

スポーツウェアにおけるブラジャーの 機能性について

東北女子大学 奥野 右子
(共同研究者) 弘前大学 福地 博
大阪市立大学 田中 道一

The Functional Performance of Brassiere in Sports Wear

by

Yuko Okuno

Tohoku Women's College

Hiroshi Fukuchi

Hirosaki University

Michikazu Tanaka

Osaka City University

ABSTRACT

The proper amount of body fitness is needed for brassiere in sportswear. The functional performance of brassieres for sports and for custom wears are compared and investigated.

1. The equilibrium of three forces acting on band straps fastened on shoulders and breast respectively is researched. It was found that some of brassieres for sportswear are not well balanced.

2. The acceleration measured at bust point by the body accelerometer is often smallest of all any other points in nude body, however the contact pressure of brassiere measured at bust point by the pressure gauge is largest. This fact shows that the over pressure produced by tightening up brassiere is too severe to moderate fitting at bust point.

I. 緒 言

スポーツ時において身体を適度にサポートすることは、安全性の向上のほかに、心理的にも気持ちをひきしめ、快的な気分させる。フィット性が適度にあるスポーツウェアとしてのブラジャーの設計のために、考えられる種々の要因の中でも、今回は主なものとして、1) 三力の釣合い、2) 防振効果・被服圧において検討を行ったので報告する。

II. 実 験

実験1 三力の釣合い

バストはブラジャーのつりひも方向と、アンダー一部左右2方向に加わる力とによって支えられている。この3方向に加わる力の釣合いの良・不良がフィット性と関係がある。

1) 実験方法

A) 試 料:

実験に用いた試料の諸元は表1のようである。

A, B, Cはスポーツ用ブラジャー、イーA, イーB, イーC, イーDは、一般のブラジャー数

種の中から、下記実験により似かよったデータを示すものは除き、スポーツ用の価格の $\frac{1}{2} \sim \frac{1}{4}$ で購入できるもの4種を残した。いずれも市販のものである。

B) 実験機械ならびに測定方法:

着用時に肩つりひもに加わる力を F_1 , 脇に向かって引っぱられる力を F_2 , 中央に向かう力を F_3 とする。

三力をバストの底面上に投影し、それぞれの力の方向を延長させた線が、バストポイントの投影点で一点に交わるとみなし、相対応する角を α_1 , α_2 , α_3 とし、平面力をほぼ F_1 , F_2 , F_3 に等しいとすると、ここには図1に示すような関係式が成り立つ。

ここで F_4 は、バストポイントに加わるブラジャーによる被服圧で、これは F_1 , F_2 , F_3 に比べると非常に小さいので(表7-1, 表7-2参照) 図1の関係式が成立すると考えることができる。

そこで、着用時の伸長率を少し上回る肩つりひも25%, アンダーバスト20%ですべての試料をインストロン型万能試験機によって伸長させ、速度100mm/min, つかみ間隔20cmで線図を描かせ

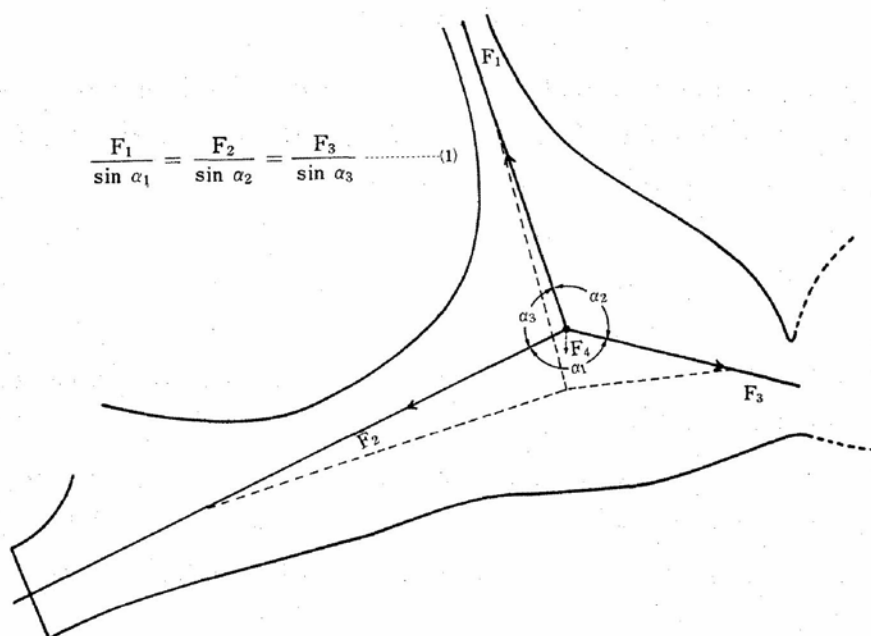


図1 三力の釣合い

$$\frac{F_1}{\sin \alpha_1} = \frac{F_2}{\sin \alpha_2} = \frac{F_3}{\sin \alpha_3} \dots (1)$$

表1 試料の諸元

種類	部位	材質	組織	厚さ (mm)	密度(本/cm)		見かけの 比重 (g/cm ³)	価格 (円)
					たて (コース)	よこ (ウエール)		
A	アンダー	ゴム・ナイロン	平織	1.200	12	9	0.49	1,500
	肩ヒモ・脇	綿	編物	0.491	17	11	0.34	
	カップ(上)	綿	編物	0.346	12	8	0.33	
	カップ(中)	ナイロン	不織布	1.153	—	—	0.08	
	カップ(下)	ナイロン	編物	0.489	17	12	0.37	
				1.99				
B	アンダー	ゴム・ポリエステル	平織	1.628	16	12	0.42	2,800
	肩ヒモ	ゴム・ポリエステル	平織	1.732	15	13	0.40	
	脇	ポリエステル	編物	0.489	18	16	0.45	
	カップ(上)	ポリエステル	編物	0.456	25	20	0.40	
	カップ(中)	ポリエステル	不織布	0.705	14	14	0.27	
カップ(下)	ナイロン	編物	0.205	16	22	0.20		
				1.37				
C	アンダー	ゴム・ポリエステル	平織	1.190	14	9	0.27	2,500
	肩ヒモ	ゴム・ポリエステル	平織	1.630	18	14	0.39	
	脇・カップ	ポリエステル	編物	0.561	21	14	0.48	
				0.56				
イ A	アンダー	ゴム・ナイロン	平織	1.060	13	8	0.45	680
	肩ヒモ	ゴム・ナイロン	平織	1.313	13	13	0.44	
	脇	ナイロン	編物	0.403	18	18	0.44	
	カップ(上)	レーヨン	編物	0.251	20	12	0.31	
	カップ(中)	ナイロン	不織布	1.410	—	—	0.09	
カップ(下)	綿	平織	0.362	13	9	0.32		
				2.02				
イ B	アンダー	ゴム・ポリエステル	平織	1.182	15	8	0.46	780
	肩ヒモ	ゴム・ポリエステル	平織	1.355	13	14	0.42	
	脇	ポリエステル	編物	0.382	18	16	0.36	
	カップ(上)	ポリエステル	編物	0.410	15	16	0.34	
	カップ(中)	ポリエステル	不織布	0.645	—	—	0.19	
カップ(下)	綿	編物	0.359	14	15	0.31		
				1.41				
イ C	アンダー	ゴム・ナイロン	平織	1.265	13	17	0.47	780
	肩ヒモ	ゴム・ナイロン	平織	1.450	6	5	0.41	
	脇	ポリウレタン	ストレッチ 織物	0.410	16	13	0.40	
	カップ(上)	ナイロン	編物	0.261	17	14	0.35	
	カップ(中)	ナイロン	不織布	0.245	—	—	0.19	
カップ(下)	ナイロン	編物	0.385	16	14	0.29		
				0.89				
イ D	アンダー	ゴム・ポリエステル	平織	1.265	14	0	0.43	680
	肩ヒモ	ゴム・ポリエステル	平織	1.417	6	6	0.43	
	脇	ポリウレタン	ストレッチ 織物	0.415	15	13	0.38	
	カップ(上)	ポリウレタン	レース	0.470	20	13	0.26	
	カップ(中)	ポリエステル	不織布	0.097	—	—	1.11	
カップ(下)	綿	平織	0.180	21	21	0.39		
				0.75				

た。

2) 実験結果および考察

図2の線図から各試料の実際の着用時の伸長率における荷重を読みとり、それぞれ着用時の F_1 , F_2 , F_3 の荷重とした。これとは別に、平面上で対応する角度を読みとり、上記の F_1 を用いて、(1)式によりそれぞれの値を算出して表2に示した。

ここで F_2 と F_3 がほとんど等しい値を示すのは $\alpha_1=180^\circ$ の設計とした、ブラジャーの多いこ

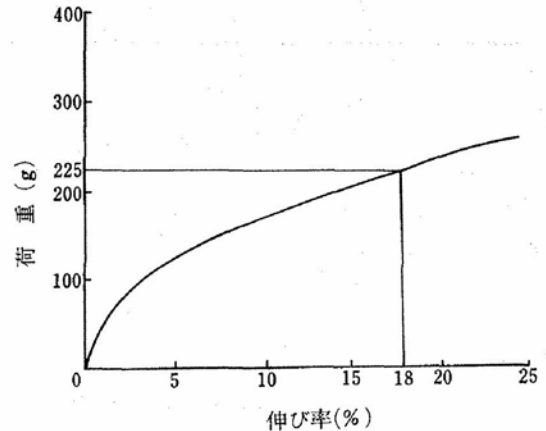


図2 ブラジャー肩つりひも25%伸長線図(イ-C)

表2 三力の釣合い(荷重・差)

試料	荷重・差	F_1 (g)	F_2 (g)	F_3 (g)	差	順位
A		203	209	209	96.5	1
B		222	555	555	392.0	6
C		305	480	480	127.1	2
イ-A		220	380	380	264.0	4
イ-B		233	315	315	607.3	7
イ-C		225	375	375	289.0	5
イ-D		260	396	396	131.0	3

とを示す。

しかし、わずかな F_1 の作用によって F_2 , F_3 は大きな緊縛力を示し、 F_1 の効果を見捨てることはできない。これらの理論値と上記の伸長率から求めた値とは必ずしも一致せず、かなりの差が認められた。

一般に、着用値が理論値に近いものほど釣合いのとれた理想に近い着用感が得られると考え、それぞれの最大値と最小値の差を求めて表2に示してある。この差が少ないほど釣合いのとれた、フィット性の高い設計といえ、差が大きくなるほど釣合いのとれない設計といえる。

この結果から、スポーツ用ブラジャーとして市販されているものの中でも、釣合いの順位は6番目に位置しているものもあれば、一般ブラジャー(しかも安価)の中にも釣合いの良となるものがある。

実験2 防振効果および被服圧測定

スポーツ時の動作によるバスの揺れ、振動をブラジャーがどの程度防振しているかを知るために、人体運動時のバス各部の加速度測定を行った。

ブラジャーの防振効果については、すでに樋口、田中ら¹⁾が報告しているが、今回はそれを参考にしながら、動作も各種スポーツ時の基本となる運動を選んで行った。また、防振効果のあるブラジャーは被服圧も高いと考えられるため、同時に被服圧の面からも検討した。

1) 実験方法

A) 試料:

実験1に同じ。

B) 実験機械ならびに測定方法:

測定に使用した加速度ピックアップは、リオン K-K PV-90 で、寸法は直径 6mm×高さ 9mm、

重量 1g であり、被服圧ピックアップの寸法、直径 4.5mm、厚さ 1.0mm、容量 1kg/cm²、また、着地の瞬間を知るために容量 10kg の荷重計を靴底をくり抜いてはめ込み取り付けした。

これらピックアップを歪計、加速度計に接続し、電磁オシログラフに記録させた。測定部位は図 3-1 に示す 5 箇所である。

加速度ピックアップは右胸、被服圧ピックアッ

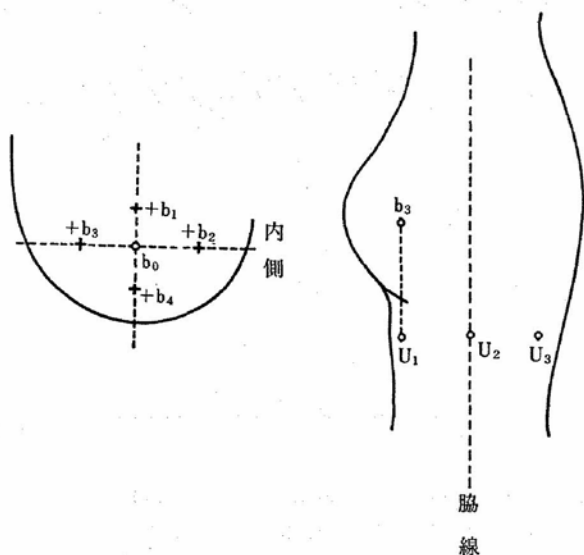


図 3-1 加速度・被服圧測定箇所 (5 箇所) 図 3-2 被服圧測定箇所 (3 箇所)

- b₀: 乳頭点
- b₁: b₀ から 2cm
- b₂: b₀ から 3.5cm
- b₃: b₀ から 3.5cm
- b₄: b₀ から 3cm
- U₁: b₃ の直下
- U₂: 脇中心線
- U₃: U₂ の 7cm back より

表 3 測定動作 (12種)

1. 跳	躍	小	2.1回/sec
2. 跳	躍	大	1.6回/sec
3. 速	歩	小	2.68回/sec
4. 速	歩	大	2.68回/sec
5. ゆっくり歩			1.73回/sec
6. 行	進		2.2回/sec
7. ランニング		大	2.4回/sec
8. ランニング		小	2.4回/sec
9. 腕前振りおろし		180°	1.1回/sec
10. 腕前振りおろし		90°	1.1回/sec
11. 腕を脇に開く		180°	
12. 飛びおり		40cm	

プは左胸の同じ箇所に取り付け、対照のため背部にも、もう一つの加速度ピックアップを取り付けた。

また、被服圧においては、図 3-2 に示すように、脇アンダー部も測定箇所として加えた。

動作は表 3 に示すとおり、各スポーツの基本となる 12 種であり、一過性の動作として、飛びおり (40cm の高さの椅子から一定のフォームで軽く飛びおりる) も含めた。連続性の各動作は、表 3 に示すようなリズムで行った。

被験者のサイズは表 4 に示すとおりで、動作を一定にするために 1 名にしほり、各動作を熟達させた。

表 4 被験者のサイズ

身長	153cm
体重	52kg
胸囲	85cm
胸囲	76cm
年齢	21歳

測定期間 1982年6月下旬~8月下旬

2) 実験結果および考察

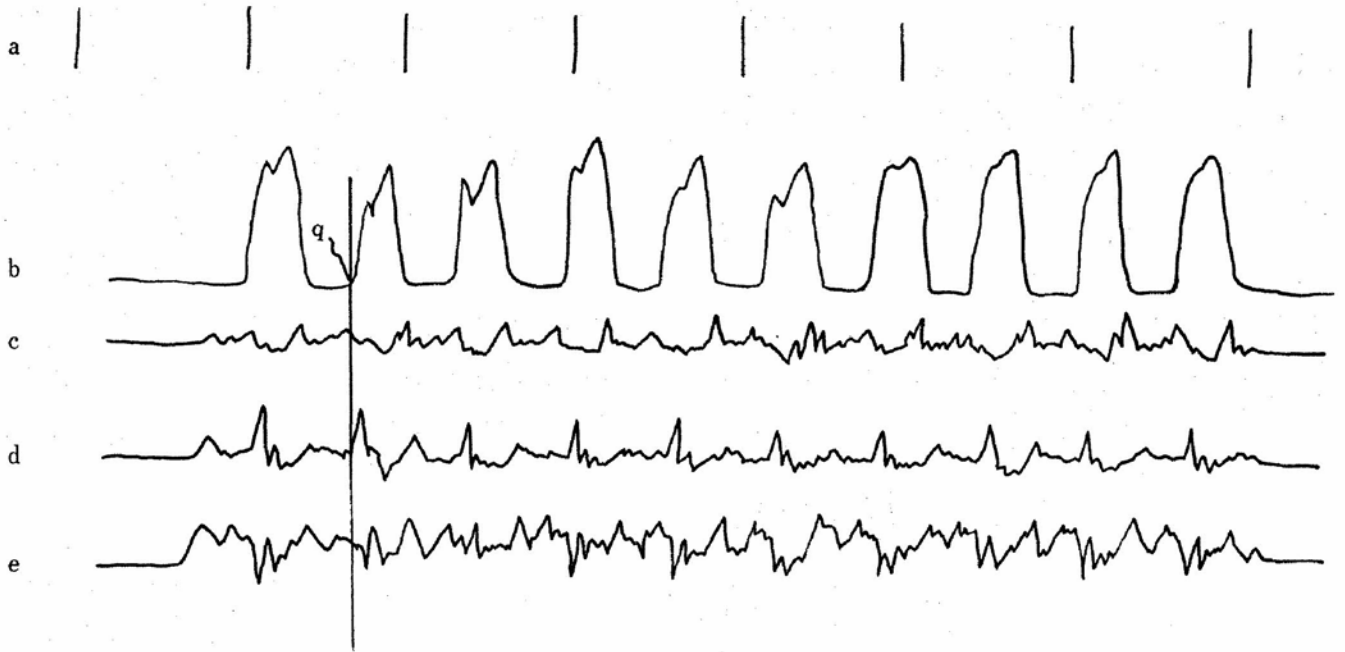
図 4 は、速度 2.5cm/sec のスケールでとったタイミングダイヤグラムである。

着地の瞬間 q 点の直後に最大の加速度が発生している。この線図から加速度と被服圧を求めた。

表 5 は、12 種の動作を平均してバスの箇所ごとに各試料別に示したものであるが、最大でイー B の b₁ 0.84G、次いで b₄ 0.80G、b₂ 0.78G、最小で B の b₀ 0.19G となっている。

また、Nude の状態でバス各箇所の加速度をみると、垂直、水平共に b₄ が最大でトップバスの b₀ はあまり振動していないことがわかる。したがって、b₄ を防振する設計がスポーツ用ブラには適当と思われるが、スポーツ用ブラ C の b₄ における加速度は大きい。

次に、Nude の状態でバスが受けていた加速



a : タイミング 2.5cm/sec b : 着地線図 c : 背側加速度線図
 d : 胸側加速度線図 e : 胸側被服圧線図

図4 A 跳躍(大) 加速度, 圧力線図

表5 箇所別加速度 (G)

試料	方向	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₀	平均
A	↓	0.55	0.30	0.52	0.50	0.35	0.44
B	↓	0.30	0.31	0.35	0.47	0.19	0.32
C	↓	0.60	0.44	0.57	0.70	0.37	0.54
イ-A	↓	0.36	0.37	0.75	0.54	0.56	0.68
イ-B	↓	0.84	0.78	0.50	0.80	0.53	0.69
イ-C	↓	0.55	0.48	0.52	0.57	0.31	0.49
イ-D	↓	0.43	0.42	0.53	0.49	0.42	0.46
NUDE	↓	0.95	1.06	1.14	1.23	0.93	1.06
	↔	0.81	0.41	0.90	1.13	0.72	0.79

表6 箇所別防振効果 (%)

試料	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₀	平均	順位
A	46.1	53.0	55.2	60.3	63.5	55.6	2
B	65.3	59.6	64.8	60.8	77.7	67.6	1
C	32.5	43.8	48.7	32.9	56.0	47.8	5
イ-A	54.9	52.6	32.0	56.9	35.3	46.3	6
イ-B	8.9	14.9	45.8	32.8	43.2	29.1	7
イ-C	32.8	47.5	51.2	47.6	64.4	48.7	4
イ-D	49.9	47.3	47.3	53.0	52.3	50.0	3
平均	41.5	45.5	49.3	49.2	56.1		

$$\text{防振効果(\%)} = \frac{G_p - G_q}{G_p}$$

G_p: 裸体時の加速度 G_q: ブラジャー装着時の加速度

度を、各試料を着用することにより防振する効果を求めた。

表6はバストの箇所別防振効果を得たものであるが、各試料を平均すると、 $b_0 > b_3 > b_4 > b_2 > b_1$ となっており、Nude時の加速度は、 b_0 が最低であったにもかかわらず最大の防振となっている。

表7は被服圧における箇所別の結果であるが、 $b_0 > b_4 > b_3 > b_2 > b_1$ となり、防振効果の結果と同じ傾向にあり、防振された箇所にはより多くの被

服圧が加わっていることになり、むだな締めつけがあると考えられる。

また、トップを圧迫することは、整容の面からもシルエットの損傷にも関係すると思われる。

試料別にみると、Cup部の構造が一番うすい一枚パワーネットのCが各箇所共高い被服圧となっている。Cup部ではB、イーC、Aの順で低いが、Under部の脇中心線においては被服圧がイーD、Cを除いて高い。

表7-1 箇所別動被服圧 (g/cm²)

箇所 試料	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₀	平均	順位	U ₁	U ₂	U ₃	平均	順位
A	2.0	1.9	4.9	1.6	1.4	2.4	3	15.1	19.4	22.7	19.1	4
B	0.7	0.9	1.9	0.8	0.3	0.9	1	7.0	19.5	10.1	12.1	3
C	9.7	12.1	19.6	20.2	22.9	16.9	7	10.5	5.6	7.2	7.8	2
イーA	1.7	0.5	1.0	1.7	8.8	2.7	5	12.1	33.3	29.5	25.0	7
イーB	2.6	2.6	2.4	8.0	9.1	5.4	6	12.9	31.5	23.4	22.6	6
イーC	0.5	0.7	1.1	2.9	2.2	1.4	2	24.0	23.9	11.5	19.8	5
イーD	0.9	6.6	2.6	1.2	1.5	2.6	4	1.5	1.8	8.6	4.0	1
平均	2.6	3.6	4.8	5.3	6.6	—	—	11.9	19.3	16.1	—	—

表7-2 箇所別静被服圧 (g/cm²)

箇所 試料	直 立										
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₀	平均	U ₁	U ₂	U ₃	平均	
A	2.4	1.2	1.6	1.6	0.8	1.5	12.9	36.4	22.2	23.8	
B	4.4	1.2	2.4	1.2	0.4	1.7	5.7	17.0	9.7	10.1	
C	8.5	8.1	18.2	19.2	22.2	15.2	8.9	3.6	5.7	6.1	
イーA	2.4	0.4	0.4	0.8	7.3	2.3	5.7	32.3	10.1	16.0	
イーB	4.0	1.6	0.4	2.8	8.5	3.5	24.2	42.4	24.2	30.3	
イーC	0.4	0.8	0.8	2.8	1.6	1.3	24.2	24.2	10.5	10.6	
イーD	0.8	6.5	2.0	1.2	2.0	2.5	0.4	0.8	7.3	2.8	
平均	3.3	2.8	3.7	4.2	6.1	—	11.7	23.4	12.8	—	

箇所 試料	椅 座										
	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₀	平均	U ₁	U ₂	U ₃	平均	
A	3.2	0.8	1.2	0.4	2.8	1.7	13.7	32.3	26.3	24.1	
B	1.6	0.8	0.8	0.8	0.4	0.9	3.6	10.9	4.4	6.3	
C	8.9	10.1	19.2	20.2	23.2	16.3	7.8	4.4	4.8	5.7	
イーA	0.8	0.2	0.4	0.8	7.7	2.0	5.7	31.3	20.2	19.1	
イーB	3.6	2.8	1.6	1.2	3.2	2.5	14.1	44.4	18.2	25.6	
イーC	0.6	0.6	0.6	2.4	1.6	1.9	14.1	22.2	8.9	7.7	
イーD	0.4	6.1	0.8	1.2	1.6	2.0	2.0	0.4	5.7	2.7	
平均	2.7	3.1	3.5	3.9	5.8	—	8.7	20.8	12.6	—	

表8 動作別防振効果

(%)

試料	動作													平均	順位
	跳躍小	跳躍大	速歩小	速歩大	ゆっくり歩く	行進	ランニング大	ランニング小	腕前振りおろし180°	腕前振りおろし90°	腕を脇へ開く	飛びおり40cm			
A	55.6	70.0	47.6	52.6	58.8	58.8	65.4	59.6	56.2	63.6	48.0	31.0	55.6	2	
B	72.6	79.8	56.2	63.4	70.4	60.4	76.2	73.8	62.2	60.8	57.2	54.4	65.6	1	
C	52.6	61.4	35.8	30.6	44.4	39.6	64.4	57.4	41.8	35.0	23.6	26.6	42.8	6	
イーA	38.4	55.6	42.4	29.8	62.6	44.4	68.4	66.8	42.0	36.4	32.4	37.0	48.3	5	
イーB	28.0	40.2	17.6	21.8	32.6	33.0	52.8	38.2	19.2	19.0	25.6	21.4	29.1	7	
イーC	54.4	59.8	36.0	41.2	51.6	49.2	67.2	67.0	58.8	38.8	36.2	29.2	48.7	4	
イーD	60.2	64.0	33.2	42.6	44.2	44.6	69.8	58.8	47.2	45.8	44.4	44.4	50.0	3	

表9 試料の判定

測定方法	順位						
	1	2	3	4	5	6	7
釣合い	A	C	イーD	イーA	イーC	B	イーB
防振効果	B	A	イーD	イーC	イーA	C	イーB
衣服圧 (Cup) (動作時)	B	イーC	A	イーD	イーA	イーB	C
(Under)	イーD	C	B	A	イーC	イーB	イーA

良 不良
1 ~ 7

次に、動作別で防振効果をみると、表8に示すとおり、大きな動作である跳躍大、ランニング大共に大体防振効果は上っているが、飛びおりに関しては大きな効果は各試料共にみられない。これは、飛びおりのような瞬間的に大きな加速度に対しては、現在のブラジャー構造では防ぎ切れないのであろうと思われる。

また、表7-2は、静止時の被服圧であるが、動作時の被服圧表7-1と比較すると、各試料共、動作をすることによってCup部の被服圧にさほどの変化はなく、多少増加の傾向にあるが、Bは減少している。Under部についてはA、イーBが、減少している。また、動作ごとの被服圧は、特に顕著な変化はみられない。

表9は、これらの結果をすべてまとめて試料の判定を行ったものである。

Aが一位で、ついでイーDとB、イーC、C、イーA、イーBの順となっている。

III. 結 論

スポーツ用ブラジャー3種、一般ブラジャー4種について、スポーツウェアとしての機能性を追求した。

- 三力の釣合いの結果、良となったものは、A、C、イーDの順である。スポーツ用ブラジャーであるBは不良である。

- Nude時のバストは、バストポイントから3cm下がった部位 b_4 が、一番加速度が大きく、バストポイント b_0 が最低である。

これに対して防振効果は、 b_4 における防振効果は低く、イーB、Cが最も低い値となっており、 b_0 においては一番防振されており、B、イーC、Aの順で高い防振効果を示している。

また、被服圧も防振効果と同じ傾向にあり、Nude時では b_0 が、最低の加速度しかみられないにもかかわらず、むだな圧迫が加わっている。トップバストを圧迫することは、シルエットを損

うことになる。

• 被服圧は、Cup 部でB、イーC、Aの順で低い。しかし、Under 部の脇中心線における被服圧がイーD、Cを除いて高い。

以上、スポーツ用ブラジャーに要求される要因の主なものとしてこれらの実験を行って来たが、一般の安価なブラジャーでも、スポーツウェアとして十分その役割を果たすことができるイーDがある。

また、スポーツ用として売られているものの中にも今回の実験などですべてにおいて上位にあるものはAしかなく、高額なばかりで、スポーツ用としては不良品と思われるものもある。

今後は、構造とシルエットとの関係、今回の結果と官能検査との分析についても追求していく予定である。

研究の遂行にあたり有益な御助言を賜りました弘前大学医学部河西教授に深く感謝いたしますと共に、卒業研究として御協力を得た、中山るみ子氏、馬場たけ子氏、被験者として御助力を得た千葉桂子氏に謝意を表します。

文 献

- 1) 樋口, 沖浜, 田中; 家政誌, 23, 12-16 (1972)