

ソフトテニスボールの汚れ防止

木下 育 清水 桐也 福寿 慶太

【概要】

私たちはソフトテニス部に所属しており、練習の際ソフトテニスボールの汚れに困っていた。また、ボールをたくさん買い替えたり、コート上の砂を替えたりするには多くのお金が掛かってしまい経済的に厳しいため、この研究でボールの汚れを防ごうと考えた。

まず初めに、私たちはボールの表面の溝に砂が入り込むことによってボールが汚れると仮定した。そこで、その溝に数種類の物質をあてはめて、汚れを防ぐものを調べようと考えた。結果として、酸化チタンが最もボールをきれいに保つことが分かった。

We belong to the soft tennis club and are in trouble that balls get dirty. We are in an economically tough situation in order to get many new balls. Moreover, changing sand of the court in order to keep balls clean costs a lot of money. Therefore, we tried to keep them clean through this research. We assumed the cause of ball's dirt is that sand enters into the pore on the ball's surface. We fitted several substances into the pore and found the substance keep balls clean. As a result, titanium oxide is the best to keep balls clean.

【研究動機・目的】

私たちはソフトテニスボール部に所属しているが、普段練習をしている城南の土のコートではボールがすぐに汚れ見えにくくなってしまう。ソフトテニスにはゴムのボールを打ち合うスポーツであり、ボールの細かい動きに対応するために、しっかりとボールの動きを見なければならない。だからボールが汚れるのを防ごうと考えた。

また、ボールを水で洗うと汚れは落ちるが、ゴムを劣化させてしまうし、たくさんのボールを一つずつ洗うことになるので、時間が無駄になってしまう。新しくボールを買うにしてもたくさんのお金がかかってしまう。さらに、大会で使われているオムニコートでは見た目や感触でも、オムニコートの砂は粒が大きく揃っているためボールはあまり汚れない。しかし、城南のコー

トの土をすべて入れ替えるには経済的に難しいので、できるだけ安価な方法でボールを汚れにくくしようと考えた。

【研究の仮説】

私たちはゴムにはたくさんの小さな溝がありその隙間にテニスコートの砂や泥などの細かい粒子が入り込むことによって汚れがついてしまうと考えた。大会で使うコートはあまりボールが汚れないのは粒子の大きさがゴムの溝より大きくほぼ一定であるからだと考えた。オムニコートの砂は一粒が目に見える大きさである。よって、粒径が小さいほど汚れやすいと考えた。

このことからボールの隙間を何か他の物質で埋めることによってボールをきれいなまま保つことができるのではないかと考えた。

【実験器具】

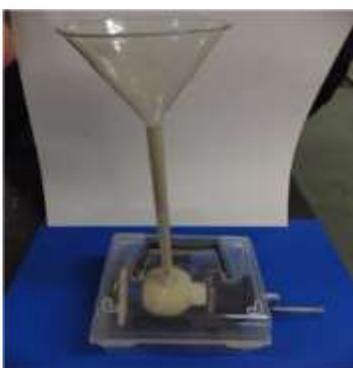
ソフトテニスボール、テニスボールの表面に塗る物質（酸化チタン、小麦粉、片栗粉、ファンデーション）、城南のテニスコートの砂、地学の分類用ふるい、ハイスピードカメラ、ボール撮影補助装置（装置写真①）、ボール落下装置（装置写真②）、ボール回転装置（装置写真③）、デジタルマイクロスコープ



(装置写真①)



(装置写真②)



(装置写真③)

【実験方法】

予備実験①

まずデジタルマイクロスコープでボール

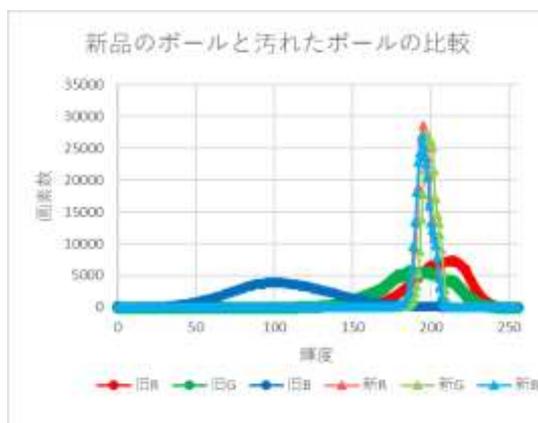
を一部切り取り、その表面を観察した。新品と汚れたボールの表面を見てみるとどちらにも小さな隙間がある。その隙間に砂などの小さな粒子が入り込むことによって汚れると分かった。また、ボールの汚れはボールの中にまで浸透していないこのことから汚れは表面だけについていることが分かった。

予備実験②

汚れの定義を決めるためボールの表面をデジタルマイクロスコープで写真を撮り、その RGB の輝度分布を専用ソフトで算出した。測定の際には（写真1）のような実験装置を作り、明るさを一定にして測定した。

輝度は光の強さを256段階に分けたもので、画素数は一つ一つの輝度における個数を表したものの。

三角の点のグラフは新しいボールで、丸い点のグラフが汚れたボールを表している。新品のボールは白色だから、RGBが一か所にまとまっていることがわかる。汚れたボールはテニスコートの土が赤色だから青色のグラフが左に行くほど汚れると定義した。



グラフ1

予備実験③

予備実験①よりボールの表面の隙間が小さいので、汚れるにはそのぐらい小さな砂が入り込まないといけないわけなので、私たちは実験をするためにテニスコートの砂を地学の分類用ふるいにかけて六つ（F-0～F-5）に分け、マイクロメーターを使いその大きさを測定した。

F-0	F-1	F-2	F-3	F-4	F-5
7500	2500	1600	500	100	30
μm	μm	μm	μm	μm	μm

表1 砂の大きさ

実験①

最もボールを汚している砂の粒径を調べる。ボールが汚れるのを防ぐ（ボールにあらかじめ白くて粒が小さく光触媒としての効果も期待できる酸化チタンを塗っておき、新しいボールと比較する）。

装置の意味は実際に打っただけだと当たる面が不均一であるので汚す時に同じ面だけを汚さなければならないので、同じ面を汚せるように実験装置を作った。

この装置を実際に使用してみたところ、どちらも上手に汚すことができた。



図3 ハイスピードカメラで撮影したボールのバウンドの瞬間

このようにボールはバウンドするとき図3左のように一度沈み込んでから図3右の

ように回転しながら跳ねていることがわかる。このことから、私たちはこの二つの動きを再現した二種類の装置を作ることにした。

（写真②）の装置の仕組みとしては、上下だけに動くように固定された棒の先にボールを取りつけ、その下に砂を置き、棒を上から落とすことによってボールがバウンドするときの沈み込む動きを再現している。この装置でF-0～F-5の砂を使い、ボールを汚してみると、F-5の砂だけがボールを汚すことが分かった。

このことからこれからは、F-5の砂のみを使い実験を行うことにした。

次に（写真③）の装置でF-5の砂を使いボールを汚してみた。この装置は上から砂を入れその後、横のハンドルを回すことによってボールがバウンドするときの回転しながら跳ねるときの動きを再現している。

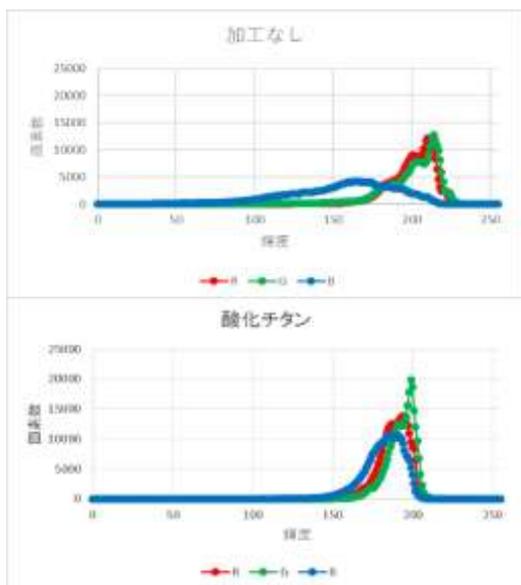
実験②

実際の打感の確認とボールの汚れ具合を調べるために加工したボールと無加工のボールを城南のテニスコートで500回ずつ試打した。

その後、表面をデジタルマイクروسコープで観察し、RGBそれぞれについての輝度を専用ソフトで数値化し、比較する。塗るものとしては、光触媒としての効果をもつ酸化チタンの他に、ゴムと同じ有機物である小麦粉・片栗粉、人間の表情の変化と同じようにゴムの形状の変化にも耐えることができるファンデーションを選んだ。

【実験結果】

これらの実験から酸化チタンで加工されたボールが最も汚れを防ぐことが分かった。小麦粉・片栗粉・ファンデーションについては、無加工のボールと比べて比較的汚れを防いでいるが、酸化チタンに比べ効果はなかった。



【考察】

今回の実験で用いた顕微鏡が反射でなく透過性のものであったため、ボール表面の隙間の大きさは測れていない。しかし、隙間を埋める物質の粒径は小さいほど汚れを防ぐことが分かった。また、最も効果を発揮した酸化チタンは光触媒としての能力を持っており、そのことも関係している可能性がある。ファンデーションは、ゴムの劣化につながる油を含み、物質が有色であるからよい結果を期待していなかったのだが、小麦粉・片栗粉のものと同じ程度汚れを防いでいる。これは、ファンデーションに含まれている油が少量であるため、逆にボールになじんだのではないかと考えた。

酸化チタン	小麦粉	片栗粉	ファンデーション
0.1~0.2 μm	20~70 μm	5.0~ 100 μm	10~40 μm

【まとめ】

本研究は、低コストかつ打感を変えずにボールの汚れを防ぐことを目的としている。酸化チタンは 500g1500 円ほどであり、一球に必要な量もごくわずかであるため、安価でボールの汚れを防ぐことに成功した。打感に関しても、実際にコートで打って新品のボールとの差がないことを確認した。さらに、これはソフトテニスのルールにも抵触していない。

また、性質を調べるために実際に液状の天然ゴムに酢酸と硫黄を混ぜ、ゴムを作ってみると、表面が不均一になってしまい上手くいかなかった。市販のボールはゴムの隙間が均一になっていることから、ソフトテニスボールは工業製品として非常に優れていることが分かった。だから、私たちはよりいっそうボールを大事に扱うという意識が大きくなった。

【参考文献】

日本ソフトテニス連盟ハンドブック
(日本ソフトテニス連盟 発刊)