

川崎市東扇島東公園の人工海浜で採集したアユ稚魚の成長と食性

相澤 康

Growth and Feeding Habits of Juvenile Ayu *Plecoglossus altivelis*

collected in Surf Zone of Artificial Beach, in Higashiougijima, Kawasaki City

Yasushi AIZAWA*

緒 言

アユ *Plecoglossus altivelis* は内水面漁業の重要な対象種であり、東京都と神奈川県都県界を流れる多摩川においては、近年は下水道整備等による生息環境の改善で、100万尾以上が遡上するようになった¹⁾。

アユは河川の中流域で産卵し、ふ化仔魚は海に流下して、仔稚魚期は沿岸域の砕波帯に生息する。多摩川が注ぐ東京湾においても天然干潟や人工干潟の砕波帯で多く採集され、重要な生息場所となっている^{2,3,4)}。砕波帯で採集したアユ仔稚魚と多摩川に遡上するアユ稚魚の日齢解析から、ふ化時期が早い程、成長がよく、また遡上が早いことが報告されている⁴⁾。

海域生活期のアユ仔稚魚の生息状況や成長等の情報は、河川への遡上状況を予測するために重要であり、干潟や砂浜海岸の砕波帯での採集は有効な調査手法と考えられる。

そこで、本研究では、多摩川河口に位置する川崎市東扇島東公園に造成された人工海浜でアユ稚魚を採集し、成長と食性を調査したので報告する。

材料および方法

東扇島東公園の汀線長約180mの人工海浜でアユ稚魚の採集を行った(図1)。2009年1月15日、2月8日、12月11日、2010年1月14日および2月16日にサーフネット(袖網:5m×1m、目合2mm、袋網:2m×1m、目合1mm)を用いて稚魚を採集した。採集した稚魚は現場で99.9%エタノールにより固定して持ち帰り、ノギスで標準体長(SL)を測定するとともに、Tsukamoto and Kajiwara⁵⁾に従い顕微鏡下で耳石輪紋を計数し、輪紋を日齢として、採捕日から逆算してふ化日を推定した。

2009年1月15日に採集した稚魚については胃内容物を調査した。胃内容物は山路⁶⁾および千原⁷⁾を参考に顕微鏡下で同定、計数し、餌料出現率と餌料個体数比により

評価した。それぞれの算出方法は次のとおりである。

餌料出現率 = ある餌料生物を捕食していたアユ個体数 / 空胃ではないアユ個体数

餌料個体数比 = ある餌料生物の個体数 / 全餌料生物の個体数

胃内容物との比較のため、同じく2009年1月15日に稚魚採集海域において動物プランクトンの調査を行った。プランクトンネット(φ30cm、長さ75cm、目合66GG・250μm)で砕波帯の表層を水平曳きして採集した。濾水計で濾水量を測定し、採集物は現場で99.9%エタノールにより固定して持ち帰り、後日、前述の方法に従い、顕微鏡下で同定、計数した。

また同日、環境調査として、水温、水素イオン濃度(pH)、溶存酸素(DO)、塩分濃度を水質計(堀場製マルチ水質チェッカーU-10)で測定した。

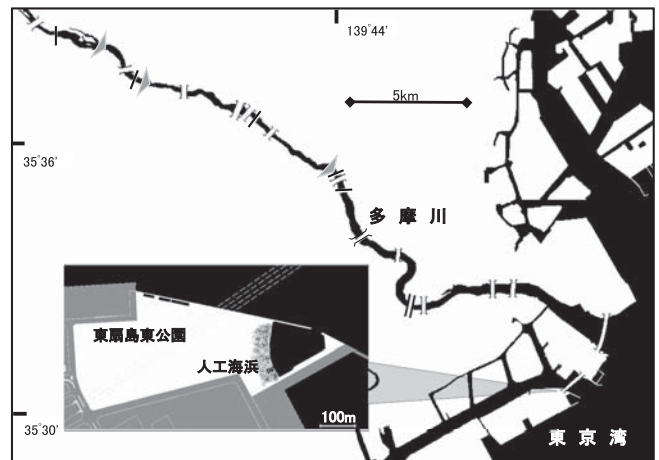


図1 調査地点

表1 東扇島人工海浜で採集したアユ稚魚の採捕数

年月日	時刻	尾数	平均体長±標準偏差(mm)	水温℃	pH	DO mg/l	塩分‰
'09.1.15	14:30	0	—	10.8	7.73	9.05	30.4
	16:30	40	41.8 ±2.4	10.7	7.31	8.14	30.5
	18:30	6	34.4 ±3.7	10.6	7.24	10.13	30.9
2.8	10:00	1	—	—	—	—	—
12.11	—	0	—	—	—	—	—
'10.1.14	—	52	32.4 ±2.0	—	—	—	—
	2.16	0	—	—	—	—	—

注) — は欠測

結果および考察

アユ稚魚は2009年1月15日16時30分に40尾(平均体長±標準偏差は41.8mm±2.4)、18時30分に6尾(同34.4mm±3.7)、2月8日10時に1尾(体長データ欠測)、2010年1月14日に52尾(同32.4mm±2.0)を採集した(表1)。2009年1月15日の採集時の水温は10.6~10.8℃、pHは7.24~7.73、DOは8.14~10.13mg/l、塩分は30.4~30.9‰であった。

採集物のうち、2009年1月15日のサンプル(以下、2009年サンプルという)は27尾、2010年1月14日のサンプル(以下、2010年サンプルという)は40尾を測定に供し、体長組成、推定ふ化時期、日齢と体長の関係をそれぞれ図2、3、4に示した。

2009年サンプルは体長階級(中央値)42.5mmに、2010年サンプルに同32.5mmにモードを持つ単峰型の組成であった(図2)。推定ふ化時期については、2009年サン

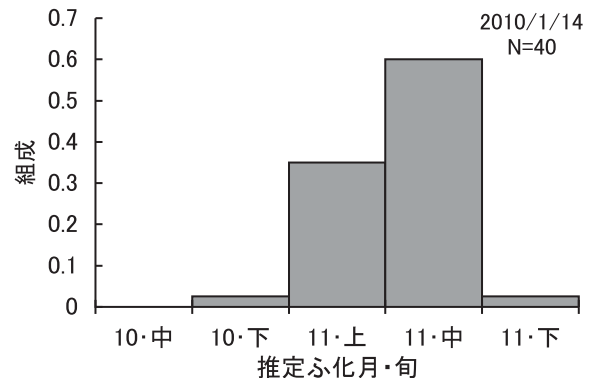
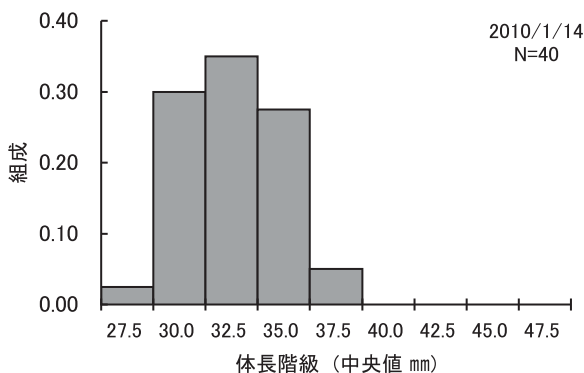
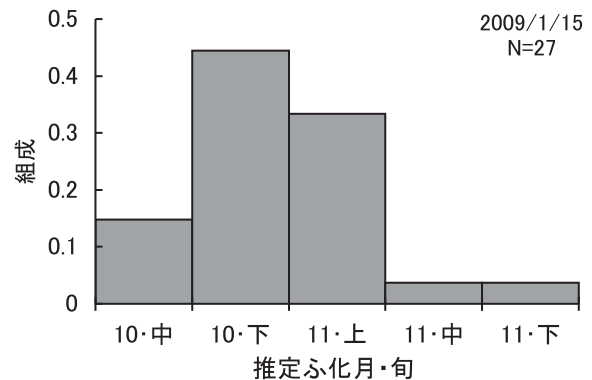
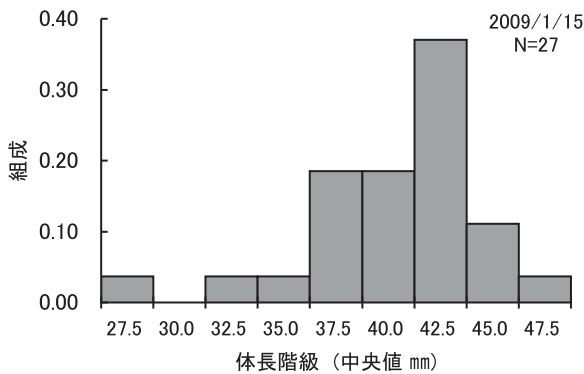


図2 東扇島人工海浜で採集したアユ稚魚の体長組成

図3 東扇島人工海浜で採集したアユ稚魚の推定ふ化月旬の組成

ルは日齢階級(中央値)80日で推定ふ化時期は10月下旬にモードがあり、同じく2010年サンプルは同60日で11月中旬であった(図3、4)。

日齢(t)と標準体長(SL)の関係は、

2009年サンプル $SL = 0.395 t + 10.204$ ($r^2 = 0.871$)

2010年サンプル $SL = 0.294 t + 13.716$ ($r^2 = 0.418$)

であった(図4)。日間成長量は、2009年サンプルは0.395mm/日、2010年サンプルは0.294mm/日であり、推定ふ化時期の早い2009年サンプルが有意に高かった(t-検定、 $p < 0.01$)。相模湾における日間成長量は0.28~0.46mm/日とされ⁸⁾、両年の日間成長量はこの範囲内であった。また、相模湾においてもふ化時期の早い群は成長がよいことが報告されている⁸⁾。

胃内容物はアユ稚魚27尾を分析し、うち4尾が空胃で摂餌率は0.85であった(表2)。多く出現した種の個体数、餌料出現率、餌料個体数比は、*Acartia* spp. が36個体、餌料出現率0.61、餌料個体数比0.51、*Corycaeus affinis* が11個体、餌料出現率0.30、餌料個体数比0.16、*Centropages* spp. が10個体、餌料出現率0.30、餌料個体数比0.14であった。

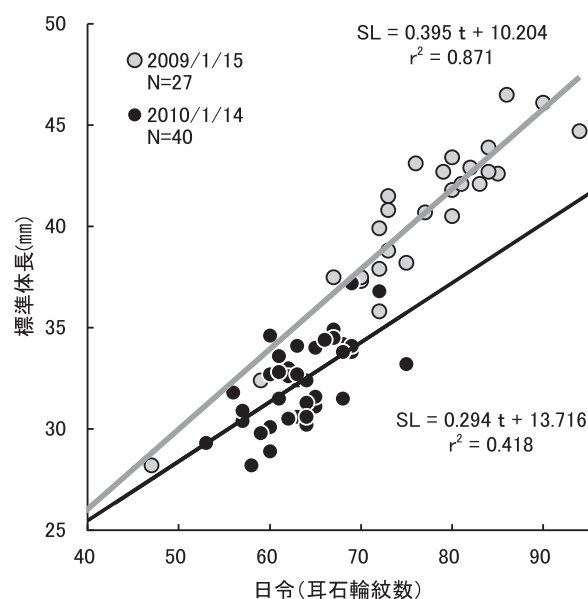


図4 東扇島人工海浜で採集したアユ稚魚の日齢と標準体長(mm)

表2 東扇島人工海浜で採集したアユ稚魚の胃内容物

餌料生物	餌料生物を捕食していたアユ個体数(A)	餌料生物の個体数(B)	餌料出現率(A/D)	餌料個体数比(B/C)
<i>Acartia</i> spp.	14	36	0.61	0.51
<i>Corycaeus affinis</i>	7	11	0.30	0.16
<i>Centropages</i> spp.	7	10	0.30	0.14
<i>Paracalanus</i> spp.	3	3	0.13	0.04
<i>Harpacticoida</i> spp.	2	3	0.09	0.04
<i>Corycaeus</i> spp.	2	3	0.09	0.04
<i>Sagitta</i> spp.	1	2	0.04	0.03
<i>Paracalanus parvus</i>	1	1	0.04	0.01
<i>Oithona</i> spp.	1	1	0.04	0.01
消化物	15	—	—	—
計(C)	—	70	—	—

分析したアユ個体数	27
空胃ではない個体数(D)	23
空胃の個体数	4

表3 東扇島人工海浜の動物プランクトン分析結果

綱	種	1回目			2回目			計			
		濾水量	3.15 m ³	個体数 / m ³	個体数比	濾水量	3.36 m ³	個体数 / m ³	個体数比	濾水量	6.51 m ³
根足虫綱	<i>Foraminiferida</i>	15	4.8	0.02	0.0	0.00	15	2.3	0.01		
鰓脚綱	<i>Podon polyphemoides</i>	75	23.8	0.08	10	3.0	0.01	85	13.1	0.05	
顎脚綱	<i>Corycaeus affinis</i>	180	57.1	0.20	230	68.5	0.31	410	63.0	0.25	
	<i>Acartia omorii</i>	30	9.5	0.03	90	26.8	0.12	120	18.4	0.07	
	<i>Harpacticoida</i> spp.(底生)	15	4.8	0.02	30	8.9	0.04	45	6.9	0.03	
	<i>Paracalanus parvus</i>	30	9.5	0.03				30	4.6	0.02	
	<i>Centropages abdominalis</i>				10	3.0	0.01	10	1.5	0.01	
	Copepodite of <i>Acartia</i>	270	85.7	0.30	170	50.6	0.23	440	67.6	0.27	
	Copepodite of <i>Centropages</i>	75	23.8	0.08	60	17.9	0.08	135	20.7	0.08	
	Copepodite of <i>Corycaeus</i>	45	14.3	0.05	20	6.0	0.03	65	10.0	0.04	
	Copepodite of <i>Paracalanus</i>	30	9.5	0.03	20	6.0	0.03	50	7.7	0.03	
	Copepodite of <i>Calanidae</i>	15	4.8	0.02				15	2.3	0.01	
軟甲綱	<i>Cumacea</i> (底生)			0.00	10	3.0	0.01	10	1.5	0.01	
現生矢虫綱	<i>Sagitta</i> spp.	45	14.3	0.05	30	8.9	0.04	75	11.5	0.05	
尾虫綱	<i>Oikopleura</i> spp.	45	14.3	0.05	30	8.9	0.04	75	11.5	0.05	
幼生	Zoea larva of <i>Brachyura</i>	30	9.5	0.03	10	3.0	0.01	40	6.1	0.02	
	<i>Gastropoda</i> larva	15	4.8	0.02	10	3.0	0.01	25	3.8	0.02	
	Ophiopluteus larva of <i>Ophiuroidea</i>			0.00	10	3.0	0.01	10	1.5	0.01	
合計		915	290.5	1.00	740	220.2	1.00	1,655	254.2	1.00	

環境中の動物プランクトンの分析結果を表3に示す。18種1,655個体が確認できた。多く出現した種の個体数と個体数比は、Copepodite of *Acartia* が440個体で0.27、*Corycaeus affinis* が410個体で0.25、Copepodite of *Centropages* が135個体で0.08、*Acartia omorii* が120個体で0.07であった。

主要な餌料生物として、胃内容物調査および動物プランクトン調査ともに出現した顎脚綱を属レベルでまとめて、餌料出現率と餌料個体数比および環境中の個体数比の関係を表4、図5に示した。それぞれのパラメータ間には正の相関が認められた。

三重県宮川河口付近の碎波帯では *Oithona* 属、*Acartia* 属、*Paracalanus* 属等のカイアシ類を主体に環境中に多く存在するプランクトンを摂餌する傾向が強いとされている⁹⁾。本調査では胃内容物、動物プランクトンともに *Acartia* 属、*Corycaeus* 属が多く、三重県宮川河口付近の事例と同様に、環境中に多くいるカイアシ類を利用していることが示唆された。

本調査の採集実績は2群と限られ、また、小さな群なので、調査結果は東京湾のアユ稚魚資源に関する断片的な一情報に過ぎない。今後、東京都海面での調査結果とも併せてアユ稚魚生態の情報を蓄積し、多摩川への遡上状況との関係を検討していくことが望まれる。

表4 主要な餌料生物(属名)の餌料出現率、餌料個体数比および環境中個体数比

餌料生物(属名)	餌料率	餌料個体数比	環境中個体数比
<i>Acartia</i>	0.61	0.51	0.34
<i>Corycaeus</i>	0.39	0.20	0.29
<i>Centropages</i>	0.30	0.14	0.09
<i>Paracalanus</i>	0.17	0.06	0.05
<i>Harpacticoida</i>	0.09	0.04	0.03
その他	-	0.04	0.21
計		1.00	1.00

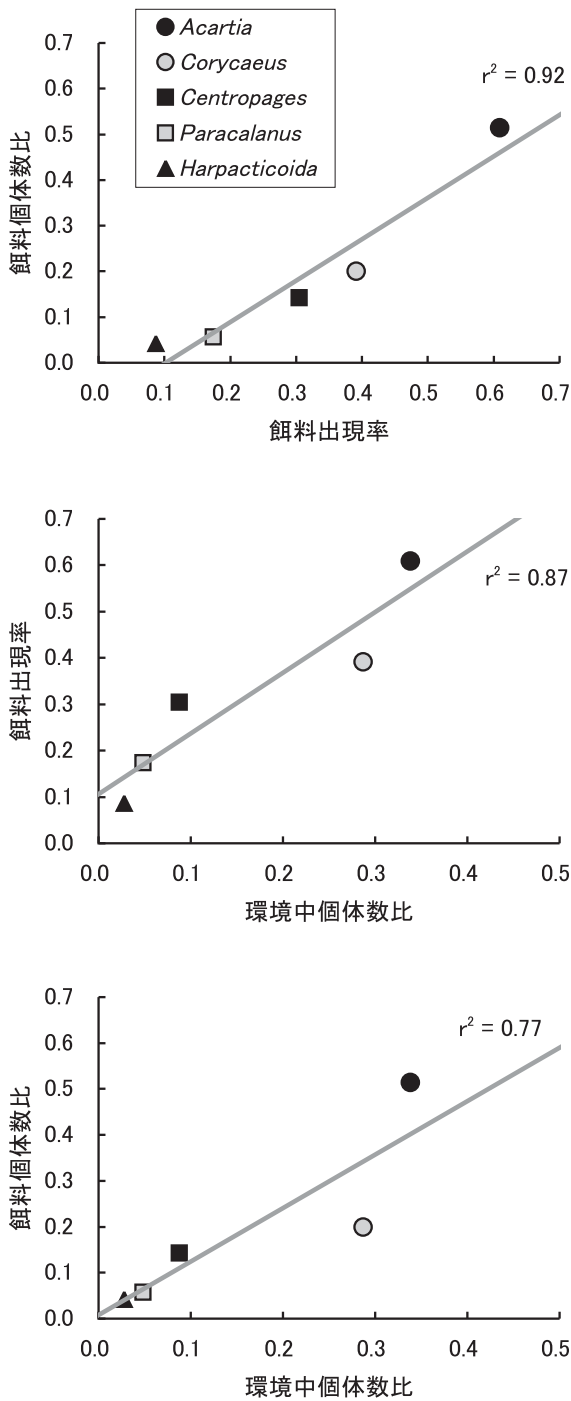


図5 主要な餌料生物（属名）の餌料出現率、餌料個体数比および環境中個体数比の関係

謝 辞

本研究は、川崎市からの受託事業である「多摩川鮎再生調査事業(冬季)」の一部を取りまとめたものである。本調査に快く同意され、貴重なご助言をいただいた川崎河川漁業協同組合、大田漁業協同組合の皆様と、貴重な情報とご議論をいただいた東京都島しょ農林水産研究センターの皆様、(株)日本海洋生物研究所の皆様に感謝いたします。また、調査と資料整理にご協力をいただいた当場職員の皆様に感謝いたします。

引用文献

- 1) 東京都島しょ農林水産総合センター (2009)：平成20年度東京都島しょ農林水産総合センター事業報告, 36-38.
- 2) 小泉 正行 (2006)：東京湾奥の浅場はあゆの“ゆりかご”，平成17年度東京都島しょ農林水産総合研究センター 主要成果集, 19-20.
- 3) 東京都島しょ農林水産総合センター (2008)：平成18年度東京都島しょ農林水産総合センター事業報告, 30.
- 4) 小泉正行 (2009)：東京湾奥と河口下流河口域におけるシラスアユの分布，アユ資源研究部会報告書 (平成18～20年度のとりまとめ)，全国湖沼河川養殖研究会 アユ資源研究部会, 46-49.
- 5) Katsumi Tsukamoto and Takeshi Kajiwara (1987)：Age Determination of Ayu, Nippon Suisan Gakkaishi, 53 (11), 1985-1997.
- 6) 山路 勇 (1984)：日本海洋動物プランクトン図鑑, 第3版, 保育社, 大阪, p.328.
- 7) 千原光雄・村野正昭 (編) (1997)：日本産海洋プランクトン検索図説, 東京大学出版会, 東京, p.1612.
- 8) 神奈川県淡水魚増殖試験場 (1988)：地域重要新技術開発促進事業報告書 アユ仔稚魚の降海・湖上生態に関する研究, 36.
- 9) 大竹二雄 (2006)：海域におけるアユ仔稚魚の生態特性の解明, (独)水産総合研究センター研究報告, 別冊第5号, 179-186.

マサバ受精卵のふ化に適した水温

岡部 久・山田 敦・浜田信行

Water temperature suitable for hatching fertilized eggs of chub mackerel.

Kyu OKABE*, Atsushi YAMADA**, and Nobuyuki HAMADA***

緒 言

マサバ *Scomber japonicus* は、我が国周辺に広く分布する小型の浮魚類であり、マイワシに次いで多い最大漁獲量の記録がある重要水産資源である。本種の太平洋系群は薩南から道東沖の太平洋岸に分布し、伊豆諸島海域を中心とする関東近海が主産卵場であることが知られている。

宇佐美¹⁾は、関東近海のマサバ集群の環境条件として、黒潮内側域であること、マサバの遊泳層の水温が15～20℃の範囲にあること、産卵盛期の集群密度が最も高くなることなどを示した。また、岡部他²⁾は、伊豆諸島海域におけるマサバ親魚の集群に適した海況条件は成熟の進行に伴って変化し、雌の生殖腺熟度指数(KG)の平均が5を越え、産卵前期に入った段階では、18℃を超える暖水が波及する瀬に集群することを報告している。

産卵場における親魚の集群は産卵のための行動と考えられ、これを規定する海況変動の結果もたらされる水温が、産卵親魚のみならず、生み出される卵や仔稚魚の生理、生態に何らかの意義を持つものと推察される。本研究では、水温がマサバ卵のふ化率にどう影響するのかを明らかにするために、水温別の受精卵飼育実験を行い、ふ化に適した水温とマサバ親魚の漁場水温との関係について検討した。

材料と方法

採卵に用いる親魚として、2005年4月2日、10日、17日に東京湾口の沖の山漁場において、横須賀市長井町漁協所属「丸憲丸」によるハイカラ釣りで漁獲された尾叉長30cmを超えるとみられるマサバ計69尾を城ヶ島の水産技術センター地先の網生簀(5×5×4m)に収容、オキアミとカタクチイワシミンチを毎日、体重の25%となるよう朝夕の2回に分けて投餌して蓄養した。

2005年5月13日、生簀より釣り上げた雌のマサバ1尾の尾叉長、体重、生殖腺重量、胃内容物重量を測定、生殖腺熟度指数KGを算出し、成熟の度合いを確認した。

5月25日、養成したマサバ10尾を釣り上げ、ヒト胎盤性生殖腺刺激ホルモン、hCGを背部筋肉に500IU/kg注射投与することにより排卵を誘発した。採卵の時刻を渡部³⁾が推定したマサバ天然群の産卵時刻である20～24時に設定するために、Shiraishi et al.⁴⁾の19～20℃におけるhCG投与から排卵までの時間(33時間)から、5月26日の19時に排卵が起きることを想定し、網生簀の表層水温が19.2℃となった5月25日の10時からの1時間でホルモン処理を行い、25tのコンクリート水槽に収容した。

採卵は予定排卵時刻以降にコンクリート水槽中を見回り、浮遊する卵を確認してから開始した。7尾の雌の腹部を押して搾出したそれぞれの卵に、3尾の雄から得て顕鏡し精子の活動性を確認した精液をかけ、乾導法による人工授精を行った。個々の雌から得た受精卵のうち、目視によって最も浮上率が高いと判断したものを実験に供した。ふ化に適した水温を明らかにする実験は、ウォーターバス中に設置した3リットルのピーカーで行い、14℃から2℃間隔で22℃までの5段階の水温に設定し、受精卵220個ずつを収容、弱い通気を施し飼育した。

マサバ卵の受精からふ化までの時間は水温の影響を受け、20℃で約49時間を要するが、設定した範囲では温度が高いほど早く、低いほど遅くふ化する³⁾。そこで、22、20、18℃の3区については受精後82時間の5月30日8時に、16、14℃の2区は109時間後の5月31日11時にサンプリングを行い、ある程度卵黄を吸収した段階のふ化仔魚を計数し、収容した受精卵数で割って水温別のふ化率を算出した。

結 果

2005年4月2日からホルモン処理を行った5月25日までの網生簀の水温をFig.1に示す。収容当初の4月上旬には13～14℃台だったが、同下旬には16℃台、5月上・中旬は17℃台で推移し、同下旬に18℃台に上昇、5月23日以降、ホルモン処理を行った5月25日までの3日間は19℃台で推移した。ホルモン処理後、翌日の採卵ま

で収容したコンクリート水槽の水温は18.9~19.1℃で推移した。

5月13日に網生簀から釣り上げたマサバは、尾叉長36.8cmの雌で、体重781.0g、卵巣重量87.5gで、KGは17.6と、雌の産卵期の指標となる5を上回った。このことから採卵が可能な成熟度に達したと判断し、5月25日に採卵のためのホルモン処理を行った。採卵を行ったマサバの尾叉長は雌が33.8~38.8cm、雄が31.4~36.1cmであった。

14℃から22℃区までの各水温区でマサバ卵のふ化率はそれぞれ12.7%、16.4%、22.7%、20.9%、15.0%となり、18℃区で最も高く、次いで20℃区で高くなった (Fig.2)。それより水温が低い区と高い区でふ化率は低くなった。

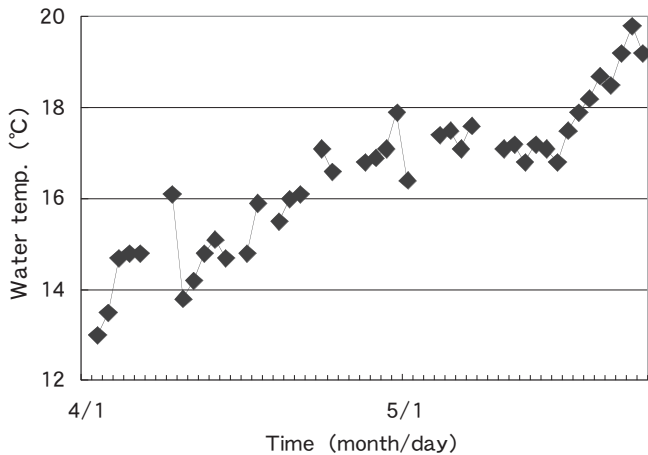


Fig. 1 Daily change in water temperature in the broodstock sea pen in 2005.

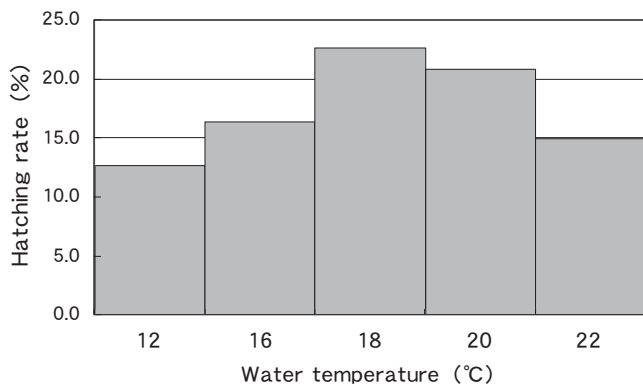


Fig. 2 Hatching rate of *Scomber japonicus* eggs at different incubation temperatures.

考 察

水温別の受精卵飼育実験で得られたふ化率は20%前後と低かったものの、18~20℃付近がマサバのふ化に適した水温であることが示唆された。この水温は、伊豆諸島海域の漁場において、産卵期に入ったマサバの集団に適した暖水波及時の表層水温と一致する²⁾。たもすくい網の好漁をもたらすのは、マサバの産卵のための顕著な集団であるが、その引き金となる暖水波及時の漁場水温の範囲は、表層付近に浮く性質を持った受精卵のふ化に好適な環境であった。

2008年から運用が始まった高精度海況図「関東・東海海況速報」によって、マサバ親魚の産卵場における挙動と海況変動の関係を説明することが可能となりつつある⁵⁾。マサバ親魚の集団や移動を規定する条件としては餌や遊泳層を含む鉛直的な水塊構造なども考えられるが、本研究の結果、産卵期のマサバは浮上した卵のふ化に適した表層水温を指標に集団する行動特性を持つことが示唆された。このことが表層の水温分布を高精度に表現した海況日報による同種の漁況予測精度の向上に貢献しているものと考えられる。

謝 辞

マサバ親魚の排卵誘発の方法についてご教示いただいた中央水産研究所の清水昭男博士、親魚の確保にご協力いただいた丸憲丸の梶ヶ谷憲一氏、実験に種々ご協力いただいた栽培技術部ならびに資源環境部の職員各位に御礼申し上げます。

引用文献

- 1) 宇佐美修造 (1973) : マサバの資源学的研究 とくにマサバ太平洋系群の成魚について. 東海区水産研究所研究報告, 76, 71-178.
- 2) 岡部 久, 岩田静夫, 渡邊精一 (2009) : 伊豆諸島海域におけるマサバの漁場間移動と海況変動および成熟の関わり. 水産海洋研究, 73(1), 1-7.
- 3) 渡部泰輔 (1970) : マサバの発育初期における形態・生態ならびに資源変動に関する研究. 東海区水産研究所研究報告, 62, 1-283.
- 4) Shiraiishi T, Ohta K, Yamaguchi A, Toda M, Chuda H and Matsuyama M.(2005) : Reproductive parameters of the chub mackerel *Scomber japonicus* estimated from human chorionic gonadotropin-induced final oocyte maturation and ovulation in captivity, *Fish.Sci.* 71, 531-542.
- 5) 岡部 久, 吉田 彰, 川島時英 (2011) : 2010年漁期の伊豆諸島海域で見られたマサバの漁場経過と成熟過程の特徴. 黒潮の資源海洋研究, 12, 137-143.