

## Sports Shoesの汚染に関する細菌学的研究

細川 淳一

### The Bacteriological Study on Contamination of Sports Shoes

Junichi Hosokawa

This study was designed to investigate contamination of sports shoes with use from hygienic facets and to get clue to a sanitary use of them. Because we feel bad on our feet in sports shoes usually in summer, the experiment was carried out in summer when high temperature and high humidity might turn the condition in shoes the worst. The shallow sports shoes and the deep basketball shoes were chosen for the experiment. Six pairs of each were used for three different conditions: (1) The shoes were left in the room without repair after they were worn for eight hours every day, (2) The shoes were left in the room separate from their shoes mats taken out of them after they were worn for eight hours every day, and (3) The shoes and their shoes mats were washed well with soap and then dried after they were worn for eight hours every other days.

General bacteria and Coli-form group in the shoes were examined before and after use of the shoes and their daily change in number were checked. Coli-form group were classified according to IMViC-system to find contaminative source.

All the shoes used in the experiment were new. Every time, the subjects washed their feet with soap before wearing these shoes and then put on a new pair of sterilized socks made of chemical fiber. At the measurement, atmospheric temperature, skin temperature of foot in the shoes and humidity in the shoes were measured for analysis.

The results were as follows:

- (1) Because this experiment was carried out in summer with high temperature and high humidity, many kinds of bacterias would be in good condition for their multiplication and contamination. The average skin temperature measured in sitting rest position on the seven points of the four subjects' soles in the shoes were  $35.48 \pm 0.39^\circ\text{C}$ ,  $35.59 \pm 0.34^\circ\text{C}$ ,  $35.62 \pm 0.39^\circ\text{C}$  and  $35.65 \pm 0.33^\circ\text{C}$ , respectively. The humidity in the shoes was 70-80%. Such high temperature and humidity showed that the condition in the shoes became worse.
- (2) The number of general bacteria and M.P.N. value of Coli-form group in the shoes increased remarkably after use compared with those before use and they increased still more when shoes were left in the room without repair. Moreover multiplication of bacteria in the shoes became sudden when the shoes were used continuously.
- (3) When the shoes were left in the room separate from their shoes mats, multiplication of bacteria in the shoes became more or less slow. But when the shoes were left in the room without repair after use and were used consecutively, contamination was remarkable especially in the deep basketball shoes.
- (4) When the shoes were washed with soap and dried thoroughly for the next time to be used, multiplication of bacteria showed a marked decrease. Therefore, it seems necessary to consider

the way of repair after use.

- (5) By classification of Coli-form group according to IMViC-system, Escherichia Coli originating in experiment was detected in eight subjects (44.4%).

## I 緒 言

人間の足をおおい包むような形状の履物<sup>1)2)</sup>を総称して靴と呼んでいるが、その機能は、外部からの危害に対する足の保護、足の汚染防止、足部の防寒・防暑、歩行時における大地からの衝激緩和、歩行・運動・仕事などの能率向上といった目的を持ち、古くから人間の生活必需品としての役割りを果たして来ている。現代社会においては、その用途に従って様々な靴が開発されているが、運動靴に関しても然りである。運動靴とは、各種運動に用いる靴を総称した名称であるが、近年では運動やスポーツの特性に応じた専門的な靴が開発され、スポーツ界に大きく寄与していることは周知のところである。しかしこれらの運動靴は運動やスポーツに用いるのみならず、近年では革靴にかわって児童生徒、学生などの間で通学用に、あるいは日常生活用に広く好んで用いられるようになって来ている。これらの運動靴の多くは、布・革、稀に合成皮革製で、ゴムまたは合成樹脂製のものであるが、材質や構造などからみて、特有な靴内環境を形成し、衛生学的な面からの問題も少なくないように思われる。

従来、靴に関する衛生学的な検討は少なく、しかもそれらの多くは歩行との関連、靴底の摩擦係数、屈伸性、重心との関連といった物理的側面からのものが多く<sup>3)4)5)</sup>、労働との関連<sup>6)</sup>で外部の温度条件と靴内温度条件<sup>7)</sup>を検討したものが若干あるに過ぎない。

そこで本研究においては、広く運動以外にも用いられているいわゆる運動靴を対象に、主として細菌学的観点から靴内環境の汚染状況を検討し、今後における運動靴の衛生的な保存や手入れ法などへの手がかりを得るべく以下に述べる如き一連の実験を試みた。

## II 実験方法

### 1) 実験材料及び条件

本実験は、運動靴の内部環境が最も悪化すると

思われる夏期を実験の条件とし、昭和57年、同58年の8月に実施したものである。実験に用いた運動靴は某メーカーの布製、ゴム底、ひも結び式の浅型シューズの新品6足（以下にこれを運動靴という）とくるぶしまでの編み上げ式の布製、ゴム底のバスケットシューズの新品6足及び現在使用中の運動靴、バスケットシューズそれぞれ3足ずつ、計18足とした。これらの靴を被検者の大学生に午前9時から午後5時まで継続的に履かせ、5時以後は検査及び翌日までの保存ないし保管のために様々な条件下でこれを保持し、翌日の午前9時に再び履かせるようにさせ、これを連続3日間繰り返させた。靴を履いている間の行動上の制限はない、自由にさせたが、実験期間中の運動練習やクラブ活動は、専用の靴に履きかえることなく、午後5時まではそのまま使用するようさせた。

各靴は、1日8時間履き続けさせた後、実験室にもどって脱がせ、次の3条件の下で実験を継続した。

- ① 靴を脱いだ後は、そのまま翌日まで室内放置する場合
- ② 使用後には必ず靴の中から中敷きを取り出し、靴と別々に室内放置する場合
- ③ 使用後には、靴及び中敷きを石鹼水で洗浄し、完全に乾燥後に使用させる場合の3条件としたが、洗浄した場合には翌日までに靴内が乾燥しないために隔日3日間とした。尚、靴の保存に当っては、使用者による汚染以外の汚染が発生しないように考慮した。また各被験者の現在使用している靴6足については汚染の実態を検討すべく、同様な実験を試みた。靴の中の汚染状況の目安に用いた細菌<sup>8)</sup>は一般細菌及び大腸菌群で、さらに分離大腸菌群についてはIMViC-system<sup>9)</sup>による菌型分類を試み、汚染の由来を明確にしようと試みた。また実験中の環境の温度条件についても、Assman通風温湿度計、自記温湿度計などにより必要に応じて測定を試み、資料とした。

## 2) 検査方法

各被検者が実験用の靴に履きかえる直前には、石鹼水で足部を洗い、乾燥させてから滅菌した夏用化繊靴下の新しいものをその都度着用させてから実験用の靴に履きかえさせた。実験期間中は、各自が同一の靴を履き続けるようにし、履く直後及び脱いだ直後には滅菌磷酸塩稀釈水にひたしてある滅菌ガーゼ(50mm×50mm)を滅菌ピンセットを用いて、靴内をまんべんなくふきとり、あらかじめ準備しておいた滅菌磷酸塩稀釈水10ml入りの試験管にふきとったガーゼを入れてよく振盪してから試料とした。

### (1) 一般細菌数

試料をよく振盪後、滅菌磷酸塩稀釈水を用いて定法稀釈<sup>9)10)</sup>を行い、普通寒天培地と混和して37°C, 24±2時間培養後、数取器付き集落計算板を用いて計数して、検水1ml中の一般細菌数として表わした。

### (2) 大腸菌群のN.P.N.値

試料を十分に振盪後、一般細菌数の場合と同様に滅菌磷酸塩稀釈水を用いて10倍段階定法稀釈を行い、10mlずつ分注してあるB.T.B. 乳糖ブイオン発酵管に定法<sup>9)</sup>に基づいて移植し、37°C, 24±2時間培養して推定試験を行い、ガス形成のみられたものについては、更に定法<sup>9)</sup>による確定試験をもって検水1ml中の大腸菌群のM.P.N.値とした。

### (3) IMViC-systemによる大腸菌群の鑑別試験

B.G.L.B培地による確定試験から大腸菌群のM.P.N.値を求めた時に、E.M.B.培地に分離培養した3日後の最終検体12例及び使用中の6例について定法<sup>9)</sup>に準拠したIMViC-systemによる菌型の分類を行い、これらの大腸菌群発現の由来、即ち、糞便性ないし非糞便性汚染の実態を明確にしようと試みた。

### (4) 靴内足部の皮膚温及び靴内湿度の測定

靴の内部の温度環境に関しては、多点式サーミスタ皮膚温計(K720型宝工業)を用い、右側の足の裏面の指腹部5点、足穹窿部、踵部の7点を同時記録したが、測定の30分前に測定点7点にサーミスタをはり付けて放置し、30分経過後から3分

おきに連続記録した。また湿度については、X712-1A型湿度センサーを足穹窿部空間近辺に挿入して放置し、皮膚温と同時に記録して分析に供した。

## III 実験結果

### (1) 実験時の環境的条件

本実験の行われた時期は、我が国特有の高温多湿の夏期であったため、各種細菌の増殖には都合な条件であったものと思われるが、実験期間中の温度は27~30°C、また湿度は74~82%の間であった。一方靴を放置、保存した室内環境も極めて高温多湿を示し、26~28°C、相対湿度80~87%と細菌増殖に好適条件にあったものと考えられる。

### (2) 靴内足部の皮膚温及び靴内湿度

靴は着用時にひもを用いて足部に強く固定するため、通気性の面からみて換気効率は決して良好な状態にあるとはいえないようである。即ち、靴を履いてから30分以後の足部皮膚温は、測定部位によっても若干の差が見られるが、浅型の運動靴に比べてバスケットシューズの方がやや高値を示しているようである。また両者を比較すると、踵部よりも趾部及び足穹窿の方が高い傾向にある点にも注目されよう(表1)。また皮膚温測定時に外気的环境条件は気温28.5°C、気湿23.4°C(相対湿度63%)であったが、足穹窿部空間の湿度は運動靴で70.32~72.49%、バスケットシューズ79.35~82.06%と深型の後者に高く、これが運動や歩行のない安静座位状態における結果であることから見て、靴内気候の特殊性が示唆されるものといえよう。

### (3) 靴内の一般細菌数

実験後に脱いだ靴は、3条件に従って処理されたが、表2及び図1は脱いだ後に翌朝の9時まで室内放置した場合の靴内一般細菌数の変動を3日にわたって観察したものである。即ち、本実験に当たって初めて使用に供した靴内の使用前における一般細菌数を見ると、両靴ともに、4、7、20、14/mlと概して少なく殆んど汚染されていない状態にあるが、これを8時間にわたって履き続けると、310、340、390、440/mlとかなりの増加が認められ、特に浅型の運動靴の方にやや顕著な傾向が

Table 1 Skin Temperature and Humidity in Each Sports Shoes.

		Sports Shoes				Basket Shoes			
		Skin Temp. (°C)		Humidity (%)		Skin Temp. (°C)		Humidity (%)	
		Sub. A	Sub. B	Sub. A	Sub. B	Sub. A	Sub. B	Sub. A	Sub. B
Toes	1	35.53	35.36			35.77	35.68		
	2	36.21	36.14			36.05	35.95		
	3	35.84	35.68			35.71	35.61		
	4	35.72	35.62			35.97	35.85		
	5	35.46	35.34			35.56	35.51		
Plantar Arch		35.62	35.34	72.49	70.32	35.13	34.96	82.06	79.35
Heel		34.95	34.88			35.32	35.19		
$\bar{X}$		35.62	35.48			35.64	35.59		
S. D		0.385	0.389			0.334	0.335		

Room Temp 28.5°C Humidity 63.7%

Table 2 General Bacteria per 1ml and Coli-form Group per 100ml of Sampling Water Took out the Sports Shoes Before and After Use.

		Sports Shoes			Basket Shoes		
		1	2	3	1	2	3
General Bacteria/1ml	Sample 1 Bef.	420	740	4,500	4	520	5,560
	Aft.	40	150	14,500	340	3,170	17,700
	Sample 2 Bef.	314	60	2,700	7	830	6,750
	Aft.	90	1,140	8,900	310	1,940	25,900
Coli-form Group/100ml	Sample 1 Bef.	2	28	140	0	45	180
	Aft.	18	63	230	10	133	360
	Sample 2 Bef.	1	32	210	0	64	240
	Aft.	9	92	420	5	100	570

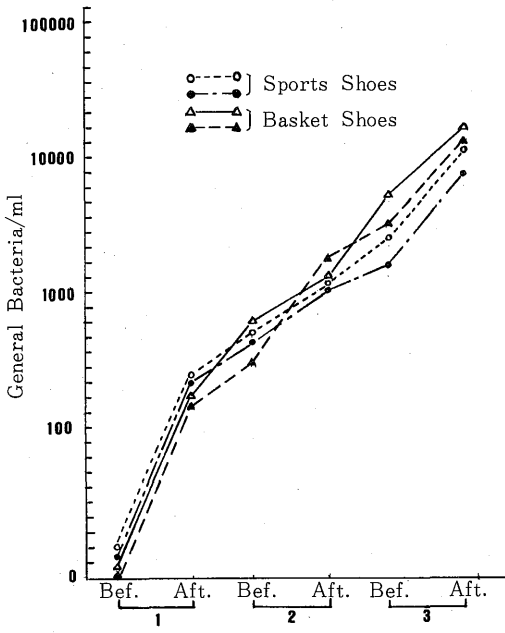


Fig. 1 General Bacteria per 1ml of Sampling Water Took out the Sports Shoes Before and After Use.

見られている。さらにこれを何の手入れや洗浄もなく室内放置しておく一夜にして靴内細菌の増殖は、最低520~最高810/mlと著しい増加を示すが、2日目の夕方には最低1,140~最高3,170/ml, 3日目使用前には最低2,700, 最高6,750/ml, 3日目8時間後には最低値でも8,900, 最高値は25,900/mlと靴内環境の汚染の進行が激しいことを示唆するものとして注目される。そしてこれらの靴内汚染は、履き初めは浅型運動靴の方が汚染が早い傾向にあるが、2日、3日と経過するに従って、深型バスケットシューズの汚染が著しく、これは靴の材質、構造、外気との換気状態などと深く関連しているように思われる。

次に靴と中敷きを同時使用させ、靴を脱いだ後は必ず中敷きを取り出して靴と別々に室内に放置保存した場合について示したものが表3である。即ち靴内の一般細菌の増殖は前述した条件①に比べて概して緩慢のように思われる。ここにおいても未使用の全く新しいものを実験材料としている

ために、使用前の一般細菌数は、靴及び中敷きともに極めて少なく殆んど汚染されていないことが理解できるが、8時間連続して履き続けることによってかなりの増加傾向を示している。しかし、これを室内放置しておく、靴内の一般細菌数は増加傾向を示すものの、概して緩慢な増加傾向にあるように思われる。また使用3日後においても同様な結果を示しているが、中敷きを取り除いてもバスケットシューズの場合には浅型の運動靴に比べてその構造的、靴内環境の特性に起因してか、使用前には2,010/ml及び2,780/mlと高値を示し、さらにこれを8時間履き続けると、8,460/ml, 10,150/mlと、細菌の増殖が進み、汚染が進行していることが理解できる。しかし靴内から中敷きを取り出してこれを放置しておく、細菌増殖は緩慢ないし抑制される傾向が認められる。即ち中敷きは、薄い化繊マット、スポンジなどであるために、これを空気の流通のよい場所に放置すると細菌増殖が抑制されることから見て清潔が保持できるように思われるが、いずれにもせよ、中敷きを取り出しても靴内の汚染進行が激しいために問題も少なくないように思われる。

そこで、使用後に必ず靴と中敷きを別々に石鹼水で完全に洗浄し、室内で無菌的に乾燥させ、丸1日後に2回目の使用を、同様にして3回目の使用をさせた場合の一般細菌の消長を見たものが表4、図2である。即ち、第1回目の使用後にそれぞれ靴及び中敷きを完全に石鹼水で洗浄し、1日室温に放置して乾燥させた後、2回目の使用に先立って靴及び中敷きの一般細菌数を調べてみると、両靴ともに極めて低い数値を示している。使用後の一般細菌数の増加は当然のことではあるが、その増加傾向も3回目の8時間後においても浅靴で340~420/ml, バスケットシューズ420~510/mlと他の取り扱い方法に比べて低値を示すことからみて使用後の保存方法ないし手入れ方法への示唆を与えるものとして注目されよう。

以上の実験に用いた靴は、本実験に際して初めて使用したものであるため、概して汚染の進行が緩慢であることが理解できるが、表5は本実験の被験者が日常生活で使用している運動靴、バスケットシューズの一般細菌の実態を見たものである。検水1mlに換算して最低2,790, 最高47,600と極めて汚染度の高い不衛生の靴を履き続けている

Table 3 General Bacteria per 1ml and Coli-form Group per 100ml of Sampling Water in Sports Shoes in Case of Remove the Shoes Mats.

				Sports Shoes			Basket Shoes			
				1	2	3	1	2	3	
General Bacteria/1ml	Shoes	1	Bef.	12	360	680	12	550	2,780	
			Aft.	320	740	1,260	230	120	8,460	
		2	Bef.	24	240	940	16	1,740	2,010	
			Aft.	265	870	2,140	460	,080	10,150	
	Mat	1	Bef.	18	240	490	25	90	370	
			Aft.	480	—	3,250	150	320	1,650	
		4	Bef.	25	180	520	28	80	560	
			Aft.	990	680	2,970	240	470	2,960	
Coli-form Group/100ml	Shoes	1	Bef.	1	14	37	2	9	530	
			Aft.	7	49	125	14	46	2,950	
		2	Bef.	0	12	70	1	15	250	
			Aft.	5	38	235	9	58	1,690	
		Mat	3	Bef.	3	12	40	5	20	3 18
				Aft.	9	40	160	18	—	15
	4		Bef.	2	6	25	2	28	20	
			Aft.	8	20	120	19	140	100	

Table 4 General Bacteria per 1ml and Coli-form Group per 100ml of Sampling Water of Washed Shoes with Soap and Water.

			Sports shoes			Basket Shoes		
			1	2	3	1	2	3
General Bacteria/1ml	Sample 1	Bef.	10	5	32	6	8	12
		Aft.	360	270	340	240	190	420
	Sample 2	Bef.	15	11	12	7	19	23
		Aft.	460	430	420	360	280	510
Coli-form Group/100ml	Sample 1	Bef.	0	2	2	0	0	2
		Aft.	17	15	19	10	17	20
	Sample 2	Bef.	0	0	3	0	6	12
		Aft.	12	9	15	12	12	18

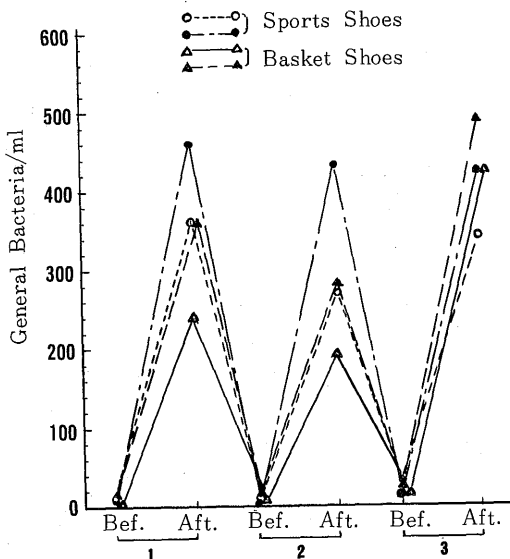


Fig. 2 General Bacteria per 1ml of Sampling Water of Washed Shoes with Soap and Water.

Table 5 General Bacteria and Coli-form Group per 1ml of Water in Sports Shoes which Subjects are Putting on Usually.

	General Bacteria/ml	Coli-form Group/100 ml
Sub. A	2,790	490
Sub. B	6,490	140
Sub. C	47,600	9,780
Sub. D	27,680	4,370
Sub. E	8,650	1,260
Sub. F	8,740	670

ことが伺われる。

(4) 靴中大腸菌群のM.P.N.値

本実験に先立ち、実験用の新しい浅型運動靴及びバスケットシューズのそれぞれの検水中の100ml当りの大腸菌群M.P.N.値をみると、12例中5例

が1~2/100mlと既に陽性を示し、使用前のいずれかの過程の中で若干の汚染を生じたものと思われる。

次にそれぞれの実験条件下におけるM.P.N.値を見ると、当然のことながら使用前に殆んど大腸菌群による汚染がみられないが、第1回目の8時間使用に伴い5~18/100mlとM.P.N.値の増加が見られ、特に浅型運動靴がバスケットシューズに比べてやや多い傾向を示している。しかし、これをそのまま室内放置しておく、翌朝までに28~64/100mlと増加を示し、さらにこれを8時間履き続けることによって最低でも63、最高では133/100mlにもなっているが、第3日目の朝には140~240/100ml、夕方には230~570/100mlと、特にバスケットシューズの方に顕著な増加傾向が認められる(表2、図3)。

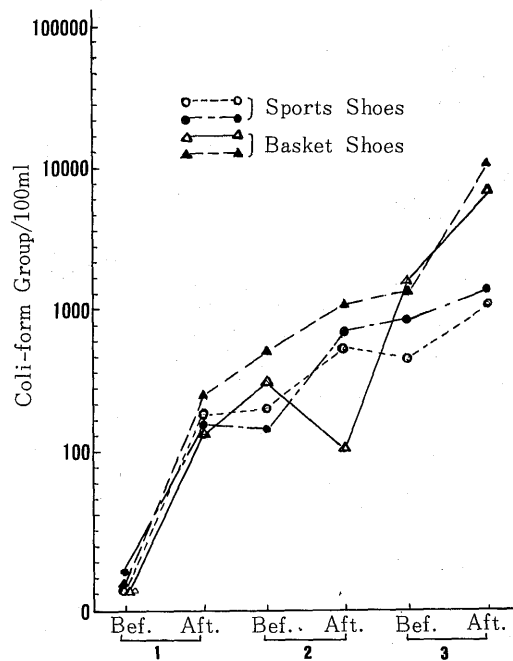


Fig. 3 Coli-form Group per 100ml of Sampling Water of Washed Shoes with Soap and Water.

次に一般細菌数の場合と同様に使用後には必ず靴から中敷きを抜き取り、靴と別々に翌朝の使用時まで室内保存をしておく、表3に見られる如

く、浅型運動靴では0~7/100mlと増加が少ないのに対し、バスケットシューズでは1~14/100mlと高く、3日後には2,590~3,690/100mlと極めて著しい増大を見ることが、靴の構造や保存時の靴内環境、使用時の靴内気候などが大きく影響を及ぼしているものと推測される。また取り出した中敷きに比べて大腸菌群の陽性率の増大が極めて少なくなっていることから、保存方法への手がかりを与えるものとして重視されよう。次に使用後には必ず石鹼水で靴及び中敷きを完全に洗浄し、室温で無菌的に乾燥させた後、1日後に2回目の使用を、さらに同様にして3回目の使用をさせた場合についてM.P.N.値の消長を見たものが表4、図4である。

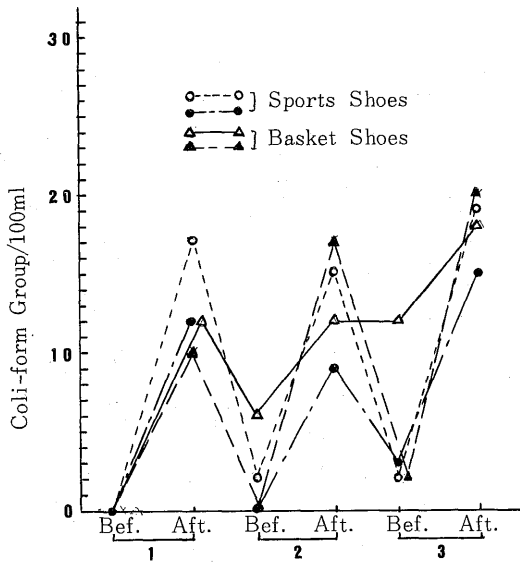


Fig. 4 Coli-form Group per 100ml of Sampling Water of Washed Shoes with Soap and Water.

一般細菌数の場合と同様に、使用前に比べて使用後には大腸菌群の若干の増加が見られ、特にバスケットシューズの方にやや顕著な傾向を示しているが、靴および中敷きを石鹼水で完全に洗浄後、十分に室温乾燥することによって丸1日後の使用時には0~2/100mlと大腸菌群の陽性化を或る程度おさえることが出来ることを示唆している。ま

た洗浄後の靴内及び中敷きのM.P.N.値は、他の保存条件に比べて概して陽性率が低い点にも注目される。

また表5は本被検者が日常使用している運動靴およびバスケットシューズ中の大腸菌群M.P.N.値を調べたものである。最低145/100ml、最高9,780/100mlと靴内の汚染状況が激しいことが伺える。

(5) IMViC-systemによる大腸菌群の鑑別試験

本実験に用いた18例(内12例が新品)のふきとり検水から検出された大腸菌群のIMViC-systemによる菌型分類の結果は表6に示すとおりである。

Table 6 The Type Identification of Coli-form Group According to IMViC-system.

Types of Coli-form Group	Samples (N=12)	Samples (N=6)
Escherichia Coli	I 2 (16.7)	2 (33.3)
	II 2 (16.7)	2 (33.3)
Intermediates	I 2 (16.7)	
	II 1 (8.3)	
Aerobactor Aerogenes	I 3 (25.0)	1 (16.7)
	II 1 (8.3)	1 (16.7)
Indistinctness	1 (8.3)	
Total	12(100)	6(100)

( ) : %

即ち糞便性のEscherichia Coli I型及びII型に由来するものが18例中8例(44.4%)、非糞便性のIntermediate I型、同II型が3例(16.7%)、Aerobacter aerogenes I型及びII型が6例(33.3%)、不明1例(5.5%)とEscherichia Coliが最も多く観察された。

IV 考 察

現代社会では、靴はもはや人間の健康生活に不可欠な生活必需品となっているが、中でも運動靴ほど児童生徒及びスポーツマンの間に広く愛好さ



れている靴はないといっても過言ではない。

近年における各種の靴は、人間工学的な側面<sup>11)12)</sup>から履き易さについては勿論、靴の材質、靴の構造、脱臭などについても種々の検討がなされているが、長時間にわたる靴の使用は足部に様々な変化<sup>13)</sup>をもたらす、特に夏季などの高温多湿の環境<sup>14)</sup>下においては、特殊な靴内気候が形成され、衛生学的にも決して好ましいものではない。

本実験を実施した時期は、かかる高温多湿の時期で、外気及び室内の気温、気湿も午前中から上昇し、1日の気温は室内で26°C~30°C(相対湿度83%)を示していたこともあって、細菌の増殖には極めて好都合な環境条件下にあったものと思われる。このような環境条件の中で靴を8時間にわたって履き続けると、足部の温熱条件にも大きな影響を及ぼすものと思われるが、実験に先立って足部の皮膚温を測定してみると、安静座位5分間の平均値は、測定部位7点間では若干の差位が見られるものの靴の種類を問わず、35.59±0.34°C、35.64±0.33°C、35.62±0.39°C、35.48±0.39°Cと他の報告<sup>15)</sup>に比べてかなりの高温を示している。一方、靴内湿度も足穹窿部の空間で、浅靴の場合には70.32%、72.49%、深靴のバスケットシューズにおいては79.35%、82.06%と高値を示し、特にこれらの傾向は深靴であるバスケットシューズに顕著であることからみて、夏季の靴内は特異な気候環境下にあることが理解できよう。

そこで環境汚染の指標として用いられる一般細菌数について各条件下における靴内汚染の状態を見ると、使用前に比べて使用後は確実に増加が見られ、また何の手入れや洗浄も行わずに一夜室温放置すると、靴内の一般細菌数は経日的に増加し、3日後には検水1ml中最高17,700を数えるようになり、靴内環境の悪化の状態が伺われる。本実験に用いた靴は全て新しいものであったにもかかわらず、使用前に既に若干の一般細菌が検出されているのは、靴の製造、運搬、保管などの過程のいずれかにおいて汚染を受けたものと思われる。

しかし、わずかに8時間ではあるが一度これを使用すると、かなりの細菌数の増加が見られ、特に浅型靴に顕著な結果が認められたことは、浅型の方が外部環境との接触の機会が多いために、細菌の侵入や付着に好都合であったことを意味しているものと思われる。一方、深型のバスケット

シューズにおいては経日的に汚染傾向が著しく、靴内構造のみならず、外気との換気効率の低下も少なからず関連しているように思われる。

一般細菌に限らず細菌や微生物の発育には例えば栄養塩類、酸素、温度、湿度、光、CO<sub>2</sub>などの様々な環境要素<sup>16)</sup>が必要となるが、靴内は温熱条件を初め、汗中の塩類など総ての面で細菌の発育に至適な条件を備えているものと思われる。

しかし中敷きを取り出して靴と別々に保管すると、靴内細菌の多くが中敷きに付着しているためか靴内における一般細菌の増殖は概して緩慢のようである。一方、靴内から取り出した中敷きは、室内の気風のよい場所に保管しておいたために、放置後の増殖が緩慢であることから、運動靴を使用した後には少なくとも中敷きを取り出すことが衛生上好ましいことを示唆しているが、深型のバスケットシューズにおいては、中敷きを取り除いても靴内汚染の進行が著しいことから、その保存法や手入れの方法を考慮する必要があるといえよう。

そこで使用後は必ず中敷きと靴を石鹸で完全に洗い、室内で乾燥後に使用させると、一般細菌数の増殖は激減傾向を示し、衛生的にも好ましい状態となり得るが、全く手入れや洗浄なく履き続けている靴では47,600/mlと最悪環境にあることが理解されよう。一般細菌数は検査時の条件や環境条件に左右されやすい<sup>17)18)</sup>といわれるが、諸環境の汚染状態を示す有効な指標の一つとして重視されており、汚染を受けた環境ほどその中の一般細菌数の増加傾向が大きい。従って一般菌の検出は、細菌学で問題とされる病原菌としての意味を持つものではなく、あくまでも環境汚染の傾向把握にあり、これらの汚染が身体に如何なる障害や不健康状態をもたらすかについては、他の面からの検討が必要であることはいうまでもない。

特に一般細菌数の場合には、培養後に集落数が多数生じたというだけでは衛生学的意義が弱く<sup>19)</sup>、その意味からすれば大腸菌群の存在の方が汚染指標としては重視されている。換言すれば、大腸菌群が検出された場合には、いわゆる糞尿性汚染の証拠となり、普通の簡便な検出法を持たない赤痢、腸チフス、コレラ、他のサルモネラ、下痢腸炎等の病原微生物の存在ないし混入の危険性<sup>20)</sup>を示唆するものとして、とりわけ食品衛生の領域におい

でも重視されている。例えば、食製品、食肉ねり製品、牛乳、牛製品等については、これら大腸菌が陰性でなければならないことが食品衛生法<sup>17)</sup>に規定されているが、食品のみならず諸環境の汚染傾向を細菌学的観点から検討を加える場合には有効な方法の一つであるかも知れない。

本実験においては、実験直前の新しい靴の中からは殆んど大腸菌群の検出が認められないが、それでも1～2の靴からの検出をみている。これらは製造、運搬、保管などの取り扱いの過程で汚染を受けているものと考えられるが、発育条件<sup>18)</sup>が整っていないこともあって付着、混入してもその殆んどが死滅してしまう可能性が強いものと思われる。

本実験の各条件下における大腸菌群M.P.N.値の消長を見ると、ほぼ一般細菌数の場合と同様な傾向を示しているが、一般細菌数ほどの急激な増加は認められない。即ち、一般細菌数と大腸菌群との間に必ずしも一定の相関関係は認められず<sup>19)</sup>、むしろそれぞれの増殖様式、増殖条件、検出方法などの差異に起因しているように思われる。しかし、使用後そのまま室内放置をした場合、中敷きを取り出して靴と別々に室内放置をしておいた場合のいずれにおいても、深型のバスケットシューズの方に経日的増加が認められることから、使用後の室内放置が靴の構造や特性に加えて汚染を助長させる要因として関与しているように思われる。しかし、使用後に必ず中敷き及び靴を石鹼水で洗浄し、完全に乾燥した後にこれを使用すると、大腸菌群M.P.N.値の陽性率は深靴のバスケットシューズにやや顕著に見られるが、他の保存条件に比べて陽性率は激減し、衛生的な保持が可能になることから、清潔の維持と衛生的使用のためには2足の交互使用が望ましい。

いずれにしても靴内環境は使用状況と関連してかなりの悪化を伴うことが、これらの細菌学的検討から明確になった。しかし環境汚染の把握に用いられる大腸菌群は、細菌学で取り扱う大腸菌よりも広範囲の菌種を包括した衛生学的名称であるが、桑原<sup>19)</sup>は大腸菌群の衛生学的意義について、大腸菌群の証明されない水は細菌学的に完全であり、多少とも検出されれば潜在的汚染の可能性のあること及び多数の大腸菌群が検出される場合には、糞尿、下水等で汚染されていることを意味し、飲

料水や食物の場合には消化器系伝染病の病原体の混入の可能性を示すものとして重視している。

本実験においては直接食生活に関連するものではないにもせよ、これらの靴を着用した被験者は、屋外は勿論便所や汚染されたあらゆる場所に出入りをしていることもあって、大腸菌群による汚染を受ける可能性は大きく、その意味においても大腸菌群が検出されても決して不可思議ではない。本実験における大腸菌群の菌型分類試験の結果から *Escherichia Coli* が検出されたことは便所の使用などとの関連があるものと思われるが、いずれにもせよ多少なりとも糞便性汚染の可能性を意味することを忘れずに、その衛生的取り扱いに留意することが大切であろう。一方、土壌に由来する *Aerobacter aerogenes* も検出されていることからみて、室内、室外を同一の靴で生活する生活様式にも関連しているように思われる。

## V 総括並びに結論

靴は人間の生活必需品として様々な機能を果しているが、運動靴もスポーツ活動には不可欠な役割りを果していることは言うまでもない。しかし運動靴はスポーツを離れても多くの人々に広く愛用されているが、適切な手入れを施さない場合にはその材質や構造などからみて不衛生状態を招く可能性も大きい。

本研究は、使用に伴う運動靴の汚染を衛生学的な面から検討を加え、今後における衛生的な取り扱いへの手がかりを得ようと試みたものである。即ち、運動靴を履いていると夏季には足部に不快感を感じるが多いが、本実験は靴内環境の最も悪化を招く高温多湿の夏季を選び、浅型の運動靴と深型のバスケットシューズそれぞれ6足ずつを対象に、①使用後何の手入れもなく室内放置し、1日8時間、連続3日履かせた場合、②8時間の使用後には中敷きを取り出し、靴と別々に室内放置し、これを連続3日間履かせ続けた場合、及び③靴と中敷きを石鹼水でよく洗浄、乾燥させ、これを1日8時間、隔日3日間履かせ続けた場合の3条件について、使用前後の靴中の一般細菌数、大腸菌群の検出を行い、さらに経日的な消長についても検討を加えた。また大腸菌群についてはIMViC-systemによる菌型分類を行い、汚染の由来を把握しようと試みた。実験に用いた靴は総て

新しい靴であり、被験者がこれらの靴を履く前には必ず石鹸で足を洗い、その都度新しい滅菌した化繊の靴下を着用させた。また測定時には外部の温度条件、靴内足部の皮膚温及び靴内湿度の測定を行い、分析に供した。

結果の概要は次の通りであった。

- (1) 本実験は、気温、気湿の高い夏季を選んで実施したため、各種細菌の増殖及び汚染には好都合な条件下にあったと思われるが、安静座位における4人の靴内足裏面7点の平均皮膚温を見ると、 $35.48^{\circ}\pm 0.39^{\circ}\text{C}$ 、 $35.59^{\circ}\pm 0.34^{\circ}\text{C}$ 、 $35.62^{\circ}\pm 0.39^{\circ}\text{C}$ 、 $35.64^{\circ}\pm 0.33^{\circ}\text{C}$ と高温を示し、また靴内湿度も70~82%で高値を示すなど、靴内環境の悪化を示している。
- (2) 靴内の一般細菌数及び大腸菌群M.P.N.値を見ると、使用前に比べて使用後にはそれらの増加が顕著となるが、これをそのまま室内放置しておくとも一般細菌数、大腸菌群M.P.N.値が増大し、さらにこれを履き続けると靴内細菌の急増が見られた。
- (3) 靴内から中敷きを取り出して室内に靴と別々に放置すれば、靴内細菌の増殖はやや緩慢となるが、靴を脱いだ後に何の手入れもなく室内放置し、これを繰り返すと特に深型のバスケットシューズにおける汚染が顕著に認められた。
- (4) 使用後に石鹸で洗浄し、完全に乾燥してから使用に供すると、細菌の増殖は激減することから、使用後の管理法を考慮することが必要のように思われる。
- (5) IMViC-systemによる大腸菌群の菌型分類結果から糞便性大腸菌に由来する *Escherichia Coli* が8例(44.4%)検出されたことから見て、靴内環境は極めて不衛生状態にあるといえよう。以上の如く、運動靴の中は運動靴の材質や構造、使用時間、足部体温(皮膚温)及び湿度の上昇、

さらには外気の温度条件などが様々に関連して特異な気候を形成し、それに伴う汚染が予想以上に大きいことが理解できた。従って使用後の保存方法、手入れの方法など今後の研究にまつところが大きいものと思われる。

## 文 献

- 1) 勝木新次他「はきものの科学」, 河出書房, 1948
- 2) 三浦豊彦「足とはきもの—その衛生—」, 労研出版部, 1957
- 3) 古沢一夫「自由歩行のエネルギー需要品に就て」, 労働科学研究13(3), 1946
- 4) 奥山美佐雄「負荷歩行時の瓦斯式謝」, 労働科学研究10(3), 1933
- 5) 三浦豊彦「履物と床面摩擦係数」, 労働科学研究19(6), 1942
- 6) 労研出版部「労働衛生ハンドブック」, 労研出版部, 1980
- 7) 今和次郎「服装研究」, 長谷川書店, 1947
- 8) 日本薬学会編「衛生試験法注解」, 金原出版, 1980
- 9) 医科学研究所学会編「細菌学実習提要」, 丸善KK, 1970
- 10) 山本郁夫「病原微生物学実習」, 医学書院, 1958
- 11) 日本人間工学会編「被服と人体」, 人間と技術社, 1970
- 12) 倉田正一「人間工学入門」, 技報堂, 1963
- 13) 庄司光「衣服の衛生学」, 光生館, 1961
- 14) C.E.A. Winslow and C.P. Herrington「温度と人間—温熱の生理衛生学」, 人間と技術社, 1974
- 15) 平塚哲夫「ゴム靴の衛生的研究」, 京都府医大誌58(2), 1955
- 16) A.H. Bryan et al「Bacteriology-Principles and Practice」, Barnes and Noble, 1963
- 17) 法務大臣官房編「現行日本法規(厚生, 公衆衛生)」, ぎょうせい, 1978
- 18) 細川淳一「食品衛生に関する研究—豆腐保存水の汚染度について」, 宇都宮大学教育学部紀要, Vol. 16, No 2, 1966
- 19) 桑原驥児「衛生工学入門」, 綾文堂, 1959