

## － 有用水産動物生態調査（ワカサギ、シラウオ） －

藤川裕司・森山 勝・大北晋也

ワカサギ、シラウオは宍道湖において、シジミに次ぐ重要な漁業資源である。両種については、昭和61年より加入量の動向等生態調査が実施され、知見が集積されつつある。

ワカサギは、平成6年には夏季高水温の影響により資源量が著しく減少し、その後、回復することなく現在にいたり、今後の資源動向が危惧されている。そこで昨年に引き続き、ワカサギ不漁原因の解明に主眼をおき、以下の項目について検討を加え、若干の知見を得たので報告する。1. 資源の動向について、定置網漁獲量経年変化より検討を加えた。2. ひき網試験操業により、ワカサギ、シラウオ稚魚出現状況を把握した。また、越夏場について検討するため、流入河川における投網調査を実施した。3. 近年の地球温暖化を背景として、水槽実験によるワカサギの高水温耐性試験を実施した。4. 夏季高水温の出現状況とワカサギ、シラウオ漁獲量の関係について検討を加えた。5. 昭和61年より平成11年にかけて、毎年1億～2億5千万粒の網走湖産受精卵が移入され、ふ化仔魚が放流されている。網走湖産ワカサギの夏季高水温に対する耐性は、宍道湖産より劣っている可能性が高く、そのことが近年の不漁に繋がっている可能性がある。そこで、網走産ワカサギが宍道湖産ワカサギにとって変わった可能性について脊椎骨数より検討を加えた。6. ワカサギ捕食者としてのスズキについて、その胃内容物を調べた。7. 産卵場と考えられる斐伊川河口周辺、来待川河口、玉湯川河口域等の底質環境について調べるとともに、ワカサギ、シラウオ卵の出現状況を調査した。

### 材料および方法

#### 1. 資源の動向

宍道湖漁協が集計している定置網漁獲統計を用い、検討を加えた。

#### 2. 稚魚調査

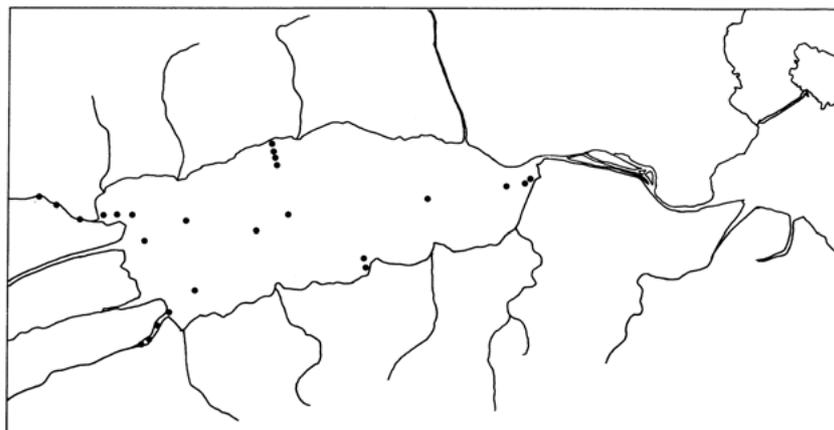


図1 ひき網の調査定点

ワカサギ、シラウオ稚魚を採集する目的で、試験船ごず(8.5ト)により6月12～14日、8月22～23日、10月9～16日にひき網による曳網試験を行なった(図1)。使用したひき網は、昭和61年より使用されているもので、ナイロンモジ網240径製、高さ1.5m、幅20mのものである。6月の調査では、過去の調査手法との統

一性を計るために同一定点を2回曳網したが、8月22～23日、10月9～16日では1回とした。採集されたワカサギ、シラウオは、直ちに10%ホルマリンで固定後、実験室に持ち帰り、全長、体長、体重の測定を行なった。

また、図2に示す定点において、投網による採集調査を行った。用いた投網の仕様は、糸0.8-1号、目合30節、裾目数2000(2尋半)、重量4.7kgであった。

### 3. ワカサギの高水温耐性試験

用いた供試魚は、内水面水産試験場において作出された人工生産ワカサギである。200cm×100cm×100cmの水槽2基を用意し、1基は常温飼育区、他の1基は対照区とした。両水槽とも1,200lの宍道湖水を収容し、飼育水は飼育水槽から冷却装置、冷却装置から飼育水槽へ循環させた。このとき、常温飼育区では冷却装置を作動させなかったが、対照区では作動させ水温を20℃に保った。また、1日当たり0.5回転の換水を行った。平成13年6月18日に常温飼育区、対照区それぞれ平均全長38.1mm、37.8mmのワカサギ200尾づつを収容し、9月10日まで飼育し、日々のへい死尾数を計測した。また、1時間毎の水温の測定、1日1回の塩分濃度の計測を行った。この間、餌は配合餌料を、自動給餌器で与えた。

### 4. 夏季高水温出現状況と漁獲量の関係

昭和61年以降の大橋川水深1mにおける1時間毎の水温連続観測資料と、ワカサギ、シラウオ定置網漁獲量より検討を加えた。用いた水温資料は、昭和61～平成11年は国土交通省出雲工事事務所、平成12～13年は内水面水産試験場による測温結果である。

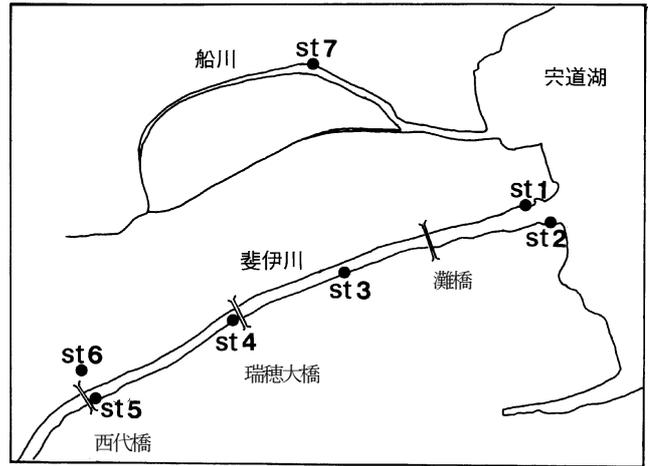


図2 投網調査の定点

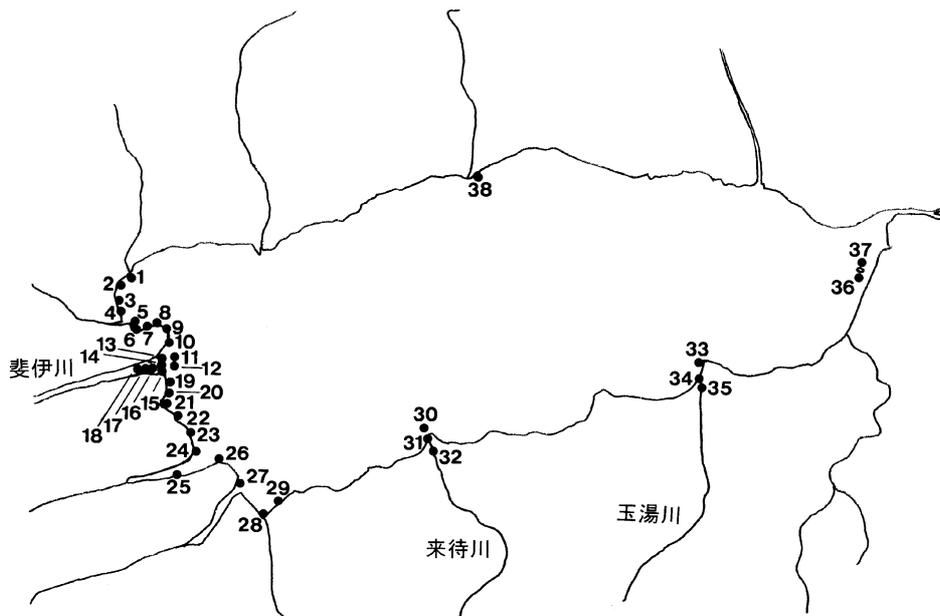


図3 ワカサギ産卵場に関わる底質調査定点

## 5. 脊椎骨数について検討

平成12年12月～13年3月にかけて、ます網により採集されたワカサギ190尾をソフテックスにより撮影し、脊椎骨数を計測した。このとき、尾尖骨 (urostyle) を算入した。

## 6. スズキの胃内容物

平成13年4～6月にかけて刺網で漁獲されたスズキ29尾について、胃内容物の種組成を調べた。

## 7. 産卵場について

平成14年1月16日～2月4日にかけて、図3に示した定点においてスミス・マッキンタイヤー採泥器、エクマン採泥器で採泥を行い、その場で写真撮影を行った。泥は実験室へ持ち帰り、万能投影機で拡大して、含まれている砂～礫のおおよその粒径組成を計測した。

ワカサギ、シラウオ卵の出現状況を把握するため、平成14年2月20～27日に18定点より(図4)、それぞれスミス・マッキンタイヤー採泥器による2回の採泥を行い、その場で10%ホルマリンで固定した。泥は実験室に持ち帰り、卵をローズベンガルで染色後ソーティングに供した。卵の同定は、付着器が膜状のものをワカサギ卵、糸状のものをシラウオ卵とした。

## 8. ワカサギ、シラウオ漁獲物の平均体長と生殖腺熟度

宍道湖定置網により漁獲されたワカサギ、シラウオについて精密測定を行なった。標本の採集期間は、ワカサギでは平成14年1月17日～平成14年3月1日、シラウオでは平成14年1月17日～平成14年4月12日であった。測定項目は、全長、体長、体重、生殖腺重量、生殖腺熟度とした。

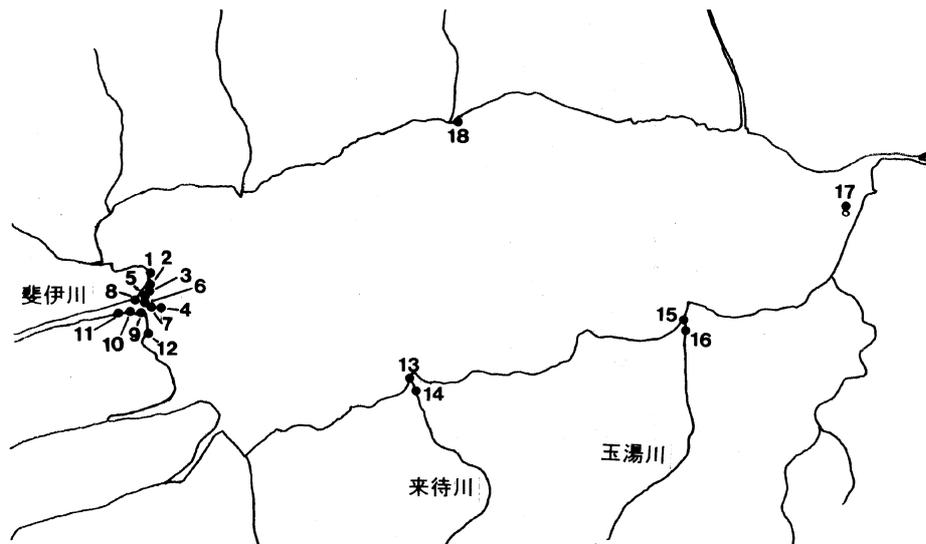


図4 卵出現状況調査の定点

## 結果および考察

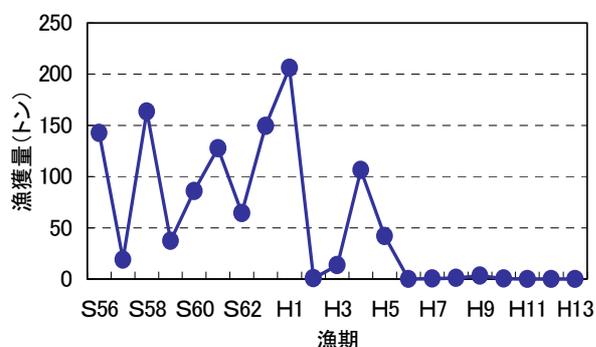


図5 宍道湖における定置網によるワカサギ漁獲量経年変化

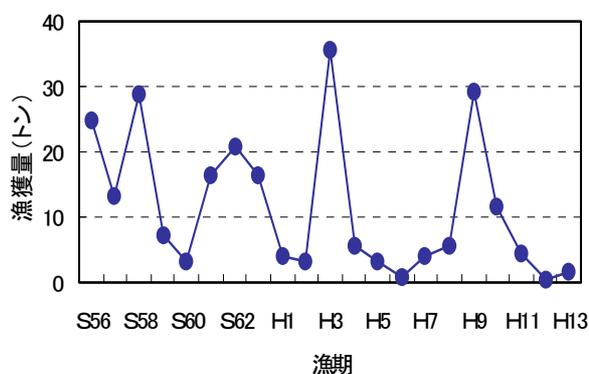


図6 宍道湖における定置網によるシラウオ漁獲量経年変化

## 1. 資源の動向

昭和56年～平成13年漁期の、定置網によるワカサギ漁獲量経年変化を図5に示した。ここでいう漁期とは、昭和56年漁期を例にあげると、ワカサギ漁獲の解禁期間である昭和56年10月から昭和57年3月までをさす。定置網漁獲量は、昭和56年から平成5年にかけては、毎年大きな年変動を示した。この現象は、本種の寿命が

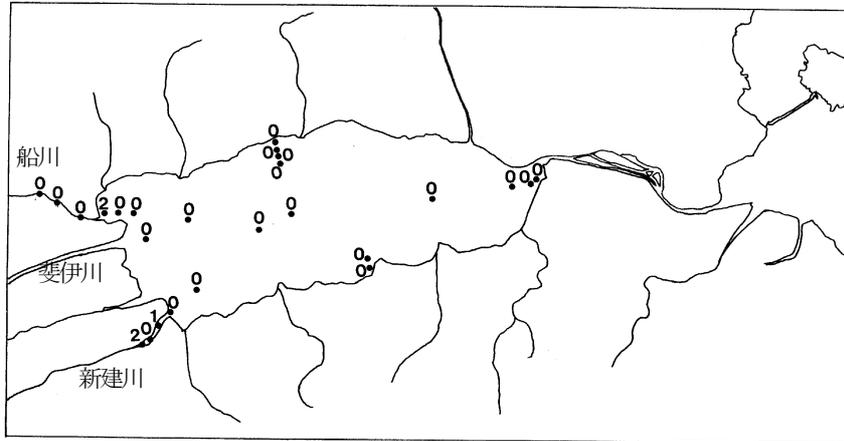


図7-1 ワカサギのひき網による1曳網あたり採集尾数  
(平成13年6月12～14日)

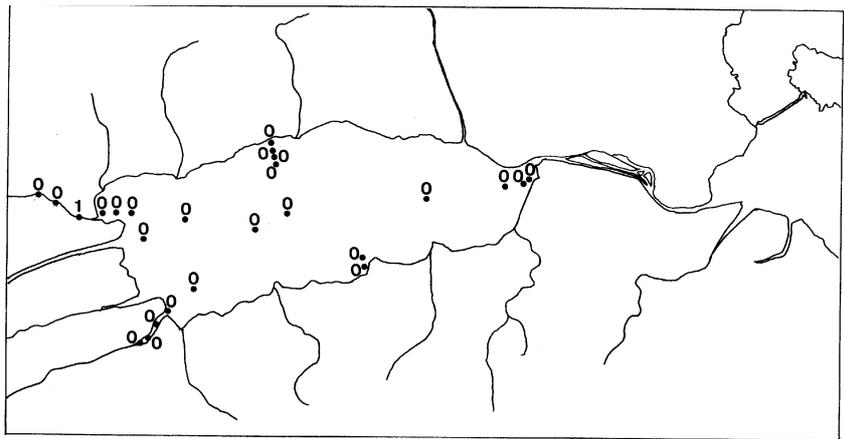


図7-2 ワカサギのひき網による1曳網あたり採集尾数  
(平成13年8月22～23日)

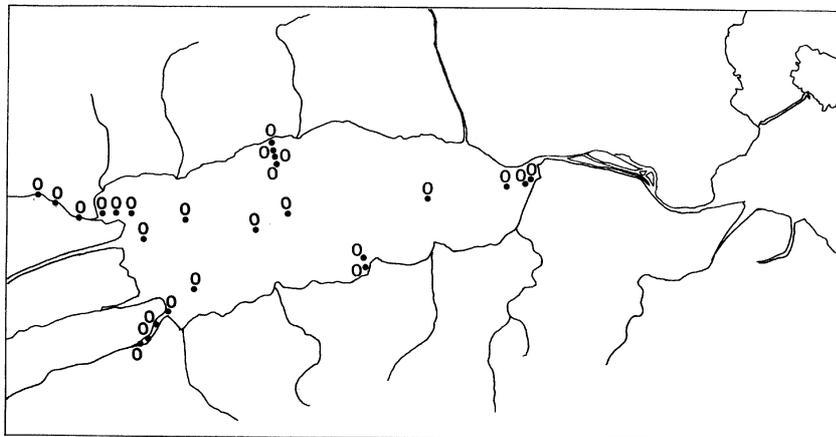


図7-3 ワカサギのひき網による1曳網あたり採集尾数  
(平成13年10月9～16日)



昭和56年～平成11年漁期の、定置網によるシラウオ漁獲量経年変化を図6に示した。本種は、ワカサギより長い4年から6年程度の周期で資源の増減を繰り返しているものと考えられる。

## 2. 稚魚調査

ワカサギのひき網による1曳網当たり採集尾数を図7に示した。6月では、船川河口で1尾、新建川内の2定点でそれぞれ1,2尾が採集された。8月の調査では、船川内で1尾が採集されたのみであった。10月の調査では、全く採集されなかった。

シラウオのひき網による1曳網あたり採集尾数を図8に示した。6月には、1曳網当たり平均で39尾が採集された。8月には、宍道湖内では、ほとんど採集されなかったが、船川や新建川内部で採集が認められた。特に、新建川の最奥部では716尾が認められた。10月になると、さらに減少し、新建川から河口、船川内、船川河口沖においてわずかに採集されただけであった。

両種の採集尾数が、6月に比較して、8月で激減したのは、夏季高水温の影響によるものと推測されるが、詳細は4項に記述した。

投網による、調査結果を表1に示した。ワカサギは、8月9日に斐伊川下流のst1で1尾が採集された。斐伊川下流の水温は、7月下旬から8月にかけて27℃台を維持しており、同時期の宍道湖の水温が30℃位であることを考え合わせると、この水域はワカサギ、シラウオの越夏場として機能しているのかもしれない。

表1 投網調査結果

年月日	時刻	st NO	水温(℃)	投網回数	ワカサギ採集個体数	シラウオ採集個体数
7月11日 前日雨	09:30	1	23.3	5	0	0
	10:50	3	23.9	5	0	0
	11:45	6	23.7	3	0	0
	12:12	7	27.8	5	3	0
7月26日	09:00	1	27.0	5	0	0
	09:45	3	27.5	1	0	0
	10:35	5	28.6	5	0	0
	11:10	7	30.4	5	0	0
8月9日 前日雨	09:01	1	27.1	10	1	0
	09:50	2	27.5	10	0	0
	10:55	4	27.3	8	0	0
	11:45	7	30.7	10	0	4
8月20日	9:55	1	27.2	10	0	0
	10:55	2	27.6	10	0	0
	11:50	4	29.3	10	0	0
9月17日	09:25	1	19.7	10	0	0
	10:05	2	21.0	10	0	0
	11:08	4	21.0	6	0	0

## 3. ワカサギの高水温耐性試験

ワカサギの常温飼育による1日当たり死亡率と飼育水温の経時変化を図9に示した。死亡は飼育水温が30℃を超えたところから始まり、水温の上昇とともに1日当たり死亡率は上昇して行く。1日当たり死亡率は、およそ水温30℃で5%、31℃で10%、32℃で20%であった。一方、水温20℃で恒温飼育したものでは、死亡はほとんど認められなかった(図10)。これらのことより、ワカサギは夏季でも、水温20℃で飼育すればへい死することはないが、水温が30℃以上になると、へい死が始まる。1日当たり死亡率は、水温30℃で約5%、31℃で約10%、32℃で約20%であると推測された。

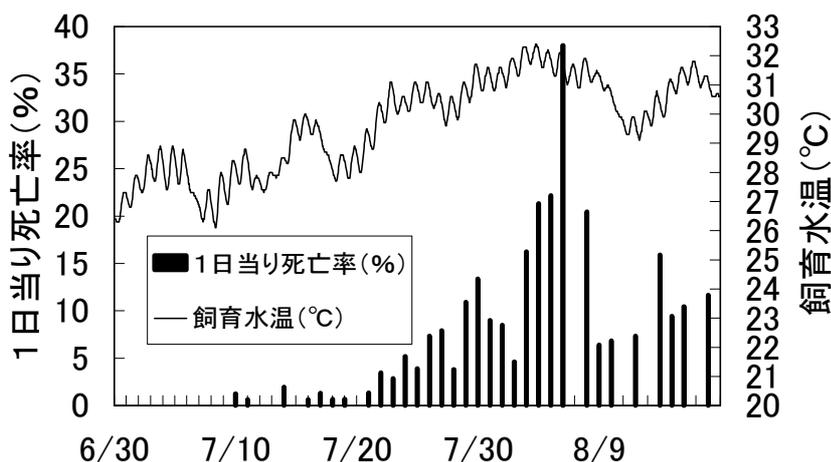


図9 ワカサギの常温飼育による1日当り死亡率と飼育水温の経時変化(平成13年6月30日~8月18日)

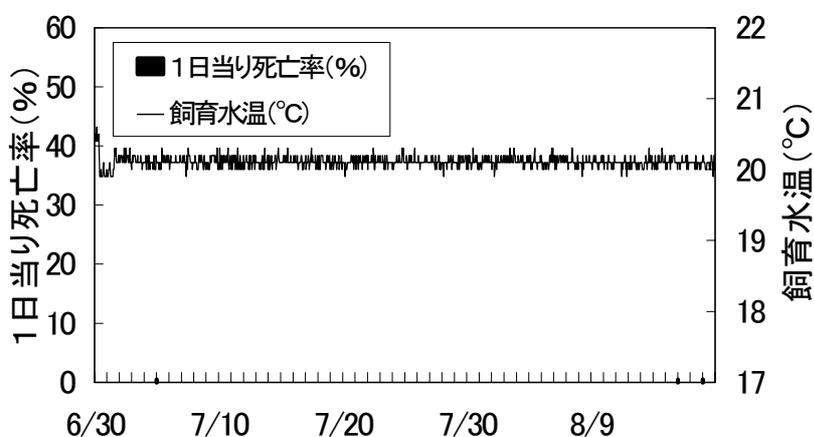


図10 ワカサギの20°C飼育による1日当り死亡率と飼育水温の経時変化(平成13年6月30日~8月18日)

#### 4. 夏季高水温出現状況と漁獲量の関係

大橋川水深1mにおける7~9月の1時間毎の観測水温中の30°Cを超えた観測回数を図11に示した。ワカサギ漁獲量経年変化と比較すると、30°Cの観測回数が800回以上と極めて多い平成2年、平成6年は漁獲量は少なかった。また、30°Cの観測回数が比較的多い、平成7、8、12、13年も漁獲量は少なかった。これらの年で、ワカサギ漁獲量が少なかったのは、3項で示した結果からも、夏季高水温によりへい死が生じた影響による可能性が高い。しかし、30°Cを超えることがほとんど認められなかった、平成9~11年にも資源は回復することはなかった。これらのことより、

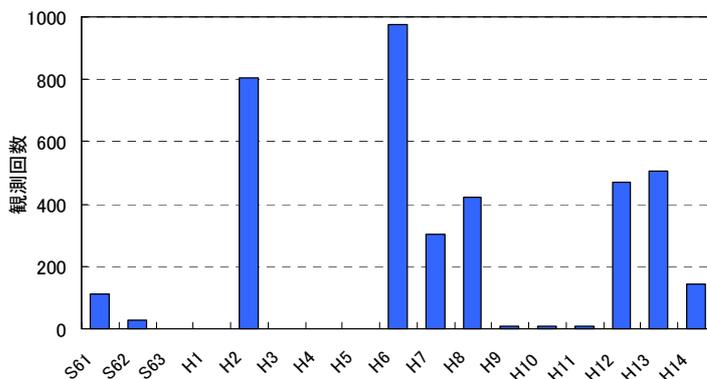


図11 大橋川水深1mにおける7~9月の1時間毎の観測水温中の30°Cを越えた観測回数 (S61~H11 国土交通省データ。H12~14は内水面水産試験場データ。S63、H1、H3~5は資料不十分)

平成6年以降のワカサギ不漁は、夏季高水温のみの影響ではないと考えられる。

シラウオについて、同様の検討を試みた。シラウオの大橋川水深1mにおける7~9月の1時間毎の観測水温中の30℃を超えた観測回数とその漁期宍道湖ます網1統当たり漁獲量の関係を図12に示した。シラウオます網1統当たり漁獲量は、30℃を超えた観測回数が少ないほど、多い傾向を示し、このことは、シラウオの漁期資源量はその年の夏季水温により、ある程度規定されることを示す。

その漁期ます網1統当たり漁獲量(kg)

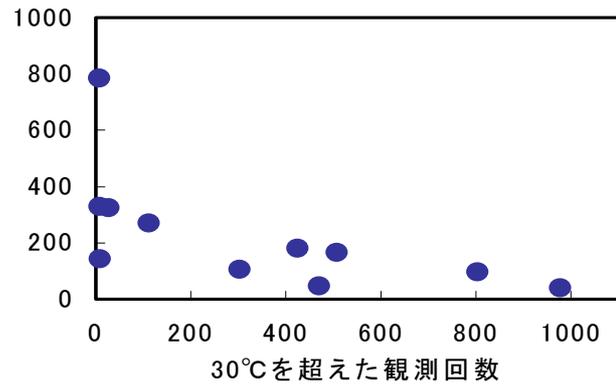


図12 シラウオの大橋川水深1mにおける7~9月の1時間毎の観測水温中の30℃を超えた観測回数とその漁期宍道湖ます網1統当たり漁獲量との関係

### 5. 脊椎骨数について検討

昭和57年と平成12、13年の宍道湖産ワカサギの脊椎骨数を表2に示した。また、網走湖産ワカサギの脊椎骨数を表3に示した。昭和57年の斐伊川河口よりの採集個体の平均脊椎骨数と、網走湖産個体(1957~1959)の平均脊椎骨数の間で平均値の差の検定(t検定)を行ったところ、危険率1%で有意差が認められた。一方、昭和57年斐伊川河口産個体、嫁ヶ島産個体それぞれと平成12~13年宍道湖産個体の間で平均脊椎骨数について平均値の差の検定(t検定)を行ったが、有意差は認められなかった。これらのことより、脊椎骨数で見ると、網走湖産ワカサギが宍道湖産ワカサギにとって変わった可能性は低いと推測される。

表2 宍道湖産ワカサギの脊椎骨数

階級	昭和57年1月30日、 2月25日*		平成12年12月 ~13年3月
	斐伊川 河口	嫁ヶ島	船川河口、 松江、玉湯
53	1		
54	8	2	2
55	142	67	15
56	732	256	83
57	563	192	81
58	57	32	8
59	1		1
計	1504	549	190
平均	56.35	56.34	56.43
標準偏差	0.731	0.779	0.763

\* 吉尾(1981)

表3 網走湖産ワカサギの脊椎骨数

	1949-1953*1	1957-1959*2	1967-1969*3
標本数	415	1500	89
平均	55.74	55.97	55.62
標準偏差	0.73	0.71	0.63

\*1 Sato(1951), Hamada (1961) \*2 Ohigashi and Ito (1959) \*3 Tanaka (1969)

### 6. スズキの胃内容物について

宍道湖刺網により漁獲されたスズキの胃内容物種別個体数を表4に示した。29個体のうち、主にアミ類を捕食していたのは25個体、魚類を捕食していたのは2個体であった。魚類を捕食していた2個体は、計3尾の魚類を捕食していた。これらの魚類は消化が進んでおり、種名は明らかにはできなかった。

表4 宍道湖刺網により漁獲されたスズキの胃内容物種別個体数

採集場所	標本 数	尾叉長範囲 (mm)	胃内容物			
			主にアミ類	魚類	空胃	
平成13年4月28日	一畑口沖	3	400~420	3	0	0
平成13年5月9日	一畑口沖	20	350~519	20	0	0
平成13年6月17日	伊野灘沖	6	392~500	2	2	2

## 7. 産卵場について

採取した砂泥の写真を図 13 に示した。また、含まれる砂のおおまかな粒径を付表 1 に示した。st1~10 では、泥が多く含まれ砂の粒径も 1mm 以下であった。st11 では砂の割合が多くなるが、粒径は 1mm 以下であった。斐伊川河口沖から斐伊川内の st12~13 では泥は少なく、含まれる砂~礫の粒径も 0.5~7mm 程度であった。st14~18 では、泥は非常に少なく粒径 0.5~8mm くらいの砂~礫が主体であった。st19~28 では、st22 が覆砂された砂、st28 は流入河川河口であるため泥の少ない砂である以外は、他の定点は泥が比較的多く、しかも砂の粒径も 2mm 以下と小さかった。来待川河口の st31 では泥が少し含まれていたが、河口沖の st30 や上流の st32 では、泥はほとんど含まれていなかった。また、河口から上流にかけては礫混じりであった。玉湯川では、河口沖合の st33 では少し泥が含まれていたが、河口から上流の st34、35 では、泥は非常に少なく礫混じりであった。嫁ヶ島の周辺の st36、37 は、泥の少ない粒径 0.3~1mm の砂であった。

ワカサギの産卵場適地は、流入河川の河口付近で、2~3mm の砂粒が礫に混じり、かつ風当たりが強い流れによって砂礫が洗われているところとされている。<sup>3)</sup> 本調査結果より、斐伊川河口から上流、来待川上流、玉湯川河口から上流では泥が少なく、しかも産卵基質として有効な砂や礫が認められたことより、これら水域は、ワカサギ産卵場としての環境条件を有していると推測された。

卵出現状況調査の定点別緯度、経度と水深を表 5 に示した。0.1m<sup>2</sup> 当たりのワカサギ卵出現個数を図 14 に示した。ワカサギ卵は、斐伊川の河口より少し上流の定点や、来待川の河口より少し上流の定点で認められた。昭和 53 年、55 年、56 年に斐伊川河口から上流にかけてワカサギ卵の出現状況を調べられたが、斐伊川内ではワカサギ卵はほとんど認められなかった。<sup>4-6)</sup> この当時は、ワカサギ漁獲量が多いことより（昭和 55 年漁期のます網漁獲量は 37 トン、昭和 56 年漁期の定置網漁獲量は 143 トンであったことは確認されている）、産卵親魚も多かったと考えられるが、斐伊川内ではワカサギ卵はほとんど認められなかった。一方、本調査が行われた平成 13 年漁期では、定置網によるワカサギ漁獲量は 1kg と極めて少ないにもかかわらず、斐伊川の河口より少し上流で、10~72 個体/0.1m<sup>2</sup> が認められた。両者は、産卵親魚量と産卵量という関係において相反していると考えられ、このことは現在のワカサギ不漁原因解明の手がかりとなるかもしれない。斐伊川における、ワカサギ産卵生態を解明するために、今後も継続的にワカサギ卵の出現状況を把握して行く必要がある。

0.1m<sup>2</sup> 当たりシラウオ卵出現個数を図 15 に示した。シラウオ卵は、斐伊川河口および嫁ヶ島北側で認められた。特に、嫁ヶ島北側では、96 個体/0.1m<sup>2</sup> と多数の卵が認められた。

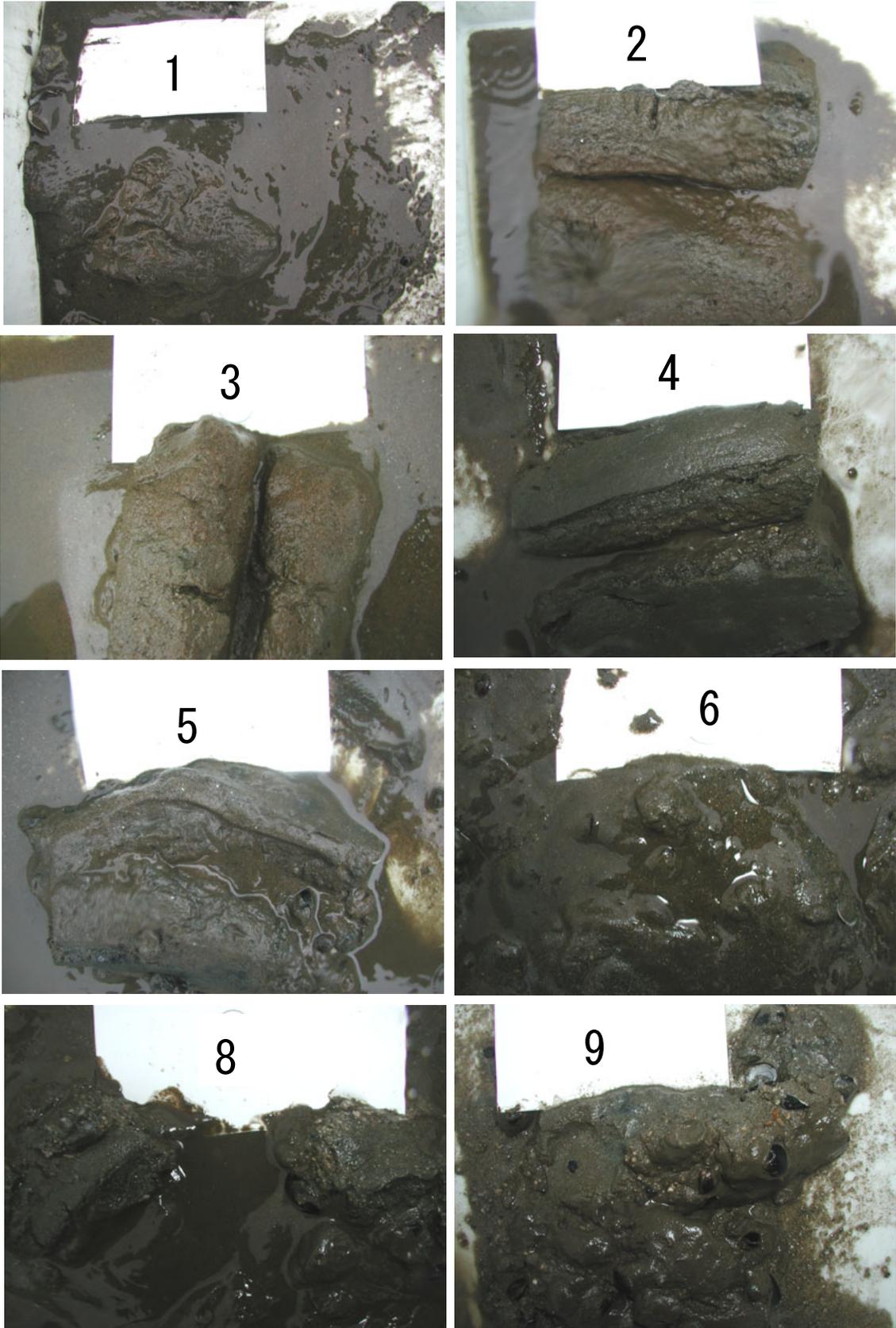


図 13-1 産卵場調査により採取された砂泥

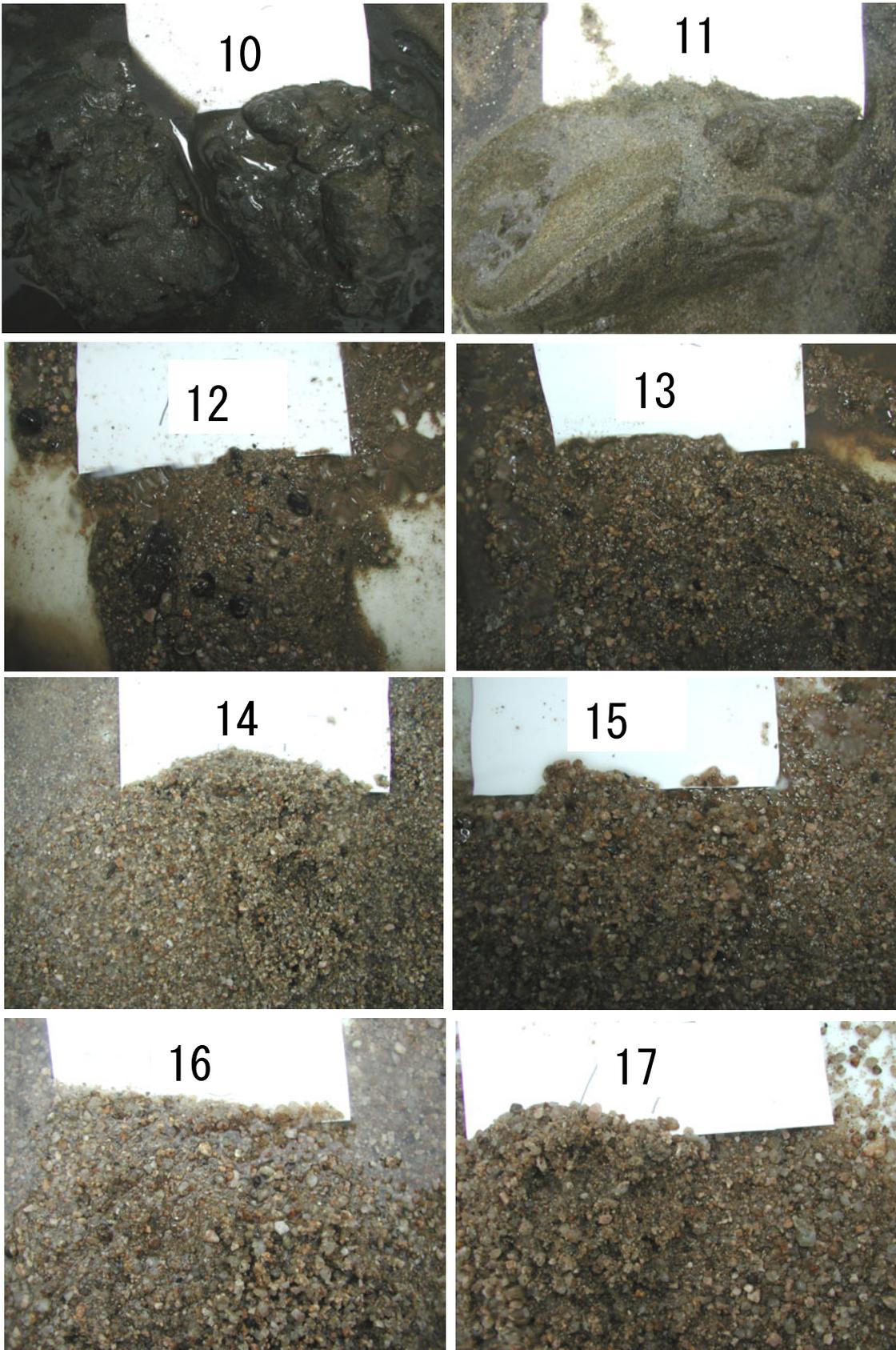


図13-2 産卵場調査により採取された砂泥

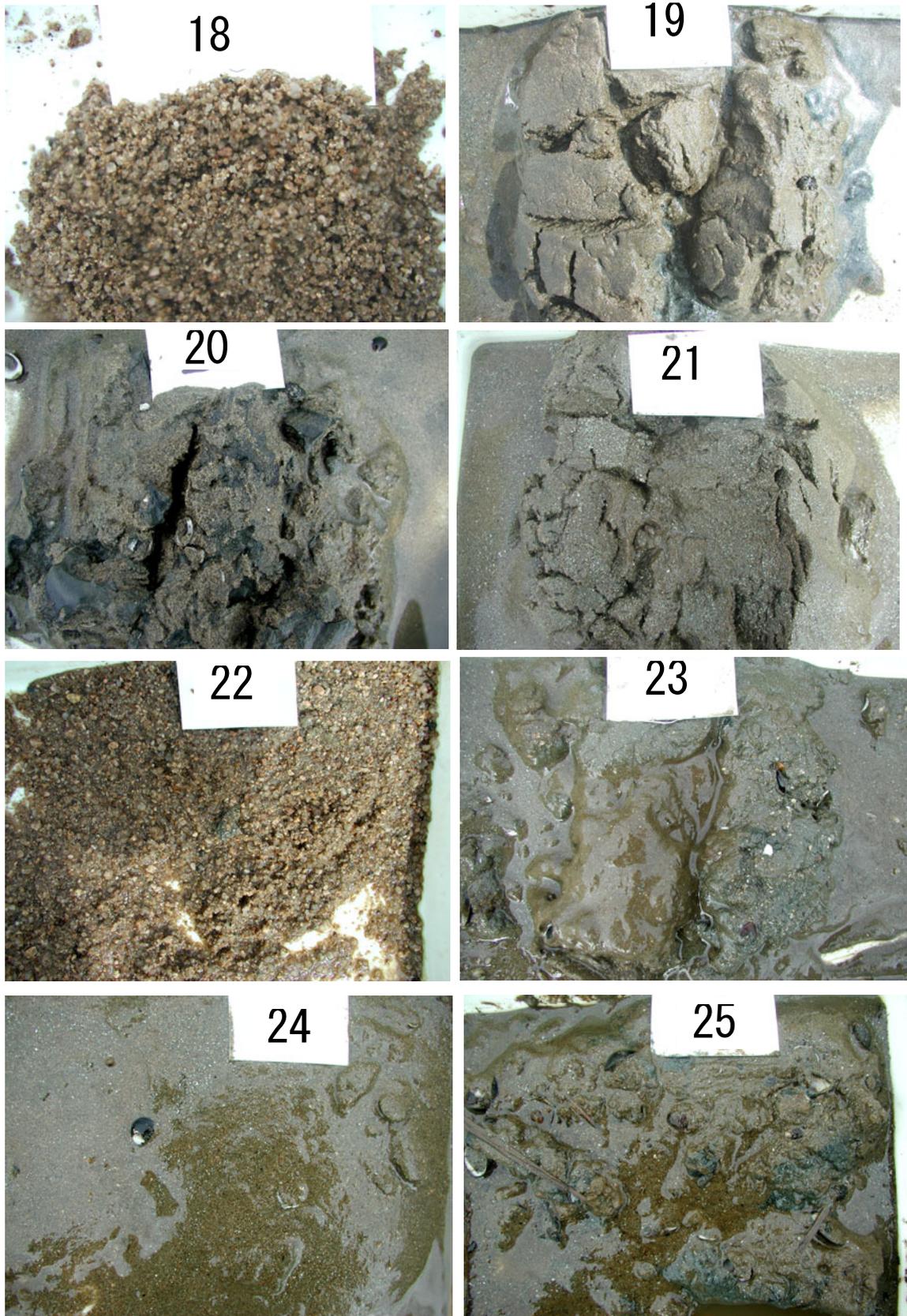


図 13-3 産卵場調査により採取された砂泥

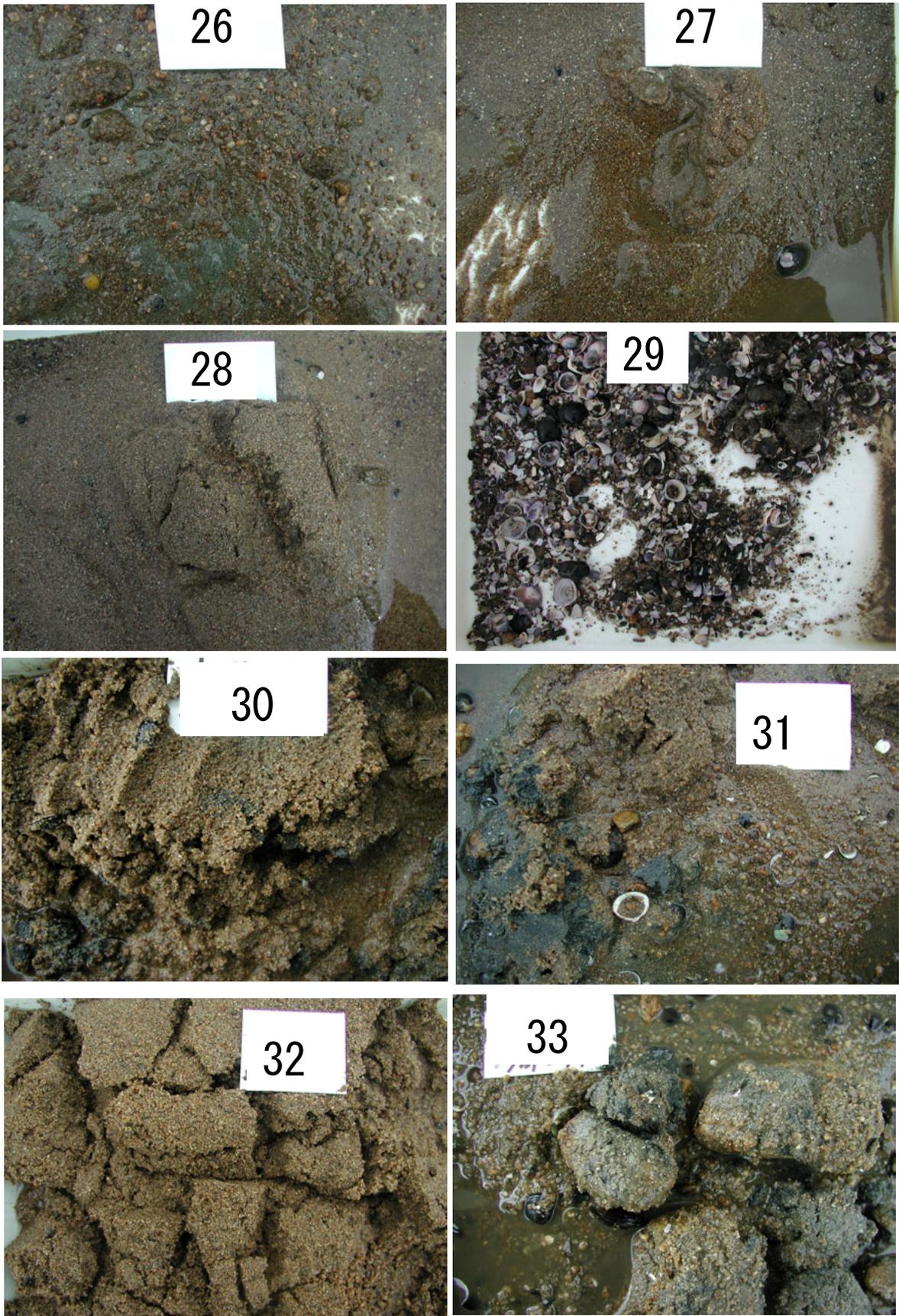


図 13-4 産卵場調査により採取された砂泥

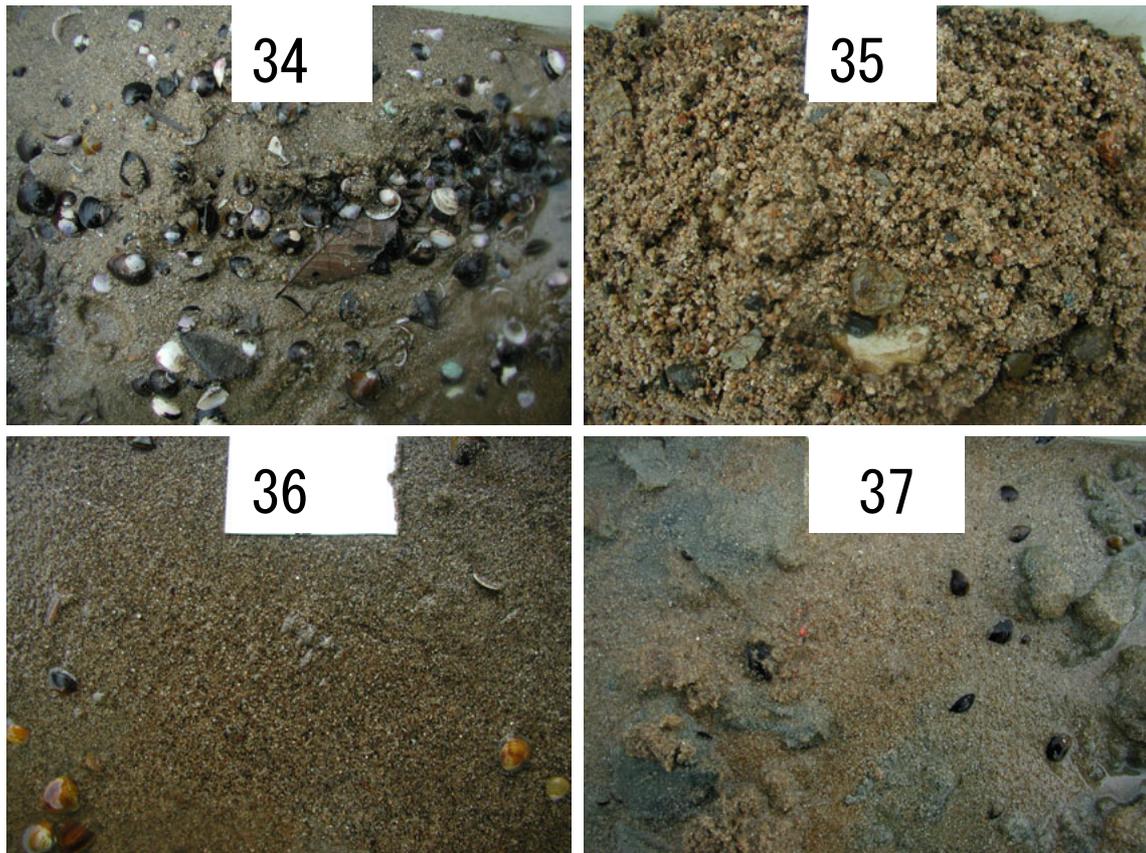


図 13-5 産卵場調査により採取された砂泥

表 5 卵出現状況調査定点の位置と水深（位置は日本測地系）

St.No	位置	水深(m)	St.No.	位置	水深(m)
1	35° 26.409 132° 52.775	1.3	10	35° 25.929 132° 52.652	0.5
2	35° 26.296 132° 52.829	0.3	11	35° 25.893 132° 52.522	0.7
3	35° 26.194 132° 52.916	0.5	12	35° 25.702 132° 52.885	0.5
4	35° 26.008 132° 53.092	—	13	来待川河口	0.7
5	35° 26.192 132° 52.858	0.5	14	来待川河口より 380m 上流	0.8
6	35° 26.087 132° 52.884	0.5	15	玉湯川河口	0.7
7	35° 26.020 132° 52.911	0.4	16	玉湯川河口より 200m 上流(堰堤下)	0.3
8	斐伊川河口 左岸	0.5	17	嫁ヶ島の北	—
9	斐伊川河口 右岸	0.5	18	大野ワカサギ 孵化場の沖	0.7

st8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 18 平成 14 年 2 月 20 日実施

st17 平成 14 年 2 月 22 日実施

st1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 12 平成 14 年 2 月 27 日実施



推測される。

表6 定置網により漁獲されたワカサギの平均体長と生殖腺熟度の経時変化

熟度Ⅰ：腹部を軽く圧しても卵、精子が流れ出ない個体

熟度Ⅱ：腹部を軽く圧して卵、精子が流れ出る個体

熟度Ⅲ：腹部が空またはわずかに卵が残っている個体

$$\text{生殖腺熟度指数} = \text{GW} / (\text{BW} - \text{GW}) \times 100$$

年月日	採集地点	雌雄	測定尾数	平均体長 ±S. D. (mm)	平均体重 (g)	平均生殖腺 熟度指数	熟度			
							I	II	III	欠測
H14. 1. 17	船川 河口沖	雌	2	96.0	8.76	20.1	1	1	0	0
		雄	1	91	6.98	3.4	1	0	0	0
H14. 2. 1	船川 河口沖	雌	4	99.3±11.12	9.09	21.48	1	2	1	0
		雄	5	92.4±6.43	6.99	2.36	4	1	0	0
H14. 2. 3	船川 河口沖	雌	0							
		雄	4	90.8±6.24	6.68	2.84	4	0	0	0
H14. 2. 13	船川 河口沖	雌	1	90	5.74	—	0	1	0	0
		雄	1	97	7.42	—	0	1	0	0
H14. 2. 14	船川 河口沖	雌	1	100	12.4	22.8	—	—	—	1
		雄	0							
H14. 2. 28	船川 河口沖	雌	1	100	8.78	0	0	0	1	0
		雄	1	95	7.15	3.8	0	1	0	0
H14. 3. 1	船川 河口沖	雌	2	105.5	8.07	0	0	0	2	0
		雄	2	100	8.12	3.4	0	2	0	0

表7 定置網により漁獲されたシラウオの平均体長と生殖腺熟度の経時変化

熟度Ⅰ：外見（開腹しないで）から卵粒認められない

熟度Ⅱ：外見（開腹しないで）から卵粒認められる

$$\text{生殖腺熟度指数} = \text{GW} / (\text{BW} - \text{GW}) \times 100$$

年月日	採集地点	雌雄	測定尾数	平均体長 ±S. D. (mm)	平均体重 (g)	平均生殖腺 熟度指数	熟度		
							I	II	欠測
H14. 1. 17	船川河口 沖合	雌	8	95.9±3.44	2.74	13.9	5	3	
		雄	9	86.7±1.58	2.24	—	—	—	
H14. 2. 3	船川河口 沖合	雌	10	95.0±2.83	3.02	18.3	6	4	
		雄	10	88.7±2.71	2.55	—	—	—	
H14. 2. 28	船川河口 沖合	雌	13	94.6±3.25	3.41	24.9	0	13	
		雄	7	86.9±2.12	2.7	—	—	—	
H14. 4. 12	船川河口 沖合	雌	9	97.0±3.24	2.97	13	7	2	
		雄	1	86	2.62	—	—	—	

## 文献

- 1) 吉尾二郎(1981)：中海・宍道湖のワカサギ脊椎骨数について。昭和56年度島根県水産試験場事業報告。188-189.
- 2) Sato(1951), Hamada(1961), Ohigashi, and Ito(1959), Tanaka(1969)は Satoshi Katayama(2001)：SUISANZOSYOKU, **49**(2), 265-269. より引用した。
- 3) 川本信之編(1967)：養魚学各論「ワカサギ」。恒星社厚生閣、東京、817p.

- 4) 橋 宣三ほか(1978) : ワカサギ産卵場推定予備調査. 昭和 53 年度島根県水産試験場事業報告、136-138.
- 5) 大島展志ほか(1980) : ワカサギ産卵場造成と産卵生態調査. 昭和 55 年度島根県水産試験場事業報告、134-140.
- 6) 中村幹雄ほか(1981) : ワカサギの成熟・産卵について. 昭和 56 年度島根県水産試験場事業報告、177-187.