

短報

英彦山地絶滅危惧植物の種子発芽特性 (1)

金子洋平・須田隆一

英彦山地に生育する絶滅危惧植物11種の種子発芽特性を明らかにするために、発芽床への撒きだし及び段階温度法により発芽試験を実施した。種子の前処理条件による発芽率の影響を調べた結果、冷乾処理と冷湿処理では発芽率に大きな差があり、冷湿処理が休眠打破に必要な条件であることが示唆された。また、発芽温度特性を調べた結果、ヒナノウスツボ、モミジハグマは特別な休眠を持たないことが示されたが、タマガワホトトギスは高温条件で休眠が誘導されるため、春発芽に特化した種子であることが明らかになった。イチイやフウリンウメモドキ等は今回の条件で発芽させることができなかったため、前処理条件を変更し再試験する必要があると考えられた。

[キーワード：絶滅危惧植物、種子発芽特性、冷湿処理、温度条件、英彦山地]

1 はじめに

耶馬日田英彦山国定公園に指定されている英彦山地は、植物の全種数及び低頻度種数がともに多いことから、九州では植物種保全の観点から特に重要な地域とされている¹⁾。一方、近年ではニホンジカ *Cervus nippon* Temminck (以下、シカ) の分布域拡大及び密度の急増により、シカ食害による林床植生の衰退が進行し、特に食害が激しい種は絶滅の危機に直面している²⁾。そこで、福岡県では、2014年度より福岡県レッドデータブック³⁾に掲載された絶滅危惧植物を対象に、シカ防護ネットの設置による物理的な保護と並行し、生息域外保全として最も有効な方法のひとつである種子保存及び育苗を実施している。

絶滅危惧植物の保全を実施するためには、各種の生活史特性、特に種子発芽特性を明らかにすることが重要である。多くの種子は実生(芽生え)の生存に不適な環境下では発芽しない休眠機構を持つ⁴⁾ため、種子発芽特性から生育地での発芽時期や実生の生存に好適な環境を知ることが可能であり、保全活動を検討する際に重要な知見となる。また、種子保存及び育苗の実施においても、種子劣化の監視や苗の生産時には、種子発芽特性を把握しておくことが必要不可欠である。

そこで、本研究は、英彦山地絶滅危惧植物の種子発芽特性を明らかにすることを目的に発芽試験を実施した。

2 調査方法

2・1 種子採集方法

果実及び種子は2014年8月から11月、2015年10月から11月にかけて英彦山地で採集した。種子の採集方法は、

絶滅危惧植物種子の収集・保存等に関するマニュアル⁵⁾に準じて行った。採集した果実及び種子は果肉やゴミを除去し、室温で風乾させた。これらの種子は、長期冷凍保存が最優先であるため、発芽試験及び育苗は、比較的多数の種子が採集できた、イチイ *Taxus cuspidata* Siebold et Zucc.、ヤシャブシ *Alnus firma* Siebold et Zucc.、ミヤマカラマツ *Thalictrum tuberiferum* Maxim.、ヤシャビシヤク *Ribes ambiguum* Maxim.、シモツケソウ *Filipendula multijuga* Maxim.、フウリンウメモドキ *Ilex geniculata* Maxim.、ヒナノウスツボ *Scrophularia duplicatoserrata* (Miq.) Makino、ソバナ *Adenophora remotiflora* (Siebold et Zucc.) Miq.、モミジハグマ *Ainsliaea acerifolia* Sch.Bip. var. *acerifolia*、フクオウソウ *Nabalus acerifolius* Maxim.、タマガワホトトギス *Tricyrtis latifolia* Maxim.の11種について実施した(表1)。

表1 発芽試験に供試した種及び種子数

| 種名 | 撒きだし法 | | GT法 |
|-----------|-------|----|-----|
| | 冷乾 | 冷湿 | 冷湿 |
| イチイ | - | 16 | 14 |
| ヤシャブシ | 30 | 26 | 24 |
| ミヤマカラマツ | 7 | - | - |
| ヤシャビシヤク | - | 26 | 24 |
| シモツケソウ | 29 | - | - |
| フウリンウメモドキ | - | 26 | 24 |
| ヒナノウスツボ | 30 | 26 | 24 |
| ソバナ | 19 | - | - |
| モミジハグマ | 6 | 16 | 14 |
| フクオウソウ | 30 | - | - |
| タマガワホトトギス | 30 | 26 | 24 |

GT法：段階温度法、GT法の種子数は温度上昇系と温度下降系の種子数を合計した値。

表 2 段階温度法における設定温度及び日数

| 実験系 | 項目 | 温度設定スケジュール | | | | | | | | | |
|-------|---------|------------|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|
| | | 5 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 25-12 |
| 温度上昇系 | 温度 (°C) | 5 | 8 | 12 | 16 | 20 | 24 | 28 | 32 | 36 | 25-12 |
| | 日数 | 8 | 5 | 4 | 3 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 5 |
| 温度下降系 | 温度 (°C) | 36 | 32 | 28 | 24 | 20 | 16 | 12 | 8 | 5 | 25 |
| | 日数 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 4 | 5 | 8 | 5 |

発芽試験に供試した種子数は、種子保存に影響が及ばないように最大で 50 粒とした。

2・2 種子の前処理方法

英彦山地上部は冷温帯に属し、冬季は積雪があるため、種子の休眠を解除するためには、冷湿乾燥条件または冷湿潤条件に一定期間曝すことが必要だと考えられる。そのため、2014 年に採集した種子は、乾燥した種子を紙袋に入れた後チャック袋で封をし、5°C で冷蔵保存した（冷乾処理）。一方、2015 年は、プラスチックシャーレ（直径 7cm）に蒸留水で湿らせたろ紙を 3 枚敷き、種子を並べた状態で蓋をして 5°C で冷蔵保存した（冷湿処理）。冷湿処理中はろ紙が乾燥しないように、適宜給水した。冷乾処理及び冷湿処理は約 3 か月間実施した。

2・3 撒きだしによる発芽試験

現地への植え戻しを見据えた育苗を実施するために、2014 年 3 月下旬に、冷乾処理を実施した種子を用いて、発芽床（サカタのタネ製、ゴールデンピートパン、18cm×13cm）に種子を播種した。各種に 1 枚用いて 6 から 30 粒を均等に置床し、種子が軽く被われる程度に覆土した。播種した発芽床はトレイに並べ、穴をあけたビニールで覆うことで蒸発を最小限に抑え、日当たりの良い室内に設置した。種子の発芽の有無は毎日確認し、子葉が確認できたものを計数した。発芽した種子は、重複計数しないように区別し、そのまま育苗した。

前処理条件の違いによる発芽率への影響を明らかにするために、2015 年 3 月下旬に、冷湿処理を実施した種子を用いて、同様の方法で撒きだしによる発芽試験を実施した。

2・4 段階温度法による試験

各種の休眠・発芽温度特性を明らかにするために、段階温度法を用いて発芽試験を行った。段階温度法は、同じ種子試料を順次異なる温度条件下において発芽を追跡するため、比較的少数の種子により休眠・発芽温度特性を把握できる手法とされ⁶⁻⁷⁾、わずかな種子しか供試できない絶滅危惧植物の発芽特性を把握するには最適な手法である。

段階温度法の温度設定スケジュールは、およそ 4°C ずつ

段階的に上昇させる温度上昇系（IT 系）と 4°C ずつ段階的に下降させる温度下降系（DT 系）からなる（表 2）。IT 系では、36°C の後に 25°C と 12°C の 12 時間交代とした変温条件、DT 系では 5°C の後に 25°C の恒温条件を設定し、各系の最終発芽率を求めた。各設定温度下の日数は、温度条件で代謝速度が変わり発芽に要する時間も異なるため、2 日から 8 日間とした。光条件はいずれの系も明期と暗期の 12 時間交代とし、IT 系の変温下では 12°C の時に暗期とした。発芽試験は、バイオマルチインキュベータ（日本医科器械製作所製、LH-30-8CT）を用いた。光源は白色蛍光灯で、照度は約 3,000lx であった。本機器は 8 つの部屋に仕切られ、各部屋に温度を設定することができるが、1 台のクーラーの冷風を循環させる仕組みであるため、36°C の高温条件と 5°C の低温条件を同時に設定した場合、低温条件を維持することができなかつた。そのため、本試験では IT 系が 20°C まで下がった時点で DT 系を開始させることとなり、各系の開始時期に 20 日間のズレが生じた。

発芽試験は、冷湿処理した種子を使用し、プラスチックシャーレに蒸留水で湿らせたろ紙を 3 枚敷き、各種 7 から 12 粒置床した（表 1）。プラスチックシャーレは蓋をすることにより、蒸発を最小限に抑えるとともに、適宜蒸留水を給水した。反復は、十分な種子数を供試できなかったため、各系 1 とした。発芽の有無は毎日観察し、幼根が確認できた時点で発芽とみなし、計数後に取り除いた。取り除いた種子は発芽床に移植し育苗した。

3 結果及び考察

3・1 種子の前処理条件による発芽応答の違い

前処理条件の違いにより、発芽率に大きな差が見られた（表 3）。前処理条件による比較が行えるヒナノスツボ、モミジハグマ、タマガワホトトギスは、冷乾処理ではほとんど発芽しなかつたが、冷湿処理では約 60% 以上の発芽率が見られ、冷湿処理が休眠解除に重要であることが示唆される結果となった。

春発芽の温帯地域の植物は、冷湿処理が休眠解除に有効であることが一般的に知られており⁸⁾、これら 3 種も春発芽の植物と考えられる。したがって、同様に春発芽の植物と推定されるミヤマカラマツ、ソバナ、シモツケソウ、フクオウソウについても冷湿処理を行うことで、発芽が促進さ

表3 各前処理条件における発芽数及び発芽率

| 種名 | 撒きだし法の前処理条件 | |
|-----------|-------------|----------|
| | 冷乾処理 | 冷湿処理 |
| イチイ | - | 0 |
| ヤシャブシ | 0 | 1 (4%) |
| ミヤマカラマツ | 0 | - |
| ヤシャビシヤク | - | 0 |
| シモツケソウ | 1 (3%) | - |
| フウリンウメモドキ | - | 0 |
| ヒナノウスツボ | 0 | 12 (58%) |
| ソバナ | 1 (5%) | - |
| モミジハグマ | 1 (17%) | 11 (69%) |
| フクオウソウ | 0 | - |
| タマガワホトトギス | 0 | 17 (65%) |

れる可能性が考えられる。

3・2 段階温度法による種子発芽特性

段階温度法による温度と累積発芽率の結果を図1に示す。各種の種子発芽特性の違いから、以下の3タイプに分類することができた。

タイプ1は、特別な休眠を持たないタイプであり、ヒナノウスツボ及びモミジハグマが含まれた。これら2種はIT系、DT系のどちらにおいても高い発芽率を示した。また、発芽可能温度範囲は20から28℃であった。これらの種は秋に種子を散布する種類であるため、英彦山地上部ではおよそ4月から5月の水分・光条件が良い時期に一斉発芽しているものと推察される。

タイプ2は、低温で休眠が解除され、高温で休眠が誘導されるタイプであり、タマガワホトトギスが該当した。IT系では全ての種子が発芽したにもかかわらず、DT系では全く発芽しなかった。冷温帯地域では、秋から冬にかけて凍霜害、寒害、乾燥害等の気象害が頻発するため、秋の発芽を防止し、春先に発芽するための機構だと考えられる。

タイプ3は、今回の条件では休眠解除できなかった、または発芽能力が確認できなかったものであり、イチイ、ヤシャブシ、ヤシャビシヤク、フウリンウメモドキの4種が該当した。これらの種はIT系及びDT系のどちらにおいてもほとんど発芽が見られなかったため、前処理条件を変更して再試験する必要がある。

3・3 段階温度法による発芽試験で発芽しなかった要因

上述の4種が発芽しなかった理由として、以下の要因が推測される。

イチイは発芽に2年以上を要することが知られており⁹⁾、フウリンウメモドキについても同属のクロガネモチ *Ilex rotunda* Thunb.が2年以上を要するとされている¹⁰⁾ことから、

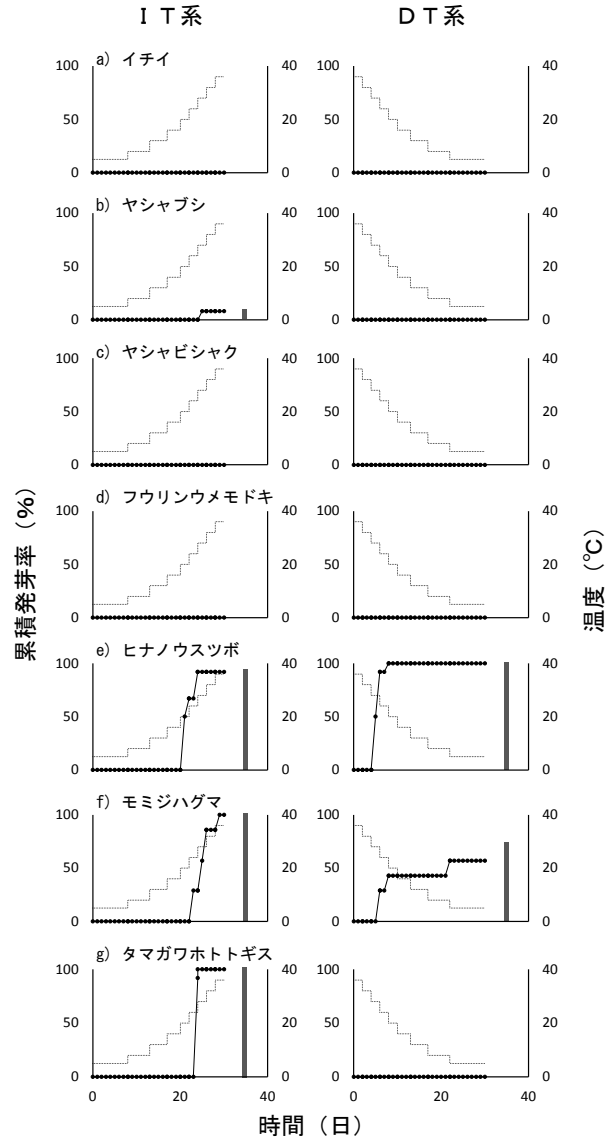


図1 段階温度法における温度と累積発芽率の関係。実線は累積発芽率、破線は処理温度、ヒストグラムは最終的な発芽率を示す。

同様の種子発芽特性を持つことが予想される。イチイの同属であるセイヨウイチイ *Taxus baccata* L.の休眠解除には、高温湿潤処理後に、冷湿処理を施すことが必要であり⁴⁾、発芽は種子散布後の翌々年の春、つまり発芽に2年を要することとなる。したがって、この2種については、高温湿潤処理と冷湿処理を順次実施した後に、再度発芽試験を実施することで発芽を促進できると考えられる。

ヤシャブシは先駆性樹種であり、発芽に光要求性が高いことが知られている¹¹⁾。その条件を満たせば容易に発芽すると考えられるので、今回の結果は、前処理条件ではなく種子の発芽能力に問題があった可能性がある。2015年は、林床上に落下した球果から種子を採集したため、未成熟種子が多く含まれていた可能性が考えられる。そのため、今

後は、種子の採集方法を変えて、再度発芽試験を実施する必要があるだろう。

ヤシヤビシヤクは一般的に種子による増殖が容易な種として知られている。発芽しなかった要因は不明であり、種子が未成熟であった可能性もあることから、種子の採集時期を遅らせる等の対応も検討していく必要がある。

4 まとめ

英彦山地絶滅危惧植物の休眠解除条件には、冷湿処理が重要であることが示唆された。また、ヒナノウスツボ及びモミジハグマの発芽可能温度範囲やタマガワホトトギスが春発芽に特化した発芽特性を示したことは、種子の直播や埋土種子の発芽を促すかき起こし等の保全活動を検討する際に活用できると考えられた。

一方、本研究ではイチイやフウリンウメモドキ等の種子発芽特性を明らかにすることができなかつたため、条件を変えながら発芽試験を継続する必要がある。また、英彦山地には現在多数の絶滅危惧植物が生育しているが、ほとんどの種で保全に資する知見が不足しているため、今後も種子保存を継続していくにあたり、種子発芽特性を明らかにしていくことが必要である。

謝辞

英彦山地絶滅危惧植物の分布調査及び種子採集を実施するにあたり、植田周平氏、香春道草の会、熊谷信孝氏にご協力いただいた。ここに記して深く感謝申し上げます。な

(英文要旨)

Germination of the Seeds of Endangered Species from Hiko Mountain Range, Japan (I)

Yohei KANEKO and Ryuichi SUDA

*Fukuoka Institute of Health and Environmental Sciences,
Mukaizano 39, Dazaifu, Fukuoka 818-0135, Japan*

The germination characteristics of the seeds of 11 endangered species from Hiko Mountain Range, Japan were assessed to facilitate the planning of conservation strategies for these species. The effects of two different pre-sowing treatments, exposure to cold-dry or cold-moist conditions, on seed germination were studied in a soil germination bed at room temperature. The effects of temperature on seed germination were also studied by gradually increasing and decreasing the temperature method in a laboratory experiment. The germination tests indicated the following: 1) cold-moist conditions are necessary to break dormancy in *Scrophularia duplicatoserrata* (Miq.) Makino, *Ainsliaea acerifolia* Sch.Bip. var. *acerifolia*, and *Tricyrtis latifolia* Maxim.; 2) the temperature range for germination is 20–28°C for *S. duplicatoserrata* and *A. acerifolia* var. *acerifolia*; and 3) higher temperatures induce secondary dormancy in *T. latifolia* Maxim. Further tests with pre-sowing treatments not used in this study are required because the seeds of some species, including *Taxus cuspidata* Siebold & Zucc., did not germinate.

[Key words ; endangered species, seed germination , cold stratification, temperature conditions, Hiko Mountain Range]

お、耶馬日田英彦山国定公園特別地域及び国有林内における種子の採集は、福岡県嘉穂・鞍手保健福祉環境事務所、大分県生活環境部、福岡森林管理署、大分西部森林管理署の許可を得て実施した。

文献

- 1) 中尾勝洋, 津山幾太郎, 堀川真: 環境情報科学 学術研究論文集, 28, 31-36, 2014.
- 2) 熊谷信孝: 英彦山・犬ヶ岳山地の自然と植物, 2010 (海鳥社, 福岡) .
- 3) 福岡県環境部自然環境課: 福岡県の希少野生生物 福岡県レッドデータブック2011 -植物群落・植物・哺乳類・鳥類-, 2011 (福岡県, 福岡) .
- 4) C. C. Baskin and J. M. Baskin: 種子休眠のタイプと区分: 発芽生物学 種子発芽の生理・生態・分子機構, (種生物学会編), p. 11, 2009 (文一総合出版, 東京) .
- 5) 環境省自然環境局: 絶滅危惧植物種子の収集・保存等に関するマニュアル (訂正版), 2009 (環境省, 東京) .
- 6) I. Washitani: *Plant Cell Environ.*, 10, 587-598, 1987.
- 7) 鷲谷いづみ: 保全生態学研究, 2, 77-86, 1997.
- 8) 鷲谷いづみ: 保全生態学研究, 1, 191-203, 1996.
- 9) 鈴木善弘: 種子生物学, p.132, 2003 (東北大学出版会, 仙台) .
- 10) 五井正憲, 長谷川曙, 西原裕: 香川大学農学部学術報告, 30, 53-59, 1978.
- 11) 橋詰隼人: 広葉樹研究, 4, 75-83, 1987.