

生物学教育研究

東京・生物学教育研究サークル発行

No.449

2015年5月号

4月例会のようす

(文責；小嶋妙子)

日時；2015年4月10日 18:30～21:00

参加者；鷹取、小川、高橋、大沼、堀、山崎、平山、鈴木、浅見、小嶋

1. 「忘れない3・11展」 小平市公民館 鷹取 健さん

3/11～3/15まで期間中 1220名の参加者数はすごい数で、運動が市民の手でもりあげているという報告でした。ここでの鷹取さんの取り組みは三陸の各地に入り、自らの動画を駆使して編集されたDVDとTVの録画の記録を数編置いて、津波の爪痕をおいかけた貴重記録と説明をされた資料を持参いただきました。

2. 「生体防御」の授業 浅見直子さん

生物基礎での「免疫」の授業後の生徒の反応を中心に、報告されました。もしも、浅見さんのような授業展開が行われていくなら、日本の医療機関はもっと仕事に、ゆとりが生まれて他のことが充実していくことでしょう。浅見さんの主張がよくわかった報告でした。

3. 「カリキュラム 理科 明星学園小学校」 大沼有子さん

「細胞」が小学校のカリキュラムに入っていて、大変気になるところです。科教協の各職種の学校の立場から、また、児童・生徒たちの発達成長段階から、どうしてもゆずれないものがある科教協の会員の中でも二分されている「細胞を小学校段階からのを」いや「小学校から細胞を入れるのは時期早尚」「細胞は中学校や高等学校で」という主張や議論が一時期盛んにおこなわれていました。そういえば、最近はあまり聞かれなくなったなあと筆者は感じていました。

2015年3月に報告されていた明星学園小学校の全体計画の中に、「細胞」が入っていました。とても興味深く聞き入りました。小学校での細胞の扱い方で、具体的な教材をどのようにあつかい、児童のものにしているのか、中学校・高等学校で教える人たちの関心が寄せられました。もしも、日本の小学校で、細胞が扱われているなら、中・高等学校の生物教育の内容は発展的になることでしょう。

また一方で、いや“細胞の扱いは小学校ではなく、中・高校で”という人たちも多数います。そこで、明星学園小学校で「細胞」を生物の学習の中に入れているのは貴重な要素です。改めて、「細胞は読み物での理解ではなく、具体的な扱いとして具体物を扱ってほしい」という願いです。

小学校では原子・分子はでてきません。かわりに“粒”とって2015年現在では、多くの方々の

実践で、多用されています。細胞という生物にとっての最小・基本単位を何ということばであらわすのがいいのかは、思案中です。でも小学校の方々は、「いや、小学校では細胞概念を扱くと子どもたちは迷い、混乱する」ということで「中学校・高校」での実践をまつという大きな声がかえってきそうです。

急遽のまとめです。不十分なところがあります。ご容赦下さい。

低学年教育の指導内容と教材を探る

－栽培とその観察の目的をめぐる授業－

(1)

鷹取 健

<も く じ>

1. 小学校低学年の葉のしくみ－2015年2月号の実践報告記事－
 - (1) 2種類の葉－子葉と本葉を区別する意味
 - (2) アサガオの体にはたね、ふたば、ほんば、つぼみ、はなができる
 - (3) 観察カードを綴じて－2015年3月号の<今月の授業>－
2. 緑色植物のしくみ
 - (1) 発芽／(2) たね調べ
 - (3) 理科教育としての栽培学習？ 栽培とは
 - (4) 野生種の教材／(5) 植物のしくみ

教科書を見ると、小学校ではほとんどすべての学年で生物が登場しており、様々な事実、概念・用語が出ている。これらは学年を追っていくにつれて素朴なものから次第に詳細な、あるいは階層的に児童の脳裏にしまうことができるように構成されているのだろうか。生物学の基礎が学べるような配慮があるのだろうか。それは、中学校教育にうまくつながるようになっていくのだろうか。文部科学省によれば、教育課程の編成手順は1つの学年内でしか動かさないし、学習指導要領の文章に沿った内容と教材で教えるよう規制している。

低学年教育では生物学的自然の何をどのように学習させるのがよいのか。これから『理科教室』⁰⁾ 2015年2月号<授業に生かす実践記録>欄と3月号<今月の授業>欄から取り上げて、これを中心に考えていくが、近年の記事も参照してみる。

学校教育で「栽培」「飼育」という用語と実際に使われている概念について、その内容が多かった¹⁾ 日本の理科教育のあゆみの中で、本稿では栽培と生物学教育（植物学教育）の内容の系統性を探るようにしたい。

1. 小学校低学年の葉や花のしくみ－2015年2月号の実践報告記事－

- (1) 2種類の葉－子葉と本葉を区別する意味

紙幅の費やし方からするとアサガオの本葉の形態分類が大西郁子の指導目的の実践記録である。報告のはじめの記述では子葉の観察も大事としているようにみえる。この観察は児童にとって容易であったという。ところが、次の本葉の観察では多種多様な形の葉が多くて困ったという。そこで叩き染め手法を使って活動を指導していく。

大西の教える内容は「アサガオはいろいろな形をしたたくさん本葉がつるにできて、この本葉はいくつかに分類できる」であろうか。また、花びらの形も観察対象である。

葉の観察は、本葉の出始めの時期にその形を観察させるのでよい²⁾、とも言われるが、種子に比べて大きく広がった2枚の緑色の子葉の付け根辺りから、子葉とは異なった形と表面にたくさんの毛が生えている緑色の葉が確認できたらよいと思う。なお、アサガオらしいおおよその形が把握できたらそれでよく、つるが伸びるにつれて葉もたくさんできる様子が把握できたらそれでよいと思う。大西は葉のしくみ（構造と働きの両方）を教えようとしなかった。他の実践者も形態的な特徴の把握が学習活動の山場にしていないのではないかという疑問がある。実践記録のはじめに、何をどう教えるかという全体の指導計画の記述は詳しくはない。指導計画は次のとおりであろう。

<指導計画>

アサガオを育ててその成長を観察する。

種や葉を観察して、色をつけて絵にする。また気づきを文にする。

つぼみ、花を観察して、色をつけて絵にする。また気づきを文にする。

児童のとらえた認識は次のような例がある。

「①ほんばは14まいあったよ。ふたばがきいろをしてびっくりしました。ふたばやほんばがたべられていたよ。」

「②ほんばがたくさんでたよ。はっぱのかずは14まいだよ。さわるとざらざらだったよ。よくみるとふわふわだったよ。どうしてけがたくさんあるかという。おおきくなるにつれてけがたくさんなるとおもうよ。」

大西は、さらに「葉の形にも注目してほしいと考えて」、葉のたたき染めを行い、5つのグループ分けを指導していった。児童の文章に、

「おんなじたねをうえても、ちがうかたちのほんばがあるのがわかったよ。それがグループになるのがわかったよ」

がある。花では「花びら1まいになっていることや、花びらの色に気づいてほしい」と考え、観察記録の中から「はなびらは7まいあったよ」を選んで掲載している。また、

「まるのなかに、ほしのかどが6こと5こあるってしらなかったけど、わかったよ。あさがおのはなびらが1まいってしらなかったけど、しってたのしかったよ。」

が紹介されている。

高学年用の教科書では発芽・子葉・本葉、また「芽」が用語として登場し、教師も当然用いる。種子の構造を扱えば子葉の構成物質とその役割が主題となる場面がある。細胞内含有物が一旦溶けて運搬され発芽や成長に消費されるとか光合成をするなど葉のしくみの学習指導を予定しないのである

から、形態的な特徴に時間をかけて取り組ませている。低学年の自然科学的な学習内容として植物体の形態的な特徴を分類する作業が主要になるのだろうか。

(2) アサガオの体にはたね、ふたば、ほんば、つぼみ、はなができる

2014年9月号の〈今月の授業〉欄に編集委員の高鷹美恵子「小学校1年 アサガオの栽培のまとめをしよう」がある。この提案をみよう。

高鷹はたねまき作業を経験させて、アサガオは種子が芽を出し子葉・本葉・つぼみが順次でき、開花・結実するという事実を確認させる。できた種子の数は多い。これらを春から秋にかけてスケッチさせながら認識させる、という（種子を種と表記しているので、以下この項だけ踏襲するが、“たね”が“種子”を使うべきである。なお、一般用語のたねは果実や栄養繁殖体などを含めている）。

〔学習内容〕

1. アサガオの花が咲いた後に実ができ、実の中に種ができる。
2. アサガオの実の中に、いくつもの種が入っている。
3. アサガオの種は、まいた種と同じ形をしている。
4. アサガオには、たくさんの種ができる。

児童は高鷹の指導案通り学習をしたとすると、1学期に成長の様子を観察してきている。このまとめとしての指導案が1～4である。1粒の種子から育ったアサガオはたくさんの種子を作った事実を学習させるという。1学期の指導（学習）内容は、たね、たねまき、ふたば、ほんば、つぼみ、はななど各時間にスケッチさせる対象を示して鉛筆だけで1本の線で大きく描かせた。はじめは気がついた言葉を教師が聞き、これを書き加えてやり、次第に児童自ら書いてもらっている。

特筆すべきは、植木鉢から根を引き抜かせ水洗いしてから根の広がりを確認する観察である（根のはたらきを教えているのだろうか）。また、茎が支柱に巻きついていることと丈夫であることを気づかせられる、としていることである。発展として、この後にいろいろな植物の種子集めまで活動させたという。

(3) 観察カードを綴じてー2015年3月号の〈今月の授業〉ー

2015年3月号の市川政子「アサガオのえほんづくり」の指導計画は次の通りである。

〔単元のねらい〕

1. アサガオの生長過程を学習する（種まきから種とりまで）。
2. 1個の種からたくさんの種がとれる。
3. アサガオを使って遊ぶ。
4. 1冊の本にまとめる。

気づいた事柄を発表させ、みんなで確認する。画用紙に絵と文でまとめる。対象だけを描く。事前に「ともだちの絵」を参考にするように、と見せる。

種子の観察・種まきの学習時間の例では、渡されたカッターナイフで切断した種子を、児童は虫眼

鏡を通して見つめ、外形が

「こげちゃいろ つきみたい」

と感じ、断面は

「いもむしみたい」

というのがある。これは種子の構造を調べさせているのであるが、大西と高鷹は実践していない。ただし、イモムシみたいなものの正体は何であったのかの結論は報告からは読めなかった。残念ながら市川はこれを重視していないのだろう。

以後、芽の観察（子葉）・葉の観察（本葉）、つるの観察、花の観察を経て色水遊び・おり染め、実の観察とつづいて、えほんづくりに入る（貼りあわせ、製本テープでとめる）。大西と同様に形態観察で終始したのであろうか。

担当の編集委員は「たんなる栽培に終わらせないで、種まきから種とりまでたくさんの方に気づけるように」と注釈をしているのであるが、これだけでは問題点の指摘は明瞭でないが、実践記録でないからやむを得ないのだろうか。

2. 緑色植物のしくみ

(1) 発芽

種子を蒔くとやがて芽が出る。このことばは、土中に埋まった種子が水分を吸収することができる、休眠から覚めて根を伸ばし始め、つづいて茎と葉が大きくなって肉眼で見えるようになることを端的に表現している。休眠している胚が再び成長をはじめたことを指している（光発芽種子と暗発芽種子の区別は、ここでは問題にしない）。

教材をアサガオに決めて栽培する場合、このことを繰り返すと、水分を含んで膨潤したアサガオは種子の種皮の一部が破れて中から出てきた根を地中で鉛直方向に伸ばしていく。この根が多くの水分を吸収しており呼吸もしている³⁾。根の地表部分でも、その根が鉛直上向きに伸びていくのが確認できる（根の先端での細胞分裂をここで説明するのではない）。この伸長により、子葉が地表よりいくらか高いところの根の根本の表皮が一部破れて出てくるし、茎と葉（＝芽）が大きくなってきて、それが見えるようになる。

これらを農家の方が唱えるように発芽⁴⁾したと言う。ときには、地中から子葉が出てくるから、子葉が地上に姿を現すのを発芽という人が出てくる。また、地表に放り出された種子から根がでてきて、この根が地中に潜っていく様子も見ることができるかも知れない。

なお、教科書を見る限り、小学校では「芽」とは何かという学習（概念規定）はしていないから、おおよそのイメージしか与えられない。なお、これで悪いわけではない

（なお、その後に見られる器官・活動状況は様々である。位置については頂芽・腋芽・不定芽、発育後の葉芽・花芽・混芽の展開、また休眠芽・非休眠芽などと区別される）。

児童の中から、

「水分を吸収する”なんて、どうやってこのことが分かるの？」

と問いかけてくるときは、“種まき”をする前の種子の硬さを確認させてから、根を押しつぶして見せてやればよいと思っている（豆もやしを見よ）。

緑色植物の学習、しかも栽培をして理解させようというのであるから、それなら「たね」から学習を始めたらいと思う。

(2) 「たね調べ」

はじめの観察は、土に蒔いた種子の根の発根・伸長である。その様子は見難いことはない。

小学校第1学年でたね調べを指導した実践報告がある。田中 実編『教師の実践記録 理科教育』⁵⁾の中で児童が「たねって何だろう？」という基本的な疑問（課題意識）を抱いてたねを見つめている。彼は胚や子葉という科学用語を教えてもらってはいない。種皮の一部が破れて出てきた子葉を見て、たねの本体がそれであり、これが大きく育っていくのだという解釈をした。「種の中に子葉がはいっているのです」と教師が説明してやるのではなく、彼らに発見させたいという。

実践報告を書いた石井艶子は「種をまくと毎日水をやって芽の出るのを待ちこがれる。待ちくたびれて、芽は出ないのかと、心配しだした頃にあさがおは芽を出す。芽ばえをみつけた子どもたちのよろこびは大きく、また活気だって『早く大きくなれ』と声援する」と書いている。その子どもたちの中で、

「先生なんで種まいたら芽が出るの？」

と言う。じゅんろうの観察日記は、

「ぼくは、あさがおのあかいじくでたとき、そっとぬいたら、さきにくろいたね、ついたった。ぼくは、ふしぎやった。くろいたねのさきの、しろいところ、われて、でてくる。ぼくは、そのとき、わかった。たねのなかになにかはいったんやなど、おもった。」

と書いてあった。石井はこんな指導をした。「種の中に何が入ってるんやな、知りたいね。じゅんちゃんの目はよく働くいい目だ。よく見つけた。さあもっとよく見て、絵とお話を書いておこうね」

「うん、いま、種がないさかい、種できるまで待ってんならんね。」

とじゅんろうは答えた。石井は絵と文字で書き留めさせておいた。

9月、じゅんろうは次のように書いた。

「たね、できたとき、ぼくは、もう、わすれてた。すみえちゃんのにっき、先生にみせてもろて、おもいだした。ほんで（それで）みた。みたら、ふたば、はいったった。」

種子の中に「黄色や乳白色ではなく、みずみずしいみどりの子葉があるという感動は、あさがおの生命の地上での、どの成長状態よりも、二人の子たちにとって、つよい感動であったようだ」と石井は書き、種子採集の指導をしていった（以下割愛）。

わたしはこのくだりはたね調べをしていると理解した。否、生きているということを彼らは学んだ。低学年の学習指導について、教科書やこれを扱う教師の世界では「子葉」「本葉」という用語が大

大きく扱われているが、これらがいかなる機能を備える器官なのかという言及は見当たらないのはなぜであろうか。これは第3学年以降の学習内容である、というきまりでもあるのだろうか。

2015年5月号の巻頭口絵の内田慎吾「種って なあに？ 一種を「集め」「育て」「食べて」植物について考えた」⁶⁾では小学校第2学年の指導で、「粃や玄米は、生きているの？」と問い、「命があるの？」と尋ねている。児童は、

「芽が出たら命がある」

と答えた。そこで「じゃあ、まいてみよう」と教室内で発芽実験を試みた。

内田の指導は、動物と植物の分け方として「カレーライスの食材を種をもとに」、「うんこ」や「おしっこ」をするか否かで判定させた。「種ができるか」どうか考えさせている。前者の決め手の方が2年生には考えやすかったようだという。この時の指導は2013年度の11・12月に行っている。

<種の授業>

第1時 カレーライスとサラダの食材

第2時 「たね」でわけよう

第3時 「うんこ」でわけよう

で、

「植物かどうかを種の有無、種ができるかどうかで考えた。しかし、経験が少ない2

年生は、種ができるのかは栽培し種を取った経験があるアサガオやヒマワリくらいで、植物に種ができるという認識はあまりない。」

という。また野草の種子を意識的に見ていなかった。そこで、「うんこ」や「おしっこ」をするか否かで判定させた。植物に対する興味・関心を持たせるには「食べる」に限る、という。この結果、「命のある『植物』『生き物』として認識」できるようになったと結論している。

ガガイモの大きなふわふわのある種子を見つめ、児童から、

「種って、なかまふやすため」

という考えが出された。「種って、植物ができるもと⁷⁾」という概念が形成されていったのではないだろうか。

種子は、多くは果実の中にできている。内田は積極的に果物を作り・集めて観察し食べてみる。(食物として取り入れをする農業がある。中学校段階で技術科の学習内容があるが、理科との連携は始まっていない)。内田に学んだ子どもたちはおそらく種子であるか否かの判別ができる。内田の世界では子房や胚珠という用語は出てこない。

芽とは何かについての教えが無くても、発芽という植物の発育段階は分かる。根が顕在化して、子葉が見えるようになると胚軸が根から出てきて大きくなっていくからわかる。

子葉というか双葉というか、「子葉は2枚」という訳ではないから全子葉を双葉で言い替えてはいけないが、たねを土にまいて最初にでてくる葉がそれだ、という言い方はよい。それが、びっくりするほどの大きさになる。これは育つという表現を使ってもよいだろう。決して小さくはないが子ども

の葉という「子葉」とはよく言った言葉であると思う。

しくみの学習はどの階層ですべきなのか。生物体の構成成分の学習が行われる中で物質交代の初歩的な理解をどのように保障していくのかは、小学校段階の植物領域では確たる内容と教材が見えていない。

学習指導で栽培という言葉を使うのならアサガオの場合でも「つちづくり」⁸⁾を扱ってみたい。また「堆肥」を教えてよいのではないか。固形肥料を児童に渡しているのだから、たねまきに適したところはアサガオが育ちやすい土と言ってやりたい。そして根のしくみの学習は土壌中から水や水に溶けている無機物を取り入れている現象を扱うことであるから、育てるには肥料が必要と、その位置づけをはっきりさせたい。呼吸をしているというのも扱われるべきなのである。

もっぱら光合成をする本葉の意味は教えられる。茎とつるの異同も教えられる。茎は葉を上手く付けて太陽の光を浴びるようになっていく。根が支持機能を持つと同様に茎も説明が可能であるが維管束・導管・師管などは低学年では教えないだろう。根にも茎にも水分が多いという事実から教えられないだろうか。

葉でさえ水分は多い。小さなポリ袋を手首から指先まで入れてみると苦しく感じるようになる。植物では、人の手の場合と同じように袋の内側に水滴が見えてくるし、増えていく。蒸散という現象を小学生に見せたら悪いということはない。しおれた草花を水切りなどして水を与えれば元のようになるという日常経験の積み重ねを意識的に行うとしたら……。化学薬品やブラックボックスの機材で調べる前にできる教材・教具を整理したい。自然界に発芽時期（したがって種まき時期）⁶⁾があることは教えなくてはならないことがある。

栽培を通して、生きている・成長していく・時期が来ると開花するなど生きている事実を納得して受け止められることがあるのではないだろうか。品質のよい、しかも大量に収穫を期待はできないが栽培に慣れて、これが理科実験であるという位置づけをしてみたい。

(3) 理科教育としての栽培学習？ 栽培とは

小学校教育では第1学年で特定の種・生物の栽培やいろいろな種・生物の生き方を観察して、続いた上の学年でも同じような作業を伴う学習が必要であろうか。つまり、文部科学省の考えは理科の学習の準備として学習させ、理科で本格的な学習をさせるという趣旨であろうか。仮に低学年の教育内容が準備、というのなら、この段階は、例として種子から始めて結実までを時に応じて行う観察というのでよいのであるか。

教育用語として、「栽培」とは実験であると定義してみる。ここでは土づくりを行い、たねをまき、水をやるなど児童が作業するという教育活動を言い、通常は産業界の業務とは違って大きく収穫を目標にはしない。農業科とか技術科での学習では当然のことながら土づくり（堆肥）、水はけの様子、種子の選別、種蒔き、風水害を避けるとか雑草の駆除、あるいは施肥（肥料）などを学ばせる訳だが、高学年では農業の専門家が行う作業は確立した技術があるので農場見学が可能なら実施してみたい。また、ちなみに、雑木林は栽培されている。だからそこからどんぐり（コナラその他）を拾って

きて植えてみるというのも栽培である。しかし、生物学教育上必要な教材を選んで実験をしていく際、標準的な内容と教材（植物種）について低学年にふさわしいものはこれだという教育課程はわたしにはまだ見えていない。

（４）野生種の教材

2015年5月号の〈今月の授業〉野末 淳「小学校2年 タンポポ―説明文を読んで自然にはたらきかける―」で展開している授業案は平山和子の著作（絵・文）をもとにしている。

単元のねらいは

「国語教科書掲載の説明文『たんぽぽ』（福音館書店）を読んで、実際にタンポポにはたらきかける。

そのはたらかけを通して、説明文に書かれていることを、事実としてとらえる。

◇具体的内容

1. タンポポには長い根がある。
2. タンポポの花⁹⁾は種子になる。
3. タンポポは、種子が風に飛ばされやすいように花茎を伸ばす。」

である。野末は生活科の学習内容を国語科の内容に求めて展開していくのであるが、この内容が小学校第2学年の児童にふさわしいと解釈している。

「1・2時間目 タンポポの根っこほり

ねらい●タンポポは学校のいろいろなところに生えていて、長い根をもつ。子どもたちに実際に根を掘り取らせ、観察させます。

3時間目 タンポポの花数え

ねらい●タンポポは小さな花がたくさん集まって大きな花のように見える。」

としている。3時間目のねらいは「…たくさん集まっている」というところであろうか。

授業は、国語の教科書を読ませ、花を観察させる。花の基本型は雌しべ・雄しべ・花びら・がくがあるという前提で、これを教えずに“実は1つの花には雌しべ・雄しべ…が揃っている”とこの段階で説明をして、だからタンポポはたくさんの花の集まりであると教える計画案であろう。平山は、

「一つの 花のように 見えるのは、小さな 花の あつまりなのです。小さな 花を 数えてみたら、百八十も ありました。これより 多い ものも 少ない ものも あります。この 小さな 花に、 みが 一つずつ できるように なって います。」

と書いている。この内容を小学校第2学年にふさわしいと野末は解釈しているが、「一つの 花のように 見えるのは…」という自然科学の事実認識をここでわざわざ位置づける必要があるのだろうか。野生種でも“種子から種子まで”教えようというのなら、「種子のもとになるところ」がたくさんついている事実を発見させる指導でよいのではないか。根が長いという事実について、児童は、おそらく根の長さを気にかけたことがないなかで“長い”と観察させる（意外性をねらう）のは単に長さだけ

が課題であるようで、この学年にふさわしいのか、と疑問に思う。

2013年12月号の実践記録・山崎美穂子「小学校2年 タンポポの学習」では、花びらをあえて1枚2枚と数えさせている。山崎は授業を終えて『タンポポのことを教える』というよりは『タンポポを通して植物のからだのつくりやしぜんへの』はたらきかけ方を教える」という位置づけにしたという。そのため、「タンポポのひとつひとつの『小さな花』を『花びら』と表現していたり、『み』と『たね』が曖昧になっていたりしていても、あえて訂正はし」なかったという。

子どもの認識は「何枚かの花びらが集まってひとつの花をつくっている」というものであるとして、この花の中にある雄しべや雌しべなどの花のつくりに目を向くようになっていくとみている。

山崎のあげている学習内容は次の通り。

1. タンポポは、道端や校庭のすみ、校舎のまわりなどいろいろなところに生えている。
2. タンポポは小さな花がたくさん集まっている。
3. タンポポのからだは、根、茎、葉、花でできている。
4. タンポポは土の中に根を長くのばしている。
5. タンポポは花が咲き終わるとわた毛のついた種ができる。
6. タンポポはわた毛をとばすことで、種を遠くに運ぶことができる。

以上を8時間配当で指導をしている。第4・5時には「花をほぐし、花びらの数を班ごとに数え、比べあう。タンポポの花は小さな花がたくさん集まってひとかたまりの花になっていることを認識させる」という。この花の表現は適切に思う。山崎はたねまきまで行い、児童は、

「初めて見た!!」

と喜んだという。児童は「これが大きくなって花をさかせるまでのことを想像した」と記している。彼らは花を詳細に見るようになり、においや手触りに注目し、自分で考えるようになってきたと結論づけている。

「わたしは、たんぽぽのわた毛をかぞえました。かぞえたら123こもありました。学校で花びらのかずをかぞえたときよりもすくなかったです」

という文を紹介している。そして、タンポポの種子が発芽するか否かの実験をしている。

現行の学習指導要領第3学年に規定されている内容を教育出版『地球となかよし 小学理科 3』（平成22年3月検定）¹⁰⁾で見よう。

「2 生き物大好き 植物を育てよう（1）」(pp. 14-24)

「1 植物のたね」の「はてな？ 植物は、たねからどのように育っていくのでしょうか。」の学習で、たねのまき方の解説文の次に、調べよう「観察1 めが出たハウセンカを調べよう。」として観察をする。双子葉のハウセンカとマリーゴールドの「子葉」が写真で登場。

「わかった」で、ホウセンカは、たねをまくと、たねから子葉（最初の葉）を出します」と説明。観察2になると、「わかった ホウセンカは、子葉を出したあと、葉を出します。」と説明している（p.19）。

「2 植物の体のつくり」ではポットから取り出したホウセンカの地下部を観察させて、植え替えさせる。「わかった ホウセンカは、根、くき、葉からできています。」を読ませて、「はてな？ ほかの植物も・・・」と記述して観察をうながす。

<資料>植物の根 根は、植物の体をささえたり、成長するのに必要な水や養分を、土の中から取り入れたりしています。・・・」（p. 24）

この「授業計画と結果」の展開では子葉と葉（本葉）との区別をしている。「め」は何を意味しているかはわからない。しかし、子葉が地上部に出て見えた現象をいうのかも知れない（「たしかめ」欄をみると、こう解釈することが可能である）。

この教科書の「1 植物のたね」はアサガオとホウセンカの違いはあるが、第1学年の学習と大きく違うところはなさそうである。「2 植物の体のつくり」でも違いはなさそうであるが、設けられている<資料>の扱いをどうするかで違いが出てくる。植物の生育に水が必要であると同時に堆肥や施肥からの“肥料”の必要性が説明されている。中学校段階でも肥料の成分が記述されていたのは1958年改訂の学習指導要領理科第1学年の時だけであり、現在記述されているのは技術科である。また、理科でタンパク質合成については触れられていない。

「養分」ということば¹¹⁾は、安易な使い方では正しい概念形成は望めない。たとえば、小林浩枝は小学校第6学年の「植物の体とくらし」（『理科教室』No.714、2014年6月号、<今月の授業> pp.12-15）で、到達目標を「植物は自分で養分（でんぷん）を作って生きている。」と設定している。

「動物は他の生物を食べて養分をとっている」とも記していて、授業では動物の食べ物名を挙げさせて、養分は動植物そのものであるという暗黙の指導から始めていく。しかし、養分とは何かという課題意識は乏しく、その概念規定も明解でないように思う。

（5）植物のしくみ

2014年4月号の小林浩枝<今月の授業>「小学校3年 4月、5月の生物単元」について考えてみたい。まず「がくが花弁に変化しており、生物教材としてはよい教材ではないが」と記しながらチューリップの花しらべを促す。

「中心の1本にめしべ、まわりの棒におしべ」を確認する作業が第1時。形態的な特徴を知る学習である。第2・3時はナズナ（アブラナでも可という）の観察である。「根、茎、葉という部位」の名前を教える。植物に名前（種名）があるということを確認させる。根、茎、葉があるね、「これ全部でナズナという」とする。調べて児童が気がついたことを描き、その紙片に小林が説明した内容を記させる。第4時は校庭の植物を探させる。花が咲いている野草を見つけ出し、水の入ったコップに挿させてしおれないようにする。花にはおしべ、めしべを確認させてから、根・茎・葉が備わっている

ことを確認させる。第5時は特定の植物と虫（昆虫）を見つけ採る作業がある。

小林は、この単元は「生物が『成長し』『ふえる』くらしをしている姿を観察する」という。スケッチをさせ、文で記させる。鉛筆で1本の線を引くというスケッチのしかたが教えられていく。理科の学習時間であるからという理由であり、5月の連休明けにホウセンカとオクラの種子を植木鉢に蒔かせていく。児童には保湿剤入（この事実は知らせないというが知らせる方がよいと思う）の「土」を購入しておいて使わせる。たねの観察、「芽が半数以上出たら」観察させると記しているが、これ以上の学習活動の内容はわからない。

2014年4月号の〈今月の授業〉丸山哲也「小学校第5学年 植物の花と実—植物の花のつくりと実や種子—」の場合は、学習に長期間必要な植物は教材に適さないという。丸山は教科書の展開は発芽成長が1学期、受粉と結実が2学期と離れて学習させることになっているが、そうしないで、受粉と結実を学習させるのは4月が最適という。4月なら開花から結実までは短期間、しかも、「花と実」の学習から種子の発芽に入った方が植物の成長過程としては自然という。それでは、アサガオの栽培で、土づくり、そして種子蒔き（種蒔き）、発芽・成長を見つめる、施肥、開花・結実、種子とり（種とり）などと続く学習活動は不自然であろうか。丸山の設定したねらいは次の通り（12時間）。

〈単元のねらい〉

1. 植物は、根・茎・葉・花の4つの部分からできている。
2. 花は、がく・花びら・おしべ・めしべの4つの部分からできている。
3. 花が咲いた後に実や種子ができる。
4. 受粉によって植物の実や種子ができる。
5. 種子は、いろいろな方法で遠くまで散らばる。

丸山はアブラナその他を教材に選び、顕微鏡を使って花粉を観察させ、花粉から花粉管が伸びていくシーンを見せたいとしているけれども、受粉を教えても受精は教えない。

受粉しなかったために雌しべが成長しなかった原因を児童は栄養が行かなかったと思いつくことがあっても、その理由は考えつかないからとして映像を見せてやればよいという（筆者は小学校段階で細胞概念を導入したいし、植物の受精を教えたい）。

2012年4月号の高橋真由美「小学校3年 アブラナのからだ—植物のからだのつくり—」の提案との異同は何か。第3学年と5学年の本質的な違いとは何であるべきなのだろうか。

しくみは漢字では仕組み（仕組）で、生物体の構造と機能を意味する。はたらきを学習するとは形態的な特徴を備えた物質（からだ、体）系がどのような化学的な反応をしているか、同時にどのような生物的な運動をしているかを個体・器官・組織を見つめることであると思う。そうしながらその生物の細胞の振る舞いを理解することだと思う。植物のしくみを学ぶことは、環境との相互作用を見つめるということなのである。

注)

0) (1) 科教協編集の機関紙『理科教室』掲載の最近の記事のいくつか

①<今月の授業>欄

・小学校低学年

市川政子「小学校1・2年 種であそぼう」2012年9月号

高鷹美恵子「小学校1・2年 どんぐりであそぼう」2012年11月号

高橋真由美「小学校1・2年 『しぜんのたより』に取り組もう」2013年4月号

小佐野通代「小学校2年 ダンゴムシを飼って育てる」2013年6月号

高鷹美恵子「小学校1・2年 むしを育てよう」2013年7月号

高鷹 敦「小学校1・2年 花さがし『自然のたより』の導入として」2014年5月号

高鷹美恵子「小学校1年 アサガオの栽培のまとめをしよう」2014年9月号

市川政子「小学校1年 アサガオのえほんづくり」2015年3月号(たんなる栽培に終わらせないで、種まきから種とりまで)

野末 淳「小学校2年 タンポポ」2015年5月号

②<授業に生かす 実践記録>欄

・小学校低学年

山崎美穂子「タンポポの学習」2013年12月号

鈴木 剛「小学校1年 『たねさがし』の授業」2014年8月号

大西郁子「小学校1年 アサガオをかんさつする」2015年2月号

・小学校中学年

小笠原千恵子「3年生の自然観察ー自然を豊かにとらえられる子どもにー」2014年10月号

・小学校高学年

八田敦史「小学校6年 植物の栄養ー植物が生きていくには日光が必要ー」2014年4月号

野末 淳「小学校6年 植物の体とくらし」2014年9月号

③<特集>記事欄

小佐野正樹「教科書を研究し教科書を超える」2015年2月号(生物学教育論の内容の系統性(順序性の論述)で学習指導要領のその批判部分)

堀 雅敏「小学校3年 初めての理科・本質に迫る授業作りを！」2015年2月号

④巻頭口絵・口絵解説

大西秀夫「ジャガイモを真正種子から育てる」2015年4月号(ホッカイコガネ)

内田慎吾「種って なあに？ 一種を「集め」「育て」「食べて」植物について考えたー」2015年5月号

(2) 科教協東京支部・春の研究集会

2015年4月19日(日)に科学教育研究協議会東京支部が行った春の研究集会は、次の提案がある。

<低学年(生活科)>

①高鷹 敦「生活科 新しい教科書 使えるところ・補いたいところと、生活科で大切にしたいこと」(足立理科サークル)

②根岸あずさ『『自然のたより』から発展した『ナガミヒナゲシの授業』』(明星学園小学校)

③前沢 優「観察の視点とカードの書かせ方～「生き物さがし」(2年)を例に～」(理科授業研究会)

④鈴木康晴「動くおもちゃ作り～『紙くるくる』を例に」(足立理科サークル)

<小学校3年>

堀 雅敏「新教科書検討・年間指導計画」(中央沿線理科サークル)

高橋真由美「植物のからだ アブラナの体しらべ」(足立理科サークル)

市川清子「春の野草を観察しよう」(江戸川理科サークル)

1) 1958年に改訂された学習指導要領小学校理科の記述

第1学年では「2 内容 (1)校庭や野山の自然に接し、全体的・直感的な観察や遊びを通して生物に興味を持ち、それらの性状や生活の目だった様子に気づき、生物をかわいがるように導く」ために、「ア 花だんの草花の観察と、世話の手伝いをする」こととなり、教師と子どもは、「あさがおのような粒の大きな種子をまき、種子のまき方を知る。まいた種子に水を与えて発芽をまち、発芽や育つ様子を見守り、世話の手伝いをして、これを愛育しようとする。」という記述に沿った内容の教科書を作成して用いられた。

1958年に改訂された学習指導要領小学校理科第2学年

この学年になると、「ア 草花の世話をし、育ち方に関心をもつ。」ように要請される。球根は種類によって植える時期や方法の違い、「よく育てるには日がよく当たるようにし、ときどき水をやらねばならない」ことを気づかせる指導をしなくてはならない。さらに「雑草を抜いたり、水を与えたりなどの世話ができるようになる」ための指導をすることになっていた。

野山の草を調べてみたり木の実を「こま」にするなかで、種類によって花・実・茎・葉などが違うことに気付かせる指導が待っていた。

第3学年になると、栽培種が増え、植え替えによる丈夫な育て方、花の構造も学びます。球根には養分がある、という知識も身に着けさせことになっていた。さらに上の学年ではどのような内容や教材があったのかというと、飼育や栽培の学習が大事にされており、第4学年ではじゃがいも・さつまいも・えんどうの栽培をして観察するなどがあり、

「ア いねを栽培して、その育ち方を調べ、環境との関係に関心をもつ」

イ 種子のつくり・発芽・伸び方を調べる。

ウ 花と虫との関係やそれぞれのつくりを調べる」

を第5学年で学習することになっている。ダイズなどを教材として、発芽を始めたとき「子葉が開きかけたとき、これをつみとると発育がおくれることから、子葉には養分がたくわえられていて、それが芽を出すのに役だつこと」を学習させ、種子の構造を学習したら、茎や根の伸び方と光の関係に気づかせることになる。

動物の飼育や植物の栽培、これは食糧の飼育・栽培ということになると、生物学教育の範疇をはみ出るのかも知れない。低学年教育で、できる限り直接体験をすることが推奨され、その積み重ねの中に生物学上の事実や法則の理解を保障させていくのに、栽培という学習内容からも検討をしていくのは学習指導要領の改訂への意見を明確にしていく一つの道と言えると思う。

アサガオの栽培学習は現行の学習指導要領では生活科第1学年に相当している。平成26年発行の教科書『せいかつ みんななかよし上』（教育出版、p.44）に次のような記述がある。

「たねのきもちになってみよう」などがあって「おはなしをつくろう」という呼びかけをしている。これは科学教育ではないし、どのような対象への知識を与えるかという主張がみえない。各社の教科書にはアサガオのカラー写真が掲載されているから、理科的な読み取りができないだろうか。

2) 高鷹 敦は東京小学校理科研究会4月例会（4月14日（水）18～21時、文京区南大塚）

で、この実践記録について「本葉の出始めの観察（だけ）でよい」と発言している。また、高鷹はどんぐりが樹木の果実であることを理解させたいと考えている。秋、どんぐりが落ちている木を見上げて確認し、“この木でできた種子なのだ”までの認識を児童に期待する。

教師は興味を示してくれないのだが、コナラの木の下にしゃがんでみよう。晩秋から冬にかけては、受精して果実が作られはじめの小さなものから台風期に落ちたかなり大きくなったものなど、果実の成長を跡づける2mm程度のものから様々な大きさ（1958年改訂学習指導要領ではアサガオが大きな種子をつくるとしているが、コナラはずっと大きい）の種子が、あるいは果実を一挙に拾うことができる場所がある。拾って、順に並べて児童に見せたい。今まで他人から見せてもらったことはない。これらは第1学年用のみの教材ではない。

3) ①「新しい授業」研究セミナー②千野友吾「根の学習（中）」『理科教室』No.32、1961年5月号
林 親仙「実践記録中学校2年 根のはたらき」同上No.32、1961年5月号（1958年改訂の中学校学習指導要領理科では、浸透作用の原理は触れない、と規制している）

②長谷川周一「<巻頭エッセイ>土を正しく理解する」『理科教室』No.724、2015年4月号

4) 鷹取 健「種子の発芽と小学校教科書記述」『生物学教育研究』No.443、2014年11月号

5) 石井艶子「あさがお（小学1年）－あさがおは生きている－」、田中 実編『教師の実践記録 理科編』pp.82－95、三一書房、1957年（この本は科教協編集のもっとも早期の著作の一つである）

6) 内田慎吾「種って なあに？ 一種を「集め」「育て」「食べて」植物について考えた－」（巻頭口絵、口絵解説）2015年5月号

7) 中原正木は、種子は弁当持ちの植物の赤ちゃん、と定義したことがある。

- 8) ①村田早苗「実践記録 土しらべ (小3年)」『理科教室』No.176、1972年11月号 (目標は、生物にとってどんな役割をしているか。たねまきの時に光と土の役目を実験で確かめ、土は水を含んでいる事実をも確認。大阪南理科サークルで検討されたが“低学年理科での内容”までは決定できなかった)
- ②熊沢文男「栽培教材での覚え書き」『理科教室』No.248、1978年4月号 (栽培の第1は収穫の夢がつねに描き続けられているということであろう。さまざまな技術的配慮や科学的観察は、そうした目的と結びついた時にだけ意味を持つ。栽培学習の特色の第2点はここにあるように思われる。…堆肥をすき込む意味)
- 伊藤廣子「イモをつくる ●土を耕して3年」同上 No. 248、1978年4月号 (畑をつくる・堆肥を入れる、植えつける、収穫。その喜び) (本号は栽培と飼育が特集である。No.195、1974年4月号も同様の特集記事が掲載されている)
- 9) 花は種子をつくる生殖器官である。典型的な花は被子植物に見られる。雄しべ・雌しべ・花びらできているが裸子植物や一部の被子植物 (ヤナギやフサザクラ) には花びらはない。小学校高学年で、花びらが花びらとがくに分化しているものを扱い (ブナ・カシ、ケヤキなどは分化していない)、その上で単性花 (雄花、雌花) を扱う指導案がみられる。平山和子の著作を材料に1つの花は雌しべ・雄しべ・花びらからなる (しかも舌状花その他の区別まで) としたい考えがあろうが、山崎や高鷹などの実践のように「花がたくさんの子をつくる」と理解させるのがねらいとしたい)
- 10) 教育出版『地球となかよし 小学理科 3』 (平成22年3月検定、151ページ)
- 11) 小川 郁「教科書とどうつきあうか (中学校生物分野)」『理科教室』No.716、2014年8月号、pp.43-44 (平成24年度検定の教科書5社の養分の定義は各社まちまちで、小川が「光合成産物 (有機物)」 「根から吸収する無機物 (肥料)」と2分して養分・栄養分・無機的養分・無機養分・肥料分という用語の一覧表が掲載されている。教育用語として使われなくなることを切望したい。教育出版社の場合は、その脚注に光合成産物に対して「小学校で養分とよんでいたものを栄養分とする」とあり、根から吸収する無機物に対して「小学校で肥料とよんでいたものを養分とする」とある)

<2015年5月2日>