

ダイラタンシー現象 Dilatancy phenomenon

加藤 由暉 高嶋 凜人
Yuki Kato Rinto Takashima

Abstract

Our teacher told us about the dilatancy phenomenon. We were interested in what conditions cause the phenomenon to occur and its strain, so we started this research. Observing the shape led us to make a hypothesis that the shape of the powder should be round, but we weren't able to prove it. Also, we weren't able to show the strain of the phenomenon, maybe because the error was not consistent.

要約

私たちは、授業で先生からダイラタンシー現象についての講義を受けた際、現象が起きる条件と片栗粉と水の溶液を薬さじで混ぜた際の抵抗力が最大となる割合について興味をもち、実験を行った。私たちは粉の形状を観察し、現象は粒が丸みを帯び、粒の大きさが大きいことが必要であると考えた。しかし、証明できなかった。抵抗力が最大となる割合に関しては、実験方法による誤差が大きく、どの割合のときに最大となるか言いきれなかった。

はじめに

ダイラタンシー現象とは、不溶の粒子がある一定の割合で混合された液体を、握ったり叩いたりして急激な圧力を加えられることで硬化し、圧力を弱めることで元の液状に戻る現象のことである。

実験 1

身近な粉末を用い、ダイラタンシー現象が見られる条件について調べる

私たちは片栗粉と水でダイラタンシー現象が見られるという情報を得たので、まず片栗粉でやってみようと思った。

1-1 片栗粉と水の比率

A. 材料および実験方法

(1) 材料

市販の片栗粉、水 100g が入ったビーカー

(2) 実験方法

水 100g に対して片栗粉を 5g ずつビーカーに入れ変化を観察した。薬さじで混ぜてダイラタンシー現象が起きているかを調べる。

B. 結果 表 1

粉の量	溶液の状態
110g	液体
115g	〃
120g	現象がみられた
125g	〃
130g	〃
135g	〃

140g	液体に戻らない
145g	〃
150g	〃

C. 考察

粉の量が 120g~135g の間でダイラタンシー現象が見られた。また、135g のときの抵抗力が最も大きいと感じた。

1-2 片栗粉以外の粉と液体の比率

A. 材料および実験方法

(1) 材料

薄力粉、薄力粉、きな粉

(2) 実験方法

実験 1-1 と同様の手順で上記の粉でダイラタンシー現象が見られるのか調べる。

B. 結果 表 2

片栗粉		強力粉	
110g	×	80g	×
120g	○	90g	×
130g	○	100g	×
140g	×	110g	×
150g	×	120g	×

薄力粉		きな粉	
110g	×	60g	×
120g	×	70g	×
130g	×	80g	×
140g	×	90g	×
150g	×	100g	×

○ できた × できなかった

*この表の数値がそろっていないのは、液体の状態の変化が顕著であった部分を抜き出しているためである。

C. 考察

上記の3つの粉でもダイラタンシー現象が見られると考えたが、ダイラタンシー現象が見られたのは片栗粉を溶質にしたときのみであった。このことより、片栗粉自体に何かダイラタンシー現象を引き起こす要因があるのではないかと考え、まず粉の特徴を観察することにした。

1-3 それぞれの粉の形状

(1) 材料

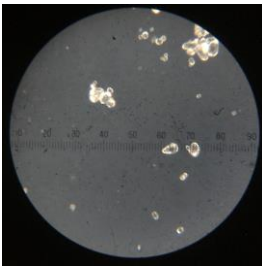
片栗粉、薄力粉、強力粉、きな粉

(2) 実験方法

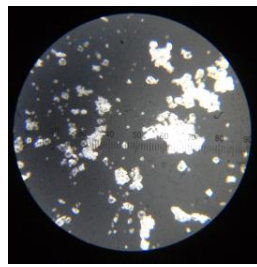
それぞれの粉の大きさや形を顕微鏡で観察する。

B. 結果

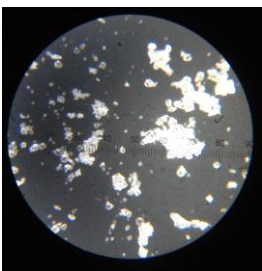
片栗粉



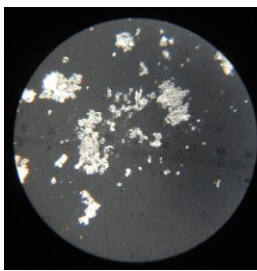
強力粉



薄力粉



きな粉



ダイラタンシー現象が起きた片栗粉は丸みを帯びていて、粒の大きさはほぼ0.06mmであった。ほかの粉は大きさが均一でなく、角ばっていた。

C. 考察

この実験では、片栗粉がほかの粉に比べて丸みを帯びており、粒の大きさも大きいことがわかった。そこで、ダイラタンシー現象は、溶質の粉の粒の大きさが大きめかつ、形状が丸いことが影響していると考えた。

よって次の実験では、片栗粉以外の粉の粒の大きさを大きく、形状を丸く変えて、ダイラタンシ

ー現象が見られるのかどうかを調べることにした。しかし、粉の粒の大きさを大きくすることは、私たちではできないと考え、形状のみを丸くしようとした。

実験2

粉の粒の形状を変えてダイラタンシー現象が見られる条件を調べる。

2-1 粉の形状の観察

A. 材料および実験方法

(1) 材料

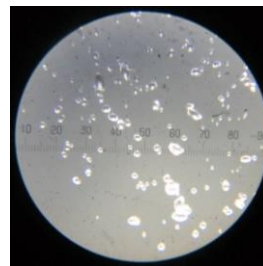
実験1で使用した4つの粉、乳鉢、乳棒

(2) 実験方法

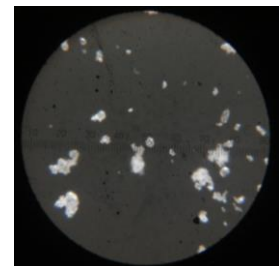
それぞれの粉を乳鉢、乳棒ですり潰し、粉の粒の形状を変化させ、顕微鏡で観察する。

B. 結果

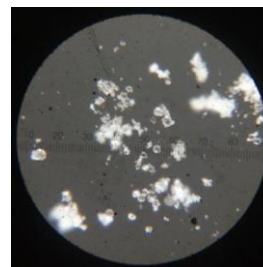
片栗粉



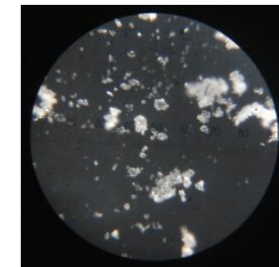
強力粉



薄力粉



きな粉



全体的に粉が細かくなったが、実験前よりもすべての粉が細かくなったとは言えない結果となった。しかし、少しではあるが、粉の粒の形状を丸くすることができた。

C. 考察

丸い形状を有した粒が増えたことから片栗粉以外でも水に溶かしたときにダイラタンシー現象が起きるのではないかと考え、次の実験を行った。

2-2 すり潰した後の粉でダイラタンシー現象が見られるか調べる

A. 材料および実験方法

(1) 材料

実験 2-1 で使用したすりつぶし後の粉

(2) 実験方法

実験 1-1 と同様にし、ダイラタンシー現象が見られるかを調べる。

B. 結果

表 3

片栗粉		強力粉	
110 g	×	80 g	×
120 g	○	90 g	×
130 g	○	100 g	×
140 g	×	110 g	×
150 g	×	120 g	×

薄力粉		きな粉	
110 g	×	60 g	×
120 g	×	70 g	×
130 g	×	80 g	×
140 g	×	90 g	×
150 g	×	100 g	×

○ できた × できなかった

粉の形を変えることで片栗粉以外の粉でダイラタンシー現象が見られるかと期待したが、結果は実験 1 と変わらず、片栗粉以外では現象は見られなかった。きな粉の時では泥状になってしまい現象は見られなかった。強力粉、薄力粉の時では粘り気が出てしまい現象は見られなかった。

C. 考察

片栗粉以外の粉に丸みを帯びさせることとダイラタンシー現象が見られることとは関係がないと分かった。

今回は、乳鉢、乳棒を使用した。しかし、粉に十分な丸みを帯びさせることができなかったのので、乳鉢、乳棒で粉の粒の形状を丸くした粉では、ダイラタンシー現象が見られるまでの丸みを帯びさせることができなかったと考えた。

ここで、私たちは、粉の粒の大きさ、形状を変化させることでダイラタンシー現象が見られるのかについての実験を終了し、新たに片栗粉を溶質としたときのダイラタンシー現象の抵抗力が最大となる時を調べようとした。

実験 3

ダイラタンシー現象の抵抗力の最大となる時を

調べる

3-1 マグネチックスターラーを用いる

マグネチックスターラーは磁力を利用して攪拌子を回転させ、液体を攪拌する装置である。そこで回転速度を一定にし、徐々に片栗粉を増やして攪拌子の回転速度（ダイラタンシー溶液が生み出している抵抗力）を調べる。しかし、片栗粉を溶かしていくと攪拌子を目視で観察できなかつたため付箋を水面に浮かべ、付箋の回転速度でダイラタンシー現象が生む抵抗力を計測することにした。

A. 材料および実験方法

(1) 材料

マグネチックスターラー、ビーカー、片栗粉、付箋

(2) 実験方法

粉を 5g ずつビーカーに入れていき付箋の状態を観察する。

B. 結果

105 g までは粉を増やすにつれて付箋の回転が次第に遅くなり、110 g を超えると回転しなくなった。

C. 考察

110 g では付箋は回っていなかったが、攪拌子が回っている音がしたため攪拌子は回っていた。これは、攪拌子の回っている速度が遅すぎたために水面まで回転が伝わっていないと考えた。これでは、攪拌子の回転速度がどれぐらいなのかわからないため別の実験を試みた。

3-2 おもりを落として液面での停止時間を測る

おもりに紐をつけ、離したと同時にタイマーを押し液面からおもりが見えなくなるまでの時間を計測し、水面上で何秒間おもりが停止したのかを調べた。

A. 材料および実験方法

(1) 材料

水道水、片栗粉、おもり、糸

(2) 実験方法

100g の水の入ったビーカーに粉を 5g ずつ加えていき停止時間を計測、比較した。今回では、10 回実験を行い計測時間の平均値をとった。

B. 結果

粉の加えた質量が 115 g から 120 g では、ダイ

ラタンシー現象が弱かったため、計測時間が短く、時間を計測することができなかった。125 gからは、粉を増やすにつれて停止時間が増加した。

C. 考察

片栗粉 140 g ではダイラタンシー現象が起きないので、粉の質量が 135 g の時に一番抵抗力が大きいと考察した。しかし、短い時間を人の手で計測したことで誤差が生まれたため、今回の実験では 135g の時、一番抵抗力が大きいと明らかに言うことはできなかった。

今後の課題

- ・乳鉢、乳棒よりも粉の形を変えることのできる道具を使い実験する。
- ・ほかの粉の大きさを大きくすることはできないので粉の粒の大きさが大きい砂を使い実験する。
- ・ダイラタンシー現象と関係がある液状化現象との関係をしらべる。
- ・センサーを使って、誤差が出ないような実験をする。

ダイラタンシー現象



実験 2 - 2

強力粉



きな粉



薄力粉



実験 3 - 1



実験 3 - 2

