

総 合 討 論

司会(梅崎先生) それでは総合討論にはいらしていただきますけども、4人の方々は私も含めまして各専門の分野にわたりまして分類の研究を発表されたわけです。藻類の研究、生物の研究というものにはいろんな研究方法があると思いますが、分類学とか、形態学とか、遺伝学とか、生態学とか、いろんな方法があります。このシンポジウムは藻類のお話です。藍藻、紅藻、それから褐藻類、緑藻類の各ブランチに分かれて、それぞれの、藍藻は私が、緑藻は榎本さんの専門のところ、褐藻は鯨坂さんのナガマツモ目の専門のところ、それから糸野さんはスギノリ目の専門のところをお話しました。専門のところばかりじゃなしに広く藍藻、緑藻、褐藻、紅藻という広い分野から系統を説明しまして、そうして専門のところを話したわけです。各1時間足らずの話でしたが、その中で非常に時間が足りませんでしたので、専門のところで専門的質問が残っておったというようなところがありましたら御質問いただきたい。それが終わりましたら一般的な質問、何でもよろしいから御質問を受けたいと思います。各演者を御指名していただきまして御質問していただければと思います。

質問者I どなたにお伺いしていいかわからないんですけども、私共南の海によく行く機会があるわけですけど、海藻のことで例えば考えた場合に、北の方の海と南の方の海といったいどういうふうに違うんだろうかという素朴な疑問を持つんですけども、その点について若干の御説明いただければ参考になるんでございます。

梅崎 では私がちょっと言いまして、他の人に補足していただきたいと思います。

海藻というのは地球上の海に広く分布するんですけど、岡村先生もおっしゃってるんですけども、海藻の発生、分布の中心というようなものは太平洋西部、南西部、インドネシアのへんにあってそれからだんだんとあるものはインド洋へ渡り、地中海がまだ塞がらん前に大西洋へ行った。あるものは北へ、フィリッピンから台湾、日本というように分布して、そして褐藻類なんかは北へ行ってしまって北で非常に繁茂してそして北は今褐藻類の分布の中心みたいになっている。緑藻類は熱帯地方が非常にたくさん種類があってそこが中心になっておる。そういうように北へもまた東へも分布していったものに、フサノリを例にとってみますと、そのような東西南北に分布を拡大しています。そんなことから熱帯方面の太平洋の西部、インドネシア、オーストラリアの西部というところが中心じゃないかなあと思っているんです。それは岡村先生がおっしゃってることでもあり、ある特定な属でそんなように分布が広がっていったんじゃないかなあと言われています。これは1つの説なんですけど、そうじゃないという説もあります。

鯨坂 生活史の面からみた場合ですが、以前榎本先生にお聞きしたと思うのですが、緑藻や褐藻の生活史ではやはり北の方に行くほど異形世代交代型の生活史が増えてきて、南の熱帯の赤道近くになりますと同形世代交代のものが増えてくる。これは考えたら当然のことなんですけれども、北に行く程季節の影響で昼が長くなったり短くなったりするのが激しくなってきたりしてそれで異形

世代交代が発達してきた。熱帯の方ではそういうことは余りなくて年中同じような感じで昼と夜がくり返されているから同形世代交代が多くなる。実際に生活史でその種数を比べてみた場合やはりそういうようなことがあるのではないのでしょうか。

榎本 グローバルに見た場合やはり低緯度に行けば行く程環境的に1日の変化の変動が大きいわけです。高緯度に行くに従って1日の変動は余り大きく起こらないけれども、年間の変動は大きくなるということから、生活環において異形世代交代の一方の形が抵抗体として、ある環境を凌ぐ形であるというふうに考えると話しがうまく合うということです。補足を言ったわけです。

梅崎 一般的に種類数から言いますと、緑藻類は熱帯には多くて、紅藻も多いんですかな、褐藻類は熱帯の方は少なくでだんだんと北に行くに従って多くなるというような傾向がございます。コンブなんか非常に大きなものは北で寒いところで繁茂した。南の方に行きますと緑藻類、今榎本さんがやっとなるようなあいう類のものは非常にたくさん、種類が非常に多いんです。そういうのを、緑藻と褐藻の比率とか、C対Pの比率とか、緑藻と紅藻の比率とかいうようなことで現わしていますし、それから最近では今鯨坂君が言いましたように生活史の型によりまして熱帯地方、南に近づくに従って同形世代交代型が多くなって、北へ行くに従って異形世代交代型が多くなるというようなことも言っております。それがあ程度水温と平行になるとかいうようなことも言われております。

質問者Ⅱ 梅崎先生にちょっと伺いたいんですけども、藍藻は窒素固定をするというように普通常識的に言われているわけですが、その窒素固定能力というのは種類によって差があるのでしょうか。というのは肥料効果とか、そういうものに応用する場合にそういう情報は比較的大事だと思えます。私全然知りませんので教えていただきたいと思えます。

梅崎 藍藻というのは大きく分けると細胞が丸いもの、丸くて全体が粘質物に包まれていて群体をつくるものと、細胞が密にくっついている、連鎖体構造と言いますけれども、そういう細胞連絡があるものに分けられます。その後者の細胞の並びを糸状体といいます、糸状体に異形細胞ができる。色がちょっと薄い、光合成色素が少なくなってそれから細胞壁が厚くなって、隣の栄養細胞との連絡の膜が非常に厚くなる、そういう異形細胞を持ったものと持たんものがあります。一般に窒素固定をするものはその異形細胞を持ったものです。異形細胞を持ったものが窒素固定をする。異形細胞が窒素の固定に何か関係があるんじゃないかなあと考えられています。異形細胞だけを取り出してそれを窒素固定の実験しますと、異形細胞が関係しておるといようなこともわかってきました。最近ではその異形細胞をもたないのも、例えば黒潮にでてくる *Trichodesmium* では異形細胞を持たないが窒素固定は微量であるけどすと言われている。一般的には異形細胞を持った糸状体の種類が窒素固定をすると言われています。日本では渡辺篤先生がよくやられまして、窒素固定をするものには異形細胞を持ったある種類は非常に窒素固定をすることをみつけられました。インドでは水田の肥料として藍藻の異形細胞を持ったある種類を培養しましてそれを水田に播くというような実験をやっています。そういうものはほとんどが異形細胞を持った種類です。

質問者Ⅲ 藻類の生殖様式についてちょっとおたずねしたいと思います。特に糸野先生におたずねしたいんですけど、今いろいろお話しを伺って紅藻類の有性生殖の仕方というのは特に変わっているような印象をうけたんですけど。要するにどういうことかということ、雄の方は精子をつくるんでしょうけど、雌の方は特定な雌性配偶子というのは受精時までには決定されなくて精子が雌の生殖器のところに着いた後にどれが受精するか後で決定されるという印象を受けたのですが。助細胞とか何とかを通して。どうしてこういう面倒くさいことを、複雑なことをやるのか、というのは非常に奇異、不思議な気がするんですけど、こういう生殖様式というのは紅藻類に特殊なものなんですか。あるいは他にもそういう例というものは知られているんでしょうか。

糸野 まず受精の行なわれる場所ですが、紅藻類では受精毛に到達した雄の配偶子の核は受精毛の中を移動して造果器にたどりつき、そこで雌の配偶子の核と合体するわけです。ですから紅藻類では受精の行なわれる場所は前もって決まっているわけです。造果枝の中の造果器で受精が行なわれるわけです。受精した核が連絡系を通して他の場所に移動するというので、あくまでも受精は造果器の中で行なわれるわけです。

質問者Ⅲ 間違っていました。

糸野 それから、紅藻類が非常に変わった有性生殖をするということなんですが、確かにその通りなんです。褐藻類や、ほとんどの緑藻類は配偶体から離れた所で配偶子の合体が行なわれるわけです。これらの藻類の配偶子は鞭毛を持っていて、水の中を泳ぎ回れるのに対して、紅藻類の配偶子は全く水の中を泳ぎ回ることができません。鞭毛を持っていないのです。そういった意味では紅藻類は非常に変わった性質を持っていると考えられます。また、なぜそういった複雑な構造を持っているかということですが、たいへん難しい御質問です。もう少し勉強してからお答えしたいと思います。

質問者Ⅲ 例えば、受精はそこで起こるにしても、要するに細胞質をどこかよその細胞質に頼っているわけですね。助細胞とかなんとかに。ウシケノリでしたっけ、一番最初に見たウシケノリは、なんかぼくらの感覚でいけば普通の卵のような感覚で受け取れるんです。なにかウシケノリの生活と他のものの生活様式はなにか違いというものはないですか。

糸野 ウシケノリの仲間は非常に簡単な有性生殖をするわけです。ただ、でき上がった果胞子は非常に小さいものです。ところが、受精後連絡系の中を受精核が移動して、助細胞から果胞子をつくるような場合には非常に大きな果胞子をつくるものが多いんです。ですから、わざわざ面倒なことをするのはそれなりに意味があると思うんです。やはり、効率よく、しかも発芽能率のいい果胞子をつくったりする為栄養分の補給をしたりすることも考えられると思うんです、例えばですね。ですから、いちがいに面倒くさいとか、簡単であるとか区別するのは大変難しいと考えられます。それから、紅藻類の生活様式についての御質問ですが、ウシケノリの仲間の生活様式がそれほど特殊というわけではありません。紅藻類の生活様式あるいは生活環というもの是非常に複雑多岐にわたっておりますが、これから生活様式あるいは生活環は雌性生殖器の構造の違いとはそれほ

ど深い関係はないようです。

質問者Ⅲ どうもありがとうございました。

梅崎 紅藻類というのは分類学的にみますと、光合成色素であるフィコエリスリンとかフィコシアニンという赤い色素と青い色素という独特な色素を持っている。そういう色素は藻類の中では藍藻と紅藻、クリプト藻類というものも持つとるんです。紅藻類というのは色素からみると非常に藍藻類に近い。それから、藍藻類も紅藻類と同じく鞭毛を持ってない。細菌は鞭毛を持っています。紅藻類と藍藻類が分類学的に非常に近い。分類学的にみると紅藻類というのは非常に低いところにある。下等なものであるというけれども、糸野さんから御説明いただいたように非常に複雑なる、胞子をつくるのに非常に複雑な過程を経て行ないます。そうだから藍藻類と近いといいながら非常に複雑なことをやりながら胞子をつくるので、なかなかあれは高等なやり方だなあと僕は思っておるんです。

榎本 結局、先ほどの水平分布、垂直分布にかかわってくるわけですが、低緯度で発生した緑藻類、大きな意味の緑藻類ですけど、緑藻類から褐藻だとか紅藻だとかその他のものが次の光合成色素を獲得していったわけです。それで低緯度から高緯度の方へ分布域を広げていったと、それは生活史においてもみられるわけです。ですから生殖器官の構造というものもそうやって複雑化していくことによって高緯度に分布域を広げていくことができたというふうに考えていけば全て話しはうまく合うわけです。緑藻みたいに体制が貧弱でクロロフィルa, bしか持ってないものは主に低緯度の熱帯域にしかみられないんだというようなことが言われていたんですけども、実は緑藻類の中にもルテインとかいろいろな色素が見出されてきたわけです。緑藻類にもやっぱり北から南までの水平分布もあるし、浅いところから深いところまでの垂直分布もみられ、次のステップのデータになっていくと思います。

司会 大分一般的な御質問ができましたけれども、どうぞ。分類以外のことはわからないですけど。分類に関することならどんなことでも御質問いただければ。

鯨坂 榎本先生にお聞きしたいのですけれども、褐藻でもそうですが、異形世代交代、同形世代交代とかそういうふうに教科書では出てきますし、先ほどのお話でもミル型とシオグサ型とか生活史のタイプ分けがありましたけれども、実際にそういう海で取れた海藻、緑藻がそういう生活史をしているのでしょうか。まだ有性生殖が見つかっていない種類などもたくさんあると思うのですが、そのあたり緑藻の場合はどうなんでしょうか。

榎本 私のやっているグループは緑藻の多核性のミドリゲ目が多いんですが、生殖法など混沌としていて、そのなかで教科書的なパターンがうまく出現したという種を先ほど例にとって話しをしたわけで、個々の種類についてはどうなっているのかちょっとここで単純にパターン化できないものがたくさんあるわけです。ですから本筋だけを、基本形だけをお話ししたわけです。先ほどのキッコウグサの生活史についても生殖法に実はバイパスがいくつかあるわけです。と同時に熱帯域に行っているいろんな種類の緑藻を取ってきて実験してみますと、有性生殖は全然見られない、生殖細

胞すらつからないというものもあるわけです。ですから本当に、正確な意味では生活史といっても、単に *unialgal culture* による確実な証拠を挙げる仕事が始まり、研究の途についたというふうに思っています。ですから、必ずしも先ほど示したような5つの生活史のタイプというのは話しを進める上で、ああいうふうに類型化をしていきましたけれども、実際自然界の個々の種についてはそう簡単にはうまく話しが合うというわけではないと思います。ですから褐藻類だって化け物的な複雑な生活環を描いていると思います。

鰺坂 それからもう1つ梅崎先生にお聞きしたいのですが、藍藻の場合、培養条件によっていろいろな形態のものがでてくるわけですが、私たちの褐藻の場合でもやはりびっくりするような形態が時としてでてきたり、予想しなかったような形がでてくることがあります。海藻類を培養する場合、培養液を普通の海の条件とは極端に異った状態例えば硝酸が多かったり、磷が多かったりとか、それからビタミンを大量に使用するかそういう特殊な条件にしないと培養できない場合が多いのですが、培養でてきた形態というものは正常なものなのか、異常なものなのかというのはどうして判定したらよろしいでしょうか。

梅崎 それはなかなか難しい問題です。培養は藍藻の培養ばかりじゃなしに今の鰺坂さんがやったのとか、榎さんがやったのはみな海水の濃度の何倍も濃い状態でやった、そうすると成長もよろしいということです。そういうのはどちらかといえば異常な状態だと思うんです、海の状態からみれば培養条件というのは。そういう異常な状態において培養すれば、形もやっぱり変わるんじゃないかなど。そうすると自然の状態のものとは全然、非常に違ったものが出る。そういうものをどう解釈するかということはひとつの問題だと思います。培養だけやってそういう特性を知るといことと、自然が大事ですから自然の状態をよく観察することも大切です。あらゆる環境、いろんな生育場所、地理的な、又は小さいところでもいろいろなところから取るとか、時期を変えると、か、そういうようなことをして培養とパラレルにやっていく。そして培養結果というものを解釈していくということが必要じゃないかなと思っています。鰺坂さんがやっているナガマツモ目でもいろいろな状態のものが、いわゆる顕微鏡的なものが出てきたんですけど、そういうものはなかなか自然の状態で見つけ出すことが非常にむずかしい。しかし培養したからああいうものは見つかったんですしね。しかしそういう見つからないようなものをやっぱり見つけ出す。全然見つからない場合もあるかわからないけど、そういう努力も必要である。今まで小さい、岩の上にくっついたら殻状、べったりくっついたら殻状のようなものは分類位置がわからなかった。わからなくてある種類に当てはめておったんですけども、培養するとある種類の、例えばイトフノリというものがあるんですけど。イトフノリは大きくなるのは配偶体です。ところが小さい殻状の胞子体が見つかりました。今まではイトフノリというものは大きいイトフノリだけしか知られなかった。培養するとべたっとしたものができると。すなわち四分胞子体できました。これは今まで何とかいう名前が付けられておったものでイトフノリ生活史の1ステージ（四分胞子体期）であるということがわかってきたんです。そういうことによって培養ということもやるし、それから自然観察も同時にやる。自然観

察というものは分類学をやる上には大切です。生物学というとちょっとおおげさんなんですけど、自然の状態をまず見るということが大事なんじゃないかと思うんです。答えになったかな。

センター長 よろしいでしょうか。私共の不幸で1時間半ぐらい時間が超過してしまいました。この討論をもう少し続けたいんですが、実はこのあと先生方とビールを飲む会を計画してましてそれに出席する人たちが既に待っていてくれますので、皆さんに御参加いただいてこの会の方に移っていただければありがたいというふうに思います。非常に梅崎先生には申し訳ないんですが、ひとつまとめをお願い致します。

司会 4人の演者がそれぞれの専門領域でお話ししたわけなんですけれど、非常に専門的な話し、または一般的な話しも入れて、皆さん御理解していただいたと思うんですけれど、非常に大勢の方々が御出席して下さって。というのはここに御出席の田中先生が昭和22年来この水産専門学校から水産学部へと教育、研究をされて、その根が糸野先生や新村先生、大勢の方々が非常に藻類に興味を持ち、また研究をやる人が多くなり日本の藻類学の一つの拠点になっておると思います。また鹿児島大学南方海域研究センターでは藻類の糸野先生、鯨坂さん、それから榎本先生方が参加しまして南方海域の海藻の研究をどんどんやられています。海藻は南方が宝庫なんです。非常にいいところです。ますます南方海域研究センターでは海藻の方にもお力を入れていただきたいと思います。藻類というのは海の一つの生態系の非常に大きなグループですから研究を大にさせていただいて、この研究が南方海域研究センターの一つの核となり、また鹿児島大学の海藻の研究が発展されることを祈ります。

センター長 長い時間ありがとうございました。尚このシンポジウムの記録、ちょっと時間がかかるかと思いますが、テープおこしをしまして、南方海域研究センターの調査研究報告のNo.7ぐらいになってくるとは思いますけど、印刷したいと考えております。その時はまた御覧いただければありがたいと思います。今日は遅くまでありがとうございました。