

霞ヶ浦におけるワカサギ資源に関する研究

中 村 誠

1 はじめに

霞ヶ浦は昭和40年代には、周辺の開発にともなう流入水の水質の悪化や常陸利根川水門の閉鎖また水資源開発のための湖岸堤の建造および新しい魚種の侵入または導入等によりワカサギおよびその他の霞ヶ浦に住んでいた生物をめぐる環境が大きく変化した。また漁業経営の近代化にともない、資源に対する漁獲圧力は飛躍的に増大した。そのため霞ヶ浦のワカサギ漁獲量は昭和30年代以前は年間1000トン以上であったものが昭和40年以降、急激に減少し、かつ年間の漁獲量の変動も大きく、最近数年間は300トンから500トン台で推移している。このようなワカサギ漁獲量の減少および不安定化は漁業経営を不安定なものにしており漁業者の漁業に対する意欲も低下させる。また霞ヶ浦におけるワカサギ漁獲量は周辺住民にとっても、霞ヶ浦の水質判断の大きな目安となっている。従って、水産業としてだけでなく、霞ヶ浦のイメージを良くするためにもワカサギ資源の増大および安定化は急務である。

霞ヶ浦北浦のワカサギ資源に関しては茨城県水産試験場(1912)を始め多くの研究があり、その基本的な生態は明らかにされている。しかしすでに明かとなっていた生態についても最近の調査では、成長や産卵場など過去の状況に比べて、明らかに変化していると思われる現象も見られるようになってきた。

本研究は最近のワカサギの資源変動要因を解明するため、漁獲統計による解析を行い資源量の推定をした。また曳網によりワカサギの稚魚期に多く存在する魚類を採捕し、その胃内容物組成などから餌を巡る競争関係についても調査した。また、ワカサギの稚魚期に操業されている漁業の漁獲物中にはかなりワカサギの稚魚が混獲されており、これらの漁業によるワカサギ資源への影響も無視できないと考えられる。そこで、混獲による影響を明らかにするため、漁獲統計による解析を行った。

なお、本研究の多くは水産庁の補助事業である地域重要新技術開発促進事業により行ったものである。また月別の漁獲統計を得るに当たってご協力いただいた関東農政局茨城統計情報事務所及びその出張所の方々に感謝します。

2 方法

1) 資源量の推定

Du Lury によれば、霞ヶ浦のトロール漁業期間中のワカサギのように漁獲以外の減耗が無視でき、かつ、新たな資源の添加もない場合、単位漁獲努力当たりの漁獲尾数を Y 、漁獲開始前の資源尾数を N_0 、単位時間に単位努力により漁獲される資源量の割合を k 、および累積漁獲尾数を X としたとき

$$Y = k(N_0 - X)$$

という関係がある。

Y の値については、各年度毎の7月から翌年1月までの月毎の漁獲量と漁獲されたワカサギの平均体重から各月毎の漁獲尾数を求めた。なお、月別漁獲量に関する資料は統計情報事務所の組合別の元票から独自に月別漁獲量および月別漁業種類別操業日数を集計した。またワカサギの月別漁獲量を漁獲尾数に換算するための月毎の平均体重は7月から12月まで毎月1回、霞ヶ浦のトロールによる漁獲物を購入し、体重と体長を計測した。

また各月の漁獲量および累積漁獲尾数としてはトロール以外の漁業による漁獲も考慮するため、トロール以外の漁業による漁獲も含めた総漁獲量から求めたが、単位漁獲努力当たり漁獲量としては、トロールのみによる漁獲尾数を用いた。漁獲努力量は7月中と8月以降とでは1日の操業時間が異なる為、延べ操業時間とし、漁獲努力単位としては時間を取った。また、同じトロール漁業でもワカサギの漁獲量によっては漁獲の対象をエビやハゼ、シラウオなどに変更する。この様なときには同じ努力量でもワカサギを主な漁獲目的としているときとはワカサギに対する漁獲効率が変化すると思われる。しかし、主な漁獲対象がワカサギと異なった場合のトロール漁業のワカサギに対する漁獲効率は不明なので、ここではトロールでの総漁獲物に占めるワカサギ漁獲量の比率と漁獲努力数との積を漁獲努力数として用いた。この様にして求めた Y と X の推移から N_0 を求めた。

2) 被捕食状況調査

調査期間中、毎月1回、図1に示した湖内4地点の湖底を、網口を5mに固定した小型の曳網を毎分約50mの速さで曳網した。採集物は船上で直ちにホルマリンで固定した後、試験場に持ち帰り、種類毎に総重量および個体数を計数した。曳網漁獲物の内、餌料でワカサギ仔稚魚と競合している可能性があり、個体数も多いハゼ類についてその胃内容物の調査をした。

3 結果および考察

1) ワカサギ資源量の推定

最近の霞ヶ浦北浦では、その年の漁獲量と漁期前に行われる試験操業の結果とがかな



図1 調査地点

- | | | | |
|----------|------------|-------------|----------|
| St.1 神宿 | St.2 牛渡 | St.2-2 大須賀津 | St.3 湖心 |
| St.4 大井戸 | St.4-2 八木蒔 | St.4-3 安食 | St.5 五町田 |
| St.6 麻生 | St.6-2 浮島 | St.7 新利根 | St.8 古渡 |
| St.9 馬掛 | St.10 出島 | | |

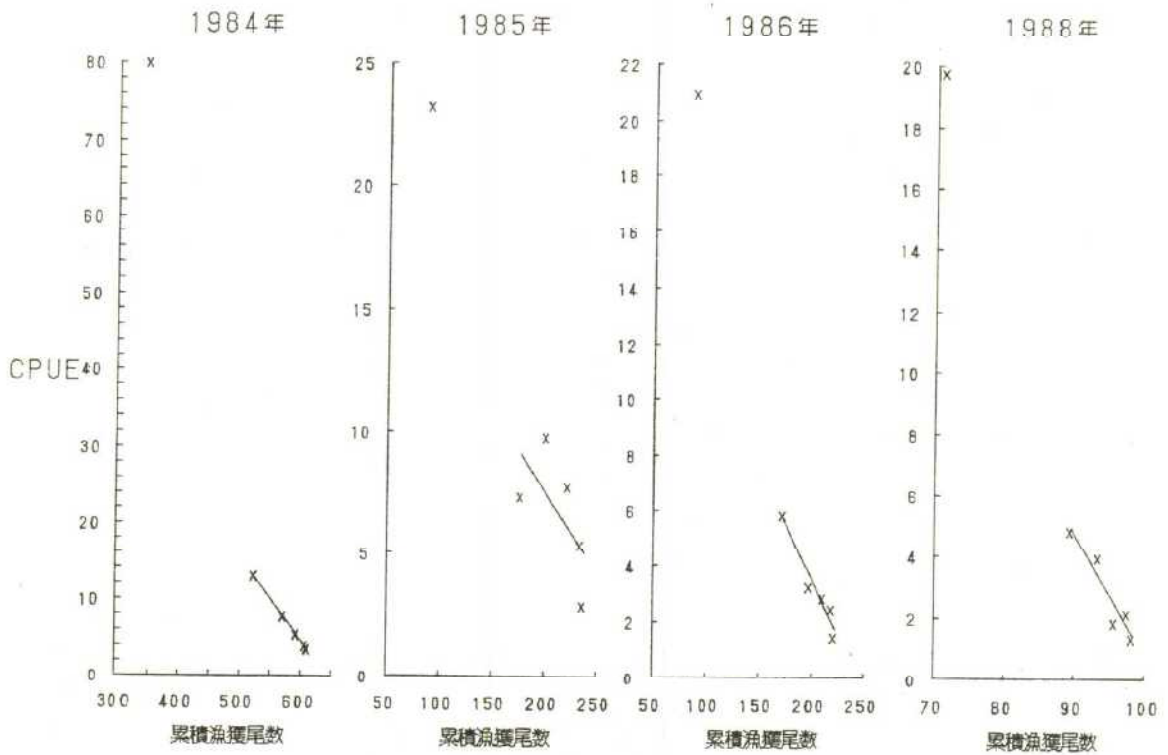


図2 霞ヶ浦における単位漁獲努力量当りのワカサギ漁獲尾数 (CPUE) と累積漁獲尾数の関係

り相関があること（茨城県：1989,1990）や図2に示したようにその年漁獲されるワカサギの70~80%が7、8月中に漁獲される事などから、その年のワカサギの漁獲量が決定される時期としては、産卵から7月以前であるといつて良いであろう。

この期間の湖内でのその年のワカサギ資源量を決定する要因としては、①産卵量、②ふ化率、③仔稚魚の生残率、および④成長量が考えられる。しかしこれらについては成長量を除いて、現場調査により数量化する事はほとんど不可能である。加瀬林・他（1973）や鈴木（1981）は、De Luryの方法を用いてトロール漁業の漁期前のワカサギ資源（以下“初期資源”という）量や産卵量などを推定している。そこでここでもDe Luryの方法を用いて魚期前のワカサギ資源個体数を推定し産卵量や、漁期前までの卵からの歩留まり等を推定してみた。

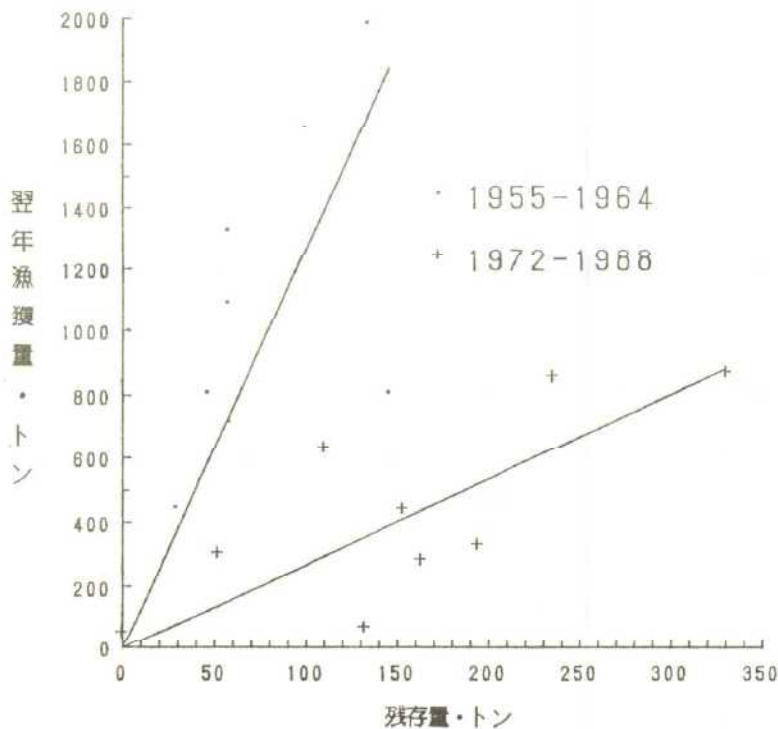
第1表 昭和59年から平成元年における漁獲努力量、漁獲量、CPUEおよび累積漁獲量等

	トロールによるワカサギ漁獲量 (t)	トロール漁獲物中のワカサギ以外の漁獲量 (t)	トロールにおけるワカサギ漁獲量の比率 (%)	漁獲努力量延べ時間	トロールのワカサギ狙い換算努力量	平均体重 (g)	CPUE ($\times 10^{-3}$)	トロール以外の漁獲物のワカサギ漁獲量 (t)	総漁獲量 (t)	総漁獲尾数 ($\times 10^6$)	総量標準漁獲尾数 ($\times 10^6$)
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
			(1)/(1+2)		(3)*(4)		(1)/(8*5)			(9)/(8)	
1984/7	318.7	5.7	98.2	3702	3635.41	1.1	78.70	80.5	379.2	344.7	344.7
8	395.1	73.3	84.4	15261	12880.33	2.4	12.78	38.5	433.6	180.7	525.4
9	193.1	305.3	38.7	15564	6023.31	4.3	7.46	8.3	201.4	46.8	572.2
10	171.3	329.1	26.9	14439	3884.14	6.1	5.12	6.8	128.1	21.0	593.7
11	99.2	286.5	25.7	13674	3514.26	7.4	3.81	8.7	107.9	14.8	607.8
12	28.6	102.1	21.9	4818	1055.19	8.0	3.39	3.1	31.7	4.0	611.8
1	0.0	0.0		0	0	8.5		4.7	4.7	0.6	612.4
1985/7	233.7	6.4	97.3	3240	3152.57	3.2	23.17	51.8	285.5	89.2	89.2
8	258.3	68.5	79.0	14394	11371.31	3.1	7.33	13.3	271.6	87.6	176.8
9	88.7	484.8	18.0	15039	2408.29	3.8	9.70	4.0	92.7	24.4	201.2
10	90.1	428.8	17.4	14580	2536.07	4.6	7.72	6.8	95.0	20.8	222.0
11	70.9	371.8	16.0	13707	2193.17	6.1	5.30	6.5	77.4	12.7	234.7
12	19.9	84.7	19.0	4659	885.26	8.0	2.81	2.0	21.9	2.7	237.4
1	0.0	0.0		0	0	10.4		5.1	5.1	0.5	237.9
1986/7	203.9	1.9	99.1	3512	3480.44	2.8	20.92	45.3	249.2	89.0	89.0
8	289.4	75.9	78.0	17070	13314.85	3.5	5.78	23.4	292.8	83.7	172.7
9	99.7	135.9	42.3	16329	6907.21	4.5	3.21	13.8	113.5	25.2	197.9
10	74.6	186.0	31.0	14109	4373.84	6.0	2.84	9.6	84.2	14.0	211.9
11	55.1	214.8	20.4	13935	2842.79	8.0	2.42	8.0	63.1	7.9	219.8
12	18.3	66.4	21.6	5733	1238.37	10.5	1.41	5.5	23.8	2.3	222.1
1	0.4	116.0	0.3	105	0.36	11.0	101.01	2.6	3.0	0.3	222.4
1987/7	63.9	16.3	79.7	2945	2347.21	3.0	9.07	12.2	76.1	25.4	25.4
8	84.1	131.8	32.7	10812	3535.57	2.9	6.25	11.0	75.1	25.9	51.3
9	40.4	311.7	11.5	10104	1162.01			12.2	52.6		
10	42.9	347.2	11.0	12723	1399.58			7.0	48.9		
11	43.8	450.4	8.9	14379	1279.78			5.3	49.1		
12	14.6	134.9	9.8	5523	541.30			4.4	19.0		
1	1.4	0.9	60.9	465	283.23			4.9	6.3		
1988/7	71.9	6.5	91.7	3312	3037.15	1.2	19.73	13.3	85.2	71.0	71.0
8	55.0	139.2	28.3	13182	3730.55	3.1	4.76	2.5	57.5	18.5	89.5
9	24.5	245.4	9.1	11133	1013.15	6.2	3.90	1.2	25.7	4.1	93.6
10	17.8	149.0	10.7	9918	1061.27	9.5	1.77	2.9	20.7	2.2	95.8
11	19.4	273.8	6.6	11904	785.71	11.5	2.15	1.9	21.3	1.8	97.7
12	7.1	71.7	9.0	4935	444.20	12.5	1.28	1.3	8.4	0.7	98.4
1	11.3					0.0		0.0	0.0		
1989/7	85.8	26.7	78.2	3467	2711.24	2.8	12.59	26.8	122.4	43.7	43.7
8	70.0	59.2	54.2	13077	7087.78	3.5	2.82	13.1	83.1	23.7	67.4
9	29.5	212.0	12.2	14145	1725.74	4.2	4.07	3.4	32.9	7.8	75.2
10	28.2	84.2	25.1	12687	3184.48	7.9	1.12	3.7	31.9	4.0	79.2
11	29.4	176.6	14.3	13845	1979.88	12.3	1.21	1.7	31.1	2.5	81.7
12	10.5	42.1	20.0	4977	995.45	15.3	0.69	2.2	12.7	0.8	82.5
1											

推定の結果は表1に示した通りで初期資源尾数は約 90×10^6 尾から 610×10^6 と、年変動が大きかった。これから残存資源量および推定産卵量を求めると表2の様になった。なおここでは雌の抱卵数は白石(1960)、加瀬林ほか(1960)に基づき、親魚の体重1g当たり1000粒とした。この結果、卵から翌年の初期資源までの生残率は0.43~0.15%と見積もられた。この値は昭和30年代の値(加瀬林・他:1973)の約1/10であり、昭和40年代(鈴木:1981)の値と等しい。

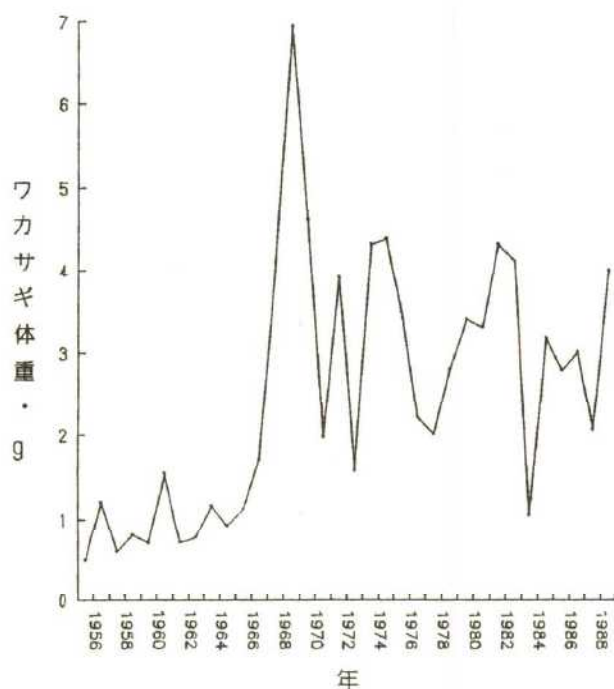
第2表 推定初期資源量および推定産卵量

年	推定初期 資源尾数 ($\times 10^6$)	累積漁 獲尾数 ($\times 10^6$)	残存 尾数 ($\times 10^6$)	1月の 平均体重 (g)	残存 重量 (t)	推定 産卵数 ($\times 10^9$)	翌年の初期 資源までの 生残率(%)
1984	643.4	612.4	31.0	8.5	263.5	131.8	0.24
1985	270.0	237.9	32.1	10.4	330.0	165.0	0.15
1986	244.7	222.4	22.3	11.0	245.0	122.5	
1987	102.1	98.4	3.7	11.3	41.8	20.9	0.43
1988	89.6	82.5	7.1	15.3	108.6	54.3	



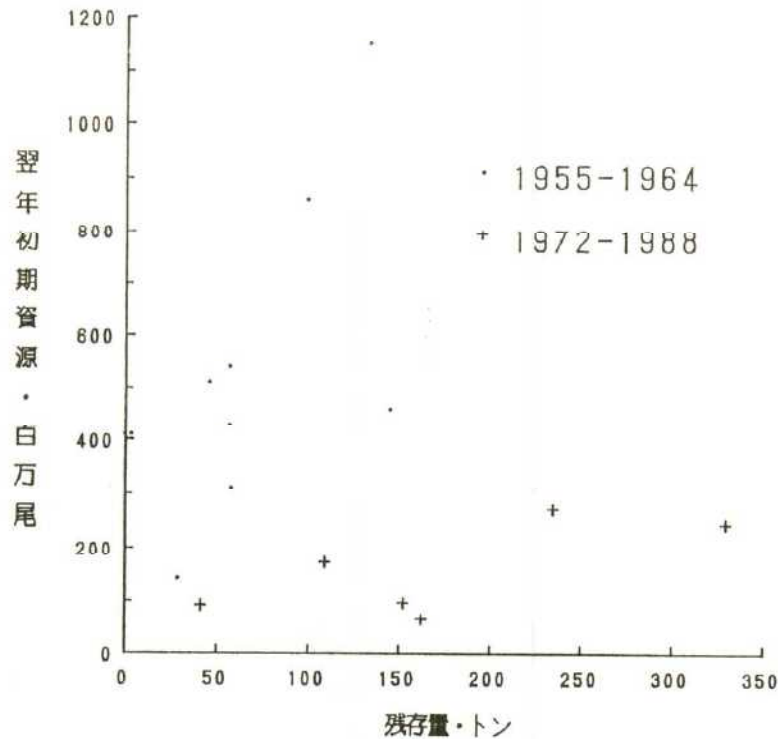
第3図 霞ヶ浦におけるワカサギの漁期後の推定残存重量(t)と翌年の漁獲量との関係

また残存資源量と翌年の漁獲量の関係を見ると図3に示したようになり、昭和30年～39年の近似式の傾きと昭和47年～63年の近似式の傾きはそれぞれ12.70 および 2.68 となる。この傾きの値の比は 4.7 となり次に述べる昭和30年～39年に対する昭和47年以降の個体数の生残率の減少率より小さい。これは図4に示したように昭和42年以降にワカサギの成長が良くなっているため個体数の減少による漁獲量の減少を成長量が補っているためであろう。



第4図 7月21日に霞ヶ浦で漁獲されたワカサギの平均体重の推移

残存資源量と翌年の初期資源尾数との関係を図示すると図5のようになり、昭和30年代は近似式の傾きが 6.63, 昭和47年以降の近似式の傾きは 0.82 である。従って昭和30年代の平均生残率は昭和47年以降の平均生残率の約8倍であったことになる。昭和47年以降に、昭和30年代よりも卵から初期資源までの生残率が減少した原因は明らかではないが、湖岸帯の変化による生活の場の物理的变化や水質の変化による生産系の変化、それらに伴う生態系の変化などが考えられるが、3) 項以下で述べるようにワカサギの稚魚期に操業される漁業の影響も無視できないと考えられる。また昭和30年代と昭和47年以降のどちらの期間も残存資源量(重量)と翌年の初期資源尾数とは正の相関がある。しかし、昭和47年以降については両者の関係式の傾きが 0.82 と小さく、残存資源量の変化が資源量の年変動に与える影響は小さいと思われる。むしろ生残率の変化の方が漁



第5図 霞ヶ浦における漁期後のワカサギの残存資源重量と翌年の初期資源尾数の関係

獲量に与える影響は大きく、例えば、残存資源量 150t、生残率 0.27% の場合、生残率を 0.5%向上させることで

$$(150/2) \times 10^6 \times 1000(\text{粒/g}) \times 0.005 = 375 \times 10^6$$

となり約 380×10^6 尾の初期資源の増大が見込まれる。またこの初期資源尾数の増加がどのくらいの漁獲量になるかを計算すると、昭和47年以後の初期資源尾数と漁獲量との関係が

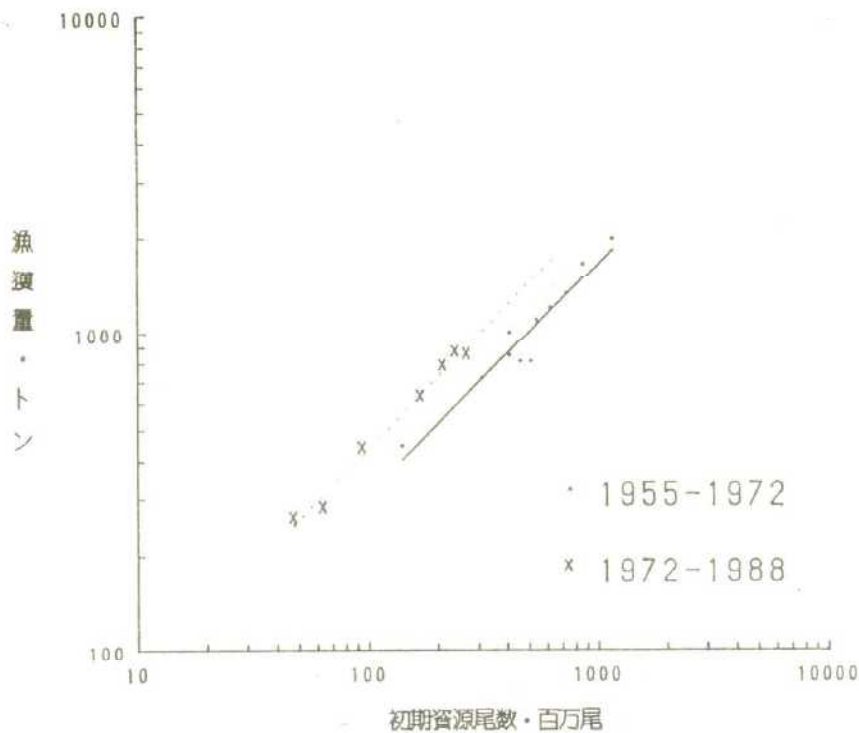
$$Y = 13.928X^{0.747}$$

(ただし Y は漁獲量(t), X は初期資源尾数 ($\times 10^6$ 尾))

となる(図6)。

上式の X に生残率が 0.27%の時の初期資源尾数 202.5×10^6 と、生残率が0.77の時の初期資源尾数 577.5×10^6 を代入してその差を求めると、約 870t の漁獲量の増大となると見積られる。

このように最近の霞ヶ浦では産卵量よりも卵から漁期前までの生残率の変化がその年のワカサギの資源量を変動させる大きな要因であるとみられる。



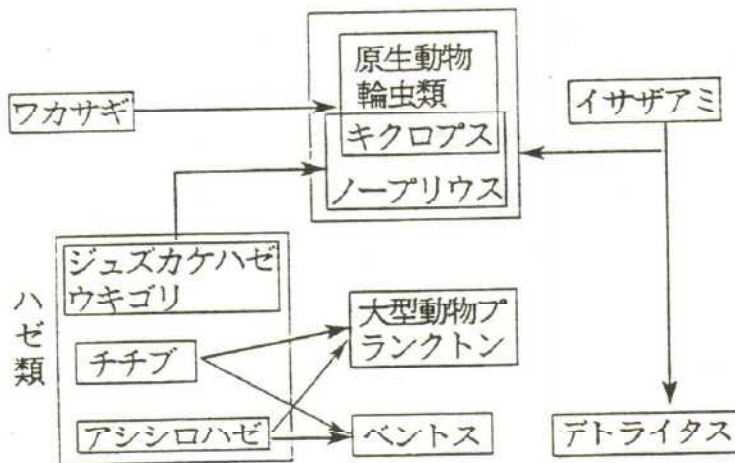
第6図 霞ヶ浦における初期資源尾数とその年の漁獲量の関係

この時期のワカサギの生き残りを決定する要因としては、ワカサギ1個体当りの捕食可能な餌の量とワカサギの被捕食量および仔稚魚期の漁業による混獲が考えられる。そこで以下にそれぞれの要因について考察してみる。

2) ワカサギ仔稚魚期の餌をめぐる競争関係

①ワカサギ仔魚期の餌料をめぐる関係

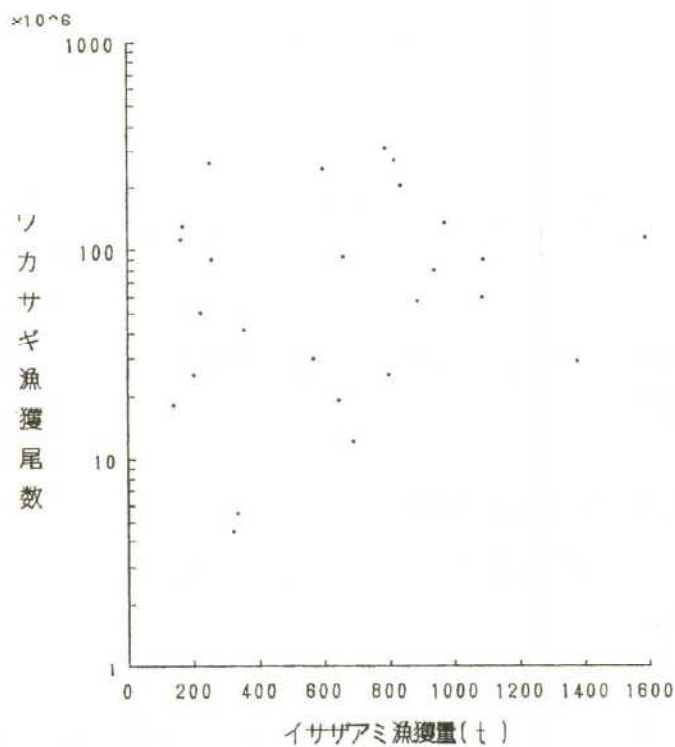
従来の調査からワカサギ仔魚期の餌をめぐる競争関係は図7のようになっていると思われる。すなわち、ワカサギのふ化仔魚は大型の原生動物(佐々木:1981)や輪虫類を主に捕食し、体長5mmくらいでノープリウス幼生を捕食するようになり、体長14mm以上でキクロプスなど、より大型の動物プランクトン食となる(茨城内水試:1990)。また、3月から4月にふ化したジュズカケハゼやウキゴリの仔稚魚はノープリウスやキクロプスを捕食している(中村:1986)。これら以外のハゼ類は前年産の個体であり、大型の動物プランクトンや底生動物を捕食している(茨城内水試:1990)。一方イサザアミはデトライタスや動物プランクトンなどを捕食している(春日:1984)。これらの事から、この時期にはイサザアミとウキゴリおよびジュズカケハゼの稚魚がワカサギ仔稚魚と餌をめぐる競争関係にあると思われる。そこで、これらの種の資源量とワカサギ資源量の関係について以下に考察してみる。



第7図 霞ヶ浦におけるワカサギ仔魚期の餌料を巡る関係

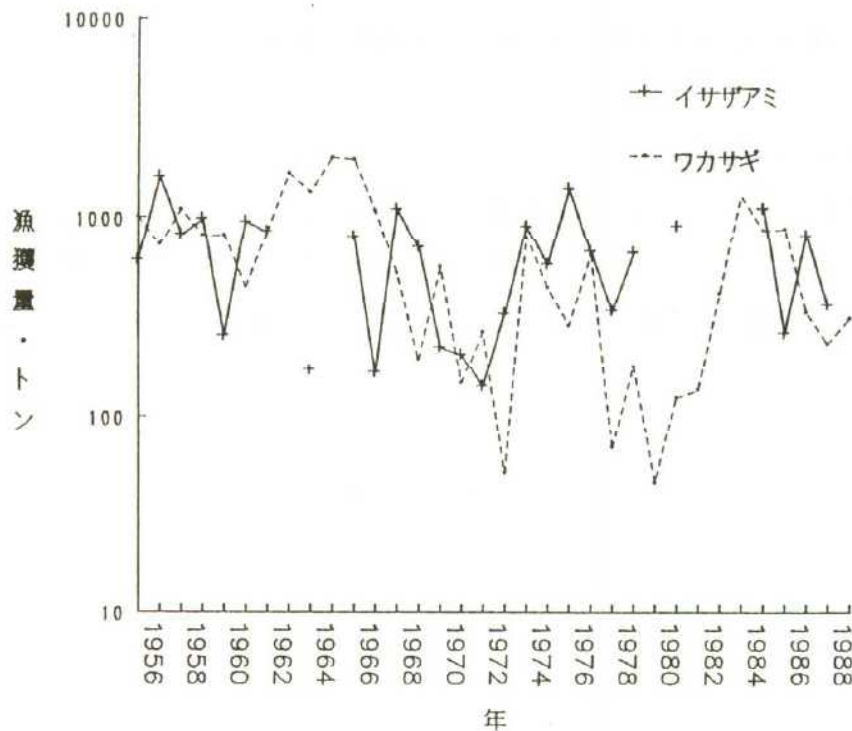
ア) イサザアミとの競合関係

イサザアミとワカサギ仔魚とが餌生物において競合し、イサザアミの存在がワカサギ仔稚魚の生存に圧力を加えているとすればイサザアミの春期の漁獲量とワカサギの量との間には逆相関がみられるはずである。そこでイサザアミの春期の漁獲量として



第8図 霞ヶ浦における4、5月のイサザアミ漁獲量と7月中のワカサギ漁獲尾数の関係

4月と5月の漁獲量の合計を取り、ワカサギの量として7月中の漁獲尾数（7月中の漁獲量／7月21日の平均体重）を取って、両者の関係をプロットしてみたのが図8である。図からイサザアミの漁獲量とワカサギの漁獲尾数との間には明瞭な関係はみられず、イサザアミのこの時期の現存量がワカサギの個体数を規定しているとは考えられない。むしろ、イサザアミの量に対するワカサギ漁獲尾数の下限をみると右上がりになっており、イサザアミの量がワカサギ個体数の最低量を保障しているようにもみられる。また、図9はワカサギの年間漁獲量とイサザアミの4、5月の漁獲量の経年変化を示したものであるが、むしろイサザアミの多い年にワカサギ漁獲量も多いという傾向がみられる。



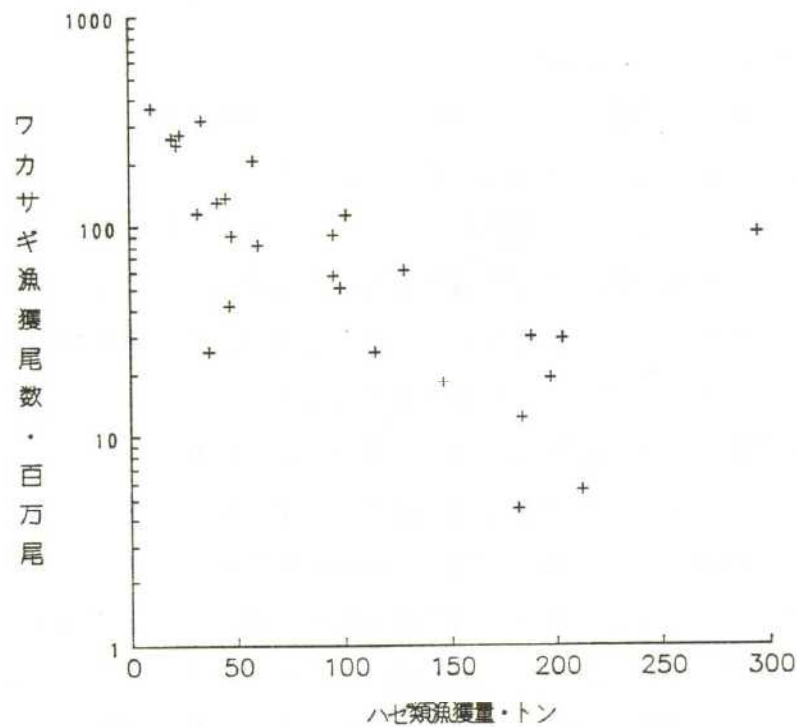
第9図 霞ヶ浦における4、5月のイサザアミ漁獲量とその年のワカサギ漁獲量の推移

これらの事から少なくとも調査した期間においては、4、5月のイサザアミの量はワカサギ資源に対して負の要因とはなっていないと思われる。

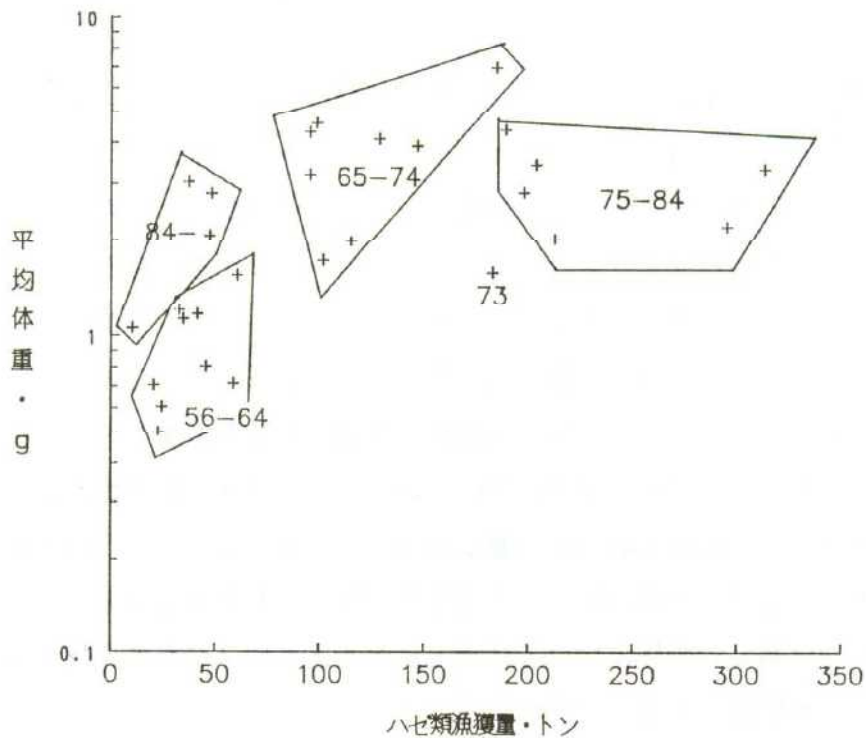
イ) ハゼ類との競合関係

図7からこの時期のワカサギと関係があると思われるハゼ類はジュズカケハゼおよびウキゴリの仔稚魚である。しかしこの時期のこれらのハゼ類の各種類毎の資源量についての資料はない。そこでジュズカケハゼやウキゴリの稚魚が主な漁獲対象となっ

ている5月のハゼ類の漁獲量と7月のワカサギ漁獲尾数との関係をみたのが図15である。全体として明らかに右下がりとなっており、ハゼ類の多少がワカサギ個体数と何らかの関係がある事がわかる。今この関係が図7に示したような餌の取り合い関係のみであればハゼ類の多い年はワカサギは餌不足から小型の個体になると思われる。そこで7月21日のワカサギの平均体重とハゼ類の漁獲量の関係を作図したのが図11である。図では昭和50年代を除いて明らかに右上がりとなっており、ハゼ類の漁獲量の増加とワカサギの成長とは正の相関を示している。これらの事から、春先のハゼ類の多い年にはワカサギの個体数は減少する、しかし減少したワカサギの成長は良く、大型となる事がわかった。個体の成長量は捕食可能な餌の量で規定されているであろうから、少なくとも昭和50年代以外の時期では、ワカサギ個体数が減少すればワカサギ1個体当たりの捕食可能な餌の量は増加していると考えられ、ワカサギ個体数の変化の原因がハゼ類との餌の競合によるものではないと考えられる。ハゼ類の漁獲量とワカサギ個体数との関係については後で述べるように、ハゼを漁獲する時にワカサギが混獲される影響が大きいと思われる。



第10図 霞ヶ浦における5月のハゼ類漁獲量と7月中のワカサギ漁獲尾数の関係



第11図 霞ヶ浦における5月のハゼ類の漁獲量と7月21日のワカサギの平均体重の関係

②ワカサギ仔稚魚の被捕食

ワカサギ資源変動要因の一つとして、ワカサギの被捕食が考えられる。ワカサギ卵の食害については矢口ほか(1960)などがありヒガイ、モツゴ、ハゼ類およびテナガエビなどの食害について報告している。ワカサギの仔稚魚期の食害についての報告はないがワカサギが他の魚類に捕食されている事は十分考えられる。特に仔魚期には動物プランクトンとして捕食されている可能性がある。また霞ヶ浦北浦には昭和50年頃からオオクチバスやブルーギルが見られるようになり、これらの魚種による捕食がワカサギ資源の減少の原因の一つであるとも言われた。

オオクチバスやブルーギル以外にワカサギ仔魚に対する捕食の可能性があり個体数の多い生物はハゼ類である。霞ヶ浦にはハゼ類としてヌマチチブ、アシシロハゼ、ジュズカケハゼおよびウキゴリの4種が量的に多い。また4月頃から8月頃まではヨシノボリも見られる。これらのハゼ類のうちウキゴリとジュズカケハゼは3月頃が産卵期で、3月中に稚魚がみられる。したがって、これらの魚種はワカサギ仔稚魚と餌の競合はするがワカサギ仔稚魚を捕食することはない。表3はワカサギのふ化時期に当たる3月に曳き網で採捕したハゼ類の消化管内容物である。数値はハゼ類の体長別に、

第3表 ヌマチチブおよびアシシロハゼの胃内容物
 (()は空胃でなかった個体数に対する比率)

魚種	BL(mm)	調査 個体数	空胃数	Naupulius					その他
				Cyclopus	幼生	Daphnia	イサザアミ	ユスリカ 幼虫	
ヌマチチブ	20mm以下	9	6	1 (33)	0	0	2 (67)	0	1 (33)
	20~25	30	5	23 (92)	0	6 (24)	2 (8)	6 (24)	1 (4)
	25~30	20	1	16 (84)	0	6 (32)	5 (26)	10 (53)	3 (16)
	30~35	3	0	2 (67)	0	0	1 (33)	3 (100)	0
	35mm以上	5	3	1 (50)	0	0	1 (50)	2 (100)	0
アシシロハゼ	20mm以下	4	0	3 (75)	1 (25)	0	2 (50)	1 (25)	0
	20~25	9	0	7 (78)	0	0	4 (44)	0	0
	25~30	10	0	9 (90)	0	1 (10)	8 (80)	1 (10)	0
	30~35	10	0	9 (90)	0	1 (10)	5 (50)	5 (50)	2 (20)
	35mm以上	8	0	7 (88)	0	1 (13)	7 (88)	7 (88)	4 (50)

第4表 ハゼ類1個体当たり平均捕食数

魚種	BL(mm)	Naupulius					その他
		Cyclopus	幼生	Daphnia	イサザアミ	ユスリカ 幼虫	
ヌマチチブ	20mm以下	10.3	0	0	1	0	0.7
	20~25	24.4	0	0.3	0.1	0.4	0
	25~30	19.5	0	0.5	0.5	3.6	0.2
	30~35	6	0	0	0.3	3	0
	35mm以上	1	0	0	1	7.5	0
アシシロハゼ	20mm以下	3	0.8	0	0.5	0.3	0
	20~25	5.8	0	0	1.7	0	0
	25~30	5.9	10	0.1	2.3	1.3	0
	30~35	26.7	0	0.4	1.6	2.9	0.2
	35mm以上	21.6	0	0.4	4.3	7.4	1.5

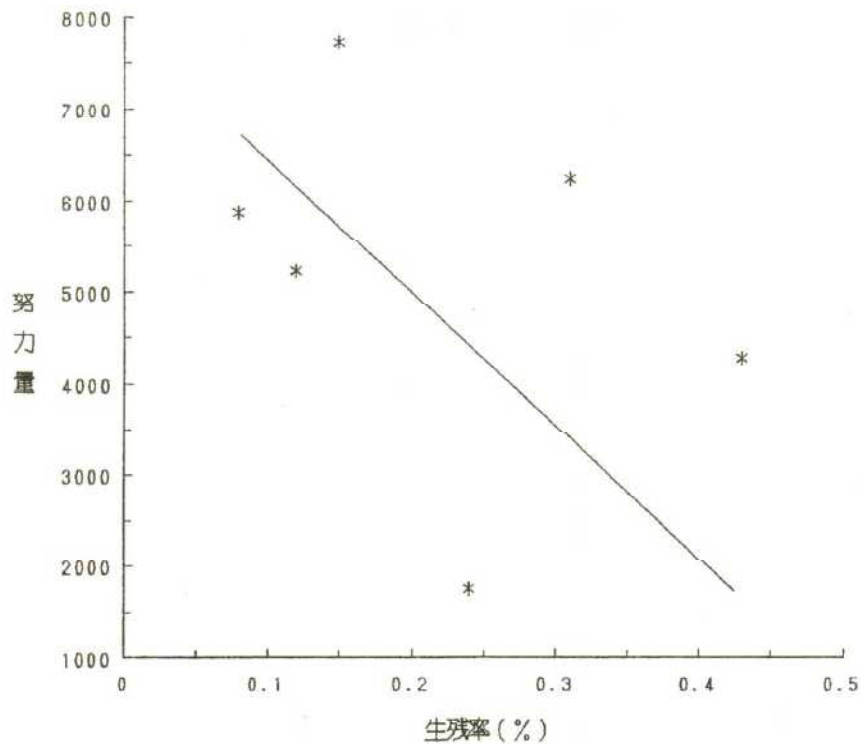
それぞれの種が消化管内容物として検出された個体数をまとめたものである。また表4はハゼ類の消化管内に検出された各被捕食生物種毎の個体数の平均値(空胃の個体を除いた)である。表3からヌマチチブは体長30mm以下ではキクロプスを主に捕食し、体長30mmを越えるとユスリカ幼虫の方に餌料が移っていくことが明かである。またアシシロハゼでは体長が35mm以上でもキクロプスを多く捕食していること、イサザアミやユスリカ幼虫などを体長20mm以下でも捕食している事がわかる。特にイサザアミの捕食量はヌマチチブより多い傾向がみられる。しかしどちらのハゼの胃内容物からもワカサギ仔稚魚は検出されなかった。鈴木(1980)は4月以降の霞ヶ浦産のハゼ類の胃内容物を調査しているが、胃内容物としては動物プランクトンとイサザアミが主であり、ワカサギは検出していない。これらの事から、ハゼ類はほとんどワカサギ仔稚魚を捕食していないと考えられる。

1989年3月に、人工採卵したワカサギ卵を放養した場所付近で得られたモツゴおよびブルーギルの消化管内容物を検査したところ、いずれの種の胃内容物からもワカサギ卵およびふ化直後のワカサギ仔魚が検出された（茨城県：1989）。一方、オオクチバスについては張網の漁獲物中の個体や投網で採捕した個体についてその胃内容物を調査したが、ワカサギ仔魚は検出されなかった。オオクチバスはふ化後体長4～5cmまでは動物プランクトンを捕食しているが以後は魚類等を捕食している（川合ほか：1980）。霞ヶ浦でのオオクチバスは5月～6月に産卵、ふ化し、9月には全長10cm以上になっている（茨城内水試：1990-2）。オオクチバスとワカサギの生活の場が一致する3月から4月には、水温が低く、オオクチバスの摂餌活動もあまり活発でなく、また摂餌する場合でも全長が10cm以上あるので魚類やエビ類を捕食している（茨城内水試：1990-2）。ブルーギルは霞ヶ浦では7月から8月に産卵し、10月頃に全長2cmから4cmとなり、越冬する（茨城内水試：1990-2）。越冬中も湖岸付近で積極的な摂餌活動を行い、動物プランクトンや底棲生物等を捕食する。湖内で採捕したブルーギルの胃内容物からはワカサギ仔魚は検出されていないが、すでに述べたように人工的にワカサギ卵を放養している地点で採捕したブルーギルの胃内容物からは検出されており、ブルーギルが増加傾向を示している現在、ブルーギルによるワカサギ仔魚の食害についてはさらに調査し、適切な対策を講じる必要がある。

3) 漁業による混獲

霞ヶ浦北浦において、ワカサギの仔魚期に操業されている主な漁業はまず網漁業（張網）、笹浸漁業およびいさざ・ごろ曳き網漁業がある。これらの内、ワカサギ仔魚を混獲する可能性のある漁業はいさざ・ごろ曳網漁業のみである。この漁業では3月～6月頃にはイサザアミ、テナガエビおよびハゼ類を主な漁獲対象として、目合いの小さな漁網を用いて湖内全域で広く操業されている。この漁業によってワカサギ仔魚が混獲されている事は漁業者の間で知られていた。しかし、混獲量を数量化した報告はない。ここでは、この漁業がワカサギ資源に与える影響について考察してみた。

鈴木(1981)および1)項の結果得られた昭和47年以降のワカサギの生残率とその年の3月から6月のいさざ・ごろ曳網漁業の漁獲努力量（延べ曳網日数）の関係を示したものが図12である。データ数は少ないが、図では各点の分布は明らかに左上がりの傾向を示している。このことは、いさざ・ごろ曳網漁業が多く操業された年はワカサギの生き残りが悪く、操業数の少ない年はワカサギの生残率が良くなる事を示している。漁獲努力量の多少は、漁獲対象物の多少によってある程度決定されるであろう。しかし2)項の①で述べたように、イサザアミやハゼ類の漁獲量の多少はワカサギ資源尾数に影響



第12図 霞ヶ浦における3月から6月までのいさぎ・ごろ曳網漁業の延べ操業日数とワカサギの生残率の関係

を与えていないと考えられる。従って、ここで得られたいさぎ・ごろ曳網漁業の操業数とワカサギの生残率の関係はイサザアミやハゼ類の資源量が関係しているのではなく、操業数そのものがワカサギ資源に影響を与えているものと考えられる。

いさぎ・ごろ曳網漁業の漁獲努力数とワカサギの生残率の関係式は点数が少ないが、仮に努力数と生残率の関係を図12中の直線で表すと、いさぎ・ごろ曳網の努力数2000回の減少でワカサギの生残率を約0.1%向上させることが可能となり、残存資源量を150tとして1)で行ったと同様の計算によりワカサギの漁獲量で約200トンの増加が見込まれることになる。

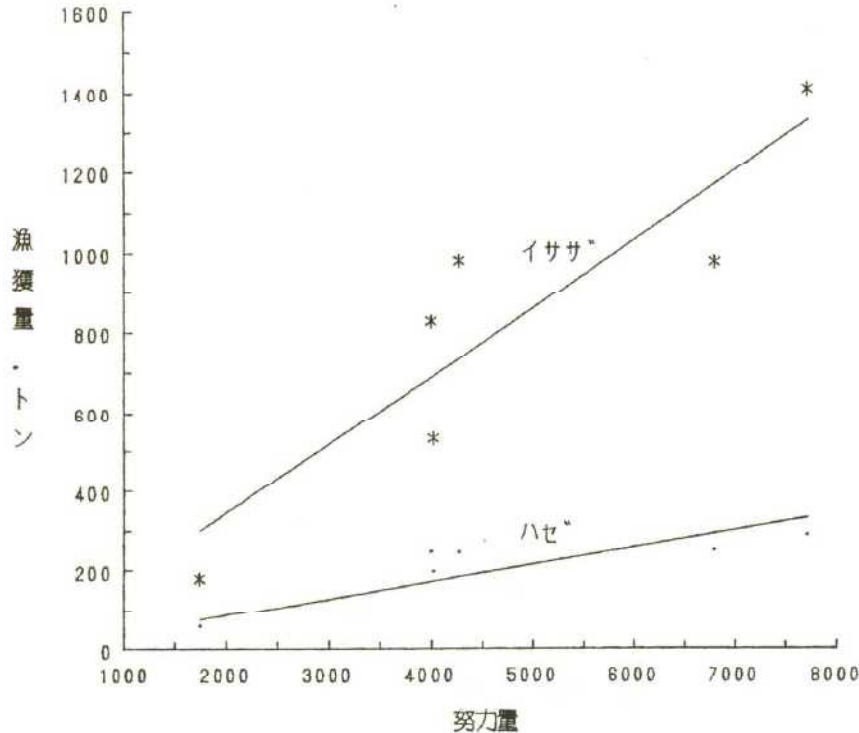
一方、努力数を2000回減少する事でいさぎ・ごろ曳網漁業による漁獲量の減少を推定してみると以下のようなになる。

最近6年間のいさぎ・ごろ曳網漁業の漁獲努力数とイサザ、ハゼ類の漁獲量の関係は図13のようになる。図から漁獲努力量をXとおき、各魚種の漁獲量(重量)をYとすると、イサザアミとハゼ類の漁獲量はそれぞれ

$$Y=0.172 X \quad (\text{イサザアミ} \quad r=0.904)$$

$$Y=0.043 X \quad (\text{ハゼ類} \quad r=0.829)$$

で表せる。これらの式から いさぎ・ごろ曳網漁業の操業数を2000回減少する事によりおよそ、イサザアミ350トン、ハゼ類90トンの漁獲減になると見積られる。



第13図 霞ヶ浦における3月から6月までのいさぎ・ごろ曳網漁業の延べ操業日数とイサザアミおよびハゼ類の漁獲量の関係

いさぎ・ごろ曳網漁業は明治時代から操業されていた。しかし1970年頃までは出し網を人力で巻いていたので曳網速度も遅く曳網距離も短かった。従ってワカサギ資源にあまり影響を与えていなかったであろう。しかし、最近は出し網を高出力の動力を用いて高速で巻き取っている。そのためワカサギ稚魚の混獲量も多くなっているものと考えられる。これらのことから本漁業はワカサギ資源にかなり影響を与えていると考えられる。

しかし、いさぎ・ごろ曳網漁業のワカサギ資源に対する影響については調査期間が短く、データも少ないのでさらに調査を継続する必要がある。

4 論議

以上のように、最近の霞ヶ浦において、各年のワカサギ資源量の決定要因となりうる湖内の生物の相互関係としてはブルーギルなどによる捕食以外にはあまり無いと考えられた。しかし、ワカサギの生残率は昭和30年代の値の約1/10になっている。この生残率の

低下の原因は水質の変化による生産系の変化も考えられるがワカサギの稚魚期に行われるいさざ・ごろ曳網漁業の影響も無視できないようである。この漁業の影響については資料がまだ少ないのでさらに調査を行い影響が明かになれば当該漁業に対して何等かの措置が必要になると考えられる。

一方で、霞ヶ浦のワカサギ資源については、冬季の気候が寒いほど翌年は豊漁であり、暖冬であった年は不漁である（小沼：1985）と言われておりワカサギ漁獲量の変動傾向は気候変動によって決定されている部分が多いと思われる。

さらに親潮や黒潮の影響を強く受けていると考えられる茨城沖でのタラやブリの漁獲量（大方：1977）の推移とワカサギの漁獲量の推移を比較するとタラとは同じ傾向を示しブリとは逆の傾向を示している（茨城内水試ほか：1991）。海流の強弱は地球規模の気候変動に対応していると考えられる。本来北方系のワカサギが同じく北方系のタラとよく似た傾向を示し、南方系のブリと逆の傾向を示すということは霞ヶ浦北浦のワカサギ資源量が単に冬季の気象条件のみでなくもっと地球規模での長期的な気候条件の影響を強く受けていることが推察される。気候条件がワカサギ資源量の長期的な増減の傾向を決定する大きな要因の一つであると、今後ワカサギ資源の動向を見ていく際に、基本的にワカサギが増加し易い時期なのか増加しにくい時期なのかということを検討することが必要であることとなる。

気象条件がワカサギ生産のどの部分に関与しているかは現在不明であるが、今後は湖の生産過程について、基礎生産が魚類生産へ移行する過程について気象条件との関係を明らかにしていく必要がある。

5 要約

1) 霞ヶ浦のワカサギについて、昭和59年から平成元年までのトロール漁業解禁時における資源尾数（初期資源尾数）をDe Luryの法により推定した。その結果、この間の資源尾数は $643 \times 10^6 \sim 90 \times 10^6$ 尾であったと推定された。

2) 推定された初期資源尾数から漁期後の残存尾数および産卵数を推定し、さらに卵から翌年の初期資源までの生残率を推定した。その結果生残率は0.15～0.4%であった。この値は昭和30年代に推定された値の約1/10である。

3) ワカサギ稚魚とイサザアミおよびハゼ類との餌を巡る競争関係について漁獲量の値から推定したが、明瞭な競争関係は見いだされなかった。

4) いさざ・ごろ曳網による混獲がワカサギの稚魚期の生残率の低下の一因と成ることが推察された。

6 参考文献

- 茨城県 1989 昭和63年度保護水面管理事業調査報告書
ワカサギ保護水面調査
- 茨城県 1990 平成元年度保護水面管理事業調査報告書
ワカサギ保護水面調査
- 茨城県内水面水産試験場 1990 平成元年度 地域重要新技術開発促進事業報告書
- 茨城県内水面水産試験場 1990-2 平成元年度外来魚対策検討委託事業報告書（水産庁発行）
- 茨城県内水面水産試験場・山梨県魚苗センター 1991 湖沼におけるワカサギの資源管理及び増殖技術に関する研究
水産業関係地域重要新技術開発促進事業報告書
- 大方 昭弘 1977 沿岸定置水温の平年偏差変動とブリ漁況
茨城水試研報 第21号
- 小沼洋司 1985 霞ヶ浦・北浦の湖沖帯に現れる稚仔とその摂餌について
茨内水試研報 第22号
- 河合禎次・川那部浩哉・水野信彦 1980 日本の淡水生物 侵略と攪乱の生態学。
東海大学出版会
- 春日清一 1984 イサザアミ (*Neomysis intermedia*)の食性とその霞ヶ浦における生態的地位 国立公害研報告 第22号
- 加瀬林成夫・中野 勇 1960 霞ヶ浦におけるワカサギの漁業生物学的研究VI
霞・北水事調研報 第6号
- 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
茨内水試研報 第11号
- 関東農政局茨城統計事務所 茨城農林水産統計年報（各年）
- 佐々木道也 1981 霞ヶ浦におけるワカサギ (*Hypomesus olidus*) 資源の動向について-Ⅱ 資源変動要因 茨内水試研報 第18号
- 白石芳一 1961 ワカサギの水産生物学的ならびに資源学的研究
淡水研報 Vol.10 No.3
- 鈴木健二 1980 霞ヶ浦における漁業資源の生産構造に関する研究-Ⅱ
ハゼ類の食性について 茨内水試研報 第17号
- 鈴木健二 1981 霞ヶ浦におけるワカサギ (*Hypomesus olidus*) 資源の動向について-Ⅰ 資源解析 茨内水試研報 第18号

中村 誠 1986 ジュズカケハゼの生態に関する研究-I ジュズカケハゼの初期発生 茨内水試研報 第23号

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 茨霞北水事調研報 第5号