

岡山県高梁川における産卵期のシラウオ

千 田 哲 資

(1972 年 7 月 12 日受領)

On the Salmonoid Fish, *Salangichthys microdon*, in Spawning Season, in Takahashi River, Okayama Prefecture

Tetsushi Senta

Four-armed scoop net fishery for *Salangichthys microdon* Bleeker is operated in the Takahashi estuary, Okayama Prefecture, yielding 10~17 tons of the fish annually. Although the daily catch per boat averaged 7~8 kg during the main fishing season, February to March, the catch fluctuated considerably and irregularly without obvious relationship with the lunar calendar or the tidal conditions. The fish caught in this fishing ground were rather large in size. The condition factor of the fish was found to be high. Females exceed the males in body length, but reversed in body weight. An inverse correlation between the gonad index and the condition factor was not found in individual fish, though a decrease in the condition factor after spawning was obvious for the group as a whole. About 1300 to 2700 eggs were counted in a pair of ovaries. There was no clear correlation between the number of ovarian eggs and the body length or the body weight of the fish. Larvae of a gobiid fish, *Chaenogobius* sp. as well as mysid shrimps, *Neomysis* sp. were found in the digestive organs of the fish.

(Research Department, Southeast Asian Fisheries Development Center, Changi Point, Singapore)

シラウオ *Salangichthys microdon* Bleeker は早春を象徴する日本の名魚であり、それだけにその生態・産卵に関する報告も多い。しかし瀬戸内海のシラウオについては、丹下・伊丹 (1966) による兵庫県加古川産シラウオの孵化飼育実験が報告されているのみである。

筆者は岡山県水産試験場に在職中、太平洋岸におけるシラウオ分布の南限とされている岡山県の高梁川河口において、産卵期のシラウオに関するいくつかの生物学的知見を得たので報告する。

なお、産卵場に関しては別報 (千田, 1973) で述べる。

材 料 と 方 法

生物調査の材料は高梁川河口において、1966, 1968 および 1969 年に集めた。このうちはじめの 2 年間の材料はアユ遡上調査を目的とした四手網採集の副産物であり、1969 年のものは当時ここに建設が計画さ

れていた河口湖の水産におよぼす影響調査の一部として集めたもので、より計画的な四手網漁獲物からの採取標本である。従ってこの報告では主として 1969 年の材料を扱った。

漁獲記録は、この漁場で操業する乙島および連島の両漁業協同組合を対象に、岡山県水産課が実施した漁業日誌調査による。

魚体、卵巣卵の測定・計数などの方法についてはそれぞれの項で述べる。

結 果

漁場、漁獲高、漁期：高梁川は岡山県西部を南に流れ、瀬戸内海のほぼ中央、水島灘に注ぐ (Fig. 1)。主流の流程は 111 km、河口の幅は約 1500 m で、河口から上流 5.2 km の位置に幅約 600 m の河口堰がある。シラウオ漁期における河口堰付近での流量は、1966~1970 年の記録によると年により、1~2 月は 20 m³/sec 以下、3~4 月は 20~90 m³/sec であった。

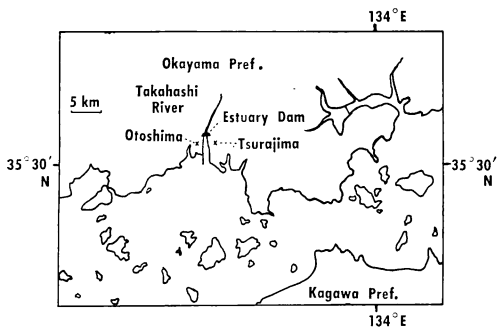


Fig. 1. The Takahashi estuary and its vicinity. The fishing grounds for *Salangichthys microdon* are formed between the estuary dam and the river mouth. Otoshima and Tsurajima are two fishing villages which nearly halve the catch.

河川水はその日の流量により、堰の両端近くの魚道を経て流れたり、堰堤全体に亘って溢流したりする。

シラウオ漁場は河口堰直下から河口までの間に形成される。主漁場はこのうち上流側の半分で、ここには干潮時に幾つかの砂洲が現われる。潮差は2月の大潮時の370 cmと4月の小潮時の40 cmの間で変化する。低潮時における最深部の水深は河口堰近くで約1 m、河口部で約2 mである。

この漁場では乙島と連島の両漁業協同組合の漁民が操業する。漁具は四手網で、普通は一辺の長さ6 m、中央部の目合は38~40節である。操業可能な水深は約3 mまでとされ、潮の干満に従って舟を移動する。

本漁業は自由漁業であるため、従来着業統数や漁獲の記録はなかった。岡山県水産課の調べによると、比

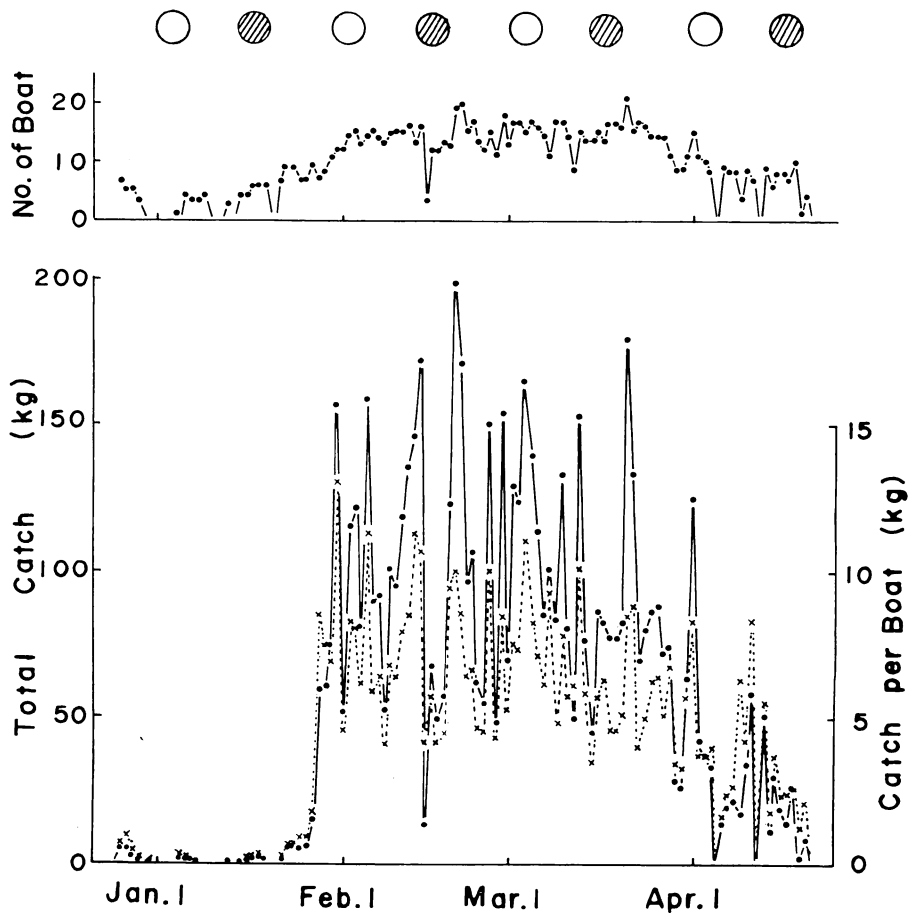


Fig. 2. Daily fishing effort of Tsurajima fishermen on *Salangichthys microdon* expressed as the number of fourarmed scoop net boats and their daily catch in 1969 fishing season. Dots show the total catch and crosses indicate catch per boat. Full-moon nights (open circles) and new-moon nights (dashed circles) are shown on the top of the figure.

較的好漁年であった 1969 年には乙島地区 40 名 (即ち 40 統), 連島地区 34 名が従事してそれぞれ 8.9 ton および 7.7 ton を漁獲した。その前年分は乙島地区の記録しかないが, 37 名で 6.0 ton を漁獲している。

この漁場におけるシラウオの漁獲高は年により年間 10~17 ton と考えられる。

連島地区漁船の 1969 年における日々の操業と漁獲の状況を Fig. 2 に示した。操業は前年 12 月下旬から 4 月下旬におよんでいる。年間漁獲高の 85% は 2~3 月に集中し, この期間には 1 日 1 統当り漁獲は 7~8 kg を中心に変動し, 出漁統数も殆ど連日 15 統前後となっている。毎日の総漁獲および 1 統当り漁獲はともに変動が大きく, しかも周期性は認め難い。月令, 従って潮汐の大きさ, とシラウオの漁獲変動の間にも関係を認め難い。なお, 2 月 15 日には旧暦正月のため, 4 月 5, 12 日には強風のため殆どあるいは全く出漁していない。

大きさおよび体長・体重関係: 1969 年の主漁期中に 4 回, 漁期終了後に 2 回採集したシラウオの測定

結果を, それ以前の年の 3 回の資料とともに Table 1 に示した。体長は 0.1 mm, 体重は 0.01 g の精度で測定した。

まず 1969 年分をみると, 平均体長は常に雌が雄より大きく, 平均体重では逆である。しかし, それぞれの 95% 信頼区間は 1 例を除きいずれも雌雄で重なっている。

雄の平均体長・体重は日によって幾分異なるが, 傾向的变化は示していない。雌では時期が進むにつれて体長が増加する傾向をみせ, 2 月 25 日と 5 月 7, 13 日の標本を比べると後者がかかなり大きい。他方体重については 3 月までの魚に比べ 5 月のものはかなり軽い。体長の変異係数に比べ体重のそれが大きいのは当然のことであるが, それにしても 5 月 7 日の雌における体重の変異係数は体長のそれに比べて異常に大きい。

1966, 1968 年の資料と比較すると, 1969 年の魚はかなり小型であり, 年によって魚体の大きさが異なることが判る。なお, 1966 年には雌雄の体長差が極め

Table 1. The size and the sex ratio of *Salangichthys microdon* caught in the Takahashi estuary.

Date of sampling	Sex	Number of specimens measured	Standard length			Body weight			Number of specimens examined	Sex ratio δ/η
			Mean* (mm)		coefficient of variation (%)	Mean* (g)		coefficient of variation (%)		
Feb. 25, '69	♂	20	80.5	±1.2	3.2	2.45	±0.18	15.4	201	5.1
	♀	20	81.1	1.9	4.9	2.04	0.17	17.8		
Mar. 6, '69	♂	20	83.1	1.2	3.2	2.80	0.18	14.0	178	0.73
	♀	20	83.2	1.1	2.7	2.59	0.11	8.7		
Mar. 15, '69	♂	20	81.7	1.6	4.1	2.40	0.15	13.4	185	4.3
	♀	20	83.1	1.3	3.3	2.32	0.17	15.9		
Mar. 25, '69	♂	30	83.1	1.0	3.2	2.64	0.17	17.1	239	4.8
	♀	30	83.9	1.2	3.8	2.52	0.11	12.0		
May 7, '69	♂	1	78.2			1.50			17	0.06
	♀	16	85.2	2.0	4.4	1.56	0.24	28.7		
May 13, '69	♂	5	81.4	7.6	7.6	2.34	1.15	39.8	35	0.14
	♀	30	85.0	0.9	2.9	1.93	0.08	10.7		
Feb. 27, '66	♂	12	86.6	2.2	3.9	2.97	0.21	11.0	19	1.7
	♀	7	92.5	2.7	3.1	3.03	0.38	13.5		
Mar. 14, '66	♂	12	86.0	1.3	2.4	2.84	0.22	12.4	20	1.5
	♀	8	91.7	3.6	4.6	2.88	0.31	12.9		
Apr. 24, '68	♂	6	87.1	2.6	2.9	2.36	0.48	19.6	154	0.05
	♀	30	89.5	1.4	4.1	2.17	0.14	17.2		

* mean \pm its 95% confidence limits.

Table 2. The condition factor and the gonad index of *Salangichthys microdon* caught in the Takahashi estuary, in 1969. Condition factor for males is $10^3 \cdot BW(g)/BL(cm)^3$, and that for females is $10^3 \cdot (BW-GW)(g)/BL(cm)^3$; gonad index is $10^4 \cdot GW(g)/BL(cm)^3$. Values are represented by mean \pm 95% confidence limits.

Date	Male				Female					
	Number of fish	Condition factor		Number of fish	Condition factor		Gonad Index			
		Mean	Coefficient of variation (%)		Mean	Coefficient of variation (%)	Mean	Coefficient of variation (%)		
Feb. 25	20	4.66 \pm 0.23	10.5	20	3.11 \pm 0.18	12.4	7.17 \pm 2.23	66.2		
Mar. 6	20	4.89	0.28 12.3	20	3.25	0.15 10.0	12.46	1.05 18.1		
Mar. 15	20	4.38	0.16 7.9	20	3.13	0.16 10.7	9.11	2.00 47.0		
Mar. 25	30	4.62	0.29 16.6	30	3.36	0.14 11.0	9.16	1.32 38.4		
May 7	1	3.14		16	2.20	0.23 19.9	3.59	1.86 97.2		
May 13	5	4.23	1.50 28.6	30	2.64	0.12 12.4	5.06	1.06 55.9		

て大きく、そのため平均体重も僅かながら雌が大きい。

Table 2 に 1969 年の資料について雌雄別の肥満度を示した。雄の肥満度の平均値は雌のそれに対し 1.3 ~ 1.6 倍もある。ここでは雌の肥満度は体重から卵巣重量を差し引いて計算したが、後者を含めて計算したとしても——表の値に生殖腺指数の 1/10 を加えると得られる——なおかつ雄の肥満度よりかなり低い。雌雄ともに肥満度は主漁期中に比べ終漁期後に低くなり、この傾向は雌で顕著である。

Fig. 3 は対数値における体長に対する体重の回帰直線群を、雌雄別・時期別に示している。図の簡略化のため個々の測定値は記入してないが、多くの場合これらの値は回帰直線の周囲にかなり散らばり、対数値を用いた体長・体重の相関係数も半数以上の例において 0.5 以下であった。しかし、共分散分析法 (増山, 1953: 104) による検定の結果では、2 月 25 日の雄と 3 月 15 日の雌雄については 1% 以下の危険率、3 月 25 日と 5 月 13 日の雌および 5 月 7 日の雌を除くその他の標本については 5% 以下の危険率をもって、両者の回帰関係を想定できる。

スネデカー (1946: 118) に従って求めた回帰係数の 95% 信頼区間はいずれも極めて広く、すべての日および雌雄において重なり合っている。同様にして体重平均値の信頼区間を計算した結果では、2 月 25 日 ~ 3 月 15 日の各標本については 99% の信頼水準をとっても雄が重いといえる。しかし、3 月 25 日以降になると 95% 水準に下げても両性の信頼区間は重なってしまう。

性比、生殖腺指数および卵巣卵: 性比 ($\delta/\text{♀}$) は 0.06 から 5.1 の間で変動し、一般に主漁期中には雄

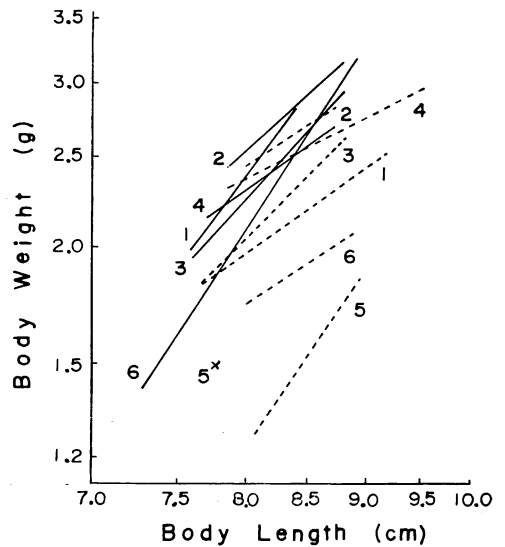


Fig. 3. Standard length-body weight relationship of *Salangichthys microdon* in 1969 fishing season. Solid lines and a cross represent male and dotted lines represent female regression lines, and each line is drawn for an actual range of body length. 1: February 25, 2: March 6, 3: March 15, 4: March 25, 5: May 7, 6: May 13.

が多く、終漁期後は雌が卓越する (Table 1)。

高梁川においても漁獲の対象は産卵群である。そのため卵巣はよく発達しているが、産卵中あるいは放卵後の個体も混っていた。調査期間中に観察された最大の卵巣は重さ 0.85 g であった。

1969 年の雌について求めた生殖腺指数の最高値は 3 月 6 日にみられ、平均 12.5 であった (Table 2)。変異係数の小さいことから判るように、この日の魚の

生殖腺指数は揃って高い。他方 5 月の標本では指数の平均値が極めて低く、同時に変異係数は大きくなっている。生殖腺指数の平均値が低い 5 月には肥満度の平均値も低く、また両者の変異係数の大小はある程度対応している。しかし、個体ごとの生殖腺指数と肥満度の関係は Fig. 4 のとおりで、両者の対応関係はみられない。ただ、主漁期中の魚体は終漁期後に比べ、生殖腺指数の大小に拘りなく高い肥満度を示している。

主漁期の各調査日ごとに、卵巣が比較的大きく産卵していないと考えられた雌各 5 尾を選んで卵巣卵の計数と測定をおこない、その結果を Table 3 に示した。計数は各卵巣をほぐし水を加えて 20 ml としたものから 1 ml を 3 回抽出しておこない、その平均値を全体にひきのぼした。卵径は、投影器で 50 倍に拡大した像について 1 mm の精度で各個体につき 20 粒ずつ測定した。

卵巣卵数は 1320 から 2740 の範囲が観察され、かなりの個体差があった。体長・体重と卵巣卵数との間には殆ど関係が認められない、試みに Table 3 のこれ

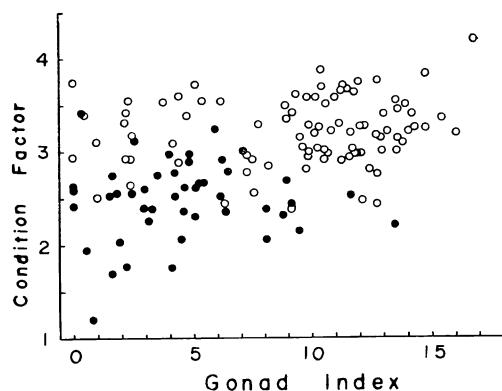


Fig. 4. Condition factors of female *Salangichthys microdon* plotted against gonad indices. Open circles represent the fish caught during the main fishing season, and solid circles represent those caught after the fishing season of 1969.

らの値を対数変換し、相関係数を求めるといづれも 0.31 となって低い。また共分散分析法によって卵巣卵数の体長および体重に対する回帰の有無を検定する

Table 3. The number and the size of ovarian eggs of *Salangichthys microdon* caught in the Takahashi estuary during the main fishing season in 1969. Presumably prespawning females with relatively heavy ovaries were selected for examination. Diameter of egg is represented by mean \pm 95% confidence limits. As ovarian eggs are more or less distorted, diameters along longer axis are shown here. The shorter diameter averaged 88% of the longer one.

Date	Body length (mm)	Body weight (g)	Ovarian weight (g)	Number of total ovarian eggs	Average diameter of 20 eggs (mm)
Feb. 25	74.5	2.44	0.70	1320	0.99 \pm 0.02
	81.1	2.20	0.62	1420	0.99 0.02
	82.9	2.25	0.60	1820	0.99 0.02
	83.5	2.72	0.64	1740	0.97 0.02
	84.8	2.38	0.65	1540	0.96 0.02
Mar. 6	81.5	2.66	0.84	1800	0.97 0.02
	82.9	2.71	0.84	1800	0.97 0.02
	83.3	2.68	0.81	1420	0.96 0.02
	84.0	2.85	0.84	2000	0.95 0.02
	86.0	3.00	0.83	2140	0.97 0.01
Mar. 15	82.4	2.25	0.72	2280	0.95 0.03
	83.0	2.58	0.70	1780	0.92 0.02
	85.2	2.50	0.70	1560	0.96 0.02
	85.4	3.00	0.85	1940	0.97 0.02
	88.0	2.85	0.81	2160	0.95 0.02
Mar. 25	80.5	2.51	0.84	2740	0.91 0.01
	80.9	2.50	0.74	2460	0.91 0.02
	83.9	2.81	0.74	2380	0.94 0.02
	85.0	2.78	0.81	2200	0.95 0.01
	86.1	2.89	0.77	2220	0.98 0.02

と、 F_0 の値はそれぞれ 1.84 および 1.94 となつて、自由度 $n_1=1$, $n_2=18$ における $F_{0.05}=4.41$ よりも極めて小さい。

卵の平均長径は個体により 0.91~0.99 mm であるが、同一個体における卵径の変異は極めて小さい。

食性: 食性の調査は 1968 年 4 月 24 日に採取した標本についておこなつた。調べた 118 個体のうち 44 個体に消化管内容物が存在した、そのうち 34 個体は全長 15 mm 程度のハゼ仔魚を、6 個体は体長 10 mm 程度のイサザアミ *Neomysis* sp. を、また 1 個体はこの両者をとっており、残り 3 個体の消化管内容物は消化が進んでいて査定不能であつた。このハゼ仔魚は、長崎大学教授道津喜衛博士の同定によると、ウキゴリ属の一種 *Chaenogobius* sp. であつた。1 尾のシラウオが食つていたハゼの数は 1 もしくは 2 尾の場合が最も多く、最高 7 尾までみられた。イサザアミは殆どの場合 2~3 尾であつた。

論議と結論

他漁場のシラウオとの比較: 高梁川のシラウオ漁獲高には大きな日変動がみられ、それは河口内へのシラウオ来遊量の日変動を反映していると考えられる。しかし、ここでの漁況変動は三河湾(堀田・田村, 1954)で報告されているような月令や潮汐の大きさと関連した周期的なものではない、この差は両漁場の地形や漁法などの相異によるものであろうか。

高梁川のシラウオの産卵期における平均体長は日および年により差があるが、雄で 80.5~87.1, 雌で 81.1~92.5 mm であつた。これは中海・宍道湖産(太田, 1951), 加古川産(丹下・伊丹, 1966)などと並んで日本産のものでは大きい方に属する。雌雄の大きさの関係は中海・宍道湖(太田, 1951)では高梁川産と同じく、一般に体長において雌が、体重において雄がまさつている。加古川産(丹下・伊丹, 1966)も体長は雌の方が大きい。他方、霞ヶ浦産(茨城県水試, 1912), 赤須賀産(岡田・森, 1957)では一般に体長・体重ともに雄がまさる。

肥満度は中海・宍道湖産(太田, 1951)でのみ報告されている。漁場・漁期により差があるが、平均値の最高は雄で 2.90, 雌で 2.57 に過ぎない。特別の記載がないのでこの雌の肥満度は卵巣重量を含めて計算したものと判断される。これに対して高梁川産では、主漁期中の肥満度の平均値は、日によって雄で 4.38~4.89, 雌で 3.83~4.50 (卵巣を含む) で極めて高い。

抱卵数を体長もしくは体重の関数として表す試みが

幾つかの水域でなされている(堀田, 1951; 藤本, 1954; 三浦ら, 1954)。高梁川産ではそれぞれの間に回帰関係が認められなかつたのは、岡田・森(1957)の推定のように、放卵が数回に亘っておこなわれるため、いろいろな程度に産卵を終えた個体が混つていたからであらう。

シラウオの性比の周期的な変化と関連して雄と雌は別群を形成して産卵の時だけ合体するのであり、したがって雌雄比の等しくなる時が産卵時であろうとの仮説(堀田・田村, 1954)が一般に受け入れられている。もし長期にわたり、同一の漁場での性比と天然卵の量の変化を並行して調べるならば、この仮説を検証することができよう。

食性に関しては北原(1895), 茨城県水試(1912)により各種の甲殻類プランクトンをとることが報告されている。本研究では 1 回しか調べなかつたが、ハゼ類の仔魚が甲殻類プランクトン以上にとられていた。ハゼ類または他種の仔魚がシラウオの餌料生物として重要である季節もしくは期間は、それら仔魚の出現期と出現量に左右されるであらう。

産卵と肥満度との関係: 終漁期後の魚の肥満度の平均値は主漁期中に比べて極めて低く、しかもその差は雌で著しかった。これは産卵を通じて魚が疲弊し痩せることを示唆するかのようである。体重の体長に対する回帰関係は明確でなく、また、肥満度と生殖腺指数の変異係数はともに同じ時期に極大となる。これらのことから、体長の割に体重の小さな個体がかかり混つており、そのような個体は産卵を終えて痩せたものと一応は考えられた。

しかし、上記の想定は肥満度を生殖腺指数に対応させて描いた Fig. 4 によって否定された。つまり、産卵を通じて肥満度が低下する傾向は群としては顕著に認められるにも拘らず(Table 2) 個体の水準では明らかでない。産卵前でも痩せた個体がみられる反面、放卵後にもなおかなり肥つた個体もいる。

謝 辞

材料の蒐集にあたり倉敷市乙島漁業協同組合中野益夫氏からひとかたならぬ御助力を得た。漁獲日誌調査は岡山県水産課山野隆之氏の御努力により実現した。研究にあたって、長崎大学水産学部道津喜衛博士、岡山県水産試験場本田信夫場長、三宅与志雄・安家重材・東幹夫・服部洋年の各研究員をはじめ多くの方々に御指導と御助力を頂いた。東南アジア漁業開発センター水戸敏・鈴木乙彦両博士およびシンガポール大学

Dr. T. E. Chua には統計処理の指導と原稿の校閲をお願いした。以上の方々に深甚の謝意を表する。

引用文献

- 藤本武. 1954. シラウオ *Salangichthys microdon* (Breeker) の抱卵数について. 茨城県水産試験場事業報告, 昭和 25, 26 年度, 143~145, figs 1~2.
- 堀田秀之. 1951. 日本産シラウオ属 (*Salangichthys*) の抱卵数について. 日本水産学会誌, 16: 35~39, figs. 1~4.
- 堀田秀之・田村正. 1954. シラウオ (*Salangichthys microdon* Bleeker) の生態について. 北海道大学水産学部研究彙報, 5: 41~46, figs. 1~9.
- 茨城県水産試験場. 1912. 白魚 (*Salanx microdon* Bleek). 茨城県霞ヶ浦北浦漁業基本調査報告, 第一巻, 73~101, 2 figs.
- 北原多作. 1895. 霞ヶ浦の動物に就て (承前). 動物学雑誌, 7: 141~144, 4 figs.
- 増山元三郎. 1953. 少数例のまとめ方. 河出書房, 東京, vi+270 pp.
- 三浦五郎・山口正男・松本秀三・片岡太刀三・中村嘉和. 1954. 八郎潟のワカサギとシラウオの産卵と稚魚分布調査. 秋田県水産試験場事業報告, 昭和 28 年度, 71~82, figs. 1~6.
- 岡田弥一郎・森浩一郎. 1957. 産卵期におけるシラウオ (*Salangichthys microdon* Bleeker) の生態学的研究. 魚類学雑誌, 5: 99~106, figs. 1~3.
- 太田繁. 1951. 中海, 宍道湖産白魚の第二次性徴並に魚群系統. 水産研究誌, 41: 17~25, 6 figs.
- 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 (1): 25~28, figs. 1~2.
- スネデカー, G. W. (畑村又好・他訳). 1952. 統計的方法, 上, 岩波書店, 東京, vi+ii+208+i pp. 17 figs.
- 丹下勝義・伊丹宏三. 1966. シラウオのふ化飼育実験. 水産増殖, 14: 1~29, figs. 1~6, pl. 1.
- (シンガポール, チャンギ, 東南アジア漁業開発センター, 調査部局)