

# 島根県水産技術センター研究報告 第15号

令和5年3月

島根県水産技術センター

# 島根県水産技術センター研究報告

## 第15号

2023年3月

### 目次

#### 報 文

島根県に水揚げされるマアナゴの一般成分と脂質特性  
.....内田 浩 1

フレークアイス使用によるアユの鮮度保持試験  
.....岡本 満・石原成嗣・曾田一志 9

#### 資 料

浜田地区におけるマナマコ*Apostichopus japonicus*の夏眠時期推定  
.....寺戸稔貴 17

2021年宍道湖におけるシラウオ*Salangichthys microdon*の産卵場の底質環境と分布  
.....沖 真徳・福井克也 21

2021年の江の川下流域におけるアユの産卵状況および浜原ダム上流域における産卵の確認  
.....寺門弘悦・谷口祐介・沖野 晃 27

中海のサルボウガイ垂下養殖試験地における水質環境の季節変動および飼育水深帯の検討  
.....古谷尚大・佐々木 正・開内 洋・石原成嗣 31

本号掲載要旨..... 53

他誌掲載論文の抄録..... 55

# 島根県に水揚げされるマアナゴの一般成分と脂質特性

内田 浩<sup>1</sup>

## General ingredients and lipid characteristics of white-spotted conger *Conger myriaster* landed in Shimane Prefecture

Hiroshi UCHIDA

キーワード：マアナゴ，一般成分，粗脂肪含量，脂質組成，脂肪酸組成，  
近赤外分光法，サイズ，雌雄別

マアナゴ *Conger myriaster* は、日本沿岸のほぼ全域および朝鮮半島沿岸、渤海、黄海、東シナ海に広く分布しており、<sup>1)</sup>重要な水産資源の1つである。ウナギに似た細長い特徴ある体型や、寿司や天ぷらの食材となっていることから本種は日本人にとって馴染み深い魚である。主な漁場としては、東京湾、伊勢湾、瀬戸内海、日本海西部、東北沿岸などがあげられる。なお、漁獲量は全国的には減少傾向にあり、1995年から現在までの間に半減し、特に内湾漁場での減少が大きい。<sup>2)</sup>

島根県では大陸棚漁場の日本海西部海域において主に沖合底びき網（以下、沖底）や小型底びき網（以下、小底）がマアナゴを漁獲しており、その他のアナゴ科も含めたアナゴ類としての漁獲量は近年 400～700 トンの間で推移している。沖底で漁獲されたマアナゴの全長は 400～600 mm の大型のものが主体で、そのほとんどが雌である。雄の全長は小さく沖底におけるこれまでの報告での最大は全長 469 mm であり、500 mm 以上では全てが雌である。<sup>3)</sup>島根県所属の沖底船の多くは浜田漁港に水揚げし、そして多くのマアナゴは地元加工業者へ出荷されて「焼きアナゴ」の原材料として利用されている。<sup>4)</sup>

島根県ではこれまで、マアジやアカムツ等、県産魚の体成分を調査して品質評価を行っており、<sup>5-7)</sup>浜田漁港においては粗脂肪を基準としたブランド魚「どんちっちアジ」<sup>8)</sup>の誕生にも貢献している。島根県のマアナゴについてはこれまで品質評価を行っておらず、また、島根県沖で漁獲されるマアナゴの評価は決して高いものではないとされている。<sup>9)</sup>そこで、島根県産のマアナゴの品質を評価するために一般成分を調査した。さらに「どんちっちアジ」で利用されている脂質

測定器<sup>10)</sup>を用いて、マアナゴの粗脂肪を全長別季節別に測定するとともに、脂質組成および脂肪酸組成を調査したので報告する。

### 材料と方法

**一般成分の測定** 調査に用いたマアナゴは 2010 年 1～12 月にかけて沖底を主体に小底およびアナゴ筒漁業より漁獲されたものを計 8 回購入し、全長、体重、雌雄判別とともに一般成分（粗脂肪、粗タンパク質、水分、灰分）を測定した。

粗脂肪の測定方法は Bligh and Dyer<sup>11)</sup> に準じたクロロホルム-メタノール法とし、魚体左側の可食部を切り出し、皮付きのまま魚肉をフードプロセッサーで細断、-80℃で保存後適宜測定を行った。分析には皮を除去した魚肉約 20 g を用いた。また、粗タンパク質はケルダール法、水分は常圧加熱乾燥法、灰分は直接灰化法により測定した。なお、雌雄は生殖腺の肉眼観察より判別した。また、ここでは便宜的に 1～3 月を冬季、4～6 月を春季、7～9 月を夏季、10～12 月を秋季とした。

**全長別粗脂肪の季節変化** 2011 年 8 月～2012 年 4 月にかけて沖底で漁獲されたマアナゴについて、粗脂肪を季節別全長範囲別（全長 300 mm から 100 mm 毎に 800 mm まで）に近赤外分光法<sup>10)</sup>により測定した。測定には FQA-NIRGUN（株式会社シブヤ精機）を使用し、内田が作成した検量線を用いた。<sup>12,13)</sup>この検量線は魚体左側肛門付近の近赤外線反射波から粗脂肪を測定するが、その誤差はほぼ 2%以内に収まる。本測定は、化学分析よりも精度は劣るものの、短時間で多くの個体を測定することが可能である。

<sup>1</sup> 漁業生産部 Fishery Productivity Division

**雌雄別粗脂肪の比較** 近赤外分光法により全長別に粗脂肪を測定した個体の中から、雌雄が混じる全長300～399 mmの階級および400～499 mmの階級の一部個体について、雌雄判別した後にクロロホルム-メタノール法により再度粗脂肪を測定した。

**脂質組成および脂肪酸組成の分析** 一般成分の測定に用いた個体の一部について、粗脂肪が10%以上およびそれ未満の2つに区分して脂質組成と脂肪酸組成を測定した。併せて雌雄別粗脂肪を比較した全長300～499 mmの個体についても、雌雄および粗脂肪(2%未満, 2～10%未満, 10%以上の3区分)により区分し、同様に脂質組成および脂肪酸組成を分析した。

脂質組成は、*n*-ヘキサン：ジエチルエーテル：酢酸(85:15:1)を展開溶媒として分離後、イアトロスキ

ヤンMK-6s(三菱化学メディエンス株式会社)で分析した。脂肪酸組成は、ケン化して脂肪酸を遊離させ、これをメチルエステル化した後、ガスクロマトグラフ(CG-1700, 株式会社島津製作所)により分析した。カラムはJ&W Scientific社DB-255キャピラリーカラムを使用した。

## 結果

**一般成分** 分析に用いたマアナゴの概要を表1に、分析結果を図1に示す。各調査日の検体の平均全長は637～690 mmと大型で、測定したマアナゴは全て雌であった。一般成分の年平均は粗脂肪11.2%、粗タンパク質16.3%、水分72.5%、灰分1.3%であった。

表1 分析に用いたマアナゴの概要(2010年)

日にち	1/12	2/23	4/9	5/31	8/3	9/17	11/11	12/6	total
漁業種類	沖底	小底	沖底	沖底	筒	小底	沖底	沖底	
測定数	10	10	10	10	10	9	15	5	79
全長(mm) 平均	677.9	683.2	686.4	684.3	690.3	687.7	646.9	637.0	674.7
標準偏差	14.7	59.6	34.7	36.1	53.9	72.9	66.6	35.6	52.8
体重(g) 平均	556.7	511.1	516.0	484.2	522.0	592.0	465.1	424.8	510.5
標準偏差	32.3	158.7	81.1	58.7	119.1	198.3	139.7	105.2	126.2

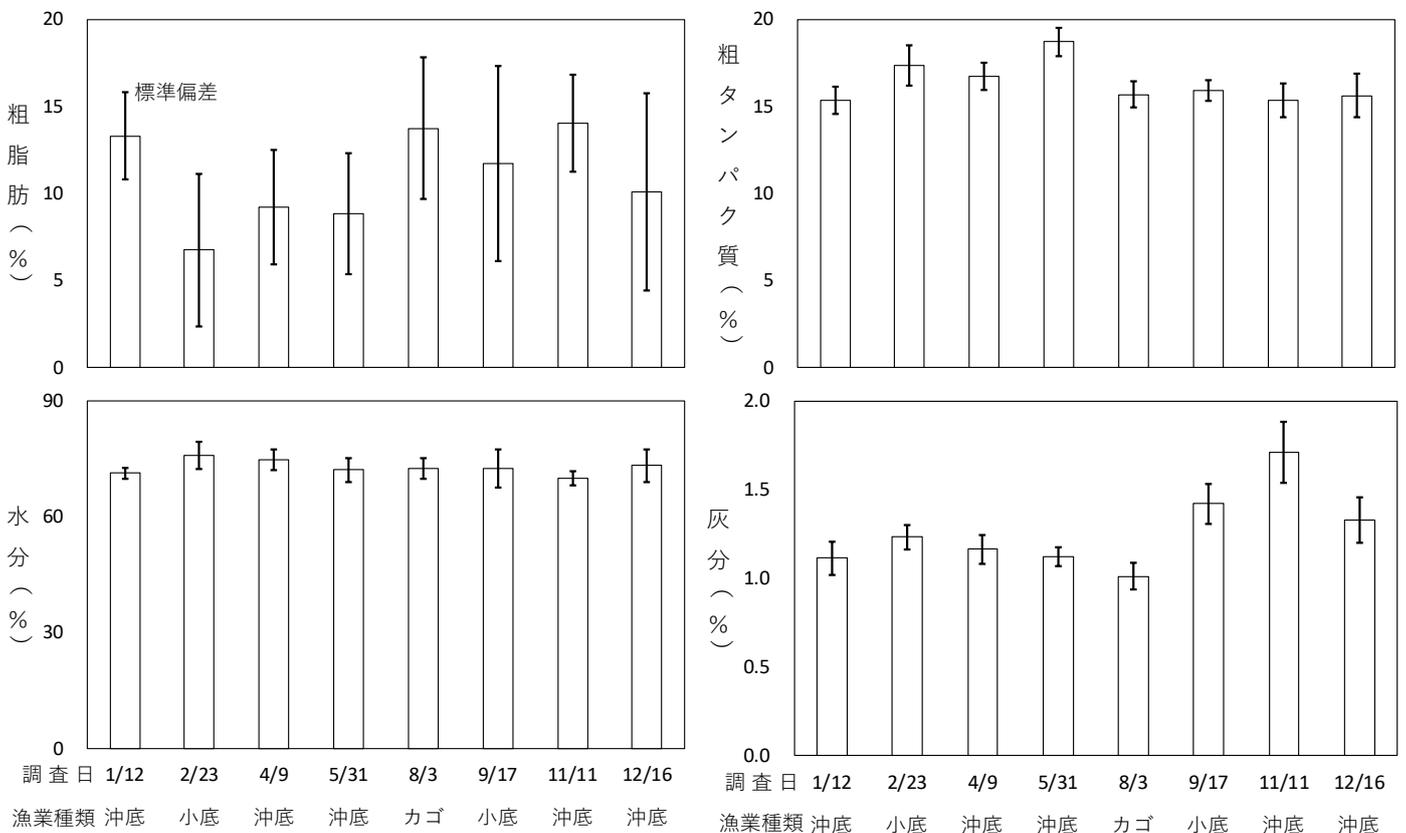


図1 マアナゴの一般成分分析結果

漁業種類により漁場が異なる<sup>4)</sup>ことの影響もあると考えられるが、粗脂肪は調査日で異なり、2月の小底が6.8%と最も低く、11月の沖底が14.0%と最も高かった。1月は13.3%と例外的に高いものの、夏季から秋季が高く、冬季から春季が低い傾向が見られた。また、粗脂肪は調査日ごとの標準偏差が非常に大きく、2月は最も高い個体が14.9%、最も低い個体が0.8%であり、その差は14%以上であった。その他多くの調査日で10%を超える差が確認された。

粗タンパク質は15.3~18.7%、水分は69.8~75.7%、灰分は1.0~1.7%と粗脂肪と比較して変動幅は小さかった。

各成分間の関係は、多くの魚種と同様に、粗脂肪は水分と負の相関があり、また、粗脂肪は粗タンパク質とも負の相関があった(図2)。

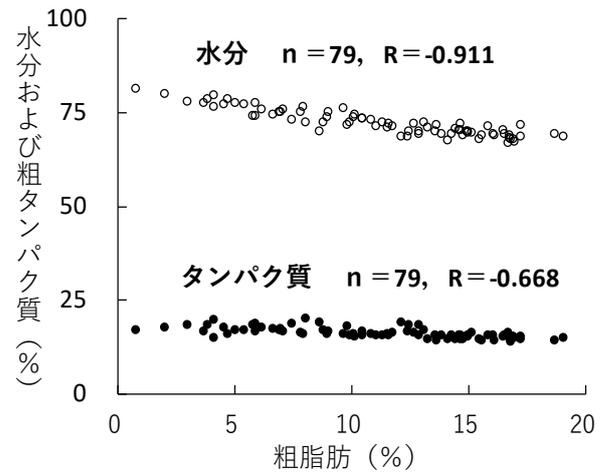


図2 マアナゴの粗脂肪 (%) と水分 (%) および粗タンパク質 (%) の関係

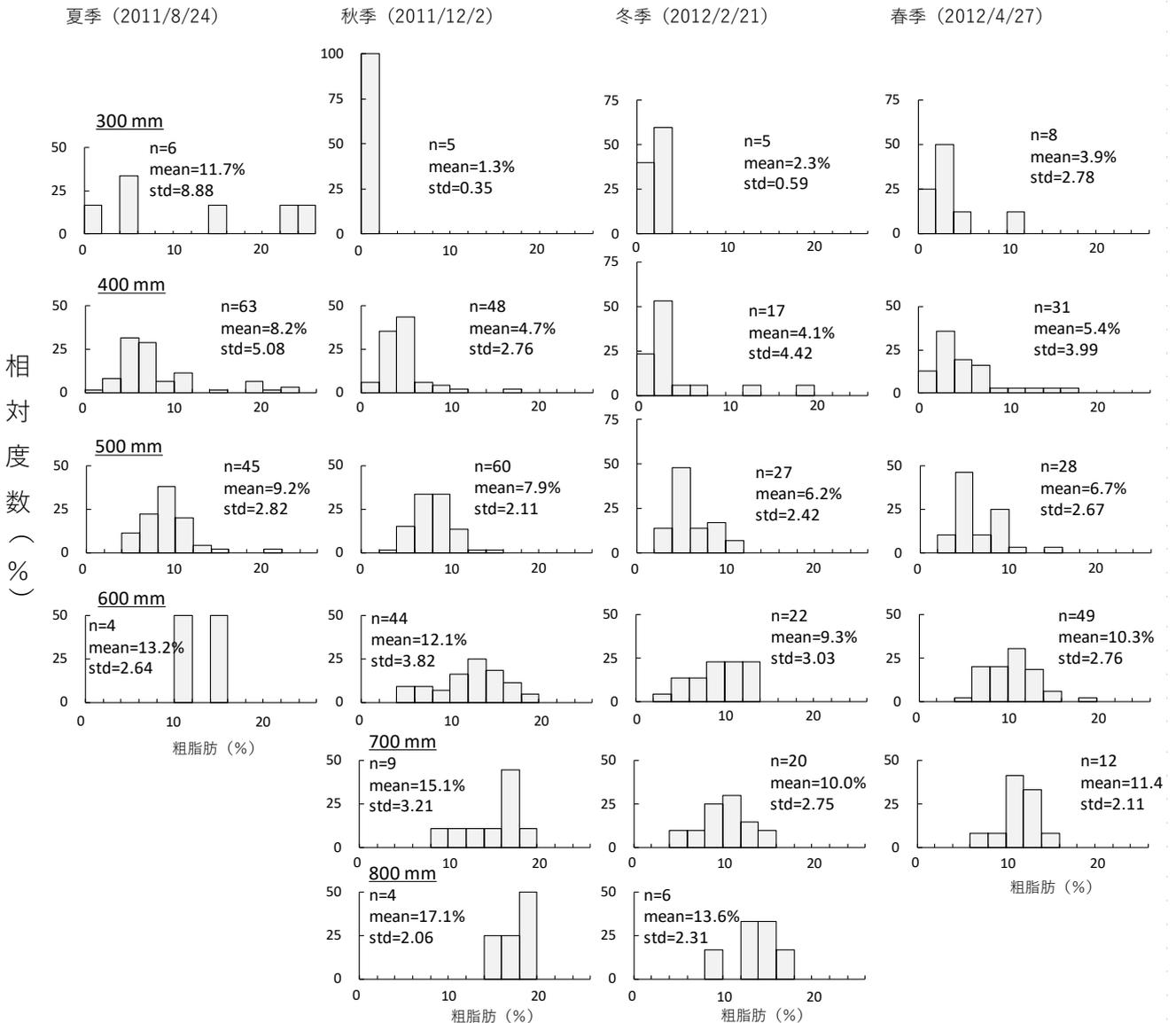


図3 沖合底びき網漁業で漁獲されたマアナゴの季節別全長別粗脂肪組成 (%)

**全長別粗脂肪の季節変化** 季節別に全長で区分した粗脂肪の組成を図3に示す。各季節とも全長が大きくなるにしたがって、粗脂肪が増加する傾向が認められた。

全長 300~399 mm の階級については各季節とも測定尾数が少なく、粗脂肪は6%未満の割合が高かった。ただし、夏季は20%以上の個体も見られた。全長 400~499 mm の階級では、粗脂肪 2~6%にピークがあるが、全ての季節で20%程度の個体も存在した。逆に全長 500~599 mm の階級では、20%程度の個体はほとんどいなかった。全長 600~699 mm の階級では、冬季の平均粗脂肪は 9.3%と 10%を下回ったものの、それ以外の季節は 10%を超えていた。全長 700~799 mm, 800~899mm の2階級は、夏季や春季にはサンプルが得られず測定できなかったが、測定できた季節は全て10%を超え、秋季には20%近い個体も存在した。

季節別では夏季が最も高く、秋季は全長 300~399 mm および 400~499mm の階級で春季と冬季を下回ったが、500 mm 以上の階級では夏季の次に高く、春季、冬季の順に低くなった。

**雌雄別粗脂肪の比較** 雌雄の混じる全長 300~499

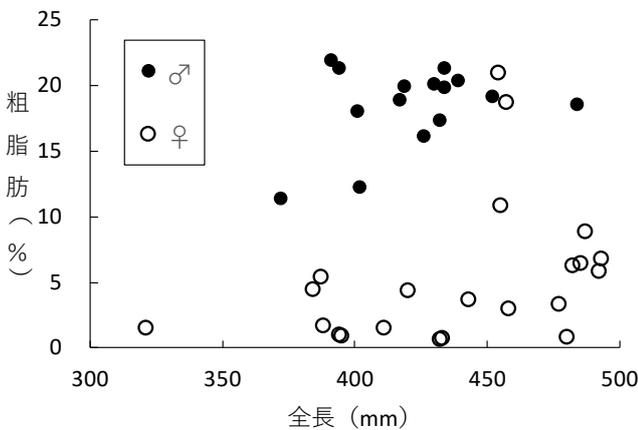


図4 全長 300~499 mm のマアナゴの全長 (mm) と粗脂肪 (%) の関係

mm の個体の一部を雌雄判別した後に、クロロホルム-メタノール法により再度粗脂肪を測定した結果を図4に示す。粗脂肪が高い個体の中には数尾の雌が混じたものの、その大部分は雄であり、逆に粗脂肪が10%未満の個体は全て雌であった。雄の平均粗脂肪は18.4%、雌の平均粗脂肪は5.4%であり、全長 300~499 mm では、雄は雌の約3倍の粗脂肪を保有していた。

**脂質組成** 一般成分分析で用いた大型のマアナゴの一部について、季節毎および粗脂肪 10%以上と 10%未満で区分した脂質組成を表2に示す。どの区分も、脂質の中で最も多く含まれているのはトリグリセリド (以下, TG) であり、次にリン脂質 (以下, PL), ステロール類 (以下, ST) と続いた。その他はわずかであった。

同じ季節内では、10%以上の区分において TG の割合がより高かった。また PL, ST についても粗脂肪 10%未満と比べると成分量が多いが、その差は僅かなため割合は低下した。なお、脂質組成に季節変動は認められなかった。

次に全長 300~499 mm の雌と雄の脂質組成を図5に示す。なお、雌については粗脂肪を 2%未満, 2%以

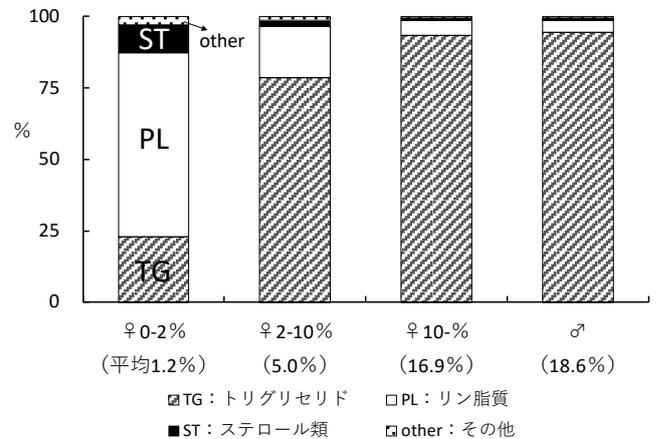


図5 全長 300~499 mm の雌と雄のマアナゴの脂質組成

表2 マアナゴ雌の季節別脂質組成 (粗脂肪 10%で区分)

季節	冬季 (2010.2)		春季 (2010.5)		夏季 (2010.8)		秋季 (2010.11)	
	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上
区分 (粗脂肪)	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上
測定尾数	3	3	3	3	2	3	2	3
平均全長 (mm)	667.3	725.7	670.3	713.3	640.5	732.7	584.0	617.0
平均粗脂肪 (%)	4.92	12.22	4.84	12.54	7.47	17.50	9.34	17.58
脂質組成 (可食部100 g 当たりの脂質成分量 (g) および割合 (%))								
トリグリセリド (TG)	4.01(81.6)	10.80(88.3)	3.88(79.0)	11.36(90.6)	6.53(87.5)	16.29(93.0)	8.21(87.9)	16.22(92.3)
リン脂質 (PL)	0.77(15.6)	1.21( 9.9)	0.80(17.6)	0.94( 7.5)	0.76(10.2)	0.95( 5.4)	0.95(10.1)	1.07( 6.1)
ステロール類 (ST)	0.10( 2.0)	0.14( 1.1)	0.10( 2.3)	0.14( 1.1)	0.10( 1.4)	0.14( 0.8)	0.13( 1.4)	0.14( 0.8)
その他	0.04( 0.8)	0.07( 0.6)	0.05( 1.1)	0.10( 0.8)	0.07( 1.0)	0.13( 0.8)	0.05( 0.5)	0.14( 0.8)

上 10%未満, 10%以上の 3 区分とした. 雌の粗脂肪 2% 未満では, PL の割合が最も高く 64.3%であった. 2% 以上 10%未満になると TG の割合が増加して 78.7%に, さらに 10%以上では 93.4%となった. PL や ST については, 粗脂肪の増加に伴って分量の増加は見られなかったもので割合はさらに低下した. 雄については粗脂肪 10%以上の雌と同様, TG が占める割合が非常に高く 94.4%であった.

**脂肪酸組成** 脂質組成と同区分の脂肪酸組成を表 3, 4 に示す. 季節や粗脂肪で, 脂肪酸組成は変わらなかった. オレイン酸およびパルチミン酸の占める割合が非常に高く, この 2 つの合計が 60%を超える区分が多かった. その他, ミリスチン酸, パルミトレイン酸, ステアリン酸, イコセン酸, アラキドン酸, イコサペンタエン酸, ドコサペンタエン酸, ドコサヘキサエン酸の割合がおおよそ 1%以上であった. 同じ季節内では, 夏季を除き 10%以上ではオレイン酸の割合が高く, 他の脂肪酸の割合は低くなる傾向が認められた.

脂肪酸組成は全長 300~499 mm でも大型サイズと

傾向は同じであった (表 4). ただし, 雌では粗脂肪の増加に伴い, オレイン酸の割合が増加した. 雄は, 大型の雌とほぼ同じ脂肪酸組成であるとともにオレイン酸の比率が最も高かった.

**考察**

島根県産マアナゴについて, 漁獲の大部分を占める雌の粗脂肪は年変動しており, 冬季は低く, 春季に増加し, 夏季が最も高くなる. そして秋季は高い値を維持しつつも夏季に比べて低下していた. 島根県所属の沖底と同じ対馬海峡周辺で操業する<sup>14)</sup> 山口県所属の沖底のマアナゴを対象に, 粗脂肪の年変動が調査されており,<sup>15,16)</sup> 5 月および 1~3 月が 6~10%と低く, 8~12 月が 14~17%と高い値であったと報告している. 調査対象としたマアナゴの全長は 643±53 mm のため全てが雌と判断でき, このことは本報告の一部とサイズが一致する. したがって, 本報告と合わせ, 日本海西部海域での雌の粗脂肪の年変動を示していると考

表 3 マアナゴ雌の季節別脂肪酸組成 (粗脂肪 10%で区分)

季 節	冬季 (2010.2)		春季 (2010.5)		夏季 (2010.8)		秋季 (2010.11)		
	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	10%未満	10%以上	
測定尾数	3	3	3	3	2	3	2	3	
平均全長 (mm)	667.3	725.7	670.3	713.3	640.5	732.7	584.0	617.0	
平均体重 (g)	477.6	609.6	448.6	531.9	450.6	630.1	297.1	435.1	
平均粗脂肪 (%)	4.92	12.22	4.84	12.54	7.47	17.50	9.34	17.58	
脂肪酸	慣用名		割合 (%)						
c14:0	ミリスチン酸	3.83	3.73	4.09	4.09	3.95	3.85	4.01	3.82
c16:0	パルミチン酸	20.74	21.45	21.32	22.48	20.62	19.84	20.38	20.22
c16:1n7	パルミトレイン酸	6.71	6.64	6.68	6.91	7.22	6.69	7.09	6.72
c17:0	ヘプタデカン酸	0.57	0.42	0.71	0.50	0.53	0.40	0.58	0.44
c17:1	ヘプタデセン酸	0.71	0.55	0.94	0.62	0.88	0.61	0.73	0.59
c18:0	ステアリン酸	3.82	3.76	4.65	4.16	3.83	3.52	3.94	3.69
c18:1	オレイン酸*	40.00	44.53	37.21	41.68	41.31	41.09	36.37	41.27
c18:2n6c	リノール酸	0.77	0.55	0.67	0.46	0.63	0.82	0.65	0.63
c18:4n3	オクタデカテトラエン酸	1.02	0.85	0.76	0.73	0.95	1.65	1.11	0.71
c20:1n9	イコセン酸	2.12	1.82	2.06	1.94	1.83	2.06	2.52	2.64
c20:4n6	アラキドン酸	1.68	1.39	2.10	1.40	1.57	1.12	1.72	1.30
c20:5n3	イコサペンタエン酸	2.84	2.22	3.25	2.76	3.02	2.95	4.06	3.32
c22:1n9	ドコセン酸	0.99	0.60	0.57	0.59	0.58	1.36	1.32	1.21
c22:5n3	ドコサペンタエン酸	1.69	1.42	1.84	1.03	1.52	1.54	1.76	1.62
c22:6n3	ドコサヘキサエン酸	5.57	4.36	5.32	5.41	4.50	5.64	5.65	5.53
	その他	6.95	5.71	7.83	5.24	7.06	6.84	8.10	6.29

\*c18:1n7とc18:1n9との分離が難しいため, 合わせてオレイン酸とした。

表4 全長 300~499 mm のマアナゴの脂肪酸組成

雌雄	♀	♀	♀	♂
区分 (粗脂肪)	0~2%	2~10%	10%以上	
測定尾数	2	6	3	11
平均全長 (mm)	399.5	444.8	455.3	418.2
平均体重 (g)	83.7	126.3	117.9	112.1
平均粗脂肪 (%)	1.64	5.00	16.85	18.60
脂肪酸	割合 (%)			
c14:0	3.06	3.85	3.94	3.77
c16:0	20.90	20.02	20.40	21.01
c16:1n7	6.10	6.85	7.03	7.10
c17:0	0.83	0.65	0.48	0.39
c17:1	0.94	0.79	0.66	0.55
c18:0	5.44	4.00	3.58	3.42
c18:1	30.01	35.78	40.63	44.87
c18:2n6c	0.82	0.65	0.58	0.50
c18:4n3	1.19	1.51	0.96	0.90
c20:1n9	1.92	2.18	2.76	2.02
c20:4n6	2.68	1.73	1.20	1.07
c20:5n3	4.15	4.41	3.41	3.18
c22:1n9	1.29	1.58	1.79	0.97
c22:5n3	1.96	1.64	1.46	1.21
c22:6n3	7.89	6.23	4.65	4.03
その他	10.81	8.14	6.48	5.03

\*c18:1n7とc18:1n9との分離が難しいため、合わせてオレイン酸とした。

えられる。また、全長 300~499 mm 未満の雌では、夏季や秋季でも粗脂肪が 5%を下回る個体が多いことや、全長が大きくなるにしたがって粗脂肪が増加する傾向があることも判明した。

雄については、漁獲量は少ないものの、同サイズの雌に比べて粗脂肪が非常に高い。測定した全ての雄は 10%を超え、中には 20%を超える個体も確認した。雄の粗脂肪については、東京湾の筒漁業で漁獲されたマアナゴの報告があり、<sup>17,18)</sup> 月別雌雄別全長階級別に粗脂肪を測定している。筒漁業で漁獲されるマアナゴは、雌では全長 600 mm を超えるサイズが出現するが、雄は 450 mm 以上の個体は希であり、最高は 470 mm 台としている。したがって、雄の漁獲サイズは日本海南西海域とほぼ同じと判断できる。しかし、性比は異なり、全長 300~450 mm の範囲ではやや雌が多いものの、性比は概ね 1 対 1 である。東京湾の雄の粗脂肪は、夏季から秋季が高く、冬季は雌雄とも低いが、それでも雄は 9%以上である。また、同程度の大きさであれ

ば概ね雄の方が高かったと報告している。したがって、東京湾では雌雄間の差は小さい点が、島根県産とは異なっていた。

脂質組成については、他に報告が見当たらない。粗脂肪が 2%以下の雌については、PL の割合が高いもののそれ以上では雌雄とも粗脂肪の大半を占めるのは TG であり、粗脂肪の増加は TG によるものであった。

脂肪酸組成については、山口県所属の沖底についての報告<sup>15,16)</sup>があり、オレイン酸の割合が高いこと等、本報告と同様な結果を得ている。

本研究により島根県沖のマアナゴの粗脂肪はサイズや雌雄で異なることが判明した。そこでその理由について検討を加えた。魚介類の粗脂肪や脂質組成は、環境条件 (水温, 生息水深, 生息場所), 生理的条件 (年齢, 性別, 性的成熟度), 食餌状態 (餌料の種類, 摂餌量) などによって変動するため、同一種属であっても漁場や漁期によって異なる<sup>19)</sup>ことが知られている。島根県で漁獲されるマアナゴの粗脂肪については、移動回遊に合わせた変化と考えられる。日本海南西海域のマアナゴの回遊パターンについては道根らが検討しており<sup>3)</sup>, 雄は夏から冬の水温下降期に日本海南西海域から東シナ海へ移出, 南下し, 大陸棚上に滞留する。雌は冬季は日本海南西海域に留まり, 生殖腺の発達を進行させてから, 春から夏にかけて生殖腺指数が高い個体が東シナ海へ回遊すると推察している。

雄の粗脂肪は総じて高く, 脂質組成の大部分は貯蔵脂質の TG である。雄は移動回遊に備え, 全長が 400 mm 程度になると, TG を十分に蓄えた状態で日本海南西海域から移出する。雌については, 生殖腺の発達と粗脂肪含量との関係について調査していないが, 雌の粗脂肪は餌料環境等の影響を受けつつ, 季節変動しながら, 成長にともない徐々に TG を蓄えていると考えられる。

脂肪酸組成ではオレイン酸の割合が非常に高い。オレイン酸が魚類に与える影響についての報告は見当たらないが, マウスを対象にした試験では, オレイン酸は持久力の向上に役立つことが示唆されている。<sup>20)</sup> 遠く離れた産卵場へ回遊するウナギもオレイン酸の割合は高い。<sup>21)</sup>ウナギもマアナゴもオレイン酸含量が高い要因として産卵場への回遊のためオレイン酸含量を高くしていることが想像される。

一般的にマアナゴは夏が旬といわれている。島根県産のマアナゴについては, 粗脂肪が高い時期を旬とすれば, 夏季から秋季ということが出来る。さらにサイズが大きくなるにしたがって粗脂肪が高くなる傾向があり, 特に全長 600 mm 以上では一部の季節を除い

て一般成分に占める割合は平均 10%を超える。したがって、サイズと粗脂肪により他産地との差別化を図ることが可能と考えられる。現在の地域ブランド化の取り組み<sup>22)</sup>でもサイズが大きいことおよび粗脂肪の多さで差別化を図っている。

一方で粗脂肪はバラツキが大きいことも特徴の1つである。安定した地域ブランドとするためには、粗脂肪を事前に測定し選別することも必要である。これにより相対的に粗脂肪の少ない冬季や春季でも、粗脂肪の多い個体を選別することで高付加価値化が可能となる。さらに、小型魚でも粗脂肪で区別することで、粗脂肪の量に応じた調理方法の選択も可能となる。また 6~8 月については底びき網が休漁となり、さらに冬季は漁獲量が減少する。そのため年間を通じて安定供給を図るためには、冷凍保存や加工品の開発等にも取り組むことが、更なるブランド化には有効と考える。

### 謝辞

本研究を行うにあたり、分析前のサンプル処理について水産技術センター漁業生産部の臨時職員の方々から多大な労力の提供を頂いた。東部農林水産振興センターの道根 淳部長（元水産技術センター）には、検体の準備とともに雌雄判別を行って頂き大変お世話になった。また、開内 洋利用化学科長および利用化学科の研究員の皆様には、有益なご助言を頂いた。ここに記して感謝の意を表する。

### 文献

- 1) 望岡典隆, 東海 正: マアナゴの資源生態と漁業, 月刊海洋, **33**, 525-528 (2001).
- 2) 片山知史: 内湾域におけるマアナゴ漁獲量の低迷と内湾資源の中長期的変動, マアナゴ資源と漁業の現状, **3**, 16-23 (2016).
- 3) 道根 淳, 河津優紀, 望岡典隆: 日本海南西海域におけるマアナゴの漁業実態と生物学的特徴, 島根県水産技術センター研究報告, **13**, 49-58 (2021).
- 4) 道根 淳, 由木雄一, 石田健次: 島根県のアナゴ漁業について, マアナゴ資源と漁業の現状, **1**, 202-203 (2004).
- 5) 開内 洋, 井岡 久, 石原成嗣: マアジの総脂質含量の季節変動について, 水産物の利用に関する共同研究, **40**, 16-18 (2000).
- 6) 開内 洋, 井岡 久, 石原成嗣: 島根県産マアジの脂質について, 水産物の利用に関する共同研究, **41**, 47-52 (2001).
- 7) 清川智之, 開内 洋, 井岡 久: 島根県周辺海域で漁獲されたアカムツ総脂質含有量の季節変動と個体差について, 島根水技セ研報, **1**, 19-23 (2007).
- 8) 浜田の水産ブランド“とんちっち”どんんちっちアジ  
<https://www.city.hamada.shimane.jp/www/contents/1001000002251/index.html>, 2022年10月28日.
- 9) 道根 淳: 島根県石見地域におけるアナゴの流通について, マアナゴ資源と漁業の現状, **1**, 309-310 (2004).
- 10) 清川智之, 井岡 久: ポータブル型近赤外線分光分析装置によるマアジ, アカムツ脂質含有量の非破壊測定とその活用事例, 島根水技セ研報, **1**, 11-17 (2007).
- 11) Bligh EG, Dyer WJ.: A rapid method of total lipid extraction and purification. *Can J Biochem Physiol.* **37**, 911-917 (1959).
- 12) 内田 浩: 近赤外分光法によるマアナゴ脂質含量測定方法の開発, 水産物の利用に関する共同研究, **52**, 22-24 (2012).
- 13) 内田 浩: 品質測定技術開発(しまねの魚を創る), 平成 22 年度島根水技セ年報, **53** (2012).
- 14) 酒井 猛: 対馬海域, 月刊海洋, **51**, 52-54 (2019).
- 15) 植木陽介, 白木信彦: メダイおよびマアナゴの成分特性について, 水産物の利用に関する共同研究, **51**, 53-55 (2011).
- 16) 白木信彦, 中山理恵子: 山口県産水産物の成分分析結果について II, 山口県水産研究センター研究報告, **11**, 49-52 (2014).
- 17) 田島良博, 臼井一茂: 東京湾における *Conger myriaster* の生物学的特性, 神奈川県水産技術センター研究報告, **5**, 55-62 (2012).
- 18) 臼井一茂, 田島良博: 東京湾産マアナゴ *Conger myriaster* の体成分組成の季節変化について, 東京湾の漁業と環境, **4**, 39-44 (2013).
- 19) 座間宏一: 白身の魚と赤身の魚の魚肉—肉の特性 (日本水産学会編), 水産学シリーズ 13, 恒星社厚生閣, 53-67 (1976).
- 20) 小宮祐介, 丸山アレクサンデル, 渡辺裕介, 内田直愛, 大津翔平, 小林千亜暉, 横山壱成, 中村真子, 辰巳隆一, 池内義秀, 水野谷航, 有原圭三: 食品としての油脂が骨格筋の代謝特定へ与える影響と筋繊維タイプとの関連, 家畜栄養生理研究会報, **62**, 9-17 (2018).

- 21) 小島朝子, 佐藤 守, 吉中禮二, 池田静徳: 琵琶湖産のコイ科以外の数種魚類の一般成分組成および脂質の脂肪酸組成, 日水誌, **52**, 2009-2017 (1986).
- 22) 島根県大田市公式ホームページ: アナゴのブランド化.  
[https://www.city.ohda.lg.jp/ohda\\_city/city\\_organization/23/594/anago/](https://www.city.ohda.lg.jp/ohda_city/city_organization/23/594/anago/), 2022年10月17日.

## フレークアイス使用によるアユの鮮度向上試験

岡本 満<sup>1</sup>・石原成嗣<sup>2</sup>・曾田一志<sup>2</sup>

Experiment to improve the freshness of ayu *Plecoglossus altivelis altivelis* by using flake ice

Mitsuru OKAMOTO, Seiji ISHIHARA and Kazushi SOTA

キーワード：アユ，鮮度，体色，腹腔内温度，フレークアイス，遊離アミノ酸，K 値

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* は、島根県の河川における水産資源の最重要種である。本種の主要な漁法として刺網があり、県西部の高津川では、日没から夜間にかけて漁獲、冷却されたのち、翌朝に鮮魚（生あゆ）として所属漁業協同組合（以下「漁協」）に集荷され、県内外に宅配等で出荷されている。刺網はアユが遊泳、通過する場所を遮断するように網を張り、網目に刺すことによって漁獲する。そのため、釣漁法とは異なり、漁獲後に活魚として取り扱うのが困難であること、船上で刺網からアユを外すのに手間がかかり、冷却までに時間差が生じることで鮮度にばらつきが発生する。また、アユ漁業の時期は初夏から盛夏であり、漁獲後から高い外気温にさらされることによる鮮度低下が懸念される。アユは鮮度低下とともに体色の変化のほか、腹部の軟化や腹切れ<sup>1)</sup>が起りやすいことが指摘されており、より効果的な鮮度保持手法の確立が求められている。

今回、島根県の主要河川の漁業協同組合、市町、県で構成される島根県内水面広域水産業再生委員会が、水産庁の「広域浜プラン実証事業」を活用し、アユの産地にある高津川漁業協同組合において、フレークアイス製造装置（ホシザキフレークアイスメーカーFM-340AK-1，ホシザキ製）を用いた鮮度向上実証試験を行った。フレークアイスは、不定形の小さな粒状の氷<sup>2)</sup>あるいは小指大の小さな氷<sup>3)</sup>などと定義され、製造コストが安価ながら速やかな冷却が可能<sup>4)</sup>とされている。この速やかな冷却効果はフレークアイスに特有の重量に対する表面積の大きさによってもたらされる。アユ刺網漁においては、従来はクーラー等に角氷を入れて出漁し、漁場で汲んだ河川水を混ぜて漁獲物を冷却しているが、角氷だけでは冷却に偏りが

生じるため、漁獲物を均等に冷却することが難しい。そのため本研究では、フレークアイスと角氷を併用した場合の鮮度保持効果について、冷却する水氷の水温、供試アユの腹腔内温度、体色、体側筋のイノシン酸 (IMP) および K 値を指標として検証を試みた。また、アユでしばしば問題とされる腹切れの一因として内臓の自己消化の進行が疑われるが、いわゆる長期熟成魚で自己消化の進行とともに増加が報告されている遊離アミノ酸<sup>5)</sup>がこれらの指標となる可能性がある。アユ内臓の塩蔵加工品である「うるか」の熟成においては、遊離アミノ酸のうちグルタミン酸 (Glu) およびリジン (Lys) の増加が報告されている。<sup>6)</sup>さらに、アユは塩焼きとして内臓ごと喫食されることが多いことから、筋肉と内臓の食味に影響するイノシン酸および各種遊離アミノ酸についてもあわせて検討を加えた。

### 材料と方法

**供試魚および試験区** アユを用いた試験（以下「本試験」）は、図 1 に示したとおり、実際の刺網操業および集荷、流通を想定して行った。2021 年 7 月 27 日（0 日目）17 時 30 分に、高津川漁業協同組合の荷捌き所において、養殖された活アユをテンタル（内寸 φ490×450mmH，サンコー製）中に放置して致死させた。テンタル中で放置する時間は船上での網外しに必要と考えられる 30 分間とした。試験開始直前の供試アユの蓄養水温は 22.9°C，外気温は 29.3°C であった。試験区の設定は表 1 のとおりとした。すなわち、角氷約 3 kg を入れたスチロール箱（内寸：幅 350 mm×奥行 282 mm×高さ 223 mm）中に、水（盛夏の河川最高水

<sup>1</sup> 現所属：総合調整部 General Coordination Division

<sup>2</sup> 島根県西部農林水産振興センター Western Shimane Agriculture, Forestry and Fishery Promotion Center

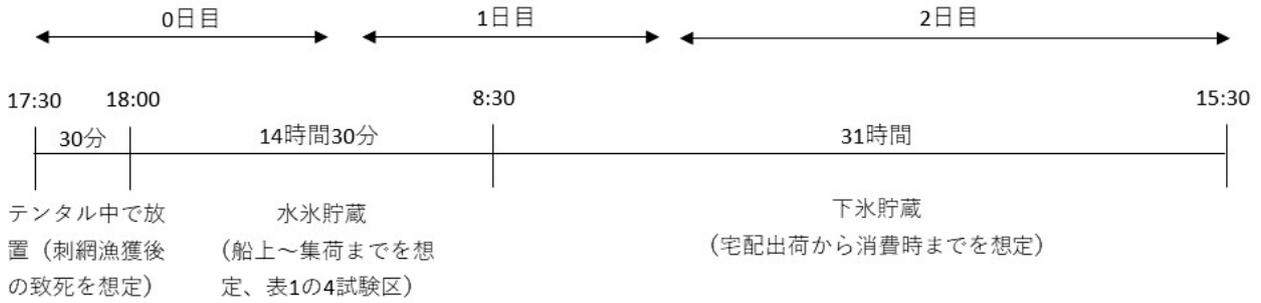


図 1. 試験の時系列概要

温を想定して水道水を 28.6°C に調製，以下同じ)のみを 6 L (以下「角氷区」) または水 3L とフレークアイス 3 kg (以下「角氷+フレークアイス区」) を入れ，実際の操業にあわせてそれぞれ水と氷の総重量に対して 1% の食塩を混合した. 1% の食塩混合は冷却効率を高めるために行われている実操業での冷却に準じたものである. 「角氷区」と「角氷+フレークアイス区」はそれぞれ 2 セット用意した. フレークアイスは，前述したフレークアイスメーカーで製造されたものを用いた.

実際の刺網操業では日によってアユの漁獲量にばらつきがあり，冷却すべきアユの量についても多寡があることから，本試験では漁獲されるアユが少ない場合 (2 kg) および多い場合 (5 kg) を想定した試験区を設定した. すなわち，致死させたアユを，「角氷区」2 セットそれぞれに 2 kg (以下「角氷区\_アユ 2 kg」) および 5 kg (以下「角氷区\_アユ 5 kg」)，「角氷+フレークアイス区」2 セットそれぞれに 2 kg (以下「角氷+フレークアイス区\_アユ 2 kg」) および 5 kg (以下「角氷+フレークアイス区\_アユ 5 kg」) 浸漬した. 以上 4 試験区のスチロール箱は，現場でアユを浸漬後，速やかに水産技術センターに持ち帰り，室温で一晩保管した.

表 1. 試験区の概要

試験区	アユの量
角氷区	アユ2kg
(水6L+角氷3kg)	アユ5kg
角氷+フレークアイス区	アユ2kg
(水3L+角氷3kg+フレークアイス3kg)	アユ5kg

漁協への集荷時間を想定した翌日 7 月 28 日 (以下「1 日目」) 8 時 30 分に，各試験区からアユ 5 尾 (平均体長±標準偏差: 148 ± 5 mm, 平均体重±標準偏差: 41.8 ± 3.3 g) を無作為に抽出した. 左体側側線上の b\* 値 (数値が高いほど黄色みが強

い) およびハンター白色度 (数値が高いほど白色が強) を測定するとともに，右体側筋の IMP および K 値を測定した. 別に各試験区から 5 尾を無作為に抽出して腹腔内温度を測定した.

以降の供試魚は，実際の漁業協同組合からの宅配の梱包を再現するため，ポリエチレン袋に入れ下氷を敷いたスチロール箱に並べ，さらに上氷をして 5°C の冷蔵庫内で保管した.

宅配出荷における到着時を想定した翌々日 7 月 29 日 (以下「2 日目」) 15 時 30 分に，前日スチロール箱に保管したアユを取り出し，1 日目と同様に，左体側側線上の b\* 値およびハンター白色度，右体側普通筋のイノシン酸および K 値を測定した. また，目視と触診により腹部の軟化と腹切れの程度を確認した. さらに，腎臓を除く内臓すべてをホモジナイザー (T25 basic, IKA 製) で均質化したのち，遊離アミノ酸の分析に供した.

**腹腔内温度 (以下「体温」) の測定** 体温は折りたたみ式温度計 (testo 104, テスト一製) のセンサー部をアユの肛門から腹腔内に差し入れ測定した.

**体側 b\* 値およびハンター白色度の測定** 図 2 に示した左体側側線上の 4 ヶ所に色差計 (NF333, 日本電色製) のセンサーを垂直に当て，b\* 値および L\*a\*b\* 表色系におけるハンター白色度 (ハンター白色度:  $100 - ((100 - L^*)^2 + (a^*)^2 + (b^*)^2)^{1/2}$ ) を測定した. 試験区ごとに 4 回の測定値を平均して算出した.

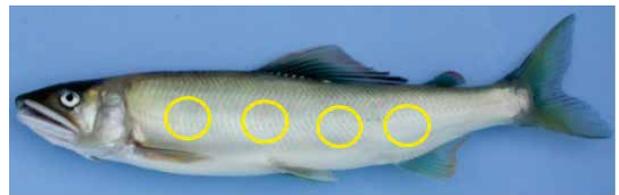


図 2. 色差測定箇所

**イノシン酸および K 値の分析** サンプル (普通筋 0.5g, 内臓 2.0g) を氷冷 10% 過塩素酸で固定し

た抽出液を pH7.0 に調整したのち、高速液体クロマトグラフ（島津製作所製 検出器：SPD-10Avp, 移動相：100mM りん酸-トリメチルアンモニウム緩衝液/アセトニトリル=100/1, カラム：信和化工 STR-ODSII (150 L×4.6 mmI.D), 移動相流速：1 ml/min, カラム温度：40°C, 検出波長：254 nm) でイノシン酸を含む ATP 関連化合物を定量分析した。また、定量した ATP 関連化合物のうち、イノシン (HxR), ヒポキサンチン (Hx) の, ATP 関連化合物総量に対する百分率を K 値<sup>7)</sup>とした。

**遊離アミノ酸の分析** 遊離アミノ酸含量は、イノシン酸およびK 値に用いた抽出液を pH2.2 に調整したのち、アミノ酸分析システム (Prominence UFLC, 島津製作所製) を用いた *o*-フタルアルデヒド-ポストカラム誘導体化法 (カラム：Shim-pack AMINO-LI (島津製作所製), 移動相流速：0.6 ml/min, カラム温度：39°C, 蛍光検出器：RF-20Axs (島津製作所製), 励起波長：350 nm 蛍光波長：450 nm) により、遊離アミノ酸 35 種類を定量分析した。

**統計処理** 貯蔵時間ならびに試験区相互間について、統計解析ソフトウェア (IBM SPSS Statistics 23, 日本アイ・ビー・エム製) により、Tukey HSD 検定による多重比較を行い、有意水準 5%未満 ( $p<0.05$ ) で有意差ありとした。

**追加試験(氷の種類と量の違いによる水温変化)** 本試験では現場での活用を想定した角氷 3 kg に合

計約 6 kg となるフレークアイスと水もしくは水のみの試験区しか設けなかったことから、予備的に角氷の量とフレークアイスもしくは水の割合を変えた場合の水温の変化を検討した。すなわち、「角氷 3 kg+水 6 L 区」(本試験の角氷区と同じ), 「角氷 3 kg+フレークアイス 3 kg+水 3 L 区」(本試験の角氷+フレークアイス区と同じ), 「角氷 1.5kg +フレークアイス 1.5 kg+水 6L 区」, 「フレークアイス 3 kg+水 6 L 区」, 「フレークアイス 6 kg+水 3 L 区」の計 5 試験区を設定し、ボタン型温度ロガー (サーモクロン SL タイプ, KN ラボラトリーズ製) により 19 時間後までの水温を連続測定した。なお、本試験と同様に、水は 28.6°C に調製した水道水を使用し、氷と水の総重量に対して 1% の食塩を添加した。試験には本試験と同じスチロール箱を用いた。

**結果**

**スチロール箱内の水温と氷の状態** 試験区ごとのスチロール箱内の水温と角氷の状態について、冷却直後から水産技術センターに持ち帰った時点 (0 日目 19:45, 冷却処理から 2 時間 30 分後) の撮影画像を図 3 に示す。「角氷区」の角氷がほとんど溶けていたのに対して、「角氷+フレークアイス区」の角氷はほとんど残っていた。0 日目から 1 日目にかけてのスチロール箱内の水温と角氷の状



図 3. 試験区ごとのスチロール箱内の水温と角氷の状態 (0 日目 冷却直後と 2 時間 30 分後)

態を表2に示す。水産技術センターに持ち帰った時点(0日目 19:45, 冷却処理から2時間30分後)で、「角氷+フレークアイス区」の水温はいずれも1°C以下で、「角氷区」の水温を下回っていた。翌日(1日目 8:45)には、「角氷区」は10°C前後だったのに対して、「角氷+フレークアイス区」はいずれも4°Cを下回っていた。また、「角氷区」の角氷はいずれも完全に溶解していたのに対して、「角氷+フレークアイス区」の角氷は2kg近く残っていた。アユの量については、「角氷+フレークアイス区」、「角氷区」ともに少ない方が低い水温に保たれていた。

表2. 試験区ごとのスチロール箱内の水温と角氷の状態(0日目と1日目)

試験区	水温(°C)		1日目10:30における 角氷の状態
	0日目 19:45	1日目 8:45	
角氷_アユ2kg	1.3	9.0	すべて溶解
角氷_アユ5kg	3.3	10.8	すべて溶解
角氷+フレークアイス_アユ2kg	0.4	1.0	1.85kg残り
角氷+フレークアイス_アユ5kg	0.8	3.8	1.90kg残り

**腹腔内温度** 1日目の腹腔内温度を図4に示す。すべての試験区相互間に有意差が認められ、「角氷+フレークアイス区」が「角氷区」よりも、「アユ2kg」のほうが「アユ5kg」より、それぞれ低かった。

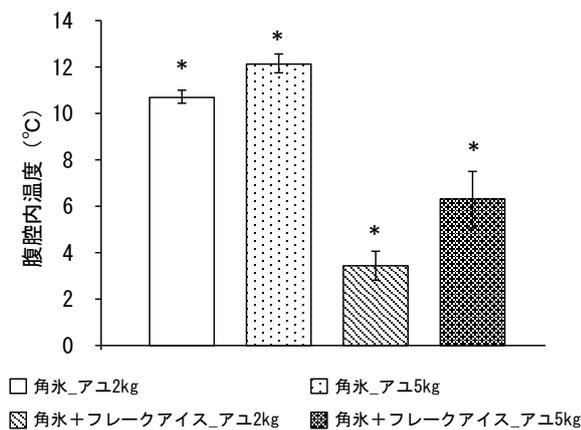


図4. 試験区ごとの供試アユ腹腔内温度(体温)(1日目)  
(n=5, エラーバーは標準偏差)  
アスタリスク相互間で有意差あり(p<0.05)

**体表の色調(目視)** 1日目および2日目の測定時における左体側の撮影画像を図5に示す。1日目は「角氷+フレークアイス区」の方が「角氷区」よりも背側の色調が濃かった。下氷と上氷を

した後の2日目の測定ではこの違いは認められなくなった。

**体側 b\*値およびハンター白色度** 体側側線上の b\*値を図6に示す。1日目は「角氷+フレークアイス区\_アユ2kg」が「角氷区\_アユ2kg」に対

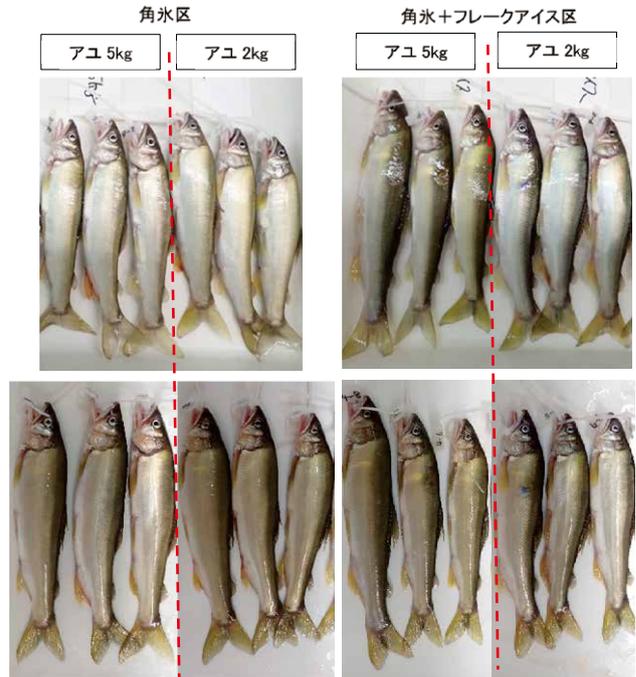


図5. 試験区ごとの供試アユ体表の色調(上段:1日目, 下段:2日目)

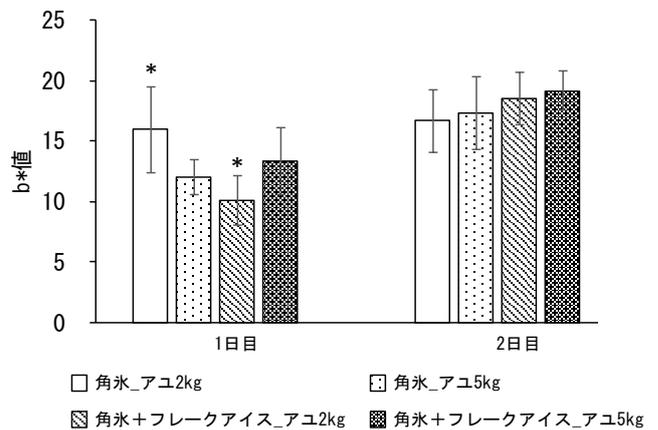


図6. 試験区ごとの供試アユ体側 b\*値  
(n=5, エラーバーは標準偏差)  
アスタリスク相互間で有意差あり(p<0.05)

して有意に低かったが(相対的に黄色みが弱い), 2日目には試験区間の有意差はなくなった。全体として1日目より2日目の方が高くなる(相対的に黄色みが強くなる)傾向にあった。ハンター白色度を図7に示す。有意差はなかったものの、1

日目では「角氷+フレークアイス区」の方が「角氷区」よりもわずかに低い(相対的に色調が暗い)値を示した。しかしながら、側線に沿って測定したことから、前述の目視評価における背側色調の濃さを反映しにくかった可能性がある。

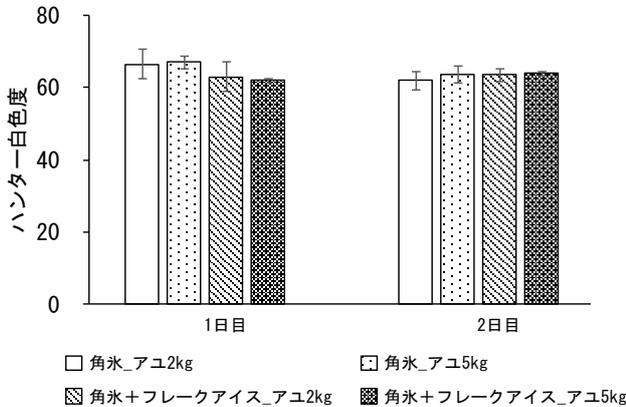


図7. 試験区ごとの供試アユ体側ハンター白色度 (n=5, エラーバーは標準偏差)

**体側筋のイノシン酸およびK値** 体側筋のイノシン酸 (IMP) 量を図8に示す。試験区間の有意差は認められなかったが、1日目で「角氷+フレークアイス区」は216 mg/100 gと「角氷区」の191~207 mg/100 gよりも、2日目で「角氷+フレークアイス区」は209~210 mg/100 gと「角氷区」の183~200 mg/100 gよりも、それぞれ高かった。

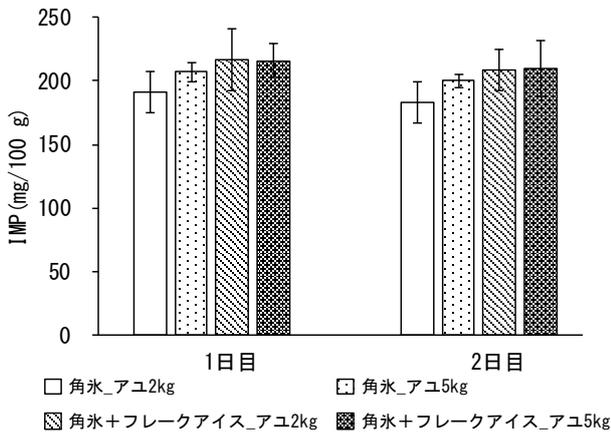


図8. 試験区ごとの供試アユ体側筋IMP量 (n=5, エラーバーは標準偏差)

K値を図9に示す。各試験区とも1日目から2日目にかけて上昇傾向を示した。試験区間の有意差は認められなかったが、1日目で「角氷+フレークアイス区」が9.8~11.1%と「角氷区」の13.6~14.6%よりも、2日目で「角氷+フレークアイス区」が16.6~16.9%と「角氷区」の19.4~21.3%よりも、

それぞれ低かった。

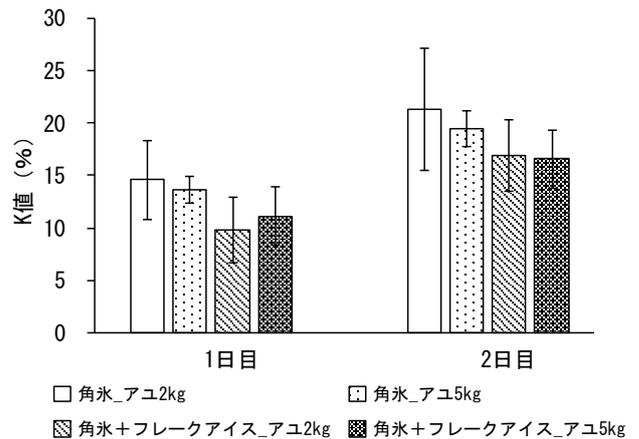


図9. 試験区ごとの供試アユ体側筋K値 (n=5, エラーバーは標準偏差)

**腹部の状態** 供試魚はいずれの個体も著しい軟化や腹切れは認められず、試験区間相互の差異も確認されなかった。

**内臓の遊離アミノ酸** 遊離アミノ酸総量と組成を図10に示す。総量における試験区間の有意差は認められなかったが、「角氷+フレークアイス区」が1,017~1,027 mg/100 gで、「角氷区」の1,052~1,092 mg/100 gよりもわずかに少ない傾向にあった。このうち、グルタミン酸は「角氷+フレークアイス区」が60~68 mg/100 gで「角氷区」の72~75 mg/100 mgよりも、リジンは「角氷+フレークアイス区」が74~90 mg/100 gで「角氷区」の94 mg/100 mgよりも、それぞれ有意ではなかったものの少なかった。

**追加試験(氷の種類と量の違いによる水温変化)** 結果を図11に示す。「角氷3 kg+フレークアイス3 kg+水6 L区」, 「フレークアイス3 kg+水6 L区」, 「フレークアイス6 kg+水3 L区」の3試験区の水温は、冷却から15~25分で2.6°C以下まで速やかに低下した。このうち、「フレークアイス3 kg+水6 L区」は2.6°Cまで下がったのち19時間後には約17.3°Cまで直線的に、「フレークアイス6 kg+水3 L区」は-0.2°Cから19時間後には5.1°Cまで緩やかに上昇した。一方で、「角氷3 kg+フレークアイス3 kg+水6 L区」は1.0°Cまで下がったのちも横ばい傾向を示し、19時間後においても約3.6°Cに保たれていた。「角氷1.5 kg+フレークアイス1.5 kg+水6 L区」の水温は、冷却から15分以内に速やかに低下したものの、最低値は8.0°Cにとどまり、19時間後には17.3°Cまで上昇し。

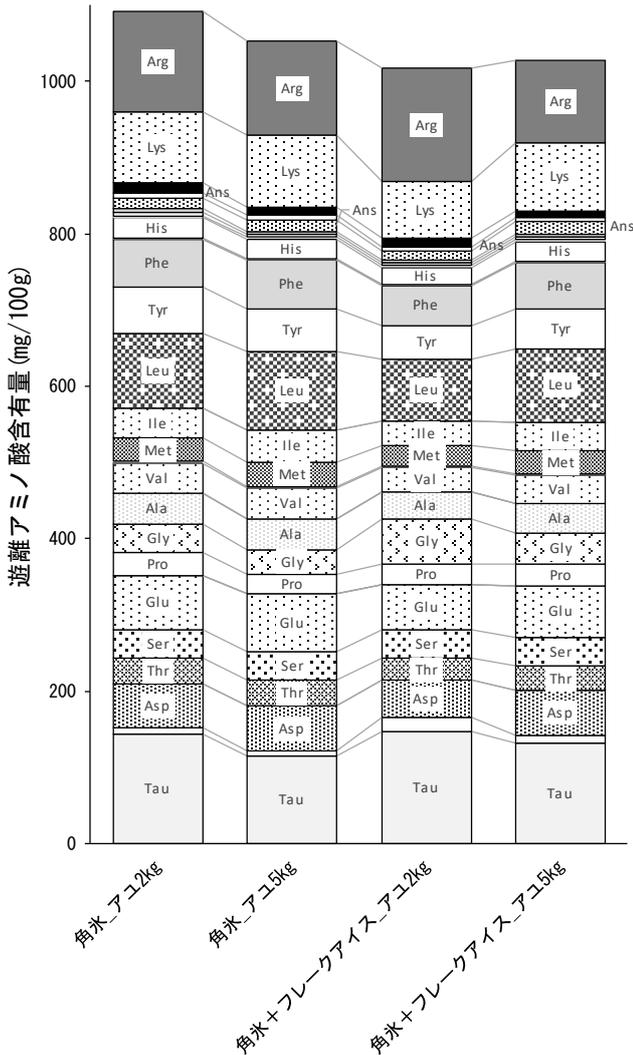


図 10. 試験区ごとの供試アユ内臓の遊離アミノ酸 (2日目) (n=3)

試験終了時の水温が5試験区のうち最高値を示した。「角氷3kg+水6L区」の水温は、他の4試験区とは異なり緩やかな低下傾向を示し、約4時間後に10°Cまで下がったのちに緩やかに上昇し、19時間後には14.2°Cとなった。

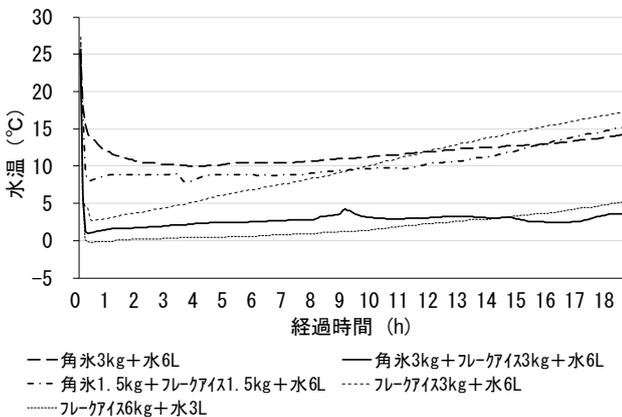


図 11. 追加試験における試験区ごとの水温変化

考察

本試験では、角氷の溶解はフレークアイスとの併用により抑制できた。また追加試験では、角氷に一定量以上のフレークアイスを併用することで、フレークアイスの量が少なすぎる場合や角氷と併用しない場合を除き、水温の上昇を抑制できた。さらに追加試験の結果から、フレークアイスには水温を速やかに下げる効果が、角氷には下がった水温を保持する効果が認められた。以上から、水に対して一定量以上のフレークアイスと角氷を併用することで、スチロール箱内の水温を速やかに下げたうえ、長期間にわたって低く保持できることが分かった。それらは本試験におけるアユの腹腔内温度に反映され、フレークアイスと角氷の併用によりアユの体温を低く保持できることが明らかとなった。

体側のb\*値については、漁協に集荷される漁獲翌日午前中の、「角氷+フレークアイス区」でアユ2kgを冷却した場合、「角氷区」でアユ2kgを冷却した場合に比べ、有意に低くなった。このことは、冷却の徹底により集荷時間帯での黄変を防ぐ効果を示唆している。体側のハンター白色度については、有意でなかったものの、「角氷+フレークアイス区」が「角氷区」よりも低かった。なお、1日目における目視評価では、背側の色調は「角氷+フレークアイス区」が「角氷区」より明らかに濃かった（黒っぽかった）ことから、ハンター白色度については、側線上ではなく背側を測定することでより顕著な差が得られた可能性が考えられる。いずれにせよ、角氷とフレークアイスの併用は、少なくとも漁獲翌日午前中まではアユの体色の黄変と白化を抑える効果が示された。

魚類の鮮度指標として汎用されるK値は、積算温度が高いほど早く上昇することが知られており、<sup>8)</sup>アユを対象とした先行研究でも同様な結果が報告されている。<sup>1,9,10)</sup>今回の試験でも、フレークアイスの使用はアユの体温を低く保つことによりK値の上昇を抑制できることが示唆された。また、魚類のうま味成分であるイノシン酸も積算温度に影響を受けるため、フレークアイスを使用することによる冷却効果により、その減少を抑制できる可能性が示された。なお、試験開始から1日目においても依然として氷水の温度よりも体温が高かったことから(表2, 図4)、アユの表面を傷つけ

ないような水氷の攪拌など速やかな冷却のための対策が必要と考えられた。

生鮮アユで問題とされる腹切れの指標として、内臓の遊離アミノ酸を検討した。井嶋<sup>9)</sup>は、天然のコアユ（平均体長 7.11 cm，平均体重 4.44 g）を用いた試験において、腹切れの基準値は K 値 10% が妥当としているが、本試験ではいずれの試験区の K 値も 2 日目には 10% を大幅に超えていた。しかしながら、本試験ではいずれの試験区においても 2 日目の段階で腹部の軟化や腹切れが認められなかった。井嶋の試験と比較すると、今回のほうが魚体が大きかったが、一般的に同一魚種でも小型個体ほど脆弱で死後変化が速いことに加え、天然ものと養殖ものでは酵素活性等に違いがあることが要因と考えられる。また今回の本試験では、供試前の蓄養水温が 22.9°C と盛夏の河川水温である 28~29°C よりもかなり低く、供試アユの体温が下がったため、外気温の影響を受けにくかったことも考えられた。したがって、供試アユの蓄養水温や空気中での放置温度あるいは放置時間などで、より過酷な条件を設定すれば明らかな差が出たかもしれない。内臓の遊離アミノ酸総量については、有意差はなかったものの、「角氷+フレークアイス区」のほうが「角氷区」よりもわずかに低く、グルタミン酸とリジンも同様な傾向だった。アユの内臓を用いた塩蔵加工品「うるか」では、半年から 4 年の長期保存により遊離アミノ酸の増加が報告されている<sup>9)</sup>が、生鮮状態におけるアユ内臓の遊離アミノ酸の消長についての報告は見当たらない。しかしながら、腹切れについては体温が高くなるほど自己消化や微生物による内臓の分解の影響が大きくなると推察されることから、その対策としてフレークアイスを使用した冷却の徹底が有効と考えられる。

なお、前述したとおり、アユは塩焼きとして内臓ごと喫食されることが多い。フレークアイスで冷却処理した 2 日目のアユ体側筋には 200 mg/100 g 以上の豊富なイノシン酸が含まれており、内臓には 60 mg/100 g 以上のグルタミン酸が含まれていた。イノシン酸 (2 ナトリウム 7.5 水和物) の閾値 (うま味を感じることができる最低値) は 0.025% (25 mg/100 g)，グルタミン酸 (モノナトリウム塩) の閾値は 0.03% (30 mg/100 g) とされており、<sup>11)</sup>本試験のイノシン酸とグルタミン酸はこれらを大きく上回っていた。また、イノシン酸、グ

ルタミン酸ともに閾値以下であっても、両成分の相乗効果によって強いうま味が発現することが明らかとなっている。<sup>12)</sup>このうちイノシン酸は、後藤ら<sup>9)</sup>の報告にもあるとおりの貯蔵温度が高いほど減じていくため、アユの外観のみならず食味向上の点においてもフレークアイスによる冷却は有効と考えられた。

グルタミン酸については、フレークアイスを使用した試験区よりも、角氷のみの試験区のほうが、有意差はないもののわずかに多かった。鮮魚の内臓における遊離アミノ酸の増加は主に内在する酵素が要因と推察されるが、アユ内臓に含まれるグルタミン酸生成にかかる酵素およびその活性の至適温度が不明なため、この差がフレークアイス使用の有無によるものかはわからない。しかしながら、生あゆは死後数日以内の高鮮度状態で喫食されることから、先述した閾値からもグルタミン酸の多寡以上にイノシン酸の多寡のほうが呈味発現に重要と考えられる。

また、本研究では供試魚確保の都合から養殖アユを用いたが、平野・須山<sup>13)</sup>は、天然アユと養殖アユでは背肉の遊離アミノ酸組成が異なるとしており、天然アユについても検討すべきと考えている。

なお、本研究ではフレークアイスと併用した場合でも、1 日目のアユ体温が 5°C 程度までしか下がらなかった。さらには、実操業での冷却処理に準じ、すべての試験区で使用した水と氷に対して 1% 相当の食塩を添加したが、それらがアユに与える影響は検討しなかった。フレークアイスを使用した場合の水と氷の効果的な配分や食塩添加が及ぼす影響について別途検討する必要がある。

## 謝辞

本研究は、「内水面漁業における天然アユ高鮮度化実証調査」の一部として行われ、高津川漁業協同組合の可部靖昭総務課長、篠原史朋事業課課長を始めとするみなさまに格別のご協力をいただいた。島根県水産技術センター漁業生産部利用化学科の開内 洋科長には追加試験について有益なご助言をいただいた。ここに記して深く感謝する。

## 文献

- 1) 井嶋重尾：パーソナルフリージング法におけるコアユの鮮度保持：滋賀水試研報，**41**, 58-61 (1989).
- 2) 業務用厨房機器ホシザキ TOP>製品情報・一覧>製氷機器>全自動製氷機>アイスバリエーション.  
<https://www.hoshizaki.co.jp/p/ice-engine/ice-variation.html>, 2023年1月10日.
- 3) Panasonic >法人向け商品 >食品システム >製氷機 >フレークアイス：フレークアイスとは  
[https://panasonic.biz/appliance/cold\\_chain/icemaker/flake.html](https://panasonic.biz/appliance/cold_chain/icemaker/flake.html), 2023年1月10日.
- 4) GALILEI フクラボ >業務用厨冷蔵庫・厨房機器 >記事アーカイブ >氷の種類、知ってますか？ 飲食に必要な氷の種類と用途を解説.  
<https://www.galilei.co.jp/fukulabo/lineup/%E6%B0%B7%E3%81%AE%E7%A8%AE%E9%A1%9E%E3%80%81%E7%9F%A5%E3%81%A3%E3%81%A6%E3%81%BE%E3%81%99%E3%81%8B%EF%BC%9F-%E9%A3%B2%E9%A3%9F%E3%81%AB%E5%BF%85%E8%A6%81%E3%81%AA%E6%B0%B7%E3%81%AE%E7%A8%AE%E9%A1%9E/>, 2023年1月10日.
- 5) 南 駿介・高取宗茂・白山 洸・沖田歩樹・中村柚咲・高橋希元：長期熟成魚介類刺身の呈味成分およびテクスチャー. 日水誌，**86**, 418-426 (2020).
- 6) 永田善明，上池貴晃，近重克幸，大渡康夫，土佐典照：味認識装置および成分分析における「うるか」熟成度の評価. 島根県産業技術センター研究報告，**54**, 1-6 (2018).
- 7) Saito T, Arai K, Matsuyoshi M: A new method for estimating the freshness of fish. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish*, **24**, 749-750 (1959).
- 8) 濱田 (佐藤) 奈保子，大熊廣一，渡邊悦生：K値を用いる魚肉の生可食限界の推定に関する理論的考察. 日本食品科学工学会誌，**51**, 495-504 (2004).
- 9) 後藤功一，武藤義範，タンマウオン，マナスイカン，中野浩平：致死条件の違いがアユの鮮度関連指標に及ぼす影響. 岐水研研報，**61**, 11-15 (2016).
- 10) 辻 寛人，タンマウオン，マナスイカン，中野浩平：養殖アユと漁獲アユにおける鮮度の差異. 岐水研研報，**65**, 17-24 (2020).
- 11) 須山三千三，鴻巣章二編，水産食品学，恒星社厚生閣，東京，1987, pp81-83.
- 12) 古川秀子：おいしさを測る 食品官能検査の実際，幸書房，東京，1994, pp85-89.
- 13) 平野敏行，須山三千三：天然および養殖アユの品質に関する化学的研究－Ⅲ 含窒素エキス成分の季節変化. 日水誌，**46**, 215-219 (1980).

## 資料

# 浜田地区におけるマナマコ *Apostichopus japonicus* の夏眠時期推定

寺戸稔貴<sup>1</sup>

Estimation of aestivation season for the sea cucumber *Apostichopus japonicus* in Hamada

Toshiki TERADO

キーワード：マナマコ，夏眠，資源管理，漁期，水温，島根県，浜田地区

近年、アオ・クロ型のマナマコ（以下、マナマコ）は中国において健康食材としての需要が増えており、沿岸漁業者の貴重な収入源となっている。<sup>1-4</sup> 島根県の浜田地区においても採介藻漁業者らは、素潜り漁業またはかなぎ漁業によってマナマコを中国輸出向けに漁獲している。

浜田地区におけるマナマコの漁獲量（t）および CPUE（t/人）は 2007 年から 2012 年まで増減を繰り返しながら推移し（図 1）、2012 年には漁獲量が 3.6 t、CPUE は 0.4 t/人に減少した。<sup>5,6</sup> そこで、当地区の採介藻漁業者らは漁獲量の安定化を目的に自主的にマナマコの資源管理を開始した。<sup>7</sup> 資源管理の手法として 2012 年から漁期を 2～4 月、操業時間を 9～15 時にするとともに隔年操業を導入した。さらに、2016 年には漁獲可能量を 1.5 t/人・年、拳 2 個分より大きいマナマコを漁獲しないよう漁獲サイズ規制も設定した（表 1）。2014 年以降は CPUE が 0.5～0.8 t/人<sup>5,6</sup> を維持しており（図 1）、これは資源管理の効果とも考えることができる。しかし、これらの手法は科学的根拠に基づいておらず、当地区ではより効果的な資源管理の導入が望まれている。

2019 年からは島根県水産技術センター、島根県西部農林水産振興センターおよび採介藻漁業者らは科学的なマナマコの資源管理方策を検討するため、浜田地区で資源量推定を行っている。<sup>7-9</sup> 同時に、マナマコの生物学的情報収集にも取り組んでおり、その一環で夏眠時期について調査している。一般的にマナマコは 17.5～19.0℃ 以上になると夏眠のため岩陰に隠れ、19.0～20.0℃ 以下になると再び海底に出現すると言われている。<sup>10</sup> また、各県においてもマナマコの夏眠時期について調査が行われており、青森

県陸奥湾では 18.0℃ 以上で夏眠を開始し、同じ 18.0℃ 以下で夏眠を終了すると考えられている。<sup>11</sup> <sup>12</sup> 他にも、岩手県沿岸では夏眠開始水温は 18.0℃ を超えた時、終了水温は 15.0℃ 以下と報告されている。<sup>13</sup> マナマコの夏眠時期を推定することによって、マナマコの漁場への加入や岩陰に隠れる水温が明らかになる可能性がある。マナマコが漁場へ加入する水温は漁期開始時期、岩陰に隠れる水温は漁期終了時期を検討する上で、有益な情報になると期待される。そこで、本研究ではマナマコの分布密度（個体/m<sup>2</sup>）と日平均水温（℃）の関係から夏眠時期を調べ、漁期設定の資料として記録した。

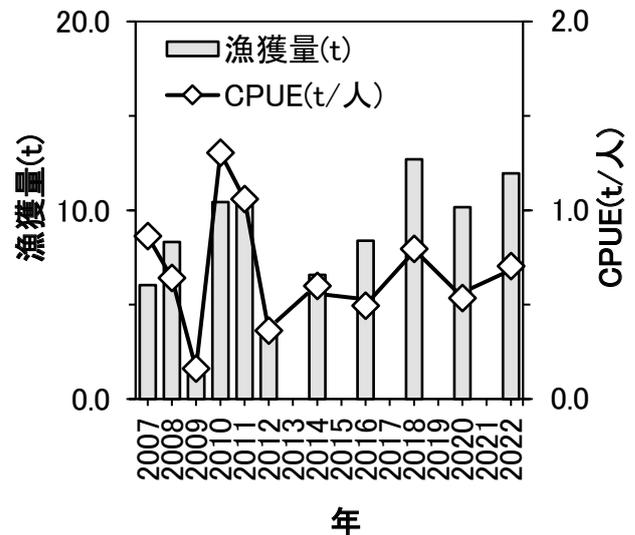


図 1. 浜田地区におけるマナマコの漁獲量および CPUE の推移（島根県漁獲管理情報処理システムより）

<sup>1</sup> 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

表 1. 浜田地区におけるマナマコの資源管理

項目	内容
漁期	2～4月
操業時間	9～15時
操業年	隔年
漁獲可能量	1.5 t/人/年
漁獲サイズ	拳2個分より大きいこと

### 方法

調査方法は浜田地区内の定線 A 上 (100 m×2 m, 図 2) に分布するマナマコを素潜りで目視により計数し, 分布密度 (個体/m<sup>2</sup>) を算出した. 期間は 2021 年 2～6 月 (以下, 調査①) に計 11 回, 2021 年 10 月～2022 年 5 月 (以下, 調査②) に計 15 回実施した. なお, 調査海域は島根県水産技術センターに隣接する水深約 3 m の静隠域であり, 藻場が点在する砂泥域だった.

また, 浜田地区内における水温情報は島根県水産技術センターによる定地水温の測定結果から取得した. 定地水温は毎正時に測定されており, 本研究では 0 時から 23 時までの測定結果を平均することによって日平均水温を求め, 解析に用いた.

### 結果と考察

各調査におけるマナマコの分布密度と日平均水温を図 3 および 4 に示した. 調査①では 2021 年 2 月 8 日の分布密度は 0.09 個体/m<sup>2</sup> であり, 2 月 22 日および 3 月 5 日に 0.10 個体/m<sup>2</sup> と最も高かった. その後, 分布密度は減少し, 5 月 6 日の 17.7°C まで観察され, 5 月 21 日の 19.7°C に確認されなくなった. 一方, 調査②ではマナマコは 2022 年 1 月 5 日の 15.2°C まで発見されず, 1 月 26 日の 12.9°C で初めて 0.02 個体/m<sup>2</sup> 確認され, 3 月 1 日に 0.05 個体/m<sup>2</sup> と最も分布密度が高かった. その後は, 4 月 25 日の 17.5°C までマナマコが観察され, 5 月 18 日の 19.2°C の時に発見されなくなった.

マナマコの分布密度は, 調査①が 0.10 個体/m<sup>2</sup> 以下であり, 調査②の 0.05 個体/m<sup>2</sup> 以下より高かった. この理由の 1 つとして, 調査②は操業年で 2022 年 2 月 9 日から 4 月 9 日までが漁期となっており, マナマコの漁獲による影響も考えられた.

また, 調査②の 2022 年 1 月 26 日および 2 月 3 日におけるマナマコの分布密度は 0.02 個体/m<sup>2</sup>, 0.04 個体/m<sup>2</sup> であり, 漁期前にも関わらず調査①の 2021 年 2 月 8 日の 0.09 個体/m<sup>2</sup> より低かった. 2021 年および 2022 年 1 月 1 日～2 月 8 日の日平均水温を比較すると (図 5), 2022 年の日平均水温は 2021 年より全

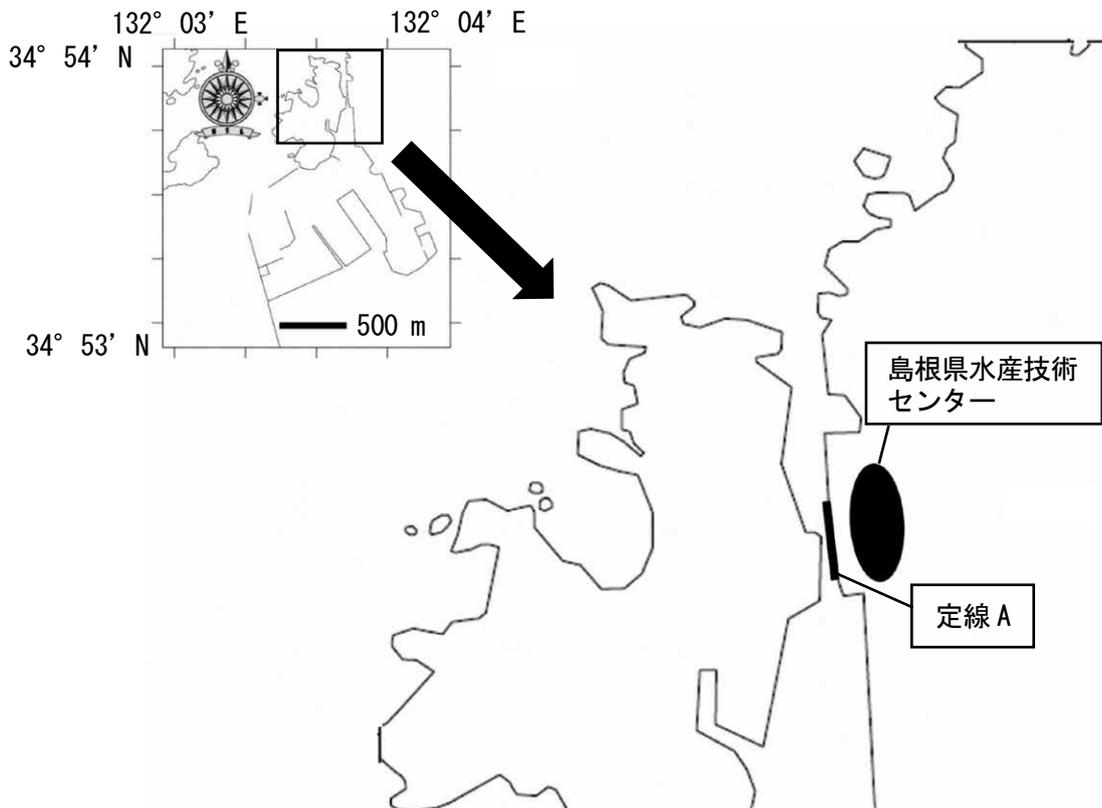


図 2. 浜田地区内の調査海域

体的に 0.5°C 高めで推移していた。マナマコは夏眠終了後に緩やかに活動をはじめ、<sup>10)</sup> 水温低下に伴い海底に出現する個体が増える傾向にある。<sup>14)</sup> このことから、調査②期間中の 2022 年当初は 2021 年の同時期と比較して日平均水温が高かったため、マナマコの分布密度が低かったとも考えられた。

本研究では、マナマコは調査②において 15.2°C から 12.9°C に低下した時に初めて観察された。この水温は岩手県沿岸における夏眠終了水温<sup>13)</sup> に近かったことから、浜田地区のマナマコが夏眠を終了し、海底に出現したものと推察された。一方、調査①は 17.7°C から 19.7°C、調査②では 17.5°C から

19.2°C に上昇した時にマナマコが観察されなくなった。この水温は既往の知見における夏眠開始水温<sup>10-13)</sup> と同程度であったため、当地区のマナマコは 17.7°C を超えた時に夏眠を開始し、岩陰に隠れることが示唆された。

本研究により浜田地区におけるマナマコの夏眠は 17.7°C を超えた時に開始すると示唆され、12.9°C には終了することが分かった。今後はこれらの情報を参考に月ではなく日平均水温の変動を考慮することで、当地区におけるマナマコの漁期を科学的に検討できると考えられた。

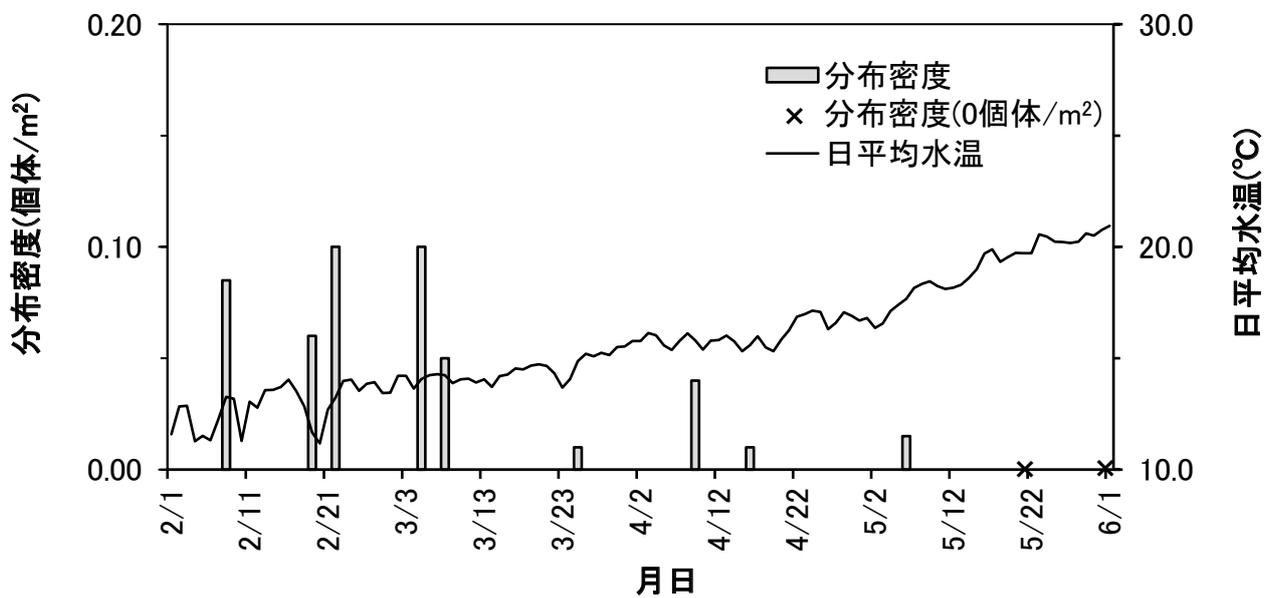


図 3. 調査①2021 年 2～6 月におけるマナマコの分布密度と日平均水温の推移

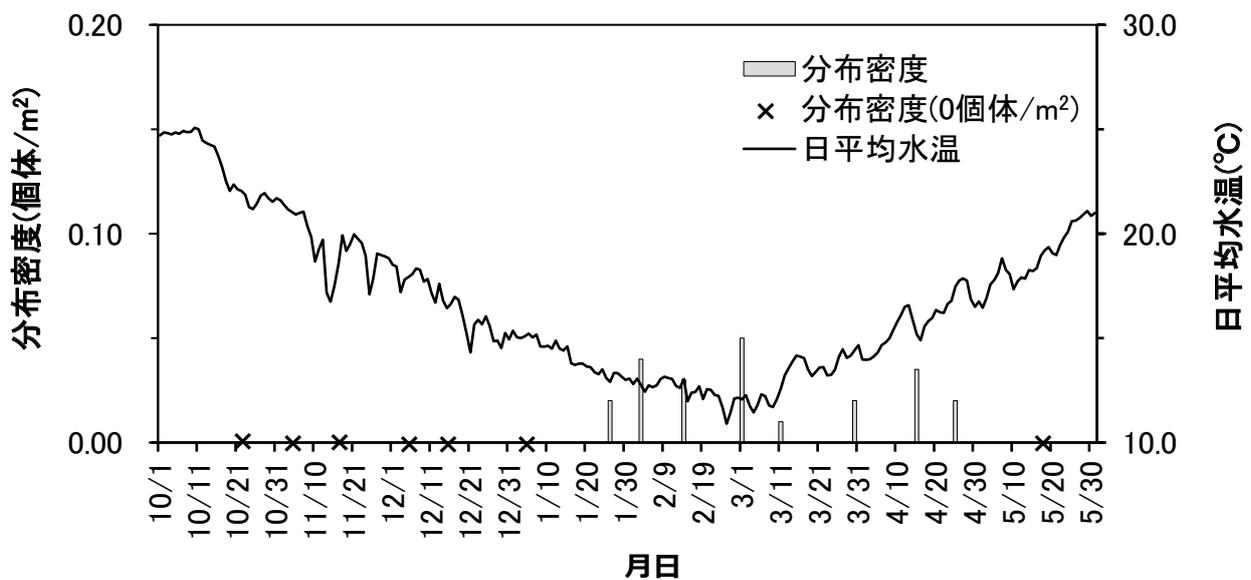


図 4. 調査②2021 年 10 月～2022 年 5 月におけるマナマコの分布密度と日平均水温の推移

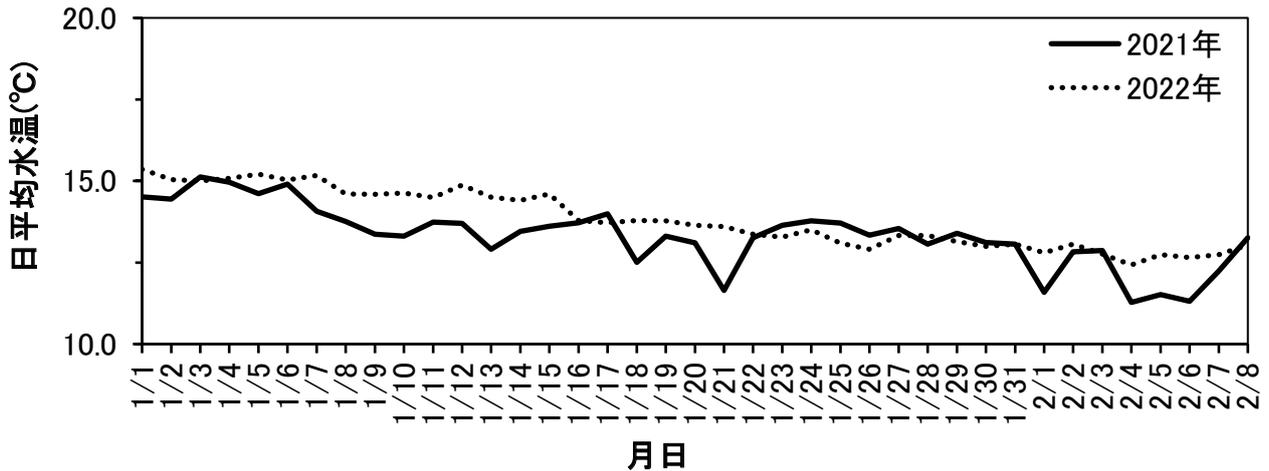


図5. 2021年および2022年1月1日～2月8日における浜田地区の日平均水温推移

### 謝辞

島根県水産技術センター漁業生産部の沖野 晃 海洋資源科長ならびに寺門弘悦専門研究員には、本研究内容について議論頂いた。同所属の森脇和也主任研究員、寺谷俊紀主任研究員、谷口祐介研究員には調査に協力頂いた。関係者の皆様には感謝の意を表す。なお、本研究は島根県政策推進研究課題「沿岸域の有用な磯根資源の増殖技術の開発（2020～2022年度）」により実施した。

### 文献

- 1) 崔 相：なまこの研究—まなまこの形態・生態・増殖—，海文堂，東京，1963，pp. 1-16.
- 2) 廣田将二，町口裕二：水産総合研究センター叢書 ナマコ漁業とその管理—資源・生産・市場，恒星社厚生閣，東京，2014.
- 3) 菊池康司，小林美樹，秋元清治：横須賀市東部漁協横須賀支所におけるマナマコの資源管理について。神水セ研報，**9**，1-4 (2018).
- 4) 篠原義昭，澤田英樹，鈴木啓太：宮津湾におけるマナマコの資源評価と資源管理。京都府農林水産技術センター海洋センター研究報告，**42**，1-7 (2020).
- 5) 村山達朗，若林英人，安木 茂，沖野 晃，伊藤 薫，林 博文：漁獲管理情報処理システムの開発。島水試研報，**12**，67-78 (2005).
- 6) 向井哲也，村山達朗，林 博文，向井雅俊：漁獲管理情報処理システムの改良。島根水技セ研報，**3**，85-90 (2011).
- 7) 河瀬貴博：マナマコ種苗放流と資源管理，「豊かな海づくり実践活動推進事業報告書—令和3年

度—」（公益社団法人 全国豊かな海づくり推進協会編），2022，pp. 85-90.

- 8) 古谷尚大，佐々木 正，寺戸稔貴，吉田太輔，松井浩太郎，岡本 満，寺谷俊紀，開内 洋：沿岸域の有用な磯根資源の増殖技術の開発。島根県水産技術センター年報令和2年度，85-86 (2021).
- 9) 古谷尚大，清川智之，佐々木 正，寺戸稔貴，武田健二，岡本 満，松林和彦，開内 洋，別所 大：沿岸域の有用な磯根資源の増殖技術の開発。島根県水産技術センター年報令和3年度，79-81 (2022).
- 10) 荒川好満：なまこ読本，初版，緑書房，東京，1990，pp. 22-25.
- 11) 早川 豊：マナマコ増殖試験。青森県水産増殖センター事業概要，**6**，142-155 (1977).
- 12) 地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所：マナマコ種苗放流マニュアル，地方独立行政法人青森県産業技術センター水産総合研究所，青森，pp. 2-3 (2012).
- 13) 小林俊将：岩手県沿岸におけるマナマコ種苗の体サイズ別の成長特性。岩手水技セ研報，**7**，25-32 (2011).
- 14) 濱野龍夫，網尾 勝，林 健一：潮間帯および人工藻礁域におけるマナマコ個体群の動態。水産増殖，**37**，179-186 (1989).

## 資料

# 2021 年宍道湖におけるシラウオ *Salangichthys microdon* の 産卵場の底質環境と卵分布

沖 真徳<sup>1</sup>・福井克也<sup>1</sup>

Distribution of icefish *Salangichthys microdon* eggs and bottom floor environment  
of spawning ground in Lake Shinji in 2021

Masanori OKI and Katsuya FUKUI

キーワード：宍道湖，産卵場，シラウオ，底質，粒度組成

宍道湖は島根県東部に位置し，一級河川斐伊川水系の一部であり，大橋川・中海・境水道を介して日本海と接続する。水深は最深部で 6 m と浅く，なだらかな湖底地形であり，風や気温，降雨等の影響を受けやすい。<sup>1)</sup>宍道湖におけるシラウオ *Salangichthys microdon* は宍道湖七珍の一つで，沿岸地域の食材として親しまれてきた。本種は年によって漁獲量の豊凶が著しいが，<sup>2)</sup>その主な要因についてはまだ解明されていない。シラウオの産卵場は，河口域や汽水湖内の浅場で，砂礫の底質上に形成されることが，北浦，<sup>3)</sup>高梁川，<sup>4)</sup>網走湖，<sup>5)</sup>小川原湖，<sup>6)</sup>吉井川，<sup>7)</sup>石狩川，<sup>8)</sup>藤川ら<sup>9)</sup>等で報告されている。一方，本湖水深 3 m の深場において，石田ら<sup>10)</sup>は多くのシラウオ卵を確認している。これらの卵は波浪等により浅場から深場へ漂流した可能性があり，本湖においては水深 3 m 以深がシラウオのふ化場として機能していることを指摘している。ただし，本湖におけるシラウオの産卵場に関する知見は少ない。そこで，著者らは本湖のシラウオ資源を管理する取り組みの基礎資料として，産卵場の底質環境と卵分布について調べ，さらなる知見を得たので報告する。

## 方法

**シラウオ卵の採集** 2021 年の 1~5 月に各月 1 回，図 1 に示す宍道湖 20 点および大橋川 1 点においてシラウオ卵を採集した。宍道湖の調査定点は，宍道

湖の周囲 8 地先に設けた。このうち，西岸，南岸，東岸，北岸に位置する斐川，来待，松江，秋鹿の 4 地先については水深 1 m，2 m，3 m，4 m の地点を調査定点としたが，各地先の中に位置する宍道，玉湯，浜佐陀，伊野の 4 地先については水深 1 m の地点のみを調査定点とした。水深 1 m での調査は徒歩により行い，それ以外の調査では試験船「ごず」(8.5 トン)を用いて行った。卵の採集はスミス・マッキンタイヤー式採泥器(採泥面積 1/20 m<sup>2</sup>)を用いて行い，水深 1 m の定点は各 2 回，水深 2 m 以深の定点は各 1 回採泥し，その場で目合 500 μm のふるいにかけて，残った試料を実験室にてローズベンガルによる生体染色と 10%ホルマリンによる固定を行った。

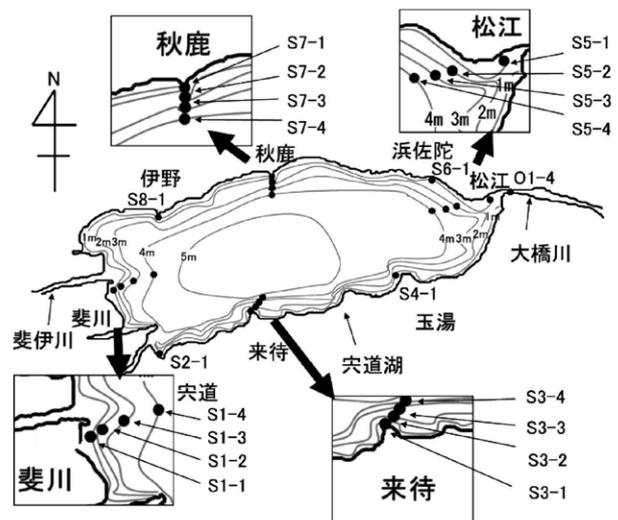


図 1. シラウオ産卵場調査の定点

<sup>1</sup>内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

採集から1日以上固定・染色した試料から固定直前まで生きていたと思われる卵内の濁りの見られないシラウオの卵を拾い出し、1 m<sup>2</sup>あたりの採卵数を算出した(以下、卵採集密度と記す)。なお、調査の効率性を考慮し、水深1 mの定点とそれ以外の定点は異なる日に調査を実施した。

**定点の水質観測** 2021年1~5月の各調査日に宍道湖の水深1~2 mの定点ならびに大橋川の定点において、湖底直上の水温(°C)・塩分(psu)を測定した。水質計については、水深1 mの定点は携帯用水質計(ProfiLine Cond 3110, WTW製)、水深2 m以深の定点は多項目水質計(Hydrolab MS5, OTT HydroMet製)を使用した。

**底質の粒度分析** 例年シラウオの産卵盛期となる3~4月の調査日に卵採集と併せて、同一地点で底質試料を採集した。底質試料はスミス・マッキンタイヤー式採泥器(採泥面積1/20 m<sup>2</sup>)を用いて各1回採泥を行い、葉さじを用いて表層約1 cmの底質試料を掬い取った。底質の粒度分析は実験室にて行い、底質試料を乾熱滅菌器(SP-650, ADVANTEC製)により130°Cで乾燥後、目合い2 mm, 1 mm, 0.71 mm, 0.5 mm, 0.25 mm, 0.125 mm, 0.063 mmのふるいを用いて分割した。分割した粒度成分は礫(2 mm超過), 極粗砂(1~2 mm), 粗砂(0.71~1 mm), 中砂L(0.5~0.71 mm), 中砂S(0.25~0.5 mm), 細砂(0.125~0.25 mm), 極細砂(0.063~0.125 mm)およびシルト・粘土(0.063 mm未満)

の8階級に区分し、各階級の重量比を基準に粒度組成を求めた。

**産卵場底質と卵分布の評価** 産卵盛期であった2021年3~4月における底質試料の粒度組成と卵分布の関係について調べた。なお、資源豊度に基づく卵採集密度の偏りを排除するため、各調査月の総採集数に対する相対頻度に換算した値(以下、卵密度指数と記す)を以下の式により求め、比較検討を行った。

$$(\text{卵密度指数}) = (\text{各定点の卵採集密度}) / (\text{全定点の卵採集密度の合計値}) \times 100$$

**結果**

**定点の水温・塩分** 卵採集時における湖底直上の水温(°C)および塩分(psu)を表1に示した。各調査月の水温は、1月が2.3~6.4°C, 2月が6.6~11.2°C, 3月が8.8~10.5°C, 4月が15.0~17.5°C, 5月が19.3~21.9°Cの範囲であった。各調査月の塩分は、1月が1.31~7.28 psu, 2月が1.50~11.10 psu, 3月が2.00~4.92 psu, 4月が0.62~22.34 psu, 5月が3.80~7.39 psuの範囲であった。

**各定点の卵採集密度** 各定点におけるシラウオの卵採集密度を図2に示した。各月における卵が認められた定点数は、1月は4点, 2月は13点, 3月

表1. 2021年宍道湖シラウオ産卵場調査における水温・塩分と卵採集密度ならびに卵密度指数

水深(m)	地点No.	地先	沿岸:2021年1月21日 沖合:2021年1月14日		沿岸:2021年2月15日 沖合:2021年2月12日			沿岸:2021年3月9日 沖合:2021年3月10日			沿岸:2021年4月15日 沖合:2021年4月14日			沿岸:2021年5月18日 沖合:2021年5月19日					
			環境		シラウオ卵			環境		シラウオ卵			環境		シラウオ卵				
			水温(°C)	塩分(psu)	卵採集密度(粒/m <sup>2</sup> )	水温(°C)	塩分(psu)	卵採集密度(粒/m <sup>2</sup> )	水温(°C)	塩分(psu)	卵採集密度(粒/m <sup>2</sup> )	卵密度指数	水温(°C)	塩分(psu)	卵採集密度(粒/m <sup>2</sup> )	卵密度指数	水温(°C)	塩分(psu)	卵採集密度(粒/m <sup>2</sup> )
沿岸	1	S1-1 斐川	3.5	1.31	0	11.2	4.00	20	9.4	3.40	0	0.0	15.9	3.21	360	0.6	20.2	5.11	0
		S2-1 宍道	4.7	2.73	0	11.0	1.50	0	9.0	2.91	0	0.0	17.5	0.62	170	0.3	20.3	3.80	0
		S3-1 来待	3.4	5.58	0	9.7	4.50	10	8.9	3.33	30	0.0	17.0	4.69	30	0.0	20.1	5.62	0
		S4-1 玉湯	2.4	5.47	480	9.9	4.20	3,740	8.8	4.87	2,690	4.2	15.4	5.28	8,860	14.4	19.3	6.14	210
		S5-1 松江	4.2	6.21	0	9.9	11.10	0	9.4	4.89	30	0.0	16.3	5.21	50	0.1	21.3	7.39	10
		S6-1 浜佐陀	5.8	6.34	20	9.5	4.90	120	9.7	4.92	290	0.5	16.6	5.24	140	0.2	20.4	7.38	0
		S7-1 秋鹿	6.4	6.91	0	10.1	5.00	10	10.5	4.51	0	0.0	16.7	4.01	20	0.0	21.9	7.01	0
		S8-1 伊野	5.6	5.60	0	8.6	4.70	10	9.8	2.00	70	0.1	17.2	4.04	150	0.2	20.1	6.82	20
沿岸	2	S1-2 斐川	2.8	6.90	0	7.3	4.68	0	9.4	4.17	400	0.6	15.2	4.23	700	1.1	20.0	6.15	0
		S3-2 来待	2.5	6.36	0	6.6	5.57	300	9.4	3.05	8,620	13.4	15.1	4.88	4,500	7.3	20.0	6.91	200
		S5-2 松江	2.3	7.07	0	6.9	5.30	0	9.7	4.69	9,000	14.0	15.1	5.94	40	0.1	20.5	6.34	0
		S7-2 秋鹿	2.4	7.23	0	6.8	5.67	340	9.1	4.86	2,680	4.2	15.2	6.55	6,020	9.8	21.0	7.18	140
沖合	3	S1-3 斐川	-	-	120	-	-	0	-	-	0	0.0	-	-	40	0.1	-	-	0
		S3-3 来待	-	-	0	-	-	2,200	-	-	33,780	52.6	-	-	33,380	54.2	-	-	600
		S5-3 松江	-	-	0	-	-	60	-	-	20	0.0	-	-	1,020	1.7	-	-	20
		S7-3 秋鹿	-	-	0	-	-	0	-	-	300	0.5	-	-	760	1.2	-	-	120
沖合	4	S1-4 斐川	-	-	100	-	-	0	-	-	0	0.0	-	-	0	0.0	-	-	0
		S3-4 来待	-	-	0	-	-	880	-	-	6,120	9.5	-	-	4,560	7.4	-	-	60
		S5-4 松江	-	-	0	-	-	20	-	-	20	0.0	-	-	80	0.1	-	-	0
		S7-4 秋鹿	-	-	0	-	-	0	-	-	140	0.2	-	-	620	1.0	-	-	0
		O1-4 大橋川	2.9	7.28	0	7.0	5.34	80	9.5	3.94	80	0.1	15.0	22.34	140	0.2	20.3	7.33	0

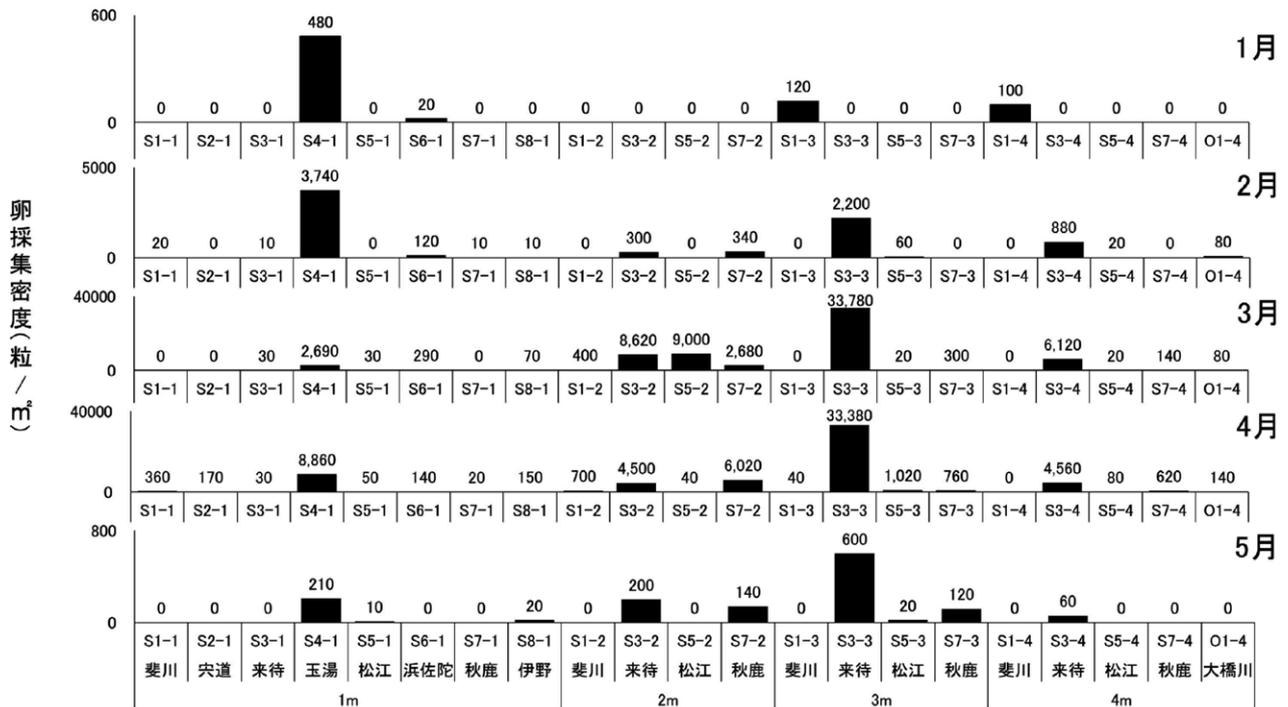


図2. 2021年1~5月における各定点のシラウオ卵採集密度

は16点, 4月は20点, 5月は9点であった。卵が最も多かった定点は, 1~2月はS4-1(玉湯1m)で, それぞれ480粒/m<sup>2</sup>, 3,740粒/m<sup>2</sup>であった。また, 3~5月はS3-3(来待3m)で, それぞれ33,780粒/m<sup>2</sup>, 33,380粒/m<sup>2</sup>, 600粒/m<sup>2</sup>であった。各調査月におけるシラウオの卵採集密度の平均値を図3に示した。卵採集密度の平均値は1~2月にかけてゆるやかな増加がみられ, 2~3月にかけて急増した。3~4月にかけてはほぼ横ばいで推移し, 4~5月にかけては急減した。

**底質の粒度組成** 2021年3~4月における各定点の底質粒度組成を図4に示した。底質粒度組成は3月と4月で概ね同様の傾向を示していたが, 各水深で傾向は異なった。水深1mは細砂および中砂Sの割合が高い定点が多く, すべての地点でシルト・粘土はほとんど含まれなかった。水深2mは水深1mと同様に細砂および中砂Sが主体の定点が多かったが, S1-2(斐川2m)についてはシルト・粘土および極細砂の割合が比較的高かった。水深3mは定点によって異なり, S1-3(斐川3m)はシルト・粘土の割合が高く, S3-3(来待3m)は細砂から極粗砂の区分が同程度の割合で存在し, S5-3(松江3m)は極細砂から中砂Sが主体であった。S7-3(秋鹿3m)については, 3月から4月の間で大きく変化し, 3月では極細砂が主体であったが, 4月では粗砂が主体となった。水深4mも定点によって異なり, S1-4(斐川

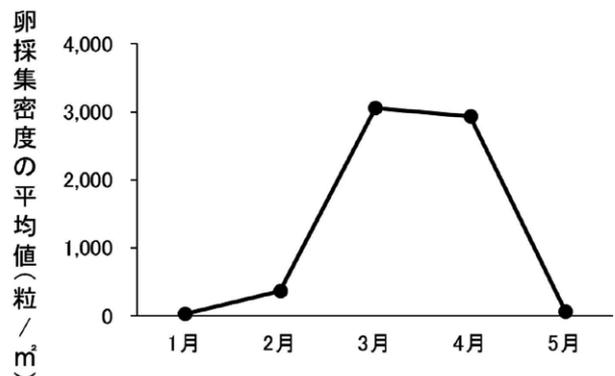


図3. 各調査月におけるシラウオの卵採集密度の平均値

4m)はシルト・粘土, S3-4(来待4m)は細砂, S5-4(松江4m)は極細砂から細砂, S7-4(秋鹿4m)はシルト・粘土から極細砂, O1-4(大橋川4m)は細砂が主体であった。また, シルト・粘土の割合は, 来待を除く3地先で, 水深が深くなるに伴い増加する傾向があることが示された。

**産卵場の底質と卵密度指数** 産卵盛期であった2021年3~4月の各定点における粒径成分の含有量と卵密度指数の関係について図5に示した。何れの粒径成分で相関は認められなかったものの, 極細砂およびシルト・粘土は含有率が高くなると, 卵密度指数はほぼ0となった。

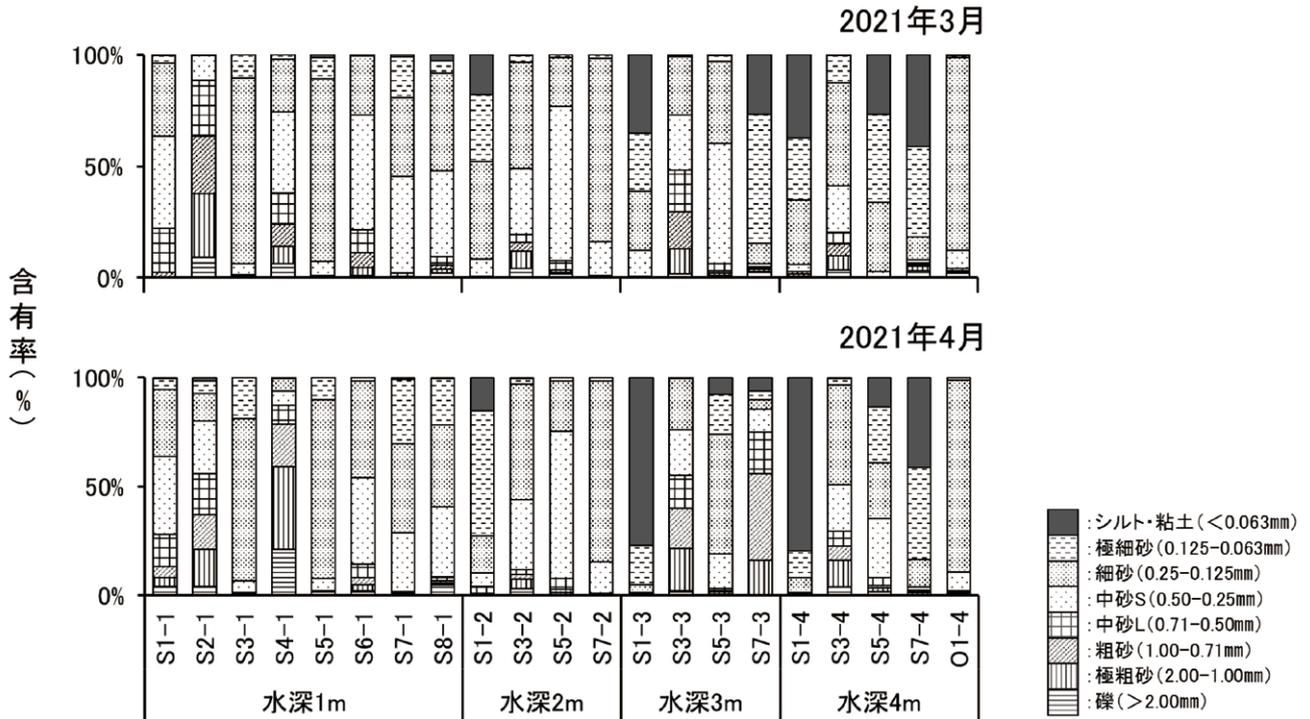


図4. 2021年3~4月における各定点の底質粒度組成

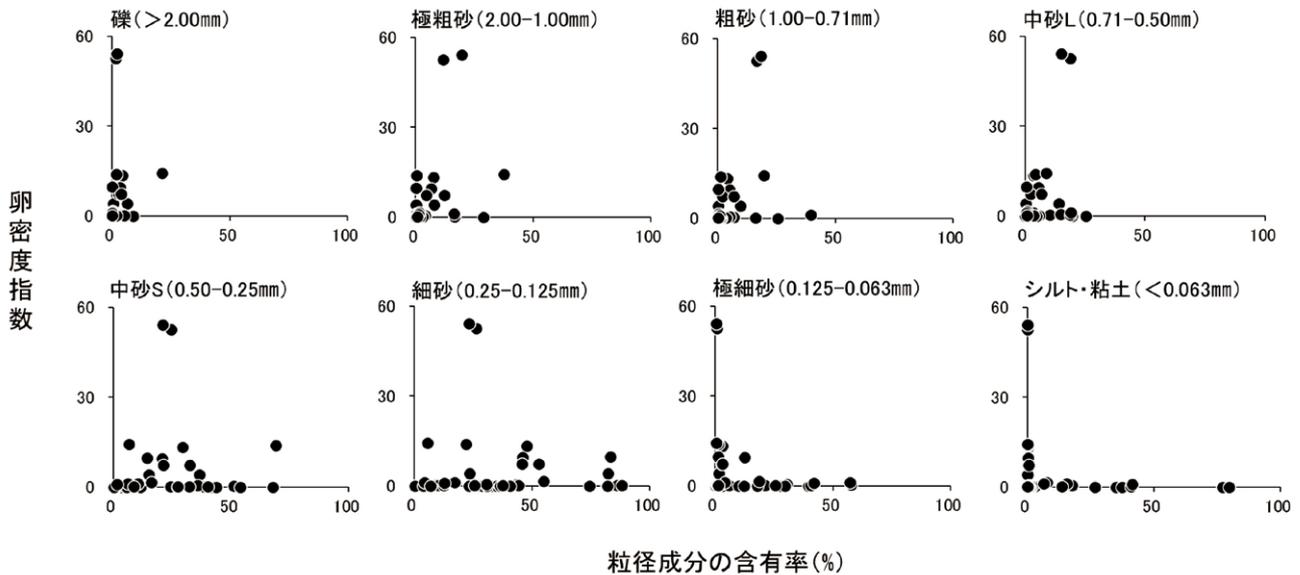


図5. 2021年3~4月における各定点の粒径成分含有量と卵密度指数の関係

考察

本研究では、2021年の宍道湖におけるシラウオ卵の分布と底質の粒度組成との関係を明らかにし、シラウオの産卵場と底質環境について検討した。

2021年の宍道湖におけるシラウオの産卵について、各定点におけるシラウオの卵採集密度(図2)および各調査月におけるシラウオの卵採集密度の平

均值(図3)から、産卵期は1~5月、産卵盛期は3~4月と考えられた。また、調査期間中に卵が確認された定点の水温について、最も低かったのは1月にS4-1(玉湯1m)で2.4℃、最も高かったのは5月にS5-1(松江1m)で21.3℃であった。丹下<sup>1)</sup>によるとシラウオの正常なふ化水温範囲は4.8~20.0℃であり、調査期間中の水温が概ねこの水温範囲に一致していたことから、産卵期は1~5月であると

考えられた。

既往の報告<sup>3,9)</sup>によれば、シラウオの産卵場は水深1~2mの浅場に形成されるとしていている。石田ら<sup>10)</sup>によれば、2017年における本湖の産卵場調査では水深3mで多くのシラウオ卵が確認されており、本報においても水深4mを含め、同様の傾向が示された。本湖の深場で卵が見られる要因について、石田ら<sup>10)</sup>によれば、浅場の卵が波浪等により深場へ運ばれたためだとしている。今後波浪によるシラウオ卵の移動実態や水深3m以深のシラウオ卵分布状況についてはさらなる調査・検討が必要と考えられた。

底質の粒度成分含有量と卵密度指数の関係については(図5)、シルト・粘土および極細砂は含有率が高くなるほど、卵密度は低下することが示された。一方、細砂以上の粒径成分は、含有率にかかわらず10を超える卵密度指数が確認された。ただし、中砂L以上の粒度成分については、本調査定点における含有率が低い事例がほとんどであったことから、今後これらが主体となる底質環境においてシラウオの産卵実態について調査・検討を行う必要であると考えられた。以上のことから本研究では、宍道湖におけるシラウオの産卵場形成の底質条件の一つとして、シルト・粘土および極細砂がほとんど含まれないことが示唆された。このことは、藤川ら<sup>9)</sup>や北浦,<sup>3)</sup>高梁川,<sup>4)</sup>網走湖,<sup>5)</sup>小川原湖,<sup>6)</sup>吉井川,<sup>7)</sup>石狩川<sup>8)</sup>とも概ね一致していた。ただし、2021年4月に行った調査でS1-3(斐川3m)やS7-4(秋鹿4m)のように、極細砂以下の粒径成分の含有率が高い定点においても少なからず卵が確認された例もあった。これらのように泥の含有率が高い環境下で確認された卵が波浪等により移動してきたものか、またはその場で産卵されたものかを検証することで、本湖におけるシラウオ産卵場のさらなる実態の解明につながると考えられた。

### 謝辞

本研究を行うにあたり、島根県水産技術センター内水面浅海部内水面科の中村初男船長(当時)には試験船の安全な操船にご尽力いただいた。松本洋典専門研究員、同センター企画広報スタッフの清川智之主席研究員(当時、現所属:同センター沿岸漁業研究推進スタッフ)、原口展子主任研究員(当時、現所属:島根県西部農林水産振興センター)にはサンプル採集にご協力をいただいた。元同センター内水面浅海部長の石田健次氏には常にご支援とご

鞭撻を賜った。同センター会計年度職員の方々にはサンプルのソーティング等多大な労力の提供を頂いた。この場を借りて深謝の意を表します。

また、宍道湖漁業組合の門脇幹男組合長(当時)、桑原正樹参事、高橋正治指導役をはじめ、同組合員の方々から、シラウオの漁獲情報等の有益な情報を賜りました。心からお礼を申し上げます。

### 文献

- 1) 日本シジミ研究所:宍道湖と中海の魚たち, 第初版, 山陰中央新報, 島根, 2007, pp.6-7.
- 2) 川島隆寿:宍道湖におけるワカサギ及びシラウオ資源の変動, 島根水試研報, **6**, 69-80(1989).
- 3) 富永 敦:北浦潮来地先における1980年頃と2007年のワカサギとシラウオ産卵状況の比較, 茨城内水面水産試験場研究報告, **42**, 15-19(2009).
- 4) 千田哲資:岡山県高梁川におけるシラウオの産卵場, 魚類学会誌, **20**, 25-28(1973).
- 5) 隼野寛史, 田村亮一, 小出展久, 成 基百, 工藤秀明, 帰山雅秀:網走湖におけるシラウオ卵の分布特性, 日水誌, **79**, 166-174(2013).
- 6) 榊 昌文, 片山知史, 鶴ヶ崎昭彦, 沼辺啓市:小川原湖におけるシラウオの産卵場, 水産増殖, **56**, 139-140(2008).
- 7) 草加耕司, 多田幸四郎, 弘奥正憲, 岩本俊樹, 竹本浩之:岡山県吉井川におけるシラウオの産卵場, 岡山水試研報, **34**, 6-11(2019).
- 8) 山口幹人:石狩川下流域および沿岸域に分布するシラウオの資源生態学的研究, 北水試研報, **70**, 1-72(2006).
- 9) 藤川裕司, 江角陽司, 大北晋也:宍道湖におけるワカサギ, シラウオ卵の出現特性, 島根水試事報平成15年度, 39-44(2005).
- 10) 石田健次, 福井克也:宍道湖におけるシラウオの水深別産卵, 発生, ふ化, 仔稚魚および成魚の分布, 島根水試技研報, **12**, 5-9(2019).
- 11) 丹下勝義:シラウオのふ化飼育実験-II水温とふ化との関係について, 水産増殖, **16**, 81-86(1968).



## 資料

# 2021年の江の川下流域におけるアユの産卵状況および 浜原ダム上流域における産卵の確認

寺門弘悦<sup>1</sup>・谷口祐介<sup>1</sup>・沖野 晃<sup>1</sup>

Spawning in the lower reaches, and the confirmation of spawning of ayu *Plecoglossus altivelis altivelis* in the upper reaches of Hamahara Dam in the Gonokawa River in 2021

Hiroyoshi TERAKADO, Yusuke TANIGUCHI and Akira OKINO

キーワード：アユ，江の川下流域，産卵場，浜原ダム上流域，埋没深，流下仔魚

アユ *Plecoglossus altivelis altivelis* の漁獲量の減少が顕著である江の川では、2008年以降、江川漁業協同組合（以下、江川漁協）が主体となり天然アユ資源を回復させるための取り組みが実施されている。この取り組みは、種苗放流のみに依存せず、資源回復に必要な親魚量を獲り残すとともに、必要に応じて産卵環境を整備することで、河川が有する生産力を利用してアユ資源の回復を促すものである。具体的には、2011年以降、落ち鮎漁期の漁獲規制の強化や適宜、産卵場造成による産卵可能面積の拡大を図ってきた。島根県水産技術センターではこの取り組みの技術支援の一環として、下流域に形成されるアユの産卵場において、事前に河床の状態を調べ産卵可能な面積を把握する調査（産卵場事前調査）やア

ユの産卵状況を把握する調査（産卵状況調査）などを毎年、継続的に実施してきた。また、これらの毎年実施している調査とは別に、浜原ダムを降下できなかったアユによるダム上流域での産卵状況を確認する調査を行った。本報告ではこれら一連の調査結果について報告する。

### 方法

**下流域の産卵状況調査** 本調査は江の川下流域でのアユの産卵状況を把握するため、2021年11月1日にハネノセ、八戸川合流点、谷住郷の瀬、火の瀬、長良の瀬、ボウフラの瀬およびセジリの瀬で実施した（図1）。調査日の日平均水位（長良観測所）は0.66

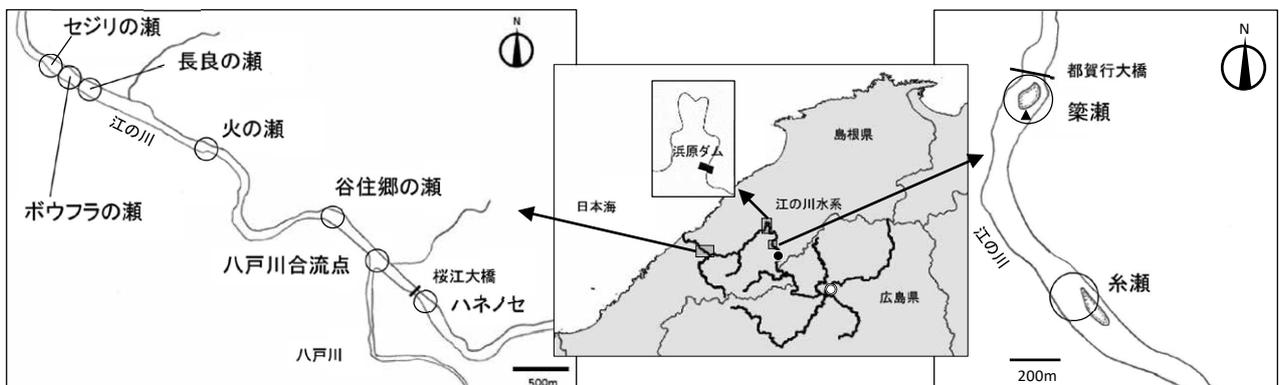


図1. 調査地点図

図中の●は都賀観測所（水位の観測地点），◎は三次観測所（降水量の観測地点），▲は築瀬におけるアユ仔魚の採集地点を示す。

<sup>1</sup> 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

m であった（国土交通省水文水質データベース <http://www1.river.go.jp/>, 2022年8月16日入手）。各地点を調査員2名あるいは3名で踏査・潜水目視し、河床の状態を観察するとともにアユの産着卵の有無を確認した。産着卵が確認された場合、産卵床が分布する範囲の外周にポールを立て、ハンディ GPS（GPSMAP 64SJ, GARMIN 製）で位置情報を取得した。GIS アプリケーションソフト（Google Earth Pro, Google 製）により、得られた位置情報から産卵面積および形状を求めた。卵の埋没深の測定は、高橋ら<sup>1)</sup>に従い、卵が付着している最も深い部分と周辺の河床面との高低差と定義し、産卵場内で無作為に選定した産卵床で行った。また、河道の形状は、無人航空機（Phantom 4 Professional, DJI 製）で空撮した画像を、画像加工ソフトウェア（Metashape, Agisoft 製）で合成した平面図から把握した。なお、デジタル水温計（ULTRAPEN PT1, Myron L 製）で測定した各調査地点における水温は 16.3~17.2°C であり、調査地点間での変動は 1°C 以内であった。なお、2021 年の産卵場事前調査は、調査時期の 9 月下旬に河川流量が多かったため実施を見送った。

**浜原ダム上流域の産卵状況調査** 本調査は、江川漁協からアユの降下が例年より遅れているとの情報を受けて、浜原ダムを降下できなかったアユによるダム上流域での産卵の有無を確認するために実施した。2021 年 11 月 5 日に糸瀬および築瀬（図 1）において調査員 1 名で、下流の産卵状況調査と同様の方法でアユの産着卵の有無を確認した。後述するように、この調査では産着卵を確認できなかったため、

2021 年 11 月 9 日の夕刻に築瀬の右岸側の瀬肩（図 1）に立ち込んで、プランクトンネット（NORPAC ネット、口径 45 cm、目合い 0.3 mm）により流下するアユ仔魚の採集を試みた。調査当日は降雨後で川の水は濁り、浮遊物による目詰まりが懸念されたため、5 分間の採集を 3 回行った。採集物はプールし、5% ホルマリンで固定した。採集時の水温は 14.7°C であった。

## 結果と考察

**下流域におけるアユの産卵状況** アユの産着卵はハネノセとボウフラの瀬で確認され、産卵面積はそれぞれ 74 m<sup>2</sup> および 1,352 m<sup>2</sup> で合計 1,426 m<sup>2</sup> であった。各地点の状況は以下のとおりであった。

(1) **ハネノセ** 瀬の右岸寄りで産着卵が確認された（図 2 の(A)）。水面のうねりが小さい、もしくは大きい部分では産卵しておらず、それらの中間的な部分で産卵していた。瀬の中央寄りは大石が多い早瀬であり、産着卵は確認されなかった。産卵面積は 74 m<sup>2</sup> と小規模であった。卵の埋没深は  $7.6 \pm 1.1$  cm（平均±標準偏差,  $n=10$ ）で、良好な産卵環境の目安である 10 cm<sup>2</sup> には達していなかった。

(2) **八戸川合流点** この地点では 2019 年から調査を行い、2 年続けて産着卵が確認された場所であった。河床は粒径 1~5 cm の礫が多く浮き石状態であった（図 3 の(F)）。アユの産卵場として適していると考えられたが、今回の調査では産着卵は確認できなかった（図 2 の(B)）。また、前年調査時には見ら



図 2. 各調査地点の平面図

(A)ハネノセ, (B)八戸川合流点, (C)谷住郷の瀬, (D)火の瀬, (E)長良の瀬~セジリの瀬. 黄色い網掛け部分は産卵範囲を, 矢印の向きは流向を示す.

れた、周辺での親アユの群れは見られなかった。

(3) 谷住郷の瀬 今回の調査では産着卵は確認できなかった(図2の(C)).

(4) 火の瀬 この地点では、江川漁協から河床が白くなっており産卵場となる可能性があるという情報を受け調査したが、今回の調査では産着卵は確認されなかった(図2の(D)). 瀬尻部分の白く見える部分は砂地であった。

(5) 長良の瀬, ボウフラの瀬, セジリの瀬 産着卵はボウフラの瀬で確認され、長良の瀬とセジリの瀬では確認されなかった(図2の(E)). 長良の瀬は全体的に河床の礫が大きく、さらに左岸側は緑藻が繁茂していた(図3の(G)). セジリの瀬は粒径5 cm以上の礫が多いことに加え、産卵を阻害する粒径20 cm以上の礫もあり、さらに大部分の礫に緑藻が繁茂していた(図3の(H)).

ボウフラの瀬では右岸寄りの滯筋の左岸側が産卵場となっていた(図2の(E)). 河床は粒径1~5 cmの礫が主体の浮き石底で、20 cm以上の礫は少なかった(図3の(I)). 産卵面積は、流速が速く確認が出来ない滯筋近くを除いて、1,352 m<sup>2</sup>と規模が大きく、ボウフラの瀬がこの年の主要産卵場だと考えられた。卵の埋没深は10.7±1.4 cm(平均±標準偏差, n=15)であり、良好な産卵環境の目安である10 cm<sup>2</sup>を超えていた。

**ダム上流域におけるアユの産卵状況** 糸瀬と築瀬の河床を踏査・潜水目視したが、アユの産卵床や産着卵を発見することはできなかった。築瀬(図4の(J))は流路が3つに分かれ、右岸側の流路の河床は粒径5 cmを超える礫が多く(図4の(K)), 左岸側および中央の流路ではさらに礫径25 cm以上の巨石が混じり、アユの産卵場として不適と考えられた。また糸瀬(図4の(L))は、右岸・左岸側とも粒径5 cmを超える礫や礫径25 cm以上の巨石が主体の河床であり(図4の(M)), アユの産卵場には不適と考えられた。以上の調査ではアユの産卵を確認できなかったが、これらの調査地点以外での産卵の可能性が残った。そこで、調査地点より上流域での産卵状況を調べるため、築瀬の瀬肩でプランクトンネットにより流下するアユ仔魚の採集を試みたところ、アユ仔魚が3尾採集された。この3尾は場所の特定はできないが糸瀬よりも上流でふ化したものであり、浜原ダム上流域での産卵を示すものである。通常、秋季になるとアユは産卵場となる河川下流域に向けて降下を始める。降下行動の引き金は、一定の成熟状態に達した後の降雨による環境要因の変化と考えられている。<sup>3)</sup>この環境要因は特定されていないが、<sup>3)</sup>出水と結びついていることが多いとされる。<sup>4)</sup>江の川の浜原ダム上流域での2021年9月~10月の降雨による水位変化の大きな出水は、9月上旬にみられた

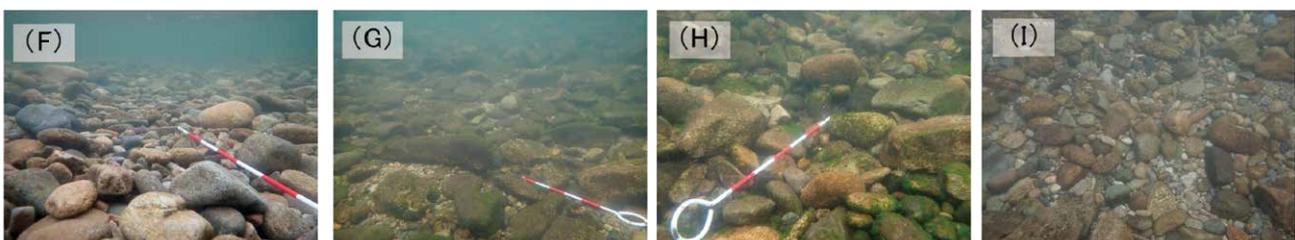


図3. 河床の状態

(F)八戸川合流点, (G)長良の瀬(左岸), (H)セジリの瀬, (I)ボウフラの瀬. F~Hではアユの産着卵は確認されず, Iでは確認された. 測量ポールの1目盛は5 cm.

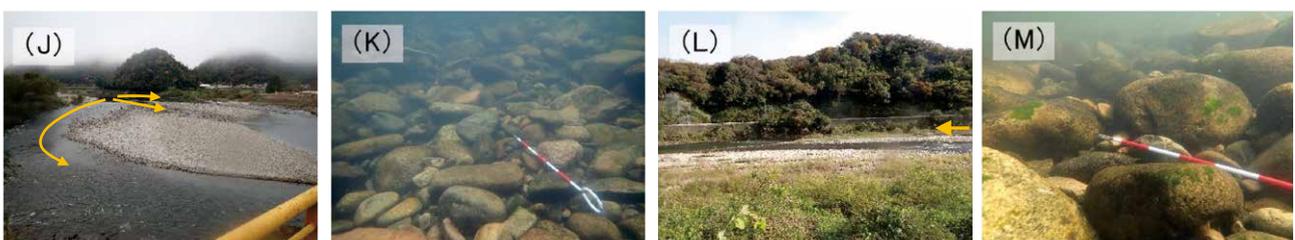


図4. 浜原ダム上流域の糸瀬および築瀬の外観と河床の状態

(J)築瀬の外観, (K)築瀬の河床(右岸), (L)糸瀬の外観, (M)糸瀬の河床(右岸). 矢印は流向を示す. 測量ポールの1目盛は5 cm.

のみであった(図5, 降水量は気象庁の三次観測所(過去の気象データ検索, <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/index.php>, 2022年9月21日入手), 水位は国土交通省の都賀観測所(水文水質データベース, <http://www1.river.go.jp/>, 2022年9月21日入手)の観測値). 浜原ダム上流域に生息していたアユのうち, この時期とこの規模の出水では降下しなかった群れがおり, これらが親魚となりダム上流域で産卵に至ったと推察される.

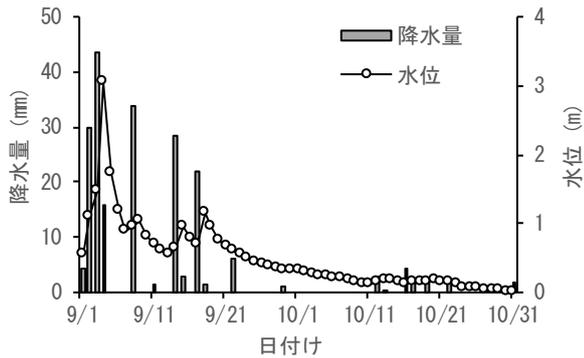


図5. 2021年9月~10月の江の川(浜原ダム上流域)における降水量(気象庁の三次観測所)と水位(国土交通省の都賀観測所)

## 謝辞

下流域の産卵状況調査では島根県水産技術センターの安原 豪研究員(現所属・島根県隠岐支庁農林水産局)に調査員として協力いただいた. 浜原ダム上流域の産卵状況調査では同センターの寺谷俊紀研究員にサポートしていただいた. ここに記して感謝申し上げます.

## 文献

- 1) 高橋勇夫, 寺門弘悦, 村山達朗: 島根県西部河川におけるアユ産卵場造成について. 島根水技セ研報, **2**, 39-48 (2009).
- 2) 高橋勇夫: 産卵場造成の必要性和その実際. 天然アユを増やすと決めた漁協のシンポジウム第1回天竜川大会記録集, 天然アユ保全ネットワーク, 2007, pp.11-18.
- 3) 井口恵一朗, 伊藤文成, 山口元吉, 松原尚人: 千曲川におけるアユの産卵降河移動. 中央水産研究所研究報告, **11**, 75-84 (1998).
- 4) 高橋勇夫, 東 健作: まだ謎の多いアユの降下行動, 「天然アユの本」, 築地書館, 東京, 2016, pp.34-39.

## 資料

# 中海のサルボウガイ垂下養殖試験地における 水質環境の季節変動および飼育深度帯の検討

古谷尚大<sup>1</sup>・佐々木 正<sup>1</sup>・開内 洋<sup>1a</sup>・石原成嗣<sup>1b</sup>

Seasonal changes in water quality environment and consideration of rearing depth zone of the ark shell *Anadara kagoshimensis* of the hanging culture experiment sites in Lake Nakaumi, Japan

Takahiro FURUTANI, Tadashi SASAKI, Hiroshi HIRAKIUCHI and Seiji ISHIHARA

キーワード: 中海, 水質, 溶存酸素, 塩分濃度, 飼育深度帯

中海は、島根県と鳥取県の県境に位置する閉鎖性の強い汽水湖である。東側は境水道により日本海と、西側は大橋川により宍道湖と繋がっているため、塩分環境は大きく変動し、塩分層が発達する。特に夏季の底層は貧酸素化が著しい特徴があり、<sup>1,2)</sup>平均水深は 5.4 m と浅いため、気象により水温も激しく変動する。<sup>3)</sup>

中海では、1963 年に開始された中海干拓淡水化事業にともなう水質の悪化により、<sup>4)</sup>サルボウガイ *Anadara kagoshimensis* の漁獲量が減少し、1977 年以降統計上の漁獲量はなくなった。<sup>5)</sup>しかし、2002 年に淡水化事業の中止が決定された後の 2006 年に実施した桁曳き調査において、少ないながらも一部の水域でまとまったサルボウガイの母貝集団の生息が確認されたことから、<sup>6)</sup>漁業関係者によりサルボウガイ漁業の再興が期待されるようになった。

その後、2014 年に島根県水産技術センターが実施した試験養殖<sup>7)</sup>を契機に、中海全域で島根県の漁業者による養殖が普及し、冬季を主体に地元の量販店や道の駅等に年間数トン程度の出荷が試みられている。

中海のサルボウガイの試験養殖では、パールネットや丸カゴ等を用いた垂下方式による養殖が実施されているが、表層は低塩分が、底層は夏季を主体に形成される貧酸素がサルボウガイの生育限界<sup>8-15)</sup>となり、養殖可能な深度帯は中層付近に限定される。

低塩分や貧酸素水塊の動態は、その年の降雨や塩分躍層の形成状況に応じて変動すること<sup>1-3)</sup>から、サルボウガイの養殖に適する深度帯は必ずしも毎年一定でないと考えられる。今後、中海におけるサルボウガイ養殖の振興を図るためには、貝の成長や生残に影響を及ぼす塩分、溶存酸素、水温、クロロフィル a 等の水質の季節的な変動を把握することが重要である。

そこで、中海のサルボウガイ養殖地における水質の季節的な変動を明らかにすることを目的として、サルボウガイの養殖試験を行っている地点を中心に、複数年に渡って水質のモニタリング調査を実施した。本稿では、6 年間の各地点の水質特性をまとめるとともに、主に塩分と溶存酸素の生息閾値からサルボウガイの養殖に適する深度帯についてもあわせて検討した。

## 材料と方法

水質のモニタリング調査の定点は、漁業者がサルボウガイの試験養殖を実施している 5 水域(境水道、中海北岸、中海西岸、中海南岸、中海東岸)の 13 定点(万原、下宇部尾、江島、馬渡、遅江、入江、大海崎、意東、荒島、赤江、安来(延縄)、安来(竹林礁)、島田)に加え、サルボウガイの天然採苗や中間育成の場として利用されている 2 水域(中海中央、

<sup>1</sup> 内水面浅海部 Inland Water Fisheries and Coastal Fisheries Division

<sup>a</sup> 現所属：漁業生産部 Fisheries Productivity Division

<sup>b</sup> 現所属：島根県西部農林水産振興センター Western Shimane Agriculture, Forestry and Fisheries Promotion Center

本庄) に設けた 2 定点の計 15 定点とした (図 1)。

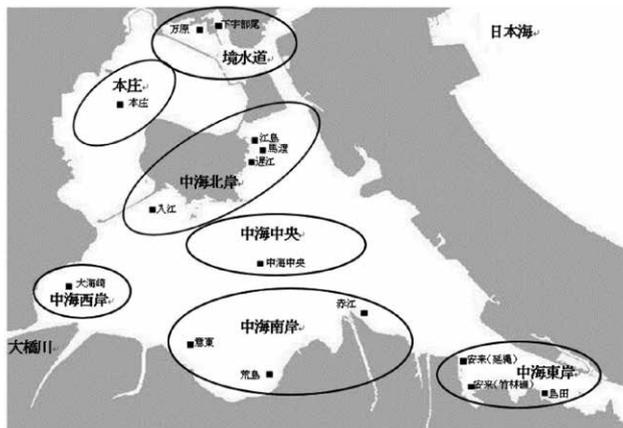


図 1. 水質調査の水域および定点

調査は試験船「わかさぎ丸, 0.8 トン」を用い, 2015 年 4 月から 2021 年 3 月まで基本的に月 1 回実施した (表 1)。水質の測定には多項目水質計 (Hydrolab MS5, OTT HydroMet 製) を使用し, 各定点において, 貝の成長や生残に影響を及ぼすと考えられる水温, 塩分, 溶存酸素 (以下, DO と記す) およびクロロフィル a 量の 4 項目について水面から湖底直上まで連続的に測定した。

表 1. 水質調査の年毎の実施月および月毎の観測回数

月/年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	観測回数
1月		○	○		○	○	○	5
2月		○	○				○	3
3月		○	○	○	○		○	5
4月		○	○	○	○	○	○	5
5月	○	○	○	○	○	○	○	6
6月	○	○	○	○	○	○	○	6
7月	○	○	○	○	○	○	○	6
8月	○	○	○	○	○	○	○	6
9月	○	○	○	○	○	○	○	5
10月	○		○	○				3
11月	○	○		○	○	○	○	5
12月	○	○			○	○	○	4

## 結果と考察

各調査定点で観測した水温, 塩分, DO およびクロロフィル a 量データについて, 月別・深度別に複数年の観測値の平均値, 最大値および最小値を算出した結果を表 2 から表 16 に示す。深度は水面から 0.5 m 間隔とした。また, 各地点の水深は季節や気圧によって変動するが, 湖底直上の深度には調査期間における観測値の平均値を用いた。

中海のサルボウガイの生残率に大きな影響を及ぼすと考えられる塩分と DO について, それぞれ低塩分と貧酸素の閾値を仮定した。塩分の閾値は, 生育に適さないとされる 10~14 psu 以下の条件<sup>8-11)</sup>から

14 psu とした。一方, DO の閾値は, 生化学的な観点からは 2.0 mg/L 以下<sup>19)</sup> とされているが, 本調査の観測頻度は月に 1 回程度と低いため, 貧酸素水塊の影響を過小評価する危険性を考慮し, 3.0 mg/L 以下<sup>16,17)</sup> とした。塩分と DO の全ての観測値を対象に, それぞれの閾値以下の数値が観測された確率について, 月別, 深度別に集計した結果を図 2 から図 16 (図中の数値) に示す。

また, クロロフィル a 量の平均値について, 各月の最大値を記録した深度帯を図 2 から図 16 (折れ線グラフ) に示す。

さらに, 前述の塩分と DO の閾値が観測された確率を主体に, 水温やクロロフィル a 量の観測値等も考慮して判定したサルボウガイの養殖に適する深度帯について, 図 2 から図 16 (網掛け部) に示す。

**水温** サルボウガイの室内実験では, 水温 32°C からへい死が確認され, 34°C では 5 日で全滅すると報告されている。<sup>11)</sup> 調査期間中において, 最も水温の上昇する表層では 7 月に境水道, 本庄, 中海北岸および中海南岸の各水域で 32°C 台を記録した年があったものの, 養殖を行っている中層では 30°C 未満であり, 通常養殖深度において高水温が問題になることは無いと考えられる。しかし, 猛暑時においてカゴ替え等の作業で港内へ養殖貝を一時的に垂下する場合には, 32°C を上回る可能性があることから注意する必要がある。

一方, サルボウガイの低温域の生育限界についての報告は無いが, 養殖貝が冬季に減耗することはほとんど無いことから, 通常養殖では低水温がサルボウガイの生残において問題になることは無いと考えられる。しかし, 中海の冬季における表層と下層の水温差は大きく (表 2~16), サルボウガイの成長を促すためには, より水温の高い深度帯で養殖カゴを垂下する方が好ましいと考えられる。

**塩分** サルボウガイの室内実験では, 塩分濃度 10~14 psu<sup>8-11)</sup> 付近を境にそれより低い塩分濃度はサルボウガイの生育に適さないとされている。また, 中海における垂下養殖試験では, 水温 20~27°C の条件のサルボウ稚貝の半数致死塩分は 10~12 psu<sup>14)</sup> と推定されている。調査期間中, 全ての水域の深度 2 m までの表層において, 本調査で仮定した閾値である 14 psu 以下の低塩分を記録した。これを水域別に見ると, 本庄水域以外の水域では, 秋季 (9~10 月) と冬季 (12~3 月) に高い確率で低塩分を記録し, この期間の表層は養殖に適さないことが示された。表層が低塩分となる要因について

は、秋季は、台風等の低気圧通過に伴う降雨量の増加および海面上昇による低塩分水の湖内での滞留期間の延長等が、冬季は、降雪による雪解け水の増加および海面の低下による海水の流入量の減少等が影響したものと考えられる。

一方、本庄水域については、高い確率で低塩分を記録したのは9月のみであり、他の水域とは傾向が異なった。本庄水域は、周囲を堤防に囲まれており、境水道や中海本湖と繋がる水路が狭く、より閉鎖的な環境であることに加え、流入する大河川が無いこと、陸水の影響を受けにくいことが要因として考えられる。

DO 貧酸素耐性は種により異なるが、サルボウガイは血液中にヘモシアニンよりも酸素伝達能力の高いヘモグロビンを有し、他二枚貝に比べて貧酸素耐性は高いとされる。<sup>11,18)</sup>二枚貝は貧酸素水に曝されると、陸上動物とは異なる嫌気呼吸代謝をすることが知られている<sup>19)</sup>が、サルボウガイは、無酸素化・貧酸素化に対する生化学的な応答から、溶存酸素が2 mg/L以下となると嫌気代謝が開始され、0.61 mg/Lより低下すると好気呼吸が止まることが明らかになっている。<sup>20)</sup>また、室内実験では、無酸素および貧酸素状態における半数致死日数は5~10日とされ、<sup>6,7)</sup>野外調査では、3.8 mg/L以下の貧酸素環境で成長が停滞することが確認されている。<sup>8)</sup>

また、夏季の中海の底層に形成される貧酸素水塊は、年により発生規模が異なり、貧酸素水塊が発達した年では、強風等の気象条件により水塊に傾きが生じて、貧酸素水塊が浅場に押し寄せる青潮現象も知られている。

本調査の観測頻度では、貧酸素水塊の挙動は把握できないため、貧酸素の影響を過小評価する危険性を考慮し、DOの閾値をやや高め、3.0 mg/L<sup>16,17)</sup>に設定して検討を行った。その結果、夏季(7~9月)には、全水域で貧酸素の発生がみられ、特に、下宇部尾と安来(竹林礁)を除く13定点の底層では、50%以上の高い確率で貧酸素が記録され(図2~16)、この期間の底層は養殖に適さないことが示された。

ここで、中海の各水域の代表的な地区における夏季(7~9月)の塩分およびDOの平均値について、年別に集計した鉛直分布を図17-1, 2に示す。夏季の鉛直分布を見ると、水深が3 m付近の浅い定点(大海崎, 安来(竹林礁))以外の各水域では、毎年、中層付近に塩分およびDOの躍層が形成され、その下層側に貧酸素の層が確認された。貧酸

素の層は、その年の躍層の形成状況により1~1.5 mの範囲で鉛直方向に変動していることが判明した。

なお、水深が3 m未満の定点(大海崎と安来(竹林礁))の底層では他の水深4 m以深の定点と比較して貧酸素の発生率は低かった。この理由としては、水深が浅い場所では海水が攪拌され易く、塩分躍層が形成され難いことが影響しているものと推察される。

**クロロフィル a 量** 中海における植物プランクトンの組成は、珪藻および渦鞭毛藻が優占しており<sup>21)</sup>、特に珪藻類はサルボウガイの好適な餌料となっていると考えられる。植物プランクトンの種の組成は季節毎に変遷し、その時の優占種により餌料価値も変化すると考えられるが、植物プランクトン量の指標であるクロロフィル a 量の値が高い場合は、概ねサルボウガイの成長が期待できるものと考えられる。調査期間中において、クロロフィル a 量は、ほぼ全ての水域で表層よりも中層付近で安定して高い傾向を示した。また、クロロフィル a 量の平均値の最大値は、ほぼ全ての水域において季節に関係なく湖底直上が特異的に高い値を記録する事例がいくつかあったが、この原因としては湖底直上に堆積したデトリタスに含まれる植物プランクトンの影響を受けた可能性<sup>14)</sup>があると推察される。

**まとめ** 中海におけるサルボウガイの試験養殖では、秋季に天然および人工採苗により取り上げた殻長1 cm程度の稚貝をパールネットや丸カゴ等の養殖カゴに収容して育成を開始し、約1年間の養成期間を経た翌年の冬季に殻長3 cm程度のサイズで出荷されるが、この育成期間中において特に問題となるのは夏季の管理である。夏季は高水温、低塩分および貧酸素等の環境条件が厳しく、養殖貝の活性が低下する時期であるが、これに加えて、フジツボ、ホトギスガイおよびヒドラ類等の付着生物が最も多い時期でもある。これらの付着生物は、水温が概ね20°C以上となる5月から10月に活動が活発となり、養殖貝や養殖カゴの表面に付着する。これらの付着生物の付着量が増加すると、餌料の競合やDOの不足等による養殖貝の成長停滞や生残率の低下を招き、これを防止するために行う養殖貝や養殖カゴの掃除作業の増加により、作業効率が大きく低下する。このため、サルボウガイの養殖工程における夏季の付着物対策は重要である。

サルボウガイの試験養殖では、経験的に塩分・DOの躍層より浅い深度帯ほどこれらの付着生物の

付着量が多く、躍層付近から下層では急激にその量が少なくなることが確認されている。これに対してサルボウガイは、これらの付着生物よりも貧酸素耐性が高く、<sup>11)</sup>他の付着生物の生育限界となる躍層付近の深度帯でも生育が可能であることが確認されている。従って、養殖カゴを垂下する深度帯の選択においては、単にサルボウガイに適する水質条件だけでなく、他の付着生物の付着量の多寡にも常に留意し、総合的に判断すべきであると考えられる。

夏季の塩分・DOの躍層の変動範囲(図17-1, 2)およびサルボウガイの生残率に大きな影響を及ぼす塩分とDOの閾値が発生する確率分布(図2~16)をもとに、前述の付着生物の条件も加えて判定した各定点におけるサルボウガイの季節別の養殖に適する深度帯について表17に示す。定点毎にやや傾向は異なるが、概ね、塩分・DOの躍層の変動範囲付近がサルボウガイの養殖に適した深度帯となることが示された。そして、養殖に適した深度帯の範囲は、養殖場所の水深に応じて変化し、その範囲は、水深6~7mでは1.5~2.0m、水深4~5mでは

1m程度、水深4m未満では0.5m程度と水深が浅いほど、その範囲が狭くなる傾向が示された。また、水深が5mより深い養殖場所では、冬季(12~1月)においてそれ以外の季節よりも0.5~1.5m程度深い深度帯に垂下することで、2~4°C高い環境でより成長を促進することが期待できると考えられる。この他、現在、試験養殖が実施されていない本庄水域や中海中央水域においても、養殖に適した深度帯は1m程度と狭いものの、養殖場として利用できる可能性が示された。

本調査において、中海におけるサルボウガイの季節別、場所別の養殖に適する深度帯がある程度明らかになったが、中海の様な閉鎖的な内湾は天候や陸水の影響を受け易く、今後、異常気象等の突発的な事象の発生時には本報告の範囲を超えて水質が変動する可能性が考えられる。したがって、実際の養殖においては、日常的に水質のモニタリングを継続し、サルボウガイの生育に適した深度帯を常に把握しておくことが重要であると考えられる。

表 2. 万原における月別深度別の水温、塩分、DO およびクロロフィル a

万原 (北緯 35.5315 東経 133.1759 )

水温(°C)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小																																	
0	17.7	20.2	15.8	20.0	21.9	18.5	23.4	25.8	18.7	29.2	32.5	26.6	29.1	31.0	26.9	23.8	25.1	22.6	20.5	22.7	19.3	17.0	17.4	16.6	10.1	12.0	8.5	7.2	7.9	6.5	4.1	4.1	4.1	10.8	12.0	9.7
0.5	16.6	20.1	13.5	19.6	21.2	18.3	23.9	26.3	19.1	28.8	32.5	26.6	28.9	30.9	27.2	23.4	25.2	22.4	20.4	22.6	19.3	16.2	17.4	14.7	10.1	12.0	8.8	7.6	8.9	6.5	7.0	9.3	5.0	10.7	12.9	8.8
1	16.6	20.0	13.1	19.5	20.8	18.0	23.5	26.2	17.8	28.8	32.5	26.5	28.9	30.8	27.0	23.4	25.3	22.4	20.7	22.5	19.0	16.3	17.4	14.8	10.4	11.9	9.7	7.6	8.8	7.1	6.8	9.0	4.9	10.7	12.7	8.9
1.5	16.4	19.9	13.0	19.5	20.9	17.9	23.5	26.3	18.3	28.6	31.6	26.4	28.7	30.7	27.0	23.3	25.1	22.4	20.2	22.3	19.1	16.3	17.1	14.8	10.7	11.8	9.8	7.6	8.7	7.2	6.6	8.6	4.7	10.7	12.8	9.6
2	16.4	20.0	13.0	19.5	20.9	18.1	23.2	25.8	18.0	28.1	29.5	26.2	28.7	30.3	27.0	23.3	24.3	22.6	20.6	22.3	19.0	16.4	17.4	15.1	10.9	11.9	10.0	7.7	8.7	7.0	6.6	8.7	4.5	10.7	12.9	9.6
2.5	16.4	20.0	13.1	19.4	20.5	18.0	22.8	25.0	17.9	27.3	28.2	25.9	28.8	30.0	27.0	23.2	23.9	22.4	20.4	22.2	19.4	16.8	17.8	16.2	11.2	12.1	9.8	8.1	8.8	7.1	6.8	8.7	4.6	10.8	12.7	9.7
3	16.6	20.0	13.4	19.3	20.5	18.1	22.2	24.4	18.4	26.3	28.2	24.1	28.5	29.5	27.3	23.5	24.1	22.5	21.1	22.2	19.9	17.3	19.2	16.2	12.2	12.9	10.9	8.5	9.2	7.2	7.2	8.7	5.1	11.0	12.4	10.4
3.5	16.2	19.8	13.9	19.0	20.1	18.2	21.7	24.0	18.0	25.7	28.1	23.4	28.1	28.9	26.7	23.8	24.5	22.9	21.8	22.3	21.0	18.4	19.7	17.6	13.1	13.6	12.4	9.3	10.3	7.5	8.2	9.8	5.6	11.4	12.6	10.8
4	15.8	18.8	14.0	18.7	19.8	18.3	21.4	23.8	18.0	25.1	27.7	23.0	27.4	28.7	25.8	24.2	25.0	23.2	22.3	22.7	21.8	19.3	20.4	18.2	14.0	14.8	13.3	10.3	11.6	8.4	9.8	10.4	8.8	11.8	12.8	11.0
4.5	15.6	18.1	14.0	18.3	19.4	17.9	21.1	23.1	18.5	24.6	26.9	22.6	27.3	28.4	25.2	24.6	25.8	23.6	22.5	22.8	22.2	19.6	20.4	18.6	14.6	15.4	13.7	11.1	12.5	9.1	11.2	11.3	11.2	12.1	13.0	11.2
5	15.4	17.7	14.0	18.1	19.3	17.7	20.9	22.9	18.0	24.4	26.2	22.5	26.9	27.9	25.1	24.7	25.7	23.6	22.4	22.4	22.4	19.7	20.7	19.0	14.9	15.9	13.9	11.7	12.9	9.7	11.6	12.5	11.3	12.3	13.1	11.3
5.5	15.3	17.6	14.1	18.0	19.2	17.6	20.4	22.7	15.4	24.4	25.4	23.6	26.7	27.4	25.9	24.6	25.7	23.8	22.6	23.1	22.2	19.6	20.6	19.2	15.1	16.1	14.0	12.0	13.3	10.1	11.7	12.3	11.3	12.3	13.1	11.3
6	15.8	17.6	14.6	18.1	19.0	17.6	20.1	22.5	14.4	24.0	24.8	23.5	26.1	26.7	25.4	24.5	25.7	23.6	23.5	23.5	23.5	19.7	20.4	19.3	15.9	15.9	15.9	12.0	13.3	10.1	11.9	12.5	11.5	12.4	13.0	11.3
6.5	15.3	17.6	14.1	17.9	18.7	17.5	20.3	22.0	16.6	23.2	24.2	22.3	25.3	26.1	24.5	24.5	25.9	23.5	22.8	23.8	22.2	19.5	20.2	19.3	15.2	16.1	14.1	12.2	13.8	10.5	11.9	12.5	11.5	12.4	13.0	11.3

塩分(psu)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小																																	
0	23.6	24.1	22.8	23.8	26.3	16.8	25.1	31.0	21.4	20.9	28.8	11.2	24.6	26.9	21.4	15.6	23.5	10.1	17.5	22.6	13.6	24.2	24.4	24.1	21.6	23.7	17.3	20.7	21.6	19.7	15.8	15.8	15.8	16.3	18.8	14.4
0.5	21.9	24.1	19.1	24.0	26.3	16.9	23.7	32.7	16.4	19.7	28.9	10.8	24.2	26.9	21.4	16.1	23.5	10.1	17.5	22.7	13.6	22.8	24.4	19.5	21.6	23.7	17.2	21.3	25.1	16.0	17.4	19.2	15.5	16.0	19.0	14.4
1	22.0	24.1	19.1	24.0	26.3	17.3	23.8	30.5	16.5	19.8	29.1	10.8	25.0	27.0	21.4	16.1	23.5	10.1	17.6	22.6	13.6	22.8	24.4	19.7	21.8	23.7	18.0	21.8	23.7	18.0	17.5	19.5	15.6	16.1	19.1	15.1
1.5	22.2	24.3	19.5	24.2	26.4	17.4	24.2	31.4	16.7	19.9	29.2	11.1	24.7	26.9	21.1	16.4	23.5	11.3	15.5	17.0	14.0	22.9	24.7	19.7	22.5	24.8	18.7	22.8	25.9	16.5	18.8	20.7	16.2	17.4	19.4	15.6
2	22.5	24.3	20.2	24.5	26.4	18.5	24.6	31.0	17.6	20.8	29.4	11.7	25.4	27.2	22.9	17.3	23.5	12.9	18.1	22.8	14.1	23.2	25.4	19.8	22.8	25.3	18.9	23.4	26.1	18.4	18.6	20.3	16.7	17.9	20.1	16.1
2.5	23.0	24.8	20.6	24.8	26.7	19.4	25.4	31.2	19.2	22.7	29.5	13.7	25.8	27.7	23.3	19.0	23.5	14.2	16.2	17.7	14.8	23.5	26.0	19.8	23.3	25.6	20.0	23.8	27.0	18.4	19.1	20.7	17.7	20.0	22.8	17.7
3	24.4	26.6	21.7	26.1	28.3	24.6	27.0	31.4	23.0	25.4	29.6	21.7	26.1	28.2	24.0	20.8	24.0	14.9	19.8	23.7	17.0	24.0	27.2	19.8	24.6	27.2	21.3	25.0	29.1	18.8	19.5	20.7	18.0	20.4	26.7	17.9
3.5	25.9	28.1	24.8	27.8	30.1	25.4	28.9	32.7	24.4	28.1	30.7	24.8	27.6	29.6	25.1	22.6	26.3	16.3	24.5	28.4	21.1	25.4	28.8	20.1	27.1	28.8	25.9	27.0	29.7	22.1	22.2	26.2	19.2	24.9	29.4	19.5
4	28.7	29.4	26.9	29.7	31.6	26.9	30.4	34.9	26.3	29.7	31.5	27.3	29.7	31.1	27.4	26.0	27.8	22.7	27.8	31.9	23.3	28.5	30.4	25.3	29.1	30.5	27.1	29.1	30.7	26.6	25.6	31.4	21.5	28.8	30.5	27.4
4.5	30.5	31.3	30.1	31.3	33.0	30.1	31.3	35.9	27.5	30.7	31.9	28.0	30.6	31.7	27.9	28.5	30.6	26.6	29.8	32.3	27.0	30.2	31.4	27.9	30.1	32.0	28.1	30.2	31.4	27.7	30.3	32.9	28.8	30.3	32.9	28.8
5	31.3	33.1	30.3	32.0	33.7	30.9	32.0	36.5	28.6	31.2	32.8	28.4	31.2	32.3	28.7	29.4	31.4	27.5	30.6	32.5	29.0	30.5	31.5	28.5	30.6	32.7	28.5	31.0	32.3	29.0	31.5	32.4	29.9	30.8	33.8	29.0
5.5	31.6	33.2	30.6	32.5	34.1	31.6	32.4	37.1	28.9	31.6	32.9	28.7	31.7	32.6	29.3	29.8	31.3	28.2	30.5	30.5	30.5	30.8	32.0	28.7	31.0	33.6	28.6	31.3	32.8	28.9	31.7	32.5	30.1	31.2	34.2	29.2
6	31.9	33.4	30.8	32.6	34.2	31.8	35.4	39.2	29.0	31.5	33.0	29.1	31.9	32.7	29.6	30.2	31.7	28.4	30.8	32.6	29.2	30.9	32.0	29.0	31.1	33.9	28.5	31.5	33.2	29.2	31.7	32.5	30.3	31.4	34.2	29.5
6.5	32.6	33.5	31.2	32.5	33.1	31.8	33.6	40.6	29.3	32.2	33.2	31.3	31.7	32.6	29.6	30.5	31.9	28.5	29.8	29.8	29.8	30.7	31.9	29.1	33.9	33.9	33.9	30.7	31.9	29.1	33.9	33.9	33.9	30.7	31.9	29.1
6.7	32.0	33.6	30.9	33.0	34.4	31.9	33.1	39.4	29.4	32.0	33.5	29.4	32.3	33.1	30.0	30.8	32.0	29.3	31.1	32.7	29.7	31.0	31.9	29.1	31.1	33.9	28.7	31.6	33.2	29.5	31.8	32.5	30.6	31.6	34.4	29.8

DO(mg/L)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小																					
0	8.3	8.7	8.0	8.0	8.0	7.9	7.7	8.1	7.3	7.0	7.4	6.4	7.0	7.9	6.6	8.6	9.3	8.2	8.2	8.6	7.8	8.1	8.2	8.0	9.7	10.4	9.3	10.1	10.1	10.1	11.4	11.4	11.4	10.0	10.4	9.7
0.5	8.7	9.7	8.2	8.0	8.6	7.8	8.0	8.6	7.5	7.0	7.7	6.3	7.0	8.0	6.6	8.7	9.7	8.0	8.2	8.6	7.8	8.2	8.5	7.9	9.6	10.0	9.2	9.9	10.7	9.3	10.8	11.2	10.4	10.0	10.7	9.6
1	8.8	9.7	8.3	8.1	8.8	7.7	8.0	8.4	7.6	7.1	7.9	6.4	7.1	8.1	6.6																					

表 3. 下宇部尾における月別深度別の水温, 塩分, DO およびクロロフィル a

下宇部尾 (北緯 35.5343 東経 133.1807 )  
水温(°C)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小																																	
0	16.1	16.8	15.6	20.4	21.1	19.3	23.4	26.2	18.7	29.2	32.2	27.4	28.1	30.1	26.7	23.8	23.8	23.8	20.9	22.2	19.6	17.3	17.3	17.3	9.9	10.3	9.4	7.3	8.7	5.9				11.3	12.0	10.6
0.5	15.9	17.6	13.6	20.0	21.1	18.7	23.9	26.4	18.7	29.3	32.2	28.0	28.8	30.1	27.2	22.3	25.1	17.8	20.9	22.2	19.5	16.1	17.3	14.4	10.4	11.6	9.3	7.4	8.7	5.9	8.8	8.8	8.8	11.7	12.8	10.3
1	15.7	17.6	13.3	19.9	21.0	18.7	23.7	26.3	18.4	29.2	32.0	28.0	28.8	30.1	27.1	22.1	25.0	17.2	20.8	22.1	19.4	16.2	17.4	14.4	10.4	11.6	9.3	7.4	8.6	6.1	8.7	8.7	8.7	11.7	12.8	10.3
1.5	15.5	17.5	13.1	19.7	20.9	18.4	23.7	26.5	18.2	29.2	31.9	28.1	28.7	30.0	26.9	22.0	25.0	17.2	20.6	22.0	19.2	16.1	17.3	14.5	10.6	11.6	9.6	7.4	8.7	6.2	8.6	8.6	8.6	11.6	12.9	10.2
2	15.4	17.0	13.0	19.6	20.9	18.2	23.2	25.6	18.2	29.0	31.3	28.2	28.7	30.0	26.9	22.2	24.8	17.4	20.8	22.0	19.6	16.0	17.1	14.7	10.8	11.6	10.0	7.4	8.5	6.4	8.5	8.5	8.5	11.5	13.0	10.0
2.5	15.2	16.5	12.9	19.4	20.4	18.2	22.9	24.9	18.4	28.0	28.3	27.6	28.8	29.9	26.9	22.1	24.1	17.7	21.1	22.0	20.1	16.0	17.1	14.8	11.0	12.0	10.1	7.3	8.5	6.6	8.5	8.5	8.5	11.4	12.8	10.0
3	15.2	16.2	13.0	19.3	20.1	18.2	22.4	24.5	18.3	27.6	28.4	26.9	28.7	30.2	26.8	22.0	23.6	17.8	21.5	22.2	20.7	16.0	17.0	15.3	11.3	12.5	10.5	7.5	8.4	6.9	8.6	8.6	8.6	11.2	12.2	10.1
3.5	15.3	16.6	13.3	19.2	20.2	18.1	22.0	23.7	18.4	26.7	28.4	25.6	28.6	29.7	26.8	21.9	23.4	17.4	22.0	22.2	21.8	16.3	17.0	15.9	11.5	13.0	10.7	7.7	8.7	7.0	8.5	8.5	8.5	11.2	12.2	10.3
4	15.3	16.6	13.5	19.1	20.2	18.0	21.7	23.4	18.2	26.0	28.4	24.4	28.2	29.5	26.6	22.4	24.1	18.6	22.2	22.3	22.1	16.6	17.3	15.9	12.1	14.0	11.0	8.0	8.8	7.2	8.5	8.5	8.5	11.2	12.2	10.4
4.5	15.4	16.4	13.8	18.8	20.0	17.8	21.3	23.0	18.1	25.6	28.0	24.0	27.8	29.0	26.1	22.5	24.4	18.1	22.3	22.4	22.1	17.0	18.3	16.0	12.8	14.5	11.8	8.5	9.5	7.4	8.7	8.7	8.7	11.5	12.5	10.7
5	15.3	16.2	13.9	18.6	19.6	17.8	21.1	22.8	18.1	25.4	27.6	23.9	27.5	28.6	25.8	22.4	24.5	17.5	22.3	22.5	22.2	17.2	19.0	16.1	13.5	15.1	12.7	9.2	10.7	8.4	9.6	9.6	9.6	12.3	12.6	11.9
5.5	15.2	15.7	13.9	18.4	18.8	18.2	20.9	22.7	18.0	25.1	27.3	23.6	27.1	28.3	25.5	23.8	24.7	23.2	22.5	22.6	22.4	17.8	19.2	16.3	14.3	15.4	13.1	11.4	11.4	11.4	10.0	10.0	10.0	12.5	12.8	12.2
5.9	15.3	15.7	14.0	18.2	18.9	17.7	20.6	22.4	18.0	24.9	26.7	23.5	26.8	28.2	24.4	22.1	24.7	17.3	22.6	22.8	22.4	18.9	19.5	18.3	14.1	15.9	13.2	10.5	12.6	9.2	10.7	10.7	10.7	12.1	13.2	10.9

塩分(psu)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小																																	
0	14.3	21.7	2.3	23.2	26.3	17.6	24.3	30.7	21.3	20.1	28.3	10.3	17.9	24.3	1.9	23.4	23.4	23.4	14.5	15.5	13.5	23.2	23.2	23.2	22.1	22.1	22.0	21.0	24.8	17.2				8.7	15.0	2.3
0.5	21.1	23.5	17.9	23.7	26.6	17.6	23.0	30.7	16.0	18.2	28.2	10.3	24.5	26.3	21.6	16.3	23.6	9.4	14.5	15.6	13.5	21.5	23.2	19.3	22.8	23.3	22.1	19.6	25.0	14.9	18.8	18.8	18.8	16.4	18.3	15.0
1	21.5	23.6	18.7	23.7	26.7	17.6	23.2	31.2	16.1	18.4	28.3	10.5	24.5	26.5	21.7	16.5	23.9	9.8	14.8	16.0	13.5	21.5	23.3	19.4	23.1	23.7	22.5	20.1	25.2	15.1	18.9	18.9	18.9	16.4	18.3	15.2
1.5	21.9	24.3	19.1	23.8	26.7	17.7	23.5	31.1	17.3	18.9	28.9	10.6	24.7	26.9	21.8	16.8	23.9	10.5	15.1	16.2	13.9	21.8	23.8	19.3	23.3	24.0	22.8	20.9	25.3	16.6	19.0	19.0	19.0	17.1	19.0	15.9
2	22.6	26.2	19.7	24.5	28.8	17.7	25.0	31.4	21.6	20.9	28.9	12.0	24.9	27.2	21.9	17.2	23.9	11.4	15.7	16.3	15.2	21.9	24.0	19.4	23.5	24.1	23.2	21.9	25.2	17.2	19.4	19.4	19.4	17.5	19.5	16.3
2.5	23.1	27.7	19.8	25.4	30.1	18.2	26.1	32.5	23.5	23.6	29.0	12.9	25.3	27.7	21.9	18.7	23.9	15.9	16.4	16.4	16.4	21.9	24.1	19.4	23.9	24.2	23.4	21.9	25.2	18.7	19.3	19.3	19.3	17.8	19.7	16.8
3	23.7	29.6	20.3	26.3	31.8	19.8	27.6	32.8	25.7	25.5	29.0	17.0	26.1	28.3	22.2	20.1	23.9	16.1	18.6	19.6	17.5	22.1	24.3	19.4	24.4	24.7	24.2	22.6	25.3	20.8	19.5	19.5	19.5	18.7	20.1	17.9
3.5	24.2	30.7	20.6	27.1	33.1	21.6	28.9	33.1	27.1	28.7	31.4	24.3	27.3	29.5	23.7	22.0	26.9	17.2	21.3	24.6	18.0	22.1	24.4	19.5	25.1	25.6	24.8	22.9	25.5	20.8	19.8	19.8	19.8	19.3	20.9	18.5
4	25.2	31.5	21.3	28.4	33.5	25.0	29.9	33.5	28.1	30.4	32.8	27.3	29.1	31.0	25.5	24.6	32.0	18.1	23.9	28.9	19.0	22.4	24.5	19.9	26.2	27.4	24.8	20.6	20.6	20.6	21.1	22.5	20.2			
4.5	27.0	32.0	24.1	29.5	34.1	25.4	30.9	34.6	28.9	31.3	33.7	28.1	30.2	31.9	26.6	25.6	33.0	18.7	25.5	30.0	21.0	22.6	24.8	19.8	27.6	27.8	27.4	25.6	26.8	24.7	21.1	21.1	21.1	27.0	28.1	24.8
5	28.2	32.1	25.4	30.8	34.3	27.9	31.6	35.0	29.7	31.8	34.0	28.8	30.9	32.6	27.4	28.4	33.7	25.0	27.5	31.0	24.1	23.2	25.2	20.9	29.1	30.0	28.2	27.7	29.6	26.7	25.4	25.4	25.4	28.9	30.1	27.7
5.5	30.4	32.3	27.9	30.8	32.3	29.1	32.2	34.3	30.3	32.4	34.3	27.8	31.4	33.3	27.8	31.3	34.0	27.4	30.0	31.4	28.7	25.7	27.4	23.8	29.7	30.2	29.1	30.3	30.3	29.1	29.9	29.9	29.9	30.3	30.8	29.9
5.9	30.6	32.3	28.8	32.1	34.7	29.4	32.9	35.5	30.9	32.8	34.7	29.5	31.7	33.7	28.0	31.9	34.4	28.5	30.9	31.8	29.9	28.6	29.6	27.7	30.2	30.5	29.7	29.9	32.7	27.8	29.6	29.6	29.6	31.3	31.7	31.0

DO(mg/L)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小															
0	8.9	9.6	8.6	7.9	8.2	7.7	7.6	8.0	7.4	6.9	7.3	6.3	7.0	7.9	6.7	7.8	7.8	8.0	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	9.4	9.8	8.9	9.2	9.7	9.6				10.4	10.7	10.2
0.5	8.6	9.5	8.2	7.9	8.4	7.6	7.8	8.0	7.5	7.0	7.6	6.2	6.9	7.4	6.7	9.0	10.1	8.8	8.4	8.4	8.3	8.4	8.7	8.1	9.5	9.9	8.8	10.7	10.7	9.7	10.5	10.5	10.5	10.0	10.3	9.9
1	8.7	9.7	8.3	8.0	8.5	7.5	8.0	8.2	7.7	7.1	7.8	6.1	7.0	7.5	6.7	9.2	10.3	8.1	8.4	8.6	8.3	8.3	8.6	8.0	9.6	10.0	8.7	10.2	10.8	9.5	10.5	10.5	10.5	10.1	10.4	9.9
1.5	8.8	9.9	8.4	8.0	8.5	7.5	8.1	8.3	7.9	7.1	8.0	6.0	6.9	7.5	6.7	9.3	10.4	8.0	8.5	8.7	8.3	8.2	8.5	8.0	9.6	10.1	8.6	10.1	10.7	9.4	10.5	10.5	10.5	10.3	10.6	9.8
2	8.8	9.9	8.3	8.0	8.6	7.5	8.3	8.6	8.0	7.1	8.1	5.9	7.0	7.6	6.6	9.3	10.6	7.9	8.4	8.7	8.1	8.2	8.5	8.1	9.6	10.2	8.5	10.2	10.7	8.4	10.5	10.5	10.5	10.4	10.9	9.8
2.5	8.7	9.9	8.3	8.1	8.7	7.4	8.4	9.0	8.0	7.3	8.2	5.9	7.0	7.7	6.6	9.3	10.7	7.8	8.2	8.7	7.8	8.2	8.4	8.1	9.6	10.2	8.5	10.1	10.7	9.4	10.5	10.5	10.5	10.4	10.9	9.8
3	8.7	9.9	8.2	7.9	8.6	6.5	7.9	9.1	5.9	7.5	8.8	5.9	7.0	7.8	6.4	8.7	10.0	7.6	8.0	8.6	7.4	8.1	8.2	8.0	9.5	10.2	8.5	10.0	10.4	9.3	10.4	10.4	10.4	10.5	10.9	9.9
3.5	8.6	9.9	7.9	7.8	8.4	6.4	7.5	9.0	5.0	6.7	7.6	5.7	6.6	6.9	5.4	7.																				

表4 本庄における月別深度別の水温, 塩分, DO およびクロロフィル a

本庄 (北緯 35.5147 東経 133.1551 )

水温(°C)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小																											
0	16.8	17.3	16.0	20.2	21.3	18.8	24.2	26.1	20.3	29.0	32.2	26.6	27.7	30.6	25.8	23.5	24.3	22.8	21.0	22.7	20.0	15.8	16.9	14.7	9.5	9.8	9.4	7.0	8.5	6.2	4.8	4.8	4.8	10.9	13.1	9.3
0.5	16.8	20.2	13.7	19.9	21.2	18.7	24.7	27.1	20.1	28.9	32.4	26.6	29.1	31.4	27.2	23.7	25.4	22.9	21.0	22.8	20.0	16.2	17.2	14.7	10.2	12.2	9.2	7.1	8.6	6.2	6.5	8.2	4.8	10.7	12.9	8.9
1	16.8	20.2	13.7	19.9	21.2	18.6	24.3	26.9	19.8	28.7	32.4	26.5	29.3	31.4	27.1	23.6	25.4	22.7	21.0	22.8	19.9	16.2	17.2	14.7	10.2	12.2	9.1	7.1	8.6	6.2	6.6	8.4	4.8	10.7	12.9	9.0
1.5	16.8	20.2	13.7	19.9	21.1	18.6	24.0	26.6	19.7	28.6	32.4	26.4	29.0	31.1	27.1	23.7	25.4	22.7	20.8	22.7	19.7	16.3	17.2	14.7	10.2	12.2	9.2	7.2	8.6	6.5	6.8	9.4	4.8	10.7	12.9	9.0
2	16.7	20.1	13.5	19.8	21.0	18.6	23.6	26.2	19.7	28.5	32.2	26.1	29.1	31.0	27.0	23.5	24.8	22.3	21.1	22.7	19.5	16.2	17.1	14.7	10.3	12.2	9.3	7.2	8.7	6.6	6.8	9.5	4.7	10.6	12.6	9.1
2.5	16.6	20.1	13.5	19.8	21.0	18.6	23.6	26.1	19.9	27.8	28.5	26.1	28.9	30.8	26.9	23.4	24.4	22.5	20.5	22.4	19.4	16.2	16.9	14.7	10.4	12.2	9.4	7.2	8.7	6.6	6.8	9.5	4.6	10.5	12.4	9.2
3	16.6	20.1	13.4	19.7	21.0	18.6	23.5	26.0	20.0	27.7	28.3	25.9	29.0	30.7	26.9	23.5	24.2	22.6	20.4	22.2	19.4	16.4	16.8	15.7	10.6	12.2	9.7	7.2	8.6	6.5	6.7	9.3	4.6	10.4	12.4	9.3
3.5	16.6	19.9	13.4	19.6	21.0	18.5	23.3	25.9	19.9	27.3	28.4	25.7	28.8	30.3	26.8	23.5	23.9	22.5	20.6	22.0	19.7	16.6	16.9	16.1	10.7	12.2	9.9	7.5	8.6	6.4	6.9	9.3	4.6	10.4	12.3	9.4
4	16.5	19.8	13.4	19.6	21.0	18.5	23.1	25.6	20.1	26.9	28.4	25.4	28.5	29.7	26.8	23.4	24.0	22.4	21.8	21.9	21.7	17.1	17.8	16.5	10.9	12.2	10.0	7.8	8.6	6.3	7.1	9.2	4.9	10.6	12.1	9.7
4.5	16.3	19.7	13.4	19.5	20.9	18.6	22.8	25.5	19.8	26.5	28.3	24.7	28.4	29.0	26.7	23.4	24.2	22.4	21.2	22.3	20.0	17.7	18.7	17.1	11.4	12.2	10.5	8.1	9.0	6.3	7.6	9.2	5.9	10.7	12.0	10.0
5	16.0	19.6	13.5	19.4	20.5	18.5	22.3	25.1	19.0	25.8	28.0	24.2	27.9	29.1	26.6	23.6	24.2	22.5	21.7	22.4	20.9	18.4	19.7	17.2	11.7	12.6	10.9	8.4	9.7	6.3	8.3	9.2	7.2	10.9	12.1	9.7
5.5	14.9	15.7	13.6	19.1	20.4	18.0	22.1	24.7	19.4	24.6	25.8	23.3	27.7	29.0	26.4	23.7	24.3	22.6	21.9	22.4	21.4	19.4	19.9	18.5	12.5	13.0	11.9	8.2	9.7	6.3	9.3	9.3	9.3	11.3	12.2	10.6
5.9	15.8	19.0	13.7	18.8	20.3	17.7	21.7	23.9	19.6	24.8	27.3	23.3	27.1	28.6	25.4	23.8	24.6	22.8	22.0	22.4	21.8	19.4	20.3	17.6	12.9	13.9	12.1	9.2	10.1	7.7	9.2	9.7	8.3	11.2	12.5	9.6

塩分(psu)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小																																	
0	21.2	22.7	18.8	22.3	25.6	17.3	23.4	29.5	17.7	21.3	28.2	10.8	17.3	26.4	2.0	7.5	12.9	2.0	14.4	21.7	6.0	22.7	22.9	22.4	21.2	22.5	20.5	22.1	25.8	17.5	17.8	17.8	17.8	17.5	20.7	14.7
0.5	21.4	24.5	18.8	22.8	25.6	17.3	22.7	29.5	15.8	19.5	28.1	10.5	23.3	26.4	18.4	16.5	22.4	8.1	17.0	21.7	13.8	21.3	23.2	17.4	22.1	23.6	20.8	22.1	25.7	17.5	16.9	18.9	14.1	17.1	20.6	14.6
1	21.5	24.5	19.0	22.9	25.6	17.3	23.3	29.8	17.0	19.5	28.3	10.5	23.5	26.4	18.5	16.8	22.4	8.7	17.0	21.5	13.8	21.5	24.1	17.4	22.3	23.5	20.7	22.3	25.7	17.9	18.6	19.2	17.8	17.1	20.6	14.7
1.5	21.6	24.5	19.2	22.8	25.6	17.3	23.4	29.9	17.2	19.6	28.3	10.5	24.2	27.1	18.5	17.1	22.5	9.1	17.0	21.5	13.9	21.5	24.0	17.4	22.5	23.6	20.9	22.8	25.8	19.6	19.4	21.4	17.9	17.2	20.7	14.8
2	21.8	24.5	19.2	22.8	25.6	17.2	23.7	29.8	17.3	19.8	28.4	10.6	23.7	26.6	18.9	17.7	22.4	11.1	21.5	24.2	17.5	22.6	23.8	21.1	22.9	25.8	19.9	19.5	21.4	18.0	19.5	21.4	18.0	17.5	20.8	14.9
2.5	22.0	24.6	19.3	22.9	25.6	17.5	24.0	29.8	17.4	21.4	28.4	11.0	24.7	27.1	21.0	18.3	22.5	13.5	17.4	21.6	14.1	21.6	24.6	17.4	22.7	24.0	21.4	23.0	25.8	20.3	19.5	21.3	18.0	17.8	20.9	15.2
3	22.0	24.5	19.4	23.3	25.6	19.2	24.3	29.7	18.0	22.3	28.6	13.6	24.8	26.7	23.1	19.2	23.5	14.9	17.9	21.8	14.3	21.7	24.8	17.5	23.0	24.1	22.2	23.2	25.7	20.4	19.6	21.4	18.2	18.4	21.1	15.5
3.5	22.3	24.5	20.3	23.6	25.6	20.3	25.1	29.7	19.9	23.5	28.7	17.8	25.5	27.1	23.4	20.3	24.2	15.5	19.2	22.4	15.9	22.2	25.1	18.7	23.2	24.6	22.3	23.7	25.8	20.8	20.0	21.4	18.3	19.6	21.5	18.5
4	22.9	24.6	20.8	24.3	26.2	20.8	25.8	29.6	21.0	24.3	28.8	20.7	26.4	28.2	24.4	20.8	24.7	15.8	19.6	19.8	19.4	22.6	25.6	18.9	23.9	25.1	23.3	24.1	25.8	21.1	21.0	21.4	20.3	22.2	23.6	18.8
4.5	23.9	25.1	21.2	24.9	26.6	21.9	26.6	29.9	22.2	25.5	29.0	21.6	27.2	29.7	25.0	21.2	25.1	16.5	24.0	24.5	23.4	24.0	26.1	23.0	24.3	26.1	23.6	24.8	26.1	21.8	22.7	23.7	21.4	23.3	27.3	19.2
5	25.4	27.1	23.6	26.0	27.3	23.9	27.5	30.4	23.8	27.0	29.3	24.5	27.5	29.7	26.5	21.8	25.3	17.7	24.1	25.9	20.4	25.1	27.0	23.5	25.2	26.5	24.6	25.3	26.6	22.6	23.9	25.1	21.4	24.4	28.0	20.0
5.5	26.5	28.5	25.1	26.7	28.2	24.7	28.4	30.7	24.5	28.0	30.5	26.7	28.5	30.5	26.7	22.3	25.3	18.4	28.8	28.8	28.8	26.8	28.2	24.3	26.2	28.2	24.6	26.2	28.2	24.6	21.8	21.8	21.8	25.9	29.4	21.5
5.9	27.7	29.6	25.6	28.1	28.8	27.5	29.2	31.2	25.5	29.5	30.6	28.3	29.1	30.9	27.5	24.0	25.5	21.5	27.5	30.1	22.6	27.8	29.1	25.6	26.9	28.5	25.3	26.4	27.5	25.6	25.0	25.8	23.8	26.8	30.0	22.6

DO(mg/L)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小												
0	8.4	8.6	8.3	7.9	8.1	7.8	7.7	8.3	7.2	6.9	7.2	6.3	8.4	12.9	6.6	8.8	8.9	8.7	8.2	8.8	7.9	8.6	9.0	8.4	9.9	10.0	9.8	10.1	10.4	9.6	11.0	11.0	11.0	9.8	10.7	8.9
0.5	8.4	9.0	7.8	7.9	8.2	7.7	7.8	8.3	7.2	7.0	7.4	6.3	7.1	7.7	6.6	8.7	10.0	7.8	8.4	9.0	8.0	8.5	8.9	8.3	9.6	10.0	8.9	10.2	10.5	9.6	10.6	10.9	10.3	9.9	10.7	9.6
1	8.5	9.1	7.8	7.9	8.2	7.6	7.9	8.4	7.6	7.1	7.9	6.3	7.3	7.8	6.6	8.9	10.2	7.8	8.5	9.2	8.1	8.5	9.0	8.2	9.6	10.2	8.9	10.2	10.5	9.6	10.6	10.9	10.3	10.0	10.8	9.6
1.5	8.5	9.1	7.8	8.0	8.4	7.6	7.9	8.5	7.6	7.1	8.0	6.2	7.3	7.9	6.7	9.0	10.3	7.8	8.6	9.4	8.2	8.5	8.9	8.3	9.6	10.2	8.9	10.1	10.5	9.4	10.4	10.9	10.1	10.1	10.8	9.6
2	8.5	9.2	7.8	8.0	8.5	7.5	8.0	8.5	7.6	7.2	8.0	6.1	7.4	8.0	6.7	9.1	10.3	7.8	8.9	9.4	8.4	8.5	8.9	8.3	9.6	10.3	8.9	10.1	10.5	9.3	10.5	10.9	10.1	10.2	10.9	9.7
2.5	8.6	9.3	7.8	8.0	8.6	7.5	8.1	8.6	7.5	7.2	8.1	6.0	7.4	8.1	6.8	9.0	10.4	7.8	8.7	9.5	8.2	8.5	8.9	8.3	9.5	10.3	8.9	10.1	10.5	9.3	10.5	10.8	10.2	10.2	10.9	9.8
3	8.6	9.4	7.8	8.0	8.6	7.5	8.1	8.8	7.5	7.2	8.1	6.0	7.3	8.1	6.9	8.5	9.0	7.5	8.7	9.4	8.3	8.4	8.5	8.3	9.4	10.3	8.9	10.0	10.5	9.3	10.6	10.8	10.3	10.2	10.8	9.7
3.5	8.6	9.5	7.8	8.0	8.6	7.5	8.2	8.9	7.5	6.7	8.1																									

表 5. 江島における月別深度別の水温, 塩分, 溶存酸素およびクロロフィル a

江島 (北緯 35.4985 東経 133.1946 )

水温(°C)		4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
深度m	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小																			
0	16.5	17.2	15.3	19.8	20.7	18.1	24.0	25.5	21.7	28.4	32.1	25.9	28.7	29.9	27.9	20.3	25.1	15.0	20.4	22.5	19.4	13.0	16.9	3.4	8.7	9.1	8.3	6.6	8.0	5.2	5.7	6.4	4.9	10.6	11.6	9.6	
0.5	15.9	17.2	13.5	19.5	21.0	18.0	24.8	26.7	21.7	28.6	32.1	26.0	28.8	30.5	27.5	21.8	25.1	14.6	20.4	22.5	19.3	13.6	16.9	2.8	9.7	12.0	8.8	6.9	8.4	5.2	6.7	8.5	4.9	10.7	12.8	8.8	
1	15.6	17.2	13.4	19.4	20.4	18.1	24.5	26.6	21.8	28.5	32.1	26.0	28.7	30.5	27.5	22.1	25.1	16.2	20.4	22.5	19.3	13.9	16.9	4.0	9.8	12.0	8.9	6.9	8.5	5.2	6.5	8.3	4.7	10.7	12.8	8.8	
1.5	15.6	17.2	13.2	19.3	20.4	18.1	24.3	26.9	21.8	28.5	32.1	26.0	28.7	30.4	27.5	22.3	25.1	17.2	20.2	22.3	19.2	13.7	16.9	3.3	10.1	12.0	9.2	6.9	8.7	5.2	6.5	8.3	4.6	10.5	12.7	8.8	
2	15.5	17.2	13.1	19.3	20.4	18.0	23.9	26.3	21.8	28.3	31.6	25.9	28.7	30.3	27.5	22.3	24.9	17.5	20.0	22.1	18.9	13.8	16.9	3.8	10.2	12.0	9.2	6.9	8.6	5.2	6.5	8.3	4.6	10.5	12.6	9.1	
2.5	15.4	17.1	13.1	19.2	20.4	17.9	23.5	26.0	21.8	28.0	30.3	25.6	28.6	30.1	27.5	22.3	24.3	18.2	20.1	22.2	19.0	13.8	16.6	3.7	10.3	12.1	9.2	6.9	8.6	5.2	6.6	8.6	4.8	10.5	12.3	9.2	
3	15.3	17.1	13.2	19.1	20.2	17.8	23.1	25.6	21.8	27.4	28.3	24.4	28.7	30.3	27.3	21.8	23.7	17.7	20.2	22.2	18.8	13.6	16.4	3.3	10.3	12.1	9.2	7.0	8.6	5.2	6.8	8.8	4.9	10.5	12.3	9.3	
3.5	15.3	17.0	13.2	19.1	20.3	17.8	22.9	25.1	21.7	26.5	27.7	23.8	29.0	30.3	27.8	22.3	23.5	18.0	20.8	22.2	18.8	13.8	16.5	4.2	10.7	12.2	9.2	7.2	8.6	5.9	6.9	8.9	5.2	10.5	12.2	9.6	
4	15.2	16.6	13.3	18.9	20.3	17.8	22.3	24.5	21.4	25.5	27.7	23.7	28.9	30.0	27.9	21.6	23.8	14.1	21.1	22.1	19.0	14.0	16.6	4.9	11.0	12.7	9.2	7.3	8.6	6.1	7.0	8.9	5.6	10.7	11.9	10.3	
4.5	14.8	15.2	13.7	15.9	20.1	15.0	21.6	23.7	20.0	25.0	27.7	23.2	28.5	28.9	28.0	22.4	24.0	17.3	21.3	22.4	19.2	15.0	18.0	8.2	11.3	13.2	9.7	7.8	9.6	6.3	7.8	8.8	6.9	11.2	12.3	10.4	
5	14.7	15.2	13.8	18.5	19.8	17.8	21.8	25.9	19.8	24.8	27.7	23.0	28.3	28.8	28.0	23.9	24.8	23.4	22.0	22.9	20.6	16.2	19.1	9.4	11.9	13.3	10.1	8.2	10.8	6.4	9.4	10.0	8.9	11.5	12.4	10.6	
5.5	14.7	15.2	13.8	18.3	19.5	17.8	21.2	22.5	19.7	25.3	27.5	24.4	27.8	28.5	27.6	24.0	25.3	23.3	22.4	23.1	21.5	15.7	20.0	7.4	12.6	13.6	10.3	8.9	11.2	7.7	10.1	10.6	9.6	11.9	12.4	11.5	
5.7	15.1	16.4	13.9	18.2	18.9	17.6	21.1	22.4	19.6	24.4	27.2	22.2	27.1	27.9	26.3	22.3	25.2	15.6	22.6	23.2	22.0	16.5	20.1	6.6	13.8	14.9	12.2	9.7	11.8	7.8	10.8	11.3	9.9	11.9	13.1	10.9	

塩分(psu)		4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
深度m	平均	最大	最小																																		
0	19.5	22.1	17.1	22.2	24.8	15.5	22.0	26.5	17.1	19.4	26.7	9.1	21.9	25.3	19.3	8.0	14.2	2.1	14.7	20.4	11.0	19.8	21.3	16.9	7.3	14.6	0.0	17.8	23.6	14.3	13.7	15.8	11.6	13.6	16.0	11.6	
0.5	18.7	22.1	15.8	22.4	24.9	15.4	22.4	26.5	13.6	17.7	26.7	8.8	22.9	25.4	19.3	15.1	21.6	7.7	14.7	20.4	11.0	20.2	21.5	16.9	18.8	21.9	14.8	18.7	23.9	14.3	14.7	16.6	11.7	13.3	16.4	10.3	
1	19.1	22.1	15.9	22.4	24.9	15.6	20.5	26.5	13.8	17.7	26.8	8.8	22.9	25.4	19.3	14.2	21.6	7.7	14.8	20.8	11.0	20.3	21.8	16.9	19.1	21.9	15.0	18.7	23.9	14.4	14.9	17.0	12.0	13.4	16.7	10.3	
1.5	19.1	22.1	16.0	22.5	25.0	15.6	20.9	26.5	14.0	17.9	26.9	9.1	23.0	25.4	19.3	14.2	21.6	7.7	14.9	20.8	11.1	20.4	22.1	16.9	19.7	22.1	15.0	19.1	23.9	14.5	15.1	17.6	12.0	14.0	16.8	12.2	
2	19.4	22.1	16.1	22.5	25.0	15.7	21.6	26.5	14.0	18.6	27.0	9.5	23.1	25.4	19.4	14.6	21.7	9.3	15.3	20.8	11.7	20.5	22.3	17.0	19.9	22.3	15.1	19.1	23.9	14.6	15.3	17.7	12.4	14.9	16.8	13.2	
2.5	19.5	22.2	16.2	22.5	25.1	15.8	22.8	28.8	16.2	20.3	27.0	9.7	23.2	25.3	19.5	15.9	21.7	13.4	15.5	20.8	12.1	20.5	22.4	17.1	20.1	22.8	15.2	19.7	23.9	15.7	15.7	17.9	13.4	15.6	17.4	14.0	
3	19.5	22.2	16.4	22.6	25.2	15.9	23.6	29.7	17.1	22.0	28.4	10.4	23.9	25.5	20.7	15.6	17.2	13.4	17.2	20.8	14.2	20.6	22.5	17.2	20.4	23.5	15.3	20.1	24.0	16.3	15.8	17.9	13.9	16.6	18.9	15.0	
3.5	20.3	24.4	16.5	24.4	25.7	22.9	25.2	30.6	20.0	26.9	29.3	23.8	25.0	27.3	21.6	18.9	21.9	13.9	20.8	26.3	15.0	20.8	23.0	17.3	21.8	28.8	15.5	21.1	24.1	18.7	16.3	17.9	15.1	19.2	24.2	15.3	
4	23.0	26.0	19.9	25.1	29.0	23.1	27.8	32.1	22.8	28.8	33.5	25.7	26.1	27.9	23.5	20.6	23.8	15.9	23.0	27.7	19.8	21.1	23.2	17.6	22.4	29.8	16.1	21.4	24.0	19.1	20.0	25.8	16.2	25.8	32.8	21.1	
4.5	25.8	29.9	20.6	25.9	28.2	23.6	30.2	33.8	27.1	28.5	30.9	26.3	22.3	26.3	24.8	22.3	26.3	14.8	27.6	29.2	24.6	25.0	26.8	21.2	24.8	30.1	21.6	23.2	27.5	19.6	26.7	32.6	18.1	28.4	32.7	25.0	
5	29.1	31.2	26.4	27.6	31.8	23.7	31.0	32.0	29.8	30.8	34.0	27.1	28.8	31.2	27.8	26.3	28.3	22.3	30.4	32.5	28.5	28.8	32.1	21.2	26.5	30.4	22.5	24.0	27.5	19.8	25.9	32.1	19.8	29.8	32.6	27.5	
5.5	19.8	20.9	13.7	21.6	23.9	13.7	31.6	32.6	30.5	31.1	34.3	28.4	30.5	32.1	28.4	30.5	32.1	22.6	29.2	32.6	24.2	27.4	30.9	22.8	27.0	28.8	24.2	24.0	30.2	29.0	29.8	32.1	28.0	29.8	33.1	28.0	
5.7	30.3	32.8	27.0	31.0	32.9	28.4	32.1	33.0	30.6	31.8	34.4	29.4	30.3	32.9	23.3	28.1	33.3	16.6	31.6	33.4	30.1	31.4	32.9	29.3	29.3	31.8	26.5	28.2	30.3	24.3	30.8	32.1	29.7	31.4	33.5	28.6	

DO(mg/L)		4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
深度m	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	
0	8.6	8.8	8.4	7.8	8.3	7.5	7.8	8.2	7.4	6.9	7.3	6.4	7.0	7.2	6.7	10.6	11.9	9.8	8.8	9.5	8.0	9.5	12.3	8.4	10.7	11.4	9.9	10.3	10.6	10.0	11.0	11.5	10.5	10.9	11.5	10.2	
0.5	8.9	9.9	8.4	7.9	8.2	7.6	8.2	9.0	7.3	7.2	8.1	6.4	7.2	7.6	6.8	9.7	11.8	8.3	8.9	9.6	8.1	9.3	12.5	8.3	10.0	10.2	9.9	10.2	10.6	9.7	10.9	11.5	10.6	10.8	11.8	10.0	
1	9.0	10.1	8.5	8.1	9.1	7.5	8.3	9.0	7.3	7.3	8.3	6.4	7.3	7.7	6.8	9.9	12.1	8.4	8.9	9.7	8.1	9.2	12.1	8.3	10.1	10.5	9.8	10.2	10.7	9.7	11.0	11.6	10.6	10.9	11.9	10.0	
1.5	9.2	10.3	8.5	8.1	9.2	7.4	8.4	8.9	7.3	7.3	8.5	6.4	7.3	7.9	6.9	9.9	12.1	8.4	9.0	9.7	8.1	9.2	12.4	8.3	10.1	10.5	9.7	10.2	10.6	9.7	11.0	11.5	10.7	11.0	12.1	10.1	
2	9.1	10.5	8.6	8.1	9.2	7.4	8.5	8.9	7.3	7.4	8.8	6.3	7.4	8.0	6.9	9.8	11.5	8.4	9.0	9.8	8.1	9.2	12.2	8.3	10.1	10.6	9.6	10.2	10.7	9.7	11.0	11.4	10.7	11.0	12.0	10.1	
2.5	9.2	10.5	8.6	8.1	9.2	7.3	8.4	9.1	7.3	7.6	9.2	6.3	7.4	8.0	7.0	9.8	11.0	8.3	9.0	9.8	8.1	9.2	12.2	8.3	10.1	10.5	9.5	10.1	10.7	9.7	11.0	11.3	10.6	10.9	11.7	9.9	
3	9.3	10.6	8.6	8.1	9.2	7.2	8.7	10.3	7.2	7.5	9.5	6.0	7.4	7.9	6.9	9.6	11.0	8.3	8.8	9.9	8.1	9.2	12.3	8.3	10.0	10.6	9.5	10.1	10.								



表 7 遅江における月別深度別の水温, 塩分, 溶存酸素およびクロロフィル a

遅江 (北緯 35.4956 東経 133.1927 )

水温(°C)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小																		
0	16.5	17.1	15.2	19.2	20.7	18.1	24.1	25.5	22.0	28.9	32.4	26.0	28.0	29.8	24.7	23.0	23.0	23.0	20.9	22.5	19.3	11.8	16.5	3.5	7.1	8.9	5.4	5.9	6.6	5.2	4.9	4.9	4.9	10.9	11.8	10.2
0.5	15.7	17.1	13.6	19.5	20.8	18.1	24.9	26.8	22.0	28.7	32.2	26.0	28.7	30.5	27.2	23.4	24.6	22.3	20.3	22.4	19.3	14.0	17.0	4.7	9.6	12.1	8.4	6.8	8.0	5.2	6.6	8.1	5.0	10.6	12.7	8.7
1	15.7	17.1	13.5	19.4	20.7	18.0	24.6	26.7	22.0	28.6	32.2	26.0	28.7	30.5	27.2	23.5	25.0	22.3	20.8	22.3	19.3	14.0	17.0	4.3	9.9	12.2	8.9	6.9	8.4	5.3	6.5	8.1	4.7	10.5	12.7	8.8
1.5	15.6	17.1	13.4	19.2	20.2	18.0	24.4	26.5	22.0	28.4	32.1	26.0	28.6	30.4	27.1	23.5	25.0	22.3	20.2	22.3	18.9	14.2	17.0	4.8	10.1	12.0	9.1	7.0	8.7	5.5	6.6	8.4	4.6	10.4	12.6	8.8
2	15.5	17.1	13.3	19.2	20.2	18.0	24.1	26.1	22.0	28.2	31.2	25.9	28.6	30.2	26.9	23.5	25.0	22.3	20.1	22.2	18.9	14.0	16.9	4.0	10.2	12.0	9.2	7.0	8.7	5.6	6.7	8.8	4.8	10.3	12.4	8.8
2.5	15.5	17.1	13.2	19.2	20.4	18.0	23.8	25.6	21.9	27.6	28.4	25.8	28.6	30.1	26.9	23.3	24.3	22.4	20.1	22.0	19.1	14.1	17.0	4.7	10.2	12.0	9.2	7.1	8.8	5.8	6.9	8.9	5.2	10.4	12.2	8.8
3	15.4	17.1	13.2	19.1	20.4	17.9	23.4	25.4	21.8	27.3	28.3	25.2	28.7	30.3	27.1	23.3	23.5	22.8	20.3	22.0	19.1	13.8	17.1	3.0	10.3	11.9	9.2	7.2	8.8	6.0	6.9	8.9	5.3	10.3	12.0	9.0
3.5	15.3	16.8	13.2	19.0	20.4	17.9	22.9	25.2	21.5	26.5	27.7	24.4	28.7	30.2	27.2	23.3	23.5	23.0	21.2	22.3	19.2	14.1	17.2	4.6	10.5	12.0	9.3	7.3	8.7	6.2	6.9	8.9	5.3	10.3	12.0	9.2
4	15.2	16.2	13.4	18.9	20.3	17.8	22.4	24.9	21.2	25.7	27.7	23.9	28.5	29.4	27.2	23.5	23.9	23.3	22.3	22.5	22.1	14.3	17.3	5.2	11.6	12.6	10.4	7.5	8.7	6.3	7.1	9.0	5.5	10.5	12.1	9.5
4.5	15.1	16.2	13.3	18.8	20.3	17.9	21.8	24.1	20.4	25.2	27.7	23.2	27.9	28.7	26.7	23.7	24.0	23.3	21.7	22.8	20.0	15.3	17.8	7.6	12.2	12.8	10.6	7.9	9.2	6.4	7.7	8.9	7.0	10.9	12.4	10.1
5	15.1	16.1	13.8	18.5	19.7	18.1	21.5	23.4	20.1	24.8	27.7	23.1	27.6	28.5	26.3	24.0	24.5	23.5	22.7	22.7	22.7	15.6	19.8	8.2	12.6	13.6	10.6	8.6	10.2	7.3	9.3	9.9	8.9	11.3	12.4	10.1
5.5	14.9	15.9	13.9	18.3	19.2	18.0	21.3	23.1	19.8	24.7	27.7	23.0	27.3	28.3	26.0	24.1	25.1	23.5	22.7	22.8	22.7	16.0	20.2	8.5	12.9	14.0	10.8	8.9	10.8	7.6	10.0	10.9	9.2	11.6	12.4	11.0
6	14.6	15.1	13.9	18.2	19.0	18.0	21.1	22.7	19.7	24.7	27.8	22.9	27.1	28.2	25.7	24.2	25.5	23.3	22.8	23.1	22.5	16.3	20.4	8.3	12.9	14.3	10.7	11.1	11.7	10.5	11.2	11.2	11.2	11.9	12.6	11.5
6.3	14.8	15.7	13.9	18.0	18.9	17.7	21.1	22.6	19.7	24.2	26.3	22.1	26.9	27.9	25.3	24.1	25.2	23.2	22.5	23.1	22.0	16.7	20.4	8.4	13.4	15.1	10.7	10.3	12.3	8.0	10.6	11.4	10.1	12.0	13.0	11.4

塩分(psu)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小																																	
0	19.3	22.1	16.6	24.3	24.8	23.6	22.1	26.7	16.9	17.4	22.1	9.1	21.7	24.2	19.0	13.0	22.4	3.6	11.8	12.6	11.0	21.8	21.9	21.8	7.6	15.1	0.1	17.6	20.3	14.9	11.5	11.5	11.5	15.0	16.7	13.3
0.5	19.0	22.1	16.1	22.4	24.9	15.6	20.4	26.7	13.7	17.9	27.0	9.0	22.7	25.0	19.0	16.0	22.7	7.8	14.7	20.6	10.9	20.3	21.9	16.7	18.3	22.0	15.1	18.5	23.3	14.8	14.6	16.4	11.5	13.4	16.7	10.3
1	19.3	22.1	16.1	22.4	24.8	15.6	20.5	26.7	13.8	18.0	27.1	9.2	22.7	25.1	19.2	16.0	22.6	7.7	11.8	12.7	11.0	20.5	22.8	16.7	19.3	22.0	15.2	18.8	23.7	14.9	14.8	17.0	11.7	13.5	16.7	10.2
1.5	19.2	22.1	16.0	22.5	24.9	15.7	20.8	26.7	14.2	18.1	27.1	9.3	22.8	25.2	19.2	16.4	24.3	7.7	14.9	20.6	11.1	20.6	23.0	16.8	19.8	22.0	15.6	19.3	23.7	15.5	15.3	18.0	12.1	13.6	16.8	10.3
2	19.5	22.1	16.1	22.5	25.3	15.7	21.4	26.8	14.9	18.9	27.1	10.0	23.3	25.7	20.2	16.6	25.0	7.8	15.4	20.9	12.0	20.6	22.9	16.8	20.0	22.1	15.6	19.8	23.9	17.3	15.8	17.9	13.8	14.3	16.9	12.3
2.5	19.7	22.1	16.1	22.7	25.4	15.8	22.4	27.1	17.0	20.6	27.2	10.0	23.5	25.8	20.6	18.2	24.6	13.6	15.8	20.9	12.3	20.8	23.0	16.9	20.3	22.2	15.8	20.2	24.0	18.1	16.0	17.9	14.5	15.2	17.0	12.7
3	20.0	23.0	16.1	23.0	25.6	16.8	23.3	27.4	17.9	21.9	27.2	11.9	23.9	26.2	20.9	19.5	25.3	18.3	18.5	21.2	14.9	20.9	23.3	17.0	20.6	22.8	15.9	20.6	24.0	18.9	16.2	18.0	14.8	16.7	18.3	14.5
3.5	20.6	24.7	16.1	24.4	25.9	23.3	24.8	29.9	19.1	26.1	28.4	24.3	25.3	26.9	22.1	20.3	28.2	18.1	21.9	27.5	17.0	21.1	23.6	17.0	22.4	26.2	17.9	21.5	24.1	19.1	16.3	18.1	14.9	19.0	21.3	17.3
4	23.6	26.3	21.0	25.0	26.9	23.8	27.2	30.8	21.5	28.8	32.0	26.4	26.5	28.6	23.1	23.2	28.5	20.2	24.1	29.0	19.2	21.7	24.2	18.0	24.8	28.9	22.5	21.9	24.1	19.3	17.0	18.2	16.2	23.9	29.3	20.9
4.5	26.2	30.4	21.5	26.1	29.0	23.9	29.6	32.2	25.4	29.7	33.1	27.3	28.8	30.9	26.7	25.8	31.1	21.8	27.5	31.1	21.4	25.8	30.9	21.3	25.7	29.6	22.5	23.4	25.9	19.6	21.0	28.2	16.4	27.4	30.7	24.1
5	28.6	31.0	25.5	28.2	31.2	24.1	30.7	32.6	27.7	30.7	33.7	27.3	29.9	32.3	27.9	28.0	34.1	22.9	29.1	30.8	27.5	27.5	31.4	21.5	26.6	30.4	22.7	24.8	26.8	23.3	26.4	32.0	18.6	29.5	33.5	27.4
5.5	30.8	32.8	28.8	29.5	32.6	24.9	31.4	33.3	28.3	31.2	34.0	27.4	30.2	32.6	28.3	27.6	30.5	23.1	29.8	31.0	28.6	28.8	32.0	23.1	27.1	30.5	22.9	26.1	28.3	24.0	30.3	32.3	28.2	31.2	33.4	28.2
6	32.0	34.3	30.7	32.2	33.3	30.5	31.7	34.5	29.6	32.1	34.2	29.9	30.8	32.9	28.6	29.9	32.5	27.9	30.6	31.7	29.5	30.3	32.5	27.0	27.4	31.9	23.2	29.4	29.8	28.7	32.2	32.2	32.2	31.2	32.2	29.9
6.3	31.6	34.4	29.9	32.5	34.1	30.3	32.2	34.8	29.9	32.8	34.3	30.0	31.3	32.9	28.7	31.2	32.5	28.5	31.6	33.0	29.7	28.8	32.6	24.2	28.4	31.8	23.3	29.0	31.4	24.6	30.8	32.2	29.7	31.9	33.4	29.9

DO(mg/L)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
0	8.5	8.7	8.3	8.0	8.2	7.7	7.6	7.9	7.4	7.0	7.2	6.7	7.4	8.5	7.0	11.7	14.5	8.8	8.6	8.8	8.5	9.8	12.2	8.5	11.4	13.0	9.9	10.5	11.2	9.8	11.6	11.6	11.6	10.8	11.3	10.2
0.5	8.9	9.7	8.4	8.1	9.0	7.7	8.0	8.8	7.4	7.1	7.8	6.4	7.3	7.7	7.0	9.8	14.2	8.0	8.5	9.2	7.9	9.2	11.9	8.4	10.1	10.4	9.8	10.4	11.1	9.8	10.9	11.5	10.5	10.5	11.4	10.0
1	8.9	10.0	8.4	8.1	9.0	7.7	8.2	8.8	7.4	7.2	8.2	6.4	7.4	7.8	7.0	10.2	14.5	8.1	9.5	9.8	9.2	9.2	12.0	8.3	10.1	10.2	10.0	10.4	11.0	9.8	10.9	11.6	10.5	10.6	11.5	10.0
1.5	9.0	10.2	8.5	8.2	9.2	7.7	8.3	8.9	7.4	7.2	8.4	6.3	7.5	8.0	7.0	10.6	15.9	8.2	9.0	9.8	8.1	9.1	11.9	8.3	10.1	10.5	9.8	10.3	10.9	9.7	10.9	11.6	10.4	10.7	11.5	10.0
2	9.1	10.4	8.5	8.2	9.2	7.7	8.4	9.0	7.4	7.3	8.4	6.3	7.5	8.1	7.0	10.9	16.6	8.2	9.1	9.9	8.2	9.2	12.0	8.3	10.1	10.7	9.7	10.3	10.8	9.7	10.9	11.3	10.3	10.8	11.5	10.1
2.5	9.1	10.5	8.6	8.2	9.2	7																														

表 8. 入江における月別深度別の水温，塩分，溶存酸素およびクロロフィル a

入江 (北緯 35.4839 東経 133.1623 )  
水温(°C)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小																								
0	16.4	17.8	15.7	20.2	21.3	19.0	24.4	25.8	21.8	21.8	32.2	0.3	28.8	30.8	27.1	23.9	25.2	22.9	20.5	22.8	19.0	16.0	16.4	15.5	9.5	10.0	8.8	5.7	5.7	5.7	7.0	8.3	5.7	11.3	12.9	9.4
0.5	16.9	20.8	13.3	20.0	21.3	18.6	25.1	26.9	21.8	28.5	32.4	25.9	29.2	31.2	27.2	23.7	25.3	22.9	20.5	22.7	19.0	16.2	17.3	14.2	10.3	12.8	8.8	6.9	8.0	5.7	6.8	8.2	5.6	11.0	12.9	9.4
1	16.9	20.8	13.4	20.0	21.3	18.6	24.9	26.7	21.8	28.4	32.3	25.9	29.3	31.2	27.3	23.7	25.3	22.8	20.9	22.7	19.0	16.3	17.3	14.3	10.2	12.8	8.9	6.9	8.0	5.7	6.8	8.1	5.6	10.9	12.8	9.4
1.5	16.7	20.6	13.4	19.9	21.2	18.5	24.4	26.5	21.8	27.4	28.1	25.9	29.2	31.2	27.3	23.6	25.3	22.8	20.5	22.7	19.1	16.4	17.3	14.3	10.2	12.8	9.1	7.0	8.2	6.1	7.0	9.1	5.3	10.8	12.7	9.4
2	16.5	20.1	13.3	19.8	21.1	18.5	24.1	26.5	21.7	27.4	28.4	25.9	29.3	31.2	27.2	23.7	25.3	22.6	21.2	22.4	20.1	16.5	17.3	14.8	10.5	13.0	9.1	7.2	8.7	6.6	7.0	9.2	5.3	10.7	12.5	9.2
2.5	16.4	19.9	13.2	19.7	21.0	18.5	23.7	26.2	21.9	27.2	27.8	25.8	29.0	31.1	26.9	23.8	25.3	22.4	20.6	21.9	19.7	16.5	17.3	15.3	10.7	13.1	9.2	7.4	9.0	6.7	7.1	9.2	5.2	10.6	12.5	9.2
3	16.3	19.7	13.2	19.6	20.9	18.5	23.3	25.7	21.6	26.7	27.7	25.6	28.7	30.4	26.7	23.9	25.3	22.4	21.4	21.8	20.9	16.8	17.2	16.1	10.9	13.0	9.6	7.5	9.0	6.7	7.1	9.2	5.1	10.5	12.3	9.3
3.5	16.2	19.6	13.2	19.3	19.8	18.5	22.9	25.0	21.3	26.1	27.7	24.2	28.7	29.8	26.6	23.7	24.6	22.3	20.9	22.0	19.6	17.2	17.9	16.4	11.8	12.9	11.2	7.6	9.1	6.8	7.2	9.3	5.2	10.5	12.2	9.7
4	16.0	19.4	13.2	19.1	19.8	18.4	22.6	24.5	21.0	25.5	27.7	23.5	28.4	29.6	26.6	23.8	25.0	22.4	22.2	22.3	22.2	17.7	18.3	17.2	12.3	12.9	11.2	7.9	9.3	7.0	8.3	9.3	7.3	10.6	12.1	10.0
4.5	15.9	19.2	13.2	18.9	19.8	18.4	22.3	24.3	20.7	25.1	27.6	23.3	28.1	28.8	26.4	24.0	25.2	22.4	21.8	22.7	20.2	18.2	19.8	17.3	13.0	13.2	12.8	8.3	9.4	7.5	9.4	9.4	7.4	11.1	12.1	10.3
5	15.3	15.3	15.3	18.4	18.4	18.4	22.0	24.0	20.3	23.7	24.4	23.1	27.7	28.7	26.0	23.5	24.5	22.5	22.8	23.0	22.5	18.5	19.5	17.2	13.0	13.4	12.7	9.0	9.6	8.4	9.4	9.4	9.4	11.1	12.1	10.3
5.3	15.8	19.0	13.5	18.4	19.1	17.9	21.4	22.3	20.2	24.0	27.6	21.9	27.3	28.6	25.8	24.3	25.5	23.1	22.5	23.3	21.8	19.2	20.4	17.2	13.5	15.7	11.9	9.3	11.7	7.4	7.7	10.3	5.3	11.1	12.4	9.9

塩分(psu)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月			
	平均	最大	最小																																		
0	12.9	21.0	2.3	16.6	24.2	10.2	21.3	25.6	14.5	15.8	28.8	1.9	21.6	24.2	17.6	14.0	22.4	6.7	14.4	19.2	11.4	19.4	21.5	15.8	15.1	20.4	9.5	17.4	17.4	17.4	11.1	12.2	10.0	13.1	15.7	10.0	
0.5	16.3	21.9	2.2	21.7	24.4	15.5	19.1	25.4	12.4	18.6	26.9	9.6	21.9	24.4	17.5	12.9	22.4	6.7	14.7	20.0	11.4	20.2	22.8	15.8	17.5	22.3	10.7	18.7	22.6	15.0	12.6	14.8	10.6	13.8	16.2	10.0	
1	19.2	22.0	18.0	21.7	24.5	15.5	19.7	25.8	13.0	18.9	26.9	9.6	22.3	25.9	17.9	13.3	22.4	6.8	12.1	12.8	11.4	20.3	23.0	15.9	18.2	22.4	13.0	19.2	23.4	16.0	14.3	15.0	13.1	13.8	16.3	10.0	
1.5	19.7	22.8	16.2	21.9	24.5	15.5	20.6	26.2	13.9	21.0	27.0	9.7	22.7	26.2	19.1	13.7	22.4	6.9	15.1	20.4	12.1	20.4	23.3	16.0	19.3	22.5	15.7	19.9	23.6	16.2	15.0	16.6	13.5	14.5	17.1	12.0	
2	20.1	23.0	16.3	22.2	24.6	15.6	21.3	26.6	14.1	20.9	27.2	9.9	23.2	26.4	20.3	14.1	22.4	7.2	14.8	14.8	14.7	20.5	23.5	16.1	20.3	23.1	18.0	20.3	23.9	16.7	15.5	17.3	13.8	15.4	17.5	12.5	
2.5	20.6	23.5	17.2	22.3	24.6	15.6	23.3	27.0	17.7	21.9	27.2	13.3	23.9	26.6	21.4	15.2	22.4	7.5	18.0	21.0	16.0	20.8	24.0	16.1	20.7	23.1	19.5	20.7	24.0	16.9	16.0	17.9	14.3	16.2	17.7	14.4	
3	21.4	24.4	18.2	22.5	25.0	15.7	24.5	27.6	18.5	23.7	27.3	17.7	25.2	27.5	21.5	17.4	22.4	10.2	18.8	19.3	18.3	21.3	24.2	16.6	22.3	23.4	20.0	21.0	24.1	17.5	16.5	19.0	14.6	17.8	21.9	16.2	
3.5	22.0	25.3	18.3	24.1	25.1	23.1	25.3	28.4	20.2	25.5	28.7	21.3	26.2	27.9	24.9	20.8	24.3	13.8	21.6	22.1	20.8	22.2	24.9	17.8	25.1	29.1	20.5	22.2	24.3	19.5	17.0	19.6	14.8	19.4	24.6	16.8	
4	22.7	25.9	19.0	25.1	26.4	24.3	26.5	29.4	21.5	27.3	30.0	24.3	27.7	30.3	25.8	21.7	25.4	14.8	24.1	26.5	21.7	25.0	28.0	22.0	25.5	29.4	21.8	22.9	24.5	19.7	18.6	19.9	17.4	22.9	28.5	19.1	
4.5	24.0	26.7	21.8	26.9	31.2	24.3	27.9	30.2	22.6	29.0	30.4	27.4	28.4	30.8	27.1	22.6	26.3	16.5	27.2	28.7	25.3	26.3	29.8	22.0	26.6	29.9	23.2	23.2	24.8	20.4	20.3	20.3	20.3	26.3	29.5	23.4	
5	28.8	28.8	28.8	24.8	24.8	24.8	28.9	31.3	24.1	30.5	31.5	29.3	28.8	29.8	27.7	21.7	25.3	18.2	28.7	31.2	26.3	25.6	29.0	22.2	28.1	30.2	26.0	24.6	25.3	23.9	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3
5.3	25.9	29.3	22.5	28.6	32.8	25.3	30.1	32.9	25.4	29.9	32.0	27.5	30.3	32.4	28.2	25.2	28.2	19.1	29.4	31.5	27.8	28.7	31.2	22.9	27.4	30.4	23.9	26.0	29.0	21.8	21.7	28.4	15.2	27.1	31.1	21.7	

DO(mg/L)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
0	9.0	9.7	8.6	8.3	8.6	7.8	7.8	8.4	7.2	10.9	21.2	7.1	7.3	7.5	7.1	8.8	9.4	8.2	8.3	9.0	7.9	8.7	9.2	8.4	10.2	11.0	9.6	11.5	11.7	11.4	10.0	10.5	9.7	10.0	10.5	9.7
0.5	8.4	8.7	7.9	8.0	8.8	7.5	8.1	8.5	7.2	7.2	8.2	6.6	7.4	7.7	7.2	9.0	9.7	8.5	8.8	9.4	7.8	8.9	9.4	8.5	9.8	10.8	8.7	10.4	10.7	10.1	11.2	11.8	10.6	10.4	11.0	9.8
1	8.4	8.8	8.0	8.0	8.8	7.3	8.1	8.7	7.1	7.3	8.7	6.6	7.5	7.9	7.1	9.3	9.8	8.7	9.5	9.7	9.4	8.9	9.4	8.5	9.8	10.9	8.6	10.4	10.7	10.0	11.2	11.5	10.7	10.5	11.2	9.9
1.5	8.5	8.9	8.1	8.0	8.9	7.3	8.3	9.0	7.1	7.7	9.2	6.6	7.4	7.9	7.1	9.4	9.9	8.8	9.0	9.8	7.8	8.9	9.4	8.5	9.7	11.1	8.5	10.4	10.8	9.9	11.0	11.3	10.8	10.6	11.5	10.0
2	8.5	9.0	8.3	8.1	9.0	7.2	8.4	9.2	7.1	7.7	9.6	6.5	7.4	7.8	6.9	9.5	10.0	8.8	9.3	9.8	8.8	8.9	9.3	8.5	9.5	11.3	8.3	10.3	10.8	9.7	11.1	11.3	10.9	10.7	11.7	10.1
2.5	8.5	9.0	8.3	8.1	9.0	7.2	8.4	9.2	7.0	7.7	9.9	6.5	7.3	7.9	6.2	9.7	10.8	8.8	8.7	9.9	7.8	8.8	9.1	8.3	9.4	11.3	8.2	10.2	10.8	9.6	11.0	11.3	10.8	10.8	11.9	10.0
3	8.7	9.2	8.4	8.1	9.0	7.1	8.4	9.2	6.9	7.1	9.2	5.2	7.0	7.9	5.2	9.3	10.3	7.5	7.4	9.8	5.1	8.4	9.0	7.2	9.3	11.2	8.2	10.2	10.8	9.6	11.0	11.2	10.8	10.8	12.1	9.7
3.5	8.6	9.2	8.3	8.0	8.9	7.2	8.2	9.2	6.8	5.8	8.3	3.5	6.5	7.3	5.0	8.0	9.4	4.7	6.4	7.8	3.8	7.9	8.9	6.0	8.5	8.9	8.1	10.0	10.5	9.5	10.9	11.2	10.8	10.7	12.2	9.5
4	8.6	9.2	8.2	7.8	8.2	7.2	7.7	9.0	6.1	4.5	6.5	2.1	6.2	7.7	4.6	6.6	9.1	2.6	4.5	7.5	1.5	6.9	8.9	5.0	8.2	8.5	8.0	9.9								

表9 中海中央における月別深度別の水温, 塩分, 溶存酸素およびクロロフィル a

中海中央 (北緯 35.4663 東経 133.1945 )

水温(°C)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小																								
0	15.9	16.5	14.9	19.8	21.2	17.5	23.7	25.2	21.2	28.7	31.8	25.7	27.4	27.9	27.2	22.2	23.6	20.8	20.0	22.3	18.8	13.3	16.4	8.3	8.5	9.0	8.0	7.0	7.9	6.1	5.3	5.4	5.3	11.9	14.4	9.2
0.5	16.7	19.7	15.0	19.4	21.2	18.3	24.5	26.9	21.5	28.7	31.8	25.7	28.8	30.5	27.4	23.4	24.8	22.1	20.1	22.4	18.8	14.4	16.9	8.3	9.6	12.1	8.1	7.1	8.4	6.0	6.1	7.0	5.3	10.9	12.9	9.2
1	16.7	20.2	14.4	19.4	20.6	18.2	24.3	26.9	21.5	28.6	31.8	25.7	28.9	30.5	27.4	23.4	24.8	22.0	20.1	22.5	18.8	14.6	16.9	8.2	9.7	12.1	8.4	7.1	8.8	6.0	6.3	7.0	5.2	10.8	12.9	9.1
1.5	16.6	20.1	13.9	19.3	20.4	18.0	24.2	26.9	21.6	28.5	31.7	25.7	28.8	30.5	27.5	23.2	24.4	22.0	20.0	22.4	18.7	14.7	16.9	8.3	10.0	12.1	9.0	7.2	8.9	6.1	6.4	7.0	5.0	10.6	12.9	9.0
2	16.5	20.0	13.5	19.3	20.3	18.0	23.9	26.8	21.6	28.3	31.6	25.6	28.8	30.5	27.5	23.0	24.0	22.0	19.9	22.4	18.7	14.8	16.8	8.3	10.2	12.1	9.5	7.3	8.9	6.1	6.3	7.0	4.9	10.6	12.7	9.2
2.5	16.4	20.1	13.2	19.2	20.3	18.0	23.5	26.0	21.6	27.6	28.3	25.4	28.9	30.6	27.4	22.9	23.5	22.0	20.1	21.8	18.7	15.0	17.0	8.5	10.4	12.0	9.6	7.5	8.9	6.1	6.2	7.0	4.9	10.5	12.5	9.4
3	16.4	19.6	13.1	19.1	20.4	18.0	23.1	25.3	21.3	27.0	27.9	25.2	28.8	30.5	27.1	23.0	23.7	22.4	20.6	21.8	18.8	15.1	17.2	8.7	10.5	12.1	9.7	7.5	8.9	5.9	6.3	7.0	5.0	10.4	12.4	9.5
3.5	16.2	19.2	13.2	19.1	20.4	18.0	22.7	24.8	21.1	26.3	27.9	24.6	28.6	29.5	26.8	23.2	23.9	22.3	21.5	22.0	20.6	15.9	17.7	11.2	11.3	12.3	10.4	7.8	9.1	6.1	6.4	7.1	5.1	10.2	12.3	9.6
4	16.1	18.9	13.5	18.9	20.4	18.1	22.4	24.3	21.0	25.8	27.9	24.3	28.2	28.8	26.7	23.5	24.0	22.4	22.2	22.5	21.9	16.5	18.1	12.1	11.7	12.5	10.7	8.2	9.8	7.0	6.8	7.9	5.6	10.5	12.1	9.7
4.5	15.6	18.4	13.5	18.7	19.8	18.0	21.9	23.9	20.6	25.3	27.9	23.6	27.8	28.5	26.6	23.8	24.5	22.5	22.7	23.0	22.3	17.0	19.3	12.8	13.0	14.0	11.7	8.4	10.1	7.1	7.5	9.2	6.4	10.8	12.1	9.7
5	15.5	18.2	13.7	18.4	19.4	17.8	21.6	23.5	20.0	24.8	27.5	23.1	27.4	27.9	26.5	24.1	25.2	22.7	22.8	23.1	22.4	17.9	20.9	13.3	13.9	15.1	12.1	8.6	10.5	7.5	8.3	9.8	7.5	11.1	12.2	9.8
5.5	15.3	17.8	13.7	18.1	19.2	17.6	21.4	23.0	19.9	24.3	26.3	22.4	27.0	27.5	26.3	24.4	25.6	22.9	22.9	23.5	22.5	18.2	21.1	13.3	14.4	15.3	12.7	9.2	11.2	8.2	9.1	10.4	8.2	11.3	12.3	10.0
6	15.1	17.6	13.7	17.8	18.8	17.3	21.1	22.7	19.8	24.0	25.6	22.2	26.8	27.4	25.7	24.5	25.7	23.0	22.9	23.5	22.5	18.5	21.4	13.0	14.8	15.9	13.4	9.9	12.1	8.8	9.3	9.7	8.8	11.9	12.5	11.4
6.5	14.3	14.8	13.8	17.8	18.8	17.2	21.0	22.4	19.8	23.4	24.1	22.1	26.3	27.2	25.5	24.8	25.7	23.1	23.6	23.6	23.6	17.8	20.8	12.6	15.0	15.8	14.3	11.0	12.2	9.7	9.7	9.7	9.7	12.4	12.6	12.2
6.6	15.0	17.6	13.8	17.6	18.7	17.1	20.7	21.8	19.8	23.5	25.0	22.1	26.3	27.2	25.3	24.4	25.7	23.0	22.9	23.6	22.4	18.9	21.5	12.7	15.1	16.1	14.1	10.5	12.4	8.8	10.7	10.9	10.5	11.9	12.8	10.4

塩分(psu)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月			
	平均	最大	最小																																		
0	17.9	21.9	13.8	20.3	24.2	15.0	18.4	24.4	14.6	19.1	26.5	9.0	16.3	22.0	1.9	6.8	11.0	2.1	13.7	18.6	11.2	19.6	21.3	17.9	20.5	20.5	20.5	19.7	23.4	15.9	11.0	11.7	10.3	10.6	15.8	2.3	
0.5	17.8	21.7	13.9	20.7	24.1	14.8	18.8	24.3	13.0	17.5	26.5	9.0	21.1	23.4	17.0	12.1	20.5	7.3	13.8	18.9	11.1	18.5	21.1	15.8	16.8	21.5	10.2	17.8	24.2	13.1	13.3	15.0	11.7	12.7	15.8	9.4	
1	18.5	21.6	14.1	21.4	24.1	15.0	19.6	24.8	13.0	17.6	26.4	9.0	21.6	25.1	17.1	12.5	21.0	7.8	13.8	19.0	11.1	19.4	21.1	15.7	17.9	21.5	14.7	18.4	24.3	13.1	13.4	15.4	11.7	12.9	15.8	9.4	
1.5	18.8	21.7	14.7	21.8	24.3	15.0	20.4	26.0	13.2	17.9	26.5	9.1	22.4	25.4	18.6	13.1	21.1	8.1	14.0	19.4	11.3	19.7	21.3	15.9	18.9	21.4	15.5	18.6	24.6	13.1	13.5	15.6	11.7	14.0	17.1	11.0	
2	19.1	21.9	14.9	21.9	24.4	15.1	21.3	26.5	13.5	18.3	26.8	9.3	22.8	25.5	18.8	13.6	21.2	8.5	14.6	20.2	11.3	20.1	22.0	16.2	19.3	21.6	15.9	19.5	25.5	13.3	13.9	15.6	12.5	15.4	17.8	13.4	
2.5	19.2	22.0	15.4	22.4	24.5	15.2	22.9	26.6	17.1	20.5	27.2	11.2	23.7	25.9	21.8	14.3	21.2	8.7	17.3	20.2	15.5	20.5	22.7	16.6	19.8	21.7	17.1	21.0	25.6	16.7	15.9	18.4	13.6	16.4	18.0	14.5	
3	20.6	23.3	18.0	23.0	25.0	16.7	24.2	26.7	19.2	23.3	27.4	18.0	24.8	27.6	22.9	17.9	21.2	12.9	19.8	21.8	18.0	21.4	24.7	17.5	21.2	22.0	20.5	22.0	25.8	18.3	16.5	19.4	14.2	17.6	18.4	16.1	
3.5	21.8	24.3	19.3	23.8	25.5	20.0	25.6	28.1	21.7	24.9	27.5	19.4	26.4	28.8	23.6	20.0	22.8	16.1	23.5	26.5	19.1	22.3	25.8	18.4	23.1	27.3	21.2	23.1	25.9	19.7	16.8	19.7	14.8	19.4	20.7	17.7	
4	24.1	26.9	22.1	25.4	27.9	24.1	26.8	29.8	23.5	26.9	28.6	23.2	28.0	30.3	25.9	21.4	23.6	17.2	26.4	29.6	21.4	24.0	27.9	21.3	24.1	28.1	22.0	24.0	25.9	21.2	21.5	24.7	17.5	23.3	29.2	19.8	
4.5	26.8	29.0	22.8	27.0	29.4	24.5	28.6	31.8	25.0	29.1	30.6	27.6	29.6	31.6	27.6	25.2	28.5	18.5	27.8	30.2	23.9	26.0	28.8	22.1	27.1	30.0	22.5	24.5	26.0	22.3	23.5	26.7	21.5	26.6	30.6	23.8	
5	27.9	30.0	23.5	28.3	30.3	25.1	29.7	32.5	27.3	30.4	31.7	28.1	30.4	32.0	28.1	25.3	26.9	21.5	28.3	31.1	23.9	28.6	30.9	24.7	28.0	31.4	23.7	25.7	26.8	24.2	26.9	28.6	25.2	28.5	32.1	26.6	
5.5	29.8	30.9	29.2	30.2	33.6	26.5	30.7	32.9	28.2	31.4	32.4	29.5	31.0	32.8	28.6	26.9	28.6	23.0	31.3	32.6	29.4	29.1	31.7	25.2	29.9	32.2	27.1	27.2	29.6	24.6	28.8	30.6	27.6	29.8	32.9	28.0	
6	31.5	33.4	30.3	31.4	34.4	28.6	31.7	33.2	29.2	32.0	33.1	30.0	31.3	32.9	28.9	28.8	32.0	26.4	31.7	33.2	29.8	30.4	32.6	25.2	30.6	33.1	28.5	28.8	30.2	26.7	30.4	30.5	30.2	31.1	33.4	29.4	
6.5	30.7	31.1	30.3	31.4	34.6	29.3	31.9	33.9	29.9	32.2	33.4	30.2	31.5	33.2	29.0	30.5	33.1	28.5	30.1	30.1	30.1	30.3	32.1	28.5	30.2	32.0	28.5	30.1	30.4	29.8	29.8	29.8	29.8	30.8	31.2	30.5	
6.6	32.0	33.6	30.3	32.2	34.7	30.7	32.3	34.1	30.4	32.4	33.4	30.2	31.7	33.4	29.3	30.2	33.4	27.6	31.9	33.4	30.1	31.2	32.7	28.5	30.5	32.9	28.5	28.3	30.5	29.5	26.2	30.2	30.2	29.2	31.9	33.4	31.0

DO(mg/L)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小												
0	8.7	9.0	8.4	8.1	8.5	7.9	8.2	9.4	7.7	7.6	9.0	6.6	7.5	7.9	7.2	9.1	9.3	8.6	8.5	9.1	7.7	9.4	10.9	8.5	10.8	11.6	10.1	10.6	11.1	10.1	11.6	11.8	11.3	10.1	10.7	9.6
0.5	8.6	9.1	8.1	8.1	8.6	7.8	8.1	9.1	7.6	7.5	9.0	6.5	7.4	8.0	6.9	9.0	10.0	8.0	8.6	9.2	7.6	9.2	11.2	8.5	10.4	10.8	10.1	10.6	10.9	9.9	11.1	11.3	10.9	10.2	10.9	9.9
1	8.7	9.7	7.9	8.1	8.9	7.7	8.3	9.3	7.5	7.5	9.0	6.5	7.5	8.1	6.9	9.2	10.3	8.1	8.6	9.3	7.6	9.1	11.2	8.2	10.3	10.5	10.0	10.5	11.0	9.8	11.0	11.3	10.8	10.4	11.0	10.0
1.5																																				

表 10. 大海崎における月別深度別の水温, 塩分, 溶存酸素およびクロロフィル a

大海崎 (北緯 35.4626 東経 133.1367 )

水温(°C)																																				
深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小																											
0	17.0	18.2	15.9	20.5	21.4	19.2	24.7	26.6	21.6	28.3	31.9	25.8	28.7	30.2	27.2	23.7	24.3	23.1	21.0	22.1	19.8	16.9	17.2	16.5	9.6	9.8	9.3	6.5	6.9	6.0	7.3	8.4	6.2	13.1	17.1	10.3
0.5	17.2	21.1	13.5	20.1	21.1	18.9	25.1	26.4	21.6	28.2	31.9	25.8	29.2	31.0	27.2	23.8	25.1	23.1	21.2	22.5	19.7	16.5	17.8	15.0	10.9	13.3	9.4	6.8	7.9	5.9	7.2	8.4	6.2	11.5	13.6	9.8
1	16.8	21.0	13.4	20.1	21.0	18.9	25.0	26.6	21.6	28.3	31.8	25.8	29.2	31.0	27.2	23.8	25.1	23.1	21.2	22.7	19.6	16.4	17.8	14.9	10.9	13.3	9.4	7.2	8.1	6.4	7.3	8.4	6.1	11.2	12.6	9.9
1.5	16.7	20.7	13.4	20.0	20.7	18.9	24.7	26.5	21.6	27.8	29.5	25.8	29.2	31.0	27.5	23.7	25.1	22.8	20.9	22.5	19.5	16.6	17.5	15.4	11.0	13.3	9.4	7.5	8.6	6.7	7.0	8.2	5.7	11.0	12.5	9.5
2	16.5	20.2	13.4	19.8	20.6	18.7	24.5	26.4	21.5	27.5	28.3	25.7	29.1	30.7	27.6	23.6	25.0	22.7	20.8	22.2	19.9	16.8	17.7	15.9	11.2	13.3	9.8	7.7	9.0	6.7	7.2	8.9	5.3	10.8	12.5	9.4
2.5	16.5	20.0	13.5	19.6	20.3	18.6	23.9	26.3	21.3	27.1	27.9	25.6	29.0	30.3	27.6	23.6	24.3	22.6	20.8	22.0	20.1	17.0	17.7	16.2	11.4	13.2	10.1	8.0	9.3	6.7	7.3	9.2	5.4	10.7	12.4	9.4
3	16.3	20.0	13.7	19.7	20.2	18.5	23.9	25.8	21.5	26.8	27.7	25.4	28.8	29.8	27.6	23.6	24.3	22.5	21.1	22.1	20.0	17.5	17.7	17.2	11.8	13.1	10.4	8.4	9.5	6.7	9.3	9.3	9.3	11.3	12.3	10.2
3.3	16.3	20.2	13.8	19.6	20.2	18.6	22.9	25.0	21.3	26.1	27.4	24.5	28.7	29.7	27.3	23.6	24.3	22.4	21.6	22.4	20.5	17.4	17.8	16.8	12.0	13.7	10.7	8.3	9.6	6.8	7.4	9.5	5.5	10.6	12.2	9.5

塩分(psu)																																				
深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小																																	
0	11.5	21.2	4.9	15.7	24.2	2.1	20.6	26.6	12.6	21.1	27.6	12.2	22.5	25.4	20.9	16.2	22.7	9.7	15.3	18.2	12.3	19.9	21.5	18.4	12.1	12.6	11.6	16.2	17.8	14.6	9.2	10.9	7.4	10.3	15.8	2.2
0.5	15.2	22.0	5.7	22.3	25.4	16.5	19.2	26.6	11.2	19.4	27.6	10.0	21.6	25.4	17.5	13.6	22.7	9.7	14.9	18.3	12.3	18.5	21.8	12.9	18.0	23.6	12.1	17.6	22.7	12.0	11.2	15.1	7.4	12.9	15.8	10.0
1	19.2	21.7	16.3	22.3	25.7	16.5	19.9	26.6	12.7	19.7	27.6	10.1	21.8	26.1	17.9	13.8	22.7	9.7	15.5	19.9	12.4	19.8	21.8	14.3	19.0	23.5	13.8	20.4	24.0	15.0	12.5	15.9	8.2	14.3	16.7	12.1
1.5	19.9	22.3	16.9	22.5	25.8	16.5	20.3	26.7	13.1	20.8	27.6	10.6	22.6	26.9	18.5	14.1	22.7	10.2	16.6	21.3	13.0	20.3	22.8	14.7	21.1	23.6	19.7	20.9	25.0	15.7	14.3	16.0	12.4	14.7	16.9	12.2
2	20.4	22.6	17.5	22.8	25.9	16.6	21.1	26.7	14.2	21.3	27.6	10.9	22.7	27.1	19.1	15.3	22.7	11.0	17.5	21.5	14.8	20.9	23.0	16.0	21.8	23.5	20.0	21.4	25.2	16.7	16.2	17.4	15.1	15.8	17.9	12.2
2.5	20.7	23.2	17.7	23.1	26.1	16.8	22.6	27.1	15.0	22.2	27.8	11.9	23.4	27.3	21.2	16.4	22.7	12.1	18.4	21.7	16.6	21.5	24.0	17.2	22.3	23.7	20.4	22.0	26.1	17.0	16.8	18.1	15.5	16.7	19.4	12.3
3	21.9	24.5	18.5	23.1	26.5	17.0	23.4	26.5	19.0	23.1	27.9	14.2	23.9	27.6	22.3	17.7	22.7	12.9	20.6	23.5	19.0	22.7	23.2	22.3	25.1	26.6	23.7	22.0	24.8	17.6	18.7	18.7	18.4	19.6	17.1	
3.3	22.3	26.0	18.6	23.7	27.4	17.4	25.7	29.1	20.0	24.7	28.1	19.4	25.0	27.9	22.8	20.9	27.7	13.8	22.6	26.1	18.0	21.9	24.1	17.2	23.9	27.4	21.5	21.9	24.7	17.6	16.9	18.6	15.6	17.9	20.9	12.8

DO(mg/L)																																				
深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小			
0	8.8	9.6	8.3	8.1	9.2	7.5	7.7	8.1	7.2	7.2	8.0	6.5	7.1	7.5	6.4	8.7	9.3	8.1	7.9	8.9	6.2	8.3	8.3	8.3	10.6	10.7	10.5	11.6	12.3	10.9	11.7	11.9	11.4	10.1	10.2	9.8
0.5	8.7	9.7	7.4	7.9	8.6	7.4	8.0	8.5	7.2	7.1	8.0	6.4	7.3	7.5	6.7	8.9	9.5	8.8	7.7	8.6	6.2	8.6	8.9	8.4	9.2	10.5	7.6	10.7	11.0	10.2	11.3	12.0	10.7	10.0	10.4	9.6
1	8.6	9.9	7.5	7.8	8.7	7.3	8.2	8.5	7.2	7.1	8.1	6.2	7.4	7.6	7.1	9.1	9.6	8.5	8.0	9.4	6.2	8.5	8.9	8.3	9.1	10.6	7.5	10.4	10.9	9.8	11.3	12.0	10.9	10.1	10.6	9.8
1.5	8.6	10.0	7.7	7.8	8.8	7.1	8.3	8.9	7.2	7.3	8.9	6.2	7.2	7.6	7.0	9.3	9.8	8.7	8.1	9.6	6.2	8.5	8.7	8.2	9.0	10.5	7.4	10.3	10.9	9.7	11.3	11.7	11.0	10.3	11.0	9.8
2	8.7	10.1	7.8	7.8	8.9	7.0	8.5	9.3	7.2	7.5	9.4	6.3	7.1	7.7	5.8	9.4	10.0	8.8	8.2	10.0	6.4	8.4	8.6	8.2	9.0	10.8	7.3	10.1	10.7	9.6	11.1	11.2	11.0	10.4	11.5	9.9
2.5	8.8	10.3	7.9	7.9	9.0	6.9	8.4	9.6	7.1	7.3	8.6	6.1	6.9	7.6	4.8	9.6	10.4	8.5	8.2	10.2	6.5	8.3	8.6	8.1	8.6	10.8	6.8	9.8	10.7	9.2	11.0	11.0	11.0	10.5	11.8	9.9
3	8.6	10.3	7.7	8.1	9.1	7.5	8.5	8.6	8.2	6.8	7.8	6.0	6.6	7.5	3.6	9.2	10.5	6.6	6.6	8.4	4.8	7.6	8.6	6.5	8.8	10.4	7.2	9.7	10.6	9.0	10.9	10.9	10.8	11.6	10.0	
3.3	8.0	10.3	5.8	7.7	9.1	6.9	6.5	8.3	4.6	5.3	6.4	3.6	6.0	7.2	2.9	6.5	9.9	1.8	3.3	6.5	1.6	7.5	8.5	5.7	7.6	9.3	6.5	9.1	10.6	8.3	10.7	11.0	10.6	10.5	11.4	9.6

クロロフィルa(µg/L)																																				
深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小			
0	8.5	13.9	3.1	4.5	9.9	1.6	6.2	8.0	3.9	4.5	6.3	2.5	6.5	10.5	3.1	9.8	11.8	7.8	4.4	8.7	0.1	3.3	3.3	3.3	6.9	6.9	6.9	17.8	32.9	2.8	6.6	7.9	5.3	8.0	10.5	3.1
0.5	8.6	19.7	2.2	4.1	8.8	1.2	5.5	8.1	3.5	9.9	19.3	2.6	6.7	10.8	3.1	8.9	16.4	3.8	5.9	9.5	3.2	12.6	22.8	4.7	12.1	21.3	5.0	14.8	32.0	2.7	9.2	14.0	5.3	7.9	10.3	3.1
1	7.0	11.2	2.2	4.3	9.4	1.2	5.8	8.2	3.4	10.6	17.9	3.0	8.1	17.1	3.0	10.5	17.1	4.0	7.7	9.0	6.3	13.8	23.0	4.7	13.4	21.2	5.0	14.0	32.1	2.8	15.9	33.3	5.4	11.4	17.5	2.9
1.5	8.5	11.8	3.4	4.9	10.0	1.2	6.2	8.2	3.4	14.2	22.1	8.5	7.6	15.4	3.1	10.9	17.2	4.5	9.6	13.8	6.5	12.6	17.8	7.5	13.3	23.2	4.9	14.6	33.0	3.0	17.9	33.6	9.5	18.3	44.3	2.9
2	10.0	12.5	7.2	8.7	10.3	7.2	8.0	12.9	3.8	16.3	26.3	8.3	7.7	13.1	3.3	14.8	24.6	8.4	11.2	17.4	6.9	22.8	60.7	8.3	16.6	26.8	5.0	16.0	33.8	3.1	15.3	25.1	9.8	20.5	42.0	3.2
2.5	11.3	13.3	7.5	9.4	10.8	8.1	12.5	21.8	7.0	17.5	25.3	8.6	8.1	11.0	3.4	18.9	27.6	8.5	12.2	16.9	7.5	26.3	65.7	9.4	15.6	33.1	4.2	18.3	35.7	3.1	10.6	10.7	10.5	20.8	40.5	3.5
3	10.9	13.7	7.9	7.7	9.7	4.8	14.7	24.8	8.6	18.3	25.1	8.6	8.0	11.5	3.9	19.8	31.3	8.5	38.6	69.4	7.9	27.3	54.1	8.7	13.4	21.9	5.0	9.3	18.1	3.1	10.2	10.2	10.2	12.1	20.3	3.9
3.3	21.5	47.9	8.2	18.4	47.9	5.9	25.9	47.9	11.4	22.5	26.9	18.8	13.2	21.0	3.8	34.6	91.1	11.0	24.7	48.4	2.4	25.9	50.2	7.8	15.5	30.0	0.0	40.6	128	0.1	18.5	29.3	11.0	19.7	34.8	7.3

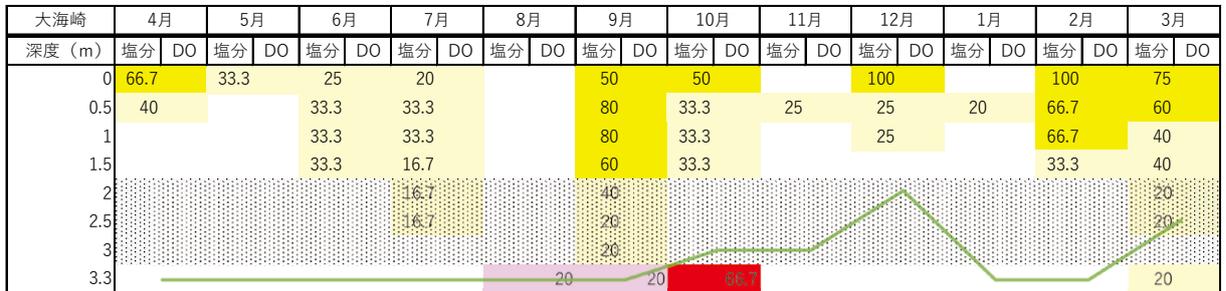




表 12. 荒島における月別深度別の水温、塩分、溶存酸素およびクロロフィル a

荒島 (北緯 35.4376 東経 133.1945 )

水温(°C)																																				
深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小																											
0	15.7	17.2	13.7	18.7	20.9	17.6	23.6	24.8	21.1	28.7	31.8	25.7	27.3	28.5	24.5	22.7	24.0	22.0	20.4	22.1	18.8	16.1	16.8	15.5	9.0	9.1	8.9	6.6	7.4	6.2	6.3	7.4	5.3	11.9	13.3	9.4
0.5	15.8	17.4	14.3	18.5	20.9	17.3	24.3	27.4	21.3	28.8	31.8	25.7	28.9	31.0	27.6	23.2	25.2	22.1	20.2	22.2	18.8	14.1	16.8	6.3	9.3	11.9	7.0	6.8	7.4	6.1	6.2	7.4	5.3	11.0	13.3	8.9
1	15.8	17.4	14.3	19.1	20.8	17.4	24.3	27.4	21.3	28.8	31.8	25.7	29.0	30.9	27.7	23.3	25.2	22.0	20.3	22.2	18.8	14.5	16.7	8.2	9.7	11.9	8.0	7.1	7.9	5.9	6.3	8.2	4.9	10.8	13.3	9.1
1.5	15.6	17.4	13.4	19.1	20.7	17.6	24.1	27.4	21.3	28.6	31.8	25.6	29.0	30.7	28.0	23.3	24.9	21.7	20.4	22.6	18.6	14.8	16.9	8.3	10.0	11.9	8.7	7.3	8.3	5.7	6.7	9.0	4.7	10.7	13.2	9.3
2	15.4	17.4	13.0	19.2	20.8	17.7	23.9	26.9	21.3	28.3	31.8	25.3	29.1	30.6	28.3	23.5	24.5	22.1	20.0	22.0	18.9	15.1	17.6	8.5	10.2	11.9	8.6	7.4	8.4	6.0	6.9	9.1	4.7	10.8	13.1	9.3
2.5	15.4	17.3	13.0	19.4	21.1	17.9	23.6	26.0	21.3	28.0	31.8	24.9	29.1	30.7	28.2	23.5	24.1	22.3	20.6	21.8	19.5	15.7	18.7	8.8	10.4	12.1	9.3	8.0	10.1	6.2	7.1	8.9	4.9	10.9	13.0	9.3
3	15.4	17.1	13.2	19.3	20.8	18.0	23.2	25.2	21.3	27.4	30.3	24.7	28.9	30.7	27.4	23.3	24.3	22.2	21.5	22.0	21.2	16.1	19.3	9.4	11.2	13.0	10.1	10.1	10.1	6.2	7.5	9.0	5.8	10.5	12.9	9.3
3.5	15.4	17.0	13.4	19.1	20.4	17.9	22.7	24.5	21.2	26.3	27.2	24.6	28.6	29.3	27.0	23.4	24.3	22.3	21.2	22.1	21.8	16.5	19.7	10.0	12.5	14.2	11.3	8.4	10.4	6.6	7.9	9.3	6.5	10.4	12.4	9.4
4	15.1	15.9	13.4	18.9	19.8	17.8	22.1	23.6	20.8	25.6	26.8	24.3	28.2	29.5	26.9	23.7	24.1	23.3	22.9	22.3	22.1	18.4	20.0	17.1	14.2	14.7	13.7	8.2	9.7	6.6	8.0	9.3	6.7	10.6	12.4	9.8
4.4	15.2	16.0	13.6	18.7	19.2	17.8	21.7	22.8	20.8	24.4	26.0	23.5	27.4	28.9	26.2	24.0	25.4	22.3	22.5	23.0	22.2	17.1	20.5	10.4	14.1	16.8	11.7	8.9	10.8	6.7	8.2	9.4	7.0	10.7	12.4	9.8

塩分(psu)																																				
深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小																																	
0	15.6	20.1	11.6	17.9	23.5	14.3	19.6	24.8	13.1	19.2	26.5	8.8	16.7	22.9	2.0	12.2	18.4	7.3	14.1	19.7	8.5	17.7	20.7	14.7	14.7	15.7	13.7	14.5	20.9	7.6	9.2	11.2	7.2	10.5	15.7	2.2
0.5	16.4	20.0	11.7	18.4	23.5	14.4	18.3	24.7	11.0	17.7	26.5	8.8	20.9	23.0	16.3	11.3	18.5	7.3	13.0	19.8	8.5	18.1	20.7	14.6	17.3	21.3	15.5	12.8	21.0	2.3	9.6	11.2	7.3	12.6	15.7	8.0
1	17.0	20.9	12.0	20.5	24.1	14.5	18.8	24.7	11.0	18.1	26.7	8.8	21.5	24.7	16.6	11.6	19.5	7.3	13.0	19.8	8.7	19.1	20.8	16.3	18.2	21.3	16.0	17.3	23.1	8.2	11.3	11.4	11.2	12.8	16.3	8.3
1.5	17.4	22.2	12.2	21.5	24.4	14.9	19.5	24.8	11.1	18.5	27.0	8.8	22.3	26.6	17.0	13.3	20.3	7.7	13.9	19.9	10.5	20.3	22.3	16.9	18.6	21.3	16.0	18.6	25.2	9.2	12.9	13.9	11.4	13.5	12.9	8.7
2	17.9	22.7	13.3	22.1	25.0	16.7	20.9	24.9	13.8	19.5	27.0	8.8	22.6	26.9	17.5	15.0	21.0	8.6	16.1	20.8	11.1	21.2	23.3	17.3	19.0	21.4	16.6	19.1	25.0	9.5	14.2	16.0	11.6	14.3	17.8	8.7
2.5	18.8	23.0	16.2	23.4	26.2	18.6	22.1	26.0	14.4	20.3	27.3	8.9	24.1	27.6	22.0	17.4	22.5	13.3	17.8	23.2	12.4	22.6	25.4	17.7	19.8	21.8	17.9	22.6	25.4	9.6	15.6	17.4	13.6	15.0	19.1	8.7
3	20.5	23.6	18.1	24.4	26.8	20.8	24.2	26.6	19.7	22.6	28.0	16.0	25.3	28.0	23.2	18.6	23.0	14.3	21.3	26.1	18.5	23.5	26.9	18.0	22.9	26.0	19.6	22.6	25.8	16.9	17.7	19.1	16.2	18.0	19.9	13.1
3.5	22.5	24.2	19.7	25.4	28.7	22.3	26.1	29.4	23.5	25.1	29.8	19.2	27.0	29.0	23.5	20.4	24.7	15.5	22.7	27.1	19.9	24.2	28.3	18.3	25.3	29.7	20.1	23.2	25.9	17.7	18.9	19.8	18.3	19.8	23.7	15.9
4	23.4	25.3	20.8	26.4	29.9	24.2	27.5	31.8	25.3	26.4	30.5	21.9	28.2	30.9	24.8	22.6	23.8	21.2	24.2	27.5	20.9	23.9	29.3	18.5	27.8	29.7	25.9	23.9	25.4	18.5	18.9	19.8	18.9	23.8	27.0	19.7
4.4	25.9	28.2	24.3	27.2	30.5	25.2	28.6	32.0	26.6	29.1	31.6	27.1	29.8	31.8	27.8	23.9	27.0	15.8	26.5	27.6	25.9	26.1	30.6	20.6	27.4	29.9	22.1	24.5	26.4	19.6	19.7	20.3	19.2	24.3	30.2	20.0

DO(mg/L)																																				
深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小			
0	8.9	9.7	8.4	8.3	8.4	8.0	7.7	7.9	7.3	7.2	8.1	6.5	7.8	8.9	7.0	9.1	9.7	8.2	8.7	9.2	8.2	8.6	8.8	8.5	10.4	10.6	10.2	11.1	11.4	10.9	11.7	11.8	11.6	10.2	10.5	9.6
0.5	8.9	9.7	8.4	8.2	8.4	7.9	8.1	9.5	7.4	7.2	8.3	6.4	7.5	7.8	7.2	9.6	10.7	8.5	8.9	9.3	8.3	9.6	12.9	8.6	10.3	10.8	9.9	11.2	11.9	10.4	11.6	11.9	11.4	10.3	10.7	9.8
1	8.9	9.8	8.6	8.0	8.4	7.7	8.3	9.7	7.5	7.2	8.6	6.4	7.5	7.9	7.2	9.6	10.9	8.6	9.2	9.8	8.3	9.2	11.2	8.4	10.1	10.5	9.8	10.7	11.6	10.1	11.4	11.5	11.3	10.5	11.2	9.9
1.5	9.1	10.3	8.7	8.0	8.5	7.6	8.5	9.8	7.4	7.3	8.8	6.3	7.3	7.6	6.3	9.6	10.9	8.7	9.3	10.0	8.3	9.1	11.2	8.3	10.1	10.7	9.5	10.1	10.7	9.5	11.1	11.4	10.9	10.6	11.4	10.0
2	9.1	10.5	8.7	8.0	8.5	7.5	8.6	9.9	7.4	7.2	8.7	6.3	7.2	7.6	6.1	9.3	11.0	8.6	9.2	10.1	8.2	8.9	11.1	8.2	10.1	11.1	9.2	10.6	11.7	9.8	11.0	11.4	10.6	10.6	11.5	10.0
2.5	9.0	10.5	8.6	7.9	8.5	7.4	8.7	9.9	7.3	6.9	7.4	6.1	6.8	7.5	5.2	8.0	9.4	6.1	8.8	9.8	7.6	7.6	8.4	6.8	10.0	11.0	9.0	10.0	11.0	9.0	10.9	11.1	10.5	10.9	11.5	10.1
3	8.9	10.4	8.2	7.7	8.5	7.3	8.3	9.2	7.3	6.3	7.3	5.3	6.6	7.4	4.1	6.9	8.8	4.4	6.3	6.6	5.8	6.7	8.2	5.3	9.7	10.4	8.9	9.5	11.2	7.0	10.6	11.0	10.3	10.6	11.6	9.8
3.5	8.5	10.3	7.3	7.6	8.5	7.1	7.5	8.8	6.3	5.0	8.0	2.9	6.1	7.7	2.3	5.2	8.6	3.6	4.6	5.6	3.8	5.5	8.1	1.8	8.3	9.3	6.2	9.3	11.2	6.6	10.4	10.8	10.0	10.3	11.5	9.5
4	8.1	10.1	7.1	7.0	8.4	5.1	6.6	8.8	3.9	3.7	5.9	1.7	5.0	7.1	1.2	4.9	6.8	3.5	3.0	4.4	1.6	6.1	7.9	3.7	5.3	8.0	2.6	10.0	11.1	9.3	10.4	10.8	10.1	9.2	9.8	7.8
4.4	6.3	7.2	5.1	5.9	7.4	3.1	4.3	7.1	1.3	1.9	4.3	0.5	1.4	2.4	0.3	2.4	3.5	0.9	1.8	2.8	1.0	3.9	7.6	0.5	4.9	8.1	2.3	8.6	10.7	5.6	10.0	10.5	9.7	8.9	11.4	5.1

クロロフィルa(µg/L)																																				
深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小			
0	7.0	11.5	2.4	4.8	7.2	2.3	2.7	2.8	2.6	6.3	9.7	1.8	8.1	11.2	2.7	9.1	11.2	4.1	7.4	7.4	7.4	9.7	10.0	9.4	5.0	7.0	3.1	6.9	11.9	1.9	3.6	5.5	1.8	6.9	15.7	1.3
0.5	7.6	11.6	2.4	7.2	16.4	2.3	6.2	10.5	2.6	5.6	9.9	1.4	8.5	19.5	2.6	13.4	27.6	4.1	9.7	12.3	7.1	8.8	12.8	5.0	7.4	10.5	4.2	7.7	15.0	3.0	6.0	10.5	2.0	10.9	18.4	1.4
1	8.0	12.0	3.3	6.3	14.5																															

表 13. 赤江における月別深度別の水温, 塩分, 溶存酸素およびクロロフィル a

赤江 (北緯 35.4565 東経 133.2285 )

Table with columns for months (4月 to 3月) and depth (0 to 5.3m). Rows show temperature (水温) with sub-columns for average, maximum, and minimum values.

Table with columns for months (4月 to 3月) and depth (0 to 5.3m). Rows show salinity (塩分) with sub-columns for average, maximum, and minimum values.

Table with columns for months (4月 to 3月) and depth (0 to 5.3m). Rows show DO (mg/L) with sub-columns for average, maximum, and minimum values.

Table with columns for months (4月 to 3月) and depth (0 to 5.3m). Rows show chlorophyll a (クロロフィルa) with sub-columns for average, maximum, and minimum values.

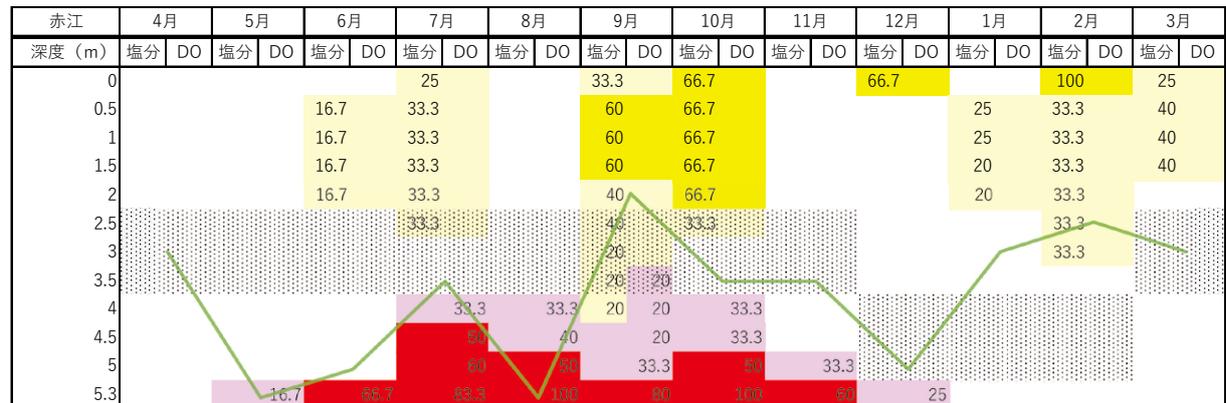


図 13. 赤江における塩分と DO の各閾値 (塩分は 14 psu 以下, DO は 3 mg/L 以下)が観測された深度帯 (数値は確率 (%))を示す, 塩分は■が 50%以上, □が 50%未満の確率, DO は■が 50%以上, ■が 50%未満の確率を示す, クロロフィル a 量が最大となる深度帯 (緑色の折れ線) およびサルボウガイの養殖に適した深度帯 (網掛部)

表 14. 安来（延縄）における月別深度別の水温，塩分，溶存酸素およびクロロフィル a

安来(延縄) (北緯 35.4425 東経 133.2555 )

水温(°C)		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月													
深度m		平均	最大	最小																																	
0		16.4	17.2	15.7	19.3	20.7	18.6	23.8	25.1	21.5	28.7	31.3	25.7	28.6	30.1	27.1	22.0	23.3	19.9	20.2	22.3	18.6	16.8	17.0	16.6	8.7	9.2	8.4	7.2	8.4	5.7	5.1	5.1	5.1	10.3	12.1	8.7
0.5		15.9	17.3	13.9	19.6	21.0	18.5	24.5	27.7	21.5	28.7	31.3	25.7	28.6	30.2	27.2	23.4	24.7	22.6	20.4	22.4	19.0	14.4	17.1	6.5	9.9	11.6	9.1	7.0	8.5	5.5	6.7	8.1	5.0	11.0	14.0	8.8
1		15.8	17.2	14.0	19.5	20.8	18.5	24.3	27.7	21.5	28.6	31.3	25.7	28.5	30.0	27.2	23.4	24.7	22.5	20.3	22.5	19.0	14.7	16.7	8.0	10.1	11.6	9.2	7.0	8.5	5.5	6.6	8.1	4.9	10.9	13.9	8.8
1.5		15.7	17.2	13.3	19.4	20.8	18.3	24.2	27.7	21.5	28.4	31.1	25.7	28.5	29.9	27.2	23.3	24.7	22.4	20.4	22.5	19.0	14.7	16.8	7.8	10.4	12.0	9.5	7.0	8.7	5.5	6.6	8.1	4.8	10.7	13.7	8.8
2		15.6	17.2	13.0	19.4	20.7	18.2	23.8	27.5	21.4	28.3	31.1	25.6	28.5	29.9	27.0	23.3	24.3	22.4	20.0	22.3	18.9	15.0	17.0	8.3	10.7	12.0	9.7	7.2	8.8	5.7	6.7	8.0	5.0	10.6	13.1	9.2
2.5		15.6	17.2	13.0	19.3	20.7	18.1	23.6	27.4	21.4	28.1	31.1	25.6	28.5	29.9	26.4	23.2	23.9	22.4	20.4	22.0	18.9	15.4	17.4	8.3	10.9	12.3	9.7	7.4	8.9	6.1	7.0	8.6	5.3	10.5	12.8	9.2
3		15.6	17.2	13.1	19.3	20.6	18.1	23.3	27.0	21.1	27.7	30.5	25.5	28.5	29.5	26.5	23.2	23.9	22.4	20.3	21.9	18.9	15.6	17.9	8.6	11.1	12.6	9.8	7.5	9.0	6.4	7.2	9.0	5.4	10.3	12.2	8.9
3.5		15.7	17.2	13.2	18.9	20.1	17.9	22.8	25.4	21.0	26.8	28.8	25.3	28.4	29.4	26.4	23.3	24.0	22.4	21.1	22.1	19.2	16.2	19.4	7.8	11.5	13.6	9.9	8.0	9.5	6.5	7.3	9.1	5.4	10.4	12.2	9.0
4		15.3	17.1	13.4	18.5	19.2	14.7	22.4	24.5	20.6	25.4	27.7	23.5	28.1	29.0	26.5	23.5	24.2	22.4	21.9	22.9	20.2	16.6	20.1	8.6	12.5	15.0	10.5	8.3	10.4	6.7	7.6	9.2	6.0	10.5	12.1	9.4
4.5		15.1	16.8	13.4	18.2	18.9	17.3	21.7	23.2	20.0	24.1	26.5	22.3	27.8	29.1	26.3	23.6	24.4	22.4	22.4	23.1	21.4	17.1	20.4	11.2	13.4	16.2	11.3	9.3	11.9	7.7	8.4	9.3	7.6	11.6	12.2	11.1
4.9		14.7	15.7	13.4	18.1	18.9	17.2	21.2	22.0	19.8	23.2	24.9	21.9	27.2	29.0	26.1	24.2	24.9	23.1	23.1	23.8	22.3	18.3	20.7	11.9	13.8	17.5	11.4	10.0	12.3	8.1	8.8	9.4	7.9	11.1	12.2	10.2

塩分(psu)		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月													
深度m		平均	最大	最小																																	
0		18.4	20.7	15.4	21.0	24.9	14.3	21.0	26.6	16.2	19.1	24.2	9.9	22.0	24.1	18.8	10.6	19.6	2.1	13.6	20.0	10.4	20.0	20.5	19.6	4.7	11.8	0.1	17.3	23.2	10.9	9.4	9.4	9.4	12.6	17.1	9.3
0.5		17.7	21.3	14.3	21.3	24.5	14.1	19.7	26.6	12.1	16.9	24.1	6.9	22.0	23.9	18.8	12.1	19.6	6.8	13.6	19.7	10.5	18.9	20.4	16.6	17.4	21.7	13.6	16.4	23.2	10.1	13.9	16.6	9.7	12.9	17.3	9.5
1		18.0	21.7	14.3	21.5	24.6	14.2	19.9	26.6	12.1	17.2	24.3	6.9	22.2	24.7	18.8	12.3	19.7	6.8	13.9	19.8	11.0	19.0	20.4	16.6	18.2	21.7	15.6	16.4	23.3	10.2	14.0	16.7	9.9	13.2	17.4	9.7
1.5		18.2	21.7	14.7	21.8	24.6	14.5	20.1	26.7	12.2	17.5	24.4	7.0	22.5	24.9	18.8	12.6	20.0	7.0	13.9	19.8	10.7	19.5	20.9	17.1	19.5	21.6	17.3	16.9	23.4	10.6	14.2	16.8	10.3	13.6	17.8	9.9
2		18.9	21.8	16.0	22.0	24.5	14.7	21.2	24.5	20.6	18.2	25.4	7.6	23.1	25.5	18.9	13.9	20.2	10.4	20.2	22.5	17.2	20.4	21.7	18.5	20.4	21.7	18.5	18.3	20.4	10.7	15.2	18.2	11.6	14.6	18.2	13.0
2.5		19.2	21.8	16.5	22.4	25.2	15.0	21.8	26.7	13.0	18.9	26.0	7.9	24.2	27.4	19.2	15.6	20.9	10.4	16.0	20.0	12.9	21.2	23.7	19.3	21.1	22.0	18.7	19.0	23.8	11.4	15.7	19.1	12.1	16.9	19.0	13.4
3		19.6	21.8	16.7	23.1	25.4	18.2	23.2	26.7	15.5	22.1	26.8	14.4	25.1	28.2	21.6	17.9	21.0	10.5	18.8	20.5	15.4	22.7	27.5	19.6	21.5	22.3	19.7	20.0	23.8	14.2	16.0	19.0	13.0	19.6	21.5	16.1
3.5		20.7	23.0	17.5	25.9	28.4	23.0	24.7	27.4	19.5	25.0	29.8	18.9	26.2	28.9	23.0	19.0	23.4	10.6	22.5	25.0	19.8	24.8	30.1	19.8	23.0	24.7	22.1	22.9	27.7	18.7	16.4	19.1	14.0	22.0	24.5	17.9
4		23.8	29.4	21.0	27.1	30.5	23.3	26.4	28.4	22.8	28.0	31.5	23.4	27.4	30.1	25.2	19.9	24.9	10.9	26.6	31.4	20.6	25.6	30.6	20.0	25.0	28.2	22.4	24.3	28.6	19.7	18.5	19.4	17.6	25.1	28.3	21.6
4.5		26.3	30.6	22.1	27.9	31.0	23.9	28.8	31.5	27.2	29.9	32.2	26.1	27.7	30.1	26.3	22.3	25.3	17.2	29.2	33.1	24.9	27.0	31.1	24.0	26.4	28.5	22.7	26.4	29.4	24.0	23.0	25.0	21.0	26.5	26.8	26.2
4.9		28.3	30.8	24.8	28.9	31.2	26.9	29.6	32.4	27.4	31.2	32.7	28.7	29.7	31.5	27.6	26.7	30.5	25.2	30.7	32.9	28.7	29.8	31.7	28.0	27.4	28.5	24.6	26.9	29.4	24.7	25.3	29.0	22.0	29.3	32.6	27.0

DO(mg/L)		4月		5月		6月		7月		8月		9月		10月		11月		12月		1月		2月		3月													
深度m		平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小												
0		8.8	9.4	8.4	8.2	9.3	7.7	7.8	8.0	7.4	7.4	8.1	6.8	7.3	7.9	7.0	9.7	10.0	9.1	8.9	9.0	8.7	8.8	8.9	8.6	11.3	11.9	10.6	10.9	11.6	9.7	11.8	11.8	11.8	10.3	10.6	10.0
0.5		9.0	9.6	8.6	8.1	9.3	7.6	8.3	9.2	7.4	7.5	8.4	6.7	7.4	8.0	7.0	9.6	10.8	8.4	9.1	9.2	9.0	9.3	11.4	8.6	10.2	10.5	9.9	11.0	11.8	9.8	11.2	11.8	10.6	10.5	10.8	10.2
1		9.3	10.9	8.7	8.2	9.3	7.6	8.5	9.3	7.4	7.6	8.5	6.6	7.4	8.1	7.0	9.9	10.9	8.5	9.2	9.4	9.0	9.3	11.6	8.4	10.2	10.4	9.9	11.0	11.8	9.8	11.2	11.8	10.7	10.7	10.8	10.6
1.5		9.4	11.1	8.7	8.2	9.3	7.6	8.8	9.5	7.4	7.5	8.6	6.6	7.4	8.2	7.0	10.1	11.2	8.7	9.3	9.6	9.0	9.4	12.0	8.2	10.1	10.4	9.4	11.1	11.7	9.9	11.3	11.9	10.7	10.9	11.2	10.6
2		9.5	11.2	8.8	8.1	9.3	7.7	8.9	9.9	7.5	7.3	8.5	6.3	7.3	8.0	6.9	10.2	11.1	8.8	9.5	9.9	9.1	9.2	12.0	8.0	9.9	10.5	9.1	10.9	11.4	9.8	11.2	11.7	10.7	10.9	11.4	10.3
2.5		9.5	11.1	8.8	8.1	9.2	7.5	9.0	9.9	7.5	7.1	8.5	5.3	6.8	7.5	5.7	10.1	11.1	8.9	9.4	10.4	8.6	8.8	12.0	7.2	9.8	10.5	8.9	10.9	11.4	9.7	11.1	11.6	10.5	10.9	11.5	9.8
3		9.4	11.0	8.8	7.9	9.1	6.7	8.9	10.0	7.5	6.4	8.2	3.9	6.4	7.5	4.8	8.4	10.6	4.9	7.6	10.5	3.3	8.4	11.7	6.0	9.7	10.5	8.7	10.7	11.2	9.7	11.0	11.4	10.4	10.5	11.4	9.5
3.5		9.1	10.6	8.6	7.4	8.2	6.5	8.3	9.0	7.2	5.1	8.3	2.4	5.8	7.4	4.1	7.1	10.6	2.4	6.2	8.7	2.2	5.5	8.9	1.8	9.4	10.5	8.2	10.2	10.8	9.6	10.9	11.3	10.3	10.2	11.1	9.0
4		8.1	9.1	5.5	6.4	8.1	4.6	7.1	8.7	5.9	3.8	7.1	1.4	4.6	6.6	3.2	6.0	10.4	1.3	4.7	8.1	1.2	4.2	7.3	1.2	8.4	10.1	6.8	9.9	10.7	9.2	10.5	10.7	10.3	9.2	10.5	8.8
4.5		7.3	8.8	4.7	5.7	7.9	2.6	5.1	7.7	3.1	2.1	4.4	0.9	3.9	5.7	2.2	4.5	7.2	1.3	3.3	6.1	0.6	3.6	5.9	0.7	6.7	9.2	4.8	8.3	9.9	5.8	9.7	10.2	9.3	8.6	9.0	6.2
4.9		6.2	8.0	4.0	4.8	6.5	1.9	4.0	7.5	0.8	0.9	2.9	0.2	2.2	3.6	0.7	2.1	4.1	0.5	1.3	2.5	0.2	1.5	3.3	0.5	5.9	8.9	2.0	7.2	9.5	4.4	9.1	10.1	7.8	7.1	8.4	5.5

クロロフィルa(µg/L)		4月		5月		6月		7月		8月		9月	
---------------	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--

表 15. 安来（竹林礁）における月別深度別の水温，塩分，溶存酸素およびクロロフィル a

安来（竹林礁）（北緯 35.4340 東経 133.2583 ）  
 水温(°C)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小																											
0	16.4	17.3	15.9	20.3	21.8	18.5	23.4	24.4	21.7	28.6	31.5	25.3	28.0	28.7	27.2	23.1	24.6	21.8	20.6	22.6	19.3	16.1	16.8	15.6	9.0	10.6	6.5	5.6	5.6	5.6	5.5	5.5	5.5	11.7	14.0	9.9
0.5	14.9	17.2	7.2	20.1	21.7	18.5	24.6	27.5	22.0	28.9	31.6	25.4	28.9	30.5	27.0	23.8	24.7	23.3	20.6	22.6	19.3	14.6	16.9	8.1	10.3	12.3	8.6	6.8	7.5	5.6	7.1	8.5	5.3	11.1	14.0	8.9
1	15.0	17.3	8.0	19.9	21.3	18.6	24.6	27.5	22.0	28.7	31.5	25.4	28.9	30.3	26.9	23.9	24.9	23.2	20.5	22.7	19.3	14.7	16.9	8.3	10.6	12.2	9.4	7.0	8.0	5.5	7.0	8.6	4.9	11.0	13.9	8.9
1.5	15.1	17.2	8.8	19.8	21.2	18.6	24.4	27.5	22.0	28.6	31.4	25.4	28.8	30.2	26.7	23.9	25.0	23.0	20.4	22.7	19.2	14.9	17.0	8.4	10.8	12.1	9.9	7.2	8.8	5.6	7.0	8.6	4.9	11.0	13.7	9.3
2	15.0	17.2	9.0	19.7	21.1	18.5	24.2	27.2	22.0	28.5	31.3	25.4	28.9	30.2	26.9	23.6	24.3	23.0	20.3	22.4	19.2	15.0	17.2	8.4	11.0	12.1	10.2	7.5	9.0	5.8	7.2	8.7	5.2	10.9	13.7	9.4
2.5	16.7	17.2	16.1	19.6	21.1	18.1	23.9	26.8	22.0	28.8	31.1	27.1	28.9	30.0	26.8	23.4	23.9	23.0	20.2	21.9	19.1	15.0	17.4	8.5	11.3	12.2	10.4	7.1	7.8	6.2	7.2	8.8	5.5	10.6	12.8	9.3
2.9	15.0	17.1	9.2	19.3	20.9	18.0	23.3	25.7	21.2	26.8	28.8	25.3	28.8	29.8	26.8	23.6	24.0	23.2	21.1	21.9	19.8	17.3	17.8	16.9	11.4	12.6	10.5	8.5	11.4	6.4	7.3	9.0	5.5	10.3	12.3	9.0

塩分(psu)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小																																	
0	13.8	19.5	2.3	21.1	24.5	14.2	17.1	26.9	2.0	18.1	24.2	9.4	23.0	24.8	21.5	9.4	20.0	2.1	13.3	19.7	9.9	18.6	19.6	17.0	17.2	21.2	13.3	10.7	10.7	10.7	8.4	8.4	8.4	13.8	17.9	10.0
0.5	19.7	22.9	15.0	21.2	24.5	14.2	20.1	26.8	13.8	16.7	24.2	7.2	22.7	24.7	18.4	14.0	20.3	6.9	13.4	19.7	9.9	18.9	19.8	17.1	17.1	21.4	13.7	16.3	22.9	9.8	14.3	18.2	9.1	12.9	17.9	9.2
1	20.1	23.6	15.3	21.6	24.6	14.3	20.5	26.8	13.9	17.0	24.6	7.4	22.9	24.9	18.5	14.6	20.2	7.3	13.6	19.6	10.0	19.3	20.1	17.9	19.1	21.5	16.9	16.6	23.6	9.8	14.6	18.3	9.5	13.2	18.2	10.0
1.5	20.4	23.5	16.0	21.8	24.6	14.3	20.8	27.0	13.9	17.6	24.9	7.5	23.3	25.2	19.3	14.7	20.2	7.4	14.1	19.7	11.1	19.8	21.3	18.3	20.0	21.8	18.6	17.0	23.5	9.9	14.7	18.3	9.9	13.7	18.4	10.9
2	20.5	23.7	16.2	22.1	24.7	14.6	21.5	27.2	14.5	18.1	25.5	8.5	23.6	25.6	19.4	16.0	21.1	11.0	14.7	20.3	11.5	20.5	22.0	18.6	20.8	22.2	19.5	17.6	23.7	10.0	15.4	18.5	11.7	14.3	18.7	11.3
2.5	19.1	20.8	16.2	22.5	24.7	15.7	21.7	27.4	15.0	17.5	25.9	9.0	23.6	25.6	19.8	18.3	20.9	16.5	15.6	20.9	11.7	20.2	20.9	18.8	22.1	22.5	21.6	15.1	18.3	10.3	15.9	18.7	13.0	16.2	18.8	13.9
2.9	21.2	24.0	16.8	23.8	25.3	21.4	23.3	27.6	17.0	22.7	27.9	16.8	24.7	26.2	21.7	20.1	22.7	16.9	21.0	23.6	18.2	21.1	22.6	18.9	21.7	22.6	19.7	21.1	28.4	11.6	16.0	18.9	13.0	17.5	19.5	14.3

DO(mg/L)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小			
0	8.9	9.6	8.2	7.8	8.2	7.5	8.0	8.4	7.4	6.9	7.5	6.5	6.9	7.2	6.4	10.5	14.9	8.2	8.8	9.1	8.6	8.6	8.9	8.3	6.9	10.7	0.0	11.4	11.4	11.4	11.7	11.7	11.7	10.2	10.7	10.0
0.5	9.0	10.2	8.3	7.8	8.3	7.4	8.4	10.0	7.3	7.2	7.9	6.4	6.9	7.2	6.0	10.5	15.6	8.6	9.0	9.2	8.7	9.3	12.2	8.3	10.3	10.7	8.8	10.3	10.7	10.2	11.1	11.8	10.3	10.3	10.8	10.1
1	9.0	9.9	8.4	7.9	8.7	7.2	8.6	9.9	7.2	7.2	8.0	5.7	6.9	7.3	5.9	10.8	16.1	9.0	9.0	9.3	8.7	9.2	12.2	8.3	10.1	10.7	9.3	10.9	11.4	9.9	11.2	12.0	10.5	10.4	11.0	10.2
1.5	9.0	9.6	8.5	8.0	9.2	7.1	8.8	10.3	7.2	7.3	8.6	5.6	6.9	7.4	5.9	11.0	15.5	9.1	9.1	9.3	8.8	9.1	12.1	8.1	9.9	10.6	8.9	10.9	11.4	9.6	11.2	12.1	10.5	10.6	11.0	10.3
2	9.0	9.6	8.6	8.0	9.5	7.1	8.9	10.7	7.1	7.3	8.5	5.5	6.9	7.4	5.9	10.7	13.8	9.0	9.2	9.5	8.7	9.0	11.9	7.8	9.7	10.6	8.0	10.9	11.6	9.5	11.1	11.9	10.5	10.7	11.1	10.3
2.5	8.6	8.7	8.5	7.9	9.4	7.0	9.3	11.3	7.1	6.9	8.1	5.4	6.9	7.4	5.9	9.8	14.6	7.4	9.3	9.8	8.7	8.6	11.7	6.9	10.3	10.5	10.2	11.3	11.5	11.0	11.0	11.6	10.4	10.8	11.3	10.2
2.9	8.7	9.4	8.4	7.4	8.0	6.8	8.3	11.5	6.1	5.1	8.3	1.2	6.2	6.9	5.1	7.6	12.9	3.3	6.4	8.6	2.4	7.4	8.3	6.6	9.4	10.3	7.7	9.0	11.3	4.7	11.0	11.6	10.4	10.8	11.5	10.0

クロロフィルa(μg/L)

深度m	4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小																					
0	12.6	30.4	0.1	12.0	26.0	2.8	3.5	6.3	0.8	7.1	9.6	3.4	11.5	14.9	6.1	18.6	32.8	0.1	13.9	20.9	8.6	8.9	9.1	8.6	9.6	12.6	7.5	2.2	2.2	2.2	3.4	3.4	3.4	14.0	35.2	1.7
0.5	13.0	30.8	3.0	9.8	26.3	2.8	8.0	15.2	4.8	7.0	13.7	3.0	9.4	13.8	3.1	15.4	33.2	3.5	13.9	21.1	9.1	18.7	37.3	8.4	8.7	12.1	4.1	5.9	14.4	1.0	11.3	23.8	3.7	14.7	32.9	1.8
1	16.1	46.4	3.3	9.4	26.7	2.9	8.7	16.1	5.6	9.6	15.6	4.5	9.2	13.6	3.1	18.9	34.2	4.2	13.6	20.8	8.9	19.2	39.6	7.2	9.9	14.8	4.1	8.5	20.6	1.0	19.7	48.0	4.0	18.5	34.2	9.6
1.5	14.6	23.2	8.2	10.1	17.7	4.0	10.1	22.3	5.8	9.1	14.0	4.7	9.5	14.6	3.1	14.8	22.2	4.4	15.0	19.9	9.5	20.5	31.5	10.0	14.8	26.3	4.2	17.2	35.1	1.7	6.1	8.1	4.0	17.6	34.4	4.1
2	14.3	19.3	8.9	10.7	15.7	4.3	10.5	22.9	6.0	9.7	13.0	4.8	10.0	17.0	3.3	26.5	62.4	4.8	27.5	47.5	15.2	19.8	31.8	8.7	17.7	34.3	4.3	30.3	65.3	10.2	28.4	72.6	3.9	16.4	25.0	4.6
2.5	11.7	14.3	9.3	12.9	20.0	7.5	11.3	22.7	6.2	12.0	21.4	7.8	10.0	17.2	3.9	28.5	66.0	5.2	29.5	47.9	14.8	22.9	31.6	11.6	37.3	67.0	7.6	28.0	61.1	3.8	6.4	8.6	4.2	17.4	22.3	4.9
2.9	13.6	27.8	5.5	8.6	23.4	4.5	8.8	17.6	4.1	12.0	18.1	8.5	8.8	13.3	4.8	17.0	55.1	5.4	22.5	47.9	7.8	11.5	15.2	8.0	25.3	61.7	6.9	15.1	37.0	4.1	27.9	70.3	4.8	17.8	24.1	5.8

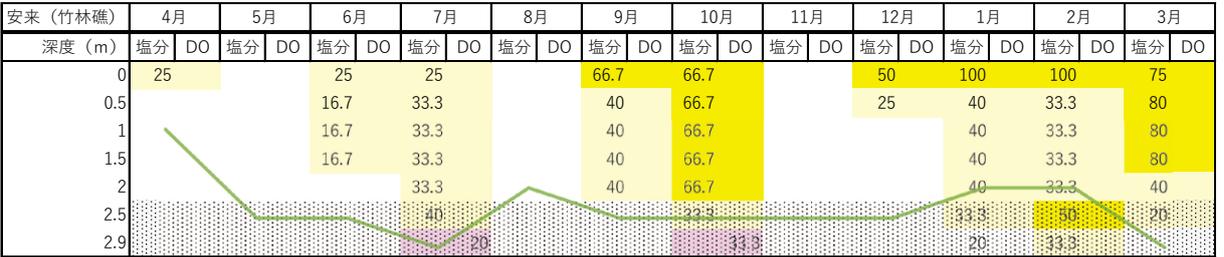


図 15. 安来（竹林礁）における塩分と DO の各閾値（塩分は 14 psu 以下，DO は 3 mg/L 以下）が観測された深度帯（数値は確率（%）を示す，塩分は■が 50%以上，□が 50%未満の確率，DO は■が 50%以上，■が 50%未満の確率を示す），クロロフィル a 量が最大となる深度帯（緑色の折れ線） およびサルボウガイの養殖に適した深度帯（網掛部）

表 16. 島田における月別深度別の水温, 塩分, 溶存酸素およびクロロフィル a

島田 (北緯 35.4336 東経 133.2802 )

水温(°C)																																					
		4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
深度m		平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小																											
0		16.3	16.9	15.6	19.9	21.9	18.4	23.9	25.2	21.4	30.0	31.3	28.7	27.7	28.4	26.9	23.4	23.6	23.2	19.7	19.7	19.7	16.1	16.6	15.4	7.3	9.4	5.3	6.2	7.4	5.6	5.0	5.0	5.0	11.7	14.0	9.0
0.5		16.1	17.2	13.6	19.5	21.9	17.6	24.5	27.3	21.5	28.9	31.4	25.3	28.5	30.1	26.9	23.6	25.0	22.6	20.6	23.0	19.1	14.0	16.6	5.8	9.5	11.7	7.7	6.9	8.3	5.8	6.4	7.7	5.0	11.0	14.0	9.0
1		15.9	17.2	13.4	19.7	21.3	18.4	24.4	27.3	21.5	28.8	31.4	25.4	28.7	30.2	26.9	23.6	25.0	22.6	20.6	23.0	19.2	14.3	16.7	7.1	10.0	11.6	8.7	7.1	8.3	6.4	6.5	7.6	5.3	11.0	14.0	9.0
1.5		15.8	17.2	13.3	19.6	21.1	18.3	24.0	27.2	21.5	28.7	31.3	25.4	28.8	30.1	26.9	23.5	24.9	22.5	20.6	23.1	19.2	14.4	16.8	7.4	10.4	11.7	9.1	7.2	8.4	6.7	6.6	7.8	5.2	10.9	14.0	9.1
2		15.7	17.2	13.1	19.6	21.1	18.3	23.6	26.4	21.5	28.4	31.3	25.4	28.8	29.9	26.8	23.0	23.5	22.3	20.6	23.2	19.2	14.5	16.8	7.7	10.9	12.0	10.0	7.4	8.4	7.0	7.1	9.2	5.2	10.7	13.2	9.0
2.5		15.7	17.3	13.0	19.6	21.1	18.5	23.3	26.1	21.5	28.2	31.2	25.4	28.9	30.1	26.7	23.1	23.7	22.3	20.4	22.9	19.2	14.1	16.8	7.6	11.6	12.0	11.1	7.6	8.5	6.6	7.2	9.4	5.2	10.5	12.7	8.9
3		16.6	17.3	16.1	19.3	20.9	18.7	22.9	25.5	21.4	27.9	29.3	26.1	28.8	29.8	26.7	23.2	23.7	22.8	20.9	22.3	19.2	14.1	17.3	6.5	12.0	12.2	11.7	8.6	10.7	6.6	9.5	9.5	9.5	10.5	12.2	9.0
3.5		16.1	17.3	15.2	19.1	20.8	17.8	22.5	25.3	21.1	25.8	28.0	24.7	28.5	29.5	26.4	23.5	24.0	23.0	22.1	22.5	21.8	18.8	20.7	16.9	12.3	12.3	12.3	9.4	12.5	6.8				10.7	12.2	9.4
3.8		15.0	17.3	13.1	18.5	19.2	17.2	22.5	24.4	20.5	24.6	27.5	23.3	28.0	29.1	26.1	24.0	24.6	23.2	22.4	23.6	20.7	16.8	21.0	7.8	13.5	17.6	11.6	9.9	12.5	8.4	7.3	9.4	5.6	10.4	12.2	9.4

塩分(psu)																																					
		4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
深度m		平均	最大	最小																																	
0		16.4	20.6	14.1	16.3	22.2	2.2	20.9	26.7	16.9	16.3	20.4	10.1	22.4	23.3	21.5	10.4	19.3	2.3	11.4	11.4	11.4	18.0	19.8	16.2	20.3	20.3	20.3	18.4	18.6	17.8	7.4	7.4	7.4	10.0	13.2	2.3
0.5		16.9	20.5	13.7	20.2	22.2	14.0	19.5	26.7	12.9	16.0	23.0	6.4	21.8	23.4	18.1	13.9	19.3	7.7	13.5	19.5	9.8	17.9	19.8	16.2	15.5	21.1	11.1	17.9	23.0	9.6	12.4	15.2	7.6	12.9	16.7	9.7
1		17.7	21.5	14.7	21.0	24.3	14.1	19.8	26.7	12.9	16.7	23.3	6.6	22.3	24.6	18.3	14.0	19.4	7.7	13.6	19.5	9.8	18.5	20.3	16.3	17.3	21.1	15.7	18.0	23.0	9.7	13.1	15.3	9.1	13.1	16.8	9.8
1.5		17.9	21.6	15.2	21.1	24.3	14.3	20.8	26.7	13.0	17.0	23.5	6.7	22.7	25.1	18.3	14.0	19.7	8.1	13.8	19.6	10.4	18.9	20.4	16.8	19.2	21.8	16.2	18.1	23.1	10.1	14.6	19.0	9.4	13.7	16.9	9.8
2		18.3	21.8	15.4	21.4	24.5	14.7	21.9	26.8	15.7	17.6	23.6	7.0	23.2	26.1	18.7	16.4	20.0	12.3	14.2	19.7	11.3	20.1	23.9	17.0	20.4	22.2	18.6	20.0	23.1	13.0	15.0	19.6	9.9	15.1	17.4	14.0
2.5		18.8	21.9	15.6	22.2	24.4	15.9	22.6	26.8	16.1	18.5	24.8	8.6	24.3	26.9	20.7	18.6	21.5	15.8	15.0	19.7	11.8	19.1	20.9	17.6	22.0	24.7	20.4	18.9	23.2	14.9	15.8	19.5	12.3	17.2	18.8	15.2
3		19.3	20.5	16.9	24.2	26.0	22.4	22.7	26.8	17.2	22.5	27.3	16.3	24.7	26.5	22.0	19.3	23.1	17.0	18.3	20.4	16.8	19.9	21.6	18.5	23.4	25.8	21.0	22.6	27.8	16.6	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8	19.8
3.5		24.1	29.3	20.6	25.4	29.2	22.5	23.5	27.0	18.0	26.9	31.8	20.3	25.8	27.1	23.7	20.9	25.7	18.4	19.9	21.0	18.8	26.8	30.9	22.6	23.4	23.4	23.4	23.8	29.5	17.6				20.1	21.7	18.4
3.8		23.4	31.1	16.8	26.6	31.0	23.5	25.3	27.0	20.6	28.3	31.8	25.0	27.3	28.7	25.6	23.4	26.8	20.5	28.9	29.9	27.1	27.4	31.8	24.5	25.0	28.5	20.6	26.5	29.5	24.4	16.6	20.2	14.0	22.5	28.3	17.0

DO(mg/L)																																					
		4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
深度m		平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
0		9.7	11.8	8.3	8.4	9.4	7.6	8.3	8.8	7.5	7.8	8.3	7.4	7.3	7.8	6.7	11.7	14.8	9.3	9.1	9.1	9.1	9.0	9.1	8.8	5.0	10.1	0.0	10.6	10.9	10.4	12.4	12.4	12.4	10.4	10.8	10.1
0.5		9.8	12.0	8.4	8.4	9.2	7.5	8.9	10.0	7.5	8.1	8.7	6.9	7.6	8.4	6.5	11.4	15.4	9.3	9.3	9.5	9.0	9.9	12.7	8.8	10.8	11.5	10.4	10.6	11.2	10.1	11.6	12.8	10.9	10.6	10.9	10.4
1		10.1	13.1	8.5	8.2	9.0	7.3	9.0	10.0	7.4	8.2	9.4	7.0	7.7	8.6	6.2	11.7	16.1	9.3	9.6	9.9	9.1	9.8	12.3	8.8	10.6	11.6	9.8	10.6	11.4	10.1	11.6	12.6	11.0	10.9	11.0	10.7
1.5		10.1	13.0	8.5	8.2	8.8	7.3	8.9	10.1	7.4	8.1	9.5	7.0	7.7	8.6	6.1	11.9	16.4	9.3	9.7	10.1	9.2	9.7	12.2	8.6	10.3	11.3	9.2	10.6	11.5	10.0	11.5	12.7	10.7	11.1	11.7	10.7
2		10.1	12.5	8.7	8.2	9.0	7.3	8.9	10.1	7.4	7.7	8.5	7.0	7.1	8.1	5.5	11.9	16.6	9.4	9.8	10.3	9.3	9.6	12.0	8.5	10.1	11.2	8.9	10.4	11.5	9.6	11.4	12.7	10.3	11.1	12.0	10.3
2.5		9.6	11.3	8.7	8.2	10.1	7.1	8.8	10.1	7.3	6.8	8.4	5.1	6.2	8.0	3.7	10.7	16.8	6.9	9.9	10.5	9.4	9.8	12.1	8.2	9.4	11.3	7.5	10.9	11.4	10.1	11.3	12.5	10.3	11.1	12.0	10.2
3		9.2	10.0	8.8	7.4	8.3	6.2	8.8	10.4	7.0	5.9	8.5	3.2	6.2	7.8	2.9	9.1	16.1	4.0	9.2	10.2	8.0	9.7	12.6	8.0	9.7	11.2	8.2	9.7	11.0	8.0	10.3	10.3	10.3	11.2	11.9	10.8
3.5		8.1	8.9	6.6	6.4	8.1	3.2	7.9	10.1	5.3	3.5	6.8	1.5	5.0	6.5	1.2	8.0	15.5	2.7	6.1	7.1	5.2	4.6	8.1	1.0	10.9	10.9	10.9	8.3	10.8	4.1				10.9	11.5	10.4
3.8		7.6	11.2	1.8	5.7	7.8	1.8	5.9	7.2	4.3	2.5	4.5	0.4	3.0	6.5	0.8	5.4	10.5	2.1	3.7	7.1	1.9	5.8	12.1	0.6	5.7	9.0	1.0	7.3	9.2	3.3	11.2	12.0	10.3	8.9	10.5	4.5

クロロフィルa(µg/L)																																					
		4月			5月			6月			7月			8月			9月			10月			11月			12月			1月			2月			3月		
深度m		平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小	平均	最大	最小
0		29.2	48.0	10.4	9.7	29.0	1.8	8.1	8.5	7.8	11.4	13.8	8.2	8.4	13.3	2.3	17.1	23.2	11.1	14.3	14.3	14.3	17.1	26.4	10.5	6.5	10.3	2.8	11.3	12.6	8.9	7.5	7.5	7.5	14.2	26.4	4.6
0.5		17.2	47.9	6.1	9.2	28.5	1.9	7.9	10.7	5.1	9.0	13.4	4.4	8.9	13.5	2.4	20.2	42.3	5.2	11.3	15.1	8.1	15.0	33.0	7.0	7.5	11.8	4.6	8.9	12.9	1.5	8.3	14.1	3.2	13.7	26.9	4.5
1		17.7	47.9	6.4	10.5	28.0	3.4	8.0	10.9	5.2	8.8	13.6	4.3	9.6	15.2	2.6	14.8	22.8	5.1	11.5	14.4	8.9	10.5	12.7	6.9	8.3	13.0	5.8	10.4	15.2	1.5	12.9	22.4	3.4	13.5	24.4	4.6
1.5		18.4	47.9	7.4	8.7	20.4	3.5	8.7	16.4	1.6	9.3	14.0	4.4	12.0	26.0	3.3	30.6	80.3	5.2	11.7	14.1	9.1	22.7	59.7	7.1	11.5	19.9	5.9	14.6	22.9	3.6	20.4	29.2	3.5	16.5	25.5	4.6
2		13.4	20.2	8.0	9.9	18.0	4.0	11.4	25.8	6.3	11.0	17.4	4.6	10.4	18																						

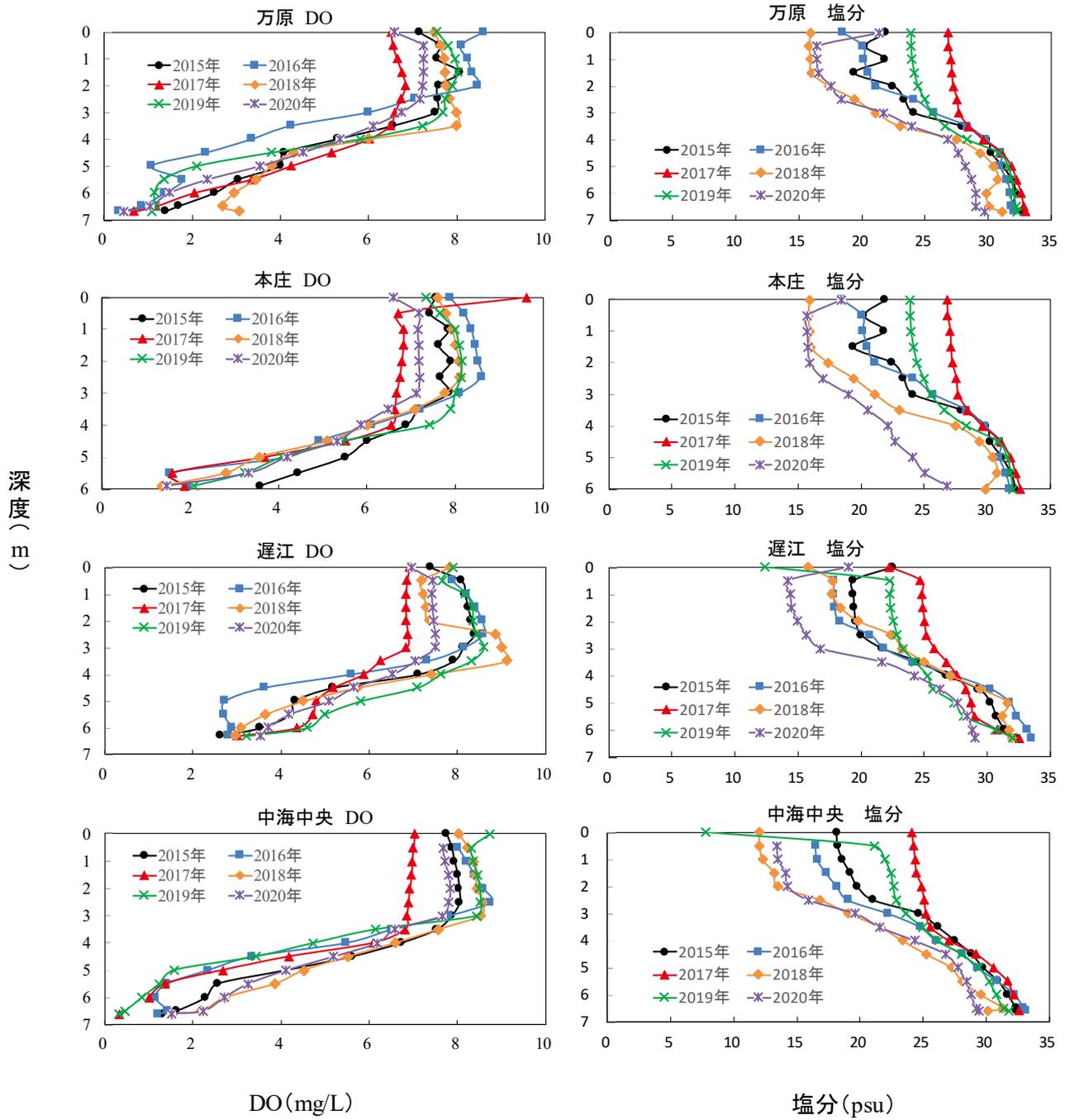


図 17-1. 境水道，本庄，中海北部および中海中央の各水域の代表地点における夏季（7～9月）の DO，塩分の鉛直分布

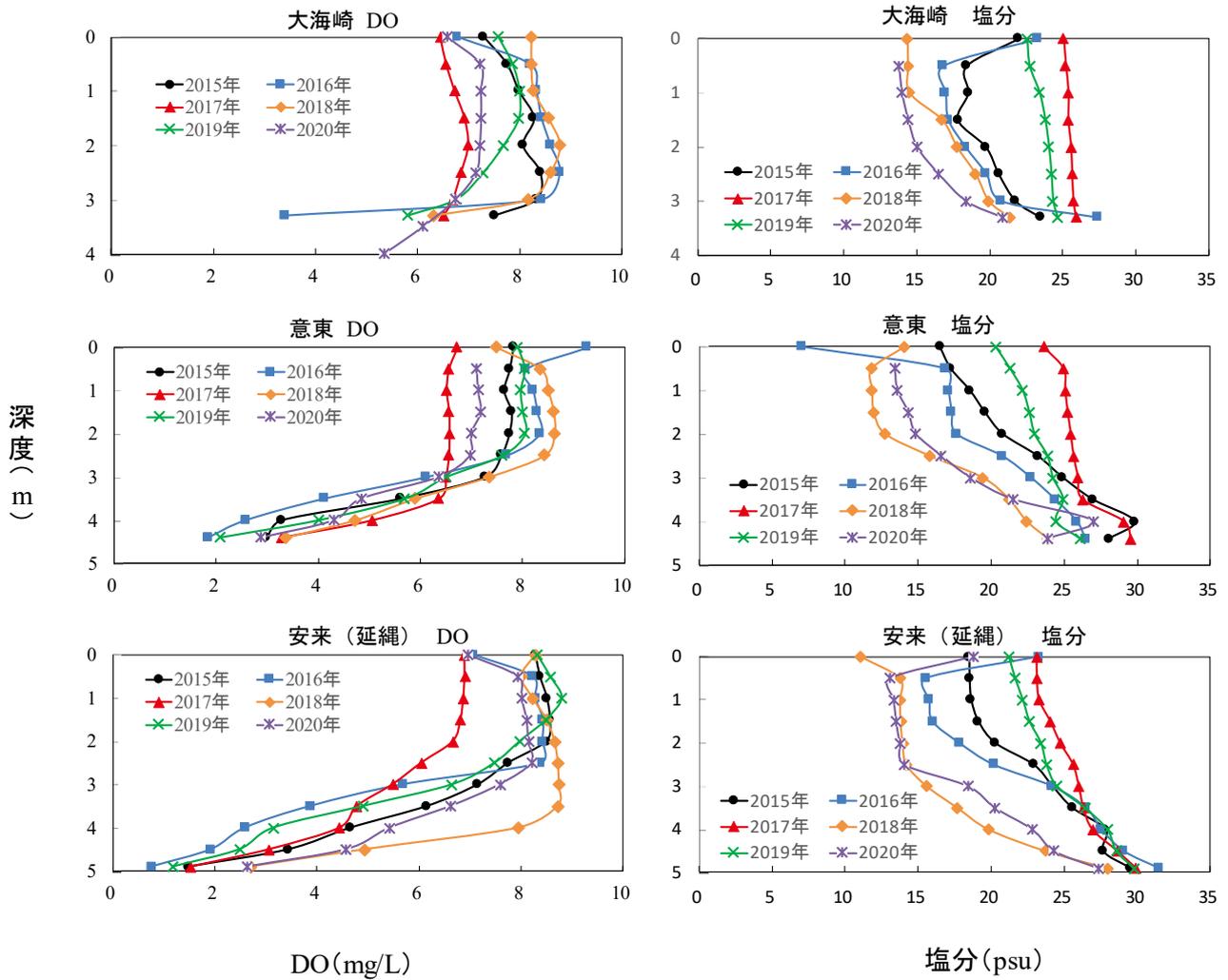


図 17-2. 中海西部, 中海南部および中海東部の各水域の代表地点における夏季 (7~9 月) の DO, 塩分の鉛直分布

表 17. 各調査定点におけるサルボウガイの養殖に適する深度帯

水域	定点	平均水深 (m)	塩分・DO躍層 の範囲 (m)	養殖に適した深度帯	
				(春季~秋季)	(冬季)
境水道	万原	6.7	2.5-4.0	3.0-4.5	5.0-6.5
	下宇部尾	5.9	3.0-4.0	3.0-4.5	4.0-5.5
本庄	本庄	5.9	3.0-4.5	3.0-4.0	4.5-5.5
	江島	5.7	3.0-4.0	3.0-5.0	3.5-5.5
中海北岸	馬渡	6.6	3.0-4.0	3.0-5.0	4.5-6.5
	遅江	6.3	3.0-4.0	3.0-4.5	4.5-6.0
	入江	5.3	3.0-4.0	2.5-3.5	4.0-5.0
中海中央	中海中央	6.6	3.0-4.0	3.0-4.0	4.5-5.5
中海西岸	大海崎	3.3	-	2.0-3.0	2.0-3.0
中海南岸	意東	4.1	2.5-3.5	2.5-3.5	2.5-3.5
	荒島	4.4	2.5-3.5	2.5-3.5	2.5-3.5
	赤江	5.3	2.5-4.0	2.5-3.5	4.0-5.0
中海東岸	安来 (延縄)	4.9	2.5-4.0	2.5-3.5	3.5-4.5
	安来 (竹林礁)	2.9	-	2.5-2.9	2.5-2.9
	島田	3.8	2.0-3.0	2.5-3.0	2.5-3.0

## 謝辞

本報告は、本調査をこれまでに担当された内水面浅海部浅海科の皆様の尽力による成果であり、ここに記して深謝します。

## 文献

- 1) Kikuchi T: Ecology and biological production of Lake Naka-umi and adjacent regions. 3. Macrobenthic communities of Lake Shinjiko and Lake Naka-umi. Special Publications from the Seto Marine Biological Laboratory, **2**, 21-44, (1964).
- 2) 森脇晋平, 大北晋也: 中海に出現する貧酸素水塊の海況学的特性と海洋構造. Laguna (汽水域研究), **10**, 27-34, (2003).
- 3) 石飛 裕, 神谷 宏, 山室真澄: 中海宍道湖の科学—水理・水質・生態系—. ハーベスト出版, 松江市, 53 (2014).
- 4) Ishitobi Y, Hiratsuka J, Kuwabara H, Yamamuro M: Comparison of fish fauna in three areas of adjacent eutrophic estuarine lagoons with different salinities. Journal of Marine Systems, **26**, 171-181, (2014).
- 5) 中国四国農政局島根統計情報事務所: 主要魚種別漁獲量(属地), 昭和54年度島根県漁業の動き. 41 (1980).
- 6) 道根 淳, 原 修一, 木村 秀, 青山喜久雄: 中海におけるサルボウガイの桁曳き網調査. 島根水技セ研報, **2**, 71-73 (2009).
- 7) 開内 洋, 勢村 均: 二枚貝資源復活プロジェクト. 島根水技セ年報平成24年度, 92 (2014). [https://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/suigi/publish/jigyohou/h24/index.data/04-18\\_nimaigai.pdf?site=sp](https://www.pref.shimane.lg.jp/industry/suisan/shinkou/suigi/publish/jigyohou/h24/index.data/04-18_nimaigai.pdf?site=sp), 2022年10月3日.
- 8) 村地四郎, 古川哲三: サルボウ(モガイ)の希釈海水に対する抵抗性について. 水産増殖, **6**, 35-40, (1958).
- 9) 山城隆文: サルボウの生態学的研究—1 サルボウ稚貝の低比重海水に対する抵抗力. 水産増殖, **6**, 27-32 (1959).
- 10) 福原 修, WASPADA, 梅沢 敏, 野上和彦: サルボウ養殖種苗の塩分耐性, 南西水研報, **20**, 1-12 (1986).
- 11) 中村幹雄, 品川明, 戸田顕史, 中尾繁: 宍道湖及び中海産二枚貝4種の環境耐性. 水産増殖, **45**, 179-185 (1997).
- 12) 本田匡人, 郡司掛博昭, 松井繁明, 諸石淳也, 姜益俊, 島崎洋平: サルボウガイ (*Scapharca kagoshimensis*) の呼吸代謝に及ぼす低酸素の影響. 九大農学芸誌, **65**, 31-37 (2010).
- 13) 金子健司, 橋口晴穂, 宮向智興, 今尾和正, 和久光靖, 石田基雄, 鈴木輝明: 三河湾におけるサルボウの初期成長に及ぼす貧酸素の影響, 水産工学, **48**, 109-116 (2011).
- 14) 鈴木秀幸, 山口啓子, 瀬戸浩二: 中海におけるサルボウガイの生残と成長におよぼす低酸素および低塩分の影響, 水産増殖, **60**, 261-268, (2012).
- 15) 開内 洋, 佐々木 正, 勢村 均, 向井哲也, 曾田一志: 中海におけるサルボウガイ (*Anadara kagoshimensis*) の生息分布に及ぼす夏季の貧酸素水塊の影響. 日本ベントス学会誌, **74**, 1-9 (2019).
- 16) 丸茂恵右, 横田瑞郎: 貧酸素水塊の形成および貧酸素の生物影響に関する文献調査, 海生研報, **15**, 1-21 (2012).
- 17) 日本水産資源保護協会: 水産用水基準第8版, 26-27 (2018).
- 18) de Zwaan A, Cortesi P, van den Thillart G, Roos J, Storey K.B.: Differential sensitivities to hypoxia by two anoxia-tolerant marine molluscs a biochemical analysis. Marine Biology, **111**, 343-351 (1991).
- 19) Hochachka P. W., Somero G.N.: 二枚貝におけるグルコースとアミノ酸分解代謝の共役, 橋本周久・阿部宏喜・渡辺終五(訳), 低酸素適応の生化学, 恒星社厚生閣, 40-54, (1984).
- 20) Miyamoto Y, Iwanaga C: Biochemical responses to anoxia and hypoxia in the arkshell *Scapharca kagoshimensis*. Plankton and Benthos Research, **7**, 167-174, (2012).
- 21) 大谷修司, 清家泰, 奥村稔, 相崎守弘: 中海本庄工区における植物プランクトンの種類組成と現存量の季節変化, Laguna (汽水域研究), **6**, 63-71, (1999).

## 本号掲載要旨

(報文)

### 島根県に水揚げされるマアナゴの一般成分と脂質特性

内田 浩

島根県に水揚げされるマアナゴの一般成分、その内粗脂肪については脂質組成および脂肪酸組成も分析した。漁獲の大部分を占める雌の粗脂肪の年間変動は、冬季から春季が低く、夏季から秋季が高い傾向を示した。また、成長するにしたがって粗脂肪は増加傾向を示し、全長600mm以上では冬季を除き10%を超えた。雄については、全長は500mm未満であり、同じサイズの雌に比べて粗脂肪は非常に高かった。雌雄共に粗脂肪の大部分はトリグリセリドであり、リン脂質やステロール等の割合は低かった。脂肪酸についてはオレイン酸とパルチミン酸の割合が非常に高かった。

### フレークアイス使用によるアユの鮮度向上試験

岡本 満・石原成嗣・曾田一志

刺網で漁獲されるアユの品質向上を図るため、冷却にフレークアイスと呼ばれる細氷を用いた鮮度保持試験を行った。角氷とフレークアイスの併用によって速やかに冷却されるだけでなく、長期間にわたり低温が維持され、角氷のみの従来法に比べてアユの体温を低く保つことができた。角氷とフレークアイスを用いたアユは角氷のみのアユに対して、1日目(致死の翌日)における背中の色調が濃くK値がやや低かった。以上から、フレークアイスと角氷の併用はアユの鮮度向上に資すると考えられた。フレークアイスを使用したアユの筋肉には豊富なイノシン酸が含まれており、内臓のグルタミン酸との相乗効果で食味の向上に寄与できる可能性が示唆された。

(資料)

### 浜田地区におけるマナマコ *Apostichopus japonicus* の夏眠時期推定

寺戸稔貴

浜田地区におけるマナマコ(アオ・クロ型)の分布密度(個体/m<sup>2</sup>)と日平均水温(°C)の関係から夏眠時期を調べた。調査は2021年2~6月に計11回、2021年10月~2022年5月に計15回実施し、定線上(100m×2m)に分布するマナマコを計数し、分布密度(個体/m<sup>2</sup>)を算出した。マナマコは14.3°Cから12.9°Cまで低下した時に初めて0.02個体/m<sup>2</sup>観察され、17.7°Cから19.2°C

に上昇した時に観察されなくなった。これは既知の夏眠水温と同程度であるため浜田地区におけるマナマコの夏眠は17.7°Cを超えた時に開始すると示唆され、12.9°Cには終了することが分かった。

### 2021年宍道湖におけるシラウオ *Salangichthys microdon* の産卵場の底質環境と卵分布

沖 真徳・福井克也

宍道湖におけるシラウオ資源の保護を目的として、2021年1~5月に宍道湖20点と大橋川1点の底質環境とシラウオの卵分布について調べた。シラウオ卵は1~5月に確認され、盛期は3~4月であった。シラウオ卵は本湖の水深1~4mで確認された。産卵場の底質と卵分布の関係については、極細砂とシルト・粘土の含有量が高くなると卵はほとんど認められなかったのに対し、細砂以上の粒径成分については含有率にかかわらず、多くのシラウオ卵が確認された。これらのことから、宍道湖におけるシラウオの産卵場形成の底質条件の一つとして、シルト・粘土および極細砂がほとんど含まれないことが示唆された。

### 2021年の江の川下流域におけるアユの産卵状況および浜原ダム上流域における産卵の確認

寺門弘悦・谷口祐介・沖野 晃

江の川での天然アユ資源の回復を図るための取り組みへの技術支援の一環として、江の川下流域で毎年継続的に実施しているアユの産卵状況調査を行った。2021年11月にハネノセからセジリの瀬の間の7地点で踏査・潜水目視した結果、ハネノセとボウフラの瀬でアユ産着卵が確認され、産卵面積はそれぞれ74m<sup>2</sup>および1,352m<sup>2</sup>で合計1,426m<sup>2</sup>であった。ボウフラの瀬では卵の埋没深が、良好な産卵環境の目安である10cmを超えていた。また、毎年実施する調査とは別に、浜原ダムを降下できなかったアユによるダム上流域での産卵状況を調べた。築瀬において流下するアユ仔魚が採集され、ダム上流域でのアユの産卵が確認された。

### 中海のサルボウガイ垂下養殖試験地における水質環境の季節変動および飼育深度帯の検討

古谷尚大・佐々木 正・開内 洋・石原成嗣

サルボウガイの養殖試験を行っている地点を中心に中海全域に設けた15定点において、複数年に渡って、

水温、塩分、DO およびクロロフィル a 量の水質のモニタリング調査を実施した。夏季の塩分・DO 躍層の変動範囲、サルボウガイの生残率に大きな影響を及ぼす塩分と DO の閾値が発生する確率分布および他の付着生物の条件から判定したサルボウガイの養殖に適

した深度帯は、概ね、塩分・DO 躍層の変動範囲付近とすることが示された。また、その深度帯の範囲は、養殖場所の水深に応じて変化し、水深 6~7 m では 1.5~2.0 m、水深 4~5 m では 1 m 程度、水深 4 m 未満では 0.5 m 程度と水深が浅い程狭くなる傾向が示された。

## 他誌掲載論文の抄録

### メダイ筋肉の死後変化に及ぼす貯蔵温度と致死方法の影響

岡本 満・井岡 久

水産技術, 14 (2) 1-9 (2022)

天然メダイについて, 種々の貯蔵温度 (0°C 区, 5°C 区, 10°C 区) で貯蔵した際ならびに種々の致死方法 (脊髓破壊区, 延髄刺殺区, 温度ショック区, 苦悶死区) で処理したのち 0°C で貯蔵した際の死後変化を調査した. ATP, IMP, K 値の経時変化から, 致死 24 時間後までは 5~10°C 貯蔵が, 24 時間後以降は 0~5°C 貯蔵が適していると考えられた. 致死方法のなかでも, 脊髓破壊区が致死 24 時間後まで他の試験区より pH と ATP の減少が遅く, 致死 48 時間後まで K 値と硬直指数の上昇が遅かった. 生かしたメダイを脊髓破壊したのちに適正な温度管理をすることで, より高品質な鮮魚を提供できる可能性がある.

### 島根半島沿岸海域におけるアカアマダイの種苗放流効果

松本洋典

水産増殖, 70 (2) 121-130 (2022)

島根半島沿岸域に放流されたアカアマダイの放流効果を評価するため, 標識魚の再捕確認調査を 2012~2019 年度に小伊津漁港で実施した. 標識魚の再捕は放流点から 45 km の範囲で確認され, その 97%は 20 km 以内の範囲にあった. 再捕魚は雌雄とも 2~9 齢で, 混獲率は 0.12~1.01%, 放流魚の推定回収尾数は雌 1,105 尾, 雄 681 尾, 総計 1,786 尾であった. 放流魚の標準的な累積回収率は 4.874%が上限となった. 放流の直接効果としての 1 尾あたり漁獲期待価格は 83.7 円で, 種苗販売単価に対する比は 0.78 であった. 今後は間接的効果の算定のため本海域の再生産機構の解明が課題となる.

### 日本海南西海域産アカムツの資源特性値の把握と資源量推定

金元保之・八木佑太・田中空太・金岩美幸・松本洋典・大田寿行・河野光久・寺門弘悦・道根 淳・川内陽平・酒井 猛・矢野寿和・金岩 稔

日本水産学会誌, 88 (5) 365-385 (2022)

本研究では日本海南西海域産アカムツを対象とし, 耳石横断薄層切片を用いた年齢査定により年齢体長キーを作成し, 山口県下関漁港および島根県浜田漁港における漁獲情報から年齢別漁獲尾数を推定した. さらに, 沖合底びき網漁業の漁獲成績報告書からデータフィルタリングによりアカムツの狙い操業を抽出した標準化 CPUE を算出した. チューニング VPA により資源量などを推定し, レトロスペクティブ解析により推定結果の妥当性を確認した. 推定資源量より, 本海域産アカムツの資源状態は高い水準にあると判断した. さらに, アカムツ小型魚の保護を目的とした管理方策について検討した.

**編集委員長**

川島隆寿

**編集委員**

若林英人・内田 浩

**事務局**

岡本 満

---

島根県水産技術センター研究報告 第15号

2023年（令和5年）3月発行

● 編集・発行

島根県水産技術センター研究報告編集委員会

〒697-0051 島根県浜田市瀬戸ヶ島町25-1

TEL 0855-22-1720 FAX 0855-23-2079

● 印刷

柏村印刷株式会社

〒697-0034 島根県浜田市相生町3889

TEL 0855-23-2040 TAX 0855-22-3274

---

REPORT  
OF  
SHIMANE PREFECTURAL FISHERIES  
TECHNOLOGY CENTER  
NO. 15

CONTENTS

**Original**

- General ingredients and lipid characteristics of white-spotted conger *Conger myriaster* landed in Shimane Prefecture  
.....Hiroshi UCHIDA 1
- Experiment to improve the freshness of ayu *Plecoglossus altivelis altivelis* by using flake ice  
.....Mitsuru OKAMOTO, Seiji ISHIHARA and Kazushi SOTA 9

**Notes**

- Estimation of aestivation season for the sea cucumber *Apostichopus japonicus* in Hamada  
.....Toshiki TERADO 17
- Distribution of icefish *Salangichthys microdon* eggs and bottom floor environment of spawning ground  
in Lake Shinji in 2021  
.....Masanori OKI and Katsuya FUKUI 21
- Spawning in the lower reaches, and the confirmation of spawning of ayu *Plecoglossus altivelis altivelis* in the upper  
reaches of Hamahara Dam in the Gonokawa River in 2021  
.....Hiroyoshi TERAKADO, Yusuke TANIGUCHI and Akira OKINO 27
- Seasonal changes in water quality environment and consideration of rearing depth zone of the ark shell *Anadara  
kagoshimensis* of the hanging culture experiment sites in Lake Nakaumi, Japan  
.....Takahiro FURUTANI, Tadashi SASAKI, Hiroshi HIRAKIUCHI and Seiji ISHIHARA 31