

重回帰分析による茨城県シラス水揚量の予測について

海老沢 良 忠

Forecast for the Catch of Japanese Anchovy larvae in the Coastal Waters off Ibaraki Prefecture
by Multiple Regression Analysis

Yoshitada EBISAWA

キーワード：シラス、カタクチイワシ、重回帰分析、漁況予測

1. はじめに

茨城県沿岸小型船漁業において、カタクチイワシシラス（以下シラスと記す）は、重要な漁獲対象種の一つとなっている。茨城県主要5港におけるシラス水揚量は、近年1500~6000トン/年前後の水準で推移し（図1）、年によっては沿岸漁業水揚金額の約1/2以上を本魚種が占める場合も見られている。

シラスの漁況変動について、富永（1994）は、外房海域におけるカタクチイワシ成魚漁獲量との関係を、二平・上屋（1990）は、茨城県におけるカタクチイワシ漁獲量及び鹿島灘沿岸海洋環境との関係を、海老沢（1997）は、東北海域のカタクチイワシ水揚量及び黒潮並びに親潮の海況パターンとの関係を述べている。これらの報告はいずれも茨城県におけるシラス水揚量は、カタクチイワシ親魚の資源量及び来遊海況条件により変動することを示唆しているが、具体的な予測の手法にまでは触れていない。

そこで本県沿岸漁業の極めて重要な漁獲対象種である、シラスの水揚量を予測する手法の開発を目的として、近隣のカタクチイワシ水揚データ及び那珂湊定地水温データと本県シラス水揚量の関係を重回帰分析により整理検討し予測式を算出したので報告する。

2. 方法及び資料

シラス水揚量データとして、茨城県主要5港の月別水揚量（茨城水試資料1983~1998年）を使用した。親カタクチイワシ水揚量データとして、北部大中型旋網による八戸~銚子の合計月別水揚量（北部旋網集計日報合計値1989~1998年）、宮城及び岩手の定置網月別水揚量（漁海況予報会議岩手県及び宮城県資料1982~1998年）並びに千葉県旋網月別水揚量（漁海況予報会議千葉県資料1982~1998年）を使用した。また来遊海況条件を指標するデータとして、那珂湊定地水温の月別偏差値（茨城水試資料1982~1998年）を使用した。

茨城県のシラス漁業は2月11日~12月31日までが許可上の操業期間となっている。その水揚は4月下旬頃より本格化し、5~6月頃と8~9月頃の2つのピークを持つ傾向がある（図2）。7月に水揚げが毎年低下する原因はよく分かっていないが漁業者間では前者を春シラス漁、そして後者を秋シラス漁と呼ぶことが多い。そこで本報告では2月~7月までの間を春シラス漁、そして8~12月までを秋シラス漁と定義し、それぞれの漁期における水揚量を予測する手法を検討した。

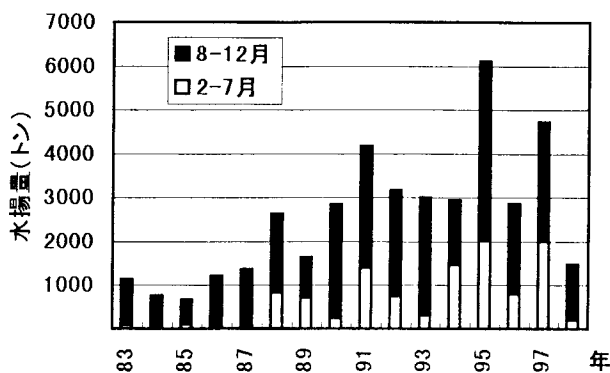


図1 茨城県主要5港シラス水揚量の推移

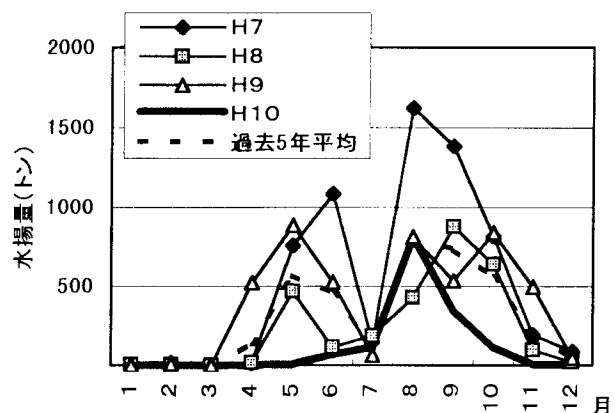


図2 茨城県主要5港月別シラス水揚量の推移

3. 結果及び考察

(1) カタクチイワシ月別水揚量及び那珂湊定地水温月別偏差と春シラス水揚量の相関関係

春シラス水揚量とカタクチイワシ月別水揚量及び那珂湊定地水温月別偏差との漁期当年～前々年の間の相関関係を表1に示す。

春シラス水揚量においては、前年12月から当年6月付近の水温偏差と強い相関関係が連続して出現した。前年あるいは前々年のカタクチイワシ水揚量との間にも有意な相関は出現しているが、相関係数は水温偏差に比べて全般的に低く、このことは、春シラス漁に関しその好不漁を決定するのは、親の資源水準よりも来遊海況条件であることを示唆している。

春シラス水揚量について海老沢（1997）は、南から暖水の波及するKパターン時に水揚量が高くなると述べ、その原因を、この時期の親資源の主分布域は房総以南の本県より南の海域にあるためと説明している。これは親の資源水準が高くシラスの発生水準が多くても、南からうまく本県漁場海域に運ばれる海洋条件になっていなければ、好漁とはならないことを示している。

親の水揚量との関係において、有意な相関関係が連続して出現したのは、前年2～8月付近の千葉県まき網の水揚量との関係であった。宮城県及び岩手県の前年夏の水揚量においても有意な関係は認められたが出現月数は少なくなっている。これは、東北の定置網による漁獲が夏季を中心とした短い期間の漁であるのに対し、まき網による漁獲は中型まき網を中心に周年漁獲対象としていることによるのであろう。

大中型まき網は、例年11月頃から翌年3月頃にかけて南下期を中心にカタクチイワシ漁が行われる。近年では、数万トン～10数万トン程度の水揚があり、今回比較した漁法の中で最も多い水揚量である。漁獲強度も、受動的な漁法である定置網や魚群探索範囲の狭い中型まき網に対し、強い探索能力を有して操業範囲も広域である。したがって他漁法より海況等の影響を受け難く、資源水準をよりの確に反映した水揚となって高い相関となる可能性が考えられたが、有意な関係は出現しなかった。これは、本漁業が強い漁獲強度を有している反面、カタクチイワシのみを漁獲対象としているのではなく、むしろマイワシやマサバを主力の漁獲対象としており、これらの資源水準の高低によって漁獲が左右されるため、水揚量が資源水準をうまく反映していない可能性が考えられた。

前々年の水揚量との間にも有意な関係が出現したが、カタクチイワシの寿命は比較的短く2年から2年半程度と報告されている（近藤1971）。したがって。前々年に漁獲されている成魚は、当年の産卵時までには寿命となって死亡し、これらは直接の親となる可能性は少ない。

表1 茨城県春・秋シラス水揚量と名水揚データ等の相関関係

年	月	春シラス水揚量との相関関係					秋シラス水揚量との相関関係				
		千葉	宮城	岩手	旋網	水温	千葉	宮城	岩手	旋網	水温
前々年	1	●	●	●			●	●	●		
	2	●	●	●			●	●	●		
	3	●	●	●			●	●	●		
	4	○	●	●			●	●	●		
	5	○	●	●			●	●	●		
	6			○				○	●		
	7		○	●					●		○
	8		○								○
	9		○	○							
	10						○				
	11										○
	12		○					○			○
前年	1	●	●	●			●	●	●		
	2	○	●	●			○	●	●		
	3	○	●	●			○	●	●		
	4	○	●	●				●	●		
	5	○	●	●				●	●		
	6	○	●	○			●				
	7		○								
	8	●									
	9										
	10					○					○
	11					○					○
	12					●					●
当年	1	●	●	●		●	●	●			
	2	●	●	●		●	●	●			
	3	●	●	●		○	●	●		○	
	4	●	●	●		●	●	●		○	
	5	●	●	●		●	●	●		○	
	6	○	●	●		●	●	●		●	
	7							○			
	8							○			
	9										
	10										
	11										
	12									○	

●は1%有意、○は5%有意
 千葉は千葉県主要港まき網月別水揚量
 岩手は岩手県主要港定置網月別水揚量
 宮城は宮城県主要港定置網月別水揚量
 平潟は平潟定置網月別水揚量
 旋網は大中型まき網八戸～銚子月別水揚量
 水温是那珂湊定地水温月別偏差
 ■は水揚げ量が極めて少なくデータを利用するには不適と思われるもの

しかし有意な相関となっているのは、長期的な変動傾向を反映した可能性が考えられた。

(2) カタクチイワシ月別水揚量及び那珂湊定地水温月別偏差と秋シラス水揚量の相関関係

秋シラス水揚量とカタクチイワシ月別水揚量及び那珂湊定地水温月別偏差との漁期当年～前々年の間の相関関係を表1に示す。

秋シラス水揚量と水温偏差との関係においては、春シラスの場合と異なり、漁獲時期（当年8～12月）の水温偏差に有意な相関は出現しなかった。秋シラス水揚量について海老沢（1997）は、北から親潮系水の波及するパターン時に水揚げが高くなると述べ、その原因を、この時期の親資源の主分布域は常磐以北の本県より北の海域にあるためと説明している。しかし春のような漁期水温との明瞭な関係が出現しなかったのは、春の親の分布域は、親潮系冷水の南下等により水温が低下し、北の海域が生息し難い海域となって南に限定されるのに対し、秋の親の分布は、主群は北の海域にあるものの、本県周辺あるいは以南の広い海域にあって、春よりも分散しているため明瞭な関係になっていない可能性が考えられた。

一方漁期外である3～6月頃の水温と有意な関係が出現した。これはこの時期に水温が高いと秋シラス漁は良好となるとの関係であるが、なぜこういった関係が出現したのかよく分からない。例えば前年あるいは前々年の水温環境であるならば、再生産関係の良否により親の資源水準が変化するためとの仮説が考えられるが、当年の春発生したものは秋の親になるとは考えられない。3～6月頃水温が高くなることにより、親の分布が本県秋シラス漁にとって好条件となるとの関係があるのであろうか。

また親の水揚量との関係においては、当年の7～8月頃に宮城及び岩手の定置網との間に弱い相関関係が出現したほか、前年までの間では、単発的な出現のみで連続した有意な相関関係は出現しなかった。

むしろ高い相関関係は、親子関係の考えにくい前々年の4～7月頃のの水揚量との間において出現したが、この原因もよく分からない。

(3) 重回帰分析による当年1月末時点での春シラス予測式について

茨城県水産試験場では例年1月下旬頃に、県内を3地区に区分し、漁業者へ研究成果や漁海況予報の説明をする会議「沿岸資源談話会」を開催している。

したがってこの会議時期に春シラスの予測が求められる。その後も漁期中に至るまでの間、漁業調整委員会や普及員を介しての漁業者からの問合せなど、随時予測を求められるが、今回の解析では、予測を会議で発表するこの1月までのデータを利用するとの前提で算出した。

つまり、春シラスと当年4～6月の漁期水温の間に高い相関関係があっても、1月下旬時点ではこの水温値は入手できないため、使用しないということである。

春シラスの来遊環境を指標する数値として1%の範囲で有意な関係がみられた12月及び1月の水温偏差平均値を使用した。

また、親の資源水準を指標する数値として、漁期に近い期間で高い相関が見られた千葉県の前年6～8月の合計水揚量と宮城県定置網の前年6～7月の合計水揚量を使用した。

この他、春シラス水揚量は、1988年を境に大きく上昇しており、千葉県のカタクチイワシ水揚量もこの年を境に大きく変化している（図3）。したがって、カタクチイワシの資源水準はこの年付近を境に大きく増加している可能性が考えられ、重回帰分析を行う期間は、1987年以前を除き、1988年から1998年の間とした。

これらの関係により求めた重回帰分析による予測式を表2に、そしてこの予測式から得た、春シラス水揚量と実測値の関係を図4に示す。両者の関係は約-250～+400トンの誤差で推移し、この差の標準偏差値は190トンとなった。50トン以下の誤差の年も複数出現しかなり一致した関係となった。

また、この予測式が実際に有効であるかを確認するため、1988～1995年間のデータを使用し求めた予測式を表3に、そして表3の予測式から得たその後3年間の予

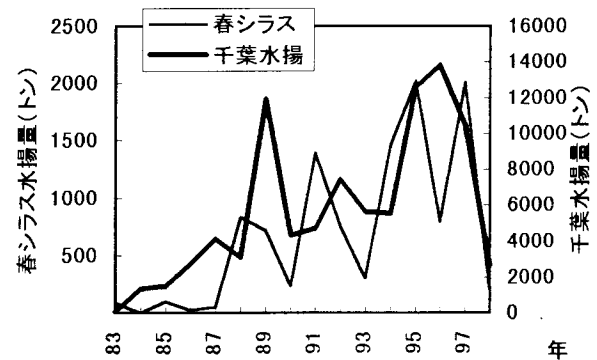


図3 春シラス水揚量と千葉県前年6～8月カタクチイワシ水揚量の関係

表2 春シラス重回帰分析結果

予測式	予測値 $Y=A1X1+A2X2+A3X3+A4$	
計算期間	1988～1998	観測数 11
変数	$X1$ ＝千葉前年6-8月カタクチイワシ合計水揚量(トン) $X2$ ＝宮城前年6-7月カタクチイワシ合計水揚量(トン) $X3$ ＝那珂湊定地水温年平均偏差12-1月平均値(°C)	
係数	$A1= 50.24861$ $A2= 158.8636$ $A3= 740157.5$ $A4= -9491.49$	重相関 R 0.962924 重決定 R ² 0.927223 補正 R ² 0.896033 標準誤差 212285.2

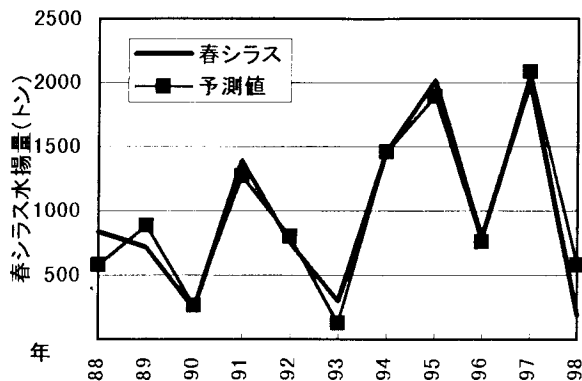


図4 重回帰による春シラス水揚量予測値と実測値の関係1988-1998データ)

表3 春シラス重回帰分析結果2

予測式	予測値 $Y=A1X1+A2X2+A3X3+A4$		
計算期間	1988~1995	観測数	8
変数	X1=千葉前年6-8月カタクチイワシ合計水揚量(トン) X2=宮城前年6-7月カタクチイワシ合計水揚量(トン) X3=那珂湊定地水温平年偏差12-1月平均値(°C)		
係数	A1= 29.73671 A2= 172.9275 A3= 778197.8 A4= 152652.9	重相関 R 0.980715 重決定 R2 0.961801 補正 R2 0.933152 標準誤差 158325	

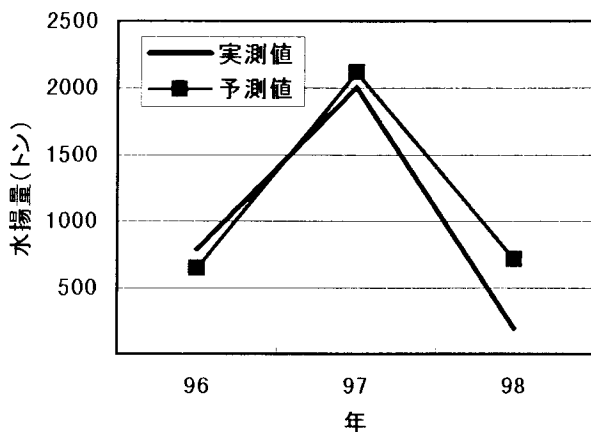


図5 1988~1995年の関係から求めた重回帰予測式によりその後3年間を予測した春シラス水揚量と実測値の関係

測値と実測値の関係を図5に示す。1996年の700トン前後の低調な水揚量,1997年の2000トン前後の好調な水揚量,そして1998年には再び1000トン以下の低調な水揚量との関係が,かなり一致して再現され,この手法による予測式の算出が有効であることが確認された。

(4) 重回帰分析による当年7月末時点での秋シラス水揚量予測式について

秋シラス水揚量予測式を求めるにあたっては,漁期直前である7月末に予測を発表するとの前提で,7月までのデータを使用した。

来遊環境を指標する数値として,相関の原因は不明であるが当年の3~6月に有意な関係が連続して出現しているため,この間の水温偏差平均値を使用した。

また,親の資源水準を指標する数値として,同じく因果関係はよく分からないが高い相関が見られた千葉県前々年の4~5月合計水揚量と,岩手県の漁期前々年の6~7月の合計水揚量を使用した。

この他,春シラスの場合と同様の理由により1988年から1998年の間のデータを使用し計算した。

重回帰分析による秋シラス予測式を表4にそしてこの予測式から得た秋シラス水揚量と実測値の関係を図6に示す。両者の関係は春シラスの場合よりも精度が低下し,約-700~+1000トンの誤差で推移した。またこの差の標準偏差は,春の倍以上の490トンとなった。しかしおおまかな変動の傾向は1994年以降を中心に一致した関係がみられている。

また,この予測式が実際に有効であることを確認するため,1988~1995年の間のデータを使用し求めた予測式を表5に,そして表5の予測式から得たその後3年間の予測値と実測値の関係を図7に示す。これも春シラスの場合よりも精度が低下しているが,1997年の水揚量の上昇,1998年の低下等においておおまかな変動傾向は一致しており,精度はあまり高くないもののこの手法による予測式がある程度有効であることが確認された。

表4 秋シラス重回帰分析結果

予測式	予測値 $Y=A1X1+A2X2+A3X3+A4$		
計算期間	1988~1998	観測数	11
変数	X1=千葉前々年4-5月カタクチイワシ合計水揚量(トン) X2=岩手前々年6-7月カタクチイワシ合計水揚量(トン) X3=那珂湊定地水温平年偏差3-6月平均値(°C)		
係数	A1= 112.1221 A2= 2002.393 A3= 322723.3 A4= 1409280	重相関 R 0.813533 重決定 R2 0.661836 補正 R2 0.516908 標準誤差 613401.6	

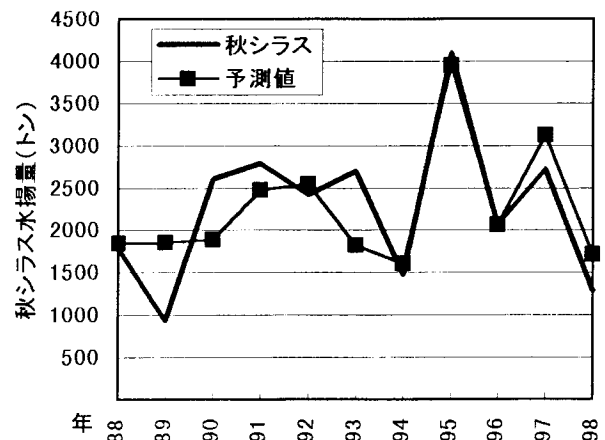


図6 重回帰による秋シラス水揚量予測値と実測値の関係1988-1998データ)

表5 秋シラス重回帰分析結果2

予測式	予測値 $Y=A1X1+A2X2+A3X3+A4$		
計算期間	1988~1995	観測数	8
変数	X1=千葉前々年4-5月カタクチイワシ合計水揚量(トン) X2=岩手前々年6-7月カタクチイワシ合計水揚量(トン) X3=那珂湊定地水温年偏差3-6月平均値(°C)		
係数	A1= 122.7197 A2= 2050.243 A3= 272827.7 A4= 1494106	重相関 R 0.816462 重決定 R2 0.66661 補正 R2 0.416567 標準誤差 736790.9	

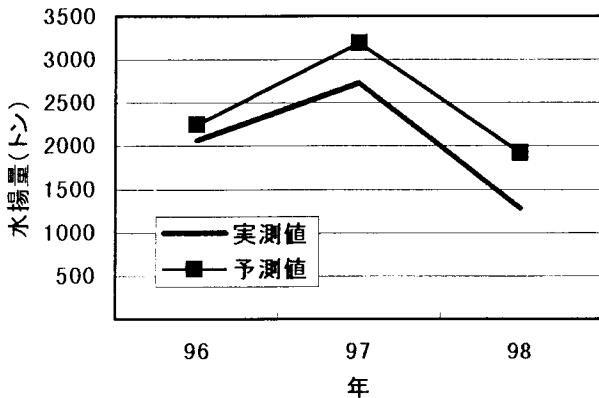


図7 1988~1995年の関係から求めた重回帰予測式によりその後3年間を予測した秋シラス水揚量予測値と実測値の関係

(5) 予測式の使用について

今回の春シラス予測式の算出は、1月末での予報作成を前提としたが、前述したとおり、その後も予報を求められることが多い。この場合親資源を指標する水揚量の変数は同じまま、来遊環境を指標する水温偏差値については、最新の2~3月若しくは3~4月のデータを利用し同様の手法で予測式を算定し直すことは簡単である。今回12~1月のデータでかなり一致した関係がみられたが、この時期にはまだ産卵活動は始まっていないため、これが直接の稚仔輸送環境を指標しているとは考え難い。むしろ、この時期の水温偏差値と実際の来遊時点(4~6月頃)の水温偏差値とがかなり高い相関を示していることによるのであろう。したがってより精度の高い予測を行うためには、最新の水温偏差値により来遊環境を見直す必要がある。

一方、秋シラスの予測式については、漁期中の水温との相関が認められないため、7月末以降予測式を算定し直す必要はない。

また、今回の解析は、カタクチイワシの資源水準が高くなった1988年以降のデータを使用しているため、今後資源水準が低下した場合には異なった関係になる可能性も考えられ十分注意が必要であろう。より精度を高めるためには、漁期が終るごとに新しいデータを追加した再計算も必要と考えられる。

4. 要 約

- (1) 春シラス水揚量は、漁期前年12月~当年6月付近の間的那珂湊定地水温月別偏差値と高い相関関係を示し、この時期の那珂湊定地水温値が来遊環境を指標している可能性が考えられた。
- (2) 春シラス水揚量は、漁期前年2~8月付近の千葉県まき網カタクチイワシ水揚量及び漁期前年6~7月の宮城県定置水揚量と高い相関関係を示し、漁期前年の夏頃の水量が、親の資源水準を指標している可能性が考えられた。
- (3) 12月~1月の那珂湊定地水温月別偏差平均値、前年6~8月の千葉県まき網カタクチイワシ合計水揚量及び前年6~7月の宮城県定置網合計水揚量を変数とする重回帰分析により1月末時点で春シラスを予測するのに有効と思われる予測式が表2のとおり算出された。
- (4) 秋シラス水揚量は、漁期当年3月~6月の間的那珂湊定地水温月別偏差値と高い相関関係を示し、メカニズムは不明であるものの春の那珂湊定地水温値が来遊環境を指標している可能性が考えられた。
- (5) 秋シラス水揚量は、漁期前々年4~5月の千葉県まき網カタクチイワシ水揚量及び漁期前々年6~7月の岩手県定置網水揚量と高い相関関係を示し、親子関係は考えにくいもののなんらかの関係でこれらの資源が、秋シラスの資源水準に影響を与えている可能性が考えられた。
- (6) 3月~6月の那珂湊定地水温月別偏差平均値、前々年4~5月の千葉県まき網カタクチイワシ合計水揚量及び前々年6~7月の岩手県定置網合計水揚量を変数とする重回帰分析により、精度はあまり高くないものの、7月末に秋シラスを予測するのに有効と思われる予測式が表4のとおり算出された。

文 献

海老沢良忠 (1997) 鹿島灘海域におけるカタクチイワシシラスの漁況変動について, 茨城水試研報35, 25-31.

近藤恵一 (1971) カタクチイワシの生態と資源, 水産研究叢書20, p p 57.

富永敦 (1994) 鹿島灘海域に来遊する夏秋季発生のカタクチイワシシラス漁獲量と親魚群の量について, 茨城水試研報32, 93-99.

二平章・土屋圭巳 (1990) 鹿島灘海域におけるカタクチイワシの漁況変動と海洋環境, 茨城水試研報28, 55-64.