

## 富山湾奥域の定置網漁獲量の解析

内 山 勇 (富山県水産試験場)

今 村 明 (富山県水産試験場)

### I はしがき

富山湾は、能登半島の東側に位置し、急深で海底谷が複雑に発達した特異な海底地形の外洋性湾で、その湾奥域は古くから定置網漁場として利用されてきた。現在では大小150か統を超える定置網が敷設され、それらによって、富山県総漁獲量の65%に相当する年平均約2万トンの漁獲を揚げている(富山県定置漁業協会,1982)。

これらの定置網で漁獲される魚は、回遊性のものが主体で、それらの生活年周期のなかの一時期、富山湾へ来遊して来たときに漁獲されるものである(今村・内山,1980)。したがって、富山湾奥域の定置網漁況には、湾に来遊した魚群の湾内における移動が密接に関連しているものと考えられ、これまでも、湾内における魚群の移動を明らかにするための調査が、標識放流を主体として行われてきた(日本水産資源保護協会,1981)。しかし、標識放流手法は、結果が実証的である反面、移動の過程がわからないことや、標識魚と自然の魚群との行動が異なる場合があったり、小さな稚魚や弱い魚では標識の装着ができない場合もあり、また、多額の費用を要するなどの欠点がある。

このようなことから、標識放流手法とは別の新しい手法ということで、間断ない形で定置網が敷設されているという湾奥域の特殊な条件を利用し、定置網漁獲量の解析から魚群の移動を推定する試みを、秋期のブリ当才魚(フクラギ, F. L 25~35 cm)を例にとり行ってみた。

なお、本報告に用いた資料は、総べて富山県水産試験場漁業資源課において収集蓄積されてきたものであり、その収集整理の業務に関与した研究員および臨時職員の方々の御努力に敬意を表するものである。また、研究を進めるにあたり、有益な御助言をいただいた、日本海区水産研究所主任研究官長沼光亮氏、同主任研究官加藤史彦氏に心から感謝いたします。

### II 資 料

漁況資料としては、1981年8~12月までの間に毎日電話で収集した、富山県沿岸15か所の地区および隣接した石川県の一部を1地区とした合計16か所の地区におけるフク

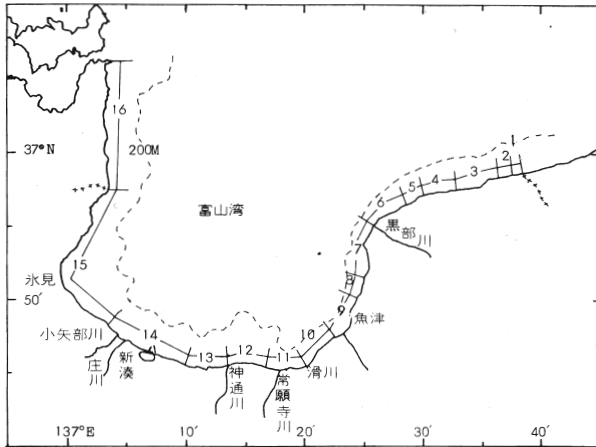


図1 定置網漁場地区区分

表1 各地区の漁具数、漁獲量及び海岸線の長さ

地区番号	地区名	定置網統数		小型定置網統数		1981年8~12月の漁獲量(t)	海岸線の長さ(km)
		総数	P	総数	P		
1	親不知	0	0	2	2	71.2	1.0
2	境	1	1	1	1	46.4	2.5
3	朝日	1	1	3	3	51.0	6.5
4	横山	2	0	4	3	47.3	6.5
5	飯野	1	1	2	2	17.6	5.5
6	荒俣	1	1	1	1	13.0	4.0
7	石田	1	1	1	1	43.6	3.0
8	経田	3	1	2	2	155.5	3.0
9	魚津	13	4	7	3	502.0	7.0
10	滑川	11	2	10	2	69.0	6.0
11	水橋	4	3	8	3	49.8	3.0
12	岩瀬	3	2	0	0	132.4	7.0
13	四方	5	3	2	2	227.8	7.0
14	新湊	16	14	4	2	391.4	12.0
15	氷見	15	11	32	20	390.5	24.0
16	七尾	—	—	—	—	393.4	—
	合計	77	45	79	47	2601.9	98.0

P：フクラギ漁獲対象統数

ラギの日別定置網漁獲量を用いた。その16か所の地区区分を図1に、各地区内の定置網統数（敷設される期間は不統一で、それぞれ漁期がある）1981年8~12月までのフクラギ漁獲量、および海岸線の長さを表1に示した。表1からみられるとおり、各地区内の定置網統数、漁獲量、海岸線の長さなどは一定ではないが、解析はそれぞれの1つの地区を性能の異なる“大きな漁具”とみなして取り扱うことにした。

海洋環境資料としては、1981年8~11月までの間に、富山県水産試験場が実施した沿岸定線（ニ-7線）海洋観測結果を用いた。各観測の実施月日は、8月3~5日、9月9~11日、10月6~8日、11月4~6日で、定点は図2に示したとおりである。

### Ⅲ 方法

#### 1. 解析の進め方

基本的な考え方は、日々の定置網漁獲量の変動が、魚群の漁場（定置網敷設域）への加入・逸散によってもたらされているものとし、これらの変動につ

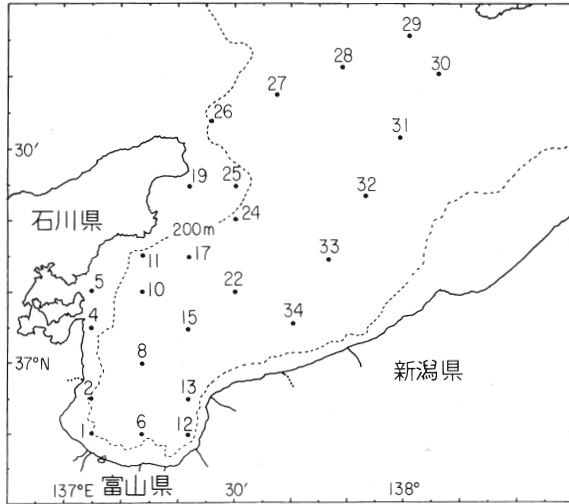


図2 沿岸定線図 (ニ-7線)

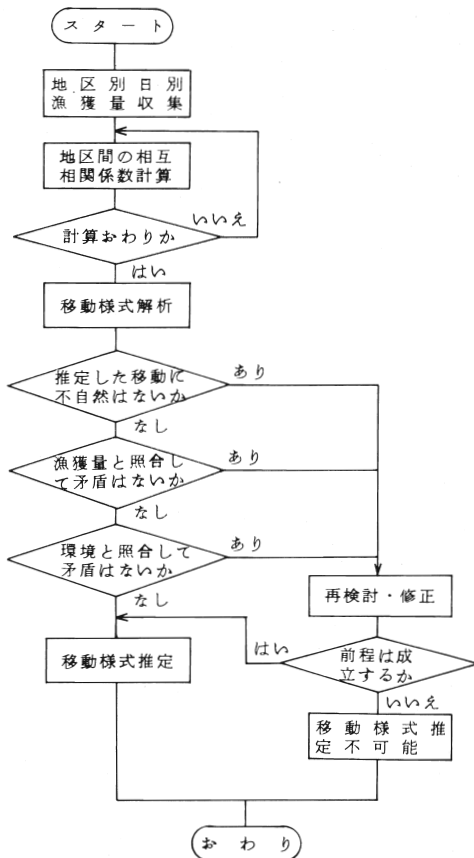


図3 漁獲量から移動様式推定に至る流れ

いて複数の近接した漁場間での相互関係をみることで、魚群の動きを推定しようとするものである。

この方法は、ある地区間における漁況の相関が、その地区間における魚群の動きによってもたらされているという前提のもとに用いる訳であるが、その動きは、魚種によって、またさまざまな漁場環境によって、違いがでてくると考えられるので、その都度検証しなければならない性質のものであろう。その検証の方法としては、他の手法との組み合わせを試みるなどいろいろな方法が考えられる。しかし、ここではまず移動を推定し、その後それ自身の矛盾点をみいだしたり、他の事象と照合することによって検証を試みることにした。このフローを図3に示した。また、照合する他の事象としては、旬別漁獲量と沿岸定線海洋観測結果を用いた。旬別漁獲量を用いた理由は日別漁獲量から得た変動に関する情報に対して、漁獲量を持つ別の側面である量に関する情報を対比させるためである。

## 2. 相互関係の計算方法

解析手法としては相互相関分析法を用いた。これには、当手法を用いるにあたっての前述の前提条件に加え、計算方法が持つ検出特性の問題もあると思われるが、ここでは相互相関分析によって得られる地区間の関係で動きを考えるとという条件付きで、そのことを考慮しないこととした。

相互相関分析法とは、2つの時系列データの相互の関係を分析する方法で、等間隔 $\Delta t$ きざみの時点で同時に観測された $X, Y$ の時系列 $(x_1, x_2, \dots, x_n), (y_1, y_2, \dots, y_n)$ について、 $X$ が $Y$ へおよぼす影響を分析するのに用いられる。同一の時点でとられたデータ $\{x_i, y_i\}; i=1, 2, \dots, n$ の相関係数 $r_0$ 、 $Y$ を1時点ずらせた $\{x_i, y_{i+1}\}; i=1, 2, \dots, n-1$ の相関係数 $r_1$ 、以下同様にして、 $Y$ を順次1時点ずつずらせて、 $r_2, r_3, \dots, r_n$ を計算する。もし $X$ の影響が $Y$ へ $k\Delta t$ 時間後に現われるとすると、 $1/r_{k-1}$ の値が大きくなると考えられる(奥野他, 1978)。

表2 地区の相互関係の分類

類 型	模 式	内 容
一方的に行く	A $\xrightarrow{\alpha}$ B $\leftarrow \times$	地区AからBへは、時差 $\alpha$ で移動があるが、BからAへはない。
一方的に来る	A $\xleftarrow{\beta}$ B $\times \rightarrow$	地区BからAへは、時差 $\beta$ で移動があるが、AからBへはない。
相互移動がある	A $\xrightarrow{\alpha}$ B $\xleftarrow{\beta}$	$\alpha = \beta$ : 同じ日で相互移動がある。 $\alpha < \beta$ : AからBへ行くのが早い。 $\alpha > \beta$ : BからAへ行くのが早い。
無 関 係	A $\xleftarrow{\times}$ B $\leftarrow \times$	AからBへの移動も、BからAへの移動もなく、互いに無関係。

A, B: 地区  $\alpha, \beta$ : 漁況の時差

本報告では、 $X$ のデータとして各地区の8~12月の月毎の日別漁獲量、 $Y$ としては $X$ と同じ月から12月までを連ねた各地区の漁獲量を用いた。例えば、10月の計算では、 $Y$ は各地区の10, 11, 12月3カ月分の日別漁獲量となる訳である。こうすることで、 $X$ が12月の組み合わせ以外では、 $Y$ の時点を一つずつず

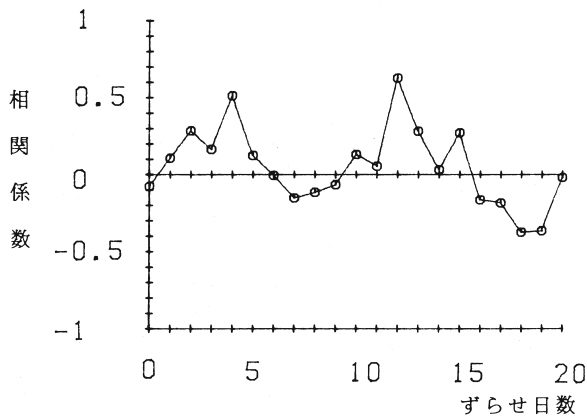


図4 相関係数列出力の一例  
X: 地区12の10月  
Y: 地区3の10~12月

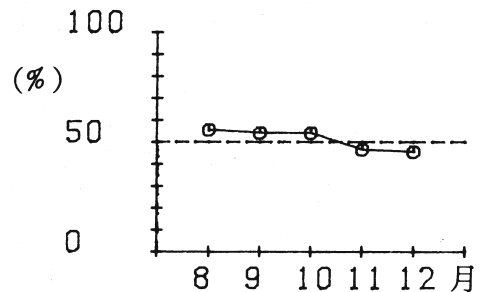


図5 月別の全体の移動に占める左方向の移動の割合

らせても、Yのデータ数からXのデータ数を減じた数以内のずらせ数では、入力データ数を減ずることがない。なお、欠測値はデータから除外した。

実際の計算では、ずらせる日数を20日までとした。また、XとYの組み合わせ方は、月毎の総べての地区間の関係が知りたかったので、月毎に全地区総当たりとした。その組み合わせ数は、1カ月で $16 \times 16 = 256$ とおりとなるが、8月には操業しない地区があったため13地区で、 $13 \times 13 = 169$ とおりとなり、合計では、 $250 \times 4 + 169 = 1,160$ とおりである。それらの組み合わせについての計算結果は図4に示したような相互相関係数列として出力し、正の相関が最も高いもので、有意水準1%で0ではないと判定できるものを選び出し、そのときのずらせ日数を「移動日数」とした。相関の高さと同じものが複数出現した場合は、ずらせ日数の小さな方を優先した。また、月毎に検討を進める場合、例えば、8月の結果という表現は、8月の影響が9月の20日までの範囲では何日後に最も強くおよんでいたかについていったものである。ただし、12月だけについては、1月までにずれこむことはせず、12月内だけでの影響について言及している。

また、上述の計算で、XとYが同じ地区の組み合わせでは、計算結果は自己相関係数となり、選び出した移動日数のうち、0でないものをその地区における「漁況の周期」とした。

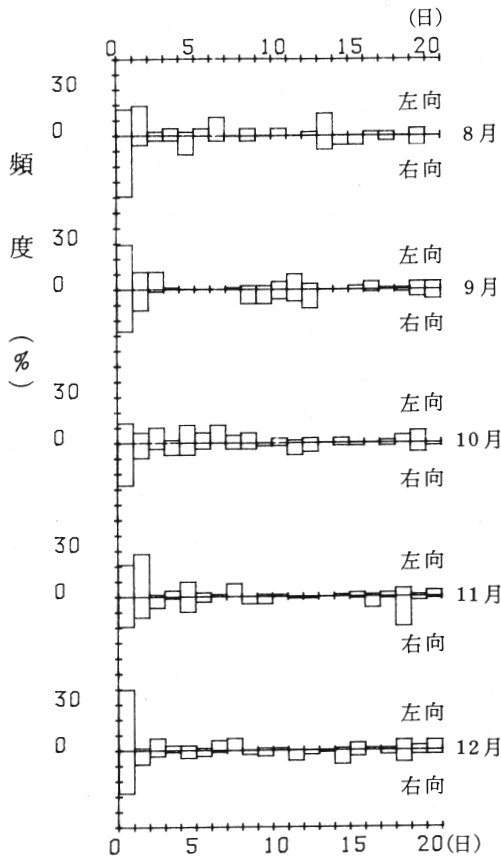


図6 月別方向別移動日数頻度分布

#### IV 結果の考察

##### 1. 移動日数から推定した魚群の動き

地区間での魚群の動きを考えた場合、表2に分類したように、一方的に行く、一方的に来る、相互移動がある、無関係の4つの動きが想定される。これらのうち、ここでは、一方的に行く場合と相互移動がある場合に焦点をあてて、魚群の動きをみてみよう。

表3は、地区間の移動日数を示したもので、全体・一方的に行く・相互移動がある(同じ日、行く方が早い、来る方が早い)の3つに細分割)の魚群移動様式を月別に表わしたものである。空白は、区分欄に示し





た移動様式にあてはまる移動が無かったことを示している。

まず、表3の移動様式の“全体”における移動日数の出現状況からは、海岸からみて左右どちらの方向へ移動する場合が多いかが判る。すなわち、各月の表の対角線より左下半分の領域での出現数は左方向の移動を示し、右上半分の領域での出現数は右方向の移動を示す。それらの動きのうち、左方向の割合を算出し図5に示した。また、各月の左右両方向の移動日数別頻度分布を図6に示した。図5から左右の動きをみると、大きな差ではないが、8~10月では左方へ、11~12月では右方への動きが若干多かった。また、図6をみると、比較的移動日数が多いところに頻度が高く、かつ移動日数0の頻度が低いのは、8、10月の左向きの動きと9、11、12月の右向きの動きであり、移動時間と距離がおおむね比例するものとするれば、9月を除く各月では割合の高い移動方向へ、より遠方までおよぶ移動があったものと理解できる。したがって、主たる移動方向は、海岸からみて、8~10月では右から左、11~12月では左から右であったと推定される。

次に、移動の状況をより詳しくみるため、表2に示した移動様式の分類に基づき、ある地区が他の地区と持つ関係の、移動様式別の内容を帯グラフにして図7に示した。以下、表3と合わせて月別の移動状況を推察する。なお、移動日数から魚群の動きを推定するにあたっては、原則的に移動日数と到達のしにくさは比例するものとし、か

区分	月	12月															
全 体	1	0															
	2	7	0	1	18	15											
	3	9	0	1	18	3	15										
	4	6	5	2	0	0	2	0									
	5	6	4	7	15	0	15	0									
	6	4	7	15	0	15	0	0									
	7	5	3	0	0	2	0	0									
	8	2	6	3	0	0	2	0	0	11							
	9	0	6	0					0	0	0						
	10	10	10		19	18	16	0	0	0	0	14	9	1	18	0	
	11	4			20	18	18	0	0	0	0	6	0	1	4	18	
	12			7			20	0	0	17	0	0	0	1	4	0	
	13			14			20	0	0	0	0	7	0	0	1	5	0
	14											7	0	0	0	0	0
	15											3	2	0	0	0	0
	16		0	0	18	15						0	0	1	0	0	0
一 方 的 に 行 く	1	0															
	2	7	1	18	15												
	3	9							12								
	4	6	5						17								
	5	6	4	7					14								
	6	4	7						8	17	11						
	7																
	8		6														
	9				19	18											
	10				20	18	18	0	0	0							
	11	4			20											4	18
	12															2	
	13				14												
	14																
	15																
	16											7					
相 互	1	0															
	2		0														
	3			0													
	4				0	0											
	5					0	0										
	6						0										
	7							0									
	8								0	0							
	9									0	0						
	10										0	0					
	11											0	0				
	12												0	0			
	13													0	0		
	14														0	0	
	15															0	
	16		0	0													
移 動 が あ る	1																
	2										5						
	3																
	4				1	3											
	5				2		2						13		14		
	6					0		0			9						
	7				6	3				0	11		18		14		
	8																
	9																
	10																
	11											6					
	12												1				
	13																
	14																
	15																
	16																
行 く 方 が 早 い	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
	6																
	7																
	8																
	9																
	10																
	11																
	12																
	13																
	14																
	15																
	16																
来 る 方 が 早 い	1																
	2																
	3																
	4																
	5																
	6																
	7																
	8																
	9																
	10																
	11																
	12																
	13																
	14																
	15																
	16																



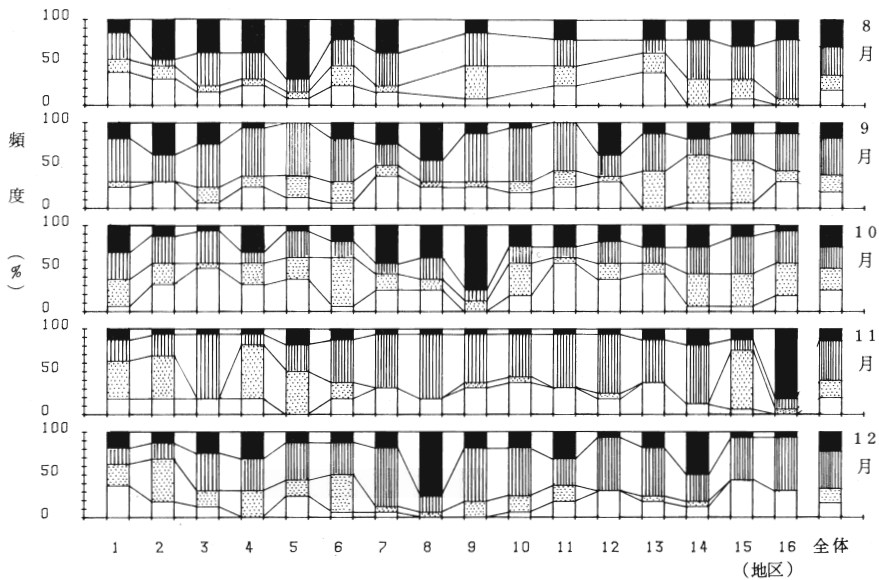


図7 月別地区別移動類型出現状況

つ移動日数が0，1日で距離が近い地区間では群の滞泳を考え，0から1の数がその規模を表わしているものとした。

8月： 図7からみられるとおり，一方的に行く移動は地区1, 2, 4, 6, 11, 13で多く，一方的に来る移動は地区6, 9, 11, 13, 14, 15で多かった。相互移動は地区1, 3, 4, 6, 7, 9, 11, 14, 15, 16で多く，無関係は地区2, 3, 4, 5, 7で多かった。

これらを表3で具体的にみると，一方的に行く移動は，地区1～4から主に地区9～15へあり，日数は平均で10日であったが，海岸線上ではより遠い地区13～15へ速く，近い地区9, 11へ遅いという傾向がみられた。また，地区11からは地区2～4へ平均8日で，地区13から地区6～16へ平均10日で移動していた。

相互移動は，0日では地区6と7同士，地区14, 15, 16同士にみられたが，これから想定される滞泳の群規模は比較的小さなものと思われた。また，0日以外では，海岸線上遠く隔たっている地区16から1～0日で，地区1から地区16へ6日で，地区3から16へ0日で，地区16から地区3へ1日でなど，湾奥域に接岸せず沖合を直接移動していることをうかがわせる移動状況が推定された。

以上のことから，8月における移動は，大きくは湾東から湾西，湾西から湾中央といったものであったと考えられる。

9月： 図7からみられるとおり，一方的に行く移動は地区1, 2, 4, 7, 8, 9, 11, 12, 16で多く，一方的に来る移動は，地区5, 6, 特に地区13, 14, 15で多かった。相互

移動は地区1, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 13, 16で多く、無関係は地区2, 8, 12で多かった。

これらを表3でみると、一方的に行く移動は大きくみて地区13~15へは地区1~11のうちの多くの地区からあり、地区15へは平均5日で、地区14へは7日で、地区13へは13日だと、8月と同様に海岸線上の距離と移動日数が逆転していた。また、地区4~6へは地区1~5, および地区7~10から平均10日で移動していた。

相互移動は、0日では地区1~5同士, 地区6~11同士, 地区14と15同士でみられこれらから想定された滞泳の群規模は、比較的大きいものであった。また、0日以外では8月と同様に、遠く隔たった地区1~5から地区10~16へ平均2日と速く移動していたが、地区10~16から地区1~5へは平均12日と逆に遅く、沖合を速く行くような移動は一方向のみであった。

以上のことから、9月における移動は、8月と同様に湾東から湾西、湾中央へといった移動に加え、湾中央から左右に分かれる動きもあり、複雑な移動状況であったと考えられる。また、湾西への各地区からの少い日数での集中傾向がみられたのが特徴的で、前述した9月の左方への移動日数が小さくなったのは、このことが一因と考えられる。

10月： 図7からみられるとおりに、一方的に行く移動は地区2, 3, 4, 5, 11, 12, 13で多く、一方的に来る移動は地区1, 6, 10, 14, 15, 16で多かった。相互移動は地区1, 2, 3, 5, 14, 15, 16で多くなっており、無関係は地区7, 8, 9で多く、とりわけ地区9では著しかった。

これらを表3でみると、一方的な移動は地区2~5からはほとんどの地区へあり、明らかな傾向はみられなかった。しかし、地区11~13からは地区1~6へ平均9日で、地区14~16へ7日であったが、地区7~10への移動はみられず、しかもこれらの地区間では相互移動もみられないことが特徴的であった。

相互移動は、0日では地区1と2同士, 地区9と11同士, 地区12と13同士, 地区15と16同士でみられ、これらは近距離ではあるものの散在しており、想定される滞泳の群規模は、中程度のものと思われた。また、距離が遠く隔たっている地区2・3と地区12・13同士でも0日の相互移動がみられることと、0日以外では地区14~16から地区1~2へ1日で、地区1~2から地区14~16へ2日でそれぞれ移動がみられることから、8・9月と同様に沖合を直接行くような移動が推定された。

以上のことから、10月における移動は、8・9月と比較して動きに明らかな傾向は認め難かったが、湾中央の地区が湾西・湾東の地区とあまり関係なく、孤立傾向を強めるといった様相を呈していることが特徴的であった。

11月： 図7からみられるとおりに、一方的に行く移動は地区7, 9, 10, 11, 13で多

く、一方的に来る移動は、地区 1, 2, 4, 5, 15 で多かった。相互移動は地区 3, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14 で多く、無関係は地区 16 が圧倒的に多かった。

これらを表 3 でみると、一方的に行く移動は地区 7~13 から地区 1~5 へが明らかで日数は地区 1~2 へ平均で 9 日、地区 4~5 へ平均で 17 日であった。また、地区 1~12 から地区 15 へ平均 7 日で移動がみられた。

相互移動は、0 日では地区 7~11 同士、地区 2 と 3 同士にみられ、これらから想定される滞泳の群規模は、中程度のものと思われた。0 日以外では、岸からみて右に行くときが遅く、左に行くときが速い傾向がみられた。

以上のことから、11 月における移動は、それ以前と異なり、湾西、湾中央から湾東へ向かう動きが明瞭であったが、ここでも最も遠い湾東端への移動より、少し近い地区への移動日数が大きいという、距離との時間的な逆転がみられた。また地区 16 が、他のほとんどの地区と無関係であったにもかかわらず、地区 15 へは多くの地区から速い移動が認められ、湾西の地区 15 へ集群しているような移動がみられたのが特徴的であった。

12 月 図 7 からみられるとおりの、一方的に行く移動は地区 1, 5, 12, 15, 16 で多く一方的に来る移動は地区 2, 4, 6 で多かった。相互移動は地区 3, 4, 5, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 16 で多く、無関係は地区 8 と 14 で多かった。

これらを表 3 からみると、一方的に行く移動は地区 12, 15, 16 からは地区 1~6 へあり、移動日数は地区 1 へは平均で 8 日、地区 2~6 へは平均で 14 日であった。また地区 1 からは主に地区 2~6 へ 6 日で、地区 5 からは地区 9~11 へ 20 日で移動している模様であった。

相互移動は、0 日で距離が近いものでは、地区 4~7 同士、地区 8~10 同士、地区 11~13 同士、地区 14~16 同士などで散在してみられ、これらから想定される滞泳の群規模は比較的大きいと思われた。一方距離が遠いものでは、地区 16 と地区 2, 3, 9, 地区 9 と 2 同士などでみられ、0 日以外では傾向はみいだせなかった。

これらのことから、12 月における移動は大きな動きとしては、11 月と同様に湾西・湾中央から湾東へ向かう動きが認められたが、その程度は 11 月より小さかったと考えられる。

以上、月別の魚群の動きをまとめると、海岸からみて、8~10 月では右から左へ、11~12 月では左から右への動きが推定された。そして、これを詳しくみると、8 月には湾東から湾西、さらに湾中央へといった動きが主なもので、9 月にはそれらに加えて湾中央から左右への動きが推定された。10 月になると、これまでの動きが一層複雑化したのが、湾中央の地区が湾西や湾東の地区とあまり関係がなく、孤立傾向が認められたのが特徴的であった。11 月になると、8~9 月とは逆に湾西・湾中央から湾東へ向かう明瞭な動

きがある一方、湾西に集群する動きが認められた。12月には、傾向が多少弱まったものの、11月と同様に東へ向かう動きが中心であった。また10月を除く各月で、移動日数と距離が比例しないことが多く、東または西からの移動が、まず西または東におよび、その後中央寄りにおよんでゆく傾向があった。また、想定される滞泳の群規模は、9月と12月に大きく、10月と11月に中程度、そして8月が最も小さいと思われた。

## 2. 各地区の漁況の周期性

地区毎の自己相関分析から求められた移動日数を、その地区における漁況の周期とし、月別に表4に示した。表4からみられるとおりに、各月においていくつかの地区で周期が認められ、湾奥域における魚群の動きが総べて一過性的なものではなく、旋回的な動きもあることを示している。

得られた周期は、1～18日の間で、月による明らかな違いは認め難かったが、地区による違いは平均的にみて、湾中央の地区ほど周期性が強い傾向がみられた。

また、周期の出現数は、月によって異なり、11月が最も多く、次いで12月、10月、8月、9月の順であった。また、有意水準を0.1%に上げてても0ではないと判定される卓越した周期は、地区8を例外として、湾中央の地区に多かった。

## 3. 推定結果の検討

これまで地区間相互の漁況の相関から、魚群の動きを推定してきた。これらの推定結果について、図3のフローにしたがい、まず、推定された移動自身に不自然な点がないかどうか検討する。

表4 周期出現状況

地区 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	平均	データ数	0.1% で有意
8		1			16			/	17	/		/	18		2*	1*	9.2	6	2
9	1		11	1	18				11*								6	5	1
10	1					11*				7	19*	2		2*	4		6.6	7	3
11	14		1*			6*	18		1*	8*	1*	1*	6	7			7.4	10	6
12				3*	4*	2	18				7*	7*	1*		4*	15	6.6	9	6
平均	5.3	1	6	2	12.7	6.3	18		9.7	7.5	9	3.3	8.3	4.5	3.3	8			
データ数	3	1	2	2	3	3	2		3	2	3	3	3	2	3	2			
0.1% で有意			1	1	1	2			2	1	2	2	1	1	2	1			

\*…… 0.1%で有意

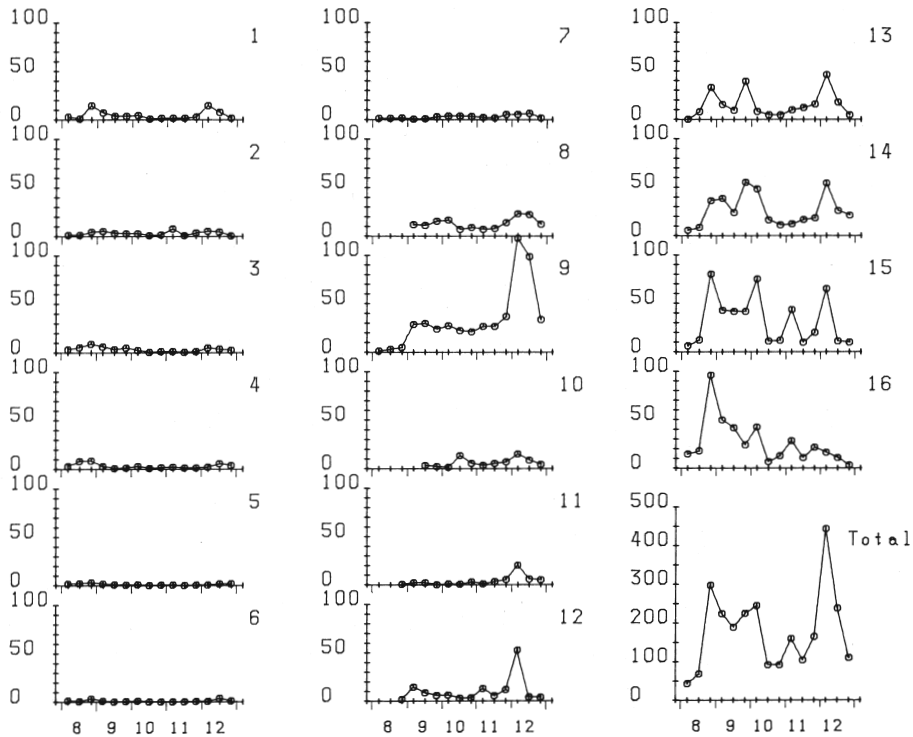


図8 地区別旬別漁獲量

各グラフの縦軸は漁獲量 (t), 横軸は旬, 各グラフの番号は地区

不自然な点の1つは、遠く隔たった地区間でも、0日で移動していた例がしばしばみられたことが挙げられる。この場合の距離は、直線でも最大50km近くあり、揚網の時刻が違ったにしても、同一日の市場のせりに間に合うには、数時間以内に50kmを動く必要がある。ここでフクラギが数時間にわたり、時速10km近い速度を一定方向に維持していたと考えることには、無理があると思われる。したがって、この現象の解釈としては、隔たった2地区へ、同一日にそれぞれ違った魚群の来遊があったと考える方が妥当であろう。しかしながら、ほとんどの場合0日の移動は、主に近接した地区間でみられ、魚の動きが距離に制約されるということをもしるよく示していた。このことは、当解析手法を用いる場合に必要前提条件の成立を裏付ける証拠の1つであると考えられる。

2つには、地区が連続していたにもかかわらず、推定した移動日数が離散的に現われたということがある。例えば、図6をみても、月によって異なるが、移動日数の出方が離散的であった。このことの合理的な説明は、今のところ困難である。

以上、2点にわたり矛盾点をひろいだしたが、そのほかでは目立った不自然な点はなかったと考えられる。

次に、旬別の漁況との対応を試みる。旬別の漁獲量を図8に示した。漁況推移は、湾

全体では8~10月上旬と12月上・中旬に漁獲のピークがみられる2山型を示した。また、それぞれのピークの出方で地区を分けると、前半のピークの大きい地区は、3, 4, 5, 14, 15, とくに16, 後半のピークの大きい地区は、8, 11, 12, とくに9, その他の地区はほぼ等しいか、顕著な傾向を示さなかった。

これらから富山湾をめぐる魚群の加入、逸散状況を推定すると、高い漁獲のピークの出現した場所に加入があったと考えるならば、8~10月にかけては、湾東と湾西端から湾西全体にわたるように入加があり、10~11月にかけては加入が一旦止まり、逸散していったが、12月上旬に再び、今度は湾中央、とくに地区9へ急激な加入があり、中・下旬には急激に逸散していったものと考えられ、その魚群の動きは、8~10月に比べ、非常に早いものであったと思われる。

これらのことに、先に推定した月毎の動きを対応させると、8~9月に推定した湾東から湾西、さらに遅れて湾中央に至るといった動きは、矛盾したものではないが、11・12月に推定した湾西・湾中央から東へ向かう動きは、必ずしも漁況展開とは一致しない面もある。しかし、表3の12月の“全体”から、移動日数の出現パターンをよくみると、地区9からは主に湾中央と湾西の地区へ0日で移動していたが、他の地区から地区9へは、多くは10日前後の比較的多い日数で移動しており、先の旬別漁況においての12月の地区9での特徴的な漁況展開と対応したのと考えられる。また、先に推定した月毎の滞泳規模と漁況展開とを対応させると、湾全体で漁況のピークが現われる9月と12月に滞泳規模が大きくなるという関係があり、よく一致していた。

次に、環境条件との対応として、水温・塩分との対応を試みる。図9には、8, 9, 10, 11月の各月上旬に行った海洋観測結果から、表面の塩分、10m層の水温の水平分布を重ねて表わしたものを示した。図9からみると、月毎の陸水の流入を反映したと考えられる低塩分水域の推移が特徴的で、各月上旬とも、湾奥域沿岸、とくに中央から東寄りにかけて32%以下の低塩分水域がみられ、この広がり、月が進むにつれて縮少していた。12月上旬の観測値はないが、このような傾向が続いたものとするれば、12月の低塩分水域の広がり、他の月に比べ小さかったものと思われる。

これらのことを先に述べた移動状況や漁況展開と合わせてみた場合、8~9月に湾の中央を一旦避けるような移動状況が推定されたり、漁獲量も湾中央であまり伸びがなかったことは、低塩分水がフクラギの動きに対し、阻害要因として働いたと考えるならば説明できる。12月に入り湾中央での漁獲が伸びたことも、この低塩分水域の縮少と対応したものとみることができる。しかし、11月上旬の観測で、低塩分水域が縮少していたにもかかわらず、10月の移動パターンには湾中央東側に空白がみられ、上に述べた解釈とは一致しない部分もあった。

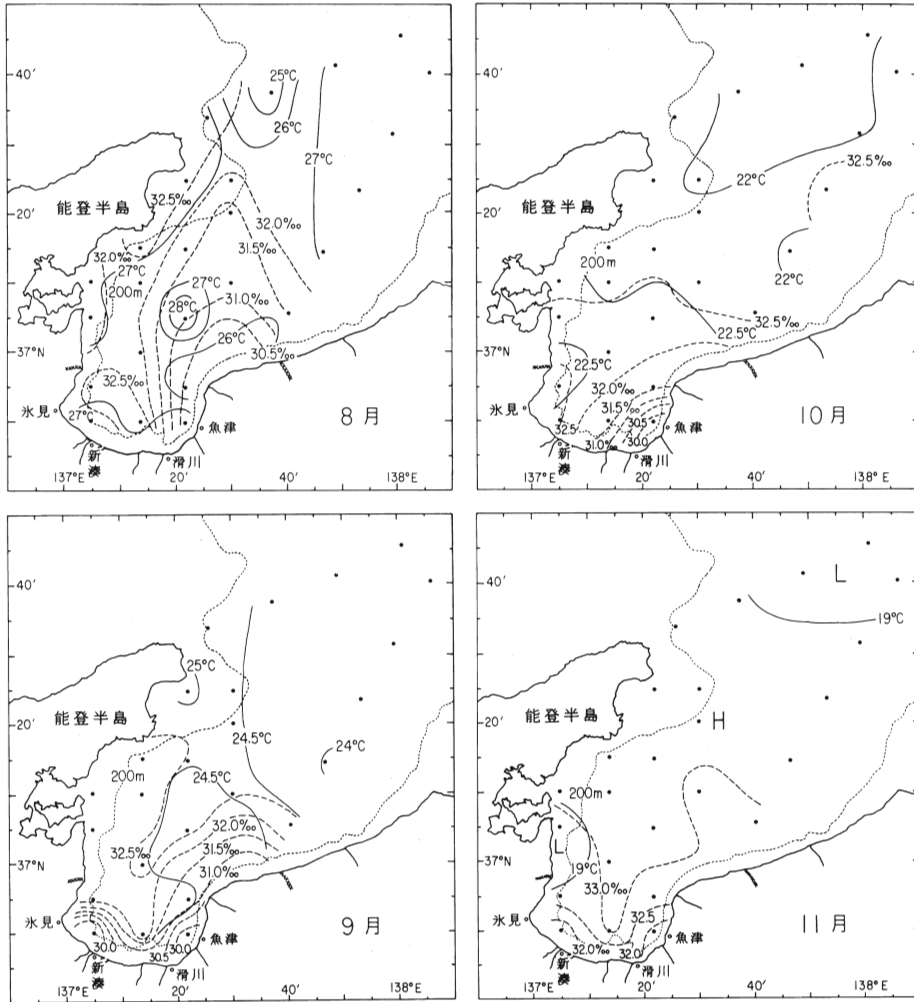


図9 海洋観測結果 ----- 0m塩分 —— 10m水温

次に、周期について検討してみると、まず、平均的にみて湾中央の地区ほど周期性が強い傾向があったことは、湾奥の地区で旋回型滞泳があったものとみることができる。また、おおむね8～11月にかけて次第に周期性のみられた地区の数が増え、12月に減じていたことは、旬別漁況や相互相関から推定した加入逸散状況と合わせてみると、加入・逸散といった動きの激しい時期には数が少く、滞泳する時期には数が増えていたという対応関係とみることがもできる。

以上、いくつかの点にわたり、推定された動きおよび周期の検討を行ったが、用いた解析手法に必要な前述の前提条件が成立しているという決定的証拠が得られたといい難い反面、これを大きく否定するようなことはみられず、むしろ動きがある程度推定されることを示す事柄が、いくつかみられたのではないかと考える。また、今回相互相関分析法で推定した魚群の動きは、あくまで海岸線に平行する東西方向の動きであって、そ

れが量的に大きなものであるとは限らず、そのあたりが12月の地区9を中心とした特異な漁況との対応が、推定した動きに明確に現われなかった原因だろうと考えられる。

#### 4. 回遊移動モデルの推定

これまで個々に進めてきた、推定した魚群の移動と漁況、海況との対応の検討を、改めて総合し、1981年秋期の富山湾におけるフクラギの回遊移動の様子を推定する。

まず、漁期初めの8～9月には、湾の両端から順次加入があり、とくに東から加入したものは、湾中央東側に形成された低塩分水域を避けながら、まず湾西に至り、さらに湾中央へと至った。また、9～10月にかけては、8～9月と同様な動きに加えて、湾中央から左右に広がるような動きがあり、さらに湾西へ集中するような動きもみられた。しかし、10～11月には加入が一旦止まり、それにしたがって湾内での魚の動きは複雑なものになった。

11月になると水温の下降に伴い、フクラギは南下の時期を迎えた。11～12月にかけては湾西・湾中央から湾東へ向かう形で逸散の動きがみられ、このとき、低塩分水の縮少と対応して、湾中央東側の地区へも移動があった。12月にも同様な動きがみられたが、一方で他海域から南下途上に加入して来たものと思われる群が、湾中央東側を中心に急激に加入し、一旦湾西にまで広がるが、その後湾東へ向かう形で急激に逸散して行った。

湾内における魚群の滞泳は、旋回型なものと思われたが、それは一つの群が一定方向に一定速度で回遊するといった単純なものではなく複雑なものであった。

このように、推定した魚群の移動、漁況、海況を、フクラギの北上・南下の回遊過程の中で総合すると、ある程度統一された自然な理解が可能であり、これは富山湾における、フクラギの回遊移動の1つのモデルを与えると同時に、漁況の相関から移動を推定する試みの可能性について、1つの示唆を与えたものと考えられるであろう。

## V 結 び

漁獲量が持つ情報から、魚群の動きを推定する試みを行い、一応の移動回遊のモデルと、試みの可能性についての示唆を得ることができた。

しかしながら、実証的ではないということは、やはり大きなネックで、ここで推定されたモデルも、あくまで仮説的なものに止まらざるを得ないであろう。また得られた計算結果の処理にも、種々不備な点があり、そのために魚群の動きについての推定が十分できなかった面もある。

今後は、対象魚種や年度を変え、また標識放流が行われた時の解析をするなどして、比較検討を行い、手法の確立や推定結果の精度向上を図ってゆきたいと考えている。



## VI 要 約

日別漁獲量変動の地区間の相互関係を、相互相関分析法を適用して解析し、1981年秋期の富山湾におけるフクラギの移動の推定と、その結果の検討を行い以下の結果を得た。

1. 移動日数から推定した魚群の動きは、大きくは8～10月では海岸からみて右から左、11～12月では左から右であった。月別に細かくみると、8月には湾東から湾西さらに湾中央へ、9月にはこれに加えて湾中央から左右への動きがあった。10月になると動きが複雑化し、湾中央東側が孤立傾向を示した。しかし11月になると以前とは逆に湾西・湾中央から湾東へ向かう動きがみられ、12月にも弱まりながらも同様の傾向が続いた。また各月で移動日数と距離が比例しないことが多かった。

2. 推定された群の滞泳規模は、9、12月が大きく、10、11月は中程度、8月は小さかった。

3. 漁況に周期が認められた。また、湾の中程の地区ほど大きくて強い周期のみられる傾向があった。周期の数は、11月、12月、10月、8月、9月の順に多かった。

4. 推定した移動自身の矛盾点を検討したが、遠く隔たった地区で同時に漁獲されていたり、移動日数の現われ方が離散的であったほかは大きな不自然はなかった。

5. 推定した移動と旬別の漁獲量を対応させると、8・9月では矛盾したものではなかったが、11・12月では必ずしも一致しなかった。推定した群の滞泳規模と漁況のピークの現われ方は一致していた。

6. 推定した移動状況や漁況展開を、漁期間中の水温・塩分と対応させると、低塩分水の広がり移動に対し阻害要因となる傾向がみられた。

7. 地区別の周期の現われ方から、湾中央に旋回的な滞留が想定された。また、月別の周期の現われ方は加入・逸散状況に対応したものとみることができた。

8. 推定した移動・周期と、漁況・海況を対応させた結果、大きな矛盾点がなく推定結果は妥当なものと考えられた。

9. 1981年秋期のフクラギの回遊移動の様子を推定すると、8～9月には湾の両端から順次加入があり、湾東から加入したものは低塩分水域をさけながらまず湾西に行き次に湾中央に至った。9～10月にはこれと同様な動きに加え、湾中央から左右に広がったり、湾西へ集中する動きがあった。しかし10～11月には加入が止まり動きが複雑化した。南下期の11～12月には湾西・湾中央から湾東へ向かう逸散の動きがあり、低塩分水の縮小した地区へも移動した。12月にも同様の逸散の動きがあったが、湾中央東側の地区中心に他海域からの南下群が急激に加入し、急激に逸散して行った。湾内での魚群の滞泳は旋回型であったが、内容は複雑であった。

## 引用文献

今村 明・内山 勇 (1980). 漁獲対象種からみた富山湾の特性. 日本海アジ・サバ・イワシ類・ブリ漁況及び海況長期予報北ブロック検討会議資料.

日本水産資源保護協会 (1981). 伏木外港建設計画に係る漁業影響調査報告. 88-99.

奥野忠一・ほか (1978). 応用統計ハンドブック. 養賢堂, 452-456.

富山県定置漁業協会 (1982). 富山県定置漁業の現況.