

4. Population dynamics の面からの水産海洋研究のすすめ

田中 昌一 (東京大学海洋研究所)

水産海洋とはなにか、という問題はさておいて、今まで論ぜられてきた問題をふりかえてみると、漁海況論あるいは漁場論の問題、資源に対する環境論特に資源変動の原因としての環境論が多かったように思われる。しかし、これらは“生物と環境の関連性”という基本的問題の一つの側面であり、たえずこの基本的問題に立ちかえて考えることが必要である。

1. Population dynamics における環境のとらえ方

従来の水産資源の dynamics において、環境に対する基本的立場は、平均的環境の中における平衡論であった。たとえば Paronov や Beverton & Holt の理論は、一定の生長曲線、一定の自然死亡率、一定の漁具能率を想定して、一定の加入量あるいは一定の親子関係(再生産曲線)のもとでの、漁獲努力と漁獲量の函数関係を論じている。環境の影響は、これらの関係に対する擾乱としてとらえられる。死亡係数は漁獲努力との間に直線関係をもっているというモデルにしたがって、回帰分析が行なわれ、平均環境に対応する回帰直線が推定される。また、環境変動にもとづく回帰直線のまわりのランダムな誤差が評価される。

時に、回帰直線からはずれにある規則性が認められることがある。ブリストル湾のベニザケの親子関係において、1932、'33年、1937、'38年、1942、'43年の6年級が、平均的傾向線から著しく上にはずれている。このようなはずれを、ランダムな誤差として統計的に処理してしまうことはゆるぎされない(田中、1962a)。

いくつかのパラメタを含んだ式が導かれた時、それぞれのパラメタが環境の擾乱をうけて変動すると考えることは意味のあることである。Ricker 型の再生産曲線から $-\log R/E = a + bE$ という直線関係が得られる。ここで、 a は密度独立的作用、 b は密度従属的作用をあらわす。環境の各作用は、それぞれの特性に応じて、 a または b 、あるいはその双方に影響し得る。この直線関係を、パラメタ a 、 b が変化するという条件で分析するには、それに応じた統計的方法を必要とする(田中、1969)。

平均環境も長期的には変化すると考えるべきである。アラスカ、カーラック河のベニザケ来遊量は著しい5年周期の変動を示しているので、5年の移動平均をとった上で親子関係を調べてみると、 $-\log R/E$ の E への回帰が、時代によって平行な3本の直線にわけられることがわかった。即ち、Ricker の式でのパラメタ a の段階的变化が示唆された。このようにして、カーラック河ベニザケの長期的変動が極めてよく説明された(田中、1962b)。

式に含まれるパラメタの変動を考え、あるいは平均的環境の変化を考慮することにより、我々はより精密に環境の資源に対する影響について知ることができるとは、これらはあくまで事後的、経験則の統計的展開にすぎない。カーラック河のベニザケで、 a の値の変化をもたらし平均的環境の変動とはなんであるかは、環境の側と生物の側からの研究をまたなければ全くわからない。

このような Population dynamics の手法は、環境を積極的にとり入れた理論というよりは、環境から逃避した理論というべきであろう。

2. Systems analysis の手法の導入

Watt (1956) は資源の dynamics に関するいろいろのモデルを論じ、さらに最も複雑なモデルを提案している。ここでは、過去の経験から関連があるとみられるすべての要因が考慮される。生残率や生長は環境の影響を含んだ函数として定義され、具体的函数の型は、過去の情報を総合して定められる。

Krogius, Krohin & Menshutkin (1969) は、このような考え方をダーリニエ湖のベニザケ資源の生産を解析するのに適用している。彼等はダーリニエ湖のシステム全体についてブロックダイアグラムを画いた上で、十分な資料が得られていないという理由で、ベニザケに直接関連のあるサブシステムのみを抽出する。サブシステムの中には湖水と海洋のベニザケ、これに対する漁業、および害食としてのガレーツ、競争者としてのコーリュシカ個体群が含まれている。各魚類個体群は年令と性別によって仕分けされる。魚類の生長は摂食量から代謝による消費を差引いたものとして定義される。摂食量には補食者と被食者の量的関係にもとづく Ivlev の式が適用される。この量はまた被食者の死亡量に相当する。補食者の側では、飢餓による死亡も考慮される。補食者の被食者に対する選択性は、データにもとづいて行列として与えられる。再生産関係には Ricker の式が用いられた。このようにして組立てられたシステムの各パラメータに観測値を入れ、ベニザケ、ガレーツ、コーリュシカの個体数量初期値、および年々の漁業を与えてシミュレーションをさせると、3つの魚類個体群がどのような変動をするかを知ることができる。計算はもちろん電子計算機で行なわれる。

このような生物のシステムについてのアナリシスの例は多くなく、したがってその成果は将来にまつ外ないが、複雑な計算を行なってなにを得ようとしているのかについては、十分な検討が必要である。組立てたシステムによって現実がよく説明できた時、あるいはできなかった時、我々は何を知ったことになるのか。統計的帰無仮説に相当するものはなにか。しばしば、単純なモデルが複雑なモデルほどに役に立つことがある。Population dynamics における環境のとらえ方の必然的な発展が、このようなシステムズ・アナリシスの考え方に通じている。したがって、根本的問題はここにも存在している。

3. 漁海況論的問題

漁海況問題は、伝承的技術の段階を含めて、日本では長い歴史をもっている。そして、海象や気象と魚群の集合、分散、移動が論じられてきた。その中で、しばしば、魚群に適した無機環境なかでも適温という概念が基本として存在していた。しかし近年では、適温というような事象のとらえ方にいろいろな批判がなされている。

三陸常磐沖でのオットセイの月別、表面水温別の捕獲頭数の分布をみると、2月から6月にか

けて、水温範囲および最多獲水温が高温化していることがわかる。しかしこれは、この水域での水温を大まかに表わしているだけであって、オットセイの分布と水温の関係についてはほとんど示していないと思われる。オットセイは恒温動物であるため、魚類とは異なっているであろうが、適温というような固定的一次的とらえ方では、ダイナミックな実態はほとんど知り得ない。

日本海のサクラマスは主として表面水温が 8℃乃至 12℃の水域で漁獲され、魚群の南下北上は、これらの等温線の動き、即ち極前線の動きとよく対応している。しかし、表面水温 8~12℃の水域に必ずサクラマスがいるというわけではない。あたかも、3月頃には 8℃の等温線で南へおし下げられ、4月以降には 12℃の等温線で北へおし上げられているように見える。そしてその間、魚群量は急速に低下しており、産卵のために漁場から沿岸域に逸散していることがうかがわれる(田中、1965)。サクラマスが溯上する頃の河川水の温度は、一般に 8℃よりかなり低い。このように、水温と魚群の関係は変化に富んだものである。

サンマの漁獲水温は、福島(1958)によれば、7℃~24℃におよび、しかも年により季節により、その頻度分布は複雑に変化している。最多獲水温ですら、年により 14℃~18℃の範囲で変動している。このように水温範囲の広いサンマで、魚群分布と表面水温分布の間に密接な関係が示されている。サンマ漁場の約 9割は、表面水温 18℃以下の水域として説明される(田中、1971c)。

サンマの漁場内資源量の変化を漁獲努力量と関連づけようとする資源学の方法は成功しなかった(田中、1971b)。むしろ資源の変化は、水温分布あるいは寒暖両水塊の配置による、魚群南下の阻止の程度により、よりよく説明されるように思われる(田中、1971a, b)。とすれば、資源の dynamics は漁獲努力量との関連によってではなく、水温分布との関連において解析されなければならない。ここでは、平均的環境の概念は存在し得ない、環境要因は、擾乱としてではなく、努力量と同等、あるいはそれ以上に重要な要因として導入される。そして、努力量と資源の減少の間の関係が $Z = qx + M$ として表現されるのと同様な意味で、環境の影響が資源のダイナミクスの中にとり入れられなければならない。いかなるモデルを組立てるかがこれからの問題である。

文 献

- 福島信一、1958：東北海区に於けるサンマ漁況と海況との関係に就いて、東北水研報、12、1-27。
- Krogus, Krohin & Menshutkin, 1969：ダーリエ湖のネルカ等の資源評価に関するコンピュータ処理法、ソ連北洋漁業関係文献集、89、85-124。
- 田中昌一、1962a：合衆国、カナダ太平洋岸のさけます資源について、INPFC、研究報告、9、63-74。
- 田中昌一、1962b：さけます資源再生産問題についての若干の検討、INPFC、研究報告、

9, 75-80.

田中昌一、1965: さくらますに関する生物学的知見、INPFC、研究報告、16, 67-111.

田中昌一、1969: 漁具能率 q 等の推定にあたっての環境変動の影響に関する若干の統計的考察、水産海洋研究会報、特別号(宇田教授記念号)、303-307.

田中昌一、1971a: 資源と環境の関連性研究についての一つの提案、水産海洋研究会報、18, 12-16.

田中昌一、1971b: 東北・北海道沖のサンマ資源について、全さんま、5(1); 1-4.

田中昌一、1971c: サンマ資源の解析と漁海況問題、第20回サンマ研究討論会議事録、105-106.

質 疑 応 答

宇田道隆(東海大): サンマの漁獲量のウエイトは入っていないのか。漁業者には漁があることが一番大事で、17℃未満が広くても魚が薄ければ行かずに濃縮するところへ行く。

田 中: 濃淡をつけて考えると良い。

中井甚二郎(東海大): ベニザケのシステム図に、親魚の量は入っているのか。

田 中: 年令別の数字が入っている。ある瞬間に獲られる、あるいは湖水から出てくる……という具合に次々に入れられるので、大型の電算機でも能力が足りない位大変な計算である。

5. 漁海況予報の問題に関連して

平 野 敏 行(水産庁)

本会報特別号「漁海況予報のこれからについて」および日本海洋学会誌27巻6号「最近10年間に於ける水産海洋学の進歩」を参照されたい。

質 疑 応 答

宇田道隆(東海大): 海洋汚染の話がなかったが。

平 野: 漁海況予測と環境保全研究が、水産海洋学の2つの大きな柱だと考える。放射能廃棄物の深海投棄、瀬戸内海の汚染などで、廃棄物の投棄がどの程度まで可能か、全くできないのか、海洋研究者として解答を出せないのが実状である。生物の存在する環境としての海洋研究が重要である。とくに陸水から沖合へ拡がって行くcoastal processを量的、構造的に明らかにして行くこと、海洋物理学的な配慮から、化学的変化、生物の中での物質循環を通じて総合的な形で進めて行くことが必要と考える。

宇 田: 環境を大きく変えたとき、水産はどうなるかの見通しがない。