

学 位 論 文 題 名

東北海域における動物プランクトンの
動態と長期変動に関する研究

学位論文内容の要旨

目 的： 北太平洋亜寒帯の西部に位置する東北海域は、黒潮と親潮および津軽暖流の交錯により複雑な海況を呈し、我が国周辺海域で最も漁業生産が高い。この研究では、東北海域に來遊する小型浮魚類が餌とする動物プランクトンの質的・量的動態を解明し、魚類資源との関わりを明らかにすることを目的とした。

資料と方法： 東北海域（33～46° N, 160° E以西水域）において、1951～1990年の40年間に、口径45cmの丸特ネットを用い、150m層から曳網採集した動物プランクトン試料17,242点について、湿重量の計測と種の同定を行い、現存量の長期変動および重要プランクトン種の動態について解析し、典型的な plankton feeder であるサンマ資源との関連を考察した。

東北海域の表層水温は季節的变化が大きく、どの水域でも冬と夏では15℃以上もの差があるが、100m層水温分布のパターンは1年を通じて比較的变化が少ないので、親潮前線に相当する100m層5℃以下を親潮水域、黒潮前線を指標する15℃以上を黒潮水域、それらの中間を混合水域とに区分して、動物プランクトンの動態を把握する基準とした。

結果と考察： 東北水研で長年使用している丸特ネットと、大学・気象庁などの研究機関で使用している北太平洋標準ネットとの採集効率比較試験の結果、両ネットの採集量間には、 $Y = 0.95X + 0.29$ (g/net, $r = 0.942$) の直線関係があり、採集量に基本的な差が認められなかったため、北太平洋亜寒帯水域における動物プランクトン生物量の比較検討が可能であると考えられた。

40年間の調査期間中において、月別緯度経度1度柵目の平均採集量の分布は、1～3月には150° E以西の常磐水域で1 g/net以下の少量であった。4月以降9月までは東北海域の全域において平均採集量が増加し、5～8月には10 g/net以上が三陸～北海道東～南千島沖水域で広く見られたが、10月以降その範囲は縮小され、採集量も少なくなった。1973年5月の常磐～三陸沖の160° Eに及ぶ広域調査で、採集点ごとの動物プランクトン量は、38° N線以北の100m層5℃以下の冷水域に多く、15℃以上の暖水域で少なかった。1986年9月の145° E線南北縦断調

脊では、親潮前線以北の採集点で多く、混合水域、黒潮水域では少ないなど、動物プランクトン採集量は環境条件を反映していることが明らかとなった。

採集点の水温範囲は、0.1~24.8℃であったが、1℃階級ごとの現存量 (g/m^3) は、0.1~1℃の34.1 g/m^3 を最高値として、採集水温が上がるにつれて傾斜的に減少し、1~5℃で16.6 g/m^3 、5~10℃で9.8 g/m^3 、10~15℃で6.2 g/m^3 、15℃以上では5.8 g/m^3 と低水準であった。親潮、混合、黒潮水域における採集点ごとの現存量の頻度分布は、親潮水域では20 g/m^3 以上の多量採集点が50%を占め分布密度が高かったのに対し、黒潮水域では20 g/m^3 以下の点が大部分(97%)で分散分布していた。混合水域では20 g/m^3 以下が78%、それ以上が22%であった。

東北海域における動物プランクトン現存量の季節変化は、初夏の5月に極大期が認められた。親潮水域では40年間に5月と6月に現存量のピークが出現する年は80%に達し、初夏の増殖が顕著であった。この水域では5月の平均現存量40 g/m^3 から8月頃まで20~30 g/m^3 の高水準が続いたが、混合、黒潮水域では5月のピーク(16と9 g/m^3)から夏に減少し、11月頃に小さな山となる季節変化を示した。このように東北海域では、親潮冷水域と黒潮暖水域で動物プランクトンの増殖パターンに違いが見られた。

親潮水域における40年間にわたる長期変動の中で、3つの高水準期すなわち第Ⅰ期(1956~1962年、平均16.5 g/m^3)、第Ⅱ期(1965~1978年、21.0 g/m^3)、第Ⅲ期(1987~1989年、16.3 g/m^3)が検出され、平年偏差からみてもこの変動傾向は明瞭である。混合水域では全期間を通じて漸増傾向から漸減傾向にあり、黒潮水域では6 g/m^3 前後の低水準で変動は少なかった。

146°E以西に特定した近海水域において、1964~1990年の6月、100m層の親潮、混合、黒潮区域それぞれの占有面積(km^2)と各現存量(g/m^3)の積で求めた動物プランクトン生物量は、親潮域で平均 $1,731 \times 10^3$ トン、混合域で $1,857 \times 10^3$ 、黒潮域は 299×10^3 トンであり、全域では平均 $3,889 \times 10^3$ トン($1,933 \sim 5,358 \times 10^3$ トン)となる。なお、この特定区域の面積は東北海域全域の $\frac{1}{5}$ 程度であるから、総量としては過少評価されている。親潮域における生物量の経年変動は、現存量長期変動のⅡ期とⅢ期に平行しており、混合域においても同様な傾向が明らかにされた。各区域における生物量は、現存量(g/m^3)と高い相関($r=0.845$)がみられたが、占有面積とは必ずしも比例しなかった。

同定された動物プランクトンは259種に及んだが、出現個体数順位でかいあし類を主体に56種を主要種とした。最も大型の*Calanus cristatus*に換算した1個体の体重比から求めた順位は、*Calanus finmarchicus*、*Calanus plumchrus*、*Eucalanus bungii*、*Metridia pacifica*、*Calanus helgolandicus*、*Themisto japomica*となる。個体数順位で第1位(5,886個体/net)の*Paracalanus parvus*も*Calanus cristatus*の24個体分に過ぎず、生物量としては低位

であった。これら7種は全て親潮系冷水性種であるが、とくに *Calanus cristatus* および *Calanus plumchrus* は、現存量の5月のピーク以降は東北海域の北部全域に分布し、夏から秋にかけて北海道東～南千島の近海水域で、サンマを始め回遊性小型浮魚類の漁場域に広く分布することが明らかにされた。

本州南東の黒潮流域で生まれたサンマは、稚幼魚期を過ごす常磐沖水域では暖水性小型かいあし類を餌としているが、北上期の未成魚、成魚になると前線を越えて親潮水域に回遊し、摂餌種も冷水性の大型種を利用ようになる。北海道東沖におけるサンマの餌料種は、消化管内の出現状態から *Calanus plumchrus* と *Calanus cristatus* が最重要種であり、これら大型種は東北海域の北部水域において、5月以降秋にかけて高水準の現存量を維持し、分布域も一致することから、サンマにとって不可欠の餌料プランクトンであることが明らかにされた。

北上回遊期のサンマ未成魚の成長と、南下期に漁獲物の主構成群となる中型魚までの増重量から、食物転換効率を10%と仮定して索餌水域におけるサンマの動物プランクトン消費量を算定すると、1979～1985年では平均155万トンとなり、この期間の年平均漁獲量21.9万トンの約7倍を消費したと推定された。

東北海域におけるサンマ漁獲量の長期変動は、親潮水域の動物プランクトン生物量の長期変動傾向と同調し、この水域における動物プランクトン特に *Calanus cristatus* など7種の重要種が、索餌水域においてサンマ資源を支えることが明らかにされた。

この研究では、水産資源の動態解析において、動物プランクトンの種構成および生物量の変動と、それを利用する例としてサンマ資源との関わりが明らかにされ、海洋における生物生産のメカニズムを解明するための示唆が得られた。

学位論文審査の要旨

主 査 教 授 箕 田 嵩

副 査 教 授 尼 岡 邦 夫

副 査 教 授 島 崎 健 二

本研究は1951年から1990年まで40年間にわたり、わが国の東北海域における動物プランクトンの現存量の動態を調べ、海域による特性を明らかにするとともに、長期変動、さらにこの海域に回遊する浮魚資源のひとつであるサンマの食性との関連について論述したものである。東北海域

は北太平洋における回遊性浮魚類の漁業生産の高い海域であり、その生物生産構造の解明は水産学的に重要な課題である。

東北海域は南に黒潮、北に親潮があり、この2つの海流に夾まれこ広大な移行域の3水域からなり、生物層は熱帯から寒帯まで多様性に富んでいる。これらの水域は、海洋学的に季節的变化が少ない水深100m層の温度で区分され、親潮水域は5℃以下、黒潮水域は15℃以上と規定され、本研究ではこの水温区分を用いている。40年間にわたる動物プランクトンの採集は、東北区水産研究所が定常採集として用いた丸特ネットによって、深さ150mから海表面までの鉛直採集試料17,242点からなり、現存量と主要動物プランクトン種の動態を明らかにした。

東北海域では動物プランクトン現存量の季節的变化が明瞭で1～3月は極めて少ないが、5月には最大となり、特に黒潮水域では40 g/m²に達し、8月頃まで現存量の高水準が続くことを明らかにした。混合域ならびに黒潮水域では5月にはそれぞれ16 g/m²と9 g/m²で、やや多くなるが親潮水域に比べて少なく、現存量の季節的变化は小さい。しかし、混合水域ならびに黒潮水域では、親潮水域とは異なって、現存量は秋季にやや増加することを明らかにした。このことは従来部分的に知られていたことではあるが、長期間にわたる結果から明らかにしたことは、熱帯から寒帯にいたる海洋生物の食物連鎖、さらに生活史を考えるうえで重要な知見である。

東北海域の動物プランクトン量の40年にわたる長期変動から親潮水域では1956～1962（第1期）、1965～1978年（第2期）、および1987～1989年（第3期）に高水準期があり、特に第2期は期間が長く平均現存量も21.0 g/m²と著しく高い。混合水域ならびに黒潮水域では現存量の季節的变化は少なく、また長期変動の周期は親潮水域とは異なって不明瞭で、かつ連動していないことを明らかにした。

動物プランクトン現存量が多い6月について、周年にわたる試料が充実している東北沿岸域について親潮水域ならびに黒潮水域のそれぞれの占有面積を100m水温分布から求め、親潮水域、混合水域および黒潮水域の現存量特性を明らかにし、東北沿岸域ではわずか20%程度の占有面積の親潮水域が60%程度を占める混合水域とほぼ同程度の動物プランクトン現存量となり、親潮水域の高い生産性を明らかにし、回遊性魚類の索餌場としての親潮の重要性を指摘している。

東北海域から動物プランクトン259種を見だし、出現個体と体重量から *Calanus cristatus*, *C. finmarchicus*, *C. plumchrus*, *Eucalanus bungii*, *Metridia pacifica*, *Themisto japonica* など親潮水域から混合水域にかけて分布する種が現存量の多寡に主要な位置を占めていることを明らかにするとともに、動物プランクトン量が生涯動物プランクトン捕食者であるサンマの北上索餌回遊と南下産卵回遊と密接な関係をもつことを指摘している。本研究で春から秋までの期間におけるサンマの成長からプランクトン捕食量を推定し、資源量と動物プランクトン量の長期変

動との関係を明らかにすることを試みている。

提出された論文は動物プランクトンの生態分布にとどまらず、餌生物として漁業生産との関連を明らかにしようとしたもので、水産学の発展に大きく寄与するものであり、同時に提出された28編の参考論文の評価と併せて、審査員一同は本論文提出者が博士（水産学）の学位を受ける資格があると認定した。