

## 2.1 植物の吸水過程を動的に認識することにより植物に対する共感・畏敬の念を育む授業プログラムの検討

中西 史（理科教育学分野）

葛貫裕介（東京都日野市立日野第七小学校）

### 1) はじめに

小学校道徳の内容について「各教科，外国語活動，総合的な学習の時間及び特別活動においてもそれぞれの特質に応じた適切な指導を行うものとする」と規定されており，新学習指導要領からその指導がより重視されるようになった。したがって，理科の学習においても理科の目標と道徳教育との関連を明確に意識しながら指導を行う必要がある。

蒸散とは植物体内の水が水蒸気として主に葉の気孔から排出される現象である。植物にとって蒸散には，「水や土壌養分の根からの吸収を促進する」「植物体の体温上昇を防ぐ」などの役割がある。平成 20 年度告示の新学習指導要領では，小学校の第 6 学年と中学校の第 2 分野で蒸散の学習を行う。

蒸散に関する教育的研究は蒸散による吸水量測定方法の改善が中心で，中学校・高等学校の授業を想定しており（金子ら 1997，遠藤ら 2007），蒸散の役割に焦点を置いた研究や小学校での実践はほとんど行われていない。

一方，橋本ら（1999）や松森ら（1995）による児童の認識調査から，植物成長を考える上で，栄養分を運ぶ媒体としての水の役割や土壌養分が必要であることを十分認識していないことが明らかとなった。

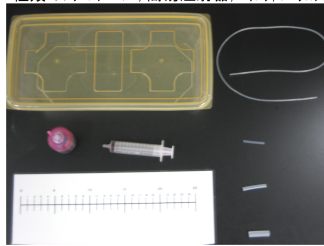
本研究では，蒸散による水の吸い上げをリアルタイムで実感できる教具（図 1）に注目し，土壌養分の存在も同時に扱うことにより，植物が水を葉から出す一方で，根から新しく水を吸い上げる意義を理解し，その過程の中で，植物に対する共感や畏敬の念を育む授業の開発を行った。

### 2) 授業の開発

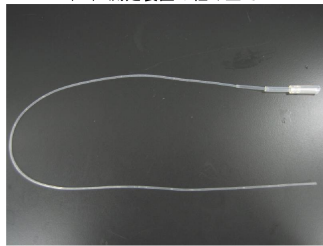
<使用した実験教材>

図 1 はシリコンチューブを用いた吸水量測定装置を示したものである。内径 1 mm のチューブを使うことで，リアルタイムに吸水の様子を観察できる。これにより，植物が

(A)材料 [4種類のシリコンチューブ、簡易注射器、インク、プラスチック、目盛り板]



(B) 測定装置の組み立て



(C) 植物体と接続させた測定装置

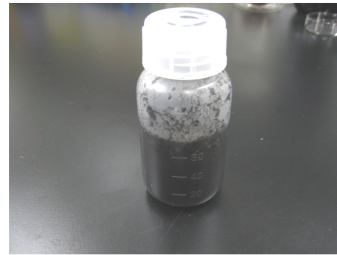


図1 シリコンチューブを用いた吸水量測定法について

(A)材料 [100 ml 広口ポリ容器、ろうと、ろうとホルダー、ろ紙、ピーカー]



(B) 土と蒸留水を加えて振とうした後の広口ポリ容器



(C) バックテストの呈色と比色表

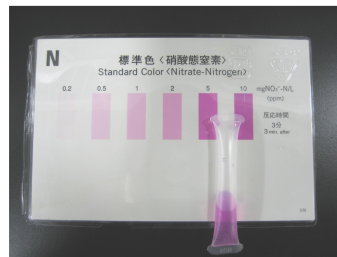


図2 バックテストによる簡易土壌養分分析法について

能動的に生きる姿を実感することができる。葉を切除すると吸水量が急減することから、蒸散が水の吸収促進に役立つことも容易に理解できる。

図2はバックテストによる簡易土壌養分分析法を説明したものである。蒸留水に土を加えて攪拌した懸濁液をろ過し、バックテストを行うことにより、土壌養分の存在を色の变化で視覚的に理解できる。

<開発した授業の基本構想(図3)>

吸水量測定実験の授業から「蒸散によって、植物は水の吸い上げを行うこと」を理解させる。次に、土壌養分分析実験の授業から「土には肥料と同じ栄養分が含まれ、水に溶けること」を理解させる。そして、一連の学習から、「蒸散には、水や土壌養分の取り込みを促進する働きがある」という考えを児童に持たせていく。さらに、授業を通して“植物が能動的に生きていることの実感”や“植物成長に対する無機栄養分の必要性”など

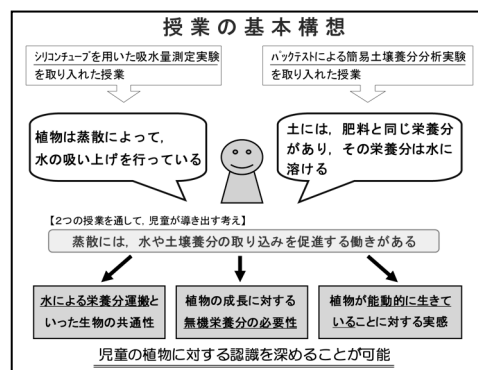


図3 授業の基本構想

の面で、児童の認識が深まることを期待した。

### 3) 授業実践

東京学芸大学附属小学校 6 年生 2 学級 計 78 名を対象に「植物の養分と水の通り道」の学習終了後に発展授業として、2009 年 7 月に実践を行った(図 4)。授業効果の検証は、質問紙調査とワークシートへの記述を用いて分析した。



### 4) 結果と考察

< 土壌養分を通して考える環境教育 >

土壌養分は、落ち葉や動物の排出物などが分解者と呼ばれる菌類や細菌類によって分解されて生じる。生産者である植物は、この土壌養分や水、二酸化炭素、光をもとに光合成を行い、有機物を合成して成長する。消費者である動物は、植物を直接的または間接的に捕食することで、植物の有機物を利用して成長を行う。そして、分解者、生産者、消費者の相互作用によって生物群集は成り立っている。その際、土壌養分は生物群集間での物質循環に欠かすことのできない要素の一つである。



図 4 「蒸散と水の吸い上げ」の授業；アジサイの枝を使った吸水量測定実験の様子

授業実践によって、児童は植物だけでなく土壌養分についても非常に興味をもったことが判明した。ワークシートや質問紙に記述された児童の感想を見ると、土壌養分の正体や土壌養分のでき方についての疑問が多く見られた。

小学校第 6 学年「生物と環境」で、児童は「生物の間には食う食われるという関係があること」を学習し、環境を保全する態度を育て、生物と環境のかかわりについての見方や考え方をもつことができるようにすることがねらいとされている。この学習は、教科書の中で最後の単元として扱われていることが多い。そのため、今回の授業後に「生物と環境」の学習で、菌類などの微生物の存在やはたらきに触れることで、土壌養分に関する児童の疑問に答えられるだけでなく、生態系の基礎的な概念を指導することが可能になると考える。

新学習指導要領から、環境教育が以前に比べて重視されるようになった。今回開発した授業は、理科だけでなく総合的な学習の時間等における環境教育への利用も期待できる。

<道徳教育との関連を踏まえた指導>

今回開発した授業において、児童はリアルタイムに植物の吸水の様子を観察し、蒸散の力で水や土壌養分の取り込みを行っていることを知ることで、植物が能動的に生きていることを実感することができた。これはワークシートなどに対する児童の感想を見ても明確である。以下に、植物に対して新たな発見や感動があったと読み取れる児童の全感想を挙げる。

- ・植物ってほんとうにすごいんだな！と思った。
- ・植物は養分や光合成など自分の力で生きているのですごいと思った。
- ・植物は動かない代わりに自分で養分をとる術をもっていてすごいと思った。
- ・植物も色々な工夫をして、生きているんだと思い、またその植物の構造に感心した。
- ・他の動物や植物などを食べている人間や動物と違って、植物は自分の力で生きているのが2回の授業で分かり、すごいと思った。
- ・植物を育てるとき、たまに水やりをサボっていたりしていたけれど、それは僕たちがごはんを食べさせてもらえないのと同じことだと分かり悪いことをしたなあと考えた。
- ・植物は光合成だけでなく土からも養分をもらっているのですごいなあと思いました。

これらの感想から、今回開発した授業プログラムにより、多くの児童が「植物が自分たち人間と同様に能動的に生きていること」を理解し、その結果、植物に対する共感や畏敬の念をもつことができたことが分かる。このような学習経験の積み重ねこそが、真の生命尊重の態度につながるものと考えられる。今回、ワークシートの記述を授業でフィードバックすることは行わなかった。今後、そのような取り組みの検討も必要である。

#### 【文 献】

- Dontamala Suhita, Agepati S. Raghavendra, June M. Kwak, Alain Vavasseur (2004) Cytoplasmic Alkalinization Precedes Reactive Oxygen Species Production during Methyl Jasmonate- and Abscisic Acid-Induced Stomatal Closure. *Plant Physiology*134 : 1536-1545.
- 遠藤寿紀, 鈴木隆, 加藤良一 (2007) 蒸散量が正確に測定できる教材の開発. 山形大学教職・教育実践研究 2 : 53-58.

- 橋本建夫, 楠本正信, 野口文子 (1999) 児童・生徒及び大学生の植物における水の役割に関する認識. 長崎大学教育学部紀要 教科教育学 32 : 29-42.
- 福田直 (1996) 土を使った学習指導の実践. 科学教育研究 19(2) : 121-129.
- 福田直 (2004) 環境教育としての土の教材性に関する研究. 環境教育 13(2) : 3-12.
- 俵藤晶 (2009) 第6学年「水の通り道」－「生命維持における水の活用」という観点から－. 理科の教育 682 : 29-31.
- 金子文夫, 新井直志, 角田陸男, 荘司隆一 (1997) 蒸散量測定に関する実験の工夫. 筑波大学附属中学校研究紀要 49 : 77-81.
- 喜多雅一, 那須悦代 (2005) 戦後から現行 (2002年) の小学校理科教科書における「電気」に関する記述内容の変遷に関する調査研究. 岡山大学教育学部研究集録 130 : 37-42.
- 教科書レポート編集委員会 (2005). 2005年度用 小学校・高等学校教科書の採択結果. 教科書レポート 49 : 60-65
- 増田和彦 ほか 43名 (2009) 新版たのしい理科 6 平成 21年度版移行教材. pp. 1-7. 大日本図書.
- 増田芳雄 (1988) 植物生理学 [改訂版]. pp. 124-158. 培風館.
- 松森靖夫, 堀哲夫, 城内優子 (1995) 子どもが抱いている植物の成長要因に関する実証的研究. 日本理科教育学会研究紀要 36(2) : 33-43.
- 松森靖夫, 堀哲夫, 城内優子 (1996) 植物成長概念に関する小学校理科授業実践の試み. 山梨大学教育学部研究報告 47 : 66-76.
- 松森靖夫, 上嶋宏樹, 深澤裕浩 (2007) 太陽光の放射に関する小学校教員志望学生の認識状態の分析. 科学教育研究 31(2) : 86-93.
- 松森靖夫, 田村敏雄, 羽中田亜南 (2009) 身近な野草に関する小・中学校教員志望学生の直接経験や知識に関する調査. 生物教育 49(2) : 82-89.
- 松岡憲吾, 波田善夫 (2008) パックテストによる簡易土壌養分分析法. Naturalistae 12 : 33-40.
- 宮崎貴吏, 安藤秀俊 (2008) 酸性雨・土壌を対象とした環境教育の動向と高校生の実態調査. 理科教育学研究 49(2) : 67-79.
- 那須悦代, 喜多雅一 (2004) 1950年から2002年までの小学校理科における「水溶液の性質」の単元に関する教科書の記述内容の変遷. 化学と教育 53(3) : 159-162.
- 日本規格協会 (2009) JIS ハンドブック 53 環境測定Ⅱ (水質). pp. 890-891. 日本規格協会.
- 小畑康彦, 吉田俊久, 清水誠, 貫井正納 (2004) 学習指導要領の変遷と教員養成系学部

学生の理科学習に対する認識. 埼玉大学紀要教育学部 (数学・自然科学Ⅱ) 53(1) : 63-79.

大高泉 (2009) 戦後の理科教育の歴史. 角屋重樹, 林四郎, 石井雅幸 (編)『小学校 理科の学ばせ方・教え方事典 改訂新装版』 pp. 26-31. 教育出版.

塚越百加, 岡崎彰 (2005) 小学校理科教科書における磁石の扱いの変遷. 群馬大学教育実践研究 22 : 93-104.

矢野正孝, 谷山竜平, 田原太一, 松崎誠 (2002) 土壌を教材に用いた環境教育—生きて  
いる土— (地域交流としての出前授業). 創造教育実践事例集 3 : 67-73

最後に, 学習指導試案を添付する.

## 「蒸散と水の吸い上げ」についての指導試案

### 1. 本時のねらい

- ・ 蒸散にもなって、水の吸い上げが促進されることに気付くことができる。

### 2. 本時の展開

過程	学習活動・内容	○ 指導上の留意点 ☆ 評価 (評価方法)
導入 5分	1. 振り返りとして、蒸散に関する学習内容を思い出す。(5分) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 根から取り入れられた水は葉まで運ばれる</li> <li>・ 葉から水は水蒸気として出ていく</li> <li>・ 葉の表面には水蒸気が出る小さな穴がある</li> </ul>	
<b>根がなくても植物は水を吸い上げられるのだろうか</b>		
展開 30分	2. シリコンチューブを用いた吸水量測定実験を行う。(10分) <ol style="list-style-type: none"> <li>① 植物体が接続された測定装置をプラスチックケースから取り出す。</li> <li>② 内径1mmチューブを真っ直ぐ伸ばす。</li> <li>③ 内径1mmチューブの下に目盛り板をひく。</li> <li>④ 3分間で内径1mmチューブ内の水が動いた距離を測定する。</li> </ol>	○ 児童を前方に集めて実験を行う。 ○ 簡易蒸散計は3つ用意して、3グループに分けて見させる。 ○ 内径1mmチューブに注目させ、水の減り方を児童に十分観察させる。 ○ 葉と茎のどちらが水の吸い上げに関わっているかを考えさせる。
	3. 途中で葉を切り落とした際の水の減り方を見る。(9分)	
	4. 実験結果を全員で確認する。(3分)	○ 3分間で動いた距離を比較させる。
まとめ 10分	5. 実験結果から考えられることを班ごとに話し合い、発表する。(5分) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水が吸われるのには、葉が関係している</li> <li>・ 葉がポンプのような働きをしている</li> </ul>	○ 葉を切り取ると水が減らないことから、水の吸い上げと葉(蒸散)が関係していることを推論させる。 ○ 植物が取り入れた水は、葉の気孔から出ていくことを再度確認する。
	6. 蒸散には、水の吸い上げを促す働きがあることを確認する。(3分)	
	7. 今日の学習を振り返る。また、水を捨てて、新しく水を吸う理由を予想する。(7分) 「水をわざわざ出して、新しく水を取り入れることは、植物にとって何か良い事があるのかな。」	○ 鉢入りの植物を見せて発問することで、土との関連を少し意識させる。 ☆ 今日の学習で学んだことや新しく水を取り入れる自分なりの理由をワークシートに書いているか(記録)

## 「土壌養分の検出」についての指導試案

### 1. 本時のねらい

- ・ 土の中には、肥料と同じ栄養分(無機養分)が含まれ、水に溶けることを理解することができる。
- ・ 蒸散には、水や土壌養分の取り込みを促進する働きがあることを理解することができる。

### 2. 本時の展開

過程	学習活動・内容	○ 指導上の留意点 ☆ 評価 (評価方法)
導入 5分	1. 前時の学習内容を振り返る。また、ワークシートに書かれた予想を把握する。(5分) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 水が葉の中などでくさってしまう。</li> <li>・ 体温を調節することができる。</li> <li>・ 水といっしょにほかの養分も取り入れている。</li> </ul>	○ 事前に教師側がまとめた児童の予想を板書する。 ○ 植物が新たに取り入れる水は、通常土を通った水であることに注目させる。
<b>土には植物の栄養となるものが含まれているのだろうか</b>		
展開 25分	2. 植物の成長に必要なもの(水、日光、肥料)を確認する。(5分)	○ 5学年「植物の発芽、成長、結実」で学んだ成長条件を思い起こさせる。 ○ でんぷんだけでなく、肥料が成長に必要なであることをよく確認する。
	3. 肥料と同じ栄養分があると、パックテストの色が変わることを知る。(8分)	○ 児童を前方に集め、説明する。 ○ 液体肥料の入った水で色が変化することを提示する。
	4. 土の中には肥料と同じ栄養分が含まれていることを班ごとに確かめる。(12分) <ul style="list-style-type: none"> <li>① ポリ容器に 60ml 蒸留水を入れる。</li> <li>② 生土を葉さじで 5 杯分ポリ容器に入れる。その後、2分ほどよく振り、静置させる。</li> <li>③ ろ過し、ろ液中の硝酸イオンをパックテストを使って測定する。</li> </ul>	○ 1人につき 30 回ずつ振らせる。 ○ 振り終わったら、必ず 1 分ほど容器を置かせてからろ過させる。 ○ パックテストにろ液を入れ、軽く振ったら机に置くように呼びかける。
まとめ 15分	5. 実験結果を全員で確認し、土には肥料と同じ栄養分があることを知る。(3分)	○ 雑草が自然に育つことも思い起こさせる。
	6. 前時の学習内容とも結びつけ、今日の学習内容と蒸散の役割をまとめる。(12分) <ul style="list-style-type: none"> <li>・ 土の中の栄養分は水に溶ける。</li> <li>・ 土には植物の栄養分となるものが含まれている。</li> <li>・ 蒸散には、土から新しい水と栄養分の吸収を促進する役割がある。</li> </ul>	○ 蒸散に関する学習内容をもう一度振り返らせる。 ○ 蒸散の役割を自分の言葉でまとめさせる。 ☆ 蒸散の役割をワークシートにまとめることができているか (記録)