

バレーボールのボール規格に関する研究

～ ボール規格の現状と新しい検定方式設定の重要性について～

豊田 博 古沢 久雄

山本 恵三 松尾 彰文

Studies on the New Test Procedures to Check the Qualities of Volleyballs

by

Hiroshi Toyoda, Hisao Furusawa
Keizo Yamamoto, Akifumi Matsuo

Abstract

The purpose of this study is to create the new test procedures to check the qualities of volleyballs introducing the new test methods such as the measurement of impact powers, elasticities of balls and endurances on some special test machines.

The balls adopted in this study were eighteen officialized balls authorized by International Volleyball Federation (FIVB) produced by six Japanese ball manufacturers and eight Topper balls and three Penalty balls made in Brazil, two Sea balls and two Adidas balls from France and one Locomotive ball and four Gold-Cup balls from People's Republic of China and One Voit ball from USA which are now applying to be FIVB official balls from each federations.

1) Average weight of FIVB official balls made in Japan was 265.3 g, 273.0 g in Adidas balls and 262.1 g in Gold-Cup balls. These balls were in adequate ranges decided by rules of the game by FIVB ($270 \text{ g} \pm 10 \text{ g}$), but other balls showed more lighter than this standard.

2) All balls introduced in this study showed suitable range in circumferences decided in the official rules of the game. But, some ball showed 1 cm difference in vertically comparison with horizontal circumferences.

3) Average impact power by balls dropped from 1 meter height measured by Kistler Force Plate was 42.8 kg in FIVB official balls, but other balls tested in this study showed more stronger in such balls as 49.1 kg (+ 14.7%) in Locomotive balls and 44.2 kg (+3.3%) in Adidas balls.

4) Elasticities of these balls dropped from 1 meter high on Kistler Force Plate were 68.4 cm ($e = 0.83$) in FIVB official balls. Penalty balls and Adidas balls showed more poor elasticities such as 67.8 cm ($e = 0.81$) and 67.1 cm ($e = 0.83$), but Sea balls and Voit balls showed more high elasticities such as 76.7 cm ($e = 0.88$) and 76.0 cm ($e = 0.87$) in this study.

5) Results of endurance test introducing special ball rebound machine showed us significant differences between FIVB official balls and others. Average repetition times in this machine was 34,983 times in FIVB official balls, but other balls showed us less endurance in comparison with FIVB balls (between 12 % and 53%).

As the results of these tests, we concluded that FIVB should introduce such tests procedures as tests for impact power, elasticity and endurance for officialization of volleyballs in order to keep good qualities of balls and same conditions in play for players in near future.

I. 研究目的

高度な技術や優れた記録がスポーツの分野で追求されるようになると、選手の体力や技術の分析と指導に種々の科学的知見が導入され、その改良と向上に大きな努力が払われるようになる。

昨今のスポーツ界では、単に選手の体力や技術にとどまらず、そのスポーツに使用される施設や用具に対しても種々の工夫や改良が行なわれ、それが記録の向上に大きな役割を果している。例えば、陸上競技に於けるタータントラックや棒高跳のグラスファイバーボールの採用が記録の向上に果たした役割は大きいし、スキーのスラロームに使用される空気抵抗の少ないウェアの開発が優勝を左右するといわれるほどである。

バレーボール界に於いても、傷害を予防し、汗の吸収性のよいユニフォームの開発や、滑り止めの特殊加工を行なった軽くて強いシューズの研究、床面に弾力性を持たせたタールフレックス材の採用等、より競技し易い条件づくりのための種々の工夫と努力がなされてきている。しかし、ネットの高さやコートの大さきと共に、プレーの成否に直接大きく関係すると考えられるボールそのものの規格や品質については、従来あまり検討がなされていない。

国際バレーボール連盟の定めた最近の競技規則¹⁾では、重量・周囲の大きさ(周囲径)・内圧と色彩についての規定が示されているものの、公式大会での使用球の間に、ボールの種類による使用感の差異が著しいために、大会出場前に特にその使用球を購入して馴らし練習を必要とすると言われるほどプレーに重大な影響を及ぼしていることが明らかになっており、以前からボール規格統一のための新しい基準の設定が必要視されてきた。

本研究は、現在、日本及び国際バレーボール連盟に公認され、各種の世界的な大会に使用されている日本6社の公認球、及び現在国際バレーボール連盟に公認の申請のなされている外国7社の合計13種のボールについて、従来規則で定められた規格以外の衝撃力・反撓度及び耐久力の3点について検討を試みると共に、それらの方法を加えた新しい検定方式と基準の設定の必要性の有無につ

いて考察を試みたので、その結果を報告する。

II. 研究方法及び対象

今回の研究に用いた研究方法は、現行の規則に定められているボールの重量を、上皿天坪ばかりによって細かく計量すると共に、ボールの縦・横の周囲径を巻尺を用いて精密に計測した。更に、ボール内の圧を現行ルール²⁾の0.5kg/cm²に統一したあと、ボールを1mの高さから自然落下させた時の衝撃力・反撓度を測定するとともに、明星ゴム株式会社製のボール耐久力テスト装置を利用しての耐久力テストを実施した。

写真1：ボールの自然落下装置



ボールの衝撃力の測定には、種々のStrain gauge²⁾を鉄板にはりそれらを用いた予備テストを実施したが鉄板の固有振動が影響して正確な測定値が得られず、結局、最も精密度の高いデータがえられると言われているスイス・Kistler社製の衝撃板を用いてボールを板上1mの高さから落下させた際の衝撃力をPeak Forceの型でビジグラフ(三栄FR-102型記録器)に増巾記録する方式を用いた。

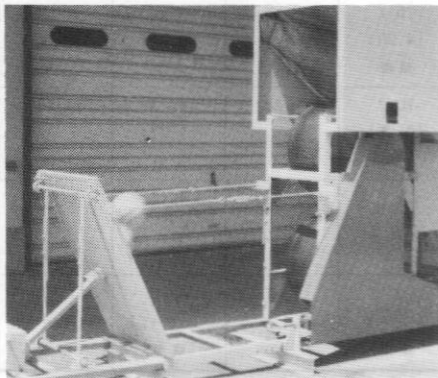
又測定の前後に10kgの重りを用いビジグラフの振巾を補正し正確な値を求めるように努めた。

又、反撓度の測定については、衝撃力の測定と同時に、Kistlerの板に落下した後のはね返りの高さを8mmカメラを用いて1秒間16コマで連続撮影し、後方にセットした目盛りを読んで見かけの高さを求め、それを更に、レンズの高さ位置と、ボール及び目盛り間の距離によって補正をおこない、ボールの正しいはね返りの高さを算出する方式を用いた。衝撃力・反撓度共にボール1個について5回の測定を実施し、その最大値と最小値を除いた

3回の測定値を平均して、その衝撃力及び反撓度とした。

ボールの耐久力テストについては、野球のピッチングマシンの原理を利用して、ボールを2つの回転ロールの間にはさんで投射し、そのボールがはね返って受け口に自然に入るようにはね返り板の角度を調節しておき自動的に反復投射されるような特殊な耐久力テスト装置(写真2)を利用して行なった。ボールが変型したり、破損したりすると自然に受け口に入らぬようになりテストは中止され、反復された回数だけが自動的にカウンターに記録されるようにセットした。

写真2：耐久力テスト用バウンスマシン



テスト条件

- ロール間：ボール直径の%
- ロール径：572φ
- ロール回転：340rpm
- ボード迄の距離：1735mm
- ボードの角度：22°

今回の実験では、室温26℃、ロール間隔をボールの直径の3分の2の14.4cmに、ロールの回転速度は340rpmに調整して同一条件の下でテストを実施した。

本研究に用いたボールの自然落下装置とボールの耐久力テスト装置は、写真1、2に示すとおりである。

本研究の対象となったボールは、既に国際バレーボール連盟(以下IFと略す)の公認球となり、数々の国際大会に使用されている日本製の5号球の、タチカラ・ミズノ・ミカサ・イルマ・モルテン及びマルエイチ6社のボール各々3個と、現在IFに公認申請のなされている。Topper(ブラジル・8個)、

Penalty(ブラジル・3個)、Adidas(フランス・32枚ぱり2個)、Gold cup(中国・4個)、Locomotive 501(中国・1個)、Sea(フランス・3個)、Voit(アメリカ・1個)の計13種40個である。

III、研究結果

前記13種40個のボールについてのテスト結果を重量・周囲径(縦・横)・反撓高及び反撓係数・衝撃力(Peak Force)及び耐久力にわけて示すと第1表のとおりである。

まず重量については、国際競技のルールに示されている270±10gの範囲内に含まれていたボールは、IF公認球として世界各地の大会に使用されている日本製6社のボールと、Adidas, Gold cup及びSeaの3社のボールで、他のボールはルールで定められている最低重量の260gより軽く、Topper, Penalty, Locomotive及びVoitの4社のボールは軽すぎて現行の規定にすら反しており危険率1%以下で有意の差が認められた。

又Adidasボールは現行ルールに定められた270±10gの範囲内にはあるが、日本製6社のボールに比較しかなり重い傾向を示し統計学的には危険率1%以下で有意差が認められた。

又Adidas社のボール以外は、日本製6社のボールに比較し同じ会社の製品であるのに標準偏差が大きく、同社製の他のボールと比較できなかった。LocomotiveとVoitのボール以外は、ボール個々の間の重量差のバラつきの著しいことを示している。

次にボールの周囲径を縦方向(バルブ上を通る最大径と横方向の2方向で測定した結果、すべてのボールがIFの規定である66.0±1.0cmの範囲内に含まれたが、統計学的には最大径を示したSeaボールの66.8~66.9cmは危険率5%で日本製ボールに比較し有意差が認められ、最小径のTopperボールの65.0cmにも1%以下で有意差が認められた。

Topperボールの縦径と横径の平均値間に1.0cmの差が認められるなど周囲径の大きさのバラつきが多く認められた。

次に衝撃力に関しては、従来ルールに定められたボールに関する規定には特に含まれていないが、今回の研究結果をみると、日本製6社のボールのPeak Force(瞬間最大衝撃力)の平均が42.8kgであっ

第1表 ボールの重量・周径・反撓度・衝撃力及び耐久力テストの結果

ボールの種類, 数	測定項目 重 量 (g)	周 径 (cm)		反 撓 高 (cm)	反撓係数 (e)	衝 撃 力 (kg)	耐 久 力 (回)
		(縦)	(横)				
IF公認球 6社 (JAPAN) N=18	265.3 (3.03)	66.0 (0.38)	66.1 (0.40)	68.4 (2.46)	0.83	42.8 (0.77)	34,983 (16,475)
Topper (Brazil) N=8	255.6 (6.76) **	65.0 (0.23) **	66.0 (0.53)	72.3 (2.50) **	0.85	46.4 (2.36) **	6,331 (5,506) **
Penalty (Brazil) N=3	257.6 (5.91) **	66.8 (0.64)	66.7 (0.61)	67.4 (0.81)	0.82	46.3 (2.43) **	14,911 (9,511) **
Adidas(32P.) (France) N=2	273.0 (2.12) **	65.6 (0.14)	65.7 (0)	67.1 (0.21)	0.83	44.2 (1.48) △	5,060 (1,618) **
Sea (France) N=3	262.1 (7.80) *	66.9 (0.42) *	66.8 (0.64) *	76.7 (4.90) **	0.88	48.2 (0.71) **	9,330 (3,041) **
Gold Cup (China) N=4	264.6 (4.21)	65.4 (0.24) △	65.4 (0.13) △	70.7 (0.65) *	0.84	47.1 (1.97) **	11,761 (7,505) **
Locomotive (China) N=1	253.9 (—) **	66.1 (—)	66.0 (—)	72.0 (—) **	0.85	49.1 (—) **	7,362 (—) **
Voit 404 (U.S.A.) N=1	252.8 (—) **	65.8 (—)	65.8 (—)	76.0 (—) **	0.87	48.6 (—) **	4,120 (—) **

註) ** 危険率1%で差は有意
 * " 5% "
 △ " 10% "
 Adidas Ball: 32枚Panelのボール

たのに比較し、他の外国製のボールは第1表に示すようにほとんどが大きい衝撃力を示し、Adidasボールの44.2kg(危険率10%)を除いてすべて危険率1%以下で有意の差を示した。

衝撃力の最も大きかったのがLocomotiveで49.1kg(日本製6社平均に比べ+14.7%)、最も差の少ないAdidasで44.2kg(+3.3%)の値を示した。

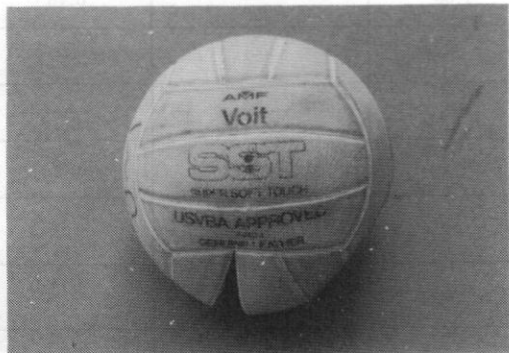
次にボールを1mの高さからKistler板上に自然落下させた時のね返りの高さを日本製6社のボールの値と比較すると、IF公認の日本製6社のボールの反撓高は68.4cmであったのに比較し、Penaltyの67.4cm(-1.5%)、Adidasの67.1cm(-

1.9%)を除くと、他の外国5社のボールはより高くはずみ、Seaの76.7cm(+12.1%)、Voitの76.0cm(+11.1%)と反撓力が明らかに強く、危険率1%以下で有意差が認められた。

次にボールの耐久力テストの結果によると、IF公認の日本6社の平均耐久力が、バウンスマシンによるテスト結果では平均34,983回を示した。中には50,000回を越えてもボール表皮の摩耗以外に明らかな変化が認められず、更にテストを継続可能なボールも多く、日本製6社のボールの中で最も耐久力の悪いボールでも18,500回の耐久力を示した。

これに対し外国製の7社のボールは第1表に示すとおり著しく耐久力に欠け、ボールの変型や表皮の継ぎ目がわれてチューブが露出したり、実験中パンクしてテストの継続が不可能となるケースが多く見られた。

写真3：耐久力テスト中破損し
テスト継続不能となったボール



(耐久力：4,120回)

外国製7社のボール中最も耐久力の認められたPenalty ボールで14,911回（日本製6社平均値の52.9%）、最も弱かったVoitボールで4,120回（同11.8%）と明らかに耐久力の差が認められ、すべての外国製ボールが危険率1%以下の有意差で弱い傾向を示した。

IV、考 察

ボールの規格や検定の方式を考える場合、バレーボール以外の球技に使用されているボールに対してどのような条件が要求されているかを知ることが極めて重要であろう。

各種ボールゲームに使用されるボールの規定条件を各種スポーツのルール^{3), 4)}から抜すいてまとめてみると第2表に示すとおりである。

第2表に示すとおり、ほとんどの種目で、ボールの重量及び周囲径又は直径の規定が明示されており、その規定にも多少の許容範囲が認められている。

又バスケットボールやハンドボールではボールの内圧が、又バスケットボール・ハンドボール・テニス・卓球・野球等では反撓高に一定の基準が

設けられ、ボールのはね返りの差がプレーに影響を及ぼすことのないような規定が公認の条件の一つとして盛り込まれていることがわかる。

バレーボールに於てもボールの反撓力や衝撃力の大小がボールのコントロール上大きな影響を与えることは明らかで、レシーブを例にとっても、レシーブボールのコントロールはボール接触時の腕の引き方や力の加え方とボールのスピード及び反撓度により左右されるのであるから、練習時に使ったボールと試合時のボールの反撓力や衝撃力に今回の研究の結果認められた10%前後もの差があるとすると明らかにプレーの成否にかかわる重要な問題となってくる。

サーブを打つ場合でも、現在のバレーボールではバックのラインぎりぎりを狙うとか、相手コートのコナー一杯を狙って打つことが作戦上要求されるが、反撓度や衝撃力が著しく違っていると、同じ打ち方をしても使用するボールによって成功・失敗が左右されるという大きな問題を生じることになる。又、バレーボールが物体に当たった時、どの程度の衝撃力を与えるかを明らかにすることは、単にボールの規格の統一や技術の成否を論ずるばかりでなく、安全維持や傷害防止の上からも十分検討が加えられるべきであろう。

小中学生用のネットの高さ、コートの大きさと共にボールの重量や大きさを決定する際に著者達⁵⁾は子供の筋力や動きのスピードの発達傾向と種々のスピードで一定重量のボールが衝突した際のボールの衝撃力との関係を検討して推定値を求め実際面でのテストを積み重ねて、最も望ましい値を考慮して、210g±10gの重量と周囲径63.0±1.0cmという軽量4号ボールを試作実用化した⁶⁾が、小林⁶⁾は320gの重量のボールを実際にスパイクレシーブした際のボールが与える衝撃力を次のように推定している。

今ボールの質量を320g、レシーブ時の腕の引きの移動距離を10cm、スパイクボールのスピードを15m/secとした時の腕に与える衝撃力は

$$\frac{1}{2}mv^2 = F \cdot S \text{ から}$$

$$\frac{1}{2}0.32 \times 15^2 = F \cdot 0.1 \quad \therefore 0.16 \times 225 = F \cdot 0.1$$

$$36 = 0.1F \quad F = 360N$$

$$\therefore F = 360/9.8 \text{ kgW} = 36.7 \text{ kgW}$$

第2表 各種ボールゲームに使用されるボールの公認規格

測定項目 種目・種別	重 量 (g)	周 閉 径 (cm)	気 圧 (kg/cm ²)	反 撓 高 (はね返り/落下高)	反 撓 係 数 (e)	
バスケット ボール	一般	600~650	75~78	0.90	木の床上で 1.2~1.4m/1.8m	0.75
	女子 高男以下	500~540	72~74	0.90	同 上	0.75
サッカー	400~450	69~71	1.00	—	0.75	
ハンドボール	一般	425~475	58~60	—	—	—
	女子 少年	325~400	54~56	—	—	—
ソフトボール	170	30.1	—	—	0.55	
テニス	軟式	30~31	6.6	—	0.5~0.65m/1.5m	—
	硬式	56.7~58.5	(直径) 6.35~6.66	—	134.6~147.3/254mm	0.74
卓 球	硬式	2.40~2.53	114~121mm	—	テーブル上で 203~229/305mm	0.80
	軟式	2.00~2.13	116~123mm	—	テーブル上で 152~171/305mm	0.80
野 球	硬式	150	139.5~144.5mm	—	大理石上で 139.5~144.5/396.5cm	0.50
	軟式(L)	136	同 上	—	大理石上で 76.2cm/396.5cm	0.50

註) 反撓係数(e)は洪川⁴⁾による値

となり約36.7kgの力が働らくと推定している。しかし現実にはボールの質量は270g±10g, 男子一流選手のスパイクのスピードは朝比奈等⁷⁾によると約24m/secであり女子で約16m/secであるから、仮りに腕を20cm引いてレシーブしたとしてもかなり強い力が加わることになり、男・女一流選手の腕に加わる衝撃力の推定値は次の通りとなる。

△男子一流選手の場合

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}mv^2 &= F \cdot S \text{ から } \frac{1}{2} \cdot 0.27 \cdot 24^2 = F \cdot 0.2 \\ \therefore 77.76 &= 0.2F \quad \therefore F = 388.8N \\ \therefore F &= 388.8/9.8 \text{kgW} \quad F = 39.7 \text{kgW} \end{aligned}$$

△女子一流選手の場合

$$\begin{aligned} \frac{1}{2}mv^2 &= F \cdot S \text{ から } \frac{1}{2} \cdot 0.27 \cdot 16^2 = F \cdot 0.2 \\ \therefore 34.6 &= 0.2F \quad F = 173N \\ \therefore F &= 173/9.8 \text{kgW} \quad \therefore F = 17.7 \text{kgW} \end{aligned}$$

本研究では質量270g±10gのボールを地上1mから自然落下させたのであるが、空気抵抗等の影響が無いものと考えた場合、ボールのKistler板上への衝突速度は次の式から

$$\begin{aligned} mgh &= \frac{1}{2}mv^2 \quad \therefore gh = \frac{1}{2}v^2 \quad \therefore v^2 = 2gh \\ \therefore v &= \sqrt{2gh} = \sqrt{2 \times 9.8 \times 1} = \sqrt{19.6} \approx 4.43 \text{m/sec.} \end{aligned}$$

即ち4.43m/secと予想される。

ボールの反撓係数(e)について飯塚⁸⁾はボールのはね返りの高さがわかれば次の公式によって求めると述べている。

本研究では1mの高さからボールをKistler板上に落下させ反撓高を8mmカメラにより記録し、後でフィルムが目盛りから読んだみかけの値を補正して算出した結果、ボールの反撓高は日本製のIF公認球で平均68.4cmで、反撓係数(e)を求めると、

下記の式から $e=0.83$ となる。

$$e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \quad h_2 = \text{弾んだ高さ}, h_1 = \text{落した距離}$$

$$e = \sqrt{\frac{h_2}{h_1}} \quad \therefore e = \sqrt{\frac{0.684}{1}} \div 0.827 \div 0.83$$

渋川⁴⁾はその研究の中でバレーボールの反撥係数は0.75であると報告しているが、本研究におけるKistler板上での反撥係数は第1表に示すとおり0.83~0.88で渋川の値より明らかに大きかった。

このようなボールそのものの機能と共に、ボールに要求される規格の1つとして、ボールを長時間使用し、古くなっても新品同様の形状と機能を維持し続けること、即ち容易に変型、破損しない品質であり耐久力に優れていることがある。

本研究の結果では、日本製6社のIF公認球と比較して、外国7社のボールはいずれも耐久力にとぼしく、テスト結果及び写真3に明らかなように、テストによって表皮がはがれたり、皮の接合部に割れ目が生じる等の変型、破損が起り易く長時間のパウンステストに耐えきれないものも多く見られた。

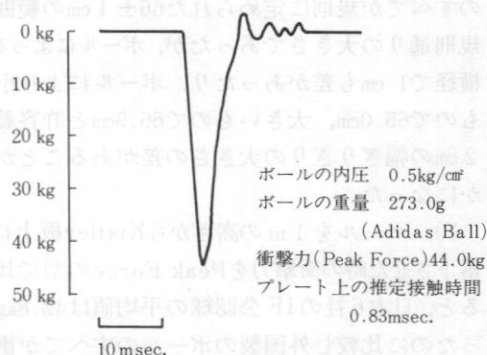
日本製6社の公認球と比較し、その12~53%の耐久力しか有さず、品質上明らかに劣ることを示した。

現行のルールに定められた規格上の許容範囲が、重量で7.7%、周囲径で3.0%という比較的厳しい制約が加えられていることを考えると、今回の研究の結果明らかになった衝撃力・反撥度及び耐久力等のボールのメーカー間の差異が、各々基準とされるIF公認の日本製6社のボールと比較し、衝撃力で+3.3~+14.7%と大きく、反撥高で-2~+12.0%、耐久力も著しく劣って日本製6社のボールの12~53%しか形状を維持できないという実情は大きな問題であると言えるであろう。

このような現状を考えると、プレーの成否に重大な影響を及ぼすボールそのものの品質や規格に、他のスポーツに用いられるボール同様、現行の重量・周囲径と色に関する規定に加えて衝撃力・反撥度及び耐久力等にも一定の規格と許容範囲が定められ、IF公認球の認定のための新しい検定方式が設定されてルールにも明示されることが必要であると考えられる。

又、今回の研究以外に、プレー時の条件に左右されないで、ボール内圧を長時間一定に維持しう

図1 Kistler Force Plateによる
ボールの衝撃力の記録例



る空気バルブ機能のチェックとともに外気温の変化に伴うボール内圧の逐時的変化等についても研究を進め、ボールの衝撃力・反撥度が環境条件に左右されないような工夫も行なう必要があるものと考ええる。

これらについては更に今後研究を進めたい。

V, 結 論

本研究は、国際バレーボール連盟(IF)によって公認された日本6社と、公認申請のなされているブラジル2社・中国2社・フランス1社・アメリカ1社の計13社のボール40個を対象として、バレーボールの品質の現状を明らかにし、現行ルールに定められた重量・周囲径及び色以外の規定を加えた新しい検定方式設定の必要性の有無を知るために行なった。ボールを1mの高さから自然落下させた時のKistler板上の衝撃力・反撥高及び特殊耐久力テスト装置による耐久力テストを実施し、IF公認球である日本6社のボールと他のボール間の差異について比較検討を行なった結果は次のとおりであった。

1), ボールの重量については、日本6社のIF公認球の平均値が265.3g, Adidasボールが273.0g, Seaボールが262.1g, Gold cupボールが264.6gで、規則に定められた270g±10gの範囲内にすべて含まれたのに比較し、他のボールではTopperボールが255.6g, Penaltyボール257.6g, Locomotiveボール253.9gまたVoitボールが252.8gと規定よりも軽すぎ、ボール個々の間の偏差値が大きく重量の個

体差が著しいことが明らかになった。

2), ボールの周囲径については, 各社のボールのすべてが規則に定められた 66 ± 1 cmの範囲内で規則通りの大きさであったが, ボールによっては縦横径で1 cmも差があったり, ボールにより小さいもので65.0cm, 大きいもので66.9cmと許容範囲の2 cmの幅ぎりぎりの大きさの差があることが明らかになった。

3), ボールを1 mの高さからKistler板上に自然落下させた時の衝撃力をPeak Forceの型で比較すると, 日本6社のIF公認球の平均値は42.8kgであったのに比較し外国製のボールのすべてが衝撃力が大きい傾向を示し, 最大のLocomotiveボールで49.1kg(+14.7%), 最小のAdidasボールでも44.2kg(+3.3%)と著しい差があることが明らかになった。

4), 衝撃力の測定と同時に実施したKistler板上の反撓高を比較すると, 日本製6社のIF公認球の平均反撓高が68.4cm(反撓係数 $e=0.83$)であったのに比べ, Penaltyボールで67.8cm, Adidasボールが67.1cm(約-1.9%)と反撓高が小さく, 又反対にSeaボールが76.7cm(+12.1%), Voitボールが76.0cm(+11.1%)と著しくよくはずむことが明らかになった。

5), ボールの耐久力については, IF公認の日本6社のボールの平均耐久力が34.983回で, 最も劣るものでも18,500回であったのに比較して, 外国製のボールは明らかに耐久力が弱く, 日本製6社の公認球に比較してその12~53%の耐久力しか有していないということが明らかになった。

6), 以上の研究の結果から, ボールの種類の差

が, プレーの成否に著しい影響を与えたり, 品質のばらつきや低下を防ぐためには, 現行の競技規則に定められた重量・周囲径・色の規定以外に, 他のボールゲームに使用されるボールの規格同様に, 衝撃力・反撓度及び耐久力等についても一定の規格を定めてゆくことが必要であると考えられる。

(終りに, 本研究を実施するにあたり, 測定装置の工夫と改良のため種々御協力を賜った山梨大学工学部蓼沼良一教授並びに志村栄一助手に対し心から感謝の意を表します。)

参考文献

- 1) 日本バレーボール協会篇: 昭和55年度6人制バレーボール国際競技規則, P.8~9, 日本バレーボール協会, 昭和55年2月。
- 2) 小林寛道他: 身体運動学概論, P.87~89, 大修館書店, 昭和51年10月。
- 3) 多和健雄著: "要約図解スポーツルール", P.50~144, 成美堂出版, 昭和52年4月。
- 4) 渋川流二: "やさしいボールの科学", 体育科教育, P.50~52, No.12, Vol.21, 大修館書店, 昭和48年12月。
- 5) 豊田 博: "小・中学校普及ルールに於けるネットの高さとコートの広さについて", P.86~89, No.1, Vol.20, バレーボール, 日本文化出版, 昭和41年1月。
- 6) 小林一敏: "スポーツとキネシオロジー", スポーツ科学講座No.8, P.179~182, 大修館書店, 昭和40年12月。
- 7) 朝比奈一男・豊田 博他: バレーボール, 東京オリンピックスポーツ科学研究報告, P.264, 日本体育協会, 昭和40年3月。
- 8) 飯塚鉄雄: 体育を計算する, P.83~85, 不味堂出版, 昭和43年7月。
- 9) 小林寛道他: 身体運動学概論, P.61~69, 大修館書店, 昭和51年10月。