

ソフトテニスボールの耐久性に関する研究

- メーカー3社の比較 -

Durability of soft-tennis ball. - Comparison of 3 companies -

高橋 憲司 TAKAHASHI Kenji 篠原 秀典 SHINOHARA Hidenori
山口 大地 YAMAGUCHI Daichi 牧 知秀 MAKI Tomohide
牧 佳代子 MAKI Kayoko 小峯 秋二 KOMINE Syuji 片岡 淳 KATAOKA Jun
朴 相俊 PARK Sang joon

概要

ソフトテニスは、ローンテニス（硬式テニス）が日本に伝えられた頃、テニスボールの輸入が困難であり、かつ高価な事から、独自にゴムボールの代用品を作ったことから始まり、発展した日本発祥のスポーツである。またソフトテニスは2017年の中学校の部活動登録者数1位の種目であり、700万人の愛好者を持つと言われている。ソフトテニスで使用されるボールは、1890年に現在の昭和ホールディンググループが「アカエムボール」を、1932年にナガセケンコー（株）が「ケンコーボール」をそれぞれ製造し、現在も日本ソフトテニス連盟の公認球として採用されている。そのような中、ダンロップスポーツ（株）が第3のメーカーとして新たなボール「商品名：スリクソン」を開発し、日本ソフトテニス連盟の公認を受け2014年4月20日より発売した。これにより、公式大会で使用されるボールは3種類となった。練習や試合で使用されるボールは、耐久性に優れたものが経済的に好まれる。そこで、本研究の目的は3種類のボールの内、どのボールが最も耐久性に優れたかをフィールド調査によって明らかにすることである。研究方法は、関東地区にキャンパスを置くA大学女子ソフトテニス部を調査フィールドとして、2017年1月11日～4月10日の期間に、メーカー3社のボール各100球、計300球を練習時に使用し、①廃棄ボール、②ロストボール、および③残存ボールの数を記録した。結果、各社の①廃棄ボール数、②ロストボール数、③残存ボール数について、B社は①3球、②23球、③74球、C社は①26球、②18球、③56球、およびD社は①31球、②10球、③59球であった。この結果から、B社が最も廃棄ボール数が少なく、耐久性が高いと言える。この耐久性の違いは、ボール内部のスリット構造、潤滑油、および球体製造方法の違いが影響しているものと考えられる。本研究により、ソフトテニスボールの品質向上、購入者の経済的負担の軽減につながり、ソフトテニスに関わる多くの人に貢献できることを期待したい。

キーワード

空気入れポンプ、針式ポンプ、バルブ式ポンプ、スリット、潤滑油
アカエムボール、ケンコーボール、スリクソンボール

目次

- 1 研究背景
- 2 研究の目的
- 3 方法
- 4 結果
- 5 考察
- 6 附記

1 研究背景

1.1 ソフトテニスボールの誕生と変遷

日本ソフトテニス連盟（2014）によれば、アメリカ人のG・A・リーランド博士が1879年に開設された「体操伝習所」にて学生に教えるために、アメリカからローン（硬式）テニスのボールを取り寄せていたが、紛失・破損しても、輸入品であり、高価であり、国内製造も不可の時代であったため、代用品として、比較的入手しやすい女の子の手まり用のゴム球を使用したのが、ソフトテニスの発生と記録されている。

ソフトテニスに使用されるボールは、1890年に三田土ゴム（現在の昭和ゴム株式会社）が「赤M（現在のアカエムボール）」の製造を国内ではじめて開始し、1900年に国産球として完成させ、1908年に特許を取得した（日本ソフトテニス連盟, 2014）。その後1934年に長瀬ゴム製作所（現在のナガセケンコー株式会社）が軟式テニスボール（ケンコーボール）を製造し、現在も日本ソフトテニス連盟の公認球として採用されている。長い間、ソフトテニスの公認球は、上記2社の状況であったが、ダンロップスポーツ株式会社は第3のメーカーとして新たにソフトテニス用ボール（商品名：スリクソン）を開発し、日本ソフトテニス連盟の公認を受け2014年4月20日より発売を開始した（ダンロップスポーツ株式会社）。これにより、日本ソフトテニス連盟公認大会で使用されるボールは3種類となった。

日本ソフトテニス連盟公認ボールは、一度大きな変革を迎えた。その発端は、海外普及の観点からである。この経緯について、ナガセケンコー株式会社に直接取材した所、海外にボールを持って行く際、ボール自体に問題はなかったが、空気入れポンプのボールへの挿入口が針式のため、飛行機搭乗時に問題となり、当時の社長がこの件を知って、針式ポンプを止めるように指示を出したということであった。この当時、ナガセケンコー株式会社と昭和ゴム株式会社の2社のボールが連盟の公認を受けていたが、いずれも針式ポンプでボールに空気を注入する方式であった。その為、針を使用しないポンプとポンプの挿入口に適した空気注入口を新しく開発する必要性が生じた（図1. 「空気入れポンプ挿入口の先端」を参照）。

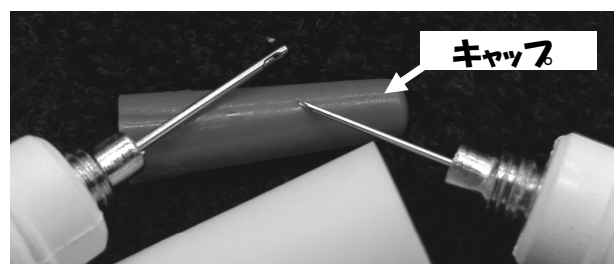


図1. 空気入れポンプ挿入口の先端

左：バルブ式ポンプ 右：針式ポンプ

ナガセケンコー株式会社は、1997年4月にバルブ式ポンプに適した空気挿入口を持つボールを開発、および特許申請し、1998年11月10日に公開されている。他、ボール製造に関する特許が1999年3月2日と同年6月22日に公開されている。これに対して、昭和ゴム株式会社は、2004年に同じくバルブ式のポンプに適した空気挿入口を持つボールを開発、および特許申請し、2006年6月15日に公開されている。また、2002年には、ボールの空気挿入口に潤滑液を塗布することで、空気孔の部分が密着し、空気漏れが防止されるため、空気入れポンプの差し込み口のキャップ（図1参照）に潤滑剤塗布体を装備したポンプを開発、および特許申請し、2007年11月8日に公開されている。

市場への公開は、ナガセケンコー株式会社が、2002年の秋にバルブ式ポンプに対応した「スリット（図2参照）」と呼ばれる構造を装備したボールを発表し、2003年2月に販売を開始した。これに対して、昭和ゴム株式会社は、2003年4月以降に「アカエムボールスリットシステム」の商品名にて出荷・販売を開始した（現在の商品名は「アカエムボール」）。

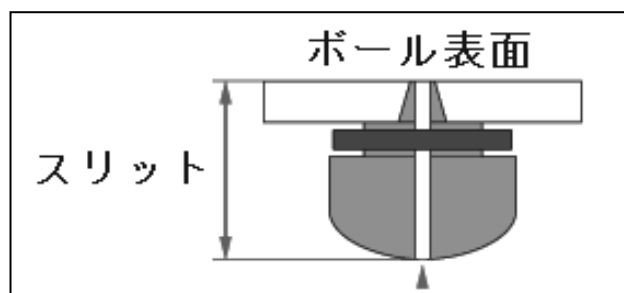


図2. スリットの模式図

（ダンロップ株式会社ホームページ

<http://www.srixon-tennis.com/soft/softball2.html>より引用し、筆者が編集）

筆者らの多くは、ソフトテニスの現役選手および元選手であり、空気入れポンプが針式ポンプからバルブ式ポンプに替わった時代を経験している。そのため、実際に針式とバルブ式の両方のボールを使用したことがあり、経験的に違いを感じている。筆者らの個人的な感想となるが、針式からバルブ式にポンプ、ボールが移行したことで、バルブ式のボールのほうがよりパンク（ボールに穴が空く）が多くなったと感じている。客観的なデータはないが、針式のボールは、大学男子チームで使用した場合に1年間に数球パンクする程度であったのに対して、バルブ式は、同じく大学男子チームが使用した場合に一週間で1,2球がパンクする状況であったように記憶している。同様に2017年現在、筆者らが実際に練習してみると5回の練習期間内に1球がパンクする状況であった。

さらに、バルブ式の方が針式よりも空気漏れが多いように感じている。通常、練習前にボールの空気調整を行うが、軽くボールを握っただけで空気の漏れるボールが数球存在する。それらのボールは空気を入れることで1時間程度は練習に使用できるが、次第に空気が漏れ、練習に使用できなくなり、途中で再度ボールに空気を補充する必要がある。針式では、空気漏れのため、途中で空気を入れることはほとんど無かったように記憶している。現在、針式のボールは市場に無く、存在しても経年劣化のため、残念ながらバルブ式のボールと耐久性を比較検討することができない。

1.2 ソフトテニス人口と市場

ソフトテニスは、中学校における部活動所属生徒数が最も多く（日本中学校体育連盟資料平成29年度）、日本ソフトテニス連盟（2014）は、約700万人の愛好者がいると推定している。日本テニス協会（2015）の調査によると、過去1年1回以上テニスを行った10歳以上の日本人の推計人口は、硬式テニスは399万人、ソフトテニスは261万人と報告されている、この調査結果から、国内のソフトテニス人口は、硬式テニスのおよそ2/3であることがわかる。

硬式テニス、ソフトテニスの市場を矢野経済研究所（2017）「2017年版 スポーツ産業白書」から2015年の市場規模を紐解くと、ラケットでは、硬式テニスが出荷本数66.0万本、市場規模64.0億円に対して、ソフトテニスは出荷本数46.5万本、市場規模

33.2億円で、出荷本数では、硬式テニスとソフトテニスの割合が日本テニス協会の推計人口を反映したのに対して、テニス人口1人当たりに対してのラケットの年間市場規模は、硬式テニス1654円、ソフトテニス1272円で、ソフトテニスのほうが約20%小さい。ボールについては、硬式テニスが出荷数261万ダース、市場規模37億円、単価（1球）120円に対して、ソフトテニスは出荷数58万ダース、市場規模15億円、単価（1球）216円であった。単価（1球）では、ソフトテニスの方が100円弱高いが、出荷数は圧倒的に硬式テニスの方が多く、テニス人口1人当たりに対して、硬式テニス7.9球、ソフトテニス2.7球となっている。従って、市場規模は硬式テニスよりソフトテニス小さく、ソフトテニスは硬式テニスよりも経済的に手頃なスポーツとして見る事ができる。

硬式テニスのボールは、空気圧があらかじめ調整されており、途中から空気を入れることができないため、限られた期間でしか正式な空気圧でプレーすることができない。一方、ソフトテニスのボールは、空気入れポンプにより空気圧の調整が可能であるため、ボールがパンクしない限り、ボールの管理を徹底することで、長期間使用することができる。よって、空気調整の可否が、出荷数に大きく影響していると考えられる。

ソフトテニスは、空気調整が可能なことから、ボールを大事に扱うことで、長期間使用できる。従って、学校教育現場において、「物を大切に扱う教育」を展開するにも適している教材と考えられる。中学校の部活登録者数はソフトテニスが多いため現状からも、空気調整できるボールを扱えるソフトテニスは教育的にも意義深いと言える。

1.3 ゴルフボールの市場

参考までに「2017年版 スポーツ産業白書」の2015年のデータからゴルフボール市場をみると、コースで使用するラウンドボールは、出荷数946万ダース、市場規模205億円、単価（1球）181円、練習で使用するレンジボールは、出荷数355万ダース、市場規模19億円、単価（1球）45円となっており、ソフトテニスボールの出荷数58万ダース、市場規模15億円、単価216円と比較すると、練習で使用されるレンジボールの方が市場規模は大きい。

「レジャー白書2016」より2015年のゴルフ人口（年に1回以上コースでプレーした人口）は約760

万人と報告されており、ソフトテニス人口 261 万人の約 3 倍弱と多いが、それ以上にボールの市場規模はソフトテニスよりもゴルフの方が格段に大きい。これに、ゴルフ用具一式の市場を合計すると、ソフトテニスより、はるかに大きい市場となり、ゴルフに取り組む人の経済的負担は大きいことが伺われる。ソフトテニス人口のコアとなる中学生にとってゴルフは、手軽に楽しめるスポーツとは言い難い。

ゴルフは、ソフトテニスと同様に成人後も、また高齢期に入っても楽しめるスポーツである。ソフトテニスは一人で楽しむには難しいが、ゴルフはゴルフ練習場にて一人で楽しむこともでき、気の合った仲間とコースを周る楽しさもあり、生涯スポーツの観点からも魅力のあるスポーツである。また、ハンデを利用することで、年齢や実力に関係なく一緒に楽しめるのもゴルフの醍醐味でもあり、人と人とのコミュニケーションを円滑にするには最適なスポーツであると感じている。

ゴルフは、経済的な負担が大きい。米本ら (2014) は、ゴルフ練習場に通うゴルフスクール生を対象とした調査では、年間 10~20 万円の費用がかかる人が最も多く、男性のゴルフ実施への支障は「費用の面」が最も多いと報告している。この点が若者に敬遠されがちであり、特に経済的に余裕の少ない大学生には大きな障壁となっている。打開策として、大学ゴルフ授業研究会、日本ゴルフ場経営者協会、および協賛企業が一体となって提供する大学生のコースデビュープログラム「G ちゃれ」(大学ゴルフ授業研究会) 等、現在は様々な取り組みがなされている。著者らの個人的な考えであるが、ソフトテニスのような取り組み易さの利点は、ゴルフ人口増加のヒントとなるのではないだろうか。

1.4 ソフトテニスボールの耐久性の比較

市場規模から、ソフトテニスはゴルフよりも、硬式テニスよりも経済的に手頃なスポーツである。このように経済的負担が少ないことも、中学校の部活動において人気が高い要因としてあげられる。

ボールに着目すると、硬式テニスとは違い、空気調整が可能であるため、紛失や粗暴な扱いをしなければ長期間使用することができ経済的である。現在、ソフトテニス連盟の公認を受けているメーカーは 3 社である。3 社ともバルブ式の空気入れポンプに対応するように、スリットシステムを用いたボールを製造・販売している。これら 3 社のボールは、製造

方法やスリット構造に微妙な違いがあり、同一ではない。従って、長期間使用した場合に、耐久性に違いがみられると考えられる。

練習や試合で使用されるボールは、耐久性に優れるものが経済的に好まれる。メーカー 3 社の内、一番耐久性に優れるボールを調査し、明らかにすることで、消費者である多くのソフトテニス関係者に経済的な利益を提供できる。また、メーカー 3 社にとっては、ボール製造技術向上の契機ともなり、より良い品質のボールをソフトテニス関係者に供給してくれることが期待できる。

著者らはソフトテニスボールに対して、高価格でも質が良く、管理を徹底することで長期間使用できる商品であってほしいと願っている。

2 研究の目的

本研究は、A 大学女子ソフトテニスチームを調査フィールドとして、日本ソフトテニス連盟の公認を受けているメーカー 3 社のボール各 100 球、計 300 球を約 3 ヶ月間練習時に使用させ、調査期間中の廃棄ボール数、ロストボール数、および残存ボール数を記録することで、ボールの耐久性の違いをメーカー 3 社間で比較することを目的とする。

本研究により、ソフトテニスボールの品質向上や購入者の経済的負担の軽減につながり、ソフトテニスに関わる多くの人に貢献できると信じている。

3 方法

3.1 調査期間

2017 年 1 月 11 日 (木) ~ 4 月 10 日 (月)。ただし、3 月 11 日 (土) ~ 23 日 (木) の期間は、春季長期休暇時期のため、調査期間から除いた。

3.2 調査協力チーム

関東地区にキャンパスを置く A 大学の女子ソフトテニス部

・所属部員数

2017 年 3 月まで 23 名

2017 年 4 月以降 30 名

・1 週間の平均練習時間：25 時間

3.3 調査場所

A 大学テニスコート (砂入り人工芝コート)

3.4 調査対象ボール (図3)

日本ソフトテニス連盟公認球 300 球

- ・アカエムボール 100 球
- ・ケンコーボール 100 球
- ・スリクソンボール 100 球



図3 調査対象ボール

左から、アカエムボール (昭和ホールディングス株式会社)、スリクソンボール (ダンロップスポーツ株式会社)、ケンコーボール (ナガセケンコー株式会社)。

各社のボール購入は、楽天市場を通じて同一小売店から、2017年7月20日に手続きを行った。購入したボールの数と金額 (税込) は、アカエムボール：10 ダース 36000 円、スリクソンボール：12 ダース 37900 円、ケンコーボール：10 ダース 35500 円であった。スリクソンボールは、5 ダース購入に対して1 ダース増量キャンペーンのため、上記購入数、および金額となった。従って、本研究でのボール1個の単価 (税込) は、アカエムボール：300.0 円、スリクソンボール：263.2 円、ケンコーボール：295.8 円となる。しかしながら、スリクソンボールのキャンペーンは一時的なものであるため、今回の単価は参考資料にすぎない。メーカー希望小売価格を基準にすると、1 ダースの金額 (税込)・単価 (税込) は、アカエムボール：5832 円・486.0 円、スリクソンボール：5054 円・421.2 円、ケンコーボール：5832 円・486.0 円であった。この結果から、スリクソンボールが最も単価が低い。

3.5 調査対象ボールの保管・管理方法

調査対象ボールは、A 大学女子ソフトテニス部の部室にて保管した。雨天時の練習後は、ボールに付着した水分を拭き取り保管する事とした。ボール表面の劣化を防ぐため、ソフトテニス部のボール管理担当者の判断で、炭酸カルシウムを適時ボールの表面に塗布することとした。

調査対象ボールへの空気調整は、ボール管理担当者である学生3名が行い、3社の異なる空気入れポンプに対して、1人の学生が1社のポンプを担当す

るように配置した。空気調整の際、ポンプとボールが同じメーカーになるように配慮することはせず、3名の学生がカゴの中からランダムにボールを取り出して、それぞれの学生が持っているポンプにて調整するものとした。ソフトテニスの練習現場では、各社のボールが混合で使用されていることが多く、ボールと同じメーカーのポンプでの空気調整は、各メーカーのポンプを準備する必要があり、ボールをメーカー毎に選別、およびボールに合せたポンプへの交換のための手間がかかるため、現実に行われることは稀である。ボールとポンプのメーカーが異なっても、空気調整に支障が少ないため、現場では、偶然手にした (購入した) ポンプにて、偶然手に持ったボールの空気調整をするため、本調査でも、現場に即した空気調整方法を採用することとした。尚、ボールとポンプの相性に関する研究は、別に行う計画である。

3.6 調査方法

調査期間中の練習時に、調査協力チームに調査対象ボール300球のみを使用してもらい、毎回の練習終了後に総ボール数を記録し、1週間毎に、各メーカーの①廃棄ボール数、②ロストボールの数、③残存ボール数を記録した。

①廃棄ボールの定義は、①-1：ボールに穴が空いている、①-2：ボールに空気を入れてもすぐに空気が抜ける、①-3：ボールに空気を入れても50分後には空気が抜けている、の3項目とした。①-3の定義については、練習時に約50～60分毎に10分程度の休憩を入れることから、ボールの確認が可能であるとともに、空気の抜けるボールは正常なボールとバウンドの高さ異なり、技術習得において不適切と判断できるため廃棄ボールの定義とした。②ロストボールの定義は、建物の屋根上にあがる等の回収不能ボールとした。③残存ボールの定義は、①②に該当せず、練習時に使用するのに支障のないボールとした。

調査実施上の配慮として、女子ソフトテニス部員に対し、練習中に使用するボールは、ボールカゴの中から無作為に取り出すように指示し、使用頻度がメーカー毎に偏らないようにした。

4 結果

表1に、調査結果を示す。2017年1月11日から対象ボール300球の使用を開始し、2017年4月10

日時点の各社の①廃棄ボール数、②ロストボール数、③残存ボール数について、B社は①3球、②23球、③74球、C社は①26球、②18球、③56球、およびD社は①31球、②10球、③59球であった。

この結果から、B社が最も廃棄ボール数が少なく、耐久性が高いと言える。

表1 3ヶ月経過後の廃棄、ロスト、および残存ボール数

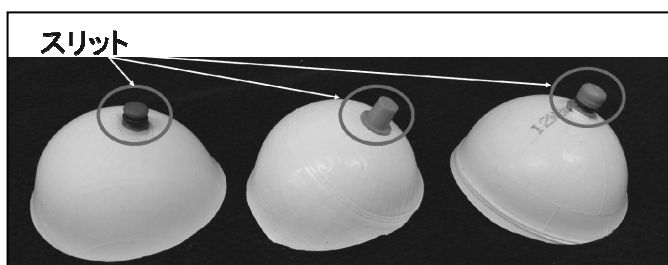
メーカー	2017年 1月11日現在の ボール数	2017年4月10日現在		
		①廃棄 ボール数	②ロスト ボール数	③残存 ボール数
B社	100	3	23	74
C社	100	26	18	56
D社	100	31	10	59

5 考察

5.1 ボールの耐久性の違い

本調査結果から、ボールの耐久性の違いがみられ、特にB社のボールは廃棄ボール数が少ないため、ボールがパンクし難く、ボールの空気漏れが少ないという観点から、耐久性に優れると判断できる。

この耐久性の違いについては、ボール内面のスリット構造とスリット内部に塗布される潤滑油の成分が異なることが影響していると考えられる。特許庁の公開文書(特開平 10-295853, 特開 2006-149793)から、ダンロップスポーツ株式会社を除く2社のボール製造法および潤滑剤の違いを確認している。また、ボールを切り抜き、ボールの内側からスリットを外観すると、スリット構造の違いが観察できる(図4)。



●ケンコーボール ●アカエムボール ●スリクソンボール
○ボールの厚さ (Peacock 製 PG-10 にて、3回測定の平均値)
1.72mm 1.84mm 1.72mm

図4 各ボールの内側の構造と厚さ (mm)

調査対象ボールの管理方法において、空気調整は、ボールと空気入れポンプのメーカーが一致するように配慮して対応したわけではないため、日数を経て空気調整するたびに、各メーカーの潤滑剤がすべてのボールに混在するため、スリット内の潤滑剤の成分は同じようになると考えられる。よって、ボールの耐久性に及ぼす影響は潤滑剤の影響よりも、スリット構造の違いが大きく影響するものと推測できる。

また、ボールの耐久性は、各社の球体製造方法の違いが影響することも考えられる。球体製造方法については、昭和ゴム株式会社(1995)特開平 7-155405 から特許情報から得られることができた。また、スリットを外観したように、ボール内面を観察してみると、製造方法の違いを感じさせる縫合部の模様の違いを確認することができる。

以上より、本研究結果は、スリット構造、潤滑油、および球体製造方法の違いが影響しているものと考えられるが、どの程度影響しているかまで、本研究方法から言及することはできない。しかしながら、ボールのメーカーによって、耐久性の違いがみられることは明らかな事実として捉える必要がある。

5.2 ロストボール数による研究結果の信頼性

調査場所の環境のため、建物の屋根上にボールが上がる等の回収不能になるボールが存在したため、予想した以上にロストボールの数が多かった(合計51球)。そのため、本研究結果の信頼性は高いとはいえない。ただし、廃棄ボール数、残存ボール数の関係から、各メーカーのロストボール数にそれほど大きな偏りはないと判断している。結果の信頼性を高めるためにも、調査環境を入念に吟味した上で設定し、再度調査する必要がある。

5.3 リニューアルしたボールの登場(ダンロップスポーツ株式会社)

調査期間中の2017年4月1日より、ダンロップスポーツ株式会社は、これまでのスリクソンボールをリニューアルし、販売を行った。主なリニューアルのポイントとして、空気注入部分のスリットを軽量化し、短縮させることで、ボールのブレと空気漏れを低減したことを示している。

本研究は、リニューアル前のスリクソンボールを使用して調査を行ったため、2017年4月以降に発売されたスリクソンボールに対して、本研究結果を当てはめて解釈することができない。従って、今後

リニューアルしたスリクソンボールを含めて、再度調査する必要がある。

6 附記

本稿は、2017年6月18日(日)に武蔵野美術大学にて開催された日本運動・スポーツ科学学会第24回大会において、一般研究発表(ポスター発表)の部で発表した内容を編集し、まとめたものである。

また、本研究は平成28年度愛知学泉大学地域社会デザイン総合研究所のプロジェクト研究に採択され、補助を受けて実施されたものである。

引用文献

- 日本ソフトテニス連盟. 「ソフトテニス指導教本 DVD BOOK」 ベースボールマガジン社. 2014.
- ダンロップスポーツ株式会社. 「日本ソフトテニス連盟の公認を取得」 http://www.srigroup.co.jp/newsrelease/2014/sp/2014_s04.html. (閲覧日: 2017年9月27日)
- ナガセケンコー株式会社. 「会社概要・沿革」 <http://nagase-kenko.com/company.html>. (閲覧日: 2017年9月27日)
- ナガセケンコー株式会社. 「ソフトテニスボール」 特開平10-295853. 1998-11-10.
- ナガセケンコー株式会社. 「ソフトテニスボールおよびその製造方法」 特開平11-57072. 1999-03-02.
- ナガセケンコー株式会社. 「ソフトテニスボールおよびその製造方法」 特開平11-164913. 1999-06-22.
- 昭和ゴム株式会社. 「ソフトテニスボールおよびソフトテニスボール製造法」 特開2006-149793. 2006-06-15.
- 昭和ゴム株式会社. 「ソフトテニス用空気入れポンプ」 特開2007-289763. 2007-11-08.
- 矢野経済研究所. 「スポーツ産業白書」 矢野経済研究所. 2017.
- 昭和ゴム株式会社. 「ソフトテニスボール」 特開平7-155405. 1995-6-20.
- ダンロップスポーツ株式会社. 「公認球『スリクソン』がリニューアル」 <http://www.srixon-tennis.com/soft/softball2.html>. (閲覧日: 2017年9月27日)
- 日本生産性本部. 「レジャー白書2016」 2016.
- 米川直樹, 鶴原清志, 坪田暢允, 吉村篤司, 吉里秀雄, 坂田利弘, 小山 哲(2014). 「ゴルフ練習場に通うゴルフスクール生の実態調査」 三重大学教育学部研究紀要, 第65巻「教育科学」, 315-325. 2017.
- 大学ゴルフ授業研究会. 『課外教育プログラム「Gちゃれ」』 <https://daigaku-golf.org/g-challenge>. (閲覧日: 2017年9月27日)

(原稿受理年月日 2017年10月6日)