

琵琶湖の付着藻類群落の発達と季節変化

日 下 部 有 信

1. 緒 言

湖沼における生産者としての付着藻類の役割は重要である。Wetzel (1975)・Dykyjova & Květ (1978) はヨシ帯における付着藻類の生産量はヨシの生産量の50%に達すると報告しているし, Bohr et al. (1983) によると, 北ポーランドの湖沼では全生産量の45%を占めているという。また三浦他 (1980) によれば, ヨシ帯の付着藻類の純生産量はヨシ帯における植物プランクトンや底生藻類を含む全藻類の純生産量の89%~94%を占めているという。びわ湖においてはヨシ帯ばかりでなく水草帯のオオカナダモ・コカナダモ・エビモなどの沈水植物の表面にも藻類が付着しており, 中でもオオカナダモは四季を通じて繁茂しているために, 一年中付着藻類を生育させることができる。水草帯の沈水植物の表面積はしばしば同じ広さのヨシ帯の茎の表面積を上まわる。したがって水草帯の付着藻類もヨシ帯の付着藻類に劣らず湖沼沿岸部の生産者として重要な役割を果している。

ヨシ帯・水草帯の付着藻類は5月から10月にかけてヒメタニシその他の巻貝の餌となり, 一部は剝離して湖底に沈み, 二枚貝その他の底生動物の餌料にもなる。したがって付着藻類は湖沼沿岸部の生態系において極めて重要な位置を占めており, 水中の栄養塩類の吸収にも大きな役割を果している。

本研究はびわ湖の沿岸部における付着藻類の植生の状態を, 群落測度の測定による群落構造の解析によって明らかにすることを目的として行なったものである。まず付着藻類の群落はどのような形成過程を経て発達するものであるかを見るために, 木綿布を湖の水中に沈めて, その後111日間にわたってそこに付着藻類群落が形成されていく過程を調べ, その高さや被度の変化を顕微鏡切片にコドラーントを設定することによって調べた。この研究の一部

2 (日下部)

はすでに発表した（日下部, 1981 ; Kusakabe, 1988）が、今回はこの資料にさらに検討を加えた。次に、この顕微鏡切片によって群落測度を測る方法を用いて、ヨシ帯・水草帯の付着藻類群落の季節的变化をおよそ2年間にわたって調べた。

従来、湖沼や河川の付着藻類についての研究は少なくないが、それらの中の多くのものは出現種の記載を主とした分類学的要素の強いものである。生態学的研究はヨーロッパの湖沼や河川を対象としたものとして、古くは Butcher (1932, '40, '47) ・ Kann (1933, '41, '59) さらに Backhaus (1967, '68a, '68b) などがあるが、近年になって水質汚染との関連も加わってかなり多くの研究が報告されている。北アメリカの湖における付着藻類の季節変化についての Cattaneo (1978) ・ Cattaneo & Kalff (1978) の研究や、ガラス板につく付着藻類の生物量の季節変化を調べた Scheffler (1981) の報告、同じく生物量の季節変化についての Meulemans & Heinis (1983) の仕事、付着藻類群落を電子顕微鏡写真でみた Howard-Williams et al. (1978) 等があり、最近では、ヨシの茎の付着藻類の光合成と生物量の季節変化についての Meulemans (1988) などがある。

びわ湖の付着藻類についての報告としては、古くは湖底の珪藻土から珪藻の種類を調べた Skvortzow (1936) の報告があり、またヨシ帯の付着藻類の生産性とそれを左右する要因の解析を試みた三浦他 (1980)、湖水の動きの光合成能への影響を調べた Tanimizu et al. (1981)、付着藻類の現存量と光合成量に対するタニシの摂食の影響を報告した Higashi et al. (1981) などがある。しかし以上の各報告には付着藻類群落の構造あるいはその変化を詳しく論じたものはない。筆者は先に顕微鏡切片によるコドラート法で密度・被度などの群落測度を測定し、それらによってびわ湖の付着藻類の群落構造を解析した結果を報告した (Kusakabe, 1988) が、今回の報告ではその資料をさらに検討した。

この研究は滋賀県大津市下坂本の京大大津臨湖実験所構内のびわ湖沿岸部で行なったものである。本研究の調査とまとめにあたっては、滋賀県琵琶湖研究所の吉良竜夫所長および倉田亮博士・京大大津臨湖実験所の手塚泰彦所長・三浦泰蔵博士および中西正己博士に御教示をいただきなど大変お世話になった。ここに心から厚く御礼を申し上げる次第である。

2. 方 法

2. 1 木綿布の付着藻類の試料の採取と顕微鏡標本の作製

金属製の枠に古い木綿の布を水平に張るようにして糸で縫いつけ、水面下約20cmのところに沈めて、その布を1971年11月19日以後時間の経過とともに順次切りとり、その付着藻類をブラシでこすり落して、3000回転5分間の遠心沈澱量を測定し、それを 25cm^2 当たりに換算して現存量とした。これとは別に採取した木綿布をおよそ1cm四方の大きさに切って、固定・脱水し、パラフィンで包埋して、これをミクロトームで $50\mu\text{m}$ の厚さに切ってスライドグラスにはりつけ、顕微鏡用切片標本を作製した。このプレパラートを検鏡して、沈水後どのように付着藻類群落が形成され遷移していくかを調べた。

2. 2 オオカナダモの葉とヨシの茎の付着藻類の試料の採取と顕微鏡標本の作製

水草帯のオオカナダモの葉およびヨシ帯の生ヨシ（春成長したもので、前年の秋に枯れるが翌年4月までは生ヨシとして取り扱った）と枯ヨシ（前年の春成長したもので、前年の秋に枯れてその後1年半ほどは茎が水中に残っているので、5月からその翌年の4月まで枯ヨシとして取り扱った）の水深約10~30cmの部分の水中茎を1983年3月から1984年12月までの間毎月1回採取し、採取した資料は直ちにホルマリンで固定した。水草帯にはオオカナダモの他にコカナダモ・エビモなどが繁茂していたが、植物の種類が異なると付着藻類の種類が異なることがある（日下部, 1981）ので、四季を通じて水草帯に優占して出現するオオカナダモに限定して付着藻類の植生を調べた。

ホルマリン固定したオオカナダモの葉を1枚ずつ切り取り、また枯ヨシと生ヨシの茎の一部をおよそ1cm四方の大きさに切り、パラフィン包埋標本をつくる。この標本をミクロトームで葉や茎の表面に垂直な方向に $50\mu\text{m}$ の厚さに切ってパラフィン切片をつくる。この場合、オオカナダモの葉はどの方向にも容易に切ることができたが、ヨシの茎の場合は縦方向の繊維が硬いのでミクロトームの刃が茎の繊維と平行の方向に当るようにパラフィン包埋

4 (日下部)

標本をセットして切ることが必要であった。このパラフィン切片を使って2.1と同様の方法でプレパラート標本を作製した。

2.3 群落測度の計測

50 μm の厚さの切片標本について検討の結果、100 μm の長さのコドラート、つまり幅50 μm 長さ100 μm の矩形のコドラートを設定することにし、測微計を使って1試料当たり木綿布の場合は5コドラート、ヨシとオオカナダモについては10コドラートを設定した。

各試料について、コドラート内に出現する種類ごとの個体数を求め、これを1 mm^2 当りに換算して密度とした。たゞしこの場合、細胞の小さい藍藻の糸状藻 (*Homoeothrix*・*Oscillatoria*など) はその本数を、細胞の大きい緑藻 (*Coleochaete*・*Oedogonium*など) は細胞数を個体数として扱った。

被度は各コドラートについて種類ごとの被度百分率を求め、Penfound & Howard (1940) の被度階級の方法によって階級値を求めた。すなわち、被度百分率75%～100%を被度階級4, 以下同様に50%～75%を3, 25%～50%を2, 6%～25%を1, 1%～5%を1', 1%以下を+とする。被度百分率を求める場合、珪藻の *Coccconeis* のように平面的に付着しているときはその藻体の面積が被覆面積になるが、珪藻の *Melosira*・*Synedra*・*Rhoicosphenia*・*Navicula*・*Gomphonema*・*Eunotia*あるいは緑藻の *Oedogonium* などのように、付着部から立ち上っているような場合には藻体を付着面に投影してその面積を求めた。各種類ごとの被度階級値を合計してコドラート全体の被度を求める場合、Penfound & Howard の方法では階級値そのものを加算することで示すことができるが、この階級値の1は25%幅を示し、1'は5/25=0.2, +は1/25=0.04と換算して使うことができる所以本報告でもその方法で計算した。

3. 結果および考察

3. 1 木綿布における付着藻類群落の発達

3. 1. 1 現存量の変化

木綿布を沈めてから、その表面に付着生育する藻類の現存量を図1に示した。この調査は111日間にわたって行なったので、現存量の安定までの変化

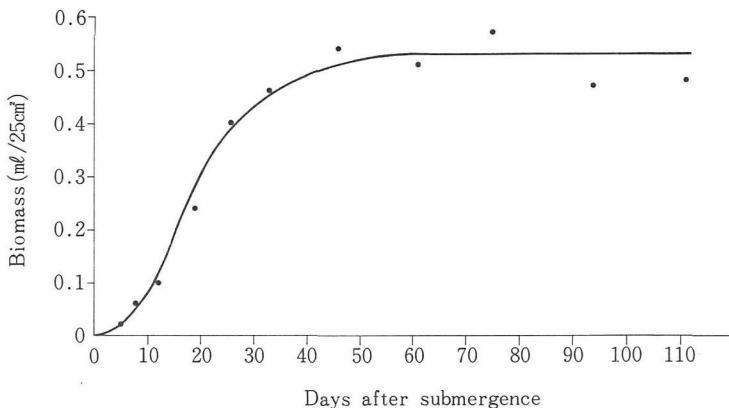


図1. 木綿布の沈水後の付着藻類現存量の変化

をほぼ把握することができたと考える。すなわち、付着藻類はS字型の曲線を描いて増殖し、沈水後10日～30日の間の増殖速度が最も大きく、その後は低下し、約50日～60日後には現存量が最大の値に達して、それ以後は変化しない。S字型曲線で増殖していく傾向は、安達・日下部(1973)の福井県九頭竜川中流域での平瀬の石の表面の付着藻類の増殖曲線と一致する。ただし九頭竜川では約20日で最大値に達し、それ以後は増加しない。また上の結果は、湖のセキショウモの葉を調べてその表面の付着藻類現存量をクロロフィルa量で測定したSand-Jensen(1983)の結果とも類似していて、この報告でもやはり約50日で最大値に達している。さらに島根県江川の早瀬と平瀬の石の表面の調査結果(日下部, 1974)は九頭竜川の結果よりも速く増殖することを示している。したがって、びわ湖での増殖の速度は河川の瀬におけるそれに較べるとかなり低いといえるが、その原因として水の動きの影響が考えられる。すなわち、水の動きが大きい程光合成量が増加するとした河川で

6 (日下部)

の結果 (中西, 1971; Nakanishi & Yamamura, 1984) や湖沼での研究 (Tanimizu et al., 1981) がこれを裏付けている。

3. 1. 2 群落の高さの変化

木綿布に付着して藻類の群落が形成されていく場合、藻類はあたかも陸上において森林が形成されていく場合のように（陸上の森林よりはずっと速い速度で最大の高さに達するが）、階層構造をつくりながら群落全体の高さを増していくが、この高さの変化を図2に示す。沈水後5日目には $5\text{ }\mu\text{m}$ 、12日目には $80\text{ }\mu\text{m}$ 、33日目には $200\text{ }\mu\text{m}$ 、46日目には $300\text{ }\mu\text{m}$ に達し、一部では

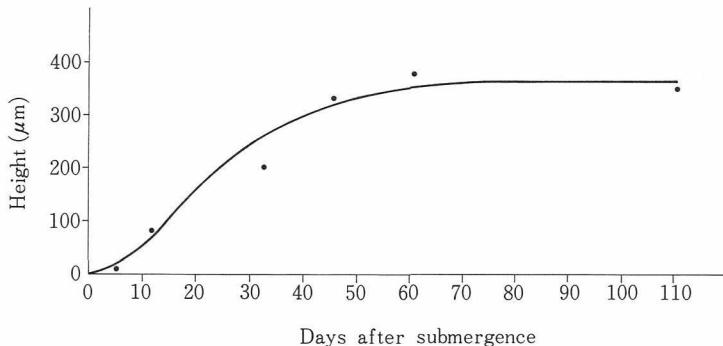


図2. 木綿布の沈水後の付着藻類群落の高さの変化

$500\text{ }\mu\text{m}$ になったところもみられた。この場合も現存量と同様ほぼ50日で最大値に達するとみることができる。以後はそれ以上高くはならない。

付着藻類群落に階層構造が認められることについては、Meulemans & Roos (1985) も珪藻群落で上・中・下の3層が認められることを報告しているが、Kusakabe (1988) はこの階層構造が形成されていく場合の種組成の変化とその階層区分をより詳しく報告している。群落形成のはじめは、低く偏平につく *Coccconeis* が主であるが、これについて付着面よりほぼ垂直に立つ *Cymbella* や *Synedra* が増加し、さらに長い付着器をもつ *Navicula* や *Gomphonema* あるいは *Rhoicosphenia* がより高く付着器を伸長させていく。これによって群落内の高い層が形成され、群落の高さも増すことになる。

3. 1. 3 被度の変化

群落の高さが群落の発達のレベルをある程度示しているとは言えるが、糸

状体構造をもつものが細長く伸びて高さだけが極端に高くなっていても、それが必ずしも繁茂の程度を示していることにはならない。これを補うことができる的是被度である。木綿布における付着藻類の被度を、前述(2.3)の方法で各種類の被度を加算して、その合計値の群落発達過程での変化を示したもののが図3である。被度合計の変化も現存量や高さの変化とよく一致していて、約60日頃まではほぼS字型に増加し、約60日でほぼ最大値に達し、それ以後はほとんど増加しない。

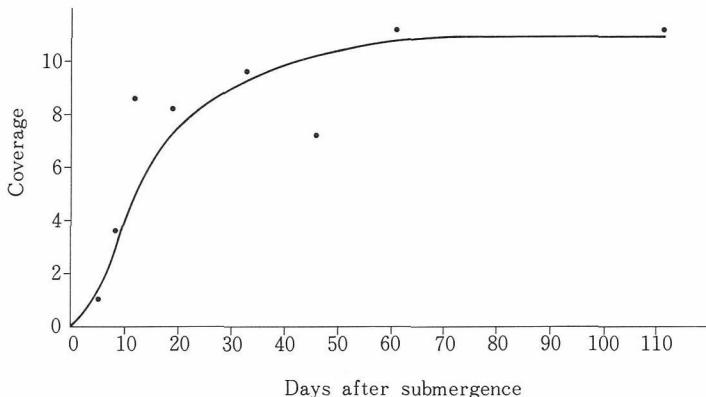


図3. 木綿布の沈水後の付着藻類群落の被度の変化

3. 2 オオカナダモの葉とヨシの茎の付着藻類の密度と被度の季節変化

3. 2. 1 付着藻類群落を解析する上での密度と被度の重要性

付着藻類群落の状態を測る尺度としては密度(D)・被度(C)・頻度(F)・高さ(H)が考えられるが、群落解析におけるこれらの測度の意義について検討してみた。

木綿布を沈めて46日目の群落で優占的な3種(*Navicula radiosa*, *Rhoicosphenia curvata*, *Cocconeis placentula*)について上記D・C・F・Hの測度を使ってそれぞれの相対値(最大を100としてそれとの比)を出して、次の式

$$\frac{D + C + F + H}{4} \quad (\%)$$
に入れて、積算優占度を出したところ、*Navicula radiosa* が78.8で最も高く、次いで *Rhoicosphenia curvata* が63.5、3番目が *Cocconeis placentula* の41.8であった。このうち高さ(H)の相対値は *Rhoicosphenia curvata* が100に対して *Cocconeis placentula* が1と差が大きすぎ

るので、この要素を除いて計算してみたところ、*Navicula radios*a が100, *Cocconeis placentula* が55.3, *Rhoicosphenia curvata* が51.3と、*Cocconeis* と *Rhoicosphenia* の順位が入れ替わった。そして、このHを除いたときの値は群落における各種類のみた目の優占の程度とほぼ一致していた。次に頻度(F)の相対値はいずれも100で差ではなく、種間の優劣を測る尺度としてはこの場合あまり意味がない。結局付着藻類群落の状態を測る尺度としては密度と被度が最も重要であるという一応の結論を得た。

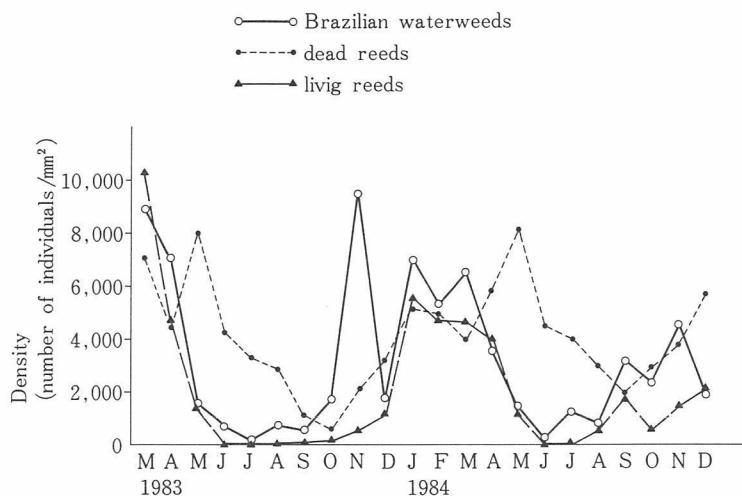


図4. オオカナダモの葉・枯ヨシの茎・生ヨシの
茎の付着藻類群落の密度の季節変化

3. 2. 2 密度の季節変化

1983年3月から1984年12月までの、オオカナダモの葉および枯ヨシと生ヨシの表面についている付着藻類を、前述のコドラー法で調べて、出現する各種類の個体数を 1 mm^2 当りに換算して出した密度を合計したものの季節変化を図4に示した。

3. 2. 2. 1 オオカナダモの葉の付着藻類の密度

オオカナダモの葉の付着藻類の個体数は5月から10月までは少なく、そのうち6月から9月まではとくに少ない (1 mm^2 当り1000個体以下)。これに対して11月から4月までは多く、 1 mm^2 当り5000個体以上になることが多い。

6月は3月のおよそ1/10～1/30の密度になる。

出現種のうち *Cocconeis placentula* は1年を通じて常に優占的であるが、とくに10月から4月までは1mm²当たり1000個体以上になり、1～3月はとくに多い。ついで優占的なのは *Melosira varians* であるが、これは10月から4月の間に多く認められ、夏季にはほとんど出現しない。

3. 2. 2. 2 枯ヨシの茎の表面の付着藻類の密度

枯ヨシではオオカナダモのように年間を通じて極端な消長はなく、ただ傾向として12月～6月はやや高く、7月～10月はやや低い。オオカナダモの時に顕著にみられた5月以降の急激な減少はない。5月～7月でもかなり密度が高く、とくに5月は高い。ただ種類相からみると、5～7月の密度の増加は主に藍藻の *Homoeothrix varians* と *Chamaesiphon polonicus* によるもので、*Homoeothrix* は非常に細い糸状藻が叢状に密生するものであり、*Chamaesiphon* はごく小さい細胞が密にかたまってへばりついているという状態なので、顕微鏡でみた実際の繁茂の様子よりも密度の値が大きく出る傾向がある。また6月から11月頃までは緑藻の *Coleochaete*（細胞の直径は15μmぐらいでほふく部分が放射状に拡がる）の密度が高いが、これは枯ヨシの茎の表面にへばりつくようにして拡がっているものである。こういう形状は後述するようにヒメタニシの摂食の影響を受けにくい。これに対してヒメタニシのいない1月～4月は群体を糸状に長く伸ばす珪藻の *Melosira varians* が多くなる。

最も密度の高い5月と最も低い1983年の10月とを較べると1/10程度の差が認められるが、1984年の10月との差は1/4程度であり、これらの差はオオカナダモの場合ほどには大きくない。すなわち密度の変動はオオカナダモよりも小さい。

3. 2. 3 生ヨシの茎の表面の付着藻類の密度

生ヨシの茎では、6月～10月が密度は0かこれに近い値で、ほとんど何もついていない状態である。また少數みられる種類も *Cocconeis* や *Coleochaete* のような扁平で丈の低い平らに付着する藻類ばかりである。これに対して、ヨシが枯れた12月頃から密度は高くなり、1月～4月の密度は非常に高く、1mm²当たり5000かそれに近い値を示しており、1983年3月には10000にも達した。

珪藻の *Cocconeis* がほぼ年間を通じて優占的である点や *Melosira varians* が

1～3月の冬季に優占的になる点は、オオカナダモや枯ヨシの場合と傾向としては同じであるが、枯ヨシでは夏季に藍藻や緑藻の *Coleochaete* が出現してかなり高い密度が認められたのに対して、生ヨシではこの期間の密度は極めて低かった。

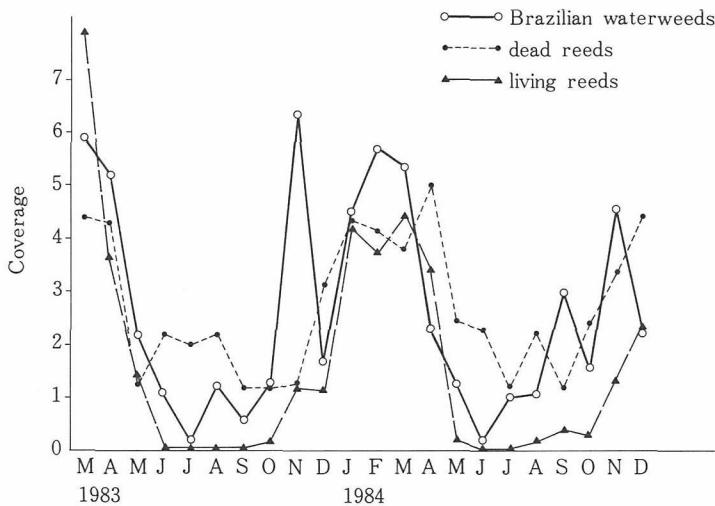


図5. オオカナダモの葉・枯ヨシの茎・生ヨシの茎の付着藻類群落の被度の季節変化

3. 2. 3 被度の季節変化

1983年3月から1984年12月までのオオカナダモの葉および枯ヨシと生ヨシの茎の表面に付着している藻類をコドラー法で調べて、出現する各種類の被度を出し、その被度合計の季節的变化を図5に示した。

3. 2. 3. 1 オオカナダモの葉の付着藻類の被度

夏季を中心とした5月～10月の被度合計は低く、0.2～2.2である。とくに6月～8月は0.2～1.2と極端に低い。これに対して冬季を中心とした11月～4月の間は高く、被度合計が5前後の時が多い。被度合計5は葉のほぼ全面が付着藻類で被われている状態といっても良い。

被度でみても、1年を通じて優占的のは *Cocconeis placentula* で、11月～4月の間はとくに高い値を示している。*Cocconeis* は扁平な藻体が付着面に平らにつくので、密度以上に被度では優占的となる。ついで珪藻の *Melosira*

が主に秋から春にかけてやや高い値を示すが、これは糸状の群体をつくって長く高く伸びるために密度に較べると被度では値があまり大きくならない。同様の理由で糸状の藍藻や緑藻は被度が小さく出る傾向がある。

3. 2. 3. 2 枯ヨシの茎の付着藻類の被度

被度合計の値は、夏を中心に5月～10月の間は1.2～2.44と低く、12月～4月は3.12～4.96と高い値を示している。しかし密度の場合と同様に、夏季における低下はオオカナダモほどには著しくはない。これは夏でもほふく性の緑藻 *Coleochaete* が枯ヨシの茎の表面に低く平らに付着しているからである。また冬季の被度がオオカナダモの葉ほどには高くならないのは、枯ヨシでは *Coccineis* がオオカナダモの葉におけるほどは増加しないのと、被度の値をあまり上げない糸状の群体をつくる *Melosira* がふえることによる。しかし被度からみた場合、四季を通じて優占的なのはやはり *Coccineis placentula* で、緑藻の *Coleochaete pulvinata* がこれに次ぎ、これは夏季に多くなる。これに對して珪藻の *Melosira varians* は冬季を中心に被度が高く、4月頃まで優占的である。

3. 2. 3. 3 生ヨシの茎の付着藻類の被度

被度合計は5月から11月まで0～1.4と低く、とくに6月～9月は0～0.4と著しく低い。これに対して1月～4月は3.4～7.92と高い値を示し、とくに3月は非常に高くなる。被度の季節変化の傾向は、オオカナダモや枯ヨシと同様であるが、その消長の程度がきわめて著しい。すなわち低い夏と高い冬の差が非常に大きい。夏季を中心に被度が0あるいは0に近い値が5ヶ月間も続くのは生ヨシの特徴である。

生ヨシの付着藻類の被度でみると、1年を通じて優占的なのは *Coccineis placentula* で、これについて *Melosira varians* が11月から3月までの冬を中心とした時期に優占的となる。枯ヨシに較べると、*Coleochaete* などの緑藻が少なく、また藍藻も少なくて、珪藻が5月を除いて年間を通じて優占的である点で異なっており、むしろオオカナダモの葉の場合に似ている。

3. 2. 4 密度と被度の季節変化の要因

顕微鏡切片標本にコドラートを設定し、密度と被度を尺度としてオオカナダモの葉と枯ヨシと生ヨシの茎の表面の付着藻類群落の季節変化をみてきたが、オオカナダモの葉と枯ヨシの茎と生ヨシの茎の間にみられる密度と被度

の類似性についてまとめてみると、いずれの場合も傾向として夏季を中心とした時期に低く、冬季を中心とした時期に高い。Meulemans & Heinis (1983) や Meulemans (1988) はヨシの茎の付着藻類についての季節変化を報告しているが、それによると現存量の変化は今回の結果とよく似ている。一方三者の間の相異性をみると、オオカナダモの葉・枯ヨシの茎・生ヨシの茎という基物のちがいによって若干の差異が認められた。すなわち枯ヨシは夏季における密度や被度の減衰が比較的小さく、これに対して生ヨシは夏季には極めて低いが冬季は非常に高くなる。オオカナダモはその中間的な状態を示している。Roos (1983) は付着藻類の年間の変動は栄養塩の有効量と光・基物・湖の沖からの影響、および動物による摂食で起こるとしているが、びわ湖の付着藻類にみられる上記の季節的変化の原因を考えてみると、無機環境の影響よりもむしろ生物的要因によるものではないかと思われる所以、その理由を以下に述べる。

無機環境の因子として、まず光についてみると、付着藻類の光合成は一般に5000～6000ルクスで最大に近くなり (Tanimizu et al., 1981; Higashi et al., 1981; Nakanishi et al., 1984)，調査地点の夏季におけるヨシ帯の水面下30cmの深さのところでヨシ帯上の照度のおよそ1/4～1/10もあり (三浦他, 1980)，付着藻類の生育を阻害するほどの光の減衰はない。また光を十分に受ける水草帯のオオカナダモでも夏季において現存量の減少がみられることから考えても、夏季における現存量の減少は光によるものではないと考えてよいであろう。また栄養塩類もびわ湖南湖の沿岸部における夏季の値は付着藻類の増殖を制約するほど少なくはない。温度についてみると、藻類の成長・増殖の最適温度は種類によっても違いがあるが、びわ湖の夏季の水温 (20℃～30℃) が付着藻類全体の現存量を減らす要因となるとは考えられない。河川では水温25℃～30℃の夏の方が春秋や冬よりも付着藻類の現存量が高くなる場合が多い (日下部, 1973, その他)。

生物的要因としては夏季を中心に増加するヒメタニシを主とする巻貝の影響が考えられる。ヒメタニシの摂食とは行の影響については、三浦他 (1980), Higashi et al. (1981) が夏季におけるヒメタニシの影響が大きいことを報告している。夏季によく繁茂する藍藻は一般に糸状に長く伸びて、巻貝による摂食やはぎ取りの影響を受けやすく、また珪藻でも *Melosira varians* のように糸状の群体をつくって伸びるものや、付着面から叢状に立ち上

がる *Synedra*・*Gomphonema*・*Navicula* なども同様であろうと考えられる。実際、これらの種類が夏季に激減するのに対して、*Cocconeis* のように付着面に扁平についているものや緑藻の *Coleochaete* のようにほふく部分が付着面にはりついているものが夏季にかなり認められる点や、*Coleochaete* の直上部（長く伸びる部分）は冬にはみられるが夏にはほとんどみられないことなどもこれを裏付けている。

枯ヨシの茎は生ヨシの茎やオオカナダモの葉に比較して凹凸が大きく、凹部に付着している藻類はヒメタニシなどの摂食とは行の影響を受けにくいと考えられるが、実際に枯ヨシでは夏季に密度や被度があまり減少をしないということがこれを証明しているといえよう。また、生ヨシとオオカナダモの差は、オオカナダモにはヨシほどヒメタニシがついていないことによるのではないかと考えられる。

生物的要因としては他に基物である水草の活性の影響も考えられるが、Cattaneo & Kalff (1979) は水草とともに人工的なプラスチック板を沈めて付着藻類のつき方を比較したところ差がなかったと報告しており、また Carignan & Kalff (1982) は水草から放出されるリンの一部が付着藻類に利用されているあまり大きな意味を持たず、むしろ付着藻類の支持台としての意味の方が大きいとしている。ヨシの茎から、あるいはオオカナダモの葉からの生活活動による物質の影響はほとんどないと考えてよいであろう。

冬季はヒメタニシの摂食とは行のような生物的要因による群落形成の阻害がないので、付着藻類群落がよく発達して高い密度や高い被度が認められるようになるのであろう。

4. 摘 要

琵琶湖の植表生付着藻類群落の発達と季節変化を明らかにするために、まず湖水中に木綿布を沈め、この布に付着増殖していく藻類群落の状態を、厚さ 50 μm の顕微鏡切片を作製し、これにコドラートを設定して、密度・被度・高さ・頻度などの群落測度を測定することによって調べた。また同時に遠心沈澱法によって現存量を測定して群落測度との比較を試みた。その結果、現存量も被度も群落の高さも S 字状の曲線を描いて変化し、およそ 60 日後にはほぼ安定状態に入った。また積算優占度の検討などから、付着藻類

群落の繁茂状態をあらわす測度として、密度と被度が最も重要であることがわかった。

次にびわ湖沿岸部の水草帯のオオカナダモの葉とヨシ帯の枯ヨシと生ヨシの茎の表面に付着生育する藻類群落の植生の季節変化を数量的に把握するために、顕微鏡切片によるコドラーート法を使い、密度と被度を測定することによって2年近くにわたって調べた。その結果、冬季には付着藻類の群落が発達して密度も被度も高くなり、この際珪藻の *Melosira varians* のような糸状に長く伸びる藻類が増加するが、夏季には群落が減衰して密度も被度も低下し、この時は種類相も変化して高さの低い種類に変わる。また春と秋にはその中間の移行的状態がみられた。オオカナダモの葉・枯ヨシの茎・生ヨシの茎の間の密度・被度の違いも若干認められたが、これらのことから考えて季節的变化の原因是、夏季におけるヒメタニシを主とする巻貝の摂食とは行の影響が最も大きいものと考えられる。

5. 文 献

- 安達誘・日下部有信(1973)：九頭竜川中流域における付着藻類植生の季節変化および復元状態。第38回日本陸水学会大会講演要旨集。
- Backhaus, D.(1967): Ökologische Untersuchungen an den Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. Arch. f. Hydrobiol. suppl. XXX, 364-399.
- Backhaus, D.(1968a): Ökologische Untersuchungen an der Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. II. Die räumliche und zeitliche Verteilung der Algen. Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XXXIV, 24-73.
- Backhaus, D.(1968b): Ökologische Untersuchungen an der Aufwuchsalgen der obersten Donau und ihrer Quellflüsse. III. Die Algenverteilung und ihre Beziehungen zur Milieuoofferte. Arch. f. Hydrobiol. Suppl. XXXIV, 130-149.
- Bohr, R., M. Luscinska, A. S. Oleksowicz(1983): Phytosociological associations of algal periphyton. Wetzel, R. G.(ed.): Periphyton of freshwater ecosystems. 63-71.
- Butcher, R. W.(1932): Studies in the ecology of rivers. II. The microflora of rivers with special reference to the algae on the river bed. Ann. Bot., 46: 813-861.

- Butcher, R. W.(1940): Studies in the ecology of rivers. IV. Observations on the growth and distribution of the sessile algae in the River Hull, Yorkshire. J. Ecol., 28:213-233.
- Butcher, R. W.(1946): Studies in the ecology of rivers. VI. Algal growth in the certain highly calcareous streams. J. Ecol., 33:268-283.
- Butcher, R. W.(1947): Studies in the ecology of rivers. VII. The algae of organically enriched water. J. Ecol., 35:186-191.
- Carignan, R. & J. Kalff(1982): Phosphorus release by submerged macrophytes: Significance to epiphyton and phytoplankton. Limnol. Oceanogr., 27: 419-427.
- Cattaneo, A.(1978): The microdistribution of epiphytes on the leaves of natural and artificial macrophytes. Br. phycol. J., 13:183-188.
- Cattaneo, A. & J. Kalff(1978): Seasonal changes in the epiphyte community of natural and artificial macrophytes in Lake Memphremagog. Hydrobiologia, 60, 2:135-144.
- Cattaneo & Kalff(1979): Primary production of algae growing on natural and artificial aquatic plants: A study of interactions between epiphytes and their substrate. Limnol. Oceanogr., 24:1031-1037.
- Dykyjova, D. & J. Květ(1978): Pond littoral ecosystems. 464pp., Springer-Verlag, New York.
- Higashi, M., T. Miura, K. Tanimizu and Y. Iwasa(1981): Effect of the feeding activity of snails on the biomass and productivity of an algal community attached to a reed stem. Verh. Internat. Verein. Limnol., 21:590-595.
- Howard-Williams, C., B. R. Davies and R. H. M. Cross(1978): The influence of periphyton on the surface structure of a *Potamogeton pectinatus* L. leaf(anhypothesis). Aquatic Botany, 5:87-91.
- Kann, E.(1933): Zur Ökologie des litoralen Algenaufwuchses im Lunzer Untersee. Int. Rev. ges. Hydrobiol. Hydrogr., 28:172-226.
- Kann, E.(1941): Ökologische Untersuchungen an Litoralalgen ostholsteinischer Seen. Arch. f. Hydrobiol., 37:177-269.
- Kann, E.(1959): Die eulitorale Algenzone im Traunsee(Oberösterreich). Arch. f. Hydrobiol., 55.(2):129-192.
- 日下部有信 (1974) :本邦5河川およびびわ湖における付着藻類の生態学的研究.
大谷大学研究年報, 26:35-115.
- 日下部有信 (1981) :付着藻類の群落構造とその遷移. 大谷学報, 61.2: 1~10.
- Kusakabe, A.(1988): Ecological study on epiphytic algae in Lake Biwa. Lake

- Biwa Study Monographs, 4:1-61. Lake Biwa Research Institute, Otsu.
- Meulemans, J. T. & F. Heinis(1983): Biomass and production of periphyton attached to dead reed stems in Lake Maarsseveen. Wetzel, R. G.(ed.): Periphyton of freshwater ecosystems. 169-173.
- Meulmans, J. T. & P. J. Roos(1985): Structure and architecture of the periphytic community on dead reed stems in Lake Maarsseveen. Arch. Hydrobiol., 102.(4):487-502.
- Meulemans, J. T.(1988): Seasonal changes in biomass and production of periphyton growing upon reed in Lake Maarsseveen. I. Arch. Hydrobiol., 112.(1):21-42.
- 三浦泰蔵, 谷永久利雄, 東正彦, 巍佐庸, 日下部有信 (1980) : ヨシ帶付着藻類の生産過程. びわ湖とその集水域の環境動態, 環境科学研究報告集B 57-R 12-4 : 105-116.
- 中西正己 (1971) : 溪流付着藻類の光合成および呼吸に及ぼす流速の影響. 第36回日本陸水学会大会講演要旨集, 120-121.
- Nakanishi, M. & N. Yamamura(1984): Seasonal changes in the primary production and chlorophyll a amount of sessile algal community in a small mountain stream, Chigonosawa. Mem. Fac. Sci. Kyoto Univ. Ser. Biol., 9.1:41-55.
- Penfound, W. T. and J. A. Howard(1940): A phytosociological analysis of an evergreen oak forest in the vicinity of New Orleans. La. Amer. Midl. Nat., 23:165-174.
- Roos, P. J.(1983): Dynamics of periphytic communities. Wetzel, R. G.(ed.): Periphyton of freshwater ecosystems. 5-10.
- Sand-Jensen, K.(1983): Physical and chemical parameters regulating growth of periphytic communities. Wetzel, R. G.(ed.): Periphyton of freshwater ecosystems. 63-71.
- Scheffler, W.(1981): Quantitative Erfassung des Periphytons in Stechlinsee. Limnologica. 13: 101-122.
- Skvortzow, B. W.(1936): Diatoms from Biwa Lake, Honshu Island, Nippon. Philippine J. Science, 61.(2): 253-296.
- Tanimizu, K., T. Miura and M. Higashi(1981): Effect of water movement on the photosynthetic rate of an algal community attached to reed stems. Verh. Internat. Verein. Limnol., 21: 584-589.
- Wetzel, R. G.(1975): Limnology. 743pp., W. B. Saunders, Philadelphia.