

餌が無くなるとその近くを探しまわり、見つからない時は全く新しい行動にはいる。この頃には丸い形をした粘菌アメーバどうしが触れ合っている姿がよく見うけられる。細胞と細胞との接触が繰り返し繰り返し行われている。細胞性粘菌の生活史の中でこの時期は中間期といわれている。しばらくするとアメーバの動きが変わったようである。今までバラバラに行動していたアメーバに方向性が現れ始める。初期には1つのアメーバで2つの方向性を持つものも見られる。間もなく多くのアメーバは一定の方向を目標として運動し始める。この誘引物質はアクラシンと呼ばれているが、その後の研究で、この走化性物質はサイクリックAMPであることが明らかになった。サイクリックAMPの信号に反応しながら整然と流れに加っている粘菌アメーバ。かつてバラバラに行動していたあのアメーバである。中心を目標として集合する粘菌アメーバの群。集合中心部からのパルス信号を受けて反応するアメーバの流れは波紋のような波のリズムとなって認められる。集合の中心部に近づいていくと流れが中心を目標として集中する。やがてアメーバの集合体であるナメクジのような移動体ができあがる。

その移動体の外側は粘液性の膜で被われ、粘液が鞘のようになっていく。これは1つの生き物のように見えても多数のアメーバが集合してできたものである。

光を求めながら移動を続ける移動体。移動体全体の行動を統括している所は先端部であるといわれている。移動体は絶えず粘液を分泌し、粘液の鞘を残しながら進んでいく。

この移動体の前部の $\frac{1}{3}$ の細胞は子実体の柄の部分に予定され、後方部の $\frac{2}{3}$ の細胞は子実体の胞子に予定されている。もともとは同じであったアメーバ細胞が柄と胞子とに分化するわけである。移動体は背中に光を受けると運動を停止して子実体形成に入る。子実体形成円盤状のディスクを残してそれを土台にして子実体の柄をつくりながら成長する。この柄は植物に近い性質をもっている。柄を拡大してみると、細胞壁のある空胞化したセルロース性の細胞から成っている。

柄に分化した細胞に支えられながら胞子集団が上昇するように見える。子実体の成長が止まるとやがて突起部が埋没する。胞子の塊の中にはたくさんの胞子が見られる。予定胞子細胞は厚い膜に包まれた休眠胞子に分化していく。休眠胞子はどんな悪い条件にも耐えて発芽の機会を待っている。

ではもう一度粘菌アメーバの生活を追ってみよう。

密集しているバクテリアを食べ始める粘菌アメーバ。このシーンは微速度撮影で18時間を33秒に短縮している。前列のアメーバは一斉にバクテリアを食べながら分裂し増殖していく。後の方のアメーバは食べるバクテリアが

ないので集合を目標とする。方向性のきまったアメーバはパルス信号に応じて次々と流れをつくっている。その流れは集合し、ナメクジのような移動体と呼ばれるアメーバの集合体となるが、この移動体はどのようなしくみで全体としての統制がとられているのであろうか。

光を目標として動いている移動体にカバーガラスを当ててみると、粒状になって一斉に進んでいるアメーバ細胞が見られる。その内部には特別な構造は認められない。移動体の前の方の細胞は子実体の柄に分化し、後の方の細胞は胞子に分化する細胞である。移動体は立ち止り、子実体をつくり、その柄に支えられて胞子の塊は上昇する。そしてこの球形の中に次の世代に受け継がれる生命力が宿る。

以上が不思議な生物「細胞性粘菌」の生活史である。これは複雑な多細胞生物から見れば単純なものに違いない。しかし、一見単純な生物の中にこそ単細胞から多細胞にいたる細胞分化を探る鍵がある。その鍵がどこにかかくされているに違いないのである。

講演

小中高校の授業効果を高める生物教材の利用法

兵庫教育大学教授 理学博士 山田卓三先生

私は十数年ぐらい前に夜間の定時制高校に勤めながら大学で研究をしておりました。そのほか、小中高合せて十数年間の教職経験をもち、大学での純粋の研究ばかりに入ると約10年ぐらい経ちます。こちらの兵庫教育大に来て三年になります。

先ほど見ていただいたフィルムは私のやっています研究材料の一つですが、この映画は安易な既製のインスタントラーメンではなく、小学生なら小学生なりに、中学生、高校生、大学生がそれぞれそれなりに、また研究者ならば研究者なりに見ていただけるといようなものもこれからの教育映画にあってもよいではないかという、いわば一石を投じるという意味でつくって、純粋の研究以外に公に出したわけです。

私はこれを社会性アメーバと呼んでいます。私はこれを見て、これは教育の原点を示しているなと思った。それは飢えるということが生物にとって非常に大切なことであるということです。このアメーバは社会性アメーバなんです。たらふく食っているかぎり他人のことは全く関係なくどんどん増えていき、押し合いへし合いになる。ところが餌をびたっとやらなくなると、コンタクトが始まる。対話が始まるわけです。さらにお腹がすいてくると、ものすごく感度がよくなり約100倍ぐらいになる。すなわち反応がものすごく敏感になるわけです。教育を行う場合もこのような時機をとらえて行っていくべきで

はないかと思われま。アルビノ（色素欠乏）のミュータントを用いて、いつの時期に混ぜたらどうなるかということを実験してみた。粘菌の世代は一晚で回るわけですが、最初の20分の間に処理しないと効果がないことがわかった。この20分は人間でいうと約3年ぐらいに相当するのではないかと思われる。だから人間は生れてから3才ぐらいまでに教育をすると非常に効果的であるということが考えられる。

この粘菌は孢子が発芽して20分以内に前記の変種を混ぜ合せてと仲よくまぎって子実体をつくるが、20分を過ぎてからではだめであった。このように教育には時期というものの方が大切であるということがわかる。またこの粘菌の実験から二つの種を早い時期にただ混ぜればよいというものではないこともわかった。すなわち、いたずら坊主や悪い腕白坊主を善良な優秀なグループにただまぜればよいということではない。そんなことをすれば、全体が悪くなってしまう結果になることもあるということである。

前述のように飢えていない生徒は学ぼうという気持ちにならないので、どのようにして勉強に対して飢えさせるかということが重要な問題であると思われる。現代の子供は飢えを知らないということが問題点であると思われる。人間は生れた時から飢えを知らされていない。たとえばヒトの赤ちゃんには最初から口にお乳(乳房)をくっつけて飲ませようとするが、ヤギなど一般の動物では母親はただ立っているだけで、子が乳を飲み近くに近づけば少し動いてから飲ませているのをよく見かけるが、これはヤギの母親は子供に意欲的に行動するように教育しているのではないかと思われる。

人間は小さい時から乳を飲んだら、ああかしていよいよ子だ、ご飯を食べたらよい子だ。勉強したらよい子だという風に育てられて、飢え(意欲)というものを起こさせないように育てられているように思われる。

したがって、現代の子供たちは知的にも食物にも満たされた状態にあるので、これを教育していく先生は大変なことだと思われる。しかし、これを教育しなくてはならないので、教育というものは大変むずかしいことであるわけである。そういう満たされた状態であっても子供は自分にとって興味があれば、それについてものすごくくっついていく。興味をもつということはどういうことなのか。それはそのものについて知っているということは興味をもつことの一つの大きな条件だと思われる。

その生物を知っているのと知らないのとで、どのように理解されるか。万葉集に「はちすばは かくこそあるもの おきまろが 家なるものは芋の葉にあらし」

(自分がハスの葉だと思っていたものは実はサトイモの葉であったということが解ったときに詠んだものと思わ

れる)

小中高一貫教育の一例として、たとえば、クワの実については、小学校1年生では実物を食べさせて、これがクワの実で、食べたらいよいよということだけ教育してもらえばよい。そして高校の生物で桑実胚を学習するときに小学校の実物教育が生きてくる。そのもの(実物)を知ることとは非常に大切なことではないかと思う。

これも万葉集に詠み人知らずとして出ている歌に「みちのべの尾花が下の思い草 今さらさらに何か思はむ」という歌があるが、思い草というのはナンバンギセルのことと考えられているが、このナンバンギセルが寄生植物だと知っているか、知っていないかとは、この歌の意味は逆になってしまう。寄生植物だということを知らないで詠んだとすれば、道ばたのススキの下に下を向いて物思いにふけているように咲いている思い草を見て私は思草のようにあなたのことを思ってくよくよなんてしませんよという訣別の歌となるが、もしナンバンギセルがススキに寄生するということを知っていて詠んだとすると、私とあなたとはススキとナンバンギセルのように切っても切れない関係にあるから、今さらあなたが多少浮気などしても少しもくよくよなどしませんよ。という意味になる。これは実物を知っているのと知らないのとでは意味がかわってくるという一例である。故に生物の実物観察をやってほしいと思う。耳で聞いただけでは忘れやすい。目で見て手で触れ、舌であじわう、いわゆる五感を用いて行う教育が必要である。

今の若い生徒たち、すなわち21世紀に生きる人間に対する教育は人類が21世紀までに経験してきたことを知ることが非常に大切なことではないかと思う。それらの多くの情報をいかにセレクトして子供たちに教えるかということが非常に重要な問題であろう。人類の進化の歴史を経験させることが必要だと思う。今の子供たちにはこれが欠けている。たとえば狩猟生活、農耕生活等を経験させる必要がある。狩猟生活は労多くして成果が安定していない。一日中駆けずり回っても獲物が一匹もとれないで腹ペコになってしまうこともある。しかし農耕生活は労働をすれば稔りが期待できる。すなわち挫折感や成功感を経験させる必要がある。

生物教育には実物を見ることが大切であるということ、そして教育は何のためにするかということ念頭においてやっていただきたい。時代の波に乗りすぎないことが必要だと思う。電子計算機万能の時代になって、学校でかけ算の九九を教えないで計算機の使い方だけ教えたらどうなるか。むだなようでも学校ではいろいろな計算も充分習得させて、その上にコンピューターの知識、技術も教えるということが必要だと思う。