

【原 著】

小学校理科における授業改善の試み  
—児童の学習を支援する教材と授業構成—

山崎 光洋

Challenges in Teaching Elementary School Science  
Designing Teaching Materials and Activities Supporting Children's Learning

Mitsuhiro YAMASAKI

2015

岡山大学教師教育開発センター紀要 第5号 別冊

Reprinted from Bulletin of Center for Teacher Education  
and Development, Okayama University, Vol.5, March 2015

原 著

## 小学校理科における授業改善の試み

## —児童の学習を支援する教材と授業構成—

山崎 光洋<sup>\*1</sup>

現行の小学校学習指導要領(平成20年3月)に改訂された当時, 教育内容に関する主な改善事項の一つに理数教育の充実が挙げられていた。しかし, 小学校では, 理科の学習指導に苦手意識をもつ教員の割合の高さが指摘されており, 理科教育を充実させるためには, こうした教育現場の状況を踏まえた授業の見直しが必要である。自然や科学に関する専門的な知識や, 観察・実験に関する知識・技能の向上によって, 理科の学習指導に対する苦手意識を克服しようとするのは, 特定の学年や教科を担当することが少ないという小学校教員の置かれた立場を考えると, あまり現実的ではない。本稿では, 第6学年の指導内容「植物の養分と水の通り道」を取り上げ, 児童の学習を支援する教材と授業構成を教育現場の状況を踏まえて工夫・検討し, 授業改善の試みの一つとして実践することで, 理科の学習指導を見直す手がかりを探りたいと考えた。

キーワード: 理科教育, 授業改善, 観察・実験, 教材, 授業構成

※1 岡山大学教師教育開発センター

## I はじめに

現行の小学校学習指導要領が平成20年3月に公示された当時, 改訂に当たっての教育内容に関する主な改善事項の一つに理数教育の充実が挙げられていた。理科の授業時数の増加や内容の系統性の確保, 専科教員による教育の充実や理科支援員の配置, 観察・実験のための理科教育設備の整備, 研修等を通じた理数教育を担う教師の専門性や資質の向上などが, その基本的な考え方として示されていた<sup>1)</sup>。これらは大切な考え方であることには違いないが, それらが効果を上げるには教育現場の状況を踏まえた具体的な授業の見直しが必要である。

(独) 科学技術振興機構 理数学習支援センターから出された平成22年度小学校理科教育実態調査報告書によると, 理科全般の指導内容について理科の指導が「やや苦手」「苦手」と回答した教員は約40%, 理科の観察・実験についての知識・技能が「やや低い」「低い」と回答した教員は50%を超えている。この割合は, 教職経験年数10年未満の教員ではさらに大きくなっている<sup>2)</sup>。研修等を通じて, 自然や科学に関する専門的な知識や, 観察・実験に関する知識・技能を向上させることには意味があるとしても, これらによって理科の学習指導に対する苦手意識を克服しようとするのは, 特定の学年や教科を担当することが少ないという小学校教員の置かれた立場を考え

ると, あまり現実的ではない。

一方, 一定の知識・技能を備えていても, 教科書に掲載されている観察・実験の中には, 実施が容易でないものや期待通りの結果が得られないものもある。小学校学習指導要領解説理科編には, 目標について「自然に接する関心や意欲を高め, 主体的に問題を見いだす学習活動」「問題解決の能力や態度を育成する学習活動」「学んだことを生活とのかかわりの中で見直し, 自然の事物・現象についての実感を伴った理解を図る学習活動」の三つを重視することが重点として整理されている<sup>3)</sup>。実施が難しかったり期待する結果が得られなかったりする観察・実験では児童に任せることができないため, 教員の指示や説明が多い授業にならざるをえない。このような授業で, 学習指導要領解説に示された学習活動を重視しようとするれば, 理科の学習指導に対する苦手意識を一層大きくする恐れがある。

そこで本稿では, 様々な理由で指導が難しいとされている第6学年「植物の養分と水の通り道」を取り上げ, 指導を困難にしている課題を整理し, 児童の学習を支援する教材と授業構成を教育現場の状況を踏まえて工夫・検討し, 理科の授業改善の試みの一つとして実践することで, 理科の学習指導を見直す手がかりを探りたいと考えた。

## II 「植物の養分と水の通り道」の指導を困難にしている課題

「植物の養分と水の通り道」にかかわる第6学年の目標と指導内容を念頭に、本内容の指導を困難にしている課題を、授業構成に関するものと、観察・実験に関するものに整理する。

### 1 授業構成に関するもの

小学校学習指導要領解説理科編には、「植物の養分と水の通り道」の位置付けが、「本内容は、第4学年「B(1)人の体のつくりと運動」の学習を踏まえて、「生命」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「生物の構造と機能」にかかわるものである。」と示されている<sup>4)</sup>。第6学年には、「人の体のつくりと働き」が同系統性の中に位置付けられており、動物で養われた「生物の構造と機能」についての見方や考え方を植物にも適用できるようにするものである。一方、植物を対象として、児童は「植物の発芽と成長」にかかわる内容を第5学年で学習しているが、こちらは「生命の連続性」の系統性の中に位置付けられている。そのため、授業を構成しようとすると、次のような課題が生まれる。

- ・「植物の養分と水の通り道」で扱う水と養分は、「植物の発芽と成長」で発芽や成長の条件として指導しており、植物の生命維持や成長を背景とした問題解決的な活動によって授業を構成しようとするれば、「人の体のつくりと働き」より「植物の発芽と成長」の方が先行経験になりやすい。
- ・第5学年の「植物の発芽と成長」では、植物の発芽や成長と、水、空気、適当な温度、肥料、日光との関係を学習しているのに、本内容で水と日光のみを取り上げて授業を展開することには違和感がある。
- ・植物の生命維持や成長に水が必要なことは生活経験や学習経験から理解していても、児童が養分、酸素、二酸化炭素の運搬などの役割をもつ動物の血液の働きと植物内の水の働きを関係付けて考え、茎や葉の中にある水の通り道を調べることに必然性をもたせることは難しい。
- ・植物の発芽に子葉のでんぷんが必要であることは第5学年で指導しているが、植物の成長に必要な肥料や日光とでんぷんとの関係を扱っていないため、植物の成長の違いの原因として日光が当たった植物の葉などにできるでんぷんに着目させることはできない。
- ・葉の働きや水の通り道についての問題をもたせる

ことができても、日光によってでんぷんがつくられることや植物の茎や葉に水の通り道があることを知らない児童に、つくりや働きを予想させたり、問題を追究する活動の計画を立てさせたりすることはできない。

- ・植物を対象としているため、授業の実施時期が限定され、梅雨時に実施する本内容では観察・実験が天候に左右されやすく、授業を計画通りに進めることができない場合がある。

### 2 観察・実験に関するもの

本内容の指導で実施される主な観察・実験には、植物の茎や葉の断面の水の通り道を調べる観察と、ヨウ素デンプン反応によって葉の中でんぷんの存在を調べ、日光とでんぷんのでき方との関係を明らかにする実験とがある。両者とも観察・実験としては一般的なものであるが、操作が難しかったり、期待するような結果が得られにくかったりして、問題解決の過程での児童の主体的な活動になりにくい。

- ・水の通り道を観察に適した状態に着色しようとする時、時間がかかったり植物が枯れたりして、授業の実施に合わせて準備をするタイミングが難しい。
- ・植物の水の通り道を予想するための根拠がなく、児童に植物のどの部分の断面を観察すればよいかといった方法を考えさせることが難しい。
- ・水の通り道を調べて得られる感動が少なければ、植物を切り刻んだ行為のみが印象に残り、生命を尊重する態度を育てることにはつながらない。
- ・植物の葉などにでんぷんができていることを調べる実験では、操作が難しく明確な結果を得にくいいため、時間がかかるばかりで、児童の主体的な探求活動にしにくい。
- ・操作が難しく明確な結果を得ることが難しい実験では、条件を変えて日光と葉にできるでんぷんとの関係を調べるといふ本来の目的での実験を行わせることができない。

この他、事前に観察・実験に用いる植物を確保しておくことや、多様な操作の中で、刃物やアルコール、ヨウ素液などを安全に準備したり使用させたりしなくてはならないということに不安を感じている教員も多い。時間割に合わせて配当された実験室で観察・実験を行うことが求められる教育現場では、時間がかかり過ぎることや天候に左右されることなどは、実施上の大きな障害となっている。

### Ⅲ 理科の学習指導を支援する教材と授業構成

授業構成に関する課題を解消するには、まず、本内容で実施される観察・実験の課題を解決しておく必要がある。観察・実験に関する課題が、問題解決的な活動を位置付けた授業構成や児童の主体的な学習活動による展開を妨げているからである。

#### 1 児童の観察・実験を支援する教材の工夫

(1) ヨウ素デンプン反応によって葉の中のでんぷんの存在を調べる実験

##### ア 授業実施上の問題

教科書等では、葉をはさんで叩いたろ紙をヨウ素液に浸して色の変化を調べる方法（叩き染め）と、エタノールで脱色した葉をヨウ素液に浸して色の変化を調べる方法の二つが紹介されている。中学校でも同様の観察・実験が行われている。

前者では、ろ紙にはさんだ葉を二枚の亚克力板等の間に入れ、木槌で叩いて葉の形（でんぷん）をろ紙に写し、付着した葉を取り除いたろ紙をヨウ素液に浸すという手順で実験が行われる。ヨウ素液に浸しても青紫色にはなりにくく、教科書に掲載されている結果を見ても、子葉を調べたときの色の変化とは印象が異なる。しかし、操作が比較的単純で安全なため、この方法がとられることが多い。

後者では、葉を茹でて柔らかくした後に、湯煎したエタノールに入れて緑色をとかし、その葉をヨウ素液に浸すという手順で実験が行われる。でんぷんができていれば、脱色された葉が青紫色を呈することになっている。しかし、実際に児童に実験を行わせてみると、葉をエタノールに浸しても思ったように緑色を取り除くことができない、アルコールに浸すと脱水されて葉がうまく広がらなかったり砕けてしまったりすることがある、教科書にあるように白くなった葉全体がヨウ素液によって鮮やかな青紫色になるという結果は得られにくいなど、思うようにならないことが多い。何より気温が高いこの時期に、葉を湯で柔らかくしたり湯煎したアルコールに葉を長時間浸したりしなければならぬので、児童が意欲的に取り組みにくい。

いずれの場合も、条件を変えて遮光した葉と遮光しない葉で対照実験を行ったり、複数の植物ででんぷんの存在を確かめる実験を行ったりするには、結果が明確に得られない上に、操作に手間や時間がかかりすぎる。そのため、児童の考えや判断が生かせる主体的な学習活動として位置付けにくい。

#### イ 教材と観察・実験の工夫、改善の視点

教育現場で授業を実践するときに、これまで述べた問題が障壁にならないよう、教材を次のような視点で工夫し、観察・実験を改善することにした。

- ・特別な方法でなく、教科書に掲載されている方法（叩き染め）で児童が実験することを前提とする。
- ・ろ紙をヨウ素液に浸したときに、でんぷんができて葉の形で青紫色に染まるようにする。
- ・授業の中で、児童一人ひとりに叩き染めを体験させることができるよう、短時間の操作で明確な結果が得られるようにする。
- ・エタノールによって葉の緑色をぬいて調べる方法については教師の演示用とし、様子や結果を容易に提示できるようにする。

#### ウ 教材と観察・実験の工夫の具体

##### (ア) 児童に適した器具を使用する

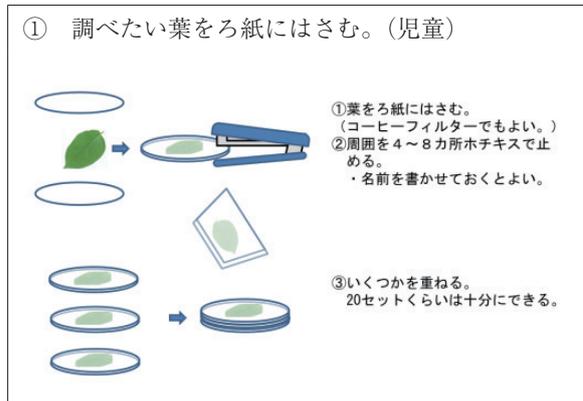
葉をはさんだろ紙を亚克力板の間に入れて木槌で叩く方法は、均一に力が加わり葉の形を崩すことはないが、腕力の乏しい児童には向いていない。また、大きな音がして近隣の教室への影響も大きい。柔らかいビニル版とカッターマットの間に葉をはさんだろ紙を入れ、ゴムハンマーで叩くようにする。打面が丸くなっているハンマーも市販されており、力を集中して葉の形をきれいに叩き出すことができる。

##### (イ) 結果が得られやすい葉に処理をする

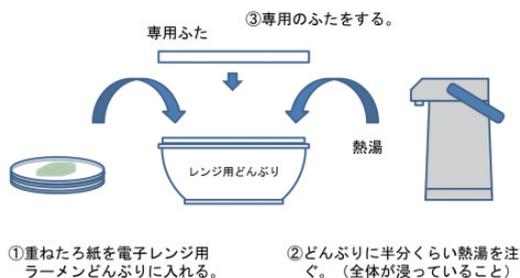
叩き染めに使用する葉は、葉を湯に入れたぐらいでは簡単に柔らかくはならない。

そこで、湯に入れた葉を電子レンジで加熱して、葉を短時間茹でる。電子レンジ用どんぶりを用いれば、葉をはさんだろ紙を一度に20～30セット加熱することができる。児童の調べたい葉を教師が加熱するが、必要な時間は2～3分であるため、児童の実験の準備と組み合わせれば、進行を妨げることはない。付属のふたを使えば、簡単に湯切りができる。

#### 【資料1】



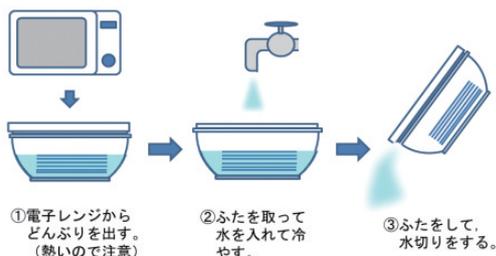
② 葉をはさんだろ紙をどんぶりに入れる。



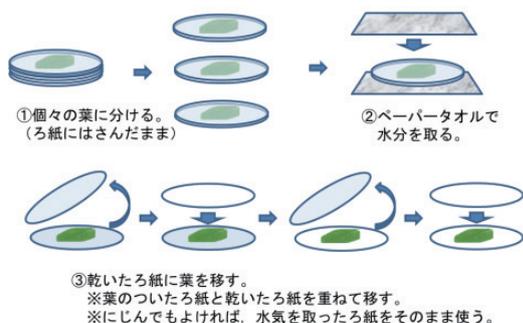
③ 電子レンジで加熱する。(教師)



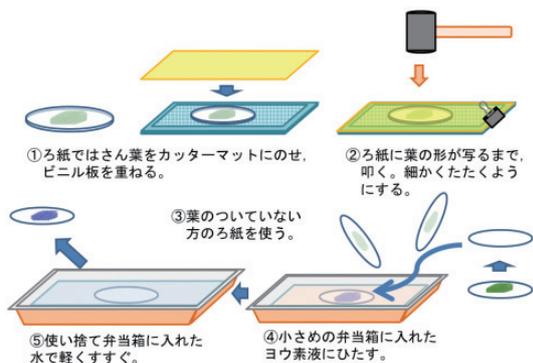
④ 加熱した葉を取り出す。(教師)



⑤ 乾いたろ紙に茹でた葉を移す。(児童)



⑥ 一般的な方法で叩き染めをする。(児童)



本実験方法では、①～⑤までの手順によって負担が増えそうに見えるが、⑥の操作が容易で、明確な結果が得られるため、実験にかかる時間は短縮できる。4名構成のグループであれば、一人ひとりの児童が叩き染めをしても15分あれば完了する。

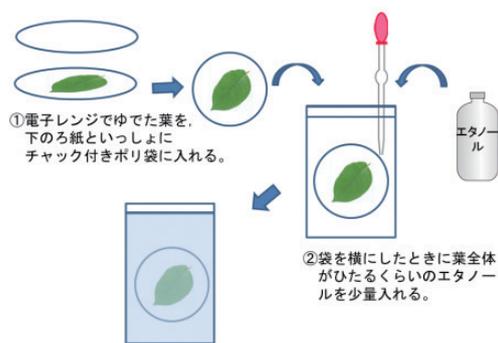
(ウ) 脱色した葉を簡単にきれいにつくる

エタノールによって葉の緑色をぬいて調べる方法なら、葉にでんぷんがあることを直接調べることができる。ただ、安全面から湯煎したエタノールで行う必要があり、十分に脱色できないことも多い。また、葉が固くなり、歪な形になったり、粉々に砕けたりする場合もある。葉そのものにでんぷんができていることを児童に印象付けるために、授業の最後に演示する程度が現実的である。

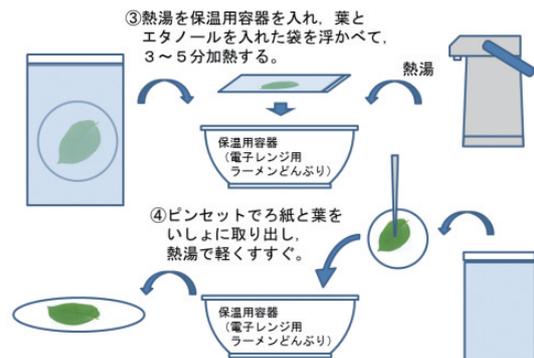
ここでは、チャック付きポリ袋に少量のエタノールと、茹でて柔らかくした葉をろ紙とともに入れ、電気ポットで沸かした湯に浮かべて加熱する。ジャガイモの葉であれば、5分かからずに脱色され、きれいに広がった葉をつくることができる。脱色した葉は、ろ紙と一緒に取り出し、湯で軽くすすいだ後、ヨウ素液に浸せば、葉全体が青紫色に染まる様子が観察できる。短時間で演示できることに加え、使用するアルコールが少量で済む。

【資料2】 教師による演示実験

① チャック付きポリ袋に加熱した葉を入れる。



② チャック付きポリ袋を湯に浮かべて加熱する。



(1) 天候に左右されない実験を工夫する

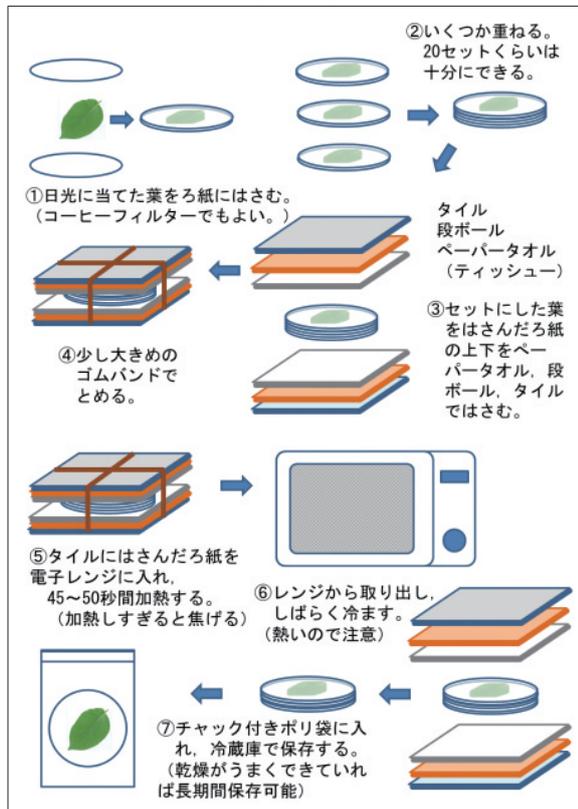
植物の成長の関係で、本内容の授業は梅雨の時期になる。日光とでんぷんのでき方との関係を調べようとしても、好天に恵まれるとは限らない。時間割や実験室の制約があり、長期間授業が進行できなくなる場合も考えられる。遮光した葉と遮光しない葉を日光の当たる日に準備しておき、後日でんぷんの存在を確かめる実験ができれば、天候に左右されにくい実験の計画を立てることができる。

そこで、でんぷんの存在を確かめようとする葉を乾燥して保存し、叩き染め等の実験に用いるようにする。押し花と同様の方法で、乾燥の段階で紙に児童の名前等を記入させておけば、どのような条件で準備した葉か区別できる。

- ・授業時間に日光の条件を変えた葉を準備するための計画を児童に立てさせる。
- ・好天が見込める前日の午後（休憩時間や放課後）に遮光する葉と遮光しない葉の条件を整えさせる。
- ・翌日の午後（休憩時間や放課後）に葉を取り込ませ、教師がその葉を乾燥させておく。
- ・授業時間に、前述した叩き染め等で、でんぷんの存在を確かめる実験を行う。

葉を準備する日が好天に恵まれなかった場合は、順延すればよい。

【資料3】



(2) 植物の茎や葉の水の通り道の観察

ア 授業実施上の問題

水の通り道の観察は、着色した水を吸わせた植物で行う。これまでは、食紅や赤インクを吸わせていたため、水の通り道がうまく染まらなかったり、植物が枯れたりすることもあったが、やや高額ではあるが近年普及してきた切り花着色剤を用いることによって、このような問題を避けることができるようになった。

本内容の導入に当たっては、「(根から取り入れられた)水は、植物の体のどこを通過して全体に運ばれるのか」を問題にする。しかし、児童は水が植物の体全体に広がっていく様子を直接見ているわけではなく、また、植物の内部がどのような構造をしているのかを知らない。そのため、問題に対する関心が低く、児童が予想したり見通しをもったりするなどして、水の通り道を主体的に調べる学習活動になりにくい。

イ 教材と観察・実験の工夫、改善の視点

教育現場で授業を実践するとき、これまで述べた問題が障壁にならないよう、教材を次のような視点で工夫し、観察・実験を改善することにした。

・水が植物の茎や葉に広がっていく様子を見ることによって、植物の体の内部の構造に興味をもつことができるようにする。

・植物の内部に水の通り道が存在するという手がかりが得られるようにし、水が体のどこを通過して全体に運ばれるのかに関心をもち、予想したり見通しをもったりして調べることができるようにする。

ウ 教材と観察・実験の工夫の具体

(ア) 水が茎や葉に広がっていく様子を見せる

本内容では、ジャガイモやホウセンカを観察・実験に用いるが、栽培途中のそれらをむやみに切ることには抵抗がある。一方、水の通り道を調べる素材として、入手のしやすさ、観察のしやすさからセロリがよく紹介されている<sup>5)</sup>。切り口を色水につけると、短時間で全体に染まっていき、断面の染まった部分から水の通り道を判断しやすい。

そこで、本内容の導入にセロリを用いた観察・実験を位置付ける。葉柄に新しくつくった断面を、少量の切り花着色剤に入れば、乾いた状態であれば、5分～10分もあれば葉まで染まっていく様子を観察できる。その予想を超えた速さに、水が植物全体に広がっていく様子や植物内部の構造に児童が興味をもつことが期待できる。

(イ) 水の通り道の存在を手がかりとして与える

興味をもった児童に、着色していないセロリの断面の様子から水の通る部分を予想させ、その後に染まったセロリの断面を観察させる。横方向の切断はカッターナイフ等を用いるが、縦方向にはピーラーを用いると通り道が見やすい。

水の通り道の存在を知らなければ、水が植物のどこを通過して全体に運ばれるのかを問題にしても、予想や見通しが漠然としたものになる。セロリの体の内部に水の通り道が存在することを観察した児童に、栽培しているジャガイモやホウセンカにも同じように水の通り道が存在するかを問いかければ、セロリで観察したことを根拠に具体的な予想や見通しをもつことができ、問題が児童の主体的な学習活動を支えるものになる。



図1 導入に用いるセロリの様子

## 2 児童の学習を支援する授業構成の工夫

(1) 第5学年「植物の発芽と成長」の学習を先行経験として授業を組み立てる

本内容を扱う前に、第5学年で学習した「植物の発芽と成長」の内容を整理し、その中から水や日光の必要性を改めて問うことによって、水や日光の働きに着目させる。

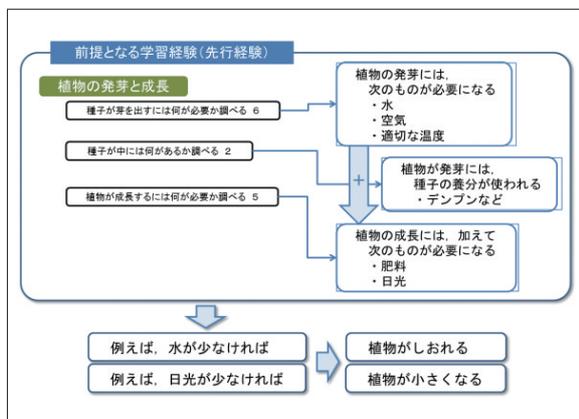


図2 「植物の発芽と成長」と本内容のつながり

(2) 探求の手がかりを与えた後に、問題解決的な活動を行わせる。

植物の体の中に水の通り道があることや、日光が当たっている葉の中にでんぷんがあることを、それぞれの授業の導入でとらえさせた後、観察・実験の条件を考えさせたり、計画を立てさせたりする。

こうすることで、植物の体の中の水の通り道や日光とでんぷんのでき方との関係を明らかにするという目的が明確になり、児童の主体的な観察・実験を促すことができる。

(3) 栽培している他の植物や身の回りの植物などの複数の植物で、水の通り道や葉にできたでんぷんの存在を調べさせる。

見いだした植物体内のつくりや働きを他の植物に適用して調べる機会を設定することで、植物の共通した特徴や種類による違いを印象付け、植物の体のつくりや働きについての考えをもつことができるようにする。

## IV 授業実践と学習指導改善の手がかり

公開された日光とでんぷんのでき方との関係を調べる授業では、45分という限られた時間の中で、「でんぷんができるには日光が必要である」という結論にたどり着いた。この授業では、ジャガイモの株全体を箱で覆う、ジャガイモの葉を袋に入れる、葉の一部を覆うという3つの方法で遮光した葉と、遮光しなかった葉の4枚の葉を児童がグループ毎にあらかじめ準備しておき、叩き染めによって比較するという展開だった。授業では安全面以外の指示はほとんどなかった。日光に当たった葉のでんぷんの存在を調べた経験を基に実験の計画を立てさせるという授業構成と、電子レンジによって加熱処理した葉や選択した用具が、児童中心の授業を可能にしたと考えられる。児童が事前に条件を変えて準備して保存しておいた葉が使用されたため、実施日時の決められた公開授業でも天候に左右されることはなかった。この授業では、グループ毎に4枚の葉を比較して話し合えるように、叩き染めして濡れた紙をそのままホワイトボードに貼って整理できるよう工夫されていた。また、全体で結論について話し合えるように、グループごとの結果を表として一覧できるよう手立てが取られていた。授業の構成と教材の工夫次第で、児童の主体的な活動を支援できたよい例といってよいだろう。本時で日光とでんぷんの関係を調べた児童は、ミニトマト、ピーマン、オクラ、アサガオ、ホウセンカ、

【資料4】公開された理科の授業の学習指導案例

1 単元名

植物のからだのはたらき

2 単元の目標と評価規準

(1) 単元目標

植物を観察し、植物の体内の水などの行方や葉で養分をつくる働きを推論しながら調べ、見いだした問題を計画的に追究する活動を通して、生命を尊重する態度を育てるとともに、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。

(2) 評価規準

【自然事象への関心・意欲・態度】

- ・植物の体内の水などの行方や葉で養分をつくる働きに興味・関心を持ち、自ら植物の体のつくりと働きを調べようとしている。
- ・植物体内の水の行方や葉で養分をつくる働きに生命のたくみさを感じ、それらの関係を調べようとしている。

【科学的な思考・表現】

- ・日光とでんぷんのでき方との関係や植物の体内の水などの行方について予想や仮説を持ち、推論しながら追究し、表現している。
- ・日光とでんぷんのでき方との関係や植物の体内の水などの行方について、自ら行った実験の結果と予想や仮説を照らし合わせて推論し、自分の考えを表現している。

【観察・実験の技能】

- ・ヨウ素液などを適切に使って日光とでんぷんのでき方を比較したり、植物に着色した水を吸わせ、蒸散する水について実験したりして調べている。
- ・植物を観察し、植物体内の水の行方や葉で養分をつくる働きについて調べ、その過程や結果を記録している。

【自然事象についての知識・理解】

- ・植物の葉に日光が当たるとでんぷんができることを理解している。
- ・根、茎及び葉には、水の通り道があり、根から吸い上げた水は主に葉から蒸散していることを理解している。

3 指導計画の概要

第一次 植物の成長する条件から学習課題をつかむ。

第1時 植物の体のつくりとはたらきを調べるための学習課題をつかむ。

第二次 水の行方と植物のつくりを調べる。

第1時 水が植物全体にいきわたっていく様子や水の通り道を調べる。

第2時 花や野菜の水の通り道を調べる。

第3時 水が蒸散することを調べる。

第三次 日光と葉のはたらきの関係を調べる。

第1・2時 日向の植物の葉にでんぷんができていることを調べる。

第3時 日当たりの違う植物の葉のでんぷんのでき方を調べる。【本時】

第4時 身の回りの植物の葉にでんぷんができているか調べる。

4 指導上の立場

(1) 単元について

第6学年内容「B 生命・地球」の「植物の養分と水の通り道」には、「植物を観察し、植物の体内の水などの行方や葉で養分をつくるはたらきを調べ、植物の体のつくりと働きについての考えをもつことができるようにする。」が示され、「ア 植物の葉に日光が当たるとでんぷんができること。」「イ 根、

茎及び葉には、水の通り道があり、根から吸い上げられた水は主に葉から蒸散していること。」という具体的な内容が取り上げられている。これらの内容を扱う中で、植物の体内の水などの行方や葉で養分をつくる働きについて興味・関心をもって追究する活動を通して、植物の体内のつくりと働きについて推論する能力を育てるとともに、それらについての理解を図り、生命を尊重する態度を育て、植物の体のつくりと働きについての見方や考え方をもちることができるようにすることがねらいである。

本単元では、「葉が日光に当たるとでんぷんができるのか」「水などは植物体内のどこを通っているのか」「吸い込んだ水はどこへ行くのか」などを問題とすることができ、叩き染めによってでんぷんの有無を調べたり、着色した水で体内の水の通り道を調べたりするなど、葉で養分をつくる働きや植物体内の水の行方を推論しながら活動することができる。こうした活動と第5学年の植物の発芽と成長で学習したことと関連付けたり、身の回りの植物ででんぷんのでき方や気孔を調べる活動を位置付けたりすることで、実感を伴った理解ができるよう単元展開を構成している。

本内容は、第4学年「B(1) 人の体のつくりと運動」の学習を踏まえて、「生命」についての基本的な見方や概念を柱とした内容のうちの「生物の構造と機能」にかかわるものである。

## (2) 児童について

児童は、第5学年の学習で植物の成長には水や肥料、日光等が必要なことを既に学んでいる。また、植物によって地球上に酸素が供給されていることを情報として知っている児童も多い。しかし、植物自らが水と日光によって養分を合成していることは思いもよらぬことである。養分がつくられていることを直接調べることはできないため、日光が当たっている葉にはでんぷんがあるが、日光が当たっていない葉にはでんぷんがないという事実から、植物が養分をつくるには日光が必要であることを推論する他はない。また、水がなければ植物が枯れてしまうことは生活経験や学習経験から十分に理解しているが、植物全体に水が運ばれていることを通常意識することはない。このような植物のつくりや働きは中学校でも扱われるため、本単元ではこうした現象に関心をもたせ、現象を把握させておくことが重要となる。一方、光合成の実験や水の通り道の観察などは、植物の成長の時期と関係が深いため、実施時期が梅雨の頃になりやすい。天候に左右される観察、実験は予定通りに行うことが難しいため、児童の興味や問題意識が継続しにくいことも想定される。

第6学年では、自然の事物・現象を推論しながら調べることが重視されている。児童はこれまで、燃焼の学習で物が燃えることと空気との関係を推論しながら調べる経験をしており、空気の組成の変化から燃焼の仕組みや働きについて考えてきている。しかし、そこでの推論には空気の組成の変化をイメージする必要があり、現象把握に終わってしまっている児童も見られた。本単元では、「日光が葉にあたるとでんぷんができるのではないか」といった児童では発想できない現象等が追究の対象となるため、葉ででんぷんができるという事実をとらえさせた後に、日光との関係を整理し、追究すべき内容を明確にさせる必要があると考える。

## (3) 本単元と本時の学習指導の工夫について

本単元は、ジャガイモやホウセンカなどを使って光合成の実験や水の通り道の観察を行う。そのため、授業の実施時期に適切な素材を入手できるよう、場所や時期を変えて栽培するようにした。

光合成の実験には、エタノールで緑色をぬいた葉の反応を直接調べる方法と、叩き染めで調べる方法があるが、児童には操作が簡単な叩き染めで調べさせ、学習の最後にエタノールで脱色した葉の反応を演示する。栽培しているジャガイモとホウセンカを主に素材として用いるが、身の回りでヨウ素反応が見やすい植物においても実験を行わせ、光合成が特別な植物が行っているという誤解を与えないようにしたい。なお、叩き染めでは、ヨウ素反応がでやすいように葉を加熱したものを使う。また、天候が不良の場合に実施時期をずらすことが難しいため、天候のよい日に予め調べようとする葉を採取させておき、乾燥保存しておくようにし、必要に応じてそれを利用できるようにしておく。

水の通り道の観察では、切り花着色料によって着色したホウセンカを用いるが、着色料に浸した植物の様子の変化を観察させ、着色した水が植物全体に運ばれている様子を確認した後、茎や葉などを切断し顕微鏡等で観察させるようにする。なお、植物に取り入れられた水の行方として気孔の観察も行わせ

たいと考えているが、児童の技能では葉の表皮をはぐことは難しいため、レプリカ法を用いる。

ここでの観察、実験は、操作に追われて目的が不明確になることが考えられるため、どのような結果が得られると考えているのか、どのような様子が見られると考えているのかを事前に予想させ、それらを確認するための観察、実験であるという意識をもたせるようにしたい。

5 本時（第三次 第3時）

|      |   |
|------|---|
| 本時目標 | 日光の当たり方を変えた植物の葉で、でんぷんのでき方の違いをたたき染めで調べ、ヨウ素液に浸したときの色の変わり方の違いから、日光が当たることによって葉にでんぷんができることを推論することができる。 |
|------|---|

|      |       |
|------|-------|
| 学習活動 | 教師の支援 |
|------|-------|

1 株を箱で覆ったり葉に袋などを掛けたりした理由を確認し、本時の学習のめあてを確認する。

1 (1) 植物全体を箱で覆う、葉を袋で覆う、葉の一部を覆うなどの方法で実験の準備をしていたことをデジタル写真を基に振り返らせ、このような方法で葉を準備した理由を尋ねることで、日光の当たり方を変えて葉のでんぷんのでき方を調べるといふ実験の目的を想起させ、本時の学習のめあてを確認するすることができるようにする。  
 (2) 条件の違いによる結果を整理しやすいように、次のように条件の違いを掲示し、条件の違いを整理しやすくしておく。

|   | 日光を当てる  | 予 | 結 | 日光を当てない   | 予 | 結 |
|---|---------|---|---|-----------|---|---|
| A | おおいをしない | ○ |   | 箱でおおいをする  |   |   |
| B | おおいをしない |   |   | 葉をふくろに入れる |   |   |
| C | おおいをしない |   |   | 葉の一部をおおう  |   |   |

日光の当たり方を変えた葉で、でんぷんのでき方の違いを調べよう

2 日光の当て方を変えた葉をたたき染めで調べ、でんぷんのでき方を確かめる。

2 (1) 黒板に掲示したものと同じ表をワークシートとして配付し、それを基に班で結果を予想させ、条件の違いを意識してでんぷんのでき方の違いを調べることができるようにする。  
 (2) 次のように操作を行わせ、児童が班の仲間と協力して実験を進めることができるようにする。  
 ①たたき染めの方法を記したワークシートを配付（掲示）し、児童が手順に従ってたたき染めができるようにする。  
 ②ろ紙、ピンセット、ハンマー、マット、プラスチック板、不織布を敷いたトレーを班ごとに用意させる。  
 ③ヨウ素液と水を入れたトレーを置いた場所を用意し、そこに移動してヨウ素反応を確かめることができるようにしておく。  
 ④ろ紙に班名と条件が書いてあることを確認し、教師用机にもってこさせる。  
 ⑤全ての班がそろったところで、その葉を容器に入れて加熱する。（教師）  
 ⑥取り出した容器に水を入れて冷却し、水を切ったろ紙を取り出し、班ごとに取りに来させる。（教師）  
 ⑦マットとプラスチック板にろ紙をはさんでハンマーでたたかせる。  
 ⑧ろ紙から葉をそって剥がし、ヨウ素液に浸して色の変化を確かめる。  
 ⑨結果をワークシートの表に記録する。  
 (3) 児童の活動の状況により、必要な支援を行う。  
 ・実験の手順に戸惑う児童には、ワークシートで方法を確認するよう助言する。  
 ・確かめようとする葉の条件への意識が十分でない児童には、一覧表を基に調べようとしている葉の条件を確認させたり、どれを比較すればよいかを尋ねたりする。  
 ・実験操作がうまくできない児童には、グループ内で操作方法を確認させたり、他のグループの操作の様子を紹介したりする。

|   |                               |        |          |     |           |     |
|---|-------------------------------|--------|----------|-----|-----------|-----|
| 3 結果を発表し、日光の当たり方の違いででんぶんのでき方が違うか話し合う。   | 3 (1) 班ごとに結果を発表させ、掲示した表にまとめる。 |        |          |     |           |     |
|   | 日光を当てる                        |        | 予        | 結   | 日光を当てない   |     |
| 4 本時のまとめをする。  | A                             | おいをしない | ○        | ○   | 箱でおいをする   | × × |
|   | B                             | おいをしない |          |     | 葉をふくろに入れる | × × |
|   | C                             | おいをしない | 葉の一部をおおう | ○ △ |           |     |
| (2) 結果から日光の当たり方ででんぶんのでき方が違うかを班ごとに話し合っ<br>て考えをまとめさせ、発表させる。<br>・日光が当たった葉にはでんぶんがあり、日光が当たらなかった葉にはでんぶんが<br>なかった。<br>・日光の当たり方によってでんぶんのでき方が違う。 |                               |        |          |     |           |     |
| 4 (1) 日光の当たり方によってでんぶんのでき方が違うことを掲示した表を基に確認<br>した後、日向と日陰の植物の成長の違いが説明できそうか尋ね、日光と植物の成長<br>との関係についての考えをもたせる。                                 |                               |        |          |     |           |     |
| (2) 調べた植物以外の葉でも、日光が当たるとでんぶんができると思うか問い、次時<br>の学習で「他の植物にもでんぶんができるか調べる」ことへ意欲をもたせる。   |                               |        |          |     |           |     |

インゲンマメといった栽培している植物や身の回りの雑草などの葉にでんぶんができていないかを次時の授業で調べている。日光が当たるとでんぶんができるのはジャガイモだけではないことに納得しつつも、日光が当たってもでんぶんができない植物があることを不思議に思うなど、植物の葉の働きについて一層関心を高める結果となっている。他校の授業者からは、緑色に見えない葉でもでんぶんができていないことに驚いたり、落ち葉にでんぶんができていないことを発見したりしながら、児童の活動が4時間にも及んだ例も報告された。児童が意欲をもって主体的に取り組める授業にできる授業改善の方法の一つの例になると考えてよいだろう。ただ、今回の方法で行う叩き染めは、曇りや雨の日にも葉にできているでんぶんを容易に検出できる。遮光する場合は日光が入り込まないように注意する必要があると授業者から指摘を受けた。

また、別に公開された水の通り道を調べる授業では、短時間で全体に水が広がっていくセロリの様子に驚いた児童が、色水に染まった断面を調べ、いろいろな植物で水の通り道を積極的に調べる様子が報告されている。本稿で提案した授業構成と教材の工夫は、本内容の学習指導を支援するための方法とし効果があつたと考えてよいだろう。

いずれの授業の場合も、児童の知識や経験だけでは問題をもちにくい内容であっても、授業構成の工夫によって目的を明確にし、予想や見通しをもちやすくできることや、操作を分かりやすく簡単にした教材によって、観察・実験を多くの指示に頼らない



図3 濡れた葉を貼るボードと学習ノート

主体的な活動にすることができることなど、学習指導を見直す手がかりを得られる実践にすることができたと考えている。

## V おわりに

教育現場において、多くの若い教師によって理科の学習指導が積極的に行われるようになるには、高度な知識や技能を一方向的に与えようとするのではなく、安全、安心、楽しくという条件を考慮した授業設計や教材の工夫により、現状の授業を改善する必要がある。こうした授業を経験する中で、授業に対する知識や技能を自ら身に付けていくことが、指導

力の向上への近道であろう。彼らにとって、可能で具体的な提案を今後も続けていきたいと考えている。

#### 謝辞

本稿の執筆に当たっては、岡山 CST 養成プログラムに参加していただいている先生方に、授業を提供していただいたり、改善点を指摘していただいたりしている。一つの授業について、実践しながら様々な検討をしていただくことによって、教育現場から期待される授業に改善されていくものと考えている。心より御礼を申し上げたい。

#### 参考文献

- 1) 中央教育審議会「幼稚園、小学校、中学校、高等学校及び特別支援学校の学習指導要領等の改善について」(答申), 2008年, p56
- 2) (独) 科学技術振興機構 理数学習支援センター「平成 22 年度小学校理科教育実態調査報告書」, 2012 年
- 3) 文部科学省「小学校学習指導要領解説理科編」, 2008 年, p15
- 4) 文部科学省「小学校学習指導要領解説理科編」, 2008 年, p62
- 5) (独) 科学技術振興機構「Science Window (2009 年 10-11 月・3 卷 4 号)」, 通巻 28 号, 2009 年, pp30-31  
○東京書籍「新しい理科6 教師用指導書 指導編(朱書)  
○国立教育政策研究所教育課程センター「評価規準の作成のための参考資料(小学校)」, 2010年

---

Challenges in Teaching Elementary School Science : Designing Teaching Materials and Activities Supporting Children's Learning

Mitsuhiro YAMASAKI (Center for Teacher Education and Development, Okayama University)

---