

保存温度，出荷形態および包装フィルムがヌメリスギタケ 「福岡 0-N」の鮮度保持に及ぼす影響

野田 亮*・池田浩暢

ヌメリスギタケ（品種名「福岡0-N」）の鮮度保持期間を延長するため出荷形態や包装フィルムの効果を検討した。ヌメリスギタケ子実体の呼吸速度は15°Cで約 230mgCO₂ kg⁻¹・hr⁻¹であり、既存研究のブナシメジやナメコに比べ高かった。子実体を根切りしてほぐし形態とし、厚さ10μmのポリ塩化ビニルフィルム（PVC10）でストレッチ包装したもの（慣行）は保存温度が高いほど気中菌糸の伸長が認められ、15°Cで2日間しか商品性を保持できなかった。出荷形態をほぐし形態から根切りしない株どり形態に変更すると気中菌糸の伸長が抑制され、15°Cで3日間商品性を保持できた。株どり形態の子実体をガス透過性が異なる数種類のフィルムで密封包装して15°Cで保存すると、包装内のO₂濃度はいずれのフィルムも約1%となり、CO₂濃度は約4~21%となった。また、CO₂濃度が高いほどエタノール濃度も高かった。CO₂濃度が4%以下であったPVC10では2日後から気中菌糸の伸長が認められたが、CO₂濃度が8%以上だった厚さ40μmのポリエチレンフィルム（PE40）、厚さ15μmの延伸ポリプロピレンフィルムと厚さ25μmのポリエチレン・ポリプロピレン共押フィルムを貼り合わせた（VF）、厚さ15μm、20μmの延伸ポリプロピレンフィルム（OPP15、OPP20）では気中菌糸の伸長が4日後まで抑制された。しかし、OPP15およびOPP20ではCO₂濃度およびエタノール濃度がそれぞれ16%、100ppmを超え、明らかな異臭が発生して商品性が低下した。一方、PE40およびVFでは、包装内のCO₂濃度が約8~12%、エタノール濃度が70~100ppmとなり、異臭の発生は軽微であった。

以上のことから、ヌメリスギタケは出荷形態を慣行のほぐし形態から株どり形態に変え、PE40あるいはVFで密封包装することにより気中菌糸と異臭の発生が抑制され、保存温度15°Cにおける商品性の保持期間を4日間に延長できることが明らかとなった。

[キーワード：きのこ，ヌメリスギタケ，気中菌糸，保存温度，包装フィルム]

Effects of Storage Temperature, Packing Form, and Plastic Film Packaging on the Quality and Stability of Numerisugitake Mushroom cultivar 'Fukuoka O-N'. NODA Ryo and Hironobu IKEDA (Fukuoka Agricultural and forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 4:102-108(2018)

The effects of storage temperature, packing style, and wrapping film on the post-harvest qualities of the numerisugitake (*Pholiota adiposa*) cultivar 'Fukuoka O-N' were investigated. When fruit bodies were stored at higher temperatures, aerial hypha elongation was observed on their surfaces, which severely influences their shelf life. When fruit bodies were cut at their stipe ("hogushi" style), wrapped with polyvinylchloride stretch film, and incubated at 15°C, aerial hypha elongation was visible after 2 days. However, it was not clearly visible after 3 days when fruit bodies were cut through the middle ("kabudori" style). When fruit bodies were stored in the "kabudori" style, the CO₂ concentration varied with the use of different wrapping film materials; however, the O₂ concentration did not vary. Aerial hyphae were not greatly elongated in the bag with a higher EtOH concentration, resulting from a higher CO₂ concentration. However, when the EtOH concentration in the bag exceeded 100 ppm (OPP15 or OPP20), an off-odor was observed. Alternatively, the use of PE40 or VF films could maintain the required O₂ (1%), CO₂ (8 to 12%), and EtOH (70 to 100 ppm) concentrations at 15°C. The use of these films for wrapping numerisugitake cut in the "kabudori" style would extend the shelf life to 4 days.

[Keywords: mushroom, numerisugitake, aerial hypha, storage temperature, packaging film]

緒言

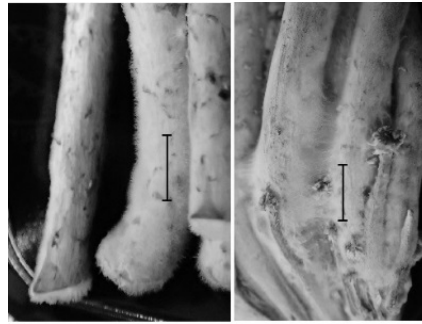
福岡県はきのこの生産が盛んでブナシメジ、エノキタケとともに全国第3位の生産量である（農林水産省 2017）。しかし、いずれの品目も価格の低迷や有利販売が難しい状況が続いており、新たな品目の開発が求められている。ヌメリスギタケはナメコと近縁で傘にぬめりがあり、歯ごたえがよく食味の評価が高い食用きのこであるが、茶褐色の胞子の落下により外観品質が損なわれやすい欠点

がある。そこで、福岡県では胞子を作らない新品種を育成し、2003年に「福岡0-N」（商品名、「博多すぎたけ」）を品種登録した（第1図）。ヌメリスギタケは収穫後に柄や傘の表面に白色の気中菌糸が発生しやすい（第2図）。気中菌糸は子実体表面から伸長したものであり、摂食しても問題はないが、柄や傘表面などに発生して白色のカビ様に見えるため商品性を低下させる要因となっている。



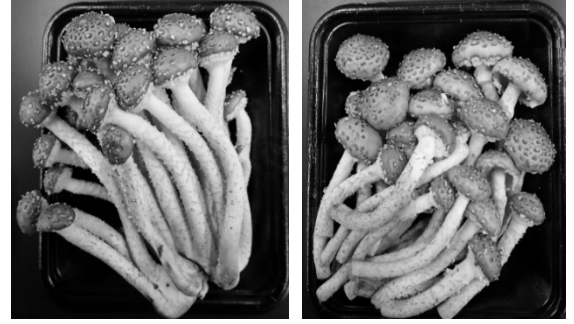
第1図 ヌメリシギタケの商品包装

- 1) PVC ストレッチ包装
- 2) 内容量約 80g, ほぐし形態



第2図 気中菌糸の発生状況

- 1) スケールは10mm



株どり形態

ほぐし形態

第3図 ヌメリシギタケの出荷形態

このため、ヌメリシギタケの商品性を保持するには、気中菌糸を抑制する必要がある。

きのこの鮮度保持については、貯蔵温度が低いほど鮮度保持期間が長くなること(南出ら 1980a, 三浦 2000), 株の根切り処理を行わないことでナメコの組織の軟化や褐変を抑制できること(南出ら 1985), MA包装(Modified Atmosphere Packaging)によってシイタケの褐変を抑制できること(龔ら 1993), 同じくMA包装によってブナシメジの気中菌糸伸長と褐変を抑制できること(神谷ら 1998)が報告されている。しかしながら、「福岡0-N」を含むヌメリシギタケの鮮度保持に関する報告はこれまでに無い。

そこで、本研究では保存温度がヌメリシギタケ「福岡0-N」の鮮度に及ぼす影響を明らかにするとともに、低温流通体制が完備されていない現状を考慮し、慣行の保存温度における出荷形態および包装フィルムの鮮度保持効果について検討したので報告する。

材料および方法

供試材料

2014~2015年にかけて福岡県三潴郡大木町で菌床栽培されたヌメリシギタケ「福岡0-N」を供試した。収穫後は、石突がついた状態のもの(以下、「株どり形態」とする; 第3図)を8°Cで一昼夜予冷した。また、この株どり形態の石突を包丁で切断・除去する根切り処理したものを「ほぐし形態」とした。慣行の出荷形態はほぐし形態で80g前後ずつ包装されているため、1容器分を1試料として供試した。すなわち、ほぐし形態の試験区では子実体約80gを、株どり形態の試験区では子実体重量がほぐし形態と同程度になるよう約100gを供試した。

試験1 保存温度がヌメリシギタケの鮮度に及ぼす影響

(1) 呼吸速度の測定

ほぐし形態の子実体を内容積 2,500mLの亚克力樹脂製チャンバーに入れ、0, 5, 10, 15, 20, 25°Cに設定し

た恒温庫内に約4時間静置し、品温を安定させた。チャンバーを密封し、1時間ごとにチャンバー内のガスを0.5mL採取し、ガスクロマトグラフ(島津製作所製:GC-8A, 検出器:TCD, カラム;ポラパックNおよびモレキュラーシーブ5A, カラム温度;80°C, キャリアガス;ヘリウム)を用いて、二酸化炭素(CO₂)および酸素(O₂)濃度を測定した。呼吸速度は、単位重量当り(kg)単位時間当り(hr)に増加したCO₂量から算出した。

(2) 鮮度調査

ほぐし形態の子実体を148mm×128mmのポリスチレン製食品トレイに詰め、慣行の包装フィルムである厚さ10μmのポリ塩化ビニルフィルム(以下、PVC10とする)でストレッチ包装し、0, 5, 10, 15, 20, 25°Cの恒温庫内に保存した。経時的に包装内ガス濃度と柄の表面に発生した気中菌糸の被覆長を容器内の子実体全数について測定し、被覆長の保存開始時との差を伸長量とした。また伸長量1cmを商品性限界とした。

試験2 出荷形態の違いがヌメリシギタケの鮮度に及ぼす影響

(1) 呼吸速度の測定

子実体を前述のチャンバーに入れ、試験1に準じて15°Cにおける呼吸速度を測定した。

(2) 鮮度調査

子実体をほぐし形態、株どり形態それぞれ前述の食品トレイに詰め、PVC10を用いてストレッチ包装した後、店頭販売の冷蔵ショーケースを想定した15°Cの恒温庫内に保存した。以後、試験1に準じて包装内のガス濃度、気中菌糸の伸長量を測定した。

試験3 包装フィルムの違いがヌメリシギタケの鮮度に及ぼす影響

(1) 供試フィルム

本研究で用いた包装フィルムは、①PVC10のみストレッチ包装とし、以下は袋形状として②厚さ40μmのポリエチレンフィルム(以下PE40)、③厚さ15μmの延伸ポリプロピレンフィルムと厚さ25μmのポリエチレン・ポリプロピレ

ン共押フィルムを貼り合わせた包装袋 (以下VF), ④厚さ15 μ mの延伸ポリプロピレンフィルム (以下OPP15), ⑤厚さ20 μ mの延伸ポリプロピレンフィルム (以下OPP20) である。使用した資材は一般に流通している包装袋の中から予備試験でCO₂透過性が異なっていたものを選択した。なおPVC10以外の包装袋の内寸は, 150mm×210mmとした。

(2) 鮮度調査

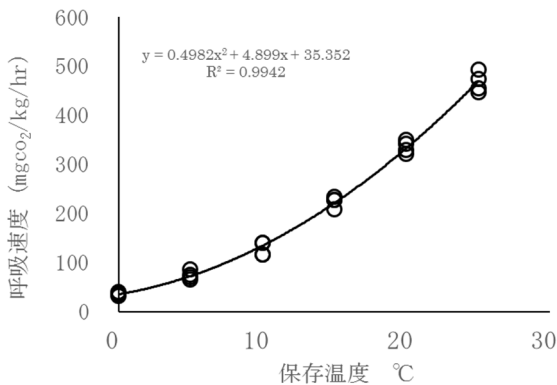
株どり形態の子実体を前述の食品トレイに詰め, 前出の①PVC10を用いる場合はストレッチ包装を, それ以外のフィルムはヒートシールによる密封包装を行った。対照区 (慣行) としてほぐし形態の子実体をPVC10でストレッチ包装した。包装後は15°Cの恒温庫内に保存した。経時的に包装内のガス濃度およびエタノール濃度, 開封時の異臭, 気中菌糸の伸長量を調査した。異臭については, 開封時に感知できる異臭の強弱を以下の4段階で達観評価した。-: 認められない, ±: わずかに認められる, +: 明らかに認められる, ++: 著しく認められる。包装内のエタノール濃度は気体採取器 (ガステック社: GV-100S, 検知管: 112L) を用いて測定した。

結果および考察

試験1 保存温度がヌメリシギタケの鮮度に及ぼす影響

保存温度がヌメリシギタケ子実体の呼吸速度に及ぼす影響を第4図に示した。0~25°Cの範囲では子実体の呼吸速度は低温ほど抑制された。呼吸速度は15°Cで約230 mgCO₂ kg⁻¹・hr⁻¹, 20°Cでは約350 mgCO₂ kg⁻¹・hr⁻¹であった。きのこの呼吸速度について, ブナシメジでは20°Cで約150 mgCO₂ kg⁻¹・hr⁻¹ (神谷ら 1998), ナメコでは20°Cで約200 mgCO₂ kg⁻¹・hr⁻¹ (南出ら 1985) と報告されていることから, ヌメリシギタケの呼吸速度はブナシメジやナメコの1.7~2.3倍であり, 市販されているきのこ類の中でも高いことが明らかとなった。青果物では収穫後の呼吸速度が高いほど呼吸による成分の分解が進み, 鮮度・品質の低下が早いことが認められていることから (茶珍 1991), ヌメリシギタケはきのこの中でも鮮度低下が早いと考えられた。

保存温度別の包装内ガス濃度を第1表に示した。い



第4図 保存温度が呼吸速度に及ぼす影響

れの保存温度においても, O₂濃度は1.2~1.4%, CO₂濃度は2.6~5.2%と1日後にはほぼ平衡に達し, その後の変化は小さかった。これは, 保存温度が高いほど呼吸速度が高くなるものの, それ以上に慣行のPVC10のガス透過性が高いため, 包装内のCO₂濃度が高まりにくいためと考えられた。

第1表 保存温度が包装内ガス濃度に及ぼす影響

保存温度 (°C)	包装内ガス濃度 (%) ²⁾							
	1日後		2日後		3日後		4日後	
	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂
0	1.3	3.9	1.3	4.7	1.3	2.6	1.4	2.9
5	1.3	3.3	1.3	2.8	1.2	2.7	1.2	3.0
10	1.3	3.3	1.2	3.0	1.2	3.1	1.2	3.0
15	1.2	3.7	1.3	4.4	1.3	3.2	1.2	3.4
20 ¹⁾	1.2	3.8	1.2	5.2	1.2	3.7	-	-
25 ¹⁾	1.2	4.3	1.2	3.9	-	-	-	-

1) 20°Cと25°Cはそれぞれ4日後, 3日後以降未計測

2) 各温度3反復の平均

保存温度が気中菌糸の伸長量に及ぼす影響を第2表に示した。気中菌糸の伸長は5°C以下では保存4日後までほとんど認められず, 10°Cでの伸長もわずかであったが, 15°Cでは3日後に1.1cm, 20°Cでは3.0cmとなった。

第2表 保存温度が気中菌糸伸長量に及ぼす影響

保存温度 (°C)	気中菌糸伸長量 (cm) ²⁾							
	1日後		2日後		3日後		4日後	
0	0.0	a ³⁾	0.0	a	0.1	a	0.1	a
5	0.0	a	0.1	a	0.1	a	0.1	a
10	0.1	b	0.4	b	0.4	a	0.4	b
15	0.0	a	0.5	b	1.1	b	2.4	c
20 ¹⁾	0.0	a	0.9	c	3.0	c	-	-
25 ¹⁾	0.2	b	1.1	d	-	-	-	-

1) 20°Cと25°Cはそれぞれ4日後, 3日後以降未計測

2) 伸長量は各温度3容器内の全子実体の平均, n数は69~108本

3) 異なる文字は, 各時点において温度間に有意差があることを示す (Tukey-Kramer法 5%水準)

以上のことから保存温度が高いほど, 気中菌糸の伸長が増大することが明らかになった。保存温度が高くなると呼吸量も増大することから, 子実体の活動が活発になり気中菌糸の伸長が増大したものと考えられる。ヌメリシギタケの気中菌糸は白色であり, 淡褐色である子実体に生じるとカビと認識される懸念がある。子実体の平均全

長は約 8cmであり、気中菌糸の伸長量が 1cmを超えると全長の 1割を超え、達観的に目立ちやすいため、商品性の限界を 1cmと決定した。これにより15°Cでは 3日後に伸長量が 1cmを超えたことから商品性の限界は 2日間であると考えられた。

試験 1の結果から保存温度を下げることで商品性限界が延長されることが示唆されたが、慣行の保存温度15°Cにおいても商品性を長く保持できるように、出荷形態を改良して以下の試験で対策を検討した。

試験 2 出荷形態の違いがヌメリシギタケの鮮度に及ぼす影響

第 3表 出荷形態が呼吸速度に及ぼす影響

出荷形態	呼吸速度 (mgCO ₂ /kg/hr) ^{1) 2)}		
	1日後	2日後	3日後
ほぐし	248	277	329
株どり	223	261	283
	ns ³⁾	ns	** ⁴⁾

1) 保存温度は15°C

2) 2反復の平均

3) ns は、t検定により有意差がないことを示す

4) ** は、t検定により1%水準で有意差があることを示す

出荷形態の違いがヌメリシギタケの呼吸速度に及ぼす影響を第 3表に示した。出荷形態の違いにかかわらず、呼吸速度は保存期間が長くなるほど増加したが、保存期間を通じてほぐし形態の方が株どり形態よりも高い傾向を示し、3日後では有意に高かった。南出ら (1985) は、ナメコでは根切りしたほぐし形態のものは根切りしない株どり形態のものより呼吸量が高くなると報告しており、本研究の結果と一致した。これは切断という傷害を受けたことによる反応と考えられ、カット野菜でも切断されることで呼吸量が高くなることが知られている (太田 1991)。

第 4表 出荷形態が気中菌糸伸長量に及ぼす影響

出荷形態	気中菌糸伸長量 (cm) ^{1) 2)}			
	1日後	2日後	3日後	4日後
ほぐし	0.0	0.0	2.8	4.6
株どり	0.0	0.0	0.8	1.8
	ns ³⁾	ns	ns	* ⁴⁾

1) 保存温度は15°C

2) 伸長量は4容器内の全子実体の平均、n数は56~91本

3) ns は、t検定により有意差がないことを示す

4) * は、t検定により5%水準で有意差があることを示す

出荷形態の違いが気中菌糸の伸長量に及ぼす影響を第 4表に示した。気中菌糸は、ほぐし形態では 3日後から急激に、株どり形態では 3日後からゆるやかに伸長した。きのこは培地などの栄養分を取り込んで伸長した栄養菌糸が子実体原基を形成し、子実体は栄養菌糸からの糖類やアミノ酸の転流によって成長する (北本・鈴木 1992)。本研究でみられた根切りされたほぐし形態の方が株どり形態よりも気中菌糸の伸長量が大きかったことは栄養菌糸と切り離されたため、栄養菌糸である気中菌糸を伸ばして栄養源を求めるきのこの反応ではないかと思われる。

上記のように出荷形態を比較すると、根切りしたほぐし形態では 3日後から気中菌糸が急激に伸長し外観が激変したことで、商品性が大きく低下した。一方、株どり形態では気中菌糸の伸長はゆるやかであった。このことから、出荷形態を慣行のほぐし形態から株どり形態に変更することで商品性の保持期間の延長が可能になると考えられた。

試験 3 包装フィルムの違いがヌメリシギタケの鮮度保持に及ぼす影響

包装フィルムと包装内のガス濃度の関係を第 5表に示した。包装内のO₂濃度はいずれの包装フィルムにおいても1日後にはほぼ平衡に達し、2日後以降は包装フィルムの種類に関わらず約 1.1~ 1.7%であった。一方、CO₂濃度は包装フィルムによって異なり、高いほうから順にOPP20, OPP15, VF, PE40, PVC10となり、OPP20は20%を超えていた。

慣行のPVC10包装についてみると、試験 1では保存温度により呼吸速度が異なるにもかかわらず、包装内のCO₂濃度は 2.6~ 5.2%に抑えられていた (第 1表)。試験 2においても、出荷形態により呼吸速度の差があってもCO₂濃度に差が見られなかった。これは、PVC10のガス透過性が高いことと、ストレッチ包装による密閉性が低いことによると考えられる。

石谷 (1993) は各種プラスチックフィルムの酸素透過度を示しており、25°C, 相対湿度90%の条件で、厚さ20μmのOPP, 厚さ30μmのPE, 厚さ30μmのPVCがそれぞれ、2, 200, 6, 000, 10, 000cc/m²・24hr・atmとしている。なお、VFのガス透過性はOPP15とPE40の中間に位置する (データ未発表)。上記のことから本研究で供試したフィルムのガス透過性は低いほうから順にOPP20, OPP15, VF, PE40, PVC10となると考えられ、本研究ではこの順に包装内のCO₂濃度が高かった。神谷ら (1998) もブナシメジをガス透過性が異なるプラスチックフィルムPVC, PE, OPP, 微細孔OPP, ポリスチレンラミネートOPPなどで密封包装した場合、O₂濃度はいずれのフィルムでも約 1%であったが、CO₂濃度はフィルムによって 4~28%と異なり、PVCが最も低く、他の各種フィルムが高かったと報告しており、本研究と同様の傾向を示していた。

包装フィルムと気中菌糸の伸長量の関係を第 6表に示した。株どり形態で保存した場合、気中菌糸の伸長は 2日後までほとんどなく、3日後からいずれのフィルムで

第5表 包装フィルムが包装内ガス濃度に及ぼす影響

出荷形態	包装フィルム	包装内ガス濃度 (%) ¹⁾²⁾												
		1日後		2日後		3日後		4日後						
		O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂	O ₂	CO ₂					
ほぐし	PVC10	1.4	a ³⁾ 5.3	a	1.3	4.0	a	1.7	4.3	a	1.4	a	4.1	a
株どり	PVC10	2.8	b 5.0	a	1.2	4.5	a	1.4	4.1	a	1.7	b	4.1	a
〃	PE40	1.3	a 9.7	b	1.2	9.2	b	1.2	8.9	b	1.2	c	7.7	b
〃	VF	1.2	a 13.6	c	1.2	13.3	c	1.2	13.2	c	1.2	c	12.4	c
〃	OPP15	1.2	a 17.3	d	1.2	17.2	d	1.1	16.9	d	1.1	c	16.5	d
〃	OPP20	1.1	a 20.3	e	1.2	21.1	e	1.2	20.9	e	1.1	c	20.9	e

1) 保存温度は15℃

2) 4反復の平均

3) 異なる文字は、各時点においてフィルム間に有意差があることを示す (Tukey-Kramer法 1%水準)

第6表 包装フィルムが気中菌糸伸長量に及ぼす影響

出荷形態	包装フィルム	気中菌糸伸長量 (cm) ^{1) 2)}							
		1日後		2日後		3日後		4日後	
		伸長量	標準偏差	伸長量	標準偏差	伸長量	標準偏差	伸長量	標準偏差
ほぐし	PVC10	0.0		0.4	a ³⁾	1.0	a	2.5	a
株どり	PVC10	0.0		0.0	b	0.4	b	1.6	b
〃	PE40	0.0		0.0	c	0.3	b	0.8	c
〃	VF	0.0		0.0	b	0.2	b	0.2	d
〃	OPP15	0.0		0.2	d	0.2	b	0.4	d
〃	OPP20	0.0		0.0	c	0.2	b	0.3	d

1) 保存温度は15℃

2) 伸長量は各 4容器内の全子実体の平均, n数は66~119本

3) 異なる文字は、各時点においてフィルム間に有意差があることを示す (Tukey-Kramer法 1%水準)

も認められ、PVC10では 4日後に商品性限界と考えられる 1cmを超える1.6cmまで伸長したのに対し、PE40、VF、OPP15およびOPP20では 4日後まで 1cm未満であった。阿部 (1994) はシイタケの菌床栽培時において、菌床袋内の CO₂濃度が高いほど培養中の菌糸の伸長が遅く子実体の発生量も少ないと報告している。このことは菌糸の伸長に CO₂濃度が関与している可能性を示すものである。ヌメリスギタケにおいても、包装内の CO₂濃度が 8%を超えると

気中菌糸の伸長が抑制されたことから、高CO₂条件は気中菌糸の伸長抑制に効果があると考えられた。

包装フィルムの種類が異臭とエタノール濃度に及ぼす影響を第 7表に示した。PVC10では 4日後まで異臭およびエタノールの発生は認められなかった。これに対し、他のフィルムでは 2日後から異臭がわずかに認められ、ほとんどの包装フィルムでは同時にエタノールも検出された。また、OPP20では 3日後には、OPP15では 4日後には

第7表 包装フィルムが包装内の異臭とエタノール濃度に及ぼす影響

出荷形態	包装フィルム	異臭とエタノール濃度 (ppm) ¹⁾								
		2日後		3日後		4日後				
		異臭 ²⁾	エタノール ³⁾	異臭	エタノール	異臭	エタノール			
ほぐし	PVC10	-	- ⁴⁾ a ⁵⁾	-	-	a	-	-	a	
株どり	PVC10	-	-	a	-	-	a	-	-	a
〃	PE40	±	35	b	±	67	b	±	73	b
〃	VF	±	0	c	±	53	c	±	97	c
〃	OPP15	±	40	d	±	97	d	+	148	d
〃	OPP20	±	60	d	+	118	e	+	220	e

1) 保存温度は15℃

2) - : 認められない、± : わずかに認められる、+ : 明らかに認められる、++ : 著しく認められる
4容器を調査した結果、反復内で評価は変わらなかった

3) 3反復の平均

4) - は、検出限界以下を示す

5) 異なる文字は、各時点においてフィルム間に有意差があることを示す (Tukey-Kramer法 1%水準)

異臭が明らかに認められ、エタノール濃度は 100ppm以上であった。山下ら (1987) はシイタケをO₂濃度 1~2%、CO₂濃度10~16%の条件で保存するとエタノールが発生し、褐変抑制など鮮度保持に効果があると報告している。水野ら (2000) はブナシメジを厚さ30 μmの OPP に封入し包装内を低O₂、高CO₂条件とすることで嫌気呼吸によってエタノールが発生し商品性を低下させる気中菌糸の発生が抑制されるとしている。ヌメリシギタケにおいても包装内のCO₂濃度が高いほどエタノール濃度が高くなり、気中菌糸の伸長が抑制されたと考えられる。

総合考察

ヌメリシギタケは保存期間中に柄や傘に発生する気中菌糸による商品性の低下が認められた。気中菌糸はブナシメジで「カビのように見えるが、摂食可能で安全である」といった注意書きを行う場合があるほど外観の商品性が大きく損なわれ、柄の色が白色であるブナシメジに比べ、柄の色が黄褐色であるヌメリシギタケでは白色の気中菌糸は顕著に目立つため、気中菌糸の伸長抑制が重要と考えられた。傘に比べ柄の気中菌糸の伸長は収穫後早くから発生することから、ヌメリシギタケの鮮度評価の主な指標として用いることが可能と考えられた。包装フィルムの試験では包装内のCO₂濃度が高いほどエタノール濃度も高くなる一方、菌糸の伸長が抑制された。きのこは一般の生物と同様に糖類を基質としてO₂を消費し、CO₂とH₂Oを生成してエネルギーを得るための生命活動を行っている

(有気呼吸)。今回の試験では、いずれのフィルムにおいてもO₂濃度は 1%前後であったが、CO₂濃度は 4~21%とフィルムの種類によって異なった。CO₂濃度が高くなりすぎると正常な呼吸が阻害され無気呼吸する可能性が指摘されている (山下ら 1987)。無気呼吸は酸素を消費せずに糖類のみを基質としてエタノールとCO₂を生成しエネルギーを得る生命活動である。本研究ではCO₂濃度が8~9%を超えたPE40, VF, OPP15, OPP20でエタノールが生成されていたことから、CO₂濃度が上昇して無気呼吸に切り替わる境界がCO₂濃度 4~8%にあったと考えられ、このガス条件下で気中菌糸の伸長は抑制されていた。水野ら (2000) は、OPP袋内のエタノール濃度が20~60ppmを超える条件でブナシメジを保存すると気中菌糸の伸長が抑制されたとしている。エタノールには抗菌作用があり (山本ら 1984)、糸状菌の培養でも殺菌や消毒に用いられている。高濃度エタノールと袋内ガス中の微量エタノールでは条件が異なるが本研究においても包装内のエタノール濃度が高いほど気中菌糸抑制効果が認められたことを考慮すると、エタノールが気中菌糸抑制に関与したと考えられる。一方、エタノール濃度が高くなりすぎると異臭が強くなり、特にCO₂濃度が16%以上となったOPP15およびOPP20ではエタノール濃度が 100ppm以上となり、商品性を損なう程度の異臭が認められた。水野ら (2000) は包装内のエタノール濃度 100ppmまではエタノール臭が軽微であるが、150ppmになるとエタノール臭が強くなり商品性を損なうとしている。南出ら (1980b) や菊池ら (1984) も密封包装したシイタケはCO₂濃度が高いほど鮮度保持効果が高い

が発酵臭などの異臭が強くなったと報告している。これらのことから、ヌメリスギタケの最適なエタノール濃度は70～100ppmの範囲にあると考えられた。

以上のように、ヌメリスギタケ「福岡0-N」を株どり形態にてPE40あるいはVFで密封包装して15℃で保存すると、包装内のO₂濃度は約1%、CO₂濃度は約8～12%、エタノール濃度は70～100ppmとなり、ヌメリスギタケの異臭と気中菌糸の伸長が抑えられることが示された。現時点では、ヌメリスギタケの鮮度に関する研究例が乏しいため、「福岡0-N」以外の品種にも本結果を適用できるか確かめる必要があること、生産現場に導入する場合には内容量や袋体積、フィルムの機械適合性などによって包装条件の調整が必要なことなど課題はあるが、株どり形態とMA包装により、少なくとも15℃で4日後まで商品性が保持できると考えられた。

謝 辞

本研究にあたってはヌメリスギタケ「福岡0-N」の栽培を行っている農事組合法人ドリームマッシュの方々には多大なご協力をいただいた。ここに深甚なる感謝の意を表する。

引用文献

阿部正範 (1994) シイタケ菌床栽培における栽培袋内の二酸化炭素濃度について. 徳島県林総技セ研報 32:48-51.
 茶珍和雄 (1991) 呼吸作用. 青果物・花き鮮度管理ハンドブック. サイエンスフォーラム, 東京, p. 25-28.
 龔 一平・阿部一博・茶珍和雄 (1993) フィルム包装貯蔵シイタケの内生エチルアルコールと褐変との関係. 日食工誌40:708-712.

石谷孝祐 (1993) 農産物流通技術年報'93年版. 農産物流通技術研究会編. 流通システム研究センター, 東京. p. 103-111.
 神谷勝己・武田吉弘・金子 博 (1998) 機能性フィルムを用いたブナシメジの鮮度保持. 長野農総試報 5:29-37.
 菊池三千雄・山下市二・石間紀男・細田 浩 (1984) 栽培農家におけるシイタケの鮮度保持に関する研究. 食総研報 48:9-14.
 北本 豊・鈴木 彰 (1992) 生理. きのご学. 共立出版. 東京. p103-104.
 南出隆久・垣生俊夫・緒方邦安 (1980a) 数種キノコ類の鮮度におよぼす貯蔵温度の影響. 日食工誌27:281-287.
 南出隆久・西川哲夫・緒方邦安 (1980b) シイタケの鮮度におよぼす炭酸ガス(CO₂)ならびに酸素(O₂)濃度の影響. 日食工誌27 :505-510.
 南出隆久・岩田 隆・沖野宏士 (1985) 根切り処理がナメコの鮮度ならびに化学成分に及ぼす影響. 日食工誌 32 :413-418.
 三浦 進 (2000) ナメコの鮮度劣化現象とその原因. 石川林試研報30:17-22.
 水野正幸・難波謙二・稲富 聡 (2000) シメジ類キノコ包装体. 特許公開2000- 228946.
 農林水産省 (2017) 平成28年特用林産基礎資料3. 平成28年主要品目別生産動向
 太田英明 (1991) カット野菜・果実の鮮度保持. 青果物・花き鮮度管理ハンドブック. サイエンスフォーラム. 東京. p150-160.
 山本 泰・東 和男・好井久雄 (1984) エタノールの抗菌作用. 日食工誌31:531-535.
 山下市二・高橋寿幸・下田俊彦・菊池三千雄・柴田茂久 (1987) シイタケのフィルム密封貯蔵中及び開封後の成分変化. 日食工誌34:834-839.