

令和2年度 島根県立松江南高等学校
2年生 理数科課題研究論文集



島根県立松江南高等学校
(スーパーサイエンスハイスクール指定校)

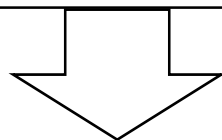
**令和2年度 島根県立松江南高等学校
理数科2年生 未来創造 RAP 応用 B（課題研究）論文集 目次**

1. 【数学班】 「なぜ島根県で人口減少が進んでいるのか」 1
2. 【物理班】 「熱電発電の利用」 11
3. 【物理班】 「ジュラルミンの時効硬化についての研究」 15
4. 【化学班】 「鉄のさび」 18
5. 【化学班】 「シジミの貝殻による水質環境改善」 22
6. 【生物班】 「ウツボカズラの消化液には抗菌作用があるのか」 . . . 26
7. 【生物班】 「My hair was bad」 28
8. 【地学班】 「抹茶製造過程で生じる廃棄物の有効利用」 31

校内未来創造 RAP 応用 B（課題研究）発表会 令和3年2月2日

最優秀賞 物理班「熱電発電の利用」

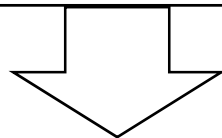
最優秀賞 化学班「鉄のさび」



以上2作品が、南高代表として島根県大会に出場

第17回 島根県高等学校理数科課題研究発表大会

優秀賞 松江南高校 物理班「熱電発電の利用」



この作品が島根県代表として、中国・四国・九州地区課題研究発表会（福岡大会）に出場

第23回 中国・四国・九州地区理数科高等学校課題研究発表大会

誌上発表 出品 松江南高校 物理班 「熱電発電の利用」

なぜ島根県で人口減少が進んでいるのか

研究者氏名 山藤 香奈 白石 匠人
川中 太陽 幡原 心

1. 要旨

島根県の人口減少の原因を SSDSE、e-stat、RESAS のデータを用いて島根県、秋田県、鳥取県、滋賀県の4県で比較した。その結果、大学進学や就職による流出の多さに起因する社会減が原因であることが分かった。若者が県内に戻ってくるきっかけを具体的に考えていくことが今後の課題である。

2. 動機

島根県の人口減少が進んでいることをよく耳にし、身近な話題であったため、その原因を調べようと思った。

3. 序論

私達は最初、島根県の人口減少の要因として「少子高齢化問題」「島根県内からの都市部へのアクセスの悪さ」「娯楽の不満」「若者の都市部への流出」の4点を研究した。しかし、「島根県内からの都市部へのアクセスの悪さ」と「娯楽の不満」は調べる対象が曖昧すぎたこと、島根県内のみで研究していたため方向性を変更した。そこで、「人口減少の傾向が似ていてかつ地理的要因も大差がない」秋田県・鳥取県、「都市部ではないが人口減少があまり進んでいない」滋賀県の3県と島根県のデータを比較した。島根・鳥取・秋田の共通点が人口減少の要因になり、島根・鳥取・秋田と滋賀とで決定的に違う点が島根県の人口減少を止める鍵になるのではと考え、新たに島根県の人口減少の原因となりうる4つの仮説を立てた。

仮説1 自然減による人口減少

亡くられる方が年々増加し、産まれる人が徐々に減少することで人口減少が進んでいると考え、死亡数と出生数との関係を表す「自然減(死亡数-出生数)」より島根県と全国での出生率(人口1000人あたりの出生数)を比較した。

仮説2 社会減による人口流出

大学進学・就職を機に県外へ「流出する人口」が「転入してくる人口」より多いことが人口減少につながると考え、15~24歳の進学・就職での転出超過数のグラフより社会減を調査した。

仮説3 少子高齢化

少子高齢化が仮説1を加速させているのではないかと考え、調査を行った。

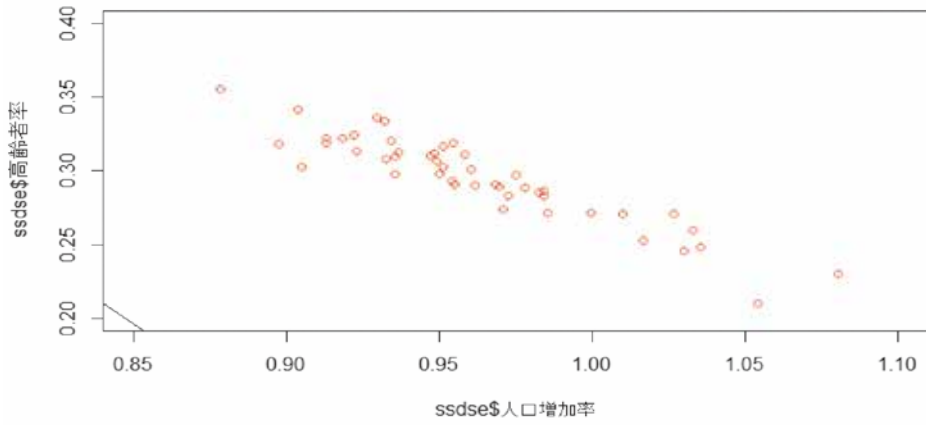
仮説4 4県比較

「島根県内からの都市部へのアクセスの悪さ」と「娯楽の不満」は調べる対象が曖昧すぎたため方向性を変え、島根県と同じ状況にある秋田・鳥取・滋賀県とで(1)人口の推移、(2)人口ピラミッド、(3)自然減・社会減の推移、(4)地理的要因の4点に絞り比較した。

4. 結果

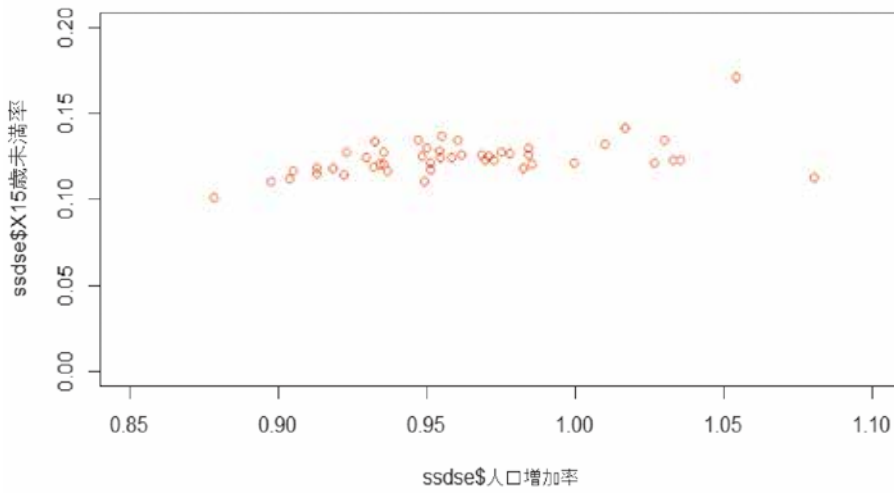
仮説1~4について、SSDSE(2019年)およびRESASを用いて島根県の自然減、社会減、少子高齢化に関するグラフを作成し統計処理をして分析した。図1~4を次ページ以降に示す。

総論：人口増加率が低い都道府県は高齢者率が高いと言える(図1)。人口増加率と15歳未満率については相関関係が見られなかった(図2)。15歳未満の人口は減少し、高齢者数は増加している(図3)。総人口は減少しているが高齢者数は増加している(図4)。以上の結果から、島根県については少子高齢化が加速していることがわかった。



参考数値 (島根県)
 人口増加率 0.93
 高齢者 0.36
 相関係数 -0.93

図 1. 2015～2019 年都道府県別の人口増加率と高齢者率の関係



参考数値 (島根県)
 人口増加率 0.93
 15歳未満 0.12
 相関係数 0.47

図 2. 2015～2019 年の都道府県別人口増加率と 15 歳未満率の関係

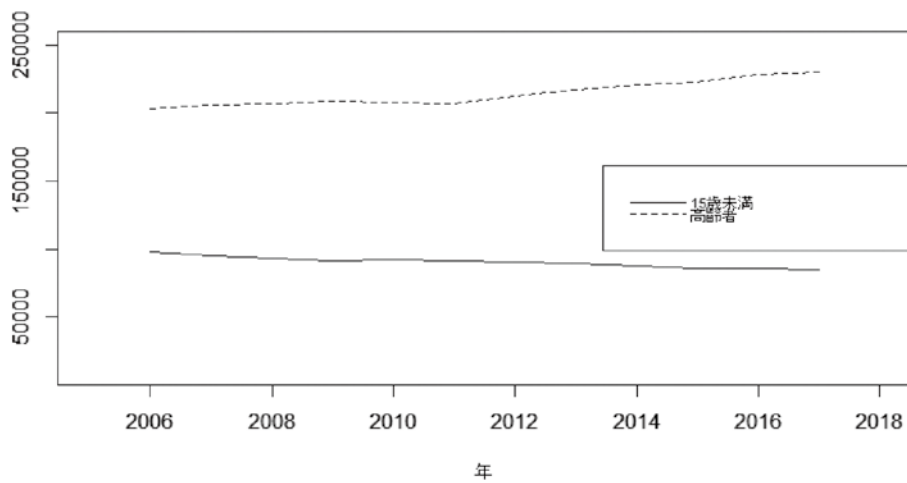


図 3. 島根県での 15 歳未満と高齢者の人口の推移 (縦軸: 人口(人))

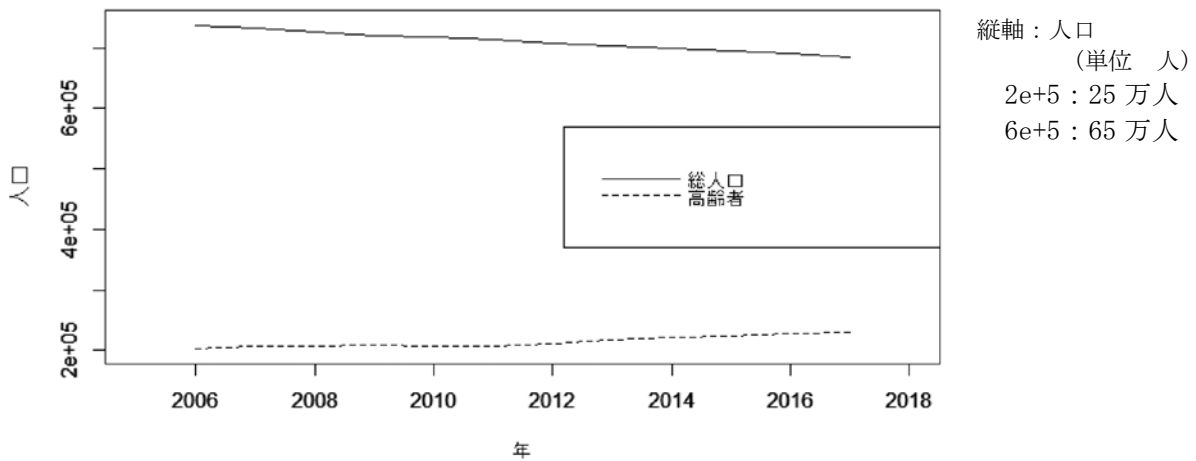


図4. 島根県での総人口と高齢者数の推移

5. 4 県比較

島根県、秋田県、鳥取県、滋賀県の4県について人口増減を比較した。秋田県、鳥取県および滋賀県の3県が島根県と同様に人口減少が進んでおり、地理的要因が似ていると考え、比較対処とした。以下4県を(1)自然増減、(2)社会増減、(3)少子高齢化、(4)地理的要因の4つの視点でそれぞれグラフを作成し、比較した。グラフは RESAS を用いて、県ごとに人口推移、自然増減・社会増減の推移、人口ピラミッドを作成し、比較した。人口ピラミッドの年齢層分類は、年少人口：0～14歳 生産年齢人口：15～64歳 老年人口：65歳以上とした。

(1) 島根県について

総論： 総人口は減少し続けている。

- {1} 1970年代頃から減少し、現在では毎年約6000人減とさらに大きく減少傾向にある
- {2} 社会減の大きさは2000～4000人と、毎年ほぼおなじ大きさである
- {3} 人口ピラミッドより直近15年の間に年少人口は2.3%減少し、老年人口は8.0%増加した。したがって少子高齢化が加速していると判断できる。

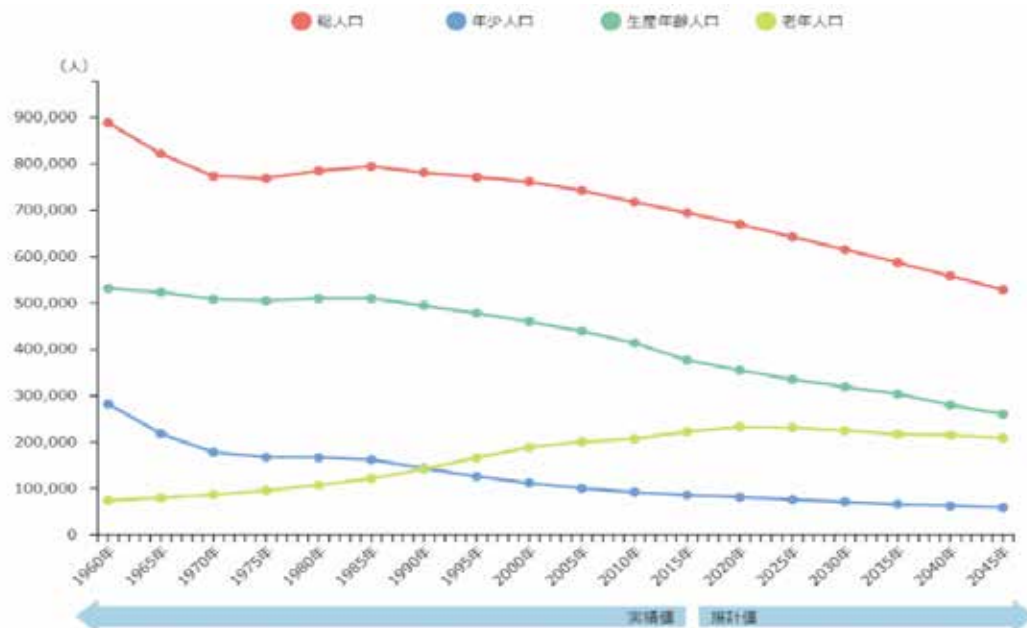


図5. 島根県の総人口・人口ピラミッド・自然、社会増減のグラフ

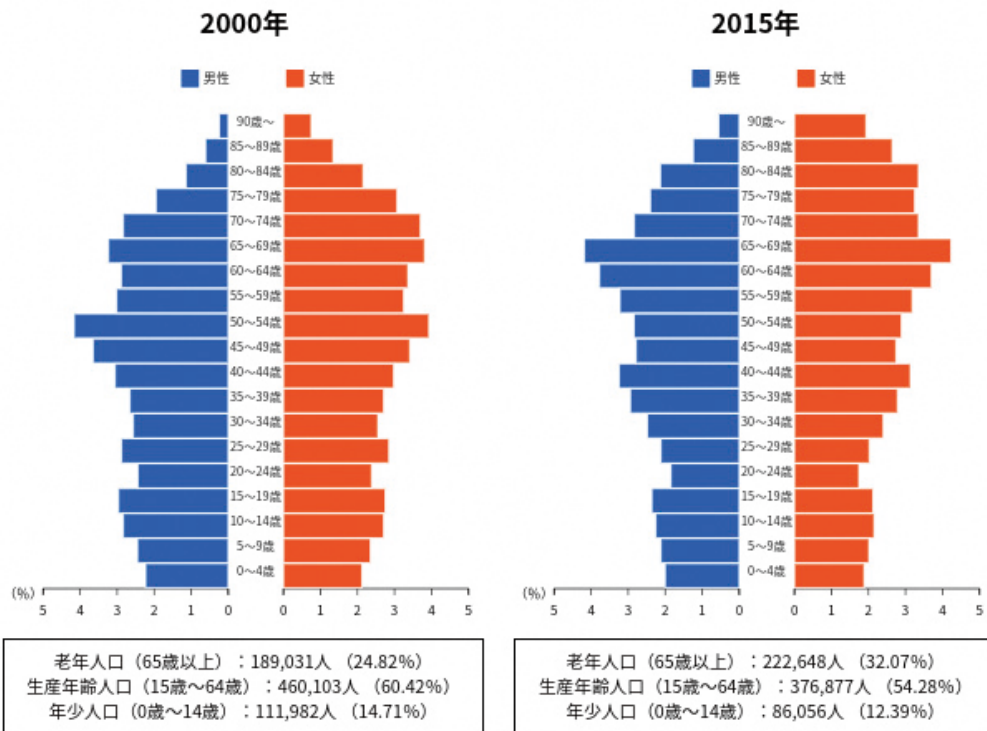


図6. 島根県の人口ピラミッド



図7. 島根県の自然増減・社会増減の推移

(2) 秋田県について

総論：最も人口減少が進行している。

- {1} 島根県と同じ様に進んでおり、現在では毎年約 15000 人の大幅減少がみられる。
- {2} 1995 年から急激に進んでいる。毎年約 5000 人の減少がみられる。
- {3} 年少人口は 3.4%減り、老年人口は 10%増加していることから、少子高齢化が大きく進行している。

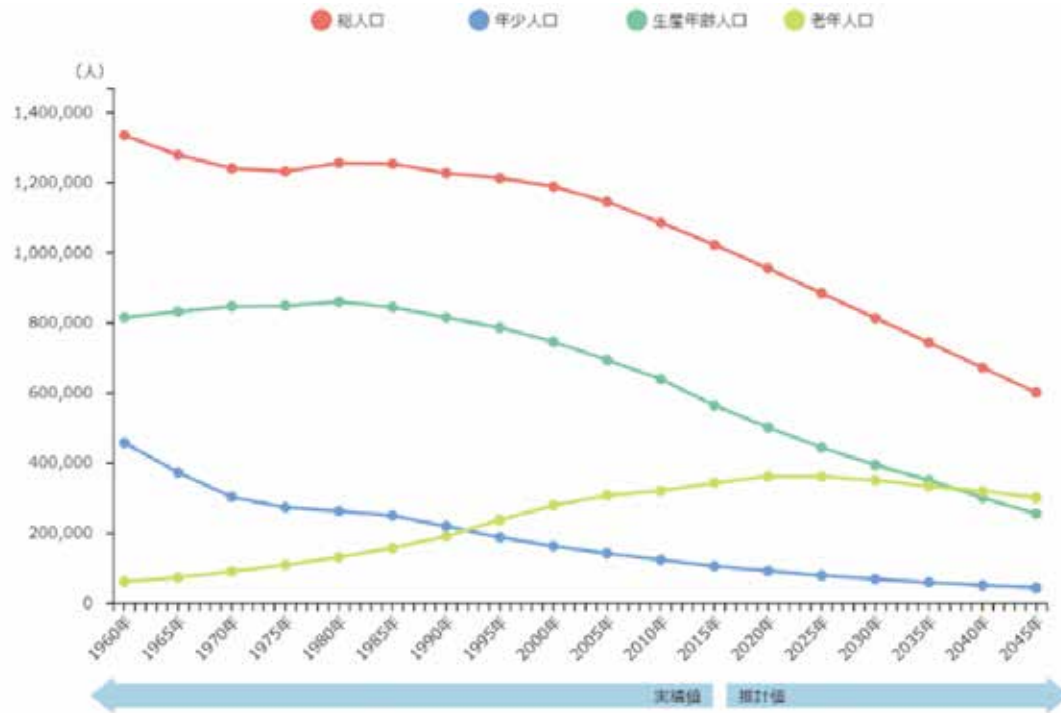


図 8. 秋田県の総人口・人口ピラミッド・自然、社会増減のグラフ

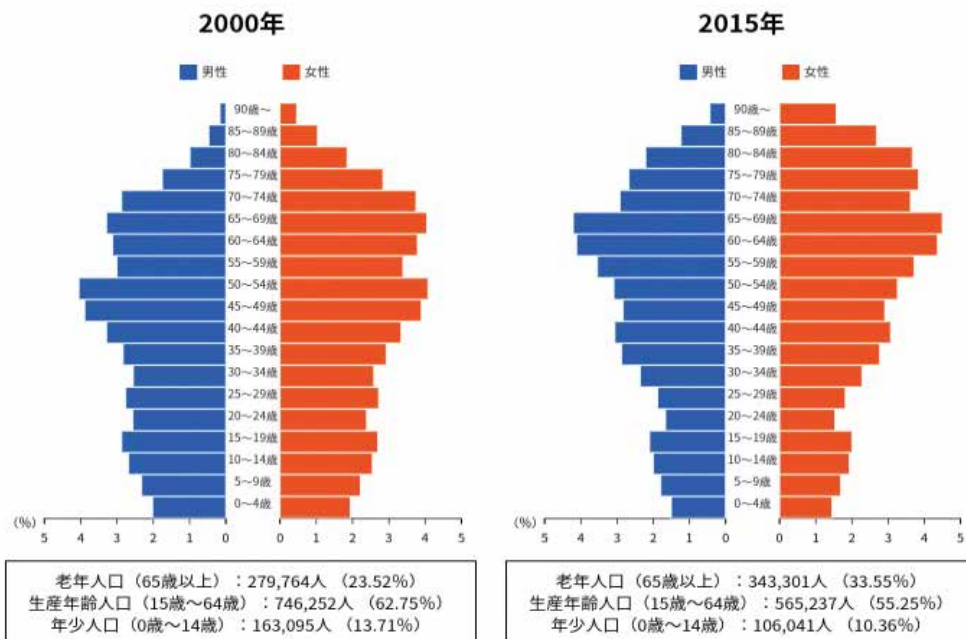


図 9. 秋田県の人口ピラミッド

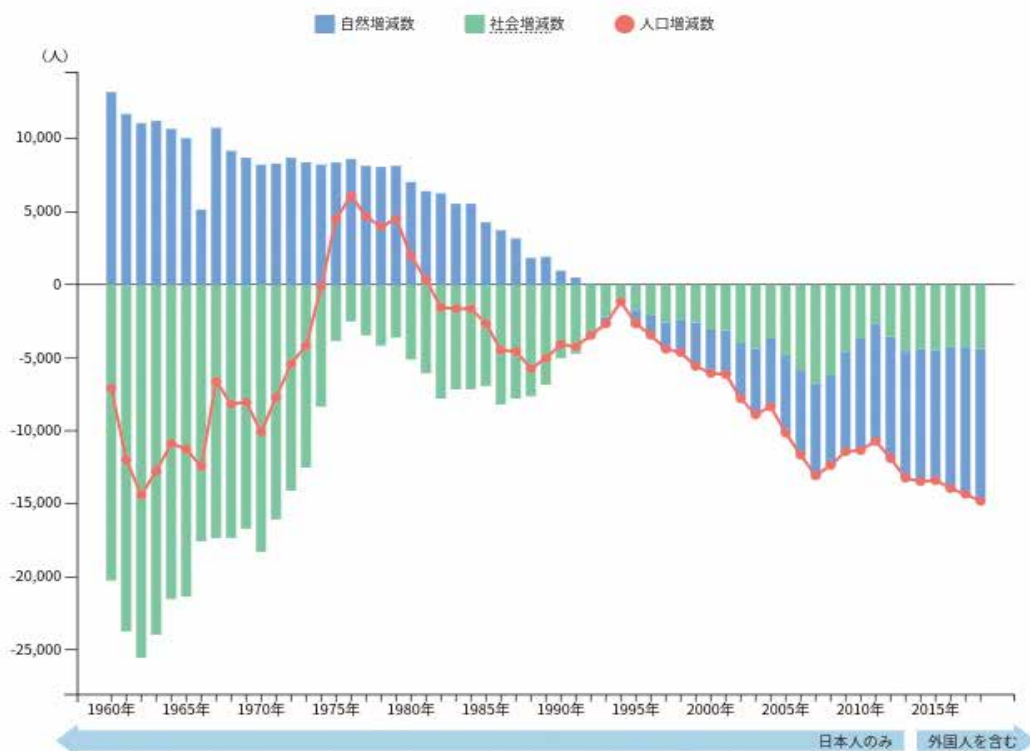


図 10. 秋田県の自然増減・社会増減の推移

(3) 鳥取県について

総論：総人口のグラフから島根・秋田県と比べるとゆるやかに減少している。

- {1} 島根、秋田県と比べて毎年約 6000 人減少している。
- {2} {1}の自然減同様、毎年約 4000 人減少している。
- {3} 年少人口は 2.4%減少し、老年人口は 7.4%増加している。したがって少子高齢化が進行している。

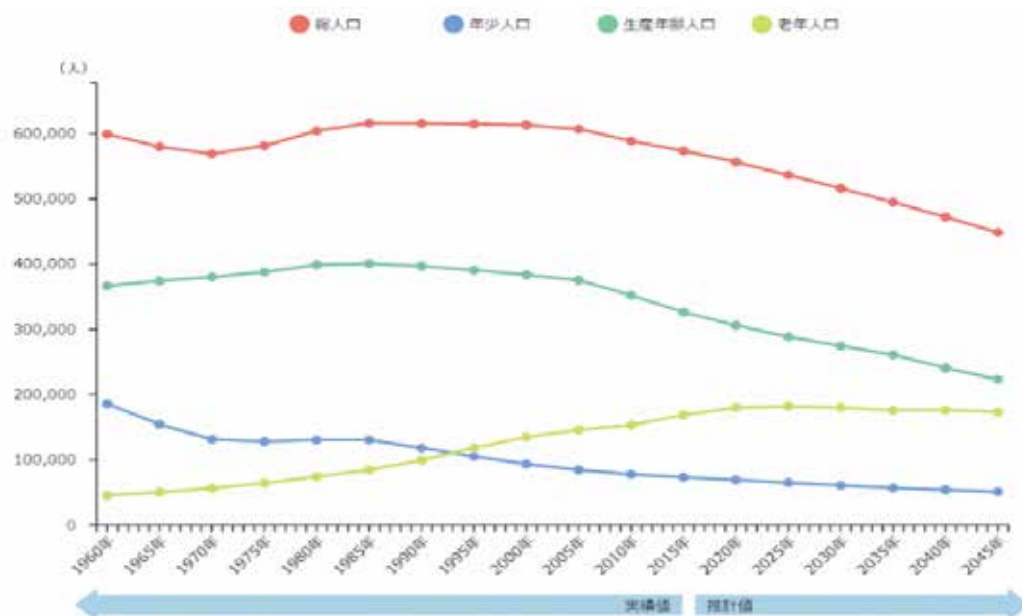


図 11. 鳥取県の総人口・人口ピラミッド・自然、社会増減のグラフ

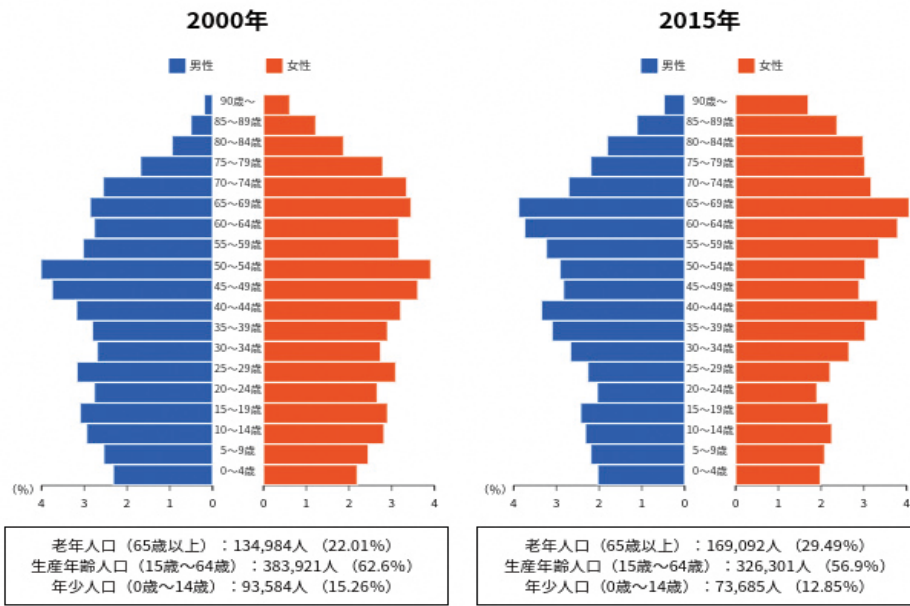


図1 2. 鳥取県の人口ピラミッド

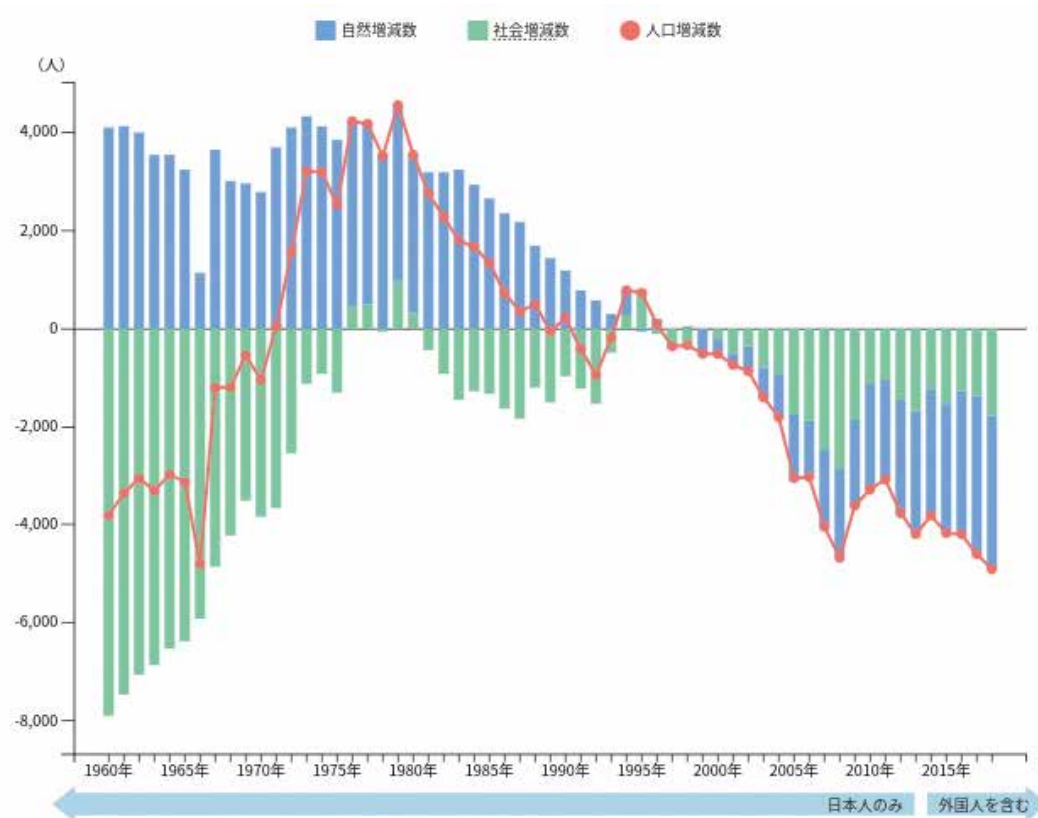


図1 3. 鳥取県の自然増減・社会増減の推移

(4) 滋賀県について

総論：他の3県とは異なり、人口増加が最近まで進んでいたが、減少し始めた。

- {1} 2014年頃まで継続して自然増であった。
- {2} {1}と同様に増加していたが、自然増の大きさより小さい。
- {3} 年少人口は1.9%減少し、老年人口は7.8%増加して少子高齢化は他の3県と比べて進行度が小さい。
- {4} 大都市である大阪に近く、交通網が発達している。

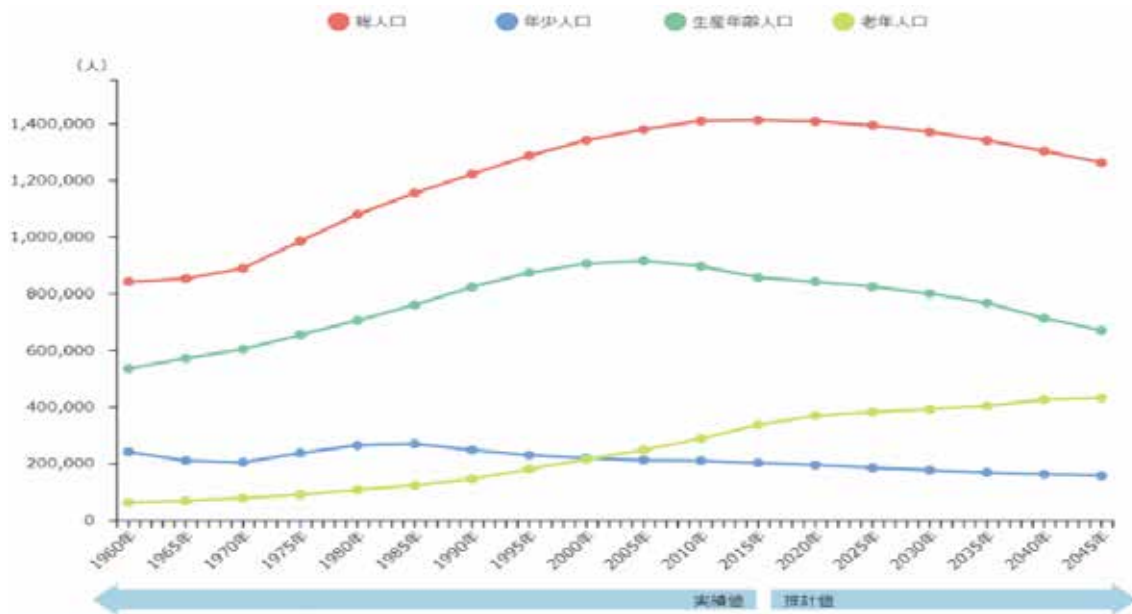


図14. 滋賀県の総人口・人口ピラミッド・自然、社会増減のグラフ

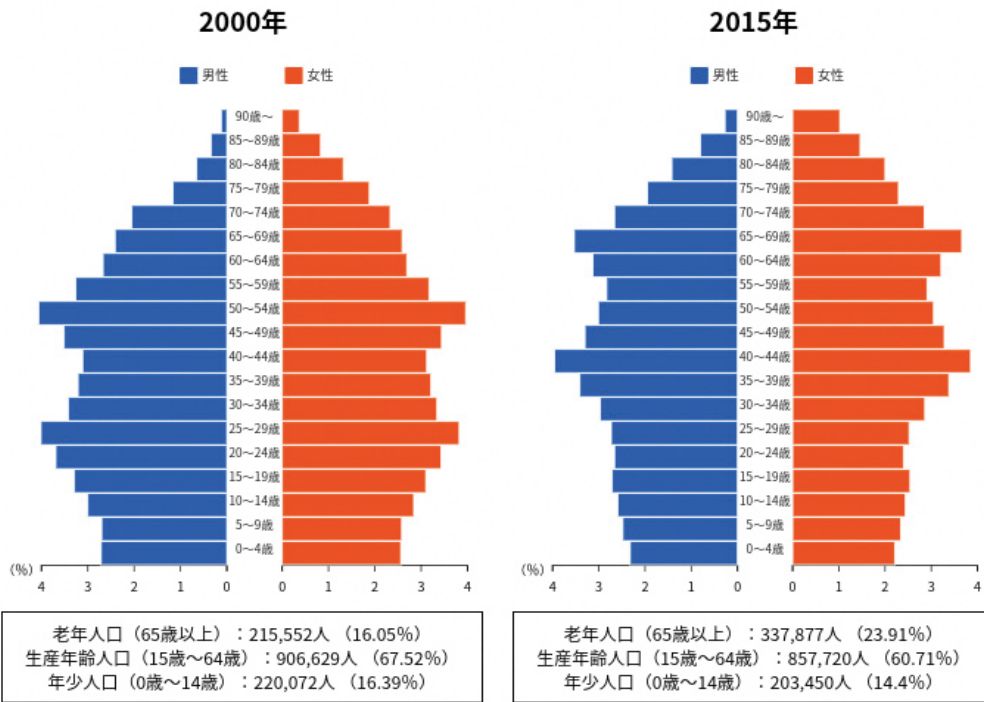


図15. 滋賀県の人口ピラミッド



図16. 滋賀県の自然増減・社会増減の推移

6. 4県を比較してわかったこと

滋賀県は他の3県に比べて人口減少が小さく、2010年頃まで人口が増加していた。どの県も生産年齢人口、年少人口の数は減り、老年人口の数が年々増加していることが分かる。このことから人口ピラミッドは逆三角形になりつつあり、少子高齢化が進んでいくことが思われる。自然増減、社会増減を見てみると、滋賀県以外は1995年頃から自然減、社会減が大きくなっていることが分かるが、滋賀県は最近の2015年頃から自然減、社会減となり人口は減少していった。滋賀県は最近まで人口が増加していたことが見て取れた。

7. 考察

島根県で人口減少が進んでいる大きな原因は大学進学・就職による流出数が多いことであると考えられる。島根県では4月に転出者数が最も多く、その理由の上位は就職と就学・卒業である。参考に令和2年4月の転出者の状況を示す。

【参考】 令和2年4月の転出者数	6357人	
うち就職	1708人	
うち就学・卒業	700人	(島根県人口月報令和2年4月より)

以上のことから、解決策の提案を考えた。

提案：大学卒業後に島根県に戻って来るためのきっかけを増やす。

具体策：島根県内の企業の説明会や就職フェアを大都市（東京や大阪など）で開催する。

また、新型コロナウイルス感染症蔓延防止対策の観点から、オンラインで行うことも効果的であると考えられる。

8. 参考文献

1. SSDSE (図1~4)
2. RESAS (図5~16) [RESAS 地域経済分析システム: トップページ](#)
3. 島根県人口月報 (令和2年4月)

熱電発電の利用

研究者名 足立 麻美 狩野 大志
野々内日向 堀尾 葵

1. 背景

現在、熱源を用いた発電において6割の熱が利用されずに廃棄されているという現状を知り、低級の熱エネルギーで発電を行うことができる熱電発電に興味をもち研究を行おうと思った。

2. 熱電発電とは

熱電発電はゼーベック効果を用いた発電である。ゼーベック効果とは異なる2種類の金属を接合し、2種類の金属間に生じる温度差により電位差が生じて、熱起電力が生じる現象である。(図1参照)

半導体のゼーベック係数は金属単体よりもはるかに高いため、熱電発電では2種類の半導体が使われる。また、これらの半導体は一方を正に帯電させたP型半導体、もう一方を負に帯電させたN型半導体を用いて発電を行う。P型半導体とN型半導体を接合したものをペルチェ素子という。

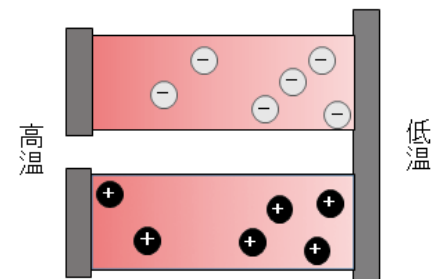


図1. ゼーベック効果の模式図

3. 熱電発電の利用の想定

(1) 温泉での利用

温泉で60℃の源泉を20℃の冷水で冷ます工程で源泉と冷水が合流する点(温度差40℃)にペルチェ素子を設置することで熱起電力を発生させることができるのではないかと考えた。また発生させた熱起電力で温泉街に多くみられる街頭(必要な電力12.5V)を光らせることを想定した。

(2) トイレでの利用

トイレで25℃の便座と30℃のおしりの間(温度差5℃)にペルチェ素子を設置することで、熱起電力が発生するのではないかと考えた。

この時発生した熱起電力でトイレ用擬音装置(必要な起電力1.5V)を鳴らすことを想定した。

4. 半導体の作製

2つの想定が実現可能か調べるために実際に半導体の作製を行うことにした。

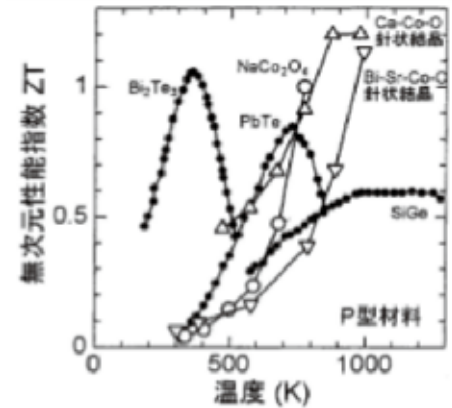
作製にあたって、まず初めに考えたことは半導体の組成比である。熱電発電では、すでにわかっている。グラフ1は横軸に発電を行う温度帯、縦軸に無次元性能指数（半導体の性能の良さ）をとったものである。

温泉、トイレどちらの想定場面でも300Kあたりで発電を行うのでBi, Te からの半導体が適しているということがわかる。

したがって今回は以下の4つの半導体を作製することにした。

表1. 半導体の性能を示すグラフ

- p① : P型半導体① (組成: $\text{Bi}_{0.5}\text{Sb}_{1.5}\text{Te}_3$)
- p② : P型半導体② (組成: $\text{Bi}_{0.3}\text{Sb}_{1.7}\text{Te}_3$)
- n① : N型半導体① (組成: $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.7}\text{Se}_{0.3}$)
- n② : N型半導体② (組成: $\text{Bi}_2\text{Te}_{2.85}\text{Se}_{0.15}$)



【作製手順】

- ① 秤量 作製に必要な元素を計算し測り取った。
- ② 融解結合 秤量したものを砕いて700°Cで5分間加熱し融解させて結晶にした。
- ③ 焼結 融解結合したものを再び砕き400°Cで5分間加熱して結晶にした。
- ④ 研磨 焼結したものを磨いて形を整えて、半導体を完成させた。

5. ゼーベック係数の測定

作製した半導体を用いて2つの場面想定において必要となる素子の数を計算するために作製した半導体のゼーベック係数を測定することにした。ゼーベック係数とは温度差1Kあたりに生じる熱起電力を表したものである。ゼーベック係数の測定では、コンスタンタンという合金を用いて行う。

(1) 測定

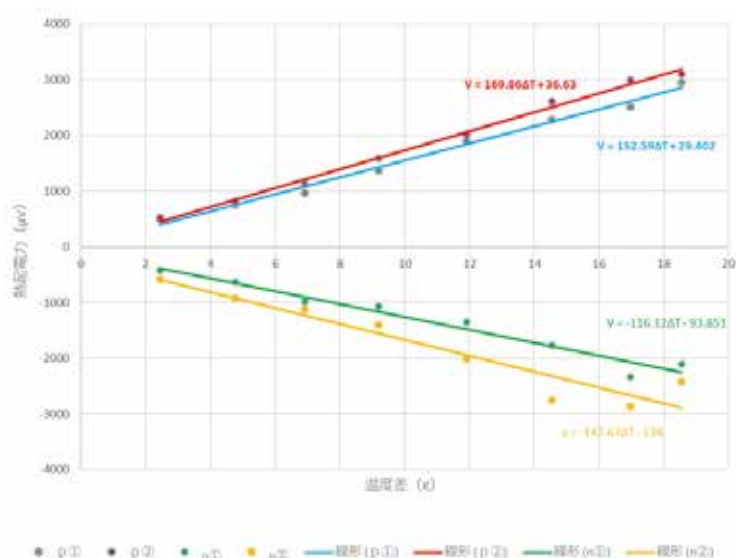
- i) 測定器具 銅板、加熱器、電源装置、電圧計、半導体、コンスタンタン
- ii) 測定手順
 - ① 銅板に電圧計をつなぎ、その上に半導体とコンスタンタンをのせた。
 - ② 半導体とコンスタンタンに熱をあてて生じた起電力を記録した。
(図2参照)
 - ③ コンスタンタンの熱起電力とゼーベック係数 ($-38 \mu\text{V/K}$) から与えた熱の温度を求めた。
 - ④ 与えた温度を横軸、半導体で生じた熱起電力を縦軸としてグラフを作成した。
 - ⑤ このグラフの近似直線から半導体のゼーベック係数を求めた。



図2. 測定の様子

iii) 測定結果

表 2. 温度差と熱起電力の関係を示したグラフ



グラフ 2 より、各半導体のゼーベック係数は、p①が $152 \mu\text{V/K}$ 、p②が $170 \mu\text{V/K}$ 、n①が $116 \mu\text{V/K}$ 、n②が $-143 \mu\text{V/K}$ であると算出された。

今回作製した半導体では p②と n②を接合した素子のゼーベック係数 $313 \mu\text{V/K}$ が最も大きくなることから、今後の計算ではこの数値を用いて計算を行っていく必要がある。

次に金属単体のゼーベック係数の測定をおこなった。これは、金属単体のゼーベック係数はかなり小さいということが分かっているが、実際に小さいか調べるためにおこなった。測定の手順は半導体の測定と同様に行い、Au、Ag、Al、Fe、Sb、Bi の 6 種を測定した。

その結果 Au $-0.02 \mu\text{V/K}$ 、Ag $-0.2 \mu\text{V/K}$ 、Al $-4 \mu\text{V/K}$ 、Fe $10 \mu\text{V/K}$ 、Sb $40 \mu\text{V/K}$ 、Bi $79 \mu\text{V/K}$ と算出された。この結果からどの金属単体も半導体のゼーベック係数よりかなり小さくなるため、やはり実際に熱電発電を行う際は、半導体を用いるべきであるということがわかった。

6. 素子の必要数の計算

作製した素子のゼーベック係数 $-383 \mu\text{V/K}$ を用いて、2 つの想定場面を実現するために必要となるペルチェ素子の個数を計算した。

(1) 温泉での利用

素子 1 個あたりのゼーベック係数	$313 \mu\text{V/K}$
想定される温度差	40°C
必要な熱起電力	12.5V
計算すると、およそ 999 個の素子が必要	

(2) トイレでの利用

素子 1 個あたりのゼーベック係数 $313 \mu\text{V/K}$

想定される温度差 5°C

必要な熱起電力 1.5V

計算すると、およそ 959 個の素子が必要

7. 考察

計算結果から多数のペルチェ素子を用いることで2つの想定は実現可能ということがわかった。しかし、今回の研究では内部抵抗などを考慮していないため、実際に発電を行う際には、さらに多くの半導体が必要となる。したがって、よりゼーベック係数が大きい半導体を作り接続数を減らすことで内部抵抗を抑える必要がある。

また、今回作製した P 型半導体 N 型半導体のゼーベック係数はどちらも $20 \mu\text{V/k}$ 以上の差がでていたことから、半導体の組成比を変えることでゼーベック係数に変化が出るのではないかと考えられる。したがって、今後は異なる組成比の半導体を作り最もゼーベック係数が大きくなる半導体の組成を検証していく。また、半導体の内部抵抗の測定を行い、発電出力に関する研究も行っていく。

8. 謝辞

島根大学総合理工学研究科 物理・材料科学領域 北川裕之准教授には、半導体の作製やゼーベック係数の測定などの指導を受けました。

ジュラルミンの時効硬化についての研究

研究者氏名 明石隼人・安部佑亮
灌 俊介・能美俊亮

1. 要旨

ジュラルミン(Al-Cu 合金)の時効硬化について、炉内での保持温度と、保持時間による硬度変化の様子の関係を調べた。

結果として、ジュラルミンの硬度は保持温度によらず一定のピーク値を迎えること、保持温度が高いほどピーク値を早く迎えること、保持中に保持温度をより高くすることで硬度を一定に保つことができる可能性があることがわかった。

今後は、Al-Cu の混合割合を変えた合金についても同様の研究を行い、上記の結果がジュラルミン全般に起こる現象なのかを確かめていきたい。

1. Abstract

We investigated the relationship between the temperature in the furnace and the change in hardness with time held in the furnace for age-hardening of duralumin.

As a result, we found the following three points regarding age-hardening of duralumin.

First, there is a constant maximum value for the change in hardness of duralumin regardless of the holding temperature.

Second, the higher the holding temperature, the faster the maximum value is reached.

Thirdly, by raising the holding temperature during holding, there is a possibility that the hardness can be kept as it is.

The problem with this experiment is that the results are inaccuracies due to the small number of experiments we had done.

Besides, we would like to do similar experiments on another mixing percentage duralumin.

2. 序論

金属は乗り物、建造物など、私たちの生活には金属が深く関わっている。金属の硬度について調べることによって、私たちの生活をより安全にすることができるのではないかと考えた。そこで、金属の硬度を上昇させる方法として、“時効硬化”があると知った。適切な時効硬化処理とはどのようなものなのか、処理時の条件を変えることで調べることにした。研究対象とする金属は、硬度が高く汎用性の高い金属として知られるジュラルミンとした。

3. 使用器具・材料

ジュラルミン (Al - Cu 合金) 冷水を張ったバケツ 研磨紙
電気炉 硬度試験器 火挟み 軍手 (熱したジュラルミンを取り扱う)

4. 実験の目的・方法

<実験 I > ジュラルミンの保持温度を変えることで、ジュラルミンの硬度変化の様子はどのように変化するか硬度試験器を用いて測定した。

<実験 II > 電気炉内に 100℃で保持したジュラルミンを別温度(200℃→常温)で保持すると、ジュラルミンの硬度変化について硬度試験器を用いて測定した。

<方法 I >

- ① ジュラルミンを 550℃に加熱した電気炉内に 1 時間 30 分間放置し、溶体化処理を行った。
- ② ジュラルミンを電気炉から出し、バケツの冷水で急冷却し、ジュラルミンの表面を研磨紙で研磨した。
- ③ 硬度試験器によってジュラルミンの硬度を測定した。
- ④ ジュラルミンを一定温度に加熱した電気炉内で保持し、測定時間ごとにジュラルミンの硬度を測定した。
- ⑤ ③・④を繰り返し行った。

5. 結果

<実験 I>

常温で保持したときのジュラルミンの硬度変化は、他の温度で保持したときに比べて小さいことがわかった。ジュラルミンの硬度は、常温以外の保持温度では温度に関係なくほぼ一定の最大値に達していた。また保持温度が高いと、ジュラルミンの硬度が最大の値に達するまでに要する時間が短いことがわかった。ジュラルミンの硬度は、最大値に達した後は、すべての保持温度において徐々に低下を続けていた。

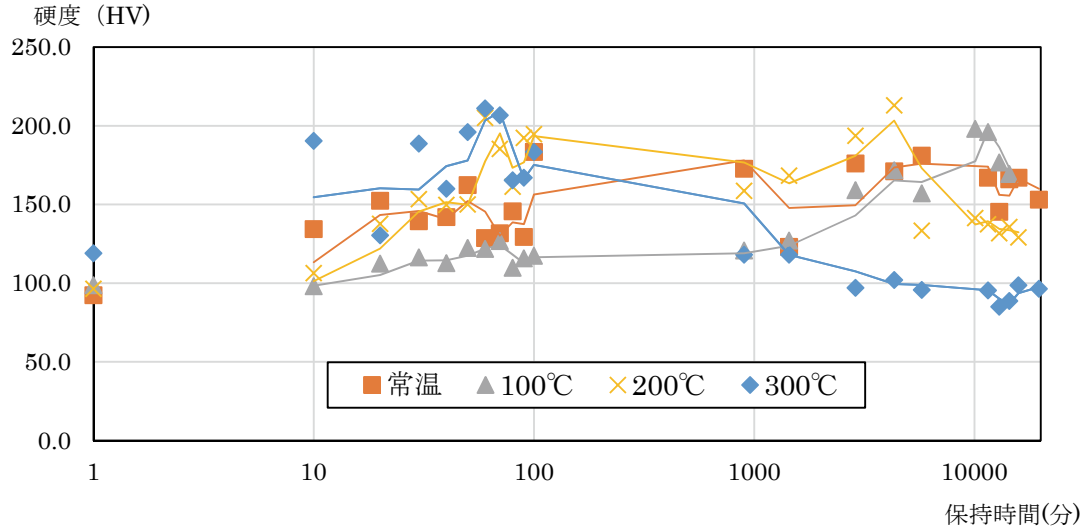


図 1. 保持温度における保持時間と硬度変化の関係を示したグラフ

<実験 II>

保持温度を 100°C から 200°C に変えると、ジュラルミンの硬度は一定の値をとりつづけた。その後、さらに保持温度を常温に変えて保持すると、ジュラルミンの硬度は低下していった。

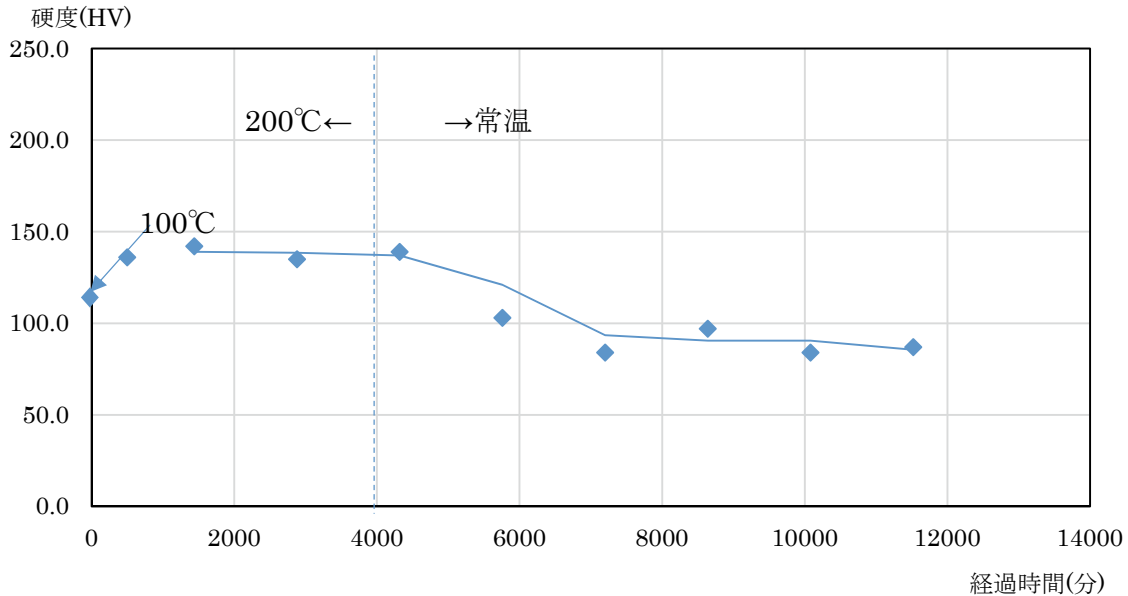


図 2. 100°C から保持温度を変えたときの硬度変化。4000 分まで 200°C にし、その後は常温にした。

6. 結果

保持温度を常温した場合、他の保持温度のときと比べジュラルミンの硬度変化が小さかった。ジュラルミンの硬度の最大値は、保持温度によらずほぼ一定の値になった。保持温度が高いほど、ジュラルミンの硬度が最大値に達するまでに要する時間は短くなった。ジュラルミンの硬度は、一定の最大値を迎えた後、保持温度を変化させても徐々に低下し続けた。しかし、保持温度を 100℃ から 200℃ に変えて保持すると、ジュラルミンの硬度が一定に保たれる様子が見られた。保持温度を常温に変えると、ジュラルミンの硬度は同様に下がっていった。

7. 考察

結果より、ジュラルミンの硬度を短時間で最大にするには、保持温度を高くすればよいと考えられる。ジュラルミンの硬度は硬度が最大になった後、保持時間に関係なく一定の値を示し、徐々に低下していくため、保持温度を一定の温度からより高温にすることで、ジュラルミンの硬度をそのまま保てる可能性があると考えられる。

8. 謝辞

ご指導いただいた島根大学 次世代たたら協創センター 植木翔平先生ありがとうございました。

鉄のさび

研究者氏名 青山 拓磨・岡野 優心
角 静保・伊達このか

1. 序論

金属の専門家であるロジャー・リード先生の講演を拝聴する機会や、次世代たたら協創センターのプロモーションビデオを拝見する機会があったことから金属に興味を持つようになった。金属について私たちにとって身近な問題がないか振り返り、自転車やさびによって操作しづらくなることに着目した。さびがしやすい環境とはどのような条件がそろっているのかを知るために研究を始めた。

2. 実験概要

質量パーセント濃度 0%、0.5%、1.5%、3.5%（以降の表記を各溶液 a、b、c、d とする）の NaCl 水溶液 30ml を調製し、鉄片をそれぞれの溶液に浸け、経過を観察した。このとき、経過観察時の温度は 40℃、常温（室内で放置）、5℃（以降の表記を各条件 A、B、C とする）にした。

(1) 使用した実験試薬・器具

【試薬】 NaCl 精製水 鉄片（縦 20mm×横 70mm×厚 1 mm） ヘキサン
【器具】 100ml のビーカー 50ml のメスシリンダー 2.0mL および 5.0ml の駒込ピペット
電子天秤 耐水ペーパー（粒度 2000） キッチンペーパー アルミホイル
ろ紙 三角漏斗 漏斗台 薬さじ 吸光光度計 セル 恒温槽 乾燥機
パケットテスト（鉄、鉄（低濃度））

(2) 実験方法

1. 実験①操作手順

- ① 事前準備として各検体を入れる容器のふたにラベリングをした。
- ② 100ml のビーカーに電子天秤で NaCl を、a は 0g、b は 0.5g、c は 1.5g、d は 3.5g をそれぞれはかり取り、ガラス棒で混ぜながら精製水をビーカーの 100g の目盛りまで入れた。
- ③ 調製した NaCl 水溶液をメスシリンダーで 30ml はかりとり密閉容器に入れた。
- ④ ヘキサンを染み込ませたキッチンペーパーで鉄片を拭き、鉄片表面の油分を取り除いた。このとき鉄片に触れないように鉄片表面の油分を拭き取った。
- ⑤ 鉄片の重さを電子天秤ではかり NaCl 水溶液の入った密閉容器に入れた。
- ⑥ A は 40℃の恒温槽、B は室温で約 15℃、C は 5℃の冷蔵庫に入れて各条件を保った。
A については恒温槽に水を入れて行い、40℃に設定して、適宜恒温槽の状況を確認した。恒温槽の水が少なくなると足した。蒸発による水的大幅な減少を防ぐため、恒温槽にアルミホイルをかぶせた。
- ⑦ さびの量の測定は A 目視による観察、B (i) 質量法、(ii) フェナントロリン吸光光度法の 3 つの方法で測定した。
A. 目視による観察：観察日の気温と湿度を記録し、定期的に写真を撮ったうえで測定した。
B. 質量法とフェナントロリン吸光光度法：
事前準備としてまず、検体をろ過によってろ紙と鉄片、溶液にわけたのちにそれぞれ行った。ろ過の際に、水溶液の濃度が薄まってしまうことを防ぐため、精製水で洗い流す作業は行わなかった。
(i) 質量法の操作手順
① ろ過をする前にろ紙の重さを計った。
② 実験前の鉄片とろ過前のろ紙の重さの和と、ろ過後の鉄片とろ紙の重さの和を比較した。
(ii) フェナントロリン吸光光度法の操作手順
① ろ過した溶液中の鉄イオン濃度を測定した。
② ろ過した溶液をセルにはかり取り、吸光光度計でゼロ調節をした
③ 取り出したセルの中の溶液にパケットテストの粉末を 3 分ほど振って溶解した。
④ セルに溶液を吸光光度計に戻し、濃度測定を行った。

ii) 実験② 操作手順

① 何も手を加えない C-a② (②=ノーマル)、ヘキサソで拭いた C-a③、粒度 2000 の耐水ペーパーで磨いた C-a ペ、C-b ペ、C-c ペ、C-d ペの新しい検体を用意した。

(下図 1 参照)

② 測定は実験①の 7 と同様に行った。

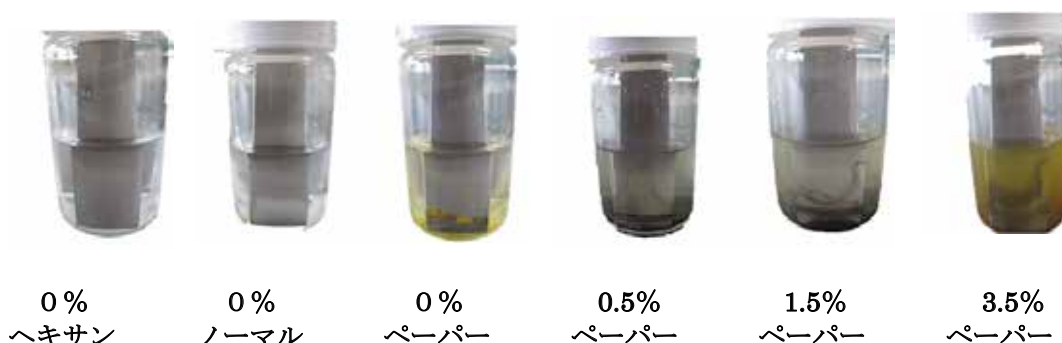


図 1. 実験②で使用した鉄片の変化

5℃で鉄片を各塩分濃度の水溶液に浸け、変化を観察した。上段には塩分濃度(%)、下段には鉄片への処理を示している。ヘキサソはヘキサソで拭いた、ノーマルは何もしていない、ペーパーは粒度 2000 の耐水ペーパーで磨いたものである。

(3) 実験結果の予想

実験①反応速度と濃度の関係により高温かつ高濃度の A-d が最もさびやすいと予想した。

(4) 実験結果

表 1. 各試料の条件と質量変化

試料No	ろ紙の質量変化(g)	計測1 (mg/L)	計測2 (mg/L)
Aa1'	0	under	under
Ab1'	0.02	under	under
Ac1'	0.02	under	under
Ad1'	0.06	under	under
Ba1	0.05	0.13	0.12
Bb1	0.15	under	under
Bc1	0.1	under	under
Bd1	0.04	under	under
Ca1	-0.02		
Cb1	0.05	under	0.1
Cc1	0.03	0.15	0.15
Cd1	0.24	0.84	0.84
Aa2	-0.01	under	under
Ab2	0.01	0.15	0.14
Ac2	0.02	under	under
Ad2	0.12	under	under
Ba2	0.23	under	under
Bb2	0.03	0.15	0.14
Bc2	0.05	under	under
Bd2	0.18	under	under
Ca2	0.03	under	under
Cb2	0.05	under	under
Cc2	0.12	under	under
Cd2	0.06	0.39	0.39

予想に反して NaCl 濃度や温度を変えても反応にそこまで大きな差は生じなかった。

(5) 実験①の考察

予想と大きく異なったのは、鉄片の表面の油分によるものではないかと考えた。

(6) 実験②の結果

C-a⑦と C-a⑧は変化が見られず、耐水ペーパーで磨いたものはすべて見た目の変化があった。濃度の高いものほど液体が濁っていた。フェナントロリン吸光度法による測定では濃度 0%のものは数値が検出されず、耐水ペーパーで磨いた 0.5%、1.5%、3.5%の 3 つは高濃度になるほど数値が小さくなっていった。

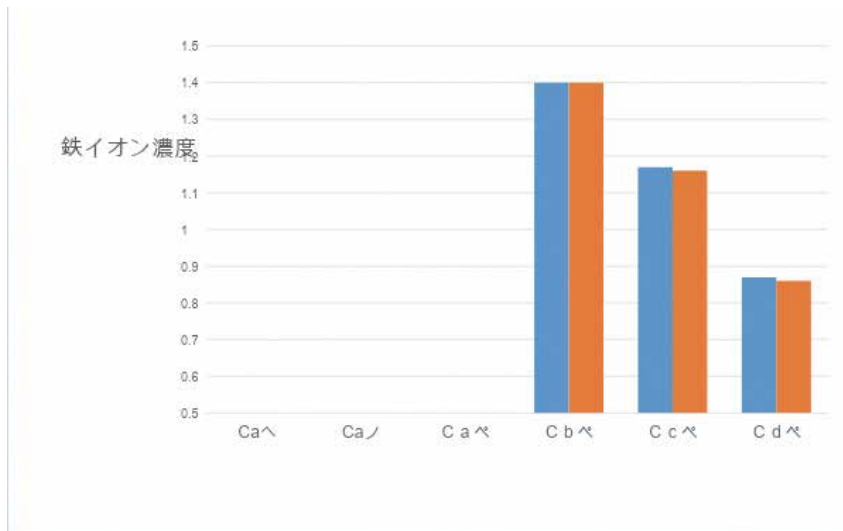


図 3. フェナントロリン吸光度法で測定した鉄イオン濃度
耐水ペーパーで磨くことで、鉄イオンが生成されている。

(7) 実験③

鉄のさびの生成において酸素の重要性を考え、開放系で行った。温度はすべて室温にして、ア) 濃度を変化させたものとイ) 濃度はすべて 3.5%にして温度を変化させたものの 2 種類の対照実験を 24 時間おいて行った。

(8) 実験③の結果

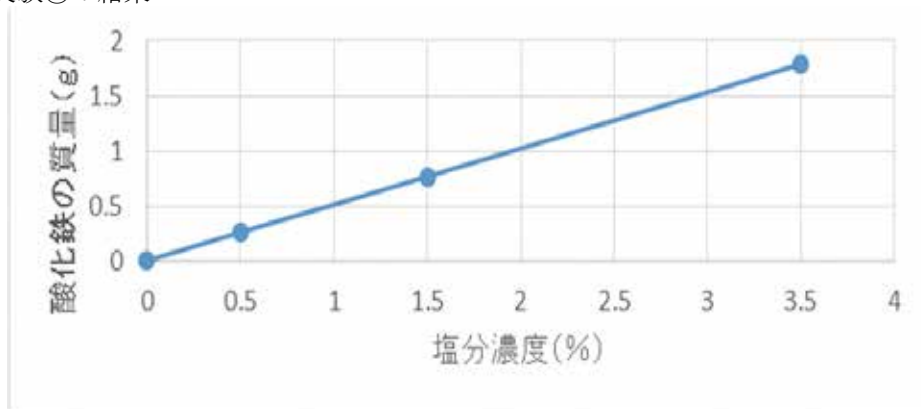


図 4. 塩分濃度と酸化鉄 (さび) の質量との関係

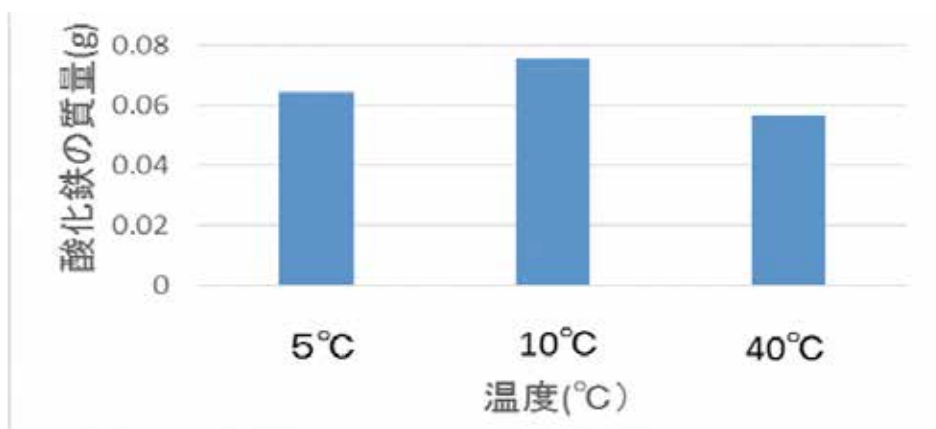


図5. 温度と酸化鉄（さび）の質量との関係

図4より、予想したとおり、塩分濃度と酸化鉄の質量は比例関係にあった。図5より、温度上昇に伴って質量も上昇すると予想したが、実測値は予想と異なる結果になった。温度による酸化鉄の質量に相関関係はみられなかった。

3. 考察

耐水ペーパーで磨いたものは表面に小さな傷ができたことにより、さびやすくなったのではないかと考えられる。開放系にして酸素供給を可能にすると高濃度では反応速度が速いと考えられ、濃度に伴い、酸化鉄の質量は増加したと考えられる。図5のように温度上昇に伴って酸化鉄の質量が増加しないのは、溶液の温度上昇により溶存酸素量が減少していく影響が大きいことによると考えられる。

4. まとめ

実験①、③より空気中の酸素が第一にさびの生成に関わっているのではないかと考えた。塩分濃度とさびの質量は比例した。温度と濃度による反応速度の関係に基づくと温度上昇に伴って質量も増加するはずだが、図4より溶存酸素量に大きく影響されるとわかった。

5. 今後の展望

実験回数が少なく、今後、低温で塩分濃度を変えるなどして、様々な環境を作り、さらに実験を深めていきたい。

6. 謝辞

島根大学大学院自然科学研究科環境システム科学専攻物質化学コースの笹井亮先生には多大なるご尽力をいただきました。心から感謝いたします。

7. 参考文献

- ・日本化学編(1978)「身近な現象の化学」培風館
- ・フェナントロリン吸光光度法による鉄の定量
kuchem.kyoto-u.ac.jp/ubung/yyosuke/uebung/chemusb/chemusb2.html
- ・日本製鉄のホームページ
<https://www.nipponsteel.com/product/superdyma/material/rust.html>

シジミの貝殻による水質環境改善

研究者氏名 高橋 航・山田 汰瑛
永島 彩名・大石さくら

1. 背景

島根県の特産品のなかで特に不要なものを有効活用して環境改善に役立てられないかと考えた。そこで思いついたのが、島根県で廃棄されていると予想されるシジミの貝殻である。

一方、東北大学による「産業廃棄物としてカキ殻を用いた水質浄化試験」という先行実験から、カキ殻に水質浄化作用があることを知り、シジミの貝殻にも同じような作用があるかもしれないと考えた。

2. 仮説

我々は、シジミの貝殻に含まれている成分の中に水質浄化に役立つものが含まれているのではないかと仮説を立てた。

シジミには富栄養化の原因となる栄養塩を取り込む働きがあり、さらに軟体部、貝殻部ともに濾過作用もあり、これらが水質改善につながっているということが先行研究で分かっている。しかし、貝殻に含まれている成分に水質浄化に役立つものが含まれていることは分かっておらず、我々は貝殻を砕いたものに水質浄化に役立つものがないか調べることにした。

また、シジミの貝殻を焼成し、成分である炭酸カルシウムの結晶構造をアラゴナイトからカルサイトにすると、水質浄化作用が高まるのではないかと仮説も立てた。

カキ殻に水質浄化作用があるのは、成分の結晶構造がカルサイトであることが関与しているのであれば、アラゴナイトの構造をもつシジミの貝殻を焼成し、カルサイトに変化させることで、水質浄化作用が高まることが考えられる。なお、アラゴナイトを 400℃以上で焼成するとカルサイトになることは、既に知られている。

我々は水中の有機物を酸化分解するのに必要とされる酸素量である COD の値の変化で、シジミの貝殻に水質浄化作用があるかを調べた。

表 1. 貝の種類と貝殻を形成する炭酸カルシウムの結晶構造の比較

	シジミ	カキ	アカガイ
貝殻を形成する CaCO ₃ の結晶の種類	アラゴナイト (霰石) ※	カルサイト (方解石)	アラゴナイト (霰石)
硬さ	非常に硬い	やわらかい	初めはやわらかいが、小さくなるほど硬い

3. 実験材料と方法

(1) 材料

[試料] シジミ・カキ・アカガイの貝殻 炭酸カルシウム 宍道湖水 蒸留水
硫酸 (1 + 2) 200g/L 硝酸銀水溶液 5mmol/L 過マンガン酸カリウム
12.5mmol/L シュウ酸ナトリウム水溶液

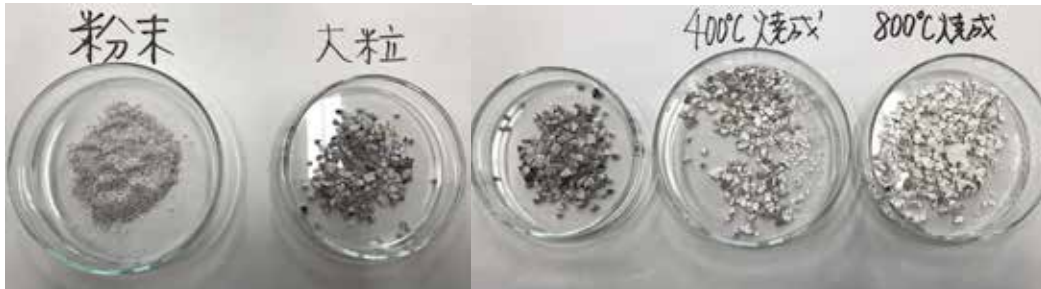
[実験器具] 200mL ビーカー 500mL ビーカー 透明メスフラスコ 褐色メスフラスコ
200mL 三角フラスコ 褐色ビュレット 5mL 駒込ピペット 10mL 駒込ピペット
10mL ホールピペット 5mL メスピペット 10mL メスピペット
安全ピペッター 攪拌機 ガスバーナー ろ紙 漏斗

(2) 手順方法

- ① シジミ、カキ、アカガイの貝殻を砕いた。
- ② カキとアカガイについては粉末状にし、シジミについては粉末状にしたものと、簡単に砕いたものを用意し、それぞれ 2.0g ずつはかりとった。
- ③ 簡単に砕いた比較的粒の大きなシジミの貝殻を、400℃で 2 時間、800℃で 2 時間焼成した。
- ④ 砕いた貝殻を試料水 100mL に入れ、1～3 日攪拌した。
- ⑤ 過マンガン酸カリウム水溶液を滴定した。
- ⑥ 以下の式を用いて COD の値を求めた。

$$\text{式： } (A-B) \times 5 / 4.672 \times 1000 / 100 \times 0.2 \quad [A \cdots \text{滴定量} \quad B \cdots \text{ブランクの滴定量}]$$

図 1 左から砕いた貝殻(粉末状)、(左)、焼成した貝殻(右)



左から、砕いて粉末状にした貝殻、粗めに砕いた貝殻、400℃で焼成した貝殻(2つ)、800℃で焼成した貝殻

図 2 攪拌の様子



(i) 水質浄化のための試験

砕いた貝殻 2.0g を宍道湖の水 100mL に入れ、2～3 日の間、左の写真のように攪拌した。

(ii) COD 測定の手順

- ① 上記 (i) の溶液をろ過した。
- ② 硫酸を 10mL 入れ、硫酸酸性水溶液にした。
- ③ 硝酸銀水溶液を入れ、20 分間攪拌した。
- ④ 過マンガン酸カリウム水溶液を 10mL 入れ、沸騰水の中に 30 分間つけた。
- ⑤ シュウ酸ナトリウム水溶液を 10mL 入れ、赤褐色が消えるまで待った。
- ⑥ 過マンガン酸カリウム水溶液を用いて攪拌しながら滴定した。

注) COD とは、化学的酸素要求量の略称。日本工業企画 (JIS) で定められた水質汚染の指標のひとつである。水中の有機物を酸化分解するのに必要とされる酸素量のことである。COD の値が大きいほど、有機物を分解するための酸素が必要となり、水質汚染が進んでいると判断できる。

- (iii) 実験比較した条件・・・① 貝殻の種類による違い ② 粒の大きさによる違い
③ 焼成の有無による違い ④ 貝殻の量による違い

4. 結果

表2. 各貝殻を粉末状にしたときの COD の値をコントロールと比較。貝殻の成分が均一ではなく貝殻の種類によって違いが出るため、この実験で COD の値の比較をするのは難しいと判断した。
COD(mg)

	シジミ	カキ	アカガイ	CaCO ₃
1回目	-5.4	+1.2	—	+0.6
2回目	+1.0	+4.0	※	—
平均	+1.0	+2.6	—	+0.6

「—」は実験を実施していない事を示す。

「※」は酸化している最中に、過マンガン酸イオンの色が消えたため滴定は中止した。

表3. 粉末状にした各貝殻を水で洗浄したときの COD の値をコントロールと比較。カキに関しては洗浄したほうが COD の値が小さくなった。
COD(mg)

	シジミ	カキ	アカガイ
洗浄なし	+1.0	+4.0	※
洗浄あり	+1.9	+3.1	+3.1

表4. 貝殻の種類と粒の大きさに分類し、COD の値とコントロールを比較。粉末よりも大粒のほうが COD の値は小さくなった。
COD(mg)

	シジミ (粉末)	シジミ (粉末 洗)	シジミ (大粒)	シジミ (大粒 洗)
1回目	-5.4	—	—	—
2回目	+1.0	—	+1.0	—
3回目	—	+1.9	—	-0.2
平均	+1.0	+1.9	+1.0	-0.2

表5. 粉末にした貝殻の質量を変えたときの COD の値とコントロールを比較。この実験は1回のみ試験した。質量が大きいほうが COD の値は小さくなった。
COD(mg)

	シジミ (粉末 洗)
2.0g	+1.9
2.5g	-0.6

表 6. 各貝殻を焼熱したときの COD の値とコントロールを比較。この実験は 1 回のみ実施した。
400℃で焼成すると COD の値は小さくなり、800℃では COD の値は変化しなかった。

	シジミ (大粒)	シジミ (大粒 400℃)	シジミ (大粒 800℃)
COD (mg)	-0.2	-1.0	+1.1

5. 考察

実験の方法上、全く同じ試料を使用することができないため単純な比較は困難だが、シジミ貝殻の粉末中には COD の値を増加させるものが含まれていると考えられる。貝殻の成分であるタンパク質などの有機物が溶出したことが原因だと考察できる。

洗浄し、大粒にした貝殻で実験を行うと COD の値に少量ながら改善効果が得られたのは、表面や貝殻から溶出するタンパク質などの有機物の量が減少したためだと考えられる。

シジミの貝殻の質量を変えたときの変化については、試行回数が少なく COD の値についての考察は困難であると判断した。今後回数を増やすことで、COD の値の変化量を検証していきたい。

炭酸カルシウムの結晶（カルサイト）には COD の値の減少、つまり水質浄化の効果が期待できる。シジミの貝殻に含まれる炭酸カルシウムはアラゴナイトという結晶構造をとっており、400℃程度に焼成することによってカルサイトへと変化する。更に 800℃程度まで温度を上げると、結晶構造自体が崩壊する。400℃に焼成した貝殻において、COD の値を下げる効果が見られたこと、800℃に焼成した貝殻では COD の値を下げる効果が見られなかったことからカルサイトには水質浄化の効果が期待できると考察した。

6. まとめ

シジミの貝殻の COD の値は、他の貝殻と比べて小さくなるものの、数値にばらつきが見られたため水質改善の効果があるとは判断できなかった。実験の規模については、先行研究の実験規模を縮小したような実験になる。また先行研究では水質改善効果が見られた牡蠣において COD の値が上昇していることから、単純に比較することはできないが、今後実験方法を再検討していきたい。

カルサイトなどの炭酸カルシウムの結晶構造についてもさらに詳しく調べ、値が減少した理由や、炭酸カルシウム以外の物質が COD の値の変化に及ぼす影響についても研究を進めていく必要があると考える。最終的な研究目的は、「いつかは宍道湖で泳げるようにする」ことだ。

7. 参考文献

1. 産業廃棄物としてのカキ殻を用いた水質浄化試験

(佐々木長市・江成敬次郎・小関恭・伊藤豊彰・中山正与 著)

ウツボカズラの消化液には抗菌作用があるのか

研究者氏名 井塚隼梨 岩田愛梨
狩野優月 河野綾夏

1. 要旨

私たちは、ウツボカズラの消化液には抗菌作用があるのかどうか研究を行った。寒天培地を用いた対照実験を行った結果、滅菌したシャーレに消化液を撒いた場合と手の雑菌水を撒いた場合のどちらも、種類の異なるカビが発生した。そのため、消化液自体に抗菌作用があるのかどうかについて決定的な結果を得ることはできなかった。今後はカビを発生させないことや、条件の追加、比較する対象を変えて実験を行っていく必要がある。

2. 序論

ウツボカズラが生息する東南アジア地域では、ウツボカズラ自体が日常的に使用されている。ものを腐らせにくいため肉や米を持ち歩く携帯用の袋として使用されていることや、消化液を飲み物として飲まれることがあると分かった。腐らせにくく、飲み物として飲むことが出来るということからウツボカズラの内部や消化液には抗菌作用があるのではないかと考え、寒天培地を用いて対照実験を行った。

3. 材料と方法

(1) 使用した実験試薬および器具

ウツボカズラから採取した消化液 寒天 手の雑菌水 滅菌水
滅菌シャーレ 300mL 三角フラスコ 薬包紙 薬さじ 電子天秤 ピペット
300mL ビーカー マイクロピペット メスシリンダー アルミホイル

(2) 実験方法

- ① ウツボカズラの消化液をピペットで採取した。
- ② 寒天の粉を 2.35g 電子天秤ではかりとった。
- ③ メスシリンダーとピペットで蒸留水 100mL をはかりとり、寒天の粉 2.35g とともに 300mL 三角フラスコに入れ、アルミホイルで蓋をしたものを 2 セット作成した。
- ④ 蒸留水 150mL を入れた 300mL 三角フラスコ、アルミホイルで蓋をした 300mL ビーカー、③で作成した寒天混合溶液をオートクレーブにかけて滅菌した。
- ⑤ 滅菌した後、オートクレーブから取出し、クリーンベンチ内で滅菌シャーレ(10 個)に滅菌寒天培地を流し込み、乾燥させた。
- ⑥ 指を 300mL ビーカー内の滅菌水につけ、指の腹を 1 分間こすり、手の雑菌水を調製した。
- ⑦ 対照実験として次の 4 つの条件で実験を行い比較した。数値はマイクロピペットで測定したものを記載した。(条件は、下記の表 1 に記載)
- ⑧ 各条件の寒天培地の入ったシャーレをパラフィルムで巻き、インキュベーターで 35°C 設定にし、48 時間培養し、観察・比較した。
- ⑨ ①～⑧の操作を 2 回行った。

表 1. 調製した条件

ア	寒天培地のみ
イ	寒天培地の中心にウツボカズラの消化液(50 μ L)のみを撒いた
ウ	寒天培地に手の雑菌水(200 μ L)のみを撒き、コンラージ棒で全体に広げた
エ	寒天培地に手の雑菌水(200 μ L)を撒きコンラージ棒で全体に広げ、その上からウツボカズラの消化液(50 μ L)を培地の中心に撒いた

4. 結果

実験 1 回目には、条件アのシャーレを 1 つ、条件イのシャーレを 2 つ、条件ウのシャーレを 2 つ、条件エのシャーレを 2 つ準備して実験を行った。実験 2 回目には、条件アのシャーレを 1 つ、条件イのシャーレを 2 つ、条件ウのシャーレを 2 つ、条件エのシャーレを 5 つ準備して実験を行った。実験 1 回目、2 回目ともに条件アのシャーレにはカビが発生しなかったことから、これらのシャーレは滅菌されていると考えられる。実験 1 回目、2 回目ともに条件イのシャーレには小さく密集した黄色いカビが発生した。条件ウのシャーレには寒天培地に点々と白いカビが発生した。これらのカビは条件ウで発生したカビの方が大きかった。条件エのシャーレには条件イと条件ウで発生した黄色いカビと白いカビが両方発生し、それらが混同している場合と分かれている場合の 2 通りがあった。

5. 考察・結論

今回行った実験の結果からウツボカズラの消化液に抗菌作用があることを明確に示す結果を得ることはできなかった。今後の課題としては、大きく3つある。1つ目に、抗菌作用があると考えていた消化液を撒いたシャーレにカビが発生したことについてである。それについては、消化液が植物から採取した物質であるためにカビが発生したと考えられるが、そのカビの発生を抑える方法を見つけれられていないことが最大の問題である。2つ目に、雑菌水を撒いたシャーレと消化液を撒いたシャーレに発生した種類の違うカビについてである。これらのカビについて調べられていないことから、何を原因として発生したのかを明確にできていないことにある。3つ目に、手の雑菌水を使用したことについてである。手には、「手指バリア」と呼ばれるウイルスを減らすバリア機能があることや、殺菌作用のある抗菌ペプチドが皮膚に存在することなどから、雑菌水として成り立っていない可能性がある。これら以外にも今後の課題が考えられるが、まずはこの3つを解決すべきだと考える。

6. 謝辞

江角先生、藤井先生にお世話になりました。ありがとうございました。

7. 付録



図1. 使用した実験試薬
左から、ウツボカズラの消化液、
滅菌前の蒸留水、寒天粉末



図2. 作成した実験試薬
左から、滅菌前のビーカー、滅菌前の蒸
留水と寒天粉末の混合物（2つ）、滅菌
前の蒸留水



図3. 培養前の寒天培地
左から、条件エ、ウ、イ（上下2つ）
と条件ア

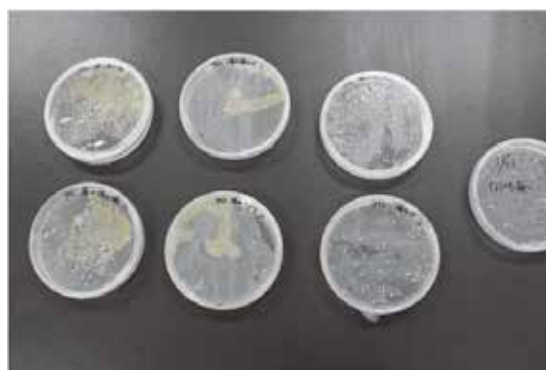


図4. 培養後の寒天培地
左から、条件エ、ウ、イ（上下2つ）
と条件ア

My hair was bad

研究者氏名 安達萌姫・荒木大河
加藤優奈・澤井秀真

1. 要旨

髪の毛がどのように傷むのかを調べるため、日々の生活の中で髪の毛のダメージの原因となっていると考えられる条件を複数設定し、髪質にどのような悪影響を与えているのかを実験した。

実験内容は市販の人毛に8つの条件（①水道水、②精製水、③人工海水、④蛍光灯、⑤赤色LED、⑥ドライヤー、⑦ヘアアイロン 120℃、⑧ヘアアイロン 210℃）をさらして、それぞれ触り心地と電子顕微鏡での表面の傷み具合を観察し、比較した。結果は、条件①～③は安定した結果が得られなかった。⑤赤色LEDと⑦ヘアアイロン 120℃は何もさらさなかった人毛と変化が見られなかったため影響がないと考えられた。④蛍光灯と⑥ドライヤーと⑧ヘアアイロン 210℃はキューティクルの形が変化したり、キューティクルが閉じたりと変化が見られたため、キューティクルに悪影響を与えていると考えた。

2. 序論

以前の先輩が髪を染めていたのを見て、髪は傷まないのか心配したという経験から、改善策はあるのかどうか知りたくなったことが今回の研究のテーマとなったきっかけである。また、友達が深刻そうに「俺の毛...もう長くないかもしれない...」と相談してきたので、友達に効果的な髪の毛のケアの方法を教えるためにこの研究を始めた。髪の毛は私達にとっても身近だが意外と私達は髪の毛について多くを知らない。そこで髪の毛は普段の生活でみられる様々な刺激を与え、それが髪にどのような変化をもたらす、髪の毛にどのような影響を与えるかを調べた。

3. 実験材料と方法

(1) 実験器具

毛髪 精製水 水道水 人工海水の粉末
卓上電子顕微鏡「TM3000」 ラップ 試験管 ガラス棒 ビーカー
ドライヤー ヘアアイロン 蛍光灯 赤色LED シャーレ 段ボール内側が黒塗りのもの

(2) 実験方法

1. 次の(i)～(iii)の条件で、毛髪に刺激を与えた。

(i) 水溶液(精製水、水道水、人工海水)

① 人工海水の粉末を精製水に溶かし、それらを3本の試験管にそれぞれ入れた。

② 試験管に毛髪を1束入れ、1時間放置した。

(ii) 熱(ヘアアイロン、ドライヤー)

① ヘアアイロンを120℃・210℃に設定し、毛髪1束全体を5回通した。

② ドライヤーと毛髪との距離を15cmに固定し、15分間熱風を当て続けた。

(iii) 光(赤色LED、蛍光灯)

毛髪をシャーレに入れ、光源とシャーレを箱でかぶせ、1時間放置した。

2. 卓上電子顕微鏡「TM3000」で観察した。

① それぞれの毛髪から5本ずつ切り落とした。

② 土台に両面テープを貼り、髪を貼り付けた。

③ 顕微鏡内を真空状態にし、パソコンで観察を行った。

④ 倍率を1000倍・5000倍の順で観察した。

⑤ 画像を撮影する。

3. 肉眼および触感で毛髪を観察した。

4. 結果

電子顕微鏡で撮影した画像を分類した結果は表1のようになり、4種に分類できた。

- (1) ノーマルと同じ形のもの (2) 縦にラインが入っているもの
 (3) キューティクルが薄くなっているもの (4) ぼやけていて判別できないもの

表1-1 人毛に刺激を与え電子顕微鏡で観察し、分類した。

分類		回	(1)	(2)	(3)	(4)
(i)	精製水	1			○	
		2	○			
		3		○		
	水道水	1				○
		2		○		
		3				○
	人工海水	1				○
		2			○	
		3		○		
(ii)	ヘアアイロン 120℃	1				○
		2	○			
		3			○	
	ヘアアイロン 210℃	1			○	
		2			○	
		3		○		
	ドライヤー	1			○	
		2			○	
		3	○			

表 1-2 人毛に刺激を与え電子顕微鏡で観察し、分類した。

分類		回	(1)	(2)	(3)	(4)
(iii)	赤色 LED	1			○	
		2	○			
		3	○			
	蛍光灯	1		○		
		2	○			
		3		○		

肉眼による顕著な変化を観察することはできなかった。触感では、何も刺激を与えなかった毛髪に対し、蛍光灯の刺激を与えた毛髪の先端にパサつきがみられた。ドライヤーの刺激では指通りに引っかかりを感じられ、高温であるほど引っかかりの強度が大きく感じられた。

5. 考察

赤色 LED は、電子顕微鏡で観察しても、触ってもノーマルと変わりなかったため、キューティクルへの影響がないと考えた。一方で、蛍光灯はキューティクルの形が完全に変わり、先端にパサつきがあることから、髪の毛に悪影響を及ぼす刺激の一つであると考えた。

キューティクルは、濡れていると開き、乾くと閉じる性質がある。したがって、ドライヤーと設定温度 210℃のヘアアイロンは、キューティクルを閉じさせたため、刺激を与えない毛髪よりキューティクルが薄くなっていると感じたのだと考えられる。しかし、髪が乾燥していることを証明するのでキューティクルに悪影響を与えると考えた。また、アイロン 120℃が同じような結果にならなかったのは、ドライヤーやアイロン 210℃に比べ、髪に加える熱が弱かったことが原因だと考える。

6. 謝辞

研究に携わってくださった 井上慶子 先生、島根大学 生物資源科学部 松崎貴 教授、本当にありがとうございました。

抹茶製造過程で生じる廃棄物の有効利用

研究者氏名 大畑 結海 梶谷 空良
田中 崇翔 松浦 翔

1. 要旨

(1) 要旨

松江の特産品の抹茶を温度上昇の抑制に利用できるという去年の結果を踏まえ、抹茶の廃棄物を有効利用するために、抹茶の製造過程で生じる廃棄物の抑制効果を調べた。その結果、製品の抹茶の効果の方が大きかったが廃棄物でも十分効果が得られることが分かった。そのことから、抹茶の製造過程で生じる産業廃棄物を温度上昇の抑制剤として使い、本来捨てるしかなかった廃棄物を有効利用できることがわかった。

今後の課題として、短い効果持続時間を持続する研究が必要である。

(2) Abstract

Based on last year's result that Matsue's specialty matcha can be used to control temperature rise, we investigated the effect of controlling waste generated in the manufacturing process of matcha in order to make effective use of matcha waste. As a result, it was found that the effect of matcha in the product was greater, but the effect was sufficient even with waste. From this, it was found that the industrial waste generated in the matcha manufacturing process can be used as an inhibitor of temperature rise, and the waste that had to be discarded originally can be effectively used. As a future task, research to prolong the duration of short effects is needed.

2. 序論

私たちは、抹茶の製造過程で生じる廃棄物を温暖化防止に利用できないかと考え、この研究を行った。また、松江市は抹茶で有名なため、この抹茶の製造過程で大量の廃棄物が生じることを聞き、廃棄物の有効利用という面からも環境問題に寄与できるのではないかと考えたのも理由の1つである。

3. 材料と実験方法

- (1) 加熱前の抹茶と加熱後の抹茶（以後、廃棄物とする）の粉を紙に貼ったものと緑色の絵の具を塗った紙を用意し、紙から 30 cm の地点から赤外線をあてて 5 分間、30 秒ごとに赤外線放射温度計で温度を計測し、それぞれ比較した。

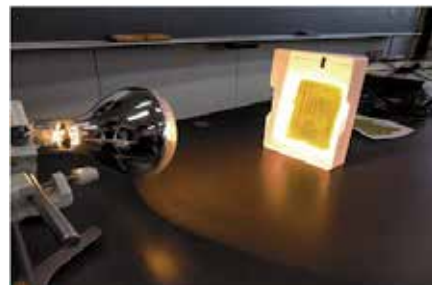
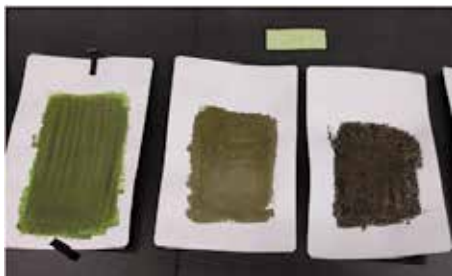


図 1. 実験の様子。

（左）左から、緑の絵の具を塗った紙，加熱前の抹茶と廃棄物の粉末を混ぜた土を塗った紙（右）赤外線を紙に当てて温度上昇を測定している様子

- (2) 加熱前の抹茶と廃棄物の粉をアルコールの中に入れ、上澄み液をとり、光合成色素抽出液を作り、2つの見た目の違いを比較した。
- (3) 加熱前の抹茶の粉から枝をできるだけ取り除いて葉の割合を大きくして紙に貼り、実験(1)と同じ方法で実験を行った。
- (4) 加熱前の抹茶と廃棄物の粉を実験(1)と同じ方法で1日ごとに温度変化を比較し、効果がどのくらい持続するのかを調べた。

4. 結果

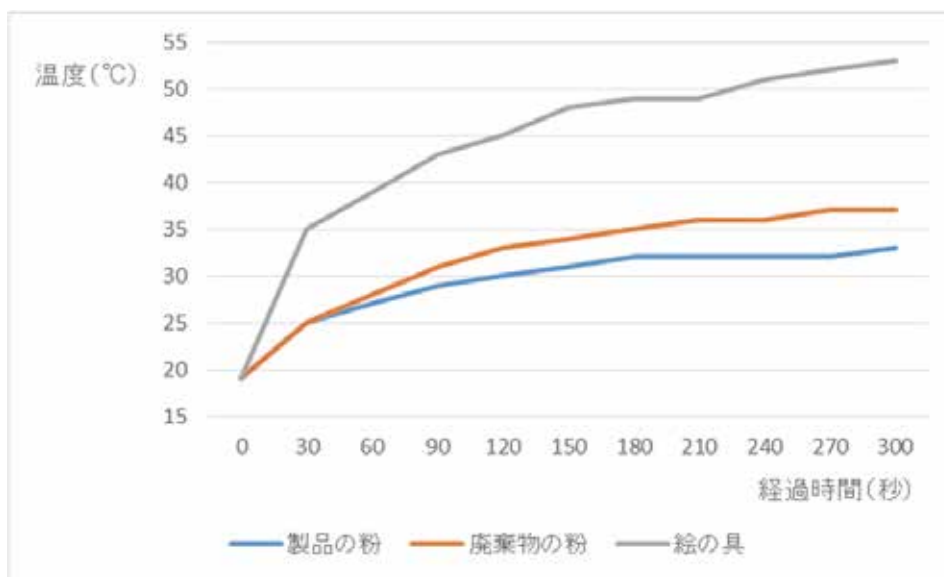


図2. 実験(1)の結果

加熱後(廃棄物)の粉のほうが温度上昇抑制の効果が大きいことがわかった。

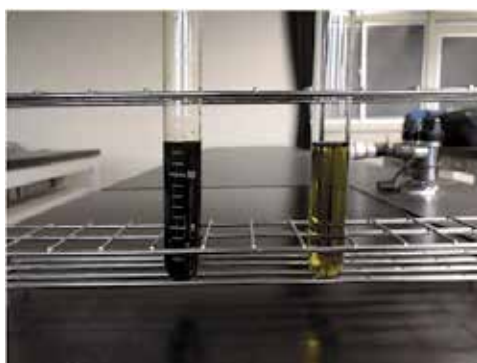


図3. 実験(2)の結果

加熱後の抹茶の粉で作った抽出液は色が濃く、加熱前の抹茶の粉で作った抽出液は色が薄かった。

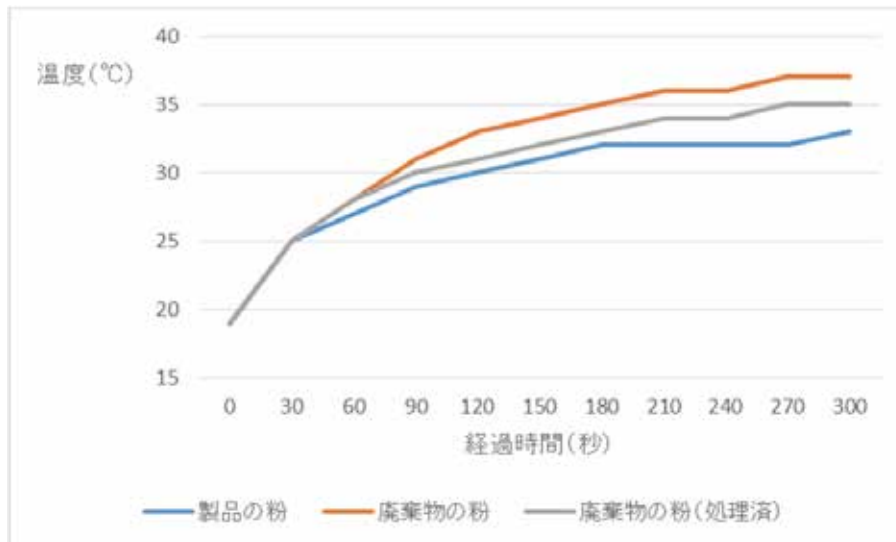


図 4. 実験 (3) の結果

加熱前の抹茶の中でも、枝を取り除いたものの抹茶粉末の方が、何も処理していない抹茶粉末よりの温度変化がわずかに小さかった。

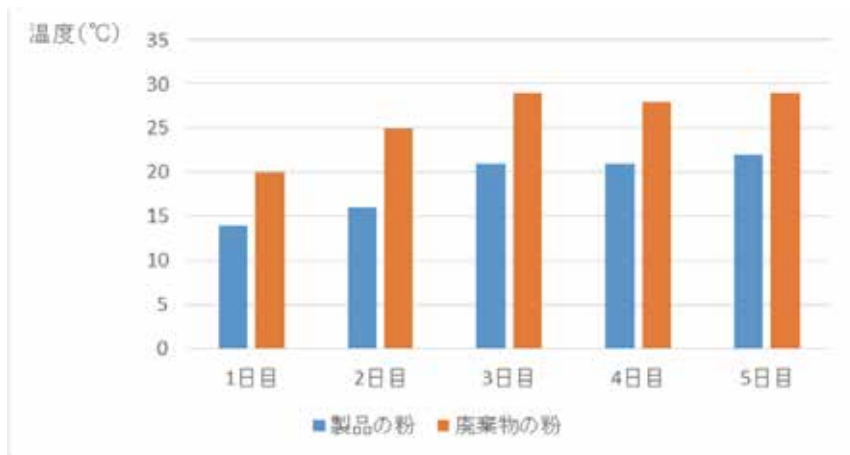


図 5. 実験 (4) の結果

日がたつにつれて加熱後のものも加熱前のものも同じくらいのペースで抑制の効果が小さくなっていった。

5. 考察、結論

実験 (1)～(3) より、製品の抹茶の粉の方が光合成色素の抽出液が濃く、温度上昇抑制効果が大きかった。したがって、光合成色素がより多く含まれている製品の抹茶の粉の方が抑制効果は大きくなると考えられる。

また、実験 (4) から弛緩経過に伴う温度上昇抑制効果の劣化のペースはあまり差がみられなかった。温度上昇抑制効果が長期的に継続できるようになれば、抹茶等の製造過程で生じる廃棄物が、地球温暖化の抑制と廃棄物の有効利用という 2 つの観点から非常に有用な素材になると期待できる。廃棄物の焼却処理や運搬に伴う二酸化炭素発生抑制といった観点なども考えると、抹茶の温暖化抑制効果は総合的に見て非常に有効な素材で、今後の継続研究が楽しみである。

6. 謝辞

実験のために抹茶の廃棄物を提供していただいた有限会社中村茶舗様、ありがとうございました。

