

4 粒の大きさの違いで起こるまさつ力の研究

1 研究の動機

TVで、でんじろう先生がおもしろい実験をしていました。それはマドラー1本であめ玉とザラメが入ったコップを持ち上げるというものでした。あめ玉だけや、ザラメだけだと持ち上がらないのに、大きさの違う粒をまぜて入れるだけで、どうして持ち上がってしまうのか不思議に思いました。

自分で実際に実験してみると、あめ玉の間にザラメが入りこむことによって、ふれ合う部分が多くなり、あめ玉とザラメがずれにくくなることがわかりました。また物と物とがふれ合い、ずれにくくなる力を「まさつ力」ということをお父さんから教えてもらいました。私は、粒の大きさを変えることでまさつ力が大きくなり、その力が物を持ち上げる力になるという現象にとっても興味を持ちました。



2 研究の目的

私は、粒の違いによって起こるまさつ力をもっと強くするにはどうすればいいか調べたくなりました。そこで考えたことが、次のような条件でした。

- (1) 大粒の重さとまさつ力との関係
- (2) 小粒と大粒の量の違いとまさつ力との関係
- (3) 小粒の大きさとまさつ力との関係
- (4) 大粒の大きさとまさつ力との関係

上のような条件を調べることによって、大粒と小粒がどのような状態の時に一番まさつ力が強いのか追究することにしました。またどうしてまさつ力が強くなるのか、そのしくみを考えてまとめることにしました。

3 研究の内容

研究をしていく時に、困ったことや気をつけたことがいくつかありました。まず1つめは、まさつ力の大きさをどのように計測するかということでした。初めに考えた方法がコップの上に重りをのせ、マドラーからコップが落ちる重さでまさつ力を測るという方法でした。しかしこれでは、コップの中の小粒と大粒に上からの力が加わり、よけいにまさつ力が強くなってしまいます。そこでこのような力が起きないように、カップをつけた糸をコップにかけ、コップ全体に重りの重さがかかるように



しました。2つめは、大粒同士のすきまに小粒がしっかりと入りこむように、コップの底や周りをたたいて十分に小粒が落ちるようにしました。このようにして、できるだけ同じ条件のもとで実験を行うようにしました。最後に正確なデーターをとるために、変えない条件、変える条件を整理して、実験の目的をはっきりさせました。そして、同じ実験を5回行い、その平均値を出して比べるようにしました。

(1) 実験1「大粒の重さを変えての比かく実験」

大粒は共に直径17mmのビー玉（5 g）と発砲スチロール球（0.1 g）を使用し、大粒の重さだけを変えて比較実験を行いました。また小粒はザラメを使用し、大粒と小粒の量は共にコップ1／2ずつで実験をしました。

	最初の重さ	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均	発砲スチロール球の方が100g近くビー玉よりもたえられることがわかりました。ガラスとスチロールといった材質の違いもありますが、軽い大粒の方がまさつ力強いという結果になりました。
A ビー玉	386.4 g	88.0 g	110.0 g	97.0 g	168.0 g	156.0 g	123.8 g	
合計の重さ		474.4 g	496.4 g	483.4 g	554.4 g	542.4 g	510.2 g	
B 発砲スチロール球	253.0 g	350.0 g	380.0 g	365.0 g	312.0 g	354.0 g	352.2 g	
合計の重さ		603.0 g	633.0 g	618.0 g	565.0 g	607.0 g	605.2 g	

*「最初の重さ」は、コップ+ざらめ+大粒の重さ

(2) 実験2「大粒と小粒のわりあいを比かくした実験」

実験をしていながら不思議に思ったことは、大粒より小粒が多い方がまさつ力が強くなるのか、それとも小粒より大粒が多い方がまさつ力が強くなるのかといった、2つの量の違いがどのようにまさつ力に関係するのかということでした。そこで、「大粒1/2と小粒1/2」「大粒2/3と小粒1／3」「大粒1/3と小粒2/3」というように量のわりあいを変えて実験をしました。（大粒は発砲スチロール球、小粒はザラメを使用しました。）

大粒とザラメの割合	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均	大粒と小粒が1/2同士のものが一番まさつ力が大きく、次に大粒2/3のもの、そして大粒1/3のものという結果となりました。
A 大粒 1/2、ザラメ 1/2	356.0 g	378.0 g	342.0 g	305.0 g	328.0 g	341.8 g	
B 大粒 2/3、ザラメ 1/3	210.0 g	185.0 g	167.0 g	174.0 g	195.0 g	186.2 g	
C 大粒 1/3、ザラメ 2/3	165.0 g	182.0 g	164.0 g	124.0 g	138.0 g	154.6 g	

(3) 実験3「小粒の大きさを変えての比かく実験」

大粒の重さ、大粒と小粒の量のわりあいとの関係がわかったので、今度は小粒に注目してみました。小粒の大きい玉のものとして香り玉を使用しました。また小粒の小さい玉のものとして食塩を使用しました。（大粒は発砲スチロール球を使用し、大粒・小粒1/2同士の量で行いました。）

	最初の重さ	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均	食塩の方が香り玉よりも約3倍近くのまさつ力が起きているという結果になりました。これは、これまでの実験の新記録であったのでとてもおどろきました。
A 香り玉	188.0 g	130.0 g	122.0 g	105.0 g	128.0 g	240.0 g	147.0 g	
合計の重さ		318.0 g	310.0 g	293.0 g	316.0 g	428.0 g	333.0 g	
B 食塩	268.0 g	654.0 g	756.0 g	750.0 g	720.0 g	550.0 g	686.0 g	
合計の重さ		922.0 g	1024.0 g	1018.0 g	988.0 g	818.0 g	954.0 g	

*「最初の重さ」は、コップ+小粒の重さ+大粒の重さ

(4) 実験4「大粒の大きさを変えての比かく実験」

実験3により小粒の大きさが小さい方がより大きなまさつ力が起きることがわかりました。そこで、今度は大玉の大きさに注目してみました。実験2では、2番目に力が強かったものが大粒2/3の量が入っているものでした。この結果から、私は大粒が中心になってまさつ力を起こしていると考えました。そこで、直径17mmと直径30mmの発砲スチロール球を使用し比かく実験を行いました。（小粒は食塩を使用し、大粒・小粒1/2同士の量で行いました。）

	最初の重さ	1 回目	2 回目	3 回目	4 回目	5 回目	平均
A 大きな大粒	268.0 g	1200.0 g	1005.0 g	1420.0 g	2195.0 g	1874.0 g	1538.8 g
合計の重さ		1468.0 g	1273.0 g	1688.0 g	2463.0 g	2142.0 g	1806.8 g
B 小さな大粒	268.0 g	654.0 g	756.0 g	750.0 g	720.0 g	550.0 g	686.0 g
合計の重さ		922.0 g	1024.0 g	1018.0 g	988.0 g	818.0 g	954.0 g

*「最初の重さ」は、コップ+小粒の重さ+大粒の重さ

大きな玉は小さな玉の2倍近くのまさつ力が起きていました。またその大きさは1800gと、とても大きな力でした。

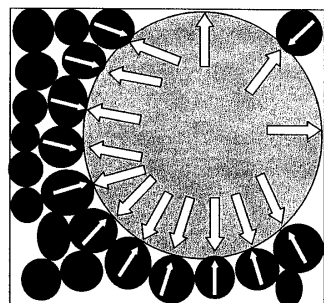
4 研究のまとめ

「粒の大きさを変えるだけで、なんであんな大きな力が生まれるんだろう？」

そんな気持ちから、コップの中に起こる不思議な力を調べてきました。最初、このひみつをお父さんに聞いた時、まさつ力って不思議な力なんだなって思いました。そして、まさつ力のひみつをいろいろ調べたくなり、いくつかの比かく実験を行い、まさつ力のひみつを探ってきました。

これまでの実験の結果からわかったことを次のように整理してみました。

- (1) 2種類の粒の大きさの違うものを入れると（混ぜると）、大きなまさつ力が起こる。そのまさつ力は、大粒と小粒のふれあう面が多くなることによって生まれる。
- (2) 大粒は軽いもののほどまさつ力が大きい。
- (3) まさつ力の中心になっているのは大粒であり、小粒がその力を支えているじょうたいである。
- (4) 大粒は大きなもののほど、小粒は小さなもののほど、まさつ力は大きくなる。また大粒と小粒の量は半分ぐらいずつにし、バランスをとるとまさつ力は大きくなる。（入れる容器の大きさにもよる。）
- (5) 大粒と小粒がふれあって起こるまさつ力は右イメージ図のようなしくみで起こる。



5 これからの課題

今回実験をやっていきながら、次のようにさらに調べてみたいことが出てきました。

- (1) 大粒と小粒の大きさが違えば違うほど、まさつ力も大きくなっていくのか調べてみたい。
- (2) 小粒、大粒、中粒と3種類の粒を混ぜることによって、まさつ力が起こるか調べてみたい。また2種類の場合と比べて、まさつ力の大きさがどう変化するか調べてみたい。
- (3) 大粒の形を球形ではなく、いろんな形のものと調べてみたい。
- (4) このまさつ力のしくみを大きなもけいであらわしてみたい。