

令和3年度青産林研報告【研究報告】

ウルシ種子の発芽促進処理方法の検討

土屋 慧

要約

ウルシ種子は難透水性の硬実であり、高い発芽率を得るためには、硫酸処理などにより透水性を向上させる必要がある。硫酸は発芽率を高める効果が高い一方で作業リスクが高いことから、代替となる処理方法の検討を行った。発芽促進処理の方法として、温水、粉石けん、漂白剤、木灰液、コンクリートへの擦りつけを検討した結果、木灰液処理で硫酸と同等以上の発芽率が得られた。しかし、木灰液処理の効果は処理方法によって大幅に減少する可能性があり、安定した効果を得るためには、処理方法の詳細な検討が必要と考えられた。

I はじめに

文化庁は、2015年2月に国宝・重要文化財の修理に原則、国産漆を使用する方針を示し（文化庁、2015）、2017年には国産漆の年間平均需要量は2.2トンとの調査結果を公表している（文化庁、2017）。一方、国産漆の生産量は約2トンであり（農林水産省、2021）、需要量には満たないものの近年増加傾向にある（林野庁、2022）。中南地域は津軽塗の産地であり、県でも商品開発や販路拡大を支援している。また、2017年10月、津軽塗が国の重要無形文化財に、2018年3月、弘前市有ウルシ林がふるさと文化財の森に指定され、地域の文化財補修や津軽塗に地元の漆を使用する動きがみられている。

こうした中、中南管内におけるウルシ林の資源量は限られており、資源の造成と苗木供給体制の整備や、地域を代表する工芸品である津軽塗産業等への安定供給が課題となっている。

ウルシ種子は難透水性の種皮を持ち、高い発芽率を得るためには硫酸等での処理により透水性を向上させる必要がある（勝田、1998）。硫酸は発芽率を高める効果が高い一方で作業リスクが高いため、代替となる処理方法が求められている。硫酸以外の確実な発芽促進方法としては、レーザー光照射による発芽改善方法（特許庁、2009）や、ペンチや爪切りによる方法（小林・市村、2022）など物理的な処理方法が挙げられるが、レーザー光照射は特許技術であり苗木生産者が導入するにはハードルが高く、ペンチや爪切りによる方法は効率が低いことが課題といえる。

本論では、硫酸の代替となる発芽促進処理方法の確立に向け、ウルシ種子の発芽率に及ぼす発芽促進処理の影響を明らかにすることを目的とした。

なお、本報告の一部は、第130回、132回、133回日本森林学会にて発表している。

II 材料と方法

1. 種子

種子は青森県弘前市、三戸町から2017～2020年の11月に採取した。採取した種子は、処理するまでビニール袋に入れて、10℃前後の室内または3℃の低温庫で保管した（表-1）。

表-1 採種母樹

採種年	採取地	林齢	母樹名	保管条件
2017	三戸郡三戸町貝森	27	貝森2	10℃前後の室内
	三戸郡三戸町斗内	17	斗内1	10℃前後の室内
	弘前市十腰内（北側）	27	十腰内2	10℃前後の室内
2018	弘前市東岩木山（新岡）	36-37	新岡342	3℃の低温庫
			新岡P458	
			新岡P460	
			新岡480	
	新岡500			
弘前市十腰内（南側）	28	18十腰内1	3℃の低温庫	
		18十腰内2		
		18十腰内3		
		18十腰内4		
		18十腰内5		
2019	弘前市東岩木山（新岡）	37-38	新岡P458	3℃の低温庫
			新岡P469	
			新岡P475	
2020	弘前市東岩木山（追の沢）	35-37	追の沢NY33	3℃の低温庫
			追の沢NY37	
			追の沢R422	
			追の沢R425	
			追の沢R443	

2. 種子の処理

採取した種子は、手作業で果穂から外した後、中・外果皮を除去し、水選、発芽促進処理して、給水させた。中・外果皮の除去は、手動式粉砕機（ハンドクラッシャー、大阪ケミカル）または、精米機（VP-32T、山本製作所）を用いて実施した。発芽促進処理は、温水、粉石けん、漂白剤、木灰液、コンクリートへの擦りつけによる方法を検討し、対照として無処理と硫酸による処理を設けた（表-2）。

表-2 播種年別の処理方法

播種年	採種年	中・外果皮除去	発芽促進処理	土中埋設	給水日数	播種形態
2018	2017	手動式粉砕機	温水	無	1週間以上	苗畑
2019	2018	手動式粉砕機	粉石けん、漂白剤	無	3日以上	セルコンテナ
2020	2019	精米機	木灰液1分間・1時間	無	1週間以上	セルコンテナ
2021	2020	手動式粉砕機	木灰液1分間、擦りつけ	有	1週間以上	セルコンテナ

温水処理は、70℃の温水に種子を30分間浸漬して処理した。粉石けん処理は、粉石けん（油汚れ落としパウダー、エーゼット）の50倍水溶液に種子を浸漬し3℃で3日間処理した。漂白剤処理は、西口・今野（1980）の方法に準じ、漂白剤（キッチンハイター、花王）の50倍水溶液に種子を浸漬し3℃で3日間処理した。木灰液処理は、高野（1982）の方法に準じ、水道水と木灰を容積比10：3で混合し約70℃に加熱した液中に1分間または1時間浸漬し、粗面仕上げのコンクリートに擦りつけて処理した。擦りつけ処理は、粗面仕上げのコンクリートに擦りつけて処理した。硫酸処理は、高野（1982）の方法に準じ、硫酸（硫酸特級、純度：>96.0%、関東化学株式会社）に30分浸漬して処理した。2020年に採取した種子は、発芽促進処理の後、対照区以外の種子を2月から4月までの2か月間、土中に埋設して処理した。

3. 発芽試験

処理した種子は、採取した翌年の4月下旬に播種し発芽試験に供した。発芽試験は、苗畑またはセルコンテナに播種して実施した。

苗畑での試験は、青森県弘前市湯口の林業用苗木生産者苗畑において行った。播種床の規格は幅90cm、高さ10cm程度で、播種後約1cm程度覆土したあと、不織布と寒冷紗で被覆した。播種数は播種床1mに対し420粒を1反復とし、1試験区当たり3反復を播種した。ただし、無処理については1反復とした。

セルコンテナでの試験は、青森県東津軽郡平内町小湊新道の青森県産業技術センター林業研究所構内で行った。セルコンテナは128穴のものをを用い、コンテナ用培土（良菜培土SP200、日本肥糧株式会社）を充填して使用した。1穴1粒播種で16粒を1反復とし、1試験区当たり6反復96粒を播種した。各反復は乱塊法により配置した。灌水は午前9時と午後3時の2回、各15分間散水チューブによって実施した。

4. 発芽率調査

発芽率は各反復における発芽本数を播種数で除して算出した。調査期間は播種後1か月～7か月とした。苗畑での試験は、播種後7か月目まで発芽が継続したことから、5、8、11月の発芽率を解析に用いた。セルコンテナでの試験は、播種後2か月目以降発芽がほとんどみられなかったことから、6月の発芽率を解析に用いた。発芽率は播種年が同じ試験区間で比較した。

5. 統計解析

発芽率に寄与する要因を一般化線形混合モデル（以下、GLMM）によって最尤推定した。この解析では、応答変数に発芽率を、説明変数に発芽促進処理を、変量効果に母樹および試験区の配置を用いた。なお、応答変数は二項分布に従うと仮定し、リンク関数にはlogitを用いた。モデル選択は、赤池情報量基準（Akaike's Information Criterion, AIC）の値が最小になるモデルを選択した。統計解析には、統計パッケージR version 3.6.1（R Development Core Team, 2019）を用い、GLMMにはlme4パッケージ（Bates D. et al., 2014）のglmer関数を利用した。

Ⅲ 結果

1. 2018年播種

2018年播種の平均発芽率は、5月調査時で無処理0%、温水0.1~0.6%、硫酸0.4~5.9%、8月調査時で無処理0~0.2%、温水0.7~2.5%、硫酸2.8~9.8%、11月調査時で無処理0.1~0.6%、温水4.4~7.1%、硫酸5.2~15.7%で、11月まで増加傾向がみられた（表-3）。5月、8月の発芽率は、温水処理は無処理と有意な差はみられなかったが、11月の発芽率は、無処理よりも有意に高く、硫酸よりも有意に低かった（表-4、図-1）。

表-3 2018年播種の発芽率

調査月	母樹	発芽率 (%) ※		
		無処理 n=1	温水 n=3	硫酸 n=3
5月	貝森2	0.0	0.1±0.1	0.6±0.7
	斗内1	0.0	0.6±0.6	5.9±2.9
	十腰内2	0.0	0.1±0.1	0.4±0.4
8月	貝森2	0.0	0.7±0.6	3.3±1.2
	斗内1	0.2	2.5±1.3	9.8±2.8
	十腰内2	0.1	1.2±0.2	2.8±0.6
11月	貝森2	0.3	5.7±0.7	7.1±2.3
	斗内1	0.6	7.1±1.6	15.7±4.5
	十腰内2	0.1	4.4±0.7	5.2±1.7

※平均値±標準偏差

表-4 2018年播種の発芽率に対する発芽促進処理の効果 (GLMM)

調査月	応答変数	説明変数 †	切片 †	AIC値	
5月	発芽率	無処理, 温水	0.000	-6.358 *	92.4
		硫酸	2.318 *		
8月		無処理, 温水	0.000	-4.230 *	126.2
		硫酸	1.391 *		
11月		無処理	0.000	-3.392 *	163.3
		温水	0.515 *		
		硫酸	1.050 *		

† : *は有意差あり (GLMM $p < 0.05$) を示す。

注) 説明変数の係数は、大きいほど処理効果が高く、小さいほど処理効果が低いことを示す。以下、同様。

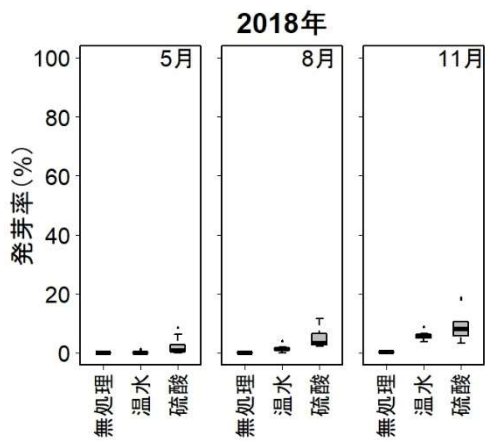


図-1 2018年播種の発芽促進処理別の発芽率

2. 2019年播種

2019年播種の6月調査時の平均発芽率は、無処理0～8.3%、粉石けん1.0～9.4%、漂白剤0～6.3%、硫酸25.0～66.7%だった（表-5、図-2）。硫酸処理のみ、無処理と有意な差がみられた（表-6）。

表-5 2019年播種の発芽率

調査月	母樹	発芽率 (%) ※				反復
		無処理	粉石けん	漂白剤	硫酸	
6月	新岡342	5.2±4.7	2.1±3.2	4.2±5.1	35.4±25.8	6
	新岡P458	3.1±3.4	4.2±7.6	3.1±7.7	55.2±10.8	6
	新岡P460	8.3±5.1	8.3±5.1	5.2±6.1	63.5±7.3	6
	新岡480	6.3±0.0	9.4±4.4	6.3±0.0	25.0±17.7	2
	新岡500	4.2±5.1	6.3±4.0	1.0±2.6	32.3±10.0	6
	18+腰内1	2.1±3.2	1.0±2.6	1.0±2.6	54.2±16.1	6
	18+腰内2	0.0±0.0	2.1±3.2	0.0±0.0	58.3±17.5	6
	18+腰内3	0.0±0.0	1.0±2.6	1.0±2.6	26.0±16.5	6
	18+腰内4	0.0±0.0	1.0±2.6	2.1±3.2	53.1±7.7	6
	18+腰内5	3.1±5.2	3.1±5.2	2.1±3.2	66.7±15.1	6

※平均値±標準偏差

表-6 2019年播種の発芽率に対する発芽促進処理の効果 (GLMM)

調査月	応答変数	説明変数 †	切片 †	AIC値	
6月	発芽率	粉石けん・漂白剤・無処理	0.000	-3.202 *	643.8
		硫酸	3.286 *		

† : *は有意差あり (GLMM p<0.05) を示す。

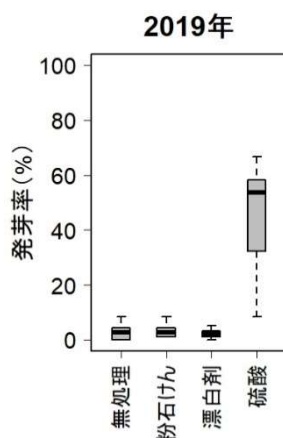


図-2 2019年播種の発芽促進処理別の発芽率

3. 2020年播種

2020年播種の6月調査時の平均発芽率は、無処理0%、木灰液1分間26.0~64.6%、木灰液1時間15.6~49.0%、硫酸29.2~36.5%だった(表-7)。発芽した種子が無かった無処理を除外して解析した結果、木灰液1分間は硫酸よりも有意に高く、木灰液1時間は硫酸と有意な差はみられなかった(表-8、図-3)。

表-7 2020年播種の発芽率

調査月	母樹	発芽率 (%) ※				反復
		無処理	木灰液1分間	木灰液1時間	硫酸	
6月	新岡P458	0.0±0.0	64.6±10.9	49.0±13.9	36.5±10.0	6
	新岡P469	0.0±0.0	26.0±12.1	26.0±7.3	29.2±15.6	6
	新岡P475	0.0±0.0	28.1±11.0	15.6±7.7	32.3±12.1	6

※平均値±標準偏差

表-8 2020年播種の発芽率に対する発芽促進処理の効果 (GLMM)

調査月	応答変数	説明変数 †	切片 †	AIC値
6月	発芽率	木灰液1時間, 硫酸	0.000	242.2
		木灰液1分間	0.380 *	

† : *は有意差あり (GLMM p<0.05) を示す。

注) 無処理は発芽数ゼロのため解析から除外

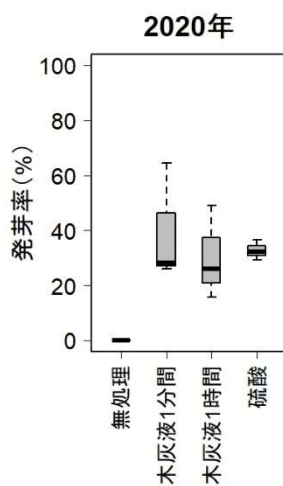


図-3 2020年播種の発芽促進処理別の発芽率

4. 2021年播種

2021年播種の6月調査時の平均発芽率は、無処理1.0～6.3%、木灰液1分間4.2～12.5%、擦りつけ0～5.2%、硫酸32.3～82.3%だった（表-9）。木灰液1分間は無処理より有意に高かったが、硫酸より有意に低く2020年播種の結果と異なった。擦りつけは無処理と有意な差はみられなかった（表-10、図-4）。

表-9 2021年播種の発芽率

調査月	母樹	発芽率 (%) ※				反復
		無処理	木灰液1分間	擦りつけ	硫酸	
6月	追の沢NY33	1.0±2.6	10.4±6.5	-	76.0±10.0	6
	追の沢NY37	1.0±2.6	4.2±5.1	0.0±0.0	82.3±9.2	6
	追の沢R422	6.3±5.6	5.2±7.3	3.1±3.4	32.3±9.2	6
	追の沢R425	3.1±3.4	12.5±5.6	5.2±7.3	64.6±12.3	6
	追の沢R443	2.1±3.2	8.3±5.1	2.1±3.2	37.5±6.8	6

※平均値±標準偏差

表-10 2021年播種の発芽率に対する発芽促進処理の効果 (GLMM)

調査月	応答変数	説明変数 †	切片 †	AIC値
6月	発芽率	無処理, 擦りつけ	0.000	-3.720 *
		木灰液1分間	1.191 *	
		硫酸	3.973 *	345.1

† : *は有意差あり (GLMM p<0.05) を示す。

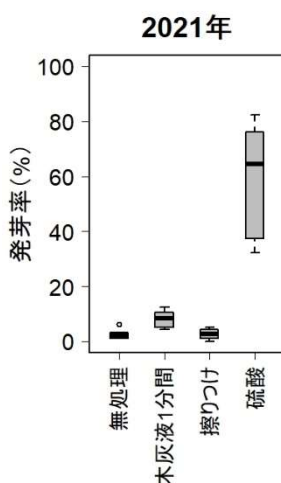


図-4 2021年播種の発芽促進処理別の発芽率

IV 考察

4年間の発芽試験の結果、2020年播種の木灰液処理において、硫酸と同等かそれ以上の効果が得られた（表-8）。一方で、2021年播種の木灰液処理では、無処理よりも発芽率が高かったものの、硫酸と同等の効果は得られず、年次で結果が異なった（表-10）。2020年と2021年の年次間の試験条件の相違点としては、採種地、採種母樹、採種日、中・外果皮処理方法、土中埋設、播種日が挙げられる。採種地や採種母樹、播種日が異なっているにもかかわらず、対照とした硫酸ではいずれの年次でも高い発芽率が確認されていることから、材料である種子や、発芽試験中の少雨など気候の影響により、木灰液処理の発芽率が低かったとは考えにくい。中・外果皮処理方法については、精米機を用いることで種子表面に擦傷ができ透水性改善につながる事が考えられるが、予備的に実施した試験では精米機による透水性の改善や果皮厚の減少などの効果はみられなかったため、影響は限定的と考えられる。土中埋設については、対照区では実施していないため、同条件での発芽試験により土中埋設による発芽率への影響を確かめる必要がある。また、木灰液処理では、粗面仕上げのコンクリートに擦りつける工程が手作業のため、年次間で処理強度に差が生じていたことも考えられる。以上のことから、木灰液処理は、硫酸と同等以上の効果が得られる場合があるが、処理方法によってはその効果が大幅に減少するといえる。どのような条件で効果が減少するかについては、今後さらに詳細な検討が必要と考えられる。

また、種子の発芽率は同一年次でも母樹間で大きく異なった（表-5, 7, 9）。安藤ら（2018）は、ウドンコ病菌が寄生した果実は未熟率が高いことを報告しており、病害による種子の健全率低下を示唆している。本研究で種子を採取した林分でもウドンコ病菌に罹患しているウルシ個体が確認されていることから、母樹毎に種子の健全率が異なる可能性が考えられ、今後さらに詳細な検討が必要と考えられる。

謝辞

本研究の実施にあたり、入林を許可頂いた森林所有者の皆様、弘前市教育委員会文化財課、津軽塗伝統工芸士会、ウルシ植栽地の案内等にご協力頂いた三八地方森林組合、苗畑を使用させていただいた種澤樹苗園、統計解析等のご助言を頂いた林業研究所森林環境部の伊藤昌明主任研究員、研究全般にわたりご助言を頂いた林業研究所森林環境部の田中功二研究管理監、研究全般の補助業務を担って頂いた林業研究所森林資源部の濱田綾香非常勤労働員に、この場を借りて感謝申し上げます。

引用文献

- 安藤裕萌・升屋勇人・田端雅進（2018），ウルシの種子生産を阻害するウドンコ病菌の同定とその被害，東北森林科学会誌第23巻第2号，57-61。
- Bates, D., Mächler, M., Bolker, B., & Walker, S. (2014), Fitting linear mixed-effects models using lme4, arXiv preprint arXiv:1406.5823
- 文化庁（2015），国宝・重要文化財（建造物）保存修理における漆の使用方針について，平成27年2月24日付け26庁財第510号
- 文化庁（2017），文化財保存修理用資材の長期需要予測調査の結果について，平成29年4月28日
- 勝田 征（1998），日本の樹木種子（広葉樹編），社団法人林木育種協会，p226
- 小林久泰・市村よし子（2022），傷つけ処理と低温湿層処理によるウルシ種子発芽促進，効率林業

試験研究機関 研究成果選集 No. 19, 53-54.

西口親雄・今野政男 (1980), 家庭洗剤によるウルシの種子の脱蠟, 林木の育種, No. 117, 28-29.

農林水産省 (2021), 令和 2 年 特用林産基礎資料 (特用林産物生産統計調査 結果報告書), II
令和 2 年品目別資料, 4 竹・桐・漆, (3) 生うるし、木ろう等の生産量・面積

R Development Core Team (2019), R: A language and environment for statistical computing,
R Foundation for Statistical Computing

林野庁 (2022), 令和 3 年度森林・林業白書, p119

高野徳明 (1982), 漆の木, 岩手県林業改良普及協会, 26-29.

特許庁 (2009), 特許公報, レーザー光照射による硬実種子の発芽改善方法及び発芽改善種子, 特許第 4343790 号