

教育用モデル植物ファストプランツの遺伝教材としての有用性

片山 雄介・佐野(熊谷)史

群馬大学教育実践研究 別刷

第28号 71～74頁 2011

群馬大学教育学部 附属学校教育臨床総合センター

教育用モデル植物ファストプランツの 遺伝教材としての有用性

片山 雄介¹⁾・佐野(熊谷) 史²⁾

1) 高崎市立南八幡小学校

2) 群馬大学教育学部理科教育講座

Usefulness of the Educational Model Plant “Fast Plants” as a Teaching Material for Understanding of Genetics.

Yusuke KATAYAMA¹⁾, Fumi KUMAGAI-SANO²⁾

1) Minamiyawata Elementary School, Takasaki, Gunma

2) Department of Science Education, Faculty of Education, Gunma University

キーワード：ファストプランツ、遺伝

Keywords : Fast Plants, Genetics

(2010年10月29日受理)

1. はじめに

平成20年告示中学校学習指導要領により、遺伝の規則性に関する学習が再び行われることになった。新しい学習指導要領では、この単元において「交配実験の結果などに基づいて、親の形質が子に伝わるときの規則性を見いだすこと。」と明記され、内容の取扱いでも「分離の法則を扱うこと」となった¹⁾。しかし、交配実験は複数の世代にわたって生物を育てなければならず、実際に学校現場で交配実験を行うことは容易でないと考えられる。そのため、中学校で遺伝の規則性を学習することになっていた平成元年度告示の学習指導要領が使われていた時代から、中学校の遺伝の学習に適した教材の探索が行われてきた。

ファストプランツ (*Brassica rapa*) (図1) は、1980年代にアメリカのウィスコンシン大学のPaul Williams博士らによって開発されたアブラナ科の教育用モデル植物である²⁾。その特徴として、生活環が短いこと、小型で栽培が容易であること、胚軸の色など

で形質の違いを判断できる変異体があり、それらと野生型を交配して得た雑種第一代 (F_1) や雑種第二代 (F_2) の種子を簡単に入手できることなどが挙げられる。ファストプランツを使った植物栽培プログラムは、アメリカ、カナダ、イギリス、オーストラリアなど各国で学校教育教材として採用されている。日本での知



図1 開花したファストプランツ

名度はまだ高くないが、最近では実践例の報告も見られる。

しかし、一世代あたりの栽培期間は45日と報告されており、複数の世代を育てるには最低でも90日かかるため、交配実験の教材として使う場合に実験にかかる期間はまだ長い。そこで本研究では、単元の期間内で完結する実験方法の考案を目的として、まずファストプランツの生活環と栽培の手順を確認し、種子を早めに採取して播種することによる栽培期間の短縮を図った。

2. 実験方法

ファストプランツの栽培は人工気象機内（連続光照射、22℃）で行い、培土はホームセンターで市販されている園芸用のものを用いた。試料は、In The Woods. 社 (<http://www.fastplants.jp/>) で購入したスタンダード（野生型）の種子を用いた。

まず、スタンダードで生活環の確認を行った。市販のミニプランターに種子を等間隔に3ヵ所、3粒まきで播種し、発芽後に間引きを行うことで播種時の3ヶ所にそれぞれ1個体ずつになるようにした。各個体に5つ以上の花が開花した時点で綿棒を使って受粉を行い、受粉の約1週間後に給水を停止して乾燥を開始し、さらに約20日間十分に乾燥させた後に種子を採取した。栽培は、2008年4月から2008年12月にかけて8回行った。

種子を早めに採取して播種する実験（早期播種実験）は、受粉まではスタンダードの栽培と同様に行った。受粉は3日に分けて行い、受粉日が分かるように受粉した花にはビニールテープで印をつけた。受粉後1週間で給水を停止し、受粉後7～25日にかけて種子を採取、直後に10粒ずつ播種して発芽の様子を観察した。さらに、種子をそのまま、もしくは抱水クロラルによって透明化して内部を観察し、胚の発生段階と発芽能力との関係を調べた。実験は、2009年7月から2009年12月にかけて7回行った。

3. 結果

本研究の栽培条件における生活環は

0日	播種
2～4日	発芽
4～6日	間引き
16～17日	開花
18～19日	受粉
25日	給水停止、乾燥開始
45日	種子採取

となり、標準となる生活環（図2）とほぼ同じになったことから、栽培条件・手順共にほぼ適切であることが確認できた。

この生活環では一世代あたりの栽培期間が45日程度であるため、親（P）の播種からF₂の形質の確認まで最短でも90日程度かかってしまう。しかし、学校現場では遺伝の単元一つだけに3ヶ月費やすことは難しいと考えられる。そこで、一世代の栽培期間のほぼ半分を占める種子の乾燥過程に着目し、通常は受粉後27日目に完全に乾燥させた種子を採取するところを、種子を早めに採取して播種することで栽培期間の短縮を検討した。

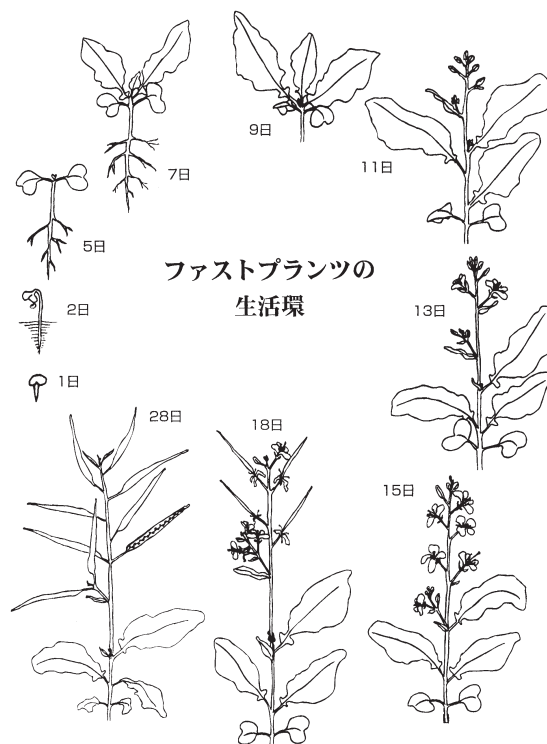


図2 標準となる生活環²⁾

この早期播種実験では、受粉後7～13日目にかけて播種した種子は全く発芽しなかった。受粉後14日目以降の種子で発芽がみられ、受粉後17日目以降の種子では発芽した個体数が安定する傾向が見られた（図3）。また、発芽までにかかる日数は、受粉後14～17日目にかけて播種した種子では長く、受粉後日数が経つにつれて短くなり、受粉後20日目以降の種子では安定して播種後3～4日で発芽が見られた（図4）。図4を受粉から最終的な発芽までの日数がわかるように描き直したところ、受粉から次世代の発芽までにかかる時間は受粉後18日目の種子を播種した場合に最短となるこ

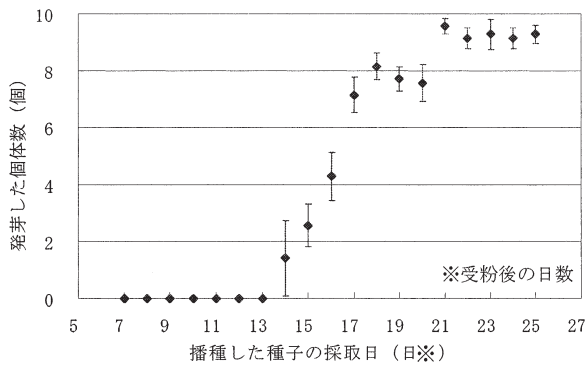


図3 発芽した個体数 各点のデータは7回の実験の平均値、エラーバーは標準誤差を表している。（図5、6も同じ。）

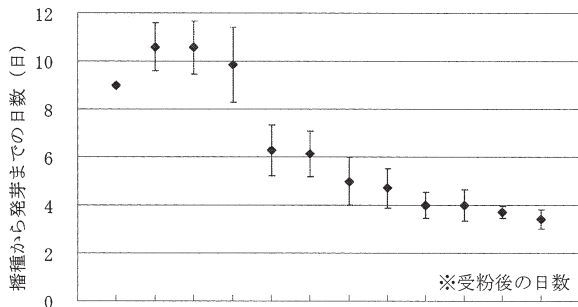


図4 最も早く発芽した個体の発芽にかかった日数ただし、受粉後14日は1回、受粉後15日は5回の実験のデータである。（図6も同じ。）

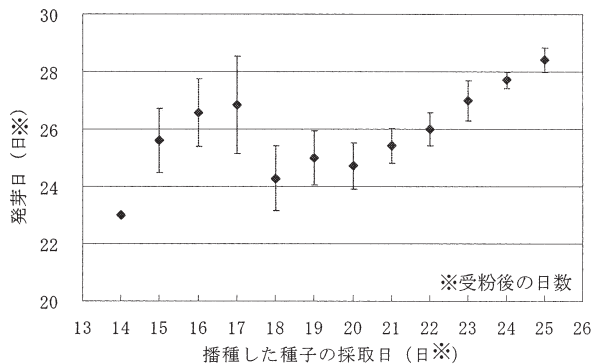


図5 受粉から次世代の発芽までの日数

表1 受粉後7～25日目における胚の観察結果
数字は各形状の胚が観察された個数を表す。

	球状	心臓	魚雷	杖	杖後	成熟
7	23	4	0	0	0	0
8	5	29	0	0	0	0
9	0	10	32	0	0	0
10	0	2	34	5	0	0
11	0	0	0	30	0	0
12	0	0	0	14	0	0
13	0	0	0	5	20	0
14	0	0	0	0	15	4
15	0	0	0	0	7	21
16	0	0	0	0	2	29
17	0	0	0	0	0	35
18	0	0	0	0	0	37
19	0	0	0	0	0	36
20	0	0	0	0	0	27
21	0	0	0	0	0	30
22	0	0	0	0	0	37
23	0	0	0	0	0	35
24	0	0	0	0	0	36
25	0	0	0	0	0	31

とがわかった（図5）。なお、早く播種した個体は草丈がやや低くなる傾向があったが、通常の方法で育てた個体と比較しても個体の成長速度に大きな差は見られなかった（片山、未発表データ）。

安定した発芽が得られるまでに日数がかかる理由を調べるために、種子内部の観察により、受粉後7～25日目の胚の発生段階を調べた。胚は、1細胞である接合子から細胞分裂を繰り返し、球状胚、心臓型胚、魚雷型胚、杖型胚、成熟胚という順で発達する²⁾。今回の実験では、胚は受粉後7日目で球状胚、8日目で心臓型胚、9～10日目で魚雷型胚、11～12日目で杖型胚、13～14日目で杖型胚後期と成長し、15日目以降で成熟胚が観察された（表1）。

4. 考察

早期播種実験と種子内部の観察結果からファストプランツは胚が成熟胚の段階に達している受粉後18日目に種子を採取して播種しても支障なく発芽することがわかった。この方法をとれば、通常の栽培方法に比べて一世代あたりの栽培期間を9日短縮でき、36日間にすることが可能になる。このように栽培期間を短くすることは、遺伝教材として必要なことである。

遺伝教材に関しては、これまでも様々な材料を用

いて教材の研究が行われてきた。池田³⁾は、遺伝教材の問題点として、(1) 材料の入手、(2) 系統の維持、(3) 時間、(4) 費用、(5) 技術、(6) 時期の6点を挙げ、柏柳⁴⁾は、遺伝教材の条件として、a. 世代交代が早いこと、b. 丈夫で育てやすいこと、c. 入手しやすいこと、d. 季節を問わず使用できること、e. 保存しやすいこと、f. 調べたい形質が生育の早い時期に現れること、g. 一つの対立する形質について観察・実験できること、h. 対立する形質の違いがはっきりしていること、i. 特別な実験技術を必要としないことの9点を挙げている。池田と柏柳が挙げたものに類似点が多いことから、遺伝教材に対する問題の認識は多くの人に共通していると考えられる。そして、これらの多くをクリアしているファストプランツは遺伝教材としての有用性が高いといえる。

生徒に交配実験の結果を観察させ、遺伝の規則性を見い出させるためには、親(P)から雑種第二代(F_2)まで栽培して F_2 の分離比の観察させることが望ましい。この実験を最初から最後まで行うと、ファストプランツを用いても3ヶ月程度かかる。しかし、この学習内容は、多くの中学校で4月中旬から5月にかけて1ヶ月から1ヶ月半の間に行われると考えられる。そのため、従来の栽培方法では、単元の学習の中で生徒に実験・観察をさせることは難しい。本研究の結果か



図6 パープルステム (1) とノンパープルステム (2)

ら、受粉後18日で種子を採取し播種することで一世代あたり9日栽培期間を短縮できることがわかったが、Pから F_2 まででは、この方法を用いても2ヵ月以上かかってしまい、やはり単元の学習内で、実験・観察をさせることは難しいと考えられる。

そこで、今回の早期播種実験の方法を取り入れて、野生型と変異体の交配から得られた F_1 の受粉を行うところから F_2 の胚軸の観察をして分離比を確認するまでを生徒実験として行うスケジュールを提案する。試料としては、パープルステム(アントシアニン量が多く、茎が紫に見える変異体)、ノンパープルステム(アントシアニンを作らない変異体)およびパープルステムとノンパープルステムの交配から得た F_2 の種子を用いる。パープルステムとノンパープルステムの交配から得た F_2 の種子を播種すると、発芽して間もない個体の胚軸でも形質の違いを十分に判断できるため(図6)、 F_1 の受粉日を0日として、その18日後に種子を採取、播種して、その3日後に発芽した個体の観察を行えると考えられる。このスケジュールであれば、21日間で完結するため単元の期間内で実験・観察が可能であると考えられる。

参考文献

- 1) 文部科学省, 中学校学習指導要領解説—理科編—, 大日本図書(2008)
- 2) Robin Greenler, John Greenler, Daniel Lauffer, Paul Williams (佐藤茂, 石澤公明, 吉岡俊人 共訳), ファストプランツで学ぶ植物の世界, In the woods. Books(2006)
- 3) 池田秀雄, 遺伝と変異における教材の開発, SCIRE中学校理科教育実践講座 第6巻 植物の種類と生活, 259-262, ニチブン(1995)
- 4) 柏柳修, 中学校マツバボタン教材化—観察・実験を通じた「遺伝」の学習—, 理科の教育, 41(2), 48-50(1992)

(かたやま ゆうすけ・さの(くまがい) ふみ)