

# 宍道湖における ワカサギ及びシラウオ資源の変動

川 島 隆 寿

## 緒 言

ワカサギ *Hypomesus tsanspacificus nipponensis* 及びシラウオ *Salangichthys microdon* は宍道湖における冬季の代表的な漁業対象種である。しかし両種共漁獲量の年変動が激しいため、資源の安定化が望まれている。

ワカサギ資源の変動要因については初期飼料の量及び質<sup>1)</sup>、産卵～ふ化時期の水温<sup>2)</sup>、他魚種との競合<sup>3)</sup>等が知られており、またシラウオ資源については分布密度が粗となると他の魚類等による捕食減耗が相対的に小さくなるため生残率が高まること<sup>4)</sup>が知られている。いずれにしても資源の変動要因は単純なものではなく、産卵量、競合魚種、飼料といった生物学的要因と、水温、塩素量といった物理・化学的要因が相互に関連していると思われる。

それに加えて水域による特異性も無視できないと考えられる。ワカサギ及びシラウオはどちらも宍道湖に生息する魚類の最優占種であり、また春季に産卵して大部分が一年の寿命であること、主食が動物プランクトンであること等、生態上の共通点も多い。そのため、宍道湖においてこれら両種は競合している可能性が強く、両種の相互関係を考慮しながら資源の変動及びその要因を究明する必要性を認めた。

資源の変動要因を解明するにあたり、資源の動態を把握することは極めて重要であり、いわば基礎資料ともなるべきものである。本論では、宍道湖におけるワカサギ及びシラウオ資源の変動について解析を行なった結果を報告する。また、両種の資源増大策についても若干の考察を加えたので併せて報告する。

## 材 料 及 び 方 法

用いた材料は1983年10月～1989年3月にかけて（シラウオは1984年11月～）、宍道湖内3～5ヶ所の定置網（通称：マス網）で漁獲されたワカサギ及びシラウオである。標本の大きさは各調査時において各々300～500個体である。得られた材料は生のまま実験室に持ち帰り、標準体長、体重を測定して生物統計資料とした。漁獲統計資料としては、宍道湖漁業協同組合の定置網漁獲量資料からワカサギ及びシラウオの月別漁獲量、月別定置網設置日数を集約して用いた。

資源尾数の推定はDe Luryの方法によった。総産卵数の推定は漁期終了後（3月末）の残存資

源尾数に性比（雄：雌＝1：1と仮定）及び抱卵数を乗じることによった。なお、抱卵数は体重と抱卵数の関係式から求めた。すなわち、ワカサギでは $N=1000W^{0.965}$ <sup>5)</sup>、シラウオでは $N=449.9W^{1.129}$ <sup>6)</sup>（N：抱卵数，W：体重）である。

## 結 果

### 1. 資源量

#### 1) 資源尾数の推定

ワカサギ及びシラウオの漁獲統計結果をそれぞれ表1,表2に示した。また、累積漁獲尾数(Kt)と1日1網当漁獲尾数(Ct)の関係をそれぞれ図1,図2に示した。

得られた資源尾数はワカサギが757.5万～4,640.3万尾(表3)、シラウオが275.6万～1,931.3万尾(表4)であった。

表1. ワカサギ漁獲統計結果

	漁獲量 (kg)	平均体重 (g)	漁獲尾数 ( $\times 10^3$ )	延網数	1日1網当 漁獲尾数	累積漁獲尾 数 ( $\times 10^3$ )	
1983年度	10月	18,355	2.74	6,698.9	901	7,435.0	6,698.9
	11月	57,977	4.29	13,514.5	1,800	7,508.1	20,213.4
	12月	40,973	6.07	6,750.1	1,984	3,402.3	26,963.5
	1月	8,574	6.03	1,421.9	1,891	751.9	28,385.4
	2月	11,274	6.50	1,734.5	1,624	1,068.0	30,119.9
	3月	3,344	6.93	482.5	1,581	305.2	30,603.4
1984年度	10月	10,732	3.86	2,780.3	816	3,407.2	2,780.3
	11月	13,363	4.76	2,807.4	1,620	1,733.0	5,587.7
	12月	9,797	7.01	1,397.6	1,736	805.1	6,985.3
	1月	1,818	8.17	222.5	1,643	135.4	7,207.8
	2月	460	9.24	49.8	1,218	40.9	7,257.6
	3月	187	6.64	28.2	1,209	23.3	7,285.8
1985年度	10月	8,111	5.21	1,556.8	901	1,727.8	1,556.8
	11月	38,430	6.78	5,668.1	1,770	3,202.3	7,224.9
	12月	15,601	7.67	2,034.0	1,953	1,041.5	9,258.9
	1月	9,145	8.41	1,087.4	1,984	548.1	10,346.3
	2月	4,893	8.64	566.3	1,596	354.8	10,912.6
	3月	774	8.43	91.8	1,116	82.3	11,004.4

表1. ワカサギ漁獲統計結果 (続き)

	漁獲量 (kg)	平均体重 (g)	漁獲尾数 ( $\times 10^3$ )	延網数	1日1網当 漁獲尾数	累積漁獲尾 数 ( $\times 10^3$ )
1986年度 10月	25,242	4.02	6,279.1	935	6,715.6	6,279.1
11月	51,285	4.78	10,729.1	1,770	6,061.6	17,008.2
12月	26,136	5.65	4,625.8	1,860	2,487.0	21,634.0
1月	14,123	5.78	2,443.4	1,798	1,359.0	24,077.4
2月	6,745	6.45	1,045.7	1,428	732.3	25,123.1
3月	1,155	6.18	186.9	1,271	147.0	25,310.0
1987年度 10月	11,245	4.29	2,612.2	799	3,280.6	2,621.2
11月	17,738	5.73	3,095.6	1,680	1,842.6	5,716.8
12月	23,271	6.61	3,520.6	1,798	1,958.1	9,237.4
1月	4,783	7.01	682.3	1,705	400.2	9,919.7
2月	1,906	7.27	262.2	1,479	177.3	10,181.9
3月	192	6.83	28.1	1,085	25.9	10,210.0
1988年度 10月	20,611	3.13	6,585.0	935	7,042.8	6,585.0
11月	58,798	3.57	16,470.0	1,890	8,714.3	23,055.0
12月	34,326	3.94	8,712.2	2,015	4,323.7	31,767.2
1月	20,432	4.24	4,818.9	1,798	2,680.1	36,586.1
2月	4,666	4.57	1,021.0	1,456	701.2	37,607.1
3月	158	4.48	35.3	806	43.8	37,642.4

表2. シラウオ漁獲統計結果

	漁獲量 (kg)	平均体重 (g)	漁獲尾数 ( $\times 10^3$ )	延網数	1日1網当 漁獲尾数	累積漁獲尾 数 ( $\times 10^3$ )
1984年度 11月	1,531	1.00	1,531.0	1,470	1,041.5	1,531.0
12月	1,726	1.31	1,317.6	1,612	817.4	2,848.6
1月	875	1.47	595.2	1,395	426.7	3,443.8
2月	915	1.93	474.0	1,218	389.2	3,917.8
3月	1,010	1.88	537.2	1,147	468.4	4,455.0

表2. シラウオ漁獲統計結果 (続き)

	漁獲量 (kg)	平均体重 (g)	漁獲尾数 ( $\times 10^3$ )	延網数	1日1網当 漁獲尾数	累積漁獲尾 数 ( $\times 10^3$ )
1985年度 11月	179	1.32	135.6	480	282.5	135.6
12月	668	1.53	436.6	1,488	293.4	572.2
1月	479	1.94	246.9	1,550	159.3	819.1
2月	442	1.98	223.2	1,232	181.2	1,042.3
3月	354	2.17	163.1	873	194.9	1,205.4
1986年度 11月	2,642	0.78	3,387.2	832	4,071.2	3,387.2
12月	4,856	0.95	5,111.6	1,643	3,111.1	8,498.8
1月	2,333	1.39	1,678.4	1,581	1,061.6	10,177.2
2月	2,155	1.60	1,346.9	1,344	1,002.2	11,524.1
3月	1,444	1.69	854.4	1,178	725.3	12,378.5
1987年度 11月	3,527	0.65	5,426.2	784	6,921.2	5,426.2
12月	4,547	0.81	5,613.6	1,705	3,292.4	11,039.8
1月	3,516	0.93	3,780.6	1,674	2,258.4	14,820.4
2月	2,605	1.24	2,100.8	1,479	1,420.4	16,921.2
3月	1,068	1.38	733.9	1,085	713.3	17,695.1
1988年度 11月	1,807	0.57	3,170.2	832	3,810.3	3,170.2
12月	4,491	0.70	6,415.7	1,891	3,392.8	9,585.9
1月	1,593	0.90	1,770.0	1,798	984.4	11,355.9
2月	1,585	1.54	1,029.2	1,456	706.9	12,385.1
3月	1,048	1.72	609.3	806	756.0	12,994.4

表3. ワカサギの資源尾数、漁獲率及び総産卵数

	資源尾数 ( $\times 10^4$ 尾)	漁獲尾数 ( $\times 10^4$ 尾)	漁獲率 (%)	残存資源尾数 ( $\times 10^4$ 尾)	平均体重 (g)	抱卵数 (粒)	総産卵数 ( $\times 10^8$ 粒)
1983年度	3,478.0	3,060.24	88.0	417.76	6.93	6,501.1	135.8
1984 "	757.5	728.58	96.2	28.92	6.64	6,237.9	9.0
1985 "	1,453.5	1,100.44	75.7	353.06	8.43	7,857.3	138.7
1986 "	2,826.9	2,531.00	89.5	295.90	6.18	5,819.5	86.1
1987 "	1,145.4	1,021.00	89.1	124.40	6.83	6,410.4	39.9
1988 "	4,640.3	3,764.24	81.1	876.06	4.48	4,263.7	186.8

表4. シラウオの資源尾数、漁獲率及び総産卵数

	資源尾数 ( $\times 10^4$ 尾)	漁獲尾数 ( $\times 10^4$ 尾)	漁獲率 (%)	残存資源尾数 ( $\times 10^4$ 尾)	平均体重 (g)	抱卵数 (粒)	総産卵数 ( $\times 10^8$ 粒)
1984年度	593.6	445.50	75.1	148.10	1.88	917.6	6.8
1985 "	275.6	120.54	43.7	155.06	2.17	1,078.9	8.4
1986 "	1,422.6	1,237.85	87.7	184.75	1.69	813.6	7.5
1987 "	1,931.3	1,769.51	91.6	161.79	1.38	647.2	5.2
1988 "	1,566.8	1,299.44	82.9	267.36	1.72	829.9	11.1

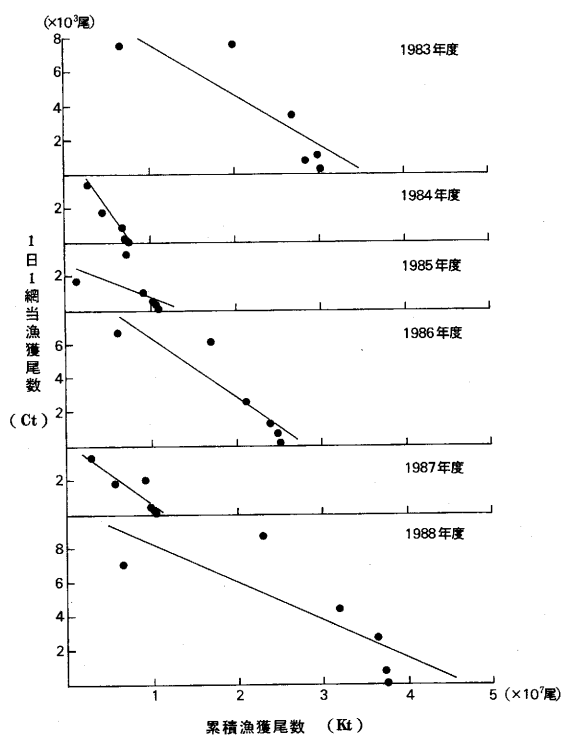


図1. ワカサギ累積漁獲尾数 (Kt) と1日1網当漁獲尾数 (Ct) との関係

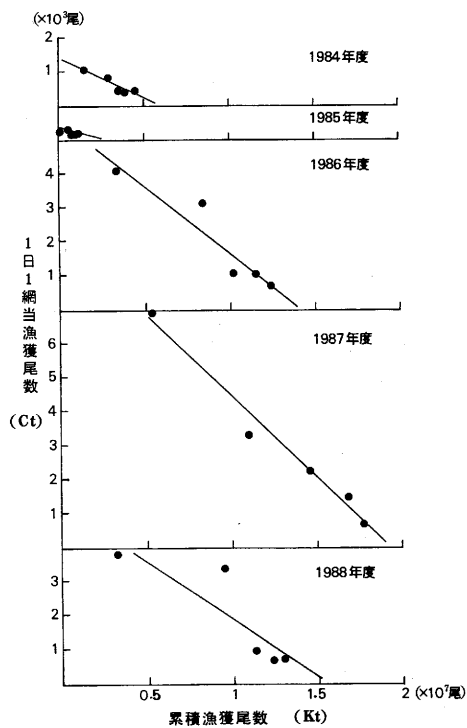


図2. シラウオ累積漁獲尾数 (Kt) と1日1網当漁獲尾数 (Ct) との関係

## 2) ワカサギ資源尾数とシラウオ資源尾数との関係

ワカサギ資源尾数とシラウオ資源尾数との関係を図3に示した。

ワカサギ資源尾数とシラウオ資源尾数との間には正の相関関係が見られ、ワカサギの資源尾数が多い年にはシラウオの資源尾数も多い傾向にあるが、有意ではない( $r=0.412$ )。

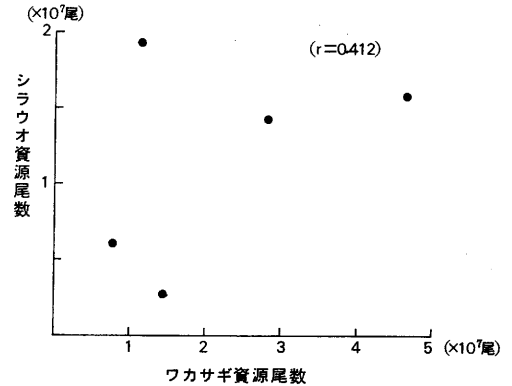


図3. ワカサギ資源尾数とシラウオ資源尾数との関係

## 3) 体長と資源尾数との関係

ワカサギ及びシラウオの体長測定結果をそれぞれ表5、表6に示した。また、体長と資源尾数との関係を回帰直線で表わし、そのパラメータをそれぞれ表7、表8に示した。回帰式は、

$$Y = a + bX \quad (r : \text{相関係数})$$

Y : 資源尾数 (万尾)

X : 平均体長 (mm)

である。

体長と資源尾数との関係は、ワカサギ、シラウオ共いづれの月においても負の相関関係が見られ、体長が大きいほど資源尾数が少ない傾向が認められた。特にワカサギでは12月、1月、2月、シラウオでは1月に有意であった。

表5. ワカサギ体長測定結果

年 度	資源尾数 (万尾)	平 均 体 長 (mm)					
		10月	11月	12月	1月	2月	3月
1983	3,478.0	66.68	76.54	84.76	88.62	91.22	89.36
1984	757.5	72.70	78.51	89.12	91.40	97.63	88.03
1985	1,453.5	78.42	86.25	90.87	92.90	92.88	92.85
1986	2,826.9	77.03	82.09	86.70	86.47	90.64	90.16
1987	1,145.4	77.60	88.17	92.49	91.56	96.01	93.72
1988	4,640.3	72.24	75.25	77.52	79.96	80.97	80.75

表6. シラウオ体長測定結果

年 度	資源尾数 (万尾)	平 均 体 長 (mm)				
		11月	12月	1月	2月	3月
1984	593.6	71.91	78.19	78.60	83.69	82.73
1985	275.6	72.20	74.13	79.67	79.57	80.43
1986	1,422.6	67.63	71.12	74.18	78.82	80.63
1987	1,931.3	61.77	67.48	69.15	75.26	76.07
1988	1,566.8	58.50	67.13	70.64	74.15	75.84

表7. ワカサギ体長に対する資源尾数の  
回帰のパラメータ ( $Y = a + bX$ )

月	a	b	r
10	15,059.4	-171.0	-0.504
11	18,173.9	-194.6	-0.676
12	25,126.3	-261.7	-0.927**
1	27,671.6	-285.8	-0.899*
2	24,425.2	-240.7	-0.928**
3	23,588.5	-237.9	-0.726

\*\*有意水準1% \*有意水準5%

表8. シラウオ体長に対する資源尾数の  
回帰のパラメータ ( $Y = a + bX$ )

月	a	b	r
11	7,698.8	-98.5	-0.866
12	10,287.6	-127.5	-0.855
1	11,989.1	-145.5	-0.977**
2	12,175.0	-140.7	-0.767
3	15,018.6	-175.1	-0.767

\*\*有意水準1%

## 2. 産卵量及び歩留り

## 1) 総産卵数の推定

得られた総産卵数は、ワカサギが9.0億～186.8億粒(表3)、シラウオが5.2億～11.1億粒(表4)であった。総産卵数は多い年と少ない年とでワカサギでは20.8倍、シラウオでは2.1倍の差があり、相対的にワカサギの方が年変動は大きい。

## 2) 卵～成魚に至る歩留りの推定

総産卵数と翌年の資源尾数との関係からワカサギ及びシラウオの卵～成魚に至る歩留りを推定し、結果をそれぞれ表9、表10に示した。

得られた歩留りは、ワカサギでは0.06～1.62%であった。総産卵数と翌年の資源尾数との相関関係は認められない(図4,  $r = -0.259$ )。しかし、総産卵数と歩留りとの間には、

$$y = 24.8606 x^{1.08505} \quad (r = 0.882) \quad x: \text{総産卵数 (億粒)} \quad y: \text{歩留り (\%)}$$

の有意な相関関係が見られ(図6)、総産卵数が増加するに従い歩留りが低下する傾向が認められた。また、歩留りと資源尾数において、

$$y = 0.1148 + 12.1529x - 7.0153x^2 \quad (r = 0.974) \quad x: \text{歩留り (\%)} \quad y: \text{資源尾数 (千万尾)}$$

の有意な相関関係が認められた(図8)。この回帰式から、歩留り0.866%のときワカサギの資源尾数は5,380万尾と最大値となることが示唆された。

一方シラウオでは、歩留りは0.41～3.01%でありワカサギに比べて相対的に高い値を示した。年変動は相対的に小さく7.3倍の差であった。総産卵数と翌年の資源尾数(図5,  $r = 0.073$ )、総産卵数と歩留り(図7,  $r = -0.354$ )との間に相関関係は認められない。しかし、歩留りと資源尾数との間には、

$$y = 0.2174 + 0.5626x \quad (r = 0.904) \quad x: \text{歩留り (\%)} \quad y: \text{資源尾数 (千万尾)}$$

の有意な相関関係が見られ(図9)、歩留りが増大するに従い資源尾数も増加する傾向が認められた。

表9. ワカサギの卵～成魚に至る歩留り

年 度	総産卵数 ( $\times 10^8$ 粒)	資源尾数 ( $\times 10^4$ 尾)	歩留り (%)
1984	135.8	757.5	0.06
1985	9.0	1,453.5	1.62
1986	138.7	2,826.9	0.20
1987	86.1	1,145.4	0.13
1988	39.9	4,640.3	1.16

表10. シラウオの卵～成魚に至る歩留り

年 度	総産卵数 ( $\times 10^8$ 粒)	資源尾数 ( $\times 10^4$ 尾)	歩留り (%)
1985	6.8	275.6	0.41
1986	8.4	1,422.6	1.69
1987	7.5	1,931.3	2.58
1988	5.2	1,566.8	3.01



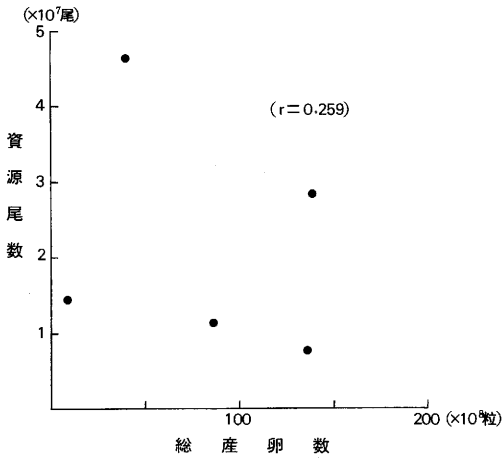


図4. ワカサギ総産卵数と資源尾数との関係

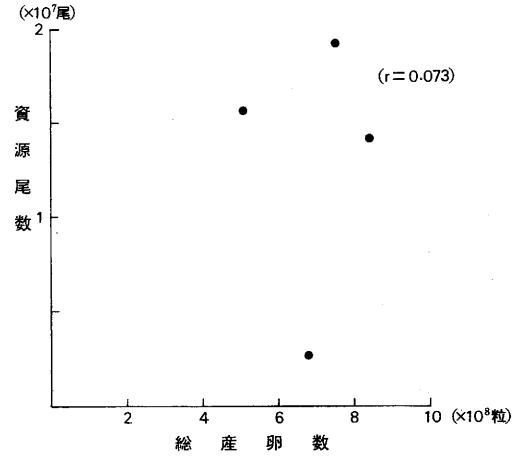


図5. シラオ総産卵数と資源尾数との関係

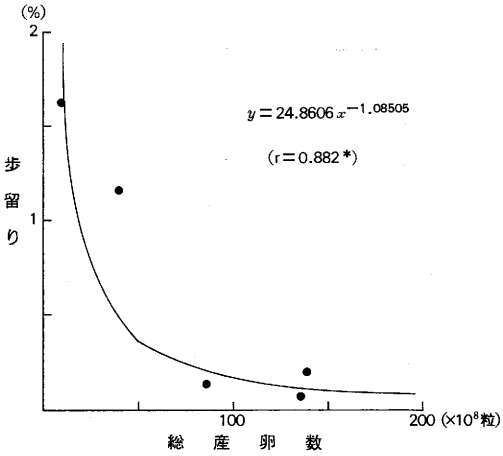


図6. ワカサギ総産卵数と歩留りとの関係  
\*有意水準5%

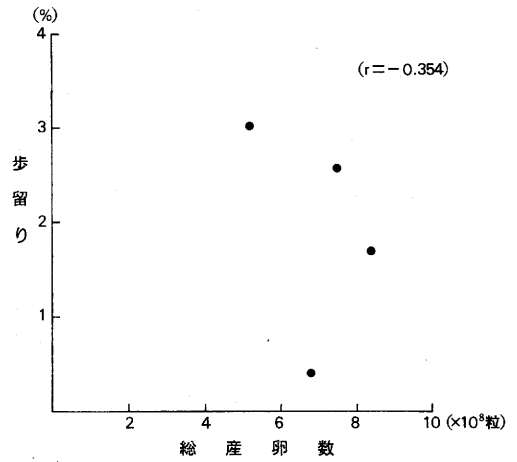


図7. シラオ総産卵数と歩留りとの関係

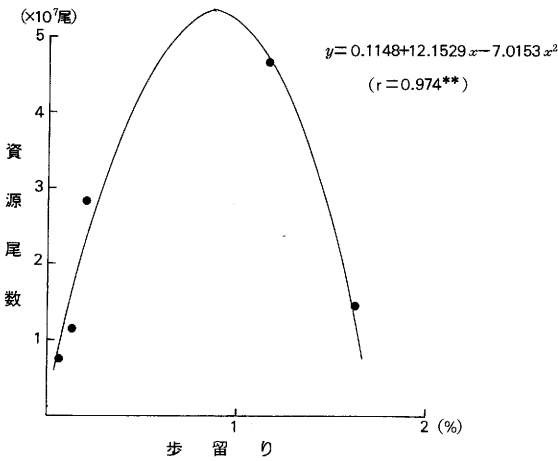


図8. ワカサギ歩留りと資源尾数との関係  
\*\* 有意水準 1 %

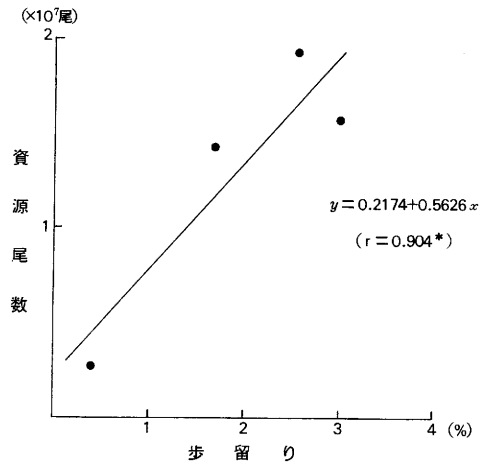


図9. シラウオ歩留りと資源尾数との関係  
\* 有意水準 5 %

## 考 察

### 1. 資源量

本論ではワカサギ及びシラウオの資源尾数推定にDe Luryの方法を用いた。この方法は資源の相対的減少率から初期資源尾数を推定するため、加入や流出など資源の移動がないことが前提条件となる。しかし、宍道湖に生息するワカサギについては湖内残留型と降海型という異なった系群の存在が示唆されており、降海型は11月頃降海し2月以後産卵のため宍道湖内に遡上すると考えられている。<sup>7)</sup> またシラウオについても宍道湖と中海との間を往来しており、いくつかの個体群が存在すると考えられている。<sup>8)</sup> 従ってDe Luryの方法を用いて宍道湖のワカサギ、シラウオの資源尾数を推定することには疑問点も残るが、累積漁獲尾数 (Kt) と1日1網当漁獲尾数 (Ct) との関係はいずれも直線に適合しており (図1, 図2), 資源尾数の年変動は明確に示していると考えられる。

ワカサギとシラウオが競合しているとすれば両種の資源尾数において負の相関関係が認められるはずであるが、得られた結果は有意ではないものの正の相関関係であった。このことは、ワカサギとシラウオが非常に似かよった生態を有しているにもかかわらず、競合していないことを示唆している。

体長と資源尾数との関係からは、ワカサギ、シラウオ共に体長が大きいほどその年の資源尾数が少ないという結果が得られた。ワカサギでは霞ヶ浦<sup>9)</sup>、小川原湖<sup>10)</sup>で同じ例が観察されているが、シラウオでの報告例はない。体長と資源尾数が反比例する現象は生息密度が大きく影響していると考えられるが、詳しい要因については今後の研究に待ちたい。

## 2. 産卵量及び歩留り

宍道湖におけるワカサギの産卵期は1月上旬～4月上旬に及ぶが産卵盛期は2月～3月<sup>11)</sup>であり、またシラウオの産卵期は3月～4月<sup>12)</sup>であることが知られている。従って漁期終了後(3月末)の残存資源尾数から総産卵量を推定した今回の結果は、実際の値よりも過少評価している可能性が強いが、産卵量の経年傾向は明確に示していると考えられる。

総産卵量と翌年の資源尾数との関係から求めた歩留りは、ワカサギでは0.06～1.62%であった。他湖沼では小川原湖0.03～0.98%<sup>10)</sup>、網走湖1.18～2.19%<sup>13)</sup>、諏訪湖0.2～7.6%<sup>14)</sup>の歩留りが報告されており、ほぼ同様か若干低めの結果を得た。一方、シラウオの歩留りは0.41～3.01%であったが、霞ヶ浦での歩留り5.0～22.6%<sup>4)</sup>よりも低値であり変動幅も大きかった。

次に、総産卵数と翌年の資源尾数との関係を検討したが(図4、図5)、ワカサギ、シラウオ共に相関性は見られなかった。これに対して歩留りと資源尾数との間には有意な相関関係が認められた。すなわち、ワカサギでは歩留り0.866%のとき資源尾数が5,380万尾と最大になる放物線回帰関係(図8)であり、シラウオでは歩留りの向上に伴ない資源尾数が増加する直線回帰関係(図9)である。またワカサギについては総産卵数が増加するに従い歩留りは低下する関係が見られた(図6)。これらの結果を踏まえて宍道湖における資源増大策を論じると、ワカサギでは歩留りを0.866%に近づける必要があり、過剰の産卵数では歩留りの低下を招きむしろ逆効果になると考えられる。このことは、ワカサギ移入卵の放流が必ずしも資源増大に役立たないことを意味しており、湖の収容限度量を把握した上での卵放流が望まれる。またシラウオの資源増大には歩留りの向上が重要だと考えられる。

## 要 約

1. 宍道湖におけるワカサギ、シラウオの資源尾数をDe Luryの方法を用いて推定した。得られた資源尾数はワカサギでは757.5万～4,640.3万尾、シラウオでは275.5万～1,931.3万尾であった。
2. ワカサギの資源尾数とシラウオの資源尾数との間には正の相関関係が見られることから、似かよった生態を有する両種であるが競合は起こってないと示唆された。
3. ワカサギ、シラウオ共、体長と資源尾数において負の相関関係が見られ、体長が大きい年ほど資源尾数は少ない傾向が認められた。
4. ワカサギ、シラウオの総産卵数はそれぞれ9.0億～186.8億粒、5.2億～11.1億粒と推定された。
5. 卵～成魚に至る歩留りは、ワカサギでは0.06～1.62%、シラウオでは0.41～3.01%であり、シラウオの方が相対的に高い歩留りを示した。
6. ワカサギ、シラウオ共、総産卵数と翌年の資源尾数との相関関係は認められない。
7. ワカサギでは総産卵数が増加するに従い歩留りが低下する傾向が認められた。

8. 歩留りと資源尾数との関係は、ワカサギでは歩留り0.866%のとき資源尾数が5,380万尾と最高になる放物線回帰、シラウオでは歩留りが増大するに従い資源尾数が増加する直線回帰が認められた。
9. 実道湖における資源増大策は、ワカサギでは歩留りを0.866%に近づけること、シラウオでは歩留りを増大させることが重要だと考えられる。過剰なワカサギ卵の放流は資源低下に連がる可能性があり、湖の収容限度量を把握した上での卵放流が望まれる。

## 文 献

- 1) 佐々木道也：茨内水試調研報告，18，6-25（1981）
- 2) 小沼洋司： " 22，1-30（1985）
- 3) 山岸 宏：日本生態学会誌，24(1)，10-21（1984）
- 4) 加瀬林成夫・浜田篤信：茨内水試調研報告，11，23-33（1973）
- 5) 山本孝治：日水試，13(4)，150-152（1948）
- 6) 堀田秀之：日水試，16(8)，35-38（1951）
- 7) 川島隆寿：島水試事業報告，昭和61年度，196-206（1986）
- 8) 宮地伝三郎：中海干拓，淡水化事業に伴う魚族生態調査報告書，149-150（1962）
- 9) 加瀬林成夫，中野勇：茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所調査研究報告第6号別刷，1-64（1960）
- 10) 佐藤隆平：ワカサギの漁業生物学，水産増殖叢書No. 5，1-99（1954）
- 11) 川島隆寿，山根恭道，鈴木博也，山本孝二：島水試事業報告，昭和61年度，187-194（1986）
- 12) 川島隆寿，山根恭道，鈴木博也：島水試事業報告，昭和62年度，191-199（1987）
- 13) 西網走漁業協同組合：網走湖産ワカサギ生態調査結果報告書，1-33（1984）
- 14) 長野県：昭和62年度保護水面管理事業調査報告書，1-30（1988）