R6年5月9日

都立小金井北高等学校

「理数研究部　研究発表会」

５月１日（水）、昨年１年間で各部員が研究した内容を、ポスターを使って発表を行いました。当日は、在校生だけではなく校外の生物科の先生にも来ていただき、講評を頂いたり、研究内容に関する鋭い質問を受けたり、部員にとって、とても良い刺激を受けることができた会となりました。

令和６年４月３０日

理数研究部

令和５年度　理数研究部

研究紀要

東京都立小金井北高等学校

〒184-0003 東京都小金井市緑町４丁目１番１号

TEL　042-385-2611

FAX　042-382-9522

ー 目 次 ー

1．各研究テーマと研究者

	研究者	研究テーマ
1	中島悠月 松永悠良	「令和５年度三宅島研修調査報告」
2	島﨑結茉 菅谷一嬉	「風速と風向による室内の効率的な温度の下げ方について」
3	唐澤航大 境野匠悟	「緑視率を用いた、植物の生育状態の数値化」
4	陣内杏美	「pHにおけるプラナリアの再生の様子」
5	中村 俐緒 海老根 里帆	「Studies on the Growth of Water-Bloom of Microcystis」
6	大石詩帆美 中嶋　慧	「Pisum sativum の伸長生長における光波長制限の影響について」
7	伊藤 凜 渡辺 有希	「食後の眠気発生メカニズム」
8	佐藤凜々加	「天気で宮古湾海戦を分析する」

R5 年度三宅島研修調査報告

東京都立小金井北高等学校　　１年　中島悠月・松永悠良

1．研修目的

〇遷移の現場を実際に観察し、教科書との共通点・相違点を発見する。

〇火山島で暮らす島民の営みを感じる。

2．旅程

11/21(火)　21:30 竹芝桟橋集合

22:10 乗船・東京港出航

11/22(水)　05:00 三宅島着

09:10 薄木・粟辺地区にて溶岩流跡の遷移観察

09:40 新澪池跡及び新鼻新山の観察

10:30 植生観察(アカコッコ館～南側桟橋)

11:30 植生観察(南側桟橋～北側桟橋)

14:15 三七山及びひょうたん山の観察

15:00 椎取神社の再生林の観察

15:45 薬師寺堂の照葉樹林見学

11/23(木)　09:00 七島展望台・牧場公園跡の観察

10:30 阿古小学校跡・溶岩遊歩道見学

13:45 三宅島出航

3．観察１「薄木粟辺地区の溶岩流跡」

教科書では、遷移の初期に入ってくる生物は[地衣類]や[コケ植物]そして、一年生や多年生の[草本]が入り草原が形成される。草原ができると徐々に土壌が豊かになり[陽樹]、そして最後に[陰樹]という順番で遷移が生じると記載されている。

しかし、実際の三宅島では遷移初期から木本が侵入している。

1983 年噴火時に流れた溶岩流跡の様子

「溶岩流跡で観察できる先駆（パイオニア）植物」

1．[ハチジョウイタドリ] タデ科ソバカズラ属　**草本**

学名：Fallopia japonica var. hachidyoensis

伊豆七島に自生する大型のイタドリで、雌雄異株。丈は50-150cm。葉は互生し、広卵状楕円形～広卵形で先は尾状に尖る。母種のイタドリと比し、葉がやや大きく、厚く光沢がある。

2．[ハチジョウススキ] イネ科ススキ属　**草本**

学名：Miscanthus condensatus Hack

ススキに比べ全体に太く、茎は直径2cmにもなる。葉の幅も1.5~4cmと広い。葉の縁には刺があるが、ススキより刺が鈍く、触っても刺がひっかかりにくく、刺のないこともある。

3．[オオバヤシャブシ] カバノキ科ハンノキ属　**木本**

学名：Alnus sieboldiana

高さ10m程度にまで生長する落葉樹。葉は長さ6~12cmで、卵形~長卵形。三宅島では土壌が形成される前の遷移初期でも侵入が認められる。

教科書の説明	コケ植物・地衣類 荒原	ススキ・イタドリ 草原	陽樹 低木林	陽樹林	陽樹と陰樹の 混交林	陰樹林
三宅島の遷移	地衣類・イタドリ・ススキ・ヤシャブシ 荒原	ヤシャブシ 低木林	スダジイ・タブノキ 陰樹林			

4．観察２「オオバヤシャブシと窒素固定」

なぜ、オオバヤシャブシは土壌のない溶岩流跡に侵入することができるのか。その理由は、オオバヤシャブシの根を観察すると分かる。

オオバヤシャブシの幼木　　根の拡大

オオバヤシャブシの根を拡大すると、根粒が存在していることがわかる。根粒内で根粒菌が窒素固定に必要な酵素を作り、窒素ガスをアンモニアに変え、植物に供給している。

実習「パッチの測定」

ひょうたん山において５つのパッチの測定を行った。パッチとは溶岩流跡に侵入した草本が島状に群生しているものを指す。このパッチが成長することで草原へと発達していくものである。今回の実習では、パッチの大きさが変わることで植生の変化について測定を行った。また、理数研究部では今後も同じパッチを継続的に計測していくことで以下の探究課題を解明していきたい。

探究課題

「パッチの成長に限界はあるのか。」

以下に今回の計測結果を示す。(Fig1)また、パッチの位置はＧＰＳを使って計測した。

	パッチ１	パッチ２	パッチ３（１班）	パッチ４（２班）	パッチ５（３班）
緯度 経度	計測値なし	計測値なし	N34° 05'50.27" E139° 33'32.57"	N34° 05'50.67" E139° 33'32.20"	N34° 05'49.76" E139° 33'31.77"
直径	２８	２８０	４００		８１０
短径	２４	１００	３４０		６８０
構成植物	ハチジョウススキ〈5〉 ハチジョウイタドリ〈2〉 ※<優占度階級>	ハチジョウススキ〈5〉 ハチジョウイタドリ〈1〉 オオバヤシャブシ〈2〉 メリケンカルカヤ〈+〉	ハチジョウススキ〈5〉 ハチジョウイタドリ〈3〉 スイカズラ〈2〉 カジイチゴ〈1〉 マツバラン〈+〉 ウスベニニガナ〈+〉	ハチジョウススキ〈5〉 ハチジョウイタドリ〈3〉 スイカズラ〈2〉 カジイチゴ〈1〉 マツバラン〈+〉 ウスベニニガナ〈+〉	ハチジョウススキ〈5〉 ハチジョウイタドリ〈3〉 マツバラン〈2〉 カジイチゴ〈1〉 トゲナシサルトリイバラ〈2〉 ウスベニニガナ〈+〉

計測結果より、パッチのサイズが大きいほど構成する植物の種類も多くなると考えられる。また、ひょうたん山でも薄木粟辺地区同様遷移初期から木本が侵入しているが、草本とは時期が異なっていることが分かる。今後も、パッチの成長経過を記録していく。

5．観察３「新鼻新山のスコリア」

吹き上げられたマグマのしぶきからガスが抜けた後の軽石をスコリアという。スコリアには赤いものと黒いものがある。

黒いものよりも時間をかけて冷やされたため、スコリアの鉄分が酸化。赤くなっている。

6．観察４「薬師寺堂の極相林、ギャップ」

教科書中で説明されるギャップの埋め方には二通りある。

ギャップが広い場合は陽樹の、ギャップが狭い場合は陰樹の幼木が新たに成長し、ギャップを埋める。

上の写真は実際に陰樹が倒れギャップが生まれ、それを埋めるためにその陰樹に根を生やし栄養を受け取りながら成長した様子である。極相林内ではこのような様子を各所で見られ、教科書との一致点を確認することができた。

7．観察５「タマアジサイの島嶼進化」

三宅島のタマアジサイと、高尾山のタマアジサイには、いくつかの相違点がある。三宅島で見られたタマアジサイの葉は、高尾山で見られたアジサイの葉よりも大きく、分厚い。また、三宅島で見られるタマアジサイの葉には、表面に小さい毛があり、ざらざらしているのに対し、高尾山で見られるタマアジサイの葉の表面はつるつるしている。このような相違点は、どうして見られるのだろうか。

要素	降水量(mm)	平均(℃)
統計期間	1991～2020	1991～2020
資料年数	29	29
11月～1月	567.3	13.1
12月～2月	494.1	10.8
1月～3月	597.4	10.7
2月～4月	675.8	12.7
3月～5月	748.2	15.8
4月～6月	822.3	18.9
5月～7月	833.2	22.1
6月～8月	796.5	24.6
7月～9月	777.3	25.5
8月～10月	959.4	23.9
9月～11月	984.2	20.7
10月～12月	827.9	16.7

三宅島の三か月ごとの降水量と平均気温(環境庁)

要素	降水量(mm)	平均(℃)
統計期間	1991～2020	1991～2020
資料年数	30	30
11月～1月	222.0	8.6
12月～2月	174.9	6.4
1月～3月	232.3	7.0
2月～4月	306.3	9.9
3月～5月	389.4	14.1
4月～6月	441.2	18.3
5月～7月	463.7	22.1
6月～8月	478.7	24.8
7月～9月	535.9	25.3
8月～10月	614.4	22.7
9月～11月	556.0	17.9
10月～12月	388.9	12.7

東京都の三か月ごとの降水量と平均気温(環境庁)

東京都の三か月ごとの平均気温と、三宅島の三か月ごとの平均気温を比較すると、三宅島の方が、年間を通して、比較的暖かく、季節ごとの気温差が小さいことが分かる。また、高尾山と三宅島の降水量を比較すると、三宅島の降水量は、東京都の降水量の二倍以上である。以上より、高尾山に生息しているタマアジサイと、三宅島に生息しているタマアジサイに違いが生じるのではないだろうか。

三宅島の比較的暖かい平均気温と小さい年間気温差から、三宅島のタマアジサイは、高尾山に生息しているタマアジサイよりも１年を通して長い間日光を浴びることができる。そのため、三宅島のタマアジサイはたくさんの日光を浴びて育つことで、大きく成長することができたのではないだろうか。また、三宅島のタマアジサイは照射量が多くても他の大きなアジサイの葉により、光が届かなくなってしまうことがあるかもしれない。そのようなときに少しでも木漏れ日を受けるために、大きな葉をもつようになったとも考えられる。

三宅島の多湿な環境により、三宅島に生息するタマアジサイの葉は、薄くても十分に水分を保持することができるのではないかと思われる。しかし、三宅島では照射量が多いため、水分がすぐに蒸発してしまうことが予想される。そのため、葉を分厚くすることで、高い水分量を保っているのではないだろうか。

他にも、三宅島には、シカのような大型で装飾の動物が生息していないことも三宅島と高尾山のタマアジサイの形質の違いの要因の一つであると考えられる。

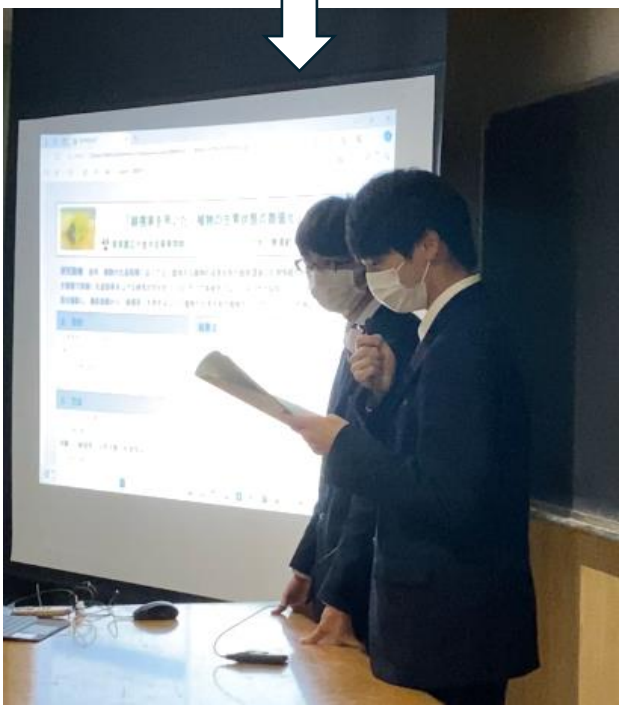
高尾山で見られた一般的なタマアジサイ

三宅島で見られたタマアジサイ

8．三宅島研修を終えて

三宅島研修を通して、実際に目で見てみることの重要さと、自然の面白さを知ることができた。生物基礎の授業で、遷移については 少し学んでいたため、溶岩流後の状況の大体の予想はついていた。しかし、実際に溶岩流跡に行くと、教科書とは違うところや、載っていないことがたくさんあり、とても驚いた。ただ教科書の写真を眺めたり、インターネットで調べてみるだけでは分からないようなことを知ることができ、とても貴重な経験をすることができたと思う。しかし、計測したパッチがこの先どうなるのかなど、新たな疑問がたくさん生まれた。来年も参加し、今回の三宅島研修で得た基礎知識を生かして、より深めたいと思った。

緊張しながらも懸命に発表する様子。
植物の繁栄具合（元気よさ）を、見た目の主観ではなく、数値化し、客観的に評価が可能であるという趣旨の発表でした。



風速と風向による室内の効率的な温度の下げ方について

東京都立小金井北高等高校　　１年　島崎結菜　菅谷一嬉

１．研究概要

昨今、地球温暖化の影響により、夏場のクーラーの使用頻度が増加している。私たちはクーラーの屋内の使用に関して、クーラーボックスを部屋・ハンディファンをクーラーとみなし、**風向（０度から９０度）、風速(1.3m/s、2.3m/s、3.0m/s)の２観点**から、それらの条件による**室温の変化の相関関係**について考察し、最も効率的に気温が低くなる風速と風速を調べた。その結果、三回の実験により、**風速 3.0m/s、風向 60 度**で空気の流れを作ると最も効率的に室温を下げることができるという結論を得た。

２．仮説

実験をするにあたり、私たちは風速と風向２つの条件に関して風速は 3.0m/s、風向は水平方向より 60 度上(中学校の理科の授業にて、冷たい空気は下に行き、熱い空気は上に溜まる性質があることを学んだため)という条件により、最も効率よく室温は下げることができるという仮説を立てた。

３．使用器具

- デジタル風速計（モノタロウ,品番 15627564）
- デジタル温度計（シンワ,品番 73046）
- USB 充電器ハンディファン(センチュリー,品番 WF-720 型)
- 蓋つきクーラーボック（326mm×394mm×288mm）
  （注:ハンディファンを取り付けるため、側面に直径 107mm の円、一つあり）
- 保冷剤キャッチクール　三個
  （トライ・カンパニー,品番 CH-30）
- キッチンパック(横 250，縦 350mm，厚さ 0.01mm)
- ガムテープ・段ボール・分度器

４．実験１

【目的】

効率よく室温を下げるための最適な風向や風速のおおまかな検討をつける。

【方法】

クーラーボックスの側面に、ハンディファンを取りつけた。ハンディファンの風向が上向き・水平・下向きになるように、段ボールとガムテープを使用し風向きを固定させ、それぞれ、**風速が 1.3m/s・2.3m/s・3.0m/s** のときの温度変化を**①左端・②中央・③右端**の三か所で調べた。得られたデータを、表およびグラフにすることで最適な風向と風速の目星をつけた。

【結果】実験１

Table.1　測定値

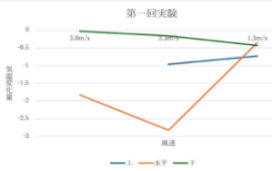
		風速		
		3.0m/s	2.3m/s	1.3m/s
風向	上		①-1.2②-1.2③-0.5	①-0.7②-1.0③-0.5
	水平	①-2.0②-1.7③-1.8	①-3.0②-3.0③-2.5	①0②-0.7③-0.4
	下	①0②0③-0.1	①-0.2②-0.1③-0.2	①-0.5②-0.8③0

※①、②、③は左端、中央、右端を示している。

Table.2　左端・中央・右端の計測値を平均化

		風速		
		3.0m/s	2.3m/s	1.3m/s
風向	上		-0.96	-0.73
	水平	-1.83	-2.83	-0.36
	下	-0.03	-0.16	-0.43

Fig.1 Table.2 の値をグラフにする



【考察】

風向:水平のときに最も気温が下がる

風速:2.3m/s が最も下がる

地点②中央が最も温度の低下が激しく、また効果が出やすい。

５．実験２

【目的】

風速 2.3m/s の時が最も温度変化が大きいことの再現性を得る。また、どの風向のときの温度変化が最も大きいのか調べる。

【方法】

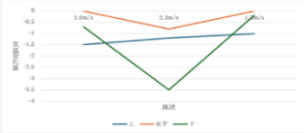
実験１.より、地点②中央の温度変化が最も大きかったため、**②中央のみ**の温度変化を調べた。風速・風向の基準はともに、実験１.と同様である。

【結果】

Table.3　風速および風向の変化に伴う温度変化

		風速		
		3.0m/s	2.3m/s	1.3m/s
風向	上	-1.5	-1.2	-1
	水平	0	-0.8	0
	下	-0.7	-3.5	-0.2

Fig.2　測定値(Table.3)のグラフ化



風向:**上が最も変化があった。**

風速:**2.3m/s が最も変化があった。**

【考察】

風向について、実験１では**水平**、実験２では**上**が最も変化があり、結果にぶれが生じたため実験４.を行う必要が生じた。一方、風速について、実験１.と実験 2.でともに 2.3m/s のときに最も変化が大きかった。つまり、**風速 2.3m/s** がもっとも変化があるという結果に確証が得られた。

６．実験３　―前半―

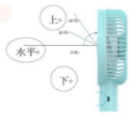
【目的】

どの**風向**のときの温度変化が最も大きいのか調べる。

【方法】

分度器を使用して、**風向を０度・３０度・６０度**のときの温度変化を調べる。また、角度については、水平方向を０度とし、上に向かって９０度としていく。(Fig.3 参照)

Fig.3　風向の角度図

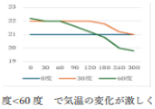


【結果】

Table.4　０度・30 度・60 度にしたときの温度変化

	０度	30 度	６０度
温度変化	０℃(変化なし)	－1.0℃	－2.4℃

Fig.4 Table.4 をグラフ化



０度<30 度<60 度　で気温の変化が激しくなっている。

【考察】

風向は 60 度付近で気温の変化が大きい。

７．実験３　―後半―

【目的】

前半より、風向が６０度の時が最も温度変化が大きいことが分かった。その前後の４５度・７５度の温度変化を調べる。

【方法】

前半と同様に、分度器で**４５度・７５度**をつくる。

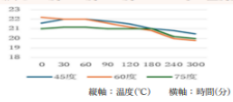
また、測る地点は**中央・風速 2.3m/s** である。

【結果】

・45°　→-1.1℃

・75°　→-1.0℃

Fig.5　風向を 45 度・60 度・75 度にしたときの温度変化



75 度<45 度<60 度　で気温の変化が激しくなっている。

【考察】

風向 60 度の時に気温の変化が最も大きくなる。

８．結論

実験１～実験３の結果より

風量 2.3m/s、風向上、水平から 60° 上で空気の流れを作ると最も効率的に室温を下げることができる。

「緑視率を用いた、植物の生育状態の数値化」

東京都立小金井北高等学校　　２年　鷹澤航大、境野匠悟

研究動機：近年、植物の生産現場においては、栽培する植物の成長状態や栽培環境の計測情報をもとに生育状態を数値で評価し生産効率を上げる研究が行われている。そこで本研究ではハマキゴケを試料として定時的に生育状態を撮影し、撮影画像から「緑視率」を求めることで植物の生育状態を数値化ができるかどうかを検討したい。

２．目的

「緑視率」とは都市の緑量を表す指標で、人の目に見える緑の割合を表すものであるが、この計測方法を応用することで植物の生育状態の数値化を実現したい。また、この計測方法を用いて、ハマキゴケにおける液肥の最適濃度を求める。

３．方法

本研究では学校の敷地内に生育するハマキゴケを採取し、シャーレに鉢を整いたうえで以下の２つの実験を行った。

実験１：緑視率と生育状態の相関関係

１．枯れた部分が目立つ生育状態が悪いハマキゴケを選別し写真を撮り１週間、日光がよく当たる場所に設置した。

２．１週間後、明らかに先程よりも生育状態が良いことを確認した上で写真を撮った。

３．１週間前と後とを画像診断ソフトを用いて緑視率を求め、見た目での主観的評価と比較を行った。[Table.1]

実験２：緑視率を用いた適切な液肥濃度の計測

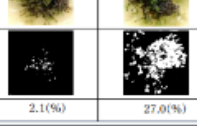
１．シャーレを８つ用意し、それぞれに異なる濃度の液肥(ハイポネックス)及び大きさを揃えたハマキゴケを入れ、生育の様子は途次観察し十分に育った７日後に緑視率を計測した。

２．上記の操作を計３回行い再現性の確保をおこなった。

３．７日後に撮った写真はコケの大きさを同じになるように揃えた後に緑視率を計測し、生育状態を比較した[Fig.1][Table.2]。また緑視率は NPO 地域づくり工房 [2]がホームページ上で公開している画像解析ツールを利用し、色相範囲が 102 度－170 度の色が画像全体に占める割合を計算した。

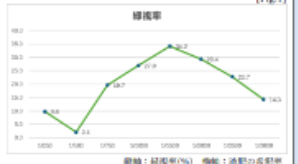
４．結果１

[Table.1]

	観察の状態	１週間後
画像		
緑色抽出画像		
緑視率	2.1(%)	27.0(%)

結果２

７日後の３回の計測値の平均値を求め、グラフにした。[Fig.1]



液肥希釈率	1/250	1/500	1/150	1/2000	1/1500	1/2000	1/1500	1/2000
緑視率(%)	0.8	2.1	19.7	27.0	24.2	24.4	22.7	14.3

[Table.2]

５．考察・結論

結果１の画像を比較すると、１週間後のハマキゴケの方は明らかに緑が多く見られる。この主観的評価に対して、画像分析から緑視率を計算すると 24.9%増加しているという客観的評価が得られたことから、緑視率を用いて生育状態を数値化することができるといえる。

また、実験２からコケの生長に適したハイポネックスの濃度は仮説通り１/１５００倍であることが緑視率からもわかった。緑視率から植物の生育状態を判定することが可能であるといえるだろう。

現在の植物生育診断装置は青色 LED を用いてクロロフィル蛍光を観測する手法が一般的である。この装置は高価である上に作動するのは夜間のみである。

そのため、簡易的に生育状態の判定をしたいのであれば緑視率を用いた今回の手法が効果的である。

６．参考文献

1)https://assessport.furuti.co.jp/assessport/php/groupGoverageEstablished.php(緑視率計算ソフト：NPO 地域づくり工房)

「pH におけるナミウズムシの再生の様子の変化」

東京都立小金井北高等学校　　１年　陣内 杏美

１．調査理由

Dugesia japonica すなわちナミウズムシは、発生学においては再生研究のモデル生物であり、環境科学においては、川の水環境における生物指標とされているように重要な役割を担っている生物である。環境省は川の水質を４つに区分し、水質階級 Ⅰ～Ⅳ に分けられているがナミウズムシが生息する水質は最もきれいとされる水質階級Ⅰを示す生物指標である。つまり、Dugesia japonica は水質が悪化すると生存率が極端に低下することを意味している。そこで、本研究では水質を表す指標の１つとして pH に着目し、pH の変化にともなう再生機構にどのような影響がでるかを調査した。

２．仮説

プラナリアは自切と再生によって増殖していくことが知られている。そして未分化細胞境である再生芽の形成には ndk 遺伝子など複数の遺伝子が関与することが明らかになっている [1]。そこで「pH の変化によって、これらの遺伝子から発現したタンパク質の立体構造が変異することで再生に影響が出るのではないか」と仮説を立てた。また、本研究における「再生」とは、頭部を切断し、再生により切断前と同等になることと定義するものとする。

３．実験方法

<実験１　プラナリアの同定>

現在、日本に多く生息するプラナリアには、ナミウズムシ（Dugesia japonica）アメリカナミウズムシ（Girardia tigrina）、トウナンアジアウズムシ（Dugesia austroasiatica Kawakatsu）がいる。そこで今回使用したプラナリアがどの種類なのかを川勝博士らの論文 [1] をもとに同定する。

<実験２　ナミウズムシにおける pH の変化による再生速度への影響>

1. シャーレを三枚用意し、それぞれ NaOH, HCl を使って pH を 6.0、7.0、8.0、に調整した水溶液を入れ、その中に１個体ずつ野川で採集したプラナリアを入れた。
2. プラナリアの頭部を切断。
3. 毎日観察し、再生段階の形態的特徴からを５つに分け(Table. 1)再生の進行を測定した。

Table.1 再生が進むステージを５つの段階に分ける

４．結果１　プラナリアの同定

形態形質による分類は以下の２点で行った。

1．模様について…アメリカナミウズムシ（Girardia tigrina）のようなまだら模様が見受けられない。(Fig. 1①および②参照)

2．頭部の形状について…トウナンアジアウズムシ（Dugesia austroasiatica Kawakatsu）の頭は三角形ではないが、使用したナミウズムシの頭は三角形であった。(Fig. 1①および③参照)

以上より今回の調査で使用したプラナリアはナミウズムシ（Dugesia japonica）と同定した。

Fig.1 ①実験で使ったプラナリア　②アメリカナミウズムシ　③トウナンアジアウズムシ

②,③『日本の平地水域のプラナリア類』より抜粋

５．結果２　pH の変化による再生速度への影響

ここでは、再生の経過及び最終的な結果を記す。

０日目：飼育水を各 pH に調整した上で、それぞれ頭部切断した。

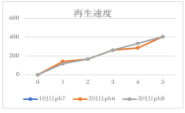
６日目：それぞれの個体で切断面から再生芽が生えかけてきた。pH 8, 7, 6 の順に再生芽がより明瞭に形成されたように見えたが、その差はごく微小であった。

８日目：それぞれ再生芽の成長が進んでいた。また、頭部の三角形のような形が形成され始めていた。

９日目：それぞれの個体に黒い点が２個できていた。pH6. 0 の個体が最も黒い点がはっきりしていなかったが、pH 7、8 との差はごく微小であった。また、pH 8 の個体が頭部の三角形の両端の角の部分ができていた。

13 日目：すべての個体で黒い点とその周りの白い部分が完成し、目が切断前と同じようになり、再生が完了したことを確認。頭部切断から 17 日経過で再生完了を確認。再生の速度に pH 6、7、8 の間に変化は見られなかった。

Fig.2 ph の変化による再生速度への影響



５．考察・結論

Fig. 2 をみると pH の変化がナミウズムシの再生の速度に影響を及ぼしていないことがわかる。また、実験の途中で度々、再生の速度にごく微小な差が見られたが、最終的な再生の速さに差は見られなかったことから、これらの差は個体差によるものであると考えられる。

よって、ナミウズムシの再生機序に pH の変化は及ぼさないという結論に至った。環境庁が定める、水質汚濁に関わる環境基準値において、水質が悪い河川は pH6. 0～pH8. 5 であるとしているが、今回の実験でも同様の幅で実施したが再生速度に差異がなかったため、ナミウズムシが水質が悪い場所で生息でき理由は ｐＨ以外の要因であると言える。

そこで、今後は富栄養化が進んだ環境では酸素濃度が低くなる傾向にあることから「化学的酸素要求量（COD）」が異なる水を野外から採取し、同様の実験を行い、ナミウズムシが水質階級Ⅰではない生存できない理由をつきとめたい。

６．参考文献

1) 川勝正治、「日本の平地水域のプラナリア類― 在来種と外来種の手引き ―」
2)阿形清和、「プラナリアから学び、再生医療に生かす」RIKENNEWS.no270.(2003)

「Studies on the Growth of Water-Bloom of Microcystis」

東京都立小金井北高等学校　　３年　中村 俐緒　　海老根 里帆

１．研究動機

公園の池で、水面が緑色に覆われているのを見たことがあるだろうか。これは、「アオコ」という現象であり、藍藻類（シアノバクテリア）が異常増殖することによるものである。アオコが発生すると、水中に届く光の量が低下する。さらに、シアノバクテリアの死骸が腐ると、水中の酸素を使うので、魚などの生き物が酸素不足で死んでしまうことがある。そして、生物多様性や沈水植物の物質生産に影響する恐れがある。また、アオコが水道水源となるダム湖等貯水池で発生すると、浄水施設の目詰まりや水道水の異臭味の原因となる場合もある。憩いの場となっている公園や観光地の池を囲むお濠でのアオコの発生は景観上や悪臭の問題が大きく苦情も多いため、管理者である自治体等は各種の対策に迫われている。[1][2]そこで本研究では Microcystis の増殖において必要な窒素およびリン酸の適正な濃度を検証し、「アオコ」発生の抑制に寄与したい。

２．仮説

リン酸および窒素の存在の可否によって Microcystis の増殖速度に影響が出る。双方を含むハイポネックス(液体肥料)を用いたものが一番透過率が低くなるのではないか。

３．実験方法

実験は以下の３つ分けて行った。[実験１.緑藻の同定]、[実験２.温度による増殖速度への影響]、[実験３.リン酸、窒素の有無による増殖速度の影響]についてである。

実験１．「試料(緑藻)の同定」

形態学的形質に基づき日本アオコ大図鑑 [3]を用いて同定した。

実験２．「市販の液肥濃度および温度変化による Microcystis 増殖速度への影響」

【市販の液肥(ハイポネックス)の適切な濃度を調べる】

１．ハイポネックの濃度を 250 倍、500 倍、1000 倍、2000 倍に希釈し、培養液とした。

２．それぞれの培養液に、よく攪拌した Microcystis を 1.00ml ずつ加えた。

３．２日ごとに、各培養液を取り出し分光光度計を用いて光の透過率を計測した。(Fig.2)

なお、透過率を求めるにあたってクロロフィル a が最も吸収しやすい波長である 430nm (Fig.1) に設定し、

透過率(%)＝[試料を入れた時の値/blank] とした。

【温度変化による増殖速度の影響を調べる】

４．上記１～３と同じ操作を冬季(１月～２月)にも実施し、温度による増殖速度の影響を調査した。(Fig.3)

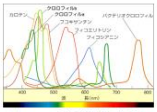
実験３．「窒素濃度およびリン酸濃度変化における Microcystis 増殖速度への影響」

１．３つの 300ml 容ビーカーを用意し、まず２つのビーカーにはリン酸 0.05g、窒素 0.03g をそれぞれ 100ml の水に溶かし培養液を作成した。そして、３つ目のビーカーは基準を示すために実験１の結果をもとにハイポネックスを 200 倍に希釈した培養液を作成した。なお、リン酸濃度および窒素濃度はハイポネックスに含まれる濃度と同等にした。

２．５日ごとに、各培養液を取り出し分光光度計を用いて光の透過率を計測した。[Fig.3]

なお、透過率の測定方法は実験１と同じである。

Fig.1 光合成色素の吸収スペクトル

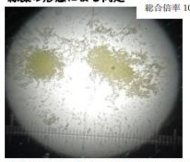


フォトサイエンス生物図録(数研出版)p171 より抜粋

４．実験結果１

実験１．　緑藻の形態による同定

総合倍率 100 倍にて検鏡



多数の球形の細胞が不規則に集まり、粘質に包まれた群体を形成している。群体の縁は不明瞭であり、群体は不定形で網状のものや帯状のものが存在し、群体の大きさは 10μm~300μm 程度であった。また、細胞は球形、分裂直後の細胞は半球形、多数のガス胞を含む。以上のことから今回実験で使用したのは Microcystis aeruginosa であると同定した。

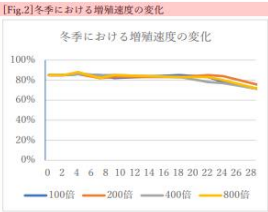
５．実験結果２

実験２．市販の液肥濃度および温度変化による Microcystis 増殖速度への影響

[Fig.1]夏季における増殖速度の変化

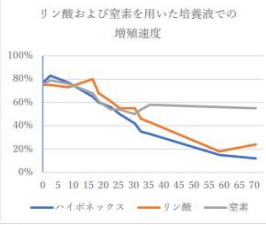
(縦軸:透過率[%]　横軸:経過日数[日])

[Fig.2]冬季における増殖速度の変化



６．実験結果３

[Fig.3]リン酸および窒素の有無による増殖速度への影響



↑縦軸:透過率[%]　横軸:経過日数[日]

７．考察・結論

実験２．

夏季の平均気温のおよそ 20～30℃で増殖速度が大きく、冬季の平均気温のおよそ 5～15℃では増殖速度が小さかった。このことから、Microcystis の増殖における最適温度は 20～30℃であると考えた。

実験３．

窒素は、 Microcystis が窒素同化をする際に用いる、硝酸イオンやアンモニウムイオンなどの窒素化合物に含まれている物質である。葉緑体のストロマで行われる窒素同化により、タンパク質や ATP、核酸、クロロフィルなどの元となる有機窒素化合物を合成する。そのため、窒素はエネルギーや体を作るために使われたと考える。また、リン酸は DNA や RNA の構成要素であり、DNA を転写したり、複製したりするために必要である。実際にリン酸とハイポネックスを比較すると、ハイポネックスの方が増殖している。

このことから、Microcystis の増殖には、リン酸と窒素の双方の存在が不可欠であることがいえ、これは多くの文献に示されている結果の通りであった。

しかし Fig3.の結果を見ると、[窒素のみを与えられた条件]では、35 日経過した時から個体数の増加が止まったのに対し、[リン酸のみを与えられた条件]では 35 日以降も順調に個体数を増やすことができている。つまり、窒素よりも DNA の複製に必要であるリン酸の方が Microcystis の増殖への影響が大きいとわかった。以上のことから、Microcystis aeruginosa によるアオコの発生について、増殖速度が高まる夏季を迎える前に、水中のリン酸を除去することが、最も効率よく異常増殖を抑制することができるという結論を得た。

８．参考文献

1) 中野 伸一、田中 裕也、2012.「アオコってなに-ラン藻類の大発生についてもっと知るために -」京都大学生態研究センター
2) 山岸 知彦、鈴木 啓、西村 修、須藤 隆一、2015.「都市公園池におけるアオコ発生の環境要因」日本水処理生物学会誌　第 51 巻　第 4 号　115-126
3) 渡邊 眞之、2007. 日本アオコ大図鑑. pp159. 誠文堂新光社
4) 関谷 幸見、竹谷 公貴、天野 佳正、町田 基、2010.「藍藻類 Microcystis aeruginosa と珪藻類 Cyclotella sp.の増殖に及ぼす N/P 比および温度の影響」Journal of Japan Society on Water Environment Vol.33, No.11, pp.175-179

「Pisum sativumの伸長生長における光波長制限の影響について」

東京都立小金井北高等学校　　1年　大石　詩帆美　　中嶋　慧

1．概要

赤色光領域と遠赤色光領域の光強度比（R/FR fluence rate ratio）の値が小さいと茎の伸長成長は促進され節間の長さは大きくなり、逆に値が大きいと伸長成長は抑制される。[1]この事実はフィトクロムによるもので周知の現象であるが、私たちは、この「植物の伸長成長と光波長の関係性には R/FR 以外の波長による影響もある」という仮説をたて、430-490nm、590-640nm、640-770nm の光波長のみに制限した環境下で茎の伸長成長について計測し、赤色光以外の光波長による茎の伸長成長に与える影響について考察した。

2．序論

赤色光が十分に当たる環境下では、茎の伸長は抑制され、赤色光の割合が低下する日陰環境では植物は光を求めて茎の伸長成長を促進する。しかし、実際の日光には赤色光以外の波長の光も含まれており、それらの光波長により伸長成長促進したり、抑制したりする可能性があるのではないか。実際に今回の実験では青色光が伸長成長特に節の長さの最大値に影響を与えている可能性を示唆する結果が得られた。

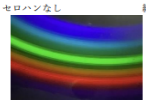
3．方法

1．カラーセロハンを用いて4面を覆った容器を作成し、Pisum sativum の種子を2個ずつ入れ発芽・成長させた。
2．照度計を用いて、各セロハン容器の明るさを計測した。
3．セロハンによって光波長が制限されているかどうかを自作の分光器を用いて計測した。
4．発芽後、数日おきに茎の長さを計測し３０日間に渡って計測した。節間の長さを定規で計測し、節間の長さの合計値を茎の全長とした。また、再現性を得るために２回に分けて同様の実験をおこなった。

4．結果

実験１．CD を使用した分光器での波長制限効果測定

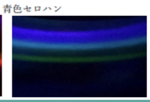
セロハンなし



緑セロハン

赤色セロハン

青色セロハン



実験２．発芽後 25 日目および 30 日目の測定値

実験１回目（発芽 30 日後）　長さの単位は㎜

節	1	2	3	4	5	6	7	8	茎全長	中央値
緑	5	10	29	40	75	85			244	34.5
赤	10	23	40	61	46	86	59	46	371	46
制限なし	10	18	38	41	20	10	39		176	19

実験２回目（発芽 25 日後）

節	1	2	3	4	5	6	7	8	茎全長	中央値
緑	12	29	72	40	45	16			214	34.5
赤	20	35	65	45	80	17	8		270	35
青	16	17.5	42	43	59	55.5	16.5		249	42
制限なし	18	46	40	56					160	43
闇	50	76	76.5	52	19.5				254.5	52

実験は２回に分けて実施し２回目では青色と光無し環境の条件を追加して実施した。茎の全長は、各節の長さを定規で測り、合計値とした。

5．考察・結論

実験１の結果より各セロハンによって特定の波長のみを強く透過させる性質があると言える。波長を制限できているという前提のもと、実験２の結果を見ると、茎全長は波長制限無しのものが圧倒的に短く、伸長成長に抑制がかかっていることが分かる。しかし、１回目の実験および２回目の再実験でも赤色の茎全長が最も長くなり、既知の事実と結びつかない結果になった。これは、個体差によるもので、特に発芽後数週間は光による影響よりも種子に含まれている胚乳量などによる影響が強いと考えられる。ゆえに、この実験は１か月単位で長期的に観察していく必要がある。一方で、節の長さの最大値に着目すると、光波長に制限が無いものでは、どの回でも節の最大値が小さくなった。このような節の長さが短くなる現象は青色光でも見られた。これは、青色光によって茎に節を作り葉の形成発現を促進させる影響があることから、節の長さの最大値が短くなった可能性を示唆させるものであった。今後、照度を統一させ青色光と葉の形成作用の再現性の確保を行いたい。

6．参考文献

1) Morgan & Smith 1976. 模擬自然放射線下での植物のフィトクロム光平衡と成長の間の線形関係。nature 262: 210-212

「食後の眠気発生メカニズム」

東京都立小金井北高等学校　　2年　伊藤 凜　渡辺 有希

1．研究動機

昼食後に強い眠気を感じたことを多くの人が経験したことがあるだろう。実際に居眠りによる交通事故の発生時刻は，深夜から早朝に次いで、14 時頃にもピークが存在することが報告されている[1]．社会問題にまで発展しうる昼食後の眠気について、本研究ではこの眠気発生メカニズムについて仮説を立て実証実験を試みる。

2．仮説

昼食後は、一時的に血糖値が上昇する。そのため、間脳視床下部から副交感神経(迷走神経)を通じて、ランゲルハンス島Ｂ細胞へ血糖値を下げるホルモンであるインスリンの分泌が促される。一方で副交感神経は心臓の拍動抑制や、血圧の低下など体の休息状態を促す働きもあるため、「インスリンの分泌を促すことが眠気を引き起こしているのではないか」という仮説を立てた。

3．実験方法

[試験前におにぎりを食べ、血糖値を上げるグループ]これを系統１とし、[試験前に何も食べず血糖値を変えないグループ]を系統２とし、それぞれ５人ずつに分けて以下に示す実験を行った。

＜系統１．試験前に血糖値を上げるグループ＞

1．被験者は午前７時に普段通りの食事をとる。
2．午前 11 時(通常の血糖値の状態)に客観的に集中力を評価する目的で １ 分間に 20 問の計算問題を暗算で解かせ、正答率を求め、この値を客観的評価の基準とした。
3．午後０時におにぎり１個(140g)を食べさせた。
4．午後０時３０分(血糖値が上昇している状態)に先ほどとは異なる計算問題を出題し正答率の変化を比較した。[Table.1],[Fig.1]
5．主観的評価のため、Epworth Sleepiness Scale[2]を行った。ESS は Murray WJohns が提唱した眠気を主観的に評価するための調査方法で点数が高いほど眠気が強い(24 点満点)。[Table.2],[Fig2]

＜系統２．試験前に血糖値を上げないグループ＞

系統１．と同じ操作をおこなうが、3．の午後０時にはおにぎりを与えずに血糖値を上げない状態で計算試験および ESS を実施した。

4．結果① Table.1 計算試験の正答率（平均値）

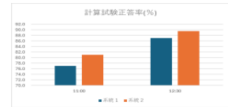
計測時刻	11:00	12:30	上昇率
系統１	77.0	87.0	11.5
系統２	81.0	89.5	9.5

※正答率は各系統の平均値を記載している(%)

系統１　11:00(血糖値平常)　12:30(血糖値高い)

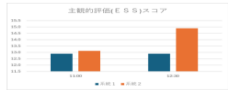
系統２　11:00(血糖値平常)　12:30(血糖値平常)

Fig.1 系統１および系統２での正答率比較



4．結果② Table.2 ＥＳＳスコア平均値（２４点満点）

計測時刻	11:00	12:30	上昇率
系統１	12.9	12.9	0.0
系統２	13.1	14.9	11.9



5．考察・結論

結果①について、１回目の計算試験の正答率を基準として系統１.系統２.の上昇値を比較すると上昇率は血糖値が高い系統 1.の方がわずかに高くなった。この値だけ見れば、血糖値が高い方が計算試験の結果が良くなることになるが、実験後に文献調査したところ、実践管理栄養協会の足立先生によれば血糖値は食後 30 分ではほとんど上がらず、２時間後に最大値に達する。[3]そのため今回の試験では血糖値に差がほとんどない状態で実施していた可能性が高い。結果②について、ＥＳＳのスコアを見ると、血糖値が上がっていない系統２の方が眠気を強く感じていたという主観的評価が得られた。これは結果①での正答上昇率が低く出たことを裏付ける結果となり、「血糖値が低下する」ことで眠気を生む要因になることを示唆している。今後は食事前後の時間を厳密に管理し、血糖値が 70mg/dl,100mg/dl,140mg/dl に分けて同様の試験を実施し血糖値と眠気の関係を明らかにしたい。

6．参考文献

1)Pack, A. I. et al: Characteristics of crashes attributed to the driver having fallen asleep. Accident Analysis & Prevention, Vol. 27, No. 6, p.769-775 (1995)
2)Johns MW. A new method for measuring daytimesleepiness : the Epworth sleepiness scale. Sleep ; Vol. 14,p.540-545(1991)
3)　栄養士からみた検査値―検査値に基づいた栄養状態の評価―　臨床化学 vol32,p.280―286(2003)

天気で宮古湾海戦を分析する

東京都立小金井北高等学校　　佐藤凛々加

宮古湾海戦とは

■1868 年～1869 年に発生した戊辰戦争における、最後の戦いである箱館戦争のうちのひとつ

■旧幕府軍が、軍艦回天を主力とした、高雄、蟠龍の３隻で、新政府軍の軍艦甲鐵を接舷攻撃し、奪おうとしたもの
→失敗

「幕府軍艦回天」の図

「甲鐵」の図

『回天艦長甲賀源吾伝：附・函館戦記』

※戊辰戦争は、大政奉還を機に発生した、倒幕派(新政府軍)と佐幕派(旧幕府軍)の全国規模の争い

宮古湾海戦を題材にした理由

■以前から戊辰戦争が好きで書籍を読んでいたところ、宮古湾海戦が天気と関連していた知り興味を持ったため

■暴風がなければ、旧幕府軍がこの戦いに勝利していたのではないかと疑問に思ったから

■歴史を気象の観点で分析することで、新しいものが見えてくるのではないかと感じたため

目的

■宮古湾海戦において、暴風が旧幕府軍、新政府軍の双方にどのような影響をもたらしたのか明らかにする

■旧幕府軍が勝利していた可能性を考察する

方法

■暴風の影響を受けたと考えられる航路において、航海するのに良好な気象状況であった場合(注)、いつ目的地に到着できていたのか、求める

注: 凪の状態で、快晴または晴れとする

1. 旧幕府軍の航路について

明治２年

3月22日　鮫村(現青森県八戸市鮫町)
午後出港
夜　・雨が降り始め、風と波が強くなる
・３隻が互いを見失う
・回天の外輪に異常

3月24日　山田湾(岩手県山田町)
夜明け到着　・回天と高雄のみ到着
・風はやんだが波は高い
・宮古に新政府軍が到着したと知る
午後２時　・回天と高雄が宮古湾に向け出港
・高雄に異常

3月25日　宮古湾(岩手県南部)
夜明け到着　・回天のみで決行

鮫村と山田湾の位置の図

2.航路と回天の情報

・鮫村から山田湾までの距離　約 125 ㎞
・回天丸の速度　時速 22.2 ㎞

明らかになったこと

■回天丸は、鮫村から山田湾までおよそ１日半から２日かかった

■航海するのに良好な気象状況(注釈１)であった場合、鮫村から山田湾までは５時間～６時間で到着できる距離であった

考察・展望

■暴風によって、旧幕府軍は軍艦一隻を失うことになり、新政府軍は宮古湾において態勢を整える時間が生まれた
→暴風が勝敗に影響を与えた可能性が示唆される

■季節を考慮し、また「周囲の丘上に菜花爛漫、函館に比すれば初夏の感あり。」(回天艦長甲賀源吾伝：附・函館戦記)という記述もあることから、強風と高波の原因は日本海低気圧の可能性が高い

■旧幕府軍が一日早く山田湾到着し、宮古湾での作戦も１日早く行っていたのならば、新政府軍が宮古湾で態勢を整える前に攻撃をすることができていたのではないか

■今後、箱館戦争さらには戊辰戦争において、さまざまな気象の観点から分析して天気が戦いに与えた影響を分析していきたい

参考文献

・石橋絢彦 著『回天艦長甲賀源吾伝：附・函館戦記』,甲賀源吾伝刊行会,昭和 8. 国立国会図書館デジタルコレクション https://dl.ndl.go.jp/pid/1209001 (参照 2024-03-29)
・太政官 編『復古記』第 14 冊,内外書籍,昭和 4-6. 国立国会図書館デジタルコレクション https://dl.ndl.go.jp/pid/1148590 (参照 2024-03-29)
・土方歳三記念館,2007,宮古湾海戦ツアー★その弐｜土方歳三資料館日記(Hijikata Toshizo Museum Blog).https://ameblo.jp/hogyoku/entry-10036763533.html(2024.3.23 閲覧).
・気象庁:風. https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yougo_hp/kaze.html(2024.3.23 閲覧).
・気象庁:天気. https://www.jma.go.jp/jma/kishou/know/yougo_hp/tenki.html(2024.3.23 閲覧)
・今井一郎,1975,船舶航行と海洋気象.日本航海学会誌,10,130-135.国土地理院:地理院地図/GSI Maps. https://maps.gsi.go.jp/#5/35.746512/151.479492/&base=blank&ls=blank&disp=1&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1&d=m (2024.3.21 閲覧).
・海上保安庁:海しる　海洋状況表示システム. https://www.msil.go.jp/msil/htm/main.html?Lang=0(2024.3.20 閲覧).

発表してくれた理数研究部の皆さんお疲れ様でした。データのとり方にバラつきはないか、十分なサンプル数はあるか、条件設定が常に等しいといえるか、客観性はあるか、再現性は確保できているのか等々、他者に納得してもらう結果を得るには、細かなところにまで配慮をする必要があるということを十分に理解してもらえたと思います。その感覚を得られたことは、これから理系に進む人たちにとって重要な経験をしたと言えるでしょう。2年生は、指摘を真摯に受け止め、誰もが納得するデータを取れるよう実験計画を再度練りましょう。3年生は、大学で他の友人をリードし研究室のエースになって下さい。そして、これから研究を始めようとしている1年生、待っていても研究テーマはやって来てはくれません。自分から動くことが大切です。観察でも良いし既に知られている実験を再現するのでも良いです。まず何かやってみよう。動けば必ず疑問は生まれてくるものです。

文責（尾方）