海浜植物の保全と景観への利用を目的とした ハマエンドウの種子発芽特性

Germination Characteristics of *Lathyrus japonicus* Willd. for Landscaping and Vegetation Restoration in Seacoast

近藤哲也* 山口真有美**

Tetsuya KONDO Mayumi YAMAGUCHI

摘要：海浜植物の保全と海浜地域での景観への利用を目的としてハマエンドウの種子発芽特性を明らかにした。ハマエンドウの種子は硬実種子であることが確認された。濃硫酸に浸漬することで種皮に穴と亀裂を生じ、それによって硬実を打破できた。40 分間硫酸処理された種子は 10～20℃の温度範囲で 90%以上の発芽率を得ることができた。しかし、25、30℃では発芽率が低下し、発芽速度は遅くなった。硫酸処理後の種子は、乾燥 3℃、無乾燥 3℃、無乾燥室温のいずれの条件下で貯蔵しても、少なくとも 1 年間は処理直後の発芽力を維持できた。また、自生地の砂を覆土した実験では、6 cm の覆土でも 25 日目には 80%の発芽を見た。

1. はじめに

海浜地域は、レクリエーションの場としてあるいは自生海浜植物の生息環境として重要であり、そこに生息する植物は、海浜特有の景観を構成する重要な景観要素となっている。しかし、市街地近郊の海岸地域においては開発や車の乗り入れなどによってこれらの海浜植物が徐々に減少しつつあり、それらの保全や景観への利用が求められている。

本研究では、このような自生海浜植物を保全するとともに、海浜地域の景観形成植物として利用することを目的とし、その第一段階としてハマエンドウ種子の発芽条件、貯蔵方法そして覆土の影響について明らかにしようとした。

海岸の砂浜に生えるハマエンドウ (*Lathyrus japonicus* Willd.) は、日本では北海道から九州、そしてアジア、ヨーロッパ、北アメリカ、南米チリにまで世界に広く分布しており、種子あるいは地下茎によって増殖し、4～7 月には紫色の花を咲かせて海浜地域を美しく彩るマメ科の多年性草本である。

2. 材料及び方法

1996 年、1997 年、1998 年の 5 月下旬から 6 月上旬にかけて、宮崎県児湯郡高鍋町の蚊口浜の自生群落から採集した種子を供試した。褐色で、触れると裂開または落下する程度に成熟した莢を紙袋に採集し、室内に持ち帰った後、アルミ製のバットに入れて 5～7 日間自然乾燥した。その後風選して夾雑物を除去した。

全ての実験は恒温器を用いて行った。

覆土実験の方法は後節に記した。それ以外の実験では、9 cm シャーレに口紙を 2 枚敷いたものを発芽床とし、明、暗の光条件と温度条件を組み合わせた発芽実験を実施した。明区は、ガラスシャーレの上から 1 日 12 時間、蛍光灯を照射し照度 3000 lx とした。暗区はステンレスシャーレを用いて、1～2 日毎の観察時以外は光を遮断した。各処理区とも 30 粒 4 反復とし、適宜蒸留水を補給した。種子の発芽を毎日記録し、シャーレから取り除いた。調査期間は発芽がほぼ終了するまでの 30 日間としたが、貯蔵実験では 20 日間で発芽がほぼ終了したため 20 日間とした。

(1) 無処理種子の発芽に及ぼす光と温度の影響

1996 年産の種子を前処理を施さずに（無処理）供試した。実験は、風選した直後と、紙封筒に入れた種子をシリカゲルの入っ

たデシケータ内に収めて 3℃で貯蔵した（乾燥 3℃貯蔵）後 6 ヶ月目に行った。

風選直後ならびに乾燥 3℃貯蔵 6 カ月目の実験とも先の明、暗の光条件に 10、15、20、25、30℃の恒温条件と 25/10℃（12/12 時間）の変温条件を組み合わせた合計 12 処理区で発芽実験を行った。

(2) 低温湿層処理が発芽に及ぼす影響

1996 年産の種子を乾燥 3℃で 3 ヶ月間貯蔵した後、蒸留水で湿らせたガーゼに包んで 3℃の暗黒条件下で低温湿層処理を行った。処理直前と、処理後 14、40、90、150 日目に明区、20℃の条件で実験を行った。

(3) 硫酸処理が発芽に及ぼす影響

1997 年産の風選直後の種子を乾燥 3℃で貯蔵し、3 週間後に、濃硫酸に 0、5、10、20、30、40、50、60、120、180、240 分間浸漬した。そのときの濃硫酸の温度は約 28℃であった。その後流水で 3 分間水洗し、明区、20℃の条件下で発芽実験を行った。発芽状況から次の 5 つに分類した。a) 正常発芽、b) 未発芽（種子は健全であるが吸水していない）、c) 腐敗、d) 異常発芽（幼根に損傷や極度の屈曲が認められる）、e) 割れ（幼根発生時に子葉が割れる）。

(4) 種皮の電子顕微鏡観察

硫酸処理が種子にどのような影響を与えたのかを確認するために、無処理種子、40 分処理種子、120 分処理種子の種皮を電子顕微鏡で観察した。それぞれの種子は、イオンスプッター（日立 E101）で 250nm の Au-Pd 蒸着を施し、走査型電子顕微鏡（日本電子 JSM-5310LV）によって、加速電圧 10KV で観察した。

(5) 硫酸処理種子の発芽に及ぼす光と温度の影響

硫酸処理種子の発芽条件を特定するため、採集後乾燥 3℃貯蔵で 5 週間貯蔵しておいた種子を、濃硫酸に 40 分間浸漬した後、明、暗の光条件に 10、15、20、25、30℃の恒温条件を組み合わせた合計 10 処理区に置床した。

(6) 硫酸処理種子の貯蔵

硫酸処理種子の貯蔵の可能性を探ることを目的として貯蔵実験を行った。濃硫酸に 40 分間浸漬し、扇風機で 1 昼夜強制風乾した後、紙封筒に入れて室内に貯蔵した区（無乾燥室温区）、シリカゲルを入れたデシケータ内に入れて室内で貯蔵した区（乾燥室

*北海道大学農学部生物資源生産学専攻 **南九州大学園芸学部造園学科

温区), シリカゲルを入れたデシケータ内に入れて 3℃で貯蔵した区(乾燥 3℃区)の 3つの貯蔵区に貯蔵した。

その後, 10日後, 1, 3, 6, 9, 12カ月後に明区 20℃の条件下で発芽実験を行った。

(7) 発芽可能な覆土厚

野外で結実し落下した種子は, 海浜地域での強風のため砂が激しく移動する環境下に置かれる。そこで, 実生による自然更新の状況を推測するとともに, 播種による苗の育成, あるいは播種による野外への定着の際の覆土厚への指針を得ることを目的として, 覆土厚が発芽に及ぼす影響を明らかにしようとした。

1998 年産の種子を採集後乾燥 3℃で貯蔵し, 1カ月目に 40 分間の濃硫酸処理を施した。次に直径 12cm 高さ 10cm のポリエチレン製の容器の底に排水用の穴を開け, 底に口紙を 1 枚敷いた。自生地の蚊口浜で採集した砂を底から 2 cm の高さまで入れ, 20 粒の種子を等間隔に配置し, 種子の上部から, 0, 0.5, 1, 2, 4, 6 cm の覆土厚となるように砂を覆土した。その後底面吸水し, 明区, 20℃の恒温器内に静置して 40 日間調査した。同時にシャーレにも 20 粒を播種して比較した。いずれも 4 反復行った。

シャーレ区および 0 cm 区では幼根が出現した時点, その他の覆土区では幼芽が地表面に現れた時点をもって発芽とした。容器内の土壌構造を乱さないために発芽した種子は取り除かなかった。予備実験によって過湿状態では種子が腐敗することを確認していた。そこで, 乾燥し易い 0 cm 区は播種後 5 日目と 10 日目に, 0.5 cm 区は 10 日目にミスト灌水を行ったが, それ以外の覆土区では, 灌水を行わなかった。使用した砂は粗砂 37.6%, 細砂 62.2%, 微砂 0.2% の砂土であった。

3. 結果

(1) 無処理種子の発芽に及ぼす光と温度の影響

無処理の種子は, いずれの発芽条件下でも低い発芽率にとどまり, 最高でも暗区 25℃での 9% であった(図-1)。しかも未発芽の種子は吸水していなかった。結果を示していないが, 6ヶ月

間乾燥 3℃貯蔵後の実験でも同様であった。

このことからハマエンドウの種子はマメ科に多く見られる硬実種子¹⁾²⁾³⁾⁴⁾⁵⁾⁶⁾⁷⁾であることが示唆された。

(2) 低温湿層処理が発芽に及ぼす影響

10日, 1, 3, 6カ月という低温湿層処理の期間に関わらず発芽率は 15%以下と低く, 未発芽の種子はやはり吸水していなかった。すなわち, 低温湿層処理によっても硬実性を打破することはできなかった。

(3) 硫酸処理が発芽に及ぼす影響

硫酸処理を行うことで吸水が可能となり発芽した。高い発芽率と速い発芽速度を達成したのは, 20~60 分間の硫酸処理であり, 10 日後にはすでに 60~80%, 20 日後には 93%以上の高い発芽率を示すようになった(図-2)。しかし, 10 分以下では吸水できないことによる未発芽種子の割合が多く, 120 分以上になると, 正常発芽の率が低下するとともに, 腐敗, 異常, 割れ種子の割合が多くなった(図-3)。

(4) 種皮の電子顕微鏡観察

無処理種子は種皮表面がなめらかで, へその周辺に微細な亀裂が認められた(写真-1(A))。硬実種子の硬実性が解除される際, へその周辺部分で吸水が行われるという多くの報告がある⁴⁾⁶⁾⁷⁾が, 本実験での無処理種子は 90%以上が未吸水であったことから, この亀裂は吸水を促すほど深いものでなかったと言える。40 分処理種子では, へそにさらに小さな亀裂が生じ, 種皮にも穴が空いてその穴を起点とした深い亀裂も観察された(写真-1(B))。これらの亀裂や穴が吸水を可能にしたことは明らかである。120 分処理種子になると, 穴がつながり合って種皮の多くの部分が破壊され, さらに子葉にまで達する深い傷を生じた(写真-1(C))。これらの過度の傷付けが, 腐敗種子や異常発芽種子の割合を増加させたのである。

(5) 硫酸処理種子の発芽に及ぼす光と温度の影響

硫酸処理を施されて硬実性を破られた種子は, 光条件に関わらず 10~20℃の温度で 92~100%の高い発芽率を示した(図-4)。

図-1 無処理種子の発芽に及ぼす温度と光の影響

図-2 硫酸への浸漬時間と発芽率との関係
垂直線は標準誤差を示す。

図-3 硫酸への浸漬時間が発芽状況に及ぼす影響
(播種後 30 日目)

(A) 無処理種子
(B) 無処理種子の拡大

(C) 40分処理種子
(D) 40分処理種子の拡大

(E) 120分処理種子
(F) 120分処理種子の拡大

写真-1 ハマエンドウの種子表面の電子顕微鏡観察

図-4 硫酸処理種子の発芽に及ぼす光と温度の影響
垂直線は標準誤差を示す。

また、最も平均発芽日数が短かったのは15°Cの7日、次いで20°Cの9日、10°Cの13日の順となった。一方、25、30°Cでは先の温度区よりも発芽率が低下し発芽速度も遅くなった。

分散分析を行った結果、温度は最終発芽率と平均発芽日数のいずれに対しても有意な効果を示したが($p < 0.0001$)、光は、いずれに対しても有意な効果認めなかった。

(6) 硫酸処理種子の貯蔵

無乾燥室温区、乾燥室温区、乾燥3°C区の順で、発芽速度が速くなる傾向が見られた(図-5)。無乾燥室温区では湿度と温度の変化があるため、種皮あるいはその部分にいわゆる吸水を

促す作用を及ぼしたものと考えられる。しかし播種20日後にはいずれの貯蔵区でも98%以上の発芽率となり、しかも貯蔵360日を経過しても発芽率が低下することはなかった。

(7) 発芽可能な覆土厚

シャーレに播種した場合、10日目には96%に達した(図-6)。しかし、0cm区では、発芽が遅れるとともに53%の発芽にとどまり、30%が腐敗、18%が未吸水であった。それに対して、0.5、1、2cmの覆土区では15日目には80%以上の発芽率を示した。4cm、6cm区でも発芽は遅れたものの、いずれも25日目には80%前後が発芽した。シャーレ区および0.5cm以上の覆土区で良好

図-5 貯蔵方法が硫酸処理種子の発芽に及ぼす影響
垂直線は標準誤差を示す。

図-6 覆土の厚さが硫酸処理種子の発芽に及ぼす影響
垂直線は標準誤差を示す。

な発芽を示したにもかかわらず、0 cmで発芽が不良であったのは種子表面の乾燥が影響したとも考えられる。

4. 考察

ハマエンドウなどの海浜植物を環境条件の厳しい海浜地域に定着させることを想定した場合、種子を直接播種する方法と予め実生苗を育成しそれを移植する方法が考えられる。定着後は、いずれも親株からの地下茎や種子によって個体群の拡大が促されるであろう。このような播種、育苗の実際において、また定着後の実生による自然更新の予測には、種子の発芽特性を十分に把握しておくことが重要である。

本実験によって、ハマエンドウの種子は硬実種子であり、濃硫酸に20～60分程度浸漬することで種皮に穴や亀裂が生じて吸水可能となり硬実性が打破されることが確認された。また、適切な処理時間にはこのような幅があるため、余裕をもって処理ができることになる。

また、硬実性が打破された種子の発芽適温は15～20℃であったことから、実生苗を育成する場合には、硫酸処理を施した後、これらの適温条件下に置けば速やかに発芽すると思われる。

さらに、硫酸処理された種子は、室内で360日間置いた後も発

芽力は低下しなかったもので、計画的な苗生産も可能である。

覆土の実験では、0 cm区では発芽率が低かったが、0.5～6 cmの覆土で80%前後発芽した。したがって、ポット苗の育成を目的に播種するならば、0.5～2 cmの覆土が適切と思われる。砂の移動が激しく昼夜の温度変化が大きい海浜へ直接播種するならば6 cm程度の深さに埋め込む方が良好な発芽を得られると予想される。

本実験の結果から野外での実生による更新の状況も推測できる。5月から7月に結実、落下した種子は硬実性のため、直ちには発芽できない。しかし水を吸収する部分がへその周辺であるという多くの報告から考えて^{4) 6) 7)}、自然条件下での乾湿、気温の変動などが、へその亀裂を拡大し、あるいは砂との摩擦による種皮への直接的な傷付けによって硬実性が解除されと思われる。そして硬実性を解除された種子は、真夏の高温期を避けて、比較的低温の季節に発芽すると考えられる。

謝辞

電子顕微鏡観察では北海道大学農学部電子顕微鏡センターの伊藤利章氏に、砂の採取では南九州大学の岡本諤明教授にご協力いただいた。ここに記して感謝の意を表する。

参考文献

- 1) Brant, R. E., McKee, G. W. and Cleveland, R. W. (1971): Effect of Chemical and Physical Treatment on Hard Seed of Penngift crownvetch: *Crop Science* 11, 1-6
- 2) Hagon, M. W. (1971): The Action of Temperature Fluctuations on hard seeds of subterranean clover: *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry* 11, 440-443
- 3) Kondo, T. (1993): Promotion of Hard-Seed Germination in *Lotus corniculatus* var. *japonicus* for Use in Amenity Grasslands: *Seed science & Technology* 21, 611-619
- 4) Kyle, J. H. and Randall, T. E. (1963): A New Concept of the Hard Seed Character in Phaseolus Vulgaris L. and its Use in Breeding and Inheritance Studies: *American Society for Horticultural Science* 83, 461-475
- 5) 中村俊一郎(1985): 農林種子学総論: 養賢堂, 280pp
- 6) Quinlivan, B. J. (1968): The Softening of Hard Seeds of Sandplain lupin (*Lupinus varius* L.): *Australian Journal of Agricultural Research* 19, 507-515
- 7) Stienswat, W., Pollard, L.H., and Campbell, W. F. (1971): Nature of Hard-Seededness in Lima Beans (*Phaseolus lunatus* L.): *Journal of the American Society for Horticultural Science* 96, 312-315

Summary : The aim of this study was to investigate the germination characteristics of *Lathyrus japonicus* Willd. so as to use of this species for landscape in coastal areas and to conserve the species.

L. japonicus demonstrated hard-seed dormancy. Less than 9 % of the untreated seeds germinated at any temperature regime tested. Soaking with 96% sulphuric acid caused holing and cracking of the seed coat and sulphuric treatment could break hard-seed dormancy. Soaking in sulphuric acid for 40 min. allowed over 90% germination percentages at 10-20°C, 30 days after sowing. While both the germination percentage and rate were reduced at 25-30 °C. The sulphuric treated seeds dry stored at 3°C, dry at room temperature and in under room conditions and temperatures could keep their initial germination ability for at least one year. In a soil cover experiment with sand from native stands, germination of 80 % was obtained even in 6 cm of soil cover 25 days after sowing.