

3-12 学会等での発表

仮説

自分の行った研究をポスターセッションや口頭で発表することで、自分の研究を他の人達に伝えるためのプレゼンテーション能力が養われるとともに、発表に向けてデータの整理や、それに関する考察を行うなかで、自分の研究内容に関する知識が深まる。

実施の状況

平成 18 年度の SSH 指定以降、生命科学コース 1 年生を対象とした野外実習の中で得られたデータ、生命科学コース 2 年生を対象とした生命科学課題研究、文理コース理系 2 年生を対象とした数理科学課題研究で得られた実験データをまとめ、各種学会、研究発表会において発表した。平成 19 年度の発表状況を以下に示す。また、主な発表会で使用したポスター（実物は A0 サイズ）を次ページ以降に示す。

	発表会名称	発表形式	受賞した賞名	年月日
学 会	平成 19 年度生物系三学会 中国四国支部大会	ポスターセッション	優秀プレゼンテーション賞	H19/ 5/9
	応用物理学会主催「暮らしを支える科学と技術展」	ポスターセッション		H19/ 8/3～4
	日本生物工学会大会「中学生・高校生バイオ研究発表会」	ポスターセッション	優秀ポスター賞 奨励賞	H19/ 9/26
	ジュニア農芸化学会 2008（高校生による研究発表会）	ポスターセッション		H20/ 3/27
研 究 発 表 会	岡山大学「高校生・大学院生による研究紹介と交流の会」	ポスターセッション		H19/ 7/31
	平成 19 年度スーパーサイエンス ハイスクール生徒研究発表会	ポスターセッション		H19/ 8/2～3
	京都学園大学バイオ環境学部 第 1 回「バイオ環境賞」	科学論文審査	団体の部 バイオ環境賞	H19/ 10/31
	2007 年度清心女子高等学校 SSH 事業中間発表会	口頭発表		H19/ 11/24
	岡山県・岡山光量子科学研究所 主催「集まれ！科学好き」	ポスターセッション	奨励賞	H20/ 2/9

実施の効果

生徒達は多くの時間を費やし、実験データの整理と考察、参考文献を読むなど、発表の準備を入念に行っていた。また、発表を終えた生徒の感想文には、「発表では聞き手の感想やアドバイスを聞き、その場で質問を受けて返すので、臨機応変に対応する力を身につけることが出来た。」との記述もあったため、仮説どおりの結果が得られたと考えられる。

平成 19 年度は 9 つの発表会において発表した。そのうち 4 つの発表会で 5 つの賞を受賞した。自分達の研究が受賞することは生徒達にとって非常に励みとなったと考えられる。また、発表の質疑応答を重ねる中で、自分たちの研究の不十分な点が指摘され、新たな課題が示される結果となった。それらをもとに、さらに研究を深めたいという意欲も示すようになり、研究に対する向上心を喚起させる効果もあったと考えられる。

ヒノキによる二酸化炭素吸収量の推定

前田祐伽 安田愛 渡邊有紀 秋山繁治 (ノートルダム清心学園・清心女子高等学校)

はじめに

地球上の多くの生物は酸素呼吸をして二酸化炭素を放出しているが、その二酸化炭素の多くを植物が吸収することによって生態系が維持されていると考えられる。近年の伐採によって急速に森林が減少していることについて生態系や地球環境への影響が心配されている。今回、樹木が二酸化炭素をどのくらい吸収しているかという視点で森林を調査し、ヒトに換算して何人分の二酸化炭素を吸収できるか推定した。調査地は、鳥取大学フィールドサイエンスセンター教育研究林「霧山の森」のヒノキ人工林である(右写真)。



調査方法

- ① 太さを測る・・・直径割巻尺
(直径・・・DBH 胸高直径)



- ② 高さを測る・・・ワイゼ測高器(目の高さを加える)
超音波測高器(何も加えない)
・バーテックス (VERTEX)



手のひらサイズの測高計。トランスポンダーを利用し音波により距離を測定する。測高計には角度が測れるセンサーが内蔵されている。

- ③ 樹齢を測る・・・成長錐



- ④ ①②から本の早見表を使って幹材積を求める。

* 幹材積：樹木(単木)の材積表示の1種。幹材積は、樹幹の材積のこと。

考察

4つの班の平均値

幹材積平均：418.75 [m³/ha]

樹齢平均：37.75 [年]

年輪数から樹齢を、樹高および直径の測定から幹材積を求め、その幹材積から木全体の質量を求めた。また、その質量の2分の1を炭素と仮定し、木全体に含まれる炭素量を概算し、樹齢から1年あたりに固定される炭素量を求めた。次に日本における1年あたりの二酸化炭素排出量のデータから1人当たりの炭素排出量を求め、木の炭素量を1人当たりの炭素排出量で割った。

1年あたりの成長量(体積)：418.75 ÷ 37.75 ≈ 11.1 [m³/ha/yr]

↓ 体積を質量に換算するため、0.4倍(比重)

1年あたりの成長量(質量)：11.1 × 0.4 = 4.44 [t/ha/yr]

↓ 枝・葉・根なども含めた質量にするため、1.7倍

木全体の質量：4.44 × 1.7 = 7.548 [t/ha/yr]

↓ このうち炭素の質量を求めるため、0.5倍

炭素量：7.548 × 0.5 = 3.774 [t/ha/yr]…①と置く

ここで、1年あたりのヒトの二酸化炭素排出量：2.5 [t/人/yr]

↓ CO₂をCに変換するため、44分の12倍

(CO₂の分子量44のうち、Cの原子量は12なので)

1年あたりのヒトの炭素排出量：2.5 × 12 ÷ 44

= 0.682 [t/人/yr]…②と置く

よって、木の炭素吸収量 ÷ 人の炭素排出量 = ① ÷ ②

= 5.533724...

≈ **5.53**

結果

1プロット
1a (10m×10m)



計算風景

No.	樹種	DBH(cm)	樹高(m)	幹材積(m ³)
1	ヒノキ	27.1	15.3	0.42
2	ヒノキ	22.0	14.0	0.26
3	ヒノキ	27.3	16.0	0.45
4	ヒノキ	23.2	15.3	0.31
5	ヒノキ	18.5	14.9	0.22
6	ヒノキ	17.5	12.8	0.17
7	ヒノキ	19.8	14.3	0.22
8	ヒノキ	22.5	14.4	0.26
9	ヒノキ	27.5	18.9	0.58
10	ヒノキ	23.0	15.6	0.33
11	ヒノキ	19.6	11.6 (葉が折れている)	0.19
12	ヒノキ	19.0	13.2	0.19
13	ヒノキ	22.0	15.0	0.28
14	ヒノキ	20.0	16.6	0.27
15	ヒノキ	28.0	17.1	0.51
			合計	4.64

《他の班の結果のまとめ》

	1班	2班	3班	4班	平均
幹材積合計値(m ³) (1haあたりに換算)	4.73	3.45	4.64	3.93	4.19
樹齢	37	36	36	42	37.75

結論

今回の結果、調査したヒノキ林1ヘクタール当たり、日本人約5.5人分の二酸化炭素を吸収することが分かった。

感想と今後の課題

- ・1haあたりおよそ5.5人分しかCO₂を吸収できないというのは想像より少なくて驚いた。
- ・日本の樹木はヒノキだけではなく、今後は日本に分布する主な樹木やその分布率などを調べ、より正確な二酸化炭素吸収量を求めたいと思う。
- ・また、若い人工林と老齢な森林の炭素量の違いや環境の多様性などにも着目して計算したい。

磁石の作る磁場の様子

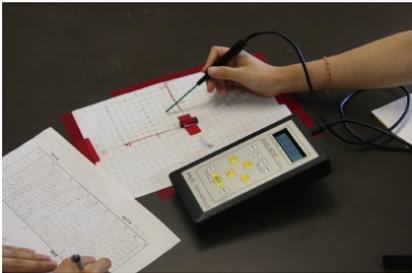
黒住麻衣・中前安薫・美野友紀 (清心女子高等学校) 藤田八州彦 宮崎靖子

1. はじめに

磁石の作る磁場について、その強さは公式を使って求めることができる。その公式では磁極を点として計算するが、実際の磁石は点ではない。そのため、計算した磁場の強さと実際の強さは異なるのではないかと考えた。磁極分布を点として計算した値と実際の測定値にずれはあるのか、また磁極を点として計算してもよいかを調べた。

2. 実験方法

- 使用するもの・・・棒磁石、ガウスメーター、方眼紙
 方法・・・(1) 方眼紙に x 軸、y 軸をそれぞれとり、原点に磁石の中心がくるように磁石を置く
 ※磁石の置き方は右図①～⑤
 (2) ①～⑤のパターンそれぞれの磁場をガウスメーターを使って測定する
 ※x 軸、y 軸それぞれ 1 cm 毎
 (3) 公式を使って計算上の磁場の強さを①～⑤のパターンでそれぞれ値をだす
 (4) 測定値と計算値をそれぞれグラフに表し、比較する

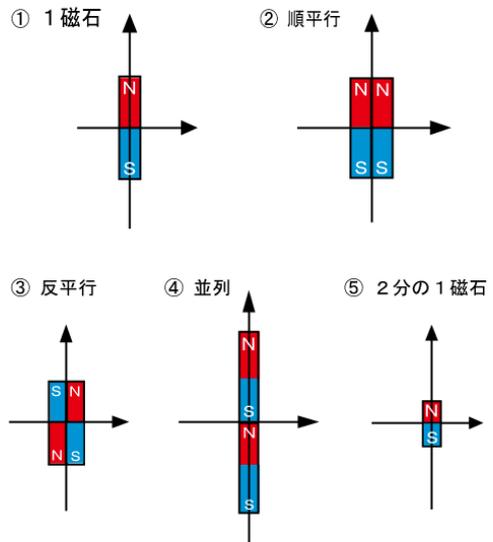


* 使う公式

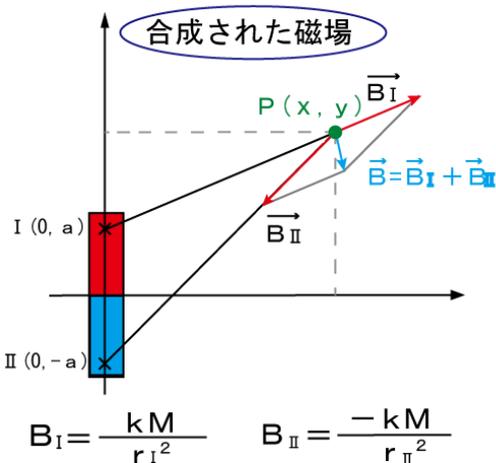
$$B = \frac{kM}{r^2}$$

B: 磁場の大きさ
 r: 磁石の距離
 k: 比例定数
 M: 磁石の強さ

* 計測パターン



* 計算方法



$$B_{Ix} = B_I \cdot \cos \theta = \frac{kMx}{r^3}$$

$$B_{Iy} = B_I \cdot \sin \theta = \frac{kM(y-a)}{r^3}$$

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2}$$

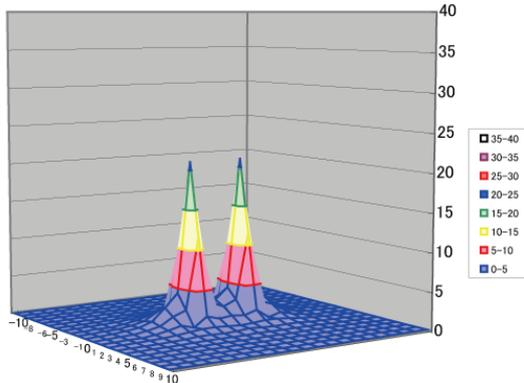
$$B_x = B_{Ix} + B_{IIx} \quad B_y = B_{Iy} + B_{IIy}$$

3. 結果

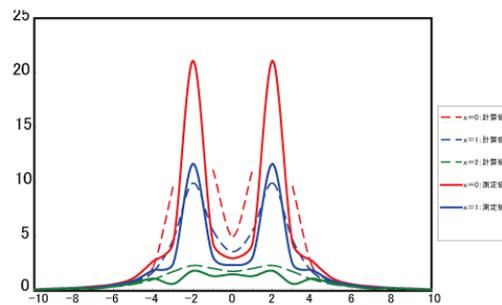
1磁石の測定結果

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	2.96	2.36	1.51	0.58	0.52	0.29	0.2	0.15	0.1	0.05	0.03
1	4.4	3.11	1.34	0.68	0.41	0.24	0.17	0.12	0.08	0.06	0.06
2	21.1	11.6	1.83	0.81	0.34	0.23	0.16	0.17	0.13	0.14	0.07
3	4.41	2.51	0.64	0.78	0.41	0.25	0.19	0.15	0.13	0.11	0.08
4	2.72	1.89	1.11	0.63	0.4	0.24	0.19	0.14	0.12	0.12	0.11
5	1.16	0.91	0.68	0.45	0.28	0.23	0.18	0.15	0.1	0.1	0.09
6	0.6	0.55	0.4	0.32	0.24	0.17	0.15	0.15	0.13	0.12	0.07
7	0.4	0.31	0.2	0.26	0.17	0.16	0.16	0.13	0.1	0.11	0.1
8	0.26	0.26	0.24	0.2	0.16	0.16	0.13	0.12	0.09	0.07	0.1
9	0.2	0.18	0.14	0.17	0.12	0.12	0.08	0.11	0.1	0.09	0.11
10	0.13	0.12	0.12	0.11	0.12	0.12	0.11	0.1	0.11	0.12	0.12

1磁石が作る磁場



1磁石における計算値との比較



4. 考察

測定値と計算値との比較から読み取れること

- ・磁石から近いところでは値に大きなずれがある
- ・磁石からはなれるにつれてずれは小さくなりほぼ一致する

磁極を点で計算すると、測定場所までの距離が0つまり、計算するときの分母の部分が0になるところがあるためとても大きな値になる地点がある。しかし測定値にはそれが見られない。また近くでの値に大きなずれがあるのは、磁極を点で考えるため距離にずれがあったからだと考えられる。そのようなことから、磁場は点ではないと考える。離れたところでの値が一致するのは離れると全体の距離に対してずれが小さくなるため、計算値と測定値が一致したと考えられる。また、一磁石、順平行、反平行、直列、2分の1の表面の磁場の強さはどれも同じであったが、実験結果では磁場の最大の値に変化が生じる。それは、測定点が磁石の表面からの距離に差が生じたので、大きく変化したと考えられる。

5. 結論

- ・磁極分布は点ではない
- ・磁石から近いところでは磁極を点として計算することはできないが、遠いところでは点として計算することができる
- ・磁石を順並行に置くと、磁場の大きさは約2倍になる

6. 感想・今後の課題

- ・磁場を測るときにバックグラウンドから測るのが大変だった
- ・計算がややこしくて理解するのに時間がかかった
- ・バックグラウンドの影響があり磁場の強さに微妙なずれが出るので場所を変えて測定する
- ・磁場の向きも考慮して測定する
- ・どのようにすれば磁石付近を細かく測定できるか考慮する
- ・磁石付近の測定を徹底し、より正確な磁極分布がわかるようにする

開花と体内時計との関係

岡部友紀（2年）、田村佳子（2年）、中澤夢加（2年）、安田愛（2年）
渡辺有紀（2年）、田中福人（指導教員）清心女子高等学校（岡山県）

【研究背景と目的】

時間と植物の生命現象の具体的な話題として花時計がある。250年以上前にリンネが最初の花時計を作った。今でも花時計は作られているが、開花時刻を正確にまとめたものは少数なので、学校のまわりに生息する野草について調べたら面白いと考えた。また、開花時刻が何によって左右されているのか、開花が体内時計によって行われているのかに非常に興味を持った。本校は岡山県倉敷市二子山の上であり、周辺には多様な野草が生息する。学校周辺の野草についての花時計の完成と、開花時刻が左右される要因および開花に対する体内時計の存在を解明することを目的とし、実験を行った。

【実験方法】

- 〈実験1〉4月初旬から7月中旬にかけて、校内に生息するマツバウンラン、ナガミヒナゲシ、アブラナ、セイヨウタンポポ、ムラサキカタバミ、カタバミ、カラスノエンドウ、オニタビラコの8種類の野草の観察を行い（図1）、1時間間隔で写真に記録した。
- 〈実験2〉野生のムラサキカタバミ、オニノゲシ、ヒメジョオンを鉢に植え替え、温度を25°C・明暗12時間周期の条件下で開花の様子を24時間ビデオに撮影した。
- 〈実験3〉カタバミ、ムラサキカタバミ、タンポポ、オニタビラコの花が咲いている地上部分を切り取り、栄養補給のために規定濃度に薄めたハイポネックス中で温度25°C恒明条件下で栽培し、開花の様子をビデオで撮影した。



図1 実験植物の観察場所

【結果と考察】

〈実験1について〉

野外での観察結果から、カタバミは10時、ムラサキカタバミは11時、セイヨウタンポポは10時から11時の間、オニタビラコは8時から8時半の間に開花し、14時から15時の間に開花することがわかった。カラスノエンドウとナガミヒナゲシは詳しい開花時刻はわからなかったが、カラスノエンドウは昼過ぎに、ナガミヒナゲシは夜中から明け方にかけて開花することがわかった。調査した時期の日の出は5時前であり、それぞれの種の開花時刻と日の出の時刻との間には大きな差があった。また、セイヨウタンポポは、4月中旬では10時から11時に開花し、16時から17時に開花したが、5月中旬では8時前に開花し、15時半には開花し、開閉時刻に変化が見られた（図2）。4月中旬の平均気温は15～16度であり、5月中旬の平均気温は18～19度であったので、温度が開閉時刻に大きく影響していると考えられる。



図2 セイヨウタンポポの観察時期による開花時刻の変化

〈実験2について〉

個体を鉢に植え替え、温度を一定条件下で観察を続けた結果、オニノゲシは7時から11時半にかけて開花し、ヒメジョオンは9時から11時にかけて開花し、16時から18時にかけて開花し、ムラサキカタバミは8時から14時半にかけて開花し、16時から17時半にかけて開花することが観察された（図3）。



図3 ヒメジョオン（左）とムラサキカタバミ（右）の温度一定条件下での開花の様子

実験1・2の結果より、身近な野草についての花時計は図4のようである。



〈実験3について〉

ハイポネックス中で地上部を栽培した結果、自然条件下と同じような開閉は見られず、枯れた。その理由としては、地上部だけでは十分な水を吸い上げられないことと、切り口から空気またはバクテリアが入ることによって吸水が不十分となったことが考えられる。

【結論】

開花時刻は温度変化によって前後し、光条件と温度条件を一定にしても花の開閉自体には影響が無かったので、花の開閉については体内時計が存在する。

【今後の実験計画】

- ・現在生育中のアサガオなど、他の多くの花についても開閉時刻を明らかにする。
- ・実験3について「水あげ」をする等、実験方法を改善して再行う。

花酵母の採取・分類とその働き

奥智美(2年)、近藤裕季(2年)、柴田千穂子(2年)、長井香依(2年)、樋口智香(2年)
前田祐伽(2年)、秋山繁治(指導教員) 清心女子高等学校(岡山県)

<はじめに>

酵母とは、真菌類の中で通常の環境におかれたとき単細胞の形をとるグループである。子囊菌亜門、担子菌亜門、不完全菌亜門のいずれにも含まれ、これらをまとめて酵母と総称している。野生の酵母は、花や果実の蜜に比較的多く棲息しているといわれる。花の花粉は蜜を求めてやってくる虫などによって運ばれるため、花から分離される酵母の種類と媒介する虫の種類を知ることができると考えた。また高校の生物の教科書では、酵母は無性生殖で出芽によって増殖する生物として取り上げられる。自然には数多くの酵母がいるが、その中には出芽だけでなく、分裂によって増殖するものはいないのだろうか。さらに、野生の酵母はどのような働きをしているのだろうか。

<研究内容>

倉敷市二子山にある清心女子高校敷地内の花から分離源を採取。3種類の培地を用いて分離し、形成されたコロニーの細胞を顕微鏡で観察し、酵母と思われるものを選別した。さらに単コロニー分離を繰り返し、得られた菌株の細胞形態を観察した。培養した酵母の電気泳動核型を調べるとともに、18S rRNAをコードするDNA断片をPCR法で増幅した。

<研究の目的>

- 野生の酵母菌を、電気泳動核型や18S rRNAをコードするDNAの塩基配列に基づいて分類する。
 - 分離源とした花の種類と、分離された酵母の種類との関係を微生物生態学的に考察する。
 - 採取した酵母の胞子形成能を調べ、性を持つ野生の酵母菌がいるか調べる。
 - 採取した野生酵母の働きを調べ、人間生活に有用な菌株があるか検定する。
- 以上の実験・研究を通して、「酵母」に分類される真核微生物の生態・機能・有用性について考察することを目的とする。

<方法>

【分離源】二子山周辺で採取した花 11種

- キンギョソウ、ペチュニア、パンジー、サツキツツジ、ヒラドツツジ、リュウキュウツツジ、ヒルガオ、バラ、テッポウユリ、キョウチクトウ、ヘクソカズラ

【使用した培地】

YPG: Yeast extract (酵母エキス) 1%、Peptone (ペプトン) 2%、Glucose (グルコース) 2%

YPM: Yeast extract 1%、Peptone 2%、Malt extract (麦芽エキス) 2%

PDA: Potato dextrose agar (商品として売られている)

* 培地には抗生物質としてクロラムフェニコールを最終濃度 100µg/ml となるように添加した。

①花の柱頭、やく、花びらの中心などを綿棒でこすり蜜を採った。

・採取方法

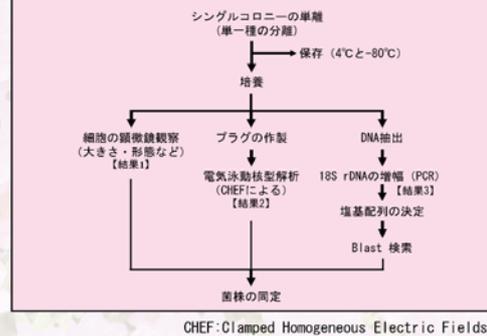


②綿棒に付着したものを各培地に懸濁し、平板にスプレッドして室温(25~28℃)で培養した。

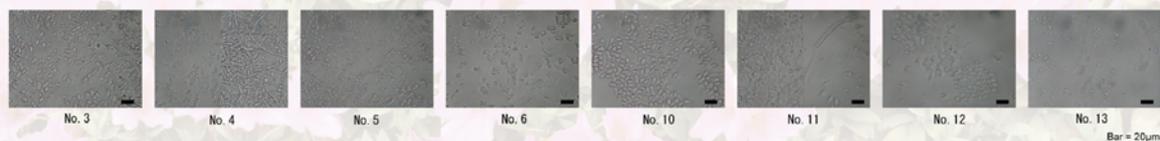
③形成したコロニーの、大きさ、形状、色、つやより、酵母と思われるものを選択した。

④コロニーの細胞を顕微鏡で観察し、卵状、楕円球状、レモン状の細胞形態を示すものを酵母候補菌株とした。

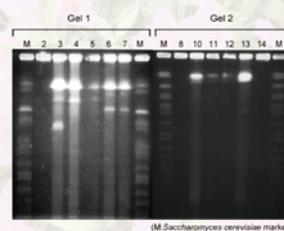
【分離酵母の解析】



【結果1】 単離した菌株の細胞形態の例を以下に示した。



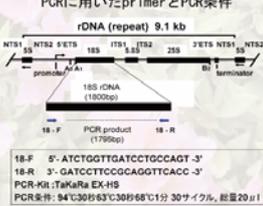
【結果2】



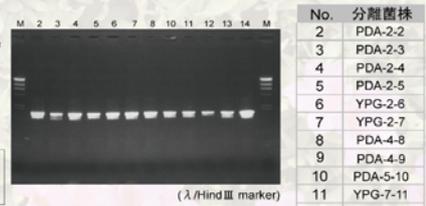
染色体数は、2から数本の多様性が認められた。複数の染色体パターンが得られたことから、種の異なる菌株が分離されたと考えられる。

【結果3】

PCRに用いたprimerとPCR条件



12検体すべてにおいて酵母18S rDNAと思われる約2kbpのPCR産物が得られた。現在、これらのシーケンシングを進めている。



<今後の課題>

- 学校敷地内だけでなく様々な環境の植物の花から酵母を採取・培養し、その花を利用する虫とそこに生息する酵母菌のデータを集める。
- PCR法で増幅したDNAについてリボソームDNAの塩基配列決定を決定し、菌株の同定を行う。
- 花の種類と、それに生息する酵母の種類を整理する。

小型サンショウウオの成長と繁殖に関する研究

奥智美 近藤裕季 柴田千穂子 長井香依 樋口智香 前田祐伽 秋山繁治（清心女子高等学校）

<はじめに>

両生類はサンショウウオ類（有尾目）とカエル類（無尾目）に大別できる。両生類の“両生”とは、陸と水の両方の環境で生きることができるという意味ではなく、両方の環境がないと生きることができないことを意味しており、生息には、繁殖場所となる湛水しない水辺と変態後の生活場所となる森林の両方が必要である。近年、両生類が激減していると言われているが、その大きな原因は自然環境の人為的改変（宅地造成や圃場整備、水路のコンクリート化など）で、生息環境が破壊されていることにある。

『日本の絶滅のおそれのある野生生物』として環境省が2006年に公表したレッドリストでは、サンショウウオ類は1991年からランクが上昇した種が多く、オオサンショウウオ科1種・サンショウウオ科10種、イモリ科1種が絶滅危惧種に指定されている。

本校では、貴重動物の保護に役立つ情報を提供する視点で1989年からサンショウウオ類の野外調査、飼育及び繁殖（現在、サンショウウオ科3種とイモリ科3種）に継続して取り組んできた。今回はサンショウウオ科のオオイタサンショウウオとカスミサンショウウオについての観察・実験の成果を報告したい。

<日本に生息する有尾類>

・日本に生息する有尾類を下表に示す。

サンショウウオ科	
キタサンショウウオ属	
①キタサンショウウオ	<i>Salamandrella keyserlingii</i>
サンショウウオ属	
②エゾサンショウウオ	<i>Hynobius retardatus</i>
③トウホクサンショウウオ	<i>H. lichenatus</i>
④トウキョウサンショウウオ	<i>H. tokyoensis</i>
⑤ハクバサンショウウオ	<i>H. hidamontanus</i>
⑥ホクリクサンショウウオ	<i>H. takedai</i>
⑦ヤマサンショウウオ	<i>H. tenuis</i>
⑧アベサンショウウオ	<i>H. abei</i>
⑨クロサンショウウオ	<i>H. nigrescens</i>
⑩カスミサンショウウオ	<i>H. nebulosus</i>
⑪オオイタサンショウウオ	<i>H. dhoni</i>
⑫オオダイガハラサンショウウオ	<i>H. boulegeri</i>
⑬ツシマサンショウウオ	<i>H. tsuensis</i>
⑭オキサンショウウオ	<i>H. okiensis</i>
⑮ヒダサンショウウオ	<i>H. kimurae</i>
⑯ブチサンショウウオ	<i>H. naevius</i>
⑰ベッコウサンショウウオ	<i>H. stejnegeri</i>
ハコネサンショウウオ属	
⑱ハコネサンショウウオ	<i>Onychodactylus japonicus</i>
オオサンショウウオ科 オオサンショウウオ属	
①オオサンショウウオ	<i>Andrias japonicus</i>
イモリ科	
イモリ属	
①アカハライモリ	<i>Cynops pyrrhogaster</i>
②シリケンイモリ	<i>C. emicauda</i>
イボイモリ属	
③イボイモリ	<i>Tylotriton andersoni</i>



<有尾類の生態について>

- ・有尾類は、一般に冷涼で多湿な環境を好み、その分布域はおもに北半球に限られている。
- ・アジア大陸東端の温帯地域に位置し比較的降水量も多い日本列島は、有尾類の生息には適し、現在22種（3科6属）の生息が知られている。これは全世界の6%弱にあたり、一見少ないように見えるが、面積当りで見るとかなり多様度高いといえる。

<岡山県に生息する有尾類>

- ・オオサンショウウオ科ではオオサンショウウオ1種が生息している。
- ・サンショウウオ科では、カスミサンショウウオ、ブチサンショウウオ、ヒダサンショウウオ、ハコネサンショウウオの4種が生息している。
- ・イモリ科では、アカハライモリ1種が生息している。



【オオサンショウウオ】（苫田郡鏡野町 西谷羽川で撮影）
天然記念物。体長60～80cm。大きいものでは150cmくらいある。黄褐色や茶褐色の地に黒い斑点を全身に持っている。産卵は、8月から9月で、岸辺の横穴に400から500個の卵を産み落とす。変態までに4年以上かかる。



【カスミサンショウウオ】（岡山市 半山山で撮影）
体長7～10cmで雌の方がやや小さい。体色は背面は黄褐色から暗褐色で、腹面は淡色である。皮膚表面は滑らかである。



【ヒダサンショウウオ】（苫田郡鏡野町 霧ヶ峰で撮影）
体長は、雄が8～9cm、雌が9～12cmである。体色は暗褐色で、背面に黄色またはくすんだ橙色の斑紋がある。標高の高い森林の溪流付近に生息している。



【ハコネサンショウウオ】（勝田郡奈義町 奈義山で撮影）
体長10～17cm。体色は暗褐色で背面中央部に赤紅色または朱色の帯状斑紋が連なっている。斑紋は変異が多く、横帯や細かい斑点になっていたりする。標高の高い森林の溪流付近に生息している。



【ブチサンショウウオ】（美作市 木地山で撮影）
体長は、雄が8～9cm、雌が9～12cmである。体色は暗褐色で、背面に銀色の斑紋がある。標高の高い森林の溪流付近に生息している。



【アカハライモリ】（津山市 奥津川で撮影）
体長7～14cm。背が黒く、腹が赤いことで知られる。体の大きさ、尾の相対的な長さや形、腹の模様などの地理的な変異が大きく、遺伝的にも地域ごとに分化している。

<有尾類の現状と本研究の意義>

岡山県にはサンショウウオ科の仲間が4種類生息しているが、カスミサンショウウオが最も分布が広く、県南部の児島半島から県最北部（勝田郡勝央町）まで生息が確認されている。サンショウウオ科には、沼や池、湧水の水溜まり、緩やかな流れの淀みなどに産卵する止水性の種と、山地の流れの激しい渓流で産卵する流水性の種がいるが、カスミサンショウウオは西日本の代表的な止水性の種であり、岡山県内に生息する止水性の種はこの種だけである。

山際の水田付近や人家に隣接した場所にも生息しているので人目につきそうだが、夜行性で落ち葉の下や瓦礫の下などに潜んでひっそりと生活しているので、広く分布しているわりによく知られていないのが現状である。そして人里に近い環境に棲んでいるがゆえに、道路や水路の工事や圃場整備の影響を受けて生息域を激減させていると考えられる。実際に、水田側溝のコンクリート化が進み、コンクリート製のU字溝が陸上と水域を分離する「死のトラップ（落とし穴）」になっている例や、ゴミの投棄によって生息地が汚染されている例が報告されている（図1～3）。また、気温が長い間上がったままだと生息地全体が乾き、干上がってしまうこともある。



図1. コンクリートの側溝・水路など安全でないところやゴミの上に卵囊が見られるようになった。
(左：岡山県岡山市 右：岡山県井原市)



改修工事前 改修工事後
図2. 改修工事・圃場整備等によって生息環境が荒らされている（岡山県井原市）。



図3. カスミサンショウウオの産卵場所にゴミが投棄されている（岡山県岡山市）。

人里に近い環境に棲んでいるがゆえに、近年人間生活の影響を受けて生息域を激減させているサンショウウオの保護を考えていくと、効率化を優先してきた現代社会のシステムそのものの問題点まで見えてくるかもしれません。



図4. カスミサンショウウオの幼生の県下の川への放流

サンショウウオの棲みやすい環境を考え、研究を行うと同時に、卵からふ化した幼生を川に放流して個体数を増やす保護活動も行っている（図4）。

<研究で使用したサンショウウオについて>

【カスミサンショウウオ】

- ・ 全長 70 ～ 110 mm で雌の方がやや小さい
- ・ 山地に行動範囲をもち、生息環境としている。夜行性なので、昼間は石や倒木、落葉の下に潜んでいる。
- ・ 体色は黄褐色から暗褐色、背中に黒い斑点、体側に白い斑点がかすみ状にたくさんある。皮膚表面は滑らかである。
- ・ 一般的には尾の上下両縁に黄色の上線を有する。
- ・ 野生では昆虫、クモ、ミミズなどを食べるが、飼育環境下ではアカムシや砂肝を与えた。
- ・ 産卵期は地域によって異なるが、12 ～ 4 月の間である。
- ・ 卵のうちはバナナ状、または小さく巻いた紐状で透明でしわがある。1つの卵のうちは 30 ～ 80 個の卵がある。卵は約 3 週間で孵化し、外殻をもった幼生は水中の小動物を食べて育つ。約 3 ヶ月で変態し成体となり、陸上生活に入る。



図5. カスミサンショウウオの卵囊
右：正常卵囊 左：アルビノ



図6. 孵化し成長した幼生



図7. 変態後間もない垂成体



図8. 大きく成長した成体（雌）

【オオイタサンショウウオ】

- ・ 環境庁のレッドデータブックで「絶滅危惧Ⅱ類（絶滅の危険が増大している種）」に指定されている。
- ・ 全長 110 ～ 170 mm の比較的大型の止水性の種で、体色は淡い黄褐色または濃緑がかった褐色で、個体によっては黒褐色の斑点をちらしたものもある。
- ・ 生息分布は九州と四国に分断しており、丘陵地、低山、雑木林、竹林などの中にある池やその近くのごく緩い流れの小川、林に接する水田などで産卵し、生息環境としている。
- ・ 繁殖期は 12 月下旬から 3 月下旬で最盛期は 2 月。
- ・ 卵のうちはバナナ状または巻いた紐状で、1つの卵のうちは 87 ～ 143 個、平均 106 個の卵がある。卵は約 1 カ月で孵化し、幼生は水中の小動物を食べて育つ。孵化後約 2 ヶ月で変態し成体となるが、気温が高ければ変態するまでにかかる期間が短くなる。
- ・ 飼育下ではメスが 3 年で性成熟した例がある。
- ・ 野外での寿命は不明だが、飼育では 16 年の例がある。



図9. オオイタサンショウウオの卵囊



図10. 孵化して間もない幼生



図11. 飼育して1年目の垂成体



図12. 飼育して3年目の成体

<性成熟の観察>

2004～2005 年産のオオイトサシヨウウオの生殖器を観察した。繁殖期の雄は、総排出腔が白くなる（図 13）。雌は体内に卵を持つので、腹が透けて黒っぽく見える（図 14）。

図 13. 繁殖期の雄

図 14. 繁殖期の雌

観察結果から性成熟については以下のことが分かった。

- ・性成熟は一斉に成熟するのではなく、段階的に個々で成熟する。
- ・雄の方が成熟が早い。
- ・2 年で成熟する個体がある（レッドデータブックには 3 年で成熟と書いてある）。
- ・9 年間は繁殖が可能である（それ以降は実験を行っていない）。
- ・全体的に約 4 年で成熟する。

<人工受精の実験>

【材料と方法】

人工受精の実験には、飼育個体数が多く、これまでの生物部の研究から方法が確立されているという理由でオオイトサシヨウウオを用いた。2007 年 3 月に、2001 年産 2 個体、2002 年産 5 個体、2003 年産 5 個体、2004 年産 3 個体から卵巣を採取し、人工受精を試みた。

人工受精を行う場合、卵と精子のどちらかが未熟あるいは過熟であるならば受精は成立しないので、良好な状態の卵と精子が必要である。そのため、性成熟の観察結果をもとに、雄は、総排出腔付近が隆起し、白くなっている個体を使用した。ゴナトロピン 100 単位を注射すると、精子の成熟を促し、手でしごくことによって精子を採取できるようになる。ゴナトロピン注射後 3～4 日後には採取でき、同じ個体で約 1 ヶ月は精子が採取できる。

雌は、腹部が膨らみ黒く見えたときが成熟した時期と判断して、ゴナトロピン 100 単位を注射して、産卵を誘発する。注射後 3 日目ぐらいで、総排出腔に卵嚢のゼリー状の端が出てくるのでピンセットで引っ張り出して採取する（図 15）。取り出した卵嚢に雄から採取したばかりの精子をガラス棒あるいは指で塗り、5 分程度静置した後、1/10 SB 液を注ぐという方法で受精させた。今回の実験では採卵後、受精させるまでの時間を変え、それによる受精率の変化を調べた。

図 15. 採卵のようす
雌の体内からゼリーに包まれた卵を引っ張り出している

【結果と考察】

採卵後、受精させるまでの時間と受精率の関係を表した結果を図 16 に示す。図 16 より、産卵から受精までの時間が長いほど正常発生率が低くなり、採卵後 24 時間を越えると受精率が 5%にも満たなくなる事が分かった。採卵後 1 時間以内に受精させた場合、正常発生率の平均は 19.3(±12.1)%であったが、その中でもっとも高い正常発生率は 37.5%であった。採卵後、受精までの時間が 18 時間の卵で正常発生率が 40%の卵があったが、正常発生率がどの段階で急激に下がるかは分からなかった。

野外での正常発生率が約 94.0%（2007 年 2 月の大分県での野外調査）であるのに対し、今回の人工受精の結果から得られた正常発生率は最高でも 40%であったので、人工受精での正常発生率を下げている原因を突き止める必要がある。

図 16 オオイトサシヨウウオ人工受精 正常発生率

産卵から受精までの時間 (hour)	正常発生率 (%)
0	20
5	5
15	6
18	14
24	40
25	4
26	5
35	4

<発生観察>

オオイトサシヨウウオの受精後、2 細胞期からふ化直前までの発生段階を図 17～26 に示す。

図 17. 2 細胞期

図 18. 4 細胞期

図 19. 8 細胞期

図 20. 桑実胚

図 21. 胞胚

図 22. 神経胚初期

図 23. 神経胚後期①

図 24. 神経胚後期②

図 25. 尾芽胚

図 26. ふ化直前

＜幼生の飼育＞

これまでのオオイトサシヨウウオ・カスミサシヨウウオの幼生の飼育経験より、以下のことが分かっている。

- ・ 孵化直後は餌を食べないが、約 1 週間後から摂食可能になるので、6 日後から餌をやり始める。
- ・ オオイトサシヨウウオは、孵化後約 2 ヶ月で変態する（温度が低ければ遅くなる）。
- ・ 変態する時期は個体によって異なり、同じ卵囊から孵化し、同じ条件で生育しても、30 日違うこともある。
- ・ 幼生の時に共食いが激しい。とくにえきが不足しているときには、近づくものに機械的に反応して食いつくため、高い密度で飼育すると四肢の一部が欠損した個体が多くなり、傷が原因で死亡する場合がある。また、共食いをを行った個体は通常の個体に比べて体の大きさが非常に大きくなる（図 27）。



図 27. 共食い個体

＜生育密度と個体数の変化＞

幼生の飼育経験をもとに、生育密度と個体数の変化に注目して以下の実験を行った。

【材料と方法】

2007 年 3 月下旬にふ化したカスミサシヨウウオとオオイトサシヨウウオの幼生について生育密度を変えて、飼育する過程でそれぞれの個体数の変化を調べた（図 28）。19 cm × 28 cm のバットにそれぞれ 20 匹、40 匹、60 匹、80 匹、100 匹を入れた状態で、孵化直後から変態するまでの個体数、共食い個体の数、体の大きさ（頭胴長）の変化のデータを取った。



図 28. 飼育の様子

【仮説】

密度の高い環境ほど個体数の減少が著しく、共食い個体も多くなる。また、体の大きさ（頭胴長）は密度が高いほど小さくなる。

【結果】

生育密度を変えた場合の個体数の変化（図 29、30）、頭胴長の変化（図 31、図 32）、最初に変態が生じた日におけるバット内の個体数と生育密度について（表 1、2）の結果を下に示す。共食い個体の出現率は、生育密度の低い環境では少なく（2～3 匹）、高い密度では多い（5～6 匹）ことも分かった。

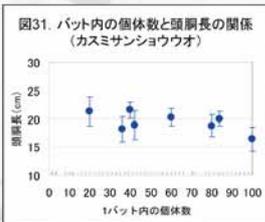
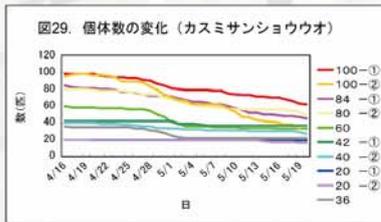


表 1. 変態が生じた日におけるバット内の個体数と生育密度との関係（カスミサシヨウウオ）

バット内に含まれる個体数	最初に変態が生じた日	最終個体数	生存率	密度(匹/m ²)
100	5月20日	62	62.0	1033.3
100	5月20日	33	33.0	550.0
84	5月24日	36	42.9	600.0
80	5月22日	45	56.3	750.0
60	5月25日	29	48.3	483.3
42	5月21日	35	83.3	583.3
40	5月21日	25	62.5	416.7
20	5月22日	19	95.0	316.7
20	5月20日	16	80.0	266.7
36	5月24日	20	55.6	333.3

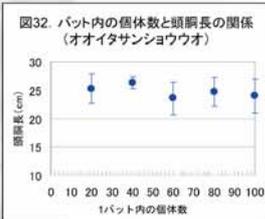
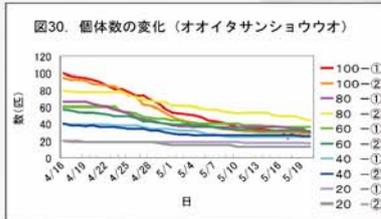


表 2. 変態が生じた日におけるバット内の個体数と生育密度との関係（オオイトサシヨウウオ）

バット内に含まれる個体数	最初に変態が生じた日	最終個体数	生存率	密度(匹/m ²)
100	5月20日	30	30.0	500.0
100	5月24日	28	28.0	466.7
80	5月27日	32	40.0	533.3
80	5月23日	43	53.8	716.7
60	5月21日	36	60.0	600.0
60	5月20日	36	60.0	600.0
40	5月23日	24	60.0	400.0
40	5月20日	25	62.5	416.7
20	5月25日	16	80.0	266.7
20	5月20日	13	65.0	216.7

【考察】

- ・ 同程度の餌を与えているのに高密度よりも低密度のほうが全体的に頭胴長が長いのは、低密度のほうが 1 個体あたりの餌の量が多いため、よく成長しているからだと考えられる。
- ・ 高密度のバットで、ほかの個体を食べて大きくなる共食い個体が多く発現するが、低密度のバットでも共食い個体が発現することから、密度は共食い個体の発現に関与していないと考えられる。
- ・ 図 31 と 32 から、カスミサシヨウウオよりもオオイトサシヨウウオのほうが頭胴長にばらつきがあるので、種によって共食い個体の出現率、必要な餌の量に違いがあると考えられる。
- ・ 表 1 と 2 から、カスミサシヨウウオを 1 バットに 20 匹入れたときの生存率が 95% で最も高く、オオイトサシヨウウオでは 20 匹入れたときの生存率が 80% で最高であり、図 29 と図 30 から、すべてのバットの最終的な個体数が 20 匹に近づいているので、飼育するには 1 バットに 20 匹前後が最適ではないかと考えられる。

＜今後の課題＞

- ・ 人工受精における正常発生率の減少の原因を突き止め、自然繁殖時と同じくらいの正常発生率が得られるようにする。
- ・ カスミサシヨウウオとオオイトサシヨウウオの最終的に残った個体数は全体的にカスミサシヨウウオの方が多かったため、四肢の欠損状態などを調べ、種によって治癒能力に差があるのか、縄張りの存在についてなどを考えたい。
- ・ 密度や餌の不足のほかに、共食い個体の発現に關する要因があるかどうか調べる。
- ・ 自然環境下と飼育環境下では生育環境にどのような違いがあり、それらによって生存率がどう変わるかを調べる。

