

講 座

炭水化物系可食性フィルムについて

三 橋 正 和*

はじめに

合成高分子物質を原料とする食品包装資材の開発は近年目覚ましい発展を遂げ、食品の市場流通形態にまで変化をもたらしつつある。しかし最近になって安全性の面からの見直しが叫ばれ、これら包装資材に使用されている素材が食品へ移行するという危険性や廃棄物公害の発生、さらには省資源等の課題が次々に提起されている。

一方、これらの心配のない可食性フィルムは食品の包装資材として理想的なものであるとの食品工業界からの強い要望にもかかわらずその進展は遅々としている。

この原因は種々考えられるであろうが工業化の為に必須の条件となる、①安定した原料の供給、②製膜加工性、③膜強度、それぞれに不安がある為であろう。

又、可食性フィルムとして最低限必要な条件として次の事項があげられる。

- 1) フィルムそのものが毒性等の心配のない食品であること。
- 2) 内容物である食品を食べる時にその食品本来の味覚に違和感を与えないこと。
- 3) 表面がベトついたり、粘ったりせず、それぞれの

第1表 食用水溶性多糖類

名 称	存 在	主 要 構 成 糖 及 び 結 合 様 式
グ ア ガ ム ローカストビーンガム タマリンドガム	陸系 生多 植糖 物 マメ科グアの種子胚乳 マメ科イナゴマメの成熟種子胚乳 マメ科タマリンドの種子胚乳	D-Mannose β -(1 $\rightarrow$ 4), +D-Galactose(1 $\rightarrow$ 6) D-Mannose β -(1 $\rightarrow$ 4), +D-Galactose(1 $\rightarrow$ 6) D-Glucose(3): D-Xylose(2): D-Galactose(1)
ア ラ ビ ア ガ ム トラガカントガム	" マメ科アカシアの樹枝分泌物 マメ科アストラガルス属の樹液	L-Arabinose(20~30): L-Rhamnose(10~15): D-Galactose(30~50): D-Glucuronic Acid(10~20) D-Galactose, D-Xylose, D-Glucuronic Acid
澱 粉 コ ニ ャ ク ト ロ ロ ア オ イ	" トウモロコシ、コメ、ムギの種子胚乳 バレイショ、カンショの根茎 サトイモ科コンニャク球茎 アオイ科ハイビスカスの根	D-Glucose α -(1 $\rightarrow$ 4), α -(1 $\rightarrow$ 6) D-Mannose(2): D-Glucose(1) L-Arabinose, D-Galactose, L-Rhamnose
ペ ク チ ン	" カンキツ類果皮	α -D-Galacturonic Acid α -(1 $\rightarrow$ 4), +Methyl Ester
寒 天 ア ル ギ ン 酸 カ ラ ゲ ナ ン ラ ミ ナ ラ ン	海 藻 多 糖 紅藻類(テングサ、オゴノリ等) 褐藻類(コンブ、カジメ、アラメ等) 紅藻類(スギノリ、ツノマタ等) 褐藻類(コンブ)	D-Galactose β -(1 $\rightarrow$ 4), 3,6-Anhydro-L-Galactose-(1 $\rightarrow$ 3), +Sulfate Acid Ester Group D-Mannuronic Acid β -(1 $\rightarrow$ 4), L-Guluronic Acid α -(1 $\rightarrow$ 4) D-Galactose, 3,6-Anhydro-D-Galactose, +Sulfate Acid Ester Group β -D-Glucose β -(1 $\rightarrow$ 3)
プ ル ラ ン デ キ ス ト ラ ン レ バ ン カ ー ド ラ ン キ サ ン タ ン ガ ム	微 生 菌 物 体 系 外 多 糖 オーレオバシディウム属 ロイコノストック属、ストレプトコッカス属 エアロバクター属、バチラス属 アルカリゲネス属 キサントモナス属	α -D-Glucose α -(1 $\rightarrow$ 4), α -(1 $\rightarrow$ 6) α -D-Glucose α -(1 $\rightarrow$ 6), α -(1 $\rightarrow$ 3) β -D-Fructose β -(2 $\rightarrow$ 6), β -(2 $\rightarrow$ 1) β -D-Glucose β -(1 $\rightarrow$ 3) D-Mannose(3): D-Glucose(3): D-Glucuronic Acid(2)

* 林原生物化学研究所

炭水化物系可食性フィルムについて

包装単位で取扱いが容易なこと。

4) 表面の艶や光沢を増し外観が良いと共に内容物の色調を外から判断出来る透明度があること。

5) 内容物の保存(色・香・臭等)に効果あること、特に酸敗・色焼け等の原因となる酸素の透過性が少ないこと。

本稿のテーマである「炭水化物系可食性フィルム」についてみれば、第1表に掲げる公知の食用水溶性多糖類はいずれも可食性フィルムの原料素材としての条件を具えている。

ところが、現在わが国の一般市場で入手し得るものは、昔なつかしいオブラート(澱粉フィルム)が唯一のものである。しかしこのオブラートも最近では、薬用面でゼラチンカプセルにとって替われ、僅かにゼリーやキャンデー等の菓子包装にその姿を留めているにすぎなくなっている。

本稿ではこのオブラートと、今まで話題になりながら企業化に今一步のアミロースフィルム、アルギン酸フィルムについて簡単に紹介し、最後に現在まだ開発中ではあるが理想的な食品包装素材として脚光をあびているプルランフィルムについて述べることにする。

I オブラート

オブラート¹⁾は澱粉糊を100°C以上の高温で薄膜状に乾燥して製造した所謂アルファ化澱粉のフィルムである。この言葉の語源はドイツ語の Oblate[Cracker:煎餅の意、ラテン語の Oblatus(神前に捧げるお供物)に由来する。]であり、いかにも外国から導入されたものようであるが、実はわが国独得の生産物であり、外国にはこの種のフィルムはないらしい。

明治35年伊勢の医師小林政太郎氏が米飯を炊く時に出来るネバからヒントを得て、澱粉質と海藻からフィルムを製造したのがオブラートの初まりで、当初は薄板に原料糊を薄く塗り、或いは原料糊に板を浸して引上げ火力で乾燥したのち一枚ずつ剥がして作られた。その後ドラム乾燥方式等の連続的製法が考案され、既然大正末期頃より澱粉加工業の一分野として発展し最盛期には年間1000~2000トン(約5~10×10⁷ m²)のオブラートが製造されていた。

オブラートの製造原料は大部分澱粉のみであるが用途により寒天、ふのり、コンニャク、アルギン酸、CMC等が添加され製品の品質向上がなされている。そして良質オブラートとは

- 1) 柔軟で脆くないこと
- 2) 光沢があり透明であること
- 3) 表面がベトつかず1枚ずつが剥がれ易いこと

4) 厚さが均一であること

5) 泡が少なくピンホールのないこと

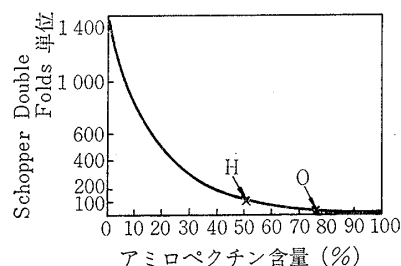
6) 夾雑物を含まないこと

等の条件に適合することが要求されている。

しかし、このような可食性フィルムとしての特性に加えて安価・製法が簡単・脂肪に強い、という長所を持ちながら、水分に弱く・強度がない・ヒートシールが出来ない等の欠点の為、食品包装技術の近代化に伴う機械化に便乗出来なかったことが今日の斜陽化の一因と思われる。

II アミロースフィルム

澱粉は一般にアミロースとアミロペクチンの2成分の混合物であり、この両者はともにブドウ糖の重合体でありながらはなはだしく性質を異にしており、アミロースだけ分別すると澱粉状態では見られなかった驚くべき幾多の特性が発現する。すなわちアミロース単独では強靱な造膜性があるが、アミロース中のアミロペクチン含量が増加するに伴って急速にその強度は減少する(第1図参照)。又、アミロースは加熱によって膨潤糊化しにくく130°C以上160°Cにしなければ完全分散しなくなる。そしてこの加熱溶融アミロース溶液を冷却すれば急速に強くゲル化する。



HおよびQはアミロース含量50%および20%澱粉による値である

第1図 アミロースフィルムの強度に
およぼすアミロペクチンの影響²⁾

このアミロースの特長を最も効果的に利用して可食性フィルムが開発されており、現在アメリカに於いては少量ながら特定用途向けに商品化されている。(アメリカで試験販売されているアミロースフィルムの規格の一例を第2表に示した。)

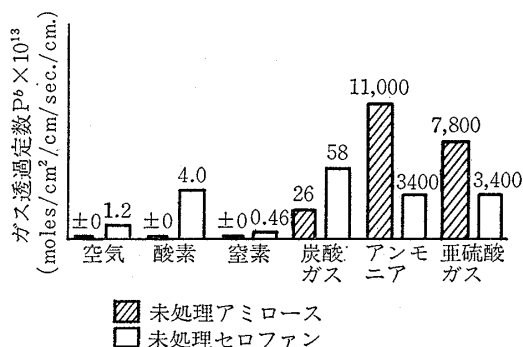
このアミロースフィルムの特長をまとめれば次の様になる。

- 1) 無味無臭の食品である。
- 2) セロファンと同等程度のフィルム強度を持ち非常に伸展性に富んでいる。
- 3) 酸素の透過性が非常に少なく内容物の酸化変質を防止する。(各種ガスのフィルム透過性について第2図に示した。)
- 4) 水には弱い耐油性である。

第2表 米国で市販されているアミロースフィルム規格の一例

EDISOL-M(Polymer Films 社の商品名)	
Edisol-M は食品級の可水溶性フィルムである。Edisol-M フィルムの全成分は食品用に FDA の認可を受けている。フィルムは鮮明、無色、無臭で温和な味をもつ。	
Edisol-M フィルムの性質	
面積 平方インチ/ポンド/ミル	22,500
溶解温度範囲	32~125°F
比重(ASTM-D 792-50)	1,233
融点	240~250°C
ヒートシール範囲	270~300°C
伸張力(75°F, 相対湿度 50%)	5,000 PSI
最終伸長	60%
油脂類および多くの溶剤に対する耐性	優
U.V. (紫外線) 安定性 (500 時間)	優
破裂強度(Mullen Burst)	17.9 PSI/ミル
柔軟性(凍結—溶融をくり返して後)	良
蒸気透過率(100°F, 相対湿度 90~100%) (moisture vapour transmission)	
	70.2g/100平方インチ/24時/ミル
酸素透過率 75°F	80cc/100平方インチ/24時/ミル
M.I.T. 2 ミルフィルムの 2 重折り	
1 kg 負荷	11,000
無負荷	25,000
U.V. (紫外線) 透過 (2 ミルフィルム)	
400	64.4%
290	55.7%
210	24.3%

Edisol-M フィルムは加熱による重合体の温度固化のため、130°F 以上の水に不溶解性を示す。しかし攪拌によってフィルムは破碎し含有物を放出する。

第2図 アミロースフィルムのガス透過性(25°C)⁸⁾

5) 帯電性がない。

6) アミロース単独のフィルムはヒートシール出来ないが適当な可塑剤の添加によりヒートシールが出来る。

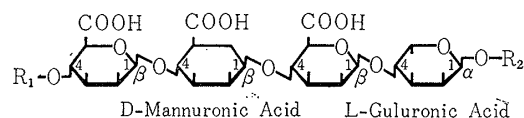
7) 必要に応じ着色、印刷することが出来る。

以上アミロースフィルムは可食性フィルムとしての多くの特性を有している。しかし、その老化結晶性に基因する経時変化が大であって 4~5 週間で非常に脆いフィルムに変質するし、透明度も必ずしも良好でなく半透明なものしか得られていない。(但し、近年林原生物化学

研究所で開発した酵素法による分画長鎖アミロース⁴⁾を原料とした場合は非常に透明なものが出来る⁵⁾。) 又、フィルムの水溶性に就いても、熱水で吸水膨潤を起して変形はするが白濁した残渣が残留して完全に溶解し難いこと。更に原料の難溶性に伴う製膜時のトラブル等の欠点の為、膨大な研究報告、特許申請が行なわれているにもかかわらずアミロースフィルムの工業化は今一步の域を出ていないようである。

Ⅲ アルギン酸フィルム

アルギン酸は褐藻類より抽出される海藻粘質物で第3図に示す様に D-マンニuron酸と L-グルuron酸の重合体を主構造とするヘテロ多糖類⁶⁾である。

(R₁, R₂ は 2 種のウロン酸残基からなる鎖部)第3図 アルギン酸の主構造¹²⁾

マンニuron酸とグルuron酸の量比や分子量は原料となる褐藻の種類や収穫時期又、同一種の褐藻でも部位によって著しく異なり一概にアルギン酸といってもかなり性質の異なるものである。

アルギン酸の一般的性質は次の如くである⁷⁾。

1) 高分子電解質でありその COOH 基は活性が高く、電氣的に負に帯電しているので正電荷をもつ高分子と強固な結合をする。

2) アルギン酸は水に難溶であるが容易に浸潤し膨潤する。

3) アルギン酸のアルカリ金属、マグネシウム、アンモニアの塩類は水溶性であるが、その他の金属塩は水に不溶である。

4) アルギン酸およびその塩は殆ど有機溶剤に対して不溶性である。

5) アルギン水溶液はカルシウムイオンと接触した場合、耐熱性ゼリーを形成するがカルシウムイオンの多少、使用アルギンの種類、量、濃度、共存する塩類等によってそのゼリー強度は変化する。

6) アルギン酸にはイオン交換性があり、弱酸型陽イオン交換体に属する。

アルギン酸フィルムは、その調製方法により水可溶性フィルム或いは、水不溶性フィルムのいずれにもなり、

- 1) 可食性である
- 2) 透明性が良い
- 3) 強靱でかつ柔軟である
- 4) 粘着性がある
- 5) 耐油性がある

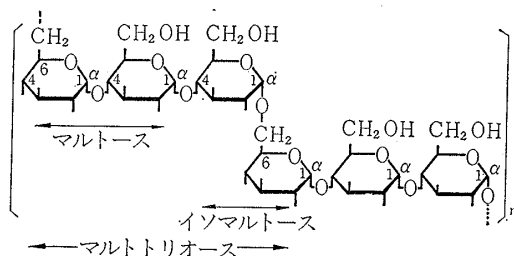
炭水化物系可食性フィルムについて

6) 他の高分子物質（例えば澱粉、ゼラチン、コラーゲン等）や糖類との相溶性がある。

7) 不溶化したものは、耐水性で耐熱性がある等、きわめて特色のある性質をもっており、早くから可食性フィルムとしての用途が期待されていた。しかし、先にも述べたが原料をそれぞれ成分の異なる天然の海藻に求めていることで、一定組成の原料をまとめて得難いのがアルギン酸の応用研究、或いはその商品化の遅れている最大原因と考えられる。

IV プルランフィルム

プルランは黒酵母の一種 *Aureobasidium pullulans* を砂糖や水飴に培養したとき、菌体外に生産される粘性多糖類の一種で、1938年 R. Bauer⁸⁾によりその存在が報告され、その後、H. Bender⁹⁾、上田¹⁰⁾、K. Wallenfels¹¹⁾らの研究により、第4図に示すような α -1,4結合による3個のグルコース、すなわちマルトトリオースが α -1,6結合でくり返し線状に結合したグルカンであることが示された。



第4図 プルランの構造¹²⁾

プルランは発見以来その構造研究、生化学的研究等は数多くなされたが、その物性については水溶性粘質物として知られるのみで、林原生物化学研究所の発表までは用途についての研究は全くみられなかった。

林原生物化学研究所では、当時アミロースフィルムを開発中であったが、酵素活性測定用基質として用いていたプルランが、可塑剤を添加しなくても透明で強靱なフィルムを形成する事が出来、又、アミロースフィルムのような老化に伴う脆弱化、溶解性の悪さ等の欠点がなく、しかもアミロースフィルムと同様可食性で耐油性があり、酸素透過性が殆んどない等の優れた特性を保持したフィルムになることを見出した¹³⁾。続いて同研究所では原料プルランの製法開発に力を注ぎ、プルラン生産菌株の改良や培養条件などの検討¹⁴⁾により、従来対糖収率10~30%であったものを70%にまで引上げ、また1万から500万まで任意の分子量をもったプルランを自由に製造¹⁵⁾出来るようにした。

プルランフィルムは石油化学系合成フィルムと同じようにプルラン粉末の加熱、加圧押し出し法によって作るこ

とも出来るし、また5~20%プルラン水溶液をオブラートのように平滑面上に連続的に乾燥して作ることも出来る。

この際プルランは常温の水でもゲル化や沈澱、白濁などを起すことなく安定に溶解しているので製膜時に特別の装置を必要としない。又、用途によっては食品そのものをプルラン水溶液に浸漬或いはスプレーコーティング後乾燥することにより、プルラン皮膜を形成させることも出来る。更に用途に応じソルビトール、マルチトール、グリセリン等の糖アルコールを適当量添加することによりフィルムの柔軟性を加減出来るし、他の水溶性高分子、たとえばゼラチン、アミロース、PVA等と混合することにより、それぞれ特徴のあるフィルムを作り得る。（各種プルランフィルムの性質を第3表に示した。）

プルランは可食性フィルムとしてだけでなく、石油化学系プラスチックに優るとも劣らない数多くの特性をもつものであるがここではプルランフィルムに関連した特性についてのみ次にまとめた。

1) プルランは無味、無臭、白色の中性粉末で無毒な炭水化物であるが人体内においては殆んど消化吸収されない。（第4表に動物消化酵素による分解を示した。）

2) プルランは生物分解性であり土中に廃棄すれば微

第4表 動物消化酵素によるプルランの分解度

酵 素 源	反応 pH	試 料 No. 1		試 料 No. 2	
		3時間	22時間	3時間	22時間
豚 の 小 腸	6.8	0	0.72	0.088	0.51
豚 の 膵 臓	5.0	0.46	0.90	1.52	—
唾液の α -アミラーゼ	6.0	0.48	2.33	0.48	2.5
豚 の 肝 臓	6.8	0.72	—	0.72	—

第5表 プルラン及びアミロースフィルムの特性

		プルラン製 フィルム 厚さ0.1mm	ハイアミロ ースフィル ム 厚さ0.1mm	ハイアミロー ースのイソア ミラーゼ処理物 のフィルム 厚さ0.1mm	
透 明 度 (T%)		95%	75%	90%	
光 沢		非常に良好	中	稍 良	
引 張 強 度 (Kg/mm ²)		7~8	5~6	5~6	
延 伸 率 %		8~20	20	13	
ショッパーダブル フォールド No. (耐折力)		800~900	600~650	600~700	
経一 時ケ 変月 化後	引張強度 Kg/mm ²		7~8	7~8	6~7
	延 伸 率		8~11	10	7
	耐 折 力	30°C	700~750	100~200	400~500
		-10°C	550~600	10~15	150~200

第3表 プルラン各種フィルムの特徴

試験例 No.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
原料配合	プルラン 100%	プルラン 100%	プルラン3 セラチン1	プルラン4 アミロース1 L	プルラン10 アミロース1 S	プルラン10 アミロース1.5 M	プルラン10 PVA 3 (20)	プルラン10 PVA 1 (28)	プルラン10 PVA 2 (11.8)	プルラン10 PVA 5 (27)
可塑剤		マルチトール 2%	ソルビトール1 マルチトール1 2%	マルチトール 1%		ソルビトール1 マルチトール1 2%		マルチトール 1%		マルチトール 2%
厚さ (mm)	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
透明度(T%)	95	94	92	93	93	93	94	94	93	94
光沢	最良	良	良	良	良	良	良	良	良	良
30°Cの水に溶解 する時間(秒)	20	18	20~21	20~23	18	20~22	20~22	20	18~20	19~21
引張強度 (kg/mm ²)	7.1	6.5	7.5	6.8	6.5	6.5	6.6	6.5	6.0	6.1
延伸率(%)	10	21	13	15	11	20	16	14	13	15
耐折強度	700	780	560	680	650	720	670	620	720	680
引張強度 (Kg/mm ²)	7.2	6.5	7.5	6.9	6.1	6.6	6.7	6.5	6.1	6.2
延伸率(%)	10	20	12	14	12	21	15	14	12	14
耐折強度	700	750	570	670	650	730	750	630	700	670

アミロースL: 高分子アミロース アミロースM: 高分子アミロース混合物 アミロースS: 低分子アミロース

PVA: ポリビニルアルコール () 内は粘度 cps

関に
係
湿度
60%
保存

炭水化物系可食性フィルムについて

第6表 各種フィルムの酸素透過性

試 料	酸素透過度
プルラン A	2.01
〃 B	1.30
普通セロファン	4.70
防湿セロファン	8.58
ポリプロピレン	1100.00

註 ① 測定は ASTM D-1434 による
(但し温度は $27 \pm 1^\circ\text{C}$)

② 測定数値は $\text{cc}/\text{m}^2 \cdot 24 \cdot \text{atm}$

生物の働きにより分解消化されて自然消滅するし、又炭水化物であるので燃焼した場合も、石油化学系製品のような高温や有毒ガスの発生はななくいわゆる廃棄物公害は全くおこさない。

3) 水には自由に溶解し、特に冷水にも可溶でその溶解速度は PVA に較べ 3 倍も速い。

4) 水溶液の粘度は分子量の大小によって異なり、必要に応じ他の粘性多糖、例えばアルギン酸からアラビアガムに匹敵するものまで、所望の粘度のものが得られる。又 pH や塩類による影響が少なく安定である。

5) 粉末及びフィルムともに結晶性はみられず、造膜性、成型性は良好である。

6) 熱に対して安定で特に 0°C 以下の低温下においてもフィルムの脆弱化は起らず柔軟性を有している。

7) フィルムは無色透明、強靱かつ耐油性でアミロースよりも優れた膜特性を持っている。(第5表に各フィルムの特性値を示した。) 又、必要に応じ着色、印刷も可能でヒートシールも容易である。

8) フィルムの酸素透過性が非常に少なく、内容物の酸化防止に著効を示す(第6表に各種フィルムの酸素透過度を示した)。

第7表 パン酵母及びプロテアーゼ入り洗剤の保存試験結果

試 料	充てん時活性	貯 蔵 後 活 性	
		プルラン包装	ポリエチレン包装
酵 母	100%	92%	40%
洗 剤	100%	変化なし	60%

(注) 測定は 3% 砂糖培地における CO_2 発生値およびプロテアーゼ活性測定法による。

最後に、これら特性を有するプルランフィルムに期待する用途面の数例について紹介する。

1) 風味が尊重れざる食品類、例えば粉末スープ、粉末カレーの素、粉末コーヒー、インスタントラーメンの副食物、粉末みそ、粉末しょう油、凍結乾燥の野菜や肉等を 1 食分ずつ包装したものは、その食品の風味外観を長期にわたって安定に保つと共に使用時に開封することなくそのまま食用或は調理に供することが出来てきわめて簡便である。

2) 空気中では不安定な酵素類や医薬等を、使用の 1 回分ずつ包装しておくことによりその活性維持或は酸化変質を防止する。

第7表に酵母及び洗剤についての貯蔵結果を示した。試験条件は製パン用粉末乾燥酵母およびアルカリプロテアーゼ入り洗剤を各 5g ずつ 0.05mm 厚さのプルランフィルム $30 \times 50\text{mm}^2$ に真空充填し、20 個ずつ 0.05mm 厚さポリエチレン袋詰とし 35°C の恒温室に 1 ケ月保存した。比較例は等量のものを内外ともポリエチレン袋に充填したものである。

又第8表は油脂類について同様条件下で経時的变化をみた結果で、各油脂は表面積を増すため一定量のケイソー土に吸収させて保存し酸化生成物のアルデヒド (TBA 値) および過酸化値 (POV 値) について調べたものであ

第8表 油脂類の保存試験結果

TBA 値 ($\text{OD } 530\text{m}\mu$, $450\text{m}\mu/0.1\text{g}$)

区 分		0 時間		3 日							
フィルム 種 類			無 包 装		プルラン		セロファ ン		ポリエチ レン		
波 長	530	450	530	450	530	450	530	450	530	450	
オレイン酸	0.015	0.002	0.007	0.023	0.052	0.023	0.065	0.025	0.007	0.023	
リノール酸	0.032	0.007	0.2	0.985	0.067	0.014	0.105	0.018	1.31	0.25	
鰯 油	0.034	0.002	1.925	0.54	0.078	0.038	0.180	0.21	0.23	0.31	

区 分		0 時間		14 日							
フィルム 種 類			無 包 装		プルラン		セロファ ン		ポリエチ レン		
波 長	530	450	530	450	530	450	530	450	530	450	
オレイン酸	0.015	0.002	2.88	0.97	0.13	0.03	0.91	0.33	1.25	0.31	
リノール酸	0.032	0.007	2.20	0.62	1.38	0.45	2.30	0.75	1.15	0.21	
鰯 油	0.034	0.002	4.55	1.24	1.28	0.057	2.50	0.15	2.51	1.20	

POV (過酸化値 meq/kg)

区 分	0時間	3 日			
		無包装	プル ラン	セロフ ァン	ポリ エチ レン
オレイン酸	0.74	8.0	2.7	3.0	4.0
リノール酸	2.47	199.5	5.4	6.1	56.1
鰯 油	0.76	119.0	7.0	51.0	70.1

着 色 度 (14 日後)				
区 分	無包装	プル ラン	セロフ ァン	ポリエ チレン
オレイン酸	黄 色 +	白色	白色	黄色 +
リノール酸	黄 色 ++	黄色 +	黄色 +	黄色 ++
鰯 油	黄褐色 +++	黄色 +	黄色 ++	黄色 +++

る。

3) 油性の医薬や食品, 例えばドーナツ, テン普拉, フライ, バター, チーズ等のコーティング又は包装により食味の保全がなされる。

4) 乾燥野菜等の粉末状や箔片状製品にコーティングすることにより散乱や破碎を防止すると共にその鮮度を保持する。

5) 湿潤状態にある肉類や魚類等の冷凍品はプルラン液に浸漬するかスプレーコーティングすることによって製品の貯蔵中や輸送中の酸化変質を防止出来る。

以上述べたようにプルランは, 可食性フィルムとしての特性をあますところなく保持しており理想的な食品包装素材として期待されている。更に, プルランは食品素材¹⁶⁾や食品改良剤¹⁷⁾として又, 化粧品¹⁸⁾, 医薬品補助剤¹⁹⁾, 繊維²⁰⁾, 接着剤²¹⁾, 無公害プラスチック²²⁾等, 非常に広範な用途が見込まれており, コスト次第では石油に代わる未来の産業資源として大きな期待が寄せられている。

(林原生物化学研究所では, これら各界の強い要望に応じて既にプルラン製造工場建設に着手しており, 本年末には各種製品を世に送り出せるものと思っています)

参考文献

- 1) 山口和夫: 実際農産加工誌 昭24, 47
- 2) Midwest Research Institute, 16th Annual Report,

May 1961

- 3) F. R. Senti: Food Technol. **13**, 663 (1959)
- 4) U. S. Pat. 3, 632, 475, 3, 830, 697, 3, 838, 005
- 5) 日本特許公告 48-35353, 48-19212
- 6) 西沢: 化学と生物 **10**, 50
- 7) 笠原, 西出: 食品工業 1971, 12下, 42
- 8) R. Bauer: Zentr. Bacteriol. Parasitenk. Abt. II, **98**, 138 (1938)
- 9) H. Bender•J. Lehmann•K. Wallenfels: Biochimica et Biophysica Acta **36**, 309 (1959)
- 10) S. Ueda et al.: Appl. Microbiol. **11**, 211 (1963)
- 11) K. Wallenfels et al.: Biochemische Zeitschrift **341**, 433 (1965)
- 12) 西沢・水野: 糖質化学便覧 (共立出版)
- 13) U. S. Pat. 3, 784, 390
- 14) U. S. Pat. 3, 827, 937
- 15) U. S. Pat. 3, 912, 591
- 16) 日本特許公告 50-25530
- 17) 日本特許公開 50-117948
- 18) 日本特許公開 50-64441
- 19) 日本特許公開 50-135215
- 20) 日本特許公開 50-48203, 50-123931
- 21) 日本特許公告 50-33824
- 日本特許公開 49-99341, 50-123931
- 22) 日本特許公開 50-108357, 50-108391