

# 加硫によるゴムボールの反発係数の変化 Changing the Coefficient of Restitution of Rubber Balls by Vulcanization

林宏昭 高嶋浩也 川北兼奨  
HAYASHI HIROAKI TAKASHIMA HIROYA KAWAKITA KENSHO

## A. 研究目的

インターネット上で弾性の大きいボールの作り方をを見つけ、ボールの成分を変えることでボールの弾性が変化することに興味を持った。そこで、市販のスーパーボールよりも高く跳ねるボールを作ることを目的に、ボールの成分を変えたときの反発係数の変化を調べることとした。1つ目はラテックスとクエン酸で生成した生ゴムを用いた製法、2つ目はPVA(ポリビニルアルコール)に塩化ナトリウムを加えることによって起こる塩析反応を用いた製法、3つ目はPVAにホウ砂を加えることによって分子間に架橋構造を生成する製法である。3つの方法を試行し検討の結果、研究には生ゴムを用いた製法を採用した。また、市販のスーパーボールの製法を調べたところ加硫により弾性を向上させていることが分かった。そこで加硫により弾性を向上させ、より高く跳ねるゴムボールを制作することにした。

## B. 研究方法・結果

### 実験1 硫黄の有無による反発係数の変化

#### ① 材料

- ・ラテックス…18(g)
- ・クエン酸…1.2(g)
- ・水…108(g)
- ・硫黄…1(g)

#### ② 手順

- (1) クエン酸を水に溶かす。この際硫黄入りのボールの製作時は硫黄も溶かす。
- (2) (1)をラテックスに混ぜ入れ、生成した生ゴムを手で圧縮し水気を抜く。
- (3) アイスディッシャーに生ゴムを入れ、もう1つのアイスディッシャーで蓋をする。
- (4) 図1のように万力で一週間圧力をかけてさらに水気を抜き成型する。
- (5) 図2のように木製の机に高さ50(cm)からゴムボールを自由落下させ、ストロボを用いてその様子を50回ずつ撮影する。なお、ストロボは1800(回/分)で焚いた。
- (6) 撮影したものから、落下後の跳ね返った高さの最高値を求める。



図1 万力による成型



図2 反発係数の測定

③ 結果

A…ラテックス+クエン酸

B…ラテックス+クエン酸+硫黄

	データ数	最高(cm)	最低(cm)	平均(cm)	反発係数
A	43	37.47	30.54	34.66	0.833
B	31	37.60	33.02	35.47	0.842

表1 実験1 結果

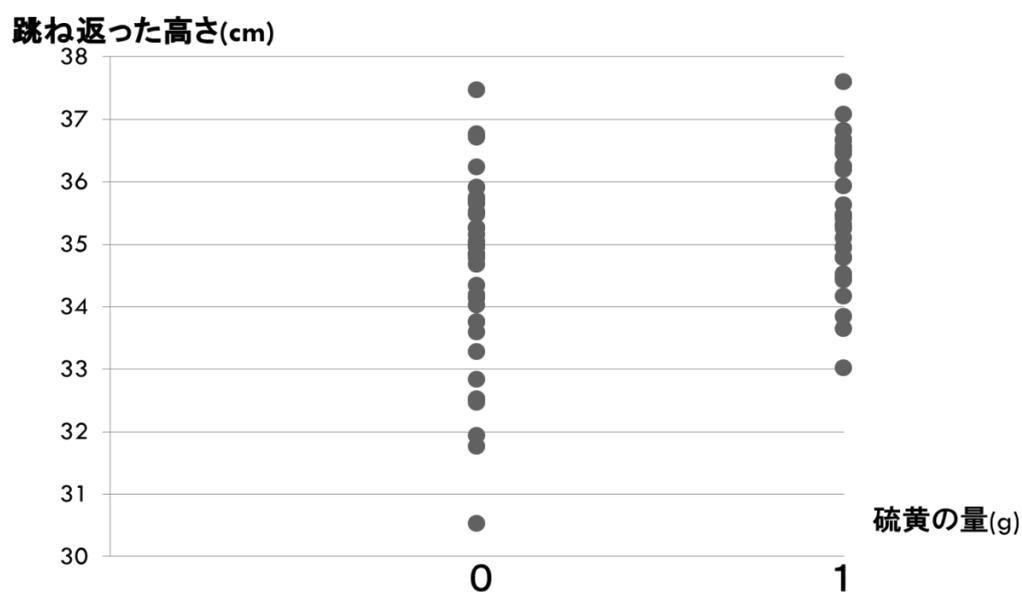


表2 実験1 散布図

硫黄を入れることでより高く跳ねた。

④ 考察

硫黄を入れることで反発係数は増大するが、加熱を行っていないため加硫が為されたかどうかは不明である。

実験2 加熱方法の検討

① 方法

(1) ガスバーナーによる加熱

蒸発皿に生ゴムを入れ、加熱する。

(2) 簡易オイルバスによる加熱

菜種油を温度計付き鍋に入れた簡易オイルバスを用いて生ゴムを加熱する。

(3) 七宝用電気炉による加熱

七宝用電気炉に生ゴムを入れて加熱する。

② 結果

(1)・(2)は図3のようになり固まらなかった。

(3)は図4のようになり固まった。



図3 (1)・(2)での生成物



図4 (3)での製作物

③ 考察

七宝用電気炉を用いることで長時間の高温での加熱が可能となるので、後の実験には七宝用電気炉を用いた加熱方法を採用する。

実験3 硫黄の量による反発係数の変化

① 材料

・ラテックス…18(g)

・アセトン  
・水  
・硫黄

硫黄の量によって  
変化させる

② 方法

(1) アセトンに硫黄を溶かす。

(2) (1)を水に混ぜたのち、ラテックスと混ぜ生成した生ゴムを手で圧縮し水気を抜く。

(3) アイスディッシャーに生ゴムを入れ、もう1つのアイスディッシャーで蓋をする。

(4) 万力にかけて炉に入れ 170℃で一時間半加熱する。

(5) 炉内から取り出し、一週間万力にかけたままにする。

(6) 木製の机に高さ 50(cm)からゴムボールを自由落下させ、ハイスピードカメラを用いて各 50 回ずつ撮影する。

(7) 動画を静止面に変換し、落下後の跳ね返った高さの最高値を求める。



図5  
実験3で使用したゴムボール

③ 結果

硫黄の割合 (%)	最高値 (cm)	最低値 (cm)	平均値 (cm)	反発係数
0	37.8	34.8	36.79	0.858
5	37.2	34.9	36.30	0.852
10	36.1	32.3	34.43	0.829
市販のスーパーボール	38.9	36.8	37.89	0.871

表 3 実験 3 結果

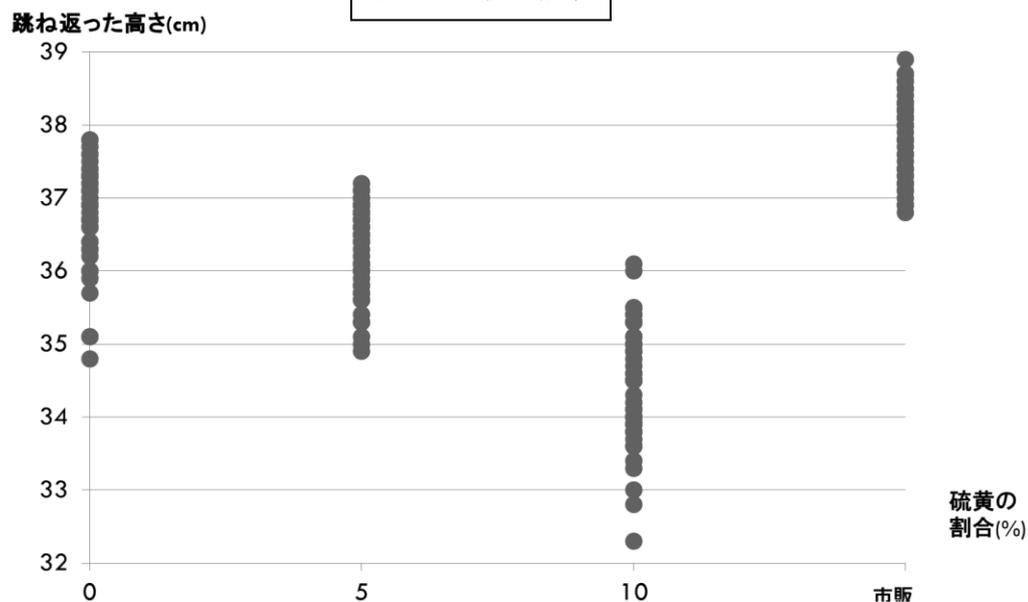


表 4 実験 3 散布図

④ 考察

硫黄の割合を高くすると反発係数は小さくなる。これは、表面の硬化によって弾性力が小さくなったためと考えられる。

## E. 結論

実験1・3から硫黄の割合が0%~5%の間に最も反発係数の大きくなる割合が存在すると考えられる。しかし、市販のスーパーボールは硫黄の割合が6%~7%であり我々の考えと異なっている。これは製法の違いによると思われる。今後の課題は、さらに高く跳ねる時の硫黄の割合を調べることや、硫黄の割合が同じゴムボールを複数個製作することで各割合間の有意差を出すこと、市販のスーパーボールの製法に近くなるような製法の確立、加硫促進剤を硫黄と一緒に加えたときのゴムボールの反発係数を変化の研究をすることである。

## F. 謝辞

製法に関して助言を下された、(有)産経ゴムに感謝を述べる。

## G. 参考文献

- 先行実験にあたり参考にしたウェブサイト
  - ・ <http://www.geocities.co.jp/NeverLand/3113/asobi-superball.html>
  - ・ <http://homepage3.nifty.com/kawatani/mono/37.html>
  - ・ [http://kanagawa-yc.jp/mijika/J4\\_superball.html](http://kanagawa-yc.jp/mijika/J4_superball.html)
- 実験3にあたり参考にしたウェブサイト
  - ・ <http://ssh.jst.go.jp/research/show/634>