

## マッシュルームの保蔵に関する考察—I

加瀬谷泰介・中尾 正慈・中尾 良一・篠木豊秋  
今村 英市・宮川キミ枝・橋本 一哉

### Some Considerations on Storage of Mushroom (*Agaricus bisporus*)- I

Taisuke KASETANI, Shouji NAKAO, Ryouichi NAKAO, Toyoaki SHINOKI,

Eiichi IMAMURA, Kimie MIYAGAWA and Kazuya HASHIMOTO

The characteristics on changes of quality and physiology were investigated in the mushroom (*Agaricus bisporus*) during storage. Fruit bodies of white strain were harvested at commercial cropping stage (button). And they were stored in stretch film package (plasticized polyvinyl chloride film, 15  $\mu$ m thick) at 5°C and 20°C that were cut stipe end, immersed in 0.005% NaHSO<sub>3</sub> solution or distilled water.

Then, they were observed for changes of appearance (diameter of pileus, length of stipe and L value), polyphenol oxidase (PPO) activity, total phenol and o-diphenol contents. It was found that the appearance of fruit bodies stored at 5°C was better than 20°C. However there was no difference between immersed in the solution or distilled water and untreated fruit bodies. It would seem PPO activity was higher at 20°C and inhibited by the immersion. And the total phenol content was changed scarcely. The o-diphenol content decreased after once a little increase during storage, and it was low content in high PPO activity, and high in low PPO activity.

It was observed process of some visible damages of post-harvest fruit bodies, and that o-diphenol was utilized as a substrate of PPO. It was found the possibility of inhibition of PPO activity and of brown discoloration by the immersion.

近年、栽培技術の開発と向上が進んだことと食生活の多様化、高級化による「自然食品」「健康食品」に対する消費者の要求の高まりによってきのこ類の生産は急速にその質と量を拡大してきた。殊に最近バイオテクノロジーの確立とその応用によって一層の拡大が期待される。

きのこ類はこれまで乾燥、ビン・缶詰、佃煮など加工品としての消費が多かったが最近では生鮮食品としての消費が増加している<sup>2)</sup>。マッシュルームもその例外ではなく、生産・消費共伸びているが、特に生鮮食品としての消費が著しい。

これらの生食用きのこは青果物と同様の流通機構で取り扱われ消費される。しかし、青果物とは緑色高等植物であり、きのこ類のような菌類とは非常に異なった性質をもっている。従って青果物の流通機構はきのこ類の流通にとっては不利な点を持っていると考えられる。現在でも、流通機構上の損失が小売価格などに影響を与えている事例が想定されるが、今後生産・消費の拡大に伴って流通機構上での損失が大きな問題となると思われる。

以上のことから貯蔵中のマッシュルームの品質変化と生理的变化について、2～3の実験を行ない、その貯蔵における特性を調べた。

## 実験材料

当研究室で調製したコンポストを用い棚栽培したマッシュルーム (*Agaricus bisporus*) のうち、ホワイト種 (ATCC 36565) およびブラウン種 (ATCC 36416) を菌傘径約 3 cm で菌膜の破れていない収穫適期に採集し、<sup>1)</sup> 菌柄下部を切除する「根切り処理」を行ない、いわゆる「ホール」の形状として実験に供した。このように調製したマッシュルームを塩化ビニール製深形イチゴ用トレイを使ってストレッチフィルム (軟質塩化ビニールフィルム、15  $\mu$ m 厚) 包装し、5  $^{\circ}$ C および 20  $^{\circ}$ C にそれぞれ貯蔵して各種の測定を行ない変化を調べた。

## 実験方法

### 1. 鮮度評価

本報では色差計を用いて菌傘頂部表面 L 値 (明度) を測定し鮮度を判定した。これは生鮮マッシュルームでは表面および内部の褐変の進行状態がもっとも顕著な品質劣化の表われであるからである。その他に貯蔵中の菌傘径、菌柄長の変化を測定し評価に加えた。

### 2. 浸漬処理

ホワイト種について、水溶液への浸漬による貯蔵性の向上を試みた。5  $^{\circ}$ C に調整した亜硫酸水素ナトリウム  $\text{NaHSO}_3$  0.005 % 水溶液およびイオン交換水に 10 分間マッシュルームを浸漬した後 10  $^{\circ}$ C 下で風乾し、無処理 (対照) 区と共に 5  $^{\circ}$ C、20  $^{\circ}$ C 下に貯蔵しその影響を調べた。

### 3. ポリフェノールオキシダーゼ (PPO) 活性の測定<sup>3)</sup>

酵素は菌傘、菌柄を含む子実体組織より得たアセトンパウダーに 0.1 M リン酸緩衝液 (pH 6.5) を加えて抽出したものを粗酵素液として用いた。酵素タンパク質は牛血清アルブミンを標準物質として C B B 法で測定した。活性は 10 mM カテコールを基質として 420 nm における吸光値の単位時間あたりの変化を測定し、1 分間に 0.01 増加する ( $0.01 \Delta \text{O.D.}_{420} \cdot \text{min}^{-1}$ ) のを 1 単位 (1 Unit) として粗酵素液中のタンパク質 1 mg 当たり換算して表わした。

### 4. 全フェノール物質、オルトジフェノール含量の測定

菌傘、菌柄を含む子実体組織 20 g を熱アルコール (70  $^{\circ}$ C、エタノール最終濃度 80%) で抽出し、ブレンダーにて磨砕後吸引濾過して定容にシアルコール抽出液を得た。全フェノール物質含量はフェノール (フォリン・チオカルト) 試薬を用いる方法で、オルトジフェノールは Arnou らの方法でそれぞれ測定し、子実体の生鮮重 100 g あたりの重量で示した。

## 結果と考察

### 1. 温度による外観と貯蔵性の変化

収穫後マッシュルームの品質は経時的に劣化する。特に外観上の変化すなわち開傘 (菌傘が開き菌褶が露出する)、伸長 (菌柄が伸びる)、褐変への貯蔵温度の影響と品種による差異を調べた。本実験において、ホワイト種、ブラウン種ともに収穫時に菌柄下部を切り離す「根切り処理」を行なった。根切り子実体 6~7 個体を、それぞれ 5  $^{\circ}$ C、20  $^{\circ}$ C において貯蔵し、1 日 3 回 4 日間、菌傘径・菌柄長 (菌柄切断部より菌傘頂部まで) および L 値 (明度) を測定した。

菌傘の直径および菌柄の長さは貯蔵に伴って拡大した。(Fig 1&2) しかし、5  $^{\circ}$ C 区では 20  $^{\circ}$ C 区と比べてそれらの変化量は少なく、品種間の差異も小さかった。ホワイト種では貯蔵温度による影響が顕著に見られ、直径・長さとも 5  $^{\circ}$ C 区より 20  $^{\circ}$ C 区で極めて顕著な増大を示したが、ブラウン種は貯蔵温度による影響はあまりなく、5  $^{\circ}$ C・20  $^{\circ}$ C 区共よく似た傾向と値を示した。

ハンター表色法の L 値 (明度) を菌傘頂部について測定した。(Fig 3) L 値は貯蔵に伴い低下し、20  $^{\circ}$ C 区では 5  $^{\circ}$ C 区より早く低下した。ホワイト種とブラウン種の色調の違いから L 値自体は異なる

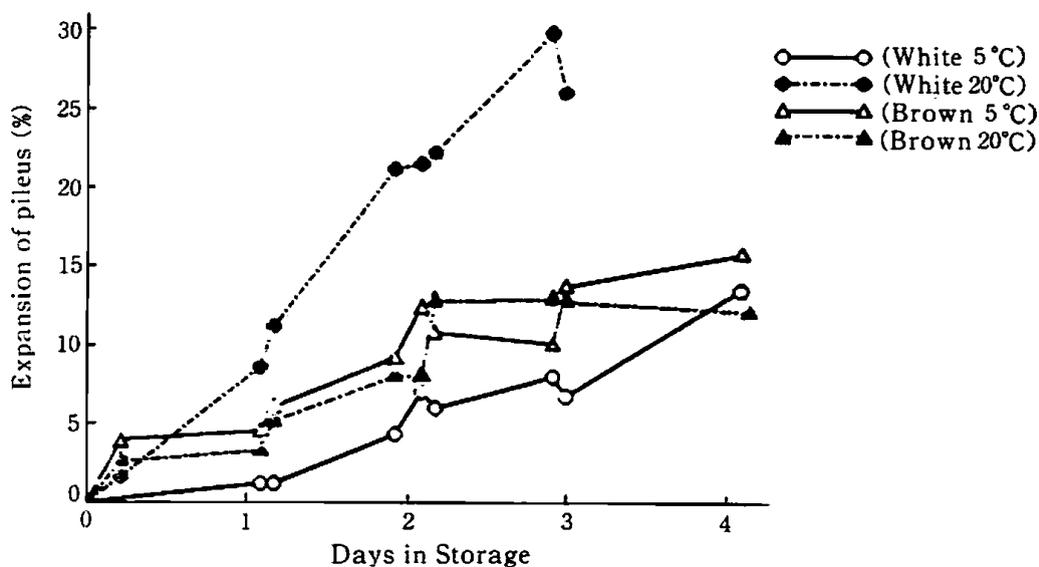


Fig-1 Expansion ratio of Pileus during Storage

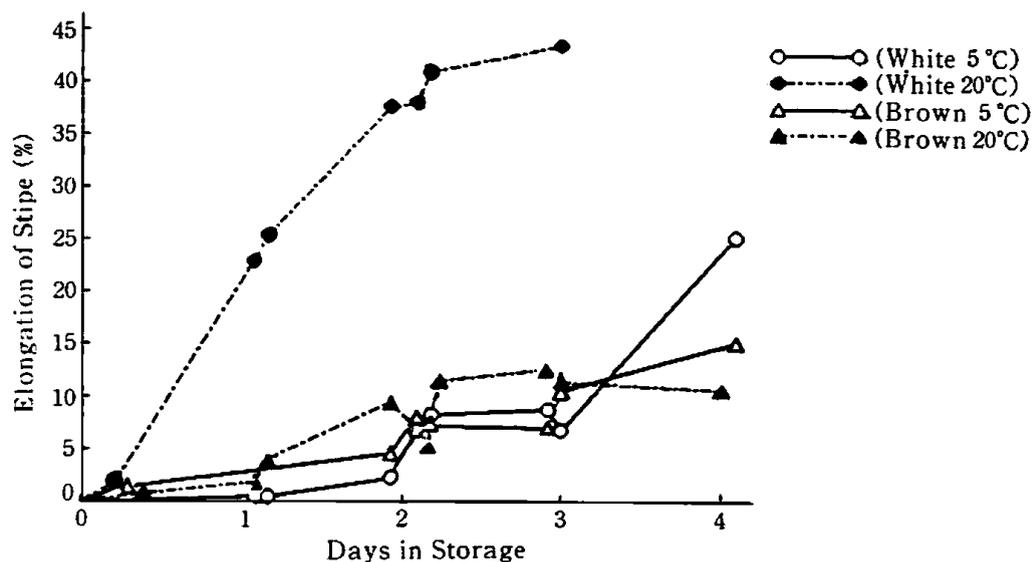


Fig-2 Elongation ratio of Stipe during Storage

が低下の傾向、速度に品種による差はなかった。

以上の結果より、外観上の変化に関する限り5°C区で貯蔵性は良好であり、品種によってその程度には差があることが確認された。すなわち、外観上の品質保持のためにはホワイト種は低温を必要とするが、ブラウン種はそれより多少高温であってもよいことが分かった。しかし、褐変の進行に関しては品種間で差異は見られなかった。

## 2. 浸漬処理の褐変抑制および品質保持効果、成分・酵素活性の変化について

褐変抑制および品質保持効果の期待できる NaHSO<sub>3</sub> と水について、成分変化を中心にその効果を

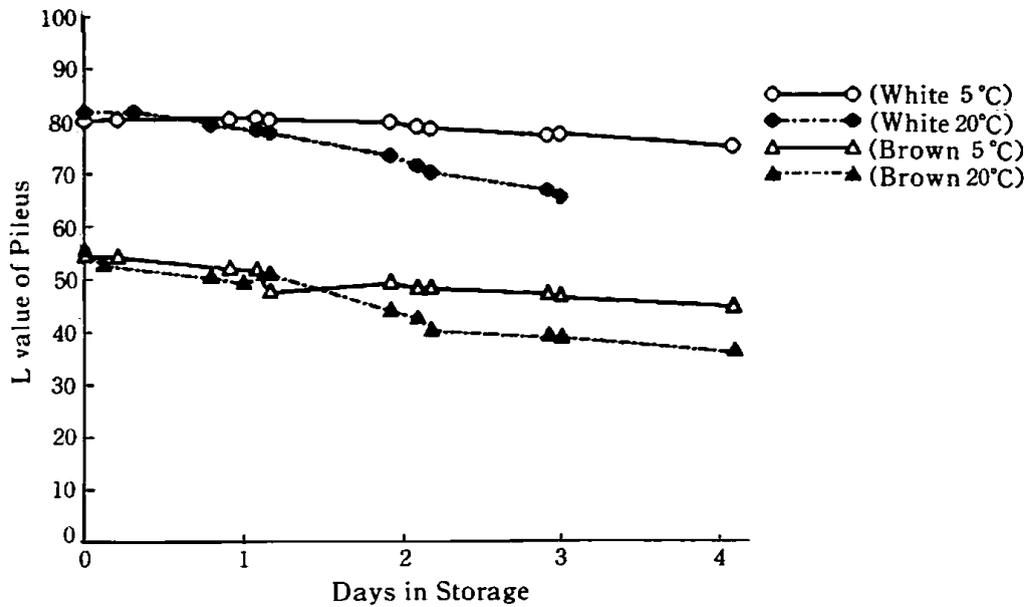


Fig-3 Changes in L value of Pileus during Storage

調べた。収穫したホワイト種マッシュルームの子実体を根切り処理した後、5°Cの0.005%  $\text{NaHSO}_3$  と水に10分間浸漬処理し10°C下で風乾し、無処理区（対照区）のものとおわせて5°Cおよび20°C下で6日間貯蔵した。L値、全フェノール物質、オルトジフェノール含量並びにポリフェノールオキシダーゼ (PPO) 活性を測定した。

L値は全処理区ともに同様の値と傾向を示した。5°C区では72時間まで、20°C区では48時間まで

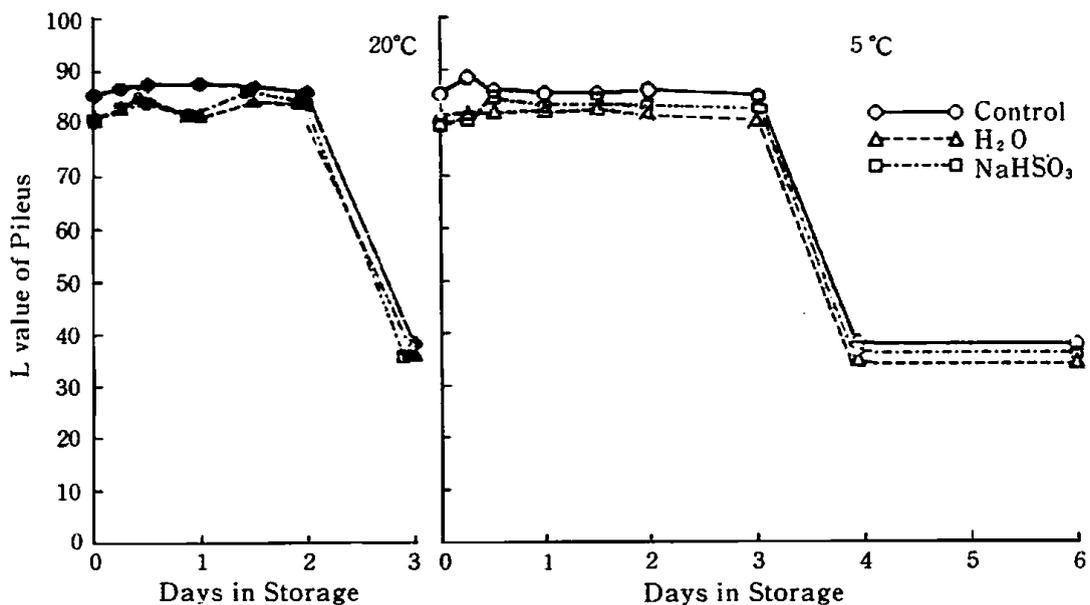


Fig-4 Effect of Immersion for L value of Pileus during Storage

ほぼ一定の値を示したがそれ以後は急速に褐変が進行してL値が低下した。(Fig 4)

PPO活性は5℃区・20℃区とも全体的には無処理の対照区がもっとも高い活性を示した。各処理区間で比較すると、20℃区のほうが活性が高い傾向が見られる。(Fig 5)

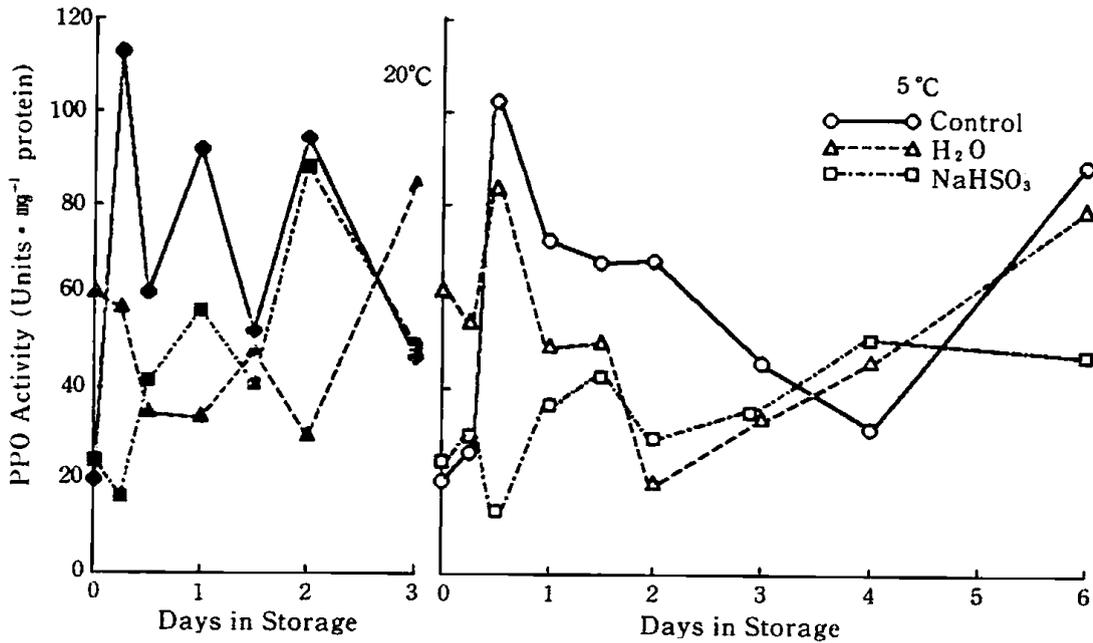


Fig-5 Effect of Immersion for PPO Activity during Storage

全フェノール物質含量は5℃区においては早い時期に一時減少した後48~72時間にかけて多少の増加が見られるが全体的にはほとんど変化が見られない。20℃区においても5℃区と同様ほとんど変化はなかった。(Fig 6)

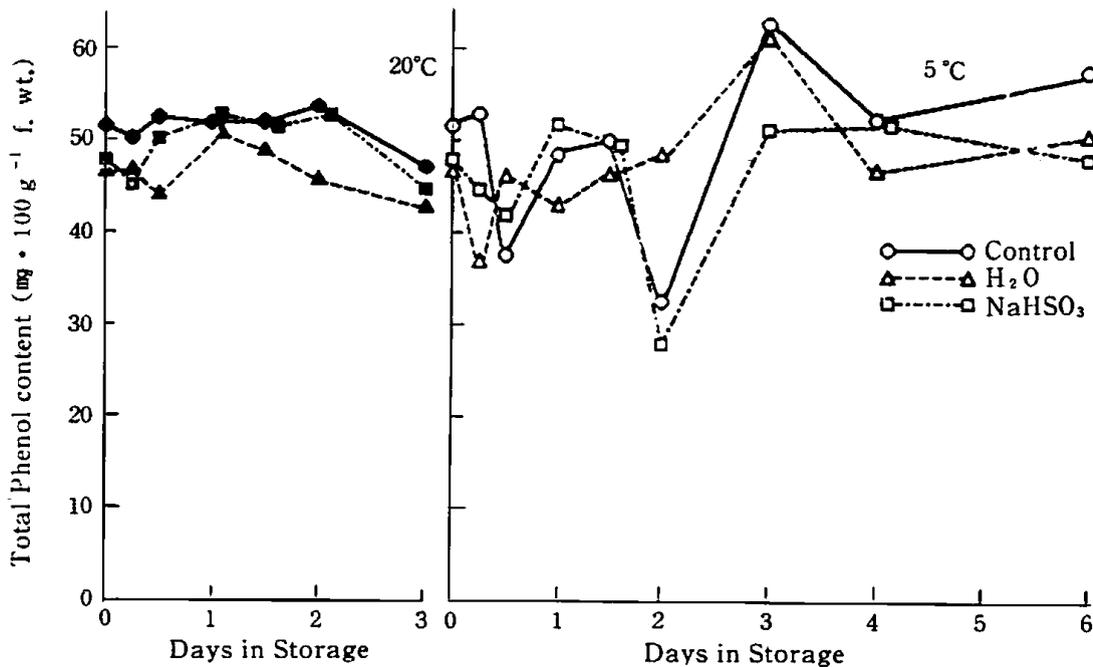


Fig-6 Effect of Immersi on for Total Phenol Content during Storage

オルトジフェノール含量はほとんどの処理区で一時的な増加が見られるものの全処理区で減少傾向が認められる。また、PPO活性の高かった処理区では低く、活性の低かった処理区では高い含量であった。(Fig 7)

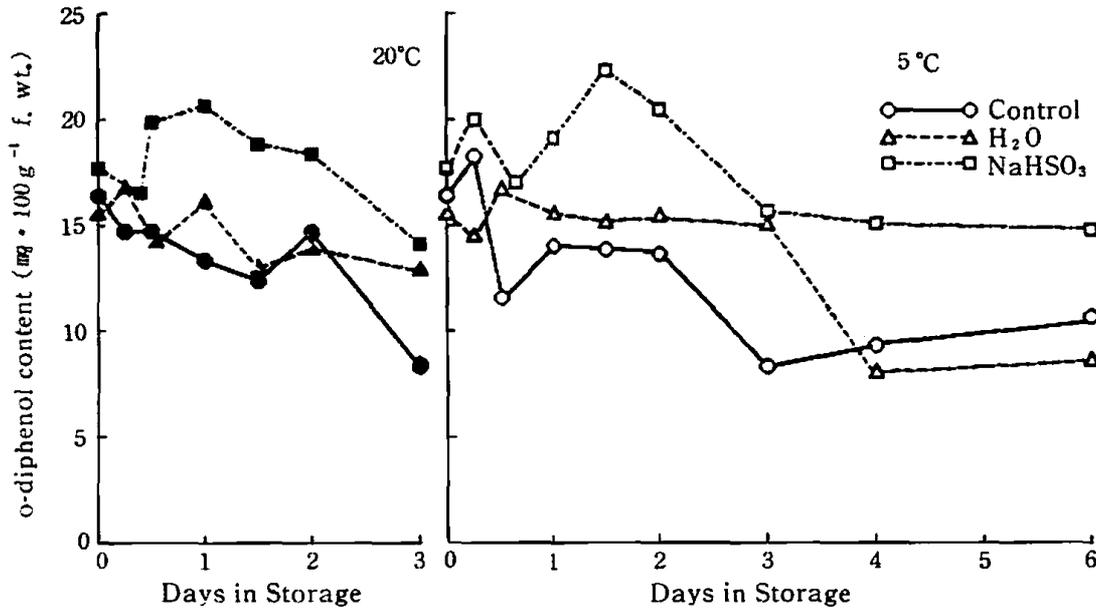


Fig-7 Effect of Immersion for o-diphenol content during Storage

以上の結果より、浸漬処理による褐変抑制効果はL値からは推定できなかった。しかし、褐変を促進する酵素 PPOの活性は抑制された。PPOは同一処理区では20°C区のほうが高活性であり低温下では抑制された。また、両温度区共に NaHSO<sub>3</sub> 処理区の PPO活性が低いことから条件によっては褐変を抑制する可能性があると思われる。全フェノール物質はL値の低下すなわち褐変の進行に係わらずほとんど変化なく、両者の間には相関関係はないと思われる。また全フェノール物質の一部を占めるオルトジフェノール含量は全体的に減少傾向を示し、PPOの高活性区では低く、低活性区では高いことなどからフェノール物質全体がPPOにより酸化されるのではなくオルトジフェノールが酸化され褐変に重要な役割を果たしていると考えられる。

## 要 約

貯蔵中の品質変化と生理的变化についてマッシュルームの特性を調べた。主に収穫適期のホワイト種子実体を用いて、根切り処理、0.005% NaHSO<sub>3</sub> または水への浸漬処理を行なった後ストレッチフィルム(軟質塩化ビニルフィルム、15μm厚)包装で5°C、20°C下に貯蔵して、外観(菌傘径、菌柄長、L値)、ポリフェノールオキシダーゼ(PPO)活性、全フェノール物質・オルトジフェノール含量の変化を調べた。

外観については5°C区の方がL値が保持され良好であったが、各浸漬処理区と無処理区の間では差はなかった。PPO活性は20°C区の方が高く、また浸漬処理によって抑制された。全フェノール物質含量はほとんど変化なかった。オルトジフェノール含量は一時的な増加はあるが全体に減少し、PPO活性の高い区で低く、低い区で高い含量を示した。

収穫後の子実体の品質変化の過程が、そしてPPOの基質としてオルトジフェノールが使われることが分かった。また、浸漬処理によるPPO活性の抑制と褐変防止の可能性が見出された。

## 文 献

- 1) Hammond, J. B. W. and Nichols, R. : J. Sci. Food Agric., 26, 835 (1975)
- 2) 南出隆久：食品と低温 7, 88 (1981)
- 3) 南出隆久・岩田 隆・冲野宏士：日食工誌32, 413 (1985)