

ソーラークッカーの製作と評価

2017SC034 真野梢

指導教員：藤井勝之

1 はじめに

災害大国と呼ばれる日本では、全世界で発生したマグニチュード6以上の地震のうち18.5%が発生している[1]。こうした災害はライフラインの途絶をもたらし、我々の生活に大きく影響を及ぼす。特に飲食物への影響は大きく、清潔な水の入手や加熱が必要なレトルト食品の調理は難しくなる。そこで、着目したのがソーラークッカーである。これは太陽熱を利用するため燃料が不要であり、持ち運びが可能であるため災害時の利用に適していると考えられる。しかし、一家に一台あるような器具ではないため、災害時に使用する場合、個人で組み立てる必要がある。

以上の点から、災害時に使用するソーラークッカーには組み立ての手軽さや身近な材料を使用した低コストかつ短時間での製作を実現する必要がある。

2 技術課題

先行研究では、組立工程の簡略化や低コスト化、耐久性に関する課題が挙げられている[2]。ソーラークッカーは太陽熱を上手く取り込むことで加熱を行っているため、ある程度精密な設計が必要となる。また、それ故に材料が高価になったり、組立工程が複雑になったりする課題がある。

そこで本研究では、組立工程の簡略化とコストに重点を置き、試作品の製作と特性評価を通して実際の利用に耐えるかを検討する。

3 ソーラークッカーの製作

ソーラークッカーを形状で分けると4種類に分けられる。表1に、それぞれのソーラークッカーの特徴を示す。本研究は、組み立て工程の簡略化及びコスト削減を目的としているため、温度上昇が比較的早い集光型、低コストで製作できるパネル型が適切と考えられる。

表1 ソーラークッカーの型による特性比較 [3]

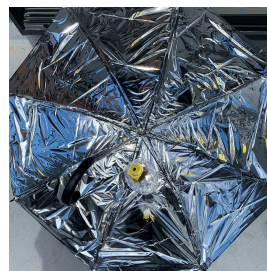
項目	熱箱型	真空管型	集光型	パネル型
組立	難しい	簡単	難しい	簡単
費用	高い	高い	高い	安い
速度	遅い	早い	早い	遅い
重量	重い	重い	様々	軽い

集光型のソーラークッカーは、パラボラ型の反射鏡を用いて短時間で温度を上昇させることができる。本研究では、簡易的に放物面を実現するために、傘を材料として選択した。実験は気候の異なる8月と10月に行い、8月は自宅にあった親骨の長さ51.5cmの傘を使用した。10月は比較対象を増やすため、51.5cmの傘に加えて70cmの傘

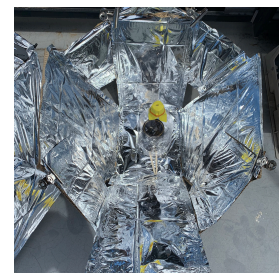
も検討した。図1(a)のようにこれらの傘に、簡易的に入手可能なアルミシートを貼り付け実験を行う。

次に、図1(b)に段ボールで製作したパネル型のクッカーを示す。8月は、底面に対して60°の角度をつけてアルミシートを貼り付けた。また10月は60°の角度に加えて90°の角度も追加した。

なお、制作費用は100円均一で入手できるアルミシートのコスト程度、組立時間は30分以内で作製し、低コスト且つ簡易組立を実現している。



(a) 51.5cmの傘を使用した集光型



(b) 奥行き22cm、高さ32cm、幅35cmの段ボールを60°の傾きで組み立てたパネル型

図1 簡易ソーラークッカー製作の様子

4 実験環境および実験結果と考察

この節では、実験環境及び実験結果と考察について述べる。

4.1 実験環境

実験環境を表2に示す。ソーラークッカーを自宅のベランダに置き、黒塗りの缶に水を入れ実験をした。日射計はAkozonソーラー放射測定パワーメータSM206を使用した。範囲誤差は $\pm 10\text{W}/\text{m}^2$ または測定値の $\pm 5\%$ 、温度誤差は25℃で $\pm 0.38\text{W}/(\text{m}^2/\text{s}) \pm 0.12\text{Btu}/(\text{ft}^2\text{-h})$ の偏差の日射計である。また、赤外線カメラはスマートフォンに装着して使用するタイプのFLIR ONE Pro LT版を使用した。熱画像解像度は 80×60 、計測温度範囲は $-20 \sim 120$ ℃、精度は ± 3 ℃または $\pm 5\%$ の赤外線カメラである。

4.2 実験結果と考察

集光型、パネル型それぞれの温度特性を8月は図2、10月は図3に示す。図2の結果より、夏は開始70分後にはパネル型の方が14℃高い結果を得た。また、図3の結果より、冬も開始120分でパネル型の方が6℃~20℃高い結果を得た。本来ならば集光型の方が温度が高くなるまで

表 2 実験環境

季節	夏	冬
測定開始	8/12 10:50a.m.	10/31 11:20a.m.
気温	34	18
日射強度	未測定	1011.3W/m ²
加熱対象	水 300ml	水 300ml
向き	南 173 °	南 190 °

の時間が短いはずであるが、結果としては終始パネル型の方温度が高い結果となった。この理由は、放物面と傘の間に大きな乖離があったからだと考えられる。中心角と弧の長さの関係を考えて、放物面の反射面の角度が 5° 違うだけでも反射した光が 50cm 進んだ際には本来の場所から 10cm 近くずれてしまう。しかし、夏はどちらも pH4.0 未満の水であれば殺菌可能な 65 °C には達し、パネル型においては調理温度である 85 °C にまで達することを確認した [4]。一方、冬はどれも 85 °C には達しなかったが、パネル型はどちらも 65 °C には達した。

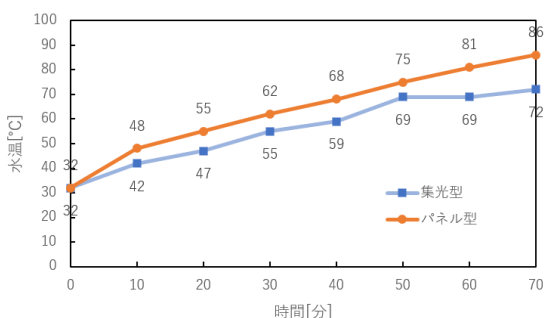


図 2 8月12日の温度特性

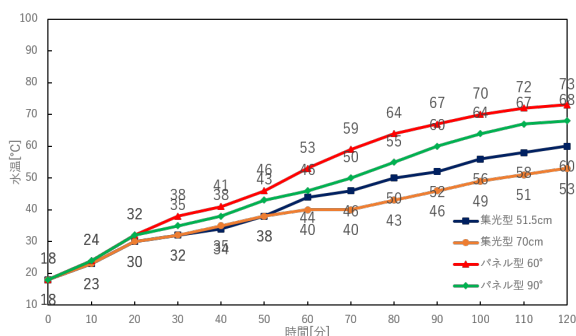
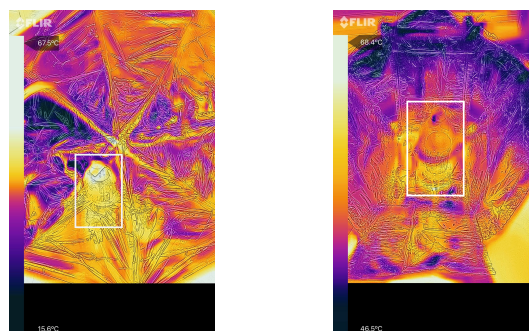


図 3 10月31日の温度特性

また、赤外線カメラを用いて観察した夏の温度分布を図 4 に示す。赤系統の色が温度が高く、青系統の色が温度が低い箇所である。集光型はパネル型に比べて光が分散されてしまっていることが分かる。

したがって、今回の実験結果では災害時にはパネル型がより適していると考えられる。加えて、パネル型は風などが吹いた際にも重りなどの必要がなく集光型より耐久性も



(a) 集光型

(b) パネル型

図 4 8月12日の集光の様子

高かった。

5 おわりに

本研究では、災害時に使用することを想定したソーラークッカーの製作と評価を行った。製作したのは、集光型とパネル型の 2 種である。その結果、8 月、10 月ともに pH4.0 未満の水であれば殺菌可能な温度に達することが分かった。また、8 月のパネル型は調理可能な温度に達した。しかし、集光型もよりパラボラに近い形にすることでより良い結果を得られると考えられる。また、今回使用した傘は骨と骨の間の面が凸面となってしまう、本来必要な凹面とはならなかった。そこで、今後は骨の多い傘や円錐型などより良い形状を試していくとともに、気温が低い冬でも殺菌可能温度、調理温度まで到達することが課題である。

謝辞

本研究を行うに当たり、ご助言を下された足利大学の中條祐一教授に感謝致します。

参考文献

- [1] nippon.com, “自然災害の多い国日本,” <https://www.nippon.com/ja/japan-data/h00549/>, 参照 Jan.8 2021.
- [2] 大和田正勝, 中條祐一, 内田辰三郎, 周藤澄男, 関口朋伸, 山田和範, “樹脂製教材用集光型ソーラークッカーの製作と性能及び教育効果の評価 ((20) 地域貢献・地場産業との連携-, 口頭発表),” 工学教育研究講演会講演論文集, 2012, 2012 巻, 第 60 回年次大会 (平成 24 年度).
- [3] HEIM 編集部, “ソーラークッカーのおすすめ 3 選! 段ボール製なども紹介,” HEIM, <https://heim.jp/magazine/5931644>, 参照 Aug.20 2020.
- [4] 厚生労働省, “清涼飲料水の規格基準の一部改正について,” <https://www.mhlw.go.jp/file/05-Shingikai-11121000-Iyakushokuhinkyoku-Soumuka/0000062020.pdf>, 参照 Aug.20 2020.