

植物の進化と系統を考える

— 光合成色素の違いから進化を探る —

北海道立教育研究所附属理科教育センター 山田 顕

〔キーワード〕 光合成色素 薄層クロマトグラフィー MEGA

1 はじめに

高等学校生物の「生物の進化と系統」の単位では、光合成生物の持つ光合成色素の種類の共通性を調べ、その違いから系統関係を考えさせる実験について取り扱われている。新学習指導要領においても、「進化の視点を意識しながら、観察・実験を行うことなどを通して、生物学の基本的な概念や原理・法則の理解を深めさせ、科学的に探究する力や態度を育成するようにしている。」と記載されている^{※1)}。

今回は、光合成色素を持つ5種類の生物から光合成色素を分離し、その結果から系統樹を検討・推測する実験を行った。さらに、フリーソフトMEGAを利用して5種類の生物が共通して持つタンパク質のアミノ酸配列の違いから分子系統樹の作成を行い、比較することで考察を深め、生物の進化の過程とその仕組み及び生物の系統を探究する研修講座を実施した取組について報告する。

2 実験に使用した試料

試料とした光合成生物は、系統分類を検討するため、種子植物のホウレンソウ、食用の青ノリとして用いられる緑藻類のアナアオサ、褐藻類のワカメ、食用の海苔として用いられる紅藻類のスサビノリ、教科書にもよく記載され

ているラン藻類のイシクラゲを用いた。いずれも入手しやすく、なじみ深い生物を試料とした。

3 系統樹の推定

まず、試料に用いた光合成色素を持つ生物の名称と分類を確認し、既習の知識をもとに系統関係を検討し、推定した系統樹をホワイトボードに記載した(図1)。

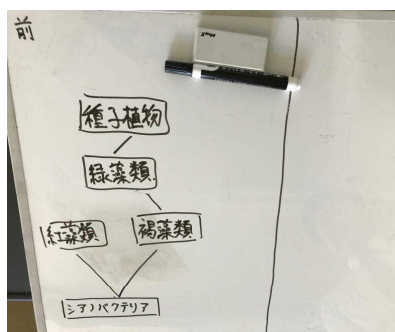


図1 作成した系統樹

4 TLC(薄層クロマトグラフィー)を用いた光合成色素の分離実験手順

- ① 石油エーテルとアセトンを7:3の割合で混ぜた展開液をふた付きのガラス瓶に事前に入れておく。
- ② 各試料を0.6g計りとり、粉末状のシリカゲル1.5gとともに、それぞれ別々の乳鉢に入れ、乳棒で形が無くなるまですりつぶす(図2)。

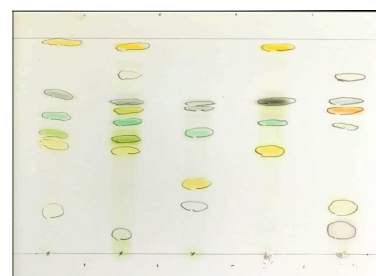


図2 実験の様子

- ③ ②でできた粉末0.4gをサンプリングチューブに入れ、ジエチルエーテル1mLを加えてふたをし、攪拌する。
- ④ サンプリングチューブの上層に分離した抽出液を、毛細管を用いて、事前に原点の印を付けたTLCシートに打点する。
- ⑤ 打点したTLCシートを準備しておいたふた付きのガラス瓶に入れふたをして色素を分離する(図3)。

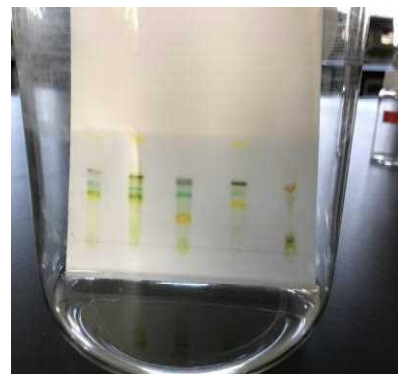


図3 TLCによる展開

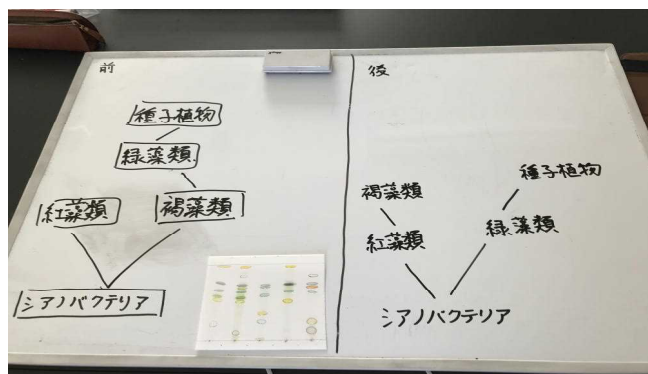


図5 光合成色素の種類から検討した系統樹



図6 MEGAにより作成した分子系統樹

5 系統樹の検討について

TLCにより分離された各試料の光合成色素の種類をRf値などを参考に検討し、各試料に含まれている光合成色素を特定した(図4)。

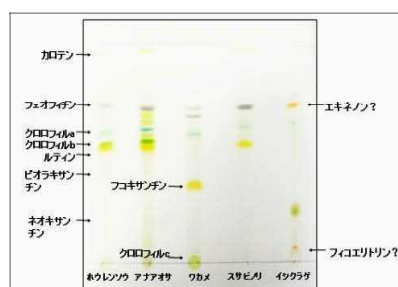


図4 各試料に含まれる光合成色素

試料に含まれる光合成色素の共通性と多様性をもとに5種類の生物の系統を推定し、系統樹を作成し、事前に検討した系統樹と比較した(図5)。

6 MEGAを用いた分子系統樹の作成について

タンパク質のアミノ酸配列やDNA配列の違いを利用して、分子系統樹を作成するMEGA(インターネット上に公開されているWindows用フリーソフト)を利用して、さらに生物の進化と系統について考察する。

今回は、5種類の試料に共通して存在するクロロフィルaに含まれる光化学系アポタンパク質(P700)のアミノ

酸配列のデータをインターネット上よりMEGAに取り込んで、分子系統樹の作成を行った。(図6, 7)

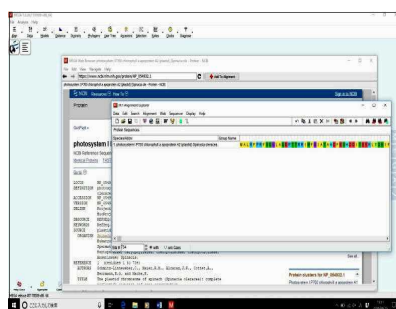


図7 MEGAの画面

次に、光合成色素の共通性より推定した5種類の生物の系統樹とMEGAにより作成した分子系統樹及び試料集等に記載されている系統樹を比較し、光合成の進化の過程とその仕組み及び生物の系統の探究を行った。

7 課題及び今後の展開

本研究は、北見柏陽高等学校の住友裕一教諭とともに学習プログラムの開発を行った。この学習プログラムを通して、「既習の知識を活用し自ら系統について考察する力、発表や他者とのコミュニケーションをとることにより自らの考えを深めていく力」といった資質・能力を養うことができるか検討を進めた。

また、MEGAで作成した分子系統樹については、アポタンパク質(P700)のみのデータで作成したため、褐藻の系統について考察を深めるものとなった。

新学習指導要領においては、「進化の視点を重視する観点から、進化に関する学習内容を導入として位置付けている。」としている。また、「思考力、判断力、表現力等を育成するに当たっては、生物の進化について、観察、実験などを通して探究し、生物の進化についての特徴を見いだして表現させることが大切である。」としている。今後も「生物の進化」の単元における探究活動を行うコンテンツとして講座等での実践を踏まえ改善していく。

8 おわりに

今回の報告にあたり、実験等で協力していただいた北見柏陽高等学校の住友裕一教諭に感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 文部科学省 高等学校学習指導要領解説 理科編 平成30年
(やまだ あきら 生物研究班)