

予冷後の保存条件の違いがゆで豆用生落花生の品質に及ぼす影響

黒田幸浩・飯嶋直人・鈴木健司

キーワード：落花生，包装資材，保存温度，保存湿度，食味

I 結 言

2016年における千葉県の落花生作付面積は、5,170haで全国の約79%を占めており（農林水産省，2017），そのほとんどが煎り莢及び煎り豆用として生産されている。落花生の他の用途としては、生の落花生をエダマメのように茹でて食べるゆで豆用があり、ゆで豆用品種として、1995年に「郷の香」（鈴木ら，1997）が、2007年に「おおまさり」（岩田ら，2008）が育成されている。しかし、2016年における「郷の香」の作付面積比率は2.7%と低く（千葉県，2017），ゆで豆用生落花生の普及は進んでいない。その背景にはゆで豆用の生落花生は未乾燥の莢付きの状態と流通させる必要があり、カビが発生しやすく、品質が低下しやすいため、一般の市場流通方法では販売することが難しい点が挙げられる。この問題を解決するため、日坂ら（1998）は未乾燥の莢付き落花生を原料としたレトルト落花生及びその製造方法を開発し、収穫直後の品質を維持した状態で、ゆで落花生が流通可能となった。しかし、消費者調査によれば、レトルト落花生は商品としての魅力は評価されているが、価格の高さが問題となっており、単価を下げることであれば、消費をさらに拡大できる可能性があるとしている（日坂，2011）。また、ゆで豆用の生落花生は煎り莢用落花生よりも収益性が高い営農事例があることに加え、千葉県における露地野菜の主要品目であるダイコン、ニンジン及びネギと栽培期間が重ならないことから、生落花生の生産拡大は農家所得向上に加え、栽培品目が少ない夏秋作期においても雇用が可能となり、年間雇用体系が期待される。以上のことから、生落花生の流通方法を確立することは、国産落花生の需要拡大や野菜農家の所得向上及び大規模経営体の育成に貢献すると考えられる。

基本的な青果物の品質保持方法として、青果物は収穫後も呼吸をしていることから、呼吸を抑制させることで品質低下が軽減できる。呼吸を抑制させる方法は低温で保存する方法と低酸素条件で保存する方法が知られており、エダマメにおいて様々な検討がなされている。千葉・八重樫（1988）はエ

ダマメ収穫後の糖含量の変化を貯蔵温度別に検討した結果、高温下では糖含量が急激に減少した一方で、0℃貯蔵では糖含量の減少が少なく、呼吸量も低温下ほど少なかったことから、収穫後の品質保持には低温貯蔵が有効であるとしている。低酸素条件で保存する方法としては、エダマメにおいて、無気呼吸が起こらない程度の低酸素状態で包装する MA（Modified Atmosphere）包装を行うことにより、糖含量やグルタミン酸含量の低下が抑制され、食味の判定においても MA 包装の有効性が示されている（平野，2003）。また、品質保持には併せて水分の蒸散を防ぐことが重要であるとしている（秋本・黒田，1981；平野，2003）。その一方で、生落花生における品質保持方法に関する知見は乏しい。そこで本研究ではゆで豆用に適した品質を維持できる生落花生の流通方法を確立することを目的として、予冷後の温度管理や包装方法などの違いが、カビの発生や食味関連成分に及ぼす影響を比較調査したので報告する。

なお本研究の実施に当たり、住友ベークライト株式会社に多大なるご協力をいただいた。ここに記して深く感謝の意を表する。

II 材料及び方法

1. 収穫時期及び包装資材の違いがカビの発生に及ぼす影響

供試品種は「千葉 P114 号」を用い、2015 年 6 月 15 日に千葉県農林総合研究センター最重点プロジェクト研究室圃場に播種した。収穫期は 9 月 30 日（開花期後 74 日）に収穫した早期区及び 10 月 13 日（開花期後 88 日）に収穫した晩期区を設けた。収穫後、莢をニンジン洗浄機で洗浄し、選別を行った後、農業用コンテナに入れ、4℃の低温庫にて一晚予冷した。翌日包装を行った後に 5kg 容の段ボール箱に詰め、25℃の恒温庫で保存した。包装資材はネット、穴あきポリプロピレンフィルム（150mm×250mm、穴径 6mm、穴数表裏に 4 か所、以下穴あきポリフィルムとする）、MA 包装フィルム（商品名：P-プラス（株）住友ベークライト社製）、品番：EZ7K4（160mm×230mm、エダマメ用））及び結露防止 MA 包装フィルム（住友ベークライト（株）による試供品、サイズ：150mm×190mm、酸素透過量は EZ7K4 と同等に調整）の 4 種を用いた袋とした。ネットを除く 3 種のフィルムについては口を閉じて密封した。試験規模は 1 袋を

受理日 2018 年 8 月 1 日

本報告の一部は、2018 年度日本作物学会第 246 回講演会（2018 年 9 月、北海道）において発表した。

200g とし、これを 3 反復設けた。庫内の温度及び湿度については、温度・湿度データロガー（おんどとり TR-72wf, T&D(株)社製）を用いて 30 分間隔で計測した。莢表面のカビ発生率及び子実水分含量の調査は、収穫直後、包装前、包装 1 日後、包装 4 日後及び包装 7 日後に実施した。莢表面のカビ発生率は袋内の莢に菌糸が発生した莢数を目視で計測し、子実水分含量は電気抵抗式の携帯型水分計（MDX-1000, オガ電子(株)社製）による簡易測定法（黒田ら, 2017）で測定した。

2. 保存温度及び保存湿度の違いが生落花生の品質に及ぼす影響

供試品種は「千葉 P114 号」を用い、2015 年 6 月 15 日に千葉県農林総合研究センター最重点プロジェクト研究室圃場に播種した。収穫は 9 月 30 日（開花期後 74 日）に行った。収穫後、莢をニンジン洗浄機で洗浄し、選別を行った後、農業用コンテナに入れ、4℃の低温庫にて一晩予冷し、翌日ネット袋に包装した。保存温度は 4℃と 25℃の 2 処理、保存湿度は 5kg 容の段ボール箱内にポリフィルムを重ねた中に包装した生落花生を入れ、フィルム上部を密閉せずに重ね合わせた高湿度区と、ネット袋の状態のまま保存した低湿度区の 2 区を設けた。試験規模は 1 袋を 200g とし、これを 3 反復設けた。温度及び湿度の測定は、低湿度区については庫内、高湿度区についてはポリフィルム内を、温度・湿度データロガー（おんどとり TR-72wf, T&D(株)社製）を用いて 30 分間隔で計測した。子実内容成分の分析は、収穫直後、包装前、包装 1 日後、包装 4 日後及び包装 7 日後に行い、落花生子実約 10 粒をフードプロセッサー（MK-K58, ナショナル製）で粉碎し、均一化したものを分析試料とした。子実水分含量は試料 10g を 105℃における常圧乾燥法により測定した。ショ糖含量は脱脂を行った後、80%熱エタノールで抽出後、ホモジナイズ処理を行い、遠心分離によって上澄みと沈殿物に分離し、上澄みをエタノール留去後に水に再溶解し、高速液体クロマトグラフィ（RI 検出器, カラム: Shim-pack SCR-101N (φ7.9×300mm), カラム温度 50℃, 移動相 H₂O, 流速 1.0ml/min) により測定した。デンプン含量は、糖抽出残渣を塩酸分解後に、生成したブドウ糖量をショ糖と同じ条件で高速液体クロマトグラフィにより測定し、0.9 を乗じて求めた。食味官能評価は、包装 4 日後及び 7 日後の生落花生を莢ごと 1.5%の塩水で 40 分茹で、冷却後-20℃で冷凍保存し、官能評価当日に常温解凍した試料を用いて評価を行った。パネルは千葉県農林総合研究センター職員 10 名とし、官能項目及び評価方法は、食感（1: 粘質～5: 粉質）、硬さ（1: 硬い～5: 軟らかい）、甘み（1: 弱い～5: 強い）、風味（1: 悪い～5: 良い）、総合（1: 悪い～5: 良い）のそれぞれ 5 段階で評価した。

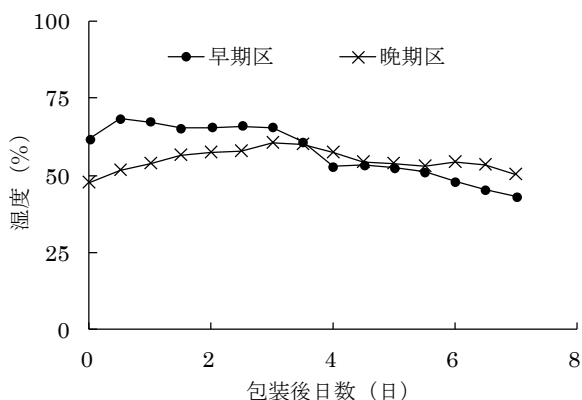
3. 保存温度及び包装資材の違いが生落花生の品質に及ぼす影響

供試品種は「千葉 P114 号」を用い、2016 年 4 月 26 日に千葉県農林総合研究センター最重点プロジェクト研究室圃場に播種した。収穫は 8 月 25 日（開花期後 76 日）に行った。収穫後、莢をニンジン洗浄機で洗浄し、選別を行った後、農業用コンテナに入れ、4℃の低温庫にて一晩予冷した。翌日包装を行い、4℃または 25℃の恒温庫に保存した。処理区は 4℃でネット袋包装したネット 4℃区、25℃でネット袋包装したネット 25℃区、25℃で試験 1 と同様の規格の穴あきポリフィルム袋で包装した穴あきポリフィルム区、25℃で酸素透過量を EZ7K4 と比較してそれぞれ 40%, 65%及び 85%程度とし、袋内酸素濃度が 3～10%程度になるように調整した結露防止 MA 包装フィルム（(株)住友ベークライト社による試供品、サイズ: 150mm×190mm）袋に包装した、結露防止 MA 包装（40%）区、結露防止 MA 包装（65%）区及び結露防止 MA 包装（85%）区の 6 区とし、まとめて 5kg 容の段ボール箱に入れて保存した。試験規模は 1 袋を 200g とし、これを 3 反復設けた。庫内の温度及び湿度については、温度・湿度データロガー（おんどとり TR-72wf, T&D(株)社製）を用いて 30 分間隔で計測した。子実内容成分の分析及び莢表面のカビ発生率の調査は包装前、包装 1 日後、包装 3 日後、包装 5 日後及び包装 7 日後に行った。莢表面のカビ発生率は試験 1 と同様に、子実内容成分の分析は試験 2 と同様に実施した。食味官能評価は、ネット 4℃区、ネット 25℃区、結露防止 MA 包装（40%）区及び結露防止 MA 包装（65%）区の 4 区で実施した。包装 5 日後の生落花生を莢ごと 1.5%の塩水で 40 分茹で、冷却後-20℃で冷凍保存し、官能評価当日に常温解凍した試料を用いて評価を行った。パネルは千葉県農林総合研究センター職員 12 名とし、官能項目及び評価方法は、試験 2 と同様に実施した。

III 結 果

1. 収穫時期及び包装資材の違いがカビの発生に及ぼす影響

試験期間中の庫内温度はおおむね 25℃で推移した。試験期間中の庫内の湿度の推移を第 1 図に示した。湿度はおおむね 50～60%で推移した。子実水分含量の推移を第 1 表に示した。子実水分含量はネット包装が大きく減少する傾向にあり、包装 7 日後には 20%を下回った。一方、他の包装資材の水分減少は小さかった。また、収穫時期の違いによる子実水分含量の推移は、各包装資材において包装 1 日後及び 4 日後で、晩期区の方が低い傾向が見られた。莢表面のカビ発生率を第 2 表に示した。早期区の包装 4 日後及び 7 日後におけるカビ発生率は、穴あきポリフィルムの 12%及び 23%と比較して、ネットではともに 0%、結



第1図 収穫時期別に保存した試験期間中の庫内湿度の推移

注) 庫内温度は 25℃で調整した。

第2表 異なる収穫時期及び包装資材における
莢表面のカビ発生率の推移

収穫期	包装資材	莢表面のカビ発生率 (%)				
		収穫 直後	包装 前	包装後日数		
				1日	4日	7日
早期	ネット			0	0 c	0 c
	MA包装フィルム			0	9 ab	18 ab
	結露防止MA包装フィルム	0	0	0	2 bc	6 bc
	穴あきポリフィルム			0	12 a	23 a
晚期	ネット			0	0 c	0 c
	MA包装フィルム			0	3 bc	0 c
	結露防止MA包装フィルム	0	0	0	0 c	0 c
	穴あきポリフィルム			0	0 c	4 c
分散 分析	収穫期	ns	ns	ns	**	**
	包装資材	-	-	ns	**	**
	交互作用	-	-	ns	*	**

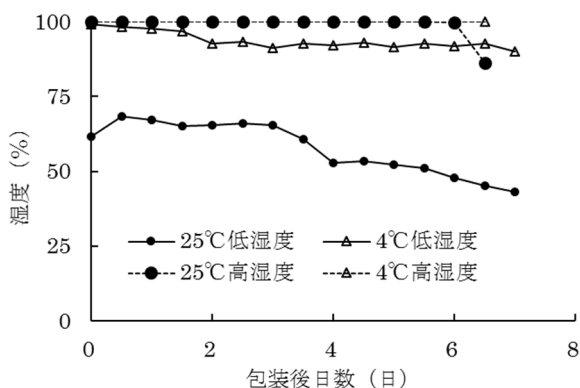
注1) 25℃条件下において保存した。

注2) カビ発生率を角変換してから統計処理を実施した。

注3) **, *, nsはそれぞれ2元配置の分散分析の結果、1%水準で有意、5%水準で有意、有意でないことを示す。

注4) 同一の包装後日数に関して、数値右横の異なるアルファベット間は、Tukey法において5%水準で有意差があることを示す。

結露防止 MA 包装フィルムでは2%及び6%と有意に低かった。結露防止 MA 包装フィルムと MA 包装フィルムの比較では有意差は確認されなかったが、早期区の包装4日後及び7日後におけるカビ発生率は、MA 包装フィルムが9%及び18%であったのに対し、結露防止 MA 包装フィルムでは2%及び6%と低い傾向であった。また、収穫期別では晚期区が早期区と比較して、カビの発生が少なかった。



第2図 異なる温度及び湿度にて保存した試験期間中の湿度の推移

注) 庫内温度は 25℃または 4℃に調整。

第1表 異なる収穫時期及び包装資材における
子実水分含量の推移

収穫期	包装資材	子実水分含量 (%)				
		収穫 直後	包装 前	包装後日数		
				1日	4日	7日
早期	ネット			44 abc	34 b	13 b
	MA包装フィルム			45 a	40 a	38 a
	結露防止MA包装フィルム	43	40	45 a	38 ab	38 a
	穴あきポリフィルム			44 ab	38 ab	40 a
晚期	ネット			37 d	28 c	19 b
	MA包装フィルム			42 abcd	37 ab	39 a
	結露防止MA包装フィルム	42	42	39 bcd	38 ab	38 a
	穴あきポリフィルム			38 cd	37 ab	38 a
分散 分析	収穫期	ns	ns	**	**	ns
	包装資材	-	-	*	**	**
	交互作用	-	-	ns	*	ns

注1) 25℃条件下において保存した。

注2) **, *, nsはそれぞれ2元配置の分散分析の結果、1%水準で有意、5%水準で有意、有意でないことを示す。

注3) 同一の包装後日数に関して、数値右横の異なるアルファベット間は、Tukey法において5%水準で有意差があることを示す。

2. 保存温度及び保存湿度の違いが生落花生の品質に及ぼす影響

試験期間中の温度については、4℃区、25℃区ともにおおむね設定温度で推移した。試験期間中の湿度の推移を第2図に示した。湿度は高湿度区においてはほぼ 100%，4℃低湿度区においてはおよそ 90%，25℃低湿度区においてはおよそ 50～60%で推移した。子実水分含量の推移を第3表に示した。子実水分含量は低湿度区において減少し、特に 25℃低湿度区では、包装7日後には9%となり大幅に減少した。また、ショ糖含量の推移を第4表に、デンプン含量の推移を第5表に示した。ショ糖含量はいずれの区も包装前の 2.2g/100gDW から包装1日後に 0.9～1.2g/100gDW へ減少し、その後増加する傾向を示した。その要因について、保存湿度の影響は認められず、保存温度については、包装4日後及び7日後において、25℃区は4℃区と比較して高いことが認められた。デンプン含量は包装後の日数経過に伴い、減少する傾向にあり、その要因について、保存湿度の影響は認められず、保存温度については、25℃区は4℃区と比較して低いことが認められた。

第3表 異なる保存温度及び保存湿度における
子実水分含量の推移

温度	湿度	子実水分含量 (%)				
		収穫 直後	包装 前	包装後日数		
				1日	4日	7日
4℃	高湿度			50	51 a	50 a
	低湿度	48	50	50	46 a	39 b
25℃	高湿度			46	48 a	46 b
	低湿度			46	28 b	9 c
分散 分析	温度	-	-	*	**	**
	湿度	-	-	ns	**	**
	交互作用	-	-	ns	**	**

注1) **, *, nsはそれぞれ2元配置の分散分析の結果、1%水準で有意、5%水準で有意、有意でないことを示す。

注2) 同一の包装後日数に関して、数値右横の異なるアルファベット間は、Tukey法において5%水準で有意差があることを示す。

第 4 表 異なる保存温度及び保存湿度における
子実中のショ糖含量の推移

温度	湿度	ショ糖含量 (g/100gDW)				
		収穫 直後	包装 前	包装後日数		
				1日	4日	7日
4℃	高湿度	2.5	2.2	0.9	3.2 c	2.6 b
	低湿度			1.0	3.6 bc	2.7 b
25℃	高湿度			1.2	4.6 a	5.2 a
	低湿度			1.1	4.5 ab	4.2 a
分散 分析	温度	-	-	ns	**	**
	湿度	-	-	ns	ns	ns
	交互作用	-	-	ns	ns	ns

注1) **, *, nsはそれぞれ2元配置の分散分析の結果,
1%水準で有意, 5%水準で有意, 有意でないことを示す。

2) 同一の包装後日数に関して, 数値右横の異なる
アルファベット間は, Tukey法において5%水準で
有意差があることを示す。

第 5 表 異なる保存温度及び保存湿度における
子実中のデンプン含量の推移

温度	湿度	デンプン含量 (g/100gDW)				
		収穫 直後	包装 前	包装後日数		
				1日	4日	7日
4℃	高湿度	10	9.7	10.5	9.3 a	9.3 a
	低湿度			10.5	9.0 a	8.0 a
25℃	高湿度			9.0	7.0 b	6.4 b
	低湿度			9.1	6.4 b	6.3 b
分散 分析	温度	-	-	*	**	**
	湿度	-	-	ns	ns	ns
	交互作用	-	-	ns	ns	ns

注1) **, *, nsはそれぞれ2元配置の分散分析の結果,
1%水準で有意, 5%水準で有意, 有意でないことを示す。

2) 同一の包装後日数に関して, 数値右横の異なる
アルファベット間は, Tukey法において5%水準で
有意差があることを示す。

第 6 表 異なる温度及び湿度で保存した後のゆで落花生の食味官能評価

温度	湿度	包装4日後					包装7日後				
		食感	硬さ	甘み	風味	総合	食感	硬さ	甘み	風味	総合
4℃	高湿度	2.9	3.3	2.2	2.6	2.3	3.2	3.5 a	2.4	3.1	2.6 a
	低湿度	2.9	2.7	2.7	2.8	2.6	3.2	3.1 a	2.8	3.0	3.0 a
25℃	高湿度	3.3	3.4	2.1	2.4	2.3	2.9	3.0 a	3.4	3.4	3.2 a
	低湿度	3.4	2.8	2.3	2.3	2.2	3.5	1.0 b	2.2	2.2	1.3 b

注1) 評価はそれぞれ5段階とし, 食感 (1: 粘質~5: 粉質), 硬さ (1: 硬い~5: 軟らかい),
甘み (1: 弱い~5: 強い), 風味 (1: 悪い~5: 良い), 総合 (1: 悪い~5: 良い) で示した。

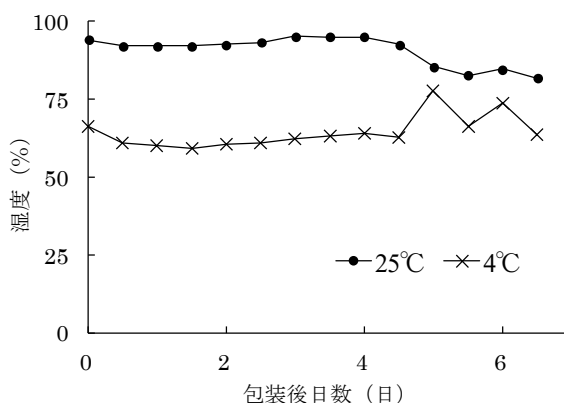
2) 同一の項目の, 異なる文字間にはSteel-Dwass法にて, 5%水準で有意差があることを示す。

次に食味官能評価の結果を第 6 表に示した。包装 4 日後における食味官能評価に違いは認められなかった。包装 7 日後において, 25℃低湿度区は食感が硬いと有意に評価され, 総合値が有意に低かった。

3. 保存温度及び包装資材の違いが生落花生の品質に及ぼす影響

試験期間中の温度については, 4℃区, 25℃区ともにおおむね設定温度で推移した。試験期間中の湿度の推移を第 3 図に示した。25℃区においては 80~95%で, 4℃区においては 60~75%で推移した。子実水分含量の推移を第 7 表に示した。25℃で保存した処理区においては, いずれも

子実水分含量は 40%以上を維持していた。一方, 4℃ネット区においては, 子実水分含量が包装 7 日後には 23%まで減少した。莢表面のカビ発生率を第 8 表に示した。ネット 4℃区のカビ発生率が 0%と低く, 穴あきポリフィルムのカビ発生率が包装 3 日後では 9%, 5 日後では 13%, 7 日後では 18%と高い傾向にあった。また, 25℃ネット区のカビ発生率は包装 3 日後では 5%, 5 日後では 8%, 7 日後では 7%であり, 結露防止 MA 包装フィルムの各区は, 包装 3 日後では 1%, 5 日後では 2~3%, 7 日後では 8~11%と, 穴あきポリフィルム区と比較して, 低い傾向にあった。次にショ糖含量の推移を第 9 表に, デンプン含量の



第 3 図 異なる温度及び包装資材にて保存した
試験期間中の湿度の推移
注) 庫内温度は 25℃または 4℃に調整した。

第7表 異なる保存温度及び包装資材における子実水分含量の推移

保存温度	包装資材	子実水分含量 (%)				
		包装前	1日	3日	5日	7日
4℃	ネット		47	41 b	28 b	23 b
25℃	ネット		51	44 ab	43 a	41 a
25℃	穴あきポリフィルム	51	50	47 ab	45 a	45 a
25℃	結露防止MA包装(40%)		48	52 a	47 a	45 a
25℃	結露防止MA包装(65%)		52	47 ab	45 a	45 a
25℃	結露防止MA包装(85%)		50	49 ab	45 a	45 a
分散分析		-	ns	*	**	**

注1) **, *, nsはそれぞれ分散分析の結果，1%水準で有意，5%水準で有意，有意でないことを示す。
 2) 同一列の，数値右横の異なるアルファベット間は，Tukey法において5%水準で有意差があることを示す。

第9表 異なる保存温度及び包装資材における子実中のショ糖含量の推移

保存温度	包装資材	ショ糖含量 (g/100gDW)				
		包装前	1日	3日	5日	7日
4℃	ネット		3.3	3.4	3.1 c	3.2 cd
25℃	ネット		3.2	4.1	5.0 a	5.5 a
25℃	穴あきポリフィルム	3.6	3.4	4.1	4.2 ab	4.5 ab
25℃	結露防止MA包装(40%)		3.0	3.3	3.0 c	2.6 d
25℃	結露防止MA包装(65%)		3.1	4.0	3.6 bc	4.0 bc
25℃	結露防止MA包装(85%)		2.9	3.3	3.5 bc	4.0 bc
分散分析		-	ns	*	**	**

注1) **, *, nsはそれぞれ分散分析の結果，1%水準で有意，5%水準で有意，有意でないことを示す。
 2) 同一列の，数値右横の異なるアルファベット間は，Tukey法において5%水準で有意差があることを示す。

第8表 異なる保存温度及び包装資材における莢表面のカビ発生率の推移

保存温度	包装資材	莢表面のカビ発生率 (%)				
		包装前	1日	3日	5日	7日
4℃	ネット		0	0	0 c	0 b
25℃	ネット		0	5	8 ab	7 ab
25℃	穴あきポリフィルム	0	0	9	13 a	18 a
25℃	結露防止MA包装(40%)		0	1	2 bc	11 ab
25℃	結露防止MA包装(65%)		0	1	3 bc	10 ab
25℃	結露防止MA包装(85%)		0	1	2 bc	8 ab
分散分析		-	ns	ns	**	*

注1) カビ発生率を角変換してから統計処理を実施した。
 2) **, *, nsはそれぞれ分散分析の結果，1%水準で有意，5%水準で有意，有意でないことを示す。
 3) 同一列の，数値右横の異なるアルファベット間は，Tukey法において5%水準で有意差があることを示す。

第10表 異なる保存温度及び包装資材における子実中のデンプン含量の推移

保存温度	包装資材	デンプン含量 (g/100gDW)				
		包装前	1日	3日	5日	7日
4℃	ネット		10.1	9.7 ab	9.3 a	9.2 a
25℃	ネット		10.8	7.3 c	6.5 c	6.7 d
25℃	穴あきポリフィルム	10.6	9.6	7.8 bc	6.8 c	7.2 cd
25℃	結露防止MA包装(40%)		10.4	10.0 ab	8.9 ab	8.3 b
25℃	結露防止MA包装(65%)		10.7	8.8 abc	8.1 b	8.0 bc
25℃	結露防止MA包装(85%)		10.5	9.7 ab	8.4 ab	8.1 b
分散分析		-	ns	**	**	**

注1) **, *, nsはそれぞれ分散分析の結果，1%水準で有意，5%水準で有意，有意でないことを示す。
 2) 同一列の，数値右横の異なるアルファベット間は，Tukey法において5%水準で有意差があることを示す。

第11表 異なる温度及び包装資材で保存した後のゆで落花生の食味官能評価

保存温度	包装資材	食感	硬さ	甘み	風味	総合
4℃	ネット	3.8	1.4 b	2.8	2.5 ab	2.0 b
25℃	ネット	3.3	3.3 a	3.4	3.3 a	3.3 a
25℃	結露防止MA包装(40%)	3.4	2.8 a	2.6	2.3 b	2.3 b
25℃	結露防止MA包装(65%)	2.9	3.0 a	2.9	3.0 ab	3.0 ab

注1) 包装5日後のサンプルを用いて，評価を実施した。
 2) 評価はそれぞれ5段階とし，食感(1: 粘質～5: 粉質)，硬さ(1: 硬い～5: 軟らかい)，甘み(1: 弱い～5: 強い)，風味(1: 悪い～5: 良い)，総合(1: 悪い～5: 良い)で示した。
 3) 同一列の，異なる文字間にはSteel-Dwass法にて，5%水準で有意差があることを示す。

推移を第10表に示した。ショ糖含量はいずれの区も包装前の3.6g/100gDWから包装1日後に2.9～3.4g/100gDWへ減少し，その後増加する傾向を示した。包装5日後及び7日後におけるショ糖含量は，ネット25℃区では5.0g/100gDW及び5.5g/100gDWと比較し，ネット4℃区では3.1g/100gDW及び3.2g/100gDW，結露防止MA包装の各区では3.0～3.6g/100gDW及び2.6～4.0g/100gDWと有意に低かった。また，酸素透過量の異なる結露防止MA包装フィルム間での比較では，酸素透過量が最も低い，結露防止MA包装(40%)区のショ糖含量が包装7日後において2.6g/100gDWと特に低かった。デンプン含量は包装後の日数経過に伴い減少する傾向にあり，ショ糖含量の増加が大きいほど，デンプン含量の減少の程度が大きか

った。包装5日後における食味官能評価の結果を第11表に示した。硬さについてはネット4℃区が他の処理区と比較して硬く，風味はネット25℃区が最も評価が高かった。総合評価ではネット25℃区が高く，ネット4℃区及び結露防止MA包装(40%)区は有意に低かった。

IV 考 察

ゆで豆用生落花生の品質を保持するにあたり，莢表面のカビ発生抑制と子実の食味維持の2点が特に重要である。本研究において保存条件とカビの発生の関係について調査した結果，4℃で保存することにより，25℃で保存する場合と異なり，カビは発生しなかった(第8表)。このことから低

温で流通させることによって、生落花生のカビの発生を包装7日後まで抑制できることが明らかとなった。しかし、低温による流通はコストがかかることや、生産地から消費地までの青果物の流通経路の中では低温化されていない場所も多く（堀田ら，1997），インフラ面での課題も多い。25℃の保存条件における、包装資材とカビの発生についてさらに調査を行った結果、穴あきポリフィルムと比較して、結露防止MA包装フィルム及びネットのカビ発生率は低い傾向にあった（第2表，第8表）。このことから本研究において、莢表面のカビの発生は結露が直接的な要因かどうかは確認できなかったが、ポリフィルムやMA包装フィルムのように結露が生じやすい包装資材よりも、ネットや結露防止フィルムのような結露が発生しにくい包装資材を活用することによって、常温においてもカビの発生をある程度抑制できることが明らかとなった。

また、収穫期とカビの発生について、開花期後74日で収穫するよりも開花期後88日で収穫した方がカビの発生は少なく（第2表），包装1日後及び包装4日後の子実水分含量も低かった（第1表）。このことから収穫期を遅くすることで、子実水分含量が低くなり、保存中のカビの発生が抑制できると推測された。しかし、ゆで豆用として利用する場合は、煎り豆用と比較して、収穫を早くした方が食味の点で良いとされている（鈴木ら，1997）。供試した品種「千葉P114号」の煎り豆での収穫適期は開花期後80日とされており（黒田ら，2017），本調査で行った開花期後88日での収穫は煎り豆としての収穫適期からも大きく遅れており、食味の低下が懸念される。これらのことから、ゆで豆用生落花生としての収穫適期は、カビ発生率と食味の点を考慮して決める必要があり、今後の検証が必要である。

次に保存条件と食味の関係について、エダマメにおいては、常温貯蔵では糖含量が減少するが、低温貯蔵やMA包装によって、糖含量の低下が抑制されるとされている（千葉・八重樫，1988；平野，2003）。ゆで豆用落花生においても、30℃で保存した場合、収穫1日後にはショ糖及び遊離グルタミン酸が半分以下まで減少することから、食味の維持には収穫後の速やかな加工処理が必要であるとされている（日坂，2011）。本研究において保存温度とショ糖の関係について調査した結果、包装1日後ではショ糖は減少した。しかし日数の経過に伴い、包装7日後までの範囲では、ショ糖が増加し、4℃で保存した場合と比較して、25℃で保存した方が、ショ糖含量が高くなった（第4表，第9表）。また、25℃で保存した条件において、MA包装を行い、落花生の呼吸量に合わせて袋内酸素濃度が低くなるように酸素透過量を調節した処理区のショ糖の増加量はネット包装と比較して少なく、さらにMA包装を行った処理区間での比較では、酸素透過量を少なくし、袋内酸素濃度がより低くなるように調節した資材は

ど、ショ糖の増加が抑制された（第9表）。一方でデンプンの推移は包装後の日数経過に伴って低下する傾向にあり、ショ糖の増加量が多いほど、デンプンの減少量も多かった（第5表，第10表）。鈴木（2008）は収穫直後に脱莢し、乾燥中の落花生子実内のショ糖含量の推移を調査した結果、収穫後順次低下するが、40時間後に上昇に転じ、その間デンプン含量は次第に低下するとしている。このことから本研究において、保存中に落花生は呼吸消耗により糖含量が減少する一方で、デンプンが糖へと転換されることによって、ショ糖が増加する反応が行われているものと推察される。さらに低温保存もしくはMA包装によって呼吸を抑制した条件において、デンプンの減少及びショ糖の増加が抑制されたことから、呼吸消耗が減少すると同時に、デンプンから糖への転換も抑制されたためと説明することができる。また、包装5日後における食味官能評価では、ショ糖含量が高かった25℃で保存したネット包装での甘み評価が比較的高く、総合評価が有意に高かった一方、ショ糖含量が低かった4℃で保存したネット包装及び25℃で保存した酸素透過量が少ないMA包装の総合評価は低かった（第11表）。このことから生落花生の保存方法として、包装後3～5日程度の日数が経過してから調理を行なう場合は、低温保存もしくはMA包装によって呼吸を抑制することで品質保持を行うよりも、ネット包装などのように呼吸が抑制されない条件で保存することによって、ショ糖を高めた方が食味を保つことができると考えられた。

併せて農産物の品質保持には水分の蒸散を防ぐことも重要である（秋本・黒田，1981；平野，2003）。本研究においても低湿度条件下で保存し、子実水分含量が大幅に低下した処理区における食味官能評価では、食味は硬いと評価され、総合評価も大きく劣った（第6表）。このことから生落花生の保存において、子実水分を低下させないことも食味の点で重要であると考えられた。本調査における、子実水分が低下しやすい条件は、ネット包装かつ低湿度条件下で保存した場合であった（第1表，第3表）。一方でMA包装フィルムなど他の包装資材では、低湿度条件においても、子実水分含量が低下しなかった（第1表）。このことから子実水分の保持という点では、ネット包装は本調査で供試した他の包装資材と比較して劣ると考えられた。

以上の結果をまとめると、ネット包装はカビ発生率が低く、食味の点においても優れた包装方法であるが、低湿度条件下では子実水分が低下しやすいため、保存中は湿度が低くならない条件を維持することが重要であると考えられた。他の包装資材についてはMA包装フィルム及び穴あきポリフィルムはカビ発生率が高く、実用性が低いと考えられた。結露防止MA包装フィルムにおいては、カビ発生率が低く、子実水分もネット包装と比較して維持できることから、有望な包装資材と考えられたが、食味の点においては、呼吸が抑制された

ことにより、包装から3～7日経過した段階においては、ネット包装と比較してショ糖が低く、食味評価が劣った。そのため、フィルムの酸素透過量をより多くし、袋内酸素濃度を高めに維持することで、ショ糖がネット包装と同様に増加し、ネット包装と変わらない食味になると考えられることから、今後の実証が期待される。

V 摘 要

ゆで豆用に適した品質を維持できる生落花生の流通方法を確立することを目的とし、予冷後の温度管理や包装方法など種々の条件で、カビの発生や食味関連成分を比較調査した。

1. 莢表面のカビの発生は4℃で保存することで包装7日後まで抑制できた。また、常温においても、結露が発生しにくい包装資材の活用や、収穫時期を遅くすることで、カビの発生が抑制できた。
2. 包装後日数が3～5日と経過した条件においては、低温保存もしくはMA包装など呼吸が抑制された条件よりも、ネット包装など呼吸が抑制されない条件で保存した方が、包装後の日数経過に伴いショ糖が増加し、食味が優れた。
3. 食味の維持には子実水分も重要であり、低湿度条件下においても子実水分が低下しにくい包装資材が適していると考えられた。

VI 引用文献

秋元浩一・黒田佐俊(1981) 生鮮エダマメのフィルム包装と品質. 園学雑. 50: 100-107.
千葉県(2017) 千葉の園芸と農産. p.54.千葉県農林水産部生産振興課. 千葉.

千葉泰弘・八重樫誠次(1988) エダマメ収穫後の品質変化. 東北農業研究. 41: 287-288.
平野久一(2003) 枝豆青果のMA包装流通. エダマメ研究1: 41-44.
日坂弘行(2011) レトルト落花生の開発. 食科工誌. 58:1-6.
日坂弘行・宮崎丈史・深沢嘉人・鈴木 茂・石井 勝(1998). 9.24) 未乾燥の莢付き落花生を原料としたレトルト落花生及びその製造方法. 特許第2981995号.
堀田 博・名和義彦・佐藤和憲・石谷孝佑・内海 昭・籠山 宏・伊瀬哲也・名取 寛・岡田秀美(1997) 青果物の簡易型スポット保冷装置による品質保持. 日本食品保蔵科学会誌. 23:15-20.
岩田義治・清島浩之・長谷川 誠・松田隆志・鈴木一男・曾良久男・坂巻有香里(2008) 落花生新品種「おおまさり」の育成経過とその特性. 千葉農総研研報. 7:17-26.
黒田幸浩・桑田主税・岩佐博邦・大井田 寛・鈴木健司(2017) 落花生「千葉P114号」の高品質多収栽培法. 千葉農林総研研報. 10:19-28.
黒田幸浩・家壽多正樹・飯嶋直人・鈴木健司(2017) 地干し・ボッチ乾燥体系に代わる新たな落花生の乾燥技術の開発. 日作関東支報. 32:40-41.
農林水産省(2017) 平成28年産らっかせい(乾燥子実)の作付面積. <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000031537275>. 2017年9月13日.
鈴木一男(2008) 落花生子実の収穫後のショ糖含量の推移と乾燥条件が子実の品質・食味に及ぼす影響. 千葉農総研研報. 7:63-67.
鈴木一男・中西建夫・高橋芳雄・松田隆志・岩田義治・鈴木 茂・石井良助・神代三男・曾良久男・屋敷隆士(1997) 落花生新品種「郷の香(さとのか)」の育成経過とその特性. 千葉農試研報. 38:55-66.

Effect of Storage Conditions after Pre-cooling on Quality of Peanuts for Boiling

Sachihiro KURODA, Naoto IJIMA and Kenji SUZUKI

Key words : peanuts, peanuts for boiling, storage conditions, mold growth, eating quality

Summary

To establish distribution systems for peanuts for boiling, we investigated the effect on eating quality and mold growth of peanuts of storage temperature, humidity and packaging methods after pre-cooling.

1. No mold growth up to a visible mycelium on the peanut shell was confirmed up to 7 days after packaging when stored at 4 °C. When stored at 25 °C, mold growth was inhibited by the use of condensation-free packaging material or by delaying the harvest.
2. During the several days after packaging, under open respiratory conditions, such as in net packaging, the sucrose content is higher and eating quality is better than under restricted respiratory conditions such as modified-atmosphere packaging or low-temperature preservation.
3. Maintaining the moisture content of peanut seeds is important to maintain their eating quality, which suggests the suitability of packaging materials that prevent loss of moisture due to transpiration.