



環境調和型 L-LDPE フィルム 「LL-HMN」

フタムラ化学株式会社

1. はじめに

プラスチックを取り巻く環境は、この 10 年で大きく変化を遂げている。世界的な環境問題に対する意識の高まりを背景に、日本国内でも 2019 年に策定されたプラスチック資源循環戦略や 2022 年には、プラスチックに係る資源循環の促進等に関する法律が施行されるなど社会全体が環境対応に大きな注目が集まる中、食品包装業界においても持続可能な社会に貢献する包装材料が求められるようになってきた。

2. フタムラ化学の環境への取り組み

食品包装用フィルムで近年主流となっている環境対応手法は大きく分けて、「減容化」「バイオマス化」「リサイクル」に分類することが出来る。

「減容化」はプラスチック資源環境戦略にある「reduce」をもとに、プラスチックの使用量を減らす方法であり、包装袋のサイズを小さくする手法や、必要な機能を担保しつつ使用フィルムの種類を減らす等の手法がとられることが多い。

「バイオマス化」は従来石油由来のプラスチックを使用していた部分に対して、バイオマス由来のプラスチックを配合したり、紙やセロハンのようなバイオマス素材自体へ置き換えたりする手法が多く用いられている。バイオマス由来のプラスチックは、マスバランス方式とセグリゲーション方式に分けられる。マスバランス方式は使用するバイオナフサの使用量に応じて最終製品にバイオマス率を割り当てる方法で、ここ数年当社を含め、日本でも認証取得を得る企業が増えている。セグリゲーション方式は、例えばサトウキビ由来のバイオエチレンから実際に重合されたバイオポリエチレンが代表的であり、バイオポリエチレンを配合したフィルムが大手コンビニエンスストアを中心に広く展開され始めているようである。

「リサイクル」に関しては、メカニカルリサイクル、ケミカルリサイクル等の手法があるが、軟包装に関してはリサイクル材料の使用はほとんど進んでおらず、よりリサイクルがしやすい設計への配慮として、単一組成のフィルムを組み合わせた積層体、所謂モノマテリアル構成の包材開発が積極的に行われている。

以上のように食品包装用フィルムでも様々な環境対応が進められており、当社でも鋭意開発を進めてきた。現在当社にて展開している環境調和型プラスチックフィルム製品群を表 1 に示す。



表 1. 包装用フィルムの環境対応手法と当社環境対応製品群

分類	方式	フィルム種類	製品名	特長
バイオマス	マスバランス方式	OPP	SusFi	バイオマス度を任意に設定
	セグリゲーション方式	OPP	AF642-ER他	バイオマス度5%未満
		CPP	FS821-BI	バイオマス度10%
		L-LDPE	LL-MTB30	バイオマス度30%
リサイクル		一軸延伸PE	PE3K-H・PE3K-BT	PE系モノマテ用表基材
		L-LDPE	LL-RP2	PE系モノマテ用表基材

「バイオマス化」の製品として、マスバランス方式の「SusFi」、セグリゲーション方式では、OPP、CPP、LL でフィルムの種類やバイオマス度が異なる「FOH-ER」、「FS821-BI」、「LL-MTB30」を取り扱うほか、「リサイクル」に対応可能な製品として、モノマテリアル用表基材 PE フィルムにご検討いただける、一軸延伸 PE フィルム「PE3K-H」「PE3K-BT」、無延伸 L-LDPE フィルム「LL-RP2」等を取り揃えている。

その中で、フィルムの「減容化」においては、単純な厚みの低減を行うだけでは、フィルム強度の低下をはじめとする物性面の変化や、触感の変化による高級感の喪失等のデメリットから、実現されるケースが少なかった。

今回、「減容化」をターゲットとした当社の新しい環境調和型 L-LDPE フィルム「LL-HMN」の開発に成功したため、その性能について紹介する。

3. LL-HMN について

3-1. 開発コンセプト

当社 L-LDPE フィルムは、メタロセン触媒技術による高性能直鎖状低密度ポリエチレンを主原料としたフィルムであり、シール強度・耐寒性・ホットタック性の諸物性に優れ、これらの特性から冷凍食品、水物包装、米袋などの重量物包装等、主に複合フィルム構成のシーラント基材として幅広く使用されている。

ポリエチレン系シーラントフィルムとしての L-LDPE フィルムはポリプロピレンからなる CPP フィルムと比較し、シール強度や耐夾雑物性能等優れた性能を有する反面、弾性率が低くなる傾向がある。

PE 樹脂はその密度によって大きく物性が変化する。L-LDPE フィルムでも、高密度の PE 樹脂を使用すると弾性率は向上するが、融点も上がるためシール温度が高くなる。このためヒートシール温度の上昇による加工適性の悪化等デメリットも存在することから減容化を取り組める用途が限られていた。

今回開発した LL-HMN は、当社独自の高剛性設計技術により、汎用的な L-LDPE フィルムのシール性能や加工適性は継承しつつ、従来のコシ感を維持したまま、約 20%のプラスチック量を削減できる設計を実現している。

3-2. LL-HMN の特長

LL-HMN の特長をさらに詳しく説明する。LL-HMN の特長となるフィルム物性を表 2 に示す。

表 2. LL-HMN の物性

		LL-HMN		LL-XMTN	測定方法	
厚さ	μm	40	50	50	JIS K 7130 準拠	
ヘーズ	%	6.2	9.2	7.0	JIS K 7136 準拠	
引張破壊強さ	MPa	タテ	37	35	50	JIS K 7127 準拠
		ヨコ	33	33	40	
引張破壊伸び	%	タテ	748	777	720	JIS K 7127 準拠
		ヨコ	814	808	820	
引張弾性率	GPa	タテ	0.36	0.38	0.15	JIS K 7127 準拠
		ヨコ	0.44	0.47	0.15	
ループステフネス	mN	タテ	1.7	3.6	1.5	フタムラ法
		ヨコ	2.2	4.7	1.5	

LL-HMN の 50μm (以下 LL-HMN#50) と当社の汎用 L-LDPE フィルムである LL-XMTN の 50μm (以下 LL-XMTN#50) の剛性を確認するために、引張弾性率及びループステフネスの数値を記した。引張弾性率を比較すると、約 2.5~3.0 倍になっていることが分かる。さらに引張方向の弾性率だけでなく、ループステフネスの測定結果を示す。この測定は断面積で除した数値である引張弾性率と異なり、直接フィルムを押しした応力の数値であるため、より触感に近い剛性評価と考えることが出来る。LL-HMN#50 と LL-XMTN#50 を比較すると引張弾性率と同じく約 2.5~3.0 倍の数値を示す。また、LL-HMN の 40μm (以下 LL-HMN#40) と LL-XMTN#50 を比較すると近い数値を示すことから、10μm つまり 20%の薄膜化を行っても同等の剛性を有していることが分かる。

また、フィルム単体のヒートシール性能を確認するために温度帯別のヒートシール強度 (以下ヒートシールカーブ) を測定した。図 1 から、LL-HMN#40 は LL-XMTN#50 との比較でほぼ同等の立ち上がり温度、及びヒートシール強度を有していることが示される。

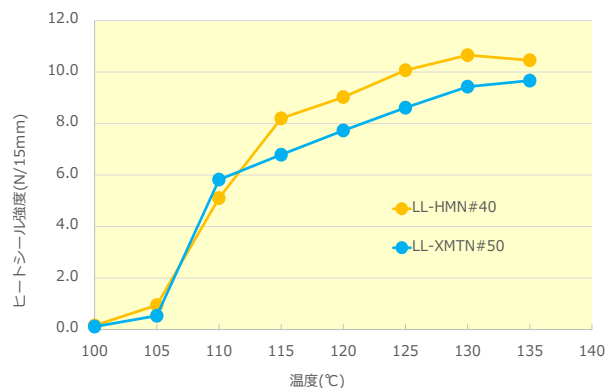


図 1. LL-HMN のヒートシールカーブ

食品包装の分野において L-LDPE

フィルムはフィルム単膜で使用されることは稀であり、シーラント

フィルムとして表基材とラミネートされて使用することが非常に多い。その観点から、厚みの異なる L-LDPE フィルムを二軸延伸ナイロンフィルムとラミネートし、各種物性

を評価した。具体的には、15 μ m の二軸延伸ナイロンフィルム（以下 Ny#15）に、LL-HMN#40 及び LL-XMTN#50 をそれぞれラミネートしたサンプルに対して、剛性、耐ピンホール性、ヒートシール適性、破袋試験の評価を行った。物性評価の結果を表 3、図 2 及び図 3 に示す。

表 3. Ny#15//L-LDPE フィルム物性

		Ny#15//LL-HMN#40	Ny#15//LL-XMTN#50	測定方法	
厚さ	μ m	55	65	JIS K 7130 準拠	
ループステフネス	mN	タテ	10.3	11.4	フタムラ法
		ヨコ	11.5	11.1	
ダート衝撃強度	J	タテ	9.1	9.5	JIS K 7124 準拠
突刺強度	J	タテ	12.2	11.7	JIS Z 1707 準拠

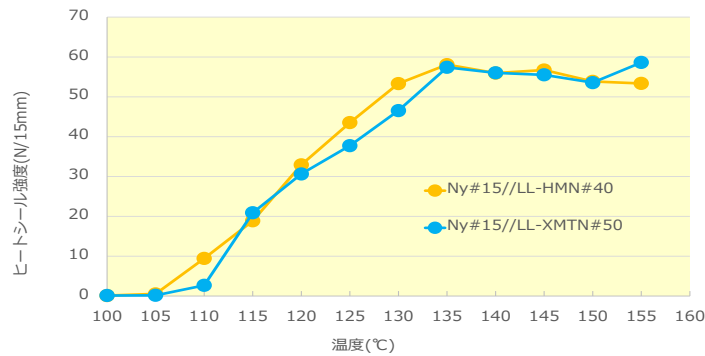
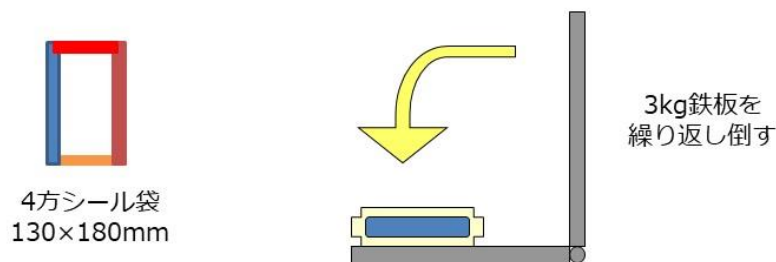


図 2. Ny#15//LL-MHN ヒートシールカーブ

- ① 水200mlを入れた4方シール袋を作成し、0°Cの水中で1日保管する。
- ② 製袋品へ3kgの鉄板を90°位置から繰り返し倒す(最大50回)



Ny#15//LL-HMN#40	Ny#15//LL-XMTN#50	Ny#15//LL-XHT#50
破袋なし	破袋なし	破袋あり
0/5袋	0/5袋	1/5袋

図 3. 破袋試験評価結果



表 3 に示した通り、剛性評価の指標としてループステフネスの測定結果を確認したところ、LL-XMTN#50 を使用したラミネート品から 10 μ m 厚みが減っているにもかかわらず、LL-HMN#40 を使用したラミネート品はほぼ同等の数値を示し、剛性が担保されていることが分かった。また、突刺し強度の測定を実施した結果、LL-HMN#40 ラミネート品は LL-XMTN#50 ラミネート品とほぼ同等の数値を示した。これによりラミネート品の耐ピンホール性能も減容化による低下が見られないことが明らかになった。

薄膜化による懸念点の一つとして、シール強度やそれに伴う破袋強度の低下が挙げられる。図 2 に Ny#15 とのラミネート品のヒートシールカーブ評価結果を示す。LL-HMN#40 と LL-XMTN#50 のラミネート品はほぼ同じシール強度のカーブを描いており、LL-HMN#40 を使用することでシーラントフィルムの厚みが薄くなったことがシール強度に影響を与えていないことが分かる。

またシール性能と関係のある重要な要素として破袋強度があげられる。当社では破袋を評価する独自の方法として図 3 に示す評価を実施している。

各ラミネート品を用いて水 200mL を入れた 4 方シール袋を作成し、0 $^{\circ}$ C の水中で 1 日保管した後、製袋品へ 3k g の鉄板を 90 $^{\circ}$ 位置から最大 50 回繰り返し倒し、5 袋中で何袋が破袋したかを確認した。LL-HMN#40 ラミネート品は LL-XMNT#50 ラミネート品と同じく破袋することはなかった。比較として当社耐熱タイプ L-LDPE フィルムである LL-XHT の 50 μ m と、Ny#15 をラミネートしたサンプルに対して同等の評価を実施したところ、5 袋中 1 袋の破袋が見られた。このことから、LL-XMTN#50 から 10 μ m 薄膜化されている LL-HMN#40 を用いたラミネート品は、LL-XMTN#50 ラミネート品と同等の破袋性能を有していると考えられる。

3-3. 応用分野・製品

LL-HMN はその優れた剛性、シール性能、加工適性から、従来の L-LDPE フィルムと同様に食品包装用途での使用を想定している。

使用例としては、一般的な食品包材やお土産用菓子の個包装、冷凍食品用途等で使用されている 40 μ m から 60 μ m の L-LDPE フィルムの減容化だけでなく、詰め替え用パウチ、スパウト用パウチ、ペットフード用包装袋等、所謂厚番手と呼ばれるシーラント基材を使用している包材に対して、図 4 のように LL-HMN を使用いただくことで、シーラントフィルムとして約 20%のプラスチック使用量削減による環境対応を訴求することが出来る。

また、前述の通り環境対応手法の一つとして、よりリサイクルに配慮した設計であるモノマテリアル構成の検討が進んでいる。通常 L-LDPE フィルムが使用される場合、表基材は PET や Ny 等の二軸延伸フィルムが選定されるが、ポリエチレン系モノマテリアル構成では、延伸ポリエチレンフィルムを選定することが多い。環境負荷低減に寄与する LL-HMN は、同じく環境対応手法の一つであるモノマテリアル構成とも相性の良いシーラントフィルムということが出来る。

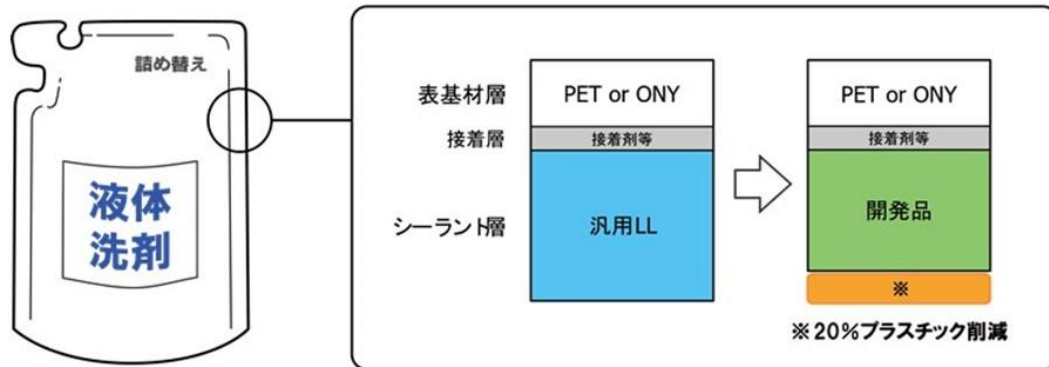


図 4. LL-HMN の提案例

以上のように当社では様々な用途への展開に対応すべく、LL-HMN の厚みを 30 μ m から 80 μ m までラインアップすることで減容化による環境負荷低減の提案を可能にしている予定である。

4. まとめ

フタムラ化学では、フィルムを「安心してご利用いただける製品」を「安定した品質」で「安定的にお届けする」ことで、現代の食品サプライチェーンに必要な不可欠な包装材料の安定供給維持に貢献してきた。その中で、食品包装業界では近年、より持続可能な社会に貢献する包装材が求められており、当社でもバイオマス化やリサイクルに対応する製品群を積極的に展開しているが、今回約 20%のプラスチック使用量が削減可能なフィルム製品「LL-HMN」を新たに製品ラインアップに加えて展開することにより、SDGs の達成や、2050 年カーボンニュートラルの実現に向け貢献していきたいと考えている。