

「水かけ」の科学



愛知県刈谷市立刈谷東中学校 科学部 水かけ班
3年 水野夢世, 加藤翔湖 2年 浅野紘希, 野村拓生

1 はじめに

先生から頼まれた「水かけ」



結構時間のかかる「水かけ」

下の方は水がしみ込んでいない！

疑問

どうしたら効率よく水かけができるのか？

2 予備調査

<予備調査①②>学務員の「記内さん」、技術科の「加藤先生」の話



学務員の「記内さん」の話

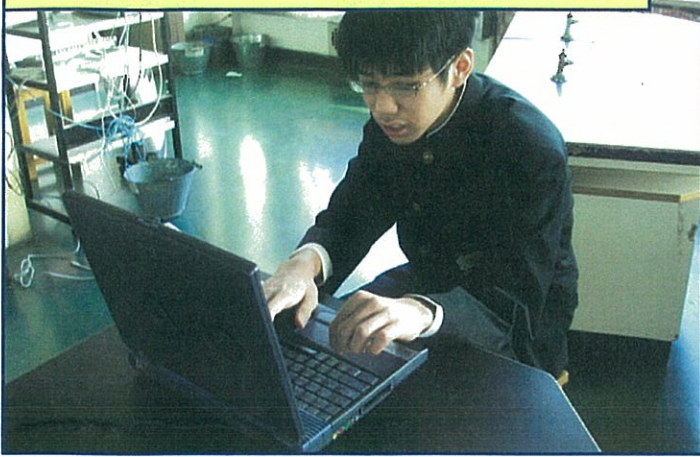


技術科の「加藤先生」の話

- ① 勢いよく水かけをしても、地表を流れてしまうだけだから効果的ではない。
- ② 夏は出始めの水は熱いのでかけない。(炎天下に水かけをしない)

<予備調査③>インターネットや書物で調べる

書物やインターネットで調べた



<土の分類について>

○土の粒の大きさを粘土(0.005mm以下),シルト(0.005~0.075mm),砂(0.075~2mm),れき(2mm以上)と分類

<土に含まれる水の種類について>

土壌水の種類(インターネットより)

	土粒子	土壌水の種類		土壌水の保持および特徴
	結合水	結合水	吸湿水	土粒子の表面に固く結合し、薄膜を形成しての作用によってもいる水、毛管力あるいは重力移動しない
	毛管水	自由水	毛管水(懸垂水)	毛管力により、保たれている水。土壌の隙間に滞留し、重力に対して、残留できる
			重力水	重力により粒子間や隙間の中を自由に移動できる水

<水かけの方法について>

- ①水を激しくかけない ②季節、植物で違う
③返し水、拾い水(一度水をかけもう一度かける)



奥深い!!

3 研究の目的

- ①様々な条件を変えた時の、「水のしみ込み方」を調べる。
②追究する中で生まれてきた疑問を解明することで、「効果的な水かけの仕方」を科学的に明らかにする。

4 研究の内容

<「効果的な水かけ」とは>

○「理想の水のしみこみ具合」を短時間で達成すること

「理想の水のしみこみ具合」

= 水平方向にも垂直方向にも広く同じように水が行きわたること

< 基本の実験方法 >

(それぞれ10回の平均値で比較)

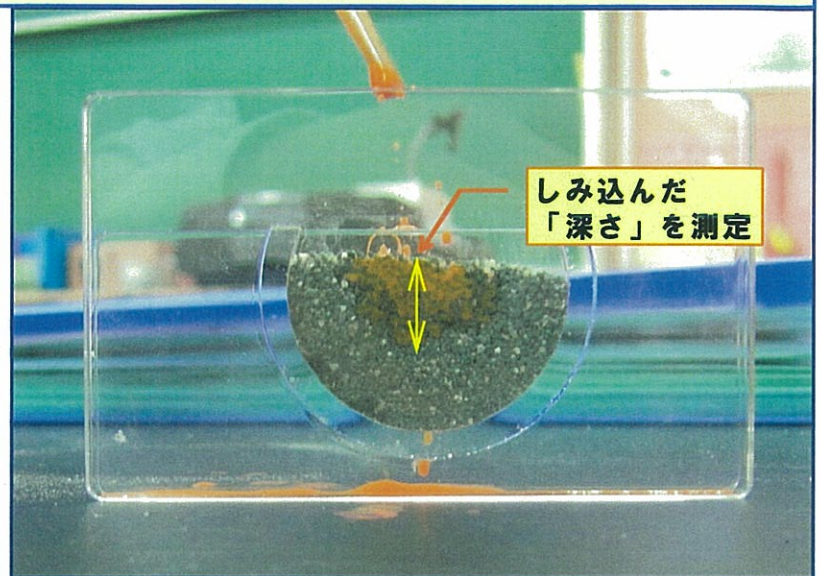
○水平方向のしみこみ方調べ

→ 100mlのビーカーに花壇の土を50ml自然な状態に入れ、上からピペットで水1mlを5秒間かけて垂らし、広がった面積を測定する。

○垂直方向のしみこみ方調べ

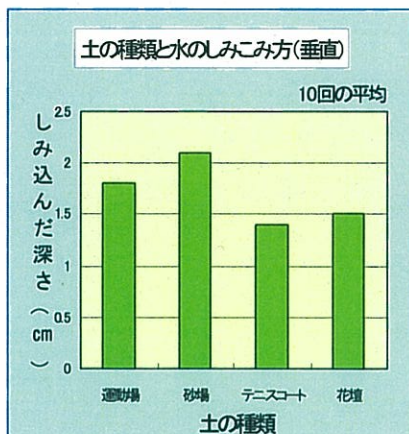
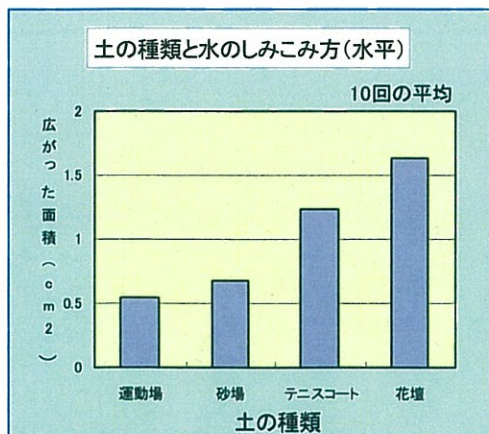
→ 小型観察水槽を使い、花壇の土を自然な状態に入れ、上からピペットで20℃の水を1mlを5秒間かけて垂らし、しみ込んだ水の深さを測定する。

※垂直方向はしみ込み終わるまでの時間も測定する



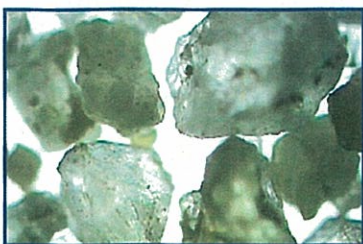
【追究1】様々な条件を変えた時の「水のしみ込み方」を調べる

< 実験① > 土の種類を変えて、水のしみ込み方を調べる



運動場と砂場の土は垂直方向のしみ込み、テニスコートの土と花壇の土は、水平方向のしみ込みが大きい。

< 実験② > 土の粒の大きさを変えて、水のしみ込み方を調べる



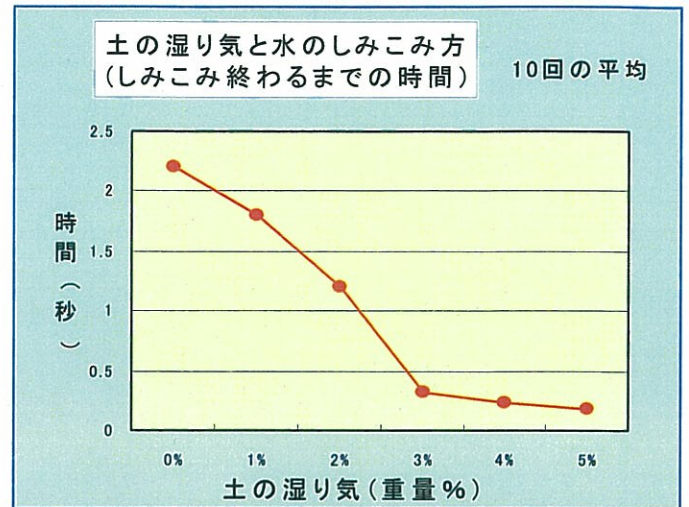
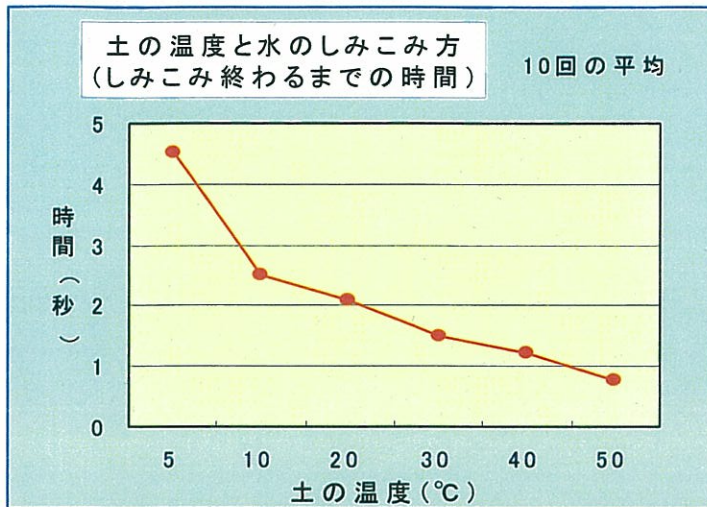
粒の大きい場合、垂直方向の水のしみ込み方が大きくなり、逆に粒の小さい場合は水平方向の水のしみ込み方が大きくなる

粒が大きいと「すき間」も大きい (×40)

<実験③④> 土の湿り気、温度を変えて、水のしみ込み方を調べる

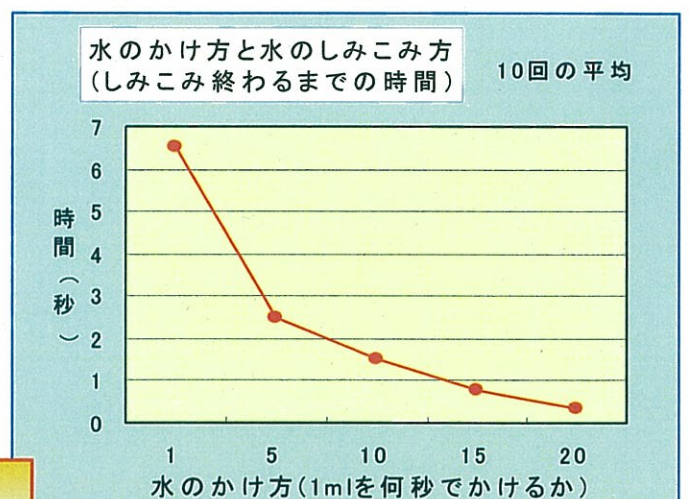
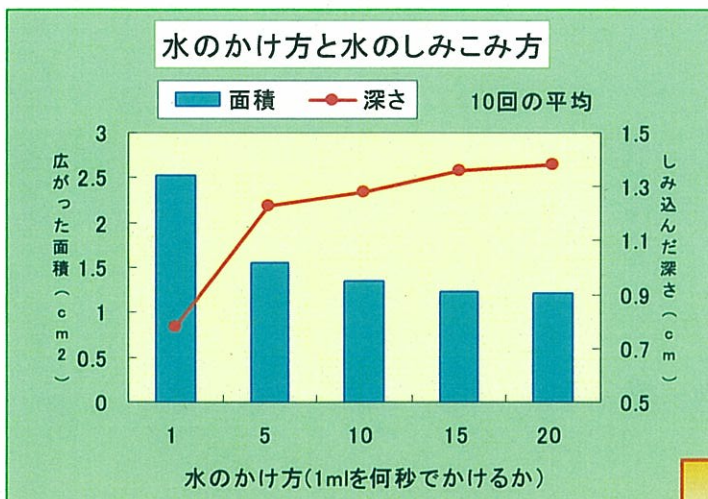
○水分が多いほど、しみ込む広さと深さは大きい

○土の温度が30~40℃の時、水がしみ込む広さも深さも大きくなる



なぜ土の温度が高かったり、土の湿り気が大きいと、水は早くしみ込むのか

<実験⑤> 水かけの仕方を変えて、水のしみ込み方を調べる



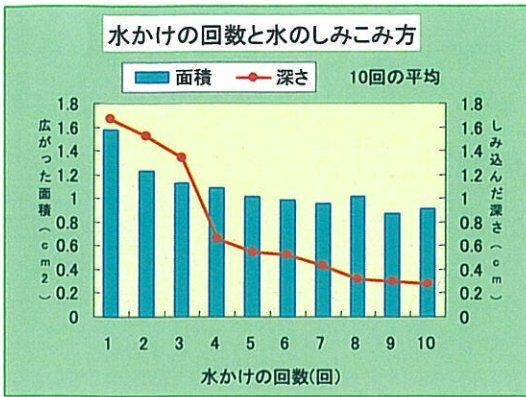
時間をかけると深くしみ込み、短時間でかけると広がりやすい



<なぜ短時間だと横に広がるのか?>

水がしみ込む前に流れてしまう!

< 実験⑥ > 水かけの回数を変えて、水のしみ込み方を調べる



水かけをすればするほど、水はしみ込みにくくなる



しみ込み終わるまでの時間も長くなる

【追究1のまとめ】(様々な条件を変えた時の水のしみ込み方)

- ① 運動場と砂場の土は垂直方向のしみ込み方が大きく、テニスコートの土と花壇の土は、水平方向のしみ込み方が大きい。また花壇の土やテニスコートの土はしみ込み終わるまでの時間が長い。
- ② 粒の大きい場合、垂直方向の水のしみ込み方が大きくなり、粒の小さい場合は水平方向の水のしみ込み方が大きくなる。
- ③ 土に含ませる水分が多いほど、しみ込む広さと深さは大きくなる。
- ④ 土の温度が30~40℃の時、水がしみ込む広さも深さも大きくなる。また、水がしみ込み終わるまでの時間は、土の温度が高いほど短くなる。
- ⑤ 時間をかけて水をかける方が、より深く水を土にしみ込ませることができる。しかし、面積については短時間でかけた方が水が広がりやすい。
- ⑥ 水かけをすればするほど、水はしみ込みにくくなる。また、水がしみ込み終わるまでの時間も長くなる。

【追究途中で生まれてきた疑問】

- ① 砂場や運動場の土は、なぜ水が垂直方向にしみ込みやすいのか？
- ② 湿った土や温度が高い土の場合、水がしみ込みやすいのはなぜか？
- ③ 水かけを繰り返すと水がしみ込みにくくなるのはなぜか？

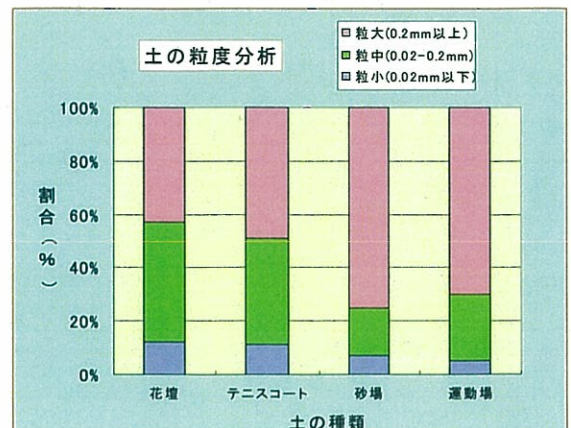
【追究2】砂場や運動場の土はなぜ水が垂直方向にしみ込みやすいのか調べる

< 実験① > 土の粒度分析を行う

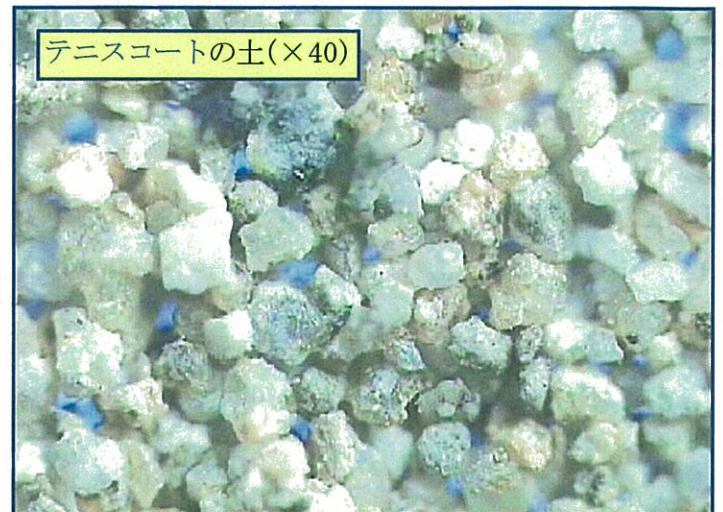
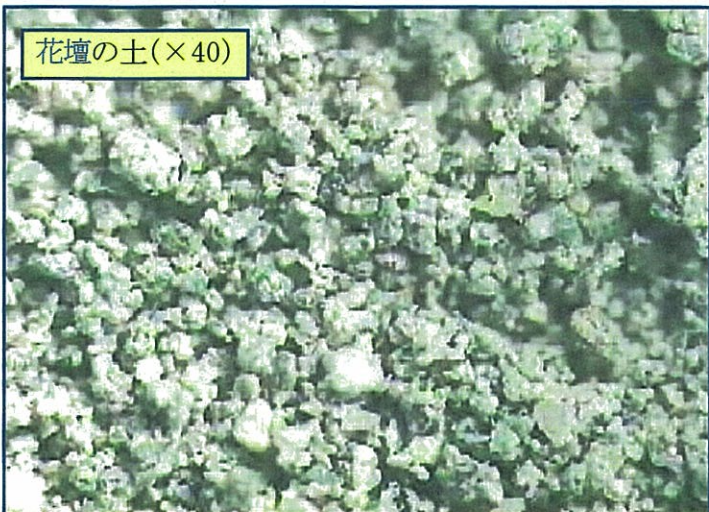
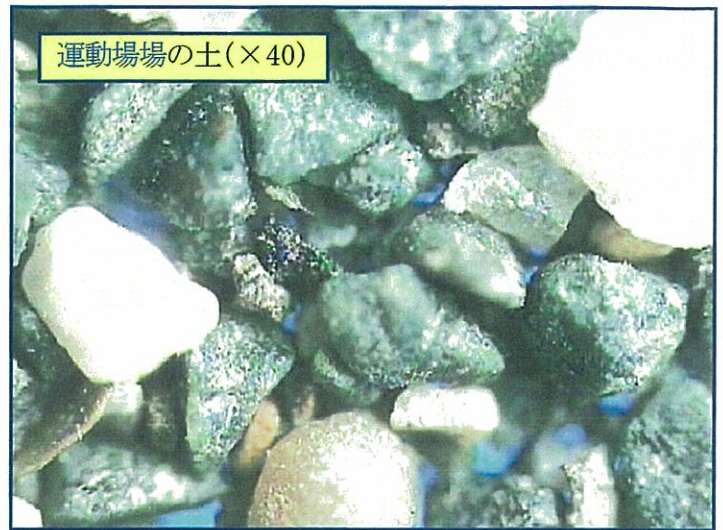
(質量の割合を求める)

大型ふるいを使い、粒大、中、小に分け、質量の割合を求める

砂場や運動場の土は
粒大の割合が大きい(70%以上)



<実験②>土の粒の様子を顕微鏡で観察



砂場と運動場の土は大きな粒が目立つ。
しかし花壇とテニスコートの土は、比較的小さな粒が多い

<実験③>土の表面に、水滴が接触した時の様子を調べる

ピペットで水を垂らし、水滴が接触した時の様子をデジカメで撮影し分析



運動場の土では水が土に接触した瞬間、吸い込まれ跡形もなくなる
花壇の土では水滴はすぐにはしみ込まず、表面で水滴が円盤のように変形

【追究2のまとめ】(砂場や運動場の土は水が垂直方向にしみ込みやすいわけ)

- ・花壇やテニスコートの土は、土の粒が小さく水がすぐにはしみ込まない。しかし、砂場や運動場の土は、土の粒が大きいいため水滴が接触した時、土の粒に水がついたり、すき間を入ったりしてしまう。このため砂場や運動場の土は垂直方向にしみ込みやすい。

【追究3】しめった土や温度が高い土の場合、

水がしみ込みやすいのはなぜか調べる

＜実験1＞乾燥させたものと5%水分を含ませたもので、水滴が接触した時の形を調べる



完全に乾燥させた「花壇の土」

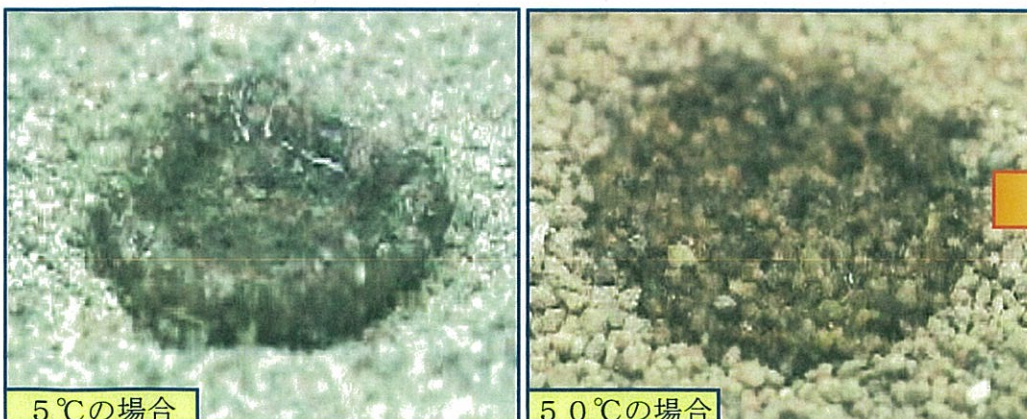
水滴が土を取り込み、膜を作っている



5%水分を含ませた「花壇の土」

乾燥させた土は、**半球状の水**滴になった。**土の膜**ができるため水平方向には全く広がらず、垂直方向にゆっくりしみ込む。
水分を含ませた方では、**湿った土と水**が**良くなじみ**、水滴は土に接触するとすぐに水平方向に大きく広がっていく。

＜実験2＞表面の温度を5度～50度にし、水滴が接触した時の形を調べる



5℃の場合

50℃の場合

＜5℃の場合＞
水滴が土の粒を**取り込む**

＜50℃の場合＞
水滴が土に**吸い込まれる**

【 追究 3 のまとめ 】 (湿った土や温度が高い土に水がしみ込みやすいわけ)

- ・ 湿った土の場合、水となじみやすく、水滴にならず広く水が地面を覆う。そのため、水はしみ込みやすくなる。また、乾いた土の場合、細かい土の粒が水滴をおおってしまう。このことも、水がしみ込みにくい原因となっている。
- ・ 温度が高い土の場合、水となじみやすく、水滴にならず広く水が地面を覆う。そのため、水はしみ込みやすくなる。

【 追究 4 】 水かけを繰り返すと、

水がしみ込みにくくなるのはなぜか調べる

< 地面が固くなる原因 > (過去の科学部研究「雨降って地固まるは本当か」より)

- ① 雨が降ることで、地面が締まる(粒と粒の間隔が狭くなる)
- ② 雨が降ることで、細かい粒が大きい粒の間に入り固くなる
→ 細かい粒の果たす役割については調べる事ができていなかった

雨が降る(水をかける)ことによって、土の粒の様子が何か変化する？

畑に盛っておいた 4 種類の土を再度観察

ほとんどの土の表面が
固くなっていた



「土」は日数がたち、雨にさらされると表面が固くなり「よろい」のようになる
これを「土のよろい」と名付けた (表面の数mmの厚さ)

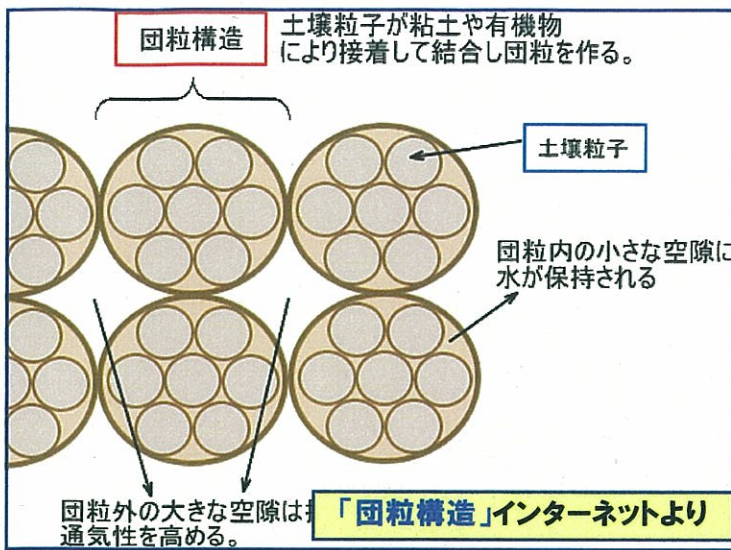
< 実験 ① > 花壇の土をシャーレに入れ、水を十分与え表面の粒の様子を観察

土の表面に水が浮くまで十分水を与え、
土粒子の様子を観察

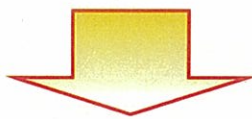
大きい粒の間のくぼんだところに
「細かい粒」がたまった



<実験②>花壇の土にスプレーで水をかけた時の表面の様子を観察



水を霧状態にして、十分水をかけ、一日かけてゆっくり乾燥させ、顕微鏡で観察

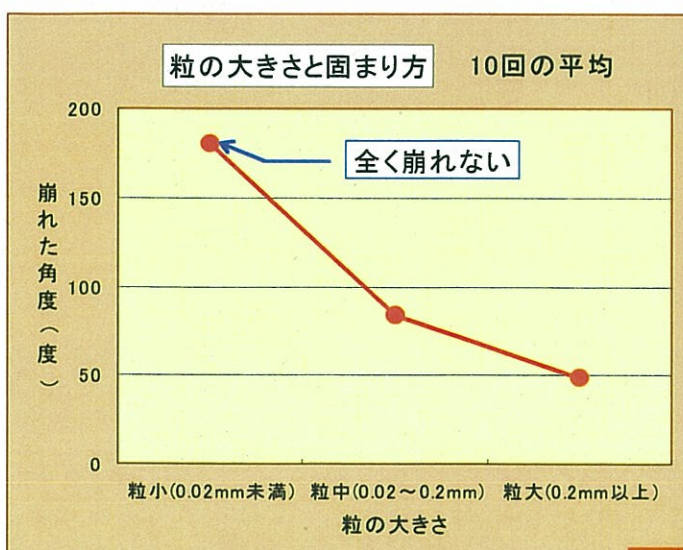


「団粒構造」は崩れ、「粉」のようなものが大きな粒にへばりついてすき間も埋めている様子を確認

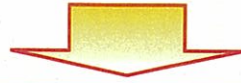


<実験③>花壇の土の粒大，粒中，粒小を使い，水を加え乾燥させ固まるか調べる

水を加えた後，加熱して乾燥させ，皿を何度傾けたら崩れてくるか調べた



- ・粒の大きさが大きいほど崩れやすい。
- ・粒小の場合180度(ひっくり返すこと)にしても全く崩れない。
- ・「粘土粒子」が接着剤となり、土の粒子を固め「土のよろい」を作っている。



「土のよろい」の裏には水は染み出てこない！

【追究4まとめ】(水かけを繰り返すと、水がしみ込みにくくなるわけ)

- ・水かけを繰り返すと、地表の団粒構造が崩れる。崩れた団粒はより細かな粘土粒子となり、やや大きい粒のすき間を埋め、接着剤のようにくっつける。このことによってできた、「土のよろい」は水がしみ込みにくく、表面を水が流れてしまうため、効果的に水やりを行うことができない。

5 研究のまとめ(効果的に水かけをする方法)

- ①一度に激しくたくさんの水をかけると水が土となじむ前に表面を流れてしまうので、弱い水勢で何度もかけるとよい。
- ②水勢を強くして水をかけると、土の表面の団粒構造が崩れ、それが大きな粒と粒の間に入り、「土のよろい」を作ってしまう。したがって、この場合も水勢を弱くして水をかけることが大切である。
- ③「土のよろい」ができてしまった土に対しては、とがったものなどで、よろいを壊し水を通しやすくすることで効果的な水かけができるようになる。