

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

久保田次郎

1. はじめに

ワカサギ, シラウオは霞ヶ浦北浦で重要な漁獲対象種であるが, 1998年以降漁獲量が急激に減少し, ワカサギでは2000年に過去最低値を記録するなど, 危機的な状況にある。

ワカサギ, シラウオはキュウリウオ科に属し, 霞ヶ浦では産卵期, 産卵場, 仔稚魚期の分布等生態的に共通する部分が多い。両種の資源変動を解析する上で, それぞれの再生産関係を比較検討することは意義深いものと思われる。また, 両種の再生産関係を霞ヶ浦と北浦について湖沼別に比較することは, 両種の変動要因を推定する上で重要である。

以上のことから, 今回, 漁獲物調査, 水揚調査等のデータを利用して, 1996~2000年の霞ヶ浦, 北浦におけるワカサギ, シラウオの資源量及び再生産関係を推定し, この結果と1980年代後半の解析結果とを比較し, 最近の資源減少について検討したので, 報告する。

2. 方法

(1) 使用データ

茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所が1996年から実施している水産加工業者を対象にした水揚調査のデータ, 及び漁業者を対象にした標本船調査のデータを利用し, これらのデータと関東農政局茨城統計情報事務所による茨城農林水産統計年報の漁獲量等のデータを使用した。今回使用した水揚調査のデータを表2-1及び表2-2に示した。

資源解析時に必要なワカサギ及びシラウオの旬別平均体重は, 当試験場で実施している各種漁獲物調査データを使用し, データが欠測の旬についてはその前後のデータから比例配分で算出した。なお7月

下旬のデータが欠測の場合は1996~2000年の平均値を使用し, 12月上旬のデータが欠測の場合は11月下旬のデータをもとに算出した。ワカサギの魚体重の推移を表2-3, 図2-1に, シラウオの魚体重の推移を表2-4, 図2-2に示した。

また, 比較検討するための1984~1992年のワカサギ及びシラウオのデータは根本(1994), 根本(1995), 茨城県内水面水産試験場(1997), 久保田(1998)から引用した。

(2) 旬別漁獲尾数・CPUEの算出方法

1) ワカサギ

農林水産統計年報によるわかさぎ・しらうおひき網漁業(以下「トロール」と略す)でのワカサギ年間漁獲量と水揚調査でのワカサギ水揚量との関係から, 旬毎のワカサギ漁獲量を算出した。同様に, トロールの年間出漁日数と水揚調査の出漁隻数との関係から旬毎のトロール出漁日数を算出した。

なお, 霞ヶ浦ではいさぎ・ごろひき網漁業(以下「横ひき」と略す)に混獲されるワカサギの漁獲量が無視できないので, トロール同様, 旬毎の漁獲量と出漁日数を算出して, トロールと横ひきの漁獲量を合計したものをワカサギの全漁獲量とし, 全出漁日数はトロールを基準として次式により求めた。

全出漁日数

$$= \text{トロール出漁日数} + k \times \text{横ひき出漁日数} \cdots (1)$$

$$\text{ただし, } k = \frac{\text{横ひき漁獲量} / \text{横ひき出漁日数}}{\text{トロール漁獲量} / \text{トロール出漁日数}}$$

旬毎のワカサギ漁獲量, 出漁日数, 及び漁獲物調査で得られたワカサギの平均魚体重から, 旬毎の1隻1日当たりの漁獲尾数(CPUE)を求めた。

$$\text{漁獲尾数} = \frac{\text{漁獲量}}{\text{平均魚体重}} \dots\dots\dots(2)$$

$$\text{CPUE} = \frac{\text{漁獲尾数}}{\text{延べ出漁日数}} \dots\dots\dots(3)$$

2) シラウオ

ワカサギと同様に, 農林水産統計年報によるトロールでのシラウオ年間漁獲量と水揚調査でのシラウオ水揚量との関係から旬毎のシラウオ漁獲量を算出した。この旬毎のシラウオ漁獲量, 先に求めたトロール出漁日数, 及び漁獲物調査で得られたシラウオの平均魚体重から, 旬毎の1隻1日当たりの漁獲尾数(CPUE)を求めた。

(3) 資源尾数推定方法

資源尾数の推定は, De Luryの方法に若干の改良を加えて, 以下に示す順序により資源尾数を推定した。

t期の資源尾数N_tは, 上で求めたCPUE_tを用いて次式で表せられ, ここでqは漁獲能率である。

$$\text{CPUE}_t = q \times N_t \dots\dots\dots(4)$$

また, t期初めの資源尾数N_tは初期資源尾数N₀から(t-1)期までの累積漁獲尾数K_tを差し引いたものであるから,

$$N_t = N_0 - K_t \dots\dots\dots(5)$$

であり, これはまた漁獲能率と(t-1)期までの累積努力量E_tを用いて

$$N_t = N_0 \times \exp(-q \times E_t) \dots\dots\dots(6)$$

とも書ける。(4)式と(5)式, 及び(4)式と(6)式からそれぞれ

$$\text{CPUE}_t = q \times (N_0 - K_t) \dots\dots\dots(7)$$

$$\text{Ln}(\text{CPUE}_t) = \text{Ln}(q \times N_0) - q \times E_t \dots\dots\dots(8)$$

が得られ, 両式とも回帰直線を当てはめることにより, 漁獲能率と初期資源尾数N₀を推定することができる。(7)式をDe Luryの第一モデル, (8)式をDe Luryの第二モデルと呼んでいる(田中, 1985)。根本(1995)は1990~1992年のワカサギ資源量をDe Luryの第一モデル, 第二モデル等により推定し, その結果について比較検討している。その中で第一モデルでは漁獲尾数が漁期加入尾数を上回る場合が, また第二モデルでも残存尾数が漁期加入尾数の約3割と過大に評価される場合があることを示している。これらの点を考慮して, 今回の資源尾数の推定にはDe Luryの第二モデルを使用した。

さらに, 資源尾数の推定にあたり, 田中(1985)はCPUEは厳密にはその期間の初期資源量には比例せず, むしろその期間の間での資源量と考えた方が妥当であり, De Luryのモデルは修正する必要があるとしており, これに従って(6)式を書き直すと

$$N_{t+1/2} = N_0 \times \exp\{-q \times (E_{t-1} + \frac{X_t}{2})\} \dots\dots(9)$$

となり, N_{t+1/2}にCPUEを代入すると

$$\text{Ln}(\text{CPUE}_t) = \text{Ln}(q \times N_0) - q \times (E_{t-1} + \frac{X_t}{2}) \dots\dots(10)$$

となる。このLn(CPUE_t)を(E_{t-1}+X_t/2)に対してプロットして回帰直線を当てはめて資源尾数を推定した。

(4) 再生産関係

1) ワカサギ

ワカサギの抱卵数Eは魚体重Wと関係があり、次式が成り立つ(加瀬林他, 1960)。

$$E = 935 \times W^{1.069} \dots \dots \dots (11)$$

したがって、資源解析により算出したワカサギの残存資源量(=残存資源尾数×12月の魚体重)から、オスとメスの性比を1:1とすると、[メスの残存資源量=残存資源量/2]となり、天然でのワカサギ産卵量は(11)式から、

$$\text{産卵量} = 935 \times \text{メスの残存資源量}^{1.069} \dots \dots \dots (12)$$

で推定される。この産卵量に対する翌年級群の初期資源尾数(トロール解禁日である7月21日における資源尾数)の割合を「生残率」として算出した。

$$\text{生残率} = \frac{\text{翌年級群の初期資源尾数}}{\text{産卵量}} \times 100(\%) \dots \dots (13)$$

2) シラウオ

ワカサギと同様に、シラウオの抱卵数Eは魚体重Wと関係があり、次式が成り立つ(堀田, 1952)。

$$E = 449.9 \times W^{1.129} \dots \dots \dots (14)$$

したがって、資源解析により算出したシラウオ残存資源量(=残存資源尾数×12月の魚体重)から、オスとメスの性比を1:1とすると、[メスの残存資源量=残存資源量/2]となり、天然でのシラウオ産卵量は、ワカサギ同様、

$$\text{産卵量} = 449.9 \times \text{メスの残存資源量}^{1.129} \dots \dots (15)$$

で推定される。この産卵量に対する翌年級群の初

期資源尾数(8月上旬における資源尾数)の割合を「生残率」として算出した。

$$\text{生残率} = \frac{\text{翌年級群の初期資源尾数}}{\text{産卵量}} \times 100(\%) \dots (16)$$

3. 結果

3-1 漁獲量の変動傾向

(1) 年間漁獲量

1955~2000年の霞ヶ浦、北浦におけるワカサギ、シラウオの漁獲量の推移(農林水産統計年報)を総漁獲量の推移と共に図3-1-1に示した。この図から、魚種毎に漁獲動向をまとめると以下のとおりである。

1) 総漁獲量

霞ヶ浦における総漁獲量は、1978年の13,944トン进行ピークに減少しており、1990年には5,000トンを割り込み、1998年には3,000トンを下回り、2000年には2,037トンと最低値を記録した。

北浦における総漁獲量は、1970年の7,023トンをピークに減少しており、1991年には1,000トンを割り込み、1999年には400トンを下回り、2000年には379トンと霞ヶ浦と同様、最低値を記録した。

2) ワカサギ

霞ヶ浦におけるワカサギの漁獲量は、1965年の1,986トンをピークに1970年代は減少していたが、1984年には1,290トンに回復した。その後再び減少し、1987年以降は300トン前後で推移していたが、1998年に91トンに激減してからは各年も前年を下回り、2000年には19トンと最低値を記録した。

北浦におけるワカサギの漁獲量は、1979年の651トンをピークに減少し、1992年に100トンを下回ってからは100トン未満で推移し、2000年に

は32トンと、霞ヶ浦同様、最低値を記録した。

3) シラウオ

霞ヶ浦におけるシラウオの漁獲量は、1961年の481トンピークに1970年代に急激に減少していたが、1980年代には回復した。1990年代に入ると増加傾向を示し、1997年には288トンに増加したが、翌1998年にはワカサギ同様93トンに激減した。その後は90トン前後で推移し、2000年には83トンであった。

北浦におけるシラウオの漁獲量は、1970年の103トンピークに減少し、その後は周期的に増加と減少を繰り返す、2000年には13トンに減少した。

(2) 漁業種類別漁獲割合

霞ヶ浦、北浦におけるワカサギ、シラウオの漁業種類別漁獲割合を1984～1992年（80年代）及び1996～2000年（90年代）について求め、その推移を図3-1-2～3に示した。

これらの図から、漁業種類別漁獲割合について80年代と90年代とで比較した結果を魚種毎にまとめると、以下の通りである。

1) ワカサギ

霞ヶ浦では80年代には10%前後だった定置網の割合が90年代では5%前後に減少しており、反対に5%前後であった横ひきの割合が10%前後に増加していた。

北浦でも霞ヶ浦同様、80年代には20%を超えていた定置網の割合が90年代では10%以下に減少していた。代わってトロールの割合が70%から90%に増加していた。

2) シラウオ

霞ヶ浦では漁獲量が激減した1998～1999年に刺し網の割合が10%を超えたが、その他の年はト

ロールが90%で刺し網が10%以下とほぼ同じ傾向を示した。

北浦ではワカサギ同様、トロールの割合が80%から90%に増加し、80年代に20%前後であった刺し網の割合が90年代には5%前後に減少していた。

(3) 月別漁獲尾数

霞ヶ浦、北浦におけるワカサギ、シラウオの月別漁獲尾数を1984～1992年（80年代）及び1996～2000年（90年代）について求め、その値から月別漁獲割合を算出し、その推移を図3-1-4～5に示した。

これらの図から、月別漁獲割合について漁業種類別漁獲割合と同様に80年代と90年代とで比較した結果を魚種毎にまとめると、以下の通りである。

1) ワカサギ

霞ヶ浦では漁獲量が激減した1998年以降7～8月の割合が90%以上に増加し、逆に9月の割合が3%未満に減少していた。

北浦では1996～1999年に7月の割合が50%を超えていたが、2000年には40%台に減少していた。

2) シラウオ

霞ヶ浦ではワカサギ同様、90年代には7～8月の割合が増加し、2000年には90%を超えていた。逆に80年代には30%以上であった9月の割合が減少し、2000年には3%未満に減少していた。

北浦では月別の漁獲割合は年により変動が大きいが、1988年以降8月の占める割合が高くなり、2000年には70%台であった。

3-2 資源動向

(1) 初期資源尾数

1996～2000年（90年代）の霞ヶ浦、北浦にお

るワカサギ、シラウオの初期資源尾数を推定し、その結果を1984～1992年（80年代）の推定結果と比較した。

1) ワカサギ

解析にはトロールが開始する7月下旬からトロールが終了する12月上旬までの漁獲データを使用し、トロール解禁日である7月21日における資源尾数を初期資源尾数とした。なお、トロールの漁獲対象魚種は、漁期当初はワカサギであるが、途中からテナガエビやシラウオへと変更する。したがって漁獲能率（ q ）が時期により異なることが予想されるため、関連の検討は7月下旬～9月上旬と9月中旬以降～12月上旬の2期に分けて行った。

1996～2000年の7月上旬～12月上旬におけるワカサギの旬別CPUE（出漁日数当たりの漁獲尾数）を表3-2-1に、旬別CPUEの推移及び累積出漁日数に対してプロットした結果を図3-2-1～2に、資源解析結果を表3-2-2～3に示した。

これらの図表から、霞ヶ浦における1996～2000年のワカサギの初期資源尾数は $7.2\sim 68.0\times 10^6$ 尾であった。初期資源尾数は漁獲量同様、1998年以降減少し、2000年では 7.2×10^6 尾であった。

北浦における1996～2000年のワカサギの初期資源尾数は $8.0\sim 25.9\times 10^6$ 尾であった。初期資源尾数は年々減少しており、2000年では 8.0×10^6 尾であった。

2) シラウオ

解析にはシラウオの加入が完了する8月上旬からトロール漁が終了する12月上旬までの漁獲データを使用し、8月1日における資源尾数を初期資源尾数とした。なお、前述したようにトロールの漁獲対象魚種は漁期中に変化し、特にシラウオ資源が減少した1998年以降、霞ヶ浦ではトロールの漁獲対象が9月になるとテナガエビに変更となっ

た。これによりシラウオでも漁獲能率（ q ）が時期により異なることが予想されるので、関連の検討はワカサギ同様、2期に分けて行った。また1998年は、霞ヶ浦、北浦とも8月上旬の資源尾数が資源解析では推定できなかったため、資源解析で求めた霞ヶ浦は10月下旬の資源尾数、北浦は9月中旬の資源尾数に8月上旬からその旬以前までの漁獲尾数を加えたものを初期資源尾数とした。

1996～2000年の7月下旬～12月上旬におけるシラウオのトロールでの旬別CPUE（出漁日数当たりの漁獲尾数）を表3-2-4に、旬別CPUEの推移及び累積出漁日数に対してプロットした結果を図3-2-3～4に、資源解析結果を表3-2-5～6に示した。

これらの図表から、霞ヶ浦における1996～2000年のシラウオの初期資源尾数は $108\sim 1,157\times 10^6$ 尾であった。シラウオの初期資源尾数はワカサギ同様1998年以降減少していたが、2000年では 475×10^6 尾と前年より増加していた。

北浦における1996～2000年のシラウオの初期資源尾数は $58\sim 266\times 10^6$ 尾であった。シラウオの初期資源尾数は1997年以降減少しており、2000年では 58×10^6 尾であった。

3) 過去の推定結果（80年代）との比較

1996～2000年（90年代）の推定結果を、過去に推定された1984～1992年（80年代）の結果と比較した（根本（1994）、茨城県内水面水産試験場（1997）、久保田（1998））。なお推定方法が異なる北浦のワカサギ、シラウオの初期資源尾数については、De Luryの第二モデルを用いて再計算をした。またシラウオについては、初期資源尾数として8月における資源尾数で比較するために、80年代については9月の資源尾数と8月の漁獲尾数を合計したものを初期資源尾数とした。1984～1992年のワカサギ・シラウオの資源解析結果を表3-2-7～10に、ワカサギ・シラウオの初期

資源尾数の推移を図3-2-5~6に示した。

これらの図表から、1984~1992年のワカサギの初期資源尾数は霞ヶ浦では $72.2\sim 554.1\times 10^6$ 尾、北浦では $23.3\sim 98.1\times 10^6$ 尾であった。霞ヶ浦、北浦ともに漁獲量同様、90年代より多い結果となった。

一方、1984~1992年のシラウオの初期資源尾数は、霞ヶ浦では $173\sim 1,615\times 10^6$ 尾、北浦では $43\sim 225\times 10^6$ 尾であり、霞ヶ浦、北浦ともに90年代とほぼ同じ水準であった。

4) 湖沼毎のワカサギとシラウオの関係

先に推定した1984~1992年(80年代)及び1996~2000年(90年代)のワカサギ、シラウオの初期資源尾数から、湖沼毎にワカサギ初期資源尾数対するシラウオ初期資源尾数の関係をみたものを図3-2-7~8に示した。

これらの図から、霞ヶ浦では、ワカサギの初期資源尾数が多い年はシラウオの初期資源尾数も多いという傾向が80年代、90年代ともうかがわれた(相関係数 $r^2=0.87, 0.73$)。

北浦では80年代はほとんど相関がなかったが(相関係数 $r^2=0.01$)、90年代では霞ヶ浦と同じ傾向を示した($r^2=0.52$)。

5) 魚種毎の霞ヶ浦と北浦の関係

次に、1984~1992年(80年代)及び1996~2000年(90年代)の霞ヶ浦での初期資源尾数に対する北浦での初期資源尾数の関係を魚種毎に比較したものを図3-2-9~10に示した。

これらの図から、ワカサギでは、霞ヶ浦で初期資源尾数が多い年は北浦で初期資源尾数も多いという傾向が80年代、90年代ともうかがわれた(相関係数 $r^2=0.71, 0.92$)。

一方シラウオでは80年代、90年代ともに相関が低かった($r^2=0.21, 0.36$)。

6) 初期資源尾数と魚体重との関係

これまでに算出したワカサギ、シラウオの初期資源尾数と魚体重との関係を1984~1992年(80年代)、1996~2000年(90年代)とで比較した。ワカサギの初期資源尾数と7月における魚体重との関係を図3-2-11~12に、シラウオの初期資源尾数と8月における魚体重との関係を図3-2-13~14に示した。なお1984~1992年の北浦については、魚体重のデータが欠測した年が多いので除いた。

これらの図から、ワカサギについては、霞ヶ浦では80年代、90年代ともに相関がほとんどなかった(相関係数 $r^2=0.24, 0.07$)が、北浦では7月の魚体重が大きいほど初期資源尾数が少ないという逆相関を示し、その傾向は80年代($r^2=0.55$)より90年代($r^2=0.95$)でより強まっていた。

一方、シラウオについては、霞ヶ浦では80年代でやや逆相関の傾向があった($r^2=0.48$)が、90年代ではその傾向は弱まっていた($r^2=0.33$)。

(2) 残存資源尾数

初期資源尾数と同様に、1996~2000年(90年代)の霞ヶ浦、北浦におけるワカサギ、シラウオの残存資源尾数を推定し、その結果を1984~1992年(80年代)の推定結果と比較した。

1) ワカサギ

トロールが終了する12月10日における資源尾数を残存資源尾数とした。ワカサギの資源解析結果を表3-2-11~12に示した。

これらの表から、霞ヶ浦における1996~2000年のワカサギの残存資源尾数は $0.6\sim 13.4\times 10^6$ 尾であった。ワカサギの残存資源尾数は漁獲量同様、1998年以降激減し、2000年では 0.8×10^6 尾であった。

北浦における1996~2000年のワカサギの残存資源尾数は $0.5\sim 3.7\times 10^6$ 尾であり、2000年では

2.5×10⁶尾であった。

2) シラウオ

ワカサギ同様、トロールが終了する12月10日におけるの資源尾数を残存資源尾数とした。シラウオの資源解析結果を表3-2-13~14に示した。

これらの表から、霞ヶ浦における1996~2000年のシラウオの残存資源尾数は18.9~108.8×10⁶尾であり、2000年では18.9×10⁶尾と前年より減少していた。

北浦における1996~2000年のシラウオの初期資源尾数は7.1~71.1×10⁶尾であり、2000年では7.1×10⁶尾と前年より減少していた。

3) 過去の推定結果(80年代)との比較

初期資源尾数と同様に、1996~2000年(90年代)の推定結果を、過去に推定された1984~1992年(80年代)の結果と比較した。1984~1992年のワカサギ・シラウオの資源解析結果を表3-2-11~14に、ワカサギ・シラウオの残存資源尾数の推移を図3-2-17~18に示した。

これらの図表から、1984~1992年のワカサギの残存資源尾数は霞ヶ浦では0.7~9.9×10⁶尾、北浦では0.2~3.3×10⁶尾であった。ワカサギの残存資源尾数は1998~2000年の霞ヶ浦を除けば、80年代、90年代ともほぼ同じ水準で推移していた。

一方、1984~1992年のシラウオの残存資源尾数は、霞ヶ浦では22.4~58.9×10⁶尾、北浦では5.9~80.6×10⁶尾であった。シラウオの残存資源尾数はワカサギ同様、80年代、90年代ともほぼ同じ水準で推移していた。

3-3 再生産関係

ワカサギとシラウオの再生産関係を比較するために、それぞれの残存資源量から産卵量を推定し、その産卵量から翌年級群の初期資源尾数までの割合(生残率)を求めた。さらに、その結果を1984~1992年(80年

代)の推定結果と比較した。

1) ワカサギ

1997~2000年のワカサギの生残率を求め、それを表3-3-1~2に示した。

これらの表から、ワカサギの生残率は霞ヶ浦では0.05~0.35%、北浦では0.04~0.30%となった。

2) シラウオ

ワカサギ同様、1997~2000年のシラウオの生残率を求め、それを表3-3-3~4に示した。

これらの表から、シラウオの生残率は霞ヶ浦では0.80~14.85%、北浦では1.11~5.61%となった。

3) 過去の推定結果(80年代)との比較

1997~2000年(90年代)の推定結果を、過去に推定された1985~1992年(80年代)の結果と比較した。1985~1992年のワカサギ・シラウオの生残率推定結果を表3-3-5~8に、ワカサギ・シラウオの生残率の推移を図3-3-1~2に示した。

これらの図表から、1985~1992年のワカサギの生残率は、霞ヶ浦では0.25~1.70%、北浦では0.16~2.68%であった。ワカサギの生残率は、霞ヶ浦、北浦ともに、90年代より高い結果となった。

一方、1985~1992年のシラウオの生残率は、霞ヶ浦では1.27~6.61%、北浦では0.20~19.56%であった。シラウオの生残率は、1998年の霞ヶ浦を除けば、霞ヶ浦、北浦ともに90年代とほぼ同じ水準であった。

4) 湖沼毎のワカサギとシラウオの関係

初期資源尾数と同様に、先に推定した1985~1992年(80年代)及び1997~2000年(90年代)のワカサギ、シラウオの生残率から、湖沼毎にワカサギ生残率に対するシラウオ生残率の関係をみたものを図3-3-3~4に示した。

これらの図から、霞ヶ浦では80年代、90年代とも

相関がほとんどなかった(相関係数 $r^2=0.09, 0.02$)。北浦も霞ヶ浦同様、80年代、90年代ともほとんど相関関係がなかった($r^2=0.15, 0.21$)。

5) 魚種毎の霞ヶ浦と北浦の関係

さらに、1985~1992年(80年代)及び1997~2000年(90年代)の霞ヶ浦での生残率に対する北浦での生残率の関係を魚種毎に比較したものを図3-3-5~6に示した。

これらの図から、ワカサギでは80年代、90年代ともに相関がほとんどなかった(相関係数 $r^2=0.01, 0.05$)。

一方シラウオでは80年代、90年代ともに相関が低かった($r^2=0.10, 0.33$)。

4. 考 察

1996~2000年(90年代)のワカサギの初期資源尾数をDe Luryの方法により推定したが、霞ヶ浦で $7.2 \sim 68.0 \times 10^6$ 尾、北浦で $8.0 \sim 25.9 \times 10^6$ 尾であり、1984~1992年(80年代)の初期資源尾数より少ない結果となった。この理由としては、90年代のワカサギの残存資源尾数が1998~2000年の霞ヶ浦を除けば、80年代とほぼ同じ水準であること、及び90年代の卵から翌年の漁期加入までの生残率が霞ヶ浦で0.05~0.35%、北浦で0.04~0.30%と80年代に比べ低下していることから、初期資源尾数の減少は生残率の低下によるものと考えられる。表4-1にこれまでに推定された各年代毎のワカサギの生残率を示したが、90年代の生残率は漁獲量の激減した70年代の水準とほぼ同じであった。

なお1998年以降の霞ヶ浦ではワカサギの残存親魚尾数も減少していることから、さらに初期資源尾数を減少させる要因となっていることがうかがえられる。

一方、同時期のシラウオの初期資源尾数は霞ヶ浦で $108 \sim 1,157 \times 10^6$ 尾、北浦で $58 \sim 266 \times 10^6$ 尾であり、80年代の初期資源尾数とほぼ同じ水準であった。これは、シラウオの残存親魚尾数、生残率も年変動は大きいものの80年代とほぼ同じ水準であることによるもの

と考える。表4-2にこれまでに推定された各年代毎のシラウオの生残率を示したが、90年代の生残率は各年代の水準とほぼ同じであった。なお近年霞ヶ浦で増加していたシラウオの漁獲量が1998年以降100トン未満に減少したのは、その年のシラウオの生残率が0.80%と低く、これにより初期資源が減少したものと考えられる。

以上のことから、ワカサギ、シラウオの資源変動には卵からの漁期加入までの生残率が大きなウェイトを占め、生残率の低下がみられるワカサギでは初期資源が減少していると言える。

次に、資源変動要因を検討するために、ワカサギ、シラウオの初期資源尾数、及び生残率を魚種毎、湖沼毎に比較した。その結果、霞ヶ浦ではワカサギの初期資源尾数が多い年はシラウオの初期資源尾数も多いという傾向が、また霞ヶ浦でワカサギの初期資源尾数が多い年は北浦でワカサギの初期資源尾数も多いという傾向が80年代、90年代ともうかがわれた。一方、ワカサギの生残率に対するシラウオの生残率の関係を検討したが、霞ヶ浦、北浦とも80年代、90年代とも相関がほとんどなかった。このことは、産卵量(残存親魚量)の多少に関わらず、年ごとにワカサギとシラウオの初期資源の絶対量がある特定の要因により決定されることを意味し、その要因はワカサギ、シラウオに共通に作用するものであり、ワカサギでは霞ヶ浦と北浦と同程度作用するものと考えられる。

これまでワカサギの卵から漁期加入までの生残率の変動要因として、佐々木(1981)は仔魚期の初期餌料の有無を、中村(1992)は仔稚魚期における餌料をめぐる他魚種との競合関係、食害、さらに漁業による混獲について検討している。

ワカサギ、シラウオの生残率の変動要因はこれら複数の要因が関与しているものと考えられるが、ワカサギ、シラウオに共通する要因としては仔稚魚期の餌料環境が最も重要と考えられる。霞ヶ浦におけるワカサギ、シラウオ稚魚の生態的研究としては、小沼(1985)が1983年3月~1985年4月の霞ヶ浦湖沖帯における稚魚の出現状況及び胃内容を観察している。その中

でワカサギ稚魚の出現のピークは3月下旬～4月下旬、シラウオ稚魚はワカサギより2～4旬出現が遅く、そのピークは4月下旬～5月下旬であり、また、稚魚の主な捕食プランクトンは*Nauplius*で、それに*Rotatoria*, *Branchioda*と報告している。熊丸他(1999)はワカサギ、シラウオのふ化時期における餌料環境把握のために、1996年以降湖岸域でプランクトン調査を実施している。今後はその調査結果を基にして、年毎のふ化時期の餌料環境の質的・量的な評価をし、今回の資源解析結果と比較検討することが、ワカサギ、シラウオの資源変動要因を把握する上で必要であると考ええる。

5. 要約

- (1) 霞ヶ浦、北浦におけるワカサギ、シラウオの漁業種類別漁獲割合の推移を1984～1992年(80年代)及び1996～2000年(90年代)について求めた。その結果、ワカサギについては霞ヶ浦、北浦ともに定置網の割合が90年代には減少し、反対に横ひきやトロールの割合が増加していた。シラウオについては霞ヶ浦ではトロール90%、刺し網10%以下と80年代以降ほぼ同じ傾向を示し、北浦ではトロールの割合が80%から90%に増加していた。
- (2) 霞ヶ浦、北浦におけるワカサギ、シラウオの月別漁獲尾数を求め、その値から月別漁獲割合を算出し、80年代と90年代とで比較した。その結果、ワカサギについては、霞ヶ浦では漁獲量が激減した1998年以降7～8月の割合が90%以上に増加し、北浦でも1996～1999年に7月の割合が50%を超えていた。シラウオについても、霞ヶ浦ではワカサギ同様7～8月の割合が増加し、北浦では1988年以降8月の占める割合が高くなっていた。
- (3) 1996～2000年のワカサギの初期資源尾数をDe Luryの方法により推定したが、霞ヶ浦で $7.2\sim 68.0\times 10^6$ 尾、北浦で $8.0\sim 25.9\times 10^6$ 尾であり、1984～1992年の初期資源尾数(霞ヶ浦： $72.2\sim 554.1\times 10^6$ 尾、北浦： $23.3\sim 98.1\times 10^6$ 尾)より少ない結果となった。
- (4) 1996～2000年のシラウオの初期資源尾数の推定結果は、霞ヶ浦で $108\sim 1,157\times 10^6$ 尾、北浦で $58\sim 266\times 10^6$ 尾であり、1984～1992年の初期資源尾数(霞ヶ浦： $173\sim 1,615\times 10^6$ 尾、北浦： $43\sim 225\times 10^6$ 尾)とほぼ同じ水準であった。
- (5) 霞ヶ浦ではワカサギの初期資源尾数が多い年はシラウオの初期資源尾数も多いという傾向が80年代、90年代ともうかがわれた(相関係数 $r^2=0.87, 0.73$)。北浦では80年代にはワカサギとシラウオでほとんど相関関係がなかった($r^2=0.01$)が、90年代には霞ヶ浦と同じ傾向を示すようになった($r^2=0.52$)。
- (6) ワカサギの初期資源尾数について、霞ヶ浦で多い年は北浦でも多いという傾向が80年代、90年代ともうかがわれた(相関係数 $r^2=0.71, 0.92$)。一方シラウオの初期資源尾数については80年代、90年代ともに相関が低かった($r^2=0.21, 0.36$)。
- (7) 初期資源尾数と魚体重との関係では、ワカサギについては霞ヶ浦では80年代、90年代ともに相関がほとんどなかった(相関係数 $r^2=0.24, 0.07$)が、北浦では7月の魚体重が大きいほど初期資源尾数が少ないという逆相関を示し、その傾向は80年代($r^2=0.55$)より90年代($r^2=0.95$)でより強まっていた。一方、シラウオについては霞ヶ浦で80年代にやや逆相関の傾向があった($r^2=0.48$)が、90年代ではその傾向は少なくなっていた($r^2=0.33$)。
- (8) 1996～2000年のワカサギの残存資源尾数は、霞ヶ浦で $0.6\sim 13.4\times 10^6$ 尾、北浦で $0.5\sim 3.7\times 10^6$ 尾であり、1998～2000年の霞ヶ浦を除けば、1984～1992年の残存資源尾数(霞ヶ浦： $0.7\sim 9.9\times 10^6$ 尾、

北浦： $0.2\sim 3.3\times 10^6$ 尾）とほぼ同じ水準で推移していた。

- (9) 1996～2000年のシラウオの残存資源尾数は、霞ヶ浦で $18.9\sim 108.8\times 10^6$ 尾、北浦で $7.1\sim 71.1\times 10^6$ 尾であり、1984～1992年の残存資源尾数（霞ヶ浦： $22.4\sim 58.9\times 10^6$ 尾、北浦： $5.9\sim 80.6\times 10^6$ 尾）とほぼ同じ水準で推移していた。
- (10) 1997～2000年のワカサギの生残率は、霞ヶ浦で0.05～0.35%、北浦で0.04～0.30%であり、1985～1992年の生残率（霞ヶ浦：0.25～1.70%、北浦：0.16～2.68%）より低い結果となった。
- (11) 1997～2000年のシラウオの生残率は、霞ヶ浦で0.80～14.85%、北浦で1.11～5.61%であり、1985～1992年の生残率（霞ヶ浦：1.27～6.61%、北浦：0.20～19.56%）とほぼ同じ水準であった。
- (12) ワカサギの生残率に対するシラウオの生残率の関係をみたが、霞ヶ浦では80年代、90年代とも相関がほとんどなく（相関係数 $r^2=0.09, 0.02$ ）、北浦でも80年代、90年代ともにほとんど相関がなかった（ $r^2=0.15, 0.21$ ）。
- (13) ワカサギの生残率について、霞ヶ浦と北浦とで相関をとったが、80年代、90年代ともに相関はほとんどなかった（相関係数 $r^2=0.01, 0.05$ ）。シラウオの生残率についても80年代、90年代ともに相関が低かった（ $r^2=0.10, 0.33$ ）。
- (14) 90年代のワカサギ初期資源尾数の減少は生残率の低下によるものと考えられる。また1998年以降の霞ヶ浦ではワカサギの残存親魚尾数も減少していることから、さらに初期資源尾数を減少させる要因となっていることがうかがえられる。

参考文献

- 堀田秀之（1951）：日本産シラウオ属の抱卵数について、日本水産学会誌，16，363-366
- 茨城県内水面水産試験場（1997）：茨城県霞ヶ浦北浦海区知事許可漁業調査検討会資料
- 関東農政局茨城統計情報事務所（1956-2001）：茨城県林水産統計年報
- 久保田次郎（1998）：霞ヶ浦におけるシラウオの資源動向について、茨内水試研報，34，29-40
- 熊丸敦郎・渡邊直樹・坂本正義（1999）：霞ヶ浦北浦ワカサギ初期餌料調査結果（1996.2～1999.5），茨城内水試調研報，35，115～135
- 中村誠（1992）：霞ヶ浦におけるワカサギ資源に関する研究，茨内水試研報，28，1-19
- 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，茨内水試研報，29，1-11
- 根本孝（1994）：北浦におけるワカサギ資源量の推定と漁期の変更による漁獲管理，茨内水試研報，30，1-23
- 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，茨内水試研報，31，92-97
- 能勢幸雄，石井丈夫，清水誠（1988）：水産資源学，東京大学出版会
- 小沼洋司（1985）：霞ヶ浦北浦の湖沖帯に現われる稚仔とその摂餌について，茨内水試研報，22，1-30
- 佐々木道也（1981）：霞ヶ浦の最近におけるワカサギ資源の動向について－Ⅱ 資源変動要因，茨内水試研報，18，6-25
- 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－Ⅰ 資源解析，茨内水試研報，18，1-5
- 田中昌一（1985）：水産資源学総論，恒星社厚生閣
- 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，茨内水試研報，9，1-8

表2-1 霞ヶ浦における水揚調査データ(1996~2000年, 茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所調べ)

1. トロール

	1996年			1997年			1998年			1999年			2000年		
	ワカサギ 水揚量 [kg]	シラウオ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	シラウオ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	シラウオ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	シラウオ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	シラウオ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]
7月下旬	4715.6	805.5	85	8145.4	720.2	56	4488.2	22.5	291	857.8	140.1	142	522.4	2263.5	197
8月上旬	1150.4	1523.1	14	4109.2	2178.2	34	1503.0	14.2	227	107.6	543.0	91	365.8	4511.1	244
8月中旬	663.2	1657.9	10	1330.7	1544.2	26	205.2	29.3	77	45.7	371.6	75	140.0	1793.8	155
8月下旬	900.3	3384.7	40	1386.7	3804.4	52	235.1	107.6	135	52.0	728.3	112	57.3	592.6	126
9月上旬	594.4	2896.9	37	580.3	2059.8	56	187.7	178.9	246	17.6	320.8	176	14.8	97.0	42
9月中旬	480.9	2560.0	28	406.1	1280.2	29	94.6	46.4	206	14.7	347.1	324	2.0	6.6	265
9月下旬	591.2	2613.4	35	494.8	1543.5	43	94.3	70.2	215	16.1	509.4	297	6.4	25.0	319
10月上旬	711.9	2476.5	42	855.9	2753.4	42	151.6	162.4	231	22.6	713.1	325	16.9	52.6	271
10月中旬	926.1	2540.9	38	1000.8	4147.2	54	159.2	143.7	221	23.5	895.7	271	15.5	66.4	269
10月下旬	1298.1	4890.3	52	1213.5	3863.8	65	175.4	521.2	229	22.1	1139.9	332	41.0	236.0	324
11月上旬	1045.7	3751.3	65	966.1	3540.7	69	113.9	587.4	174	22.6	1576.5	269	48.0	347.8	179
11月中旬	1194.2	3245.8	82	952.2	2669.4	62	144.8	434.5	171	27.9	1801.5	269	89.1	487.4	161
11月下旬	1085.8	3140.3	85	842.0	1950.1	40	68.0	403.8	146	24.2	1406.2	189	57.1	379.2	151
12月上旬	1183.4	1873.5	51	816.4	1510.0	47	59.7	199.9	127	13.5	641.4	143	54.1	341.4	140
合計	16541.2	37360.1	664	23100.1	33565.1	675	7680.7	2922.0	2696	1267.9	11134.6	3015	1430.4	11200.4	2843

*: 1996~2000年のワカサギ・シラウオの水揚量は7加工業者の合計値

*: 1996~1997年の出漁隻数は3漁業者と1加工業者の合計値, 1998~2000年の出漁隻数は7加工業者の合計値

2. 横ひき

	1996年		1997年		1998年		1999年		2000年	
	ワカサギ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]
7月下旬	773.2	62	1924.1	211	421.1	118	1477.2	263	173.3	115
8月上旬	221.9	41	915.4	212	109.4	48	345.0	190	91.7	114
8月中旬	106.6	46	287.1	88	40.8	24	3.9	9	11.2	20
8月下旬	208.1	176	14.5	2	4.4	30	0	0	4.7	8
9月上旬	160.3	176	112.4	150	4.9	11	0	0	0	0
9月中旬	88.4	160	82.6	105	3.4	15	0	0	0	0
9月下旬	40.0	95	166.5	96	0	15	0	0	0	15
10月上旬	122.5	70	191.3	88	0	19	0	0	0	9
10月中旬	275.9	96	434.6	108	1.4	14	0	0	0	9
10月下旬	236.0	93	199.0	144	0	11	0	0	0	10
11月上旬	78.6	64	77.3	64	0	11	0	18	0	9
11月中旬	83.5	67	35.6	69	0	11	0	9	0	3
11月下旬	69.7	59	192.4	52	0	8	0	5	0	0
12月上旬	98.6	53	69.3	65	0	9	0	5	0	0
合計	2563.3	1258	4702.1	1454	585.4	344	1826.1	499	280.9	312

*: 1996~2000年のワカサギの水揚量は7加工業者の合計値

*: 1996~1997年の出漁隻数は1加工業者のデータ, 1998~2000年の出漁隻数は7加工業者の合計値

表2-2 北浦における水揚調査データ(1996~2000年, 茨城県霞ヶ浦北浦水産事務所調べ)

1. トロール

	1996年			1997年			1998年			1999年			2000年		
	ワカサギ 水揚量 [kg]	シラウオ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	シラウオ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	シラウオ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	シラウオ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]	ワカサギ 水揚量 [kg]	シラウオ 水揚量 [kg]	出漁 隻数 [隻]
7月下旬	2794.5	27.5	46	1281.9	1235.6	42	2212.0	15.0	78	3342.8	382.5	157	1011.5	15.0	107
8月上旬	679.3	298.0	48	424.5	1152.0	28	828.9	27.0	68	673.6	697.6	124	390.5	388.0	101
8月中旬	250.3	146.0	27	116.2	764.5	24	351.0	82.4	50	371.0	592.6	94	231.0	287.2	72
8月下旬	156.8	334.5	40	229.3	1065.2	36	197.1	147.6	38	368.0	501.3	105	175.3	544.5	89
9月上旬	85.5	269.0	33	116.5	1060.1	44	117.5	63.7	45	199.0	481.0	78	111.3	121.1	45
9月中旬	43.7	453.9	37	51.2	1171.4	35	155.9	144.1	40	140.7	272.3	68	86.7	100.9	45
9月下旬	125.0	740.0	44	100.6	943.6	32	116.9	145.9	34	182.6	192.6	67	94.4	100.6	52
10月上旬	91.4	634.8	39	196.2	731.1	29	391.1	554.6	97	113.4	113.8	66	65.6	46.5	23
10月中旬	88.6	860.1	39	138.1	720.0	30	244.3	464.2	96	197.2	144.6	52	84.5	123.2	34
10月下旬	114.7	959.8	38	165.1	793.1	37	391.8	746.4	119	288.3	276.5	68	83.7	191.3	35
11月上旬	131.4	943.0	34	254.0	687.5	36	392.0	729.0	101	374.0	301.0	69	139.7	240.3	43
11月中旬	142.2	320.0	18	139.3	441.8	33	493.1	782.6	111	388.0	296.0	81	144.4	243.6	44
11月下旬	373.8	532.4	36	141.4	383.6	29	545.3	756.3	102	359.0	224.0	65	135.5	212.7	43
12月上旬	225.4	483.5	31	141.2	303.0	18	495.9	600.5	89	335.0	187.0	64	110.1	169.4	35
合計	5302.6	7002.5	510	3495.5	11452.5	453	6932.8	5259.3	1068	7332.6	4662.8	1158	2864.2	2784.3	768

*: 1996~1997年のワカサギ・シラウオの水揚量は4漁業者の合計値, 1998~2000年のワカサギ・シラウオの水揚量は3加工業者の合計値

*: 1996~1997年の出漁隻数は4漁業者の合計値, 1998~2000年の出漁隻数は3加工業者の合計値

表2-3 ワカサギ魚体重データ(1996~2000年)

単位:g

	霞ヶ浦					北浦				
	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
7月下旬	1.72	2.29	1.99	2.28	2.13	1.85	1.71	2.52	2.80	2.70
8月上旬										
8月中旬										
8月下旬	2.45				2.53	2.88	2.69	3.28	2.89	3.37
9月上旬		2.52	3.61	2.72						
9月中旬		4.77								
9月下旬	4.48					4.89	4.96		4.11	3.72
10月上旬		6.35	4.71	3.57	3.99			5.52		
10月中旬					5.03					
10月下旬	8.21					9.16	9.23	9.49	5.20	7.81
11月上旬			8.14	5.92	7.13					
11月中旬										
11月下旬	9.12	8.55	8.50			11.73	11.21	13.50	13.78	9.10
12月上旬	9.40	9.78	9.69	9.02	11.54	14.58		14.51		9.45

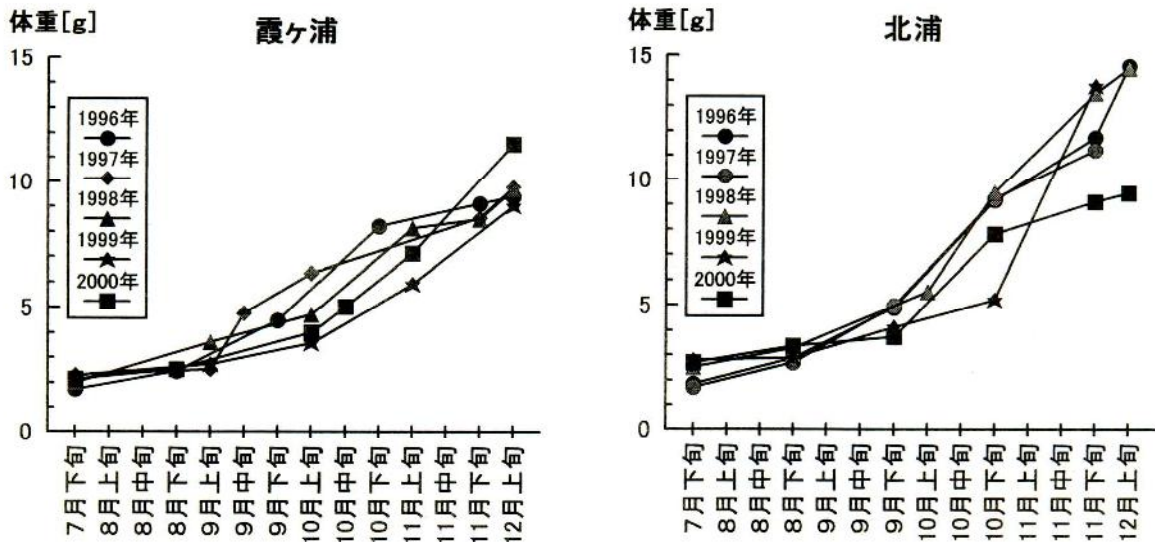


図2-1 ワカサギ魚体重の推移(1996~2000年)

表2-4 シラウオ魚体重データ(1996~2000年)

単位:g

	霞ヶ浦					北浦				
	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年	1996年	1997年	1998年	1999年	2000年
7月下旬	0.13	0.12	0.10	0.10		0.08	0.08	0.16		0.10
8月上旬						0.11				
8月中旬										
8月下旬	0.14	0.15				0.15	0.14		0.15	
9月上旬				0.15						
9月中旬		0.17								
9月下旬	0.22					0.26	0.21		0.19	0.18
10月上旬		0.24	0.19		0.17			0.25		
10月中旬				0.31						
10月下旬	0.47					0.56	0.46	0.46	0.39	0.41
11月上旬		0.46	0.49	0.40	0.44					
11月中旬										
11月下旬				0.61	0.79	0.74	0.81	0.85	0.83	0.73
12月上旬	0.99	0.75	1.00	0.79	0.82	0.95		1.00		0.80

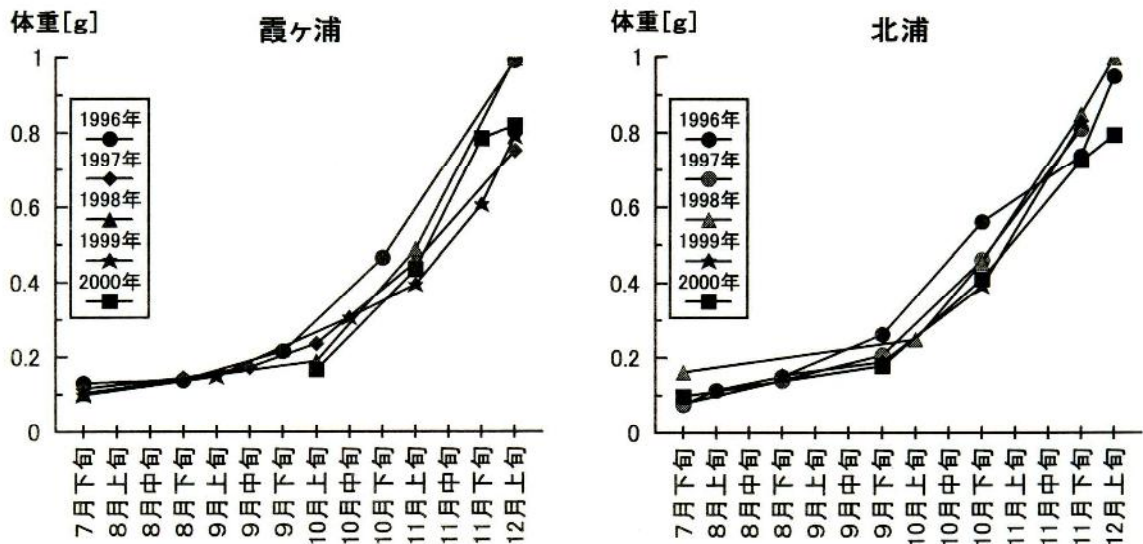
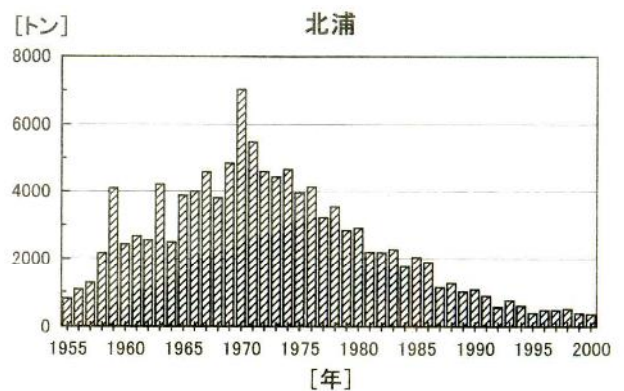
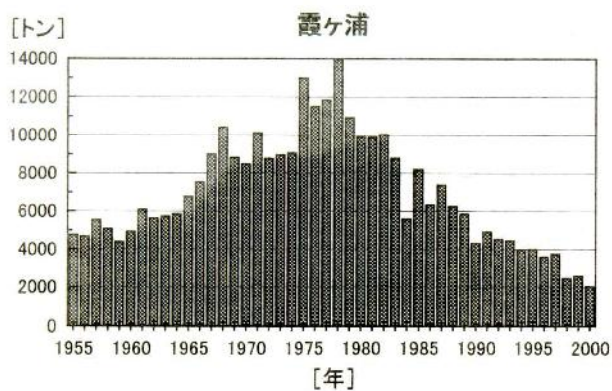
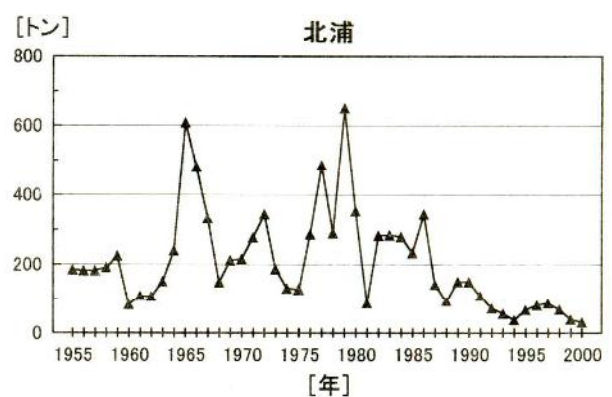
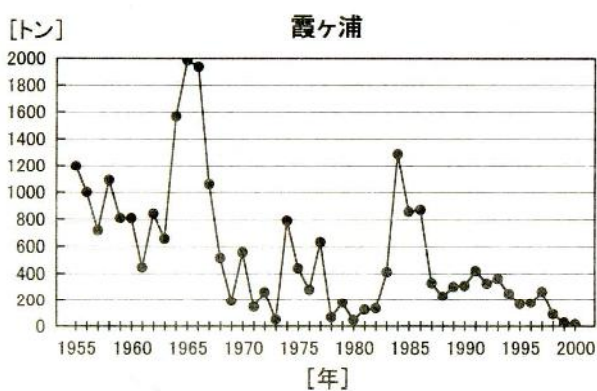


図2-2 シラウオ魚体重(1996~2000年)

1. 総漁獲量



2. ワカサギ



3. シラウオ

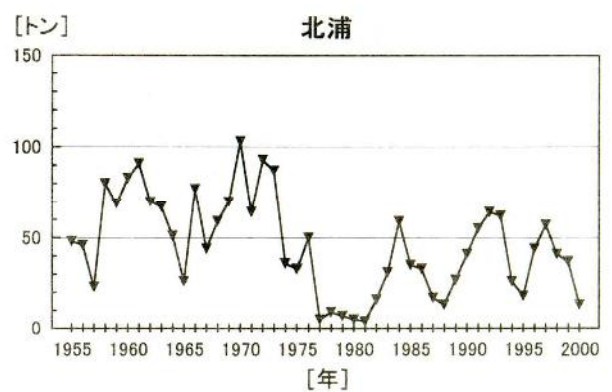
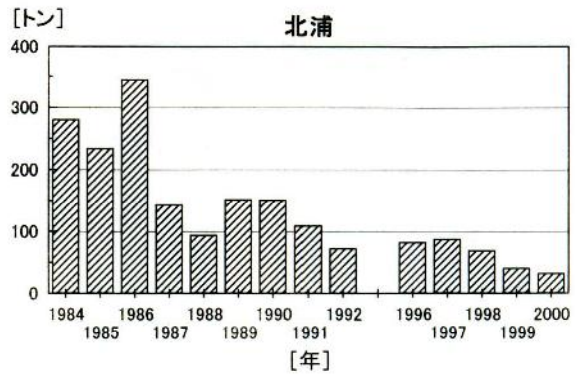
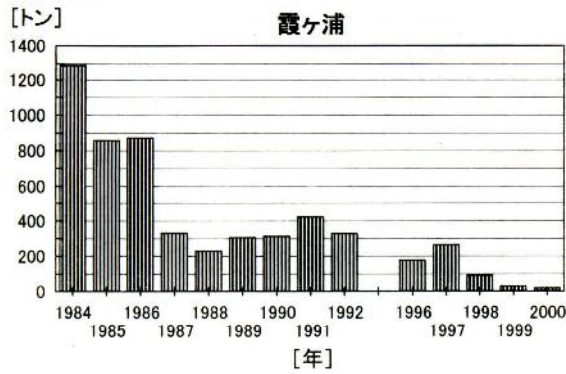


図3-1-1 霞ヶ浦北浦における漁獲量の推移(1955~2000年)

1. 漁獲量



2. 漁業種類別漁獲割合

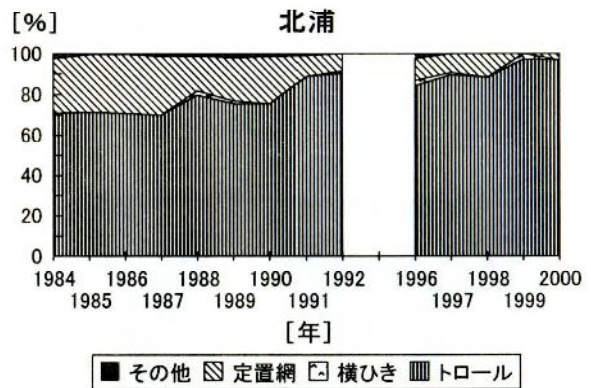
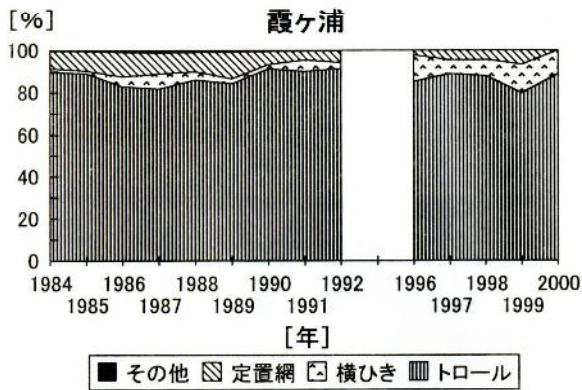
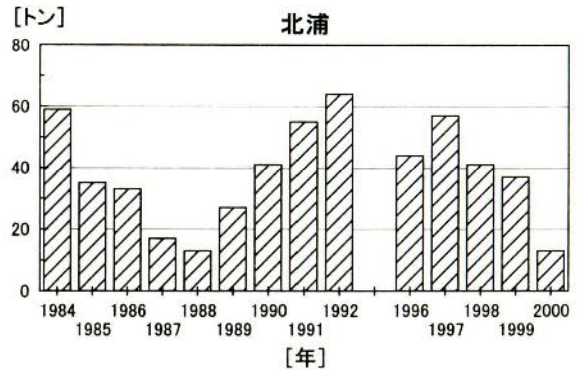
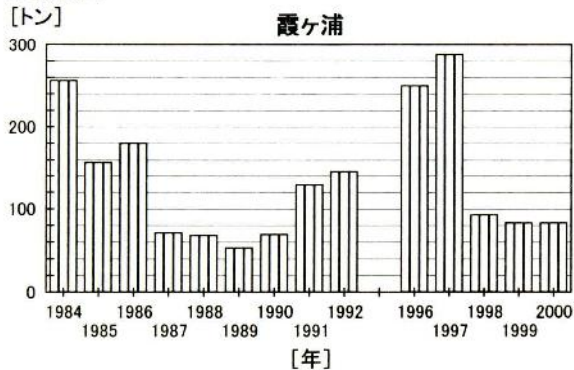


図3-1-2 ワカサギ漁獲量・漁業種類別漁獲割合の推移(1984~1992, 1996~2000年)

1. 漁獲量



2. 漁業種類別漁獲割合

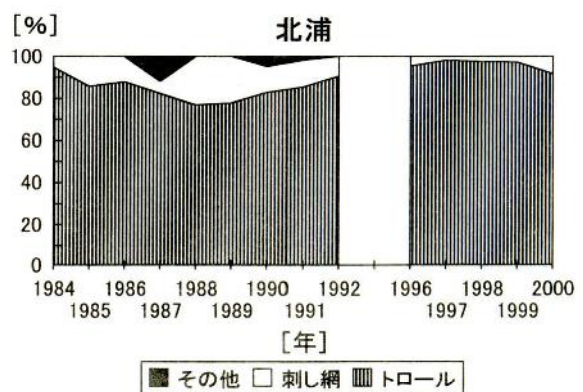
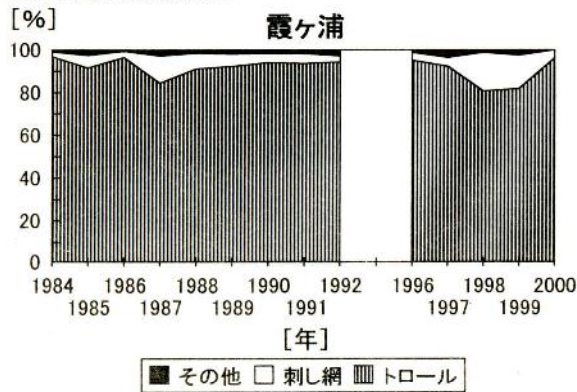


図3-1-3 シラウオ漁獲量・漁業種類別漁獲割合の推移(1984~1992, 1996~2000年)

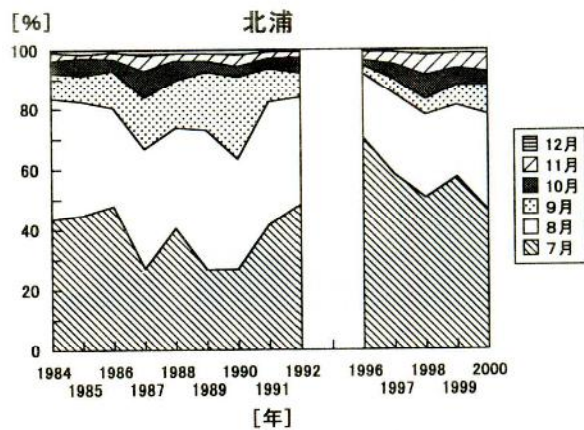
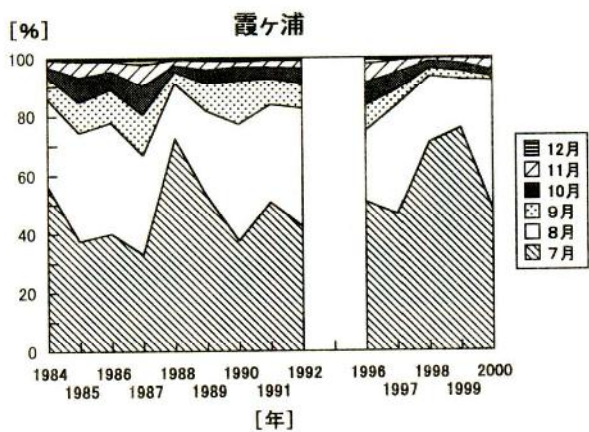


図3-1-4 ワカサギ月別漁獲割合の推移(漁獲尾数, 1984~1992年, 1996~2000年)

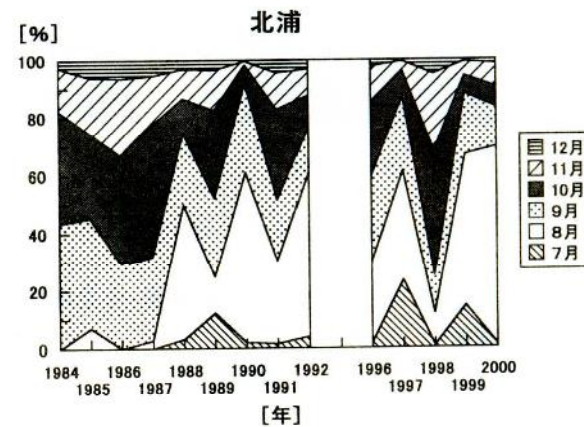
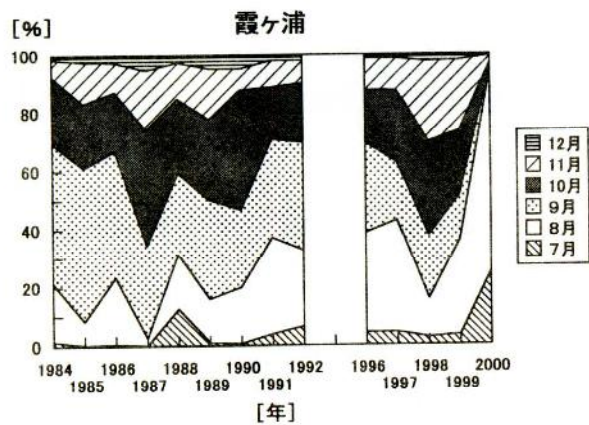


図3-1-5 シラウオ月別漁獲割合の推移(漁獲尾数, 1984~1992年, 1996~2000年)

表3-2-1 ワカサギ旬別漁獲尾数・出漁日数・CPUE(1996~2000年)

		越ヶ浦									北浦						
		漁獲量			体重	漁獲尾数		出漁日数			CPUE	漁獲量	体重	漁獲尾数		出漁日数	CPUE
		トロール [トン]	横ひき [トン]	合計 [トン]	[g]	合計 [百万尾]	トロール [日]	横ひき [日]	補正 [日]	[尾/日]	トロール [トン]	[g]	トロール [百万尾]	トロール [日]	トロール [尾/日]		
1996年	7月下旬	43.05	6.64	49.68	1.72	28.89	2766	204	3193	9048	37.42	1.85	20.23	504	40158		
	8月上旬	10.50	1.90	12.41	1.96	6.32	456	135	538	11740	9.10	2.19	4.15	526	7891		
	中旬	6.05	0.91	6.97	2.21	3.16	325	151	375	8430	3.35	2.54	1.32	296	4469		
	下旬	8.22	1.79	10.00	2.45	4.08	1302	580	1585	2577	2.10	2.88	0.73	438	1665		
	9月上旬	5.43	1.38	6.80	3.13	2.18	1204	580	1509	1441	1.14	3.55	0.32	361	893		
	中旬	4.39	0.76	5.15	3.80	1.35	911	527	1069	1267	0.59	4.22	0.14	405	342		
	下旬	5.40	0.34	5.74	4.48	1.28	1139	313	1211	1058	1.67	4.89	0.34	482	710		
	10月上旬	6.50	1.05	7.55	5.72	1.32	1367	230	1588	831	1.22	6.31	0.19	427	454		
	中旬	8.45	2.37	10.82	6.97	1.55	1237	316	1583	981	1.19	7.74	0.15	427	359		
	下旬	11.85	2.03	13.88	8.21	1.69	1692	306	1982	853	1.54	9.16	0.17	416	403		
	11月上旬	9.55	0.67	10.22	8.51	1.20	2115	211	2265	530	1.76	10.02	0.18	372	472		
	中旬	10.90	0.72	11.62	8.82	1.32	2669	221	2844	463	1.90	10.87	0.18	197	889		
	下旬	9.91	0.60	10.51	9.12	1.15	2766	194	2933	393	5.01	11.73	0.43	394	1083		
12月上旬	10.80	0.85	11.65	9.40	1.24	1660	175	1790	692	3.02	14.58	0.21	339	610			
合計	151.00	22.00	173.00		56.73	21609	4142	24464		71.00		28.73	5584				
1997年	7月下旬	83.22	6.96	90.17	2.29	39.38	1832	547	1985	19838	28.60	1.71	16.73	541	30916		
	8月上旬	41.98	3.31	45.29	2.35	19.29	1112	550	1200	16080	9.47	2.04	4.65	361	12893		
	中旬	13.59	1.04	14.63	2.41	6.08	850	228	915	6647	2.59	2.36	1.10	309	3548		
	下旬	14.17	0.05	14.22	2.46	5.77	1701	5	1707	3382	5.12	2.69	1.90	464	4101		
	9月上旬	5.93	0.41	6.33	2.52	2.51	1832	389	1957	1284	2.60	3.45	0.75	567	1331		
	中旬	4.15	0.30	4.45	4.77	0.93	949	272	1017	917	1.14	4.20	0.27	451	603		
	下旬	5.06	0.60	5.66	5.71	0.99	1407	249	1574	629	2.24	4.96	0.45	412	1098		
	10月上旬	8.74	0.69	9.44	6.35	1.49	1374	228	1483	1002	4.38	6.38	0.69	374	1836		
	中旬	10.22	1.57	11.80	6.79	1.74	1766	280	2038	852	3.08	7.81	0.39	386	1021		
	下旬	12.40	0.72	13.12	7.23	1.81	2126	373	2250	806	3.68	9.23	0.40	477	837		
	11月上旬	9.87	0.28	10.15	7.67	1.32	2257	166	2321	570	5.67	9.89	0.57	464	1236		
	中旬	9.73	0.13	9.86	8.11	1.22	2028	179	2055	591	3.11	10.55	0.29	425	693		
	下旬	8.60	0.70	9.30	8.55	1.09	1308	135	1414	769	3.16	11.21	0.28	374	753		
12月上旬	8.34	0.25	8.59	9.78	0.88	1537	169	1584	555	3.15	12.55	0.25	232	1083			
合計	236.00	17.00	253.00		84.51	22080	3769	23500		78.00		28.74	5836				
1998年	7月下旬	46.75	5.04	51.78	1.99	26.02	1905	522	2111	12329	19.46	2.52	7.72	408	18914		
	8月上旬	15.65	1.31	16.96	2.53	6.70	1486	212	1611	4163	7.29	2.77	2.63	356	7387		
	中旬	2.14	0.49	2.63	3.07	0.86	504	106	619	1381	3.09	3.03	1.02	262	3898		
	下旬	2.45	0.05	2.50	3.61	0.69	884	133	903	767	1.73	3.28	0.53	199	2658		
	9月上旬	1.96	0.06	2.01	3.81	0.56	1611	49	1659	336	1.03	3.84	0.27	236	1143		
	中旬	0.99	0.04	1.03	3.98	0.26	1349	66	1405	184	1.37	4.40	0.31	209	1489		
	下旬	0.98	0.00	0.98	4.34	0.23	1408	66	1408	161	1.03	4.96	0.21	178	1165		
	10月上旬	1.58	0.00	1.58	4.71	0.34	1513	84	1513	222	3.44	5.52	0.62	508	1228		
	中旬	1.66	0.02	1.67	5.85	0.29	1447	62	1462	196	2.15	7.51	0.29	503	570		
	下旬	1.83	0.00	1.83	7.00	0.26	1499	49	1499	174	3.45	9.49	0.36	623	583		
	11月上旬	1.19	0.00	1.19	8.14	0.15	1139	49	1139	128	3.45	10.83	0.32	529	603		
	中旬	1.51	0.00	1.51	8.32	0.18	1120	49	1120	162	4.34	12.16	0.36	581	614		
	下旬	0.71	0.00	0.71	8.50	0.08	956	35	956	87	4.80	13.50	0.36	534	666		
12月上旬	0.62	0.00	0.62	9.69	0.06	832	40	832	77	4.36	14.51	0.30	466	645			
合計	80.00	7.00	87.00		36.67	17653	1521	18235		61.00		15.30	5591				
1999年	7月下旬	16.24	3.24	19.47	2.28	8.54	742	1157	889	9603	17.32	2.80	6.19	677	9145		
	8月上旬	2.04	0.76	2.79	2.39	1.17	475	836	652	1793	3.49	2.83	1.23	534	2308		
	中旬	0.87	0.01	0.87	2.50	0.35	392	40	396	883	1.92	2.86	0.67	405	1660		
	下旬	0.98	0.00	0.98	2.61	0.38	585	0	585	645	1.91	2.89	0.66	452	1458		
	9月上旬	0.33	0.00	0.33	2.72	0.12	919	0	919	133	1.03	3.30	0.31	336	931		
	中旬	0.28	0.00	0.28	3.00	0.09	1692	0	1692	55	0.73	3.70	0.20	293	672		
	下旬	0.30	0.00	0.30	3.29	0.09	1551	0	1551	60	0.95	4.11	0.23	289	797		
	10月上旬	0.43	0.00	0.43	3.57	0.12	1697	0	1697	71	0.59	4.47	0.13	284	462		
	中旬	0.44	0.00	0.44	4.35	0.10	1415	0	1415	72	1.02	4.84	0.21	224	943		
	下旬	0.42	0.00	0.42	5.14	0.08	1734	0	1734	47	1.49	5.20	0.29	293	981		
	11月上旬	0.43	0.00	0.43	5.92	0.07	1405	79	1405	51	1.94	8.06	0.24	297	809		
	中旬	0.53	0.00	0.53	6.95	0.08	1405	40	1405	54	2.01	10.92	0.18	349	528		
	下旬	0.46	0.00	0.46	7.99	0.06	987	22	987	58	1.86	13.78	0.14	280	482		
12月上旬	0.26	0.00	0.26	9.02	0.03	747	22	747	38	1.74	15.43	0.11	276	408			
合計	24.00	4.00	28.00		11.28	15746	2196	16074		38.00		10.80	4990				
2000年	7月下旬	5.84	1.23	7.08	2.13	3.32	940	498	1138	2919	10.95	2.70	4.05	597	6787		
	8月上旬	4.09	0.65	4.74	2.26	2.10	1164	494	1350	1553	4.23	2.92	1.45	564	2564		
	中旬	1.57	0.08	1.65	2.40	0.69	740	87	777	884	2.50	3.15	0.79	402	1976		
	下旬	0.64	0.03	0.67	2.53	0.27	601	35	633	421	1.90	3.37	0.56	497	1133		
	9月上旬	0.17	0.00	0.17	2.90	0.06	200	0	200	285	1.20	3.49	0.35	251	1375		
	中旬	0.02	0.00	0.02	3.26	0.01	1264	0	1264	5	0.94	3.60	0.26	251	1036		
	下旬	0.07	0.00	0.07	3.63	0.02	1522	65	1522	13	1.02	3.72	0.27	290	946		
	10月上旬	0.19	0.00	0.19	3.99	0.05	1293	39	1293	37	0.71	5.08	0.14	128	1088		
	中旬	0.17	0.00	0.17	5.03	0.03	1283	39	1283	27	0.91	6.45	0.14	190	747		
	下旬	0.46	0.00	0.46	6.08	0.08	1546	43	1546	49	0.91	7.81	0.12	195	594		
	11月上旬	0.54	0.00	0.54	7.13	0.08	854	39	854	88	1.51	8.24	0.18	240	764		
	中旬	1.00	0.00	1.00	8.60	0.12	768	13	768	151	1.56	8.67	0.18	246	734		
	下旬	0.64	0.00	0.64	10.07	0.06	720	0	720	88	1.47	9.10	0.16	240	671		
12月上旬	0.61	0.00	0.61	11.54	0.05	668	0	668	79	1.19	9.45	0.13	195	645			
合計	16.00	2.00	18.00		6.92	13564	1351	14017		31.00		8.79	4288				

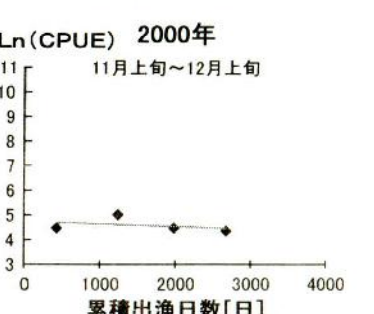
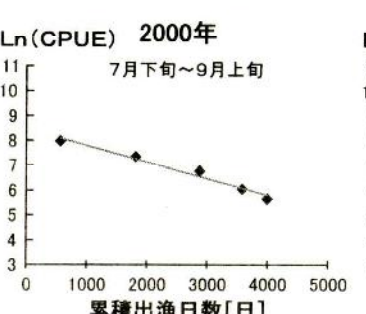
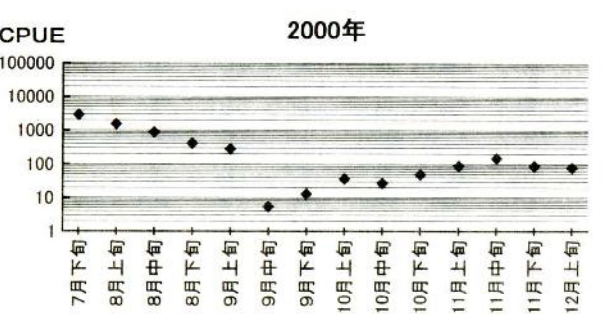
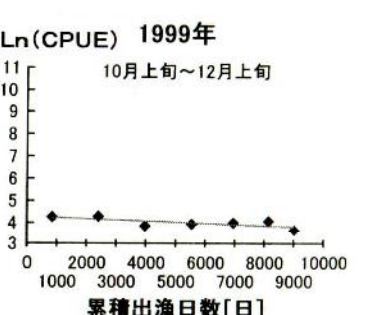
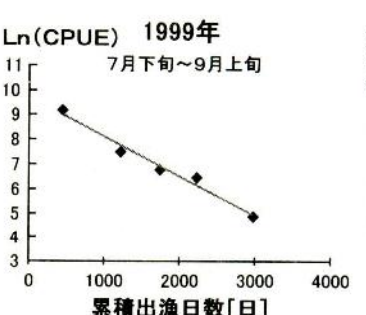
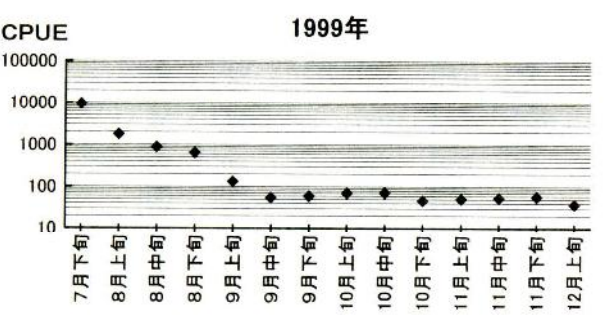
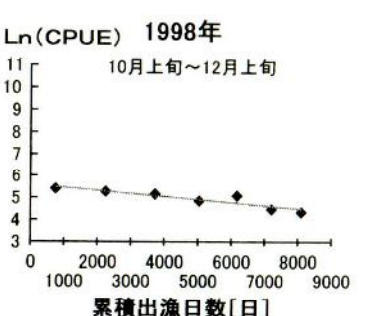
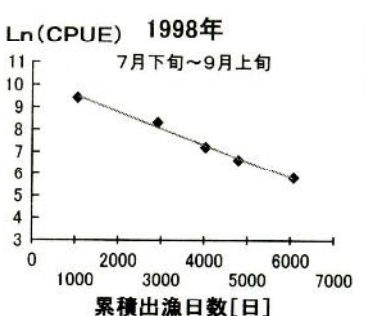
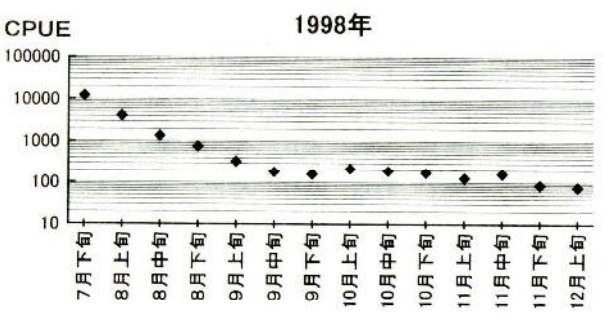
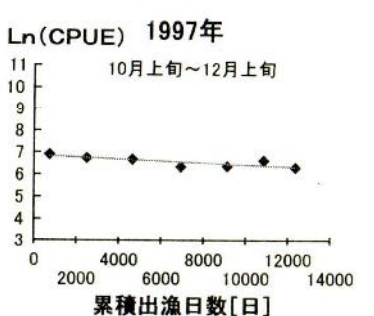
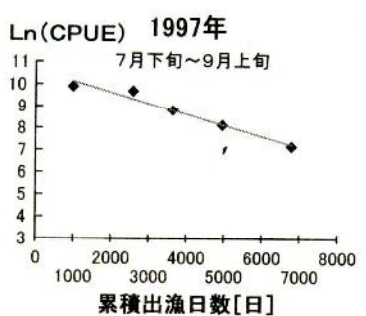
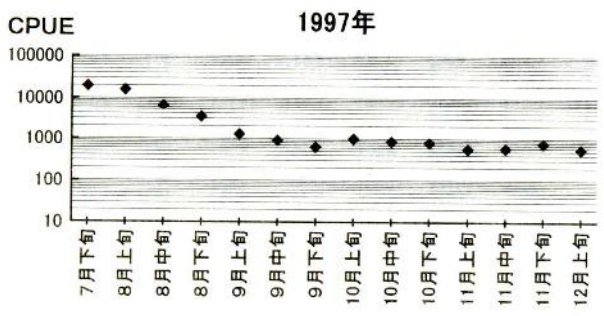
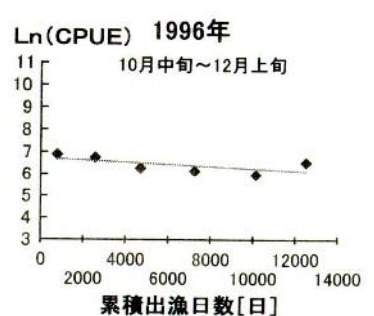
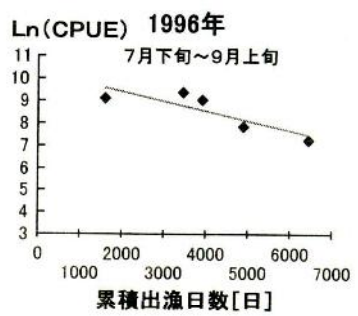
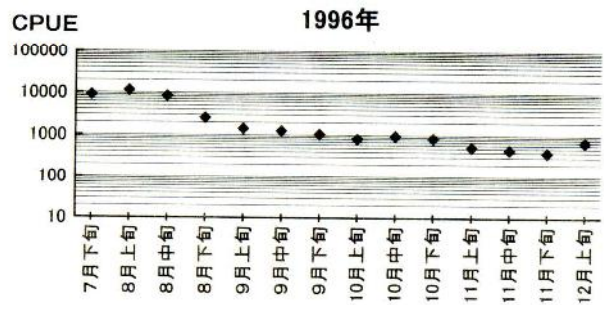


図3-2-1 ワカサギ旬別CPUEの推移及び累積出漁日数との関係(霞ヶ浦, 1996~2000年)

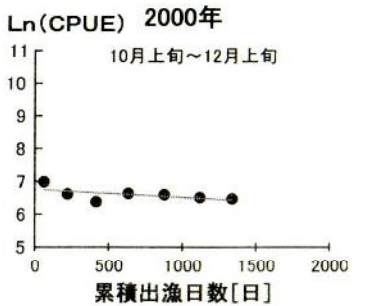
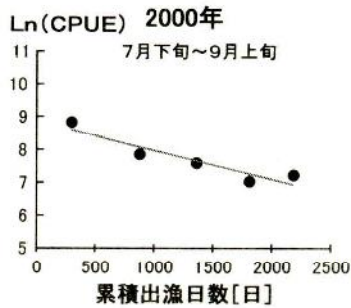
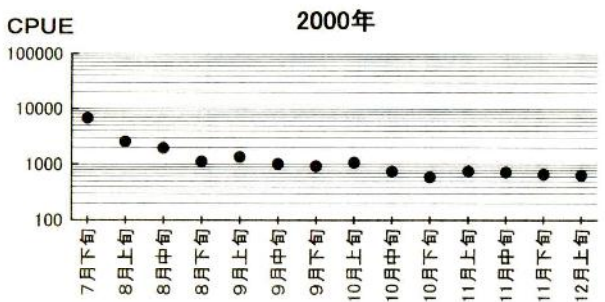
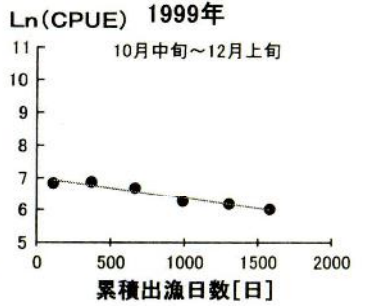
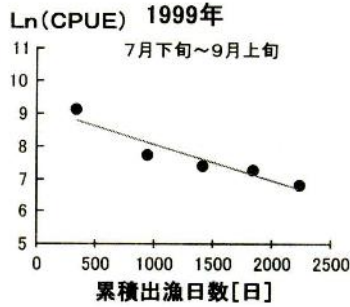
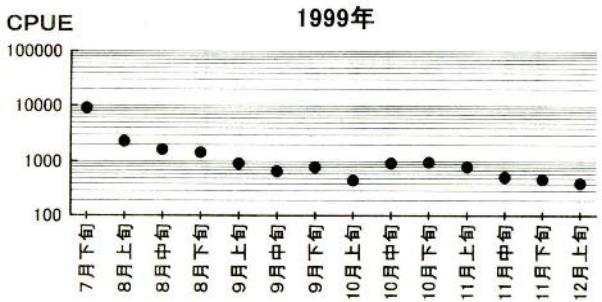
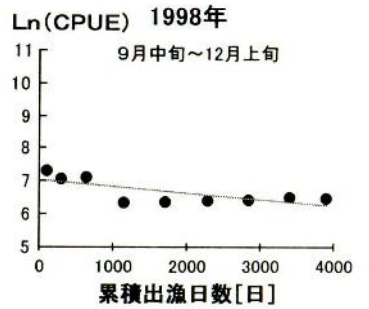
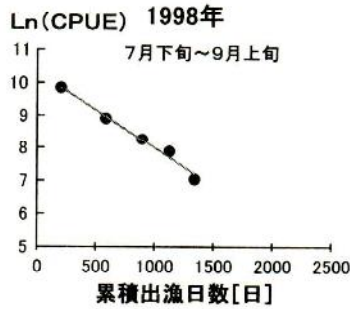
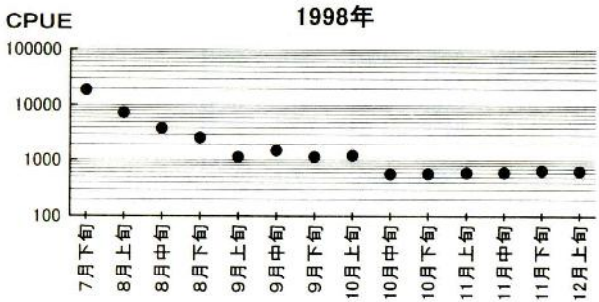
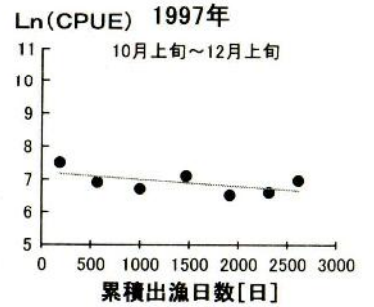
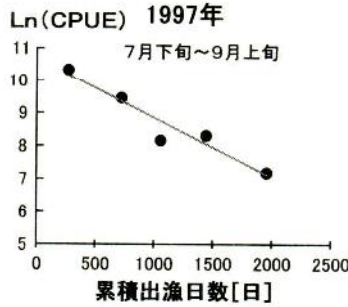
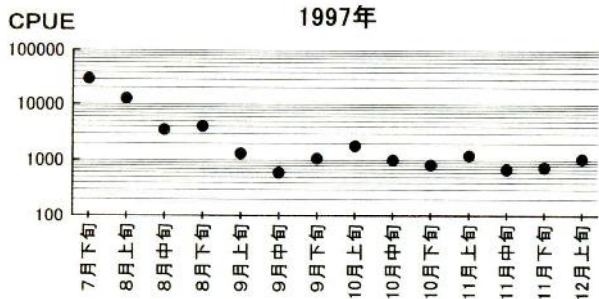
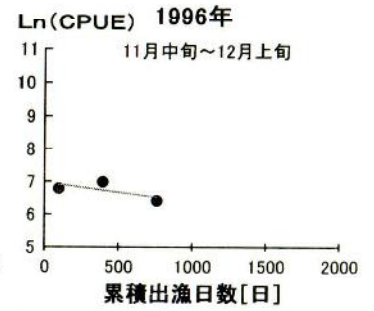
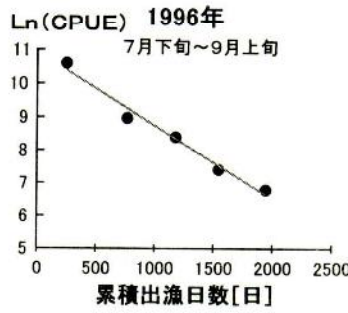
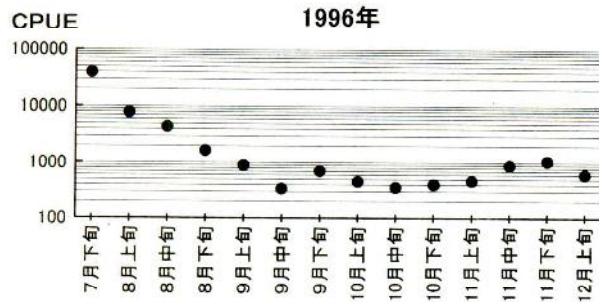


図3-2-2 ワカサギ旬別CPUEの推移及び累積出漁日数との関係(北浦, 1996~2000年)

表3-2-4 シラウオ旬別漁獲尾数・出漁日数・CPUE(1996~2000年)

		畿ヶ浦					北 浦				
		漁獲量	体重	漁獲尾数	出漁日数	CPUE	漁獲量	体重	漁獲尾数	出漁日数	CPUE
		トロール [トン]	[g]	トロール [百万尾]	トロール [日]	トロール [尾/日]	トロール [トン]	[g]	トロール [百万尾]	トロール [日]	トロール [尾/日]
1996年	7月下旬	5.13	0.13	39.47	2766	14269	0.16	0.08	2.20	504	4367
	8月上旬	9.70	0.13	72.95	456	160122	1.79	0.11	15.82	526	30097
	中旬	10.56	0.14	77.66	325	238628	0.88	0.13	6.63	296	22441
	下旬	21.56	0.14	155.12	1302	119165	2.01	0.15	13.38	438	30540
	9月上旬	18.45	0.17	111.85	1204	92886	1.61	0.19	8.58	361	23752
	中旬	16.31	0.19	85.83	911	94196	2.72	0.23	12.10	405	29867
	下旬	16.65	0.22	77.08	1139	67668	4.44	0.26	16.88	482	35030
	10月上旬	15.78	0.30	52.76	1367	38603	3.81	0.36	10.49	427	24563
	中旬	16.19	0.38	42.26	1237	34175	5.16	0.46	11.17	427	26149
	下旬	31.15	0.47	66.85	1692	39505	5.76	0.56	10.24	416	24620
	11月上旬	23.90	0.57	41.63	2115	19682	5.66	0.62	9.11	372	24466
	中旬	20.68	0.68	30.36	2669	11378	1.92	0.68	2.82	197	14322
	下旬	20.01	0.79	25.35	2766	9166	3.19	0.74	4.32	394	10963
12月上旬	11.94	0.99	12.02	1660	7242	2.90	0.95	3.05	339	8994	
合計	238.00		891.21	21609		42.00		126.79	5584		
1997年	7月下旬	5.71	0.12	49.20	1832	26860	6.04	0.08	77.46	541	143154
	8月上旬	17.26	0.13	137.00	1112	123182	5.63	0.10	56.90	361	157736
	中旬	12.24	0.14	90.65	850	106585	3.74	0.12	31.41	309	101599
	下旬	30.15	0.15	207.93	1701	122240	5.21	0.14	37.20	464	80218
	9月上旬	16.32	0.16	102.66	1832	56045	5.18	0.16	31.80	567	56102
	中旬	10.15	0.17	58.64	949	61820	5.73	0.19	30.96	451	68665
	下旬	12.23	0.21	59.67	1407	42421	4.61	0.21	22.18	412	53808
	10月上旬	21.82	0.24	92.46	1374	67299	3.57	0.29	12.20	374	32657
	中旬	32.87	0.31	106.36	1766	60215	3.52	0.38	9.34	386	24162
	下旬	30.62	0.38	80.16	2126	37700	3.88	0.46	8.39	477	17610
	11月上旬	28.06	0.46	61.67	2257	27323	3.36	0.58	5.82	464	12540
	中旬	21.15	0.55	38.19	2028	18828	2.16	0.70	3.11	425	7311
	下旬	15.45	0.65	23.63	1308	18060	1.88	0.81	2.31	374	6191
12月上旬	11.97	0.75	15.89	1537	10337	1.48	0.97	1.54	232	6621	
合計	266.00		1124.11	22080		56.00		330.63	5836		
1998年	7月下旬	0.58	0.10	5.55	1905	2914	0.11	0.16	0.70	408	1725
	8月上旬	0.36	0.12	3.14	1486	2114	0.21	0.17	1.18	356	3315
	中旬	0.75	0.13	5.88	504	11653	0.63	0.19	3.35	262	12804
	下旬	2.76	0.14	19.73	884	22317	1.12	0.20	5.64	199	28357
	9月上旬	4.59	0.15	30.01	1611	18632	0.48	0.21	2.29	236	9701
	中旬	1.19	0.17	7.22	1349	5351	1.10	0.22	4.89	209	23365
	下旬	1.80	0.18	10.18	1408	7231	1.11	0.24	4.68	178	26305
	10月上旬	4.17	0.19	22.05	1513	14581	4.22	0.25	16.94	508	33360
	中旬	3.69	0.29	12.76	1447	8820	3.53	0.35	10.00	503	19901
	下旬	13.38	0.39	34.39	1499	22935	5.68	0.46	12.42	623	19940
	11月上旬	15.08	0.49	30.83	1139	27062	5.54	0.59	9.43	529	17834
	中旬	11.15	0.66	16.92	1120	15114	5.95	0.72	8.28	581	14246
	下旬	10.36	0.83	12.50	956	13078	5.75	0.85	6.77	534	12673
12月上旬	5.13	1.00	5.14	832	6176	4.57	1.00	4.57	466	9802	
合計	75.00		216.31	17653		40.00		91.14	5591		
1999年	7月下旬	0.86	0.10	8.64	742	11654	2.95	0.10	28.67	677	42380
	8月上旬	3.32	0.11	29.88	475	62862	5.39	0.12	44.88	534	83998
	中旬	2.27	0.12	18.30	392	46724	4.58	0.14	33.64	405	83054
	下旬	4.45	0.14	32.70	585	55912	3.87	0.15	25.30	452	55909
	9月上旬	1.96	0.15	13.24	919	14402	3.71	0.17	22.51	336	66962
	中旬	2.12	0.19	11.28	1692	6664	2.10	0.18	11.88	293	40535
	下旬	3.11	0.23	13.70	1551	8835	1.49	0.19	7.87	289	27251
	10月上旬	4.35	0.27	16.31	1697	9610	0.88	0.26	3.42	284	12021
	中旬	5.47	0.31	17.88	1415	12631	1.12	0.32	3.45	224	15377
	下旬	6.96	0.35	19.83	1734	11439	2.13	0.39	5.45	293	18585
	11月上旬	9.63	0.40	24.37	1405	17350	2.32	0.54	4.33	297	14555
	中旬	11.00	0.50	21.96	1405	15631	2.29	0.68	3.35	349	9600
	下旬	8.59	0.61	14.15	987	14333	1.73	0.83	2.09	280	7466
12月上旬	3.92	0.79	4.96	747	6639	1.44	0.98	1.47	276	5320	
合計	68.00		247.20	15746		36.00		198.29	4990		
2000年	7月下旬	15.97	0.11	142.55	940	128684	0.06	0.10	0.61	597	1023
	8月上旬	31.82	0.12	265.15	1164	199505	1.53	0.11	13.81	564	24489
	中旬	12.65	0.13	98.85	740	120486	1.13	0.12	9.15	402	22762
	下旬	4.18	0.14	30.73	601	47299	2.15	0.14	15.59	497	31370
	9月上旬	0.68	0.14	4.78	200	22463	0.48	0.15	3.17	251	12611
	中旬	0.05	0.15	0.31	1264	235	0.40	0.17	2.42	251	9616
	下旬	0.18	0.16	1.11	1522	715	0.40	0.18	2.22	290	7648
	10月上旬	0.37	0.17	2.22	1293	1718	0.18	0.26	0.71	128	5566
	中旬	0.47	0.26	1.83	1283	1425	0.49	0.33	1.46	190	7677
	下旬	1.66	0.35	4.81	1546	3112	0.76	0.41	1.83	195	9387
	11月上旬	2.45	0.44	5.64	854	6603	0.95	0.52	1.84	240	7663
	中旬	3.44	0.61	5.64	768	7337	0.96	0.62	1.55	246	6308
	下旬	2.67	0.79	3.41	720	4729	0.84	0.73	1.16	240	4828
12月上旬	2.41	0.82	2.94	668	4402	0.67	0.80	0.84	195	4308	
合計	79.00		569.96	13564		11.00		56.36	4288		

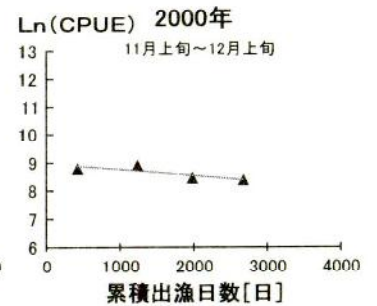
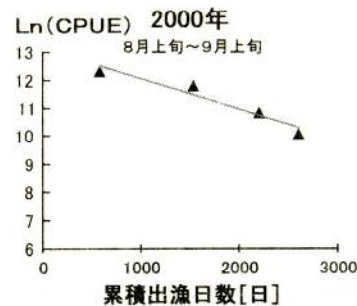
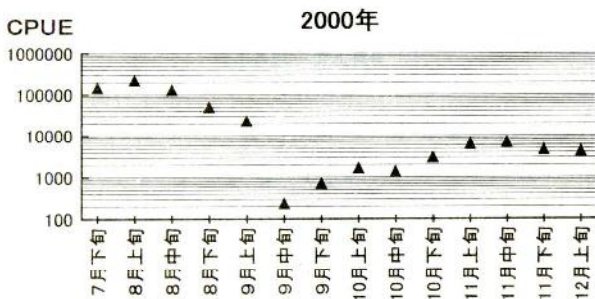
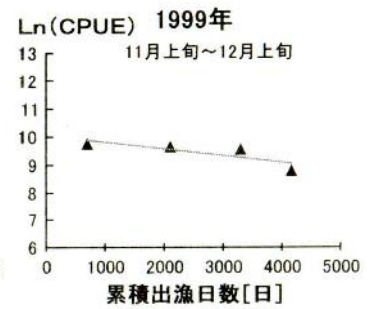
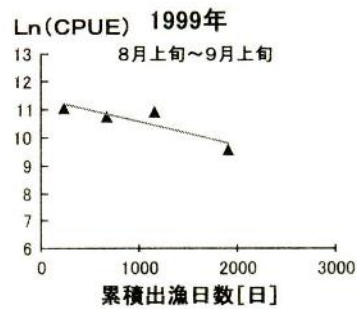
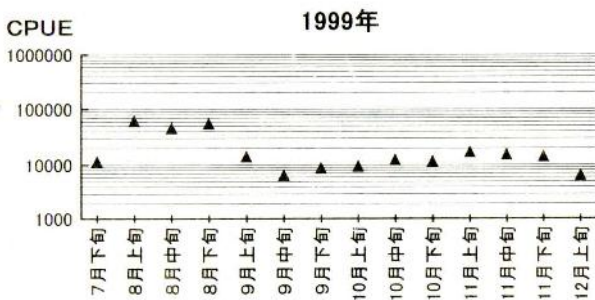
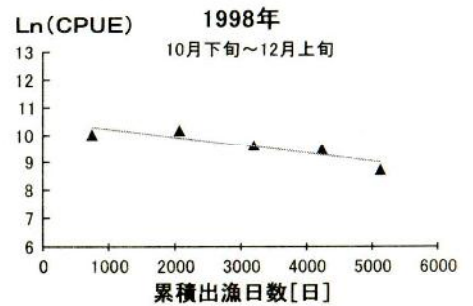
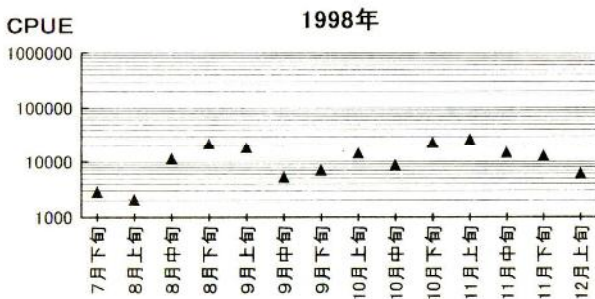
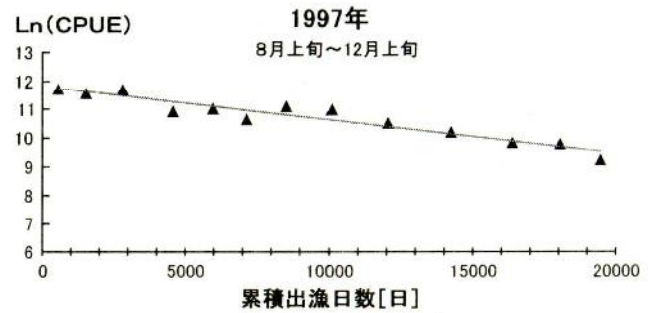
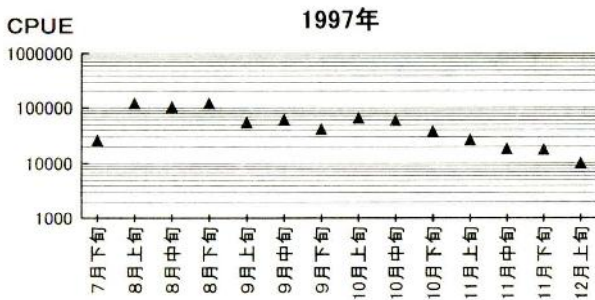
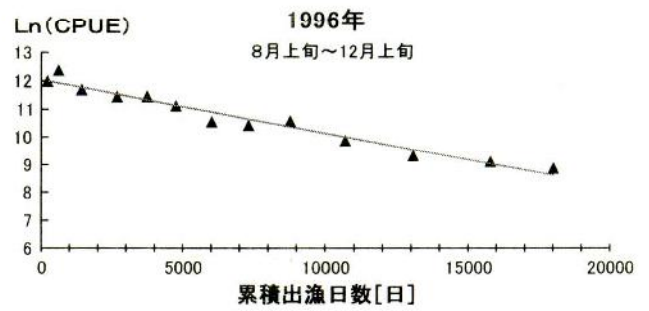
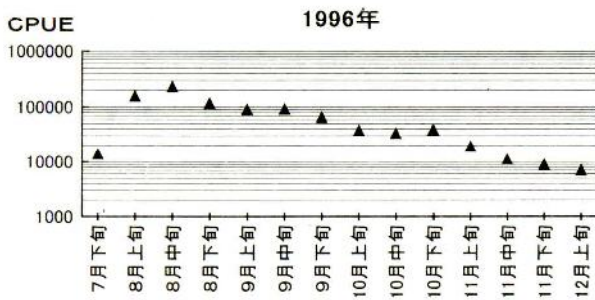


図3-2-3 シラウオ旬別CPUEの推移及び累積出漁日数との関係(霞ヶ浦, 1996~2000年)

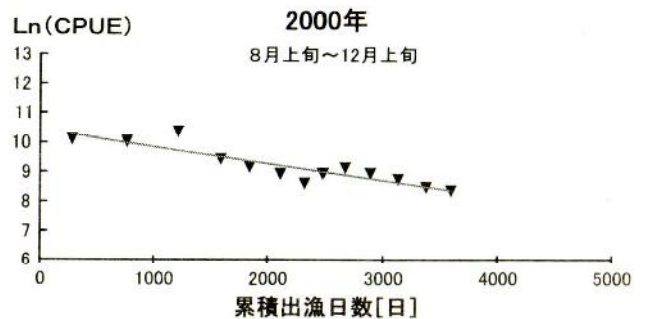
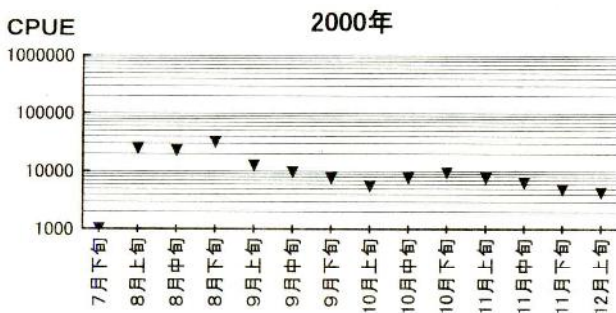
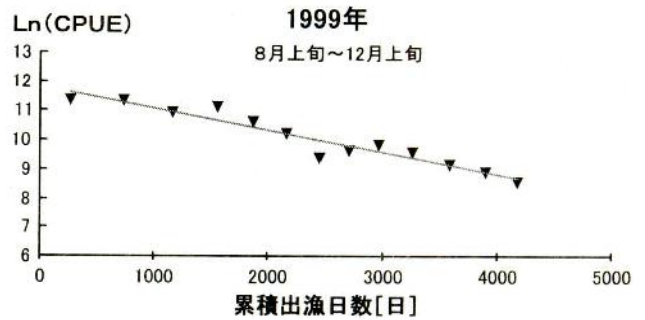
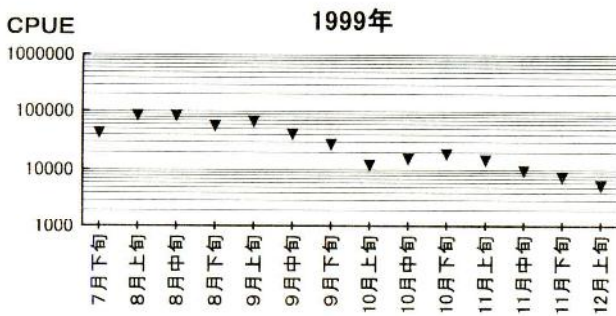
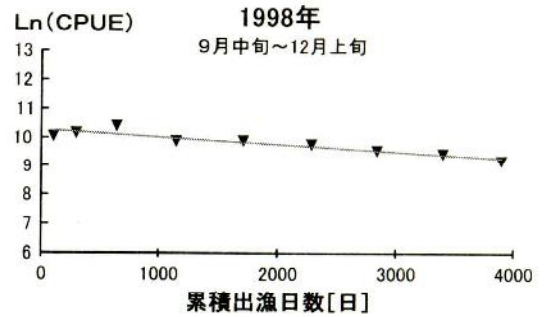
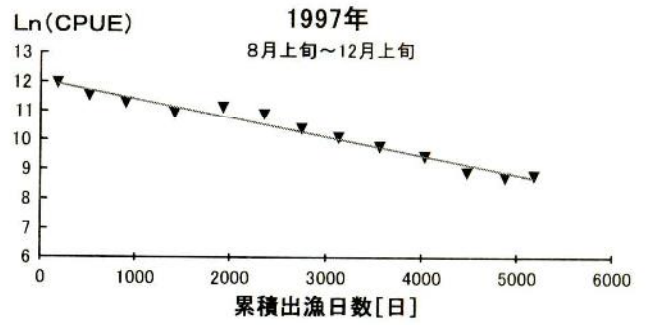
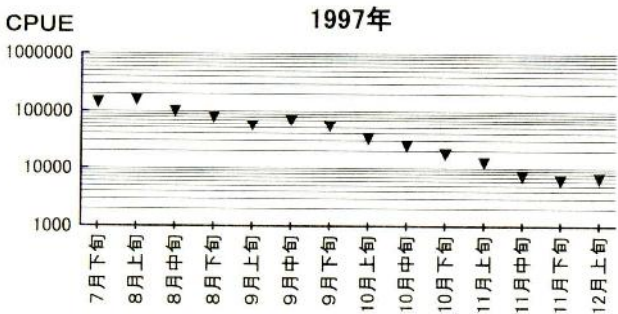
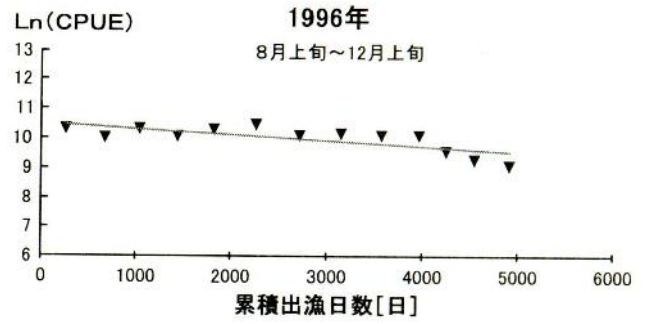


図3-2-4 シラウオ旬別CPUEの推移及び累積出漁日数との関係(北浦, 1996～2000年)

表3-2-2 ワカサギ資源解析結果(霞ヶ浦)

1996~2000年

[年]	初期資源尾数 [百万尾]	7月体重 [g]	初期資源量 [トン]	漁獲能率① [$\times 10^{-4}$]	漁獲能率② [$\times 10^{-4}$]
1996	68.0	1.7	117.0	4.34	0.48
1997	82.8	2.3	189.6	5.01	0.41
1998	39.5	2.0	78.5	7.40	1.38
1999	10.3	2.3	23.5	15.90	0.54
2000	7.2	2.1	15.4	6.70	1.11

表3-2-3 ワカサギ資源解析結果(北浦)

1996~2000年

[年]	初期資源尾数 [百万尾]	7月体重 [g]	初期資源量 [トン]	漁獲能率① [$\times 10^{-4}$]	漁獲能率② [$\times 10^{-4}$]
1996	25.9	1.9	47.9	22.20	6.07
1997	23.8	1.7	40.6	18.10	2.09
1998	13.2	2.5	33.2	23.40	1.99
1999	8.7	2.8	24.5	11.00	6.49
2000	8.0	2.7	21.5	8.77	2.42

表3-2-5 シラウオ資源解析結果(霞ヶ浦)

1996~2000年

[年]	初期資源尾数 [百万尾]	8月体重 [g]	初期資源量 [トン]	漁獲能率① [$\times 10^{-4}$]	漁獲能率② [$\times 10^{-4}$]
1996	896.0	0.13	116.5	1.89	
1997	1157.0	0.13	150.4	1.17	
1998	236.9	0.12	28.4		2.97
1999	108.0	0.11	11.9	8.24	2.39
2000	475.3	0.12	57.0	11.00	2.19

表3-2-6 シラウオ資源解析結果(北浦)

1996~2000年

[年]	初期資源尾数 [百万尾]	8月体重 [g]	初期資源量 [トン]	漁獲能率 [$\times 10^{-4}$]
1996	190.1	0.11	20.9	1.94
1997	266.0	0.10	26.6	6.47
1998	127.5	0.17	21.7	2.56
1999	181.1	0.12	21.7	7.42
2000	58.6	0.11	6.4	5.70

表3-2-7 ワカサギ資源解析結果(霞ヶ浦)

1984~1992年				
[年]	初期資源尾数 [百万尾]	7月体重 [g]	初期資源量 [トン]	漁獲能率 [$\times 10^{-4}$]
1984	554.1	1.1	609.5	1.65
1985	239.8	3.2	767.4	1.29
1986	225.0	2.8	630.0	1.34
1987	79.8	3.0	239.4	1.24
1988	72.2	1.2	86.6	2.20
1989	78.2	2.8	219.0	1.54
1990	88.9	2.9	256.0	1.69
1991	108.6	2.3	254.1	1.76
1992	82.9	3.3	269.4	1.64

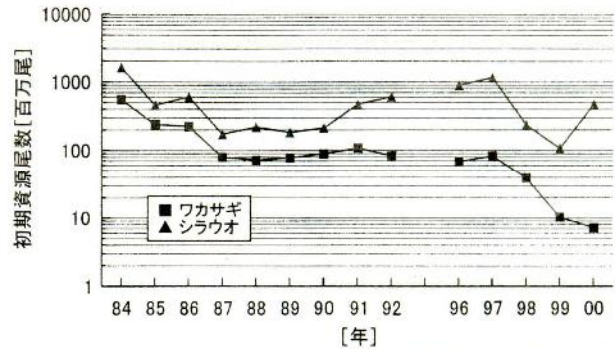


図3-2-5 ワカサギ・シラウオ初期資源尾数(霞ヶ浦)

表3-2-8 ワカサギ資源解析結果(北浦)

1984~1992年				
[年]	初期資源尾数 [百万尾]	7月体重 [g]	初期資源量 [トン]	漁獲能率 [$\times 10^{-4}$]
1984	98.1	1.7	169.7	3.46
1985	55.2	2.3	124.8	2.22
1986	95.5	2.7	254.0	3.42
1987	38.4	2.7	104.4	2.49
1988	26.6	2.8	75.3	3.99
1989	39.5	3.1	122.8	4.13
1990	39.3	3.5	139.1	2.64
1991	32.5	2.9	92.6	6.08
1992	23.3	2.6	59.6	6.27

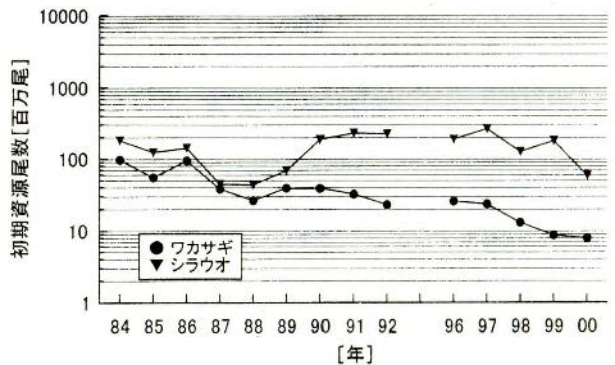


図3-2-6 ワカサギ・シラウオ初期資源尾数(北浦)

表3-2-9 シラウオ資源解析結果(霞ヶ浦)

1984~1992年				
[年]	初期資源尾数 [百万尾]	8月体重 [g]	初期資源量 [トン]	漁獲能率 [$\times 10^{-4}$]
1984	1614.9	0.06	96.9	1.92
1985	459.5	0.15	68.9	1.41
1986	606.7	0.22	133.5	1.36
1987	173.9	0.16	27.8	1.12
1988	219.5	0.17	37.3	1.64
1989	182.9	0.20	36.6	0.82
1990	214.0	0.14	30.0	1.05
1991	476.0	0.18	85.7	1.43
1992	611.0	0.11	67.2	1.66

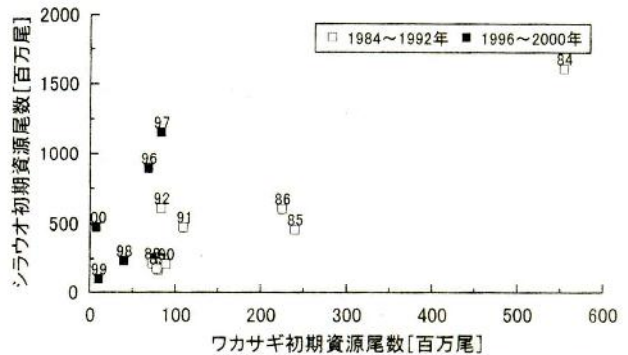


図3-2-7 ワカサギとシラウオとの関係(霞ヶ浦)

表3-2-10 シラウオ資源解析結果(北浦)

1984~1992年				
[年]	初期資源尾数 [百万尾]	8月体重 [g]	初期資源量 [トン]	漁獲能率 [$\times 10^{-4}$]
1984	182.1	0.16	29.1	2.80
1985	124.2	0.16	19.9	1.45
1986	142.8	0.16	22.8	0.89
1987	44.7	0.16	7.2	1.71
1988	43.7	0.16	7.0	2.79
1989	69.2	0.16	11.1	2.98
1990	188.3	0.16	30.1	5.39
1991	230.9	0.16	36.9	2.34
1992	224.8	0.12	27.0	3.43

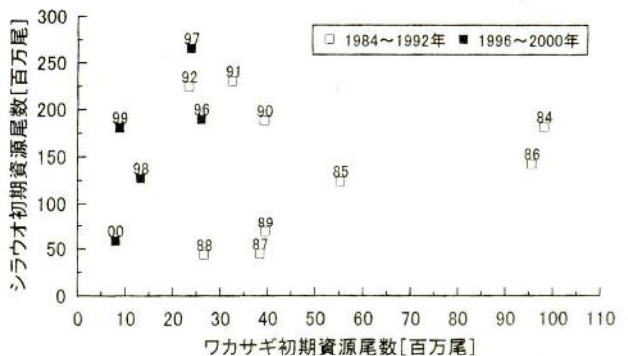


図3-2-8 ワカサギとシラウオとの関係(北浦)

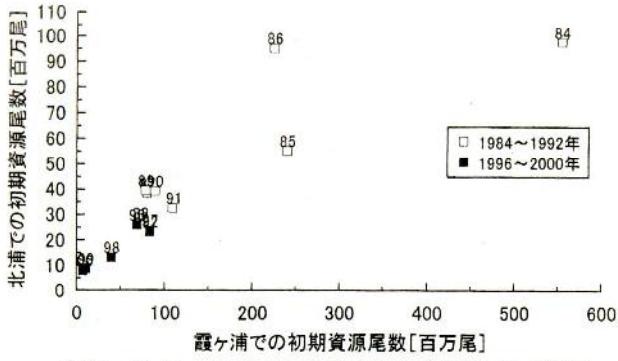


図3-2-9 ワカサギ初期資源の関係(霞ヶ浦・北浦)

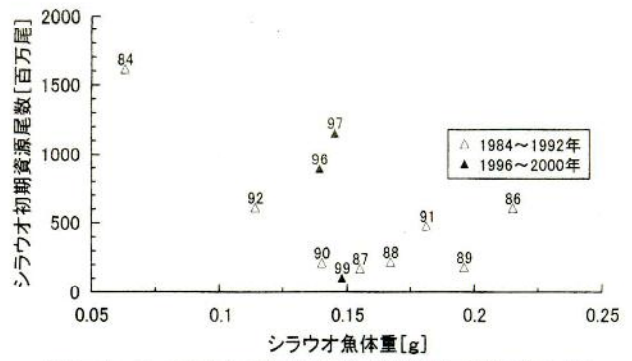


図3-2-13 シラウオ初期資源尾数と魚体重との関係(霞ヶ浦)

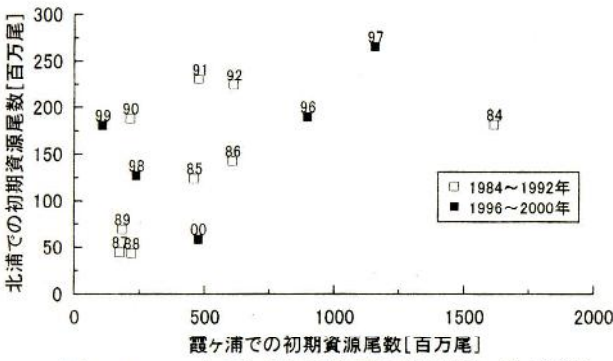


図3-2-10 シラウオ初期資源の関係(霞ヶ浦・北浦)

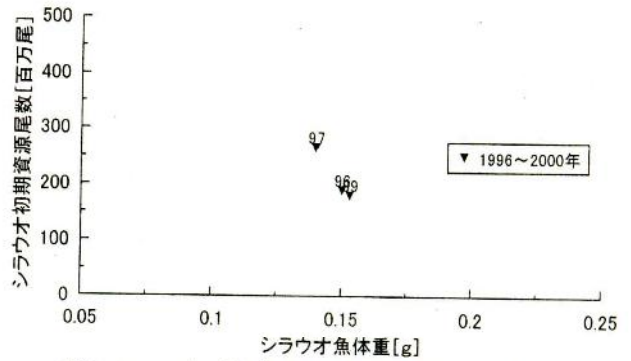


図3-2-14 シラウオ初期資源尾数と魚体重との関係(北浦)

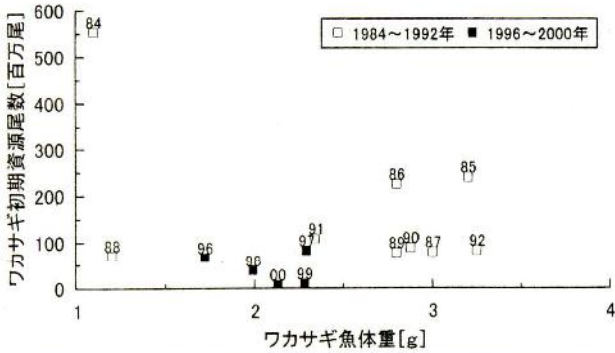


図3-2-11 ワカサギ初期資源尾数と魚体重との関係(霞ヶ浦)

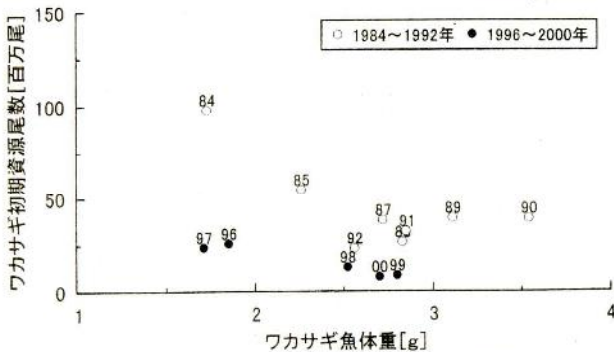


図3-2-12 ワカサギ初期資源尾数と魚体重との関係(北浦)

表3-2-11 ワカサギ資源解析結果(霞ヶ浦)

1996~2000年			
[年]	残存資源尾数 [百万尾]	12月体重 [g]	残存資源量 [トン]
1996	9.26	9.4	87.0
1997	13.36	9.8	130.7
1998	0.60	9.7	5.8
1999	0.81	9.0	7.3
2000	0.75	11.5	8.7

表3-2-12 ワカサギ資源解析結果(北浦)

1996~2000年			
[年]	残存資源尾数 [百万尾]	12月体重 [g]	残存資源量 [トン]
1996	1.01	14.6	14.7
1997	3.70	12.6	46.4
1998	2.49	14.5	36.1
1999	0.57	15.4	8.8
2000	2.53	9.5	23.9

表3-2-13 シラウオ資源解析結果(霞ヶ浦)

1996~2000年			
[年]	残存資源尾数 [百万尾]	12月体重 [g]	残存資源量 [トン]
1996	25.2	0.99	25.0
1997	108.8	0.75	81.9
1998	24.3	1.00	24.3
1999	33.0	0.79	26.1
2000	18.9	0.82	15.4

表3-2-14 シラウオ資源解析結果(北浦)

1996~2000年			
[年]	残存資源尾数 [百万尾]	12月体重 [g]	残存資源量 [トン]
1996	71.1	0.95	67.6
1997	8.6	0.97	8.4
1998	39.9	1.00	39.9
1999	7.4	0.98	7.2
2000	7.1	0.80	5.7

表3-2-15 ワカサギ資源解析結果(霞ヶ浦)

1984~1992年			
[年]	残存資源尾数 [百万尾]	12月体重 [g]	残存資源量 [トン]
1984	7.97	8.0	63.8
1985	9.91	8.0	79.2
1986	5.14	10.5	54.0
1987	4.31	10.7	46.1
1988	0.71	12.5	8.9
1989	1.67	15.3	25.5
1990	1.77	10.0	17.7
1991	1.69	12.0	20.3
1992	1.62	11.6	18.8

表3-2-16 ワカサギ資源解析結果(北浦)

1984~1992年			
[年]	残存資源尾数 [百万尾]	12月体重 [g]	残存資源量 [トン]
1984	1.77	10.7	18.9
1985	0.68	10.4	7.0
1986	1.18	10.7	12.6
1987	2.20	10.7	23.5
1988	0.82	12.8	10.5
1989	1.00	12.7	12.6
1990	3.32	10.8	35.7
1991	0.23	11.1	2.5
1992	0.27	12.7	3.4

表3-2-17 シラウオ資源解析結果(霞ヶ浦)

1984~1992年			
[年]	残存資源尾数 [百万尾]	12月体重 [g]	残存資源量 [トン]
1984	58.9	0.71	41.8
1985	44.6	0.83	37.1
1986	49.6	0.83	41.2
1987	34.6	0.85	29.4
1988	22.4	0.83	18.6
1989	46.6	0.83	38.7
1990	37.2	0.76	28.3
1991	35.1	0.83	29.1
1992	33.0	0.80	26.4

表3-2-18 シラウオ資源解析結果(北浦)

1984~1992年			
[年]	残存資源尾数 [百万尾]	12月体重 [g]	残存資源量 [トン]
1984	34.7	0.80	27.7
1985	48.0	0.80	38.4
1986	80.6	0.80	64.5
1987	16.8	0.80	13.5
1988	8.8	0.80	7.0
1989	18.8	0.80	15.0
1990	5.9	0.80	4.7
1991	74.3	0.80	59.4
1992	31.9	0.66	21.0

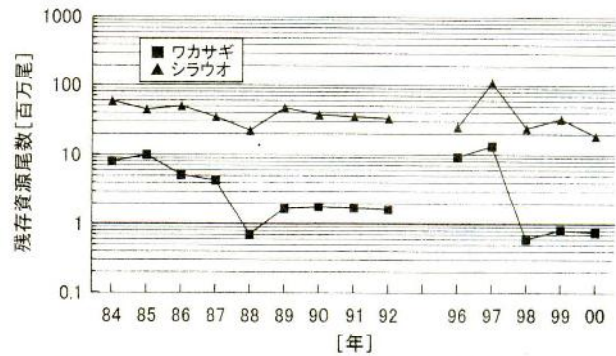


図3-2-17 ワカサギ・シラウオ残存資源尾数(霞ヶ浦)

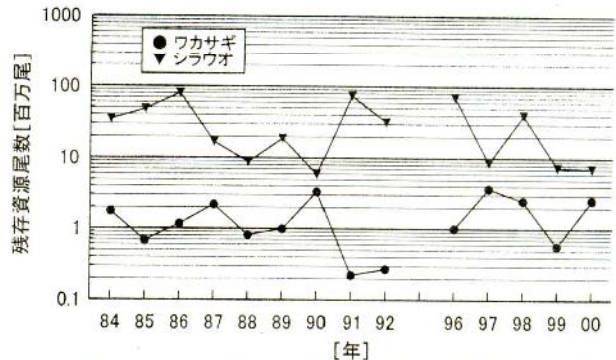


図3-2-18 ワカサギ・シラウオ残存資源尾数(北浦)

表3-3-1 ワカサギ生残率推定結果(霞ヶ浦)

1996~2000年				
[年]	残存資源量 [トン]	推定産卵量 [億粒]	翌年初期資源 [百万尾]	生残率 [%]
1996-1997	87.0	528	82.8	0.16
1997-1998	130.7	815	39.5	0.05
1998-1999	5.8	29	10.3	0.35
1999-2000	7.3	37	7.2	0.19

表3-3-2 ワカサギ生残率推定結果(北浦)

1996~2000年				
[年]	残存資源量 [トン]	推定産卵量 [億粒]	翌年初期資源 [百万尾]	生残率 [%]
1996-1997	14.7	79	23.8	0.30
1997-1998	46.4	269	13.2	0.05
1998-1999	36.1	206	8.7	0.04
1999-2000	8.8	46	8.0	0.18

表3-3-3 シラウオ生残率推定結果(霞ヶ浦)

1996~2000年				
[年]	残存資源量 [トン]	推定産卵量 [億粒]	翌年初期資源 [百万尾]	生残率 [%]
1996-1997	25.0	78	1157.0	14.85
1997-1998	81.9	297	236.9	0.80
1998-1999	24.3	75	108.0	1.43
1999-2000	26.1	82	475.3	5.81

表3-3-4 シラウオ生残率推定結果(北浦)

1996~2000年				
[年]	残存資源量 [トン]	推定産卵量 [億粒]	翌年初期資源 [百万尾]	生残率 [%]
1996-1997	67.6	239	266.0	1.11
1997-1998	8.4	23	127.5	5.61
1998-1999	39.9	132	181.1	1.37
1999-2000	7.2	19	58.6	3.07

表3-3-5 ワカサギ生残率推定結果(霞ヶ浦)

1984~1992年				
[年]	残存資源量 [トン]	推定産卵量 [億粒]	翌年初期資源 [百万尾]	生残率 [%]
1984-85	63.8	379	239.8	0.63
1985-86	79.2	478	225.0	0.47
1986-87	54.0	317	79.8	0.25
1987-88	46.1	268	72.2	0.27
1988-89	8.9	46	78.2	1.70
1989-90	25.5	142	88.9	0.62
1990-91	17.7	96	108.6	1.13
1991-92	20.3	111	82.9	0.75

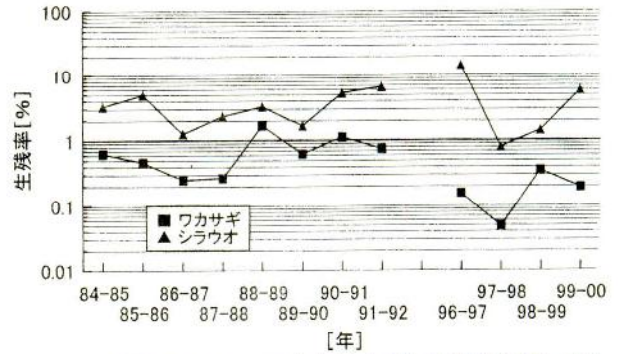


図3-3-1 ワカサギ・シラウオ生残率(霞ヶ浦)

表3-3-6 ワカサギ生残率推定結果(北浦)

1984~1992年				
[年]	残存資源量 [トン]	推定産卵量 [億粒]	翌年初期資源 [百万尾]	生残率 [%]
1984-85	18.9	103	55.2	0.54
1985-86	7.0	36	95.5	2.68
1986-87	12.6	67	38.4	0.57
1987-88	23.5	130	26.6	0.20
1988-89	10.5	55	39.5	0.72
1989-90	12.6	67	39.3	0.59
1990-91	35.7	204	32.5	0.16
1991-92	2.5	12	23.3	1.96

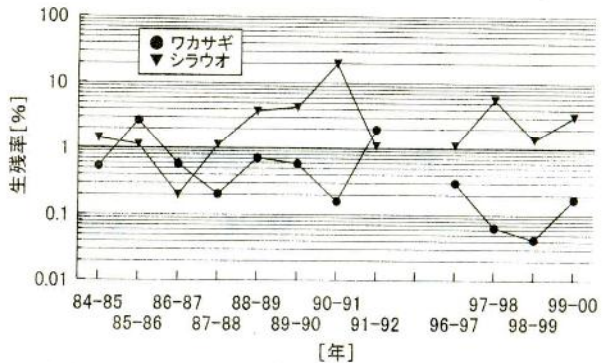


図3-3-2 ワカサギ・シラウオ生残率の推移(北浦)

表3-3-7 シラウオ生残率推定結果(霞ヶ浦)

1984~1992年				
[年]	残存資源量 [トン]	推定産卵量 [億粒]	翌年初期資源 [百万尾]	生残率 [%]
1984-85	41.8	139	459.5	3.30
1985-86	37.1	121	606.7	4.99
1986-87	41.2	137	173.9	1.27
1987-88	29.4	93	219.5	2.35
1988-89	18.6	56	182.9	3.29
1989-90	38.7	128	214.0	1.68
1990-91	28.3	90	476.0	5.32
1991-92	29.1	92	611.0	6.61

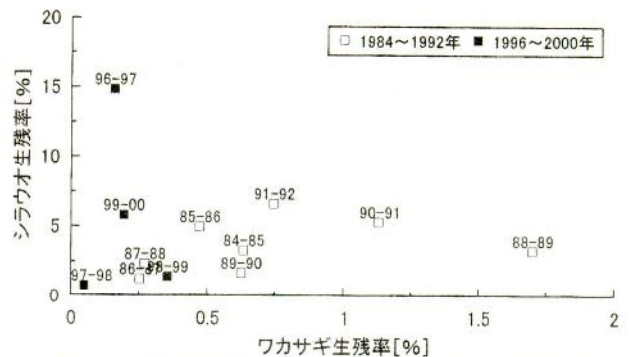


図3-3-3 ワカサギ生残率とシラウオ生残率との関係(霞ヶ浦)

表3-3-8 シラウオ生残率推定結果(北浦)

1984~1992年				
[年]	残存資源量 [トン]	推定産卵量 [億粒]	翌年初期資源 [百万尾]	生残率 [%]
1984-85	27.7	87	124.2	1.42
1985-86	38.4	126	142.8	1.13
1986-87	64.5	227	44.7	0.20
1987-88	13.5	39	43.7	1.12
1988-89	7.0	19	69.2	3.74
1989-90	15.0	44	188.3	4.30
1990-91	4.7	12	230.9	19.56
1991-92	59.4	207	224.8	1.09

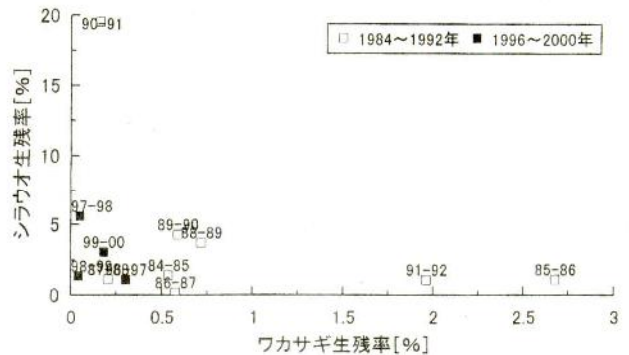


図3-3-4 ワカサギ生残率とシラウオ生残率との関係(北浦)

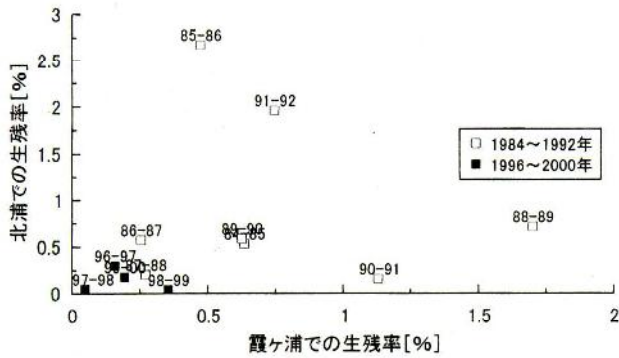


図3-3-5 ワカサギ生残率の関係(震ヶ浦・北浦)

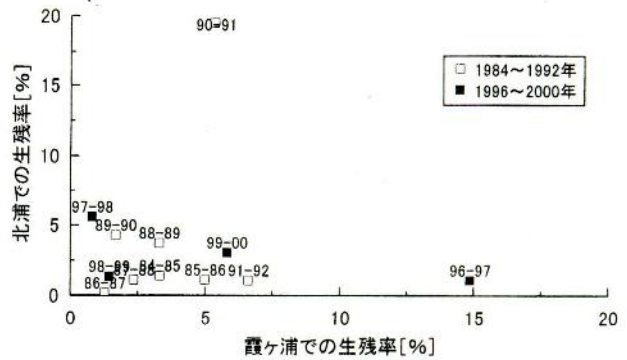


図3-3-6 シラウオ生残率の関係(震ヶ浦・北浦)

表4-1 ワカサギ生残率

[年]	震ヶ浦 生残率 [%]	北浦 生残率 [%]
1958-59	0.97	
1959-60	0.46	
1960-61	1.04	
1961-62	3.13	
1962-63	2.85	
1963-64	1.66	
平均	1.68	
1974-75	0.12	
1975-76	0.08	
1976-77	0.31	
平均	0.17	
1984-85	0.63	0.54
1985-86	0.47	2.68
1986-87	0.25	0.57
1987-88	0.27	0.20
1988-89	1.70	0.72
1989-90	0.62	0.59
1990-91	1.13	0.16
1991-92	0.75	1.96
平均	0.73	0.93
1996-97	0.16	0.30
1997-98	0.05	0.06
1998-99	0.35	0.04
1999-2000	0.19	0.17
平均	0.19	0.14

* 1: 1958-59~1963-64は久保田(1998)より引用
* 2: 1974-75~1976-77は鈴木(1981)より引用

表4-2 シラウオ生残率

[年]	震ヶ浦 生残率 [%]	北浦 生残率 [%]
1958-59	0.98	
1959-60	3.51	
1960-61	2.65	
1961-62	13.53	
1962-63	5.45	
1963-64	1.23	
平均	4.56	
1974-75		
1975-76		
1976-77		
平均		
1984-85	3.30	1.42
1985-86	4.99	1.13
1986-87	1.27	0.20
1987-88	2.35	1.12
1988-89	3.29	3.74
1989-90	1.68	4.30
1990-91	5.32	19.56
1991-92	6.61	1.09
平均	3.60	4.07
1996-97	14.85	1.11
1997-98	0.80	5.68
1998-99	1.43	1.37
1999-2000	5.81	3.12
平均	5.72	2.82

* 1: 1958-59~1963-64は久保田(1998)より引用