

【技術分類】 1－2 食品の保護性を追求した包装容器／酸化・変色防止包装容器

【技術名称】 1－2－8 光線遮断包装容器

【技術内容】

乾燥食品・中間水分食品や殺菌済の多水分食品は、保存中に酸素に触れると、油脂の酸化、天然色素の酸化・変色、ビタミン等の酸化分解、非酵素的褐変（アミノ・カルボニル反応、メイラード反応）などを起こし、風味が変化しやすい。多水分（水分活性が 0.92 以上）の調理食品や濃縮スープや調味味噌、佃煮などの中間水分食品（水分活性が 0.92 以下、0.65 以上）では、遮光と高度な酸素の遮断性が要求される場合が多い。

光線は食品の酸化に大きな影響を持っている。光線は図 1 に示すように、紫外線、可視光線、赤外線に分類することができる。紫外線は、さらに C 波（290nm＝0.29 μ m 以下）、B 波（290～320 nm）、A 波（320～400 nm）に区分できる。光線のエネルギーは、その波長に反比例する。太陽光、蛍光灯、自色電球のエネルギー分布を図 2 に示す。このエネルギーの強さを概念的に表現すると、赤外線は分子を振動させる力、つまり熱線として振る舞う程度であるが、可視光線になると分子結合を励起させたり、一部の分子を切断できるほどのエネルギーを持ち、紫外線ともなると C—C、C—H、O—H、C—O 等の分子、原子同士の結合エネルギーを断ち切るに十分なエネルギーを持つ。そのため、様々な食品の品質劣化を防止する上で光線、紫外線の防止は重要な意味を持っている。

食品等に光線が当たった場合を想定すると、次の 3 通りの変化が考えられる。(1) 進入した光線は物質と干渉せず、そのまま透過する、(2) 進入した光線はいったん物質に吸収され、熱または蛍光として再放出される（一般に言われる輻射）、(3) 光線が吸収され、分子結合を切断したり、解離もしくは化学反応を誘発させ、別の物質に変化させる。

また、光線のエネルギーが大きいほど、照射される物質の損傷や破壊の危険性が一様に高まるというものではない。それは光線の持つ波としての性質によって、振動する特定の光量子と食品成分等の対象物が共鳴して干渉が起こり、成分に化学変化が起こる。このように、光線による変質防止を検討する場合は、対象物がどの範囲の波長を吸収し、どのような成分が最も損傷を受けるかを明らかにすることが重要である。

食品の光線による変質しやすさに応じてどのような光線をどの程度遮断し、どのような包装容器を採用するかについて判断する必要がある。化学的要因により変質しやすい食品に対しては、食品包装用として十分な安定性（耐熱性、耐候性、耐薬品性など）、物理的強度（引張り・引裂き強度、ピンホール強度など）をもち、高いガス遮断性、光線遮断性、機械適性（ヒートシール性、柔軟性、寸法安定性など）をもった商品性（光沢、印刷適性など）の高い積層包装容器・フィルムなどが選択されることが多い。

【図】

図1 各波長帯の呼称およびエネルギーの強さ

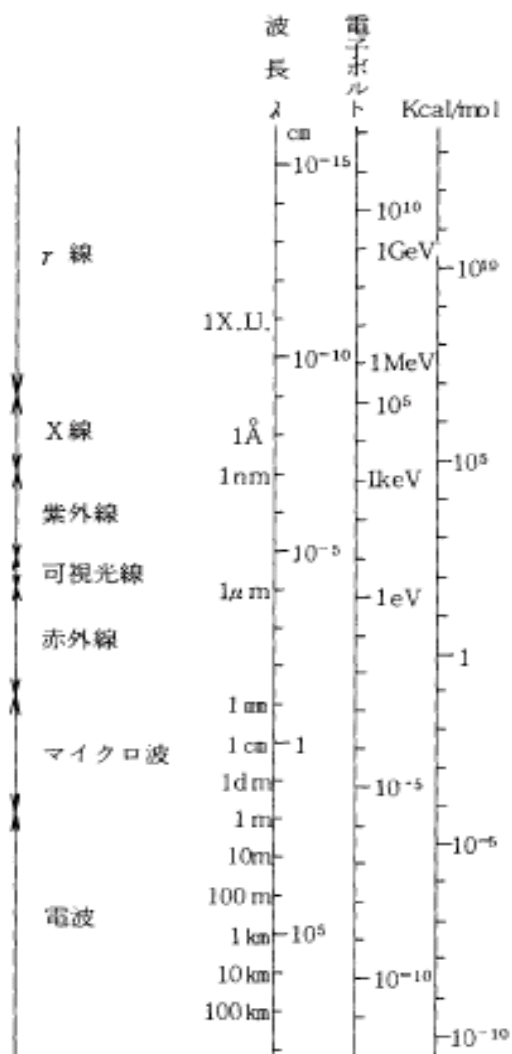
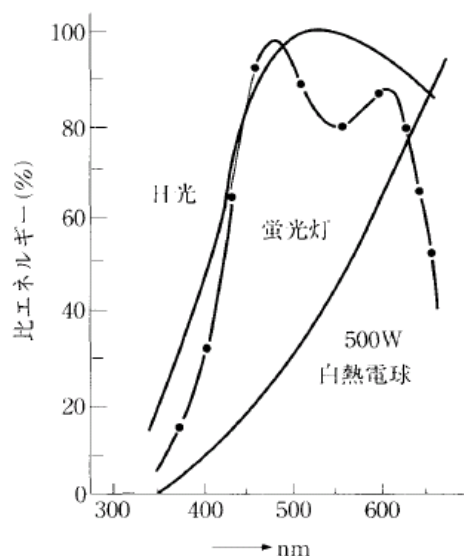


図2 各種光源の比エネルギー分布



出典 (図1) : 「食品包装便覧」、1988年3月1日、社団法人日本包装技術協会編、社団法人日本包装技術協会発行、397頁 表1 各波長帯の呼称およびエネルギーの強さ

出典 (図2) : 「新・食品包装用フィルム」、2004年7月12日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、268頁 図8-36 各種光源の比特性エネルギーの分布

【出典】

「食品包装便覧」、1988年3月1日、社団法人日本包装技術協会編、社団法人日本包装技術協会発行、396-403頁

「新・食品包装用フィルム」、2004年7月12日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、267-270頁

【技術分類】 1－2－8 食品の保護性を追求した包装容器／酸化・変色防止包装容器／光線遮断包装容器

【技術名称】 1－2－8－1 光線の完全遮断包装容器

【技術内容】

光線は、食品の酸化に大きな影響を持っている。図1に煎餅の過酸化価(POV)の変化を示すが、場合により含気包装・暗所保存区より窒素置換・蛍光灯照射区の方が、保存性の低い場合もある。したがって、光線の制御が食品の酸化や変色防止に重要な場合がある。

特に、葉緑素や肉色素などのポルフィリンとその部分分解物を含む場合には、それらが光増感物質として働き、光線により酸化が非常に促進される。従って肉エキスを調味料として使った油掛けスナックなど何らかの手段により光線の遮断を考える必要がある。

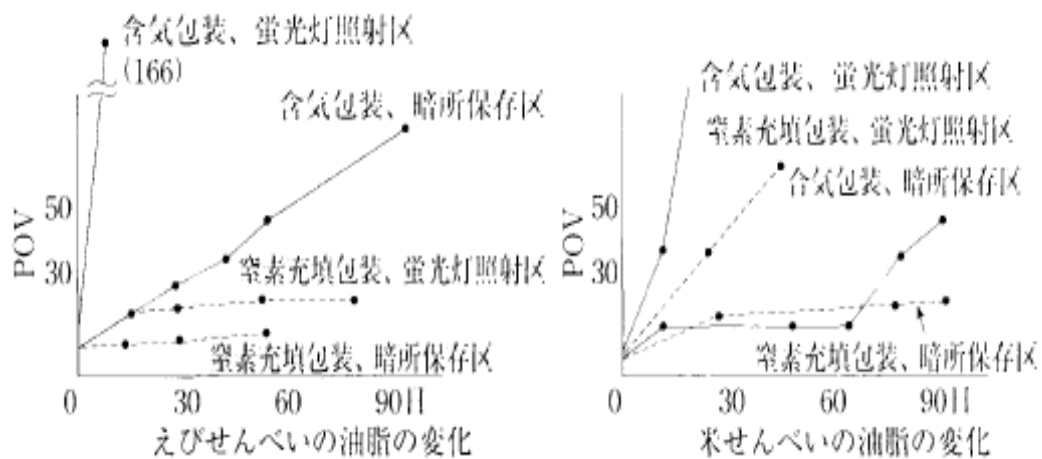
食品への光線による悪影響を避けるために、いろいろな方法で食品に覆いをかけ、光線の進入を阻止する必要がある。この覆いの方法には次の4種が考えられる。(1) 金属缶やアルミ箔・スチール箔の利用、(2) カーボンブラックを練り込んだ黒色フィルムまたは黒色インキによる印刷の利用、(3) 金属蒸着フィルム、紙、二酸化チタンを練り込んだ白色フィルム、または白色インキで印刷したフィルム、(4) 紫外線防止フィルムや紫外線防止剤の練り込みフィルム、などによる光線の遮断である。

それらの光線遮断の機構は次のようなものである。まず(1)では、金属の持つ自由電子が光量子をはじき飛ばす作用によるものである。これに対して(2)の黒色の場合、光線は内部にも外部にも漏れない。カーボンブラックの非常に入り組んだ分子構造と膨大な比表面積によって、進入した光量子が屈折を繰り返しながら遂にはエネルギーを消耗してしまうもので、結果として光線はカーボンブラック層によって吸収される形になる。(3)では微細な二酸化チタンの結晶が乱反射によって光線の進入を阻止するもので、進入光線の大部分はランダムに反射されるものの、散乱光の一部は迂回して内部にも到達する。これらの遮断力は、当然ながら(1)の金属膜は完璧であり、(2)のカーボンブラックがこれに次ぎ、(3)の二酸化チタンによるものは若干劣る傾向にある。通常、光線透過率は曇度計による全光線透過率または分光光度計による各波長の透過率が測定される。その結果でみる限り、上記三種の包材はいずれも充分光線を遮断しているように見えるが、例えばアルミ蒸着フィルムは蒸着量にもよるが0.8%以下の全光線透過率があり、白色印刷も1回の印刷では20%以上の全光線透過率がある場合もあるので注意が必要である。遮光のための黒色印刷は外観が悪くなるので通常は行われない。

光線遮断包装では中身は透視できなくなる。わが国においては、購買者が中身を透視確認して購入する習慣が根強いので、全てを覆うことは売れ行きにも大きな影響を及ぼすと言われており、それをカバーするために内容品を表に印刷することも行われている。

【図】

図 1 食品酸化に対する光線の影響



出典：「新・食品包装用フィルム」、2004年7月12日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、233頁
図 8-5 えびせんべい、米せんべいの POV の変化

【出典】

「新・食品包装用フィルム」、2004年7月12日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、231～234頁

【技術分類】 1－2－8 食品の保護性を追求した包装容器／酸化・変色防止包装容器／光線遮断包装容器

【技術名称】 1－2－8－2 光線の部分遮断包装容器

【技術内容】

光線遮断のためにアルミ箔を用いると、光線と同時に酸素や水蒸気も遮断できるので、保護性の面からは非常に優れている。しかし、アルミ箔積層フィルムは、包材の積層、製袋や包装後のシールなどの機械適性にやや劣ることと、完全に中味が見えないこと、コストがかかることなどから、多くの食品を対象に光線の部分遮断包装容器が用いられている。

光線の部分遮断包材としては、表は全面印刷をして光線の影響を少なくし、中味を見たいという消費者の要求には、裏側に印刷をしない小窓をあける方法が取られている。また、チタン白や酸化鉄などのインキで中味が見えるように薄く印刷したものや、中味が見える程度の薄手の和紙とプラスチックフィルムを積層した包材などがある。アルミ蒸着フィルムも効果的に光線を遮断するフィルムであるが、外から見ると完全に光線を遮断しているように見えても、蒸着量が少なければかなり光線を透過するので注意を要する。

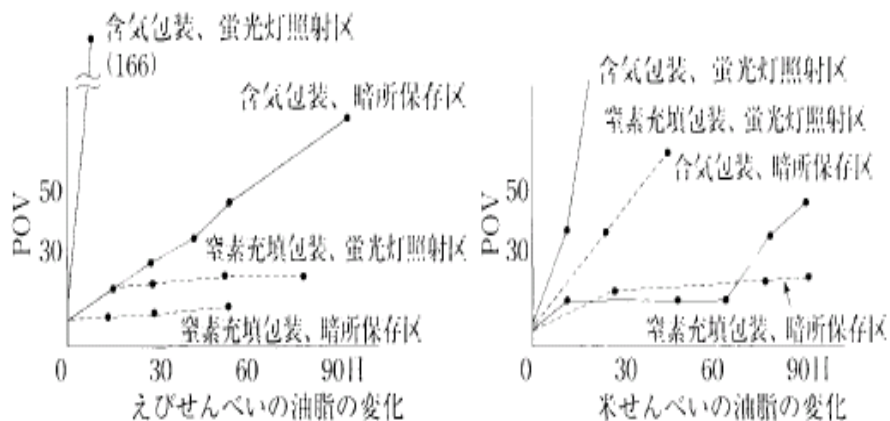
光線の影響は、フィルムを透過する光線の強さによるので、どの程度透過するかを定量的に把握し、その影響を判断する必要がある。光線の影響は、流通过程や売り場の光線の強さにも影響されるので、部分カットの効果を定量的に評価する必要がある。

図1に煎餅の過酸化価（POV）の変化を示した。含気包装暗所保存区より窒素置換蛍光灯照射区の方が、保存性が悪い場合がある。光線の制御が、酸化や変色防止に必要な場合がある。例えば、アルミ蒸着フィルムは、蒸着量にもよるが、1%以下の光線透過率があり、チタン白による白色印刷も一回印刷では20%以上の透過率がある場合もある。

内容品が光線の影響をあまり受けない場合は、コスト、廃棄性さらには作業適性等を考えてアルミ蒸着品や紙を用いた光線の部分遮断包装容器が用いられる。

【図】

図1 食品酸化に対する光線の影響



出典：「新・食品包装用フィルム」、2004年7月12日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、233頁 図8-5 えびせんべい、米せんべいのPOVの変化

【出典】

「新・食品包装用フィルム」、2004年7月12日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、231－234頁

【技術分類】 1－2－8 食品の保護性を追求した包装容器／酸化・変色防止包装容器／光線遮断包装容器

【技術名称】 1－2－8－3 紫外線遮断包装容器

【技術内容】

内容食品の酸化・変色を防止する方法として、内容物に対して特に有害な波長に相当する光線帯のみを遮断し、他の光線は透過させる方法がある。具体的には紫外線遮断包装容器が用いられる。

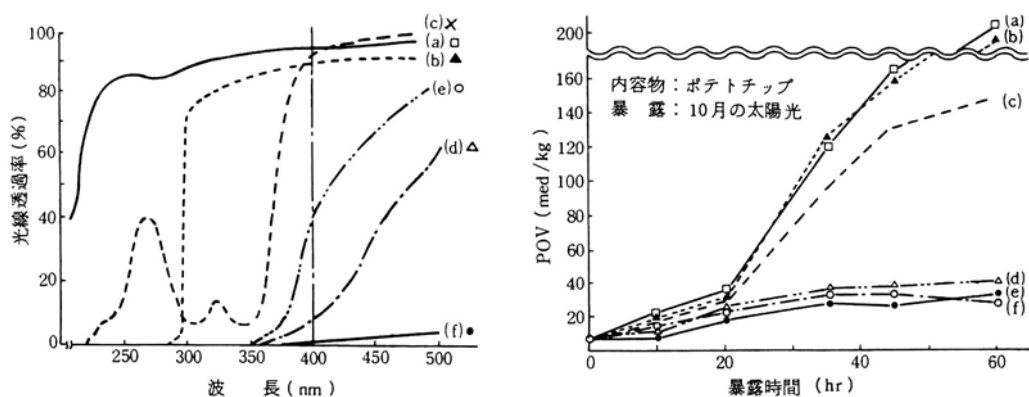
紫外線遮断には二つの方法がある。一つは、分子の構造により紫外線のみを吸収させること、他の一つは、紫外線のみを散乱させることである。分子構造により紫外線を吸収させる方法には、チヌビン等のベンゼン環を含んだ有機系の紫外線吸収剤をプラスチックに練り込んだりコーティングする方法がある。図 1 の (c) は紫外線吸収剤コーティング品の紫外線遮断効果である。この方法の場合、紫外線吸収剤のプラスチック又はコーティング剤への添加が難しく、充分な量を入れにくいので、完全な紫外線遮断はなかなか困難である。PET フィルムもベンゼン環を有するため図 1 (b) に示すように紫外線を遮断する。また、ベンゼン核を含んでいるウレタン系接着剤も同様に紫外線の透過が小さくなる。しかしながら、PET フィルムは、300nm 以下の紫外線カットなので、A 波は完全に通ることになり、これだけでは充分ではない。A 波などのもっと長波長の紫外線を遮断するためには、次に述べる紫外線の散乱による遮断方法が利用されている。

光の散乱は、屈折率、波長、粒径に関係しており、粒子径が波長の半分の時散乱が最大になる。従って、インキなどに用いる白色顔料用二酸化チタンは、粒子径が $0.2\sim 0.3\mu\text{m}$ で可視光を散乱させるようにしているのに対して $0.01\sim 0.05\mu\text{m}$ の粒径の超微粒子二酸化チタンが、透明性のある紫外線遮断剤として使用されている。この超微粒子チタンは、図 1 (d) に示すように、340nm までの紫外部を遮断する。紫外線を散乱させる別の方法として、超微粒子酸化鉄を用いる方法もあるが、若干黄色味がつく。また、超微粒子酸化亜鉛を用いると 370nm 以下の紫外線まで遮断するといわれている。しかしながら、これは繊維包装用インキなどに僅かに使われているだけである。

表 1 は、図 1 に示す紫外線を透過する(a)フィルムと、紫外線をカットする(e)フィルムを用いて、各種食品の酸化の程度を POV で比較したものである。(a)フィルムで包装した場合、紫外線の影響で、いずれの食品も酸化が顕著に進み、(e)フィルムで紫外線カットにより酸化がはっきりと抑えられているのが判る。

【図】

図 1 紫外線吸収材料の効果



- a) Plain transparent cellophane, b) Polyester film, c) Benzotriazol coated PP (UVA 0.4g/m²)
d) Titanium dioxide PP (pig. 0.8g/ m²), e) Iron oxide coated PP (pig. 0.8g/ m²)
f) Carbon black coated PP (pig. 0.7g/ m²)

出典：「最新 機能包装実用事典」、1994 年 8 月 1 日、石谷孝佑編集代表、株式会社フジ・テクノシステム発行、(左) 679 頁 図 5 紫外線吸収材料の光線透過率、(右) 679 頁 図 6 紫外線吸収材料の酸化抑制効果 (凡例加筆)

表 1 各種食品の選択遮光による POV 抑制効果

	油 脂 量 (wt %)	暴 光 前 (meq/kg)	暴光後のPOV (meq/kg) 注)	
			(a) フィルム	(e) フィルム
即 席 麺	17.3	2.8	98.3	23.2
バウムクーヘン	14.9	1.2	100.6	13.2
ピーナッツ	38.4	16.6	80.4	18.2
揚げ菓子 A	26.8	0.8	38.3	12.8
揚げ菓子 B	13.8	8.8	104.4	20.7
豆 菓 子	19.0	0.7	67.4	29.8

注) 光源：10000ルクス水銀燈。
暴露：48時間。

出典：「最新 機能包装実用事典」、1994 年 8 月 1 日、石谷孝佑編集代表、株式会社フジ・テクノシステム発行、680 頁 表 1 各種食品の選択遮光による POV 抑制効果

【出典】

「最新 機能包装実用事典」、1994 年 8 月 1 日、石谷孝佑編集代表、株式会社フジ・テクノシステム発行、678－680 頁

「新・食品包装用フィルム」、2004 年 7 月 12 日、大須賀弘著、日報出版株式会社発行、267－270 頁

「食品包装便覧」、1988 年 3 月 1 日、社団法人日本包装技術協会編、社団法人日本包装技術協会発行、396－403 頁