

「美味しさ」に着目したきのご栽培技術の開発

－ナメコの味の数値化－

増野和彦・城石雅弘*・中村美晴*・古川 仁

美味しいきのこの生産技術開発の第一歩として、味の数値化の可能性を検討した。その結果は以下のとおりである。①味認識装置により系統間差、培地組成別、栽培形態別、収穫時期別、栄養材添加量別の観点からナメコ子実体の味の数値化を試みたところ、旨味、旨味コク、苦味雑味、苦味、渋味、渋味刺激が検出可能なことを確認した。これにより、ナメコの味の客観的評価手法として味認識装置が利用できることが示唆された。②食味官能評価により培地組成別、収穫時期別の観点からナメコ子実体の味の数値評価を試みたところ、外観、えぐみ、舌触り、食感、旨味が生産条件による味の差を検出しやすい調査項目であることが示唆された。

キーワード：ナメコ、味認識装置、官能評価、菌床栽培

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、きのご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、きのご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ご生産と消費拡大のためには効率性一辺倒を見直し、あまり重視されてこなかった「美味しいきのご生産」を目指した技術開発も必要と考えられる。

その一環として、当該課題は本県の主要な栽培きのこであるナメコについて「味」に着目して栽培技術の開発を目指すものである。「美味しい」きのごを生産することで消費を促し、需要拡大により中山間地域の中小規模生産者の経営の維持に寄与したいと考えている。

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と考えられてきた。そこで、「美味しい」きのご生産を目指すためには味を数値化して評価することが不可欠であり、この点から研究に着手した。

なお、本研究は平成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¹⁾により分離・培養した。その後、継代培養法²⁾及び凍結保存法³⁾により菌株を保存した。

2.2 味認識装置による分析

図-1に「美味しさ」を構成する要素を示した⁴⁾。美味しさには味覚、嗅覚、聴覚、視覚、触覚の五感全てが関与しているが、美味しさを決める基本は「味覚」である。味は5つの基本味から構成される。甘味、塩味、酸味、苦味、うま味の5つである。それに、物理的感觉である辛味と渋味が加わり、7つの味が一般に知られている。味覚の他に、匂いや香りといった「嗅覚」、肉を焼く調理時の音やリンゴをかじったときのサクッという音などの「聴覚」、色や形など目から入る情報である「視覚」、舌や歯など口の中全体で感じる温度や食感である「触覚」も美味しさに関係している。

しかし、美味しさに最も関係が強いのは「味覚」であり、味認識装置が近年開発され、味の数値化が可能になってきた。味認識装置の味覚センサーは、ヒトの生体膜を模した人工の脂質膜を作り、電極に貼り付けたものである。味覚センサーを味溶液に浸した後、膜で起こる電位の変化量で味を感知する「人工の舌」で、膜と味物質の相互作用で分析する(図-2)⁵⁾。味覚センサーは、塩味、酸味、甘

* 一般社団法人長野県農村工業研究所

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。

ただし、味覚センサーは、基本味の5つと物理的刺激である渋味の計6種類には応答することができるが、味細胞で受容される味ではない辛味には全く応答しない⁴⁾。また、表-1にこれまでに味覚センサーにより定量化が確認されている味覚項目を示した⁵⁾。甘味センサーは開発されているが、他のセンサーと異なる特殊な構造を採用している⁴⁾こと

もあって甘味センサーによる明確な実施例は掲載されていない。味覚センサーを用いた味認識装置は一定の限界を有しているものの、きのこの味への応用例の報告は少ないため可能性を検討した。

味認識装置による分析(以下、味分析)には、一般社団法人長野県農村工業研究所保有「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)。試料調製;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。

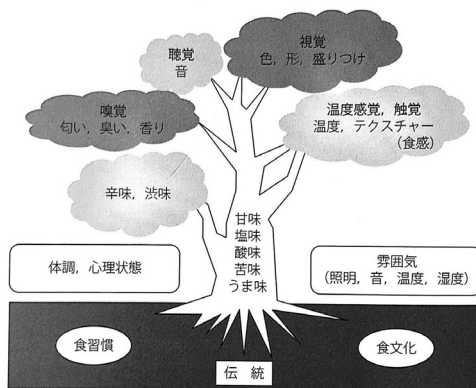


図-1 美味しさを構成する要素⁴⁾



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-5000Z⁴⁾

味覚センサー応答メカニズム

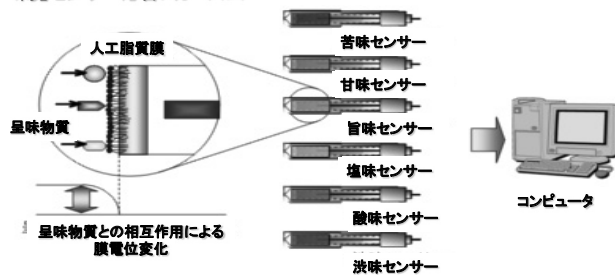


図-2 味覚センサー応答メカニズム⁴⁾

表-1 味覚センサーで定量化されている味覚項目⁵⁾

名称	味の特徴	センサー名	
先味	酸味	クエン酸, 酒石酸, 酢酸が呈する味	酸味センサー
	苦味雑味	苦味物質由来で, 低濃度ではコク, 雑味, 隠し味	苦味センサー
	渋味刺激	渋味物質由来で, 低濃度で刺激味, 隠し味	渋味センサー
	旨味	アミノ酸, 核酸由来の出汁味	旨味センサー
	塩味	食塩のような無機塩由来の味	塩味センサー
後味	苦味	一般食品に見られる苦味	苦味センサー
	渋味	カテキン, タンニン等が呈する味	渋味センサー
	旨味コク	持続性のある旨味	旨味センサー

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。したがって、人に食べてもらって、その味や食感等が好まし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⁶⁾⁷⁾に準じて以下のとおりに実施した。

食味官能評価：林業総合センター及び農村工業研究所の職員計21名を対象として行った。得られた子実体を逐次-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 味の数値評価

2.4.1 系統間差

(1) 栽培試験1

長野県林業総合センター保有のナメコ野生株5系統(島牧村ナメコB-2, むつ市ナメコA-6-3, 胎内ナメコC-3-2, 北海道ナメコB-1, 刈込池ナメコA-10)と市販ナメコ品種1系統(キノックスN007, 対照)を用いて菌床栽培試験を行い、得られた各系統1番収穫の子実体を味認識装置による味分析に供した。市販品種は栽培試験を実施した平成28年時に生産現場で最も供試されている系統を、野生株はこれまでに収集した野生株の栽培試験の結果から栽培特性が優れていた菌株を、それぞれ選定したものである。

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, 収穫子実体；-30℃で凍結後送付。供試数：1系統12本。

(2) 栽培試験2

ナメコについて野生株10系統(むつ市ナメコA-6-3；対照, 薬研温泉ナメコB-1-1, B-2-2, B-4-1, B-5-1, B-6-1, B-9-1, B-10-1, C-2-1, D-1-1)市販品種4系統(キノックスN007, N008, N008A, N0

09；対照)の菌床栽培試験を行い、得られた1番収穫の子実体について味認識装置による味分析を行った。市販品種としては、栽培試験1で供試した系統の他に現在生産現場で供試されている系統を追加した。また、野生株は栽培試験1で供試したむつ市ナメコA-6-3を対照として残し、その他は平成28年秋に青森県むつ市薬研温泉周辺ブナ林で収集した菌株の中から供試した。

ナメコ栽培の方法は、(1)栽培試験1と同様である。

2.4.2 培地組成別

ナメコの市販品種1系統(キノックスN008)と野生株1系統(むつ市ナメコA-6-3)について、栄養材の組成を変えた3種類の培地組成について菌床栽培試験を行った。栽培特性を調査するとともに、得られた1番収穫子実体の味認識装置による味分析と食味官能評価を行った。

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：ホミニフィード=10：2：0(容積比)F2(略記), =10：1：1(容積比)F1H1(略記), =10：0：2(容積比)H2(略記)。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, 収穫子実体；-30℃で凍結後送付。供試数；1試験区12本。

2.4.3 収穫時期別

ナメコ市販品種(キノックスN008)と野生株(むつ市ナメコA-6-3)について菌床栽培試験を行い、1番収穫, 2番収穫, 3番収穫した子実体それぞれについて、味認識装置による味分析と食味官能評価を行った。得られた子実体を逐次-60℃で凍結保存した。栽培試験の概要は、前記2.4.1(1)と同様である。

2.4.4 栽培形態別

原木栽培ナメコ, 菌床栽培ナメコ, 野生ナメコについて子実体を味分析に供した。由来は以下のとおりである。

原木栽培ナメコ：長野県林業総合センターで栽培した市販菌株(大貫菌蕈N101)子実体と石川県白山市で購入した子実体(以下白山(原木))。

菌床栽培ナメコ：キノックスN008を以下により栽培した子実体。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℃。

野生ナメコ：石川県白山市のブナ倒木から発生した子実体。

2.4.5 栄養材添加量別

ナメコ市販品種（キノックス N008）と野生株（むつ市ナメコ A-6-3）について、栄養材フスマ添加量を変えた菌床栽培試験によって得られた1番収穫のナメコ子実体を味認識装置による味分析に供した。

ナメコ栽培方法の概要は以下のとおりである。培地組成；ブナおが粉とフスマを容積比で 10：0.5(以下, F0.5), 1(以下, F1), 1.5(以下, F1.5), 2(以下, F2), 3(以下, F3) の5種類の濃度で混合し、含水率を 65%とした。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試験区 12本。試料；濃度ごとに得られた子実体。

3 試験の結果と考察

3.1 遺伝資源の収集と保存

青森県むつ市薬研温泉周辺ブナ林（平成 28年）、新潟県村上市三面周辺ブナ林（平成 29年）、福井県白山市ブナ林（平成 30年）において、それぞれ遺伝資源収集を行った。表-2に示したとおり、34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、2.4.1の栽培試験に供試した。

表-2 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
1	ナメコ	薬研温泉ナメコ B-1-1	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
2	ナメコ	薬研温泉ナメコ B-2-2	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
3	ナメコ	薬研温泉ナメコ B-4-1	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
4	ナメコ	薬研温泉ナメコ B-5-1	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
5	ナメコ	薬研温泉ナメコ B-6-1	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
6	ナメコ	薬研温泉ナメコ B-7-1	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
7	ナメコ	薬研温泉ナメコ B-9-1	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
8	ナメコ	薬研温泉ナメコ B-10-1	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
9	ナメコ	薬研温泉ナメコ B-11-1	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
10	ナメコ	薬研温泉ナメコ B-11-2	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
11	ナメコ	薬研温泉ナメコ C-1-2	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
12	ナメコ	薬研温泉ナメコ C-1-3	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
13	ナメコ	薬研温泉ナメコ C-2-1	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
14	ナメコ	薬研温泉ナメコ C-2-2	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
15	ナメコ	薬研温泉ナメコ C-2-3	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
16	ナメコ	薬研温泉ナメコ C-2-4	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
17	ナメコ	薬研温泉ナメコ D-1-1	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
18	ナメコ	薬研温泉ナメコ D-2-1	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
19	ナメコ	薬研温泉ナメコ D-2-2	むつ市薬研温泉周辺ブナ林	2016/11/4	2016/11/4
20	ナメコ	村上ナメコ A-1	村上市三面周辺ブナ林	2017/11/11	2017/11/11
21	ナメコ	村上ナメコ A-2	村上市三面周辺ブナ林	2017/11/11	2017/11/11
22	ナメコ	村上ナメコ A-3	村上市三面周辺ブナ林	2017/11/11	2017/11/11
23	ナメコ	村上ナメコ A-4	村上市三面周辺ブナ林	2017/11/11	2017/11/11
24	ナメコ	白山ナメコ A-1-1	白山市ブナ林	2018/10/30	2018/10/30
25	ナメコ	白山ナメコ A-1-2	白山市ブナ林	2018/10/30	2018/10/30
26	ナメコ	白山ナメコ B-1	白山市ブナ林	2018/10/30	2018/10/30
27	ナメコ	白山ナメコ B-2	白山市ブナ林	2018/10/30	2018/10/30
28	ナメコ	白山ナメコ B-3	白山市ブナ林	2018/10/30	2018/10/30
29	ナメコ	白山ナメコ B-4	白山市ブナ林	2018/10/30	2018/10/30
30	ナメコ	白山ナメコ B-5	白山市ブナ林	2018/10/30	2018/10/30
31	ナメコ	白山ナメコ C-1	白山市ブナ林	2018/10/23	2018/10/30
32	ナメコ	白山ナメコ D-1	白山市ブナ林	2018/10/23	2018/10/30
33	ナメコ	白山ナメコ D-2	白山市ブナ林	2018/10/23	2018/10/30
34	ナメコ	白山ナメコ E-1	白山市ブナ林	2018/11/4	2018/11/4

3.2 味の数値評価

3.2.1 系統間差

(1) 栽培試験 1

栽培試験の結果を図-3及び写真-2に示した。また、味分析の結果を図-4に示した。

栽培試験の結果、供試した市販品種及び野生株ともそれぞれの栽培特性どおりの特性を示しており、味認識装置による味分析に供したナメコ子実体も通常に発生したものである。

味認識装置による味分析の結果、旨味、旨味コク、苦味雑味、渋味刺激を検出することができた。味認識装置による味分析に供するとセンサーによる測定結果を数値で示すが、示された数値が有意かどうかは装置が自動的に判断する。その結果として検出できたのは、旨味、旨味コク、苦味雑味、渋味刺激であった。

旨味は島牧村B-2が低かったが、旨味コクはいずれの菌株も同等であった。苦味雑味、渋味刺激は、北海道B-1と刈込池A-10が高かった。人は1.2倍程度の濃度差がないと識別できないと言われており、市販品種の数値を1としたときの味

の差で図示した。市販品種に比べ野生株の北海道B-1と刈込池A-10が苦味雑味、渋味刺激で顕著に高かった。

(2) 栽培試験 2

市販品種及び野生株による栽培試験の結果を図-5に示した。1番収量、1番収穫所要日数などの効率性では、野生株は市販品種に及ばないが、総収量では市販品種と同等の菌株があった。

味認識装置による味分析の結果を図-6に示した。ここでは、旨味、旨味コク、苦味雑味が検出された。旨味：N008と比較してB-2-2はやや高くなったが、その他は低く、D-1-1は顕著に低かった。旨味コク：顕著な差はなかった。苦味雑味：N008よりもB-1-1は顕著に高く、N009、A-6-3、B-2-2、B-4-1は比較的高かった。その他はほぼ同等であった。

野生株D-1-1が旨味において市販品種及び他系統に比べ顕著に低いこと、野生株B-2-2が苦味雑味において市販品種及び他系統に比べ顕著に高いこと、が主な特徴であった。また、理由は不明であるが、栽培試験1で検出された渋味刺激が栽培試験2では検出されなかった。

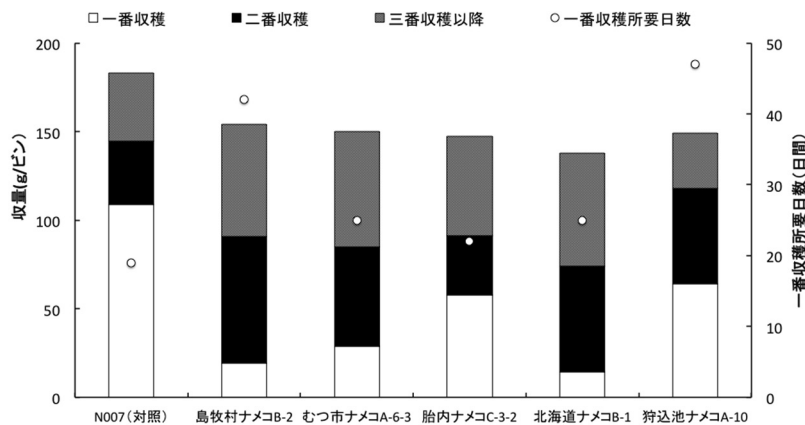


図-3 栽培試験 1 の結果 (系統間差・発生処理後 92 日間)



写真-2 対照品種 N007 の発生状況

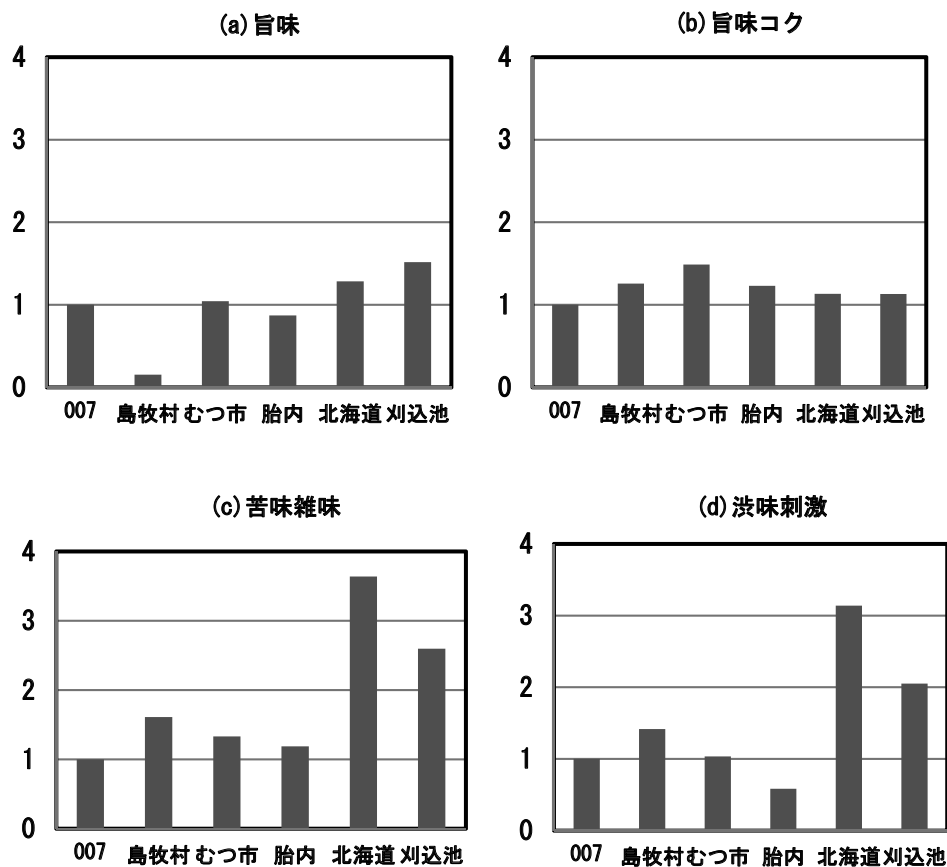


図-4 味認識装置による味分析（横軸は系統名，縦軸は系統 N007 を 1 としたときの味の差）
旨味（アミノ酸，核酸由来のだしの味），旨味コク（持続性のある旨味，後味）

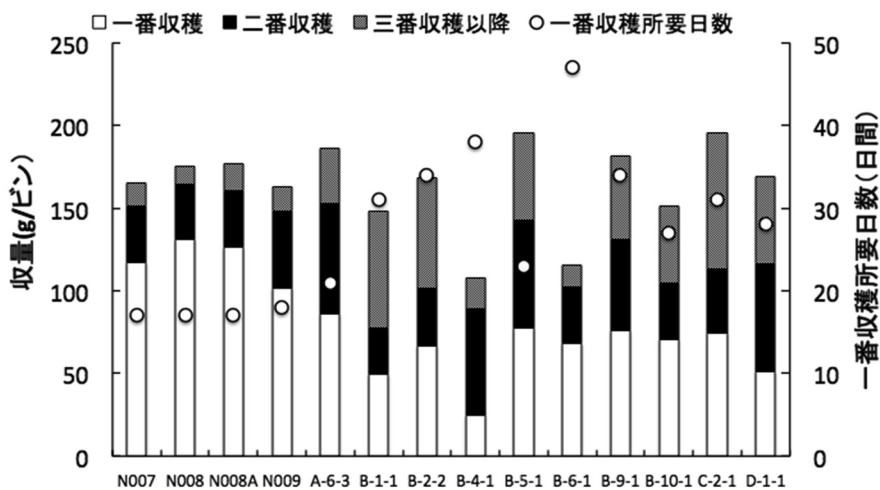


図-5 栽培試験の結果

市販品種：N007, N008, N008A, N009,

野生株：むつ市ナメコ A-6-3,

野生株：薬研温泉ナメコ B-1-1, B-2-2, B-4-1, B-5-1, B-6-1, B-9-1, B-10-1, C-2-1, D-1-1

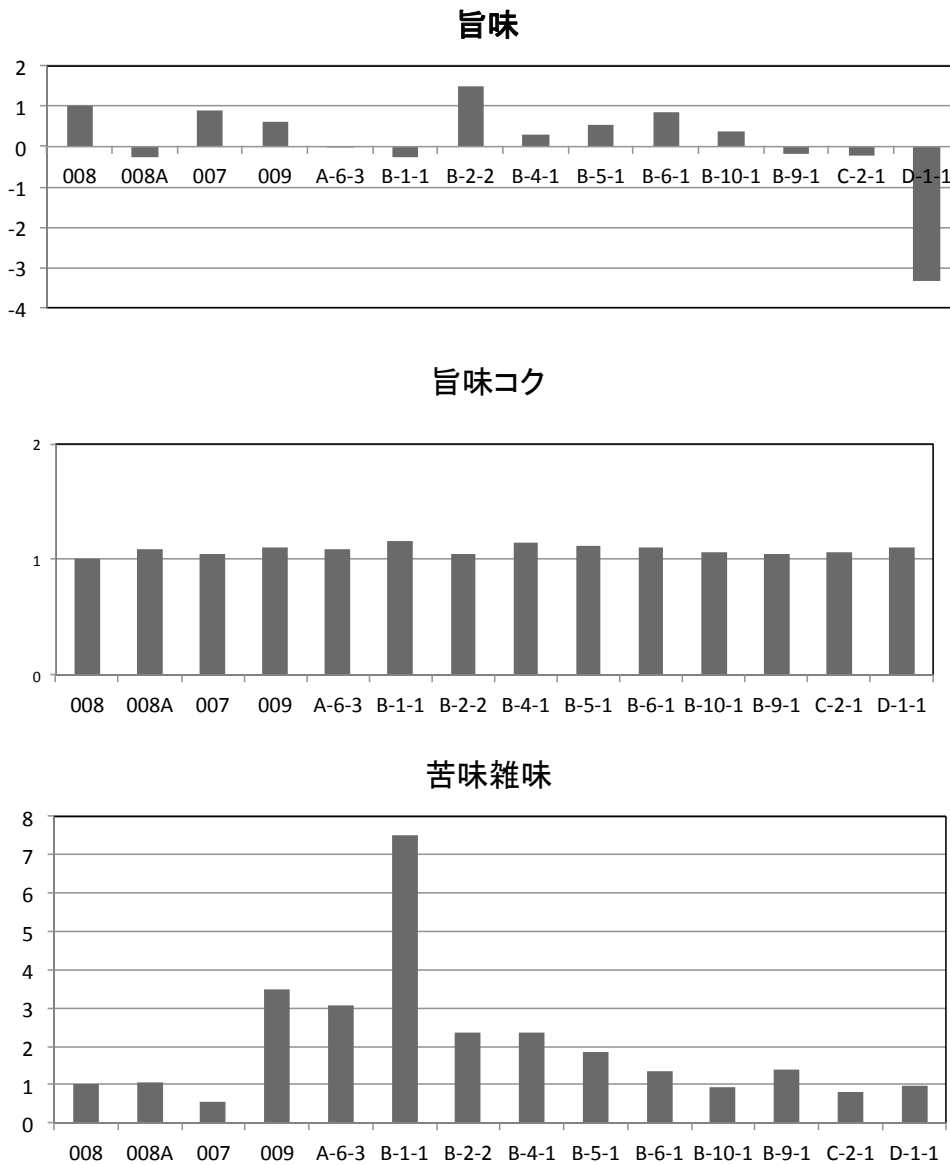


図-6 味認識装置による分析結果（横軸は系統名、縦軸は008を1としたときの味の差）
 旨味（アミノ産、核酸由来のだしの味）、旨味コク（持続性のある旨味、後味）
 市販品種：N007, N008, N008A, N009,
 野生株：むつ市ナメコ A-6-3,
 野生株：薬研温泉ナメコ B-1-1, B-2-2, B-4-1, B-5-1, B-6-1, B-9-1, B-10-1, C-2-1, D-1-1

3.2.2 培地組成別

市販品種及び野生株による栽培試験の結果を図-7 に示した。市販品種, 野生株とも総収量について異なる培地組成区間で有意差 (母平均の差の検定: 99%有意) があつた。

味分析の結果を, N008F2 及び A-6-3F2 をそれぞれ0としたときの数値の差で培地組成別に図-8 に示した。市販品種では, 旨味, 旨味コク, 苦味雑味が検出された。旨味で培地組成別の差が最も大きく H2>F1H1>F2 の順, 即ちホミニフィードの添加量が多いほど旨味が多かつた。旨味コク, 苦味雑味では大きな差がなかつた。野生株では, 旨味, 旨味コク, 渋味が検出された。市販品種と同様に旨味で培地組成別の差が最も大きかつた。H2>F2>F1H1 の順でホミニフィード2容添加区が最も旨味が多かつた。旨味コク, 渋味では大きな差はなかつた。市販品種では苦味雑味が検出されたが, 渋味は検出されなかつた。逆に野生株では苦味雑味が検出されなかつたが, 渋味が検出された。

食味官能評価の結果を図-9 に示した。外観について, 市販品種, 野生株とも評価に差が現れたが, 培地組成と評価の高低に明確な傾向は見られなかつた。舌触りについて, 市販品種ではH2(ホミニフィード2容添加区)の評価が低かつたが, 野生株では差が見られなかつた。食感でも, 市販品種でのH2の評価が低かつたが, 野生株では差が見られなかつた。旨味について, 市販品種では, F2>H2>F1H1 の順に評価が高く差が現れたが,

野生株では差が見られなかつた。えぐみについて, 市販品種では F2>F1H1>H2 の順に強いと評価されたが, 野生株では H2 のみ弱いと評価された。飲み込みやすさ及び風味について, 市販品種, 野生株とも目立つた差は見られなかつた。総合評価については, 野生株で H2 がやや高い評価があつたほかに大きな差はなかつた。

味認識装置による味分析と食味官能評価に共通し結果を比較できる項目は, 味分析における「旨味」及び「旨味コク」, 官能評価における「旨味」である。ただし, 味認識装置における「旨味」は食べた瞬間に感じる先味としての旨味であり「旨味コク」は持続している旨味の後味である。したがって, 食味官能評価における「旨味」は, 先味と後味の両者を含んだ設問であるため単純に比較することはできないが, アミノ酸, 核酸由来の出汁味に関する味分析と官能評価の結果を比較できる部分ではある。市販品種では, 味認識装置による味分析における旨味で H2>F1H1>F2 の順であつたのに対して食味官能評価では顕著な差はないものの F2>H2>F1H1 の順であつた。野生株では, 味認識装置による味分析における旨味で H2>F1H1>F2 の順であつたのに対して食味官能評価では同等であつた。味認識装置における味分析の結果, 「旨味コク」は検出できたが, 市販品種及び野生株とも, 培地組成間での数値は同等であつた。大まかな傾向として味分析の数値に顕著な差がないと官能評価では差が見られなかつた。

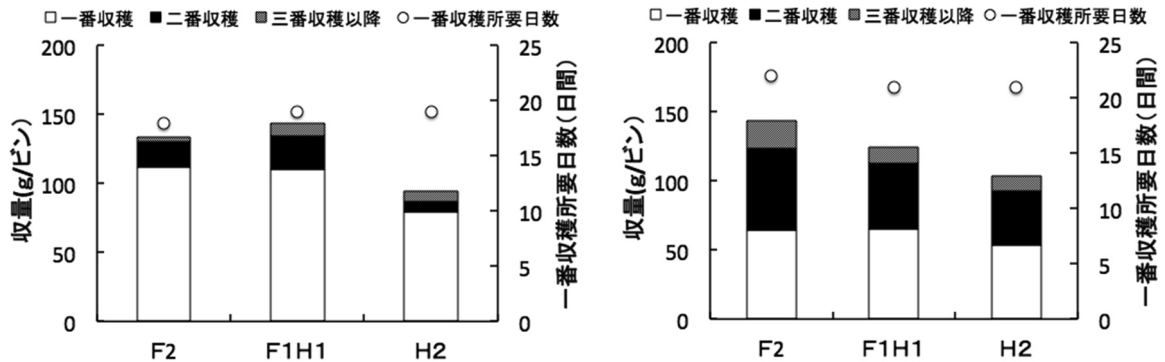


図-7 栽培試験の結果 (培地組成別)

左: 市販品種 N008, 右: 野生株むつ市ナメコ A-6-3, F2: ブナおが粉: フスマ=10:2 (容積比), F1H1: ブナおが粉: フスマ: ホミニフィード=10:1:1 (容積比), H2: ブナおが粉: ホミニフィード=10:2 (容積比)

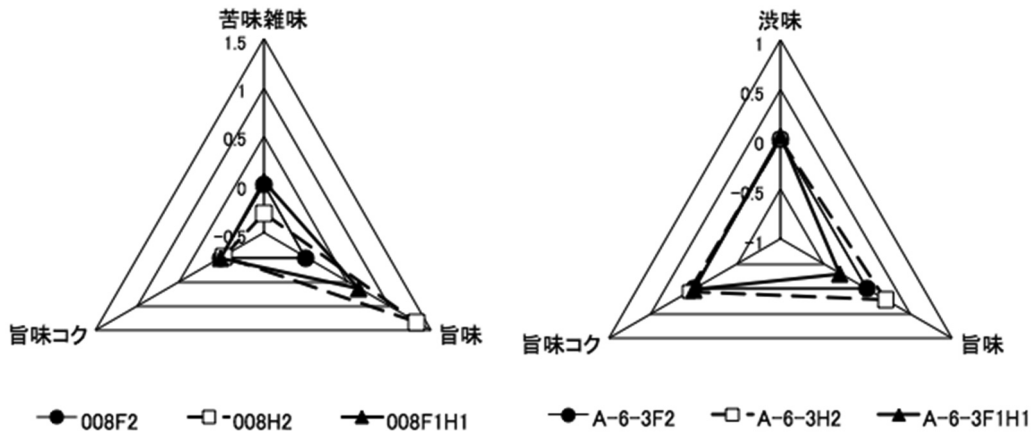


図-8 味認識装置による分析の結果（培地組成別）

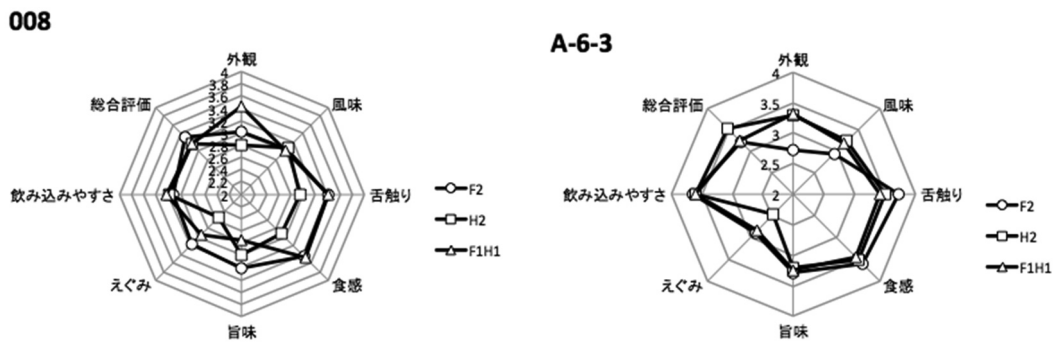


図-9 食味官能評価の結果（培地組成別）

左：市販品種 N008, 右：野生株むつ市ナメコ A-6-3, F2：ブナおが粉：フスマ=10：2（容積比）, F1H1：ブナおが粉：フスマ：ホミニフィード=10：1：1（容積比）, H2：ブナおが粉：ホミニフィード=10：2（容積比） 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点, 強い：4点, どちらでもない：3点, 弱い：2点, とても弱い：1点

3.2.3 収穫時期別

菌床栽培試験を行い、1 番収穫、2 番収穫、3 番収穫した子実体それぞれについて、味認識装置による味分析と食味官能評価を行った。

味認識装置での測定結果を図-10 に示した。N008 では(図-10 左), 苦味雑味; 1 番収穫 > 2 番収穫 > 3 番収穫, 苦味; 1 番収穫 > 2 番収穫 = 3 番収穫であった。渋味, 旨味コクには差は見られなかった。A-6-3 では(図-10 右), 苦味雑味, 苦味, 渋味, 旨味コクが認識された。苦味雑味：3 番収穫 > 1 番収穫 > 2 番収穫, 苦味: 3 番収穫 > 1 番収穫 > 2 番収穫, 旨味コク(差はほとんどないが)：3 番収穫 > 2 番収穫 > 1 番収穫, 渋味は差が見られなかった。系統間差, 培地組成別の検討で検出された先味の旨味は検出されず後味

の旨味コクのみが検出された。

食味官能評価結果を図-11 に示した。外観について、市販品種では 1 番収穫 > 2 番収穫 > 3 番収穫と明確に早期発生の子実体の評価が高かった。また、外観について、市販品種ほど明確ではないが、野生株でも 1 番収穫 > 2 番収穫 > 3 番収穫の順に評価が高かった。食感について、市販品種では 1 番収穫 > 2 番収穫 > 3 番収穫と早期発生の子実体の評価が高かったが、野生株では同等であった。舌触りについても、市販品種では 1 番収穫 > 2 番収穫 > 3 番収穫と早期発生の子実体の評価が高かったが、野生株では同等であった。えぐみについて、市販品種では 3 番収穫 > 1 番収穫 > 2 番収穫の順に強く、野生株では同等であった。総合評価について、市販品種では 3 番収穫のみ低

くなつたが、野生株ではほぼ同等であった。全体的に見ると、市販品種では風味、飲み込みやすさ以外の項目では収穫時期より評価に変化があったが、野生株では外観以外の項目では評価の差がほぼなかった。

味認識装置による味分析と食味官能評価の結果を共通した項目である旨味、旨味コクで比較を試みたいが、味認識装置では後味である旨味コク

のみしか検出されなかった。また、味認識装置による味分析で市販品種、野生株とも旨味コクに明確な差を示さず、食味官能評価でも旨味に顕著な差が見られていない。一概に比較することはできないが、味認識装置での分析でも食味官能評価でも「旨味」について収穫時期別の差が見られないことは共通していた。

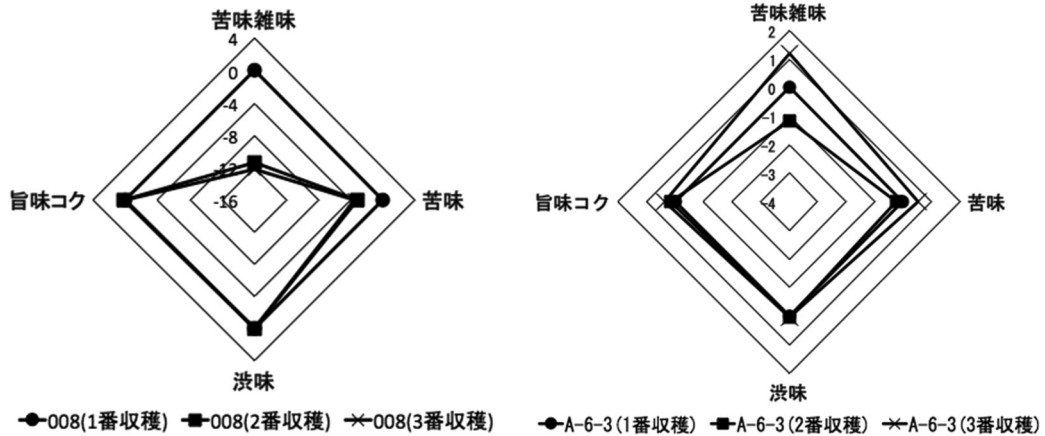


図-10 味認識装置による分析結果(1番収穫を0とした時の味の差・収穫時期別)
左：市販品種 N008, 右：野生株むつ市ナメコ A-6-3

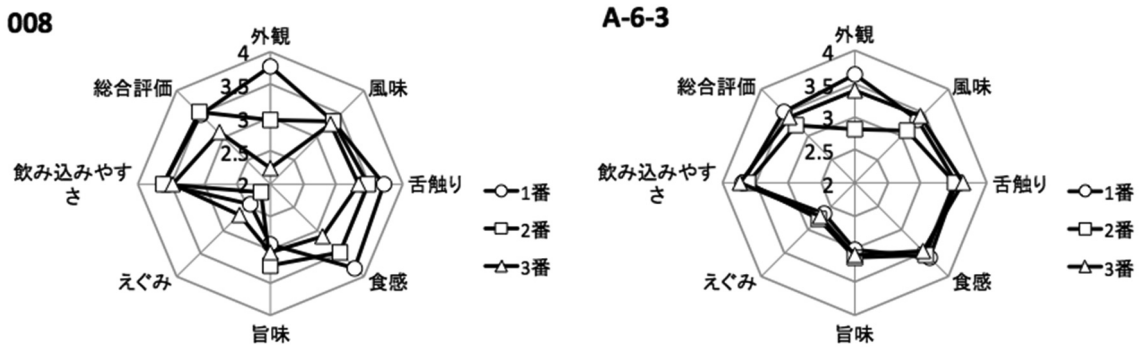


図-11 官能評価の結果(収穫時期別)
左：市販品種 N008, 右：野生株むつ市ナメコ A-6-3
点数：非常に悪い(弱い) 1, 悪い(弱い) 2, どちらでもない 3, 良い(強い) 4, 非常に良い 5
えぐみ；とても強い：5点, 強い：4点, どちらでもない：3点, 弱い：2点, とても弱い：1点

3.2.4 栽培形態別

原木栽培ナメコ(以下大貫(原木)), 菌床栽培ナメコ(以下008), 野生ナメコ(以下白山(野生))について子実体を味認識装置による味分析に供した。

味認識装置による分析結果を図-12に示した。苦味雑味, 苦味, 渋味, 旨味コクが認識された。白山(野生)は苦味雑味および苦味が強く確認された。苦味雑味；白山(野生) > 大貫(原木) > A-6-3(菌床) > 白山(原木) > 008(菌床)であつ

た。苦味;白山(野生)>大貫(原木)>A-6-3(菌床)>白山(原木)>008(菌床)であった。渋味,旨味コクには差は見られなかった。

3.2.5 栄養材添加量別

栽培試験の結果を図-13 に示した。また,味分析の結果を図-14 に示した。

栽培試験の結果,市販品種では総収量はF3が最大であったが,実用上重要な1番収量はF2とF3は,ほぼ同等であった。野生株では,総収量ではF2とF3は,ほぼ同等で最大となったが,実用上重要な1番収量はF1.5が最大であった。

味認識装置による分析の結果,市販株N008では,苦味雑味,旨味,渋味,旨味コクの味があると判定された。苦味雑味はF0.5とF1が概ね同等で,F1.5,F2,F3はやや低くなった。旨味は顕著な差はなかったが,F1.5,F2,F3でやや高くなった。旨味コク,渋味に差は見られなかった。

同じく味認識装置による分析の結果,野生株A-6-3では,苦味雑味,旨味,苦味,渋味,旨味コクの味があると判定された。苦味雑味はF3が

高くなり,F2で低くなった。旨味は顕著な差ではないがフスマ(F)が多くなると低くなる傾向が見られた。苦味も顕著な差はなかったが,F1とF2で低くなった。旨味コク,渋味に差は見られなかった。

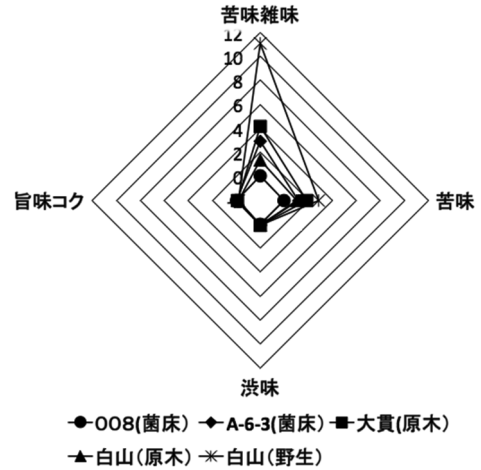


図-12 味認識装置による分析結果(008を0とした時の味の差・栽培形態別)

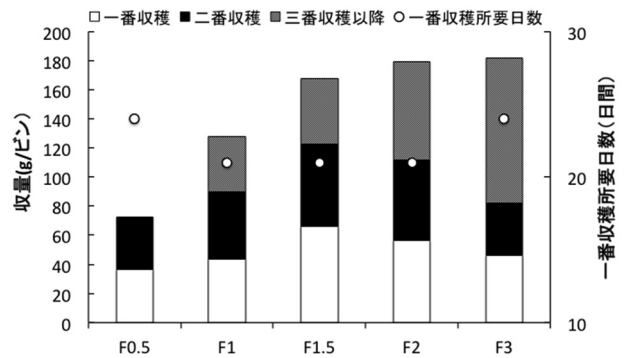
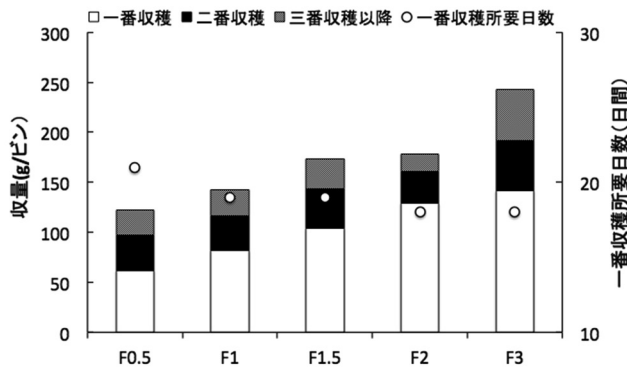


図-13 栽培試験の結果(栄養材添加量別)

左:市販品種N008,右:野生株むつ市ナメコA-6-3
培地組成;ブナおが粉:フスマ(容積比)=10:0.5(F0.5),1(F1),1.5(F1.5),2(F2),3(F3)

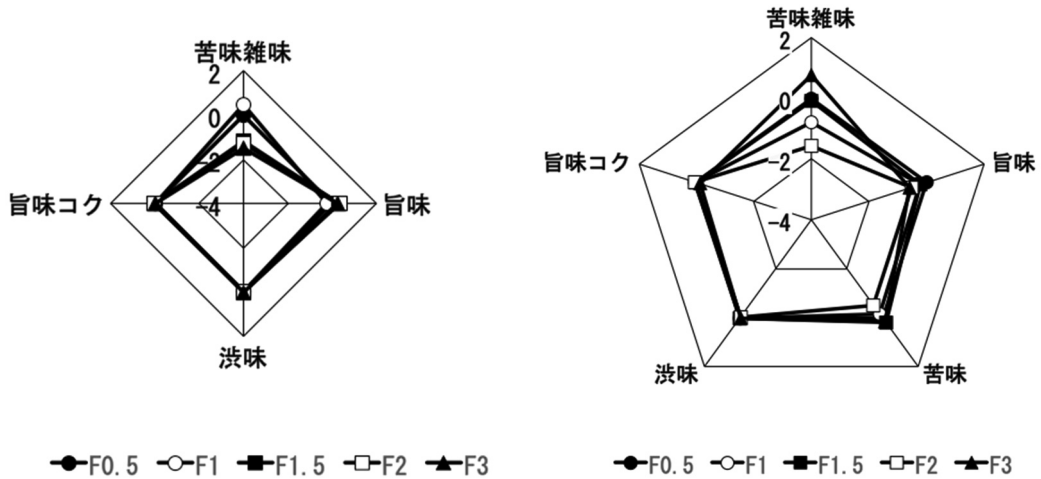


図-14 味認識装置による分析結果(N008を0とした時の味の差・栄養材添加量別)
 左：市販品種 N008, 右：野生株むつ市ナメコ A-6-3

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、美味しさを客観的に評価するため、味の数値化を試みた。

味の数値化の手法として、ビール、日本酒、味噌、醤油などの食品の味の数値化や品質評価に使われている⁴⁾が、きのこでの利用例がほとんどない味認識装置による味分析を中心に検討した。また、食味官能評価を併用してナメコ子実体の味の数値評価の可能性を検討した。

味認識装置によるナメコ子実体の味分析により試験項目と検出できた味の名称を示すと以下のとおりである。

- (1) 系統間差：旨味, 旨味コク, 苦味雑味, 渋味刺激
- (2) 培地組成別：旨味, 旨味コク, 苦味雑味, 渋味
- (3) 収穫時期別：旨味コク, 苦味雑味, 苦味, 渋味
- (4) 栽培形態別：旨味コク, 苦味雑味, 苦味, 渋味
- (5) 栄養材添加量別：旨味, 旨味コク, 苦味雑味, 苦味, 渋味

系統間差では、苦味雑味において市販品種と野生株の間で顕著な差が見られた。培地組成別では、市販品種、野生株とも旨味で差が顕著に現れた。収穫時期別では、市販品種、野生株とも苦

味雑味で差が見られたが、野生株でその差が顕著であった。栽培形態別では、苦味雑味で差が見られた。栄養材添加量別でも苦味雑味で市販品種、野生株とも差が顕著であった。今回の結果からは、苦味雑味において栽培条件による差が最も顕著に現れることが示唆された。収穫時期別、栽培形態別において、後味である旨味コクが検出されたのに、先味である旨味が検出されない結果となっており、今後実施例を多くしてデータベース化していくなかでさらに傾向を見極める必要がある。

また、培地組成別と収穫時期別のみであるが、ナメコ子実体を用いて食味官能評価を行ったところ、試験項目と差を検出しやすいアンケート項目は以下のとおりであった。

- (1) 培地組成別：外観, えぐみ, 舌触り, 食感, 旨味。
- (2) 収穫時期別：外観, えぐみ, 舌触り, 食感。

培地組成別について、市販品種では外観, えぐみ, 舌触り, 食感, 旨味で差が現れたが、野生株では外観とえぐみ以外の差は明確でなかった。収穫時期別について、市販品種では外観, えぐみ, 舌触り, 食感で差が現れたが、野生株では外観以外の差は明確ではなかった。

本研究としては、味の数値化のため味認識装置による味分析を中心に検討し、補完的に食味官能評価を実施した。したがって、味認識装置による味分析と食味官能評価の両者を実施した試験項目は培地組成別及び収穫時期別の2項目の

みであった。また、食味官能評価のアンケート項目は食品の標準的な事項を選定したため、きのことしての両者の結果比較が十分に行えなかった点は今後の課題として残った。また、アンケートの設問に「好ましさ」を直接的に聞く項目を設けるべきであった。例として、「食感」も歯ごたえがあることが人により必ずしも好ましいとは限らず、歯ごたえがあることが、好ましいのか好ましくないのか合わせて聞く必要がある。

今後課題は残ったが、これまで味という主観的な指標について、きこのでは利用されていない味センサーを備えた味認識装置による分析を試み、ナメコについて旨味、旨味コク、苦味雑味、苦味、渋味、渋味刺激が検出可能なことが確認できた。したがって、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予備的な検討ではあるが示唆された。

5 結言

きこの消費拡大を進めるために美味しいきこの品種開発や栽培技術の開発を開発することが最終的な目標となる。そのために味の数値評価法として味認識装置が利用可能なことが示唆された。そこで今後の研究の進め方としては、まず、ナメコの食味官能評価法を再検討して、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、その味を数値化する。その数値を指標として再現性のある品種選抜や栽培技術の開発を進めていくことで、消費拡大に資するナメコ生産技術の開発に結びつけていきたい。

現時点で考えられる味認識装置を利用した今後の美味しいきこの生産技術開発の進め方を図-15に示した。

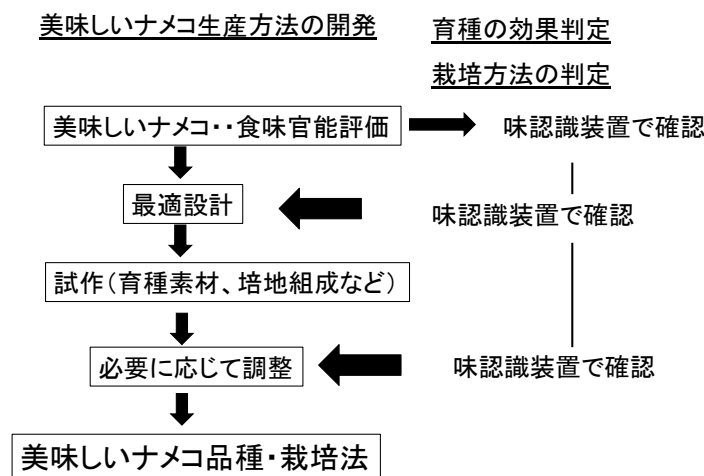


図-15 今後の美味しいきこの生産技術開発の進め方

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専任講師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。

7 引用文献

- 1) 根田仁 (1992), きこの増殖と育種, 農業図書, 最新バイオテクノロジー全書 7, 21-33
- 2) 古川久彦・大政正武・馬場崎勝彦 (1992), 食用きこの遺伝子組換え・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

- 3) 馬場崎勝彦・増野和彦・本間広之 (1999), 栽培きこの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
- 4) 都甲潔・飯山悟 (2011), 食品・料理・味覚の科学, 講談社, 2-24
- 5) 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

6) 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

7) 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