



平成24年度指定

スーパーサイエンスハイスクール 生徒研究論文集 第4年次（平成27年度）



平成28年 2月

学校法人奈良学園 奈良学園高等学校

は じ め に

奈良学園高等学校

校長 森 本 重 和

<本校の紹介>

本校は、1979年に中高一貫の男子校として、設立されました。学校は、奈良県の北西部、大和郡山市に位置しており、矢田丘陵の山腹に広い校地（13ヘクタール）があります。通常、高校の敷地は、3ヘクタール程度ですので、3～4校分のスペースがあることとなります。校地の中には里山も含まれており、その恵まれた自然環境が、本校の特色ある教育活動の大きなベースになっています。

2000年度からは男女共学となり、現在は中学校4クラス、高校5クラスの規模で、生徒数は、1074名（男子700名、女子374名）となっています。

また、2006年度には、医学部を目指す生徒のために、医進コースを設け、本年1月に五期生が卒業しました。

平成24年度に文部科学省からスーパーサイエンスハイスクールに指定されて4年目となり、日本の将来を担う科学・技術系人材の育成に取り組んでいるところです。

<研究論文集に関して>

本年度、大村智先生と梶田隆章先生がそれぞれノーベル医学生理学賞、物理学賞を受賞されました。両先生の専門分野は異なりますが、いずれの方も旺盛な探求心を持って、地道に研究を重ねてこられたことは共通しています。

本校の生徒達（理系・医進）も、研究の水準は違いますが、自分達が興味を持ったテーマについて、試行錯誤をしながら、教員等の指導を受け研究活動を実施してきました。

しかしながら、生徒たちの未熟さや時間不足などから、十分な出来上がりとは言えない所もあると思いますが、努力の跡として寛大にお読みいただければ幸いです。

その足跡が大学へ進んだ折、確かな第一歩目として生きてくるものと期待しています。

<最後に>

最後になりましたが、課題研究の実施のために御指導、御協力くださいました方々に心より御礼申し上げます。

また、本校SSH事業の推進のために、御指導、ご支援をいただきました運営指導委員を始め関係機関等の方々に衷心より感謝申し上げます。

目 次

I 理科課題研究

<化学分野> ○印班長

1	環境指標—里山から見た水質—	1
	C組15番 小出真緒 C組20番 柴谷郁帆 C組39番 ○芳尾夏実	
2	カッターチーズのゲル化における柑橘類由来の酸の影響	3
	E組29番 ○室岡啓太 E組31番 吉田周平 E組32番 米田壮希	
3	過冷却水生成の条件	5
	B組30番 ○平尾元 B組32番 福井篤 D組32番 山岡周平	
4	果物と電流	7
	C組9番 ○上海道毅 C組26番 中井敏貴 B組39番 横谷隆太	
5	冷やしたら溶けて 温めると固まるアイスクリーム！！	9
	E組12番 小林徹郎 E組24番 平井魁人 F組5番 ○石丸創一 F組7番 井手司 F組12番 神野矢真人 F組17番 辻本真司 F組32番 吉田明弘	
6	黒卵の作り方	11
	D組5番 ○加賀谷神奈 D組8番 酒井麻有	
7	パンケーキをたくさん膨らませる粉の種類とは？	13
	E組1番 明平弘 E組3番 ○石飛喬将 E組5番 遠藤遙 E組11番 栗本信哉 F組13 小東大起 F組19番 永井秀樹 F組21番 中西一登 F組33番 龍門出海	
8	ガラス作りとその色付け	15
	B組33番 ○藤田悠紀 E組22番 西村日毬 F組1番 赤松輝隆	
9	ポップコーンの謎—はじける仕組み—	17
	E組2番 渥美友海 E組4番 岩根浩美 E組7番 ○角元愛裕 E組17番 田窪真子 E組19番 堤紀子	
10	発泡入浴剤を使ったペットボトルロケットの飛距離の変化	19
	F組3番 ○浅田智紀 F組8番 尾崎玄拓 F組23番 福井涼太 F組24番 福角風太 F組29番 村山恵吾	
11	シャボン玉の化学	21
	E組27番 丸山太一 F組11番 ○北村倫太郎 F組20番 長倉昌平 F組30番 山口諒士	
12	金属粉末のゼリーによる放射線の遮断実験	23
	B組37番 ○安井虎士郎 D組10番 清水隼弥 D組28番 原田拓実	
13	植物性ペレットの作成方法とその性質	25
	E組26番 藤田匠 F組2番 ○明田尚樹 F組6番 一谷勇次 F組9番 香川諒 F組18番 富樫建五 F組26番 前田晃輝 F組28番 村野佑馬	
14	植物油の精製	27
	E組14番 ○澤井亮成 E組13番 佐野優稀 E組25番 平野綾刀 F組27番 丸賀有人	
15	炎色反応について	29
	B組20番 ○津石理貴 B組23番 永田和暉 C組22番 竹中勇斗 D組19番 土屋順平 D組33番 山田祐輔	
16	ラムネで感じる冷たさとは？	31
	E組6番 大西一輝 E組8番 上村考平 E組16番 ○島本冬輝 E組20番 寺地由伸 F組10番 河村宗一郎	

<物理分野> ○印班長

1	酵素の違いによるロケットの飛距離の変化	33
	C組19番 小路宗汰 C組23番 ○田中大雅 D組23番 中岡俊彰 D組36番 米村涼 E組34番 渡邊智宏 F組20番 田中陸也 F組31番 山本陸	
2	リニアモーター	35
	B組8番 尾本笙馬 B組16番 竹田稔幸 B組22番 堂下航平 B組31番 廣瀬功一 C組24番 ○殿山大智 D組29番 平井宏尚	
3	コマの回り方と慣性モーメント	37
	B組5番 ○岡本悠吾 B組9番 笠井陽介 B組12番 桑原颯一 B組25番 碓貴弘 B組34番 淵隼斗	
4	奈良学園里山の地下探査Ⅲ～水脈を探して～	39
	C組5番 大島悠希 C組25番 中欣隆 C組31番 ○林千晶 C組40番 渡邊翔伍	
5	バンジーどんな感じー？	41
	E組15番 篠原俊哉 F組04番 網谷俊輝 F組14番 ○坂本大季	
6	ゲルマニウムラジオの可聴範囲	43
	B組4番 ○出原崇暁 C組4番 大熊健太 C組29番 中村康汰 C組36番 松本悠希	
7	糸電話の糸の太さや材質の違いによる聞こえ方の変化	45
	B組15番 ○竹内彩純 D組13番 高北弥也 E組9番 神田侑卯子	
8	クインケ管の製作と音の干渉	47
	B組11番 川口蒼野 B組27番 ○林さくら B組29番 彦坂実来 C組12番 河口温子	

9	紙飛行機がよく飛ぶ条件	49
	B組1番 青木結実香 B組2番 赤羽開 B組3番 ○生寫 甚之介 B組14番 瀬木 はるか B組38番 山口 真奈 C組14番 楠原健太	
10	ペットボトルロケットの作製と飛行距離実験	51
	B組6番 奥野剛基 B組13番 島野幸典 B組17番 田島由一朗 B組28番 原隆太 B組36番 村上拓矢 D組16番 ○谷川泰亮	
<生物分野> ○印班長		
1	無菌培養の試み	53
	C組20番 庄司実優 C組33番 堀内菜月 C組34番 本田祥恵 C組35番 牧口実咲 C組38番○山口久美子	
2	奈良学園学校林に自生する希少ラン科植物に関する研究	55
	B組26番 服部けやき C組7番 加道大介 C組8番 ○蕪木史弦 E組33番 渡辺真史	
3	植物の成長に対する糖の吸収の影響	57
	C組17番 小嶋莉加子 C組27番 仲川貴将 D組15番 高橋遼太郎 D組18番 辻楽夢 D組21番 ○寺井仁美 E組31番 森川敦司	
4	水の中にできる藻の元はどこからやってくるか	59
	B組7番 尾崎尚憲 B組10番 ○金沢透 B組40番 米田寿樹 C組3番 上田崇晃 C組16番 幸田隆平	
5	プラナリアの生理的塩類溶液に含まれる物質による再生速度への影響	61
	D組3番 岡琴音 D組4番 ○奥茉莉香 D組6番 倉田綾乃 D組11番 高木彩世 D組30番 藤原佳奈 D組34番 山本華音	
6	学校林における帰化植物の侵入状況	63
	D組2番 馬本大暉 D組12番 高木聡太 D組14番 ○高野将彰 D組24番 長塚樹 D組26番 西直也 D組27番 橋本海斗 D組35番 米田昂生	
7	ツルグレン装置による土壌生物採集の考察	65
	B組19番 丹下貴裕 B組24番 長沼涼 D組9番 ○爾見聡	
8	サイエンス館中庭にはなぜ苔が生えるのか	67
	C組13番 ○河田晴加 C組18番 後藤光 C組37番 薮田恵 D組17番 谷口晴日	
9	発酵について	69
	C組1番 井田将太郎 C組11番 河合泰輝 C組28番 ○中寫俊介	
10	文化的水景観を生み出す命—大和郡山の金魚—	71
	C組2番 伊藤優吾 C組7番 加藤瑞基 C組10番 ○柄池大輔 C組30番 早崎瑞樹	
11	人の味覚の感じ方の違い	73
	F組15番 竹浦壮馬 F組25番 ○細川耕司	
<地学分野> ○印班長		
1	天然温泉の細かなイオン含量の違いの検証	75
	B組18番 田中海地 B組21番 寺元晴紀 B組35番 ○松本悠 E組10番 木村一平	
2	空の暗さと星の観測～星を求めて～	77
	F組22番 ○原田直輝 E組18番 地村実咲 E組21番 中野真歩 E組23番 林勇我 E組28番 村田一真	
3	ケプラーの法則の証明	79
	C組32番 藤村直樹 D組1番 ○岩橋弘憲 D組7番 斎藤教平 D組20番 坪田孝樹 D組22番 中尾航逸 D組25番 流谷健太 D組31番 松本将輝 D組37番 渡邊康平	
II SS国内研修		
1	コウノトリとの共生研修	81
2	八重山諸島のサンゴの現状と未来研修	82
3	海洋学（魚類から食品まで）まるごと研修	83
4	環境指標計測研修	84
5	電気電子情報工学実習研修	85
6	東大研修会・京大研修会	85
7	植物育種をまるごと研修（予報）	86
III SS研究チーム活動報告		
1	生物グループ	87
2	放射線グループ	90
IV SSHベトナム海外サイエンス研修生徒報告書		
95		
V その他		
1	活動の記録	108
2	生徒教員発表論文（アメリカ昆虫学会短報）	110
3	卒業生発表論文（日本分類学会）	115
4	表彰の記録	119

環境指標

—里山から見た水質—

C組 15番 小出真緒 C組 20番 柴谷郁帆
C組 39番 ○芳尾夏実

1. はじめに

(1) 背景

大和川は奈良県などで下水道普及が遅れているなどの原因で水質の悪い一級河川の一つであり、2009年の調査では関東の綾瀬川に次いでワースト2位であった。とはいっても、現在は以前と比べて水質が大幅に改善されており、2010年調査ではワースト3位まで改善して環境省の水質基準も満たしている。2007年11月には、アユの産卵も確認された。なお、水質が悪くなる前より、古くからシラスウナギ（ウナギの稚魚）が採れることでも知られている。大和川の支流は土砂が堆積した天井川で、たびたび河内平野は氾濫の被害にあった。河内平野の洪水防止や農業開発を目的として流路を西へ付け替える構想は古くは奈良時代以前からあり、治水工事の歴史は古墳時代に遡る。

(2) 目的

私たちの学校には大和川水系に繋がる水源がある。その水源から湧き出た水は、校内の里山を通り校外の川へと繋がる。私たちは「富栄養化」の講義を受け、里山と河川が「富栄養化」にどう関わるのか・どの地点から起こっているのかに興味を持った。

2. 研究方法

(1) 対象地

校内の3地点（図1）と校外の大和川水系の河川の6地点（図2）から水を持ち帰った。



図1



図2



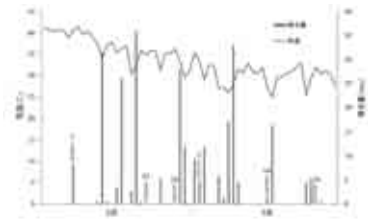
図3 モリブデンブルー定量

(2) 測定方法

- ①試料水の水を電気伝導度、pHを電極で測定
- ②0.45mmのメンブレンフィルターで試料水をろ過
- ③モリブデンブルー吸光度法*にて溶存態リン酸の定量操作

*リン酸イオンは酸性溶液中でモリブデン酸と反応し、黄色のモリブデン酸錯体を生成する。モリブデン酸錯体をアスコルビンで還元すると濃い青色になり、アンチモンが共存すると青色がより強くなる。青色の強度はリン酸イオン濃度に比例する。測定には分光光度計を使用。

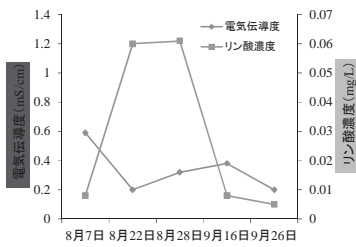
(3) 測定日の天気



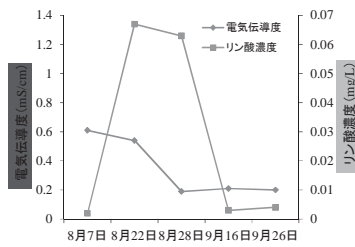
←数字は日付を表す

3. 結果と考察

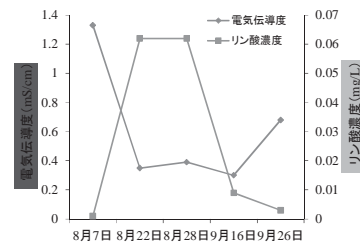
(1) 校内



St1



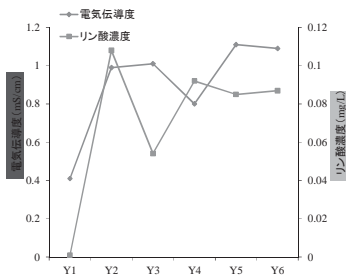
St2



St3

- ・3地点ともリン酸濃度は低く、似通った値であった。
- ・校内ではSt.3で溶存イオンが高く、変化も大きかった。
- ・雨が降った次の日と当日は溶存イオンが高い。
- ・22、28日のリン酸濃度がなぜ高いのかは不明である。

(2) 大和川



9月2日 大和川

- ・下流になるにつれて溶存イオン、リン酸濃度が高くなっている。
- ・Y2での値が他の地点に比べて高い。これについても、Y2地点の近くにある小学校や田んぼが関係しているのかは不明である。

4. これからの課題

- ・月に一回大和川の調査を行う。(特にY2, Y3)
- ・降雨の前後で変化があるか詳しく観察する。
- ・生物学的観点からの観察を行う。
- ・モリブデンブルー法以外の方法でも計測し他の指標からの評価も実施する。

5. キーワード

水質、大和川、リン

カッテージチーズのゲル化における柑橘類由来の酸の影響

E組 29 番 ○室岡啓太 E組 31 番 吉田周平 E組 32 番 米田壮希

1. はじめに

市販されているチーズ（主にプロセスチーズ）は高く、手が出しづらい。

そこで自分たちでチーズを速く、安く、かつおいしく作る方法はないだろうかと思い、これを実験してみようと思った。

2. 研究方法

カッテージチーズというものがある。これは以下のように素早く、そして手軽にすることができる。

- (1) 生乳を 330 mL 用意し、60℃になるまでガスバーナーで熱し、火を止める(写真1)。
- (2) 酸味のある食品や柑橘類を絞り、その液体を 20 mL ずつ採取し、60℃に保った牛乳に入れる。
- (3) スプーンを使い、泡立たない程度に素早くかき混ぜて反応させた(写真2)。
- (4) ゲル化した内容物をガーゼを用いてろ過し、カッテージチーズを得た(写真3)。

※実験時の注意

牛乳を 60℃よりも高く熱してしまうと牛乳の中のタンパク質が凝固してしまう。

そうすると反応が進みづらくなり、生成されるチーズの量が減ってしまう。



写真1



写真2



写真3

3. 結果

材料	生成されたチーズの量	牛乳からできたチーズの割合
レモン	95.7g	29.0%
ライム	88.8g	26.9%
オレンジ	0.0g	0.0%
みかん	0.0g	0.0%
グレープフルーツ	0.0g	0.0%
クエン酸	85.3g	25.8%
酢	74.9g	22.7%

オレンジ、みかん、グレープフルーツからはチーズが全く生成されなかった。原因としては加えた量が不足していた、反応を促す物質が含まれていなかったなどのことが考えられる。

今回はレモンから最も多くチーズができた。結果から見て分かるようにチーズが生成されるときは元の牛乳の2～3割の量ができると思われる。

4. 考察

この結果から分かったことは、レモンやライムのような一般的にそのまま口にするのではなく、主に料理などで調味料として使われるような酸味の強いものに対してチーズが生成されるということだ。しかし、普段そのまま口にするみかんやオレンジやグレープフルーツなどの比較的酸味が弱く、甘味や苦みが目立つものに対してはほとんど反応することがなかった。

上記の違いから考えるとチーズが生成されたのは、材料に含まれる酸味成分が牛乳に含まれるたんぱく質の一種と作用してチーズが作り出されたと思われる。

インターネットでカッテージチーズができる仕組みを調べたところ、下記の内容がわかった。

～牛乳からカッテージチーズができる仕組み～

まず牛乳には二種類のたんぱく質があり、その内の80%を占めるカゼインという物質と、乳清とも言われるホエーという物質がある。カゼインはホエーと違い、水に溶けることがないので牛乳の中で微粒子として浮遊している。そして、酸を加えるとカゼインの微粒同士がくっつきあい固まりを作る。この固まりがカッテージチーズである。

つまりはカッテージチーズを作る材料となるのは酸であるということだ。なので、酸そのものであるクエン酸や酢酸を使って実験した結果、カッテージチーズを生成できた。尚、クエン酸はレモンにも多く含まれている。

よって実験の結果と合わせて、カッテージチーズを作る時は、レモン汁を使うといいようだ。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、工藤先生、加藤先生にご指導、ご助言いただきましたことお礼申し上げます。

6. 参考文献

リカバンク

<http://rikabank.org/experiment/chemistry/theoretical/971/> (2015年7月25日閲覧)

斎藤 瑠美子, 勝田 啓子「「延喜式」に基づく古代乳製品蘇の再現実験とその保存性」日本家政学会誌 40(3), 201-206, 1989

7. キーワード

カッテージチーズ、カゼイン、ホエー、酸、牛乳

過冷却水生成の条件

B組 30番 ○平尾 元 B組 32番 福井 篤 D組 32番 山岡 周平

1. はじめに

(1) 背景

一般的に物質は固体・液体・気体の三つの状態を持ち、それらは温度と圧力の影響の下で決定される。液体を構成する分子が固体の状態に変わるためには、物理的衝撃によって微小の核となるものを生成させる必要があるわけだが、過冷却は、液体でその微小の核が十分に生成できないために固体へと変化することができない状態である。

水を冷却していくと、一般的には水の融点である0℃に達したときに凝固するわけだが、物理的衝撃もなく緩やかな冷却が進めばより低い温度の水が得られる。その状態が過冷却である。

(2) 目的

前述にあるように過冷却水を作るためには、冷却する際に核となるものがあることができない。その条件に着眼し過冷却水が含むことのできるナトリウムイオンの最大値を調べることにした。

2. 研究にあたっての実験の内容

【実験Ⅰ】 冷凍庫を使つての冷却

(1) 使用したもの

ペットボトル(500ml)、純水、タオル、冷蔵庫

(2) 手順

ペットボトルに半分ほど純水を入れ、徐々に冷却できるようにボトルにタオルを巻き冷凍庫に数時間入れておく。その際、極力、衝撃を与えないようにしておく必要がある。

(3) 結果

何度も試してみたが、どれもうまくいかず、取り出したときには完全に凝固しきっていた。

(4) 考察

使用した冷凍庫は冷蔵庫に付属していたわけだが、冷蔵庫を開け閉めする際、その水に何らかの物理的衝撃があったと見られ、そこで凝固してしまつたと考えられる。使用する冷凍庫の種類によつても、冷却すべき時間などの条件が変わりそうなのでこの方法ではかなり難しいと考えられる。

【実験Ⅱ】 冷凍庫を使わず、装置を使つての冷却

(1) 使用したもの

ペットボトル(500ml)、エアーホース、ビーカー、純水、食塩

(2) 手順

この実験では、過冷却水を作るために装置(図1)を作成した。螺旋状に巻いたエアーホースをビーカーに入れ、そのビーカーに、食塩と氷水を加えて温度を0℃以下にした氷水(以後、冷却水と呼ぶ)を入れておく。

(3) 結果

純水では緩やかに冷やすことができ、うまく過冷却水を作ることができた。またホースから出るのは液体で、受け皿についた途端に固体に変わったため、筍状のつららのような『氷筍』を見ることができた。(図2,3,4参照)

また、砂糖水では、冷却水によって温度が下げられ砂糖がホース内で析出してしまい溶液の流れが止まった。食塩水では、ホースからでてきた水は、時間が経っても過冷却水が流れるだけだった。

(4) 考察

過冷却水を作るためには、冷却中に物理的衝撃を与えないこと、また、緩やかに冷却することが絶対的な条件であることが分かった。また実験Ⅰは長時間かかるのに対し、実験Ⅱの装置では、短時間で簡単に過冷却水を得ることができた。

次に、食塩水で氷筍ができなかった理由として、食塩水では凝固点が下がるために、その凝固点に相当する温度の冷却水を作ることができず、成功しなかったと考えられる。

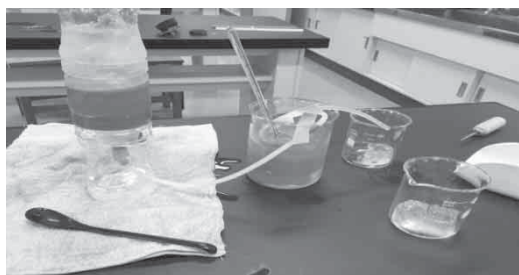


図1 過冷却水を作る装置



図2 実験の様子



図3 実験の様子



図4 氷筍

3. まとめ

実験Ⅰにおいて、使用する冷凍庫の設定温度下での、過冷却水を作成することのできる明確な時間を調べる必要があったが、使用する冷凍庫の違いなどによってデータを得ることができなかった。そのことから、実験Ⅰを成功させるためには使用する冷凍庫を1つに決めて行うこと、冷却中は冷凍庫や冷蔵庫を開け閉めしないことが必要である。

また当初の目的である、過冷却水を作る際に含むことのできるナトリウムイオンの最大値を求めることは、実験Ⅱにおいてのこのままの条件では、食塩水の凝固点に達する冷却水を作ることができないので、成功しないと考えられる。そのため寒剤を食塩から他のものに変えるなど工夫が必要である。

4. 参考

ウェブページ：日本雪氷学会

http://www.seppyo.org/cryosphere/cryo_exp/supercooled_water

過冷却を楽しもう 過冷却水のページ

http://book.geocities.jp/white_rime/kareikyaku.htm

果物と電流

C組9番 ○上海道毅 C組26番 中井敏貴 B組39番 横谷隆太

1. はじめに

(1) 動機

普段、我々が何気なく食している食べ物。その食べ物の中には使い方次第で電気を通し、電池としてはたらくものもある。本研究は食べ物の中でも果物に絞って、どの果物がどの程度の電気を通すことができるのかを調べる。

(2) 目的

どの果物がより多くの電気を通すのかを見ることで何が流れた電流の強さの原因になっているのかを明かす。

2. 実験方法

実験に用いるもの

果物(グレープフルーツ, キウイ, リンゴ, スイカ), 銅板, 亜鉛板, 電流計, 赤と黒のミノムシクリップ, 豆電球, 包丁, すりがね, 100ml ビーカー

実験の手順

- ① 果物を2つに切り、銅板と亜鉛板を差し込む。
- ② ミノムシクリップを銅板と亜鉛板につなぎ、直列にする。
- ③ 豆電球と電流計をつなぎ、豆電球がつくかどうか調べる。(写真1) (これを条件1とする)
- ④ 果物をすりがねを使ってこすり、原液をビーカーに入れる
- ⑤ 原液も同様に①～③の作業を行う。(写真2) (これを条件2とする)

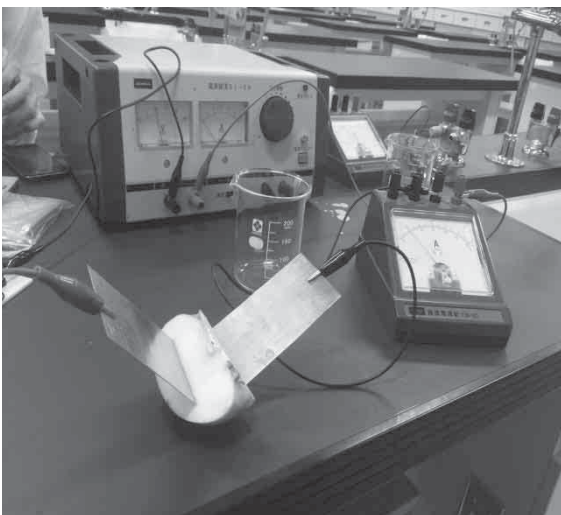


写真1 果実で実験

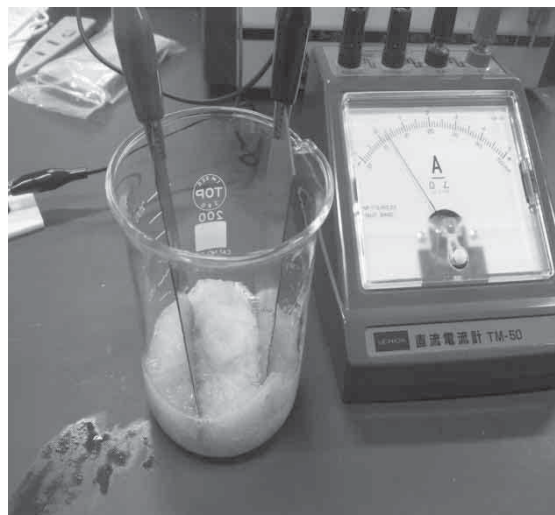


写真2 原液で実験

3. 結果

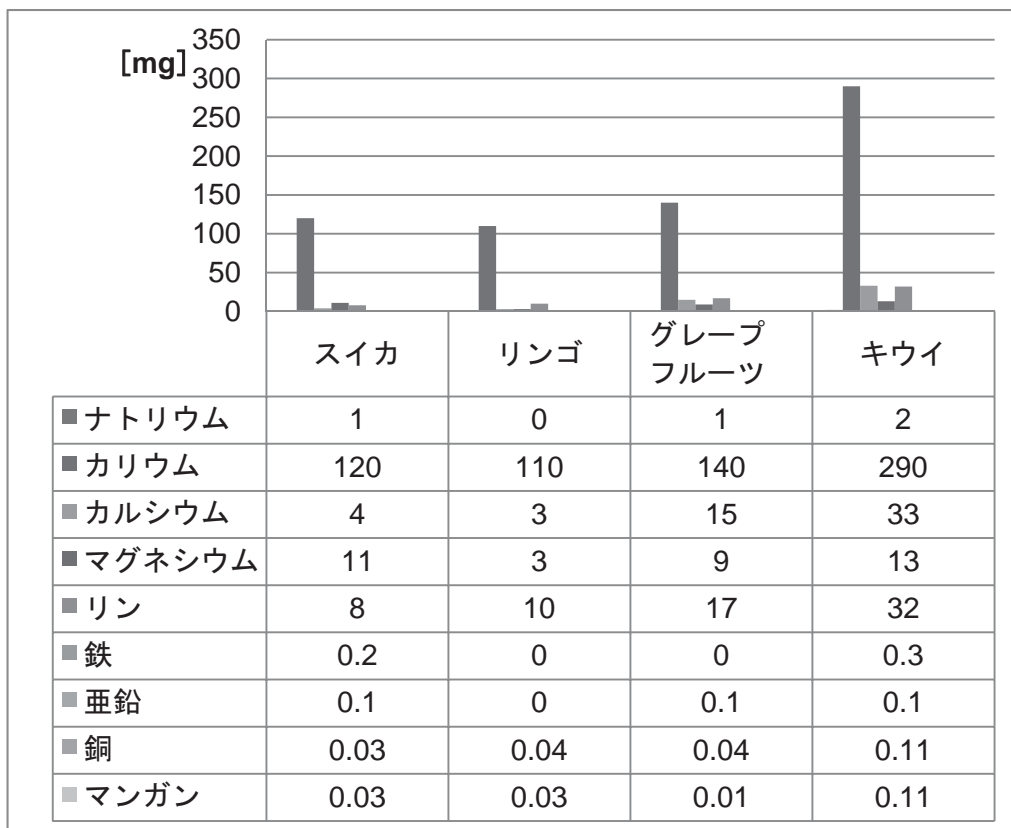
下の表のように、一番流れた電流が強かったのはスイカであった。また、どの果物も微量ではあるが原液の場合は全部電流が流れた。またどの果物も豆電球はつかなかった。

表1 果物に流れた電流の強さ (単位はすべて mA)

	(条件1) 果実	(条件2) 原液
リンゴ	1.0	3.0
スイカ	1.0	8.0
グレープフルーツ	1.0	4.0
キウイ	0	4.0

4. まとめ

表2 可食部 100 gあたりの成分値



果物に含まれる物質が電離してイオンを生じている。私たちはカリウムイオンが他の倍ほど含んでいるキウイが一番電流が流れていると予想していたが、最も電流値が大きかったのはスイカであった。グレープフルーツやキウイには粒があり、その小さな薄い袋の中にそれぞれ果汁が入っているので、その袋が抵抗になっていると考えられる。これは果実と原液の電流値の差についても同じことが言える。結果からして、どの果物も電気が流れているので、一応電池として成り立っている。すりかねではなく、ミキサーを使って小さな袋をすべてとると、一番流れた電流の強さが大きくなるのはキウイであると考えられるので、それを今後の課題としたい。

5. 謝辞

大事な時間を割いて、私たちの実験に携わってくださり、また適切なアドバイスをしてくださった先生方、大変ありがとうございました。

冷やしたら溶けて 温めると固まるアイスクリーム！！

F組 5 番 ○石丸創一 F組 7 番 井手司 F組 12 番 神野矢真人 F組 17 番 辻本真司
F組 32 番 吉田明弘 E組 12 番 小林徹郎 E組 24 番 平井魁人

1. はじめに

知りたいものは何でも知ることができる世の中で、僕たちがSSHの課題研究のテーマとして目を付けたのは、アイスクリームだ。しかしただのアイスクリームではなく、普通とは反対の高温で固まり低温で溶けるアイスクリームだ。

2. 目的

ホットアイスが高温で固まり低温で溶けるといっても、どのくらいの温度なのかわからない。また、味もわからない。この実験ではセルロース、メチルセルロース、カルボキシメチルセルロースこれらの3つの物質の性質を利用して、これらの物質を使ってアイスをつくることにより、ホットアイスが作れるのかを調べた。

3. 研究方法

(1) 対象物

セルロース、メチルセルロース、カルボキシメチルセルロース、これら3つをアイスクリームを作る過程でそれぞれ加える。

(2) 材料

セルロース・メチルセルロース・カルボキシメチルセルロース・牛乳1カップ×3・砂糖30g・
バニラビーンズ適量・コクを出すための卵黄3個
写真完成予想図…この写真のようなホットアイスを作りたい。



写真1

(3) 作り方

材料と3種類の物質をそれぞれ合わせる。→冷蔵庫で一晩寝かせる。→生地をかき混ぜる。
→電子レンジで加熱する。→食べる。

この方法で3種類のアイスを作り、冷蔵庫から出した時、電子レンジで加熱した時の温度をそれぞれ測定し、電子レンジで加熱した時の温度をそれぞれ測定し、どの温度でどのような状態かを調べ、食べてどれが本来のアイスに近づくのかを調べた。

(4) 結果

温度	セルロース	メチルセルロース	カルボキシメチルセルロース
0℃以下	アイスになった。	水っぽくなった。	徐々に粘りが出てきて、ねばねばの状態になった。カスタードのような味がした。
0℃			
10℃			
20℃	とろとろになった。		粘りが出てきた。
40℃			
50℃		溶けた。	とろとろになった。
60℃			
70℃		固まり、アイスとなった。	
80℃			

4. まとめ (考察)

- カルボキシメチルセルロースを加えたアイスは、どの温度でも固まることはなく、低温になるにつれて粘りが強くなっただけだった。
- セルロースを加えたものは、普通のアイスに近い性質を持っていた。
- メチルセルロースは、本来の目的である低温で溶け、高温で固まるアイスクリームになるとわかった。それは、メチルセルロースの構造は低温のときは、メチルセルロース分子の極性をもつヒドロキシ基 (-OH) やメトキシ基 (-CH₃O) の周りが同じく極性をもつ水の分子で取り囲まれて集合体を形成し、粘度が低いゾルの状態になっているが、温度が 40℃~50℃以上になると、メトキシ基に結合している水の集合体が破壊され、疎水基同士の相互作用が生じ、結果として高温で安定したゲル状になるからである。
- メチルセルロースはホットアイスクリーム以外のシャーベット状の食べ物に応用して、普通は冷たくて固いと思っている食べ物が、この物質を使って温かくても固い状態で食べられる料理を作れることがこの実験からわかる。

5. 謝辞

この研究をするにあたって、ご協力して下さった先生方および生徒の皆さんに深く感謝します。どうもありがとうございました。

黒玉子の作り方

D組5番 ○加賀谷 神奈 D組8番 酒井 麻有

1. はじめに

(1) 動機

2015年5月6日、気象庁が箱根山大涌谷周辺の噴火警戒レベルを「2」に引き上げた。その結果、一部地域が立ち入り禁止になった。そして、この箱根のニュースが研究テーマ決定のきっかけとなったのである。そのニュースでは、黒玉子についても報道していたのだ。そして、黒玉子の作り方に興味を持ったこと。化学反応で玉子の殻が黒くなっている。つまり、温泉でなくとも、黒玉子を再現できると思ったこと。以上、二点が研究を始めた動機である。

(2) 目的

温泉を使わず、温泉地の黒玉子を再現すること。そして、黒玉子になる化学的な仕組みをより詳しく調べること。これらを目的とする。

2. 研究方法

- (実験)①. 鉄玉子でお湯に鉄イオンを溶かしたものを、卵の入ったビーカーに注いだ。5分後に取り出した卵をタッパーに入れ、ラップで蓋をし、その隙間から硫化水素を吹き付けた。
- ②. 硫化水素水に卵を入れ、ガスバーナーで熱しながら硫黄を加えた。
(硫化水素を発生させる為に使用した塩酸の濃度は36%。)
- ③. 硫化水素水の中に卵を入れ、ガスバーナーで熱しながら塩化鉄(49g)を加えた。
- ④. 卵を入れた水に硫化水素を通じ、それをガスバーナーで熱しながら塩化鉄(49g)を加えた。
- ⑤. 鉄玉子でお湯に鉄イオンを溶かしたものを、卵の入ったビーカーに注いだ。そこに塩化鉄を加えてさらに加熱し、火を止めてそのまま硫化水素を当てた。
(硫化水素を発生させる為に使用したのは、5%の塩酸350ml。)
- ⑥. ⑤の検証実験を行った。
- ⑦. 卵の入ったお湯に塩化鉄を溶かし、硫化水素を吹き付けた。(鉄玉子は使用しなかった。)
- ⑧. 鉄玉子でお湯に鉄イオンを溶かしたものを卵の入ったビーカーに注ぎ、硫化水素を吹き付けた。(塩化鉄は加えなかった。)

3. 結果

上記の(実験)に対する観察結果を次に示す。

- ①. 変化なし。卵は生のまま。
- ②. 卵の表面に黒い靄が纏わり付き、繰り返し硫黄を加えると真っ黒になった。
- ③. 卵は灰色と黄色の斑模様になった。
- ④. 変化なし。
- ⑤. 硫化水素を当てた所から黒くなっていった。
- ⑥. 成功。硫化水素を吹き付けている途中で水溶液が黒く変色し、卵もその後真っ黒になった。

⑦. 卵は黄色と黒の斑模様になった。

⑧. 変化なし。

4. 考察

まず、実験結果全体からわかるように、黒玉子は鉄イオンと硫化物イオンの反応により硫化鉄ができることによって黒くなっている。

更に、実験②③⑤⑥の結果からわかるように、二価鉄イオンが硫化物イオンと反応することで黒く染める反応を起こすことができる。

しかし、実験⑧のように、硫化物イオンと反応する前に単体の二価鉄イオンであった場合は黒くならない。実験⑥のように、元々は塩化鉄(Ⅱ)のように金属結合している場合は黒くなる。

実験④と⑤⑥の結果を比較すると、硫化水素は元々、水に溶かしている場合より、発生させたの方が玉子を黒くする。

実験⑥⑦の結果からわかるように単体の鉄イオンを水に溶かしておいた方が塩化鉄(Ⅱ)と硫化物イオンの反応で玉子がより黒くなりやすい。これは単体の鉄イオンが鉄媒染剤としての役割を果たしているのではないかと考えている。媒染剤というのは染色を助けるもののことである。より色素が強く結び付くようになるのだ。

しかし、実験②のようにとある決まった配合をすると単体の鉄(Ⅱ)イオン無しで十分に黒くなるのかもしれない。

5. 結論

(1) 黒玉子になる化学的な仕組み

黒玉子は鉄(Ⅱ)イオンと硫化物イオンの反応により硫化鉄ができることによって黒くなっている。硫化物イオンと反応する前に単体の二価鉄イオンであった場合は黒くならない。しかし、元々は塩化鉄(Ⅱ)のように金属結合している場合は黒くなる。硫化水素は元々、水に溶かしている場合より、発生させたの方が玉子を黒くする。単体の鉄イオンを水に溶かしておいた方が塩化鉄(Ⅱ)と硫化物イオンの反応で玉子がより黒くなりやすい。よって、これは単体の鉄イオンが鉄媒染剤としての役割を果たしている可能性がある。しかし、実験②のようにとある決まった配合をすると単体の鉄(Ⅱ)イオン無しで十分に黒くなる可能性もある。

(2) 黒卵の発見した中で最良の方法

鉄玉子でお湯に鉄イオンを溶かしたものを卵の入ったビーカーに注ぎ、そこに塩化鉄を加えてさらに加熱、火を止めてそのまま硫化水素を当てる。

(硫化水素を発生させる為に使用するのは、5%の塩酸 350ml。)

6. 参考文献

藤井 俊彰「温泉たまご」 画像電子学会誌 32(2), 176-177, 2003-03-25

7. キーワード

卵 黒玉子 温泉 硫化水素 硫化物 鉄 媒染剤

パンケーキをたくさん膨らませる粉の種類とは？

E組1番 明平弘 E組3番 ○石飛喬将 E組5番 遠藤遥
E組11番 栗本信哉 F組13小東大起 F組19番 永井秀樹
F組21番 中西一登 F組33番 龍門出海

1. はじめに

・目的

パンケーキをより膨らませるには、炭酸水素ナトリウムを入れ、加熱すると二酸化炭素が発生し、より膨らむようになるが、生地自体の性質によっても膨らみが変わるだろうと思い、何の生地がより膨らむパンケーキができるか気になり、実験するに至った。

2. 研究方法

・材料

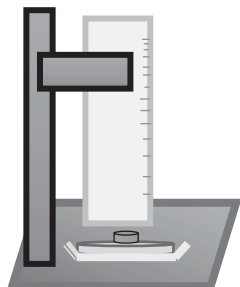
ホットケーキミックス,小麦粉,薄力粉,強力粉,米粉(うるち米),もち粉,パン粉,牛乳,卵

・器具

お玉,ホットプレート,分銅(200g),ラップ,スタンド,アルミホイル,フライ返し,皿

・方法

それぞれの粉 200g と牛乳 150cc,卵 1 個をよく混ぜ,お玉 1 杯分を 160℃にあたためたホットプレートに落とし,5 分ずつ両面を焼く。その後皿に置いて 1 分間冷ました後,ラップをかぶせその後上から 200g の分銅をのせ,1 分間放置してその後何 cm 沈んだかを調べ,それを記録する。このとき,スタンドで定規を固定しておく。



3. 結果

	直径(mm)	厚み(mm)	沈み具合(mm)
ホットケーキミックス	120	11	6.0
小麦粉,薄力粉	95.0	20	7.0
うるち米,米粉	95.0	15	1.5
もち粉	90.0	15	2.0
パン粉			
強力粉	118	15	0.5

パン粉はスポンジのように牛乳を含み,生地にならなかったなので実験の対象外とした。

沈み方… 小麦粉>ホットケーキミックス>もち粉>うるち米>強力粉

4. まとめ（考察）

まず、パンができるには、グルテニンとグリアジンの混合物であるグルテンが必要である。グリアジンは粘り気が少なくとろとろで、グルテニンは強い弾力性を持っている。その2つが混ざることにより、パンに大切なグルテンができる。パンの場合は、もともとでんぷんが混ざっていて、加熱することにより、グルテンが骨組みとなり、でんぷんが固まってパンが冷えても膨らんだままの形を維持することができる。パンが膨らむには、イースト菌がでんぷんを二酸化炭素に変える必要があるが、これはパン生地を「寝かせる」ことで起こる。焼いたときにはイースト菌は死滅し、二酸化炭素を発生させない。グルテニンとグリアジンの2つは含硫アミノ酸であって、水を加えると硫黄の原子同士がジスルフィド結合をする。この時2つの性質が混ざり合って、より粘性が強まる。

それぞれの粉の種類の種類は次のようなものである。

- ・ホットケーキミックス…炭酸水素ナトリウムが含まれていてそれは加熱すると次のような反応をする $2\text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
この時できる二酸化炭素が生地を押し上げて膨らむ
- ・小麦粉、薄力粉…………… 7,8割がでんぷんで構成されている。
グルテンが7%含まれている
- ・強力粉……………グルテンが13%含まれている
- ・米粉（うるち米）……………グルテンがふくまれていない。アミロースを含み、粘り気が少ない。
- ・もち粉……………アミロペクチンが含まれている。
アミロースを含まないので粘り気が出る。
- ・パン粉……………スポンジのようになっていて牛乳の水分を吸ってしまうため
生地には不適。

米粉にはアミロースという多数の α グルコース分子がグリコシド結合によって重合し、直鎖状の高分子になったものが含まれておりそのアミロースが原因で生地がさらさらになり、 CO_2 が逃げてしまい、あまり膨らまない。もち粉はアミロペクチンのかたまりでアミロースよりも枝分かれの数が多いので結合が強く、粘り気が強くなってしまい膨らまないと予想できる。強力粉は小麦粉よりもグルテンの含有量が多いため、膨らみが小さいなら沈みにくくなる。米粉は水分が蒸発するのででんぷんが β 化して、中に含まれる直鎖状のアミロースと分枝状のアミロペクチンがかたく結合するので、固まり、小麦粉などよりも沈みにくいと考えられる。

よって、膨らみ方は大きいほうからホットケーキミックス=小麦粉、薄力粉>米粉>強力粉>もち粉と予測できる。また、沈み具合も大きい方から同じ並びになると予想された。

しかし、この実験では加熱前と加熱後でホットケーキミックス以外あまり膨らまなかった。これは、加熱時にパンを膨らませる物質がなかったからである。また、直径が全て均一ではなかったので沈み具合を比較することができなかった。よって、この実験と同じ要領に加え、すべての粉に4グラム程度の同量の炭酸水素ナトリウムを加え、直径10センチメートルの型を作り、直径と厚みを均一にするべきだった。そして、膨らみ具合は焼く前と焼けた後の厚みの差を比べ、沈み具合は焼けた後の厚みと沈んだ高さの比率でそれぞれの粉を比較していく必要がある。

ガラス作りとその色付け

B組 33番 ○藤田悠紀 E組 22番 西村日穂 F組 1番 赤松輝隆

1. はじめに

化学の教科書にガラスのアクセサリーを作るという実験が紹介されていた。それを見て、いろいろな色でこのガラスを作りたいと思いこの実験をすることに決めた。

2. 研究方法

(1) 使用したもの

酸化鉛(II) 13.4 g 二酸化ケイ素 2.6 g ホウ酸ナトリウム 8.0 g 色付け用の薬品(塩化マンガン(IV) 塩化コバルト 塩化銅(II)) 磁製るつぼ マッフル るつぼばさみ 支持リング スタンド ガスバーナー 乳鉢 ホットプレート ステンレス皿 量り 薬さじ

(2) 実験方法

- ① 酸化鉛(II)、二酸化ケイ素、ホウ酸ナトリウム、色付け用の薬品を乳鉢に入れよく混ぜる。
- ② ①の混合物をるつぼの中に入れ、スタンドにセットしたリングの上にマッフルを置いて中に先程のるつぼを入れる。同時に、ホットプレートにステンレス皿を置き加熱し始める。(図1)
- ③ ガスバーナーでるつぼを加熱する。火力について、最初はるつぼが割れるのを防ぐため不完全燃焼状態の赤い炎で行い、表面にすすが十分についたら完全燃焼状態の青い炎にする。
- ④ 10分ほど加熱させ、るつぼばさみで開けて中身を見る。混合物が融合し、どろどろした液体になっていたら、るつぼばさみでるつぼを取り出して中身をステンレス皿に流す。この動作は中身が冷えるとどンドン固まってしまうのですばやく行う。
- ⑤ ステンレス皿に移した中身を、ホットプレートの温度調節機能を使い徐々に冷却する。

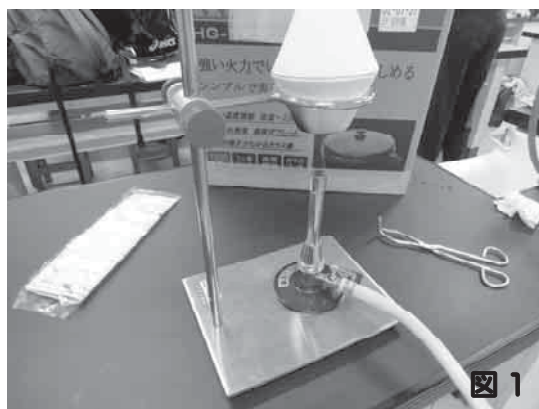


図1

3. 結果

色付け用の薬品の種類と量、できたものの様子は次のようになった。

- ① 試作 (色付け用の薬品無し)
炎を青くしてから 20分ほど加熱していたが、混合物がうまく融合せず固体のまま残った。火力が弱かったのではないかと推測した。
- ② 試作 (色付け用の薬品無し) 2回目
1回目は先端がるつぼに当たるくらいの大きさだった炎をより大きくし、下のマッフルのまん中から上端に至るくらいにした。また火真の赤い状態での加熱の時間を5分ほど長めにとった。
加熱後どろどろの液体になり、冷却すると無色透明のガラスになった。(図2)
- ③ 塩化コバルト 1.0 g
無色透明になった。青色のガラスができると予想していたので失敗。塩化銅(II)の量が少なかったと推測した。
- ④ 塩化コバルト 3.0 g
なんとなく黄色がかった、無色に近い透明のガラスができた。はっきりと色がつかなかったので失敗。



図2

- ⑤ 塩化ストロンチウム 1.0 g
無色透明になった。赤色のガラスができると予想していたので失敗。塩化ストロンチウムの量が少なかったと推測した。
- ⑥ 塩化ストロンチウム 3.0 g
白濁したガラスができた。はっきりと色がつかなかったので失敗。
- ⑦ 塩化銅(II) 5.0 g (図3)
緑色のガラスができると予想していたが真っ黒になった。塩化銅(II)の量が多すぎたと推測した。
ガラスの端のところどころ緑色が出ていた。これは混合物の混ざり具合が不均一だったのではないかと推測した。
- ⑧ 塩化銅(II) 4.0 g
真っ黒のガラスができた。いままでよりゆっくり冷却するとステンレス皿に接触していた部分のみ緑になっていた。
- ⑨ 塩化銅(II) 3.0 g
真っ黒のガラスができた。るつぽから中身を取り出すとき、最後にたれたものが冷え固まってできた糸状のガラスができるが、それとるつぽに残った液体が冷え固まったガラス（以降、残ったガラス）は緑色が出ていた。
- ⑩ 塩化銅(II) 1.0 g
⑨に同じ。
- ⑪ 酸化マンガン(IV) 1.0 g
真っ黒のガラスができた。糸状のガラスと残ったガラスには赤紫色が出ていた。試しにガラスを砕いてみるとそれも赤紫色が出ていた。
- ⑫ 酸化マンガン(IV) 0.5 g ⑬0.7 g ⑭0.1 g
すべて⑪に同じ。
- * 全ての実験において、実験日から数日たつと白く丸い模様がガラスの中に現れた。



図3

4. まとめ, 考察

ガラスを作るときは加熱時間より火力が強くなくてはならなかった。色は全ての実験においてガラス全体に出たものは無かった。

実験④について、黄色がかって見えたのは混合が不均一だったせいで、酸化鉛(II)の色が残っているのではないかと考えた。また全ての実験において見られた白い模様は空気の泡ではないかと考えた。調べたところ、透明マニキュアを塗って表面を保護するとよいらしく、これがガラスに空気が入るのを防ぐ働きがある。

⑨以降の実験ですべて糸状のガラスと残ったガラスに色が出ていた。これについて、ガラスの本体の方は色が濃縮して黒くなっていて、ガラス成分の密度が少なくなったところに色が出ているのではないかと思った。色が1つの実験でも出なかったことについて、実験⑧～⑭から考えてやはり色付け用の薬品の量の問題だと考える。そうであるとまださらに細かく、何度も実験をする必要があるようだ。また次に機会があれば、量の問題とは別の問題がある可能性があることも視野に入れつつ実験を続けてみたい。

5. 謝辞

研究をするにあたってご指導くださった、また長引いた実験に最後まで付き合ってくださいました中村先生、加藤先生他支えて頂いた多くの先生方に心から感謝申し上げます。

6. 参考文献

化学(啓林館)、長野県木曾青峰高等学校生徒によるレポート「色ガラス作り」

ポップコーンの謎

—はじける仕組み—

E組2番 渥美友海 E組4番 岩根浩美 E組7番 ○角元愛裕
E組17番 田窪真子 E組19番 堤紀子

1. はじめに

(1) 背景

最近、ポップコーンには定番の塩味やキャラメル味以外にもストロベリー味やチョコレート味、チーズ味などさまざまな味のものが販売されており、人気が高まってきているように思える。ポップコーンとは、とうもろこしから作られるお菓子だが、一般にゆでて食べるスイートコーンと呼ばれるとうもろこしのようなみずみずしさ、やわらかさ、甘さなどはなく、まったく違う食べ物のように感じられる。例えばポテトチップスなどはじゃがいもから作られるが、形は変わってもじゃがいもの風味がある。それに比べてポップコーンはスイートコーンと同じ種の野菜でありながら、なぜこんなにも食感や味が違うのかということに疑問を持ち、この実験をすることにした。

(2) 目的

ポップコーン用のとうもろこしの代わりに普通のとうもろこしでポップコーンができるのかを調べる。出来なかった場合は何が原因なのかを追究する。

2. 研究方法

(1) 実験に用いた物

ポップコーン用のとうもろこし、スイートコーン、ふたつきのフライパンと鍋、シリカゲル、植物油、ガスバーナー、三角架、温度計

(2) 実験の手順

- ①ポップコーン用のとうもろこしでポップコーンを加熱し、1つ目がはじけるまでの時間を計る
- ②スイートコーンを①と同様に加熱する
- ③それぞれにヨウ素液、BTB溶液、フェノールフタレイン溶液をたらす
- ④スイートコーンだけをシリカゲルで乾燥させ、①と同様に加熱する

3. 結果

実験①：ポップコーン用のとうもろこしは熱してから2分20秒後に1つ目がはじけた

実験②：スイートコーンは2分20秒間加熱してもはじけずその後もはじけることはなかった

実験③：結果を表にまとめた

	ポップコーン用のとうもろこし	スイートコーン
ヨウ素液	青紫色に変化	青紫色に変化
BTB溶液	緑色に変化	緑色に変化
フェノールフタレイン溶液	無色	無色

表1

実験④：乾燥させたスイートコーンは、実験②と同じ結果になった。

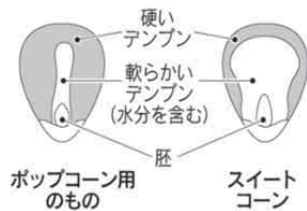


図 1



写真 1



写真 2

4. まとめ

実験①より、ポップコーンがはじけるまでの時間の目安を決めて、実験②以降の実験を行った。実験②では、スイートコーンではポップコーンを作ることが出来なかった。その原因を調べるために実験③を行ったところ、ヨウ素液の反応によりデンプンが関与していることが分かった。そこでとうもろこしのデンプンについてインターネットで詳しく調べてみると、ポップコーン用よりスイートコーンのほうが水分を含む軟らかいデンプンを多く含んでいることが分かった。それを踏まえて実験④を行ったが、結果のようにポップコーンは出来なかった。つまりポップコーンが出来ない原因は、水分の割合だけの問題ではないことが判明した。再びインターネットで調べると図1のように、ポップコーン用のものは硬いデンプンの割合が多い。硬いデンプンがあることで、ポップコーンの内側の水分が水蒸気になるのを妨げるため膨らむことが出来ず、内部の圧力が高まり限界に達すると一気に爆発し、膨らんでポップコーンになるのだ。

5. 謝辞

今回の実験をするにあたって、献身的に協力して下さった工藤先生、有難うございました。

6. 参考文献

日本経済新聞：すぐできる自由研究 ポップコーン、はじけるしくみを観察
「おうちで理科」セレクト集

五島 義昭ら「ポップコーンの膨化機構」日本食品工業学会誌 35(3), 147-153, 1988

7. キーワード

ポップコーン, スイートコーン

発泡入浴剤を使ったペットボトルロケットの飛距離の変化

F組3番 ○浅田智紀 F組8番 尾崎玄拓 F組23番 福井涼太 F組24番 福角風太
F組29番 村山恵吾

1. はじめに

(1)背景

僕たちが課題研究のテーマを決めるにあたって、できるだけ身近にあるものを使って実験しようと思い、ペットボトルや割り箸、発泡入浴剤などを使ったペットボトルでロケットを作ることにした。

(2)目的

ロケットを飛ばすことはもちろん、水と投入する発泡入浴剤の量を変えて、より遠くまでロケットを飛ばすことができる条件を見つけることを目的としている。

2. 研究方法

(1)測定場所

距離を測りやすくするために、校舎内でできるだけ広い場所であり、高低差が少ない場所を選んだ。

(2)使用したもの

炭酸飲料のペットボトル(1.5ℓを2本)、割り箸、ビニールテープ、発泡入浴剤、メスシリンダー、ビニール袋、カッターナイフ、テープ、水、はさみ、メジャー

(3)方法

- (i)炭酸飲料のペットボトルの口より少し大きくなるように、割り箸にビニールテープを巻き、断面ができるだけ円に近づくようにする。
- (ii)もう1本の炭酸飲料のペットボトルの口の部分をカッターナイフで切断し、もう1つのペットボトルの底にかぶせて、ビニールテープで固定する。
- (iii)発泡入浴剤を袋に入れて、細かくくだく。
- (iv)ペットボトルに水を入れて、細かく砕いた発泡入浴剤を入れる。
- (v)(iv)の作業の後、すぐにペットボトルの口にビニールテープを巻いた割り箸をさす。
- (vi)ロケットの角度が地面から45度の高さになるように、発射しビニールテープで飛距離をはかる。

3. 実験結果

測定一回目

発泡入浴剤 100g 水 50g

結果：失敗 0m

原因：発泡入浴剤の粉末をロケットに入れる際にスムーズに作業を行えず、発射場所で爆発し、不発となってしまった。

測定二回目

発泡入浴剤 100g 水 50g

結果；失敗 0m

原因：ビニールテープを巻いた割り箸を発射時にペットボトルの蓋の部分に差し込んだが、円形であるふたに対し、ビニールテープを巻いた割り箸ではすき間ができてしまい、そのすきまから水と発泡入浴剤が流れ

出てきて、不発となった。

栓になるビニールテープをまいた割り箸を隙間ができないよう小さい木片を隙間にはさみ、できるだけ円形のふたにおさまるよう改良した。

測定三回目

発泡入浴剤 100 g 水 50 g

結果：失敗 11.6m

原因：ペットボトルを飛ばすことができたが、ロケットの本来飛ばすべき角度である 45 度ではなく、30 度で飛ばしてしまった。

測定四回目

発泡入浴剤 100 g 水 50 g

結果：成功 20.3m

測定五回目

発泡入浴剤 300 g 水 100 g

結果：失敗 0m

原因：飛距離を伸ばすために発泡入浴剤と水の量を大幅に増やしたが、量が多くなった分、発泡入浴剤の粉をロケットに入れる段階で反応が始まってしまい、不発となった。

測定六回目

発泡入浴剤 75 g 水 30 g

結果：成功 9.6m

測定七回目

発泡入浴剤 150 g 水 75 g

結果：成功 22.5m

測定八回目

発泡入浴剤 150 g 水 100 g

結果：成功 26.5m

測定九回目

発泡入浴剤 150 g 水 150 g

結果：成功 21.5m

回数	結果	飛距離	発泡入浴剤	水
1	×	0m	100 g	50 g
2	×	0m	100 g	50 g
3	○	11.6m	100 g	50 g
4	○	20.3m	100 g	50 g
5	×	0m	300 g	100 g
6	○	9.6m	75 g	30 g
7	○	22.5m	150 g	100 g
8	○	26.5m	150 g	100 g
9	○	21.5m	150 g	150 g

4. まとめ(考察)

ペットボトルの蓋と栓の間に隙間ができてはロケットが飛ばないことがわかった。また、発泡入浴剤に対して水の量を多くしすぎると、すぐに反応が起こってしまい、ロケットを飛ばすことが難しくなることを発見した。飛距離については、発泡入浴剤と水の量の割合を 3 : 2 にするのが最も効率よくロケットを飛ばせることがわかった。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、中村先生、山本先生ほか、奈良学園高校の多くの先生、生徒のご協力に御礼申し上げます。

6. 引用文献

<http://kids.nifty.com/handmade/craft/pet/>

シャボン玉の化学

E組 27 番 丸山 太一 F組 11 番 ○北村 倫太郎

F組 20 番 長倉 昌平 F組 30 番 山口 諒士

1. 背景、目的

近所の子がシャボン玉をふくらませて遊んでいるとき、すぐにシャボン玉が割れてしまい、悲しそうな表情をしていた。そこで、そのシャボン玉よりも割れにくく、大きなシャボン玉を作れないのかと思い、この実験を行った。

2. 研究方法

使用したもの

洗濯のり、液体洗剤、ガムシロップ、はちみつ、牛乳、りんごジュース、市販のシャボン玉用ストロー、ものさし

(1) 原液の作り方

まず、水と洗濯のりを混ぜる割合を変え、50 ml のシャボン玉の溶液をつくった。これを市販のシャボン玉用ストローでふくらませたところ、次のような結果になった。

水：洗濯のり = 3 : 1 → ふくらまなかった。

水：洗濯のり = 2 : 1 → ふくらまなかった。

水：洗濯のり = 1 : 1 → ふくらまなかった。

水：洗濯のり = 1 : 2 → 一瞬だけふくらんだ。

水：洗濯のり = 1 : 3 → ふくらまなかった。

上記の結果より、最もふくらむ見込みのある水：洗濯のり = 1 : 2 の溶液に液体洗剤の量を変えて入れたところ、4 ml 入れた時に最も大きくふくらんだ。よって、水：洗濯のり = 1 : 2 の溶液 50 ml に、液体洗剤を 4 ml 入れた溶液を今回の実験の原液とする。

(2) 混合液の作り方

(1) で作った原液にガムシロップ、はちみつ、牛乳、りんごジュース、炭酸水をそれぞれ 5 g、10 g、15 g、20 g ずつ入れる。

(3) 測定方法

(2) の混合液をふくらませ、ものさしを用いて割れたときの直径をそれぞれ 5 回ずつ測定し、その平均値をとった。

3. 結果

原液で作ったシャボン玉の直径の平均は1.5cmだった。

牛乳とりんごジュースを入れた混合液は、一切ふくらまなかった。

ガムシロップ、はちみつ、炭酸水を入れた液でつくったシャボン玉の直径の平均は図1のようになった。

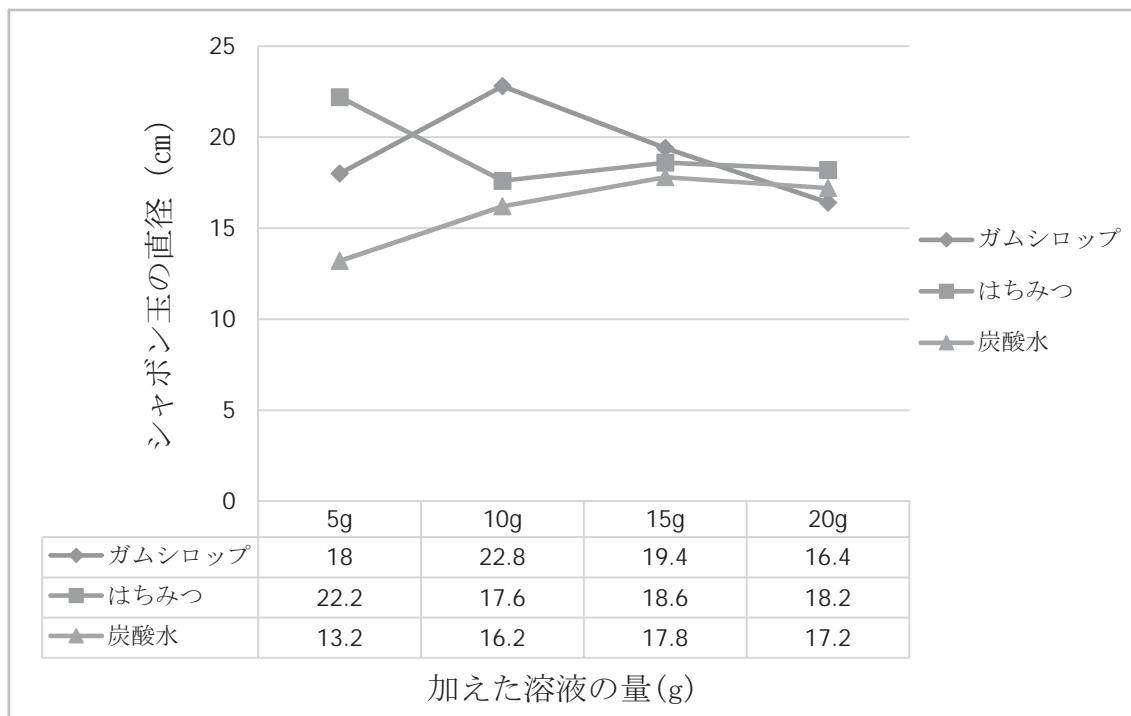


図1 加えた溶液の量とシャボン玉の直径の関係

4. 考察

ガムシロップとはちみつを加えて作った溶液は、原液に比べてシャボン玉を大きくふくらませることができた。これはガムシロップとはちみつに一定の粘度があるため、耐久性の高い膜をつくることができたからだと考えられる。ただし、入れすぎるとシャボン玉の下に溶液がたまり、割れやすくなる。これに比べて炭酸水や牛乳、りんごジュースを加えて作った溶液は、溶液の粘度が低いため原液に比べてふくらまなかったと考えられる。

よってこれらの結果から、原液に粘度の高い溶液を加えれば、耐久性の高いシャボン玉を作ることができることがわかった。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、中野先生をはじめ、実験器具などを提供していただいた、奈良学園高校の多くの先生にご協力のお礼を申し上げます。

6. キーワード

シャボン玉、表面張力、粘度

金属粉末のゼリーによる放射線の遮断実験

B組 37番 ○安井虎士郎 D組 10番 清水隼弥 D組 28番 原田拓実

1. はじめに

昨年度の先輩達による理科課題研究で、鉛板の枚数の変化による遮蔽量の変化の研究を見た。その金属板を用いた実験方法では線源と測定器との距離を一定にしようとするとう空気と金属板を入れ替えるということになり、これでは一定の条件とは言えないのではないかと思った。

そこで、尿取りパッドの中の高分子吸収剤を用いたゼリーに金属粉末を均等に混ぜるという方法で実験することで、金属の量以外の条件を変えずに測定することができると考えて今回の実験をすることにした。

2. 研究方法

(1) 材料

尿取りパッド(高分子吸収剤) 2.1g, 水 100g, プラスチックカップ, フィルムケース, 鉄(粉末), 鉛(粉末), ガスランタン用マントル, 放射線測定器(堀場製作所, Radi)

(2) 準備

- ① 尿取りパッドから中身を取り出し、プラスチックカップに入れて、水 100g とよく混ぜてゼリー状にする(以後ゼリーと表記)。
- ② フィルムケースにガスランタン用のマントルを入れて線源とする。

(3) 手順

- ① 図1のように、放射線測定器の上にゼリーと線源を載せて3分間放置後、10秒間隔で20回計測する。このとき、放射線測定器と線源の下端との距離を2.8cmとする。
- ② 鉄(粉末) 20gをゼリーに加え、よくかき混ぜて①と同様に計測する。
- ③ 加えた粉末の質量が300gになるまで②の手順を繰り返す。
また、鉛(粉末)でも同様の手順で計測を行った。

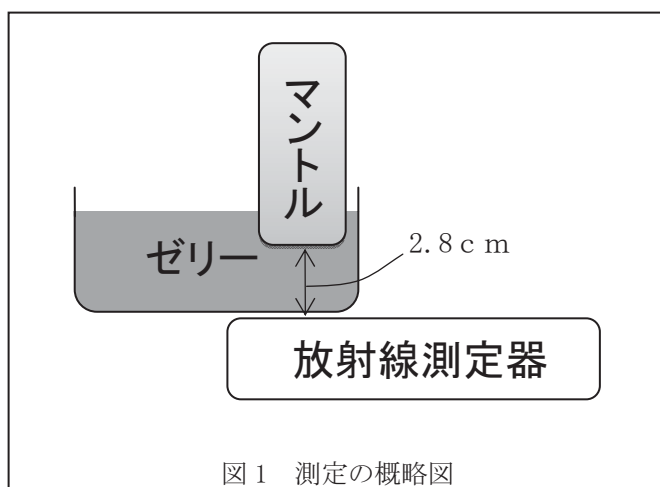


図1 測定の概略図

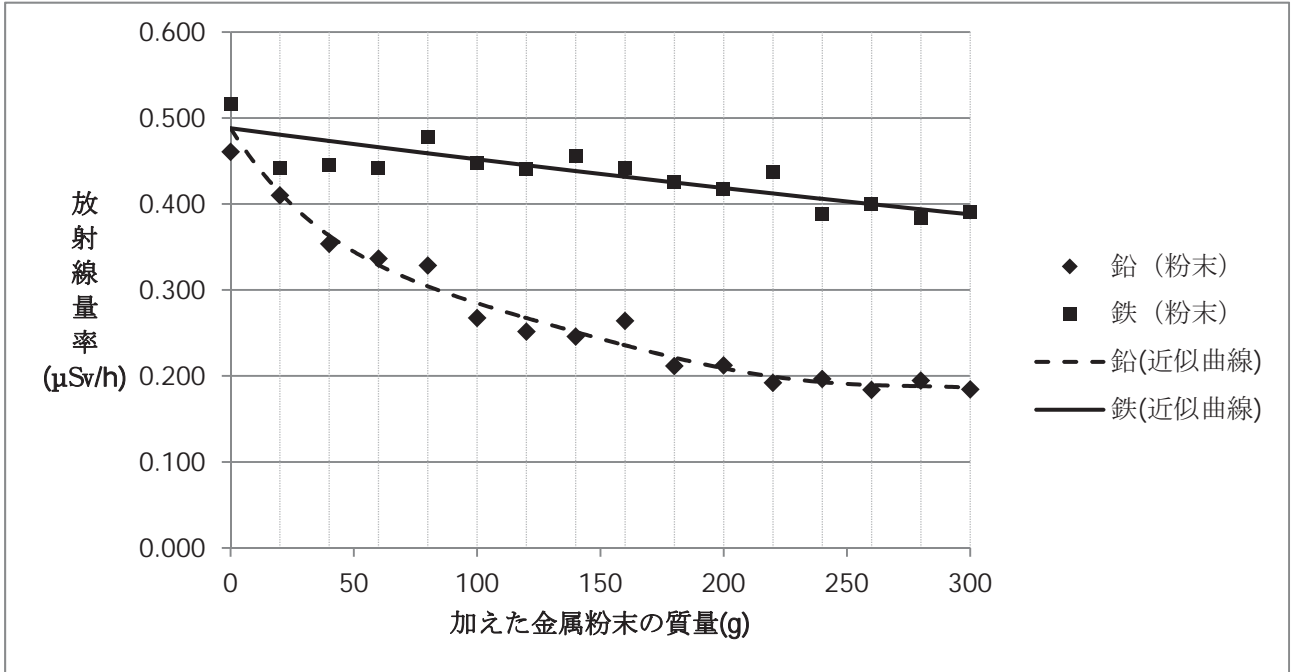


写真1 測定の様子

3. 結果

		加えた金属粉末の質量(g)															
		0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300
放射線量率の測定値の平均(μSv/h)	鉛(粉末)	0.461	0.410	0.354	0.336	0.328	0.267	0.252	0.246	0.264	0.211	0.212	0.192	0.196	0.184	0.195	0.184
	鉄(粉末)	0.516	0.442	0.445	0.442	0.478	0.447	0.441	0.456	0.442	0.425	0.418	0.437	0.388	0.400	0.384	0.390

表1 金属粉末の質量と放射線量率の測定結果



グラフ1 金属の質量変化に伴う放射線量率の変化
(放射線量は、20回の測定値の平均値)

グラフ1より、同じ質量では鉄よりも鉛のほうが高い遮蔽効果を持つことが分かる。また、加える金属粉末を増やすにつれて放射線量の減少度合いは少なくなっていくことが分かった。

4. まとめ(考察)

当初は線源と測定器との距離以外の条件を一定にできると思って実験を始めたが、金属を混ぜることによって体積が大きくなってしまい、同一体積当たりの金属粉末増加量が少なくなってしまうことが、減少度合いが少なくなった原因の1つと考えられる。

ゼリー状にしても放射線の遮蔽効果があることが確認できたので、防護服などに利用できるのではないかと考えられる。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、工藤先生、加藤先生ほか多くの先生方のご協力にお礼を申し上げます。

6. 参考文献

中野英之ら「身近な線量計や材料を用いた福島県伊達地方の環境放射能測定」地域生活学研究 5, 7-17, 2014

7. キーワード

放射線, 遮蔽

植物性ペレットの作成方法とその性質

E組 26番 藤田 匠 F組 2番 ○明田 尚樹 F組 6番 一谷 勇汰 F組 9番 香川 諒
F組 18番 富樫 建五 F組 26番 前田 晃輝 F組 28番 村野 佑馬

1. 背景・目的

近年の化石燃料価格の急騰により、ヨーロッパを中心に代替燃料として、植物性ペレットの使用量が増加している。この植物性ペレットは環境に影響を及ぼさず、また化石燃料と異なり容易かつ短時間で製作が可能である。さらに、発生熱量あたりの価格を化石燃料と比較しても、植物性ペレットは効率が高い。そこで我々は植物性ペレットの特徴について調査することにした。

2. 植物性ペレットの作成方法

植物性ペレット製作のために用意するもの
ボルト、ナット、スペーサー、オーブン

- ① 植物試料をミルサーや乳鉢/乳棒等を用いて粉碎する。
- ② 菓さじと電子天秤を用いて 50~150mg 程度量り取る
- ③ ②で量り取った試料をスペーサーに入れ、両端に頭を内側にしてねじを差込み、全体をナットに入れ両端からボルトで締め圧縮する。
- ④ ③の状態のまま、180℃で 45 分加熱する。(加熱にはオーブンを使用する)
- ⑤ 常温まで放冷して完成。

3. 実験の内容

- ① いくつかの試料を比較する。
- ② 燃焼時の CO₂ の発生量を測定し比較する。

実験①

使用した試料

おがくず(ホホワイトウッド), 新聞紙, 人参の皮, 茶かす, バナナの皮, コーヒーかす, 玉ねぎの皮

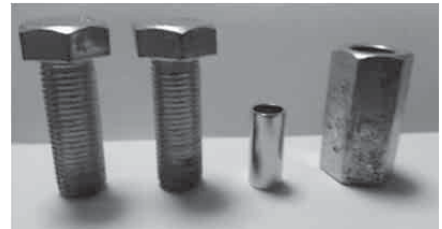


図1 製作に使用したボルト等

表1 さまざまな試料を植物性ペレットにする前後の様子

	おがくず	新聞紙	人参の皮	茶かす	バナナの皮	コーヒーかす	玉ねぎの皮
材料の元の様子	0.5mm 程度の粉末	ミルサーで粉々にした埃のような粉末	1.0mm 程度の粉末	0.5mm 程度の粉末	1.0mm 程度の粉末	0.3mm 程度の粉末	1.0mm 程度の粉末
ペレットの様子	おがくずの色を保ちながら、硬質で光沢のある状態であり、形は崩れていない	新聞紙の色を保ちながら、硬質で光沢のある状態であり、形は崩れていない	黒色に変化し、硬質で光沢のある状態であり、形は崩れていない	茶かすの色を保ちながら、硬質で光沢のある状態であり、形は崩れていない	黒色に変化し、硬質で光沢のある状態であり、形は崩れもろい	作成失敗	作成失敗

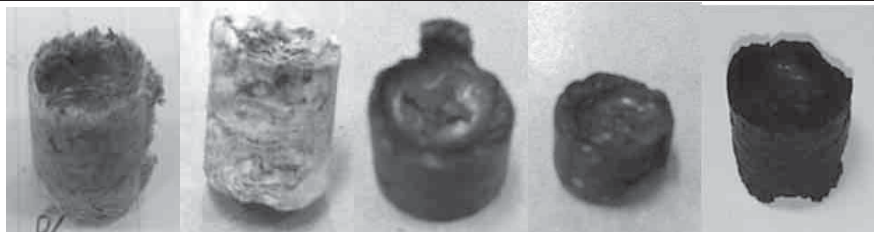


図2 完成した植物性ペレット(左より, おがくず, 新聞紙, 人参の皮, 茶かす, バナナの皮)

実験②

元素分析装置を用い、おがくずの植物性ペレットと木炭を燃焼させたときの CO₂ 排出量、また、空気中での燃焼時間を測定する。燃焼時間の測定にはタイマーを用いた。

元素分析の方法

- ① 試料を燃焼させた状態で CuO(II) を入れたガラス管内に入れ、全体をガスバーナーで加熱する。
- ② ①の管と塩化カルシウムを入れたU字管とソーダ石灰を入れたU字管を塩化カルシウム管→ソーダ石灰管の順に繋ぐ。
- ③ CO₂ はソーダ石灰に吸着するため実験前後でソーダ石灰の質量を量ることにより CO₂ の発生量を知ることができる。

※ CuO(II) は試料を完全燃焼させるために用いる。

※ 発生した CO₂ 等の気体をU字管側へ流すため、ガラス管の反対方向からは酸素スプレーを用いて酸素を送り込む。

※ (CO₂ 排出量(L)の計算方法) (CO₂ 排出量は標準状態の体積として算出した)

$$(CO_2 \text{ 排出量}) (L) = (\text{ソーダ石灰の増加量の平均値}) (g) \div (CO_2 \text{ の分子量}) (g/mol) \times 22.4 (L/mol)$$



図3 元素分析装置

表2 おがくずの植物性ペレットおよび木炭 1(g) あたりの標準状態の CO₂ 発生量(L) と燃焼時間(s)

	おがくず	木炭
CO ₂ 排出量 (平均値)	0.387L/g	0.536L/g
燃焼時間 (平均値)	21m14 s /g	22m30 s /g

4. 考察

実験①の結果、家庭から排出される植物性の廃棄物の中では、生ごみ類(人参の皮、茶かす、バナナの皮、コーヒーかす)は水分の含有量によってと思われるが、植物性ペレットの製作が成功しなかった試料もあるため、分別していない生ごみを利用し、工業的に植物性ペレットを生成することは困難であると思われる。また、おがくずに関しては同様に大量生産しようとする、森林の伐採量が増加し、環境に悪影響を及ぼす恐れがあるものの、実験において植物性ペレットの製作がすべて成功したものの1つである。また、古新聞紙は恒常的かつ大量に家庭や企業などから調達が可能であり、実験①において数回の製作が成功したため、調査した試料の中では 2 次的利用が可能であるという面から最も経済的に好ましいといえる。

また、実験②の結果、植物性ペレットは燃焼時間が短いという欠点を兼備しているために、燃焼時間における効率はいいとはいえない。CO₂ 排出量の点から見れば環境面においては従来の燃料よりも優れているといえるが、総発熱量(kcal/kg)が判明しなければ、完全に環境によいとはいえないため、そのことは今後の課題としたい。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、適切な助言や手助けをしてくださった多くの奈良学園高校の先生方に感謝申し上げます。

6. キーワード

植物性ペレット, 元素分析, 定量分析, 総発熱量, 標準状態, 分子量

「植物油の精製」

E 組 14 番 ◯澤井亮成 E 組 13 番 佐野優稀 E 組 25 番 平野綾刀
F 組 27 番 丸賀有人

1. はじめに

植物油は我々の身近なものの一つであるが、具体的な製法などについてはよく知らない。

2. 目的

「効率の良い精製方法とは何か」「身近なもので植物油を作れるか」を軸に、実験を行った。

3. 研究方法

ごま、ひまわり、くるみの 3 種類の試料を、抽出、蒸留、圧搾の 3 つの方法でそれぞれ試す。

【抽出】

- ① すり鉢、搗り粉末でつぶしたごまにヘキサンを、ごまが浸る程度まで入れる。
- ② ろ紙（コーヒーフィルター）でろ過する。
- ③ ろ過された液体を湯煎する。（温度は植物の種類によって多少の変動はみられるものの、平均して 78℃～85℃で 5 分～10 分程度である）
- ④ 水に溶け込んだヘキサン（ヘキサンの揮発性は高い）が湯煎によって蒸発することで、ごま油のみが残ることとなる。


【蒸留】

- ① 鍋に水を適量注ぎ、そこにすり鉢、搗り粉末でつぶしたごまを入れる。
- ② 加熱していき、ごまの油が水面に浮かんでくるのを待つ。現れたら、それを掬い取る。
- ③ ②で掬い取った油（水も多分に含まれている）をもう一度加熱していく。
- ④ ①～③の作業を繰り返す。

【圧搾】

- ・ 鍋で蒸したごまを網目状の袋に入れ、板とクランプで圧力を加え、染み出してきた油分を回収する。

4. 結果

	抽出	蒸留	圧搾	
ごま	ビーカーの底に薄く広がる程度の量が精製された。(写真 1)	精製出来なかった	精製出来なかった	 (↑写真 1) ごま油  (↑写真 2) ひまわり油
ひまわり	ビーカーの底に薄く広がる程度の量が精製された。(写真 2)	/	/	
くるみ	ほとんど精製されなかった	/	/	

5. 中間結果

蒸留ではあくの処理、圧搾では加える圧力が足りないなどといった課題に直面したため、上手く精製することが叶わなかった。（あくの処理については分液漏斗を用いてあくと油分の分離を試みるも、思いうような成果は得られず、圧搾の加圧不足についてもこれ以上の圧力を加える装置をつくることができなかったため、失敗とすることにした。）

また、精製された物質が油であるかどうかを確かめるため、燃焼実験を行った。(写真3→)



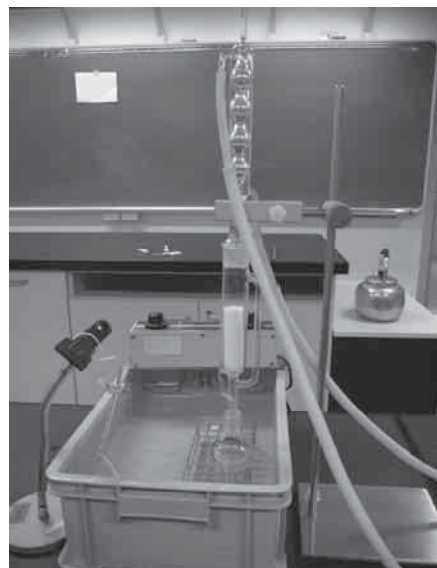
長時間に渡って燃焼が続いた。(写真3)

6. 発展

以上より、我々は植物油の精製には抽出法が最も効率が良いと判断した。次に、抽出によってさらに多量の油を精製するための方法について調査した。その結果、ちょうどこの実験を行っていたときに化学の授業で学習したソックスレー脂肪抽出器に注目し、これを用いれば望む実験結果が得られるのではないかと考えた。

(1) ソックスレー脂肪抽出器 (写真4) の原理

- ① 定量ビンで加温されたエーテルは気化して抽出管横の太い管を上昇する。
- ② 気化したエーテルは、冷却管で冷やされて再び液体となって抽出管に滴下する。
- ③ 抽出管に一定量以上のエーテルが溜まるとサイフォン管から流出して定量ビンに移動する。
- ④ ①～③の工程を8～12時間継続させる。



(↑写真4)

(2) 結果 (試料は全て8.5グラム)



ごま : 5.48g
収率 68.7%
燃焼時間
39分30秒



ひまわり : 3.36g
収率 39.5%
燃焼時間
46分30秒



くるみ : 約 4.00g
収率 40~55%
燃焼時間
32分30秒

左のとおり、どの試料についてもこれまでで一番多く精製することができた。
また、3つ全てについて、燃焼反応が確認されたことから、ほぼ純粋な油脂であることが分かった。

7. 考察

上記の実験結果より、「効率の良い(精製量の多い)精製方法」は、【ソックスレーの脂肪抽出器を用いた抽出】であることが分かった。ただし、この器具は決して我々の日常生活にあるものではないため、「身近なもので植物油を作れるか」という課題については解決することができなかった。一般的に、植物油(特にごま油)は圧搾法によって精製するものであるということがその後の調べで判明しており、燃焼における熱量の測定、身近な材料で圧搾器を作る方法も含め、やはり課題は残る。

8. 謝辞

中村先生、加藤先生。ご指導ご協力、有難うございました。

9. 参考文献

化学便覧 http://gakuen.gifu-net.ed.jp/~contents/kou_nougyou/jikken/SubShokuhin/11/soxrey.html

10. キーワード

植物油 ごま ひまわり くるみ ソックスレー脂肪抽出器

炎色反応について

B組 20番 ○津石 理貴 B組 23番 永田 和暉 C組 22番 竹中 勇斗
D組 19番 土屋 順平 D組 33番 山田 祐輔

1. はじめに

(1) 背景

中国で発明され、さまざまに様式を変え、繰り返し進化を遂げながら日本の夏の空を彩り続けている花火。手持ち花火から打ち上げ花火までさまざまな花火が存在する。その花火は炎色反応によって発色されていて、現在花火の色は赤、緑、黄、青、桃の五色がメインである。五色はそれぞれ炭酸ストロンチウム、硫酸バリウム、硫酸銅、シュウ酸ナトリウム、炭酸カルシウムが発色剤として使われている。

(2) 目的

前述のとおり、花火の魅力にとって必要不可欠である炎色反応について化学的に理解を深める。

我々の目的は前述の発色剤を用いてより鮮やかな花火を作ることであった。しかし花火を作るとは法律的に不可能であったので身近なろうソクを用いて鮮やかに発色し長時間燃焼し続けるろうソクの作成に挑戦した。

2. 研究方法

(1) 材料

ろうそく 6本 ガスバーナー 蒸発皿 薬ざし 発色剤(塩化カルシウム 塩化ナトリウム 塩化銅)
電子天秤 アルミ容器 (アルミ缶を加工したもの)

(2) 実験 1

ろうそく 130 グラム (1本) を熱して蒸発皿の上で溶かし、その中に発色剤を入れて固まるのを待ち点火し色の変化を見る。また、発色剤の量を変えて更に実験する。

実験 2

今度は溶かしたろうをアルミ容器に入れてから発色剤を混ぜることで、ろうの中に高い密度で発色剤を混ぜてみた。また、今回も発色剤やろうの量を変えて実験を行った。さらに発色剤をガスバーナーに直接当てた。



写真(1) 実験 1 の時の写真

ろう内部の黒い点が発色剤である

(写真では塩化カルシウムを使用したもの)



写真(2)

実験 2 の時の写真

(3) 結果 (実験 1)

少量の発色剤を混ぜた時、炎色反応を確認することができたが、発色間隔がまばらで、不安定な状態であった。さらに薬品の量を増やしたが、少量のときと同様に反応はまばらにしか見られなかった。

結果 (実験 2)

炎色反応が安定して見られたが炎が小さく、燃焼時間も短かった。また発色剤の量を変えても反応時間 (炎色反応が持続した時間) に違いは見られなかった。さらに発色剤を変えた場合には発色のしやすさに差が見られるものもあった (表 1)。また、ろうそくとガスバーナーでの炎色反応の違いは下図のようになった。

表 1 発色剤の違いと、ろうそく及びガスバーナーの炎での色の变化

	塩化カルシウム	塩化ナトリウム	塩化銅
ろうそくの炎	観測できず	少し黄色に変化した	青緑に変化した
ガスバーナーの炎	オレンジ色に変化	黄色に変化した	青緑に変化した

3. まとめ (考察)

今回の我々の実験の目的は鮮やかに発色し、発色した状態のまま長時間燃焼し続けるろうそくを作成することであった。まず当初からの疑問であった、いかにして発色剤が燃焼部に運ばれ炎色反応が起こるのか、ということについての考察である。我々はろうの中で発色剤がイオン化し、ろうと反応し、ひとつの物質になったうえで燃焼部に吸い上げられ発色するということを仮定した。しかし、これは実験 1 の結果にある通り、ろうの中に入っている発色剤の密度が低いと発色が悪い、つまり発色剤の量は反応時間には関係がない、という結果になり、当初の発色剤の量を増やせば反応時間も長くなる、という予想に反している。そこで燃焼皿ではなく、自作の細長いアルミ容器で燃やすことによりろうの中の反応物質の密度を上げ、イオン化した発色剤が、常に燃焼部に集まるようにしたところ、安定した炎色反応が見られた。これにより発色剤はろうと反応し、混ざった上で燃焼部に運ばれるのではなく、液化したろうの流れによって燃焼部に運ばれるのではないかと考えられる。

また、ろうそくの燃焼時間に関しては発色剤の量には左右されず、単純なろうの量に依存するという結果であった。そして、炎色反応を起こしている炎が小さいという問題に関してだが、狭く、機密性の比較的高い容器を用いて実験をしたことから、酸素が足りていなかったのではないかと考えられた。

よって長く美しく燃えるろうそくの作成には、ろうの中に入れる発色剤の量を単純に増やすのではなく、満遍なくろうの中に混ぜること、燃焼時間はろうの量と酸素量にのみ左右されるため十分な量のろうと酸素を用意すること、の二点に注意する必要があると考えられる。さらに、今回、密度をかなり大きくしないとオレンジを主とする炎が出てしまったが、これはろうの中の炭素数が多かったこと、ろうの流れによって運ばれる発色剤の量が少なかったことによるものであり、メチルアルコール等の炭素数の比較的小さい液体の材料を溶かしたろうに加え、混ぜることでろうよりも簡単に作ることができるのではないかと考えることもできたが、これに関しては今後の課題としたい。

ラムネで感じる冷たさとは？

E組 6番 大西一輝 E組 8番 上村考平 E組 16番 ○島本冬輝
E組 20番 寺地由伸 F組 10番 河村宗一郎

1. はじめに

(1) 背景

私たちの身の回りにあるカイロや、鉄の酸化反応などといった、発熱反応は、比較的簡単に起こすことができるが、吸熱反応は、一般に、自然界では起こりにくい。

水と反応することで、吸熱反応を起こすような物質（エリスリトール、トレハロース、キシリトール）の多くは食べ物に含まれている。

(2) 目的

身近にある物、水と反応すると冷たさを感じるものはラムネが良いと考え、一般のラムネに含まれる物質（重曹や酸味料）で実際に温度は下がっているのか、また、ラムネに含まれているどのような物質によって、その反応は起こっているのかを調べる。

2. 研究方法

<実験 1> ラムネに含まれている添加物(主として全糖ブドウ糖, エリスリトール, トレハロース, キシリトール, 重曹, クエン酸)とクッピーラムネ(重曹, クエン酸)と森永ラムネ(重曹, 全糖ブドウ糖)を初期水温 21℃で 300mL の水にそれぞれ 25 g と 50 g 溶解させる。

<実験 2> 体温により近づけるために初期水温 36℃で 25g 溶解させて観察した。

3. 結果

<実験 1 >の結果を表 1 に、<実験 2 >の結果を表 2 に示す。

表 1

	25 g	50 g	結果
全糖ブドウ糖	-2.0℃	-4.0℃	白く濁り温度が下がった
エリスリトール	-4.0℃	-6.8℃	完全に溶けて温度が下がった
クエン酸	0℃	0℃	変化なし
トレハロース	-1.2℃	-2.0℃	完全に溶けて温度が下がった
キシリトール	-2.9℃	-5.7℃	完全に溶けて温度が下がった
重曹	0℃	0℃	少し溶け残り温度変化なし
クッピーラムネ	-2.0℃	-3.4℃	白く濁り温度が下がった
森永ラムネ	-1.1℃	-2.4℃	白く濁り温度が下がった

表 2

物質名	水温変化	変化量	見られた変化
全糖ブドウ糖	36℃→34℃	-2℃	白く濁り温度が下がった
エリスリトール	38℃→34℃	-4℃	完全に溶けて温度が下がった
トレハロース	36℃→34℃	-2℃	完全に溶けて温度が下がった
キシリトール	36℃→33℃	-3℃	完全に溶けて温度が下がった
クエン酸	36℃→35.5℃	-0.5℃	変化なし
重曹	36℃→36℃	±0℃	変化なし

表 1 より 6 つの物質のうちクエン酸と重曹はそれぞれ単独では吸熱でなく、他の全糖ブドウ糖、エリスリトール、トレハロース、キシリトールが吸熱を示した。また、発泡系のクッピーラムネと冷感系の森永ラムネを水に溶かしてみたところ、どちらも温度が下がった。

森永ラムネ（重曹、全糖ブドウ糖）クッピーラムネ（重曹、クエン酸）は共に水温が下がったのに重曹だけ、クエン酸だけというそれぞれ単独の溶解では水温が下がらなかったの、疑問に思い、重曹とクエン酸をあらかじめ混ぜておいてから、この混合物を同様に水に溶解させる追加実験を行ったところ次の結果が得られた。

重曹とクエン酸	36℃→30℃	-6℃	激しく泡立ち、温度が下がった
---------	---------	-----	----------------

4. 考察

今回、私たちがラムネを食べるときに感じられる冷たさについて研究を行った。これらの実験からラムネに含まれている 6 つの添加物のうち、クエン酸と重曹では温度が下がらず、全糖ブドウ糖、エリスリトール、トレハロース、キシリトール、が吸熱反応をして温度が下がった。

以上の実験により、ラムネを口に入れたときに感じられる冷たさはラムネの添加物として含まれている物質（全糖ブドウ糖、エリスリトール、トレハロース、キシリトール、重曹&クエン酸）による吸熱反応によって感じられることがわかった。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり工藤先生、新川先生はじめ多くの先生方にお世話になりました。ありがとうございました。

6. 参考文献

小武山 温之，中井 孝雄「発泡飲料製造法」日本醸造協会雑誌 58(5), 423-428, 1963

酵素の違いによるロケットの飛距離の変化

C組 19番 小路宗汰 C組 23番 ○田中大雅 D組 23番 中岡俊彰 D組 36番 米村涼
E組 34番 渡邊智宏 F組 20番 田中陸也 F組 31番 山本陸

1. はじめに

(1) 背景

僕たちは、生物の授業を通してどの物質にどんな酵素が含まれているか。またその酵素がどのような働きをするのか習い、身近な食品にどれくらいカタラーゼ含まれているのか興味を持った。

(2) 目的

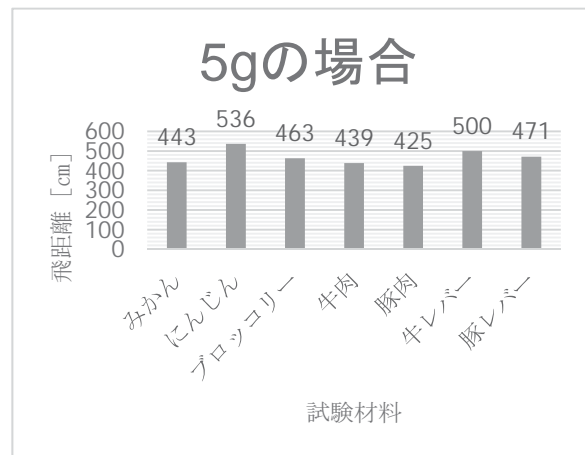
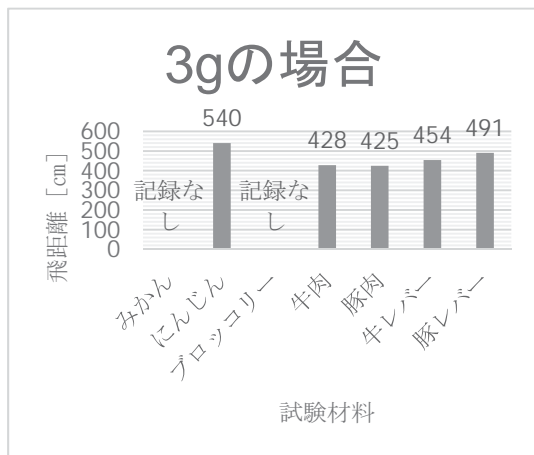
いろいろある酵素の中で、今回はカタラーゼに注目した。カタラーゼは、過酸化水素水を水と酸素に分解する酵素のことである。身近な食品と過酸化水素水をフィルムケースに入れ蓋をし、反応させると酸素が充満し、フィルムケースの蓋が飛ぶことによりカタラーゼの働きを目に見えるようにすること、また、蓋が飛ぶ距離とカタラーゼの含有量との関係を調べることを目的とした。

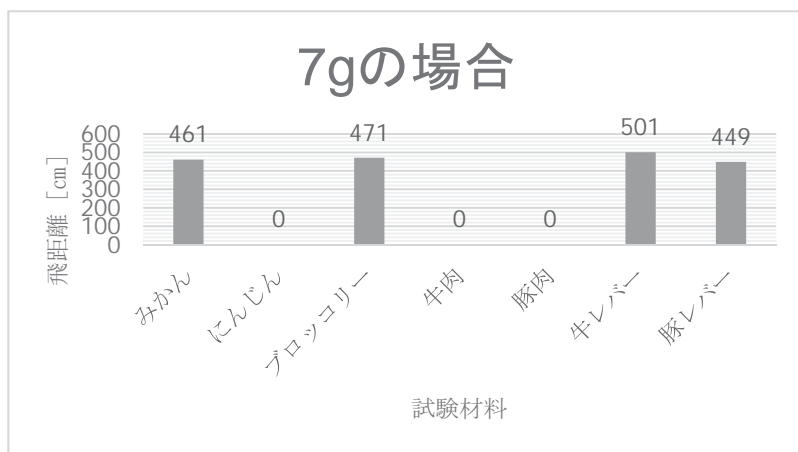
2. 研究方法

用意するもの：おろし金、フィルムケース、みかん、人参、ブロッコリー、牛肉、豚肉、牛レバー、豚レバー、
発射台

- 1、おろし金で材料をすり下ろします。肉類は細かくちぎります。
- 2、フィルムケースの中に1ですり下ろした材料を重さごとに分けて入れる。
- 3、フィルムケースにオキシドールを10ml入れ、フィルムケースにふたをする。
- 4、軽くフィルムケースを振った後に発射台に設置する。
- 5、飛んで行ったキャップの飛距離を測ります。

3. 結果



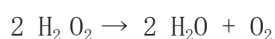


*7g の人参と牛肉と豚肉は材料がなかったので実験できなかった。

4. まとめ

・実験よりすべての食品がカタラーゼという酵素を使って過酸化水素という有害な物質を無害な物質と水に変化させるときに起こる反応をフィルムケースの中で起こし発生した酵素の力でキャップを飛ばした。

オキシドール(過酸化水素水)とカタラーゼの関係



(過酸化水素水) → (水) (酸素)

この反応がカタラーゼによって引き起こされる

・にんじん、豚レバーの飛距離において過酸化水素 5 g より 3 g の時のほうが飛距離は大きいですが、これはフィルムケースに材料を入れてフタを閉めるまでの時間に誤差があったものだと予想できる。

・食材がカタラーゼをどのくらい含んでいるかは

にんじん > 牛・豚レバー > 牛・豚 > ブロccoli ・みかん > 大根・バナナ

という関係性が分かった。

・我々はカタラーゼの量と蓋の飛ぶ飛距離は比例すると思っていたが、結果は違っていた。それは飛んでいる蓋にかかる空気抵抗などの外力によるものと思われる。なので、今後の課題として外力などを考慮してまた実験したいと思う。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、渡辺先生、越水先生には多くの助言・指導をしていただきました。また奈良学園高校の多くの先生、生徒のご協力にお礼申し上げます。

6. 参考文献

徳島大学 辻明彦教授 酵素のパワーでロケットを発射しよう

リニアモーター

B組 8番 尾本笙馬 B組 16番 竹田稔幸 B組 22番 堂下航平
B組 31番 廣瀬功一 C組 24番 〇殿山大智 D組 29番 平井宏尚

1. はじめに

(1) 背景

2014年、JR東海による東京～名古屋間のリニア中央新幹線の工事実施計画が国土交通省によって認可された。2020年に開催される東京オリンピックまでに山梨県駅(仮称)の開設を行い、2027年に開業が予定されている。名古屋～大阪間も45年までに開業の予定だ。しかし、リニア新幹線には様々な問題が指摘されている。例えば、大量に消費される電気の問題である。従来の電車よりも速く走るためには大量の電気が本当に必要なのだろうか。このような疑問から、リニア新幹線がどのような構造で作られ、動いているのか知りたいと思った。

(2) 目的

大量の電力のみでリニア新幹線が約時速500kmで走ることが可能になったとは思えなかった。そこで自分たちは1つめに磁力が強くなることによって速度が速くなる。2つめに単に電力量を増やすと、ある程度までは速くなるが徐々に速度の変化が小さくなり、無駄な電力が増えていくのではないかと考えた。この考えを明らかにするため自作の簡易版リニアモーターを使って調べる。

2. 研究方法

(1) 研究対象

自作した簡易版リニアモーターを使用し、そこにアルミを置き移動にかかる時間を調べる。フェライト磁石(600G)を使用。基本は電池2個、磁石からの距離0.5cm、アルミは0.1gのものを使用し、これから決められた条件のみを変化させる。磁石からの距離を0.5cm、1.0cm、3.0cmにした三種類。電池の数を1個、2個、4個にした三種類。アルミの重さを0.1g、0.5gに変化させて調べる。

(2) 測定法

スタート地点からゴール地点の10cmの距離をアルミが移動する時間をタイマーで10回ずつ調べそれぞれの平均値を求める。また動かなかった場合は電流が流れていることを、豆電球を使って確認し、問題がなければ動かないものとして扱う。使用するアルミは図3のようにして作る。

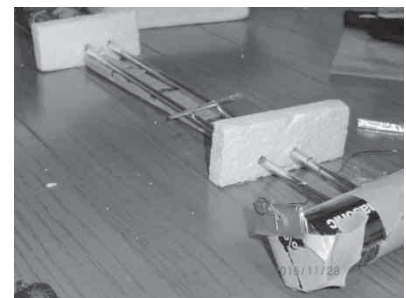


図1

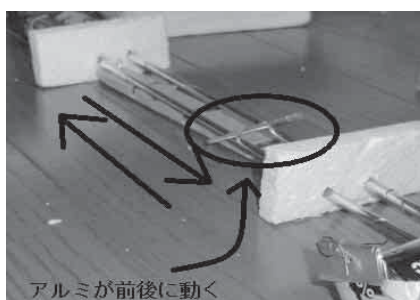


図2



図3

3. 結果

表1より、磁石から上に置いたアルミとの距離が最小となる0.5cmの時のほうが、磁石との距離を1.0cmにした時よりも速く走ることが分かった。また、距離が3.0cmの時の記録がないのは、他の2つと距離以外の条件を同じにして計測したにも関わらず一度も動かなかったからである。表2より電池が一個の時にはアルミは全く動くことはなかった。4個の時には2個の時と比べると少し速くなっていることがわかる。表3から0.1gのアルミは0.5gにしたものよりも速いということが分かった。

磁石からの距離	0.5cm 2.1秒	1.0cm 2.8秒	3.0cm 動かなかった
電池の個数	1個 動かなかった	2個 2.1秒	4個 1.7秒
重さ	0.1g 2.1秒	0.5g 2.7秒	

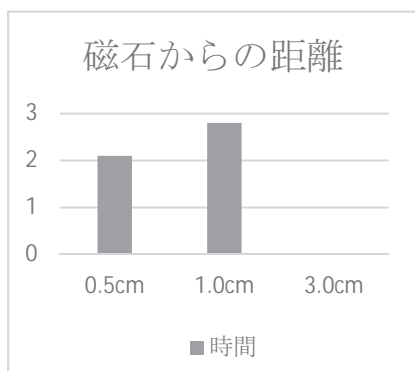


表 1

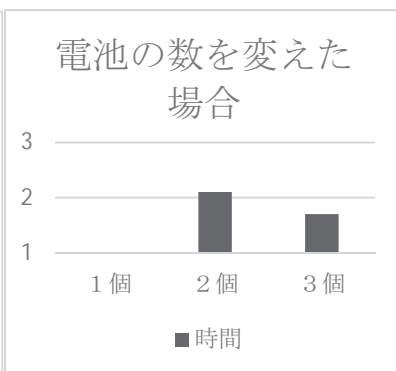


表 2

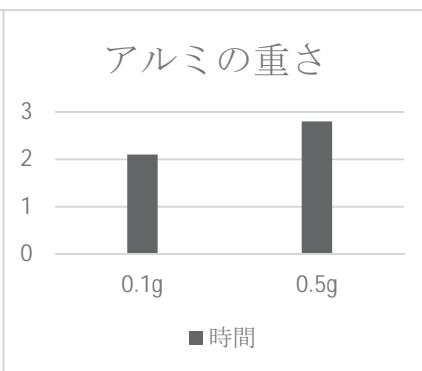


表 3

4. 考察

今回、リニア新幹線の速度が速いのは磁力によるものだと仮定し実験を行った。その結果、表 1 より磁石と動く物体の距離が近い方、つまり磁力の影響を受けやすい方が速いということから、磁力が強いとより速い速度が出ることが分かった。またもう一つの仮説であった電力の強さによる速度の変化に関しては表 2 より電力を強くすると速く走ることが分かったが、電池が 2 個の時と 4 個の時で大きな差を生じることはなかった。このことから速くするには磁力を強くするほうが良いという結論に至った。しかし、今回計測に非磁性であるアルミを使用したため磁石にくっつくことなく実験を行えたが、実際のリニア新幹線では安全性も考える必要があるので強度の高い鉄などを使用する。同じように鉄を使って実験を行えば磁石にくっついて動かなくなるなど問題が多数起こることが予想されるため強い磁力を利用して省電力化を行うのは難しいと思った。また、3 番目の実験で重さが重い方の速度が遅くなった原因は摩擦による物ではないかと思われる。今回の実験では示していないが 0.8g を超えた辺りで完全に動かなくなってしまったからだ。しかし、リニア新幹線は磁気浮上しているため摩擦による速度の低下が目立つことはないだろうと思われる。この研究で実用化することを考えなければ質量を軽くし、強い磁石を使えば少ない電力で速い速度を出せるものを作れる、しかし、実際に人が利用するリニア新幹線において安全性を欠くことはできないので消費電力の多さは仕方ないものだった。

5. 反省・感想

今回電気を流す棒に鉄を選んだが、電気抵抗の小さい銅や銀を使った場合に速度にどのような影響が出るのか、温度変化によって銅線の電気抵抗がどのように変化するのか、温度を下げて超伝導状態にして抵抗を 0 にすればどうなるのか調べておきたかった。最後に、日本が作り出したリニアモーターカーは速度、安全性を最大限高めたものだと感じた。例えば風の抵抗を抑えるような設計、部品の軽量化などをよく考えられていると思った。

コマの回り方と慣性モーメント

B組 5 番 ○岡本 悠吾 B組 9 番 笠井 陽介 B組 12 番 桑原 颯一

B組 25 番 裕 貴弘 B組 34 番 淵 隼斗

1. はじめに

(1) 動機

私たちは物理の授業で力のモーメントについて学び、物体の回転運動に興味をもった。そこで、回転運動として身近なコマをテーマに、その回り方の違いを調べてみることにした。

(2) 目的

簡易なコマを自分たちで作製し、様々な条件の下でそれぞれ回り方がどのように変化するか、実験と計算によって確かめ、どのようなコマがより長く回り続けるのかを発見する。

2. 研究方法

(1) コマの製作

不要になったコンパクトディスク (CD) にナットを取り付け、油性ペンを穴に通して軸にする。ナット 8 個を CD の中心から 5.3cm, 3.5cm, 1.8cm の位置に等間隔環状に取り付けたものをコマ A, B, C とし (写真 1: 左から A, B, C), ナット 4 個を CD の中心から 5.3cm, 3.5cm, 1.8cm の位置に等間隔環状に取り付けたものをコマ D, E, F とする (写真 2: 左から D, E, F)。また、ナットを取り付けないコマ G も用意する (写真 3)。(ナットは 1 個あたり 4.56g, 軸の直径は 1.5cm)



写真 1

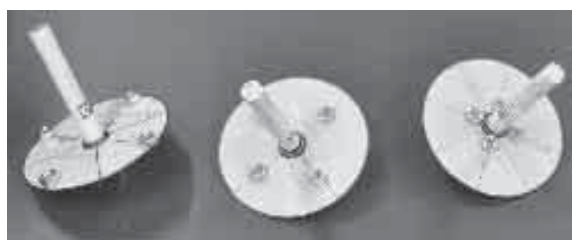


写真 2



写真 3

(2) 研究方法

【実験 1】各コマが何秒間回り続けるかを 5 回ずつ測定し、平均を求め比較する。

【実験 2】コマ D, E, F, G の軸に糸を巻き付け、糸の一端を固定して静かに落下させる。手放してから 50cm 落下したときの速さをスピードタイマーで複数回計測し、平均を求める。(写真 4 よび写真 5)

得られた速さ(重心速度の大きさ)を、以下に導く論理式⑥に代入し、各コマの慣性モーメントを求める。

図 1, 2 はコマを模式的に表したもので、鉛直下向きに x 軸をとる。重心 G の位置を x , 軸の回転角を θ (時計回りを正), 軸の半径を a とすると、右式が成り立つ: $x = a\theta$ ①

また、コマの質量を M , 糸の張力の大きさを T , 重力加速度の大きさを g , 重心のまわりの慣性モーメントを I とすると、

$$\text{重心の運動方程式: } M \frac{d^2x}{dt^2} = Mg - T \quad \dots \dots \dots \text{②}$$



写真 4

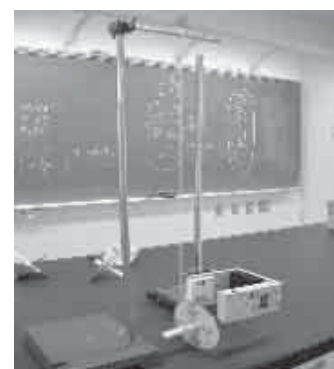


写真 5

重心のまわりの回転の運動方程式： $I \frac{d^2\theta}{dt^2} = aT \dots\dots\dots ③$

②③式より、 T を消去し、①式を t で2回微分した式を用いると、重心の加速度 α は右式のように得られる： $\frac{d^2x}{dt^2} = \frac{Mg}{M+\frac{I}{a^2}} \equiv \alpha \dots\dots\dots ④$

④式より、重心の落下は等加速度運動であるから、 h だけ落下したときの重心の速さ v_G は $v_G^2 - 0^2 = 2\alpha h$ より次のように得られる：

$$v_G = \sqrt{\frac{2Mgh}{M+\frac{I}{a^2}}} \dots\dots\dots ⑤$$

よって⑤式より、慣性モーメント I は、 v_G を用いて次のように表せる：

$$I = \frac{Ma^2(2gh-v_G^2)}{v_G^2} \dots\dots\dots ⑥$$

3. 結果

(表1) [コマの回り続けた時間] (単位: s)

	1回目	2回目	3回目	4回目	5回目	平均
A	25.5	24.5	27	27	27	26.2
B	22	22	19	21.5	19.5	20.8
C	13	11.5	15	12	12	12.7
D	26	26	23	24.5	23	24.5
E	18	18	19	16	19	18
F	13	13	11	14	11	12.4
G	16	17	15	16	17	16.2

(表2) [コマの落下速度(重心速度)] (単位: m/s)

	1回目	2回目	3回目	平均
D	0.60	0.59	0.61	0.60
E	0.74	0.72	0.7	0.72
F	0.88	0.89	0.88	0.8833...
G	0.69	0.70	0.71	0.70

[D, E, F, Gの慣性モーメント： I_D, I_E, I_F, I_G]

$$I_D=7.19 \times 10^{-4}, I_E=4.94 \times 10^{-4}, I_F=3.16 \times 10^{-4}, I_G=3.19 \times 10^{-4} \quad (\text{kg}\cdot\text{m}^2)$$

4. まとめ

(表1)より、CとFのコマが回りにくく、AとDのコマが長時間回り続けることがわかる。CとFは質量が軸付近に集中しているが、AとDは軸から離れたところに集中している。さらに、CとFおよびAとDをそれぞれ比較すると、あまり大きな違いではないが、質量の大きい方が、より長く回り続けることもわかった。これらより、質量が軸から離れたところに集中しているほど、また、質量が大きいほど、コマは長時間回り続けることがわかった。

(表2)より、コマの落下速度は、Fが最も速く、Dが最も遅いことがわかった。慣性モーメントの計算結果は、 $I_D > I_E > I_G > I_F$ であり、[実験1]の結果と照らし合わせると、長時間回り続けるコマは、慣性モーメントが大きいと言える。慣性モーメントは回転運動の変化のしにくさ(回転に関する慣性)を表し、その値が大きいほど回転が減衰しにくく長時間回り続けることが実際に確認できた。よく回るコマを製作するには、軸から遠い位置に多くの質量を分布させ、全質量を大きくする、すなわち慣性モーメントを大きくすればよいということが実証された。なお、⑤式より、慣性モーメントが大きいほど加速度は小さく、落下時間は長くなるが、これは[実験2]の実施中に体感できた。今後は、[実験2]において、重力と張力の仕事と運動エネルギー変化の関係、また、運動エネルギーの並進運動と回転運動への配分を探りたい。

5. 参考文献

- 1) NGKサイエンスサイト (<http://site.ngk.co.jp/lab/no54/exam.html>)
- 2) 今井 功, 高見穎郎, 高木隆司, 吉澤 徹, 下村 裕: 演習力学(新訂版)(サイエンス社)

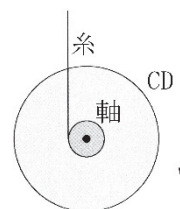


図1

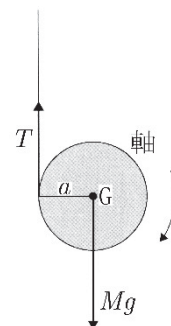


図2

奈良学園里山の地下探査Ⅲ

～水脈を探して～

C組 5番 大島悠希 C組 25番 中欣隆
C組 31番 〇林千晶 C組 40番 渡邊翔伍

1. はじめに

研究目的

私達は、8年前から学校林の里山整備と生物多様性保全活動を始めた。その結果、多種の動植物が回帰し、再生した棚田で稲作もできるようになったが、校内を流下する3本の沢水は、夏期に表層水がなくなり、生物の生殖活動や稲作にも影響が出ている。しかし、その沢水の下流には、小さな湿地があり、沢水が涸れても湧水が見られるので、学校林には必ず地下水脈が存在すると考え、その水脈を探り当てること、そして、その水脈から表層へ水を汲み出すことができるように水環境を整備することを目的とした。

2. 研究方法

この地下水脈の探査には、地下の見掛け比抵抗値を測定する方法を採用し、「ウェンナー法」によって解析を進めた。その有効性を確認するため、測定に便利な里山の入り口付近の傾斜地（試験調査地＝SITE A）で2年間試験探査をし、その結果から地下水脈地点を推定して、本年6月にボーリング調査をした。その成果をもとに、本校最上流部（本調査地＝SITE B）の本格的な地下探査を始めた。

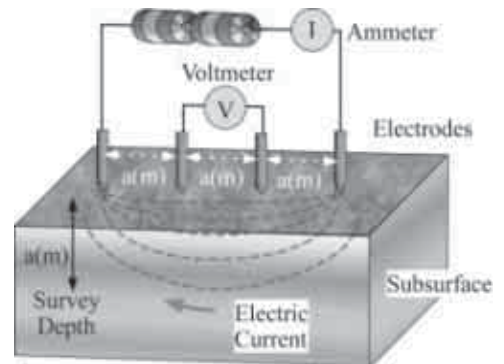


図1

3. 結果

昨年までの SITE A（図2）では、測定結果から谷側から12m、深さ7～8m付近に地下水脈があると推定しボーリング調査を行った。深さ7.3mに岩盤があったためそれ以上掘ることができなかったが、数日後、その穴には水深4mの地下水が溜まっていた。

このボーリング調査により、見掛け比抵抗値が低く安定している地点は岩盤である可能性が高く、見掛け比抵抗値が低く変化が激しいところに地下水脈があるとわかった。以上よりウェンナー法による実験の有効性は確かめられたと判断し、SITE Bでの本調査を始めた。

2013年-2014年 試験調査地 見掛け比抵抗値の平均

深さ	観測中心点									
	1.5m	4.5m	7.5m	10.5m	13.5m	16.5m	19.5m	22.5m	25.5m	山頂
1m	799	1558	1452	1219	1423	1683	1652	1528	1476	
3m		1203	1410	1427	1795	1451	1456	1338		
5m			1017	1224	1359	1283	1107			
7m				688	749	1005				
9m					470					

図2

2015年 本調査地 見掛け比抵抗値の平均

深さ	観測中心点									
	1.5m	4.5m	7.5m	10.5m	13.5m	16.5m	19.5m	22.5m	25.5m	北側
1m	404	665	770	652	586	725	854	947	845	
3m		351	460	504	677	723	882	666		
5m			443	461	472	558	578			
7m				348	433	338				
9m					216					

図3

前回との比較 7月23日 → 7月29日

深さ	観測中心点									
	1.5m	4.5m	7.5m	10.5m	13.5m	16.5m	19.5m	22.5m	25.5m	山頂
1m	93	121	141	52	53	52	76	62	(21)	
3m		36	19	30	4	15	(57)	4		
5m			4	(5)	194	6	(6)			
7m				(24)	515	7				
9m					(2)					

図4

前回との比較 8月26日 → 8月29日

深さ	観測中心点									
	1.5m	4.5m	7.5m	10.5m	13.5m	16.5m	19.5m	22.5m	25.5m	北側
1m	127	57	83	34	19	48	76	39	21	
3m		4	(4)	270	(49)	11	19	8		
5m			(8)	12	(120)	(16)	(30)			
7m				(6)	147	(171)				
9m					(7)					

図5

	7月23日→ 7月29日	7月29日→ 7月30日	7月30日→ 8月7日	8月7日→ 8月21日	8月21日→ 8月22日	8月22日→ 8月26日	8月26日→ 8月29日
(13.5, 5)	194	-117	-23	3	-5	-4	125
(13.5, 7)	515	403	-137	5	-4	-6	9
(16.5, 7)	7	20	33	10	-4	-6	176
(13.5, 9)	2	1	9	6	-2	-3	7

図 6

その結果（図 3）は、SITE A と比較し、見掛比抵抗値が全体的に低くなった。また見掛比抵抗値の変化（図 4）（図 5）を調べると、(13.5, 9) の地点では見掛比抵抗値が低く安定しており、(13.5, 5) (13.5, 7) (16.5, 7) では見掛比抵抗値が低く変化が激しいことより、SITE A と同様に (13.5, 9) 地点付近から岩盤になっており、(13.5, 5) (13.5, 7) (16.5, 7) の地点に地下水脈がある可能性が高いと推測する。しかし、山の麓の岩盤と山の上の岩盤が同じ深さ付近で現れると考えると良いのかがわからない。また、全体的に見掛比抵抗値が小さい理由は、粘土層の影響または近くにある貯水池の影響も考えられ、SITE A と同様に考えると良いか現時点では判断できない。それらの点を解明するため、さらに詳細なデータを取る必要がある。

4. これからの課題

降雨の前後や季節の違いなどに注目して測定を重ね、本調査地で地下水脈の地点が特定できた場合はその当該地点のボーリング調査を実施したいと考えている。また、ボーリングの穴に溜まる地下水の水深の変化と降水量のデータから降雨が地下に浸透する様子を考察し、地質構造を推定する。

5. 謝辞

本研究は京都大学大学院工学研究科の後藤忠徳准教授、大阪教育大学教員養成課程の廣木義久教授のご協力の元に行っているものです。この場を借りてお礼申し上げます。

6. 参考文献

- 1) 井田徹治／日本地下水学会（2009）：『見えない巨大水脈地下水の科学』 講談社
- 2) 愛媛県（1997）：中央構造線断層帯（愛媛西北部）に関する調査 5. 比抵抗映像法電気探査、pp. 93-102
- 3) 後藤忠則（2009）：「地下の姿を追い求めて」水曜会誌巻：24 号：2 pp. 213-217
- 4) 後藤忠則（2013）：『地底の科学』地面の下はどうなっているのか？ ベレ出版

バンジーどんな感じー？

E組 15番 篠原俊哉 F組 04番 網谷俊輝 F組 14番 ○坂本大季

1. はじめに

バンジージャンプの最下点で、人にどんな力がどれくらいかかっているのだろうか。上向きに勢いよく上昇することからかなり大きい力がかかっていると想像できる。バンジージャンプを経験していないが、今まで習った物理の知識を使って解明し、データにより体感してみたいと思いこの実験を始めた。

2. 研究方法

実験 1 通常のばねにおいて、最下点でおもりにかかる力とおもりの質量との関係を求めた。

準備：ばねばかり、おもり(質量 10 g)、カメラ

研究方法：ばねばかりにおもりをつり、最下点でのばねばかりの瞬間の値を読み取る。

実験 2 ゴムが実験 1 のばねと同じと見なして良いか検証した。

準備：市販のゴム(芯：天然ゴム，編糸：レーヨン)，おもり 0.10 kg)，ものさし，たこ糸，カメラ

研究方法：写真や図のように， $X=0$ 地点より，おもりにゴムを結び，初速度を与えずに落下させる。その時の最下点での伸びを調べる。ゴムの自然長を 6.25, 12.5, 25cm と変えて同様に調べる。また，それぞれのゴムでおもりのつりあいの位置も測っておく。

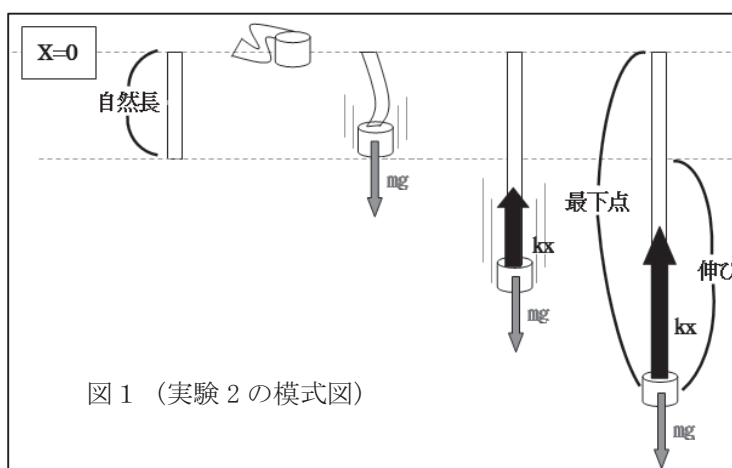
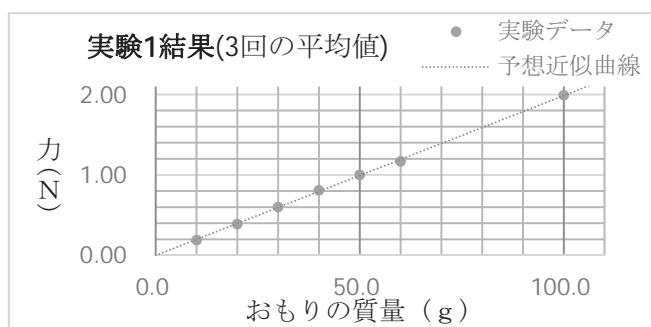


図 1 (実験 2 の模式図)

3. 結果



グラフ 1 おもりの質量と最下点でかかる力の関係

表 1 実験 2 の結果 自然長と伸びとの関係

自然長 (m)	質量 (kg)	原点から最下点までの距離 (m)	自然長からの伸び (m)	つり合いの位置での伸び (m)
0.0625	0.10	0.20	0.14	0.07
0.125	0.10	0.41	0.29	0.15
0.25	0.10	0.80	0.55	0.29

4. 考察

(1) ゴムはばねとみなせるか？

実験 2 の，つりあいの位置での伸びより，それぞれのゴムのばね定数を計算した(ゴムをばねと仮定し，フックの法則《即ち $F = kx$ 》より導いた)。その結果がグラフ 2，また表 2 のばね定数である。このと

おり、ゴムの自然長とばね定数は反比例の関係にあることがわかった。これは通常のばねにも当てはまるので、今回はゴムをばねとみなし、弾性力 kx が一定の力で生じると考えた。

(2) 実験 1 について

3. 結果のグラフのとおり、この力は最下点において、おもりの質量に比例している。

(3) 実験 2 について

最下点での弾性力と重力の合力を、 $kx - mg$ より求めた。その結果が表 2 である。上向きにかかる合力はゴムの自然長にかかわらずほぼ一定となることがわかった。(質量 0.10 kg のおもりにかかる力の合力《即ち $kx - mg$ 》の基準は、ゴム 25.0 cm の時に従い、 0.879 N とする。)

(4) 人間にあてはめて考える

実験 1・実験 2 より、最下点で上向きにかかる合力はゴムの自然長に関係なく、物体の質量に比例することがわかる。これを式でも考える。実験 1 より、弾性力 kx も質量に比例することがわかっているため、実験 2 のおもりの質量 (0.10 kg) を m 、ある物体の質量を nm (n は任意の実数) とすると

$$F = nkx - nmg = n(kx - mg) \quad \text{となる。仮に } 60$$

kg の人間がこの市販のゴムでバンジージャンプをしたなら、 $n = 600$ と (3) で求めた基準より $600 \times 0.879 = 527.4 \text{ N}$ がかかる。参考までに、人間が受けて耐える加速度は一般に $5 \sim 6 \text{ G}$ (G は重力加速度) といわれる。運動方程式《即ち $ma = F$ 》より 527.4 N を質量 60 kg で割ると約 0.897 G がでてくる。いつも僕達は下向きに 1 G という重力加速度を受けているが、この場合は上向きに約 0.897 G のみを受けている。日常生活と比べて相対的に考えるなら、上向きに約 1.897 G を受けていることとなる。

(5) 反省とこれからの課題

上記を考察後に、ゴムをばねと見なし力学的エネルギー保存の法則を用いて実験を検証したところ、理論的に伸びる位置まで下がっていないことがわかった。その要因として、ゴムを編んでいる糸の長さがゴムの最大の伸びより短いせいで (写真 1) ゴムが最後まで伸びなかったことが考えられる。またゴムの使用過多による劣化によりばね定数が変化した可能性があり、正しいデータが取れていないと思われる。今回の研究で正しい結果が得られなかったことは残念であるが、あらかじめ想定される事を考慮して実験道具を選ぶことや事前に理論値を計算しておき、それを考慮して考察することなど学ぶこともたくさんあった。この経験を次回からの研究に活かしていきたい。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたって、渡辺先生をはじめ、東浦先生、澄川先生、加藤先生、米山先生、ありがとうございました。

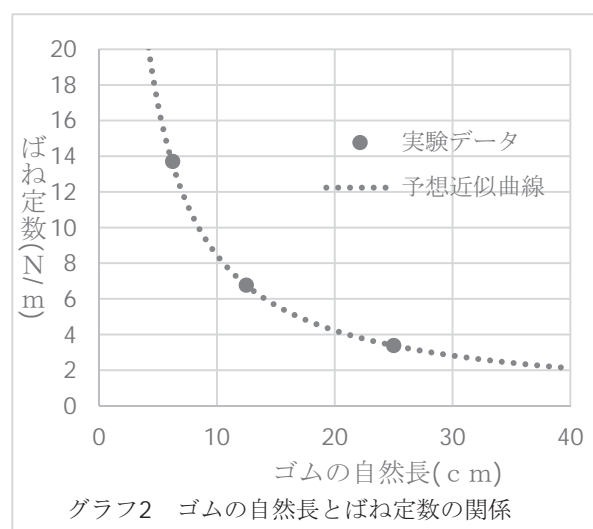


表 2 ゴムの自然長と最下点でかかる力の関係

自然長 (m)	ばね定数 (N/m)	最下点での弾性力 (N)	最下点での弾性力と重力との合力
0.0625	13.7	1.9	0.918
0.125	6.76	1.93	0.947
0.25	3.38	1.86	0.879

表 3 計測値と理論値の違い

自然長	伸び(計測値)	伸び(理論値)
0.0625	0.14	0.19
0.125	0.29	0.38
0.25	0.55	0.77

単位は m

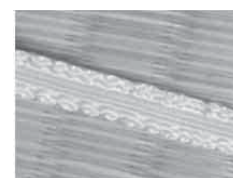


写真 1 使用したゴムの形状

ゲルマニウムラジオの可聴範囲

B組 4番 ○出原崇暁 C組 4番 大熊健太
C組 29番 中村康汰 C組 36番 松本悠希

1. はじめに

(1) 背景

1925年に初めて日本でラジオ放送が開始された。それ以来ラジオはテレビが出現するまで必要不可欠なものとなり、テレビの出現以降も日常で使用することも少なくない。初期のラジオは「鉱石ラジオ（ゲルマニウムラジオ、ゲルマラジオ）」と言って、イヤホンによってのみ聞くことができた。その後、今では一般的なものである「真空管ラジオ」が開発され、イヤホンではなく、スピーカーで聞くことができるようになり、大きな音量で聞けるようになった。そして21世紀に入ると、インターネットラジオや地上デジタルラジオが加わり、アナログラジオ放送とともに、ラジオの多様化が進んでいる。

(2) 目的

初期のラジオである「ゲルマニウムラジオ」は電池なしで使用することが可能である。ということで、電池を使わないラジオの性能はどれぐらいかを調べることにした。

(3) 仮説

- ・放送所により近いほうが聞こえやすい。
- ・アンテナが長いほうが聞こえやすい。
- ・曇りの時のほうが聞こえにくい。

2. 研究方法

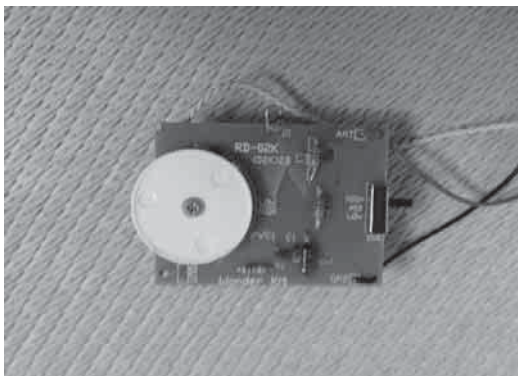
(1) 実験に用いたもの

一般に販売されているゲルマラジオ工作キット（ワンダーキット社製）で作成したゲルマニウムラジオ(写真1)

今回使用したゲルマラジオは、ゲルマニウムダイオードが入手困難であるため代わりにショットキーバリアダイオードを使用している。

(2) 実験方法

ラジオから出ている二つのコードをそれぞれ別の金属に接続し(これがアンテナの役割をする)(写真2)、その距離を0.5m, 1.0m, 1.5mの三段階に分け、ラジオ送信所からA地点、B地点の二つの地点において、どのように聞こえるかを記録する。



「写真1」



「写真2」

3. 結果

二つの放送所から受信した。

ABC ラジオ 周波数 1008kHz 出力 50kw

OBC ラジオ 周波数 1314kHz 出力 50kw

		0.5m	1.0m	1.5m
地点 A	9.0km (ABC ラジオ)	聞こえない	人の声と雑音	曲名がわかるくらいはっきり
地点 A	1.5km (OBC ラジオ)	聞こえない	聞こえない	聞こえない
地点 B	5.0km (OBC ラジオ)	聞こえない	雑音	雑音は混じるがはっきり

校内でも実験してみたが、山の中にあることや、放送所からかなりの距離があることより、聞き取ることはできなかった。さらに時間帯や天候の条件を変えて観測したが、特に変化は無かった。

4. 考察

結果からわかるように、仮説通りではなく、放送所から近いほうが聞こえやすいわけではなかった。だが、アンテナが長いほうが聞こえやすかった。わからなかったことは、距離が近いほうより、遠いほうの放送所からの電波を受信した。土地の形状などを調べたが、明らかな理由が証明出来なかった。今回使用したゲルマニウムラジオには、いろいろな周波数の中から、1つの電波だけを選ぶ同調回路と呼ばれるもののうち、周波数の低い電流を通しやすくするための「コイル」を取り付けずに、周波数の高い電流を通しやすくする「コンデンサー」のみを取り付けた。なので、もしかしたら、「コイル」をさらに取り付けることによって、今回多かった雑音を減らすことが可能になるかもしれない。

5. 感想と反省

この実験をふまえ、ラジオにより興味を示すようになりました。僕たちは実験をふまえた SSH の課題に取り組んできましたが、実験を開始するのが少し遅れてしまい、より詳細なデータを手に入れることができませんでした。観測場所をさらに増やせばもっと詳細なことがわかったと考えられます。

6. 参考文献

ゲルマラジオの試作工房 (crystal-set.com)

糸電話の糸の太さや材質の違いによる聞こえ方の変化

B組 15番[○]竹内彩純 D組 13番 高北弥也 E組 9番 神田侑卯子

1. はじめに

音は私たちにとって大事なコミュニケーションツールである。耳で聞く音は空気を媒質として伝わるが、気体だけでなく液体や固体の中でもよく伝わる。そこで、小さい頃、最も音を伝達しやすい媒質である固体(糸)を利用した糸電話を作って遊んだことを思い出し、糸の材質や太さの違いによってどのように聞こえ方や大きさが変わるのか興味を持ったので、実際に製作して調べてみることにした。

2. 研究方法

(1) 準備物

紙コップ(深さ 8cm, 口の直径 7cm), いろいろな糸(テグス, フェザナ, ステン線, 真ちゅう線, ポリウレタン), マイク, スピーカー, PC, スペクトラムアナライザー(WaveSpectra Ver. 1.51), 周波数発振器(発音(はつね))

(2) 実験方法

- ①それぞれの糸を 10m に切り, 線密度を調べる。
- ②それぞれの糸を紙コップに取り付け, 糸電話を作る。
- ③それぞれの糸電話に肉声を入れ, どのように聞こえるか, 耳で聞いて調べる。
- ④200Hz, 400Hz, 800Hz, 1200Hz, 1800Hz, 10000Hz の音波(正弦波)をスピーカーからそれぞれの糸電話に入れ(写真 1), 反対側の紙コップに取り付けたマイクで音を拾い, スペクトラムアナライザーに入力して各周波数の音波の音圧を調べる(写真 2)。
- ⑤スペクトラムアナライザーで得られたスペクトルを紙にプリントアウトし, 各周波数の音圧をグラフ上の長さに換えて測定した。そのとき, スピーカーからの直接音の影響を少なくするため, スピーカーからの直接音のみの場合の値を差し引いた。



写真 1



写真 2

3. 結果

[耳で聞いてみた結果]

テグス(0.17mm)…しっかり張るまで聞こえないが, 言葉は聞き取れる。

しかし, こもったような音。

テグス(0.29mm)…テグス(0.17mm)よりははっきり聞こえる。こもっていない。

テグス(0.47mm)…他のテグスより音が小さく聞こえた。

フェザナ(青)…他の素材よりも聞き取りやすい。緩めてもかすかに聞こえる。

フェザナ(黄)…どの糸よりも聞き取りやすい。緩めてもかすかに聞こえる。

ステン線…エコーがかかり聞き取りにくい。音は大きめ。緩めても大きく聞こえる。

真ちゅう線…ステン線より小さめのエコーがかかる。緩めてもかすかに聞こえる。

ポリウレタン(0.5mm)…聞き取りにくい。

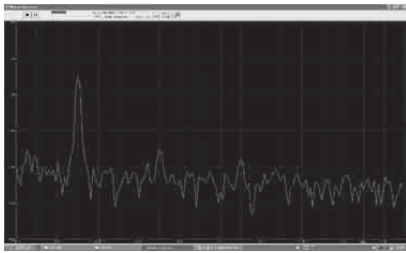
ポリウレタン(0.8mm)…聞き取りにくい。

[音圧測定の結果]

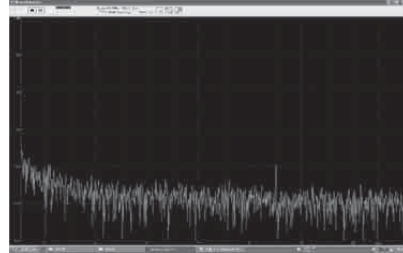
(単位: cm)

糸の種類	線密度	200Hz	400Hz	800Hz	1200Hz	1800Hz	10000Hz
テグス(0.17mm)	0.23g/m	3.3	4.5	2.4	0.9	0.6	0.6
テグス(0.29mm)	0.089g/m	3.3	3.6	2.6	0.8	0.8	0.7
テグス(0.47mm)	0.027g/m	2.8	3.0	3.5	2.2	0.9	0.6
フェザナ(青)	0.077g/m	3.3	4.8	3.5	2.1	2.4	0.8
フェザナ(黄)	0.018g/m	2.1	5.3	3.0	1.6	2.1	0.7
ステン線	0.629g/m	3.4	3.3	4.5	1.3	1.4	0.7
真ちゅう線	0.696g/m	3.4	3.3	4.5	3.1	1.4	0.2
ポリウレタン(0.5)	0.25g/m	0	-0.1	-0.6	0.3	0.6	—
ポリウレタン(0.8)	0.133g/m	0.15	0.7	-0.5	-1.1	-0.1	—

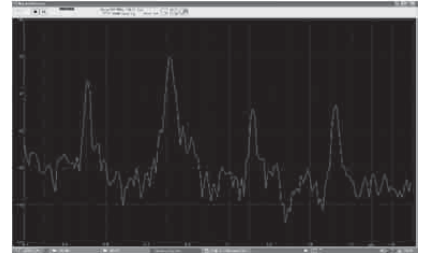
[スペクトラムアナライザの画面の様子]



ステン線 400Hz

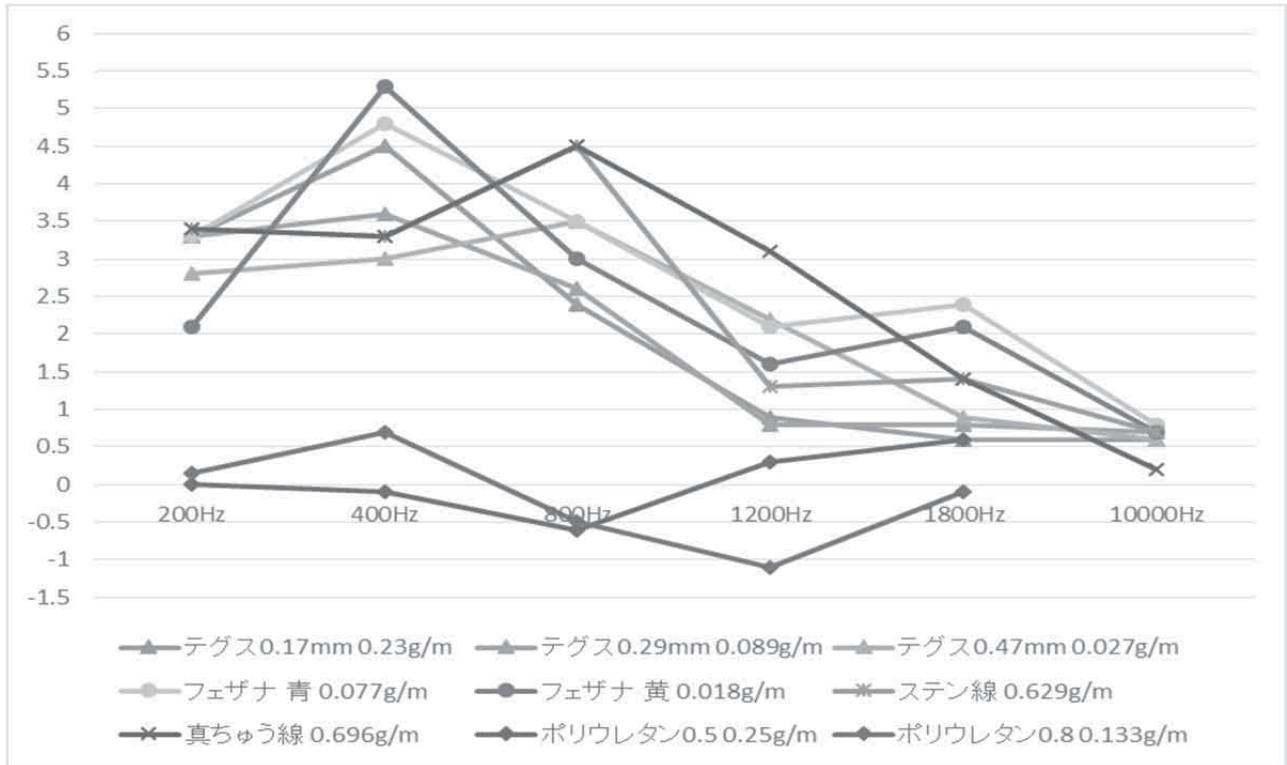


フェザナ(青) 10000Hz



テグス(0.29mm) 400Hz

[左表をグラフに表したもの]



4. まとめ

以上の結果より、次のようなことが推察される。

- ・ポリウレタンは周波数や太さに影響されることはほとんどなく、受信音圧はかなり小さい。
→伸縮しやすい材質のため、音(振動)が途中で大きく減衰してしまうためだと思われる。
- ・テグスは細いほど受信音圧が大きい。
→細いほうが単位長さ当たりの質量が小さく振動しやすいためだと思われる。
- ・フェザナは400Hzを除いて、太いほど受信音圧が大きい。
→線密度よりも材質による違いが大きく影響するためだと思われる。
- ・ポリウレタン以外では、周波数が大きいほど、受信音圧が小さくなる。
→高い周波数の音の方が減衰しやすいという性質があるのではないだろうか。
これらより、糸の線密度や材質の違いは音の伝わり方に明らかな違いをもたらすことがわかったと同時に、材質のちがいによって伝わりやすい音域があることもわかった。糸電話としての用途で言うと、用いる糸がフェザナや真ちゅう線の場合が最も大きく音が伝わり、糸電話としては効果的であることがわかった。逆に、伸縮しやすいポリウレタンの糸では糸電話としては十分機能しないこともわかった。

5. 参考文献

高木堅志郎・植松恒夫(2014)：物理，啓林館，pp155－163
 住まいと音を考える (http://www.toli.co.jp/m_library/m_library6_2_1.html)

クインケ管の製作と音の干渉

B組 11 番 川口蒼野 B組 27 番[○]林さくら
B組 29 番 彦坂実来 C組 12 番 河口温子

1. はじめに

私たちは、授業で音の干渉について学んだが、具体的にどのような現象なのか興味を持った。そこで、実際にクインケ管を製作し、音の干渉の確認と音波の波長の測定を通して、教室における音速を求めてみることにした。

2. 研究方法

(1) 準備するもの

塩化ビニル製の水道管(長さ 25cm-内径 20mm のものを 4 本, 長さ 25cm-内径 13mm のものを 4 本, 長さ 10cm-内径 13mm のものを 2 本), 三口継ぎ手(2 個), L型継ぎ手(4 個), ものさし, セロハンテープ, コンピュータ, スペクトラムアナライザー(WaveSpectra Ver. 1.51), 周波数発振器(発音(はつね)), イヤホン, マイク, 温度計

(2) 製作と実験

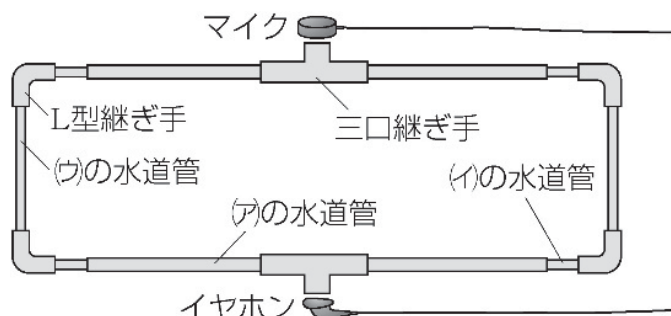


図 1



写真 1

- ① 図 1 のような装置(クインケ管)を作り, 一方の管口部にイヤホンを, 他方の管口部にマイクをそれぞれ取りつける。
- ② イヤホンの端子をコンピュータ(周波数発振器)に接続し, 500~3000Hz 程度の音波(正弦波)を発生させる。
- ③ マイクの端子をコンピュータ(スペクトラムアナライザー)に接続し, クインケ管への入力音波に対する出力音波の大きさ(音圧)を観測できるようにする。
- ④ 固定していない方の水道管をゆっくりと出し入れし, 該当周波数の音波の音圧変化を観察する。
- ⑤ ④で水道管が抜ける直前まで, 音圧が最小(極小)となる位置を順次測定する。
- ⑥ ⑤の測定を数回繰り返し, 平均を求める。
- ⑦ 音圧が最大(極大)となる位置についても同様に測定する。
- ⑧ それぞれの場合で, 位置の差を求める。
- ⑨ 室温を測定する。
- ⑩ 干渉条件から得られた波長と振動数から音速を求め, 音速と気温との関係式から得られる値と比較する。

3. 結果

[スペクトラムアナライザーの画面の様子]

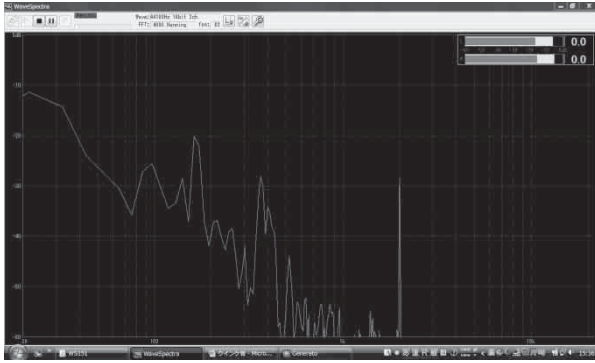


図2 1200Hz 最小になったとき

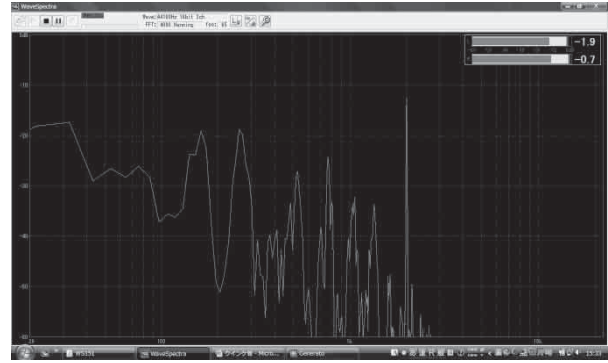


図3 1200Hz 最大になったとき

[音圧が最小・最大になる位置]

(単位:cm)

	実験1回目				実験2回目				差の平均	
	1回目最小	1回目最大	2回目最小	2回目最大	1回目最小	1回目最大	2回目最小	2回目最大	最小	最大
800Hz	5.1	-	14.2	-	5.1	-	14.5	-	9.25	-
1200Hz	4.1	7.1	10.8	12.8	4.6	6.8	10.6	-	6.35	5.7
1600Hz	3.4	5.6	13.5	15.9	3.3	5.4	13.5	15.8	10.15	10.35
2000Hz	6.6	9.6	15.3	18.2	6.6	9.5	15.4	18.3	8.75	8.7

音が1回目に最大・最小になってから次に最大・最小になるのはクインケ管を半波長だけ引き出したときである。よって実験で求めた差の平均を2倍した値が波長 λ である。

この値を、公式： $V=f \times \lambda$ (V :音速, f :振動数(周波数))に適用し、音速を求めると次の結果が得られた。

[干渉条件から得られた音速]

(単位:m/s)

	800	1200	1600	2000
V(音圧最小となるときを用いた場合)	148	152.4	324.8	350
V(音圧最大となるときを用いた場合)	-	136.8	331.2	348

一方、音速と気温の関係式： $V=331.45+0.6t$ (t :室温[$^{\circ}\text{C}$])に、実験時の室温 26.5°C を適用して、音速は $V=331.45+0.6 \times 26.5=347.35 \div 347\text{m/s}$ を得る。

4. まとめ

音速と気温の関係式で得られた数値と実験で得られた数値とを比較してみると、1600Hzと2000Hzの場合は誤差が20以下であり、大体一致しているが、800Hzと1200Hzの場合については200ほども差が生じ、現実的ではない結果となった。これは主に、PCの画面から音圧の極小および極大のタイミングを見つけるのは意外と難しく、それに伴う読み取りの曖昧さによるものと思われるが、クインケ管を引き出していく際のがたつきから生じる経路差の理論値からのずれなども影響したのではないかとと思われる。

予備知識が少なかったことと予定していた実験回数より少なくなってしまったことは反省すべきだが、実際に音波の干渉を体感できたこと、一部を除き妥当な音速が得られたことから、意義深い実験ができたと思う。

5. 参考文献

高木堅志郎・植松恒夫(2014):物理,啓林館,pp163-164

紙飛行機がよく飛ぶ条件

B組1番 青木 結実香 B組2番 赤羽 開 B組3番[○]生畷 甚之介
B組14番 瀬木 はるか B組38番 山口 真奈 C組14番 楠原健太

1. はじめに

なぜ鉄の塊が空を飛ぶことができるのか興味を持った。そこで、キットの紙飛行機を用いて、その条件をいろいろに変えて、飛び方がどのように変化するのか、また、どの場合が最もよく飛ぶのか、実際に調べてみることにした。

2. 研究方法

(1) 使用した物

- ・紙飛行機3種類 (キット),
- ・自作の発射装置(ゴム, ものさし, スタンド, 分度器), 巻尺, クリップ(1.8g)

(2) 実験方法

紙飛行機を3機(写真1)および発射装置(写真2)を製作し、その3機に対して、「ゴムの引きの強さ」、「上半角」、「射出角度」、「重心の位置」の4つの条件に変更を加え、それぞれ3回ずつ飛ばし、飛行距離を計測し、その平均値を求める。ただし、重心の位置を変える実験では、本来の重心の位置の前後にクリップ(1.8g)を取り付けて、その位置を変えることにする。

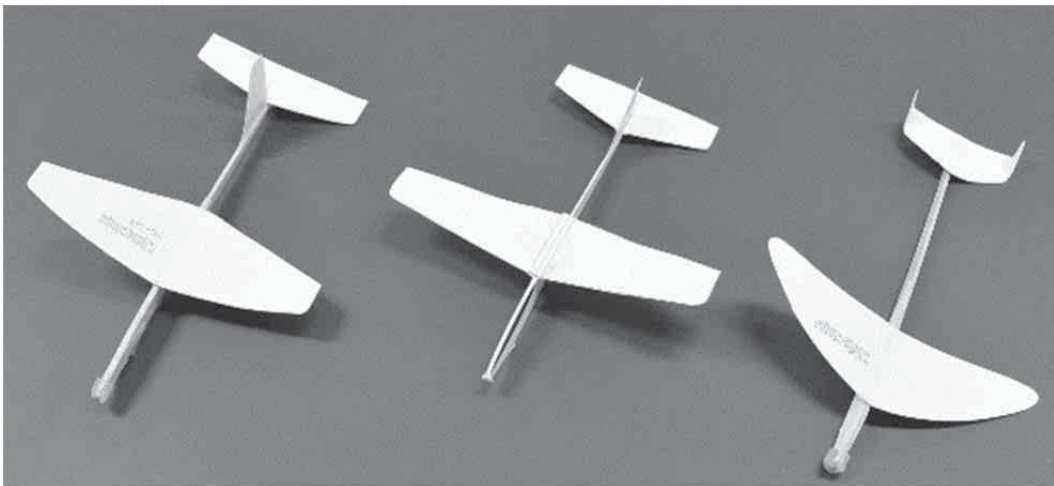


写真1 使用した紙飛行機(右から順にA型, B型, C型と名付ける)

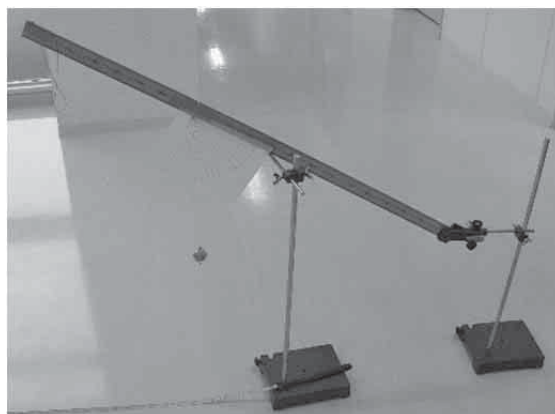


写真2 発射装置

3. 結果

それぞれ3回の測定値の平均を表にまとめた。

射出角度と飛行距離の関係				重心移動の位置と飛行距離の関係			
	飛行距離(m)				飛行距離(m)		
射出角度(°)	A型	B型	備考		A型	B型	備考
10	3.2	3.6	共通条件	2cm前	3.1	3.1	共通条件
20	4.4	3.6	ゴムの引き 10cm	4cm前	3.2	3.2	ゴムの引き 10cm
30	3.8	3	上反角 15°	2cm後	2.6	2.6	射角 30°
40	3.1	2.1		4cm後	2.9	2.1	上反角 15°
45	2.9	1.5					
50	2.4	1.4					

表 1

表 2

射出する時の強さと飛行距離の関係				上反角と飛行距離の関係			
	飛行距離(m)	備考			飛行距離(m)		
ゴムの引き10cm	2.5	共通条件	C型を使用	上反角	A型	B型	備考
ゴムの引き15cm	4.3	射角 30°		0°	3	2.4	共通条件
ゴムの引き20cm	5.6	上反角 15°		下に15°	3.2	2.6	ゴムの引き 10cm
				上に15°	4.3	2.6	射角 30°

表 3

表 4

4. まとめと考察

(1) 表 1

10° ~ 30° のとき、揚力を受け風に乗ったような飛行をするが、40° ~ 50° では風に対する迎え角が大きくなり失速してしまう。飛び方としては、一旦上がり、そのまま落ちるような感じである。飛行機が飛ぶには揚力が必要だが、揚力を発生させると同時に抗力が発生するからだと考えられる。これは旅客機でも同様で、何もせず機首を上げすぎると失速するため、機首を上げるときには、エンジンの出力も同時に上げる必要があることがわかる。

(2) 表 2

おもりを後ろにつけると重心が後退し、射出したときに機首が上がり、揚力よりも大きな抗力を受けた為、飛距離が伸びなかったと考えられる。

(3) 表 3

この場合、射角と上半角の条件が共通であるため、引きの強さと飛距離の関係が見て取れる。表3からわかるように、引きの強さが強ければ強いほど、つまり初速度が大きければ大きいほど、飛距離が長くなる。これは、射角と上半角が同じため揚力と抗力の大きさが一致し、異なるのは運動エネルギーのみで、これは初速度が影響しているからだと考えられる。

(4) 表 4

上半角と下半角をつけることにより、0° の時に比べ飛距離が伸びたと考えられる。

今回の実験より、上半角を適度につけ、揚力を強く受けられる 20° ~ 30° で、大きな初速度を与えて射出するほど、紙飛行機をより遠くへ飛ばせることがわかった。揚力や抗力を実際に測定し、力学的な解析ができるような工夫をすることが今後の課題である。

5. 引用文献

小林昭夫：紙飛行機で知る飛行の原理，講談社

ペットボトルロケットの作製と飛行距離実験

B組 6番 奥野剛基 B組 13番 島野幸典
B組 17番 田島由一郎 B組 28番 原隆太
B組 36番 村上拓矢 D組 16番 〇谷川泰亮

1. はじめに

(1) 背景

みなさんは、ペットボトルロケットという物をご存じだろうか。ペットボトルロケットとは、炭酸飲料などが入っていたペットボトルを主な材料とし、水を入れたペットボトルに空気を入れ、圧力を高めた後、一気に解放することにより、水と空気の反作用の力を利用して飛行するロケットの模型の事を言う。火薬などの危険な物質を使用する事なく、水と空気という手軽な材料のみで実験を行うことができ、作用・反作用の力学的な学習を行うことができるため、安全かつ面白い教材として人気が高い。

最近では、ペットボトルロケットの製作キットや、発射装置などが発売されたりしているため、小学生の自由研究の題材にされたり、競技が各地で開催されることもある。手軽そうに見えるが、ロケットは高速で飛行するため、丁寧に製作しなければ、空気抵抗などの関係により真っ直ぐ飛ばないことがある。また、風向きや入れる水の量、空気を入れるためにポンプを押す回数などにより飛行距離が変化するため、奥深い題材だと言える。

(2) 目的

上で述べた通り、ペットボトルロケットは手軽に実験できる割に奥が深い上、班のメンバー全員で楽しむ事ができる。またメンバー全員が物理を選択しているということもあり、自分たちの力で作ったロケットで飛行距離の限界に挑戦したいと思い、これを実験目的とした。

2. 研究方法

(1)材料

- ・500mL のペットボトル(炭酸用) 1本
- ・ワンタッチ式のホースのアダプター
- ・ビニールテープ
- ・フットポンプ
- ・ポリエチレントップ ※ポリエチレントップとウイングについては、製作キットを
- ・ウイング 購入し、その中の部品を利用した。

(2)場所

奈良学園の大グラウンド

(3)研究方法

発射角度を45度に、フットポンプを踏む回数を15回に固定し、入れる水の量を変化させる事で飛行距離がどのように変化するかを計測した。

それぞれの水量で三回ずつ飛ばし、飛行距離の平均をとった。

3. 結果

水量(mL)	100	200	250	300
割合	1/5	2/5	1/2	3/5
距離(m)	39.2	72.2	71.9	59.2



4. まとめ(考察)

結果の通り、200mL 入れた時が飛距離の平均値が最も高かった。次いで半分の 250mL, 300mL, 100mL という順であった。よって、ペットボトルの 40~50%を水が占めている状態が最も飛距離を出せ、それより多すぎても少なすぎても飛距離は伸びなかった。ペットボトルロケットはポンプによって空気を圧縮し、そのエネルギーによって水が勢いよく噴出する時の力で飛ぶため、水が少なすぎると、飛行中にすぐに水がなくなってしまい、推進力を得られないため、飛距離が伸びなかったと考えた。逆に、水が多すぎると、圧縮できる空気が少なく、エネルギーが十分に蓄えられなかった事でペットボトル内の水を噴出する力が弱くなってしまい、飛距離が伸びなかったと考えた。また、水を 300mL 以上入れた場合には、ポンプを 15 回押し切ることができなかつたため、測定不能となった。

今回の実験では、70m も飛ぶとは全く予想していなかった。なぜ予想をはるかに上回る結果となったのかを考察した。そして、その原因は、ウイングにあるという結論になった。この実験では、市販の製作キットの中の部品を利用した。そのウイングを見てみると、風車の羽のように少し折れ曲がった構造をしていた。これによって、風の抵抗を受ける際にロケットが回転しながら飛ぶという仕組みになっていた。この回転により機体が安定し、飛距離の向上へとつながったのだと思う。

5. 反省

今回の実験では、水の量を変化させた実験しか行うことができなかった。1. はじめに(1)で記述した通り、風向きやポンプを押し回数など、比較の対象はまだ残されていたが、飛距離を短く予想し過ぎていたこともあり、ホテル広場で飛ばしていたところ機体を森に紛失してしまい製作段階に時間をかけ過ぎてしまった。また学校の部活動が大グラウンドを使用するため、休日に実験を進める事が難しかった、などの理由により、より詳細な実験を行うことができなかった点が悔やまれる。

また、初めころはウイングを、牛乳パックを材料に自作していたが、精密さを欠いていたためロケットが真っ直ぐ飛ばず、キットに頼らざるを得ない結果になってしまった。ペットボトルロケットが本当に繊細な物だと身をもって実感することができた。

6. 謝辞

今回の課題研究を進めるにあたり、担当をしてくださった渡辺先生、サッカーの試合の時に大グラウンドを使用させて下さった山口先生ほか、奈良学園の先生方のご協力にお礼を申し上げます。

7. キーワード

【科学工作】力学 超飛距離ペットボトルロケットキット

無菌培養の試み

C組 20番 庄司実優 C組 33番 堀内菜月 C組 34番 本田祥恵
C組 35番 牧口実咲 C組 38番 ○山口久美子

1.はじめに

学校で生物を学んでいるうちに、組織培養に興味を持った。調べていくうちに無菌操作が必要なことが分かったが学校にはクリーンベンチがない。そこでニンジンの組織培養を利用し、ニンジンにアルコールなどを浸み込ませ滅菌しどこまで無菌にできるか挑戦してみた。

2.研究方法

今回は試験管 6本, ビーカー6つ, ニンジンはエタノールで滅菌したもの, 漂白剤で滅菌したもの, 何も滅菌をしていないもの 2本(2つ)ずつ, を使い実験してみた。これは入れる際にかかる時間に違いを出すため, ニンジンはどちらの溶液が滅菌に効果的であるか, を調べるためである。

これからの記述や図ではビーカーを使用したときのものを記載する。

(1)培地の構成に使用したもの

カンテン 10g, スクロース 30g, オーキシシ 2.5ppm, サイトカイニン 2.5ppm, ムラシグ・スクーグ培地用混合塩類 (MS培地)

(2)培地作成

1L ビーカーにオーキシシ 10ppm 溶液 250ml とサイトカイニン 10ppm 溶液 250ml を入れる。そこへスクロース 30g とMS培地の粉末を 500ml の水に溶かしたものを入れ, 1Lにする。出来上がった溶液を 50ml ずつ培地用のビーカーへ分けてカンテンを 0.5g ずつ入れ, ビーカーの口に二重にしたアルミ箔をかける。そしてアルミ箔をかけたビーカーをオートクレーブに入れ, 115°C20 分で滅菌をする (図 1)。滅菌が終わったらビーカーを取り出しアルミ箔を取らずに中身を混ぜカンテンが全体にいきわたるようにする。約 1 日涼しい場所に置きカンテンが固まるのを待つ。

(3)ニンジンの滅菌・植え付け

まず使用する机や自分の手などを消毒する。そして 70%エタノール, 漂白剤をそれぞれ小さなビーカーに適量入れニンジン を 5 分間それぞれの溶液に浸し滅菌する。浸したニンジンを取るためのピンセットは加熱滅菌しアルミ箔のふたを外したあとは素早くニンジン を植え付けふたを閉める。この時, 雑菌混入を防ぐためにカンテン培地に手が触れないようにする (図 2)。



図 1



図 2

3.結果

試験管	何もしていない		70%エタノール		漂白剤	
	2日でカビ発生	2日でカビ発生	5日でカビ発生	5日でカビ発生	3日でカビ発生	5日でカビ発生
ビーカー	3日でカビ発生	3日でカビ発生(図3)	変化なし	変化なし(図4)	15日でカビ発生	30日でカビ発生(図5)

表 1

表 1 より試験管を使用した場合,試験管の口が狭いため入れにくく時間がかかった。しかしビーカーを使用した場合ではアルミ箔はとりにくかったが,カンテンに到達する時間が短かったため雑菌が入りにくかったと思われる。これは70%エタノールでニンジンを滅菌した場合からも読み取ることができる。滅菌するために使った溶液については,ビーカーを使用した70%エタノールの場合と漂白剤の場合を比較すると漂白剤は滅菌する力が低いことが読み取れる。



図 3

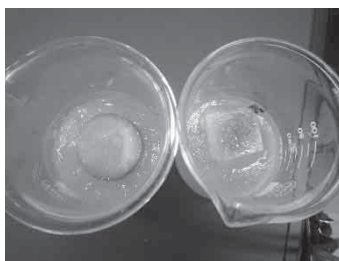


図 4



図 5

4.まとめ(考察)

滅菌するのに一番効果的なのはエタノールであると予想し今回の実験を行った。その結果,表 1 から何もしなかったもの,漂白剤は数日でカビが発生したのに対し,エタノールはカビが発生しなかった。エタノールの性質から殺菌効力はあるが漂白効果がないこと。漂白剤の性質から殺菌効力はないが漂白効果はあることがわかった。よって漂白剤を使用した場合カビは白くなるだけである。実際,図 5 をみるとカビは白色であることがわかる。よって,エタノールは滅菌に効果的であるとわかった。しかし,本来,ビーカー内が無菌にすることができると,カルスという分化していない状態の植物細胞の塊ができる。にも関わらずできなかった理由として,エタノールは植物のカルスをつくる働きをなくしてしまう可能性があるのかもしれない。わたしたちは今回の研究からビーカーを無菌にすることには成功できたので,組織培養にいたるまでに近いと思われる。

5.参考文献

ハッピーライフ☆お役立ち情報 <http://happy-life-info.com/789.html>

ニンジンの組織培養

http://keirinkan.com/kori/kori_biology/kori_biology_2/contents/bi-2/t-bu/07.htm

6.キーワード

組織培養, 無菌, 滅菌, カンテン培地

奈良学園学校林に自生する希少ラン科植物に関する研究

B組 26 番 服部けやき C組 7 番 加道大介
C組 8 番 ○蕪木史弦 E組 33 番 渡辺真史

1. はじめに

(1) 背景

奈良学園は校地面積 13ha の約半分を、元は地域の里山であった学校林が占めている。その林内には人の手が入った里山環境はもちろんのこと、人の手が入っていない暗い藪環境や校地に流入する 3 本の沢、学校創設時に築いた里池など、陸上・陸水の両生態系が揃っている。また 2007 年度から続けられてきた里地里山整備の結果、この学校林には奈良県レッドデータリスト記載種だけでも 25 種の動植物が回帰・増殖し、生息している。私達は、それらの動植物の中でもラン科の植物が多種にわたり回帰・増殖していることに注目した。これらのラン科の植物には、美しい花を咲かせる種類も多く、その美しさにも魅せられて、本研究を始めた。

(2) 目的

本研究では学校林で確認された 7 種のランのうち、近畿初記録種であるエンシュウムヨウラン 4) と県絶滅寸前種であるサギソウ 2) の 2 種を対象とした。前者は寄生昆虫の被害が大きく、個体数などの基礎データが不足していたため、生息地も含めた広範囲にわたる調査により、今後のより安定した環境の創生、個体数の増加に役立てることを本研究の目的とした。

2. 研究・調査方法

(1) エンシュウムヨウラン

総株数を 9 名、結実数を 4 名で測定した。また、寄生被害の対策法として実験区域を設け、ポリ袋やペットボトル等を用いた複数種のシェルター (写真 1) を地上部に花茎が伸びている個体に設置した。

(2) サギソウ

総花数と結実数を測定した。また、送粉者を特定するため、訪花昆虫の調査を行うと同時に、蜜の生産時間帯を特定するため距の先端に溜まる蜜の量 (距の下端～蜜の上端の長さ / 距の長さ) を外から光で透かして測定した。



写真 1

3. 結果

(1) エンシュウムヨウラン

エンシュウムヨウランは校内 2 ヶ所に群落があり、その総株数は 114、最も大きい群落での株数は 98 であった。しかし、多くの株がハモグリバエの 1 種 (写真 2) による花茎への寄生などの影響を受けたため、結実が見られた株数はわずか 2 株 (2.0%) であった。実験区域でも結実しなかった。



写真 2

(2) サギソウ

サギソウの群落は1ヶ所で、面積は約25.5 m²、総花数は731、結実数は520であった。訪花昆虫の調査では、送粉者が訪花している様子を動画と静止画で撮影することに成功した(写真3)。さらに、蜜の量は夕刻(18:00)では3.5 mm/40 mm \div 0.09だったのに比べ、翌朝(8:00)には4.5 mm/40 mm \div 0.11になっていた。



写真3

4. 考察

エンシュウムヨウランの実験では、寄生される時期をもっと考慮し、シェルターを決定する必要があった。寄生バエも観察例が少なく、データとしては信頼性の低い結果であり、来年は今年の結果を反省材料として、観察・実験計画を立てる必要がある。また、来年も同じ場所から花茎を伸ばすかどうかを調べ、シェルターの素材や形状を改良してその効果を確認すると共に、寄生者の特定を進めていきたい。

本校のサギソウの訪花昆虫調査では、一般に送粉者とされているスズメガやアザミウマ⁵⁾はほとんど観察されなかったが、セセリチョウ科のチャバネセセリが送粉者であることを発見し、⁶⁾に記載した。しかし、スズメガやアザミウマなど、他の昆虫が送粉者である可能性もあり、来年は観察時間帯を拡げて調べていきたい。

蜜の量の測定では、夕方より翌朝の方が蜜量が増加していることから、夜間に生産していると考えられるため、私達はサギソウが日中に活動する昆虫を送粉者を選んでいると仮説を立てた。来年は測定花数を増やし測定間隔を短くして、本種が具体的にどの時間帯にどのような送粉者をターゲットにしているかについて調べていきたい。

5. 謝辞

本研究を進めるにあたり、神戸大学理学研究科の末次健司博士、大阪教育大学理科教育講座の岡崎純子博士には、多くの助言、ご指導を頂きました。また、澄川先生、SSH系生徒ほか、奈良学園高校の多くの先生、生徒のご協力にお礼を申し上げます。

6. 引用文献

- 1) Kazuko Ota, 2000~2003, Conservation and Restoration of Plant Community in Mire-Culture of *Habenaria radiata* in the Mire of Gifu Women's University- (I) ~ (IV), 岐阜女子大学紀要第29巻~第32巻.
- 2) 奈良県レッドデータブック策定委員会(編), 2008, 大切にしたい奈良県の野生動植物: 奈良県レッドデータブック植物昆虫類編, 奈良県農林部森林保全課, 奈良.
- 3) 橋本保・神田淳, 1981, 原色野生ラン, 家の光協会.
- 4) 福永裕一・末次健司・長谷川匡弘・澤進一郎, 2015, エンシュウムヨウラン(ラン科)を近畿に記録する, 分類 15:191-194.
- 5) 遊川知久他, 2015, 日本のランハンドブック(1) 低地・低山編, 文一総合出版.
- 6) Yuna Ikeuchi, Kenji Suetsugu and Huyuhiko Sumikawa, 2015, Diurnal Skipper *Pelopidas mathias* (Lepidoptera: Hesperiiidae) Pollinates *Habenaria radiata* (Orchidaceae). Entomological News 125(1):7-11.

7. キーワード

ラン, エンシュウムヨウラン, サギソウ, チャバネセセリ, 送粉者, 寄生

植物の成長に対する糖の吸収の影響

C組 17番 小嶋莉加子 C組 27番 仲川貴将 D組 15番 高橋遼太郎
D組 18番 辻楽夢 D組 21番 寺井仁美 E組 31番 森川敦司

1. 背景・目的

去年の先輩たちが行った、マリーゴールドに糖を与え、開花を観察する実験に興味を持った。先輩たちの実験では大半のマリーゴールドの花は咲かなかったが、濃度 20% のスクロース水溶液を暗所で与えた場合のみ、葉がしおれながらも、水を与えた場合より大きく開花したという結果が出ていた。では、スクロース水溶液の濃度を変えていけば、葉も元気なまま花が大きく開花する濃度がわかるのではないかと考え、今回の実験を行った。

2. 研究方法

2015年7月23日、蕾のついたマリーゴールドの苗を30本購入し、蕾の成長段階による違いを考慮するために蕾を大、中、小の三種類により分け、一つの苗から蕾が一つだけになるように蕾を切り落とし、大、中、小の蕾がついた苗をそれぞれ10本ずつ作った後、茎で切断し、水道水および16%、18%、19%、20%のスクロース水溶液を入れた容器に入れ、それらを明所と暗所に置いて成長の経過を観察した。蒸散を抑制するために実験は20℃に設定した恒温室で行い、水槽に入れた15本はP:14W V:125V 赤:青=165:60のLED照明を21cmの距離からあてて明るくし(照度1300lux)、別の水槽に入れた残りの15本はダンボールでおおって暗くした。7月31日には、満開になった一部のマリーゴールドを撤収し、水1mlを加えて花卉をすり潰し、糖度計を用いて糖度を調べた。

3. 結果

表1 葉と花の観察結果

月日	7月27日(5日目)	28日(6日目)	29日(7日目)	30日(8日目)	31日(9日目)	8月1日(10日目)	2日(11日目)	3日(12日目)	4日(13日目)	5日(14日目)	
明所	20% 葉	枯れかけ(中、小)	赤色に変色(小)	枯れかけ(大)	枯れた(大)	枯れた(中、小)					
	20% 花	満開(大) 5分咲き(中)	満開(中) 蕾増加(小)	蕾一つに(小)		撤収(大、糖7.5、中)				小蕾のまま(小)	
	19% 葉	枯れかけ(大、小)		枯れかけ(中)		枯れた(大)	枯れた(小)				
	19% 花	5分咲き(大) 蕾枯れかけ(小)	8分咲き(大) 3分咲き(中)	5分咲き(中)	満開(大、中)	撤収(大、中) 枯れた(小)					
	18% 葉			枯れかけ(中)	枯れかけ(大)	枯れた(中)	枯れた(小)				
	18% 花	3分咲き(大)	5分咲き(大) 3分咲き(中)	8分咲き(大)	3分咲き(小) 満開(大、中)	撤収(大、中)	8分咲き(小)		虫・撤収(小)		
	16% 葉		枯れかけ(中)	枯れた(大)		枯れた(中、小)					
	16% 花	3分咲き(大、中、小)	5分咲き(大、小) 虫(小)	満開(大、小)	5分咲き(中)	撤収(大、糖7.0、小)	8分咲き(中)		虫・撤収(中)		
	0% 葉					不定根発生(大、中、小)		虫(大)	緑・撤収(中、小)	緑のまま(大)	
	0% 花	新蕾1個発生(大)		3分咲き(中、小)	5分咲き(中、小)		8分咲き(中)	新蕾1分咲き(大) 満開(中、小)	撤収(中、小)	旧蕾枯れ(大)	
	暗所	20% 葉				緑・撤収(大) 枯れかけ(小)			枯れかけ(中)	枯れた(中、小)	
		20% 花		3分咲き(大)	8分咲き(大) 蕾増加(中) 3分咲き(中)	満開(大) 5分咲き(中) 3分咲き(小)	撤収(大、糖8.2)	8分咲き(中、小)	満開(中)	撤収(中) 満開(小)	撤収(小)
19% 葉				枯れかけ(大)		枯れかけ(小)		枯れた(大)	枯れた(小)	枯れかけ(中)	
19% 花		蕾増加(大、中)				1分咲き(小)				蕾(中) 1分咲き(中、小)	
18% 葉			枯れかけ(小)			緑・撤収(大)	枯れかけ(中)				
18% 花		8分咲き(大) 蕾増加(中)	満開(大)			撤収(大、糖9.4)				蕾(中) 蕾枯れ(小) 枯れた(中)	
16% 葉				枯れかけ(小)		緑・撤収(大)	枯れかけ(中)		枯れた(小)	枯れた(中)	
16% 花		8分咲き(大) 3分咲き(中)	満開(大) 5分咲き(中) 虫(小)		8分咲き(中)	虫再発(小) 撤収(大、糖9.0)	蕾枯れ(小)			8分咲きのまま しおれた(中)	
0% 葉		一部黄化(大)			枯れかけ(中)	枯れかけ(小)	枯れた(中、小)		枯れかけ(大)	枯れた(大)	
0% 花		2分咲き(大)	蕾黒ずむ(小)		枯れかけ(中)	3分咲き(大) 枯れた(中、小)				3分咲きのまま 枯れた(大)	

葉と花の観察結果は表1のようになった。この表では、葉や花に大きな変化が見られた場合だけを表記している(撤収時と14日目を除く)。実験中に虫を発見した場合を「虫」で、実験初日の蕾の大きさを()内の大中小で表している。「糖」の右側の数字は測定した糖度である。また、後日プラン

ターに栽培されているマリーゴールドの花の糖度を同じ方法で測定すると 6.0 であった。

4. 考察

表 2 は、今年の実験のうち、花が咲いた明所 0% (中、小)、明所 16% (大、小)、明所 20% (大、中)、暗所 0% (咲かなかった大、中、小)、暗所 16% (大)、暗所 20% (大、中、小) の結果を、昨年の結果と比較した

表 2 昨年度と今年度の比較

ものである。(昨年の濃度 15% は、今年の濃度 16% と比較している。)

温度を 20℃ に設定したため、昨年と違い、明所では

スクロース濃度		0%	15%(16%)	20%	
明所	昨年	葉	緑色	6日目に枯れた	2日目に枯れた
		花	大きく開花	咲かなかった	咲かなかった
	今年	葉	緑色	7~9日目に枯れた	8~9日目に枯れた
		花	12日目に満開	7日目に満開	5~6日目に満開
暗所	昨年	葉	緑色	6日目に枯れた	6日目に枯れた
		花	開花	開花	大きく開花
	今年	葉	10~14日目に枯れた	緑のまま9日目に撤収	緑のまま9日目に撤収 又は、13日目に枯れた
		花	咲かなかった	6日目に満開	8~13日目に満開

満開となる個体が多く、咲くまでの時間は、水を与えた個体よりも明らかに早かった。葉が枯れるまでの日数も長くなったが、9日目にはすべて枯れた。

暗所では、予想に大きく反して水を与えたものは3個体とも開花しなかった。スクロースを与えて満開となった個体も見られたが、その数は少なく、咲き始めて成長を止める蕾や、蕾が増えたままの状態成長が停止するケースが多くみられた。この場合、蕾1つに供給される糖が不足した可能性が考えられる。葉が枯れるまでの日数はかなり長くなったが、13日目で元気な葉は見られなかった。

花卉に甘味があったことや、測定した糖度から、与えたスクロースが花卉の細胞に蓄積されるという昨年の結果が再確認された。糖度を比較すると、与えたスクロース濃度による違いはなく、明所よりも暗所で与えるほうが、花卉の糖度が高くなる傾向が認められた。また、スクロースを与えることにより葉が枯れる傾向も昨年と同じであり、与えたスクロースは葉肉細胞の細胞質には移動できないことが再確認された。

今回、「葉が枯れずに花が大きく咲く濃度」は発見できなかったが、気温が低い場合には高濃度のスクロースを与えるほうが早く開花することがわかった。しかし、与えたスクロース濃度による花卉の大きさには差がなく、今後は温度設定や照度、蕾のステージなどを変えて実験する必要がある。

また、水を与えたすべてのマリーゴールドの茎からは不定根がたくさん出ていたが、糖を与えたものには全く見られなかった。これについてもさらに研究の余地があると考えられる。

5. 謝辞

本研究にあたり、城内先生や加藤先生に助言、ご指導を頂きました。ご協力にお礼を申し上げます。

6. 引用文献

松倉千昭、山口淳二 植物の篩管輸送と糖転流—スクローストランスポーターはどのように発現し機能するか—
公益社団法人 日本農芸化学会 化学と生物 Vol. 37 (1999) No. 10 P 639-642

https://www.jstage.jst.go.jp/article/kagakutoseibutsu1962/37/10/37_10_634/_pdf

市村 一雄 切り花における収穫後の生理機構に関する研究の現状と展望

花き研報 Bull. Natl. Inst. Flor. Sci. 10 : 11 ~ 53, 2010

https://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/naro-se/NIFS10-02.pdf

水の中にできる藻の元はどこからやってくるか

B組 7 番 尾崎尚憲 B組 10 番 ○金沢透 B組 40 番 米田寿樹

C組 3 番 上田崇晃 C組 16 番 幸田隆平

1. はじめに

僕たちは生活の中でよくバケツの中の水が緑色に染まっているのを見かけます。その水を調べてみるとたくさんの藻類がいます。藻は生活の中でよく見かけるためどんな場所でも生えていそうですが、藻の元がどこからくるのかは定かではありません。そこで、僕たちは藻ができる条件と藻がどこから来るのかについて具体的に調べることにしました。

2. 実験方法

(1) 一回目の実験

田んぼの水をビーカーに入れて、ハイポネックスを混ぜフタをして数日間放置し、藻が出てくるかどうかを見る。(ハイポネックスは、藻を発生しやすくするために入れており、以下の実験すべてにおいて水に対して 1000 分の 1 の割合で混ぜています)

(2) 2 回目の実験

殺菌をしたくみおきの水にハイポネックスを混ぜ、フタのあるペットボトル（これと同じ物を①とする）5本・フタの部分を切り開いたペットボトル5本・試験管 10 本に入れる。試験管には顕微鏡の視野に映る微生物の数が 1-10 匹 10-100 匹 100-1000 匹 1000-10000 匹のレベルで分けた量の違う藻を入れておく。そして、ペットボトルの方は藻が発生しているかどうか、試験管の方は藻が成長しているかどうかを確認する。

(3) 3 回目の実験

2 回目の実験で使ったくみおきの水にハイポネックスを混ぜたものを 6 個のビーカーにいれて、2 個には雨水を入れ、残りの 2 個には掃除機の先に濾紙をつけ集めたほこりを入れて、フタをして数日間放置し、藻が発生しているかどうかを確認する。また、対照実験として二回目の実験の時の①と同様の物を二つ用意した。初日、写真 1 のようにビーカーを置き放置した。

3. 結果

(1) 一回目の実験 2015/7/3～2015/7/10

田んぼの水を入れたビーカーに藻が湧いた。

(2) 二回目の実験 2015/9/15～2015/9/28

(2015/9/28) 13 日間放置したところフタをしなかった方(写真 2 左)に藻が発生していた。それから二つのビーカー内の底の方の水をスポイトで採取しそれぞれ顕微鏡を用いて観察した。フタをした方のビーカーは何も発見できなかった(写真 3 右)がフタをしなかった方のビーカーには植物プランクトンを

多く見ることが出来た(写真3左)。これらの藻を調べると、緑藻類のテトラスポラ ラクストリスやエ
レラボルンハイミエンシスなどが確認できた(写真4)。

(3) 三回目の実験 2015/10/6~2015/10/22

ホコリを入れた方、雨水を入れた方共に藻は確認できなかった。(写真5:左は雨水,右にはホコリを
入れた物)また①にも藻は確認できなかった。



写真1

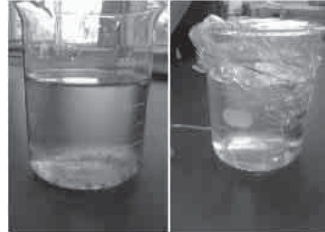


写真2

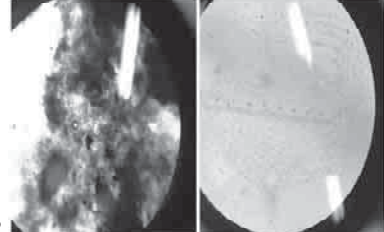


写真3



写真4



写真5

4. 考察

一回目の実験から田んぼの水(つまり,元々藻が少量生えているもの)を放置しておくで、藻が増える
ことが確認できた。二回目の実験からビニールをかぶせておいた方は藻が確認できなかったが、ビニール
をかぶせなかった方は藻が確認できたので、ビーカー外から藻の元となる少量の植物プランクトンが
入り、藻が確認できたと考えられる。そして端的に述べると三回目の実験は失敗である。原因は複数考
えられる。一つ目は時期が生育条件に適さなかったことが考えられる、つまり温度や湿度などが適さな
かった可能性がある。次に密閉されているため酸素の量が足りなかった可能性もある。また、二回目の
実験(13日間)と三回目の実験で集めたホコリの量(2時間)はホコリの量に大きな差があったのかもしれ
ない。雨の場合も同様のことが考えられる。よって次の実験では条件のよい時期にホコリや雨水を入れ
る実験を考える必要があるかもしれない。

5. 謝辞

本論文を作成するにあたり,担当の竹之内先生から,丁寧かつ熱心なご指導を賜りました。この場を借
りてお礼を申し上げます。

6. 参考文献

やさしい日本の淡水プランクトン 改訂版(2008):監修 滋賀県琵琶湖環境科学研究センター 一瀬 諭
若林徹哉

プラナリアの生理的塩類溶液に含まれる物質による再生速度への影響

D組3番 岡琴音 D組4番 ○奥茉莉香 D組6番 倉田綾乃
D組11番 高木彩世 D組30番 藤原佳奈 D組34番 山本華音

1. はじめに

プラナリア(Planaria)とは、扁形動物門ウズムシ綱ウズムシ目ウズムシ亜目に属する動物の総称である。有性生殖も出来るのだが、水質などの環境悪化に伴い自分で分裂を行う無性生殖もする。また、全身に幹細胞をもつことで著しい再生能力をもち、人為的に体を切断してもその断片が再生し、元の状態に戻ることで有名である。プラナリアは、主に水のきれいな河川に棲んでおり、環境の変化に弱いとされている。

私たちは、プラナリアの生理的塩類溶液を使用するとその再生速度が上がることを文献で知り、生理的塩類溶液のどの物質がプラナリアの再生速度に影響しているのかを調べるため、この研究を行った。

2. 研究方法

プラナリアの切断実験を行うにあたって、自己融解の可能性があるので、実験開始日(9月31日)の1週間以上前からプラナリアを絶食させた。



図1



図2

また、全てのプラナリアを横断して、1個体から2つの断片を作った。その断片を6個体分12断片ずつ(注1)、全6種類の溶液(注2)に入れ、実験を開始した日(図1)から対照群が分裂終了(ここでは、再生芽が全て消えることをさす)する日(図2)までを再生に要する期間とし、観察した。

(注1)実験前に、私たちが実験用に育てていたプラナリアが大量死してしまったため、学校で育てているプラナリアを頂いた。よって、それぞれの液体につき、12個体のうち8個体は私たちが育てていたプラナリアで、他の4個体は学校で育てているプラナリアであった。従って、それぞれ違う環境で育った個体であるので、実験結果は別々にとった。以下、前者を検体A、後者を検体Bとする。

(注2)右の表1は文献に載っていたプラナリアの生理的塩類溶液の溶質の種類及び量である。

そして、使用した溶液は以下の6種類である。

「対照群」→生理的塩類溶液(表1参照)

①→NaCl, CaCl₂, NaHCO₃を含む溶液(生理的塩類溶液からKClを除いたもの)

②→KCl, CaCl₂, NaHCO₃を含む溶液(生理的塩類溶液からNaClを除いたもの)

③→KCl, NaCl, NaHCO₃を含む溶液(生理的塩類溶液からCaCl₂を除いたもの)

④→KCl, NaCl, CaCl₂を含む溶液(生理的塩類溶液からNaHCO₃を除いたもの)

⑤→実験前に検体を育てていた溶液(学校内にある沢の水)

KCl	$6.4 \times 10^{-4} \text{M}$
NaCl	$6.6 \times 10^{-5} \text{M}$
CaCl ₂	$7.7 \times 10^{-4} \text{M}$
NaHCO ₃	$1.7 \times 10^{-4} \text{M}$

表1

3. 結果及び考察

実験の結果、切ってから分裂終了までの期間は以下ようになった。

断片数	対照群	①	②	③	④	⑤
1	15	14	11	25	15	17
2	17	17	18	25	17	17
3	18	17	18	25	17	17
4	20	17	22	27	17	17
5	20	22	22	28	18	17
6	20	25	死	33	20	20
7	21	死	死	33	20	20
8	33	死	死	死	28	死

表 2 (単位：日)

断片数	対照群	①	②	③	④	⑤
1	15	9	9	9	死	死
2	15	9	17	9	死	死
3	死	15	18	9	死	死
4	死	死	25	17	死	死

表 3

(単位：日)

	対照群	①	②	③	④	⑤
検体 A	20.5	18.7	18.2	28.0	19.0	17.9
検体 B	15.0	11.0	17.3	11.0	死滅	死滅

表 4 (単位：日)

検体 A の結果は表 2、検体 B の結果は表 3 のようになった。そして、それぞれの平均値を求めたものが表 4 である。

まず、検体 A の結果よりプラナリアの再生に要する時間に関する各種金属イオンの影響を t 検定により統計処理を行った結果、CaCl₂ が欠乏した状態において有意にプラナリアの再生する期間が延長されることが確認された。すなわち、カルシウムイオンはプラナリアの再生を促進させる可能性が示唆された。また、CaCl₂ 以外の溶質においては、有意差がなかった。しかしながら、検体数がそれぞれ 8 例と少ないこともあり今後さらに検体数を増やし検討する必要があると考える。

次に、検体 A よりも検体 B の方がすべて早く再生したという結果については、実験前の時点で既に検体 A よりも検体 B の方が栄養状態がよく、元気な個体であったことから、実験前の生育状況の違いによる影響だと考えた。

また、私たちの実験とは直接関係ないのだが、実験の最中に、検体 A の「沢の水」の 4 個体と検体 B の③以外の個体が、再生完了した個体も再生途中の個体も全て死滅するという事象が起こった。この事象については、理由は不明である。

今度実験をする際は、検体をより増やし、より正確にこの結果を証明したいと思う。

4. 謝辞

本研究を進めるにあたり、澄川先生、加藤先生には多くの助言をいただきました。また、多くの奈良学園の先生方に協力していただきました。ありがとうございました。

学校林における帰化植物の侵入状況

D組2番 馬本大暉 D組12番 高木聡太 D組14番 ○高野将彰
D組24番 長塚樹 D組26番 西直也 D組27番 橋本海斗 D組35番 米田昂生

1. はじめに

(1) 背景

本校は奈良県矢田丘陵の南東部に位置し、約13haもの校地面積を持っている。また、もとは地域の里山であった「学校林」や、校地に流入する3本の沢、学校創立時に築いた「里池」と、校内に陸上・陸水生態系の環境要素が揃った学校である。

本校では、8年前から学校林の里山整備と生物多様性保全活動を始めた。その結果、長い間放置されて荒廃していた学校林には、多くの道が通され、人が出入りすることが可能になった。他にも「北の沢」最上流部のように、大規模にギャップ更新した地域もある。

(2) 目的

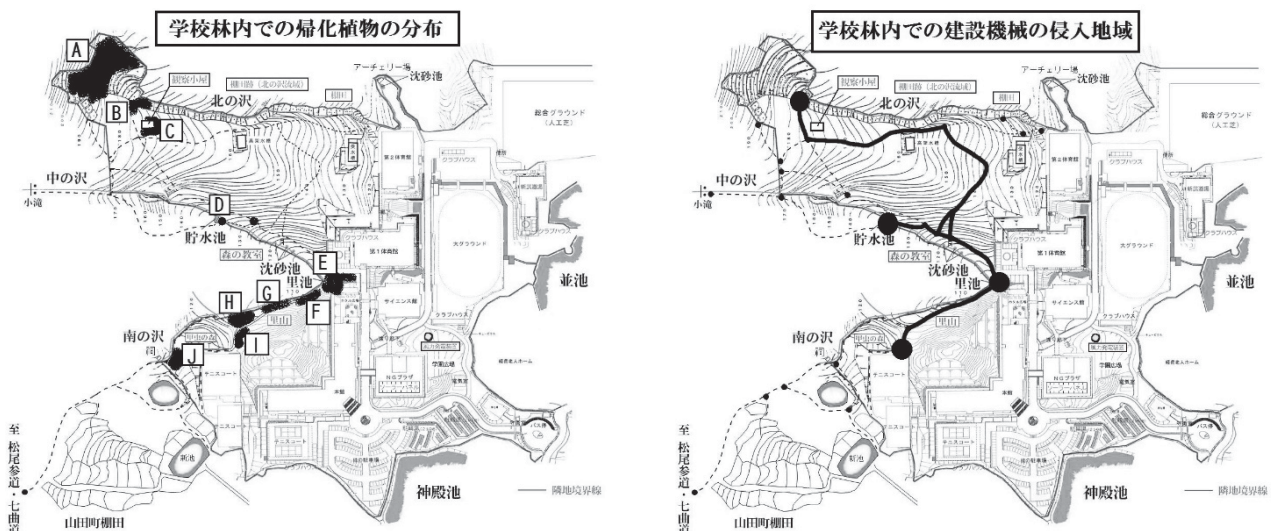
8年程前まで人が立ち入ることが殆どなかったため、帰化植物は生息していないと考えられていた学校林内にも帰化植物が侵入しているということが2013年に報告された(ひつつきむしについて、高野, 2013)。そこで今回は、付着動物散布する植物だけでなく、帰化植物全体に調査対象を広げて、学校林内への帰化植物の侵入状況を明らかにし、侵入原因を考察すること、さらにこの成果を今後の帰化植物防除の環境保全活動に生かすことを目的とする。

2. 方法

学校林内の道沿いを歩き、逐一図鑑で帰化植物か否かを同定する、という方法で帰化植物の分布を調査した。また学校林内を調査する際には、学校林への帰化植物の種子を持ち込まないようにするため、土壌を洗い落とした長靴を着用した。同時に被服に付着している種子や果実も払い落とした。調査中に発見した帰化植物は随時抜根して取り除いた。

3. 結果

下図は調査結果を地図にまとめたものである。左は学校林内の帰化植物の分布で、右は環境整備のためにトラックや油圧ショベル・ベルトコンベアー等の重機を持ち込む際に建設機械の通過した経路を図にしたものである(図中の●は建設機械が主に活動した地域である)。



学校林における帰化植物の侵入状況調査結果	
地図点	植物種名
A	オオアレチノギク, ヒメムカシヨモギ, ベニバナボロギク, アメリカセンダングサ, コセンダングサ, セイタカアワダチソウ, ヨウシュヤマゴボウ
B	ベニバナボロギク, アメリカセンダングサ, コセンダングサ, セイタカアワダチソウ
C	セイタカアワダチソウ, アレチヌスビトハギ
D	ブタナ, ハリエンジュ
E	アメリカセンダングサ, コセンダングサ, セイタカアワダチソウ, アレチヌスビトハギ, ハルジオン
F	セイタカアワダチソウ, ハリエンジュ
G	セイタカアワダチソウ, アレチヌスビトハギ, ハルジオン
H	セイタカアワダチソウ, コセンダングサ, アレチヌスビトハギ
I	アレチヌスビトハギ
J	オオアレチノギク, ハリエンジュ

今回の調査により確認された帰化植物は[☆]オオアレチノギク、ヒメムカシヨモギ、ベニバナボロギク、[○]アメリカセンダングサ、コセンダングサ、ブタナ、[☆]ハルジオン、[○][☆]セイタカアワダチソウ、[○]アレチヌスビトハギ、[○][☆]ハリエンジュ、ヨウシュヤマゴボウの3科11種であり、そのうち生態系被害防止外来種[○]は4種、日本の侵略的外来種ワースト100[☆]に指定されている種も4種であった。

4. 考察

A, B, C 地点は2012年に大規模に伐木・除草された場所であり、山の奥に位置しているが最も明るい場所となっている。更に切り拓かれた後に、ため池を作るために油圧ショベルが活動している。

E, F, G, H, I 地点はテニスコート周辺での工事のために学校林外の土壌を搭載したトラックが「甲虫の森」の入り口で横転しており、その際に多量の土壌が流出した。また「里池」周辺は、学校林への入り口に位置するため頻繁にトラックも出入りしている。

J 地点ではハリエンジュが多く確認された。しかし、この地域より東側に分布せず西側に多く分布していること、古い祠が残っており人の往来があったと考えられる等から、ハリエンジュは学校の南西側から侵入したと考えられる。

以上より、本校の場合、学校林内への帰化植物の侵入には主に多量の土を伴う重機が深く関わっていると考えられる。帰化植物防除の観点からすれば、里山整備活動では建設機械の利用を必要最低限にとどめ、学校林内では最短ルートを通る等、行動範囲を狭める努力を続けることが必要である。

今後は機会があれば、学校林内で活動する前に建設機械のキャタピラ等に付着している土を採取し、帰化植物の果実・種子がどのくらい含まれているのか、またその発芽率はどのくらいなのか等についても調べ、研究を進めたい。

5. 謝辞

研究の継続を表明してくれた科学部生物班、ご指導いただいた澄川先生とはなさきゆり様に感謝します。

6. 参考文献

- 1) 清水矩宏他(2001年): 日本帰化植物写真図鑑
- 2) 植村修二他(2010年): 日本帰化植物写真図鑑 第2巻
- 3) 環境省 自然環境局 外来生物法 生態系被害防止外来種リスト
- 4) 環境省 自然環境局 外来生物法 要注意外来生物リスト: 植物(一覧)

ツルグレン装置による土壌生物採集の考察

B組 19番 丹下貴裕 B組 24番 長沼涼 D組 9番 ○爾見聡

1. はじめに

奈良学園の山の豊かな生態系から、里山にはどのような土壌生物がいるかに興味を持ち、土壌生物の採集方法のひとつであるツルグレン装置に興味を持った。そこでここでは、ツルグレン装置による土壌生物の採集はどのような条件によって効率的に採集できるかを調べた。

2. 実験方法

- ① まず、学校の里山の木陰の土の表面の同じ場所を採集する。
- ② 次に、ツルグレン装置を2台(市販と自作のもの)用意し、採取した土を装置にかける。このとき実験に2つのツルグレン装置を使う理由としては、自作のツルグレン装置でも同様の結果が得られるかを検証するためである。実験の時の条件は以下のとおりである。
 - ・装置から落ちてきた生物は80%のエタノール水溶液で受けた。
 - ・熱を加える場合には温度が土の表面が約30℃となるようにした。
 - ・ツルグレン装置に土をかける時間は24~26時間で、暗室中で行った。
 - ・電球は土の真上から土の表面での光の強さが一定(120Lx)になる高さにセットした。
 - ・熱だけ、光だけの実験の際はそれぞれカイロ、LEDを使用した。
- ③ エタノール溶液中に落ちた全ての虫の数と種類(トビムシ、ダニ、クモ、アリ、ミミズ、その他)を数え、記録を行った。

1 (市販)	熱	光	トビムシ	ダニ	クモ	アリ	ミミズ	その他
白熱球	○	○	26	4	3	2	4	1
カイロ	○	×	1	1	0	0	0	1
LED	×	○	3	6	0	0	0	0
2 (自作)	熱	光	トビムシ	ダニ	クモ	アリ	ミミズ	その他
白熱球	○	○	28	26	2	2	2	0
カイロ	○	×	0	0	0	1	0	0
LED	×	○	4	0	0	0	0	0

表 1



市販のツルグレン装置



自作のツルグレン装置

3. 結果

結果は表1の通りである。熱、光の両方を使って採集を行った実験でのみ多くの土壤生物を採集することができた。熱だけ、光だけの実験ではほとんど採集することができなかった。また、採集できた土壤生物の種類の中で個体数が多かったものは、ダニとトビムシであった。ただし、自作ツルグレン装置、白熱球の実験では、同じ条件の市販ツルグレン装置より極めて多いダニの個体数が確認された。

4. 考察

この結果から、光、熱の両方の条件が揃えば、自作、市販のどちらのものであっても効率良く土壤生物が採集できると思われる。また、しかし、白熱球とLEDの電球の光の色の違いが採集効率に影響している可能性もあり、今回はツルグレン装置での効率的な採集に必要な条件を特定することは出来なかった。今回の実験に加え、LEDとカイロを同時に使用する実験を行わなかったことが反省点である。また、市販ツルグレン、自作ツルグレン装置での白熱球の実験において採集されたダニの個体数に大きな差があったことについての原因は不明である。

5. 謝辞

本実験を行うにあたり、竹之内先生、加藤先生など多くの先生方のご協力にお礼申し上げます。

6. 参考文献

ツルグレン装置で土壤生物を観察しよう www.space-park.jp/learning/t-kit/02/data_a1.pdf

サイエンス館中庭にはなぜ苔が生えるのか

C組 13番 ○河田晴加 C組 18番 後藤光
C組 37番 藪田恵 D組 17番 谷口晴日


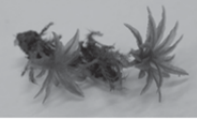
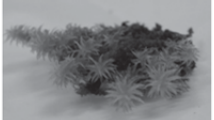
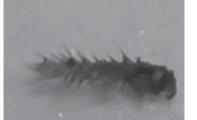
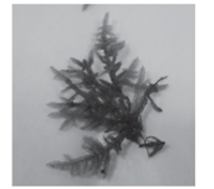

1. はじめに

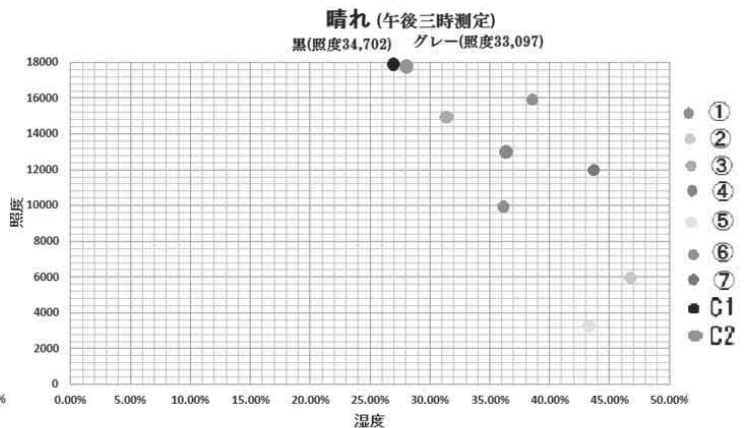
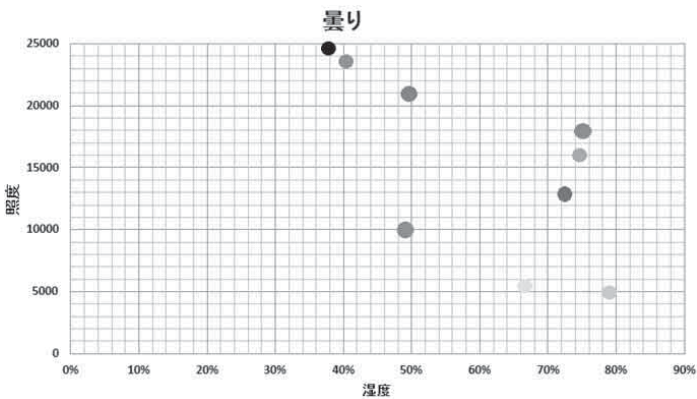
近年、女性の間でポタニカル・ブームというものが来ている。その一環で多肉植物や水草、さらには苔にも注目が置かれるようになった。私達も苔の魅力に惹かれ、苔について詳しく知りたいと思った。そこで、私達は奈良学園校内の苔に注目した。校内のサイエンス館にある中庭は、はじめ本館として作られた建物の中にあり、アメリカハナミズキが3本植えられており、その周りは苔におおわれている。その苔について調べてみることにした。

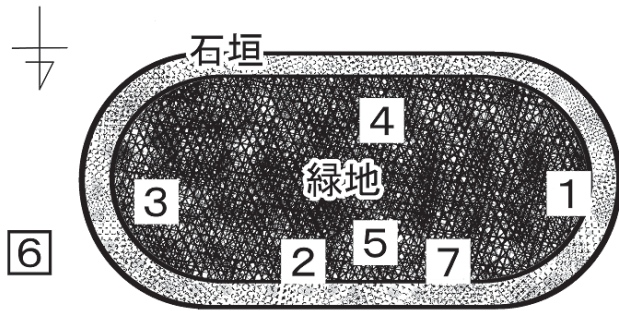
2. 研究方法

苔の種類が多様で環境が安定している奈良学園のサイエンス館の中庭に湿度計を七か所設置し、その場所の照度を測定した。そしてその七か所の 20 cm四方から苔を採取し、様々な本やインターネットのサイトを参考にして苔の種類を同定した。観察期間を10月7日～10月22日の晴れた日とした。

3. 結果

写真	和名	学名	写真	和名	学名
	コバノエゾシノブゴケ	<i>Thuidium recognitum</i> var. <i>delicatulum</i>		ハチチレゴケ	<i>Ptychomitrium dentatum</i> Mitt.
	スナゴケ	<i>Racomitrium canescens</i>		ハマキゴケ	<i>Hyophila propagulifera</i> Broth
	ハイゴケ	<i>Hypnum plumaeforme</i> Wilson		ホンバオキナゴケ	<i>Leucobryum juniperoideum</i> (Brid.) Mull.Hal.





生息していた苔

- ①,⑦ハイゴケとシノブゴケ ②ハイゴケとホソバオキナゴケ ③ハイゴケとスナゴケ④ハイゴケ
⑤ハイゴケとハチヂレゴケ ⑥ハマキゴケ

また、対照として、C1:運動場, C2:ホテル広場でデータを取った。

ハイゴケは今回の観察では⑥を除く全ての場所に生育していた。一方、ハマキゴケは今回の観察の中で唯一のコンクリートである⑥のみに生育してい

た。ホソバオキナゴケとハチヂレゴケは雑草の陰になっていた②と⑤で認められた。またスナゴケは今回の観察で最も乾燥していた③で認められた。シノブゴケは今回①と⑦で認められた。

4.考察

我々はサイエンス館中庭が壁で囲まれているので、湿度が高く照度が低いために苔が繁殖している、さらに苔の種類も一種類だけだと考えて今回の調査を実施した。その結果、前者は晴れでも曇りでも苔は生えておらず、遮蔽物の少ないC1C2よりサイエンス館中庭は照度が低く、湿度は場所によって差はあるものの、湿度が保たれていることがわかった。また、それ以下の乾燥した環境においては苔が生育できない、もしくは生育出来ても他の植物が優占してしまい、ほとんど見られなくなってしまうのではないかと考えた。次に後者について調査してみると苔は6種類以上あった。これについては一見同じ条件のように見えるサイエンス館中庭はアメリカハナミズキやヌスビトハギが生息していることによって、さまざまな環境が形成されるため、苔の種類が多様化するのではないかと考えた。

5.まとめ

サイエンス館は、四方を建物で囲まれているので植物の種子が運ばれてくることはほとんどない。仮に種子が風によって運ばれてくることがあったとしても、陽性の植物が優占しない程度には暗く、陰性の植物が多少生育できる程度である。そのため、植物がほとんど繁茂しない、むきだしの薄明るい地面ができる。その結果苔が優占できる環境が作られているのではないかと私たちは考えた。また、このサイエンス館の中庭は人の出入りがほとんどなく、踏まれることがないことも生育に適しているのではないかと考えた。

6.参考文献

- 中村俊彦, 古木達郎, 原田浩:「野外観察ハンドブック 校庭のコケ」全国農村教育協会(2009/11)
岩月善之助, 伊沢正名:「新装版山溪フィールドブックス⑧ しだ・こけ」株式会社 山と溪谷社(2006/10)
井上浩:「こけ -その特徴と見分け方-」図鑑の北隆館 昭和50年10月
種類別コケのクローズアップ <http://www.mossplan.co.jp/gallery/closeup/index.html> (2015/7/22 閲覧)
広島大学自然史博物館 <http://www.digital-museum.hiroshima-u.ac.jp/~main/index.php/> (2015/7/22 閲覧)
MOSS・PLAN 苔図鑑 <http://mossplan.co.jp/zukan/index.html> (2015/9/29 閲覧)
植物生態研究室(波田研) HP <http://had0.big.ous.ac.jp/index.html> (2015/11/03 閲覧)
三河の野草 <http://mikawanoyasou.org/index.htm> (2015/11/03 閲覧)
岡山理科大学のコケ研究室 <http://www.ous.ac.jp/garden/kokenoheya/kokenoheya.htm> (2015/11/03 閲覧)

発酵について

C組 1 番 井田将太郎 C組 11 番 河合泰輝 C組 28 番 ○中畠俊介

1. はじめに

私たちが研究のテーマを決定するにあたり、身近なものにしようと考え発酵になりました。発酵と聞くと、私たちの日常生活の中で思いつくものといえば漬物、お酒、納豆、チーズなど身近に感じるものが多いです。しかし身近に感じるからといって特に「発酵」について何も思い浮かばなかったのでテーマをこれにしよう決めました。

2. 仮説

漬けている期間を長くすればするほど味やにおいがしみこみ、酸っぱく漬物らしい味になり、いいにおいがすると予想した。

3. 研究方法

3種類の食材（白菜、昆布、キュウリ）を5種類の発酵素材（ぬか、ヤクルト、カルピス、味噌、塩麴）に3～7日間漬けて実際に食べて味を確かめたり、食材がどのように変化するか、などを確認した。ぬかのみ毎日朝晩1回ぬかをほぐす作業を行い、それ以外の素材は放置することにした。仮説で述べた予想のもとに、実験に取り組んだ。

4. 結果

(1) 見た目の変化

私たちが一番驚かせたことは昆布をぬかから取り出すと昆布は水分を非常にふくんでおり、約2倍ほどに膨らんでいたことだ。しかし液体であるヤクルト、カルピス、塩麴に漬けておいた昆布などに見た目の変化は確認できなかった。白菜においてはどの発酵素材に漬けても変化はなかった。きゅうりは少ししなびたような感じで元の大きさの半分ほどになっているきゅうりもあった。

(2) 味の変化

私たちが発酵について初心者という点もあり食べることができるような味にならなかったものもあった。その中でも一番どの食材に対してもおいしくできた素材は味噌だった。しっかりと味噌の味と風味が残っており食材とのコンビネーションも抜群だった。味噌以外は味が薄かったり、匂いがきつかったり、素材と食材との組み合わせが悪かったこともあり周囲からは低評価だったり、口にしてくれない人もいた。以下の表は味についてまとめたものである。

	白菜	昆布	きゅうり
ぬか	普通のぬか漬け	水っぽい	普通のぬか漬け
味噌	普通のおいしい味噌漬け	味噌が強い	味噌味が強いがおいしい
塩麴	塩辛いけど食べれる	強い塩味	塩辛いけど食べれる
カルピス	まずい	カルピスと昆布のブレンド	甘すぎてまずい
ヤクルト	とてもまずい	ヤクルトと昆布のブレンド	とてもまずい
ヨーグルト	まずい	ほぼ昆布	ヤクルトよりまずい

(3) 漬けておく期間

どの食材も素材もほとんど味と匂いは変わらず3日で十分だということが判明した。野菜は腐ると思ったので昆布のみ1か月という長い期間ぬかのみにつけて観察した結果、見た目では昆布は今までと同様に膨張しており、昆布に得体のしれない白いヌメヌメしたものが付着していた。においのほとんどはぬかのおいとなり昆布の風味はなくなっていた。味はほとんどなく、昆布のうまみがぬかに吸い込まれたのだろうと予想した。食感は3日漬けた昆布と同様に柔らかかったが昆布とは思えないほど柔らかく、味にもおいも食感もない昆布になってしまった。

5. 考察

3日～7日どの期間においても味、におい、見た目にこれといった変化は見られなかった。いろいろ調べたところぬか漬けなどのベストな期間は3日か4日でこの期間以上漬けても何も変化がないことが判明した。

これらのことから発酵素材から塩分が野菜にしみこみ、栄養分と水分が外に出ていき、その栄養分を素材の中にいる乳酸菌が食べて繁殖し乳酸の量が増えることにより野菜が酸っぱくなったことがわかったが、昆布の場合水分がもともとなかったからなのか、逆に水分を吸収して膨張した上に栄養分ではなくうまみを放出してしまい発酵素材のほうにうまみが移ったことが考えられる。

6. 反省・感想

反省点としてはぬかを腐らせてしまったり、なぜきゅうりをぬかに漬けると膨張したのが判明できなかった。この現象を明らかにすることが今後の課題となる。

感想としてはぬかを作ったり漬物を作ったり、日頃体験できないような経験をできたので良い実験をしたと思う。

7. 謝辞

お世話になった祖母、新川先生、北野先生、研究方法や論文を手伝っていただきありがとうございました。

文化的水景観を生み出す命—大和郡山の金魚

C組2番 伊藤優吾 C組7番 加藤瑞基
C組10番 ○柄池大輔 C組30番 早崎瑞樹

1. はじめに

奈良県大和郡山市は、金魚養殖の町として有名である。昨年、先輩達は金魚池と水田の深さが同程度（20～30cm）であり、この二つが比較的容易に転換できることを調べ、社会的・経済的変動が生じて、農家（金魚養殖家）は稲作と金魚養殖業を可逆的に転換させて乗り越えてきたと結論付けた。

しかし本年私達が、金魚池が多く見られる市内新木町でフィールドワークを行った結果、放置・荒廃した金魚池が目立ち、景観が著しく損なわれていた。私達は金魚池が水田に転用されず放置されている原因を調査し、解決方法を考察した。



2. 研究方法

- ・新木町およびその周辺のフィールドワークと聞き取り調査を合計約12時間行った。
- ・大和郡山市での金魚の販売量、経営体数、養殖面積、金魚池数についてのデータを入手し、整理した。
- ・土地の高低差が分かりやすいように大和郡山市の立体地図を作成し、金魚池の立地特性を分析した。

3. 結果・考察

(1) 金魚養殖の始まりと地形

- ・大和郡山市の金魚養殖は、1724年に当時大和郡山藩の藩主であった柳沢吉里が甲斐の国から持ち帰り養殖法を研究したのが始まりで、当時の武士の副業として広まっていった。
- ・大和郡山市は、西に富雄川、東に佐保川に挟まれた高台に立地し、市南部には低地が広がっていること、そして金魚池及び水田は西の富雄川から取水し、市街地南部を概ね東向きに水を流しながら、佐保川に排水していることが地形模型から見てとれた。非常に合理的に水を利用している。
- ・江戸時代は座式の生活で目線が低かった。当時のガラスはもろかったなどの理由で、金魚を陶器などに入れて上から観賞するのが主流であった。（主に底の浅い皿などで、座式の室内で上から鑑賞）



(2) 近現代の金魚養殖

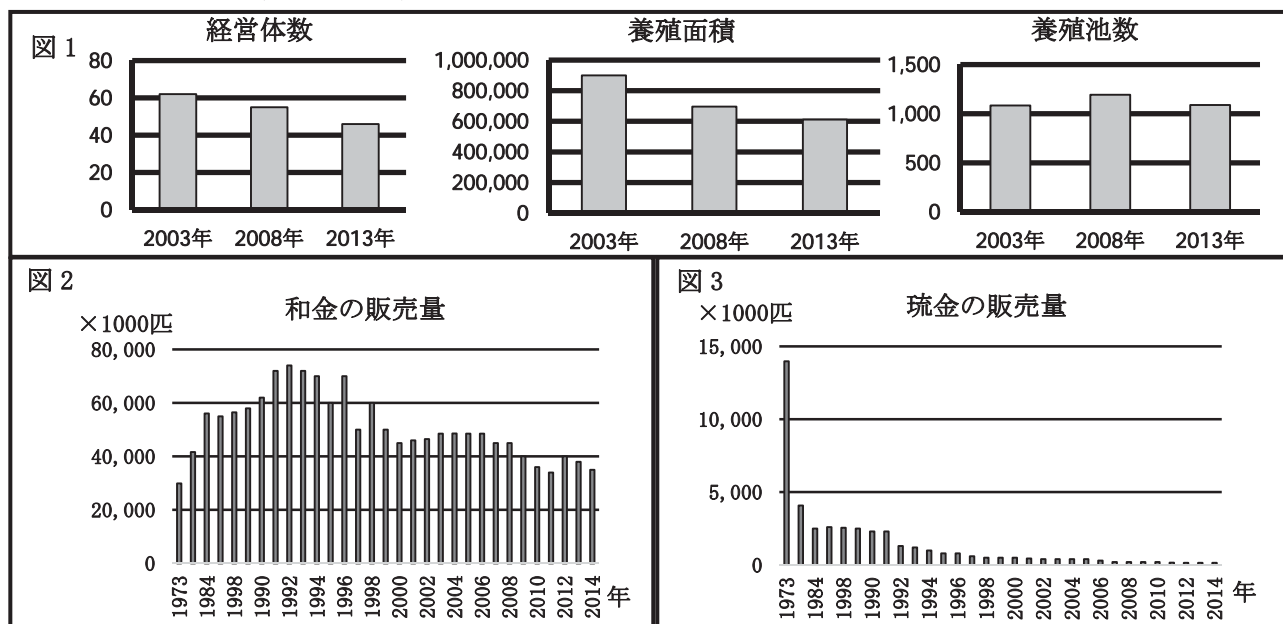
- ・昨年の調査結果の裏付けとして、田が休耕の春季に金魚の稚魚を水田で育てる事は可能であり、1990年代までは普通に水田と金魚池の入れ替えが行われていたが、現在行っているのは2軒だけであることが明らかになった。またコンクリートの金魚池は、田に転用する事は不可能である。池をコンクリートで作った理由は、池の掃除、水温の維持、管理がしやすいからである、という証言が得られた。
- ・ただし金魚養殖家は近年、需要の減少で儲からないため跡継ぎがおらず、高齢化に伴って減少している。これは大和郡山における経営体数や養殖面積の減少からも読み解ける（図1）。

原因1 バブル期の熱帯魚ブームの崩壊：1988年頃はバブル経済により景気が良く、熱帯魚鑑賞（主にガラス水槽で立式の室内で横から鑑賞）が日本全国で流行ったため、和金や出目金といった安価な金魚はその餌として需要があった。しかしブームが去ると餌としての需要は激減した。和金の販売量グラフからもその推移は読み解ける（図2）。

原因2 金魚すくいの減少：バブル崩壊以後、和金、琉金の販売量は減少している（図2.3）。金魚すくいに使われる和金はある程度需要があるものの、東日本大震災の影響による屋台の自粛、少子化、

親が子供に金魚すくいをさせない(自宅での生物飼育を嫌う)などの理由で減少している(図2)。

- ・上記に対し、養殖池数は、多少増減しているもののほぼ一定数を維持している。これは金魚池の小規模化を示しており、金魚養殖家が細かい生産調節を行っているためであると考えられる。



* データはすべて大和郡山市のもの

4. 結論

大和郡山の金魚業は、矢田丘陵の清らかな水を用いながら、水稻生産と絡めた合理的な給排水システムに接合して成立したものであると考えられる。従って、大和郡山城の堀はもちろん、市街地内の水路などとすべて連携した水の遺産であると考えられる。水田と金魚池の土地利用交換は、その一環として成立したのであり、それは確かに大和郡山周辺の歴史的景観保全のためのレジリエンスを一定程度保持していた。しかし、1990年代以降は養殖の効率性をより追い求めて金魚池をコンクリート化してしまった結果、それを失うこととなった。また、室内空間の景観として金魚を鑑賞する文化が廃れつつあることも、琉金生産量の減少から見て取ることができた。従って、金魚業だけを議論するのではなく、市街地内の堀や水路、市街地周辺の水田や植生などを含め、一連の水の景観として考察する必要がある。

5. 提案と今後の課題

大和郡山の水景観の再生のためには、金魚の種類や鑑賞方法ごとの景観のつながりをシーケンスとして取り出して評価付けするのも一案である。例えば、「ランチュウ—水盤—座式の室内空間—水質・水温など管理が容易な小さな金魚池」、あるいは「和金—金魚すくい・熱帯魚の飼育(エサ)—祭りの再生・立式の室内空間」などである。地形模型から見ても分かるように、大和郡山は水に浮かぶ都市でもある。その維持・再生のためには文化景観の一連の繋がりを描出し、多くの人の介入や関与の可能性を高めていくことも重要だろう。本研究を通じて、熱帯魚のエサになることも含め、金魚の命の量の調節が、大和郡山の景観の変化と密接に関連していることが分かった。こうしたことも踏まえ、金魚を単に経済的道具としてではなく、文化的な水景観を生み出す大切な命としても評価する必要があるだろう。

参考文献

- ・漁業センサス(日本農林水産省HP)・森田義一『郡山町史』三木守人発行、1953年。・岡野かの子「金魚撩乱」『岡本かの子』筑摩書房、2009年(初版1946年)。
- ・中沢新一『アースダイバー』講談社、2005年。
- ・松井佳一『金魚の研究』弘道閣、1935年。なお、本研究をまとめるにあたり、金沢大学新学術創成研究機構の谷川竜一助教にお世話になった。

人の味覚の感じ方の違い

F組 15番 竹浦壮馬 F組 25番 ○細川耕司

1. はじめに

(1) 背景

近年、人々は、塩分の濃い食べ物を食べる頻度が増えています。その中で特に塩分の濃い食べ物を食べる人は、濃い味に次第に慣れていきます。それにより、味を感じづらくなっている人が増えてきている。

(2) 目的

そうした現状において、あまり塩分の濃い食べ物を食べない人とよく濃い食べ物を食べる人との味覚の違いはどれほどに違っているかを調べることでこれからの食生活の中で塩分の濃い食べ物を控えることを期待する。

2. 研究方法

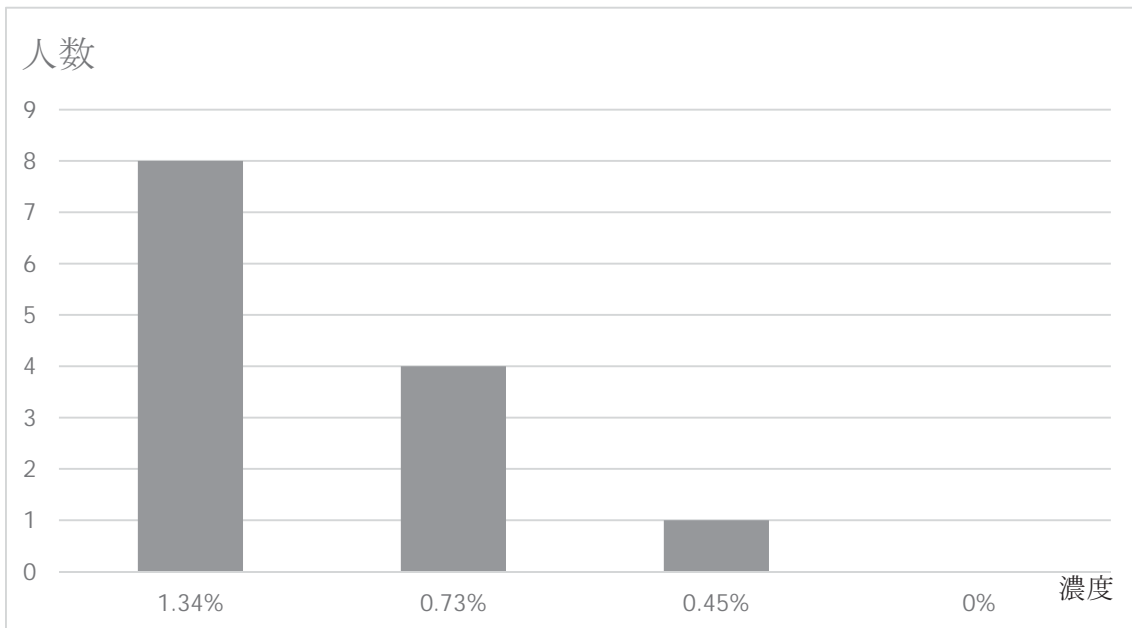
三種類の砂糖水（濃い:1.34%, 普通:0.73%, 薄い:0.45%）と水を用意して、10人を対象にそれぞれを飲んでもらった。そこで味を感じるか感じないかを調べて表をまとめた。

3. 結果

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
濃い	○	○	○	○	○	✕	○	✕	○	○
普通	○	✕	✕	✕	○	✕	✕	✕	○	✕
薄い	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	○
水	✕	○	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕	✕

(表1)

○=味を感じた ✕=味を感じなかった



(表2)

4. まとめ

これらの結果から、味覚の違いがあることがわかった。

それと、味覚の感じやすさに個人差があることがわかった。

また、表1での結果についてBとJの味の感じ方が不安定なので、この後アンケートを実施したところカップラーメンなどの塩分の多い食品を一ヶ月に食べる頻度が高い人ほど、今回の研究で味に対して感じづらい傾向があり、結果に対して狂いが生じていると考えた。そして、この結果の傾向を通じて塩分の濃い食べ物を多量食べる事が味覚の感じやすさに大きな影響を与えていることがわかった。

5. 謝辞

協力してくださった竹之内先生、また実験に協力してくださった生徒の皆さんありがとうございました。

6. 参照

味覚 wikipedia

天然温泉の細かなイオン含量の違いの検証

B組 18番 田中海地 B組 21番 寺元晴紀
B組 35番 ○松本悠 E組 10番 木村一平

1. はじめに

(1) きっかけ

日本は、世界でも有数の火山大国であり、大小多数の火山が今も活動をしている。それらは、私たちの生命を脅かす存在でもあるが、時に温泉という形で私たちに恩恵を与えている。しかしながら、私たちが住む近畿圏は活火山が一つも存在していないにもかかわらず、温泉として成り立っているところもある。どうして可能なのかという疑問が、この研究が始まったきっかけになった。

(2) 温泉とは？

温泉とは、水の温度に関係なく、鉱物イオンが含まれる水溶液やガスが噴出されるものの総称であり、火山と関連のある火山性温泉と全く関係のない非火山性温泉に分けられ、近畿圏の温泉はすべて後者に当てはまり、各温泉施設管理人が加水・加熱を行って、規定内以内の温度で管理しているのがほとんどである。今回は「信貴山温泉」「天然温泉 延羽の湯」「下市温泉」「洞川温泉」「太子温泉」を訪れ、温泉水を採取した。施設の成分表を調べていくと、イオン含量が少しずつ異なっていたため、学校に配備されている分光光度計を用いて、それぞれの違いを明確にしようとした。

2. 研究方法

(1) 測定方法

今回サンプルとして上記の温泉を採取し、それらの適量を小型試験管に注ぎ、分光光度計で測定した。写真1はその分光光度計であり、アルミホイルをかぶせるのは、外部の光を遮断するためでもある。そして違いから考えられる水溶液をピックアップし、同じく分光光度計に通した。使用したものは、塩化アンモニウム ($1.9 \times 10^{-3} \text{mol}$)、塩化ナトリウム ($1.7 \times 10^{-3} \text{mol}$)、塩化マグネシウム六水化物 ($5.0 \times 10^{-3} \text{mol}$)、塩化カルシウム二水和物 ($6.8 \times 10^{-3} \text{mol}$)、塩化カリウム ($1.3 \times 10^{-2} \text{mol}$)、そして酢酸 ($1.7 \times 10^{-2} \text{mol}$) である。



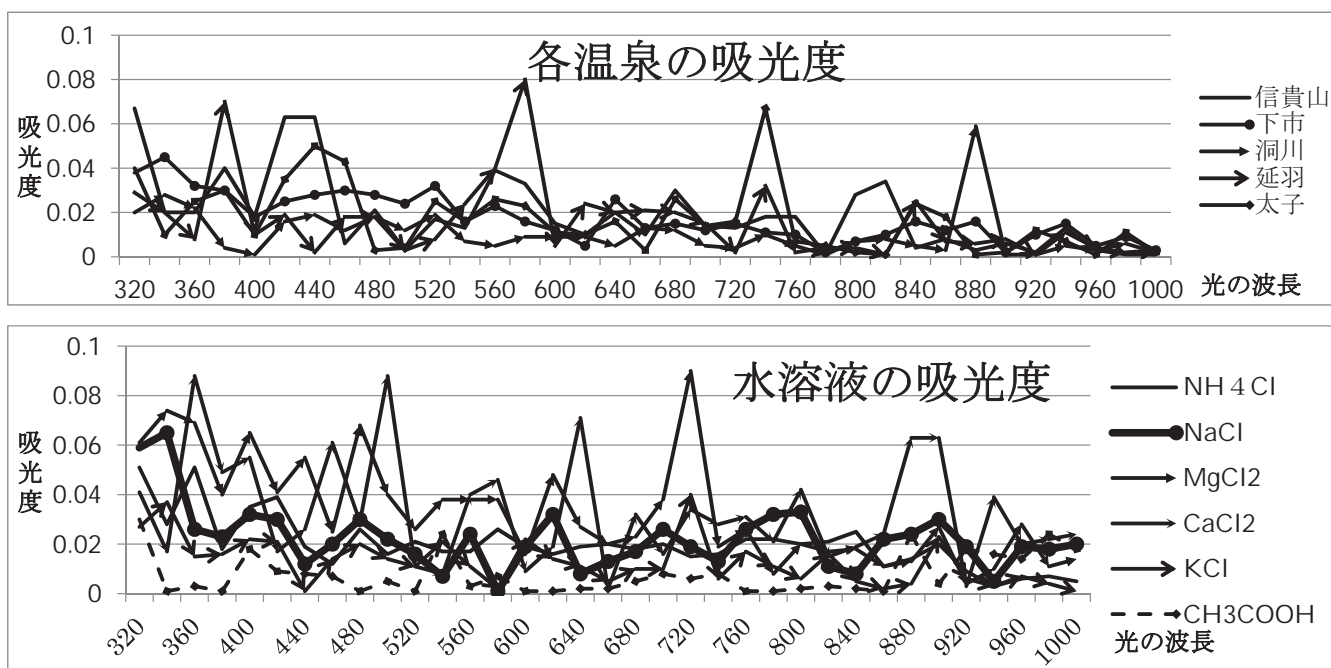
写真1

(2) 分光光度計とは？

分光光度計は、先にセットした純水を基準に水溶液の吸光度を計る機械である。吸光度は水溶液の成分の濃度に比例するため、定量分析によく用いられる。

3. 結果

結果は以下のグラフになった。



4. 考察

ランベルト・ベールの法則 $\{A(\text{吸光度}) = \epsilon (\text{モル吸光係数 } 0.434) \times C(\text{調べる物質の濃度}) \times L(\text{光の波長})\}$ より、調べる物質の濃度を特に突出した数値を取り出して、物質の濃度を計算し、使用した水溶液の濃度と比べると、まず初めに信貴山温泉の光の波長 320nm と 420nm でモル濃度を計算し求めると、 $4.9 \times 10^{-3} \text{mol}$ と $6.8 \times 10^{-3} \text{mol}$ となり、塩化マグネシウム六水化物と塩化カルシウム二水和物であると考えた。同じように洞川温泉の 880nm のとき塩化カリウムであると考えた。太子温泉の 740nm のとき塩化カリウムであると考えた。延羽温泉の 380nm のとき塩化カルシウム二水和物であると考えた。下市温泉の 340nm と 500nm のときは $3.4 \times 10^{-3} \text{mol}$ と $2.8 \times 10^{-3} \text{mol}$ となりどの五つの水溶液のモル濃度と一致しないので、今回使用していない塩基性イオン(フッ化物、硫化物など)と関係しているだろうと考えられた。

5. まとめ(反省)

今回の研究によって、温泉は温度に関係なく鉍物イオンが含まれるものであるために近畿圏で温泉が何故存在するわけを発見できた。しかし、研究当初に分光光度計の使い方をあまり把握しきれておらず、失敗や測定が曖昧になってしまったところがあったため、これからは使用する道具の使用方法やどんな道具なのかをしっかりと理解して物事を進めなくてはならないと反省し、これからは活かしていこうと思った。

6. 謝辞

本研究に進めるにあたり、新川先生や加藤先生に多くの助言やご指導をしていただきました。

7. 参考文献

- 1) 分光光度計 Wikipedia , 2) 石井忠浩(2007) : スーパー理科辞典[三訂版], pp, 258

空の暗さと星の観測～星を求めて～

F 組 22 番 ○原田直輝 E 組 18 番 地村実咲 E 組 21 番 中野真歩
E 組 23 番 林勇我 E 組 28 番 村田一真

1. 背景

「夜空の暗さ」とは、地上から大気を通して星を観測する際の背景の暗さのことをいう。光学的に星が観測される場合には、背景が暗いほど観測条件が良いといえる。

2. 動機

天文部に所属しているメンバーが大阪教育大学で SSH の講義を受けたときに、その講義に興味を持ち、自分たちも何か天文についてレポートにまとめたいと感じ、他の天文に興味を持つ人たちを集めた。そして、星について考えていると、時間や場所により空の暗さが違うのではないかと疑問を抱き、研究テーマとすることにした。

3. 研究方法

2015 年 8 月から 11 月まで、さまざまな場所へ行き、一定の時間ごとに SQM (SKY QUALITY METER) で空の暗さを計測し、カメラ (CANON EOS70D) で空の写真をバルブ撮影 (露光時間: 30~60 s) した。

4. 実験器具

SKY QUALITY METE※
CANON EOS70D
TAMRON レンズ 15~300 mm
SLIK 製三脚



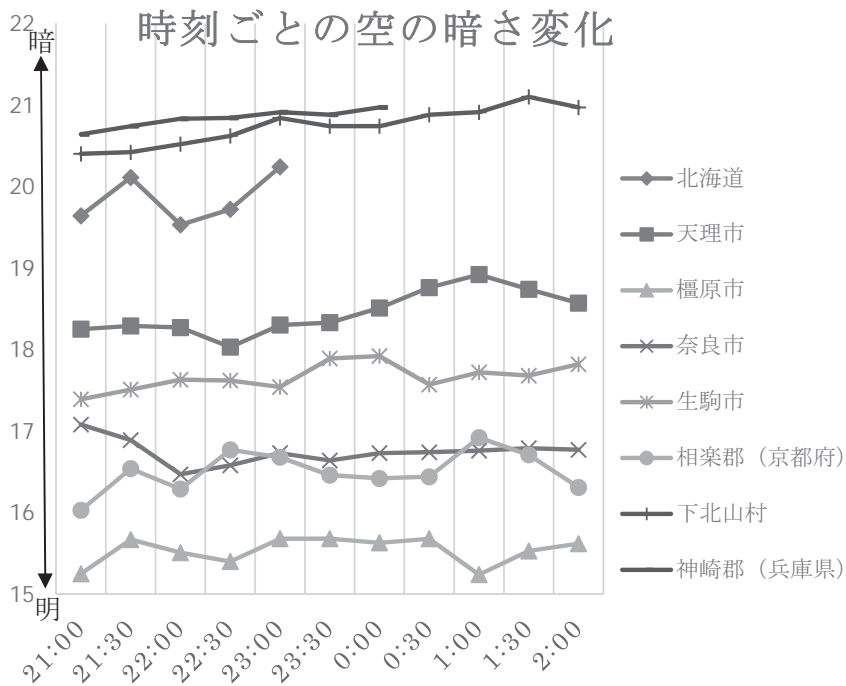
SQM の計測値とその目安

計測値	目安
17~18	満月の明るさ。都市部の明るさ。一部の 1 等星が見える。
18~19	半月の明るさ。北斗七星カシオペアが見える程度。
19~20	新月の首都圏郊外の明るさ。三等星が見える。
20~21	新月の首都圏郊外の明るさ。オリオン大星雲が見える。
21~22	夏の海岸沿いの暗い場所の明るさ。
23~	よく晴れた海岸や山などの明るさ。満天の星空が見える。

※SQM とは、コンパクトで軽量の最新科学装置だ。パネル上に貼付のシールにて、一目で星空の暗さの度合を確認可能だ。この表示される数値が大きければ大きいほど空が暗いという意味であり、例えば「17」と測定された星空では「満月」が煌々と照らされている空の状態であり、「21 以上」に測定された場合は、ほぼ真暗状態を意味する。SQM の実際の測定は、実に小数点下 2 桁の精度で空の暗さを測定することができ、表示される値は夜空の 1 平方秒角あたりの等級を意味している。例えば「19.66」と測定された数値は、19.66 等級の星の光が平方秒角 (1") に広がっているという意味である。表示された値を、SQM パネル上のスケール (上の表) と比較すれば、現在の夜空がどれだけ条件が良いかということが分かる。

5. 仮定

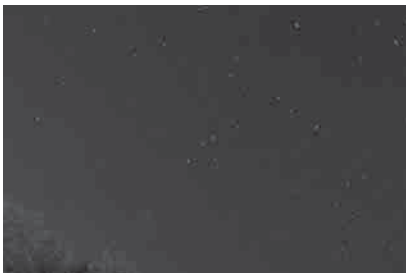
SQM で計測した数値が大きいかほど星のはっきりと観測することができ、肉眼で観測できる星の数も増加すると考えた。また、空気が澄んでいる都会部から離れた地域ほど星の見え方がクリアになり、観測できる星の数が増加するのではないかと考えた。



●は観測地

6. 結果

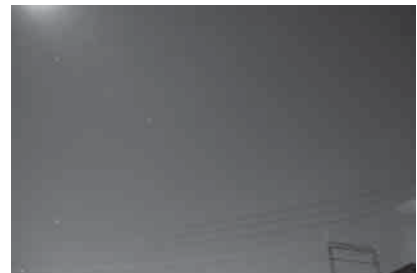
表により、郊外に行くにつれて空が暗くなり、星が鮮明に見えた。しかし、時間帯による暗さの差は、予想していたよりも変化が見られなかった。また、街灯のある場所では肉眼で見ることのできる星の数が減少し、ない場所では星の数が增加する。このことから、街灯の有無による影響も大きいということがわかった。



北海道



下北山村



橿原市

7. 考察 反省

奈良県下北山村や北海道の暗い空では橿原市や奈良市と比べて肉眼で見ると明らかな違いがあった。星雲や等級の低い星まで見ることができた。今回の研究の反省としては、曜日や月の満ち欠けによる空の暗さと星の見え方の関係を調査が出来なかったことだ。今後研究できる機会があれば上記の反省点を生かし、様々な関係性を見つけていきたいと思う。

8. 謝辞

今回この研究を実施するに当たって、献身的な指導と協力をしてくださった新川先生に非常に感謝しています。

ケプラーの法則の証明

C組 32番 藤村直樹 D組 1番 ○岩橋弘憲 D組 7番 斎藤教平 D組 20番 坪田孝樹
D組 22番 中尾航逸 D組 25番 流谷健太 D組 31番 松本将輝 D組 37番 渡邊康平

1. はじめに

- (1) 目的 物理の時間に習ったケプラーの法則が本当に成り立っているのかを確認すること。
- (2) 仮説 太陽の周りを回る惑星の位置と速度を設定して万有引力の式を用いれば惑星が楕円軌道を描くのではないかと。

2. ケプラーの法則の証明

(1) 第一法則

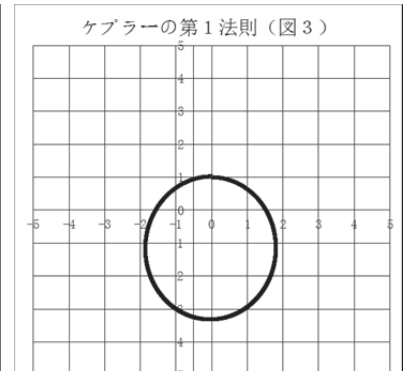
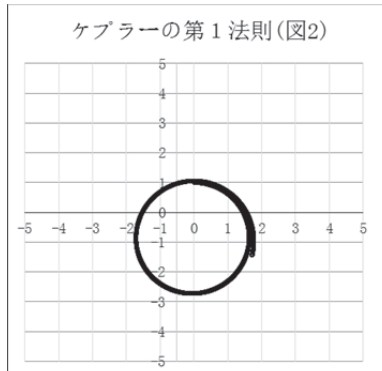
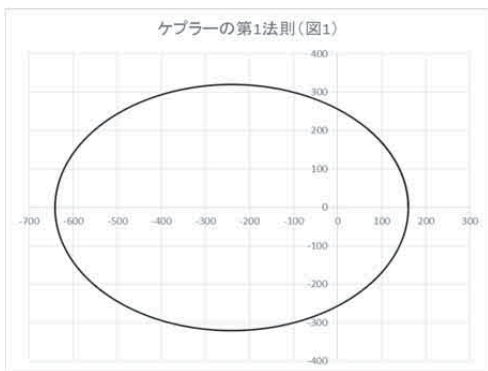
第一法則は「それぞれの惑星は太陽を焦点とする楕円軌道上を回ること」である。原点 $O(0,0)$ にある質量 M の太陽の中心から距離 r_0 だけ離れた位置 (x_0, y_0) に置いた質量 m の惑星に、初速度 $v_0(v_{0x}, v_{0y})$ を与えたとする。位置 $P(x, y)$ にある惑星の運動方程式は、 $r = \sqrt{(x^2 + y^2)}$ として、次式で表される。

$$ma_x = -GMm x / r^3 \quad ma_y = -GMm y / r^3$$

よって、 $a_x = -GMx / r^3$ $a_y = -GM y / r^3$ であり、惑星の位置が決まれば加速度 $a = (a_x, a_y)$ が決まる。そこで短い時間 Δt の間に、物体は x 軸方向、 y 軸方向にそれぞれ等加速度直線運動をすることを考えて、速度、位置、加速度を、EXCEL を用いて順次計算することで、惑星の運動をシミュレーションしてみた。

初期値： $v_{0x} = 0$ $v_{0y} = 0.1$ $X = 160$ $Y = 0$

この操作の結果図1のように原点を焦点とする楕円軌道を描くことがわかり、ケプラーの第一法則が成り立つことが証明できた。
※ここで精度を上げることに考えてみた。図2は距離をX成分とY成分に分けて、それぞれの成分で0.01秒ごとの速度を時間0.01秒と掛け合わせて初期位置に足し合わせて算出されたものだ。図3は図2と同様に距離をX成分とY成分に分けて、それぞれの成分での平均速度（一つ前の速度とその次の速度の平均）と時間0.01秒とを掛け合わせて初期位置に足し合わせて算出されたものだ。図2のようなやり方でグラフを算出した場合、時間の間隔を細かくしていけば楕円に近づいていくが、今回のように時間の間隔を0.01秒間隔にすると図2のように誤差が大きくなる。図3のようなやり方でグラフを算出した場合、グラフの誤差をほとんどなくすることができ、精度が上がった。

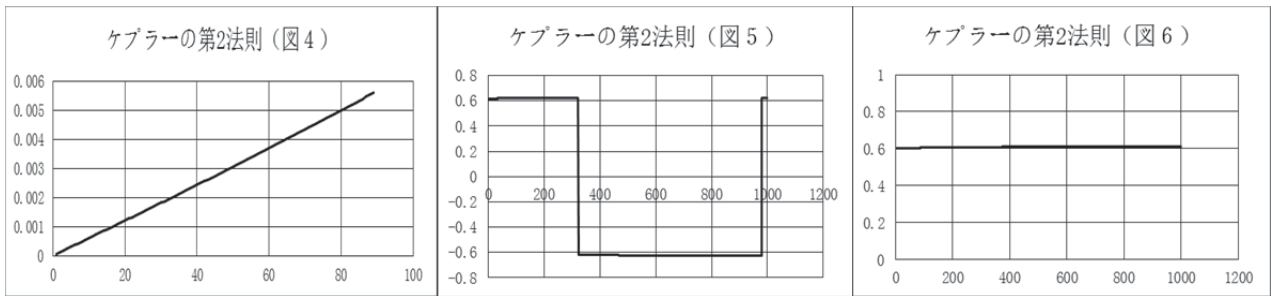


(2) 第二法則

第二法則はある天体とその周りを回る天体のなす面積速度が一定であるというものだ。

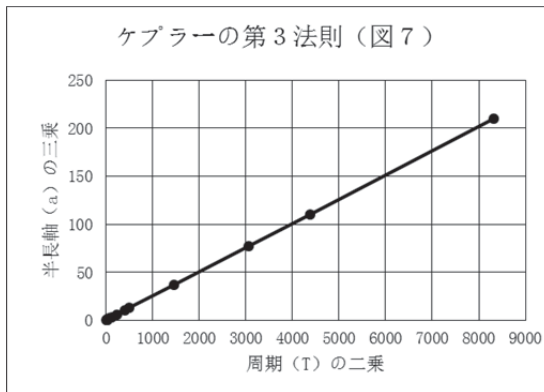
図4は速度×距離×sinθ/2の式のθを0.0001°毎に計算してグラフにしたものだ。図5は図4と同様の速度×距離×sinθ/2の式のθを速度と距離の関係から算出してグラフにしたものだ。図6は図5で算出されたものに絶対値をつけてグラフにしたもの

だ。図4は角度と速度・距離の関係が乏しく角度が増すにつれて面積が大きくなってしまふのに対して、図6は角度を円運動している天体がどこに位置しどれくらいの速度かをもとにして算出すると一定であることがわかり、ケプラーの第二法則が成り立つことが証明できた。



(3) 第三法則

第三法則は惑星の公転周期 (T) の二乗を楕円軌道の半長軸 (a) の三乗で割った値がすべての惑星において一定になるというものである。



ケプラーの第3法則(図8)

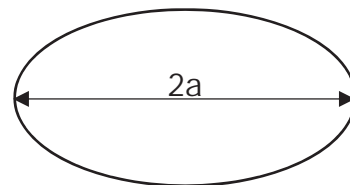
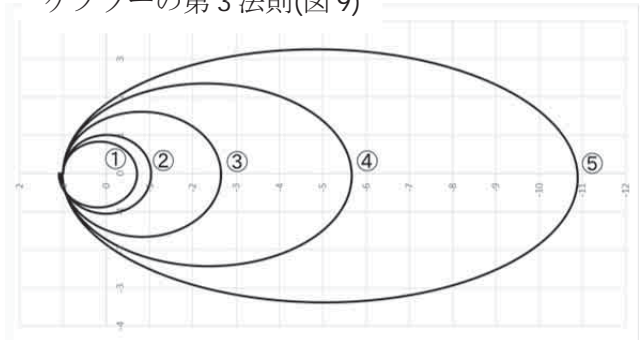


図7は、第一法則で証明した「天体は楕円軌道を描く」ということをもとにして様々な場合の速度のTとaを求めグラフに起こしたものである。Tは初期位置から出発して再び同じ位置に戻ってくるまでの時間とし、aは図8のようにおいた2aの半分とした。そして下のグラフのように初速度を変化させ周期の二乗と半長軸の三乗の関係をグラフにとると、図7のように直線を描いた。

	v0	T	a	T ²	a ³
①	0.9	4.71	0.853142	22.1841	0.6209604
	0.935	5.6	0.9018623	31.36	0.7335348
②	0.95	5.8	0.9524872	33.64	0.8641268
	1	6.23	1.0145746	38.8129	1.0443643
③	1.1	9.02	1.2875326	81.3604	2.1343947
	1.15	11.71	1.5198982	137.1241	3.5111021
④	1.2	15.59	1.8234039	243.0481	6.0624562
	1.235	20.23	2.1684335	409.2529	10.1962
⑤	1.25	22.66	2.3430171	513.4756	12.862529
	1.3	38.36	3.3324772	1471.4896	37.008507
⑤	1.325	55.37	4.2596289	3065.8369	77.288574
	1.335	66.23	4.8002489	4386.4129	110.6092
⑤	1.35	91.2	5.9429131	8317.44	209.89309

ケプラーの第3法則(図9)



これより T^2/a^3 はいかなる速度においても一定であることがわかり、ケプラーの第三法則が成り立つことが証明できた。

3. まとめ

普段問題を解く際に使用している式をいろいろなやり方や場合を想定して証明してみると、その式に込められた意味を深く理解することができた。今回の研究を通して公式に込められた意味を理解する大切さを学ぶことができた。

4. 最後に

この実験の指導をしてくださった新川先生、様々なアドバイスくださった山本先生、渡辺先生、本当にありがとうございました。

5. 参考文献

物理 (啓林館) 著者 高木堅志郎・植松恒夫

II SS国内研修

SS国内研修とは

高校2年生になると、特進コースは、理系・文系・SSH系に選択が分かれます。SSH系では、12月に全員がベトナム海外サイエンス研修に出かけますが、残りの理系・文系の生徒向けのSSHプログラムがこの「SS国内研修」です。年間6～7件程度の研修を予定していますが、夏休み期間中に5件の国内研修が行われ、16名の生徒が2～4泊で、全国各地で学びを深めました。本当に多くの大学の先生方や研究機関の先生方にご協力を頂き、事故なく、無事にすべての行事を終えることができました。

1 コウノトリとの共生研修

受 入 れ：兵庫県豊岡市コウノトリ湿地ネット代表 佐竹節夫様

豊岡市コウノトリの郷公園 山岸哲園長先生

日 時：7月13日(月)～7月16日(木) (3泊4日)

場 所：兵庫県豊岡市

宿 泊 先：田結(たい)地区 民宿「えの本」

参加生徒：2年 服部けやき、庄司 実憂、蕪木 史弦、1年 酒田 淳志 4名

付添教員：2名

研修内容：7月13日(月)～16日(木)の3泊4日で、高校2年生3名、1年生1名の計4名が参加して、兵庫県豊岡市で標記の研修を実施しました。

初日の戸島湿地の研修では、ヒトとコウノトリが共生するための豊岡市の取り組みを勉強しました。その後、同湿地でガマの刈り取りを行い、定置網に入った魚類等の調査にも参加しました。

2日目は、コウノトリの郷公園を見学し山岸園長先生のお話をうかがいました。午後からは、コウノトリを育む農法を実践されている農家の方から、その実践法についての説明を受けて、田んぼでの作業のお手伝いをしました。

3日目は全日、田結(たい)地区の休耕田を利用した湿地作りを行いました。コウノトリのエサ場を維持するための大切な作業でしたが、やってみてその大変さが分かった一日でした。

4日目最終日は、台風の影響で天気には恵まれませんでしたが、4日間を通じて、コウノトリとの共生にかける豊岡の方々の熱意、努力を肌で感じることであった研修でした。



2 八重山諸島のサンゴの現状と未来研修

受 入 れ：(株)シー・テクニコ 代表取締役 前田博様

環境省石垣島自然保護官事務所 自然保護官 齊藤倫美先生

日 時：7月13日(月)～7月17日(金) (4泊5日)

場 所：沖縄県八重山郡竹富町小浜島周辺の石西礁湖

宿 泊 先：小浜島民宿「うふだき荘」

参加生徒：2年 赤羽 開, 出原 崇暁, 津石 理貴, 村野 佑馬, 岡 琴音, 後藤 光 6名

付添教員：2名

研修内容：初 日 関空ー石垣島ー小浜島 八重山諸島のサンゴ学習と増殖実習

2日目 全日 カヤマ島周辺コーラル生態観察実習と潜水実習

3日目 全日 カヤマ島周辺コーラル生態観察実習と潜水実習

4日目 全日 カヤマ島周辺コーラル生態観察実習と潜水実習

5日目 AM カヤマ島周辺コーラルの生態調査

高校2年生男子4名, 女子2名の計6名が参加して, 7月13日(月)～17日(金)の4泊5日で標記研修を実施しました。

初日の研修は, 石垣島の環境省サンゴモニタリングセンターで, 自然保護官 齊藤倫美先生の講義と, 八重山漁業協同組合サンゴ研究班の小林様によるサンゴ増殖実習を行いました。小浜島の民宿に宿泊して, 2日目からは昼間はスキューバダイビングの潜水実習とサンゴの観察, 夜はサンゴに関する講義(「農地から海洋への赤土流出の問題」, 「世界のサンゴ礁」など)と, サンゴづくめの4日間を過ごし, 八重山諸島の生態系学習を堪能しました。

初日と最終日を除いて天候にも恵まれ, 世界に誇る石西礁湖のサンゴ礁と美しい海を保全していく義務が私たちにはあると実感できた研修でした。



3 海洋学（魚類から食品まで）まるごと研修

受 入 れ：東京海洋大学 河野博先生他

日 時：7月30日（木）～8月2日（日）

場 所：東京海洋大学品川キャンパスおよび葛西臨海水族園

宿 泊 先：品川プリンスホテル

参加生徒：2年 加藤 瑞基，加道 大介，柄池 大輔，小出 真緒，柴谷 郁帆 5名

付添教員：1名

研修内容：

初日と2日目は、東京海洋大学海洋科学部による高大連携夏季公開講座「海の科学」を受講させていただきました。その中で、石崎松一郎先生からは「食品の真正評価」について、羽曾部正豪先生からは「バーチャル顕微鏡観察と学習マトリックス」を通して動物体の成り立ちについて、また藤本浩一先生からは「素潜りの歴史と発展」について、亀谷茂樹先生からは「都市エネルギーシステムと海洋熱汚染」について、北出裕二郎先生からは「海洋の流れのしくみ」について、そして最後に鈴木直樹先生からは「魚の利用と保全」について、それぞれ学ばせていただき、生徒達は幅広く海洋学への知識を深めることができました。

なお、休憩時間には「鯨ギャラリー」にて「セミクジラの骨格標本」を見学させていただき、夕方には、本校出身の海洋大学生と交流し、受験や進路について貴重なアドバイスをいただくことができました。

3日目の午前中は、葛西臨海水族園まで赴き、マグロや様々な海洋生物の実物を見学しながら、それらの特徴や生態について自主的に知識を深めました。なお、生徒達はマグロが大量に死んだ原因や今後の対策等についても職員の方々にインタビューするなど、各自が大きな関心を持って行動することができました。午後は、再び東京海洋大学に戻り、オープンキャンパスに参加させていただきました。その中で生徒達は、深層大循環に関する実験や魚のDNAの観察などの貴重な体験をさせていただきました。

4日目最終日は、海洋科学技術研究科の河野博先生をはじめ、研究室の方々のご指導により、魚の透明標本の観察と解剖実習を行いました。前半は、軟骨魚と硬骨魚の骨格の違いを理解すると共に、魚類とヒトの骨格の共通点と進化の過程について学びました。後半は、透明標本の消化管を解剖して、内容物（プランクトンなど）を取り出して観察し、食物連鎖について学びました。生徒達は初めて目にする透明標本の美しさに感激しながら、多くの知識を吸収することができました。



4 環境指標計測研修

受 入 れ：神戸大学 海事科学部 浅岡聡先生他

日 時：8月4日（火）～8月6日（木）

場 所：神戸大学深江キャンパス

宿 泊 先：三宮ホテル

参加生徒：2年 小出真緒，柴谷郁帆，芳尾夏実 3名

付添教員：1名

研修内容：

8月4日（火）～8月6日（木）の3日間、神戸大学海事科学部にてSS国内研修が実施され、高校2年生の女子3名が参加しました。

「富栄養化した内湾の環境をリン酸イオン、溶存酸素濃度の定量、プランクトンの顕微鏡観察から明らかにする」というテーマで3日間研修を受けました。

<参加生徒の感想>

この3日間で中学や高校では習うことができないような内容をたくさん学ばせていただきました。特に印象に残ったのがロープワークとグループワークです。

ロープワークでは日常的に使える結び方や非常時に使える結び方など教えていただき、是非身につけておきたいと思いました。グループワークでは、理想の海について話し合いました。教えられる授業ではなく、自分たちで意見を出し合って考えるものでした。とても新鮮で、それぞれに視点や考え方が違っていておもしろかったです。また、新しい角度でものを見たり、人の意見を聞くことは本当に大切だと感じました。

実験では大学の実験室を自由にさせていただくというあり得ない体験をさせていただきました。ミスが続いたり、結果がうまく出なかったりしたことは反省しないといけないことですが、とても良い経験をさせていただきました。これからも3人で協力し合って自分たちの研究を成功させたいと思います。

自分が今まで汚い海水だと思っていたものが、実はプランクトンにより濁って見えるのだと知り驚きました。また、偏った生物しかいないことや異常に生物が発生していることは食物連鎖が崩壊していることだと改めて理解できました。

浅岡先生をはじめ研究室の方々には大変お世話になりました。今回の研修を私たちの研究に活かして頑張っていきたいと思います。本当にありがとうございました。



5 電気電子情報工学実習研修

受 入 れ：大阪大学 工学研究科 伊瀬敏史先生，井瀨貴章先生他

日 時：8月7日（金），8月18日（火）～8月19日（水）

場 所：大阪吹田キャンパス

宿 泊 先：阪急エキスポパークホテル

参加生徒：1年 田中志帆，林佑香，丸山大輔，宮川昌之 4名

付添教員：1名

研修内容：

SSH国内研修として高校1年生4名が，8月7日（金），8月18日（火），8月19日（水）の3日間，大阪大学工学研究科にて研修を行いました。今研修では，電気電子について，大阪大学の教授をはじめ，院生の方々にレクチャーしていただきました。大学生とともに電気電子に関する基礎講座の授業を受けたり，実際に電子回路を作成したりと，参加した生徒たちは多くのことを学ぶことができました。

6 「東大研修会」「京大研修会」

(1) 「東大研修会」

8月25日（火）、26日（水）の2日間、中学3年生53名、高校1年生3名の計56名で憧れの東京大学へと向かいました。

まず私たちの目に飛び込んできたのが赤門や安田講堂、時代を感じることのできる校舎。その威厳ある姿に生徒たちから感嘆の声があがりました。

その後、本校の卒業生（現東大生）から、高校時代の学校生活や、日常生活の送り方、東大に入るために実践した勉強法、大学生活、東大生であることの意義など、生徒たちの好奇心や向上心を高める話をたくさんしていただきました。

二日目は、まず東京大学農学部全体のガイダンスを受けたあと、事前に生徒たちが希望した6つの研究室に移動し、各教授の先生方から直接研究内容や研究方法、研究室の日頃の様子、卒業後の進路などのお話を伺いました。

生徒たちは東大の教授の方々から直接講義していただき、聞き入っていました。生徒たちが東大等への関心を高め、大学について理解を深める有意義な見学会だったと思います。



(2)「京大研修会」

12月17日（木）、中学3年生と高校1年生68名が、京大研修会に参加しました。京都市左京区にある京都大学吉田キャンパスに到着すると、まず医学部附属病院内にある臨床講堂へ移動。京都大学医学研究科・医学部附属病院准教授の曾根正勝先生による講演をお聞きしました。

曾根先生は医学部の紹介のほか、ご専門の内分泌学やiPS細胞などについても解説。貴重なお話の後には、生徒たちから次々と質問の手が挙がり、医師としてのモチベーションや医学部進学へのアドバイスなども語っていただきました。

講義後は曾根先生引率のもと、医学部附属病院やキャンパス内を見学。近代的な設備が整った外来棟や、iPS細胞研究所などがある医学部構内などを見て回りました。

その後各班に分かれ、本校の卒業生と共に昼食。今回は29～34期生11名の卒業生が案内役としてかけつけてくれ、先生方のご協力も得て研究室を見学させていただきました。

現在京都大学に在学する先輩方と直接言葉を交わし、構内を散策しながら大学での研究や学生生活について話を聞くことができたのは、とても有意義でした。

最先端の設備や研究現場に実際にふれることで、生徒たちも新鮮な刺激を得た様子でした。



7 植物育種をまるごとゲット研修（予報）

実施日 平成28年3月15日（火）～3月17日（木）2泊3日

場 所 大阪府立花の文化園

参加者 高校1年生生徒3名（予定）

引率教員 1名

目 的 植物の品種改良の基礎になる植物遺伝育種講義と、実際に多様な植物を使って育種実習を行う。ガーデニングやフラワーアレンジメントの基礎と展示実習も行う。

Ⅲ S S 研究チーム活動報告

1 生物グループ

学校林に生息するニホンアカガエルの生態学的研究Ⅱ Ecological study II of the Japanese brown frog, Rana japonica, In Naragakuen High School Forest

蕪木 史弦 高野 将彰 丸賀 有人 吉田 周平

Abstract

For the past 8 years at Naragakuen High School we have been engaged in conservation activities to maintain biological diversity. We are reporting our findings on the Japanese brown frog, Rana japonica, in our High School Forest.

1. 目的

私達は8年前から、約13haの校地内にある学校林の里山整備と生物多様性保全活動を学校と共同で始めた。その結果、奈良県レッドデータリスト記載種だけでも20種の動植物の増殖や回帰が見られるようになった。その中で、厳寒期に産卵し、また再冬眠するユニークな生活史を持つ県絶滅危惧種のニホンアカガエルに興味を持ち、本校での生活史を明らかにしようと考えた。

2. 方法

学校林に生息する本種の個体を捕獲し、その背側と腹側の体表温を測定し、採集した地点の水温や他の環境データと比較した。捕獲時の目視観察記録、並びに捕獲個体の胃内容物調査を行い、1年間の生活史を可視化できるかどうか検討した。さらに、並行して成体と幼生を水槽で飼育することで、野生個体の観察で得られなかった情報を補填した。

3. 結果と考察

産卵場の整備から始めて、4年間研究を続けてきたところ、産卵卵塊数は1年目3卵塊から4年目は121卵塊へと、着実に増加した。また、昨年提出した「冬眠している個体を産卵に向かわせる要因は水温上昇と降雨である」という仮説を、本年は実証することができた。年間を通じた観察により、ニホンアカガエルの生活史は、水温と体表温度並びに胃内容物調査から、「冬眠期・産卵期・再冬眠期・活動期」の4期に分けることができる。



今後は、本種の活動範囲はどれくらいなのか、自然界での寿命はどれくらいなのか、6月にいったん水辺を離れて姿を見せなくなる行動の意味は何なのか、並びに本種の個体数増加と共に姿を見せなくなった近縁のヤマアカガエルとの種間関係はどうなっているのかなどを引き続き探っていきたい。

4. 参考文献

近藤 宣昭, 2010, 冬眠の謎を解く, 岩波新書
内山 りゅう他, 2002, 日本の両生類爬虫類, 平凡社

5. キーワード

ニホンアカガエル 産卵 冬眠 再冬眠

学校林に生息するニホンアカガエルの生態学的研究Ⅱ

奈良学園高等学校 SS研究チーム

< 学校紹介と研究目的 >

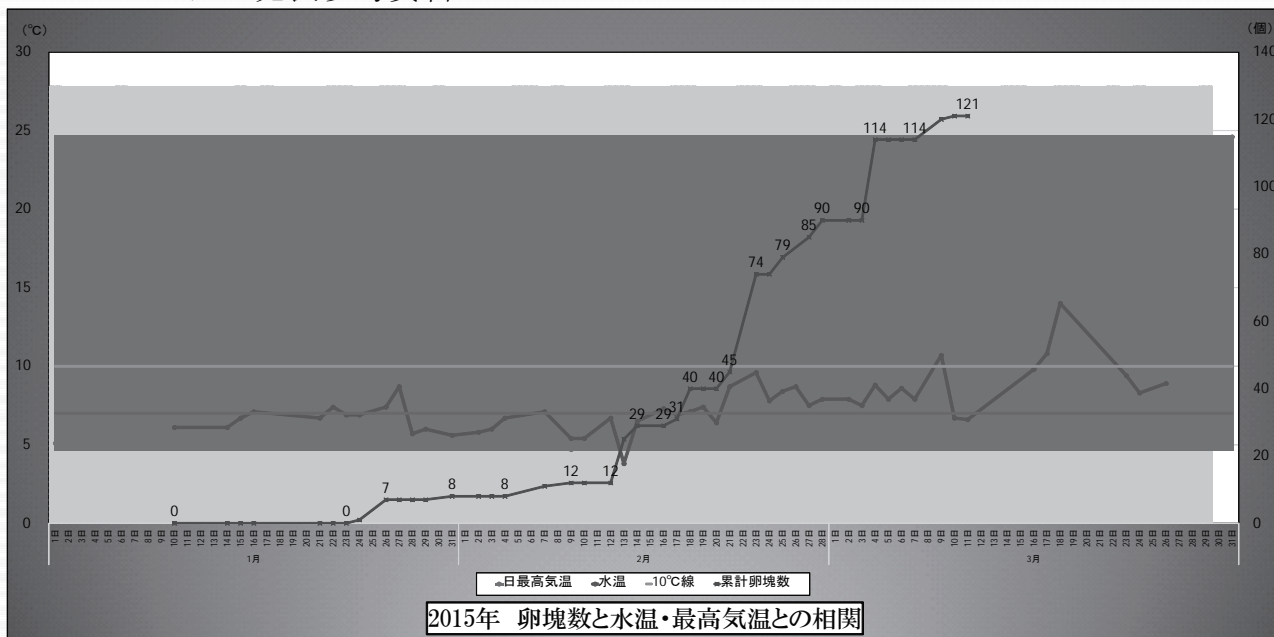
本校は、奈良県矢田丘陵の南東部中腹に位置し、約13haの広い校地面積を持つ、男女共学の中高一貫校です。元は地域の里山であった学校林と、校地に流入する3本の沢並びに、学校創立時に築いた砂防堤によってできた里池と、校内に陸上・陸水生態系のフィールドがそろった恵まれた学校です。



本校のSS研究チーム(科学部生物班)は、8年前から学校と共同で、学校林の里山整備と生物多様性保全活動を始めました。その結果、県のレッドデータリスト記載種だけでも21種の動植物の増殖や回帰が見られるようになりました。そのうち、厳寒期に産卵し、また再冬眠するユニークな生活史を持つ県絶滅危惧種ニホンアカガエルに興味を持ちました。

産卵場の整備から始めて4年間研究を続けてきたところ、産卵した卵塊数は3卵塊から121卵塊に増加しました。昨年この発表の場では、産卵を誘発する要因について仮説を提唱し、再冬眠の状態と考えられる現象を報告しました。今年、引き続き蓄積した1年間のデータを元に、本種の産卵を誘発する要因仮説を実証するとともに、この間の生活史を明らかにしてみようと考えました。

< ポスター発表参考資料 >



2014年 ニホンアカガエル水温-体表温比較表

測定月	測定日	個体番号	天気	水温	体表温(背)	体表温(腹)	7°C線	体温平均	胃内容物
1月	27日		晴	5.4			7		
	28日		曇	7.3			7		
	30日		雨・曇	6.6			7		
	31日		晴	8.1			7		産卵開始
2月	1日		曇	6.5			7		
	3日		曇	6.9			7		
	4日		晴	6.9			7		
	25日	1	晴	8.4		7.9	7	7.9	x
	28日	2	曇	10.2	10.6	11.2	7	10.9	x
3月	1日	3	曇	9.7	11.3	12	7	11.7	x
	26日	4	雨	11.2	12.5	13.9	7	13.2	x
	26日	5	雨	11.2	11.6	13.0	7	12.3	x
	26日	6	雨	11.2	12.8	14.4	7	13.6	x
	26日	7	雨	11.2	15.5	15.4	7	15.5	x
	4日	8	晴	12.2	12.5	13	7	12.8	x
4月	4日	9	晴	12.2	11.4	10.9	7	11.2	x
	19日	10	晴	12.7	12.1	14.7	7	13.4	x
5月	12日	11	曇	14.5	16.9	18.9	7	17.9	x
	12日	12	曇	14.5	19.3	21.9	7	20.6	x
	28日	13	晴	17.5	18.9	18.7	7	18.8	○
	28日	14	晴	17.5	18.8	18.9	7	18.9	○
	31日	15	晴	19.4	24	24	7	24.0	○
	31日	16	晴	19.4	24.2	23.8	7	24.0	○
	31日	17	晴	19.4	24.7	24.5	7	24.6	○
6月	31日	18	晴	19.4	24.3	24.1	7	24.2	○
	2日	19	晴	19.5	24.3	24.9	7	24.6	○

まとめ

産卵は、冬眠中の個体に、日最高気温の10°C以上への上昇と水温の7°C以上への上昇、並びに降雨の3つの条件が重なると誘発されることを実証できました。また、本種の生活史は、水温と体表温度から、冬眠期・産卵期・『再冬眠』期・活動期の4期に分けることができました。『再冬眠』期の個体を捕獲すると、刺激にすぐ反応して活発に動き出したり、鳴き出したりする個体が見られ、活動は可能であるがエサがないための一種の休息期とも考えられ、『再冬眠』という言葉は誤解を招きやすい言葉ではないかと考えています。

先行研究と研究概要

- 岡山県自然保護センターにおけるニホンアカガエルの生態 1. 産卵場所時期および産卵パターン, 森 生枝, 1997, 岡山県自然保護センター研究報告(5); 7-14
 - 岡山自然保護センター(岡山県和気郡)での研究。
 - 2年間のデータから, 産卵と降雨に密接な関係があることがわかった。
 - 産卵期間内の特定の日に, ある程度集中して産卵が行われていることがわかった。
 - 確認卵塊総数の10%以上の産卵は, 0.5mm以上の降雨によって誘起されているのではないかと考えている。
 - 10mm以上の比較的多量な雨が, 産卵場への移動を含めて, ニホンアカガエルの産卵行動に影響していると考えている。
 - その年の日平均地温が最低値の後にニホンアカガエルの産卵のピークが見られたと報告。
- ニホンアカガエルの産卵場所の環境条件—特に産卵地点間の水温の違いについて—, 門脇 正史, 保全生態学研究 Vol.7(1), 2002; 1-8
 - 茨城県土浦市街地穴塚大池での研究
 - 植生に被われていない産卵地とヨシに被われた産卵地との比較を, 水温の日較差や照度をキーに行っている。
 - 伝統的な湿田の存在が, ヘビ類の餌動物であるニホンアカガエルの保全に重要であると考えている。
- ニホンアカガエルの産卵調査報告書, 増岡組環境技術研究所; 1-7, 2013
 - 増岡組環境技術研究所天水池(広島県呉市)での調査報告。
 - 5年間の調査から, 2月10日前の最高気温が, 10℃以上に上がる頃に卵塊の数が増えている傾向にあるのではないかと考えている。
 - 卵塊数と気温の変化には, 相関関係はなさそうだとみている。

校内に回帰・増殖した希少動植物

学校林の整備8年で、回帰・増殖してきた動植物のうち、奈良県のレッドデータブック記載種以上の21種をご紹介します。



ミソゴイ

(サギ科環境省絶滅危惧種[B類])



ノスリ

(タカ科県希少種)



ルリビタキ幼鳥

(ツグミ科県希少種)



ニホンイシガメ

(イシガメ科県絶滅危惧種)



アオダイショウ幼蛇

(ナミヘビ科県希少種)



ヤマカガシ

(ナミヘビ科県希少種)



ムカシヤンマ

(ムカシヤンマ科県希少種)



ニホンアカガエル

(アカガエル科県絶滅危惧種)



ホシミスジ

(タテハチョウ科県注目種)



オオムラサキ幼虫

(タテハチョウ科県希少種)



アカシジミ

(シジミチョウ科県希少種)



ヤマトタマムシ

(タマムシ科県郷土種)



サラサヤンマ

(ヤンマ科県希少種)



ゲンジボタル

(ホタル科県郷土種)



イチヤクソウ

(ツツジ科県希少種)



サギソウ

(ラン科県絶滅寸前種)



キンラン

(ラン科県絶滅危惧種)



シュンラン

(ラン科県絶滅危惧種)



エンシュウムヨウラン

(ラン科県絶滅危惧種)



イワナシ

(ツツジ科県絶滅危惧種)



オオバノ

(ラン科県希少種)

(ラン科県絶滅寸前種)

(ラン科県絶滅危惧種)

(ラン科県絶滅危惧種)

(ラン科県絶滅危惧種)

(ツツジ科県絶滅危惧種)

(ラン科県希少種)

2 放射線グループ

福島における経年変化と食品の放射線データを可視化する一考察

SS研究チーム 放射線グループ 中学3年 榊屋義融 安井雅統 高橋一斗

1. 研究の背景

先輩たちが被爆地広島を調査した時代(2002~2010年)から、放射線計測には2つの種類があることを学んできた¹⁾²⁾。測定対象物の表面の汚染を調べるときにはGM計数管を使ってcpm単位で測り、また、人が居住する空間の空間線量率を調べるときにはシンチレーションタイプの計測器を使って $\mu\text{Sv/h}$ 単位で測る、という使い分けである。先輩達は広島へ、自分達は福島へ実際に伺い、現地の現在のいろんな場所や物の放射線量を測定してきたが、その数値を身近なものに例えると一体どれくらいのレベルに相当するのかがこれまで今ひとつ理解できなかった。そこで、カリウムはどんな食品にもほぼ必ず含まれていて一定の割合で放射性のカリウム40を含むので、私たちはカリウムが多く含まれる食品を探した。その中でも多種のいろんな商品が販売されている野菜ジュースを利用すると、多くの放射線のデータが得られるのではないかと考えた。そこで、GM計数管で表示されるcpm単位の数値を、より身近なものとして理解するためにはどうしたらいいのかと悩んだ結果、その放射線がすべてカリウム40と仮定した場合、野菜ジュースに含まれるカリウム含有量とcpmの関係性を求めればいいのかと考えた。いろんなメーカーの野菜ジュースについて、放射線の計数率とカリウム含有量の相関を調べ、検量線を作成した。そして、コープふくしまの陰膳方式の放射線検査(各家庭から食事を一食分だけ余分に同一のものを作り、含まれている放射性核種を調べる検査)の昨年と今年のデータを用い、一般に私たちは食事からどれくらいのカリウム40を摂取しているのかを、まずは私たちが作った検量線からカリウムの含有量に換算し、そして、その量を市販されている野菜ジュースに置き換えるとどれくらいの量を飲んだことになるのかという観点から試算してみた。また、原発事故後の福島市内における放射線事情や人々の心情³⁾⁴⁾⁵⁾についても、引き続き計測・調査し、経年変化を考えた。

2. 目的

先行した先輩達の広島研究¹⁾²⁾、福島研究³⁾⁴⁾⁵⁾と同様に、福島の定点エリアにおける自然科学的側面および社会的側面の経年変化を継続して計測・調査することを目的とする。また、昨年の全国の高校生たちと協力して実施された外部被曝調査から、福島の高校生達の被曝線量は岐阜や広島、兵庫よりも低いことがわかった⁵⁾。もう福島の高校生は私達関西の生徒と被曝線量に変わりがないといえるので、今年には内部被曝について可視化することも目的とした。具体的には、福島県福島市内に4つの定点エリアを設け、その各定点エリアにおける空間線量率(γ 線)の経年変化の実測すること、ならびに、放射性Cs以外に放射性Kを一食当たりいったいどれくらい人は摂取しているのかを野菜ジュースの量に換算することを目的とする。また、これと並行して、福島市内における人々の実際の声を聞き取り調査することで、経年変化でどのように意見が変わるかも考察し、デマや風評が自然科学的データの裏づけがないことなども見えてくるのではないかと期待する。

3. 研究方法

2011年9月(1泊2日)、2012年8月(2泊3日)、2012年12月(2泊3日)、2013年8月(2泊3日)、2013年12月(2泊3日)、2014年8月(2泊3日)、2014年12月(2泊3日)に継ぎ⁴⁾⁵⁾、2015年8月(2泊3日)および2015年12月(2泊3日)で福島へ訪問した。現地および校内で下記の計測・調査を実施した。本報告では2014年12月~2015年8月の調査内容を報告する。

(1) 東北新幹線の各駅における新幹線車中の空間線量率(γ 線線量率)の計測

JR 東京駅から JR 福島駅の間で新幹線車中で計測した。計測器はシンチレーションタイプである堀場製作所 PA-1100 を用いた。

(2) 福島市内における空間線量率(γ 線線量率)の計測

図1のように、JR 福島駅周辺、渡利地区、阿武隈川河川敷、信夫山山麓を定点エリアとし、福島へ訪問するごとに計測した。計測器は PA-1100 を用い、地表面から約 1 m の高さで行い、本器の Bluetooth 通信機能を活用し、Android スマートフォンに GPS 位置情報とともに計測値を記録した。



図1 4つの定点計測エリア

(3) 野菜ジュースにおけるカリウム含有量と放射線計

数率の相関を表す検量線作り

1. いろいろな野菜ジュースを蒸発皿で煮詰めて水分をすべて蒸発させ、黒い焦げを作った。内部まで完全に焦げるようにときどき中をかき回し、上からもガスバーナーで上からも加熱した。
2. こそぎ落とせない分を考慮し、紙コップにコゲ 4 g だけをこそぎ落としてから、1分おきに20回計測して GM 計数管 (Inspector+) で計測し、得られた計数率と K 含有量の相関から検量線を作成した。
3. 2015年発表分のコープふくしまの陰膳方式放射線検査のデータからカリウム40の最大値を調べ、それを2の検量線をもとに野菜ジュースの本数に換算した。

(4) 福島市渡利の汚染土壌仮置き場における空間線量率(γ 線線量率)の計測

一昨年と同じ仮置き場を測定エリアとし、計測は PA-1100 を用い、地表面から約 1 m の高さで行った。仮置き場のブルーシートに隣接する状態でいずれも計測した。

(5) 福島駅前の街頭における聞き取り調査

JR 福島駅の東口駅前広場において、2011年から毎年、同一のアンケートを対面式聞き取り型形式で実施してきた。2015年も同様に実施した。

4. 結果と考察

(1)の計測結果を過去の計測結果と併せて図2に示す。那須塩原駅よりも以北で線量率が高くなる傾向は変わらないものの、もうほとんど関西の線量率レベルにまで落ち着いてきている。

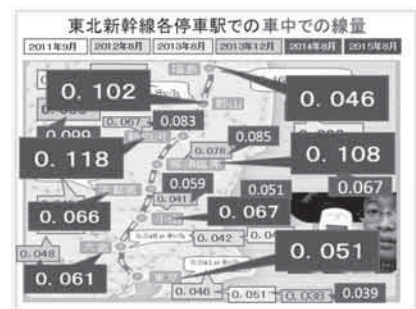


図2 新幹線ホームの空間線量率

(2)の計測結果を昨年度と比較して図3、図4に示す。



図3 2015年8月の線量率

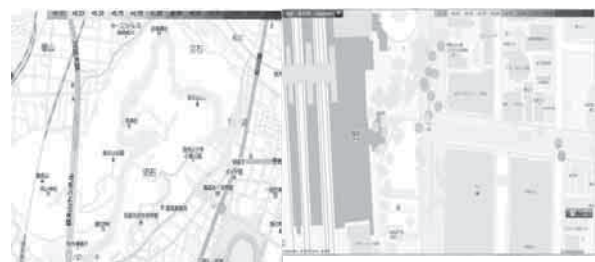


図4 2014年8月の線量率

(図3, 図4ともに左が信夫山周辺, 右が福島駅前, 右上のスケールが線量率(単位 $\mu\text{Sv/h}$) を示す) 非除染地区である信夫山(山麓~山上にかけての部分)は $0.6 \mu\text{Sv/h}$ を中心とした線量率のまま横ばいであり, 除染も行き届いたJR福島駅東口駅前広場では $0.1 \mu\text{Sv/h}$ 前後と関西レベルにまで低減⁴⁾⁵⁾できていることがわかった。

(3)では, 文献調査をしたコープふくしまの陰膳方式放射線検査の2015年のデータを図5に示す。これによると, 摂取したカリウム40の最大値は 59Bq/kg であった。この食品におけるカリウム40の放射能濃度は, カリウムがあらゆる食品に含まれることから, 福島だけでなく関西の私達の日常生活における摂取量もこれくらいであると考えられる。そこでこの摂取量は野菜ジュースを飲み続けたらどれくらいの量で同等になるかを試算した。

まず, 市販の野菜ジュースの銘柄とカリウム含有量は表1のようになった。

表1 各野菜ジュースとカリウム含有量

商品名	野菜生活100	15種の野菜	トマトジュース(後ろろ添加)	トマトジュース	野菜ジュース	ALLVEG	17種の野菜緑の野菜	まるやかキャロット	プレーン100%
発売元	カゴメ	伊藤園	カゴメ	カゴメ	カゴメ	カゴメ	伊藤園	カゴメ	ポッカ
Kの含有量成分表示上	190gあたり340mg	100gあたり171mg	160gあたり460mg	190gあたり530mg	190gあたり490mg	190gあたり630mg	190gあたり189mg	160gあたり300mg	160gあたり346mg
ジュース1gあたりのK含有量(mg)	1.8mg	1.7mg	2.9mg	2.8mg	2.6mg	3.3mg	1.0mg	1.9mg	2.2mg
Kの含有率(wt%)	0.18%	0.17%	0.29%	0.28%	0.26%	0.33%	0.10%	0.19%	0.22%

コゲ4g中に含まれるカリウム量(mg)を横軸に, 20回計測した計数率の平均値(cpm)を縦軸にとってグラフ化すると図6のようになった。ここで, 福島県ハイテクプラザいわき技術支援センターの資料(図7)からBqとcpmの単位の関係を用いて, 59Bq/kg となるときのcpmを求めた(食べる量を1kgと仮定する)(図8)。

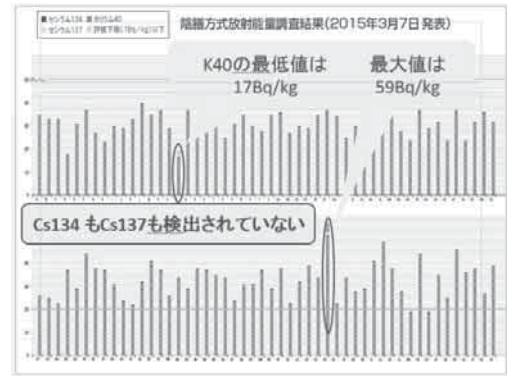


図5 2015年公表分の陰膳検査の結果

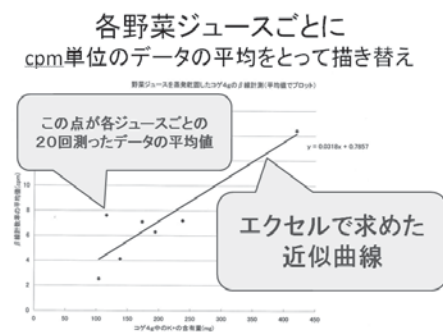


図6 K含有量と計数率の関係



図7 福島県ハイテクプラザ資料

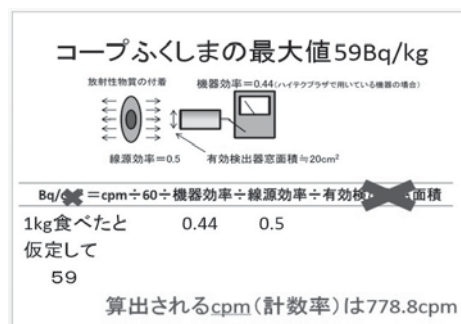


図8 cpmを求める手順

つまり, 1kgの食事を食べてカリウム40を 59Bq 摂取した場合, その食事からは 778.8cpm の放射線が打ち出されていて, その値になるK量は図6のグラフから計算すると 24466mg となる。これは表1よりカゴメALLVEGに換算すると39缶分に相当することになる。福島に限らず私たちが日常食べている食事でもこれくらいのカリウムを摂取していることになる。ちなみに, 放射性セシウム(セシウム137, セシウム134の合計)は2015年のコープふくしまの陰膳放射線検査ではついに検出件数が0件となり, 福島市内の流

通食材で調理された一般家庭の食事は引き続き安全が保たれていることもわかった。

(4)では、仮置き場周辺は図9のように0.23~0.29 μ Sv/hであり、阿武隈川河川敷周辺の線量率(河川敷の葦原は0.9 μ Sv/hあたり、遊歩道で0.3 μ Sv/h周辺、住宅地エリアで0.2 μ Sv/h台)に比べて低いことが分かった。河川敷側の草が生い茂っている非除染地域に比べて、渡利地区の住宅側は一昨年秋に大規模除染が行われて以降、線量率は低くなった。この仮置き場は住宅地に隣接して設置されているが、住宅地域の付近の線量率と全く変わらない。全体的に線量率は昨年から横ばい傾向だが、この仮置き場のシート内については昨年同様きちんと遮蔽されている様子が計測結果からうかがえた。

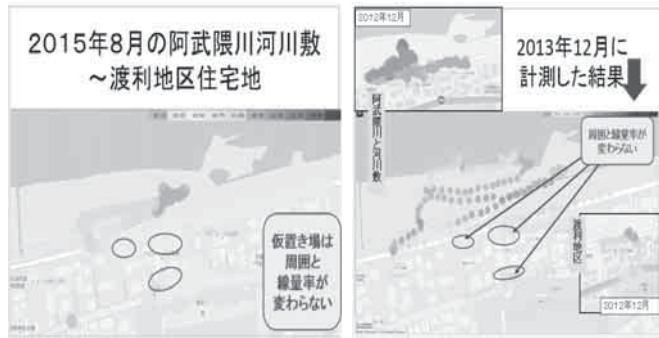


図9 渡利地区仮置き場周辺の線量率
(左が2015年, 右が2013年)

(5)については回答者は、2011年は100人、2012年は129人、2013年は213人、2014年は181人、2015年は142人であった。回答の割合を%に換算し、5年間の差を比較することにより、福島の人々の心の変化を考えてみた。結果は図10のようになった。回答者には図10における項目①~⑩の中から現在不安に思っていることを3つ以内で複数選択してもらった。

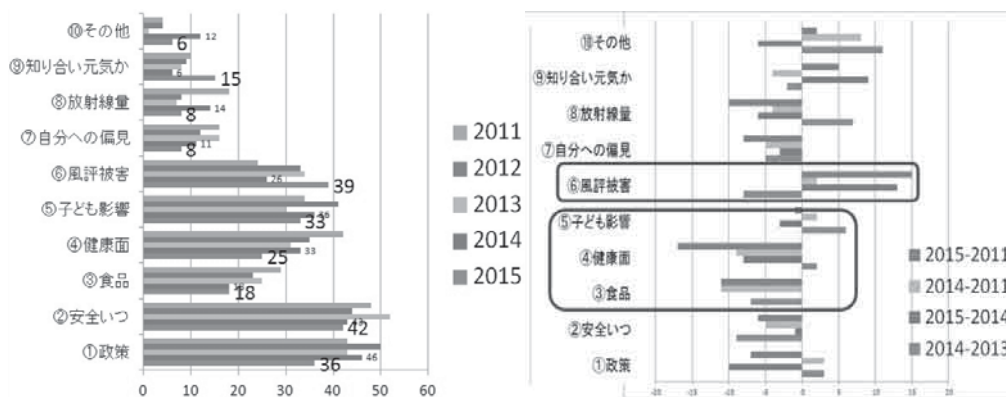


図10 JR福島駅前での聞き取り調査の結果
(左は項目ごとの回答率, 右は年ごとの回答率の差。いずれも%でグラフ化)

原発事故のあった2011年と今年の差を見ても、前年度比を見ても、③、④、⑤といった健康面に関する不安が大きく減り、風評被害を不安に思う人々が多くなっている。健康面においては、福島県では、農作物や海産物はじめ食品の放射線検査の結果が公開されていて、流通食材の安全性が確保され、人々が食材へ安心感を持っている様子がうかがえる。先述したコープふくしまの陰膳検査でもカリウム40以外の放射性同位体は検出されていないことなども福島で暮らす人々の一般家庭の料理が安全であるという現状が伝わる。

5. 今後の課題

Bqと年代ごとのSvの関係や、日頃の内部被曝量が可視化すると身の回りのどれくらいなのかをもっと知りたい。福島の内被曝は先輩達から見事に低減されていると聞いている。福島に限らずCsよりはるか多くのKによって日頃、普通にどれくらい内部被曝を私たちがしているのかをしっかりと実感でき

るようになりたい。

6. 謝辞

福島調査に際し、放射線学習でお世話になりました近畿大学原子力研究所の伊藤先生、渥美先生、山西先生、若林先生、堀口先生、大阪府立大学放射線研究センターの奥田先生、古田先生、八木先生、児玉先生、京都大学原子炉実験所の宇根崎先生、関西原子力懇談会の西村先生、東先生、市川先生、森口先生、澤坂先生にお礼を申し上げます。研究交流させて頂いています福島高等学校の原先生、橋爪先生、生徒の皆さん、除染について教えて下さった環境省福島再生事務所除染情報プラザの青木先生、久留飛先生、三浦先生、内部被曝の検査など教えて下さった東京大学の早野先生、坪倉先生、福島における食の安全の取り組みや実際の検査の様子を見せて下さったJA新ふくしま総合企画部の西條正美様、営農部の鈴木和明様、福島の報道や放射線を取り巻くデマの現状など教えていただいたテレビユー福島・報道制作局の大森 真 様、原発事故直後からの新聞社の様子を教えていただいた福島民報社の山上英幸様、復興と帰村へ向けてお取り組みを教えていただいた飯舘村村長の菅野先生、福島は元気だと福島の素晴らしい自然や食を教えていただいたソーシャルメディア研究所の熊坂仁美様、季節ごとの福島の日常を教えて下さり美味しいご飯をいただいています福島駅前通・鮎長の皆さんにお礼を申し上げます。

7. 参考文献

- 1) 工藤博幸(2011)「簡易放射線測定器で中学生・高校生が放射線を可視化できる実験の提案―被爆地広島
の地表の浄化と校内実験で生徒が考えたこと―」
Proceedings of the 12th Workshop on Environmental Radioactivity KEK,Tsukuba,Japan p16-25
- 2) 工藤博幸, 藤本麻美(2012)「中学生・高校生が考えた広島―簡易放射線測定器で探る広島―」
Proceedings of the 13th Workshop on Environmental Radioactivity KEK,Tsukuba,Japan p290-292
- 3) 藤本麻美, 工藤博幸(2012)「中学生・高校生が見た福島―福島における計測と聞き取り調査から―」
Proceedings of the 13th Workshop on Environmental Radioactivity KEK,Tsukuba,Japan p222-225
- 4) 久保明也, 嶋田純也, 野村啓太, 黒子茜(2013)「福島市内における放射線量と人の心の経年変化を探る
―空間線量率の定点計測・放射性Csの検出および聞き取り調査から―」
スーパーサイエンスハイスクール生徒研究論文集 第2年次(平成25年度) 奈良学園高等学校 p75-79
- 5) 工藤博幸(2015)「中高生の目線で見た福島における放射線事情について」
Proceedings of the 16th Workshop on Environmental Radioactivity KEK,Tsukuba,Japan p75-81

IV SSHベトナム海外サイエンス研修生徒報告書

スーパーサイエンスハイスクール事業「国際性の育成」の一環として、SSHベトナム海外サイエンス研修を実施しました。ベトナムでの研修は、5回目になりますが、SSH系の生徒が授業の一環として訪問するのは、3回目です。

この研修の目的は、以下の通りです。

- 1 ハノイ工科大学との日越初の高大連携（英語を媒介としたサイエンス研修と交流）
- 2 私立グエンシウ高校とのサイエンス研修と文化交流
- 3 ホアビン省の少数民族ムオン族の村を訪問、循環型社会について学ぶ環境研修
- 4 タイビン省のホン河河口域のマングローブ林の調査と、エビ養殖場や養魚場での研修と水質調査
- 5 鹿島建設（株）ベトナム営業所の協力を得て、海外ODA事業や海外における日系企業の活動を学ぶキャリア研修
- 6 ベトナム教育訓練省の表敬訪問や、在ベトナム日本大使館の職員の方からお話を伺うことで、日本とベトナムの国レベルの関係を知る日越研修
- 7 積極的に異文化を理解し、情報を発信しようとする国際的な資質の養成

研修内容

- 1 日 程 平成 27 年 12 月 17 日（木）～12 月 22 日（火），
5 泊 6 日（うち 1 泊 機内泊）
- 2 派遣団 高校 2 年生 C 組 SSH 系 生徒 10 名
加藤 瑞基，加道 大介，[○]蕪木 史弦，柄池 大輔，小出 真緒，
[○]柴谷 郁帆，中 欣隆，林 千晶，芳尾 夏実，[◎]渡邊 翔伍
(男子 6 名，女子 4 名，[◎]印 キャプテン[○]印副 キャプテン)
- 引率教員 3 名 澄川 冬彦（団長 理科），中山 淳一（英語科）
加藤 美智子（理科）
- 同行講師 1 名 金沢大学 新学術創成研究機構 助教 谷川 竜一 先生
計 14 名
- 3 宿 泊 全日 ハノイ デウー ホテル泊
- 4 研修内容

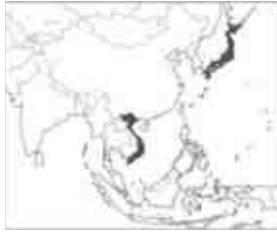
事前研修

11 月 9 日（月）

『SSHベトナム海外サイエンス研修』にむけて」

11 月 9 日の放課後、本校にて社会科を教えられている米山裕二先生から「ベトナムを知ってみる！？」という演題で事前研修を受講した。東南アジアの地図を見てみるところから始まり、ベトナムの地理、文化、歴史について学んだ。先輩方からのお土産でもらったというアオザイという衣装を纏った女性の焼き物もを見せていただいた。

研修への実感が湧いてきて、自分たちの活動への興味がより深まったと感じた。



11月10日(火)

「ベトナム文化研修」

11月10日の午後、大阪大学の桃木至朗先生の研究室を訪問し、事前研修会を行った。ベトナム語の辞書を見せていただき、発音を教わった後、生徒からの質問に答えていただきながら文化や食事について学んだ。ベトナムに留学されていた大学生の方に先生に加えてお話をいただいたり、アオザイの衣装を見せていただいたりし、最後には、プレゼン用にベトナム語での挨拶も一緒に考えた。

私たちはベトナム語の母音の多さに驚き、その難しさに悩まされながらも懸命に発音練習をした。現地に行ったことのある方からのお話はとても貴重な経験になった。



11月11日(水)

「東アジア農村文化研修」

11月11日の午後、和歌山大学の養父先生から「アジアの里地里山における徹底循環型の暮らし」というお題で事前研修を受講した。山奥の村の生活や住居について実際に訪れた時の写真を使いながら進められた。

私たちは犬を食べる文化があることに驚かされ、高床式の住居の床にある隙間から人の食べ残しが落ちて、飼っている家畜のえさになるという循環した生活に感動した。研修へのさらなる意欲をいただいたが、自分たちの暮らしについて考えさせられるところがあった。



活動記録

< 1日目 > 12月17日(木)

ベトナム民族博物館事前研修

交流先の私立グエンシュ高校の生徒達との事前交流

ハノイノイバイ空港到着後、ガイドのハイさんと合流し、バスでベトナム民族博物館に行った。私たちが着いた時にはグエンシュ高校の生徒達がすでに到着しており、時間も少し押していたので一緒に館内を回って、20日の活動のことも兼ねてムオン族についての学習をした。博物館の方の説明をハイさんに通訳していただきながら回っていたが、初めて身近に聞くベトナム語、また、回るスピードが速かったこともありついていくのに必死だった。学んだことを少し紹介する。

ベトナムにはもともと25民族が暮らしていたが、外からの侵入もあり、今では54民族が暮らしている。人口は約9000万人で国土の7割が山である。生活面では、女性は小さい時から機織りをしており、私たちぐらいの年齢では服を1着作れるほどだったという。男性は集会場で年長者から様々なことを学んだそうだ。集会場は村にだいたい一つあり、高いほど神様に近くなるということで屋根を高くしていた。また、家に入る時に使う階段の場所が男女で違うというところに驚いた。ベトナムでは大半が父系であるが、母系のところもあるようだ。

館外の施設は各自バディと回った。私たちは事前に自己紹介文を送り、バディが決まっていたが、相手の名前が分かっていただけで少し不安だった。しかし、グエンシュのみんなはとてもフレンドリーで、英語も私など比にならないぐらいに流暢に話していたので、緊張するどころか会話をするのに必死だった。短い時間であったが翌日の交流会がとても楽しみになった。



グエンシュの生徒達と別れた後、本校の卒業生で現在ベトナムにて活躍されている小川達大さんと会食した。小川さんはお仕事、高校と大学時代について、また生徒一人ひとりの自己紹介を聞きながらお話して下さった。しっかり自分の芯をもって生きておられるという印象を受け、できる人が揃って言われる言葉もおっしゃっていて尊敬するばかりだったし、自分もこんな人を目指していこうと思った。

緊張したり感動したり、残りの活動がとても楽しみになる1日であった。



< 2日目 > 12月18日(金)

私立グエンシュ高校交流

二日目のグエンシュ高校交流は、元気のいい現地小学生たちとのふれあいから始まった。

予定より少し早めにバスが到着したがすでに授業は始まっており、私たちはまず、校門を入ってすぐの広場で行われていた体育の授業に参加させてもらった。

ここでは「羽根蹴り」というスポーツが行われていた。ルールは簡単で、バドミントンのシャトルのような白い羽根がいくつかついた球を、足の甲や膝をたくみに使い相手のほうに蹴り返すというものだ。日本でいう蹴鞠を連想させるような単純な遊びだったが、やってみるとなかなか難しく、何度も空振りして笑いをとっているうちに、初めて会った、言語も異なる者同士ではあったが少し打ち解けてきたような気がした。

その後、突然何か曲が流れ始めたかと思うと、校舎からたくさんの生徒たちが出てきた。それは高校生だけでなく、中学生や小学生、もっと小さな子もいたようだった。

楽しんでいるのもつかの間、今度はグエンシュ高校の先生が校舎内を案内してくださった。そして最後にまわった図書室で、私たちはそれぞれのバディと再会した。

図書室にはたくさんの長机とスクリーンが用意されており、まもなく式が始まった。

グエンシュ高校の副校長先生、また奈良学園からは中山先生から挨拶があり、そして私たちの発表の番がやってきた。

練習を重ねていたとはいえ、やはり大勢の前で発表するのはとても緊張した。

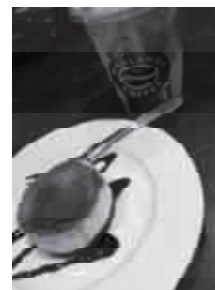
グエンシュの生徒たちの英語が上手かったこともあってか、私たちの想像以上に内容が伝わったらしく、かなり喜んでもらった。練習の成果が実ったうれしさと、グエンシュの皆にもっといろんなことを伝えたい、教えてもらいたいという好奇心で胸がいっぱいだった。今年は例年までの型を破って挑戦した寸劇「ドラえもん」もなかなか好評で、その後の昼食も含め、さらにバディたちとの仲が深まったような気がした。



昼食を食べた後は日本では珍しい昼寝の時間があった。皆が図書室に戻ると、午前中発表の場として普通に使用していた教室におもむろに敷布団をひき始める。ちょうど一人が寝られるくらいの幅で掛布団はない。だが 30 分以上もこの昼寝の時間が確保されており、これが優秀な生徒を生み出す秘訣なのかもしれないと感じた。なぜならこの睡眠のおかげで慣れない場で疲れ気味だったのにも関わらず、午後はすっきりとした気持ちで行動できたからだ。

何時間か実際の授業に参加した後、バディのみんなとともに市内で買い物をした。BigC というお店に行ったのだが、ここは日本でいうイオンのようにいろいろなものが売っているスーパーだった。買い物をするときは万引き防止のため手荷物はロッカーに預ける決まりとなっている。また最後買い物を終えた後も買った商品とレシートを見せなければ外に出ることができないというかなりの厳重体制である。一番印象に残っているのは値段だ。

特に洋服はとても安い。ただ注意もあってバディによると洋服などはあまりお勧めできないらしい。質が悪くすぐに着られなくなってしまうのだそうだ。その代わり、コーヒーやお茶、お菓子などはおすすめのものをたくさん教えてくれた。後々空港で売っていると分かった商品もたくさんあったが、断然この方が安い。さらにスーパーということで食べ物の品質もある程度は保障されているので食品系のお土産はここで買っておくのが賢いなど思った。また少し驚いたことといえば、エスカレーターが段差のないものだったことだ。このようなエスカレーターが存在するのは日本だけだと勝手に思い込んでいた私には新しい発見だった。さらにこのスーパーの中にはカフェなどもあり、買い物が終わった後集合時間までバディとケーキを食べながら会話を楽しむことができた。



そのあとは私たち奈良学生がバディたちを招待するというかたちで執り行われた夕食のバイキングだ。いかにも高級そうなレストランだった。色とりどりでたくさんの料理が用意されていた。もちろんスイーツやフルーツやアイスクリームなどもあった。本当に種類が豊富だったので、ベトナム料理をもっと食べたいという人にとっても、やっぱり自分の口には合わなかったという人にとっても満足できる料理を食べることができたと思う。でも、いくら高級そうだからといって生物を食べすぎることはお勧めしない。おなかを壊してしまえば楽しいベトナムの思い出が減ってしまう。自分である程度注意しておくこと。また長い一つの机で皆が輪になって食べるので自分のバディでない人たちとも一緒に盛り上がりながら本当に楽しい時間を過ごせた。

またとない最高の時間はあっという間に過ぎ、バディたちとの別れのときがやってきた。まだ興奮の気持ちも冷めぬまま、他愛もない話をし、二日間のお礼の言葉も掛け合いつつ、またいずれ会おうと誓い彼らはバスを出ていった。たった二日の間にあったこととは思えないほど、みんなの心は満たされていた。



<3日目> 12月19日(土)

タンロン遺跡の見学

ドンスワン市場の見学

海外キャリア研修

(1)ハノイ市 タンロン遺跡に訪問

未だ発掘途中の遺跡で11世紀～18世紀にこの地に存在した大越王朝の最重要部分だそうだ。

地盤沈下により、人工道が何度も作られており、発掘された断層から歴史を感じさせる。他にも水道や井戸の跡地も発掘されている。

ベトナム戦争時にこの遺跡の真下に軍の基地が作られ、現在でも残っていて中を見学することができた。中は重厚な鉄扉や狭い通路といった外敵が侵入しにくい作りになっており、戦時の知恵がうかがえた。

他にもかつて使われていた陶器やヨーロッパの影響を受けた建築物といった昔のものから、大砲、軍用機など、比較的近代のものまで幅広く展示されていた。



(2) 市内 ドンスワン市場見学

下町を彷彿とさせるショッピングモールのような建物内で買い物を行った。商品が所狭しと積み上げられた様はまるで倉庫を歩いているかのようだった。だが意外にも道と店の間取りはそこまで雑ではなかった。

日本にもあるような携帯やその充電器からベトナムの伝統衣装や飾り、日用品、食料品など、一日で全て見るのは至難の業と思われる。

日本での買い物と比較すると、商品に少しでも興味を持つともれなく店員の方から話しかけられるため、違和感があった。よほど売り込みたいのだろう。

聞き取れる限り英語で会話し、高校生にはあまり縁のない商談をすることもあった。もともと値引きしてもらっても正規品より高いなんてこともあったが。

店員1人1人言い値が違い、さらにベトナムの物価があまりわからないため、難しかった。いかに日本の物価がしっかりしているかが身に染みた。



(3) 昼食

奈良学園新校舎建設の施工主である鹿島建設のハノイ事務所に勤務されている阪東さんと佐藤さんと会社近くのレストランで食事を頂いた。メニューはラーメンとうどんの合いの子のような食感が特徴のフォーと甘いコーヒーとチョコレートで足して割ったような飲み物だった。特にフォーの上ののっていた揚げの様な物が日本ではあまり食べないような感じで印象的だった。

(4) 講義

阪東さんからは「東南アジアにおけるインフラ整備の課題」佐藤さんからは「海外で働くこと」という題目でご講義を頂いた。

① 東南アジアにおけるインフラ整備の課題の概要

まず、政府や自治体の自己財源の説明があった。

・整備すべきインフラの量や規模は巨大であるため、多額の資金が必要であるがベトナムは規模が小さく、財政赤字に陥っている。

ベトナムの国家収入：約 4.9 兆円

ベトナムの国家支出：約 6.2 兆円

次に ODA による支援の仕組み、民間資金の利用など、何とかして財源を増やす方法（一時的な）の説明。

その後は主にゴミ問題をテーマにした説明があった。

- ・廃棄物処理の手順（日本の廃棄物処理の問題を例に挙げて）
混合ゴミと土被覆不足問題、火災、社会的課題など
最後に、温室効果ガスについての説明があった。
- ・日本の一般家庭と比べたベトナムの削減量、目標数値

（感想）

阪東さんは私たちに発展途上国の現状を説明してくださった。なかなか難しい内容であったが、日本の高度成長期の時と比べたりととても分かりやすかった。

阪東さんご自身の先進国と発展途上国のつきあい方についての考えなどが聞けてとても勉強になった。

②海外で働くことの概要

アジアでは379,498人も日本人の方がアジア諸地域でお仕事なさっている。特にベトナムに進出している日本企業はトヨタ、ホンダ、ヤマハ、キャノン、パナソニック、ブラザー、TOTO、INAXなどがある。

海外で働くために必要なスキルは、専門知識と言葉だ。必要とされる人材は、前向き、やる気、へこたれない、気分転換が出来ることである。日本で働くことと違うことは、若くして責任ある仕事出来る、仕事のスケールが大きい、などだ。

海外で働くことのメリットは、仕事の達成感を大きく感じる事が出来る、異文化に触れる事が出来る、友人が増えることで日常生活が楽しい、等のことだ。

反対につらいことは、自分に対する責任が増えるため、仕事が上手くいかないこと、その国の人に認められないこと、等である。

（感想）

佐藤さんは、企業は進出する前にその国のことをよく知っておかないといけないとおっしゃっていた。最近よく、日系企業が海外に進出する話はニュースなどで耳にするので、企業が苦勞したり反対にその国に進出したりして良かったことなどをお聞きすることが出来、とても勉強になった。



(5) 工場見学

あけぼの化成さんの第一工場と第二工場を見学した。

多くの機械が並んでいるものの手動のものが多く、完全に手作業のものまであり、人員は数百人ほどだそうだ。手作業のほうが顧客のオーダーに柔軟に対応出来るのも、機械に全て頼らない理由だそうだ。

機械は押し出し成形という技術を使えるものを使用していた。

工場職員とオペレーターとの心の距離を近づけるためオペレーターの部屋をガラス張りにしたり、食堂の窓付近を荷物置き場にさせないために観葉植物を置いたりなど細かいところに日本人の社長さんならではの工夫が見られた。

ベトナム人を雇うと人件費が日本の10分の1~20分の1で良いということや、ベトナム人は「会社に勤めて安定した収入を得る」という環境がほぼ無かったことから、そういった礼儀や常識からきちんと教えなければいけない、というようなベトナムを含む発展途上国と日本のような先進国との違いや、認識の違いなどを感じさせてくれるようなお話を、社長さんである高崎さんがしてくださった。



(6) 会食

高崎さん、阪東さん、佐藤さん、教育訓練省から二人の方にお越し頂いて食事会をした。とても開放的な雰囲気、海外でキャリアを積まれている方の貴重なお話を伺うことが出来た。



<4日目> 12月20日(日)

ベトナム環境研修

私たちは12月20日にホアビン省タンラック郡ナムソン村のブオン集落というところに行った。朝ホテルを出るのが通常より約1時間早く、3時間ほどかけて到着した。ナムソン村に行くまでに1度トイレ休憩があり、そこでは昨日グエンシュ高校で体験した「羽根蹴り」の羽根が売られており、みんなで遊んだ。ナムソン村に近づくにつれて露店の数が減っていき、道が整備されておらずガタガタだった。

ナムソン村は標高がおよそ1000mあり、とても綺麗な田園風景が広がっていた。標高が高いので寒いと聞いていたが良い天気恵まれ、ぽかぽかして適温だった。村の青年団の方はベトナム語しか通じないため、通訳の3名の方と伊能さんとアシスタントの方を通じて会話をした。ボディランゲージで伝えられるように勤めたがなかなか伝わらず、言葉の壁を感じた。

初めに私たちは2グループに分かれて村の青年たちと里山散策に出かけ、昆虫や植物を採集した。里山の中にはたくさんの種類の植物があるにもかかわらず、そのほとんどを青年団の方が知っていて驚いた。毒をもつ植物も多かった。里山の中も険しい道が多かったのにもかかわらず青年団の方はサンダルや革靴で歩いていた。散策が終わると村の村長さんによる歓迎の言葉の後、採ってきた植物の名前や用途を教えてくださいました。その多くは薬や調理に使われるものだった。

次に村の青年団の方と水質調査をした。水質調査のやり方の手本を見せるとみなさんが意欲的に水質調査をしてくれた。結果は田の水に含まれるリンが多かったので水が汚かった。飲料水は少しリンが多く小川の水はリンが少なく綺麗だった。

その後、青年団の方が作ってくださった昼食を食べた。昼食は野菜スープ、卵料理、鶏を焼いたもの、水牛の塩茹と白米だった。私はお腹が空いていなかったのであまり食べていないが、少し塩味が利きすぎている。村の青年団の方は食事中すぐお酒を勧めてくるので、断るのが大変だった。また日本語で「乾杯」という言葉も知っていて驚いた。捕虫網とPHメーターのプレゼントに喜んでくれてうれしかった。帰りのバスはみんな疲れて爆睡だった。

最後に夕食は中華のレストランにて伊能さん方と会食し、この日の活動は終了した。



< 5日目 > 12月21日(月)

国立ハノイ工科大学サイエンス交流

〔A班：加藤、加道、小出、柴谷、中〕

12月21日私達は二つの班に分かれて行動をした。私達の班はハノイ工科大学へ向かった。バスから降りてみると空気が少し白く見えるほど空気が汚れていたのを実感した。そこで最初にハイ教授から学校の説明をしてもらった。日本の大学と比較しても、遜色ないほどに科学に対する熱意を感じた。また、京都大学など国外の大学と協力してさまざまな調査をしていることなどから科学に国境などというものはないという姿勢を感じる事が出来た。ハイ教授の説明後に校長が補足説明をいれてくださり、校長も熱心に科学に携わっているのだと思った。

次に別の教授の方達からの講義を大学生の人達と一緒にうけた。一人目は「ベトナムの動植物について」というテーマだった。ベトナムには数多くの種類の生物がいる事を知ったが、中にはサイやゾウなど既に絶滅している、あるいは絶滅の危険性が高まっている動物が居ることを知り日本ではニホンオオカミなど既に絶滅している種も数種類いるので、ベトナムではここからどのようにして数を取り戻していくのかが大きな課題と言えるだろう。講義の仕方からも私達のプレゼンに利用できる技術がいくつかあった。基本的には私達にでもぎりぎり理解できるぐらいの英語で語ってくれたのだが、要所所で知らない単語を挟んでくるがこれは文章や教授の話からある程度推測可能な単語ばかりで、自分がただ話すのではなく相手に自分の話題について興味を持ってもらうためにクイズ形式にすることで否が応でも話題について考えさせるということが発表では大切なのだと理解することができた。

二人目の人は「ベトナムの建築方式について」という内容だった。ベトナムにも日本と同じ高床倉庫があったが勿論日本と同じく穀物の保存状態を良くするためという理由もあったが、主な理由は蛇やトラなどの危険な動物から寝ている間身を守るためという理由だった。それゆえに倉庫だけでなく人々の住居も高床式だった。日本では中国から稲作が伝わるとともに保存のために高床式が伝わったが、ベトナムでは中国から伝わったのか、それに自分たち特有の意味を見出したのか、それともはじめから稲作をやっていて自分達でこの建て方を発見したのか思い返してみれば気になる所だった。

講義の後私達はグエンシュ高校と同じように（人数は違うが）学校紹介の後課題研究発表をした。一人欠員が生じてしまったため四人のうち一人が前日にその人の学校紹介の部分覚えて研究発表はとばすということになったので結構不安だった。あまり自分から目立とうとしない日本人とは違い、ベトナムの大学生の人たちは積極的に質問をしてくれたのは良いが、返答する時に頭では理解しているが英語にしようとする口から出てこず結局先生に頼るといふがいない結果になってしまった。英語で瞬時に解答することの難しさを痛感させられた。

最後に大学の施設案内をしてもらった。京都大学からの留学生のための部屋には日本語を話せてベトナムの人たちとの橋渡しをしてくれるということで基本は英語での会話だが、もし単語が思いつかなくても翻訳してくれるというのは大いに助けとなるだろう。他にも色々な研究室に入らせてもらい見学をした。大抵はどのようなものか皆目検討もつかないが中には自分達でも知っているものがあったり、知らなくても教授の人が親切に教えてくれたりとてもありがたかった。

そして大学を出て大学生や教授の人たちとともに食事会を行った。レストランへ向かうバスの中でベトナムについてどう思うかという質問をもらいそこから色々な話をした。レストランでも向こうから色々な話を提供してもらったが、教授たちとは違い、ベトナム語の訛りがひどく、聞き取るのに少し苦勞した。



ホン川研修

〔B班：蕪木、柄池、林、芳尾、渡邊〕

澄川先生、ガイドのハイさんと5名の生徒でタイビン省のホン川河口に行った。

目的地までは3時間以上かかり、長い道のりだった。ホテルを出発し、ハノイ市街地から郊外に出るにつれ、ビルや家が立ち並ぶ風景から農業風景に変わった。タイビン省に入るとまた町が広がり、ところどころに集落が点在していることがわかった。バイクはハノイよりも少なく、トラックが多かった。

マングローブが広がる河口域に着くとまず、澄川先生にマングローブの種類や生態を、マングローブ林の中をかきわけるように通っている橋を通りながら教わった。マングローブの植物に触れながらの研修で、楽しみながら学ぶ事ができた。

マングローブ林を抜けると、南シナ海が広がっていて、水平線を180度見渡すことが出来た。ホン川が土砂を運んだため、水平線ギリギリまで遠浅の海が広がっている事を確認した。

一度マングローブ林の入り口あたりまで戻り、2ヶ所で水質調査を行った。その後バスに乗り、チュイさんの家に移動し、養魚池1ヶ所で水質調査を行った。そして、昼食で食べるアカメを捌いているところを見学した。鮮度を保つための早業に驚いた。

チュイさんの家で、アカメ、ブラックタイガー、シャコ、肉、野菜の鍋を昼食として頂いた。海鮮と肉を同時に鍋にする事は日本ではないので新鮮だった。

昼食後、チュイさんが育てている 10cm 程度のアカメの 25 項目を測り、同定を行った。細かく、肩の凝る作業だった



<まとめ>

6 日間にわたるこのベトナム研修を終えて、私たちは日本には決してできない様々なことを体験し、そのそれぞれについて多くのことを学んだ。現地の生活や文化はもちろんだが、どんな教科書にも載っていない、実際に現地の方々と接してこそわかったことも多々あった。

そのなかでも特に私たちの記憶に残っているのは、現地のベトナム人のみなさんの、物事に対する積極性の強さである。見ず知らずの外国人である私たちに迷いもせず近づいて、積極的に話しかけてきてくれたグエンシュの小中学生、私たちのあいまいな英語を少しでも多く理解しようと努めてくれたバディたち、さらにナムソン村では言葉もわからぬ相手を歓迎してくれ、水質調査などの際も本当に真剣に取り組んでくれた青年団のみなさんや、巧みな日本語も加えて絶えずバス内を賑わせてくれたガイドさんまで、私たちが接したベトナム人全員が、何事にも好奇心を持って取り組んでくださっていたのだ。そのおかげでこの研修が、より楽しく、より面白く、より価値のあるものになったといっても過言ではない。またそれに加え、キャリア研修でお世話になった日本企業の方々、空港へ見送りにまで来てくださった旅行会社の方や研修の準備段階からずっと見守り続けてくださった先生方、さらにはこの研修への参加を快諾してくれた親といった、感謝すべき何人もの周りの大人に支えられてのものであるということも、つくづく感じた。

この研修での経験を一生の宝物とし、将来に生かし、また次世代へつなげていくことではじめて、この研修でお世話になった全ての方々への感謝の意を表せるのではないかと思った。

V その他

1 SSH系生徒・SS研究チーム・科学部・矢田の丘里山支援チーム活動の記録

No.	生徒区分				日 程	内 容 結 果 等
	S S H 系 生 徒	S S 研 究 チ ム	科 学 部 ・ 他 生 徒	里 山 支 援 チ ム		
1		○	○	○	5月9日(土)	エンシェウムヨウラン観察会
2		○			5月30日(土)	全国学校・園庭ビオトープコンクール2015申請
3				○	6月5日(金)	校内ホテル調査開始
4				○	6月9日(火)	里山支援チーム年間予定検討会
5		○		○	6月13日(土)	エンシェウムヨウラン調査
6		○	○		6月13日(土)	校内ホテル観察会開催(保護者を含む)
7		○			6月19日(金)	日本放射線安全管理学会第12回シンポジウム 口頭発表(東京工業大学)
8			○	○	7月12日(日)	里山支援チームによる学校見学会里山教室1開催(160名) 同 科学教室開催(160名)
9	○				7月12日(日)	物理オリンピック県予選(2名参加)
10			○	○	7月18日(土)	学校説明会里山教室2開催(75名)
11	○		○		7月19日(日)	生物オリンピック県予選(4名参加)
12	○				7月20日(月)	化学オリンピック県予選(6名参加)
13	○			○	7月25日(土)	第1回 中学校1年生環境研修
14		○			7月25日(土)	第2回 SSH環境・エネルギー学会 in OBAMA口頭発表
15			○	○	7月25日(土)	里山支援チームによる第1回奈良学塾開催(80名)
16		○	○		8月4日(火) ~6日(木)	SSH生徒研究発表会参加並びに見学会の実施 ポスター発表(インテックス大阪)
17				○	8月7日(金)	大和川水系水改善事業県補助金申請
18		○			8月8日(土) ~9日(日)	第32回みんなのくらしと放射線展 於大阪科学技術センター 審査員特別賞受賞
19		○	○		8月11日(火) ~13日(木)	「サイエンススクエア2016」に実験出展(国立科学博物館)

20			○	8月13日(木)	西大和学園SSH事業「NAISTラボステイ」～8月15日(土)		
21		○		8/17(月) ～19(水)	福島県立福島高校との研究交流・福島市内調査 (福島市内)		
22	○	○		○	8月24日(月)	サギソウ観察会1	
23	○	○		○	8月25日(火)	大阪教育大学 岡崎純子先生サギソウ観察会2	
24	○	○		○	8月28日(金)	京都大学 末次健司先生サギソウ観察会3	
25		○			9月6日(日)	日本植物学会第79回新潟大会高校生ポスター発表	
26	○	○			9月12日(土) ～13日(日)	日本地質学会全国大会高校生ポスター発表 (信州大学)	
27	○	○			9月19日(土)	日本動物学会第86回新潟大会高校生ポスター発表(優秀賞受賞)	
28				○	9月22日(火)	毎日新聞「地球未来賞」応募	
29	○				10月24日(土)	大阪府サイエンスデイSSHポスター発表 (府立天王寺高校)	
30	○	○			10月31日(土)	まほろばけいはんなSSHフェスティバル参加発表	
31				○	11月7日(土)	里山支援チームによる学校見学会里山教室3開催(40名)	
32				○	11月15日(日)	日能研サイエンスフォーラム(グランフロント大阪)	
33				○	11月15日(日)	敦賀・原子力の科学館あっとほうむ 実験出展	
34				○	11月21日(土) ～22日(日)	学校ビオトープの構築と里地里山環境教育実践研修会開催 (本校学校林)	
35				○	○	11月22日(日)	青少年のための科学の祭典2015奈良大会「チョークから絵の具作り・チューイングガムの科学」の2つの化学実験出展(奈良教育大学)
36					12月12日(土)	なら環境教育ミーティング教員発表(奈良教育大学)	
37	○				12月17日(木) ～22日(火)	SSHベトナム海外サイエンス研修派遣	
38		○			12月25日(金)	日本化学会第32回中高校化学研究発表会口頭発表 (大阪科学技術センター)	
39		○			12月27日(日) ～29日(火)	福島市内調査と飯舘村表敬訪問	
40		○	○		1月23日(土)	第8回 近畿「子どもの水辺」交流会(京都テルサ)	
41				○	2月8日(月)	理科課題研究学年発表会	
42		○	○	○	2月13日(土)	第2回奈良学塾 地域交流事業「小学生科学教室」参加	
43	○	○	○	○	2月20日(土)	本校SSH研究発表会でプレゼンテーション参加	
44	○			○	2月26日(金)	中学校1年生 第2回環境研修	
45		○			3月9日(水) ～10日(木)	第17回環境放射能研究会ポスター発表 (高エネルギー加速器研究機構)	
46	○	○			3月13日(日)	奈良SSHフェスティバル(西大和学園高校主催)	

**DIURNAL SKIPPER *PELOPIDAS MATHIAS*
(LEPIDOPTERA: HESPERIIDAE) POLLINATES
HABENARIA RADIATA (ORCHIDACEAE)¹**

Yuna Ikeuchi,² Kenji Suetsugu,³ and Huyuhiko Sumikawa²

ABSTRACT: The genus *Habenaria* is one of the largest orchid genera, and although it has a broad distribution, its main centers of diversity are in Brazil, eastern Asia, and central and southern Africa. Despite its diversity, little is known about the pollinators of this genus, but the few published reports to date indicate that *Habenaria* sp. are mainly pollinated by moths. Here we report that the diurnal skipper *Pelopidas mathias* can act as a pollinator for the population of *Habenaria radiata* in Nara Prefecture, Japan. Previous reports have shown that another diurnal skipper, *Parnara guttata*, is one of the pollinators of *H. radiata* in Fukuoka Prefecture. The observation that two butterflies from the family HesperIIDae transfer pollinia for populations of *H. radiata* separated by approximately 600 km provides strong evidence that *H. radiata* utilizes diurnal skippers as one of its main pollinators.

KEYWORDS: pollinator, orchid, endangered species, butterfly pollination

Habenaria is a large genus of orchids comprising approximately 900 terrestrial species distributed throughout the tropical and subtropical regions of the Old and New World (Batista et al., 2013). The greatest diversity within the *Habenaria* is found in Brazil, eastern Asia, and the central and southern regions of Africa (Batista et al., 2006). Despite the size and diversity of this genus, the pollination biology and breeding systems of very few *Habenaria* species have been studied in detail (Pedron et al., 2012).

Most published reports indicate that the genus *Habenaria* is mainly pollinated by settling moths and hawkmoths (e.g. Singer and Cocucci 1997; Singer 2001; Peter et al., 2009; Pedron et al., 2012), and, to a lesser extent, by tipulid crane flies (Singer 2001) and diurnal *Heliconius* butterflies (Moreira et al., 1996). Even though there are 11 species of *Habenaria* in Japan (Yokota 1990), there have been few detailed studies of their reproductive biology, and there is little information regarding their floral visitors (Suetsugu and Tanaka 2014 a, b). Indeed, the genus contains one of the most important of the Japanese horticultural orchids, *Habenaria radiata* (e.g. Takahashi and Hakoda 1998), but despite its popularity, very little is known of its life history in its natural habitats.

As a result of habitat destruction and excessive collection, *H. radiata* is currently listed as a “vulnerable” species, with a probability of extinction within the next 100 years of approximately 99% (Environment Agency of Japan 2000). Given the great diversification and the intricacies of their pollination systems, in the family Orchidaceae (Tremblay et al., 2005), a detailed knowledge of their pollination biology is therefore required to plan effective measures of conserva-

¹ Received on December 7, 2014. Accepted on March 1, 2015.

² Nara Gakuen, Yamada-cho, Yamatokoriyama City, Nara 639-1093, Japan.

³ Graduate School of Human and Environmental Studies, Kyoto University, Yoshida-Nihonmatsu-cho, Sakyo, Kyoto 606-8501, Japan. Corresponding author. E-mail: kenji.suetsugu@gmail.com

Mailed on June 30, 2015

tion for endangered species such as *H. radiata* (Roberts 2003). A recent study by Suetsugu and Tanaka (2014b) found that the diurnal skipper *Parnara guttata* can act as a pollinator of the *H. radiata* population in Fukuoka Prefecture. The current study focused on another population of *H. radiata* in Nara Prefecture to determine whether diurnal floral visitors were also effective pollinators of *Habenaria radiata* in other locations.

Habenaria radiata is an orchid distributed in eastern Asia and Japan. It usually grows sparsely in the low-lying or hilly wetland. The inflorescence bears 1-5 white flowers, which are ca. 3cm across with showy lip. The lip is distinctly three-lobed. The lateral lobes are spreading, flabellate and deeply and finely lacinate, and the midlobe is smaller, linear and entire. The spur is elongated in the same manner as other *Habenaria* species, and is 3-4 cm long. Field observations were conducted in late August to early September 2014, at a wetland habitat dominated by *Eleocharis wichuræ* (Cyperaceae) and *Eupatorium lindleyanum* (Asteraceae) in Yamato-Koriyama City, Nara Prefecture. There are no co-flowering orchidaceous species in the habitat. The study area contained approximately 200 flowering individuals, and the period of investigation covered the peak flowering season for the population of *H. radiata* at that location. Direct observations of flower visitors were made for a total of ca. 14 hours, covering 9:00-14:00. The scent of the flowers is faint but sweet and can be perceptible in sunny daytime conditions. We walked around the study site or sat near the flowering individuals to avoid wetland damage by treading on the surrounding vegetation during the direct observation. During this period, the intrafloral behavior of insect visitors was recorded. The flowering individuals were monitored intermittently over the following three weeks and then scored for fruit set once capsules had formed.

We detected eight visits of the diurnal skipper *P. mathias* to *H. radiata* flowers, while there were no visits of the other insect to the flowers. All of the butterflies bore pollinia on their heads and exhibited characteristic feeding behaviour. First, they inserted their proboscises deep into the spur; then, while feeding on the nectar, they pushed their faces against the column. This caused the pollinia to transfer to their heads, or, if it was already present, transferred some parts of the pollinia to the stigma. After visiting the flowers, the butterflies sometimes rested on the surrounding cyperaceous or poaceous plants before finally leaving the *H. radiata* populations. On other occasions, butterflies bearing pollinia revisited and pollinated other flowers within the same inflorescence and/or other individuals in the surrounding vicinity. This behavior indicates that these butterflies can facilitate not only geitonogamous pollination, but also act as outcrossing pollinators. However, of the 665 flowers at the study site, only 75 bore fruit, which corresponds to a total fruit set of 11.3% and suggests that *H. radiata* experiences a high degree of pollinator limitation in its natural habitat.

Direct observation revealed that the diurnal skipper *Pelopidas mathias* can be an effective pollinator of the *H. radiata* population in Nara Prefecture. These

results are similar to those of Suetsugu and Tanaka (2014b), which reported that another diurnal skipper *Parnara guttata* can act as a pollinator of the *H. radiata* population in Fukuoka Prefecture. The observation that two butterflies from the family HesperIIDae transfer pollinia for populations of *H. radiata* separated by approximately 600 km, provides strong evidence that *H. radiata* utilizes diurnal skippers as one of its main pollinators.

This is in contrast to most of the other *Habenaria* species, which are reported to be pollinated by nocturnal moths (e.g. Singer and Cocucci 1997; Singer 2001; Peter et al., 2009; Pedron et al., 2012). However, it should be noted that the present observations are somewhat biased toward daytime. Further research is therefore required to investigate whether other floral visitors—particularly nocturnal ones—can be detected in addition to the ones observed in the current study. It should be also noted that the pollinia were attached to the skipper's head because orchids, which are pollinated by Lepidoptera, usually deposit their pollinaria on the smooth surface of compound eyes, the proboscis and distal parts of forelegs, since these are the only sites without scales (e.g. Singer and Cocucci 1997; Singer 2001; Peter et al., 2009; Pedron et al., 2012; Suetsugu and Tanaka 2013; Suetsugu and Hayamizu 2014).

Skippers are often thought of as nectar thieves because of their habit of avoiding contact with the pollen-laden parts of the flower, and therefore failing to transfer a lot of pollen (Venables and Barrows 1985). However, given that orchids transmit their pollen grains within pollinia, an ample amount of pollen removal or deposition can be accomplished by a single pollinator visit. This characteristic could render skippers as effective pollinators of orchids such as *H. radiata*.

The production of fruit by both nectariferous and nectarless orchids can often be limited by low frequencies of pollinator visits (Tremblay et al., 2005). However, it has been noted that nectariferous orchids are more successful at producing seed than their nectarless counterparts, and furthermore, that there is a positive correlation between the rarity of orchids and the absence of nectar rewards (Chung and Chung 2003). On average, the provision of nectar doubles the probability of fruit set ($37.1 \pm 3.2\%$, nectariferous orchids, $n = 84$ and $20.7 \pm 1.7\%$, nectarless orchids, $n = 130$; Tremblay et al., 2005).

However, the current study found that even though *H. radiata* is a nectariferous species, its fruit set was still extremely low: approximately half that of the average nectarless species. In order to conserve *H. radiata*, which lacks the capacity for autogamous reproduction (Takahashi and Hakoda 1998), it is therefore vital to conserve its pollinators and reduce pollinator limitation. Given that the larvae of diurnal skippers such as *P. mathias* and *P. guttata* feed on the leaves of the Cyperaceae and Poaceae species in the surrounding wetland habitat (Fukuda et al., 1982), it is advisable that entire ecosystems be conserved in order to maintain plant-pollinator interactions and preserve *H. radiata* populations in their natural habitat.

LITERATURE CITED

- Batista, J. A. N., L. D. B. Bianchetti, and Z. D. J. G. Miranda.** 2006. A revision of *Habenaria* section *Macroceratitae* (Orchidaceae) in Brazil. *Brittonia* 58: 10-41.
- Batista, J. A. N., K. S. Borges, M. W. F. de Faria, K. Proite, A. J. Ramalho, G. A. Salazar, and C. van den Berg.** 2013. Molecular phylogenetics of the species-rich genus *Habenaria* (Orchidaceae) in the New World based on nuclear and plastid DNA sequences. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 67: 95-109.
- Chung, M. Y. and M. G. Chung.** 2003. The breeding systems of *Cremastra appendiculata* and *Cymbidium goeringii*: high levels of annual fruit failure in two self-compatible orchids. *Annales Botanici Fennici* 40: 81-86.
- Environment Agency of Japan.** 2000. Threatened wildlife of Japan, Red Data Book. (Vascular plants.) Wildlife Research Center, Tokyo.
- Fukuda, H., E. Hama, T. Kuzuya, A. Takahashi, M. Takahashi, B. Tanaka, H. Tanaka, M. Wakabayashi, and Y. Watanabe.** 1982. The life histories of butterflies in Japan. Hoikusha, Osaka. 540 p.
- Moreira, G. R. P., C. A. Correa, and E. Mugrabi-Oliveira.** 1996. Pollination of *Habenaria pleiophylla* Hoehne & Schlechter (Orchidaceae) by *Heliconius eratophyllis* Fabricius (Lepidoptera, Nymphalidae). *Revista Brasileira de Zoologia* 13: 791-798.
- Pedron, M., C. R. Buzatto, R. B. Singer, J. A. N. Batista, and A. Moser.** 2012. Pollination biology of four sympatric species of *Habenaria* (Orchidaceae: Orchidinae) from southern Brazil. *Botanical Journal of the Linnean Society* 170: 141-156.
- Peter, C. I., G. Coombs, C. F. Huchzermeyer, N. Venter, A. C. Winkler, D. Hutton, L. A. Papier, A. P. Dold, and S. D. Johnson.** 2009. Confirmation of hawkmoth pollination in *Habenaria epipactidea*: leg placement of pollinaria and crepuscular scent emission. *South African Journal of Botany* 75: 744-750.
- Roberts, D. L.** 2003. Pollination biology: the role of sexual reproduction in orchid conservation. Natural History Publications, Kota Kinabalu.
- Singer, R. B.** 2001. Pollination biology of *Habenaria parviflora* (Orchidaceae: Habenariinae) in southeastern Brazil. *Darwiniana* 39: 201-207.
- Singer, R. and A. A. Cocucci.** 1997. Eye attached hemipollinaria in the hawkmoth and settling moth pollination of *Habenaria* (Orchidaceae): a study on functional morphology in 5 species from subtropical South America. *Botanica Acta* 110: 328-337.
- Suetsugu, K. and K. Tanaka.** 2013. Moths visiting the flowers of orchid *Platanthera japonica*. *Entomological News* 123: 78-80.
- Suetsugu, K. and M. Hayamizu.** 2014. Moth floral visitors of the three rewarding orchids *Platanthera* revealed by interval photography with a digital camera. *Journal of Natural History* 48: 1103-1109.
- Suetsugu, K. and K. Tanaka.** 2014a. Consumption of *Habenaria sagittifera* pollinia by juveniles of the katydid *Ducetia japonica*. *Entomological Science* 17: 122-124.
- Suetsugu, K. and K. Tanaka.** 2014b. Diurnal butterfly pollination in the orchid *Habenaria radiata*. *Entomological Science* 17: 443-445.

- Takahashi, K. and N. Hakoda.** 1998. Effect of mycorrhizal infection on the early growth of protocorm in *Habenaria radiata* 'Aoba' and 'Gyokuryuka'. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 67: 112-115.
- Tremblay, R. L., J. D. Ackerman, J. K. Zimmerman, and R. N. Calvo.** 2005. Variation in sexual reproduction in orchids and its evolutionary consequences: a spasmodic journey to diversification. *Biological Journal of the Linnean Society* 84: 1-54.
- Venables, B. A. B. and E. M. Barrows.** 1985. Skippers: pollinators or nectar thieves? *Journal of the Lepidopterists' Society* 39: 299-312.
- Yokota, M.** 1990. Karyomorphological studies on *Habenaria*, Orchidaceae, and allied genera from Japan. *Journal of Science of the Hiroshima University. Series B* 23: 53-161.



Fig. 1. *Parnara guttata* visiting the flowers of *Habenaria radiata*. The yellow pollinia can clearly be seen attached to the butterfly's head.

3 卒業生発表論文（日本分類学会）

校内で発見されたエンシュウムヨウラン（ラン科）の近畿地方初記録報文

ISSN 1346-6852

Bunrui 15(2): 191-194 (2015)

新産地報告

エンシュウムヨウラン（ラン科）を近畿に記録する

福永裕一¹・末次健司²・長谷川匡弘³・澤 進一郎⁴

¹ 〒770-0852 徳島県徳島市徳島町

² 京都大学大学院人間・環境学研究科（〒606-8501 京都市左京区吉田二本松町）

³ 大阪市立自然史博物館（〒564-0034 大阪府大阪市東住吉区長居公園1-23）

⁴ 熊本大学大学院自然科学研究科（〒860-8555 熊本県熊本市黒髪2-39-1）

Hirokazu FUKUNAGA, Kenji SUETSUGU, Masahiro HASEGAWA and Shinichiro SAWA:
New records of *Lecanorchis suginoana* (Orchidaceae) from Kinki district, Japan

ラン科のエンシュウムヨウラン *Lecanorchis suginoana* (Tuyama) Seriz. はムヨウラン属 *Lecanorchis* Blume の多年生菌従属栄養植物である。本種は、今までに日本と台湾に分布が報告されており、日本では本州関東～東海地域と四国、そして九州に分布するとされ、関東の茨城県と埼玉県、東海の静岡県と愛知県、四国の高知県、そして九州の宮崎県の6県に分布の報告例がある（津山 1982, 杉野 1985, 澤 1987, 杉野・鈴木 1987, Hashimoto 1990, 静岡県 2004, 南谷 2005, 芹沢 2005, 吉野 2005, Hsu 2009, 高知県, 牧野記念財団 2009, 高知県 2011, 宮崎県版レッドデータブック改訂検討委員会 2011, Okayama *et al.* 2012, 内山 2013）。我々は現在、ムヨウラン属の現地調査および標本庫において標本調査に基づく分布調査を行っているが、その過程で、大阪府四条畷市のある落葉広葉樹林の林床において、開花個体のムヨウラン属の一種を発見した。その後開花個体を標本採集し、同定した結果、エンシュウムヨウランであると判明した（図1A, B）。また、奈良県大和郡山市で本田高史氏、澄川冬彦氏により、ムヨウラン属の一種が採集され、著者らによりエンシュウムヨウランと確認された。

エンシュウムヨウランの記載以降に公表された文献における大阪府のムヨウラン属の分布記録をみると、ムヨウラン *L. japonica* Blume, ホクリクムヨウラン *L. hokurikuensis* Masam., クロムヨウラン *L. nigricans* Honda については記録があるものの、エンシュウムヨウランについては無い（桑島 1990, 大阪府 2000, 北河内自然愛好会 2004, 近畿植物同好会 2005, 枚方いきもの調査会植物部会 2007, 新名神高速道路大阪府域標本目録作成研究会 2010, 近畿植物同好会 2012, 近畿植物同好会 2013）。また、桑島（1990）以降、近畿植物同好会で連載されている大阪府植物目録補遺にも記載がなく、大阪府において新産であることが分かった。奈良県および周辺県の植物誌や植物目録（中村 1985, 滋賀県立琵琶湖博物館 2004, 京都府企画環境部環境企画課 2002, 三重県環境森林部自然環境室 2006, 奈良県レッドデータブック策定委員会 2008, 福岡ほか 2009, やましろ里山の会 2011, 小林ほか 2012, 山本 2013）、さらに村田（2004）の「近畿地方植物誌」及び、その後、近畿植物同好会誌に連載されている補遺・訂正ノートにも本種の分布に関する記録は無い。また、大阪市立自然史博物館、京都大学総合博物館、東京大学総合研究博物館、そして筑波実験植物園の標本庫において標本を

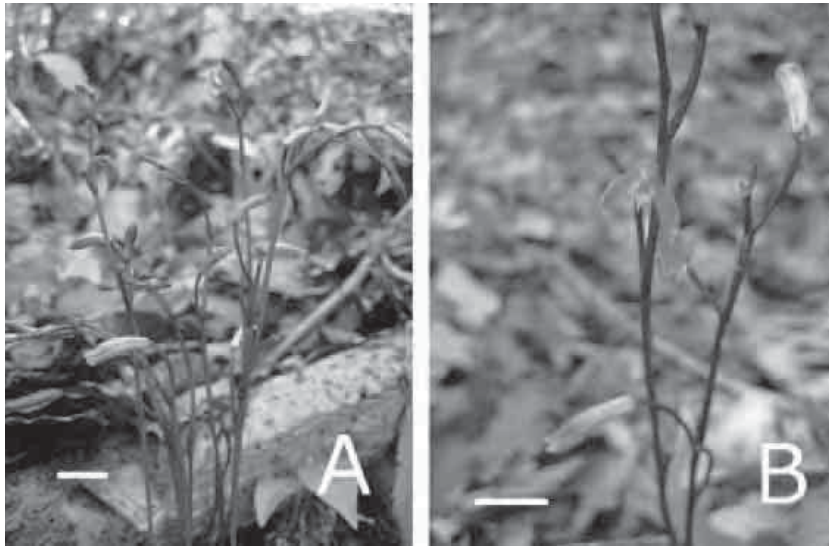


図1. 大阪府四條畷市で分布が確認されたエンシュウムヨウラン *Lecanorchis suginoana* (Tuyama) Seriz. の株全体 (A) と花序 (B). バーは1cmを示す.

調査した結果、エンシュウムヨウランは無く、本種は近畿地方においても新産であることが確認された。

今回発見したエンシュウムヨウランの生育環境は、コナラを中心とした落葉広葉樹林内のやや明るい腐植土に富む適度な湿度のある林床で、大阪府の生育地周辺では、ソヨゴ、アカマツ、ヤマザクラ、アラカシ、イロハモミジ、クヌギ、ネジキ、タカノツメ、ヤブツバキ、アセビ、アオキ、ヒサカキ、ネザサ等が生育していた。また奈良県の生育地周辺では、ネザサ、ソヨゴ、アカマツ、ヤマモモ、ヒサカキ等が生育していた。これらは、杉野 (1985) や吉野 (2005) が報告した生育環境とも類似している。

大阪府と奈良県の自生地の周辺においては、それぞれ約25株、約100株程度の生育個体を確認できたものの、大きなコロニーを形成することなく、林内の広範囲にわたり散在的に生育していた。また開花直前に花茎が枯死している、もしくはハモグリバエをはじめとする昆虫による食害により花茎だけになっているものが多くみられ、結局本種が開花し結実に至るものはごく僅かなものであった。

本種は、ムヨウラン *L. japonica* Blume にやや似るが、高さが約20cm以下と小型であること、唇弁左右の側裂片はやや丸みを帯びていること、唇弁周縁部に鋸歯がほとんど無いこと、蕊柱上部の翼がより尖っていること、唇弁の毛に突起物が分枝して枝毛状になっていること、花色が帯黄褐色であること等で区別される (津山 1982, 杉野 1985)。また大きさがよく似るウスキムヨウラン *L. kiusiana* Tuyama とよく混同されるが、唇弁左右の小裂片は丸みを帯びていること、唇弁周縁部に鋸歯がほとんど無いこと、唇弁の毛の量がより少ないこと、唇弁の毛の突起物がおよそ上半分までに枝毛状に分枝すること、唇弁の毛色が黄色であること、蕊柱先端部左右両縁が尖ってやや突出し3裂しないこと等で容易に区別できる (津山 1982, 杉野 1985, 芹沢 2005, Fukunaga *et al.* 2008)。本種は当初、津山 (1982) によりムヨウラン *L. japonica* Blume の変種 *L. japonica* Blume var. *suginoana* Tuyama として記載さ

表1. 日本におけるエンシュウムヨウランの分布都道府県とレッドデータ指定状況.

	茨城県	埼玉県	静岡県	愛知県	高知県	宮崎県
都道府県版 RDB 指定状況	指定なし	指定なし	絶滅危惧 II類 (VU)	指定なし	絶滅危惧 IA類 (CR)	絶滅危惧 IA類 (CR)
レッドデータ 対象種	指定なし	指定なし	エンシュウ ムヨウラン	指定なし	エンシュウ ムヨウラン	キバナエンシュウ ムヨウラン

れた。またウスキムヨウラン *L. kiusiana* Tuyama の変種 *L. kiusiana* Tuyama var. *suginoana* (Tuyama) T. Hashim. とする意見もあり (Hashimoto 1990), 種のステータスの在り方について意見が分かれていた。しかし, 芹沢 (2005) は蕊柱の先端部に注目し, ウスキムヨウランとは形態が異なること, また中間的な個体が見つからないこと等からエンシュウムヨウランは, ウスキムヨウランとは異なる種として区別するのが妥当であるとし, 独立種 *L. suginoana* (Tuyama) Seriz. として扱った。本報告では我々もその意見を支持し, 本種を独立種として扱うこととする。

現在, エンシュウムヨウランや黄花品種であるキバナエンシュウムヨウランは, 表1に示すように埼玉県や愛知県を除く生育する各県においてレッドデータブックの絶滅危惧種のカテゴリーに指定されており (静岡県自然環境調査委員会 2004, 高知県 2011, 宮崎県版レッドデータブック改訂検討委員会 2011), 森林開発やダム建設の為に移植を余儀なくされたこと等により絶滅が危惧される。

今回発見した自生地は, 昔からのコナラ・アカマツ群落がそのまま残され, 比較的よく自然環境が保全されている。今後調査が進めば新たな生育地が確認される可能性があるものの, 現在のところエンシュウムヨウランは全国的に分布が限られていることから, 今後の個体群動態調査と生育環境の保全が必要であると考えられる。

なお, 証拠標本は大阪市立自然史博物館 (OSA) に液浸標本として寄贈した。

証拠標本

Osaka Pref. Shijonawate City, around the Muro-ike., H. Fukunaga, May 24, 2011,
OSA225723; Nara Pref. Yamatokoriyama City., Takashi Honda and Fuyuhiko
Sumikawa, May 20, 2014, OSA225724

本報告をまとめるにあたり, 大阪府の産地については, 大阪府中部農と緑の総合事務所長及び緑地整備課の皆様にご調査と標本採取の許可を頂いた。また奈良県の産地については, 奈良学園中学校高等学校の澄川冬彦氏, 大阪府立花の文化園の本田高史氏に採取に関する便宜を図っていただいた。これらの方々にご心よりお礼申し上げます。また宮崎県立博物館の斎藤政美氏には, 宮崎県のキバナエンシュウムヨウランに関する情報と文献をご教示頂いた。元・大阪市立自然史博物館学芸員の瀬戸剛氏, 近畿植物同好会の山住一郎氏には大阪府および奈良県における分布状況を, 内山治男氏と茨城県自然博物館の鶴沢美穂子氏には茨城県における分布状況をご教示頂いた。心より感謝申し上げます。

引用文献

- Fukunaga, H., S. Sawa and Y. Sawa. 2008. A new form of *Lecanorchis kiusiana*. *Orchid Rev.* **116** (1280): 106-108.
- 福岡誠行・黒崎史平・高橋晃. 2009. 兵庫県産維管束植物11. 人と自然 **20**: 139-189.
- Hashimoto, T. 1990. A Taxonomic Review of the Japanese *Lecanorchis* (Orchidaceae). *Ann. Tsukuba Bot. Gard.* **9**: 1-40.
- 枚方いきもの調査会植物部会. 2007. 枚方市の植物2002-2006. 枚方いきもの調査会植物部会, 枚方.
- Hsu, T.-C. & S.-W. Chung. 2009. Supplements to the Orchids of Taiwan (I). *Taiwania* **54**(1): 82-87.
- 北河内自然愛好会 (編). 2004. 北河内植物目録. 北河内自然愛好会, 大阪.
- 近畿植物同好会 (編). 2005. 高槻市北部植物目録 西川一郎植物標本目録. 近畿植物同好会, 大阪.
- 近畿植物同好会. 2012. 高槻市北部植物目録補遺 西川一郎植物標本目録. 近畿植物同好会, 兵庫.
- 近畿植物同好会. 2013. 清水千尋氏寄贈植物標本目録. 近畿植物同好会, 兵庫.
- 小林禱樹・黒崎史平・三宅慎也. 2012. 改訂増補淡路島の植物誌. 自然環境研究所, 一宮.
- 高知県 (編). 2011. 高知県レッドリスト (植物編) 2010年改訂版. 高知県林業振興・環境部環境共生課, 高知. <http://www.pref.kochi.lg.jp/soshiki/030701/redlist-syokubutu.html>
- 牧野記念財団 (編). 2009. 高知県植物誌. 844p. 高知県, 高知.
- 桑島正二. 1990. 大阪府植物目録. 近畿植物同好会, 柏原.
- 京都府企画環境部環境企画課 (編). 2002. 京都府自然環境目録. 京都府企画環境部環境企画課, 京都府.
- 三重県環境森林部自然環境室 (編). 2006. 三重県レッドデータブック2005植物・キノコ. 三重県環境保全事業団, 津.
- 南谷忠志. 2005. 南九州の新分類群の植物とその保全. *分類* **5**: 67-84.
- 宮崎県版レッドデータブック改訂検討委員会 (編). 2011. 宮崎県の保護上重要な野生生物 改訂・宮崎県版レッドデータブック. 2010年度版. 鉦脈社, 宮崎.
- 村田源. 2004. 近畿地方植物誌. レッドデータブック近畿研究会, 大阪.
- 中村昌寿 (編). 1985. 紀伊植物誌3. 紀伊植物刊行会, 和歌山.
- 奈良県レッドデータブック策定委員会 (編). 2008. 大切にしたい奈良県の野生動植物: 奈良県レッドデータブック植物昆虫類編. 奈良県農林部森林保全課, 奈良.
- Okayama, M., M. Yamato, T. Yagame and K. Iwase. 2012. Mycorrhizal diversity and specificity in *Lecanorchis* (Orchidaceae). *Mycorrhiza* **22**(7): 545-553.
- 大阪府. 2000. 大阪府野生生物目録. 大阪府環境農林水産部緑の環境整備室, 大阪府.
- 澤完. 1987. 四国産ラン科植物の分布 (第5報). 園芸学会中国支部発表要旨 **26**: 54.
- 芹沢俊介. 2005. 愛知県のムヨウラン類. *分類* **5**(1): 33-38.
- 滋賀県立琵琶湖博物館 (編). 2004. 琵琶湖博物館資料目録 第10号 植物標本3 村瀬忠義植物標本目録. 滋賀県立琵琶湖博物館, 滋賀県.
- 新名神高速道路大阪府域標本目録作成研究会 (編). 2010. 新名神高速道路の生物標本—新名神高速道路 (高槻～箕面間) の植物・昆虫標本目録一. 西日本高速道路株式会社関西支社大阪工事事務所, 大阪.
- 静岡県自然環境調査委員会 (編). 2004. まもりたい静岡県の野生生物—県版レッドデータブック2004植物編. 羽衣出版, 静岡.
- 杉野孝雄. 1985. エンシュウムヨウランの観察. 遠州の自然 **8**: 17-27.
- 杉野孝雄・鈴木一郎. 1987. 遠州地方のムヨウラン類の分布と生態. 遠州の自然 **10**: 77-91.
- 津山尚. 1982. ムヨウランの1新変種エンシュウムヨウランを巡る問題. *植物研究雑誌* **57**(7): 205-211.
- 内山治男. 2013. エンシュウムヨウラン (ラン科) を茨城県に記録する. *茨城植物研究* **5**: 47-49.
- 山本修平. 2013. 和歌山県絶滅危惧植物目録 (2) 種子植物予報. *南紀生物* **55**(2): 31-136.
- やましろ里山の会. 2011. 京都府植物誌目録ノート. やましろ里山の会, 京都.
- 吉野奈津子・藤井伸二・西田佐知子. 2005. 名古屋大学構内におけるエンシュウムヨウランの発見. *名古屋大学博物館報告* **21**: 141-146.

(受付日2015年1月26日, 受理日2015年3月11日)

4 表彰の記録

(公財)日本生態系協会主催 全国学校・園庭ビオトープコンクールで上位5賞のひとつであるドイツ大使館賞受賞

2015年11月16日(月)発表

全国学校園庭ビオトープコンクール2015

結果速報



子どもたちのために身近な自然をつくり、保育や幼児教育、環境教育・ESD、また、アクティブ・ラーニングを展開している「実践モデル校・園」が、このたび決定しました。



学校・園庭ビオトープの実践モデル校・園となる、優れた取り組みを行う学校・園を表彰するものです。そのなかでも際立って秀でていと評価された、下の5つの賞が決定しました。

★上位5賞の位置付けには優劣はなく、また、発進段階の枠にとらわれるものでもありません。
★協会賞、奨励賞の受賞者は、ウラ面をご覧ください。

文部科学大臣賞 (学)雪見ヶ丘学園 井上幼稚園(愛知県)

学校・園庭ビオトープの実践モデルとなる優れた取り組みを行うものうち、特に体験活動や学習活動の内容・成果で秀でているものを表彰します。

環境大臣賞 豊田市立 五ヶ丘東小学校(愛知県)

学校・園庭ビオトープの実践モデルとなる優れた取り組みを行うものうち、特に野生の生きもののすむ「ビオトープ」の賞が秀でているものを表彰します。

国土交通大臣賞 (学)東京内野学園 東京ゆりかご幼稚園(東京都)

学校・園庭ビオトープの実践モデルとなる優れた取り組みを行うものうち、特に人と自然が共存するまちづくりにつなげる観点で秀でているものを表彰します。

ドイツ大使館賞 (学)奈良学園 奈良学園中学校・高等学校(奈良県)

学校・園庭ビオトープの実践モデルとなる優れた取り組みを行うものうち、学校・園庭ビオトープを題材にユニークな学習・体験活動を行っているものを表彰します。

日本生態系協会会長賞 琉球大学博物館(風樹館)(沖縄県)

学校・園庭ビオトープの実践モデルとなる優れた取り組みを行うものうち、特に地域とのパートナーシップの観点で秀でているものを表彰します。



全国学校園庭ビオトープコンクール2015

発表と交流大会

『発表と交流大会』では、大臣賞・会長賞などのステージ発表のほか、ビオトープの活動に取り組む団体、企業も交えたポスター発表や、パーティ形式の祝賀懇親会も実施します。ぜひご参加いただき、「活動のヒント」や「人とのつながり」を見つけてください。

日時 2016年1月31日(日) 13:00-16:00
会場 東京大学伊藤国際学術研究センター 東京都文京区
伊藤謝恩ホール 丸の内線「本郷三丁目」駅
参加費 無料 祝賀懇親会は、大人3,500円・高校生以下1,500円
内容 第1部 ステージ発表 …上位5賞「実践モデル校・園」の発表
第2部 ポスター発表 …受賞校・受賞園のほか、団体・企業など
閉会后 祝賀懇親会
★『発表と交流大会』の参加には、事前のお申し込みが必要です。



学校ビオトープ または
園庭ビオトープで検索!
www.biotopcon.org



公益財団法人

日本生態系協会

全国学校・園庭ビオトープコンクール係

〒171-0021 東京都豊島区西池袋2-30-20 音羽ビル ☎03-5951-0244 月・金9:00~18:00 土9:00~15:00

平成24年度指定
スーパーサイエンスハイスクール 生徒研究論文集
第4年次（平成27年度）

発行日 平成28年2月
発行 学校法人奈良学園 奈良学園高等学校
所在地 〒639-1093
奈良県大和郡山市山田町430番地
TEL 0743-54-0351
FAX 0743-54-0335
URL <http://www.naragakuen.ed.jp/>
印刷・製本 株式会社 春日

