

## 乳酸菌が腸内細菌に及ぼす影響について

山 本 真 弓、山 田 満

### 1. はじめに

人間の腸内は100種類、100兆個もの細菌が棲息し、腸内菌叢を構成しており、これらは経口的に摂取された食物や消化管で分泌された生体成分を栄養源として利用し、絶えず増殖・代謝を繰り返しながら糞便として排泄されている。

腸内細菌には宿主の健康に有用なもの（有用菌）と有害なもの（有害菌）、更に宿主の抵抗力が低下した時有害に働くいわば日和見的なものが混在し、有用菌は腸内の環境を整え、免疫力を高めるなど健康の維持に欠かせない働きをするとされている<sup>1)</sup>。その代表とされるのはビフィズス菌や乳酸桿菌で主に糖質を発酵させてエネルギーを得ており、その際に作られる乳酸や酢酸などの有機酸が有害菌の繁殖を抑えるといわれている。有害菌は腸内で宿主にとって種々の有害な物質を生成し、急性や慢性の疾病、老化、発ガンに関与していると考えられている。その代表格は大腸菌、ウェルシュ菌であり、これらはタンパク質を分解してアミン、アンモニア、硫化水素などの腐敗物質や毒素をつくり、老化をすすめる腸の働きを低下させるといわれている<sup>2)~4)</sup>。

腸内菌叢は生物学的要因として動物種、年齢、遺伝、消化管部位により基本的な構成が決められており、そこに腸内菌叢の外的要因としての食餌、薬物、ストレス、外来微生物、特に腸管生理の変化が加わるとその構成が変動する。このように複雑に組合わされた条件のもとで、腸内菌叢はそれを構成する菌種の相互作用により、常にバランスを保持するように働く。また外来菌に対する拮抗作用も一定のバランスを保とうとする現れといわれている<sup>5)</sup>。

乳酸菌などの生菌剤および発酵乳、乳酸菌飲料を含むプロバイオティクスと呼ばれる食品は腸内菌叢の構成バランスに作用し、有用菌の増殖を促進したり、有害菌の増殖を抑制し腸内フローラを改善することで腸内環境を浄化し生体調節、疾病予防、老化抑制など様々な効果を発揮すると考えられている<sup>6)</sup>。

そこで各種乳酸菌と腸内細菌中の有害菌（悪玉菌）といわれている大腸菌とウェルシュ菌を混合培養し、乳酸菌がこれら腸内細菌にどのような影響を及ぼすかについて検討したので報告する。

## 2. 実験方法

### (1) 試料および供試菌

試料および供試菌はそれぞれ以下のとおりである。

#### ① 腸内細菌対象菌株

大腸菌（非病原性）、ウェルシュ菌（CPE非産性）

#### ② 菌株

アシドフィルス菌（以下ア菌という）、カゼイ菌（以下カ菌）

#### ③ 製品

ビヒダスヨーグルト〔ビフィズス菌〕（以下ビ菌）、ブルガリアヨーグルト〔ブルガリア菌〕（以下ブ菌）

#### ④ 製剤

ビフィズス30億〔ビフィズス菌〕（以下ビ菌）、ロロンS〔アシドフィルス菌〕（以下ア菌）

### (2) 培地

分離培地は各菌によって以下の培地をそれぞれ使用した。

- ・大腸菌はデスオキシコーレイト培地で37°C24時間混釈培養した。
- ・アシドフィルス菌、カゼイ菌、ブルガリア菌はBCP加プレートカウント寒天培地で37°C72時間混釈培養した。
- ・ビフィズス菌はTOS寒天培地で37°C48時間塗抹培養した。（嫌気培養）
- ・ウェルシュ菌はCW寒天基礎培地（カナマイシン含有）で37°C15～20時間塗抹培養した。（嫌気培養）
- ・菌液の増菌および混合菌液培養用の液体培地はチオグリコール酸培地IIと1%脱脂粉乳を混合したものを使用した。

### (3) 混合菌液

腸内細菌対象菌である大腸菌とウェルシュ菌をそれぞれ菌株、製品、製剤の計6菌と液体培地内で培養し、混合菌液を12検体作製した。

### (4) 方法

液体培地20ml中に腸内細菌対象菌、菌株、製品、製剤の各菌をそれぞれ接種し37°C24時間

増菌した。(ウェルシュ菌、ビフィズス菌は嫌気培養)なお、製品はあらかじめ $10^2$ に希釈したものを増菌した。

この増菌した各菌液を液体培地50mlに1mlずつ接種し、混合菌液を作製した。この混合菌液を37°Cで培養し、経時的に菌数とpHを測定した。

なお測定時間は直後、6時間後、12時間後、24時間後の4回とした。

#### 1) 菌数の測定

混合菌液を $10^3$ 、 $10^5$ 、 $10^7$  (ウェルシュ菌のみ $10$ 、 $10^3$ 、 $10^5$ ) に希釈し、各選択培地に1mlもしくは0.1ml分注し培養した後、菌数を測定した。

#### 2) pHの測定

pHは採取した後に残った各混合菌液でpHメーターを使用して測定した。

### 3. 実験結果

#### ① 菌株、製品、製剤ごとの各菌数の変動

乳酸菌を腸内細菌と混合培養した時の各時間ごとの菌数を表1、2に示した。

菌株、製品、製剤ごとに見てみると、まず菌株ではカゼイ菌と大腸菌の混合培養の直後で、大腸菌に比べてわずかながら多かったカゼイ菌が6時間後に逆転され、12時間後にはそのまま菌数の差が開きしたが、24時間後再びカゼイ菌が上位になった。他の培養は乳酸菌がいつも優位だった。しかし乳酸菌と腸内細菌の菌数の差は24時間後もあまり変わらなかった。

次に製品は乳酸菌の種類によって違いがあった。ブルガリア菌では大腸菌、ウェルシュ菌ともブルガリア菌の菌数が時間毎に常に反比例した。そして直後に比べて24時間後はブルガリア菌が減少し、大腸菌、ウェルシュ菌は増加していた。一方ビフィズス菌は12時間後まで

表1 大腸菌と乳酸菌の混合培養の経時的変化

時間 菌	大 腸 菌				乳 酸 菌			
	直後	6 時間後	12時間後	24時間後	直後	6 時間後	12時間後	24時間後
菌株 (ア菌)	$4.0 \times 10^5$	$5.0 \times 10^7$	$2.0 \times 10^8$	$3.0 \times 10^7$	$1.2 \times 10^7$	$2.0 \times 10^8$	$2.5 \times 10^8$	$2.0 \times 10^8$
菌株 (カ菌)	$1.5 \times 10^6$	$2.5 \times 10^8$	$9.0 \times 10^8$	$2.0 \times 10^8$	$2.0 \times 10^6$	$1.4 \times 10^8$	$4.0 \times 10^7$	$6.0 \times 10^8$
製品 (ブ菌)	$1.6 \times 10^5$	$1.4 \times 10^6$	$1.1 \times 10^6$	$2.1 \times 10^6$	$1.0 \times 10^9$	$6.4 \times 10^8$	$8.4 \times 10^8$	$4.0 \times 10^7$
製品 (ビ菌)	$1.3 \times 10^6$	$8.1 \times 10^6$	$8.0 \times 10^5$	$5.0 \times 10^5$	$4.6 \times 10^8$	$2.8 \times 10^8$	$1.2 \times 10^9$	$3.0 \times 10^7$
製剤 (ア菌)	$3.2 \times 10^6$	$1.5 \times 10^7$	$6.0 \times 10^7$	$2.4 \times 10^6$	$8.8 \times 10^6$	$1.1 \times 10^8$	$1.0 \times 10^8$	$3.5 \times 10^7$
製剤 (ビ菌)	$2.8 \times 10^6$	$8.6 \times 10^6$	$4.0 \times 10^7$	$2.8 \times 10^7$	$3.8 \times 10^6$	$2.8 \times 10^7$	$1.3 \times 10^8$	$7.9 \times 10^7$

表2 ウェルシュ菌と乳酸菌の混合培養の経時的変化

菌	時間	ウェルシュ菌				乳 酸 菌			
		直後	6 時間後	12時間後	24時間後	直後	6 時間後	12時間後	24時間後
菌株 (ア菌)		$5.0 \times 10^4$	$1.1 \times 10^5$	$1.3 \times 10^5$	$1.5 \times 10^5$	$1.0 \times 10^7$	$2.0 \times 10^7$	$1.5 \times 10^8$	$4.0 \times 10^7$
菌株 (カ菌)		$2.0 \times 10^5$	$2.4 \times 10^5$	$2.5 \times 10^5$	$2.8 \times 10^5$	$2.0 \times 10^6$	$3.8 \times 10^6$	$1.1 \times 10^6$	$1.1 \times 10^7$
製品 (ブ菌)		$4.2 \times 10^4$	$3.2 \times 10^4$	$2.6 \times 10^5$	$3.2 \times 10^5$	$5.0 \times 10^7$	$4.8 \times 10^8$	$2.2 \times 10^8$	$3.0 \times 10^7$
製品 (ビ菌)		$1.9 \times 10^4$	$8.0 \times 10^3$	$4.5 \times 10^4$	$8.4 \times 10^4$	$1.6 \times 10^6$	$8.4 \times 10^6$	$1.7 \times 10^6$	$2.4 \times 10^7$
製剤 (ア菌)		$3.0 \times 10^3$	$3.0 \times 10^3$	$2.3 \times 10^4$	$9.1 \times 10^4$	$2.0 \times 10^6$	$9.9 \times 10^6$	$1.9 \times 10^7$	$4.4 \times 10^7$
製剤 (ビ菌)		$1.0 \times 10^3$	$1.3 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$2.0 \times 10^3$	$3.1 \times 10^6$	$3.5 \times 10^7$	$5.8 \times 10^7$	$1.9 \times 10^8$

はブルガリア菌と同様に反比例であったが、24時間後には両菌は比例し、大腸菌との混合培養では減少、ウェルシュ菌との混合培養では増加した。つまり大腸菌とウェルシュ菌では全く反対であった。

製剤については大腸菌もウェルシュ菌もほぼ乳酸菌と平行していた。ただ大腸菌の方は24時間後になるとそれまで増加していた両菌が共に減少したが、ウェルシュ菌の方は24時間後まで両菌とも増加し続けた。そして大腸菌の方は乳酸菌との菌数に差があまりなかったのに対して、ウェルシュ菌は乳酸菌に比べ菌数が少なく菌数の差が大きかった。

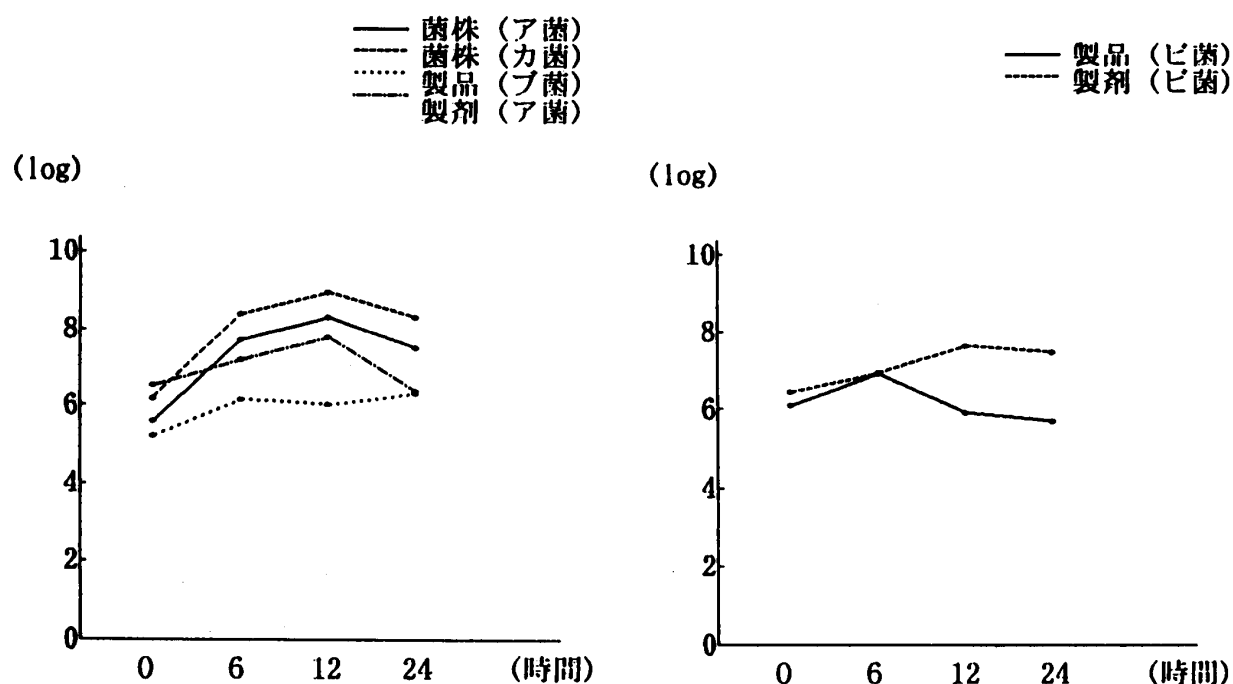


図1 大腸菌との混合培養時の大腸菌数

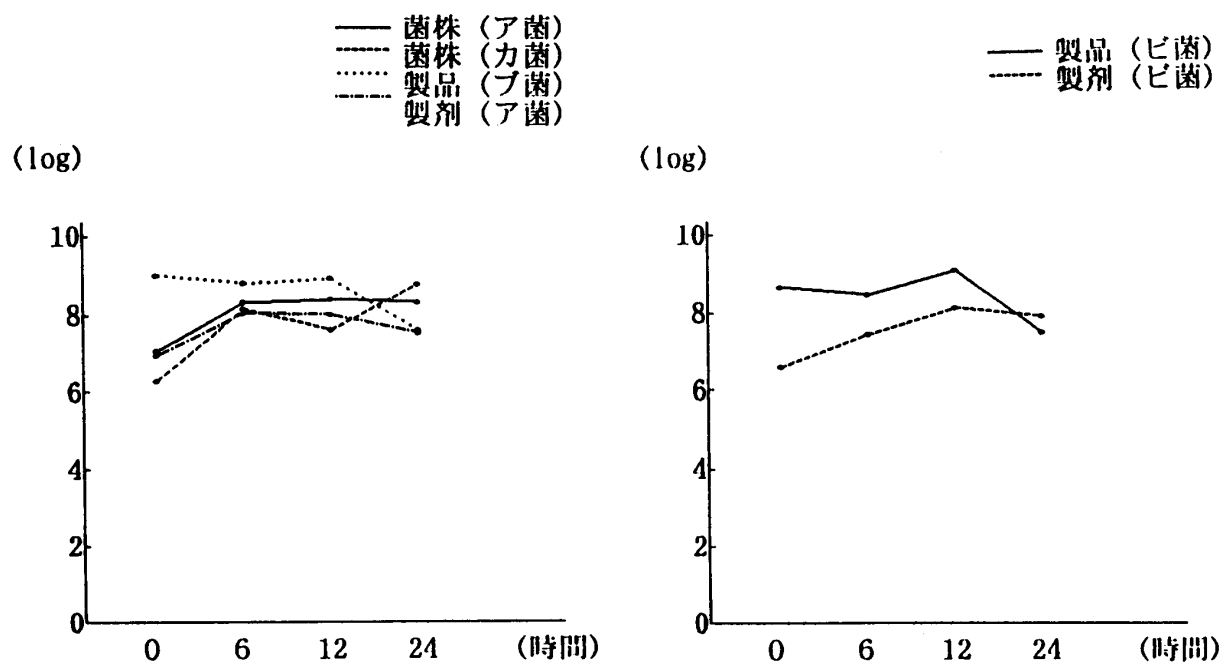


図2 大腸菌との混合培養時の乳酸菌数

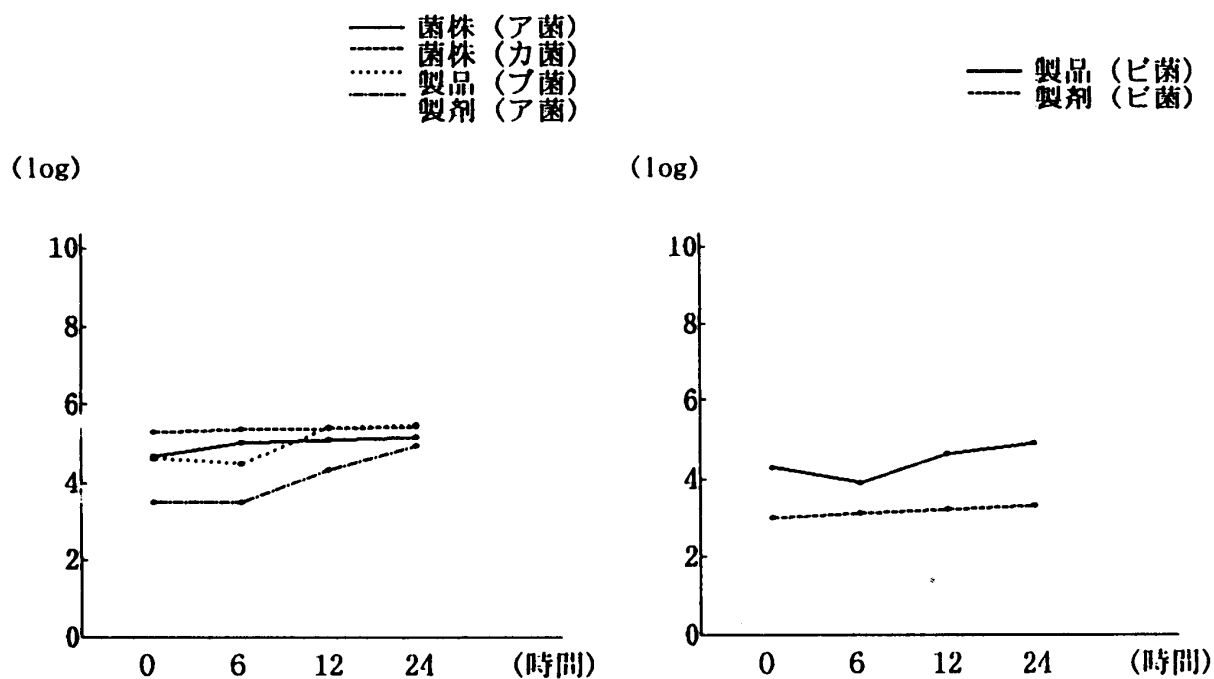


図3 ウェルシュ菌との混合培養時のウェルシュ菌数

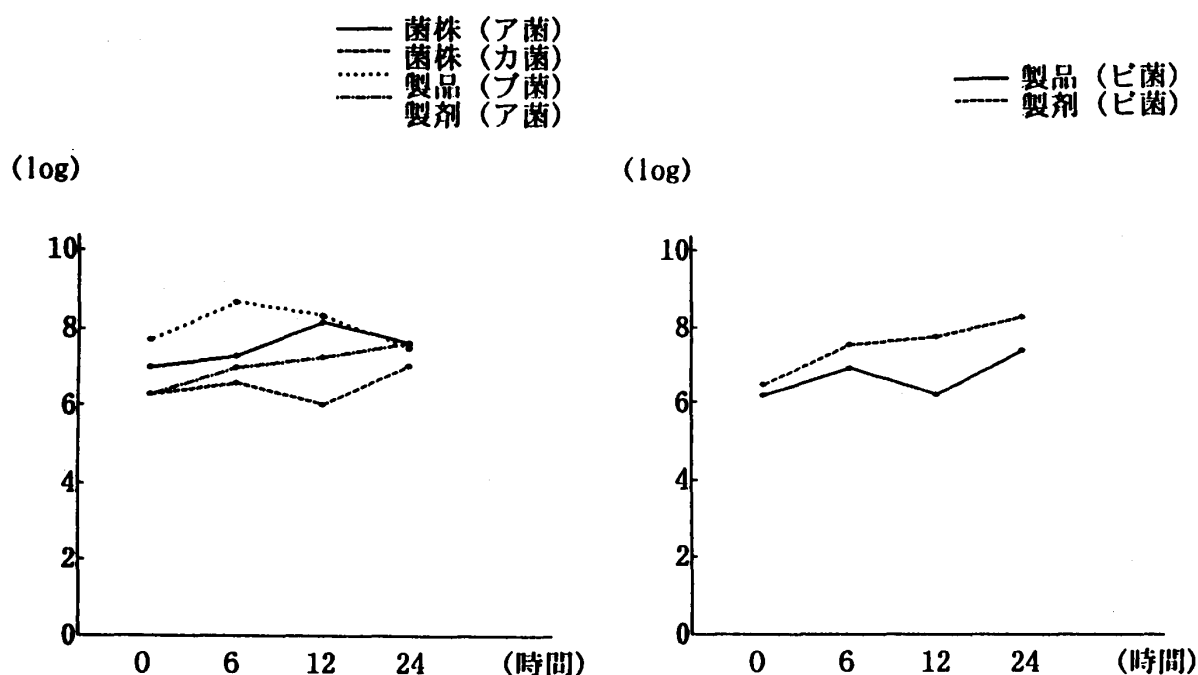


図4 ウェルシュ菌との混合培養時の乳酸菌数

## ② 乳酸桿菌とビフィズス菌による違い

乳酸桿菌とビフィズス菌を区別して、両菌による違いを図1～4に示した。なお、乳酸桿菌はアシドフィルス菌、カゼイ菌、ブルガリア菌である。大腸菌との培養では乳酸桿菌、ビフィズス菌とも経時的な動きに個体差があった。またその時の大腸菌数も同様であった。ウェルシュ菌との培養でも乳酸桿菌、ビフィズス菌数は個体差があり、両菌による違いはみられなかった。

## ③ 大腸菌、ウェルシュ菌による違い

大腸菌と混合培養したものとウェルシュ菌と混合培養したものに分け、それぞれ総菌数、腸内細菌数、乳酸菌数を比較してみた。図5、6は平均を、その割合については図7に示した。大腸菌との混合培養の菌数は総菌数、大腸菌数、乳酸菌数とも12時間後まで徐々に増加していき、24時間後に全て低下した。しかし、総菌数に対する大腸菌の割合は直後で45%だったのが、6時間後に2%上昇し47%に増加したまま24時間後まで維持した。

ウェルシュ菌との混合培養では菌数はいずれもほぼ経時的に増加した。しかし総菌数に対するウェルシュ菌の割合では直後が39%だったのが、6時間後に2%減少し37%となり、12時間後からは直後と同じ39%に戻った。

両者とも乳酸菌の方が腸内細菌より常に多く、特にウェルシュ菌は大腸菌に比べ差が大きかった。

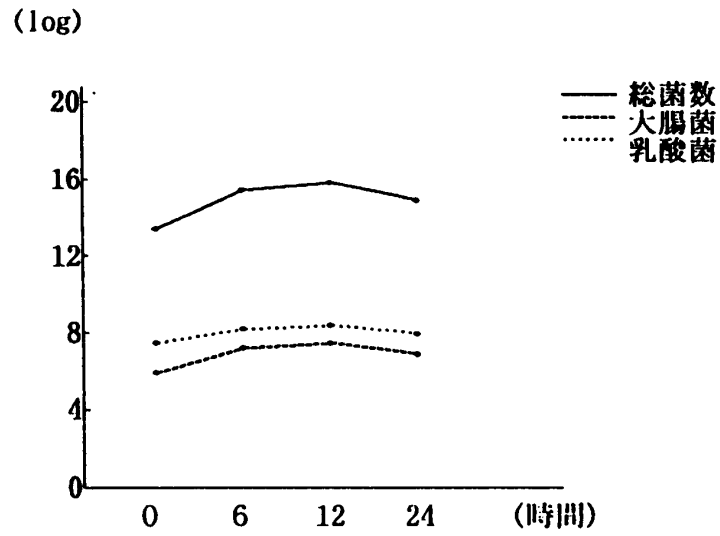


図5 大腸菌と乳酸菌の菌数

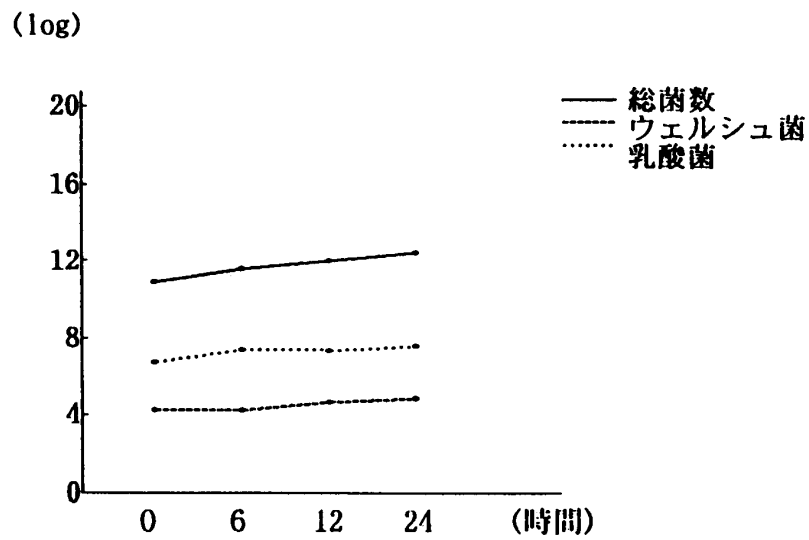


図6 ウェルシュ菌と乳酸菌の菌数

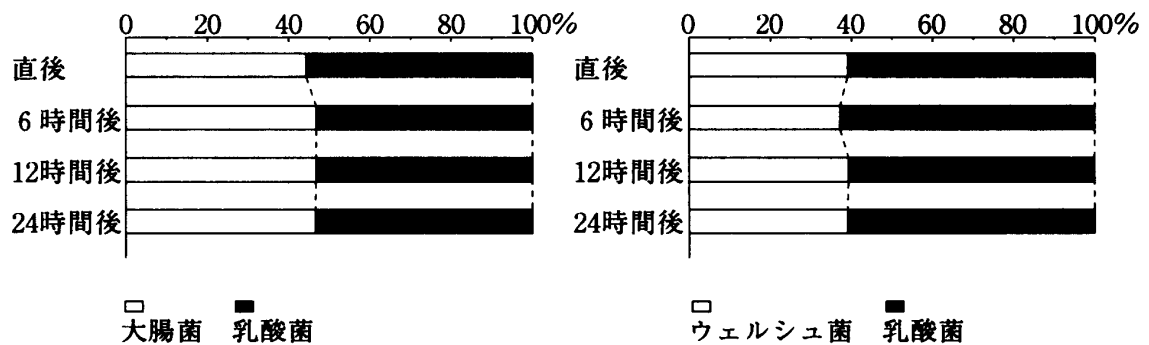


図7 腸内細菌と乳酸菌の割合

表3 混合培養液のpHの経時的変動

		直 後	6 時間後	12時間後	24時間後
菌 株	大腸菌+アシドフィルス	8.24	7.06	6.66	6.36
	大腸菌+カゼイ	8.21	6.80	6.53	6.26
	ウェルシュ+アシドフィルス	6.35	6.30	6.36	6.37
	ウェルシュ+カゼイ	8.60	6.36	5.98	6.49
製 品	大腸菌+ブルガリア	7.35	6.32	6.33	5.74
	大腸菌+ビフィズス	6.76	6.10	6.30	6.22
	ウェルシュ+ブルガリア	7.91	6.33	6.15	5.73
	ウェルシュ+ビフィズス	7.88	6.05	6.38	5.89
製 剤	大腸菌+アシドフィルス	8.14	7.34	6.72	5.95
	大腸菌+ビフィズス	8.02	6.41	5.90	5.62
	ウェルシュ+アシドフィルス	8.11	6.29	6.27	6.32
	ウェルシュ+ビフィズス	7.97	6.24	6.12	5.60

## ④ pH

混合菌液のpHを表3に示した。菌株、製品、製剤のpHはほぼ経時的に低下していき、直後で6～8であったのが24時間後では5～6と酸性を示した。ただ菌株のアシドフィルス菌とウェルシュ菌の混合液はpH6.3でほとんど変化がみられなかった。pHの変化の平均は直後から6時間後が1.33、6時間後から12時間後が0.16、12時間後から24時間後が0.26低下し、直後から6時間後でpHが大きく低下していった。菌株、製品、製剤別で平均すると直後、6時間後、12時間後、24時間後の順に菌株は7.85、6.63、6.38、6.37、であり、製品は7.48、6.20、6.29、5.90、製剤は8.06、6.57、6.25、5.87になった。製剤が直後に8.06で最も高いpHを示したが、24時間後には最低の5.87を示し、pHの変動が最も大きかった。腸内細菌の違いや菌種別の違いでのpHの変化は認められなかった。

## ⑤ pHと菌数の関係

混合培養した各菌の菌数の変化とpHの関連について比較した。各時間で菌数の増減に個体差があるが、直後と比べて24時間後で減少したのは製品のビフィズス菌と大腸菌の培養の両菌、製品のブルガリア菌と大腸菌の培養のブルガリア菌、同じく製品のブルガリア菌とウェルシュ菌の培養のブルガリア菌、そして製剤のアシドフィルス菌と大腸菌の培養の大腸菌であった。そしてこれら混合菌液のpHは直後と24時間後の差が0.54、1.61、2.18、2.19となった。製品のビフィズス菌と大腸菌の培養のビフィズス菌だけがpHと同じ動きをした。しかしpHの差があまりなく、差が大きかった菌がむしろ増加していることから、pHと菌数には関係



がみられなかった。

#### 4. 考 察

人の消化管内には様々な微生物が存在している。これら腸内細菌の働きが次々に明らかとなり、腸内菌叢が宿主の健康や疾病に密接に関わっていると考えられるようになった。そして腸内有用菌を増やし、腸内有害菌を抑制することは腸内環境を浄化し、宿主に様々な効果を発揮すると考えられている<sup>6)</sup>。有用菌といわれる乳酸菌は、整腸作用や抗菌作用などが明らかとなり、嗜好的な面ばかりではなく、健康食品としても見直され、発酵乳、乳酸菌飲料や生菌剤が次々に発売されている。しかし、抗菌作用については菌そのものがその作用をもっているのか、乳酸菌の発酵による乳酸、酢酸などの有機酸によるpHの低下に影響するのかなどはつきり解明されていない。そこで我々は各種乳酸菌が腸内有害菌といわれる大腸菌およびウェルシュ菌にどのように影響を及ぼすかについて検討した。

混合培養した乳酸菌と腸内細菌の菌数の変化は、大部分が平行もしくはそれに近い形で増減しており、乳酸菌が腸内細菌を抑制するような変化はほとんど認められなかった。製品ではビフィズス菌、ブルガリア菌とも12時間後もしくは24時間後まで腸内細菌に対して反比例を示したが、常に腸内細菌が減少して乳酸菌が増加したのでなく、腸内細菌の方が増加している場合もあった。つまり、腸内細菌が乳酸菌によって抑制されたとはいえなかった。乳酸菌が腸内細菌に与える影響は発酵乳や乳酸菌飲料などを経口投与したいくつかの報告がある<sup>7)</sup>。寺田らはブルガリア菌とサーモフィルス菌を使用したヨーグルトを大量(500g)投与するとウェルシュ菌は減少傾向を示し、ビフィズス菌の少ない被験者においてはビフィズス菌の増加が観察され、腐敗産物量が低減するとしている<sup>8)</sup>。また、原らもヨーグルトを摂取することによりウェルシュ菌が減少傾向を示し、腸内環境の改善が認められたと報告している<sup>9)</sup>。これらはヨーグルトの大量投与により糞便中のpHが低下し、各酵素活性が低下して腐敗産物が減少したとも考えられる。今回の実験はin vitro試験であり、人への経口投与ではないので、これらの報告とは異なる結果となった。混合培養した結果、腸内細菌と乳酸菌は互いに増減を繰り返し乳酸菌が腸内細菌を抑制しなかったのは、多くの菌が存在する腸内では相互作用が働き、腸内菌叢をコントロールするものと思われる。

腸内菌叢の構成は宿主が健康であるかぎりバランスは一定に保たれるが、このバランスは様々な要因によって変動する。つまり腸内細菌はバランスを保持しようとするので、バランスが崩れ有害菌数が増加した時に、乳酸菌の効果が適用されるのではないだろうか。元来、生菌剤は腸内菌叢を正常化させ、宿主の健康を維持することが基本的役割である<sup>10)</sup>。したがっ

て生菌剤はバランスが崩れている時に効力を発揮すると思われる。

また腸内菌叢全体をコントロールするメカニズムとして、最も大きな影響を与えるものに細菌の利用する栄養素の競合があるといわれている。腸内の栄養素は腸内菌が十分に利用できるだけの量がないため、最も効率よく栄養素を利用できるものが消費することで細菌相互のバランスを規定していると考えられている<sup>5)</sup>。製品におけるブルガリア菌との混合培養は大腸菌、ウェルシュ菌とも増減の変動は違うが、それぞれブルガリア菌数との間に24時間後まで反比例の関係があった。もう1つの製品であるビフィズス菌との混合培養も両菌とも12時間後まで同様に反比例を示した。このことは両菌が栄養素を利用することにより、互いにバランスをとるために増減を繰り返している表れではないかと考えられる。さらに直後と24時間後と比較してもブルガリア菌との混合培養ではともに腸内細菌が増加し、乳酸菌が減少した。これはブルガリア菌が腸内に定着しないといわれていることから<sup>11)</sup>、ブルガリア菌が減少し、栄養素が十分利用できる腸内細菌が増えたのではないだろうか。ヨーグルトは良質なタンパク質、カルシウム、ビタミンなどがバランスよく含まれた食品である。製品だけがこのようにはっきりとした変動をみせたのは、菌株や製剤と異なるこの豊富な栄養素が細菌の強弱を明確にさせたように思われる。

ビフィズス菌との混合培養では腸内細菌の違いによって、増減の仕方が正反対になった。そして、24時間後では大腸菌はビフィズス菌と共に減少し、ウェルシュ菌はビフィズス菌と共に増加した。菌数レベルを対数値で平均してみるとウェルシュ菌4.4、ビフィズス菌(ウェルシュ菌との培養)6.7、大腸菌6.2、ビフィズス菌(大腸菌との培養)8.4であった。これを見ると同じビフィズス菌でも菌数レベルがかなり違う。他の結果からもビフィズス菌は $10^6$ 、 $10^7$ 位ではまだ増加しており、 $10^8$ 、 $10^9$ になると減少してくる。つまりウェルシュ菌と培養したビフィズス菌はまだ $10^6$ で増加中であり、ウェルシュ菌もビフィズス菌の勢力が小さいため増加できるのではないか。大腸菌との培養は両菌とも糞便菌叢のレベルになっており、増える必要がなかったとも考えられる。

腸内細菌と乳酸菌の割合をみても常に乳酸菌の方が多く、その意味では乳酸菌が腸内細菌を抑えているようにも考えられる。しかし大腸菌との培養ではその差はごくわずかであり、ウェルシュ菌との培養の方は差があるものの、ウェルシュ菌は元々他の菌よりも存在が少ないので、その差があらわれているように思う。元来、腸内において常在菌は相互に抑制することなく、バランスをとりながら共生共存しているものと考えられる。

一方、乳酸桿菌、ビフィズス菌は糖質から乳酸や酢酸などを作り出し、腸内を酸性にすることで抗菌性を示すといわれている。そこでpHとの関わりについてみると、pHは全て低下

し、直後から6時間後の低下が大きく、製剤の低下が著しかった。それに対して腸内細菌はむしろ増加していく場合が多く、直後から6時間後の菌数や製剤の菌数を比べてもpHとの関連はみられなかった。pH値が7以下、特に6.0以下の環境では酢酸は乳酸より強い発育抑制作用を、特に大腸菌やウェルシュ菌などに対して及ぼすといわれている。一般に乳酸菌は乳酸のみを生成するが、ビフィズス菌は酢酸も産生し、産生される乳酸対酢酸の比は1:1.5である<sup>12)</sup>。すなわちビフィズス菌の方が抑制力が強いと思われるが、ビフィズス菌もpHの低下による腸内細菌の減少はほとんどみられなかった。また乳酸桿菌とビフィズス菌による違いも認められなかった。これにより、pHの低下による菌の抑制効果はあまり期待できないと思われる。また乳酸菌で病原大腸菌O-157を予防できるともいわれているが、ビフィズス菌の多い幼児が多く感染している事や、ヨーグルトからO-157に感染した例も報告されている<sup>13)</sup>。伊藤は乳酸菌でO-157は影響されないと報告している<sup>14)</sup>。

ビフィズス菌の減少または消失、大腸菌やウェルシュ菌などの増加は腸内腐敗の高まりを意味し、アンモニア、硫化水素、アミン、フェノール、インドールなどの有害物質が多く生成されるようになる。これらが血液とともに全身に運ばれ宿主に吸収されて老化を早めたり、発ガン物質を活性化する酵素を多く産生するため、発ガンの要因となったりすると考えられている<sup>15)16)</sup>。ラットにあらかじめ化学発ガン物質を与えて飲料水中にアシドフィルス菌やヨーグルトあるいはカゼイ菌を用いた発酵乳を添加しその影響をみると、未添加のコントロール群に比して明らかにガン発生率が低下するという報告がある<sup>17)</sup>。しかしたくさん発酵乳を摂取しているフランスやスイスのガン発生順位をみると、大腸ガンは上位に位置している<sup>18)19)</sup>。発酵乳消費量（国民1人当りの年間消費量）が多いのはオランダ（21.7kg）、フランス（17.2kg）、スイス（16.9kg）、ドイツ（11.4kg）で、ちなみに日本は4.3kgである<sup>19)</sup>。そして人口10万に対しての大腸ガン（結腸）の死亡率はオランダ（20.6）、フランス（21.0）、スイス（20.8）、ドイツ（26.1）であり、日本は15.4である<sup>20)</sup>。発酵乳（ヨーグルト）を多く食べているヨーロッパ諸国での大腸ガンによる死亡率は20.0以上である。今回の実験でも乳酸菌が大腸菌やウェルシュ菌を抑制したとはいえなかったことから、ヨーグルトを多く摂取してもガンの発生を防げるとは必ずしもいえないのではないか。

大腸ガンの発生率は動物性食品、脂肪、砂糖を多く摂取する先進国に高い。Burkittはこのような差は食物中に含まれる食物繊維の量によって説明できるとしている。高食物繊維食によって糞便量が増加し、食物の腸管通過時間が短縮され、そのため腸内で生成される発ガン物質や発ガン促進物質の生成が少なくなり、しかも生成されてもそれらが腸管と接触する時間が短くなり、発ガンが抑制される<sup>21)</sup>。

また食肉も関与しているといわれる。食肉タンパク質摂取量と大腸ガン死亡率をみてもスイス、西ドイツは日本の約3倍の肉を摂取し、死亡率もやはり3倍である。また食事の中の肉の割合と食物繊維の不足とは比例するといわれる<sup>22)</sup>。大腸ガンの発生には食物繊維や肉食の影響が強いと思われる。ガンの要因には食事が大きく関わっているが、乳酸菌だけで防げるものではなくもっと他との関係にも目を向ける必要があると思う。

今回菌のみを混合培養したが、乳酸菌が大腸菌やウェルシュ菌を完全に抑制しているとはいえず、互いにある一定の菌数でバランスを保つことがわかった。また、有害菌(悪玉菌)といわれる大腸菌やウェルシュ菌も腸内でビタミンB群の生産、腸内浄化の役割をはたしており、腸内常在菌として腸粘膜上皮に住み着いていることが病原菌の感染から宿主を守っているものと思われる<sup>23)</sup>。したがって腸内細菌では病原菌以外のものを善玉菌(有用菌)とか悪玉菌(有害菌)とかに分けることは好ましいものではないと考える。さらに乳酸菌の効果は乳酸菌自身の作用よりも菌が生産する有機酸や菌体成分が健康の維持に役立っているのではないかと考えられる。

## 5. まとめ

各種乳酸菌と腸内細菌(大腸菌、ウェルシュ菌)をin vitroで混合培養し、経時的に各菌数を求め、両菌の影響を検討し、同時の混合菌液のpHを測定してpHと菌数の変化も観察した。

ほとんどの混合菌液で各乳酸菌と腸内細菌は菌数の関係が大きく変化することはなく、多少の変動はあるものの平行的に増殖する結果が認められた。したがって乳酸菌が大腸菌やウェルシュ菌を抑制することはなく、互いにバランスよくコントロールしていた。また、乳酸菌も大腸菌、ウェルシュ菌も一定の菌数で存在し、常在菌叢をつくり共存共生して腸内環境を整えているものと思われる。一方、pHは経時的に酸性を示したが菌数との間に関連は認められなかった。

## 参考文献

- 1) 奥恒行：ビフィズス菌の有用性とその研究周辺、栄養学雑誌、Vol. 52、No. 5、267—268(1994)
- 2) 光岡知足：乳酸菌に関する最近の知見、食品衛生研究、Vol. 32、No. 6、61—67(1982)
- 3) 光岡知足：東京新聞(1995)
- 4) 光岡知足：発酵乳にある発がん予防効果、健康と食生活、12—15、全国牛乳普及協会。(1994)
- 5) 伊藤喜久治：細菌間の相互作用と腸内菌叢の自己制御、腸内細菌学、125—132、朝倉書店。(1990)
- 6) 光岡知足：腸内フローラの機能とその利用、食品工業、Vol. 39、No. 6、18—23(1996)
- 7) 湧口浩也ら：発酵乳・乳酸菌飲料と腸内菌叢、発酵乳類の機能、185—201、(株)食品資材研究会。

- (1988)
- 8) 寺田厚ら：ヨーグルトの投与が糞便菌叢および腐敗産物生成量に及ぼす影響、食品と微生物、10(1)、29—34 (1993)
  - 9) 原宏佳ら：ビフィズス菌含有腸溶性カプセル添加ヨーグルトのヒト腸内フローラおよび腸内腐敗物質に及ぼす影響、第16回日本食品微生物学会講演要旨。(1995)
  - 10) 乳酸菌研究集談会編：乳酸菌の科学と技術、学会出版センター。(1996)
  - 11) 湧口浩也ら：発酵乳、乳酸菌飲料の栄養学的・生理学的価値、発酵乳類の機能、165、(株)食品資材研究会。(1988)
  - 12) 光岡知足：ビフィズス菌の研究、1—22、(財)日本ビフィズス菌センター。(1994)
  - 13) Morgan, D: Epidemiology and Infection, 111, 181-187 (1993)
  - 14) 伊藤武：日本食品保全研究会報、Vol. 2、No. 2 (1996)
  - 15) 光岡知足：ヨーグルト、52—56、NHK出版。(1993)
  - 16) 光岡知足：腸内菌叢の形成・推移・分布、腸内細菌学、87—107、朝倉書店。(1990)
  - 17) G. Schaafsma：発酵乳製品の高腫瘍活性、腸内フローラと食餌、105、学会出版センター。(1994)
  - 18) WHO衛生統計 (1991)
  - 19) '95図説・日本の食品工業、548—554、(株)光琳。(1995)
  - 20) 国民衛生の動向 (1996)
  - 21) 光岡知足ら：食物繊維の腸内菌叢ならびに発ガンに及ぼす効果、食物繊維、243—251、篠原出版。(1983)
  - 22) Peter Cox：ぼくが肉を食べないわけ、築地書館。(1989)
  - 23) 井上真由美：やさしい微生物の基礎知識、(株)オーム社。(1997)

山 本 真 弓 (本学助手)

山 田 満 (本学教授)