

# ナメコ「新潟森研Pn1号」の従属品種「11-1」の特性 －発生処理時の注水および芽出し管理の違いが子実体に与える効果－

清水達哉<sup>1</sup>

**要旨：**ナメコ「11-1」の菌床栽培における発生処理時の注水および芽出し管理の違いが子実体に与える効果を検証した。その結果、発生処理時の2時間の注水を行わないことは、収量に与える効果がほとんどなかったが、子実体（傘、柄の長さ、柄の太さ）が大きくなる効果や生育日数を大きく延長させる効果があると考えられた。また、菌床面のウレタン被覆や栽培ビンの正立、倒立による芽出し管理の違いは、全体的には収量および生育日数に与える効果がほとんどないことが考えられた。

**キーワード：**ナメコ, 11-1, 菌床栽培, 発生処理, 芽出し管理

## I. はじめに

新潟県が開発、品種登録を行ったナメコ (*Pholiota microspora*)「新潟森研Pn1号」の従属品種である「11-1」は、子実体の菌さんが厚い、菌柄が太く肉質が軟らかい、そしてソフトな食感があるといった「新潟森研Pn1号」の特徴（阿部・松本 2007）があり、加えて「新潟森研Pn1号」の問題点だった菌さんの巻き込みの弱さを改善した菌株である（伊藤 2015）。しかしながら、「11-1」の栽培特性については、菌床栽培における培地充填量が収量に及ぼす影響（清水 2024）の他に調べられていない。

近年の施設空調型ナメコ栽培において、従来よりも短い栽培ローテーションで収穫を行う高速栽培という方式がある（木村 2014）。施設空調型ナメコ栽培における高速栽培とは、培養日数が60日間で発生操作の可能な専用品種を使用し、1回発生のみの収穫として発生管理期間を20日間以内、合計栽培日数で80日間以内とする極めて短期間での栽培ローテーション方式のことである（木村 2014）。高速栽培では、発芽を同調化させることが重要であるとされ、菌搔き終了後の菌床は3時間程度の注水処理を行ってから芽出し管理を行う（木村 2014）。また、発芽の同調化は、芽出し初期の加湿により決定されるといわれており、特に発生処理後の5日間の芽出し初期の加湿を十分に行い、菌床表面を一時的に乾燥させないように注意する（木村 2014）。

当所では、ナメコ栽培の芽出し管理における菌床面の乾燥対策として、発生処理の菌搔き後に一定時間注水後、余剰水を排出したうえで、湿らせた軟質ポリウレタンフォーム（以下、ウレタン）で菌床面を被覆する（例えば、清水・武田 2024）、正立して管理した栽培ビンの菌床面に時折散水する（例えば、伊藤 2011）などしている。しかしながら、「11-1」の栽培において、発生処理時の注水および芽出し管理の違いが子実体に与える効果についてはわかっていない。発生処理時の注水および芽出し管理の工程を省略しても、十分に芽出しが同調し、通常の栽培工程と同様の栽培結果が得られれば、栽培工程が簡素化されることにより低コスト化につながる。また、注水および芽出し管理の違いにより、特徴的な子実体が生産できれば、メーカー品種等と差別化でき、一つの付加価値となると考えられる。そこで本研究では、ナメコ「11-1」の菌床栽培における発生処理時の注水および芽出し管理の違いが子実体に与える効果を検証した。

## II. 材料と方法

### 1. 供試菌

新潟県が開発、品種登録を行った「新潟森研Pn1号」の従属品種である「11-1」（伊藤 2015）を使用した。

### 2. 培地資材

培地基材には、2024年5月24日に購入後、ポリプロピ

<sup>1</sup>新潟県森林研究所（〒958-0264 新潟県村上市鵜渡路2249-5）  
（2025年4月30日受付，2025年8月22日受理）

レン100%再生材製のひも付き袋 (60×90 cm) に入れて屋根付きの小屋で風雨に晒されないように常温保管したコナラ (*Quercus serrata*) おが粉を使用した。栄養材には、特ふすま (かちどき製粉株式会社, 20 kg袋入り) を使用した。添加材には、炭酸カルシウム (有恒鉱業株式会社, 飼料用30 kg入り) を使用した。

### 3. 比較群の設定

「11-1」の菌床栽培における発生処理時の注水および芽出し管理の違いが収量に与える効果を検証するために八つの比較群を設定した (表-1)。各比較群に行った発生処理時の注水および芽出し管理の処理については後述する。

表-1. 各比較群の1供試ビンあたりの培地充填量

比較群	注水	芽出し管理	培地充填量 (g/ビン)				n
			平均値	標準偏差	最小値	最大値	
対照群		湿らせたウレタンで被覆・正立	560.38	25.13	524	611	32
実験群1		ウレタンで被覆・正立	564.81	21.48	522	619	32
実験群2	あり	被覆なし・正立	564.53	19.67	529	612	32
実験群3		被覆なし・倒立	571.00	25.56	516	641	32
実験群4		湿らせたウレタンで被覆・正立	567.88	26.32	519	618	32
実験群5		ウレタンで被覆・正立	569.16	30.05	521	640	32
実験群6	なし	被覆なし・正立	570.34	22.92	523	623	32
実験群7		被覆なし・倒立	561.00	23.93	515	598	32

### 4. 培地調整と菌種の接種

2024年7月10日に培地調整, その翌日の11日に接種した。培地は, コナラおが粉, 特ふすま, および炭酸カルシウムを乾燥質量比77.5 : 22.5 : 1.0で混合した。培地の含水率は水道水を加えて, 計算上の値が62.0% (湿量基準) となるように水分量を調整した。培地調整については, ミキサー (協全商事株式会社) で攪拌後, 800 mLのPPビン (ホクト産業株式会社) に培地を無作為に515 ~ 641 g手詰めした (表-1)。供試ビンは合計256本作製し, 16本ずつ合計16コンテナに格納後 (4行×4列), 瓶詰め機 (田中技研工業株式会社) で接種孔を培地上面中央に1か所成形した。培地調整と瓶詰め作業は約3時間で完了し, その後, 高圧殺菌釜 (株式会社千代田製作所, TFK-T06 W-C) で高圧殺菌 (119°C, 60分) した。高圧殺菌後, 半日程度室温17.0°Cに設定されたクリーンルーム内で放熱し, 手作業でおが粉菌種を約10 g接種した。

### 5. 栽培条件と子実体の収穫

接種後の培養は, 室温17.0°C, 湿度70%, 二酸化炭素濃度2,000 ppm以下になるように設定した暗黒条件下の培養室内で60日間行った。培養は台車に乗せたまま行った。

培養完了後, 全供試ビンが無作為に32本ずつ八つの比較群に振り分けた (表-1)。その後, 菌掻機 (ホクト産業株式会社) を使用して発生処理を行った。発生処理

は「ひら掻き」で行い, 八つの比較群のうち, 発生処理時に注水する四つの比較群 (表-1, 対照群, 実験群1 ~ 3) は, 常温下で2時間程度水道水を注水後, ビンを倒立させビン内の余剰水を排出し, 芽出し管理に移行した。八つの比較群のうち, 残りの四つの比較群 (表-1, 実験群4 ~ 7) は, 発生処理後すぐに芽出し管理に移行した。

芽出し管理は, 室温16.0°C, 湿度96%以上, 二酸化炭素濃度2,000 ppm以下に設定した暗黒条件下の部屋で原基形成まで管理した。各比較群の供試ビンを1コンテナあたり2本ずつ位置に偏りがないように格納して管理した (写真-1)。八つの比較群のうち, 対照群, 実験群4は菌床面を水道水で湿らせたウレタン (厚さ8 mm, 幅約12×約12 cm) で被覆し, ビンを正立させて管理した。なお, 湿らせたウレタンが乾いた場合は時折水道水で湿らせた。実験群1, 5は湿らせていないウレタンで被覆し, ビンを正立させて管理した。実験群2, 6は菌床面を被覆せず, ビンを正立させて管理した。実験群3, 7は菌床面を被覆せず, ビンを倒立させて管理した。



写真-1. ナメコの芽出し管理における各比較群の供試ビンの管理状況

原基形成後, 生育工程に移行した。生育工程は, 芽出し管理においてウレタンで被覆した供試ビンはウレタンを除去し, 倒立して管理した供試ビンは正立させて, 室温12.5°C, 湿度96%以上, 二酸化炭素濃度1,500 ppm以下に設定した部屋で管理し, 白色蛍光灯で1日あたり8時間照射した。白色蛍光灯の照度は, 部屋中央で約100 lx, 各コンテナ上で約30 lxとなるように調整した。白色蛍光灯による1日あたり8時間の照射は収穫まで続いた。なお, 原基形成が完了するまでに要する期間が各供試ビンで異なったことから, 原基形成後は, 成長速度が類似する供試ビンごとにコンテナに格納して収穫まで管理した。

子実体の収穫は、子実体の内皮膜が破れる直前に行った。調査は1番収穫までとし、ビンの口より上部の生質量を0.1 g単位（株式会社エー・アンド・デイ、EW-1500i）で測定し、これを1供試ビンあたりの収量として記録した。収穫に併せて、発生処理から収穫までの日数（以下、生育日数）を記録し、比較群ごとに平均生育日数を求めた。

## 6. 統計解析

「11-1」の菌床栽培における発生処理時の注水および芽出し管理の違いが1供試ビンあたりの収量に与える効果を評価するため、一般化線形モデル（以下、GLM）で解析した。GLM解析のパラメータはベイズ推定した。応答変数には害菌による汚染等の被害がなかった供試ビンの、1供試ビンあたりの収量を使用した。なお、全供試ビンに被害はみられなかった。説明変数には発生処理時の注水の有無（あり、なしの2区分の質的データ）、芽出し管理（「湿らせたウレタンで被覆・正立」、「ウレタンで被覆・正立」、「被覆なし・正立」、および「被覆なし・倒立」の4区分の質的データ）、および培地充填量（連続データ）を使用した。ベイズ推定におけるMCMCのサンプリング設定は、バーンイン回数を1,000回、乱数生成の繰り返し数を2,000回、チェーン数を4本、事前分布には無情報分布を適用した。また、応答変数の誤差構造は正規分布、リンク関数はidentityとした。

また、「11-1」の菌床栽培における発生処理時の注水および芽出し管理の違いが生育日数に与える効果を評価するため、GLMで解析した。応答変数には供試ビンの生育日数を使用した。説明変数とベイズ推定の設定は1供試ビンあたりの収量と同様とした。なお、応答変数の誤差構造については、正規分布（リンク関数はidentity）とポアソン分布（リンク関数はlog）の2パターンでモデルを構築しWAICを比較したところ、正規分布のモデルのWAICが小さく、モデルの精度が高かったため正規分

布を採用した。

モデルの収束判断は収束指標であるRhatが1.1未満であることにより行った（松浦 2016）。なお、説明変数の効果は、事後分布の95%信用区間にゼロを含まない場合に統計学的に有意であると判断した。

## 7. 使用した統計解析ソフトウェア

GLM解析はR version 4.4.0（R Core Team 2024）のbrmsパッケージのbrm関数（Bürkner 2017）で行い、Stan version 2.23（Stan Development Team 2020）を使用してベイズ推定した。

# Ⅲ. 結 果

## 1. 栽培試験

栽培試験における収穫時の子実体を写真-2に示す。全供試ビンが収穫に至った。詳細の調査は行っていないが、発生処理時に注水した対照群、実験群1～3の子実体よりも、注水しなかった実験群4～7の子実体の傘が大きく、柄が長く、柄が太くなり、また、子実体の芽数が少なかった（写真-2）。また、注水しなかった実験群4～7では、ビン内部に子実体が発生した供試ビンが散見された（写真-3）。

1供試ビンあたりの平均収量は、実験群6で最も大きく、次いで実験群5、2、対照群、実験群3、1、7、4の順に大きかった（表-2）。また、各比較群の平均収量の差は約5gと小さかった（表-2）。さらに、各比較群の収量の標準偏差は、発生処理時に注水した比較群より注水しなかった比較群のほうが大きい傾向があった（表-2）。

平均生育日数は、実験群2で最も短く、次いで実験群1、対照群、実験群3、6、7、5、4の順に短かった（表-2）。また、各比較群の平均生育日数は、発生処理時に注水した比較群より注水しなかった比較群のほうが長い傾向があった（表-2）。

表-2. 各比較群のナメコの子実体収量と生育日数

比較群	注水	芽出し管理	収量 (g/ビン)				生育日数 (日)				n
			平均値	標準偏差	最小値	最大値	平均値	標準偏差	最小値	最大値	
対照群	あり	湿らせたウレタンで被覆・正立	117.97	10.27	101.70	143.90	17.31	0.74	16	19	32
実験群1		ウレタンで被覆・正立	115.41	11.91	98.30	148.00	17.13	0.71	16	19	32
実験群2		被覆なし・正立	119.04	11.64	98.00	150.20	16.78	0.79	16	19	32
実験群3		被覆なし・倒立	116.71	11.79	89.20	147.20	18.00	1.68	16	23	32
実験群4	なし	湿らせたウレタンで被覆・正立	113.87	22.82	57.80	164.50	24.75	3.93	19	36	32
実験群5		ウレタンで被覆・正立	120.35	15.18	81.80	168.50	23.59	3.74	18	30	32
実験群6		被覆なし・正立	121.72	13.74	98.10	153.20	20.97	2.21	17	25	32
実験群7		被覆なし・倒立	114.16	16.26	63.00	136.90	23.50	4.30	18	38	32



対照群  
(注水あり, 湿らせたウレタンで被覆・正立)



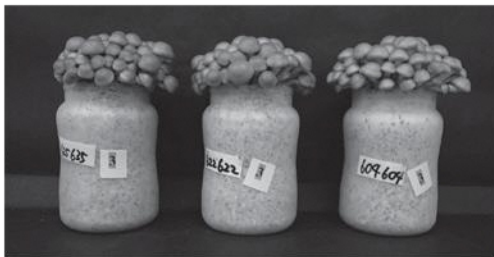
実験群4  
(注水なし, 湿らせたウレタンで被覆・正立)



実験群1  
(注水あり, ウレタンで被覆・正立)



実験群5  
(注水なし, ウレタンで被覆・正立)



実験群2  
(注水あり, 被覆なし・正立)



実験群6  
(注水なし, 被覆なし・正立)



実験群3  
(注水あり, 被覆なし・倒立)



実験群7  
(注水なし, 被覆なし・倒立)

写真-2. 各比較群のナメコ子実体

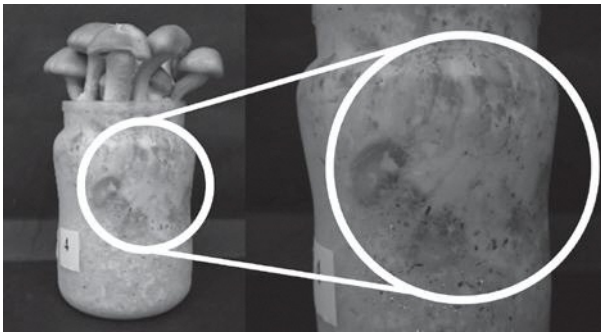


写真-3. 注水しなかった比較群でみられたビン内に発生したナメコ子実体（円の内側）

## 2. GLM解析

GLM解析のRhatはすべてのモデルで1.1未満であり、MCMCは収束したと判断した。

1供試ビンあたりの収量を応答変数としたGLM解析の結果（表-3）、培地充填量には有意な正の効果があった。発生処理時の注水の有無および芽出し管理には有意な効果は認められなかった。

生育日数を応答変数としたGLM解析の結果（表-4）、発生処理時の注水「あり」に対する「なし」の効果および培地充填量には有意な正の効果があった。一方で、芽出し管理における「湿らせたウレタンで被覆・正立」に対する「被覆なし・正立」の効果には有意な負の効果があった。芽出し管理における「湿らせたウレタンで被覆・正立」に対する「ウレタンで被覆・正立」の効果および「湿らせたウレタンで被覆・正立」に対する「被覆なし・倒立」の効果には有意な効果が認められなかった。

## IV. 考 察

本研究では、ナメコ「11-1」の菌床栽培における発生処理時の注水および芽出し管理の違いが子実体に与える効果を検証した。

発生処理時に注水した対照群、実験群1～3の子実体よりも、注水しなかった実験群4～7の子実体は傘が大きく、柄が長く、柄が太くなった（写真-2）。ナメコの販売価格は低迷しており（木村 2022）、このような状況を打開するには、生産物の付加価値を高めることにより、販売価格を上げていくことが一つの手法として考えられる。例えば、生産現場で主に生産されているナメコは、多収、小粒、子実体個数が多く、短い培養日数で栽培できるメーカー品種であることから、それよりも傘が大きく、大粒のナメコが生産できれば差別化可能であり、一つの付加価値となると考えられる。また、発生処理時

表-3. ナメコの子実体収量を応答変数としたGLMの結果

項目	事後期待値	事後標準偏差	95%信用区間	
			下限	上限
Intercept	-3.97	19.98	-42.47	36.74
注水「あり」に対する「なし」の効果	-0.13	1.70	-3.47	3.19
「湿らせたウレタンで被覆・正立」に対する「ウレタンで被覆・正立」の効果	1.35	2.46	-3.62	6.10
「湿らせたウレタンで被覆・正立」に対する「被覆なし・正立」の効果	3.78	2.44	-1.00	8.59
「湿らせたウレタンで被覆・正立」に対する「被覆なし・倒立」の効果	-0.90	2.50	-5.84	3.91
培地充填量(g)*	0.21	0.04	0.14	0.28

単位はg。

\*が付いた説明変数は、95%信用区間にゼロを含まなかったことを示す。

表-4. ナメコの生育日数を応答変数としたGLMの結果

項目	事後期待値	事後標準偏差	95%信用区間	
			下限	上限
Intercept	-3.30	3.80	-10.91	4.09
注水「あり」に対する「なし」の効果*	5.82	0.31	5.21	6.44
「湿らせたウレタンで被覆・正立」に対する「ウレタンで被覆・正立」の効果	-0.78	0.46	-1.68	0.12
「湿らせたウレタンで被覆・正立」に対する「被覆なし・正立」の効果*	-2.28	0.46	-3.20	-1.39
「湿らせたウレタンで被覆・正立」に対する「被覆なし・倒立」の効果	-0.34	0.46	-1.24	0.58
培地充填量(g)*	0.04	0.01	0.02	0.05

単位は日。

\*が付いた説明変数は、95%信用区間にゼロを含まなかったことを示す。

の注水が1供試ビンあたりの収量に与える効果については、発生処理時の注水「あり」に対する「なし」の効果には有意な効果は認められず、事後期待値は-0.13と小さかった（表-3）。したがって、収量の観点においては、発生処理時の注水はほとんど効果がないことが示唆された。一方で、発生処理時の注水が生育日数に与える効果については、発生処理時の注水「あり」に対する「なし」の効果には有意な正の効果があり（表-4）、その事後期待値は5.82、つまり、約6日の差があり、発生処理時に注水することは短いサイクルでナメコを栽培するうえで重要であると考えられた。

芽出し管理が1供試ビンあたりの収量に与える効果については、有意な効果が認められず、事後期待値は最小で-0.90、最大でも3.78（表-3）、つまり、約0～4gの差であり、ほとんど効果がないことが示唆された。したがって、収量の観点においては、ウレタン被覆やビンの倒立などの芽出し管理を省略できる可能性が示唆された。また、芽出し管理が生育日数に与える効果については、「湿らせたウレタンで被覆・正立」に対する「被覆なし・正立」の効果には有意な負の効果があり（表-4）、その事後期

待値は-2.28, つまり, 発生処理時の注水と同様に短いサイクルでナメコを栽培するうえで「被覆なし・正立」の管理は重要であると考えられた。一方で, その他の芽出し管理の効果は「湿らせたウレタンで被覆・正立」とほとんど変わらないことが示唆された。

培地充填量が1供試ビンあたりの収量に与える効果については, 有意な正の効果があり, 事後期待値は0.21 (表-3) であった。清水 (2024) は, ナメコ「11-1」の菌床栽培における培地充填量が収量に及ぼす影響を調査し, 培地充填量465 ~ 585 gの範囲において, 培地充填量を1 g増やすと子実体収量が平均的に0.28 g増加すると報告している。したがって, ナメコ「11-1」の菌床栽培において栽培サイクルあたりの子実体収量を増やすにあたっては, 培地充填量を増やすことが好ましいと考えられた。また, 培地充填量が生育日数に与える効果については, 有意な正の効果があった (表-4)。しかしながら, 事後期待値は0.04とほとんどゼロであり, 培地充填量が生育日数に与える効果は小さいことが示唆された。

以上のことから, ナメコ「11-1」の菌床栽培において, 発生処理時の2時間の注水を行わないことは, 収量に与える効果がほとんどなく, 子実体の見た目を変えるという付加価値を高めるプラスの効果がある一方で, 生育日数を大きく延長させるマイナスの効果があると考えられた。また, 芽出し管理については, 収量に与える効果がほとんどなく, 生育日数に与える効果についても, 「湿らせたウレタンで被覆・正立」よりも「被覆なし・正立」のほうが生育日数を約2日短縮する効果があったが, その他の芽出し管理の方法では大きな違いがないことが考えられた。

開示すべき利益相反はない。

## 引用文献

- 阿部一好, 松本則行. 2007. ナメコ「新潟森研Pn1号」の特性について (I) - 品種登録のための基本的特性調査 -. 新潟森林研報. 48: 33-36.
- Bürkner PC. 2017. brms: An R package for Bayesian multilevel models using Stan. *J Stat Softw.* 80: 1-28.
- 伊藤幸介. 2011. ナメコ優良系統の選抜試験 (II) - 菌床栽培特性調査による二次, 三次選抜および現地栽培試験 -. 新潟森林研報. 52: 35-39.
- 伊藤幸介. 2015. ナメコ選抜菌株「11-1」の特性調査. 新潟森林研報. 56: 17-20.
- 木村栄一. 2014. 施設空調・高速型ナメコ栽培の最新技術. 大橋等編, 改訂版最新きのこ栽培技術. 東京: 株式会社プランツワールド. p. 173-178.
- 木村栄一. 2022. ナメコの経営指標. 特産情報きのこ年鑑編集部編, きのこ年鑑2022年度版. 東京: 株式会社プランツワールド. p. 236-239.
- 松浦健太郎. 2016. StanとRでベイズ統計モデリング. 東京: 共立出版.
- R Core Team. 2024. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- 清水達哉. 2024. ナメコ菌床ビン栽培における培地充填量の検討. 新潟森林研報. 64: 36-38.
- 清水達哉, 武田綾子. 2024. コナラおが粉の培地調整前の浸水処理が菌床栽培ナメコの収量と栽培日数に及ぼす効果. 新潟森林研報. 64: 39-45.
- Stan Development Team. 2020. Stan: A C++ Library for Probability and Sampling, Version 2.23.