

水産動物における
トリメチルアミンオキサイドの分布 - V.*
魚類について

原 田 勝 彦・山 田 金 次 郎

Distribution of Trimethylamine Oxide in Fishes and Other Aquatic Animals-V.
Teleosts and Elasmobranchs

By

Katsuhiko HARADA and Kinjiro YAMADA

Original determination of the trimethylamine oxide in 62 species of fish is illustrated, and for the values obtained, in addition to ones given in the literature, a statistical analysis has been conducted.

Of the saltwater fishes, the content of oxide in muscle was highest in Rajida, lowest in Clupeida and Tetraodontida, being intermediate in Anguillida, Percida, Cottida and Pleuronectida. Mean values of 134, 68, 56, 55, 53, 30 and 9 mg N/100g were gained for Rajida, Anguillida, Percida, Cottida, Pleuronectida, Tetraodontida and Clupeida respectively.

Of the freshwater fishes, the content in muscle was nearly undetectable.

1. 緒 言

魚類における TMO 含量については多数の報告がある¹⁻⁴⁷⁾。REAY⁶⁾その他の研究^{7, 10, 12, 14, 18, 20, 22-24, 28, 29, 31, 45)}から、海産軟骨魚類の筋肉 TMO 含量が海産硬骨魚類のそれより大きいことは明らかである。しかし、海産硬骨魚類における魚種による筋肉 TMO 含量の相違については一致した見解が得られていない^{12, 14, 21)}。一方、淡水産魚類筋肉における TMO 含量は僅少かまたは全く存在しないとの報告が多いが^{2, 4-8, 10, 11, 14, 22, 32)}、かなりの量の TMO が存在するという報告もある^{1, 12, 13)}。筋肉以外の組織とくに内臓諸器官の TMO 含量につ

*水産大学校研究業績 第705号, 1973年11月16日 受理。

Contribution from the Shimonoseki University of Fisheries, No. 705.

Received Nov. 16, 1973.

いては COOK¹⁾ その他の研究^{10, 11, 18, 23, 31, 36)}がある。これらの研究によると、軟骨魚類では筋肉以外の組織にも多量の TMO が含まれる。しかし、硬骨魚類での含量については、研究者により値に大きな相違があり、普遍的な傾向が得られていない。

以上の研究のうち、外国産魚類についてはかなり分類学上系統立った研究が行なわれているが、日本産魚類についての系統立った研究は少ない。よって、日本産魚類 62 種について筋肉ならびに内臓の TMO 含量を調べ、分類学上における魚種間の含量の相違を吟味した。また、合わせてこれら試料の KOH-アミン⁴³⁾について定量および検出を行なった。その結果を報告する。

2. 実験方法

2-1 試料

試料は主として吉見（下関市）近辺で入手した。これらはすべて生活反応を示すものであった。試料の入手場所、季節、全長および使用個体数を第 1 表に示す。

2-2 検液の作製

検液の作製は前報の方法⁴⁹⁾によった。試料の採取部位は筋肉（血合肉を含む）と内臓であった。

2-3 TMO および KOH-アミンの定量

KOH-アミンの定量は CONWAY の微量拡散法⁵⁰⁾により、TMO のそれは BYSTEDT らの方法⁵¹⁾で TMO を還元し、生成 TMA を前述の微量拡散法で測定する方法によった。

2-4 KOH-アミンの同定

KOH-アミンの同定は天野らの方法⁵²⁾によった。

3. 実験結果

3-1 TMO 含量

魚類 12 目 62 種の TMO 含量を調べた結果は第 2 表のとおりである。この表のうちから、海産魚類（広塩性魚類を含まない）筋肉の TMO 含量の数値を用い、目別の TMO 含量を一元配置分散分析したところ、分散比が 11.79 となり 1% の危険率で海産魚類筋肉の TMO 含量が目によって相違することがわかった。よって、2 目間の TMO 含量の分散比を求め、第 3 表の結果を得た。この表から、海産魚類筋肉の TMO 含量はガンギエイ目が最も高く、ニシン目とフグ目が最低で、その中間にウナギ目、スズキ目、カジカ目およびカレイ目が位置することがわかる。

淡水産魚類筋肉の TMO 含量は第 2 表からわかるように、広塩性魚類で淡水でとれた魚種ウナギ、ボラを含め、僅少（6.4 mg % 以下）または零である。

魚類内臓の TMO 含量は同じく第 2 表から、筋肉の TMO 含量に比べてかなり低く、TMO-N 量として大部分が 10 mg % 以下であることがわかる。しかし、ガンギエイ目のウチワザメ内臓のそれは 56.2 mg % とかなり高い値であった。

*本報告では次の略号を用いる。トリメチルアミノオキシド、TMO；トリメチルアミン、TMA；ジメチルアミン、DMA；モノメチルアミン、MMA。

Table 1. Description of the sample examined.

Sample No.	Species*	Source	Season	Average total length** cm
	CHONDRICHTHYES			
	Rajida			
1	<i>Narke japonica</i> -“shibireei”	Yoshimi	Sep.	23.2(1)
2	<i>Platyrrhina sinensis</i> -“uchiwazame”	Yoshimi	Jul.	37.0(1)
3	<i>Breviraja semirnovi</i> -“tobakasube”	Yoshimi	Sep.	32.0(1)
	OSTHEICHTHYES			
	Clupeida			
4	<i>Konosirus punctatus</i> -“konoshiro”	Karato	Aug.	20.6(3)
5	<i>Sardinops melanosticta</i> -“maiwashii”	Karato	Aug.	16.5(7)
6	<i>Plecoglossus altivelis</i> -“ayu”†	Yoshimi	Jun.	11.4(34)
	Myctophida			
7	<i>Synodus hoshinonis</i> -“hoshinoeso”	Senzaki	Aug.	15.1(10)
8	<i>Trachinocephalus myops</i> -“okieso”	Senzaki	Aug.	23.0(4)
9	<i>Saurida undosquamis</i> -“maeso”	Kogushi	Jul.	27.0(5)
	Cyprinida			
10	<i>Zacco platypus</i> -“oikawa”†	Yukuhashi	Aug.	8.9(55)
11	<i>Carassius auratus</i> -“funa”†	Yoshimi	May	15.0(9)
12	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> -“dojō”†	Yoshimi	Jun.	10.0(27)
13	<i>Parasilurus asotus</i> -“namazu”†	Yoshida	Jul.	34.3(3)
14	<i>Plotosus anguillarlis</i> -“gonzui”	Senzaki	Aug.	14.7(14)
	Anguillida			
15	<i>Anguilla japonica</i> -“unagi”††	Murotsu	Sep.	33.5(4)
16	<i>Conger myriaster</i> -“maanago”	Kogushi	Jul.	35.5(3)
17	<i>Microdonophis erabo</i> -“mongaradōshi”	Senzaki	Aug.	86.5(1)
18	<i>Ophichthus urolophus</i> -“susoumihebi”	Yoshimi	Sep.	61.0(1)
19	<i>Ophisurus macrorhynchus</i> -“dainanumihebi”	Yoshimi	Sep.	98.5(1)
20	<i>Cymnothorax reticularis</i> -“amiutsubo”	Kogushi	Jul.	40.1(2)
	Cyprinodontida			
21	<i>Oryzias latipes</i> -“medaka”†	Yoshimi	Jul.	2.3(397)
	Zeida			
22	<i>Zeus japonicus</i> -“matodai”	Yoshimi	Sep.	33.5(1)
	Percida			
23	<i>Mugil cephalus</i> -“bora”††	Yoshida	Jul.	26.0(2)
24	<i>Scomber japonicus</i> -“masaba”	Yoshimi	Feb.	29.0(2)
25	<i>Trichiurus lepturus</i> -“tachiuo”	Karato	Aug.	72.4(3)
26	<i>Caranx equula</i> -“kaiwari”	Yoshimi	Sep.	12.5(18)
27	<i>Leiognathus nuchalis</i> -“hiiragi”	Moji	Sep.	10.4(5)
28	<i>Oplegnathus punctatus</i> -“ishigakidai”	Senzaki	Jul.	8.0(19)
29	<i>Oplegnathus fasciatus</i> -“ishidai”	Senzaki	Jul.	27.3(2)
30	<i>Upeneus bensasi</i> -“himeji”	Kogushi	Jul.	13.4(13)
31	<i>Acanthocephala limbata</i> -“ittenakatachi”	Kogushi	Jul.	47.0(1)
32	<i>Apogon lineatus</i> -“tenjikudai”	Kogushi	Jul.	9.3(22)
33	<i>Pseudosciaena manchurica</i> -“kinnguchi”	Moji	Jun.	19.7(2)
34	<i>Argyrosomus argentatus</i> -“ishimochi”	Yoshimi	Sep.	15.7(2)
35	<i>Sillago sihama</i> -“kisu”	Yoshimi	Jul.	16.7(18)

Table 1. - (Cont'd)

Sample No.	Species*	Source	Season	Average total length** cm
36	<i>Girella melanichthys</i> -“kuromejina”	Senzaki	Jul.	24.1(3)
37	<i>Kyphosus lembus</i> -“isuzumi”	Senzaki	Jul.	9.8(14)
38	<i>Acanthopagurus schlegelii</i> -“kurodai”	Senzaki	Jul.	28.0(1)
39	<i>Pagurus major</i> -“madai”	Senzaki	Jul.	34.5(1)
40	<i>Callionymus beniteguri</i> -“tobinumeri”	Yoshimi	Jul.	17.3(51)
41	<i>Callionymus japonicus</i> -“yomegochi”	Senzaki	Aug.	13.0(51)
42	<i>Neobythites fasciatus</i> -“shimaitachiuo”	Kogushi	Jul.	13.1(29)
43	<i>Chaeturichthys hexanema</i> -“akahaze”	Yoshimi	Jul.	12.1(48)
Tetraodontida				
44	<i>Navodon modestus</i> -“umazurahagi”	Senzaki	Jul.	25.3(2)
45	<i>Navodon modestus</i> -“umazurahagi”	Senzaki	Jul.	8.4(32)
46	<i>Fugu vermiculare porphyreum</i> -“mafugu”	Yoshimi	Jun.	12.1(8)
47	<i>Fugu niphobles</i> -“kusafugu” ††	Yoshimi	Aug.	15.0(2)
48	<i>Lagocephalus lunaris spadiceus</i> -“sabafugu”	Senzaki	Aug.	29.5(1)
Cottida				
49	<i>Sebastes marmoratus</i> -“kasago”	Yoshimi	Sep.	22.5(1)
50	<i>Hypodytes rubripinnis</i> -“haokoze”	Senzaki	Aug.	5.6(122)
51	<i>Hexagrammas otakii</i> -“ainame”	Yasuoka	Jul.	26.2(2)
52	<i>Onigocia spinosa</i> -“onigochi”	Senzaki	Aug.	8.9(29)
53	<i>Suggrundus meerdervoorti</i> -“megochi”	Kogushi	Jul.	18.0(5)
54	<i>Lepidotrigla microptera</i> -“kanagashira”	Kogushi	Jul.	7.4(45)
Pleuronectida				
55	<i>Paralichthys olivaceus</i> -“hirame”	Kogushi	Jul.	17.8(1)
56	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> - “tamaganzōbirame”	Kogushi	Jul.	8.6(26)
57	<i>Pleuronichthys cornutus</i> -“meitagarei”	Kogushi	Jul.	21.8(2)
58	<i>Limanda yokohamae</i> -“makogarei”	Yoshimi	Jul.	13.8(3)
59	<i>Heteromyotis japonicus</i> -“sasaushinoshita”	Senzaki	Aug.	10.0(53)
60	<i>Aseraggodes kobensis</i> -“tobisasaushinoshita”	Kogushi	Jul.	6.8(88)
61	<i>Paraplagusia japonica</i> -“kuroushir.oshita”	Senzaki	Aug.	32.1(1)
62	<i>Cynoglossus interruptus</i> -“genko”	Yoshimi	Jul.	10.7(16)
Lophiida				
63	<i>Lophius litulon</i> -“kiankō”	Kogushi	Jul.	37.0(1)

* Common name used by the authors is shown; Japanese one is given in quotation marks.

** Number of individuals used is given in parentheses.

†, †† Marks indicate freshwater and euryhaline fishes respectively.

Table 2. Trimethylamine oxide and KOH-amine contents of the species of fishes.

Sample No.	Species*	TMO		KOH-amine	
		Muscle	Viscera	Muscle	Viscera
		mg N/100g		mg N/100g	
CHONDRICHTHYES					
Rajida					
1	<i>Narke japonica</i> —"shibireei"	162.0	0.7	0.4	1.2
2	<i>Platyrrhina sinensis</i> —"uchiwazame"	88.5	56.2	1.2	0.8
3	<i>Breviraja semirnovi</i> —"tobakasube"	147.5	—	3.1	—
OSTHEICHTHYES					
Clupeida					
4	<i>Konosirus punctatus</i> —"konoshiro"	12.8	0.7	0.4	0.9
5	<i>Sardinops melanosticta</i> —"maiwashii"	5.6	0.1	0.7	1.4
6	<i>Plecoglossus altivelis</i> —"ayu"†	1.8	1.1	0.5	0.5
Myctophida					
7	<i>Synodus hoshinonis</i> —"hoshinoeso"	32.5	0.8	0.4	2.0
8	<i>Trachinocephalus myops</i> —"okieso"	26.7	0.1	0.5	2.2
9	<i>Saurida undosquamis</i> —"maeso"	48.9	3.3	0.6	2.5
Cyprinida					
10	<i>Zacco platypus</i> —"oikawa"†	0.4	0.0	0.3	0.3
11	<i>Carassius auratus</i> —"funa"†	0.1	0.8	0.2	0.3
12	<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> —"dojō"†	0.7	0.0	0.5	0.8
13	<i>Parasilurus asotus</i> —"namazu"†	0.9	0.3	0.0	0.0
14	<i>Plotosus anguillaridis</i> —"gonzui"	0.1	0.0	0.9	0.7
Anguillida					
15	<i>Anguilla japonica</i> —"unagi"††	0.0	0.0	0.2	0.3
16	<i>Conger myriaster</i> —"maanago"	72.6	—	0.8	—
17	<i>Microdonophis erabo</i> —"mongaradōshi"	40.7	10.8	0.7	0.7
18	<i>Ophichthus urolophus</i> —"susoumihebi"	45.7	—	0.9	—
19	<i>Ophisurus macrorhynchus</i> —"dainanumihebi"	44.5	—	0.4	—
20	<i>Cymnothorax reticularis</i> —"amiutsubo"	75.1	—	0.8	—
Cyprinodontida					
21	<i>Oryzias latipes</i> —"medaka"†	0.6**		0.2**	
Zeida					
22	<i>Zeus japonicus</i> —"matodai"	61.0	0.8	0.2	1.1
Percida					
23	<i>Mugil cephalus</i> —"bora"††	6.4	0.3	0.2	0.1
24	<i>Scomber japonicus</i> —"masaba"	33.0	8.0	0.8	1.4
25	<i>Trichiurus lepturus</i> —"tachiuo"	70.0	10.0	0.4	6.1
26	<i>Caranx equula</i> —"kaiwari"	40.5	1.0	0.4	2.0
27	<i>Leiognathus nuchalis</i> —"hiiragi"	45.0	—	0.6	—
28	<i>Oplegnathus punctatus</i> —"ishigakidai"	29.8	4.4	1.2	1.3
29	<i>Oplegnathus fasciatus</i> —"ishidai"	71.2	0.5	0.3	0.5
30	<i>Upeneus bensasi</i> —"himeji"	57.3	6.1	0.5	2.1
31	<i>Acanthocephala limbata</i> —"ittenakatachi"	86.4	—	0.4	—
32	<i>Apogon lineatus</i> —"tenjikudai"	78.6	5.5	0.3	0.8
33	<i>Pseudosciaena manchurica</i> —"kinr.guchi"	62.8	9.3	0.5	0.7
34	<i>Argyrosomus argentatus</i> —"ishimochi"	71.0	—	0.4	—
35	<i>Sillago sihama</i> —"kisu"	50.0	2.5	0.4	1.5

Table 2. - (Cont'd)

Sample No.	Species*	TMO		KOH-amine	
		Muscle	Viscera	Muscle	Viscera
		mg N/100g		mg N/100g	
36	<i>Girella melanichtyhs</i> -“kuromejina”	72.0	2.2	0.6	0.8
37	<i>Kyphosus lembus</i> -“isuzumi”	33.6	3.6	0.4	0.7
38	<i>Acanthopagurus schlegelii</i> -“kurodai”	46.4	—	0.2	—
39	<i>Pagurus major</i> -“madai”	65.2	12.3	0.2	0.7
40	<i>Callionymus beniteguri</i> -“tobinumeri”	38.8	2.9	0.5	1.1
41	<i>Callionymus japonicus</i> -“yomegochi”	28.2	1.8	0.7	0.8
42	<i>Neobythites fasciatus</i> -“shimaitachiuo”	78.1	9.8	0.7	1.3
43	<i>Chaeturichthys hexanema</i> -“akahaza”	58.4	3.4	0.7	3.6
	Tetraodontida				
44	<i>Navodon modestus</i> -“umazurahagi”	17.9	0.3	0.3	0.5
45	<i>Navodon modestus</i> -“umazurahagi”	9.5	0.0	0.5	0.8
46	<i>Fugu vermiculare porphyreum</i> -“mafugu”	25.5	3.4	0.7	1.3
47	<i>Fugu niphobles</i> -“kusafugu”††	41.0	—	0.4	—
48	<i>Lagocephalus lunaris spadiceus</i> -“sabafugu”	34.3	0.7	0.2	0.3
	Cottida				
49	<i>Sebastiscus marmoratus</i> -“kasago”	81.5	—	0.3	—
50	<i>Hypodytes rubripinnis</i> -“haokoze”	43.7	4.3	0.4	0.9
51	<i>Hexagrammas otakii</i> -“ainame”	71.8	3.9	0.9	0.6
52	<i>Onigocia spinosa</i> -“onigochi”	43.5	5.2	0.5	1.4
53	<i>Suggrundus meerdervoorti</i> -“megochi”	62.0	10.0	0.4	2.2
54	<i>Lepidotrigla microptera</i> -“kanagashira”	26.7	12.0	0.8	2.3
	Pleuronectida				
55	<i>Paralichthys olivaceus</i> -“hirame”	67.0	—	0.4	—
56	<i>Pseudorhombus pentophthalmus</i> - “tamaganzōbirame”	37.8	—	1.4	—
57	<i>Pleuronichthys cornutus</i> -“meitagarei”	22.7	0.8	0.3	0.7
58	<i>Limanda yokohamae</i> -“makogarei”	32.0	—	1.8	—
59	<i>Heteromyoteris japonicus</i> -“sasaushinoshita”	53.6	7.9	0.7	1.2
60	<i>Aseraggodes kobensis</i> -“to bisasaushinoshita”	65.6	12.3	0.4	2.2
61	<i>Paraplagusia japonica</i> -“kuroushinoshita”	52.6	—	2.2	—
62	<i>Cynoglossus interruptus</i> -“genko”	42.4	—	1.2	—
	Lophiida				
63	<i>Lophius litulon</i> -“kiankō”	46.1	2.3	0.3	—

* Legend as Table 1.

** Entire animal.

†,†† Marks indicate freshwater and euryhaline fishes respectively.

Table 3. Statistical comparison between ordinal average contents of trimethylamine oxide in the muscle of saltwater fishes shown in Table 2.

	A	B	Rajida	Clupeida	Myctophida	Anguillida	Percida	Tetraodontida	Cottida	Pleuronectida
Rajida(133.7*)				+	+	+		+	+	
Clupeida(9.2*)	-				-	-	-	-	-	-
Myctophida(36.0*)	-	+							-	-
Anguillida(67.9*)	-	+	+					+		
Percida(56.4*)			+	+				+		
Tetraodontida(29.7*)	-	+				-	-		-	-
Cottida(54.9*)	-	+	+					+		
Pleuronectida(53.0*)			+	+				+		

*Average trimethylamine oxide content (TMO-N mg%).

The sign plus indicates that trimethylamine oxide content of A is significantly higher than that of B.

The sign minus indicates that trimethylamine oxide content of A is significantly lower than that of B.

The blank indicates that trimethylamine oxide content of A is equal to that of B.

3-2 KOH-アミンの含量および同定

魚類の KOH-アミン含量は第 2 表に示すとおりで、筋肉、内臓ともに僅少であることがわかる。この KOH-アミンがエソ類（ホシノエソ、オキエソおよびマエソ）、フナ、イシダイ、ヒメジ、マフゲ、マコガレイおよびトビササウシノシタを除き、TMA そのものであることは第 4 表の KOH-アミンの同定結果から明らかである。というのは、これら以外の魚類では MMA が検出されても DMA が検出されないからである。こ

Table 4. Identification of KOH-amine by thin-layer chromatography.

Sample No.	Muscle			Viscera			Sample No.	Muscle			Viscera		
	MMA	DMA	TMA	MMA	DMA	TMA		MMA	DMA	TMA	MMA	DMA	TMA
1	-	-	+	-	-	+	16	-	-	+	-	-	-
2	-	-	+	-	-	+	17	-	-	+	-	-	+
3	-	-	+	-	-	-	18	-	-	+	-	-	-
4	-	-	+	-	-	+	19	-	-	+	-	-	-
5	-	-	+	-	-	+	20	-	-	+	-	-	-
6	+	-	-	-	-	+	21	-*	-*	-*	-	-	-
7	-	+	+	-	+	+	22	-	-	-	-	-	+
8	-	+	+	-	+	+	23	-	-	+	-	-	-
9	-	+	+	-	+	+	24	-	-	+	-	-	+
10	-	-	+	-	-	-	25	-	-	+	-	-	+
11	+	-	+	-	+	-	26	-	-	+	-	-	+
12	-	-	+	-	-	-	27	-	-	+	-	-	-
13	-	-	+	+	-	+	28	-	-	+	-	-	+
14	-	-	+	-	-	+	29	-	-	+	-	+	+
15	-	-	+	-	-	±	30	-	-	+	-	+	+

* Entire animal.

Table 4. - (Cont'd)

Sample No.	Muscle			Viscera			Sample No.	Muscle			Viscera		
	MMA	DMA	TMA	MMA	DMA	TMA		MMA	DMA	TMA	MMA	DMA	TMA
31	-	-	+	—	—	—	48	-	-	+	-	-	+
32	-	-	+	-	-	+	49	-	-	+	—	—	—
33	-	-	+	-	-	+	50	-	-	+	-	-	+
34	-	-	+	—	—	—	51	-	-	+	-	-	+
35	-	-	+	-	-	+	52	-	-	-	-	-	+
36	-	-	+	-	-	+	53	-	-	+	-	-	+
37	-	-	+	-	-	+	54	-	-	+	-	-	+
38	-	-	+	—	—	—	55	-	-	+	—	—	—
39	-	-	-	-	-	+	56	-	-	+	—	—	—
40	-	-	+	-	-	+	57	-	-	+	-	-	+
41	-	-	+	-	-	+	58	-	+	+	—	—	—
42	-	-	+	-	-	+	59	-	-	+	-	-	+
43	-	-	+	-	-	+	60	-	-	+	-	+	+
44	-	-	+	-	-	+	61	-	-	+	—	—	—
45	+	-	+	-	-	+	62	-	-	+	—	—	—
46	-	+	+	-	+	+	63	-	-	+	-	-	+
47	-	-	+	—	—	—							

ここで用いた KOH-アミンの定量法⁴⁹⁾では検液にホルムアルデヒドを加えるため MMA は捕捉されないが⁵³⁾ DMA の一部は TMA と共に捕捉される⁵⁴⁾。

4. 考 察

魚類筋肉の TMO 含量について既往の研究結果を一括して第 5 表に示した。なお、表中の魚類の分類および学名、和名は岡田ら⁵⁴⁾に従った。この表のうちから、狭塩性魚類について目別の TMO 含量を一元配置分散分析し、分散比 80.23 を得た。よって 2 日間の TMO 含量の分散比を求めて第 6 表の結果を得た。この表から狭塩性魚類筋肉の TMO 含量はサメ、ガンギエイ目が最高で、次いでタラ目が高く、これに次いでカジカ目とカンイ目があり、ニシン、ダツ、スズキおよびフグ目が最低であることがわかる。

軟骨魚類筋肉の TMO 含量が硬骨魚類のそれより高いことは著者らの結果とも一致している。海産硬骨魚類中、タラ目の魚種の TMO 含量が最高であることは SHEWAN¹²⁾ および DYER¹⁴⁾ の指摘と合致する。タラ目に次いで TMO 含量の大きい目はカジカ目で、これは著者らの結果および DYER¹⁴⁾ の指摘と一致するが、SHEWAN¹²⁾ の指摘と異なる。SHEWAN¹²⁾ はカレイ・ヒラメ類筋肉の TMO 含量がタラおよびニシン類のそれより低いと報告している。海産硬骨魚類中、筋肉の TMO 含量が最低の魚種はニシン目、ダツ目とフグ目であるが、著者らの結果でもニシン目およびフグ目が最低であり、DYER¹⁴⁾ もニシン目およびダツ目が最低であると報告している。なお、DYER¹⁴⁾ は一般的傾向として分類学上低級な目の魚種で筋肉の TMO 含量が低いと指摘しているが、これはまた著者らの結果とも一致する。

著者らの調べた淡水魚の種類は広塩性魚類で、淡水でとれたものを含め僅かに 7 種である。したがって、これから淡水魚全体の傾向を論ずることができない。しかし、魚類内臓の TMO 含量については 51 種について調べているので、筋肉のそれより一般に低いといえよう。

一方、KOH-アミン含量の定量および同定結果から、魚類筋肉の TMA 含量は、従来調べられた結果^{13, 18, 22, 31, 43, 44)}と同様僅少か零と断定され、内臓の TMA 含量もまた筋肉のそれと同じ傾向をもつといえる。

Table 5. Trimethylamine oxide content of the muscle of fishes recorded in literature.

Species*	Content mg N/100g
CYCLOSTOMI	
Myxinida	
<i>Myxine glutinosa</i> —hagfish	64 ¹⁾
CHONDRICHTHYES	
Selachii	
<i>Heterodontus japonicus</i> —“nekozame”	179 ³¹⁾
<i>Cephaloscyllium umbratile</i> —“nanukazame”	265 ~ 271(mean, 268) ³¹⁾
<i>Chiloscyllium griseum</i>	83 ²⁴⁾
<i>Sphyrna zygaena</i> —“shumokuzame”	186 ²²⁾ , 75 ²³⁾
<i>Sphyrna malleus</i>	107 ²⁴⁾
<i>Zygaena blochii</i> —shark	245 ²⁰⁾
<i>Trygon microps</i>	49 ²⁴⁾
<i>Trygon urnak</i>	104 ²⁴⁾
<i>Carcharias laticaudus</i> —shark	239 ²⁰⁾
<i>Lamna ditropis</i> —“nezumizame”	163 ⁴⁾ , 186 ²²⁾ , 239 ~ 248(mean, 244) ³¹⁾
<i>Isurus glaucus</i> —“aozame”	187 ³¹⁾
<i>Mustelus manazo</i> —“hoshizame”	273 ¹⁸⁾ , 273 ³¹⁾ , 225 ~ 273(mean, 252) ³¹⁾
<i>Mustelus griseus</i> —“shirozame”	189 ³¹⁾ , 204 ³¹⁾
<i>Mustelus kanekonis</i> —“sōbōshirozame”	233 ³¹⁾ , 207 ³¹⁾
<i>Triakis scyllia</i> —“dochizame”	259 ~ 324(mean, 282) ³¹⁾
<i>Carcharhinus gangeticus</i> —“mejirozame”	184 ³¹⁾
<i>Pronace glauca</i> —“yoshikirizame”	146 ⁴⁾ , 155 ²²⁾ , 184 ~ 276(mean, 221) ³¹⁾
<i>Squalus acanthus</i> —Atlantic spiny dogfish,	267 ⁷⁾ , 132 ~ 193(mean, 173) ¹²⁾
dogfish, spiny dogfish,	150 ~ 190(mean, 174) ¹²⁾
“aburatsunozame”	192 ¹⁴⁾ , 173 ³¹⁾
<i>Squalus suckleys</i> —dogfish	123 ~ 189(mean, 156) ¹⁰⁾
<i>Scyllium canicula</i> —dogfish	267 ⁶⁾
<i>Pristiurnas melanostomus</i> —spotted dogfish	202 ⁶⁾
<i>Hydrolagus colliei</i> —ratfish	169 ~ 188(mean, 179) ¹⁰⁾
Rajida	
<i>Raja hollandi</i> —“isagogangie”	254 ^{18, 31)} , 228 ³¹⁾
<i>Raja clavata</i> —razza	87 ~ 99 ³³⁾
<i>Raja batis</i> —blue skate	205 ⁶⁾ , 206 ²⁸⁾
<i>Raja laevis</i> —barndore	233 ⁷⁾
<i>Raja senta</i> —smooth skate	99 ⁷⁾
<i>Raja scabrata</i> —prickly skate	50 ⁷⁾ , 37 ~ 160(mean, 73) ¹⁴⁾
<i>Raja erinacea</i> —little skate	86 ¹⁴⁾
<i>Raja</i> spp.—skates	46.7 ~ 119(mean, 89.6) ¹²⁾ 77.8 ~ 127(mean, 101) ¹²⁾
<i>Dasyatis zugei</i> —“zugei”	140 ³¹⁾
<i>Dasyatis kuhlii</i> —“yakkoei”	156 ³¹⁾
<i>Dasyatis akajei</i> —“akaei”	106 ⁴⁾ , 105 ²²⁾ , 233 ³¹⁾
<i>Urolophus aurantiacus</i> —“hirataei”	196 ³¹⁾
<i>Myliobatis maculata</i>	29 ²⁴⁾
<i>Tetranarce occidentalis</i> —Atlantic torpedo	116 ¹⁴⁾
<i>Mobula japonica</i> —“itomakiei”	266 ³¹⁾
<i>Rhynchobatus djeddensis</i>	87 ²⁴⁾

Table 5. - (Cont'd)

Species*	Content mg N/100g
<i>Trygion imbricata</i>	46 ²⁴⁾
<i>Rhynoptera</i> sp.—skate	160 ²⁰⁾
OSTHEICHTHYES	
Clupeida	
<i>Tarpon atlanticus</i> —tarpon	43 ¹⁴⁾
<i>Konosirus punctatus</i> —“konoshiro”	16.2 ³²⁾ , 6.1 ⁴⁴⁾ , 5.2 ⁴⁴⁾ , 14.9~17.5 (mean, 16.4) ⁴⁷⁾ , 19.1~20.4 (mean, 19.9) ⁴⁷⁾
<i>Stelephorus japonicus</i> —“kibinago”	0.7 ³²⁾
<i>Clupea pallasi</i> —“nishin”	39.2 ⁴⁾
<i>Clupea sprattus</i> —herring, Pacific herring	6~25 (mean, 14) ¹¹⁾ , 69 ¹⁴⁾
<i>Clupea harengas</i> —herring	58.4 ⁶⁾ , 82.1~110 (mean, 89.6) ⁷⁾ , 10~64 (mean, 36) ¹¹⁾ , 67~81 (mean, 74) ¹⁴⁾ , 33.2~37.9 (mean, 36) ²⁶⁾
<i>Clupea alosa</i> —cheppia	20.9~21.6 ³³⁾
<i>Clupea lile</i> —white sardine	43.4 ²⁰⁾
<i>Alosa sapidissima</i> —American shad††	45 ¹⁴⁾
<i>Pomolobus chrysochloris</i> —alewife††	35 ¹⁾
<i>Pomolobus pseudoharengus</i> —alewife††	33~52 (mean, 44) ¹⁴⁾
<i>Sardinops melanosticta</i> —“maiwashi”	9.3 ⁴⁾ , 7.1~9.4 (mean, 8.1) ²¹⁾ , 1.0~16.5 (mean, 8.8) ²³⁾ , 1.6~23.0 (mean, 12.3) ²³⁾
	26.3 ³²⁾ , 1.9~4.5 (mean, 3.0) ⁴⁷⁾
<i>Sardinella albella</i>	54.4 ²⁴⁾
<i>Sardinella longiceps</i> —oil sardine	30.2 ²⁰⁾
<i>Sardinella fimbriata</i> —sardine	49.0 ²⁰⁾
<i>Hilsa kanagartha</i> —sardine	39.2 ²⁰⁾
<i>Engraulis japonica</i> —“katakuchiiwashi”	33.2 ³²⁾ , 19.2 ⁴⁰⁾ , 21.1 ⁴⁰⁾ , 5.1 ⁴⁴⁾ , 12.6 ⁴⁴⁾
<i>Engraulis encrasicolus</i> —alice	10.8~11.8 ³³⁾
<i>Leucichthys artedii</i> —shallow-water cisco†	2.1 ¹⁾ , 6 ¹⁴⁾
<i>Oncorhynchus nerka</i> —“benizake”††	6.5 ⁴⁴⁾ , 5.8 ⁴⁴⁾
<i>Oncorhynchus tshawytscha</i> —king salmon††	0~0.8 ^{10)*} , 9.9~11.6 (mean, 10.8) ^{10)***} , 2.5 ¹⁴⁾
<i>Oncorhynchus masou</i> —“sakuramasu”††	3.7 ⁴⁾
<i>Oncorhynchus kisutch</i> —silver salmon††	8.7~11.6 (mean, 9.8) ¹⁰⁾
<i>Salmosalar</i> —Atlantic salmon††	15.5 ¹⁾ , 4.7 ¹⁾ , 24 ¹⁴⁾
<i>Salmo trutta</i> —trout†	1.7 ⁶⁾
<i>Salmo fario</i> —trout†	12.3 ¹⁾ , 13.6 ⁸⁾
<i>Salvelinus fontinalis</i> —Eastern brook trout†	13 ¹⁴⁾
<i>Salvelinus pluvius</i> —“iwana”†	0 ⁴⁾
<i>Plecoglossus altivelis</i> —“ayu”†	0 ⁴⁾
<i>Osmerus mordax</i> —American smelt†	27 ¹⁴⁾
<i>Esox lucius</i> —pike†	2.6 ⁶⁾ , 4.4~5.1 (mean, 5.1) ⁸⁾ , 3 ¹⁴⁾
<i>Esox niger</i> —pickerel†	11 ¹³⁾
<i>Argentina silus</i> —Argentine	122 ¹⁴⁾
Myctophida	
<i>Saurida tumbil</i>	55 ²⁴⁾
Cyprinida	
<i>Cyprinus carpio</i> —“koi”††	0.3~0.7 (mean, 0.5) ³⁾ , 0.2 ⁴⁾ , 0 ²²⁾ , 0 ²³⁾ , 2.4 ³²⁾
<i>Tinca vulgaris</i> —tench†	4.6 ⁸⁾

Table 5. - (Cont'd)

Species*	Content mg N/100g
<i>Abramis vimba</i> -bream†	0.9~17.2(mean,7.4) ⁸⁾
<i>Leuciscus erythrophthalmus</i> -rudd†	1.0~10.5(mean,5.8) ⁸⁾
<i>Leuciscus cephalus</i> -chub†	4.2~7.5(mean,5.9) ⁸⁾
<i>Carassius auratus</i> -“funa”,goldfish†	0.8 ⁴⁾ ,4.2 ¹⁴⁾ ,3.4 ³²⁾
<i>Notemigonus crysolencas</i> -Eastern golden shinner†	0 ¹³⁾
<i>Catostomus commersonii</i> -sucker†	0 ⁷⁾
<i>Moxostoma aureolum</i> -Northern redhorse†	0 ¹⁴⁾
<i>Semotilus atromaculatus</i> -creek chub†	2 ¹⁴⁾
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i> -“dojō”†	0.6 ⁴⁾ ,2.1 ³²⁾
<i>Parasilurus asotus</i> -“namazu”†	0.3 ⁴⁾ ,1.9 ³²⁾
<i>Ameurus nebulosus</i> -catfish†	0 ⁷⁾
—————-catfish	46.7~48.5(mean,47.6) ¹²⁾ ,39.2~78.4(mean,61.6) ¹²⁾
<i>Ameurus sp.</i> -bull head†	0 ¹³⁾
Anguillida	
<i>Anguilla japonica</i> -“unagi”††	0.7 ⁴⁾
<i>Anguilla rostrata</i> -eel††	0 ⁷⁾ *, 0.2~0.9(mean, 0.7) ⁷⁾ ***
	37.3~52.3(mean, 46.7) ⁷⁾ ***
<i>Anguilla vulgaris</i> -eel††	6.9 ⁸⁾
<i>Anguilla bastoniensis</i> -American eel††	0 ¹⁴⁾
Notacanthida	
<i>Notacanthus nassus</i>	133 ¹⁴⁾
Cyprinodoxtida	
<i>Oryzias latipes</i> -“medaka”†	2.1(entire animal) ³²⁾
<i>Fundulus heteroclitus</i> -mummichog†	14 ¹⁴⁾
<i>Fundulus diaphanus</i> -banded killifish†	0 ¹⁴⁾
Belonida	
<i>Belone belone</i> -agula	39.6 ³³⁾
<i>Athennes hiens</i>	43 ²⁴⁾
<i>Cololabis saira</i> -“samma”	0 ⁴⁾ ,8.6~33.7(mean, 15.1) ²¹⁾ ,22 ²²⁾ , 7.4 ⁴⁴⁾ ,6.3 ⁴⁴⁾ ,8.6~13.5(mean, 10.8) ¹⁷⁾
<i>Hemiramphus sajori</i> -“sayori”††	14.1 ⁴⁾
<i>Scomberesox saurus</i> -Atlantic saury	17 ¹⁴⁾
<i>Cypselurus spp.</i> -“tobiuo”	25 ²⁴⁾ , 32.8~44.0(mean, 38.6) ⁴⁷⁾ , 26.2~34.6(mean, 30.7) ⁴⁷⁾
<i>Prognichthys agoo</i> -“okitsutobiuo”	11.8 ⁴⁾
Percida	
<i>Menidia notata</i> -Atlantic silverside	28 ¹⁴⁾
<i>Mugil cephalus</i> -“bora”, cefalo††	1.6 ⁴⁾ ,3.8 ³²⁾ ,6.5 ³³⁾
<i>Mugil sp.</i>	24 ²⁴⁾
<i>Mugil aeur</i> -mullet	38.5 ²⁰⁾
<i>Chirocentrus dorab</i>	65.8 ²⁰⁾ ,36 ²⁴⁾
<i>Thunnus thynnus</i> -“kuromaguro”, bluefin tuna	0.3 ⁴⁾ ,0.6 ⁴⁾ ,4 ¹⁴⁾ ,4.0 ²²⁾
<i>Thunnus alalunge</i> -“binnaga”	1.3 ¹⁵⁾ ,5.5 ¹⁶⁾ ,2.7 ¹⁷⁾ ,3.2 ¹⁷⁾ ,0.2~17.1(mean, 7.6) ⁴²⁾
<i>Thunnus obseus</i> -“mebachi”	3.3~16.2(mean, 11.0) ²¹⁾ ,3.2~4.3(mean, 3.8) ⁴⁷⁾ ,14.6~17.8(mean, 16.2) ⁴⁷⁾ ,
<i>Thunnus albacares</i> -“kiwada”	30 ¹⁵⁾ ,2.0~14.7(mean, 5.0) ²¹⁾ ,9.8~98.3(mean, 22.3) ³⁵⁾ ,1.1 ³⁷⁾ ,3.0~3.1 ⁴⁷⁾ (mean, 3.1) ⁴⁷⁾ ,

Table 5. - (Cont'd)

Species*	Content
	mg N/100g
<i>Neohunnus macropterus</i> -yellowfin	10.0~16.5(mean, 13.3) ⁴⁷⁾
<i>Katsuwonus pelamis</i> -“katsuo”	2.7 ³⁹⁾ 1.9~3.0(mean, 2.5) ⁴⁷⁾ , 15.6~20.4(mean, 18.0) ⁴⁷⁾ , 35.8~69.8(mean, 52.8) ¹⁹⁾
<i>Auxis thazard</i> -“hiraōda”	0.8~3.9(mean, 2.5) ²¹⁾
<i>Auxis tapeinocephalus</i> -“marusōda”	1.6 ¹⁷⁾ , 15.9 ¹⁷⁾ , 3.7 ²²⁾
<i>Scomber japonicus</i> -“masaba”	7.0 ⁴⁾ , 53.7~63.7(mean, 58.7) ¹⁹⁾ , 6.5~45.4(mean, 16.0) ²¹⁾ , 4.9 ²²⁾ , 10.6 ²²⁾ , 4.1~5.2(mean, 4.7) ²³⁾ , 4.7~6.9(mean, 5.8) ²³⁾ , 28 ³²⁾ , 5.3~22.5(mean, 12.9) ¹⁷⁾ , 12.4~27.4(mean, 21.4) ⁴⁷⁾
<i>Scomber scombrus</i> -mackerel, Atlantic mackerel, sgombro	41.1~54.1(mean, 48.5) ⁷⁾ , 31~38(mean, 34) ¹⁴⁾ , 27.5~28.8 ³³⁾
<i>Rastrelliger kanagurta</i> -mackerel	33.5 ²⁰⁾
<i>Scomberomorus niphonius</i> -“sawara”	21.7 ⁴⁾
<i>Scomberomorus commersonii</i>	28 ²⁴⁾
<i>Xiphias gladius</i> -broadbill swordfish	43 ¹⁾ , 31 ¹⁴⁾
<i>Trichiurus lepturus</i> -“tachiuo”	30.8 ⁴⁾ , 69.4 ²²⁾
<i>Trichiurus savala</i> -ribbon fish	80.3 ²⁰⁾
<i>Trachurus japonicus</i> -“maaji”	39.3 ⁴⁾ , 44~56.8(mean, 52.4) ²¹⁾ , 9.5 ²³⁾ , 40.5 ²⁷⁾ , 27.4 ²⁷⁾ , 26.3 ³²⁾ , 19.0 ⁴⁴⁾ , 22.2 ⁴⁴⁾ , 39.4~42.6(mean, 40.7) ⁴⁷⁾ , 54.9~67.9(mean, 61.3) ⁴⁷⁾
<i>Seriola quinqueradiata</i> -“buri”	1.8 ⁴⁾ , 10.7 ⁴⁾ , 53.8~74.0(mean, 63.9) ¹⁹⁾ , 5.1 ⁴⁴⁾ , 7.9 ⁴⁴⁾ , 22.8~23.9(mean, 23.4) ⁴⁷⁾ , 29.5~31.8(mean, 30.7) ⁴⁷⁾
<i>Seriola dumerili</i> -amberjack(rudderfish)	60 ¹⁴⁾
<i>Palinurichthys perciformis</i> -black rudderfish	59 ¹⁴⁾
<i>Leiognathus nuchalis</i> -“hiiragi”	0.6 ³²⁾
<i>Stromateus cinereus</i> -white pomfret	65.8 ²⁰⁾
<i>Stromateus niger</i> -black pomfret	68.2 ²⁰⁾
<i>Pampus argenteus</i>	55 ²⁴⁾
<i>Pronotus triacanthus</i> -butterfish(dollarfish)	58 ¹⁴⁾
<i>Arctoscopus japonicus</i> -“hatahata”	28 ⁴⁴⁾
<i>Oplegnathus fasciatus</i> -“ishidai”	5.8 ³²⁾
<i>Mullus barbatus</i> -trigla	37.6~43.2 ³³⁾
<i>Lateolabrax japonicus</i> -“suzuki”	49.3~61.2(mean, 53.9) ²¹⁾ , 9.1 ³²⁾ , 41.5~60.2(mean, 51.0) ⁴⁷⁾ , 21.9~28.4(mean, 25.0) ⁴⁷⁾
<i>Roccus saxatilis</i> -seabass	61.6 ¹⁰⁾
<i>Sciaena coitor</i> -jewfish	54.8 ²⁰⁾
<i>Leiognathus bindus</i> -silver belly	64.8 ²⁰⁾
<i>Platophrys pantherina</i>	36 ²⁴⁾
<i>Argyrosomus argentatus</i> -“ishimochi”	42.0 ⁴⁾
<i>Silago sihama</i> -“kisu”	15.4 ⁴⁾ , 21 ²⁴⁾ , 11.8 ²²⁾
<i>Girella punctata</i> -“mejina”	24.5 ³²⁾
<i>Gerres</i> sp.	40 ²⁴⁾
<i>Corax leptolepis</i>	54 ²⁴⁾

Table 5. - (Cont'd)

Species*	Content mg N/100g
<i>Mullicides flavolineatus</i>	51 ²⁴⁾
<i>Arius sona</i>	36 ²⁴⁾
<i>Arius dussumieri</i> -catfish	17.8 ²⁰⁾
<i>Scatophagus argus</i>	33 ²⁴⁾
<i>Parapristipoma trilineatum</i> -“isaki”	16.6 ³²⁾ , 63.3~69.2(mean, 66.1) ⁴⁷⁾ , 20.4~33.7(mean, 25.5) ⁴⁷⁾
<i>Therapon oxyrhynchus</i> -“shimaisaki”	31.9 ⁴⁾
<i>Taius tumifrons</i> -“kidai”	5.0 ³²⁾
<i>Pagurus major</i> -“madai”	22.1~31.9(mean, 25.5) ⁴⁾ , 33.0 ²²⁾ , 0.3~7.4(mean, 3.9) ²³⁾ , 0.7 ²³⁾ , 20.7 ~48.2(mean, 34.0) ³⁰⁾ , 48.5 ³²⁾ , 19.2 ⁴⁴⁾
<i>Acanthopagrus schlegelii</i> -“kurodai”	19.8 ⁴⁾ , 18.3 ³²⁾
<i>Lepomis gibbosus</i> -sunfish	6 ¹³⁾
<i>Box boops</i> -boba	32.2~50.0 ³³⁾
<i>Pagellus eritrynus</i> -pagella	48.2~50.2 ³³⁾
<i>Pagellus mormyrus</i> -mormora	47.3~49.7 ³³⁾
<i>Lethrinus cinereus</i>	55 ²⁴⁾
<i>Amarhicas latifrons</i> -broadheaded catfish	56 ¹⁴⁾
<i>Amarhicas lupus</i> -Atlantic wolffish(catfish)	53~68(mean, 63) ¹⁴⁾
<i>Macrozoarces americanus</i> -ellpout	61.8 ¹⁾ , 63.5 ¹⁾ , 69~73(mean, 71) ¹⁴⁾
<i>Ophidion barbatum</i> -galletlo	69.9 ³³⁾
<i>Pterogobius elapoides</i> -“kinubari”	1.3 ³²⁾
<i>Ditrema temmincki</i> -“umitanago”	37.6~47.2(mean, 40.3) ²¹⁾ , 16.3 ⁴⁴⁾
<i>Taeniotoca lateralis</i> -blue perch	67.2 ¹⁰⁾
<i>Serranus diacanthus</i> -perch	77.4 ²⁰⁾
<i>Perca fluviatilis</i> -perch†	0 ⁵⁾ , 9.9 ⁸⁾
<i>Perca flavescens</i> -yellow perch†	0 ⁷⁾ , 0 ¹³⁾ , 0 ¹⁴⁾
<i>Morone americana</i> -white perch††	12 ¹³⁾ *, 59 ¹⁴⁾
<i>Trachinus draco</i> -pesce ragno	78.7~80.3 ³³⁾
<i>Uronoscopus scaber</i> -lucerna	79.8~80.9 ³³⁾
<i>Pomoxis nigromaculatus</i> -black crappie†	15 ¹³⁾
<i>Micropterus dolomieu</i> -smallmouth bass†	5 ¹³⁾
<i>Lepomis marginatus</i> -blue gill†	17 ¹³⁾
Tetraodontida	
<i>Stephanolepis cirrhifer</i> -“kawahagi”	13.2 ⁴⁾ , 46.1 ²²⁾ , 6.2 ²⁷⁾ , 6.9 ³²⁾
<i>Fugu niphobles</i> -“kusafugu”††	14 ²⁷⁾ , 5.2 ³²⁾
<i>Fugu vermiculare</i> -“mafugu”	21.0 ⁴⁾ , 10.6 ⁴⁴⁾
<i>Mola mola</i> -sunfish	70 ¹⁴⁾
Cottida	
<i>Sebastes inermis</i> -“mebaru”	36.7 ⁴⁾ , 19.0 ³⁷⁾ , 64.2~68.0(mean, 65.6) ⁴⁷⁾ , 30.0~33.7(mean, 31.9) ⁴⁷⁾
<i>Sebastes baramenuke</i> -“baramenuke”	90.0 ³⁰⁾
<i>Sebastes vulpes</i> -“kitsunemebaru”	23.3 ⁴⁴⁾
<i>Sebastes marinus</i> -rosefish	58 ¹⁾ , 92 ¹⁴⁾
<i>Sebastes</i> sp.-rockfish	22.4~67.2(mean, 52.6) ¹⁰⁾
<i>Sebastodes melanops</i> -black rockfish	93 ¹⁴⁾
<i>Sebastodes ruberrimus</i> -red rockfish	90 ¹⁴⁾

Table 5. - (Cont'd)

Species*	Content mg N/100g
<i>Sebastolobus macrochir</i> —"kichiji"	90.3 ²²⁾ , 100~131(mean, 109) ³⁰⁾ , 44.6 ⁴³⁾ , 44.2 ⁴⁴⁾
<i>Inimicus japonicus</i> —"oniokoze"	44.8 ⁴⁾
<i>Anoplopoma fimbria</i> —"gindara"	105.0~117.5(mean, 111.3) ⁴⁷⁾ , 45.0~49.0(mean, 47.0) ⁴⁷⁾
<i>Plurogrammus azonus</i> —"hokke"	81.3 ³⁸⁾ , 20.9 ⁴⁴⁾
<i>Hexagrammos stelleri</i> —"ezoainame"	4.8 ³⁶⁾
<i>Hexagrammos otakii</i> —"ainame"	23.3 ⁴⁴⁾
<i>Ophiodon elongatus</i> —lingcod	84 ¹⁴⁾
<i>Suggrundus meerdervoorti</i> —"megochi"	37.8 ⁴⁾
<i>Platycephalus indicus</i> —"kochi"	53.3 ⁴⁾ , 61.6 ²²⁾
<i>Hemilepidotus gilberti</i> —"yokosujikajika"	26.1 ⁴⁴⁾
<i>Myoxocephalus groenlandicus</i> —shorthorn sculpin	98 ¹⁴⁾
<i>Myoxocephalus octodecemspinosus</i> —longhorn sculpin	72~110(mean, 91) ¹⁴⁾
<i>Cyclopterus lumpus</i> —lumpfish	45 ¹⁴⁾
<i>Cheilodichthys kumu</i> —"hōbō"	37.8 ⁴⁾ , 37.9~45.0(mean, 41.5) ⁴⁷⁾ , 21.2~24.0(mean, 22.6) ⁴⁷⁾
<i>Lepidontrigla microptera</i> —"kanagashira"	20.7 ⁴⁾ , 24.3 ⁴⁴⁾
<i>Trigla corax</i> —triglia	37.6~43.2 ³³⁾
Pleuronectida	
<i>Paralichthys olivaceus</i> —"hirame"	34.5 ⁴⁾ , 78.4 ³⁸⁾ , 16.3 ⁴⁴⁾
<i>Hippoglossus vulgaris</i> —halibut	50.4 ¹⁾
<i>Hippoglossus hippoglossus</i> —Atlantic halibut	65~75(mean, 70) ¹⁴⁾
<i>Hippoglossus stenolepis</i> —Pacific halibut	65 ¹⁴⁾
<i>Hippoglossoides dubis</i> —"akagarei"	28.6 ³⁷⁾
<i>Hippoglossoides platessoides</i> —American plaice	93 ¹⁴⁾
<i>Cleisthenes pinetorum</i> —"sōhachi"	18.7 ²²⁾
<i>Eopsetta grigorjewi</i> —"mushigarei"	30.0~50.4(mean, 42.1) ²¹⁾ , 16.5 ⁴⁴⁾
<i>Limanda herzensteini</i> —"magarei"	39.2 ⁴⁾ , 4.7~37.2(mean, 20.8) ³⁰⁾ , 9.8 ⁴⁴⁾
<i>Limanda ferruginea</i> —dab, rusty dab	78 ⁷⁾ , 29.9~37.3(mean, 33.6) ¹²⁾ , 69.1~106(mean, 82.1) ¹²⁾ , 21~88(mean, 62) ¹⁴⁾
<i>Limanda limanda</i>	30~37(mean, 34) ²³⁾
<i>Kareius bicoloratus</i> —"ishigarei"††	14.4 ³⁾ , 12.1 ³²⁾ , 65.9 ³⁸⁾ , 40.0 ⁴¹⁾ , 15 ¹⁴⁾
————— ———— —plaice	20.5~24.3(mean, 22.4) ¹²⁾ , 35.5~67.2(mean, 52.3) ¹²⁾
<i>Liopsetta obscura</i> —"kurogarei"	45.7 ⁴¹⁾
<i>Pleuronectidae</i> sp.—flounder	26.6~29.4(mean, 28.0) ¹⁰⁾
<i>Pleuronectes microcephalus</i> —lemon sole	35.5 ⁶⁾ , 64~92(mean, 70) ¹⁴⁾
<i>Pseudopleuronectes americanus</i> —winter flounder	46.7~100.8(mean, 70.9) ⁷⁾
<i>Glyptocephalus cynoglossus</i> —witch	42.9~104.5(mean, 57.9) ⁷⁾
<i>Rhombus maximus</i> —rombo	62.8 ³³⁾
<i>Eucitharus linguatula</i> —cianchettlone	84.2 ³³⁾
<i>Microstomus achne</i> —"babagarei"	30.4 ⁴⁴⁾
<i>Cynoglossus bengalensis</i>	36 ²⁴⁾
<i>Cynoglossus semifasciatus</i> —sole	38.6 ²⁰⁾
<i>Solea solea</i> —sogliola	39.8~40.7 ³³⁾
Gadida	
<i>Gadus macrocephalus</i> —"madara"	25.4 ⁴⁾ , 77~195(mean, 128) ³⁵⁾

Table 5. - (Cont'd)

Species*	Content mg N/100g
<i>Gadus aeglefinus</i> -haddock	72.8 ¹⁾ , 41.1~56.0 ⁵⁾ , 63.5~80.3(mean, 70.9) ⁷⁾ , 30~58(mean, 47) ¹¹⁾ , 19.0~51.3(mean, 43.9) ¹²⁾ , 59.7~140(mean, 80.3) ¹²⁾ , 43~83(mean, 70) ¹⁴⁾ , 19~51(mean, 44) ²⁸⁾ , 60~140(mean, 81) ²⁸⁾
<i>Gadus morhua</i> -codling, Atlantic cod	85.9 ¹⁾ , 67.2~112 ⁶⁾ , 50~92(mean, 66) ¹¹⁾ 67~115(mean, 95) ¹⁴⁾
<i>Gadus callurias</i> -cod	110~146(mean, 125) ⁷⁾ , 41~73(mean, 62) ²⁸⁾ , 19~200(mean, 103) ²⁸⁾
<i>Gadus merlangus</i> -whiting	44.1 ⁶⁾ , 44~57(mean, 51) ²⁸⁾
<i>Gadus vivens</i> -cod	40 ²⁸⁾ , 56~68(mean, 77) ²⁸⁾
<i>Gadus</i> sp.-cod	41.4~72.8(mean, 61.6) ¹²⁾ 18.7~202(mean, 103) ¹²⁾
<i>Gadus poutassou</i> -occhialone	136.2~137.5 ³³⁾
<i>Scorpaenichthys marmoratus</i> -bullcod	64 ¹⁰⁾
<i>Theragra chalcogramma</i> -“suketōdara”	57~194(mean, 128) ³⁶⁾ , 85.2 ³⁸⁾ , 60.7~ 154(mean, 96) ³⁸⁾ , 105~120(mean, 112) ⁴⁷⁾ 54~61(mean, 57) ⁴⁷⁾
<i>Lota lota</i> -burbot(freshwater ling)†	21.6 ¹⁾ , 15.7 ¹⁾
<i>Merluccius merluccius</i> -merhuzzo	58.5~60.7 ³³⁾
<i>Merluccius bilinearis</i> -silver hake	89~123(mean, 106) ¹⁴⁾
<i>Pollachius virens</i> -pollack	37.3 ¹⁾ , 82.1~93.3(mean, 89.6) ⁷⁾ , 40~ 76(mean, 55) ¹⁴⁾
<i>Uroplycis</i> sp.-hake	145.6~183.9(mean, 166.1) ⁷⁾
<i>Uroplycis chuss</i> -squirrel hake	147~176(mean, 166) ⁷⁾ , 100~140(mean, 120) ¹⁴⁾
<i>Brosme brosme</i> -cusk	65 ¹⁴⁾
<i>Macrourus berglax</i> -smooth spined rat-tail	85 ¹⁴⁾
————— ————-coalfish	39.8 ¹²⁾ , 56.0~98.0(mean, 77.5) ¹²⁾
Lophiida	
<i>Lophius piscatorius</i> -goosefish(monkfish)	42~75(mean, 59) ¹⁴⁾
<i>Lophiomus setigerus</i> -“ankō”	35.0 ¹⁴⁾

*, †, †† in the first column, legend as Table 1.

*, **, *** in the second column, caught in freshwater, brackishwater and saltwater respectively.

Table 6. Statistical comparison between ordinal average contents of trimethylamine oxide in the muscle of saltwater fishes shown in Table 5.

	Selachii	Rajida	Clupeida	Belonida	Percida	Tetraodontida	Cottida	Pleuronectida	Gadida	Lophiida
Selachii(193.2*)	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Rajida(99.0*)	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Clupeida(31.0*)	-	-					-	-	-	-
Belonida(19.1*)	-	-				-	-	-	-	-
Percida(28.3*)	-	-		+			-	-	-	
Tetraodontida(22.6*)	-	-					-	-	-	
Cottida(54.4*)	-	-	+	+		+			-	
Pleuronectida(46.8*)	-	-	+	+	+	+			-	
Gadida(82.8*)	-	-	+	+	+	+	+			
Lophiida(47.0*)	-	-		+						

Signs, legend as Table 4.

5. 要 約

魚類 62種について TMO 含量と合わせて KOH-アミン含量を調べた。

海産魚類筋肉の TMO 含量はガンギエイ目が最も高く、ニシン目とフグ目が最低で、その中間にウナギ目、スズキ目、カジカ目およびカレイ目が位置した。これは既往の文献における分析の統計処理結果と一致した。一方、淡水魚類筋肉の TMO 含量は僅少かまたは零であった。

硬骨魚類内臓の TMO 含量は筋肉のそれより低かった。

本研究における試料の同定は本校高井 徹教授と多部田 修講師の援助によった。また、数値の統計処理に当っては前田 弘教授の教示を得た。ここに感謝の意を表する。

文 献

- 1) COOK, A. S., 1931: *Can. Chem. Met.*, 15, 22.
- 2) KUTSCHER, F., and D. ACKERMANN, 1933: *Ann. Review Biochem.*, 2, 355~376.
- 3) 高橋豊雄, 1935: 日本誌, 4, 91~94.
- 4) 服部安蔵・長谷部俊彦, 1937: 薬学雑誌, 57, 928~938.
- 5) SHEWAN, J. M., 1939: *Rept. Food Invest. Bd. for 1938*, 79~87.
- 6) REAY, G. A., 1939: *ibid.*, 87~89.
- 7) BEATTY, S. A., 1939: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 4, 229~232.
- 8) LINTZEL, W., H. PFEIFER, und I. ZIPPEL, 1939: *Biochem. Z.*, 301, 29~36.
- 9) REAY, G. A., C. L. CUTTING, and J. M. SHEWAN, 1943: *J. Soc. Chem. Ind.*, 62, 77~85.

- 10) NCRRIS, E. R., and G. J. BENOIT, JR., 1945: *J. Biol. Chem.*, 158, 433~438.
- 11) RCNOLD, O. A., and F. JAKOBSON, 1947: *J. Soc. Chem. Ind.*, 66, 160~166.
- 12) SHEWAN, J. M., 1951: *Biochemical Society Symposia*, No. 6, 28~48, Univ. Press, Cambridge.
- 13) ANDERSON, D. W. JR., and C. R. FELLERS, 1952: *Food Res.*, 17, 472~474.
- 14) DYER, W. J., 1952: *J. Fish. Res. Bd. Canada*, 8, 314~324.
- 15) YAMAGATA, M., K. HORIMOTO, and G. NAGAKA, 1952: *Food Technol.*, 24, 92~93.
- 16) 佐々木林治郎・藤巻正生・小田切敏, 1953: 農化, 27, 424~428.
- 17) 河端俊治, 1953: 日水誌, 19, 505~512.
- 18) SUYAMA, M., and T. TOKUHIRO, 1954: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 19, 1003~1006.
- 19) 遠藤金次・清水 亘, 1955: 日水誌, 21, 127~129.
- 20) VENKATARAMAN, R., and S. T. CHARI, 1955: *Indian J. Fish.*, 2, 37~40.
- 21) HCRIE, S., and Y. SEKINE, 1956: *J. Tokyo Univ. Fish.*, 42, 25~31.
- 22) 須山三千三・小池淳三・鈴木和遠, 1958: 日水誌, 24, 281~284.
- 23) 高田幸二・西元諄一, 1958: 同誌, 24, 632~635.
- 24) VELANKAR, N. K., and T. K. GOVINDAN, 1958: *Proc. Indian Acad. Sci.*, 47, 202~209.
- 25) COHEN, J. J., M. A. KRUPP, and C. A. CHIDSEY III, 1958: *Amer. J. Physiol.*, 194, 229~235.
- 26) HUGHES, R. B., 1959: *J. Soc. Food Agric.*, 10, 431~436.
- 27) OKAICHI, T., M. MANABE, and Y. HASHIMOTO, 1959: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 25, 136~140.
- 28) LCVÉ, R. M., J. A. LOVERN, and N. R. JOHONES, 1959: *Food Invest. Sp. Rept.*, No. 69, 37~38; 29) より引用.
- 29) GEONINGER, H. S., 1959: *U. S. Fish and Wildlife Service, Sp. Sci. Rept. Fish.*, No. 333, 1~22.
- 30) 佐藤良裕, 1960: 日水誌, 26, 312~316.
- 31) 須山三千三, 1960: 東水大特別報告, 3, 33~50.
- 32) 宮原昭二郎, 1960: 日化, 81, 1158~1163.
- 33) TESTA, C. e G. SIMONGINI, 1960: *Atti Soc. Ital. Sci.*, 14, 469~473.
- 34) SCHAFFER, H., 1962: *Helv. Wiss. Meereswaters.*, 8, 258~275.
- 35) 長岡忠二郎・鈴木直辰, 1962: 冷凍, 37, 338~346.
- 36) 天野慶之・山田金次郎・尾藤方通, 1963: 日水誌, 29, 860~864.
- 37) 坂口守彦・清水 亘, 1964: 同誌, 30, 1003~1007.
- 38) 徳永俊夫, 1964: 北海道区水研報, 29, 108~122.
- 39) KOIZUMI, C., and Y. HASHIMOTO, 1965: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 31, 439~444.
- 40) ARAKAKI, J., and M. SUYAMA. 1966: *ibid.*, 32, 74~79.
- 41) 徳永俊夫, 1966: 北海道区水研報, 31, 95~111.
- 42) KOIZUMI, C., H. KAWAKAMI, and J. NONAKA, 1967: *Bull. Jap. Soc. Sci. Fish.*, 33, 131~135.
- 43) 高木光造・村上花子・遠藤繁子, 1967: 北大水産彙報, 18, 261~267.
- 44) 高木光造・村上花子・遠藤繁子, 1967: 同報告, 18, 268~273.
- 45) 山田金次郎, 1967: 日水誌, 33, 591~603.
- 46) READ, L. J., 1968: *Biol. Bull.*, 135, 537~547.
- 47) 徳永俊夫, 1970: 日水誌, 36, 502~509.
- 48) 原田勝彦・山田金次郎, 1972: 本報告, 21, 229~237.
- 49) 原田勝彦・藤本哲夫・山田金次郎, 1968: 本報告, 17, 87~95.
- 50) CONWAY, E. J., 1950: "Micro-diffusion Analysis and Volumetric Error", p. 176, Crosby Lockwood and Son Ltd., London.
- 51) BYSTEDT, J., L. SWENNE, and H. W. ASS, 1959: *J. Sci. Food Agric.*, 10, 301~304.

- 52) AMANO, K., K. YAMADA, K. HARADA, and Y. KAMIMOTO, 1958 : *Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab.*, 53, 95~102.
- 53) 原田勝彦 : 未発表
- 54) CASTELL, C. H., W. NEAL, and B. SMITH, 1970 : *J. Fish. Res. Bd. Canada.*, 27, 1685~1690.