

ナラ枯れ被害木を利用したアラゲキクラゲの原木栽培

伊藤 昌明

要約

ナラ枯れ被害木を有効活用することを目的として、アラゲキクラゲの原木栽培試験を実施した。その結果、当年被害木を利用した場合に 1 年以内での収穫が可能であることが示された。また、効率的に収穫が可能な期間は発生処理から 1～2 か月間であること、辺材部分の体積が収穫量に強く影響することが明らかとなった。以上の結果から、ナラ枯れ被害材をアラゲキクラゲの原木として利用可能であることが示された。

I はじめに

2016 年に西津軽郡深浦町で発生したナラ枯れ被害は、2019 年以降 10,000 本を超える被害量となっており（図-1）、2020 年には深浦町近隣の 6 市町村（弘前市、中津軽郡西目屋村、五所川原市、つがる市、西津軽郡鰺ヶ沢町、北津軽郡中泊町）でも被害が確認された。青森県では被害発生初期（被害木 10 本/ha 程度未満）の地域においては、被害木の全量駆除を実施しているが、被害発生中期以降（被害木 10 本/ha 程度以上）の地域では、カシノナガキクイムシの誘引捕殺や樹種転換等による森林整備を実施し、被害の拡大を防いでいる。そこで、本研究では中期以降の地域で発生する被害材を有効活用することを目的として、被害木を用いたアラゲキクラゲの栽培試験を実施した。

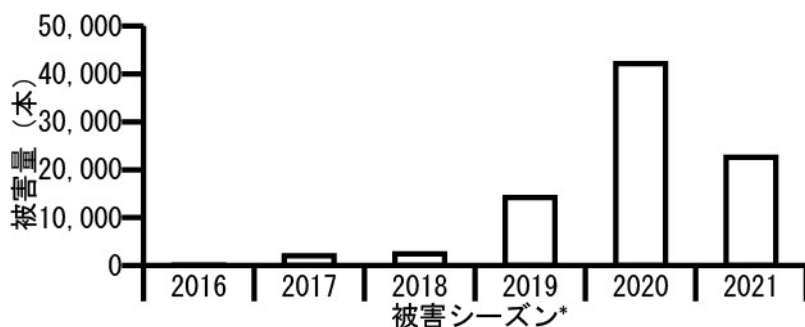


図-1 青森県内のナラ枯れ被害量の推移（2022 年 1 月 14 日現在）

*当年 7 月 1 日～翌年 6 月 30 日まで

II 材料と方法

1. 供試木

原木には 2020 年秋に枯死し、2021 年 1 月に鰺ヶ沢町で伐採した、ナラ枯れ被害を受けたミズナラを用いた。被害木は 2 本であり、2 本とも地際から約 50cm の長さの丸太を採取した。丸太の直径は 29.5cm と 30.1cm であり、それぞれの丸太を厚さ 15cm 程度に玉切りした。玉切りして作製した円盤を鉋で 8 分割し、分割した材片を原木として用いた。材片は各丸太から 24 本作製し、そのうち 8 本ずつを試験に供した。

2. アラゲキクラゲの接種と培養

試験に用いたアラゲキクラゲは森 89 号（森産業株式会社）のオガ菌である。被害丸太を 2021 年 2 月 2 日に林業研究所（東津軽郡平内町）に搬入し、3 月 11 日に割材した。原木はフィルター付きの耐熱袋に入れ、高圧釜で 121℃、90 分間、殺菌した。その後、十分に原木を冷却し、クリーンベンチ内で耐熱袋内の原木にオガ菌を約 30cc 振りかけ、種菌を接種した。接種後、耐熱袋の開口部を溶着式シーラーで閉じ、21℃全暗条件で培養した。なお、種菌の接種は 3 月 16 日に実施した。

3. 発生処理

接種後の原木に菌糸が蔓延したことを確認し、林業研究所内の樹木園内に原木を移動した。移動日は 6 月 21 日であり、林内で直射日光の当たりにくい場所に防草シートを設置し、その上に原木を耐熱袋から取り出し、静置した。静置後は原木の乾燥状態を観察し、適宜散水した。また、ナメクジによる食害を防ぐため、原木の周辺に燐酸第二鉄粒剤を散布した。

4. 収穫調査

発生処理後、子実体の長径が 5cm 程度まで成長した状態を目安として、子実体の収穫を行った。収穫期間は 7 月 14 日から 10 月 12 日までである。収穫した子実体は全て長径（cm）、短径（cm）及び湿重（g）を計測した。

5. 統計解析

子実体の収穫量と収穫までの日数の間の関係を明らかにするために、一般化線形混合モデルによる解析を行った。応答変数に子実体の湿重（g）、説明変数に収穫日または収穫日数のいずれか 1 つ、変量効果に原木を用いた。応答変数はガンマ分布に従うと仮定し、link 関数は log link 関数とした。収穫日を説明変数に用いたモデルでは、Tukey-Kramer 法による多重比較を行った。

子実体の収穫量に原木の大きさが及ぼす影響を評価するために、一般化線形モデルによる解析を行った。この解析では、応答変数に各原木の子実体の総収穫量（g）、説明変数に原木の体積（cm³）、原木に占める心材の体積（cm³）または辺材の体積（cm³）のいずれか 1 つを用いた。応答変数はガンマ分布に従うと仮定し、link 関数は log link 関数とした。すべての説明変数の組み合わせモデルに関して、赤池情報量基準（Akaike's Information Criteria, AIC）の値を比較し、AIC 値が最小となるモデルを選択した。

なお、これらの解析には統計ソフト R version 3.6.2（R Development Core Team, 2019）を使用した。また、一般化線形混合モデルには lme4 パッケージ（Bates et al., 2015）の glmer を、多重比較には multcomp パッケージ（Hothorn et al., 2008）の glht 関数を用いた。

Ⅲ 結果

1. 子実体の収穫量

原木 16 本中 14 本から子実体が発生した（表-1）。原木 1 本当たりの総収穫量は 82.3 ± 49.2 g（平均値±標準偏差）で、収穫日数は林内に静置後、23 日～113 日であった。また、収穫した子

実体は合計 279 個であり、子実体 1 個当たりの湿重は $4.1 \pm 2.3\text{g}$ 、長径及び短径はそれぞれ、 $5.2 \pm 1.2\text{cm}$ 及び $4.2 \pm 2.6\text{cm}$ であった。

収穫は林内に静置後、6 回実施した（表-2）。総収穫量、収穫個数ともに 59 日目である 8 月 19 日が最大となった。子実体 1 個当たりの湿重は 23 日目である 7 月 14 日から 8 月 19 日までの 4 回の収穫日の間で有意な差はみられなかった（GLMM, $p > 0.05$ ）（図-2）（表-3）。一方、79 日目である 9 月 8 日及び 113 日目である 10 月 12 日の湿重は 7 月 14 日から 8 月 19 日までの 4 回の収穫日の全てと有意に軽かった（GLMM, $p < 0.05$ ）。また、9 月 8 日と 10 月 12 日の間で有意な差はみられなかった（GLMM, $p > 0.05$ ）。また、子実体 1 個当たりの湿重と収穫日数との間には有意な負の関係がみられ（GLMM, $p < 0.05$ ）（図-3）（表-4）、収穫日が遅くなるほど軽い子実体が収穫された。

表-1 原木別のアラゲキクラゲの収穫量

原木 No.	収穫個数	総収穫量(g)	原木の材積 (cm ³)	心材の材積 (cm ³)	辺材の材積 (cm ³)
1_3	25	114.3	1399.6	813.7	585.9
1_9	13	48.1	1071.8	628.0	443.9
1_12	23	96.1	1446.4	860.7	585.6
1_15	11	32.0	1067.5	683.2	384.3
1_18	34	198.1	2161.6	1042.4	1119.1
1_21	7	24.7	973.3	597.9	375.4
1_24	16	75.5	1339.6	852.3	487.4
2_3	20	65.7	2090.4	1553.5	536.9
2_6	27	92.4	1990.0	1203.9	786.2
2_12	31	125.8	2268.2	1321.0	947.2
2_15	13	49.2	1135.6	672.0	463.6
2_18	32	139.9	2895.5	1842.7	1052.8
2_21	12	32.5	1299.4	787.9	511.5
2_24	15	57.8	1523.0	1042.0	481.0

表-2 収穫日別のアラゲキクラゲの収穫量

収穫日	収穫日数	収穫個数	総収穫量(g)	子実体 1 個当たりの湿重(g) (平均±標準偏差)
7 月 14 日	23	7	49.9	7.1 ± 2.1
7 月 28 日	37	53	261.5	4.9 ± 2.4
8 月 3 日	43	82	349.4	4.3 ± 1.9
8 月 19 日	59	93	411.5	4.4 ± 2.1
9 月 8 日	79	33	66.1	2.0 ± 1.1
10 月 12 日	113	11	15.6	1.4 ± 0.7

2. 子実体の収穫量と原木の関係

原木の体積、心材の体積及び辺材の体積と原木 1 本当たりの収穫量の解析結果を表-5 に示す。3 種類の体積は全て、原木 1 本当たりの収穫量と有意な正の関係が示され（GLM, $p < 0.05$ ）、

表-3 GLMM より選択されたモデルとその係数（収穫日と子実体 1 個当たりの湿重）

応答変数	説明変数 †	切片 †	AIC
子実体 1 個当たりの湿重 (g)	収穫日 † †		
	7 月 14 日		
	1. 6147*	0. 3494*	1090. 3
	7 月 28 日		
	1. 2468*		
	8 月 3 日		
	1. 1001*		
	8 月 19 日		
	1. 1378*		
	9 月 8 日		
	0. 3453*		
	10 月 12 日		
	0. 0000		

† : *p<0. 05

† † : 10 月 12 日を 0 とした場合の係数

表-4 GLMM より選択されたモデルとその係数（収穫日数と子実体 1 個当たりの湿重）

応答変数	説明変数 †	切片 †	AIC
子実体 1 個当たりの湿重 (g)	収穫日数		
	-0. 01745*	2. 26794*	1178. 1

† : *p<0. 05

3 種類の体積とも、増加するほど収穫量が多くなった。その中で、辺材の体積を説明変数としたモデルで AIC 値が最も低く、次に原木の体積を説明変数としたモデルで AIC 値が低かった。また、心材の体積を説明変数としたモデルで AIC 値が最も高くなった。ここで、最も AIC 値が低かった辺材の体積と収穫量の関係を図-4 に示す。

IV 考察

本研究の結果、ナラ枯れ被害材を原木として利用したアラゲキクラゲの栽培では、種菌の接種から約 3 か月で発生処理を行い、その後、1 か月程度で収穫できることが明らかとなった（表-1）。また、収穫個数及び総収穫量は発生処理から 2 か月後にピークとなり（表-1）、子実体 1 個当たりの湿重はピーク時期まで大きく変化しないことが示された（図-2）。さらに、子実体 1 個当たりの湿重は収穫日が遅くなるほど軽くなった（図-3）。以上のことから、ナラ枯れ被害材を用いたアラゲキクラゲの原木栽培では、発生処理後、1～2 か月間が効率的な収穫期間と考えられた。

原木、心材及び辺材の体積と原木 1 本当たりの収穫量では、体積の増加に伴い、収穫量も多くなることが示された（表-5）。その中でも、辺材の体積が収穫量に最も大きく影響することが明らかとなった。このことから、被害材を原木に用いる場合は、辺材部が多いものを利用すること

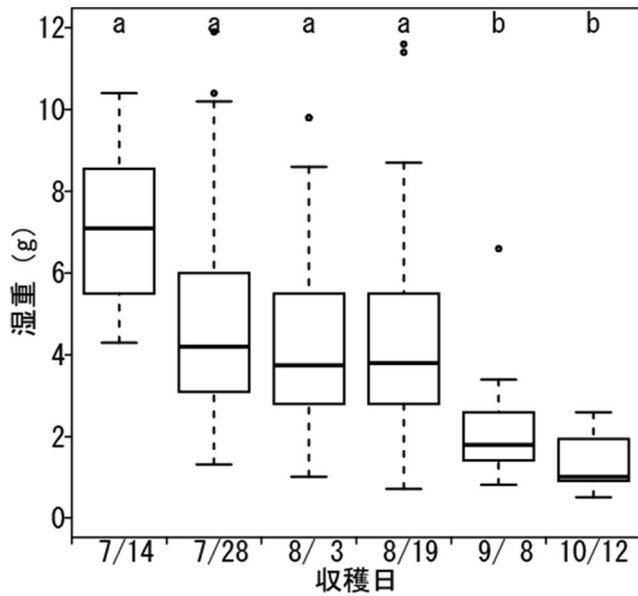


図-2 収穫日と子実体 1 個当たりの湿重
箱の上端は 75 パーセントイル、箱の下端は 25 パーセントイルを示す。箱中の線は中央値を、縦棒は箱の長さの 1.5 倍の範囲内における最大値と最小値を示す。○は外れ値を示す。異符号間で有意差あり (GLMM, $p < 0.05$)。

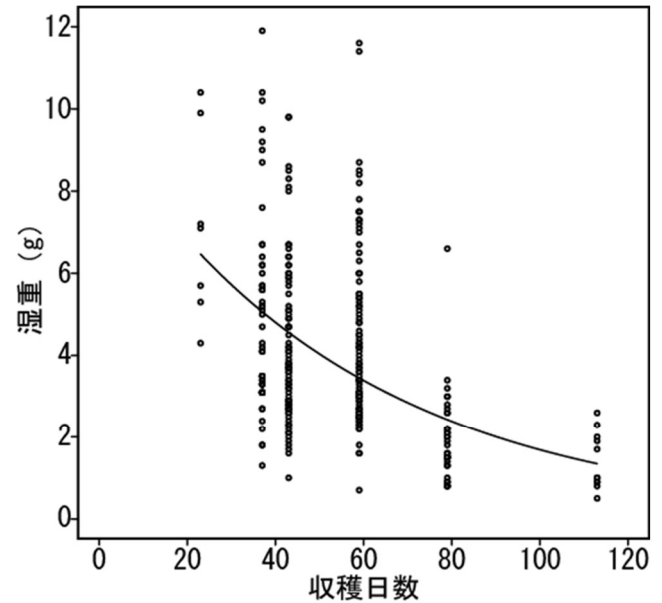


図-3 収穫日数と子実体 1 個当たりの湿重

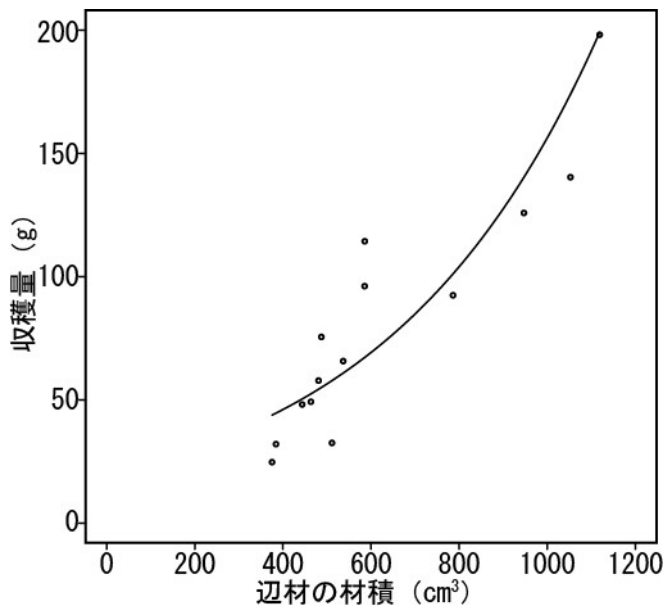


図-4 辺材材積と原木 1 個当たりの収穫量

が重要と考えられた。原木は被害材を分割して作製するが、種菌を接種する前に耐熱袋に入れて殺菌する必要がある。大径木を利用する場合、分割するだけでは耐熱袋に入る大きさに調整できない可能性がある。本研究の結果から、このような場合には、心材部分を切除し、原木の大きさを調整する方が収穫量に影響しないものと思われる。

表-5 GLM より選択されたモデルとその係数（3 種類の材積と原木 1 個当たりの収穫量）

応答変数	説明変数 †	切片 †	AIC
原木 1 個当たりの収穫量 (g)	原木の材積 (cm ³)		
	0.0008193*	2.9919038*	138.5
	心材の材積 (cm ³)		
	0.0009533*	3.4146953*	145.0
	辺材の材積 (cm ³)		
	0.0020363*	3.0148525*	131.7

† : *p<0.05

以上の結果から、ナラ枯れの当年枯死木を利用することで、アラゲキクラゲの原木栽培が可能であることが示された。また、伐採から 1 年以内に収穫できること、辺材部分が栽培に重要であることが示された。

これらの結果を取りまとめたものを林業研究所のホームページにおいてマニュアルとして公開しているので、併せてご参考いただきたい。

引用文献

- Bates D, Mächler M, Bolker B, Walker S (2015) Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. Journal of Statistical Software, 67 1-48.
- Hothorn T, Bretz F, Westfall P (2008) Simultaneous Inference in General Parametric Models. Biometrical Journal 50, 346--363.
- R Development Core Team (2013) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria.