

スーパーサイエンスハイスクール

平成28年度

課題研究論文集

平成29年3月

北海道滝川高等学校

目 次

稲における直播法の改良	1
(木山瑠夏 廣中みいる 向井芽愛)	
カグヤコウモリ個体数減少の理由と行動パターン	7
(相原啓耶 阿彦一希 吉沢宥人)	
東滝川の大型農機具倉庫に集団をつくるカグヤコウモリの食性	9
(悪七栄美 金山圭佑 飛弾野冬華)	
宮島沼に堆積する底泥の有効利用	12
(中屋諒助 稲葉琴子 宮崎愛梨)	
湖沼の水質浄化法	17
(上野匡敬 松原史尚 星加翔太郎)	
吸熱パックを利用した冷却パックの開発	20
(佐藤杜倭 小西恭輔 石原康寛 内田大稀)	
食塩結晶における形状決定の条件	24
(小松海斗 下屋敷龍二 西川敬之)	
天体のスペクトル撮影とその解析	27
(新谷彩夏 津野瑞歩 長谷沙紀)	
測量における誤差と精度	29
(今井優輔 伊藤秀真 小田桐亮佑)	
変形サイコロの確率	32
(武藤健太 松本京己 大平琉偉 村谷雄大)	
天然酵母のパン作り	34
(板垣花奈 澤木梓 坪井瑞帆 中谷優希)	
石狩川の河川環境の改善 ～川はなぜまっすぐなのか～	37
(行徳大輝 筒井智也 桔梗倫太郎)	

稲における直播法の改良

木山 瑠夏 廣中 みいる 向井 芽愛

要旨

空知では稲作が身近である。しかし農家の人手不足が問題となっている。私たちはそれを解決するために、田んぼに直接種をまく直播法のよりよい方法について研究を行った。直播法にすることで田植の工程を大幅にカットでき労力を削減できると考えたためである。

私たちは、「酸素が多い程、発芽数、成長率、収穫量が高くなる」という仮説をたて、バケツでのイネの栽培実験を行った。今回の実験では、種を土中に埋めるか埋めないか、水の有無、人工的な酸素供給、従来の移植法との比較をするために6つの条件の違うバケツを用意した。実験期間は5月14日から10月1日までである。発芽率・成長率・収穫量の三点に注目し、その結果から考察を行った。その結果、人工的に空気を送ったり、水替えなどの外部の刺激があると、発芽率は低くなった。また、成長過程で水替えを行ったものは苗が浮いてしまい十分に成長しなかった。さらに、収穫量は初期の成長が安定しているもの程多くなった。以上より人工的な刺激があると発芽率や成長に悪影響を及ぼすことがわかり、「酸素が多い程、発芽数、成長率、収穫量が高くなる」という仮説は証明されなかった。しかし、今回の実験結果では直播法は移植法と比べ同等またはそれ以上の結果が見られた。また初期の生育状況が成長や収穫量に大きく影響することがわかったので、直播法で初期の生育を安定させる方法と根をしっかりと張れるようにする方法を見つければ直播法での栽培が十分可能になると考えられる。

1 序論

直播法とは田んぼに直接種をまく方法である。私たちは直播法にすることで農家の労力が削減できると考えた。直播法には乾田直播方式（田んぼの土が乾いた畑の状態で種を土の中にまく方法）と湛水直播方式（水を入れて土を泥にした田んぼの泥の表面に種をまく方法）がある。しかし、現在の方法では問題点もあり北海道ではあまり普及していないのでその方法を改良することで、北海道でも直播法を使って効率的にイネの栽培を可能にしたいと考えた。直播法について調べ、カルパーコーティングという種もみが酸素を得るための方法を知った。このことから酸素を送ればイネの栽培に良い影響を与えと考えた。そこで私たちは「酸素が多いほど、発芽数、成長率、収穫量が高くなる」という仮説を立て以下の実験を行った。

2 材料・器具

実験には下記の表1のような材料・器具を用いた。

表 1 材料・器具

材料・器具	個数	特徴
種もみ	150 粒	ゆめぴりか
バケツ	6 個	シリコン製、緑色（ダイソー）直径約 28cm
空気入れ	1 個	浮き輪用（ダイソー）
培養土	2 袋	花と野菜がちゃんと育つ培養土（FOREX）
ホース	1 本	直径 0.8 cm 長さ 1.5m
エアーポンプ	1 個	水槽用
ビニールテープ	1 個	
スズランテープ	1 個	
ビーカー	1 個	1.5L

3 方法

私たちは、「水中や土中の酸素が多いほど、発芽数、成長率、収穫量が高くなる」という仮説を検証するために下記の表 2 の 6 つの条件のバケツを用意し、栽培実験を行った。期間は 5 月 14 日に種もみをうえ 10 月 1 日まで育て観察・比較を行った。すべてのバケツに 1.5L ビーカー 5 杯分の土を入れ、種子を 5 粒ずつ 5 か所にまいた。

表 2 各バケツの条件

	埋める	埋めない	はじめ水なし	エアー	パイプ	バケツ苗 ※4
種子 ※1	土中	土上	土中	土中	土中	
水 ※2	有	有	無	有	有	
空気 ※3	無	無	無	水中	土中	

※1 土中に埋める場合は 2 cm の深さに埋めることとする。

※2 有の場合は水を土から 5 cm の水深とする。また、はじめ水なしは土がしめる程度に水をやる。ただし、苗が 15 cm 程度に成長したら同様に水を入れる。

※3 水中に空気を送るために水槽用のエアーポンプを利用し常に送る。また、土中に空気を送るためにきりで 10 cm 間隔に穴をあけたホースをバケツの底に渦巻き状にビニールテープで固定し、ホースの先にポンプを接続し、毎日 10 回ずつポンプを押す。

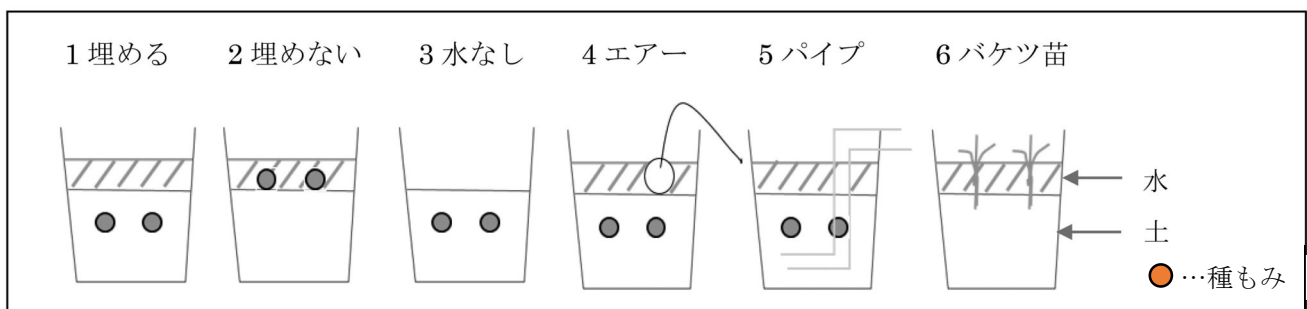


図 1 6 つのバケツ

4 結果と考察

3つの項目に分けてみていく。

I 発芽数

グラフ1に出た苗の数を数えたものを示す。

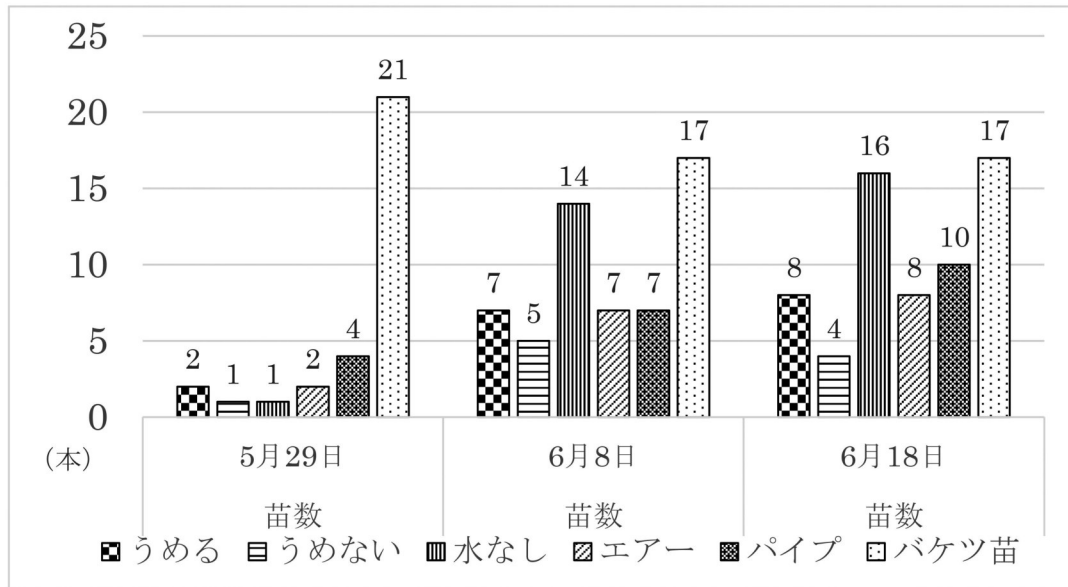


図2 発芽数

バケツ苗はあらかじめ発芽させたものを使ったのでこのように最初から数が多くなっている。そこでそれ以外を比較した。水なしが一番発芽数が多く、埋めないが極端に悪い。ほかの3つにはそこまで差は見られない。

この結果から、発芽に関して考えられることは外部からの刺激があるとよくないということである。刺激の要因としては水替えが考えられる。ビーカーで水をすくって、じょうろで水を新たにたすという方法をとっていたため、水流が生まれて種が根を張れなかったのだと考えられる。

この刺激がなかった水なしが一番発芽数が良く、土の中に埋まっておらず直接的に刺激を受けた埋めないが一番悪くなったのではと推測される。

II 成長率

図3は5月29日から6月8日の成長を示す。

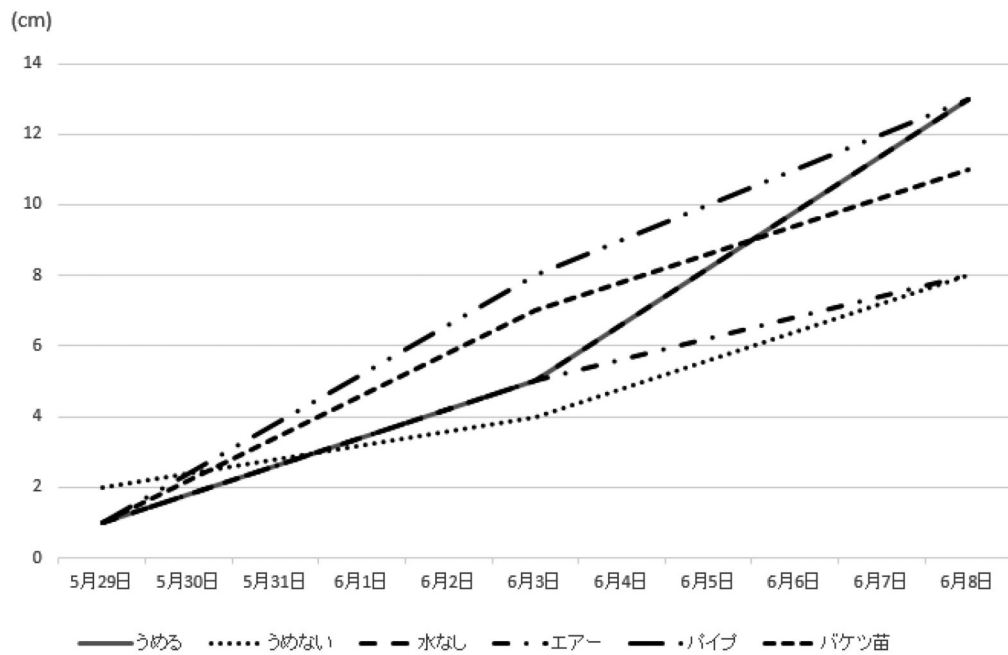


図3 苗の成長 (5/29~6/8)

この時期の差は多くても数センチの差で違いはほとんど見られない。

次の図4は7月2日から7月23日の成長を示す。

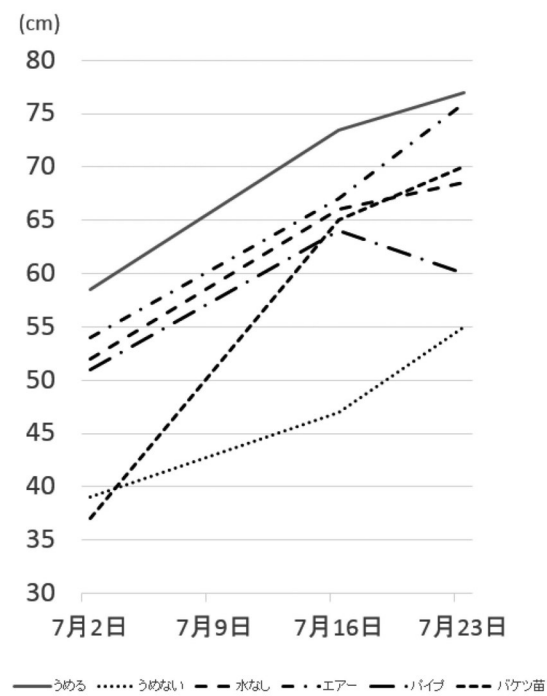


図4 苗の成長 (7/2~7/23)

この時期には違いがはっきりとわかる。今回実験した中では埋めないだけが他のものに比べて成長が遅い。埋めないは育つ間にうまく根を張れず、土から稲自体が水に浮いた状態の浮き苗になった。このことが成長に悪影響を及ぼしたと考えられる。

Ⅲ収穫量

図 5 はとれた種子の数を示す。

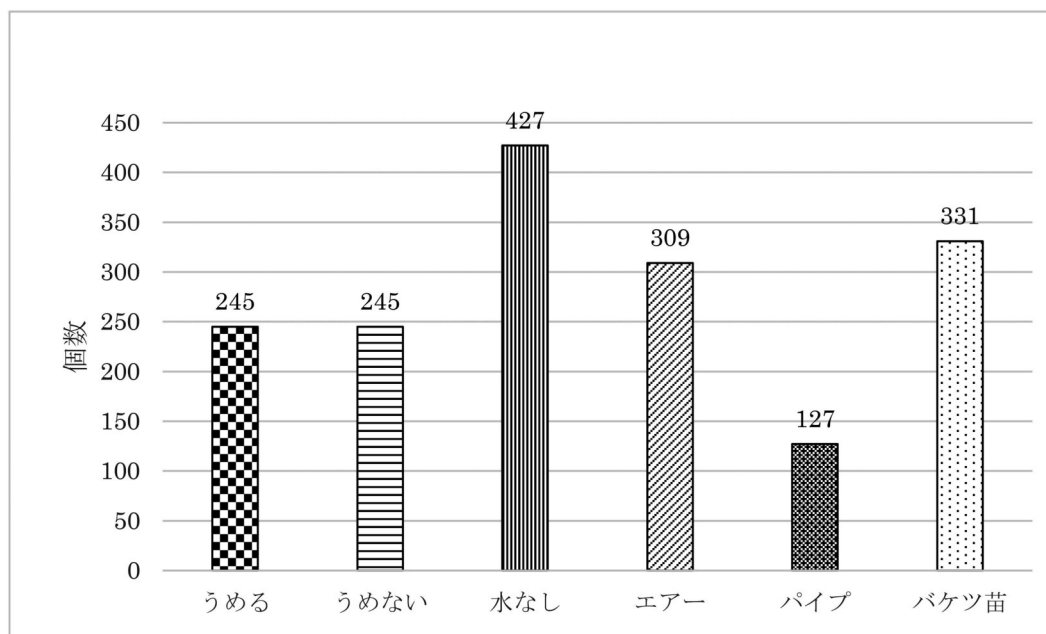


図 5 収穫量

水なしが最も多く、パイプが少ないことがわかる。水なしが多い理由としては発芽数が多かったため株数も多くなり結果として収穫量が多くなったと考えた。パイプが一番少ない理由は土の中での刺激が根の成長を妨げたため十分に栄養が得られなかったのではないかと考えた。

また、図 6 は埋めないの玄米である。

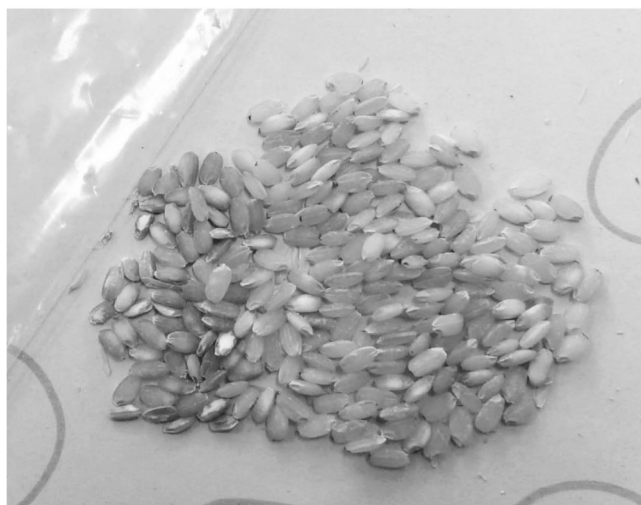


図 6 埋めないの玄米

同じ数収穫できた埋めると比べても青く、未成熟なものが多いことがわかった。これは浮き苗による成長の遅れが原因で他のものよりももみをつける時期が遅くなってしまったからだと考えられる。

5 まとめ

考察ⅠⅡⅢより発芽数が多い、成長が安定している、収穫量が多いという3点から水なしが一番良い方法だと考えられる。今回の研究からイネの成長、収穫量に初期の成長が大きく関わっていることが分かった。初期の成長を左右する大きな要因の一つに浮苗の問題があげられる。

また、仮説である「酸素が多いほど、発芽数、成長率、収穫量が高くなる」は正しかったかどうかは今回の実験では証明できなかった。酸素を送るときに、苗に直接的に刺激が伝わりイネの成長を妨げる要因となってしまったからである。仮説を証明するためにはイネに直接刺激が伝わらずに酸素を送る方法の改良が必要である。

また、この直播法を実用化するためには初期の成長を安定させ、根をうまく張れるよう改良が必要である。屋外で直播法を行うとどのくらい天候に左右されるかの検証も必要である。

6 謝辞

加藤先生をはじめとする先生方、発表会に来てくださった皆様には研究に関する貴重なアドバイスをいただき、多くのことを学ぶことができました。本当にありがとうございました。

7 引用文献

鉄コーティング種子による 湛水直播栽培技術について - JA 全農

(https://www.zennoh.or.jp/eigi/pdf_noukai/noukai_tetsu.pdf)

バケツ稲の育て方

(www.ajiwai.com/otoko/zeal/baketuine.htm)

イネの直播栽培の研究

(<http://karamatsu.shinshu-u.ac.jp/lab/hagiwara/directs6.htm>)

水稻湛水直播栽培の手引き

(www.maff.go.jp/j/seisan/ryutu/zikamaki/z_kenkyu_kai/pdf/24chokuha.pdf)

カグヤコウモリ 個体数減少の理由と行動パターン

相原啓耶 阿彦一希 吉沢宥人

1 緒言

私たちは、東滝川にある花野菜センター農機具倉庫をねぐらとしているカグヤコウモリについて、飛び出し個体数などの調査を行った。その調査のなかでカグヤコウモリの個体数が過去2年間のデータと比べると減少傾向にあることがわかった。また、カグヤコウモリの飛び出しの行動パターンも調査からわかった。

2 材料と方法

飛び出し個体数調査 (4/30,5/13,6/5,6/13,7/4,8/2)

材料：カウンター、バットディテクター、調査用シート、カメラ、ライト、

コウモリのフンとチョウの翅の回収袋（縦 4cm、横 3cm）、ピンセット、椅子

方法：17時に東滝川の農業用倉庫へ行き、まず倉庫内に落ちているカグヤコウモリのフンや死骸、チョウの翅などを集める。次に倉庫の入り口の横に座り、19時に倉庫から出てくるコウモリをカウンターでカウントする。

3 結果

2013年から2015年の3年間の飛び出し個体数についてまとめた（図1）。この3年間の傾向で共通していることは、6月から個体数が増加し始め、7月から8月の間にピークをむかえて9月から10月でカグヤコウモリは倉庫からいなくなっていることである。逆に、変化がみられる点は、カグヤコウモリの飛び出し個体数が3年間で減少傾向にあることである。この現象が長期的な変動によるものか、環境変化等による個体数現象によるものかは不明である。環境変化によるものであるとすれば、倉庫周辺の気温や自然などの環境が変化したことや、研究者などによる頻繁な出入りによる影響の可能性が考えられる。

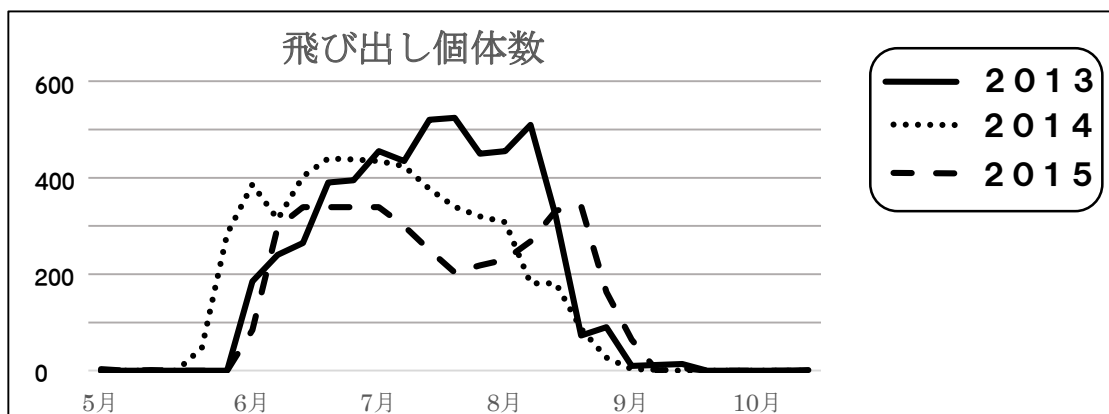


図1 3年間の飛び出し個体数の推移

4 考察

3年間の飛び出し個体数のグラフからカグヤコウモリが年々減少していることがわかった。
また、時間帯が早いと幼体のコウモリが多く飛び出し、そのあとに成体のメスのコウモリが出てくることが捕獲調査からわかった。

今後の課題はこれらの原因を探り、カグヤコウモリの生態を詳しく知りたい。

5 謝辞

調査に同行してくださった多田先生と長澤先生、夜遅くまでありがとうございました。

6 出典

たきかわ環境フォーラム（冊子）

滝川市在住のカグヤコウモリ

東滝川の大型農機具倉庫に集団をつくるカグヤコウモリの食性

悪七栄美 金山圭佑 飛弾野冬華

1 緒言

カグヤコウモリ (*Fraternal myotis*) はコウモリ目ヒナコウモリ科ホオヒゲコウモリ属に分類され、主に北海道、本州、中国東南部、トルキスタン（ウズベキスタン、カザフスタンなどから成る地域）から東シベリアにかけて分布している。体色は黒褐色で尾と足が長いのが特徴である。主に昆虫類を捕食している。阿部、窪田、佐藤（2015）はフンを調べた結果からカグヤコウモリがチョウを食べている可能性を示唆した。しかしながら、夜行性のコウモリと昼行性のチョウは活動の時間帯が異なり、コウモリがチョウを捕食することは難しいと考えられる。そこで私たちはフンの中身を分析し、カグヤコウモリの食性を明らかにした。その結果を報告する。

2 材料・方法

調査 1 (4/30,5/13,6/5,6/13,7/4,8/2)

目的：倉庫内外の環境を観察し、倉庫内に落ちていたチョウやガの翅の残骸を拾うことを通して現在コウモリの住む環境を知るため。

材料：カウント、コウモリのフンとチョウの翅の回収袋（縦 4 cm、横 3cm）、ピンセット、椅子、カメラ、調査用シート、バットディテクター、カウンター

方法：東滝川の農業用倉庫を訪れ、倉庫の床に落ちているチョウやガの翅、コウモリのフンを採取する。コウモリが飛び立つまでの間、倉庫内のフンを掃除、周りの環境を観察する。最後に調査結果を調査用シートに記入する。

調査 2

目的：倉庫内に落ちていたチョウやガの翅の残骸を拾い種類を特定するため。

材料：チョウの翅、図鑑、コピー用紙、サインペン、カメラ

方法：採取した鱗翅目昆虫の翅を観察し、図鑑（木野田 2010 年）を用いて種を同定する。分類した翅を袋に詰め、サインペンで名を記入する。証拠写真としてカメラで写真を撮る。

調査 3

目的：コウモリのフンにおけるチョウの鱗粉の有無を確かめる。

材料：コウモリのフン、チョウの翅（タテハチョウ類）、双眼顕微鏡、ピンセット、プレパラート、水、シャーレ、カメラ

方法：コウモリのフンを水で溶いて作ったプレパラートを双眼顕微鏡で内容を観察する。またチョウの翅から鱗粉をはぎ取り、同様に水を用いてプレパラートを作り観察する。

3 結果

調査 1

倉庫の周りにキタコブシ (*Magnolia kobus*) やミズナラ (*Quercus crispula* Blume) が見られた (図 1)。また、倉庫の床では、チョウやガの翅が見られた (図 2)。これらの枚数は春先に多かった (図 3)。



図1 ミズナラの大木



図2 倉庫床面に落ちていたチョウの羽

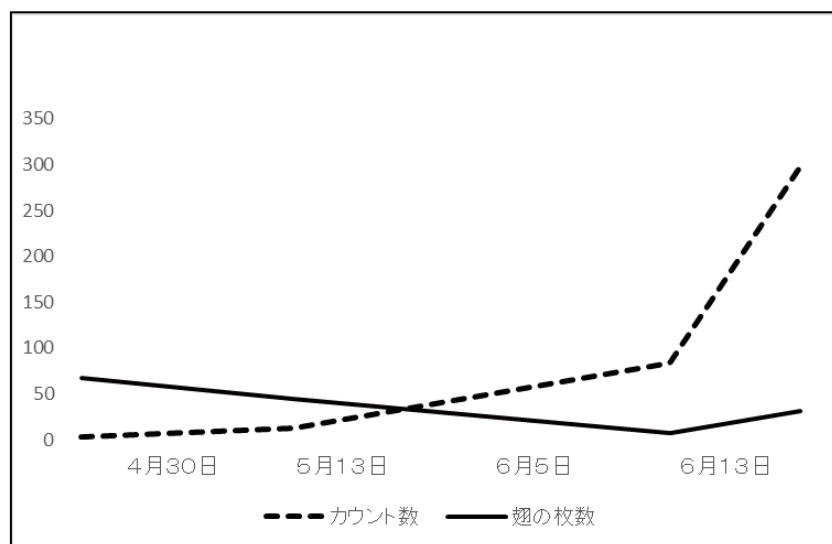


図3 コウモリのカウント数と翅の枚数

調査 2

採取した上位4種のチョウはいずれもタテハチョウ科であった(表1)。

表1 翅の枚数の違い

チョウの和名 (学名)	採取月.日				計
	4.30	5.13	6.5	6.13	
エルタテハ (<i>Nymphalis vaualbum</i>)	51	17	3	20	91
クジャクチョウ (<i>Aglais io</i>)	4	5	0	1	10
ウラギンスジヒョウモン (<i>Argynnis laodice</i>)	0	1	0	3	4
ヒオドシチョウ (<i>Nymphalis xanthomelas</i>)	0	2	0	0	2
キイロキリガ (<i>Xanthia togata</i>)	6	3	0	0	9
ムラサキシタバ (<i>Catocala fraxini</i>)	0	2	0	0	2
モンキキリガ (<i>Xanthia icteritia</i>)	5	0	0	1	6
オオヒカゲ (<i>Ninguta schrenckii</i>)	2	0	0	0	2
コヒョウモン (<i>Brenthis ino</i>)	0	0	0	1	1
その他	0	15	4	5	24

調査 3

コウモリのフン中にチョウの鱗粉と似ているものが見られた（図 5 ○で囲まれた部分）。

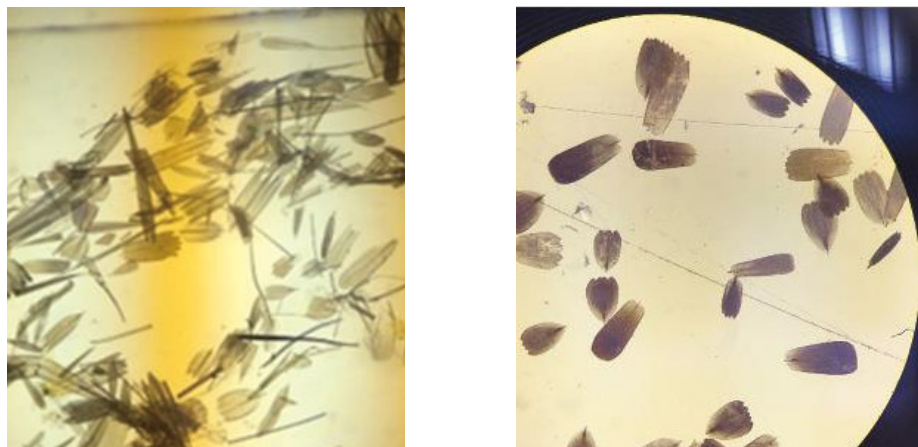


図 5a フンの内容物図 5b チョウの鱗粉

4 考察

コウモリのフン内容物の中から、タテハ類のものとみられる鱗粉が確認できることから、コウモリは倉庫内に翅が落ちていたエルタテハ、クジャクチョウ等のタテハ類を捕食していると考えられる。周辺にはタテハ類の食草であるミズナラやハルニレもみられることから、周辺はこれらタテハ類の生息に適した環境と考える。

このことから、森林に生息するカグヤコウモリにとってタテハ類も重要なエサ生物であるのではないだろうか。また、タテハ類が倉庫を冬眠場所として利用しているのであれば、春と夏、活動開始させたコウモリにとってより重要なエサ生物であるかと考えられる。

ただ、夜行性であるコウモリと昼行性のチョウについてはどの程度活動時間帯が重なっているかは不明である。

5 謝辞

本論文の作成にあたり、終始適切な助言を賜り、また丁寧に指導して下さいました多田茂男先生に感謝します。

また、長澤秀治先生には調査のあり方や考察の方法など、細部にわたるご指導をいただきました。ここに感謝いたします。

そして、本研究の趣旨を理解し快く協力して頂いた、花野菜センターの皆様から感謝します。本当にありがとうございました。

参考 文献 木野田 君公（2010）札幌の昆虫 北海道大学出版会 413p

宮島沼に堆積する底泥の有効利用

中屋諒助 稲葉琴子 宮崎愛梨

・要旨

美唄市にある宮島沼は現在大きな環境問題を抱えている。その 1 つとして浅底化が進んでいる。沼の周りの植物の枯死体や水路から流れ出てくる客土が宮島沼に堆積していることが原因と思われる。私たちは、リンや窒素などの栄養物質を含む底泥を肥料として有効に使えることを証明すればこの問題の解決の第一歩になるのではと考え、実験を始めた。

まず 1 つ目の実験として、バケツ稲での栽培を行った。6 つのバケツを用意して、それぞれの宮島沼の底泥の含有率が体積比で 0%,20%,40%,60%,80%,100%となるように水田用培養土と混ぜ合わせた。観察を続け、6 か月で稲刈りを行った。成長初期段階で苗が枯れたり、苗の元々の強さの影響などにより、6 つのバケツのイネは成長の差や収穫量の差があった。しかし、収穫量とは別に、コメを玄米・青米・空に分類してみると、宮島沼の底泥を含まないバケツと比べると、最も収穫量の少ない底泥含有率 60%のバケツにおいてでも空の割合が少ないことが分かった。したがって、泥の成分が原因となって収穫量に影響したものではないと考えた。以上から、バケツ稲の栽培では、宮島沼の底泥を用いた場合と用いなかった場合とで、同等もしくはそれ以上の成長の促進が見られたと判断し、宮島沼の底泥を水田で利用することは大いに期待できると結論づけた。

2 つ目の実験は、プランターでラディッシュとコマツナを育て、宮島沼の底泥を粉末状に砕いたものを肥料として与えた。①土に底泥を混ぜ合わせるタイプと②土の表面に底泥を撒くタイプとに分け、栽培を行った。その結果、①では宮島沼の底泥：培養土=1：9 で最も多い収穫量を得た。さらに石灰 2g を加えることで土の pH が作物に適したものになり、②では底泥を撒かないよりかは撒いた方が収穫量がやや多くなったことから、宮島沼の底泥は肥料としての効果を持っていることがわかった。

1 序論

私たちが 1 年の時にあった宮島沼研修で、宮島沼の浅底化が宮島沼消滅の危険性を高めていると知り、私たちはその問題を解決したいと思った。しかし、単に宮島沼の底から泥を掻き出すだけでは、莫大な費用が掛かる。それを賄うために、宮島沼の底泥を作物の肥料として有効に活用できるのではと考え、実験を始めた。

2 実験結果および考察

実験 I <バケツ稲>

(1) 材料

宮島沼の泥、市販の稲用培養土、イネ（きらら 397）、プラスチック製バケツ×6

(2) 方法

宮島沼の泥を培養土に 0,20,40,60,80,100%の体積比で混合する。混合した土にきらら 397 の苗を 3 本ずつ植え、その後は生長を観察する。10 月中旬に収穫し、脱穀と粳摺りをする。そして、白い玄米、未熟な青米、穂にはなってもものの中身が空のものに分類し、数を数え、それぞれの収穫量を比較する。

(3) 結果

表 1 実験 I の収穫量

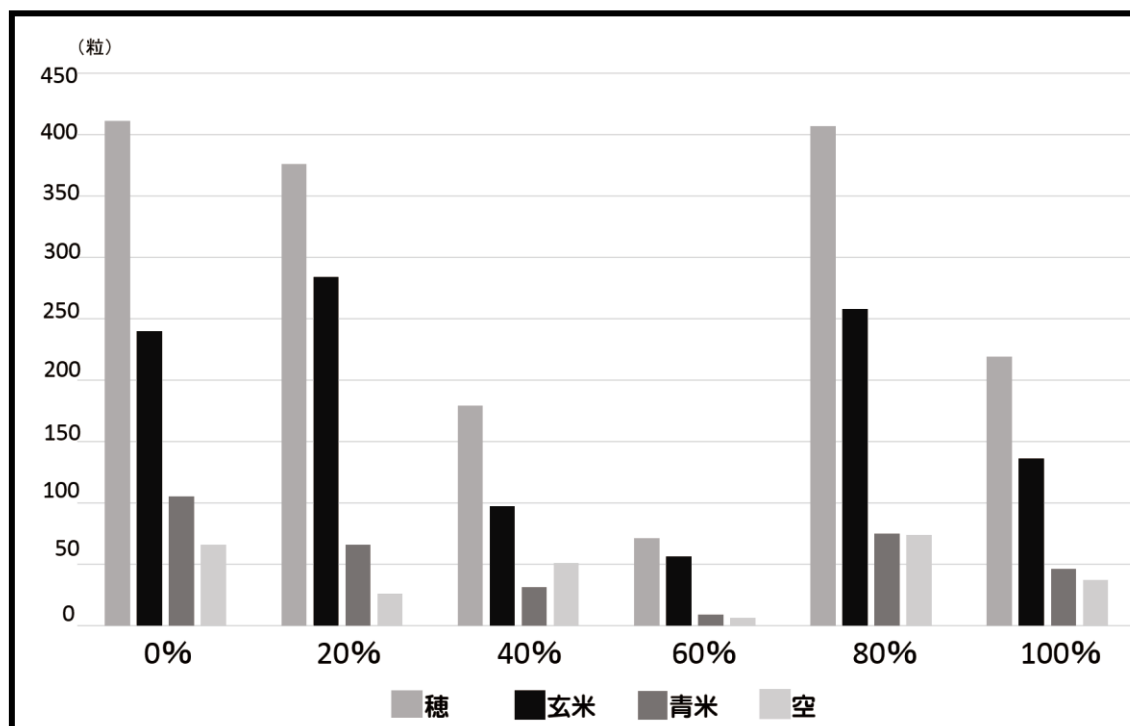
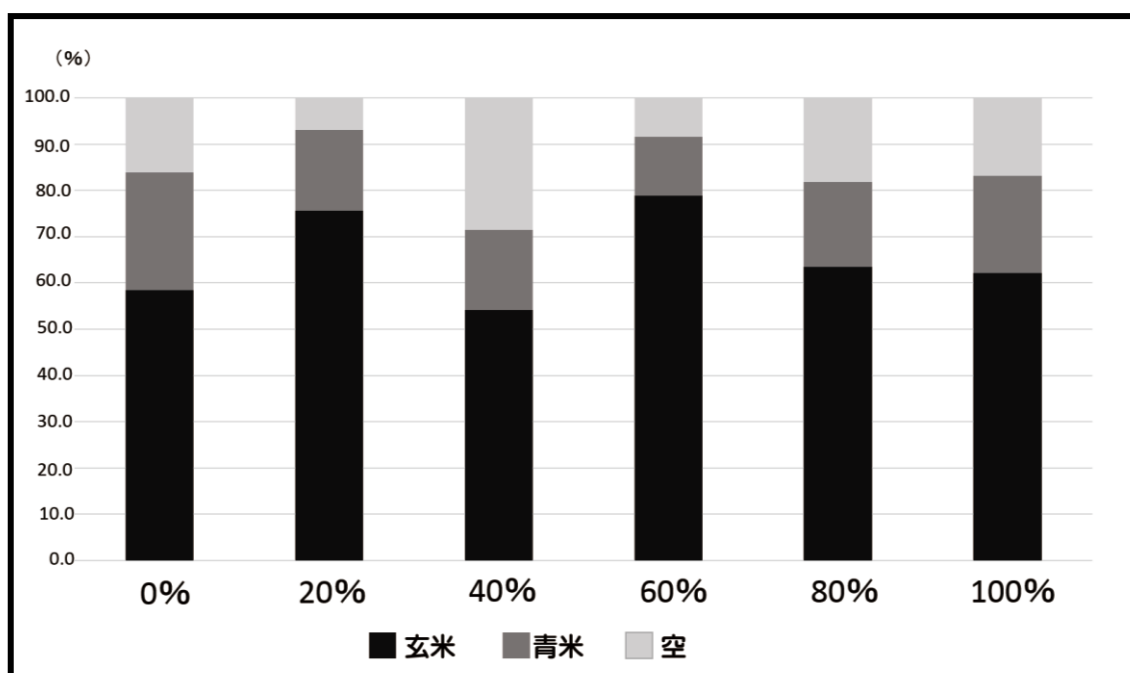


表 2 実験 I で収穫したコメの分類



(4) 考察

ここで表 1 では 60%において著しく量が少ないと感じるが、これは生長初期段階で 3 本中 2 本枯れてしまったためである。苗選びの際に、どうしても苗の強さに差が出てしまうので、宮島沼の泥が影響して枯れたわけではないと思われる。その証拠に、表 2 のグラフでは、60%のものにおいては他と比べても中身が入っているものは多いことが分かる。泥が悪影響を与えたとは考えにくいと考察した。40%の

稲も、苗の時点で細い茎のものを選んでしまったことが原因で収穫量や穂の中身に影響してしまったものだと考えている。

以上より、バケツ稲の栽培では、宮島沼の底泥を用いた場合と用いなかった場合とで、同等もしくはそれ以上の生長の促進も見られ、宮島沼の泥を水田で利用することは大いに期待できると結論付けた。

実験Ⅱ <畑での活用法>(i) 土に底泥を混ぜ合わせる方法

(1) 材料

宮島沼の泥と市販の培養土の割合が 1 : 9 になるように混ぜ合わせた土(A)、コマツナの種類、ラディッシュの種類、プランター×4、石灰(※)

※ここでは石灰を用いることで、強い酸性である宮島沼の泥の中和を試みる

(2) 方法

4つのプランター(※)にAを入れてコマツナ、ラディッシュの種を埋める。

※プランター

{	①…何も加えない
	②…石灰 1g 加える
	③…石灰 2g 加える
	④…石灰 4g 加える

土の表面が乾いたら、その都度全体的に湿る程度に水を与え、生長の観察をし、9月下旬に収穫する。そして、それぞれの収穫量を比較する。

(3) 結果

それぞれ作物の生長・収穫量に僅かに違いが見られた。石灰 2g を加えた場合が他よりもよく育った。

(図1参照)

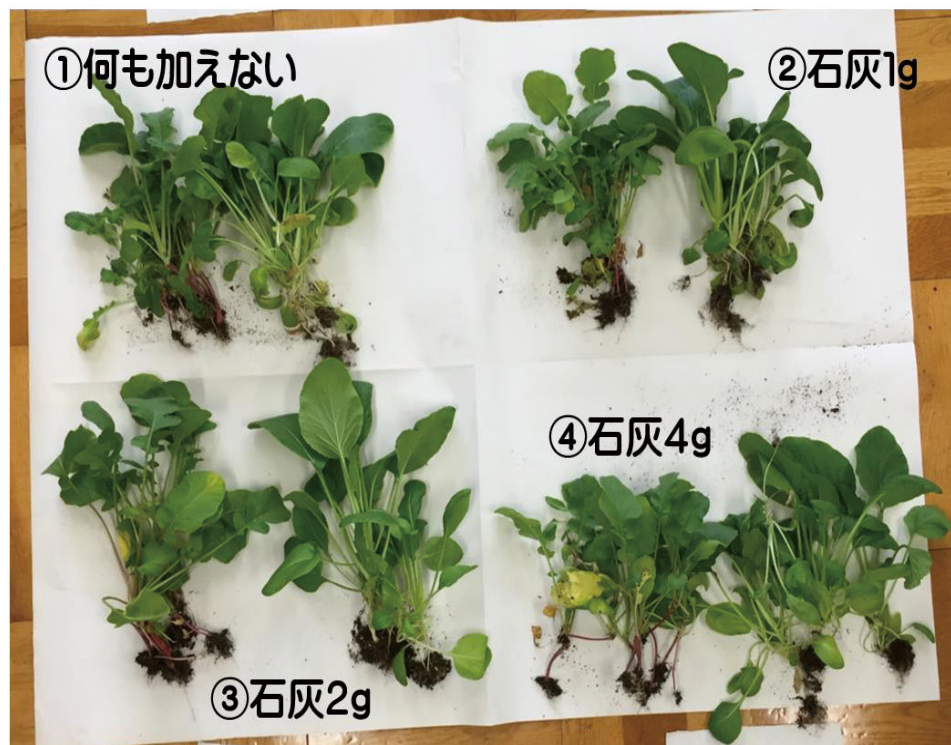


図1 実験Ⅱ(i) 土に底泥を混ぜ合わせる方法の結果

(4) 考察

2年前の先輩方による実験結果より、底泥：培養土＝1：9が作物を育てる土として適切という前提のもと、強い酸性を示す底泥を石灰を用いてさらに中和することでその違いを見つけようと試みた。結果より、石灰を2g加えたことで、ラディッシュとコマツナに良い影響を与えたと考察する。

(ii) 土の表面に底泥を撒く方法

(1) 材料

市販の培養土、宮島沼の底泥を粉末状に砕いたもの、コマツナの種、ラディッシュの種、プランター×3

(2) 方法

3つのプランター(※)にコマツナ、ラディッシュの種を埋める

※プランター ⑤…水を与える毎に底泥を二つまみ撒く

⑥…水を与える3回に1回底泥を二つまみ撒く

⑦…水を与えるのみ

生長の観察をし（水を与えるタイミングは実験Ⅱ(i)と同様に）、9月下旬に収穫をする。そして、それぞれの収穫量を比較する

(3) 結果

何も撒かない⑦よりも、ある程度底泥を撒いた⑤、⑥の方が作物の収穫量がやや多かった。(図2)

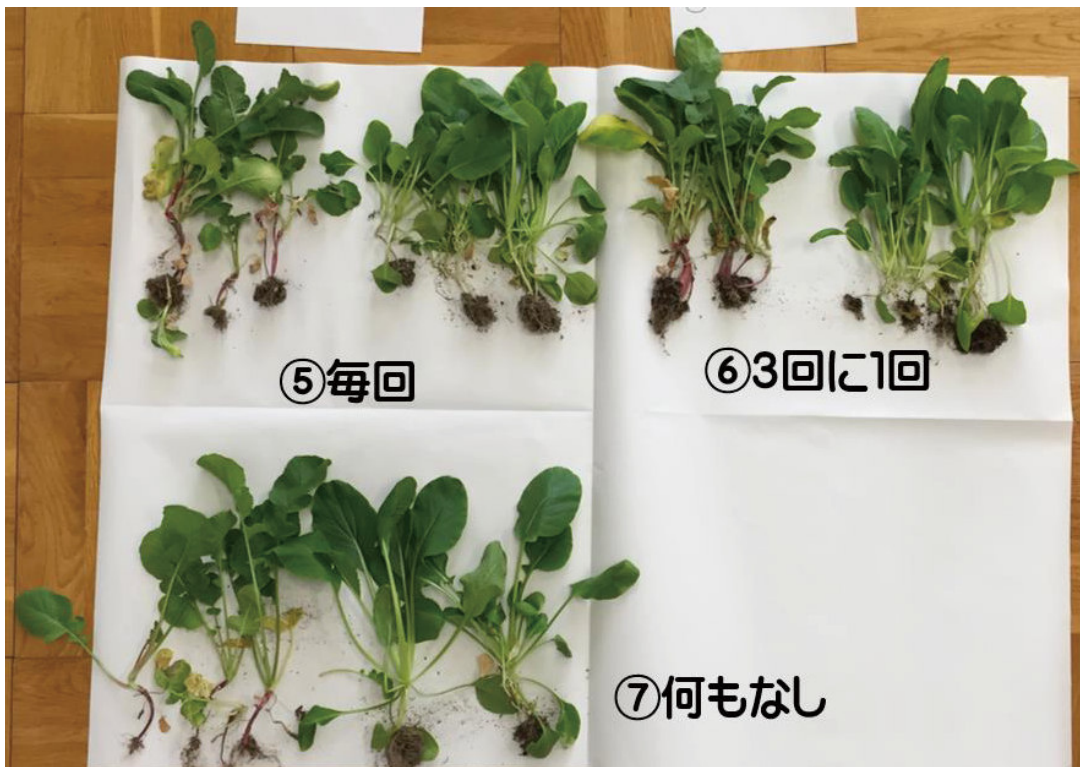


図2 実験Ⅱ(ii)土の表面に底泥を撒く方法の結果

(4) 考察

粉末状の底泥を土の上に撒くことにより、底泥の作物に良い影響を与える成分が土の中に浸み込んだと思われる。

3 総合考察

バケツ稲・プランターによる作物の生育結果より、私たちは宮島沼の底泥は効果的に利用することができるかと考察した。だがこれは、まだ初段階の実験に過ぎず、この実験が宮島沼の保全に役立てられるかは断定していうことはできない。私たちは、後輩が私たちと同じ目的を持って、課題研究を引き継いでいってほしいと思っている。

4 謝辞

私たちの実験においてサポートしてくださった多田先生、佐々木先生、長澤先生をはじめとする先生方にこの場を借りて感謝申し上げます。また、ご協力してくださった皆様のおかげで充実ある実験を行うことができました。ありがとうございました。

5 参考文献

バケツ稲の育て方→ (<http://www.ajiwai.com/otoko/zeal/baketuine.htm>)

※1 2年前の先輩方による実験結果『宮島沼の底泥に肥料としての利用価値はあるのか』

湖沼の水質浄化法

上野匡敬 松原史尚 星加翔太郎

1 諸言

北海道美唄市に位置する宮島沼は縮小化により消滅の危機が迫っている。そのため、私たちは宮島沼の水質を改善することでこれに対処しようと思い、この研究を行った。

水質の浄化にはろ過や微生物による分解などがあると知られている。その中で私たちは、大がかりな装置の必要のない多孔質の物質に着目した。

多孔質の物質は、細かな穴で物質を吸着することが分かっている。この性質を利用して、低コストで長く汚染物質を吸着させ、水質を浄化できるものを割り出すことを目的とした。

目的を達成するために、貝殻と炭を用いて水質を改善することができるかどうかの実験をした。

2 実験

実験 I

<材料>

- ・炭 (300g) ・滝川公園の沼水 (2000g) ・水槽 (中ぐらい) ×3
- ・COD パックテスト ・DO 計測器 ・簡易 pH メーター

<実験方法>

- ・水槽に「水 2000g と炭を入れたもの」、「水 2000g のみのもの」、を用意し pH、DO、COD を測る
- ・一週間後にもう一度上記の値を測り、比較して炭を入れたことによる値の差を見る

<目的>

汚いと思われる沼の水を使い二つの水槽の値の変化から炭に浄化作用があるのかを見る

<結果>

	指標	炭あり	水のみ
沼の水	COD	4.0→6.0	6.0→4.0
沼の水	pH	7.6→7.8	7.6→7.7
沼の水	DO	8.1→7.5	8.1→8.0

<考察>

炭を入れた水槽の DO が減り「水のみ」よりも値が小さくなったので、有機物が分解されたことがわかった。また、pH の変化はほぼなかったので pH の値はあまり水質に関係ないと判断した。そして、炭の DO の結果より有機物が分解された。しかし、精度が 2 刻みだったため測定に誤差が出た (実際は COD の値の整数部分が 5 だったのではないかと考えられる)。

実験 II

<材料>

- ・蒸留水 (2000g) ・有機物 (砂糖) 75g ・ポンプ ・水槽

<方法>

- ・水 2000g に炭、貝を 200g 入れ、砂糖を 75g 入れる。
- ・水のみ、炭、貝の三種類を用意し、数値を計測する。
- ・一週間後に数値を計測し、比較する。

<結果>

	指標	水のみ	炭	貝
砂糖(空気あり)	COD	E	E	E

<考察>

どの水槽も値が振り切ったが、これは砂糖が多すぎたためだと考えた。また、最初に計測した時に使用したパックテストと一週間後に計測した時に使用したパックテストが、測れる値の規格が異なったため正しいデータを取ることができなかった。

実験Ⅲ

<材料>

- ・水道水 (約 1840g)
- ・宮島沼の水(柄杓一杯 約 160 g)
- ・だしの素
- ・水槽
- ・エアープンプ

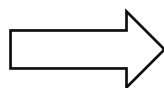
<方法>

- ・水と沼水の混合水 2000 g に臭いの素として「だしの素」2 g を加え混ぜる。

考えられる貝殻、炭の 3 つを用意し、1 週間後に比較。(図 1 → 図 2)



図 1



一週間後



図 2

<結果>

	指標	炭	貝殻	なし
だし (空気なし)	におい	○	×	△
	透明度	△	×	△
だし (空気あり)	におい	○	○	△
	透明度	○	◎	△

悪 → 良

× → △ → ○ → ◎

<考察>

炭や貝殻などの多孔質には水質を浄化するはたらきと有機物の分解を促進するはたらきがあり、水を循環させた方が浄化効果が向上することが分かった。

3 総合考察

炭や貝殻などの多孔質には有機物を分解する働きがあり、水を循環させた方が浄化効果が向上することが分かった。

4 謝辞

今回の研究を進めるに当たりご協力いただいた水質班担当の佐藤先生をはじめ、ご指導いただいた理科担当の先生方、また、貝殻を下さった山田水産の皆様に感謝申し上げます。

5 参考文献

- ・「<ラムサール条約登録湿地>宮島沼（北海道美唄市）」

<http://www.city.bibai.hokkaido.jp/miyajimanuma//index.php>

- ・「(地球温暖化) 水質汚染－地球温暖化教室」

<http://www.gwarming.com/link/water.html>

- ・「環境省 湖沼等水質浄化技術分野」

<https://www.env.go.jp/policy/etv/field/f04/index.html>

吸熱反応を利用した冷却パックの開発

佐藤杜倭 小西恭輔 石原康寛 内田大稀

要旨

吸熱反応を利用して市販のものよりもよく冷える冷却パックの開発を行った。

「温度変化の大きい溶質同士を混合すると温度変化も大きくなる」という仮説を立て、4つの実験を行った。実験1～3は溶媒に、水を用いた。

実験1では5つの溶質の温度変化を比較した。実験2では混合する溶質の違いによる温度変化の大きさを調べるために、5種類の溶質から2種類を組み合わせて実験を行った。

実験3では、2種類の物質の混合比を変え温度変化の違いを調べた。実験4では、水よりも極性が強いと思われるメタノールを溶媒に用いて実験を行った。

実験1では1位硝酸アンモニウム、2位が塩化アンモニウム、3位が尿素となった。

実験2では1位が硝酸アンモニウム+尿素、2位が塩化アンモニウム+尿素、塩化アンモニウム+硝酸アンモニウムとなった。実験3では混合比による温度変化の違いはないとなったが、これは正しくない可能性が高いので再実験の必要がある。実験4では、水よりもエタノールを使用したほうが冷えた。

以上の結果から、メタノールに硝酸アンモニウムと尿素 1:1の混合物を溶かしたものが一番冷えることが分かった。

実験1では1位が硝酸アンモニウム、2位が塩化アンモニウムだったにもかかわらず結果は上記のようになったので仮説は証明されなかった。

また、物質の違いによって温度変化に差が生まれる理由はわからなかった。

既製品の物より冷えたが冷却パックにするには安全面についてまだ考えていないので、これから考えていく必要がある。

1 序論

2年生の夏、テーマを探していたときに教科書で吸熱反応というキーワードを見つけて既製品の冷却パックより冷えるものを作りたいと思い、この研究を始めた。

2 仮説

温度変化の大きい溶質同士を混合すると温度変化も大きくなる。

3 実験および結果

実験1

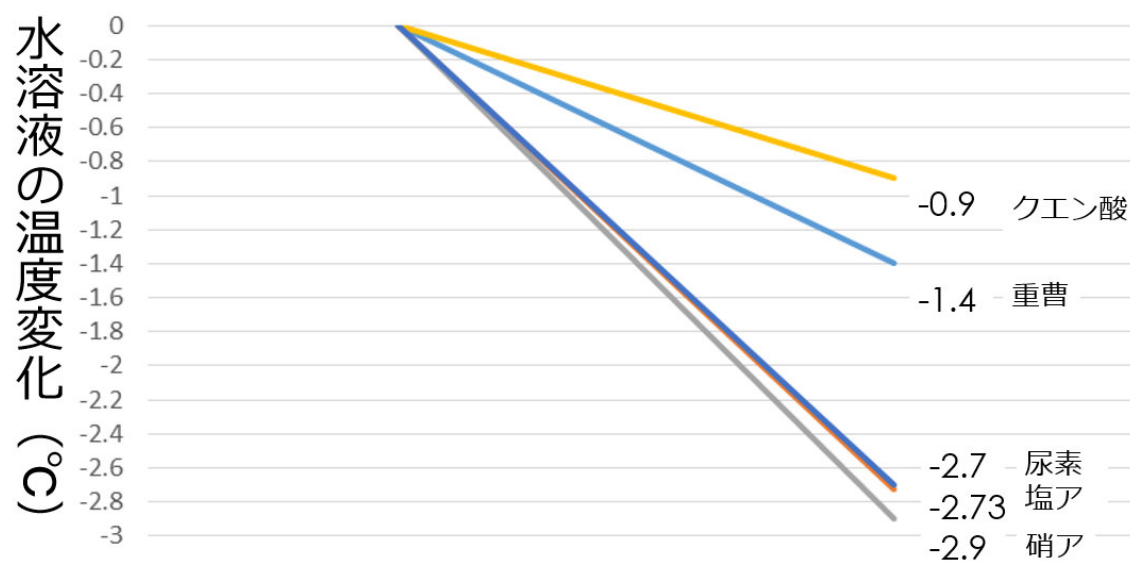
目的 5種類の溶質の温度変化の比較

材料 硝酸アンモニウム、塩化アンモニウム、尿素、重曹、クエン酸 各 5g 2.5g

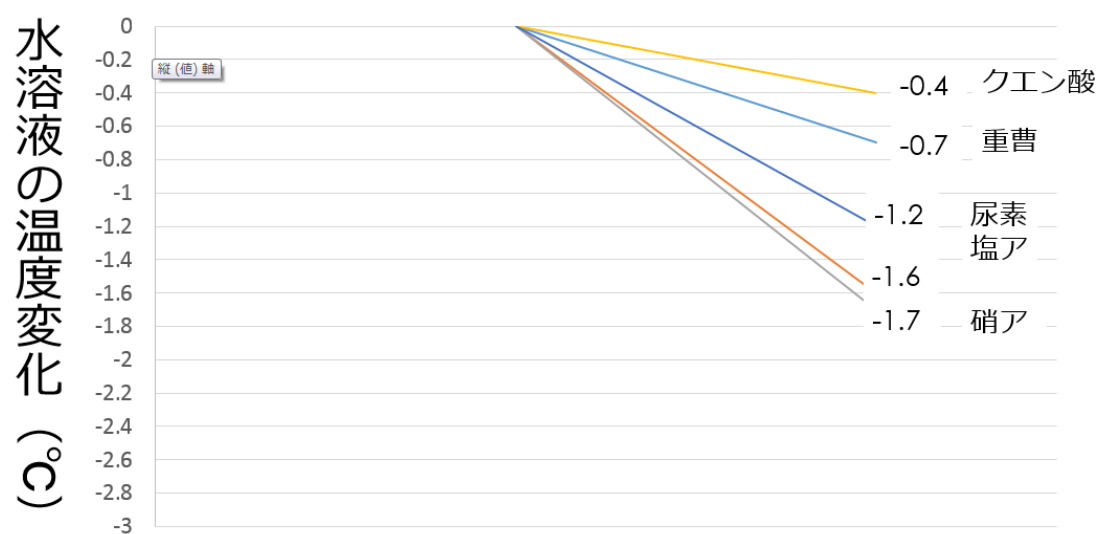
精製水 100ml

結果 グラフ参照

溶質5.0g+精製水100m l の温度変化



溶質2.5g+精製水100m l の温度変化



実験 2

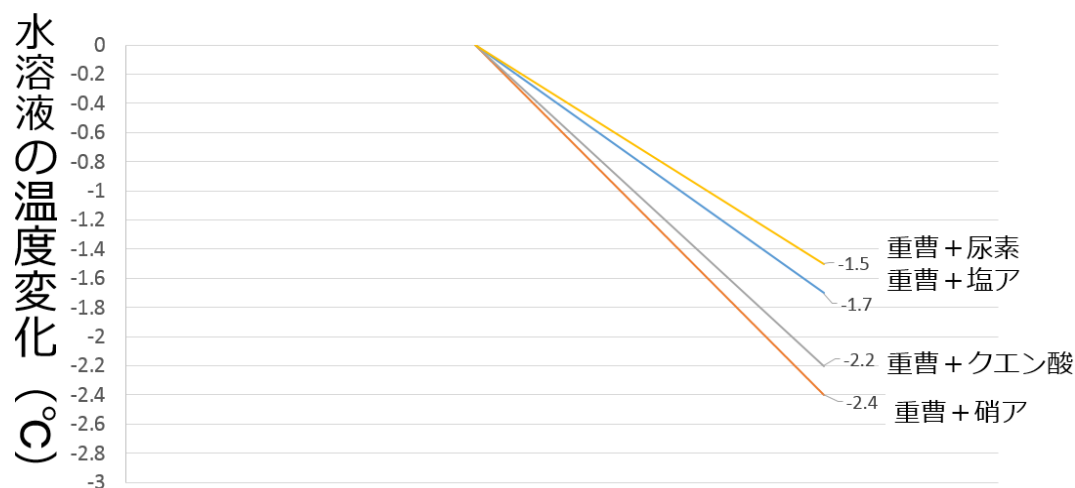
目的 混合する溶質の違いによる温度変化の比較

材料 硝酸アンモニウム、塩化アンモニウム、尿素、重曹、クエン酸 各 2.5g 精製水 100ml

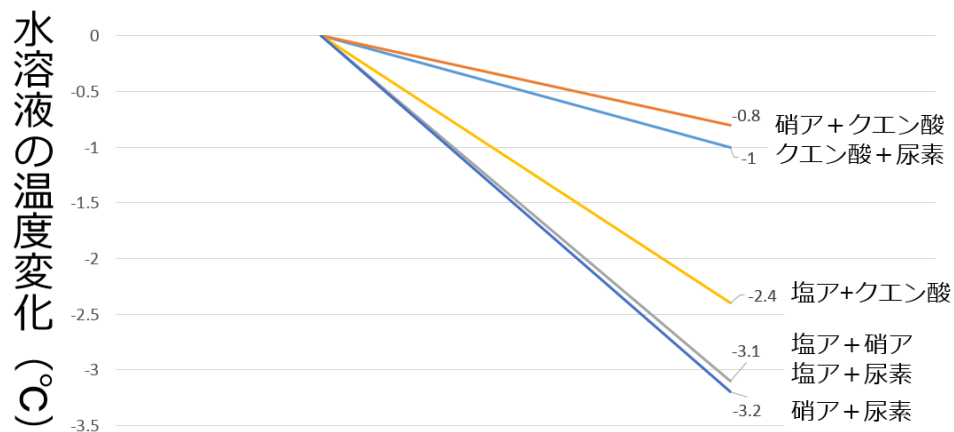
方法 5 種類から 2 種類選ぶ

結果 グラフ参照

混合物の温度変化



混合物の温度変化



実験 3

目的 混合比を変え温度変化の比較

材料 硝酸アンモニウム、塩化アンモニウム、尿素、重曹、クエン酸 精製水 100ml

方法 5 種類から 2 種類選び、混合比を 4:1 3:2 1:1 2:3 1:4 にする

結果 混合比の違いによる温度変化の違いは見られなかった

考察 混合比によって温度変化に違いがみられないのはおかしいので、再実験の必要がある。

実験 4

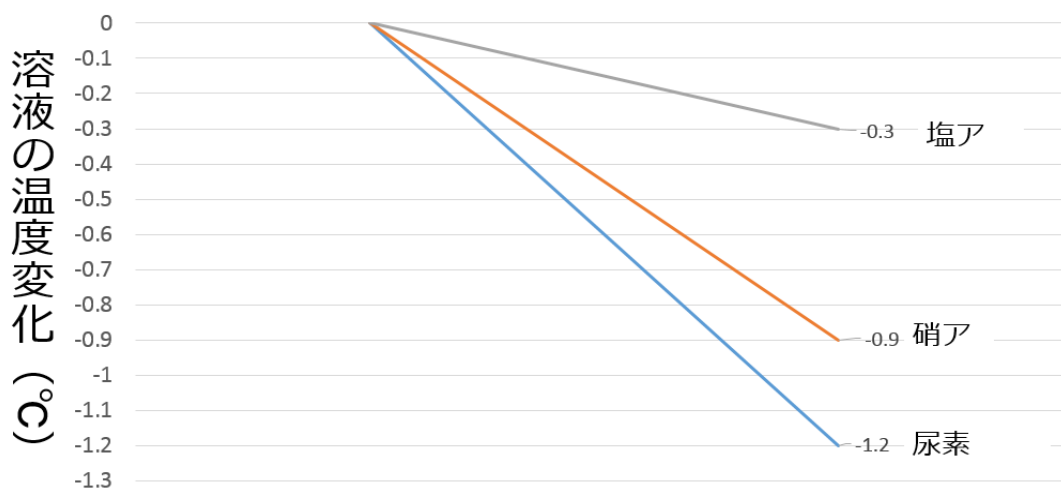
目的 溶媒を精製水からメタノールに変えて温度変化を比較

材料 塩化アンモニウム 硝酸アンモニウム、尿素 各 0,5g メタノール 20ml

※メタノールの量が少なかったため、実験 1 で使った量の 5 分の 1 で実験。

結果 溶媒に精製水を用いたときよりも温度変化が大きかった。

溶媒による変化の違い（精製水 → メタノール）



4 考察

以上の結果から、メタノールに硝酸アンモニウムと尿素 1 : 1 の混合物を溶かしたものが一番冷えることが分かった。実験 1 では 1 位が硝酸アンモニウム、2 位が塩化アンモニウムだったにもかかわらず結果は上記のようになったので仮説は証明されなかった。また、物質の違いによって温度変化に差が生まれる理由はわからなかった。既製品の物より冷えたが冷却パックにするには安全面についてまだ考えていないので、これから考えていく必要がある。

5 謝辞

私たちの実験においてお世話になった多田先生、長澤先生、藤井先生をはじめとする先生方にこの場を借りて感謝申し上げます。また、ご協力してくださった方々のおかげで無事実験を終えることができました。ありがとうございました。

食塩結晶における形状決定の条件

小松海斗 下屋敷龍二 西川敬之

要旨

私たちは、食塩、精製水、尿素、エタノール、ビーカー、試験管、ゴム栓、スターラー、時計皿、シャーレ、パラフィルム、吸引濾過機、三角フラスコを用いて、様々な条件下における食塩の結晶の形状の変化について研究した。方法として、まず 1000ml ビーカーに精製水と食塩を入れ、食塩が溶けなくなるまでスターラーで十分に攪拌した後、吸引濾過機を使つてろ過した。これを飽和食塩水として使用した。

実験は大きく分けて 4 パターン行った。

まず 1 つ目の実験は、200ml ビーカーに飽和食塩水 50ml を入れ、棚に 1 週間放置した。(以下実験で容器を放置する場所は棚とする。) また、200ml ビーカーに飽和食塩水 50ml と実験 1 でできた結晶を入れ、1 週間放置した。結果、小さい結晶が 1 つでき、それを種として使用すると結晶は大きくなり、その部分は透明度が高く、周辺には小さい結晶がいくつかできた。

2 つ目の実験では、試験管に入れた飽和食塩水の上に静かにエタノールをのせ、ゴム栓で蓋をし、ケミカルスノーの要領で 2 週間放置し、結晶を析出させた。エタノールの量が増えるほど、析出する量は多くなり、柱状の結晶が析出した。

3 つ目の実験は、飽和食塩水に割合を変えて尿素を加え、実験 2 と同じ要領で行った。尿素のある濃度領域では、柱状の結晶の先端部分の角がとれたものが見られた。

最後の実験は、飽和食塩水に割合を変えて尿素を加え、ビーカーに小さな穴をあけたパラフィルムで蓋をして放置した。また、できた結晶を加え、成長させた。この実験も 3 つ目の実験同様、尿素の濃度によって直方体のものとピラミッド型の 2 種類の結晶が析出した。成長させたものは、ピラミッド型のまま大きくなり、透明度の変化はあまり見られなかった。

1 序論

食塩(NaCl)は、温度による溶解度の変化が小さく、加熱・冷却による結晶の精製はできず、蒸発法や溶液ごとの溶解度の違いを利用した方法でしか結晶を精製することができない。また、結晶精製時の条件を変えることにより析出する結晶の形状が変化する。その為、この論文では様々な条件での食塩結晶の精製について述べ、その条件下での結晶成長の違いについて考察した。

2 材料と方法

【材料】食塩、精製水、尿素、エタノール、

ビーカー (200、300、500、1000ml)、試験管、ゴム栓、スターラー、時計皿、シャーレ、パラフィルム、吸引濾過機、三角フラスコ、テープ、濾紙、

【方法】1000ml ビーカーに精製水と食塩を入れ、食塩が溶けなくなるまでスターラーで攪拌させる。できた食塩水を吸引濾過機を使用してろ過し、できたものを飽和食塩水とする。

[1] 200ml ビーカーに飽和食塩水 50ml を入れ、日陰にある棚に 1 週間放置する。(以後食塩水を放置する場所は棚とする。)

[1'] 200ml ビーカーに飽和食塩水 50ml と [1] でできた結晶を入れ、1 週間放置する。

[2] 試験管に飽和食塩水 15ml 入れたものを 4 つ用意する。そこにエタノール (3、6、9、12ml) を入れ、ケミカルスノーの要領で結晶を析出させる。ゴム栓で蓋をして 2 週間放置する。

[3] 試験管に飽和食塩水 15ml と尿素 10、20、30% を入れ、エタノール 9ml を入れ結晶を析出させる。ゴム栓で蓋をして 2 週間放置する。

[4] 飽和食塩水 100ml に対して、尿素の割合が 10、20、30%になるようにそれぞれ 8.72、17.44、26.16g 入れ、小さな穴の開けたパラフィルムで蓋をして放置する。

[4'] [4]でできた結晶を尿素（20、30%）の入った飽和食塩水に入れ、小さな穴の開けたパラフィルムで蓋をして放置する。（[3]、[4]より 10%はあまり変化が見られなかったので除いた。）

3 結果(表 1 参照)

[1] 小さい直方体の結晶(縦:横:高さ=2:2:1)が 1 つのみ析出した。

[1'] 種が少し成長し、成長部分は透明。かなり小さい直方体の結晶がいくつか析出した。

[2] (3ml) エタノールが若干とんでいた。食塩水とエタノールの境界線に少しと底のほうに少し結晶が析出した。

(6ml) 細かい結晶が境界線に多数析出した。底のほうから柱状の結晶が析出した。

(9ml) 境界線の結晶の量が 6ml よりも多く、底からの柱状の結晶が 2 本析出した。

(12ml) 9ml よりも多く結晶が析出した。柱状の結晶が数本析出した。

[3] (10%) [2]の 9ml と比べ、あまり変化は見られなかった。

(20%) 柱状の結晶の先端部分の角が取れ、丸みを帯びていた。

(30%) 20%よりも丸みを帯びていた。

[4] (10%) 直方体の大きめの結晶が 1 つ、直方体の小さめの結晶が多数析出した。

(20%) 直方体の結晶の他に、角が丸まっている結晶(ピラミッド型)が析出した。

(30%) 直方体やピラミッド型の結晶が析出した。20%のものと比べて、直方体の結晶が多く見られた。

[4'] 20%と 30%ではあまり違いが見られなかった。種の形に添って結晶は成長し、成長部分の透明度は変化が見られなかった。

4 考察

[1]から、食塩の結晶は立方体の形に成長するが、結晶がビーカーの底にできる為、下方向に成長できず、高さが縦や横の長さの半分になり、直方体型になった。

[2] [3]から、結晶は、容器の形状によって形が変化する。また、試験管での結晶の析出では上面に向かって柱状に伸びていくため、先端のみ影響が表れた。尿素による影響は、成長する方向のみに影響する。

[4]から、食塩の結晶は尿素を加えた事によって、斜め方向の成長速度が抑えられ、結晶の角がとれたピラミッド型になった。

[1'] [4']から、結晶の形は種に使用した結晶の形、または使用した溶液の条件により変化する。

5 謝辞

本課題研究を進めるにあたり、ご指導を頂いた指導教員の板谷奈美先生に感謝いたします。また、課題研究発表会を通じて多くの知識や示唆を頂いた本校教員並びに外部講師の皆様に感謝します。

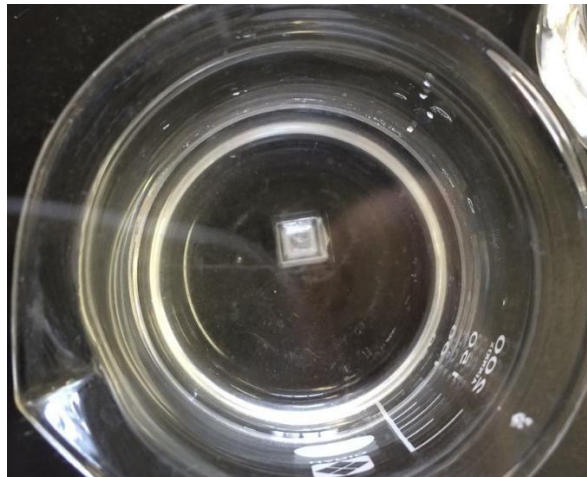
6 出典

たばこ塩産業：様々な形に変化する塩の結晶、橋本壽夫（2004.10.25）

実験[1] ビーカー 直方体型基準



実験[1'] ビーカー 直方体型成長



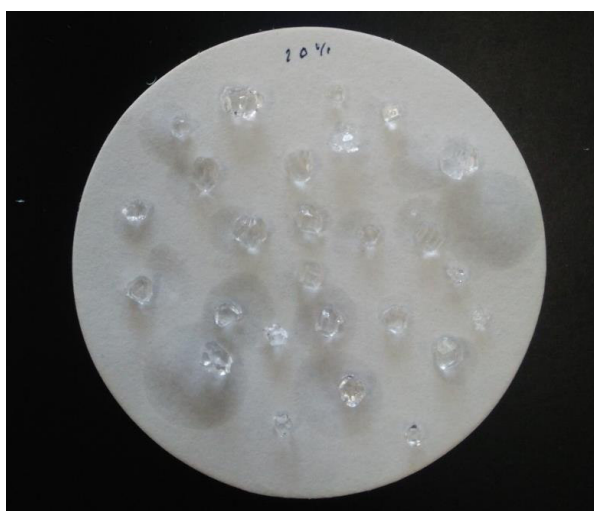
実験[2] 試験管 柱状型基準



実験[3] 試験管 尿素あり 柱状型特殊



実験[4] ビーカー 尿素あり ピラミッド型



実験[4'] ビーカー 尿素あり ピラミッド型成長



天体のスペクトル撮影とその解析

新谷彩夏 津野瑞歩 長谷沙紀

要旨

私たちは、太陽と月のスペクトルを身近なもので実際に撮影し、その二つの違いについて考えた。まず、月の光は太陽の光を反射したものだが、見た目に違いがあることから、二つのスペクトルには違いがあるという仮説を立てた。この仮説を確かめるため、太陽と月のスペクトルの写真を撮り、分析することにした。そして、iPhone5s、iPhone スタンド、三脚、広角レンズ、キャップ、レプリカグレーチングフィルム、両面テープ、厚紙を使って撮影装置を作り、撮影を行った。太陽は雲のないときにスリットを使い、高校の屋上で、月は雲のないときにスリットを使わずに、標高 280m の高原で撮影した。スリットは、2 枚の厚紙を合わせ、その間を 0.6mm 開けることで作った。そうして撮った写真をマカリ（画像解析ソフト）で、光を赤と青と緑の成分に分けてグラフ化した。その結果、3 つのことが分かった。1 つ目は、月の光の青から緑の領域で輝度の値が小さいことである。2 つ目は月の光の青から緑の領域で赤の割合が大きいことである。3 つ目は、太陽と月のどちらの青から緑の領域でもあまり変化がないことである。以上より、私たちは月の表面で太陽の光が反射するときにその青と緑の光が吸収されていると考えた。しかし、確実に月の表面で太陽の光が吸収されているとは言えないので、石に光を反射させる実験をし、確かめる必要がある。さらに、写真のピクセルと光の波長が合っていないため、正確にするために合わせる必要がある。

1 序論

私たちは、地学に興味を持ち、スペクトルについて調べることにした。スペクトルとは、光を分けたもののことで、白色光の場合は虹色で現れる。私たちは、高校生でも簡単に調べられるように、スペクトルの撮影に iPhone を使用した。目的は、iPhone を使用して天体のスペクトルを撮影することと、それを分析することである。

2 材料

材料および道具

iPhone5s、iPhone スタンド、三脚、広角レンズ、キャップ、レプリカグレーチングフィルム、両面テープ、厚紙、カッター、黒いマッキーペン、パソコン、マカリ（画像解析ソフト）

3 方法

（1）装置を作る。

- ① キャップの中心を、広角レンズに装着した時に広角レンズの全体が見えるように、切り抜く。
- ② キャップの大きさに合わせてグレーチングフィルムを切り取る。
- ③ ①に②を両面テープでつける。
- ④ 広角レンズを iPhone5s に取り付ける。
- ⑤ ④を三脚に取り付ける。
- ⑥ 黒く塗った厚紙 2 枚を合わせて 0.6mm の隙間を作り、スリットとする。

（2）装置を用いて天体の写真を撮る。

太陽の場合は、雲のない時にスリットを使って撮影する。高校の屋上。

月の場合は、雲のない時にスリットを使わずに撮影する。標高 280m の高原。

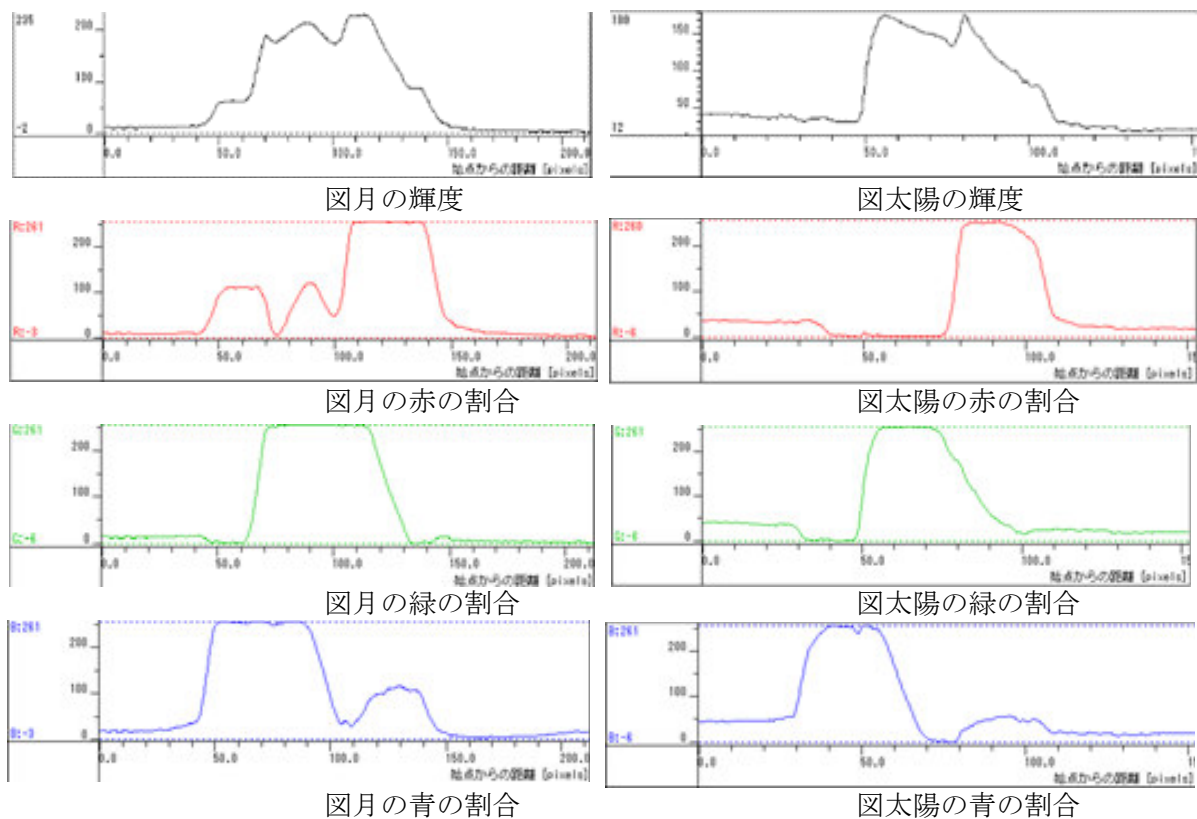
（3）マカリで写真のスペクトルを解析する。

- ① マカリをパソコンにインストールする。
- ② 画像をマカリに取り込み、グラフ化する。

4 結果

- (1) 月の青から緑の領域で輝度の値が小さい。
- (2) 月の青から緑の領域で赤の割合が大きい。
- (3) 青と緑はどの領域もあまり変化が見られない。

ただし、波長とピクセルの対応関係が分かっていないため、波長に対する輝度の違いを定量的に示すことができないので、そのグラフの形状から判断した。



5 考察

結果 2 より、月の赤の光が増えたように見えるが、結果 1 より、月の青と緑の光が太陽と比べて減っていることが分かるので、太陽の光が月の表面で反射するときその光の青と緑の成分が吸収されたと考える。

6 課題

- ① 波長とピクセルの対応関係を調べる。
- ② 石に白色光を当て、反射する光のスペクトルを調べることで、石が緑と青の光を本当に吸収しているのか確かめる。

7 謝辞

協力してくださった先生方ありがとうございました。

8 参考文献

ベガの夕焼け撮ってみた 埼玉県立豊岡高等学校天文部

測量における誤差と精度

数学班 今井優輔 伊藤秀真 小田桐亮佑

要旨

伊能忠敬は「初の実測による日本地図作成」を成し遂げた。それに感銘を受け、測量というものに挑戦してみようと思い、GPS に着目した。GPS の原理に基づき実験することで、理解を深めることを目的とした。GPS は複数の衛星から一つの端末に電波を送ることによって現在地を算出している(端末は多くの場合スマートフォンや車のナビゲーションシステムである)。本研究では、電波の代わりに音を用い、GPS の原理で 2 地点間の距離を測り、実験結果の誤差をどこまで小さくできるかを考察した。

通常の GPS 機器では、電波の到着時間の差をもとに位置を特定するが、身近な道具のみで電波の届く時間を測定するのは困難であるため、今回の実験ではスターターピストルからの発砲音を用い 2 地点間の距離を測った。計算の結果、距離は 317.97m で地図上から求めた正しい値は 317.13m であった。誤差は 0.84m であり、小さいと言える。実用的には「音を利用した GPS」によって十分正確な測定が可能であることがわかった。

1 材料

- ・スマホ ・メジャー
- ・ピストル ・カメラ
- ・PC ・スティック

2 GPS の原理

現代の GPS は複数の衛星から 1 つの端末へ電波を送ることによって現在地を算出している。(端末は多くの場合、スマートフォンや自動車のカーナビゲーションシステムなどである。)

電波の速度(光の速さの速度)に、電波が端末に届くまでの時間をかけ、各衛星と端末との距離を求める。その求めた各距離から現在位置を求めている。

3 手順

実験場所：石狩野球場

B 球場のホームベースを原点とし、ファールラインに沿って x 軸、y 軸を設定する。

その座標空間上の任意の 3 点を衛星の座標として定める。

3 点の座標は以下の通りである。

衛星 A (162.4, 0, 7.6)

衛星 B (0, 241.5, 13.5)

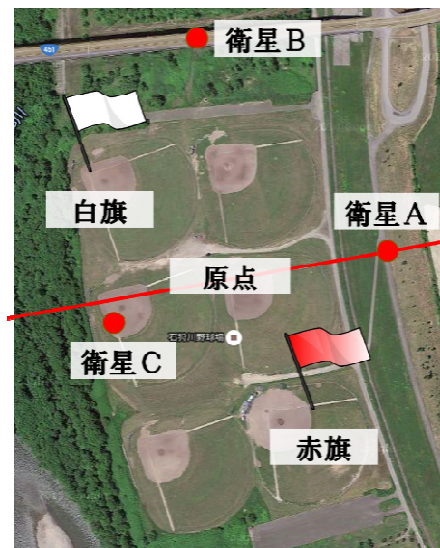
衛星 C (-123.3, -26.6, 0)

次に、今回の実験で距離を測定する 2 地点を設定する。

2 地点は、D 球場のホームベースを白旗地点、C 球場の 3 塁ベースを赤旗地点とした。

-データ採取、実測-

- ① 4台のスマートフォンを録音状態にする。
- ② 4台のスマートフォンの録音データを同期させるためカチンコをならす。
- ③ 4台のスマートフォンを衛星地点ABC、発砲地点にそれぞれ配置。
- ④ 白旗地点スターターピストルを発砲。(三発×5回)
- ⑤ 同様に赤旗地点からもスターターピストルを発砲。(三発×5)



-計算-

- ① 採取したデータを解析し、発砲地点から各衛星までに音が届くのにかった時間をそれぞれ求める。
一部解析できないものもあった。(データは図1、図2)

図1	衛星A～白旗	衛星B～白旗	衛星C～白旗	図2	衛星A～赤旗	衛星B～赤旗	衛星C～赤旗
1	0.911		0.452	1	0.529	1.095	0.575
2	0.914	0.485	0.45	2	0.529	1.098	0.576
3	0.914	0.479	0.452	3	0.536	1.144	0.577
4		0.501	0.45	4	0.531	1.1	0.575
5	0.899	0.482	0.45	5	0.531	1.095	0.576
6	0.903	0.48	0.452	6	0.528	1.101	0.575
7	0.91	0.479		7	0.531	1.097	0.579
8	0.908	0.476	0.456	8	0.53	1.096	0.575
9	0.908	0.478	0.455	9	0.531	1.1	0.577
平均	0.908375	0.4825	0.452125	平均	0.530667	1.102889	0.576111

(外れ値は除いた)

- ② ①より求めた「かかった時間の平均」と「音速(気温は考慮している)」より、発砲地点から各衛星間の距離を求める

白旗から3衛星までの距離(m)

衛星A 315.8420

衛星B 167.7653

衛星C 157.2039

赤旗から3衛星までの距離

衛星A 184.5128

衛星B 383.4745

衛星C 200.3138

- ③以上の結果より白旗、赤旗の座標を求める。

④白旗、赤旗間の地図上からの距離の値と、③の座標から求めた値とを比較する。

	X 座標	Y 座標	Z 座標
実験結果	-124.99m	130.60m	-1.03m
正しい値	-124.12m	128.37m	2.13m
誤差	-0.87m	+2.23m	-3.16m

	X 座標	Y 座標	Z 座標
実験結果	42.27m	-138.83m	-10.50m
正しい値	43.55m	-139.66m	2.13m
誤差	-1.28m	+0.83m	-12.63m

4 考察

要旨に述べたように、実用的には「音を利用した GPS」によって十分正確な測定が可能であることがわかった。より誤差を減らすために、GPS 衛星の数を増やし、衛星をもっと高い位置にすることや、風速、音速の変化等を計算に考慮することが課題である。

5 謝辞

本研究に際して、ご協力していただいた三条教頭先生、徳本健二先生、吉崎純也先生から丁寧かつ熱心なご指導を賜りました。ここに感謝の意を表します。

変形サイコロの確率

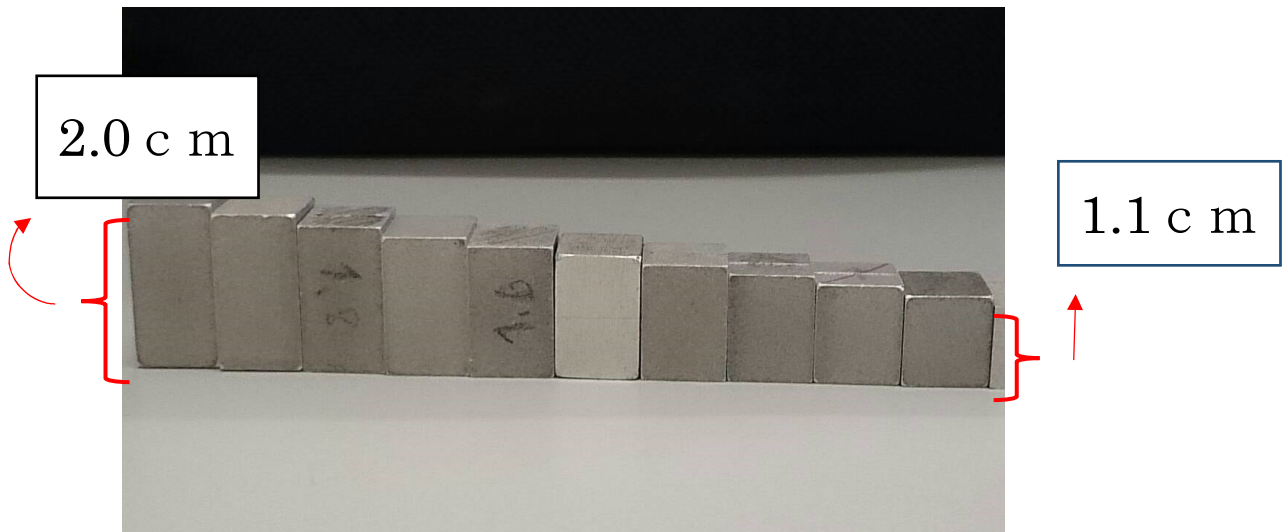
武藤健太 松本京己 大平琉偉 村谷雄大

1 諸言

サイコロの確率は6分の1だが、辺の長さを変えたらどうなるのか疑問に思い今回の研究を実施した。私たちは確率が0になることはないと考えた確率をグラフにしたとき指数関数になるのではないかと考えた。

2 材料と方法

アルミニウムでできた直方体10個(1.0cmの立方体サイコロの縦の辺を0.1cm刻みで変えた10種のサイコロ)を1000分の1mm単位で調整し金属を切断することのできる機械で切る。それを壁に一回当てて転がし、1つのサイコロにつき2000回振り、直方体サイコロの上面(一番出にくいと思われる面で、A面とする)の出る確率を調べる。A面は上下で二つあるが、二つの確率の平均をA面の確率とする



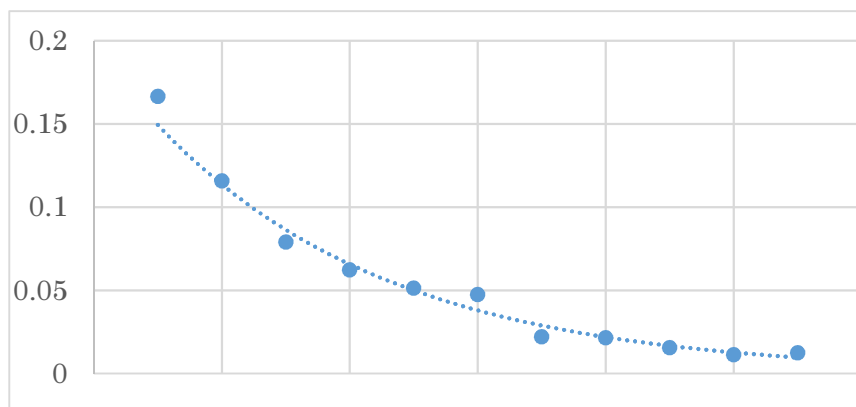
(変形サイコロの実物)

3 結果

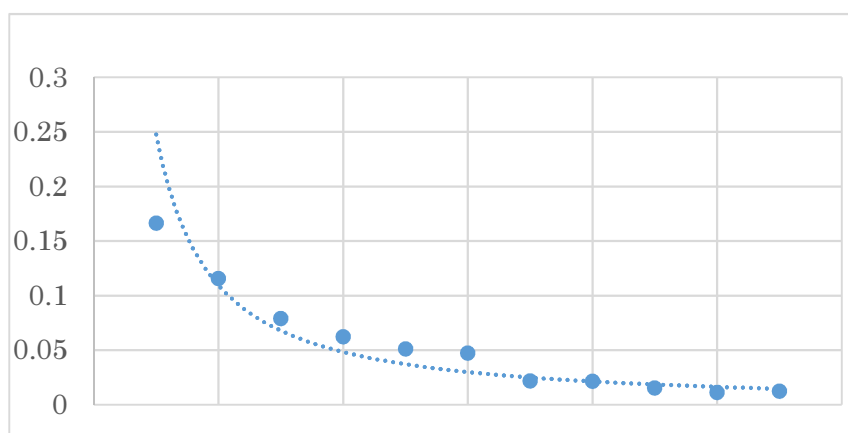
直方体のサイコロを転がし、そのデータをまとめると次のようになった。青い点がサイコロの確率、点線がそれぞれ重ねたグラフである。縦軸が確率、横軸がサイコロの辺の長さであり、大きくなるにつれてサイコロの長さは長くなっていく。

グラフからサイコロが長くなるほど、A面が出る確率は減少し、サイコロの確率の分布が指数関数と双曲線のどちらにも似ていることがわかる。

(双曲線のグラフを重ねたもの。 $Y = 1/6 \cdot 0.044^{X-1}$)



(指数関数を重ねたもの。 $Y = 1/6X^4$)



(実際に計測した確率の値とそれぞれのグラフにおける値)

	指数関数	双曲線	実測値
X=1.1	0.121953	0.113836	0.11575
X=1.2	0.089236	0.080376	0.079
X=1.3	0.065296	0.058355	0.06225
X=1.4	0.047778	0.043385	0.05125
X=1.5	0.03496	0.032922	0.0475
X=1.6	0.025581	0.025431	0.022
X=1.7	0.018718	0.019955	0.0215
X=1.8	0.013697	0.015877	0.0155
X=1.9	0.010022	0.012789	0.01125
X=2.0	0.007333	0.010416	0.0125

4 今後の課題

材質や重さ、摩擦、重さなどを変えた時にも同じようになるかは不明である。
 また、確率が完全に収束しているとは言えないので、試行回数を増やし、より確率を収束させる必要がある。また、辺の長さをより長く、またより短くして多くの変形サイコロについて調べる必要がある。

天然酵母のパン作り

家庭科班 板垣花奈 澤木梓 坪井瑞帆 中谷優希

要旨

市販のパンには乾燥酵母が使われており、添加物が含まれている。そのため、私達は、乾燥酵母を使わず、地元の食材の酵母を利用したパン作りを行った。どの食材がパンの酵母として適しているかを調べ、発酵力の数値化を行った。

まず、試料 7 種類（菜花、ふっくりんこ、ゆめぴりか、玉ねぎ、長芋、ラズベリー、乾燥酵母）を使い適した食材を絞る予備実験を行った。5%ショ糖水 190 g にそれぞれ試料 10 g を合わせキューネ発酵管に入れ観察した。その結果、ふっくりんこ（雨竜産）とラズベリー（深川産）の発酵力が強いことがわかった。以降、この 2 つを使用してパン作りを行った。

5%ショ糖水 225 g を二つ用意し一方にはふっくりんこ、他方にはラズベリーをそれぞれ 25 g ずつ入れた。インキュベーター（28℃）に入れて数日置いた。その数日間は、酸素を入れるために 1 日 1 回蓋を開けた。ここで得られた液を培養液とした。次に上記の培養液を使い、元種を作った。1 日目、強力粉（滝川産ハルユタカ）120 g とそれぞれの培養液の上澄み 100 g を混ぜた。保存瓶に入れインキュベーターに入れる。2 日目、かき混ぜ冷蔵庫に入れる。3 日目、さらに強力粉 150 g、水 80 g を加え、混ぜた後インキュベーターに入れる。4 日目、かき混ぜ冷蔵庫に入れる。4 日ほどかけ元種が出来上がる。

上記の元種を使いパンを焼いた。材料は強力粉 200 g、上白糖 5 g、食塩 1 g、水 70 g、それぞれの元種 90 g を使用する。この結果、ラズベリーのパンは膨らんだが、ふっくりんこのパンは膨らまなかった。これは、培養液に強力粉を加えて四日間置くことにより発酵のピークが過ぎてしまったためだと考えた。そこで培養液を使いパン作りを行った。材料は強力粉 200 g、食塩 1 g、ふっくりんこの培養液 133 g を使用した。この結果、パンは膨らんだ。

このようにして、地元の食材の酵母を利用してパンを作ることができた。

1 材料と方法

（1）使用器具

インキュベーター（全て 28℃に設定）、キューネ管（煮沸済）、保存ビン（煮沸済）、フードプロセッサー

（2）予備実験

5%ショ糖水、滝川産菜花（生、茹で）、雨竜産ふっくりんこ（生、炊飯）

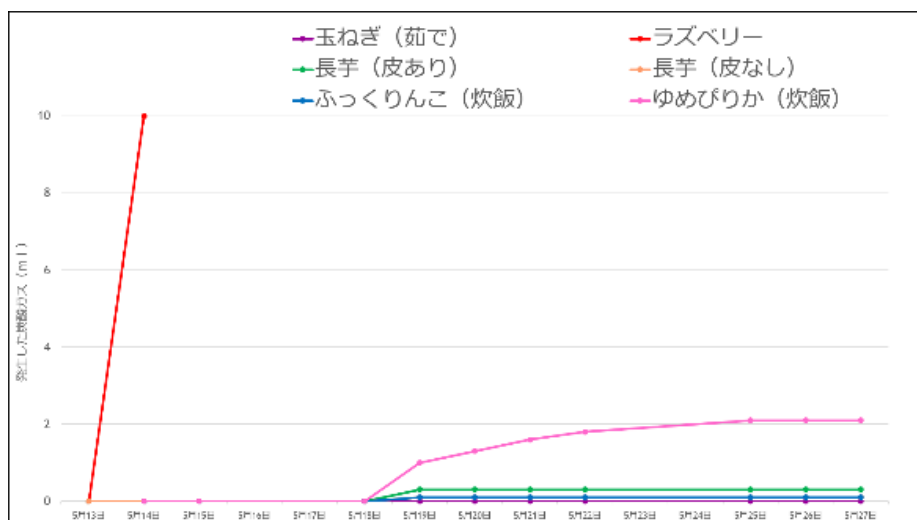
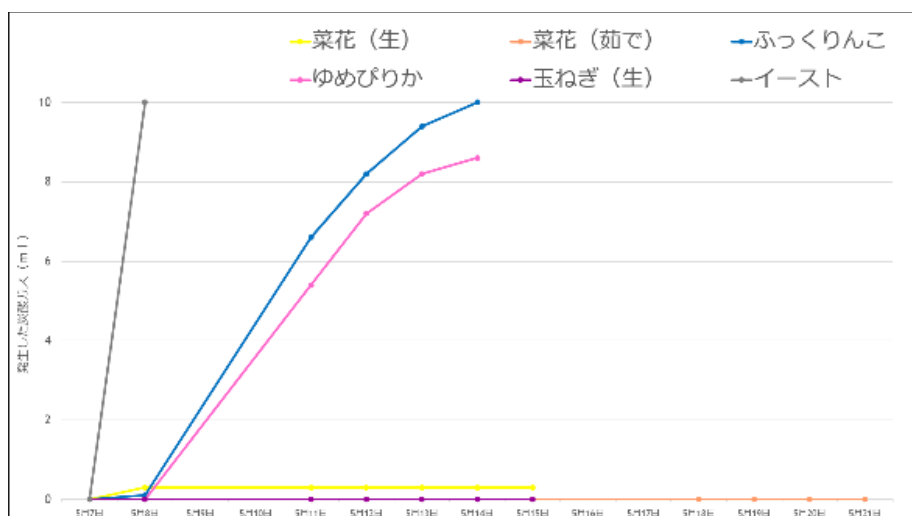
妹背牛産ゆめぴりか（生、炊飯）、滝川産玉ねぎ（生、茹で）、深川産ラズベリー

長芋（皮あり、皮なし）、イースト（乾燥酵母）

5%ショ糖水 190 g に試料 10 g を入れる。キューネ管に入れて観察を行う。

2 結果

結果 1



このグラフより、ふっくりんことラズベリーを使用することにした。

【培養液】

・雨竜産 ふっくりんこ ・深川産 ラズベリー ・ショ糖水

ショ糖水 225 g、ラズベリー・ふっくりんこをそれぞれ 25 g 合わせる。保存ビンに入れ、インキュベーターに入れる。酸素を入れるために 1 日 1 回蓋を開けた。

【元種】

・ラズベリー培養液 ・滝川産 ハルユタカ

1 日目 ボウルに強力粉 120 g を入れる。培養液の上澄み 100 g を加え混ぜる。

瓶に入れ、インキュベーターに入れる。

2 日目 混ぜた後、冷蔵庫に入れる。

3 日目 強力粉 150 g、水 80 g 加え、混ぜた後インキュベーターに入れる。

4 日目 混ぜた後、冷蔵庫に入れる。

パン作り（ラズベリー）

・ラズベリー元種 ・滝川産 ハルユタカ ・上白糖 ・食塩 ・水

強力粉 200 g、元種 90 g、上白糖 5 g、食塩 1 g をフードプロセッサーに入れる。水を徐々に加えながら、フードプロセッサーで混ぜた後、一次発酵させる。2 倍に膨らんだら、分割して成形し、二次発酵させる。180 度で 20 分焼く。

パン作り（ふっくりんこ）

・ふっくりんこ培養液 ・滝川産 ハルユタカ ・食塩

強力粉 200 g、食塩 1 g、培養液 133 g をボウルに入れ混ぜる。250 回こねる。一次発酵させる。2 倍に膨らんだら、分割して成形し、二次発酵させる。180 度で 20 分焼く。

結果 2

ラズベリーのパンはよく膨らみ、ふわふわしていた。味はラズベリーの甘味と酸味があった。(写真 1) ふっくりんこも同様に元種でパンを作ってみたが、あまり膨らまなかった。(写真 2) 培養液でパンを作ったところ、元種の時よりも膨らみ、もちもちとしていた。味は甘みと酸味があった。(写真 3)



写真 1



写真 2



写真 3

3 考察

ラズベリーのパンは昨年同様、天然酵母として適していることがわかった。

米を利用した天然酵母は、今年度の実験で以下のことを考えた。

- ・米は加熱しない方がより発酵力が強いことがわかった。これは熱によって菌が死滅したと考えた。
- ・ふっくりんこの元種でパンが膨らまなかったのは、培養液に強力粉を加えて四日間置くことにより発酵のピークが過ぎてしまったためだと考えた。
- ・十分に膨らまないことが多かったのは、米の発酵力が弱いとためだと考えた。
- ・ふっくりんこのパンの酸味は、培養液を作る際に過度に酢酸菌が繁殖してしまったためだと考えた。

4 謝辞

松橋先生をはじめ多くの先生方のご指導のおかげで研究を進めることができました。

この場を借りて御礼を申し上げます。ありがとうございました。

5 参考文献

『「自家製酵母」のパン教室』 高橋雅子

石狩川の河川環境の改善～川はなぜまっすぐなのか

生物班 行徳 大輝 筒井 智也 桔梗 倫太郎

1 はじめに

石狩川は、北海道西半部を支える河川である。流域面積日本第二位、長さ日本第三位。だが近代以前は信濃川と同等の長さを持つ大河だったのだ。これが近代以降直線的に改修され縮んだ。私たちは石狩川の歴史と役割についてほとんど知らなかった。これは大半の日本人と河川の関係に言えるだろう。2015年9月10日の鬼怒川堤防決壊による大氾濫は川本来の恐ろしさをよみがえらせたが、なぜそれを忘れていたのだろうか。その鍵を握る人物が岡崎文吉である。

私たちは、滝川市「川の科学館」へと赴いた。そこの裏手には岡崎文吉を顕彰する石碑が立っている。川の科学館で森井 智江さんから資料をいただき調べていく中で、私たちはその存在を初めて発見した。1898年9月、石狩川において開発事業着手後最悪の洪水が発生する。

事態を重く見た内務省は翌月に北海道治水調査会を設け治水計画を策定、翌1899年（明治32年）より『第一期北海道拓殖計画』に基づいた治水事業に着手した。この治水事業の中心的役割となった岡崎文吉は、河川流域予備調査を勧め、自らの治水理論である「現状維持、自然主義」すなわち直線の流路に改修するのではなく、自然法則に則った現状を維持する方法をとった。だがその工事は難航を極めた。延期が続き、ついに治水調査会には内務技官である沖野忠雄が就任。沖野は道庁の方針に基づき直線の流路に改修する案を提出する。沖野は全国各地でその工法によって成功を収めており、岡崎は現状維持治水法の実地失敗から、失脚し内務技師として東京に転任した。その方法が採用され、石狩川は直流路に改修。それに追随しほかの河川改修も直流路方式が採用されるようになった。結局沖野の改修方法は氾濫を防ぐことができず、むしろより強化した。岡崎の理論は見直されるようになったが、一度変えたものを変えるのは困難である。これからの治水は、現代の環境問題の先見者岡崎にならっていくべきではないだろうか私たちは考える。

2 岡崎文吉について

1872年12月15日（別説1870年8月11日）に岡山城下門田屋敷に生まれ、少年時代から漢詩に長け、岡山中学校ではオーティス・ケリーに英語学、平沼淑郎に経済学などを師事し、16歳にして札幌農学校工学科に入学。廣井勇に師事し卒業後、学校より研究生を命ぜられ鉄道・水利工学両科の研究にあたった。鉄道工事实験のため北海道炭鉄道会社において諸工事設計及び監督をつとめ実績を上げ1893年についに助教授へ就任。同年北海道庁から道庁技手、内務部勤務を命ぜられた。その後さまざまな工事監督や検定、設計を

務めた。石狩川治水調査委員会で、その中心的な役割を担った人物である。その人物の顕彰碑が、現在の滝川地区防災施設であり、石狩川河川事務所でもある滝川市「川の科学館」の裏手にある。そこで NPO 法人まち・川づくりサポートセンター 教育部長の森井智江さんに資料をいただき、その存在に感嘆を抱いた。今、日本人で岡崎文吉の名を知る人は、河川や治水技術に関する専門家や学者以外にはほとんどいないだろう。その功績は地味なれども、世界の土木工学界で高い評価を受ける人物であり、日本最初にして偉大な流水科学者である。岡崎の経歴書の中には、自らを「Civil Engineer」と紹介する記載がある。急激に膨張する都市と増え続ける都市住民のために、快適な社会基盤を整備する技術者集団の指導者・技能者、という意味だ。この岡崎の自称と、岡崎の描く土木工学者の理想像には古市公威の影響が見られる。古市は岡崎の師である廣井勇や、のちに対立する沖野忠雄などの、まったく思想の異なる日本土木工学草創期における精鋭をまとめ上げた大立物であった。彼は土木工学をもってほかのすべての工学を統合し統率すべきであり、公共性の高い土木万般に携わる指揮監督が必要という考えを持っていたが、その考えを表明する肩書として、そして文明開化進む日本において自らが技術指導者となろうという理想のために、岡崎はシビルエンジニアという言葉を使ったのだろう。天職である北海道庁技師に任命され、明治三十一年の石狩川大洪水に直面した時岡崎は、自らの使命に突き動かされる思いを受けたのだろうか。

3 石狩川治水の歴史

明治 31 年、1898 年の石狩川大洪水は「旧記に拠る洪水」のいずれをも凌ぐ凄惨な災厄であった、と『北海道凶荒災害誌』は特記している。流失潰倒家屋 3551 戸、浸水 24163 戸。農地の被害は畑が、163470 町歩中 54539 町歩、被害率 33.36%。田が、6824 町歩中 1549 町歩、被害率 22.70%。道民総人口 853239 人のなか洪水による死者は 248 人に及ぶ。この記録はいまだに破られていない。旭川市街より神居古潭までの電柱すべてが流失し、「全く電信を杜絶したること六日」に及んだ。この大洪水を機に内務省は本格的な治水計画を策定し翌 1899 年（明治 32 年）より『第一期北海道拓殖計画』に基づいた治水事業に着手した。道庁としては、石狩川流域、なかでも札幌から旭川にかけて都市農村が連なり繁栄する日の来ることを夢に見て前進してきたところであり、この基本路線を転換することはできない。北海道というフロンティアを切り開く足掛かりである、拓殖の中心は石狩川流域でなくてはならないのだ。彼らはこう考えていた。石狩川を北海道の大動脈として生かしきり、石狩川流域とともに成長し発展する北海道を築き上げる、と。この理念をよく覚えていてほしい。ともかくこの洪水によって道路が寸断され、簡易速成的に作られた幹線道路交通が脆弱であることが浮き彫りになった。一方皮肉にも洪水以降人々は運河の効用を認め、茨戸・銭函間で貨物運送の小舟の往来が頻繁になり、幌向・馬追運河や札幌・花畔間運河も応急修理によって回復すると水運を利用する貨物が多くなったという。運河に対する不評は舟楫の備えを持たず、人力荷車荷馬車に頼ってきた札幌の運送業者を中心

に根強いものがあつた。岡崎はその際にもひるまず運河が開拓地と農民に与える利益が鉄道よりも大きいことを説明するとともに、実証データの調査収集を怠らなかったのだ。曲がりなりにも運河への評価が変わりつつあることは岡崎にとって良い兆しだった。臆することなく水運の利を説きただ洪水を嘆くばかりでは愚であろうと呼び掛けられる機会が来たのだ。石狩川を水利水運の便に利用し尽くしてはじめて大河流域に居住するメリットを享受できるのではないか。彼のシビルエンジニアとしての感性が、やがて人と川が共生する社会をつくるならば行動するしかない、と呼びかけていたかもしれない。

岡崎の思いは運河利用の奨励から、おのずと石狩川の治水問題に向かった。国の事業として河川調査を速やかに開始すべきであり、治水計画を策定するために基礎データを収集する組織的調査に着手するべきと提唱することから始めた。この時岡崎は 27 歳。地味な一手目だが、岡崎はこの時点で若さゆえに利水に対する円熟な知識を持たず、北海道で最初の水利事業が石狩川だったのだ。学ぼうにも学ぶ現場、教えを乞おうにも師匠がいなかった。この事情があつたのである。

4 これからの河川環境について

生物多様性にも配慮した河川改修を考えることが、治水にもつながるという発想が大切である。岡崎が考えたような治水と河川環境の保全を両立させる技術を考えていくことが、これからの私たちにとっては重要なことである。