

Warka Water Tower～金属の種類の違いによって集水量は変化するのか～

Abstract

Our title is “Warka Water Tower ~ Does the amount of water collected change with different types of metals?”. Warka water tower is a device that can collect water and water vapor from the air and also, rainwater. It can help African people to get water. We carried out 2 experiments. One with water-repelling processed metals and the other without. Materials used in our experiment were copper, stainless steel, aluminum, titanium and polypropylene. The first experiment showed that metal, which has a lower specific heat, can collect more water than plastic. Furthermore, a second experiment showed that by applying a water-repellent processing, water flows sideways and the surface area between metal and air can be maintained, increasing the amount of water collected. We would like to find the metal which is most suitable for the Warka Water Tower.

1 はじめに

1.1 水の重要性

人間の生命活動における基盤である水は、私たちの体の50%以上を占めている。日常生活、産業をはじめ営為の根本であり、私たちは水なしでは生きていくことができない。また、水は衛生状態が大切で、衛生状態が悪いと感染症や疫病の原因となる。このように、水は直接的に人命にかかわっているため水不足、水質汚染などの世界の水問題に適切に対応していく必要がある。そのために水に関する技術支援や水問題解決のための科学技術の調査・研究を進めていくことが大切だ。

1.2 アフリカの水問題と現状

現在、水問題は世界中で起こっている。2019年において未だ6億6,300万人もの人が安心して飲める水を確保できていない状態で暮らしている。また、不衛生で汚れた水を使うことで毎日800人以上の乳幼児が汚染水を原因とする下痢症で命を落としている。他にも過酷な水汲みによって教育の機会を奪われている子どもも多数存在する。この水問題が最も顕著に表れている場所がアフリカである。アフリカでは人口爆発や産業発展が進んでいる。水の需要がますます増加しているにも関わらず、全く十分な水の供給ができていない、農業や飲料水の確保ができないなど人々の健康や生計に大きな影響を与えている。

1.3 Warka Water Tower

Warka Water Towerとは大気中の水を集め、1日に100Lほど飲料水を集める給水塔である。このタワーは雨、霧、結露のどれかの条件が当てはまることで集水できる（図1）。Warka Water Towerが水を集めるのに一番重要な部分はメッシュである。現在はポリプロピレンが使用されている。そこで私達はメッシュに焦点を当ててこの研究を始めた。



図1 集水可能な条件

1.4 先行研究

マサチューセッツ工科大学の先行研究により、ポリプロピレンのメッシュよりも金属のメッシュの方が集水量が多いことがわかっている。そこで私達は、実用性を考え、錆びにくく、なるべく高価でない金属を選び、Warka water tower の集水量の増加を目指した。

2 実験方法

2.1 実験器具

電子天秤（小数点第3位まで表示されるもの）、加湿器、ビニールシート、スタンド（×4）、銅、チタン、ステンレス、アルミ、プラスチックの板（厚さ0.5mm、面積10cm×10cm）、発泡スチロールの皿（×4）、撥水スプレー

2.2.1 実験1（撥水加工なし）手順

下の写真のような小部屋を作り、湿度を90%に保つ（アフリカの平均湿度が90%であるため）。加湿器の水蒸気がすべての金属・プラスチックに同じだけ届くように加湿器の中心からそれぞれ45cmのところに金属・プラスチックを設置する。小部屋に金属を入れる前に、皿の上に金属をおいたものを4コ分（試料）用意し、実験前の全ての試料の質量を計測する。小部屋に金属を入れて20分間待機した後、4コの試料を取り出しそれぞれの質量を計測する。それぞれの金属10回ずつ行う。



図2 実験写真

2.2.2 実験2（撥水加工あり）手順

実験1と同様の方法で行うが、金属・プラスチックの表裏に撥水スプレーを2回吹きかける。

3 結果

3.1 実験1の集水量の結果

集水量は多い順に、銅、チタン、ステンレス、アルミニウム、プラスチックとなった。詳細は下記の通りである。

表1 実験1の結果

順位	板の素材	集水量の平均値[g]
1位	銅	1.687
2位	チタン	1.585
3位	ステンレス	1.538
4位	アルミ	1.417
5位	プラスチック	1.347

3.2 実験2の集水量の結果

集水量は多い順に、チタン、ステンレス、アルミニウム、銅、プラスチックとなった。詳細は下記の通りである。

表2 実験2の結果

順位	板の素材	集水量の平均値[g]
1位	チタン	1.881
2位	ステンレス	1.722
3位	アルミ	1.656
4位	銅	1.460
5位	プラスチック	1.352

4 考察

4.1 実験1（撥水加工なし）考察

比熱が小さいほど、集水量が多くなっていた。これは温まりやすいほうが集水量が多くなっていたということである。そこで、私達は今回の実験結果と結露の現象が結びついていて、外界の温度と金属の温度が大きく変化していれば結露が起りやすくより集水しやすいのではないかと考えた。

4.2 実験2（撥水加工あり）考察

また、撥水加工ありとなしでは銅以外は撥水加工ありの方が集水量が多くなっていた。この理由として考えられることは撥水加工をすることによって最初に集まった水滴がどんどん横に流れていって実験後半になっても、金属と空気との表面積が大きくなり、集水しやすくなったのではないかと考えた。また銅の集水量が減ったことについては、銅を集水する実験の時に集まりやすかった時と集まりにくかった時があり、実験に安定性が見られなかったことが考えられるが、実験をしたときの気温が関係しているのではないかと考えた。下の散布図のようにアルミ以外は気温が高くなればなるほど、多くなっていて気温に集水量が比例していた。これらより、Warka Water Towerを使う国の気温に合わせて金属を選ぶと集水量が多くなると考えられた。

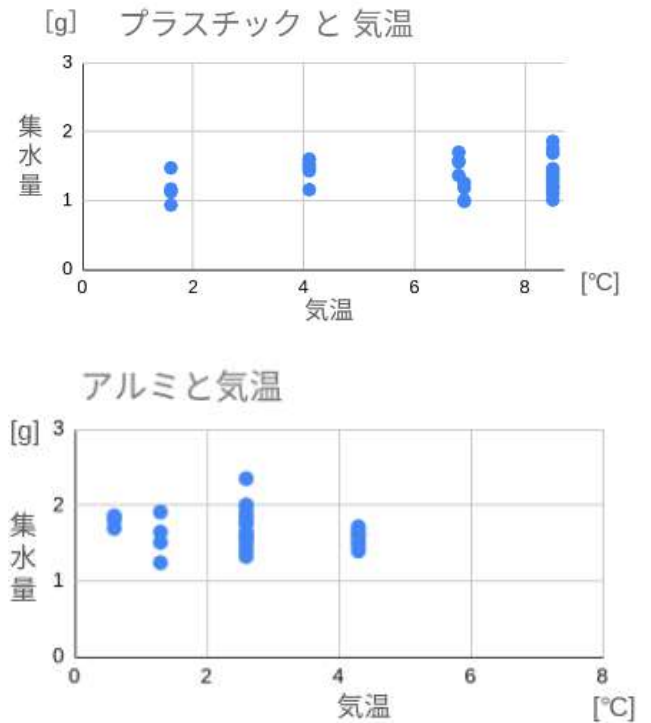
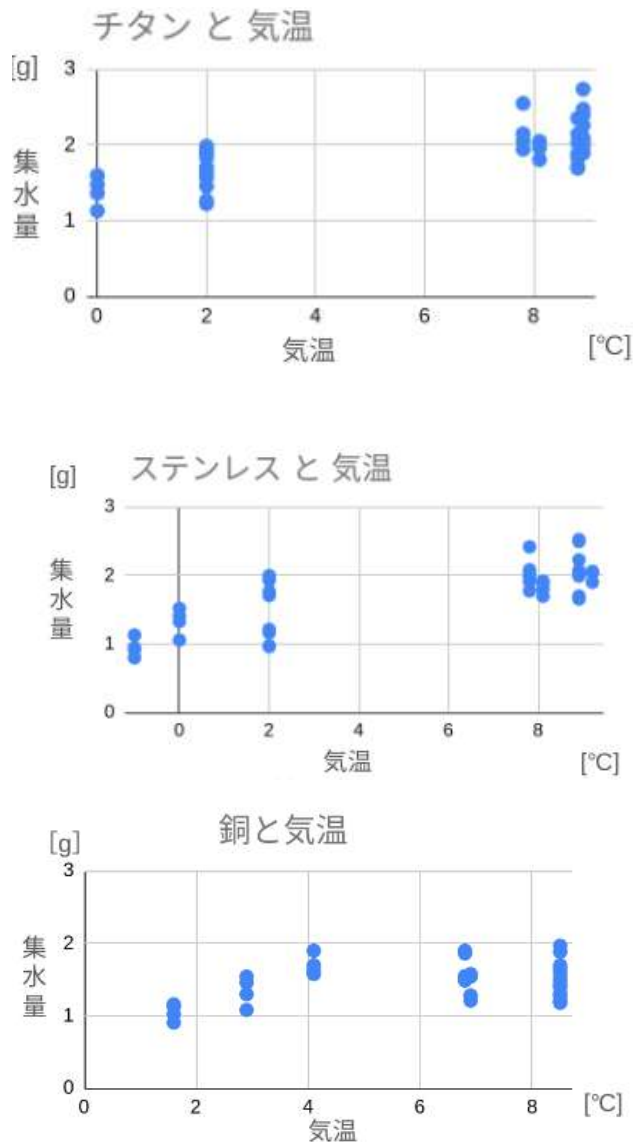


図3 集水量と気温の関係

5 結論、まとめ

5.1 結論

金属の種類の違いによって集水量が変化した。集水量が多いものは撥水加工をした銅、チタン、ステンレスであることがわかった。

5.2 SDGs達成に向けて

Warka Projectの発展によって、8つのSDGsの達成への貢献が期待でき、多くの問題が解決される。

5.2.1 安全な水が健康、衛生、飢餓を改善する

Warka Water Towerによって、アフリカの人々は安全に管理された水とトイレなどの衛生施設を利用することができる。安全に管理された水とは、「必要なときに得られ、排泄物や科物質に汚染されていない水源から得られる水」のことを指す。Warka Water Towerは村の中心にあるため村の人々は必要なときに水を得ることが可能である。また一次水源である霧や雨から水を得るため、汚染されていない水源から水を得ることも可能だ。一方の安全に管理されたトイレとは「排泄物が他のものと接触しない、あるいは別の場所に運ばれて安全かつ衛生的に処理できる設備を備え、他の世帯と共有していない衛生施設(トイレ)」のことを指す。Warka Water Towerによって、水を継続的に得ることができれば、水道設備

を設置し、トイレを作ることも可能である。また、水道設備によって、手洗いの習慣が増えれば、感染症などの蔓延を防ぎ、人々の衛生水準を高める事ができる。これらのことは、SDGsの目標6番「安全な水とトイレを世界中に」、3番「全ての人に健康と福祉を」の達成に貢献できる。



図4 SDGs NO.6,NO3

5.2.2 飢餓から救われる人々

Warka Water Towerで得た、安全な水は灌漑農業にも活用することができる。このような取り組みがWarka Gardenである。Warka Gardenによって人々は野菜を育てることができるようになる。これによって、豊富なビタミン類や食物繊維を食事に取り入れられるようになる。また、Warka WaterTowerによる集水は野菜だけでなく、家畜を育てることもできる。これによって住民の飢餓問題、栄養問題を改善することができ、食生活が豊かになる。他にも様々な病気の改善も期待できるだろう。このことはSDGsの目標2番「飢餓をゼロに」の達成に貢献できる。



図5 SDGs NO.2

5.2.3 子供や女性の権利

また、アフリカを中心とした地域の女性や子供が今まで遠くの川などの水源から汚染された水を自分の足で苦勞して運び、病気にかかる危険性を抱えながらその水で生活している環境をWarka Water Tower を建てることによって空気中から水を集めるシステムから今までの水源よりもはるか

にきれいで浄化された水が手に入る。よって汚染水を使う必要が減り、また遠くの水源から水をとる必要がなくなる。それゆえに女性は自分のしたい仕事や活動ができたり、子どもが毎日学校に通うことができたりする。これは女性にとって自分の能力を最大限発揮することを妨げられることはなく、子供たちが生まれ持った可能性を十分にのばし、人類の繁栄の力となるためにみんなに平等のチャンスが与えられる。それぞれの人の権利や尊厳が重んじられ差別のない平等な世界をつくりあげることに役立つ。これらのことは4番「質の高い教育をみんなに」と5番「ジェンダー平等を実現しよう」の2つの項目に貢献する。



図6 SDGs NO.4,NO.5

5.2.4 再生可能エネルギーで村を活性化

Warka Water Towerは集水する役割のみに役立つのではなく、側面にソーラーパネルを取り付けることで電気を発電することが可能となる。電気をさらに得ることによって電気使用に余裕ができ、電球の長時間の使用や携帯電話の充電、またエアコン、扇風機などの多様な電気機器を導入する機会が増えていくと考えられる。それに加えてWarkaWater Towerが使われる地域は比較的砂漠などの日差しの強い地域であるため、太陽光発電は有効的である。そして、電球が長時間使えることによって夜間にも人々は活動することができるようになる。これらのことは7番の「エネルギーをみんなにそしてクリーンに」の特に7-2:エネルギーを作る方法のうち再生可能エネルギーを使う方法の割合を増やす、7-b:様々な支援プログラムを通じて、開発途上国、内陸の国ですべての人が現代的で持続可能なエネルギーを使えるように設備を増やすという項目に貢献する。



図7 SDGs NO.7

参考文献

1. Daniel M. Fernandez ほか, (2017) Fog Water Collection Effectiveness: Mesh Intercomparisons
2. Copyright Warka Water (2022) Warka Water <https://warkawater.org> 2023年5月18日

5.2.5 村の経済成長と住み続けられるまちづくりを目指して

Warka Projectが普及することによって、現地の人々の雇用を創出でき、持続可能な経済成長を促進することができる。例えば、Warka Water Towerの建築や管理、この水を使った産業の発展が見込まれるだろう。Warka Projectによる技術支援によって、アフリカの村々の技術水準を向上させ、独立した経済成長を応援できる。また、上で述べた太陽光発電システムや安全な水の確保など健康な生活に必須であるインフラ設備の導入によって、より快適で便利な住み続けられる町づくりができる。このように、私たちはWarka Water Towerによってアフリカの国々の社会的、経済的変革に協力したいと考えている。これらのことは8番「働きがいも経済成長も」11番「住み続けられるまちづくりを」の二つの項目に貢献する。



図8 SDGs NO.8, NO.11

6 今後の展望

今後は、金属に温度計を取り付けて実験を行い、集水前後で温度変化を調べる、そして最終的には、金属の値段や重さなども考慮してWarka Water Towerの最適な金属を選定をしていきたいと思う。