

# 小学校6年生理科「植物の養分と水の通り道」における 植物教材の課題とその改善に関する研究 —根を傷つせずにハウセンカの水の通り道を染色する方法の検討—

Development of Staining Protocol for Vascular System of Garden Balsam  
*Impatiens balsamina* without Cutting or Damaging the Root in  
Science Class of Primary School 6<sup>th</sup> Grader

西野 秀昭

Hideaki NISHINO

(福岡教育大学理科教育講座生物教室)

(平成29年10月2日受理)

## 要 約

小学校6年生理科「植物の養分と水の通り道」における植物教材ハウセンカの根に損傷を加えない鉢植え状態で、色素分子が根から吸収され得る方法を検討した。根を傷つけた場合を除き、色水を灌水したのみでは葉や茎が染まるのを観察できなかったが、根を傷つけないで灌水に加え、植木鉢の底穴からトレイに漏れ出てくる状態で、植木鉢高三分の一程度以下の腰水（底面給水）にすると2～4日で葉や茎が染まり、茎の断面も双子葉類の維管束に相当する部分が染まっていた。この方法により、ハウセンカの根を損傷させて根の傷口から色素を浸み込ませる処置をしなくても、色素分子が吸収され水の通り道が染まったことから、理科の目標である児童に科学的な見方や考え方を養うことに繋がるものと考えられる。

キーワード：植物, 水の通り道, スカーレット 3R, 食用赤色 102 号, 根

## 1. 目 的

現在の小学校学習指導要領（文部科学省，2008）において、小学校6年生理科「(2) 植物の養分と水の通り道」の学習では、「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働きを調べ、植物の体のつくりと働きについての考えを持つことができるようにする」ため、「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。」を学ぶこととされている。そのため、現在の小学校学習指導要領解説理科編（以降、「解説」）（文部科学省，2008）では、「イ 植物に着色した水を吸わせ、茎や葉などを切って、その体の内部のつくりを観察することから、植物の体内には水の通り道があり、すみずみまで水が行きわたっていることをとらえるようにする。（中略）…、根から吸い上げられた水は主に葉から水蒸気として排出されていることをとらえるようにする。」とある。福岡県で採択されている小学校6年生理科教科書（以降、「教科書」）では、鉢植えの土で栽培して掘り取ったハウセンカの根を洗い、色素などで着色した色水に浸して植物の水の通り道を調べる実験が取り扱われている（有馬他，2015）。一方で根を傷つけないハウセンカではこのような色水

は根から吸い上げられず、掘り上げて根を洗うかハサミで根を傷つけた場合のみ、ハウセンカの水の通り道が色素で染色されていることが報告されている（山田他，2014）。教科書では、「ハウセンカをほり上げて根をあらひ、色水にひたして」おり、掘り上げたため根が傷つき、その傷口から色素などで着色した色水が侵入している可能性が捨てきれない。これは解説で言うところの「根から吸い上げられた」とは科学的に異なる現象で、理科の目標である「科学的な見方や考え方を養う」ための観察・実験とは言い難い。

そこで本研究では、植物の根に損傷を加えない鉢植え状態で、比較的大きな分子である色素が根から吸収され得る方法を検討した。

## 2. 方 法

教科書では、白花ハウセンカが用いられている（有馬他，2015）。しかし市販のハウセンカの種子は様々な花色の混合になっていて、白花ハウセンカの種子のみは販売されていない。主要な種子販売会社数社へも問い合わせたが、白花ハウセンカのみでは販売していないとのことであった。そこで、市販のハウセンカ（サカタのタネ、カメラア咲き混合）を種子から栽培して

花が白いもののみを選抜し、その種子を研究に供した。土は一般的な市販の園芸用培養土「花と野菜の土」(例えば緑産業)を用いた。肥料は特に与えていない。植木鉢も一般的な5号素焼きのものを用いた。その際、植木鉢の底穴から根が出てしまうことがあり、そのことによって根が傷つく可能性が考えられたため、根が底穴から出ないように、底穴に内側からプラスチックペトリ皿の片方を逆さまに被せて、底穴を覆ってから土を入れた。それでも底穴から根が出てくる事もあったので、そのようなハウセンカは研究には用いなかった。背丈が15 cm程度(葉が15枚程度)になったものに土の上から1%スカーレット3R(食用赤色102号)(紅不二化学工業 Lot No.0358)水溶液(以降、「色水」と略す)を灌水し、鉢底から色水が漏れ出る前に植木鉢をタッパ容器に置いてそのままたっぷり灌水し、タッパ容器に漏れ出た色水が溜まった腰水(こし水、底面給水とも)(樋口, 2013)状態まで灌水で補充した。灌水のみの条件では植木鉢の底穴から色水が出てきた段階で灌水を止めた。毎朝灌水しながら2日(48時間)~4日(96時間)栽培を続けた。栽培の光条件は、室内窓際で1学期を想定し16時間蛍光灯照射し、温度は20℃前後を保った。

### 3. 結果

色水を灌水したのみでは4日(96時間)後でも葉や茎が赤く染まるのは、複数のいずれのハウセンカでも観察できなかった(例えば、図1)。この結果は、先行研究(山田他, 2014)と一致している。

しかし土にハサミを入れて、主根とも根を切って栽培を続けたところ、先行研究(山田他, 2014)と同様に、2日(48時間)後でも葉や茎が赤く染まるのが観察された(図2)。

一方、根を切らず灌水・腰水にすると2日(48時間)~4日(96時間)で葉や茎が赤く染まり、茎の断面も双子葉類の維管束に相当する部分が赤く染まっていた。これは複数のいずれのハウセンカでも観察された。代表的なハウセンカの様子を、茎断面とともに図3に示す。

### 4. 考察

先行研究(山田他, 2014)では、根を傷つけない限り、色素がハウセンカに取り入れられない事は示されていたが、根を傷つけないで色素を取り入れさせる方法については検討が加えられていなかった。しかし本研究で示されたように、鉢植え状態で灌水を腰水にして栽培する方法を検討したところ、ハウセンカの根を損傷させなくても、水分子よりも比較的大きな分子である色素が吸収され、水の通り道が染まった事から、理科の目標、児童に「科学的な見方や考え方を養う」ことに繋がると考えられる。植物によっては、アサガオのように土が湿っている状態を続けると根腐れをおこ

A.



B.



C.

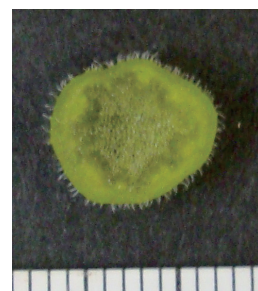


図1 色水を灌水のみで与えたハウセンカ  
灌水のみで4日(96時間)経過後。A: 全体; B:  
上から; C: 茎の断面(目盛は1mm単位)

して枯れてしまうものもある(例えば、サカタのタネHP)が、ハウセンカを用いた本研究での腰水にする時間と腰水量では植物体は枯れる傾向にも見えなかった(図3)ので、本研究の条件での腰水による根の損傷は、ハウセンカでは特には無いものと考えている。

本研究では、灌水せずに最初から腰水にする方法は検討していない。その理由は、小学校での植物栽培で





図2 土にハサミを入れて根を切って色水を灌水のみで与えたハウセンカ  
根を切ってから色水の灌水のみで2日（48時間）経過後の葉の様子。

は、アサガオの栽培でもそうであるように灌水が原則であるとともに、最初から腰水にすると植物の世話を毎日しないことに繋がり、これは児童が生き物の世話を毎日することで得られる教育上の効果を削ぐことに繋がる可能性が考えられた為でもある。

水の通り道を染める為の色素は、切り花用色素など様々検討されている（例えば増田，2013）が、本研究では教科書で採択されているスカーレット3R（食用赤色102号）を用いた。それでも25gで3,100円（税抜価格）と高価で本研究の方法では経費がかかる難点はある。しかし科学性の維持のために欠かせない経費と考える。

色水の色素が根から取り入れられる仕組みに関しては、目的が異なる為には本研究では検討していない。水分子や無機イオンの根からの取り入れられ方は教科書にも記載されている（例えば石川，1991）が、カルシウムイオン等の無機金属イオンが、例えば大腸菌の形質転換（Sambrook & Russell, 2001）でのプラスミドDNAに対するように、比較的大きな分子の細胞内取り込みに関わっている可能性も考えられる。そこで例えば、硝酸カルシウム  $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  等の無機金属塩の肥料の存在下、酸性色素であるスカーレット3R（食用赤色102号）の取り込みが起こるか検討したが、元々土中にカルシウム等の無機イオンは存在している為か、有意な効果は見出す事ができなかった。

教員研修等で小学校教諭と話す機会に、教科書の水の通り道の観察・実験では、傷ついた根から色素が浸み込んでいて、解説が言うところの「根から吸い上げられた水」を反映して、科学的に問題がある事をお話すると、この事には全く気付かずにハウセンカを掘り取っていたとの事であった。今後は、このように小学校理科の観察・実験で科学的に問題があるものを見出しながら、科学的に成立する方向へ誘う研究を進めていきたい。

A.



B.



C.

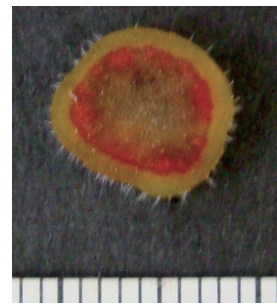


図3 色水を灌水と腰水で与えたハウセンカ  
灌水と腰水で4日（96時間）経過後。A：全体；B：上から；C：茎の断面（目盛は1mm単位）

## 5. まとめ

白花ハウセンカの鉢植えに色水を灌水しつつ腰水（こし水、底面給水とも）にすると、土から掘りあげなくても、数日で水の通り道を染めることができた。このことで水の通り道の観察・実験を科学的に成立させることができると考えられた。

### 附 記

本研究は、以下の学会年会でポスター発表済みの内容を含んでいる（平成 29 年 8 月 5 日～6 日）。

西野秀昭：小学校理科「植物の養分と水の通り道」における植物教材の課題とその改善に関する研究～根を傷つけずにハウセンカの水の通り道を染色する方法の検討～，一般社団法人日本理科教育学会全国大会発表論文集第 15 号，2017, 497.

本研究は、科学研究費助成事業（学術研究助成基金助成金）・基盤研究（C）（一般）・課題番号 16K01021・研究課題名「次期改訂理科教科書の生命生物観察実験の再現性と科学性に資する根拠データベース構築」の支援を受けて行えた成果である。

### 参考文献

- ・有馬朗人他：たのしい理科 6 年，59-60，2015，大日本図書
- ・樋口春三：農学基礎セミナー 新版 草花栽培の基礎，114-115，2004，農山漁村文化協会
- ・石川統：ウォーレス現代生物学，408-419，1991，東京化学同人
- ・増田和明：小学校理科 教科書通りにいかない！困った時に役立つピンポイント 100，75，2013，明治図書
- ・文部科学省：小学校学習指導要領 第 2 章第 4 節 理科 第 6 学年，67-71，2008，東京書籍
- ・文部科学省：小学校学習指導要領解説 理科編，62-63，2008，大日本図書
- ・サカタのタネ HP タネまきからはじめよう！ 5 アサガオ 草花栽培，2017 年 10 月 2 日アクセス [http://sakata-netshop.com/about/campaign/tanemaki/05morningglory\\_01.html](http://sakata-netshop.com/about/campaign/tanemaki/05morningglory_01.html)
- ・Sambrook, J & Russell, D.W.: Molecular Cloning A Laboratory Manual, 3rd ed., 1.116-1.118, 2001, Cold Spring Harbor Laboratory Press
- ・山田真子他：小学校理科における植物の水の通り道を調べる実験に関する研究，生物教育，54(2)，2014，84-93.