

## MA 段ボール箱による野菜鮮度保持と箱内ガス濃度予測

—ブロッコリの場合—

内野敏剛\*<sup>1</sup>・永尾宏臣\*<sup>2</sup>・村田 敏\*<sup>3</sup>・河野俊夫\*<sup>1</sup>・中村宣貴\*<sup>1</sup>

## 要 旨

従来のプラスチックフィルム小袋包装に比べ箱詰めや運搬などの操作性の高い段ボール箱を用いて、MAP (Modified Atmosphere Packaging) によるブロッコリの鮮度保持試験を行った。内外両面にプラスチックフィルムをコーティングした MA 段ボール箱と普通段ボール箱間で鮮度保持効果を比較した結果、10°Cでは質量および還元型アスコルビン酸の保持、黄化の防止等で MA 段ボール箱は普通段ボール箱より鮮度保持効果が高かった。また、ブロッコリのガス交換速度を容器内の酸素と二酸化炭素濃度の関数として容器内ガス濃度の理論式を導き、ガス濃度変化の予測を行った結果、計算値は測定値とよく一致した。

[キーワード] 鮮度保持, MAP, 段ボール箱, ブロッコリ, ガス濃度予測

## Evaluation of Freshness and Prediction of Gas Concentration of Vegetables in MA Corrugated Cardboard Box

—Broccoli—

Toshitaka UCHINO\*<sup>1</sup>, Hiroomi NAGAO\*<sup>2</sup>, Satoshi MURATA\*<sup>3</sup>,  
Toshio KAWANO\*<sup>1</sup>, Nobutaka NAKAMURA\*<sup>1</sup>

## Abstract

Modified Atmosphere Packaging (MAP) has been known for many years and its use has become a common practice in the conservation of fruits and vegetables. The present drawbacks of MAP using polymeric film pouch are long time and high labor involving in packing, handling and transportation of fruits and vegetables. In this study corrugated cardboard boxes with polymeric film lining on both sides of the cardboard were used to overcome the above mentioned drawback. Experiment has been performed to determine quality changes of broccoli. Consequently, MA corrugated cardboard box could successfully extend the shelf life of broccoli at 10°C. Then a model was developed to predict the gas concentration in MA corrugated cardboard box. Results showed that calculated gas concentrations have a good agreement with measured values.

[Keywords] freshness keeping, modified atmosphere packaging, corrugated cardboard box, broccoli, prediction of gas concentration

\*1 会員, 九州大学農学部 (〒812-81 福岡市東区箱崎6-10  
-1 ☎092-642-2935) Faculty of Kyushu University, Fukuoka, 812-81 Japan

\*2 会員, 同上, 現在: 長崎県庁五島支庁

\*3 会員, 同上, 現在: (株)九電工

## I 緒 言

青果物の鮮度保持技術として、包材であるプラスチックフィルムのガス透過性と内包した青果物

の呼吸により包装内のガス環境調整を行う MAP (Modified Atmosphere Packaging) の研究が注目され、鮮度保持効果の立証<sup>1)</sup>や包装内のガス濃度予測の研究が行われてきた<sup>2)</sup>。これらの研究はプラスチックフィルムの小袋を利用した研究事例が多いが、特に鮮度保持を必要とする出荷調整や長距離の輸送には包材として段ボールが利用されることが多く、MAP を効果的に利用するには段ボールを用いる方が有利である。青果物を小袋に詰めた後さらに段ボール内に入れることも考えられるが、作業性が悪くなり好ましくない。

これらの問題を解決するため、段ボールにプラスチックフィルムをコーティングした MA 段ボールが考案されている。MA 段ボール箱については容器内ガス濃度の変化の測定と簡単な鮮度調査についての報告のみ<sup>3)</sup>、詳細な性能試験は少なく<sup>3)</sup>、容器内のガス濃度変化の予測などは行われていないのが現状である。そこで本研究ではブロッコリを用いて、MA 段ボール箱の詳細な鮮度保持効果の調査と容器内のガス濃度変化のシミュレーションを行った。

## II 実験装置および方法

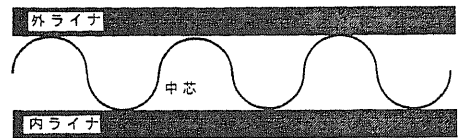
### 1. 供試青果物

供試青果物は、福岡県粕屋郡産のブロッコリ (20°C 実験: ハイッ, 秀, 2L, 平成 7 年 11 月 16 日収穫, 10°C 実験: ビューティ, 秀, 2L, 平成 8 年 10 月 29 日収穫) を用いた。ブロッコリは収穫日に同地の農協の集荷施設から直接購入し、温度むらなくなるよう約 20°C あるいは 10°C に保った定温庫内におよそ 12 時間放置した後、段ボール箱に詰めてこれを 0 日目とし実験を開始した。ブロッコリの一玉平均質量はそれぞれ約 296g, 約 281g であった。

### 2. 供試段ボール

MA 段ボール箱の鮮度保持効果と比較するため対照区として普通段ボール箱も供試した。MA 段ボールは東罐興業製で、図 1 に示すように普通段ボールの内外ライナと中芯に加えて、内ライナの内側に水分蒸散抑制用ラミネートフィルム (30  $\mu\text{m}$ )、外ライナの外側に直鎖状低密度ポリエチレン (LLDPE) のガス調節フィルム (15  $\mu\text{m}$ ) がコーティングされ、さらにその外側に印刷用の白ク

### 普通段ボールの構造



### MA 段ボールの構造

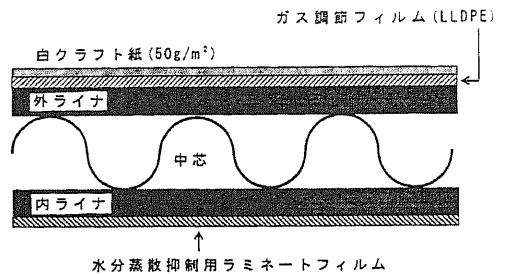


図 1 普通段ボールと MA 段ボールの構造

Fig. 1 Structures of conventional and MA corrugated cardboards

ラフト紙 (50g/m<sup>2</sup>) が貼付されている。MA 段ボール、普通段ボール箱ともに外寸 370mm × 280mm × 190mm で厚さは 5 mm である。

### 3. 包装・貯蔵方法と貯蔵日数

天・底面はフラップが二重に重なり、ガスの流通が側面と異なることが考えられるため、MA 段ボール、普通段ボールともに内フラップを切り取った。ブロッコリは両段ボール箱ともそれぞれ 4 箱に 8 個ずつ詰め、プラスチックテープで密封した後、定温庫内に貯蔵した。本研究では、生産地 (福岡) の出荷最盛期の 10 月中旬から 12 月中旬の

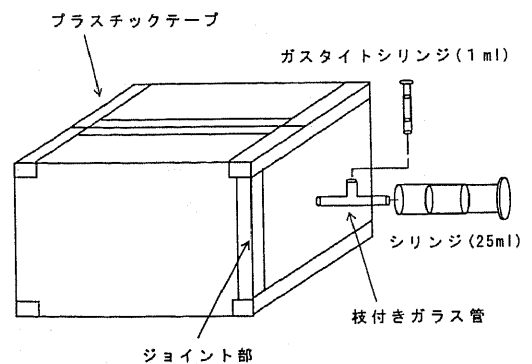


図 2 ガスサンプリング法

Fig. 2 Schematic diagram of corrugated cardboard box and syringes for gas sampling

気温で温度管理をしない流通時の MA 段ボールの鮮度保持効果を明かにするため、設定温度は 20°C 及び 10°C とした。庫内の段ボールは平行に 2 本並べた幅 26mm の角材上に静置し、底面からのガスの流通が可能ないようにした。密封方法は図 2 のように、粘着性のプラスチックテープで天・底面とも H 字貼りし、さらにジョイント部にもテープを貼った。また、隙間はシリコンを注入してガスの漏れがないよう注意した。貯蔵日数は開始日を 0 日目として 20°C では 8 日間、10°C では 14 日間とし、前者は 2, 4, 6, 8 日目に、後者は 2, 7, 10, 14 日目に MA 段ボールと普通段ボールともに 1 箱ずつ開封し、以下の品質測定を行った。

#### 4. 品質測定

ブロッコリの品質評価のために、貯蔵開始時と開封時に質量、含水率、色彩、可溶性固形物分量 (Brix 値)、アスコルビン酸含量の測定を行った。含水率は、105°C-24h 炉乾法によった。色彩は色彩色差計 (MINOLTA CHROMA METER CR-200) を用い、L\*a\*b\*法で表示した。可溶性固形物分量は、ブロッコリの花蕾部分のみを厚さ約 2 mm 刈り取り、その 10g に等量の蒸留水を加えて摩砕し、3000rpm で 3 分間遠心分離した上澄みを屈折糖度計 (ATAGO NI) で測定した。アスコルビン酸含量の測定はヒドラジン比色法によった。アスコルビン酸測定用の試料も可溶性固形物分量と同様、花蕾部分のみを約 2 mm 刈り取って用いた。また、段ボール開封の際には、異臭の有無や触感の変化を官能的に調査した。

#### 5. 雰囲気測定

貯蔵中の箱内、庫内の温度を T 型熱電対 ( $\phi 0.3\text{mm}$ ) で測定し、ポータブルハイブリッドレコーダ (YOKOGAWA HOKUSIN ELECTRIC 3081) に記録した。箱内の酸素、二酸化炭素濃度の測定は終了日まで貯蔵する段ボール箱についてのみ行った。測定時期は 1 日目までは 3 時間おき、3 日目までは 6 時間おき、その後は終了日まで 12 時間おきに行った。ガスのサンプリングは箱中心部の測定を行うため、図 2 のように枝付きガラス管と 2 本のシリンジを用いた。1 本のシリンジはガラス管の内容積より大きな 25ml のプラスチックシリンジで、箱中心部のガスをサンプリング部 (ガラス管の枝部) まで吸引した。他方は 1 ml の

表 1 ガスクロマトグラフの設定条件

Table 1 Operation condition of the gas chromatograph

|          |           |
|----------|-----------|
| 検出器      | TCD       |
| カラム      | WG-100    |
| カラム温度    | 50°C      |
| 検出器温度    | 50°C      |
| キャリアガス   | He        |
| キャリアガス流量 | 30 ml/min |

ガスタイムシリンジで、これによりガラス管枝部から測定用のガスを採取した。採取後 0.1ml をこのシリンジにより正確に計り、ガスクロマトグラフ (GL SCIENCES GC-390) に注入し、酸素、二酸化炭素を定量した。ガスクロマトグラフの設定条件は表 1 に示すとおりである。

#### 6. ガス透過係数

空の MA 段ボール箱に標準ガスを封入し、ガス濃度の経時変化を測定した。ガスのサンプリング法、定量法、並びに段ボール箱の密閉法は前述の通りである。

ガス透過係数  $k$  は(3)(4)式の右辺第 2 項 (呼吸項) を 0 として  $k$  について解き、大気圧を 1013.25hPa とし、測定により得られた酸素、二酸化炭素濃度の経時変化をこれに代入して求めた。ガス透過係数は MA 段ボール内ガス濃度の予測を行う式のパラメータに使用した。

$$k_o = -\frac{V_T}{1013.25At} \log\left(\frac{G_o - G_{oex}}{G_{oi} - G_{oex}}\right) \quad (1)$$

$$k_c = -\frac{V_T}{1013.25At} \log\left(\frac{G_c - G_{cex}}{G_{ci} - G_{cex}}\right) \quad (2)$$

ここに、

$k$ : ガス透過係数 ( $\text{ml m}^{-2} \text{d}^{-1} \text{hPa}^{-1}$ )

$V_T$ : 容器内の全ガス量 (ml)

$t$ : 時間 (d)

$A$ : 段ボール箱の表面積 ( $\text{m}^2$ )

$G$ : 容器内ガス濃度 (%)

$G_{ex}$ : 外気のガス濃度 (%)

添え字  $O$ : 酸素,  $C$ : 二酸化炭素,  $i$ : 初期値。

#### 7. 容器内ガス濃度の予測

段ボール箱内の酸素・二酸化炭素濃度の変化は (3), (4) 式に示すとおり、フィルムからのガス透過と青果物の呼吸によるガス濃度の変化、すなわち、青果物の酸素吸収量と二酸化炭素排出量の和とし

て表される。また、青果物の酸素吸収速度と二酸化炭素排出速度はそれぞれ青果物の雰囲気中の酸素、二酸化炭素濃度の関数であると考えられ、Hayakawa ら<sup>6)</sup>は(5)、(6)式のようなモデルを示している。式中のパラメータ  $n_1 \sim n_6$  には異なるガス環境の中のブロッコリのガス交換を精密に測定した茨木らのデータ<sup>7)</sup>を用い、算出した。これらの回帰式の重相関係数はそれぞれ、0.8652, 0.8773である。

$$\frac{dV_o}{dt} = -k_o \left( \frac{V_o}{V_T} P_T - P_{oex} \right) A - \alpha_o r_o w \quad (3)$$

$$\frac{dV_c}{dt} = -k_c \left( \frac{V_c}{V_T} P_T - P_{cex} \right) A - \alpha_c r_c w \quad (4)$$

$$r_o = n_1 \frac{V_o}{V_T} + n_2 \frac{V_c}{V_T} + n_3 \quad (5)$$

$$r_c = n_4 \frac{V_o}{V_T} + n_5 \frac{V_c}{V_T} + n_6 \quad (6)$$

ここに、

$\alpha$  : ガス比容積 (ml g<sup>-1</sup>)

$r$  : 呼吸速度 (g g<sup>-1</sup> d<sup>-1</sup>)

$w$  : 試料質量 (g)

$P_{ex}$  : 外気中のガス分圧 (hPa)

$P_T$  : 容器内全圧 (hPa)

$V_o$  : 容器内酸素量 (ml)

$V_c$  : 容器内二酸化炭素量 (ml)

$n_1 \sim n_6$  : パラメータ (d<sup>-1</sup>)

ここで、Hayakawa らは簡単のために  $n_2 = n_4 = 0$  としたが、ここでは係数を消去せず、厳密解を得た。なお、容器内全圧、外気中のガス分圧は一定と仮定した。初期容器内ガス濃度を外気と同じとすれば、 $t=0$  のとき、 $V_c = P_{cex} V_T / 1013.25$ 、 $V_o = P_{oex} V_T / 1013.25$  とおけるので、(7)、(8)式が得られる。

$$V_o = -\frac{M_6 + M_7}{M_5} + C_1 \exp(M_8 t) + C_2 \exp(M_9 t) \quad (7)$$

$$V_c = \frac{1}{M_2} \{ C_1 (M_8 - M_1) \exp(M_8 t) + C_2 (M_9 - M_1) \exp(M_9 t) + \frac{M_1 (M_6 + M_7)}{M_5} - M_3 \} \quad (8)$$

ただし、

$$C_1 = \frac{1}{(M_8 - M_9)} [ \{ (M_1 - M_9) P_{oex} + M_2 P_{cex} \}$$

$$\frac{V_T}{1013.25} - \frac{M_6 (M_6 + M_7)}{M_5} + M_3 ]$$

$$C_2 = \frac{1}{(M_8 - M_9)} [ \{ (M_8 - M_1) P_{oex} + M_2 P_{cex} \}$$

$$\frac{V_T}{1013.25} + \frac{M_6 (M_6 + M_7)}{M_5} - M_3 ]$$

$$M_1 = -\frac{K_o A P_T + \alpha_o n_1 w}{V_T}$$

$$M_2 = -\frac{\alpha_o n_2 w}{V_T}$$

$$M_3 = K_c A P_{oex} - \alpha_o n_3 w$$

$$M_4 = \frac{K_c A P_T - \alpha_c n_4 w - M_1 V_T}{M_2 V_T}$$

$$M_5 = -\frac{M_1 K_c A P_T - M_2 \alpha_c n_4 w - M_1 \alpha_c n_5 w}{M_2 V_T}$$

$$M_6 = -\frac{M_3 K_c A P_T - M_3 \alpha_c n_5 w}{M_2 V_T}$$

$$M_7 = -K_c A P_{cex} - \alpha_c n_6 w$$

$$M_8 = -\frac{1}{2} \{ M_2 M_4 + (M_2^2 M_4^2 - 4 M_2 M_5)^{1/2} \}$$

$$M_9 = -\frac{1}{2} \{ M_2 M_4 - (M_2^2 M_4^2 - 4 M_2 M_5)^{1/2} \}$$

なお、10°C貯蔵で計算に用いたパラメータは表2に示す通りである。

表2 計算に用いたパラメータ

Table 2 Parameters in eq. (3) to (8)

|            |  |
|------------|--|
| $k_o$      | 16.445 (ml m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> hPa <sup>-1</sup> ) |
| $k_c$      | 18.375 (ml m <sup>-2</sup> d <sup>-1</sup> hPa <sup>-1</sup> ) |
| $V_T$      | 18023.5 (ml)   |
| $t$        | 14 (d)   |
| $A$        | 0.45135 (m <sup>2</sup> )                                      |
| $P_{oex}$  | 212.8 (hPa)  |
| $P_{cex}$  | 0.355 (hPa)  |
| $P_T$      | 1013.25 (hPa)  |
| $\alpha_o$ | 725.57 (ml g <sup>-1</sup> )                                   |
| $\alpha_c$ | 527.69 (ml g <sup>-1</sup> )                                   |
| $w$        | 2252.1 (g)   |
| $n_1$      | $7.854 \times 10^{-3}$ (d <sup>-1</sup> )                      |
| $n_2$      | $-5.840 \times 10^{-3}$ (d <sup>-1</sup> )                     |
| $n_3$      | $1.009 \times 10^{-3}$ (d <sup>-1</sup> )                      |
| $n_4$      | $5.708 \times 10^{-3}$ (d <sup>-1</sup> )                      |
| $n_5$      | $-7.340 \times 10^{-3}$ (d <sup>-1</sup> )                     |
| $n_6$      | $1.557 \times 10^{-3}$ (d <sup>-1</sup> )                      |

### III 結果及び考察

#### 1. 品質変化

20°Cでは8日の貯蔵期間中の質量は普通段ボールにおいて開始時の77%に減少したが、MA 段ボールでは96%を保持し、目減りの抑制効果が高かった。また、色彩は普通段ボールが8日間でa\*, b\*値ともに大きく変化し、黄色ないし黄褐色を呈したのに対し、MA 段ボールは初期と大差ない緑色を保った。しかしながら、MA 段ボールでは無気呼吸のため2日後から異臭（たくあん臭）が始まり、その後悪化した。普通段ボールは目減りと黄化のため、また、MA 段ボールは異臭のため、両者ともに2日後からは商品価値を見出さなかった。このことから以降は10°Cの事例につき詳細に報告する。

貯蔵中のブロッコリ質量の経時変化を図3に示す。貯蔵した14日間で普通段ボールのブロッコリ質量は初期の80%近くまで減少したが、MA 段ボールでは98%程度の質量減にとどまった。また、含水率の経時変化は図4に示すように、MA 段ボ

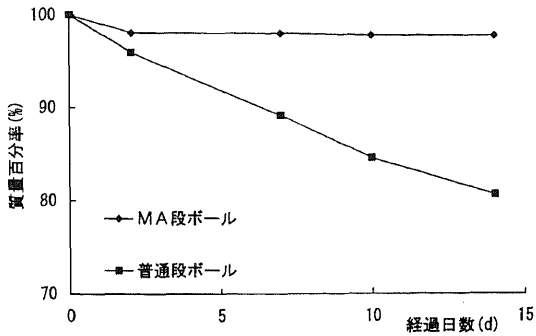


図3 質量百分率の経時変化

Fig. 3 Changes in mass percentage of broccoli

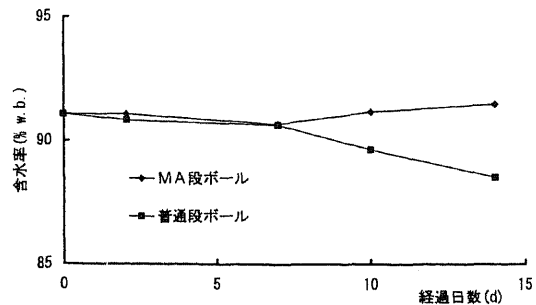


図4 含水率の経時変化

Fig. 4 Changes in moisture content of broccoli

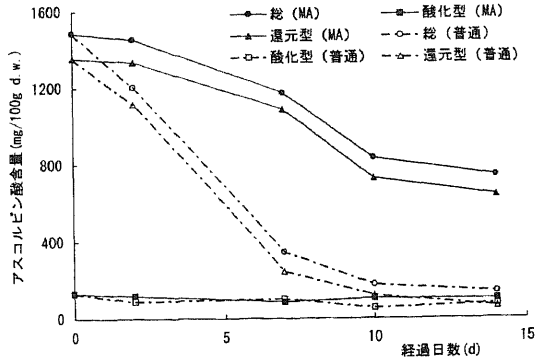


図5 アスコルビン酸含量の経時変化

Fig. 5 Changes in ascorbic acid content of broccoli

ールは約91% w.b.で後半に若干の増加が見られるものの、14日間ほとんど変化がないのに対し、普通段ボールは経時的に減少し、14日目には約87% w.b.に至った。本実験では水蒸気のガス透過性の測定を行わなかったが、これらの結果から、10°C、20°CともにMA 段ボールは水蒸気透過を抑制し、ブロッコリの水分蒸散を減少させる効果があることが明らかとなった。

アスコルビン酸含量の経時変化を図5に示す。ブロッコリは野菜類ではパセリに次いで還元型アスコルビン酸を多く含み<sup>8)</sup>、同アスコルビン酸は栄養的に評価されていることから、還元型アスコルビン酸は重要な品質評価指標となり得る。還元型アスコルビン酸含量はMA 段ボール、普通段ボールのブロッコリともに貯蔵期間中に減少傾向を示すが、その減少速度は明らかにMA 段ボールの方が遅く、普通段ボールでは7日目には急減し、試験終了時の14日目にはMA 段ボールの1/11以下となり、MA 段ボールに還元型アスコルビン酸分解抑制効果があることがわかる。

なお、アスコルビン酸含量と後に示す可溶性固形物分量 (Brix 値) は、ブロッコリの貯蔵中の目減りによる見かけの増加を防ぐため乾量基準で示した。

色彩のa\*, b\*値の経時変化を図6に示すが、グラフの軸はa\*値のプラス方向が赤、マイナス方向が緑、b\*値のプラス方向が黄色、マイナス方向が青が強くなることを表す。MA 段ボールのブロッコリは貯蔵期間中a\*値が-10~-8, b\*値が11~15の狭い範囲にあり、ほとんど変化しなかつ

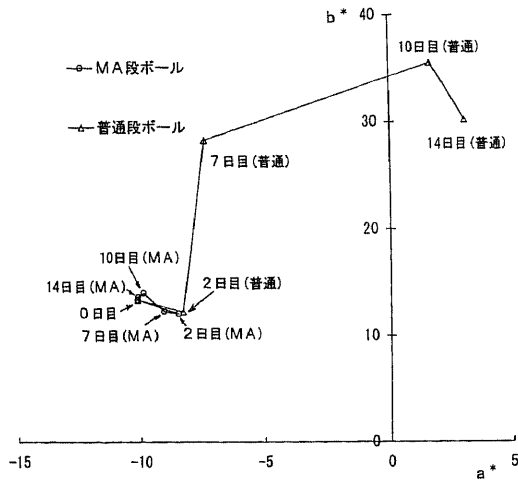


図6 色彩 (a\*, b\*値) の経時変化

Fig. 6 Changes in color of broccoli

た。普通段ボールでは2日目まではMA段ボールと同様であるが、7日目からはa\*値、b\*値ともにそれぞれ赤方向、黄色方向に大きく変化しており、黄化の進行が明確である。普通段ボールのブロッコリは7日目には目視でも黄化が明らかで商品価値はないものと思われる。一方、MA段ボールのブロッコリは、14日目においても外見上では変化がみられなかった。また、明度L\*は、MA段ボールが初期値の40から約42へとほとんど変化していないのに対し、普通段ボールは7日目以降におよそ15増加し55前後となった。これは、明度の高い黄色が増したことによるものと思われる。

乾物あたりで示したBrix値はMA、普通段ボールともに貯蔵期間中110~125%程度で両者間に顕著な差はみられなかった。Brix値は屈折率をショ糖の質量%に換算して目盛ったものであるが、農産物の種類、収穫時期により必ずしもショ糖含量と相関が高いわけではない<sup>9)</sup>。このため、呼吸基質として糖類が消費されてもBrix値に変化があるとは限らず、このような結果が生じたものと思われる。

2, 7, 10, 14日目に段ボールを開封する際にはブロッコリの異臭の有無と触感による調査を行った。20°Cでの実験と異なり、異臭はMA、普通段ボールとも感じられず、10°CではMA段ボール内で無気呼吸は行われなかったものと考えられる。触感は、MA段ボールでは14日目においてもほとんど変化はなかったが、普通段ボールでは組

織に張りがなく、花房全体がしなだれて開いていた。これは普通段ボール内のブロッコリは蒸散が激しいため、細胞の膨圧が減少したためであろう。

段ボール箱内の温度はMA、普通段ボールともにほぼ10±0.5°Cの範囲にあったが貯蔵期間を通して若干MA段ボール内の温度が高めであった。これはMA段ボールはフィルムや白クラフト紙が貼付されているので断熱性が高く、呼吸熱が蓄積されるためではないかと思われる。このようにMA段ボールは普通段ボールより若干高温で鮮度保持に不利な環境であったにもかかわらず、上述のように品質保持性能は高かった。

## 2. 容器内ガス濃度の変化

貯蔵期間中の普通段ボールの酸素濃度は20%以上、二酸化炭素濃度は最大でも0.3%程度であった。通常の大気中の二酸化炭素濃度は300~350 ppm程度であるから、若干二酸化炭素濃度は高いと言えるが、CA効果が得られるガス環境ではない。

10°CでのMA段ボール内の酸素濃度と二酸化炭素濃度測定値の経時変化を図7に示す。酸素濃度はブロッコリの呼吸により2日目頃まで急減し、その後漸減して4日目以降は約5.5%で安定した。また、二酸化炭素濃度は4日目頃まで増加し、その後約13~14%で安定した。ブロッコリの鮮度保持に適したガス環境は酸素2~5%、二酸化炭素10%とされていることから<sup>10)</sup>、二酸化炭素濃度が高めであるが前述のように異臭などの問題はと

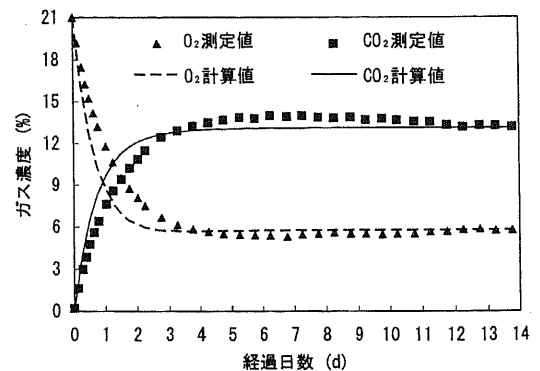


図7 MA段ボール箱内のガス濃度変化の計算値と測定値の比較

Fig. 7 A comparison between calculation and experimental results of gas concentration in the MA corrugated cardboard box

くにみられなかった。

図7中の実線は理論式による計算値である。酸素濃度・二酸化炭素濃度ともに3日目頃までは計算値と測定値に違いがみられるが、その後は両者とも計算値と測定値はよく一致した。この結果より、MA 段ボール箱を用いて青果物の貯蔵を行う場合、あらかじめガス濃度と呼吸速度の関係が得られれば、本研究で行った解析手法は収束するガス濃度の予測に有効であり、段ボール箱の設計や箱内充てん量の決定に有用である。

本研究では8個を充てん量としたが、市場での普通段ボールへの実際の充てん量は9個であるので、一玉平均質量を281gとしてMA 段ボールに9個充てん時のガス濃度変化を計算すると、酸素濃度は3日目に5.3%、二酸化炭素濃度は3.5日目に13.5%程度で安定する。この結果から現行の充てん量のまま10°Cの流通温度でMA 段ボールを用いれば、適切なMA 効果が得られ、品質保持が期待されるものと思われる。

#### IV 摘 要

本研究では、ブロッコリを供試材料としMA 段ボール箱と普通段ボール箱を用いて20°C、10°Cで貯蔵実験を行い、品質の変化と容器内ガス濃度の経時変化を測定した。また、呼吸速度を酸素、二酸化炭素濃度の関数とし、容器内ガス濃度のシミュレーションを行い測定値と比較した結果、以下の知見を得た。

- 1) 10°Cの貯蔵温度で、MA 段ボール箱は普通段ボール箱に比べ蒸散抑制効果を有し、目減りの抑制に有効であった。
- 2) 10°CにおいてMA 段ボール箱は、ブロッコリのアスコルビン酸含量の減少、および花蕾の黄化を抑制し、ブロッコリの鮮度保持に有効であることが示された。
- 3) 20°CにおいてもMA 段ボール箱は目減りの抑制や花蕾の黄化抑制に顕著な効果を示したが、2日後からは異臭が発生し、商品価値を失った。

4) MA 段ボール箱では10°Cの温度環境下において、低酸素、高二酸化炭素のブロッコリの呼吸抑制に適したガス環境をつくり得ることが明らかとなった。

5) ガス濃度の経時変化の計算値は測定値とよく一致し、解析手法はガス濃度の予測、MA 段ボール箱の設計、箱内充てん量の決定に有用である。

#### 謝 辞

本実験を行うに当たり、福岡農業総合試験場流通利用研究室の茨木俊行室長に種々のご助言を戴いた。また、東罐興業(株)、福岡園芸連には供試材料をご供与戴くなどご便宜を賜った。ここに、記して感謝の意を表する。

#### 参 考 文 献

- 1) 例えば、山田市二、永田雅靖、高 麗朴、黒木利美：ブロッコリのMA 包装における温度条件が品質に及ぼす影響、日食工誌、40(11)、764-770、1993
- 2) 例えば、Henig,Y.S., Gilbert,S.G.: Computer Analysis of the Variables Affecting Respiration and Quality of Produce Packaged in Polymeric Films, J.Food Science, 40, 1033-1035, 1975
- 3) 川合良岳、平 和雄：段ボールによる青果物の簡易CA 包装、包装技術、32(2)、162-165、1994
- 4) 小役丸孝俊：空気調節剤を用いた新しい鮮度保持段ボール包装、包装技術、32(9)、863-868、1994
- 5) 與座宏一、野方洋一、武田裕子、小役丸孝俊、太田英明：ポリエチレン積層段ボール箱が常温貯蔵中におけるブロッコリの鮮度保持に及ぼす効果、日食低温保蔵会誌、19(3)、1993
- 6) Hayakawa,K., Henig,Y.S., Gilbert,S.G.: Formulae for Predicting Gas Exchange of Fresh Produce in Polymeric Film Package, J.Food Science, 40, 186-191, 1975
- 7) 茨木俊行、池田浩暢：福岡農業総合試験場単年度試験成績書、1997
- 8) 日本ビタミン学会：ビタミンハンドブック4-ビタミンと栄養一、化学同人、p.47、1991
- 9) 樽谷隆之、北川博敏、馬場 稔：果実の品質に関する研究(第2報)、日食工誌、14(7)、292-295、1967
- 10) Dilley,D.R.: Approaches to Maintenance of Postharvest Integrity, J.Food Biochem., 2, 235-242, 1978  
(原稿受理：1997年6月2日・質問期限：1998年3月31日)

#### コ メ ン ト

##### [ 閲 読 者 の コ メ ン ト ]

実際には、本試験のようにテープで目張りした

MA 段ボール箱が流通に使われているわけではないので、普通段ボール箱の他に原形のMA 段ボ

ール箱を対照区に加えて比較するべきではないでしょうか。そこで得られた値の差を実際の現場にフィードバックして、段ボール箱の改良や流通コスト等の問題提起に発展させてはいかがでしょうか。

#### [コメントに対する著者の見解]

御指摘の通りだと思います。今回はテープでの目張り、内フラップの切除など実用とは異なった設定となりました。これらの処置は各段ボールの

ガスの流通の条件を一定にするため、隙間の大きさ等が各箱によって異なる危惧があったからです。特に、ガス濃度の予測ではこの辺の厳密性が必要でした。実用との比較を重要視するには、ご意見のように原形のMA段ボール箱を実験区に加えるべきだと思います。今後は原形のMA段ボール箱を用い、ガス透過のばらつきやそれによる品質保持能力の差異などを調査し、フィードバックして行かねばならないと考えております。

### <出版物案内>

## 農業機械革新技術調査報告書

編集・発行 農業機械学会 A4版 3冊セット価格 9,600円(送料込)

我が国の農業は21世紀に向けて大きく変貌しようとしている。農業生産の場における生産費の低減、農産物の高付加価値化を飛躍的に推進する必要がある、そのためには革新的な技術を利用した機械化農業システムを構築しなければならない。

本事業は日本農業機械工業会からの委託により当学会が3年間にわたって実施したもので、平成2年度は西暦2000年に向けての革新技術開発の可能性に関する調査を行い、西暦2000年における日本農業の構造、機械化の方向を予測設定するとともに、これを支える農業機械・施設技術を抽出した。

平成3年度は2000年に向けて、世界の小規模農業の機械化を促進するための革新技術を、海外における多数の文献資料により調査し、重要度あるいは革新性が高いと思われる技術を抽出した。

さらに平成4年度は前年度、前々年度の調査結果を踏まえて、21世紀へ向けてわが国の農業機械を飛躍的に発展させるため、革新技術を取り入れた新しい農業機械化システムを設定し、この中で革新的技術のあり方、進め方等を検討した。

本報告書が今後の機械開発の貴重な資料となり、日本農業に大きく貢献することが期待される。

#### 平成2年度 農業機械分野の革新技術に関する調査研究 (297頁 4,000円)

将来の農業と機械化の方向(政府・団体・学会・有識者の施策・提言・予測)

国内の農業機械研究の現状と将来に関する調査(アンケート調査・資料調査の結果)

海外の農業機械研究の現状調査(動力・農作業機械・機械化、施設・ポストハーベスト技術)

低コスト農業機械化のための技術(低コスト機械の開発、効率的利用、未機械化作業の機械化)

農産物の品質向上のための農業機械技術(バイオテク・新品種、栽培技術、高品質収穫・調製技術)

農産物の付加価値増加のための技術(予冷・貯蔵・流通技術、加工技術、機能性食品と技術)

環境・省資源のための農業機械技術(農薬肥料、畜産廃棄物、代替エネルギー、環境保全改善技術)

農業機械化のための情報技術(AI・エキスパートシステム、営農計画支援システム、情報通信)

#### 平成3年度 農業機械分野の革新技術に関する調査研究(海外版) (277頁 4,000円)

海外の農業機械技術の動向(農業機械化の発展、環境保全、インテリジェント化)

エネルギー・原動機・車両(エネルギー関連技術、ディーゼル機関性能改善・排気浄化、車両)

栽培・管理用機械(普通作・果樹・野菜生産管理用機械)

収穫用機械(穀物・園芸作物・その他の収穫機)

農産物および農産加工技術(農産機械、乾燥貯蔵施設、果実・野菜選果貯蔵施設、品質、流通)

農業情報技術(データベース、AI、エキスパートシステム、支援システム、通信ネットワーク)

#### 平成4年度 革新技術による農業機械化システム (255頁 4,000円)

穀類生産システム(水稻移植栽培、水稻直播栽培、麦、大豆)

野菜生産システム(高冷地・露地キャベツ、キュウリ、ダイコン、パレイショ、カンショ)

果樹生産システム(急傾斜地・緩傾斜地・平坦地カンキツ、リンゴ)

飼料生産・家畜飼養管理システム(牧草、トウモロコシ、調製貯蔵、飼養・搾乳・ふん尿処理)