

温水処理がドングリの発芽及び虫害に及ぼす影響

誌名	鳥取県林業試験場研究報告
ISSN	09168206
著者名	池本,省吾
発行元	鳥取県林業試験場
巻/号	44号
掲載ページ	p. 15-20
発行年月	2012年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



温水処理がドングリの発芽及び虫害に及ぼす影響

池本 省吾

Effects of heated water treatment on germination and larva damage of the acorn.

Ikemoto Shogo

要旨：池本省吾、温水処理がドングリの発芽及び虫害に及ぼす影響、鳥取県農林総研林試研報 No.44,15～20, 2012

ドングリ（ブナ科堅果の通称）の発芽に影響を与えるシギゾウムシ類幼虫による食害を防止するため、ドングリに対し温水処理を行い、その殺虫効果を検証するとともに、発芽に及ぼす影響を調査した。その結果、温水処理による殺虫効果が確かめられ、処理温度が低い場合は食害による発芽率の低下、処理温度が高い場合は過加熱による発芽率の低下がみられた。温水処理によりドングリの発芽能力を維持したまま殺虫効果を得るには、45℃の温水で30分間程度処理するのが適当と考えられた。

また、温水処理の実用化を図るため、一般家庭にある風呂を利用して温水処理を試みたところ、内部まで設定温度に達するのに時間がかかるため殺虫が不完全になるという問題が生じた。これを解消するため、薄型に改良した袋を使用したところ、効率よく内部まで加温することができ、大量のドングリを確実に温水処理することが可能となった。

「キーワード」：温水処理、ドングリ、シギゾウムシ、虫害、発芽

1 はじめに

通称ドングリと呼ばれるコナラやミズナラなどのブナ科に属する大型堅果は、地上に落下する前にシギゾウムシ類が産卵しているため、採取後すぐに殺虫処理を行わないと内部が幼虫に食べられてしまう（図1）。とくに幼根や胚軸を食害されると、発芽や芽生えの初期成長に悪影響を及ぼす恐れがあり（前藤 1993）、苗木を生産する上で大きな問題となっている。

ドングリの慣行の殺虫方法として、流水に漬けて精選と殺虫を兼ねたり、薬剤を使用する方法（遠藤 1998）がある。ただし1週間程度水につけてもシギゾウムシ類の幼虫には効果が無く（大場ら 1988）、以前は主要な殺虫剤であった二硫化炭素や臭化メチルは、いずれも現在はドングリの殺虫を目的に使用することが法律で規制されている。

そこで、農薬を使わない環境面を考慮した方法として、食用クリの殺虫で一部実用化されている温水処理に注目した。ただし食用クリは、食用に供する

のが目的であるため、殺虫した堅果の発芽については全く考慮されていない。本研究では、シギゾウムシ類の幼虫を効果的に殺虫し、かつドングリの発芽にも影響を及ぼさない温度等の探索を行い、温水処理技術を育苗作業に導入するために行った。

なお、本研究の内容の一部は、第119回日本森林学会大会研究発表会（2008年 東京）で口頭発表した。

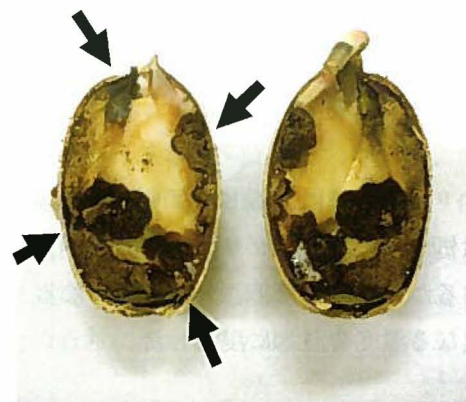


図-1 殺虫処理を行っていないドングリのシギゾウムシ幼虫による食害状況（黒矢印は食害部を示す）

2 材料と方法

2・1 シギゾウムシ類の幼虫脱出時期

シギゾウムシ類の幼虫による虫害は、幼虫が脱出しないうち限りドングリの外見からは判断がつかない。そこで、ドングリからの幼虫脱出経過を把握することにより、採取後どの時点で殺虫を行えば一番効果的か検証した。

2・1・1 供試ドングリ

2005年11月、鳥取市内の公園に植栽されているコナラから無作為に4本選び、母樹別にドングリを採取した。ドングリは全て地面に落下して1日経過後のものである。採取したドングリは直ちに水選し、水に浮かんだものや脱出孔があり既に虫害を受けている不良なものを取り除き試験に用いた。

2・1・2 シギゾウムシ類の幼虫脱出経過

ドングリを母樹別に陶器製のトレーに置き、脱出してきた幼虫の頭数を毎日数えた。供試数は各母樹49～128粒である。試験は室内の実験室で行った。

2・2 シギゾウムシ類幼虫の温水による殺虫

シギゾウムシ類の幼虫がどれくらいの温度で死亡するか確認するため、ドングリから脱出した幼虫を採集し、電気式の恒温槽を用いて、36℃、39℃、42℃、45℃、48℃の温水で10分又は30分間浸漬した。

幼虫は重量が均等になるよう10等分し各処理9頭ずつ、計90頭用いた（平均重量：0.04g、最大：0.1g～最小：0.01g）。死亡の確認は、温水処理後、流水で十分冷却し陶器製のトレーに置き24時間経過後、幼虫の頭部、腹部、尾部の3カ所を順次針で刺激し、無反応の場合を死亡とした。

2・3 温水処理によるドングリ内部の温度

温水処理によりドングリ内部の温度がどのように変化するか把握するため、大きさの異なるドングリを、異なる温度の温水に浸漬した。

2・3・1 温度の計測方法

重さの異なるドングリ3粒（6.4g、4.0g、2.7g）

を試験に用いた。電気ドリルを用いて、ドングリ座部の中心に直径2mm程度の穴を、ドングリの中心部まで開けた。そこへデジタル温度計のセンサーを差し込み、隙間をコーキング剤でふさいだ。

センサーを取り付けたドングリ3粒を、無処理のドングリ30粒と一緒にステンレス製のざるの中に入れ、電気式の恒温槽を用いて、42℃、45℃、48℃、51℃、54℃の温水に浸漬し、ドングリ内部の温度が、温水の温度と同じになる時間を測定した。なおドングリは、温水に浸漬する前に流水に漬け、内部温度が毎回19℃になるように調整した。

2・4 ドングリの温水処理試験

シギゾウムシ類の幼虫はドングリの中に潜んでいるため、温水処理をしても熱がドングリを通して間接的にしか伝わらないことが予想される。また、温水処理が発芽に及ぼす影響は不明である。そこで、ドングリを異なる温度で温水処理し、殺虫効果及びドングリの発芽に及ぼす影響を検証した。

2・4・1 供試ドングリ

2・1・1と同時期に採取したドングリを重量で均等に分け試験に用いた（1母樹あたり150粒、計450粒）。ドングリの平均重は2.7g、最大3.8g、最小1.6gである。

2・4・2 温水処理の方法

温水処理は、電気式の恒温槽を用いて42℃、45℃、48℃、51℃の温度で行った（各処理30粒）。処理時間は各30分間とした。対照区として、温度19℃・30分間の水道水処理区を設けた。

温度の確認は、浸漬するドングリの中心に置いたデジタル温度計のセンサーで確認した。温水処理後は、余熱による加熱を防ぐため直ちに流水に10分以上漬けて冷却した。

2・4・3 温水処理したドングリの播種方法

温水処理したドングリは、プラスチック容器にマサ土を5cmの厚さに敷き詰めた播種床に播種し、敷き藁で被覆した。この状態で室内に30日間静置し、表面が乾かない程度に適時かん水を行った（図



図-2 温水処理試験の概要

- 2)。

30日経過後、ドングリの発芽率及び虫害状況を調査した。ドングリの発芽率は、国際種子検査規約に準じ、幼根が屈地性を示し、堅果長の2倍以上伸びたものを発芽とした(勝田ら1999)。ドングリの虫害は、幼虫脱出孔の有無で判断した。

2・5 温水処理の実用化試験

苗木生産者が実際に温水処理を行う場合、数キロから数十キロのドングリを効率よく処理する必要がある。そこで、一般家庭用の風呂を利用して、温水処理が可能かどうか試みた。

2・5・1 供試ドングリ

2005年10月、鳥取市福部町地内に自生するアベマキ林で、地面に落下して数日間経過後のものを無作為に約25kg採取した。採取したドングリは直ちに水選し、水に浮かんだものや脱出孔があり既に虫害を受けている不良なものを取り除き試験に用いた。

2・5・2 温水処理の方法

温水処理は、鳥取県山林樹苗協同組合に所属する2名(A氏、B氏)の家庭用風呂を用いて行った。温水処理の設定温度及び時間は、A氏は42℃・50分(42℃が湯温設定の限界であったため)、B氏は45℃・30分とした。

温水処理は、ドングリ11~13kgを市販のネット袋A(サイズ:45cm×28cm)に約4kgずつ入れたものを3袋作成し、これらをさらに大きなネット袋B(サイズ:85cm×50cm)に入れて行った。

温度の確認は、2・3・1の方法で作成したセンサー付きドングリを、ネット袋Bの中心部、最外部及びその中間点に設置して行った。ドングリ内部の温度が、風呂に設置したセンサーの温度と同じになる時間を測定した。温水処理後は、余熱による加熱を防ぐため直ちに流水に10分以上漬けて冷却した。

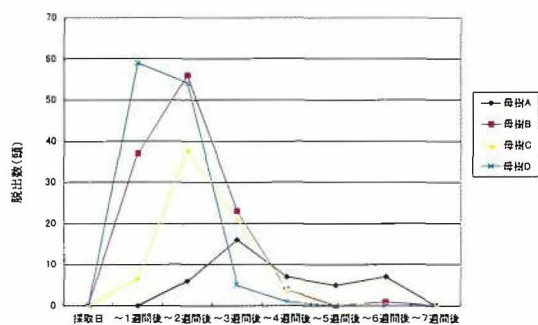


図-3 シギゾウムシ幼虫の脱出状況

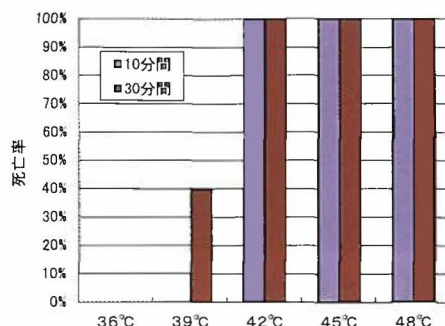


図-4 シギゾウムシ温度・時間別の死亡率

3 結果と考察

3・1 シギゾウムシ類の幼虫脱出時期

母樹別の脱出幼虫数の経時変化を図-3に示す。幼虫の脱出は、採取後すぐに始まり、脱出のピークは1から3週間後であった。4から6週間後には全ての幼虫が脱出を完了した。

虫害率は母樹により大きく異なった(表-1)。母樹ごとの脱出孔数と脱出虫数の値が一致しないのは、先に脱出した幼虫の穴を使って脱出する幼虫がいるからだと考えられる。

ドングリ1個あたりの幼虫脱出孔数は1～3個で、4母樹中3母樹が1個の割合が大きかった。残る1母樹は、脱出孔数2個の割合が51%で、虫害率が約94%と非常に高かった。

シギゾウムシは7月下旬から9月上旬にかけてドングリに産卵し(前藤1993)、幼虫による食害は落下前から始まっていることから、落下したドングリをなるべく早く採取し、速やかに殺虫処理を行う必要があると考えられた。

3・2 シギゾウムシ類幼虫の温水による殺虫

処理温度及び時間別の幼虫死亡率を図-4に示す。36°Cではいずれの時間も死亡した幼虫はみられなかった。39°Cでは10分間処理は死亡した幼虫がみられなかったが、30分間処理は約40%の幼虫が死亡

した。42°C～48°Cではいずれの時間も100%の幼虫が死亡した。このことから、シギゾウムシ類の幼虫は処理温度が高くなると死亡する個体が増加し、42°C以上の温水に直接漬けて10分以上加熱すれば、ほぼ完全に殺虫が可能と考えられた。

ただし、実際の幼虫はドングリの中に潜んでおり、温水処理による熱がドングリを通して間接的にしか伝わらないことを考慮する必要がある。

3・3 温水処理によるドングリ内部の温度

ドングリの大きさ別、処理温度別のドングリ内部温度が設定温度に達した時間を図-5に示す。

温水処理したドングリの内部温度は、設定温度に達するのに約3～8分要し、設定温度にかかわらずドングリの重量が大きくなるほど、設定温度に達する時間が長くなる傾向がみられた。

このことから、ドングリを温水に10分程度浸漬すれば、内部に潜んでいるシギゾウムシに温水と同じ温度をかけ始めることができると考えられた。

3・4 温水処理したドングリの虫害及び発芽状況

温水処理したドングリの虫害率を図-6に示す。無処理のドングリが約4割虫害を受けていたのに対し、温水処理したものの虫害は1割以下で、処理温度が高くなるほど殺虫効果が顕著であった。処理温

表-1 母樹別のシギゾウムシ虫害状況(6週間経過後)

母樹	供試数	虫害果数	脱出虫数	脱出孔数	(内訳)			無被害果率	虫害果率
					1穴	2穴	3穴		
A	128	29	41	40	20	7	2	77.3%	22.7%
B	105	67	121	89	46	20	1	36.2%	63.8%
C	62	48	71	71	30	13	5	22.6%	77.4%
D	49	46	119	89	12	25	9	6.1%	93.9%

度ごとのドングリの虫害率を逆正弦変換した値の平均値を多重比較した結果、無処理と全ての温水処理に有意な差が認められた (Tukey-test, $p < 0.01$)。

また42°C処理区と48°C及び51°C処理の間に有意な差が認められた (Tukey-test, $p < 0.05$)。

発芽率の平均を図-7に示す。無処理のドングリの発芽率が約7割だったのに対し、42~48°C処理したものは8~9割の発芽率を示したが、51°Cでは約3割しか発芽しなかった。

処理温度ごとのドングリの発芽率を逆正弦変換した値の平均値を多重比較した結果、無処理と全ての温水処理の間には有意な差は認められなかったが、51°C処理と42°C及び48°C処理の間に有意な差 (Tukey-test, $p < 0.05$)、51°C処理と45°C処理の間に有意な差が認められた (Tukey-test, $p < 0.01$)。

発芽しなかったドングリを切断し、内部の状況を観察したところ、無処理のドングリは大半が食害を受けて死亡していた。

一方51°C処理区のドングリには幼虫による食害が全く認められなかった (図-8)。食害が認められないにもかかわらず、発芽率が低下しているのは、過加熱によりドングリが変性したことが原因ではないかと考えられた。

このことから、発芽能力を損なわずに効果的に殺虫するには、45°Cの温水で30分間程度処理するのが適当と考えられた。

3・5 温水処理の実用化試験

A氏、B氏それぞれの風呂におけるドングリ内部温度が、設定温度に達した時間を図-9に示す。袋の中心部に設置したドングリの設定温度到達時間は、A氏：690秒に対してB氏：1,230秒であった。

実験室での試験では、設定温度到達時間が3~8分であったため (図-5)、必要な処理時間を安全を見込んで10分としたが、今回の試験では10分を超えてしまい、大量のドングリを大きな袋に入れて温水に漬けると、内部まで設定温度に達するのに時間がかかり、殺虫が不完全になる可能性が示唆された。

これを解決するため、2・5・2で用いたネット袋Aの6カ所をヒモで縛った (図-10)。紐で縛っ

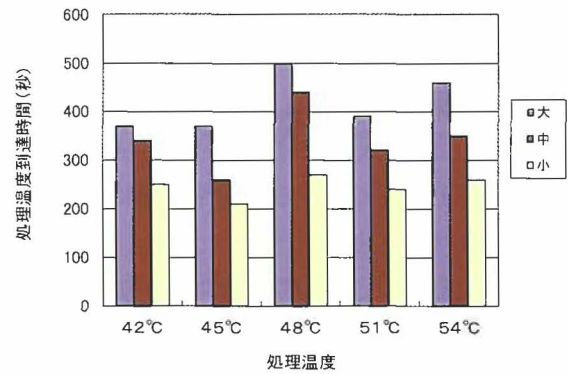


図-5 温水処理したドングリの内部温度

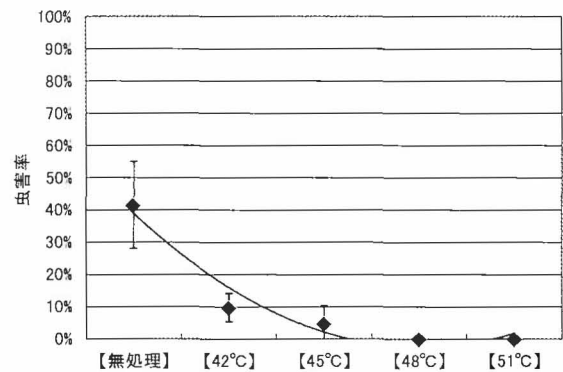


図-6 処理温度と虫害率の関係(3母樹の平均)

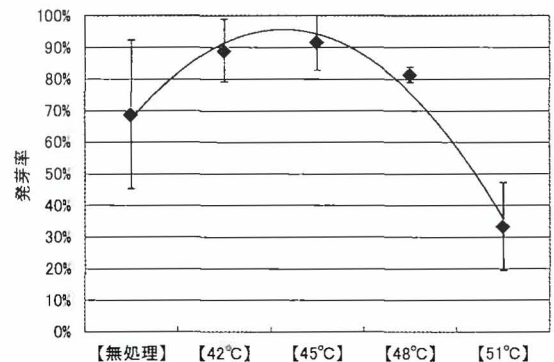


図-7 処理温度と発芽率の関係(3母樹の平均)

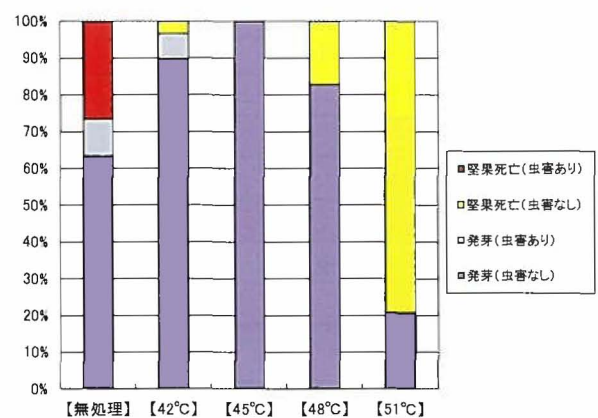


図-8 処理別のドングリ内部の状況

ているためドングリを入れてもネットは膨らまず、座布団のような薄型形状となる。形状は異なるがドングリは同量の4kg入った。この薄型に改良した袋を使用して、B氏の家庭用風呂で再試験を行ったところ、設定温度に達する時間を大幅に短縮することができた(図-11)。

なお、A氏とB氏の処理時間に大きな差があったため、処理開始時のドングリの内部温度と設定温度の差を調べたところ、A氏：22.5℃、B氏：29.6℃で約7℃の差があった。このことが今回の試験でA氏、B氏で到達時間に大きな差が出た原因であると考えられた(試験開始時のドングリ内部温度と設定温度との差が大きいほど、温度到達時間が長くなることを別途試験で確認)。

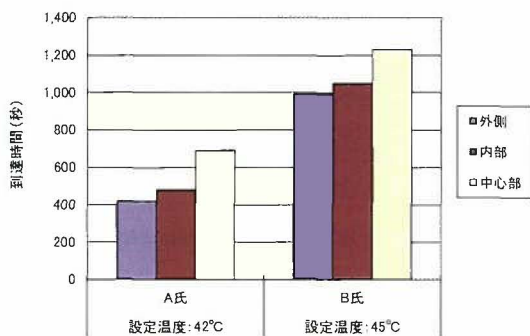


図-9 ドングリの内部温度が設定温度に達する時間

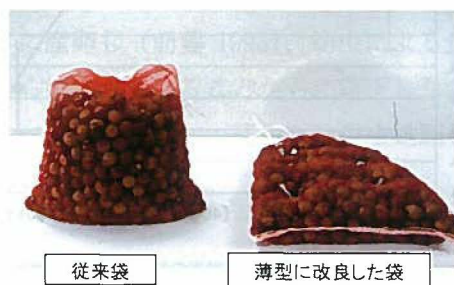


図-10 市販の袋Aを6カ所紐で縛り、薄型に改良した袋(右)

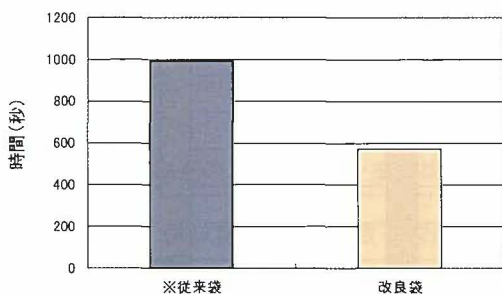


図-11 ドングリの内部が設定温度(45℃)に達するのに要する時間

※2・5・2で使用したネット袋Bの最外部の値

4 まとめ

温水処理によるドングリ虫害防止試験に取り組み、以下のことを明らかにした。

(1) シギゾウムシ類の幼虫の脱出は、地面に落下後すぐに始まり、脱出のピークは落下後1から3週間後である。よって、ドングリ採取後できるだけ速やかに殺虫処理を行う必要がある。

(2) シギゾウムシ類の幼虫は、42℃以上の温水に漬けて10分以上浸漬することにより、ほぼ完全に殺虫が可能である。

(3) 温水処理したドングリの内部温度が、設定温度に到達する時間は、温水の設定温度にかかわらず、ドングリの重量が大きくなるほど時間がかかる。

(4) 温水処理によるシギゾウムシ類幼虫の殺虫効果は、低温域では長時間を要し、高温では短時間でも効果が顕著である。ただし、処理温度が48度を超えると過加熱による発芽率の低下、処理温度が低い場合は食害による発芽率の低下がみられる。よって、発芽能力を維持したまま殺虫効果を得るには、45℃の温水で30分間程度処理するのが適当である。

(5) 一般家庭の風呂を利用した実用化試験では、市販のネットを薄型に改良することで設定温度への到達時間を当初の半分以下に短縮することができた。

今回の試験で、ドングリの害虫であるシギゾウムシ類幼虫を、安全な温水を用いて確実に効率よく殺虫できる実用的な殺虫方法を確立できた。生産性の高い育苗技術として、今後の普及が期待される。

引用文献

- 遠藤良太(1998)．コナラ種子の発芽試験．林木の育種 189,25～26.
- 勝田征・森徳典・横山敏孝(1999)．日本の樹木種子(広葉樹編)．林木育種協会. pp410.
- 前藤薫(1993)．羊ヶ丘天然林のミズナラ種子食昆虫—主要種の生活史と発芽能力への影響—．日林北海道支論 41, 88～90.
- 大場貞男・石塚森吉・菅原セツ子・金沢洋一・津田知明(1988)．ミズナラ堅果の虫害駆除の2, 3の試み．日林論 99, 281～282.