

# 包材用メタロセン樹脂

日本ポリエチレン(株)研究開発センター  
神谷 達之

## 1. メタロセン系樹脂の広がり

1980年にKaminsky教授らの新しい重合触媒の発見により幕を開けたメタロセン系樹脂の開発も、1990年代には商業化が開始され、2000年以降は大きくその存在感を高めている。メタロセン触媒の樹脂への適用は、高密度ポリエチレン(HDPE)、直鎖状低密度ポリエチレン(LLDPE)、iso-ポリプロピレン、ランダム-ポリプロピレンなどが市場ニーズに支えられて伸張している。この中でもメタロセン系触媒を介して、エチレンと $\alpha$ -オレフィンとの共重合で得られるLLDPEやVLDPEは、従来のチーグラ系触媒で得られていたポリマーよりも分子量分布や組成分布が狭く、低温ヒートシール性や強度に優れることから包材用樹脂原料として、今や欠かせない存在となっている。

当初、メタロセン系触媒で得られるポリエチレンはその分子量分布の狭さから、押出加工性に劣る点が用途開発の支障となっていた。その後の製造プロセスによる広分子量化や触媒改良による長鎖分岐の導入、あるいは配合技術により高速成形化にも対応するようになり、幅広い成品に適用されるようになった。さらに、従来の触媒系では困難であった低溶出性、低揮発性、さらには添加剤を配合しない無添加化など時流に適合する衛生性を意識したグレードの開発も進められ、ポリエチレンの可能性をさらに広げつつあると言えよう。

## 2. 当社メタロセン樹脂のアウトライン

当社はポリエチレン専門メーカーとして2003年に発足したが、それ以前から開発を進めていたメタロセン系プラストマー<カーネル>(P2表1参照)とメタロセン系ポリエチレン<ハーモレックス>(P2表2参照)をメタロセン戦略の核として位置付け、幅広く包装材への適用範囲を広げるべく取り組みを進めている。

<カーネル><sup>1)</sup>は当社の高圧イオン重合技術に

Exxon Mobil(当時Exxon Chemical)の高性能メタロセン触媒技術を適用したプロセスで生産される。従来のポリエチレンプラントでは、製造が困難な超低密度の領域まで製造が可能で、メタロセン系プラストマーとしての優れた特徴を有している。<カーネル>は分子量分布や組成分布が狭く、以下のような優れた物性が際立っている。

均一なモノマー組成分布は、固相状態での「タイ分子」の形成を促し、高い引張強度、衝撃強度を示す。

ベタツキ成分の少ない低融点材料が得られ、卓越した低温ヒートシール性を示す。

ベタツキ成分の少ない軟質材料が得られる。

低分子量、低結晶成分を含まないため、溶剤抽出成分が少なく、低臭気かつ衛生的なクリーンな材料である。

耐ストレスクラック性、耐揉み疲労性に優れる。

<カーネル>の最大の特徴は、密度0.885~0.915g/cm<sup>3</sup>の「プラストマー」領域で発揮され、その組成分布の狭さと相まって、高速自動充填適性、高いヒートシール強度、ホットタック性に極めて優れている。また、低臭性、低異味性も配慮した材料設計を行っており、ミネラルウォーターや清涼飲料水などのバックインボックス内袋向け材料として支持されている。<カーネル>はその製造技術の磨きこみにより揮発成分が少ないという品質上の特色を有しているが、さらに高温加工時や線滅菌時に発生する臭気成分を抑制するという観点からの材料設計も確立している。

<ハーモレックス>は1998年に上市したハイパフォーマンスが要求される各種用途に対応できる気相法メタロセンポリエチレンである。従来のチーグラ系触媒を用いて製造されるLLDPEと比較して柔軟かつ強靱であり、透明性、低温ヒートシ

表1 <カーネル>グレード一覧

項目	単位	測定規格	フィルム										押出ラミ				射出・改質				
			KF260T	KF270	KF271	KF282	KF283	KF360T	KF370	KF380	KC570S	KC580S	KC573	KC650T	KS240T	KS340T	KS260	K5560T	K5571	KJ640T	
MFR	g/10min	JIS K6922-2	2.0	2.0	2.4	2.2	2.5	3.5	3.5	4.0	10.5	10.5	15	20	2.2	3.5	2.2	16.5	12	30	
密度	g/cm3	JIS K6922-1.2	0.901	0.907	0.913	0.915	0.921	0.898	0.905	0.918	0.906	0.920	0.910	0.888	0.880	0.880	0.902	0.898	0.907	0.880	
引張降伏応力	MPa	JIS K6922-2	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし	
引張破壊ひずみ	%	JIS K6922-2	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	>500	
曲げ弾性率	MPa	JIS K6922-2	82	114	170	190	300	56	83	240	108	250	122	42	25	23	83	62	110	23	
シャルピー衝撃強さ	kJ/m2	JIS K6922-2	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	
デュロメータ硬さ	(HDD)	JIS K7215	44	47	53	54	59	42	47	56	42	52	46	35	31	30	44	40	45	27	
耐環境応力き裂	h	ASTM D1693	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	
ピカット軟化点	℃	JIS K7206	80	88	96	97	102	72	85	99	73	98	81	42	47	44	78	66	85	39	
融点(DSC)	℃	ISO 11357-3	93	100	102	103	108	90	97	106	102	109	102	55	60	60	92	90	100	58	
酸化温度	℃	ISO FDIS974	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	
試験片作成方法			圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	圧縮	
特長			●耐環境キール ●耐環境キール	●耐環境キール ●耐環境キール	●高強度 ●高強度	●低歪率 ●低歪率	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	
主な用途			●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム ●フィルム	
ポリオレフィン等衛生協議会自主規制基準			適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合

表2 <ハーモレックス>グレード一覧

項目	単位	測定規格	フィルム								無添加フィルム				押出ラミ		射出	
			NF324A	NF375B	NF366A	NF444A	NF464A	NC564A	NC594A	NV325N	NF464N	NF544N	NH745N	NH845N	NM664N	NM744N		
MFR	g/10min	JIS K6922-2	1.0	1.0	1.5	2.0	2.0	3.5	3.5	0.9	2.0	3.5	8.0	15	8	12		
密度	g/cm3	JIS K6922-1.2	0.906	0.921	0.919	0.912	0.918	0.918	0.935	0.908	0.918	0.912	0.913	0.913	0.919	0.911		
引張降伏応力	MPa	JIS K6922-2	—	11	—	—	—	—	14	—	—	—	—	—	—			
引張破壊ひずみ	%	JIS K6922-2	—	>430	—	—	—	—	>430	—	—	—	—	—	—			
引張破壊ひずみ	%	JIS K6922-2	>500	—	>500	>500	>500	>500	—	>500	>500	>500	>500	>500	>500			
曲げ弾性率	MPa	JIS K6922-2	80	290	210	110	160	160	410	90	160	120	110	120	180	120		
シャルピー衝撃強さ	kJ/m2	JIS K6922-2	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず	破壊せず		
引張衝撃強さ	kJ/m2	JIS K6922-2	290	300	300	300	300	300	270	290	300	300	320	260	270	270		
デュロメータ硬さ	(HDD)	JIS K7215	45	54	54	48	53	53	57	45	53	47	47	46	49	46		
耐環境応力き裂	h	ASTM D1693	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000	>1000		
ピカット軟化点	℃	JIS K7206	88	103	100	93	98	100	117	88	98	91	85	84	100	90		
融点(DSC)	℃	ISO 11357-3	120	124	124	121	124	124	125	120	124	121	121	120	124	120		
酸化温度	℃	ISO FDIS974	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70	<-70		
試験片作成方法			圧縮	圧縮	射出	射出	射出	射出	射出	圧縮	射出	射出	射出	射出	射出	射出		
特長			●高強度 ●高強度	●高強度 ●高強度	●高強度 ●高強度	●低歪率 ●低歪率	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	●耐熱性 ●耐熱性	
主な用途			●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム	●フィルム ●フィルム		
ポリオレフィン等衛生協議会自主規制基準			適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合	適合		

ール性に優れ、溶剤抽出分が少ない等の特徴を有している。一方、適度な分子量分布を有するため低押出負荷などの押出特性に優れ、同時に低融点成分と若干の高融点成分を併せ持つため、耐熱性にも優れた材料であり、各種フィルム用途、押出ラミネート用途、真空成形容器、ブロー容器、射出成形品、カレンダー成形品など幅広い用途に使用されている。

<ハーモレックス>の特長としては、無添加グレードのラインアップが充実している点が挙げられ

より、品質的に安定した無添加グレードを市場のニーズに合わせて供給し、乳等省令対応包装、一般食品用途、クリーン包装などに採用されている。

### 3. 包材用途の市場ニーズと適合するメタロセン樹脂

次に、包装用途向けに要求される樹脂材料のキーワードとそれに適合する樹脂グレードについて解説する。

#### 1) 高速成形性

ポリエチレンユーザーにおける生産性の向上は市場競争のなかで常に求められており、当社としてもそのニーズに応えるべく樹脂開発、設計を行っている。成形加工性を向上するには、押出負

荷を下げるあるいは溶融張力を付与することが一般的である。それを樹脂設計に反映させると、分子量分布を広げたり、長鎖分岐を導入したりする手法を取る。しかし、このことは強度や耐溶剤抽出性などのパフォーマンスを低下させることになる。したがって、成形用途ごとのきめ細やかな材料設計が求められている。当社では、顧客ニーズに応えられるように、成形分野ごとに最適化された MFR と密度の基本グレードを用意し、より高速成形に適合するグレードの開発を行っている。最適製品を得るべく、用途に合わせた各種添加剤(スリップ剤、アンチブロッキング剤、帯電防止剤など)のマスターバッチを用意して配合の提案を行っている。

表3 <ハーモレックス>重袋グレード「NF375B」のフィルム物性

項目	方向	単位	<ハーモレックス>	当社従来品
			NF375B	重袋グレード
MFR		g/10min	1	0.5
密度		g/cm <sup>3</sup>	0.921	0.926
融点		℃	122.4	126.0
成形温度		℃	190	220
フィルム巾		mm	440	440
フィルム厚み		μm	130	130
引張強さ	タテ	MPa	47	45
	ヨコ		48	47
	折目		45	44
引張伸び	タテ	%	690	685
	ヨコ		735	710
	折目		720	730
ダートインパクト		g	820	700
パンクチャー衝撃強さ		J	15.3	14.2
直角引張強さ	タテ	N	15.9	17.3
	ヨコ		12.1	13.4
ヒートシール部強さ(170℃)		N/15mm	42.9	33.2
静摩擦角*	外-外	deg	18.1	17.2
	内-内		29.1	18.0
表面固有抵抗*	外	Ω	2.9×10 <sup>12</sup>	1.4×10 <sup>12</sup>
	内		1.8×10 <sup>12</sup>	>10 <sup>12</sup>

\*帯電防止剤をマスターバッチにて1200ppm相当分、配合した。

## 2) 強度

衝撃強度、耐ピンホール性、突刺強度、引張強度、低温落袋強度など包材用途としてより高強度を求められるケースは、メタロセン系ポリエチレンを導入する最も明確な動機であろう。従来のチーグラ系触媒で得られる HA0-LLDPE よりも格段の高強度を達成しており、強度を求められる用途、例えば肥料袋などの重袋、セミ重袋、水物の容器となるバッグ類などには欠かせない材料となっている。<ハーモレックス>「NF375B」は重袋、セミ重袋向けに設計された成形性と強度のバランスを最適化したグレードである。(表3参照)従来の重袋グレードよりも MFR を高め (MFR=1.0g/10min)

に設定し、押出負荷を下げることで低温設定 (190 )での成形が可能であり、冷却効率がよく、バブル安定性に優れている。得られたフィルムの物性は、衝撃強度に優れ、かつ帯電防止剤を配合しても摩擦係数が比較的高く、重袋の段積み時の滑落防止性に優れている。また<ハーモレックス>「NF444A」「NF464A」「NF366A」<カーネル>「KF283」はインフレーション成形用のベース樹脂として使用される。メタロセン系ポリエチレンらしい高強度と高透明性が得られ、シーラントフィルム、バックインボックス内袋、食肉包装など、低温ヒートシール性や耐突刺性などの特長を生かして幅広く採用されている。

## 3) 改質

メタロセン系ポリエチレンを従来の各種ポリエチレンあるいはポリプロピレンに改質材として配合することも有用である。配合に適するグレードは、たとえば<カーネル>の低密度品「KS240T」「KS340T」、<ハーモレックス>の低MFRかつ低密度品の「NF324A」が好適である。物性とコストパフォーマンスを最適化する配合処方提案を各種用途に合わせて行っている。「NF324A」をLDPEの改質剤として使用したケースを表4に示す。弊社LDPE<ノバテック>「LF240」(MFR=0.7g/10min、密度=0.924g/cm<sup>3</sup>)に「NF324A」を5~30wt%配合すると引張破断強さ、フィルムインパクト、ゲルポフレックステストなどが著しく向上する効果が確認できる。

表4 <ハーモレックス>「NF324A」によるLDPEの改質効果

項目・測定規格		LDPE						
		LF240	LF240	LF240	LF240	LF240		
		HRx	-	NF324A	NF324A	NF324A	NF324A	
		配合%	0	5	10	20	30	
グロス	JIS K7105	%	73	71	68	68	69	
クラティター	JIS K7105	%	40	33	29	27	18	
ヘーズ		%	11.5	12.3	12.8	12.8	12.4	
引張破断強さ	MD	JIS Z1702	MPa	25	27	28	31	32
	TD			22	26	29	33	33
引張破断伸び	MD	JIS Z1702	%	230	275	265	290	325
	TD			510	555	595	625	615
引張弾性率	MD	ASTM D882	MPa	260	250	240	230	230
	TD			310	310	300	290	270
引張強さ	MD	JIS K7128	N/mm	51	42	29	23	23
	TD			30	37	44	120	200
フィルムバク(1inch)	JIS F8134	J/mm	17.3	18.7	20.9	24.7	26.0	
ゲルポフレックス 3000回	MD	23℃	個	23	18	14	5	2
	TD			67	43	25	7	3

成形条件: Φ50mmEXT, Φ75mmダイ, リップギャップ=1.0mm, BUR=2.4, TUS=12m/min 成形温度=180℃, フィルム厚み=50μm

#### 4) 低温ヒートシール性

低温ヒートシール性を生かした用途では、各種パッケージに幅広く使用されているドライラミ品、押出ラミ品、サンドラミ品のヒートシール層としてメタロセン系ポリエチレンが使用されている。<カーネル> <ハーモレックス> 共に優れた低温ヒートシール性を有しており、シーラントフィルムとして幅広い用途へ展開している。特に、液体小袋包装で求められる高速充填適性に<カーネル>の押出ラミグレード「KC452T」「KC570S」は、従来品を凌駕する充填適性を示し、充填温度の幅が広がるとともに耐圧強度も高く、優れた包材を得ることができる。(表5, 6 参照)

#### 5) ノーアンカー

また、有機溶剤を使用しない「ノーアンカー」のニーズが高まる中、<ハーモレックス>無添加グレード「NH745N」は、各種基材に対して優れた接着性を示す。(表7 参照) 従来から使用されている高圧法 LDPE よりもアルミ箔などの基材に対して良好な接着性を示し、オゾン処理を併用することでより一層の接着強度の向上が期待できる。さらに

表5 押出ラミネート液体小袋用開発グレード

項目	単位	測定規格	開発		標準
			最適中間層	超低温高速充填	シーラント
			XM802	KC452T	KC570S
MFR	g/10min	JIS K6922-2	8.0	6.5	10.5
密度	g/cm <sup>3</sup>	JIS K6922-1.2	0.913	0.890	0.906
引張降伏応力	MPa	JIS K6922-2	降伏点なし	降伏点なし	降伏点なし
引張破断ひずみ	%	JIS K6922-2	>500	>500	>500
曲げ弾性率	MPa	JIS K6922-2	160	45	108
シャルピー衝撃強さ	kJ/m <sup>2</sup>	JIS K6922-2	破壊せず	破壊せず	破壊せず
デュロメータ硬さ	HDD	JIS K7215	48	36	42
耐環境応力き裂	h	ASTM D1693	>1000	>1000	>1000
ピカット軟化点	℃	JIS K7206	85	47	73
脆性温度	℃	ISO FDIS974	<-70	<-70	<-70
試験片作成方法		JIS K6922-2	圧縮	圧縮	圧縮

表6 液体小袋充填適性

中間層	最内層	充填温度(横ソール)									耐圧強度	
		縦ソール温度:200℃, 内容物:水25℃										同左
		150℃	155℃	160℃	165℃	170℃	175℃	180℃	185℃	190℃		
XM802 (密度0.913)	KC570S (密度0.906)	X	X	Δ	○-	○	○	○-	Δ	X	570kg	
	KC452T (密度0.890)	Δ	○-	○	○	○	○	Δ	X	-	520kg	
他社メタロセン (密度0.920)	他社メタロセン (密度0.906)	X	X	X	X	Δ	○	○	○-	Δ	500kg	
他社チーグラー (密度0.909)		X	X	X	Δ	○	○	○-	Δ	X	410kg	

包材構成: ONV#15/中間層25μ/最内層25μ

評価方法: ○ 耐圧100kg/3分間液漏れなし(4袋)

(横ソール) ○- 低温側:液漏れ、高温側:液漏れ(使用可能)

Δ 液漏れ多い、横ソール後退少

X 横ソール後退大

充填機: 小袋製作所製スーパーコマックSKL-1000

充填速度: 20m/分

内容物: 水(水25℃)

内容量: 15cc

寸法: 65幅×80mmピッチ

耐圧強度: 横ソール175℃充填品を使用し引張試験機にて圧縮試験実施

圧縮速度10mm/分にて破袋強度を測定(N=4)

は、EAA、EMAA 等の酸共重合樹脂に代えて使用することで樹脂置換時のロス低減も可能である。これらのことから紙容器、バリア層含有包装などの各種サンドラミ層としての用途やノーアンカー包材の用途に適する。

#### 6) マット外観

包材としての光学特性は、用途により透明性を求められる製品と求められない製品に分類される。可視性を重要視するシュリンクフィルムやラップフィルム、スタンディングパウチは高透明が求められる、バックインボックスの内袋や遮光性を付与した積層フィルムでは一概に透明性を必要とされない。むしろ、不透明感やマットな質感が意匠性や能性で求められる場合もあり、その点でハー

モレックスの「NF324A」「NF544N」「NF464N」を単品で使用し、低温(130~160)でインフレー

ション成形して得られたフィルム原反は、ヘーズで40%以上のマット調の独特の外観が得られ、柔軟性と相まってユニークな風合いのフィルムとなる。このフィルム外観は表面にポリエチレンの結晶形態の一つである「球晶」構造の発現によるミクロン単位の凹凸が形成されるため、これによりアンチブロッキング性も同時に得られる。すなわち、アンチブロッキング剤を配合することなく開口性に優れ、ドライラミや製袋などの二次加工適性に優れたフィルムが得られる。

### 7) 低フィッシュアイ

包材向けポリエチレンに求められる基本品質として「低フィッシュアイであること」が挙げられる。「フィッシュアイ」はフィルム製品の歩留まりを低下させる原因となるため、樹脂原料およびフィルム成形プロセスからできるだけ排除されるべきである。メタロセン系ポリエチレンは、ドライラミ原反や各種積層フィルムに使用されるケースが多く、従来よりもユーザーからの品質要求は高い。＜カーネル＞＜ハーモレックス＞の包材向けグレードは、市場のニーズに応えるべく独自の品質基準を設け原料起因のフィッシュアイの低減に努めている。また、プロテクトフィルムなどより厳しい水準が求められる分野にも適合するべく、フィッシュアイの更なる低減を目指して、製造技術のブラッシュアップを行っている。

表7 <ハーモレックス>無添加ラミグレードとLDPEのノーアンカー接着の比較

基材の種類	接着強度 (N/15mm幅)	
	ハーモレックス	LDPE
PET	3.4	1.6
AL箔	3.2	2.1
延伸ナイロン	3.2	1.9
EVOH	3.4	0.9
シカ蒸着PET	2.5	0.9

樹脂温度:318℃, ライン速度:100m/min, ラミ厚み:30μm  
 使用樹脂:ハーモレックス…NH745N, LDPE…LC600K

表8 <ハーモレックス>無添加インフレグレードのフィルム物性

項目	方向	単位	NF544N	NF544N	NF464N	NF464N
配合LDPE			-	LF240 10%	-	LF240 10%
MFR		g/10min	3.5	3.0	2.0	1.8
密度		g/cm <sup>3</sup>	0.912	0.913	0.918	0.919
成形温度		℃	140	140	150	150
グロス		%	17	96	26	100
クラリティー		%	21	66	30	73
ヘーズ		%	47.9	6.1	44.7	5.9
引張破断強さ	MD	MPa	42	38	45	49
	TD		39	40	48	50
引張破断伸び	MD	%	580	560	570	610
	TD		640	640	680	710
引張弾性率	MD	MPa	140	160	200	210
	TD		150	190	220	250
エルムドフ引張強さ	MD	N/mm	150	87	140	80
	TD		180	180	200	220
フィルムインバクト(1/2inch)		J/mm	28	21	23	15
ゲルポフレックス 3000回		個	1.0	1.8	1.0	3.0

成形条件:φ50mmBXT,φ75mmダイ,リップギャップ=3.0mm,BUR=2.4,TUS=12m/min  
 フィルム厚み=50μm

### 8) 無添加

<ハーモレックス>は、1998年の上市以来、積極的に「無添加グレード」の用途開発を進めてきた。今日までの間、ユーザー各位の支持をいただき、このメタロセン系「無添加グレード」の意義が市場に浸透しつつあると認識している。<sup>2)</sup><ハーモレックス>における「無添加グレード」<sup>3)</sup>は、信頼性、実績ともに、技術的に完成されたグレード群である。ここで言う「無添加」とは、重合で得られたポリエチレンに、酸化防止剤や中和剤などの添加剤を一切配合しないグレードを指す。従来の「無添加」グレードは、重合に触媒を使用しない高圧法LDPEではポピュラーであったものの、触媒系にハロゲン元素を必須とするチーグラ系<sup>4)5)</sup>のポリエチレンでは、「ハロゲンキャッチャー」としての何らかの中和剤が事実上必須であった。<ハーモレックス>は、触媒およびプロセスの特長から中和剤すらも配合することなく製品化が可能となった。<sup>4)5)</sup>

「無添加」が期待されている分野は、包材からの添加剤の溶出が忌避されるクリーン包材、乳等省令に適合する包材、包材の長期保管中や内容物との接触などにより樹脂に配合した酸化防止剤が変色する現象(黄変、ピンキング)が懸念される用途、電子部品などへの添加剤の転写が懸念される用途などが挙げられる。「NV325N」は低MFR、低密度を特徴とするグレードで、柔軟性や強度、透

明性に優れる。各種バック、ブローボトルやフィルムへの改質材として有用である。「NF544N」と「NF464N」は、インフレーション成形によるバックインボックス内袋やシーラント原反に使用される。(表8参照) 前述したように、両グレードは低温成形により独特のマット外観を有するフィルムが得られ、ブロッキングを起こさず製袋加工可能である。物性面ではMD、TDの異方性が極めて少なく、突刺強度、インパクト強度、耐ピンホール性に優れている。また、両グレードとも「乳等省令1群」に適合するグレードであり、乳製品向け包材原料として幅広く支持されている。押出ラミグレードである「NH745N」「NH845N」も同様に「乳等省令1群」に適合する無添加グレードである。

#### 9) 押出ラミ

「NH745N」は低温ヒートシール性と良接着性を有し、特にAl箔やPET基材等に対して、従来のLDPEグレードに比して良好な接着を示す。この特徴を利用し、紙容器のAl箔接着層のアンカーコート併用のLDPE押出ラミや接着性樹脂から本グレードへの置き換えが進んでいる。一方、「NH845N」は液体紙容器の最内層シーラントとして好適であり、高速成形性、低温ヒートシール性、低臭性に優れるグレードである。

#### 4. <ハーモレックス><カーネル>の用途による使い分け

当社では、それぞれにユニークな特性を持つメタロセン系ポリエチレン<ハーモレックス>、<カーネル>を有しており、顧客ニーズや用途に合わせて最適なグレードを紹介している。表9に、主な包装材と適するグレードの目安をまとめる。

表9 包材用途における<ハーモレックス><カーネル>の適合グレード例

成形法	用途	<ハーモレックス>	<カーネル>
インフレ	一般インフレーション	NF366A,NF464A	KF260T,KF270,KF271,KF283
	無添加フィルム	NF464N,NF544N	-
	冷凍食品,低温流通	NF324A	-
	肥料袋,米麦袋	NF375B	-
	改質	NF324A	KS240T,KS340T
Tダイ	Tダイシーラント	NC564A	KF360T,KF370,KF380
	耐熱シーラント	NC594A	-
押出ラミ	液体小包装	-	KC570S,KC560T,KC561ST
	紙容器	NH845N	KC573,KC571

#### 参考文献

- 1) 世利卓也, “メタロセンポリエチレンの最新動向,” コンバーテック, 32, [10], 76 (2004)
- 2) “無添加ポリエチレン(無添加LLDPE)に関する調査,” コンバーテック, 33, [2], 2 (2005)
- 3) 神谷達之、若山昌弘, “LLDPE完全無添加グレード「ハーモレックスLL」,” コンバーテック, 30, [4], 50 (2002)
- 4) 特開 2001-341249
- 5) 特開 2001-342306

#### 【要約】

メタロセン系ポリエチレン材料<カーネル>と<ハーモレックス>の包装分野への適用について解説する。包装材に求められる強度、低温ヒートシール性などに加え、低臭性、無添加といった観点から、メタロセン系ポリエチレンの適用範囲は広がっている。