

# 吉井川河口域におけるシラウオの成長，成熟および分布

草加耕司・弘奥正憲\*<sup>1</sup>・岩本俊樹\*<sup>2</sup>・竹本浩之\*<sup>2</sup>

Growth, Maturation, and Distribution of the Shirauo *Salangichthys microdon* in the Yoshii River Estuary

Koji KUSAKA, Masanori HIROOKU, Toshiki IWAMOTO and Hiroyuki TAKEMOTO

シラウオ *Salangichthys microdon* はキュウリウオ亜目シラウオ科に属し，体長は70~100mm，幼形成熟して満1年で寿命を完結する年魚である<sup>1)</sup>。朝鮮半島東海岸から沿海州，国内では北海道から岡山までの太平洋岸および熊本までの日本海沿岸の汽水湖を中心として河口域や沿岸域等に分布し<sup>1)</sup>，ワカサギ *Hypomesus nipponensis* と並び汽水域における重要な水産資源となっている。

農林水産省の漁業・養殖業生産統計<sup>2)</sup>によると，全国の漁獲量は近年減少傾向にあるが，年間600t前後で安定している。その主産地は小川原湖，霞ヶ浦，網走湖，宍道湖等の汽水湖で全体の9割以上を占めており，河口域の産地では激減している。岡山県のシラウオ漁業は1950年代から高梁川や吉井川の河口域で始まり，固定式さし網や四つ手網により最盛期には年間10t前後の漁獲があったが<sup>3)</sup>，現在では統計に上らない量まで減少した。こうした現状から2011年，'12年に吉井川で固定式さし網を行う2漁協が操業を自粛したものの，翌年以降の漁獲量増加には結び付かず，本種の生態や河川環境にあった資源管理方策や環境保全策の検討が求められている。本種の生息環境および生態について，比較的資源の安定している汽水湖では，生活史全体にわたる調査が行われ，資源管理の取組みもなされている。一方，河川での知見は室見川<sup>3)</sup>，由良川<sup>4)</sup> および石狩川<sup>5)</sup> 等の日本海沿岸の数例にすぎず，十分とは言えない。また県内でも'70年代に高梁川における産卵期の調査例<sup>6)</sup> があるのみである。

そこで，吉井川下流および河口域のシラウオ資源回復措置の検討に必要な基礎資料を得ることを目的として，生活史や生息環境に関する調査を実施し，本種の成長，成熟および分布等について知見を得たので報告する。

## 材料と方法

**調査水域** 播磨灘北西部に流入する吉井川の下流と河口域を含む児島湾周辺を調査水域とした(図1)。吉井川は岡山県の三大河川の一つであり，県東部を南北に貫通して児島湾に注ぐ流域面積2千㎡，長さ133kmの一級河川である。河口から約7km上流には灌漑のために設置された鴨越堰が上流への塩水遡上を遮断しているため，堰から下流が潮感域となっている。児島湾は岡山市街地の南に位置し，吉井川のほか，旭川，人工湖である児島湖からの流入がある富栄養化し易い内湾である。シラウオは，主に1月下旬から3月下旬までの間，鴨越堰から下流で固定式さし網で漁獲されるほか，アキアミ *Acetes japonicus* を対象として10月から3月に児島湾で操業されるあみ押網でも一部混獲される。

**シラウオの採集と測定** 2013年5月から'14年3月の間に毎月1回，図1に示した児島湾周辺の8定点において稚魚ネット(口径72cm，側長207cm，目合0.5mm)を用い，昼間に約2ノット(約2ノット)の速度で5分間，表層と底層付近(海底上0.5~1.0m)を水平曳きした。採集した標本は船上で5%ホルマリン液に固定して持ち帰り，仔稚魚を選別した。'13年5月から'14年3月の間にSt.A~Fの6定点，続く'14年4月から'16年3月の間はSt.B~Eの4定点において，毎月1，2回，汀線付近(1m以浅)で50mのサーフネット(網幅4m，高さ1m，目合1mm)曳きを行い，シラウオ仔稚魚を採集した。サーフネットによる採集は概ね大潮から中潮の日中に行い，100㎡曳網当たりの採集個体数(CPUE)を求めた。また，'13~'16年の毎年10~3月の期間に毎月1回，St.1~6の6定点において，三角形のモジ網(5×5×8.5m，目

\*<sup>1</sup> 現所属：岡山県農林水産部水産課

\*<sup>2</sup> 現所属：岡山県農林水産総合センター普及連携部普及推進課

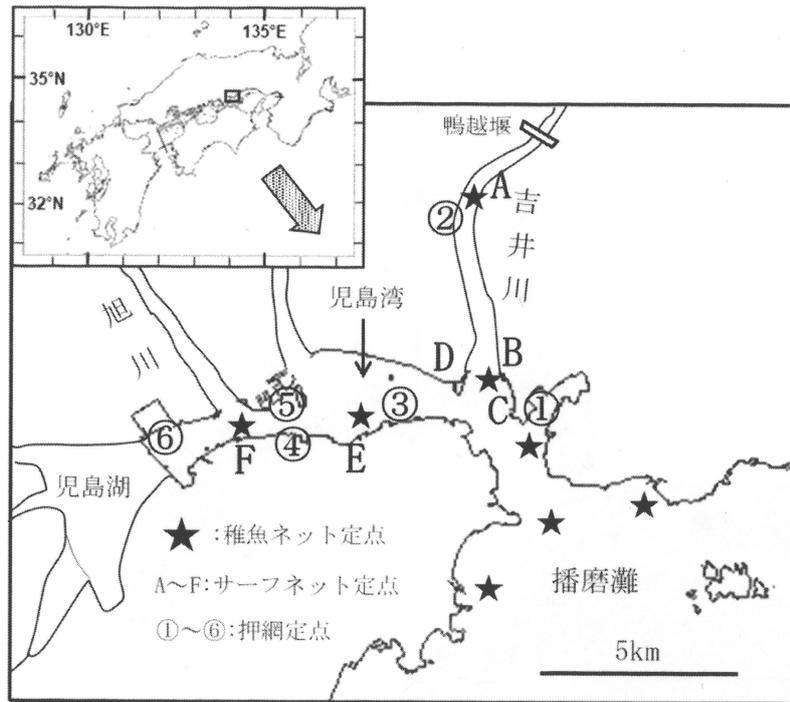


図1 調査定点図

合3mm)を船側に取り付けた漁船を航行して成魚を採集した(あみ押網漁業。以後、押網という)。押網操業は、夕刻から夜間に水深5~10mの各定点の中底層を約2ノットの速度で5~20分間曳網し、時間当たりの採集個体数(CPUE)を求めた。

採集したシラウオは、冷蔵して実験室に持ち帰り、原則として仔稚魚は全数、成魚は雌雄各50個体の体長と体重を測定した。'14年1~3月採集の成魚については、生殖腺を摘出して重量を測定し、生殖腺重量指数(GSI=生殖腺重量/体重×100)を算出した。そのうち2,3月の雌については、卵巣の前部、中部、後部から適量を取り孕卵数を求めるとともに、万能投影機を用いて1個体当たり30粒の卵径を測定した。

**環境調査** 表層と底層の水温、塩分をCTD(アレック電子)により測定した。サーフネット定点の底質環境を把握するため、'13, '14年の9月に内径4cmのコアサンプラーを用いて底面下約3cmまでを採泥し、全硫化物量(AVS)、強熱減量(IL)、および粒度組成を分析した。AVSおよびILは水質汚濁調査指針に従い測定した。粒度はJIS規格のフルイを用いて分析し、0.063mm以下の泥の割合を泥分率とした。

**統計検定** 成魚の雌雄別の体長、体重の比較にはMann-WhitneyのU検定を用いて有意差を検定した。

## 結果

**調査水域の環境** 稚魚ネット定点は、吉井川下流、河口および児島湾内の5定点と湾外の3定点で、前者は水深5m以浅、後者は5~20mである。サーフネット定点St.Aは吉井川下流、St.B, Cは河口に位置し、干潮時にはSt.BからCにかけて1kmにわたり泥干潟を形成する。一方、St.D~Fは児島湾に開けた砂浜である。押網定点はSt.2のみが吉井川下流、ほかは児島湾内の5定点である。

St.B, Eの表層と底層における水温、塩分の推移を図2に示した。サーフネット定点の水温は、1~3月に概ね6~10℃と低水温であったが、その後7月にかけて月に4,5℃のペースで昇温し、7,8月には27℃以上となり、'13と'15年には30℃を超えた。9~1月は急激に降温するなど季節による水温較差が激しかった。塩分は0.5~27で変動し、夏季には底層においても淡水に近い数値を示すこともあった。全調査日の表底層の平均値はそれぞれ、St.Bが11.6と17.0、St.Eが13.7と17.7で、St.Bがより低塩分化し易く、表層と底層の較差が大きかった。

押網定点St.1の表層と底層における水温、塩分の推移を図3に示した。水温は10~12月は概ね21℃から11℃まで降下し、1月以降は10℃以下となった。1~3月は

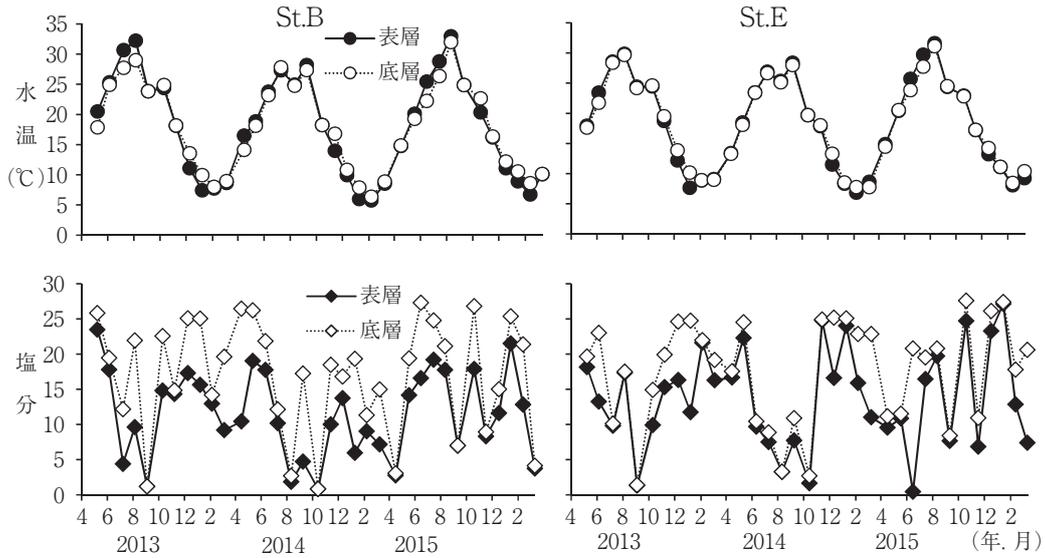


図2 サーフネット定点 (St.B,E) における水温, 塩分の推移  
水深0.5~0.8mの表層と底層の測定値

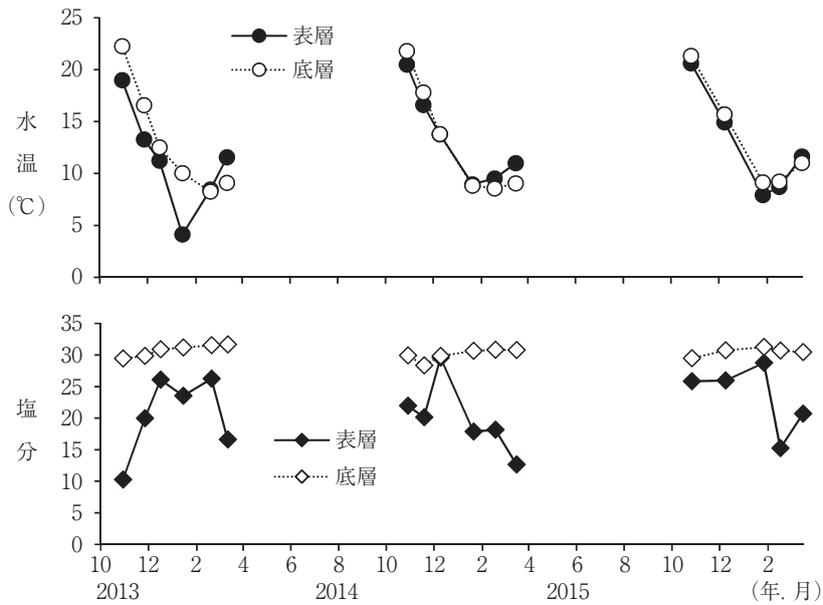


図3 押網定点 (St. 1) における水温, 塩分の推移  
水深3.4~4.4mの表層と底層の測定値

8~11°Cの低水温でほぼ一定であった。塩分は底層では30前後で安定していたが、表層では平均21.4、範囲は10.3~29.5で変動が激しかった。

サーフネット定点における底泥の粒度組成を図4に、ILとAVSを表1に示した。St.B, Cは中央粒径0.1mmの極細砂, St.A, Fは0.45mmの中砂, St.Dは0.6mmの粗砂, St.Eは2.1mmの細礫に区分された。泥分率はSt.B, Cが32.6, 22.1%と高く, St.D, Eでは1%以下であった。ILは0.35~3.92%, AVSは0~0.11mg/dwgの範囲で、概ね中央粒径値の低い定点ほど高い傾向にあったが、水産用水基準で好ましいとされるAVSの基準値 (0.2mg/dwg)

よりも低く、良好な数値であった。

**成長** シラウオの平均体長の推移を図5に示した。稚魚ネットではシラウオは全く採集されなかった。サーフネットではふ化直後の仔魚は得られなかったが、5月上旬から体長12.1mmの最小個体をはじめ18mm以下の屈曲期の仔魚が採集され始めた。年変動はあるものの、平均体長は5月に20mm台、6月には25mmに達し稚魚となった。8月には30mm台となったが、7月から10月の間は、30mm前後で成長がやや停滞した。その後、11月から1月にかけて高成長を示し、11月に40mm台、12月に55mmで雄の臀麒麟や鰭の形状差など二次性徴が現れ

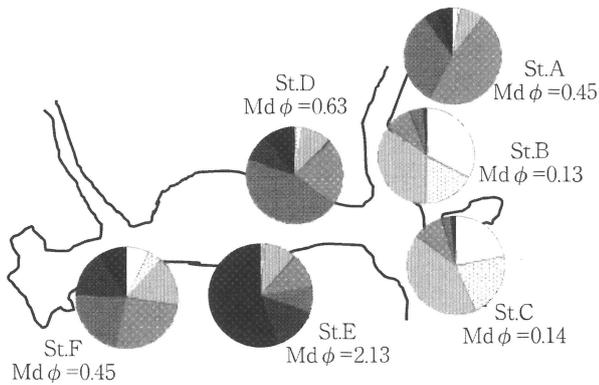


図4 サーフネット定点における底泥の粒度組成  
St.A, Fは2013年9月の測定値  
St.B~Eは'13年9月と'14年9月の平均値  
Mdφ: 中央粒径値 (mm)

□ 泥    □ 0.063mm<    □ 0.125mm<    □ 0.25mm<  
■ 0.5mm<    ■ 1.0mm<    ■ 2.0mm<

表1 サーフネット定点における底泥の  
強熱減量 (IL) と全硫化物量 (AVS)

項目	調査年月	St. A	B	C	D	E	F
強熱減量 (%)	'13年9月	0.87	3.92	2.63	1.20	0.36	1.40
	'14年9月	-	3.43	2.93	1.65	0.35	-
全硫化物量 (mg/dwg)	'13年9月	0	0.09	0.04	0	0	0.11
	'14年9月	-	0.04	0.02	0	0	-

- : 実施せず

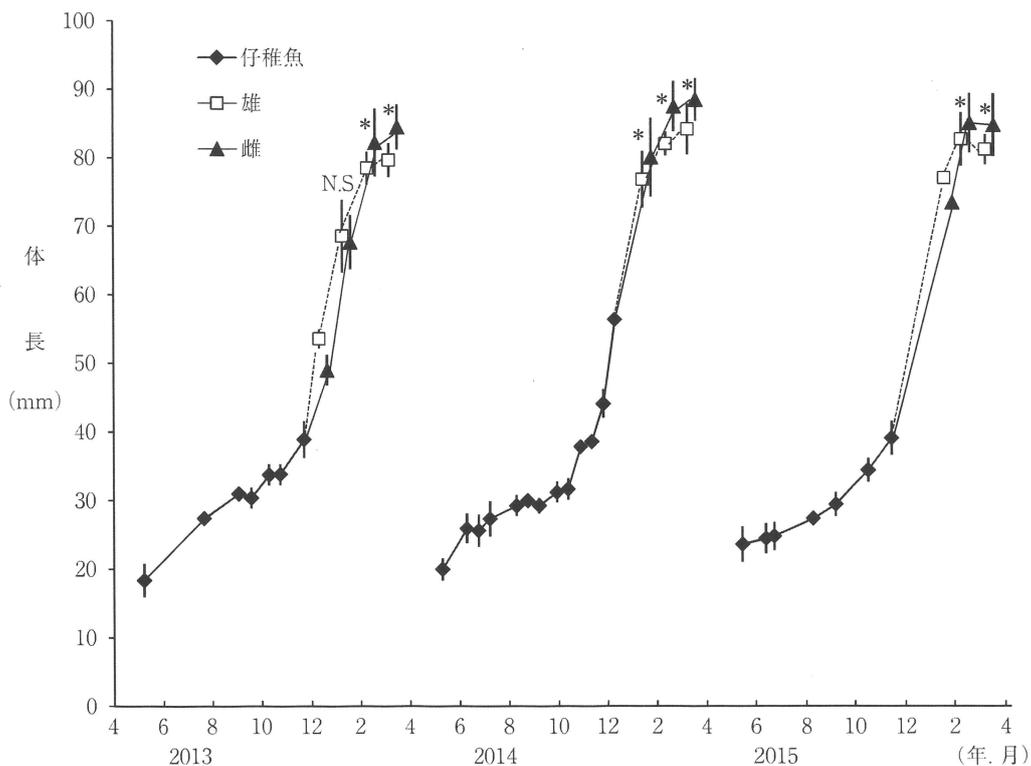


図5 シラウオの平均体長の推移  
垂直のバーは標準偏差を示す  
アスタリスクは雌雄間に有意差があることを示す  
(\* :  $p < 0.05$ , N.S. : 有意差なし)

始め、外観から雌雄判別が可能となった。1月以降は80mm前後から成長速度が鈍化しながら3月には80~90mmとなり、雌が雄より大型化した。雌雄の体長差は1月にはみられない年もあったが、2月、3月には3年とも雌の体長が有意に大きかった ( $p < 0.05$ )。'14年における成魚期の雌雄別体長、体重の推移を表2に示した。3月12日には、雄の体長と体重はそれぞれ  $79.6 \pm 2.5$ mm (平均値  $\pm$  標準偏差) と  $2.33 \pm 0.27$ g、雌は  $84.5 \pm 3.3$ mm と  $2.23 \pm 0.33$ gに成長した。体重は成魚期の1~3月を通して雄がやや大きい傾向にあるものの、雌雄間の有意差はみられなかった。

同年の体長 (BL, mm) と体重 (BW, g) の間に、雄は  $BW = 2.360 \times BL^{4.706} \times 10^{-9}$  ( $r^2 = 0.891$ ,  $n = 133$ )、雌は  $BW = 8.859 \times BL^{3.829} \times 10^{-8}$  ( $r^2 = 0.887$ ,  $n = 199$ ) の関係式を得た (図6)。

**成熟** GSIの推移を図7に示した。雌のGSIは1月中旬の  $3.51 \pm 2.0$  から2月中旬に  $15.63 \pm 6.66$  となり、3月中旬には  $14.22 \pm 4.70$  とやや低下した。一方、雄のGSIは1月中旬から3月中旬まで  $0.53 \sim 0.54$  とほぼ一定であった。雌の孕卵数は2月に平均931 (範囲: 395-1,504) 粒/個体であったが、3月には1,267 (792-2,051) 粒/個体と増加した。平均卵径は2月に  $0.81$  ( $0.53 \sim 1.02$ )mm、3月には  $0.76$  ( $0.43 \sim 0.99$ )mm で大差はなかった。孕卵数と卵径

表2 シラウオ成魚の雌雄別体長、体重の推移 (2014年)

月. 日	体長 (mm)		体重 (g)	
	雄	雌	雄	雌
1月14日	68.5±5.3 (50)	69.8±4.0 (39)	0.96±0.29	0.85±0.16
2月19日	78.4±2.4 <sup>b</sup> (44)	82.2±5.0 <sup>a</sup> (50)	1.96±0.28	1.93±0.38
3月12日	79.6±2.5 <sup>b</sup> (46)	84.5±3.3 <sup>a</sup> (50)	2.33±0.27	2.23±0.33

数値は平均値±標準偏差 (個体数)  
異なるアルファベット間で有意差有り ( $p < 0.05$ )

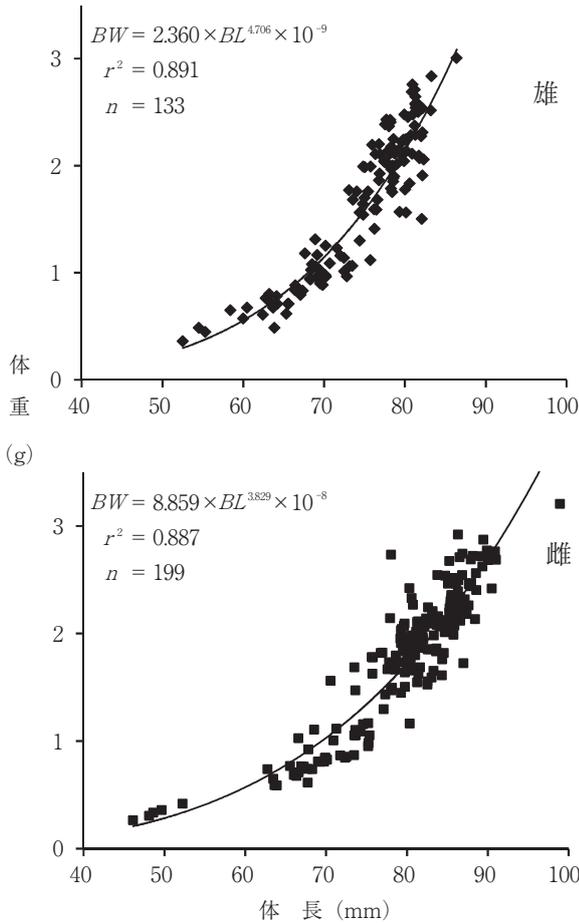


図6 雌雄別の体長と体重の関係(2013年12月~'14年3月)  
BW: 体重, BL: 体長, n: 個体数

との間に一定の関係はみられなかった (図8)。

サーフネットおよび押網で採集された成魚の雌雄比を図9示した。サーフネット定点のSt.Dでは2~5月の間に3か年で計5日の成魚採集事例があり、採集日別の性比は雌100%が1日、雄100%が4日と偏っていた。一方、押網定点のSt.1, 2では12~3月の日別雌割合はSt.1が平均71 (範囲: 47-97)%, St.2が65 (40-83)%と採集月等による傾向は認められないが、雌の割合が高かった。

なお、'13年5月8日にSt.Dで採集された雌6個体の平均体長は88.2±2.0mm, GSIは9.61±3.20, 孕卵数は592

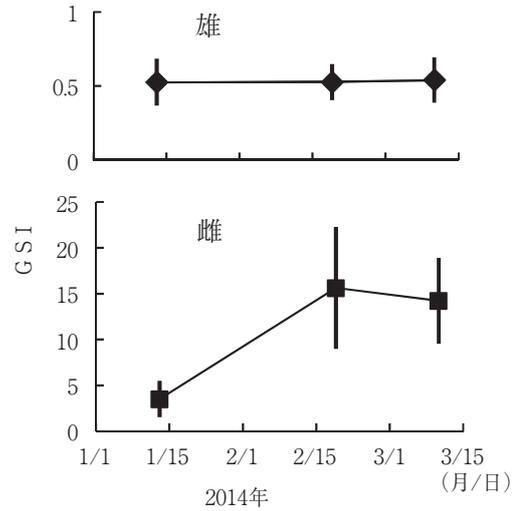


図7 生殖腺重量指数 (GSI, 平均値) の推移  
GSI=生殖腺重量/体重×100  
バーは標準偏差を示す

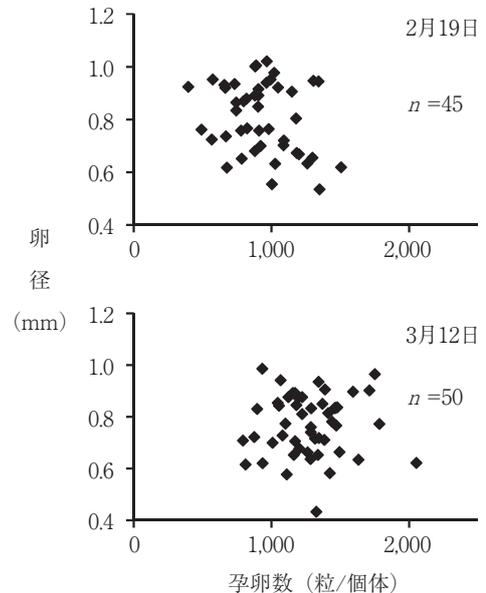


図8 2月, 3月の孕卵数と平均卵径  
n: 個体数

(355-700) 粒/個体であった。

分布 サーフネットによるCPUEの推移を図10に示した。サーフネットでは5月上旬から11月下旬に仔稚魚が

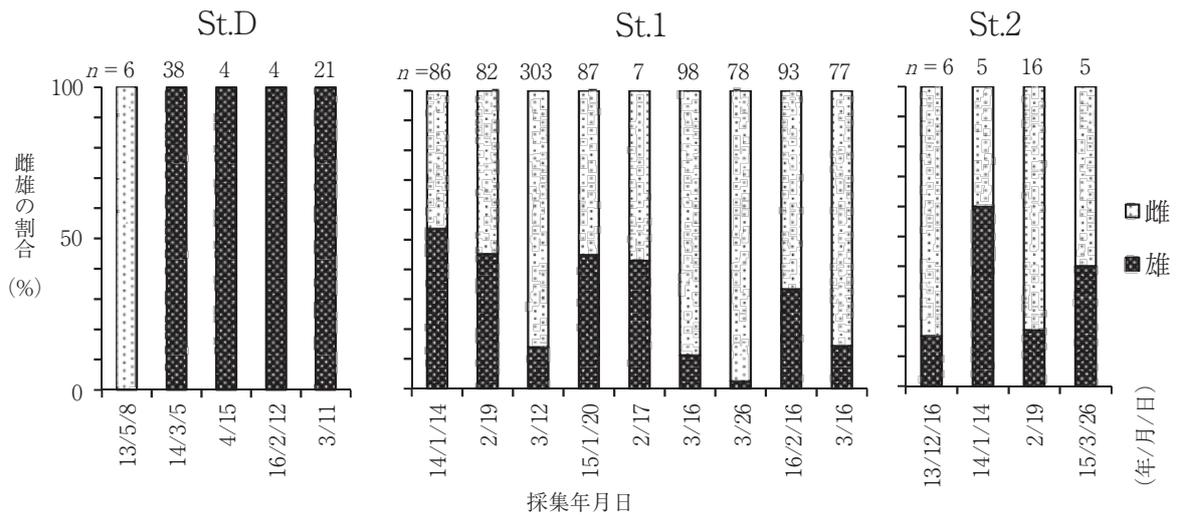


図9 サーフネット (St.D) および押網 (St.1, 2) で採集された成魚の雌雄比  
n: 全個体数

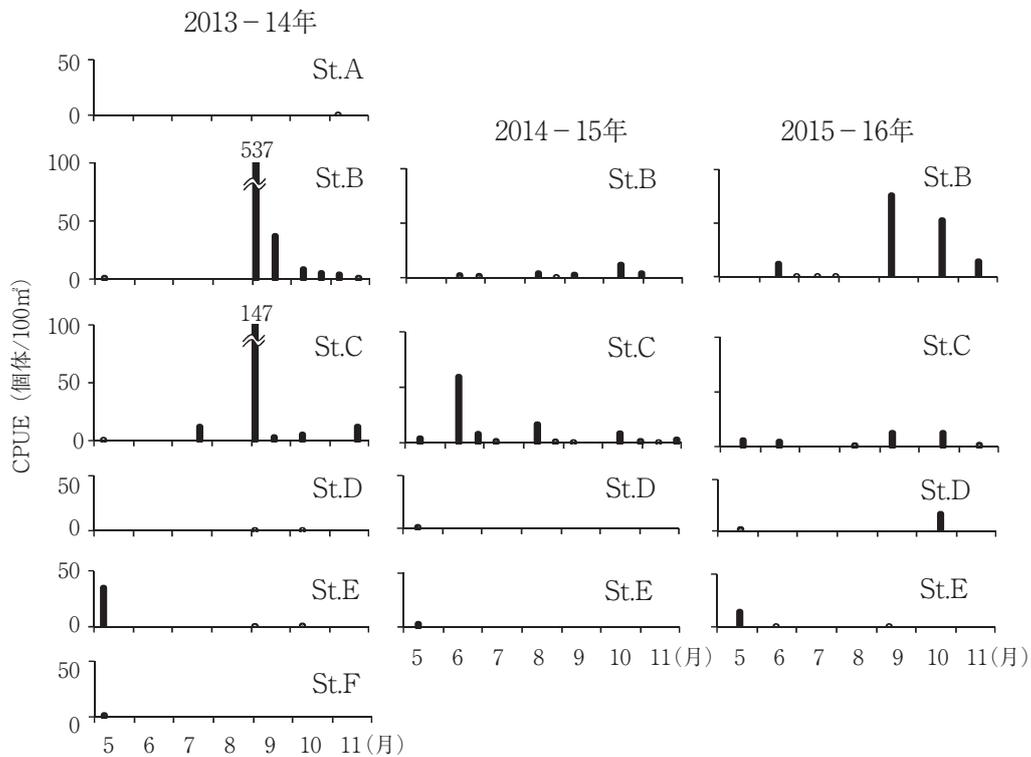


図10 サーフネット採集による仔稚魚のCPUEの推移  
CPUE: 100m<sup>2</sup>曳網当たりの採集個体数

採集され、特に9、10月にCPUEが50個体/100m<sup>2</sup>以上と高い事例がみられた。一方、12月上旬から4月下旬に仔稚魚は採集されなかった。定点別では、全般に吉井川河口のSt.BとCで採集頻度とCPUEが高く、児島湾内のSt.DとEでは低かったが、5月はSt.EでCPUEが最も高く、St.Dでも採集された。児島湾奥のSt.Fは5月、吉井川下流のSt.Aは11月に数個体が採集されたのみであった。

押網によるCPUEを図11に示した。押網では12月中旬から3月中旬まで成魚が採集され、2月中旬と3月中旬にCPUEが100個体/時間以上と高いことが多かった。一方、10、11月には稚魚も含め全く採集されなかった。定点別では吉井川河口のSt.1が毎年最も多く、続いて下流のSt.2、児島湾内のSt.3の順で、湾中央から湾奥のSt.4~6では'13-14年以外の2か年はほとんど採集されなかった。年別では'13-14年には2月にSt.1で最高

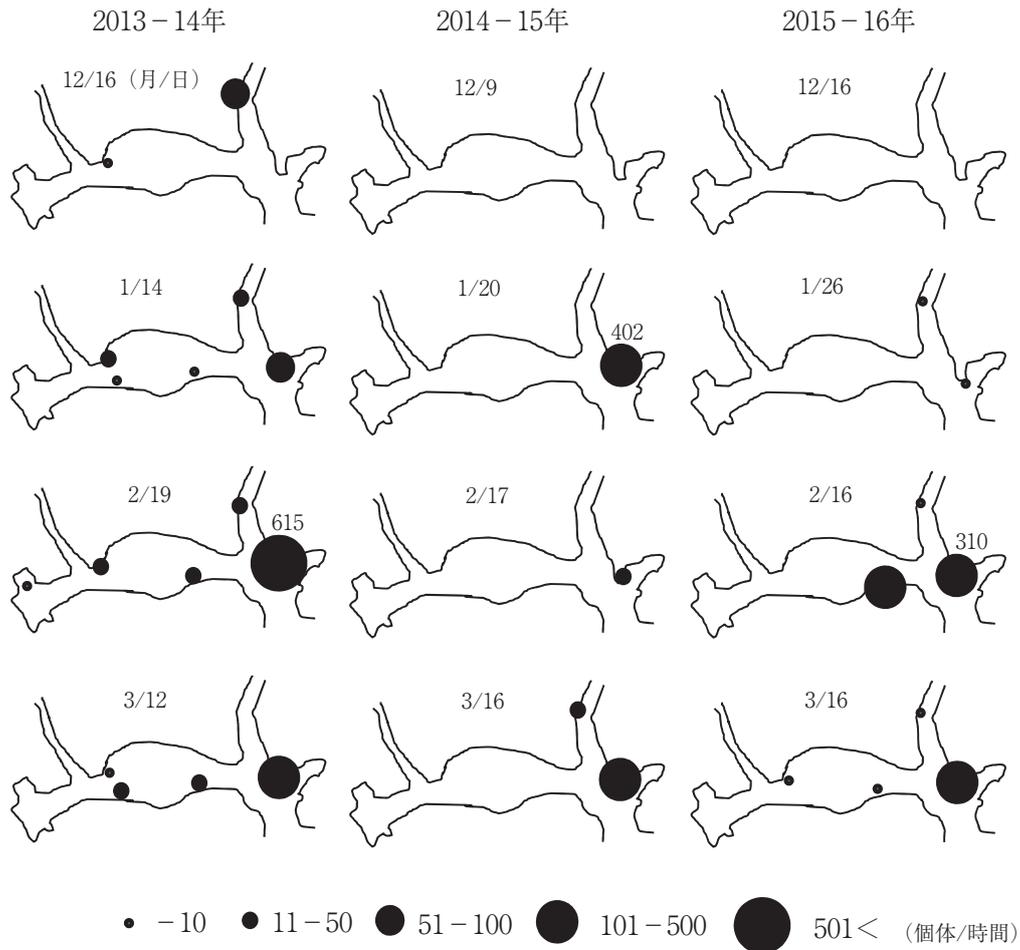


図11 押網採集による成魚のCPUE  
CPUE：時間当たりの採集個体数

615個体/時間と高かったほか、1～3月の間に児島湾ほぼ全域に分布した。

## 考 察

吉井川河口域におけるシラウオの生息環境および生活史を把握するため、稚魚ネット、サーフネットおよび押網により周年にわたる採集を試みたところ、ふ化直後の仔魚を除き、概ね仔魚から成魚までの各発育段階の検体を得た。

出現時期と成長過程について、本水域では5月上旬から体長10mm台の仔魚が出現し、5月中に20mm台、6月に25mmの稚魚、8月に30mm台、11月に40mm台、12月に55mmと推移し、2月には80mm台に成長して、成魚期には雌が大型化することが明らかとなった(図5)。この間、7～9月の高水温と1～3月の低水温期(図2, 3)に成長速度が鈍化する傾向がみられ、水温の影響が示唆された。冬季の成長停滞要因として、水温に加え二次性徴の発現や成熟の影響が考えられた。吉井川河口域の成長過程は、潤沼<sup>7)</sup>、小川原湖<sup>8)</sup>、室見川<sup>3)</sup>、由良

川<sup>4)</sup>等、本州の他水域と概ね一致し、本種の一般的な特性を有していた。

シラウオの産卵期は春季の数か月にわたり<sup>9)</sup>、各雌が複数回産卵する<sup>10)</sup>。今回、雌成魚のGSIは1月中旬から2月中旬にかけて約3倍に増大した(図7)。成熟卵径について森・船越<sup>11)</sup>は、長良川産では0.9～0.95mmと報告している。今回2月の平均卵径は0.81mmで3割以上の個体が0.9mmを超えており(図8)、これらの雌は産卵に十分な成熟状況であったと推察された。これらのことから、本水域のシラウオは1月から成熟し、2月中旬には産卵を開始すると考えられた。一方、終期に関しては、1例ではあるものの5月上旬にサーフネットで成熟した雌が採集されたことから(図9)、産卵は5月まで継続する可能性が示唆された。本種の産卵は水深2～3m以浅の粒径0.25mm以上の砂礫底で行われることや<sup>12,13)</sup>、2～4月に同定点で雄成魚も採集されたことから(図9)、粗砂底であるSt.D周辺に産卵場が形成されている可能性が高いと考えられた。雌雄は繁殖行動時以外には別群で行動するため、産卵場での性比は偏るとし

た既往の知見<sup>5,14)</sup>とも一致した(図9)。今後、2~5月に底泥の採取による産着卵調査を行い、本水域の産卵場を特定してその特性を明らかにするとともに、産着卵の分布密度の推移等から産卵開始期、盛期、終期の再検証が必要である。

仔魚の分布域について隼野<sup>15)</sup>は、網走湖ではふ化直後には産卵場付近に集中するが、その後、遊泳力の乏しい生活初期には湖流により湖全域に分散する傾向があると述べている。今回、仔魚期の5月には、周年を通して出現頻度が低かったSt.D、Eや湾奥のSt.Fでも採集されており(図10)、仔魚は児島湾全域に分散した後、粒径の粗い砂浜等へも着底することが示唆された。続く6~11月の稚魚期には吉井川河口のSt.BとCに高密度で出現した(図10)。仔稚魚の餌生物は、湖では枝角類、河口・沿岸域では橈脚類やアミ類などいずれも動物性プランクトンのうち主に甲殻類であることが報告されている<sup>16,17)</sup>。St.B、Cにおいて夏季から秋季に曳網したサーフネットにはアキアミ<sup>18)</sup>やニホンイサザアミ*Neomysis japonica*が多数混獲されたことから、両地点付近の泥干潟は小型甲殻類やその幼生が豊富な生産性の高い水域と考えられる。仔稚魚はこれらの餌生物を求めて高密度に分布すると推察され、吉井川河口の粒径の細かい泥干潟域が本種の成育場として重要な役割を果たしていることが示唆された。

12月以降、汀線付近でのサーフネットによる採集個体数は皆無となり(図10)、代わって10、11月には採集されなかった水深5~10mの押網定点で成魚が得られるようになった(図11)。12月の採集個体には二次性徴が現れ始めていたことから、水温の降下や成熟に伴う生息域の移動、成育場からの移出と考えられた。成魚の分布は吉井川下流や河口付近が主体であり、児島湾中央から湾奥では僅かであった(図11)。3年間の分布経過から、資源量が少ない年にはこの傾向が強まると考えられた。

本種の分布域は海跡湖、河川河口域や沿岸部など淡水と海水の双方の影響を受ける水域で、酒沼<sup>12)</sup>では周年湖内に分布するが、網走湖<sup>19)</sup>や小川原湖<sup>20)</sup>では降海するものと湖内に周年残留するものの混在が示されている。また、室見川<sup>3)</sup>、由良川<sup>4)</sup>など静穏域を持たない水系の分布範囲は河川内の塩水楔と河口周辺域に限定され、河口を大きく離れて回遊しないことが報告されているなど、その回遊パターンは水系によって様々である。今回の調査結果から、吉井川においても発育段階ごとに分布域に変化はあるものの、主群の生活史は鴨越堰から下流の河口域を主体とした児島湾内で完結すると考えられた。た

だし、旭川と吉井川が流入する児島湾内および湾外沿岸は周年、河川水の影響を受け易く、アユ*Plecoglossus altivelis*の仔稚魚は児島湾口から約10km離れた海域でも採集されることから<sup>21)</sup>、瀬戸内海の内湾付近において本種が河口域を離れて回遊することも否定できない。今後は耳石中の微量元素の解析<sup>22)</sup>等を行い、吉井川産シラウオの生活史や移動・回遊の詳細を明らかにしたい。

## 要 約

1. 吉井川河口域におけるシラウオの生息環境および生活史を把握するため、稚魚ネット、サーフネットおよび押網による周年調査を実施した。
2. 5月上旬から体長10mm台の仔魚が出現し、5月中に20mm台、6月に25mmの稚魚、8月に30mm台、11月に40mm台、12月に55mmと推移し、3月には80mm台に成長して、成魚期には雌が大型化した。
3. 12月から二次性徴が現れ始め、1月から成熟して産卵期は2~5月と考えられた。
4. 仔魚は児島湾内の砂浜等に着底後、稚魚期には吉井川河口の泥干潟に高密度で出現し、成魚は主に吉井川下流や河口付近へ分布した。
5. 主群の生活史は、吉井川の鴨越堰から下流と河口域を主体とした児島湾内で完結すると考えられた。

## 謝 辞

本研究を進めるにあたり、シラウオ成魚の採集にご協力をいただいた岡山市漁業協同組合の皆様にご心よりお礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 落合 明・田中 克, 1986:37. 2 シラウオ, 新版 魚類学(下), 恒星社厚生閣, 東京, 475-477.
- 2) 農林水産省, 2018: 漁業・養殖業生産統計, 農林水産省HP. [http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/naisui\\_gyosei/index.html](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/naisui_gyosei/index.html).
- 3) 小谷正幸, 1988: シラウオの生態学的研究-I 室見川河口域におけるシラウオ*Salangichthys microdon*の出現と成長, 九州大学修士論文, 20pp.
- 4) 桑村勝士, 1993: 由良川河口に出現するシラウオ(*Salangichthys microdon*)の生活史, 京都大学修士論文, 190pp.
- 5) 山口幹人, 2006: 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.
- 6) 千田哲資, 1973: 岡山県高梁川における産卵期のシラウオ, 魚類学雑誌, 20, 29-35.

- 7) T. Saruwatari, M. Okiyama, 1992 : Life history of shirauo *Salangichthys microdon* ; Salangidae in abrackish lake, Lake Hinuma, Japan, *Nippon Suisan Gakkaishi*, **58**, 235-248.
- 8) 三浦雄大, 1973 : 小川原湖におけるシラウオの資源生態学的研究, 東北大学修士論文, 38pp.
- 9) 松原喜代松・落合 明, 1965 : 第24節 シラウオ *Salangichthys microdon* (BLEEKER), 新版 魚類学 (下), 恒星社厚生閣, 東京, 516-518.
- 10) 山口幹人・藤岡 崇, 1999 : 水槽内で観察されたシラウオの複数回産卵, 北水試研報, **54**, 9-13.
- 11) 森浩一郎・船越 進, 1981 : 長良川における産卵期のシラウオ, 三重大水産研報, **8**, 97-106.
- 12) 千田哲資, 1973 : 岡山県高梁川におけるシラウオの産卵場, 魚類学雑誌, **20**, 25-28.
- 13) T. Saruwatari, 1988 : Studies on the reproductive biology of Japanese salangid fishes, Ph.D. Thesis, Tokyo Univ., 221pp.
- 14) 堀田秀之・田村 正, 1954 : シラウオ (*Salangichthys microdon* BLEEKER) の生態について, 北海道大水産研究彙報, **5**, 41-46.
- 15) 隼野寛史, 2014 : 網走湖産シラウオ *Salangichthys microdon* の生活史と個体群動態, および資源の持続的利用に関する研究, 北水試研報, **86**, 1-79.
- 16) 加藤林成夫, 1967 : 霞ヶ浦におけるシラウオの天然餌料について (予報), 茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所調査研報, **9**, 9-14.
- 17) 岡田のぞみ・浅見大樹・山口幹人, 2009 : 夏季の石狩川水系および河口周辺におけるシラウオ仔稚魚の分布と摂餌, 北水試研報, **75**, 7-13.
- 18) 弘奥正憲・岩本俊樹・草加耕司・佐藤二郎, 2014 : 児島湾におけるアキアミの成長・成熟と世代交代, 岡山水研報, **29**, 69-73.
- 19) T. Arai, H. Hayano, H. Asami, N. Miyazaki, 2003 : Coexistence of anadromous and lacustrine life histories of the shirauo, *Salangichthys microdon*, *Fish. Oceanogr*, **12**, 134-139.
- 20) 片山知史・楠昌文・鶴ヶ崎昭彦, 沼辺啓市, 2008 : 耳石微量成分分析から推定された青森県小川原湖におけるシラウオの遡河回遊群, 水産増殖, **56**, 121-126.
- 21) 草加耕司・亀井良則・小見山秀樹, 2013 : 播磨灘北西部における魚卵・仔稚魚の出現状況, 岡山水研報, **28**, 5-17.
- 22) 新井崇臣, 2007 : 耳石が解き明かす魚類の生活史と回遊, 日水誌, **73**, 652-655.