Assimilation of surface Active Agents by Microorganisms

YOJI WACHI

A Study was made on the possible assimilation of nonionic surfactants by various microorganisms. Microorganisms used in this study were isolated from cosmetic products.

Among the 60 tested nonionic surfactants, those of pluronic type were not utilized by fungi, yeasts and bacteria. The reason for this can be attributed to the composition of the surfactants which is made up in combination between propylene glycol and ethylene glycol. However, other ester and ether-ester type nonionic surfactants were found to be utilized as a sole source of carbon by microorganisms.

Especially, *Pseudomonas aeruginosa* (wild type No.16) was noted to demonstrate a strong ability to assimilate most of the tested surfactants except those of pluronic type.

In regard to the ability of assimilation, the microorganisms isolated from cosmetic products were generally superior to the type strains.

1. 緒 言

活性剤は一般にアニオン活性剤、カチオン活性剤、両性活性剤、非イオン型活性剤の4つに分類される。ここでこれら活性剤と微生物の関連を考えた場合、カチオン活性剤、両性活性はそれらの殺菌力が問題となる。従って資化性を考えた場合、問題となるのはアニオン又はノニオン活性剤である。アニオン活性剤は主に洗淨剤として広く用いられているが、河川の汚染などに関連してその廃棄の問題から生分解性（資化性）についていろいろ検討されている。そこで化粧品原料として活性剤の資化性を考えた場合、ノニオン活性剤が中心となる。

それ故、本研究では活性剤群としてはノニオン活性剤を選定し、化粧品から分離された微生物を用いエステル型を中心とした非イオン型界面活性剤約60種に対する資化性の検討を行ったのでここに報告する。

2. 使用界面活性剤

- ポリオキシエチレン硬化ヒマシ油誘導体
HC-5, HC-10, HC-30, HC-60
- ポリオキシエチレン硬化ヒマシ油モノイソステアレート
RWIS 105, RWIS 110, RWIS 140, RWIS 150.
- ポリオキシエチレンオレイン酸エステル
 $C_{17}H_{35}CO \cdot O (CH_2CH_2O)_{n-1} CH_2CH_2OH$
OE-6, OE-10
- ポリオキシエチレンステアリン酸エステル
 $C_{17}H_{35}CO \cdot O (CH_2CH_2O)_{n-1} CH_2CH_2OH$
Em.810, Em.820
- ポリエチレングリコールジステアレート
 $C_{17}H_{35}CO \cdot O (CH_2CH_2O)_{n-1} CH_2CH_2O \cdot OCC_{17}H_{35}$
200di-S, 300di-S, 400di-S, 600di-S
- ポリエチレングリコールジオレエート
 $C_{17}H_{35}CO \cdot O (CH_2CH_2O)_{n-1} CH_2CH_2O \cdot OCC_{17}H_{35}$
200di-O, 300di-O, 400di-O, 600di-O

○プロピレングリコールモノエステル

○プロピレングリコールジエステル

○ポリオキシエチレンラウリルアルコールエーテルイソステアレート

○ポリオキシエチレンラウリルアルコールエーテルステアレート

○ポリオキシエチレンオクチルフェノールエーテルイソステアレート

○ポリオキシエチレングリセロールトリステアレート

○スパン

Span 20 モノラウリン酸ソルビタン
Span 40 モノパルミチン酸ソルビタン
Span 60 モノステアリン酸ソルビタン
Span 80 モノオレイン酸ソルビタン

○ツィーン

スパンにエチレンオキサイドが20モルずつ付加されたもの。

Tween 20 Tween 40, Tween 60, Tween 80

○ポリオキシエチレントリメチロールプロパントリステアレート

TPS 303, TPS 305, TPS 308, TPS 310

○プルロニック

プルロニックは親水性の少ないプロピレングリコールを

疎水基としてエチレンオキサイドを附加した非イオン界面活性剤

L 31, L 61, L 62, L 64, L 101, F 38, F 68, F 83, F 108

以上53種である。すべて市販品（日本エマルジョンK K, スパン, ツィーンは東京化成, プルロニックは旭電化）を用い特別な精製は行わなかった。市販のノニオン界面活性剤は付加されているエチレンオキサイドのモル分布が広く複雑な混合物であり分析も種々の問題があるので, 資化性の検討も活性剤の減少の確認は行わず菌の増殖, それにともなう pH 変化などに資化性の基準を求めた。

3. カビによる界面活性剤の資化

3.1. 供試菌

O-2	Penicillium 属	製品分離菌
O-4	Aspergillus 属	
Q-2	Penicillium 属	
	Penicillium notatum	標準菌株
	Aspergillus niger	

製品分離菌 15 種の中から3種えらび, それに標準菌株2種を加え, 5種のカビを選定した。

3.2. 培養法と資化性の判定

Table 1 に示した培地 20ml を 50ml 三角フラスコに入れオートクレーブで滅菌する。冷却後あらかじめ前培養したカビの孢子懸濁水を一定量接種し, 30°C で3週間静置培養した。

Table 1 Composition of media

For Yeasts and Fungi		For Bacteria
KH ₂ PO ₄	2.3 g	0.5 g
K ₂ HPO ₄	0.7 g	2.5 g
MgSO ₄ · 7H ₂ O	0.3 g	0.3 g
CaCl ₂	0.3 g	0.3 g
NaCl	0.3 g	0.3 g
(NH ₄) ₂ SO ₄	3.0 g	3.0 g
S. A. A.	10.0 g	10.0 g
Water	1000	1000
pH	6.8-7.0	5.5-5.7

菌が生育すればその菌は唯一の炭素源として活性剤を利用出来ることがわかる。アニオン活性剤などの生分解性の試験では, 100 ppm 位の濃度で行われているが, ここでは1% (10000 ppm) である。

培養中, 経時的に菌糸, 孢子囊の生育状態の観察, 3週

間目の pH 測定などを行った。

これらを基準にして資化性の度合を **Table 2** のように 5 ランクにわけて判定した。

Table 2 Variation of assimilation by fugi

Liquid Culture 30°C, 3Weeks	
○growth of mycelium, sporulation	
○pH-change of medium by time	
Rank	pH-change
0: no assimilation	5.90
1: poor assimilation	5.50~5.90
2: fair assimilation	4.50~5.50
3: good assimilation	3.50~4.50
4: excellent assimilation	2.70~3.50

Table 1 に示した培地組成より活性剤を除いたものを 0 ランク、活性剤のかわりにグルコースを添加したものを 4 ランクとした。

3.3. 結果

SP.60 と TW 60 に対する *Asp. niger* の生育を **Fig.1** に示した。SP 60, TW 60 ともに菌糸の生育はみられるが、TW 60 の方が孢子囊の着生もよく SP 60

Fig. 1 Growth of *Asp. niger*

に比べ TW 60 の方がよく資化される。(SP 60 は 2 ランク, TW 60 は 3 ランク) スパンにエチレンオキシドが 20 モル付加された Tween の方が資化性がよいという傾向は *Aspergillus* 属だけでなく、他のカビについても認められた。

次に Tween に対する 3 種のカビ (0-2, 0-4, *Asp. niger*) の生育を示すと **Fig.2**, **Fig.3**, **Fig.4**, のようになる。0-2 は、TW 20 に若干孢子囊が着生する以外は TW.40, TW.60, TW.80 などには孢子囊の着生はほとんど認められなかった。しかし菌糸の発育は TW 80 ではよく pH の低下も認められた。(TW.80, 3 ランク, T

Fig. 2 Growth of 0-2

Fig. 3 Growth of 0-4

Fig. 4 Growth of *Asp. niger*

W 20 2 ランク, TW 60 1 ランク), 0-4 (*Asp. flavus*) はいずれのものにも菌糸の発育がよく、孢子囊の着生もみられた。生育にともなう pH の変化も大きく、どれもよく資化された。特に TW 80 は pH 3.20 迄低下しランク 4, あとはランク 3, *Asp. niger* は 0-4 と同様、菌糸の発育、孢子囊の着生もよく、どれもよく資化した。

以上のようにして判定したカビによる資化性のランクを示すと **Table 3** のようになる。**Table 3** は縦に活性剤、横に菌の種類とランクをとった。従って横に長い方がランクが高く、よく資化されることを示す。

Table 3 Assimilation of S.A.A. by Fungi

S.A.A.	Rank	O-2(Pen)				O-4(Asp)				Q-2(Pen)				Penfor test				Asp. niger			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
H.C.O. Der.	HC-5																				
	HC-10																				
	HC-30																				
	HC-60																				
H.C.O. Monoester	RWIS105																				
	RWIS110																				
	RWIS140																				
	RWIS150																				
Monoester	OE-6																				
	OE-10																				
	Em 810																				
	Em 820																				
Diester	200di-S																				
	300di-S																				
	400di-S																				
	600di-S																				
	200di-O																				
	300di-O																				
PG Ester	PGS																				
	PGdi-S																				
	PGO																				
	PGdi-O																				
Span	SP20																				
	SP40																				
	SP60																				
	SP80																				
Tween	TW20																				
	TW40																				
	TW60																				
	TW80																				
Ether-Ester Type	LWS-3																				
	LWS-5																				
	LWS-8																				
	LWS-10																				
	LWIS-2																				
	LWIS-5																				
	LWIS-8																				
	LWIS-10																				
	GWS 303																				
	GWS 304																				
	GWS 305																				
	GWS 306																				
	TPS303																				
	TPS305																				
	TPS308																				
	TPS310																				
	OISE-3																				
	OISE-5																				
	OISE-10																				
Pluronic	L31																				
	L61																				
	L62																				
	L64																				
	L101																				
	F38																				
	F68																				
	F108																				

Table 3 からわかるように、P.O.E. 硬化ヒマシ油誘導体 (H.C.O. 系) は全体的にどれもよく資化された。H.C.O. 系にイソステアリン酸がついた P.O.E. 硬化ヒマシ油モノイソステアレートは資化されるが、H.C.O. 系に比べると資化されにくくなっている。P.O.E. 脂肪酸モノエステルはオレイン酸のエステルは資化されたがステアリン酸のエステルは資化されにくかった。

P.O.E. 脂肪酸ジエステルも、オレイン酸のジエステルはよく資化されたがステアリン酸のジエステルの資化性は悪かった。

は悪かった。

プロピレングリコールモノ、ジエステルはモノエステル、ジエステルともによく資化された。

スパンは SP 20 > SP 80 > SP 60 > SP 40 の順によく資化された。スパンにエチレンオキサイドが20モル付加された Tween は TW 80 > TW 20 > TW 60 > TW 40 の順によく資化された。全体的にスパンよりもよく資化された。

P.O.E. ラウリルアルコールエーテル ステアレートは4種ともよく資化されたが付加モル数が増すと資化性が悪くなる傾向がみられた。

P.O.E. ラウリルアルコール エーテルイソステアレートもよく資化された。

P.O.E. グリセロールトリステアレートはエチレンオキサイドが3モル付加された GWS 以外はほとんど資化されなかった。

P.O.E. トリメチロール プロパントリステアレートは今迄の傾向とは少し異なり O-4、Q-2 など製品から分離されたカビによって資化されたが標準菌株による資化性は悪かった。この系もエチレンオキサイドの付加モル数が増すに従って資化性は悪くなった。P.O.E. オクチルフェノールエーテルイソステアレートは5種のカビによりほとんど資化されなかった。プルロニックは5種のカビに全く資化されなかった。

以上、カビによる資化性をまとめてみるとP.O.E. 硬化ヒマシ油誘導体、プロピレングリコールモノ、ジエステル、P.O.E. ラウリルアルコールエーテルイソステアレート、P.O.E. ラウリルアルコールエーテルステアレートなどの活性剤はよく資化された。一方 P.O.E. ステアリン酸ジエステル、P.O.E. グリセロールトリステアレート、P.O.E. トリメチロールプロパントリステアレート、プルロニックなどは資化されにくかった。エチレンオキサイドの付加モル数が増すに従って資化性が悪くなる傾向のみられる活性剤としては、P.O.E. 脂肪酸ジエステル、P.O.E. 硬化ヒマシ油誘導体、P.O.E. グリセロールトリステアレート、P.O.E. トリメチロールプロパントリステアレートなどがある。

又、菌株的には *Penicillium* 属のカビより *Aspergillus* 属のカビの方が資化性がよかった。そして標準菌株より製品分離カビの方が全体的に資化性がよかった。

4. コウボによる界面活性剤の資化

4.1. 供試菌

SY-10 Candida 属 } 製品分離菌
SY-16 Candida 属 }
製品分離菌16種の中から2種選定した。

4.2. 培養法と資化性の判定

Table 1 に示した培地 100 ml を 500 ml 振とうフラスコに入れ、オートクレープで滅菌、冷却後あらかじめ前培養した菌の懸濁水を一定量接種し、30°C、120回/分の振とう条件で3週間培養した。pH 経時変化、生菌数、3週間目の乾燥菌体重量などを測定した。乾燥菌体重量は培養液を 3500回/分、10分遠心分離して集菌し、アセトン 60ml で洗浄後エーテル 40ml で2回洗浄した。遠心分離して集菌し真空デシケーター中で4~5日乾燥後秤量し乾燥菌体重量とした。

資化性の判定

Table 4 Variation of assimilation by yeast

Shake Culture 30°C, 3Weeks		
○pH-change of medium by time		
○weight of dry cells		
○viable cell number		
Rank	pH-change	weight of dry cells
0 : no assimilation	5.90	<10mg
1 : Poor assimilation	5.50~5.90	10~25
2 : fair assimilation	4.50~5.50	25~50
3 : good assimilation	3.50~4.50	50~100
4 : excellent assimilation	2.90~3.50	>100

pH変化、乾燥菌体重量、生菌数などのデータから **Table 4** に示す様に5ランクにわけて判定、一例として P.O.E. 硬化ヒマシ油誘導体の SY-16 の資化性について示すと **Table 5** のようになる。

Table 5 Assimilation of H.C.O. derivatives by SY-16

S.A.A.	PH				viable cell numbers (cells/ml)			weight of dry cells (21 days, mg)	Rank
	0	3	7	14	0	7	14		
HC-5	6.00	5.82	4.20	3.00	1.5X10 ⁴	2.0X10 ⁸	7.7X10 ⁵	127.3	4
HC-10	6.00	5.80	5.72	5.32	1.5X10 ⁴	2.4X10 ⁷	6.2X10 ⁷	42.8	2
HC-30	6.00	5.82	5.80	5.70	1.5X10 ⁴	3.3X10 ⁵	5.7X10 ⁷	22.2	1
HC-60	6.00	5.84	5.80	5.74	1.5X10 ⁴	5.7X10 ⁵	1.9X10 ⁷	15.1	1

Table 6 Assimilation of S.A.A by Yeasts

Rank		SY-16				SY-10				Rank		SY-16				SY-10			
S.A.A.		1	2	3	4	1	2	3	4	S.A.A.		1	2	3	4	1	2	3	4
H.C.O. Der.	HC-5									Tween	TW20								
	HC-10										TW40								
	HC-30										TW60								
	HC-60										TW80								
H.C.O. Mono ester	RWIS105									Ether Ester Type	LW 5-3								
	RWIS110										LWS-5								
	RWIS140										LWS-8								
	RWIS150										LWS-10								
Mono ester	OE-6									Pluronic	LWIS-2								
	OE-10										LWIS-5								
	Em 810										LWIS-8								
	Em 820										LWIS-10								
Diester	200di-S									Pluronic	GWS303								
	300di-S										GWS304								
	400di-S										GWS305								
	600di-S										GWS306								
Diester	200di-O									Pluronic	TPS 303								
	300di-O										TPS 305								
	400di-O										TPS 308								
	600di-O										TPS 310								
P.G. Ester	P6S									Pluronic	OISE-3								
	P6di-S										OISE-5								
	P6O										OISE-10								
	P6di-O										L 31								
Span	SP20									Pluronic	L 61								
	SP40										L 62								
	SP60										L 64								
	SP80										L 101								

4.3. 結果

コウバによる資化性のランクを示すと **Table 6** のようになる。振とう培養は、かなり時間を要するのではじめ SY-16 で試験し、SY-16 による資化性の悪かったものについてだけ SY-10 による試験を行った。従って表の斜線部分は試験をしていないことを示す。

P.O.E. 硬化ヒマシ油誘導体は E.O 付加モル数の少ない HC-5 や HC-10 は資化されたが、付加モル数の多い HC-30、HC-60 は資化されにくかった。P.O.E. 硬化ヒマシ油モノイソステアレートも H.C.O. 系と同じ傾向を示した。P.O.E. 脂肪酸モノエステル、ジエステル、プロピレングリコールモノエステル、ジエステルにみられるように SY-16 はアテアリン酸エステルはよく資化したが、オレイン酸エステルはほとんど資化出来なかった。しかし SY-10 はオレイン酸エステルをよく資化した。スパンは SY-16 によって SP 60 > SP 40 > SP 20 > SP 80 の順に資化された。資化されなかった SP 80 (オレイン酸エステル) は SY-10 によってよく資化された。ツィーンは SY-16 によって TW 60 > TW 20 > TW 40 > TW 80 の順に資化された。P.O.E. ラウリルアルコールエーテルステアレート、P.O.E. ラウリルアルコールエーテルイソステアレートはともによく資化された。カビによる資化性の悪かった P.O.E. グリセロールトリステアレート、P.O.E. トリメチロールプロパントリステアレートも SY-16 によりよく資化された。P.O.E. オクチルフェノールエーテルイソステアレートはカビ同様資化性が悪かった。プルロニック系の

活性剤は全く資化されなかった。

以上まとめてみると、P.O.E. ラウリルアルコールイソステアレート、P.O.E. ステアリン酸ジエステル、P.O.E. グリセロールトリステアレートなどがよく資化された。コウボでは菌株の差が顕著にあらわれた。SY 16 はステアリン酸エステルはよく資化したがオレイン酸エステルはほとんど資化出来なかった、しかし SY-10 はオレイン酸エステルをよく資化した。

5. バクテリアによる界面活性剤の資化

5.1. 供試菌

No.16 *Pseudomonas aeruginosa* 製品分離菌

バクテリアについても製品分離菌23種の中から資化性が強いと予想される菌5種類をえらび、まず Table. 1 の培地に寒天を添加した寒天培地を使い寒天平板培養法で検討した。この方法で行うと、活性剤と菌が直接ふれるのでコロニーの様子を注意深く観察することにより、かなりの情報が得られた。

しかし資化性の有無は判定出来ても資化性をランクづけすることは出来なかった。そこで資化性の度合をランクづけするために、コウボと同様に振とう培養法による検討を行った。

5.2. 培養法と資化性の判定

Table 1 に示した培地 100 ml を 500 ml 振とうフラスコに入れ、オートクレーブで滅菌、冷却後あらかじめ前培養した菌の懸濁水を一定量接種し、30°C. 120回/分の振とう条件で1週間培養、pH 経時変化、乾燥菌体重量、生菌数などを測定した。

菌の増殖を知るのに一般に使われている培養液の濁度(O.D.)を測定することによって出来れば容易で便利だが、下記の理由により利用出来ないことがわかった。

1. 活性剤の溶解度、分散性などに差があるので培養液の濁度に直接影響を与える。さらに活性剤の種類によっては菌の自己融解が起り、濁度に影響を与えることが考えられる。
2. 培養液を遠心分離し菌体を集め洗浄する場合
アセトン、ジオキサン、エタノールなど水に溶ける有機溶剤は活性剤はよく洗い落すが、菌体が凝集し濁度の値がばらつく。ベンゼン、クロロホルム、エーテル、酢酸エチルなど水に溶けない溶剤は菌体への影響は少ないが、水に再分散させた場合、溶けない溶剤がわずかに残った活性剤により乳化され、新たな濁りを生じ濁度に影響を与える。

乾燥菌体重量はコウボと同様な方法で測定した。

生菌数は通常の稀釈平板法で測定した。

生菌数と pH 経時変化との関係をポリオキシエチレンラウリルアルコールエーテルステアレートの E.O.5 モル付加物で示すと Fig.5 のようになる。菌の増殖は6～8時間目頃よりはじまり10～20時間の間は対数的に増殖している。そして菌の増殖に10時間位の遅れをもって

Fig. 5 PH-change of LWS-5 medium by time

菌の増殖曲線に対応して pH も急激に変化する。従って培養液の pH 変化は菌の増殖の結果として起るものと考えてよい。それ故、pH 経時変化は菌の増殖の結果として起るものと考えてよい。それ故、pH 経時変化を測定することによって菌の増殖を予測することが出来る。基質(添加する活性剤)が異なるので菌の増殖と pH 変化がいつも対応して変化してゆくかどうかは問題点として残る。しかし少なくとも培養初期に pH が急に変化する場合は菌が活性剤を資化し増殖していると考えてよい。従っ

Table 7 Variation of assimilation by bacteria

Shake Culture 30°C 1Week	
○measure the optical density → ×	
○pH-change of medium by time	
○weight of dry cells	
○viable cell number	
Rank	pH-change
0 : no assimilation	6.90
1 : poor assimilation	6.50~6.90
2 : fair assimilation	5.50~6.50
3 : good assimilation	4.50~5.50
4 : excellent assimilation	4.00~4.50

て pH 経時変化, 生菌数, 乾燥菌体重量のデーターをもとに Table 7 に示すように 5 ランクにわけて判定した。

5.3. 結果

P.O.E. 硬化ヒマシ油誘導体の含んだ培地の pH 経時変化を示すと Fig 6 のようになる。4 種とも 1 日の誘導

Fig. 6 PH-change of H.C.O. Der. medium by time

期の後, 急に pH が変化してゆき HC-60 を除いては 2 日目以降より pH の変化は認められない。又生菌数も Table 8 に示すように 10^4 のオーダーで接種したものが 1 日

Table 8 Assimilation of H.C.O. derivatives by No.16

time (days)	viable cell numbers (cells/ml)					weight of dry cells (7days,mg)	Rank
	0	1	2	3	7		
HC-5	2.6×10^4	6.6×10^8	6.2×10^9	3.3×10^9	6.1×10^7	60.5	4
HC-10	2.4×10^4	1.0×10^9	2.3×10^8	3.4×10^6	3.0×10^3	65.1	4
HC-30	4.0×10^4	2.9×10^9	1.6×10^8	2.6×10^7	10^3	76.7	4
HC-60	4.7×10^4	8.4×10^6	8.3×10^9	9.7×10^9	2.6×10^9	66.8	3

で 10^8 のオーダー迄増加している。これに対応して乾燥菌体重量も 60~80mg となり, いずれも No. 16 によってよく資化されることがわかった。これらのデーターをもとに Table 7 に従ってランクづけすると Table 8 のようになる。このようにして判定したバクテリアの資化性を示すと Table 9 のようになる。Table 9 をみるとわかるようにバクテリア (No.16) は, カビ, コウボより資化性が強く, プルロニック以外の活性剤はカビ, コウボに資化されなかった OISE 系も含めて, よく資化された。又プロピレングリコールステアリン酸モノエステル, ジエステル (P.G.S.P.G.di-S) P.O.E. グリセロー

Table 9 Assimilation of S.A. A by Bactena (No.16)

S.A.A.	Rank	1	2	3	4	S.A.A.	Rank	1	2	3	4
HC-5						200di-O					
HC-10						300di-O					
HC-30						400di-O					
HC-60						600di-O					
RWIS105						PGS					
RWIS110						PGdi-S					
RWIS140						PGO					
RWIS150						PGdi-O					
OE-6						SP 20					
OE-10						SP 40					
Em 810						SP 60					
Em 820						SP 80					
200di-S						TW 20					
300di-S						TW 40					
400di-S						TW 60					
600di-S						TW 80					
LWS-3						TPS303					
LWS-5						TPS305					
LWS-8						TPS308					
LWS-10						TPS310					
LWIS-2						OISE-3					
LWIS-5						OISE-5					
LWIS-8						OISE-10					
LWIS-10											
GWS303						L 31					
GWS304						L 61					
GWS305						L 62					
GWS306						L 101					
						L 64					
						F 38					
						F 68					
						F 108					

ルトリスチアレート (GWS 303, GWS 304)にみられるようにオレイン酸のエステルよりステアリン酸のエステルの方が資化されにくかった。

さらにスパン, ツイーンについてくわしくみると次のようになる。Fig. 7 に pH 経時変化 Fig. 8 に生菌数経時

Fig. 7 pH-change of Span medium by time

変化を示した。スパンは 4 種ともよく資化された。乾燥菌体重量には差があったが, pH 経時変化は 4 種の間にはほとんど差はなく, 2 日目まで pH 4 近く迄低下している。pH 変化の早い SP.80 は他のものと比べ乾燥菌体重量が

Fig. 8 Change of viable cell numbers in the medium by time

少なかった。これは菌の資化の速度が早いので pH が急に低下し、pH 低下により菌の生育が阻害された結果と考えられる。Fig. 7 と Fig. 8 をみると SP₆₀, SP₈₀ともに pH 経時変化と生菌数経時変化はよく対応して変化している。従って乾燥菌体重量は少なくとも pH 変化の早い SP₈₀ は、他のものよりさらによく資化されると考えられる。

Fig. 9 pH-change of Tween medium by time

ツィーンの経時変化は Fig. 9 に示した。ツィーンも4種ともよく資化された。TW₂₀, TW₈₀の系はpHが一度4近く迄低下し、その後中性側へ戻る傾向がみられた。この時の TW₈₀ の生菌数経時変化 Fig. 8 をみると1日目から1週間目迄 10^9 のオーダーで菌が存在していた。このことを考えると資化が2段階で行なわれていると思われる。2日目以降 pH が変化しない系ではスパンと同様に生菌数は急に減少し1週間目では 10^2 以下

であった。

以上バクテリアについてまとめてみるとバクテリアはプルロニック8種を除いた残り45種の活性剤をすべてよく資化した。

6. 結果と考察

カビ、コウボ、バクテリアの結果をまとめると Table 10 のようになる。Table 10 をみるとわかるようにプルロニックは全く資化されない。そして P. O. E. オクチルフェノールエーテルイソステアレートが資化されにくい以外は、エステル型、エーテルエステル型活性剤は微生物によく資化されることがわかった。プルロニックが資化されないのは疎水基、親水基ともに資化されにくいプロピレングリコールとエチレングリコールであり、しかもこれらがエーテル結合で結びついているためと考えられる。

Table 10 Assimilation of S. A. A. by Microorganism

S. A. A.	Fungi	Yeasts	Bacteria	S. A. A.	Fungi	Yeasts	Bacteria
HC-5	X	X	X	200di-S	X	X	X
HC-10	X	X	X	300di-S	X	X	X
HC-30	X	X	X	400di-S	Δ	X	X
HC-60	X	X	X	600di-S	Δ	X	X
RWIS105	X	X	X	200di-O	X	X	X
RWIS110	X	X	X	300di-O	X	X	X
RWIS140	X	X	X	400di-O	X	X	X
RWIS150	X	X	X	600di-O	X	X	X
OE-6	X	X	X	PGS	X	X	X
OE-10	X	X	X	PGdi-S	X	X	X
Em 810	X	Δ	X	PGO	X	X	X
Em 820	Δ	X	X	PGdi-S	X	X	X
				SP20	X	Δ	X
				SP40	X	X	X
				SP60	X	X	X
				SP80	X	X	X
TW 20	X	X	X	TPS 303	X	X	X
TW 40	X	Δ	X	TPS 305	X	X	X
TW 60	X	X	X	TPS 308	Δ	X	X
TW 80	X	X	X	TPS 310	Δ	X	X
LWS-3	X	X	X	OISE-3	O	O	X
LWS-5	X	X	X	OISE-5	O	Δ	X
LWS-8	X	X	X	OISE-10	Δ	X	X
LWS-10	X	X	X	L31	O	O	O
LWIS-2	X	X	X	L61	O	O	O
LWIS-5	X	X	X	L62	O	O	O
LWIS-8	X	X	X	L64	O	O	O
LWIS-10	X	Δ	X	L101	O	O	O
GW S303	X	X	X	F38	O	O	O
GW S304	X	X	X	F68	O	O	O
GW S305	Δ	X	X	F108	O	O	O
GW S306	Δ	X	X				

O no assimilation Δ poor assimilation X good assimilation

さらに資化性を菌種別にみると Fig. 10 のようになる。縦軸に菌の種類とランク、横軸にそれぞれのランクを示した活性剤の数を示した。カビはランク3の活性剤が多いがコウボはランク2の活性剤が多い。従ってカビはコウボに比べ資化性がよい傾向がある。バクテリアは

Fig. 10 Difference of S.A.A. assimilation by the type of microorganism

ランク4の活性剤が50%以上で *Pseudomonas aeruginosa* No.16 は非常に資化性が強いことがわかった。この菌は *Ps. aeruginosa* 特有のピオンアニンという水溶性の色素を産生するので資化が進むに従って培養液が青緑色になる。一般に *Ps. aeruginosa* は土壌や水に広く存在している。そして我々にとってもいやな汚染菌

の代表的なものである。

この広い資化性を示したバクテリア No.16 でブルロニック以外のエーテル型活性剤約50種について試験した結果について簡単にふれると次のようである。エステル型、エーテルエステル型よりエーテル型活性剤は資化されにくいことがわかった。そしてエーテル型に於ては資化性とエチレンオキサイド付加モル数との間に深い関連が認められた。すなわち、エチレンオキサイド付加モル数が増大するに従って資化されにくい傾向があった。そして親油基のアルコールが直鎖ならエチレンオキサイド付加モル数が10以下のものは資化された。

以上いろいろ述べてきたが活性剤が資化されてどうなるかについては当然知りたくなる。これについては付加されているエチレンオキサイドのモル分布のない高純度の活性剤を使用して検討している。又資化されないものがあるのかどうかという問題は非常にむずかしい。微生物に対して抵抗性の強い製品をつくるには資化されにくい原料を使用すればよい。しかしそうすると河川など自然界の系に入った場合の環境問題があり一概に断言出来ないのが現状である。 (昭和51年2月20日受理)