

山梨県総合理工学研究機構 研究成果報告書

研究課題名	薬用植物の種苗生産方法の確立
研究期間	平成29年度～令和元年度(3ヶ年)
研究者	戸沢一宏(山梨県森林総合研究所) 雨宮圭一(山梨県総合農業技術センター) 望月映希(山梨県衛生環境研究所)
キーワード	薬用植物、苗生産、セネガ、オタネニンジン、カンゾウ

1. 研究成果の概要:

- (1) セネガの発芽率について、従来法では40%であった発芽率を、種子水中浸漬法により70%程度まで向上させた。
- (2) オタネニンジンの1年目の苗枯死率が高い原因が、夏期の高湿障害であることを確認し、遮光材の種類や方法などにより、苗の枯死率を減少させた。
- (3) 開花が少ないウラルカンゾウについて、挿し芽により効率的に苗の生産を行うことが可能になった。

2. 研究の目的

- (1) 日本で使用されている生薬はほぼ輸入品で、価格も輸入価格や薬価の制限などから、低く抑えられている。
- (2) 原料の安定供給のため、生薬の国内生産が求められている。
- (3) 薬草栽培の問題点は入口(種苗の供給)と出口(収穫品の出荷先)が問題となっている。生薬栽培の入り口である種苗の安定供給のための種苗生産方法の確立が急務である。
- (4) 需要の高いウラルカンゾウ、セネガ、食用としても利用価値のあるオタネニンジンの効率的な苗生産方法の確立を目的として本研究を行う。

3. 研究テーマ

3-1 薬用植物ヒロハセネガ(*Polygala senega* L.var.*latifolia* Torr.et Gray)の組織培養による増殖

3-1-1研究の方法

山梨県八ヶ岳薬用植物園(北杜市高根町)より分譲された種子を用いて、山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター(北杜市明野町 標高:740m)の圃場で栽培し、2018～2019年の春から初夏に出芽した約5cmの新芽を採取し用いた。

採取した新芽は、水道水の流水で表面を洗浄後、70%エタノールで30秒、5%次亜塩素酸ソーダで10分間浸漬し、表面殺菌を行い、それぞれの試験に供試した。

3-1-1-1 培地の種類がシュートの生育に及ぼす影響

培地は、1/2MSにBA(6-ベンジルアミノプリン)、GA(ジベレリンA3)を各1mg/L添加または無添加、シュークロース5g/L、寒天8g/Lを添加し、長さ10cm、口径12mmのガラス試験管に8ml分注して作成した。その後、オートクレーブで121°C20分間の滅菌を行った。

新芽は、クリーンベンチ内で再び70%エタノールで30秒、5%次亜塩素酸ソーダで10分間の表面殺菌を行った後に滅菌水で2回洗浄した。試料は、濾紙を敷いたシャーレ上で1節を含んだ茎を約1cmの長さに切断し、下部を培地に約3mm差し込んだ。試験管は、光照射を昼12時間の蛍光灯による照射、夜は暗黒、温度は25°C恒温に設定した培養室内の棚に設置した。

3-1-1-2 培地の種類がシュートの発根に及ぼす影響

3-1-1-1で増殖したシュートについて、生育調整剤のIAA(β インドール酢酸)を1mg/L添加または無添加した1/2MS培地に移植し、5ヵ月間、25°C恒温で培養した。発根状況は、個体当たりの根数を測定した。

3-1-1-3 植物体の順化・鉢上げ

十分に発根した長さ約5cmのシュートを試験管から取り出し、水道水の流水にて根部の寒天を完全に除去した苗を供試した。苗は、容量1,000mlのマヨネーズ瓶にバーミキュライト細粒を約100ml入れ、ハイポネックス(N:P:K=5:5:13)の2,000倍液を約80ml加えた。この容器内に苗をピンセットで仮植し、容器の口を透明の食品用ラップフィルムで覆った。この容器を20°C恒温に設定したインキュベータ(LPH-241 日本医化器械製作所製)の中に設置し、4週間、順化を行った。容器は最初の1週間目は食品用ラップフィルムによる密閉、2週間目は食品用ラップフィルムを半分被覆、3週間目には除去した。順化期間中はバーミキュライトが乾く前にハイポネックス2000倍液を適宜、補充した。

順化が終了した苗は、プラグ苗用土(スーパープロ:KSナーセリー:N-P-K=15mg:40mg:100mg/1L)を入れた72穴プラグトレイに移植し、無加温ガラス温室の中で育苗した。移植1ヵ月後に順調に生育している個体数を生存個体とした。

3-1-2 研究成果

3-1-2-1 培地の種類がシュートの生育に及ぼす影響

節からのシュート発生率は、BA、GA、無添加ともに差は認められなかった(第1表)。

第1表 培地の種類がシュートの生育に及ぼす影響^{z,y,x,w}

生育調整物質の種類	発生個体数	発生率(%)
BA	60	100
GA	60	100
無添加 (対照)	60	100

^z 調査個体数は、各区60個体

^y 培地は、1/2 MS培地+サッカロース 5g/L

^x BA: 6-ベンジルアミノプリン(濃度:1mg/L)

^w GA:ジベレリンA₃(濃度:1mg/L)

3-1-2-2 培地の種類がシュートの発根に及ぼす影響

増殖したシュートに発根させるため、MS培地の濃度を調整したところ、1/6MS培地区で発根率が80.0%と最も高く、1/8MS培地区と対照とした1/2MS培地区で56.7%と低かった(第2表)。さらに、発根を促進する目的で1/6MS培地にIAAを添加したところ、対照の無添加区に比べて0.2および0.5mg/L区では発根が見られず、反対に抑制された(第3表)。

第2表 培地の種類がシュートの発根に及ぼす影響^z

MS培地濃度	発根個体数	発根率(%)
1/4	40	66.7
1/6	48	80.0
1/8	34	56.7
1/2 (対照)	34	56.7

^z 調査個体数は、各区60個体、サッカロース 5g/L

第3表 IAAの濃度がシュートの発根に及ぼす影響^{z,y}

IAAの濃度 (mg/L)	発根個体数	発根率(%)
0.2	0	0
0.5	0	0
0 (対照)	37	61.7

^z 調査個体数は、各区60個体

^y 培地は、1/6MS培地+サッカロース 5g/L

3-1-2-3 植物体の順化・鉢上げ

十分に発根した培養苗をバーミキュライトに植えて順化したところ、活着率はバーミキュライトで56%、赤玉土では48%と、ともに約半数の苗が活着した(第4表)。

第4表 組織培養により育成した苗の順化後の活着状況²

用土	活着個体数	活着率(%)
バーミキュライト	28	56
赤玉土	24	48

² 調査個体数は、各区50個体、無加温温室内で1ヵ月育苗

3-2 薬用植物ヒロハセネガ (*Polygala senega* L.var. *latifolia* Torr.et Gray) の効率的な種子発芽方法

3-2-1 研究の方法

供試材料は、山梨県八ヶ岳薬用植物園(北杜市高根町)から分譲された種子を山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター(北杜市明野町 標高:740m)の無加温温室で育苗し、圃場で栽培した株から2018年および2019年の秋に採取した完熟種子を用いた。

採取した種子は、水道水の流水で表面を洗浄後、70%エタノールで30秒、5%次亜塩素酸ソーダで10分間、表面殺菌を行い、それぞれの試験に供試した。

3-2-1-1 処理温度が種子の発芽に及ぼす影響

供試した種子は、2018年11月に圃場に栽培したヒロハセネガ株の完熟種子を用いた。

また、種子の保存方法は次のとおりである。各試験区とも水道水約50mlを入れた200mlのマヨネーズ瓶に種子90粒(30粒×3瓶)を浸漬し、5、10、15℃恒温に設定したインキュベータ(日本医化器械製作所 人工気象器 LPH-411SP)と2℃に設定した市販の冷蔵庫(SANYO SR-D32OVF)のチルド室に設置した。処理期間は4ヵ月とし、1ヵ月ごとに発芽した種子を取り出し、発芽種子数を調査した。

3-2-1-2 低温水浸漬が種子の発芽に及ぼす影響

3-2-1-1と同様の完熟種子を用いた。供試種子数は、9,962粒である。種子300~500粒と水道水約100mlを入れた200mlビーカー20個を5℃恒温に設定したインキュベータ内に設置した。処理期間は5ヵ月とし、1ヵ月ごとに発芽した種子を取り出し、発芽種子数を調査した。

3-2-1-3 慣行法による種子の貯蔵が種子の発芽に及ぼす影響

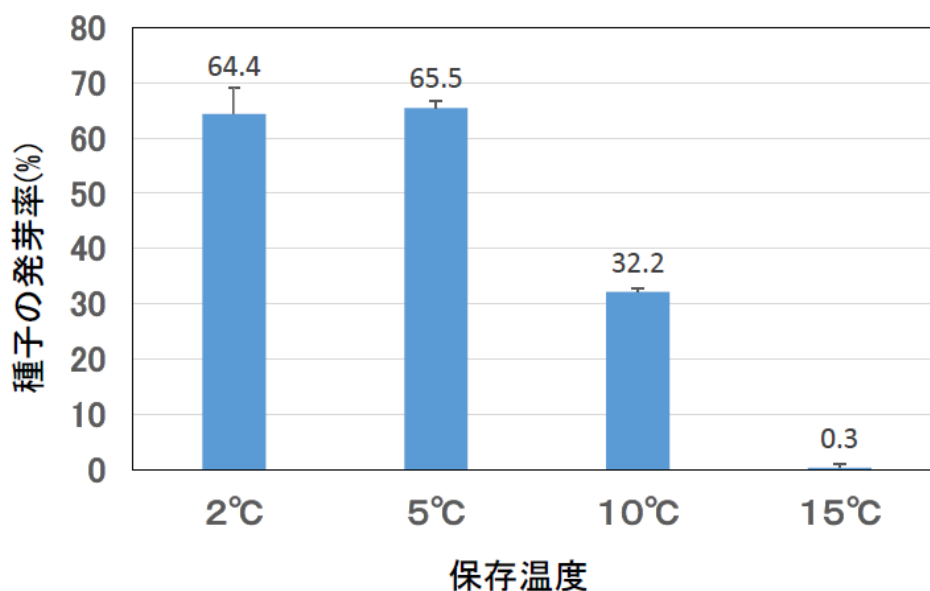
兵庫県丹波市の産地で行われている層積法(慣行法)の発芽処理における発芽率を調査する

ために市販の茶こし用不織布製の袋、およびガーゼを二重にした袋に種子を約300粒入れた。これらの袋は川砂を入れた6号平鉢(素焼き製)の中央に埋め込み、2018年11月28日に鉢ごと圃場の地中約30cmに埋蔵した。埋蔵中は、土壌の表面に直接、雨がつかないようにビニールを貼ったトンネルで覆った。種子は2019年3月15日に掘り上げ、発芽個体数を調査した。

3-2-2 研究成果

3-2-2-1 処理温度が種子の発芽に及ぼす影響

種子を温度2、5、10、15℃において4か月間処理したところ、2℃区と5℃区がそれぞれ64.4%、65.5%と発芽率が高かったが、10℃区では32.2%と低かった。また15℃区では、0.3%とほとんど発芽しなかった(第1図)。

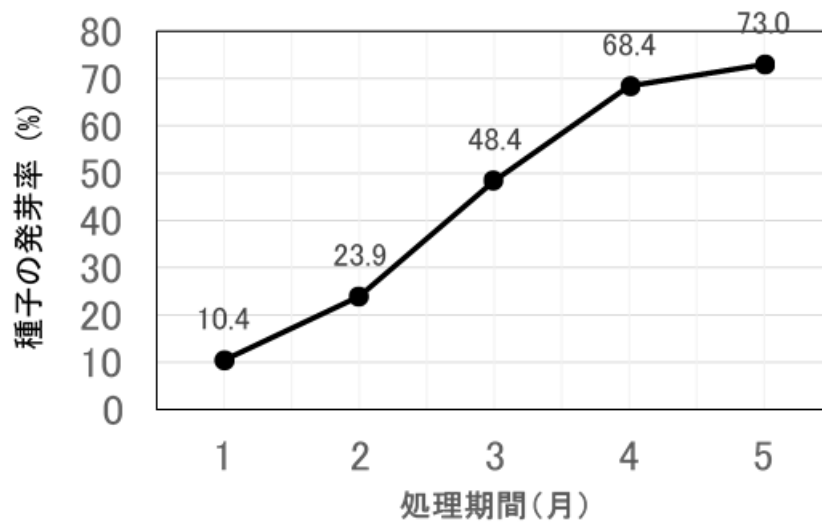


第1図 保存温度が種子の発芽率^zに及ぼす影響

^z バーは標準誤差 (n=3)

3-2-2-2 低温水浸漬が種子の発芽に及ぼす影響

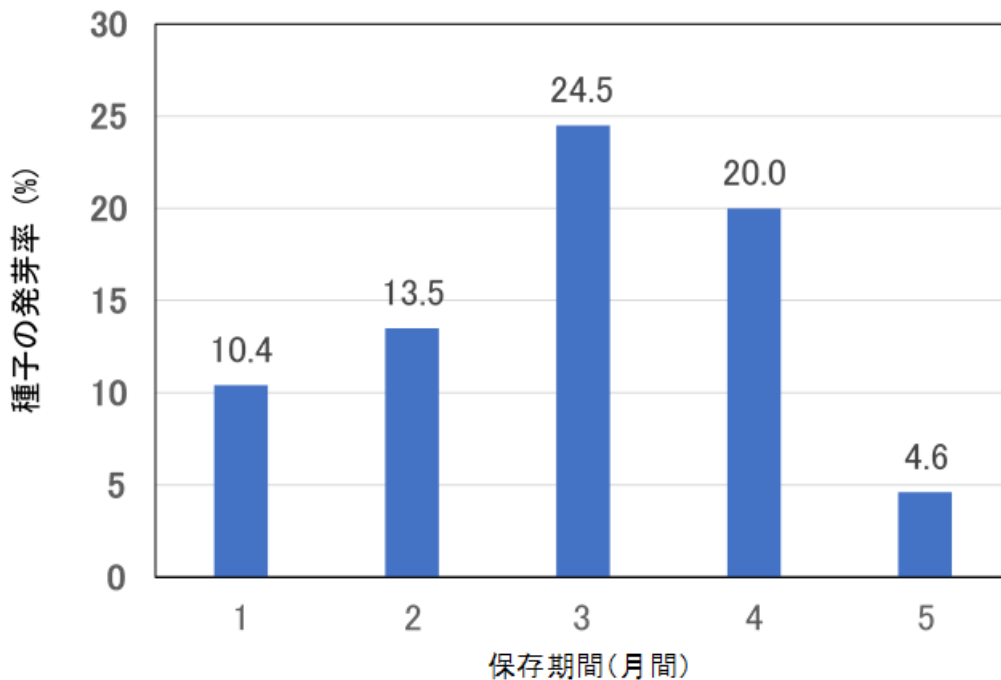
種子を水に浸漬し5℃で処理したところ、発芽率は1ヶ月間では10.4%、2ヶ月間では23.9%、3ヶ月間では48.4%、4ヶ月間では68.4%、5ヶ月間では73.0%と処理期間が長くなるほど高くなった(第2図)。



第2図 処理期間が種子の発芽率に及ぼす影響^{z,y}

^z 供試種子数は、9962 粒 ^y 処理温度は、5°C

また、種子の保存期間における月別発芽率では、3ヵ月目が24.5%と最も高く、5ヵ月目になると4.6%に低下した(第3図)。



第3図 保存期間が種子の発芽率に及ぼす影響^{z,y}

^z 供試種子数は、9962 粒 ^y 処理温度は、5°C

3-2-2-3 慣行法による種子の貯蔵が発芽に及ぼす影響

慣行法で発芽促進処理を行ったところ、発芽率は、不織布区、ガーゼ区ともに40%前後であった(第5表)。

第5表 層積法(土中埋蔵)による発芽率^{z,y}

包装方法	総種子数	発芽数	発芽率(%)
ガーゼ	338	137	40.5
不織布	371	147	39.6

^z 種子を深さ30cmの川砂の層に埋蔵

^y 埋蔵日:2018年11月28日 掘り上げ日:2019年3月15日

3-3 薬用植物オタネニンジン(*Panax ginseng* C.A. Meyer)の最適育苗法

3-3-1 研究の方法

供試材料は、株式会社朝日生薬(山形県山形市)より購入した発芽処理済みの完熟種子を用いた。供試した苗は、山梨県総合農業技術センター高冷地野菜・花き振興センター(北杜市明野町 標高:740m)の無加温ガラス温室または圃場で、2018年および2019年の4~5月に育苗した実生苗を用いた。

発芽した苗を育苗する用土は、育苗床および圃場の定植床とも赤玉土(小粒):腐葉土=1:1に混合したものをを用いた。

苗は、発芽後約1ヵ月間育苗し、圃場に定植した。育苗期間中に立枯性病害予防のため、イプロジオン水和剤(ロブラール水和剤)2000倍を2週間に1回散布した。定植床は、畝長1.1m、畝幅1m、畝高10cmとし、各試験区とも育苗後に定植した苗100株を供試した。苗の配置は、畝間1条20株で5条植えとし、株間は、約4cm、条間は約10cmとした。

被覆に使用した寒冷紗は、黒がダイオネット1020番、1010番、610番、シルバーがワイエム・ネット40番とした。黒寒冷紗は、定植した苗周辺の遮光率が90%前後になるよう、各寒冷紗を組み合わせ調整した。

試験期間は、2018年および2019年ともに7月1日から9月30日の3ヵ月間とし、温度はサーモレコーダーおんどとりJr.(T&D社製 TR-52i)の温度センサー部を地上の苗周辺に設置して15分おきに測定した。また、外気温については、百葉箱(地上1.5m)の中に同様の機器を設置して測定した。

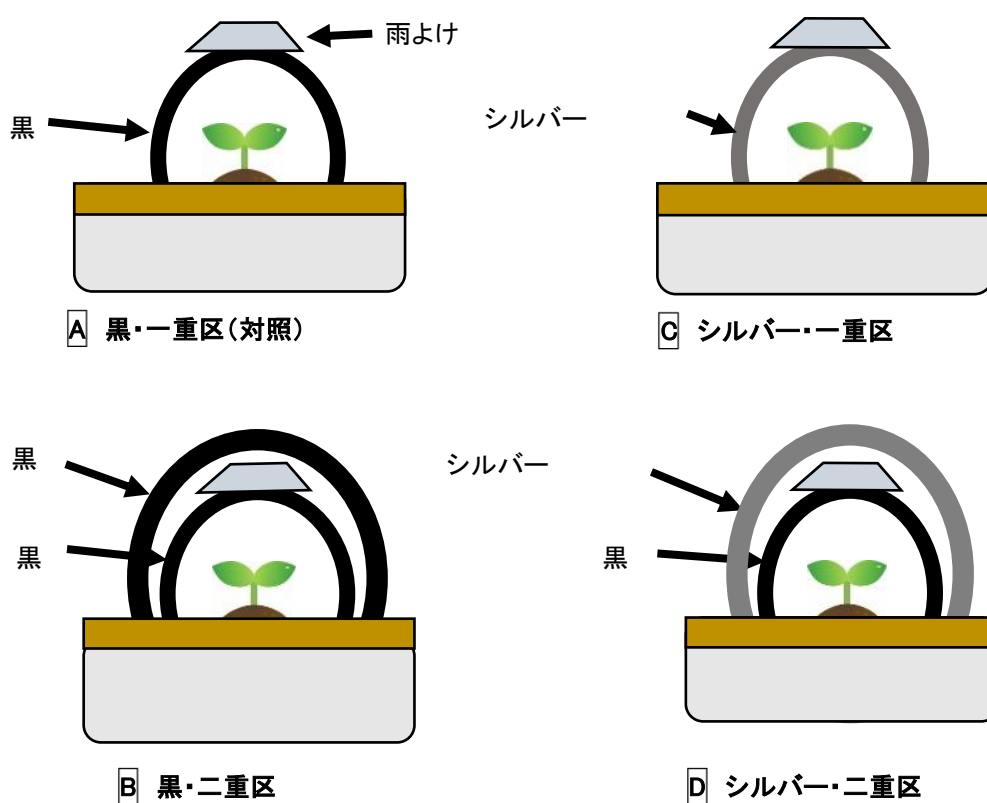
3-3-1-1 被覆資材、被覆方法が苗の生存個体数に及ぼす影響

定植床から被覆資材までの高さを60cm、遮光率約90%としたトンネル内に育苗した苗を定植し

た。試験区は、黒寒冷紗一重、黒寒冷紗二重、シルバー寒冷紗一重、シルバー寒冷紗二重(内側は黒寒冷紗)の4区とした(第4図)。各寒冷紗の上部は、雨よけ用の透明ビニール(幅135cm POフィルム)で寒冷紗の上部約20cmを被覆した。

3-3-1-2 被覆資材の高さが苗の生存個体数に及ぼす影響

3-3-1-1に準じて内側を黒寒冷紗、外側をシルバー寒冷紗により被覆したトンネル内(図4 D区)に苗を定植した。試験区は、定植床から内側の寒冷紗までの高さを60cm、90cm、120cmとした3区を設置した。また内側の黒寒冷紗の上に雨よけ用の透明ビニールを設置した。



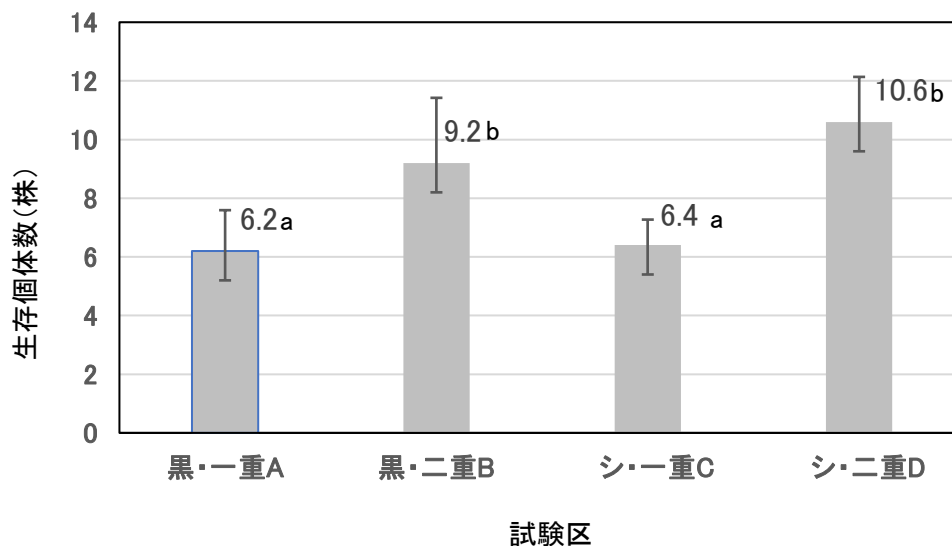
第4図 被覆方法の違いによる各試験区

3-3-2 研究成果

3-3-2-1 被覆資材、被覆方法が苗の生存個体数に及ぼす影響

黒寒冷紗被覆では、対照とした一重区に比べて二重区の方が生存個体数は多かった。またシルバー寒冷紗被覆では、一重区に比べて二重区の方が生存個体数は多かった。黒一重区とシルバー一重区では、生存個体数はそれぞれ6.2/20株、6.4/20株とほぼ同等であった。黒二重区とシルバー二重区では、シルバー二重区の方が10.6/20株と多い傾向がみられた。全試験区の中では、シルバー二重区が生存個体数は最も多かった(第5図)。統計処理の結果、一重区と二重区の間

では有意差が認められたが、一重区どうし、および二重区どうしでは有意差は認められなかった(第6表)。



第5図 被覆資材^zおよび被覆方法^{y,w}が苗の生存個体数^xに及ぼす影響(2018)

^z 黒:黒寒冷紗 シ:シルバー寒冷紗

^y シルバー・二重区の内部の被覆資材は黒寒冷紗

^x 供試個体数は、各区とも 100(20 株×5 列)

^w 試験期間は 7 月 1 日～9 月 30 日

図中の異なるアルファベットは、Tukey の多重検定により 5%水準で有意差があることを示す(n=5)

第 6 表 被覆資材および被覆方法が苗の生存個体数に及ぼす影響(2018)

被覆資材 ^z	被覆方法 ^{z,y}	平均生存個体数 ^x (株)	平均生存率 (%)
A 黒	一重 (対照)	6.2 a	31 a
B	二重	9.2 b	46b
C シルバー	一重	6.4 a	32 a
D	二重	10.6 b	53b

^z シルバー・二重区の内部の被覆資材は黒寒冷紗

^y 試験期間は、7 月 1 日～9 月 30 日

^x 供試個体数は、各区とも 100(20 株×5 条)

表中の異なるアルファベットは、Tukey の多重検定により 5%水準で有意差があることを示す(n=5)

3ヵ月の試験期間中における日ごとの最高気温の平均値は、シルバー二重区が31.9℃とやや低かったが、日ごとの最低気温の平均値および平均気温は4区ともほぼ同等であった。また、最高気温が30℃を超えた日数は、黒寒冷紗の一重区が26日と最も多く、シルバー寒冷紗の二重区が14日と最も少なかった(第7表)。なお、この期間中の外気では、48日であった。

第7表 被覆資材および被覆方法が被覆内温度に及ぼす影響(2018)

被覆資材 ^z	被覆方法 ^{z,y}	最高気温 ^x (°C)	最低気温 ^x (°C)	平均気温 (°C)	最高気温が30℃ を超えた日数 ^w
A 黒	一重(対照)	33.1	11.4	22.4	26
B	二重	32.8	10.8	22.3	16
C シルバー	一重	33.4	11.3	22.4	23
D	二重	31.9	10.8	22.2	14
無処理(外気)		38.0	9.7	23.3	48

^z シルバー・二重区の内部の被覆資材は黒寒冷紗

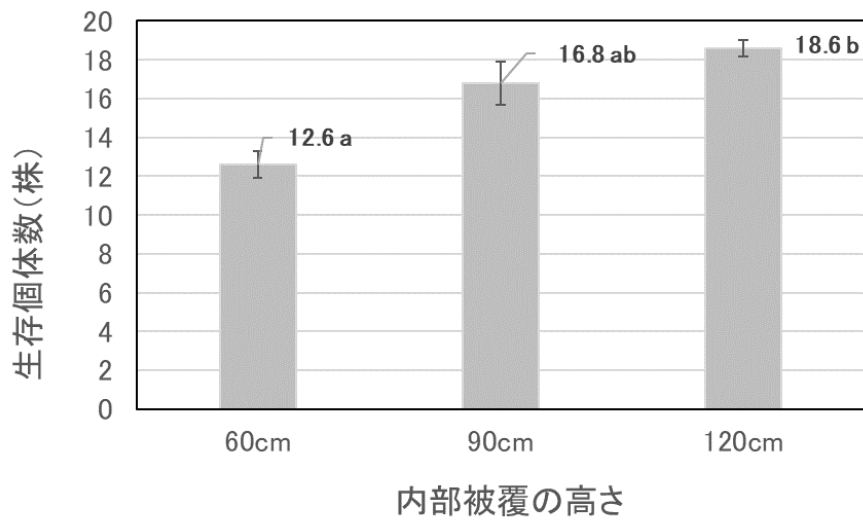
^y 試験期間は、7月1日～9月30日

^x いずれも平均の温度を示す

^w 外気における最高気温が30℃を超えた日数は48

3-3-2-2 被覆資材の高さが苗の生存個体数に及ぼす影響

被覆資材の高さと苗の生存個体数の関係では、60cm区が12.6/20株と最も低く、120cm区が18.6/20株と最も高かった(第6図)。統計処理の結果、60cm区と120cm区の間では有意差が認められたが、60cm区と90cm区および90cm区と120cm区の間では有意差は認められなかった(第8表)。よって苗の最適な被覆構造は第7図のような構造であることが判明した。



第6図 内部被覆^{z,y}の高さが苗の生存個体数^{z,y}に及ぼす影響(2019)

^z 供試個体数は、各区とも 100(20 株 × 5 条)

^y 試験期間は、7 月 1 日～9 月 30 日

図中の異なるアルファベットは、Tukeyの多重検定により5%水準で有意差があることを示す (n=5)

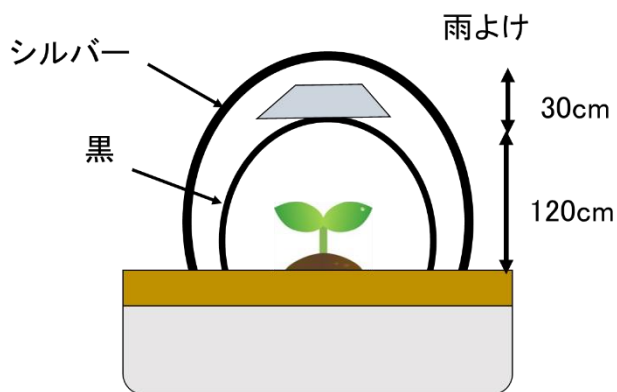
第8表 被覆資材の高さが苗の生存に及ぼす影響^z (2019)

被覆資材の高さ (cm)	平均生存個体数 y (株)	平均生存率 (%)
60	12.6 a	63a
90	16.8 ab	84ab
120	18.6 b	93b

^z 試験期間は、7月1日～9月30日

^y 供試個体数は、各区とも100(20株 × 5条)

表中の異なるアルファベットは、Tukeyの多重検定により5%水準で有意差があることを示す (n=5)



第7図 苗の最適な被覆構造

3-4 薬用植物カンゾウ(*Glycyrrhiza uralensis* FISHER)の苗生産方法の確立

3-4-1 研究の方法

3-4-1-1 開花促進条件についての検討

既往の研究において、高畝(40cm)および直径100mmの塩ビ管で栽培を行ったところ、高畝式の栽培では開花は確認されなかった。また、塩ビ管栽培では、成長の良い株において開花が確認されたが、種子の結実の確認されなかった。塩ビ管内に根茎が充足することにより、開花することが予想された。そこで、塩ビ管を半分の50mmにすることにより早く開花が起こると予測し、栽培試験を行った。また、灌水条件および開花促進効果が有ると言われている波長730nmのLEDを照射し、開花条件について検討した。

第9表に試験条件を示す。この条件で栽培することにより開花が促進されるかどうか確認した。

第9表 栽培条件

	対照区	試験区1	試験区2	試験区3
灌水条件	5min/day	5min/day	5min/2day	5min/2day
光条件	自然光	自然光+LED*	自然光	自然光+LED*

* LEDはPM5:00~PM10:00まで照射

3-4-1-2 無菌培地による苗生産方法の検討

カンゾウは、無菌培養により、植物体から再生できることが確認されている。そこで、第10表に示した条件により、培養を試みた。用いた植物体は、2節ごとに切断し、有効塩素1%の次亜塩素酸ナトリウム(Sodium hypochlorite)に界面活性剤としてTWEEN 20を1g/lを添加したものをを用いた。

第10表 培地組成

区	基本培地	シヨ糖 (g/l) (g/l)	添加物 (mg/l)
BA添加区	1/2 Murashige Skoog	10	BA
IAA添加区	1/2 Murashige Skoog	10	IAA

3-4-1-3 挿し芽による苗生産方法の検討

より簡易な増殖法として、挿し芽による増殖を行った。6月ごろに採穂し、2節ごとにカットしたものを挿し穂として用いた。挿し床は鹿沼土単用、発根材としてルートンを用い、挿し芽を行った。

3-4-1-4 グリチルリチン含有量の測定

栽培したカンゾウの根茎に含まれるグリチルリチンを第17改訂日本薬局方に準拠した方法で含有量を測定した。

3-4-2 研究成果

3-4-2-1 開花促進条件についての検討

写真1に試験状況を示す。本研究期間における対照区、試験区 1～3 ともに開花は確認されなかった。根茎の充実が起こらなかったことが原因であると考えられる。



対照区

試験区 2

試験区 3

試験区 1

写真 1 栽培試験状況

また、第 11 表に塩ビ管栽培での栽培結果を示す。平均最大草丈(1株の最大草丈の平均)を比較すると、毎日灌水・自然光+LED の条件(試験区 1)で最も成長していることが観察された。

第11表 塩ビ管での栽培試験結果

試験区	対照区	試験区1	試験区2	試験区3
試験株数	16	20	32	34
茎数/株	2.8	2.6	2.1	2.7
草丈(cm)	51.3	67.8	69.1	65.2
平均最大草丈(cm)	62.3	82.4	77.6	79.8

3-4-2-2 無菌培地による苗生産方法

写真2に BA 添加区、IAA 添加区の発根状況を示す。BA 添加区においては、発根は確認されなかったが、IAA 添加区においては発根が確認された。腋芽から成長していることを考慮すると、1～2 か月で2倍に増殖可能であることが確認された。



BA 添加区

IAA 添加区

写真2 無菌培養結果

3-4-2-3 挿し芽による苗生産方法

写真3に挿し芽の発根状況を示す。鹿沼土単用、発根材にルートをを用いることで、挿し芽の発根率が 67%となることが判明した。また、第 12 表に増殖方法による活着率を示す。



写真3 挿し芽の発根状況

第12表 増殖方法による成功率

種 類	試 験 数 (本)	活 着 数 (本)	活 着 率 (%)
挿 し 芽	100	64	64.0
組 織 培 養	100	84	84.0
種 子 (対 照 区)	200	65	32.5

第 13 表に無菌培地及び挿し芽により作成した苗を、圃場に植栽した場合の活着を示す。本研究で増殖した苗の定植率は 90%を超えることが判明した。発根率を考慮すると、無菌培地の場合、81%程度、挿し芽の場合、58%程度の定植率となった。以上の結果から、挿し芽等を行うことにより、苗の増殖が可能となり、今後、グリチルリチン含有量の高い系統が選抜または作出された場合、優良系統の増殖も可能であることが判明した。

第13表 作成した苗の活着率

種 類	試 験 数 (本)	活 着 数 (本)	活 着 率 (%)
挿 し 芽 苗	50	45	90.0
組 織 培 養 苗	50	48	96.0
種 子 苗 (対 照 区)	50	48	96.0

3-4-2-4 グリチルリチン含有量の測定

3 年間塩ビ管で栽培したカンゾウの根茎のグリチルリチン含有量を測定したところ、第 14 表の結果となった。日本薬局方基準である 2%を超えることはできなかった。

第 15 表に示す通り、カンゾウの部位(第 8 図)別のグリチルリチンは、根茎の周辺部の濃度が高く、中心部の濃度が低いことが判明した。

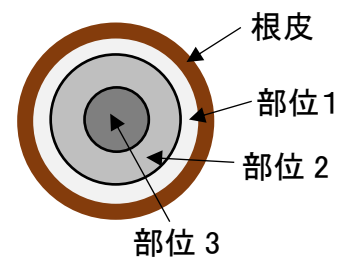
第14表 グリチルリチン含有量の測定結果

検体番号	根茎乾燥重量(g)	グリチルリチン含有量(%)
1	206.3	1.4
2	250.2	1.2
3	162.4	1.2
4	227.1	1.1
5	197.2	1.4
6	219.6	1.6
7	197.3	1.5
8	176.1	1.3
9	243.2	1.2
10	250.4	1.2
平均	213.0	1.3
参考	市販品	2.2

第 15 表に示す通り、カンゾウの部位(第 8 図)別のグリチルリチンは、根茎の周辺部の濃度が高く、中心部の濃度が低いことが判明した。

第 15 表 カンゾウの部位別グリチルリチン含有量

カンゾウ部位	含有量(wt%)
根皮	1.25
部位 1	0.87
部位 2	0.81
部位 3	0.64



第 8 図 カンゾウの部位

カンゾウの自生地は、年間降水量が 100mm～200mm といわれており、甲府市の降水量の 1/10 程度である。また、カンゾウの根茎の細根は、根茎先端に集中していることが観察されている。したがって、カンゾウ根茎の先端を伸ばし、水分を探していると考えられる。また、カンゾウの根茎がゆっくりと成長することにより、根茎が肥大化し、中心部の濃度が低くなると考えられる。

以上のことから、カンゾウのグリチルリチン含有量を増加させるためには、圃場の水分量を少なく

し、できるだけ早く根茎を伸ばすことが必要であると考えられる。根茎を迅速に成長させることにより、含有量の少ない中心部を減少させることにより、グリチルリチン含有量の高いカンゾウの生産が可能になると考えられる。

4. まとめ

ヒロハセネガの植物体から組織培養により苗を増殖するには、春から初夏の新芽の節を含んだ組織片を1/2MS培地でシュートを育成し、生育調整剤無添加の1/6MS培地で発根させると、発根率が80.0%になった。また、培養苗の順化はガラス容器の中でパーミキュライトに仮植して1ヵ月後、育苗用土に鉢上げすると、活着率が48～56%になった。

ヒロハセネガの種子は、秋に採取した完熟種子を洗浄後、水に浸漬し、2～5℃で約4ヵ月間処理すると、従来の層積法に比べて発芽率が向上した。

オタネニンジン¹⁾の1年生苗について、育苗期の夏季高温対策として、二重トンネルの内側を黒の寒冷紗、外側をシルバーの寒冷紗で被覆すると、対照とした黒寒冷紗一重に比べて苗の生存率が22%増やすことができた。このときの苗から内側の寒冷紗までの高さを120cmとすることで、苗の生存率は93%となった。

ウラルカンゾウは、無菌培地(1/2MS 培地+IAA)及び鹿沼土+ルートをを用いた挿し床に挿し芽を行うことにより増殖が可能となった。特に鹿沼土+ルートをを用いることにより、播種よりも効率的な苗生産を行うことが可能となった。

<引用文献>

- 厚生省健康政策局創薬・新医療技術研究会, 1998. 薬用植物. 栽培と品質評価. No.7 薬事日報社. 53-64.
- 久保義博・村上守一・寺西雅弘・吉田幸雄. 1988. 組織培養物及び効率的増殖法. 日本生薬学会第35回年会(新潟)講演要旨集. A-1:1.
- 久保義博・村上守一・寺西雅弘・吉田幸雄. 1991. ヒロハセネガカルスからの植物体の再生に関する研究. 富山県薬事研年報:12-16.
- 大澤勝次. 1994. 植物バイオテックの基礎知識. 農文協. 東京. 79-86.
- 尾寄 誠・岡本誉充・奈女良招・神田博史・藤野廣春・鈴木正一・吉崎正雄・佐竹元吉. 1995. イトヒメハギの多芽体誘導による大量増殖. 植物組織培養 12(1):97-98.
- 川上直人. 2005. 種子の休眠・発芽と温度—発芽調節メカニズムの解明を目指して—. 日緑工誌 30(3):514-517.
- 浜田憲一・荒木 斉. 1996. ヒロハセネガの種子発芽に及ぼす温度、貯蔵条件及び播種前処理の影響. 近畿中国農研 91:26-29.
- 吉岡俊人・高橋智子. 2016. 雑草の全滅リスク分散戦略:種子の散布と休眠・発芽の視点から. 草と緑 8:28-47.

- 渡辺 泰・広川文彦. 1969. 北海道における畑雑草種子の休眠覚醒におよぼす越冬条件の影響. 雑草研究 No.9 :36-40.
- 小林正夫. 1984. 四季の薬草利用. 農山漁村文化協会:114-115.
- 厚生省健康政策局創薬・新医療技術研究会. 1996. 薬用植物 栽培と品質評価. No.5 薬事日報社:25-38.
- 栗林登喜子・岡村睦子・大橋 裕. 1971a. オタネニンジンの生理・生態(第 1 報) 催芽におよぼす温度と化学調節物質の影響. 生薬学雑誌 25(2):57-94.
- 栗林登喜子・大橋 裕. 1971. オタネニンジンの生理・生態(第 2 報) 発芽におよぼす温度と化学調節物質の影響. 生薬学雑誌. 25(2):95-101.
- 栗林登喜子・岡村睦子・大橋 裕. 1971b. オタネニンジンの生理・生態(第 3 報) 生長におよぼす温度, 栄養およびジベレリンの影響. 生薬学雑誌 25(2):102-109.
- 栗林登喜子・岡村睦子・大橋 裕. 1971c. オタネニンジンの生理・生態(第 5 報) 生長におよぼす照度およびpHの影響. 生薬学雑誌 25(2):110-116.
- 栗林登喜子・播摩 操・大橋 裕. 1975. オタネニンジンの生理・生態(第 6 報) 催芽におよぼすジベレリン, 水分および通気性の影響. 生薬学雑誌 29(1):52-61.
- 栗林登喜子・大橋 裕. 1975. オタネニンジンの生理・生態(第 7 報) カイネチンの発芽促進効果, 特にその限界値について. 生薬学雑誌 29(1):62-69.
- 栗林登喜子・大橋 裕. 1979. オタネニンジンの生理・生態. (第 9 報) 光合成速度について. 生薬学雑誌 33(4):213-216.
- 栗林登喜子・藤田真智子・大橋 裕. 1979a. オタネニンジンの生理・生態(第 10 報) 葉の乾物増加速度と根における乾物蓄積量の季節的变化について. 生薬学雑誌 33(4):217-221.
- 栗林登喜子・梅尾郁子・大橋 裕. 1979b. オタネニンジンの生理・生態(第 11 報) 砂耕栽培における培養液の検討. 生薬学雑誌. 33(4):222-226.
- 栗林登喜子・清原美子・石田尚江・大橋 裕. 1979c. オタネニンジンの生理・生態(第 12 報) 種子の催芽および発芽期間の短縮. 生薬学雑誌 33(4):227-231.
- 斉藤 聡・松本洋俊・松原紀嘉・渡辺 均・池上文雄. 2013. オタネニンジン・トウキの栽培研究とその将来性[1]. 農耕および園芸 88(9):901-906.
- 戸沢一宏・須藤はじめ. 2007. 薬用人参 (*Panax ginseng* C.A. Meyer) の栽培, 収量と有効成分の確認. 山梨森林総研報 26:25-29.
- 山本豊・黄秀文・佐々木博・武田修己・樋口剛央・向田有希・森祐悟・山口能宏・白鳥誠, 2019, 日本における原料生薬の使用量に関する調査報告, 生薬学雑誌 73(1), 16-35.