

きのこの洗浄と保存に関する試験

Studies on the washing and preservation of mushrooms

西井孝文, 坂倉元

Takafumi NISHII and Hajime SAKAKURA

要旨: 三重県で生産されているヒラタケ, ブナシメジ, ハタケシメジの3種類のきのこについて, 包装形態別, 保存温度別の商品性の調査を実施したところ, ハタケシメジの商品性が最も高く, きのこの品質を維持するためには, 10℃以下の低温で保存することが良好であることが判明した。また, 大腸菌により汚染したヒラタケの, 洗浄, 殺菌による除菌効果を調査したところ, 一度汚染されたきのこは, 洗浄, 殺菌を念入りに行っても, 菌数の軽減が困難であり, 完全に除菌するためには熱処理が必要不可欠であった。

はじめに

三重県においては, シイタケ (*Lentinus edodes*), ヒラタケ (*Pleurotus ostreatus*) 等食用きのこの人工栽培が盛んに行われており, 特にヒラタケは, 年間の生産量が500tを越え, 全国でも上位を占めている。しかし, 最近では, ブナシメジ (*Hypsizigus marmoreus*) やマイタケ (*Grifola frondosa*) といった新しいきのこの進出や, 中国産シイタケとの競合, 食嗜好の変化等により需要が低迷し, その生産量は年々減少してきている (三重県農林水産商工部農林水産経営企画課 1999; 農村文化社きのこ年鑑編集部 1999)。

また, 大腸菌 O-157 やサルモネラ菌の汚染による食中毒の発生に伴い, 消費者および食品関連企業の食品の安全性への関心が一段と高まってきている。

そこで, 他県産きのこの差別化を図るための方策のひとつとして, 三重県で主に生産されているヒラタケと, 日持ちがよく, 最近県内で生産の始まったハタケシメジ (*Lyophyllum decastes*) (今関, 本郷 1987; 菅野, 西井 2000) について, 安全性, 商品性を高めるための試験を実施したので, その概要について報告する。この試験により得られた成果が, 低迷する県内きのこ産業の活性化につながれば幸いである。

なお, 本試験の実施に当たり御協力いただいた JA 全農みえ, JA 松阪, いせしま森林組合の関係者の皆様に深謝する。

材料および調査方法

1. 特用林産物の微生物等の汚染状況調査

1) 県内産きのこの保存温度の違いによる菌数変化の調査

県内産ヒラタケ, ブナシメジ, ハタケシメジについて, 生産現場で収穫, パック詰めの後, 5℃および20℃の条件下で保存し, 収穫3日目から9日目まで, 2日毎にきのこに付着している生菌数を調査した。菌数の計測方法は, 子実体25gを225mlの滅菌した生理食塩水に入れて5分間攪拌し, その上澄み液中の一般細菌数を, 10倍希釈法により計測した。生菌数の計測は, 一般細菌計測用フィルム培地に, 試料を接

種後、37℃で48時間培養し、発生したコロニー数を計測した (Smith *et al.* 1985 ; Ginn *et al.* 1986 ; McGoldrick *et al.* 1986 ; McAllister *et al.* 1987)。

2) 県内産きのこの包装形態、保存温度別の商品性および菌数変化の調査

県内産きのこの3種類、ヒラタケ、ブナシメジ、ハタケシメジについて、既存の発泡スチロールトレイのオーバーラップ包装、ならびに紙トレイのシュリンク包装を行った。これを5℃および20℃の条件下で保存し、収穫日より10日目まで3日毎に、きのこの商品性ならびに付着している生菌数について調査を行った。

きのこの商品性については、その外観から0～5までの6段階で評価した。評価基準として、鮮度がほぼ収穫時の状態を(5)、着色、萎縮はあるが出荷できるを(4)、生果用として出荷できないを(3)、出荷できないが利用できるを(2)、ほとんど利用できないを(1)、全く利用できないを(0)とした。

菌数の測定方法は、試験1. 1) に準じて計測した。

3) 県内産ハタケシメジの包装形態、保存温度別の商品性および菌数変化の調査

県内産ハタケシメジを発泡スチロール製のトレイに詰め、オーバーラップ包装を行い通気を遮断したものと、同じ包装形態で、ラップの表面につま楊枝で孔をあけ通気をもたせたものを、5℃、10℃、15℃および20℃の条件下で保存し、収穫日より10日目まで3日毎に、きのこの商品性ならびに付着している生菌数について調査を行った。

きのこの商品性の評価、菌数の測定方法については試験1. 2) と同様の方法で行った。

2. 県内産きのこの洗浄、殺菌、包装法の改善

1) 県内産ヒラタケの大腸菌による汚染と洗浄、殺菌による菌数変化の調査

ヒラタケ子実体を、あらかじめ培養したおいた非病原性大腸菌 (*Escherichia coli* ATCC 3806 株) を、 10^8 個/ml 前後の濃度になるように、生理食塩水で調整した菌液に5分間浸し、室内で30分間乾燥した。試料は、子実体が崩れないように洗濯用のネットに入れ、野菜洗浄装置を用いて水道水で10分間泡沫洗浄を行った。

次に、水道水と、有効塩素濃度0.02%の次亜塩素酸ナトリウム水溶液、有効塩素濃度0.02%の電解次亜水および、オゾン濃度1～1.5 ppmのオゾン水の3種類の殺菌水で5分間殺菌し、室温で30分間乾燥した。この行程の中で、汚染後、洗浄後、殺菌水処理後にそれぞれサンプリングした (図-1)。

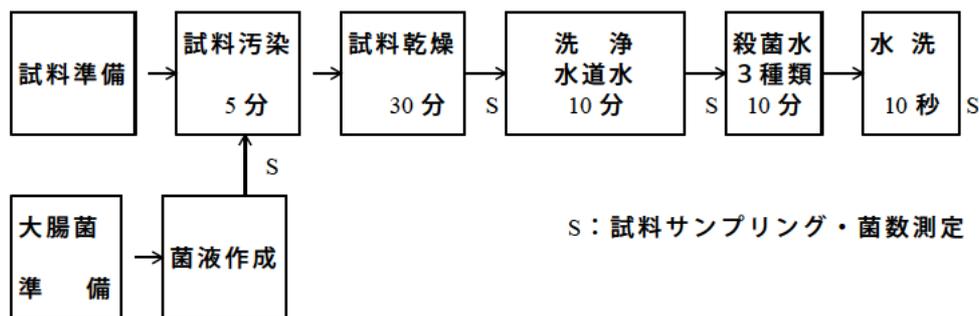


図-1 ヒラタケ洗浄・殺菌の作業手順

菌数の計測方法は、試料を滅菌した生理食塩水で5分間振とうして大腸菌を浮遊させ、デソキシコーレイト培地に接種した。これを37℃で約18時間培養した後、発生したコロニー数を計測し、試料1g当たりの菌数に換算した (Curiale *et al.* 1991)。

2) 県内産ヒラタケの大腸菌による汚染と洗浄方法の違いによる菌数変化の調査

2. 1) の試験と同様、ヒラタケ子実体を大腸菌液で汚染し、室内で30分間乾燥した。これを、水道水をボールに溜めて、10秒間洗浄し、再度水を換えて洗浄を行う操作を、2回、4回、6回行った。また水道水で菌液を洗い流しながらヒラタケをしぼる操作を3回行った。さらに有効塩素濃度0.02%の次亜塩素酸ナトリウム水溶液に10分間浸漬し、最後に水道流水で10秒間洗浄を行った。

この行程の中で、汚染後、洗浄後、殺菌水処理後のそれぞれの菌数を、試験2. 1) に準じて計測した (図-2)。

3) 県内産ヒラタケの大腸菌による汚染濃度の異なる場合の洗浄、殺菌による菌数変化の調査

あらかじめ培養しておいた大腸菌を、生理食塩水を用いて希釈し、5種類の濃度の菌液を作成した。その菌液にヒラタケ子実体、キュウリ、キャベツおよびトマトを5分間浸し、室内で30分間乾燥した。野菜洗浄装置を用い、水道水で10分間泡沫洗浄を行った後、さらに有効塩素濃度0.02%の次亜塩素酸ナトリウム水溶液に10分間浸漬し、水道水で15秒間洗い流した。この行程の中で菌液、汚染後、洗浄後、殺菌水洗後のそれぞれの菌数を、試験2. 1) に準じて計測した (図-3)。

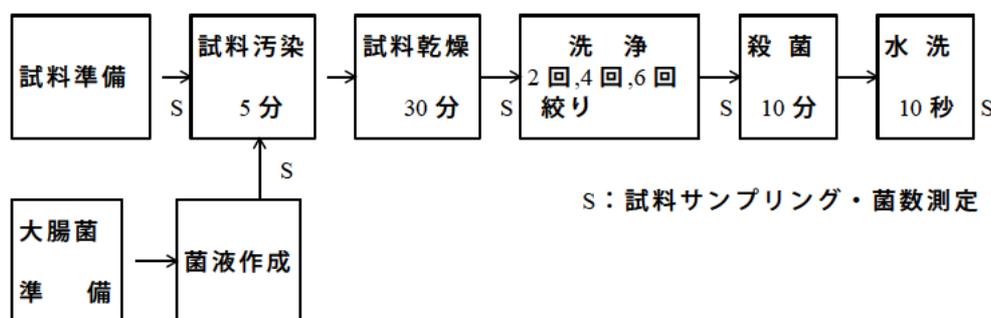


図-2 洗浄方法の異なる場合のヒラタケ洗浄・殺菌の作業手順

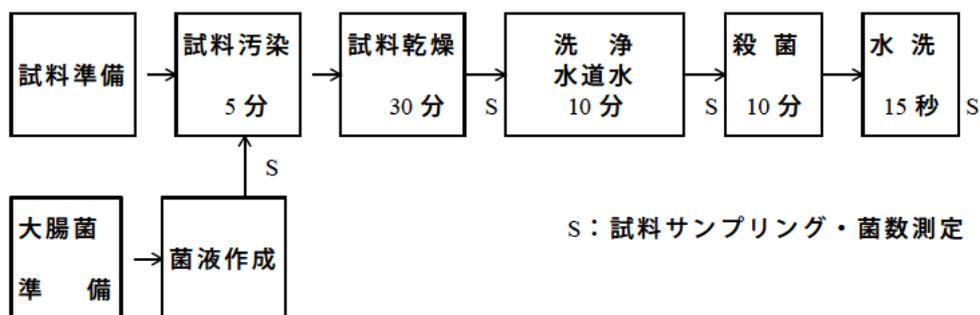


図-3 汚染濃度の異なる場合のヒラタケ洗浄・殺菌の作業手順

4) 県内産ヒラタケの洗浄・保存による菌数変化の調査

ヒラタケを収穫後、水道水、超音波洗浄機、ならびに湯（50℃、60℃、70℃で1分間および5分間）で洗浄した後パック詰めした。これを5℃および20℃の条件下で5日間保存し、子実体の品質、付着している生菌数について調査を行った。

子実体の品質は3段階で評価し、ほぼ変形のない物を○、形状に変化の認められた物を△、変形の劣化の甚だしいものを×とした。なお、それぞれの菌数は、試験1. 1) に準じて計測した。

5) 県内産ハタケシメジのレトルト処理と保存期間の調査

県内産ハタケシメジの石突き部分を切り落とし、1本ずつに割り、水道水で洗った。また、ニンジンを一辺1cm程度のさいの目状に切り、水道水で洗った。これらをあらかじめ培養しておいた枯草菌を 10^8 個/ml程度の濃度に希釈した菌液で汚染した。この試料50gを100mlの生理食塩水とともにパウチに詰め、1分、5分、10分、20分および30分間レトルト処理を行い、放冷後残存している菌数を調査した。また、作成したレトルトパウチを30℃で保存し形状の変化を調査した。

結 果

1. 特用林産物の微生物等の汚染状況調査

1) 県内産きのこの保存温度の違いによる菌数変化の調査

3種類のきのこの、5℃と20℃の条件下での保存による菌数の変化は表-1のとおりで、ヒラタケの菌数が一番早く増加した。特に20℃保存では3日目に 10^6 個/gまで増加し、商品性はなくなった。ところが、スーパーでの棚持ちが4日程度と言われているヒラタケでも、5℃で保存することにより、4日以上商品性が維持できることが判明した。また、ブナシメジ、ハタケシメジでは、5℃で保存すれば9日目でも商品性が十分高く、特にブナシメジでは菌数の増加がほとんど認められなかった。

2) 県内産きのこの包装形態、保存温度別の商品性および菌数変化の調査

ヒラタケ、ブナシメジ、ハタケシメジの3種類のきのこの商品性の変化については図-4のとおりで、20℃保存のヒラタケでは発泡スチロールトレイ、シュリンク包装いずれの場合も、収穫4日目ですでに商品性はなくなっていた。ブナシメジ、ハタケシメジの場合は、発泡スチロールトレイで20℃保存の場合は、収穫4日目でも、出荷できる程度の商品性を保っていた。しかし、シュリンク包装ではきのこの傘が開き、生果用としては出荷できない状況であった。きのこに付着している生菌数の変化は表-2のとおりで、20℃保存ではヒラタケの菌数の増加が著しく、収穫7日目には 10^7 個/gにまで増加した。ブナシメジ、ハタケ

表-1 きのこの種類別保存温度別の菌数変化 (個/g)

処 理 区		3 日 目	5 日 目	7 日 目	9 日 目
ヒラタケ	5℃ 保存	6×10^3	1×10^4	3×10^5	9×10^6
ヒラタケ	20℃ 保存	3×10^6	8×10^6	2×10^8	3×10^8
ブナシメジ	5℃ 保存	2×10^3	1×10^3	1×10^3	6×10^3
ブナシメジ	20℃ 保存	3×10^3	2×10^3	2×10^3	1×10^3
ハタケシメジ	5℃ 保存	2×10^3	3×10^3	1×10^4	1×10^4
ハタケシメジ	20℃ 保存	2×10^5	2×10^5	2×10^6	5×10^7

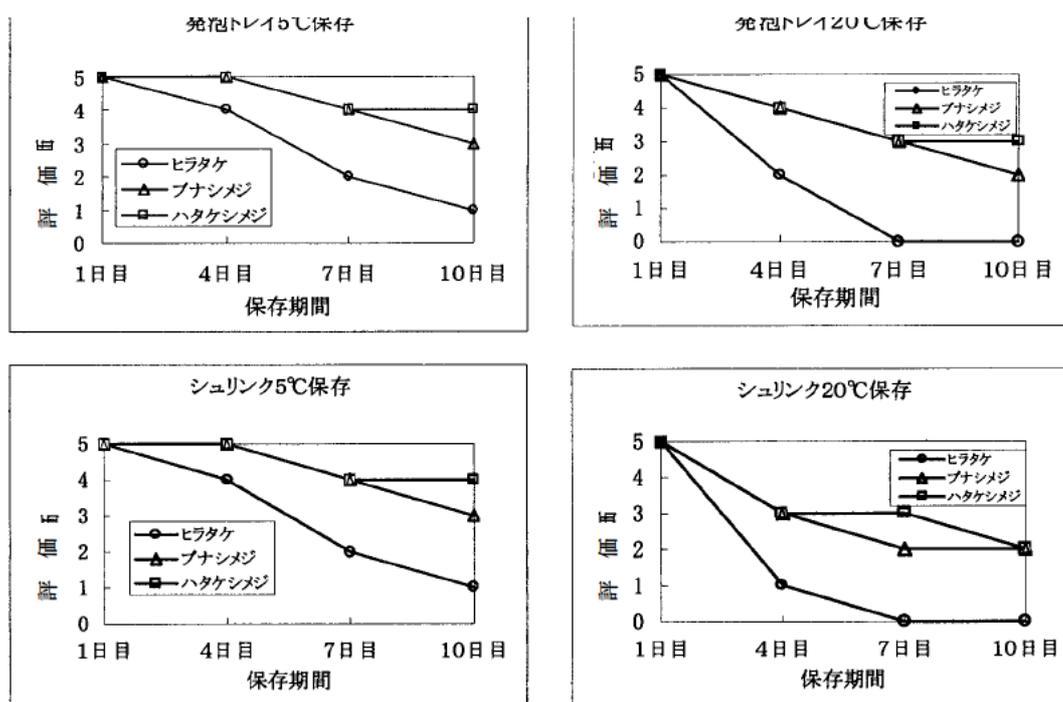


図-4 三重県産きのこの保存形態別の商品性

表-2 きのこの包装形態別・保存温度別の菌数変化 (個/g)

対象きのこ	保存温度	包装形態	1日目	4日目	7日目	10日目
ヒラタケ	5°C	発泡トレイ	3×10^3	8×10^3	2×10^2	3×10^2
	5°C	シュリンク包装	—	3×10^2	2×10^2	5×10^1
	20°C	発泡トレイ	—	1×10^4	3×10^7	1×10^9
	20°C	シュリンク包装	—	3×10^4	3×10^8	2×10^9
ブナシメジ	5°C	発泡トレイ	7×10^3	5×10^2	3×10^3	5×10^3
	5°C	シュリンク包装	—	4×10^2	2×10^3	2×10^2
	20°C	発泡トレイ	—	3×10^2	8×10^4	3×10^3
	20°C	シュリンク包装	—	4×10^3	2×10^3	2×10^2
ハタケシメジ	5°C	発泡トレイ	8×10^3	3×10^3	7×10^3	4×10^3
	5°C	シュリンク包装	—	3×10^3	2×10^3	2×10^2
	20°C	発泡トレイ	—	1×10^4	8×10^4	8×10^4
	20°C	シュリンク包装	—	1×10^4	2×10^4	3×10^3

シメジの菌数は収穫10日目でも 10^4 個/g 以下であった。しかし5°Cで保存すればどのきのこの場合も収穫10日目まで 10^3 個/g 以下の菌数で、良好な状態が保たれた。

3) 県内産ハタケシメジの包装形態、保存温度別の商品性および菌数変化の調査

ハタケシメジの包装形態別、保存温度別の商品性の変化は図-5のとおりで、通気を遮断した場合15°C以下で保存すると、収穫後7日目でも、市場出荷できる程度の商品性を保つことができた。しかし、通気性がある包装の場合、15°C以上の保存条件下では収穫4日目にはきのこの傘が開き、生果用としては出荷できない状況であった。また、きのこに付着している生菌数の変化は表-3のとおりで、どの保存温度の場合でも、収穫10日目までの菌数は 10^4 個/g 以下であった。

2. 県内産きのこの洗浄, 殺菌, 包装法の改善

1) 県内産ヒラタケの大腸菌による汚染と洗浄, 殺菌による菌数変化の調査

菌液および, 汚染, 洗浄後のそれぞれの菌数は表-4のとおりで, 汚染後が 10^5 個/gに対し, 洗浄, 殺菌後が 10^4 個/gと, 菌数の減少は 10^1 個/g程度にとどまった。

また水洗後に殺菌行程を加えることによりきのこの変形, 破損等商品の劣化がさらに進んだ。

2) 県内産ヒラタケの大腸菌による汚染と洗浄方法の違いによる菌数変化の調査

菌液および汚染, 洗浄後の菌数の変化は表-5のとおりで, 水洗いの回数を増やしても, ヒラタケを絞って内部の菌液を洗い出しても, 商品の劣化が進むだけで, 菌数の減少は認められなかった。

また, 洗浄後, 殺菌処理を行った場合の菌数は表-6のとおりで, 著しい菌数の減少は認められなかった。

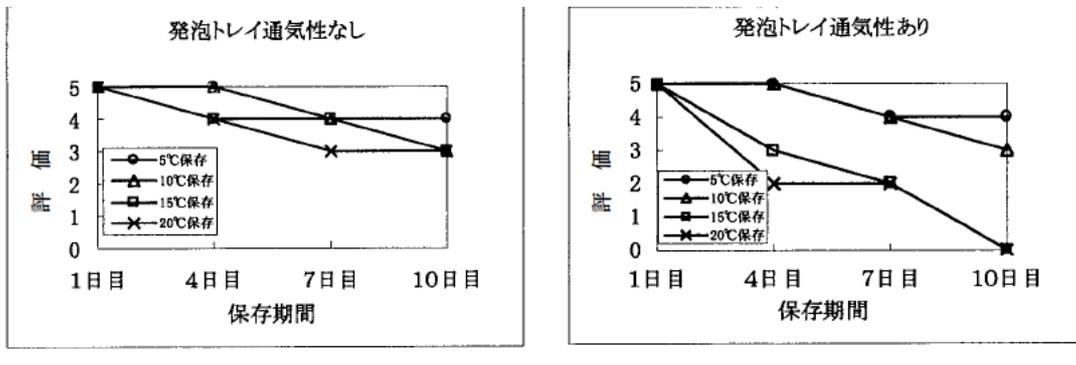


図-5 ハタケシメジの包装形態別・保存温度別の商品性の調査

※きのこの形状の評価

鮮度ほぼ収穫時の状態 5 着色, 萎縮はあるが出荷できる 4 生果用として出荷できない 3
 出荷できないが利用できる 2 ほとんど利用できない 1 全く利用できない 0

表-3 ハタケシメジの包装形態別・保存温度別の菌数変化 (個/g)

包装形態	保存温度	1日目	4日目	7日目	10日目
発砲スチロールトレイ 通気性なし	5°C	2×10^3	6×10^3	3×10^4	1×10^4
	10°C	—	1×10^4	8×10^3	3×10^3
	25°C	—	2×10^3	7×10^3	1×10^4
	20°C	—	2×10^3	1×10^4	5×10^3
発砲スチロールトレイ 通気性あり	5°C	2×10^3	7×10^3	3×10^3	9×10^3
	10°C	—	2×10^4	9×10^3	4×10^2
	25°C	—	7×10^3	2×10^4	5×10^3
	20°C	—	6×10^3	5×10^4	5×10^3

表-4 ヒラタケの洗浄による大腸菌数の変化

処理区	大腸菌数 (個/g)
菌液	1×10^7
汚染後	2×10^5
水洗後	1×10^5
次亜塩素酸ナトリウム	4×10^4
電解次亜水	4×10^4
オゾン水	9×10^4

3) 県内産ヒラタケの大腸菌による汚染濃度の異なる場合の洗浄, 殺菌による菌数変化の調査

ヒラタケおよび3種類の野菜の, 大腸菌による汚染後の濃度と, 洗浄, 殺菌後の菌数の変化は図-6, 7, 8, 9のとおりで, ヒラタケではどの汚染濃度の場合も, 水洗いと殺菌を行うことにより菌数の減少は見られたが, 前述の試験と同様, 10^1 個/g程度の低下にとどまった。逆に洗浄することにより, きのこが劣化し商品性がかえって低下した。また, キュウリ, キャベツおよびニンジン, ヒラタケに比べ洗浄, 殺菌による菌数の減少が大きく, 汚染濃度が低い場合は, 洗浄と殺菌を併用することにより, 完全に大腸菌を落とすことが可能であった。

4) 県内産ヒラタケの洗浄, 保存による菌数変化の調査

ヒラタケの洗浄による商品性および付着している生菌数については表-7のとおりで, 水道水, 超音波洗浄, 50°C で1分間洗浄処理ではきのこの形状が保たれたが, それ以外の処理区では, きのこが変形, 破損するなど生鮮品と比較して, 商品価値が全くなかった。

また, ヒラタケの 20°C 保存での生菌数については, 洗浄することによりすべての処理区で菌数が増加した。

表-5 ヒラタケの洗浄方法の違いによる大腸菌数の変化

処 理 区	大腸菌数 (個/g)
菌液	7×10^8
汚染後	8×10^7
水洗 2回	4×10^7
水洗 4回	4×10^7
水洗 6回	3×10^7
水洗+絞り	4×10^7

表-6 ヒラタケの洗浄後次亜塩素酸ナトリウムによる殺菌効果

処 理 区	大腸菌数 (個/g)
汚 染 後	8×10^7
水洗 2回後殺菌	4×10^7
水洗 4回後殺菌	1×10^7
水洗+絞過後殺菌	9×10^6

表-7 ヒラタケの洗浄, 保存による生菌数の変化

処理区	商品性	5°C 保存	20°C 保存
無処理	○	6×10^3	4×10^6
水洗	△	3×10^3	1×10^9
超音波洗浄	△	6×10^3	2×10^7
50°C 1分間	△	—	1×10^9
50°C 5分間	×	1×10^6	1×10^9
60°C 1分間	×	—	2×10^8
60°C 5分間	×	—	7×10^8
70°C 1分間	×	1×10^4	2×10^9
70°C 5分間	×	—	2×10^8

については菌数 10^2 以下

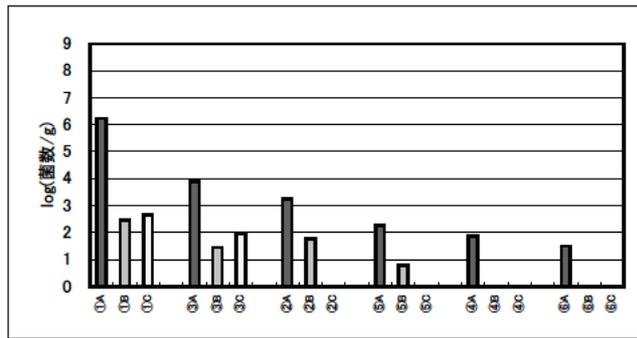


図6 キュウリの洗浄・殺菌効果

浸漬した菌液
log(菌数/g)
① : 8.37
② : 5.30
③ : 2.41
④ : 2.86
⑤ : 1.78
⑥ : 1.30

区 分
A : 洗浄前
B : 水のみ
C : 殺菌後

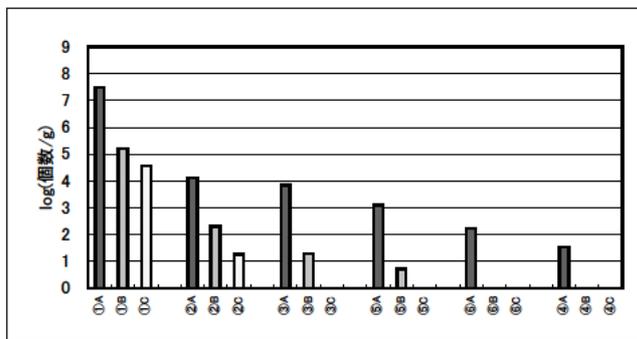


図7 キャベツの洗浄・殺菌効果

浸漬した菌液
log(菌数/g)
① : 8.37
② : 5.30
③ : 2.41
④ : 2.86
⑤ : 1.78
⑥ : 1.30

区 分
A : 洗浄前
B : 水のみ
C : 殺菌後

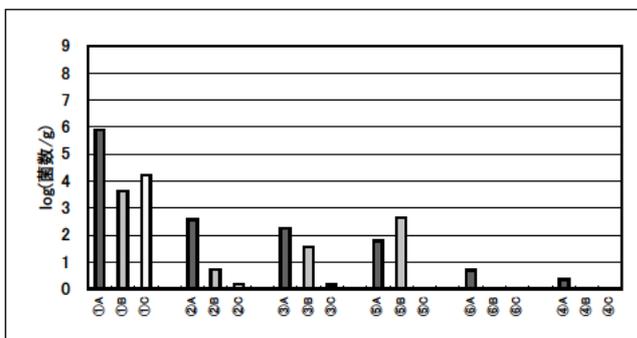


図8 トマトの洗浄・殺菌効果

浸漬した菌液
log(菌数/g)
① : 8.37
② : 5.30
③ : 2.41
④ : 2.86
⑤ : 1.78
⑥ : 1.30

区 分
A : 洗浄前
B : 水のみ
C : 殺菌後

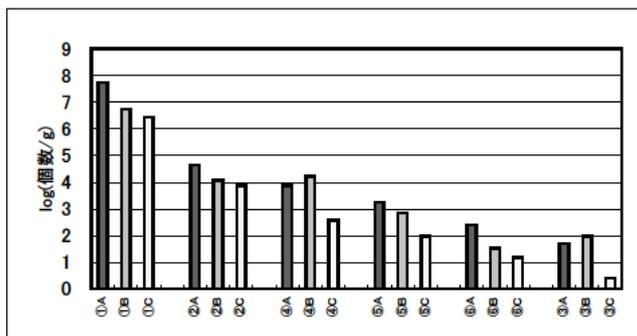


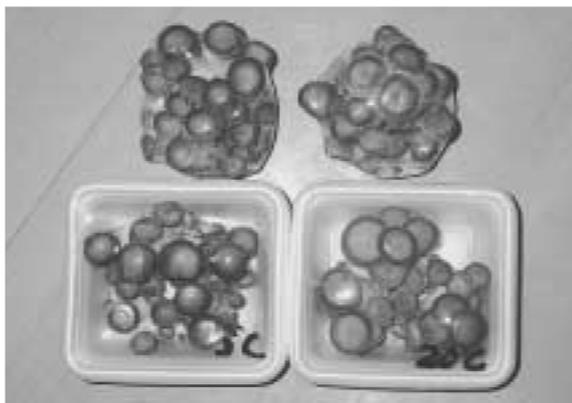
図9 ヒラタケの洗浄・殺菌効果

浸漬した菌液
log(菌数/g)
① : 8.37
② : 5.30
③ : 2.41
④ : 2.86
⑤ : 1.78
⑥ : 1.30

区 分
A : 洗浄前
B : 水のみ
C : 殺菌後

5) 県内産ハタケシメジのレトルト処理と保存期間の調査

作製したハタケシメジおよびニンジンのレトルトパウチを 30℃ で保存したところ、いずれもレトルト処理 1 分間のもは約 1 週間後に、また同様にレトルト処理 5 分間のもも約 2 週間後にパウチの膨張が始まった。しかし、レトルト処理を 10 分以上行ったものは、3 ヶ月保存した後もパウチに変化は認められなかった。なお、この膨張したパウチからは、大腸菌、一般細菌ともに検出されなかったが、保健環境研究所において菌の同定を行ったところ、シュードモナス属の菌が検出された。



ハタケシメジ保存 4 日目の状況



野菜洗浄装置によるヒラタケの洗浄



ハタケシメジのレトルト殺菌

考 察

3 種類のきのこの包装形態と保存温度の関係では、発泡スチロールトレイによる通常の包装形態の場合とは異なり、シュリンク包装では、包装時にラップの破裂を防止するための小さな穴があることから、きのこの生長に必要な通気と 20℃ という温度条件が重なり、傘が開いたものと考えられる。通気のあるシュリンク包装でも、5℃ という低温で保存することにより、通気を遮断した発泡スチロールトレイと同様に、商品性を維持することができた。きのこの商品性については、いずれの包装形態、保存温度でもハタケシメジが良好で、ヒラタケの日持ちが悪いことが判明した。

また、ハタケシメジのみ用いた保存試験の場合でも、15℃ 以上の保存温度と通気がきのこの生長を促し、傘が開いて商品性が低下した。しかし、通気があっても、10℃ 以下の低温で保存することにより、きのこの生長を抑制し、通気を遮断した場合と同様の商品性が保てることが判明した。

以上のことから、ハタケシメジの商品性を保つためには、10℃ 以下の低温で管理することが重要であり、低温管理が困難な場合は、通気を遮断した包装形態の方が商品性が維持できることが明らかになった。

ヒラタケの洗浄、殺菌試験では、一度大腸菌に汚染された子実体は野菜とは異なり、洗浄、殺菌を念入りに行っても、菌数の減少は 10^1 個/g 程度で、あまり効果が認められなかった。これはヒラタケを菌液に浸す時、スポンジのように水分を吸収し、内部の菌液が洗い出せないことに原因があったと考えられる。

また、ヒラタケを収穫後、洗浄や熱処理を加え保存すると、かえって商品性が低下し、日持ちが悪くなり生菌数も増加したことから、きのこを生鮮食品として扱う場合には、従来どおり洗浄しない方が良いと考えられる。

ま と め

以上の結果から、きのこの品質を維持するためには、まず低温条件下で保存することが重要である。いくら生産者が高品質のきのこを作っても、流通、販売段階で高温にさらされると品質は低下する恐れがある。消費者に良い商品を提供し、生産者の意欲を損なわないためにも、流通、販売業者もなおいっそうの品質管理を行うことが望まれる。

また、一度汚染されたきのこは、洗浄しても菌数の減少は見込めないことから、消費者が安全なきのこを食べるためには、購入段階でなるべく新鮮なものを選び、すみやかに処理すること、それが不可能な場合には、調理にあたって十分熱処理を加えることが重要であると考えられる。

生産から販売、消費にいたるまでそれぞれに携わる者が十分に食品の安全性に関心を持つこと、それが良い商品づくりとなり、また、他の産地との差別化にもつながるものと考えられる。

文 献

- Curiale, M. S., McIver, D., McAllister, J. S., Halsey, B., Roblee, D. and Fox, T. L. : Dry rehydratable film for enumeration of total coliforms and *Escherichia coli* in foods : Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 74 (4) : 65-648, 1991.
- Ginn, R. E., Packard, V. S. and Fox, T. L. : Enumeration of total bacteria and coliforms in milk by dry rehydratable film methods : Collaborative study. *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, 69 (3) : 527-531, 1986.
- 今関六也, 本郷次雄 : 原色日本新菌類図鑑 (1), 1987, 保育社, 大阪.
- 管野昭, 西井孝文 : 新特産シリーズハタケシメジ, 2000. 農山漁村文化協会, 東京.
- McAllister, J. S., Ramos, M. S. and Fox, T. L. : Evaluation of the 3 M dry medium culture plate (Petri-film SM) method for enumerating bacteria in processed fluid milk samples. *Dairy and Food Sanitation.*, 7 (12), 632-635, 1987.
- McGoldrick, K. F., Fox, T. L. and McAllister, J. S. : Evaluation of a dry medium for detecting contamination on surfaces. *Food Technology*, 40 (4) : 77-80, 1986.
- 三重県農林水産商工部農林水産経営企画課 : 平成 11 年度三重県農林漁業の動き, 1999, 三重県農林水産商工部.
- 農村文化社きのこ年鑑編集部 : 2000 年版きのこ年鑑, 1999, 農村文化社, 東京.
- Smith, L. B., Fox, T. L. and Busta, F. F. : Comparison of a dry medium culture plate (Petri-film SM Plates) method to the aerobic plate count method for enumeration of mesophilic aerobic colony-forming units in fresh ground beef. *J. Food Prot.*, 48 (12) : 1044-1045, 1985.