# スーパーボールすくいにおけるすくい方の最適解

## ～ポイの強度の測定～

渡邊　樹生

**要旨**

ポイの強度とポイの着水時間の関係を、力センサーを用いて、ポイの膜が破れるのに必要な力を測定することで調べた。その結果、水に濡れると膜の強度は弱くなり、膜が破れるのに必要な力は 21.1 倍以下になることがわかった。また、ポイの着水時間が長くなるにつれて、ポイの膜が破れるのに必要な力が小さくなることがわかった。

**キーワード：**ポイの膜の強度、着水時間、水中での動かす速さ

### Ⅰ．はじめに

スーパーボールすくいとは水槽内の水に浮かべたゴム製のボールをポイの膜が破れないようすくうゲームである。山口(2015)により、図 1 のようにポイを水面に対して出来るだけ小さい角度で入水させ、その後、水中ではポイを平行に動かした後、可能な限り水面との角度を小さくして水から出すとポイが最も破れにくいと指摘されている。

スーパーボールすくいについて、効果的なポイの動かし方については、いくつか研究されているが、ポイの強度については十分に調べられていない。

本研究ではポイが着水する時間がポイの強度に与える影響を明らかにすること、ポイを水中で動かす速さとポイが破れるまでの時間の関係を調べることを目的とした。

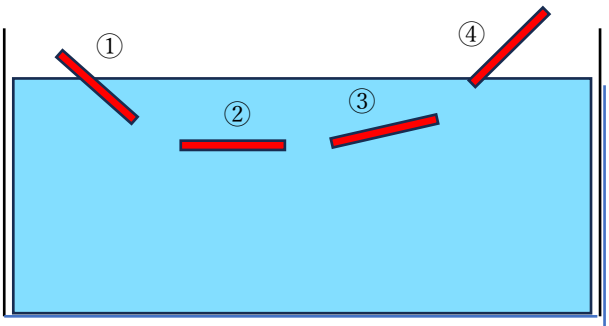



図 1 最も破れにくいポイの動かし方

### Ⅱ. 手法

ポイには、紙の厚さによって、規格が定められている。本実験では紙が最も厚い 4 号のポイを用いた。

1. ポイの着水時間と強度の関係を調べる実験

図 2 には実験装置の模式図を示している。まず、図 2 のように、水槽に入った水にポイの膜が全て浸かるように、水面と垂直になるように手でゆっくりと入れた。その後、ポイの膜が完全に水につかった時間から設定した時間(5、10、20 秒)だけ、ポイを水中で固定した後、水面と垂直に手で引き出した。

次に図 3 のようにスタンドにセンサー部が下を向くように力センサー(Pasco 社)を固定した。その後、センサー部にポイの膜の中心を、下から上に破れるまで押し当て、力を測定した。力の測定の解析には、SPARKvue(Pasco 社)を用いた。

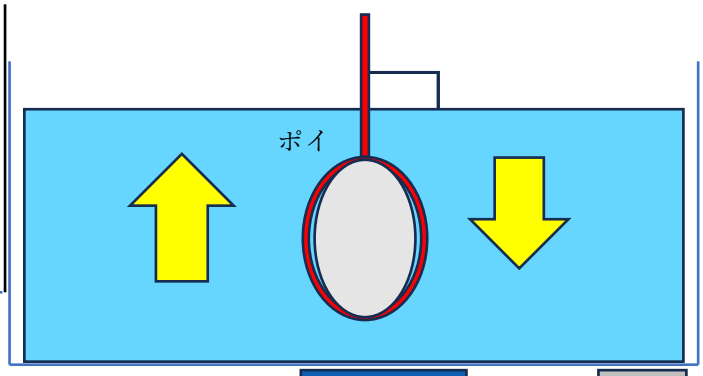
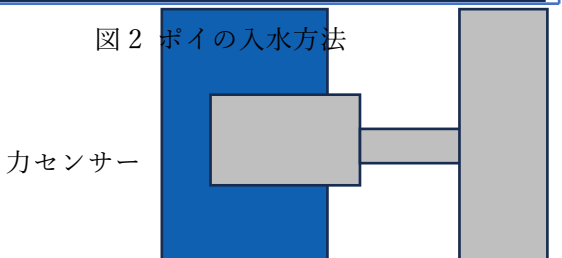



図 2 ポイの入水方法



2. ポイを水中で動かす速さとポイが破れるまでの時間の関係を調べる実験

図 4 には実験装置の模式図を示している。回転台の上に水を入れた丸形の水槽を設置した。回転台に取り付けたスタンドにポイを固定し、ポイの紙部分が水にすべてつかるようにした。回転台の回転速度を設定速度(12、15、20rpm)で回転させ、ポイが破れるまでの時間を計測した。

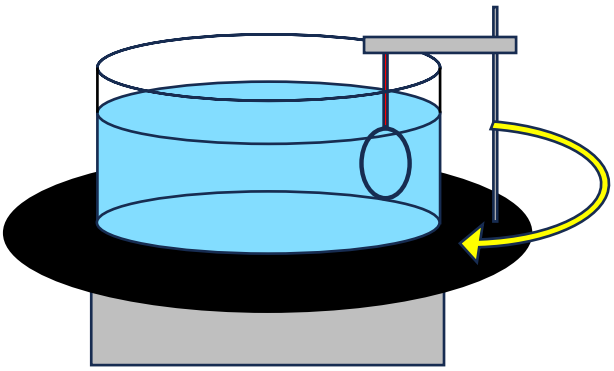


図 4 ポイの回転方法

## III. 結果

1. ポイの着水時間とポイの強度の関係

図 5 にはポイの膜が破れたときの力とポイを着水させた時間の関係を示している。ポイを着水させていない時は 6.1～8.8N、5 秒着水させた時は 0.26～0.44N、10 秒着水させた時は 0.29～0.37N、20 秒着水させた時は 0.21～0.35N の力でポイが破れたとわかった。

図 6 にはポイを着水させた時と着水させていない時の膜の破れ方の違いを示している。着水させていないポイは紙の繊維に沿って破れたのに対し、着水させたポイは紙の繊維の方向に関係なく、力がかかった部分に穴が開いて破れた。

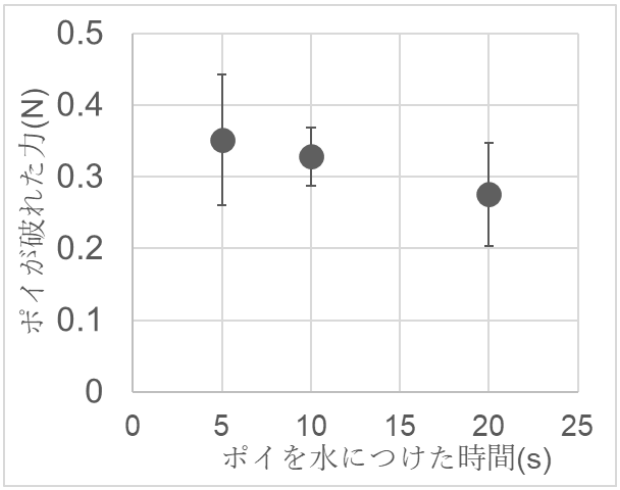



図 5 ポイの膜が破れた力とポイを着水させた時間の関係

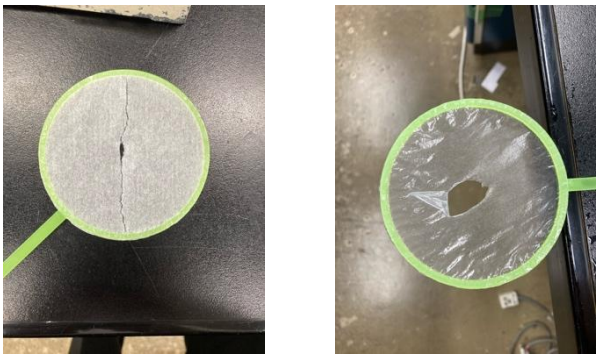


図 6 ポイを着水させた時とさせていない時の膜の破れ方の違い(左:着水させていないポイ、右:着水させたポイ)

2. ポイを水中で動かす速度とポイが破れるまでの時間の関係

複数回実験したが、ポイは破れなかった。回転台の設定回転速度に達するまでは水からの抵抗力がポイにかかる。しかし、回転台の設定回転速度に達すると水がポイによってかき混ぜられ、水がポイと同じ回転速度で回転する。この時ポイは水から力を受けない。これが要因となってポイが破れなかったと考えられる。

## IV. 考察

図 5 よりポイを着水させた時間が長いほどポイ

が破れた力が小さいことがわかった。このことからポイを着水させた時間が長いほどポイの強度は弱くなると考えられる。

5 秒着水させたポイの膜が破れた力は着水させていないポイの膜が破れた力のおよそ 21.1 倍以下になり、膜の強度は大きく低下した。

図 6 より、ポイを着水させていないときは紙の繊維に沿って破れたが、ポイを着水させたときは繊維の方向に関係なく破れたことから、水に濡れると膜の繊維が切れやすくなると考えられる。そのため、ポイを着水させると強度が大きく低下すると考えられる。

## V. 結論

ポイの膜が水を吸収すると破れるのに必要な力がおよそ 21.1 倍以下になり、強度が弱くなる。またポイは着水させた時間が長いほど破れるのに必要な力が小さくなり、強度は弱くなる。

**謝辞**

ご指導と実験へのご助言をいただいた藤本先生、越後谷先生に感謝の意を表します。

## 文　献

山口颯仁.金魚すくいの最適解.算数・数学の自由研究.2015.