

氏名・(本籍)	てる 照 井 啓 介
学位の種類	博 士 (理 学)
学位記番号	理 第 1 0 0 4 号
学位授与年月日	平 成 5 年 1 月 27 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 2 項該当
最 終 学 歴	昭和45年 3 月 東北大学大学院理学研究科 (修士課程) 生物学専攻修了
学位論文題目	ヤマノイモ属 <i>Stenophora</i> 節植物種子の発芽の種間比較
論文審査委員	(主査) 教 授 駒 嶺 穆 教 授 大 橋 広 好 助 教 授 福 田 裕 穂

論 文 目 次

はじめに

第一章 東アジア産の種の種子の遊離胚 (zygotic embryo) の培養による発芽

第二章 東アジア産の種におけるインタクト種子と遊離胚の発芽の温度依存性の異同

第三章 東アジア産の種の種子の休眠における種皮と胚乳の関与

第四章 東アジア産の種の種子の貯蔵物質

第五章 バルカン, コーカサス, アパラチアなどに分布する第三紀遺存種の休眠性 - *Stenophora*
節の発芽に関する総合考察 -

まとめ

論 文 内 容 要 旨

はじめに

ヤマノイモ属 *Stenophora* 節の植物は、東アジアの赤道近くの熱帯からアムール河流域の亜寒帯まで、種ごとに分布域を少しずつ南北にずらしながら、二十余の種が分布している。そのほぼ北半分の地域に分布する種の発芽の温度依存性が種ごとに異なり、分布の南北性と関連した明瞭な勾配のあることが知られている。本研究は、このような種ごとの相違がどのような生理的要因でもたらされているかを知ることを目的として行った。またこの節は、東アジア種とごく近縁の第三紀遺存種と考えられる種がアパラチア、バルカン、コーカサスなどに分布しており、これらの休眠性についても調べることにより、休眠性の進化についての知見をも得ることを目的としている。

第一章

休眠打破に低温を必要とする種子において、その低温によって生じ、しかも休眠打破につながる種子の直接的な変化については、これまでのところほとんど何も分かっていない。

種子発芽時における胚の形態的な変化を調べた後、種子から遊離した胚の発芽に要する栄養条件について、詳しく調べた。形態的には、胚はどの種子もよく似ていること、子葉柄の伸長によって発芽が起こることが分かった。無機栄養としては、硝酸イオンが遊離胚の発芽を大いに促進し、これのみで十分に発芽を誘導できることが分かった。

糖としてはグルコースとその二、三糖及びスクロースが有効であった。

第二章

インタクト種子の発芽の温度依存性は種ごとに異なっており、容易には発芽しない種や、広い温度範囲で速やかに発芽する種もある。そこで、このような種間の違いが、種子の構造のどこに起因するかを知るために、胚を胚乳から取り出していろいろな温度で培養した。このような遊離胚を培養した場合、発芽の温度依存性には種間に違いがほとんど認められず広い温度範囲にわたって短期間で迅速に発芽した。このことから、胚以外の部分が、種子の休眠をコントロールすることと種間の休眠性の違いを発現していることが明らかになった。ウチワドコロでは、胚以外の部分が発芽の温度依存性に影響を及ぼしていない点に他種との違いがあり、胚以外の部分の性質の分化において一つの限界を示していると考えられる。これは、種分化の一面を生理学的な意味において示している例と考えられる。種子休眠の生理学的性質についての、このような近縁種間の比較研究はヤマノイモ属に関するものが最初である。

第三章

Stenophora 節の多くの種子では胚以外の部分が胚の発芽を制御しているが、胚以外の部分と

しては種皮と胚乳が考えられる。胚近傍の種皮と胚乳を切り取って培養すると、発芽率がある程度大きくなったことから、胚乳は種皮とともにある程度の機械的な発芽抑制要因として機能することが予想される。しかし、この発芽率の増加は、20℃未満の低温条件下でのみ起った。次に、種皮をそぎ取った種子を培養すると発芽率がある程度大きくなった。このことから、種皮には発芽阻害物質が含まれていると考えられる。種皮を含む種子からの抽出物の中には、胚の発芽を顕著に阻害する物質が含まれており、アブシジン酸の可能性もある。しかし、種皮の除去による発芽率の増加は、20℃未満の低温条件下でのみ顕著に起こり、高温ではインタクト種子と同様にほとんど発芽しなかった。また、そぎ取った種皮の粉末を栄養寒天培地に混合し、この上で胚を培養すると、粉末の含量が多いほど胚の発芽が遅れ、高濃度の場合には2カ月の培養期間内に発芽できない胚もあった。しかし、種子が休眠していないウチワドコロから得た種皮粉末についても同様の結果となったので、存在が予想される発芽阻害物質は、休眠の基本的な要因ではないかもしれない。従って、個々の種の休眠の原因には、これら以外に胚乳になんらかの生理的な性質が大きく関わっていると考えられる。

第四章

種皮や胚乳の物質による発芽阻害は、種子に貯蔵されている栄養分の代謝が抑えられるために起こることが考えられる。この属の植物種子の貯蔵養分は脂肪であり、発芽に際しては、遊離の糖とともにこれらが糖に変化して胚に吸収され利用される。クロマトグラフィーによって、成熟種子に含まれている遊離型の糖はスクロースのみであとことが分かり、これが発芽過程で減少することが分かったが、種間には発芽の温度依存性に関わると考えられるような大きな違いはなかった。しかし、種子の貯蔵脂肪を分析したところ、種間で脂肪酸組成に明瞭な違いが認められた。ウチワドコロは、種子は休眠性を示さない種であるが、脂肪酸として16:0が少なく、18:2が多い点に特徴がある。またオニドコロは、日本では最も普通に見られる種であるが、18:2が少ない点に特徴がある。脂肪酸の融点は分子種によって異なり氷点下から数10℃までであるので、貯蔵脂質を構成する脂肪酸の構成比の違いが、発芽の温度依存性の種ごとの違いを説明する手がかりになると考えられる。

第五章

以上と同様のことを第三紀遺存種を用いて調べ、東アジア産の種と比較した。第三紀遺存種について、生理的性質を近縁他種と比較したのは、本研究が最初である。第三紀遺存種は隔離分布して、第三紀そのままの形で残っている種であり、ヤマノイモ属 *Stenophora* 節では、北米アパラチア山脈北部 (*D. villosa*, *D. quaternata*)、コーカサス (*D. caucasica*)、バルカン半島 (*D. balcanica* の Serbian form と Montenegrin form) に分布している。これらの種のインタクト種子の発芽の温度依存性は、どの種も23–29℃で一定程度発芽するという共通の性質を有する点で東アジア産の種とは異なっているが、それ以外の温度範囲では、低温処理無しには全く発芽し

ない点で東アジア産のキクバドコロ、カエデドコロ、イズドコロと似ている。これらの種の胚を取り出して栄養寒天上で培養すると、東アジア産の場合と同様に迅速に発芽することから、種子の休眠には、胚以外の部分が発芽していることが明らかになった。このことから、ヤマノイモ属 *Stenophora* 節植物の遊離胚が適当な培養条件下で直ちに発芽する性質は、東アジア種との隔離以前から共通に備えて不変のものであるのに対して、胚乳の性質が生育地の環境に適応するように変化し、これが種の分化と関わってきたことが考えられる。一方脂肪酸については、第三紀遺存種では18:2が多い点に共通の特徴が認められた。

ウチワドコロは、インタクト種子が全く休眠せず、その発芽の温度依存性が遊離胚のそれと同じである点で、他種と異なっており、脂肪酸組成においては、16:0が少なく、18:2が多く、第三紀依存種に似ている点は、今後の休眠機構の比較研究において注目すべき点の一つである。また、適応力が最も強く、日本の広い範囲にわたって分布しているオニドコロは、18:1と16:0が多い点も注目に値することであり、第三紀から現在までの貯蔵脂肪の変化の方向は、二重結合を少なくし直鎖部分を短くする方向であると推定される。

まとめ

東アジア産の種の間及び第三紀遺存種を比較して、形態的及び生理的類似点や相違点がいくつか明らかになり、休眠性の進化について考察する資料を得ることができた。

今後は、低温処理から発芽過程にかけての細胞レベルの変化を生化学的に調べ、また、細胞器官の微細構造の変化などを追跡して種間で比較し、これによって種間に見られる温度感受性の違いの原因を説明することを試みたいと考えている。

論文審査の結果の要旨

ヤマノイモ属 *Stenophora* 節の東アジア産種の種子は、発芽の温度依存性に種間の違いを示すと共に、低温による発芽の促進と、高温による発芽抑制の深まりという共通の性質を持つことが、すでに知られていた。本論文は、このような種子発芽の温度依存性の違いの背景にある生理的要因を、比較に基づいて明らかにすることと、バルカン半島などに隔離分布する数種の第三紀遺存種についても調べて、東アジア種と比較することによって、休眠性の進化についての知見を得ようとしたものである。

この節の種子の発芽過程の形態的变化と、種子から取り出した胚（遊離胚）の発芽に有効な栄養を明らかにした後、インタクト種子とは違って遊離胚の発芽に低温を必要としないことを示した。

遊離胚はどの種でも、広い温度範囲で迅速に発芽したので、種間に見られるインタクト種子の発芽の温度依存性の違いは、おもに胚以外の部分に起因すると考えられた。

種子の胚以外の部分としては、種皮と胚乳があるが、この部分に機械的な発芽抑制作用があることや、種皮には発芽抑制物質のあることが分かった。しかし、これらの抑制がおもに低温で起こることや、種間の違いが小さいことなどにより、発芽抑制の機構を説明するために、発芽の温度依存性を十分には説明し得ず、次に、胚乳の貯蔵物質について検討して、発芽抑制要因を検索することにした。

胚乳の貯蔵物質のうち、糖と脂肪の組成と発芽に伴う変動を調べた結果、貯蔵脂肪の脂肪酸組成が種間で異なることが分かり、これが代謝過程の開始、即ち休眠の解除と発芽に適する温度の違いと関係する可能性が考えられた。

次に、休眠性の進化に関する知見を得るために、東アジア種において種間に違いが見られた。発芽の温度依存性と貯蔵脂肪について、第三紀遺存種においても調べ、東アジア種と比較した。インタクト種子の発芽の温度依存性は、東アジア種と顕著に異なる点のあることが明らかになると同時に、遊離胚の発芽の温度依存性質は、東アジア種と同じであることが分かった。また、胚乳の貯蔵脂肪に関しては、脂肪酸組成が東アジア種と顕著に異なる点が明らかになった。

以上のことから、この節の植物のインタクト種子の、東アジアにおける南北の分布に対応した発芽の温度依存性の違いは、胚乳の貯蔵脂肪酸の含量あるいは含量比の違いによることが考えられた。また、休眠性の進化に関しては、第三紀から現在までの種の分化に伴う、胚乳の貯蔵脂肪酸の含量比の変化がその原因であると推測された。

発芽の温度依存性に関して、胚乳の貯蔵物質を近縁種間で比較したこと、及び遺存種と遺存的でない種（ここでは東アジア種）の間で、発芽の生理的性質を比較したことは、本研究が最初である。上述の知見は、植物生理学における重要な知見であり、かつ本人が自立して研究活動を行うに十分な高度の研究能力と学識を有することを示すものである。よって、照井啓介提出の論文は博士（理学）の学位論文として合格と認める。