



令和元年度
大阪の生物教育

大阪府高等学校生物教育研究会

第47号発刊にあたって

大阪府高等学校生物教育研究会会長 寺岡 正裕

会長として4年間務めさせていただき、会として会員の方々の教科指導力向上のための学習の機会を提供する企画を数多く実施し、会誌の充実を図ってまいりました。それもひとえに、委員や協力会の先生方の支援と協力、会員の皆様の会費、府教育センターや関係大学・機関の先生方や自然史博物館の皆様の協力や指導、近畿大学からの支援、橋委員の発案・企画によるせんだんの会・大阪コミュニティ財団・河川財団の助成などがなければなしえなかったものです。感謝と御礼申し上げます。

昨年度は70周年記念事業を若手の主担当が係の教員と協力し、成功裏におさめてくれました。この成功は3年後の夏（令和2年度コロナの関係で中止順延、R3長野、R4北海道、R5大阪、R6東京）に大阪で開催される日本生物教育会全国大会を若手が企画・準備するうえでいい前哨戦になりました。

さて、この1年間の間で起きたトピック的な出来事を振り返ってみると・・・。

まず個人の興味ですがスポーツではラグビーW杯が日本で開催され、日本代表は初の決勝トーナメント進出。「ONE TEAM」燃えましたね。ゴルフ好きの私にとってメジャー全英女子オープンで、渋野日向子が日本人として42年ぶりの優勝は大感動。昨年8月5日に日本生物教育会全国大会の岡山大会に参加していた私は山陽新聞「渋野、メジャー制覇」の号外を手に入れることができ、大興奮。

なんとといってもノーベル賞。日本人27人目、2019年のノーベル化学賞受賞者として旭化成名誉フェロー・吉野彰先生が受賞されたこと。研究内容はリチウムイオン電池の実用化への歩みを進めたことでスマートフォン、モバイルPCなどの電子機器だけでなく、電気自動車のバッテリーとして実用化され、我々の生活に変革をもたらしました。吉野先生は小学校のとき、大学で化学を学んだ新卒の女性の先生が化学の話をいろいろと聞かせてくれ、勧めで英科学者ファラデーの著作「ロウソクの科学」を読み、自然の原理に触れたことが化学への興味の原点とのこと。先達はあらまほしけれで我々教員が教壇で、実験室で「面白い」を生徒たちの前で語り、実践することで生徒を感化し「学び」につなげ、主体性を獲得するきっかけになるいいエピソードです。教師冥利に尽きるとはこのことですね。

感染症は、現在のグローバル化時代のはるか以前から、多くの人命を奪ってきました。歴史を紐解くと14世紀には、ペスト菌によりユーラシア大陸で7500万～2億人が亡くなり、キリスト教会が失墜し、ルネッサンスが勃興。16世紀大航海時代、スペイン人に持ち込まれた天然痘ウイルスによりアステカ王国、インカ帝国は滅び、中南米の人口は10分の1に減少。1918年には、スペイン風邪と言われるインフルエンザウイルスが3度にわたる感染の波により世界中を駆け巡り、5億もの人が感染した。当時の人口の4分の1を超え、このパンデミック（世界的大流行）は、1年にも満たぬうちに何千万～1億人の命を奪い、第1次世界大戦の死者を上回ったそうです。

グローバルな交通ネットワークは今日、1918年当時よりもずっと高速化しています。エイズやエボラ出血熱などの感染爆発はあったものの、21世紀に感染症で亡くなる人の割合は、石器時代以降のどの時期と比べても少ないといえます。病原体に対して人間が持っている最善の防衛手段が隔離ではなく「情報」であるためです。そんな中、昨年末、中国武漢で発生した新型コロナウイルス「SARS-CoV-2」を原因とする新型コロナウイルス感染症「COVID-19」が猛威をふるい、世界が鎖国状態に。4月28日時点で世界全体の感染者数が300万人、死者数が20万人を超え、100年に一度のパンデミックとなっています。この新型コロナで、自国第一主義の機運が高まり、対立の動きが加速するのか。それとも、国際協調の動きが強まるのか。我々は今、歴史の分かれ目にいるのかもしれない。教育の世界でも3月初めから今も休校状態となっていますが「ピンチはチャンス」で教え方、働き方を見直しICTスキルを向上させ、テレワークやネット授業を促進することで学校はティーチングからファシリテート、コーチングの場となり生徒のコミュニケーション能力、主体性がより高まる転換点となるであろう。

最後になりましたが、研究会活動にご協力いただいた多くの皆様に心より感謝申し上げます、研究会誌47号発刊のご挨拶とさせていただきます。

目 次

大阪府高等学校生物教育研究会会則	3
大阪府高等学校生物教育研究会の運営について	5
組織	
名誉顧問・名誉会員・顧問・各種委員	7
運営組織・業務分担	8
行事報告及び係報告	
行事一覧表	9
総 会	11
全国大会	12
せんだんの会講演会	13
評価部会	16
実験研究	19
部会報告 湾岸生物部会	41
部会報告 森林生態部会	43
会員研究	
会員研究発表会	44
河川財団助成による大阪の河川教育	57
投 稿	63
生徒生物研究発表会	70
生物教育研究会協力会	99
会誌投稿規定	100
会誌執筆要項 会誌割り付け用紙	102

会 則

大阪府高等学校生物教育研究会会則

昭和 23.9.28 制定	昭和 25.5.13 改正	昭和 29.4.24 改正	昭和 34.4.23 改正
昭和 37.一部改正	昭和 39.4.18 一部改正	昭和 43.4.27 一部改正	
昭和 49.4.24 一部改正	昭和 54.5.2 一部改正	昭和 61.4.26 改正	
昭和 62.4.25 一部改正	平成 12.6.1 一部改正	平成 20.5.14 一部改正	
平成 22.6.2 一部改正			

<名称>

1. 本会は大阪府高等学校生物教育研究会といい、事務局を役員が所属する学校に置く。

<組織>

2. 本会は府下国公立小・中・高等学校並びに特別支援学校の生物教育担当教員および生物教育関係者をもって組織する。

本会および生物教育に関し、深い理解を有し、功績のあった生物学関係者を推して名誉顧問にすることができる。また本会の円滑な運営と発展をはかるため、生物教育関係機関の職員を顧問とすることができる。

なお会員中の功労者を退職後、名誉会員にすることができる。

<目的>

3. 本会は小・中・高等学校・特別支援学校の生物教育の目的達成のために研究協議を行い、関係諸団体と連絡提携し、知識技術の向上発展につとめるとともに会員相互の親睦をはかることを目的とする。

<事業>

4. 本会は前条の目的を達成するため、次のような事業を行う。
 - (1) 研究会、協議会、懇談会、講習会、講演会、研修旅行、会誌発行等。
 - (2) 会員校生徒の生物研究の助成。
 - (3) その他、本会の目的達成のために必要な事業。

<会議>

5. 定例総会は毎年4月に開き、役員改選、会則変更、およびその他重要な事項を審議する。委員会は必要に応じて随時開催する。

<役員および任務>

6. 本会には次の役員をおく。

会長 1名	副会長 若干名
委員 若干名	会計監査 2名

会長は本会を代表し、会務を総轄する。

副会長は会長を補佐し、会長事故あるときは、その職務を代行する。

委員は関係業務を分担処理する。

<役員選出および任期>

7. 役員は別に定める選挙規定により選出し、定例総会で承認を得る。その任期は1年とし、再選もさまたげない。

<会費>

8. 会費は会員1名あたり1,000円とする。会計年度は、4月1日より翌年3月末までとする。

<会則の改正>

9. 本会会則の改正は、総会において審議し、その決定には出席者の3分の2以上の同意を要する。

役員選挙規定

会長、副会長、委員、会計監査は次の方法で選出し、定例の総会で承認を得る。

1. 会長 委員会で推薦する。
2. 副会長 会長が推薦する。
3. 委員 前年度末の委員会に於いて国府立12名、私立3名、府立以外の公立2名を基準として、会の運営を考慮して候補者を選定し、総会に推薦する。また、委員に立候補する場合は1月末までに事務局まで届け出る。委員の立候補および推薦の権利は、選挙時点でのすべての会員とする。
4. 会計監査 会長、事務局が2名を選出する。

会務報告

平成 31 年度・令和元年度大阪府高等学校生物教育研究会の運営について

事務局 岡本 元達（大阪教育大学附属高等学校池田校舎）

1. 会務報告について

平成 31 年度・令和元年度研究会事務局は府立事務局を加藤励（府立平野高校）、本部事務局を岡本元達（大阪教育大学附属高等学校池田校舎）に置き、中根将行（府立大手前高校）がサポートする形で行いました。事務局会計は長年務めてくださった榎阪昭則（府立泉北高校）から小瀧允（府立茨田高校）へ引き継ぎました。会費納入制度が個人会員制に変更されて以来、財政的に苦しい状況が継続しています。研究会協力会からの寄付と近畿大学から生徒研究発表会に協賛・広告をいただき、助かっております。また、本年度作成した会誌は 70 周年記念であったため、教科書出版社から広告をいただき、内容を充実させたものを作成することができました。

生物教育研究会の行事・事業は別表の通りですが、総会では、大阪市立自然史博物館、大阪府立大学 谷田 一三 先生に「川虫、人間社会とのつながり」と題して講演をいただきました。総会の会場は、大阪市立自然史博物館を使用させていただきました。

日本生物教育会全国大会は 8 月 6 日～7 日に IPU・環太平洋大学を会場に「わくわくする生物教育」をテーマに開催されました。記念講演では公立鳥取環境大学 環境学部 学部長 小林 朋道 教授と岡山大学大学院環境生命科学研究科 宮竹 貴久 教授、特別講演では文部科学省 初等中等教育局 視学官 藤枝 秀樹氏による講演がありました。大阪からは口頭発表が 6 題、ポスター発表が 1 題出されました。若手の発表が多くなり研究会の世代交代を促すことができました。昨年度同様、アーカイヴ DVD と生物実験収録を大阪ブースで販売を行いました。ご協力いただいた先生方ありがとうございました。

さて、研究会の事業ですが、「研究者に学び成果を授業に活用する教員研修事業(3)」と題し 3 名の大学研究者・企業にご講演・実験研修を行って頂き、教員の専門性の向上及び教員と研究者の結びつきを強める機会を設けました。本事業の実施にあたり「せんだんの会」から助成金を頂いております。この場をお借りして心から御礼申し上げます。また、基礎基本の充実を考え、実験研修会を府立桜塚高校、ルネサンス大阪高校、府立今宮工科高校の計 3 回行いました。これまでになく、多くの先生方が来られ、有意義に研修会となりました。また、台風や新型コロナウイルス感染防止の観点から実験研修が計 2 回中止となりました。

また、さまざまな外部の団体との連携事業・行事を実施してきました。大阪市立自然史博物館による研修など協賛を行いました。「生徒生物研究発表会」や「青少年のための科学の祭典」は来年度もさらなる発展を期待しております。できるだけ、予算をかけず、効果的な研究会活動を実施すべく会員の先生方のご協力・ご活躍をお願いいたします。

次年度は 3 年後の大阪大会に備え若手中心となって研究会を発展させていく年となりますのでご先輩方のお力添えをいただけますと幸いです。

2. 研究会の役員組織と業務運営について

平成 31 年度・令和元年度の会長は、昨年度に続き、府立農芸高等学校 寺岡正裕校長に務めていただきました。平成 31 年度・令和元年度の委員は、委員会における推薦及び、自薦による立候補者から準備委員会において委員候補者を選定し、総会に於いて承認されました。

3. 平成 31 年度・令和元年度 大阪府高等学校生物教育研究会の重点目標

1. 教育課程の研究
現教育課程の指導内容および指導法に関する研修を深める。
現教育課程についての研究に努める。
新教育課程に対応した「生物実験集録」の作成・普及に努める。
2. 生物実験の研修
実験研修会などを通じ、教材生物の飼育・培養法の研究と普及を図る。
また、生物教材の維持普及のための拠点校整備について検討する。
3. 交流と連携の促進
小学校、中学校、高等学校、大学の校種間の交流を促進する。
自然史博物館など関係機関や近隣の生物教育研究会との連携を深める。
大学教員による講演会を行い大学間との連携を高める。
4. 研究会の活性化と発展
研究会の組織と運営の活性化について検討する。
事務局での会の運営を円滑に行えるように努める。
若手の育成に向けた実験研修の充実に努める。
5. 大阪大会へ向けた準備
大阪大会へ向けた準備が円滑に行えるよう努める。

平成31（令和元）年度名誉顧問・名誉会員・顧問・各種委員
（令和元年6月14日）

（敬称略，アイウエオ順）

名誉顧問	浅野 素雄 和佐 眞宏	今安 達也	江坂 高志	松田 仁志
名誉会員	足立 堯 江藤 昌晴 奥本 隆 萱村 善彦 佐々木 陽一 田中 正視 中野 俊勝 濱名 猛志 牧野 修司 三木 正士 吉川 浩	有馬 忠雄 大江 進 奥野 嘉彦 木山 禎策 清水 正樹 辻本 昭信 中村 武男 原田 彰 松崎 博 山住 一郎 渡辺 勉治郎	石崎 英男 大島 みどり 小畑 和人 古久保 俊子 杉山 友重 寺井 見一 西河 巖 平岡 誠志 松本 弘 山田 孝子	井上 慎一 岡原 勝 河野 成孝 左木山 祝一 澄川 冬彦 富田 織江 野村 穰 福坂 邦男 丸山 純一 山田 惇
顧問	佐久間 大輔（大阪市立自然史博物館） 橘 淳治（神戸学院大学） 吉村 烈（大正白稜 校長）			
会長	寺岡 正裕（農芸 校長）			
副会長	幸川 由美子（かわち野 校長） 中村 哲也（大阪国際大和田）		柴原 信彦（市立東淀工業 校長）	
委員	青山 倭成（初芝立命館） 朝倉 麻友（泉陽） 出原 茂樹（和泉） 今岡 悦子（泉大津） 榎阪 昭則（泉北） 大久保 雅弘（樟蔭） 小野 格（高津） 川崎 智郎（みどり清朋） 木村 進（泉北） 河内 康孝（和泉総合） 住吉 稔（市岡） 高野 朗（芥川） 佃 雅之（牧野） 長尾 祐司（東百舌鳥） 中根 将行（大手前） 野村 瑞貴（初芝立命館） 濱野 彩（泉大津） 福谷 勇人（平野） 古本 大（同志社香里） 三浦 靖弘（今宮工科） 宮井 一（枚方津田） 森岡 啓（関西学院千里国際） 矢野 羊一郎（桃谷 定）	秋田 京子（大阪） 石井 勇輝（和泉） 井上 洋（芥川） 上田 将司（住吉） 大喜多 教子（生野） 岡本 直美（初芝立命館） 河井 昇（天王寺） 北浦 隆生（追手門学院大手前） 日下部 正（大手前） 鈴江 隆弘（北野） 高嶋 浩紀（伯太） 竹内 準一（ルネサンス大阪） 中井 一郎（追手門学院大手前） 仲田 敏弘（農芸） 西元 里美（春日丘 定） 濱田 典子（西淀川） 久山 尚紀（三国丘） 藤岡 劍（池田） 松井 孝徳（泉鳥取） 三井 裕明（枚方） 宮本 裕美子（関西大学高等部） 森中 敏行（大教大附属天王寺） 山本 夕貴（常翔学園）		
会計監査	根岩 直希（桜塚 定）		村上 智加子（りんくう翔南）	
会計事務局	小瀧 允（茨田）			
本部事務局	岡本 元達（大阪教育大附属池田） 中根 将行（大手前）		加藤 励（平野）	

平成 31 年度・令和元年度 運営組織・業務分担

各係	内容	副会長	主担	担当者	備考
行事	<ul style="list-style-type: none"> ・総会 ・講演会 ・生徒研究発表 ・センター試験検討 	柴原 幸川	岡本 中村	中井、出原、大久保、古本 濱野、藤井、長尾 宮本、久山、加藤、三井 松井、小瀧、河井、山本、佃	委員以外を含む。
実験研修	<ul style="list-style-type: none"> ・実験講習会 ・会員研究発表会 ・研修旅行 	幸川	濱野 河内	古本、岡本、高嶋、若林、濱田 宮井、浦野 村上(智)、森中、榎阪、中村 竹内、高野、橘、三浦、上田、 福谷、宮本、山本、西元	
実験書	<ul style="list-style-type: none"> ・実験書 検討 	柴原	古本	中井、北浦、佃、橘、木村	
会誌	<ul style="list-style-type: none"> ・会誌編集 	幸川	濱野 小野	北浦、中村、仲田、岡本、小瀧 橘、根岩、秋田、日下部	
教育課程・ 学習指導法	<ul style="list-style-type: none"> ・教育課程研究 ・研修会 ・教材開発 ・研究授業 	中村 柴原	岡本	北浦、今岡、大喜多、中根、 中井、鈴江、森中、村本、 河内、矢野、石井	
ホームページ	<ul style="list-style-type: none"> ・HP作成及び広報 	柴原	中根 橘	岡本、北浦、古本、中根	
研究部会	<ul style="list-style-type: none"> ・ICT 	柴原	岡本	北浦、森中、仲田、根岩、矢野 河井、宮本	
	<ul style="list-style-type: none"> ・大阪湾岸の生物 	柴原	村上(智)	古本、宮井、松井、濱野、山本 中根	
	<ul style="list-style-type: none"> ・森林生態 	柴原	高嶋	出原、長尾、宮井、榎阪、鈴江 久山、西元、秋田	
	<ul style="list-style-type: none"> ・環境教育 	幸川 中村	古本	北浦、中井、小西*、橘、木村 中根、竹内、三浦、長尾、出原 小瀧	
	<ul style="list-style-type: none"> ・生物教育施設 	幸川	岡本	平田*、鈴江、宮本 住吉、朝倉、藤岡、浦野	
事務局	<ul style="list-style-type: none"> ・会計事務 ・会計監査 ・公文書、庶務 			小瀧 村上(智)、根岩 岡本、加藤 中根	

主担者が複数存在する係り、研究部会ではその代表者に下線。委員以外は氏名の右上に* を付記。

平成 31 (令和元) 年度行事一覧表

No.	実施日	会場	行事名	内容	備考
1	31.4.7 (日)	豊国崎海岸	第一回湾岸生物観察会	磯観察	
2	R1.5.10 (金)	府立大手前高等学校	準備会	委員・運営重点項目・予算・決算・総会準備	
3	R1.5.18 (土)	長崎海岸	第二回湾岸生物観察会	磯観察	
4	R1.5.23 (木)	和泉葛城山	第一回森林生態部会 現地実習	森林生態の観察	
5	R1.5.31 (金)	大阪市立自然史博物館	総会	委員・運営重点項目・予算・決算・講演	
6	R1.6.14 (金)	府立高津高等学校	第一回委員会	委員・活動方針・行事・予算・大阪大会	
7	R1.6.16 (日)	城ヶ崎海岸	第三回湾岸生物観察会	磯観察	
8	R1.7.12 (金)	大阪高等学校	大阪大会へ向けたワークショップ	全国大会の分析・大阪大会の企画	
9	R1.7.23 (火)	大阪市立天王寺動物園	第一回施設研修会	SDGs と動物園	
10	R1.8.30 (金)	大阪府教育センター	第一回実験収録解説検討会議	実験収録解説の役割分担・行程確認	
11	R1.9.15 (日)	大阪高等学校	第一回大阪大会実行員会	大阪大会の行程・現地研修	
12	R1.10.11 (金)	府立桜塚高等学校	第一回実験研修	ウズラ酢卵による胚観察 ハマグリの解剖と神経伝達物質	
13	R1.10.12 (土)	はっしば学園小学校	第二回実験研修	河川学習のための野外水質調査実習	台風の影響で中止
14	R1.11.23 (土)	大阪市立自然史博物館	生徒研究発表会	大阪府の生物部による研究及び活動発表	
15	R1.11.29 (金)	アウィーナ大阪	第一回講演会	理化学研究所生命機能科学研究センター・センター長 西田 栄介 先生	
16	R1.12.7 (金)	ルネサンス大阪高等学校	第三回実験研修	動物プランクトン群集の相互作用実験観察	
17	R1.12.22 (金)	ルネサンス大阪高等学校	第二回講演会	名古屋大学理学部地球惑星科学科准教授 須藤 斎先生	

大阪の生物教育, 47, 2019

No.	実施日	会場	行事名	内容	備考
18	R2.1.17 (金)	ヴィアーレ大阪	第三回講演会	神戸大学大学院理学研究 科准教授 佐藤 拓哉 先生	
19	R2.1.22 (金)	府立大手前高等学校	評価部会	センター試験の評価・分析	
20	R2.1.31 (金)	府立天王寺高等学校	会員研究発表会	本研究会の研究発表会	
21	R2.1.31 (金)	府立天王寺高等学校	第三回委員会	次年度役員、行事、助成金、 大阪大会について	
22	R2.2.21 (金)	府立今宮工科高等学 校	第四回実験研修	藻類を主とした微生物の 入手, 培養, および微生物 の現存量測定	
23	R2.3.6 (金)	ルネサンス大阪高等 学校	第五回実験研修	河川学習のための水圏に おける沈水植物による窒 素・リン代謝とその測定	新型コロ ナウイルス 感染防 止のため 中止

行事

令和元年度 総会

記録 関西大学高等部 宮本 裕美子

日時：令和元年5月31日（金）14:30～17:00

場所：大阪市立自然史博物館

< I. 総会の部 >

1. 開会の辞

会長挨拶

府立農芸高校 寺岡 正裕 会長

2. 来賓挨拶

生物教育研究会協力会 中野 俊勝 会長

3. 議事

(1) 平成30年度会務報告

大阪教育大学附属高校池田校舎 岡本 元達

(2) 平成30年度会計報告

府立茨田高校 小瀧 允

(3) 平成30年度特別会計報告

府立泉北高校 榎阪 昭則

(4) 平成30年度会計監査報告

大阪国際大和田高校 中村 哲也

(5) 令和元年度委員承認

大阪教育大学附属高校池田校舎 岡本 元達

(6) 令和元年度会務運営方針

大阪教育大学附属高校池田校舎 岡本 元達

(7) 令和元年度予算案

府立茨田高校 小瀧 允

(8) その他

4. 閉会の辞

市立都島第二工業高校 柴原 信彦 副会長

5. 諸連絡

< II. 記念講演会の部 >

演題：川虫，人間社会とのつながり

講師：大阪市立自然史博物館，大阪府立大学

谷田 一三先生

(1) 日本における生物モニタリングの歴史

欧米の先進地域では，水質監視管理に科学的モニタリング，バイオアッセイ，生物モニタリング（生物的環境指標）が使われて

いる。日本に生物モニタリングを導入したのは，奈良女子大学の津田教授である。環境省と建設省は，一般向けの水性生物調査を全国展開し，現在は大陸欧州の腐水階級に対応した四分法の簡易水性生物調査が行われている。

(2) 日本の河川における具体例

河川水辺の国勢調査のデータは，河川生物に関するビックデータとなっており，科レベルの分類を基準とした ASPT の分布や，絵解き検索なども公開されている。

(3) ヒゲナガカワトビケラ（ザザムシ）の生態と浄化機能

日本の河川で高い生物生産を誇る本種は，高い摂食速度，広い食性幅，高い密度と優占性，世代交代の速さから，生態的浄化機能の役割を担う。

(4) 河川における連続性と生態的循環

炭素ベースの有機物の循環を計算した結果，ヒゲナガカワトビケラは5%を処理。

< III. 生物教育研究会協力会総会 >

1. 会長挨拶

生物教育研究会協力会 中野 俊勝 会長

2. 議事

(1) 平成30年度行事報告・会計決算

生物教育研究会協力会 辻本 昭信

(2) 令和元年度行事計画・会計予算

生物教育研究会協力会 辻本 昭信

(3) 閉会の挨拶

賛助会員代表 寺岡 正裕 生物研究会会長

生物教育研究会協力会から研究会へ寄付をいただきました。

3. 閉会の辞

市立都島第二工業高校 柴原 信彦 副会長

全国大会報告

日本生物物教育会 (JABE) 第 74 回大会岡山大会
— わくわくする生物教育 —

記録 関西大学高等部 宮本 裕美子

日時：令和元年 8 月 5 日(月)～8 日(木)

場所：IPU・環太平洋大学 第 1 キャンパス

岡山県での全国大会は 3 回目となり、生物教育を通して、生徒の感動を呼び起こしたいという思いで「わくわくする生物教育」をテーマに教員が一丸となって運営され、素晴らしい大会となりました。

記念講演Ⅰ「進化教育学のすすめ」

公立鳥取環境大学環境学部学部長

小林朋道 教授

記念講演Ⅱ「昆虫の行動を科学する」

岡山大学大学院環境生命科学研究科

宮竹貴久 教授

シンポジウム「わくわくする生物教育」

パネリスト

公立鳥取環境大学環境学部学部長

小林朋道 教授

岡山大学大学院環境生命科学研究科

宮竹貴久 教授

文部科学省初等中等教育局 藤枝秀樹 調査官

岡山大学大学院自然科学研究科

井上麻夕里 准教授

コーディネーター

環太平洋大学

平松茂 特任教授

特別講演「これからの高校生物教育を考える」

文部科学省初等中等教育局 藤枝秀樹 調査官

大阪からの口頭発表は 8 件で、

- 1)ゼロから始める探究活動 高校「洪庵」講座のことはじめ(追手門学院大手前高校 北浦隆生)
- 2)探究学習における「探検型」課題発見の方法論 (ルネサンス大阪高校 奥村諒・竹内準一)
- 3)学校現場における 3D モデリングと 3D プリンターの活用(大阪府立桜塚高校 根岩直希)
- 4)指導観と授業内容のズレーベンチマーク・カリキュラムマップをもとに考えるー(関西大学高等

部 宮本裕美子)

5)体験的に細胞周期の染色体の挙動を学ぶ教材の開発(大阪教育大学附属高校池田校舎 岡本元達)

6)高校生による指標生物調査ーアンケートから見る「今」の大阪ー(大阪府立茨田高校 小瀧允)

7)高校生による指標生物調査 2018ー大阪の河川の水棲生物ー(追手門学院大手前高校 中井一郎)

8)高校生による指標生物調査 2018ーセミの抜け殻調査ー(大阪府立春日丘高校 西元里美)

現地研修

A わくわくよくばりコース

吉井川原流域から瀬戸内海まで

B 山でわくわくコース

真庭の水溶性生物と鏡野のミツバチ観察

C 川でわくわくコース

三畳紀の地質・石灰岩地域の自然と人の営み

D 海でわくわくコース 瀬戸内海沿岸の自然

E 恐竜でわくわくコース 恐竜学博物館見学

F 最先端でわくわくコース 岡山大学

G 博物館でわくわくコース

倉敷市立自然史博物館

H アユモドキでわくわくコース

瀬戸アユモドキの里

I 標本でわくわくコース

ミクロな人体観察と標本を作ろう！

また、橘先生のご努力で完成した「大阪府高等学校生物教育研究会アーカイブ DVD Ver2」や本研究会の財産である生物実験収録を大阪のブースで販売しました。お手伝い頂いた先生ありがとうございました。

次回の全国大会は長野県で開催されます。1人でも多くの先生に参加していただけることを願っています。

生物の老化と寿命の仕組みを探る

理化学研究所生命機能科学研究センター・センター長 西田栄介先生

記録 関西大学高等部 宮本 裕美子

日時：2019年11月29日（金）

場所：ホテルアウィーナ大阪 信貴の間

生命活動の一環である“老化”について遺伝要因と環境要因の両面から、理化学研究所生命機能科学研究センターの西田栄介先生にご講演いただきました。

理化学研究所は生きものとしてのヒトについて、誕生から老いまでを分子、細胞、臓器、個体レベルで総合的に理解することを研究している。また、基礎研究を中心としながらも、臨床に結びつける研究を行っている。

老化は、生物にとって生命活動の一環である。老化は経年変化という受動的な側面ばかりではなく、寿命を制御する遺伝子があるように能動的な側面もある。寿命と老化を制御する仕組みは存在するのか。また、その仕組みは生物種を超えて保存されているのか。

最初の制御シグナルの発見は、線虫であった。線虫は約 20000 個の遺伝子がヒトにも保存されており、1000 個の細胞で組織が構成されているが、老化するとツルツルからシワシワになる。そういった意味ではヒトと同じである。DAF-2/DAF-16 の経路が発見され、この遺伝子の変異すると寿命は 1.5-2.0 倍となった。つまり、能動的に老化をさせている遺伝子があることが発見されたのである。

インスリンと IGF-1 (成長に関わる細胞の成長などを促す) 受容体である DAF-2 によって、インスリン、インスリン様体もしくは成長因子が結合すると、AGE-1 という PI3 キナーゼが活性化し、DAF-16 (FoxO 転写因子) が抑制され、寿命が短くなる。DAF-16 が活性化すると長寿になる。つまり、インスリンが出ると遺伝子が活性化

して寿命が短くなり、インスリンが出ないと遺伝子が不活性化し寿命が伸びるということである。インスリン様シグナル伝達経路は種を超えて寿命を制御している。遺伝子操作なしで、確実に寿命を伸ばせるのは食事制限である。3 割のカロリー制限でアカゲザルの延命が 30-40%伸びているという研究結果もある。線虫でも断続的飢餓で同様に寿命が伸びるという結果も得られている。飢餓状態になると細胞内では膨大な遺伝子群が発現する。タンパク質のクオリティの向上や、ユビキチン依存的な仕組みを活性化させたりすることが長寿につながっているのではないかと考えられている。

ある程度の毒性物質はいい影響があるという効果をホルミシス効果という。線虫の親世代に重金属、浸透圧、飢餓などのストレスを与えて、ストレス耐性を調べたところ、低用量ストレスによって親世代はホルミシス効果を獲得する。また、ストレス耐性がある親から生まれた子はストレス耐性が高い子が生まれ、ホルミシス効果が継承されることが明らかとなった。Small RNA によってエピジェネティックな記憶 (ヒストン修飾) が形成され、細胞間コミュニケーションで生殖細胞もエピジェノム変化し、子世代へと引き継がれることがわかった。神経の DAF-2 をノックダウンすると、腸の DAF-16 が活性化され、寿命が伸びていることから、神経と腸の間の組織間コミュニケーションが寿命を制御していることも明らかになった。

老化と寿命に関する専門的内容を大変わかりやすく解説していただきました。この場をお借りして、心より感謝申し上げます。

せんだんの会講演会

海洋環境の変化は生物進化を促したのか？

— 小さな化石から探る地球環境変動と生物多様性の関係 —

名古屋大学理学部地球惑星科学准教授 須藤齋先生

記録 ルネサンス大阪高校 竹内 準一

1. はじめに—素朴な疑問と謎解きの科学—

進化という生命現象は、再現できる生命現象ではありません。恐らく現在も、不断の進化のプロセスの真っ只中にいるのでしょう。今回、古生物学のテーマで地球科学系の研究者の方に大阪へ来て戴き、刺激を戴きました。須藤先生がいみじくも、指摘されたように、古生物学が生物学科ではなく地質学系の学科に区分されている分野横断性が、その背後にありました¹⁾。

2. 須藤先生を招聘した背景

筆者（竹内）が珪藻からフィコキサンチンを抽出したいと考え、珪藻メロシラの大量培養を考えたのが発端です。何と、日陰の方が珪藻は良く生育したのです。実際、フィコキサンチンは褐藻類など水深があり、光が減衰する深度で弱い光を収穫する仕組みと対になっています。

このことから海洋で優占している浮遊珪藻は太古の海の名残りではないかと着想しました。つまり地質年代の何処かで空が暗くなった時代があり、その影響を今に留め、徐々に海洋が元に復元し、海水温が温暖化する途上にあるのではと推察したのです。これは、あくまで竹内の思い付きの仮説であって、須藤先生から否定も肯定もされません。しかも現時点で珪藻が爆発的に増え出した頃と一致する地質学的イベント（火山の大爆発や巨大隕石のインパクトなど）も、あいにくと現時点で見つかっていません。

地球が暗黒時代になった過去があったのなら、地上の植物も減り、哺乳類の一部が海へ戻ったのではと着想し、ネット検索したら須藤先生の個人サイト(旧 Yahoo ブログ)を見つけました。地質学者は大陸移動や海底地形の変化で海流の流れが変わったことが珪藻を優占した原因だと捉えています²⁾ 海水循環経路が変化し、弱光下に適応した珪藻が優占した可能性も窺えます。



ルネサンス大阪高校、2019年12月21日実施

図1 鎖骨に手を当てる須藤齋先生

3. ユニークな研究スタイル

須藤先生はパワポをお使いになりましたが、講演を傾聴して欲しいとの理由で配布物はありませんでした(ご講演の録画はしてあります)。

研究内容もユニークなら、風貌もユニーク。髪を後ろで束ね、ピアスを耳にいくつも嵌めている姿に、お手伝い役の女子生徒も世間の慣習に囚われない姿勢に感銘を受けた様子でした。

実際、鎖骨を折る事故で何もできない状態に置かれ、文献を読み漁ったことで実験データを巧くストーリー化できる着想を得たそうです。

4. おわりに—永久プレパラートを寄贈—

原生種の珪藻を陸水・海洋を問わず見てきた者にとっても、珪藻の休眠胞子は奇異に映りました。府高校生物教員の資産として寄贈された永久プレパラート一式を寄贈して戴きました。

文献

- 1) 古生物学を学べる大学（古生物の部屋）、
http://www.paleo-fossil.com/paleo/p_university.html（大学・学部・学科・専攻のリスト）
- 2) 珪藻化石から地球の過去を探る（Diatom）
https://www.jstage.jst.go.jp/article/diatom/30/0/30_190/_pdf（須藤先生による丁寧な解説）

森と川をつなぐ細い糸～生物の多様性を楽しむ生物教育にむけて

神戸大学大学院 理学研究科 准教授 佐藤 拓哉 先生

記録 茨田高校 小瀧 允

日時：令和2年1月17日(金)

場所：ヴィアール大阪 アレグロ

生態系間を移動する資源や生物が、移動先の個体群、群集、生態系の機能にどのような影響を及ぼすかについて研究されている、佐藤 拓哉先生よりご講演いただきました。

既知の生物種のうち、約40%が生活環の一部で他の生物に寄生して生活しており、これら寄生生物の中には、宿主の生理状態、形態、行動を改変するものが存在します。

ハリガネムシはカマキリやカマドウマ類、徘徊性甲虫類に寄生する寄生生物の一種です。水中で成虫が交尾・産卵し、これが孵化すると幼生が中間宿主である川虫などに移動してシスト状態となって休眠します。この川虫をカマドウマ類などの終宿主が摂食することで、体内で羽化します。羽化後、終宿主は行動操作されることで、普段は近づかない水辺へと誘引され、入水させられます。入水を合図に、ハリガネムシは肛門から這い出して終宿主を乗り捨て、再び水中に帰り、交尾・産卵します。

森の中の河川は、他の水系生態系に比べて日照量が小さく、河川自体の生産性は低いものの、森からの落ち葉や昆虫の流入によって生態系が維持されていることが知られています。これまでの研究や書物では、この「昆虫」の供給は、「足を滑らせた」落下昆虫が川魚の餌として供給されていると記載されることが多かったようです。しかし、川魚を釣り上げ、食べたものを調べると、「足を滑らせた」だけでは説明できないほどの、水辺を嫌うカマドウマ類を摂食していることが分かりました。

佐藤先生は、カマドウマ類の河川への供給が、ハリガネムシの寄生を介して行われているのでは

ないかと睨み、これを立証しました。ハリガネムシに寄生されたカマドウマ類の供給は、特に秋に多く、年間の川魚の栄養源の約60%程度を占めていることも明らかにしました。また、カマドウマ類の供給量が減少すると、その地域に棲む水生昆虫の被食量が増加し、水生昆虫の個体数が減少する間接効果も発見しました。水辺50m以内で生活するカマドウマ類の大部分はハリガネムシに寄生されているそうですが、ハリガネムシも水辺で生活して川虫などを摂食することに栄養的なメリットがあるようです。

後半では、ハリガネムシの宿主操作の生理学的研究についてもご紹介いただきました。先行研究では、ハリガネムシは、水面の太陽光の反射への感受性を高めたり、徘徊性を操作したりすることで、終宿主を水辺に近づけていると言われていたようです。佐藤先生はチョウセンカマキリを用いて、ハリガネムシが肛門から這い出す直前のチョウセンカマキリの頭部でドーパミンやオプトパミンの分泌量が上昇していることを明らかにしました。また、プロテオーム解析では、概日リズムや神経発生、視覚に関係する遺伝子の発現量上昇が認められたとのことでした。これらがどのように終宿主の行動を変化させているかについては現在研究中とのことでした。

質疑応答では、参加された先生方から大きな反響があり、興味深い質問がいくつも投げかけられました。すべての質問に丁寧にお答えくださり、大変有意義な講演会となりました。この場を借りまして、佐藤先生に厚く御礼申し上げます。

行事

2020 年度大学入試センター試験 評価部会

大阪国際大和田高等学校 中村 哲也

1. 2019 年度の活動

2020 年 1 月 22 日(水)、大手前高校において、2020 年度大学入試センター試験「生物」および「生物基礎」の本試験問題について、大阪府内の高校教員による検討会を行った。その検討内容の概要をここに報告する。

今回の検討会には大阪府内の高校に勤務されている教員の 25 名、教科書出版社から 2 名の方々にお集まりいただいた。また、例年にならない、大阪大学理学部の吉本和夫先生にもご参加いただき、適宜助言をいただきながら検討を進めた。

2. 出題内容についての検討

(1) 生物

【第 1 問】

A 原核生物・真核生物の遺伝子発現に関する比較的平易な知識を問う出題であった。特に問題はないが、知識だけを問うだけに終始しているのかいかなものか、という意見があった。

B 問 4 は意外に正答率が低かったようである。この種の問題は、まず細胞周期を問い、その後分裂期を問う形式が多かったように思うが、これを一度に処理して解答する形式になっていたという点が正解を少なくしたという指摘があった。本検討会に参加した学校の受験生は選択肢⑤を選んでいるケースが目立った。「凝縮した染色体をもつ細胞」という表現が「分裂期」であるという判断ができなかったのかもしれない。問 5 は模擬試験や問題集などでよく扱われている問題なので、問題慣れした受験生にとっては知識問題となったのではないだろうか。

【第 2 問】

A はホヤの発生、B は植物の花の形成と遺伝子の発現(ABC モデル)に関する出題であった。かつて A は主に知識を問う出題、B は実験思考

問題を中心に出题されていたが、最近はこのような傾向はなくなっている。A、B のすみわけはどのように理解したらいいのか、という声があった。

また、問題構成において、知識を問う出題と文章やデータの読解を要する問題のバランスを整えるべきだという意見があった。

A 問 1 については文脈をよく読まずに「調節遺伝子」というフレーズに飛びついた結果、⑤を選択してしまった受験生が目立った。「調節タンパク質」と「調節遺伝子」の概念がしっかりとしていないことによる失点といえる。問 2 は「この推論を合理的に導くために必要不可欠な実験結果の組み合わせ」を答える形式で、新課程の理念を先取りしたもののよう感じられる。この出題形式に対し、あくまで現行過程で学習している受験生に対して新課程の理念に沿った出題を行うのは違和感がある、という意見があった。また、問 2、問 3 はともに発生の内容を学習していなくてもパズルのような手法で解答できるので、評価できないという意見もあった。

B の問 4、問 5 は考察問題のような形式ではあるが、問題集などでトレーニングを積んできた受験生にとっては事実上その経験の有無で正解・不正解が決ってしまったようである。

第 2 問全体を通して、知識問題と読解を要する問題とのバランスをとるべきだという意見もあった。

【第 3 問】

A 平易な問題であった。なお、正しい内容の文の組み合わせを答える形(他の箇所にも散見される)であるが、この形式である必要があるのか、という疑問の声もあった。

B 乾燥ストレスを受けた植物におけるアブシシン酸と乾燥耐性に関する実験考察問題であ

った。問題文とグラフを読解するのに時間は要するが、難解な問題ではない。特に問4はグラフが示すところを素直に聞くだけの問題であった。問5については「回復」という表現が誤解を与える可能性があるとの指摘が出た。つまり、アブシシン酸を外から噴霧したことによって示される乾燥耐性はあくまで一時的なもので、永続的に変異体が乾燥耐性を得たわけではないと解釈されるので、「回復」という表現は適切とは言えず、「乾燥耐性を示した」ぐらいの表現の方が良かったのではないだろうか。そのように解釈して④を選択し、不正解となった受験生がいないか、懸念される場所である。

【第4問】

A は個体群(種間関係、種内関係)に関する問題、B は植物の環境適応(種間競争)に関する問題であった。他の大問とは違い、各問に関連性がある構成で、統一感があって良かったという意見が多かった。

【第5問】

A 問3は突然変異の非同義置換と同義置換の意味を正しく理解していないと解けず、かつデータを読解する能力も必要で、きっちりとした理解力を問う良問であるという意見が見られた。ただ、不等号の向きを逆に見なしてしまった受験生が少なからずいたようであった。もちろん受験生のミスであるのだが、非本質的なところでの失点が多かったのであれば残念である。

B 問5は図1を参考にして解くということに気づかず、知識のみで対処した受験生は苦労しただろう。小問ごとに全く関連性のない出題(第3問A)があるかと思えば、この問題のように前の小問で参照した図を再び判断材料にする場合とが混在している。このあたりは統一感のある出題形式の方が望ましい。問6の空欄キについては「コケ植物は体全体で水分を吸収する」という知識を問う問題なのだろうか。たとえ正解したとしても、「気孔」が不適切だから「からだ全体」しかないだろうという消去法で受験生が解答した場合が多かったとすると、設問が適切とは言えない。また、空欄クは表2に示したデータを使って計算するだけの問題になってしまっている。生物の学習との関連性が見いだせず、時間だけを消費する問題で、出題意図が

理解しがたい。

【第6問】

シグナルペプチドに関する内容は教科書の本文レベルで扱わないので、与えられた題材からの考察を主とする問題と考えられる。問3は単元の違いから選択的スプライシングが一見関連していない現象のように思っている受験生にとっては新しい視点を与えるような出題で、題材としては面白いという意見があった。ただ、結局知識を問うだけの問題になってしまっているところが残念である。出題の方式については、「mRNA-A」、「mRNA-B」、「mRNA-C」という表記が見にくい、図1の塩基配列の表記も狭い範囲にたくさんの塩基を並べて表記しており、同様に見にくいという指摘があった。このあたりの表記上の工夫があっても良かったのではないだろうか。

【第7問】

問1は平易な知識問題で、問2はやや細かい知識問題と言えるであろう。これらに対し問3は生物の知識が無くても、よく読めば解けてしまう問題であった。

なお、今回の検討会で第6問と第7問のどちらを選択した受験生が多かったかを聞き取ったところ、大きな偏りは報告されなかった。

【全体的に】

ここ数年の傾向であるが、「時間との闘い」のような出題である。個々の問題は決して難問ではない(良問であるという指摘も多い)のだが、問題文の量が多く、しかも相互に関連性のない小問が続くケースが多いので、解答する受験生の負担が見た目以上に重い。その負担感からケアレスミスも誘発されていることが考えられる。受験生からは「後でゆっくり考えたら簡単な問題だったのに、失点してしまって悔しい」という声をよく耳にする。

また、リード文と設問の関連性があまり感じられず、無理に取ってつけたような印象があるケースがある。わざわざこれを読ませて、下線部の箇所について問う形式にする必要があるのか、という疑問が残る。このような形式が時間のロスにつながっている可能性がある。

さらに、教科書の本文レベルでありあまり扱わなくなったような出題がなぜ行われるのか疑問で

ある。また、過去に良く扱われていた、古い内容の問題も現場では批判的に見ている。

大学入試センター試験は、基本的知識を確実におさえ、思考力をしっかりと伸ばした生徒が高得点を取ることができる試験となっていることが、現場で高校生を指導している立場からの切なる希望である。ここ数年の出題が、問題文を素早く読みこなし、処理する能力の高い生徒でなければ得点を伸ばすことが出来ないものになっていないか、といった点を懸念している。

(2) 生物基礎

【第1問】

A 会話文を用いた出題方式であった。今後、このような形式が必ず問題のどこか用いられることが予想される。しかし、出題内容そのものはわざわざ会話による形式である必要はなく、いたずらに紙面をとってしまう(必然的に読む分量も多くなってしまう)ので、疑問の声が多かった。

「接眼マイクロメーターの20目盛りが対物マイクロメーターの50 μm に相当している」というのは不自然な言い方ではないか。一捻りを加えたつもりかもしれないが、素直に「対物マイクロメーターの5目盛りに相当」の表現の方がよかった(もちろんどこかで対物マイクロメーターの1目盛りが10 μm であることに触れておく必要がある)。

問3の配点は2点ぐらいが妥当であろうという意見もあった。

B 全体に平易な問題であった。

【第2問】

A 魚類の浸透圧を扱った問題であった。今回の生物基礎の出題の中で、最も意外な出題ともいえるかもしれない。教科書では参考扱いになっている内容で、受験生からも「まさかここから出題されるとは」という戸惑いの声があった。事実上、知識だけで解答できてしまう出題内容であったこともあり、この類の出題は避けるべきではなかったか。

B 問4については、免疫細胞Pに該当するものがマクロファージと樹状細胞を併記していた時代があったとか、保健の教科書には異なる内容が記載されていたなどといった意見があった。

研究の進捗の激しい箇所からの内容を出題する場合は、そのようなことが避けられないので、作問には慎重を期してもらいたかった。問5はデータとしては面白いという意見があった。データの出典を知りたいとの声も聞こえた。

【第3問】

A バイオーム、物質循環に関する出題であった。発表されている正解に異論の余地はないのだが、オリブやチークは本当に「代表的な生産者」と言えるのか、という疑問は残る。そのバイオームに特徴的な植物種という概念との混同はないだろうか。

B 問題は平易と言えるだろう。内容とは関係ないが、47ページが白紙であったため、このB問題の存在に気づけなかった受験生が複数の学校でいたことが確認された。受験生の不注意と言ってしまえばそれまでであるが、問題の配置を検討していただき、できるだけ本質的でないところでの失点が生じることのないように配慮をお願いしたい。

【全体的に】

例年に比べ問題の容量が多かったというのが一致した意見であった。受験生は時間的に余裕がなかったようだった。全体的に平易な問題であったにもかかわらず、平均点はさほど高くはならなかったようである。失点が多かった問題は教科書の本文レベルでない箇所からのたくさんの出題(第2問A)やページの構成に起因するもの(第3問B)であるなどの傾向が見られる。このあたりについては改善を願いたい。

3. 終わりに

本研究会では平成元年度より大学入試センター試験問題の検討会を毎年継続し、必要に応じて問題点などの提言を行ってきた。改めてご参加いただき、支えていただいた先生方に感謝申し上げます。すでに周知のとおり、大学入試センター試験は今年度で一旦終了し、次年度より「大学入学共通テスト」に生まれ変わるが、これからも本研究会では問題の検討に取り組んでゆく所存である。

今後とも多くの先生方の貴重なご意見と温かいご支援をお願いしたい。

実験研修

第1回実験研修会

— 酢卵による鳥類胚の観察とハマグリを用いた神経伝達物質の実験 —

府立桜塚高等学校定時制の課程 根岩直希 ・ 同志社香里高等学校 古本 大

日時：令和元年10月11日(金)

場所：府立桜塚高等学校

A 酢卵による鳥類胚の観察

1. はじめに

動物の発生実験は生物の命を実感できる貴重な機会である。その実験動物としては、ウニやニワトリが用いられることが多い。鳥類の胚を観察する方法としては、リング状のろ紙に初期胚を付着させて、顕微鏡で観察する方法が多く教科書に記載されている。ただし、初期胚をろ紙リングに付着させる等の操作は実験に不慣れた高校生にとって容易ではない。また、発生途中の卵から胚を取り出す操作には、生徒が抵抗感をもつことが考えられる。今回の研修では、実験操作が簡易的であるとともに、観察するに際しての抵抗感が少ない酢卵による発生の観察方法について紹介した。

2. 材料について

本実験では、ウズラの有精卵を材料として用いる。ウズラの有精卵は株式会社モトキ (<https://uzuraya.shop-pro.jp/>) などから購入可能である。ウズラの有精卵が学校に到着した後は、13~14℃で保存すれば数日間は発生を止めておくことができる。その後38℃に移すと、発生を再開するので実験に用いる。ウズラとニワトリでは、8日目までの胚の大きさや発生の進行がほぼ同じである。そのため、ウズラの発生段階については、「ハンバーガー・ハミルトンの発生段階表」を参考にすることができる。

3. 実験について

ウズラの有精卵を38℃に設定した恒温器で6日間保温する。6日ほど保温することで、卵黄

に血管が広がっている様子や、胚の頭部や眼球が発達している様子を観察することができる。保温期間は観察したい発生段階に応じて、3~7日の範囲で変更することができる。また、この実験では発生の様子を観察するだけなので、転卵を行う必要はない。

保温が終わった有精卵は、食用の酢に浸して冷蔵庫内に静置する。卵殻の主成分は炭酸カルシウムであるため、酢酸と反応して溶ける。この時、卵殻の下にある薄い卵殻膜は残る。翌日、酢を交換してから、さらに2、3日かけて卵殻を溶かす。

卵殻が溶けた後、有精卵を酢から取り出す。卵の表面には、溶け残った卵殻が付着しているため、流水で洗い落とす。

作製した有精卵の酢卵に直接ライトを当てて、内部を照らすと、発生の様子を観察することができる。検卵用の高輝度ライト等を利用すれば、卵内部でおこっている発生の様子をより鮮明に観察することができるが、スマートフォンのライト等でも観察可能である(図1)。作製した有精卵の酢卵は酢中で冷蔵保存することで、1週間程度は観察可能である。



図1. 有精卵酢卵と研修会の様子

4. 謝辞

本研修の「酢卵による鳥類胚の観察」は公益財団法人武田科学振興財団による2018年度高等学校理科教育振興助成を受けて実施したものです。この場を借りて御礼申し上げます。

B. ハマグリを用いた神経伝達物質の実験

1. はじめに

この実験は、生物実験集録に「神経伝達物質の働きとハマグリ解剖」として掲載されているものです。解説集に解説が掲載されていないので、ここでは解説めいたことを書かせていただきます。もともとは、第一学習社の教科書に殻付きのカキを用いた実験として載っていたものを大阪向けにアレンジしたものです。大阪で殻付きのカキの購入は難しく、しかも高価なため、安価な二枚貝を探しました。はじめはアサリで試しましたが、心臓が小さく探しにくいと断念し、もう少し大きいハマグリを選びました。2月頃のハマグリ(シナハマグリです)はあまり大きくなく安価でした。これを11月に行ったときは、ハマグリが大きく高価でした。それぞれの時期で、安価で適当な大きさの二枚貝を探してみてください。

2. 方法

この実験では、ハマグリの口を開くのにカッターナイフを使いますが、これを使うときに誤って自分の手を切らないように指導することが重要です。口が堅く、殻の間に刃が入らず滑って刃が貝から外れてしまうので、その刃が絶対に手に触れないよう、貝をテーブルにしっかりと置き、カッターナイフの尻をテーブルに押し付け刃先が外れてもテーブルにしか当たらないようにします。

また、一度いじられた貝は固く口を閉じてしまうので、貝を丁寧に扱い、1回であっさり刃を入れるようにすることが重要です。刃が入れば、刃を貝殻に押し当てるようにして動かし、前後の貝柱を切るのですが、この時も刃を水平にして動かすと貝の身を切ってしまうので、要注意です。貝殻の中にあるハマグリの体を想像して刃を動かせるとうまくいきます。前後の貝柱が切れたら、貝殻を開けます。この時、貝殻にくっついている膜などをカッターの刃で貝殻から切り離しながら開けるとうまくいきます。貝を開けた状態が解剖図と同じになっていれば、心臓を探すのは容易ですが、ぐちゃぐちゃになっていると困難になります。ちなみに、貝殻には背腹・前後・左右があるので、それを確かめておいてください。蝶番側が背、口側が腹、蝶

番からの曲線が短いほうが前、長いほうが後ろ、後ろには出水管入水管があります。背を上、前を前方にして左右の手で包むと、右手側が右の貝殻、左手側が左の貝殻になります。

3. 実験

開放血管系の二枚貝では、心臓の拍動は緩やかで、ゆっくりと大きくなってから一度止まり、ゆっくりと収縮してからまた止まる、を繰り返します。止まっている時間が長くなると、死んでいるのでは?となります。我々の動き続ける心臓とは違いがあります。はじめは拍動がわかりにくいので、心臓のある当たりの水面をよく見て、光の反射や水面の変化を見てください。動きがあれば拍動しているので、その場所を探せますが、動きがないときは、拍動していない、つまり止まっているので、探しにくいからです。

体液濃度は海水とほぼ同じなので、伯方の塩のような不純物の混じった3%食塩水を生理的食塩水として使用しています。アセチルコリンやノルアドレナリンをこの生理的食塩水に溶かして、薄い水溶液にします。ラットなどを用いた拍動実験では、右心房を切り出して行うのですが、神経伝達物質の働きがそのまま測定できるのですが、この実験では心臓そのものを体にくっついたままの状態を用いているので、アセチルコリンに対して拍動を弱めすぎないような反応が出てくる可能性があります。その時は、反対の結果になってしまいますので、そういうこともあるということを生徒に伝えておいてください。恒常性の不思議として(図2)。



図2. ハマグリと研修会の様子

4. 最後に

動いている心臓を見ることはなかなかないので、拍動を知るいい機会になると思います。神経伝達物質の働きがうまく見えなかったとしても、拍動そのものを見ることには意義があるので、ぜひやってみてください。

実験研修

河川・湖沼の水環境研究と教育(1) — 河川学習のための野外水質調査法実習 —

神戸学院大学 橋 淳治 ・ 府立今宮工科高校 三浦靖弘 ・ 大教大附属高校 岡本元達
ルネサンス大阪高校 竹内準一 ・ 府立農芸高等学校 寺岡正裕

1. はじめに

生物基礎の「生物の多様性と生態系」、生物の「生態と環境」の単元において、水環境と生物の関わりや水環境調査に関わる学習は多く取り上げられている。

また、大阪府高等学校生物教育研究会では、「生命と水」をテーマに、大阪の地域学習の教材としても利用できる河川・湖沼(池沼)の水に関する研究と教育に関する教材開発に力を入れている。

そこで、本研修は河川財団の助成を受け、狭山池ダム附属池(副池)において採水、濾過を含む前処理、プランクトン採集、野外水質調査についての実習を含む研鑽を行うこととした。

なお、本研修は、はつしば学園小学校との合同の研修として実施した。

2. 河川・湖沼の野外水質調査

(1) 野外での観察の準備

自宅や学校近くの河川や湖沼(池沼)を調べる際に、事前準備が必要である。

場所の選定においては、調査目的をはっきりとさせ、その目的が果たせる場所であることはもちろん、安全面への配慮が必要である。

①調査地点を決める

通常は地図を見て、水域全体を把握し、その水域での河川や湖沼の代表的と考えられる地点を決める。

河川の場合は、源流はどこか、集水域はどの範囲かを把握し、可能であれば上流、中流、下流のそれぞれで、河川中央部の水を採水することを考える。なお、河川の場合は、水に入るとの採水は危険を伴うので、原則的には橋のあるところを探し、橋の上からバケツなどで採水するようにする。

②準備物

必要物品は、筆記用具、地図、記録用紙、カメラ、双眼鏡、ルーペ、採水用具(バケツ、ロープ、ロート、ポリタンク、ポリビン、ポリカップなど)、温度計、pH比色セット(または、pHメーター)、電気伝導度計、メジャー、ポリ袋など。

服装や持ち物としては、長袖、長ズボン、滑らない運動靴、軍手、ゴム手袋、帽子、タオル、雨具、懐中電灯、冬場は防水の効いた防寒具など。

(2) 野外での観測と採水

野外でバケツ採水、あるいは水辺に近づける場合はポリエチレン製のカップやビーカーなど



で直接採水し、それを観察する。

図1 ポリエチレンビンでの採水

①ヒトの感覚による観測

河川や湖沼の概観を見たまま、感じたまま記録する。これは、化学分析などをして結果の解釈をするときに役立つ場合は多いので必ず行うこと。

特に、河川の場合は、川幅、流量、流速、護岸形態、底質(岩、礫、砂、泥など)のほか、回りの植生や見かけた動物なども記録しておく。

②水の色

水に含まれる(懸濁する)物質や藻類の量や色などによって見た目の水の色は変化する。

藻類が多いと緑色系統に、粘土などの鉱物が多いと黄色系統に、還元的な環境で硫化物が多いと黒系統に着色する傾向がある。

見た目の色を記録するのも一つであるが、フォーレル水色計、ウーレ水色計があれば客観的な記述が可能となる。

③水のおい

水のおいを嗅ぐことにより、水に含まれる揮発性有機物や有臭ガスの存在を推定することができる。

個人差や体調によりおいの感じ方は異なるので、記載は結構難しい。

④水の味

天然水中には有害物質のほか病原菌が含まれている可能性があるため、安全が確認されている水以外は、味をみてはいけない。

⑤気温と水温

50℃までの温度計を2本用意し、1本は採水地点での気温を、もう1本は採水地点での水温を測定する。

なお、1本の温度計で水温を測定して濡れた状態で気温を測定してはならない。

気化熱で実際の気温より低く表示される場合があるので注意すること。

最近はサーミスター温度計が安価になってきたので、これを用いる場合も増えてきた。

⑥pH

現場で水を採水し、BTB,PR,TBなどのpH比色液を加えて、その色の变化からpHを測定する比色法のほか、pHメーターで測定する方法がある。

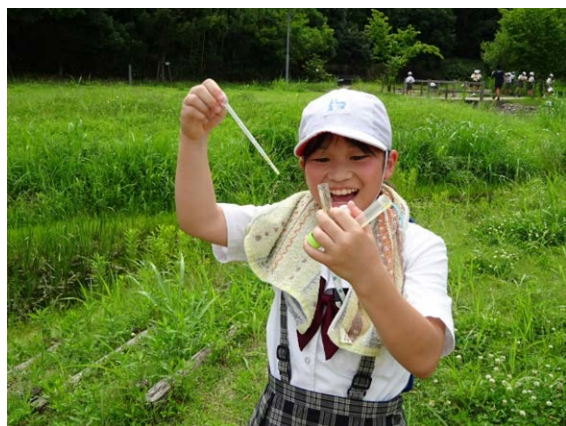


図2 pH指示薬による河川水のpH測定

また、簡易水質検査試薬(パックテスト)などで測定することもある。

なお、淡水は水の緩衝力が大変弱いので、pH試験紙などではpHの測定ができないので注意を要する。

⑦DO(溶存酸素)

水中に溶けている分子状の酸素(酸素ガス)は、魚類をはじめ水中の生物の生存にとって重要である。水中に溶けている酸素はヘンリーの法則に従い、温度と共に変化するが、20℃の蒸留水では8.8mg/L程度である。

淡水の場合、塩類の濃度が極めて低いため、蒸留水と同程度の酸素濃度で飽和する。

従って、水温を測定し、溶存酸素を測定することにより、水中の酸素飽和度が分かり、生息する生物との関係を把握することができる。

測定は、酸素びんと試薬を用いて行うウインクラー法が一般的であるが、溶存酸素計などの測定機で測定することも行われている。

また、簡易的にはケメットというインジゴカーミン系の色素の入ったガラスアンプルを、水中で割って、その色の变化から溶存酸素を求めものもある。

⑧電気伝導度(導電率)

電気伝導度は、水中に溶けているイオン性物質の量と関連が深いものである。ただ、イオン性物質の種類によって電気伝導度はかなり異なるため、電気伝導度が高いからと行って、必ずしもイオンの総量が多いとは限らないので、解釈をする場合注意を要する。

また、水温によっても電気伝導度は変化するため、測定する際には必ず水温も測っておく必要がある。

(3) 実験室に持ち帰っての観測

計器類や試薬を用いて測定するものについては、原則、冷暗条件下で実験室に持ち帰って測定するのが一般的である。

また、すぐに測定ができない場合は、濾過をしてから冷凍保存して、適当な時期に解凍して測定する場合もある。

①濁度(にごり)

水の濁りを示す指標として濁度がある。通常は透明な容器に水を入れて人の目で濁りの程度を見るが、定量化するには濁度計や分光光度計を使用する。

なお、採水現場で透明度板を水に入れてどの程度の深度まで透明度板が見えるかを調べる方

法や、透視度計というメスシリンダーのような筒状のものに、水を入れていき、底に入れてある十字線の入った板がどこまで見えるかを調べる方法もある。

②COD(化学的酸素要求量)とBOD(生物化学的酸素要求量)

水中に有機物が多い場合は、その有機物を参加する際に溶存酸素を消費する。

従って、水中の有機物を、酸化剤を用いて化学的に分解する際に消費する酸素量を示すものとしてCODが、また、水中の有機物を生物の呼吸(異化)作用を用いて分解する際に消費する酸素量を示すものとしてBODがある。

言い換えれば、CODやBODの値が高いと、水中に溶存酸素が豊富にあったとしても、そこに存在する有機物が分解された場合、酸素が消費され、極端な場合は無酸素状態になる場合がある。

したがって、CODやBODは有機汚濁の指標として使われることがしばしばある。

魚類の生息とCODの関係であるが、ヒメマスなどが生息する貧栄養の環境ではCODは1mg/L以下、コイやフナなどの比較的有機汚濁に強い魚類が生息できる環境でのCODは5mg/L以下とされている。

CODやBODの値が10mg/Lを越えるような水域は、溶存酸素が一時的に豊富であっても、有機物の参加の際に溶存酸素が消費されてしまい、無酸素状態になる可能性が考えられる。

③硬度

硬度とはもともとは、せっけんの泡立ちとの関係で考えられた指標である。

現在では、天然水中に存在するカルシウムイオンおよびマグネシウムイオンの総量に対応するCaCO₃の水1L当たりのmg量に換算したものと定義される。

硬度の高い水を硬水、硬度の低い水を軟水とよぶ。

測定は、カルシウムイオンやマグネシウムイオンがEDTA(エチレンジアミン四酢酸)とモル比で1:1で対応する関係を用いて、滴定法で行う。

簡易的には、ドロップテストという簡易水質検査試薬を用いて行うことができる。

④蒸発残留物

天然水中に含まれる水以外の物質の量を蒸発残留物という。一般的には、天然水を加熱して水を蒸発させて、残った固形物の重量を計って

蒸発残留物ということが多い。

しかしながら、低分子の有機酸や溶存ガスなどは、加熱により空気中に離散してしまうために解釈には注意を要する。

⑤SS(懸濁物質)

天然水中のSS(懸濁物質)は、化学的なものとは若干意味が異なる。

SSは孔径0.45~1.0μm程度のろ紙で濾過したときに、ろ紙上に残る物質のことをいう。

SSは粘土粒子などの無機物や動植物プランクトンなどの生物やその分解物なども含んでいる。

この応用であるが、懸濁物には藻類も含まれているため、ジメチルホルムアミド、アセトン、エタノールなどで懸濁物が捕捉されたろ紙から色素を抽出し、光合成色素のクロロフィル類などを分光光度計などで測定することもしばしばある。

⑥無機態窒素(アンモニア態窒素, 亜硝酸態窒素, 硝酸態窒素)

天然水中には、動植物の死骸の分解物、排泄物、また、農業用の肥料などが流入して多様な形態の窒素が溶け込んでいる。

アンモニア態窒素は、タンパク質系の有機物が分解されたときに最初に生じるほか、魚類などの排泄物にも多く含まれるものである。

また、アンモニア態窒素は藻類などの光合成生物には窒素源として好んで使われることが分かっている。

アンモニア態窒素は酸化的な環境におかれると硝化細菌の働きにより亜硝酸態窒素に硝化(酸化)される。

一般的には比色分析(インドフェノール法)で分析、定量される。

簡易法としては、簡易型の比色分析試薬であるパックテストを用いる。

亜硝酸態窒素は、アンモニア態窒素の酸化(硝化)および、硝酸態窒素の還元で生じる。

アンモニア態窒素から亜硝酸態窒素への硝化は、亜硝酸態窒素から硝酸態窒素の硝化に比べて速く、水中で中間代謝物として蓄積されやすいので河川水の無機態窒素の代表例の一つとして分析されることが多い。

一般的には、ナフチルエチレンジアミン吸光光度法を用いるが、パックテストでも簡易的に分析可能である。

硝酸態窒素は、無機態窒素の中でも最も酸化的なものである。亜硝酸態窒素の硝化により生

じ、硝酸態窒素は酸化的環境と還元的環境の境目付近では脱窒作用により、窒素ガス(N₂)となり、水中から除去される。

従って、無機態全窒素に占める硝酸態窒素の割合を調べ、硝酸態窒素の占める割合が高いと、その水域は窒素栄養塩に関しては浄化の傾向が高いと推測される。

硝酸態窒素の測定は難しく、亜鉛やカドミウムなどの金属触媒のほか、硫酸ヒドラジンなどの試薬を用いて亜硝酸に還元して測定することが多い。

⑦尿素(尿素態窒素)

尿素(CO(NH₂)₂)は、最も簡単な有機物である。近年の研究により、水中の藻類や細菌類は窒素源としてアンモニア態窒素に次いでよく利用することが分かってきた。

そのため、富栄養化を考える場合、窒素源として尿素態窒素を測定することがある。

⑧リン酸態リン

河川・湖沼の富栄養化の原因としては窒素以外にリンが重要である。陸上植物においては、三大栄養元素は窒素、リン、カリウムであるが、天然水中ではカリウムは豊富に存在するため、窒素とリンが藻類等の増殖の制限因子になりやすい。

従って、窒素と共にリンを測定するのが通例である。また、無機態のリンはリン酸態リンで存在すると考えられており、これをモリブデン酸アンモニウムと反応させて錯体を作り、さらに、この錯体をアスコルビン酸で還元することにより微量のリン酸態リンを測定することができる。

⑨全窒素(T-N)

生活環境の保全に関する環境基準(湖沼)において、全窒素と全リンの基準値が示されている。

全窒素は、懸濁態の窒素、溶存有機体の窒素、溶存無機態の窒素の総量で示され、CODやBODに代わる重要な有機汚濁の指標とされている。

水産1種(きれいな水に棲むサケ科魚類等の水産生物用の水)では、0.2mgN/L以下、水産3種(汚濁に強いコイ、フナ等の水産生物用の水)では、1mgN/L以下と基準値が示されている。

従って、全窒素が1mgN/Lを越えるような水域では魚の生存に適さないほど汚濁が進行していると考えられる。

⑩全リン

全リンは、懸濁態のリン、溶存有機体のリン、リン酸態リンの総量で示される。全窒素と共に

有機汚濁の指標とされる。

水産1種では、0.01mgP/L以下、水産3種では、0.1mgP/L以下と基準値が示されている。

従って、全窒素と同様に全リンが0.1mgP/Lを越えるような水域では魚の生存に適さないほど汚濁が進行していると考えられる。

⑪ケイ酸

ケイ酸は、天然水中の動植物にとってあまり関係のない物質と思われるが、ケイ藻類にとっては殻を作るための重要な物質である。

ケイ酸は地下水や河川水では豊富に存在するのでケイ藻類の増殖の制限にはならないが、湖沼水やダム等での止水では沈殿等が起こるようで、しばしばケイ藻類の増殖の制限因子となることがある。

一般的には、モリブデン酸アンモニウムと反応させて黄色のモリブデン錯体を分光光度計で比色分析する。

⑫その他

生活排水の汚染や海水の流入の指標としての塩化物イオン。生活排水流入の指標としての界面活性剤。その他水の特徴を表す酸度、アルカリ度、全炭酸。酸化還元状態や金属の存在を示す、鉄イオン(二価、三価)、マンガン。

その他、目的に応じて多種多様な物質があるが、分析を行うに当たっては、その物質が天然水中に存在する意味を考える必要がある。

(4) 微生物の観測

①プランクトン

プランクトンとは浮遊生物のことであり、遊泳能力が無いかあっても低く水の流れに逆らって遊泳することのできない生物である。

プランクトンの採集には、プランクトンネットが用いられることが多いが、プランクトンネットで採集できるのは大型のプランクトンのみであり、大多数はネットの網の目を抜けてしまう。

特に、小さな植物プランクトンを採集するにはプランクトンネットは不適であり、実際は水を汲んでメスシリンダーなどに入れ、そこにエタノールを加えて植物プランクトンを死滅させ、沈殿したものを採取する。

以前はホルムアルデヒドを使っていたが、発癌性の問題もあり、植物プランクトンの色素は抜けてしまうが、最近ではエタノールを使うのが通例である。



図3 プランクトンネットによる採集

②一般細菌

一般細菌は公衆衛生の観点から調べられることが多かったが、天然水では水中の有機物を分解する従属栄養細菌として、物質代謝の観点で調べられることが多い。

一般的に有機汚濁が進行して、水中の溶存有機物が増加すると、それに伴って一般細菌数も増加する傾向にあるので、一般細菌数を計数することが多い。

一般細菌数の計数には、試水を0.2μm程度のろ紙で濾過し、ろ紙上に捕捉された細菌類を染色液で染色し、顕微鏡で直接計数する全菌数と、ペプトンやイースト抽出物などの有機物を含む培地で培養し、増殖してコロニーを形成したものを計数する生菌数がある。

一般的には、寒天培地で培養してコロニー数から生菌数を計数する方法が取られる。

③大腸菌群

大腸菌の確定は近年ではPCRを用いて遺伝子解析が行われるが、天然水では、大腸菌群として簡便に計数する。

人畜の腸管内に存在する常在菌で、体外では増殖することのできない*E.coli*と、土壌中にも存在し大腸菌によく似た性質を持つ*Klebsiella penemoniae*の両方を含めたものを併せて大腸菌群とし、市販のデスオキシコーレイト培地を用いて平板培養して計測する。

大腸菌群が検出される意味は、尿尿等の流入による汚染があるということである。

3. 安全管理と観測許可について

一般的に池沼には管理者があり、教育目的であっても許可を必要とする場合が多い。また、池のばあいは自治体、組合、個人などの管理者が必ずと言っていいぐらい存在するので、勝手

な調査は避けるべきである。

安全面からも、農業用のため池は水を効率よくためるために皿池が多く、池の護岸部分は急傾斜になっていることが多いので、足を滑らせて落水すると池から這い上がることが難しく大変危険である。

河川の場合も、親水公園になっていたり、橋があったりする場合はロープをつけたバケツ採水などを行えば、比較的安全に採水が可能である。

しかし、流れのある河川では、浅そうに見えても、流れに足を取られて転倒する危険もあり、深みなども到る所にあるので、たとえ教育目的であっても、川に入っただけの採水は行ってはならない。

また、冬期の河川・湖沼の調査においては、地面の凍結による河川や湖沼への滑落の危険のほか、水面が凍っていると安心して氷の上に乗って、氷が割れて落水する危険もあるので、他の季節以上に川や池に入ってはいけない。

そのほか、急な天候の変化や低温により体調を崩すこともあるので、暖かくて活動のしやすい服装、防水加工のある作業着やレインコートなどの雨具も安全管理の一つとして用意する必要がある。

4. 謝辞

本研修は、2019年度河川財団助成金、助成番号2019-6111-022、川づくり団体区分、助成事業名「小中高大の連携による大阪府内の河川水質環境調査マップ作成事業」の支援を受け、はつしば学園小学校と連携して行いました。

また、野外での採水や研修に必要な安全靴、雨具、また冬期の観測に必要な防寒具等の物品は、せんだんの会(代表理事梶本興亜様)研修助成を活用させていただきました。

両団体様には、この実習にかかる教員研修に際しまして、ご支援を賜り感謝いたします。

【文献】

- ・西條八束・三田村 緒佐武(2016)：新編湖沼調査法第2版，講談社。
- ・大阪府教育センター(1997)：だれにでもできる水質調査ガイドブック，大阪府教育センター。
- ・橋 淳治(2004)：「水質評価指標および閉鎖系水域の水質浄化を主題とした環境教育プログラムの開発」，平成15～16年度科学研究費補助金基盤研究(C)(2)課題番号15500606，報告書。

実験研修

河川・湖沼の動物プランクトン群集の相互作用実験観察 — ツボワムシとミジンコの競合から条件的寄生性の制御 —

ルネサンス大阪高校 竹内 準一・神戸学院大学(初芝学園非常勤) 橘 淳治

1. はじめに 一元々“害虫”だったワムシ

自然生態系の生産構造は、植物プランクトン群集が一次生産者として下支えし、その上位をワムシやミジンコが一次消費者(食植動物)として生態的な地位を占め、魚類など二次消費者を支え、生態ピラミッド構造を形成している。

水産増殖分野でも、ワムシやミジンコは種苗生産(稚魚や稚貝の育成)で実用化している。中でも、シオミズツボワムシは汽水産であり、海水にも淡水にも馴化する広塩性で知られる。

当初、ツボワムシはウナギ養殖場で大発生するため有害な存在であると信じられていたが、微細藻類で培養でき、耐久卵を作るため管理が容易な初期餌料とする日本発の技術が確立し、日本の水産増殖・養殖を支える基盤となった。

2. 生物教材の入手

(1) 野外から採集

今回、取り扱うツボワムシやミジンコは、淡水プランクトンとして池や湖でプランクトンネットを用いて採集することができる。ただし、自然のサンプルなので複数種が混在した混合系を野外から実験室へ持ち込むことになる。

混合群集からツボワムシとミジンコを主体とした個体群を分別したい場合、両者とも栄養が枯渇すると耐久卵(resting eggs)を形成するという休眠特性を利用することができる。

具体的には、採集した混合群集を一緒に持ち込まれた植物プランクトン(微細藻類)を摂食し尽くし、飢餓状態になると有性生殖を行い、耐久卵を作って死滅する。耐久卵は飼育容器の底に沈んで貯まるので、耐久卵は自然に放置して自然乾燥させるか、または堆積物(砂や泥)ごと吸い取ることで、耐久卵を濃縮した状態で冷蔵庫中に冷蔵保存しておく。

ツボワムシは、池などから表面水を採水した時に存在が確認されない場合でも、試水を放置しておくで沈殿物が容器の底面に貯まるので、そこをピペットで採取すると通常は見つかる。ツボワムシは耐久卵が飛来しているので、採取直後には見つからなくても条件が整うと、出現する。沈殿物を浅い容器に移し、上張水を自然乾燥させていくと他の微小動物が死滅するが、耐久卵を形成するツボワムシが優先的に生残するので、ツボワムシが選別できる。稀には嚢胞(シスト)を作るヒルガタワムシも随伴し得るが通常、耐久卵の方が生残には有利である。

(2) 養殖施設から分与

金魚やメダカなど淡水魚の養魚場では、ツボワムシやミジンコが天然餌料として常用されている。ワムシは仔魚の初期餌料として、ミジンコは仔引き(稚魚の選別)の時期(4~6月)に天然餌料として大量に必要となるので、養魚者は別途、餌料用にミジンコを増やしておく。

シオミズツボワムシは汽水産の原種を海水に馴化させた系統で、海水魚の種苗生産には必須である。日本の水産増殖が世界から注目され、水産系の学部学科に海外からの留学生を集めてきたのは、この初期餌料を早期(1960年)に見つけ、技術開発してきた実績に基づいている。

筆者は、千葉県富里市にある養魚者H氏から分与して戴いた系統を現在、維持している。

(3) ネット販売で入手

現時点(2019年11月)で常時、ネット経由で入手できるとは限らないが、タマミジンコ耐久卵は、太平洋貿易株式会社(福岡県)が1mL(2,000個、孵化率80%)4,400円で試験販売(全国で5件のみ)したという前例がある。

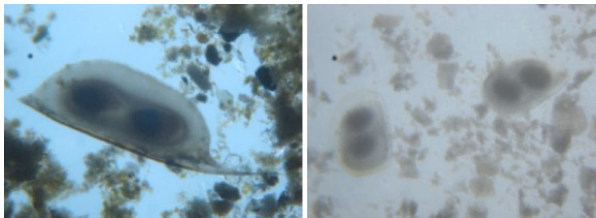
淡水産ツボワムシが生体でクロレラの混合液がアマゾン等でネット販売されることもある。

3. 耐久卵の観察

耐久卵は溜池では池干し満了後に水面に漂う黒い粒子として観察できる(東広島市・セツ池)ほか、ミジンコを飼育していた容器(Stacking Canister, Okazaki, 和歌山県海南市)の底に溜る沈積物の中からも見出すことができる。

野外(池沼)から採水してきた水を実験室内で放置しておいても、自然とミジンコやツボワムシの耐久卵が沈積していることが多い。大阪市旭区・城北公園内の池(旧淀川の一部)例。

原理的には、耐久卵は環境条件が悪化した時に休眠(resting)状態となって凌ぐための生活形であるため、耐久卵形成能を持つ微小動物(ミジンコやツボワムシ)は扱いやすい。ヒルガタワムシなどは、シスト(嚢胞)を形成すると言われていた(シストの確認は非常に難しい)。



(左：ミジンコ、右：タマミジンコ)

図1 ミジンコの耐久卵

4. 休眠と孵化の誘導

ミジンコは原則、餌が豊富で環境条件が良好な場合、メスがメスを生む単為生殖によって繁殖する。従って、繁殖のピークを越えて放置しておく、飼育容器の底部に溜る沈殿物に耐久卵が集積していることが普通である。従って、底土に栄養(クロレラ製剤でも可)を与えるとミジンコの耐久卵が孵化したケースがある。



(ケイ酸塩が主体の粘土鉱物)

図2 膨潤化したバーミキュライト

自然の底泥を投与すると、自然に近い環境を創出できるが、1 サイクル以上続けると、他の微小動物(センチュウ、ユスリカ幼虫、アブラミミズなど生態ピラミッドで上位を占める後生動物が出現)が際限なく侵入し、置換される。

これを避けるためには、無機性の媒体、例えばバーミキュライトなど粘土鉱物を加える方が近自然の二層(水と泥の層)培養が実現する。なお、園芸用のバーミキュライトは簡単に手に入るので便利であるが、最適かどうかは検討を要する(ベントナイトや珪藻土も候補になる)。

ツボワムシの耐久卵も沈殿物から見つかる。その意味でも、生物教材として(水産餌料としても)扱いやすい対象は、耐久卵をつくることが知られているミジンコとツボワムシである。

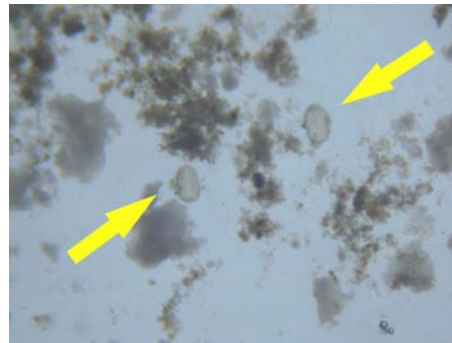


図3 ツボワムシの耐久卵(矢印)

生体を実験室内で一定期間、飼育して維持するためには、餌を供給する必要がある。生きたクロレラ培養液は飼育用の微細藻類として万能であるが、ミジンコの飼育にはクロレラ製剤、ツボワムシの飼育には酵母製剤(エビオス錠)が市販品を流用できるため簡便である。ただし、酸欠には注意を要し、観賞魚用のエアポンプのチューブの途中にコック付きの二又バルブを介し、通気量を抑制したい。ちなみに、遊泳力に富むミジンコの方が沖合帯でも生息できるので通気による攪乱に対する耐性があるが、池沼や沿岸帯に生息するツボワムシは通気を抑制気味にした方が環境条件として適している。

5. 通性寄生性の発現と抑制

近年、生物進化の移行型プロセスとして通性寄生性(facultative parasitism)が認識されている(Luong and Mathot, 2019)。ミジンコ・ツボワムシは、そのような実験系のモデル生物となり得



図4 ミジンコ上のツボワムシ(動画へリンク)

るかも知れない。単純にツボワムシが足肢でミジンコの甲殻に物理的に付着するだけに過ぎず、足肢から栄養を摂取しているとも思えない。たまたま遊泳力の点でミジンコに劣るワムシが足肢を使って安定的な生活の場を求めただけに見える(図4)。それでも、ミジンコは衰弱し、放置すると致死的な効果を及ぼす。

このような致死的に作用する寄生虫の一種にギロダクチルス(扁形動物門・単生類)が衰弱した金魚の尾ひれに寄生していることが知られている(宮井、私信)。複数の中間宿主を次々と移動するタイプの内部寄生虫と異なり、宿主に対して外部寄生する寄生虫は宿主を殺したら生物学的に無意味にも思える。しいて言うならば衰弱した個体を“間引く”生態学的効果があるのかも知れない。1970年代、ギロダクチルス(*Gyrodactylus*)は、北欧のアトランティック・サーモン個体群を根絶させたが、ブリテン島へ遡上する個体群は保全された(Norman, 2019)。

ツボワムシのミジンコに対する通性寄生性の発現には、水温を高め(28℃程度)に設定した恒温器の中に両者を混在させた容器をオーバーナイト(一夜)放置することで誘導できた。

一方、通性寄生性が発現してしまった混在系からツボワムシを抑制し、ミジンコだけを生き残らせるには、フィコシアニン粉末を添加することで、ワムシを萎縮させ(図5)、駆除することができる。この場合、フィコシアニンはミジンコの生存に悪影響を全く与えない(スピルリナ製剤のままでは無用な酸欠状態を招く)。



図5 フィコシアニンで萎縮したツボワムシ

6. おわりに ワムシは寄生虫の原型か？

海産ワムシに関する約200件を文献レビューした総説(Fontaneto *et al.*, 2006)によると、浮遊性、底生性と並び、寄生性の3種の生活形の一角を占めるほど寄生性種が知られている。海洋環境では潮汐に伴う潮流の影響もあり、甲殻類に固着する生活形が発達し、通性寄生性の寄生生活の原形を為したものと、推測される。

してみると、湖沼環境でも沖帯より沿岸帯に適合したワムシが、閉塞した高水温の水環境を提供したことで、通性寄生性が誘起された現象も説明できなくはないだろう。寄生という生命現象は、不断に進行している生物進化(ズック、2015)の一側面を見ているのかも知れない。

参考文献

Fontaneto, D, De Smet, WH, Ricci, C (2006) Rotifers in saltwater environments, re-evaluation of an inconspicuous taxon, *J. Mar. Biol. Ass. U.K.*, **86**: 623-656.

Luong, LT, Mathot, KJ (2019) Facultative parasites as evolutionary stepping-stones towards parasitic lifestyles, *Biol. Lett.*, **15**:20190058.

Matheson, N (2019) *A Speyside Odessey: A Natural History of the Atlantic Salmon*, 104pp, Matador Publishing, Leicester, UK.

マーリーン・ズック(2015)私たちは今でも進化しているのか? 文藝春秋、326pp.

補足資料

(1) 実験実習の実施記録

2019年12月7日(土)の午後、ルネサンス大阪高等学校(学園ビル5階・理科室)で本件をテーマとして実験研修会が実施された。その時の画像を以下に添付する：



図6 実験研修のオープニング

続いて、実験研修の参加者にはタマミジンコの耐久卵を実体顕微鏡で観察して貰った。



図7 耐久卵を観察中の研修の参加者

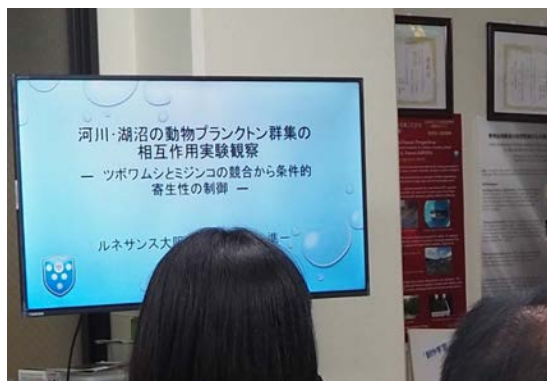


図8 当日のプレゼンテーションの画面

その後の検討で、ミジンコ耐久卵の孵化促進には、商品名“ムックリワーク”としてネット等で小口販売されているキチン質(ズワイガニの外骨格破砕物)を主成分とした土壌改良剤を一つまみ程度、添加すると成績が良いことが判明した。ちょうど浮遊しているキチンパウダーが消滅すると同時にミジンコの孵化が始まるので、キチン質の加水分解に伴うキチナーゼなど酵素産生が孵化促進として発現している可能性が予測される。今後、実験的な検討を加えたい。

ワムシの干渉抑制は、ガリガリ君(赤城乳業)のソーダ味の青色天然着色料であるスピルリナから精製したフィコシアニン精製物が有効であり、現在では、各種の商品名で市販されている。

(2) 同じ論点を扱った研究報告

なお、本稿脱稿後、第12回ワムシ国際会議(ROTIFERA XII)での発表論文が陸水生物学の国際誌“Hydrobiologia”662巻(189-195頁)に掲載されていたことを見出した。

Hydrobiologia (2011) 662:189–195
DOI 10.1007/s10750-010-0495-1

ROTIFERA XII

Daphnia–rotifer interactions in Patagonian communities

Maria C. Diéguez · John J. Gilbert

Published online: 3 October 2010
© Springer Science+Business Media B.V. 2010

Abstract In fishless ponds of extra-Andean Patagonia, large *Daphnia* often may severely limit the abundance of small rotifers by mechanical interference (ingestion and damage after rejection). In ten laboratory experiments, 15–20 rotifers were exposed to one large daphniid for 1 day in 80 ml water with *Cryptomonas erosa* (5×10^3 cells ml⁻¹). Both *D. cf. pulex* (3.6 mm) and *D. cf. obtusa* (3.4 mm) imposed significant mortality on *Keratella tropica* and newborn *Brachionus angularis* and *Brachionus calyciflorus*, but not on the larger neonates of *Brachionus rubens* or adults of *B. angularis* and *B. calyciflorus*. *B. rubens* neonates avoided the possibility of interference by rapidly attaching to *Daphnia*. The number of susceptible rotifers killed per *Daphnia* day⁻¹ was 2–8 for *D. cf. obtusa* and 8–15 for *D. cf. pulex*; rotifer-based clearance rates per *Daphnia* day⁻¹ were

10–35 and 35–65 ml, respectively. When large daphniids occurred in Laguna Los Juncos in late September and October 1997, the only common plankton rotifer was the large and probably well-protected *Keratella morenoi* (total length = 210 μm). Still, microscopic examination of gut contents revealed three *K. morenoi* in a 3-mm *D. cf. obtusa* and one in a 3.5-mm *D. dadayana*.

Keywords Rotifers · *Daphnia* · Interference · Meseta lakes · Patagonia

Introduction

Large-bodied species of *Daphnia* typically dominate freshwater zooplankton communities by excluding smaller taxa when they themselves are not selectively

理系研究者同士を繋ぐ SNS、ResearchGate を使って最初の発見者(an originator)の存在を辿ってみると、インド・ニューデリーにある University of Delhi に以前、所属していた女性研究員 Nandini Lyer が 1993 年に動物体上の生活様式“epizotic mode of life”と表記して初の報告をしていたところまで遡れた。現在、彼女とコンタクトして、PDF を請求中である。

実験研修

河川・湖沼の水環境研究と教育(3)

— 藻類を主とした微生物の入手・培養・現存量測定 —

神戸学院大学 橋 淳治 ・ 府立今宮工科高校 三浦靖弘 ・ 大教大附属高校 岡本元達
ルネサンス大阪高校 竹内準一 ・ 府立農芸高等学校 寺岡正裕

1. はじめに

水は、私たち生物の一員であるヒトにとっては生存上なくてはならない物質である。

生物教育、エネルギー環境教育の観点から水を考えてみると、「物質としての水」、「生命と水」、「治水・利水」、「水源開発」、「農林水産業」、「エネルギー」、「地球生態系」、「地球環境問題」、「水争いと平和」、「歴史」など他方面に渡っている。

大阪府高等学校生物教育研究会では、「生命と水」をテーマに、大阪の地域学習の教材としても利用できる河川・湖沼(池沼)の水に関する研究と教育に関する教材開発に力を入れている。

近年、体験学習を主としたアクティブラーニングが積極的に行われている。対話的で深い学びに実現を達成する一つの手段としては、実験や観察を行うことが重要と考えられる。ここでは、生物としてのヒトと「水」の関わりから、次世代を担う児童・生徒を育てたいと共に、指導者である教員自体が水に興味を持ち、その面白さを児童・生徒に伝えるための教材開発と指導法を築いていきたいと考えている。

今回は、河川・湖沼の水環境研究と教育(3)を主題に、水環境学習の教材生物として利用範囲の広い藻類について、その入手方法、培養方法、そして、現存量測定方法について共に研鑽を深めたい。

2. 藻類を主とした微生物の入手方法

藻類を主とした微生物の入手方法としては、天然水中の微生物から目的の微生物を単離する方法のほか、大学をはじめとする研究機関からの分与など、様々な方法がある。

本研修では、国立環境研究所微生物系統保存施設からの保存株の入手法について説明する。

インターネットの接続可能な端末から、「国立環境研究所微生物系統保存施設」を検索する(図1)。



図1 国立環境研究所微生物系統保存施設のページ

ページが表示されたら、「株の注文方法」を選択し、「分譲に当たっての同意事項」をよく読み、同意すれば、後は画面の説明に従って進んでいく。

オンライン注文もできるので、入手したい保存株を検索し、該当株が見つければ注文(カートに追加)する。

注文確認の段階で、利用区分の選択欄があるので「教育目的」を選択し、株の利用目的・内容の記入ボックスには、学校の教育目的のみ使用する旨をはっきりと記載する。教育目的の場合は、特別なものを除き価格は0円と表示される。負担額は送料のみで譲渡していただける。

これは、我々学校の教員にとっては大変ありがたいことであり、この提供を維持していただくためにも、「分譲に当たっての同意事項」を厳守しなければならない。

この後に、送付先などの記載欄の表示などがあるので必要事項を正しく記載する。

必要事項を総て記載し、内容を確認の上、送

信すると、国立環境研究所微生物系統保存施設から確認メールが送られてくる。

確認メールにある同意書を(申し込み画面、あるいは様式集からダウンロード可能)2部記入・署名・捺印して国立環境研究所に郵送する。

国立環境研究所は、これが到着してから学校宛に発送してくれる。

学校に微生物株と郵送費の請求書が到着する。

受け取ったら、受領書を国立環境研究所に返送し、送料を振り込むことで一連の手続きは終了する。

後は、学校で分譲を受けた微生物株を培養ならびに系統維持するとよい。

微生物の培養法は本研修で扱う、合成培地で培養するのが理想的であるが、市販の500mL程度のミネラルウォーター(軟水に限る)に市販の液体肥料(例えばハイポネクスなど)を「ランなどの植物用」ぐらいに希釈して、それに、ビタミンを(これもリポビタミンDやアスパラドリンクなど)数滴加え、微量金属元素の代わりに台所用金属たわしとして市販されているスチールウールを1本(1cm程度の長さ)入れておくとよい。



図2 簡易培養液に用いるミネラルウォーター

また、増殖の過程で光合成により、培養液中の二酸化炭素や重炭酸イオンが枯渇するので、市販の炭酸水(経験的にウイルキンソンやサントリーの炭酸水の培養成績が良い)を少量加えて、密栓しておくことでコンタミネーションも起らないので、簡便で確実である。

また、藻類種によって異なるが、培養の過程で濃い緑色が維持できるのであれば、液体肥料を追加すると、さらに高濃度での培養が可能である。

珪藻類を培養したい場合は、ケイソウの殻の形成にケイ酸塩が必要となるため、市販の沸騰石を煮沸滅菌したものを加えるとよく育つ。

ケイソウを趣味で培養する愛好家の方は、沖縄以南の西表島などの海岸にある「星の砂」を煮沸滅菌したものを加える、ケイソウは安定的に培養できるという。

皆さんも色々と工夫されるといいかと思う。

海産の微生物を培養したい場合は、市販のミネラルウォーターの代わりに、人工海水、若しくは天然の海水を煮沸滅菌したものを、淡水産微生物(藻類)と同じように処理すればうまく培養できる。

但し、大型の海藻類は体表から栄養塩類の取込やガス交換を盛んにする必要があるので、振盪培養しなければならないので、微生物培養のように簡単にはいかない。

3. 微生物の培養方法

微生物の培養は、一般的には無菌操作が必要なことや特殊な培地で厳格な培養条件を維持しなければならないので、学校では難しいと考えられている。

確かに、藻類を例に挙げると、単一種の藻類をバクテリアフリー(完全な無菌状態で目的藻類のみの環境)で培養するのは、無菌操作の難しさ以上に、人工的な培地で育てること自体ができない場合が多い。

これは、藻類と共存するバクテリアや他の生物の排泄物や生産物が藻類の生長に欠かせない物質となっている場合が多く、単一種の藻類のみであると育たない場合がある。そのため、先人が膨大な経験を基に各種の培地を考案しているが、同一種の藻類であっても株によっては培地が同じでも育たない場合があり、困難を極める。

学校での生物教育・水環境教育で用いる藻類については、その使用目的を考えるとバクテリアフリーである必要も無く、また、藻類は植物(シアノバクテリアは原核生物であるが)であるため、培地は無機物のみで作ることができるため従属栄養細菌類が混入しても培地を腐らせてしまうほど増殖することは無い。

言い換えれば、無菌環境である必要が無いため、通常の実験室環境で簡単に培養が可能である。

強いて注意をするならば、他の藻類をコンタミネーションさせないことである。

また、培地についても藻類を「光合成を行う植物」と見なすと、水栽培用の液体培地の応用版を作れば良いという程度の考えで作成可能である。

従って、植物を育てるには何が必要かと考えると、光、温度、栄養の3条件を揃えることになる。

栄養については、水中では窒素とリン(栄養塩類)が制限因子になりやすいことと、単一種の培養ではビタミンやミネラルも枯渇しやすい傾向がある。また、光合成によって培地がアルカリ性に傾くので、効率よく育てるには培地のpHを安定させることも必要となる。

このことを踏まえて、培地づくりと植え継ぎ操作、また、培養について実習を行いたいと思う。

(1) 培地組成と作成方法

藻類用の培地には色々と考案されているが、緑藻に汎用的に用いられるものに「C培地」がある。

これは、国立研究開発法人国立環境研究所微生物系統保存施設(NIES コレクション)に詳しく紹介されているものの一つである。

培地組成は次の通りである(表1)。

表1 C培地の組成

Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	15 mg
KNO ₃	10 mg
β-Na ₂ glycerophosphate · 5H ₂ O	5 mg
MgSO ₄ · 7H ₂ O	4 mg
Vitamin B ₁₂	0.01 μg
Biotin	0.01 μg
Thiamine HCl	1 μg
PIV metals	0.3 mL
Tris (hydroxymethyl) aminomethane	50 mg
Distilled water	99.7 mL
pH 7.5	

表1に記載されている物質のうち、PIVmetalsであるが、これは微量金属元素の混合物である。

表2 PIVメタルの組成

Na ₂ EDTA · 2H ₂ O	100 mg
FeCl ₃ · 6H ₂ O	19.6 mg
MnCl ₂ · 4H ₂ O	3.6 mg
ZnCl ₂ ¹⁾	1.04 mg
CoCl ₂ · 6H ₂ O	0.4 mg
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	0.25 mg
Distilled water	100 mL

金属元素は補酵素として必須の物質になったりするが、金属イオンは藻類の成長を阻害する可能性が高いのでキレートにする必要がある。また、培地のpHを安定させるためにはpH緩衝剤となるTris hydroxymethyl aminomethaneを入れる必要がある。

プランクトンピュア(バクテリアの混入は容認で藻類のみ)の環境での培地作成について実習を行う。

①培地作成に使用する水

121℃で90分間、オートクレーブで滅菌した蒸留水が理想であるが、藻類のコンタミが無ければ良いので、市販のペットボトル入りの軟水で十分である。

日本で市販されているボトル入りの水は製造段階で滅菌されており、藻類の混入はありえないのでこれを使うと便利である。

②保存用培地の作成方法

100mLの培地を作るのに、表1の各物質を毎回化学天秤で秤量するのは大変面倒であり、また、ビタミン類などは、微量であるため高感度の化学天秤でないと秤量は不可能である。

そこで、これの10,000倍量の保存用の溶液を作っておき、それを、希釈して実際に培養に用いる培地を作成するのが一般的である。

また、溶液の濃度を上げることにより浸透圧が上昇するため、保存用の培地内でバクテリア類が増殖する可能性はほとんど無くなって好適である。

具体的には、次のような保存溶液を作る。

150g-Ca(NO₃)₂ · 4H₂Oを秤で秤量して、空の1Lのミネラルウォーターの入ったペットボトルに入れる。そこにミネラルウォーターを入れ

ながら溶かして 1L の溶液にする。

同様に、100g-KNO₃、40g-MgSO₄·7H₂O、50g-Na₂·Glycerophosphate·5H₂O を秤量し、それぞれ 1L の溶液にする。

ビタミン混液の作成であるが、0.1mg-Cyanocobalamin、0.1mg-Biotin、10mg-Thiamine·HCl をそれぞれ秤量して、100mL のミネラルウォーターの入ったペットボトルに順に入れて溶かす。この場合は、250mL ペットボトル入りの水を購入し、150mL を捨てた残り調整すると楽である。

PIVメタル(微量金属混液)の作成であるが、10g-Na₂EDTA·2H₂O、1.94g-FeCl₂、0.36g-MnCl₂、0.14g-ZnCl₂、0.13g-Na₂MoO₄、0.04g-CoCl₂、をそれぞれ秤量して、100mL のミネラルウォーターの入ったペットボトルに順に入れて溶かす。

pH 緩衝溶液の作成であるが、50g-Tris Aminomethane を秤量して、1L の溶液にする。

また、最終的な培養液の pH 調整用に 0.1N-HCl を作っておくとよい。

ただ、培地作成後の pH 調整は結構面倒なので、一度 pH を 7.5 に合わせるにはどの程度の 0.1N の塩酸が必要かをメモしておいて、その量を毎回加えても問題は無い。

ここで作成した保存用培地であるが、ビタミン類はバクテリアによる分解の可能性があるので、小分けして冷凍保存する。同様にグリセロリン酸ナトリウム溶液も冷凍か冷蔵保存する。それ以外は、冷暗所保存で大丈夫である。



図3 保存用培地

③培地の希釈による培地作成

2L のペットボトル入りのミネラルウォータ

ーを 1L に減らして、保存用の培地溶液を入れる。

栄養塩類とビタミン混液は使い捨てのシリンジか使い捨ての駒込ピペットで、それぞれ 1mL ずつ加えて攪拌、溶解する。

PIVメタル(微量金属)溶液は、同様に 3mL を加えて攪拌、溶解する。

pH 緩衝液は、同様に 5mL 程度加えて攪拌、溶解する。

これで、培養用の培地は完成である。これに 0.1N の塩酸を加えながら pH を 7.5 程度に合わせる(経験的には、10mL 程度で pH は 7.5 付近になる)。

④藻類の植え継ぎ

通常は完全滅菌したピペット他を使って行うが、最も簡便で確実な方法は器具を使わないことである。

培養している藻類を、道具を使わず、作成したペットボトル入りの培地に直接加えて、ペットボトルのフタを閉めて完成である。

⑤藻類の培養と増殖

培養は、藻類の種類によって異なるが 20~25°C に調整したインキュベーター内で、12 時間 3000Lux 程度の光を当て明条件下に、12 時間は暗条件下に置くことをくり返す。

また、綿栓をしたフラスコに入った培養中の藻類は振盪機で培養するか、あるいは、滅菌した空気を通気培養するが、これらも簡便に行うことができる。

2L のペットボトルに 1L の培地しか入っていないので、大量に培養するので無ければ通気の必要も無く、また、直射日光の当たらない窓の近くに置くだけで十分である。

二酸化炭素の不足が心配される場合は、市販の炭酸水を購入し、少量加えることにより二酸化炭素の補給も一つの方法である。

藻類の増殖を時々目を見て、増殖が止まってきたり、藻類の色が悪くなってきたりすると、新しい培地に植え継ぎを行うとよい。

4. クロロフィルの定量

藻類を使った生理的な実験は色々行うことができる。

例えば、光条件の違い(照度だけではなく光の色の違い)、温度条件の違い、明暗周期の違い、

あるいは栄養条件の違いなどで増殖の程度を比べると面白い。

しかし、定量するとなると、大きな植物に比べて藻類独特の困難さが生じる。

例えば、顕微鏡で藻類の細胞数を数えるのは簡単そうに思えるが、実際は藻類の大きさは数 μm 程度であり、また、培養すると塊を形成したり、数が多すぎたりして計数ができないのが通例である。

これを回避する方法で、沈殿させて体積を量る、濾過を行ってろ紙の重さを量る、分光光度計などのある学校では、濁りの度合い(濁度)を計る方法もある。

藻類は生物であることを考えると、元気に育っているのか弱っているのかの判断は上記の方法ではできない。

そこで、光合成色素を定量すると藻類の生理的な状態以外に、光合成色素の違いにより藻類種の大まかな推定が可能となる。

例えば、ラン藻類(シアノバクテリア)はクロロフィル a のみ、緑藻類はクロロフィル a とクロロフィル b の両方を持つ。珪藻類はクロロフィル a とクロロフィル c の両方を持つ。もちろんべん毛藻、うずべん毛藻など多くの種類の藻類も天然水中には存在するが、河川・湖沼などの淡水域ではこの3種類がほとんどである。

(1) クロロフィル色素の抽出

光合成色素であるクロロフィル類は、親油性の物質であるため、ジメチルホルムアミド、アセトン、エタノールなどに溶けやすい。

学校教育の現場では、環境安全の立場から安全な有機溶媒の使用が推奨される。

そこで、本研修ではクロロフィルの抽出にエタノールを用いる。

(2) 藻類からの具体的な色素抽出方法

藻類は水中に浮遊しているのが通例で、培養条件下では高濃度で存在するが、河川・湖沼水中では水域によって異なるが、水の単位体積当たりの藻類の現存量は小さい。

そこで、藻類を集めるために、試水を Whatmann 社のグラスファイバーフィルター (GF/C) または (GF/D) で、吸引濾過器を用いて濾過を行う。

藻類はろ紙上に捕捉されるため、そのろ紙を通常は乳鉢で少量のアセトンなどの有機溶媒を加えながらすりつぶして抽出するが、これを簡

便化するために、ろ紙を試験管に入れ、そこへ 5mL のエタノールを入れて時々振盪しながら冷蔵庫中で 24 時間かけて抽出する場合もある。

本研修では、抽出効率は多少悪くなるが、攪拌しながら室温で 20 分間程度の時間で抽出を行う。

抽出液中には、ゴミやろ紙の破片が懸濁しているため、遠心分離機にかけて濁りの成分を取り除いて、上澄みを分光光度計にかけて測定するが、10 分程度静置して、上澄みを駒込ピペットで丁寧に取るか、あるいは、試験管を揺らさずにそっと上澄みをセルに直接入れて計ることもできる。

(3) 分光光度計での吸光度の測定

クロロフィル類の吸光の波長は異なるため、次の波長での吸光度を測定する。

光路長 1cm のガラス製または石英製の分光光度計セルに入った抽出溶液について、630nm, 645nm, 663nm, 665nm, 750nm の波長での吸光度を測定し、記録する。

測定の終わった抽出液は、別の測定にも用いるため新しい試験管などに戻す。

また、クロロフィル a とクロロフィル a からマグネシウムイオンの取れたフェオフィチン a の両方を定量することにより、藻類の活性を推定することも可能となる。

そこで、抽出液に 10% 濃度の希塩酸を駒込ピペットで 1 滴加えて攪拌し、この酸の入った抽出液を光路長 1cm のセルに入れて、665nm と 750nm の波長での吸光度を測定し、記録する。



図4 研修に用いた分光光度計

（4）クロロフィル量の算出

これは、経験式であるが、下記に示す、一般的によく用いられる S_{COR} & UNESCO の方法で算出する。

- ・クロロフィルa (μg/l) = (11.64E₆₆₃ - 2.16E₆₄₅ + 0.10E₆₃₀) · v · V⁻¹ · l⁻¹
- ・クロロフィルb (μg/l) = (-3.94E₆₆₃ + 20.97E₆₄₅ - 3.66E₆₃₀) · v · V⁻¹ · l⁻¹
- ・クロロフィルc (μg/l) = (-5.53E₆₆₃ - 14.81E₆₄₅ + 54.22E₆₃₀) · v · V⁻¹ · l⁻¹

以上、S_{COR} / UNESCO 法

なお、Eはその波長での吸光度から750nmの波長での吸光度を差し引いたもの、vは上澄み液の体積 (mL)、Vは試水の濾過量 (L)、lは分光光度計のセルの長さ (cm)である。

（5）活性のあるクロロフィルの算出

これも、経験式であるが、次に示す、一般的によく用いられるLorenzenの方法で算出する。

- ・クロロフィルa* (μg/l)
= 26.7(E₆₆₅ - E_{665a}) · v · V⁻¹ · l⁻¹
- ・フェオフィチンa* (μg/l)
= 26.7(1.7E_{665a} - E₆₆₅) · v · V⁻¹ · l⁻¹

以上、Lorenzen 法

Eはその波長での吸光度から750nmの波長での吸光度を差し引いたもの。

また、E_{665a}は、希塩酸を加え同様にしたもの。vは上澄み液の体積 (mL)、Vは試水の濾過量 (L)、lは分光光度計のセルの長さ (cm)である。

5. 謝辞

本研修は、2019年度河川財団助成金、助成番号 2019-6111-022、川づくり団体区分、助成事業名「小中高大の連携による大阪府内の河川水質環境調査マップ作成事業」の支援を受け、はつしば学園小学校と連携して行いました。

また、藻類の採取ほか野外調査での研修につきましては、せんだんの会研修助成による助成を活用させていただきました。

本研修を行うにあたり、会場提供、実験器具並びに研修関係の物品を提供いただきました大阪府立今宮工科高等学校様にはお礼を申し上げます。

【文献】

S_{COR} / UNESCO (1966): Determination of photosynthetic pigments in sea water. IV, Monographs on oceanographic methodology, UNESCO publications center, New York, 69pp.
Lorenzen, C.J. (1968): Carbon / chlorophyll relationships in an upwelling area. *Limnol. Oceanogr.*, 13, 202-204.
Strickland, J.D.H & Parsons, T.R.(1972): A Practical Handbook of Seawater Analysis, Fisheries Research Board of Canada Ottawa, P.185-199.
国立研究開発法人国立環境研究所微生物系統保存施設Webページ

(NIESコレクション)

<https://mcc.nies.go.jp/index.html> 2020.2.16

6. 実験研修の写真と概要

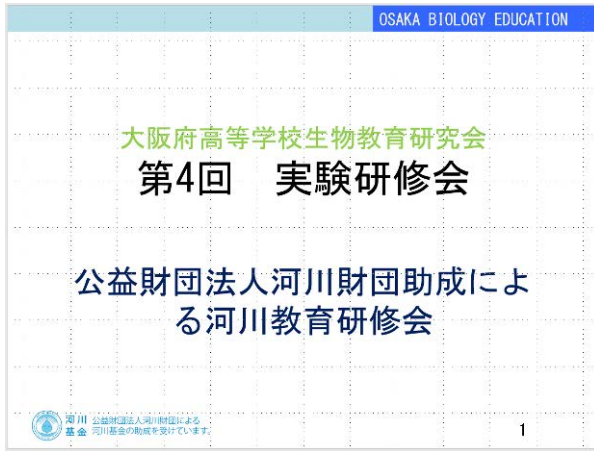


写真 1 パワーポイント資料

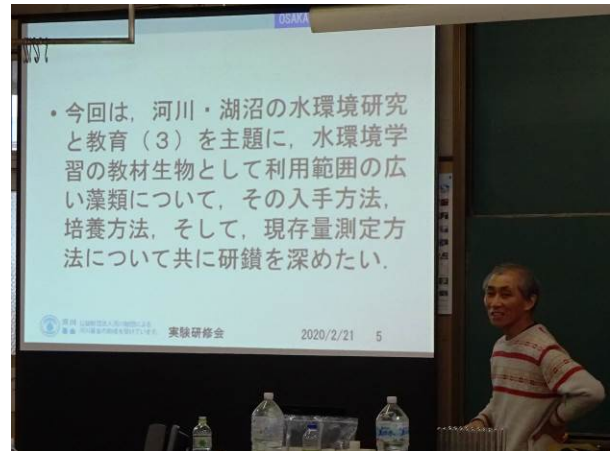


写真4 合成培地と培養についての説明



写真 2 微生物の入手方法についての説明



写真5 実験研修に参加された先生方



写真3 説明を行う三浦靖弘先生



写真6 藻類の培地づくりと植え継ぎ

実験研修

河川・湖沼の水環境研究と教育(4)

— 河川・池沼の沈水植物を材料にした水中の窒素・リン代謝とその測定 —

神戸学院大学 橘 淳治 ・ ルネサンス大阪高校 竹内準一 ・
今宮工科高校 三浦靖弘 ・ 農芸高校 寺岡正裕 ・ 大教大附属高校 岡本元達

1. はじめに

ヒトを含む生物の生存には水は欠かせないものである。

地球上には約 14 億 km³の水が存在すると言われるが、その約 97%は海水であり、淡水は3%に満たない。この淡水も、氷河、大深度の地下水であり、生物が利用できるのは地球上全体の水のわずか0.02%程度である。

また、水資源として利用しやすい湖沼水は0.0090%、河川水は0.0001%しか存在しない。このわずかしかな存在しない河川・湖沼水も富栄養化はなかなか解消せず、オオカナダモをはじめとする沈水植物の繁茂により、水質の悪化のほか船などの運航にも支障が出るに至っている。

本研修では、河川・湖沼の水質(特に富栄養化)に対して沈水植物はどのように影響を及ぼしているのか、また、これは水質の浄化に対してよい影響を及ぼすのか、悪い影響を及ぼすのかを河川教育の観点から実験を通して考えたい。

さらに、この実験手法の生物教育への応用等についても受講者と共に考え、教材開発に結びつけたいと思っている。



図 抽水植物, 挺水植物, 沈水植物が繁茂した池の写真(大阪府立大学内にある園池)

2. 沈水植物の窒素・リン代謝の測定原理

オオカナダモなどの沈水植物は、光合成を盛んに行い、水に溶けている二酸化炭素、重碳酸イオンなどを炭素源として取り込み、増殖している。

しかしながら、生物の成長には炭素源のみならず窒素やリンが必要であり、これらの物質は栄養塩類と言われる。

そこで、沈水植物を暗条件下において呼吸のみを行わせると異化作用によって水中の二酸化炭素は増加する。逆に明条件下において光合成をさせると同化作用によって水中の二酸化炭素は減少する。

窒素やリンの代謝は、炭素代謝に伴って起こるため、水中の窒素とリンの増減を調べることにより推定することができる。

しかしながら、窒素と言っても無機態のものだけでもアンモニア態窒素、亜硝酸態窒素、硝酸態窒素があり、これに加えて、色々な組成を持つ溶存有機態窒素、懸濁態窒素も存在する。

リンに関しても同様で、リン酸態リンに加えて色々な組成を持つ溶存有機態窒素、懸濁態窒素も存在する。

オオカナダモなどの沈水植物を実験材料に用いる利点は、これらの植物は成長速度が大きいため窒素やリンの代謝も盛んであると考えられるほか、生物体が高密度で水中に存在するため懸濁物の大半を占めるプランクトン類の代謝を無視することができる。

また、藻類、沈水植物が比較的好んで利用する窒素源はアンモニア態窒素と溶存有機態窒素のうちの尿素態窒素であり、同様にリン源はリン酸態リンであることが知られている。

そこで、少量の窒素塩類やリン酸塩類を水に添加し、その水をコントロールとして明ビン、暗ビンを作りその中に沈水植物を入れて光合成と呼吸をさせて、一定時間後に、窒素やリンの

増減を測定することにより, 代謝速度の推定を行う。

3. 沈水植物の代謝実験

本研修では, 時間的な制約もあり, 沈水植物の取込による変化が大きく, 定性および定量が容易なアンモニア態窒素の増減を比色分析で測定する。

①準備物

- ・沈水植物(オオカナダモ) 少量
- ・光合成用のサンプル菅 数本
- ・河川・湖沼の濾過水 200mL
- ・水槽と光源
- ・アンモニア態窒素分析試薬 一式
- ・添加用アンモニウム塩 ごく少量
- ・分析用の試験管 10本と試験管立て
- ・分光光度計



図 オオカナダモの写真

②アンモニア態窒素分析用試薬の調製

アンモニア態窒素の測定法としてネスラー法が使われていたが, 感度の低さに加え水銀と強アルカリを用いるなど毒性の問題で, 近年は高感度で毒性の低い, インドフェノール法を用いるのが一般的である。

公定法である JIS の水質分析法でもインドフェノール法が採用されているので, 本研修でもこれを用いる。

(i)フェノール試薬

5g のフェノールを 200mL の蒸留水に溶解し, それに 25mg のニトロプルシドナトリウム(別名: ペンタシアノニトロシル鉄(III)酸二ナトリウム・二水和物)を加えて攪拌・溶解させて完成。

(ii)アンチホルミン試薬

5mL の次亜塩素酸ナトリウム溶液(別名:アン

チホルミン)(5%)を 200mL の蒸留水で希釈し, ここに 2.5g の水酸化ナトリウムを加えて, 攪拌溶解させて完成。

(iii)添加用アンモニウム塩溶液

330.35mg の硫酸アンモニウムを 500mL の蒸留水に溶かして完成。

これは, 1mL 中に 10 μ mol の窒素原子を含む。

(10mmol/L の硫酸アンモニウム溶液が完成)

代謝実験に用いる際は, 濾過水 1L に対して添加用のアンモニウム塩溶液を 1mL 加えて作成する。

濾過水にアンモニウム塩が存在しないと仮定すると, 濾過水中のアンモニウム塩の濃度は 10 μ mol/L になる。

③アンモニア態窒素分析法

- ・試水 5mL を試験管に入れる。
- ↓
- ・0.2mL のフェノール溶液を添加して攪拌。
- ↓
- ・0.2mL のアンチホルミン溶液を添加して攪拌。
- ↓
- ・室温にて 5~24 時間放置後, 630nm の波長での吸光度を測定。

④沈水植物の窒素代謝測定手順

- ・オオカナダモを 5g 程度の大きさに分割する。
- ↓
- ・サンプルビンを 3 本用意し, そこに濾過水にアンモニウム塩を添加したものを入れる。
- ↓
- ・サンプルビンのうち, 1 本はそのままフタをする(コントロール)。
- ↓
- ・残り 2 本にはオオカナダモを入れてフタをした後, 1 本はアルミホイルで覆って遮光する(暗ビン), 1 本はそのまま(明ビン)にする。
- ↓
- ・水を入れた水槽に 3 本のサンプルビンを入れ, 太陽光若しくはフラッドランプなどの光源を用いて光合成をさせる。
- ↓
- ・3 時間から 6 時間程度光合成をさせる。(本研修では時間の関係で 1 時間程度にする)
- ↓
- ・サンプル管を取り出し, 水のみを 3 本の試験管に入れる。
- ↓

- ・アンモニア態窒素測定用試薬を加える。
- ↓
- ・5～24 時間室温にて反応させる。
(本研修では 70℃程度のお湯に入れて 20 分反応させる)
- ↓
- ・目視および分光光度計で吸光度を測定する。
- ↓
- ・標準液で検量線を作成し、サンプルの吸光度と検量線から、アンモニウム塩の濃度を算出。
- ↓
- ・光合成をさせた時間とアンモニウム塩の濃度の増減から、代謝速度を算出する。



図 ガラスビンに入れて LED を光源にして光合成をさせているオオカナダモ



図 実験に用いた Hitachi 101 型分光光度計 (50 年程度昔の機種であるが、故障も無く現在でも現役で活躍中の優れた分光光度計)



図 インドフェノール法で青色に発色したサンプルの入っているセルを分光光度計の試料室にセットするようす。

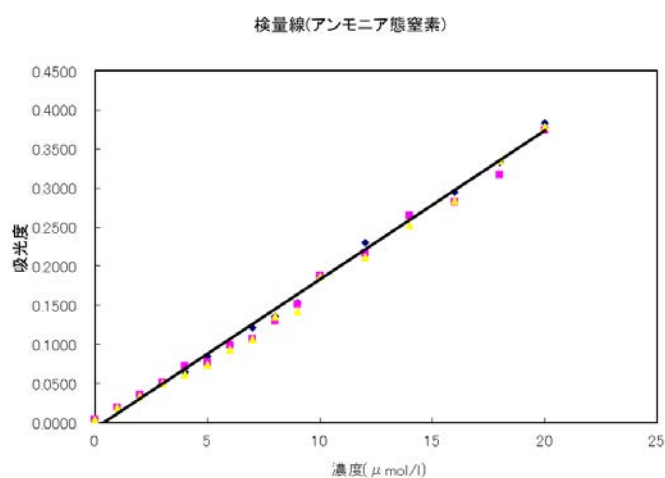


図 アンモニア態窒素の検量線

4. 授業実験での応用

比色分析は他の分析法に比べて感度が高く、また、試薬類も少量で済むため、環境安全を考へても学校教育で用いるのには好ましい。

しかしながら、本実験のように試薬の調製が面倒であったり、反応時間が長く、授業内での実験を行うのが難しかったりする場合がある。

そこで、一つの方法は共立理化学研究所の簡易水質検査試薬「パックテスト」を用いるのも有効である。

また、窒素やリンの代謝測定は無理であるが、pH の変化による炭素の代謝(光合成)を推定する簡便な方法としては、BTB 水溶液などを加えて中性付近に pH を調整した試水を用いる方法がある。

中学校の理科の教科書でも紹介されているように、沈水植物の有無、光の有無と試水の色の

変化で光合成や呼吸が推定できる。

光合成が盛んに行われると水中の炭酸が減少して pH が上昇する。逆に呼吸により水中に二酸化炭素が放出されると pH が低下する性質を調べるとよい。

5. 謝辞

本研修は、2019年度河川財団助成金、助成番号 2019-6111-022, 川づくり団体区分、助成事業名「小中高大の連携による大阪府内の河川水質環境調査マップ作成事業」の支援を受け、はつしば学園小学校と連携して行いました。

また、狭山池ダムにおける沈水植物の採取、河川水の採取と濾過水の作成など野外での調査活動につきましては、一般社団法人せんだんの会(代表理事 梶本興亜様)研修助成による助成を活用させていただきました。

本研修を行うにあたり、会場提供、実験器具並びに研修関係の物品を提供いただきましたルネサンス大阪高校様にはお礼を申し上げます。

【文献】

- (1) SAGI, Takeshi (1966): Determination of ammonia in sea water by the indophenol method and its application to the coastal and offshore waters. The Oceanographical Magazine, 18, 1-2, 43-51.
- (2) 泉美治ほか(1996)：第2版 機器分析のてびき①～③、化学同人。
- (3) 小熊幸一ほか(2015)：基礎分析化学、朝倉書店。
- (4) 西條八束、三田村緒佐武(2016)：新編 湖沼調査法 第2版、講談社サイエンティフィック。
- (5) 橘 淳治(2004)：「水質評価指標および閉鎖系水域の水質浄化を主題とした環境教育プログラムの開発」、平成15～16年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)(2)課題番号15500606。報告書。
- (6) 橘 淳治(2005)：「教育センター及び高校・大学・NPO連携による環境安全に配慮した実験法の開発と研修」、平成16～17年度文部科学省科学研究費補助金特定領域研究(2)課題番号16034203。報告書。
- (7) 橘 淳治(2007)：「学校の環境教育における定量化実験法の開発と現職教員への研修」、平成18～19年度日本学術振興会科学研究費補助

金基盤研究(C)課題番号18500695。報告書。

- (8) 橘 淳治(2011)：「廃棄物原点処理に基づく系統的水環境学習の実験教材開発と教員研修」、平成21～23年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)課題番号21500893。中間報告書。
- (9) 半谷高久、小倉紀雄(1985)：改訂2版 水質調査法、丸善株式会社。
- (10) 平井昭司(2014)：現場で役立つ化学分析の基本技術と安全、オーム社。
- (11) 高月 紘 編著(2006)：環境安全学、丸善。
- (12) 橘 淳治, 三浦 靖弘(2016)：藻類の生態と培養—Chlorellaの簡易培養と生物分野での機器分析の誘い—,大阪の生物教育,大阪府高等学校生物教育研究会,p.15-23.
- (13) 田宮博, 渡辺篤(1965)：藻類実験法, 南江堂。
- (14) 半谷高久(1985)：改訂2版 水質調査法, 丸善。
- (15) 日本水質汚濁研究会(1982)：富栄養化防止のための指標の開発と実用化,湖沼環境調査指針,p.193-199.公害対策技術同友会。
- (16) 八杉龍一, 小関治男ほか(1996)：岩波生物学辞典第4版, 岩波書店。

研究部会

2019年 海岸生物研究会活動報告

府立りんくう翔南高等学校 村上智加子 (文責)

4月7日(日) 岬町多奈川谷川 豊国崎

まだ海岸までの道に桜が残っていて、お花見も兼ねての観察会でした。5校から教員5名、生徒9名、またOBの先生や卒業生の参加もありました。



10時45分に南海電鉄多奈川駅に集合し、海岸に向かいました。干潮が午後2時頃だったので、先に昼食をとってから、思い思いに観察開始。広い海岸に散らばって、あちこちで大阪湾海岸生物研究会のメンバーの方に質問しながら生き物を探しました。

この日観察された生き物は、海藻65種、海綿動物8種、刺胞動物5種、扁形動物4種、紐形動物3種、腕足動物1種、苔虫動物3種、軟体動物(多



上2つ：ミミエガイ
下：マルミミエガイ

板類)6種、軟体動物(腹足類)61種、軟体動物(二枚貝類)14種、軟体動物(頭足類)1種、星口動物2種、環形動物11種、節足動物41種、棘皮動物13種、脊索動物(ホ

ヤ類)10種、脊索動物(魚類)15種(現地で確認された種数)でした。



オオタマウミヒドラ



アカエラミノウミウシのなかま

5月18日(土) 岬町深日 長崎海岸

少し曇り気味の天気の中、10時に南海電鉄みさき公園駅に集合しました。昨年の台風の影響で長崎海岸のトイレが使用できず、徒歩20分弱の深日漁港まで行かないといけないという条件でしたが、6校から生徒11名、教員7名、生徒OB2名の参加がありました。毎年参加してくれている学校では勝手知ったるもので、生徒たちが自主的にどんどん活動していたのが、印象的でした。



干潮が12時半頃だったので、先に昼食をとってから、観察を開始しました。いつものように、あちこちで大阪湾海岸生物研究会のメンバーの方に質問しながら生き物を探しましたが、再集合をして当日見つけた生物のチェックリストを作成する際に急に雨に降られ、約20分間堤防の陰に隠れて雨宿りをするというハプニングもありました。

この日観察された生き物は、海藻55種、海綿動物11種、刺胞動物4種、扁形動物3種、紐形動物3種、苔虫動物4種、軟体動物(多板類)6種、軟体動物(腹足類)49種、軟体動物(二枚貝類)13種、軟体動物(頭足類)1種、星口動物1種、環形動物16種、節足動物38種、棘皮動物12種、脊索動物(ホヤ類)7種、脊索動物(魚類)16種(現地で確認された種数)でした。



6月16日(日) 和歌山市加太 城ヶ崎

いよいよ夏本番の暑さの中、7校から教員11名、生徒14名、OBの先生も参加いただき、充実した1日になりました。



10時に南海電鉄加太駅に集合し、海岸に向かいました。干潮が午後0時過ぎだったので、先に昼食を済ませるチームや、真っ先に海に入っていくチームなど思い思いに観察開始。広い海岸に散らばって、あちこちで大阪湾海岸生物研究会のメンバーの方に質問しながら生き物を探しました。

この日観察された生き物は、海藻64種、被子植物(アマモ)1種、海綿動物5種、刺胞動物7種、扁形動物4種、紐形動物1種、苔虫動物3種、軟体動物(多板類)9種、軟体動物(腹足類)66種、軟体動物(二枚貝類)9種、軟体動物(頭足類)1種、星口動物1種、環形動物8種、節足動物35種、棘皮動物10種、脊索動物(ホヤ類)6種、脊索動物(魚類)15種(現地で確認された種数)でした。



毎年継続して参加してくださっている学校や、参加される中で海の生き物に興味を持って、何度も通ってくださる先生もありました。藻類だけ、魚類だけに特化して集中的に集めることで、最初は全く分からなかったことが、少しずつつながって来て、どんどん面白くなって、限られた時間内で一生懸命生物に向き合っている生徒達の姿を見ることができました。どんな質問にも丁寧に対応していただける大阪湾海岸生物研究会の方々と一緒に活動させていただけることで、私自身も成長させていただいています。気が早いですが、来年度の観察会も楽しみにしています。

部会報告

森林生態部会

(世話係)

府立和泉高校 出原 茂樹 府立東百舌鳥高校 長尾 祐司 府立枚方津田高校 宮井 一
府立泉北高校 榎阪 昭則 私立大阪高校 秋田 京子 府立春日丘高校 (定) 西元 里美
府立伯太高校 高嶋 浩紀 (文責)

1. 和泉葛城山(2019. 5. 23)

塔原のバス停で研究会 OB の田中さんと合流し、観察会がスタートした。批把平までの道中、ウマノアシガタ、オヤブジラミ、ヤブニンジン、ホタルブクロ、ウラジロ、ミヤマナルコユリ、ニワトコ、マルバウツギ、ツリバナ、マルバアオダモなどを観察した。ヤダケは鞘(タケノコノ皮に相当する部分)をつけたまま成長するので、ササの仲間であることや、風がよく当たる山の斜面に、風に強いウバメガシの群落が広がる様子は興味深く、理解が深まった。

批把平で昼食をとり、山道入り口、玉冷泉をへて山頂付近へ。ハナイカダ、ウリハダカエデ、シラカシ、ヒメクロモジ、ヒカゲノカズラ、シハイスミレ、アカショウマ、エンコウカエデ、珍しい植物としてカキノハグサやナベワリも観察することができた。

山頂付近では大阪では珍しいブナとイヌブナをじっくりと観察し、その違いを確認することができた。山頂付近および蕎原への下山道ではハルゼミの声に包まれながら、テイショウソウ、ミヤコアオイ、ヤマネコノメソウ、タチネコノメソウ、アブラチャン、カマツカ、スノキ、ヒトリシズカ、フタリシズカ、ミカエリソウ、ニセジュズネノキなど、多くの植物を観察することができた。

18名参加。



和泉葛城山 山頂にて

2. 生駒山地 (2019. 10. 18) 第2回

生駒山地は大阪平野の東部に位置し、奈良県

との境を形成している。大阪側は急斜面であり、未開発の自然が残され、大阪府の「府民の森」に指定されている。生駒山上にある遊園地内で、汽車の線路に囲まれて立つことのできない三角点を眺めつつ、今回の観察会はスタートした。今回のルートで頻繁に見られたシロダモはクスノキ科で、葉の裏が白いのが特徴。赤い実をたくさんつけていた。ノコンギクの筒状花に毛があることを確認したり(毛がなければヨメナギク)、柵にからまっているつる性のオニドコロの実を割って、翼をもつ種子が端に寄っていることなどを確認したりした。シソのよい香りがするナギナタコウジュ。ピンクのハナタデと、紅白のミズヒキに囲まれた小径。服にかわいくひつつくコメナモミ。セロリみたいな香りがするウドには小さな花火のような花と種がついていた。

アジサイ園の休憩所でお昼ご飯。おにぎりとともに、エノキの実もいただいた。黄色い実は渋いのでご用心。オレンジの実が甘くて美味しい。

髪切から、なるかわ園地休憩所、神津嶽ふれあい広場を経て枚岡山展望台へ。道中ニシキギ、クロモジ、ガマズミ、ソヨゴ、イヌコウジュ、アキニレ、オカタツナミソウ、シシウド、アカネ、ツリバナ、タチシオデ、ヤクシソウ、アキショウジ、アワブキ、ニガキ、オトコエシ、ハキダメギク、アカガシ、ミズタマソウ、アキノキリンソウ、コウヤボウキ、タムシバ、ナラガシワ、ナナミノキ、など、多くの植物を観察することができた。最後に枚岡神社でイヌガシを観察し、近鉄奈良線枚岡駅にて解散。14名参加。



アジサイ園の休憩所

係報告

平成 31(令和元)年度(第 48 回)会員研究発表会

大阪府立泉大津高等学校 濱野 彩

今年度も第48回会員研究発表会を下記のように開催しました。

まず、令和元年 11 月 30 日付の公文書にて、令和元年 12 月 24 日締切で発表者を募集したところ、5 名・6 件の応募があり、令和 2 年 1 月 17 日付で案内文をメール配信および発送致しました。会場は、大阪府立天王寺高校を使わせていただき、約 30 名の参加を得ることができました。発表者および会場校の先生方には深く感謝を申し上げます。次年度もぜひ多数の発表をお願い致します。

以下に、今年度の発表会の概要を掲載致します。すべてのテーマについて、発表原稿をいただいておりますので、詳しくは、そのページをご覧ください。

平成 31(令和元)年度(第 48 回)会員研究発表会報告

1. 日時 令和 2 年 1 月 31 日(金)

午後 2 時半～4 時

2. 場所 大阪府立高津高等学校 同窓会室

3. 次第

(1) はじめに

(2) 会長あいさつ 寺岡 正裕 会長

(3) 会員研究発表(下記の 6 件)

(4) 副会長あいさつ 柴原 信彦 副会長

(5) おわりに

4. 発表テーマ・発表者*・概要

(1) 生物の多様性と生態系分野の指導における高校生環境小論文の効果

河井昇*・向井 琴美・田中 隆太郎(府立天王寺高校)
ベネッセコーポレーションが主催している「高校生環境小論文」を活用することで、生物の多様性と生態系分野において知識だけでなく、表現力や学びに向かう姿勢の育成も見込めると考えた。実施後、自由記述形式のアンケートを行い、出現したキーワードを集計し効果を分析した。

(2) 環境 DNA による大阪府の生態調査と教材化への試み

根岩直希(府立桜塚高校定時制)

生物が生息する水中や土壌中には、その生物由来の DNA が存在している。そのような DNA は環境 DNA とよばれており、環境 DNA を採取・分析することで、

特定の生物がそこに生息するかどうかを調査することができる。高等学校で、環境 DNA を検出する実験手法や授業での活用方法について検討した。

(3) SAMR モデルで考える ICT の活用

宮本裕美子(関西大学高等部)
教育現場における ICT の活用が加速する中、その活用内容は紙でもできるものにとどまっていることが多い。SAMR モデルに基づき活用事例を紹介するとともに、実際にコンテンツを体験していただくことによって、先生方と考えを深めたい。

(4) 指標生物調査の教材化 ～googleform を用いて～

岡本 元達(教育大附属高校池田校舎)

大阪府高等学校生物教育研究会で 5 年ごとに実施されている指標生物調査を簡易化し教材化を試みた。指標生物調査の集計には googleform を利用し、収集した情報を高校生が分析し、考察したものの発表を行った。身近な自然に対する興味、データを分析して活用する力、プレゼンテーション能力の向上がみられた。

(5) 体験的に細胞周期の染色体の挙動を学ぶ教材の開発

岡本元達(教育大附属高校池田校舎)

従来では体細胞分裂を扱う際に羅列的に染色体の挙動を教える、もしくはスピンドルチェックポイントのしくみを教えるという「教員が教える」という指導が行われてきた。本研究では体細胞分裂における染色体の挙動は均等分配するしくみに根ざしたものであること、分配の準備ができるまで染色体の分配を待つ必要があることを「生徒自身が見出す」教材を開発した。

(6) 鑑賞魚グッピーに寄生するギロダクチルスの駆除対策及び発生要因の考察

竹内準一*・三谷香央里・今村奏音(ルネサンス大阪高校)

2019 年の夏、メンテナンス・フリーの条件下、理科室で順調に自然繁殖していた熱帯魚グッピーに大量死(致死率 90%以上)していく異変が発生した。真犯人は寄生虫ギロダクチルス(扁形動物)であることを特定した。フィコシアニン(ラン藻の青い水溶性色素)による薬浴が宿主に悪影響を及ぼさず、ギロダクチルス虫体を萎縮させる駆虫効果があるのが確認された。発生要因も考察する。

生物の多様性と生態系分野の指導における高校生環境小論文の効果

河井 昇* 向井 琴美 田中 隆太郎

大阪府立天王寺高等学校

1 序論

知識・技能、思考力・表現力、学びに向かう姿勢を育成するためには、レポートの作成、それをもとにした議論が有効であると考えられる。しかし細胞、代謝、遺伝子、恒常性などいわゆるミクロな視点を必要とする分野は自身の考えを提示することに対して限界がある。その理由として提案の根拠を求めることが困難であること、オリジナルの考えを提示しにくいことがあげられる。これに対して生態系分野は生物基礎で学習する内容の中で深い議論ができる分野である。しかし、教科書で扱われている生態系分野の分量は少なく(図1)、これだけでは自身で論を展開することは難しい。そのため本実践では講義で得た知識に加えて、生徒自身で調査した資料を根拠とすることで、問題提起、解決策の提案、学友と議論することで自分の考えを発展させていく力を向上させることを目的とした。

2 方法

(1)題材

ベネッセコーポレーションが主催している高校生環境小論文(以下、環境小論文)を題材とした。「家、学校、地域などあなたの身の回りで、地球や生物に負荷をかけていると思う問題を挙げ、○○の立場から、その問題の解決策を800字以内で提案しなさい。その際、その解決策が有効だと思う理由も述べなさい。」というテーマが与えられ、生徒自身が様々な立場に立って提案することができる。そのためオリジナリティを發揮しやすく、具体的に調査すべきことを把握しやすいという利点がある。また、インターネットから各自で応募することができ、優秀作品は表彰を受けることができる。

(2)過去の反省

3年前、本校2年理系生徒132名に実施したときは、講義後、夏季課題としてテーマのみ示し、

特別な指導は行わなかった。提出方法はwordでも可としたがルーズリーフ、原稿用紙に手書きしたものが多かった。提案内容は「学校で配られるプリント類が多く、紙の無駄。タブレットを導入すべき。」「正門前で配られる塾のチラシが無駄。廃止して授業料を安くすべき。」といった深い考察がなされていない無責任な提案が多く見られた。教科書の内容をただ扱うだけでは自分事としてとらえられず、十分な調査をしないままその場しのぎの提案になってしまうことがわかった。

(3)指導の経過

過去の反省を踏まえて以下のように実施した。対象生徒は本校2年生142名とした(文系選択88名、理系選択54名)。

a 2年4月～6月

生態系分野の最後に環境小論文を作成することを考慮し、議論に耐えうるレポートが作成できるよう教科書で扱われる内容に加えて次の2点の内容を扱った。1点目は浄水能力の向上により大阪湾の窒素分が減少したことが原因となりイカナゴの漁獲量が減少していることを挙げた。栄養塩の増加は必ずしも悪いわけではなくバランスが重要であるということ、今まで学習したことが唯一の正解ではないことに気づききっかけとした。2点目は、自然環境を経済的価値に置き換えることを挙げた。具体的には代替法、ヘドニック法、トラベルコスト法などである。コストとそれにより得られる利益を比較しないと実現可能な提案にはならないこと学習した。

b 2年7月

定期考査後、レポートのテーマを提示した。まずは素案を作成すること目的とし、文章は作成させずメモ程度とした。これをもとに生徒どうして考えの交流をさせ、問題点を指摘すること、問題点を挙げるだけでなくより良くなるための案を提示すること、できるだけ多くの生徒と共有することを指示した。

c 夏季休業中

生物の課題は環境小論文のみとし、できる限りレポートの作成に注力させた。作成した環境小論文はインターネットで応募できること、クラス内での検討会に用いること(完成させておかないと何もできないこと)、検討後に再提出することを事前に連絡し、原則 word での提出を課した。

d 8月

夏季休業後最初の授業で各々作成したレポートを持ちより検討会を行った。ベネッセが評価の基準としている「設定した立場との整合性」「論理性」「新規性」を3段階で評価し、問題点の指摘、その改善法を提案するスペースのあるコメントシートを用いた。検討会は各々のレポートを机の上に置き、生徒どうして読みあう方法をとった。前の出席番号の生徒のレポートは必ず評価することを指示し、それ以外は自由とした。このとき、口頭での評価はせず、コメントシートの記入だけとし個人で思考することとした。コメントシート作成後は評価した生徒に直接シートを手渡し、文章では伝えきれないところの補足、および自由に議論させた。フィードバック後は、再度レポートを作成しワードで提出させた。

e 9月

提出された環境小論文は生物講義室前に掲示し、前述の評価基準で生徒、教員、学校訪問者が自由に評価できるよう三色のシールを貼付けられるようにした。なお、ベネッセ HP からの応募は9月末が締め切りで、特に強制はしなかった。

f 12月

ベネッセ HP 上で優秀作品の発表があった。文系選択生徒は情報教室にて入賞 11 作品の閲覧、自身の環境小論文との比較をし、「応募の有無」「入賞作品と比較して改善すべき部分」「この取り組みで身についた力」を word でレポートを作成させた。このレポートを分析し、本実践の効果を検証した(図 2)。なお、理系選択生徒は授業進度の都合により、冬季課題として同じレポートを課した

(4)結果

1.各出版社での生態系分野の扱い方

各出版社における生態系分野(ここでは「生態系のバランスと保全」が扱われる範囲を指す)のページ数の比較を行った。

図1 各出版社における生態系分野の割合

出版社	生態系分野のページ数	全ページ数	割合%
東書	16	248	6.5%
啓林	9	207	4.3%
数研	12	232	5.2%
第一	14	232	6.0%
実教	12	255	4.7%

2.環境小論文の分析

全 142 名のうち、2 クラスを抽出し、提出率、ベネッセ環境小論文への応募率、入賞者数を集計した。その結果、提出率 96.8%(63 名中 61 名)、応募率 13.1%(61 名中 8 名)、入賞作品 8 名中 1 名であった。

12 月に作成したレポート(N=63)の「入賞作品と比較して改善すべき部分」「この取り組みで身についた力」の文章中にあったキーワードをカテゴリーに分け集計した。1 枚のレポート中に 2 つ以上のキーワードがでてきた場合は、どちらか一方を選択することなく集計した。

また、生徒がどのようなテーマを題材としたかは事後に抽出した 2 クラスにアンケートで調査した。

図2 小論文の題材として選んだテーマ

テーマ	人数	テーマ	人数
地球温暖化	13	外来生物	2
ごみ問題	30	生物多様性	4
海洋・河川汚染	5	大気汚染	2
森林破壊	2	その他	2

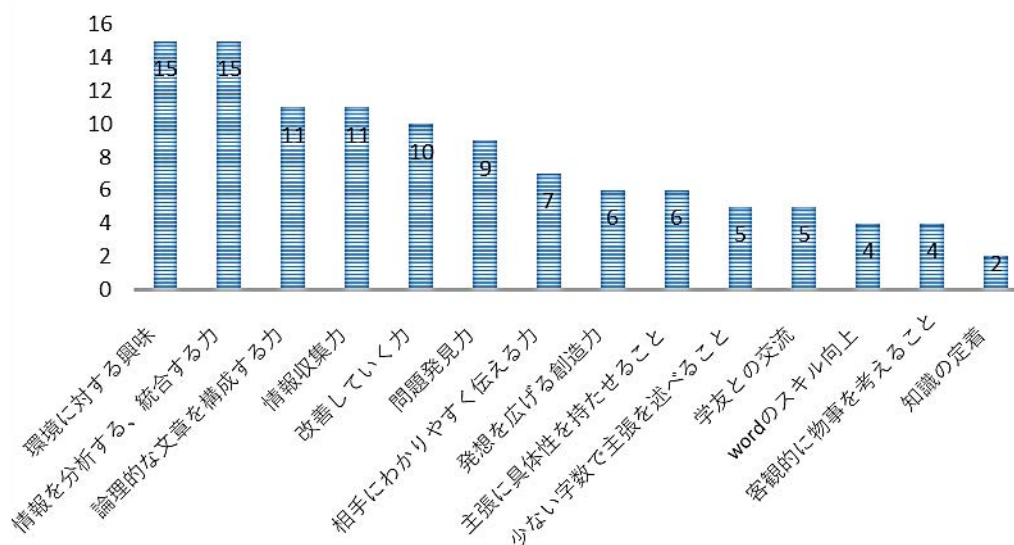
その他は光害と交通安全について。交通安全についてはテーマ選択で混乱した結果と思われる。

(5)考察

各出版社における生態系分野の割合を比較したところ、どの出版社も 5% 程度の分量であった。扱われている内容は、温暖化、里山、外来生物、干潟、富栄養化、生物濃縮などであり、各内容での記述量は多くて 2 ページ、少ない場合は数行程度である。このことから 1 つのテーマを深く考察し、自身の考えを表現するためには不足している情報を集め、統合する必要がある。よって、インターネットや書籍から必要とする情報を収集する方法については事前に指導することが求められる。

生物の多様性と生態系分野の指導における高校生環境小論文の効果

図3 本実践で得られた力・気づきなど



生徒が作成したレポートで記述した内容をカテゴリーに分けて示した。縦軸：人数 N=63。

得られた記述より、「問題発見」「情報収集」「情報の分析、統合」「論理的な文章」「わかりやすく伝える」力が向上したと回答する生徒が上位を占め、これらの能力の育成に効果があることわかる。また、「環境に対する興味」の向上も見られ、単に講義で知識を伝達する方法よりも環境小論文を利用した主体的な取り組みを行うことで、学習指導要領に示されている「生態系の保全の重要性について認識する」ことにもつながることが示唆された。

一方、生徒が題材として選択したテーマはごみ問題が顕著に多く、生態系分野をすべて学習し終えたにも関わらず、地球温暖化を除き、ほぼ選択されていないことがわかる。そもそも興味を持てなかった、もしくは興味は持ったが身の回りのこととして落とし込むことができなかった、という両方のパターンが考えられるが学習した内容が活用されているとは言いがたい。講義でより具体的な事例を取り上げることでよりイメージしやすいようにすることが必要であると思われる。

(6)参考資料

1. 高等学校学習指導要領(平成 30 年告示)

環境 DNA による大阪府の生態調査と教材化の試み

府立桜塚高等学校 定時制の課程 根岩直希

はじめに

生物が生息する水中や土壌中には、その生物由来の DNA が存在する。そのような DNA は環境 DNA とよばれており、環境 DNA を分析することで、特定の生物がそこに生息するかどうかを調査することができる。現在、日本では外来種の増加が大きな問題になっている。環境 DNA による調査を行い、そのような外来生物の分布域を明らかにすることは、生態系を守るうえで重要である。生徒が環境 DNA による調査を行うことで、身近な地域における外来生物の分布を明らかにすることは、生態系に対する理解を深めるとともに、生態系保全について考える契機になると考えられる。本研究では、高等学校で環境 DNA を分析する方法を検討するとともに、環境 DNA による身近な生物調査が生徒の意識にどのような影響を与えるのか調査した。

材料について

調査対象とする生物は、生徒にとって身近な外来生物であるアメリカザリガニとした。プライマーデータは、兵庫県立大学の土居秀幸准教授から譲渡していただいた。

実験方法

生物基礎の授業の中で、環境 DNA による調査を実施した。調査地域を生徒の自宅付近として、豊中市内にある 3 つの池から 1L の水を採取した。また、ポジティブコントロールとしてアメリカザリガニの飼育水、ネガティブコントロールとして蒸留水を用いた。それぞれの水をろ過し、そのろ紙から環境 DNA を抽出した。環境 DNA の抽出には、「DNeasy Blood & Tissue Kit」を用いた。抽出した DNA を用いて PCR を行った。PCR 試薬には、「TaqMan™ Environmental Master Mix 2.0」を利用し、サーマルサイクラーは「miniPCR」を用いた(図 1)。PCR 産物をアガロースゲル電気泳動にかけて、そ

れぞれの池にアメリカザリガニが生息するのかを調査した。

また、この実験により生徒の意識がどのように変容したのかを調査するため、実験前と実験後にアンケート調査を実施した。

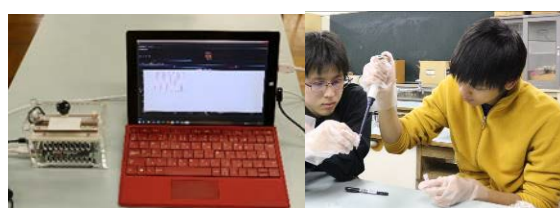


図 1. miniPCR と実験の様子

結果と考察

本研究では、限られた予算の中で、環境 DNA による授業実践を行った。サーマルサイクラー等の実験機器は高価であるが、その中でも比較的安価なものを用いることで、高等学校でも実験を行うことができた。

今回、授業で調査した 3 地点のうち、2 地点でアメリカザリガニが生息しているという結果が得られた。質問紙調査の結果、この実験を通して「生態系を守ることが大切であるか?」という質問に対して、実験前は 15%の生徒が否定的な回答を示したが、実験後は 100%の生徒が肯定的な回答を示した。「生態系について考えるきっかけになりましたか?」という質問に対しては 90%以上の生徒が肯定的に回答した。この結果から、生徒達が環境 DNA を分析することで、身近な外来生物の分布状況を調べることは、生徒の生態系に対する理解や興味関心を高めることができるとわかった。

謝辞

本研究は公益財団法人中谷医工計測技術振興財団による令和元年度科学教育振興助成を受けて実施したものです。この場を借りて御礼申し上げます。

会員研究発表

SAMR モデルで考える, 高校生物の授業における ICT の活用

関西大学高等部 宮本 裕美子

1. はじめに

新学習指導要領において, 情報活用能力は, 言語能力, 問題発見・解決能力と同様に「学習の基盤となる資質・能力」と位置付けられた(文部科学省 2018)。

しかし, デジタル機器は理科と親和性が高いにも関わらず, 以下のように日本は海外と比較して授業で利用する割合は低く, ゲームに利用する割合が著しく多い(文部科学省 2019)。

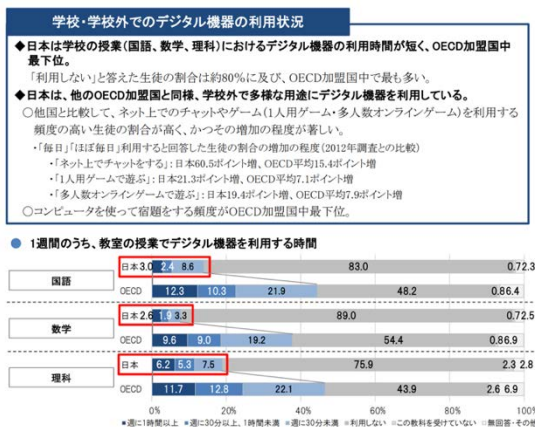


図1 学校・学校外でのデジタル機器の利用状況 (文部科学省 2019)

そこで文部科学省は 2019 年 12 月, 子供たち一人ひとりに個別最適化され, 創造性を育む教育 ICT 環境の実現に向けて GIGA スクール構想を発表した(文部科学省 2019)。その中で, Society 5.0 時代を生きる子供たちにとって個人デバイスは鉛筆やノートと並ぶマストアイテムとなり, 1 人 1 台端末環境はもはや令和時代の学校「スタンダード」であると文部科学大臣は明言している。

このように将来的には, 一人一台のデバイスを用いて授業が行われることは必至であるが, 単な

る紙をデジタルに置き換える授業だけではその利用価値は低い。そこで, 様々な生物の授業実践を SAMR モデルに基づいて考えた。

2. SAMR モデルとは

SAMR モデルとは, Ruben R. Puentedura によって提案されたモデルで, ICT を授業で活用する場合にそのテクノロジーが従来の教授方策や学習方策においてどのような影響を与えるかを尺度で示している。

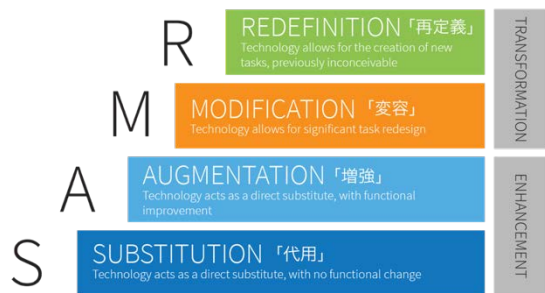


Image Modified from Original by Lefflerd's on Wikimedia Commons

図2 SAMR モデルの定義図 (Puentedura 2010)

3. 授業実践例

<代用: Substitution>

教員が配布する授業プリント, 実験書などを PDF ファイルで共有する。

紙でも授業が行え, デジタルで配信しなくても良い。良い点は, クラウド上に存在しているので, ネットワーク環境があればいつでもアクセスできる。

アプリケーション: Google Classroom, iTunes U Course, Edmodo など

<増強: Augmentation>

デジタル教科書, デジタル実験手順書(図3)など動画が盛り込まれたもので, デジタルでなけれ

ば実現しないテキスト。あるいは、Quizlet や Kahoot! など、小テストをゲーミフィケーションの手法を用いて行うもの。

S と A いずれにおいても、授業スタイルは一斉教授型の傾向が強く、従来の授業の内容をテクノロジーで増強させているものである。

アプリケーション：iBooks, Libry, Quizlet, Kahoot!, Quizizz など

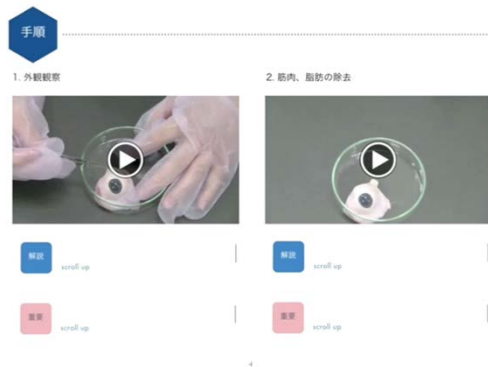
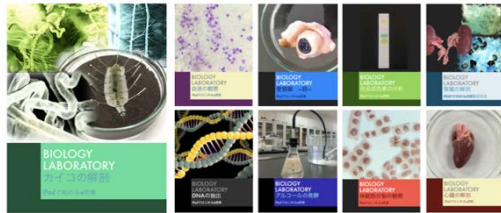


図3 本研究会で2015年に作成したデジタル実験手順書(Apple iBooks Storeでダウンロード可能)

<変容：Modification>

VR教材を用いて、細胞内や世界中のバイオームに入り込み、自らの視点で情報を得にいき、理解を深めていく(図4)。また、Cloudやテレビ電話を用いて全国の学校とつながり、コドンレーターなどのやりとりを行う。

SやAと異なり、学習していく過程が変化し、学習者中心で進められる。学習自体は個別化されながらも、対話の中でさらに自身の学びを深める機会があることで、より立体的に単元理解を進めることができる。



VR Report

アプリケーション：YouTube, Google Drive, Skype, Zoom など



図4 VRで細胞骨格上を歩く感覚を理解

<再定義：Redefinition>

課題解決学習の一環で行った、海外4カ国の生徒たちとの「Epigenetics」討議。フィンランド、アメリカ、韓国、日本の食文化や生活習慣病などに関連づけて、エピジェネティクスを高校生視点で考察を行った。

これは、科学的な見方のみならず、様々な力を統合する能力が求められる。科学、歴史、政治経済、健康、英語力を用いて、答えのない社会問題をどのように考えるかを目標とし、教科の学習活動が改めて学習者の中で再定義されるものである。

アプリケーション：Skype, Zoom, Google Hangouts, FaceTime

4. 参考文献

Ruben R. Puentedura (2010) A Brief Introduction to TPACK and SAMR.

文部科学省生涯学習政策局情報教育課(2018) 情報活用能力を育成するためのカリキュラム・マネジメントの在り方と授業デザイン

文部科学省・国立教育政策研究所(2019) OECD 生徒の学習到達度調査2018年調査(PISA2018)のポイント

文部科学省(2019)GIGA スクール実現推進本部の設置について

稲川孝司・平田篤史(2017)SAMR モデルから見た東百舌高校のICT活用の方向性

指標生物調査の教材化 ～googleform を用いて～

大阪教育大学附属高等学校池田校舎 岡本 元達

1. 背景

これまで教材作成にあたり、自身の面白かった経験を生徒に追体験できることをコンセプトにしてきた。追体験する中で自然と主体的・対話的で深い学びを促すことができると考えている。また、面白かった経験で何が面白かったのかを分析し、その経験を通してどのような資質・能力を育むことになるかを考え教材化している。今回教材化を試みたものは指標生物調査である。指標生物調査は大阪府高等学校生物教育研究会の40周年の記念事業として高校生による指標生物調査を実施して以来、ほぼ5年毎に継続されている。指標生物調査は高校生が調査を通して身近な自然に目を向けてもらうことを最大の目的としている。また、指標生物調査では高校生が調査してきたものを教員が分析し、報告書を出してきた。昨年度実際に分析していく中で大阪府の自然が指標生物調査を通してわかっていくことに面白さを感じた。そこで今回、指標生物調査を通して次の資質能力を育むため教材化を試みた。

育む資質・能力

- ・生物種の生息環境をよく理解して分析する力
- ・生物種と地域を関連付けて分析する力
- ・調査データを踏まえてよく分析する力
- ・調査データをもとに適切なグラフ等を用いて伝える力

2. 実施

本校2年生、生物基礎選択者(160人)で指標生物調査A法と同じ項目を用いて6～7月に調査を行った。調査報告にはgoogleformを用いた。googleformを用いると調査項目の集約を簡単に行え、スプレッドシートとして書き出せるため後の分析を行いやすいため利用した。また、A法調査では緯度・経度の座標を用いていたが、今回は調査した市を記入させるようにした。夏休み前の

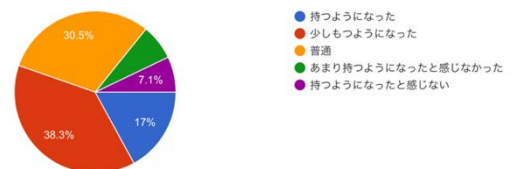
授業で調査項目ごとに分析班を作り、夏休み中に各班で分析し、夏休み明けの授業で分析結果の発表を行った。

3. 結果・考察

これらの活動を通して身近な自然に対する興味、データを分析して活用する力、プレゼンテーション能力の向上がみられた。しかし、今後調査項目を絞ることや生徒に考えさせることなど改善を行う必要がある。これらの改善をしていくことで、指標生物調査を通して新教育課程の探究の過程を1回りさせることができることが期待される。また、将来的には大阪府の各高校で実施し、『大阪府の生態系を大阪府の高校生が調査し分析する』という文化を構築していきたい。

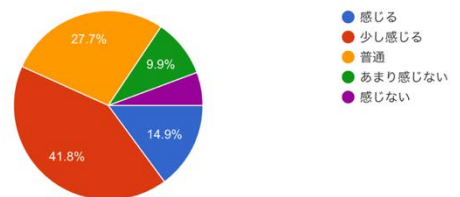
生態調査を通して身近な自然に興味を持つようになりましたか？

141件の回答



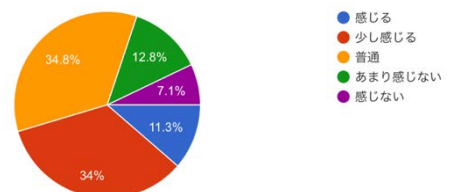
生態調査を通してデータを分析して活用する力が身についたと感じますか？

141件の回答



生態調査の発表を通してプレゼンテーション能力が身についたと感じますか？

141件の回答



体験的に細胞周期の染色体の挙動を学ぶ教材の開発

大阪教育大学附属高等学校池田校舎 岡本 元達

1. はじめに

従来では体細胞分裂を扱う際に羅列的に染色体の挙動を教えるという「教員が教える」という指導が行われてきた。本研究では体細胞分裂における染色体の挙動は均等分配するしくみに根ざしたものであること、分配の準備ができるまで染色体の分配を待つ必要があることを「生徒自身が見出す」教材を開発した。生徒自身に見出させるため、模擬的に染色体分配を体験させる方法を用いた。その概要を示す。

2. 準備

1 班 3~4 人を想定

- ① ビニール袋 2 つ(コンビニ等のものでよい)
- ② 数 m の毛糸を同じ長さのものを 2 つずつにしたものを 3~4 セット(相同染色体の関係を見出させる場合は色違いのものも用意する)
- ③ ①で用意したビニール袋 1 つにもう一方のビニール袋を入れ、②の毛糸を入れる。これで 1 班分である。



3. 授業計画

① 導入 5分

染色体の異常分配が起きるとどのようなことが起きてしまうのかを簡単に紹介する。本時では体細胞分裂ではどのようにして染色体を正確に分配しているのかを体験的に学んでもらうことを話し生徒に興味関心をもたせる。

② グループワーク 20分

ビニール袋に入った同じ長さの毛糸を 2 つのビニール袋に均等に分けさせる。ただし、一度ビニール袋に分けた後、やり直すことはできない。ミスの無いよう確実に毛糸を分けるにはどのようにすればいいか班で考え実践する。操作をワークシートに記す。

③ 共有 5分

各班でどのような操作で行ったかを全体で共有する。

④ 解説 15分

③ 共有 でビニール袋から毛糸を取り出す、毛糸を折りたたんでいく、ペアを作って並べていく、新しいビニール袋に入れる等が出てくる。操作一つ一つに対してなぜそのような操作を行ったのかを聞いていく。特にペアを作って並べていったのかをしっかりと聞いておく。「間違えて分けてしまったらいけないので全部ペアができているまで待ってから分けようとした」というような内容が生徒から出てくる。

グループワークで行った操作と細胞分裂の過程での染色体挙動を生徒に関連付けて見出させていく。ビニール袋から毛糸を出すことと核膜崩壊、毛糸を折りたたんでいくことと染色体凝縮を関連付けて見出させる。ペアを作って並べていったことと中期における染色体の赤道面での整列を関連付けて見出させる。ここで、生徒が全ての毛糸でペアができるまで待っていたことと染色体も分配の準備ができるまで待つしくみ(スピンドルチェックポイント)を関連付けて見出させる。ペアを作って並べることでなく、動原体と両極からの微小管が接続して並べることで細胞が確認していたことを指導する。分配の準備完了後に 2 つにわけることと後期、ビニール袋に入れることと終期での核膜の再構築などを関連付けて見出させる。

実際には動原体という形で予め姉妹染色体がくっついているのもう少し簡単に点呼が取れるようになっていることを指導する。

⑤ 振り返り 5分



論文全文は QR コードから参照できます

観賞魚グッピーに寄生するギロダクチルスの 駆除対策及び発生要因の考察

ルネサンス大阪高等学校 竹内 準一*・三谷 香央里・今村 奏音

1. はじめに-エピソード的な出来事-

2019年夏、順調に自然繁殖していたグッピーが突如として死滅し出したので、時系列順に事故の記録を記載すると同時に、大量死の原因となった寄生虫の発生要因について考察した。

2. 飼育環境-再生産システムで-

卵胎生のグッピーを自然繁殖させる目的で、水槽内に隠れ場所を設けるため備長炭を沈めて隙間に仔魚の隠れ場所(shelter)を作った。

3. 維持管理-メンテナンス・フリーで-

1年以上、水槽の掃除は全く行わなかったが、グッピーの再生産は順調に推移した。乾燥しやすい部屋だったので汲み置き水道水を補充し、水位を保った。餌は市販の固形餌を与え、食べ残しは、底魚のコリドラスを群泳させていた。

4. 大量死ドミノの発端-清掃が引き金-

後から考えると、生徒と水槽を全面的に清掃したことが皮肉にも起点であったように思う。清掃から異変まで1か月ほどのタイムラグがあったと思う。最初に死骸を見つけて犯人捜しが始まった。這い回る虫体を見つけたが、①ユスリカ幼虫(図1)は餌料生物であり、加害者であり得ないものの、水槽内の環境が均衡を崩して不安定となっている危惧は感じられた。



図1 デッドスペースにアカムシ幼虫が生息

5. 寄生虫の確認

コリドラスの鰓周辺に出血痕が見られる形で死亡が確認されたので、鰓蓋の裏側を調べたら原生動物のキロドネラ(*Chilodonella* sp.)が見つかった(ナマズのキロドネラ症の原因生物)。

扁形動物のギロダクチルス(*Gyrodactylus*)属による尾ヒレ、胸ヒレ等への寄生が衰弱したグッピーで確認され、真犯人を突き止めた。



図2 キロドネラ(左)とギロダクチルス(右)

6. ギロダクチルスに対する駆除対策

外部寄生虫は宿主体表へ固着する性質がある。感染拡大を防止するためには、死滅した宿主を取り除くことで寄生虫も取り除くことになる。

衰弱した宿主に対する治療では、ラン藻・スピルリナに由来する青い天然色素のフィコシアニン(Phycocyanin)による薬浴に効能があった。

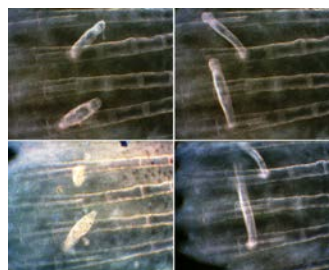


図3 薬浴で萎縮する寄生虫(左上から時計回り)



底生カイミジンコを清掃して駆除したことで寄生虫が増える余地を作ってしまった感がある。

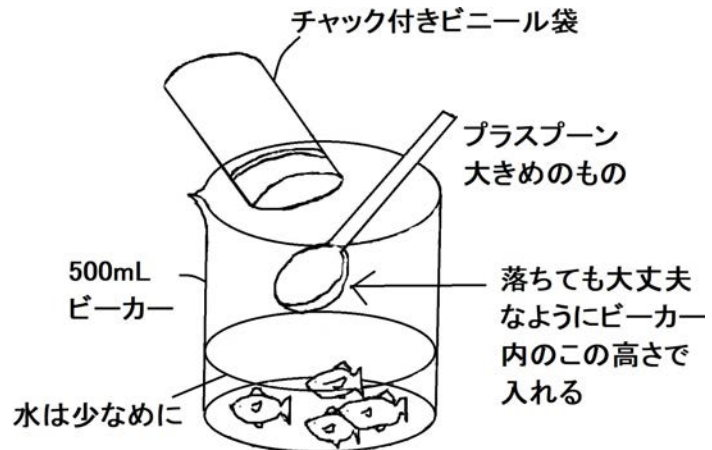
編注: 次頁から当日補足していただいた 枚方津田高校 宮井先生の実験プリントと解説を入れさせていただきました。

金魚の尾の血流と寄生虫の観察

金魚(小赤)を生かしたまま尾びれを顕微鏡で観察し、毛細血管の形や血流の様子を理解しよう。また、尾びれにつく寄生虫ギロダクチルスも観察しよう。

1、実験手順

- ① 金魚(ペットショップで小赤として売られているもの)をプラスチックスプーンですくい、チャック付きビニール袋に入れる。水もスプーン1杯分入れる。これで30分は窒息死しない。
- ② 袋ごとスライドガラスにのせ、尾の部分がレンズの真下になるようにする。
- ③ 対物レンズ4倍~10倍でピントを合わせ観察。絞りを動かし、わざと光の量を少なくしたほうが見やすい。



2、見どころ

- ① 毛細血管をスケッチしよう(自分が書いた図の中で、血管を強調)。

スケッチ

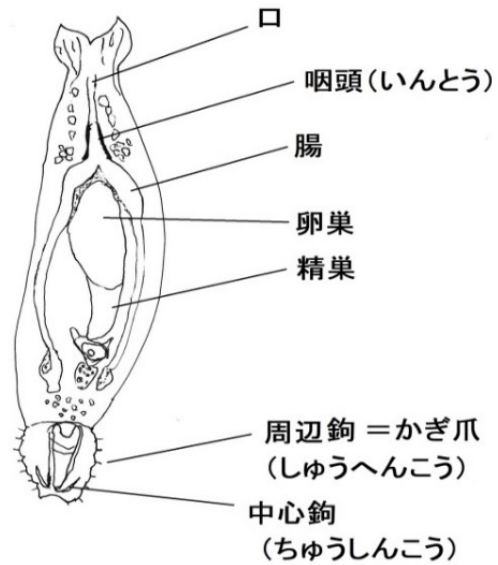
- ② 尾の先で毛細血管が折り返す部分を観察しよう。

③ 寄生虫「ギロダクチルス」を見つけてスケッチしよう。

スケッチ

★「ギロダクチルス」について

- ・扁形動物(プラナリアと同じ仲間)
- ・口はあるが肛門は無い
- ・金魚の血液や体表の粘液を吸っている
- ・体長は0.3~0.8 mm
- ・冬に多く発生
- ・胎生で体の中で子虫を育てる
- ・雌雄同体



感想(2行以上書く。何がどうだったか、具体的に)

.....

.....

.....

.....

()年 ()組 ()番 氏名() 得点()

金魚の尾の血流と寄生虫の観察

— 教員向け「実施に際して」 —

枚方津田高校 宮井 一

① 動脈の端で血管が折り返し、静脈になる場所を生きのまま観察して欲しいと昔からこの実験を行っています。メダカはこの実験に耐えられず死ぬものが多いので、金魚(小赤)がおすすめです。

実験の最大の障害は実験後の金魚を持ち帰ってくれる生徒たちを見つける事です。

命を使い捨てしているような印象を持たせないのが肝心。配布のために 500mL ペットボトルを使用。大量のくみ置き水が金魚の維持、配布に必要です。

② 金魚を直接手で触らせないので、100円ショップのプラスプーンを使ってビーカー内で袋に入れます。

袋に入れる水の量は生徒が心配するほど少量で大丈夫です。スプーン2杯も入れると観察中に尾を動かしてスケッチや観察が困難になります。

同じ理由で袋内には空気も入れません。

③ 4人班に配布するもの(カバーガラスは使いません)

- 500mL のビーカーに金魚 4 匹を入れたもの。

水位は低く。

- プラスプーン 2 本(大きめの方が良い)
- チャック付きビニール袋 4(100円ショップで購入、理科の教材業者も 200 枚単位で扱っています)
- スライドガラス 4
- ガーゼ 1(スライドガラスを洗った後に水気をきらせるため)

④ 小赤の金魚はペットショップで、できるだけ小さく、弱っていて、尾が傷んでいるものを選んでもらうよう前日に頼みます。(店員に不審がられますが)。水槽内の魚の管理が完璧な店は避けます。40人クラス×8クラスの場合でも、代謝の低い冬なら 60 匹購入で十分。8 回実験で使っても 1 割程度しか死にません。ただし 1 日に 2 クラス実施が上限。生徒の目で死ぬのは生徒が無意識に金魚の腹を指で圧迫した場合だけです。弱って死ぬ場合、翌日朝に浮いています。

⑤ ギロダクチルスは 4 人班の内 2 人以上は見られません。最近 6 年実施したうち 1 回だけは 1 匹も見られませんでした。中心鉤や周辺鉤で金魚にしがみつき、あちこちの方向に体を伸ばしたり縮めたり。時々尺取り虫のような動きでしがみついた場所を移動するのも見られます。

ギロダクチルスのスケッチは皆漫画的にキャラ化した図を描きますが、それで十分。動いているのを見せるのが重要です。

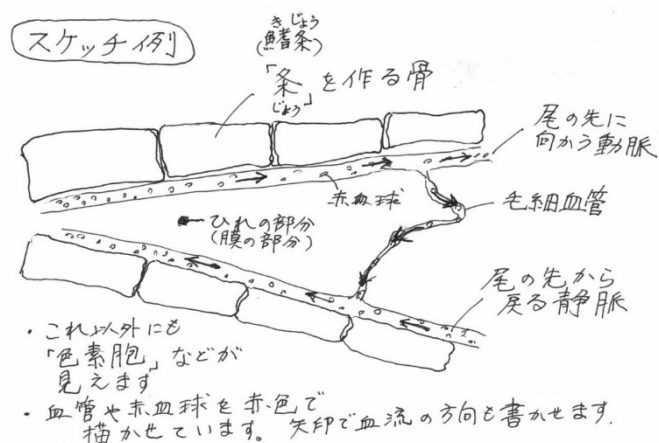
⑥ 季節と金魚の管理

ギロダクチルスは低水温の半年間に多いので、冬に行きます。寒くてもエアレーションが十分なら金魚はバケツ内で生きていますが、外へ飛び出して死ぬものが多いので、ふたは必要。突然の全滅に備え、2 個のバケツに分けて入れます。

春～夏は「ギロダクチルス」ではなく、「ダクチロギルス」がえらについているそうです。

ああ、ややこしい。

⑦ スケッチ例



教員と生徒による大阪の河川水質調査 — 河川教育と河川の化学的水質 —

府立農芸高校 寺岡正裕 ・ 神戸学院大学 橘 淳治 ・ 府立今宮工科高校 三浦靖弘
ルネサンス大阪高校 竹内準一 ・ 大教大附属高校 岡本元達 ・
大阪国際大和田高校 中村哲也 ・ 府立茨田高校 小瀧 允 ・ 府立平野高校 加藤 励
追手門学院高校 中井一郎

1. はじめに

大阪府高等学校生物教育研究会は、1988年からは5年ごとのアンケート法による大阪府内の生物調査と併行して、教員と生徒が実際に河川に出向いて水生生物を指標とした河川水質調査を行っている。1994年からは、化学的な水質と水生生物の関係を調べるために、簡易水質検査を追加した。

今回は、大阪の河川水質の推移と現状について報告する。

なお、本研究は(公財)河川財団の河川基金助成を受けて、河川教育の観点を入れて行った。

2. 方法

大阪府内の河川を複数校が分担して調査を行った。主に理系の教員と生物系のクラブ員が学校近辺の河川に実際に入り、水生生物(ベントスを含む)を採取し同定すると共に、現場にて簡易水質検査試薬(パックテスト COD, アンモニア態窒素, 亜硝酸態窒素, リン酸態リン)にて測定を行ってきた。

2017年には予備的に、有機汚濁を把握するために全燐, 全窒素の化学分析も行った。

本報告の2018年は、学校が休みに入る7月から8月を中心に20校が参加し、202地点で生物調査と併行して現地でパックテストによるCOD測定と採水を行った。試水は当日のうちに郵送により化学分析担当校に送り、そこで分析まで冷凍保存した。

分析担当校では、試水を解凍してパックテストにより、アンモニア態窒素, 亜硝酸態窒素, 硝酸態窒素を測定した。

さらに、アルカリ性過硫酸カリウム分解-硫酸ヒドラジン法により全窒素を、過硫酸カリウム分解-アスコルビン酸還元法により全リンを

HITACHI U-5100 可視紫外分光光度計で比色定量した。

3. 結果と考察

CODについては、現地で測定のため202地点でのデータが得られた(図-1)。

淀川や山間部の河川では概ね10ppm未満(0~9ppm)であったが、大阪市内を中心に都市部では50ppm未満(10~40ppm)程度と汚濁が進行している状況であった。一部で50ppmを越える地点も見られたが、原因は不明である。

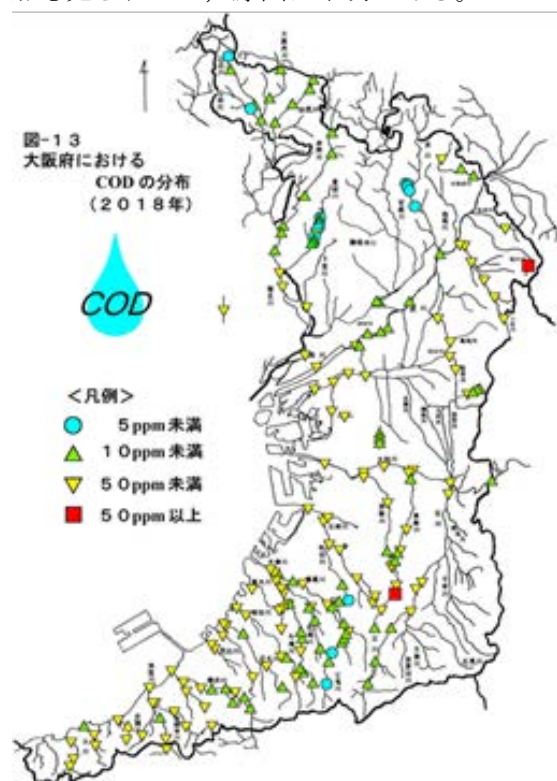


図-1 大阪府内河川の簡易法によるCODの分布

橘 淳治, 寺岡正裕, 三浦靖弘, 竹内準一, 岡本元達, 中村哲也, 小瀧允, 加藤励, 中井一郎

調査結果が得られた 202 地点の COD の平均値は 11.7ppm 程度であった

簡易水質検査による, アンモニア態窒素, 亜硝酸態窒素, 硝酸態窒素, リン酸態リンの分析結果(平均値)を表-1 に示した。

表-1 簡易水質検査の結果

	COD (mg/L)	アンモニア態窒素 (mgN/L)	亜硝酸態窒素 (mgN/L)	硝酸態窒素 (mgN/L)	リン酸態リン (mgP/L)
n	202	188	188	188	188
mean	11.7	0.24	0.017	0.18	0.049

COD と同様に都市部でこれらの栄養塩類の濃度が高い結果であった。しかしながら, 簡易水質検査法の感度の問題でアンモニア態窒素は測定限界以下が 71 地点, 硝酸態窒素は測定限界以下が 92 地点もあり, 公定法等で測定するとそれぞれの栄養塩類の平均濃度は高く算出されると考えられる (図-2)。

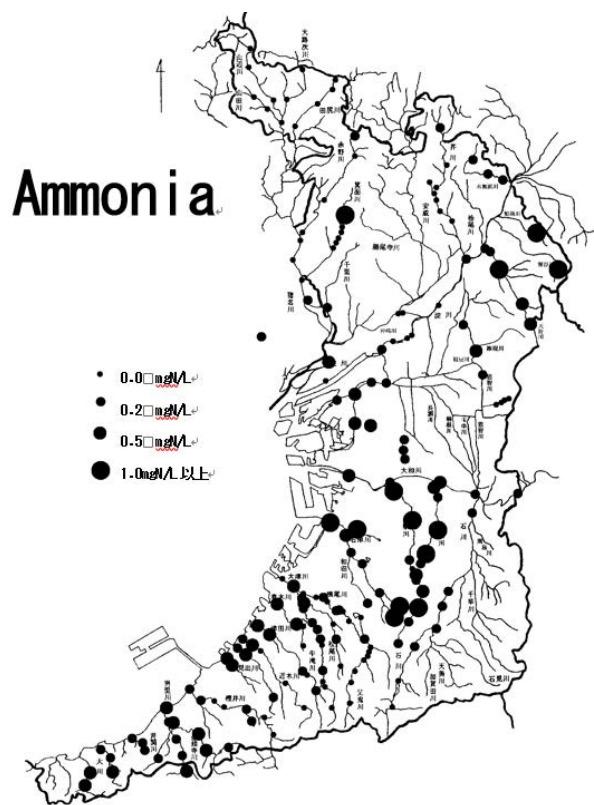


図-2 大阪府内の河川におけるアンモニア態窒素の分布

アンモニア態窒素は河川下流部で高い傾向が見られたほか, 急激に都市化が進行し, 下水道の整備が追いついていないと考えられる地域や原因は不明であるが, 河川の一部の場所で高いのが見られた。

リン酸態リンは平均 0.049mgP/L であった。

アンモニア態窒素 : 亜硝酸態窒素 : 硝酸態窒素の割合を計算してみると 54 : 4 : 41 となり, アンモニア態窒素の割合が高く, この意味でも大阪の河川はまだ汚濁が進行していると考えられる。

大阪府内の河川における全窒素の分布を図-3 に示した。

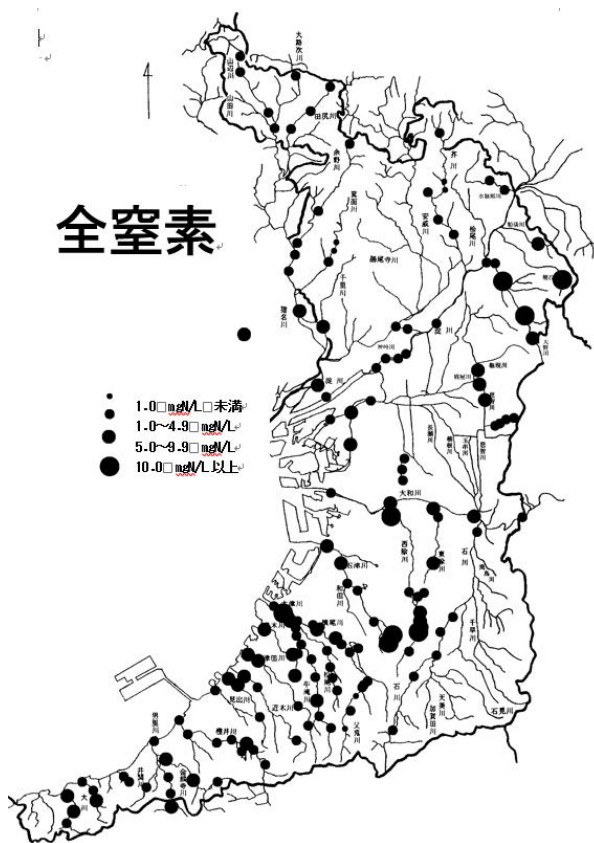


図-3 大阪府内の河川における全窒素の分布

公定法で測定した全窒素は, 簡易法で測定したアンモニア態窒素の分布と似た傾向であった。

河川下流部で高い傾向が見られたほか, 急激な都市化の進行した地域で高い傾向であった。

同様に, 大阪府内の河川における全リンの分布を図-4 に示した。

全リンは河川の中流部と下流部でそれほど大きな差は認められなかった。

リンの現存量自体が低いこともあるが、河川という流れのある水域であるため、土壌粒子などの懸濁性のリンも流れのある中流部では多く存在していた結果の価の性も考えられる。

また、一部の地域で全リンの高い地点が見られるが、全窒素やアンモニア態窒素の高い地域と同一地点が多く、恐らく、下水道の整備が遅れているために家庭雑排水の影響を受けている可能性が考えられる。



図-4 大阪府内の河川における全リンの分布

全窒素と全リンの分析結果(平均値)を表-2に示した。

表-2 全窒素と全リンの現存量, および NP 比

	全窒素 (mgN/L)	全リン (mgP/L)	TN/TP
n	161	175	
mean	4.82	0.256	18.8

試水不足等で全窒素と全リンは総ての調査地点のデータを得られていないが、全窒素は 0.35~24mgN/L(平均 4.82mgN/L), 全リンは 0.011~2mgP/L(平均 0.256mgP/L)であり、この値から考えても大阪の河川は汚濁していると言える。

また、TN(全窒素)に対する DIN(無機態全窒素)の割合を計算してみると 4.8%, TP(全リン)に対する DIP(リン酸態リン)の割合を計算してみると 19%程度であった。河川の特徴であり、それぞれ懸濁態のものが多いと推測される。

さらに、TN/TP 比を計算してみると 18.8 であった。

次に、大阪府内の COD からみた河川水質の推移を調べてみた。1994 年から COD を調べているが、調査ごとに調査地点も異なるほか、調査を行う学校や教員、生徒も異なるため解釈には注意を要するが、結果を表-3 に示した。

COD が 5ppm 未満の比較的汚濁の影響の少ない地点は減少傾向にあり大阪の河川水質が悪化したとも考えられるが、逆に COD が 50ppm を越える極度に汚濁した水域は減少が著しい結果であった。結果をもう少し詳しく解釈してみると、パックテスト COD は 1994 年から 2004 年までは高濃度用のみを使用していたが、2008 年以降の調査においては高濃度用と低濃度用の 2 種類を配布して、各学校が測定を行っている。

高濃度用のパックテストの場合、5ppm 前後の COD の判定は難しく 5ppm 以上 10ppm 未満のものも 5ppm 未満として記録していた可能性が高いものと考えている。10ppm を越えるものについては高濃度用パックテストを以前から使用しているため、同じ条件で測定していると考え、50ppm を越える極度に汚濁の進行した水域は減少したと考えている。

実際に河川に入った場合の感覚であるが、近年は魚が多く見られたり、臭いなどもあまりしなくなったことなども併せて、河川水質は改善されてきていると思われる。

表-3 COD からみた大阪の河川水質の推移

COD (ppm)	1994	1995	1996	1998	1999	2003	2004	2008	2009	2013	2018
0~4	22	48	46	37	29	22	12	21	17	6	9
5~9	15	18	27	24	27	27	26	28	40	36	36
10~40	21	22	19	27	41	43	58	51	43	56	53
50~	43	12	8	12	3	8	4	0	1	1	2

The values are shown in %

大阪の河川水質の現状を考える上で、化学的

水質調査と併行して行っている水生生物の調査結果と合わせて考察を試みた。

詳細は省略するが、サワガニ、カゲロウ・カワゲラ類、トビゲラ類、ヘビトンボ類、カワニナ類、ミズムシ、ヒル類、サカマキガイ、イトミミズ、赤いユスリカ類などから、河川水質を判定した(図-5)。

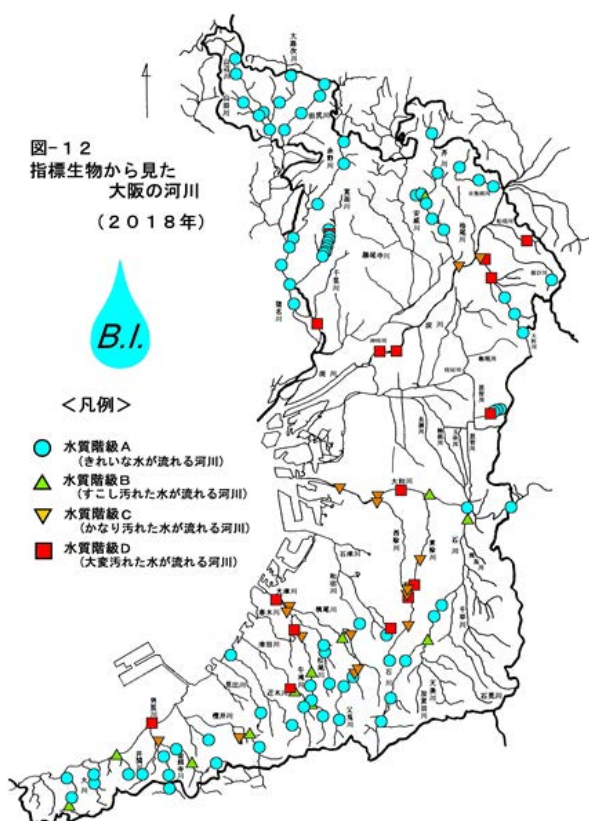


図-5 生物を指標とした大阪の河川水質

河川敷に入ることができず、生物調査ができたのは129地点にとどまったが、汚濁が著しいと判定されたのは、大和川をはじめとする一部の河川のみであり、概ね河川環境は改善傾向にあると思われる。

今後の計画であるが、化学調査を生物調査と切り離し、バケツ採水に統一することにより、河川中央部での平均的な水質の水の採水が行われて正確な判定ができるほか、調査地点増加や河川敷に下りることのできない地点でのデータを得るなど、精度の高い調査を考えている。

また、河川教育の観点から、学校の教員を中心として行う精度の高い調査および公定法による化学分析と併行して、児童・生徒による簡易

水質検査法による水質検査も行き、河川教育の裾野を広げたいと考えている。

水環境に興味関心を持ち、河川や湖沼の環境保全に取り組む人材の育成に、研究会として取り組みたい。

また、河川教育の普及啓発のためにこの活動は河川教育全国大会や川づくり団体全国事例発表会で会長として発表を行った。資料として発表のポスター(A0版)を縮小したものを巻末に添付する。

4. 謝辞

本事業は、2019年度河川財団助成金、助成番号2019-6111-022、川づくり団体区分、助成事業名「小中高大の連携による大阪府内の河川水質環境調査マップ作成事業」の支援を受け、はつしば学園小学校と連携して行いました。

河川財団様には助成を頂き、感謝いたします。

また、本事業に際して多くの学校の先生方、児童・生徒の皆様のご参加・ご協力を頂きましたことに研究会会長としてお礼を申し上げます。

5. 文献

- ・ 西條八束、三田村緒佐武(2016)：新編 湖沼調査法 第2版、講談社サイエンティフィック。
- ・ 橘 淳治(2004)：「水質評価指標および閉鎖系水域の水質浄化を主題とした環境教育プログラムの開発」、平成15～16年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)(2)課題番号15500606。報告書。
- ・ 橘 淳治(2005)：「教育センター及び高校・大学・NPO連携による環境安全に配慮した実験法の開発と研修」、平成16～17年度文部科学省科学研究費補助金特定領域研究(2)課題番号16034203。報告書。
- ・ 橘 淳治(2007)：「学校の環境教育における定量化実験法の開発と現職教員への研修」、平成18～19年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)課題番号18500695。報告書。
- ・ 橘 淳治(2011)：「廃棄物原点処理に基づく系統的水環境学習の実験教材開発と教員研修」、平成21～23年度日本学術振興会科学研究費補助金基盤研究(C)課題番号21500893。中間報告書。
- ・ 半谷高久、小倉紀雄(1985)：改訂2版 水質調査法、丸善株式会社。
- ・ 平井昭司(2014)：現場で役立つ化学分析の基本技術と安全、オーム社。

助成番号2018-6111-017

小・中・高等学校の縦の連携による大阪府内の河川水環境調査事業

○橋 淳治, 寺岡正裕, 三浦靖弘, 竹内準一, 岡本元達, 中村哲也, 小瀧 允, 中井一郎
(大阪府高等学校生物教育研究会)

はじめに

大阪府高等学校生物教育研究会では、1988年から5年おきに、指標生物調査B法呼ぶ、児童・生徒と教員による大阪府内の河川水質を生物指標と簡易水質検査により調べ、大阪の河川環境の推移を見ると共に環境教育の側面から水環境保全に取り組んできた。

2017年度は河川基金助成(助成便号2017-6111-022「児童・生徒と先生による大阪府内の河川水環境調査事業」)を受け、予備調査として府内河川35地点で簡易法と公定法に準ずる方法での水質分析を行い、高い相関関係があることが証明された。

2018年度は本調査として府内河川196カ所において、栄養塩類、溶存有機物、懸濁態有機物、および、生物指標による水質調査を行った。

水環境教育を行うに際して、教員の実験・観察の指導力の向上は重要である。本研究会としても、ベントスや微生物に関する研修を行い、参加教員が自身の勤務校で、生徒の指導にあたるなどして、水環境学習の裾野を広げている。



図 ベントスに関する研修と自身の学校での水環境調査

環境学習としての位置づけ

公立学校間のネットワークを活用し、校区の水環境を調べる共に、その結果を共有することにより、大阪府内での校区の水環境を知り、さらに、結果を基に環境改善に向けての身近な実践ができるよう、主に理科(生物)の授業での学習活動として位置づけてきた。

さらに、生物関係の実験を推進するため「生物実験書」を教員の手によって作成しているが、その教材の一つとして、調査手法や調査結果を掲載し、多くの学校において、水環境学習ができるようにしている。

これは、地域教材としても、幅広く用いられている。



図 教員向け河川調査講習(室内および野外)

大阪府内の水環境

府内196ヶ所の河川において、採水を行い、試水は直ちに化学分析担当校に送り、簡易法と公定法に準ずる方法で精密な化学分析を行った。

また、安全に水辺に近づける場合は、河川敷に降りて、水生生物の採集を行い、現地にて同定作業を行った。

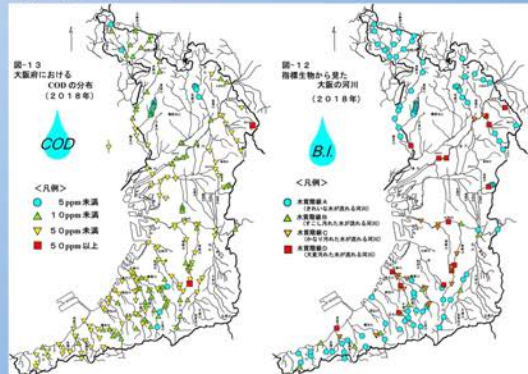


図 府内河川の化学的水質と生物指標による水質



図 野外での採水および水生生物の採集

化学的な水質に関しては、調査を開始した30年前に比べると、CODを例にすると50ppmを超えるような極端な有機汚濁の地点はかなり減少している。

同様に、生物学的な水質に関しても、汚濁の程度が高い水質階級CやDといったものも減ってきており、大阪の水環境は改善傾向にあると言える。大阪の水環境保全を市民科学の立場からも見守りたい。

2019年度も引き続き、「小中高大の連携による大阪府内の河川水質環境マップ作成事業(2019-6111-022)」として河川財団様の助成を受けている。化学的な水質調査に主眼を置き、高等学校を中心に、小中学校および大学とも連携して、大阪府内の河川環境調査を軸とした環境学習に取り組むべく、現在、教員向けの講習会・研修会と河川調査の準備を進めている。水環境保全に興味・関心を持ち、これらの推進役となる児童・生徒の育成に、教員の立場からも力を注ぎたい。

公益財団法人河川財団「令和元年度 川づくり団体全国事例発表会」2020. 2. 9(日) 於 東京大学 山上会館

助成番号2018-7221-001

大阪の河川でつながる小・中・高等学校の絆プロジェクト

橋淳治, 板垣陽介, 小山久子¹⁾, 寺岡正裕²⁾, 三浦靖弘, 竹内準一, 岡本元達, 中村哲也, 小瀧允
はつしば学園小, ⁽¹⁾大阪芸術大, ⁽²⁾大阪府高等学校生物教育研究会(農芸高校)

はじめに

本学は、2003年に創立され、学校・家庭・地域社会との連携のもと、不易の教育・流行の教育のバランスを取りながら日々の実践をしている。

平成26年度採択河川基金整備事業「地域教材としての河川を題材とした環境教育プログラムの実践」を契機に、開校当初から行ってきた狭山池・大和川学習を発展させ、理科を中心とした学校の教育課程に河川学習を位置付け、普段の授業において実践する「はつしばスタイル河川学習」として定着している。

2018年度も同様の実践を行うと共に、公立中学高等学校との河川接続教育を意図して、理科および放課後学習において、河川学習を行った。

教育課程への位置付け

継続的に河川学習を行うには、教育課程への位置付けが必須である。さらにクロスカリキュラムからカリキュラムマネジメントの考えを取り入れ、教科間の関連性を重視したカリキュラム作成と、評価規準の明確化による授業評価も最重要視している。

本校では平成26年度の教育課程の整備に際し、クロスカリキュラムを導入し、さらにカリキュラムマネジメントによる授業の効率化にも取り組んでいる。

特に理科に河川学習を位置付け、「はつしばサイエンス」として、発展学習を行うと共に、公立中学・高等学校との接続教育の観点から、教材の共同開発などで連続性のある河川学習に取り組んでいる。



図 5年生理科授業での狭山池と狭山池博物館での学習



図 理科授業での水質検査と水質改善効果の高いハスの栽培

放課後サイエンス教室

中学・高等学校の部活動に相当する「放課後サイエンス教室」として、希望児童を対象に発展的な河川学習の活動を、短縮授業期間などに実施している。

この教室に参加した児童は理科の授業や実習においては、ティーチングアシスタント的な役割を担うなど、河川学習のリーダーとなっている。



図 狭山池付属池での採水と簡易水質検査



図 亜硝酸態窒素とアンモニア態窒素の比色分析

中学・高等学校との接続教育

これまで、地域に根ざした学校として、地元自治会や公立小中学校とのコラボレーションによる「狭山池ダム」を核とした河川学習に取り組んできた。

平成30年度は、この活動を接続教育に発展させ、公立高校とも連携し、河川水質調査など高度な内容の野外調査と室内実験を行った。特に、西除川や狭山池ダムは理科学習の場になっているので、高校生とほぼ同様の活動を行い、水生生物の採集と同定、簡易水質検査法による水の分析などを行い、大阪府内の水環境マップの作成に貢献した。



図 理科授業での水質検査と水質改善効果の高いハスの栽培



図 児童による水生生物採集と簡易水質検査

2019年度の教育計画:2019年度は「小・中・高・大の接続教育を意図した大阪の河川・水環境学習プログラムの策定」として年間学習指導計画に位置づけ、カリキュラムマネジメントの観点と共に、理科・河川学習の評価についての教育・研究活動を行っている。また、接続教育の重要性から大阪府高等学校生物教育研究会と連携し、大阪の地域教材としての水環境学習プログラムの構築に取り組んでいる。

公益財団法人河川財団「令和元年度 河川教育交流会」2020. 2. 8(土) 於 東京大学 山上会館

投稿

COD の測定実験を通して生態系に対する理解を深める — 麦茶を何倍に薄めたら水道水と同じきれいさになるか? —

堺市立堺高等学校(全日制) 橋口 きみの

1. はじめに

COD(化学的酸素要求量)を簡易に測定できる低濃度用のパックテストを用いた、生態系のバランスとその保全に関する実験と試料を検討したので報告する。

水の汚れ具合は水中の有機物の量により数値化することができる。その数値として教科書では BOD が紹介されている。しかし BOD(生物化学的酸素要求量)は微生物による酸素の消費量から水中の有機物の量を測定する方法であるが測定には日数を要するなど困難が伴う。BOD の代替指標として COD があり、パックテストと呼ばれるものを用いれば、数分で測定が可能である。

BOD と COD の測定対象の違いは、COD は有機物だけでなく酸化される無機物も対象となってくる点である。また COD は用いられる薬剤によりその値は異なってくる。強い酸化力を持つ薬剤であればリグニンなどの難分解性有機物も対象となってくる。パックテストでは BOD に近い値が得られることを期待して酸化力が弱い過マンガン酸カリウムを用いているが、その仕組みの違いから必ずしも同値になるとはいえない。

しかしパックテストは手軽に測定できる利点と、環境省「生活環境の保全に関する環境基準」

(※1)において COD が扱われていることより、数値がどの程度の汚れを表しているのか評価しやすいという利点があり、うまく使えば生徒に有機物による水の汚れ(※2)を実感させる良い教材になる。工夫を行い生態系のバランスとその保全の学習に役立てたいと思い、研究を行い実践を行ったので報告する。

※1 COD は薬剤により難分解性の有機物も測定対象とできるため、滞留時間が長い湖沼や海域に環境基準が設定されている。河川は流下時

間が短いため、生物によって酸化されやすい有機物のみを対象とすればいいので、BOD の環境基準が定められている。

※2 厳密に議論を行えば水質は有機物の量だけで定義できるものではない。たとえば大腸菌や重金属についても調べる必要がある。

2. 教材化の工夫

実験として市販の麦茶を水道水で希釈し、COD の測定を行う。市販の麦茶には酸化防止剤としてビタミン C(有機物)が入っている。予備実験では 100 倍希釈では 8mg/L 以上であり、2000 倍希釈すると水道水とほぼ同様の 0mg/L に近い色となった。

湖沼・海の COD の環境基準では、1mg/L ではヒメマスなどが生育できる、8mg/L 以下は日常生活で不快を感じない限度をなどの基準が示されている。これと希釈した麦茶の COD を対比させることで、わずかな汚れでも水棲生物や日常生活に影響がでることを学ばせ、下水処理の必要性に対する認識を高めさせることができる。

使用した麦茶はキリンの「香ばし麦茶」である。麦茶の 200 倍希釈で 8mg/L に、2000 倍希釈では 0mg/L に近くなった。この間を 3 等分して 800 倍希釈、1400 倍希釈を観察し COD を調べる。共立理化学研究所の COD(低濃度)パックテストはラミネートに 5 本パックテストが入っている。ラミネート開封後は早めの使用が推奨されている。水道水原液、麦茶 200 倍希釈・800 倍希釈・1400 倍希釈・2000 倍希釈とすることで、ほぼ等間隔に測定でき、かつ余すことなく 5 本で間に合うことができる。

発展として瀬戸内海の貧栄養化について資料をもとに考察させることで、自然浄化作用や、分

解後の無機物が植物プランクトンの栄養源となり、食物連鎖に寄与していることに着目させることができる。

まとめとして、有機物が多ければ富栄養化して赤潮やアオコなどの問題が発生し、逆に少ないと貧栄養状態となり、生態系の豊かさに影響を与えることにふれ、豊かな自然を作るためにはCODなどの環境指標を適切な範囲に保つことが必要であり、そのためには人間の関与が必要であることについて触れ、考えを深めさせる。

これらの点を踏まえ、次のプリントを作成した。プリントの数値は一例であり、おおよその目安である。

CODの濃度を判定するための標準色のシートが1箱に1枚のみの添付であるが、シートのみ別注が可能である。またパックテストでのCOD測定では、水温により反応させる時間が異なるので、水温の測定が必要なことにも留意しておく必要がある。

3. 指導上の留意点

- (1) チューブの内容物は強アルカリで、特に目に入ると危険であることを予め伝えておく。
- (2) 記録係、計時係（複数名）を決めておく。
- (3) 同じビーカーに水を継ぎ足していくことで希釈を行っていくことを十分に理解させておく。
- (4) パックテストは時間経過により色が変化していくことがあるので、測定時間をきちんと守るよう指示しておく。
- (5) 記録は後でまとめてするのではなく、測定が終わるごとにするよう指示しておく。
- (6) 「希釈→パックテストに注水・計時」という工程を同時並行でできるように、生徒のスマートフォンのストップウォッチ機能を活用するなどして、時計を複数個用意する。
- (7) パックテストのチューブに約半分水を入れさせる。検水の量が多すぎると値が高めに、少なすぎると低めの測定値となる。約半分の水を入れるため、十分に空気を抜いてからパックテストを水中に入れるようにする。1度で十分に入らない時は穴を上にして空気を追い出し、もう一度やりなおす。
- (8) 空のパックテストがあれば、それを活用し

て注水の練習をさせることができる。

- (9) プリントすべてを1時間で行うのは少人数クラスでもなければ難しい。よってプリントの「4. 考えてみよう」以降は次時にまわす。

4. 生徒の反応

実験後、生徒から以下のような感想を得ることができた。

「本当に人間は適切に自然にかかわっていく必要があると思った。」

「有機物・無機物の量がちょうどいいと、自然が豊かになり、量がくずれると自然に問題が起こる。」

「思った以上に水はすごくきれいにしなければいけないことがわかった。」

「水がきれいになる程、魚は住みやすいと思ったけど違うんだと思いました。」

「CODの実験はわかりやすくすごく楽しかった。」

5. 最後に

悪臭を発する有機物の量の目安などは実際に実験をしてみないと実感を持ちにくいところである。また環境はきれいであればあるほど良いという誤った認識は持ちやすいものである。

生態系とその保全は観察や実験がやりにくいため座学の流れやすいが、簡単な実験や資料でも良いのでそれらを提示することにより、生徒に正しい認識を与えることが必要な分野なのではないかと考える。

参考

- Wikipedia 化学的酸素要求量
<https://ja.wikipedia.org/wiki/化学的酸素要求量>
(2020年1月1日閲覧)

CODの測定実験を通して生態系に対する理解を深める

生物基礎

年 組 番、氏名

CODを調べよう

麦茶を何倍に薄めたら水道水と同じきれいさになるか？

1. COD (化学的酸素要求量)

水の汚れの原因の1つは有機物である。水中の有機物の測定方法として微生物を利用する(BOD)(生物化学的酸素要求量)がある。この方法は日数がかかるため、簡易な方法として(COD)がある。ただし、CODでは有機物(以外)の量も測定されるおそれがある。

2. 実験

ペットボトルの麦茶には酸化防止剤としてビタミンC(有機物)が添加されている。水道水と、麦茶を水道水で200倍、800倍、1400倍、2000倍に薄めた時のCODを測定しよう。

- ・方法：パックテストのチューブの空気を抜き、約半分の量まで水を吸い上げる。1度で十分に入らない時は穴を上にして空気を追い出し、もう一度やりなおす。

検水の量が多すぎると値が高めに、少なすぎると低めの測定値となる。

【注意】 チューブの中身は強アルカリで危険なので、外に出さない。

予想

麦茶を何倍に薄めたら、元の水道水と同じCODになると思うか。

--

測定試料	ビーカーの麦茶	ビーカーの水道水	COD測定結果	ビーカーに追加する水の量
水道水	0mL	別のビーカーに水道水を入れて測定	0 mg/L ~ mg/L	
200倍希釈	0.5mL	100mL	8 mg/L ~ 6 mg/L	100mL
800倍希釈		400mL	2 mg/L ~ 4 mg/L	300mL
1400倍希釈		700mL	2 mg/L ~ 4 mg/L	300mL
2000倍希釈		1000mL	0 mg/L ~ 2 mg/L	300mL

結果

麦茶を水道水と同じCODにするためには何倍に薄める必要があるか。

2000倍以上

橋口きみの

資料1 生活環境の保全に関する環境基準（環境省）

水道1級 : ろ過等による簡易な浄水操作を行う。

水産1級 : ヒメマス等

水道2級 : 沈殿ろ過等による通常の浄水操作等

水産2級 : サケ科・アユ

湖沼の水浴場

水道3級 : 沈殿ろ過等による通常の浄水操作等

水産3級 : コイ・フナ

工業用水2級 : 薬品注入等による高度浄水操作等

COD 1 mg/L以下

COD 3 mg/L以下

COD 5 mg/L以下

COD 8 mg/L以下

4. 考えてみよう

水中の有機物が減る(CODが低い)と水の透明度は上がる。しかし「水清ければ魚棲まぬ」という言葉があるように、有機物が少ない(CODが低い)と魚が減ってしまう。なぜそのようなことになるのか、資料2と資料3を用いて答えよ。

5. 発展

(1) 下水処理場では好気性の微生物によって有機物を分解処理している。そのため(電気)を使って下水に空気を送り込んで酸素を補っている。家庭から出る排水を減らすことは(節電)につながり、石油資源などの(節約)になる。

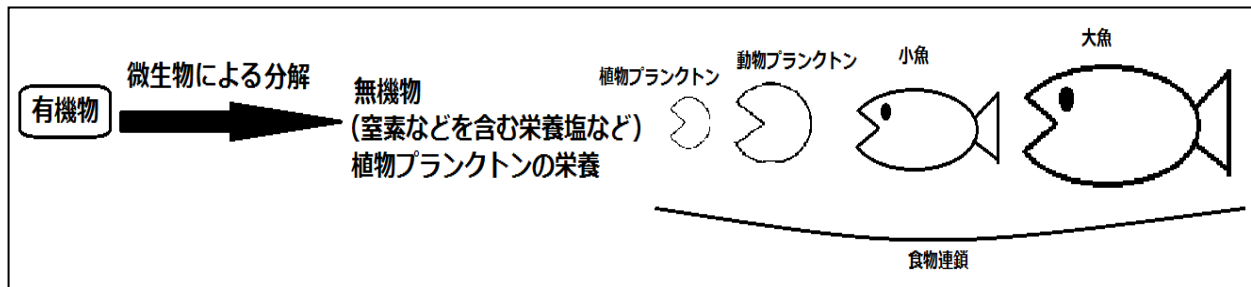
(2) 有機物が水中にないと

有機物が微生物に分解されてできた(無機物)は植物性プランクトンの(栄養分)となる。有機物が(多い)と植物性プランクトンが大量発生し、(赤潮)や(アオコ)などの問題がおこる。逆に(きれい)すぎると植物性プランクトンが育たず、食物連鎖が(乱れ)て魚が減ってしまうことがある。豊かな自然を作るためには(人間が適切に自然に関わっていく)必要がある。

6. まとめ

この授業で学んだこと、感じたことを書く。

資料 2



資料 3 神戸新聞のホームページより 2019.6.3.掲載記事

水質改善しすぎて不漁 全国初、県が窒素濃度に下限

瀬戸内海は水質改善が進んだ半面、魚介の栄養素となる窒素などの「栄養塩」が減り、漁獲量の減少やノリの色落ちが問題となっている。国の現行基準は窒素の濃度を、工場地帯などを除き主に海水1リットル当たり「0.3ミリグラム以下」としているが、県は「同0.2ミリグラム」という下限基準を加え、一定の窒素濃度を保つ考え。県によると、海水の環境基準に下限を設けるのは全国初という。

県内の瀬戸内海の窒素濃度は、高度成長期直後の1977年度に1リットル当たり0.7ミリグラムまで上昇。窒素などの栄養塩を餌とするプランクトンの大量発生で赤潮が多発し「瀬死（ひんし）の海」と呼ばれた。73年には瀬戸内海環境保全臨時措置法（現在の瀬戸内海環境保全特別措置法）が制定され、工場排水などの規制が強化された。

これにより窒素濃度は年々低下。2016年度には工場地帯を除くと同0.14～0.18ミリグラムとなり、劇的に水質が改善した。一方、90年代半ばからノリの色落ちが顕在化し、近年は春の風物詩であるイカナゴのシンコ（稚魚）が極端な不漁に陥っている。

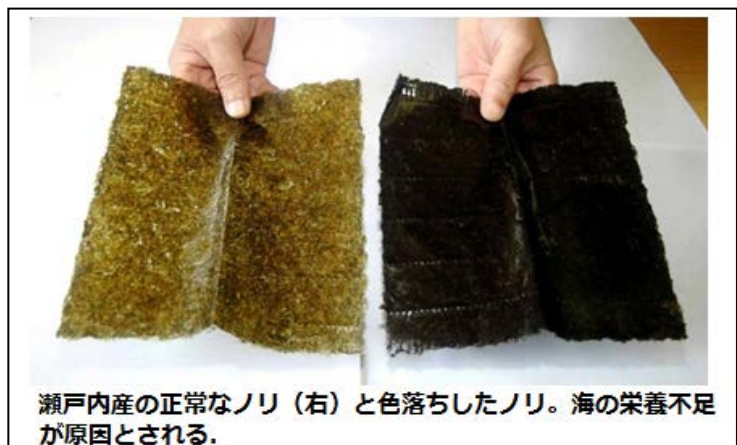
こうした問題から15年に特別措置法が改正され、「美しい海」を求めてきた政策を転換。水産資源が豊富な「豊かな海」を目指す理念を掲げた。

県は同法改正などを受け既に、一部の下水処理場から海に流す水の窒素濃度を高める試みを進めており、新基準と合わせて対策を加速させる方針。

県環境審議会の委員会メンバーである藤原建紀・京都大名名誉教授（水産学）は「窒素濃度0.2ミリグラム以下はダイビングに適するほどの透明度。瀬戸内海では海藻だけでなく、アサリや小魚などにも影響が出ており対策が急がれる」としている。

○【栄養塩】 植物プランクトンや海藻の栄養となる、海水中に溶けた窒素やリンなど。不足するとカキの質低下などにもつながるとされる。植物プランクトンを餌とする動物プランクトン、さらにこれを食べる魚という食物連鎖を支える要素にもなっている。

（編注：丸ゴシック体の部分は生徒に書きこませるところである。）



投稿

市販のブタレバーは肝小葉の観察に適している — 解凍後でも観察でき、授業に取り入れやすい —

堺市立堺高等学校（全日制） 橋口きみの

肝小葉の説明にブタの肝臓が有効であることが分かったので報告する。解凍後でも観察可能なのであり、冷凍保存が可能である。授業に取り入れやすい教材である。

実物を見せることにより、肝小葉の存在とサイズと数を生徒に実感させる効果があると考えられる。

図1はスーパーで切り身で売られていたブタレバーをいったん冷凍し、解凍したものを台付ルーペで観察している様子である。観察すると、図2のような白い網目模様が観察できた。これが肝小葉であるか日本獣医生命科学大学名誉教授の尼崎肇先生に問い合わせたところ、以下のお答えをいただいた。

「豚の肝臓表面の網目構造は、ご指摘の通り小葉間結合組織です。豚は正常な状態でも肝小葉を包む小葉間結合組織が発達しているためこのように白くはっきり見えています。牛など他の動物ではそのような構造は正常な個体では認められず、肝硬変時に観察される時があります。そのため肝小葉の説明時には豚の肝臓は好都合なのです。」

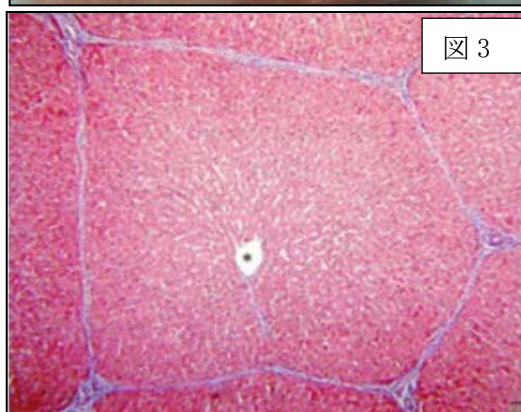
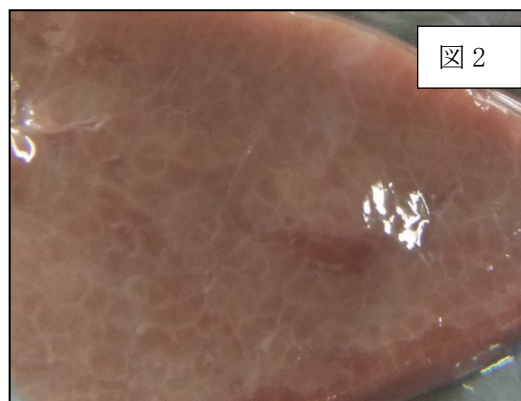
図3はブタの肝臓組織のマッソントリクロム染色像で、小葉間結合組織は青く明瞭に染色され、肝小葉が観察しやすくなっている。肝小葉の中心には白い像で中心静脈が観察できる。

留意点

肝小葉がどの方向にスライスされたものであるかは不明であることに留意が必要であり、生徒へはそのことを伝えうえて観察させる必要がある。尼崎先生へは以下より質問することが可能である。

<http://www.asahi-net.or.jp/~ci9h-amsk/Q&A/Q&A.html>

※本稿は尼崎先生の承諾を経て作成した。



写真提供
日本獣医生命科学大学 尼崎肇名誉教授

参考文献

- 本川達雄他 17名(2018) : 生物基礎改訂版, 啓林館
嶋田正和 他 11名(2011) : 生物基礎, 数研出版
塚田捷他 61名(2017) : 未来へひろがるサイエンス 2, 啓林館

生物教育において倫理観を醸成する必要性 — 生物基礎「生物の多様性と生態系」の授業展開を見直す —

堺市立堺高等学校（全日制） 橋口きみの

人類は科学を発展させ、核や大規模な熱帯雨林の伐採など、地球に大きな影響を与える力を持ってしまった。そのような力を持ちながら、その適切な利用法について考える機会を持たないというのは余りにも無責任と言えよう。学校の理科教育においては、主に次代の中心となる世代に科学について語っていく。しかし科学で明らかにされたことについては語るが、それをどう利用するかは社会の問題であるとして、社会的問題を切り離してしまうのは、教育者として無責任な態度であるように感じる。科学について語る者の責任として、科学が持つ危うさ(公害や戦争、動物実験など)についても語り、科学の適切な利用法について考えさせていく責任があるのではなからうか。

現代世代の行いが未来世代に影響を及ぼすことについて考えさせる機会を持つことも理科教育においては重要であるとの思いから、生物基礎の「生物の多様性と生態系」の単元において、以下の工夫を加え、「世代間倫理」「SDGs」を単元の最終に据えて授業を行った。

- ① 植生遷移の単元では、微生物が土壌を形成する過程に着目させ、森林が形成されるまでに長い時間を要することを意識させた。
- ② えりも砂漠や黄土高原を例に人間の活動が自然の復元力を超えた例を紹介した。
- ③ 自然破壊と生活をつなぐ例として熱帯雨林がパームヤシの畑へ転換されている例を紹介した。
- ④ 地球の限界としてプラネタリー・バウンダリーという概念と、いくつかの項目は限界を超えて元には戻らないと言われていることを紹介した。
- ⑤ 瀬戸内海の水質改善と漁獲量減を例に人間の活動が適切に行われないと豊かな自然が維持

されないことを紹介した。

教科書の内容と上記の工夫を踏まえた上で「世代間倫理」「SDGs」を紹介した。世代間倫理とは現在を生きる世代は、未来を生きる世代の生存可能性に対して責任があるとの考えであり、「SDGs」とは持続可能な開発目標のことで、国際的な17の目標である。「SDGs」に関しては、「人間は環境だけでなく人権など社会的な側面も満たされないと幸福になれない」という視点で項目だけではあるが全てを紹介した。最後は「会社に入るなどして社会の作る側になったら、世代間倫理を踏まえた社会を作れる人間になってください」という言葉で締めくくった。

次は授業を終えた後の生徒の感想の一部である。「今の自分たちのためにも、未来のためにも、1つひとつの行動をちゃんと責任をもって判断しようと思った。」「資源は今がいいからそれでいいでは未来世代にかなり負担になるということがわかりました。今の地球でも限界にちかひものもあることからSDGsの活動を活発にすることは今の現代にとっても未来の世代にとっても大切なことであると思いました。」「現在を生きる人たちは、今、自分たちが好きなだけ資源を使うのではなく、未来の世代を考える、世代間倫理の考え方を学び、たしかに大切な考えだと感じ、未来の子どもたちに豊かな自然を残したいと思った。」

生徒の反応を見る限り、生徒の倫理観の醸成に貢献できたと感じる。次代を担う人間として、倫理観を持って科学と付き合える人間を育てるのも理科教育の使命と考え、授業を工夫していきたい。

参考：Wikipedia「プラネタリー・バウンダリー」
「世代間倫理」「持続可能な開発目標」
(全て2020. 1. 4. 閲覧)

係報告

2019年度 第71回 生徒生物研究発表会 実施報告

大阪国際大和田高校 中村哲也

1. はじめに

本年も生徒生物研究発表会を盛況のうちに終えることができました。ご協力いただいた関係者の皆様、指導に当たられた先生方、発表に携わった生徒の皆さんに深く感謝致します。

現在、本行事は当研究会と大阪市立自然史博物館の共催行事として位置付けられています。広報・案内につきましても、自然史博物館友の会会誌「Nature Study」及びHPにも掲載していただき、当日、博物館に来館された一般の方々にも自由に見学していただいています。その他、大阪市立自然史博物館のスタッフの方のご協力、会場・機材等の無償使用の提供など、様々な面でご支援をいただいています。また、近畿大学から後援として、毎年、生徒への副賞等のご支援をいただいています。

この場をお借りして、大阪市立自然史博物館の皆様、近畿大学の皆様に深く感謝申し上げます。

2. 発表

今回の発表会を含め、過去10年間の発表件数は以下の通りです。

回	年度	研究発表		活動報告	
		発表数	学校数	発表数	学校数
62	2010	20	14	17	11
63	2011	14	11	15	15
64	2012	11	11	14	12
65	2013	15	10	14	9
66	2014	13	11	13	11
67	2015	12	11	16	16
68	2016	14	12	17	16
69	2017	18	14	16	15
70	2018	16	13	18	18
71	2019	19	14	14	14

発表は実験・観察などのデータに基づいて、その方法と考察の発表を行う「研究発表部門」と、日常のクラブ活動等の活動内容を中心とした発表を行う「活動報告部門」の2つの部門から構成

されています。

なお、今年度の発表ではポスター発表のみの発表が1件あったことを付け加えておきます。

ここ数年は1日の日程で行う行事としては盛りだくさんで、研究発表部門8分、活動報告部門5分に制限させていただいている状況であっても、ぎりぎりの時程での運営となっており、係の立場では嬉しい反面、時間内に収めるのに冷や冷やしています。スタッフと参加校の皆さんの円滑な運営に支えられ、何とか運営できているというのが実情であります。

一昨年から行っている「優秀研究賞」には、常翔学園高等学校・三木隆哉さんによる「ナミアゲハの蛹の突起について～『頭頂突起』の機能～」の発表がその荣誉に輝きました。おめでとうございます。また、今年度から発表および交流会の司会進行を生徒の皆さんにお願いしようと考え、今年度は常翔学園高等学校の生徒の皆さんに担当していただきました。こちらからの急な依頼にも関わらず、しっかりとした進行をやり遂げていただいたことを改めてここに付記し、感謝申し上げます。

3. 交流会・講評

交流会の話題は、研究発表の時間枠に収まらなかった質疑応答が中心となりました。高い内容の質問と、それに対する回答が繰り広げられ、生徒の皆さんの生物研究に対する真摯な姿勢が伝わってくる聴き応えのある内容でした。その後、自然史博物館学芸員・横川昌史先生から、生徒の皆さんの支援を含めた心温まるご講評をいただきました。

最後にご来場いただいた方々の人数は下記の通りです。参加者数については、ここ数年おおよそ同程度の人数で推移しています。

生徒	114名
教員	35名
生徒の保護者の方、一般の方	24名

第71回 大阪府高等学校生物教育研究会 生徒生物研究発表会 プログラム

1. 開会の辞 大阪府高等学校生物教育研究会 会長
2. 研究発表部門
 - 1 Have a good Tokyo 2020! 高槻高校
 - 2 市販サイズの「タマネギ」を無農薬で種から育てる 牧野高校
 - 3 ヤドカリ大作戦 ～貝殻の好みと体長による雌雄差～ 同志社香里高校
 - 4 大阪府絶滅危惧種Ⅰ類 カワバタモロコの人工繁殖 枚方高校
 - 5 ヒライソガニと ケアシヒライソガニ(仮称) 岸和田高校
 - 6 メジロの亜種は声で識別できる? 岸和田高校
 - 7 ベリーグッドなベリーウッド 新型植物工場の計画 清明学院高校
 - 8 白浜町の内湾・外洋における生物分布と水質調査 ～波の強さの定量化の探求～ 汎愛高校
 - 9 プラナリアの行動について 三国丘高校
 - 10 イカの蛍光菌 明星高校
 - 11 納豆菌 明星高校
 - 12 ナミアゲハの蛹の突起について～「頭頂突起」の機能～ 常翔学園高校
 - 13 天然酵母の知られざる魅力を追求 常翔学園高校
 - 14 タンポポ発芽促進技術と系統間適応温度の差異 園芸高校
 - 15 矛盾する視覚情報に対するメダカの反応 豊中高校
 - 16 母の葉計画～マザーリーフを利用した温暖化防止のための緑化運動～ 大阪教育大学附属高校平野校舎
 - 17 カビの繁殖において NaCl 濃度が与える影響 大阪教育大学附属高校平野校舎
 - 18 校内の管住性ハチ類等の調査報告 刀根山高校
 - 19 校内ビオトープに大繁殖したスクミリンゴガイの生態調査 八尾高校
3. 活動報告部門
 - 1 フィールドワーク部の活動 泉鳥取高校
 - 2 事故多発!?波瀾万丈のはく製作 同志社香里高校
 - 3 高槻高校生物部の活動 高槻中学校・高校
 - 4 氷ノ山夏季合宿報告 岸和田高校
 - 5 芥川高校生物部 活動レポート 2019 芥川高校
 - 6 花壇から広がる笑顔の計画 -zzz 作戦(絶対・雑草・ゼロ作戦)- 清明学院高校
 - 7 実験動物(マウス・アホロートル)の飼育 ルネサンス大阪高校
 - 8 2019年度 生物部 活動報告 三国丘高校
 - 9 生物部の日常 明星高校
 - 10 大手前高校「生物部」活動報告 2019 大手前高校
 - 11 豊中高校生物研究部の一年間 豊中高校
 - 12 2019年度 生物部活動報告 大阪教育大学附属高校平野校舎
 - 13 刀根山高校生物エコ部の活動紹介と飼育生物 刀根山高校
 - 14 八尾高校生物部の1年間 ～活動報告～ 八尾高校
4. 発表校の情報交換会
5. 講 評 大阪市立自然史博物館 横川昌史様
6. 表 彰
7. 諸 連 絡
8. 閉会の辞

生徒研究報告

Have a good Tokyo 2020!

高槻高等学校 2年 中川遙人 中路和良 横井開

導入

来年東京でオリンピックが開催されます。今回のオリンピックでは、過去最多の33競技339種目が東京で開催されます。その中で、トライアスロンなどが開催されるお台場海浜公園の水質が悪いことが懸念されています。原因は大量の大腸菌です。僕たちはこの問題に注目しました。

1. 経緯

昨年度の研究で僕たちの研究班は、お茶を用いた大腸菌の殺菌効果を調査しました。茶葉から淹れたお茶を培地上の大腸菌に加え、1週間ごとに観察するというものです。その結果、僕たちは茶葉に大腸菌の繁殖を抑制する物質が含まれていると考え、今年の研究では海水中の大腸菌に対しての同様の効果を以下の手順で検討しました。

2. 研究

僕たちは疑似的な海を作成するためにインスタントオーシャンを海水と同濃度になるまで溶かしました。また、作成した海水に大腸菌のコロニーを入れ、汚染された海水を再現しました。またこの海水の大腸菌濃度が高い可能性を考え、この海水を無菌の水で希釈したものも作りました。

これらを小分けにし、それぞれ0.1g・0.3g・0.5gの粉末茶葉を入れました。これらを一定の温度に保つことができる機械で、25°Cに保った状態で一週間繁殖させ、翌週それぞれから少量の大腸菌水を培地に移しました。

これらの培地をさらに一週間40°Cに保った状態で繁殖させ、コロニーの数を計測しました。

3. 結果

入れた茶葉の量 (g)	茶葉 0g の時の大腸菌のコロニー数を100とした時のコロニー数
0	100
0.05	37
0.3	17
(対照区) 大腸菌無し	0

この表より、入れた茶葉の量が増加するほどコロニーの数が減少している様子がうかがえます。

4. 考察

これらの結果から、茶葉が多いほど強い効果があるということがわかりました。

波長270nmの紫外線をよく吸収するカテキンがその原因であろうと推測しています。

さらに、今回は海水中で実験を行ったので、海水中のイオンなどが殺菌効果に効果を及ぼすことがないということや、大腸菌は栄養がほぼない海水中でも1週間は生き残ることができるということもわかりました。

5. 展望

大量の茶葉を実際に海水に投入した場合の生態系への影響を検討する必要があります。

今回、大腸菌に対しての効果を確認しましたが、大腸菌ではない菌が繁殖している様子がみられました。これによりすべての菌に対して殺菌効果があるとは言いきれないので、試行回数を増やすべきだと感じました。また、今回の実験では茶葉のどのような成分が大腸菌に効いているかなどを調べることができなかったのも調べる機会があったら調べてみたいです。

生徒研究報告

タマネギを市場流通サイズに！

府立牧野高等学校園芸同好会 2年 正田由美花 植田采帆

市販流通サイズのタマネギとは？

直径10cm以上高さ5cm以上のタマネギは市場でよくみられるサイズのものである。栽培指導本には簡単に栽培できるように書かれていた。牧野高校園芸同好会でも無農薬、有機肥料で栽培を一昨年前より開始していた。しかし、昨年春に収穫したタマネギは本に書かれているようには出来上がっていなかった。なぜ成長の悪いタマネギばかりになったのか。どうすれば出来るのか。その思いから栽培方法を調べ、栽培二年目「市場流通サイズのタマネギづくり」を始めた。

【目的】

市販サイズのタマネギの収穫

～タマネギ1年目～

①直径5cm

②直径2cm



【手順】

1. 連作障害を防ぐために栽培場所を移動し、腐葉土、バーミキュライト、苦土石灰を入れ、手動工作機を使って耕作し土壌の改良をする。三区画に分け元肥料を変えて①油粕と鶏糞の区画、②油粕と発酵牛糞の区画、③鶏糞と発酵牛糞という区画を作り、有機肥料の種類で育ち方が違うのかを確認する。
2. 購入する苗は大きさにばらつきがあり、金額についても高くなり、苗を選別することが難しかったために市販苗の購入をやめ苗を種から育成する。
3. 草抜きの手間は増えるが、水やり追肥が均等にでき、害虫の駆除もしやすくなるためマルチ使用をやめ、敷き藁を使用する。

【栽培過程】

慣れないマルチを張ることをやめ、保湿・水はけを考え稲わらで畑表面を覆った。そのようにすることで、雑草除去は増えたが、施肥のばらつきがなくなり、害虫駆除もしやすくなった。栽培方法も本からの知識だけではなく地域連携している農家の方の指導も仰ぎ、春から他の作物で栽培練習を重ね秋からのタマネギ栽培に備えた。無農薬、有機肥料で栽培し、肥料の種類の差で個体の成長を見るために3区画に分けて苗を植えた。200あまりの苗は11月中旬から5月末日までかけて育成した。

【結果】

200個収穫
75%は...



成長したタマネギは200個収穫でき、そのうち75%は直径10cmほどのタマネギに成長した。

【考察】

作物の生育に対して土壌の酸度、水はけ、保水、肥料などのバランスが大切であると気づいた。収穫したタマネギは肥料の差による大きさの差はほとんどなく、どの区画も同じような大きさであった。このことから、1年目との大きな違いは土壌改良によると実感した。

タマネギ育成計画3年目は、前年度以上に苗の育成状態を重視し、育苗期に水枯れ防止のため、タイマースイッチを利用した散水機を活用する。その中からタマネギ収穫時畑で花を咲かせ採種し、その種からの発芽も調べたい。さらに、自校の種からタマネギを収穫出来るようにもしてみたい。

ヤドカリ大作戦

— 貝殻による好みと体長による雌雄差 —

同志社香里高等学校 1年 清水大貴 中学校 3年 西藤奨真

3年前からヤドカリの体長(前甲長)と入っている貝殻の関係について調べてきました。ヤドカリは8種、計2645匹採取し[表①]、利用貝殻は52種を数えました。その中で、最も多く(2265匹)採集できたホンヤドカリについて分析しました。事前に図鑑で知ったことは、ホンヤドカリのハサミはメスよりオスの方が大きい、腹肢の長さはメスの方が長い、ということでした。

2018年の腹肢長の調査では、前甲長に関わらず、オスよりメスの腹肢が長いことが確認できました[図①]。そして、メスの中でも抱卵個体の腹肢が非抱卵個体の腹肢より明らかに長いことがわかりました。これは腹肢が卵をうみつけることに使われるためです。しかし、グラフには、非抱卵個体の腹肢が一度長くなってから短くなるという奇妙な結果も出ました。一度成長したものがまた短くなるということはおかしいので、これは非抱卵個体のなかに放卵後の個体が入っているからだと考えました。そこで2019年は繁殖期の3月と繁殖後の6月にデータを取り、比較しました。すると繁殖中で抱卵個体の多い3月のメスと非抱卵だらけの6月のメスでは腹肢の長さは明らかに違う事が分かりました。また非抱卵個体のメスとオスでは、前甲長に関わらず、腹肢長の差はとても小さいように思えました。抱卵個体の腹肢長の平均は前甲長が小さい個体でも2.5mm以上あり、非抱卵個体では前甲長が大きい個体でも腹肢長2.5mm以下でした[図②]。このため、メスは腹肢長2.5mm以上になると抱卵する(メスらしくなる)と考えられます。

次に、ホンヤドカリでは、右のハサミが左より大きいという左右差があります。このハサミが、いつでもオスの方が大きいのか、調査しま

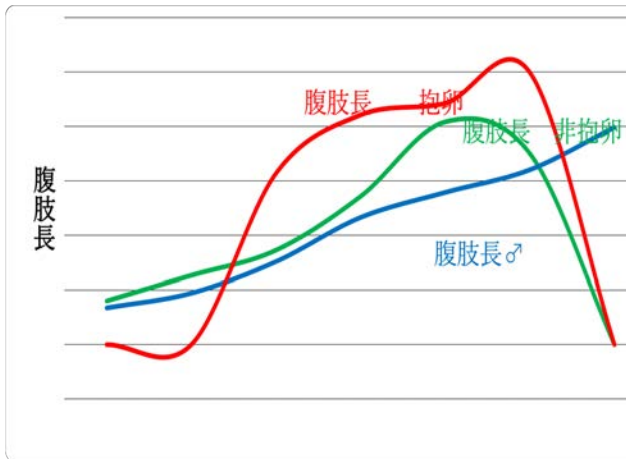
した。すると、前甲長4mmを超えると左右ともにオスのハサミがメスのハサミより大きくなっていましたが、前甲長が小さいうちはハサミの大きさに雌雄で差が無いことを発見しました[図③]。オスは前甲長4mm以上になって初めて、外見上オスらしくなると考えられます。

採集個体の性比は1:1ではなく、いつもオスの比率が大きく、その比率は繁殖期に下がり(70%前後)、非繁殖期に上がる(90%前後)傾向がありました[図④]。このことから、繁殖期に抱卵メスが海岸へやって来てオスの比率が下がり、繁殖が終わればメスは沖に帰っていくのでオスの比率が上がるのではと考えられます。またメスの抱卵個体の割合は前甲長にかかわらず、メスの約70%でした[図⑤]。

最後に殻径(貝殻の入り口の大きさ)と前甲長の関係について調べてみました。前甲長4mmのホンヤドカリは殻径8mmのイシダタミガイやコシダカガンガラを多く利用していました。これに対して、同じ前甲長でも、ケアシホンヤドカリ(以下ケアシ)は殻径9mmのコシダカガンガラを多く利用していました。そこで、両種の利用貝殻の殻径を比較すると、同じ前甲長では、ケアシの方が殻径の大きい貝殻を利用していました。この理由を、大きい方の右ハサミの大きさの差ではないかと考えました。両種のハサミ長と前甲長をグラフ化し、比較すると右ハサミはケアシの方がオス・メスともにホンヤドカリより大きくなっていました[図⑥]。したがって、ヤドカリの利用する貝殻の大きさは、右ハサミの大きさによって決まってくるのではないかと考えました。

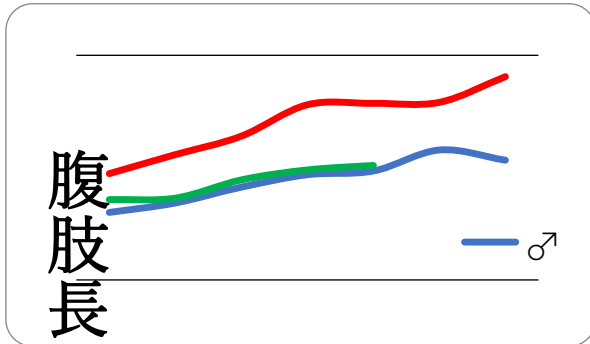
ヤドカリの種類	採集個体数 (計測個体数)
ホンヤドカリ	2265(1208)
ケアシホンヤドカリ	315(190)
ケブカヒメヨコバサミ	7(7)
ユビナガホンヤドカリ	38(33)
イソヨコバサミ	12(0)
ヤマトホンヤドカリ	1(0)
タテジマヨコバサミ	1(1)
ヨモギホンヤドカリ	6(6)
計	2645(1445)

表① ヤドカリの種類と個体数

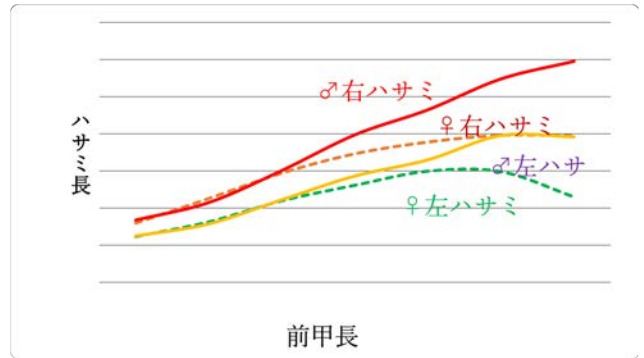


前甲長

図① 2018年の雌雄の前甲長と腹肢長

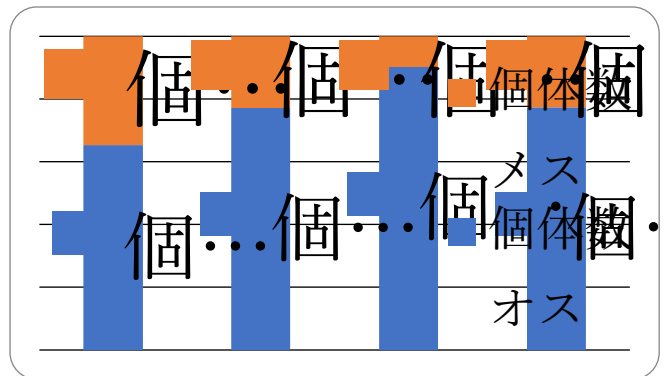


図② 2019年の雌雄の前甲長と腹肢長

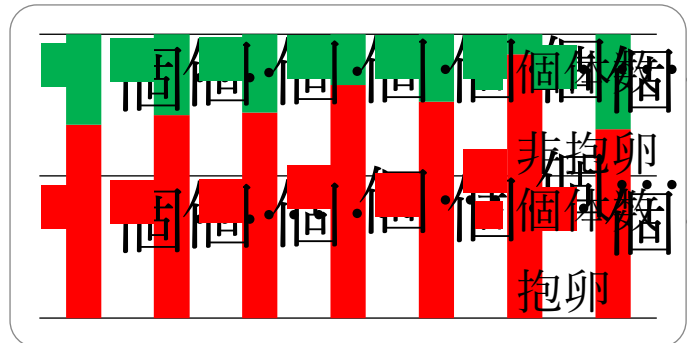


前甲長

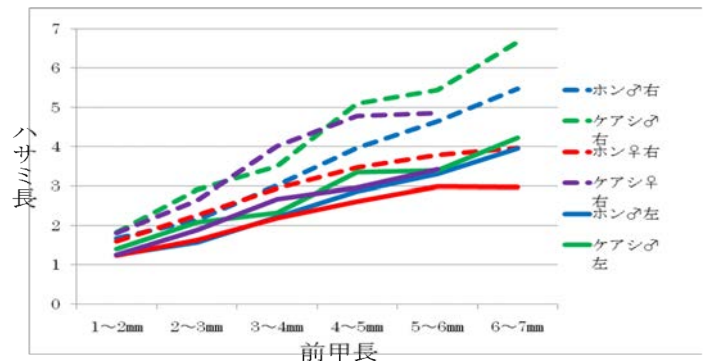
図③ ホンヤドカリの雌雄のハサミ長



図④ 採集日毎の性比と個体数(2019年)



図⑤ 前甲長毎の抱卵比



図⑥ ホンヤドカリとケアシのハサミ長

大阪府絶滅危惧種 I 類カワバタモロコの人工繁殖

大阪府立枚方高等学校

3年 杉林直人・中本優規 2年 公文陽太・相馬颯人・高島歌鈴・大迫将馬・木村悠人・濱田玲志
1年 東愛由美・井内愛菜・石飛ひなた・井本明莉・江藤諒・空地優花・田中結子

1. はじめに

カワバタモロコはため池など止水に生息するコイ科の淡水魚(日本固有種)。体長は成魚でも5cmほど。2019年現在、環境省レッドリストにおいて絶滅危惧種 I B 類、大阪府において I 類に指定されている希少種である。都道府県によっては天然記念物に指定されていたり、条例で採集が禁止されていたりする場所もある。寿命は5年ほど。大阪では4月ごろから産卵期に入り、雄の体色は少し緑がかった金色になり非常に雅。水草や枯れ葉に直径1mmほどのごく小さな卵を産む。24時間ほどで孵化し、孵化個体も極小である。これは日本産コイ科魚類の中で最も小さい(細谷 1987)。孵化直後はワムシやゾウリムシなどのプランクトン食性で、成長と共に小さな虫や水草を食べる雑食になる。

2. 飼育方法

①準備物 水槽・エアポンプまたはろ過器・魚のえさ(冷凍アカムシなど)・水草

②エサについて

雑食で食いつきもよく、採集個体でも早い段階から何でも食べる。魚類飼育で一般的な冷凍アカムシや人工飼料で十分。植物食性が強めなので、水草をいれておくとそれも食べる。飼育自体の難易度は低い。

③温度管理

止水に生息しているので高温にも低温にも強い。枚方では水槽用ヒーターおよびクーラー無しで飼育可(室内飼いはまたは、外の直射日光のあたらないところ)。ただし他の淡水魚同様、ヒーター無しでは冬場のエサの食いつきが悪い。

3. 繁殖方法

冬：低温条件が産卵を促すのか、冬に水槽用ヒーターを入れて水温を上げた年には産卵が確

認できなかった。よって低温をしっかりと経験させる。

3月：親の入っている水槽(45cm以上)に水草を多く投入する。エアレーションやろ過器も外し、「止水」状態にして仔魚への負担を減らす。現在産卵を確認できた水草は『マツモ』『ウィローモス(市販)』『ホテイアオイ(市販)』である。『オオカナダモ』では産卵が確認できなかった。葉の表面がツルツルのものよりもザラザラのものの方が良いようである。自然下では落ち葉にも産卵するようである(出典 Wikipedia)。水温は20~25℃ぐらい。

4月：水草に産卵が確認できたら、親による共食いを防ぐために親を別水槽に移す。卵は24時間ほどで孵化するため、毎日確認し、仔魚が孵化していないかも確認する。孵化直後の稚魚は3~4mmほどでほぼ透明であり、泳がずに壁にへばりついていることが多いため発見しづらい。このあとこの水槽は仔魚への負担を考えて、体長が1.5cmほどを超えるまでは水替えを行わない。

孵化後3~4日(体長4mm程)：壁についていた仔魚が泳ぎ出す。エサは冷凍のワムシを水で溶いたものや、あれば培養したゾウリムシを与える。このあたりでは気をつけていても死んでしまう個体が見られる。野外に置いた水槽では生存率が高いので、室内飼育ではエサの供給量に限界があるのかもしれない。

孵化後30日(体長8~10mm程)：口も大きくなり、沈降性の稚魚用人工飼料を食べるようになる。このあたりまで成長できた個体はあまり死ななくなる。

孵化後50日(体長15mm程)：親を同じ水槽に戻しても大丈夫になる。エサも親と同様。性成熟は1年。

生徒研究報告

ヒライソガニとケアシヒライソガニ (仮称)

府立岸和田高等学校 2年 野村大翼 1年 岩佐奏太郎 丸山竜馬 岩崎浩暉

目的: 本校生物部は令和元年度・大阪湾生き物一斉調査に参加し、大津川河口と阪南2区造成干潟の2か所で生き物の調査・採集を行った。その2か所において、その年の一斉調査のテーマ種であるヒライソガニとケアシヒライソガニ(仮称)を多数採集することができたため、その2種の形態的差異について明らかにするため両種の形態の比較を行った。

研究手法: 比較するため以下の計測を行なった。

①甲幅、性別、そして雌の場合は抱卵の有無を記録する。

②電子顕微鏡を用いて2種の歩脚に生える剛毛の様子を観察する。

③眼窩下縁にある顆粒の数を比較する。

結果: 計測①からは、甲幅についてはケアシヒライソガニよりもヒライソガニの方が有意に大きいことがt検定の結果から分かった(最大サイズも大きい)(図1)。

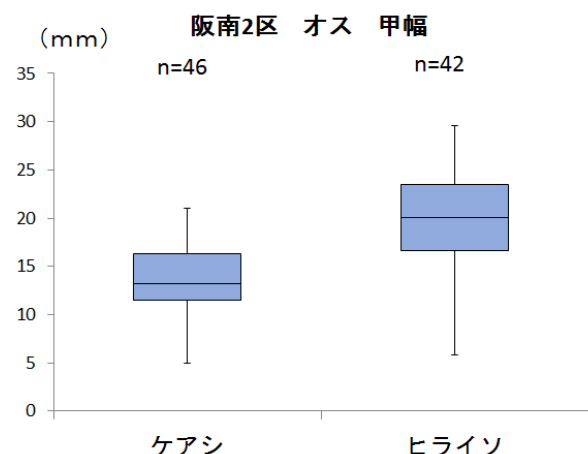


図1: オスの甲幅を比較した箱ひげ図

抱卵個体の甲幅についても同様のことがいえたので、ヒライソガニの方がより大きいサイズで成熟する可能性がある。

計測②では、ヒライソガニは指節以外にほとん

ど剛毛が見られなかったのに対し、ケアシヒライソガニは歩脚全体に剛毛があり、その差は明らかであるため、剛毛の様子による2種の識別が可能であることが示された(図2)。

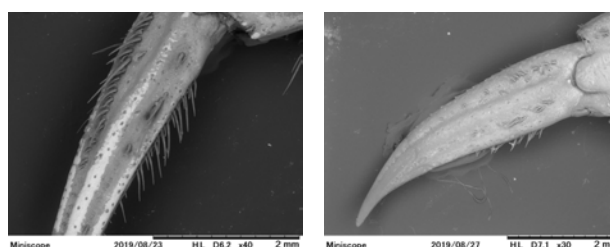


図2: 指節 左: ケアシヒライソガニ 右: ヒライソガニ

計測③はまだ計測した個体が少ない途中の段階ではあるが、ケアシヒライソガニよりもヒライソガニの方が眼窩下縁の顆粒の数が多い可能性がある。そのため、眼窩下縁の顆粒の数の差が2種の識別に使えるかどうかはまだ不明である。また、甲幅が小さい個体の方が顆粒の数が多い可能性もあるがこちらもまだ不明である。

結論: ヒライソガニとケアシヒライソガニは、剛毛の生え方や様子によって識別することができる。

また、甲幅の大きさも識別の参考にすることができる可能性が示唆された。

展望: 今後は、計測③をさらに進め、より多くの個体を計測して顆粒の数が識別に使用可能かどうかを調べる予定である。また、一斉調査の2種採集時、区画を決めずに無作為に採集を行ったため、次回採集を行うときは区画を決めての採集を行いたい。

メジロは声で識別できる？

— 声紋分析によるメジロの亜種判別 —

岸和田高等学校 岩崎 柊都・西川 竣・東 実文・畠中 一輝・藤本 椋介・吉田 花梨

1. 研究の目的：日本産のメジロ(亜種メジロ)はその捕獲方法や乱獲が問題となって鳥獣保護法による規制が強化されてきた。違法飼育者は国内で日本産メジロを密猟し、輸入や飼育が禁止されていない台湾・中国などから亜種ヒメメジロを形式的に輸入した後、日本産メジロに輸入証明書を付けて、摘発を免れることで違法に飼育している。これにより際限なく日本産メジロを捕獲・飼育できてしまうほか、輸入した亜種ヒメメジロを放すことでメジロとヒメメジロが交雑し、遺伝子の多様性が失われる問題もある。現在確立されている識別方法では、体長などの各部の測定値や外見の特徴を細かく調べて総合的に判断するしかないが、この識別方法は2亜種の形態的な違いに関する正確な知識を持ち、鳥を扱うための技術を持った専門家によってのみ可能であること、体長など各部を測定する際にメジロに触れるため、メジロにストレスを与えてしまうことの2つの問題点があることに気付いた。最終的には、メジロの亜種判定の有効な識別法として密猟対策に広く利用されるようにする事が目的である。

2. 研究方法：メジロの鳴き声を、ICレコーダーを用いて録音し、フリーウェアのRaven Liteを用いて声紋分析を行なった。台湾で亜種ヒメメジロの音声データを取るため、海外研修を行なった。この海外研修で得られた台湾の亜種ヒメメジロの音声データ及び日本で録音した亜種メジロの音声データのうち、対象との距離が近く、鮮明に録音できた地鳴きについてRaven Liteを用いて解析を行ない、音声を画像化した。この声紋の画像を赤い四角形で囲み、地鳴き一声ずつの周波数の最大値と最小値、最大値と最小値の差、発声時間、発声の中央の時間における周波数の幅の5つの値を計測し、それぞれ日本産、台湾北部産、台湾中部産を比較した。

3. 結果：台湾産のヒメメジロの声にも地域差が

ある可能性を考慮し、台湾産のメジロのデータは、北部と中部に分けて分析を行った。

(1)周波数の最大値では日本産亜種メジロの方の数値が大きく、両亜種で最大値に大きな差があることがわかった。台湾の北部産と中部産での差異は小さく、これは地域差あるいは個体差の可能性が高いと考えられる。

(2)周波数の最小値では2亜種間に差がないことがわかった。

(3)周波数の高低差では、最大値のみが日本産亜種の方が台湾産亜種より大きいことが影響し、日本産亜種メジロの方の数値が大きく、周波数の幅が広いことが分かった。

(*)従来は得られた声紋を一括して解析を行っていたが、特定の個体の影響が強くなるのではないかとこの疑念があったため、個体ごとに集計し、そのデータをもとに解析した。しかし、従来の方法と比較したが二者に大きく差異はみられず個体ごとの偏りは考慮しなくてよいと判断した。

4. 考察・結論：本研究により、日本産亜種メジロと台湾産亜種ヒメメジロの2亜種の識別において、地鳴きに明確な違いがあり地鳴きは繁殖期の♂のみが出す囀りと違い、1年中出す声であることから、この識別方法を用いることによって、かごに入ったままの状態でもメジロに触れることなくいつでも両亜種の識別が可能となり、メジロへのストレス軽減はもちろん、地鳴きを録音することによって専門家でなくても声紋分析さえできればほぼ確実に両亜種を識別できることがわかった。

参考資料：環境省 野生鳥獣の保護及び管理 愛玩飼養・鳥獣等の輸入規制

<https://www.env.go.jp/nature/choju/effort/effort3/index.html>

生徒研究報告

ベリーグッドなベリーウッド — 新型植物工場の計画 —

清明学院高等学校

3年 藪蓮

2年 尾崎斗哉

1年 古賀天音

深井彩花

1. 背景

私たち理科研究会は4年間にわたって空間を有効に活用するための横向き植物工場についての研究を行ってきていました。

植物工場とは建物の中の人工光で植物を育てる工場のことで、これにより無農薬栽培が可能になり、天候や害虫、病気、鳥、動物によって収穫物が損なわれないというメリットがあります。しかし工場の設備のためにかかるコストが高額であることから、収穫できた作物によって設備費や人件費を賄うことが難しいとされていました。

そんな中、私達は夏休みの間の教室や室内の使われていない空間に目を付けました。

使われていない空間を植物工場化させて作物を収穫するようなやり方で植物工場をつくれれば、都市部であっても空間を有効に使った運営ができるのではないかと考えました。そんななか横向きに植物を栽培できる横向き植物工場ができれば更なる空間の有効活用ができ、収穫量が上がると考え、研究をはじめました。

3年前は観葉植物を倒して横から光を当ててみたところ実験準備が十分でなかったこともあり、失敗し上向きに成長してしまいました。

2年前は暗室で観葉植物を倒して横から光を当ててみたところ成功し光の方へ横向きに成長しました。

1年前は暗室をつくり、背丈が1mを超える桃の木や姫リンゴの木を横に倒し、横から光を当てたところ、光不足で落葉する葉は多かったものの実の収穫には成功しました。

今年の実験では1年前の植物工場をベースにして桃や姫リンゴよりも光が必要のないブルーベリーを実験に使用しました。

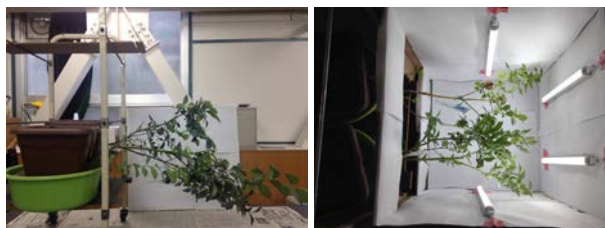
2. 目的

横向き植物工場ではブルーベリーを栽培する。

3. 方法

下左の写真のように横に倒したブルーベリー(奥: スパルタン 手前: ティフブルー)の木にLEDのライトを4本使い生育させる。

下右の写真は植物工場を上から撮った写真である。



4. 結果

今回の実験は2種類のブルーベリーを用いて行ったが、右の通り、結実していた実の100%が収穫できた。

	ティフブルー	スパルタン
緑の実	118個	40個
食べられる実	118個	40個
成熟率	100%	100%

5. 考察

今回の実験からブルーベリーは横向きに栽培することができることを証明できた。すべての実を食べてみたが味にも問題がなく、1年前に行った実験の際のような落葉も見られなかった。

今後はブルーベリーの株をより強くして収穫量を増やすことを目標に研究を続けたいと考えている。



生徒研究報告

白浜町の内湾・外洋における生物分布と波の強さ測定

汎愛高等学校 伊藤深雪 WU SITONG 大倉健聖 梶田光陽 片岡駿希 辻涼花 椿翔生
中井彩乃 二宮真悠 福原康太 村山凜 山本芽衣

1. 目的

波の強さが異なる二カ所で生物分布の違いを見つけ、波の強さを定量化し、その二つの結果をもとに関係性を調べる。

2. 場所

和歌山県白浜町の藤島と番所崎(外湾と内湾)



3. 実験方法

【生物】

藤島と番所崎それぞれの場所で磯採集を行う。

【波の強さ】

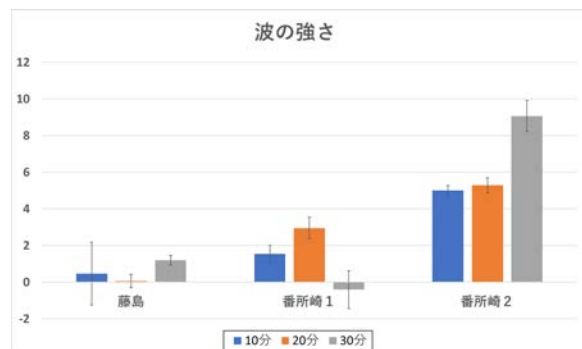
- ① 飴玉の重さを電子天秤で測定する。
- ② ステンレスの籠に飴玉を入れ海水中に浸ける。
- ③ 10分、20分、30分と経過したときの減少量を測定する。
- ④ 実験室に戻り、電子天秤で重さを測定し減少量を計算する。
- ⑤ 同時にバケツに汲んだ海水に浸けた飴玉の減少量も測定する。(対照実験)
- ⑥ 10分、20分、30分あたりの減少量から対照実験の値を差し引いて「波の強さ指数」とする。
波の強さ指数⇒飴の減少量-対照実験

4. 結果

【生物】

藤島⇒イワフジツボ、ホンヤドカリなど
番所崎(外洋)⇒イソアワモチ、イボニシなど
番所崎(内湾)⇒カメノテ、ケガキなど

【波の強さ】



グラフを見て分かるように、計測ミスにより結果にマイナスの値が出た。

しかし、藤島と番所崎内湾より番所崎外洋の方が波が強かった。

5. 考察と今後の課題

波の穏やかな藤島や番所崎内湾には、プランクトンが多く富栄養だと考え、波が激しい番所崎外洋にはプランクトンが少なく貧栄養だと考えた。

それぞれ三か所に生息している生物の違いについて調べる事が出来たが、波の強さ測定については、数値にマイナスが出たり、10分の間で一気に波が強くなったりするなど、正確な結果が出なかったため、結果にマイナスが出た波の強さ測定の実験方法を変え、生物については採集した生物の栄養の有無に関する事を詳しく調べ、その関係性について調べる事が今後の課題となった。

生徒研究報告

プラナリアの行動について

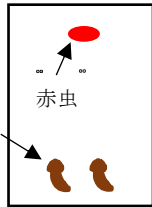
府立三国丘高等学校 2年 久保香乃 唐津奏悟 西川友基
1年 勢渡一正 土居幸太

私達はプラナリアに関する2つの実験を行った。

実験1 プラナリアの行動の解析

・実験方法

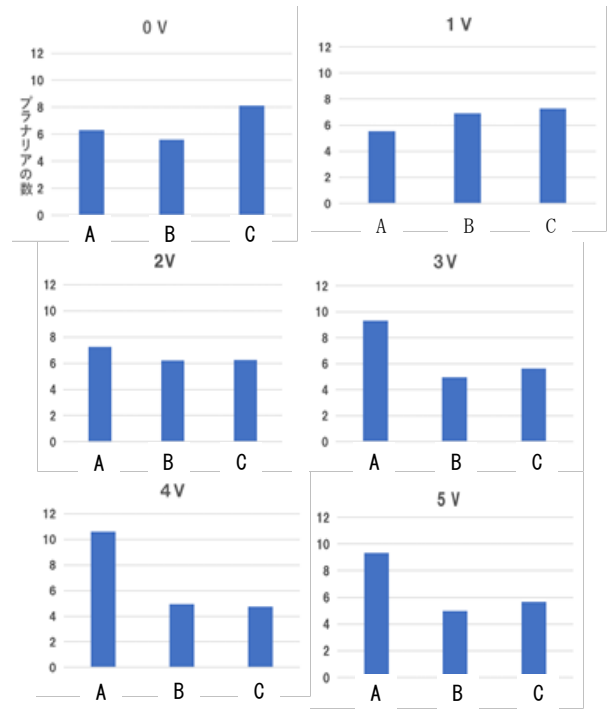
- ① 縦 32cm、横 23cm のバットを用意し、図1のようにプラナリア2匹とエサである赤虫を配置する。
- ② プラナリアの様子を10秒ごと、約5時間にわたってビデオ撮影し、行動を解析する。
- ③ 上記の実験を2回行った



・結果と考察

1回目、2回目ともに プラナリア円運動や壁への跳ね返りが多く見られた。円運動を行うことにより、エサのある場所に行き着く確率が大きくなるために餌をより効率よく探すことができると考えられる。また、開始後すぐに餌のある方向へ向かうといった行動は見られなかった。このことから、実験開始直後の位置からはエサの濃度が低く、エサの場所を感知することはできないと考えられる。

・結果と考察

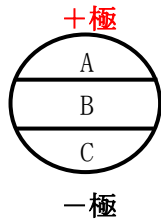


※プラナリアの数とは各地点の30秒ごとのプラナリアの数の平均である。

実験2 プラナリアの電気走性

・実験方法

- ① 直径9cmのシャーレに水位0.7cmとなるように水を入れプラナリア20匹をランダムに配置したものを5つ用意する。
- ② シャーレを図2のように区切る。電極を丸印の位置に置き、電流を3分間流して30秒ごとにそれぞれの位置のプラナリアの数を調べる。
- ③ 電圧0~4Vにおいて1Vごとに各3回ずつ実験を行った。



1Vと2Vのときは電気を流さなかったときとくらべてあまり差は無く、区画ごとのプラナリアの数はほとんど同じだった。3Vと4Vでは陽極にプラナリアが多く集まる傾向が見られた。

水の電気分解によって発生した酸素によって陽極付近の酸素濃度が高くなり、プラナリアが集まったと考えられる。また、1Vと2Vで陽極付近に集まる傾向が見られなかったのは、電圧が弱くプラナリアが集まるほどの十分な酸素が発生しなかったためと考えられる。

生徒研究報告

蛍光菌

— イカには蛍光する菌がいる —

大阪明星学園 明星高等学校 1年 大野来琉

大阪明星学園生物部では、2018年度から身近な微生物の研究を行っている。その中でイカから発光細菌を採取しようとしたところ、試験管の培養液に変化が見られた。調べてみたところ、細菌の発光ではなく細菌の蛍光が見られた。そこで、私は蛍光菌についての知識を深めるための実験を行った。

【イカから蛍光菌の採取】

イカの煮汁 1L にコンソメ 5g、砂糖 5g を溶かした培地をつくり、2本の試験管には培地のみを入れ、他の2本の試験管には培地とイカのあしを入れて数日間培養を行った。

培地のみ試験管では変化がなく、培地にイカのあしを入れた試験管では、黄色の濁りがみられた。

黄色の濁りの見られた試験管に紫外線を当てると、黄緑色の蛍光が見られた。

イカから蛍光菌が採取できた。

【蛍光菌の種の同定】

蛍光菌の遺伝子解析を長浜バイオ大学で行ってもらい、その結果から、*Pseudomonas fulva* であることがわかった。

この蛍光菌は *Pseudomonas* 属というグラム陰性好気性桿菌で、*Pseudomonas putida* グループに属す菌である。近縁種には、日和見感染症で有名な緑膿菌などもある。

【最も蛍光が出やすい培地を作る】

Pseudomonas fulva を LB 寒天培地で培養したところ、増殖は見られるが蛍光が見られなかった。また、遺伝子解析の際に、長浜バイオ大学でコハク酸培地を用いて培養したら、上手く増殖し、蛍光が見られたとの報告を聞いた。

そこで、貧栄養の液体培地で培養することが、この蛍光菌にはいい条件であると考え、ペプトンと NaCl を使った培地で培養を行った。培養時の培地の組成、培養1日後の培養液の濃さ(細菌の増殖量)、蛍光の強弱をまとめると、次の表のようになった。

培養時の培地の組成 (水 1L あたりの量 g)				濃さ 5段階	蛍光の 強弱
ペプトン	5	NaCl	5	1	弱い
ペプトン	15	NaCl	15	4	強い
ペプトン	0	NaCl	10	0	なし
ペプトン	5	NaCl	10	2	強い
ペプトン	10	NaCl	0	1	強い
ペプトン	10	NaCl	5	2	弱い
ペプトン	10	NaCl	15	4	強い
ペプトン	15	NaCl	15	5	強い

【結果】

1. ペプトンと NaCl を使った培地でも、蛍光菌の増殖が確認され、蛍光も確認できた。
2. 培地中のペプトンと NaCl の量の変化により、蛍光菌の増殖量に変化し、蛍光の強弱も変化した。
3. ペプトンがないと増殖できなかった。

【今後の課題】

- ・NaCl の量を一定にし、ペプトンの量を変化させることで蛍光菌が増殖しやすいペプトンの量を調べること。
- ・ペプトンの量を一定にし、NaCl の量を変化させることで、蛍光菌が増殖しやすい NaCl の量を調べること。
- ・ペプトンを増やすと蛍光の強弱に変化が生まれるのか、また金属イオンによって蛍光に変化がみられるのかということを実験していきたい。

生徒研究報告

納豆菌の研究

大阪明星学園 明星高等学校 1年 眞鍋大輝

大阪明星学園生物部では、2018年度から身近な微生物の研究を行っている。その中でも私は、納豆菌の強さに興味をもち、研究を行った。

【研究目的】

納豆菌の培養に適した条件をできるだけ細かく明らかにするほか、納豆菌の様々な環境に対する耐性を調べる。

【実験の内容】

- 実験① 殺菌灯を浴びせることによる殺菌
- 実験② 冷蔵庫内における増殖を観察
- 実験③ エタノールによる滅菌

【納豆菌の培養】

市販の納豆から納豆菌を単離した。この納豆菌をLB液体培地による振とう培養で培養し、LB寒天培地に塗るのに使用した。

【方法】

- 実験① シャーレに入ったLB寒天培地に塗った納豆菌に、クリーンベンチに備え付けられている殺菌灯を一定時間浴びせた。殺菌灯を浴びせる時間は10分間または1時間とした。
- 実験② シャーレに入ったLB寒天培地に納豆菌を塗り、このシャーレを1日間冷蔵庫内(2℃～6℃)に置いた。
- 実験③ シャーレに入ったLB寒天培地に納豆菌を塗り、このシャーレに市販のエタノールを吹きつけた。

【結果】

- 実験① 翌日に観察すると、殺菌灯を浴びせる時間が10分間の場合も、1時間の場合も問題なく納豆菌の増殖が確認できた。

この結果から、殺菌灯は納豆菌に対してあまり効果がないことが分かる。

実験② 低温の冷蔵庫内に置いた納豆菌は全く増殖が見られなかった。しかし、冷蔵庫から出すと増殖を再開した。よって、低温により納豆菌は、活動を停止すると考えられる。

実験③ エタノールを使用していないシャーレでは全体で増殖していたが、エタノールを吹きつけたシャーレではいくつかのコロニーが確認できただけであった。エタノールを吹きつけた納豆菌の増殖量は、エタノールを使用していないものより明らかに少ないことが確認できた。

【まとめ】

実験① 殺菌灯は目立った効果が確認できなかった。しかし、他の細菌を用いた実験を行っていないため、殺菌灯の出力が弱いだけの可能性がある。

実験② 低温により納豆菌は、活動を停止し、芽胞を形成している可能性が高い。

芽胞とは、特定の細菌が厳しい環境下に置かれた時に自身の身を守るためにつくる耐久性の高い殻のことであり、納豆菌は芽胞をつくる細菌として有名である。

実験③ エタノールの殺菌効果は確認できたが、完全な滅菌はできなかった。

【今後の課題】

殺菌灯の実験では、他の細菌で対照実験を行い、有効性が確認できた場合は、出力を高めて、納豆菌に影響がでる紫外線の強さを調べたい。

低温以外にもどのような条件下で、納豆菌が芽胞をつくるかを調べたい。

エタノールの殺菌効果については、%を変えた実験を行っていきたい。

生徒研究報告

ナミアゲハの蛹の突起について — 「頭頂突起」の機能 —

常翔学園高等学校 2年 三木 隆哉

1. 研究目的

私はナミアゲハの研究を9年間継続してきた。昨年の背中中の形成に関わる「中胸背突起」(図1 矢印)の研究に続き類似した2つの「頭頂突起」(図1 丸印)の変態過程の機能について研究する事にした。

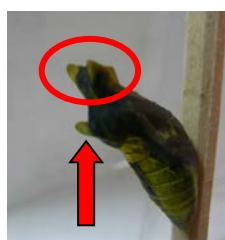


図1:「頭頂突起」と「中胸背突起」

2. 研究方法

「頭頂突起」にダメージを与えると変態過程で影響が現れ、その機能を明らかにできると考えた。そこで「頭頂突起」を線香で焼く実験(実験I)と蛹内部の確認実験(実験II)を行った。



通常飼育

実験Iと実験II

図4: 蛹化直後に実験した3日目の蛹内部



通常飼育

実験Iと実験II

図5: 蛹化3日目に実験した5日目の蛹内部

3. 研究結果

実験Iは翅、複眼、触角、口に異常のある成虫が羽化した(図2)。特に片方の「頭頂突起」を焼いた場合はダメージを与えた側の触角がない異常な成虫が羽化した(図3 矢印)。



図3: 片方の実験Iの成虫

図2: 実験Iの成虫

実験IIは蛹化直後に実験した蛹化3日目の蛹内部は通常飼育と変わりなく(図4)、蛹化3日目に実験した蛹化5日目の蛹内部で各器官が未形成(図5)という違いが出た。

4. まとめ・結論

「頭頂突起」のダメージによる各器官形成への影響は蛹化3日目が分岐点と分かった。異常な成虫が羽化した実験Iの結果から「頭頂突起」の機能は変態過程で翅、複眼、触角、口を正常に形成する事であり羽化する為に不可欠である。「頭頂突起」がなければ正常な成虫として羽化できない。「頭頂突起」はナミアゲハにとって飾りではなく、昨年に研究した「中胸背突起」よりも非常に重要な突起であると言える。

5. アドバイザーと参考文献

伊丹市昆虫館友の会運営委員 河上仁之先生
平賀壯太『蝶・サナギの謎』(2007)トンボ出版

6. 謝辞

アドバイザーの河上先生や幼虫を提供して下さいましたご近所の原野様大変感謝しています。

生徒研究報告

天然酵母の知られざる魅力を追求

常翔学園高等学校 2年 阪下純羽 寺石弥央 神田信輝

1. 研究目的

天然酵母に興味を持ち、調べたところ酵母にはそれぞれ種類があることを知った。大きさや形だけでなく、匂いや発酵段階での膨らみなどにも違いということが分かったので詳しく調べることにした。

2. 研究方法

実験 1

サツマイモ、リンゴ、ブドウ、グレープフルーツを 100g はかり、バジルは 1 パックを瓶の中に入れた。その中に砂糖 5g と瓶の中に入れた試料が隠れるまで水を入れた(図 1)。アルコール臭がするのを目印として完成とした。



図 1. 酵母液の様子
(上:処理直後 下:処理 3 日後)

できた酵母液を YPD 寒天培地に広げ、酵母を培養し増えた酵母を光学顕微鏡で観察した。

実験 2

実験 1 ではブドウとグレープフルーツ以外はシャーレにカビが生えてしまったため、カビが生えた原因は皮にあると仮説を立てた。サツマイモとリンゴの 2 つの試料の皮をむき、実験 1 と同様の操作を行った。

3. 研究結果

実験 1

ブドウ、グレープフルーツについては酵母の培養に成功し、観察することができた。ブドウの酵母は楕円形であり連なっていたが、グレープフルーツの酵母は円形であり 1 つ 1 つが離れていた(図 2)。ほかのシャーレはカビが発生してしまい観察できなかった。

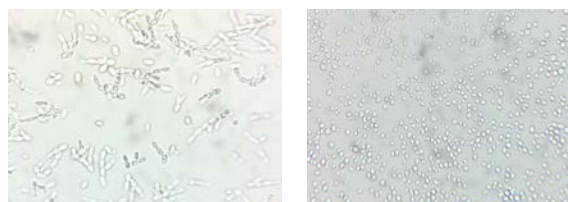


図 2. 酵母の様子
(左:ブドウ 右:グレープフルーツ)

実験 2

サツマイモ、リンゴともに酵母を観察することができた。サツマイモは白と透明の 2 種類の酵母が見られた。それぞれを観察したところ、異なるにおいをしているということが分かった。

4. まとめ・結論

酵母を観察したところ形が異なるものや、香りが異なるものがあったことからそれぞれの試料に存在している酵母が異なるということが分かった。酵母は皮に存在しているはずであるが、皮をむいても酵母が増えた理由は、皮をむいた包丁に酵母がついていたのではないかと考えられる。また、同じ形に見える酵母にも異なるものがあるかもしれないので培地を変えたり、培養の温度を変えたりすることで異なる酵母を見つけたいと思う。

生徒研究報告

タンポポ発芽促進技術と系統間適応差異

府立園芸高等学校 バイオサイエンス科 バイオ研究部 2年 安田 楽翔 長野 颯太

<序論>タンポポはアスファルトなどの都市部でも多く自生しており、綿毛によって種子を長距離飛ばすことができ、日本全域に生育しておりとても身近なキク科の植物であるが、タンポポについて在来種と外来種についての関係や環境指標としての調査などは盛んに行われてきたが、タンポポそのものの生育コントロールに関する研究、実験は一部にとどまっている。そこで、タンポポの生育コントロールとして、無菌条件下での培養と発芽促進実験を行った。また、ササユリに関する実験において積雪地帯の系統には低温に強いという結果が得られつつある。そこで、拡散力の高いタンポポにも地域ごとの適応温度差の差異は生じるのか実験を行った。

<材料>大阪府池田市内の猪名川河川敷で採取したものと、山形県山形市内の馬見ヶ崎川河川敷で採取したものを使用した。

<方法>

実験1：種皮処理及び光環境実験

- ・種皮を剥離し、発芽促進効果の有無を確かめた。
- ・3種類の光環境下で、発芽時の光要求性について確かめた。

実験2：植物ホルモン実験

- ・植物ホルモン3種とホルモンフリー条件のH培地を準備し、種皮処理した種子で培養した。
- ・3種の植物ホルモンの中で一定の効果が認められたベンジルアデニン(BA)について4つの濃度区分のH培地を準備し、培養を行った。

実験3：温度勾配条件下での種子培養実験

- ・実験2と同様に処理した種子を、BAを添加したH培地上に置床し、30℃から4℃ずつ下がった5区分で培養を行った。

<結果>

実験1：大阪産・山形産いずれも種皮処理を行

うことにより、発芽の促進を行うことができた。また蛍光灯下での光環境が最も効果があった。



実験2：大阪産・山形産ともにBAがもっと早く発芽するという結果になり、1.0mg/Lの濃度が最も効果があった。

植物ホルモンが発芽種子数に及ぼす影響					BAの濃度が発芽種子数に及ぼす影響						
産地	植物ホルモン	発芽種子数	1週後	3週後	4週後	産地	BA濃度	発芽種子数	1週後	2週後	3週後
大阪	GA3	5	1	1	3	大阪	1.0mg/L	10	1	4	7
	BA	5	2	2	2		0.1mg/L	10	1	3	4
	NAA	5	0	0	0		0.01mg/L	10	0	0	0
	フリー	5	0	1	3		0.00mg/L	10	1	3	3
	GA3	5	1	1	1		1.0mg/L	10	4	4	8
山形	GA3	5	1	1	1	山形	0.1mg/L	10	2	3	7
	BA	5	2	4	4		0.01mg/L	10	0	2	2
	NAA	5	2	3	3		0.00mg/L	10	1	2	3
	フリー	5	1	1	1						

実験3：発芽種子数においては、大阪産は26℃、山形産では18℃で最も発芽した。着葉数は大阪の種子が同じく26℃、山形産では、22℃が最も多くなった。草丈の30℃区においては、大阪産が適応しているという結果になった。

<考察>

種皮処理とBAの使用により、産地にかかわらず、タンポポの種子を発芽、成長させることができた。大阪産のタンポポは、積雪地帯である山形産のタンポポに比べ、高い温度に適応していることが確かめられた。種子の飛散により拡散が早いと思われるタンポポも生育地の気候に適応しているといえる。

今回使用したタンポポは、いずれもセイヨウタンポポの特徴が強く認められていた。本研究で確かめられた地域の温度への適応の要因は、交雑した可能性のある在来タンポポか、各地に侵入後の世代交代による選抜効果かのいずれかであると思われる。今後の研究で明らかにしていきたい。

矛盾する視覚情報に対するメダカの反応Ⅱ

府立豊中高等学校 2年 中村日桜里 丸目帆夏 染田遥

1. 研究の背景と目的

一般にメダカには、周囲の景色に対して一定の位置を保とうとする、保留走性があることが知られている。

2. 方法

2つの円形水槽を用いて、水路を作成した(以下、「水路」と表記する)。水路にメダカを1匹入れる。水路の内側と外側に、白と黒の縦縞が入った円筒(厚紙)を設置し、円筒を回転させる装置によって回転させた。水路内の領域を放射状に8等分し、移動を点数化することで、メダカの行動を定量化した。実験は、内外の縞の移動方向を変えた順回転条件、逆回転条件、無回転条件の3つの条件で行った。

3. 結果

順回転条件では、大部分のメダカが縞の回転と同じ方向に泳ぎ続けた。逆回転条件では、外側の円筒と同じ方向に泳ぐ場合と、短い距離を往復する場合の2つの行動パターンが見られた。無回転条件では、多くの個体が、移動を行わないか、短い距離を往復した。

4. 考察

順回転条件においては、左右いずれかの目から同じ方向に移動する縞の視覚情報を受け取るため、保留走性を示したと考えられる。逆回転条件で外側の縞の移動に基づいた行動パターンを示す個体が多かった理由は、外側の円筒の方がより大きな刺激となることが影響していると考えられる。また、逆回転条件における、短い距離を往復する行動パターンは無回転条件における行動に近く、これらの個体は縞模様の移動を無視したと考えられる。つまり、左右の目に

矛盾する視覚情報を受けたメダカは、より大きな刺激に基づいて行動する場合と、視覚情報に基づかず行動する場合の、2つの行動パターンをもつと考えられる。

5. 結論

メダカは同一の刺激に対して様々な反応を示すことが分かった。これは、不測の事態において、個体を分散させ個体群の絶滅を防ぐ効果につながる。

6. 参考文献

岩本伸一 後藤純一 小林設郎 齋藤眞太郎 坪内薫 中島實(1993)『NEW TOTAL GRAPHIC 生物図説』 秀文堂

母の葉計画

温暖化防止のための緑化運動

大阪教育大学附属高等学校平野校舎

2年 溝上智咲 栗尾祥苑 中村静香

福永帆乃佳 横山奨 鷺尾心純

1年 外島直行 今井広大

1. 研究動機

近年地球温暖化が深刻化する中、二酸化炭素の減少は急務であり、その手段として植物を用いるのがよいと考えた。そのための緑化運動にCAM植物は利用できないかと疑問に思ったからだ。

2. 研究の背景

世界の年平均気温は長期的に見て世界の平均気温は上昇傾向にある。また全国地球温暖化防止活動推進センターが出している地球温暖化の原因となる温室効果ガスの排出量の内訳のグラフによると、温室効果ガスの約76%を占めるのは二酸化炭素である。

3. CAM植物について

CAM植物とは、昼では光合成と呼吸を同時に行っており二酸化炭素を吸収し夜では光合成をしなくなるので呼吸による二酸化炭素排出のほうが多くなる通常の植物とは違い、夜に呼吸で吸収した二酸化炭素をリンゴ酸に変え、昼に夜作ったリンゴ酸から二酸化炭素を作り光合成をおこなって二酸化炭素から酸素を作るという生態から昼夜を問わず常に二酸化炭素の吸収量が多くなる植物のことである。この特性から地球温暖化防止対策として有用な植物であると考えられる。CAM植物の本来の生態とは日本の環境は大きく異なるので、二酸化炭素の吸収効率については今後検証の必要がある。

4. 仮説

CAM植物であるマザーリーフは緑化運動に利用できるのではないかと。

5. マザーリーフについて

マザーリーフは分類をユキノシタ目ベンケイソウ科リュウキュウベンケイ属セイロンベンケイソウといい、葉の周りに出てくる小さな芽を赤ちゃんに例えて一般的には「マザーリーフ」と呼ばれている。この植物は生命力、繁殖力、成長力のすべてが優れている。そして最大の特徴としてCAM植物である。

6. マザーリーフを緑化運動に利用するための最適な生育条件について

水のみでの生育は5日目までは順調に育ったが、それ以降は根の重みで沈んで腐った。水なし土のみでの生育は完全に土が乾いた7月21日時点から今日まで枯れていない。

土の代わりに紙を使い、さらにマザーリーフの小ささを活かして、ペットボトルキャップを使って生育を試みたものは問題なく育った。また紙の状態によって生育状態に違いが生じた。少し崩したものとただ重ねたものよりも土の団粒構造を模したものの方が根の生育状態が良かった。

7. 考察

マザーリーフはCAM植物のため、効率よく二酸化炭素を吸収し、酸素を排出することができる。その生育には、簡単に入手することができる紙を土の団粒構造を模して利用することとペットボトルキャップが適していることが分かった。またその容易さから観葉植物として楽しみながら、手軽に育てることができ、緑化運動に一役買うことができると思われる。

生徒研究報告

カビの繁殖と培地のNaCl濃度の関係

大阪教育大学附属高等学校平野校舎 1年 福田璃子 向井志織

・背景

カビは、私たちの生活内でもよく見かける。そのたびに“カビとり”を行うが、カビが生えなくなることはない。ところで、すべての生物は、生命維持のために塩類濃度を一定に保つ必要がある。カビにも生育に最適な塩類濃度があり、生育できない塩類濃度があるはずだと考えた。

・仮説

カビは NaCl の濃度を変えることによって増殖の仕方が変わるのではないか。

・実験

① 寒天培地を三種類作った。

I, 濃度 1% の食塩水を使った培地

II, 濃度 2% の食塩水を使った培地

III, 濃度 3% の食塩水を使った培地

※ それぞれの寒天培地は沸騰させ滅菌した後、20ml ずつ同じものを 3 つシャーレに注いだ。

② 9 つの培地の中央に白カビを植えた。

③ 一週間培養し、観察した。

・結果

一週間後観察し、現れたもの(コロニー)の直径を計測し、次のようにまとめた。

	I_①	I_②	I_③	II_①
～1mm	0	0	4	0
1～5mm	2	2	5	11
5mm～	0	1	0	2

II_②	II_③	III_①	III_②	III_③
9	3	2	5	4
8	13	29	37	36
1	0	0	4	4

※ 表中の①～③はサンプル番号。
数値の単位は[個]である。

左表から

I, 濃度 1% の食塩水を使った培地

・カビを植えた中心部から白カビが培地を覆うように増殖していた。

II, 濃度 2% の食塩水を使った培地

・ I と同じように、中心部から、白カビが増殖していた。

・ I と比べ白カビの量が少なく、代わりに茶色いものが点々と培地にあった。

III, 濃度 3% の食塩水を使った培地

・ II と比べ白カビの量が少なく、茶色いものの量が増えていた。

3 つを比べると、濃度が高い食塩水を使用した培地ほど、白カビの増殖があまり進んでおらず、代わりに茶色い何かが増えていた。

・考察

茶色いものはカビが分泌したと考え、NaCl 濃度とを茶色いものの分泌について考察した。NaCl 濃度が高くなるにつれ、茶色いものも増加したことから、低 NaCl 濃度培地の白カビは、それを分泌する必要がなく、NaCl 濃度が高いところでは茶色いものを分泌しないと生きられない。つまり、白カビは茶色いものを分泌することで最適生育環境を作り出していると考えた。

・展望

白カビが生きられる環境を作り出すために茶色いものを分泌したという考察を証明するために何かしらの実験をしたかったが、方法を考える時間がなかった。

また、茶色いものが何なのかを分析してみたいが、とにかく時間がなかった。

生徒研究報告

校内の管住性ハチ類の調査

府立刀根山高等学校 1年 池永 有吾 荻澤 英慈 河合 桃夏
久保 優翔 城間 勇人

1. 研究目的

刀根山高校は市街地の中にあるが、校内に里山林が残り、比較的豊かな自然環境が保たれている。生息する管住性ハチ類を調べることで、校内の生物多様性の指標の一つにしたい。

2. 調査方法

長さ 20cm、片側のみが開いた内径の違う竹筒を 20 本、5 カ所に吊るし、数か月後にその竹筒を回収し、割って中に入っているハチの種類と数を調べる。



内径の違う 4 種 (L:16mm,M:10mm ,S:6mm,SS:4mm) を順に並べ 5 組計 20 本をビニタイで固定し、これを、調査エリア地上 1.5m ほどの高さで設置する。

設置時期：7 月下旬～9 月初旬

回収時期：11 月中旬

(この調査方法は同様の方法で長年管住性ハチ類を研究されている神戸女学院大学の遠藤知二教授と研究室の学生さんたちに指導いただいた。)

3. 調査結果

営巣が確認され、幼虫がいた管住性ハチの種類 ()内は幼虫がいた地点数・竹筒の本数

◆2016 年度 設置：9 月上旬，回収:11/27

ヒメクモバチ(2 カ所・3 本)

ヒゲクモバチ(1 カ所・2 本)

*ハチ以外の生物

アリグモ，チャタテムシ，カネタタキ，

カメムシの仲間，カツオブシムシ，小型アリ

◆2017 年度 設置：8 月上旬，回収:11/19

ヒメクモバチ(2 カ所・4 本)

オオフトアオビドロバチ(1 カ所・1 本)

*ハチ以外の生物

アリグモ，カネタタキ，ツノカメムシ。

クチキムシ，イラガ

◆2018 年度 設置：8 月上旬，回収:11/18

ヒメクモバチ(1 カ所・1 本)

オオフトアオビドロバチ(3 カ所・18 本)

*ハチ以外の生物

ノメイガ，カツオブシムシ，ベニカミキリ，

ニクバエ，カネタタキ，アリの仲間

◆2019 年度 設置：7 月下旬，回収:10/31

ヒメクモバチ(1 カ所・2 本)

オオフトアオビドロバチ(1 カ所・4 本)

*ハチ以外の生物

アリ，ダンゴムシ



4. 考察

①3 種類の管住性ハチ類を確認したが、2016 年度に 1 カ所のみで確認されたヒゲクモバチは比較的豊かな森に生息し、クモを捕食するハチだが、その後確認されていない。校内では希少なハチであると考えられる。

②他地域の調査で確認されている種類が捕獲されないのは、設置する時期が遅いと考えられる。

5. 今後の課題

次年度は 4 月にトラップを設置したい。

生徒研究報告

校内ビオトープに大繁殖したスクミリンゴガイの生態調査

府立八尾高等学校 3年 野寺澄香 藤田志保 2年 井上遥喜
1年 上田一徳 山本大暉 藤井恵

1. スクミリンゴガイについて

スクミリンゴガイは別名ジャンボタニシとも呼ばれ、南米原産の外来生物である。1980年代前半に食用として持ち込まれたが、野生化し、現在は稲の食害が有名である。さらに警戒色をした卵は神経毒があり、捕食されない。

2. 八尾高校ビオトープにおける繁殖

八尾高校では、以前はソーラー発電により循環していたビオトープがあり、今現在はゴムマットの劣化やそもそも浅すぎることから、夏場は頻繁に干上がるビオトープがある。ビオトープには周り一面にセリが生育し、水中にはジュンサイやマツモが繁茂していた。

しかし今年スクミリンゴガイが大繁殖したことにより、上記の草類はすべて食べつくされてしまった。また、右写真のようにビオトープの植物には卵がたくさん産み付けられ、どんどん繁殖していることがわかる。



3. スクミリンゴガイの食料調査について

①検証方法

捕獲したスクミリンゴガイに、タンポポの葉・シンゴニウム・シソの葉・多肉植物・ホウライシダ・ムラサキツユクサを適量与え、1日程度放置した後、食べた量を観察した。

②結果 以下の表の通りとなった。

食料	与えた量	食べた量
タンポポの葉	2	2
シンゴニウム	大1	半分
シソの葉	5	2
シソの葉(1/6)	7	4(2日間)
多肉植物(2cm)	12	0
ホウライシダ	7	5
ムラサキツユクサ	5	5

③考察

タンポポの葉・ホウライシダ・ムラサキツユクサ・シソの葉など、葉の柔らかいものを好んで食べていることが分かった。また、大きさを変えても食べる量に変化はなかった。

4. 八尾高校における対策

スクミリンゴガイは捕食者のいないビオトープで繁殖しているが、乾燥に弱いことから夏場は意図的にビオトープを溢れさせ、スクミリンゴガイを追い出し干からびさせる方法をとっている。また卵塊は水に沈め、孵化できなくする。冬場は冬眠する前を狙って意図的にビオトープを干上がらせ、駆逐する方法を取っている。

5. 今後の展望

ビオトープに隣接する長瀬川におけるスクミリンゴガイの繁殖程度と、八尾高校への侵入経路、駆逐法を模索していきたいと考えている。

生徒活動報告

フィールドワーク部の活動報告

府立泉鳥取高等学校 3年 千地芳樹
 2年 益田えほ
 1年 藤崎佑人

泉鳥取高校は、大阪府の阪南市に位置し、山、海、川が身近にあり、自然に溢れています。私たちフィールドワーク部は、阪南市の水質調査や生き物観察をしています。

4月20日に自然と本の会主催の海岸清掃と生き物観察会に参加しました。場所は鳥取ノ荘のアプトシーサイド ハマボウフウです。

5月4日には、菟砥橋で同じく自然と本の会主催の生き物観察会に参加しました。シラウオ、ウナギなど珍しい生き物がとれました。

6月1日には、岡田浦漁港・樫井川河口で、大阪湾生き物一斉調査に参加しました。砂浜、礫浜、河口、突堤など様々な環境があり、カサゴやヒメハゼ、ヒラメなどがとれました。

7月30日には、阪南市桑畑で河川調査を行いました。スジエビやヨシノボリ、ハグロトンボなどがとれました。

8月1日には、尾崎干潟にて海岸生物調査を行いました。非常に暑かったので、多くの生物が砂から出てきていました。ツメタガイ、ブンブク、ハスノカシパンなどがとれました。

8月9日には、山中溪で河川調査を行いました。ヤマトヌマエビやオイカワなどがとれました。

8月29日には、鳥取ノ荘にて自然と本の会主催のウミホタル観察会に参加しました。ペットボトルの仕掛けを使って、簡単に捕まえることができます。ウミホタルが光る様子を観察しました。

9月23日には、大阪湾一斉調査の結果について口頭発表を行いました。

今後は、2月に私たちの水辺大発表会、3月に大阪湾フォーラムに参加し、観察した結果などを口頭で発表する予定です。

日々の活動

— 波乱万丈のはく製づくり —

同志社香里中学校 3年 池田京葉
 1年 東根詩歩

2018年12月、メジロが死んでいるという報告を受けた私たちは、「はく製にして残してあげよう」との思いからはく製を作り始めました。

はく製作りの手順は、野鳥の腹を切り開き、皮を破らないように剥いで、内臓や脳、目玉等腐るところを取り除き、乾かします。そして綿をつめ、縫合し、形を整え脚に説明書きを取り付ければ完成です。

これまでに校内で発見された14体(コゲラ、シメ、トラツグミ、ムギマキなど)について、はく製を作りました。しかし、部室にはまだ野鳥の死体があるので、私たちのはく製づくりは終わりません。

また、磯や川での生物採集もします。採集した生物は生物部で飼育しています。飼育生物のイモリやカメも採集したもので、ウーパールーパーだけがもらいものです。イモリとウーパールーパーは繁殖させて販売し、ラオスプロジェクトに寄付しています。採集の他に観察等も行っていきます。合宿では、干潟のハクセンシオマネキの採集・観察で新舞子(たつの市)へ、水鳥の観察で片野鴨池(加賀市)へ行きました。

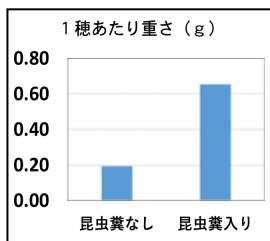
その他にも、ミカンや育てた枝豆を美味しくいただいたり、ビワを採集してゼリーを作ったり、渋柿で干し柿を作ったり、日々楽しく活動しています。



高槻高校生物部の活動

高槻高等学校 1年 赤枝 黎
平井秀典

- ① 部員数・・・中1～高2まで55人
- ② 魚類班・・・トラウトボ・トウヨシノボリ・タケノコメバル・コイなど
- ③ 爬虫類班・・・クレストッドゲッコウ・レオパードゲッコウ・スベノドトゲオイグアナ・ミドリガメなど
- ④ 両生類班・・・アズマヒキガエル・ツシマサンショウウオ(透明骨格標本も作成)・シュレーゲルアオガエルなど
- ⑤ 昆虫班・・・レギウスオオツヤクワガタ・アルケストツヤクワガタ・パプアキンイロクワガタなど
- ⑥ 植物班・・・レモン・野菜・コムギ「ゆめちからプロジェクト」に参加し、昆虫の糞が十分に肥料になることが分かりました。
- ⑦ 骨格標本班・・・高槻市立自然博物館に指導を受けながら、スズメ、ヒミズ、シロハラの骨格標本を製作
- ⑧ 進行中の研究
メバル属の魚類の食性と習性に関する実験
アカアシクワガタの大顎に関する実験
パプアキンイロクワガタの体色に関する実験
在来種を用いた透明骨格標本の作製
ニホンジカの全身骨格の作製
フィリピン産ヒラタクワガタの分類考察
- ⑨ 合宿 8/7～9 伊勢方面
名古屋港水族館、藤前干潟(ラムサール条約)、神島(潮騒)、三重大学生物資源学部魚類増殖学研究室(淀太我先生と森阪匡通先生)と創薬化学研究室(増田裕一先生)を訪問
- ⑩ 文化祭 9/14～15 文化部大賞受賞。



氷ノ山合宿

岸和田高等学校 1年 畠中一輝
藤本椋介

私たちは今年も氷ノ山合宿に行ってきました。合宿の目的はメジロをはじめとした鳥類の声の録音、部員の親睦、生物に関する知識の向上などです。

氷ノ山は標高1510mで兵庫県最高峰です。ブナ、ミズナラ林が広がり、日本海側の気候の影響が強く、多雪地帯です。多様な植物や動物が生息しています。

活動内容は、8月1・3日は鉢伏山付近の生物調査、2日は、氷ノ山の生物調査、夜は灯火採集をしました。

今回見ることでできた生物を一部紹介します。鳥類は、ホオジロ科のクロジ、ムシクイ科のメボソムシクイです。この2種は西日本ではごく限られた場所でしか繁殖していません。タカ科のイヌワシは全長0.9m、翼を広げると2mを超えるものもあるワシで日本での生息数が約150ペアと言われている貴重な鳥です。今回の目的でもあったメジロ科のメジロ、ヒタキ科のジョウビタキです。ジョウビタキは冬鳥ですが2013年に生物部が西日本で初めて繁殖を確認しました。他にはツノアオカメムシ、スネケブカヒロコバネカミキリなどです。このカミキリは名前の通り脛が大きく毛が生えていて羽が小さいのが特徴です。トンボのようですがカゲロウに近い仲間のオオツノトンボ、ミヤマナカボソタムシ、キンポウゲ科のバイカモなど見ることができました。

合宿では初めて見る生物も多く、いい経験になりました。

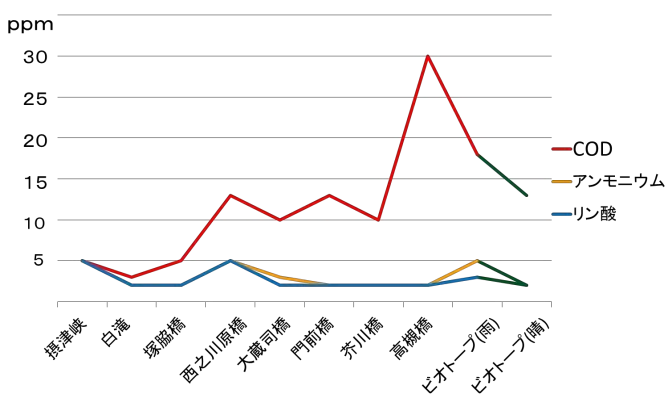


芥川高校生物部活動レポート 2019

府立芥川高等学校生物部

1年 藤嶋璃月 平川美咲 古結壮真

今回、私たちは芥川流域の水質調査を行いました。8ヶ所の地点で水を採取し、COD、アンモニウム態窒素、リン酸態リンをパックテストで調査しました。さらに校内のビオトープの水質と比較しました。(ppmはCODの値)



グラフから、CODは明らかな違いがあり、下流ほど値が高く、川の汚染が進んでいることがわかります。ビオトープはやや高めですが、水の入れ替えがほとんどない割には水質が保たれているようです。

次にビオトープの生物調査を行いました。先輩方が校内の空き地にビオトープを造って10年目です。下の写真は今年、大繁殖したトチカガミです。トチカガミは、環境省レッドリストで準絶滅危惧、大阪府レッドリストで絶滅危惧I類に指定されている絶滅危惧種です。



また、プランクトン調査では、オカメミジンコをはじめ4種類のみジンコを発見でき、ツヅミモ、クンショウモなど、名前不明のものも含め、多数のプランクトンを観察することができました。今後、水質とプランクトン分布の関係なども調べていければと思います。

花壇から広がる笑顔の計画

— zzz 作戦 (絶対・雑草・ゼロ作戦) —

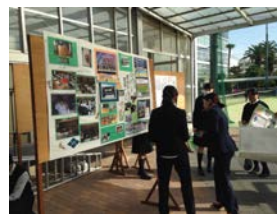
清明学院高等学校 2年 馬屋原有里 尾崎斗哉

1年 濱田未夢 川崎萌楓 中辻郁乃 古賀天音

<園芸部：学校行事の取り組み>

私たち園芸部は学校行事に積極的に参加しており、オープンスクールでの手伝いを初めとして文化祭ではミニチュアのカカシを販売する模擬店をひらき、体育祭では植物をバトンにリレーに参加したりしています。

また、同窓会の手伝いにも参加し、去年卒業された先輩方と久しぶりにお会いできたりと嬉しいことがたくさんありました。



<園芸部 zzz 作戦>

園芸部の目標は一人でも多くの人に花壇を見てもらうことであり、去年は季節の飾りつけを施すことで花壇を見る人を増やすことに成功しました。今年さらに花壇を見る人を増やすために注目したことは掃除で、雑草や落ち葉が全くなような花壇にすることで花壇の花を見る人も増えるのではないかと考え、1日2回徹底的な清掃活動を行い、ボサっている木を切断し視界を開くと、花壇を見る人は格段に増えました。今後は花壇の飾りつけに加えて掃除も徹底的に行っていきたいと思いました。



実験動物(マウス・アホロートル)の飼育

ルネサンス大阪高等学校

2年 今村奏音 3年 奥村諒
2年 三谷香央里 1年 藤原優月

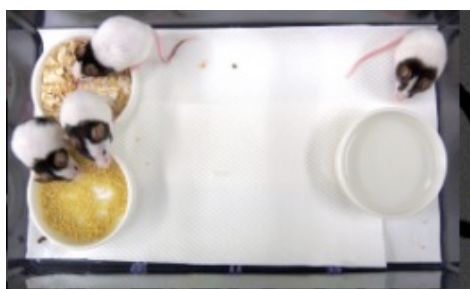
三国丘高校生物部 2019 活動報告

府立三国丘高等学校 1年 勢渡一正
土居幸太

(1) パンダマウス集団の摂餌行動の観察

パンダマウス(斑紋入りのハツカネズミ)を理科室で飼育し始めてみると、斑紋のパターンで個体識別が可能で、その摂食行動の個性として食物嗜好性(food preference)の観察記録が可能となる。パンダマウスの4個体1集団を単位に飼育したところ、仲間が摂食している状態が他の個体への影響を及ぼすことに気づいた。

図1 パンダマウス4個体の摂食行動



集団での行動観察をする活動を通じて、高校課程には含まれない動物行動学から動物心理学にアプローチしていく手掛かりを得られた。

(2) アホロートル陸化個体の餌コオロギ

ウーパールーパーが変態したメキシコ・サラマンダーは、生きているコオロギを捕食する。

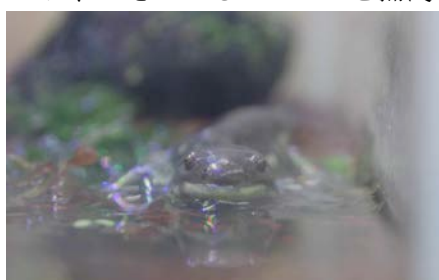


図2 アホロートル陸化個体

そのために熱帯(フタホシ)・亜熱帯産(タイワンエンマ)コオロギを繁殖し、通年で生餌を安定的に供給できる必要がある。現在、湿度のコントロールを誤り、乾燥すると受精卵の発生が停止し、湿度が高過ぎるとコナダニが発生してしまう。楽しみながら観察しては対策を講じ、試行錯誤する学びスタイルが今も続いている。

三国丘高校ではミシシッピアカミミガメの「ゆきち」や金魚の「ポン酢」「味醂」などの多様な生物を飼育しています。その他アフリカツメガエルも飼育しています。

今年、磯観察、文化祭、夏合宿、サイエンスデイ、科学教室などの様々な行事に参加しました。

【磯観察】

和歌山県加太において磯観察を行いました。採集できた生物は、トラフグや、マダコ、アカヒトデ、アメフラシなど多くの海洋生物を採集しました。

【文化祭】

生物部は文化祭で透明標本の展示、顕微鏡での微生物観察体験、押し花しおり作り、昨年の研究であるハエトリソウの研究ポスター展示などを行いました。

【夏合宿】

和歌山県で行った夏合宿では百間山溪谷やベニクラゲ再生生物学研究所、京都大学白浜水族館を二日間で訪れました。

ヤブレベニタケやオオフクロタケなどの普段見ることの出来ない生物を観察しました。

ベニクラゲ再生生物学研究所ではベニクラゲの観察などを行い、再生生物についてお話しいただきました。

【サイエンスデイ】

「プラナリアの行動の解析」「プラナリアの電気走性」について調べました。結果としては、3~4Vの 때가最もプラナリアが集まりました。これから行う研究では、考察が本当に正しいのか、また別の原因がないのか研究していきます。

【科学教室】

11/9・16 三国丘高校の学校説明会後に科学教室を行い、約20人の中学三年生に葉緑体のペーパークロマトグラフィーの実験をし、光合成色素の単離を体験してもらいました。

明星高等学校生物部 2019 年活動報告

—生物部の日常—

大阪明星学園 明星高等学校

- 1 年 中崎宏哉 大野来琉 眞鍋大輝
人見理太 笠野裕貴 松浦慶一郎
2 年 宮野雅也 作道壮一郎

生物部は、昆虫班・水生生物班・動物班の 3 つの班に分かれ、活動しています。また、バイオ研究グループに所属している部員は、長浜バイオ大学との共同研究を行っています。

活動内容について

I. 昆虫班

昆虫の採集や飼育を主に個人で行っています。学園祭では、昆虫の標本を展示しています。

II. 水生生物班

エンゼルフィッシュなどの熱帯魚や大型魚の飼育を行っています。今年からは、海水魚の飼育を始めました。

III. 動物班

ハムスターなどの小動物を飼育し、解剖や骨格標本の製作などを行っています。今年の学園祭では、魚の解剖を行いました。

バイオ研究グループ

「納豆菌」「蛍光菌」「さかなの腸内細菌」についての研究を行っています。2019 年 12 月のサイエンスキャッスル関西大会では、「納豆菌」と「蛍光菌」の研究はポスター発表を、「さかなの腸内細菌」の研究は口頭発表を行いました。また、「さかなの腸内細菌」の研究は 2020 年 3 月にマリンチャレンジ全国大会に出場しました。

また、8 月には夏合宿として、和歌山県の白浜方面へ行き、さまざまな海生生物を採集しました。その魚の一部は、今も飼育しています。

大手前高校「生物部」活動報告 2019

—生物部の日常—

府立大手前高等学校

1 年

石黒紗羅
黄在禧
河本明珠
水田巧
良原瑛貴

- 5 月 6 日 岬町長崎海岸にて磯観察会
7 月 15 日 豊浦川の水質調査
7 月 31 日～ 合宿(京都大学芦生研究林にて
8 月 2 日 フィールドワーク)
8 月 25 日 なんばエコプロジェクト 2019
に参加(→小学生向けの「チリメン
モンンスター」探し)
9 月 7～8 日 大手前高校文化祭「青桐祭」
(→ウーパールーパーの配布/
生き物の展示/チリメンモン
スター探し)
10 月 6 日 大阪湾にて「環境クルーズ」
(→底引き網見学、水質、生物
調査体験)
11 月 3 日 花博記念公園鶴見緑地での
ECO プロジェクトに参加
(→小学生向けの「チリメンモン
スター」探し)

大手前高校生物部は毎週月、水、金曜日に活動しています。主な活動は飼育している生物のエサやり、水替えです。

飼っている生物は、ウーパールーパー、アカハライモリ、アフリカツメガエル(アルビノ)、メダカ、フナ、サワガニ、ナベカ、イトマキヒトデです。



豊中高校生物研究部の一年間

府立豊中高等学校
2年 中村日桜里
染田遙
丸目帆夏
1年 歌原光希
白倉永実理
平井愛樹

豊中高校生物研究部では熱帯魚や亀、メダカ、タウナギ、ヒョウモントカゲモドキ等を飼育しています。また校外でも以下のような活動を行っています。

5月、和歌山県加太町にて干潟の生き物観察を行い、ドンコやアカクラゲ、アメフラシ等の生物の生態を見ることができました。

7月、豊中市千里公民館にお邪魔させていただき、小学校中高学年を対象に飛ぶタネの仕組み、葉脈標本作りをテーマにサイエンスキッズを行いました。

8月、SSH全国研究発表会があり神戸国際会議場に行きました。全国から200以上の高校が参加し、アメリカやドイツ等の海外からもいくつかの高校が参加しており、交流を深めることができました。

9月、能勢でボランティア活動を行い、ヒガンバナ等を発見しました。その後、豊中能勢分校にお邪魔させていただき、1日しか咲かないというホテイアオイを運よく観察することが出来ました。

10月、中学生に対してウミホタルの発行条件や発光理由に関する講義を行いました。

同10月、上野小学校で行われた地区文化祭にて、小学校中高学年を対象に、サイエンスキッズを行いました。化石の模型作りや、クイズ研究同好会と協力して恐竜クイズを行いました。

今後も生研研修旅行など様々なイベントがあるので頑張っていきたいです。

生物部活動報告

大阪教育大学附属高等学校平野校舎
2年 溝上智咲 栗尾祥苑 中村静香
福永帆乃佳 横山奨 鷺尾心純
浅田いのり

春：夏にある水泳の授業のために行われるプール清掃に際して生物採取をしました。

他の運動部などが洗剤を入れて清掃する前に生物たちを救出する必要があるため、生物部部員以外の悲鳴の中多くのヤゴを捕まえることができ、懸命に世話をしたのでその内の大半を羽化させることができました。種類としてはギンヤンマが多かったと思います。

夏：秋の研究発表会に向けて研究を進め、研究内容について意見を交換しました。また生物採取を2回行いました。1回目は大和川下流の瓜破大橋付近で行いました。水質は良くないですが、様々な水生昆虫や魚を採取しました。

2回目は河内長野にある天見川で行いました。水質がとてもよく、水がほどよく冷たく採取が行いやすかったです。きれいな水辺に棲む生き物たちを見ることができました。

秋：研究発表会や本校の文化祭での出店、紅葉鑑賞会、希望者のみの虫パを行いました。今年は、ハムスターの次郎がお亡くなりになり、悲しみに暮れていた生物部でしたが、新しくつーくんというハムスターが仲間になり、生物部一同に笑顔が戻りました。文化祭では、自作の葉脈標本のキーホルダーや、ヘビを模したおもちゃを販売し、好評を博しました。また、自作のポスターや飼っている生物を展示しました。虫パでは、蚕の素揚げと、コオロギのチョコブラウニーを実食しました。蚕の素揚げは甲殻類を彷彿とさせる香り、ブラウニーはチョコの味だったそうです。

冬：来年度に向けての準備や、三年生のお別れ会を行いました。さようなら、3年生。

投稿規定

「大阪府高等学校生物教育研究会会誌」投稿規定

「大阪府高等学校生物教育研究会会誌」(以下会誌と略す)は、大阪府高等学校生物教育研究会の機関誌で年1行される。

会誌には、広く生物教育や生物学に関する研究報告、資料、情報ならびに本会からの報告(会制、運営、行事及び係報告、執筆要項、各種案内)、その他を掲載する。

本会会員の生物教育や生物学に関する実践や研究の発表の場として、会員研究発表以外に、以下に示す投稿規定により会誌原稿を広く公募する。

1.投稿者

会誌の投稿者は、本会会員に限る。ただし、本会が依頼した場合はこの限りではない。

2.投稿の区分

研究報告:生物教育や生物学に関する、教育実践的研究や学術的な研究で広く会員に知らせる価値を有するもの。刷り上がり6頁以内とする。

短報:研究報告に準ずるが、生物クラブの活動報告や新しい実験や観察法の開発など速報的な内容で価値のあるもの。刷り上がり4頁以内とする。

資料:生物教育や生物学に関する有用な資料(各種データ、実験法、飼育法その他実験生物の入手方法一覧など)。刷り上がり2頁以内とする。

雑報:以上には該当しないが、生物教育や生物学に関する意見、書評、シンポジウム記録など、会員に知らせる価値を有するもの。刷り上がり1頁以内とする。

3.投稿の執筆要項及び投稿先

別に定める会誌原稿執筆要項に準じて行う。但し、研究報告、短報、資料、雑報については、その校閲を複数の委員に依頼するので、3部(オリジナル1部とコピー2部)を投稿票と共に会誌編集委員会に送付する。投稿期限は各年度の1月末日までとする。

投稿先 〒570-8555 大阪府守口市藤田町6-21-57
大阪国際大和田高等学校
会誌編集委員会 中村哲也 宛

4.校閲と校正

委員からの校閲の結果、内容に問題があると指摘された場合、編集委員会はその旨を著者に伝えて修正を求める。修正を求められた原稿は2週間以内に再投稿しなければ無効になる。また、会誌への投稿が不相当と判断されたものについては、その理由を明記して投稿者に返却する。

校正に関しては、他の会誌原稿と同様に、編集委員会が行う。

5.付則

著作権は本研究会に属し、投稿原稿は原則として返却されない。

メインタイトル○○○○○○○○○○○○○○○○○○

「大阪府高等学校生物教育研究会誌」 投稿票

投稿の種類	<input type="checkbox"/> 研究報告 <input type="checkbox"/> 短 報 <input type="checkbox"/> 資 料 <input type="checkbox"/> 雑 報
表 題	
著者名(全員)	
所 属(全員)	
要 旨	
連 絡 先	勤務先住所 〒
	勤務先電話番号
	勤務先 FAX
	自宅住所 〒
	自宅電話番号
	自宅 FAX
	氏 名
原稿枚数	本文 []ページ 図 []枚 表 []枚

必要箇所の□を塗りつぶし、各項目に記入してください。
この投稿票は、投稿文（3部）と共に会誌編集委員会までお送りください。

会誌執筆要項

大阪府高等学校生物教育研究会

研究会の行事があれば必ず会誌に載せることになっていますので、担当の方は日時、場所、出席者数、内容などの資料を残しておいて下さい。また、研究発表など、係以外の会員の方の執筆依頼は行事担当者でお願いします。原稿は会誌の他、HPにも載ることがあります。

執筆ページ数は、例年次のようになっています。

・生研総会報告	1 ページ
・全国大会報告	1 ページ
・係活動報告	1 ページ
・実験研修会	2 ページ
・研究部会	1 ページ
・研修旅行	2 ページ
・施設見学会	1 ページ
・学術講演会	1 ページ
・公開授業	2 ページ
・会員研究発表	4 ページ
・生徒研究発表	1 ページ

形式などは、この会誌の該当部分を参考にして下さい。

1.原稿はワープロ(ワードまたは一太郎)で、A4、周囲余白を上 33mm、下 32mm、右 23mm、左 23mm に設定し、21 字×48 行×2 段で作成して下さい。原稿用紙は研究会の HP にフォーマットがあります。必要な方はダウンロードしてご利用ください。会誌のちょうど1 ページ分になります。また、提出は原則としてメール添付でお送りください。ただし、データ量が多すぎるとメールを受け取れないことがありますので、写真・図版等はできれば縮小ソフト等でデータ量を圧縮しておいて下さい。または USB フラッシュ等でデータを直接郵送して頂けると、編集しやすくなりますので、ご協力をお願いします。

2.1 枚目の最初の 5 行×2 段をタイトル・所属・氏名に当て、本文は 6 行目から書き出して下さい。(タイトルの部分はテキストボックスを貼り付けると楽に編集できます。)

3.所属学校名は〇立〇〇高校の形でお願いします。

原著

(国立、府立、私立)

- 4.丸や点、かっこなどの記号欄も 1 文字とします。
- 5.用字、用語は原則として現代かなづかいで統一して下さい。
- 6.文中にアルファベットなどが混ざるときは、活字体で、大文字小文字の区別がはっきりわかるようにして下さい。
- 7.数字やアルファベットは、1 コマに 2 文字書くようにして下さい。分数が混ざるときは 1/3、1/a-b のように平らにします。
- 8.ゴシック体や、生物学名などのイタリックが必要なときは、文字装飾で入れて下さい。
- 9.写真・図版・グラフ・表については文面に貼り付けて下さい。とくに写真はデータ量が大きくなりますので、できるだけ圧縮して下さい。図版は jpg でお願いします。手描きの場合は、白いケント紙などに濃い墨でくっきりと線引きし、スキャナーで取り込むようにして下さい。掲載はすべてモノクロームになります。カラー写真はコントラストの強いものをお願いします。

図版や写真に入れる文字はテキストボックスで貼り付けて下さい。表はエクセルの表を貼り付けたり、グラフを貼り付けたりして下さい。

- 10.文献は本文の最後にまとめて下さい。原則として、著者名・西暦年号・タイトル・書誌名・巻号番号・発行者名の順に書いて下さい。
- 11.生徒原稿については、執筆要項をコピーしてよく説明してやって下さい。また、成稿前に必ずご指導の先生で目を通していただくようお願いいたします。

提出は原則として電子データでお願いします。なお、原稿でご不明な点がありましたら、編集係までご連絡下さい。

原稿〆切・提出先

1 月 31 日、大阪国際大和田高校(中村哲也)まで提出。

大阪の生物教育（大阪府高等学校生物教育研究会誌） 編集委員

編集委員長

大阪府立農芸高等学校 校長 寺岡正裕

編集委員

大阪初芝学園 橘 淳治
大阪国際大和田高等学校 中村 哲也
大阪府立泉大津高等学校 濱野 彩
大阪教育大学附属高等学校池田校舎 岡本 元達

原稿送付先

〒570-8555
大阪府守口市藤田町 6-21-57
大阪国際大和田高等学校 中村 哲也
TEL 06-6904-1118 FAX 06-6904-0014

転載許可等

〒563-0026
大阪府池田市緑丘 1-5-1
大阪教育大学附属高等学校池田校舎 岡本 元達
TEL 072-761-8473 FAX 072-762-1076

令和元年度（2019年度） 大阪の生物教育
（大阪府高等学校生物教育研究会誌） 第47号
Journal of Osaka Biology Education
2020年7月1日 発行

発行者 大阪府高等学校生物教育研究会
代表 会長 寺岡正裕
大阪府立農芸高等学校 校長
事務局 事務局長 岡本 元達
大阪教育大学附属高等学校池田校舎
〒563-0026 大阪府池田市緑丘 1-5-1
TEL 072-761-8473 FAX 072-762-1076
電子メール gentatsu0311@gmail.com
ホームページ <http://seiken.sub.jp>

本誌の略称は「生研大阪」、英文略称は JOB. Edu. です。

生き物への
興味に応える
ふたつの学部



シベリア・サハ共和国で
発掘されたマンモスの大腿骨



シベリアでの発掘作業の様子



イメージ



マンモス復活プロジェクトも
完全養殖クロマグロも、
近畿大学の実学です。



2013年にオープンした養殖魚専門料理店(大阪)
「近大卒の魚と紀州の恵み 近畿大学水産研究所」

近畿大学における学問や研究。それは時代を的確にとらえ、
実社会に役立つことを創りあげていく「実学」です。

農学部 [奈良キャンパス] 奈良市中町3327-204
TEL: (0742) 43-1849

- 農業生産科学科
- 水産学科
- 応用生命化学科
- 食品栄養学科
- 環境管理学科
- 生物機能科学科

クロマグロ完全養殖成功

32年の研究期間を経て、不可能と言われていたクロマグロの完全養殖に、世界で初めて成功しました。また、2013年には大阪・梅田と東京・銀座に養殖魚専門料理店をオープンし、近大卒の魚が身近になりました。

生物理工学部 [和歌山キャンパス] 和歌山県紀の川市西三谷930
TEL: (0736) 77-3888

- 生物工学科
- 遺伝子工学科
- 食品安全工学科
- 生命情報工学科
- 人間環境デザイン工学科
- 医用工学科

マンモス復活プロジェクト

シベリア永久凍土中で2万8千年間眠っていたマンモス「Yuka」の化石から採取した筋肉組織等から細胞核を回収し、その一部がマウス卵子の中で新たな細胞核を形成しはじめることの観察に世界で初めて成功しました。この研究の成果は、2019年3月11日に、国際的なオンライン科学雑誌「Scientific Reports」に掲載されました。



近畿大学
KINDAI UNIVERSITY

法学部 / 経済学部 / 経営学部 / 理工学部 / 建築学部 / 薬学部
文芸学部 / 総合社会学部 / 国際学部 / 農学部 / 医学部
生物理工学部 / 工学部 / 産業理工学部 / 短期大学部

[お問い合わせ] 入学センター TEL. (06) 6730-1124 <https://kindai.jp>