

一般論文

各種フィルムによる冷凍スライストマトの 鮮度保持について

横山理明* 稲熊隆博* 村田智**
細井克敏* 石黒幸雄*

On the Freshness Keeping of Frozen Sliced Tomatoes with Various Films

Masaaki YOKOYAMA*, Takahiro INAKUMA*, Satoshi MURATA**,
Katsutoshi HOSOI*, Yukio ISHIGURO*

The availability of the frozen sliced tomatoes as an ingredient of sandwiches in place of the raw tomatoes was investigated. Sliced tomatoes, quick frozen at -50°C for 3 hrs showed a less drip syneresis than the slow frozen slices at -25°C for 22 hrs. Cellophane laminated with Polyethylene terephthalate (PET) or with Biaxially Oriented Polypropylene (BAOPP) was effective to prevent the syneresis from the frozen sliced tomatoes. Laminated films, Cellophane/PET/Cellophane and Cellophane/BAOPP/Cellophane, were chosen for the frozen sliced tomatoes considering the operation efficiency. Frozen sliced tomatoes packaged with these films showed acceptable qualities after stored at -18°C for 6 months.

Keywords : Tomato Quick freezing, Drip, Film

サンドイッチやハンバーガーに用いられるスライスした生トマトの代替を目的として冷凍スライストマトを検討した。

緩慢凍結 (-25°C の雰囲気下で22時間) のスライスしたトマトよりも、急速凍結 (-50°C の雰囲気下で3時間) したものがドリップの発生は少なかった。また、可食性フィルムや非可食性フィルムを用いたスライス面からのドリップの防止では、セロハン/PET、またはセロハン/BAOPPが良い結果を示した。これらのフィルムの取扱いにあたり、作業性を考慮して、冷凍スライストマト用にセロハン/PET/セロハン、またはセロハン/BAOPP/セロハンを選定した。このフィルムを用いて、貯蔵試験 (-18°C 、6か月間) を行い、スライストマトとして受容性のある品質が保たれることを確認した。

キーワード：トマト、急速凍結、ドリップ、フィルム

* カゴメ株式会社 総合研究所 (〒329-27 栃木県那須郡西那須野町西富山17番地) : Research Institute, KAGOME CO., LTD., 17, Nishitomiya, Nishinasuno-machi, Nasu-gun, Tochigi, 329-27 **カゴメ株式会社 那須工場 (〒329-27 栃木県那須郡西那須野町西富山30番地) : Nasu Factory, KAGOME CO., LTD., 30, Nishitomiya, Nishinasuno-machi, Nasu-gun, Tochigi, 329-27

1. 緒言

トマトは、季節に関係なく煮込み料理やサラダ、サンドイッチの具などの料理素材として多く利用されている。特に、煮込み料理にはホールトマト缶詰やトマトペースト、ピューレが用いられる。これは、加工されているため使い安く、また年間通じて安定した価格で一定の品質の製品を購入することができるからである。それに反し、サラダやサンドイッチの具などには、主として生のトマトが用いられる。そのため、冬場ではトマトが温室で生産され、トマトの価格は、夏場と冬場において約3倍になる¹⁾。また、生トマトであるため品質は一定していない。

サラダやサンドイッチの具などに用いられるようなトマトの加工方法として、トマトを冷凍することが考えられるが、これまでに生トマトを冷凍した報告は少ない^{2) 3)}。また、一部イタリアではトマトをホール（剥皮）やダイスの状態で冷凍保存した商品が存在している⁴⁾。しかし、その使用方法は、煮込み料理に

用いられ、生トマトを用いるサラダやサンドイッチの具としては用いられていない。このことから、生トマトの代替を目的とした冷凍品に関する報告は見当たらなかった。

そこで、生トマトの代替として提供できるような冷凍トマトを開発することを目的として、はじめにサンドイッチやハンバーガーなどに用いられるスライスしたトマトの開発を検討した。トマトをスライスし、冷凍後、これを解凍した場合、ドリップが発生する。そのため、トマト自身の水分や栄養が失われ、生トマトの代替にはならない。それを防止するため、本報告では、トマトのスライス面を各種のフィルムを用いて保護することを検討した。

2. 実験材料および方法

2.1 使用トマトとスライス条件

市販のトマトの中で完熟系⁵⁾であり、広く用いられている桃太郎を市場から購入し、実験に用いた。それらのトマトを洗浄した後、

Table 1 Films used sliced Tomatoes

Film		
Edible		Nonedible
Polysaccharide	Protein	
Pullulan	Collagen	PET ¹⁾
Agar	Gelatin	PVDC ¹⁾
Glucomannan		Cellophane (21) ²⁾
Glucomannan + CMC ¹⁾		Cellophane (35) ²⁾
		K - Cellophane ¹⁾
		PET (20) ²⁾ / Cellophane (35) ²⁾
		BAOPP (20) ²⁾ / Cellophane (35) ²⁾

1) CMC : Carboxymethyl cellulose, PET : Polyethylene terephthalate, PVDC : Polyvinylidene chloride, K - Cellophane : Cellophane coated with vinylidene chloride, BAOPP : Biaxially Oriented polypropylene. 2) [μ m]

ハム用スライサーを用い、厚さ6.5mm程度にスライスした。

2.2 各種フィルムの評価

各種のフィルムをスライスしたトマトに挟み、材質がポリ塩化ビニリデン (PVDC) コートナイロン (Kナイロン、17 μm) / キャストポリプロピレン (CPP、70 μm) である、110×110×235mmの袋に密封し、急速凍結 (-50 $^{\circ}\text{C}$ の雰囲気下で3時間)、または緩慢凍結 (-25 $^{\circ}\text{C}$ の雰囲気下で22時間) した。

その後、5 $^{\circ}\text{C}$ で解凍し、所定の時間におけるドリップ率および吸水率を測定した後、フィルムを使用しない場合のドリップ率を対象に、各種のフィルムを用いた場合のドリップ率と吸水率との和 (トータル率) を比較し、評価した。

なお、実験に使用した各種のフィルムは、可食性フィルムと非可食性フィルムである (Table 1)。

2.3 ドリップ率および吸水率の測定

ドリップとは、2.2各種フィルムの評価で用いた条件においてスライスしたトマトから25メッシュのふるいより分離される液のことをいう (Fig. 1)。その率は以下の計算式によった。

$$\text{ドリップ率 (\%)} = \frac{\text{ドリップ量 (g)}}{\text{スライストマト量 (g)}} \times 100$$

吸水率は、同様の条件において各種フィルムが吸水した重量とはじめのスライスしたトマトの重量の比率をいう。以下に計算式を示す。

$$\text{吸水率 (\%)} = \frac{\text{吸水量 (g)}}{\text{スライストマト量 (g)}} \times 100$$

なお、トータル率はドリップ率と吸水率の和である。

2.4 貯蔵試験

商品価値があると評価されたフィルムを用

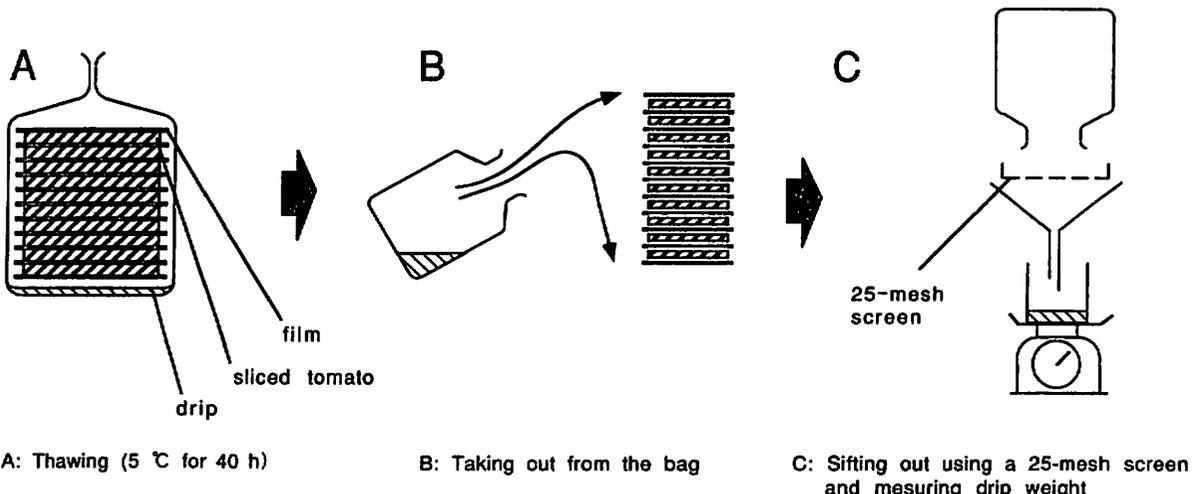


Fig. 1 Procedure for measuring of drip weight

い、スライスしたトマトを所定の条件にて凍結した後、 -18°C の雰囲気下で6か月間保存した。その後、 5°C で解凍し、所定の時間におけるドリップ率および吸水率を調べるとともに、貯蔵に用いたスライスしたトマトを搾汁し、Brix、色調(L, a/b)と濾液着色度を測定した。

Brixは、 20°C にてアッペ屈折計を、色調は日本電色(株)製のハンターの色差計を用いた。また、濾液着色度は3G4のガラスフィルターで濾過後、 445nm の吸光度により測定した⁶⁾。

3. 結果および考察

3.1 冷凍スライストマトのドリップ率

トマトをスライスし、急速凍結(-50°C の雰囲気下で3時間)、または緩慢凍結(-25°C の雰囲気下で22時間)し、袋に密封した後、 5°C で解凍し始めた時からのドリップ率の経時変化をFig. 2に示した。

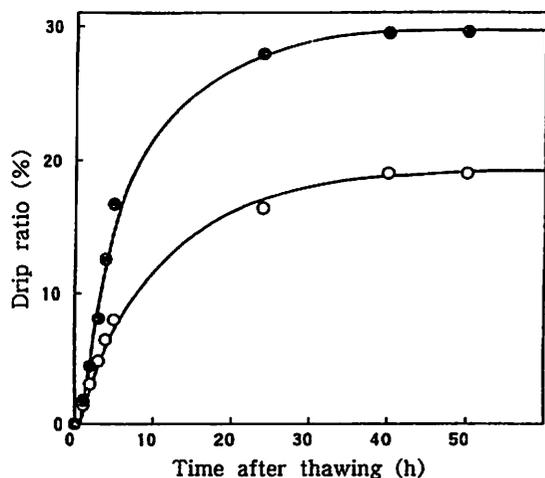


Fig. 2 Change of drip ratio of frozen sliced tomatoes thawed at 5°C

○—○: Quick frozen (-50°C , 3h)
●—●: Slow frozen (-25°C , 22h)

その結果、急速凍結の方が緩慢凍結よりもドリップの発生が約30%低いことが示唆された。これは、高橋²⁾がトマトを用いて急速凍結した場合、緩慢凍結よりも氷晶が小さく、組織の破壊が少ないと報告していることから緩慢凍結と比較して急速凍結の方がドリップ率が低くなったと考える。

時間経過とともに、24時間までは急速凍結および緩慢凍結とも急速にドリップ率が上昇した。しかし、40時間で19.0および29.5%を示した後、ほぼ一定のドリップ率になった。

これらの結果から、フィルムの評価におけるスライスしたトマトの凍結条件を急速凍結(-50°C の雰囲気下で3時間)とし、ドリップ率および吸水率を測定するための解凍条件を 5°C で40時間に設定した。また、フィルムの評価を行うため、フィルムを使用せず急速凍結し解凍した時に発生したドリップ率(19.0%)を対照とした。

3.2 各種フィルムの評価

可食性フィルムと非可食性フィルムにおけるドリップ率、吸水率およびそれらの和であるトータル率をTable 2に示した。

可食性フィルムとして、成分が多糖類のフィルムと蛋白質のフィルムについて調べた。その結果、多糖類のフィルムでは、特にプルランフィルムや寒天フィルムは、フィルム自身が溶解したことにより、トマトのスライス表面がべたつくとともに分散して固り、トマト表面から分離することが困難であった。そのため、一部ドリップ率や吸水率を測定することができなかった。また、グルコマンナンフィルムは、スライス面から剥がすことがで

Table 2 Ratio of drip and water absorption of various films on frozen sliced tomatoes thawed at 5°C for 40hrs

Film		Drip Ratio (%)	Water Absorption Ratio (%)	Total Ratio (%)	
Edible	Polysaccharide	Pullulan	1.8	NA ³⁾	NA ³⁾
		Agar	NA ³⁾	NA ³⁾	NA ³⁾
		Glucomannan	0.0	19.5	19.5
		Glucomannan + CMC ¹⁾	0.0	26.8	26.8
	Protein	Collagen	2.1	NA ³⁾	NA ³⁾
		Gelatin	0.0	17.6	17.6
Nonedible		PET ¹⁾	6.8	3.4	12.2
		PVDC ¹⁾	7.3	3.4	10.7
		Cellophane (21) ²⁾	1.1	4.7	5.8
		Cellophane (35) ²⁾	0.7	4.9	5.6
		K - Cellophane ¹⁾	3.8	3.5	7.3
		PET ¹⁾ (20) ²⁾ / Cellophane (35) ²⁾	1.5	4.0	5.5
		BAOPP ¹⁾ (20) ²⁾ / Cellophane (35) ²⁾	2.1	4.2	6.3

Ratio of drip and water absorption of various films on frozen sliced tomatoes were measured after 40hrs atmosphere at 5°C.

1) CMC : Carboxymethyl cellulose, PET : Polyethylene terephthalate, PVDC : Polyvinylidene chloride, K - Cellophane : Cellophane coated with vinylidene chloride, BAOPP : Biaxially Oriented polypropylene. 2) [μ m] 3) NA : Not available.

き、ドリップ率と吸水率を測定したところ、ドリップの発生は認められなかったが、吸水率は19.5%を示した。トータル率で比較するとフィルムを使用しない場合とほぼ同じくらい高い値を示した。グルコマンナン+CMCのフィルムは、グルコマンナンフィルムと同様な結果を示したが、フィルムを使用しない場合よりもトータル率(26.8%)が高くなり、スライスしたトマトが乾燥した状態になった。

以上の結果から、成分が多糖類である可食性フィルムでは、スライスしたトマトを保護することができなかった。この理由として、成分が多糖類であるため、トマトからのドリップでフィルム自身が溶解および膨潤するとともに、吸水性が強くトマトからの離水量を

増加させる性質があることが考えられた。次に、成分が蛋白質である可食性フィルムとして、コラーゲンフィルムとゼラチンフィルムを検討した。コラーゲンフィルムは、自身が溶解したため、吸水率を測定することができなかった。また、ゼラチンフィルムでは、ドリップは発生しなかったが、吸水率は17.6%であり、これまでのフィルムと同様の結果を示した。

今回用いた多糖類と蛋白質を成分とした可食性フィルムでは、フィルムを使用しない場合に比較してトータル率が同等または悪くなる結果が得られた。

非可食性フィルムとして、ポリエチレンテレフタレート(PET)、PVDC、セロハン、PVDCコートセロハン(Kセロハン)、セロハ

ン/PET、およびセロハン/二軸延伸ポリプロピレン (BAOPP) のフィルムを選び、冷凍スライストマトの解凍時におけるドリッ率、吸水率およびトータル率を調べた (Table 2)。

PETとPVDCのフィルムでは、ドリップが多く発生するとともにトマトのスライス面に密着せず、スライス面からフィルムが簡単にはがれ、トマトのスライス面にフィルムを挟む作業が困難であった。セロハンフィルムでは、フィルムの厚さをかえて検討した。その結果、厚さに関係なくドリッ率、吸水率およびトータル率は、ほぼ同じ値を示した。また、しわが発生した。特に、薄いセロハンでは多くのしわが発生し、PETとPVDCのフィルム同様にフィルムをトマトのスライス面に挟む作業が困難であった。

次に、しわの発生を防止するため、PVDC

をコートしたセロハンであるKセロハンを用いたが、ドリップが発生し、PETやPVDCのフィルムと同様な結果になった。そこで、PETまたはBAOPPをベースにしたフィルムであるセロハン/PETおよびセロハン/BAOPPを用い、しわの発生を防止することを検討した。その結果、しわが発生せず、フィルムとして形状を維持するとともにドリッ率と吸水率が大幅に改善された。

以上の結果をもとに、スライストマト用のフィルムとして、セロハン/PET、またはセロハン/BAOPPを選択した。

さらに、スライスしたトマトを重ねて袋詰めする場合を考え、冷凍スライストマト用のフィルムとして、PETまたはBAOPPをベースにセロハンを両面に接着した、セロハン/PET/セロハン、またはセロハン/BAOPP/セロハンフィルムを製作した。

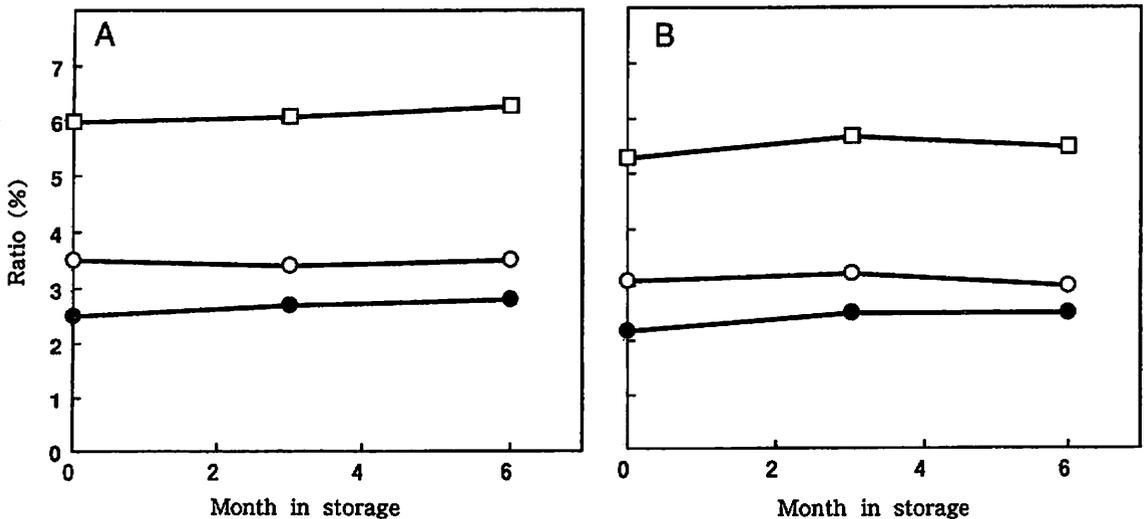


Fig. 3 Ratio of drip and water absorption of various films on frozen sliced tomatoes thawed at 5°C for 40hrs

A: Cellophane (35 μm) / Polyethylene terephthalate (PET, 20 μm) / Cellophane (35 μm),

B: Cellophane (35 μm) / Biaxially oriented polypropylene (BAOPP, 20 μm) / Cellophane (35 μm)

○—○: Drip (%), ●—●: Water Absorption (%), □—□: Total (%).

3.3 貯蔵における品質変化

セロハン/PET/セロハン、またはセロハン/BAOPP/セロハンを用いて冷凍スライストマトの貯蔵試験を行ない、ドリップ率、吸水率およびトータル率を調べた (Fig. 3)。その結果、6か月間の貯蔵では、ドリップ率、吸水率およびトータル率に大きな差は認められなかった。

また、セロハン/PET/セロハンで貯蔵したスライストマトを搾汁し、その品質を分析した。その結果、Brixはほとんど変化しなかった (Table 3)。色調では、明るさ (L 値) と赤さ (a/b) の低下が認められた (Table 3) が、外観検査において問題はなかった。この色調の低下は、濾液着色度の上昇から判断して、酸素の影響^{7)~9)} が考えられる。また、6か月貯蔵した冷凍スライストマトを食したが、サンドイッチやハンバーガーの具として十分に使用できることを確認した。

Table 3 Change in quality of sliced tomatoes stored by frozen condition at -18°C for 6 months using Cellophane/PET¹⁾/Cellophane film

month	0	3	6
Brix (%)	6.2	6.0	6.0
L	30.8	30.6	29.8
a/b	0.90	0.80	0.70
Serum color	0.07	0.06	0.09

1) PET: Polyethylene terephthalate.

4. 結 論

今回、製作したセロハン/PET/セロハン、またはセロハン/BAOPP/セロハンをスライストマトに挟み込み、急速凍結 (-50°C の雰囲気下で3時間) することで、6か月

間は、十分にサンドイッチやハンバーガーの具として、生トマトのかわりに使用可能であることがわかった。また、このフィルムはスライスしたトマトだけでなく、各種のスライス製品に利用できると考えられる。

謝 辞

研究の遂行に際し、各種のフィルムを提供してくださいました呉羽化学工業株式会社に感謝致します。

また、終始ご指導、ご鞭撻を賜りました、東京大学名誉教授中村道徳先生、お茶の水女子大学名誉教授福場博保先生に深く感謝致します。

<引用文献>

- 1) '92 青果物流通年報 (野菜編)、東京青果物情報センター、80 (1993)
- 2) 岩田隆、青果保存学汎論 (緒方邦安編)、建帛社、226 (1977)
- 3) S. Sulc, Inc Congr Refrig. No.3, 525 (1977)
- 4) 日経商品情報、食品版、3、31 (1986)
- 5) 食品流通技術、19、10、62 (1992)
- 6) 足立由郎ら、食工誌、19 (5)、189 (1972)
- 7) Porretta, S., Food Chem., 40 (3), 323 (1991)
- 8) Ogura, N., Kawakubo, U., Iijima, H. and Takehara, H., Tech. Bull. Fae. Hortic. Chiba Univ., No.19, 55 (1971)
- 9) Luh, B. S., Leonard, S. J. and Marsh, G. L., Food Technol., 12 (7), 380 (1958)

(原稿受付 1993年 8月9日)

(審査受理 1993年11月1日)