

1月例会から

日時：2012年1月12日(金) 18:30~21:00

会場：明星学園小・中学校理科室

出席者：小川郁、小嶋妙子、鷹取健、平山勲、山口嶺子、山崎慶太

記録：鷹取健

<1月例会で予定された紹介・報告／討議内容>

<1. 教材・参考資料などの紹介>

小川 郁：D・サダヴァ他、石崎泰樹・丸山敬訳『カラー図解 アメリカ版 大学生物学の教科書 第2巻 分子遺伝学』講談社、2010年5月

小嶋妙子：江川多喜雄『CD-ROM付 写真でわかる 花と虫』子どもの未来社、2012年1月

<2. 報告・提案>

鷹取 健：動物の進化の学習指導メモ

鷹取 健：細胞のはたらきの学習-減数分裂の取り扱い-

小川 郁：<授業報告>「中3 生殖と遺伝」

山崎慶太：「高校 体細胞分裂と減数分裂」の指導から

<3. 教科課程案／内容と教材>

小嶋妙子：「人体の学習」で必要十分なこと

実践検討

「減数分裂」をどう教えるかというテーマで1月例会に出席した小川郁さんと山崎慶太さんが報告をし、欠席の浅見直子さんと鈴木綾子さんには2月例会で報告をしてもらうことにして始まった。

1. 細胞のはたらきの学習-減数分裂の取り扱い-

まず鷹取が「細胞のはたらきの学習-減数分裂の取り扱い-」を報告した。小学校と中学校での繁殖の学習内容の変遷、すなわち学習指導要領の改訂に伴う記述の変化を紹介して、小学校段階で受精を教えている人と「受粉まで教える」とい

う学習指導要領と同じような指導の2つの流れを紹介した。中学校段階では、第1学年で受精まで教えるという小川さんや鈴木さんの例を紹介して、教科書の記述など第1学年と第3学年とに分断されている現状を批判した。また、遺伝の法則の学習内容と生殖学習での減数分裂の取り扱い禁止の歴史をかいつまんで報告した。

いずれにしても、細胞概念の指導の学年、細胞分裂の内容についての検討の進展を期待して終わった。

2. 「中3 生殖と遺伝」と細胞分裂

小川郁さんが配布されたプリントは『カラー図解 アメリカ版 大学生物学の教科書 第2巻 分子遺伝学』の図解とこれを改訂した生徒用のものがあり、彼は日本の教科書の記述よりも正しい図解をしているので利用した、とした。

改訂というのは、シナプシス、セントロメアなどの科学用語が削除されるなどしているもので、相同染色体が3対の「有糸分裂」の説明で染色体数6個、 $2n=6$ とし、たとえば原書の「相同染色体のシナプスなし」を「DNAが複製され染色体として表れる」と変更している。減数分裂は「生殖細胞をつくる分裂」のことで、染色体数6本の例（相同染色体が3対・・・、 $2n=6$ と表現する）。結果としてできる生殖細胞は（染色体数3本・・・、 $n=3$ と表現する）、と。

色塗り作業をさせながら、最終的に「4個の娘細胞（各n）」ができたことを理解させたという。

授業案と指導の様子は生徒に配った「練習問題」で紹介しよう。ヒキガエルを例に、運動性のある生殖細胞名は何か、2種類の生殖細胞の核同士が合体することを何というか、から始まって被子植物の受粉と受精を理解しているか否かを問う問題がある。また、無性生殖の例を挙げさせる問いもある。

エンドウを用いた遺伝の法則の理解を判断する問いがつづき、減数分裂がここで扱われる。さらに、ヒトの性の決定のメカニズムを解説させる問いもあった。また、ヒトの血液型の遺伝についても、O型の母親とAB型の父親からは何型の子どもが生まれる可能性があるかその可能性を論じさせる問いがある。

例会出席者から、染色体をどう説明したらよいのかという質問があった。DNAについてのイメージについても生徒に与える教材が重要ということで、「糸巻き」モデルの利用は効果的であると小川さんは言っていた。学習指導要領の「1年；植物、2年；動物、3年その他」という内容を強いられている現状をどのように打開していくか、まだ先は見えない。しかし、1年時から細胞概念の導入はできるし、遺伝子やDNAについても物質の1種としてイメージは育てられるのではないかと、という発言も聞こえてきた。なお、「相同染色体」の意味を教

えるとは、どこでどのように行うことが適切なのか明らかにすべきということ
で次回の報告討論につなげることとして終わった。

3. 「高校 体細胞分裂と減数分裂」

遺伝の法則の学習指導の前に体細胞分裂を扱う。山崎慶太さんは、授業で使ったタマネギの根端の細胞と動物細胞の「体細胞分裂の過程」の図解を紹介し、この B4 判のプリントの下半分に、染色体の微細構造（真核生物）の図解を配しているものを手がかりに話し始めた。授業での説明については、山崎さんが改めて①から⑥まで6つの文章表現をプリントしてすすめている。

「① 遺伝子の本体である DNA は極細の長い糸状をした分子構造をもつ。ヒトの各細胞の核内には 46 本の DNA があり、つなげると 2m になる。

②体細胞分裂が起こる直前の“間期”には、46 本の DNA 鎖が複製（コピー）されて・・・」（資料 1）

というような展開である。これは図解に添えられている解説だけでは生徒が理解できないためであるということである。②の記述内容は教科書に無い。授業の様子はぜひ参観してみたいと思う。

資料 2 の方は、ヌマムラサキツユクサの花粉形成と動物細胞の「減数分裂の過程（精子形成の場合）」が山崎さんの文章化したものが追加印刷されており、それが①から⑩までである。裏面には減数分裂と体細胞分裂の比較、減数分裂による染色体の配分その他の図解もある。

試料を作り、顕微鏡観察をさせても生徒は「分からない」から実験はしない。また、映画（ビデオ）を視聴させてみたことがあるけれども、明瞭な映像が映し出されることがないので、もっぱら図解の説明をしているということであった。これは事実なのだろうが、動画という映像を利用しないのは、なんだかもったいないという気がする。

減数分裂時に対合する染色体を相同染色体という。資料 2 の解説は分裂の前期に「相同染色体が互いに平行に並び（対合）、二価染色体となる。」とある。

同形同大で、同一対立遺伝子が同じ順序で配列している。細胞分裂の指導では染色体の本数が問題とされるけれども、構成物質であるタンパク質のそれぞれが担う情報量というものも問題にすべきではないか……。また、“揃いの百科事典がもう 1 セット備わっている”という比喩は分からせやすいのではないか。あるいは、ゲノムが 2 セット備わっているのは、いわば“保険”であって、一部が欠損しても命に別状が無いという意味があると捉えさせてもよいのではないか……。といった意見が出された。山崎さんから、生徒の発言した率直な疑問が全体の理解におおいに役立つ例が話されていき、授業記録が読

める資料が欲しいし、中学校段階で言えば消化と同化の学習ではタンパク質の役割というか、細胞の生命活動にとってどのような利用がされているか指導が必要だろう、という意見が出された。

教科課程案／内容と教材「人体の学習」を考える

皮膚の構造と働きにつづいて1月例会では「2 頭部・頸部」が小嶋妙子さんから提案された。頭蓋骨のしくみとして骨の構造・筋肉系の様子・血管系の分布と構造・神経、脳の構造と働き・眼・耳・口（口腔）などの構造と働き。それから「3 胸部」へと移り、胸部に備わる諸器官、肺・心臓・乳房などの構造と働きが列記されて、読み上げられていった。

戦後の人体学習

1958年改訂の学習指導要領中学校理科では、第2学年では、

「(3) 人体のおもな器官の構造とはたらきや、体内における物質の変化について指導し、あわせて他のおもな動物の器官のはたらきを指導する。」

とあって、ア 人体の構造の大要、イ 食物、ウ 消化器とそのはたらき、エ 循環器とそのはたらき、オ 呼吸器および排出器とそれらのはたらき、カ 骨格と筋肉、感覚と調節を教えるようになっていた。週当時数4時間授業で使われる教科書の一例を紹介しておく。

中学理科教科書

教科書は人体の器官系として、消化器系、循環器系、呼吸器系、排出器系、骨格系と筋肉系、感覚器系、神経系、皮膚系、内分泌系の9つにまとめていた（東京書籍編『新訂新しい科学 2』、pp.196-197、昭和43(1968)年検定、第2学年用教科書）。

内容の記述は、I 人体のつくりのあらまし（pp.191-238）、II 消化と吸収（pp.198-206）、III 循環（pp.207-215）、IV 呼吸と排出（pp.216-220）、V 骨格と筋肉（pp.221-225）、VI からだの調節（pp.226-238）である。カエルの解剖では卵巣・輸卵管などの図解があるのに、ヒトでは生殖器系が無い。「生殖」を第3学年で扱うからであろう（第3学年「(1) 生物のいろいろなふえ方および遺伝のしくみ・・・」）。

現行学習指導要領と教科書

「(3) 動物の生活と生物の変遷」という表現になっている2008年改訂の学習指導要領では、「生物の体は細胞からできていることを観察を通して理解させる。また、動物などについての観察、実験を通して、動物の体のつくりと働きを理解させ、動物の生活と種類についての認識を深めるとともに、生物の変遷

について理解させる。」として、ア 生物と細胞、イ 動物の体のつくりと働き、ウ 動物の仲間、エ 生物の変遷と進化、という項目が列記されていて、「進化」が復活するなど 1958～1960 年代に悪しき“解剖主義”という批判がみられた記述とは大きく変わっている。週当時数 4 時間授業の理科学習で教えらるべき内容と教材は新教科書の記述で一応よしと言えるのか。

小嶋さんから提案された内容のどれを中学校生物学学習として取り入れるか。それは今後の討論に委ねられた。

動物の進化の学習指導メモ

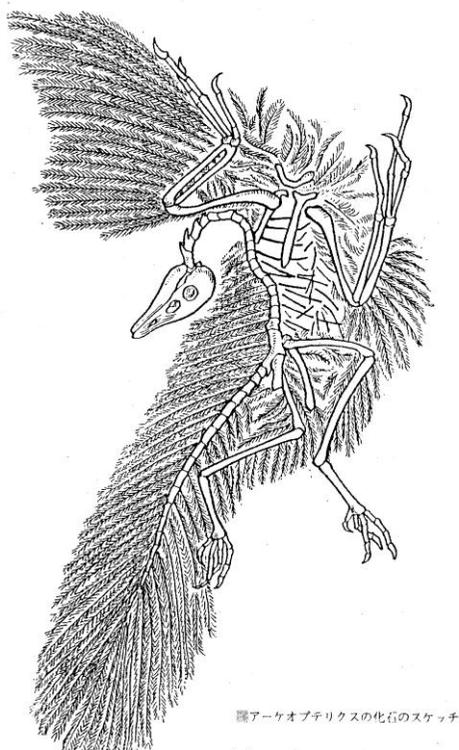
浅見直子さんや吉村成公さんが形態図を生徒に提示して進化の証拠とでもいう種の形態的な特徴を説明したり、生徒に発見させたりして授業を行った。生物学教育研究サークルでこの報告を聞かせていただいているうちに、かつてのわたし自身の授業の首尾を思い出したり、これからどのようなことを注意することがよいのか考えておきたいと思うようになった。そこで、次のような報告をした。

1 つは、生徒が読み取りやすい大きさの図を印刷配布したい。加えて、現生の鳥の実物（骨格）標本を参考資料に併置したいということである。また、学習用に作られた図版を準備することであろう。

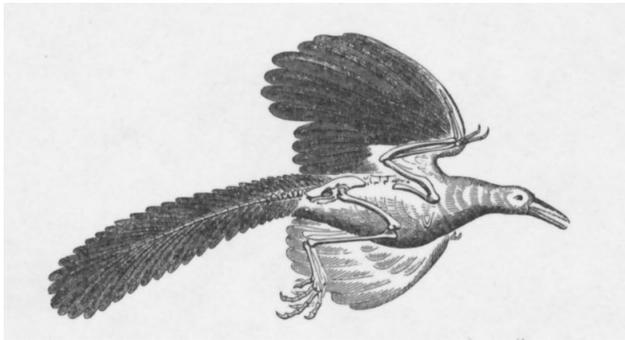
わたしは E・H・コルバートの『脊椎動物の進化（上）』（田隅本生訳、築地書館）掲載の図が OHP 用に書き改められた図で学習指導をしてきた（第 1 図）。

教材はこの他にニワトリの全身骨格標本があった。いくつかの骨に彩色して確認し、鎖骨、胸骨とその竜骨突起を指摘して始祖鳥の飛翔の可能性を考えさせた。第 1 図では残念ながら歯の描写が抜けている。

オーウェンは、1861 年に南ドイツのジュラ紀末の地層から発見された「ロンドン標本」をもとに復元図を発表している（『脊椎動物の解剖学』）。羽毛、くちばしに歯、3 つのツメがある前肢、長い尾骨の羽毛が目立ち、恐竜の原始的な形態がみられるとしていた。また、融合した鎖骨も描かれている（第 2 図）。



第 1 図 始祖鳥の骨格のスケッチ



第2図 オーウェンによる始祖鳥の復元図



第3図 ニワトリの前肢、胸骨・竜骨突起、鎖骨、肩甲骨、鳥口骨および付着する筋肉のつながり(鈴木綾子撮影)

同じく、しばしば利用される始祖鳥とハトの比較図(Heilman、1926)も利用したいとした。それから、できることなら中学校段階指導でも、翼の羽ばたき運動の機構を解剖標本で確かめたいこと、さらに気囊の構造とはたらきも教材化したいとしてみた。ニワトリの羽ばたきの教材は鈴木綾子さんの研究がある。

大胸筋の収縮によって翼が引き下げられ、小胸筋の収縮によって翼が引き上げられる。この機構は、鈴木綾子さんの標本では赤いリボンを使って筋肉の付着と三骨孔を通り抜けている様子を説明している(第3図)。

科教協ニュース No. 633、No. 635 を読んで

月刊雑誌『理科教室』が大判になるという。2012年4月から「今月の授業」ガイドマップが新設され、実践記録(小2本、中高2本)各5ページだて、という。小学校は6学年、中学校は3学年あり、高等学校は3学年であるからという根拠だろうが、領域をみるなら少ないのではないか。多く設けられている欄の記事は隔月掲載でもよいので、小学校または中・高校を1本増やしたらどうだろうか。こう考えていたら、No.635(2012年1月号)では小2、中・高1と実践記録を減らし、「今月の授業」小3、中1という計画であるという。科教協の授業記録(実践記録)を大事にしてきた運動が後退するように思う。

[付記] 生物学教育研究サークルは電子メールとしてホームページを設けています。ぜひご覧下さい。 <http://homepage3.nifty.com/seibutsu-circle/>