

研究主題 **高等学校生物におけるシロイヌナズナを用いた教材の開発に関する研究**

【研究担当者】 八 尾 晃 一

【この研究に対する問い合わせ先】

Tel 0198-27-2742 FAX 0198-27-3562

E-mail kagaku-r@center.iwate-ed.jp

1 はじめに

高等学校生物において、新しい学習指導要領が公示され、目的意識をもった観察や実験を行い、生物学の基本的な概念や原理・法則を理解させ、各内容の探究活動では学習活動と関連させながら観察や実験を行うことが必要とされています。特に現行学習指導要領における生物Ⅱの「遺伝情報とその発現」、新学習指導要領における生物基礎の「遺伝子とその働き」や生物の「遺伝情報の発現」の単元で扱われる教材としては、微生物などを用いた例がありますが、手にとったり生活環を意識したりしながら遺伝子や遺伝子の働きの理解を深める教材が少ないのが現状です。

シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. ; 被子植物門アブラナ科) は、植物の基礎研究材料であり、播種から結実までの時間が非常に短く、ゲノムの全 DNA 塩基配列が解読されているモデル種として知られています。

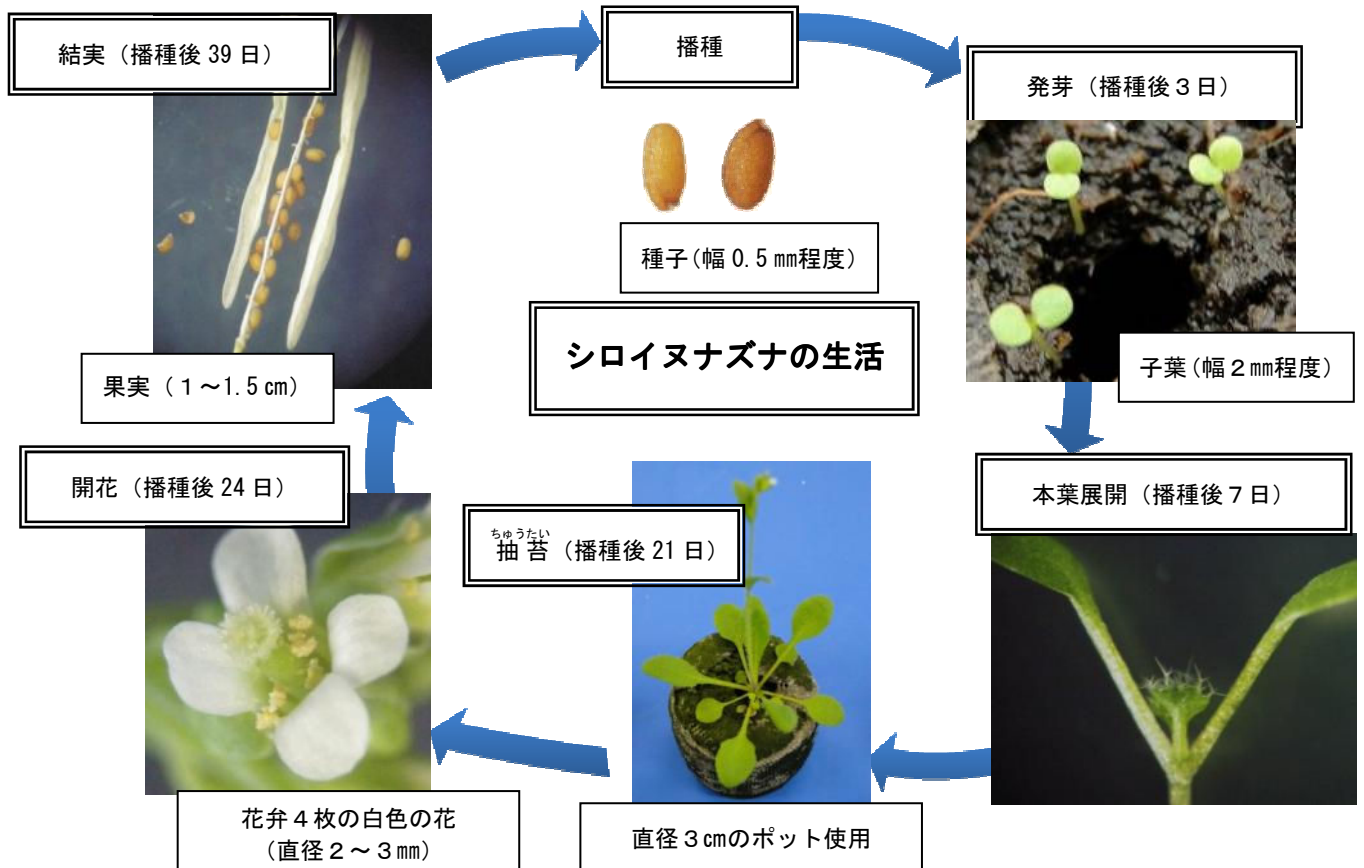
そこで、このシロイヌナズナを用いた高等学校生物の教材と授業実践の概要を紹介します。

2 種子の入手

シロイヌナズナは全国に分布する植物ですが、岩手県では自生しているものを野外で見つけるのは困難です。本研究で使用した種子は、岩手大学農学部附属寒冷バイオフィロンティア研究センターと独立行政法人理化学研究所バイオリソースセンターの御協力をいただき入手しました。

3 シロイヌナズナの生活

24 時間蛍光灯照射 26℃恒温条件下による、播種から結実までのシロイヌナズナの生活を下に示します。一つの株の生育場所は 3 cm 四方あれば十分可能で、被子植物の一生を短期間で観察でき、多くの種子を得ることができます。



4 開発した教材

開発した教材の中で、次の2つを紹介します。

教材	教材による効果
(1) 遺伝情報による形質発現の調節を理解するための花の観察	花の各部位を同一プレパラートで検鏡することで、遺伝子による形質発現調節のABCモデルを理解できる。
(2) 野生型と遺伝子変異体の観察	実物の遺伝子変異体の観察を通して、遺伝情報と形質発現の関係を理解できる。

(1) 遺伝情報による形質発現の調節を理解するための花の観察

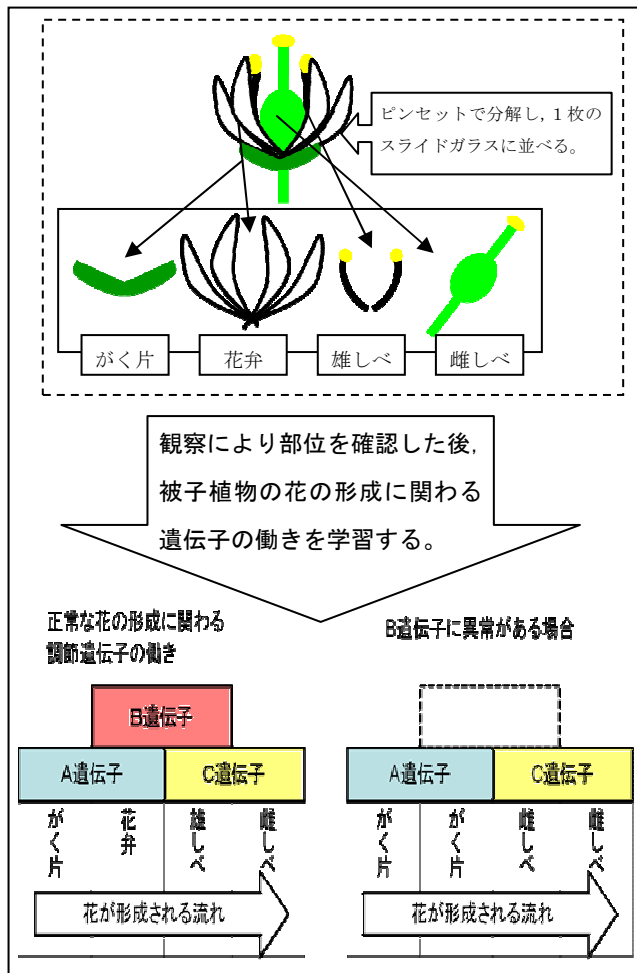
ア 教材開発に関する考え方

生物Ⅱの単元「遺伝情報とその発現」の植物の形態形成と調節遺伝子の働きでは、シロイヌナズナの花のABCモデルが実例として用いられています。そこで、実際のシロイヌナズナの花を観察しながら遺伝子の働きを理解させたいと考えました。高等学校において授業で扱う真核生物の遺伝情報による形質発現の調節を示した観察や実験の事例は数少ないことや、生物Ⅰでの被子植物の重複受精との関わりからも有効な教材と考えます。

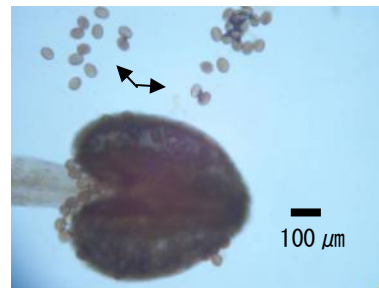
イ 教材の内容

- (ア) 材料：野生型のシロイヌナズナの花
- (イ) 器具：光学顕微鏡、ピンセット、柄つき針、スライドガラス、カバーガラス、蒸留水
- (ウ) 観察方法

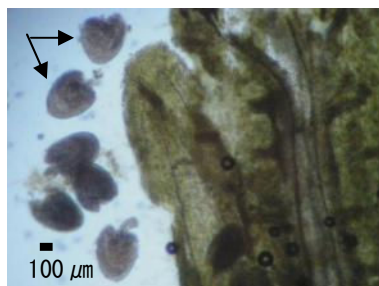
I	シロイヌナズナの開花している花をピンセットでつまみ、観察した後、スライドガラスの上で、ピンセットを用いて「がく」・「花弁」・「雄しべ」・「雌しべ」の4つの部位に分解する（下の【図1】）。
II	それぞれをスライドガラスの上に置き、水で封じて低倍率で観察し、スケッチする。
III	調節遺伝子と花の器官形成であるABCモデルを考察する。



【図1】ABCモデルを理解するための観察



【図2】雄しべの葯から飛散する花粉



【図3】雌しべから飛散する胚珠

(エ) 観察の留意点

光学顕微鏡をとおして観察することで、花が4つの部位で構成されていることを意識できます。柄付き針やピンセットなどで叩くことで、雄しべでは【図2】のように花粉の飛散が、雌しべでは【図3】のように子房内の胚珠が確認でき雄しべや雌しべの構造や受粉、受精と関連付けることもできます。

(2) 野生型と遺伝子変異体の観察

ア 教材開発に関する考え方

高等学校生物の授業において、遺伝子が特定された遺伝子変異体の成長や形態を野生型と比較して観察できるものはわずかでした。そこで、シロイヌナズナの比較的形質が観察しやすい遺伝子変異体と野生型と遺伝子変異体を観察することで、遺伝情報による形質発現の理解が深まると考えました。

イ 教材の内容

(ア) 材料

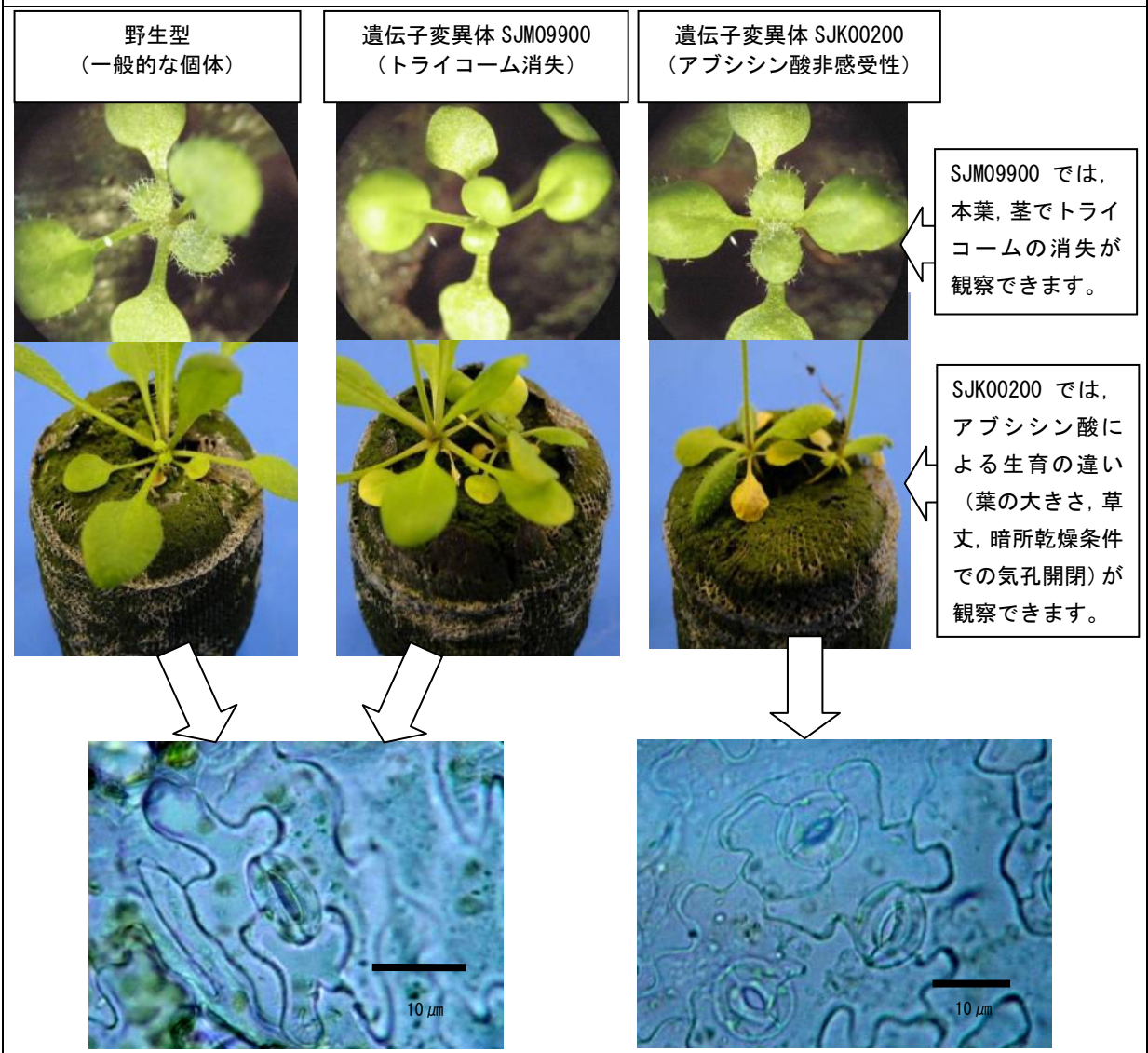
遺伝子変異体は、葉や茎の表面に存在する毛（トライコーム）が消失している SJM09900 と植物ホルモンであるアブシシン酸に対して非感受性を示す SJK00200 を、野生型と同一条件で栽培管理を行った植物体を材料としました。

(イ) 観察器具

光学顕微鏡、ピンセット、柄つき針、スライドガラス、カバーガラス、蒸留水、スポイト

(ウ) 観察方法





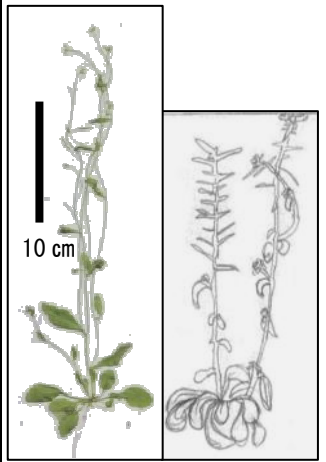
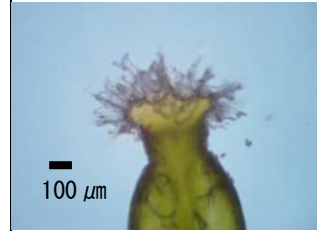
- I 野生型と遺伝子変異体のシロイヌナズナの草丈、葉の大きさ、葉や茎のトライコームの有無、ロゼットの大きさ、花序などの形質を比較しながら肉眼で観察し、スケッチする。
- II それぞれの葉を摘み、葉の裏面の表皮を、ピンセット2本を用いて、直接剥離し、水で封じて高倍率（対物レンズ40倍）で検鏡する。（葉が小さく、柔らかいので、スライドガラス上で、はぎとるとよい。また、1時間程度暗所乾燥条件の個体を観察すると気孔の開閉状態が明瞭となる）
- III 形質の違いを意識しながら、トライコームや気孔をスケッチする。
- IV 野生型と遺伝子変異体の同じ部位について、肉眼や顕微鏡での観察を通して、形質の違いをまとめ、遺伝子がシロイヌナズナに及ぼす影響を考察する。



【図4】野生型と遺伝子変異体の比較

5 開発した教材による授業実践の概要

授業実践は、所属校である岩手県立大槌高等学校第3学年文理コースの生徒18名を対象として、平成21年9月28日(月)～10月5日(月)に生物Ⅱ「遺伝情報とその発現」の単元で実施しました。

			
<p>植物成長段階の観察</p>	<p>DNAの抽出実験</p>	<p>遺伝情報による形質発現の調節を理解するための花の観察</p>	<p>野生型と遺伝子変異体の観察</p>
<ul style="list-style-type: none"> ・ 遺伝子の研究に必要な実験生物の特徴の理解 ・ 種子、発芽、開花と結実の観察 	<ul style="list-style-type: none"> ・ DNAと遺伝子の関連を考察 ・ 他の植物と比較 ・ 植物から直接DNAを抽出し、観察 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 花を遺伝子の関与する部位に分けて光学顕微鏡で観察 ・ 遺伝情報の形質発現の調節を考察 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 異常のある遺伝子の情報を提示 ・ 光学顕微鏡で形質の違いを観察し、遺伝情報による形質発現を考察 ・ 毛が存在しない変異体と植物ホルモン非感受性変異体を使用
<p>シロイヌナズナと生徒のスケッチ</p> 	<p>生徒の感想</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 神秘的だと思った。 ・ 見たいと思っていたので見れてよかった。 ・ 遺伝について、興味がわきました。 ・ この一本一本にたくさんの情報がつまっていると思うと本当に神秘的だなと思った。 ・ わくわくした気持ちですることができた。 ・ 色や形が違うと思っていたら現れたものは同じだったので意外でした。 	<p>雌しべの顕微鏡写真と感想</p>  <p>生徒の感想</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 図でしか見たときのないものを肉眼で見れて、感動した。これから植物を見るとときイメージしながらみていきたい。 	<p>生徒の感想</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 同じ植物でも、遺伝情報がどこか異なるだけで、みためなどが変わるんだなと思った。世の中には他にも様々な変異体があると思うが、どのような物があるのか、どんな生活をしているのかなど、興味を持った。

6 高等学校生物におけるシロイヌナズナを用いた教材の開発に関する研究のまとめ

(1) まとめ

高等学校生物では今まで用いられることのなかったシロイヌナズナを材料に、教材を開発し、生物Ⅱの「遺伝情報とその発現」の単元で「植物成長段階の観察」、「DNAの抽出実験」、「遺伝情報による形質発現の調節を理解するための花の観察」、「野生型と遺伝子変異体の観察」を含めた授業実践を行い、その効果を確認しました。その結果、教材が授業理解に役立ったという肯定的な評価を生徒から得ました。遺伝子に関する質問紙や自由記述を分析した結果、教材を利用した学習活動により、「生物のしくみや働き」や「観察や実験」、「遺伝子の働き」への関心や意欲を高め、遺伝子に関する理解を深めたことが確認できました。

(2) 今後の課題

シロイヌナズナを用いた教材に関しては、入手や設備の問題もありますが、様々な観察や実験の方法が考えられます。今後も、教材を利用した授業実践を通して、検討を加えていかなければなりません。遺伝子に関する最先端の知見と高等学校生物における基礎・基本的な学習内容をバランスよく取り入れ、多様な生物の遺伝子の理解を深める教材の開発を進めていきたいと考えます。