

2. 雨水の調査と活用

静岡県立三島北高等学校

科学部雨水班 1年 森涼太郎、鈴木智陽、遠藤健人

1 動機

本校では昨年度（平成26年度）より、SGHと呼ばれる文部省から援助を受けた事業がおこなわれており、身近な水問題について調べている。そこで、我々科学部でも水問題の解決に向けて何か研究を始めたいと思った。

本校には“紫苑の森”と呼ばれる美しい森があり、かつてはそこに池や鳥の水飲み場があり、トンボや蛍、カワセミや鴨をみることができた。しかし、学校の経費削減で水道が止められ、森から水場がなくなってしまった。

一方、三島市は年間2000mmに達する豊富な降水量が見られることにも気がついた。そこで雨水について調べるとともに、その豊富な雨水の活用についても研究することにした。

2 目的

雨水の活用のための事前調査として、雨水の量と成分の調査、雨水の貯水施設の設置と、その活用を中心に行うことにした。

3 実験1「雨水の量と成分の調査」

〈動機〉：雨水の活用の際に、どの程度の量の雨が降るのか、また、その質はどの程度良いのかを、実際に調べてみたいと思った。

〈目的〉：地形の違いや周囲の建物などの影響により、気象庁などで公開されている降水量と、身近な場所で計測される降水量に違いがあるかもしれないので、学校の敷地内や研究者の自宅などで、実際に降水の量と性質（pH、TDS（電気伝導度））を調べる。

〈方法〉：①500mLのペットボトルを半分の位置で切断し、飲み口を下にして別のペットボトルの飲み口に結合させる。②1週間毎、1ヶ月間毎の降水量を調べる。降水を受ける面積は33.2cm²とし、下に付けるペットボトルは500mL、2.7L、4.0Lのものを用意する。③設置場所は、自宅・校舎渡り廊下屋上・中庭の常緑樹（キンモクセイ）と落葉樹（ナツツバキ）の下。④1週間毎に採取した降水の量を計測する。降水のpHとTDSも計測する。



写真2 採集装置



写真3 設置 自宅

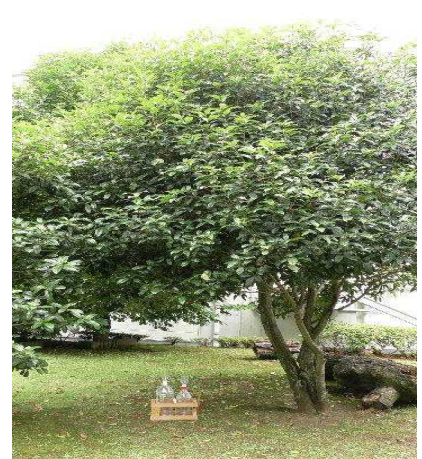
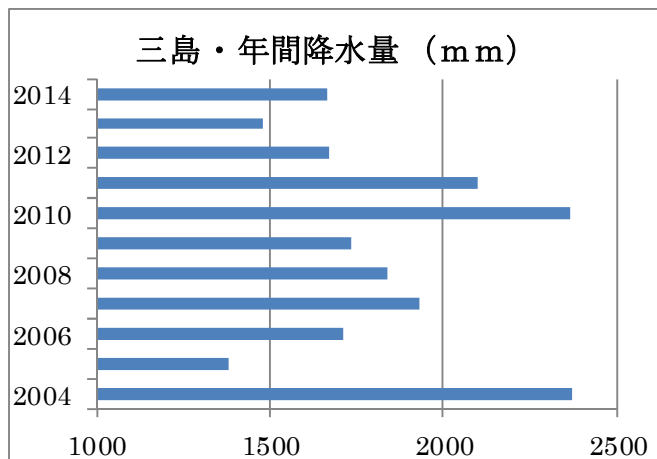


写真4 設置 常緑樹下

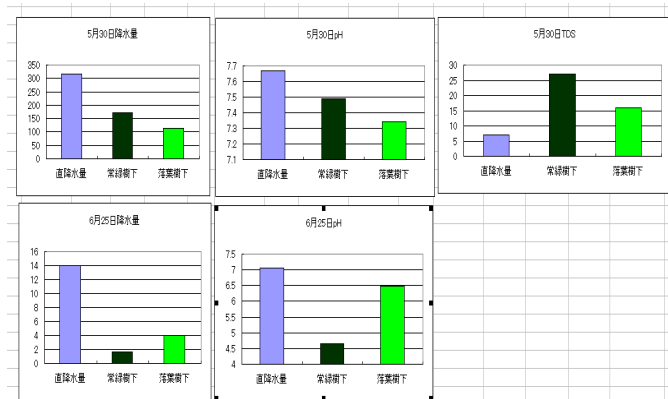
〈結果〉：(1) 三島の過去 10 年間の降水量（気象庁 HP より） (2) 自宅



水～火	降水量換算値	
	鈴木家	若菜家
6/30～7/14	14.2	14.8
7/15～8/23	0.0	15.3
8/24～8/31	16.0	23.4
9/1～9/8	0.0	13.1
9/16～9/22	0.0	0.0
9/23～9/29	0.0	2.8
9/30～10/6	0.0	0.0
10/7～10/13	0.0	0.0
10/14～10/20	0.0	0.0
10/21～10/27	0.0	0.0
10/28～11/3	5.7	3.4
11/4～11/10	5.0	7.0
11/11～11/17	3.2	0.0
11/18～11/24	1.9	0.0
11/25～12/1	0.5	0.4
12/2～12/8	5.8	0.0
12/9～12/15	0.0	0.0

降水量 = 雨量 ÷ 33.2cm²
 ※雨を受ける面積が33.2cm²

(3) 樹木下



〈コメント〉：(2) 雨量 0 mL の週が多かった。鈴木家と若菜家は直線で 7 km 度の距離なのに、溜まる雨量は大きく違っていた。(3) 樹木下に比べ、直接降雨量の方が多いが、時として、樹木下の方が多い場合があった。樹の下の方が pH は低く、TDS 値は高いことが多かった。全て降り始めからの雨水を含んでいるにもかかわらず、最高でも 26ppm 程度と低い値だった。

〈結論〉：①日本全体の降水量の、ここ 10 年間の平均は 1500mm と世界的に見ても多い。

②学校（三島市）では、ここ 10 年間の降水量は 1700mm と世界的に見てもより多い。

また、その雨の質についても pH は 7～8、TDS 値は 30ppm 以下（日本の水道水の平均は約 100～160ppm、本校の水道水は約 80ppm である）と生活に利用する上で問題ない。

③公表されている降水量と実際に計測される降水量には違いが見られる。

3 実験 2 「樹木下の降水量の調査」

〈動機〉：急な雨のとき、大きな樹の下で雨宿りをすることがある。そこで、木の下では本当に雨がしのげるのか、樹の下では直に受ける雨に対してどのくらいの割合の降水がみられるのかについて知りたいと思った。また、樹種（常緑・落葉）の違いで、樹の下での降水量にどのような違いがあるのかについても知りたいと思った。さらに、樹の枝や葉を伝った雨水は直に降る雨水と含まれる成分にどのくらいの違いがあるのかについても調べたいと思った。

〈目的〉：①直接の降水量、常緑樹（キンモクセイ）下の降水量、落葉樹（ナツツバキ）下の降水量とその成分について調べる。

②樹の下では、幹からの距離によってどの程度降水量に違いがあるのかについて調べる。

③一見同じ条件に見える樹木の下や、空の下で、少し離れた位置での降水量のばらつきを調べる。

（調査中に隣接する雨量計測器で大きく異なる水量を記録したことがあったため、その傾向を調べたいと思った）

〈方法〉：①ある程度以上の降水量が予想される期間（1～3 日程度）を対象に、常緑樹（キンモクセイ）下の幹から、幹のすぐとなり・1 m・2 m・3 m（上空に葉が無く直接雨が降る場所）の 4 箇所に降水量計測器を置く。②各地点に付き 500mL ペットボトルの計測器を 3 本合わせたものを置く。③落葉樹（ナツツバキ）の下でも②と同様の降水量の計測を行う。④②と③で計測された雨量を、各地点 3 本の計測量とその平均を算出しグラフ化する。⑤樹木下と直接降雨を受ける地点に、

試験管立てに 20 本の小型試験管を設置し、各試験管に溜まる降水量を計測する。試験管毎の降水量の違いを分析する。

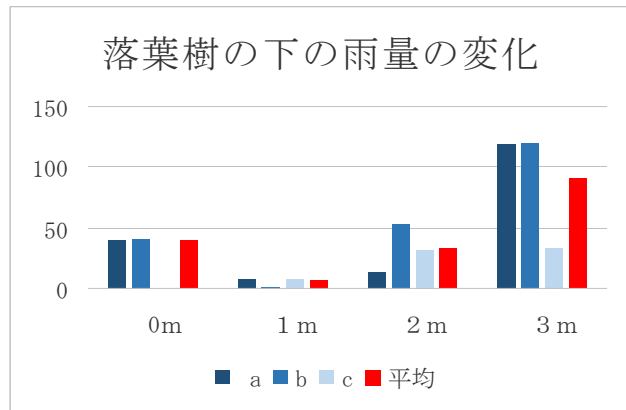
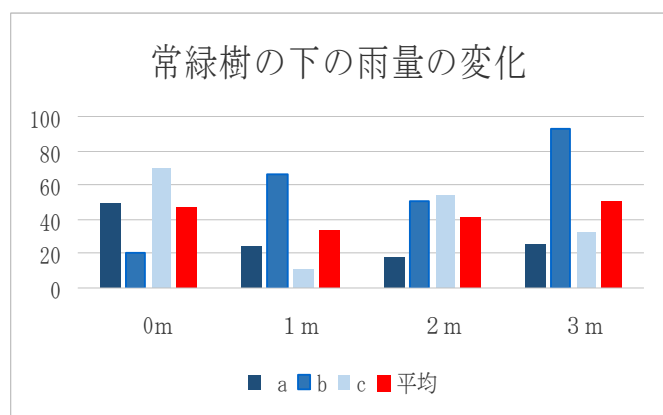


写真5 中庭の全景



写真6 樹の下4地点の設置の様子

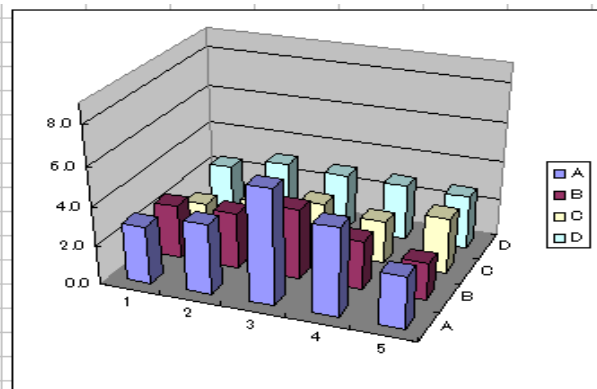
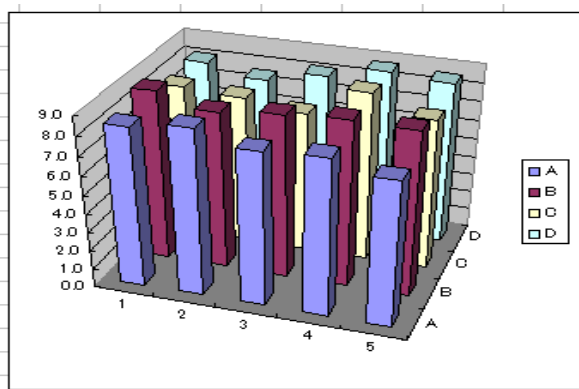
〈結果〉：(1) 常緑樹（キンモクセイ）・落葉樹（ナツツバキ）下の各地点の雨量



(2) 試験管を利用した近接部位の雨量変化の観察

A：直接降水雨量（単位：mL）

B：キンモクセイ下の降水雨量（単位：mL）



〈結論〉：(1) 常緑樹（キンモクセイ）下では、幹に近いほど降水量が少なくなるというわけではなく、1m地点が平均的に最も少ない。落葉樹（ナツツバキ）下では、キンモクセイ下よりも1箇所に置いた3本のペットボトルでのばらつきが大きい。両方の樹木下に共通して言えるのは、幹に近いと降水量が多くなる傾向が見られる。

(2) 樹の下では、1.5～6.0mLという大きな変化が20本の試験管の間で見られた。一方、直接降雨の場合にも、7.5～9.0mLという変化が見られた。このときの雨では、直接降雨の試験管平均が8.3mLに対して、キンモクセイ下の試験管平均は3.0mLと1/3程度であった。

3 実験3「雨水の貯水と活用」

〈動機〉：実験1・実験2より、三島市では豊富な雨量があることがわかった。また、野球部が以前使っていた500Lの貯水タンクを利用するチャンスに恵まれた。そこで、紫苑の森に隣接する生活館の屋上に降る雨水を貯水タンクに集め、水枯れしている鳥の水飲み場に水を供給したいと思った。

〈目的〉：①屋上に降った比較的綺麗な降水を貯水タンクに溜める。

②貯水タンクに溜めた降水を、効率良く計画的に鳥の水飲み場に供給する。

③貯水される水量と品質、水飲み場の水位と水質を定期的に調べる。

④設置器具と給水状況を点検する。

〈方法〉：①利用する雨樋の位置から、貯水タンクの位置を選定し、樋からタンクへの導水装置を設置する。※学校の施設に改良を加えるので、設置には専門家（タニタハウジングの大西様）の協力を得た。②タンクから鳥の水飲み場への約30m間に、ホースの設置を行う。③タンク設置後は、タンクの水位、水飲み場の水位、タンクの水質、水飲み場の水質を毎日（学校のある平日）計測している。同時に、ゴミフィルターと給水状況の点検を週1回程度継続している。

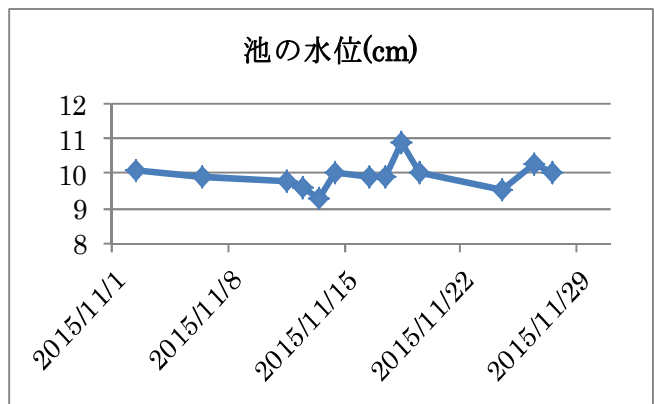
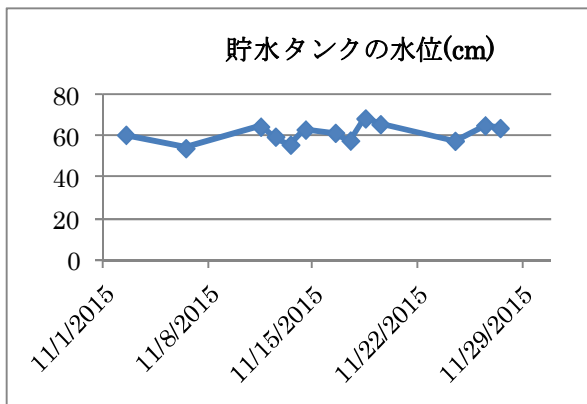


写真7 設置した貯水タンク

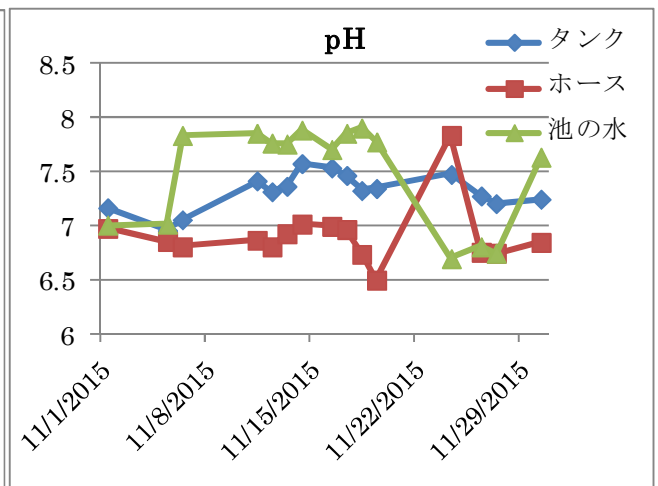
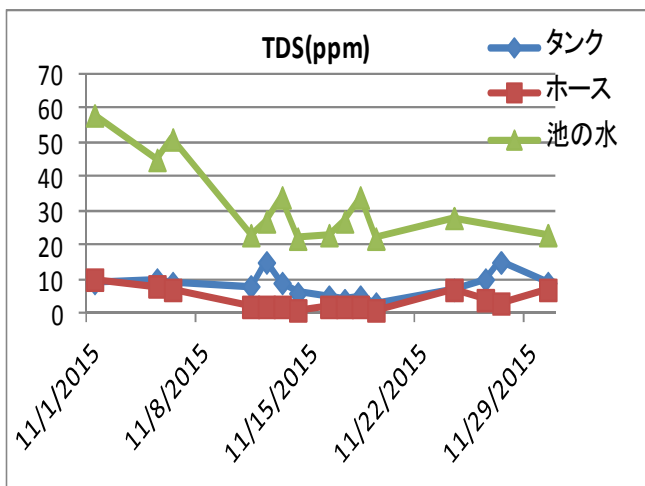


写真8 注水タンクの水で復活した鳥の水飲み場

〈結果〉：(1) 貯水タンク・鳥の水飲み場（池）の水深



(2) 貯水タンク・ホースから出る水・鳥の水飲み場（池）のTDSとpH



〈結論〉：(1) 目的であった、鳥の水飲み場への安定した給水は現時点で維持されている。降水量の少ない、1～2月を見守りたい。

(2) 鳥の水飲み場(池)の水の pH と TDS 値は変化が大きい、水道水レベル以下の品質は保っている。また、貯水タンクでは、長時間貯水されているにもかかわらず pH で 7.0～7.6、TDS 値で 20ppm 以下を保っている。この時期は気温が低く、ゴミや落ち葉の分解が起きにくいことが影響しているが、温度が高くなる 7～8 月を見守りたい。

4 総合結論

(1) 日本全体の平均降水量を見てみると、ここ 10 年の平均は、1500mm 程度である。三島市の年間降水量は、過去 10 年間でみると、1400～2400mm の範囲にあり、10 年間で平均すると 1700 mm の降水量である。測定結果から、雨の水質は pH 7～8、TDS 値は 30ppm 以下と極めて良質である。

(2) 直接降水も樹木下の降水も、隣接部位で大きな雨量差が見られる。

(3) 現在まで、貯水タンクでは、pH で 7.0～7.6、TDS 値で 20ppm 以下と良好な状態に保てられている。また、鳥の水飲み場(池)の水でも、水道水の数値レベル以下の品質に保てられている。

5 総合考察と総合発展

(1) 実験 2 で、ある小さな範囲の面積で、降水量はどこも均等に降るわけではないことがわかった。さらに、20 本の試験管内に溜まった降水量でさえも試験管毎に大きな違いが見られた。建物の風上と風下で降水量が違ふのは予想できるが、何でも無い隣り合う 2 点で、降水量が大きく異なるとしたら、自宅 2 件と学校の 3 箇所でおこなった、降水量の観測結果の一定性(信頼性)が得られない。今後も継続して、ペットボトルと試験管を用いた、隣接した部位での降水量の違いを、雨が降る毎に調べていきたい。

(2) 樹の下では、通常、降水量が少ないことは、今回の実験からも確認できる。ただし、樹の下によって、量に大きな違いがあることもわかった。場所によっては、直接降る降水量よりも多くなる場所もある。つまり、樹の下で降雨を受ける場合、場所によっては雨水を直接集めたより多くの降水が得られる可能性がある。ただ、これが雨の降り方で違いが生じたり、毎回の雨ごとに位置がずれたりするかどうかは、より詳細な実験をしないと判断できない。また、参考文献より、樹木の下では、直接の降水に比べ、同じ面積当たり 60～70% 程度の降水量になるらしい、そうなのであれば、残りの 20～30% の降水はどこを通過するのであろうか、それは、葉や枝を伝い、最終的には幹を伝わって地面に入るとしか考えられない。だとすると幹に伝わる雨をうまく捕らえることができれば、降水を効率よく集められるかもしれない。

(3) 貯水タンクでは、降雨時の雨の溜まり具合を観察していると、雨水の大半は、タンク内でオーバーフローして、排水溝に流れてしまうことに気づいた。そこで、我々は、新たな貯水タンクを設置したいと考えた。一方、鳥の水飲み場へ本格的なゴムホースを設置しているときに、現在水を抜いている 3 つの大きな池が近くにあることに気がついた(右下の写真参照)。だから、この池にも雨水を溜め、今後は池に溜まる水量と水質(pH、TDS 等)についても計測を続けていきたい。

6 参考文献

WHO (1996). Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol.2. Health criteria and other supporting information. Geneva, World Health Organization, pp.367-370.

気象庁 HP : <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>

理科年表 HP : <https://www.rikanenpyo.jp>



写真 水が抜かれた 3 つの池