

る。両者とも2才魚から産卵にかんよするのであろう。また、肥満度の推移から、3~4月以後、索餌活動にはいり、9~10月を境として、越冬・産卵にむかうことがわかる。さらに、当才群までは他魚種の混獲がおおいが、それ以上の年級群になると、単一種での群性が強くなる。前者の漁場は沿岸に、後者は沖合に形成されやすい。

遊泳層は10~40mが大部分とみてよい。しかし、200m等深線付近や、その沖合が漁場として開拓された場合、遊泳層も100~150mにおよぶ可能性はある。サバ類は主としてプランクトンフィーダーである。そのため、沿岸水の消長が漁場形成のうえで重要なことも理解されよう。さらに、イワシ・アジ類の発生量と、サバ漁況の関係も無視できない。とくに、カタクチイワシは、サバ類の主発生期よりややおくれて発生するため、卵・稚仔が餌料になる可能性が強く、日向灘や豊後水道では、サバ漁況を予報するうえでの参考になっている。

#### 問題点

1) この海域の黒潮逆流は、日向灘の左環流以外にも、種子島~足摺岬のあいだで、黒潮主軸の陸側に、規模の大小は別として、頻発していると考えてよい。そのため、これらの沿岸系水域に、漁場が形成されやすい。今後の調査にあたっては、これらの海域について、きめのこまかい流動調査(GEKなどをふくむ)の必要性がある。

## 6. 南西海域におけるニベの種族分化と隔離要因

谷口 順彦 (高知大学農学部)

### 1. はじめに

筆者はニベの地方集団相互の分化に関して形態学的・遺伝学的分析を行なったところ、南西海域におけるニベの種族分化の状態が黒潮の動向と深い関わりがあると思われる結果を得た。

### 2. ニベの生態的特性

ニベは日本の近海に産する16種のニベ科魚類のうちの1種である。分布範囲は日向灘から松島湾の間で、太平洋岸の灘や外湾が主たる分布域である。生活の場は卵期および、仔魚期では浅海の表層から中層、稚魚期から成魚期にかけては砂質の浅海底および河口域である。ニベの食性は甲殻類を主とする肉食性である(未発表)。産卵期は4月下旬~6月下旬のおよそ2カ月間で、産卵は浅海の表層で行なわれる(谷口, 岡田, 1979)。受精卵は分離

2) 漁況予報をする場合、沿岸系水側からの調査を提唱した。しかし、調査の主体が、黒潮主軸と海況→漁況の関係にあることは変りない。そのため、黒潮勢力指数とか、沿岸勢力指数などによる、調査方法の開発を検討してみてもどうか。

3) この海域は、日本近海におけるサバ資源の育成場と考えられる。したがって、卵稚仔の調査もさることながら、幼魚群の実態(分布)調査も追加すべきである。

4) 沖合における大型魚の漁場開発に努力する。そのため、漁具・漁法の研究も必要となろう。

5) サバ親魚の来遊径路について、不明のところがおおい。隣接海域をふくめた、生物特性についての調査をすすめたい。

6) 沿岸水のもつ生物特性と、サバの食性についての関連を追求する。このことは、漁況予報へのつながりとなるはずである。

7) サバの発生段階別による、環境適応の差異をあきらかにする。たとえば、水温・塩分・流況などによっても、相違点があるのではなからうか。

### 参考文献

水産庁研究課, 大分・宮崎・鹿児島県水試(1978): 沿岸域における魚群生態ならびに漁場形成機構に関する研究報告書. 本冊 P1~562 (A5). 別冊, P1~222 (A4).

浮性で表層から中層にかけて分布するものと思われる。ニベの生活史のなかで卵期はおよそ1日半、仔魚期はおよそ30日であり、ふ化後20日目頃から底層へ移行しはじめ、稚魚期になると完全な底生性となる(谷口, 久賀, 岡田, 榎田, 1979)。90日目には体形や斑紋が成魚と変らなくなり、若魚期へ移行する。

### 3. ニベの種族分化の状態

種族(subpopulation)とは同一種内における遺伝的に独立した集団で自然の自己繁殖の最少単位と定義されるもので、資源量変動の基本単位としても漁業生物学上重視されてきた。筆者ら(1978)はニベ種族を生化学的遺伝形質と形態的形質を併用して分析した。

形態的形質の海域間比較 形態的形質は基本的に遺伝的要因により決定されるが、初期発生時の水温などの環

第1表 ニベの形態的測定値の海域間比較 (谷口・岡田・宮崎, 1978)

海 域	形 質					
	幽 門 垂	鰓 耙 数	側 線 鱗 数	背 鰭 軟 条 数	胸 鰭 条 数	臀 鰭 軟 条 数
日 向 灘	7.45±0.65	22.01±0.89	48.77±0.83	28.49±1.08	15.71±0.53	7.13±0.37
土 佐 湾	7.20±0.75	23.33±1.07	48.31±1.01	28.84±1.06	16.18±0.65	7.58±0.52
熊 野 灘	6.58±0.75	22.58±1.12	49.19±1.11	28.23±0.86	15.72±0.54	7.32±0.47
遠 州 灘	6.82±0.70	21.39±0.93	48.47±1.27	28.45±0.75	15.30±0.49	7.00±0.00
鹿 島 灘	7.03±0.91	21.04±1.36	48.19±0.97	27.42±1.13	15.42±0.55	6.58±0.50

第2表 ニベの形態的測定値の海域間の差のt検定 (谷口, 岡田, 宮崎, 1978)  
(\*: 有意限界,  $t=3.291$ ,  $\alpha=0.001$ )

海 域	形 質					
	幽 門 垂	鰓 耙 数	側 線 鱗 数	背 鰭 軟 条 数	胸 鰭 条 数	臀 鰭 軟 条 数
日向灘—土佐湾	9.498*	2.572	3.799*	2.407	5.551*	7.065*
土佐湾—熊野灘	4.458	4.894*	6.448*	4.067*	5.102*	3.591*
熊野灘—遠州灘	7.077*	1.778	3.258	1.629	4.930*	6.061*
遠州灘—鹿島灘	1.845	1.572	1.833	6.503*	1.388	7.569*

第3表 ニベのアイソザイム対立遺伝子頻度の海域間比較 (谷口, 岡田, 宮崎, 1978)

海 域	対 立 遺 伝 子					
	<i>Adh-b</i>	<i>Pgd-a</i>	<i>Pgm-b</i>	<i>Got I-a</i>	<i>Got II-b</i>	<i>Icd-a</i>
日向灘	0.444±0.039	0.881±0.026	0.606±0.039	0.987±0.009	0.944±0.018	1.000
土佐湾	0.493±0.014	0.851±0.011	0.594±0.015	0.980±0.004	0.971±0.005	0.995±0.002
熊野灘	0.443±0.027	0.856±0.020	0.828±0.022	0.959±0.011	0.943±0.013	0.967±0.010
遠州灘	0.464±0.036	0.856±0.026	0.876±0.023	0.974±0.011	0.965±0.014	0.940±0.017
鹿島灘	0.462±0.044	0.815±0.034	0.892±0.027	0.969±0.015	0.937±0.021	—

境要因の影響を受け多少とも変異を示す。このような形態的形質の平均値において隣り合う海域間の差が有意水準に達した場合一般的に別種族と判定される。

第1表にニベの形態的測定値を海域別に示した。これらの平均値はやや北低南高の地理的クラインを示している。そこで、各形質毎に隣接海域間の平均値の差の有意性を検定した(第2表)。有意水準を $\alpha=0.001$ とした場合、日向灘と土佐湾の間では4形質に、土佐湾と熊野灘の間では6形質に、熊野灘と遠州灘では3形質に、遠州灘と鹿島灘の間では2形質にそれぞれ差が認められた。このような結果はこれら5海域のニベ集団がそれぞれ独立した種族であることを示唆している。また、土佐湾と熊野灘間の差が他の隣接海域間の差に比してとくに大きい点は注目に値する。

生化学形質の海域間比較 ニベの肝臓に含まれるADH(アルコール脱水素酵素), 6-PGD(6ホスホグルコネート脱水素酵素), PGM(ホスホグルコムターゼ), ICD(イソクエン酸脱水素酵素), GOT(グルタミンコキザ

ロアセティックトランスアミナーゼ)などを支配するそれぞれの遺伝子座には2~3対立遺伝子の組み合わせによって生じる変異が認められる(谷口, 岡田, 宮崎, 1978)。各海域で得たニベサンプルについて電気泳動法により個体毎に酵素の表現型を判定し、対立遺伝子頻度を算定した。生化学的形質の場合、各集団を代表する数値は対立遺伝子の頻度であり、それらを第3表にまとめた。各個体の示す表現型は遺伝以外の影響を全く受けないので、集団における対立遺伝子頻度は集団の遺伝的指標とみなすことができる。これらの数値について表現型分布をもとにして海域間の差のカイ自乗検定を行なった(第4表)検定法については木村(1960)を参照されたい。各海域の対立遺伝子頻度はどの酵素についても極めてよく似た値を示したが土佐湾と熊野灘間だけは4対立遺伝子について差が認められた。このような差は明らかに遺伝的なものでその意味はきわめて重いと思われる。

つぎに、ニベ種族間の遺伝的距離(NEI, 1972)を算出した(第5表)。日向灘と土佐湾の2海域間、および熊

第4表 ニベのアイゾザイム対立遺伝子頻度における海域間の差の  $\chi^2$  検定 (谷口, 岡田, 宮崎, 1978)  
 (\*  $p < 0.05$ , \*\*  $p < 0.02$ , \*\*\*  $p < 0.01$ )

海 域	対 立 遺 伝 子					
	<i>Adh-b</i>	<i>Pgd-a</i>	<i>Pgm-b</i>	<i>Got I-a</i>	<i>Got II-b</i>	<i>Icd-a</i>
日向灘—土佐湾	1.35	1.15	0.08	0.38	3.07	0.96
土佐湾—熊野灘	2.57	0.10	56.23***	5.45**	5.03*	19.35***
熊野灘—遠州灘	0.22	0.00	2.19	0.88	1.10	2.31
遠州灘—鹿島灘	0.00	0.96	0.20	0.09	1.21	—

第5表 ニベ種族間の遺伝的距離 ( $D \times 10^{-4}$ )  
 D の質出には *Adh*, *6-Pgd*, *Pgm*, *Icd*, *Got-I*  
 および *Got-II* など9 遺伝子座を用いた。

海 域	土佐湾	熊野灘	遠州灘	鹿島灘
日向灘	4	67	101	129
	土佐湾	78	52	91
		熊野灘	5	9
			遠州灘	4
				鹿島灘

遺伝的距離:

$$D = -\log_e I$$

$$I = \frac{J_{XY}}{\sqrt{J_X J_Y}}$$

$$J_X = \sum_i \sum_j \frac{(x_{ij})^2}{r}$$

$$J_Y = \sum_i \sum_j \frac{(y_{ij})^2}{r}$$

$$J_{XY} = \sum_i \sum_j \frac{x_{ij} \cdot y_{ij}}{r}$$

$x_{ij}$ ,  $y_{ij}$  はそれぞれ X  
 および Y 集団における  
 j 番目の遺伝子座の i 番  
 目の対立遺伝子頻度

野灘・遠州灘・鹿島灘の3海域相互間ではそれぞれきわめて小さい値を示し、紀伊水道を境とする東西2群間で大きい値を示した。このような2群間の差はヒト・ネズミなどの地方品種間で見られる差に匹敵するものである(大羽, 1977)。また, NEI (1971) の式により, 種族分化に要した時間をD値より算出すると, 土佐湾と熊野灘間でおよそ6000年という数値が得られた。このような数値は現在の日本列島の海岸および陸棚形成の歴史とよく対応している点で興味深い。

#### 4. ニベ種族の隔離要因について

前述のようにニベの生活様式は卵・仔魚期の浮遊生活期と稚魚から成魚期にかけての底生生活期に分けられる。このため, 隔離要因も浮遊生活期と底生生活期に分けて考察する必要がある。底生生活期はニベの餌料生物の中心をなす甲殻類が相対的に多い砂質の浅海(玉井, 1979)が生活の場となる。このような生活の場は通常灘や外湾の中心部に位置しており, その両側には岩礁地帯,

深海, 水道など底生生活期のニベの生活に不都合な部分  
 が広がっている。これらはいずれも地理的障壁として隣  
 接海域間の相互交流を妨げているものと思われる。この  
 ような隔離要因は調査した5海域間で等しく働いている  
 ものと考えられる。

つぎに, 浮遊生活期は底生生活期のような隔離要因が  
 働くことは考えられず, むしろ黒潮など海流による隣接  
 海域への移送が促進される時期でもある。ところで, ニ  
 ベの産卵場は沿岸へ偏っており, 浮遊生活期も短かいた  
 め海流の直接的影響を受けにくものと考えられ, 事実南  
 西海域の卵仔稚調査結果でもニベの記録は見当らない  
 (松田, 1969)。したがって, 浮遊生活期における隣接海  
 域への移動に成功する仔稚魚の数はそう多くないと考え  
 られる。他方, 前述の種族間の遺伝的距離はあきらかに  
 海域間の距離と正の相関を示しており, これは海流によ  
 る仔稚魚の輸送が何らかの形で行なわれていることを示  
 唆している。そこで, 筆者はニベ種族間の遺伝的分化の  
 程度は卵・仔魚期における隣接海域への移住の難易度を  
 反映したものと考えた。そして, 問題となる紀伊水道域  
 におけるニベ種族の顕著な遺伝的分化を生じた隔離要因  
 は南西海域における海洋学的特殊条件のなかに見出す必  
 要があり, この海域における冷水塊の出現と黒潮の蛇行  
 がそれにあたるのではないかと考えた。

#### 5. 卵・仔魚期における種族の隔離要因としての紀州 沖冷水塊および黒潮の蛇行

紀州沖冷水塊の影響を評価するため, 高知県水産試験  
 場の海流ビン調査結果(山重, 1973)を参照した。回収  
 率は4.5%と低いが, 回収実数は1939(海流封筒を含  
 む)と比較的多いので回収の内わけは海流の動向をよく  
 反映しているものとしてデータを再検討した。まず, 土  
 佐湾へ投入した海流ビンはその大部分の76.0%が同湾  
 内で回収され, 室戸岬以東へ漂流したものは20.5%で  
 あった(第6表)。つぎに, 足摺岬沖の調査結果につい  
 ては黒潮の外側(St. 1~St. 4), 本流(St. 5~St. 9), お  
 よび黒潮の内側(St. 10~St. 13)に分けて回収結果を

整理した(第7表)。黒潮の外側へ放流されたものは黒潮の上流の薩南海域およびはるか下流の遠州灘で多く回収されている。黒潮本流で放流されたものは日向灘土佐湾海域および遠州灘で多く回収されている。黒潮内側で放流されたものはその大部分が日向灘から土佐湾で回収されている。紀伊水道や熊野灘で回収されたものはいずれの場合も少なかった。

つぎに、回収結果を黒潮の蛇行時と直行時に分けて整

第6表 土佐湾へ投入した海流ピンの海域別漂着率 (山重, 1973より算出) ('60~'71)

	土佐湾内	室戸以東	足摺岬以西
平均	76.0	20.5	3.5
範囲	(52-91)	(9-48)	(0-6)

第7表 投入点別・海区別海流ピン漂着率 (山重, 1973より算出)

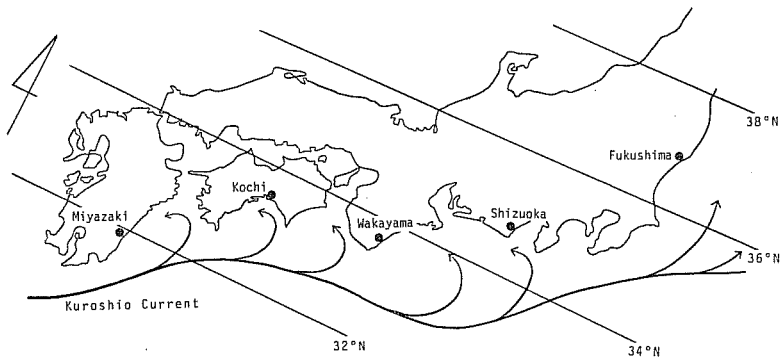
投入点	薩南	日向灘 ~土佐湾	紀伊 水道	熊野 灘	遠州 灘	鹿島 灘
黒潮外側 (St 1-St 4)	51.5	10.6	3.0	7.6	22.7	4.5
本 流 (St 5-St 9)	17.1	22.5	7.0	5.4	42.6	5.4
黒潮内側 (St 10-St 13)	5.3	61.8	7.2	4.3	17.8	3.6

理した(第8表)。1960年から1963年までの蛇行時では放流点より上流の薩南海域, 日向灘-土佐湾海域, および遠州灘で多く回収された。1970年から1971年までの蛇行期では放流海域である日向灘-土佐湾で大部分が回収されている。1964年から1969年までの黒潮の直行時では日向灘-土佐湾海域および遠州灘で多く回収されている。直行時と蛇行時の回収率を比較した場合, 紀伊水道や熊野灘で明瞭な差がみられた。とくに, 熊野灘では蛇行時の回収率は直行時のその 28.5-38.5%であった。

以上のような海流ピン調査結果は第1に土佐湾内で生れたニベの卵が黒潮に乗る率が比較的低いこと, 第2に黒潮に乗った卵・仔魚が熊野灘へ漂着する率は黒潮蛇行の有無にかかわらず低く低いこと, 第3に熊野灘への漂着率は蛇行時では直行時の半分以下となることなどを示している。また, 海流ピンの漂着率はニベの卵・仔魚の他海域への移動の相対的な把握に役立つが, 他海域へ漂着した仔魚がそこでどれほど定着に成功するかは他の要因を加味する必要がある。たとえば, ニベ仔魚はふ化後15-20日以内にプランクトン餌量の要求量が飛躍的に増大するため他海域へこの日数以内に漂着している必要があることなどがそれである。

第8表 海区別海流ピン漂着率 (山重, 1973より算出)

黒潮の状態		薩南海域	日向灘 ~土佐湾	紀伊水道	熊野灘	遠州灘	鹿島灘
蛇行時 ( '60~'63)	平均	23.8	35.8	5.0	3.0	25.5	6.0
	範囲	(8-39)	(27-42)	(0-13)	(2-4)	(21-35)	(4-9)
直行時 ( '64~'69)	平均	9.3	46.2	8.8	7.8	24.7	2.8
	範囲	(0-15)	(44-52)	(0-20)	(0-20)	(10-31)	(0-13)
蛇行時 ( '70~'71)	平均	9.9	80.0	0	2.2	6.7	2.2
	範囲	(0-10)	(71-81)	(0)	(0-3)	(5-14)	(0-14)



第1図 ニベの採集地点と黒潮

つぎに、このような黒潮の蛇行が異変的で一時的なものならばこれが遺伝的分化を促進する隔離要因になるとは考え難い。しかし、最近になって紀州沖冷水塊に関する歴史研究がすすめられるなかでこの現象は決して異常な現象でなく、歴史上たびたび出現し、しかも長期的かつ安定的現象という見方がなされるようになった(岡田, 1978)。このことは、紀州沖冷水塊とそれにもなう黒潮の蛇行がニベの卵・仔魚の移住を妨げる要因となるとする仮定を強く支持する知見である。他方、冷水塊がニベ種族の隔離要因となった結果このような遺伝的分化がもたらされたとするなら、ニベ種族の遺伝的分化に要した約5,000~10,000年に達する歴史の経過は冷水塊出現の歴史にもあてはまるのではないかと考えられる。

## 文 献

- 木村資生(1960)集団遺伝学概論。培風館, 312 pp.  
 松田星二(1969)南西海区水域に出現する魚卵稚魚の研究。南西海水研報, 2, 49-83.

- 岡田正実(1978)黒潮の大蛇行歴と潮汐観潮。海洋科学号外, 1, 81-88.  
 大羽 滋(1977)集団の遺伝。東大出版会, 164 pp.  
 NEI, M. (1971) Interspecific gene differences and evolutionary time estimated from electrophoretic data on protein identity. The American Naturalist, 105(945), 385-398.  
 NEI, M. (1972) Genetic distance between populations. The American Naturalist, 106(949), 283-292.  
 玉井恭一(1979)土佐湾の海域環境, 漁業資源ならびに漁業の概況—土佐湾浮流油の漁業への影響調査報告書。高知県, 210 pp.  
 谷口順彦, 岡田容典, 宮崎嘉弘(1978)ニベの種族判別に関する研究。高知大水実研報, 3, 19-30.  
 谷口順彦, 岡田容典(1979)土佐湾産ニベの成熟および産卵に関する研究。高知大海生研報, 1, 41-49.  
 谷口順彦, 久賀 正, 岡田容典, 煤田 晋(1979)人工ふ化させたニベ仔魚の飼育と初期発育段階について。高知大海生研報, 1, 51-57.  
 山重政則(1973)海流ビン。封筒放流結果について。高知県水試事業報告, 69, 207-217.

## 7. 天然ブリ仔の資源培養

### 1. この調査の背景と目的

ハマチ養殖用の種苗となるモジャコの不漁がここ数年続いているが、その原因の1つとしてモジャコ資源そのものの減少がいわれている。その原因にはいろいろなものがあるが、近年における流れ藻の減少もその1つではないかと考えられる。したがって、モジャコ資源の増大をはかるためにはブリの産卵親魚量の維持増大をはからなければならないことはもちろんであるが、さし当っては、モジャコの生残りをよくすることから始めるのが効果的であろう。そのためには、天然における流れ藻をふやすか、または、それに代わるべき人工流れ藻を大量に投入してやればよいのではないかと、という発想が浮かんでくる。

しかし、この発想が当を得たものであるかどうかは、モジャコが流れ藻以外のところにも分布生息しているのかどうか、また、モジャコは流れ藻がなければ、果して生残りが悪いのかどうか、などという面倒な問題を解決しなければならない。この調査は、それらを知る手がかりを得ることを目的として行われたものである。

この報文をまとめるに当たり、ぱっち網型モジャコ採捕網を考案・設計された南西水研外海資源部通山正弘主

### 三 谷 文 夫 (南西海区水産研究所)

任研究官、ならびに調査に参加するとともに流れ藻に付く魚種の同定を担当された同部小西芳信技官、およびいっしょに調査に当たっていただいた古藤力室長・花岡藤雄主任研究官、さらに、作図にご協力いただいた中沢すみ子技官、大量の魚体測定をまっばら引き受けていただいた塩田昌子嬢に対し、心から厚く御礼申しあげる。なお、この調査は、高知市三浦漁協青年部各位の熱心なご支援を得て行われたものであり、また、瀬戸内海栽培漁業協会(現日本栽培漁業協会)からは上記のぱっち網型モジャコ採捕網の製作について多大の便宜をはかっていただいた。明記してこれらの方々に深く感謝の意を表する。

### 2. モジャコ採捕網の製作

ブリの仔、稚魚を採集するためには、全長10mm前後までの仔魚期のものならば、従来の(稚)ネット表層びきで、また、それより大きくても、流れ藻に付いているものならば、たも網や小型まき網で十分である。

しかし、やや成長したモジャコ(流れ藻を離れるころのものから、離れて間もないころのものまで)は相当に遊泳力をそなえているから、それを効率よく採捕するためには、網口のろ過面積をできるだけ広くし、かつ、曳