

氏 名(本籍)                   こ           たに           ゆう           いち  
                                  小           谷           祐           一

学位の種類                   博     士   (   農   学   )

学位記番号                   農     第   7   0   7     号

学位授与年月日               平 成 18 年 3 月 2 日

学位授与の要件               学位規則第 4 条第 2 項該当

学位論文題目                 親潮域における動物プランクトン生物量と植食性橈脚類  
                                  の脂質蓄積に関する研究

論文審査委員               (主 査)   教 授   谷 口     旭  
                                 (副 査)   教 授   南       卓 志  
                                  教 授   松 田   一 寛  
                                  助教授   遠 藤   宜 成

# 論文内容要旨

## 【はじめに】

親潮域はサンマやマイワシ等の多獲性小型浮魚類及び底魚類等の索餌海域であり、それらの漁場形成や資源量変動に影響する餌料動物プランクトン生物量の変動に関する研究は重要である。この親潮域における低次生物生産の特徴は、表層域における高い基礎生産、高い生態効率と生物量の大きな季節変化であり、特に植食性橈脚類による脂質蓄積の機能は、基礎生産の季節的振動の吸収や高次生物へのエネルギーの受け渡し等において重要な役割を果たしている。また、親潮の物理学については、近年、深層に至る直接測量が可能となり、総合的かつ広範な観測調査が実施され、その流速、流向や流量等に関する多くの知見が得られた。

そこで本研究では、1) 親潮の流れに沿った動物プランクトン生物量の季節変化、及び2) 植食性橈脚類による脂質蓄積の諸特性を明らかにすることを目的とした。さらに、3) 夏季の親潮上流域から索餌域へ供給される動物プランクトン生物量、ならびに親潮潜流が植食性橈脚類の脂質という形で親潮域の生産物を亜熱帯海域へ輸送する量を試算した。

## 【動物プランクトン生物量の季節変化】

東北区水産研究所による動物プランクトン生物量データ（1951～1994年）と北海道大学練習船の北星丸（1958～1965年）及びおしよる丸（1957～1962年）による調査資料を用いた。37～47°N, 140～160°Eの西部北太平洋域でかつ親潮指標水温（Kawai 1972）以下の水温域のデータを選別後、緯・経度30分升目毎に4～10月の旬毎に表面水温（T0）、100m深水温（T100）と生物量（湿重量 mg/m<sup>3</sup>）の平均値を算出し、さらに親潮内側、親潮、親潮外側に分別した。また、動物プランクトン分類群別に優占出現順位別の組成と月別の生物量比を求めた。

その結果, 1) 親潮内側, 親潮, 親潮外側の3水域を比較すると, プルーム (生物量  $300\text{mg}/\text{m}^3$  以上) の規模は, 親潮域で最も大きいことが判明した. また, 2) 親潮域における動物プランクトン生物量は, 表面水温が  $10^\circ\text{C}$  台に上昇すると急激に減少するが, これは表層が生物量の少ない暖水で覆われること, 被食及び深層への移動によると推定された.

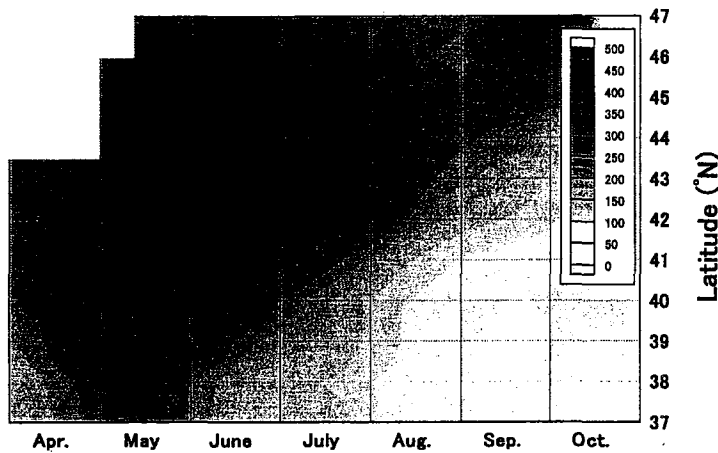


Fig. 1. Seasonal changes of zooplankton biomass (wet-weight,  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) in the Oyashio current area.

3) 親潮域における動物プランクトン生物量の増加速度は5月に最も高いこと及び流速によって生物量の増加と減少のパターンが変化することが明らかになった. さらに, 4) 親潮域では大型橈脚類の優占出現順位の割合が最も高く, 各月の平均では全動物プランクトン生物量の約 78% を占めていることが明らかになった (Fig. 2).

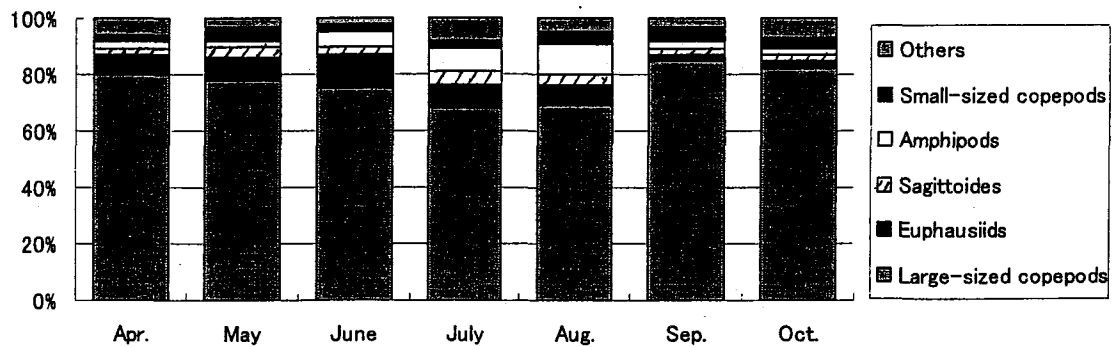


Fig. 2. Monthly changes of the volume composition of the zooplankton groups obtained from the 470 samples collected in the Oyashio waters in 1993 and 1994 excluding those dominated by gelatinous organisms.

## 【植食性橈脚類における脂質蓄積】

1988年6月の2測点と1988年10月の2測点においてロゼットネット  
で水深1,000 mから層別に採集した試料を用いた。主要な植食性橈脚類  
の脂質を、分析機器イアトロスキャン TH10-MK3による水素炎イオン化法  
で分析した (Table 1)。

Table 1. Lipid content and composition of calanoid copepods collected at stations SY88-9-19 and SY88-9-21.

Species	Stage <sup>*1</sup>	N <sup>*2</sup>	TLC <sup>*3</sup>	%TLC <sup>*4</sup>	%WE <sup>*5</sup>	%TG <sup>*5</sup>
<i>Neocalanus flemingeri</i>	F	8	20-650	10-68	79-88	0-10
<i>N. flemingeri</i>	CV	6	120-850	25-70	79-95	0-4
<i>N. cristatus</i>	CV	7	550-2,280	28-62	80-92	0-5
<i>Eucalanus bungii</i>	F	6	210-680	12-38	3-8	70-82
<i>E. bungii</i>	CV	8	140-320	18-42	0-5	78-92
<i>Pseudocalanus minutus</i> <sup>*6</sup>	F	1	2	41	82	5
<i>Metridia pacifica</i>	F	6	50-110	22-56	66-80	8-15
<i>M. okhotensis</i>	F	5	120-350	46-68	78-88	5-12
<i>Pleuromamma abdominalis</i>	F	4	40-150	26-51	3-12	78-92
<i>Acartia omorii</i> <sup>*6</sup>	F	1	1	28	22	68

\*1 : F; adult female, CV; copepodite fifth stage    \*2 : N; number of specimens

\*3 : TLC; total lipid content (µg/animal)    \*4 : %TLC; TLC/dry body weight of animal

\*5 : %WE; wax esters/TLC, %TG; triglycerides/TLC    \*6 : 30 individuals per extraction

その結果、1) 脂質含量及びその体乾重量比では個体差が大きい  
が、主要成分であるワックスエステル含量比またはトリグリセリド含量比の  
変動幅は小さいこと (Table 1) 及びこれまでの知見から、脂質組成は種  
特異的であることが推察された。また、2) 表層に分布する個体では、  
いずれの種も5月に脂質蓄積量が高くなる傾向があった。一方、9月には  
表層に分布する個体で脂質蓄積量の変動幅が大きくなり、かつ深層に

分布する個体で脂質蓄積量が多くなる傾向があった。なお、表層に分布する個体の平均的な脂質蓄積量は、4月には体乾燥重量の42%、5月には48%で最も多くなり、9月には33%に減少した。さらに、4) ワックスエステル含量比の高いグループ (WEG) とトリグリセリド含量比の高いグループ (TGG) の存在を日本周辺海域で初めて明らかにした (Table 1)。なお、これらのグループ間で産卵生態及び摂餌生態、オイルサックの有無に違いがあり、生態や生活史と脂質組成に関連があることが推察された (Fig. 3, Fig. 4)

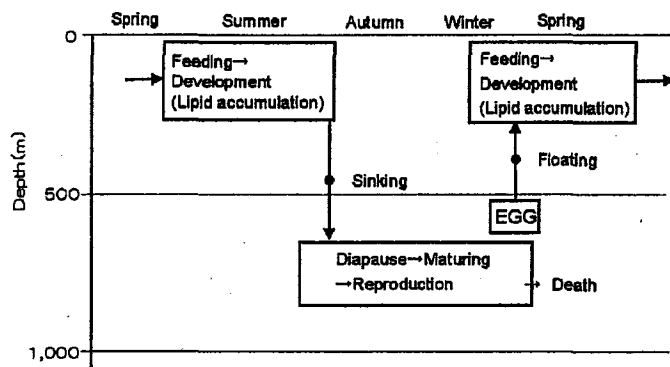


Fig. 3. Schematic illustration of life cycle of the cold water copepod species, such as *Neocalanus cristatus* that belong to WEG (wax esters group) which accumulate lipids mainly as wax-esters for over-wintering.

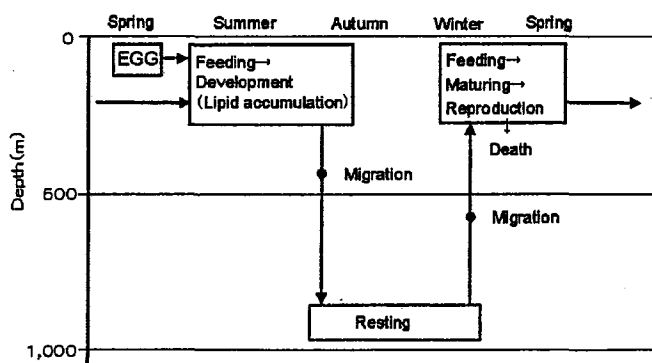


Fig. 4. Schematic illustration of life cycle of the cold water copepod species, such as *Eucalanus bungii* that belong to TGG (triglycerides group) which accumulate lipids mainly as triglycerides for over-wintering.

#### 【親潮潜流による動物プランクトンの輸送】

目的変数：1,000-0 m 生物量 (湿重量  $g/m^2$ )，説明変数：T0, T100 及び 150-0 m 生物量 (湿重量  $g/m^2$ ) として、重回帰分析により 150-0 m 生物量から 1,000-0 m 生物量への変換式を得た。また、目的変数：月別

の乾重量 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) , 説明変数 : 月別の T0, T100 及び湿重量 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ ) と  
して, 同様に重回帰分析により湿重量から乾重量への変換式を得た.

これらの式をもとに, 親潮の流速を  $20 \text{ cm}/\text{sec}$  と仮定して, 平均生物  
量 ( $\text{DW}=14.3 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) と親潮の平均流量 ( $\Delta V$ )  $18.7\sim 70.0 \text{ Sv}$  から, 6  
~ 7月に親潮上流域から供給される総生物量(TDW) を試算した.

$$\text{TDW}=\text{DW}\times\Delta V\times 60 \text{ days}=1.39\times 10^6 \text{ tons}\sim 5.19\times 10^6 \text{ tons}$$

また, 親潮潜流の流量 ( $\Delta v$ )  $5.0\sim 10.0 \text{ Sv}$  と  $37\sim 37.5^\circ \text{ N}$  における  
各月の生物量 (MDW) から, 4~10月に黒潮域に輸送される生物量 (TTDW)  
を試算した.

$$\text{TTDW}=\int_4^{10} \text{MDW}\times\Delta v\times 30 \text{ days}=2.26\times 10^5 \text{ tons}\sim 4.52\times 10^5 \text{ tons}$$

さらに, 全動物プランクトン群集に占める大型橈脚類の平均生物量比  
を 78%, 大型橈脚類の平均脂質含量を体重比 48%として, 4~10月に黒  
潮域に輸送される総脂質量 (TTLW) を試算した.

$$\text{TTLW}=\text{TTDW}\times 0.78\times 0.48=0.85\times 10^5 \text{ tons}\sim 1.69\times 10^5 \text{ tons}$$

その結果, 親潮潜流によって黒潮域へ輸送される動物プランクトン生  
物量は, 夏季の親潮上流域から供給される総生物量(TDW)の  $1/3\sim 1/23$   
に相当すると見積もられた. また, 親潮潜流によって運ばれた後にも,  
WEGは成熟して体内に蓄えられた脂質の多くは卵へ移行し, 亜熱帯海域  
の表層へ浮上すると考えられる. また, TGGは表層域へ浮上することな  
く死亡するまたは被食されると考えられる. ワックスエステル及びトリ  
グリセリドの比重はそれぞれ 0.86 及び 0.92 であることから, 大型橈脚  
類に蓄積されて亜熱帯海域に輸送された総脂質量 (TTLW) の多くが,  
産卵または個体の死亡等により上層に供給され, 生物生産に寄与してい  
ると推察した.

## 論文審査結果要旨

親潮域は本邦近海随一の好漁場であり、それは餌となる豊富な動物プランクトンとりわけ植食性橈脚類の存在に基盤を置いている。その植食性橈脚類にみられる顕著な脂質蓄積の生態は、激しい基礎生産の季節変動を平滑化して魚類へ効果的に有機物を転送する仕組みとなっていると考えられるので、植食性橈脚類の現存量と脂質蓄積の研究は極めて重要である。その考えの下に、本研究では、1) 親潮とその隣接水域における動物プランクトン生物量の分布とその季節変化、2) 植食性橈脚類の脂質蓄積の特性、3) 親潮および親潮潜流による動物プランクトンの輸送量が究明された。

主な解明点は、動物プランクトン生物量は親潮域で最大であり、その増加率は5月に大きく、表面水温が10℃を超えると急激に減少すること、その生物量の増減が親潮流に支配されていること、中でも大型の植食性橈脚類の優占度は高く、年間平均して全動物プランクトン生物量の約78%を占めることなどである。その植食性橈脚類においては、個体によって脂質蓄積量に変化するものの、脂質に占めるワックスエステル比とトリグリセリド比は種特異的に安定していることをはじめ明らかにするとともに、表層分布個体の脂質蓄積量は全種とも5月に最大で、9月には分布深度が深くなるにつれて蓄積量が多くなる傾向があることを明らかにした。また、ワックスエステル蓄積種とトリグリセリド蓄積種とでは脂質蓄積様式、産卵および摂餌の生態が異なることを発見し、種の生活史戦略が貯蔵脂質組成の差に現われていると推察した。さらに、親潮流による動物プランクトンの輸送量に関して、特に親潮潜流による亜熱帯海域への輸送量を総脂質量で指標すると夏季の7ヶ月間で $0.85\text{--}1.69 \times 10^5 \text{ tons}$  になり、これがその後卵となって亜熱帯表層へと供給され、生物生産に寄与すると推察した。

以上の成果は、わが国の漁獲量の主要部分を占める多獲性浮魚類の漁場形成や資源変動の支配要因としての「親潮域における動物プランクトン」の重要性を示唆するものであり、国連海洋法下における水産資源の利用、配分、管理にとっても重要な基礎知見であると認められる。よって審査委員一同は、本研究が博士（農学）の学位を受けるに値するものと判断した。