

最優秀賞

●研究テーマ

**どろどろ
～三国の丘のふもとに暮らして～**

三国中学校3年

木部 由布佳さん**動機**

近所の神社の後ろの木が切られた。すると、見えていなかったとても急な斜面が見え、もし大雨が降ったら土砂崩れになるのではないかと不安に思えた。そこで、どんな条件だと土砂崩れになるのか調べてみようと思った。

内容

土砂崩れは砂の中の水の量、砂の粒子の大きさ、砂に含むことのできる水の量、木の根っこがあるかないかが関係すると思う。

そこで、まず砂に含まれている水分量について調べてみた。砂は、粗い海の砂、畑、神社のような細かい砂を使った。粗い砂は元々水を含んでなく、細かい砂は多くの水を含んでいた。

次に、水分量と崩れる角度の関係について調べた。粗い砂と細かい砂では崩れ方に違いがあった。

また、砂に含むことのできる水の量も調べた。粗い砂は、あまり含めなかったが、細かい砂はたくさん水を含むことができた。

最後に、木の根っこがあると崩れにくくなるのか調べた。糸を木の根っこに見立てて実験した。粗い砂は、糸があってもなくても崩れる角度は変わらず、細かい砂は、糸の量が多くなると崩れにくくなることがわかった。

まとめや感想

小学4年生から中学3年生までの6年間いろいろな実験をしてきて、今年最優秀賞がもらえてとてもうれしい。今後は、広島のと土砂崩れの時のまき土や住宅地などの砂でも実験していきたい。

1. 実験の動機

家の近くにある住吉神社の後ろの斜面(三国神社の下の崖)にある木が大きくなりすぎ(写真1)、倒れる可能性もある為、7月ごろ伐採された。すると今まで見えなかったビックリするような急な斜面が見えるようになった。(写真2)もし、雨が降ったら土が崩れてくるのではないかと不安に思えた。木などあるか無いかで崩れる角度は違うと思う。さらに、土砂崩れは木がなくなり、雨が降った場合なりやすいと思ひ、この実験を始めた。



写真1. 住吉神社 (伐採前)



写真2. 住吉神社 (伐採後斜面)

富士山(写真3)の様に、大きく土砂崩れにならない様な角度の山や、工事現場(写真4, 5)の様に人工的に砂が積まれ、自然に崩れながら安定な状態で落ち着いている砂山もある。また、木が生えているような林の場合(写真6, 7)、砂山の様な角度よりも、はるかに非常に急角度でありながら、安定であったにも関わらず、大雨などで土砂崩れになる事もある。

平成3年の火砕流の様に、火山灰の様な砂が降り積もり流れる事もある。雪のなだれも同じ。

砂の粒の大きさや、水が含まれている量により、崩れる角度が異なると考えられる。

テーマ名

どろどろ

～ 三国の丘のふもとに暮らして ～



住吉神社
がけ崩れにより
被害が生じるおそれがある区域

2014年8月24日
三国中学校
3年6組
木部 由布佳

坂井市洪水・土砂ハザードマップより

【きれいな山 (砂山)】

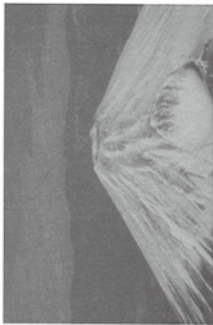


写真3. 富士山

(2013.12.29 飛行機から撮影)

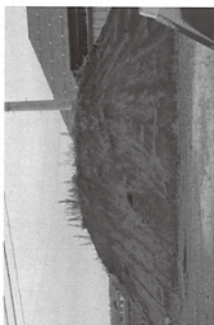


写真4. 工事現場 (2014.8.9.)



写真5. 工事現場 (2014.8.9.)

【崩れた山】



写真6. 国道156号新屋橋付近 (2006.1.24)

引用: <http://www.city.nanto.toyama.jp>



写真7. JR 青海川駅 (2007.7.16)

引用: <http://www.asahi.com/special>

2. 実験

大雨が降ると土砂崩れになる所がある。
土砂崩れは、砂の中の水の量に関係があるのではないかと思う。
崩れるところもあるし、崩れないところもあるのは砂の種類の関係なのか？
崩れなくするには、木の根っこがあると良いのか？

【実験に使用した砂】

粒子の大きな海岸の砂

浜地海水浴場の砂 (写真8)

サンセットビーチの砂 (写真9)

畑の砂 (写真10)

住吉神社裏の砂 (写真11)

粒子の小さな砂

○ 浜地海水浴場の砂

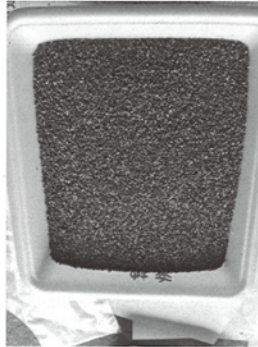


写真8. 浜地海水浴場

約 1.4mm

○ サンセットビーチの砂

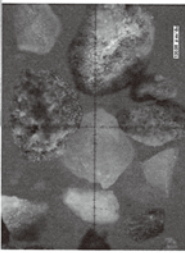


写真9. サンセットビーチ

約 1mm

○ 住吉神社裏の砂

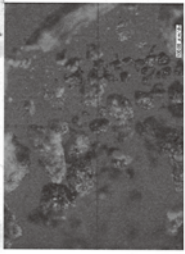
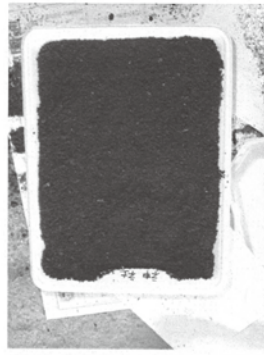
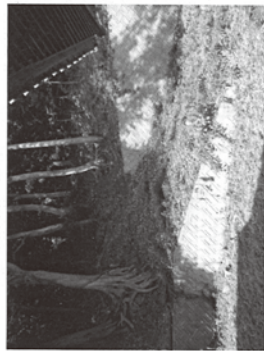


写真11. 住吉神社

大きなかたまりや、根っこなどが
有ったので、ふるいにかけた。

大きいもので 約 0.1~0.2mm

○ 畑の砂

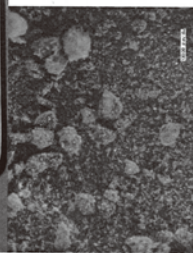
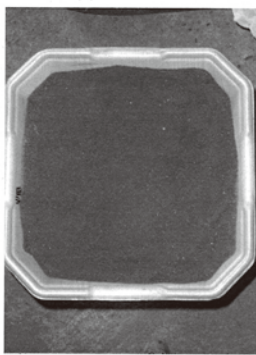


写真10. 畑

大きなかたまりも有ったので、
ふるいにかけた。

大きいもので 約 0.3mm

2-1-1. 砂に含まれている水分量測定

採取したそれぞれ砂にどれくらいの水分が含まれているのか測定した。
 (予想) 一番多く水が含まれているのが神社の砂、次に畑の砂、次にサンセットビーチの砂、一番少ないのが浜地海水浴場の砂だと思う。

◇ 2-1-1. 実験方法

準備物： ・砂 (浜地海水浴場、サンセットビーチ、畑、住吉神社)
 ・はかり

・乾燥用発泡スチロール容器

- 試験条件： 1. 砂を500g量りとり、日の当たる所に干す。(写真12)
 2. 2時間ごとに重さを測定し、記録する。(写真13)



写真12. 砂の乾燥

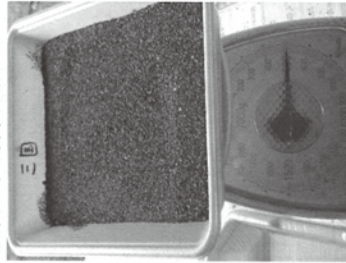


写真13. 砂の重さ測定

◇ 2-1-2. 結果

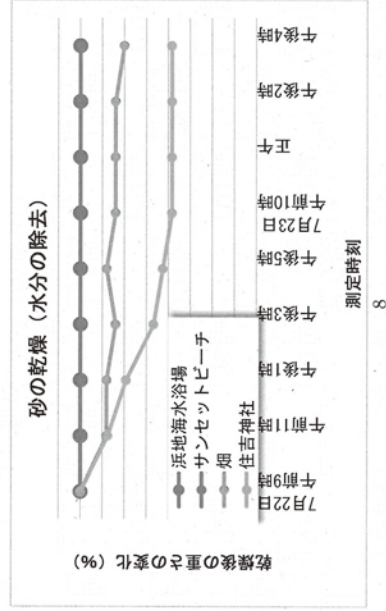
表1. 砂の乾燥 (砂の重さ (g))

	7/22		7/23		7/23		7/23	
	am9	am11	pm1	pm3	pm5	am10	am12	pm4
浜地海水浴場	500	500	500	500	500	500	500	500
サンセットビーチ	500	500	500	500	500	460	460	450
畑	500	470	470	460	470	380	380	380
住吉神社	480	450	430	400	390	380	380	380

表2. 乾燥後の重さの変化 (%) : 採取した初期の重さを100%として計算

	7/22		7/23		7/23		7/23	
	am9	am11	pm1	pm3	pm5	am10	am12	pm4
浜地海水浴場	100	100	100	100	100	100	100	100
サンセットビーチ	100	100	100	100	100	100	100	100
畑	100	94	94	92	94	92	92	92
住吉神社	100	94	90	83	81	79	79	79

グラフ1. 乾燥後の重さの変化 (%)



◇ 2-1-3. まとめ

サンセットビーチの砂と浜地海水浴場の砂は、乾燥している間ずっと重さが変わらず100%だった。(水を含んでいなかった。)(グラフ1)

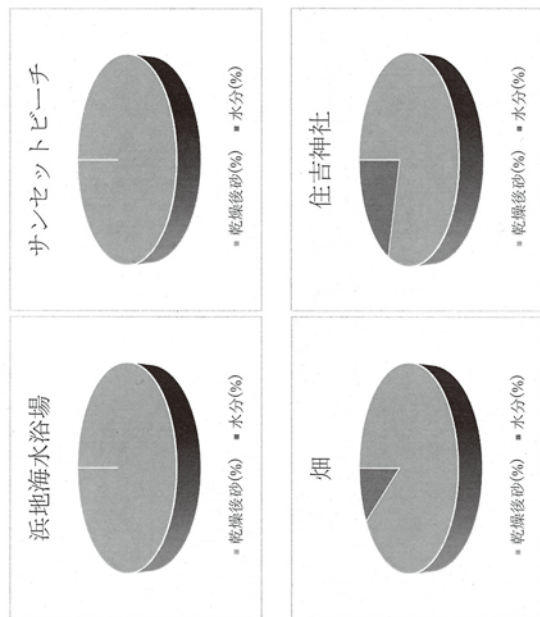
住吉神社の砂は、乾燥している間は重さが減り続けて、70%で一定になった。(21%水を含んでいた。)(グラフ1)

畑の砂は、乾燥している間は重さが少しずつ減って、90%になった。(10%水を含んでいた。)(グラフ1)

予想と同じように、神社の砂は水を含んでいる量が多かった。畑の砂も水を含んでいる量が多く、サンセットビーチの砂と浜地海水浴場の砂は水を含んでいなかった。

乾燥した砂の重さを一定とした場合、採取した時の砂と水の比率は下の様に書き直すこともできる。

グラフ2. 砂と水分の比率



採取時の砂と水分の比率

採取場所	砂	水分
浜地海水浴場の砂	100g	0g
サンセットビーチの砂	100g	0g
畑の砂	100g	11.1g
住吉神社の砂	100g	26.6g

2-2. 実験方法の検討

土砂崩れを家の実験で表現するために、砂を箱の中に入れて、箱を傾けていき砂の崩れる角度を測定した。(崩れやすいものは、小さな角度で崩れてしまう。) ます、実験の条件を一定にするため、砂の量で崩れる角度は変わるのか調べた。

◇ 2-2-1. 実験方法

- 準備物： ・ 縦 10 cm、横 20 cm、高さ 12 cmのプラスチック容器
 ・ はかり
 ・ 分度器
 ・ 乾燥した砂 (サンセットビーズの砂)

試験条件： 1. 乾燥させたサンセットビーズの砂をプラスチック容器に入れる。
 (写真15)

- ※ 容器の下に不織布を貼って、砂が滑らないようにした。(写真14)
 2. ゆっくり容器を傾けて、砂が崩れ始めた角度を読む。
 砂の量による崩れ始めの傾角を確認した。
 3 回繰り返して実験した。

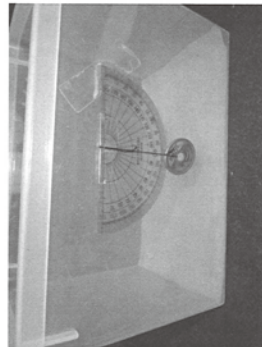


写真14. 不織布、分度器を付けた様子

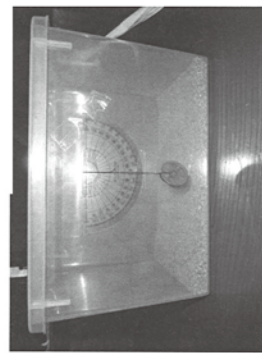


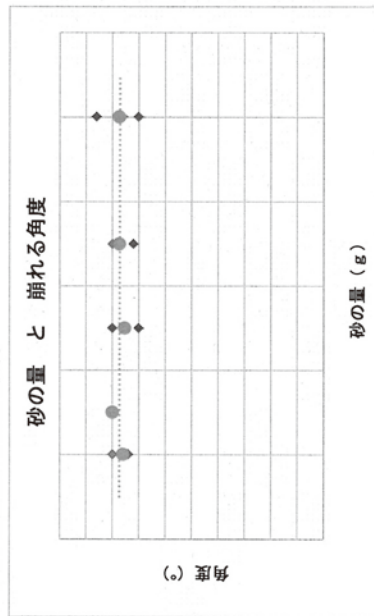
写真15. 容器に砂を入れた様子

◇ 2-2-2. 結果

表3. 砂の量と崩れる角度(度)

砂の重さ (g)	1回目	2回目	3回目	平均
200	37	37	40	38.0
300	40	40	40	40.0
500	35	40	38	37.7
700	36	40	40	38.7
1000	43	35	38	38.7

グラフ3. 砂の量と崩れる角度



◇ 2-2-3. まとめ

試験に使った砂の重さによって、崩れた角度やばらつきに大きな違いはなかった。砂の量が少ない時は変化が少なくて分かりにくく、多い時は砂が大量に必要な量になってくるので、これからの実験は砂の量を500gとした。(グラフ3)

(容器の下に不織布を貼らない場合、プラスチックで全体が滑ってしまおうので、不織布を貼った。)

2-3. 水分量と崩れる角度

土砂崩れは、砂に含まれる水の量に影響を受けると思う。また、砂の種類によっても、崩れやすさは変わると思う。

よって、砂の種類と水の量で崩れる角度は違うのかを調べた。

神社の砂と畑の砂は、水を含める量が多いと思うので、なかなか崩れないと思う。一方、サンセットビーチの砂と浜地海水浴場の砂は、水を含める量が少ないと思うので、早く崩れてしまうと思う。

◇ 2-3-1. 実験方法

準備物： ・縦 10 cm、横 20 cm、高さ 12 cmのプラスチック容器
 ・はかり
 ・分度器
 ・スポイト
 ・水
 ・乾燥した砂
 （浜地海水浴場の砂、サンセットビーチの砂、畑の砂、住吉神社の砂）

試験条件： 1. 乾燥させた砂をプラスチック容器に入れる。

※ 容器の下に不織布を貼って、砂が滑らないようにした。

2. 決まった量の水を加えて、全体が均一な状態になる様に混ぜる。

3. ゆっくり容器を傾けて、砂が崩れ始めた角度を読む。

水の量による崩れ始めの傾向を確認した。

3回繰り返して実験した。

◇ 2-3-2. 結果

水分量と崩れた角度： 砂の量 500g

※ 水色の差りつぶしは、それぞれの初期の砂

浜地海水浴場の砂

表 4. 水分量と崩れた角度：

水の量 (g)	0	5	10	25	55	100	133	180	250
1回目	40	57	70	67	70	85	85	85	85
2回目	45	60	66	60	72	85	85	85	85
3回目	38	58	60	63	75	85	85	85	85
平均	41.0	58.3	65.3	63.3	72.3	85.0	85.0	85.0	85.0

0g：採取した時の状態

100g： 少しでも水があふれる（飽和に近い）

133g・180g・250g： 水があふれる

表面の砂は傾けるとすぐに流れるが、残った砂は85°でも大丈夫
 (写真16)

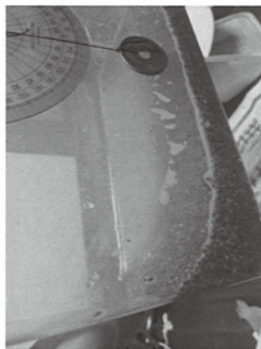


写真16. 表面の砂が流れる様子

サンセットビーチの砂

表5. 水分量と崩れた角度 :

水の量 (g)	0	5	10	25	55	100	133	180	250
1回目	35	60	65	67	73	75	85	85	85
2回目	40	55	65	65	68	80	85	85	85
3回目	38	53	58	72	80	70	85	85	85
平均	37.7	56.0	62.7	68.0	73.7	75.0	85.0	85.0	85.0

0g: 採取した時の状態

100g: 飽和に近い

133g・180g・250g: 水があふれる

250g: 勢いよく傾けると、砂は流れる (波打ち際の状態) (写真17)
 ゆっくり傾けると、水だけが抜け、かたい砂になる
 (水が飽和状態→比較的かたい)

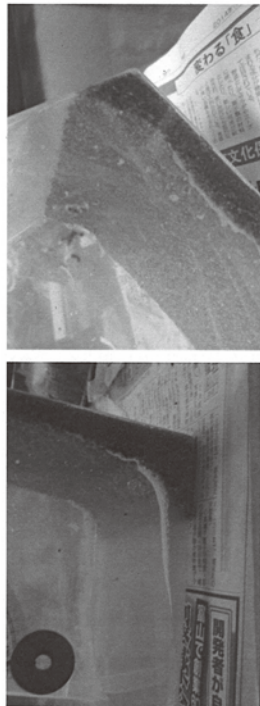


写真17. 水250gの様子 (波打ち際の状態)

畑の砂

表6. 水分量と崩れた角度 :

水の量 (g)	0	5	10	25	55	100	133	180	250	300
1回目	48	43	52	55	58	70	85	85	85	85
2回目	45	48	50	51	57	72	85	85	85	85
3回目	47	48	51	52	58	73	85	85	85	85
平均	46.7	46.3	51.0	52.7	57.7	71.7	85.0	85.0	85.0	85.0

55g: 採取した時の状態

100g: 土がかたい

133g: 飽和に近い (写真18)

180g・250g・300g: 傾けると水があふれる (写真19)

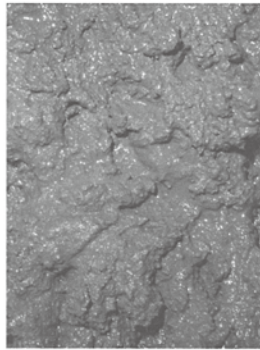


写真18. 水の飽和に近い様子

写真19. 水があふれている様子

住吉神社の砂

表7. 水分量と崩れた角度

水の量 (g)	0	5	10	43.3	42.7	56.7	74.7	79.7	85.0	85.0	85.0	400
1回目	45	45	43	42	58	78	80	85	85	85	85	85
2回目	47	50	45	41	55	72	80	85	85	85	85	85
3回目	48	43	42	45	57	74	79	85	85	85	85	85
平均	46.7	46.0	43.3	42.7	56.7	74.7	79.7	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0

133g: 採取した時の状態

100g・133g・180g: 土がかたい

250g: 少しだけ水があふれる (飽和) (写真20)

300g・400g: 水があふれる (写真21)

表面の砂は傾けるとすぐに流れるが、残った砂は85°でも大丈夫

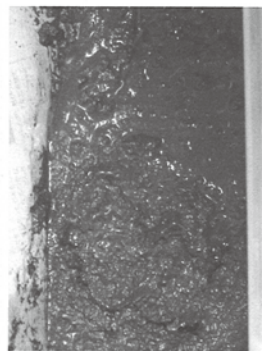


写真20. 水が少しあふれる様子

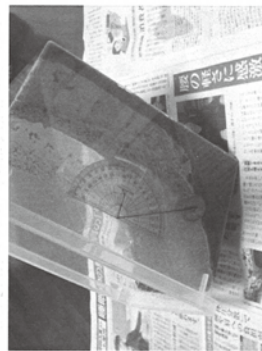


写真21. 表面の砂が流れた様子

◇ 2-3-3. まとめ

表8. 水分量と崩れた角度 : まとめ

水の量 (g)	0	5	10	25	55	100	133	180	250	300	400
浜地海水浴場	41.0	58.3	65.3	63.3	72.3	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0	
サンセットビーチ	37.7	56.0	62.7	68.0	73.7	75.0	85.0	85.0	85.0	85.0	
畑	46.7	46.3	51.0	52.7	57.7	71.7	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0
住吉神社	47.2	46.3	43.4	42.9	56.2	73.6	79.6	85.0	85.0	85.0	85.0

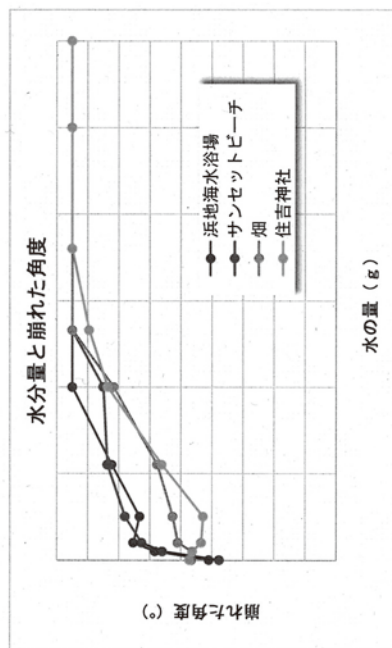
0g: 畑の砂と住吉神社の砂の方が崩れにくかった。

5g~133g: 浜地海水浴場の砂とサンセットビーチの砂の方が崩れにくくなった。

採取した時の砂の状態では、畑や住吉神社の砂の方が圧倒的に崩れにくい。

(特に、住吉神社の砂は崩れにくい。)

グラフ4. 水分量と崩れた角度

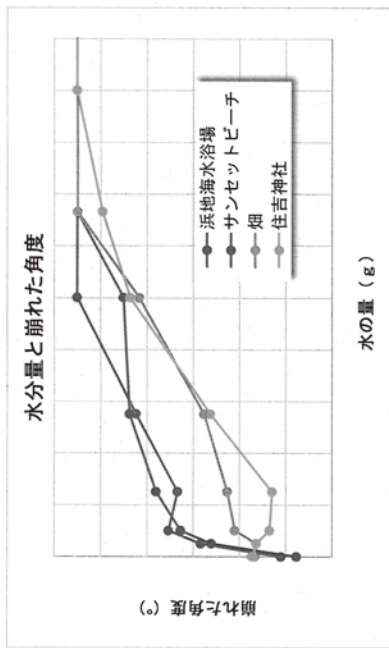


大きな変化は分かるが、小さな変化は分かりにくい。

小さな変化を見るために、拡大して見やすくしてみた。(グラフ5)

2-4. 砂に含まれる水分量

グラフ5. 水分量と崩れた角度 (拡大)



乾燥している時、細かい住吉神社の砂 (0.1~0.2mmほど) と畑の砂 (0.3mmほど) は崩れにくかった。

しかし、砂に水を入れていくと浜地海水浴場とサンセットビーチの砂の方が崩れにくくなった。

粒子の大きな浜地海水浴場の砂 (1.4mmほど) とサンセットビーチの砂 (1mmほど) は、すぐに水が飽和してしまい、上に溜まった水と一緒に表面の砂が流れてしまった。(波打ち際みたいな状態)

ただし、水はけが良く、残った砂は固くなり、留まることができるので85°以上でも崩れなかった。

畑の砂と住吉神社の砂は、表面の少しの砂だけは傾けるとすぐに流れるが、残った砂は85°以上でも崩れなかった。

土砂崩れになるのは、水分を限界まで含んで飽和になってしまった時に起こると思う。

でも、砂の粒の大きさによって水分を含める量は違うと思う。

そこで、それぞれの砂は最大でどれだけの水分を含むことができるのかを調べた。また、それぞれの砂の水はけの良さも調べた。

もともと、住吉神社の砂と畑の砂は水を多く含めるのでたくさん水を含むことができると思う。一方、サンセットビーチの砂と浜地海水浴場の砂はあまり水を含むことができないと思う。

◇ 2-4-1. 実験方法

準備物： ・ 小さなカップ (65ml)

- ・ はかり
- ・ スポイト
- ・ 水
- ・ お茶出しパック (不織布)
- ・ 水きりネット
- ・ ひも
- ・ 乾燥した砂

(浜地海水浴場の砂・サンセットビーチの砂・畑の砂・住吉神社の砂)

試験条件： 1. 乾燥させた砂をカップに入れる。砂の重さを量る。(重さ①)

※ 水65g入る容器。(写真22)

2. 水をあふれる寸前まで加える。重さを量る。(重さ②)

3. 1. 2. を2回繰り返す。

4. お茶出しパックに2回分の砂を全量入れる。(写真23)

5. さらに砂の入ったお茶出しパックを水きりネットに入れる。

6. しっかりひもで縛る。(写真24)
7. 思いっきり回し、水分を飛ばす。(写真25)
8. 重さを測定する。(重さ③)

計算方法

$$\text{Max水 (最大量)} = \text{重さ②} - \text{重さ①}$$

$$\text{Min水 (最小量)} = \text{重さ③} - \text{重さ①}$$

$$\text{減少量} = \text{Max水} - \text{Min水}$$

$$\text{乾燥比重} = \text{重さ①} \div 65$$

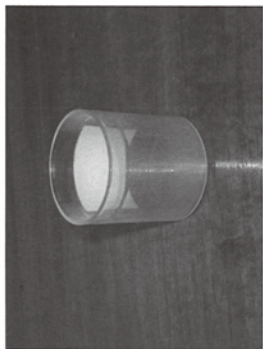


写真22. 容器 (65ml)



写真23. 砂の入ったお茶パック

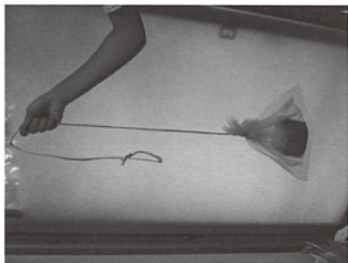


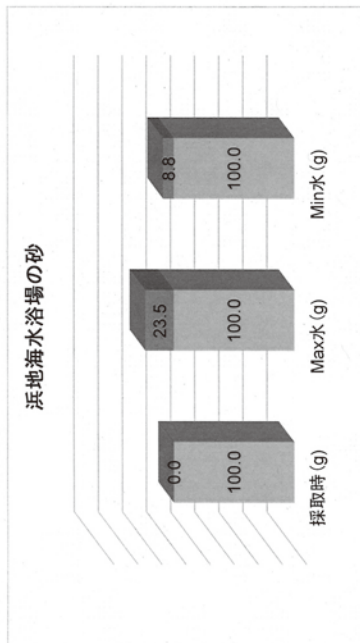
写真24. ひもで縛った様子



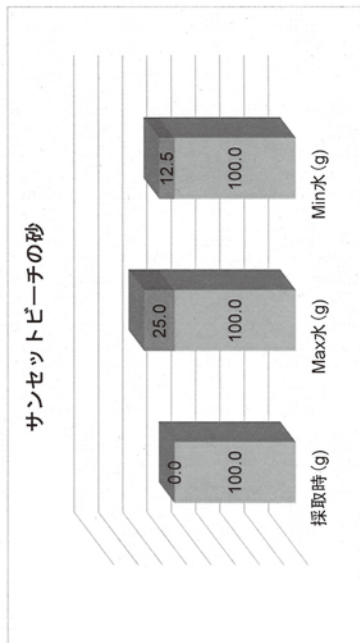
写真25. 水分を飛ばしている様子

◇ 2-4-2. 結果

グラフ6. 砂に含まれる水分量 : 浜地海水浴場の砂 (1.4 mmほど)

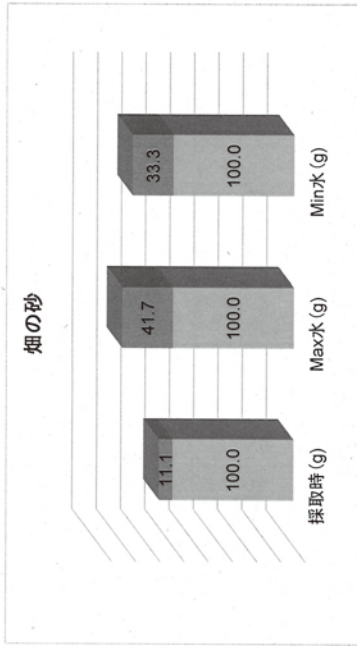


グラフ7. 砂に含まれる水分量 : サンセットビーチの砂 (1 mmほど)



◇ 2-4-3. まとめ

グラフ8. 砂に含まれる水分量 : 細の砂 (0.3 mm ほど)



グラフ9. 砂に含まれる水分量 : 住吉神社の砂 (0.1~0.2 mm ほど)

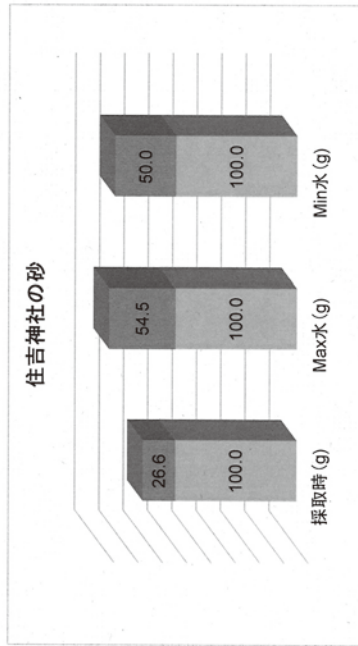
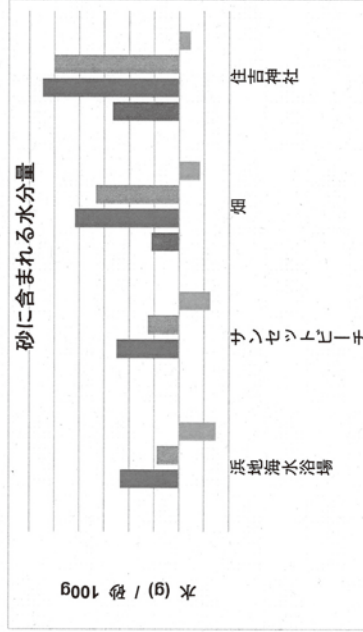


表9. 砂 100g あたりに含まれる水分量 (g)

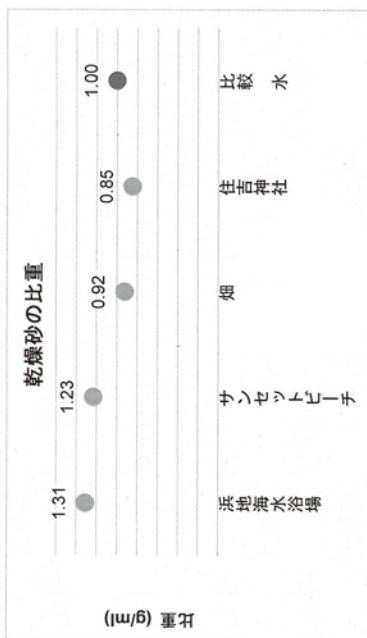
	粒子 (mm)	採取時 水分 (g)	Max 水分 (g)	Min 水分 (g)	減少量 水分 (g)	乾燥 比重
浜地海水浴場	0.14	0.0	23.5	8.8	-14.7	1.31
サンセットビーチ	0.1	0.0	25.0	12.5	-12.5	1.23
畑	0.3	11.1	41.7	33.3	-8.3	0.92
住吉神社	0.1~0.2	26.6	54.5	50.0	-4.5	0.85
比較 水						(1.00)

グラフ10. 砂に含まれる水分量 (まとめ)



採取時・Max・Min の状態の水の量は粒子の細かい畑と住吉神社の砂が多いが、減少量は粒子の大きな浜地海水浴場とサンセットビーチの砂が多い。(グラフ10)

2-5. 崩れなくするには



粒子の細かい畑と住吉神社の砂は、水より比重が軽く、粒子の大きな浜地海水浴場とサンセットビーチの砂は、水より比重が重い。(グラフ11)

粒子の細かい畑の砂と住吉神社の砂はたくさん空気を含んでいるといえる。

採取時：畑と住吉神社の砂の水の量が多い。

Max (最大量)：畑と住吉神社の砂の水の量が多い。

Min (最少量)：畑と住吉神社の砂の水の量が多い。

粒子の細かい畑と住吉神社の砂は保水性がある。

一方、粒子の大きい浜地海水浴場とサンセットビーチの砂は水を排出しやすい。

畑と住吉神社の砂は、水より比重が軽く、浜地海水浴場とサンセットビーチの砂は、水より比重が重い。

畑の砂と住吉神社の砂はたくさん空気を含んでいる。

比重の量だけ、水をたくさん含むことができる。

今までの実験で、土砂崩れは水の量と砂の粒子の大きさにより違いがあることが分かった。

では、土砂崩れにならないためにはどうすればいいのか？

実験の動機で思ったように木(根)があると、崩れにくくなるのかを調べた。

木の根っ子は入れにくいので、代わりにする物として糸を短く切って実験した。

※ 木の根っ子 ⇒ 糸 (2~3cmに切った物)

◇ 2-5-1. 実験方法

準備物： ・縦 10cm、横 20cm、高さ 12cmのプラスチック容器

・はかり

・分度器

・スポイト

・水

・糸 (1mまたは3mを2~3cmに切った物)

・乾燥させた砂 (浜地海水浴場の砂と住吉神社の砂)

試験条件： 1. 乾燥させた砂と糸をよく混ぜてプラスチック容器に入れる。

※ 容器の下に不織布を貼って、砂が滑らないようにした。

2. 決まった量の水を加えて、全体が均一な状態になる様に混ぜる。

3. ゆっくり容器を傾けて、砂が崩れ始めた角度を踏む。

水の量による崩れ始めの傾向を確認した。

3回繰り返して実験した。

砂： 浜地海水浴場の砂 (1.4mmほど) 、 住吉神社の砂 (0.1~0.2mmほど)

◇ 2-5-2. 結果

表 10. 水分量と崩れた角度 : 浜地海水浴場の砂+糸 1 m

水の量 (g)	0	5	10	25	55	100	133	180	250	300
1 回目	48	50	55	70	68	85	85	85	85	85
2 回目	46	48	55	68	72	85	85	85	85	85
3 回目	45	52	57	68	70	85	85	85	85	85
平均	46.3	50.0	55.7	68.7	70.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0

0g : 採取時の砂の状態

100g : 傾けると少し水が流れる

133g : 表面の砂は水と一緒に流れる

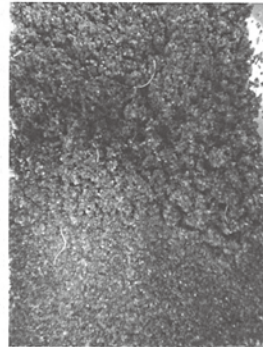


写真 26. 少し水が入った様子



写真 27. 傾けた様子

表 11. 水分量と崩れた角度 : 浜地海水浴場の砂+糸 3 m

水の量 (g)	0	5	10	25	55	100	133	180	250	300
1 回目	48	50	55	65	72	85	85	85	85	85
2 回目	50	48	60	67	77	85	85	85	85	85
3 回目	48	50	57	70	75	85	85	85	85	85
平均	48.7	49.3	57.3	67.3	74.7	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0

0g : 採取時の砂の状態

100g : 傾けると少し水が流れる

133g : 表面の砂は水と一緒に流れる

表 12. 水分量と崩れた角度 : 住吉神社の砂+糸 1 m

水の量 (g)	0	5	10	25	55	100	133	180	250	300
1 回目	50	52	52	58	65	67	85	85	85	85
2 回目	52	52	51	60	65	67	85	85	85	85
3 回目	50	50	51	58	65	68	85	85	85	85
平均	50.7	51.3	51.3	58.7	65.0	67.0	85.0	85.0	85.0	85.0

133g : 採取時の砂の状態

ボロボロ表面の砂は落ちるが、崩れない

180g : ほぼ水 Max. 傾けると表面の砂 (ト口) が流れる

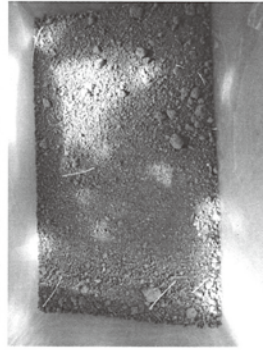


写真 28. 糸が入った様子

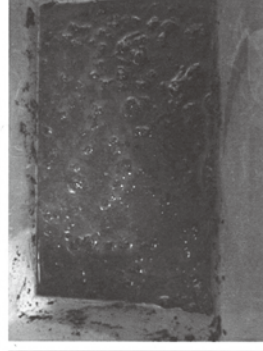


写真 29. ほぼ水飽和の様子

◇ 2-5-3. まとめ

表 13. 水分量と崩れた角度 : 住吉神社の砂+糸 3m

水の量 (g)	0	5	10	25	55	100	133	180	250	300
1回目	57	55	58	63	65	73	83	85	85	85
2回目	53	58	60	65	65	70	85	85	85	85
3回目	55	56	58	62	62	70	82	85	85	85
平均	55.0	56.3	58.7	63.3	64.0	71.0	83.3	85.0	85.0	85.0

133g : 採取時の砂の状態

ボロボロ表面の砂は落ちるが、崩れない

180g : ほぼ水 Max. 傾けると表面の砂 (ドロ) が流れる

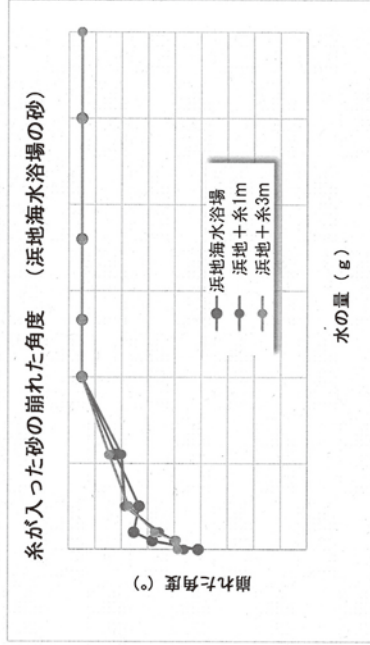
表 14. 水分量と崩れた角度 (まとめ)

水の量 (g)	0	5	10	25	55	100	133	180	250	300
浜地海水浴場	41.0	58.3	65.3	63.3	72.3	85.0	85.0	85.0	85.0	
浜地+糸 1m	46.3	50.0	55.7	68.7	70.0	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0
浜地+糸 3m	48.7	49.3	57.3	67.3	74.7	85.0	85.0	85.0	85.0	85.0
住吉神社	47.5	46.5	43.5	43.0	56.0	73.0	79.5	85.0	85.0	85.0
神社+糸 1m	50.7	51.3	51.3	58.7	65.0	67.3	85.0	85.0	85.0	85.0
神社+糸 3m	55.0	56.3	58.7	63.3	64.0	71.0	83.3	85.0	85.0	85.0

糸を何も入れないときは、浜地海水浴場の砂が崩れにくくなった。
子の細かい住吉神社の方が崩れにくくなった。

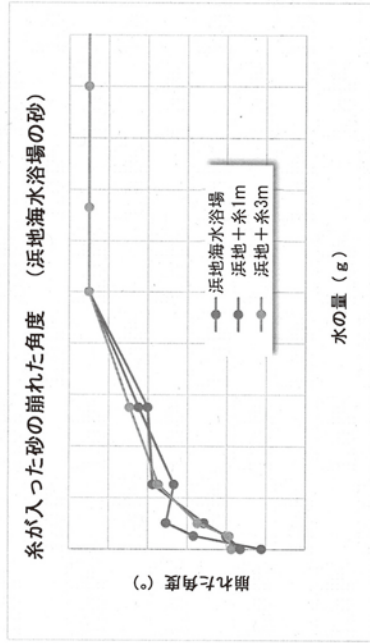
細かい住吉神社の砂は、糸が多く入っている方が崩れにくい、粗い浜地海水浴場の砂は変わらない。

グラフ 12. 糸が入った砂の崩れた角度 : 浜地海水浴場の砂 + 糸



細かい変化を見やすくするために拡大した。(グラフ 13)

グラフ13. 糸が入った砂の崩れた角度 (拡大) : 浜地海水浴場の砂 + 糸



浜地海水浴場の砂は、糸が有っても無くても大きくも小さくは変わらない。



写真30. 糸入り

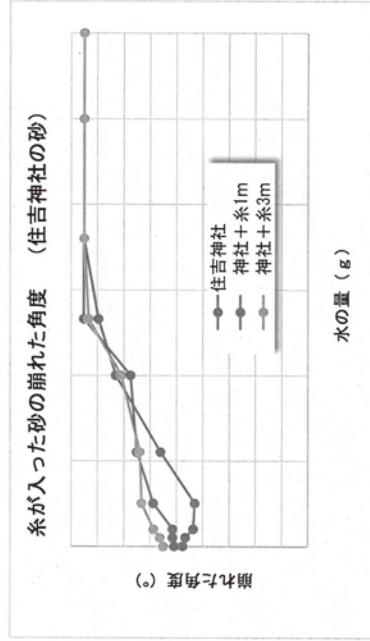


(比較) 写真16. 糸なし

(実験 3-2-3. 結果より)

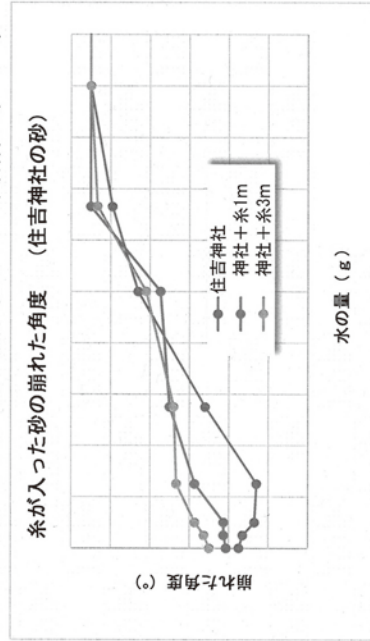
崩れた角度は大きく変わらないが、糸なしだと写真16の様に表面の砂がごっそり流れる。しかし、糸入りの場合は表面の砂が少しかだけ流れる程度になった。

グラフ14. 糸が入った砂の崩れた角度 : 住吉神社の砂 + 糸



細かい変化を見やすくするために拡大した。(グラフ15)

グラフ15. 糸が入った砂の崩れた角度 (拡大) : 住吉神社の砂 + 糸



糸が入っていると水が入っていない時から、明らかに崩れにくくなった。たかさんの水が入っても、糸が入っていると崩れにくい。

3. まとめと考察

家の近くにある住吉神社の後ろの斜面にある木が伐採された。すると今まで見えなかった急な斜面が見えるようになった。木などあるか無いかで崩れる角度は違うと思う。さらに、土砂崩れは木がなくなり、雨が降った場合なりやらずに思い、この実験を始めた。

実験の結果、神社の砂は水をたくさん含んでいる量が多かった。同じような砂の大きさの畑の砂も同じように水を含んでいた。一方、粒子の大きなサンセットビーチの砂と浜地海水浴場の砂は水を含まないかった。

土砂崩れを家の実験で表現するために、砂を箱の中に入れて、箱を傾けていき砂の崩れる角度で測定した。(崩れやすいものは、小さな角度で崩れてしまう。)採取した時の砂の状態では、畑や住吉神社の砂の方が圧倒的に崩れにくかった。(特に、住吉神社の砂は崩れにくい。)

砂が乾燥している時は、細かい住吉神社の砂と畑の砂は崩れにくかったが、水を入れていくと浜地海水浴場とサンセットビーチの砂の方が崩れにくくなった。浜地海水浴場の砂とサンセットビーチの砂は、すぐに水が飽和してしまい、上に溜まった水と一緒に表面の砂が流れてしまう。(波打ち際みたいな状態)ただし、水はけが良く、残った砂は固くなり、留まることができるので85°以上でも崩れなかった。一方、畑の砂と住吉神社の砂は、表面の少しの砂だけは傾けるとすぐに流れるが、残った砂は85°以上でも崩れなかった。

水はけと保水性の関係調べると、畑と住吉神社の砂は保水性がある事が分かった。一方、浜地海水浴場とサンセットビーチの砂は水を排出しやすい。粒子が細かいと、水が狭い所に入り込む「毛細管現象」により、水が抜けにくくなり、あたかも接着剤のようになってきたのだと思う。しかし、粒子が粗いと「毛細管現象」が起こりにくくなるので、水が排出され、水はけが良くなる。

糸を根っこ想定して、実験したところ、糸を何も入れないときは、砂の粒子が粗い浜地海水浴場の砂が崩れにくい、糸を入れると砂の粒子が細かい住吉神

社の方が崩れにくくなった。さらに、細かい住吉神社の砂は、糸が多く入っている方が崩れにくい、粗い浜地海水浴場の砂は変わらない。しかし、浜地海水浴場の砂は糸なしだと表面の砂がごっそり流れ、糸入りの場合は表面の砂が少しだけ流れる程度になる事が分かった。よって、根っこを想定した糸を入れると、砂が糸でつながった様になり、細かい砂の場合圧倒的に崩れにくくなり、粗い砂でも崩れにくくなる事がわかった。

私が不安に思っていたように、木が有るか無いかで崩れやすさが大きく違うことが分かった。さらに、神社の砂と畑の砂は、他の2種類の砂と比べて細かく、水を多く吸収できる事も分かった。砂の保水量としても細かい砂と粗い砂では、大きく違い、毛細管現象の為に、細かな砂は保水量が高いという事が分かった。たくさん木が有ると、その分たくさん根っこも有るので、より崩れにくいと思う。実際の木の根っこは、実験に使った糸と違って細かく繋がっているのもっと崩れにくくなると思う。

よって、住吉神社の後ろの斜面にある木を切ってしまったが、一応根っこは有るので簡単には崩れないと思う。

4. 課題

今回は、浜地海水浴場の砂とサンセットビーチの砂は粗い砂、畑の砂と住吉神社の砂は細かい砂で、中間の粒子の大ききの砂がなかったので、「まさ土」(広島であった土砂崩れの時の砂)や住宅地の砂などでも実験してみたい。

実際の住宅地などに使用する砂に、糸の様なものを混ぜるだけでも、地震などに対してかなり強い砂に変わるのではないかと思った。

5. 参考文献

- ・「多粒子が作るネットワーク ～砂山の崩れに潜む自然の法則～」 富山高等学校自然科学部
- ・「トコトンやさしい界面活性剤の本」 阿部正彦、坂本一民、福井寛著
- ・「土中水分量の測定」 三重大学土壌圏物理学
- ・「きつい斜面ゆるい斜面」 www.civilnet.or.jp