

鮮度保持技術の革新と食品の高品質化

誌名	農林水産技術研究ジャーナル
ISSN	03879240
著者名	石谷,孝佑
発行元	農林水産技術情報協会
巻/号	12巻9号
掲載ページ	p. 21-29
発行年月	1989年9月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



鮮度保持技術の革新と食品の高品質化

石谷 孝佑

食生活の多様化、高度化にともなって、食材や食品の安全性、品質が大変重要視されるようになり、水分の多い加工食品や生鮮食品では鮮度が品質の重要な要素になっている。ますます重要視される「鮮度」を、良好な状態で保持するために、現在多くの機能性包装資材や鮮度保持技術が開発され、広く実用化されている。これらの資材や技術のもつ効果を適切に評価し、食品の流通に役立てていくことは極めて重要な課題である。

1. 社会環境の変化と食品の品質

最近、食品はますます多様化し、高級化している。加工食品、生鮮食品を問わず、国内で生産されるものは、円高になってからは海外の製品にも打ち勝つ必要が生じ、生産者は以前にも増して「品質が良く、鮮度、風味などの点で優れた、付加価値の高い食品」を供給する必要がでてきた。また、快適な社会、高齢化社会における食品は、「健康に良く、安全であること」を前提にし、経済的、合理的であると同時に、質的な満足感、楽しみ、文化性などを感じさせるものであることが大切であり、これらのニーズを的確にとらえた商品の差別化が重要になっている。世代の移り変わりや個性化などによって、質的な満足感、楽しみ、文化性それ自身も多様化し、ますます食品に対するニーズが複雑化しているが、これからの製品開発の基本は、売れ

る商品を開発することであり、「安全で品質の良いもの」であり、優れた品質をどのように差別化しアピールするかにある。

2. 食品の品質とは

食品の品質は食品の機能と密接な関係にあるが、更に広く、動的な機能と静的な特性を含んだものである。食品の品質には、大きく分けて食品が本来備えていなければならない基本的特性と、食品が持っている「作用、働き」である機能的特性があり、その二次特性として流通特性や付加特性がある(図1)と考える。基本的特性とは、食品に蛋白質やビタミンなどの栄養があり、有害物質が無く、安全で健康に良いという基本的な要件である。現代では、飽和脂肪酸、コレステロール、食塩、砂糖など、特定の栄養素が少ないということが特性になることもある。機能的特性には、人間の感覚器官に与える作用、即ち「食べて美味しい」ということに代表される嗜好特性と、「機能性食品」に該当する「生体調節機能を持っている」という特性があり、さらにそれらの二次特性として、流通

Takasuke ISHITANI: Innovation of freshness preservation technology for high quality foods

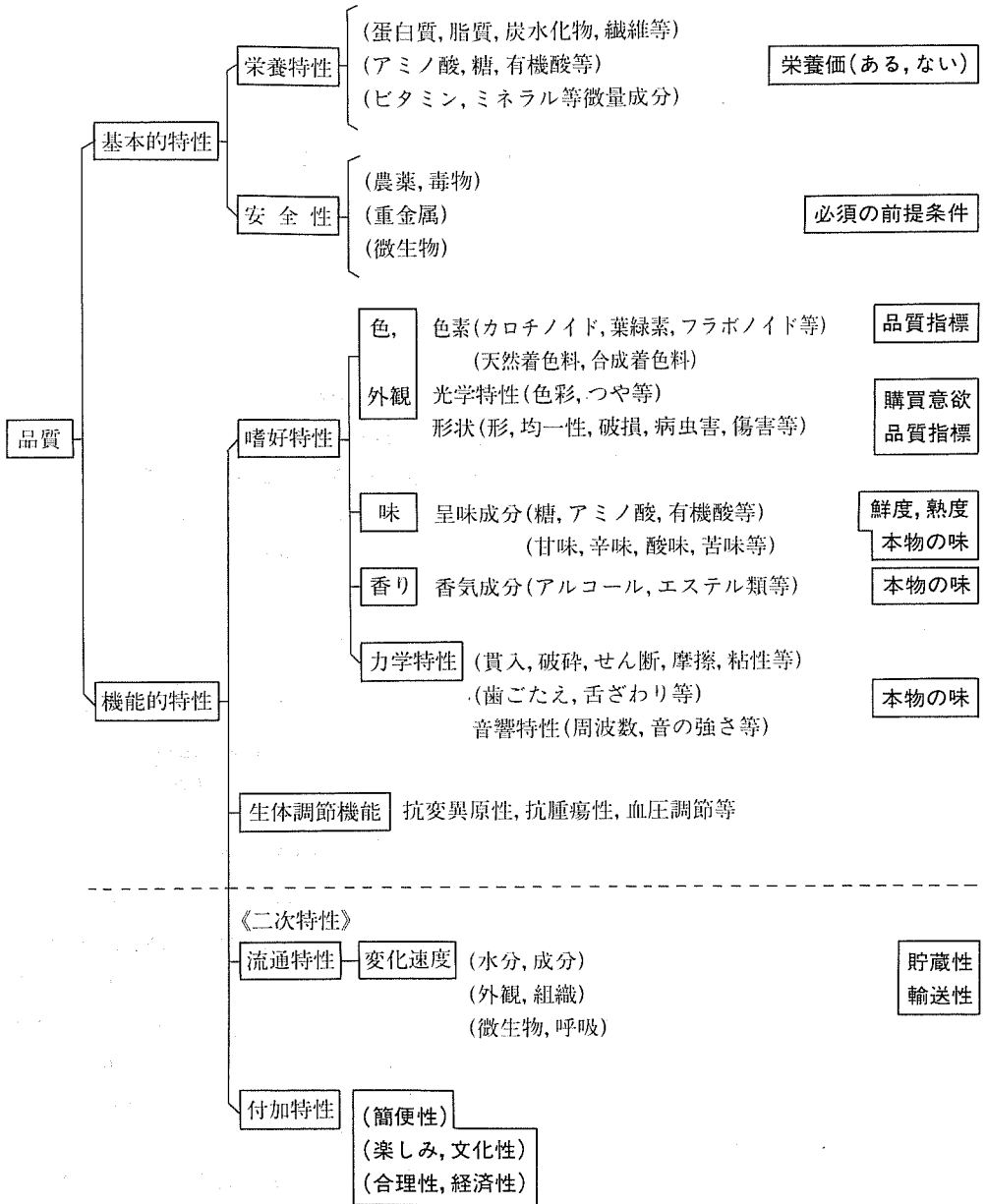


図1 食品の品質要素

過程における品質の安定性と「豊かな生活」に与える簡便性、文化性、合理性、経済性等の付加特性がある。嗜好特性には、味、香り、色、外観、力学特性などがあり、いずれも食品の品質指標として重要であり、消費者の購買意欲を刺激する重要な要素になっている。このような

嗜好特性が、流通時にどのように変化するかが流通特性であり、人々にどのような楽しみを与え、生活を豊にするかなどが付加特性である。

食品の品質を高めようとする場合、具体的にどのような消費者を対象に、どのような品質を高めようとしているのか、その品質をどのよう

に評価するのかを明らかにしておく必要がある。

3. 食品の流通における高品質化

食品の高品質化は、「まず品質の良い商品を生産し、これを品質低下させることなく流通させ、従来のものより品質の良い状態で消費者に届ける」ことによって達成される。品質の良い商品を作ることは、的確な消費者ニーズの把握あるいは的確な予想にもとづくウォンツの開発から始まる。そして、生産された品質の良い製品を種々の品質保持技術によって品質、鮮度、風味を落すことなく消費者に届けることである。

食品の品質低下の要因は非常に多様であり、用いられる品質保持技術も多様である(図2)。要求される品質レベルも技術も時代とともに変わり、昨今では「高品質化」の影響を受けて、品質保持技術もますます多様化、高度化している。

現在、食品のシェルフライフが長い、短いかにかかわらず、品質の向上、高品質化が強く求められ、それを可能にする技術が次々と開発されてきている。また、新しい加工技術、品質保持技術を用い、鮮度の良い状態で、より広範囲の流通が可能になってきている。

シェルフライフの短い多水分系加工食品、肉や魚介類などの生鮮食品では、低温でしかも短時間に流通させることによって、新鮮な商品を消費者に届ける方法が普及してきている。このための低温配送システムが整備されつつあり、低温配送センターが作られ、保冷箱・コンテナ、蓄冷剤、環境ガス調節資材、温度感知ラベル等温度管理資材などがこれを支える技術として開発、利用されてきている。青果物も予冷装置、保冷車、冷凍車の普及など、全体として低温流通の方向に向かっており、同時に機能性包装資材(表1)を利用して鮮度を保持する技術が注目され、多くの資材が開発され、利用されている。

殺菌や環境ガス制御など種々の品質保持技術を使ってシェルフライフをある程度延長した

(プロロングド・シェルフライフ)食品についても風味の向上が最も大きな問題になっている。品質の良い製品を製造し、品質保持には可能な限り品質を損なわない方法を用い、流通過程での風味変化に注意を払うことが、高品質化を実現する方策である。シェルフライフが延長されると流通範囲が拡大されるが、この種の食品は場合によっては海外から製品が入ってくることもなる。もとより価格では海外とは太刀打ち出来ない、消費者のニーズを的確にとらえた品質の良い商品の開発が必要になる。

レトルト食品、無菌包装食品や冷凍食品のようなロングライフ食品でも風味の向上が最大の問題になっている。ロングライフ食品は文字通り品質を長期間保持することができるが、実際には貯蔵食品というよりも主に簡便食品として利用されており、従って風味の良いものが好まれ、風味の良い製品が売れ筋商品になっている。このため、製造過程で加熱臭が生成しないよう製造工程を改善したり、包装材料の異臭を軽減したり、テクスチャー(歯ざわりなど)の劣化を防止するなどの改良がなされている。

4. 食品の品質を保つ自然な加工法

食品を加工するとき、熱を加えることが多いが、熱をかけることによって製品の品質が低下するものも少なくない。そこで、加熱を減らしたり、加熱しない加工法が各方面で考案され、製品の品質高化に役立っている。

伝熱より効率的な加熱ができるマイクロ波、遠赤外線などの電磁波も、乾燥や加熱加工、殺菌などの加熱条件を和らげる方法として用いられている。最近では、3,000~6,000気圧の高圧で蛋白質を変性させたり、澱粉を糊化させたり、微生物を殺菌したりする方法が開発され、新しい食品素材の開発、品質保持などへの利用が考えられている。

魚の干物を低温で製造する方法として低温除湿乾燥法が普及しているが、これより更にマイルドな方法で食品を乾燥するための吸水シート

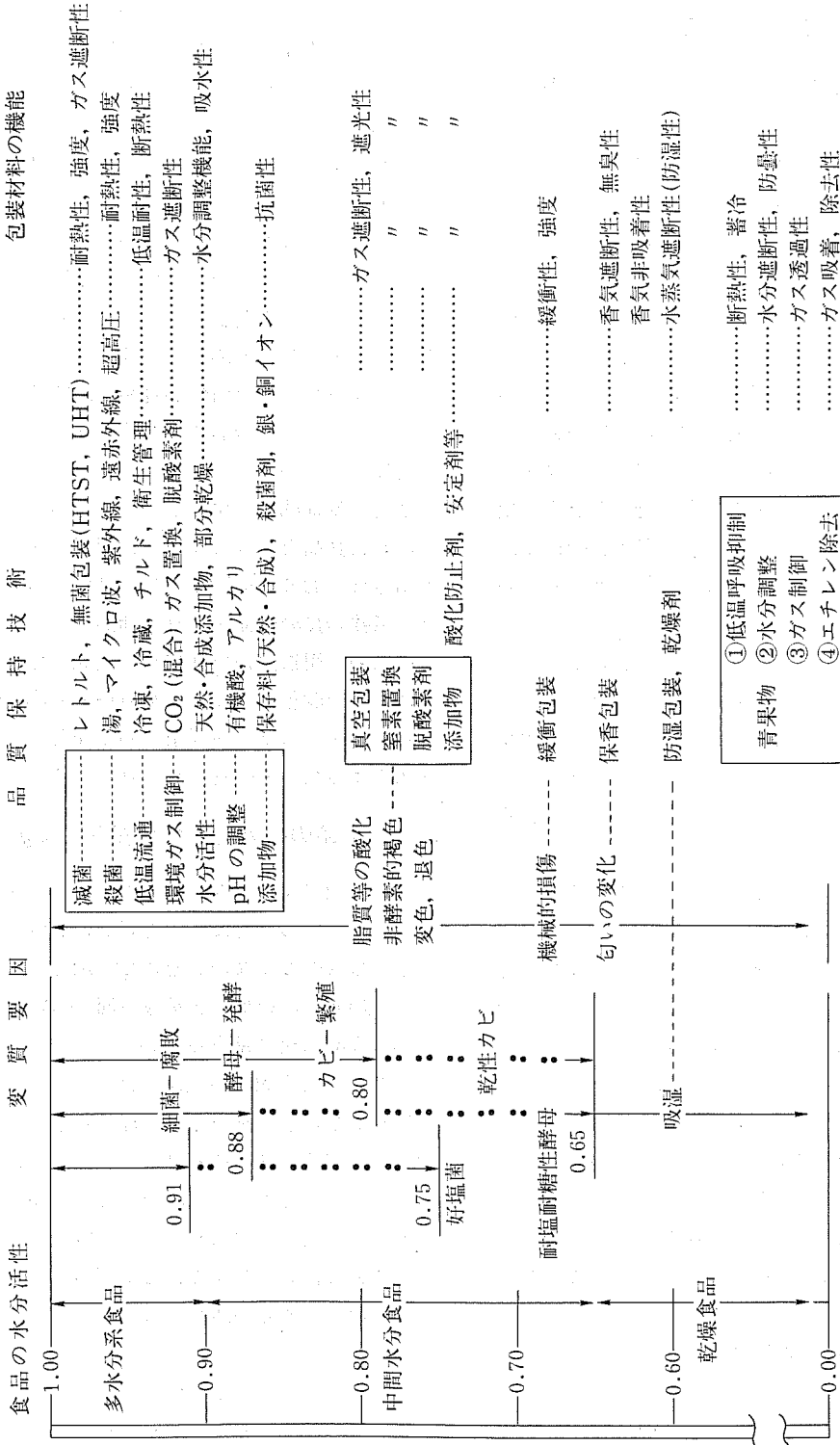


図2 食品の水分活性と変質要因, 品質保持技術および要求される包装材料の機能性(石谷原因)

表1 食品用機能性包装材料の種類

機能	包装材料, 副資材
1. 遮断性	
(1) 酸素遮断性 (酸素バリアー性)	ハイバリアー包材 (セラミック蒸着, アルミ蒸着, EVOH, PVDC共押しフィルム等)
(2) 二酸化炭素遮断性	ハイバリアー包材 //
(3) 水蒸気遮断性 (防湿性)	防湿性包材 //
(4) 揮発性物質遮断性 (保香性)	保香性包材 //
(5) 光線遮断性 (遮光性, 紫外線遮断性)	遮光性包材 (練り込み, 印刷, 紫外線遮断性素材)
2. 揮発性物質非吸着性	保香性包材 (ヒートシール性PET, PAN等)
3. 透過性	
(1) 酸素透過性	鮮度保持包材, 酸素富化膜等
(2) 二酸化炭素透過性	//, 柿の脱渋包装等
(3) 揮発性物質透過性	スモークブル合成ケーシング
4. 吸水性	吸水性包材, 水分調整包材・副資材
5. 水溶性	水溶性包材
6. 防曇性	防曇性包材 (界面活性剤の練り込み)
7. 揮発性物質放出性	酸化防止包材 (酸化防止剤) 保香, 着香包材 (香気物質)
8. 抗菌性	抗菌性包材 (練り込み抗菌性物質の移行, 接触)
9. 揮発性物質吸着性	ガス吸着包材・副資材
吸着剤: 活性炭, シリカゲル, 活性アルミナ, ゼオライト, 骨炭	
効果: エチレン, アルデヒド等の吸着……………青果物の鮮度保持	
硫化水素, 亜硫酸ガス等揮発性硫黄化合物……………脱臭	
アンモニア, トリメチルアミン, メチルメルカプタン, アルデヒド等の吸着	
10. ガス分解性	
分解剤: 過マンガン酸カリ	
効果: 青果物の鮮度保持, 脱臭	
11. 耐熱性	
レトルト適性	レトルトパウチ・成形容器
電子レンジ適性, 焦げ目付け	マイクロウェーブオープンナブル, デュアルオープンナブル
オープン適性	オープンナブルトレー
12. 強度	高強度包材
13. 緩衝性	緩衝材, 緩衝性包材
14. 可食性	可食性フィルム
15. 簡便性	イージーオープン性, ピーラブル
16. 快適性	易分解性, 悪戯防止機能
17. その他	加熱機能, 冷却機能, 感熱表示機能
18. 包装副資材	
(1) 酸素吸収剤 (脱酸素剤)	鉄系, 有機系, 二酸化炭素発生型, アルコール発生型
(2) アルコール発生剤	ゼオライト吸着, マイクロカプセル剤
(3) エチレン吸収剤, エチレン分解剤	
(4) 水分調整剤	セルロース系, 合成高分子材
(5) 乾燥剤	シリカゲル, 塩化カルシウム, 酸化カルシウム

が開発されている。原理は、水だけを選択的に通すセロファンやポリビニルアルコールなどの半透膜の袋に高分子吸水剤を入れ、シート表面に食品を接触させて遊離水を吸いとり、半乾燥させるものである。この方法では、冷蔵庫内でゆっくり水分のみを除去することができ、品質、保存性の良い製品が得られるという特徴がある。

食品を加工、生産する過程においても、品質が良く、保存性の良い製品を作ることが非常に大切である。

5. 化学的方法から物理的手法へ

食品の微生物変敗の防止技術は、古くて新しい問題であるが、十余年前に一つの転換期を迎えた。即ち、過酸化水素、エチレンオキシド、合成保存料などのような化学的な方法から、より安全性が高いと考えられる低温、環境ガス制御、加熱殺菌の効率化や紫外線、遠赤外線、マイクロ波などの電磁波利用といった物理的手法へと応用や開発の視点が移ってきた。紫外線やマイクロ波などは、従来簡易殺菌に用いられてきたが、最近では食品や包装材料の滅菌、無菌化にも利用されるようになってきており、新しい展開がみられる。また、添加物の方面でも天然物を他の方法と複合化して、より効果を高めるような方法が採られてきている。

6. 品質保持における電磁波利用

紫外線は、医薬品工場、食品工場、病院などで空気中の浮遊微生物を減らしたり、食品や器具の表面や水の殺菌に多く用いられてきたが、高出力の紫外線ランプが安価に生産されるようになり、食品あるいは包装材料の殺菌に用いられ、無菌包装システムなどに取入れられるようになってきている。紫外線によって変質を受けにくい水産練り製品や菓子類などでは、直接表面殺菌をしたり、プラスチックで包装してから殺菌する装置が開発され、シェルフライフの延長に利用されている。

紫外線ランプは、出力が以前のものの20~40

倍と強力で、しかも殺菌線が多く含まれているという特徴があり、部分的には加熱殺菌に代替できる技術として広く利用されてきた。紫外線殺菌は、操作も簡単であり、作業環境が清潔になり、安全性も高いという特徴がある。現在、包装資材の殺菌や食品の制菌を目的として使われている加熱、アルコール、過酸化水素、オゾンなどの他の手法と組合せて効果を高めることにより、今後さらに有力な殺菌技術として広く用いられるようになるであろう。

遠赤外線ヒーターは暖房、サウナなどの熱源として、また自動車の塗装面の乾燥に多く使われているが、食品の分野でも米菓、竹輪などの焙焼、野菜、魚などの乾燥、一般的な加熱加工、殺菌などに広く使われている。最近では殺菌を目的とした遠赤外線加熱装置も開発され、一部実用化されている。包装した後、遠赤外線を照射して殺菌する方法は、含気包装にも適応できることを一つの特徴としているが、プラスチック包装材料で吸収されない部分の遠赤外線が直接食品の表面を加熱することによるものであり、単純に熱による効果であると考えられる。遠赤外線には多少の浸透効果があり、微小熱電対による測定では2.5mm以内の浸透が認められている。遠赤外線は単なる加熱以外に熟成、保香、保色などの興味ある現象が経験的に観察されており、今後これらの点が明らかにされていくとともに、より確実な保存効果が得られるような技術の開発とそれを裏づける研究成果が期待されている。

マイクロ波加熱の特徴は、加熱速度が速く加熱効率が高いこと、スポンジ状、ペースト状、複雑な形状のものでも均一に加熱できること、水分等を含むものだけの選択加熱が可能であること、装置の操作、制御が簡単で安全性が高く、作業環境を清潔に保つことができることなど、多くの優れた特徴を持っており、殺菌以外の用途では食品の乾燥、蛋白練り製品の凝固、膨化加工、冷凍食品の解凍、調理食品の再加熱、穀類の殺虫などに用いられている。殺菌の目的で

は菓子、パン、麺類などの包装食品の簡易殺菌、防カビに用いられているが、最近ではマイクロ波加熱を固液食品や高粘度食品などの多水分系食品の滅菌に用いられ始めている。固液の酸性食品ではフレキシブル容器に充填後マイクロ波で短時間加熱し、耐熱性細菌以外の微生物を殺滅することによって長期保存が可能となる。また、マイクロ波で約 140°C まで加熱し、食品を滅菌する装置が開発され、無菌充填用にあるいは滅菌パウチ食品に用いられつつある。

マイクロ波は、最近、電子レンジ食品としての利用が急速に発展し、その応用範囲を広げているが、今後は、包装形態、加熱方法の改良、遠赤外線など他の加熱方法との併用などを含め、マイクロ波加熱の優れた特徴を生かした応用技術が開発され、利用範囲も広がってくるものと期待されている。

7. 物理的方法と安全性の高い 化学的方法の複合技術

物理的な保存技術には低温技術や環境ガス制御技術などがあり、また化学的な方法の中にもエチルアルコール、グリシン、溶菌酵素、糖エステルなどといった比較的安全と考えられる天然物を用いる方法がある。低温のように非常に優れた汎用の保存技術もあるが、それぞれの方法には一定の限界も有り、これらの保存技術の応用範囲を広くし、効果を高めるために種々の複合化が行われている。

環境ガス制御技術の一つである脱酸素剤は、従来低温下では効果が低くなったが、現在では低温下でも十分な酸素吸収能を維持できるものが開発され、チルド食品などにも広く利用されている。また、脱酸素剤は酵母や乳酸菌などの嫌気性菌には効果が少ないので、目的によってはエチルアルコールとの併用も考えられており、エチルアルコール放出型の脱酸素剤も昨年実用化されている。また、エチルアルコールには澱粉の老化を防止する作用があり、この面からの応用もなされている。二酸化炭素置換包装にお

いても保存効果を高めるためエチルアルコールの併用が行なわれている。

加熱殺菌の効果を高めるためにグリシンやシュガーエステルなどが用いられている。特に耐熱性芽胞菌が問題となるような食品には併用効果が期待されている。また、単独では効果が低い食塩、重炭酸ソーダ、pH、酢酸アルコール等を組合せて、全体で品質保持効果を引き出している方法も使われている。

最近、銀イオンや銅イオンを水処理や抗菌剤として用いる方法が注目されてきた。銀、銅に抗菌性があることは非常に古くから知られ、ある種の銀化合物は安全性が高いので医薬品としても用いられてきた。銀はゼオライトに特異的に吸着することから、銀で置換したゼオライトを抗菌物質として使う方法が考案され、銀ゼオライト練り込みの抗菌性包装材料が開発されている。安全性の再確認を前提とし、低温との併用などで、食品用抗菌性包材として既に実用化され始めている。

このように、物理的、化学的保存技術の複合化は、低温流通ともあいまって技術の応用範囲を拡大し、効果を一層高めつつ、今後とも積極的に進められていくであろう。

8. 食品の香気保持

食品の高品質化に伴って匂いの問題が沢山できてきている。金属とガラスを除くほとんど全ての包装材料は、程度の差はあるがいずれも香気性物質を透過し、プラスチックの場合、透過の前段階として食品に含まれる香気性物質が表面に吸着し、溶解する。多くの包装材料にはヒートシール性を付与するため内面にポリオレフィンフィルム（ポリエチレン、ポリプロピレンなど）が貼り合わされている。ポリオレフィンは一般的にみて香気性物質を吸着、溶解しやすく、香気、風味を重んじる食品では包装後しばしば匂いが薄くなるという現象となって現れ、品質低下の一つの原因となっている。

オレンジジュースは、香りの主成分が炭化水

素系テルペン（リモネン）であるため、ポリオレフィン層に溶解されやすく、その結果、顕著な香りの減少を招く。香氣成分のポリオレフィン層への溶解速度は、それら相互の親和性、貯蔵温度などに依存することが知られているが、この種の風味低下の問題を軽減或いは解決する方法として次のような対策が考えられている。

- ① 蜜柑果汁などの場合には、ポリエチレンより香氣成分の溶解性が低いポリプロピレンをシーラント（接着層）に用いる（部分的な改善に留まる）。
- ② シーラントを薄くし、溶解する香氣成分の量を少なくする（シール強度が落ちる）。
- ③ 減小を見込んで、香氣性物質を予め添加しておく。
- ④ 香氣性物質をほとんど溶解しないポリエステルなどをシーラントとして使用する。
- ⑤ ポリオレフィンに溶解しにくい香氣成分によって食品サイドの匂いの改質を行う。

現在は主に、フレーバーを多めに添加する方法がとられているが、香氣成分をほとんど溶解しないポリエステルやポリアクリロニトリルなどをシーラントとして使う方法が既に開発され、紙容器などで実用化され始めている。香氣性物質非吸着性プラスチックを包装資材として用いる技術は、今後、風味の減少が問題となる食品に広く使われるであろう。

9. 青果物の品質保持と包装

青果物は「生きている」点で、一般の多水分系加工食品とは性質が大きく異なる。青果物の品質低下は、主に生命活動の所産である①蒸散による目減り、②呼吸による成分の消費によることがわかっている。そこで、青果物を収穫後速やかに冷却して呼吸を抑制し、包装によって蒸散を防止すると、かなりの程度品質低下が抑えられる。青果物を密封包装した場合、青果物自身の呼吸によって包装系内の酸素濃度が減少、二酸化炭素濃度が増加し、このCA効果が加わって更に呼吸が抑制され、長持ちするようにな

る。このとき、プラスチックフィルムのガス透過性は、個々の青果物が正常に生命を維持できるだけの最低限の酸素を透過するものでなければならぬ。また、青果物をプラスチック包装すると内部に結露が生じやすく、細菌繁殖の原因となる場合があるが、これを防止するため、過剰の水分を吸収し、包装系内を適度の湿度に保持する水分調整剤が開発され、鮮度保持に用いられている。

青果物の鮮度は、常温、無包装の時代と比較すると、低温と包装によって飛躍的に長く保持できるようになったが、現在は更に、流通条件の整備と各種包装資材のもつ気体選択透過性、ガス吸着性、水分調節等の優れた機能を生かした鮮度保持包装が重要になってきており、機能性鮮度保持包装が技術開発の一つの焦点になっている。このため、個々の青果物の生理特性や包装資材の物性を明らかにし、青果物の鮮度保持に最適な包装・流通条件を設定する研究が進められている。

プラスチックフィルムは、程度の差はあるが酸素、二酸化炭素、水蒸気などの気体を透過するので、包装された青果物の呼吸とプラスチックフィルムのガス透過性との間にバランス関係が成立ち、空気組成より酸素濃度が低く、二酸化炭素濃度が高いガス環境が維持されることになる。このときのガス組成は、青果物の種類と性状、保存条件（温湿度等）、フィルムのガス透過度（材質、厚さ、孔の有無、温湿度条件）などによって異なり、そのガス組成が青果物の呼吸抑制に適当であれば品質保持期間が大幅に延長される。一般に青果物の包装にはガス透過性の高いポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリ塩化ビニル、エチレン・酢酸ビニル共重合などのフィルムが用いられるが、いずれにしても、最適なガス環境を作り出すための包装条件の設定が必要となる。

青果物の鮮度保持包装をする場合、青果物の特性に関するデータが必要である。しかし、青果物は生き物であり、個体差があり、これが鮮

度保持効果の再現性を悪くする一つの大きな原因になっている。例えば、同じ条件で栽培し、同時に収穫したメロンでも、生成するエチレンの量は大きく異なることが報告されている。そして、エチレン生成量の多いメロンでは鮮度保持包装の効果が小さく、生成量の少ないものでは効果が顕著に現れることが報告されている。またブロッコリでは、包装材料の厚さで、鮮度保持効果が異なることが報告されている。

可能な限り再現性のある鮮度保持包装を行なうために、個々の青果物と包装資材に関する定量的なデータを蓄積し、それを用いて包装設計を行なうことが必要であることは言うまでもない。現在多くの青果物が、大きさや色、形などで選別されているが、近い将来、青果物の呼吸

量やエチレン生成量などの生理条件で青果物の選別が行なわれ、輸送地域やシェルフライフが決められる時代が来るであろう。そのための呼吸センサー、エチレンセンサーなどが既に作られている。

10. おわりに

現在、多水分系加工食品、生鮮食品などの鮮度を保持するために、非常に多くの品質保持技術、機能性包装資材などが開発され、広く利用されている。食品の安全性を確保しつつ品質を高め、流通を効率化し、拡大していくために、適切な技術と資材の利用法が強く求められている。

(食品総合研究所 食品包装研究室長)

