

ナメコの鮮度に及ぼす予冷、脱酸素包装、培地組成の影響

三 浦 進

1 緒 言

2000年に石川県内の市場に出荷されたナメコの総量は約326tであった。そのうち県内産のシェアは、66.9%と近年減少傾向が続いている。県内産のシェアの減少は、価格競争力に勝る他県産の入荷量の増加の影響が大きいと思われる。背景には県内産のロットが小規模なことや、栽培施設間での品質の不揃いが指摘されている。そこで品質の平準化と向上をはかり、共販体制を強化する事を目的に、鮮度保持対策の検討を行った。

収穫したきのこの鮮度劣化は、子実体の形態変化、変色、香りの変化として認識される。ナメコは収穫後水洗選別し、包装資材に袋詰めして出荷される。収穫後の水洗処理は、きのこの中でもナメコに特異的な操作で、鮮度保持に与える影響も考えられる。

昨年度ナメコの鮮度劣化過程の観察と、劣化の主因の特定を行った¹⁾。その結果、包装ナメコの鮮度劣化は、呼吸による蓄積栄養分の分解と水の生成が原因であり、またポリフェノールオキシダーゼによるキノンの生成に起因する褐変も見られた。一方付着微生物による発酵も観察されたものの、その影響は軽微だった。

従ってナメコの鮮度を維持するためには、呼吸量の抑制とポリフェノールオキシダーゼの不活性化が重要である。

一般に収穫したきのこの呼吸量を抑制する方法は、生鮮野菜と同様に予冷²⁾やCA（環境ガス調節）貯蔵³⁾が有効である。しかしナメコは温度感受性が敏感で、二酸化炭素耐性が弱い生理的性質を持つとされ⁴⁾、ナメコの性質に合った予冷やCA貯蔵の検討が必要である。そこで予冷の温度並びに、二酸化炭素高濃度環境下での鮮度変化を調査した。

また培養時の環境が、子実体の日持ち性に与える影響を明らかにする目的で、培地の栄養剤組成と子実体の呼吸量の関係を調査した。

2 方 法

2. 1 供試試料

種菌は石川県内で栽培に用いられている北研N162、キノックスN127、キノックスN006を使用した。

コナラの新鮮なおが粉に、重量比で10%または20%の栄養剤を添加し、含水率を61~62%に調節した。栄養剤の組成は、粗タンパク質（CP）に対する可溶性無窒素物（NFE）の割合を2.8（培地A）、3.6（培地B）、4.4（培地C）に調整した。NFE/CP = 2.8の内訳は、専管フスマ70%、ネオピタスN 10%、大豆ミール20%である。NFE/CP = 3.6は専管フスマ80%、ネオピタスN 10%、大豆ミール5%、コーンブラン5%。NFE/CP = 4.4は専管フスマ70%、ネオピタスN10%、コーンブラン20%の組成である。おが粉に栄養剤を添加後、800ccの広口P.P.ビンに詰め高压殺菌したものを、培地に用いた。なお調製後の培地のpHは5.7~5.8だった。

培地に種菌を接種し20℃暗所で70日間培養した。子実体発生操作は14℃、湿度85~95%、照度300 Luxの環境下で行った。M寸でつぼみの子実体を菌柄部分で切除して収穫し、実験に供試した。各実験区とも3回の反復を行い、結果を求めた。

2. 2 予冷

収穫した子実体10gを滅菌シャーレに入れて密封し、温度を1℃、3℃、5℃に調整した恒温装置内で16時間静置後、10℃の恒温装置内に静置した。対照区は子実体10gを滅菌シャーレに入れて密封後、直ちに10℃の恒温装置内に静置した。

子実体の品質保持日数¹⁾は、保存初日から形態的变化または褐変の発生した日の前日までの日数とした。

2. 3 脱酸素処理

子実体10gを入れた滅菌シャーレを、アネロパックケンキ（三菱ガス化学株式会社）と共に密閉容器に入れることにより、酸素濃度0%、二酸化炭素濃度21%、窒素79%の雰囲気を作り出した。容

器は10℃の恒温装置内に静置後、毎日子実体の形態と色彩の変化を観察した。

2. 4 呼吸量の測定

0.4~0.7gの子実体、または菌糸体0.2gを容積27mlの密閉式ガラス瓶に入れ、温度10℃、暗所に静置した。6時間毎に瓶中の気体100 μ lを採取し、ガスクロマトグラフィー（島津 GC14B）で酸素、二酸化炭素、窒素の濃度を測定した。

分析条件はカラム UnibeadsC 60/80 2m \times 3mm、カラム温度40℃ 4分間-30℃/分-200℃ 1分間、検出器 TCD、キャリアーガス ヘリウムである。

採取した気体を理想気体と仮定し、気体の濃度変化量から、気体の状態方程式により単位生重量・単位時間当たりの呼吸速度を求めた。

2. 5 菌傘色の測定

菌傘頂部を色差計（H-CT スガ試験機械株式会社）で測定し、D65光源における $L^*a^*b^*$ を求めた。色差は $\Delta E^*_{ab} = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$ より求めた。ただし ΔL^* , Δa^* , Δb^* は L^* 及び a^* , b^* の差。

3 結果と考察

3. 1 予冷による子実体の呼吸量の抑制

培地 A より発生した品種 N006の子実体で、予冷後の子実体の呼吸量と品質保持日数を調べた（図1）。

予冷後4日目の呼吸量は、無処理区で0.10CO₂nmol/g \cdot hrであった。一方予冷1℃区は0.06CO₂nmol/g \cdot hr、3℃区は0.05CO₂nmol/g \cdot hrと無処理区の約半分程度の呼吸量を示したが、予冷5℃区は0.11CO₂nmol/g \cdot hrと、無処理区と比較して呼吸量の減少は見られなかった。ま

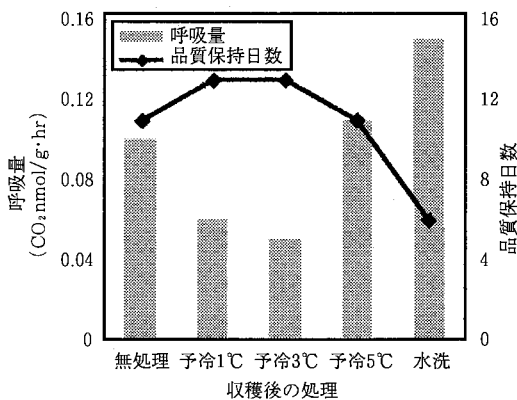


図1 収穫後の処理による呼吸量の変化

た品質保持日数は無処理区が11日間、予冷1℃区と予冷3℃区は13日間、予冷5℃区は11日間だった。

従って、予冷によりナメコの鮮度保持を図るには、予冷温度を3℃以下にしないと効果が期待できないと考えられる。今回はナメコを10℃で保存し、4日目まで呼吸量の抑制が確認された。予冷後の保存温度が高い場合は、呼吸量の抑制期間の短縮や抑制程度の低下が考えられる。

また従来の出荷形態である水洗選別は、呼吸量が0.15CO₂nmol/g \cdot hrと無処理区と比較して1.5倍に増加し、品質保持日数は、6日間と無処理区よりも大幅に短縮した。水洗は菌傘の直径により、ナメコを選別するのが目的で、市場の出荷規格に適合させるためには欠かせない作業工程であるが、含水率の上昇、微生物の付着、物理的ストレスを受ける可能性が高い。水洗により呼吸量が増加し、鮮度劣化が促進されるのは、これらの影響によるものと思われる。

3. 2 脱酸素処理による鮮度保持効果

培地 A より発生した品種 N127の子実体を、水洗区と脱酸素区に分け10℃暗所で保存した。収穫当初の子実体は菌傘が赤褐色で、マンセル表色系の5YR4/8を呈し、 $L^*=43.8$, $a^*=21.0$, $b^*=22.3$ であった。

脱酸素区は保存開始後9日目まで外部形態の変化は見られず（図2）、菌傘色は明褐色（7.5YR5/8）、収穫当初との色差 ΔE^*_{ab} は158.7を示し、やや色相が変化し、明度の向上が認められた。10日目に菌傘の肥大が見られたため、品質保持日数は9日間だった。

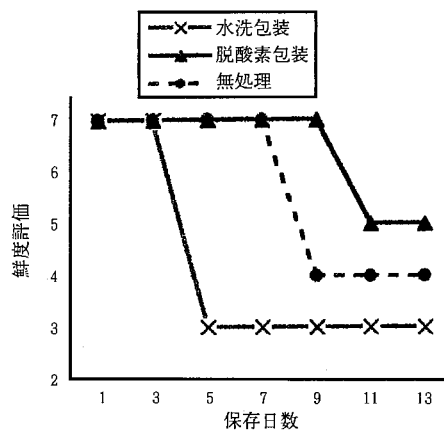


図2 包装形態による鮮度の変化

保存温度10℃ 鮮度評価7：劣化無し 6：水浸状
5：肥大化 4：開傘 3：褐変 2：ガス発生

一方水洗区は5日目に柄の切り口が褐変し、菌傘色は暗赤褐色（5 YR3/6）で、収穫当初との色差 ΔE^*_{ab} は332.8と、明度の低下が認められた。10日目には菌傘の肥大が見られた。品質保持日数は4日間だった。

また水洗や脱酸素処理を行わずに10℃暗所で保存した対照区は、8日目に菌傘の開傘が見られ、菌傘色は暗赤褐色（5 YR3/6）と明度の低下が認められた。品質保持日数は7日間だった。

南出は⁴⁾ナメコは二酸化炭素耐性が弱く、高濃度の二酸化炭素中では菌傘の褐変や菌柄の肥大が起ることがあると報告している。脱酸素区は二酸化炭素濃度が21%と高濃度であったが、菌傘の褐変や菌柄の肥大は発生しなかった。菌傘の肥大が10日目に発生したが、菌傘の肥大や開傘は水洗区や対照区でも見られたことから、脱酸素処理が原因とは考えにくい。

今回の結果から包装中の酸素を除去することは、ナメコの鮮度保持に有効であることが確認された。褐変を引き起こすポリフェノールオキシダーゼは酸素存在下で活性化することから、褐変防止にも有効である。

3. 3 培地の栄養材組成と子実体の呼吸量

培地に添加する栄養剤の組成をNFE/CPを指標に変化させ、収穫した子実体（品種N006）を直ちに10℃暗所で静置し、4日後の呼吸量を測定した（図3）。

NFE/CPを2.8、3.6、4.4の3区設定した結果、2.8区の子実体呼吸量は0.10 CO₂nmol/g・hr、3.6区は0.11 CO₂nmol/g・hr、4.4区は0.06 CO₂nmol/g・hrだった。また3.6区で栄養剤の添加量を20%とした区では0.14 CO₂nmol/g・hrだった。4.4区の呼吸量は2.8区や3.6区の60%に抑制さ

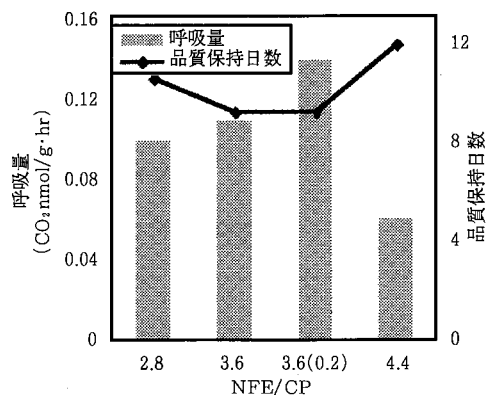


図3 栄養剤組成による呼吸量の変化

れた。

この時の子実体の品質保持日数は、3.6区で9.3日間、3.6の20%添加区で9.3日間、2.8区で10.6日間、4.4区で12日間だった。4.4区は品質保持日数が他の区よりも長くなる傾向が見られ、呼吸量を反映した結果が得られた。

従って鮮度保持性が最も良好な培地は、添加する栄養剤のNFE/CPが4.4の組成である。この培地1瓶当たりの子実体収量は平均146.0gで、2.8区の150.3g、3.6区の148.8gと差が無いことから、収量性にも問題は無い。

NFE/CPは、培地中の窒素源に対する糖源の割合である。この違いが菌糸体が吸収し蓄積した栄養分の組成に変化を生じさせ、子実体の呼吸量に影響を与えたものと思われる。

培地の栄養組成が呼吸量に影響を与えることは、菌糸体でも見られ、3.6区の呼吸量が6.87 CO₂nmol/g・hrと最も大きく、2.8区は5.13 CO₂nmol/g・hr、4.4区は4.93 CO₂nmol/g・hrと3.6区の72~75%に減少した。

しかし今回供試した菌株は1品種であり、4.4区で呼吸量が抑制される現象が、品種の生理特性に起因するのか、ナメコに普遍的な生理現象なのか判断できない。

4 終わりに

収穫したナメコの鮮度保持対策の検討を目的に予冷、脱酸素包装、培地の栄養組成が子実体の呼吸量に与える影響を調べた。

その結果予冷は3℃以下で16時間行くと、その後冷蔵保存した場合の呼吸量が、無処理区の約1/2に抑制され、品質保持日数が増加した。

酸素濃度0%、二酸化炭素濃度21%の雰囲気ではナメコを包装すると、有気呼吸やポリフェノールオキシダーゼ活性が阻害されるため、開傘や褐変が発生せず、大気で包装するよりも鮮度保持の効果が高かった。

培地の栄養組成をNFE/CP = 2.8~4.4に変化させたところ、今回の供試菌株では4.4区で子実体の呼吸量が抑制され、品質保持日数が増加した。また子実体収量は、各区とも差は見られなかった。

今後の課題は、予冷、脱酸素包装、培地の栄養組成を組み合わせた時の総合的な鮮度保持効果の評価と、培地の栄養組成に関しては、品種の生理特性との関係を解明することである。

5 参考文献

- 1) 三浦 進：石川県林試研報, 31, 1-9, (2000).
- 2) 南出隆久：食品と低温, 7(3), 88, (1983).
- 3) 山口優一, 山下市二, 青木章平：
日食低温誌, 14(2), 59-62, (1988).
- 4) 管原龍幸編：“キノコの科学”, 朝倉書店,
東京, 1997, p126-127.