

可聴音を用いた雨量計の製作について

佐藤伸之介 松原輝空 三代真大

【概要】

私たちは日常生活で、雨が降っているとき人の声などの周囲の音が聞こえにくいことがある。この事象は雨粒に音が反射して減衰しているのではないかと考えた。私たちは、この事象によって雨量計を製作できないかと考えた。雨粒によって音が減衰するのかシャワーヘッドから出る水を雨粒に見立てて簡易的に実験した。この実験では、まず雨を降らせずに録音した。ひとつふたつ雨の中を通過させた音、雨に反射させた音をそれぞれ比較した。雨に反射させた音は、変化がほとんどなく、雨の計測には利用できないと考え、雨の中を通過させた音と雨が降っていないときに通過させた音の大きさを比較することで降水量を計測しようと試みた。可聴音は、800Hz、1500Hz、5000Hz、15000Hz を使用して音の減衰量を調べたが、5000Hz 以外はうまく音の減衰が確認できなかったため、5000Hz を使用することにした。実験では、降雨量と音の減衰量に正の相関が見られた。

In our daily lives, it can be difficult to hear surrounding sounds such as human voices when it is raining. I thought that this event might be because the sound was reflected by the raindrops and attenuated. We wondered if this event could make a rain gauge. Whether the sound is attenuated by raindrops? A simple experiment was conducted by using the water from the shower head as raindrops. In this experiment, we first recorded without rain. We compared the sound of passing through the rain and the sound reflected by the rain. Considering that the sound reflected by the rain has almost no change and cannot be used for measuring rain, compare the loudness of the sound passed through the rain with the sound passed through when it is not raining. I tried to measure the amount of precipitation. For audible sound, 800 Hz, 1500Hz, 5000Hz, 15000Hz was used to check the amount of sound attenuation, but since sound attenuation could not be confirmed well except for 5000Hz, we decided to use 5000Hz.

In the experiment, a positive correlation was found between the amount of rainfall and the amount of sound attenuation.

【動機】

現在、気象庁で利用されている観測方法は転倒ます型雨量計と気象レーダーである。転倒ます型雨量計のデメリットは計測までに時間がかかることや計測機器が小さいため広域を計測するには不向きであることだ。気象レーダーのデメリットは進路上に山などの障害物があったり、高度 2000m以下に雲があったりすると正確に計測できないことだ。そこで、これらの問題点を解決す

るために、可聴音を用いて雨量計を製作したいと考えたからだ。

【仮説】

シャワーヘッドから出た雨粒に可聴音が反射し、音の減衰量と降雨量に相関関係が見られ、降雨量が増加するにつれて音の減衰量も増加すると予想した。

【実験方法】

校舎二階（地面から 3.2m）からシャワーヘッドを用いて人工的に雨を降らせる。その雨の中をスピーカー（地面から 1.0m）から発した可聴音（約 5000Hz 15000Hz）を通過させ、十分に指向性を高めたマイク（地面から 1.0m）で通過後の可聴音を収集する。 それと同時にマイクとスピーカー

の直線上の真ん中にスピーカーを置き、その時の降雨量を観測する。5000Hz と 15000Hz を採用した理由は、周りの環境音にこの 2つの周波数の可聴音が含まれていなかったからである。雨の中に可聴音を通過させると、雨量が多くなればなるほど可聴音の大きさが減衰すると考えたので、発した音と収集した可聴音の大きさを比較し、相関を探し出す。見つけ出した相関から雨量を計測することができる。と考える。

降らせる雨の量を変更し、繰り返し実験をする。



図3 実験の様子（下）

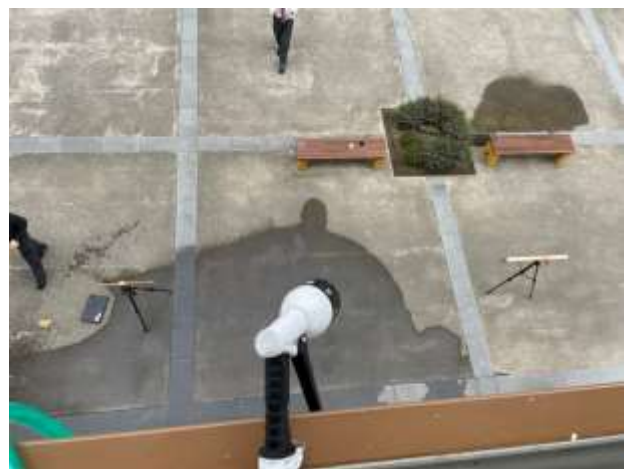


図4 実験の様子（上）

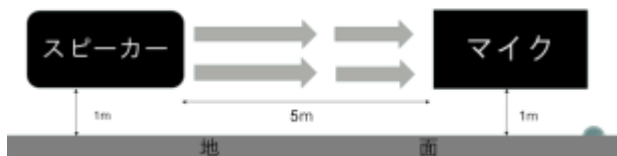


図1 雨が無い時のイメージ図

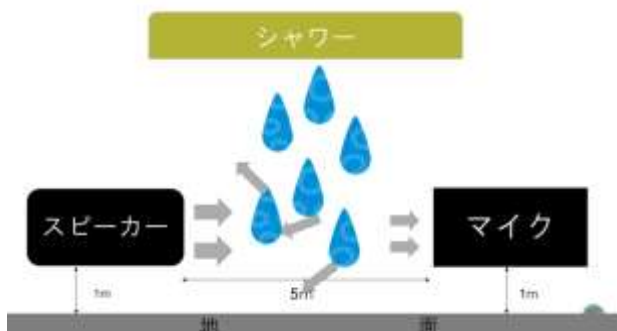


図2 雨がある時のイメージ図

【実験装置】

スピーカー

周りに可聴音が散乱しないよう任意の方向に可聴音を発することと、スピーカーの地面からの距離を調節することがしなかった。そこで指向性を高めるために三脚に廃材の筒を取り付け、その中に Bluetooth スピーカーを挿入した。さらに、筒は両端が空洞だったためスピーカーを落とさないために筒の一端に発砲スチロールを詰めた。また、スピーカーは筒の直径とほとんど等しいものを使用し、実験する際は筒を地面と平行にして使用した。

マイク

周りの建物などに反射してきた可聴音と雨の中を通過してきた可聴音の判別はできなかった。そこで雨の中を通過してきた可聴音のみを収集するためにスピーカーと同様に三脚を用いて廃材の筒の中に指向性マイク（CONDENSER

MICROPHONE SF-555)を挿入した。筒を使用することで、より指向性が高まると考えた。また、収集した可聴音の解析をするために、マイクとパソコンを接続した。収集した可聴音の解析には、音声解析ソフト (Wave Spectra) を使用した。実験をする際は筒と地面が平行になるように使用するとともに、スピーカーの筒の先端とマイクの筒の先端の間隔が5 mになるようにした。さらに、スピーカーの筒とマイクの筒が一直線になるようにした。

シャワーヘッド

ホースを蛇口と接続し、ホースの先端とシャワーヘッドを接続した。また、雨量を変更する際には、水道の蛇口をひねる回転数を変えたり、シャワーヘッドのノズルを変えたり、地面とシャワーヘッドの角度を変えたりした。地面から5 mの高さから雨を降らした。



図5 実験装置

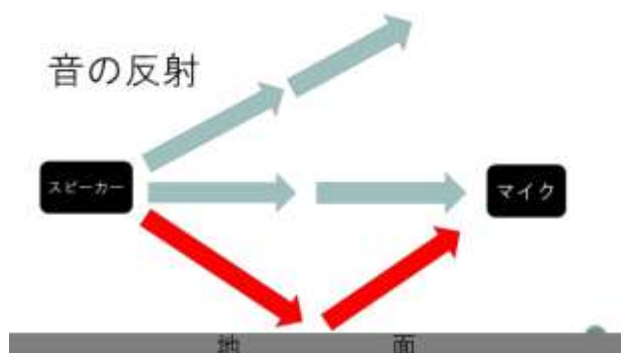


図6 筒がない時の音の反射

スピーカーから発した可聴音が地面に反射してマイクで録音されることを最大限減らし、指向性を高めるために筒を使用した。

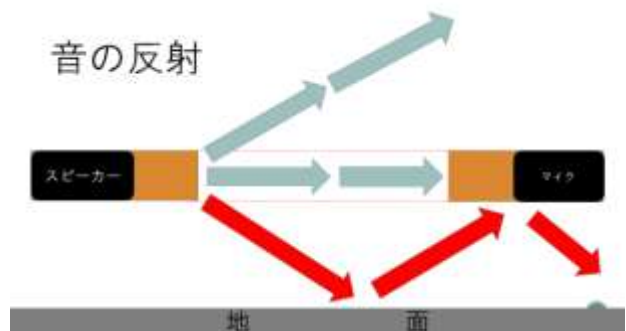


図7 筒があるときの音の反射

【実験結果】

今回は雨量を7種類に限定して実験を行った。15000Hzの可聴音を用いた実験は、機器での録音が上手くいかなかったため断念した。

表1 5000Hzでの減衰率

降雨量 (mm/h)	音の減衰率 (%)
720	51.34
400	47.58
300	44.13
200	36.58
100	34.85
50	14.79
0	3.17

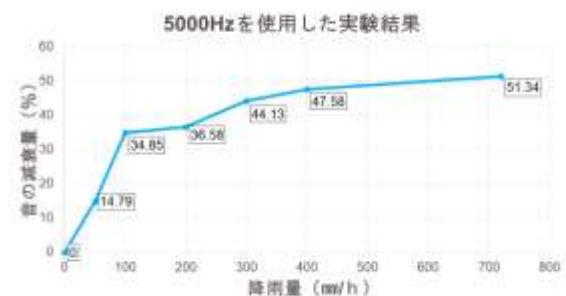


図9 降水量と減衰率の相関図

【考察】

実験結果から、雨量が増加するにつれて可聴音の減衰量が増加することが分かったので、雨量と可聴音の減衰に正の相関があると考えた。0 mm

/hから100mm/hの間では相関が強く見られたので雨量計として使用できると考えた。100mm/hを超えてから傾きが小さくなった理由は、雨粒の量が多くなったため、可聴音が反射する回数が多くなり可聴音が散乱せずにマイクに收音されたからだと考える。また、雨を降らせていない時でも可聴音が僅かに減衰していたことから、少しの誤差が生じている可能性があると考えた。さらに、雨量を手動で調節したため、思い通りに雨量を調節することができなかった。

【まとめ】

5000Hz の可聴音を用いた実験から、雨量と可聴音の大きさに相関があるのではないかと考えた。しかし、相関があると判断するにはデータ数が不足していると考えた。15000Hz の可聴音を用いた実験も行う予定であったが、実験を行うことができなかった。また、雨量を正確に調節できるような方法を検討することが必要だと考えた。雨量が現実的ではないので、実験の精度を高めることが必要である。また、実際の雨では計測していないので、実際の雨量とは誤差があるかもしれない。

【今後の展望】

今回は自分たちで降らせた雨のみでの計測だったので、今後は実際に降っている雨で計測するつもりである。また、使用する可聴音の周波数の種類を増やして実験することも検討している。計測機器が大型なため、日常生活で使用するには少し不便であると感じたため機器の小型化ができないか模索してみる。

【参考文献】

・気象庁

<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/known/radar/kaisetsu.html>