

不思議なダイラタンシー

上天草市立登立小学校 6年 毛利 彩楓

1 研究の動機

テレビでダイラタンシーという不思議な現象の実験をやっていた。そのあまり耳にすることのない言葉を聞いて私が思い出したのは、この現象を利用して、犯人が露天風呂の上を走ってきたというTVアニメに出てきたトリックだ。このダイラタンシー現象にとっても興味がわき、どのようなものか、もっとくわしく知りたいと思い研究してみることにした。

2 研究の方法

研究① ダイラタンシーとは何か？まず実際に作ってみて、どのような現象なのか調べる。

研究② ダイラタンシーが見られる水：片栗粉の最適な割合（黄金比率）を調べる。

研究③ 片栗粉以外のものを溶かしたものではダイラタンシー現象が起きるのか調べる。

研究④ ダイラタンシーはどのくらい強いのか調べる。

3 研究の結果と考察

研究① 容器（ボール）に水と片栗粉を入れ、よくかき混ぜ、傾けると「ドロー」となるくらいに調節する。スプーンでたたくと固くなり、強い抵抗があった。手で握っている時は固いが、手を広げると流れ出し、元の流状に戻ってしまう。ギュッと握ると指の型がつくほどだ。だんごのように丸めてみると、丸く固まるが、手を広げたままにすると元の液状に戻ってしまう。

（考察）ダイラタンシーとは、液体の状態の物体に力がかかると液体から固体のように変化する現象だ。その原理を調べてみると、片栗粉を水に溶いて混ぜた「ドロドロ」とした液体の状態というのは水の中で片栗粉が溶けずに粒の状態を保ったままそのまわりを水が包み込んで一定の密な距離を保ち漂っている状態なのだ。だからドロドロしている。この液体にたたいたり、握ったり急な大きな力を加えると粒どうしのすき間が広がって力が加わった部分以外に水が吸い込まれるように移動していく。そのため、力が加わった部分は水が抜けた状態になるので固くなる。逆に力を加えるのを止めると水が抜けた部分にまた水が入るので、最初のようなドローとした液体の状態に戻るということであった。ずっと両手で丸めていると表面が乾いた感じがして力をゆるめると内側から水がしみ出てくるようになるのはそのためだと思われる。

研究② ア 研究①をやっている時、水より片栗粉の量がか

表 1

なり多いと感じ、ダイラタンシーが見られる比率を調べてみようと思った。水 100mL に一定量の片栗粉を加えていき、それぞれ比較してみる（はかりで 10g ずつではなく、計量スプーンで 100mL ずつ加えていく方法をとった）。水が少ないと粉っぽく液体のようにならず、逆に水が多すぎると水っぽく固体のようにはならなかった。液体のようで固体のようであるダイラタンシー現象が見られる水：片栗粉の黄金比率は〔1：2〕～〔1：2.2〕ぐらいだということがわかった。

水：片栗粉	様子	水：片栗粉	様子
100mL：10mL (1:0.1)	×	100mL：130mL (1:1.3)	×
100mL：20mL (1:0.2)	×	100mL：140mL (1:1.4)	×
100mL：30mL (1:0.3)	×	100mL：150mL (1:1.5)	×
100mL：40mL (1:0.4)	×	100mL：160mL (1:1.6)	×
100mL：50mL (1:0.5)	×	100mL：170mL (1:1.7)	△
100mL：60mL (1:0.6)	×	100mL：180mL (1:1.8)	△
100mL：70mL (1:0.7)	×	100mL：190mL (1:1.9)	○
100mL：80mL (1:0.8)	×	100mL：200mL (1:2)	◎
100mL：90mL (1:0.9)	×	100mL：210mL (1:2.1)	◎
100mL：100mL (1:1)	×	100mL：220mL (1:2.2)	◎
100mL：110mL (1:1.1)	×	100mL：230mL (1:2.3)	○
100mL：120mL (1:1.2)	×	100mL：240mL (1:2.4)	△

（表1）
 ×…ダイラタンシーはみられなかった
 △…表面を強くたたいた時はみられるが強く握ってもみられない
 ○…みられた
 ◎…みられた

た（表1）。しかし、ここで父から、たたく、握るといった感覚的なものではなく、実験はもっと科学的な方がよいのでは？と言われた。そこで同じ力を加える方法として、同じ高さから同じ物を落とせばよいと考えた。水に浮く物ではダメなので落とし方で変化のない球形のビー玉を使用し、物が落ちたしょうげきで、固体のように固くなり、抵抗する時間を測定する。

表 2

※◎は○より強い抵抗があったもの
(表2)

水：片栗粉	平均(秒)
100mL：200mL (1:2)	◎ 0.85
100mL：210mL (1:2.1)	◎ 0.95
100mL：220mL (1:2.2)	◎ 1.05

イ アで◎がついた比率で 30 cmからビー玉を落とし水面から消えるまでの時間を測定する。この結果（表2）、ダイラタンシー現象がおきる最適な黄金比率は、〔1：2.2〕であると言えるだろう。

（考察）ビー玉が液の表面で一瞬完全に受け止められてから沈んで

いった。もしかしたら、はね返るのでは？と思ったが、どれも沈んでいった。これはビー玉にはスプーンで素早くたたくのと違い、引く力がないため重力で沈んだものだと考えられた。

研究③ テレビでは、片栗粉とくず粉でダイラタンシーが見られたが、それ以外の粉ではどうなのか、同じ割合（黄金比率）で比べてみる。

ア 小麦粉きれいに混ざって固まってしまうダイラタンシーは見られない。

パン粉かき混ぜてもほとんど溶けなかった。見られない。

米粉 トローとした液体になったがダイラタンシーは見られない。

コーンスターチダイラタンシーが見られた（片栗粉ほど強くない）。

イ 「片栗粉とコーンスターチ」で他の粉とどのような違いがあるのか顕微鏡で比べる。

（考察）片栗粉とコーンスターチは、粉が丸く大きさもそろっているが、他は角張っていて、大きさがバラバラであった。2つの粉の共通点から、でんぷん粉が円形で大きさもそろっている方が、よりダイラタンシー現象が見られるのだと思われた。

研究④ 水と片栗粉で作った黄金比率のダイラタンシー流体はどのくらい強いのか色々な力を加えてみる。

ア かなづちでたたく…たたいた瞬間に抵抗があり、中までめりこまない。

イ 包丁の刃で切る…刃をあて引くように切ると抵抗は全くないが、振り下ろすように切ると刃が中に入らず、抵抗があった。

ウ キリでさす…1 cmくらいささったところで、強い抵抗があった。

エ 上を走ってみる…沈むことなく走ることができた。止まると沈み、抜けにくい。

（考察）ダイラタンシーは凶器を防げるほど強いと思った。早いリズムで、足が沈む前に素早く足を上げるとよい。研究②で考察したように、人はビー玉と違い液体から抜け出す足を引く力があり、重力により沈まなかったと思われる。

4 研究のまとめ

T Vでやったダイラタンシーを自分でもやってみたいと思い始めたが、初めて味わうとても不思議な感触だった。特に流体に素足でのった時は、自分が浮いているような感覚になり感動した。アニメで犯人がダイラタンシー現象を利用して、露天風呂の湯の上を走るトリックは、規模とかき混ぜる時間を考えると実行不可能なのでは？と思った。また、水以外の液体で実験してみるとおもしろかったと思う。