

歩行者への車の水しぶき防止

群馬県立高崎高等学校
荒勇毅 秋山拓翔 竹田真

1. はじめに

雨の日、歩行者が車の水しぶきをかけられることがよくある。親切に車側が水たまりを避けてくれればいいが、全てのドライバーがそうであるとは限らない。また、対向車への水しぶきは視界不良につながり大変危険である。そこで、歩行者への水しぶきを減らす方法を考えることにした。本研究においては、車のタイヤの構造および車と歩行者の距離の2つに着目することにした。

2. 先行研究

[1] によれば、水しぶきは、車のタイヤが水たまりを通る際に元々あった水を押しのけることで生じるものである。また、JAFによるYouTube動画[2]を分析したところ、車の横方向（歩行者側）への水しぶきは①タイヤから横方向に直接出るしぶき、②フェンダーの内側に当たり横方向に出るしぶきの2通りある事がわかった（図1）。この2つの水しぶきを防止できれば、歩行者への水しぶきをなくすることができると考えられる。



図1 2通りの水しぶき

①の水しぶきは、車の速さ・質量が大きくなる、水たまりの深さが深くなるほど、飛距離と高さが大きくなる。タイヤに押し潰された水が、横に押しつけられ、まわりの止まっている水とぶつかり跳ね上がるためである。したがって、タイヤの面積を変えれば押しつけられる水かさが減るのではと考えた。

②の水しぶきは、タイヤの溝に入り込んだ水が遠心力により飛ばされ、フェンダーに当たることで発生する。このことから、溝の有無による違いを実験することにした。

3. 実験

まず、タイヤの溝の有無による水しぶきの違いを調べるために、2つの実験を行った。

実験①：溝の有無による①と②の水しぶきの飛び方

実験②：溝の有無による①と②の水しぶきの量

(1) 実験①：溝の有無による①と②の水しぶきの飛び方

目的：溝の有無による水しぶきの影響を調べる。

仮説：“溝あり”の方が水しぶきの方が飛ばない。

実験方法：傾斜30°の坂から、水深10mmの水たまりに“溝あり”と“なし”のタイヤを転がして、タイヤから直接横に出るしぶきとタイヤから直接縦に出るしぶきを解析する。



図2 使用したタイヤ（溝あり）

結果：横への水しぶきは溝あり溝なしとは大きな差があった。②については、溝ありとなしでは、水たまりに入った瞬間の縦方向のしぶきの大きさの違いはあまりなかった。また、しぶきを出す時間は溝ありのほうが長かった。



溝あり



溝なし



溝あり



溝無し

図3 タイヤの溝の有無による水しぶきの違い

考察：タイヤの水しぶきを変化させる一因として、タイヤの溝が挙げられる。また、タイヤの溝の有無によりタイヤの地面と接触する表面積が変化して、今回の結果が得られた。

(2) 実験②：溝の有無による①と②の水しぶきの量

目的：溝の有無による水しぶきの量を数値化する。

仮説：横方向へのしぶきは“溝なし”のタイヤの方が大きくなる。縦方向へのしぶきは“溝あり”のタ

イヤの方が大きくなる。

実験方法：傾斜 30° のある坂から水深 5mm の水たまりに”溝あり”と”なし”のタイヤを 10 回ずつを転がして、

①タイヤから直接横に出るしぶき {溝あり (縦)}、{溝なし (縦)}

②タイヤから直接縦に出るしぶき {溝あり (横)}、{溝なし (横)}

の計 4 種類を解析する。

※なお、水を吸収するペーパーの前後の質量の差を水しぶきの量とした。

結果：タイヤから直接横に出るしぶきは”溝あり”のほうが少なかった。また、タイヤから直接縦に出るしぶきは”溝なし”のほうが少なかった (図 4)。

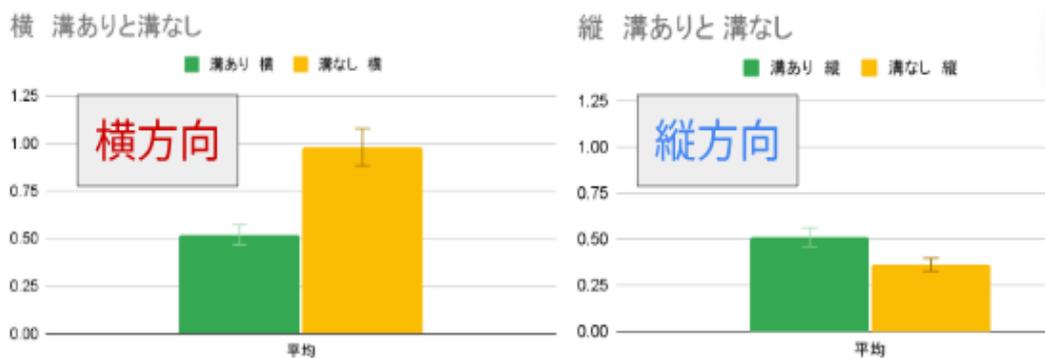


図 4 タイヤの溝の有無による水しぶきの量

考察：水しぶきを変化させる一因として、タイヤの溝が挙げられる。溝の有無によりタイヤの地面と接触する面積が変化し、今回の結果が得られたのではないのか。歩行者への影響が大きい、横方向へのしぶきが少ない”溝あり”タイヤの方が効果的である。しかし、溝ありのタイヤでもタイヤの水しぶきそのものを防止することはできていない。計算上、溝があることで防げるしぶきの量は約 1/20 なので、歩行者も何かしらの対策をする必要がある。

実験①②の結果から、以降は、状況に応じて歩行者がどのくらい離ればよいのかを考えることとした。JAF による YouTube 動画 [2] によると、歩行者への水しぶきの横方向の飛距離は表 1 のようになる。

表 1 車の速度と水しぶきの飛距離の関係

速度	中型車
40[km/h]	2[m]
20[km/h]	0.5[m]
10[km/h]	0.125[m]

これを参考にして、状況による水しぶきの違いを調べるために、2つの実験を行った。

実験③：水たまりの深さによる水しぶきの飛距離

実験④：タイヤ径の大きさによる水しぶきの飛距離

(3) 実験③：水たまりの深さによる水しぶきの飛距離

目的：水深による水しぶきの飛距離への影響はどれほどなのか

仮説：水深を大きくすることで水しぶきの飛距離は増加する

実験方法：一定の傾斜のある坂から水深 5mm～40mm の水たまりに”溝あり”のタイヤ(直径 80mm)を転がして、タイヤから直接横に出るしぶきの飛距離を解析する。

結果：水たまりの深さと水しぶきの飛距離の関係は図 5 のようになった。

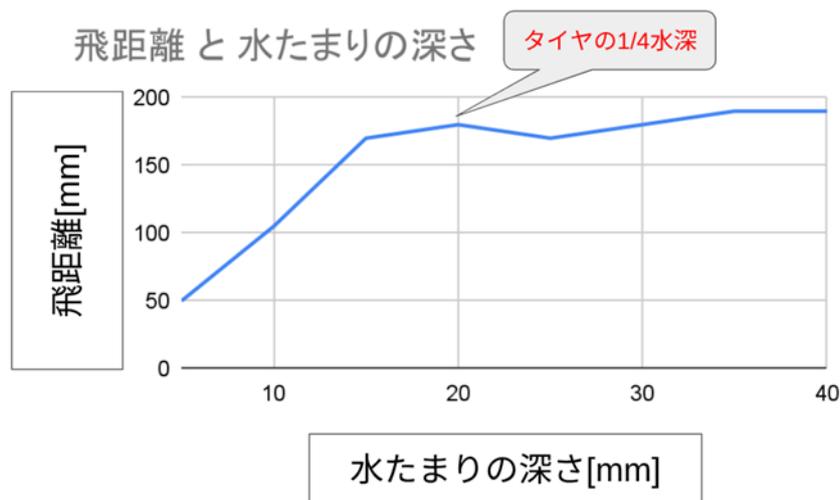


図 5 水たまりの深さと水しぶきの飛距離の関係

考察：ある一定の水深までは、深くなるにつれ飛距離が大きくなる。タイヤの約 1/4 くらいになると飛距離はあまり変わらなくなる。また、水深がタイヤの約 1/4 になるのは大洪水のときしかないので、普通の日には水たまりが深くなるほど、飛距離が大きくなると考えて良い。

(4) 実験④：タイヤ径の大きさによる水しぶきの飛距離

目的：タイヤ径(直径)を変えることによる飛距離への影響を調べる。

仮説：タイヤ径を大きくしていけば、水しぶきの飛距離は大きくなる。

実験方法：ある一定の傾斜のある坂から 5mm の水たまりに”溝あり”の 80、90、100、110mm のタイヤを転がしてタイヤから横に出るしぶきの飛距離計 4 種類を解析する。

結果：タイヤ径の大きさと水しぶきの飛距離の関係は図 6 のようになった。仮説のとおり、タイヤ径が大きくなるほど飛距離は大きくなった。

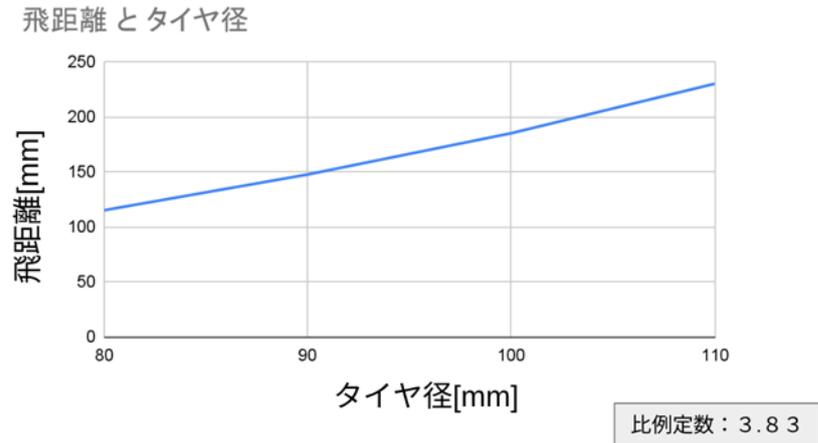


図6 タイヤ径の大きさと水しぶきの飛距離の関係

実験③④の結果から、水たまりが深いほど、また、大型車であるほど、水しぶきの飛距離が大きくなり、歩行者は車から離れる必要があることが分かる。しかし、もし避ける道幅がなかった時に、どれくらいの量の水しぶきが飛んでくるかくらいは知っておきたいと考えた。そこで、至近距離における水しぶきの量を詳細に調べるために、2つの実験を行った。

実験⑤：水たまりの深さによる水しぶきの量

実験⑥：タイヤ径の大きさによる水しぶきの量

(5) 実験⑤：水たまりの深さによる水しぶきの量

目的：水深による至近距離の水しぶきの量への影響を調べる。

仮説：水深を大きくすることで水しぶきの量が増加する。

実験方法：一定の傾斜のある坂から水深5mm～45mmの水たまりに”溝あり”のタイヤを10回ずつを転がして、タイヤから直接横に出るしぶきを計9種類を解析する。ここでは、水を吸収するペーパーの前後の質量の差を水しぶきの量とした。

結果：水たまりの深さと水しぶきの量の関係は図7のようになった。水深が大きくなるにつれて、水しぶきの量は大きくなった。水深30mm（タイヤの約半分の水深）のときに水しぶきの量が最も大きくなり、その後は水深が大きくなるにつれて水しぶきの量が小さくなった。

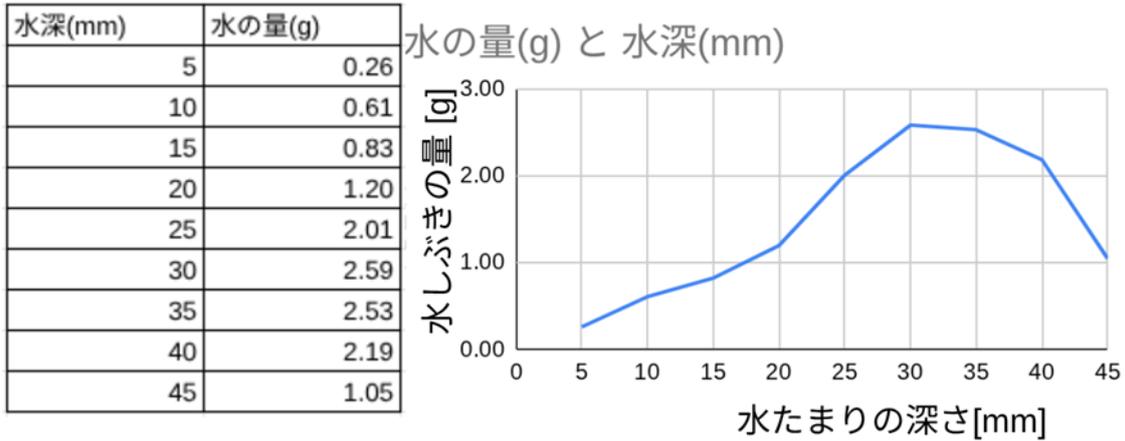


図7 水たまりの深さと水しぶきの量の関係

(6) 実験⑥：タイヤ径の大きさによる水しぶきの量

目的：タイヤ径(直径)の変化による至近距離の水しぶきの量を調べる。

仮説：タイヤ径を大きくしていけば、水しぶきの量は大きくなる。

実験方法：一定の傾斜のある坂から5mmの水たまりに”溝あり”のタイヤ(80mm~110mm)を10回ずつ転がしてタイヤから横に出るしぶき計4種類を解析する。このときも、水を吸収するペーパーの前後の質量の差をしぶきの量とした。

結果：タイヤ径の大きさと水しぶきの量の関係は図8のようになった。100mmのタイヤまで、タイヤ径が大きくなると、しぶき量が多くなる傾向にあるが、その大きさを超えると次第に少なくなった。

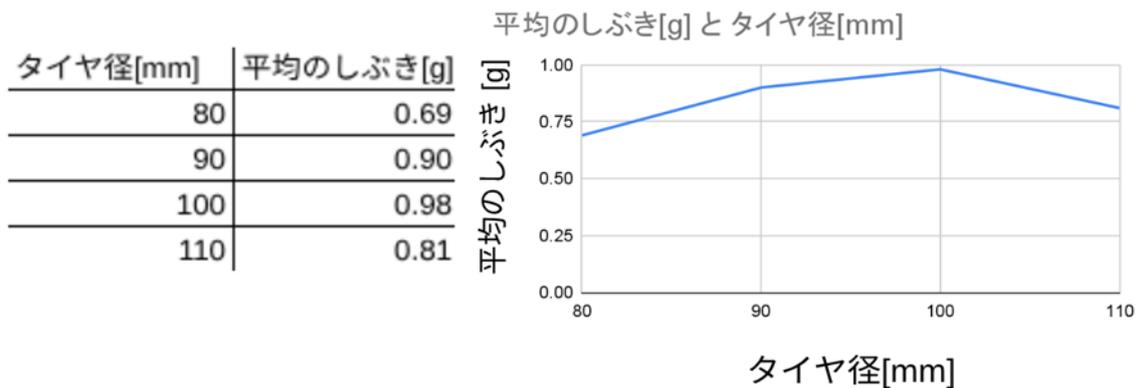


図8 タイヤ径の大きさと水しぶきの量の関係

考察：この結果が得られたのは、速度を一定にしたため、タイヤ径が大きくなり過ぎると回転速度が遅くなり、しぶきが小さくなるからだと考えられる。

4. 研究結論

図6から、タイヤ径の大きさと水しぶきの飛距離の比例定数が約3.83であり、タイヤ径が10mm大きくなると飛距離が38.3mm大きくなるといえる。また、速さが2倍になるとエネルギーの関係から、水しぶきの飛距離は4倍になる。そして、一般的な自動車のタイヤの直径は表2のようにまとめられる。

表2 自動車のタイヤの直径

軽自動車	中型車	大型車	商業用車
600mm	650mm	700mm	1000mm

以上のことから、歩行者が水しぶきにかからないようにするために車から離れるべき距離は表3のように算出される。

表3 歩行者が車から離れるべき距離

速度	軽自動車	中型車	大型車	超大型車
40[km/h]	1.81[m]	2[m]	2.19[m]	3.34[m]
20[km/h]	0.45[m]	0.5[m]	0.55[m]	0.82[m]
10[km/h]	0.11[m]	0.125[m]	0.14[m]	0.2[m]

参考文献

- [1] JAXA 航空技術部門：航空機タイヤ、水跳ね予測
<https://www.aero.jaxa.jp/spsite/rensai/column/26.html>
- [2] Youtube 動画 車の「水はね」【JAF ユーザーテスト】
<https://www.youtube.com/watch?v=CJXIMz-XcOE>