

霞ヶ浦[※]におけるワカサギ資源とその管理

加瀬林 成 夫 ・ 浜 田 篤 信

1 は し が き

ワカサギ *Hypomesus olidus* (PALLAS) は、古くから霞ヶ浦および北浦における最も代表的な魚種として知られ、その漁獲量も多く、漁業経済上でも重要な位置を占めている。したがって、すでに両湖のワカサギについては、茨城県水産試験場(1912)、宮内(1935)、久保(1946)、松原(1946)、丹下・加瀬林(1950)、丹下・その他(1951)、加瀬林・中野(1961)および津田・その他(1967)などによって、数多くの知見が報告されている。

しかし、霞ヶ浦のワカサギの大半を漁獲していた帆びき網が、近年になって、漁獲能率の高い動力びき(機船底びき網)へ転換したので、漁獲強度が高まり、その結果資源量を著しく減少させて、漁業内部にいくつかの波紋を投げかけている。筆者らは、かねてこの問題について、自然科学的な立場から、何らかの見解を示したいと考えていた。さいわいに、筆者らのうち加瀬林は、1955年以降現在に至るまで、霞ヶ浦におけるワカサギの調査を継続的に行い、^{※※}資料を集積しているので、それをもとにして資源量の推定を行い、さらに資源管理の問題についても、いくつかの検討を加えたので報告する。

なお、本文に入るに先だち、この研究遂行のために指導と援助を与えられた茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所津田勉所長、原稿の校閲と有益な批判を賜った当场渡辺徹場長、標本の採集、測定および実地調査等に終始協力をいただいた場員各位等に深く感謝の意を表す。また、複雑な統計資料の調整に、特別の配慮をいただいた農林省茨城統計調査事務所の方々および貴重な統計資料を使わせていただいた淡水区水産研究所古田能久技官に深謝する。

2 方 法

(1) 対象水域の選定について

霞ヶ浦および北浦のそれぞれの湖に成育するワカサギの成長度に明らかな差がみられ(第1図)、また帆びき網による単位漁獲努力当り漁獲量(CPUE)の値や、その減少傾向にも差がみとめられた(第2図)ことから、ワカサギの生活の pattern は、両湖において異なっていると推察される。したがって、資源量を論ずる場合、両湖はそれぞれ独立に取り扱うのが妥当と考える。ただ、これまで各月の魚体測定値や漁獲統計が系統的に集積されてきたのは、

※ 一般に霞ヶ浦といわれるときは、北浦等もこれに含まれている場合が多いが、本報告では、北浦と対比して、いわゆる西浦とよばれている水域のみを指す。

※※ その一部は本誌第6号(1961)に報告した。

霞ヶ浦だけであった関係上、本報告では北浦等を除いた狭義の霞ヶ浦水域だけを対象とした。

(2) 資源量推定の方法

霞ヶ浦のワカサギおよびその漁業は、

- ① 資源は0年魚の単一組成である。
- ② ワカサギの生活 pattern から、漁期間に資源の添加や逸散がなく、自然死亡も無視できる程少ないと推定できる。したがって、資源尾数は漁獲だけによって減少すると考えられる。
- ③ 分布は、漁場にほぼ均一で、単位漁獲努力量によって獲られる資源の割合は一定である。
- ④ 漁獲量の大部分は帆びき網によるものである。

という特性をもっている。

これらのことから、De Lury(1947)の方法を用いて資源の解析を行った。すなわち、月間漁獲量を C_t 、そのときの航海数を X_t として、各月における CPUE (C_t/X_t) を、累積漁獲量 (K_t) に対応させて回帰直線を求め、その直線を延長して X 軸の交点をその年の初期資源尾数 (N_0) とした。

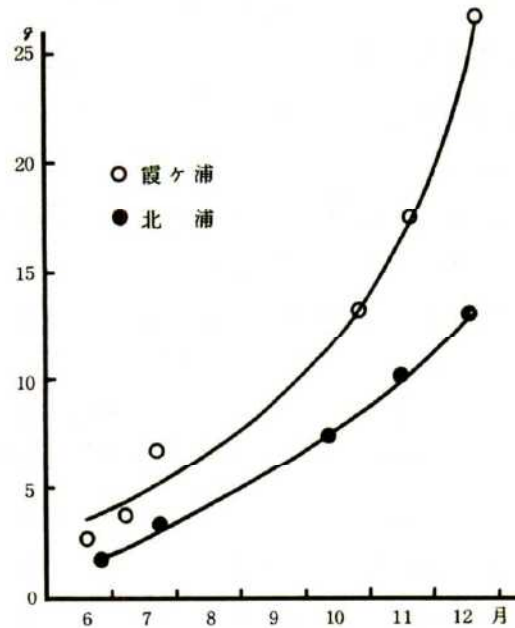
(3) 資料について

加瀬林・中野(1961)によれば、麻生地先の大徳網で漁獲されるワカサギが、霞ヶ浦のワカサギ母集団を最もよく代表しているといわれる。したがって、計算の基礎とした魚体重は、1955年以降1965年まで、毎年漁期のはじまる7月から漁期末の12月まで、原則として毎年1回、その漁獲物から、任意に抽出した標本の測定値(附表I)を用いた。

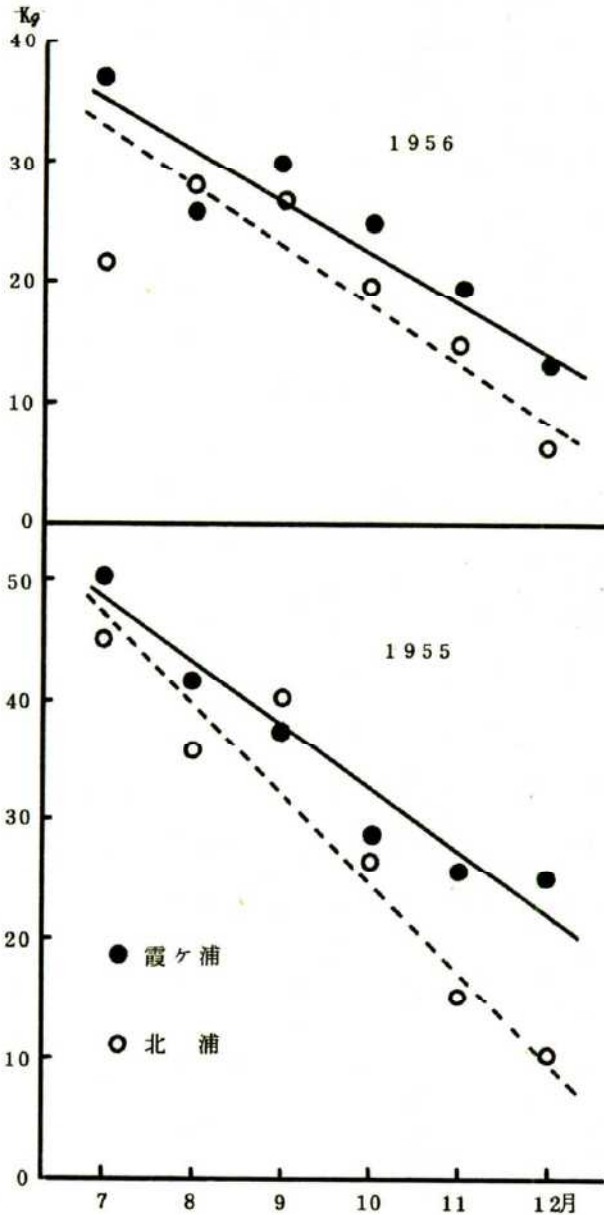
漁獲統計も、1955-1965年についてすべて農林統計を使用した。ただし、公表された統計年表からは、目的とする資料が求められないので、農林省茨城統計調査事務所の原票から、ワカサギの漁業別・月別漁獲量および帆びき網の月別航海数の表を独自に作製した。しかし1965年は、統計調査方法の変更があって、この種の資料が入手できなくなったので、前記占田技官調整による資料(基本的には農林統計)を使用させていただいた。

なお、帆びき網漁業以外の漁業によるワカサギの漁獲量および航海数は、必要な補正を行って帆びき網の値に換算した。

第1図 霞ヶ浦と北浦における成長差 (1970)



第2図 霞ヶ浦と北浦のわかさぎ帆びき網の単位努力当り漁獲量の比較



3 結果

(1) 初期資源量と漁獲量との関係

資源尾数の推定結果を、とりまとめて示した第1表および第3図によれば、1955~1965年における各年の初期資源尾数は、 140×10^6 尾から $1,150 \times 10^6$ 尾で、年変化が著しいことがわかる。いまこれを重量に換算して総漁獲量との関係をみた第4図によれば、豊漁年にはいずれも初期資源重量が800トン以上を示しており、初期資源重量が、総漁獲量を決定する大きな要因となっている。なお、この関係を尾数と総漁獲量の間でも、第5図のよ

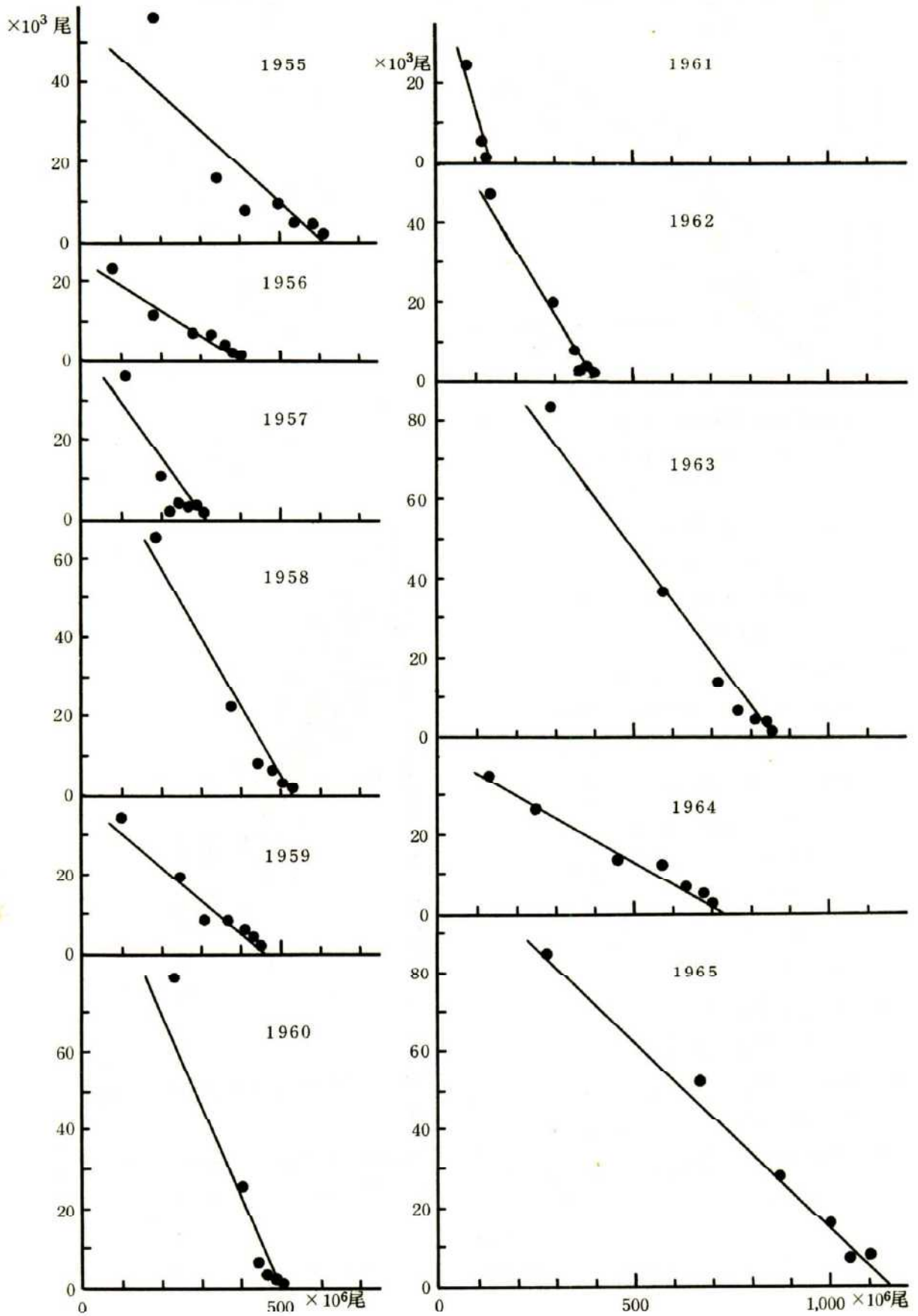
第1表 ワカサギの資源量

年 月	航海数	漁獲量 トン	航海当 CPU E Kg	平均体重 g	漁獲尾数 ×10 ⁶ 尾	航海当 CPU E ×10 ³ 尾	資源重量 トン	資源尾数 ×10 ⁶ 尾
1955 7	3,338	166	49.7	0.9	184	55.6	558	620
8	9,544	274	28.7	1.8	152	16.1	785	436
9	9,195	157	17.2	1.9	83	8.9	471	284
10	7,786	170	21.8	2.3	74	9.8	462	201
11	7,716	149	19.3	3.0	50	6.3	381	127
12	11,161	177	15.9	3.3	54	4.6	254	77
1956 1	12,296	73	5.9	3.3	22	1.8	76	23
7	3,365	121	35.9	1.6	76	23.2	656	410
8	9,346	215	23.0	1.9	113	12.1	635	334
9	11,155	184	16.5	2.4	77	6.9	530	221
10	8,739	134	15.4	2.7	50	7.0	389	144
11	8,520	110	12.8	3.0	37	4.4	282	94
12	11,189	68	6.1	2.9	23	2.1	165	57
1957 1	13,254	41	3.1	2.9	14	1.1	99	34
7	2,979	136	46.7	1.3	105	36.8	403	310
8	8,053	180	22.4	2.0	90	11.0	410	205
9	9,269	66	7.1	3.0	22	2.3	345	115
10	6,904	96	13.9	3.6	27	3.9	335	93
11	7,404	88	11.9	3.8	23	3.2	251	66
12	8,356	91	10.9	3.8	24	2.9	163	43
1958 1	14,048	55	3.9	3.8	14	1.1	110	29
7	2,911	162	55.6	0.9	180	65.9	486	540
8	8,654	262	30.3	1.4	187	22.2	504	360
9	7,883	139	17.7	2.3	60	8.0	315	173
10	7,631	176	23.0	3.6	49	6.4	446	124
11	9,153	158	17.3	5.7	28	3.0	428	75
12	8,977	117	13.0	6.3	19	2.1	296	47
1959 1	6,750	33	4.9	6.3	5	0.8	176	28

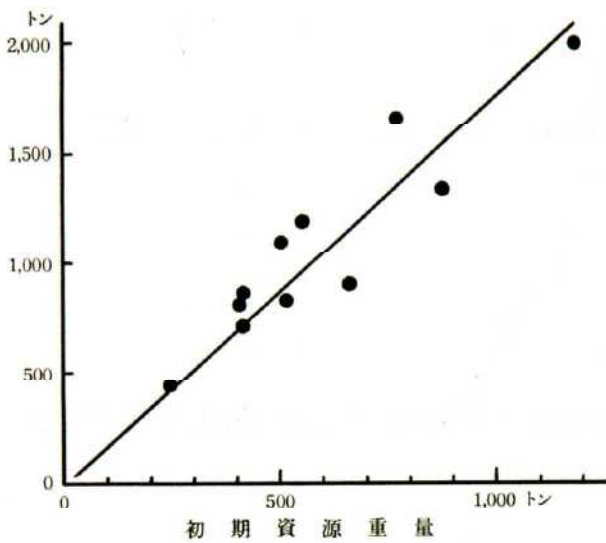
年 月	航海数	漁獲量 トン	航海当 C P U E Kg	平均体重 g	漁獲尾数 ×10 ⁶ 尾	航海当 C P U E ×10 ³ 尾	資源重量 トン	資源尾数 ×10 ⁶ 尾
1959 7	2,859	106	37.2	1.1	96	35.2	506	460
8	7,268	203	28.0	1.4	145	20.0	510	364
9	7,255	132	18.2	2.1	63	8.6	460	219
10	7,494	144	19.2	2.5	58	7.8	390	156
11	7,294	109	15.0	2.5	44	6.0	245	98
12	6,022	72	11.9	2.9	25	4.1	156	54
1960 1	5,140	37	7.2	2.9	13	2.4	84	29
7	3,018	181	60.0	0.8	225	80.0	408	510
8	6,685	194	29.0	1.1	176	26.4	314	285
9	6,072	84	13.8	1.9	44	7.4	207	109
10	7,547	84	11.2	3.2	26	3.5	208	65
11	11,117	122	11.0	5.8	21	1.9	226	39
12	11,385	81	7.3	7.3	11	1.0	131	18
1961 1	11,265	22	2.1	7.3	3	0.3	51	7
7	3,007	124	41.4	1.7	73	24.8	238	140
8	8,502	86	10.1	2.1	41	4.9	141	67
9	8,425	27	3.2	2.9	9	1.0	81	28
10	7,319	59	8.1	6.8	9	1.2	129	19
11	11,465	69	6.0	12.4	6	0.5	124	10
12	8,936	45	5.0	13.0	3	0.4	52	4
1962 1	5,553	16	2.9	13.0	1	0.2	13	1
7	3,137	146	47.0	1.0	146	47.0	410	410
8	7,641	264	34.8	1.7	155	20.1	449	264
9	8,125	177	21.8	3.2	55	7.0	349	109
10	9,690	79	8.2	5.0	16	1.6	270	54
11	7,758	91	11.7	7.7	12	1.6	293	38
12	7,300	65	8.9	7.6	9	0.8	198	26
1963 1	12,030	34	2.8	7.6	4	0.3	129	17

年 月	航海数	漁獲量 トン	航海当 C P U E Kg	平均体重 g	漁獲尾数 ×10 ⁶ 尾	航海当 C P U E ×10 ³ 尾	資源重量 トン	資源尾数 ×10 ⁶ 尾
1963 7	3,418	262	76.5	0.9	291	85.6	774	860
8	8,064	350	43.3	1.2	292	37.4	683	569
9	9,777	292	29.8	2.2	133	14.0	609	277
10	8,404	226	62.8	3.8	59	7.1	547	144
11	10,466	219	21.0	5.8	38	3.7	493	85
12	10,162	235	23.2	8.2	29	2.8	385	47
1964 1	5,353	90	16.8	8.2	11	2.1	148	18
7	3,493	147	42.2	1.2	123	35.0	876	730
8	8,405	310	37.0	1.4	221	26.4	850	607
9	8,860	221	25.0	1.8	123	14.3	695	386
10	8,883	231	26.0	2.1	110	12.4	552	263
11	8,932	162	18.8	2.8	58	6.9	428	153
12	8,573	135	15.8	3.6	38	4.5	342	95
1965 1	12,465	73	5.9	3.6	20	1.7	205	57
7	3,357	285	84.6	1.0	285	85.0	1,150	1,150
8	7,312	463	63.4	1.2	386	52.5	1,038	865
9	7,391	357	48.3	1.7	210	28.2	814	479
10	7,482	300	40.0	2.5	120	16.0	673	269
11	7,409	192	26.0	3.7	52	7.1	551	149
12	6,822	240	35.1	4.2	57	8.3	407	97

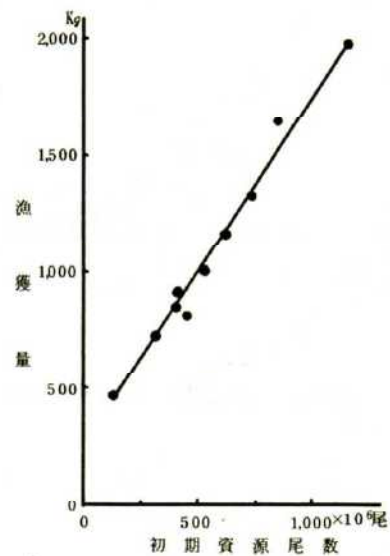
第 3 図 初期資源尾数の推定



第4図 初期資源重量と総漁獲量との関係



第5図 初期資源尾数と漁獲量との関係

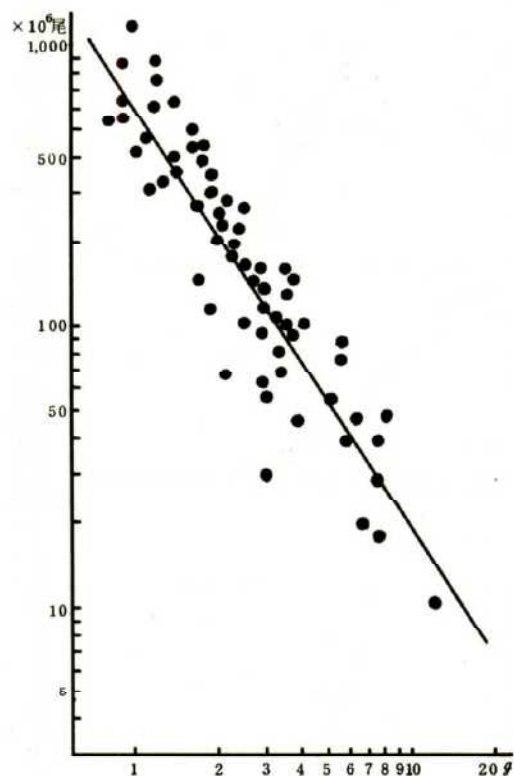


うに有意な相関関係を示す ($r = 0.72$, 0.01% で有意)。ここで、第1表の資料にもとずいて、各年の資料尾数と平均体重 (W) の関係を求めてみると、第6図が得られる。両者の関係は、漁獲以外にも、餌料生物の生産量や、競合魚種などの状況によっても変化するもので、かなりのばらつきはみられるが、 $\log N$ と $\log W$ との間には直線関係が成り立つ。したがって、逆にある年の漁期はじめの漁体重がわかれば、その年の初期資源尾数が第5図から求められる、その年の総漁獲量の予測ができることになる。*

(2) 成長と漁獲変動

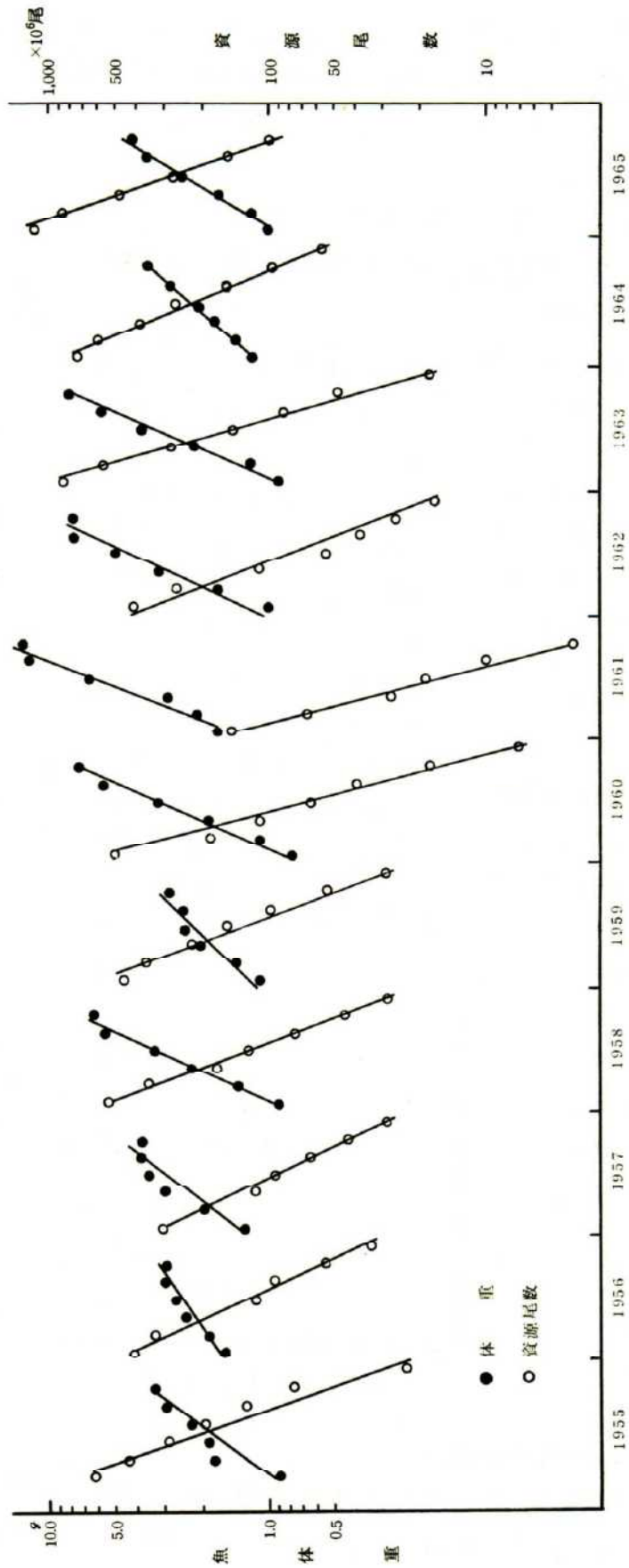
第7図は資源尾数の月変化と、平均体重の増加傾向を各年ごとに

第6図 体重と資源尾数の関係



※ 1971年以降、初期魚体重の変動が大きく、この関係に適合しない年が現われてきた。

第7図 資源尾数と体重の変化



示したものである。すなわち、月の推移によって、資源尾数 (N) は指数函数的に減少し、体重 (W) は指数函数的に増大して、次式(1)および(2)が得られる。

$$N = W_0 e^{-K_Y T} \dots\dots\dots (1)$$

$$W = W_0 e^{K_G T} \dots\dots\dots (2)$$

ただし、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、 K_Y および K_G をそれぞれの年について算出すると、第2表の値が得られ、図示すると第8図のようになる。 K_G は K_Y が0.4~0.5で急激に

上昇し、0.6以上のところではほぼ一定となる。すなわち、湖中からワカサギを漁獲することによって、資源尾数は減少し、個体の成長は促進されていくが、あるところで平衡状態に達する。したがって、 K_Y の値が0.6~0.6の範囲で大きく変化することの間で、いいかえれば、ワカサギの餌料利用の最大のところで、間引くことによって、さらに

魚の天然餌料利用の有効性を高めることができる。このことは、残存魚の成長を促進させ、ひいては漁獲量を増加させることになる。

なお、図では上位の点をつなぐ曲線にはなれて、右下に位置する別の点

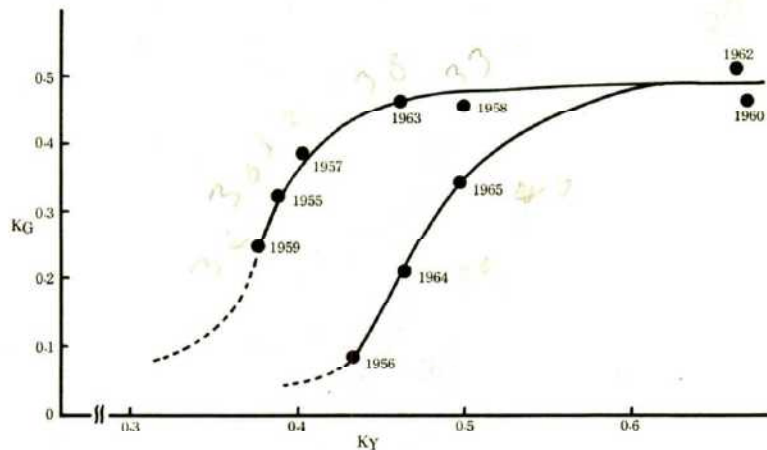
がみられる。この顕著な相違現象は、その年におけるワカサギの天然餌料(主として動物プランクトン)の生産量や、餌料を共有する魚種との競合等によって、もたらされたものであると思われる。

第2表 K_Y および K_G の計算値

1955	$N=620 e^{-0.391 T}$	$W=0.9 e^{0.317 T}$
1956	$N=500 e^{-0.435 T}$	$W=1.6 e^{0.079 T}$
1957	$N=300 e^{-0.404 T}$	$W=1.3 e^{0.383 T}$
1958	$N=540 e^{-0.506 T}$	$W=0.9 e^{0.415 T}$
1959	$N=460 e^{-0.377 T}$	$W=1.1 e^{0.242 T}$
1960	$N=520 e^{-0.672 T}$	$W=0.8 e^{0.466 T}$
1961	—	—
1962	$N=420 e^{-0.665 T}$	$W=1.0 e^{0.501 T}$
1963	$N=860 e^{-0.461 T}$	$W=0.9 e^{0.456 T}$
1964	$N=960 e^{-0.461 T}$	$W=1.2 e^{0.209 T}$
1965	$N=1150 e^{-0.498 T}$	$W=0.9 e^{0.339 T}$

註) 1961年は変動が大き過ぎるので除外した。

第8図 間引が成長に及ぼす影響



(3) 漁獲強度と資源変動

第1表の N_0 およびCPUEから毎年の $q (=CPUE/N_0)$ を求めると第3表のとおりであり、その平均値として 1.034×10^{-4} が得られる。そのことは、帆びき網1回の航海によって得られる漁獲量が、現存資源のほぼ0.01%に相当することを意味する。一方、 K_Y は漁獲率 q に月間航海数 X を乗じたものであり、また、前述のように K_Y が $K_G = 0.4 \sim 0.6$ において漁獲することが、資源利用の上で有効であるから、霞ヶ浦における月間の適正な航海数は、

$$0.4 < qX < 0.6 \quad (\bar{q} \doteq 1 \times 10^{-4})$$

$$4,000 < X < 6,000$$

すなわち、4,000～6,000回といえる。

次に年間総漁獲量についてみる。初期資源重量を P_0 、 T 時間後における資源重量を P とすれば、(1)式および(2)式から次式が得られる。

$$P = P_0 e^{(K_G - K_Y)T} \dots\dots\dots (3)$$

一方、漁獲(Y)は、 $K_Y \cdot X \cdot P$ であるから、年間総漁獲量($\sum Y$)は

$$\sum Y = K_Y P_0 \int_0^T e^{(K_G - K_Y)t} dt = P_0 [1 - e^{-(K_G - K_Y)T}] \dots\dots\dots (4)$$

となる。

ところで、すでに第8図に示したように、 K_G と K_Y の間には、一定の関係があり、この図の K_Y から、これに対応する K_G を求め、これらの値を(4)式に代入して $\sum Y/P_0$ を計算すると、 K_Y が0.4～0.5の間で最大となり、 $\sum Y$ は P_0 の約3.5倍という値が得られる。なお、この値は K_Y が大きくなるにしたがって小さくなり、0.6で2.7、0.7で2.2、0.8で1.8、0.9では1.5倍となる。

(4) 残存資源と漁獲強度

第9図に残存資源重量と翌年の初期資源重量との関係を示したが、両者の間には直線関係が得られる。すなわち、

$$P_0 = 5.5 P_E \dots\dots\dots (5)$$

したがって、さきに述べたように、高い総漁獲量が期待できる8,000トンの初期資源重量を得るには、(5)から約1,500トンの残存資源量が必要となる。つまり、漁期ははじめから漁期末まで、約6ヶ月継続的に漁獲が続けられる間に、初期に8,000トンあった資源重量は、最終的には、漁獲期間中における魚の成長に伴う増重も含めて、なお1,500トン以下にさがってはならないということである。

なお、これらの値を(3)式に代入すると次式を得る。

$$e^{(K_G - K_Y) \times 5} \geq \frac{P}{P_0} = \frac{150}{800} \dots\dots\dots (6)$$

第3表 漁獲能率

年	q
1955	0.896×10^{-4}
1956	0.566
1957	1.188
1958	1.220
1959	0.766
1960	1.570
1961	1.770
1962	1.145
1963	1.029
1964	0.480
1965	0.739
平均	1.034

ここで、さきに計算された K_G の値は、ほぼ0.2～0.46であるから、0.2, 0.3, 0.4および0.46のそれぞれの値、前述の $K_Y = q \cdot X$ (ただし $q \doteq 1 \times 10^{-4}$)の関係式を代入すると、最終資源量約150トンを残すために必要な月間航海数(X)は、

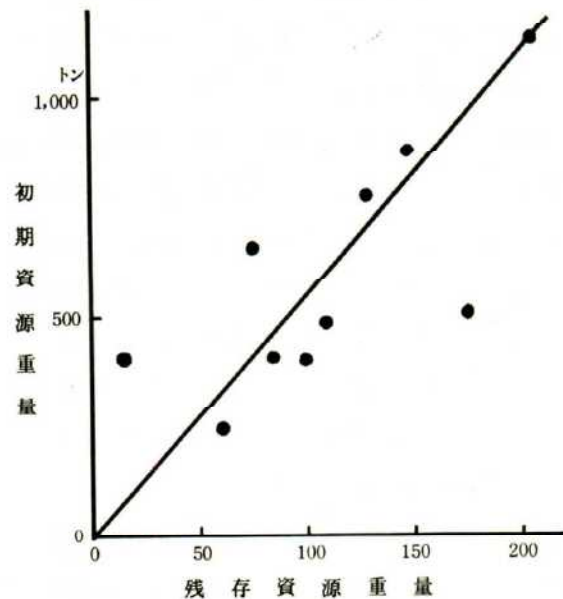
K_G 0.2	で	$X \geq 5,200$
0.3		$X \geq 6,200$
0.4		$X \geq 7,100$
0.46		$X \geq 8,000$

となる。したがって、初期資源重量が800トンの場合に、航海数

が8,000以上になると、残存資源量が150トンを下廻る危険が大きい。

1955～1965年における月間航海数は6,000～14,000の間で、大きな巾をもって変化しているので、その間の漁獲量の変動は、その漁獲強度の差によって、左右されていたとみることができる。もし、霞ヶ浦における最大漁獲量を期待するならば、前記の値のうち、安全度をみて、月間航海数を6,000回程度に安定させる必要がある。

第9図 残存資源重量と初期資源重量との関係



4 論 議

(1) 資源管理について

霞ヶ浦のワカサギ漁獲量は、1955～1965年の間でも、年産450～2,000トンと大きな変動を示している。この変動の要因は、霞ヶ浦という閉鎖型の湖の限られた生物生産物であるワカサギに、不安定な漁獲努力をかけてきた結果によるものであることは、すでに述べられたとおりである。しかし、まがりなりにも漁期末には150トン程度の必要残存資源量を維持できたのは、帆びき網が遂次漁船の動力化および装備の規模拡大をはかりながらも、本質的には、風力利用という漁獲能率の拡大には限界のある漁法であったことによるものである。ところが、近代的合理化の波は、保主的な霞ヶ浦の漁民をもとらえ、資源への悪影響を杞憂する声を内包しながらも、ついには過去80余年にわたって続けてきた帆びき網から、動力びきへの転換を表現させたのである。1965年には帆びき網に混じて動力びき網が操業され出し、翌年の1966年にはほとんどがこれに転換し終えた。はたして、転換直後の1965年には1,985トン、1966年には1,938トンと漁獲の急増をみたが、すでに試験操業期間である1967年には1,062トンに減少し、ようやく動力びきが制度化された1968年には515トンへ、さらにその翌年には、かつてなかった193トンという最低量へと急速に低落

し、憂慮を現実のものとするに至った。

いま、1968～1971年における漁期はじめの魚体重から、初期資源重量を求め、さらに各年におけるCPU Eから動力びきの漁獲能率 q を計算すると、1968年 1.27×10^{-4} 、1969年 3.43×10^{-4} 、1970年 2.00×10^{-4} 、1971年 1.26×10^{-4} が得られ、平均値は 2.0×10^{-4} となる。これは帆びき網当時の値に比して約2倍に相当するものであり、動力びき漁法に転換してからも、航海数がほとんど変わらない状態では、資源に対する圧力は、帆びき網時代の2倍になることを示している。動力びき漁船の許可隻数が帆びき網のそれとほぼ同数のまま、一定量のワカサギ資源に対して、漁獲を続けた結果が、前述の短期的漁獲量の急増とその後における急激な減少をもたらしたといえよう。

そこで、動力びき漁法によってもなお、最大漁獲量が維持できる月間適正航海数を求めてみよう。いま、資源尾数(N)と平均体重(W)との関係を示す第6図から、

$$N = 680 \times 10^6 e^{-W-1.42}$$

の式を求め、これに1968年の各月における平均体重(附表I)を代入してこの年の資源の変動式

$$N = 80 \times 10^6 e^{-0.540 T}$$

から $K_Y = 0.54$ を得る。 $K_Y = qX = 0.54$ であるから、 $q = 2.0 \times 10^{-4}$ (ただし、動力びきの平均値)を代入してこの年の月間航海数を求めると、 $X = 2,700$ となる。すなわち、月間2,700回の航海数が、動力びき漁法の場合の適正值となる。霞ヶ浦における現行の許可隻数400隻が、毎月の平均稼働数である月22日操業したとする8,800はこの値の3.3倍に相当する。したがって、このような状態で操業を続けていくならば、高次の漁獲量を期待するに必要な最低残存資源重量150トンの確保さえも困難にする結果になる。

しかし、漁業は経済活動であるから、前述のような生物資源管理のみの問題が、直接漁業の管理へつながりにくい一面をもっていることも確かである。けれども、ひとたび資源量を一定水準以下に落してしまふと、それを元の状態にまで回復させることは、きわめてむずかしいことを銘記しなければならない。

(2) 増殖事業について

ワカサギについては、積極的に資源を涵養し、ひいては漁獲量の増加をはかる方法の一つとして、人工ふ化放流が、各地の湖沼において広く行われている。霞ヶ浦では、全国に先がけて、1913年以降継続的に人工ふ化放流事業が実施されてきた。しかし、その方法は、産卵保護のために設けられた採捕禁止期間中に、当然自然産卵すべきはずの親魚を採捕して採卵に供している。したがって、その効果は天然における受精率と人工採卵とそれの差だけに止まっている。これに対して加瀬林・中野(1961)は、それが霞ヶ浦のワカサギ資源に及ぼす影響はきわめて小さいことを指摘している。その結果、1958年からは禁漁期直前の、普通に生産物として処理されてしまふワカサギを用いて、人工ふ化放流が行われるようになった。しかし、その条件では成熟親魚が容易に得られず、採卵数は 10×10^7 粒に満たなかった。その後1968

年からは、漁獲量の急減に伴い、漁業協同組合が主体となって、他の湖から種卵の移入放流を行うようになった。他から移入する場合には、放流数全体が添加量となるわけで、残存資源量が極度に減少し、産卵量が次期漁獲資源を十分にまかえない状態においては、放流意義がでてくるものと思われる。

1968～1971年における初期資源重量の平均は約300トンである。これを適正值の800トンにまで高めるには、500トンを補わなければならない。これらの年の漁期はじめの平均魚体重4.5gから尾数に換算すると 110×10^6 尾となる。もし仮りにこの資源量の10～100%を移入卵の放流によってまかなおうとするならば、歩留り1.47%(第4表)を計算に入れて、 $7.48 \sim 74.8 \times 10^8$ 、すな

第4表 卵の歩留り

わち、8～80億粒となる。しかし、初期資源重量が増してくるにしたがって、そのときの魚体重は小さくなり、資源尾数の割合は大きくなるから、実際には、これより多くの放流数を必要とすことになる。

ここで問題となるのは、放流卵およびふ化後における仔稚魚の食害である。

年	残存量 トン	雌重量 トン	産卵量 $\times 10^8$	翌年の 初期尾数 $\times 10^6$	歩留り %
1955	76	38.0	380	410	1.07
56	99	49.5	495	310	0.63
57	110	55.0	550	540	0.98
58	176	88.0	880	460	0.52
59	84	42.0	420	510	1.21
60	51	25.5	255	140	0.55
61	13	6.5	65	410	6.31
62	129	64.5	645	860	1.33
63	148	74.0	740	730	0.99
64	205	102.5	1,025	1,150	1.12

(平均 1.47)

ワカサギ卵の食害については、丹下(1951)および矢口(1960)によって、それぞれコイ科魚類の数種、ハゼ類およびテナガエビなどによる被害が報告されている。仔稚魚の食害については、明らかではないが、これらの魚種によって被害を受けるであろうことは想像に難くない。最近、ハゼ類およびテナガエビが急増しているため、歩留りは前記の値よりさらに低くなることが考えられる。したがって、ハゼ類のように比較的価値の低い魚種等の繁殖を抑制することも、ワカサギ増殖の一施策ではなかろうかと思われる。

また、放流効果を高めるためには、コイやサケなどで行われている、他の生物に捕食されにくい大きさにまで、飼育してから放流する方法がある。しかし、ワカサギについては、その種苗生産の研究が、ようやく緒についた段階であるので(位田未発表)、ここでくわしい論議をすることはできない。ただ今後におけるワカサギ増殖の一つの方向として、検討されるべきであることを指摘するにとどめる。

なお、ここで、種卵放流等の経済効果についても、論及すべきところであるが、未だ資料が不十分で、今後の検討にまたなければならないことが多いことを附記する。

5 摘 要

- (1) 霞ヶ浦のワカサギについて、1955～1965年の資料を用いて、De Luryの方法により資源量を推定した。
- (2) 初期資源尾数は140～1,150×10⁶尾で、大きな年変動がみられた。
- (3) 初期資源尾数と総漁獲量との間には、高い相関がみられ、その年の総漁獲量を予測することができる。
- (4) ワカサギの餌料利用の最大のところで、間引くことによって、資源の有効利用ができる。
- (5) 資源量に対する総漁獲量の比は最大で約3.5倍である。
- (6) 最大漁獲量を期待するには、帆びき網漁業に換算して月間航海数を6,000回程度に安定させなければならない。
- (7) 動力びきの出現によって、漁獲能率は約2倍となり、漁獲量は激減した。資源の回復をはかり、適正漁獲量を維持するための、現行許可数の適正航海数は月間約2,700回である。
- (8) 残存資源量が大幅に減少した場合に、種卵の移入放流が意味をもってくる。しかし、魚類等による食害および経済効果についての検討が必要である。

参 考 文 献

- 1) 浅野長雄・矢口正直・加瀬林成夫、1953：公魚人工ふ化放流効果に関する調査1. 着卵数について、茨城県水産振興場、1～8。
- 2) 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、33～73。
- 3) De Lury, D.B. 1947: On the estimation of biological populations. *Biometrics*, 3, 145-167.
- 4) , 1951: On the planning of experiments for the estimation of fish populations. *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 8, 281-307.
- 5) 久保伊津男・古原友古、1957：水産資源学、共立出版社。
- 6) 加瀬林成夫・中野勇、1961：霞ヶ浦におけるワカサギの漁業生物学的研究Ⅵ、本誌、6、1～64。
- 7) 松原喜代松、1946：北浦産ワカサギの系統に関する研究、資源研短報、20、1～8。
- 8) 宮内武雄、1934：ワカサギ天然餌料に関する研究、日本水産学会誌、3(5)、281～283。
- 9) 佐藤隆平、1954：ワカサギの漁業生物学、水産増殖叢書Ⅵ5、1～99。
- 10) 白石芳一、1960：ワカサギの水産生物学的ならびに資源学的研究、淡水区水産研究所、1～327。

- 11) 田中昌一, 1968: 資源研究の理論と実際, 日本水産資源保護協会, 1~71.
- 12) 丹下孚・加瀬林成夫, 1950: 霞ヶ浦北浦のワカサギ資源(予報), 茨城県水産振興場, 1~13, (プリント).
- 13) 丹下孚・加瀬林成夫・鈴木彰一・石川貞二, 1951: 霞ヶ浦におけるワカサギの生態に関する研究, 茨城県水産振興場, 1~22, (プリント).
- 14) 津田勉・浜田篤信・加瀬林成夫, 1967: 霞ヶ浦のワカサギ資源について, 本誌, 9, 1~8
- 15) 矢口正直・須賀順一, 1960: 人工採卵によるワカサギ卵の食害について, 本誌, 5, 13~17.

附表I 霞ヶ浦におけるワカサギの測定値

採集地点 麻生, 漁具 大徳網

年	月日	尾数	全 長 mm				体 重 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
1961	7.21	121	59.7	38~77	62	9.0	1.54	0.3~3.3	1.8	0.67
	8.23	98	68.3	50~86	68	8.5	2.23	0.9~4.5	2.1	0.87
	9.20	99	74.5	57~102	72	8.1	2.99	1.4~7.4	2.9	1.06
	10.25	65	106.0	91~119	105	6.6	8.99	5.8~14.3	8.8	1.98
	11.21	64	117.7	91~130	121	8.4	13.53	5.0~19.0	15.0	3.25
	12.22	43	118.3	100~136	118	7.5	12.02	6.0~19.0	13.0	2.88
1962	7.21	122	53.3	27~81	57	10.2	0.71	0.1~3.1	0.7	0.59
	8.21	151	63.0	43~97	61	9.6	1.91	0.6~6.0	1.5	0.85
	9.25	107	79.5	64~109	76	8.0	3.46	1.7~9.2	3.2	1.17
	10.25	126	91.6	80~112	94	6.5	5.44	3.0~10.5	5.5	1.17
	11.22	83	105.0	80~115	106	5.3	8.36	3.7~10.7	8.7	1.22
	12.17	126	98.1	85~121	97	5.8	5.64	3.3~10.5	5.0	1.08
1963	7.21	123	48.3	26~83	53	13.8	0.77	0.1~3.5	0.3	0.63
	8.21	88	57.6	47~72	56	4.8	1.22	0.3~2.7	1.1	0.35
	9.25	93	70.8	51~97	64	8.4	2.58	1.1~5.9	1.7	0.99
	10.23	134	86.6	45~111	86	11.7	4.82	0.6~11.6	5.0	1.72
	11.20	129	91.6	57~118	98	14.0	5.93	1.5~12.5	7.0	2.32
	12.16	57	101.7	81~132	107	10.0	8.24	3.6~17.9	6.9	2.84
1964	7.21	102	54.2	29~83	62	11.8	1.16	0.1~3.9	1.1	0.76
	8.27	182	59.2	42~80	60	7.9	1.55	0.5~3.1	1.4	0.59
	9.29	125	66.3	54~88	62	7.0	1.86	0.8~4.8	1.4	0.78
	10.15	143	70.9	60~120	66	9.6	1.96	0.5~10.0	1.5	1.42
	11.20	111	82.2	64~115	79	9.0	2.92	1.0~10.0	2.0	1.30
	12.23	107	82.9	63~111	78	11.4	3.53	1.0~12.0	2.5	1.96
1965	1.18	132	82.9	63~125	75	10.2	3.18	1.0~12.0	2.0	1.89
	7.21	180	53.3	28~79	49	11.5	0.92	0.1~3.1	0.7	0.60
	8.27	90	55.6	42~81	51	9.0	1.09	0.4~3.2	0.8	0.58
	9.28	110	68.7	57~90	66	6.2	2.05	1.2~4.4	2.0	0.61
	10.21	126	74.9	62~104	74	5.9	2.51	1.6~6.7	2.2	0.48
	11.20	109	85.0	69~103	84	6.3	3.78	2.1~8.2	3.6	0.29
	12.20	103	87.2	72~116	86	9.7	4.02	2.2~9.8	3.8	0.49
1966	7.21	110	52.3	33~90	54	12.7	1.12	0.2~5.0	1.4	0.86
	8.26	140	58.9	42~87	60	10.1	1.35	0.4~4.3	1.3	0.81
	9.29	126	73.1	62~92	71	7.1	2.64	1.5~5.1	2.4	0.81
	11.7	41	89.7	79~103	71	3.8	4.49	2.8~7.0	4.6	1.15
	12.22	100	99.1	71~128	98	9.7	6.71	1.6~16.6	4.6	2.38

年	月日	尾数	全 長 mm				体 重 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
1967	7.21	115	61.6	45~81	61	7.0	1.71	0.6~3.8	1.7	0.57
	8.7	86	61.8	45~90	61	7.2	1.68	0.7~4.6	1.9	0.96
	8.30	114	63.0	48~78	64	6.6	1.96	1.0~3.6	1.9	0.57
	9.25	100	76.5	63~99	76	7.4	3.22	1.9~7.8	3.1	0.97
	10.24	82	94.7	81~120	97	7.3	5.96	3.7~11.1	6.3	1.41
	11.27	65	108.8	96~126	109	7.1	9.01	5.4~15.6	9.0	1.11
	12.23	39	106.8	90~123	109	7.6	9.69	6.7~11.8	10.0	1.10
1968	7.21	85	79.1	66~100	81	5.6	4.10	2.4~6.6	4.5	0.75
	9.2	76	92.8	72~117	90	8.7	6.16	2.7~11.9	6.2	1.91
	9.30	69	104.2	90~132	102	6.8	8.85	4.5~17.7	8.1	2.11
	11.18	31	128.2	105~147	132	11.0	17.53	7.5~24.5	17.5	3.67
	12.20	20	138.6	120~150	138	7.2	22.0	12.5~28.5	21.5	4.54
1969	7.21	104	93.0	66~108	96	7.0	6.94	2.4~9.6	7.8	1.56
	8.25	117	78.1	57~114	81	12.7	3.53	1.2~10.2	2.4	1.91
	9.30	68	106.7	81~126	111	9.2	9.49	3.6~16.8	8.4	2.75
	10.28	6	119.3	103~135	—	—	13.57	7.5~20.7	—	—
	12.22	33	140.0	129~162	140	6.3	25.23	17.5~36.5	2.5	4.52
1970	7.21	139	83.3	60~108	81	8.9	4.59	1.5~9.0	4.5	1.81
	8.24	126	80.5	63~102	81	7.5	3.74	1.8~7.2	3.9	1.07
	9.20	109	86.1	63~111	87	9.4	4.67	1.8~10.0	4.5	1.57
	11.4	86	110.2	81~138	111	13.8	10.96	3.6~21.6	9.6	4.32
	11.26	42	127.6	96~147	129	10.5	17.64	5.6~30.6	18.6	4.73
	12.19	49	131.3	105~147	132	8.1	19.16	8.6~27.6	19.6	3.78
1971	7.21	141	63.8	45~90	60	7.1	1.97	0.9~5.4	1.8	0.66
	8.21	110	75.9	60~102	75	9.3	3.21	1.2~7.5	3.0	1.23
	9.27	59	102.3	78~126	104	8.3	8.16	3.1~14.0	9.0	2.17
	11.14	72	115.7	72~147	120	14.2	12.68	2.5~23.4	12.5	4.20
	12.17	37	140.5	120~156	140	7.32	22.61	13.3~34.3	22.5	4.77

註) 1955~1960年の魚体測定値は、"霞ヶ浦におけるワカサギ漁業生物学的研究Ⅲ"に掲載してある。

附表Ⅱ 霞ヶ浦におけるワカサギの月別漁業別漁獲量（農林統計）

単位 トン

年	月												計		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1961	漁業														
	帆 びき 網	5.3	2.6				10.15	66.0	20.0	34.5	19.2	13.3	262.3		
	大 徳 網						8.0	8.2	3.4	4.3	8.8	4.8	37.4		
	小 大 徳 網	1.2					1.1	3.6	1.0	3.5	4.8	1.1	16.3		
	わかさぎ 張 網	6.3	1.4				0.5	0.7	0.5	0.1	2.2	2.9	14.9		
	雑 魚 張 網	3.6	1.1	0.3		0.2		0.6	0.1	1.6	1.8	0.2	9.6		
	いさざ・ごろひき 網						1.1			3.1	2.3		6.5		
1962	漁業														
	帆 びき 網	3.8	0.8				121.2	222.2	137.1	47.2	49.4	25.9	607.7		
	大 帆 網						1.48	24.4	24.1	19.8	13.9	12.2	109.2		
	小 大 徳 網	0.6					2.6	4.8	5.2	4.4	9.6	5.2	32.4		
	こい・ふなひき 網								0.7	1.4	1.3	0.4	3.8		
	わかさぎ 張 網	0.6	0.8						9.2	2.9	2.5	2.0	24.1		
	雑 魚 張 網	1.1	0.2				0.1	1.3	1.0	1.1	2.5	4.6	12.4		
1963	漁業														
	帆 びき 網	4.3					7.7	11.6	0.1	2.3	11.7	14.1	53.1		
	大 徳 網						146.5	264.4	177.4	79.2	91.5	65.2	843.9		
	小 大 徳 網	16.0	1.9	-	0.2	0.5	1.2	206.5	224.3	144.5	81.5	82.4	1,035.8		
	わかさぎ 張 網							24.1	41.9	47.6	38.3	27.7	215.8		
	雑 魚 張 網						9.4	12.1	10.7	15.5	21.0	24.1	92.8		
	いさざ・ごろひき 網														

年	漁業	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	計	
1963	こい・ふなひき網	0.3	1.4					1.3	0.6	0.6	0.6	1.7	1.7	8.2	
	わかさぎ張網	2.4	0.6				5.0	9.0	8.1	10.6	4.5	2.0	6.6	69.9	
	雑魚張網	3.5	0.3				3.3	4.2	5.0	3.6	6.0	4.1.8	5.9.7	127.3	
	網代						0.4						0.1	0.5	
	いさざ・ごろひき網						0.1	0.2	0.2					0.4	
	その他の漁業	1.3	0.2	2.9	7.5	4.8	6.9	8.1	1.9	0.6	6.8	3.2.5	3.3.9	106.6	
	計	3.4.8	6.4	3.0	7.5	4.8	1.5.7	2.6.2.3	3.4.9.7	2.9.2.3	2.2.5.6	2.1.8.8	2.3.5.4	1,657.3	
	1964	帆びき網	3.6.5	4.0					8.9.4	21.2.5	1.3.4.0	1.5.0.0	9.2.3	7.2.4	79.4.4
	大徳網								3.0.8	5.3.3	4.7.9	4.8.3	2.5.2	1.6.6	2.2.2.1
	小大徳網	0.2							1.4.0	2.7.2	2.0.9	1.3.1	1.8.8	1.6.3	1.1.0.4
こい・ふなひき網	9.1	0.3	1.1					1.3	8.6	9.2	1.1.8	1.5.7	1.8.7	7.4.4	
わかさぎ張網	1.8.3							2.0	6.9	7.8	6.8	8.9	5.9	5.8.1	
雑魚張網	2.0.6	2.6	0.1					1.1	0.5	0.4	0.2	0.2	3.8	2.9.5	
すまき	0.2													0.3	
その他の漁業	5.3	1.2	1.7	6.4	1.0.4	6.2	6.2	8.5	1.2	0.5	0.4	1.5	1.4	4.4.7	
計	9.0.1	8.1	2.9	6.5	1.0.5	6.2	1.4.7.1	1.4.7.1	3.1.0.1	2.2.0.7	2.3.1.0	1.6.2.5	1.3.5.1	1,330.8	
1965	帆びき網	2.2.4						1.8.8.2	3.1.2.8	2.4.7.1	1.9.6.9	1.0.7.9	1.5.8.5	1,233.8	
	大徳網	6.6						3.4.9	8.3.7	5.8.8	4.7.8	3.9.2	2.5.9	29.6.9	
	小大徳網	7.5						2.7.8	3.7.2	2.8.2	2.1.2	2.3.5	2.0.6	1.6.5.9	
	こい・ふなひき網	0.1						1.7	2.3		2.1	1.5	6.8	1.4.5	
	わかさぎ張網	2.6.6	1.1	0.4			0.8	1.5.5	1.4.3	1.1.1	1.8.3	1.0.1	1.4.8	1.1.3.0	
	雑魚張網	6.7	3.0	0.2		8.2	1.4.7	1.0.1	8.6	9.5	8.1	6.1	1.0.6	8.5.9	

年	漁業	月												計		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
1968	小 大 徳 網															34.3
	いさざ・ごろひき網															0.1
	張 網															49.1
	その他の漁業															114.7
	計	11.8	0.5	0.2	0.5	1.2	10.1	247.5	162.0	47.4	18.7	9.6	6.4			515.9
1969	わかさぎひき網															114.8
	大 徳 網															16.6
	小 大 徳 網															0.8
	張 網															6.8
	計	0.7	-	-	-	-	-	84.8	51.5	12.9	19.5	18.2	5.6			193.1

註) ※ 1966年以降の月別のくわしい資料は集計されていないので不明。

※※ 機給底ひき網

1955～1960の漁獲資料は、"霞ヶ浦におけるワカサギの漁業生物学的研究Ⅴ"に掲載してある。