

群馬県由来ムキタケの選抜と特性について

Screening of *Sarcomyxa edulis* Gunma origin and its characteristics

齊藤みづほ・白石泉*・松本哲夫

要旨

群馬県で採取した野生ムキタケを対象に選抜試験を行った。シャーレを用いた試験及びおが粉培地を用いた選抜試験の結果、135 株のムキタケから 3 株（E783、E795、E897）の優良な菌株を選抜した。

また、選抜株の特性を明らかにするため、最適培養日数の試験と味覚分析を実施した。前者の結果、菌株によって最適培養日数が異なることがわかった。また、後者の結果、E795 は他 2 株と比較して旨味（先味）と味の濃さ（後味）の値が高かった。

キーワード ムキタケ、群馬県由来、選抜試験

I はじめに

近年はきのこの価格の低迷や、おが粉などの資材及び光熱水費の高騰から、きのこ生産者の経営は一層厳しい状況である。そこで、本研究は生産者の経営の一助とするため、大規模生産者が生産していない新しいきのこの探索を目的とした。今回は菌床栽培を想定してムキタケの選抜試験を行った。

ムキタケは、傘の直径 10cm 程度でほぼ半円型～腎臓形をしており、秋にブナやミズナラ等の広葉樹に発生するきのこである（今関・本郷，1987）。群馬県の北部を中心に昔から利用されており、汁物、鍋物、炒め物など様々な料理に利用できることから商品価値が高いきのこである。また、これまでも生産者から試験栽培の要望が多数あったこともあり、今回対象とした。令和 4 年のムキタケの生産量は全国で約 4.4 t、群馬県では 0.7 t であり（独立行政法人統計センター，2023）、全国で最も生産量の多いエノキタケの全国約 12 万 6 千 t、群馬県約 240t（独立行政法人統計センター，2023）と比較するとかなり少ない。しかし、逆にまだ一般的になっていないことから、高値で取引できる可能性がある。また、群馬県由来の菌株を選抜することから、群馬県の特産品として今後潜在的な需要が期待できる。

ムキタケの菌床栽培については、伊東（1990）が添加する米ぬかの量や培養日数が収量に与える影響などについて報告しており、川島・国友（1999）ではムキタケの保存菌株を用いて培養日数と収量の関係等を調べている。蒲原・時本（2006）では、おが粉の径、培地含水率、栄養体の添加割合の違いが栽培日数や収量に及ぼす影響について調べている。また、佐賀県林業試験場では、収集したムキタケ菌の特性や優良系統の作出、菌床栽培技術の改良などについて研究している（石松，1994、蒲原，1992、蒲原，1993 等）。さらに、簡易施設栽培向きの菌株を選抜し、簡易施設を使用した栽培試験も行っている（永守，2005、永守，2007、佐賀県，2006、佐賀県，2007、佐賀県，2008 等）。そのほか、柴田（1999）や蒲原（2007）、久田ら（2009）などによってもムキタケ菌床栽培の試

* 群馬県環境森林部富岡森林事務所

験研究が行われている。

当試験場では 100 株以上のムキタケ菌株を保有しており、この中から優良な群馬県由来の菌株を選抜することを試みた。

Ⅱ 方法・結果

本研究では、当試験場で保存している菌株の中から 135 株のムキタケ菌を対象とした。供試数が多いことから、まずシャーレを用いて菌糸の成長状態の観察により選抜し、その後おが粉培地による菌床栽培を実施して優良株を選抜することとした。

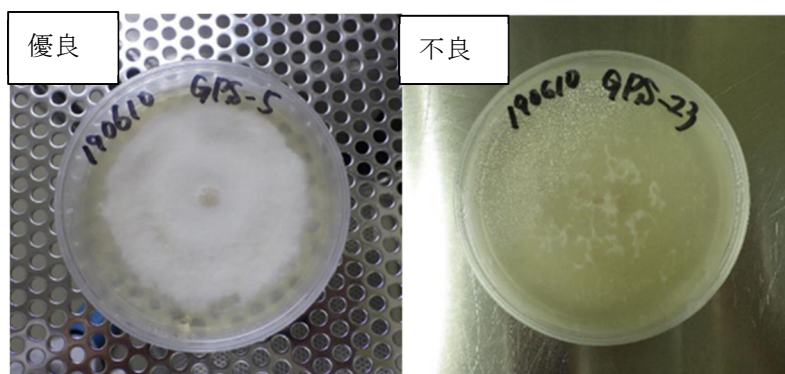
1 シャーレによる選抜試験

(1) 方法

PDA 寒天培地を充填したシャーレを用いて選抜を行った。先述のシャーレにムキタケ菌を接種し、菌糸の成長状態を観察してその菌株の優良、不良を判断した。供試した菌株は、群馬県林業試験場の菌株保存庫（室温 5℃設定）内の保存菌株で、主に群馬県内で採取した野生ムキタケから組織分離した 135 株である。これらの菌株を 2019 年 6 月 10 日（60 株）、11 日（34 株）、17 日（22 株）、7 月 1 日（12 株）、8 月 14 日（7 株）に 1 菌株につき 1 枚のシャーレへ接種した。接種後は、23℃前後で約 1 か月暗培養した。

(2) 結果

培養後、目視によって観察を行った。菌糸が均等に成長し層が厚いものを優良な菌株とした。逆に、菌糸の成長が悪く層が薄いものは不良な菌株と判断し、選抜から除外した（図－1）。その結果、135 株のムキタケ菌株から、86 株を選抜した。



図－1 優良な菌株と不良な菌株の例

2 おが粉培地による選抜試験

シャーレによる試験で選抜した 86 株のムキタケ菌を対象に、おが粉培地を用いた選抜試験を 3 回実施した。それぞれ以下の点に着目して選抜を行った。

- ・第 1 回：主に不良な菌株を除外することを目的とした。子実体が発生しない、害菌が多く発生するなど成長が不良な株、形状や収量が劣る株を選抜から除外した。また、菌株数をシャーレによる試験の選抜株から半数程度に減らすことを目安とした。

- ・第 2 回：第 1 回試験の選抜株を供試した。選抜の基準は、市販菌よりも収穫日数が短く、収量が多

いこととした。

・第3回：第2回試験の選抜株を供試した。子実体の形状などの見た目の良さに着目し選抜した。

(1) おが粉培地による選抜試験（第1回）

ア 方法 本試験は、シャーレによる試験で選抜した 86 株のムキタケを供試した。これらの菌株から種菌を作成し、おが粉培地を用いて栽培試験を行った。栽培条件は表－1 に示す。培地の作成は 2019 年 12 月 3 日、2019 年 12 月 17 日、2020 年 2 月 13 日の 3 回に分けて行い、いずれも培地作成の翌日に接種を行った。また、それぞれ 29、29、28 菌株について試験した。

調査項目は、接種から収穫までにかかった平均日数（以下日数）、1 ビンあたりの平均収量（以下収量）、子実体の形状、色である。なお、害菌が発生したピンは随時廃棄し、また培養室から発生室へ移動してから 120 日経過しても子実体が発生しなかった菌株については、試験を終了した。

表－1 栽培条件（第1回選抜）

項目	内容
培地基材・添加物	コナラおが粉：生米ぬか＝10：2（容積比）
培地含水率	1 回目：62.0%、2 回目：63.6%、3 回目：63.5%
栽培容器	850ml PPビン
供試数	各試験区12本
培地詰め重	1 回目：約590 g、2 回目：約560 g、3 回目：約560 g
滅菌	高圧滅菌 培地内120℃・40分間滅菌
培養	温度23℃、湿度65%に設定し、75日間暗培養
発生	温度16℃、湿度83%に設定

イ 結果 試験の結果、55 株のムキタケを選抜した（表－2）。

まず、子実体が発生しなかった 3 株、12 本中 8 本以上のピンで害菌が発生した 10 株、子実体が塊状になるなど形状が不良な 8 株を除外した。さらに、前回選抜した 86 株の半数程度の菌株を選抜から除外することを目安としたことから、収量が 40 g 未満と少なかった 21 株を選抜から除外した。ただし、収量が少ないものの子実体の形状が整っている株や、色に特色がある株は選抜に残した。これは、今後選抜を進める中で収量等が改善する可能性を考慮したものである。

その結果、収量が 40g 以上だった 37 株（収量多株）と収量は少ないが色・形状が優良な 7 株のほか、収量多株の枝株 11 株を選抜した（表－2）。収量多株の枝株とは、収量多株のうち 9 株につい

表－2 選抜から除外した株と選抜株の内訳

除外（42菌株）				選抜株（55株）		
子実体 未形成	害菌多	形状不良	収量少	収量多株	収量少 色・形状優良	収量多株の 枝株
3	10	8	21	37	7	11

て1～複数本の栽培ビンの子実体から組織分離を行い、新たな菌株としたものである。

なお、子実体の形状は半円形が最も多かったが、傘のふちが波打っていたり、子実体全体がかなり小型だったりと多様な形状がみられた。また、子実体の色については、傘が黄色地でやや緑色を帯びているものが多かったが、その他にベージュや褐色、緑、紫色を帯びるものなど多様であった。

(2) おが粉培地による選抜試験（第2回）

ア 方法 第1回のおが粉培地による試験で選抜した 55 株のムキタケを用いて選抜試験を行った。

第2回試験に供試した種菌は、第1回試験の際に収穫した子実体を元に作成した。種菌の作成方法は次のとおりである。

まず各菌株のうち、収量の多いビンから形状の良い子実体を選び、その一部を切り取って切片を作成した。その切片を、PDA 培地を充填した試験官へ植えつぎ、室温 23℃前後で培養した。菌糸が十分に成長したのち、2～3 回試験管へ植え継いだ。植え継いだ 55 株については、新たに菌株番号を付記し管理した。その後、PDA 培地を充填したシャーレに菌糸を接種し、室温 23℃前後で暗培養をした。菌糸がシャーレに十分伸びた後、おが粉培地を充填した栽培ビンへ接種した。栽培ビンは、23℃前後で約1ヶ月暗培養し、培地に十分菌糸を成長させて種菌とした。この種菌を第2回の選抜試験に供試した。試験の栽培条件は表－3に示す。

おが粉培地は 2020 年
11 月 11 日、2021 年 1 月
28 日に作成し、いずれ
も培地作成の翌日に接種
を行った。それぞれ 26、
29 株、計 55 株について
試験した。また、比較の
ため市販のムキタケ菌 A、
B の 2 種を 2 回とも供試
した。
調査項目は、接種から
収穫までにかかった平均

表－3 栽培条件（第2回選抜）

項目	内容
培地基材・添加物	コナラおが粉：生米ぬか＝10：2（容積比）
培地含水率	63%に調整
栽培容器	850ml PPビン
供試数	各試験区12本
培地詰め重	1 回目：約640 g、2 回目：約620 g
滅菌	高圧滅菌 培地内120℃・40分間滅菌
培養	温度23℃、湿度65%に設定し、60日間暗培養
発生	温度16℃、湿度79～90%の間で適宜設定

日数（以下日数）、1ビンあたりの平均収量（以下収量）、子実体の形状、色である。なお、栽培期間中に害菌が発生したビンは随時廃棄することとした。市販菌については、2種の試験2回分の結果をあわせて平均値を算出し、比較に用いた。

選抜の基準は、市販菌の平均値よりも日数が短く、収量が多いこととした。また、形状が著しく不良なものは選抜から除外した。

イ 結果 結果を図－2に示す。なお、栽培ビンを発生室へ移動後 90 日経過しても原基が形成されなかった2株は、データから除外した。

日数については、100～110 日前後の菌株が多く、最短の日数は 84.7 日だった（図－2）。収量はばらつきが多く、最も多かったものは 137.2 g だった。

市販菌 A、B の 2 回の栽培試験の結果を平均したところ、日数は 112.55 日、収量は 104.25 g であった（図－2、表－4）。今回の結果のうち、日数がこれより短く収量が多い菌株は、12 株認められた。しかし、そのうち、E809 については、子実体の芽数が非常に多く傘の開きが悪かったことか

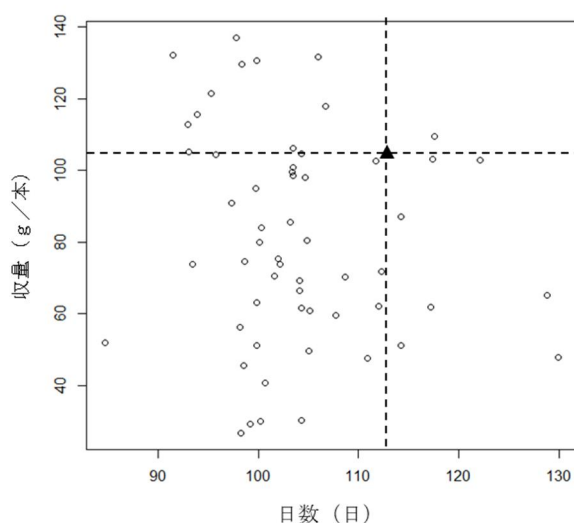
ら選抜から除外した。このことから、11 株を選抜することとした（表－4）。

なお、子実体の形状は整った半円形が多かった。また、傘の色は黄色や褐色など様々であったが、黄色系統のものが多かった。

表－4 おが粉培地による選抜試験（第2回）で
選抜した菌株

※市販種菌：市販菌 A、B の平均値

No.	菌株名	日数（日）	収量（g）	親株名
1	E788	97.82	137.15	GPS27
2	GPS08-1	91.50	132.3	GPS08
3	E792	106.00	131.6	GPS27
4	E784	99.80	130.55	GPS27
5	E819	98.33	129.53	GPS108
6	E799	95.25	121.40	GPS31
7	E795	93.92	115.7	GPS31
8	E783	93.00	112.93	GPS20
9	E825	103.50	106.19	GPS99
10	E790	104.25	104.8	GPS01
11	E805	95.75	104.44	GPS87
市販種菌		112.55	104.25	—



図－2 各菌株の日数及び収量

▲は市販菌 A、B の平均値

（3）おが粉培地による選抜試験（第3回）

ア 予備試験（菌糸成長試験） おが粉培地による試験（第2回）によって選抜した 11 株の中には、親株が同じものが複数みられた（表－4）。E784、E788、E792 は GPS-27 を親株とし、E795 及び E799 は GPS-31 を親株としている。2 回の選抜試験を経て、さらに菌株を絞り込む必要があることから、親株が同じ菌株についてはいずれか 1 つを選択することとした。そのため、菌糸成長試験を実施し、菌糸の成長の様子や、成長の良さなどに着目して選抜し、3 回目のおが粉培地試験に供試することとした。

その結果、表－5 の 8 株を第3回試験に供試することとした。

表－5 第3回試験における各菌株の供試数

ただし、E900 は試験①において害菌が多く発生したため、試験③では E790 を用いた。

供試菌株	親株		供試数		
	第2世代	第1世代	試験①	試験②	試験③
E900	E790	GPS-01	36	—	32
E891	GPS-08-1	GPS-08	36	—	32
E783	(E783)	GPS-20	36	36	32
E897	E784	GPS-27	36	36	32
E795	(E795)	GPS-31	36	36	32
E916	E805	GPS-87	36	—	32
E922	E825	GPS-99	36	—	32
E918	E819	GPS-108	36	36	32

イ おが粉培地による選抜試験 第2回試験と同様、第3回試験に供試した菌株は、表－5の主に親株（第2世代）の子実体から組織分離して得たものである。その供試菌に対して、試験を3反復行った。培地は2021年11月25日（以下試験①）、2022年7月13日（以下試験②）、2022年9月14日（以下試験③）に作成した。いずれも培地作成の翌日に接種を行った。各試験の供試菌株及び供試数は表－5に、栽培条件は表－6に示す。調査項目は、接種から収穫までにかかった平均日数（以下日数）、1ビンあたりの平均収量（以下収量）、子実体の形状、色である。

表－6 栽培条件（第3回選抜）

項目	内容
培地基材・添加物	試験①：コナラおが粉：生米ぬか＝10：2（容積比） 試験②、③：コナラおが粉：生米ぬか＝10：2.5（容積比）
培地含水率	64％に調整
栽培容器	850ml PPビン
供試数	試験①、②：各試験区36本、試験③：各試験区32本
培地詰重	試験①：約550g、試験②：約570g、試験③：約550g
滅菌	高圧滅菌 培地内120℃・40分間滅菌
培養	試験①：温度23℃、湿度65％に設定し、60日間暗培養 試験②、③：温度23℃、湿度65％に設定し、75日間暗培養
発生	温度16℃、湿度79～90％の間で適宜設定を変更

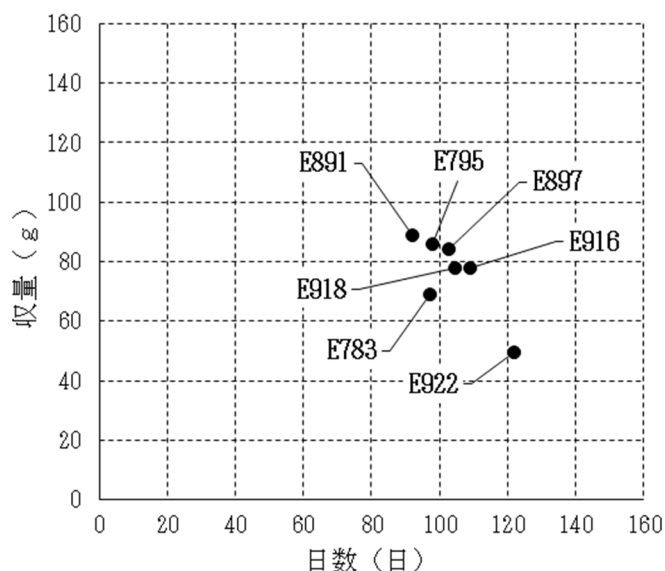
各試験の結果を図－3～5に示す。
なお、栽培期間中に害菌が発生したビンは随時廃棄した。

E900については、試験①の際にはほぼ全てのビンにおいて害菌が発生したため、結果から除外した。

日数が最も短かった菌株は試験①のE891の92日であった。試験②、③の日数は全体的に試験①より長かった。これは、試験②、③の培養日数が試験①より15日間長かったためと考えられる。

収量が最も多かったのは試験②のE795で147gであった。試験ごとに選抜株の収量をみると、試験①がおよそ50～90gであり、試験②、③はおよそ80～150gとかなり差がみられた。このことも培養日数の違いの影響である可能性が考えられる。

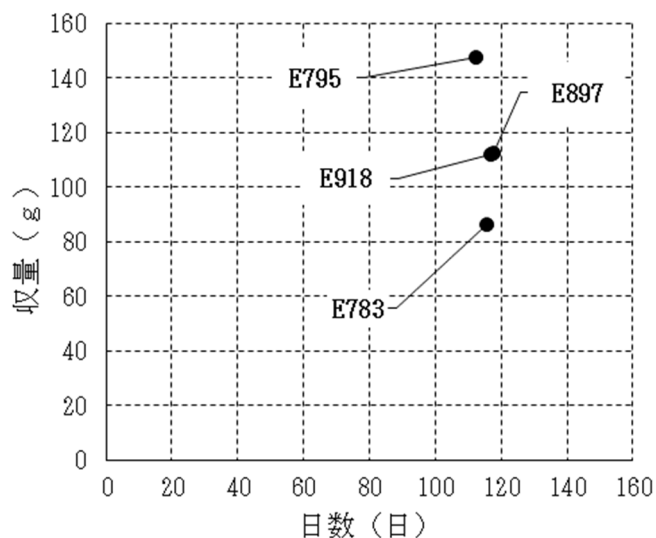
試験①～③の結果、日数及び収量は



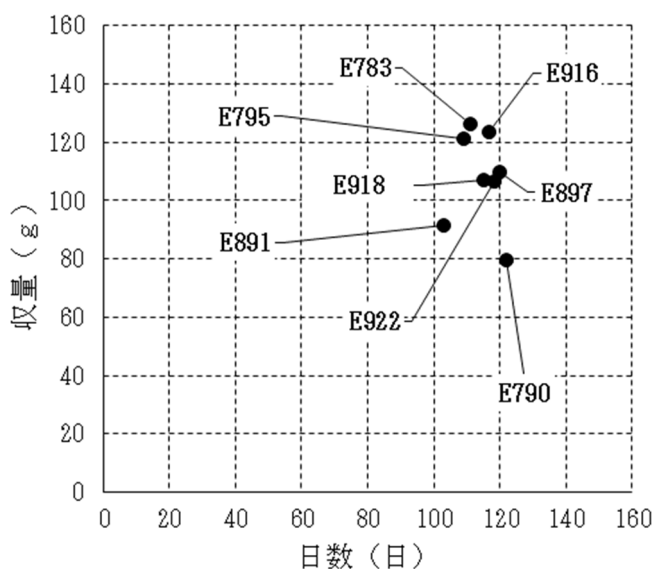
図－3 試験①の日数及び収量

菌株ごとに同一の傾向とならなかった。そこで、各菌株の子実体の形状や見た目に着目して選抜を行った。

E891 は芽数が多く形成される傾向があり、試験①の際は一部子実体が塊状になって傘の開きが不十分な個体が見られた（図－6）。また、E916、E918、E922 は子実体のしおれ（図－7）やひだの一部に褐変化（図－8）が頻繁にみられた。不十分な傘の開きやしおれ、ひだの褐変化は商品としての価値を下げると考えられたため E891、E916、E918、E922 は選抜から除外した。また、E900 は試験①における害菌の発生状況から安全を鑑みて選抜から除外した。以上のことから、形状などの面で問題のなかった E783、E795、E897 の3株を選抜株とした（図－9～11）。



図－4 試験②の日数及び収量



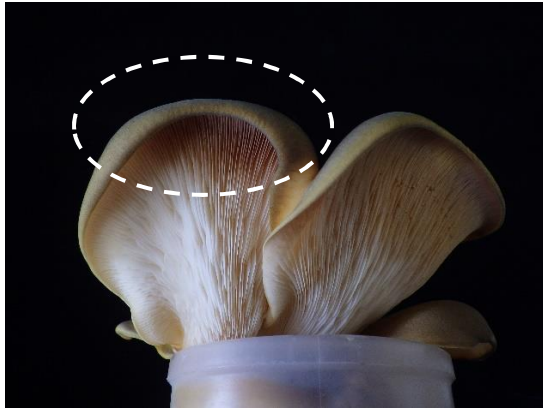
図－5 試験③の日数及び収量



図－6 傘の開きが不十分な子実体(E891)



図－7 傘にしおれ(E918)



図－8 ひだの一部が褐変化(E916)



図－9 E783 の子実体



図－10 E897 の子実体



図－11 E795 の子実体

3 最適培養日数の検討

(1) 方法

E783、E795、E897 の3株について、それぞれの最適な培養日数を明らかにするため、おが粉培地による栽培試験を行った。培養日数が60日間（以下60日区）、75日間（以下75日区）、90日間（以下90日区）の試験区を設定し、試験を行った。栽培条件は表－7に示す。おが粉培地は2023年4月27日に作成し、翌28日に各菌を接種した。調査項目は、接種から収穫までにかかった平均の日数（以下日数）、1ビンあたりの平均の収量（以下収量）である。

表－7 栽培条件

項目	内容
培地基材・添加物	コナラおが粉：生米ぬか＝10：3（容積比）
培地含水率	64％に調整
栽培容器	850ml PPビン
供試数	60日、90日区：各12本、75日区：各24本
培地詰重	約580g
滅菌	高圧滅菌 培地内120℃・40分間滅菌
培養	温度23℃、湿度65％に設定し、60日、75日、90日間暗培養
発生	温度16℃、湿度79～90％の間で随時変更

(2) 結果・考察

菌株ごとの培養日数と日数の結果を図-12 に示す。

どの菌株も培養日数が長くなるのにもない、一部を除き日数が長くなった (Steel-Dwass 検定: $p < 0.05$)。ただし、E897 の 60 日区と 75 日区の間は日数に有意差がみられなかった (Steel-Dwass 検定: $p > 0.05$)。このことから、同じ菌株であれば、培養日数が長いほど、日数も一部を除き長くなることが確認できた。

各菌株の培養日数と収量の結果を図-13 に示す。E783 は検定を行った結果、いずれの試験区の間にも有意差がみられなかった (Steel-Dwass 検定: $p > 0.05$)。このことから、E783 は培養日数の違いによる収量の差がないことがわかった。E897 は 90 日区と比較して 75 日区で有意に収量が多かった (Steel-Dwass 検定: $p < 0.05$)。E795 は 90 日区で最も収量が多くなった (Steel-Dwass 検定: $p < 0.05$)。以上の結果から、収量が最も多い培養日数を最適な培養日数と考えた場合、E783 は、培養日数が 60 日、75 日、90 日であれば同程度の収量が得られことがわかった。また、E897 は 60 日及び 75 日、E795 は 90 日が最適培養日数であることがわかった。

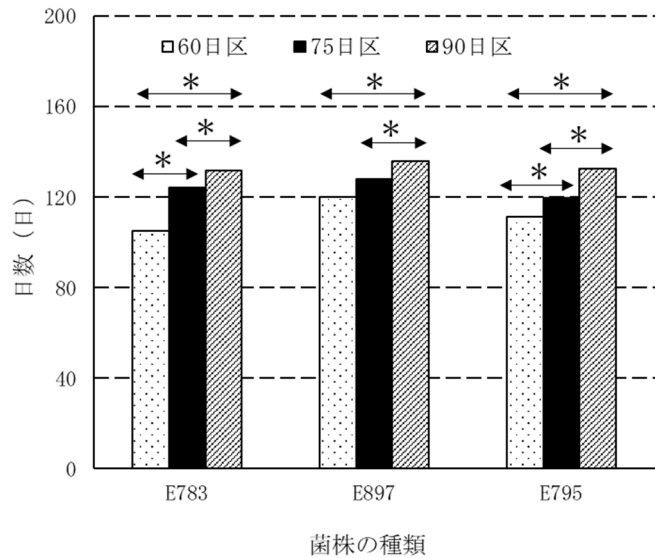


図-12 培養日数と日数の関係

(Steel-Dwass 検定 $* = p < 0.05$)

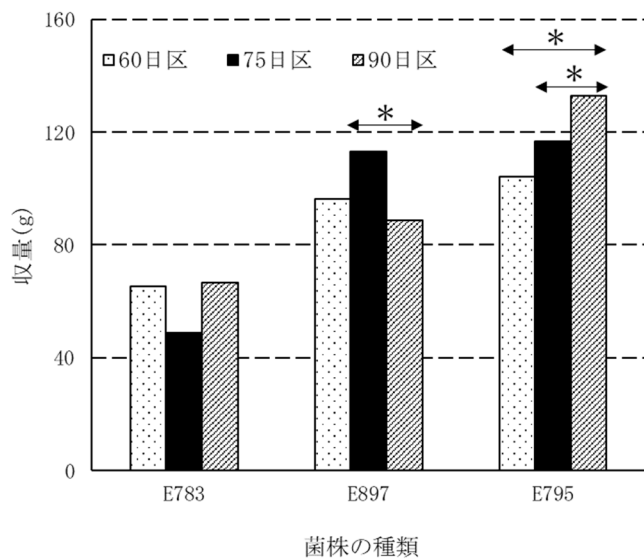


図-13 培養日数と収量の関係

(Steel-Dwass 検定 $* = p < 0.05$)

4 味覚分析

(1) 方法

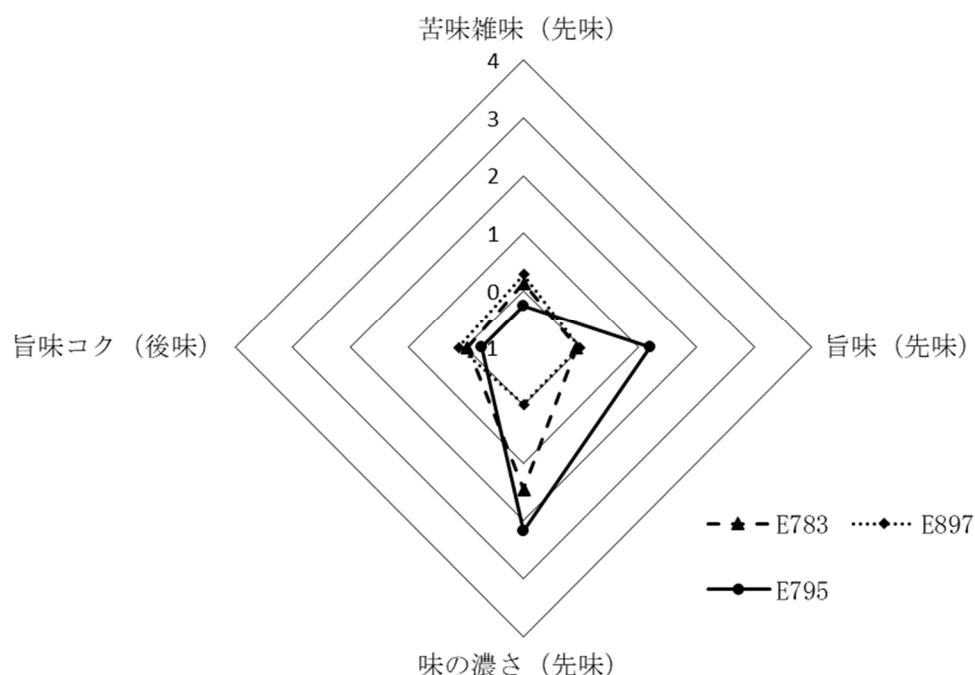
これまで、収量、収穫日数、形状などの点から選抜を行ってきたが、選抜後の普及について検討する上では子実体の含有する成分や味覚についても明らかにする必要がある。そこで、味覚について分析を行った。

分析は 2022 年度に株式会社ベジテックへの委託によって実施した。使用した機器は、味覚センサー (味認識装置 TS-5000Z 株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー) である。このセンサーは人間の舌と同様な脂質膜で構成されており、食品などの味を数値化できる装置である ((株)インテリジェントセンサーテクノロジー, 2024)。分析は、最終選抜に残った E783、E795、E897 以外に

試験場の保有するムキタケ菌 4 株と市販菌 A、B の 2 株も実施したが、今回は選抜に残った 3 株の結果のみ示す。

（２）結果・考察

結果は図－14 のとおりである。市販菌 A の値を基準値（ゼロ）とし、それに対する比較で数値が算出されている。その結果、E795 はほかの菌株と比較して「旨味（先味）」と「味の濃さ（先味）」の値が高かった。このことから、E795 は味覚の点で他の菌株より優位性があると考えられた。



図－14 味覚分析の結果（先味：口に入れた瞬間の味覚、後味：飲み込んだ後に広がる味覚）

Ⅲ おわりに

本研究は、優良なムキタケの選抜試験を中心に行った。選抜試験の結果、収穫日数、収量、形状ともに優良なムキタケを 3 株選抜することができた。今後は、生産者への普及を目標にして、より良い栽培方法を検討するための試験や生産者の意見なども取り入れた研究を進めていく予定である。

なお、ビン栽培を主とし収穫日数がムキタケと同程度であるきのこにブナシメジがある。ブナシメジは収穫日数が 115 日程度、収量が 1 ビンあたり 200g 程度であり、単価が 455 円／1kg である（2024 年 1 月平均 東京大田市場）。今回最終的に選抜したムキタケは、1 ビンあたり 120g 程度の収量であった。ブナシメジより 1 ビンから収穫できる収量が少ないことから、採算を考慮すると単価をブナシメジより高めに設定する必要があると考える。そのためには、収穫後の売り方についても工夫する必要があると思われる。

引用文献

- 独立行政法人統計センター(2023), 特用林産物生産統計調査 確報 令和4年特用林産基礎資料 令和4年品目別資料 2-29 しいたけ以外のきのこ, <https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00501004&tstat=000001021191&cycle=7&year=20220&month=0&tclass1=000001021192&tclass2=000001208720&tclass3val=0>(参照 2024-02-26)
- 久田善純・井戸好美・水谷和人(2009), ムキタケの菌床栽培, 岐阜森林研研報 38, 41-46
- 石松 誠(1994), 11 地域振興林産物の改良等に関する調査研究－菌床栽培用きのこの育種と栽培技術の改良－, 佐賀県業務報告書, 51-55
- 今関六也・本郷次雄(1987), 原色日本新菌類図鑑(1), 325pp, 保育社, 大阪
- 伊東英武(1990), ムキタケの栽培, 北海道立林産試験場報 5, 14-16
- 株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー(2024), 味覚センサーとは?, <https://www.insent.co.jp/taste-sensor/> (参照 2024-02-19)
- 蒲原邦行(1992), 11 地域振興林産物の改良等に関する調査研究－菌床栽培用きのこの育種と栽培技術の改良－, 佐賀県業務報告書, 57-64
- 蒲原邦行(1993), 11 地域振興林産物の改良等に関する調査研究－菌床栽培用きのこの育種と栽培技術の改良－, 佐賀県業務報告書, 64-68
- 蒲原邦行・時本景亮(2006), ムキタケ菌床栽培の実用化のための栽培条件の検討, 日きのこ誌 14(1), 19-27
- 蒲原邦行(2007), ムキタケ菌床栽培のための培養条件と菌株選抜に関する研究, 鳥取大学博士論文
- 川島祐介・国友幸夫(1999), ムキタケ等野生きのこ栽培試験, 群林試研報 6, 35-40
- 永守直樹(2005), ムキタケの簡易施設栽培試験, 佐賀県業務報告書, 32-34
- 永守直樹(2007), ムキタケの簡易施設栽培について, 九州森林研究 60, 146-148
- 佐賀県(2006), (2) ムキタケの簡易施設栽培試験, 佐賀県業務報告書, 41-46
- 佐賀県(2007), (2) ムキタケの簡易施設栽培試験, 佐賀県業務報告書, 36-38
- 佐賀県(2008), (2) ムキタケの簡易施設栽培試験, 佐賀県業務報告書, 38-44
- 柴田 尚(1999), 野生きのこの品種改良と菌床による栽培法の確立, 山梨県森林総合研究所事業報告, 38-39