が殆んどであつて植物プランクトンは極めて少なく、11 月採集のものは *Copepoda* と植物プランクトンの *Thalassiothrix sp.* の両者がほぼ半々を占め、3 月採集のものは植物プランクトンの *Coscinodiscus sp.* が殆んどで、*Copepoda* は極めて少なかつた。これらの B₁₂ 含量を測定した結果は動物プランクトンの多いもの程 B₁₂ が多く、植物

Table 3. Vitamin B₁₂ content in bottom substances and plankton.

Sample	Station	Date	Vitamin B ₁₂ content (γ/100g.)	Remarks
Bottom substances	A	Jan. 20, 1958	0.05	Sand
	B	Oct. 21, 1957	0.33	
		Jan. 20, 1958	0.15	
		March 10, 1958	0.11	
	C	Upper layer	0.14	
		Middle layer	0.22	
		Lower layer	0.07	
Plankton	B	"	0.38	Fine deposits on the hollow of ripple mark
		April 22, 1958	0.45	
		Oct. 21, 1957	3.50	Mostly zooplankton (<i>Copepoda</i>)
		Nov. 25, 1957	0.85	(Mostly zooplankton (<i>Copepoda</i>) and phytoplankton (<i>Thalassiothrix</i> sp.))
		March 10, 1958	0.38	Mostly phytoplankton (<i>Coscinodiscus</i> sp.)

プランクトンは動物プランクトンに比し、B₁₂ 含量は少ない結果を得た。但し同じ植物プランクトンではあるが、*Skeletonema costatum* の B₁₂ 含量は今回の *Copepoda* のそれより高い値を示している¹³⁾。

IV. 考 察

アサリ、ハマグリ体中の B₁₂ 含量は産卵前又産卵期中に多く、7~9γ/100g の高い値を示したが、産卵後に著しく減少した。この現象はヒトデの場合と同様であるが¹⁴⁾、このことはアサリ、ハマグリが卵を体外に排出したことによるのか、或いは産卵により貝の組織中の B₁₂ を消耗したことによるのか不明である。又アサリの垂下飼育したものが底棲個体より B₁₂ 含量が多く、沖合に棲むものが沿岸に棲むものより B₁₂ 含量が多い傾向を示すのは垂下によりその生殖腺成熟期間が延び生殖巣が肥大していたためか¹⁵⁾、或いは海水に接触する時間、摂餌機会の多いことに基くものか、今回の実験の範囲では何れとも断定出来ない。

次にアサリ、ハマグリ体中の B₁₂ が摂取餌料中の B₁₂ に由来するものか、或いはこれら貝自体の消化管内の細菌が生産した B₁₂ を吸収したものか不明であるが、アサリ、ハマグリは餌料面から調べると、前述のプランクトンの中 *Copepoda* は比較的大型なミルカイ、オオノガイ等の消化管内には認められているが、アサリ、ハマグリは餌料とはなっていない。しかるに植物プランクトンの *Thalassiothrix* sp. 及び *Coscinodiscus* sp. はアサリ、ハマグリは消化管内に認められている。しかしその量は少量であつて大部分は有機、無機質の碎屑所謂 *Detritus* である¹⁶⁾。ところで海底面に沈積する浮泥の B₁₂ 含量が底質のそれより高く、植物プランクトンと並ぶ B₁₂ 含量を有することは B₁₂ 含量の見地から、この浮泥がアサリ、ハマグリは餌料の構成成分となる可能性を示唆していると思われる。しかし垂下飼育の場合には一応海底面とは隔離しているので、餌料は海水中から摂るとしか考えられない。しかるに比較的沖合の海水の結果ではあるが、海水自体の B₁₂ 含量は数 mγ/l 程度の場合が多いので^{17),18)}、垂下飼育のものに B₁₂ が多いのは海水自体が主であるとは思われず、海水中に懸濁する物質に由来しているのではないかと推測される。今後はこれ等の機構を究明すべく、生殖巣はじめ、各器官に於ける B₁₂ 含量の季節的消長、産卵等による貝の組織中の B₁₂ 含量の消長等について研究を進める考えである。

V. 摘 要

千葉県浦安地先に於けるアサリ、ハマグリは棲息環境及び時期による体中のビタミン B₁₂ 含量の差異等を

調査して次の結果を得た。

1. アサリ、ハマグリともに生殖巣の多い時期即ち産卵前又は産卵期中に体中に B_{12} 含量が多く、生殖巣の少ない時期即ち産卵後は B_{12} 含量が少ない。

2. 天然に沖合に棲息するアサリは沿岸に棲息するものより B_{12} 含量が多い傾向があり、人為的に垂下飼育したものは底棲のものより更に B_{12} 含量が多い。ハマグリについては資料不足のため上記の如き傾向は明らかでなかった。

又ハマグリの B_{12} 含量は何れの月に於てもアサリのそれより少なかった。

3. 底質は沖合のものが、沿岸のものより B_{12} 含量が多い傾向があり、沖の底質を垂直的に3層に分けて調べた B_{12} 含量は表層と中層に多く、下層が少なかった。又浮泥は底質より B_{12} 含量が多い。プランクトンは動物プランクトンを多く含むもの程 B_{12} 含量が多く、植物プランクトンは動物プランクトンより B_{12} 含量が少なかった。

4. 上記の結果に基づいてアサリ、ハマグリ体中の B_{12} 源と考えられる餌料についての考察を行つた。

文 献

- 1) PROCTOR, B. E., LANG, D. A.: Nature, **168**, 36~7, (1951).
- 2) MAXWELL, B. E.: J. Fish. Res. Bd. Can., **9**, 164~168, (1952).
- 3) 築瀬: 本誌, **18**, 24~26, (1953).
- 4) 橋本・山田・森: 本誌, **19**, 135~140, (1953).
- 5) 佐藤: ビタミン, **6**, 212, (1953).
- 6) TEERI, A. E., LOUGHLIN, M. E., JOSSELY, N. D.: Food Research, **22**, 145~150, (1957).
- 7) 築瀬: 本誌, **19**, 1200~1202, (1954).
- 8) 柏田: 昭和 32 年度日本水産学会年会講演.
- 9) 雑誌 "Time", April, 9, (1956).
- 10) 佐藤: ビタミン, **6**, 200, (1953).
- 11) 古川・久岡: 内水研報告, **10**, 1~19, (1957).
- 12) 滝: 本誌, **15**, 479~486, (1950).
- 13) 橋本・佐藤: 本誌, **19**, 987~990, (1954).
- 14) 築瀬: 本誌, **21**, 194~196, (1955).
- 15) 高: 本誌, **23**, 394~399, (1957).
- 16) 平坂: 浅海利用調査報告 (第1報), 1~99, (1917).
- 17) 柏田・柿本・盛田・金沢・川越: 本誌, **22**, 637~640, (1957).
- 18) 柏田・柿本・川越: 本誌, **23**, 450~453, (1957).