

## 霞ヶ浦におけるワカサギ漁解禁直後の水揚げ動向から推定した 2010 年から 2023 年のワカサギ漁期加入尾数

根本 孝・山崎幸夫・今野美紗子\*1・飯田隼人

Estimation of the pond smelt *Hypomesus nipponensis* population in Lake Kasumigaura  
at the beginning of fishing season between 2010yr to 2023yr

Takashi NEMOTO, Yukio YAMAZAKI, Misako KONNO\*1, Hayato IIDA

\*1: Fisheries Administration Division, Department of Agriculture, Forestry and Fisheries, Ibaraki Prefecture

キーワード：ワカサギ，霞ヶ浦，初期資源尾数，トロール漁

### Abstract

We estimated the number of pond smelt *Hypomesus nipponensis* at the beginning of the fishing season in Lake Kasumigaura using Baranov catch equation. Total daily catches in Lake Kasumigaura at the beginning 10 days of fishing season in July were calculated using the partial pond smelt catch data used by the pond smelt processing plants near the lake. The number of boats operating in Lake Kasumigaura at the beginning 10 days of fishing season in July, was compiled by the Kasumigaura-Kitaura Fisheries Office of Ibaraki Prefecture, was also used.

The estimated number of pond smelt at the beginning of fishing season were 8.3 million to 275.1 million individuals in Lake Kasumigaura between 2010yr and 2023yr.

Key words: pond smelt, *Hypomesus nipponensis*, population, Lake Kasumigaura

### 目 的

霞ヶ浦におけるワカサギ *Hypomesus nipponensis* は古くから霞ヶ浦における代表的な水産有用種として珍重されており、1995 年には茨城県を象徴する水産物として「県の魚」の一つにも選定されている。

霞ヶ浦におけるワカサギの年間漁獲量は 1955 年以降でみると周期的な豊凶がみられる中、1965 年に最大値の 1,985 トンを記録し、2000 年に最小値の 19 トンを記録した。近年では 2010 年に 499 トンまで回復をみせたもののそれ以降減少傾向を示し 2021 年に 34 トンとなった。しかし、その後もワカサギ漁では深刻な不漁が続いていることからその漁獲量はさらなる減少が見込まれている。

霞ヶ浦におけるワカサギは、その大部分がわかさぎ・しらうおひき網漁業（通称トロール漁）により漁獲されている。トロール漁の操業期間は 7 月 21 日から 12 月 31 日までで、うち毎水曜日と毎日曜日は休漁日となっていることから、トロール漁の年間操業可能日数は 120 日である。

霞ヶ浦におけるワカサギの生活史は、冬季の 1 月から 2 月にかけて産卵期をむかえ、親魚は産卵後ほどなくして寿命を終える。仔魚は初春に現れはじめ、漁獲対象にまで成長した若魚のワカサギが 7 月 21 日からトロール漁で漁獲される。霞ヶ浦におけるワカサギは寿命をほぼ 1 年とする年魚であり、毎年資源が入れ替わる。

霞ヶ浦を代表する魚種であるワカサギについては、

\*1 茨城県農林水産部漁政課

毎年のワカサギ漁の見直しについて漁業者や霞ヶ浦周辺の水産加工業者の関心は高い。また、トロール漁解禁当初のワカサギは古くから煮干しとして利用され、地域の需要も非常に大きいこともあり、トロール漁解禁日の漁模様は地域の風物詩として毎年新聞報道もされている。

これまで霞ヶ浦のワカサギの漁期加入資源量を絶対数として推定する試みは根本 (1993, 1995, 2012), 久保田 (2002), Sakamoto et al (2014) によって示されているが、これら先行研究における漁期加入尾数の推定は、いずれもトロール漁の漁期全体を通じての漁獲データをもとに推計を行っている。

一方、近年のトロール漁ではワカサギの深刻な不漁が続いていることから、今後もワカサギ資源を持続的に利用していくためには、より適切な産卵親魚の確保を図ることが求められる。そのためにはより早期に、その年の漁期加入資源量を推定し、推定量の規模に応じた、その年の操業調整の検討も必要となるであろう。ワカサギは年魚であるがゆえに、その年のトロール漁の動向は漁期末における産卵親魚量の多寡に影響を及ぼす要因の一つとなるからである。

そこで本研究では、早期にその年の漁期加入尾数を推定する試みとして、トロール漁解禁直後の7月21日から約10日間の操業日(約7~9操業日に相当)について、ワカサギの主な水揚げ先である霞ヶ浦周辺の水産加工業者のうち主要な業者に対する集荷量(水揚量)の聞き取り結果から、霞ヶ浦全体の漁獲状況を推計し、その変動傾向をもとに漁獲方程式から霞ヶ浦全体の7月21日時点の漁期加入尾数を推定した。

また、同様に過去の集荷状況の聞き取り調査結果を再整理し、2010年から2023年までの漁期加入尾数を推定した。

## 材料と方法

### (1) 材料

ワカサギの水揚量データは、茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所による毎年7月21日から7月31日まで(年により8月1, 2日まで)、トロール漁の休漁日である水曜日と日曜日を除く毎操業日の、霞ヶ浦周辺の主要な水産加工業者への聞き取り結果を用いた。聞き取り内容は、各水産加工業者における操業日毎のワカサギの総水揚量(集荷量)と水揚漁船隻数である。

次に、その期間の霞ヶ浦全体の操業日毎の出漁隻数は、水産加工業者から聞き取った解禁後の経過に伴う

水揚隻数の変動を一次回帰式で近似した上で、毎年トロール漁の解禁日に茨城県霞ヶ浦水産事務所が調査している総出漁隻数(実数)を第1日目の値とし、その後7月31日まで(年により8月1, 2日まで)の経過日毎の隻数を近似式から求め、霞ヶ浦全体における7月31日まで(年により8月1, 2日まで)の総出漁隻数を推定した。

次に、霞ヶ浦全体におけるトロール漁解禁後7月31日まで(年により8月1, 2日まで)の操業日毎のワカサギの漁獲量は、水産加工業者から聞き取った操業日毎の総水揚量と水揚漁船隻数から1日1隻あたりの平均水揚げ重量を求め、霞ヶ浦全体における操業日毎の推定漁船総隻数を乗じて求めた。

また、ワカサギの7月の体重は、茨城県水産試験場内水面支場による毎年解禁日のワカサギ漁獲物の測定値を用いた。

### (2) 漁獲尾数の推定

7月21日から7月31日までの操業日毎の霞ヶ浦全体での漁獲尾数の推定は以下の手順により行った。

- (1) 解禁日を1日目とし、7月31日を11日目とする操業日別の主要水産加工業者への水揚総重量と水揚総隻数を整理し、操業日別1隻あたり漁獲重量(CPUE(kg/隻・日))を求める。
- (2) (1)のCPUEとワカサギの7月の平均体重から尾数に換算したCPUE(尾/隻・日)を求める。
- (3) 主要水産加工業者への操業日別の水揚総隻数の推移を1次回帰式で近似する。そこにトロール漁解禁日の総出漁隻数を初期値として、1日目から11日目までの操業日別の総出漁隻数を求める。
- (4) (2)のCPUEと(3)の操業日別推定総出漁隻数の積から、操業日別霞ヶ浦全体の総漁獲尾数を求める。

### (3) 漁期加入尾数の推定

- (5) 操業日毎に(2)のCPUEを図にプロットし、日々のCPUEの推移から、7月下旬のCPUEの推移の1次回帰式を算出する。なお、悪天候等によると考えられた水産加工業者への水揚げ隻数とその前後の操業日の隻数に比べて極端に少ない操業日のCPUEや、読図から特定の日のCPUEがその前後のCPUEの推移から急激な変動を示している場合は外れ値とみし回帰式から除く。
- (6) (5)で算出した1次回帰式から、解禁日( $t=1$ )

と、聞き取りを行った最終日(例えば10日目の場合(t=10))におけるCPUEを求め、解禁日のCPUEに対する最終日のCPUEの比、例えば10日目の場合は(CPUE(t=10) / CPUE(t=1))、を計算する。CPUEは田中(1960)によれば、その時点における資源量指数とみなすことができるから、その比をもって7月21日から7月31日までの間の、つまり7月下旬の期間生残率(S(t))とする。

- (7) (6)の生残率は、この約10日間内の漁獲死亡と自然死亡による減耗を経た結果となるが、根本(1993,1995)が解禁直後10日間のワカサギ漁獲尾数は年間漁獲尾数の34%から70%に及ぶとしているようにトロール漁が集中的に行われている時期といえ、減耗における漁獲圧力の影響は大きい時期といえる。また、この時期は漁期加入時期にあり、すでにワカサギの初期減耗期を経ていることから相対的に自然死亡は漁獲死亡に対して極めて小さいことから自然死亡はないと仮定した。それは、よって(6)の期間生残率は漁獲死亡のみによる反映であるとして、期間漁獲率(E(t))は $E(t)=(1-S(t))$ により求められる。
- (8) (4)の合計から7月の総漁獲尾数を求める。
- (9) 総漁獲尾数はその期間の資源尾数に対する漁獲率の積で示されるから、総漁獲尾数を漁獲率で除する、(8) / (7)の計算により、その期間の資源尾数を求める。それをもって7月解禁時の漁期加入尾数とする。

これらの生残過程は、土井(1975)、松石(2022)による以下の漁獲方程式式によった。

$$dN/dt = -ZN = -(F+M)N$$

N:資源量

Z:全減少係数

F:漁獲死亡係数

M:自然死亡係数

t=0,のとき N=N0 とすると

$$N(t) = N0 \cdot e^{-(Z)t} = N0 \cdot e^{-(M+F)t}$$

$$N(t)/N0 = S(t) = e^{-(M+F)t}$$

S:生残率

$$C(t) = (F/(F+M))(1 - e^{-(M+F)t})N0$$

C:漁獲量

$$E(t) = (F/(F+M))\{1 - S(t)\}$$

E:漁獲率

$$(F+M) \doteq F$$

$$N0 = C/E$$

## 結果

### (1) 2023年7月の漁期加入尾数の推定

2023年のトロール漁の解禁直後の状況を、表1に2023年7月21日のトロール漁解禁日から7月31日までの主要水産加工業者への聞き取り結果とそれに基づく推定結果として示した。なお、表中太枠内の数値は聞き取り結果と実測値であり、それ以外は計算値である。

図1に主要水産加工業者への水揚げ隻数の推移とその一回帰直線を示した。解禁日の霞ヶ浦全体の総出漁隻数は示されていることから(霞北水産だより, 2023), それ以降の全体の出漁隻数は回帰式の傾きによる変化をうけた。経過日毎の霞ヶ浦全体の推定出漁隻数は表1に示した。

図2に主要水産加工業者への水揚げ状況(CPUE)の経過日数毎の推移の変動傾向を一回帰式で示した。一回帰式を求めるにあたっては、読図からCPUE値のばらつき具合をみると、2023年は4日目および5日目のCPUEは全体の傾向と前後の日のCPUEの水準とは大きく異なっているため、突発的な変動とみなし

表1 2023年のトロール漁解禁直後の主要水産加工業者への水揚げ動向および霞ヶ浦全体の漁獲動向の推定結果

2023年月日	経過日(日目)	水揚げ隻数(隻)	水揚げ総量(kg)	水揚げCPUE(kg/隻)	水揚げCPUE(kg/隻)	総隻数(隻)	総漁獲量(kg)	魚体重(g)	総漁獲尾数(尾)	
	7月21日	1	19	186	9.8	6,537	107	1,049	1.5	699,442
	7月22日	2	19	172	9.1	6,046	103	934	1.5	622,698
	7月23日	3							1.5	0
	7月24日	4	14	54	3.8	2,552	102	391	1.5	260,343
	7月25日	5	7	37	5.3	3,514	101	532	1.5	354,943
	7月26日	6							1.5	0
	7月27日	7	6	42	7.0	4,633	98	681	1.5	454,067
	7月28日	8	9	51	5.7	3,793	97	552	1.5	367,881
	7月29日	9	7	46	6.6	4,410	96	635	1.5	423,314
	7月30日	10							1.5	0
	7月31日	11	10	60	6.0	3,967	95	565	1.5	376,833
	合計									3,559,522

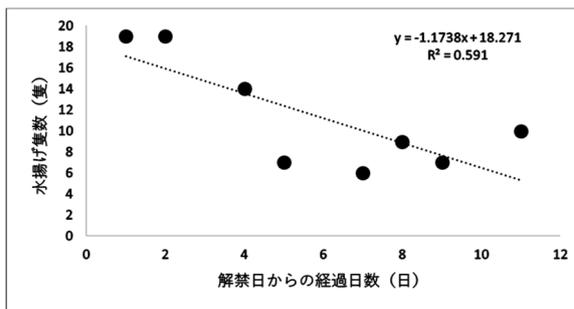


図1 主要水産加工業者への水揚げ隻数の推移

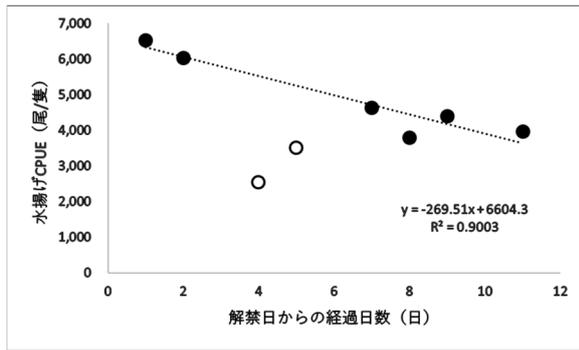


図 2 主要水産加工業者へのワカサギ水揚げ状況の CPUE の経日変化 (2023 年)

て外れ値と判断した。よってその 2 点を除外して CPUE の減少傾向を 1 次回帰式で求めた。

その結果、CPUE の経日変化は

$$CPUE(\text{尾/隻}) = -296.51(t) + 6604.3$$

となった。

次に 7 月下旬の期間内生残率 ( $S(t)$ ) は、資源量指数である CPUE の前後との比であるから、CPUE の回帰式に  $t=1$ ,  $t=11$  を代入して 1 日目と 11 日目の CPUE 比を求めた。その結果、

$$S(t) = CPUE(t=11) / CPUE(t=1) \\ = 3639.6 / 6334.7 = 0.574$$

となった。よって、この期間中の漁獲率 ( $E(t)$ ) は、自然死亡は漁獲死亡に比べて無視できるとしているから、

$$E(t) = 1 - S(t) = 0.426$$

となった。

表 1 からこの期間中の霞ヶ浦全体の総漁獲尾数  $C(t)$  は  $C(t) = 3,559,522$  尾

であるから、漁期加入尾数 ( $N_0$ ) は

$$N_0 = C(t) / E(t) = 8,366,487 \text{ 尾}$$

となった。

#### (2) 2010 年 7 月の漁期加入尾数の推定

次に農林水産省の漁業生産統計において、2010 年から 2022 年の間に霞ヶ浦のワカサギ漁獲量が最大値の 499 トンを記録した 2010 年 7 月の漁期加入尾数を推定した。

2010 年の解禁直後の状況は表 2 のとおりである。表中太枠内の数値が聞き取り結果と直接計測した値である。以降の計算は(1)と同様に行った。

図 3 に主要水産加工業者への水揚げ隻数の経過日数ごとの推移とその一次回帰直線を示した。解禁日の霞ヶ浦全体の出水隻数は、その後は回帰式の傾きで変化しているとし、7 月 21 日の霞ヶ浦全体の総隻数から経過日ごとの総隻数を推定しその結果を表 2 に示した。

図 4 に主要加工業者への水揚げの CPUE の経過日

表 2 2010 年のトロール漁解禁直後の主要水産加工業者への水揚げ動向および霞ヶ浦全体の漁獲動向の推定

2010年 月日	経過日 (日)	水揚げ隻 数(隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	53	7,755	117.7	88,474	172	20,239	1.33	15,217,462
7月22日	2	53	5,144	95.3	71,625	161	15,337	1.33	11,531,608
7月23日	3	46	2,764	56.4	42,406	155	8,742	1.33	6,572,932
7月24日	4	44	3,117	66.3	49,866	150	9,948	1.33	7,479,843
7月25日	5					145	0	1.33	0
7月26日	6	46	3,656	74.6	56,099	139	10,371	1.33	7,797,821
7月27日	7	50	3,231	64.6	48,592	134	8,660	1.33	6,511,392
7月28日	8					129	0	1.33	0
7月29日	9	7	292	41.7	31,353	123	5,129	1.33	3,856,466
7月30日	10	4	280	70.0	52,632	118	8,260	1.33	6,210,526
7月31日	11	4	200	50.0	37,594	113	5,650	1.33	4,248,120
合計									69,426,172

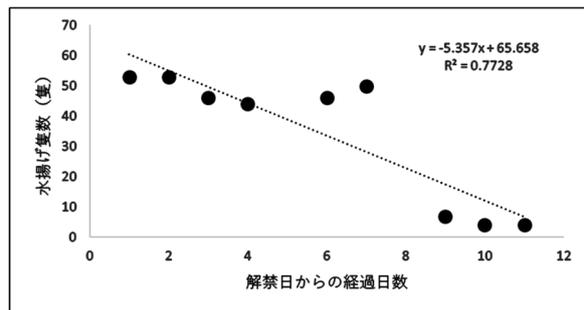


図 3 主要水産加工業者への水揚げ隻数の推移

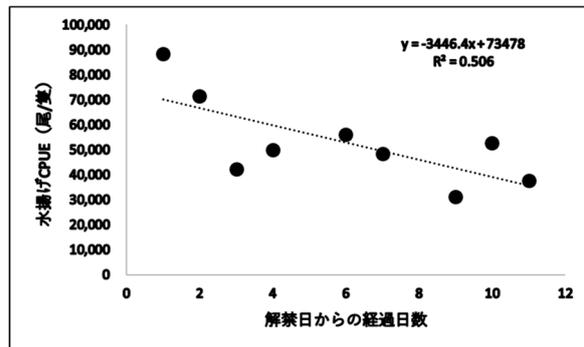


図 4 主要水産加工業者へのワカサギ水揚げ状況の CPUE の経日変化 (2010 年)

数毎の推移とその傾向を一次回帰式で示した。

その結果、CPUE の経日変化は以下となった。

$$CPUE(\text{尾/隻}) = -3346.4(t) + 73478$$

次に 7 月下旬の期間内生残率 ( $S(t)$ ) は、CPUE の回帰式に  $t=1$ ,  $t=11$  を代入して求めた 1 日目と 11 日目の CPUE 比から、

$$S(t) = CPUE(t=11) / CPUE(t=1) \\ = 35567.6 / 70031.6 = 0.508$$

となり、この期間中の漁獲率 ( $E(t)$ ) は、自然死亡を無視できるものとしていることから、

$$E(t) = 1 - S(t) = 0.492$$

となった。表 2 からこの期間中の霞ヶ浦全体の漁獲尾

数  $C(t)$ は

$$C(t) = 69,426,172 \text{ 尾}$$

であるから、漁期加入尾数( $N_0$ )は

$$N_0 = C(t) / E(t) = 141,110,105 \text{ 尾}$$

となった。

(3) 2010 年から 2023 年までの漁期加入尾数

表 3 に 2010 年から 2023 年まで(1)と同様の手順で求めた漁期加入尾数及び各年の期間生残率、漁獲率を一覧に示した。また付表 1 に、2011 年から 2022 年までの各年の 7 月 21 日のトロール漁解禁日から 7 月 31 日までの主要水産加工業者への聞き取り結果とそれに基づく推定結果を示した。

なお、CPUE の一次回帰式の算出において、2010 年、2012 年、2013 年、2017 年以外の年は、操業日別の CPUE において、特定の CPUE 値が全体的な CPUE の推移の傾向や、前後の CPUE の水準と比べ大きな変異を示した場合も外れ値とみなし、それを除外して計算した。表 4 に各年の主要水産加工業者への水揚げ状況の CPUE の経日変化の一次回帰式を示した。

ここで、推定した漁期加入尾数とワカサギの 2010 年から 2022 年までの年間漁獲量との関係を図 5 に示したところ両者には正の相関がみられた。

表 3 各年のワカサギ漁期加入尾数の推定結果

年	7月生残率 S(t))	7月漁獲率 (E(t))	7月漁獲量 (10 <sup>6</sup> 尾)	漁期加入尾数 (10 <sup>6</sup> 尾)
2010	0.508	0.492	69.42	141.11
2011	0.756	0.243	54.42	223.31
2012	0.626	0.378	66.75	176.51
2013	0.770	0.229	32.10	139.84
2014	0.870	0.129	29.46	226.72
2015	0.889	0.110	30.52	275.19
2016	0.629	0.370	24.54	66.25
2017	0.454	0.545	18.34	33.61
2018	0.541	0.458	36.71	80.02
2019	0.676	0.323	38.10	117.65
2020	0.732	0.267	20.80	58.08
2021	0.352	0.647	11.14	17.20
2022	0.482	0.517	11.59	22.40
2023	0.574	0.425	3.55	8.36

考 察

漁期加入尾数の推定において、今回その計算の対象期間をトロール漁操業開始直後の約 10 日間という短期間とし、この時期は漁獲の集中度が高いことをもっ

表 4 各年の主要水産加工業者への水揚げ状況の CPUE 経日変化の一次回帰式の一覧

CPUE(尾/隻)=-A(t)+B		
年	A	B
2010	3446.4	73478
2011	867.7	40029
2012	1813.4	60026
2013	595.8	29147
2014	430.8	33577
2015	387.8	35353
2016	768.7	23592
2017	1049.9	20290
2018	1643.6	37464
2019	4217.8	69328
2020	2784.6	61134
2021	1192.3	14081
2022	962.5	15838
2023	269.5	6604

て自然死亡の度合いは非常に小さいとしている。表 5 のとおり、根本 (1993, 1995) が示したデータから、1984 年から 1992 年におけるワカサギの年間漁獲尾数に対する 7 月から 12 月までの月別漁獲尾数の割合を整理した結果、7 月には年間漁獲尾数のうち平均 46%を漁獲しているとなった。この年代のトロール漁の操業期間は許可条件から 12 月 10 日までであり、7 月の操業日数は全体の 7.5%に過ぎない。

また、トロール漁の対象種はワカサギのほか、シラウオやテナガエビ、はぜ類があるが、それら 3 魚種の主漁期は 8 月、9 月以降であることも 7 月の約 10 日間にワカサギへの漁獲が集中している理由でもある。

また、同じく表 6 に、久保田 (2002) が示したデータから、1996 年から 2000 年におけるワカサギの年間

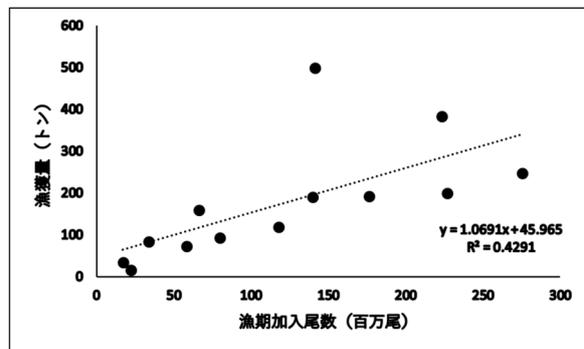


図 5 漁期加入尾数とその年のワカサギ年間漁獲量の関係 (2010 年-2022 年)

表 5 トロール漁におけるワカサギの年間漁獲尾数に占める月別漁獲尾数の割合（根本，1993，1995）より改変）

	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1984	0.54	0.31	0.08	0.04	0.02	0.01
1985	0.34	0.39	0.11	0.09	0.05	0.01
1986	0.38	0.40	0.11	0.06	0.04	0.01
1987	0.34	0.34	0.12	0.10	0.08	0.02
1988	0.70	0.21	0.05	0.02	0.02	0.01
1989	0.50	0.30	0.10	0.05	0.04	0.01
1990	0.38	0.40	0.15	0.05	0.02	0.01
1991	0.51	0.33	0.09	0.04	0.02	0.02
1992	0.42	0.40	0.09	0.05	0.03	0.01
平均	0.46	0.34	0.10	0.06	0.04	0.01
操業日数	8	23	22	23	22	8

表 6 トロール漁におけるワカサギの年間漁獲尾数に占める月別漁獲尾数の割合（久保田，2002）より改変）

	7月	8月	9月	10月	11月	12月
1996	0.51	0.24	0.08	0.08	0.06	0.02
1997	0.47	0.37	0.05	0.06	0.04	0.01
1998	0.71	0.22	0.03	0.02	0.01	0.00
1999	0.76	0.17	0.03	0.03	0.02	0.00
2000	0.48	0.44	0.01	0.02	0.04	0.01
平均	0.58	0.29	0.04	0.04	0.04	0.01
操業日数	8	23	22	23	22	8

表 7 トロール漁におけるワカサギの年間漁獲尾数に占める月別漁獲尾数の割合（2021，2022 年）

	7月	8月	9月	10月	11月	12月
2021	0.38	0.40	0.12	0.06	0.03	0.01
2022	0.35	0.46	0.11	0.04	0.02	0.02
平均	0.37	0.43	0.12	0.05	0.03	0.01
操業日数	8	23	22	23	22	23

漁獲尾数に対する 7 月から 12 月までの月別漁獲尾数の割合も整理したところ，7 月は年間の操業可能日数の 7.5%ながら，年間漁獲尾数の平均 58%を漁獲していると示された。

さらに 2020 年の改正漁業法の施行に伴い，提出が義務化された各漁業許可にかかる漁獲成績報告書のデータを用いて解析を行った。表 7 に 2021 年，2022 年の結果を示した結果，年間漁獲尾数に占める 7 月の漁獲尾数の割合は平均 37%を占めており，この傾向は従来と大きくは変わっていないことがわかる。

霞ヶ浦のワカサギの漁期加入尾数は，前掲のこれまでの既往知見と本報告により，1984 年から 2023 年までほぼ連続した期間について推定されたことから，図

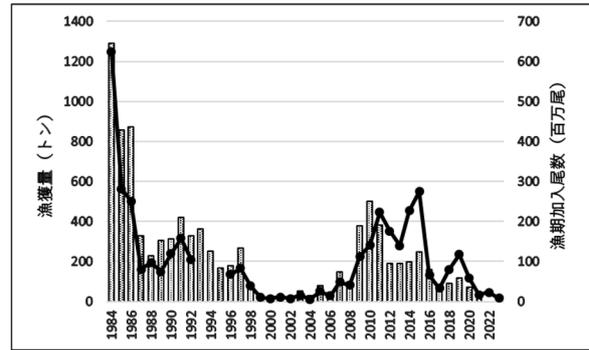


図 6 ワカサギ漁獲量と漁期加入尾数の推移 (Bar : 漁獲量, Line : 漁期加入尾数)  
1984 年－1992 年 根本 (1992, 1995)  
1996 年－2000 年 久保田 (2000)  
2001 年－2009 年 Sakamoto et al (2014)

6 に漁獲量の推移との関係を示した。

その結果，根本 (1993) によれば 1,290 トンの漁獲量を記録した 1984 年の漁期加入尾数 623.3 百万尾が最大であり，久保田 (2002) によれば漁獲量が 19 トンとなった 2000 年の漁期加入尾数 7.2 百万尾が最小となった。本報告においては 2023 年の漁期加入尾数は 8.3 百万尾となり，久保田 (2002) による 2000 年の値に次ぐ小さい値となったことから，2023 年の漁獲量の統計値は極めて低いものと推察される。

既往知見の漁期加入尾数の推定方法にはそれぞれ若干の相違がみられるものの，図 7 のとおり 1984 年から 2023 年までの漁獲量との関係においては強い相関が認められた (決定係数 0.7737)。

本報告における漁期加入尾数の推定は，毎日の主要水産加工業者への水揚げデータを元に，漁船 1 隻あたりの漁獲尾数の CPUE をその日の資源量指数として 7 月下旬の期間における生残率を求めているが，日々の水揚げ状況は，気象や海象の条件のほかにも，出漁の有無は漁業者の様々な判断による等複合的な条件の影

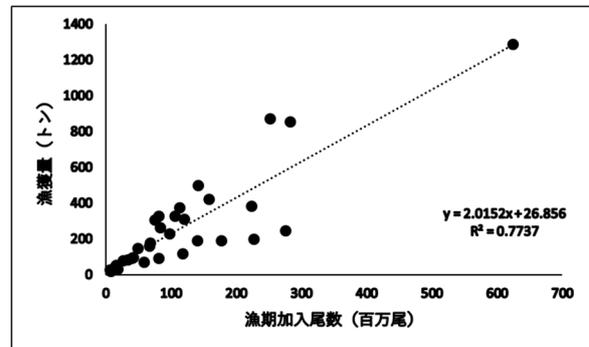


図 7 これまでの漁期加入尾数の推定値とワカサギ漁獲量の関係 (1984 年－2021 年)  
根本 (1993, 1995), 久保田 (2000), Sakamoto et al (2014) と本報を組み合わせで作図

響を受けるものである。したがって資源量指数としての CPUE ではあるが、個々のデータには資源以外の要因による影響が少なからず反映されている。そのため本報では、個々の CPUE のばらつきやその程度の判断を、CPUE の変動傾向を一次回帰直線でとらえるにおいて、読図から乖離の大きさを判定して外れ値とするチューニングを行っている。今後は CPUE が資源量指数以外の影響が大きいと判定する数値基準を明らかにすることが推定精度の向上には必須である。

今回 CPUE の外れ値の見極めは読図によったところであるが、漁期加入尾数の推定値と年間漁獲量との相関には一定程度の適合がみとめられた。

## 要 約

霞ヶ浦におけるワカサギ漁期加入尾数をより早期に推定するため、7月21日のワカサギ漁（トロール漁）の解禁当初約10日間における主要水産加工業者への水揚げ動向の聞き取りをもとに解析した。また、過去の聞き取り調査結果の解析も加えて、2010年から2023年の漁期加入尾数を推定した。その結果、各年の7月21日時点の漁期加入尾数は8.3百万尾から275.1百万尾と推定された。また、各漁期加入尾数とその年の年間漁獲量との間には正の相関が認められた。よって、トロール漁操業解禁直後の主要水産加工業者への水揚げデータを元に漁期加入尾数を推定することは有効といえた。

また、1980年代、1990年代の7月の漁獲尾数の割合は、年間漁獲尾数の46%から58%と高かった。2021年と2022年の7月の漁獲尾数の割合も年間漁獲尾数の37%となっていた。このことは、霞ヶ浦においてはトロール漁の操業開始初期はワカサギに対する漁獲圧力が相対的に高いという特徴を示しているといえた。

## 文 献

- 根本 孝 (1993) 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. 茨城県内水面水産試験場研究報告 ; 29 : 1-12.
- 根本 孝 (1995) 1990年から1992年までの霞ヶ浦におけるワカサギ資源量. 茨城県内水面水産試験場研究報告 ; 31 : 92-97.
- 久保田次郎 (2002) 霞ヶ浦北浦におけるワカサギ・シラウオの資源動向について. 茨城県内水面水産試験場研究報告 ; 37 : 1-28.
- 根本 孝 (2012) 霞ヶ浦のワカサギ漁における不漁年

の2002年と豊漁年の2010年の漁期末における残存資源量推定. 茨城県内水面水産試験場研究報告 ; 45 : 15-23.

Daisuke Sakamoto, Takashi Nemoto, Jun Iwasaki, Noriyuki Suno, Shintaro Niwa, Kazunori Arayama, Naoki Suzuki, Pai Son, Kasumi Sakuramoto (2014) Estimation of pond smelt *Hypomesus nipponensis* population in lakes Kasumigaura and Kitaura at the beginning of the fishing season. Fisheries Science ; 80 (5) 869-906.

田中昌一 (1960) 水産生物の Population Dynamics と漁業資源管理. 東海区水産研究所研究報告 ; 28 : 1-200.

土井長之 (1975) 水産資源力学入門(6). 日本水産資源保護協会月報 ; 131 : 18-36.

松石 隆 (2022) 水産資源学. 海文堂出版株式会社 ; 東京 ; 66-77.

霞北水産だより (2023) ワカサギ漁解禁. 霞ヶ浦北浦水産振興協議会 ; 60 : 2. [http://www.kasumikita-sinkou.jp/cgi/pamph/data/doc/1689739541\\_1.pdf](http://www.kasumikita-sinkou.jp/cgi/pamph/data/doc/1689739541_1.pdf) (2023年12月1日アクセス)

付表1 トロール漁解禁直後の主要水産加工業者への水揚げ動向および霞ヶ浦全体の漁獲動向推定結果(2011年-2022年)

2011年 月日	経過日 (日)	水揚げ数 (隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	21	1,965	93.6	74.263	165	15,439	1.26	12,253,401
7月22日	2	47	3,788	80.6	63.956	160	12,894	1.26	10,233,029
7月23日	3	48	2,412	50.3	39,884	158	7,940	1.26	6,301,713
7月24日	4					155	0	1.26	0
7月25日	5	44	2,113	47.0	37,270	153	7,185	1.26	5,702,286
7月26日	6	38	842	21.6	17,125	151	3,258	1.26	2,585,806
7月27日	7					148	0	1.26	0
7月28日	8	32	1,192	36.1	28,668	146	5,274	1.26	4,185,474
7月29日	9	35	1,210	34.6	27,426	144	4,976	1.26	3,949,388
7月30日	10	30	1,164	38.8	30,794	142	5,510	1.26	4,372,698
7月31日	11					139	0	1.26	0
8月1日	12	44	1,960	44.5	35,352	137	6,102	1.26	4,843,187

2012年 月日	経過日 (日)	水揚げ数 (隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	53	3,969	74.9	72.706	162	12,132	1.03	11,778,311
7月22日	2					160	0	1.03	0
7月23日	3	41	2,260	55.1	53,516	159	8,764	1.03	8,509,117
7月24日	4	47	2,522	52.5	51,001	158	8,300	1.03	8,058,192
7月25日	5					158	0	1.03	0
7月26日	6	44	1,949	41.5	40,250	157	6,509	1.03	6,319,242
7月27日	7	39	1,528	36.4	35,310	156	5,674	1.03	5,508,322
7月28日	8	42	1,746	41.6	40,349	155	6,442	1.03	6,254,103
7月29日	9					155	0	1.03	0
7月30日	10	43	1,900	44.2	42,888	154	6,803	1.03	6,604,719
7月31日	11	42	1,950	46.4	45,065	153	7,102	1.03	6,894,903
8月1日	12					0	0	1.03	0
8月2日	13	39	1,850	46.3	44,903	152	7,030	1.03	6,825,243

2013年 月日	経過日 (日)	水揚げ数 (隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	2	120	60.0	31,746	143	8,580	1.89	4,539,683
7月22日	2	44	2,283	51.9	27,453	142	7,368	1.89	3,898,341
7月23日	3	44	2,245	51.0	26,996	141	7,194	1.89	3,806,457
7月24日	4					141	0	1.89	0
7月25日	5	45	2,351	52.2	27,637	140	7,313	1.89	3,869,136
7月26日	6	44	1,800	40.9	21,639	139	5,685	1.89	3,007,822
7月27日	7	37	1,616	43.7	23,103	139	6,069	1.89	3,211,331
7月28日	8					139	0	1.89	0
7月29日	9	43	1,826	42.5	22,462	138	5,859	1.89	3,099,779
7月30日	10	39	1,701	43.6	23,077	138	6,019	1.89	3,184,615
7月31日	11					138	0	1.89	0
8月1日	12	41	1,971	48.1	25,436	137	6,586	1.89	3,484,669

2014年 月日	経過日 (日)	水揚げ数 (隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	1	75	75.0	37,129	119	8,925	2.02	4,418,317
7月22日	2	38	2,292	60.3	29,859	118	7,117	2.02	3,523,398
7月23日	3					118	0	2.02	0
7月24日	4	33	1,485	45.0	22,270	118	5,308	2.02	2,627,828
7月25日	5	36	2,180	60.6	29,978	118	7,146	2.02	3,537,404
7月26日	6	36	2,174	60.4	29,900	118	7,127	2.02	3,528,155
7月27日	7					118	0	2.02	0
7月28日	8	37	2,728	73.7	36,504	118	8,701	2.02	4,307,458
7月29日	9	38	2,592	68.2	33,761	118	8,047	2.02	3,983,807
7月30日	10					118	0	2.02	0
7月31日	11	40	2,444	61.1	30,248	117	7,149	2.02	3,538,960

2015年 月日	経過日 (日)	水揚げ数 (隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	40	3,260	81.5	35,435	111	9,047	2.3	3,933,261
7月22日	2					109	0	2.3	0
7月23日	3	15	1,888	125.9	54,725	109	13,719	2.3	5,964,986
7月24日	4	44	3,725	84.7	36,807	108	9,143	2.3	3,975,190
7月25日	5	42	3,033	72.2	31,401	108	7,800	2.3	3,391,267
7月26日	6					107	0	2.3	0
7月27日	7	46	3,338	72.6	31,550	106	7,692	2.3	3,344,310
7月28日	8	42	2,790	66.4	28,877	106	7,040	2.3	3,060,942
7月29日	9					105	0	2.3	0
7月30日	10	41	3,045	74.3	32,291	105	7,798	2.3	3,390,509
7月31日	11	39	2,985	76.5	33,272	104	7,959	2.3	3,460,290

付表1の続き

2016年 月日	経過日 (日)	水揚げ数 (隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	43	2,383	55.4	22,806	140	7,759	2.43	3,192,841
7月22日	2	45	2,325	51.7	21,262	138	7,130	2.43	2,934,156
7月23日	3	40	2,092	52.3	21,520	137	7,164	2.43	2,948,178
7月24日	4					137	0	2.43	0
7月25日	5	41	2,497	59.5	24,466	136	8,086	2.43	3,327,376
7月26日	6	41	1,999	48.7	20,059	135	6,580	2.43	2,707,995
7月27日	7					135	0	2.43	0
7月28日	8	39	1,981	45.0	18,523	134	6,032	2.43	2,482,108
7月29日	9	38	1,465	36.6	15,067	133	4,869	2.43	2,003,894
7月30日	10	39	1,549	38.7	15,931	133	5,149	2.43	2,118,832
7月31日	11					132	0	2.43	0
8月1日	12	35	1,838	52.5	21,612	131	6,880	2.43	2,831,171

2017年 月日	経過日 (日)	水揚げ数 (隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	32	1,511	43.2	21,804	165	7,123	1.98	3,597,619
7月22日	2	33	1,141	34.6	17,463	164	5,670	1.98	2,863,851
7月23日	3					163	0	1.98	0
7月24日	4	35	1,102	31.5	15,895	163	5,130	1.98	2,590,830
7月25日	5	33	716	21.7	10,958	162	3,515	1.98	1,775,207
7月26日	6					162	0	1.98	0
7月27日	7	36	976	27.1	13,685	161	4,363	1.98	2,203,360
7月28日	8	24	646	26.9	13,594	161	4,334	1.98	2,188,678
7月29日	9	31	626	20.2	10,191	160	3,228	1.98	1,630,499
7月30日	10					160	0	1.98	0
7月31日	11	29	539	18.6	9,387	159	2,955	1.98	1,492,529

2018年 月日	経過日 (日)	水揚げ数 (隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	25	2,047	81.9	41,563	140	11,463	1.97	5,818,883
7月22日	2					139	0	1.97	0
7月23日	3	23	1,190	51.7	26,264	139	7,192	1.97	3,650,629
7月24日	4	24	1,336	55.7	28,257	138	7,682	1.97	3,899,492
7月25日	5					138	0	1.97	0
7月26日	6	25	2,019	80.7	40,985	138	11,142	1.97	5,655,898
7月27日	7	26	2,102	80.8	41,039	137	11,076	1.97	5,622,296
7月28日	8	11	608	55.2	28,034	137	7,566	1.97	3,840,678
7月29日	9					137	0	1.97	0
7月30日	10	26	2,136	82.1		136	11,170	1.97	5,670,207
7月31日	11	22	816	37.1	18,826	136	5,044	1.97	2,560,277

2019年 月日	経過日 (日)	水揚げ数 (隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	27	2,687	99.5	42,712	136	13,535	2.33	5,808,806
7月22日	2	30	4,441	148.0	63,526	135	19,982	2.33	8,576,073
7月23日	3	29	3,563	122.8	52,723	134	16,461	2.33	7,064,896
7月24日	4					134	0	2.33	0
7月25日	5	29	3,349	115.5	49,556	134	15,472	2.33	6,640,506
7月26日	6	28	4,914	175.5	75,322	133	23,342	2.33	10,017,811

2020年 月日	経過日 (日)	水揚げ数 (隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	27	1,232	45.6	23,756	99	4,516	1.92	2,351,823
7月22日	2					98	0	1.92	0
7月23日	3					97	0	1.92	0
7月24日	4	25	995	39.8	20,719	97	3,859	1.92	2,009,719
7月25日	5	25	1,413	56.5	29,440	96	5,426	1.92	2,826,200
7月26日	6					96	0	1.92	0
7月27日	7	24	1,926	80.2	41,786	95	7,622	1.92	3,969,672
7月28日	8	23	1,797	71.9	37,444	95	6,830	1.92	3,557,156
7月29日	9					94	0	1.92	0
7月30日	10	24	1,774	71.0	36,956	94	6,670	1.92	3,473,888
7月31日	11	21	1,403	54.0	28,107	93	5,019	1.92	2,613,948

2021年 月日	経過日 (日)	水揚げ数 (隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	23	680	29					

付表1の続き

2022年 月日	経過日 (日付)	水揚げ隻 数(隻)	水揚げ総 量(kg)	水揚げ CPUE (kg/隻)	水揚げ CPUE (尾/隻)	総隻数 (隻)	総漁獲量 (kg)	魚体重 (g)	総漁獲尾数 (尾)
7月21日	1	24	446	18.6	13,676	119	2,213	1.36	1,627,500
7月22日	2	12	386	19.3	14,191	117	2,258	1.36	1,660,368
7月23日	3	21	438	20.9	15,340	117	2,441	1.36	1,794,737
7月24日	4	21	225	10.7	7,868	116	1,241	1.36	912,647
7月25日	5	22	297	13.5	9,926	115	1,553	1.36	1,141,544
7月26日	6	19	226	11.9	8,750	115	1,369	1.36	1,006,250
7月27日	7	18	240	13.3	9,804	114	1,520	1.36	1,117,647
7月28日	8	20	228	11.4	8,379	114	1,299	1.36	955,169
7月29日	9	19	316	16.6	12,214	113	1,877	1.36	1,380,139

付表2 ワカサギの漁期加入尾数と年間漁獲量

1984年-1992年 根本(1992, 1995)  
 1996年-2000年 久保田(2000)  
 2001年-2009年 Sakamoto et al(2014)  
 2010年-2023年 根本(本報)

年	漁期加入尾数 (百万尾)	漁獲量 (ト)	年	漁期加入尾数 (百万尾)	漁獲量 (ト)
1984	623.31	1290	2005	25.6	78
1985	281.89	857	2006	14.5	44
1986	251.08	872	2007	49.0	147
1987	80.49	330	2008	41.3	98
1988	97.28	229	2009	112.7	377
1989	74.43	305	2010	141.1	499
1990	119.22	312	2011	223.3	383
1991	158.21	421	2012	176.5	192
1992	105.2	328	2013	139.8	190
1993		363	2014	226.7	199
1994		251	2015	275.1	247
1995		169	2016	66.2	159
1996	68.0	177	2017	33.6	83
1997	82.8	265	2018	80.0	92
1998	39.5	91	2019	117.6	118
1999	10.3	30	2020	58.0	72
2000	7.2	19	2021	17.2	34
2001	11.3	30	2022	22.4	16
2002	7.6	23	2023	8.36	
2003	15.0	52			
2004	5.8	29			