

VCEW 活動報告

—機器の改善と開発—

第7節 添加した塩分の拡散、希釈の関する検討 (DRAFT)

1. 経緯

雨水が思ったより純粋でLEDとブザーを同時に起動するほどの電流を流さないことが分かり、食塩を添加することにして、適正量の検討を行ったが、その際には添加した食塩が完全に均等に溶解する条件の下での検討だった。一方、精製水を使った実験では、塩分の希釈あるいは密度成層の結果として、先に行った実験の結果得られた最小必要塩分ではブザーやLEDが起動しないのではないかという問題が提起された。

そこで、現実起こりうる状況を実験で再現し、LEDとブザーを同時に起動するかどうか確認することにした。

2. 実験計画

1) 雨水と食塩

三郷市の家庭菜園に衣装ケースとタライを並べて、6月26日午後から27日朝にかけての約20mmの雨を採集した。しかし、タライに溜まったものは、それ以前から設置していたもので、土埃などによる汚れがみられた。このほか、昨年那須で採集した雨水とネット購入した精製水でも実験する。



採集した雨水

雨水①：衣装ケースで採集した約10ℓ：センサーで通電した結果：LED点灯せず

雨水②：衣装ケースで採集した残り約2ℓ：センサーで通電した結果：LED点灯せず

雨水③：衣装ケースで採集した残り約2ℓ：センサーで通電した結果：LED点灯せず

雨水④：タライで採集した約2ℓ：センサーで通電した結果：LED正面から見ると僅かに点灯、横からほんの
かすかに点灯

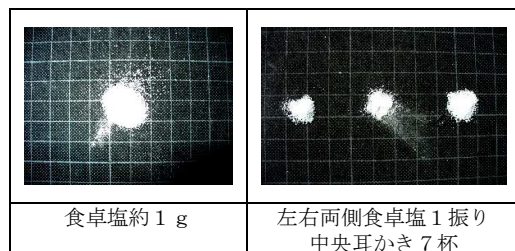
雨水⑤：タライで採集した残りの約2ℓ：センサーで通電した結果：雨水④よりは多少は明るく点灯

雨水⑥：雨水⑤と同じ

雨水⑦：昨年(2012)9月に那須で採集した2ℓ弱

精製水：ネットで購入した精製水20ℓ

食塩については、耳かき7杯を基準とし、結果によって増減する。なお、食卓塩1振り(約0.2g)はブレはあるものの、ほぼこの量に相当し



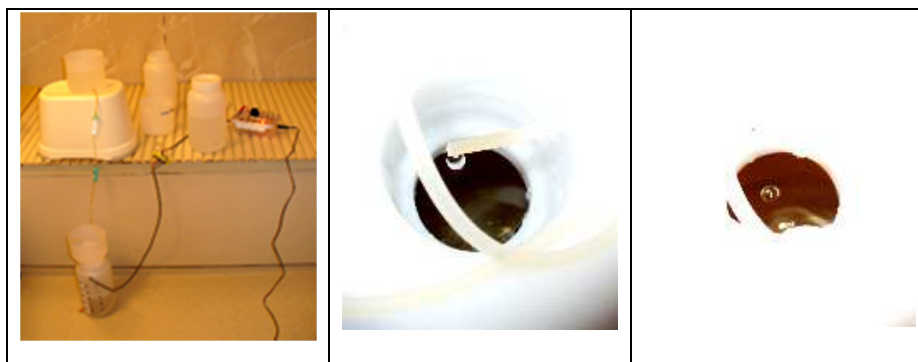
食卓塩約1g

左右両側食卓塩1振り
中央耳かき7杯

ている。(写真参照)

2) 実験装置

医療用点滴器具で滴下量（雨量強度）をコントロールしながら VCEW の 20型雨量計に注水（滴下）し、モニターの LED 点灯状況とブザーの起動状況を、原水、食塩添加の条件を変化させて調査する。



ケース	目 的
予備実験①	降雨強度 40mm/hr 前後、食塩添加なし、雨水⑤で実験
予備実験②	降雨強度 40mm/hr 前後、受水部に食塩 2 振り、雨水⑤で実験
実験 1	降雨強度 40mm/hr 前後、受水部に食塩 1 振り、雨水②で実験
実験 2	実験 1 の追試
実験 3	
実験 4	

実験装置	雨水滴下状況
------	--------

3) 実験条件

3. 実 験

予備実験 1（不純物を含む雨水⑤を使用して実験手順を確認する）

時刻	事 象	ブザー	LED
6:43	開始	ON	ON
7:22	35mm	鳴らず、LED回路を OFF にすると、ブザー鳴る。 クリップを 60mm に。	薄く点灯、ブザークリップを外すと少し明るくなる。

7:45	63mm	35mmの時とおなじ。 クリップを90mmに。	35mmの時とおなじ。 LEDスイッチをOFFにする。
8:12	90mm	ブザー鳴る。 クリップを120mmに。	ブザーONのままではクリップを外さないとLEDは点灯しない。
8:40	120mm	ブザー鳴る。 クリップを150mmに。	ブザーONのままではクリップを外さないとLEDは点灯しない。
9:10	150mm	ブザー鳴る。	ブザーONのままではクリップを外さないとLEDは点灯しない。

評価

1. 雨水⑤では、ブザーとLEDを同時に起動させるだけの電流を流すことはできない。

予備実験2（予備実験①を受けて、食塩を2振り添加して実験手順を確認する）

時刻	事象	ブザー	LED
5:30	開始	ON	ON
6:00	30mm 下端	水面の波に合わせて間欠的に鳴ったのち間もなく連続的に鳴る。 クリップを60mmに。	ブザー同様、間欠的に点灯したのち間もなく連続的に点灯。
6:24	60mm 下端	水面の波に合わせて間欠的に鳴ったのち間もなく連続的に鳴る。 クリップを90mmに。	ブザー同様、間欠的に点灯したのち間もなく連続的に点灯。
7:10	90mm 下端	水面の波に合わせて間欠的に鳴ったのち間もなく連続的に鳴る。 クリップを120mmに。	ブザー同様、間欠的に点灯したのち間もなく連続的に点灯。
8:41	120mm 下端	水面の波に合わせて間欠的に鳴ったのち間もなく連続的に鳴る。 クリップを120mmに。	ブザー同様、間欠的に点灯したのち間もなく連続的に点灯。
8:58	120mm 水没		LED明るくなる
9:20	150mm 下端	水面の波に合わせて間欠的に鳴ったのち間もなく連続的に鳴る。	ブザー同様、間欠的に点灯したのち間もなく連続的に点灯。
9:30	150mm 水没		LED明るくなる
平均降雨強度= 150mm/4hr = 38 mm/hr			

評価：

実験1（清浄雨水②を使用して、LEDプッシュ型モニターで現行方式確認、食卓塩1振り）

時刻	事象	ブザー	LED
10:07	開始	ON	OFF(Push switch)
10:52	30mm 下端	断続音	LED push 点灯でブザー無音
10:55	30mm 水没	連続音 クリップを60mmに	LED push 点灯でもブザー連続音
???	60mm	ブザーOFFで見過ごす	
12:40	60mm かなり超過	スイッチONで連続音 クリップを90mmに	LED push 点灯でもブザー連続音
???	90mm	ブザーOFFで見過ごす	
13:20	120mm 直前	スイッチONで連続音 クリップを120mmに	LED push 点灯でもブザー連続音

13:25	120mm 下端	ブザー断続音後すぐに連続音	LED push 点灯でブザー無音
13:27	120mm 水没	連続音	LED push 点灯でもブザー連続音
14:05	150mm 下端	ブザー断続音	LED push 点灯でブザー無音
14:06	150mm 水没	連続音	LED push 点灯でもブザー連続音
平均降雨強度= 150mm/4hr = 38 mm/hr			

評価：

1. スイッチのセット間違いで 60mm、90mm を見過ごしたが、センサー水没の状態ではブザーと LED が同時に起動した。
2. 水滴が作る波紋と拡散だけで塩分は表面まで必要な濃度になっている。
3. これで塩分希釈の問題は解決なので、もう一度同じ条件で追試することにする。

実験 2 (実験 1 の追試：清浄雨水②を使用して、LED プッシュ型モニターで現行方式確認、食卓塩耳かき 7 杯、40mm/hr 目標)

時刻	事象	ブザー	LED
8:15	開始	ON	OFF(Push switch)
9:03	30mm 下端	断続音	LED push 点灯でブザー無音
9:04	30mm ボルト浸水	連続音 クリップを 60mm に	LED push 点灯でもブザー連続音
9:59	60mm 下端	断続音	LED push 点灯でブザー無音
10:04	60mm ボルト浸水	連続音 クリップを 90mm に	LED push 点灯でもブザー連続音
10:56	90mm 下端	断続音	LED push 点灯でブザー無音
10:57	90mm ボルト浸水	連続音 クリップを 120mm に	LED push 点灯でもブザー連続音
11:41	120mm 下端	断続音	LED push でかすかに点灯、ブザー無音
11:44	120mm ボルト浸水	連続音 クリップを 150mm に	LED push 点灯でもブザー連続音
13:??	150mm 下端	スイッチ OFF で見過ごし	
13:20	150mm ボルト浸水	スイッチ ON で連続音	LED push 点灯でもブザー連続音
平均降雨強度= 150mm/3.3hr = 45 mm/hr			

評価：

不注意で 120mm 到達の瞬間を逃がしたが、降る前に耳かき 7 杯の食塩を受水カップに散布するだけで、攪拌混合なしで自然に機能することを確認した。

実験 3 (精製水を使用して、LED プッシュ型モニターで現行方式確認、食卓塩耳かき 7 杯、30mm/hr 目標)

時刻	事象	ブザー	LED
6:26	開始	ON	OFF(Push switch)
7:48	30mm 下端	断続音	LED push 点灯でブザー無音
7:49	30mm ボルト浸水	連続音 クリップを 60mm に	LED push 点灯でもブザー連続音
8:17	60mm 下端	断続音	LED push 点灯でブザー無音
8:19	60mm ボルト浸水	連続音 クリップを 90mm に	LED push 点灯でもブザー連続音
9:39	90mm 下端	断続音	LED push ON で僅かに点灯しブザー無音
9:46	90mm ボルト浸水	連続音 クリップを 120mm に	LED push 点灯でもブザー連続音

10:58	120mm 下端	連続音	LED push でも点灯せず、ブザー無音
11:08	120mm ボルト完全浸水	連続音 クリップを 150mm に	LED push 点灯でもブザー連続音
11:42	150mm 下端	連続音	LED push でも点灯せず、ブザー無音
11:52	150mm ボルト完全浸水	連続音	LED push で点灯、ブザー無音
11:56	150mm ボルト上端から 7mm 程度かぶり	連続音	LED push で点灯、ブザー連続音
平均降雨強度= 150mm/5.5hr = 27mm/hr			

評価：

LED スイッチ OFF でブザースイッチ ON では、貯留水がセンサーの下端に達すると同時にブザーが鳴るが、LED の点灯とブザーの鳴動が同時に起きるようになるまでの時間は、累加雨量の増加（希釈による食塩濃度の低下）につれて長くなる。従って、ブザーが鳴って、レベルを LED で確認するときにはブザースイッチを OFF にする必要がある。トグルスイッチひとつでブザーと LED のいずれかを ON にできる回路ができればよいが、できなくてもブザーを OFF にしてから LED を ON にすれば問題なし。

実験 4（実験 3 の追試：精製水を使用して、LED プッシュ型モニターで現行方式確認、食卓塩耳かき 7 杯、30mm/hr 目標）

時刻	事 象	ブザー		LED	
		LED OFF で	LED ON で	ブザーON で	ブザーOFF で
5:20	開始	無音	無音	無点灯	無点灯
5:56	30mm 下端	△かなり断続音	×無音	×無点灯	△うすく点灯
5:58	30mm ボルト浸水	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
6:40	60mm 下端	○連続音	×無音	かすかに点灯	○点灯
6:44	60mm ボルト浸水	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
7:32	90mm 下端	○連続音	×無音	×無点灯	○点灯
7:37	90mm ボルト浸水	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
8:49	120mm ボルト水没	○連続音	×無音	○点灯	○点灯
8:51	120mm ボルト被り 5mm 浸水	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
10:19	150mm 下端	○連続音	×無音	×	○点灯
10:30	150mm ボルト完全浸水	○連続音	×無音	○点灯	○点灯
10:40	150mm ボルト上端から 7mm 程度かぶり	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
平均降雨強度= 150mm/ 5.3hr = 28mm/hr					

実験 5（投込み型センサーの検証：精製水を使用して、LED プッシュ型モニターで現行方式確認、食卓塩耳かき 7 杯、30mm/hr 目標、実験 4 と並行実施）

時刻	事 象	ブザー		LED	
		LED OFF で	LED ON で	ブザーON で	ブザーOFF で
5:20	開始	無音	無音	無点灯	無点灯

5:52	30mm 下端	△断続音	△断続音	△うすく点灯	○点灯
5:53	30mm ボルト浸水	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
6:35	60mm 下端	△断続音	×無音	○点灯	○点灯
6:36	60mm ボルト浸水	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
7:19	90mm 下端	○連続音	×無音	△うすく点灯	○点灯
7:24	90mm ボルト浸水	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
8:03	120mm 下端	△断続音	×無音	○点灯	○点灯
8:04	120mm ボルト完全浸水	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
9:55	150mm 下端	○連続音	×無音	×無点灯	△わずかに点灯
10:05	150mm ボルト完全浸水	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
平均降雨強度= 150mm/4.75hr = 32mm/hr					

実験 6（投込み型センサーの検証：雨水①を使用して、ブリキ缶雨量計、LED トグル型モニター使用、食卓塩耳かき 7 杯、フィルター用紙使用、30mm/hr 目標）

時刻	事 象	ブザー		LED	
		LED OFF で	LED ON で	ブザーON で	ブザーOFF で
6:29	開始	無音	無音	無点灯	無点灯
7:09	30mm	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
8:10	60mm	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
???	90mm	ウツカリミスで見過ごし			
9:07	95mm	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
9:56	120mm	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
11:23	150mm	○連続音	○連続音	○点灯	○点灯
平均降雨強度= 150mm/ 5hr =30 mm/hr					

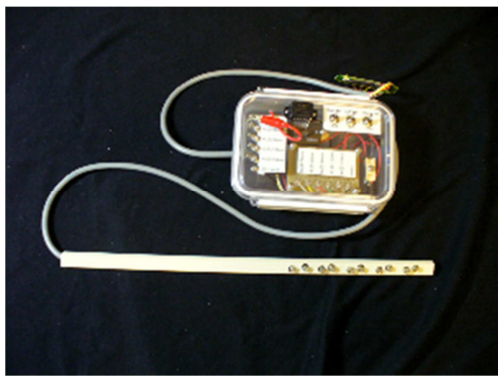

所見

貯水容器が少し大きくなったにも拘らず、センサーボルト間隔が狭くなったので、同じ量の食塩でも、感度が格段に改善され、ブザーと LED 同時駆動のタイムラグがなくなった。一方で、感度が良くなった分、センサーボルトの中心より低い、トラス型のボルト頭部あるいは固定用のナットに雨水が到達すると同時に警報が起動する傾向にある。

4. 総 括

- 1) 食塩の添加量は 2lモデルで、一振り（約 0.2g、耳かき 7 杯程度）で十分であり、希釈と濃度成層に関する懸念は一掃された。
- 2) これまでの Omachi modelAug-10 型雨量計では、決定的な欠陥ではないが、累加雨量が増加するにつれて塩分濃度が薄くなり、ブザーや LED の起動のタイミングが遅れる傾向にある。しかし、投込み式センサーの試験結果から、センサーボルトの陽極と陰極の間隔を狭くして、感度を良くすればこのタイムラグは解消される見通しである。
- 3) 試験的に試した投込み式センサーは標準型雨量計よりも反応が早く、容器を選ばないこともあり極めて有用である。引き続き改良を行い数種の標準型を提示したい。写真 1 は実験 5 で使用した、ペットボトルの口からも挿入できるタイプ、

写真2は100円ショップのブリキ缶に着脱式のセンサーを装着したもの。

	
投込み型雨量センサー	センサー部詳細