数種野生草花の発芽に及ぼす覆土の影響

近 藤 哲 也*
前 中 久 行**
野 田 敏 秀*

Effects of Soil Cover on the Seedling Emergence of Several Wild Flowers

Tetsuya KONDO
Hisayuki MAENAKA
Toshihide NODA

摘要：発芽に及ぼす覆土厚の影響を8種類の野生草花について調査した。室内のシャーレ実験では明区より暗区で高い発芽率を示したウマノアシガタは無覆土より覆土条件下で高い発芽率を示した。室内実験の暗区で発芽が抑制されたニガナ、アキノキリンソウは薄い覆土でも発芽が抑制された。発芽適温期では厚い覆土からでも発芽するが不適温期では浅い覆土でも発芽は著しく抑制された。発芽可能な覆土厚は種子重量と関連があると思われる。4月に播種した場合、40日後に50%の発芽率を得ることのできる覆土厚はデシバリ、ニガナ、アキノキリンソウは2.5mm、ノコンギクは5mm、コウゾリナ、ウマノアシガタ、ノアザミは10mm、ブタナは20mm程度と推定された。

1. 研究の目的

播種によって野生草花の群落を成立させることを想定した場合、土壌水分の確保や雨による種子の流亡の軽減など、芽生え時の厳しい環境条件を緩和するために、覆土、転圧などの操作が重要となる。

しかし、覆土厚に関する研究は、雑草やシバに関してはいくつかみられるものの、鑑賞価値を備えた野生草花に関する報告はほとんど無い。そこで本実験では、美しい群落が観察され、播種による群落の成立が可能と思われるニガナ、デシバリ、コウゾリナ、ノアザミ、ノコンギク、アキノキリンソウ、ウマノアシガタの7種の日本在来種と、帰化植物ではあるが強健で鑑賞価値の高いブタナの合計8種の野生草花を材料として取り上げ、発芽に及ぼす覆土厚の影響を明らかにし、播種する際の妥当な覆土厚に対する手がかりを得ようと試みた。

覆土が発芽に及ぼす影響は種子の光要求度とも深い関連があるので、覆土実験と平行して、ウマノアシガタ、ノコンギク、ノアザミ、

ブタナ、デシバリ、コウゾリナの6種類について、室内のシャーレ実験によって発芽に対する光の影響を明らかにした。それらの結果に既報のニガナ、アキノキリンソウの知見を加え、覆土の影響を種子の光要求度の面から検討した。さらに覆土厚と発芽率との関係、種子重量と発芽可能な覆土厚との関係についても検討を行った。

表-1 供試材料

種 名	(1000粒重 g) *	採種時期・場所	採 種 方 法
デシバリ (<i>Ixeris stolonifera</i>)	(0.147)	1989.5.10 福井県吉田郡 永平寺町	冠毛が開いたとき、手で採種。 冠毛は機械**で除去。
ニガナ (<i>Ixeris dentata</i>)	(0.257)	1988.6.14 福井県吉田郡 永平寺町	一部の花が結実している個体を茎とともに採集し、 室内で水揚げの後、手で採種。 冠毛は機械で除去。
アキノキリンソウ (<i>Solidago virgaurea</i> subsp. <i>asiatica</i>)	(0.395)	1987.12.1 福井市大畑町	冠毛が開いている個体を茎とともに採集し、 室内風乾の後採種。冠毛は機械で除去。
ノコンギク (<i>Aster ageratoides</i> subsp. <i>ovatus</i>)	(0.409)	1988.12.5 福井市大畑町	冠毛が開いている個体を茎とともに採集し、 室内風乾の後採種。冠毛は機械で除去。
ブタナ (<i>Hypochoeris radicata</i>)	(0.763)	1988.6.11 和泉市鶴山台	冠毛が開いたとき、手で採種。 冠毛は手で摘んで除去。
コウゾリナ (<i>Picris hieracioides</i> subsp. <i>japonica</i>)	(1.041)	1989.8.23 福井市大畑町	冠毛が開いたとき、手で採種。 冠毛は種子を布で包み、手で揉んで除去。
ウマノアシガタ (<i>Ranunculus japonicus</i>)	(1.358)	1988.6.14 福井市城戸ノ内町	手で触れると種子が落下するような頃、 手で採種。
ノアザミ (<i>Cirsium japonicum</i>)	(1.768)	1989.6.9 福井市大畑町	冠毛が開いたとき、手で採種。 冠毛は種子を布で包み、手で揉んで除去。

*：冠毛除去後

**：(株) ケット科学研究所製 試験用精米器

*福井県立短期大学農学科

**大阪府立大学農学部

2. 実験材料

表一に供試材料と、冠毛除去後の種子の1000粒重、採種時期・場所および採種方法を示した。

実験には乾燥3℃で貯蔵しておいた種子を供試した。

3. 方 法

(1) 室内実験

発芽処理区は、1日12時間3000luxの蛍光灯で照射した明区、および毎日の調査時以外は缶にいれて暗黒状態に維持した暗区の両光条件区に対して10、15、20、25、30℃の発芽温度を組み合わせた合計10処理区を設定した。

9cmシャーレに口紙を2枚敷き、高圧滅菌したものを発芽床とし、ウマノアシガタは100日間、その他は40日間毎日発芽数を調査した。1処理区は50粒、2反復。幼根が出現し、屈地性を示した時を発芽と判定した。

(2) 覆土実験

実験は、1989年6月から1990年4月まで2か月毎に合計6回行い、覆土の厚さは、0、2.5、5、10、15、20mmの6段階を設定した。播種時期の気温を表一に示した。

播種床は無施肥の山砂(壤質砂土)を充填した1/5000aワグナーポットとし、種子の表面から所定の厚さに達するまで、2mmのふるいを通した播種床と同じ山砂を覆土した。覆土後の転圧は行ななかった。播種粒数は1ポット当たり50粒として、1つの覆土処理区当り2ポットを設けた。これらのポットは雨による覆土表面の攪乱を避けるためガラス室内におき、ミスト灌水によって常に十分な水分を供給した。なお冬期のガラス室内の温度は5℃以上に保った。播種後40日間毎日発芽数を数え、発芽した種子はピンセットで抜き取り、その後は指で軽く押さえて平にした。

本覆土実験では、発芽とは覆土条件下では地表面に幼根が出現したとき、無覆土条件下では幼根が出現し屈地性を示したときとした。

全体的に低下し、とくに25℃では暗区での低下が著しかった。暗区における両実験の結果が異なった理由は、採種した時点での種子の熟度の違いなどであると考えられた。

ノコンギク：10～25℃では明、暗による発芽率の差は小さいが、30℃では暗区での発芽率は低下した。

ブタナ：明区では10～25℃の広い発芽適温域を持つが、暗区では高温域での発芽率が低下した。

コウゾリナ：前報¹⁾では、15～25℃では暗区でも80%程度発芽したが、今回の実験では、暗区での発芽率はいずれの発芽温度でも大きく低下した。これについてもデシバリと同様の理由が考えられる。ただし、30℃で暗区での発芽率が著しく低下することは前報の結果と一致した。

ノアザミ：明区では10～20℃でよく発芽するが、暗区では著しく抑制された。

ウマノアシガタ：前報²⁾と同様に発芽適温域は10～15℃と低く、播種してから発芽までに20～30日の長期を必要とした。また、明区よりは暗区でやや高い発芽率を示した。Grime等³⁾は、ほとんどの野生種子は明条件で発芽が促進されるが、いくらかは光が比較的強い条件では抑制されることを報告しており、ウマノアシガタも光によって発芽が抑制される種子である可能性が高い。

さらに、前報の結果から、ニガナ¹⁾は明区では15～25℃の温度で良好な発芽が得られるが、暗区ではほとんど発芽せず、アキノキリンソウ⁴⁾は明区では15～30℃でよく発芽するものの、暗区では低い温度での発芽率が著しく低下することが指摘されていた。

以上の結果について、覆土と密接な関連があると思われる光の影響に着目すると、①明区では良好な発芽を示すが、暗区では著しく発芽が抑制されるもの(ニガナ、アキノキリンソウ、ノアザミ)、②良好な発芽を示す明区に比べて、暗区では全体的に発芽率が低下し、発芽適温域が狭くなるもの(デシバリ、ノコンギク、ブタナ、コウゾリナ)、③明区より暗区で高い発芽率を示したも

4. 結果および考察

(1) 温度と光条件が発芽に及ぼす影響

室内実験の結果を図一に明区、暗区ともに示し、以下にその結果を概観した。

デシバリ：前報¹⁾では、明区、暗区とも発芽適温は15～20℃で、明、暗による発芽率の差は無かったが、今回の実験では、暗区では明区に比べて発芽率が

図一 室内における恒温条件のもとで、光条件が発芽に及ぼす影響(播種後40日)

図-2 播種後40日間の平均気温に対する薄い覆土条件での発芽状況

の(ウマノアシガタ)に大別できた。

(2)薄い覆土条件での発芽

発芽可能な覆土厚は、光、貯蔵養分量、酸素要求量、幼芽の土壌貫通力などに影響される⁹⁾¹⁰⁾。これらのうち、薄い覆土条件での発芽には、光がとくに大きな影響を及ぼすと思われる。したがって、少なくとも2.5～5mmのような覆土の薄い部分での発芽状況は、室内実験で明らかにされた明、暗区での発芽状況と同じ傾向を持つものと考えられる。そこで、室内実験と覆土実験の結果を比較検討した。

図-2は横軸に播種後40日間の平均気温(発芽温度に相当するものとする)を、左の縦軸に発芽率、右の縦軸に平均発芽日数を取り、覆土厚毎にその結果を示したものである。

無覆土区と薄い覆土区での発芽状況から、①2.5mmの覆土でも著しく発芽が抑制されるもの(ニガナ、アキノキリンソウ)、②覆土区でも発芽適温付近では無覆土区に近い発芽率を示すが、不適温期になると極端に発芽率が低下するもの(デシバリ、ノコンギク、ブタナ、コウゾリナ、ノアザミ)、③無覆土区よりは覆土区で高い発芽率を示したもの(ウマノアシガタ)に分けられた。

これらのタイプは室内実験での明、暗区での発芽状況とおおむね一致した。とくに、ウマノアシガタ、アキノキリンソウ、ノコンギク、コウゾリナは室内実験での結果から、野外での地表付近に存在する種子の発芽行動をかなり予測できるものと思われる。しかし、室内実験の結果から説明できない点もいくつか見られた。

ひとつは、覆土実験では室内実験で予想されたよりも発芽適温の幅が広がったことである。覆土実験では室内の恒温実験と違って、気温の日較差が10℃前後もあった(表-2)。また、ここでの平均気温は日平均気温の40日

分を平均したものであり、平均気温としては不適温でも40日の間には発芽に適当な気温の日が数日間続くこともあった。したがって、発芽適温の幅が広がった理由としては気温の日変動や長期的な変動が考えられた。

もうひとつは、室内実験の暗区では著しく発芽が抑制されたニガナとノアザミが、2.5mmの覆土で遮光された条件下でも、室内実験から予想される以上の高い発芽率を示したことである。とくにノアザミの発芽率は高まり、覆土実験では室内実験と異なった②のタイプに含まれた。一方、照度計の受光面にシャーレをかぶせ、その上に2.5mmの覆土をした状態で行った照度測定では光は全く透過しなかった。さらに、暗条件でも変温によって発芽が促進される種子があることが知られている⁷⁾。したがって、これら2種類が薄い覆土条件下でも比較的良好に発芽した原因は、光の透過によるものではなく気温の変動によるものと考えられた。

さらにウマノアシガタは室内実験では低温域で高い発芽率を示したにもかかわらず、覆土実験では低温域での発芽率はそれほど高くならなかった。これは、室内実験では調査期間が100日間であったのに対して、覆土実験では40日間とウマノアシガタにとっては調査期間が短かったことが原因と考えられる。調査期間を延長すれば発芽

表-2 播種日と播種後40日間の気温

気温	6/16	8/14	10/16	12/15	2/14	4/13
平均1)	23.4	25.1	14.2	7.7	12.0	17.8℃
最高2)	29.9	31.9	21.4	14.6	19.1	25.7
最低3)	19.2	21.1	9.9	5.2	7.1	11.8

1.)、2.)、3.) : 日平均気温、日最高気温、日最低気温の播種後40日間の平均値。

発芽率は最小自乗法により、 $\text{Log}(Y) = A * (X) + B$ (Y: 発芽率, X: 覆土厚, A, B: 定数) で近似した。ただし、発芽率0%とウマノアシガタの覆土厚0mmでの発芽率は計算から除外し、その結果計算値が2つ以下しか得られなくなった場合は、発芽率を基礎で結ぶのみとした。

図-3 覆土厚と40日後の発芽率および平均発芽日数との関係

率はもっと高まったはずである。

(3) 覆土の厚さが発芽に及ぼす影響

前項では薄い覆土条件下での発芽状況を、室内実験の明、暗に対する発芽状況との関係から考察した。ここでは、さらに厚い覆土条件下での発芽の様子について検討した。

図-3に覆土厚に対する播種後40日目の発芽率と平均発芽日数を示した。図は播種後40日間の平均気温が低い月(上段)から高い月(下段)へ、種子重量の小さな種子(左列)から大きな種子(右列)へと並べてある。

発芽に対する覆土の影響は、時期によってかなり異なり、適温期である10、4月は厚い覆土でも発芽し易く、低高温期の12月、8月には薄い覆土でも発芽率は大きく低下した。また、覆土の影響は種類によっても異なり、ブタナ、コウゾリナ、ウマノアシガタ、ノアザミは適温期には10~15mmの覆土でも50%程度発芽するのにに対してデシバリ、ニガナおよびアキノキリンソウは5mm程度の薄い覆土でも発芽率は極端に低下した。

さらに、ウマノアシガタ以外は無覆土か2.5mmの覆土で最高の発芽率を達成し、覆土が厚くなるにともなって発芽率はほぼ指数関数的に低下し、平均発芽日数は長くなった。ウマノアシガタは無覆土よりも5~15mmの覆土条件で高い発芽率を示した。

(4) 種子の1000粒重と発芽深度との関係

発芽深度は貯蔵養分量だけで決定されることはない

が、図-3からは重い種子ほど厚い覆土でもよく発芽するようにうかがえる。そこで覆土厚が発芽に及ぼす影響と種子重量との関連を検討した。ただし、野生草花の種類毎に最高発芽率そのものが違うことを考慮し、発芽の指標にはある種の、ある時期における最高発芽率に対する発芽率の割合(以下発芽比)を用いた。

図-4にそれぞれの種子の1000粒重を横軸に対数で、発芽比を縦軸にとってその関係を示した。図では上段から下段へ覆土が薄い区から厚い区を、左列から右列へ播種後40日間の平均気温が低い月から高い月へと並べた。

多くの種子の発芽適温期である10、4、6月の5mm以上の覆土区に注目すると、わずかな正の相関が認められ、軽い種子は薄い覆土でも発芽しにくく、重い種子は厚い覆土でも発芽しやすいという傾向が認められた。

ただし無覆土では、最高発芽比を示すものが多かったり、ウマノアシガタのようにかえって発芽比が低下するものがあるため、明確な関係は認められなかった。また、2.5mmの覆土では、種子重量の小さいデシバリ、ノコンギクでも高い発芽比を示すが、同じく種子重量が小さく、室内実験の暗区では発芽率が低下したニガナ、アキノキリンソウは2.5mmの覆土でも発芽比は低下するため明確な関係は見いだせなかった。

(5) 適切な覆土の厚さ

以上の結果から、それぞれの野生草花について任意の播種時期、覆土厚、播種後日数での発芽率を推定するこ

Z: デシバリ N: ニガナ A: アキノキリンソウ No: ノコンギク B: ブタナ K: コウゾリナ U: ウマノアシガタ Az: ノアザミ

図中の数字は、 $Y = A \cdot \log(X) + B$ (Y: 発芽比, X: 1000粒重, A, B: 定数) による相関係数。
-: 有意差無し *: 5%水準で有意

図-4 1000粒重と発芽比との関係

とができる。試みに図-3をもとにして、播種する時期を気候が穏やかな4月(平均気温18℃前後)に想定し、播種後40日目には50%以上の発芽率が得られる覆土厚を推定すると、デシバリ、ニガナ、アキノキリンソウは2.5mm、ノコンギクは5mm、コウゾリナ、ウマノアシガタ、ノアザミは10mm、ブタナは20mm以下となる。

実際にはデシバリ等のように覆土を薄くする必要のある種子は、乾燥や雨による流亡の危険ができるだけ少ない時期に播種するとともに転圧を行うなどの工夫が望まれる。またブタナのように厚い覆土でもある程度発芽が可能な種子も、やはり薄い覆土の方が発芽率は高まり、発芽に要する日数も短くなるため、5~10mm程度の覆土をし、その後に転圧するのが望ましいと思われる。また、ウマノアシガタは5~10mm程度の覆土をすべきであろう。

4. まとめ

今回の実験から以下の点が明らかになった。

- ① 室内実験では明区より暗区で高い発芽率を示したウマノアシガタは無覆土よりも覆土条件下で高い発芽率を示した。
- ② 室内実験の暗区で著しく発芽が抑制されたニガナ、アキノキリンソウは薄い覆土でも発芽が抑制された。
- ③ 室内の恒温、暗条件下では著しく発芽率が低下したニガナとノアザミは、気温の変動があるガラス室内では薄い覆土で遮光された条件でも室内実験から予想されるよりは高い発芽率を示した。
- ④ 発芽適温期では厚い覆土からでも発芽しやすいが不適温期では浅い覆土でも発芽は著しく抑制された。
- ⑤ ウマノアシガタを除いて発芽率は覆土厚に対してほぼ指数関数的に低下した。

Summary: 1) In laboratory tests, *Ranunculus japonicus* showed higher germination percentages under dark conditions than under light conditions. With soil cover, this species showed higher emergence percentages than with the placement of seeds on top of the soil.

2) *Ixeris dentata*, *Cirsium japonicum* and *Solidago virgaurea* subsp. *asiatica* remarkably reduced their germination under dark conditions in laboratory tests. They also reduced their emergence even under a thin soil cover in a greenhouse.

3) In regards to *I. dentata* and *C. japonicum*, the fluctuation of temperature promoted a higher degree of emergence, even with the dark conditions created by a thin soil covering.

4) Seedlings that seeded in deeply covered conditions emerged well when the temperature was suitable for germination. On the other hand when the temperature was unsuitable for germination, emergence was considerably inhibited, even under a thin soil cover.

5) In most species, the depth placement of the seed for good emergence was usually determined by the weight of the seed itself.

6) Assuming that the seeds are sown in April, a suitable depth for the soil cover would be 2.5mm for *I. dentata*, *Ixeris stolonifera* and *S. virgaurea* subsp. *asiatica*, 5mm for *Aster ageratoides* subsp. *ovatus* and about 10mm for *Hypochoeris radicata*, *Picris hieracioides* subsp. *japonica*, *R. japonicus* and *C. japonicum*.

⑥ 発芽可能な覆土厚は種子重量と関連があると思われる。

⑦ 4月(平均気温18℃前後)に播種することを想定した場合、40日後に50%の発芽率を得ることのできる覆土厚はデシバリ、ニガナ、アキノキリンソウは2.5mm、ノコンギクは5mm、ブタナ、コウゾリナ、ウマノアシガタ、ノアザミは10mm、ブタナは20mm程度と推定された。

引用文献

- 1) 近藤哲也(1989): 数種の野生草花の種子発芽に及ぼす貯蔵条件および発芽時の温度と光の影響: 造園雑誌 52 (5), 97-102
- 2) 近藤哲也・高橋理喜男(1988): アメニテイ植生の構成素材として期待される数種の野生草花の種子発芽について: 造園雑誌 51 (5), 108-113
- 3) GRIME, J.P. et al. (1981): A comparative study of germination characteristics in a local flora: Journal of Ecology 69, 1017-1059
- 4) 近藤哲也(1990): 景観素材としてのアキノキリンソウの生態的特性に関する実験的研究: 造園雑誌 53 (5), 139-144
- 5) 笠原安夫(1952): 雑草種子の発芽の研究 第4報 雑草種子の発芽に及ぼす覆土の厚さの影響: 農学研究 40 (4), 169-178
- 6) 荒井正雄(1961): 水田裏作雑草の生態学的研究—水田裏麦作の雑草防除の基礎—: 関東東山農業試験場研究報告 19, 1-182
- 7) 近藤萬太郎・笠原安夫(1941): 雑草種子の発芽の研究(1) 特に発芽に及ぼす光線及び変温の影響に就きて: 農学研究 32, 357-397