

キク科センダングサ属の瘦果の発芽特性とその教材化に関する基礎的研究

小林 辰 至

上越教育大学

Kobayashi, T. (2004) Basic Study on Characteristics of the Germination of the Bidens Seeds for Development of Teaching Materials on Germination. Jpn. J. Biol. Educ. 44(3):148-153.

In this study, the characteristics of the germination of *Bidens biternata* (Lour.) Merr. et Sherff ex Sherff, *Bidens pilosa* L. and *Bidens frondosa* L. seeds were compared to obtain basic findings to be used for the development of their teaching materials. The following results were obtained.

(1) There was a characteristic of dormancy in the seeds of *Bidens biternata* (Lour.) Merr. et Sherff ex Sherff and *Bidens frondosa* L..

(2) *Bidens pilosa* L. showed a high germinating rate several days after seeding, and it was found that the optimum germinating temperature was 30°C.

Since its seeds can germinate wherever required, they are easily dealt with as teaching aids, and it was believed that these seeds are appropriate for the learning that requires children and pupils to conduct observation of sprouting and subsequent growth.

(3) The study indicated that gibberellin (GA₃) exerts an awakening effect on *Bidens biternata* (Lour.) Merr. et Sherff ex Sherff. From this findings, it is clear that this substance can be utilized as an experimental material for determining the awaking effect on the dormancy of *Bidens biternata* (Lour.) Merr. et Sherff ex Sherff.

Key words: germinating characteristics, teaching materials, gibberellin (GA₃)

Tatsushi KOBAYASHI, Division of Science, Joetsu University of Education, Yamayashiki-machi, Joetsu, 943-8512, Japan.

I はじめに

キク科植物のセンダングサ属にはセンダングサ (*Bidens biternata* (Lour.) Merr. et Sherff ex

Sherff), コセンダングサ (*Bidens pilosa* L.), アメリカセンダングサ (*Bidens frondosa* L.) 等が属している。これらは田畑や道端等に生育していて、瘦果(以下、便宜上種子とする)が衣服に付着しやすい特徴を利用した子供の遊びの素材となっていることから身近な植物と言えよう。また、アメリカセンダングサは小学校理科教科書において、同じキク科に属するマリーゴールドの形

[連絡先] 〒943-8512

新潟県上越市山屋敷町1番地

上越教育大学自然系教育講座理科

Tel.&Fax.025-521-3434

E-mail:tkoba@juen.ac.jp

態の特徴や生活史の比較対象として取り上げられており(啓林館 2002), 身近な教材となっている。

センダングサ属の教材研究としては, 形態や分類に関するもの(自然科学研究会 1978)や身近な自然を生かした野外学習に関するもの(坂田 1983)が報告されている。また, センダングサ属の種子の発芽生理に関する教材研究としては, 細長い形状を利用して種子の光感受部位を探究させることを目的としたものがある(山田他 1990)。

センダングサ属の種子の発芽特性に関する研究は, 主として雑草学の分野で行われている。例えばサトウキビ畑の雑草として知られているタチアワユキセンダングサ(*Bidens pilosa* L. var. *radiata* Scherff)の種子は, 発芽が明条件下では低温で抑制され暗条件下では逆に促進されること, 光の波長の影響は緑色光で著しく大きいこと等が明らかにされている(石嶺他 1985)。また, アメリカセンダングサでは10月に採取し室温で乾燥貯蔵した種子は翌春の暗黒下で行った発芽実験において60日の間全く発芽が認められず, 休眠することが知られている(原田他 1982)。

以上のように, センダングサ属の種子の発芽特性に関する研究はもっぱら雑草学の見地からなされたもので, 教材化の視点で比較検討したものはない。

発芽の調整に関する教育内容として, 高等学校生物I(啓林館 2002)では, 光が発芽に影響を及ぼす例としてレタスの種子が取り上げられたり, ジベレリンが発芽を誘導する例としてイネの種子が取り上げられたりするなど, 一般に栽培植物が教材として取り上げられている。一方, 野草の種子は休眠するなどの特性があり, その生理学的特性を踏まえなければ教材化が難しいが, 視点を変えれば, これらの特性に関して科学的に探究させることを目的とした教材として利用できる可能性をもっているといえる。

そこで, 本研究はセンダングサ, コセンダングサ及びアメリカセンダングサの種子の発芽に要する日数や発芽率, 発芽最適温度や休眠覚醒等の生理学的特徴を比較検討し, 教材化のための基礎的知見を得ることを目的に行った。

II 材料及び方法

供試種子は, センダングサ, コセンダングサ, アメリカセンダングサとともに2002年11月9日に宮崎市で採取した後, 室温で乾燥貯蔵した。

発芽実験にあたっては直径9cm, 高さ1.7cmのペトリ皿に2枚の濾紙をしき, ペトリ皿当たり50粒置床した後, 精製水10mlを加えた。なお, 種子は精製水10mlを加えた状態で水中にほぼ没し, 濡れた表皮が空気に触れる状態であった。ペトリ皿への精製水の補給は, 種子の表皮が空気に触れる状態を保つ程度の量を, 発芽種子の計数を行う際に行った。

ペトリ皿の蓋は発芽種子計数のために毎日開けたため, 種子への酸素供給は充分になされたと考えられる。

実験1 発芽に要する日数と発芽率の比較

各種の種子が発芽するのに要する日数を明らかにすることを目的に行った。

実験は2002年11月27日に開始した。センダングサ, コセンダングサ, アメリカセンダングサの種子を上述の方法でそれぞれ5つのペトリ皿に置床し実験に供した。ペトリ皿は20℃に設定した簡易温室(中村理科RA-120N型; 以下型番は省略)に置き, 上方から蛍光灯(NEC BIOLUX 20W FL20SBR; 以下型番は省略)の光を連続照射した。光源からシャーレ設置面までの距離は20cm, 照度は1,500 lxであった。

発芽率は各ペトリ皿の発芽率を平均して求めた。

実験2 長形種子と短形種子の発芽率の比較

休眠する特性が認められなかったコセンダングサについて, 頭花中央部に着生する長形種子と頭花周縁部に着生する短形種子とで発芽率が異なるかどうかを比較することを目的として行った。

実験は2003年1月7日に開始した。種子を上述の方法でそれぞれ10個のペトリ皿に置床し実験に供した。温度は実験1と同様の簡易温室を用いて20℃に設定し, 蛍光灯の光を10日間連続照射した。光源からシャーレ設置面までの距離は20cm, 照度は1,500 lxであった。そして, 10日後の長形種子と短形種子の発芽率に有意差が認められるかどうかについてt検定を行った。

なお, 発芽率は個々のペトリ皿の発芽率を平均して求めた。

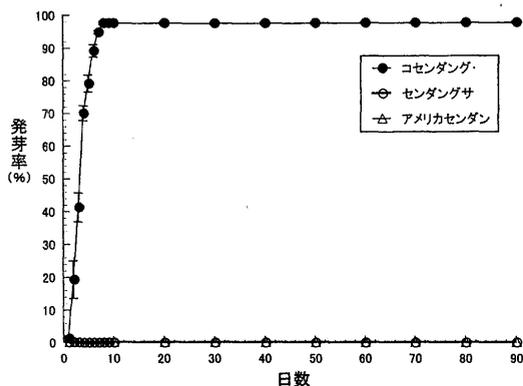


図1 センダングサ、コセンダングサ及びアメリカセンダングサ種子の発芽率の変化

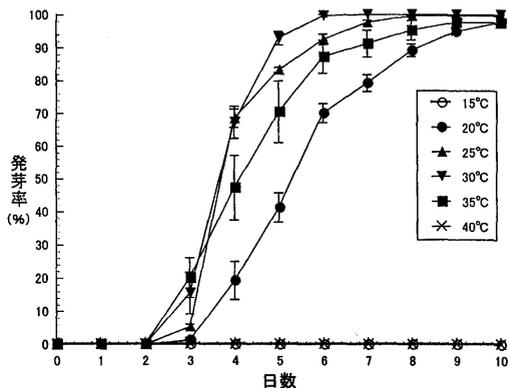


図2 温度がコセンダングサの発芽に及ぼす影響

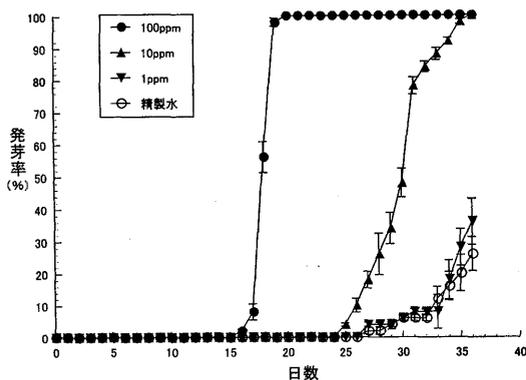


図3 ジベレリンがセンダングサ種子に及ぼす休眠覚醒作用

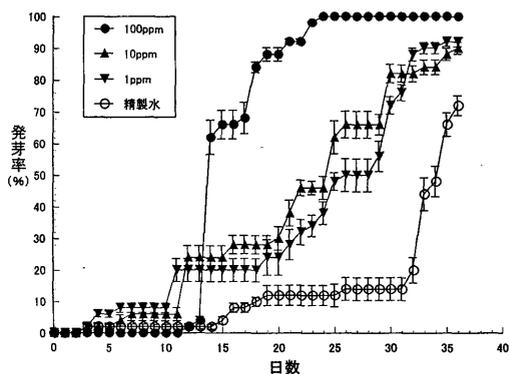


図4 ジベレリンがアメリカセンダングサ種子に及ぼす休眠覚醒作用

実験3 温度がコセンダングサの発芽率に及ぼす影響

コセンダングサの種子の発芽最適温度を明らかにすることを目的とした。

実験は2003年1月19日に開始した。設定温度は、15、20、25、30、35、40℃とした。各温度条件について5つのペトリ皿に長形種子を置床し実験に供した。温度調整は15℃については冷蔵庫(FUJITSU ER-F34G)を、またその他の温度については簡易温室を用い、実験中は蛍光灯の光を連続照射した。なお、15℃の温度条件での実験は、冷蔵庫の野菜収納室を約20cm引き出し、その上方に蛍光灯(NEC BIOLUX 20W FL20SBR)を設置した状態で野菜収納室が設定温度になるよう庫内の室温調整を行った。また、25、30、35、40℃の温度条件での実験については、簡易温室1台

を用いて各設定温度ごとに順次実施した。光源からのシャーレ設置面までの距離は20cm、照度は1,500 lxであった。

発芽率は各ペトリ皿の発芽率を平均して求めた。

実験4 植物生長調整物質がセンダングサとアメリカセンダングサ種子の休眠覚醒に及ぼす影響

植物生長調整物質のジベレリン(GA₃)が休眠状態のセンダングサとアメリカセンダングサの種子に対して休眠覚醒作用を示すかどうかを明らかにすることを目的とした。

実験は2003年4月3日に開始した。センダングサとアメリカセンダングサそれぞれについてジベレリン濃度100ppm、10ppm、1ppm及び対照区(精製水)を設定した。長形種子をそれぞれ5つのペトリ皿に置床した後、100ppm(pH 4.2)、10ppm(pH 5.1)、1ppm(pH 6.2)のジベレリ

ン(粉末ジベレリン水溶剤;協和発酵工業株式会社)水溶液を10mlずつ実験開始時に加えた。対照区には精製水(pH 6.4)を10ml加えた。温度は簡易温室を用いて20℃に設定し、蛍光灯の光を連続照射した。光源からシャーレ設置面までの距離は20cm、照度は1,500 lxであった。

発芽率は各ペトリ皿の発芽率を平均して求めた。

Ⅲ 結果

実験1 発芽に要する日数と発芽率の比較

コセンダングサは3日目から発芽が認められ、10日後には97.6%に達した(図1)。それに対して、センダングサとアメリカセンダングサは、90日後においても発芽は全く認められなかった。

実験2 長形種子と短形種子の発芽率の比較

10日後の発芽率は、長形種子で99.0%、短形種子で91.4%を示し(表1)、長形種子の発芽率が短形種子の発芽率を有意($t(18) = 5.40$, $p < .01$)に上まわっていた。

実験3 温度がコセンダングサの発芽率に及ぼす影響

15℃では全く発芽が認められなかった(図2)。20℃では3日目から発芽が認められ始め、その後急激に発芽率が上昇し、6日目で70%に達した。7日目以降も、発芽率は徐々に上昇し、10日目には97.8%に達した。25℃では、20℃と同様に3日目から発芽が認められた後の発芽率の上昇は著しく、5日目で83.2%、8日目で99.6%に達した。30℃では2日目から15.4%と他の温度に比べ高い発芽率を示した。そして、その後の発芽率の上昇は極めて著しく、6日目で100%に達した。35℃では30℃よりも1日遅い3日目から発芽が始まり、発芽率は20.0%であった。その後、発芽率は直線的に上昇し7日目には91.2%に達した。40℃では全く発芽が認められなかった。

実験4 植物生長調整物質がセンダングサとアメリカセンダングサ種子の休眠覚醒に及ぼす影響
センダングサの発芽は100ppm区では実験開始

後16日目から認められはじめ、その4日後には100%の発芽率に達した(図3)。10ppm区では100ppm区で発芽が認められた日から数えて9日後の25日目から発芽が始まり、その後徐々に発芽率が上昇した。100%の発芽率に達するまでの日数は、100ppm区よりも16日多く要し、実験開始後36日目であった。1ppm区と対照区では実験開始後27日目から発芽が認められ、その後両区ともわずかずつ発芽率が上昇し、36日目の発芽率はそれぞれ36%と26%であった。

アメリカセンダングサの発芽率は100ppm区では実験開始後14日目から急激に上昇し、24日後に100%に達した(図4)。10ppm区と1ppm区では3日目から発芽が認められたが、その後の発芽率の上昇は100ppm区よりもゆるやかで両区は同様の傾向を示した。36日後の発芽率は10ppm区で90%、1ppm区で92%であった。対照区でも3日目から発芽が認められたが、その後の発芽率の上昇はゆるやかで、32日目の発芽率は20%であった。しかし、発芽率は33日後から大幅な上昇をはじめ、36日後には72%に達した。

Ⅳ 考察

原田他(1982)は10月に採取し室温で乾燥貯蔵したアメリカセンダングサの種子を用いて翌春に暗黒下で発芽実験を行い、休眠することを明らかにしている。本研究では11月下旬から翌年の3月下旬まで暗黒下ではなく光を連続照射して発芽実験を行ったが、90日後においても発芽は全く認められなかった(図1)。このことから、アメリカセンダングサの種子は明条件下でも休眠が打破されず休眠状態が持続することが確認できた。

センダングサにおいてもアメリカセンダングサと同様に、11月に採取し室温で乾燥貯蔵した種子を用いて同月下旬から翌年の3月下旬にかけて光を連続照射して行った発芽実験において、90日の間全く発芽が認められなかったことから(図1)、休眠することが確認できた。

表1 長形種子と短形種子の平均発芽率(平均±標準誤差)*

種子の形態	長形種子	短形種子
発芽率(%)	99.0±1.0	91.4±1.0

*平均発芽率は10個のペトリ皿で得られた発芽率の平均

それに対して、コセングサは3日目から発芽が認められ、10日程度でほぼ100%の発芽率に達したことから、種子から発芽させて観察を行わせるには今回検討した3種の中では最も適した素材と考えられる。また、一部の小学校3年生理科教科書(啓林館 2002)では児童に同じキク科に属するマリーゴールドとアメリカセングサの芽生え等を比較・観察させる記述があることから、このような学習にもコセングサが適していると考えられる。

コセングサの長形種子と短形種子の発芽率を比較したところ、長形種子の発芽率は短形種子を7.6%上まわっており、その差は有意($t(18) = 5.40, p < .01$)であった(表1)。タチアワユキセングサでは、25℃から35℃までの温度下で長形種子は70~80%、短形種子では50~60%と、長形種子の発芽率が短形種子の発芽率を約20%上まわっている(石嶺他 1985)のに対して、コセングサでは、長形種子の発芽率が短形種子の発芽率を上まわっている割合は7.6%と小さいものの、タチアワユキセングサと同様の傾向が認められた。したがって、タチアワユキセングサの種子を用いて児童・生徒に温度や光等さまざまな条件下での発芽実験を行わせる場合には、長形種子と短形種子とを区別させることが必要であるが、コセングサを用いる場合には、両者を混在させて播種して実験を行っても、短形種子が発芽率に及ぼす影響は小さいと考えられる。

コセングサの発芽率に及ぼす温度の影響についてみてみると、20℃~35℃では高い発芽率が得られ、特に30℃では2日目から発芽が認められ、100%に達するまでに要する日数が5日と最も短いことから(図2)、発芽の最適温度と考えられる。一方、15℃以下の低温と40℃以上の高温では、全く発芽が認められなかった。教室の中でも直射日光がベトリ皿に直接当たる状況下では、温度が40℃を超えることがあると考えられることから、児童・生徒に実験を行わせる際には、直射日光を避けるよう指導する配慮が必要であろう。以上のように、コセングサの種子は室温での乾燥貯蔵が可能であり、また播種後20℃~35℃の条件下で速やかに発芽することから、本研究で検討した3種の中では最も教材として扱いやすいものと考え

えられた。

休眠しているアメリカセングサとセングサの種子に対するジベレリン(GA₃)の休眠覚醒作用の検討では、いずれの種子も100ppmおよび10ppmの濃度において明瞭な覚醒作用が認められるとともに高い発芽率を示した(図3)。一方、精製水のみを与えた対照区においても実験開始後27日目から発芽が認められたことから、セングサ種子は、結実後6ヶ月程度で発芽条件が満たされれば休眠が打破される状態になっているものと考えられる。

アメリカセングサ種子について原田他(1982)はジベレリン(GA₃)が休眠覚醒に対して、全く効果を示さなかったと述べているが、本研究ではジベレリン(GA₃)による休眠覚醒作用が認められた(図4)。アメリカセングサについては、今後さらにジベレリンによる休眠覚醒作用の再現性を追試する必要がある。

以上のように、セングサ種子に対するジベレリン(GA₃)の休眠覚醒作用は、アメリカセングサに比べ明瞭であったことから、セングサは休眠種子に対するジベレリンの覚醒作用を確かめる実験材料として適しているものと考えられる。

植物の生活史を科学的に理解するためには、種子形成だけでなく種子の休眠に対しても正しい認識が必要である(松森, 1996)。しかし、現在の小・中学校理科においては、種子の発芽、生長、開花、結実の生活史は取り扱うものの、種子植物の生活史において重要な意味をもつ種子の休眠についてはふれていない。そのため、野草の種子の休眠やその覚醒を題材とした教材開発や実践は見受けられない。したがって、本研究で取り上げたセングサ属の種子の発芽特性が、他の種子と比較してどのような点が教材として優れているかを比較して考察することは、今のところ困難である。セングサ属の種子が上述の観点から優れた材料であるのかどうかについては、今後さらに他の科・属に属する種子の発芽特性に関する基礎的知見を蓄積して比較検討する必要がある。

V おわりに

セングサ、コセングサ、アメリカセン

ダングサの種子について発芽特性を比較検討した。その結果、センダングサとアメリカセンダングサには休眠する特性が認められた。他方、コセンダングサは、数日間で高い発芽率を示したことから、児童・生徒に播種の段階から観察・実験を行わせる学習の素材として適しているものと考えられた。また、休眠する特性のあるセンダングサは、ジベレリン (GA₃) の休眠覚醒作用を確認する実験の材料として適していることが示唆された。

今後は、発芽にともなうデンプンの糖化等、種子内で生じる物質代謝に関する教材化の検討を行う予定である。

文 献

- 原田二郎・田中孝幸・佐々武史 (1982) アメリカセンダングサの発芽特性と各種植物生長調節物質による休眠覚醒. 雑草研究 27 (別): 19-20.
- 石嶺行男・宮里清松・松本重男 (1985) 琉球列島のサトウキビ畑における雑草の生理・生態第5報 タチアワユキセンダングサの種子の発芽に及ぼす諸要因の影響. 雑草研究30: 36-42.
- 啓林館 (2002) 小学校理科3年 p.35.
- 啓林館 (2002) 高等学校生物 I pp.223-224.
- 松森靖夫 (1996) 種子の休眠に関する子どもの認識状態について. 生物教育 36(3・4): 154-161.
- 自然科学研究会 (1978) センダングサとアメリカセンダングサ. 採集と飼育40(5): 265.
- 山田卓三・砂川徹 (1990) 種子はどこで光を感じ発芽するか. 生物教育 30(1): 6.
- (受付 2003.8.18; 受理 2004.3.19)