

## 霞ヶ浦・北浦におけるプランクトンの動態 II.

### 動物プランクトン個体数の長期的変動

松原 尚人

#### 1. はじめに

近年の霞ヶ浦、北浦では、漁獲量の減少が著しく、ピーク時（1978年）約15,000トンあったものが、1992年では約3分の1の5,000トン程度となっている。

この間は霞ヶ浦、北浦の夏季に優占する藍藻類の組成に大きな変化がみられる期間でもあり、夏季以外にも藍藻が優占する場合も多くみられている（松原ら、1993）。これは霞ヶ浦の生態系に変化が現れていることを示唆するものと思われ、水産資源の生産過程に無関係なものではないと思われる。

こういった状況から、前報では近年の動物プランクトンの季節変動について報告した。本報告では、これまで資料として報告するに停まっていた動物プランクトン個体数に関する資料から湖心の三又定点の値を例にとり、1978年来現れている特徴について若干の考察を加える。

個体数または現存量の変化から推論できることには限界があろうが、近年みられる漁獲量の大幅な減少を解析する材料として行きたい。

#### 2. 用いた資料および動物プランクトン採集方法

1978年から1992年の動物プランクトン個体数資料について、1978~1981年度は岩崎（岩崎、1979；岩崎、1980；岩崎、1981）、1982~1984年度は高木（高木、1983；高木1984；高木、1985）、1985~1987年度は中村（中村、1986；中村1988；中村、1990）、1988~1990年度は浜田、野内（浜田・野内、1991）、1991~1993年度については松原（松原、1992；松原、1993；松原、本報告書）による資料を用いた。

用いた資料を単位体積あたりの数値に換算するに当たっては、同報告の霞ヶ浦・北浦湖沼観測報告欄に記載された水深を用いた。ただし、一部不明な点があったため、それについては、前後の数値から推定した値を用いた。また、これまでの報告の中に、ネットによる濾過効率について検討したものもあるが、ここでは全て効率100%として計算した。

動物プランクトンの採集方法については前報（I. 動物プランクトン相の季節変動）と同様であり、NXX13のプランクトンネットを湖底上1mの地点から表層まで曳行することによっている。また、同定は属レベル以上で行っている。

#### 3. 各種動物プランクトン密度の経年変化について

本報告で示す期間は、前述したように、霞ヶ浦の藻類組成に大きな変化が見られた期間に相当す

る。すなわち、1978年頃には霞ヶ浦全域で*Microcystis*の大増殖がみられることもあったが、その後は、*Oscillatoria*の優占が目立ち、次いで*Phormidium*が優占することが多くなっている（外岡ら、1990）。現在では、冬期も含め、*Oscillatoria*か*Phormidium*が優占することが多く、1992年から1993年にかけての冬期には、*Raphidiopsis*の大増殖がみられている（松原ら、1993）。

図1は、得られた結果から動物プランクトン個体数をワムシ類、橈脚類のnauplius幼生、橈脚類、枝角類の4つのグループに分け、合計値と共に個体数の推移を示したものである。これをみると、ワムシ類はスパイク状の増大期が認められ、全く出現の見られない季節が多い。年による差も激しいが、経年的な増減の傾向はみられない。ただし、ここでやっている調査は月に1回ないし2回であるため、ワムシ類のライフサイクルから考えた場合、ピークをとらえられなかった可能性が多分にある。ここで使用しているプランクトンネットの場合、小型のワムシ類の中には網目から抜け落ちるものも多いと思われるが、おおまかにみてワムシ類は少ないものと言えよう。

nauplius幼生と橈脚類は周年出現がみられ、比較的夏季に多い場合が多い。これは、nauplius幼生とCyclopoid Copepodaが周年見られるのに加えCalanoid Copepodaが夏季に集中して出現していることを反映しているものと思われる。ただし、1990年では夏の個体数が極端に低く押さえられている。枝角類についてはどの年も夏季を中心に増大がみられ、その間の種としては*Diaphanosoma* sp.と*Bosmina* spp.である。

経年的変化としてみた場合、枝角類が1984年前後で比較的多いという傾向がみられるが、その他でははっきりとした傾向はみられない。

このように、動物プランクトンの経年的な変化には、採取数の少ないワムシ類を除き、特徴的な変化は認めづらい。

しかしながら、その季節変化には若干の違いが出ている。前報告では1991年から1993年の動物プランクトンの現存量の推移は二山型であるとしたが、この図をみると、二山型は過去においてはそれほど多くなく、比較的明瞭なものとしても、1979年、1984年、1989年といったところとなる。また枝角類の増殖を伴った二山型は1984年と1992年のみ顕著となっている。

#### 4. 動物プランクトン密度とイサザアミ量との関係について

前報で、6月から7月ころの動物プランクトンとイサザアミ量に増減の対応関係がみられるということに触れた。

1978年からのデータを見ても、この季節の個体数は非常に少なくなっていることがみてとれる。図2には、内水試調査資料から、1986年来行っているソリネットによる湖心付近のイサザアミ採捕数を示した。これをみると、程度差は大きいものの、やはり6月付近にピークが見られる場合が殆どである。

この値を用いて、6月から7月のイサザアミと動物プランクトンとの関係を動物プランクトンのグループ別に示したものが図3である。はっきりとした関係みられないが、動物プランクトン個体数の

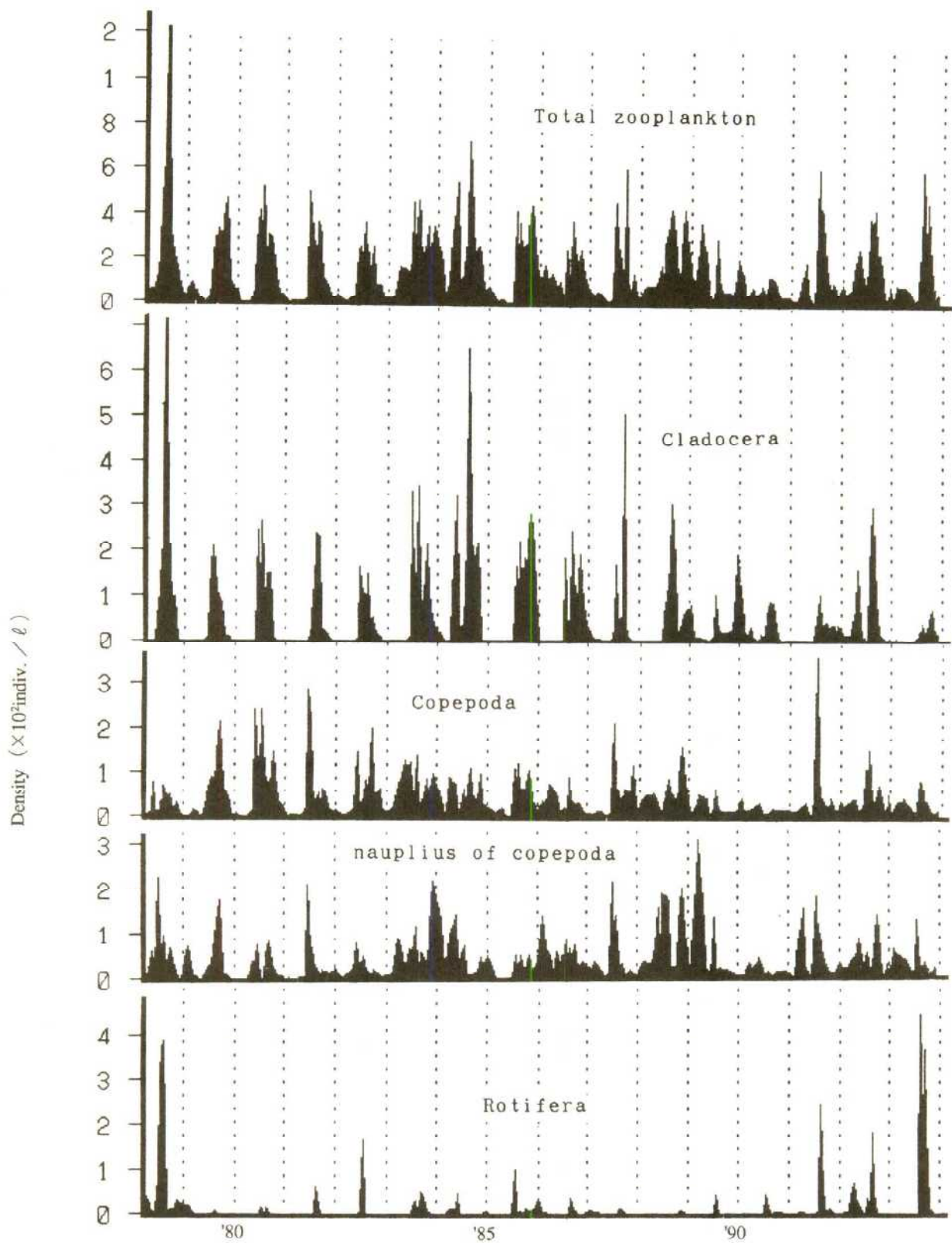


図1 霞ヶ浦三又定点における、動物プランクトン密度の変遷 (1978—1993)

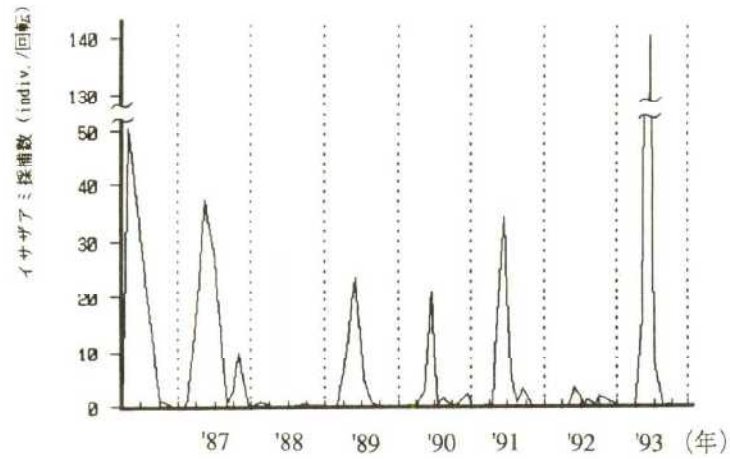


図2 ソリネットによる濾水計単位回転数あたりのイサザアミ採捕数の変化  
(当試験場資料より作図 三又定点付近1986-1993)

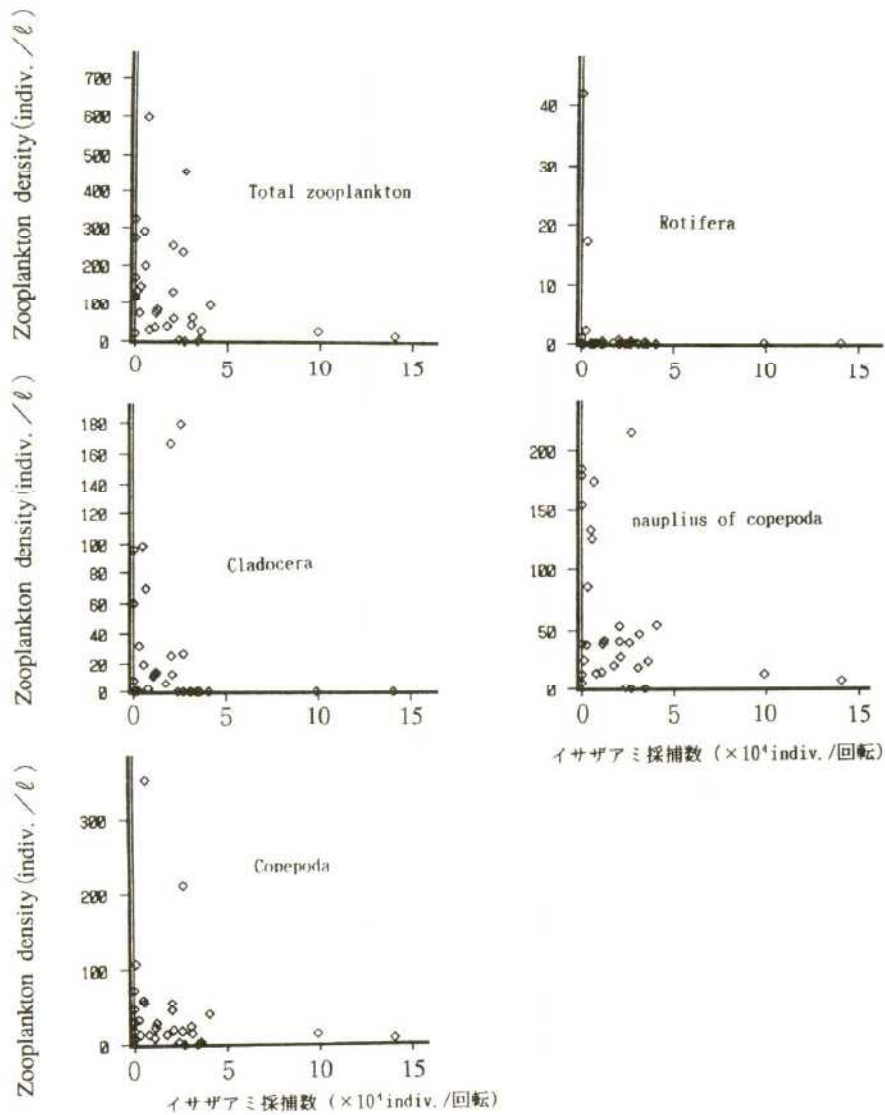


図3 6-7月のイサザアミ採捕数と動物プランクトン密度の関係

多くなっているのはイサザアミが少ない時となり、両者共に多くなる場合はみられないことがわかる。その傾向はワムシ類においてより顕著であった。この関係が逆相関の関係となっていないということは、イサザアミ量が即動物プランクトン密度を規定するものではないことを示しているものでもあると思われるが、少なくともイサザアミが多い場合に動物プランクトンの大量の出現はみられないことがわかる。Hanazato and Yasuno (1987) や Hanazato and Aizaki (1991) は、秋と春、または秋から春の枝角類の生物量がイサザアミによって抑えられることがあると見られることを指摘しているが、図4-aのように11月から翌4月のイサザアミと動物プランクトンの関係をみた場合にも、両者共に多くなるということはみられず、これは、動物プランクトン組成が安定しているとされる夏期の8月から10月についても同様であった(図4-b)。

イサザアミによる動物プランクトンの直接の捕食量を推定した報告は見当たらないが、動物プランクトン群集の動態を見る場合にイサザアミを一つのキーとして見ていく必要はあろう。

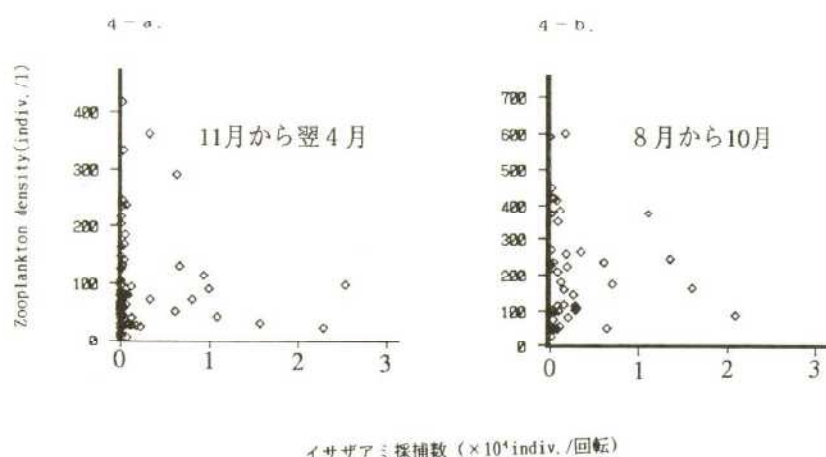


図4 11月から翌4月(a)及び8月から10月のイサザアミ採捕数と動物プランクトン密度の関係

## 5. 月別にみた動物プランクトン密度の推移について

動物プランクトンの量組成の季節変化に年による差がみられることは前報でふれた。それは年毎の物理化学的環境や生物的環境の違いを大きく受けたものと推察されるが、ここでは、長期的に見た場合に見られる傾向について考察する。

図5は4つのグループに分けた動物プランクトン密度の推移を月別に示したものである。調査を月に2回行っている場合はその平均値を、欠測となっている場合は、その前後の値から推定した値を用いた。

この図では、年による増殖期の早まりや遅れ等の点から傾向が見ずらくはなると思われるが、naupliusでは、1983、4年ころから春期の量が多くなっているようである。橈脚類では春期に増加傾向と、9月、10月ころの減少傾向が認められる。枝角類では7月前後で減少傾向がみられるようであり、

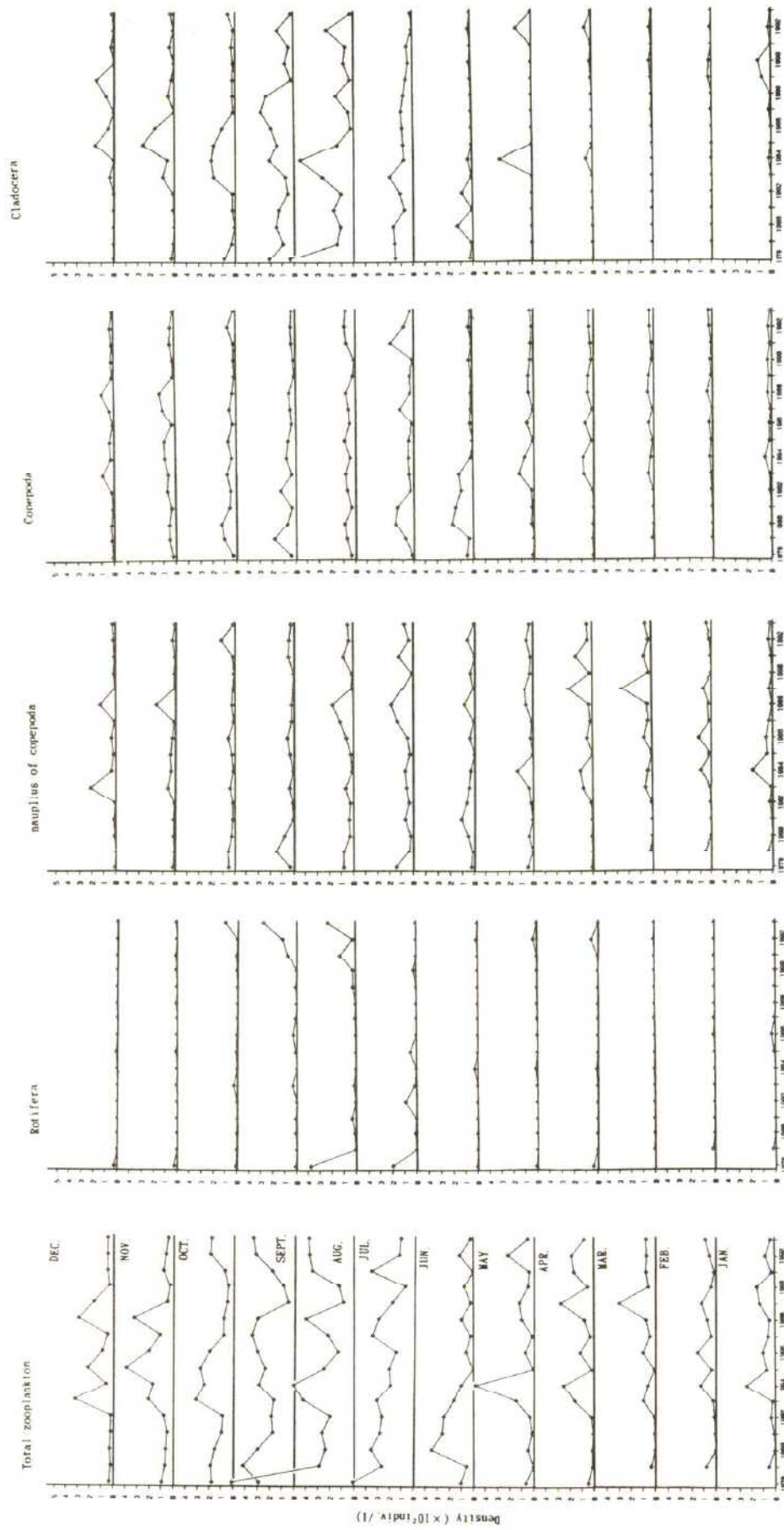


図5 月別にみた、動物プランクトン密度の経年変化。

図5 月別にみた、動物プランクトン密度の経年変化

枝角類の10月以降では1985年前後に特徴的な高まりが認められる。また、この図では示していないが、1987年頃からは*Daphnia*の出現がみられている。

このように幾つかの点で月ごとの推移の特徴がみられたが、これは、近年の藻類組成等の不安定さ（松原ら、1993）と比較した場合、*Daphnia*の出現を除けば、むしろ、大きな変化は出ていないといった見方をした方が適当であるのかもしれない。

ただし、例えば*Bosmina* 2種に*Microcystis*を介した競合がみられる（Hanazato et al.,1984）等のことから、藻類組成に変化が大きい現在、種レベルでは変化が現れている可能性がある。

## 6. 季節変化の特徴について

動物プランクトン量組成の季節変化には年による変化が大きくなっているが、ここでは、過去約15年間の資料から、季節変化の特徴について触れる。

図6は半月毎の動物プランクトンの個体数を、1978年から1993年の平均値として示したものである。月に1回の調査の場合もあるため、そこでは、前後の値から求めた数値を使用した。

これをみると、一つまたは二つとみられる明瞭なピークが夏季にみられる。先にも触れたが、このピークは*Diaphanosoma*とCalanoid Copepoda、また*Bosmina*によって特徴づけられるものである。図では上段に変動係数（CV）も併せて示したが、枝角類と橈脚類、特に枝角類の数値は、他の季節が高いのに対し、この季節になって急激に低下している。

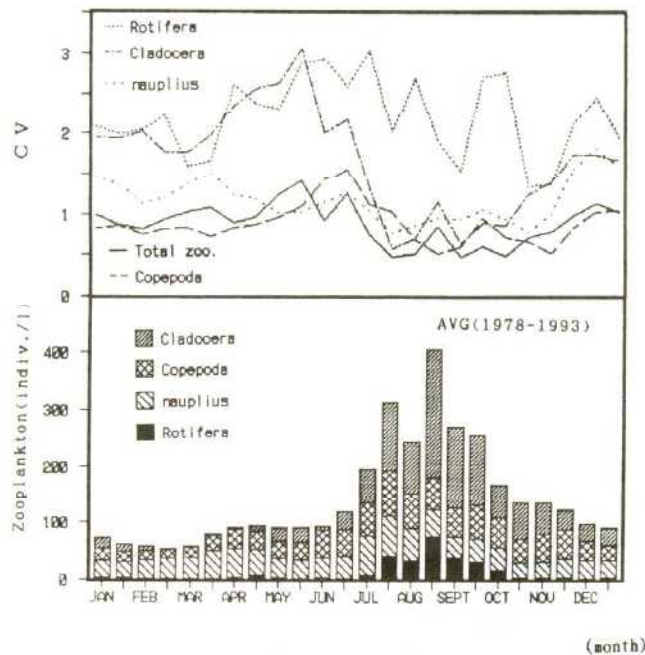


図6 半月毎の平均値としてみた動物プランクトン密度、及びCV値の季節変化

藍藻類は、湖の生態系の生食食物連鎖から外れているものと推察され、ほとんどの場合で藍藻類は動物プランクトンの増殖にネガティブに作用し、動物プランクトンによる利用はバクテリアを通したものであろうこと（花里による総説、1989）や、ある濃度以上のMicrocystisがDiphanosoma brachyurmの同化速度を低下させること（Hanazato and Yasuno, 1988）がわかっている。このことを考慮した場合、夏季に優占する藻類の組成に変化がでてきているにもかかわらず、この季節の動物プランクトン量が比較的安定しているという理由には、夏季は他の季節と比較して藻類の影響を受けずらい、すなわち、藍藻類はこれらの直接の餌とはなっていない、ということが考えられる。また、夏の個体密度が他の季節に比べて2倍以上に上昇するという事は、水温の上昇するこの季節に腐食食物連鎖系が発達していることを示唆するものと思われる。

ワムシ類は周年高いCV値をとっているが、この理由はワムシ類の個体数が少なく出現がスパイク状である為であろう。

枝角類のCV値は夏季に低下しているのに対し、春期は高い値となっている。これは先に述べた個体数の二山がたのピークと関係するものと思われる。

## 7. 水産資源の生産過程と動物プランクトンについて

Hjort以来、海産魚の初期減耗を資源変動の主要因として位置付ける見方があるが（田中、1980）、この考えを霞ヶ浦の資源変動の解析に持ち込むことは可能であろう。

初期減耗を引き起こす要因のなかで、動物プランクトンの占める位置は餌料や捕食者といった点で重要なものとなる。霞ヶ浦、北浦においては、動物プランクトンを介した資源変動の説明例は少ないが、佐々木（1981）はワカサギ漁獲量と春期のプランクトン密度の間に正の相関関係があることを認めている。また、捕食者といった点からは、春日（1982）が、室内実験においてイサザアミがワカサギ仔魚をよく捕食することを観察している。

表1は霞ヶ浦、北浦における主要な水産資源生物種の孵化時期を孵化直後の体長と併せて示したものである。

表1 霞ヶ浦における主要な水産資源生物種の孵化時期（内水試調査による）と孵化直後の全長

種名	孵化時期												全長(mm)
	JAN.	FEB.	MAR.	APR.	MAY	JUN.	JUL.	AUG.	SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	
ワカサギ			■	■	■								6
シラウオ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	5.1
ウキゴリ			■	■	■								4.1
ジュズカケハゼ			■	■	■								7.5
チチブ					■	■	■	■	■	■	■	■	3.3
ヨシノボリ					■	■	■	■	■	■	■	■	3.0~5.0
アシシロハゼ						■	■	■	■	■	■	■	3
イサザアミ			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	-
テナガエビ							■	■	■	■	■	■	-

\*：全長は原色日本淡水魚類図鑑より



初期減耗を資源変動の主要因とし、そこでの動物プランクトンの介在を考えた場合、実際の資源変動を動物プランクトンが左右する時期は、かなり限られた時期になるものと思われる。それは表にみられる孵化時期の短いものでより顕著に現れ、依存する生物種の図6で示したようなCV値が高いほど資源変動が激しくなるものと考えられる。しかしながら、霞ヶ浦・北浦では、この点からの解析はまだ十分に進んでいるとはいえず、今後の課題として残されている。

以上、霞ヶ浦における動物プランクトンの長期的推移の特徴について示してきたが、今後は植物プランクトンの挙動やそれとの相互関係、また、これらプランクトンの動態が具体的にはどのように資源生産に結びついているのかといった点からの解析が必要となろう。

## 引用文献

- 浜田篤信・野内孝則（1991）：資料 1988～1990年度霞ヶ浦のプランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第27号。
- 花里孝幸、1989：富栄養湖におけるラン藻と動物プランクトンの相互関係。Jpn.J. Limnol.,50, 1, 53-67.
- Hanazato, T. and M. Aizaki (1991) : Changes in Species Composition of Cladoceran Community in Lake Kasumigaura during 1986-1989: Occurrence of *Daphnia galeata* and Its Effect on Algal Biomass. Jpn. J. Limnol.,52, 1, 45-55.
- Hanazato, Takayuki and M. Yasuno (1987) : Characteristics of Biomass and Production of Cladoceran Zooplankton in Lake Kasumigaura. Jpn. J. Limnol., 48, S45-S57.
- 岩崎順（1979）：資料 昭和53年度の霞ヶ浦・北浦のプランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第16号。
- 岩崎順（1980）：資料 昭和55年度の霞ヶ浦・北浦のプランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第17号。
- 岩崎順（1981）：資料 昭和55年度の霞ヶ浦・北浦のプランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第18号。
- 岩崎順（1982）：資料 昭和56年度の霞ヶ浦・北浦のプランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第19号。
- 春日清一（1982）：イサザアミ (*Neomysis intermedia*) の食性と、その霞ヶ浦における生態的地位。国立公害研究所調査報告、第22号、139-147.
- 松原尚人（1992）：資料 1991年度の霞ヶ浦・北浦のプランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第28号。
- 松原尚人（1993）：資料 1992年度霞ヶ浦北浦環境調査結果（3）プランクトンについて。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第29号。

- 松原尚人・外岡 健夫・佐々木道也（1993）：近年の霞ヶ浦における植物プランクトンの発生特性について。平成3年度赤潮調査報告書。茨城県内水面水産試験場。
- 中村誠（1986）：資料 昭和60年度の霞ヶ浦・北浦のプランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第23号
- 中村誠（1988）：資料 プランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第24号
- 中村誠（1990）：資料 プランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第26号
- 佐々木道也（1981）：霞ヶ浦の最近におけるワカサギ（*Hypomesus olidus*）資源の動向について－Ⅱ 資源変動要因。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第18号
- 高木英夫（1983）：資料 昭和57年度の霞ヶ浦・北浦のプランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第20号。
- 高木英夫（1984）：資料 昭和58年度の霞ヶ浦・北浦のプランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第21号。
- 高木英夫（1985）：資料 昭和59年度の霞ヶ浦・北浦のプランクトン。茨城県内水面水産試験場調査研究報告第22号。
- 田中克（1980）：海産仔魚の摂取と生残。Ⅰ天然海域における食性。海洋と生物11. 2, 6,440-447.
- 外岡健夫・河崎正・喜多明・浜田 篤信（1990）：*Oscillatoria*および*Phormidium*を中心とする藻類の季節遷移について。平成元年度赤潮調査報告書。茨城県内水面水産試験場。