

いかと思う。ぎんざけ漁場、ベーリング海のしろざけ漁場をみても、このパターン上に割合漁場が形成されていながら偶然とは思えない。夏期の日射などによる表面水温の上昇、その他の影響によつてかなり条件は違つてくる。各層の状態との関連を見出す事が必要であり、表面水温だけで判断するのは問題であるが、現場漁業者が簡単に観測出来る表面水温の利点をとりあげて話題提供とした。

## 5 サケ・マス資源と環境研究の現状

川 上 武 彦 (水産庁調査研究部)

### 1. まえがき

日本におけるサケ・マス生態の研究は、1888年に北海道の千歳川に日本で最初の国立のサケ人工ふ化工場が設けられて以来、進められてきたが、これらの研究は主としてサケの人工ふ化を中心として行なわれたもので、サケ・マスの資源研究が本格的に行なわれ始めたのは、第2次世界大戦後、昭和27年母船式サケ・マス漁業が再開された後である。調査開始後数年にして公海におけるサケ・マスの地方別魚群の分布、回遊等生態に関する知見が増大し、資源状態の評価、予測の精度もやや高まつたが、その後研究は停滞ぎみで近年の資源研究はマンネリ化したとの批判をうけている。その原因はいろいろ考えられるが、目下、サケ・マス研究者全員が、この状態から脱皮すべく努力している。

ここで、現在行なわれている資源研究について再検討して、今後如何にすべきか考えてみたい。同時に関係各専門分野からの御批判、御指導を賜りたい。

### 2. 日本のサケ・マス資源

日本のサケ・マス漁業が対象としており、また、国際的に問題となつているのは次の5種である。

ベニザケ	<i>Oncorhynchus nerka</i>
シロザケ	<i>O. keta</i>
カラフトマス	<i>O. gorbuscha</i>
ギンザケ	<i>O. kisutch</i>
マスノスケ	<i>O. tshawytscha</i>

日本の公海におけるサケ・マス漁業は日ソ漁業条約および日米加漁業条約の対象となつており、その委員会の年次会議において、前記5種のサケ・マスの資源状態が論議されて、年々の漁獲量等が決められている。これは、日本漁船が公海で漁獲しているサケ・マスの大部分は、ソ連およびアラスカの河川でふ化したものであるからである。

### 3. サケ・マスの生活史の概要

サケ・マス資源状態の評価・予測を行なうためには当然のことながら、サケ・マスの生態の理解が必要である。現在までに分つている生活史の概要は、次のとおりである。

成熟魚はおおむね初夏から秋の間に沿岸に来遊し、自分の生れた河川にさかのぼり、河川あるいは上流にある湖で産卵する。マスノスケは夏～秋に沿岸に来遊する群のほか春に来遊する群もある。ふ化に要する期間は魚種によつてこととなるが、平均的に、水温 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ で、100～150日ていどで、翌年の冬～夏の間ふ化して礫の間にもぐり、1～2カ月の後に卵黄を吸収し、礫の間から現われる。カラフトマスの稚魚は河川で余り餌をとらずにすぐ川を下り、シロザケの稚魚は淡水域で盛に餌をとり河川の広い場所に滞留する傾向があるが、この両種は淡水で越冬することなく、すべてその年のうちに海へ降つてしまう。一方、ギンザケ、ベニザケおよびマスノスケは、通常、淡水で1～2冬、時には3冬過した後降河する。なお、ベニザケおよびマスノスケの中には、淡水で越冬せずふ化後間もなく海に降るものもある。これらの降河時期は一般的にいつて晩春であるが、海に下つて暫くは沿岸に滞留し、その後沖合に移動する。カラフトマスおよびギンザケは沖合で1冬、シロザケは2～4冬、ベニザケおよびマスノスケは1～4冬過して後、成熟して沿岸に来遊し、その発生河川にそ上し、産卵後死亡する。

### 4. サケ・マスの資源量

前述のとおり、サケ・マスには母川回帰の性質があるので、その資源量は漁業によつて漁獲されたもの、河川にそ上したものの、種々の原因によつて死亡したものの合計としておさえることができる。しかし、実際は自然死亡等の量を正確につかむことは現在のところ困難である。

日ソ漁業委員会においても、サケ・マス資源の評価・予測の方法論が論議されて、第4回年次会議の際、資源量を次のように表わすことが合意され、それ以後、これを基準として資源評価を行なつている。

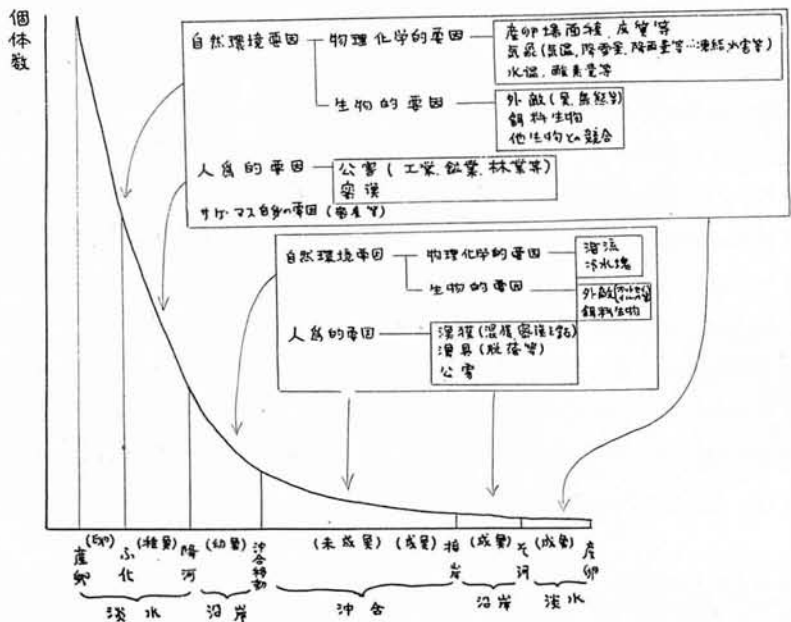
ある年の漁獲資源量 = 沖合における成熟魚の漁獲量 + 沿岸漁獲量 + そ上親魚量

サケ・マスが生れてから回帰するまでに、量的にどう減少していくかを模式的に図示すると第1図のように、自然環境的・人為的の種々の要因が作用して減少する。

サケ・マスの自然死亡については、いろいろの研究があり、研究者により、河川によりその値もまちまちであるが、おおむね次のとおり自然死亡率は極めて高い。

サケ・マスの生残率

魚 種	淡 水	海 洋
ベニザケ	0.04～5.2	0.3～48.0
シロザケ	0.08～25.0	
カラフトマス	0.12～37.2	1.9～21.2
ギンザケ	0.35～15.9	



第1図 サケ・マス再生産模式図

この高率の死亡は主として淡水に生活する稚魚時代および沿岸に滞泳する幼魚時代におこると考えられている。しかし、残念ながら、現在のところこれらの要因をすべて数的に把握して資源計算に導入するまでにはならず、日ソ、日米加会議では一応前述のとおり資源量を考慮して論じている。

### 5. サケ・マスの地方別魚群

前述のとおり、サケ・マスには母川回帰の性質がある。従つて各魚種とも、多くの河川別系統群が考えられ、かつ、その系統群により、そ上時期、産卵時期、稚魚の降河時期、海洋における回遊系路および時期等その生理生態に特有のものをもつており、漁業によつてうける影響も異なる。従つて、資源の評価・予測の際、できるだけ系統群別に分けて行なうことが望ましい。

沖合分布については、漁期すなわち4～8月についてはかなり明らかになっているが、年による系統群別沖合分布の変化等細かい点では不明な点が多い。また、漁期外の分布については、断片的なデータがあるのみである。すなわち、9～10月にベーリング海に未成熟のベニザケ、シ

ロザケ、ギンザケおよびマスノスケが認められ、1～3月に北太平洋およびベーリング海の東経175°以東、北緯45°以北にベニザケ、シロザケ、カラフトマス、ギンザケの分布が認められ、また、北緯40～45°、東経158°以西の北西太平洋に2～3月にベニザケ、シロザケ、カラフトマスの分布が認められている。

現在までのところ、日本漁業の対象としている沖合魚群につき、資源量計算上、次のような地方群が分離されている。

ベニザケ：アジア系－東カムチャツカ群（主としてカムチャツカ河群）、西カムチャツカ群  
（主としてオゼルナヤ河群）

北米系－ブリストル群（ナクネク・クイジャク水系群、ヌシヤガク・イグシク水系群、エゲギク水系群、ユガシク水系群、トギヤク水系群）

シロザケ：アジア系－東カムチャツカ群、西カムチャツカ群、オホーツク群、アムール群、沿海州群、カラフトおよび千島群、北海道群、本州群

北米系－北米ベーリング沿岸群

カラフトマス：アジア系－東カムチャツカ群、太平洋群（西カムチャツカ群、オホーツク群、千島群、カラフト東岸群）、日本海群（アムール群、沿海州群、カラフト西岸群）

北米系

ギンザケ：アジア系－東カムチャツカ群、西カムチャツカ群、オホーツク群

北米系

マスノスケ：沖合魚群の分離はできていない。

以上の系統群分離のためには、次の方法が用いられた。

- (1) 成魚の接岸、そ上時期
- (2) 魚群の密度分布
- (3) 生殖腺の重量組成
- (4) 年令組成
- (5) 寄生虫（河川特有の寄生虫）
- (6) 形態的特性
- (7) うろこの形質
- (8) 標識放流
- (9) 放射化分析（河川水中の特殊微量元素が魚体に吸収されているであろうという考え方から発展したもので、研究を始めたばかりである。）
- (10) 血清（今まで有効な結果は得られなかつた。）

## 6. サケ・マス資源の評価および予測

サケ・マス調査研究の大目標である資源の評価・予測の方法としては、現在まで次の方法が用

いられた。

- (1) 漁獲量の長期変動(最も単純な方法)
- (2) 単位努力当り漁獲量の変動
- (3) 魚群の密度指数(漁獲努力は漁獲全体に一律に拡がっているわけではなく、魚群の多いところには努力が多く、魚群の少ないところでは努力は少ないので、ふつうの単位努力当り漁獲量を漁場面積で重みづけしてこれを密度指数と呼ぶ。この方が資源を正しく反映すると考えられる。

$$\phi_i = \frac{\sum_j C_{ij}}{X_{ij}} - \frac{A_{ij}}{A_i} \quad i \dots \dots \text{時間の番号(例えば旬)}$$

$j \dots \dots$  漁区の番号

$\phi_i \dots \dots$   $i$  時間の魚群密度指数

$A_i \dots \dots$   $i$  時間の漁場面積

$A_{ij} \dots \dots$   $i$  時間  $j$  漁区の漁場面積

$C_{ij} \dots \dots$   $i$  時間  $j$  漁区の漁獲量

$X_{ij} \dots \dots$   $i$  時間  $j$  漁区の漁獲努力量

- (4) 同一年級群の年齢別来遊量間の比率

- (5) 産卵親魚量と回帰量の関係

$$R = a E e^{-bE} \quad (\text{リツカ-の式})$$

$$R = \frac{a}{b+1/E} \quad (\text{ベバ-トン・ホルトの式})$$

その他

$E \dots \dots$  産卵親魚量

$R \dots \dots$  対応する回帰資源量

その上親魚量は河川における計数柵による測定、空中観測等により求めるが、そのデータの無い時は、多くの場合、従来の経験から、産卵親魚量は沿岸漁獲量と等しいとして利用している。

- (6) 降河稚魚量と回帰量の関係

降河稚魚量は河川における試験用ネット等を用いて測定する。

なお、日本が沖合漁業で利用しているサケ・マスの大部分は、ソ連の河川で、一部はアメリカの河川で産卵するものであるため、その上親魚量も降河稚魚量もソ連、アメリカのデータに頼らざるを得ない。

- (7) 沿岸稚魚量と回帰量の関係

- (8) 未成熟魚の量と回帰量の関係

以上のうち(5)~(8)は、この順に、発育段階において、成熟魚に近い状態にあり、自然死亡等による誤差が少なくなるので、精度が上がるはずであるが、データのとり方がむずかしく必ずしもそのようにいかない。現在は、一般には(4)の産卵親魚量を用い、ブリストル漁のベニザケのように(5)の降河稚魚量が利用されることもある。

また、これらの計算では、前述のとおり、自然環境要因、人為的要因、サケ・マス自身の内的要因による死亡を除いて行なっている。これが年々一定あるいは一定の率であれば問題は少ないが、しかし、年によつてかなりの変化があり、これが誤差として資源の評価・予測の結果の中にはいりこむ。

## 7. 環境研究

前述のように、自然死亡率は極めて大きい、その原因と考えられる環境要因のうち淡水の部分については、各国の研究者は早くからこの点に注目し、ソ連の研究者も稚魚の発生量が気象条件に影響されることを指摘しており、日ソ漁業会議の際ドキュメントとしても提出している。しかし、それは具体的データは少なく、また、提出されたデータも断片的で資源計算にとり入れるためには不十分である。近年、クロギウス(1968)等は自然死亡をとり入れてオゼルナヤ系のベニザケの来遊予想を試みているが、まだ、環境状態に対応するものとしては自然死亡をとり入れていない。

佐野(1968)はオホーツクのシロザケについて、親魚1尾当りの降河稚魚数の対数( $Y$ )と厳寒期の気候の指数( $t$ )との間に、

$$Y = -0.0232(t + 38.2)^2 - 0.000170(t + 38.2)^3 + 2.64$$

なる関係がみられ、気象要因に対する稚魚豊度の最適曲線的な函数関係の存在が認められると述べている。

サケ・マスが、その生涯でもう一度重大な自然死亡の脅威にさらされるのは、稚魚が海に降つてから沖合に回遊するまでの約1か月の期間である。この時代の環境状態がサケ・マスに与える影響については淡水時代以上に分っていない。われわれ自身で、ソ連およびアメリカの沿岸で調査することは、いろいろの問題があつて困難である。日ソ漁業会議の際、ソ側に西カムチャツカ沿岸における共同調査を申しこんだところ、ソ連自身ですでに調査を実施していると断られたことがある。

日本沿岸についても、従来、北海道さけ・ますふ化場と水産研究所との谷間となつていて、調査が行なわれなかつたが、昨年、ふ化場と水研と協力して北海道沿岸で調査を行なうこととなり、さしあたり、昨年、ユラップ川沖で調査を開始した。

海洋環境と資源変動との関係についての研究は少ないが、ビルマン(1966)はカラフトマスの卓越年級群の交代は11年の太陽周期の最高期さきらびにこれに関連する黒潮流系の極端な擾乱期に開始または発生するとのべている。

以上のとおり、資源計算上で環境の影響は、従来、誤差として片づけられており、最近、それをいかに資源計算に導入するか色々考えられ始めた。これは、サケ・マスの資源評価・予測の精度向上のため、是非解決すべき重要課題である。

## 参 考 文 献

- BEVERTON, R. J. H. and R. J. Holt (1957): On the dynamics of exploited fish population, Fish. Inv., Ser. II, 19
- BIRMAN, J. B. (1966): ガルブーシヤの数量動態に与える気候因子の影響、魚学諸問題第6巻第2(39)号、訳、ソ連北洋漁業関係文献集、第75集
- FOERSTER, R. E. (1968): The Sockeye Salmon, *Oncorhynchus nerka*, Bulletin 162, Fish, Res. Bd. Canada.
- KROGIUS, F. V. (1967): ネルカの数量的測定法、全連邦海洋漁業海洋学研究所報告第62巻、訳、ソ連北洋漁業関係文献集第83集
- 鉄 健司(1969): 水産資源の再生産と環境について、漁業資源研究会議報第9号
- MENSHUTKIN, V. V. (1967): 電子計算機によるオゼルナヤ系ネルカ群のモデル化試験、全連邦海洋漁業海洋学研究所報告第62巻、訳、ソ連北洋漁業関係文献集第83集
- 松下友成(1964): 北洋におけるサケ・マス資源
- RICKER, W. E. (1954): Stock and recruitment. J. Fish. Res. Bd. Canada, 11(5)
- 佐野 蘊(1968): 最近の気候変化の状況とサケ・マス再生産への影響、水産海洋研究会報: 13
- 田口 喜三郎(1966): 太平洋産サケ・マス資源とその漁業
- 田中 昌一(1968): 資源研究の理論と実際

## 6 ベニゲケの来遊予測方法の改善について

花 村 宣 彦 (南西海区水産研究所)

### (1) はじめに

水産海洋研究会の幹事から第7回北洋座談会でサケマスの来遊予測の方法の改善あるいは予測そのものについて何か参考になるような話題があつたら提供してほしいという依頼があつた。たまたまベニザケの淡水生活期における発育や生長のテンポがその発生年級群自体の数量とどのような関係があるか、あるいは淡水生活期において共存する他の発生年級群の数量などとはどのような関係があるのかなどについて分析考察を進めていたのでこの事を一つの話題にしてみてもどうかと考えた。更に今一つ淡水生活期に色々な発育テンポや生長テンポをたどつた降下稚魚群がその後海洋生活期においてどのような成熟回帰のパターンを示すかについても当該年級群自体の数量との関係においてあるいは海洋で共存する他の水系群や他の年級群の数量との関係において