

水産動物における  
トリメチルアミンオキシドの分布—II.  
二枚貝について\*

原田 勝彦・竹田 淳一・山田金次郎

Distribution of Trimethylamine Oxide in Fishes and  
Other Aquatic Animals—II.  
Bivalvian Mollusca

By

Katsuhiko HARADA, Junichi TAKEDA and Kinjiro YAMADA

In the succession of a survey on the distribution of trimethylamine oxide in species of Decapodan Mollusca<sup>1)</sup>, the content of trimethylamine oxide in Bivalvia belonging to the same phylum was examined. The results obtained are as follows:

1) Twenty-two species were analysed and found to contain trimethylamine oxide from 0 to 50.2, 0 to 15.3 and 0 to 2.3 mg N per 100g of wet tissue in the adductor, foot and mantle, and viscera respectively. Of the shells studied, only one species, namely *Pecten albicans* was proved to contain an appreciable amount of trimethylamine oxide, but the others were found either to contain a small amount of it or not any.

2) The trimethylamine content of the shells varied considerably between species. However, as a rule, the values obtained were rather high as the content of trimethylamine in living aquatic animals. In case of *Solen gordonis*, the adductor was found to contain such a high amount of trimethylamine as 35.4 mg N per 100 g of wet tissue.

3) It was found by thin-layer chromatography that trimethylamine was apparently present in tissues of all shells except in *Corbicula japonica* and *Corbicula leana awajiensis*. The latter two are inhabitants in fresh- and brackish waters.

---

\*水産大学校研究業績 第594号 1970年2月4日 受理。  
Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 594.  
Received Feb. 4, 1970.

## 1. 緒 言

著者らは、すでに本邦産水産動物における頭足綱イカ類の TMO の分布について報告した<sup>1)</sup>。今回は二枚貝について調べたので、その結果を報告する。

## 2. 実験方法

### 2-1 試料

試料は主として下関唐戸市場および吉見で入手し、すべて生活反応のあるものであった。試料の入手場所、季節、殻長および使用個体数は第1表に示すとおりである。

Table 1. Description of the sample examined.

Sample No.	Species*,**	Source	Season	Average shell length*** (cm)
	Order Eutaxodonta			
	Family Arcidae			
1	<i>Barbatia virescens</i> — “kariganeegai”	Yoshimi	Dec.	3.52(150)
2	<i>Scapharca broughtonii</i> — “akagai” (42)	Shimonoseki	Nov.	7.30( 13)
3	” (40)	Shimonoseki	Nov.	7.37( 14)
4	” (38)	Shimonoseki	Nov.	7.25( 14)
5	<i>Scapharca globsa ursus</i> — “kumasarubō”	Shimonoseki	Jul.	5.13( 27)
6	<i>Scapharca subcrenata</i> — “sarubō”	Shimonoseki	Nov.	6.71( 11)
	Order Pteriomorphia			
	Family Mytilidae			
7	<i>Septifer virgatus</i> — “murasakiinkogai”	Murotsu	Dec.	4.80( 39)
8	<i>Mytilus edulis</i> — “murasakiigai”	Yoshimi	Aug.	4.84( 36)
9	<i>Mytilus corus</i> — “igai”	Yoshimi	Aug.	10.87( 4)
	Family Pteriidae			
10	<i>Pinctada fucata</i> — “akoyagai”	Yoshimi	Sep.	6.09( 18)
11	”	Kogushi	Dec.	5.36( 20)
	Family Pectinidae			
12	<i>Pecten albicans</i> — “itayagai”	Yoshimi	Sep.	9.96( 3)
	Family Ostreidae			
13	<i>Crassostrea nippona</i> — “iwagaki”	Yoshimi	Aug.	16.45( 2)
14	<i>Crassostrea gigas</i> — “magaki”	Obsecure	Feb.	6.97( 38)
	Order Heterodonta			
	Family Corbiculidae			
15	<i>Corbicula japonica</i> — “yamatoshijimi”	Natajima	Oct.	2.43(643)
16	”	Hitomaru	Dec.	3.01(356)
17	<i>Corbicula leana awajiensis</i> — “awajishijimi”	Natajima	Oct.	2.11(225)

本報告では次の略号を用いる。トリメチルアミンオキサイド, TMO; トリメチルアミン, TMA.

	Family Veneridae			
18	<i>Meretrix lussoria</i> — “hamaguri”	Shimonoseki	Jul.	5.09( 47)
19	<i>Meretrix petechialis</i> — “shinahamaguri”	Shimonoseki	Oct.	10.91( 6)
20	<i>Tapes philippinarum</i> — “asari”	Yoshimi	Oct.	3.92( 75)
21	“	Nakaube	Nov.	4.59( 47)
	Family Mesodesmatidae			
22	<i>Caecella chinensis</i> — “kuchibagai”	Yoshimi	May	2.51(353)
	Family Mactridae			
23	<i>Mactra chinensis</i> — “bakagai”	Yasuoka	Aug.	6.64( 8)
24	<i>Tresus keenae</i> — “mirukui”	Hiroshima	Jan.	9.66( 7)
	Family Solenidae			
25	<i>Solen strictus</i> — “mategai”	Yoshimi	Aug.	7.41(287)
26	<i>Solen gordonis</i> — “akamategai”	Shimonoseki	Nov.	10.52( 21)
	Order Adapedonta			
	Family Myacidae			
27	<i>Mya arenaria oonogai</i> — “onogai”	Yoshimi	May	3.67( 74)

\* Japanese name is given in quotation marks.

\*\* Number of radiating ribs is given in brackets.

\*\*\* Number of individuals analysed is given in brackets.

## 2—2 検液の作製

検液の作成はさきに報告した方法によった<sup>1)</sup>。採取部位は閉介筋、足と外とう筋および内臓である。

## 2—3 TMA, TMOの定量およびTMAの検出

TMA の定量はコンウェイの微量拡散法<sup>2)</sup>により、TMO のそれは BYSTEDT らの方法<sup>3)</sup>で TMO を還元し、生成 TMA をコンウェイ微量拡散法で測定する方法によった。TMA の検出は薄層クロマトグラフ法<sup>4)</sup>によった。

# 3. 実験結果

## 3—1 TMO含量

11科22種の二枚貝組織の TMO 含量を調べた結果は第2表のとおりである。すなわち、筋肉部位では閉介筋も足・外とう筋もともに TMO-N 量が1 mg % 内外で僅少であった。しかし、イタヤガイにおいて

Table 2. Trimethylamine oxide content in species of Bivalvian Mollusca (mg N/100 g).

Sample No.	Species*	Adductor	Foot and mantle	Viscera
	Order Eutaxodonta			
	Family Arcidae			
1	<i>Barbatia virescens</i> — “kariganeegai”	0.0	0.0	0.1
2	<i>Scapharca broughtonii</i> — “akagai” (42)	0.3	0.7	0.4
3	“ (40)	0.3	0.0	0.3
4	“ (38)	0.2	0.0	0.3
5	<i>Scapharca globosa ursus</i> — “kumasarubō”	0.5	0.1	0.1

6	<i>Scapharca subcrenata</i> — “sarubō”	0.2	0.4	0.3
	Order Pteriomorphia			
	Family Mytilidae			
7	<i>Septifer virgatus</i> — “murasakiinkogai”	0.2	0.0	0.1
8	<i>Mytilus edulis</i> — “murasakiigai”	0.5	0.0	0.4
9	<i>Mytilus corus</i> — “igai”	0.7	0.3	0.2
	Family Pteriidae			
10	<i>Pinctada fucata</i> — “akoyagai”	1.4	0.1	0.3
11	“	1.7	0.1	0.2
	Family Pectinidae			
12	<i>Pecten albicans</i> — “itayagai”	50.2	15.3	2.3
	Family Ostreidae			
13	<i>Crassostrea nippona</i> — “iwagaki”	0.2	0.7	0.3
14	<i>Crassostrea gigas</i> — “magaki”	0.3	0.1	0.5
	Order Heterodonta			
	Family Corbiculidae			
15	<i>Corbicula japonica</i> — “yamatoshijimi”	0.0	0.0	0.0
16	“	0.0	0.0	0.0
17	<i>Corbicula leana awajiensis</i> — “awajishijimi”	—	0.0	0.0
	Family veneridae			
18	<i>Meretrix lusoria</i> — “hamaguri”	0.0	0.4	0.5
19	<i>Meretrix petechialis</i> — “shinahamaguri”	0.6	0.9	0.6
20	<i>Tapes philippinarum</i> — “asari”	0.6	0.2	0.4
21	“	0.6	0.1	0.3
	Family Mesodesmatidae			
22	<i>Caecella chinensis</i> — “kuchibagai”	0.0	0.0	0.0
	Family Mactridae			
23	<i>Mactra chinensis</i> — “bakagai”	1.0	0.4	0.1
24	<i>Tresus keenae</i> — “mirukui”	0.0	0.0	0.6
	Family Solenidae			
25	<i>Solen strictus</i> — “mategai”	1.3	1.4	0.8
26	<i>Solen gordonis</i> — “akamategai”	2.8	0.2	0.9
	Order Adapedonta			
	Family Myacidae			
27	<i>Mya arenaria oonogai</i> — “ōnogai”	0.0	0.0	0.0

\* Legend as Table 1.

は閉介筋で 50.2 mg %, 足・外とう筋で 15.3 mg % と、調べた二枚貝中特に大きな値を示した。

一方、内臓における TMO 含量は筋肉とほぼ同じか、またはそれより低い傾向を示した。イタヤガイにおいても、内臓における TMO-N 量は 2.3 mg % で筋肉部位のそれより低い値であり、他の二枚貝内臓における値と大差がなかった。

### 3-2 TMA 含量

TMA 含量を調べた結果は第 3 表のとおりである。この結果から、筋肉部位の TMA-N 量は 0.1~35.4 mg % と種類によりかなり相違するが、一般に TMO-N 量より大きいことがわかる。また、TMO の場合と同様、閉介筋と足・外とう筋との間で含量の相違が認められるが、特に閉介筋が足・外とう筋より

Table 3. Trimethylamine content in species of Bivalvian Mollusca (mg N/100 g).

Sample No.	Species*	Adductor	Foot and mantle	Viscera
	Order Eutaxodonta			
	Family Arcidae			
1	<i>Barbatia virescens</i> — “kariganeegai”	0.9	1.7	1.7
2	<i>Scapharca broughtonii</i> — “akagai” (42)	1.8	0.5	1.5
3	“ (40)	2.0	0.4	2.0
4	“ (38)	1.9	1.8	2.8
5	<i>Scapharca globsa ursus</i> — “kumasarubō”	3.5	0.7	0.7
6	<i>Scapharca subcrenata</i> — “sarubō”	5.6	8.6	3.0
	Order Pteriomorphia			
	Family Mytilidae			
7	<i>Septifer virgatus</i> — “murasakiinkogai”	0.7	0.1	0.7
8	<i>Mytilus edulis</i> — “murasakiigai”	1.1	0.7	1.0
9	<i>Mytilus corus</i> — “igai”	7.9	6.1	4.3
	Family Pteriidae			
10	<i>Pinctada fucata</i> — “akoyagai”	4.4	0.8	1.5
11	“	4.6	1.2	0.8
	Family Pectinidae			
12	<i>Pecten albicans</i> — “itayagai”	5.5	0.4	1.8
	Family Ostreidae			
13	<i>Crassostrea nippona</i> — “iwagaki”	0.3	0.4	1.4
14	<i>Crassostrea gigas</i> — “magaki”	4.6	2.6	4.2
	Order Heterodonta			
	Family Corbiculidae			
15	<i>Corbicula japonica</i> — “yamatoshijimi”	0.2	0.2	0.2
16	“	0.1	0.2	0.3
17	<i>Corbicula leana awajiensis</i> — “awajishijimi”	—	0.1	0.2
	Family Veneridae			
18	<i>Meretrix lusoria</i> — “hamaguri”	20.1	5.7	9.9
19	<i>Meretrix petechialis</i> — “shinahmaguri”	3.3	3.9	3.2
20	<i>Tapes philippinarum</i> — “asari”	23.7	8.1	5.5
21	“	28.3	6.5	5.2
	Family Mesodesmatidae			
22	<i>Caecella chinensis</i> — “kuchibagai”	10.6	10.2	12.8
	Family Mactridae			
23	<i>Mactra chinensis</i> — “bakagai”	16.1	9.1	3.0
24	<i>Tresus keenae</i> — “mirukui”	9.6	5.7	6.8
	Family Solenidae			
25	<i>Solen strictus</i> — “mategai”	10.0	7.8	9.1
26	<i>Solen gordonis</i> — “akamategai”	35.4	12.2	13.6
	Order Adapedonta			
	Family Myacidae			
27	<i>Mya arenaria oonogai</i> — “ōnogai”	0.6	0.6	1.0

\* Legend as Table 1.

大きいとはいえない。しかしながら、閉介筋の TMA 含量の著しく大きいハマグリ、シナハマグリおよびアカマテガイにあっては、足・外とう筋の TMA 含量はともに低く、閉介筋のその数分の一であった。

一方、内臓における TMA 含量は筋肉部位のそれとほぼ等しい値を示し、ハマグリ、シナハマグリ、アサリおよびアカマテガイにあっては閉介筋より足・外とう筋に近い値を示した。

### 3-3 TMA の検出

すでに述べたように<sup>1)</sup>、コンウェイ微量拡散法による TMA の定量は必ずしも TMA そのものの値を示さない。よって、前回と同様被検試料すべてにつき薄層クロマトグラフィーによる TMA の検出を行った。その結果を第 4 表に示す。これに関し興味ある事実は、アワジシジミとヤマトシジミ 1 例に TMA

Table 4. Identification of trimethylamine by thin-layer chromatography.

Sample No.	Adductor	Foot and mantle	Viscera	Sample No.	Adductor	Foot and mantle	Viscera
1	+	+	+	15	—	—	—
2	+	+	+	16	+	+	+
3	+	+	+	17	—	—	—
4	+	+	+				
5	+	+	+	18	+	+	+
6	+	+	+	19	+	+	+
				20	+	+	+
7	+	+	+	21	+	+	+
8	+	+	+				
9	+	+	+	22	+	+	+
10	+	+	+	23	+	+	+
11	+	+	+	24	+	+	+
				25	+	+	+
12	+	+	+	26	+	+	+
13	+	+	+				
14	+	+	+	27	—	+	+

が検出されないことである。アワジシジミは淡水産であり、ヤマトシジミは広塩性の貝類である。TMA が検出されなかったヤマトシジミ (試料 15) は海水の影響のない河川で採取し、検出された試料 (試料 16) は汽水で採取したものである。

## 4. 考 察

軟体動物二枚貝綱の TMO 含量に関しては内外の研究があり、第 5 表はこれらの研究結果を一括したものである。なお、分類および和名、学名は岡田ら<sup>15)</sup>にしたがった。

表からわかるように、真多歯目 Eutaxodonta フネガイ科 Arcidae について高木ら<sup>14)</sup>の研究ではアカガイに TMO の存在を認めていない。著者らはこの科のものとして 4 種 6 検体を調べたが、高木らの結果と同様、TMO は存在しないか、またはわずかであった。

イガイ科 Mytilidae については、NORRISら<sup>7)</sup>および DYER<sup>8)</sup>がそれぞれ大西洋、太平洋産の *Mytilus*

Table 5. Trimethylamine oxide content of Bivalvian Mollusca recorded in literature.

Species*	Content (mg N/100 g)
Order Eutaxodonta	
Family Arcidae	
<i>Scapharca broughtonii</i> — “akagai”	0 <sup>14)</sup>
Order Pteriomorpha	
Family Mytilidae	
<i>Mytilus edulis</i> — “murasakiigai”	0 <sup>7, 8)</sup> , 4.3—4.5(soft part) <sup>12, 13)</sup>
Family Pinnidae	
<i>Atrina pectinata</i> — “tairagi”	13(adductor) <sup>12)</sup>
Family Pectinidae	
<i>Chlamys ferreri</i> — “azumanishikigai”	8.4 <sup>14)</sup>
<i>Pecten albicans</i> — “itayagai”	9.7(adductor) <sup>12)</sup>
<i>Pecten hericius</i> —scallop	45—73(muscle) <sup>7)</sup> , 3.1—6.4(organs) <sup>7)</sup>
<i>Pecten hindsii</i> —scallop	42—108(muscle) <sup>7)</sup> , 7.0—13(organs) <sup>7)</sup>
<i>Pecten jordanii</i> —scallop	45(muscle) <sup>7)</sup>
<i>Pecten grandis</i> —Atlantic scallop	79—84 <sup>8)</sup>
<i>Patinopecten yessoensis</i> — “hotategai”	22 <sup>14)</sup>
Family Ostreidae	
<i>Crassostrea gigas</i> — “magaki”	10(muscle) <sup>5)</sup> , 0.3 <sup>6, 9)</sup> , 0.2(soft part) <sup>12, 13)</sup>
<i>Ostrea japonica</i> —Pacific oyster	0 <sup>7)</sup>
<i>Ostrea virginica</i> —Atlantic oyster	0 <sup>8)</sup>
<i>Ostrea cullata</i> —Indian oyster	33 <sup>10)</sup>
Order Heterodonta	
Family Corbiculidae	
<i>Corbiculina leana</i> — “mashijimi”	0.2—0.4(soft part) <sup>12, 13)</sup> , 0.2 <sup>14)</sup>
Family Cardiidae	
<i>Cardium californiense</i> —cockle	15, 18 <sup>7)</sup>
<i>Cardium corbis</i> —cockle	32 <sup>7)</sup>
Family Veneridae	
<i>Saxidomus giganteus</i> —clam	0 <sup>7)</sup>
<i>Meretrix lusoria</i> — “hamaguri”	9.3(soft part) <sup>12)</sup>
<i>Tapes philippinarum</i> — “asari”	0.2 <sup>6)</sup> , 7.1 <sup>9)</sup> , 32 <sup>11)</sup> , 1.9—5.6(soft part) <sup>12, 13)</sup>
<i>Paphia straminea</i> —clam	0 <sup>7)</sup>
Family Mactridae	
<i>Spisula solidissima</i> —bar clam	0 <sup>8)</sup>
<i>Spisula sachalinensis</i> — “ubagai”	2.0 <sup>14)</sup>
Family Tellinidae	
<i>Macoma inquinata</i> —clam	0 <sup>7)</sup>
Order Adapedonta	
Family Myacidae	
<i>Mya arenaria</i> —clam	0 <sup>8)</sup>

\* Legend as Table 1.

*edulis* について調べ、TMO の存在を認めていない。これに対し、高木<sup>12, 13)</sup>は本邦産の同じ種のムラサキガイについてかなり高い値の TMO 含量を報告している。著者らはムラサキガイを含め、この科の貝類として3種の TMO 含量を調べたが、その値はいずれもわずかで、NORRIS らや DYER のそれに近い結果であった。

ハボウキガイ科 Pennidae については、高木ら<sup>13)</sup>がタイラギの TMO 含量を調べ、第5表からわかるように、その閉介筋における含量はイタヤガイ科の貝類のそれに匹敵する。しかし、この科のアコヤガイについて著者らの結果では、その値はさほど大きくなかった。

本研究で調べたイタヤガイ科 Pectinidae はイタヤガイ1種であるが、既往の研究と一致して筋肉、特に閉介筋に多量の TMO が存在した。この科の二枚貝は他の二枚貝と異なり、特に多量の TMO を含むものと考えられる。イタヤガイで閉介筋に足・外とう筋の数倍の TMO が含まれることからして、他の種類でも同様なことがいえると思われるが、既往の研究がないので明らかでない。しかし、内臓における TMO 量が筋肉のそれより小さいことは、著者らおよび NORRIS ら<sup>7)</sup>の結果からみて明らかである。

イタボガキ科 Ostreidae に属する二枚貝はインド産の *Ostrea cullata* を除き、いずれも低い TMO 含量を示している。本研究でも同様な結果が得られた。インド産のカキがなぜ高い TMO 含量を示すのかわからない。

異歯目 Heterodonta に属する種類で特に高い TMO 含量を示すのはザルガイ科 Cardiidae の貝類であるが<sup>7)</sup>、この科については調べなかったため、本邦産においても高い TMO 含量を示すかどうか不明である。この目に属するその他の貝類について調べた本研究の結果では、既往の研究結果とほぼ一致し、一般に低い TMO 値を示した。アサリについて宮原<sup>11)</sup>はかなり大きい値を報告しているが、本研究ならびに他の研究の結果からみて、この種の TMO 含量は一般に低いものと考えられる。

無面目 Adapedonta についてはオオノガイ1種を調べたが、大西洋産の同じ種と同様<sup>8)</sup>、TMO の存在を認めなかった。

貝類における TMA 含量については高木ら<sup>14)</sup>の研究があり、5種の貝類につき TMA-N として 0~1.4 mg % の値を報告している。

著者らは22種の二枚貝の TMA 含量を調べた結果、含量がわずかな種類もあるが、ハマグリ、シナハマグリ、アサリおよびアカマテガイでは 20 mg % 以上の値を示し、一般の生鮮魚類に比べ大きい値を示した。本研究に用いた試料はすべて生活反応を示すものであり、また上記の4種では閉介筋に多量の TMA が含まれることを考えると、二枚貝における TMA はその生理に關与する物質と考えられる。これに関し興味ある事実は、淡水産のアワシジミとヤマトシジミで TMA が検出されず、海産の貝類すべてに TMA が検出されたことである。これは、二枚貝における TMA の存在が環境水と密接な関係をもつことを示唆する。これについては目下研究を継続中である。

## 5. 要 約

1. 二枚貝 22 種 27 検体について TMO 含量を調べた。その値は TMO-N として閉介筋で 0~50.2 mg %、足・外とう筋で 0~15.3 mg %、内臓で 0~2.3 mg % であったが、一般に低かった。ただ、イタヤガイの筋肉は特異的に高い値を示した。

2. TMA 含量は種によりかなり相違を示したが、一般に生体における値としては高く、アカマテガイ閉介筋では TMA-N として 35.4 mg % の値が得られた。

3. 海産二枚貝ではすべてに TMA が検出されたが、淡水産のシジミでは検出されなかった。

本研究における試料の同定は本校網尾 勝助教授の援助によるものである。ここに厚く感謝の意を表す。



## 文 献

- 1) 原田勝彦・藤本哲夫・山田金次郎, 1968: 本報告, **17**, 88.
- 2) コンウェイ著, 石坂音治訳, 1952: 微量拡散分析および誤差論, p. 82, 南江堂(東京).
- 3) BYSTEDT, J., L. SWENNE and H. W. ASS, 1959: *J. Sci. Agric.*, **10**, 301.
- 4) AMANO, K., K. YAMADA, K. HARADA and Y. KAMIMOTO, 1968: *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, **53**, 95.
- 5) 高橋豊雄, 1935: 日水誌, **4**, 91.
- 6) 服部安蔵・長谷部俊彦, 1937: 薬学雑誌, **57**, 928.
- 7) NORRIS, E. R. and G. J. BENOIT, JR., 1945: *J. Biol. Chem.*, **158**, 443.
- 8) DYER, W. J., 1952: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, **8**, 314.
- 9) SIMIDU, W. and S. HIBIKI, 1957: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, **23**, 255.
- 10) VELANKAR, N. K. and T. K. GOVINDAN, 1958: *Proc. Indian Acad. Sci.*, **47B**, 202.  
(GRONINGER, H.S., 1959: *Wild Life Service, Sp. Sci. Rept. Fish.*, No. **333**, p. 22 から引用).
- 11) 宮原昭二郎, 1960: 日化, **81**, 1158.
- 12) 高木一郎・清水 亘, 1962: 日水誌, **28**, 1192.
- 13) 高木一郎・清水 亘, 1963: 同誌, **29**, 66.
- 14) 高木光造・村山花子・遠藤繁子, 1967: 北大水産彙報, **18**, 261.
- 15) 岡田 要・内田清之助・内田 享, 1965: 新日本動物図鑑, 中巻, p. 215, 北隆館(東京).