

アマドコロとオオナルコユリの種子発芽の促進

高樹英明・下総奏子・菅野結花

山形大学農学部生物生産学科農業生産学講座

(平成17年10月3日受理)

Promotion of Seed Germination in *Polygonatum odoratum* and *P. macranthum*

Hideaki TAKAGI, Soko SHIMOFUSA and Yuka KANNO

Section of Agricultural Production, Department of Bioproduction, Faculty of Agriculture,
Yamagata University, Tsuruoka 997-8555, Japan

(Received October 3, 2005)

Summary

When freshly mature seeds of *Polygonatum odoratum*(Mill.)Druce var. *pluriflorum*(Miq.)Ohwi and *P. macranthum*(Maxim.)Koidz. were planted in mid-October and grown outdoors, no radicle emerged until the next June and no green shoot emerged until the spring after next. In seeds of *P. odoratum*, higher percentages(about 80% or more)of a most early shoot emergence(in about 220 days after the start of incubation) were obtained when the seeds were kept at 20°C for 105 days after the termination of radicle dormancy and then chilled at 5°C for 105 days to terminate epicotyl dormancy and then grown at 20 to 30°C. In seeds of *P. macranthum*, higher percentages(about 80% or more)of a most early shoot emergence(in about 210 days after the start of incubation)were obtained when the seeds were kept at 20°C for 90 days after the termination of radicle dormancy and then chilled at 5°C for 105 days and then grown at 30°C.

Key Words : *Polygonatum odoratum*, *Polygonatum macranthum*, seed germination, breaking dormancy, epicotyl dormancy.

緒 言

アマドコロ (*Polygonatum odoratum*(Mill.)Druce var. *pluriflorum*(Miq.)Ohwi) とオオナルコユリ (*P. macranthum*(Maxim.)Koidz.) は根茎を持つユリ科アマドコロ属の日本に自生する多年生草本で、春の展葉し始めの若いシュートが食用にされる山菜である。アマドコロは比較的広く分布していて得やすいが、オオナルコユリは分布が少ない。両種の食用部分の形態は良く似ているが、食味はオオナルコユリのほうが優れており、東北地方や北海道の一部でオオナルコユリの栽培化が進められている(秋田県農業試験場, 1999)。

アマドコロは自然放任でも根茎を四方に伸ばしながら栄養繁殖して、地上シュートを毎年増やしていくが(高樹英明, 1998), オオナルコユリの自然での栄養繁殖は

アマドコロに比べるとかなり劣る。両種とも根茎分割で栄養繁殖率をある程度高めることはできるが、根茎分割では大量増殖はできない。一方、両種とも種子を多く形成することから種子繁殖による大量増殖が期待される。

しかし、両種の種子繁殖には、播種から地上に萌芽して展葉するまでに2冬の経過が必要で(Takagi, 2001a; 2001b), さらに食用にできる大きさに達するまでには地上萌芽後も数年間以上の生育期間が必要であるという問題がある。種子繁殖を効率的に進めるためには、第1に播種から地上萌芽までの期間を短縮する方法、第2に地上萌芽後の生育期間を短縮する方法を確立する必要があるが、本報告は第1の期間を短縮する方法に関して検討したものである。

前の2報(Takagi, 2001a; 2001b)では、両種の種子の休眠・発芽段階は以下の4段階に分けられることを

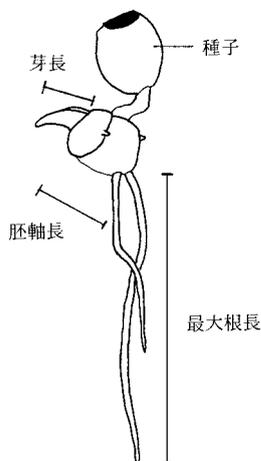
キーワード: アマドコロ, オオナルコユリ, 種子発芽, 休眠打破, 上胚軸休眠。

示した：(1)幼根(種子根)休眠打破段階(低温要求段階)、(2)地下発芽段階(温暖条件下で促進)、(3)上胚軸休眠打破段階(低温要求段階)、(4)地上萌芽(出葉)段階(温暖条件下で促進)。また、両種の種子の幼根休眠打破段階を完了させる条件(5℃、60日間湿潤処理など)を明らかにした。しかし、地下発芽段階以後の条件については、実施した処理条件が限定されていたため、最終的な地上萌芽を最も早くかつ萌芽率を最大にする各段階の条件は推定による概要しか示せなかった。本報告は、処理条件を前の2報のものより拡大し、アマドコロとオオナルコユリの種子の地上萌芽を最も良好にする、地下発芽段階以後の各段階の条件を明らかにすることを目的として行ったものである。

材料および方法

実験1 自然に近い温度条件下で育てた場合における、アマドコロの種子の播種から地上萌芽までの経過

山形大学農学部圃場に栽植されているアマドコロ(山形県庄内地方自生種)の果実を、1990年10月上旬に採取し、10月15日に果実から取り出した種子を12cm鉢に15あるいは18粒ずつ播種した。用土は慣行床土の2容量に対してパーミキュライトの1容量を混合したものとした。播種後、鉢を1991年3月下旬まで無加温ガラス室内



第1図 アマドコロとオオナルコユリの種子の地下発芽状態と生育調査部位(実験1, 2)

シュート重は種子と根を除いた、芽を含む新鮮重。

に置き、以後は戸外に置いた。以下の各時期に播種した個体を1鉢分ずつ掘り上げて、地下発芽の状態を調査した：1991年4月9日、5月10日、6月11日、7月10日、8月10日、9月15日、10月11日および11月11日。各時期に発芽した個体の芽長、胚軸の長さ・径、最大根長および根数を調査した(第1図)。なお、1992年の4月に地上萌芽の状態を調査した。

実験2 アマドコロとオオナルコユリの種子の地上萌芽に及ぼす地下発芽期間、上胚軸休眠打破期間並びに休眠打破後の萌芽温度の影響

2003年10月1日に山形大学農学部圃場に栽植されているアマドコロとオオナルコユリ(両種とも山形県庄内地方自生種)から果実を採取し、以下に記す処理を両種同様に行った。10月27日に水浸した果実を指で潰して種子を取り出し、種子に付着している果肉を水洗しながら指でこすり取った。次いで種子の幼根休眠を打破するために、種子を底に水抜き穴のある平箱に、(真珠岩)パーライトを培土として密に埋め、十分に灌水後その平箱を5℃(±1℃)の恒温器内に置いて、低温湿層処理を2004年4月8日まで164日間行った。低温湿層処理期間中はパーライトを常時湿状態に保つため、灌水を適宜行った。

低温湿層処理後、種子に発根(地下発芽)を誘起するため、パーライトから取り出した種子をパーミキュライトを培土として12cm鉢に30粒(鉢)ずつ播種し(覆土の厚さは約1cm)、鉢を20℃(±1℃)の恒温器内に置いた。地下発芽期間(20℃)として75、90、105、120および135日の5期間を設けた。

所定の地下発芽期間終了後、上胚軸休眠を打破するために鉢を5℃(±1℃)の恒温器に移し、75、105および135日間の休眠打破処理を行った。

上胚軸休眠打破処理後、地上萌芽を促すために鉢を20、25および30℃(±1℃)の恒温器に移した。恒温器は前面あるいは前・側面がガラス張りのものを用い、鉢に実験室の北窓からの自然散光が当たるようにした。

以上の3つの処理、すなわち地下発芽期間、上胚軸休眠打破期間(5℃)および地上萌芽時の温度を、両種とも第2表のように組み合わせると計17処理区を設定し、1処理区当たりの供試種子数を2鉢60粒とした。

上胚軸休眠打破処理後に地上萌芽の調査を1日置きに60日間行った。地上萌芽調査終了後に全個体を掘り上げて、腐敗種子、未発芽(地下発芽していない)生存種子、

地下発芽しているが地上萌芽していない個体数を調査し、供試種子数に対する地上萌芽率や腐敗率などを算出した。また、地下発芽期間と上胚軸休眠打破期間中に地上萌芽した個体数についても調査し、上胚軸休眠打破処理終了前の地上萌芽率も算出した。

以上の種子とは別に地下発芽期間中の生育状態を調査するため、地下発芽期間が75, 90, 105, 120および135日経過後に掘り上げ調査する種子を準備した。各掘上時期に1鉢分の30個体ずつ掘り上げた。調査は各時期における地下発芽種子数、腐敗種子数のほか地下発芽した種子に関しては根重(新鮮重)、最長根長、シュート重(芽を含む胚軸重で新鮮重)および芽長を調査した(第1図)。

結果および考察

1. アマドコロ

1) 自然に近い温度条件下で育てた場合の播種から地上萌芽までの経過(実験1)

アマドコロの種子を結実当年の10月中旬に播種し、自然に近い温度条件下で育てた場合の、地上萌芽までの生育経過は以下のようであった。播種から翌春の5月上旬までは発根(地下発芽)が全く見られなかった(第1表)。しかし、6月11日に掘り上げた個体は半数以上が地下発芽していたので、5月中旬から6月上旬までの間に地下発芽が急激に起こったと推定される。7月10日の掘り上げ時には発根して間もない個体が(第2図、6月11日掘り上げの個体に相当)、18個体中1個体で見られたが、8

第1表 自然に近い温度条件下で播種して育てたアマドコロの種子の地下発芽(実験1)

調査時期 (1991年)	供試 種子数	地下発芽 種子数	地下発芽 率(%)	地下での生育状 況調査個体数 ^z
4月9日	18	0	0	
5月10日	18	0	0	
6月11日	18	10	56	10
7月10日	18	16	89	15 ^y
8月10日	15	11	73	11
9月15日	15	8	53	8
10月11日	15	9	60	9
11月11日	15	13	87	12 ^x

^z第3図のグラフの調査個体数。

^y1個体枯死。

^x地下発芽した個体のうち1個体は芽がなかったため、生育状況調査から除外。

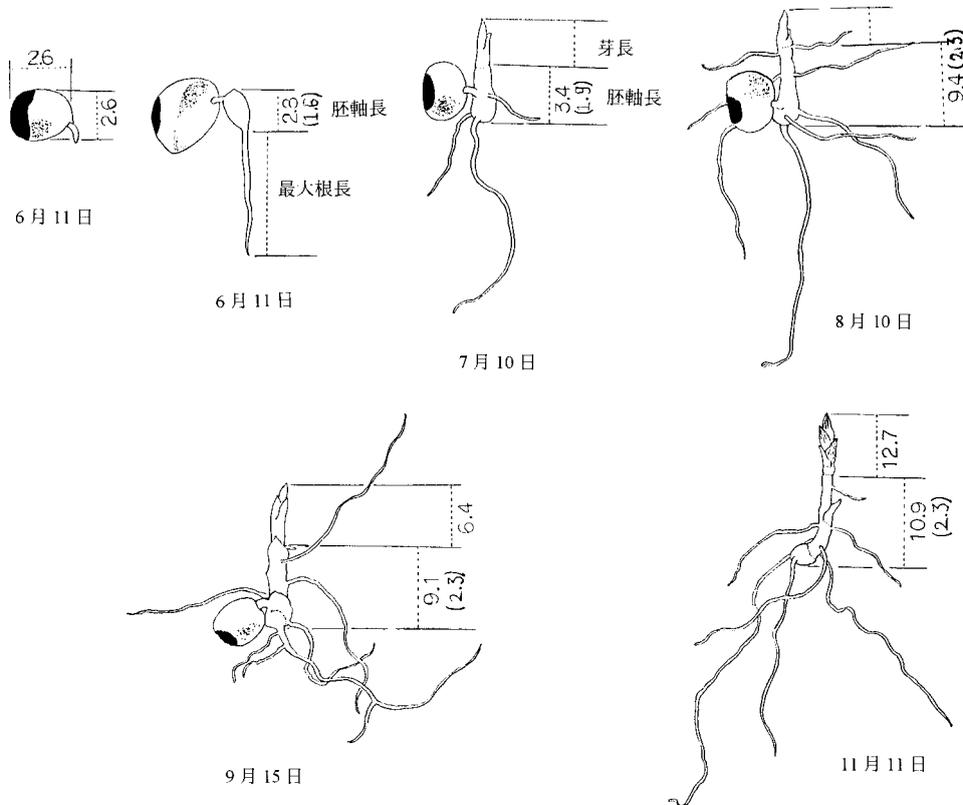
月10日以降の掘り上げ時には発根して間もない個体は見られなくなったので、新たな地下発芽は6月中にほぼ終了したものと推定される。以上のように播種した秋から翌春遅くまで発根が見られなかったのは、幼根休眠(種子休眠)が存在したため(Takagi, 2001a)、この休眠は冬の低温経過によって打破されるが、打破後に発根が実際に起こるためにはある程度の温暖条件を必要とする。

播種した翌年の初夏から越冬直前の11月上旬まで、芽と根は成長を進めたが(第2, 3図)、その年に芽が地上に出ること(地上萌芽)はなかった。胚軸は6月上旬から8月上旬にかけて急速に伸長したが、その後は伸長が停滞した(第3図)。一方、胚軸径の増大は7月上旬までは伸長量を上回って進み、この頃までは第1図に示したような球形の胚軸を持つ個体が多く見られた。しかし、7月上旬以降、胚軸の成長は縦方向への伸長が優勢になり、胚軸の上部にある芽の伸長も進んだため、胚軸の形は第2図のような基部が太めの棒状に変わった。

地上萌芽は播種翌々春の4月中旬に見られ(第4図)、4月下旬には展葉した。なお、オオナルコリコリの種子の播種から地上萌芽までの経過も別に調査したが、基本的にはアマドコロの種子と同様であった。

2) 地上萌芽に及ぼす地下発芽期間、上胚軸休眠打破期間並びに休眠打破後の萌芽温度の影響(実験2)

アマドコロの種子は、20℃の地下発芽期間中に17処理区中8区で1区当たり1, 2個体が地上萌芽した(第2表)。地下発芽期間が最も短い75日区において3区中2区で計4個体が地上萌芽したが(180種子中4個体→地上萌芽率2.2%)、105日区では9区中5区の計5個体で(540種子中5個体→地上萌芽率0.9%)、さらに135日区では3区中1区のみ計1個体しか地上萌芽が見られなかった(180種子中1個体→地上萌芽率0.6%)。地下発芽期間が75日より長くなって地上萌芽個体の増加が見られなかったことから、上胚軸休眠打破処理前に地上萌芽する個体、すなわち上胚軸休眠を示さない個体は地下発芽期間が75日までに地上萌芽を終えたと推定される。この早期に地上萌芽する個体は、全体の平均では1.0%にすぎなかったため(第2表)、例外的なまれなケースと考えられ、アマドコロの種子は一般的には、先に報告したように(Takagi, 2001a)、発根後に上胚軸休眠に入ると考えられる。



第2図 自然に近い温度条件下で育てたアマドコロの種子の地下での生育状況(実験1)

1990年10月15日播種, 1991年5月10日(未発芽なので図を省略)から同年11月11日まで調査. 数値は長さ, ()内の数値は径, 単位 mm.

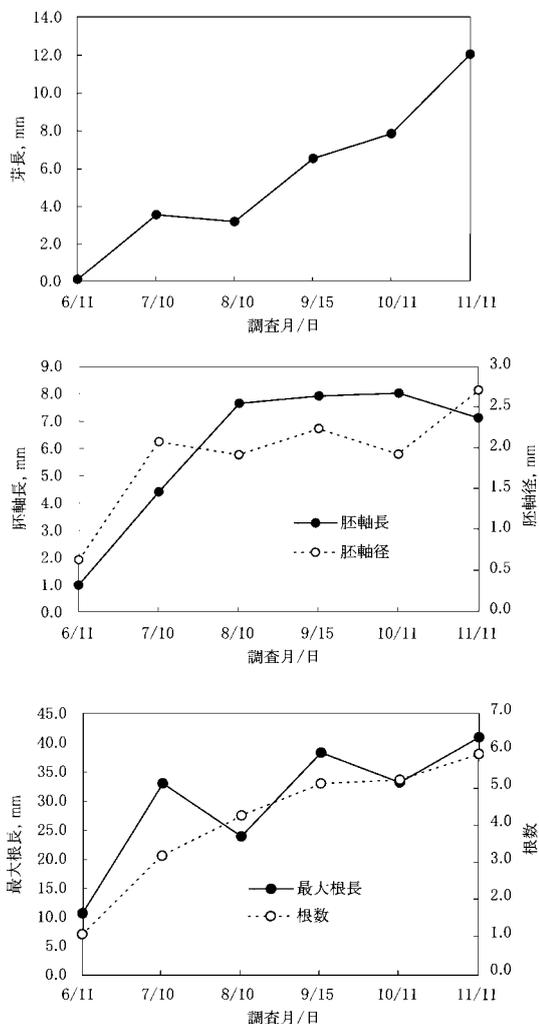
幼根休眠打破処理を行ったアマドコロの種子に対する, 75~135日の地下発芽期間(20℃)と上胚軸休眠打破のための75, 105, 135日間の5℃処理の組み合わせが地上萌芽に及ぼす効果は以下の通りであった(第3表).

上胚軸休眠打破期間の延長による地上萌芽の促進に関しては, 地下発芽期間が75, 105, 135日のいずれであっても, 休眠打破期間が75日から105日, 135日へと長くなるにしたがって地上萌芽率はより高く, 地上萌芽所要日数はより減少する傾向が認められた. ただし, 地下発芽期間が135日では休眠打破期間の延長による地上萌芽所要日数の減少は顕著であったが, 地上萌芽率に関しては休眠打破期間が75日ですでに十分高く, 延長効果は小さかった. なお以下では, 地上萌芽率の高くなることと地上萌芽所要日数の減少することの双方が認められる場合は, 単に“地上萌芽が促進される”とも表現する.

地下発芽期間の延長による地上萌芽の促進に関しては, 休眠打破期間が75日の場合は, 地下発芽期間が135

日まで長いほど地上萌芽は顕著に促進されたが, 休眠打破期間が105日以上の場合は, 地下発芽期間の延長による地上萌芽の促進が見られたのは, 地下発芽期間が75日から105日に延長された場合だけで, 105日から135日に延長された場合では, 地上萌芽がほとんど促進されなかった.

地下発芽期間が105日か135日で, 休眠打破期間が135日である区は, 地上萌芽率がともに96%で著しく高く, 地上萌芽所要日数もそれぞれ2.8か1.9で他区より著しく少なかった(第3表). これらの区は萌芽温度が25℃の区であるが, 萌芽温度が20℃か30℃で地下発芽期間が105日, 上胚軸休眠打破期間が135日である区も実験したが, これらの区(地下発芽期間が105日以上で, 上胚軸休眠打破期間が135日である計4区)はすべて, 5℃の上胚軸休眠打破期間中に一部の個体が地上萌芽を始めた(第2表). 一方, 上胚軸休眠打破期間が105日以下の区では地下発芽期間がいずれでも上胚軸休眠打破期間中に地上



第3図 自然に近い温度条件下で育てたアマドコロの種子の地下での生育状況(実験1)

1990年10月15日播種, 1991年5月10日(未発芽なのでデータを省略)から同年11月11日まで調査.

萌芽する個体はなかった. このことは, 地下発芽期間が105日以上の区では, 上胚軸休眠打破期間が105日を越えると, 一部の個体で地上萌芽が起こったことを示している. すなわち, 上胚軸休眠打破期間が105日から135日までの間に一部の個体では上胚軸休眠が完全に打破され, 低温下でも地上萌芽したものと考えられる. このことは, 地下発芽期間が105日以上の場合は, 上胚軸休眠打破のための5℃処理期間は105日以上135日未満の期間で十分であることを示唆する.

第4表には, 萌芽温度(20, 25, 30℃)が地上萌芽に及ぼす影響を上胚軸休眠打破期間を変えて検討した結果を示した. 上胚軸休眠打破期間が75日の場合は30℃での萌芽が25℃以下の温度での萌芽より萌芽率, 萌芽所要日数の双方で優れた. しかし, 休眠打破期間が105日以上の場合は, 萌芽率が全般的に高くなり, 萌芽温度による差は明白でなくなったが, 萌芽所要日数は25℃の萌芽で少なくなる傾向が見られた. 従って, 休眠打破後の地上萌芽に最適な温度は, 上胚軸休眠打破が不十分な75日処理の場合は30℃であるが, 休眠打破が十分な105日以上処理の場合は25℃になると考えられる.

3) 地下発芽段階における発芽, 生育状況

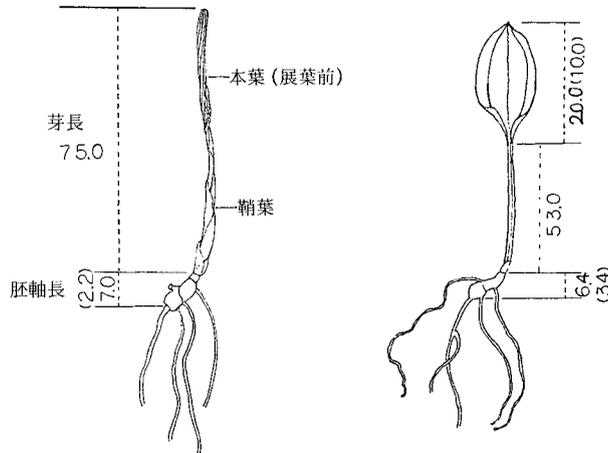
前述のように地下発芽期間の延長によって地上萌芽の促進される場合があったので, 地上萌芽と地下発芽期間中の生育(第5表)との関係を検討した.

地下発芽期間が75日で地下発芽率が87%に達し, 地下発芽期間をそれ以上延長しても地下発芽率の上昇が認められなかったので, 本実験条件下では地下発芽は75日までに終了したと考えられる. 前報(Takagi, 2001a)では幼根休眠を確実に打破する処理(5℃, 99日間処理)を行った種子は地下発芽期間90日までに地下発芽を終えたと推定したが, 本実験の結果は90日より早く, 75日までに終了することを示した. 根重は105日まで増加する傾向が, またシュート重は90日まで, 芽長は120日まで増加する傾向が見られた. これらの結果は前報のものと大差なく, 本実験の結果から, 幼根休眠打破後, 温暖条件下で地下発芽して成長が進むのは, 105~120日目までで, それ以後は上胚軸休眠に入り, 成長が抑制されると推定される. 従って, 地下発芽期間は105~120日程度で十分と考えられる.

2. オオナルコユリ

1) 地上萌芽に及ぼす地下発芽期間, 上胚軸休眠打破期間並びに休眠打破後の萌芽温度の影響(実験2)

オオナルコユリの種子では, 上胚軸休眠打破期間終了前に地上萌芽する個体は見られなかった. 幼根休眠打破処理を行ったオオナルコユリの種子に対する, 75~135日の地下発芽期間と上胚軸休眠打破のための75, 105, 135日間の5℃処理の組み合わせが地上萌芽に及ぼす効果は, アマドコロの種子の場合と細部で違いはあったが似た傾向を示した(第6表).



第4図 自然に近い温度条件下で育てたアマドコロの種子の地上萌芽(実験1)
1990年10月15日播種, 1992年4月中旬(左図)および下旬(右図)調査. 数値は長さ,
()内の数値は径, 単位 mm.

第2表 アマドコロの種子における上胚軸休眠打破処理終了前の地上萌芽

処 理 区			地上萌芽個体数		地上萌芽率(%) ^z	
地下発芽 期間(日) ^y	上胚軸休眠 打破期間(日) ^y	萌芽温度(℃)	地下発芽期間	上胚軸休眠 打破期間	地下発芽期間	上胚軸休眠 打破期間
75	75	25	0	0	0.0	0.0
75	105	25	2	0	3.3	0.0
75	135	25	2	0	3.3	0.0
90	105	25	0	0	0.0	0.0
105	75	20	1	0	1.7	0.0
105	75	25	0	0	0.0	0.0
105	75	30	1	0	1.7	0.0
105	105	20	1	0	1.7	0.0
105	105	25	1	0	1.7	0.0
105	105	30	0	0	0.0	0.0
105	135	20	0	7	0.0	11.7
105	135	25	1	14	1.7	23.3
105	135	30	0	2	0.0	3.3
120	105	25	0	0	0.0	0.0
135	75	25	0	0	0.0	0.0
135	105	25	1	0	1.7	0.0
135	135	25	0	16	0.0	26.7
合	計		10	39	1.0	3.8

^z20℃.

^y5℃.

^x供試種子数(60粒/処理区)に対する値.

上胚軸休眠打破期間の延長による地上萌芽の促進に関しては, 打破期間が75日と105日の間では地下発芽期間に関わらず打破期間の長い区で萌芽が促進された. しか

し, 休眠打破期間が105日になると, 地下発芽期間がいずれであっても萌芽が十分に促進され, 打破期間をそれ以上延長しても, 地下発芽期間が135日の場合を除いて

第3表 アマドコロの種子の地上萌芽に及ぼす地下発芽期間と上胚軸休眠打破期間の影響

地下発芽期間(日)	上胚軸休眠打破期間(日)			地上萌芽所要日数 ^z	横欄多重比較検定 ^x
	75	105	135		
	地上萌芽率(%) ^y				
75	18	50	79		
90		56			
105	62	86	96		
120		86			
135	83	88	96		
	地上萌芽所要日数 ^y				
75	16.9a	15.0a	9.9b	Tukey	
105	14.9a	7.5b	2.8c	Games	
135	12.3a	7.6b	1.9c	Games	
	縦欄多重比較検定				
	Games	Tukey	Tukey		
75	16.9a	15.0a	9.9a		
90		11.8a			
105	14.9ab	7.5b	2.8b		
120		7.4b			
135	12.3b	7.6b	1.9b		

^z上胚軸休眠打破処理後、25℃で60日間萌芽させた。腐敗個体を除く値。調査個体数(処理)は16~55。

^y地上萌芽した個体の平均値(他の表でも同様)。萌芽個体数(処理)は9~53。

^xデータに等分散性が成立している場合は Tukey の HSD 検定を、成立していない場合は Games-Howell の検定を適用。いずれも有意水準は5%。他の表でも同様。

萌芽に大差は生じなかった。地下発芽期間が135日の場合は、休眠打破期間が105日から135日に延長されると、

第4表 アマドコロの種子の地上萌芽に及ぼす上胚軸休眠打破期間と萌芽温度の影響

上胚軸休眠打破期間(日)	萌芽温度(℃)			地上萌芽所要日数 ^y	横欄多重比較検定
	20	25	30		
75	73	62	86		
105	86	86	84		
135	88	96	98		
	地上萌芽所要日数 ^y				
75	15.7a	14.9ab	11.4b	Tukey	
105	8.4a	7.5a	9.5a	Tukey	
135	4.7a	2.8b	5.8a	Games	
	縦欄多重比較検定				
	Games	Games	Tukey		
75	15.7a	14.9a	11.4a		
105	8.4b	7.5b	9.5a		
135	4.7c	2.8c	5.8b		

^z地下発芽期間は105日。上胚軸休眠打破処理後、萌芽温度下に60日間おいた。腐敗個体を除く値。調査個体数(処理)は43~55。

^y萌芽個体数(処理)は34~53。

地上萌芽所要日数がかなり減少し、全処理区中で最少になった。

地下発芽期間の延長による地上萌芽の促進に関しては、休眠打破期間が75日の場合は、地下発芽期間が135日まで長いほど地上萌芽が促進されたが、休眠打破期間が105日と135日の場合は、地下発芽期間に関わらずどの区も萌芽は良好で、上記の例外区(両期間とも135日の区)を除いて萌芽に大差は認められず、地下発芽期間の延長

第5表 アマドコロの種子の地下発芽段階における生育状況

地下発芽期間(日)	地下発芽種子数	未発芽種子数	腐敗種子数	地下発芽率(%) ^y	腐敗率(%) ^y	根重(mg)	最長根長(mm)	シュート重(mg)	芽長(mm)
75	26	4	0	86.7	0.0	15.3a ^x	61.0a ^x	37.1a ^x	3.1a ^x
90	27	4	1	87.1	3.1	16.9ab	59.5a	46.9ab	3.5ab
105	23	6	1	79.3	3.3	27.3c	76.3a	51.4b	3.7ab
120	25	5	0	83.3	0.0	24.5bc	73.8a	47.0ab	5.3c
135	24	6	0	80.0	0.0	21.0abc	71.6a	46.6ab	4.7bc ^w
計	125	25	2	83.3	1.3	20.8	68.1	45.7	4.0

^z腐敗種子を除いた値。

^y供試種子数(90日区32粒、他の区は30粒)に対する値。

^x異なる英字が添えられたデータ間には5%水準で有意差がある。最長根長は Tukey の HSD 検定を適用。根重、シュート重、芽長は処理区のデータに等分散性が成立しなかったので Games-Howell 検定を適用。

^w24個体中1個体が地上萌芽し、その芽長が他と比べ著しく大(44.0mm)になったので、集計から除いた。他区では地上萌芽が見られなかった。

第6表 オオナルコユリの種子の地上萌芽に及ぼす地下発芽期間と上胚軸休眠打破期間の影響

地下発芽期間(日)	上胚軸休眠打破期間(日)			地上萌芽所要日数 ^z	横欄多重比較検定
	75	105	135		
	地上萌芽率(%) ^y				
75	16	73	85		
90		84			
105	44	73	98		
120		93			
135	92	77	89		
	地上萌芽所要日数 ^y				
75	28.5a	16.7ab	14.3b	Games	
105	23.9a	15.6b	13.5b	Tukey	
135	19.5a	16.2b	9.2c	Tukey	
	縦欄多重比較検定				
	Games	Tukey	Tukey		
75	28.5a	16.7a	14.3a		
90		16.5a			
105	23.9ab	15.6a	13.5a		
120		17.3a			
135	19.5b	16.2a	9.2b		

^z上胚軸休眠打破処理後、25℃で60日間萌芽させた。腐敗個体を除く値。調査個体数(処理)は51~55。

^y萌芽個体数(処理)は8~54。

による地上萌芽の促進は認められなかった。

萌芽温度に関しては、上胚軸休眠打破期間に関わらず、30℃が25℃以下の温度より地上萌芽の促進される傾向が見られたが、20℃と25℃の間には明白な差は見られなかった(第7表)。休眠打破期間が延長されると(75~135日)、20℃と25℃の萌芽温度では、萌芽が促進され、特に75日から105日の間では顕著な促進が見られたが、30℃では休眠打破期間が75日でも地上萌芽が良好であった。

第8表 オオナルコユリの種子の地下発芽段階における生育状況

地下発芽期間(日)	地下発芽種子数	未発芽種子数	腐敗種子数	地下発芽率(%) ^y	腐敗率(%) ^z	根重(mg)	最長根長(mm)	シュート重(mg)	芽長(mm)
75	25	3	2	89.3	6.7	28.2a ^w	64.1a ^w	38.7a ^w	4.6a ^w
90	29	0	1	100.0	3.3	39.0b	68.8ab	42.8ab	5.2ab
105	28	1	1	96.6	3.3	41.9b	76.0b	47.9b	5.4b
135	28	0	2	100.0	6.7	38.2b	76.0b	48.7b	6.5c
計	110	4	6	96.5	5.0	37.1b	71.4	44.7	5.5

^z120日区はデータを欠く。

^y腐敗種子を除いた値。

^x供試種子数(30粒)に対する値。

^w異なる英字が添えられたデータ間には5%水準で有意差がある(TukeyのHSD検定)。

第7表 オオナルコユリの種子の地上萌芽に及ぼす上胚軸休眠打破期間と萌芽温度の影響

上胚軸休眠打破期間(日)	萌芽温度(℃)			地上萌芽所要日数 ^y	横欄多重比較検定
	20	25	30		
	地上萌芽率(%) ^y				
75	30	44	89		
105	77	73	96		
135	89	98	91		
	地上萌芽所要日数 ^y				
75	27.1a	23.9a	14.6b	Games	
105	17.1a	15.6a	13.9a	Tukey	
135	13.0a	13.5a	9.8b	Games	
	縦欄多重比較検定				
	Tukey	Tukey	Tukey		
75	27.1a	23.9a	14.6a		
105	17.1b	15.6b	13.9a		
135	13.0b	13.5b	9.8b		

^z地下発芽期間は105日。上胚軸休眠打破処理後、萌芽温度下に60日間おいた。腐敗個体を除く値。調査個体数(処理)は51~60。

^y萌芽個体数(処理)は18~54。

め、休眠打破期間が延長されても萌芽はあまり促進されなかった。以上のことから、オオナルコユリの地上萌芽に最適な温度は30℃である(あるいはこれ以上の温度である可能性もある)と考えられる。

2) 地下発芽段階における発芽、生育状況

地下発芽期間が75日で地下発芽率が89%に達したので(第8表)、地下発芽は75日頃までに終了したと考えられる。また(根重のデータから)根の成長は90日までに、シュート重の増大成長は90~105日までに終了したと推定される。しかし、芽長は105日以後も成長が見られた。

これらの傾向は前報(Takagi, 2001b)と矛盾しないが、本実験の結果は前報と比べ地下発芽率が全般に著しく高かった。

芽の成長が地下発芽期間の105~135日の間にも見られたことは、第6表の実験で(上胚軸休眠打破期間が75日の場合に)地下発芽期間が135日まで長いほど、地上萌芽の促進されたことと関連があるようである。すなわち、芽の成長が進ほど、上胚軸休眠が打破されやすくなることが考えられる。

3. 地上萌芽促進に最も有効な処理

1) アマドコロ

地上萌芽が最も促進された処理は、地下発芽期間135日と上胚軸休眠打破期間135日の組み合わせで、25℃で萌芽させた場合、地上萌芽率は96%、上胚軸休眠打破後の地上萌芽所要日数は1.9日であった。しかし、この処理は処理期間が長いので、地下発芽処理開始時から地上萌芽するまでの平均日数は271.9日になる(第9表)。本

「結果および考察」の1の2)ですでに述べたが、アマドコロの種子は、地下発芽期間が105日以上の場合には上胚軸休眠打破期間が105日以上135日未満で休眠打破がほぼ完了するので、処理期間をもっと短縮できると考えられる。また、1の3)で述べたように地下発芽期間は105~120日程度で十分である。第9表に各処理区の地下発芽処理開始時から地上萌芽までの所要日数を記したが、地上萌芽率が約80%以上で地上萌芽までの所要日数が最も少ない処理区を5位まで順に並べると以下の通りである：地下発芽期間105日 上胚軸休眠打破期間75日 萌芽温度30℃の191.4日、105日 105日 25℃の217.5日、105日 105日 20℃の218.4日、105日 105日 30℃の219.5日、75日 135日 25℃の219.9日。この順番と1の2)、3)で述べたことを考慮すると、地下発芽処理開始時から地上萌芽までの日数を最も少なくする処理は、地下発芽期間105日と上胚軸休眠打破期間105日の組み合わせであると考えられる。また萌芽温度は、1の2)で述べたように25℃が望ましいが、20~30℃の範囲なら

第9表 アマドコロとオオナルコユリの種子の腐敗率および地下発芽処理開始時から地上萌芽するまでの所要日数

処 理 区			ア マ ド コ ロ					オ オ ナ ル コ ユ リ				
地下発芽期間 (日) ^y	上胚軸休眠打破期間 (日) ^y	萌芽温度 (℃)	最終生存個体 数 ^x	供試種子 の腐敗率 (%) ^w	地上萌芽所要 日数	処理開始時から地上萌芽までの日数 ^v	地上萌芽率 (%) ^u	最終生存個体 数 ^x	供試種子 の腐敗率 (%) ^w	地上萌芽所要 日数	処理開始時から地上萌芽までの日数 ^v	地上萌芽率 (%) ^u
75	75	25	50	16.7	16.9	166.9	18	51	15.0	28.5	178.5	16
75	105	25	54	10.0	15.0	195.0	50	55	8.3	16.7	196.7	73
75	135	25	47	21.7	9.9	219.9	79	53	11.7	14.3	224.3	85
90	105	25	48	20.0	11.8	206.8	56	51	15.0	16.5	211.5	84
105	75	20	51	15.0	15.7	195.7	73	60	0.0	27.1	207.1	30
105	75	25	55	8.3	14.9	194.9	62	55	8.3	23.9	203.9	44
105	75	30	49	18.3	11.4	191.4	86	56	6.7	14.6	194.6	89
105	105	20	56	6.7	8.4	218.4	86	56	6.7	17.1	227.1	77
105	105	25	50	16.7	7.5	217.5	86	51	15.0	15.6	225.6	73
105	105	30	43	28.3	9.5	219.5	84	53	11.7	13.9	223.9	96
105	135	20	52	13.3	4.7	244.7	88	53	11.7	13.0	253.0	89
105	135	25	55	8.3	2.8	242.8	96	55	8.3	13.5	253.5	98
105	135	30	52	13.3	5.8	245.8	98	55	8.3	9.8	249.8	91
120	105	25	49	18.3	7.4	232.4	86	55	8.3	17.3	242.3	93
135	75	25	46	23.3	12.3	222.3	83	53	11.7	19.5	229.5	92
135	105	25	52	13.3	7.6	247.6	88	53	11.7	16.2	256.2	77
135	135	25	54	10.0	1.9	271.9	96	54	10.0	9.2	279.2	89
平均(合計)			(863)	15.4	9.6	219.6	77	(919)	9.9	16.9	226.9	76

^z20℃、^y5℃、^x1処理区当たり供試種子数は60粒。

^w萌芽温度に移行後60日目の腐敗個体率。

^v地下発芽期間、上胚軸休眠打破期間および地上萌芽所要日数の合計。

^u腐敗個体を除く値。

ば地上萌芽の程度に大差はない。この結論は前報(Takagi, 2001a)の結論と矛盾しない。幼根休眠は、前報で明らかにしたように5℃, 60日間処理でほぼ完全に打破されるので、播種後5℃, 60日間処理で幼根休眠を打破し、次いで20℃, 105日間処理で地下発芽過程を十分に進行させ、さらに5℃, 105日間処理で上胚軸休眠を打破し、その後20~30℃で萌芽させれば、播種後約280日(地下発芽処理開始後約220日)目には(萌芽率約85%で)地上萌芽個体を得ることができる。

なお、種子の腐敗率は本実験では平均約15%であった(第9表)。従って、以上の温度処理を行えば、供試種子数の約73%(生存率85%×地上萌芽率85%)にあたる数の地上萌芽個体を得ることが期待できる。

2)オオナルコリ

本「結果および考察」の2の1), 2)で地下発芽期間におけるシュートと根の成長は90~105日で芽を除いて終了すること、上胚軸休眠打破期間が105日以上であれば地上萌芽が十分に促進されること、また萌芽温度は30℃が25℃以下の温度より地上萌芽を促進することを示した。地上萌芽率が約80%以上で地下発芽処理開始時から地上萌芽までの所要日数が最も少ない処理区を5位まで順に並べると以下の通りである(第9表): 地下発芽期間105日 上胚軸休眠打破期間75日 萌芽温度30℃の194.6日, 90日 105日 25℃の211.5日, 105日 105日 30℃の223.9日, 75日 135日 25℃の224.3日, 105日 105日 20℃の227.1日。この順番と2の1), 2)で述べたことを考え合わせると、萌芽率約80%以上で地上萌芽を最も早める処理は、地下発芽期間が90日で上胚軸休眠打破期間が105日の組み合わせであると考えられる。また萌芽温度は30℃が25℃以下の温度より萌芽を促進するので望ましい。この結論では前記の順位1位の105日 75日 30℃の区は採用しなかったが、これは同じ処理期間で萌芽温度が20, 25℃区の地上萌芽率が30, 44%で極めて低かったからである。

上記の結論は前報(Takagi, 2001b)より短日数の処理になったが(前報では120日 90日), 地下発芽処理開始時から地上萌芽までの日数は(実験しなかった)30℃で萌芽させるならば、約210日以下になると推定される。

オオナルコリの幼根休眠は5℃, 60日間処理でほぼ完全に打破されるので(Takagi, 2001b), 上記の処理をオオナルコリの種子に対して行えば、播種後約270日で地上萌芽個体を得ることができる。

なお、種子の腐敗率が本実験では平均約10%であった(第9表)。従って、以上の温度処理を行えば供試種子数の約76%(生存率90%×地上萌芽率84%)にあたる数の地上萌芽個体を得ることが期待できる。

摘 要

アマドコロとオオナルコリの種子を10月中旬に播種し、自然に近い温度条件下で育てた場合、地上萌芽が見られたのは播種の翌々春の4月中旬であった。約80%以上の地上萌芽率を確保して、地上萌芽をなるべく早めるためには、幼根休眠打破後の種子の温度処理を以下のようにすればよい。アマドコロの種子では20℃で105日間地下発芽させ、次いで5℃で105日間の上胚軸休眠打破処理を行い、その後20~30℃で萌芽させれば地下発芽処理開始後約220日で地上萌芽個体が得られる。オオナルコリの種子では20℃で90日間地下発芽させ、次いで5℃で105日間の上胚軸休眠打破処理を行い、その後30℃で萌芽させれば、地下発芽処理開始後約210日で地上萌芽個体が得られる。

引用文献

- 秋田県農業試験場(1999)平成10年度秋田県農業試験場年報。p.62-63.
- 高樹英明(1998)アマドコロ、オオナルコリおよびユキザサの生育経過、根茎発達と根茎分割増殖。山形大学紀要(農学)13(1): 1-11.
- Takagi, H. (2001a) Breaking of two types of dormancy in seeds of *Polygonatum odoratum* used as vegetables. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70: 416-423.
- Takagi, H. (2001b) Breaking of two types of dormancy in seeds of edible *Polygonatum macranthum*. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 70: 424-430.