

霞ヶ浦におけるワカサギ資源量の変動傾向と漁業管理方策

根 本 孝

はじめに

霞ヶ浦におけるワカサギの漁獲量は昭和40年以前は年間1000トン台であったが、昭和40年の半ば以降減少傾向をたどり、近年は200トンから400トン台で推移している。

しかし、この減少の原因についての特定は困難であり、様々な要因が複合した結果であると考えられている。すなわち減少傾向のみえはじめた、昭和40年代以降の霞ヶ浦を取り巻く環境を振り返ると、水質の面では40年代は霞ヶ浦の周辺開発にともなう流入河川水の汚濁が著しく、湖水では昭和48年に代表されるアオコの大発生による養殖魚の大量へい死が起きたこと、そして昭和57年には霞ヶ浦全域の年間平均COD濃度が $9.1\text{mg}/\text{l}$ と最高値を記録したことがあげられる（相崎（1992））。またその他の面では、昭和41年からワカサギの帆曳網漁がトロール漁法へ転換し漁獲能率が向上したこと、コンクリート製湖岸堤の建設にともなう湖岸の洗堀から水生植物帯の消失が起きたことなどがあげられ、ワカサギの生息環境が大きく変化した時期といえる。

本研究では特に、トロール漁による漁獲圧力がワカサギ資源に与える影響を明らかにするため、近年の漁獲統計の解析により、ワカサギ資源量を推定し、漁獲圧力の増減による資源管理効果の試算から、ワカサギ資源に対する漁業管理方策について考察を加えた。

方 法

月別漁獲量の集計が完了した、昭和59年から平成元年まで6年間の漁獲統計を用いて、以下に示す土井（1975）の方法をもとに、月毎の資源尾数の推定を行った。次に、月毎の漁獲圧力の変化に対する、漁獲量の変化を推定した。

ここで用いた月別漁獲量に関する資料は、農林水産省統計情報事務所の資料をもとに、月別漁獲量及び漁業種類別月別操業日数を独自に作成したものである。

月毎の平均体重については、7月から12月まで毎月1回、トロール漁による漁獲物のサンプルから求めた。また、平均体重の欠測時及び、適正漁獲係数の検討の際には、便宜的にその測定結果をもとに、体重換算したBertalanffyの成長曲線の値を用いた。なお、霞ヶ浦におけるトロール漁の漁期は7月21日から12月10日までである。

計算順序

(1) 月別資源尾数の推定

求められたトロール漁によるワカサギの月別漁獲量を、月毎に測定した平均体重で除して漁獲尾

数へ変換する。月別野出漁日数（努力量X）から、月別CPUE（ここでは出漁日数当りの漁獲尾数）を求める。このCPUEはそのときの資源量指数となる。月間生残率（St）は、連続する2ヶ月間のCPUEの比

$$S_t = CPUE(t) / CPUE(t-1)$$

で示されるから、月間全死亡率係数（Zt）は生残率（St）との関係から、

$$S_t = e^{-Z_t}$$

$$Z_t = -\ln(S_t)$$

により導かれる。

このとき、全死亡率係数（Z）は、自然死亡係数（M）と漁獲係数（F）との和であるが霞ヶ浦では操業状況パターンからトロール期間中の自然死亡は、漁獲死亡に比べてきわめて小さいと推定できるので、ここでは全死亡率係数は漁獲係数とほぼ等しい、

$$Z = M + F \approx F$$

とした（加瀬林ら（1973）他）。

漁獲係数（F）は努力量（X）に比例するから、

$$F = qX$$

となり、このときの比例定数が漁獲能率（q）となる。

したがって、月間漁獲係数（Ft）は、

$$F_t = Z_t = -\ln(S_t) = q_t * X_t$$

で求められる。月間漁獲率（Et）は、死亡率にしめる、月間全死亡に対する漁獲死の比であるから、

$$E_t = (1 - S_t) * F_t / Z_t \approx (1 - S_t)$$

により求められる。その月の漁獲尾数（Cnt）は、その月の資源尾数（Nt）と漁獲率（Et）の積で表されるので、資源尾数（Nt）は、

$$N_t = C_{nt} / E_t$$

となり、これにより月毎の資源尾数が順次計算できる。

なおここでは、7月の漁獲能率は8月の漁獲能率に等しいとみなして計算した。

(2) 加入量当りの適正漁獲係数の推定

ある一定の漁期加入量に対して、月間漁獲係数（Ft）の変化にともなう総漁獲量（Cw）の変化を求め、適正漁獲係数を推定した。初期設定として、漁期加入尾数（7月の資源尾数）を 100×10^6 尾とした。また月間漁獲係数は毎月一定、つまり毎月等しい漁獲圧力を加えるものとした。

ここでは、変化させた月間漁獲係数（Ft）毎に毎月の資源尾数の推移を求め、次にそこから導かれる漁獲率（Et）から、月毎の漁獲尾数と重量を、それぞれの年間総漁獲量を比較した。

(3) 現状の漁獲圧力の配分による加入量当り漁獲量の変化

一定量の漁期加入尾数 ($N7=100 \times 10^6$ 尾) に対しての、各年の漁獲圧力による漁獲量と、(2)で推定された最適月間漁獲係数を、現状の平均漁獲圧力の月別配分比により各月に配分した場合の漁獲量とを比較した。

結 果

過去8年間にわたって調査した漁獲物の月別平均体重と、それをもとに体重換算したBertalanffyの成長曲線の値を示した(表1)。

表1 ワカサギの平均体重の月別推移

	JUL.	AUG.	SEP.	NOV.	OCT.	DEC.	JAN.
1984	1.1	2.4	4.3	6.1	7.4	8.0	8.5
1985	3.2	3.1	3.8	4.6	6.1	8.0	10.4
1986	2.8	3.5	4.5	6.0	8.0	10.5	11.0
1987	3.0	2.9					
1988	1.2	3.1	6.2	9.5	11.5	12.5	
1989	2.8	3.5	4.2	7.9	12.3	15.3	
1990	2.88	2.85	3.0	7.44	12.1	10.0	
1991	3.25	2.91	4.6	6.89	12.1	11.63	
平均値	2.53	3.03	4.37	6.92	9.93	10.85	
成長式	2.48	3.63	5.02	6.67	8.57	10.72	13.11

(g)

(1) 資源尾数及び資源特性値の推定

トロール漁による月別漁獲量から、月別漁獲尾数及びCPUE(出漁口数当り漁獲尾数)へ換算し、月別資源尾数を順次計算した(表2)。

その結果、漁期加入尾数(12月の資源尾数から12の漁獲尾数を除いた値)とともに、年毎の変動が大きく、魚期加入尾数は約74.4~623.3* 10^6 尾、残存親魚尾数は約2.37~11.2* 10^6 尾となった。

これらから、残存親魚尾数と翌年の漁期加入尾数との関係を求めると、有意な正の相関関係がみられた(図1)。

表2 トロールによる月別ワカサギ漁獲量及び推定資源尾数

年	月	漁獲量 (t)	体重 (g)	漁獲尾数 (10 ⁶ 尾)	出魚日数	CPUE (尾/日)	S	Z	q	F	E	資源尾数 (10 ⁶ 尾)
1984-	7	318.7	1.1	289.69	2468	117376.97	0.53	0.63	0.0002533	0.63	0.46	623.31
	8	395.1	2.4	164.64	5087	32364.85	0.28	1.29	0.0002533	1.29	0.72	227.32
	9	193.1	4.3	44.91	5188	8656.96	0.27	1.32	0.0002542	1.32	0.73	61.31
	10	121.3	6.1	19.88	4813	4130.51	0.48	0.74	0.0001537	0.74	0.52	38.02
	11	99.2	7.4	13.40	4558	2940.57	0.71	0.34	7.455E-05	0.34	0.29	46.53
	12	28.6	8	3.58	1606	2227.82	0.76	0.28	0.0001728	0.28	0.24	14.76
1985-	7	233.7	3.2	73.03	2160	33808.74	0.74	0.30	0.0001388	0.30	0.26	281.89
	8	258.3	3.1	83.34	4798	17369.07	0.51	0.67	0.0001388	0.67	0.49	171.39
	9	88.7	3.8	23.35	5013	4657.89	0.27	1.32	0.0002626	1.32	0.73	31.91
	10	90.1	4.6	19.59	4860	4031.85	0.87	0.14	2.97E-05	0.14	0.13	145.79
	11	70.9	6.1	11.63	4569	2545.31	0.63	0.46	0.0001007	0.46	0.37	31.54
	12	19.9	8	2.49	1553	1601.58	0.63	0.46	0.0002983	0.46	0.37	6.71
1986-	7	203.9	2.8	72.82	2341	31106.52	0.71	0.34	0.0001463	0.34	0.29	251.08
	8	269.4	3.5	76.98	5690	13529.20	0.43	0.83	0.0001463	0.83	0.57	136.23
	9	99.7	4.5	22.16	5443	4070.96	0.30	1.20	0.0002206	1.20	0.70	31.70
	10	74.6	6	12.43	4703	2642.85	0.65	0.43	9.186E-05	0.43	0.35	35.43
	11	55.1	8	6.88	4645	1481.46	0.56	0.58	0.0001246	0.58	0.44	15.66
	12	18.3	10.5	1.74	1911	912.01	0.62	0.49	0.0002539	0.49	0.38	4.53
1987-	7	63.9	3	22.31	1963	10853.46	0.73	0.31	0.0001566	0.31	0.26	80.49
	8	64.5	2.9	22.24	3604	6171.59	0.57	0.56	0.0001566	0.56	0.43	51.56
	9	40.4	5.02	8.05	3368	2390.85	0.39	0.95	0.0002816	0.95	0.61	13.15
	10	42.9	6.67	6.43	4241	1516.54	0.63	0.46	0.0001073	0.46	0.37	17.59
	11	43.8	8.57	5.12	4793	1067.19	0.70	0.35	7.331E-05	0.35	0.30	17.26
	12	14.6	10.7	1.36	1841	740.76	0.69	0.37	0.0001983	0.37	0.31	4.46
1988-	7	71.9	1.2	59.95	2208	27149.00	0.38	0.96	0.0004337	0.96	0.62	97.28
	8	55.0	3.1	17.74	4394	4037.03	0.15	1.91	0.0004337	1.91	0.85	20.84
	9	24.5	6.2	3.95	3711	1063.23	0.26	1.33	0.0003595	1.33	0.74	5.36
	10	17.8	9.5	1.87	3306	566.18	0.53	0.63	0.0001906	0.63	0.47	4.00
	11	19.4	11.5	1.69	3968	425.27	0.75	0.29	7.212E-05	0.29	0.25	6.78
	12	7.1	12.5	0.57	1645	343.49	0.81	0.21	0.0001298	0.21	0.19	2.94
1989-	7	95.6	2.8	34.14	2311	14773.60	0.54	0.61	0.0002656	0.61	0.46	74.43
	8	70.6	3.5	20.18	4427	4558.52	0.31	1.18	0.0002656	1.18	0.69	29.19
	9	29.5	4.2	7.03	4715	1491.74	0.33	1.12	0.0002369	1.12	0.67	10.46
	10	28.2	7.9	3.57	4229	843.87	0.57	0.57	0.0001347	0.57	0.43	8.22
	11	29.4	12.3	2.39	4615	518.00	0.61	0.49	0.0001057	0.49	0.39	6.19
	12	10.5	15.3	0.69	1659	413.23	0.80	0.23	0.0001362	0.23	0.20	3.39

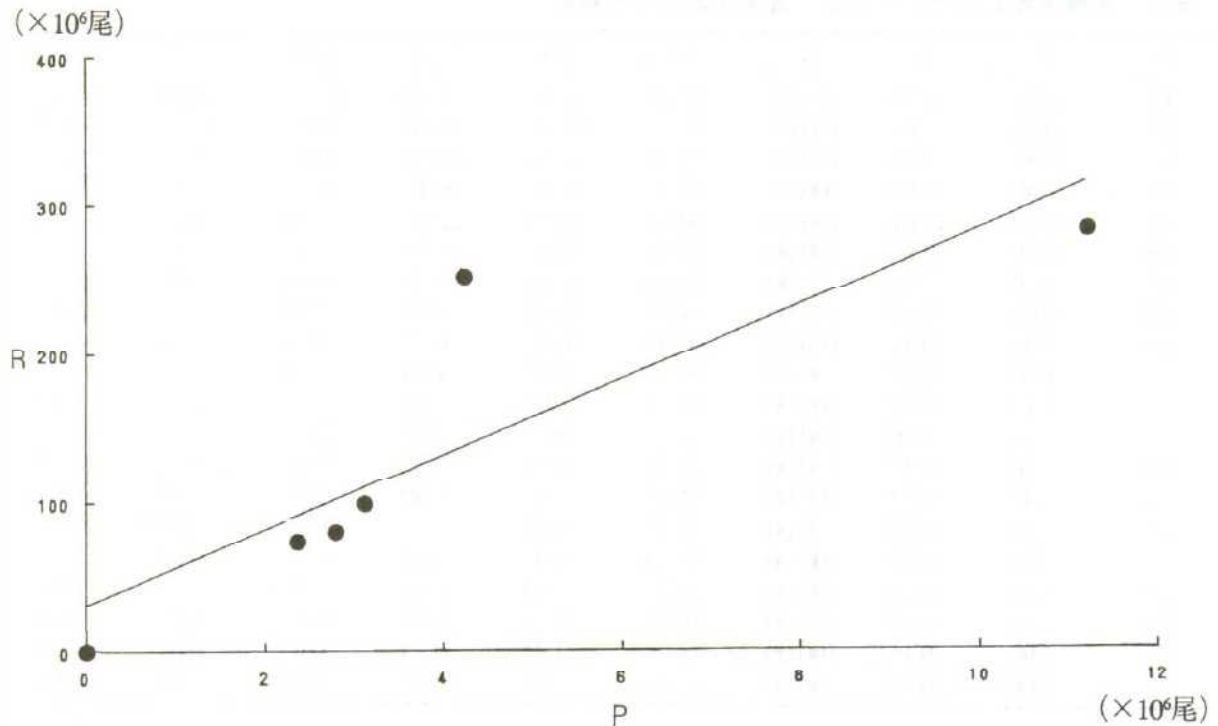


図1 残存親魚尾数と漁期加入尾数との関係
P：残存親魚尾数 R：漁期加入尾数 ($r = 0.863$, $n = 6$)

(2) 適正月間漁獲係数の推定

漁期加入尾数を 100×10^6 尾として、漁獲係数 (F_t) を変化させたときの、毎月の資源尾数、漁獲尾数及び漁獲重量の変化を計算した (表3～5)。

その結果、漁獲係数と総漁獲量との関係は、月間漁獲係数を毎月一定とする場合、 $F_t=0.4$ の時漁獲量は最大となった (図2)。

次に表2で推定された現状の月間漁獲係数 (F_t) を比較すると、月間漁獲係数は月毎にばらつきが大きいですが、6年間の平均月間漁獲係数では $F_t=0.676$ となった (表6)。

図2のとおり、 $F_t=0.4$ 以上の漁獲係数を与えても、 $F_t=0.4$ のときの漁獲量には達しないので有るから、現在の $F_t=0.676$ は効率的な操業ではない。

また、月毎の漁獲係数 (F_t) のばらつきをみると、漁期の前半は比較的 F_t が高いことから、漁獲圧力が集中していることがわかる。霞ヶ浦ではトロール漁の期間は7月21日から12月10日までの約140日間であるから、これによると7月、8月の初期の2ヶ月間 (漁期日数で約40日間) に年間の総漁獲圧力の39.4%、9月までの3ヶ月間 (漁期日数で約70日間) では69.2%が投入されている計算になる。

表3 漁獲係数の変化にともなう資源尾数の月別推移

Ft	Zt	St	N7	N8	N9	N10	N11	N12	N01
0.1	0.10	0.90	100.00	90.48	81.87	74.08	67.03	60.65	54.88
0.2	0.20	0.82	100.00	81.87	67.03	54.88	44.93	36.79	30.12
0.3	0.30	0.74	100.00	74.08	54.88	40.66	30.12	22.31	16.53
0.4	0.40	0.67	100.00	67.03	44.93	30.12	20.19	13.53	9.07
0.5	0.50	0.61	100.00	60.65	36.79	22.31	13.53	8.21	4.98
0.6	0.60	0.55	100.00	54.88	30.12	16.53	9.07	4.98	2.73
0.7	0.70	0.50	100.00	49.66	24.66	12.25	6.08	3.02	1.50
0.8	0.80	0.45	100.00	44.93	20.19	9.07	4.08	1.83	0.82
0.9	0.90	0.41	100.00	40.66	16.53	6.72	2.73	1.11	0.45
1	1.00	0.37	100.00	36.79	13.53	4.98	1.83	0.67	0.25
1.1	1.10	0.33	100.00	33.29	11.08	3.69	1.23	0.41	0.14
1.2	1.20	0.30	100.00	30.12	9.07	2.73	0.82	0.25	0.07
1.3	1.30	0.27	100.00	27.25	7.43	2.02	0.55	0.15	0.04
1.4	1.40	0.25	100.00	24.66	6.08	1.50	0.37	0.09	0.02
1.5	1.50	0.22	100.00	22.31	4.98	1.11	0.25	0.06	0.01
1.6	1.60	0.20	100.00	20.19	4.08	0.82	0.17	0.03	0.01
1.7	1.70	0.18	100.00	18.27	3.34	0.61	0.11	0.02	0.00
1.8	1.80	0.17	100.00	16.53	2.73	0.45	0.07	0.01	0.00
1.9	1.90	0.15	100.00	14.96	2.24	0.33	0.05	0.01	0.00
2	2.00	0.14	100.00	13.53	1.83	0.25	0.03	0.00	0.00

(10⁶尾)

表4 漁獲係数の変化にともなう漁獲尾数の月別推移

Ft	Zt	Et	Cn7	Cn8	Cn9	Cn10	Cn11	Cn12	T-Cn
0.1	0.10	0.10	9.52	8.61	7.79	7.05	6.38	5.77	45.12
0.2	0.20	0.18	18.13	14.84	12.15	9.95	8.14	6.67	69.88
0.3	0.30	0.26	25.92	19.20	14.22	10.54	7.81	5.78	83.47
0.4	0.40	0.33	32.97	22.10	14.81	9.93	6.66	4.46	90.93
0.5	0.50	0.39	39.35	23.87	14.47	8.78	5.33	3.23	95.02
0.6	0.60	0.45	45.12	24.76	13.59	7.46	4.09	2.25	97.27
0.7	0.70	0.50	50.34	25.00	12.41	6.16	3.06	1.52	98.50
0.8	0.80	0.55	55.07	24.74	11.12	5.00	2.24	1.01	99.18
0.9	0.90	0.59	59.34	24.13	9.81	3.99	1.62	0.66	99.55
1	1.00	0.63	63.21	23.25	8.55	3.15	1.16	0.43	99.75
1.1	1.10	0.67	66.71	22.21	7.39	2.46	0.82	0.27	99.86
1.2	1.20	0.70	69.88	21.05	6.34	1.91	0.58	0.17	99.93
1.3	1.30	0.73	72.75	19.83	5.40	1.47	0.40	0.11	99.96
1.4	1.40	0.75	75.34	18.58	4.58	1.13	0.28	0.07	99.98
1.5	1.50	0.78	77.69	17.33	3.87	0.86	0.19	0.04	99.99
1.6	1.60	0.80	79.81	16.11	3.25	0.66	0.13	0.03	99.99
1.7	1.70	0.82	81.73	14.93	2.73	0.50	0.09	0.02	100.00
1.8	1.80	0.83	83.47	13.80	2.28	0.38	0.06	0.01	100.00
1.9	1.90	0.85	85.04	12.72	1.90	0.28	0.04	0.01	100.00
2	2.00	0.86	86.47	11.70	1.58	0.21	0.03	0.00	100.00

(10⁶尾)

表5 漁獲係数の変化にともなう漁獲量の月別推移

B.W. (g)	2.48	3.63	5.02	6.67	8.57	10.72	
Ft	Cw7	Cw8	Cw9	Cw10	Cw11	Cw12	T-Cw
0.1	23.62	31.22	39.11	47.01	54.66	61.87	257.50
0.2	45.00	53.81	61.00	66.34	69.80	71.48	367.42
0.3	64.33	69.61	71.41	70.27	66.90	61.99	404.51
0.4	81.83	80.12	74.36	66.21	57.04	47.83	407.40
0.5	97.67	86.53	72.66	58.54	45.63	34.62	395.65
0.6	111.99	89.78	68.22	49.73	35.08	24.08	378.88
0.7	124.96	90.64	62.32	41.11	26.23	16.29	361.55
0.8	136.69	89.71	55.81	33.31	19.24	10.81	345.57
0.9	147.30	87.48	49.24	26.59	13.90	7.07	331.58
1	156.91	84.31	42.95	20.99	9.92	4.57	319.64
1.1	165.60	80.51	37.11	16.41	7.02	2.92	309.57
1.2	173.46	76.31	31.82	12.73	4.93	1.86	301.11
1.3	180.57	71.88	27.12	9.82	3.44	1.17	294.01
1.4	187.01	67.36	23.00	7.53	2.39	0.74	288.03
1.5	192.84	62.85	19.42	5.75	1.65	0.46	282.97
1.6	198.11	58.42	16.33	4.38	1.14	0.29	278.66
1.7	202.88	54.13	13.69	3.32	0.78	0.18	274.98
1.8	207.19	50.02	11.45	2.51	0.53	0.11	271.82
1.9	211.10	46.12	9.55	1.90	0.36	0.07	269.09
2	214.63	42.43	7.95	1.43	0.25	0.04	266.73

(t)

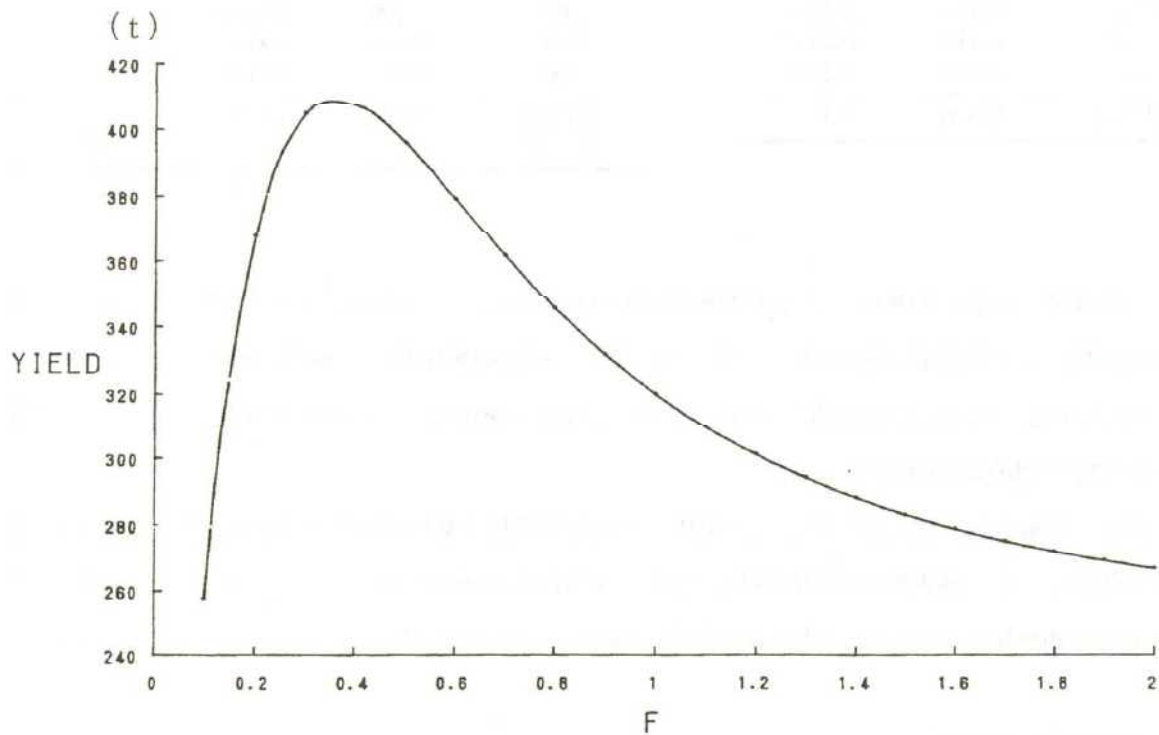


図2 漁獲係数と加入量当りの漁獲量との関係

表6 月間漁獲係数の推移

	1984	1985	1986	1987	1988	1989	月間平均
JUL.	0.625	0.300	0.343	0.307	0.958	0.614	0.524
AUG.	1.288	0.666	0.833	0.565	1.906	1.176	1.072
SEP.	1.319	1.316	1.201	0.948	1.334	1.117	1.206
OCT.	0.740	0.144	0.432	0.455	0.630	0.570	0.495
NOV.	0.340	0.460	0.579	0.351	0.286	0.488	0.417
DEC.	0.278	0.463	0.485	0.365	0.214	0.226	0.338
漁期平均	0.765	0.558	0.645	0.499	0.888	0.698	0.676

(3) 現状の漁獲圧力配分による加入漁当りの漁獲量

適正月間漁獲係数 $F_t=0.4$ を、表6に示した現状の平均月間漁獲係数の月毎の配分比に合わせて月毎に配分した(表7)。次にこれらを用いて、一定の漁期加入尾数($N_7=100 \times 10^6$ 尾)に対する毎月の資源尾数、漁獲量の変化を比較した(表8, 附表1)。

表7 適正漁獲係数の月別配分値

	現状値	適正值
JUL.	0.524	0.310
AUG.	1.072	0.635
SEP.	1.206	0.714
OCT.	0.495	0.293
NOV.	0.417	0.247
DEC.	0.338	0.200
漁期平均	0.676	0.4

表8 加入量当たりの漁獲量の比較

	平均 F_t	漁獲量	残存親魚
1984	0.765	332.07	1.02
1985	0.558	394.02	3.51
1986	0.645	384.20	2.08
1987	0.499	398.59	5.02
1988	0.888	300.15	0.49
1989	0.698	336.14	1.51
平均値	0.676	347.80	1.74
適正值	0.4	371.14	9.07

(t) (10⁶尾)

その結果、現状の漁獲圧力による漁獲量は約300~399トン、平均約348トン、配分した適正月間漁獲係数による漁獲量は約371トンとなった。また、残存親魚尾数は、現状の漁獲圧力によれば0.49~5.02 $\times 10^6$ 尾、平均約1.74 $\times 10^6$ 尾となるのに対し、適正漁獲係数では約9.07 $\times 10^6$ 尾と、現状の平均値の約5.2倍の残存親魚尾数となった。

以上の結果から、加入量に対して、現状の平均月間漁獲係数 $F_t=0.676$ の漁獲圧力を、 $F_t=0.4$ まで約40%削減しても、漁獲量はほぼ同程度、つまり実質的な漁獲増を得ることになり、しかも現状の平均的残存親魚尾数の約5倍の残存親魚尾数を残すことが可能になる。

(4) 漁獲圧力の適正化

漁獲圧力を示す漁獲係数は、漁獲能率と努力量の積で表されるので、その増減は、漁獲能率、または努力量の増減により決定される。しかし漁獲能率を変化させることは実際には困難であるので、努力量つまり出漁日数を変化させて、漁獲圧力を変化させることになる。

そこで表7をもとに、現状の月別平均漁獲係数と平均出漁日数及び適正漁獲係数と改善後の出漁日数を対比させた(表9)。これにより、適正月間出漁日数は7月は1300、8月から11月は2600～2800、そして12月は1000程度となった。

表9 現状の出漁日数と適正出漁日数との対比

	現状係数	出漁日数	適正係数	出漁日数
JUL.	0.524	2242	0.310	1328
AUG.	1.072	4667	0.635	2764
SEP.	1.206	4573	0.714	2709
OCT.	0.495	4359	0.293	2581
NOV.	0.417	4525	0.247	2678
DEC.	0.338	1703	0.200	1007

考 察

霞ヶ浦のワカサギ資源量については、加瀬林ら(1973)、鈴木(1981)、中村(1992)等が、それぞれの時期における資源尾数を推定しているが、いずれも、昭和40年以前のいわゆる豊漁の時代のそれよりも低い水準にあることと、漁獲能率が上昇していることを指摘している。このことから、霞ヶ浦におけるワカサギの漁獲量が、昭和40年代から減少傾向をたどっている一因としては、この時期から導入されたトロール漁法による漁獲圧力の過度の投入が、残存資源量の低下をまねき、ひいては初期資源量の低下につながるという悪循環があることが推察される。

これまでの霞ヶ浦のワカサギ漁について、漁獲圧力の増減と資源漁の変化についての検討は少なかった。加瀬林(1973)は、昭和30年から40年までの統計から、ワカサギの帆曳網漁の適正出漁日数を計算し、トロール漁への換算を試みているが、その後時代を経るにしたがい、漁船性能の向上がみられていることなど、操業の形態は変化しているので、新しい適正漁獲圧力の推定が必要と考えられた。そこで今回、昭和59年から平成元年までの統計から推定した資源尾数に基づいて、漁獲圧力と漁獲量の関係を試算し、漁業規制による資源管理についての考察を行っている。

しかし、基本データとして用いた農林漁獲統計はその性質上、操業の実態を正確には捕らえきれない面を含んでいる点に留意しなければならない。例えば、トロール漁の操業では、現在1日あたりの操業時間は時期により若干違いがあることや、ワカサギの資源状況によってはワカサギを目的としない出漁もあること等である。これらは、表2にあるように、漁獲能率の低下する時期があることからもうかがえる。また、トロールによるワカサギ漁獲量は、総ワカサギ漁獲量の約90%であるが、今回はこれらの補正を行っていない。

中村(1992)は、これらの点を補正してDe LURYの方法による推定を行っているが、今回の初期資源尾数の推定値は中村(1992)の結果とほぼ一致している。また、月別資源尾数の推定においても、トロール漁獲以外の補正の有無による差は、その後の展開に影響するものではないことを確認している。

資源管理をすすめるうえで、その資源の再生産の関係式と加入量当りの漁獲量の変化を明かにすることは必要不可欠な問題である。再生産モデルにはいくつかの理論式が示されているが、いずれの式の場合でも、残存親魚尾数が少ないときは、初期資源尾数はそれに比例する点では一致している（田中（1985））。今回の結果からも、直線関係がみられ、しかも近年は漁期加入尾数が低位にあると示された。また、加入量当りの漁獲量の試算の結果、現状で毎月一律に約40%の漁獲圧力の削減を行った場合でも、現状の漁獲量とほぼ一定のまま、現状の約5倍の残存親魚を残すことができると示されたことは、漁獲量の増加を図るために、残存資源の適切な確保と適切な漁獲圧力の行使が必要であることを意味している。

今後は、さらに再生産モデルの考察をすすめ、より適切な漁業管理の方策を検討することが必要となった。

要 約

昭和59年から平成元年まで6年間の漁獲統計の解析をもとに、ワカサギについてこの期間の資源尾数を月毎に推定し、ワカサギトロール漁に関する漁業管理についての試算を行った結果は以下のとおりである。

- 1 漁業開始の7月におけるワカサギの資源尾数は、 $74.4 \sim 623 * 10^6$ 尾と推定された。漁期終了後の残存親魚尾数は、 $2.37 \sim 11.2 * 10^6$ 尾と推定された。
- 2 加入漁当りの最大漁獲量をあげる月間漁獲係数（ F_t ）は、0.4と推定された。
- 3 現在の平均月間漁獲係数（ F_t ）は0.676と推定され、適正月間漁獲係数0.4と比較して、操業は効率化を図る余地があると示された。
- 4 現状の毎月の漁獲圧力を約40%削減しても、漁獲量はほぼ一定のまま、約5倍の残存親魚尾数を確保できると推定された。
- 5 出漁日数による漁獲圧力の適正化を図る場合、適正月間出漁日数は7月1300、8月から11月は2600から2800、そして12月は1000程度と示された。

参考文献

- 相崎 守弘（1992）：霞ヶ浦を取り巻く環境変化，国立環境研究所霞ヶ浦臨湖実験施設研究講演集，6，33-39
- 土井 長之（1975）：水産資源力学入門，日本水産資源保護協会，39-42
- 加瀬林成夫・浜田篤信（1973）：霞ヶ浦におけるワカサギ資源とその管理，茨城県内水産試験場調査研究報告，11，1-22
- 鈴木 健二（1981）：霞ヶ浦の最近におけるワカサギ資源の動向について-1 資源解析，茨城県内

水面水産試験場調査研究報告, 18, 1 - 5

中村 誠 (1992) : 霞ヶ浦におけるワカサギ資源に関する研究, 茨城県内水面水産試験場調査研究報告, 28, 1 - 19

田中 昌一 (1985) : 水産資源学総論, 恒星社厚生閣, 74 - 89

付表1 加入量当たりの漁獲量および資源尾数の月別推移の比較

年	月	CPUE	St	Zt	Ft	Et	Nn (10%尾)	Cn (10%尾)	Wt (g)	Cw (t)	ΣCw (t)
1984	JUL.	117376.97	0.54	0.63	0.625	0.46	100.00	46.48	2.48	115.38	
	AUG.	32364.85	0.28	1.29	1.288	0.72	53.52	38.76	3.63	140.53	
	SEP.	8656.96	0.27	1.32	1.319	0.73	14.76	10.81	5.02	54.27	
	OCT.	4130.51	0.48	0.74	0.740	0.52	3.95	2.06	6.67	13.76	
	NOV.	2940.57	0.71	0.34	0.340	0.29	1.88	0.54	8.57	4.65	
	DEC.	2227.82	0.76	0.28	0.278	0.24	1.34	0.32	10.72	3.48	332.07
JAN.						1.02					
1985	JUL.	33808.74	0.74	0.30	0.300	0.26	100.00	25.90	2.48	64.30	
	AUG.	17369.07	0.51	0.67	0.666	0.49	74.10	36.03	3.63	130.63	
	SEP.	4657.89	0.27	1.32	1.316	0.73	38.07	27.86	5.02	139.85	
	OCT.	4031.85	0.87	0.14	0.144	0.13	10.21	1.37	6.67	9.15	
	NOV.	2545.31	0.63	0.46	0.460	0.37	8.84	3.26	8.57	22.72	
	DEC.	1601.58	0.63	0.46	0.463	0.37	5.58	2.07	10.72	22.17	394.02
JAN.						3.51					
1986	JUL.	31106.52	0.71	0.34	0.342	0.29	100.00	29.00	2.48	71.98	
	AUG.	13529.20	0.43	0.83	0.833	0.57	71.00	40.12	3.63	145.46	
	SEP.	4070.96	0.30	1.20	1.201	0.70	30.88	21.59	5.02	108.37	
	OCT.	2642.85	0.65	0.43	0.432	0.35	9.29	3.26	6.67	21.74	
	NOV.	1481.46	0.56	0.58	0.579	0.44	6.03	2.65	8.57	22.72	
	DEC.	912.01	0.62	0.49	0.485	0.38	3.38	1.30	10.72	13.93	384.20
JAN.						2.08					
1987	JUL.	10853.46	0.74	0.31	0.307	0.26	100.00	26.46	2.48	65.69	
	AUG.	6171.59	0.57	0.56	0.565	0.43	73.54	31.72	3.63	115.01	
	SEP.	2390.85	0.39	0.95	0.948	0.61	41.81	25.62	5.02	128.59	
	OCT.	1516.54	0.63	0.46	0.455	0.37	16.20	5.92	6.67	39.50	
	NOV.	1067.19	0.70	0.35	0.351	0.30	10.27	3.04	8.57	26.09	
	DEC.	740.76	0.69	0.37	0.365	0.31	7.23	2.21	10.72	23.71	398.59
JAN.						5.02					
1988	JUL.	27149.00	0.38	0.96	0.958	0.62	100.00	61.62	2.48	152.95	
	AUG.	4037.03	0.15	1.91	1.906	0.85	38.38	32.67	3.63	118.46	
	SEP.	1063.23	0.26	1.33	1.334	0.74	5.71	4.20	5.02	21.10	
	OCT.	566.18	0.53	0.63	0.630	0.47	1.50	0.70	6.67	4.69	
	NOV.	425.27	0.75	0.29	0.286	0.25	0.80	0.20	8.57	1.71	
	DEC.	343.49	0.81	0.21	0.214	0.19	0.60	0.12	10.72	1.24	300.15
JAN.						0.49					
1989	JUL.	14773.60	0.54	0.61	0.614	0.46	100.00	45.87	2.48	113.86	
	AUG.	4558.52	0.31	1.18	1.176	0.69	54.13	37.43	3.63	135.70	
	SEP.	1491.74	0.33	1.12	1.117	0.67	16.70	11.24	5.02	56.41	
	OCT.	843.87	0.57	0.57	0.570	0.43	5.47	2.37	6.67	15.83	
	NOV.	518.00	0.61	0.49	0.488	0.39	3.09	1.19	8.57	10.23	
	DEC.	413.23	0.80	0.23	0.226	0.20	1.90	0.38	10.72	4.11	336.14
JAN.						1.51					
6年 平均	JUL.		0.59	0.52	0.524	0.41	100.00	40.81	2.48	101.30	
	AUG.		0.34	1.07	1.072	0.66	59.19	38.93	3.63	141.15	
	SEP.		0.30	1.21	1.206	0.70	20.26	14.19	5.02	71.25	
	OCT.		0.61	0.50	0.495	0.39	6.07	2.37	6.67	15.80	
	NOV.		0.66	0.42	0.417	0.34	3.70	1.26	8.57	10.81	
	DEC.		0.71	0.34	0.338	0.29	2.44	0.70	10.72	7.50	347.80
JAN.						1.74					
適正	JUL.		0.73	0.31	0.310	0.27	100.00	26.68	2.48	66.23	
	AUG.		0.53	0.63	0.635	0.47	73.32	34.46	3.63	124.95	
	SEP.		0.49	0.71	0.714	0.51	38.86	19.83	5.02	99.57	
	OCT.		0.75	0.29	0.293	0.25	19.02	4.83	6.67	32.23	
	NOV.		0.78	0.25	0.247	0.22	14.19	3.10	8.57	26.61	
	DEC.		0.82	0.20	0.200	0.18	11.08	2.01	10.72	21.55	371.14
JAN.						9.07					

ΣCw：年間漁獲量