

論文 シイタケ子実体の品質劣化に及ぼす温度の影響

富川 康之

鳥根県中山間地域研究センター研究報告第15号別刷

令和元年9月



## シイタケ子実体の品質劣化に及ぼす温度の影響

富川 康之

Effect of Temperature on Deterioration in Quality of Shiitake Fruit-body

TOMIKAWA Yasuyuki

### 要 旨

収穫したシイタケ子実体を 8℃と 15℃で管理して、品質劣化の実態を観察した。その結果、ひだ、柄および傘のそれぞれにタイプの異なる数種類の変色と形状変化を認め、8℃管理は 15℃管理に比べて劣化の程度が小さかった。15℃管理ではひだと柄の変色が収穫後の 5~8 日間に急増する傾向を認め、10 日後には大半の子実体が商品価値を失った。15℃管理した子実体を生産者毎に調べた結果、子実体含水率が高い場合に劣化割合が高くなる傾向があり、これは細菌の増殖が要因の一つと推察した。これらのことから、低温管理は子実体の品質維持に有効と考えられた。  
キーワード：シイタケ、温度、変色、商品価値、一般生菌数

### I はじめに

生鮮きのこ類は鮮度を維持するため、通常は冷蔵で管理されており、本県が運用している「安全で美味しい島根の県産品認証制度」（島根県，2019）では冷蔵庫の使用が審査基準の一つとされている。しかし、収穫～出荷までの保管中、運送中および店舗での陳列中において、しばしば常温で扱われる事例も見られる。子実体の品質と温度の関係については、シイタケ (*Lentinula edodes*) や数種のきのこを対象にした報告があり、いずれも低温にするほど品質の変化が小さいとされている（南出ら，1980A；南出ら，1980B；宗田ら，2005；吉田ら，1987）。このため、冷蔵による品質維持の効果は明らかであるが、本試験ではより具体的な知見を得る目的でシイタケ子実体のサンプル数を多くし、加えて生産者毎に検証することで技術指導上の資料を得た。

### II 材料と方法

本県で菌床栽培によってシイタケを生産されて

いる 1 産地を対象にして、生産者 5 名が栽培された子実体を生産者毎に区別して扱った。種菌は北研 607 号を使用し、上面栽培による生産であった。収穫は 1 回目を 1 月 28 日、2 回目を 2 月 18 日に行った。収穫後は速やかに梱包して、翌日に当センターへ運搬し、収穫の 2 日後から供試した。梱包にはポリスチレン製のトレイとポリ塩化ビニル製のフィルムを使用し、1 パックに子実体を 6 個入れた。なお、梱包から供試するまでは発泡スチロール製の箱に入れて、暖房をしていない場所へ置いた。

#### 1. 子実体劣化の観察

温度条件は 8℃（ホシザキ業務用冷蔵庫）と 15℃（タバイエスペック製インキュベータ）の 2 通りとし、収穫の 2 日後から管理した。1 回目の収穫では生産者毎、温度条件毎に 6 パック、2 回目の収穫では各 8 パックを作製した。ただし、パックの半数は柄を上向きにしてひだ、柄および傘の縁を観察し、残りの半数は傘を上向きにして傘上面を観察した

(表 1) (写真 1~4)。劣化の有無は子実体毎に著者が目視で判断した。また、著しい変色などが生じた場合に商品価値が失われたと判定し、これはパック単位で著者と女性 2 名が目視によって評価した。

## 2. 理化学, 微生物検査

1 回目の収穫時に柄を上向きにした 4 パックを製作した。収穫の 2 日後、温度管理をする前に、2 パックを供試して子実体含水率、pH および一般生菌数を調べた。また、残り 2 パックは 15°C で管理して、収穫の 7 日後に pH と一般生菌数を調べた。検体はいずれも傘のみとし、以下の条件で検査した。含水率は 8 検体を 105°C で 24 時間乾燥させた重量から算出した。pH は 4 検体をホモジナイズして、5 倍に希釈した懸濁液の上澄みをガラス電極法によって測定した。一般生菌数の定量は 4 検体をホモジナイズし、希釈率を調整した懸濁液を標準寒天培地で混釈培養して (35°C, 48 時間)、コロニー数から 1 g 当たりの生菌数を算出した (厚労省, 2018)。

## III 試験結果

### 1. 子実体劣化の観察

8°C 管理は収穫から 15 日後まで観察を続けたが、15°C 管理は劣化程度の大きい子実体が大半を占めたことから、収穫から 10 日後に観察を終了した。子実体の劣化割合と商品性の評価は、2 回の収穫分を合わせて集計した。

#### 1) 劣化の種類と進行

##### ①変色

ひだには褐色の斑点 (以後「ひだ斑点」)、全体的な変色 (以後「ひだ全体変色」)、部分的で明確な変色 (以後「ひだ部分変色」) が生じた。ひだ斑点は

日数が経過するとともに増加し、鮮明になった。ひだ全体変色は淡褐色～濃褐色へと数日間で緩やかに変化した (写真 1, 2)。ひだ部分変色は前日まで兆候がなく、急に一部が紫褐色となり、翌日には変色部位が広がって暗褐色となった (写真 3)。

柄には褐色の斑点 (以後「柄斑点」)、全体的な変色 (以後「柄全体変色」) が生じた。柄斑点は色が淡く、微細で、個数は少なかった。柄全体変色は柄の上部ほど濃色であった (写真 1, 2)。

傘上面には全体的な変色 (以後「傘全体変色」) が生じた。茶色～暗い茶色へと緩やかに変色し、最後は黒色となった。

##### ②形状変化

ひだは斜めに傾き、間隔が不均一 (以後「ひだ乱れ」) となった (写真 4)。傘の縁は傘が開くことによる変形 (以後「傘開き」) が生じた (写真 4)。傘上面は部分的に歪みと皺 (以後「傘部分変形」) が生じた。

#### 2) 劣化の程度

各生産者の子実体を合わせて劣化した子実体の個数割合を算出し、8°C 管理は収穫から 10 日後と 15 日後、15°C 管理は 10 日後の値を表 2 へ示した。10 日後を比べると 8°C 管理はすべての観察項目が 15°C 管理よりも低率で、15 日後においてもひだ乱れを除いて 15°C 管理よりも低い傾向にあった。15°C 管理ではひだ全体変色と柄全体変色が 50% 以上となり、8°C 管理では認めなかったひだ部分変色と傘部分変形はそれぞれ 42.9%、20.0% であった。

#### 3) 劣化の推移

##### ①変色

8°C 管理、15°C 管理ともに劣化程度が比較的小さかった柄斑点と傘全体変色 (表 2) を除いて、生産

表 1 試験区と生産者当たりのサンプル数

観察部位	1 回目		2 回目		全体	
	8°C	15°C	8°C	15°C	8°C	15°C
ひだ, 柄	3 (18)	3 (18)	4 (24)	4 (24)	7 (42)	7 (42)
傘上面	3 (18)	3 (18)	4 (24)	4 (24)	7 (42)	7 (42)

数値はパック数, 括弧内の数値は子実体数



写真1 ひだ全体変色と柄全体変色  
(15°C, 収穫から6日後)



写真2 ひだ全体変色と柄全体変色  
(15°C, 収穫から8日後)



写真3 ひだ部分変色  
(15°C, 収穫から10日後)

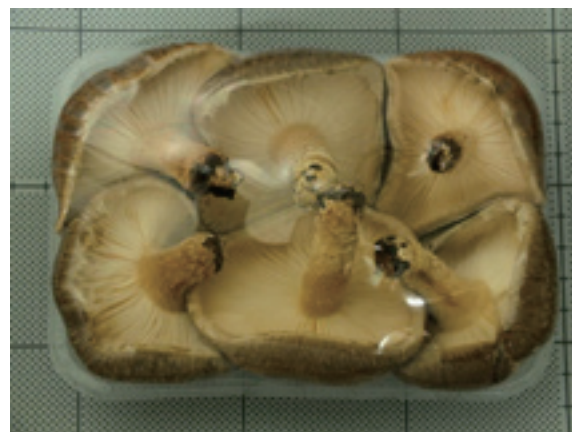


写真4 ひだ乱れと傘開き  
(15°C, 収穫から15日後)

表2 子実体の劣化タイプと程度

劣化の種類	8°C		15°C
	10日後	15日後	10日後
ひだ斑点	5.7	5.7	15.7
ひだ全体変色	9.5	15.7	58.1
ひだ部分変色	0.0	0.0	42.9
柄斑点	1.4	1.4	1.4
柄全体変色	12.4	18.1	54.8
傘全体変色	1.0	2.9	2.8
ひだ乱れ	3.3	12.4	5.7
傘開き	10.5	11.4	24.8
傘部分変形	0.0	0.0	20.0

数値は劣化した子実体の個数割合 (%)

観察部位当たりの子実体数は210個

者毎 (No. 1~5), 収穫からの経過日数毎に劣化した子実体の個数割合を算出して、劣化割合の積算を図1に示した。8°C管理では、12日後までの劣化割合がいずれも25%未満で推移したが、ひだ全体変色についてはNo. 4が13日後から47.5%へ増加し、柄全体変色についてはNo. 1が14日後から34.7%となった。

15°C管理では、ひだ全体変色、ひだ部分変色および柄全体変色は収穫の5~8日後の間に急増する傾向があり、No. 5のひだ全体変色と柄全体変色は8日後に100%となった。また、No. 3のひだ全体変色は13日後から92.9%、No. 1のひだ部分変色は13日後から88.1%と高率となった。劣化の種類によって劣化割合の高い生産者が異なる傾向にあったが、生産者毎にみるとNo. 2は劣化の種類に関係な

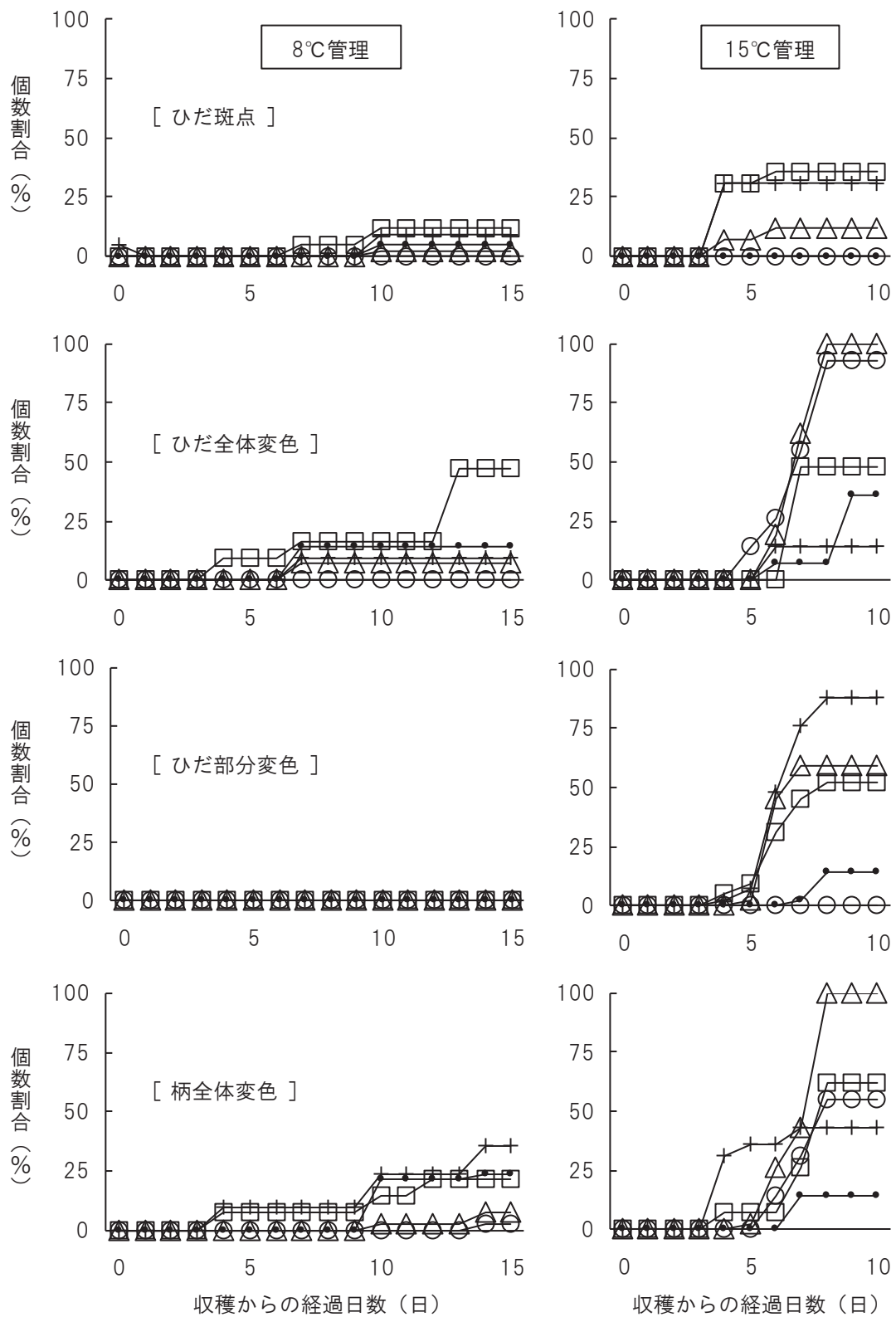


図1 8℃管理と15℃管理におけるシイタケ子実体の変色劣化割合

+：生産者No.1，●：生産者No.2，○：生産者No.3，□：生産者No.4，△：生産者No.5

く比較的低率で、No. 4 は比較的高率であった。

②形状変化

変色の推移と同様に集計して図 2 へ示した。8℃管理では、No. 4 のひだ乱れが 7 日後から始まり、少しずつ割合が高くなり、14 日後には 61.9% となった。No. 1 と No. 4 の傘開きは 10 日後から約 25% となった。

15℃管理では、No. 4 のひだ乱れが 7 日後から始まり、10 日後までの割合は 8℃管理と同程度であっ

た。No. 1 と No. 4 の傘開きは 4 日後に 40% 以上、6 日後には 50% 以上となった。No. 1 と No. 4 の傘部分変形は 6 日後に 40% 以上となった。生産者毎にみると No. 4 は劣化の種類に関係なく比較的高率であった。

4) 商品性の評価

商品価値が失われた（以後「不適商品」と判定した基準として、3 名の観察者に共通していたのはひだ部分変色が生じたことであった。また、ひだ全

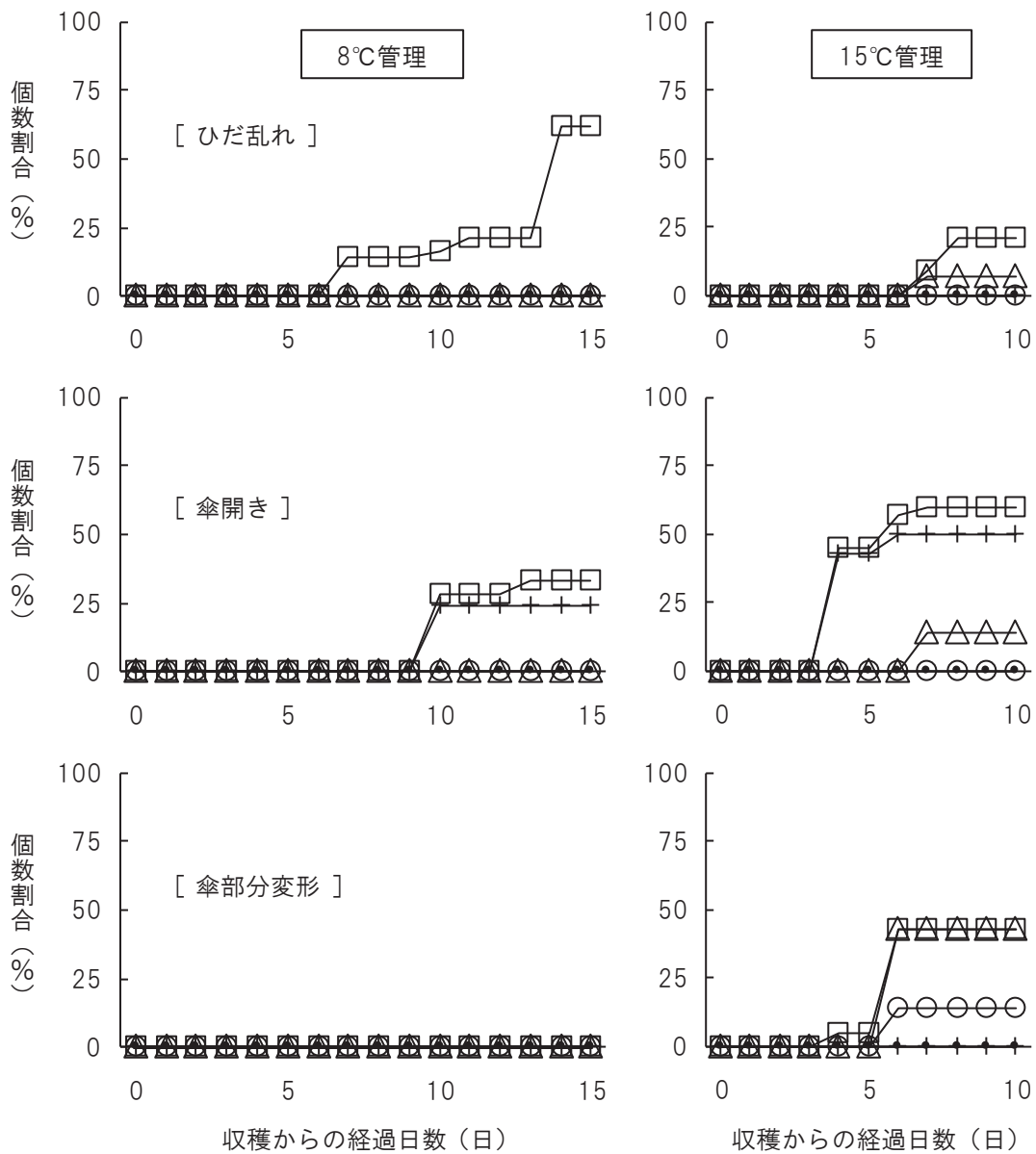


図 2 8℃管理と15℃管理におけるシイタケ子実体の変形劣化割合

+ : 生産者No. 1, ● : 生産者No. 2, ○ : 生産者No. 3, □ : 生産者No. 4, △ : 生産者No. 5



体変色が著しい濃色となったことも理由とされ、これらの子実体が1個でもあった場合に、そのパックを不適商品とした。

8℃管理では収穫から15日後までの観察で不適商品を認めなかった。15℃管理のみ、生産者毎に不適商品と判定した時期とパック数を表3に示した。最初の不適商品は6日後に生産者2名のパックに生じ、7日後にはすべての生産者に及んだ。日数の経過とともに不適商品が増加し、10日後にはNo.2を除く4名のパックすべてを不適と判定した。

## 2. 理化学, 微生物検査

生産者毎の子実体含水率, pH, 検体1g当たりの一般生菌数を表4に示した。含水率の平均は87.8%で, No.4が最も高く, No.2が最も低かった。pHは

表3 15℃管理における不適商品の推移

生産者 No.	収穫からの経過			
	6日後	7日後	8日後	10日後
1	2 (2)	3 (5)	2 (7)	(7)
2		1 (1)	(1)	(1)
3		1 (1)	3 (4)	3 (7)
4	3 (3)	4 (7)	(7)	(7)
5		4 (4)	3 (7)	(7)

生産者当たりの観察対象は7パック

数値は商品性が失われたパック数

括弧内の数値は積算パック数

表4 収穫から2日後と7日後の子実体含水率, pHおよび一般生菌数

生産者 No.	含水率 (%)	pH			一般生菌数(コロニー/g)	
	2日後	2日後	7日後	差	2日後	7日後
1	87.1	5.99	4.74	1.25	$3.2 \times 10^4$	$4.1 \times 10^4$
2	84.7	5.91	5.89	0.02	$2.2 \times 10^4$	$2.4 \times 10^4$
3	88.8	6.10	4.99	1.11	$3.3 \times 10^4$	$7.2 \times 10^4$
4	89.5	5.88	4.54	1.34	$1.1 \times 10^4$	$8.2 \times 10^6$
5	88.7	6.17	4.82	1.35	$7.9 \times 10^3$	$1.7 \times 10^6$
平均	87.8	6.01	5.00	1.01		

15℃管理, 検体は傘, 含水率: n=8, pHと一般生菌数: n=4

いずれの生産者とも2日後に比べて7日後に低下し, 平均は6.01から5.00となった。2日後はNo.5が最も高く, No.4が最も低かった。7日後はNo.2が最も高く, No.4が最も低かった。また, No.2は2日後と7日後の差が他に比べて小さかった。

一般生菌数はいずれの生産者とも収穫の2日後に比べて7日後に増加した。2日後はNo.5が最も少なく, その他4名には大きな差を認めなかった。7日後はNo.4が最も多く, 次いでNo.5であった。7日後に最も少なかったのはNo.2であった。

## 3. 試験項目以外の観察記録

一部の子実体は柄の下部が刃物で切除されており, その切断面は例外なく紫褐色に変色し, 次いで暗褐色となった。変色は8℃管理, 15℃管理とも収穫の4日後から始まった。

一部の子実体は柄の下部に菌床由来のおが粉が付着しており, 8℃管理した子実体のうち1個で, 収穫から4日後におが粉を覆う緑色の菌類を認め, トリコデルマ属の1種 (*Trichoderma* sp.) と同定した。

8℃管理したパックのうち一つで, 収穫から14日後にキノコバエ成虫1頭の死骸をひだ上に認めた。本種は, 当センター森林保護育成科によってクロバネキノコバエ科の1種 (*Sciaridae* sp.) と同定された (写真5)。



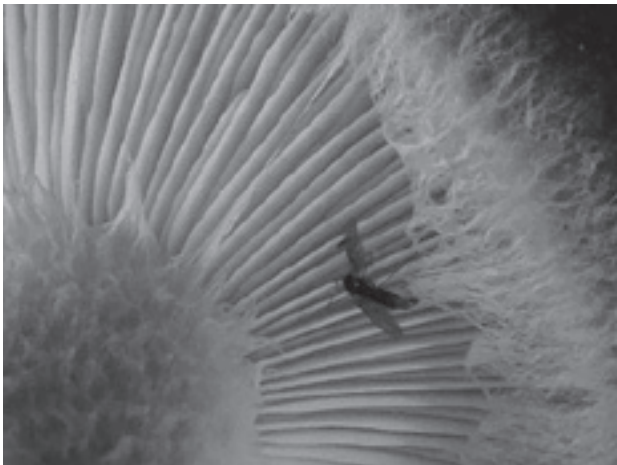


写真5 クロバネキノコバエの1種  
(8℃, 収穫から14日後)

#### IV 考察

本試験では、2通りの温度条件を設けてシイタケ子実体に生じる品質劣化の種類を把握し、それぞれの程度と推移を調べた。また、品質に影響を及ぼすと考えられる含水率、pH および一般生菌数を調べた。劣化の種類としては、ひだ、柄および傘にタイプの異なる変色や形状変化を認めた。15℃管理ではひだの全体的な変色、部分的で明確な変色および柄の全体的な変色が多くの子実体で認められ、ひだの斑点、傘の開きと部分的な変形も比較的多かった。これに対して、8℃管理は劣化の程度が小さく、特に15℃管理において商品価値を失う主な理由となったひだに生じる部分的な変色は、8℃管理ではまったく認められなかったことはきわめて重要な結果である。

傘の開きに伴って傘の縁に変形を認めたが、このうち一部の子実体では傘とフィルムが接触した部分で表皮が剥けた例もあった。また、傘が開くことによってひだの乱れや傘上面の部分的な変形が生じた場合もあり、これらのことを考えると収穫後の子実体生長を抑制することが必要である。宗田ら(2005)、南出ら(1980A)、吉田ら(1987)は変色の評価方法としてL\*値を比較し、低温ほど変化が小さいと述べており、本試験でも同様な結果となった。また、南出ら(1980A)、南出ら(1980B)が観察した傘の開き、南出ら(1980A)、南出ら(1980)、

吉田ら(1987)が判定した品質保持期間についても、本試験で同様な結果が得られた。

生産者毎の子実体含水率、収穫から7日後のpHおよび一般生菌数の値をみると、概して含水率とpHは負の関係、含水率と一般生菌数は正の関係、pHと一般生菌数は負の関係を認めた。含水率が高いと細菌量が増加し、pH低下を引き越したことが容易に推測される。食品衛生法では生鮮きのこ類に関する一般生菌数の基準値は定められていないが、衛生面を考慮すると細菌量は増加しない方が好ましく、低温管理が必要と考える。生産者間ではNo.2の劣化割合が比較的低率で、No.4は比較的高率であったことについては、高含水率、pH低下、細菌増殖のいずれかが関与していると推察する。少なくとも、8℃管理によって細菌の増殖を抑制したこと、また15℃管理においては子実体含水率が低かったNo.2で細菌の増殖が抑制されたことが品質低下を抑えた要因の一つと考える。しかし、劣化の種類によってはNo.1、No.3およびNo.5の劣化割合が顕著に高率となり、この原因については本試験結果からは推測できない。坂本(2011)は子実体における色素合成や軟化などに関する酵素や遺伝子について解説しており、品質劣化の原因究明にはこれら内的要因の検討も必要と考える。

一方、ひだの倒れや間隔が不均一となる形状劣化は8℃、15℃ともに見られ、収穫から10日後までの劣化割合は同等に推移したが、15日後まで観察した8℃管理では最終的に高率となった。したがって、消費までの期間が長い場合、冷蔵だけで品質低下を抑えることは困難と考える。また、柄の下部を切除した場合、低温管理でもすべての切断面が変色したため、できるだけ切除はしない方が良いと考える。きのこ類の品質には梱包資材の材質も影響するため(菊池ら、1986;南出ら、1980B;富樫ら、1998)、これらの報告を参考にしてトレーやフィルムを選択すること、また適切な消費期限を示すことも必要であろう。

雑菌発生と昆虫混入が8℃管理において確認され、どちらも商品価値を失うばかりでなく、クレーム対象にもなるため注意が必要である。雑菌発生に

については、今回の対象子実体の場合は柄に付着したおが粉を除去することで防ぐことができると考える。クロバネキノコバエ科の成虫がパック内で見つかったが、前日までの観察では認めなかったことから収穫～梱包作業に混入した可能性は低いと考える。この科に属す数種は生態が類似するとされ、シイタケ、ツクリタケ (*Agaricus bisporus*)、マイタケ (*Grifola frondosa*) などの菌床栽培で菌糸や子実体を食害し (北島, 2019)、ツクリタケクロバネキノコバエ (*Lycoriella mali*) は卵～成虫までの生育期間が 13℃の場合に 39 日とされている (古川・野淵, 1996)。本試験で認めた成虫は、収穫よりも前に幼虫が子実体へ穿入し、梱包された後に羽化したと推察する。この対策には害虫防除、異物除去および規格外品判別などの技術向上が必要である。

本試験では子実体の部位毎に生じる具体的な劣化の状態を記録し、それぞれの数値データを得た。また、子実体含水率、pH および一般生菌数を調べて品質との関係を考察し、低温管理の有効性を確認した。一方で、劣化の種類によっては低温管理だけで品質を維持するのは難しいことを認識した。本試験で調査対象にしなかった項目として、宗田ら (2005) はシイタケ子実体の破断応力を測定して、低温区では食感の変化が小さいことを報告している。また、南出ら (1980B) は温度変化がシイタケ子実体の品質低下につながり、温度差が大きいほど品質低下が著しくなると述べている。このように、シイタケ子実体の品質は温度が密接に関係しており、本試験結果に併せて、これらの有益な情報を生産者や販売者へ提供することで生鮮きのこ類の品質維持に寄与したい。

## V 謝辞

本試験の趣旨を理解され、シイタケ子実体の提供など多大なご協力を頂いたきのこ産地に感謝の意を表す。また、試験を進めるにあたり、ご助言や情

報提供して頂いた島根きのこ生産振興会ならびに県農林振興センターの担当者へお礼を申し上げる。

## 引用文献

- 古川久彦・野淵輝 (1996) 補強, 改訂版栽培きのこ害菌, 害虫ハンドブック. 社団法人全国林業改良普及協会: 232-233.
- 菊池三千雄・山下市二・石間紀男・細田浩 (1986) 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.
- 北島博 (2019) しいたけ害虫の総合防除. 国立研究開発法人森林研究・整備機構森林総合研究所: 2.
- 厚生労働省 (2018) 食品衛生検査指針, 微生物編改訂第 2 版. 公益社団法人日本食品衛生協会: 152-158.
- 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 (6): 281-287.
- 南出隆久・鶴田誠・緒方邦安 (1980B) シイタケの鮮度保持に関する研究. 日食工誌 27 (10): 498-504.
- 宗田典大・鈴木咲織・榎本俊樹 (2005) 保存温度の違いがシイタケの品質に及ぼす影響. 石川県林試研報 37: 43-46.
- 坂本裕一 (2011) シイタケ収穫後の子実体老化に関する酵素の研究. 日本きのこ学会誌 19 (2): 73-78.
- 島根県 (2009) 美味しまね認証. <http://www.oishimane.com> (2019.1 ダウンロード).
- 富樫巖・宜寿次盛生・原田陽 (1998) マイタケ子実体の鮮度劣化についての一考察. 日本応用きのこ学会誌 6 (3): 125-128.
- 吉田博・菅原龍幸・林淳三 (1987) シイタケ子実体の収穫後における炭水化物の変化. 日本食品低温保蔵学会誌 13 (2): 44-53.

## Effect of Temperature on Deterioration in Quality of Shiitake Fruit-body

TOMIKAWA Yasuyuki

### **ABSTRACT**

The after harvesting fruit bodies of Shiitake mushroom were observed actual condition that deterioration quality under controlled conditions at 8 °C and 15 °C. As a result, several kinds of discoloration and shape change different in type were recognized in each of stipe, gill and pileus, also the degree of deterioration in 8 °C control was smaller than that of 15 °C control. Under the condition of 15 °C, discoloration of stipe and gill showed a tendency to increase rapidly between 5 and 8 days after harvest, in addition ten days later the most of fruiting bodies were lost commercial value. As a result of investigating fruit bodies controlled at 15 °C for each producer, the rate of deterioration tends to increase when the fruiting bodies moisture content was high, and one of the factors was presumed growth of bacteria. Therefore, it was considered that the low temperature condition was effective for maintaining the quality of fruiting bodies.

Keywords : Shiitake mushroom, temperature, discoloration, commercial value, viable cell count

