

神奈川県におけるヒラメ水揚げ尾数の推定

一色竜也・相澤康・中村良成

Estimate of the catch in number of Japanese flounder (*Paralichthys olivaceus*) in Kanagawa Prefecture

Tatsuya ISSHIKI*, Yasushi AIZAWA**
, Ryosei NAKAMURA**

緒 言

資源量推定や放流効果を求めるには水揚げ尾数の推定が不可欠である。神奈川県ではヒラメの種苗放流効果及び資源量の評価を行うために、1991年度から定期的に市場調査を実施して全長データ及び放流魚判別データを蓄積してきた。これら市場調査データから全長・体長換算式によって得られる平均体重で農林水産統計の水揚げ量を除して水揚げ尾数の推定を行っている。

市場調査は県下7～9箇所で行われてきた。これら対象箇所は、ヒラメの水揚げ量が多く代表的な漁業種類が含まれる市場を中心に選択されている。一方、対象箇所以外には、魚市場や漁協等に集荷が行われず漁業者から仲買業者や小売業者に直接相対で取引されるために、市場調査の不可能な地域が多くを占めている。

このような調査箇所のサンプリングは有意抽出であり、推定結果が偏る危険性があることに加え、推定精度の評価が一般的に困難である。これらを解決するためには層別2段階抽出法といったサンプリング理論に基づく調査法を行う必要がある¹⁾とされている。

本報では、調査市場が無作為標本抽出されたものと仮定して、層別2段階抽出法による水揚げ尾数の推定や推定精度の評価を行うとともに、従来用いられてきた水揚げ重量による推定値と比較を行い、適切な調査及び推定方法について検討した。

材料及び方法

1. 神奈川県におけるヒラメの水揚げ実態と市場調査

農林水産統計から漁法別に1998～2002年の5カ年平均ヒラメ水揚量を算出し表1に示した。なお、本研究の漁業種類は括弧内に示す農林統計の漁業種類を「刺網漁業」(その他の刺網)、「底びき網漁業」(小型底びき網縦びきその他)、「定置漁業」(小型定置網、大型定置網)、「その他の漁業」(その他の漁業種類全て)の4種類とした。

農林水産統計から地区別漁業種類別5カ年平均ヒラメ水揚げ量を集計し、各地区の水揚げ市場または集荷漁協

とともに表2に示した。市場や集荷漁協がない場合や水揚げの一部しか集荷しない場合は自家集荷、一部自家集荷として明示した。

市場調査が行われたのは、図1にある横浜市漁協柴支所(以下、柴)、横須賀東部漁協横須賀支所(以下、横須賀)、同走水大津支所(以下、走水)、みうら漁協松輪支所(以下、松輪)、三崎魚市場(以下、三崎)、城ヶ島漁協(以下、城ヶ島)、長井町漁協(以下、長井)、横須賀市大楠漁協(以下、大楠)、小田原魚市場(以下、小田原)の9箇所である。調査は月1～2回以上実施し、その日の水揚げ全数を対象とするよう行われた。

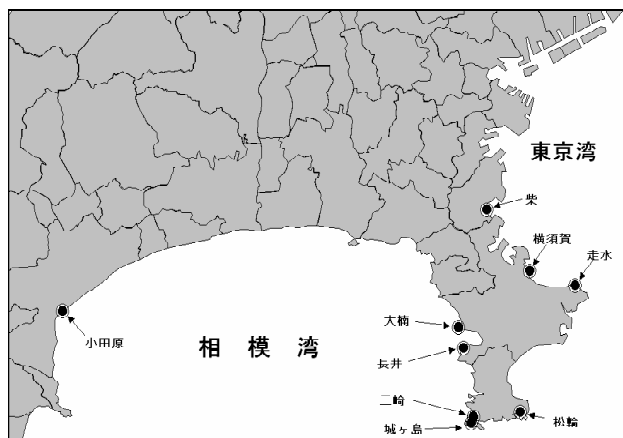


図1 調査市場箇所

2. 層別2段階抽出法による水揚げ尾数の推定

層別2段階抽出法は、母集団のバラツキが少なくなるように層別を行い、各層毎に2段階で標本を抽出する方法である。市場調査の場合、まず全市場から調査対象市場を標本抽出するが、このとき市場間における水揚げ尾数のバラツキが少なくなるように層別を行う。バラツキの主要因としては、市場間で漁業種類の構成が異なることや水揚げ規模の違いが挙げられる¹⁾。そこでまず、市場を漁業種類で分け、各々1つの漁業種類別市場とみなす。次にこれらの前年の水揚げ重量に応じてさらに層別を行う。

各層内で第1段目の抽出を漁業種類別市場とし、層内 K 個の漁業種類別市場の中から k 個を単純ランダムサンプリングして、その番号を i とする。次に抽出された i 番目の漁業種類別市場内で第2段目の抽出を調査日とし、水揚げ日 D_i の中から調査日 d_i を単純ランダムサンプリングする¹⁾。調査日 j 日目の調査水揚げ尾数を m_{ij} とすると、層別水揚げ尾数 M の不偏推定量 \hat{M} は(1)式で得られる²⁾。

$$\hat{M} = \frac{K}{k} \sum_{i=1}^k \frac{D_i}{d_i} \sum_{j=1}^{d_i} m_{ij} \quad \dots \dots (1)$$

同方法を本県の事例に当てはめるため下記の仮定及び条件を設定した。

- (1) 市場調査が行われてきた箇所及び調査日はランダムサンプリングされたものとはいえない。特に調査箇所は有意抽出である。しかし、ここではランダムサンプリングされたものと仮定して解析を進めた。
- (2) 市場によっては午前と午後で競りが2回あり、漁業種類によって水揚げと調査のタイミングが合わず水揚げ物の一部が調査できなかった。こうした部分のデータは使わなかった。
- (3) 調査箇所におけるヒラメ年間水揚げ日数は、漁獲情報システム及び各漁協の日別水揚げ資料から得た。ただし、調査箇所のデータが比較的揃っているのは2001年からである。このため、本研究の対象年を2001~2003年とした。なお、走水市場は2001年以降のデータが得られなかったため、2000年の資料で代用した。
- (4) 本県では農林水産統計上の「地区」と市場及び漁協による水揚げ物の集荷場は異なることが多く、さらに市場や漁協に集荷しない地区も存在する。そこで、単数及び複数の地区が特定の市場及び漁協に水揚げする場合は、一括して1つの「水揚げ単位」として定義し、それ以外の集荷のない地区は各1つずつの「水揚げ単位」として考えた。
- (5) これら水揚げ単位をさらに漁業種類別に振り分けて層別し、ヒラメが水揚げされた各層各水揚げ単位を1つの漁業種類別市場（以下、市場）として定義した。例えば「小田原」に水揚げする大磯、岩、前川等の複数の地区は「小田原」として1つの水揚げ単位にまとめられ、さらに漁業種類毎に①刺網漁業小田原、②定置網漁業小田原、③その他の漁業小田原に層別し3市場として扱った。
- (6) これら市場をさらに水揚げ重量に応じて層別を行った。なお、水揚げによる市場の層別は前年の漁業種類別水揚げ量を基に行うとされている¹⁾が、2001及び2002年分は農林統計によって水揚げ量を把

握できるので同年値を用いた。2003年は地区別水揚げ統計値が解析時点で公表されていなかったため、前年の2002年の値を用いた。

- (7) 水揚げ量による層は「2 t 以上」、「2 t 未満」の2種類とした。

なお、解析を進めて行く途上でいくつか問題が出てきたため、以下のように改めて整理した。

- ① 2001年の長井は調査対象であるが、定置網漁業の水揚げは全数調査できなかった。このため推定にデータを使用しなかった。2001年のうち長井定置網は唯一2 t 以上の水揚げがあるが調査データがない。2001年の定置網漁業は水揚げ量で層別できなかった。
- ② 2002年のその他の漁業の中で、松輪・大楠・長井の3つの水揚げ単位は農林水産統計値が0である。しかし、調査データは存在するため同2 t 未満の層に加えた。
- ③ 2003年のその他の漁業に関しても上記と同様に、松輪・大楠の2つの水揚げ単位は、調査データが存在する。このため同2 t 未満の層に加えた。

以上の条件設定に従い、各年の農林統計上の地区と水揚げ単位、層別の市場の関係を表3に、各年の市場数及び調査市場数を表4に示した。また、調査市場における把握状況を明らかにするため、調査市場別年間ヒラメ水揚げ日数と調査日数を表5に挙げた。

これらを基に層別水揚げ尾数の不偏推定値 \hat{M} を(1)式、全分散の推定値 $\hat{V}[\hat{M}]$ を(2)式で計算した²⁾。また、(2)式の第1項である市場内分散に関する値と第2項の市場間分散に関する値¹⁾、全分散から得られる95%信頼区間、標準誤差及び変動係数を計算し表6に示した。なお、調査市場が1箇所の層や市場間分散が負になる層については市場間分散を0とした³⁾。

$$\hat{V}[\hat{M}] = \left(\frac{K}{k}\right)^2 \sum_{i=1}^k D_i^2 \frac{D_i - d_i}{D_i - 1} \frac{\hat{\sigma}_i^2}{d_i} + K^2 \frac{K - k}{K - 1} \frac{\hat{\sigma}_b^2}{k} \quad \dots (2)$$

ここで、市場内分散の推定値 $\hat{\sigma}_i^2$ は(3)式、市場間分散の推定値 $\hat{\sigma}_b^2$ は(5)式で得られる²⁾。

$$\hat{\sigma}_i^2 = \frac{1}{d_i - 1} \sum_{j=1}^{d_i} (m_{ij} - \bar{m}_i) \quad \dots \dots (3)$$

$$\bar{m}_i = \frac{1}{d_i} \sum_{j=1}^{d_i} m_{ij} \quad \dots \dots (4)$$

$$\hat{\sigma}_b^2 = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k (\hat{M}_i - \hat{M})^2 - \frac{k-1}{k^2} \sum_{i=1}^k D_i^2 \frac{D_i - d_i}{D_i - 1} \frac{\hat{\sigma}_i^2}{d_i} \quad \dots (5)$$

3 平均体重を基にした推定法（比推定法）による水揚げ尾数の推定

漁業種類 i の農林統計水揚げ量を Y_i 、これに対する調査重量を y_i 、その調査個体数 n_i とすると各漁業種類の水揚げ尾数の推定値 \hat{N}_i は(6)式で得られる⁽⁴⁾。これらを合計して総水揚げ尾数の推定を行った。以下、この推定方法を比推定法と呼ぶ。

$$\hat{N}_i = n_i \frac{Y_i}{y_i} \quad \dots \dots \dots (6)$$

同推定法には調査重量が必要となる。個体の全長は測定によって得られているので、これを個体の体重を全長・体重関係式を用いて個別の計算体重を求め、年別に積算して調査重量とすることとした。関係式の導出に使ったデータは、2002及び2003年の市場調査で一部得られた個体毎の市場の仕切り重量 W である。これを用いて全長 L との関係性を(7)式のアロメトリー式⁽⁵⁾に当てはめ、決定係数を表7に示した。

$$W = BL^\alpha \quad \dots \dots \dots (7)$$

2002・2003年はこれら関係式から計算体重を得た。2001年は2002及び2003年の両関係式から各々体重を計算し、その平均値を計算体重とした。これら計算体重から調査重量を得て、各年の水揚げ尾数の推定を行った。推定結果を層別2段抽出法の推定結果とともに表8に示した。

結 果

1 神奈川県の水揚げ実態

表1をみると1998～2002年のヒラメ5カ年平均水揚げ量は58.1 tで、このうち約75.7%の44.0 tは刺網漁業で占められた。

表2に示したように地区別でみると、5t 以上の水揚げがみられるのは長井・江の島片瀬・小田原東部の3地区であった。いずれも刺網漁業の比率が高かった。2t 以上の水揚げがみられるのは金沢・茅ヶ崎・小田原中部・小田原西部の4地区であった。このうち金沢は小型底びき網漁業、昆沙門・芦名・小田原西部・真鶴は定置網漁業の割合が高いが、その他は刺網漁業の割合が高かった。

対象期間中、ヒラメの水揚げは44地区でみられた。このうち市場調査箇所水揚げした地区数と水揚げ量は26地区38.9 tである。これは地区数で全体の59.1%、水揚げ量で67.0%を占めており、市場調査箇所は地区数・水揚げ量とも全体の半分以上を網羅していると言える。一方、自家出荷及び一部自家出荷地区は44地区中12地区であり市場調査の不可能な地区が全体の27.3%を占めた。

表1 1998～2002年の5カ年平均ヒラメ水揚げ量

漁業種類	刺網漁業	底びき網漁業	定置網漁業	その他の漁業	計
水揚げ量(t)	44.0	3.8	9.4	0.9	58.1
割合(%)	75.7	6.5	16.2	1.5	100.0

2 層別2段抽出法による漁獲尾数の推定

(1) 層別化による市場の配置

表3に示したように、農林水産統計のヒラメ水揚げ地区数は2001年で40地区、2002年で39地区であった。これら水揚げ単位に換算すると両年とも25箇所であった。なお市場を表中の丸印で、調査市場を二重丸印で示した。刺網漁業が最も多く、小型底びき網漁業が最も少なかった。刺網漁業は相模湾・東京湾とも県下海面広く行われているが、小型底びき網漁業はほとんど東京湾沿岸地域のみで行われており、地域が限定されているためである。

表4をみると、2001年は6層58市場に分られ、このうち調査市場は18箇所であった。2002年は7層59市場で調査市場は17箇所であった。2003年は2002年と同様に7層に分けたところ58市場になり、調査市場は16市場であった。年々調査市場数は若干減少したものの、大きな違いはみられなかった。

調査市場の年間水揚げ日数に対する調査日数の割合を調査日抽出率として表5に示した。各年の平均調査日抽出率をみると2001年の13.0%が最も高く、2003年の5.6%が最も低かった。市場別では2001年は三崎の24.6%が最も高く、柴の8.3%が最も低かった。2002年も三崎の20.1%が最も高く、柴の2.1%が最も低かった。2003年は松輪及び大楠で最も高く8.5%、城ヶ島で最も低く1.0%であった。対象年の中では三崎の調査日抽出率が最も良く、柴が最も低い状況であった。なお、松輪以外の調査市場は後年になるほど抽出率に低下がみられた。

(2) 層別2段抽出法による水揚げ尾数の推定結果

表6をみると、2001年における水揚げ尾数は92,166尾、95%信頼区間は[46,944～137,388]と推定された。2002年の水揚げ尾数は72,825尾、95%信頼区間は[22,263～123,387]、2003年は水揚げ尾数が69,669尾、95%信頼区間は[19,699～119,640]となった。層合計の変動係数は2001年が最も小さく12.7%、2003年が最も大きく16.8%であった。これは水揚げ日数に対する調査日の抽出率及び調査市場数の結果と同調しており、抽出率が最も高く市場数の多い2001年に最も精度が高かった。一方、調査日抽出率が低く調査市場数が少ない2003年は最も精度が低かった。

各層別にみると、刺網漁業2t 以上の変動係数は他の漁業種類に比べ低く、各年毎の変動幅も小さかった。同層はヒラメ刺網漁業を主体とする市場で構成されていた。市場の標本抽出はこれを念頭に行われているため、層全体の市場数に対する調査市場数の割合や水揚げ日数に対する調査日の抽出率が高い結果となった(表5)。

表2 1998～2002年の5ヵ年平均地区別漁業種類別水揚げ量

No.	地域	刺網漁業	底びき網漁業	定置網漁業	その他の漁業	計	水揚げ市場または集荷漁協
1	神奈川	0.1	0	0	0	0.1	自家出荷
2	中	0	0.2	0	0	0.2	自家出荷
3	磯子	0	0.1	0	0	0.1	横浜市漁協本牧支所
4	金沢	0.2	2.9	0	0	3.1	横浜市漁協柴支所
5	横須賀	0.8	0.5	0	0	1.3	横須賀市東部漁協横須賀支所
6	走水大津	0.5	0	0	0	0.5	横須賀市東部漁協走水大津支所
7	鴨居	0.6	0	0	0	0.6	横須賀市東部漁協鴨居支所
8	浦賀久比理	0.5	0	0	0	0.5	横須賀東部漁協浦賀久比里支所(一部自家出荷)
9	久里浜	0	0	0	0	0.0	自家出荷
10	北下浦	0.4	0	0.1	0	0.5	自家出荷
11	上宮田	1.7	0	0.1	0	1.8	自家出荷
12	金田湾	0.4	0	0.4	0.1	0.9	みうら漁協漁協金田湾支所(一部自家出荷)
13	松輪	1.8	0.1	0	0	1.9	みうら漁協松輪支所
14	毘沙門	0	0	1.4	0	1.4	三崎魚市場
15	宮川	0	0	0	0	0.0	三崎魚市場
16	田中	0.3	0	0	0	0.3	三崎魚市場
17	向ヶ崎	0	0	0	0	0.0	三崎魚市場
18	三崎	0	0	0	0	0.0	三崎魚市場
19	城ヶ島	1.8	0	0	0.1	1.9	城ヶ島漁協
20	二町谷	0.1	0	0	0	0.1	三崎魚市場
21	諸磯	0.4	0	0	0	0.4	三崎魚市場
22	小網代	0.4	0	0	0	0.4	三崎魚市場
23	初声	0.1	0	0	0	0.1	三崎魚市場
24	長井	6.9	0	2.2	0	9.1	長井町漁協
25	佐島	1.1	0	0.1	0.4	1.6	横須賀市大楠漁協
26	芦名	0.2	0	0.6	0.2	1.0	横須賀市大楠漁協
27	秋谷	0.6	0	0	0.1	0.7	横須賀市大楠漁協
28	葉山	0.7	0	0	0	0.7	自家出荷
29	小坪	0.4	0	0.1	0	0.5	小坪漁協
30	鎌倉	0.7	0	0	0	0.7	定置網漁業は長井町漁協
31	腰越	0	0	0	0	0.0	定置網漁業は長井町漁協
32	江の島片瀬	6.8	0	0.2	0	7.0	自家出荷
33	藤沢	0	0	0	0	0.0	自家出荷
34	茅ヶ崎	2.2	0	0.7	0	2.9	自家出荷
35	平塚	0.8	0	0.3	0	1.1	自家出荷
36	大磯	1.4	0	0.3	0	1.7	小田原魚市場
37	二宮	0.1	0	0.2	0	0.3	小田原魚市場
38	前川	0.5	0	0	0	0.5	小田原魚市場
39	小田原東部	5.4	0	0	0	5.4	小田原魚市場
40	小田原中部	4.3	0	0	0	4.3	小田原魚市場
41	小田原西部	1.2	0	1	0	2.2	小田原魚市場
42	岩	0	0	0.6	0	0.6	小田原魚市場
43	真鶴	0.6	0	1	0	1.6	真鶴漁協
44	福浦	0	0	0.1	0	0.1	小田原魚市場
	計	44.0	3.8	9.4	0.9	58.1	

合計水揚げ量が2トン以上の地区は網掛けで色付けし、5トン以上の地区は網掛けで色付け、かつ太い枠線で囲んだ。

表3-1 2001年における農林水産統計上の地区と水揚げ単位、層別された市場の対応表

○は市場、◎は調査市場を示す。

No.	農林統計上の地区	水揚げ単位	刺網漁業		底びき網漁業		定置網漁業	その他の漁業		
			2t以上	2t未満	2t以上	2t未満		2t以上	2t未満	
1	中	中				○				
2	磯子	磯子				○				
3	金沢	柴		○	◎				○	
4	横須賀	横須賀		◎		◎			◎	
5	走水大津	走水		◎		○	○			
6	鴨居	鴨居		○					○	
7	浦賀久比理	浦賀久比理		○						
8	北下浦	北下浦		○			○			
9	長井	長井	◎				○		○	
10	佐島	大楠								
11	芦名		◎				◎		◎	
12	秋谷									
13	上宮田	上宮田	○				○			
14	金田湾	金田湾		○			○		○	
15	松輪	松輪		◎					◎	
16	城ヶ島	城ヶ島	◎				○			
17	毘沙門	三崎								
18	田中									
19	向ヶ崎									
20	二町谷		◎				◎		◎	
21	諸磯									
22	小網代									
23	初声									
24	葉山	葉山		○					○	
25	小坪	小坪		○			○			
26	鎌倉	鎌倉		○			○			
27	腰越	腰越		○					○	
28	江の島片瀬	江の島片瀬	○				○		○	
29	藤沢	藤沢							○	
30	茅ヶ崎	茅ヶ崎	○				○		○	
31	平塚	平塚		○			○		○	
32	大磯	小田原								
33	二宮									
34	前川									
35	小田原東部		◎				○	◎		◎
36	小田原中部									
37	小田原西部									
38	岩									
39	福浦									
40	真鶴	真鶴		○			○		○	

表3-2 2002年における農林水産統計上の地区と水揚げ単位、層別された市場の対応表

○は市場、◎は調査市場を示す。

No.	農林統計上の地区	水揚げ単位	刺網漁業		底びき網漁業		定置網漁業		その他の漁業	
			2t以上	2t未満	2t以上	2t未満	2t以上	2t未満	2t以上	2t未満
1	中	中		○		○				○
2	磯子	磯子				○				
3	金沢	柴		◎	◎					○
4	横須賀	横須賀		◎		◎				○
5	走水大津	走水		○		○		○		
6	鴨居	鴨居		○						○
7	浦賀久比理	浦賀久比理		○						
8	北下浦	北下浦		○				○		
9	長井	長井	◎					◎		◎
10	佐島									
11	芦名	大楠	◎					◎		◎
12	秋谷									
13	上宮田	上宮田	○					○		
14	金田湾	金田湾		○				○		○
15	松輪	松輪	◎							◎
16	城ヶ島	城ヶ島	○					○		
17	毘沙門									
18	田中									
19	二町谷	三崎		◎			◎			◎
20	諸磯									
21	小網代									
22	初声									
23	葉山	葉山		○						○
24	小坪	小坪		○				○		
25	鎌倉	鎌倉		○				○		
26	腰越	腰越		○				○		○
27	江の島片瀬	江の島片瀬	○					○		
28	藤沢	藤沢								○
29	茅ヶ崎	茅ヶ崎		○						○
30	平塚	平塚		○				○		○
31	大磯									
32	二宮									
33	前川									
34	小田原東部	小田原	◎					◎		◎
35	小田原中部									
36	小田原西部									
37	岩									
38	福浦									
39	真鶴	真鶴		○				○		○

表3-3 2003年における農林水産統計上の地区と水揚げ単位、層別された市場の対応表

○は市場、◎は調査市場を示す。

なお、2003年は2002年と同じ市場分布で設定したが、調査市場は2003年の実施市場である。

No.	農林統計上の地区	水揚げ単位	刺網漁業		底びき網漁業		定置網漁業		その他の漁業	
			2t以上	2t未満	2t以上	2t未満	2t以上	2t未満	2t以上	2t未満
1	中	中		○		○				○
2	磯子	磯子				○				
3	金沢	柴		○	◎					○
4	横須賀	横須賀		◎		◎				○
5	走水大津	走水		○		○		○		
6	鴨居	鴨居		○						○
7	浦賀久比理	浦賀久比理		○						
8	北下浦	北下浦		○				○		
9	長井	長井	◎					◎		
10	佐島	大楠	◎					◎		◎
11	芦名									
12	秋谷									
13	上宮田	上宮田	○					○		
14	金田湾	金田湾		○				○		○
15	松輪	松輪	◎							◎
16	城ヶ島	城ヶ島	◎					○		
17	毘沙門	三崎						◎		○
18	田中									
19	二町谷									
20	諸磯									
21	小網代									
22	初声									
23	葉山	葉山		○						○
24	小坪	小坪		○				○		
25	鎌倉	鎌倉		○				○		
26	腰越	腰越		○				○		○
27	江の島片瀬	江の島片瀬	○					○		
28	藤沢	藤沢								○
29	茅ヶ崎	茅ヶ崎		○						○
30	平塚	平塚		○				○		○
31	大磯	小田原	◎					◎		◎
32	二宮									
33	前川									
34	小田原東部									
35	小田原中部									
36	小田原西部									
37	岩									
38	福浦									
39	真鶴	真鶴		○				○		○

表4 年別層別市場数

()内は調査市場数

2001年	刺網漁業	底びき網漁業	定置網漁業	その他の漁業	計
2トン以上	6 (3)	1 (1)		0 (0)	7 (4)
2トン未満	16 (5)	5 (1)	15 (3)	15 (5)	51 (14)
計	22 (8)	6 (2)	15 (3)	15 (5)	58 (18)

2002年	刺網漁業	底びき網漁業	定置網漁業	その他の漁業	計
2トン以上	7 (4)	1 (1)	1 (1)	0 (0)	9 (6)
2トン未満	16 (3)	4 (1)	14 (3)	16 (4)	50 (11)
計	23 (7)	5 (2)	15 (4)	16 (4)	59 (17)

2003年	刺網漁業	底びき網漁業	定置網漁業	その他の漁業	計
2トン以上	7 (5)	1 (1)	1 (1)	0 (0)	9 (7)
2トン未満	16 (2)	4 (1)	14 (3)	15 (4)	49 (10)
計	23 (7)	5 (2)	15 (4)	15 (3)	58 (16)

表5 調査市場別年間水揚げ日数及び調査日数

2001年	柴	横須賀	走水	松輪	城ヶ島	三崎	長井	大楠	小田原	平均
水揚げ日数	144	98	143	189	223	256	238	225	258	197
調査日数	12	21	9	17	22	63	34	35	20	26
調査日抽出率	8.3%	21.4%	6.3%	9.0%	9.9%	24.6%	14.3%	15.6%	7.8%	13.0%

2002年	柴	横須賀	走水	松輪	城ヶ島	三崎	長井	大楠	小田原	平均
水揚げ日数	142	200	-	233	-	254	240	246	263	225
調査日数	3	7	-	16	-	51	19	22	19	20
調査日抽出率	2.1%	3.5%	-	6.9%	-	20.1%	7.9%	8.9%	7.2%	8.1%

2003年	柴	横須賀	走水	松輪	城ヶ島	三崎	長井	大楠	小田原	平均
水揚げ日数	136	181	-	188	204	251	234	258	266	215
調査日数	2	5	-	16	2	18	17	22	22	13
調査日抽出率	1.5%	2.8%	-	8.5%	1.0%	7.2%	7.3%	8.5%	8.3%	5.6%

そのため比較的精度が良く安定した推定値が得られたと思われる。

一方、底びき網漁業2 t 以上及び2 t 未満の変動係数をみると、いずれの年も他の層に比べ高く、特に2003年では95%を超える高い値がみられ、他の層に比べ精度が低い結果となった。これは、同層における調査市場が柴

と横須賀の各1市場のみであり、調査日抽出率(表5)も低いため、精度が低かったと考えられる。なお、両市場とも後年に向かうにつれ調査日抽出率は大きく減少した。この傾向は変動係数の増加、すなわち精度の悪化と同傾向であった。

表6 層別2段階抽出法によるヒラメ水揚げ尾数の推定量

2001年

市場名	刺網漁業		底びき網漁業		定置網漁業	その他の漁業	層合計
	2t以上	2t未満	2t以上	2t未満	2トン未満	2トン未満	
推定値	44,601	19,035	8,436	1,167	16,472	2,455	92,166
95%信頼限界							
上限	62,218	27,913	14,727	1,942	25,897	4,692	137,388
下限	26,985	10,158	2,145	391	7,048	218	46,944
全分散	80,785,675	20,514,673	10,300,850	156,538	23,120,549	1,302,586	136,180,872
市場内分散関係	23,035,909	8,364,171	10,300,850	156,538	6,245,030	579,304	48,681,802
市場間分散関係	57,749,766	12,150,502	0	0	16,875,519	723,282	87,499,069
標準誤差	8,988	4,529	3,209	396	4,808	1,141	11,670
	20.2%	23.8%	38.0%	33.9%	29.2%	46.5%	12.7%

2002年

市場名	刺網漁業		底びき網漁業		定置網漁業	その他の漁業	層合計
	2t以上	2t未満	2t以上	2t未満	2トン以上	2トン未満	
推定値	27,804	15,123	3,909	7,771	1,658	12,346	72,825
95%信頼限界							
上限	41,212	27,113	7,725.6	14,617	2,184	22,414	123,387
下限	14,396	3,132	91.7	926	1,133	2,277	22,263
全分散	46,796,171	37,424,957	3,792,505	12,198,724	71,999	26,387,679	130,644,908
市場内分散関係	11,022,957	52,801,305	3,792,505	12,198,724	71,999	9,096,665	91,965,918
市場間分散関係	35,773,214	0	0	0	0	17,291,014	54,055,339
標準誤差	6,841	6,118	1,947	3,493	268	5,137	11,430
	24.6%	40.5%	49.8%	44.9%	16.2%	41.6%	15.7%

2003年

市場名	刺網漁業		底びき網漁業		定置網漁業	その他の漁業	層合計
	2t以上	2t未満	2t以上	2t未満	2トン以上	2トン未満	
推定値	32,109	15,199	4,080	724	1,004	11,032	69,669
95%信頼限界							
上限	47,353	27,451	11,781.6	2,127	1,787	18,689	119,640
下限	16,865	2,946	-3,622	-679	221	3,376	19,699
全分散	60,488,421	39,078,627	15,439,913	512,528	159,649	15,260,468	137,265,452
市場内分散関係	22,744,097	25,487,413	15,439,913	512,528	159,649	4,389,843	71,671,725
市場間分散関係	37,744,325	13,591,214	0	0	0	10,870,625	65,593,727
標準誤差	7,777	6,251	3,929	716	400	3,906	11,716
	24.2%	41.1%	96.3%	98.9%	39.8%	35.4%	16.8%

3 比推定法による水揚げ尾数の推定

(1) 全長・体重関係式

2002、2003年に得られた全長・体重データは各々135件、533件であった。これら全長に対する体重の関係は図2に示すように、いずれにおいてもアロメトリ

一式が最も良く当てはまった。対数回帰分析の決定係数は兩年とも0.9以上で相関関係が高いことを示し、t値は有意水準0.05で有意であった。したがって全長・体長関係式は、表7に示すアロメトリー式にあてはめることが妥当であると考えられた。

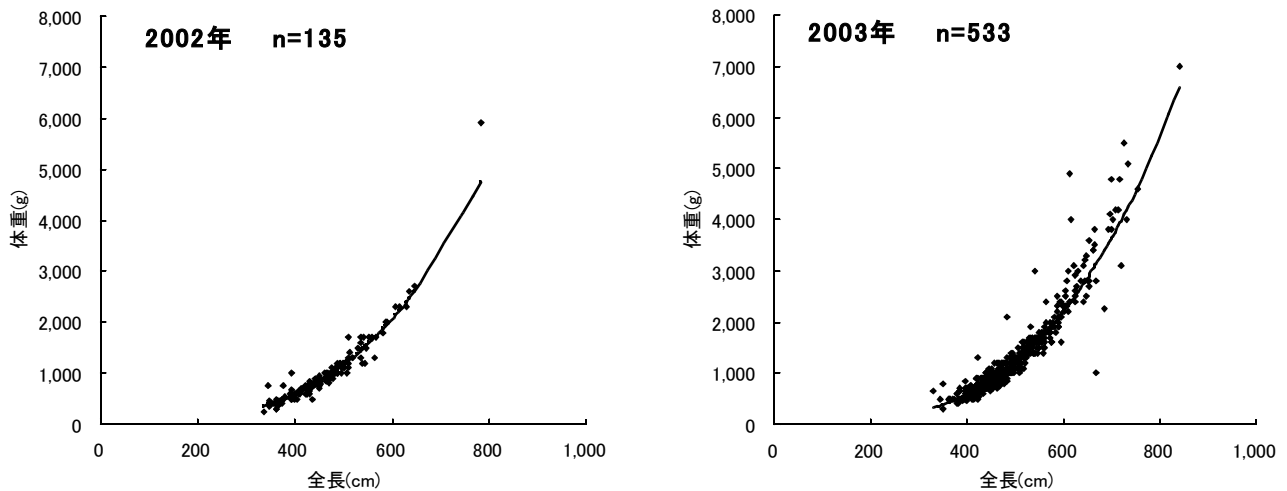


図2 ヒラメ全長・体重相関図

表7 ヒラメ全長体重換算式と決定係数

年	式	R ²
2002	$W = 4.242 \times 10^{-6} L^{3.127}$	0.916
2003	$W = 2.149 \times 10^{-6} L^{3.244}$	0.912

(2) 両推定値の比較

表8をみると、2001年全体は比推定法で83,594尾、層別2段階抽出法では92,166尾と推定された。後者に対する前者の比率は0.91であった。漁業種類別に両者の比率でみると底びき網漁業の推定値は1.03と両者の値は最も近く、次いで刺網漁業が0.80、定置網漁業で1.29、その他の漁業では0.68と最も異なる値となった。2002年は全体で比推定法では82,321尾と推

定され、層別2段階抽出法の推定値72,825尾の1.13であった。漁業種類別に比率でみると定置網漁業は0.89と両者の値は最も近似し、次いで底びき網漁業が0.72、刺網漁業が1.38であるが、その他の漁業では0.53と最も大きく異なった。比推定法による2003年は全体で65,105尾と推定された。層別2段階抽出法の推定値69,669尾との比率は0.93であり両者は最も近い値となった。漁業種類別では、その他の漁業が1.03、刺網漁業0.90、定置網漁業0.86、底びき網漁業は1.35で、どの漁業種類でも較差は比較的小さかった。

このように、全体だけみると両推定値は各年とも1割程度の近似した値となったが、漁業種類別では2002年のその他の漁業のように4割を超えるような大きな較差がみられた。ただし、比推定法によるどの推定値も層別2段階抽出法推定値の95%信頼区間内であった。

表8 比推定法による水揚げ尾数の推定値

年	漁業種類	刺網漁業	底びき網漁業	定置網漁業	その他の漁業	合計
2001	比推定法推定値(A)	50,766	9,907	21,249	1,672	83,594
	2段階抽出法推定値(B)	63,636	9,603	16,472	2,455	92,166
	95%信頼区間上限	90,130	16,669	25,897	4,692	137,388
	下限	37,142	2,537	7,048	218	46,944
	分散	101,300,348	10,457,388	23,120,549	1,302,586	136,180,872
	変動係数	15.8%	33.7%	29.2%	46.5%	12.7%
	(A)/(B)	0.80	1.03	1.29	0.68	0.91
2002	比推定法推定値(A)	59,185	8,383	12,527	2,226	82,321
	2段階抽出法推定値(B)	42,927	11,680	14,004	4,214	72,825
	95%信頼区間上限	68,325	22,343	24,598	8,121	123,387
	下限	17,529	1,017	3,410	307	22,263
	分散	84,221,128	15,991,230	26,459,678	3,972,872	130,644,908
	変動係数	21.4%	34.2%	36.7%	47.3%	15.7%
	(A)/(B)	1.38	0.72	0.89	0.53	1.13
2003	比推定法推定値(A)	42,579	6,484	10,360	5,682	65,105
	2段階抽出法推定値(B)	47,308	4,804	12,036	5,521	69,669
	95%信頼区間上限	74,804	13,909	20,476	10,450	119,640
	下限	19,812	-4,301	3,597	591	19,699
	分散	99,567,048	15,952,440	15,420,117	6,325,846	137,265,452
	変動係数	21.1%	83.1%	32.6%	45.6%	16.8%
	(A)/(B)	0.90	1.35	0.86	1.03	0.93

考 察

層別2段階推定法による全体の水揚げ尾数推定値は、比推定法による値の1割前後の較差で収まり、近似した値となった。また、比推定法による推定値はいずれも層別2段階抽出法による推定値の95%信頼区間内であった。これは両者が異なるという帰無仮説を95%で棄却することを示しており、統計上両推定値が異なるとはいえない結

果となった。一方、漁業種類別では刺網漁業、底びき網漁業、定置網漁業で±3割程度、その他の漁業では最大5割弱の差がみられた。漁業種類毎では3~5割程度の差が生じているにもかかわらず、水揚げ全体が1割程度の相違で収まっているのは、漁業種類間でお互いに差を相殺しているためである。3年間ともこうした構造が働いて全体では差が小さくなっている。これら推定値は同じデータを一方は市場数と水揚げ日数で引き伸ばし、他方

は全体の水揚げ重量で引き伸ばす方法で推定した値である。これら引き伸ばしに用いた値の精度が良かったため、両推定値は近似した値となったと思われた。

層別2段抽出法推定値の精度を変動係数でみると、その他の漁業は3年とも45%を上回る高い値となり、底びき網漁業は2003年に83.1%とさらに高く、精度が低いことが示された。底びき網漁業は後年になるにしたがって調査日抽出率は低下している。少なくとも3年中最も精度の良い2001年並の12日以上に調査日数を確保する必要があると思われた。

その他の漁業について適切な市場の標本数と水揚げ日数の標本数を検討するため、これらを変化させて得られる精度を計算し、標準誤差の等値線を図3に示した¹⁾。なお、解析対象は2001年とし、同市場内分散と市場間分散の値を用い、各市場の年間の水揚げ日数は平均水揚げ日数の205日に設定した。また図中に黒丸で現状（調査市場数6、平均調査日数20日）の位置を示した。

その結果、同層で市場調査が可能な全10市場で、水揚げ日数の標本数を現状と同等の20日確保できれば、分散は半分程度となり精度の向上が期待できる。一方、現状の調査市場数6で水揚げ日数の標本数を最大の205日に増やしても、分散は現状の7割程度にしかならなかった。調査日数を増やすより調査市場を増加させる方が精度は高くなること分った¹⁾²⁾。

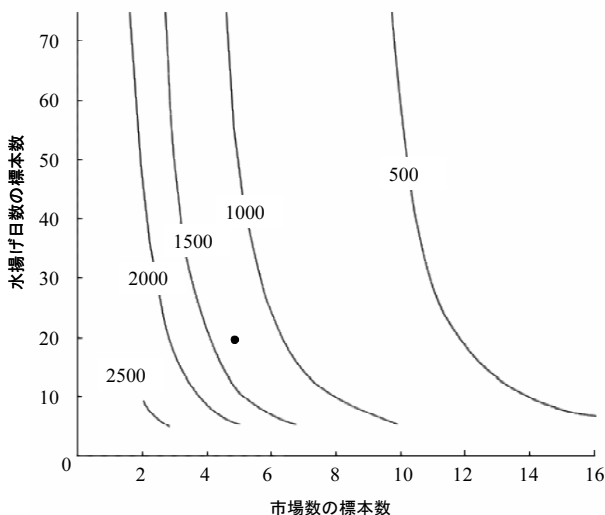


図3 「その他の漁業」における水揚げ尾数の標準誤差と市場及日数の標本数の関係
表中の黒点は現状の標準誤差を示す。

市場調査の標本抽出に関し、神奈川県ではヒラメの水揚げが多く、水揚げの主体となる刺網漁業や定置網漁業、底びき網漁業等の漁業種類が含まれることを念頭に行っている。こうした地区の数は、ヒラメを水揚げする全地区のうち59.1%を占めている。これ以外の多くの地区は

市場や漁協へ集荷する形態を採らず、漁業者が自家出荷してしまうため市場調査は不可能である。さらに、同地区では水揚げ日数の把握が困難であるため、これを基にした推定計算もできない。こうした地区は数にして全体の27.3%を占めている。一方、市場や漁協へ集荷する形態を採り調査可能な地区はまだ13.6%残っている。現状の59.1%と合わせて72.7%の範囲は、市場を無作為に標本抽出を行って市場調査を行うことが可能である。しかし、こうした標本抽出はすでにその時点で、水揚げ集荷という形態をもつ地区を有意に抽出することになり、単純ランダムサンプリングではない。層別2段抽出法はサンプリング単位を無作為に標本抽出し、要素で引き伸ばすことで不偏推定値を得る方法なので、無作為抽出可能な要素で調査可能な方法を用いなければならない。

例えば標本船調査は、漁船を調査単位とし無作為に標本抽出することが可能と思われる。ランダムサンプリングした漁船に日々の水揚げ尾数の記録を依頼し、年間の水揚げ尾数を漁船総数で引き伸ばすといった推定方法が考えられる。同方法では主な漁法や漁期、漁獲対象種が漁船毎に異なるので水揚げ尾数の分散はかなり大きいことが予想される。そこで一段目を漁業種類等で層別し、二段目を水揚げ量による地区の層別を行って、層別2段抽出法を適用することが考えられる。

ただし、漁船に個別に調査を依頼する同方法で、最も問題となるのは調査漁船毎の精度が不明な点である。標本船に依頼する調査項目としては、市場調査と同様に漁獲されたヒラメの個体毎の体長測定と放流魚・天然魚の判定が挙げられる。体長に関しては年齢に則した体長階級を設定して記録する方法等、漁船間や測定毎のばらつきを抑え精度高める工夫は可能であるが、体色異常を基にした放流魚・天然魚判定は近年種苗の質の向上に伴って困難になっており、精度はかなりばらつくことが予想される。こうした漁船間の精度を評価するには調査員が操業や水揚げに同行し、測定精度を確認するといったかなり労力のいる調査が必要となる。さらにこれら調査漁船数を多数確保し、測定精度をある程度一定に維持することは、現実的にかなり困難といえるであろう。

一方、市場調査の場合、調査員は数名の限られた人員で実施でき、調査員間の精度の統一は比較的容易である。また、本県においては前述のとおり全体の59.1%を占める地区で調査が実施され、さらに今後市場調査が可能な箇所を合わせれば72.7%に達する。現状の標本抽出は有為抽出ではあるが、これら調査市場数と調査日数の確保に重点を置く方が実施の上で現実的であると思われる。ただし、市場調査が不可能な地区に関しては、全くデータが得られないため、標本船調査等を組み合わせ、データを補完する必要があると考えられる。

今回用いた層別2段抽出法では調査の誤差評価ができ、現状の調査市場数や調査日数を検討するため参考にな

る。本県においてはランダムサンプリングという前提条件は充たされなため誤差の評価に十分とはいえないが、調査頻度を確認するための参考値として有効であると思われた。

謝 辞

市場調査にご理解とご協力を賜った調査市場の関係者の方々に御礼申し上げます。調査に助力いただいた栽培技術部の工藤孝浩氏、滝口直之氏、金子栄一氏、漁獲管理情報システムのデータを抽出いただいた企画経営部の田島良博氏、層別2段階抽出法 Excel ソフトを提供いただいた北海道立網走水産試験場の西内修一資源増殖部長、原稿を校閲いただいた栽培技術部の今井利為部長、独立行政法人水産総合研究センター中央水産研究所浅海増殖部の片山知史氏・福田雅明室長に感謝申し上げます。最後に市場調査データ及び農林統計データの入力を助力いただいた杉浦紀久以氏、青木朱見氏に御礼申し上げます。

摘 要

1. 2001～2003年の市場調査結果を基に神奈川県におけるヒラメ水揚げ尾数の推定を行った。
2. 推定方法は水揚げ重量を基にした比推定法と水揚げ市場数及び水揚げ日数を基にした層別2段階抽出法を用いた。
3. 層別2段階抽出法は市場をランダムに標本抽出する

ことが前提であるが、本県の市場調査は主要市場や主要漁業種類を有為を選んで実施している。本報告ではランダムに調査市場を標本抽出したと仮定して行った。

4. 比推定法と層別2段階抽出法による両推定値は近似した値が得られた。
5. 比推定法推定値は層別2段階抽出法推定値の95%信頼区間内にあり、両者が異なるとは言えない結果となった。
6. 本県では市場をランダムに標本抽出できないため、従来の市場調査と比推定法の組み合わせが水揚げ尾数の推方法に適すると考えられた。

文 献

- 1) 北田修一(1991)：標識再捕に基づく種苗放流効果の評価に関する統計学的研究, 栽培資源調査検討資料, 6, 13-48.
- 2) 北田修一編著(2001)：栽培漁業と統計モデル分析, 共立出版, 東京, 177-181.
- 3) 高橋宏一(1998)：母平均の推定量の分散の推定, 「標本調査法 (鈴木達三・高橋宏一編著)」, 朝倉書店, 東京, 108-122.
- 4) 能勢幸雄・石井丈夫・清水誠編著(1988)：水産資源学, 東京大学出版会, 東京, 17.
- 5) 吉原友吉・久保伊津男編著(1969)：水産資源学 改訂版, 共立出版, 東京, 156.