

# ※ 霞ヶ浦におけるシラウオ資源とその管理

加瀬林 成 夫 ・ 浜 田 篤 信

## 1 は し が き

シラウオ *Salangichthys microdon* BLEEKER は、霞ヶ浦および北浦の重要魚種の一つであり、帆びき網<sup>※※</sup>を主として、大徳網および建網などにより、年産200～600トンの漁獲をあげている。本湖のシラウオについては、従来、茨城県水産試験場(1912)<sup>1)</sup>、加瀬林(1967)<sup>3)</sup>、および木村(1968)<sup>5)</sup>等によって、いくつかの生態学的な知見が得られているが、資源問題の解析は全くなされていない。筆者らは、1958年以降毎年霞ヶ浦におけるシラウオの魚体測定等の資料を集積してきたので、シラウオについても、ワカサギの資源解析(加瀬林・浜田1973)<sup>4)</sup>と同様の検討を行ったので報告する。

本文に入るに先立ち、原稿の校閲と有益な批判を賜った当场渡辺徹場長に感謝の意を表す。また、漁獲統計資料の利用に際して特別な配慮を煩わした農林省茨城統計調査事務所の関係各位に深謝する。

## 2 方 法

ほとんど前報<sup>4)</sup>のワカサギについて用いた方法に準じた。すなわち、魚体重の値は、1958～1964年にわたり、漁期中に毎月1回、麻生地先の大徳網による漁獲物から、任意に採集した標本の測定値から得られたものである。資源量の推定はDe Luryの方法によった。漁獲統計は、農林統計を使用した。統計年表から直接詳細な資料は得られないので、前記統計調査事務所の原票から、シラウオの漁業別、月別漁獲量およびしらうお帆びき網の月別航海数を調べた。また、シラウオの大半はしらうお帆びき網によって漁獲されているので、資源量推定計算の便宜のため、その他の漁業によるシラウオ漁獲量および航海数は、必要な補正を行った上、しらうお帆びき網へ換算した。

なお、1965年以降については、魚体測定の資料はあるが、資源量推定に必要な漁獲統計が得られなかったので割愛した。

## 3 結果および考察

資源量推定の結果は第1表および第1図に示したとおりである。以下これをもとにして、資源量変動やその漁獲強度との関係等について検討する。

---

※ 一般に霞ヶ浦および北浦を総称して、霞ヶ浦とよぶ場合が多いが、ここでは北浦等を除いた狭義の霞ヶ浦のみを指す。

※※ 1967年以降霞ヶ浦では、ほとんどが動力びき網に転換した。

第1表 シラウオの資源量

年 月	航海数	漁獲量 トン	航海当 (CPUE) Kg	平均体重 g	漁獲尾数 ×10 <sup>6</sup> 尾	航海当 (CPUE) ×10 <sup>3</sup> 尾	資源重量 トン	資源尾数 ×10 <sup>6</sup> 尾
1958 9	4,405	110	25.0	0.20	550	125	214	1,070
10	4,353	100	23.0	0.35	286	66	182	520
11	1,411	32	22.8	0.48	67	47	112	234
12	978	24	25.0	0.58	41	43	97	167
1959 1	2,834	25	8.8	0.58	43	15	73	126
2	7,186	34	4.4	0.58	59	8	48	83
9	3,147	37	4.6	0.20	185	58	120	600
10	3,031	38	12.4	0.28	135	44	116	415
11	3,038	43	14.1	0.35	123	40	98	280
12	1,828	22	11.9	0.59	37	20	93	157
1960 1	2,349	22	9.5	0.59	37	16	71	120
2	4,844	13	7.5	0.59	22	13	49	83
9	3,157	77	24.5	0.14	550	175	203	1,450
10	3,101	88	28.4	0.23	383	123	207	900
11	4,227	86	20.4	0.37	232	55	191	517
12	3,248	68	20.9	0.49	139	43	140	285
1961 1	3,049	25	8.1	0.49	51	17	72	146
2	3,990	32	8.0	0.49	65	16	47	95
9	4,055	185	45.5	0.31	597	147	319	1,030
10	4,949	118	23.9	0.45	262	53	195	433
11	3,566	56	15.8	0.60	93	26	103	171
12	3,526	26	7.4	0.73	36	10	57	78
1962 1	2,284	13	5.9	0.73	18	8	31	42
2	1,939	12	6.4	0.73	16	9	18	24
9	2,383	105	43.9	0.24	438	183	245	1,020
10	6,066	127	21.1	0.39	326	54	229	582
11	4,792	83	17.3	0.61	136	28	156	256
12	3,109	44	14.1	0.79	56	23	95	120
1963 1	2,999	21	7.0	0.79	27	9	51	64
2	2,385	20	7.3	0.79	25	9	29	37
9	5,062	105	20.7	0.26	404	80	255	980
10	6,187	92	14.9	0.38	242	39	219	576
11	3,750	67	17.8	0.51	131	18	170	334
12	2,880	50	17.4	0.75	67	23	152	203
1964 1	2,218	29	13.1	0.75	39	17	102	136
2	3,332	31	9.4	0.75	41	13	73	97
9	2,900	53	18.1	0.16	331	113	155	970
10	3,588	56	15.7	0.24	233	65	153	639
11	2,659	43	16.0	0.31	139	52	126	406
12	3,696	36	9.8	0.38	95	26	101	267

第1図 初期資源尾数の推定

(1) 成長と漁獲の関係

第2図は資源尾数の月変化と、月ごとの平均体重の増加傾向を各年ごとに示したものである。資源尾数(N)は漁期(9~2月)を通して指数函数的に減少し、平均体重(W)は9月から12月まで指数函数的に増大することから、各年のNおよびWには、それぞれの期間内で、次の(1)および(2)の式が成り立つ。

$$N = N_0 e^{-K_Y T}$$

$$W = W_0 e^{K_G T}$$

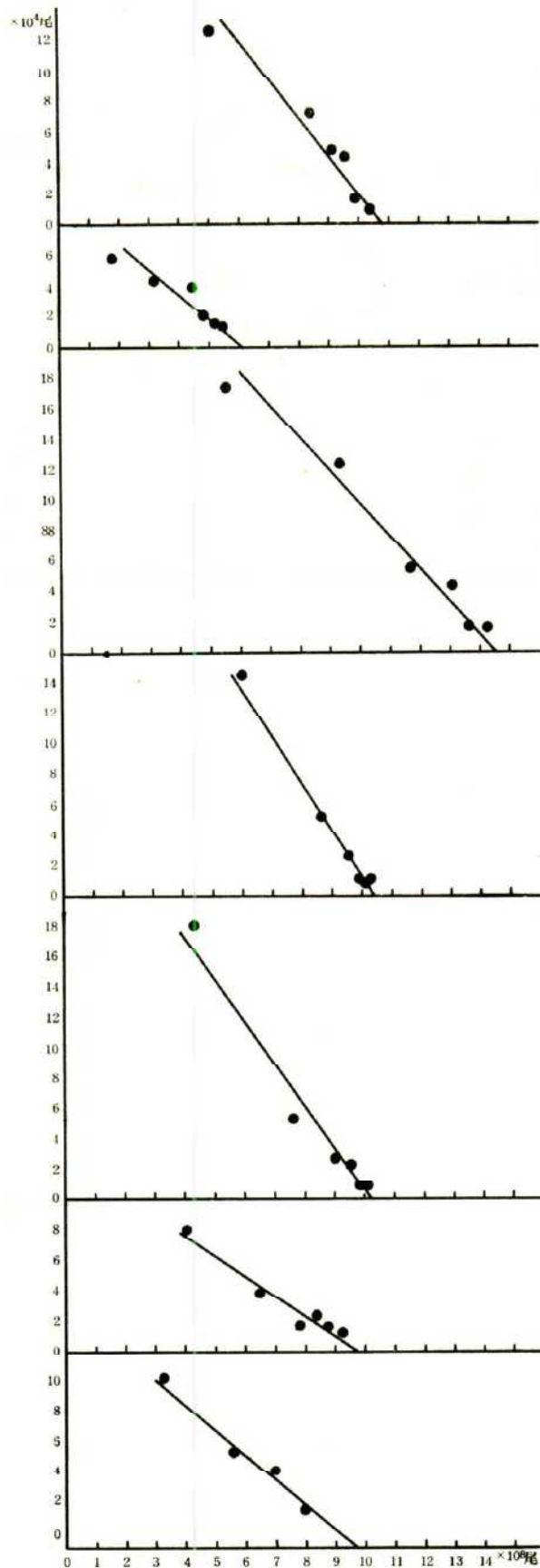
ただし、 $N_0$ は漁獲はじめの資源量、 $W_0$ はその時の平均体重、 $T$ は時間、 $K_Y$ は間引きの常数、 $K_G$ は増重率とする。

そこで、上記の式の $K_Y$ および $K_G$ の値を、それぞれの年について計算したのが第2表であり、両者の関係を図示したのが第3図である。

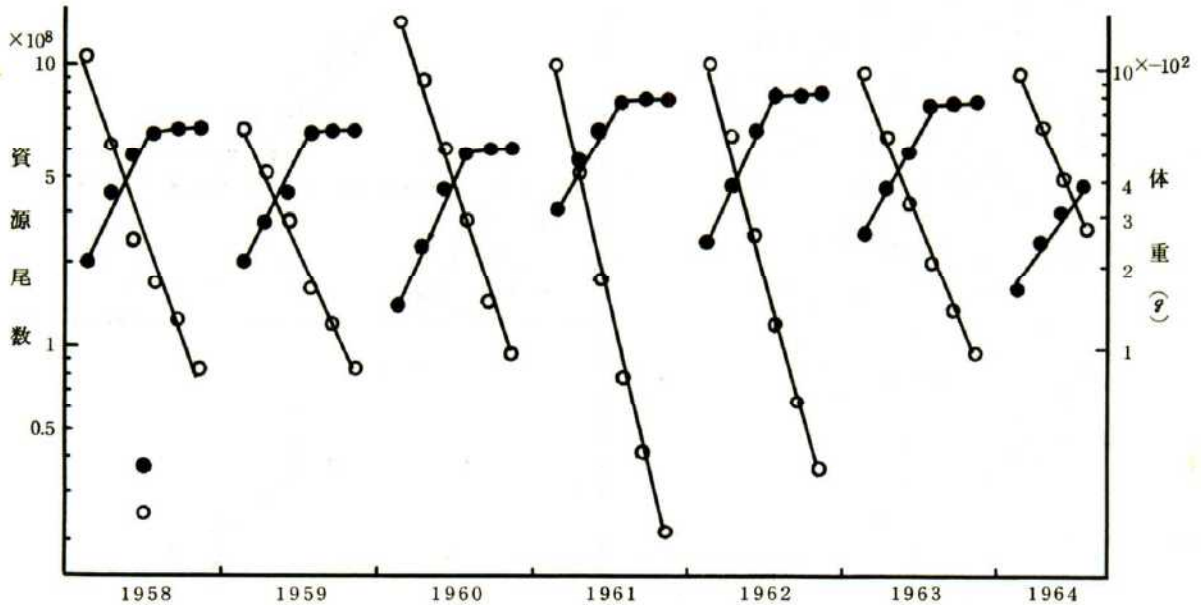
第2表  $K_Y$ および $K_G$ の計算値

年	$K_Y$	$K_G$
1958	0.716	0.461
59	0.408	0.332
60	0.580	0.467
61	0.833	0.283
62	0.560	0.460
63	0.501	0.337
64	0.442	0.269

一般に漁獲強度が高くなると、資源尾数が減少することにより、個

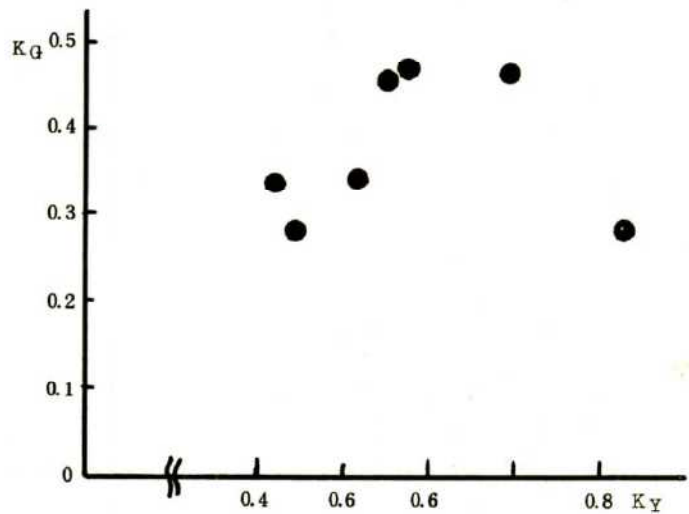


第2図 資源尾数と体重の変化



体の成長が促進されるので、前報<sup>4)</sup>のワカサギでみられたように、 $K_Y$ と $K_G$ の間には、S字曲線を画くような一定の関係がある。しかし、ここに示された第3図からは、そのような関係を認めることはできない。ワカサギは、生活条件や成長期がシラウオときわめて類似し、食性も主として動物プランクトンを摂食する点で一致する。しかも量的にはシラウオよりかなり多い魚種である。そこで、ワカサギの $K_Y$ と $K_G$ の関係曲線の中

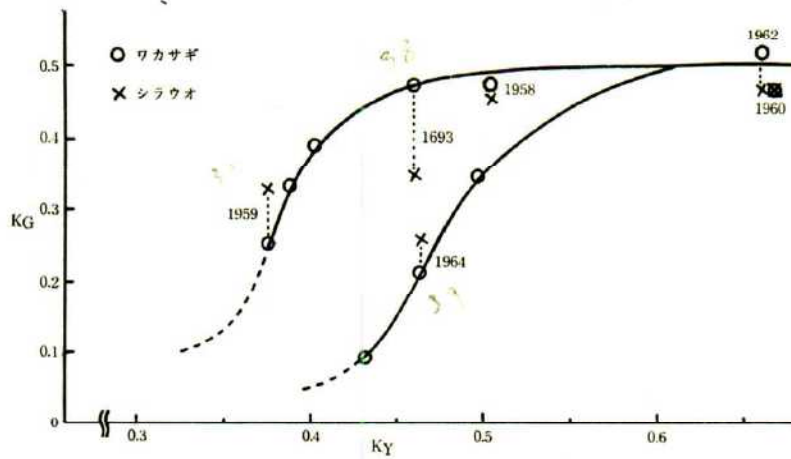
第3図 成長と漁獲との関係



に、ワカサギの $K_Y$ に対応する年のシラウオの $K_G$ 値をプロットすると、第4図に示したように、シラウオの成長もワカサギの成長機構とほぼ合致していることがわかる。一方、ワカサギの $K_G$ とシラウオのそれとの関係を見ると、第5図のように相関関係がみとめられる。しかし、その関係は比例的なものではなく、ワカサギの $K_G$ が0.5以上になると、シラウオは0.5附近で極限值に近づくような傾向がみられる。ともかく、このような関係は、ワカサギ漁業の漁獲強度が高まり、ワカサギの個体重が増大するような条件、すなわち、ワカサギの資源尾数の少

ないときにシラウオの成長が促進されることを示している。端的に言えば、シラウオの成長は、それ自身の漁獲によってではなく、ワカサギ漁業の漁獲変動によって支配されることができるといえる。

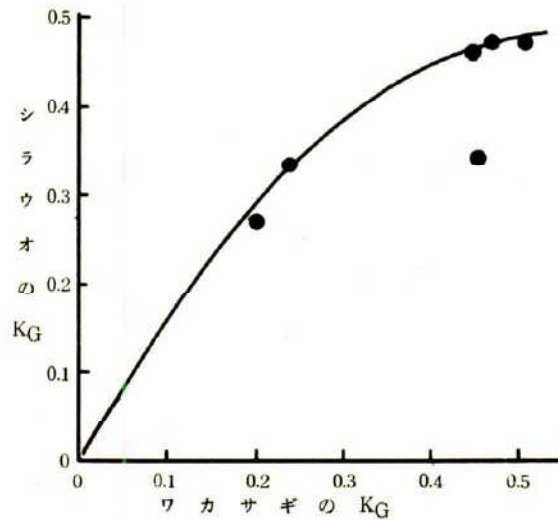
第4図 シラウオの成長とワカサギの成長機構との関係



(2) 資源の変動

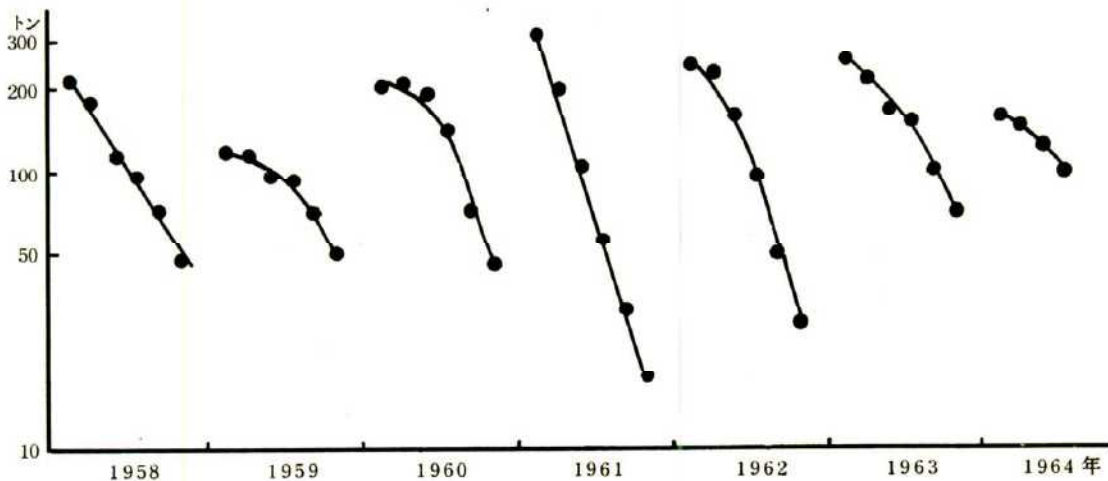
年々の資源尾数の変動をみるため、第1表から第2図を作製したのは前述のとおりである。1959年の $6 \times 10^8$ 尾を除けばその他の年は $10 \times 10^8$ 尾前後で安定している。また、これらの漁獲による減少傾向はいずれの年も指数函数的な性状を示し、漁期末には $25 \times 10^6 \sim 100 \times 10^6$ 尾となる。

第5図 シラウオとワカサギの成長の関係



一方、前述のように、魚体重は、ワカサギの現存資源量の如何によって影響を受けると考えられるので、第6図に資源の重量変動をみると、資源重量は必ずしも指数函数にしたがって減少せず、多少のばらつき

第6図 シラウオの資源重量の年変化

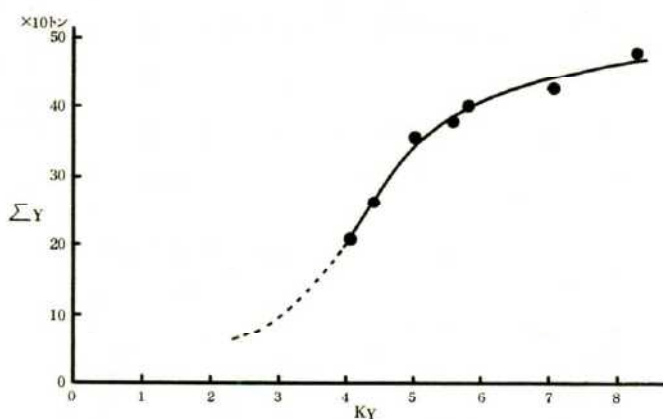


はみられるが、多くの場合、漁期末近くに一つの変曲点がみられ、そこから勾配が深く落ち込む傾向がみられる。これは12月以降シラウオの成長が止まり、魚体の増重がほとんどみられなくなるためによるものである。ただ、1958年および1961年は、よく指数函数にしたがって減少している。第2表にみられるように、この年はともに $K_Y$ 値が高かった年に当るので、間引きの大きさが影響したことによるものではないかと思われる。

さらに特徴的なのは、1961年における変化である。初期資源重量は320トンで、他のすべての年よりも大きい。漁期末の重量は18トンで、他のいかなる年よりも小さい値を示している。このことは、この年における漁獲強度がきわめて高かったことを物語るもので、さきに計算された $K_Y$ も0.83と7年間中の最大値を示している。この1961年について、同じ霞ヶ浦におけるワカサギの資源変動をみると<sup>4)</sup>、資源尾数がきわめて少なく、年漁獲量も446トンと最低の年であった。この年のシラウオの初期資源尾数は、 $1.030 \times 10^6$ 尾で、平均的な数値であるが、漁期はじめの魚体重は、7年間の最大で0.31gを示している。ワカサギの現存量が小さく、それがシラウオの成長に良好な影響を及ぼした好例をここにみることができる。その成長のよさが、この年のシラウオの初期資源重量を最大にしているわけである。そして、さらに、ワカサギの漁獲量が少なかったために、シラウオを対象とした漁獲努力が強化され、前述のように $K_Y$ 値も高く、年間の漁獲量も481トンと事例中の最大値を示すに至っている。このように、シラウオの資源量および漁獲量の変動は、ワカサギとの関連が深く、とくにワカサギの漁獲強度の変化が、間接的にシラウオの豊凶に関係してくる。

第7図に総漁獲量と $K_Y$ との関係を示した。 $K_Y$ が0.8以下では、その値が大きい程、年間漁獲量が多く、0.8附近で最大となるようである。 $K_Y$  0.4~0.5の例が多く、 $K_Y$ を増大させれば、年間漁獲量を大きくできる余地を示しているようである。

第7図 総漁獲量と $K_Y$ の関係



### (3) 資源利用上の問題

まず、さきにみられた平均的な初期資源尾 $10 \times 10^8$ を得るのに、終漁時に最低どれだけの資源を残す必要があるかを概算してみる。歩留りは第3表に求められた平均1.12%、孕卵数は堀田(1951)<sup>2)</sup>による

$$N = 449.9 W^{1.129}$$

の関係から1g当り約500粒として、必要雌親魚は

$$\frac{10 \times 10^8}{0.112 \times 500} = 18 \times 10^6 = 18 \text{ トン}$$

となり、これに半数の雄魚を加えると36トンが、必要残存資源となる。実際の残存資源重量は20~70トンであり、多くの年は36トンを上廻っているが、そのうち2年間はその数量を割っている。いま、残存資源重量

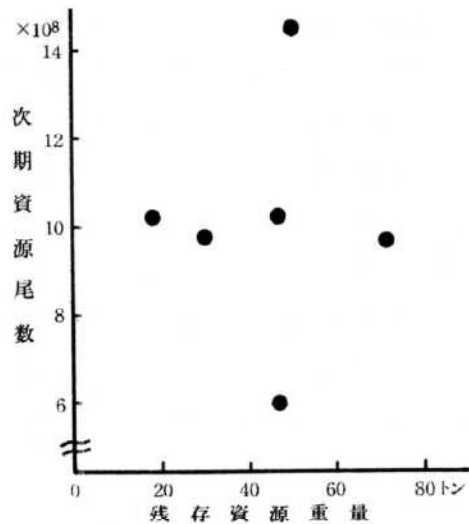
第3表 卵の歩留り

年	残存量 トン	雌の量 トン	産卵量 $\times 10^8$	翌年の 初期尾数 $\times 10^6$	歩留り %
1958	48	2.40	120	600	5.00
59	49	2.45	123	1,450	11.78
60	47	2.35	118	1,030	8.73
61	18	9.0	45	1,020	22.66
62	29	1.45	73	980	13.42
63	73	3.65	183	970	5.30

平均 11.15

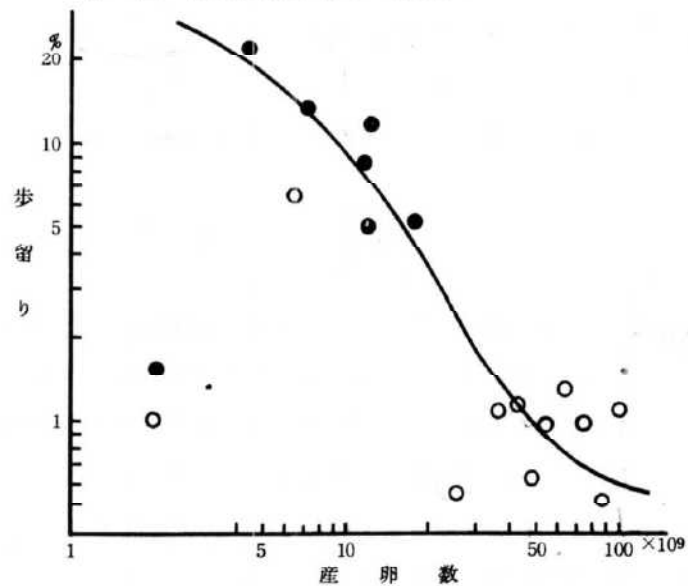
とその翌年の初期資源尾との関係をみると第8図のように、全く定まった関係がみられない。すなわち、これは初期資源尾数が必ずしも残存資源重量に支配されないことを物語っている。このことは、前述のように、残存資源重量が最低の年の翌年でも、初期資源尾数は平年並に復活していることから裏づけられる。シラウオは、ワカサギとほとんど同じような条件にありながら、このような事態が起り得るのは、産卵から漁獲はじめに至る魚の歩留りが、大きな要因となっているのではないかと考えられる。そこで、シラウオおよびワカサギの産卵量とその歩留りの関係を第9図にみると、両者の間に負の相関が

第8図 残存資源重量と次期資源尾数



みられることがわかる。すなわち、産卵数が少なくなるにしたがって、歩留りが高くなっている。その原因については、詳らかにする資料は得られていないが、一つの推測として、産卵量および仔魚発生量が少くなると、分布密度が粗となり、他の魚類等による捕食減耗が相対的に小さくなることが考えられる。

第9図 産卵数と歩留りの関係



ところで、前述の必要残存資源重量36トンの場合の

CPUEを求めてみると、平均年漁獲率  $1.36 \times 10^{-4}$  (第4表)を用いて  $36 \text{トン} \times 1.36 \times 10^{-4} = 4.89 \text{トン}$ となる。第1表にみられる全期間のCPUEの下限は  $4.4 \text{Kg}$ であって、ほぼこれに近い。シラウオを主目的として操業する場合は、おそらくこれ以下の漁獲では採算に合わず、出漁しないのではないかとと思われる。もしこの程度にとどまっていれば、一応必要残存資源重量の確保は可能であると考えられる。しかし、1967年以降、動力びき網ではワカサギ、シラウオ等の漁獲量だけでは採算に合わない状態になっても、急増したハゼ類およびエビを目的とした操業を続ける傾向がみられるようになった。したがって、それに混獲されるシラウオの量も少くはないと思われるので、その場合には、シラウオの残存資源重量は、必要量以下に低下して、全体的な資源減少を引き起す危険が大きい。以上から、シラウオの資源管理を考える場合には、さきに述べたワカサギ漁業との諸関係およびハゼ類やエビとの混獲関係などについて、充分考慮することが必要である。

第4表 漁獲能率

年	漁獲能率
	$\times 10^4$
1958	1.52
59	1.25
60	1.32
61	1.82
62	1.52
63	1.03
64	1.10
平均	1.36

#### 4 摘 要

- (1) 1958～1964年における霞ヶ浦のシラウオについて、De Luryの方法により資源量の推定を行った。資源尾数は比較的安定した年が多いが、重量では年変動が大きい。
- (2) 成長および資源の変動は、ワカサギとの関係が深く、とくにワカサギの漁獲強度の変化によって影響される。
- (3) 残存資源重量が最低の年でも、その翌年の初期資源尾数は平年並に復活する。その原因は、産卵量と初期資源尾数への歩留りとの間に負の相関がみられ、産卵量が少なくなると歩留りが高くなるためと考えられる。
- (4) 1958～1964年における状態では、一応必要残存資源の確保が可能であるが、それ以上漁獲強度が高まると、資源減少の危険がある。

#### 参 考 文 献

- 1) 茨城県水産試験場, 1912: 茨城県霞ヶ浦北浦漁業基本調査報告1, 73～101。
- 2) 堀田秀之, 1951: 日本産シラウオの孕卵数について, 日本水産学会誌16(8)。
- 3) 加瀬林成夫, 1967: 霞ヶ浦におけるシラウオの天然餌料について, 本誌第9号, 9～14。
- 4) 加瀬林成夫・浜田篤信, 1973: 霞ヶ浦におけるワカサギの資源とその管理, 本誌第11号。
- 5) 木村忠亮, 1968: シラウオとイシカワシラウオの差異について, 利根川河口堰建事業に伴う水産動物に及ぼす影響予測解析調査, 189～195



附表I 霞ヶ浦におけるシラウオの測定値

年	月日	尾数	全 長 mm				体 重 $\times 10^2$ g			
			平均値	範 囲	モード	標 準 偏 差	平均値	範 囲	モード	標 準 偏 差
1958	9. 4	76	4.33	34~52	42	3.7	19.8	12~29	19	—
	10.66	108	5.21	40~64	50	4.3	29.0	17~43	27	—
	10.24	57	5.92	50~68	58	4.1	38.8	29~51	37	—
	11.26	95	6.54	48~82	60	6.3	47.0	25~72	39	—
	12.16	93	6.77	50~86	68	7.0	50.0	28~80	51	—
1959	8.25	89	4.14	34~52	42	4.1	18.2	12~29	19	—
	9.22	119	4.78	40~58	50	3.6	24.4	17~25	29	—
	10.23	120	5.50	44~64	54	3.8	33.1	21~44	32	—
	12.16	100	5.43	40~70	56	6.0	42.2	17~53	34	—
1960	7.21	356	2.54	12~38	24	7.4	4.5	1~12	4	2.4
	8.18	213	2.96	20~44	26	3.6	7.4	2~26	6	3.2
	9.17	147	3.61	28~54	34	4.8	13.8	6~36	12	5.9
	10.26	139	4.79	36~68	44	4.5	26.2	10~85	20	11.2
	11.19	132	5.65	42~78	52	5.4	40.7	15~105	40	14.1
	12. 7	138	5.97	40~78	60	8.3	46.6	10~130	55	24.0
1961	7.21	100	3.59	26~48	34	4.4	12.2	4~32	8	5.0
	8.23	120	4.28	32~56	23	3.6	19.0	10~40	16	6.4
	9.20	100	4.61	38~62	42	5.2	21.7	10~54	18	8.8
	10.25	100	6.08	52~76	58	4.3	56.9	34~94	54	13.6
	11.24	90	6.94	58~84	68	4.7	82.0	50~118	82	18.9
	12.22	101	6.63	52~88	64	7.4	63.4	30~150	62	15.0
1962	7.21	116	3.66	27~51	35	5.0	9.4	3~25	9	3.9
	8.21	135	4.02	31~51	41	3.5	12.2	5~22	11	3.6
	9.25	130	4.99	43~59	49	3.3	25.1	14~40	26	5.9
	10.24	140	6.14	52~78	60	4.1	50.8	10~90	45	12.9
	11.22	134	7.42	57~87	77	5.9	88.1	32~132	107	20.3
	12.17	99	7.10	51~83	69	5.3	70.0	17~117	62	18.3
1963	7.21	91	2.69	15~38	23	4.5	6.0	1~19	3	4.0
	8.21	70	4.50	35~54	41	4.5	20.6	8~34	20	5.6
	9.25	140	5.09	39~68	51	4.8	24.0	11~43	23	7.2
	11.20	118	6.66	48~79	64	6.0	51.9	12~90	42	17.5
	12.26	74	7.14	55~88	69	7.4	80.5	25~212	69	34.2
1964	7.21	159	3.64	30~51	36	4.0	9.2	3~27	9	3.5
	8.27	145	4.07	31~53	40	4.1	15.0	6~36	14	5.1
	9.29	126	4.53	34~56	45	4.0	19.7	8~34	16	5.8
	10.15	151	4.76	38~58	48	3.4	21.2	9~41	23	5.0
	11.20	115	5.53	41~67	55	4.8	30.0	12~56	30	8.9
	12.23	151	6.22	45~81	61	6.1	44.1	13~98	38	15.6

附表Ⅱ 霞ヶ浦におけるシラウオの月別漁業別漁獲量（農林統計）

単位：トン

年	月 漁業	月												計
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1958	帆びき網	62.1	37.7						2.3	104.7	29.3	29.1	24.2	350.3
	大徳網							0.2	2.5	5.4	3.9	3.1	17.1	
	小大徳網											0.2	0.2	
	こいふな ひき網	0.1												0.3
	しらうお 建網	0.4	30.3		27.8									58.5
	その他			1.1										1.1
	計	62.6	62.1	1.1	27.8	-	-	0.2	4.8	110.1	32.2	32.2	24.4	427.4
1959	帆びき網	24.3	2.5							31.4	32.9	32.6	15.9	133.6
	大徳網								0.3	5.2	4.8	4.9	2.6	22.9
	小大徳網										2.3	2.8	2.0	6.1
	こいふな ひき網										2	2.4	1.3	3.4
	しらうお 建網	0.6	31.4		9.5									41.4
	計	24.8	33.8	-	9.5	-	-	-	0.3	36.6	42.0	42.8	21.8	207.7
	1960	帆びき網	22.3	13.5							67.8	74.7	74.3	60.5
大徳網								0.4	1.3	9.3	7.5	7.7	4.7	34.7
小大徳網										0.3	4	4.3	3.1	7.7
こいふな ひき網											9			0.9
しらうお 建網		0.1	22.9		22.1	0.1								45.1
計		22.4	36.4	-	22.1	0.1	-	0.4	0.3	77.3	86.1	86.2	68.3	402.5
1961		帆びき網	22.0	17.9						16.5	176.1	46.7	46.5	19.7
	大徳網							1.2	4.2	5.9	7.7	7.6	4.4	32.0
	小大徳網	1.9									2.9	2.2	0.6	7.6
	いさざご ろひき網								0.9	2.7			1.5	3.7
	しらうお 建網	0.8	14.0		14.3									29.1
	その他			2.4										3.9
	計	24.6	31.9	2.4	14.3	-	-	1.2	21.7	184.7	56.4	56.3	26.2	481.7

年	月 漁業	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	
		1962	帆びき網	8.8	2.5							96.8	96.1	66.2	29.9
大徳網								0.3	0.4	3.5	12.5	12.6	8.7	38.1	
小大徳網	0.2									1.3	1.5	3.2	5.1	11.2	
こいふな ひき網										1.5	1.6	0.8	0.1	4.1	
しらうお 建網	3.3		9.9	0.3	5.2									18.7	
張網											5.7			5.7	
いさざこ ろひき網									2.5						2.5
その他	0.7			2.1						1.7	9.8	0.2	0.1	14.5	
計	13.0		12.4	2.4	5.2	-	-	0.3	2.9	104.7	127.3	82.9	43.9	385.1	
1963	帆びき網	20.1	9.6							94.8	73.6	48.9	36.3	283.3	
	大徳網								1.6	7.9	11.0	12.6	9.1	42.1	
	小大徳網									0.3	2.5	4.8	3.7	11.3	
	こいふな ひき網	0.5	2.2							0.3	0.2	0.4	0.7	4.3	
	しらうお 建網	0.2	7.8	0.3	8.7							0.1	0.1	17.4	
	長ぶく ろ網											0.1	0.1	0.2	
	その他	0.2		0.1						1.7	4.8			6.8	
	計	21.0	19.7	0.5	8.7	-	-	-	1.6	104.9	92.2	66.8	50.1	365.5	
	1964	帆びき網	22.3	9.2		6.5					41.7	41.1	30.4	24.0	175.4
大徳網								0.6	4.4	10.5	14.3	8.5	7.5	45.7	
小大徳網								0.1	0.8	0.3	0.1	2.6	3.5	7.4	
こいふな ひき網		2.3									0.9	1.0	1.3	5.4	
しらうお 建網		4.4	22.1	1.3										27.8	
長ぶく ろ網													0.1	0.0	
計	29.0	31.3	1.3	6.5	-	-	0.7	5.3	52.5	56.4	42.6	36.3	261.9		