

アンチモールド・マイルド 技術データ・説明
ANTIMOLD-MILD TECHNICAL DATA and EXPLANATION

～包装食品の品質保持技術、安全と衛生のための知識～

Knowledge for packaged food quality keeping, safety and sanitation

〔1〕 構造と機能および効果

1. 構造と機能

アンチモールド・マイルドは食品包装に同封され、包装内のガス環境に影響して食品の品質を保つ包装資材の一種である（写真1,2）。アンチモールド・マイルドはエタノールガスを蒸散するという意味でアクティブパッケージといえる。

エタノールを吸着した粉末が小袋に充填され、食品包装内に同封される。小袋のフィルムはエタノールの蒸散速度（小袋内部で気化し、外部へ発散する速度）を適切にコントロールする機能を持っている（図1）。



写真1. アンチモールド・マイルドの外観



写真2. アンチモールド・マイルドの内容粉

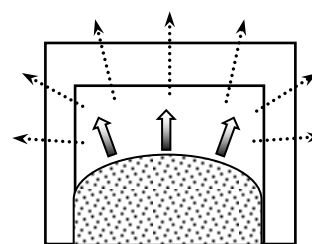


図1. エタノールの気化・発散のイメージ

エタノールの吸着体は粉末状のシリカゲルである。使用されるシリカゲルは湿式沈降法により合成されるもので、非結晶性のため万一誤食したり、吸い込んだりしても心配がない安全な素材となっている。また、使用されるエタノールは食品用の発酵エタノールである。

小袋包材の材質は紙と EVA（エチレン酢酸ビニル共重合体）をラミネートした構成で、食品衛生法に適合した素材となっている。

2. エタノールの蒸散

図 2 はアンチモールド・マイルド（粉末アルコール剤）からのエタノールの蒸散で典型的なパターンを示している。エタノールの初期含量の 70~80%程度までほぼ一定の速度で蒸散される。蒸散速度は温度により変化する。また、蒸散速度は小袋の面積に比例して変化する。

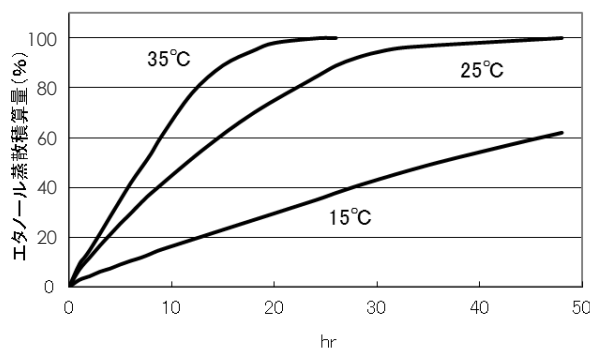


図 2. アンチモールド・マイルドからのエタノール蒸散パターンの例

アンチモールド・マイルドから蒸散されたエタノールは、食品包装内を移動し、食品の表面に到達すると、表面に吸着する。やがてアンチモールド・マイルドからの蒸散が終わると、包装内のエタノールは平衡状態になる。平衡状態に至ると、保存中の包装内のエタノール濃度は一定に保持される（図 3）。食品包装フィルムから微量の抜けがあると、食品側からエタノールが微量放出されて平衡を保つ。このようにして、包装内のエタノールガス濃度が長期間安定して保たれる。通常の使用方法では、エタノールガス濃度が 0.5~2vol.%程度、食品中のエタノール濃度は 0.3~2wt.%程度となる。

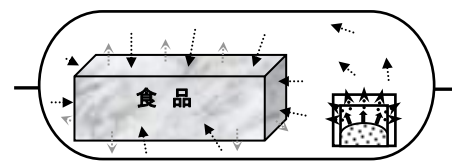


図 3. 食品包装内でのエタノールの動きのイメージ

3. 菌に対する効果

菌に対するアンチモールド・マイルドの効果は、「静菌」である。これは菌の増殖を抑制する効果である。一般的な使用方法ではエタノール濃度が 2%以下の低濃度となるため、菌を死滅させる「殺菌」効果はない。エタノールは菌の中で特にカビに対して静菌効果が高く、有効である。そのため、保存中にカビの発生が問題となる食品に好適な保存剤として使用される。

* 静菌効果のデータは、技術説明〔2〕に掲載

アンチモールド・マイルド 技術データ・説明
 ANTIMOLD-MILD TECHNICAL DATA and EXPLANATION

～包装食品の品質保持技術、安全と衛生のための知識～

Knowledge for packaged food quality keeping, safety and sanitation

[2] エタノールの静菌効果

表1はエタノールによる各種微生物(菌)の増殖阻害を示している。エタノールは細菌、酵母、カビの中で、特にカビに対して増殖阻害効果が高く、4~8%以上の濃度で阻害することがわかる。また、鳥居らの報告(New Food Industry,23(10),38(1981))によると、最適培地を用いたアルコールの静菌作用について、カビの生育に対して3~5%以上の濃度で阻害している。この領域の濃度でのエタノールの作用は、静菌効果であるとされ(表2)、殺菌はされないが生育を阻害する。

表1. エタノールによる微生物の増殖阻害(抜粋) 山下、深谷：愛知県食品試験場年報,12,105(1971)

	アルコール%				アルコール%		
	4	8	12		4	8	12
細菌				酵母			
<i>Escherichia coli</i>	+	-	-	<i>Torulopsis utilis</i>	+	-	-
<i>Bacillus subtilis</i>	+	-	-	<i>Candida albicans</i>	+	-	-
<i>Staphylococcus aureus</i>	+	+	-	<i>Sacch. Carlsbergensis</i>	+	+	-
<i>Aerobacter aerogenes</i>	+	-	-	<i>Endmycopsis fibuliger</i>	+	-	-
<i>Serratia marcescens</i>	+	-	-	<i>Pichia membranaefaciens</i>	+	-	-
<i>Pseudomonas fluorescens</i>	+	-	-	<i>Sacch. Rouxii</i>	+	+	-
<i>Salmonella typhimurium</i>	+	-	-	カビ			
<i>Streptococcus faecalis</i>	+	+	+	<i>Aspergillus niger</i>	+	-	-
<i>Micrococcus epidermidis</i>	+	+	-	<i>Penicillium notatum</i>	-	-	-
<i>Lactobacillus plantarum</i>	+	+	-	<i>Rhizopus javanicus</i>	+	-	-
<i>Lactobacillus sake</i>	+	+	+	<i>Mucor plumbeus</i>	±	-	-
				<i>Monilia formosa</i>	+	-	-
				<i>Trichoderma viride</i>	-	-	-
				<i>Dematium plulans</i>	-	-	-

表2. 微生物に対するエタノールの作用機構 アルコールの高付加価値的利用に関する調査研究

食品保存技術に関する調査研究 総括報告書昭和63年度~平成6年度 社団法人アルコール協会

	エタノール濃度	主な作用機構	死滅時間	水溶液内のエタノールの構造
1)	1~8%	細胞膜内外の水素イオン濃度勾配が乱され、ATP,RNAの合成を阻害する	静菌作用(殺菌せず)	エタノールが多量の水分子に包まれた状態の水和構造物が多い
2)	8~20%	細胞膜が傷つき、菌体内蛋白、アミノ酸、リン、カリ、RNA等が菌体外の漏出する	長時間(30分~48時間)かけて死滅	エタノール水和構造物が減少する
3)	20~40%	過酸化水素分解酵素であるカタラーゼが失活し、過酸化水素の生成によって、菌体内成分の酸化変性が起こる。細胞膜が傷つき菌体内の蛋白、RNA等が漏出する	短時間(10分~30分)に死滅	水和構造物はほとんどなくなり、エタノールと水の比が1:1の付加物が多くなる
4)	40~80%	細部膜、蛋白構造等が急速に変性し、破壊する	ごく短時間(5分以内)に死滅	大部分がエタノールと水の比が1:1の付加物となる
5)	80~99%	細部膜、蛋白構造等の変性が、4)の場合より少し遅くなる	温度条件によって大きく異なる(10分~6時間)	エタノールの疎水基同志が緩やかにひきあった構造が増える

アンチモールド・マイルド（粉末アルコール剤）は、エタノールに感受性の高いカビの静菌を目的として利用される。実用上はモデル食品を用いた保存試験の例（次報）で示すように、エタノール濃度は2%未満、中でも多くは0.5~1%程度の低濃度で使用されている。実際の食品は、水分活性値が低いなど、最適培地に比較してカビの生育力が弱いため、より低濃度で静菌できる。

表3は、アンチモールド・マイルドによる、各種カビの静菌試験結果である。試験手順、各種条件は図2に示す通りである。この試験では、試験系内のエタノール濃度(平衡状態の濃度)は気中（ヘッドスペース）で0.5vol.%、培地中で3.9wt.%となっており、静菌効果としては全く生育しないか、もしくは僅かに生育する程度であった。これは、前述の4~8%（または3~5%）以上の濃度で生育を阻害するという報告によく一致している。

表3. 各種カビの静菌試験結果

菌種	寒天培地	アンチモールド・マイルドの有無	カビの生育			
			1日後	2日後	3日後	7日後
<i>Aspergillus oryzae</i>	PDA	無	±	++	++	+++
		有	-	±	+	+
<i>Aspergillus niger</i>	PDA	無	-	++	++	+++
		有	-	±	+	+
<i>Penicillium citrinum</i>	PDA	無	±	+	++	+++
		有	-	-	-	-
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	PDA	無	-	+	++	+++
		有	-	-	-	-
<i>Eurotium chevalieri</i>	MY20	無	-	+	++	+++
		有	-	-	-	-

- : 生育なし、± : 僅かに生育、+~+++ : 生育

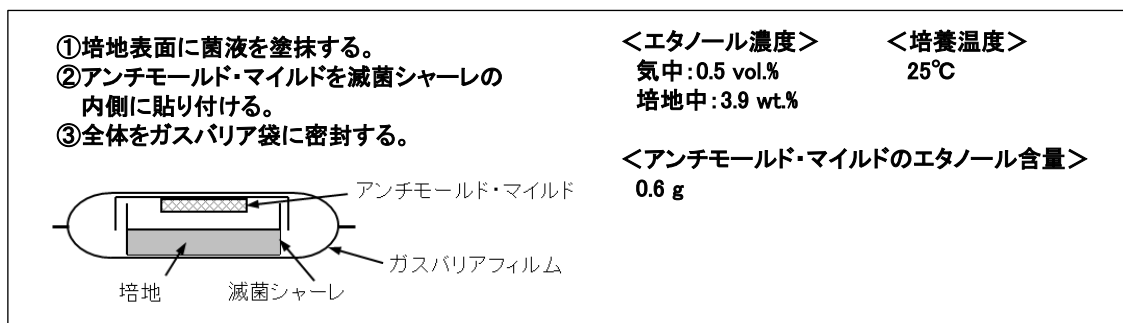


図2. 静菌効果試験の試験方法

*モデル食品を用いた保存試験については〔3〕に掲載

アンチモールド・マイルド 技術データ・説明
ANTIMOLD-MILD TECHNICAL DATA and EXPLANATION

～包装食品の品質保持技術、安全と衛生のための知識～

Knowledge for packaged food quality keeping, safety and sanitation

〔3〕モデル食品での保存試験

モデル食品として食パンとカステラを選び、カビを食品表面に接種して初期の状態を一定にした上で試験に供した。

表1は食パンに *Aspergillus niger* を接種して検体とした例である。食パンの表面に菌液を滅菌ループで5箇所接種し、紫外線滅菌したガスバリア袋に密封して保存した。添付するアンチモールド・マイルド(粉末アルコール剤)の量はエタノール含量0.6gで一定とし、食パンの量を60～150gの間で段階的に変えて試験区を作った。25℃で保存し、経日的に表面を観察してカビの発生箇所数を数えた。図1(次頁)は試験系内の気中エタノール濃度を示している。食品の量に依存して濃度が異なることがわかる。無添付品では4日後以降、全試験区で5箇所ともカビの生育がみられた。一方、アンチモールド・マイルドを添付した試験区では、食品重量によって結果が異なり、120g以下ではカビの生育は抑制されていたが、150gでは徐々にカビの生育が進行する様子がみられた。写真1(次頁)は32日後の検体の状態である。この結果が示すように、実際の食品でカビを発生させないためには、一定以上の濃度のエタノールが必要である。尚、*Aspergillus oryzae*、*Penicillium citrinum*でも同様の試験結果が得られている。

表1. モデル食品による保存試験(1) 食パン
カビ発生経過と箇所数、未発生の場合は一

接種菌種	食品重量	アンチモールド・マイルドの有無	カビ発生経過					
			1日後	4日後	8日後	11日後	18日後	32日後
<i>Aspergillus niger</i>	60g	無	—	5	5	5	5	5
		有	—	—	—	—	—	—
	90g	無	—	5	5	5	5	5
		有	—	—	—	—	—	—
	120g	無	—	5	5	5	5	5
		有	—	—	—	—	—	—
150g	無	—	5	5	5	5	5	
	有	—	1	2	3	3	4	

試験方法：菌液を滅菌ループで食品に5箇所接種し、紫外線滅菌したガスバリア袋に密封。

添付アンチモールド・マイルドのエタノール含量：0.6g

保存温度25℃、n=2。

食パンの水分活性値0.96

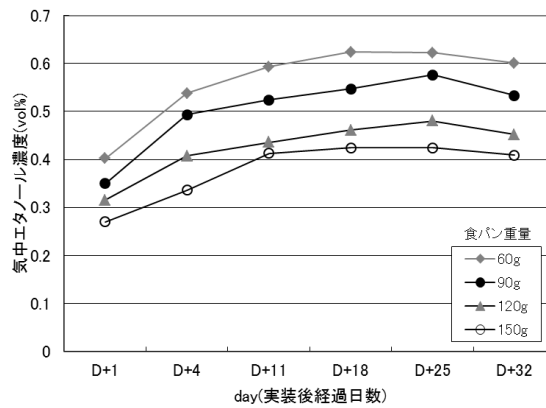


図1. アンチモールド・マイルドを添付したモデル食品（食パン）の包装内気中エタノール濃度の変化

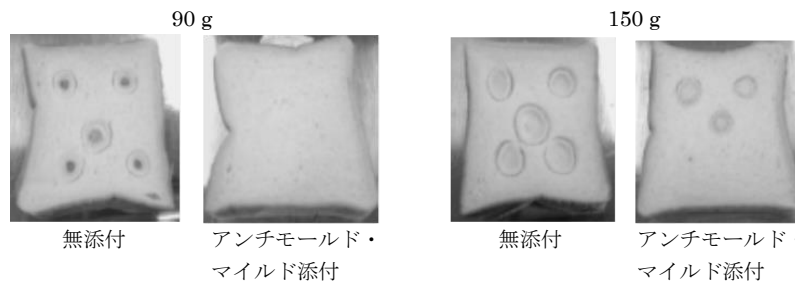


写真1. モデル食品（食パン）のカビの生育状態（32日後） 接種菌種：Aspergillus niger

表2, 3はカステラを用いて、食パンと同様に行った試験の結果である。カビの生育が抑制された試験区の気中エタノール濃度は食パンとほぼ同等で、概ね0.5vol.%以上の濃度であった。このように、食品においてアンチモールド・マイルドを利用したカビの静菌効果を評価するとき、気中のエタノール濃度が指標になるといえる。

表2. モデル食品による保存試験（2）カステラ
カビ発生経過と箇所数、未発生の場合は-

接種菌種	食品重量	アンチモールド・マイルドの有無	カビ発生経過					
			1日後	3日後	6日後	7日後	8日後	13日後
Aspergillus niger	70g	無	-	-	3	4	4	4
		有	-	-	-	-	-	-
	140g	無	-	-	4	4	4	4
		有	-	-	4	4	4	4

試験方法：菌液を滅菌ループで食品に5箇所接種し、紫外線滅菌したガスバリア袋に密封。

添付アンチモールド・マイルドのエタノール含量：0.6g

保存温度25℃、n=2。

カステラの水分活性値0.85

表3. モデル食品（カステラ）の包装内気中エタノール濃度の変化

食品重量	アンチモールド・マイルドの有無	エタノール濃度 (vol.%)		
		1日後	3日後	7日後
70g	無	0.03	0.03	0.03
	有	0.43	0.52	0.49
140g	無	0.03	0.03	0.03
	有	0.30	0.31	0.24