

消費拡大に資するきのこ栽培技術の開発

増野和彦・城石雅弘*・中村美晴*・古川 仁

美味しいきのこ生産技術の開発のため、味認識装置による味分析を活用して、ナメコの優良育種素材の選抜及び流通・保存技術の開発に取り組んだ。その結果は、以下のとおりである。①食味官能評価によって、ナメコ野生子実体の味が美味しいと評価された。②美味しいと評価された野生ナメコ子実体は、味分析により「苦味雑味値が小さく旨味値が大きい」ことが分かり、これを美味しいナメコの評価基準とした。③一定の栽培効率性のある野生菌株から、味分析による評価基準に基づき美味しいナメコの優良育種素材を選抜した。④味分析の結果、ナメコの過度な水洗いが苦味雑味値を増加し旨味値を低下させることが分かった。⑤味分析の結果、3℃の冷蔵によってナメコの旨味値が増加する傾向を確認した。

キーワード：ナメコ、味認識装置、官能評価、菌床栽培、原木栽培

1 緒言

産地間競争の激化によりきのこの販売単価は下落し、中小規模生産者の経営は厳しい。生産者所得を向上させて、きのこ生産を山村地域の産業として維持・発展させるためには、きのこの需要拡大と高付加価値化が必要である。

これまで、きのこ栽培技術の開発は収量の向上や栽培期間の短縮化等の生産性向上を主な目的としていた。しかし、地域ごとに特色のあるきのこ生産と消費拡大のためには、効率性一辺倒を見直して、あまり重視されてこなかった「美味しいきのこ生産」を目指した技術開発が必要と考えた。

その一方、人が感じる「味」は主観的な指標であり客観的な評価が難しい。「美味しい」きのこ生産を目指す研究を進めるには、味の数値評価が不可欠である。

そこで、平成 28 年度から平成 30 年度まで、一般社団法人長野県農村工業研究所（以下、農工研）と共同して「美味しさ」に着目したきのこ栽培技術の開発—ナメコの味の数値化—¹⁾（以下、前報）に取り組んだ。その結果、ナメコに関して味認識装置を用いた味の数値化が、味の客観評価手法として利用できることが示唆された。

本研究課題では、上記の成果を踏まえ、消費拡大のため美味しいナメコの生産技術の開発に引き続き取り組み、以下の手順で研究を進めた。

まず、ナメコの食味官能評価により多くの人々が食して好ましいと考えるナメコを選定し、選定したナメコ子実体を味認識装置による味分析に供して、

美味しいナメコの標準値の設定を試みた。さらに、その数値を指標として、消費拡大に資するナメコ生産技術の開発のため、美味しいナメコの品種選抜や栽培技術の開発を目指した（図-1）。

なお本研究は、平成 31 年度（令和元年度）から令和 3 年度まで、農工研と共同して実施したものである。

2 試験の方法

2.1 遺伝資源の収集と保存

自然界から優良な育種素材を導入するため、ナメコの野生菌株を採集して分離培養を行い、保存に供した。

採集した子実体の組織・孢子・腐朽材を常法²⁾により分離・培養した。その後、継代培養法³⁾及び凍結保存法⁴⁾により菌株を保存した。

2.2 味認識装置による味分析

図-2 に美味しさを構成する要素を示した⁵⁾。一般的に、美味しさは口で感じると考えられているが、実際に美味しいという感覚が発生するのは、脳の中である⁶⁾。旨味、塩味、苦味といった「味」、匂いである「香り」、咀嚼した時の歯応えなどの「食感」、食べる人の経験・健康状態・気分・空腹感など、いくつかの要因が脳で統合されて生み出されている。しかし、最も重要な要因は、舌の味覚受容体で感知する「味」にある。そこで、美味しいきのこ生産を目指す上で、まずは「味」を対象にしたものである。

味認識装置は、人の舌を模した「味覚センサー」を持っている。これを用いた味の数値評価例は、日

* 一般社団法人長野県農村工業研究所

本酒, 醤油, 味噌などの食品ではある^{7,8,9,10)}。しかし, きのこでは報告が見当たらなかったため, 前報において, ナメコについて味の数値評価が可能か, 予備的な検討を行った。その結果, ナメコについて味認識装置での分析で特に有効な項目は, 旨味, 旨味コク, 苦味雑味であることが分かった¹⁾。

味認識装置による味分析 (以下, 味分析) には, 農工研保有「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製) を用いた (写真-1)。試料は, 凍結乾燥子実体 2g に蒸留水を 200mL 加え, 湯浴中で 15 分熱水抽出後, 粉碎器により粉碎後ろ過し, ろ液を味分析に供した。測定は 4 回行って最初の 1 回を除いた 3 回の測定結果

の平均値を各センサーの測定値とした。さらに, センサー測定値を換算し, それぞれの味の度合いとして表した。

なお, 味覚センサー⁷⁾は, 塩味, 酸味, 甘味, 苦味, うま味, 渋味に応答する 6 種類があり, さらに 1 つのセンサーから「先味」と「後味」の 2 種類の情報を感知することができる。先味は食べたときに感じる味, 後味は食べ物を飲み込んだあとに口の中に残る味に相当する。これらの味の有無は, 得られた測定値から装置が自動的に有意差を判定する機構となっている。

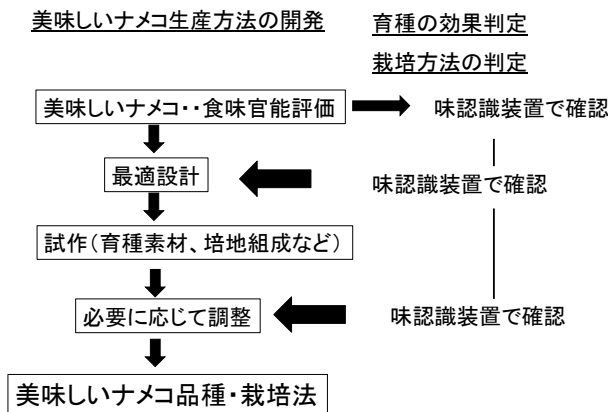


図-1 美味しいきのこ生産技術開発の進め方



図-2 美味しさを構成する要素⁵⁾



写真-1 味認識装置
(株) インテリジェントセンサーテクノロジー製 TS-5000Z⁵⁾

2.3 食味官能評価

美味しさは脳で感じる量であり, 五感の他に健康,

心理状態, その場の雰囲気等も影響する⁶⁾。したがって, 人に食べてもらって, その味や食感等が好

まじいかどうかを評価してもらうことも必要である。そこで、食品官能評価の手法^{11,12)}に準じて以下のとおりに実施した。

食味官能評価:主に長野県林業総合センター(以下、林業総合センター)及び農工研の職員を対象として行った。原則として得られた子実体は逐次60℃で凍結保存した。官能評価時に、鍋に湯を沸かし、沸騰した状態で冷凍品を入れ、3分間ボイルした後に食味に供し、「外観」、「風味」、「舌触り」、「食感」、「旨味」、「えぐみ」、「飲み込みやすさ」、「総合評価」の8項目についてアンケート形式で行った。点数:非常に悪い(弱い)1,悪い(弱い)2,どちらでもない3,良い(強い)4,非常に良い(強い)5。

2.4 美味しいナメコの標準値の設定

2.4.1 野生子実体の食味官能評価

これまでの筆者の食体験のなかで、ナメコについて最も美味しいと感じたのは、野生子実体を採集現地において、味噌汁で食した時である。また、同様の体験を述べる者も多い。そこで、改めて2019年10月30日富山市有峰湖周辺ブナ林で採取した野生ナメコについて、採集直後に採集参加者男女8名を対象にして食味官能評価を実施した。

鍋で沸騰した水道水に茎を2~3cmに切ったナメコ子実体を入れ、2分間煮た後に味噌を入れ、一煮立ちしたら火を止めて食味官能評価に供した。「外観」、「風味」、「舌触り」、「食感」、「旨味」、「えぐみ」、「飲み込みやすさ」、「総合評価」の8項目についてアンケート形式で行った。

2.4.2 野生子実体の味分析

2020年10月27日に富山市有峰湖周辺ブナ林で採取した野生ナメコ子実体を味分析に供した。

2.5 栽培試験による野生株の一次選抜

2.5.1 栽培試験1

2018年に、主に石川県白山市で採取した林業総合センター保有のナメコ野生株12系統(表-1)と、対照として市販品種(N008)及び野生株(むつ市ナメコA-6-3)を用いて菌床栽培試験を行った。

ナメコ栽培方法の概要は以下のとおりである。培地組成;ブナおが粉:フスマ=10:2(容積比),含水率65%,培養;20℃75日間,発生;14℃,収穫調査;個数,収量,収穫所要日数。供試数:1系統12本。

表-1 栽培試験1 供試野生株¹⁾

番号	採集地	慣用名称	採取日
1	白山市	白山ナメコ A-1-1	2018/10/30
2	白山市	白山ナメコ A-1-2	2018/10/30
3	白山市	白山ナメコ A-2	2018/10/30
4	白山市	白山ナメコ B-1	2018/10/30
5	白山市	白山ナメコ B-2	2018/10/30
6	白山市	白山ナメコ B-3	2018/10/30
7	白山市	白山ナメコ B-4	2018/10/30
8	白山市	白山ナメコ B-5	2018/10/30
9	白山市	白山ナメコ C-1	2018/10/23
10	富山市	白山ナメコ D-1	2018/10/23
11	富山市	白山ナメコ D-2	2018/10/23
12	白山市	白山ナメコ E-1	2018/11/4

2.5.2 栽培試験2

2019年に、主に富山市で採取した林業総合センター保有のナメコ野生株15系統(表-2)と、対照として市販品種(N008)及び野生株(むつ市ナメコA-6-3)を用いて菌床栽培試験を行った。ナメコ栽培の方法は、2.5.1栽培試験1と同様である。

表-2 栽培試験2 供試野生株

番号	採集地	慣用名称	採取日
1	富山市	有峰湖ナメコ A-1	2019/10/30
2	富山市	有峰湖ナメコ A-2	2019/10/30
3	富山市	有峰湖ナメコ A-3	2019/10/30
4	富山市	有峰湖ナメコ A-4	2019/10/30
5	富山市	有峰湖ナメコ A-5	2019/10/30
6	白山市	有峰湖ナメコ A-6	2019/10/30
7	富山市	有峰湖ナメコ A-7	2019/10/30
8	富山市	有峰湖ナメコ A-8	2019/10/30
9	富山市	有峰湖ナメコ B-1	2019/10/31
10	富山市	有峰湖ナメコ B-2	2019/10/31
11	富山市	有峰湖ナメコ B-3	2019/10/31
12	富山市	有峰湖ナメコ B-4	2019/10/31
13	富山市	有峰湖ナメコ C-1	2019/10/31
14	富山市	有峰湖ナメコ D-1	2019/10/31
15	富山市	有峰湖ナメコ D-2	2019/10/31

2.5.3 栽培試験3

2020年に富山市、白山市、木島平村で採取した林業総合センター保有のナメコ野生株11系統(表-3)と対照として市販品種(N008)、野生株(むつ市ナメコA-6-3,白山ナメコB-2,有峰湖ナメコA-6(R1))を用いて菌床栽培試験を行った。ナメコ栽培方法は2.5.1栽培試験1と同様である。

2.6 味分析による二次選抜

栽培試験1,栽培試験2,栽培試験3の結果から栽培試験ごとに、一定の生産効率のある菌株として各試験5系統程度を一次選抜して、味分析による二次選抜に供した。

表-3 栽培試験 3 供試野生株

番号	採集地	慣用名称	採取日
1	富山市	有峰湖ナメコ A-1 (R2)	2020/10/27
2	富山市	有峰湖ナメコ B-1 (R2)	2020/10/27
3	富山市	有峰湖ナメコ D-1 (R2)	2020/10/27
4	富山市	有峰湖ナメコ D-2 (R2)	2020/10/27
5	富山市	有峰湖ナメコ D-3 (R2)	2020/10/27
6	富山市	有峰湖ナメコ F-1 (R2)	2020/10/27
7	木島平村	牧ノ入ナメコナメコ 1 (R2)	2020/10/1
8	木島平村	牧ノ入ナメコ 2 (R2)	2020/10/1
9	木島平村	牧ノ入ナメコ 3 (R2)	2020/10/1
10	木島平村	牧ノ入ナメコ 4 (R2)	2020/10/1
11	白山市	一里野ナメコ (R2)	2020/10/26

2.7 二次選抜株の食味官能評価

味分析によって二次選抜した菌株を含むナメコ子実体について、林業総合センター所属の男女6名及び農工研所属の男女15名を対象にして食味官能評価を行った。

2.7 市販ナメコ子実体の味分析

2.7.1 市販ナメコ子実体の味分析 1

塩尻市内で購入したナメコ子実体を味認識装置による味分析に供した。供試試料を表-4に示した。

表-4 市販ナメコ子実体の味分析 1 試料

試料名	形態	属性
N008	足きり	対照・水洗いなし・林業総合センター菌床栽培
N009	足きり	対照・水洗いなし・林業総合センター菌床栽培
足きり ナメコ 市販 1	足きり	水洗い・長野県産・菌床栽培
足きり ナメコ 市販 2	足きり	水洗い・長野県産・菌床栽培
大粒ナ メコ市 販	大粒	水洗いなし・山形県産・菌床栽培
株取り ナメコ 市販	株取り	水洗いなし・長野県産・菌床栽培

2.7.1 市販ナメコ子実体の味分析 2

塩尻市内で購入したナメコ子実体を味認識装置による味分析に供した。供試試料を表-5に示した。

2.8 同一品種を用いた菌床栽培子実体と原木栽培子実体の味分析

同一品種で原木栽培と菌床栽培を行い、得られたそれぞれのナメコ子実体を味分析に供した。栽培方法の概要は以下のとおりである。原木栽培：2019年2月に品種名「晩生なめこ」（菌興）をコナラ原木に接種し、仮伏せ後の同年5月に林

業総合センターの林内に埋設した。

表-5 市販ナメコ子実体の味分析 2 試料

試料名	形態	属性
N008	足きり	対照・水洗いなし・林業総合センター菌床栽培
大粒ナ メコ市 販 A	大粒	水洗いなし・山形県産・菌床栽培
足きり ナメコ 市販 A	足きり	水洗い・長野県産・菌床栽培
大粒ナ メコ市 販 B	大粒	水洗いなし・長野県産・菌床栽培
株取り ナメコ 市販	株取り	水洗いなし・長野県産・菌床栽培
足きり ナメコ 市販 B	足きり	水洗い・長野県産・菌床栽培
足きり ナメコ 市販 C	足きり	水洗い・長野県産・菌床栽培

その後2020年11月に発生した子実体を味分析に供した。菌床栽培：原木栽培と同一品種のおが粉種菌を製造し、この種菌を用いた菌床栽培（2.5.1栽培試験1と同様）で得られた子実体を味分析に供した。

2.9 水洗い処理時間と味分析

林業総合センターで菌床栽培したナメコ子実体（2.5.3栽培試験3で一番収穫したN008及びむつ市ナメコA-6-3子実体）について、水洗い処理時間（0分、5分、10分、15分）による影響を味分析によって調べた。

2.10 冷蔵日数と味分析

林業総合センターで菌床栽培したナメコ子実体（2.5.3栽培試験3で一番収穫したN008及びむつ市ナメコA-6-3子実体）について、3℃冷蔵日数（0日、3日、7日、14日）による影響を味分析によって調べた。

3 試験の結果と考察

3.1 遺伝資源の収集と保存

富山県有峰湖周辺ブナ林（令和元年、令和1年）、小谷村（令和3年）等において、遺伝資源収集を行った。表-6に示したとおり、43系統のナメコ野生株を収集し、分離・培養して保存に供した。収集した野生株の一部は、2.5の栽培試験に供試した。

表-6 ナメコ収集菌株リスト

番号	種名	慣用名	採集場所	採集日	分離日	備考
1	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)A-1	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/30	2019/10/31	
2	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)A-2	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/30	2019/10/31	
3	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)A-3	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/30	2019/10/31	
4	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)A-4	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/30	2019/10/31	
5	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)A-5	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/30	2019/10/31	
6	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)A-6	白山市ブナ林	2019/10/30	2019/10/31	
7	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)A-7	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/30	2019/10/31	
8	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)A-8	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/30	2019/10/31	
9	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)B-1	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/31	2019/10/31	
10	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)B-2	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/31	2019/10/31	
11	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)B-3	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/31	2019/10/31	
12	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)B-4	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/31	2019/10/31	
13	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)C-1	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/31	2019/10/31	
14	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)D-1	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/31	2019/10/31	
15	ナメコ	有峰湖ナメコ(R1)D-2	富山市有峰湖周辺ブナ林	2019/10/31	2019/10/31	
16	ナメコ	有峰湖ナメコ(R2)A-1	富山市有峰湖周辺ブナ林	2020/10/27	2020/10/27	
17	ナメコ	有峰湖ナメコ(R2)B-1	富山市有峰湖周辺ブナ林	2020/10/27	2020/10/27	
18	ナメコ	有峰湖ナメコ(R2)D-1	富山市有峰湖周辺ブナ林	2020/10/27	2020/10/27	
19	ナメコ	有峰湖ナメコ(R2)D-2	富山市有峰湖周辺ブナ林	2020/10/27	2020/10/27	
20	ナメコ	有峰湖ナメコ(R2)D-3	富山市有峰湖周辺ブナ林	2020/10/27	2020/10/27	
21	ナメコ	有峰湖ナメコ(R2)F-1	富山市有峰湖周辺ブナ林	2020/10/27	2020/10/27	
22	ナメコ	一里野ナメコ	白山市一里野ブナ林	2020/10/26	2020/10/27	
23	ナメコ	牧ノ入ナメコ 1	木島平村スキー場周辺	2020/10/1	2020/10/1	分譲
24	ナメコ	牧ノ入ナメコ 2	木島平村スキー場周辺	2020/10/1	2020/10/1	分譲
25	ナメコ	牧ノ入ナメコ 3	木島平村スキー場周辺	2020/10/1	2020/10/1	分譲
26	ナメコ	牧ノ入ナメコ 4	木島平村スキー場周辺	2020/10/1	2020/10/1	分譲
27	ナメコ	小谷ナメコ A-1	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
28	ナメコ	小谷ナメコ A-2	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
29	ナメコ	小谷ナメコ A-3	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
30	ナメコ	小谷ナメコ A-4	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
31	ナメコ	小谷ナメコ A-5	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
32	ナメコ	小谷ナメコ B-1	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
33	ナメコ	小谷ナメコ B-2	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
34	ナメコ	小谷ナメコ B-3	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
35	ナメコ	小谷ナメコ B-4	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
36	ナメコ	小谷ナメコ B-5	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
37	ナメコ	小谷ナメコ B-6	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
38	ナメコ	小谷ナメコ B-7	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
39	ナメコ	小谷ナメコ B-8	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
40	ナメコ	小谷ナメコ B-9	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
41	ナメコ	小谷ナメコ C-1	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
42	ナメコ	小谷ナメコ C-2	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	
43	ナメコ	小谷ナメコ C-3	小谷村ブナ林	2021/10/30	2021/10/30	

3.2 美味しいナメコの標準値の設定

3.2.1 野生子実体の食味官能評価

野生ナメコを採取直後に食することが最も美味しいナメコの食べ方であると言われるため、富山市ブナ林で採取した野生ナメコについて、現地で採集参加者（男女8名）を対象に食味官能評価を実施した。その結果（図-3）、えぐみも少なく、全般的に高い評価が得られた。

3.2.2 野生子実体の味分析

野生ナメコ子実体が美味しいとの官能評価が得られたので、野生子実体を味分析に供した。その結果（図-4）、「苦味雑味値が小さく旨味値が大きいこと」が認められたので、このことを美味しいナメコの標準値とし、美味しいナメコの評価基準とした。

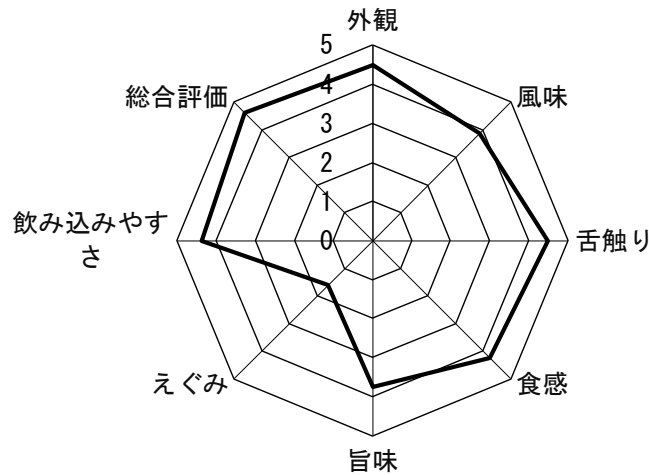


図-3 採取直後の野生ナメコ（富山市有峰湖周辺）の食味官能評価結果
 点数：非常に悪い（弱い）1, 悪い（弱い）2, どちらでもない3, 良い（強い）4, 非常に良い 5, えぐみ；とても強い：5, 強い：4, どちらでもない：3, 弱い：2, とても弱い：1 対象者：採集に参加した男女8名

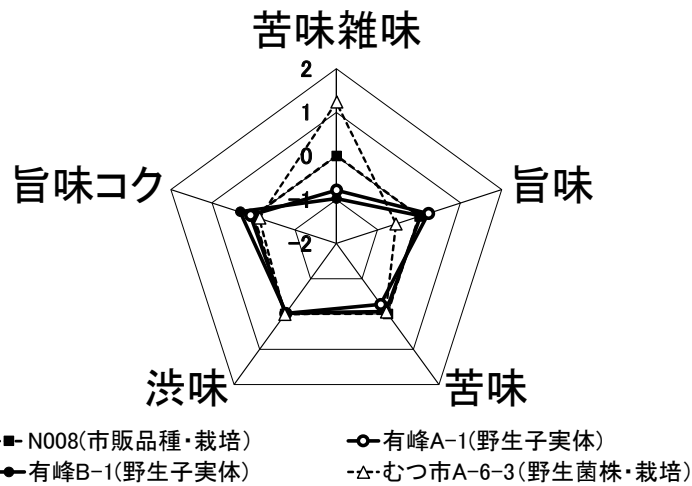


図-4 2020年採取野生ナメコ子実体の味分析結果（N008の値を0として換算）
 市販品種（対照）：N008, 野生菌株（対照）：むつ市A-6-3, 野生子実体：有峰A-1, 有峰B-1

3.3 栽培試験による野生株の一次選抜

3.3.1 栽培試験 1

栽培試験の結果を図-5に示した。一番収穫所要日数が短い、一番収穫の収量が多い、総収量が多い等の栽培特性から、一定の効率性のある4菌株（白山ナメコA-1-2, 白山ナメコB-2, 白山ナメコC-1, 白山ナメコE-1）を一次選抜した。

3.3.2 栽培試験 2

栽培試験の結果を図-6に示した。一番収穫所要日数が短い、一番収穫の収量が多い、総収量が多い

等の栽培特性から、一定の効率性のある6菌株（有峰ナメコA-6, 有峰ナメコA-7, 有峰ナメコB-1, 有峰ナメコB-2, 有峰ナメコC-1, 有峰ナメコD-1）を一次選抜した。

3.3.3 栽培試験 3

栽培試験の結果を図-7に示した。早期の集中発生特性がある、総収量が多い等の栽培特性から、一定の効率性のある5菌株（有峰湖A-1(R2), 有峰湖D-2(R2), 牧ノ入1(R2), 牧ノ入2(R2), 牧ノ入4(R2))を一次選抜した。

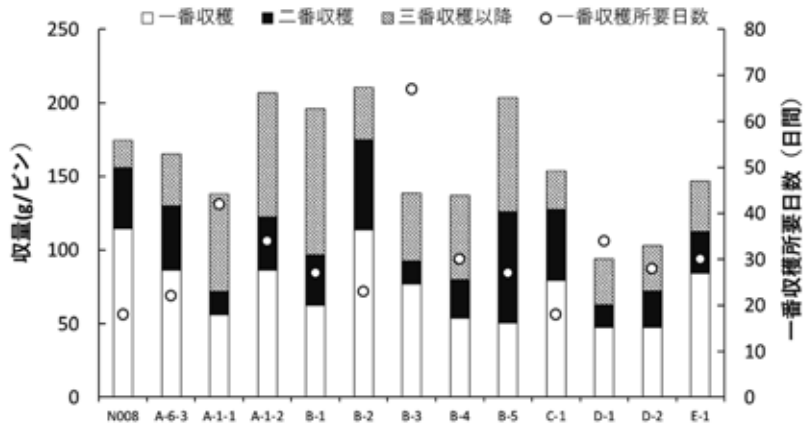


図-5 栽培試験1の結果(白山ナメコ)

市販品種(対照): N008, 野生株(対照): むつ市ナメコ A-6-3, 野生株(白山ナメコ): A-1-1, A-1-2, B-1, B-2, B-3, B-5, C-1, D-1, D-2, E-1

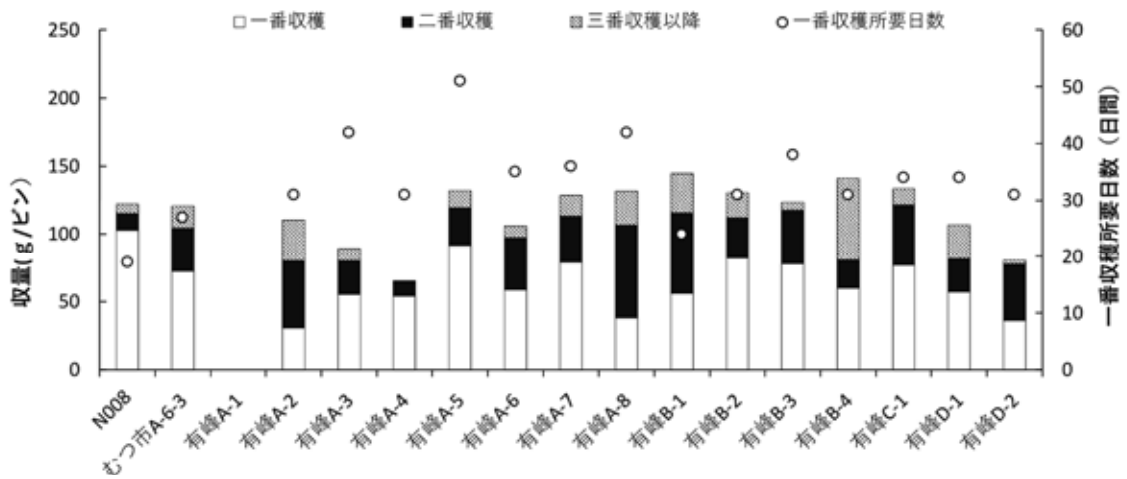


図-6 栽培試験2の結果(有峰湖ナメコ)

市販品種(対照): N008, 野生株(対照): むつ市ナメコ A-6-3, 野生株(有峰湖ナメコ): A-1, A-2, A-3, A-4, A-5, A-6, A-7, A-8, B-1, B-2, B-3, B-4, C-1, D-1, D-2

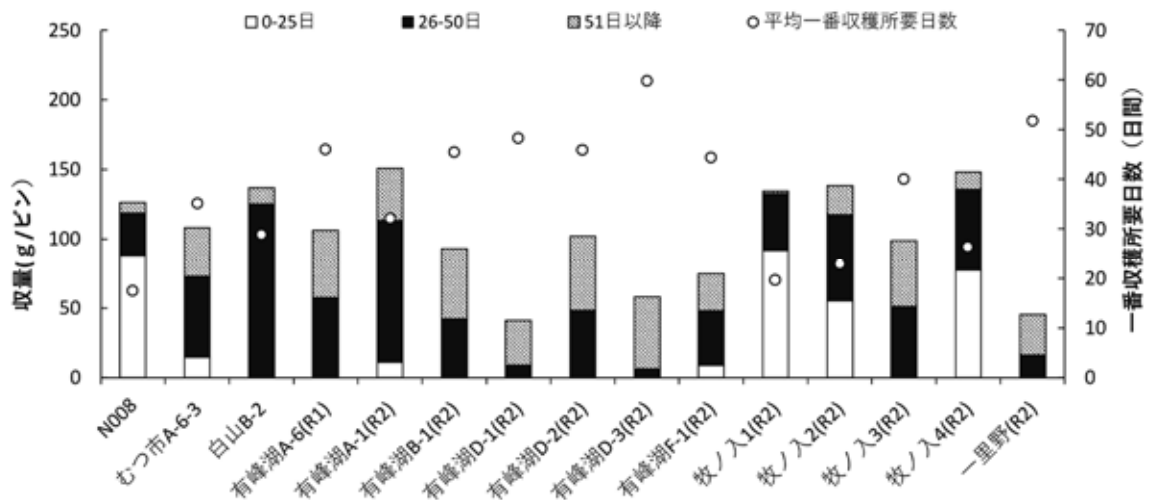


図-7 栽培試験3の結果(有峰湖ナメコ(R2)他)

市販品種(対照): N008, 野生株(対照): むつ市ナメコ A-6-3, 白山ナメコ B-2, 有峰湖ナメコ A-6(R1)] 野生株(有峰湖ナメコ(R2)): A-1, B-1, D-1, D-2, D-3, 野生株(牧ノ入ナメコ): 1, 2, 3, 4, 野生株: 一里野ナメコ

3.4 味分析による二次選抜

栽培試験 1 によって一次選抜した野生株子実体の味分析結果を図-8 に示した。美味しいナメコの指標として、3.2 美味しいナメコの標準値の設定の結果から判明した「苦味雑味値が小さく旨味値が大きい」ことを基準にして、白山ナメコ B-2, 白山ナメコ C-1 を二次選抜した。

栽培試験 2 によって一次選抜した野生株子実体の味分析結果を図-9 に示した。栽培試験 1 の一次選抜株と同様に「苦味雑味値が小さく旨味値が大きいこと」を基準に二次選抜を試みた。その結果、旨味値は対照よりやや大きい菌株はあったが苦味雑味値が大きく、選抜できる菌株はなかった。

栽培試験 3 によって一次選抜した野生株子実体

の味分析結果を図-10 に示した。栽培試験 1, 栽培試験 2 の一次選抜株と同様に「苦味雑味値が小さく旨味値が大きいこと」を基準に二次選抜を試みた。その結果、対照の N008 に対して苦味雑味値が小さく旨味値が大きかった有峰ナメコ D-2 (R2) を二次選抜した。

3.5 二次選抜株の食味官能評価

結果を図-11 に示した。二次選抜した菌株(白山ナメコ B-2, 白山ナメコ C-1)の子実体について食味官能評価を行ったところ、選抜株は旨味では一定の評価が得られたが、対照品種に対して味認識装置で検出できない食感で劣っていた。食感の数値評価法の検討も今後は必要と考えられた。

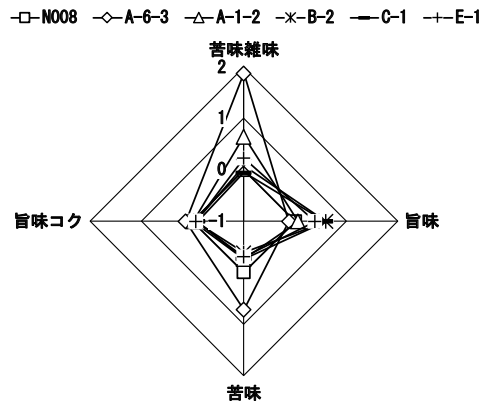


図-8 栽培試験 1 一次選抜野生株の味分析結果
N008 の値を 0 とした時の味の差

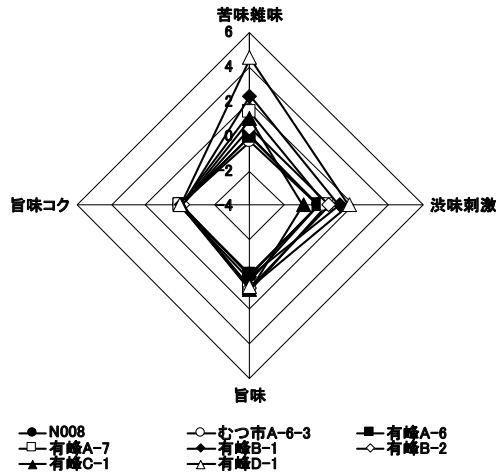


図-9 栽培試験 2 一次選抜野生株の味分析結果
N008 の値を 0 とした時の味の差

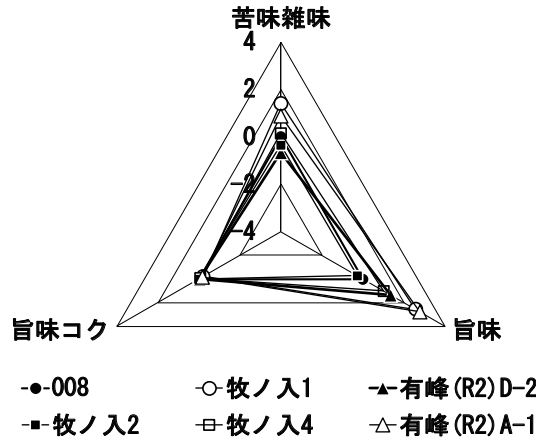


図-10 栽培試験3一次選抜野生株の味分析結果
N008の値を0とした時の味の差

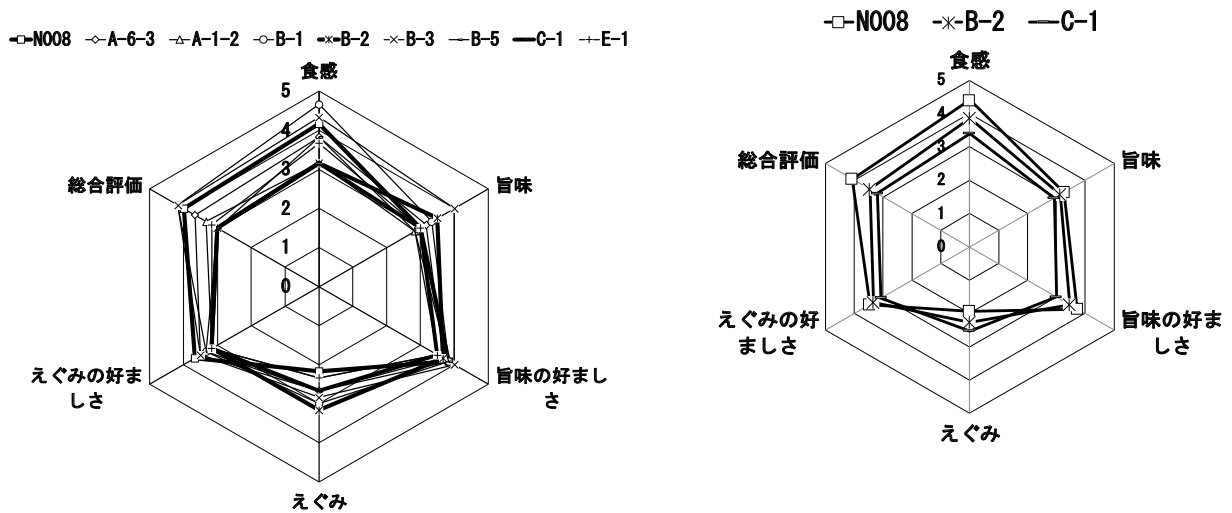


図-11 二次選抜株の食味官能評価結果

(左：林業総合センター, 右：農工研)

市販品種 (対照): N008, 野生株 (対照): A-6-3, 選抜野生株 (白山ナメコ): A-1-2, B-1, B-2, B-3, B-5, C-1, E-1
 点数: 非常に悪い (弱い) 1, 悪い (弱い) 2, どちらでもない 3, 良い (強い) 4, 非常に良い 5 えぐみ
 好み: とても強い: 5, 強い: 4, どちらでもない: 3, 弱い: 2, とても弱い: 1
 対象者: 林業総合センター所属の男女6名及び農工研所属の男女15名

3.6 市販ナメコ子実体の味分析

3.6.1 市販ナメコ子実体の味分析 1

結果を図-12に示した。旨味, 旨味コク, 苦味雑味が検出された。「足きりナメコ市販1」及び「足きりナメコ市販2」は, 他と比較して旨味値が小さかった。これは, 足きりナメコが水洗いを施していることに関連すると推察した。また, 「大粒ナメコ市販」の苦味雑味値は顕著に小さかった。

3.6.2 市販ナメコ子実体の味分析 2

結果を図-13に示した。「足きりナメコ」は, 対

照とした市販品種の栽培品(市販品種 N008 の水洗いなしの菌床栽培子実体)に対して, 旨味値が対照を0とした換算値で最大で-4.36, 最小でも-1.36と著しく低かった。さらに, 「足きりナメコ」は, 「大粒ナメコ」「株取りナメコ」と比較しても旨味値が小さかった。

「足きりナメコ」は, 選別・包装過程で水洗いすることが一般的である。水洗いしない「対照品」及び「大粒ナメコ」「株取りナメコ」に対して旨味値が小さかったことから, 「水洗い」過程が旨味値の低下に影響しているものと, 3.6.1市

販ナメコ子実体の味分析 1 と同様に推察された。

3.7 同一品種を用いた菌床栽培子実体と原木栽培子実体の味分析

子実体の発生状況を写真-2 に、味分析の結果を図-14 に示した。

旨味, 旨味コク, 苦味雑味, 渋味刺激が検出された。対照とした市販品種及び野生菌株の菌床栽培子実体と比較して, 晩生品種は, 菌床栽培, 原木栽培とも苦味雑味値が顕著に大きく, 特に原木栽培が菌床栽培より大きかった。渋味刺激値は, 晩生品種の菌床栽培, 原木栽培とも対照よりやや小さかった。旨味値は, 対照よりも晩生品種の菌床

栽培, 原木栽培とも大きく, 晩生品種の菌床栽培が晩生品種の原木栽培より大きかった。旨味コク値は, 全て同等であった。

同一品種を用いて栽培した菌床栽培子実体と原木栽培子実体を比較すると, 原木栽培品は菌床栽培品に比べ, 苦味雑味値が大きく旨味値が小さかった。原木栽培で得られた子実体が, 菌床栽培で得られた子実体より野生子実体に近い「苦味雑味値が小さく旨味値が大きい」傾向を示すと予想したが, 逆の結果となった。

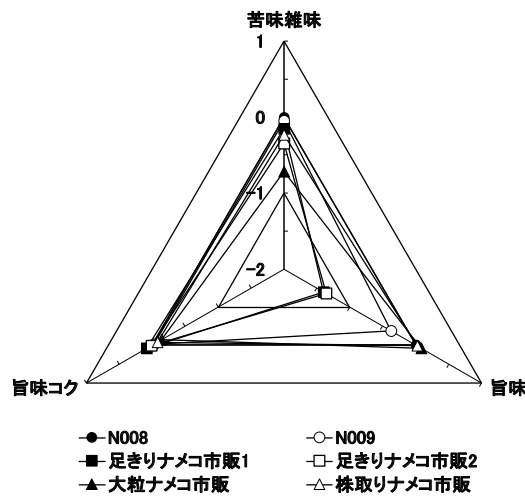


図-12 市販ナメコ子実体の味分析 1 の結果 (N008 の値を 0 として換算)
対照：市販品種 N008 及び N009 の水洗いなしの菌床栽培子実体

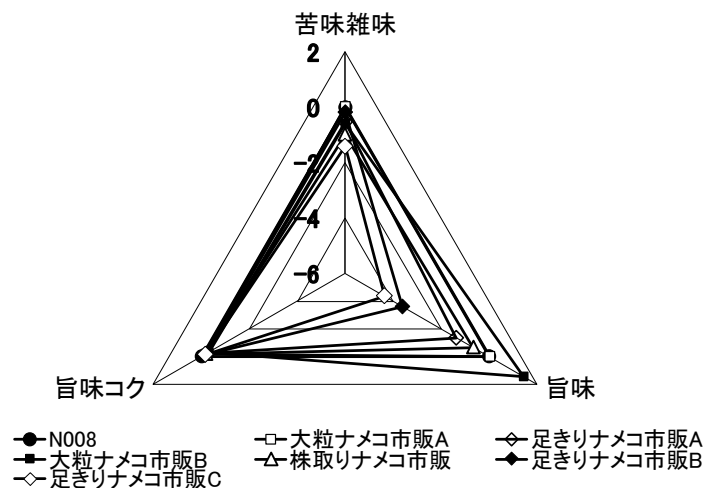


図-13 市販菌床栽培子実体の味分析 2 の結果 (N008 の値を 0 として換算)
対照：市販品種 N008 の水洗いなしの菌床栽培子実体



写真-2 同一系統のナメコ子実体（左：菌床栽培，右：原木栽培）
品種名：なめこ晩生（菌興）

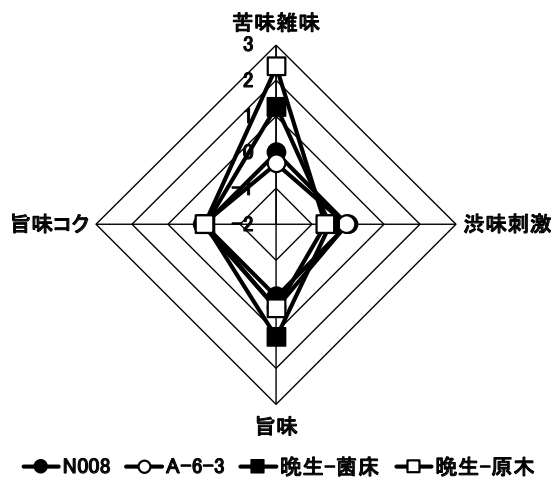


図-14 同一系統の菌床栽培と原木栽培でのナメコ子実体の味分析結果の比較
(N008の値を0として換算)

市販品種(対照):N008, 野生菌株(対照):むつ市A-6-3,
晩生-菌床:晩生(菌興)の菌床栽培子実体, 晩生-原木:晩生(菌興)の原木栽培子実体

3.8 水洗い処理時間と味分析

市販品種 N008 の味分析結果を図-15 に, 野生株むつ市ナメコ A-6-3 の味分析結果を図-16 に, それぞれ示した。

3.6.1 市販ナメコ子実体の味分析 1, 3.6.2 市販ナメコ子実体の味分析 2 の 2 回の市販ナメコ子実体の分析結果から, 水洗い処理が旨味値を小さくする傾向が見られたので, 水洗い処理時間が味分析結果に与える影響を改めて調べた。

N008 では, 水洗いしない対照区の値を 0 とした換算値で, 5 分間の水洗い処理によって旨味値が 1.73 低下した。また, 苦味雑味値は処理時間とともに増加し, 15 分間の水洗い処理で最大 1.84 になった。むつ市ナメコ A-6-3 では, 水洗いしない対照区の値を 0 とした換算値で, 時間の経過と

ともに, 苦味雑味値が大きくなり, 旨味値が減少する傾向が見られた。15 分間の水洗い処理で苦味雑味値は最大 2.22 増加し, 旨味値は最大 1.55 減少した。

以上の結果から, ナメコの過度な水洗い処理は, 苦味雑味値を増加し旨味値を小さくすることが示唆された。

3.9 冷蔵日数と味分析

市販品種 N008 の味分析結果を図-17 に, 野生株むつ市ナメコ A-6-3 の味分析結果を図-18 に, それぞれ示した。

N008 では, 3℃で冷蔵することによって, 対照区の値を 0 とした換算値で, 旨味値が 7 日目に 0.51, 14 日目に 0.58 と次第に増加した。旨味コク値はほぼ変動しなかった。苦味雑味値は, わず

かであるが、冷蔵日数が増すにつれて低下した。むつ市ナメコ A-6-3 では、3℃で冷蔵することによって、対照区の値を0とした換算値で、旨味値が3日目に0.23, 7日目に1.04, 14日目に1.66と次第に増加した。旨味コク値はほぼ変動しなかった。苦味雑味値は、3日目、7日目では減少

したが14日目には0.48増加し、全体的には冷蔵によって減少傾向を示した。

以上の結果から、ナメコの冷蔵が旨味値を増加して美味しさを増す効果をもつ可能性が示唆された。

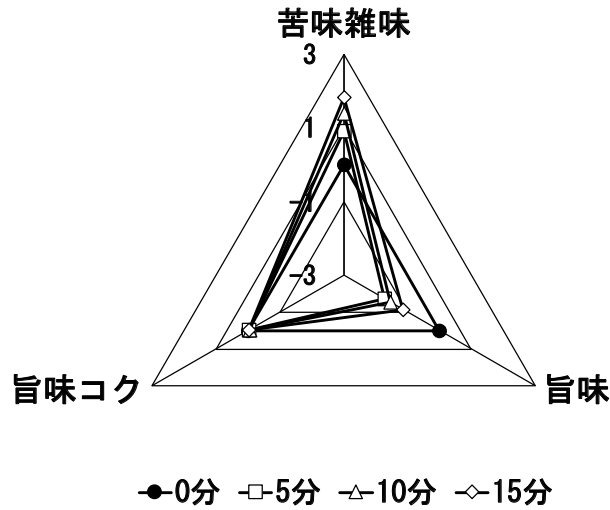


図-15 水洗い処理時間と味分析結果 (0分の値を0として換算)
市販品種:N008

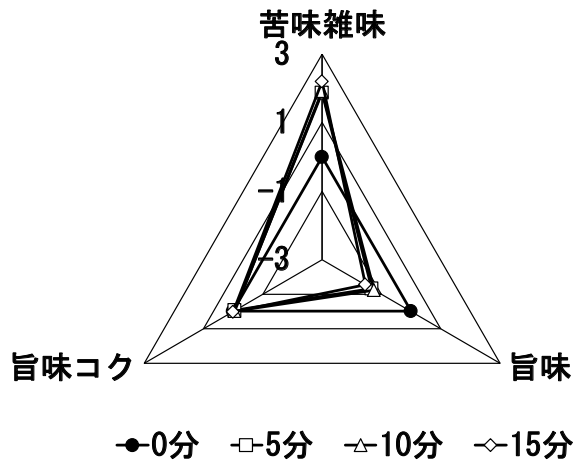


図-16 水洗い処理時間と味分析結果 (0分の値を0として換算)
野生株:むつ市ナメコ A-6-3

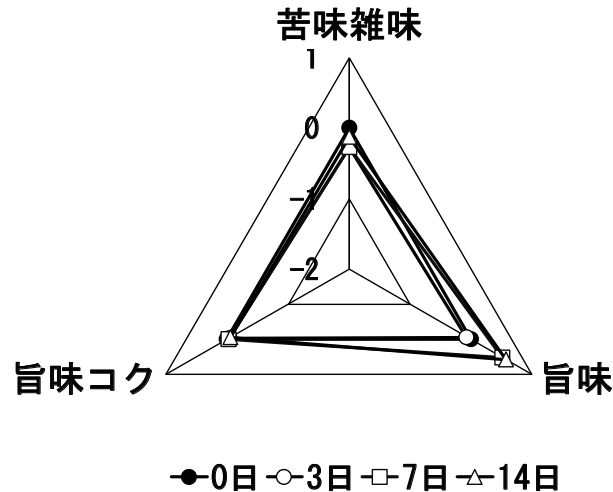


図-17 冷蔵日数と味分析結果（0日の値を0として換算）
市販品種：N008

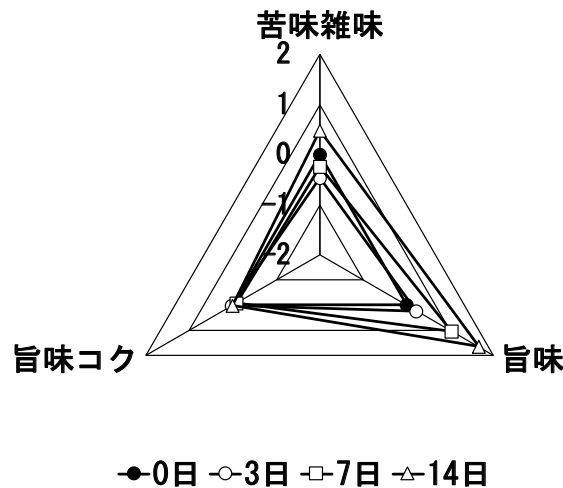


図-18 冷蔵日数と味分析結果（0日の値を0として換算）
野生株：むつ市ナメコ A-6-3

4 総合考察

ナメコの消費拡大と高付加価値化のため、効率性に加えて「食べて美味しいきのこ」の生産技術の開発を目指している。

その第一歩として、前報で、美味しさの客観的評価手法に、ナメコに関して味覚センサーを内蔵する味認識装置による味分析が、利用できることを報告した。

これらを踏まえて本課題では、ナメコに関して美味しいきのこの品種の優良育種素材の選抜、美味しいきのこの生産・流通技術の開発にさらに取り組んだ。

味分析によってナメコの味の数値評価が可能に

なったことで、次に、評価基準の策定を試みた。まず、美味しいナメコの味が野生子実体の味であることを官能評価で確認した。さらに、美味しいナメコの特徴を、味分析により「苦味雑味値が小さく旨味値が大きい」と確認し、これを美味しいナメコの評価基準とした。この基準に基づき、優良育種素材の選抜、美味しいきのこの生産技術開発を進めた。

石川県白山市、富山市、小谷村等でナメコ野生株を収集するとともに、収集した野生株の栽培試験により、早期集中発生、総収量などの栽培特性から一定の効率性を有する菌株を一次選抜した。

一次選抜した菌株の栽培子実体について味分析を行い、得られた数値から「苦味雑味値が小さく旨

味値が大きい」ことを基準に二次選抜を実施した。その結果、白山市・富山市で採集した野生株3系統を優良育種素材として選抜した。さらに、二次選抜した菌株の子実体（白山市）について食味官能評価を行ったところ、選抜株は対照品種に対して味認識装置で検出できない食感で劣っていた。美味しいナメコの数値評価法として、今後は味分析以外にも食感の数値評価法を加味する必要性が認められた。

塩尻市内で実際に販売されているナメコ市販品の味分析を2回実施して、美味しいナメコの評価基準で評価した。その結果、水洗いを施した「足きりナメコ」の旨味値が水洗いをしない他の商品形態に比較して小さい傾向を示した。

そこで、水洗い処理時間が味分析結果に与える影響を改めて調べたところ、水洗いをしない対照区の値を0とした換算値で、5分間の水洗い処理によって旨味値が最大で58%低下した。これによって、過度の水洗いは旨味値低下の原因になり得ることが示唆された。

商品購入後、家庭の冷蔵庫などでの保存方法と味の関係について検討に着手し、冷蔵日数と味分析値の関係について調べた。その結果、3℃で冷蔵した場合、冷蔵日数が増加すると旨味値が増加する傾向が見られた。

本課題における成果を改めて総括すると以下のとおりとなる。

美味しいきのこ生産技術の開発のため、味認識装置による味分析を活用して、ナメコの優良育種素材の選抜及び流通・保存技術の開発に取り組んだ。その結果、5点の成果が得られた。①食味官能評価によって、ナメコ野生子実体の味が美味しいとされた。②美味しいと評価された野生ナメコ子実体は、味分析により「苦味雑味値が小さく旨味値が大きい」ことが分かり、これを美味しいナメコの評価基準とした。③一定の栽培効率性のある野生菌株から、味分析による評価基準に基づき美味しいナメコの優良育種素材を選抜した。④味分析の結果、ナメコの過度な水洗いが苦味雑味値を増加し旨味値を低下させることが分かった。⑤味分析の結果、3℃の冷蔵によってナメコの旨味値が増加する傾向を確認した。

5 結言

本研究では、消費拡大に資する美味しいナメコ生産を実現するため、味分析の値を基準にして優良育種素材の選抜を図るとともに、流通保存方法と美味しいナメコの関係についても知見を集積した。

美味しいきのこを食卓に届けるには、「品種」「生産技術」「保存流通技術」の3つがそろふ必要がある。今回の主な成果は、品種開発のための優良育種素材の選定にあった。今後の研究の方向としては、美味しくするための、培地組成・栽培環境などの生産技術、冷蔵・冷凍などの保存流通技術についてもさらに検討を深めたい。また、本課題では優良育種素材の選抜範囲を近年3年間に石川県、富山県、及び長野県内で収集した野生株とした。一方、筆者らは、北は北海道から南は九州において収集した野生株約300系統を保存しており、これら全体を範囲に、美味しさを基準した選抜を実施して、精度の向上に努めたい。

なお、今回の選定基準は、人間の舌で感じる味を模した味分析によって、野生子実体の味の特徴である「苦味雑味値が小さく旨味値が大きい」ことにした。この基準は、今後、多くの試料の分析値が蓄積するなかで、次第に改訂されるべきものと考えている。さらに、本稿の冒頭で、一般的に、美味しさは口で感じると考えられているが、実際に美味しいという感覚が発生するのは脳の中であると述べ、多くの要素が関連することを示した。その上で、舌で感じる「味」を重視して検討を進めてきたが、マツタケに代表される「香り」、歯応え等の「食感」も大切な事項であり、これらの数値評価についても加味することが今後の課題の一つである。そしてさらに、美味しいと感じるのは脳の中である以上、最終的には、数値評価の是非を食味官能評価で検証することが重要であるが、本課題遂行中に発生したコロナ禍の影響により十分に実施できなかった。この点も課題の一つとなった。

6 謝辞

本研究の推進及び今後の方向性について女子栄養大学准教授の宮澤紀子氏から貴重なご助言を頂戴した。ここに記して謝意を表する。

7 引用文献

- 1) 増野和彦・城石雅弘・中村美晴・古川 仁 (2019), 「美味しさ」に着目したきのこ栽培技術の開発ーナメコの味の数値化ー, 長野県林業総合センター研究報告第 34 号, 81-94
- 2) 根田仁 (1992), きのこの増殖と育種, 農業図書, 最新バイオテクノロジー全書 7, 21-33
- 3) 古川久彦・大政正武・馬場崎勝彦 (1992), 食用きのこの遺伝子組換え・品種改良試験法および品種登録法解説, 林業科学技術振興所, 51-53
- 4) 馬場崎勝彦・増野和彦・本間広之 (1999), 栽培きのこ菌株の直接凍結維持法, 農業生物資源研究所, 微生物遺伝資源利用マニュアル (5), 3-20
- 5) 都甲潔・飯山悟 (2011), 食品・料理・味覚の科学, 講談社, 2-24
- 6) 角 直樹 (2019), おいしさの見える化-風味を伝えるマーケティング力, 幸書房, 9-11
- 7) 池崎秀和 (2013), 味覚センサーによる味の見える化と味の最適化, 季刊農工研通信No.166, 2-9
- 8) 蟻川幸彦他 (2001), 味センサによる用水の評価, 長野県食品工試研報, 29, 41-45
- 9) 蟻川幸彦他 (2001), 味センサによるおしるこの分析, 長野県食品工試研報 29, 46-47
- 10) 戸井田仁一・蟻川幸彦 (2011), 味覚センサー (感性評価解析装置) によるみそ, しょうゆの評価, 長野県工技センター研報, No.6, p. F1-F4
- 11) 古川秀子 (1994), おいしさを測る 食品官能検査の実務, 幸書房, 1-140
- 12) 古川秀子編著・上田玲子共著 (2012), 続おいしさを測る 食品開発と官能評価, 幸書房, 1-198