

泥ハネの研究

山口県防府市立 華浦小学校 5年 竹田 悠太

<動機>

雨の日に学校から歩いて帰ると、必ず足やズボンに泥ハネがついている。時には、シャツにまで跳ね上がっている時もある。

友達を見ると、あまり泥ハネをしない人と、ぼくのように泥ハネが多い人がいる。どうしてかなと疑問に思ったので、泥ハネの研究をすることにした。

<目的>

1. どうして泥ハネが起こるのか、メカニズムを解明する。
2. 泥ハネが起こりやすい条件を見つける。
* 靴の種類 * 泥の種類 * 水の量 * 歩き方 * 体重の違い
3. 以上のことから、泥ハネを起こさない方法を考える。

<実験 1> 庭に水をまいて走り、泥ハネの様子を観察する。

泥ハネとはどんな状態なのかを知るために、白いTシャツを着て水をまいた庭を走ってみる。

<方法>

1. 庭に土がびしょびしょになるくらい水をまく。
2. 白いTシャツを着る。
3. サンドルをはいて、土の上を走る。
4. 同様にジョギングシューズ（以後、シューズと言うことにする）をはいて、土の上を走る。
5. Tシャツの様子を観察する。

<結果>

サンダルの方が泥ハネが多かった。

<結果から考えたこと>

サンダルは泥の跡が38個、シューズは16個だった。このことから、サンダルの方がシューズより泥ハネが多いといえる。この違いはどこからくるのだろうか。

サンダルとシューズを手で曲げてみると、サンダルは上にも底方向にも曲がるが、シューズは上方向には曲がるが底方向には曲がらない。この曲がり方が関係しているのだろうか。



この方法では、上半身への泥ハネしか観察できない。また、僕が持っている白いTシャツの枚数は限られているので、たくさんの実験を行うことができない。

それから、庭にまいた水の量がわからないので、水の量に関する結果もはっきりしない。

そこで、他の方法を考えてみることにした。

また、泥ハネがおこっていても、Tシャツにつかなければわからない。今回の研究では、Tシャツなど体についた泥ハネだけを考えることにする。（後ろにはねて体につかなかったものは、考えない）

<実験 2> 背中に半紙をはって、泥ハネの様子を観察する。

実験1の欠点を改良して、肩から下に半紙をつるし泥の上を走った。

また、土の量と水の量を決めて実験した。

<方法>

1. ビニールシートに買った「花の土」(50リットル)をまき、水を10リットルまいた。
その際、花の土は70cm×400cmの大きさにまいた。
2. 半紙を4枚つないで、肩から背中に垂れ下がるようにとめる。
3. 土の上を走る。
4. 半紙に残った泥の跡を観察する。

<結果・結果から考えたこと>



この方法では、半紙が走るたびにひらひらして、上手く泥の跡を残すことができなかつた。半紙が動かなくなるような工夫が必要だということがわかった。また、花の土は中に木ぎれや石が入っていて、泥が跳ねにくい。

<実験 3> 半紙が動かない工夫をして、もう一度実験する

<改良点>

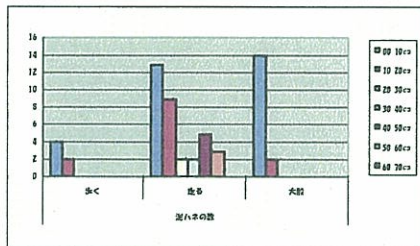
- * 半紙の枚数を4枚から3枚に減らす。(靴で半紙をけてしまうため)
- * 半紙をのすそに竹ひごをつけて、紙がひらひらしないようにする。
- * 靴による違いを調べるために、裸足でも走ってみる。
- * 走り方によって泥ハネが違うような気がするので、走り方を変えてみる。
- * 泥は混ざり気のない、均一な泥を使う。



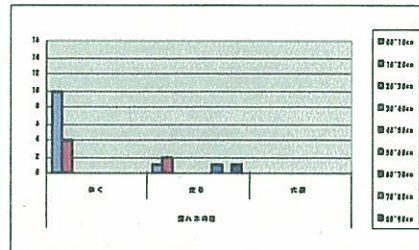
<方法>

1. ビニールシートに均一な泥(60リットル)をまき、水を10リットルまく。その際、泥は76cm×500cmの大きさにまいた。
2. 裸足・サンダル・シューズで土の上を走る。
3. 歩く・走る・大股で走る・の3種類の走り方をする。
4. 半紙に残った泥の跡を観察する。

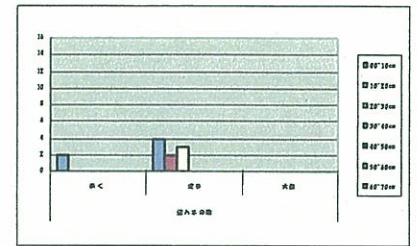
<結果1> 泥ハネの数



裸足



サンダル



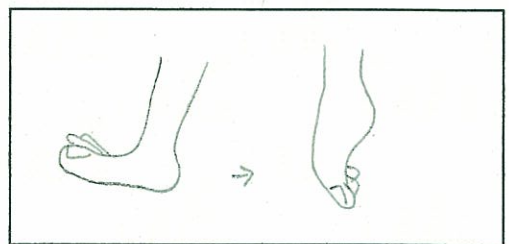
シューズ

<結果から考えたこと>

- ① 泥ハネの数は、裸足のときが一番多く、次にサンダル、シューズの順だった。
- ② 裸足とシューズは走ったときが一番多く、サンダルは歩いたときが一番多い。
- ③ 裸足は大股で走った時ははねたが、サンダルとシューズはまったくはねなかった。

これらのことについて考えたい。

- ① 裸足で歩く時の姿を観察すると、地面を足の指の根元でつかむようにして、後ろにけって歩いている。つまり、後ろにけり上げた足は円を描いている。その円上に半紙があるので、泥ハネが起こる。



サンダルの底を手で曲げてみると底方向にわずかに曲がる。シューズは、底方向にはまったく曲がらない。そこで、どれくらい曲がるかを実験してみた。

<実験3-補足実験>

サンダルとシューズの曲がり方

<方法>

1. サンダルとシューズをそれぞれ立てて、上に重し(広辞苑)をのせて、曲がった長さを測る。

<結果>

この結果から考えると、サンダルは底方向に2.8cm曲がるので、歩く時に後ろにけり上げた足が円を描いていることが考えられる。そのため、歩くと泥



靴の曲がり方 (cm)

	サンダル	シューズ
上方向	1.2	3.2
底方向	2.8	曲がらない

ハネが起こるのである。

シューズは底方向にはまったく曲がらない。よって、歩くとき後ろにけり上げたつま先は下を向いたままだと考えられる。それで、泥ハネは後ろ方向の下向きに行くのではないだろうか。

② 走った時には、後ろに足が高く上がる。裸足の時は歩く時と同様に地面をつかんでけり上げるので、歩く時より大きな円を描いていると考えられる。だから、高いところまで泥ハネが上がるのだ。

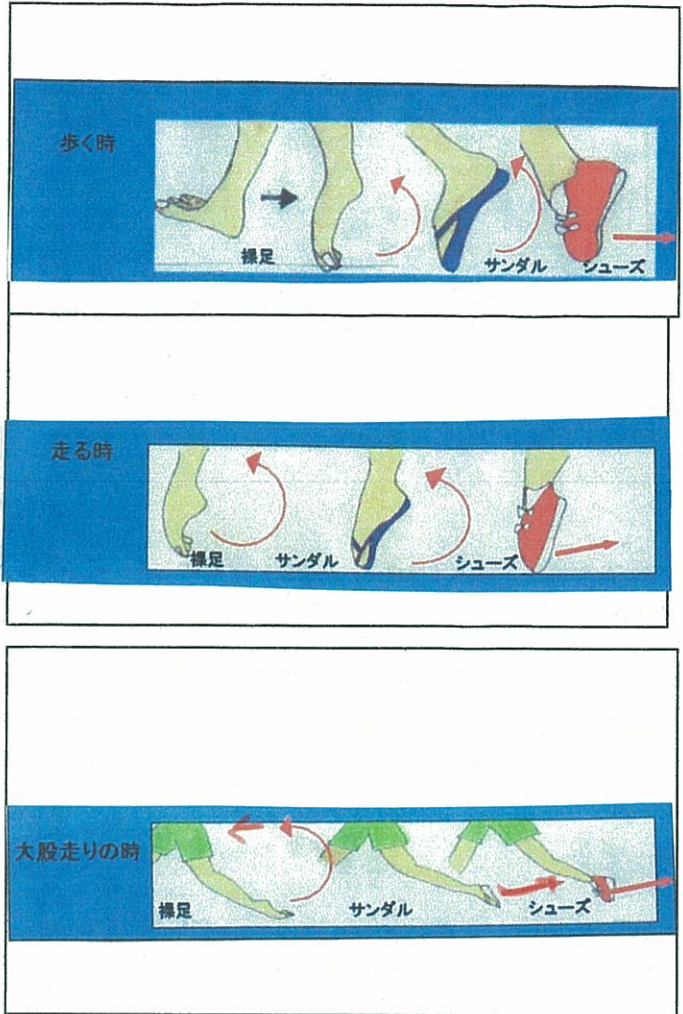
サンダルの時は、後ろにけり上げた円は大きくなるが、底方向にはわずかにしか曲がらないので、

泥ハネは後ろにとんだと思われる。シューズの場合も同様である。

③ 大股で走った時は、歩幅が大きくなるので、後ろにけり上げた円は楕円になると考えられる。

裸足の時は地面をつかむ力も大きくなるので、けり上げた足のつま先が半紙の方を向いているのだろう。それで低い位置にたくさんの泥ハネが出来たのだと思う。

サンダルとシューズの場合、足先は下を向くので、泥ハネは後ろの地面に飛んでいるものと思われる。



<結果2> 泥ハネの大きさ

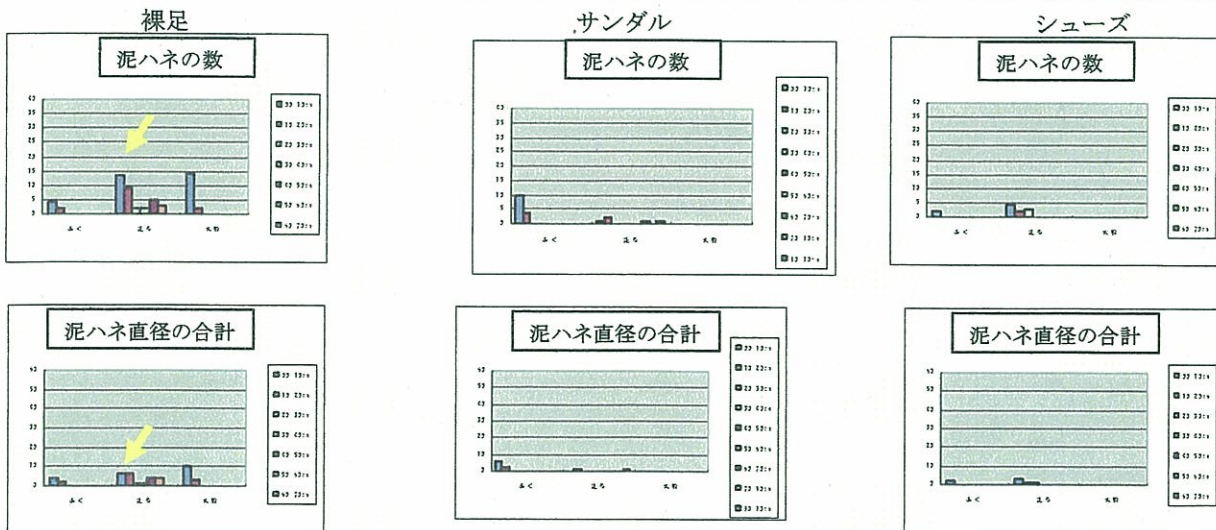
<結果と結果から考えたこと>

泥ハネには数とともに、大きさがある。泥ハネの大きさについて考えることにした。

泥ハネの大きさは、面積を測らなくてはならないが、形はすべてが円形とは限らないし、いびつな形は面積の測りようがない。

そこで、泥ハネの長さを測って、その長さを面積の代わりにすることにした。長さはひとつの泥ハネの一番長いところとした。

泥ハネの大きさだけのグラフを見ていると、よくわからないので、泥ハネの数のグラフと比べてみることにした。



これらのグラフをくらべると、サンダルとシューズは、泥ハネの数と泥ハネの大きさのグラフがほとんど同じ形だということがわかる。このことからわかることは、サンダルとシューズの泥ハネは、一つ一つの大きさが、ほとんど同じであるということだ。

注目したいのは、裸足で走ったときの低い位置（0～10cm）の泥ハネの大きさだ。泥ハネの数に比べて大きさの合計が少ないということは、ひとつひとつの泥ハネの大きさが小さいということだ。これはなぜだろうか？走った時は歩いた時に比べ、足の指で地面をつかむ力が強い。また、足の回転も速い。そのため、はねる泥の大きさが小さくなってしまったと考えられる。

裸足	0.45
サンダル	0.62
シューズ	0.78

「走った時の泥ハネの大きさ」÷「歩いた時の泥ハネの大きさ」の値を出してみた。

確かに、サンダルとシューズは 0.6～0.8 であるのに対し、裸足では 0.45 だった。

このことから、靴を履いた時は歩いても走ってもあまり、泥ハネの大きさに影響はないが、裸足のときは、足裏の力の入れ具合がストレートに泥ハネに反映するものと思われる。

<実験3>では、水10Lをまいて実験をしたが、もっと水分が多いとどうなるかと思ったので、次は水を増やして実験してみることにした。

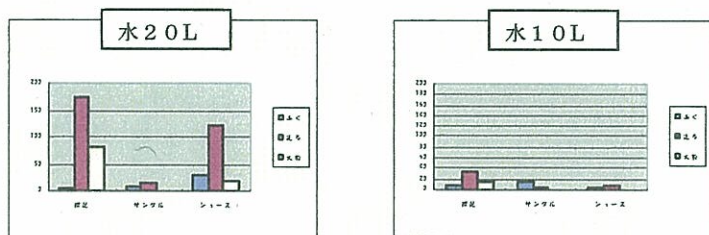
<実験4> 土にまく水の量を20Lにして泥ハネを調べる。

<方法>

1. <実験3>と同じ方法で泥ハネを観察する。ただし、土にまく水の量を20Lにする。

<結果と結果から考えたこと>

20Lの結果だけではよくわからないので、10Lと20Lの結果を比べてみることにした。



裸足とシューズは水が20Lになると泥ハネが大きく増えた。しかし、サンダルはあまり変わらなかった。なぜだろうか？

まず、泥水について考えたい。水の少ない泥水（水10L）と水の多い泥水（20L）では、どちらが泥ハネが起きやすいだろうか？

水が少ないとどろどろとして、重そうだ。実際の重さというよりも、粘度が高くてはねにくいような気がする。

反対に水が多いとサラサラで、はねやすそうだ。だから、20Lの方が泥ハネが多かったのだと思う。

実際、泥がはねた半紙を見ると、水20Lの方が、泥がたくさんついていた。

次に、裸足の場合を考えてみる。走ったときと、大股で走ったときは、泥ハネが大幅に増えた。

やはり、水の多い泥の方がはねやすいということだ。

しかし、歩いた場合は、10Lでも20Lでもほとんどはねなかった。これは、はねた泥が後ろへとんで、半紙まで届いていないということだろう。

サンダルの場合は、水10Lと20Lはほとんど変わらず泥ハネはほとんどなかった。

これも裸足で歩いた場合と同じく、はねた泥が半紙まで届かなかったのだろう。

シューズの場合、水10Lではほとんど泥ハネがなかったのに、水20Lでは、歩いたときも走ったときも大股で走ったときもすべて泥ハネが大きく増えた。

サンダルではほとんどなかった泥ハネが大きく増えたのはなぜだろうか？その原因を探ることにした。

そのためにまず、水が20Lに増えた場合、泥ハネの粒が小さくなってはねやすくなったのではないかと考えた。そこで、「泥ハネの直径の合計」÷「泥ハネの数の合計」で、「泥ハネ一粒の大きさ平均」を出してみた。

泥ハネ一粒の大きさ平均（単位はcm）

* 裸足

	歩く	走る	大股
10L	1.08	0.65	0.83
20L	1.08	1.05	0.74

* サンドル

	歩く	走る	大股
10L	0.60	0.44	0
20L	0.53	1.45	0

* シューズ

	歩く	走る	大股
10L	0.90	0.60	
20L	0.56	0.78	0.81

しかし、一貫性は見られなかった。また、平均を出すためにはある程度の数の泥ハネがなくてはならないが、データが少ないものもあるので、これらの値はあまりあてにならないと思う。

そうすると、泥ハネの原因は靴そのものの形（構造）にあるのかもしれない。

そこで、サンダルとシューズを見比べてみることにした。

まず、横から見て、つま先の上がり具合を比べて。

サンダル つま先は床から約2cm上がる。シューズのつま先は床から約3cm上がる。

どちらも床から約2～3cm上がっていて、大きく違うとは言いがたい。

そこで、裏面を観察することにした。

もちろん、靴の種類が違うので、裏の模様も違うが、よく観察してみると、大きく違う点に気がついた。

サンダルはつま先には溝がないのに対して、シューズにはつま先に細いV字型の溝がある。その溝はつま先まで続いている。

もし、水がこの溝を伝っているとする、つま先から小さな粒となって泥ハネが起こるはずだ。

その上、この溝はとても細いので、もし泥水の水分が少ない場合、泥は通ることができないのかもしれない。

試しに、この溝に「ねりケシ（練って使う消しゴム）」を詰めて手でシューズを動かしてみた。

上手く写真は撮れなかったが、こうするとあまり泥がはねないような気がした。

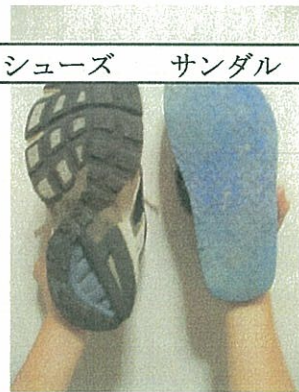
しかし、ねりケシはすぐに取りれてしまうので、シューズの底全体をガムテープで覆って実験をしてみることにした。

<実験4-補足実験>

シューズの裏にガムテープを貼って、水20Lの泥水で再実験してみる



シューズ サンダル



ねりケシで溝を埋める

<方法>

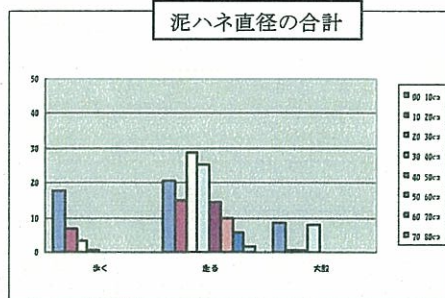
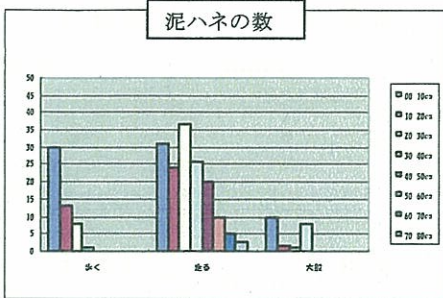
1. シューズの裏にガムテープを貼って、<実験4>と同じ方法で実験する。

<結果・結果から考えたこと>

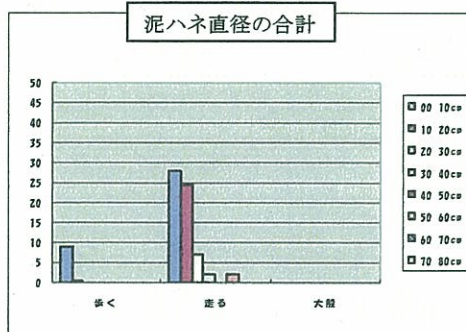
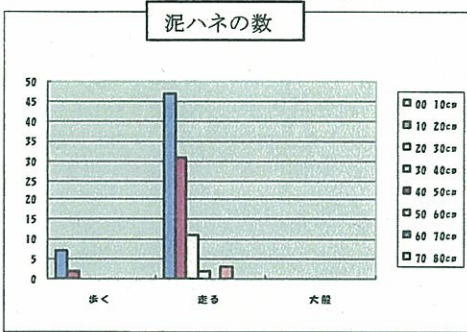
早速、水20Lのガムテープありとガムテープなしを比較することにした。



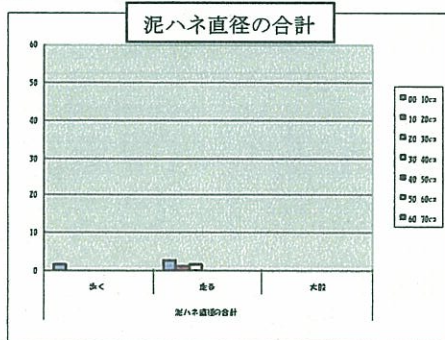
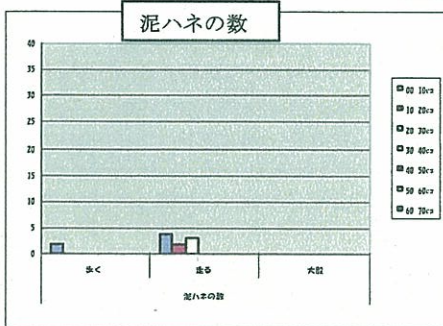
ガムテープなし



ガムテープあり



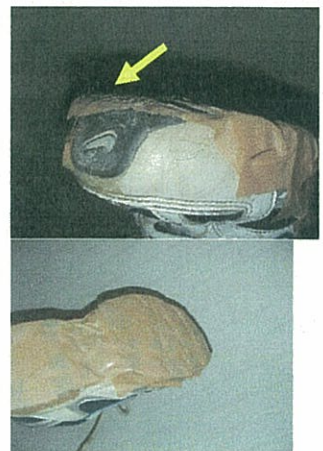
水10L (参考)



思った通り、ガムテープを貼ったシューズでは、泥ハネが大幅に減った。しかし、歩いた時も走った時も、低い位置にはたくさんの泥ハネができた。不思議に思ったので、もう一度よくシューズの裏を見てみると、つま先わずか1mmくらい、ガムテープがはっていなかった。

この小さいすき間から、小さな泥ハネがとんだのだと思う。

そこで、ガムテープをしっかりと貼って、もう一度実験をしてみることにした。

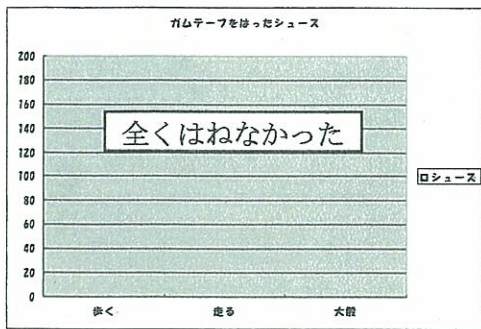


<実験4ー補足実験ー再実験>

<方法>

シューズの裏にしっかりとガムテープを貼って（溝が完全に隠れるように）再実験する。

<結果>



<結果から考えたこと>
 思った通り、泥ハネは全くなかった。
 つまり、泥ハネは靴の裏の溝が原因だったことになる。そう考えると、裸足の時の泥ハネも、足裏の指の間や付け根を溝と考えることができる。



このことから考えると、雨の日に泥ハネをさけるには、靴裏に縦方向の溝がない靴を履くことが大切だとわかる。

<水20Lの実験をした後に気付いたこと>

実験をした後に、走った後の泥を見てみた。するとところどころに水たまりができていた。その時ばかりは、水たまりの中に足を踏み込んだときの「ばしゃっ」という感覚を思い出した。

もし、20Lの泥ハネがあの水たまりに踏み込んだ一歩のときだけで出来ていたら、これは「20L」での実験にはならないのではないか、そう考えた。

そこで試しに、20Lの水をまいた泥をガンゼキでならして全体を均一にしてもう一度実験をしてみることにした。

<実験4-補足実験2>

水20Lをまいた泥をガンゼキでならして歩いたり走ったりしてみる。

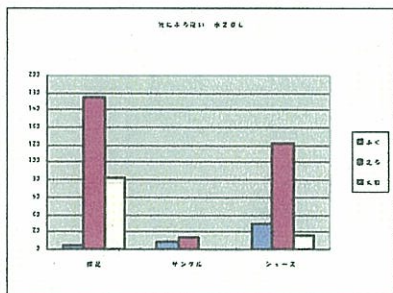
<方法>

1. <実験4>と同じ方法で実験をする。ただし、水をまいた後、ガンゼキで泥をならして均一な状態にする。

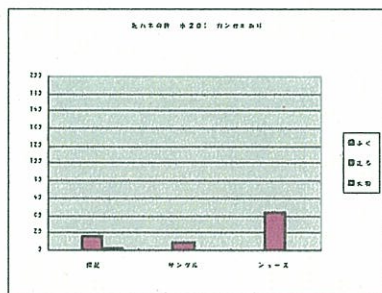
<結果・結果から考えたこと>

同じ20Lで、ガンゼキでならさないものと、ならしたものを比較した。

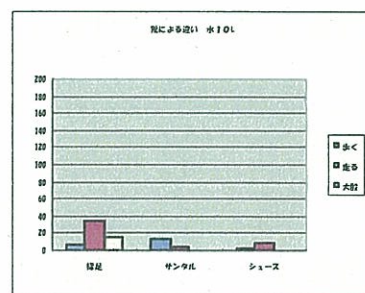
ガンゼキなし



ガンゼキあり



水10L (参考)

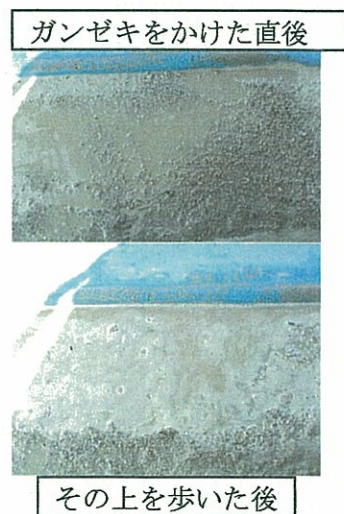


すると、泥ハネはほとんどなくなり、参考までに比べてみた水10Lのときと大差はなくなった。ということは、泥ハネの起きやすさは、水の量だけではなく、泥水の状態にもよるのだろうか。

ここで、泥水の状態の変化を観察した。

ガンゼキをかけた直後は、泥と水が混ざって均一の状態になる。しかし、その上を歩いたり走ったりすると、そこがくぼんで水たまりができる。

そして、泥水をそのまま放置しておくと、泥と水が分離したような状態になって、その後は水分が蒸発していく。



水20Lでも、ガンゼキをかけるとほとんど泥ハネがなくなったので、これではまだ水が少なすぎると思い、次は水をもっと増やして実験をしてみることにした。

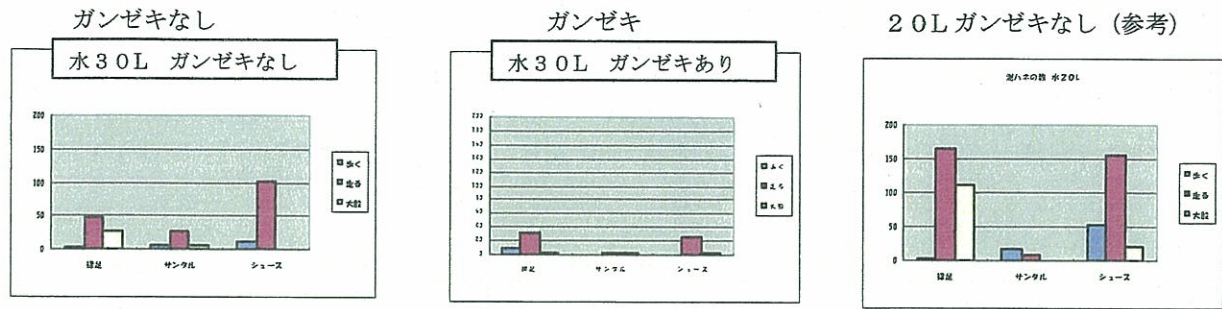
<実験5> 土にまく水の量を30Lにして泥ハネを調べる。

<方法>

1. <実験3>と同じ方法で泥ハネを観察する。ただし、土にまく水の量を30Lにする。また、泥水をならさないでそのままの場合と、ガンゼキでならした場合の2通りの実験をする。

<結果・結果から考えたこと>

結果をグラフにあらわしてみた。



30Lのガンゼキなしとガンゼキありを比べると、20Lと同じように、ガンゼキありのものは、あまり泥ハネがなかった。

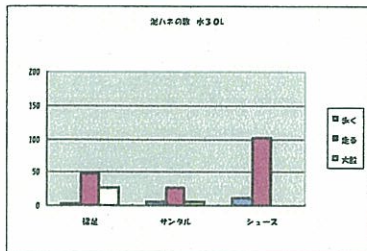
そこで、20Lのガンゼキなしと比較してみた。結果は、20Lよりも泥ハネは少なくなった。これは、どういうことだろうか？

実験の写真を撮ってもらっている母に聞いてみると、確かに20Lより30Lの方が、よくはねていたという。それなのに半紙に泥ハネがあまりついていないのはなぜだろうか。半紙を観察してみると、裏側にも泥ハネがついていた。今までの実験の半紙を確認してみたが、裏側に泥ハネがついたのはなかった。

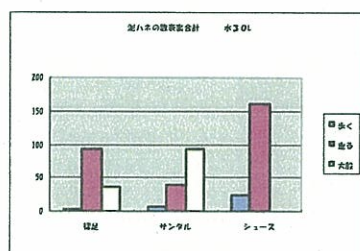
よく考えてみると、今日は今までになく風が強く、逆風の中を走る感じだった。だから、半紙が後ろにはためく感じがした。また、半紙を固定している竹ひごが、だんだん弱くなってきて、おさえがきかなくなってきたようだ。それで余計にはためいたのかもしれない。

そこで、表の泥ハネと、裏側の泥ハネを合計してもう一度考え直すことにした。

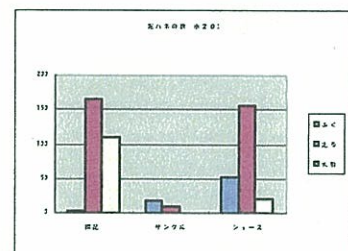
30L ガンゼキなし 表だけ



30L ガンゼキなし 表裏



20L ガンゼキなし



30Lの裏表を合計したものと、20Lを比較すると、30Lの方が多いのも少ないのもあって、比較はできなかった。

泥の状態を考えてみると、水の量が20L以上になると水たまりができ、その上に入ってしまうとたくさんの泥ハネができるので20Lと30Lを比較することにはあまり意味がないように思う。

*水の量について

今まで、10L・20L・30Lと実験をしたが、30Lの時は、泥を盛った横(側面)から水がしみ出してくる感じで、これ以上水の量を増やすのは無理だと感じた。そこで、水の量はこれ以上増やさないことにする。

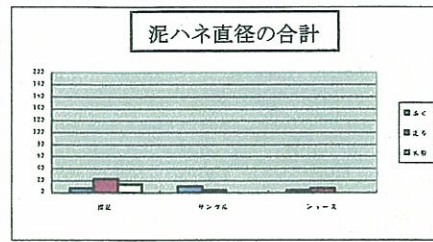
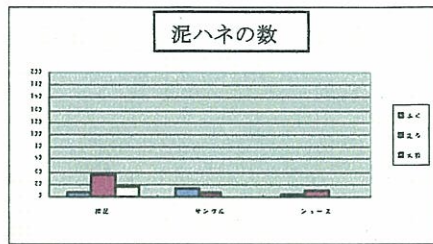
<違う角度からの検討>

そこで今度は、同じ条件で靴の違いによる(裸足も含む)泥ハネの様子を検討することにした。その時に、はねた高さはその時の泥の状態が大きく変わるので、合計数で比較することにした。

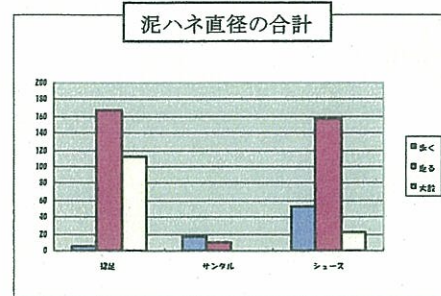
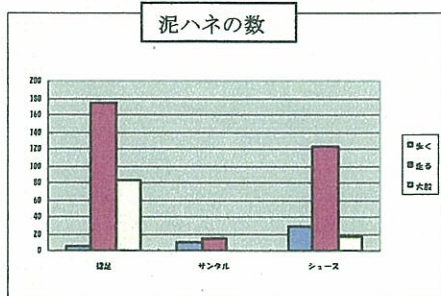
<結果・結果から考えたこと>

これらの結果をグラフに表してみる。

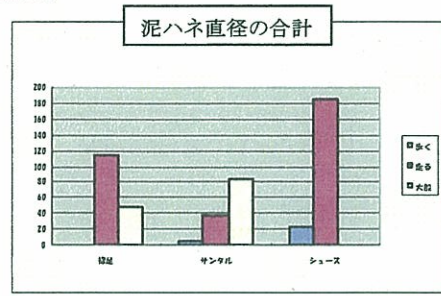
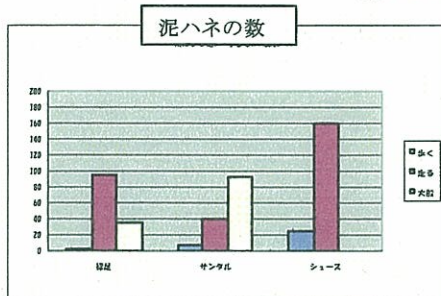
水 1 OL



水 2 OL



水 3 OL (表裏)



これらのグラフからいえることは、水1 OLと2 OLは泥ハネの様子が大きく違うが、2 OLと3 OLは比較ができないということだ。(＜実験4 結果から考えたこと＞より)

ここでは、靴による違いを考えることにする。

まず、言えることは、「サンダルは泥ハネが少ない」ということだ。次に、「裸足の時は、歩く時がいちばん泥ハネが少ない」ということもいえる。それから、「シューズの時は、大股で走ると泥ハネが少ない」ということもいえる。

ただし、これらの結果はあくまでも今回使用したサンダルとシューズについていえることで、靴の裏の模様(溝)が変わると、泥ハネも変わる可能性が高い(＜実験4-補足実験より＞)

次は、体重の違いによる泥ハネの違いを実験してみることにした。

僕の体重は約30kgだ。もし、体重が重かったら、泥ハネはどうなるのだろうか。僕より体重の重い、父か母に実験してもらおうとも考えたが、背の高さや歩き方が変わるので、僕自身が米10kgを抱えて歩いたり、走ったりすることにした。

＜実験5＞ 体重を重くして、歩いてみる

体重を重くしたら、泥ハネがどうなるかを調べるために、米10kgを抱えて歩き、泥ハネの様子を観察する。

＜方法＞

＜実験3＞と同じ方法で実験する。ただし、リュックサックに入れた米10kgをお腹側にしよって、実験をする。(ぼくの体重は約30kg)

＜結果・結果から考えたこと＞

僕は、体重が重くなったら、泥ハネはひどくなると予想した。なぜなら、体重が重いと地面をける力も大きくなると思ったからだ。

米10kgを抱えて歩いたり、走ったりするのは大変だった。でもなるべく普通と同じように歩いたり走ったりした。



結果は、米10kgだけではわからないので、同じ条件の水10Lのものとは比較することにした。



これらのグラフを比べてみると、裸足の時は米10kgは泥ハネが大きく減ったが、サンダルとシューズではあまり変わらない。これはなぜだろうか？

まず、裸足の時はかかえた米が重くて足が泥にめりこむ感じがした。だから、足首をかえして歩くことができなかった。それで、泥がはねなかったのだと思う。

次に、サンダルとシューズの時は、もちろん裸足と同じように力を入れたが、直接足指で泥をつかむわけではないので、体重の重さは泥ハネに直接は影響しなかったと思われる。

<今回の研究でわかったこと>

1. 雨の日は、ビーチサンダルで歩くと泥ハネが少ない。
2. 雨の日は、走らずに歩いたほうが泥ハネは少ない。
3. 裸足の時は、歩くと泥ハネが少ない。
4. シューズの時は、大股で走ると泥ハネが少ない。
5. 靴の底の溝が縦方向だと泥ハネしやすい。
6. 靴の底に溝がないと泥ハネは起らない。
7. 同じ水の量でも、ガンゼキでならして均一にすると泥ハネは起きにくい。
8. 76cm×500cmで泥が60Lの場合、水が20L以上になると飽和になって、結果は出なくなる。(水の量よりも、表面の状態により結果が変わる。)
9. 体重が重い場合、裸足だと泥ハネは減るが、サンダルやシューズの時にはあまり変わらない。

<来年の課題>

今年はサンダルとシューズの2種類の靴について調べたが、他の靴についても調べてみたい。
 また、人によって歩き方が違うので(ガニ股か内股か、など)、歩き方の癖による違いについても調べてみたい。
 また、地面が泥の場合、砂の場合、アスファルトの場合など、地面の違いによる泥ハネの違いについても調べたい。

<感想>

今まで雨の日は、泥はねがするのは仕方がないと思っていたが、靴や歩き方を変えるとあまりしなくなることがわかって、有意義な研究だったと思う。

今後は靴を買う時に、裏の模様にも気をつけて買いたいと思う。
 また実験の途中で、防府市で豪雨による土砂災害が起きた。僕の実験用の泥が流されてしまうというアクシデントが起きた。再度、実験用の土作りをするとき雨水を含んだ土はとても重くて苦労した。この体験を通して現在、手作業での作業で土砂を取り除いて下さっているボランティアの方々の苦労がわかり、感謝の気持ちでいっぱいになった。

