

地域の自然環境再生活動に学ぶ 水環境ゼミナール



千葉商科大学商経学部 教授

杉田 文
SUGITA Fumi

プロフィール

1991年 Waterloo 大学大学院博士課程修了 (Ph.D.(Earth Sciences))
1995年より千葉商科大学商経学部、
現在 第25期日本学術会議連携会員 (地球惑星科学分科会)、
日本地下水学会副会長、国際地下水学会日本支部副会長
著書 「地下水水質化学の基礎」等

1 「じゅん菜池」再生活動

「水環境ゼミナール」と呼ばれる著者が担当する研究ⅠとⅡ(2、3年生のゼミ)では毎年水環境に関するテーマを1つ選定し、クラス全員で調査・解析に取り組んできた。1年間の授業で学生全員が野外調査、室内実験(水質分析等)、データ解析、発表の4つを体験する構成となっている。これまでのテーマは酸性雨などの地球環境問題から地元の湧水までさまざまであったが、2018年度より大学近郊の市川市じゅん菜池緑地公園内にある「じゅん菜池」の自然環境再生をテーマとして活動している。

じゅん菜池(写真1)は千葉商科大学から北へ徒歩で15分ほどの距離にある住宅地に囲まれた都市公園池である。池の水面面積はおよそ $2 \times 10^4 \text{ m}^2$ と小さいが、環境省による「日本の重要湿地500」の1つにも選定されており、絶滅危惧Ⅰ類に分類されるイノカシラフラスコモをはじめとした数多くの希少な水生植物や昆虫の生息地として知られる。周囲には遊歩道が整備され、日中は登下校の小中学生、散歩やジョギングを楽しむ人の姿が多く見られる。冬季には多数のカモ

類が飛来することもあって、池は都市にあって近隣住民の貴重な自然との触れ合いの場となっている。



写真1 じゅん菜池

谷津の最奥部にある池は左右を台地に挟まれた細長い形状を有す。

じゅん菜池はもともと谷津頭(台地に食い込んだ谷の最奥部)や周辺崖下からの湧水により形成された沼であった。市川市によると昭和の初期頃まで食用となるジュンサイという水草(写真2)が自生していた。戦後には水田として利用された沼は政府の減反政策と周辺都市化の影響による湧水枯渇により荒地と化し消滅してしまった。1979年に住民らの要望により市川市が人工的に揚水した地下水で池を再生した。現在の池は井戸からの給水により昭和初期と同様の姿となっているが、水質悪化のためにジュンサイは消滅したままである。

水質悪化の主原因は給水地下水に含まれる比較的高濃度の栄養塩(窒素やリン)による富栄養化である。高栄養塩濃度のため、池では夏季にはアオコ等藻類が大繁殖してpHが上昇し、濁り、悪臭が発生する。また、外来種であるアメリカザリガニの繁殖も加わって、中性から弱酸性を好むと言われるイノカシラフラスコモやジュンサイに代表される在来の水草の生育には適さ

ない環境となり、これらの水草を新たに池に移植してもすぐに消滅してしまう状態が続いている。

そこで、水質を改善し、本来の姿を取り戻した池を再生することを目的とした「じゅん菜池プロジェクト」が2018年に立ち上げられ、水環境ゼミナールも近隣教育機関の1つとして参加することとなった。



写真2

池の名となったジュンサイ。現在、池からは消滅しているが、池脇の水槽で保全・育成されている。池の環境が整い次第池への移植を試みる予定である。

2 じゅん菜池プロジェクト

「じゅん菜池プロジェクト」は行政、市民と近隣教育機関が教育、研究、啓発を含めながら互いにつながり、都市域に自然生態系を有するじゅん菜池を再生することを目的とした課題解決型プロジェクトである。

プロジェクトの参加主体を図1に示す。活動の中核をなすのは「ジュンサイを残そう市民の会」という会員数100名を超える市民団体である。池周辺環境の整備、在来水草の育成・移植準備、アメリカザリガニの捕獲などプロジェクトで行う活動のほとんどはこの市民団体により企画・計画され、残りの参加主体が協力する形で実施されている。

市民団体には戦後すぐからこの地に住み、池環境の変遷を実体験してきた人、長年にわたり地域の自然環境保全活動を続けてきた人など、かつての池環境を知る地元住民が多く所属しており、池に関する豊富な「経験知」を有していることが大きな特徴である。そのほか、昆虫、野鳥、クモ等、池とその周辺に生息する生物を専門とする会員も多く、小学生から80代まで、文字通り老若男女、仕事も経歴も多様な人の集団である。

一方、池を管理する市川市は揚水井の維持・管理、栈橋の改修などインフラストラクチャーの整備を主に担当し、プロジェクトでは唯一大きな予算を持つスポンサーの役割を果たす。さらに絶滅危惧Ⅰ類に分類されて社会的注目度の高いイノカシラフラスコモの保全と育成のほか、市民の会とともに写真展の開催等、プロジェクト活動と一般市民の橋渡しも担っている。

地域の教育機関の内、中等・高等学校は池での野外実習や市民の会会員を講師に招いた出前授業をおこなって次世代教育を担当する。大学は主に科学的調査を担当するほか、市民団体の企画による種々の活動に協力している。

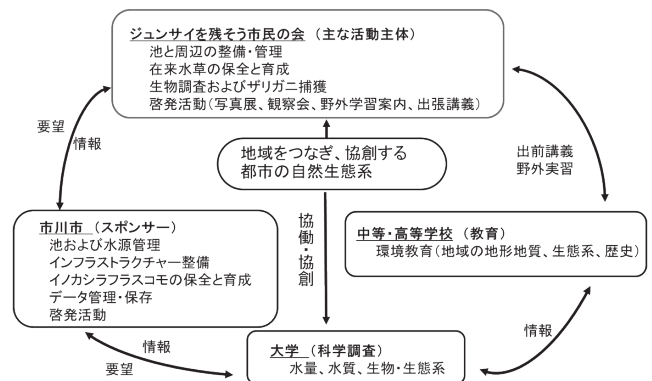


図1 じゅん菜池プロジェクト参加主体と主な役割 (杉田、2022)

3 活動を通じた多様な学び

池におけるゼミナール活動は毎週1回、雨天の場合は中止となるので春、秋学期合わせて年に20回ほど実施される。各回の授業は池との往復、道具などの片づけ時間を除くと実質60分程の短時間での活動である。学生たちは池に到着すると体温測定、手指消毒等感染対策の後、市民団体と当日の作業について確認をおこなう。

恒常的な作業として水質測定、野鳥調査、アメリカザリガニの捕獲調査、自然の池岸形成があり、そのほかに周辺環境整備として草刈りなど市民の会より実施を依頼された作業を手分けしておこなう。

作業は2～3人の小グループに分かれ、毎週作業内容をできるだけ変更し、全員がすべての作業を体験することのみが決められている。そこで学生は自由にその日に行う作業を選びグループを形成して、協働で作業に従事する。各作業に必要な人数は季節、その日の天候、池の状況等により異なるため、学生たちは必要な人数配分等、自ら状況を判断して行う作業を決める。

3.1 科学的調査

【水質調査】

池の水質調査は一部市民の会と分担しているが、本ゼミナールが主として実施している。

水質測定地点は池の最上流から下流までの定点6地点のほか、池への供給地下水（流入水）および池脇に設置した3本ある観測井の地下水である。観測井は周辺地下水と池水との相互作用（流入、流出）を判断するために2018年に学生たちにより手掘りで掘削された（写真3）。



写真3

2018年度におこなった観測井戸の掘削。この後ケーシングを入れて仕上げた。



写真4

池脇における水質測定。現地で測定、記録をおこなう。

水質測定担当となった学生は池の最上流から下流まで各地点をまわって採水をおこない、水温、pH、電気伝導度の各項目を現場で測定する（写真4）。また、毎月一回の頻度で採水した試水を大学に持ち帰り、栄養塩（窒素とリン）濃度、COD（化学的酸素要求量）および糞便性大腸菌の分析もおこなっている。観測井においては水位計で水位も測定して記録する。池中央の

水質測定を行う際には市民の会会員の指導を受けながら筏で池中央に向かったこともあった（写真5）。池中央の水質と池岸近くの水質の測定値に大きな違いがなかったため、現在は池中央での測定はおこなっていない。



写真5

市民の手作りによる筏を利用しての池中央における水質測定。筏の操作を市民の会会員に指導いただいた。

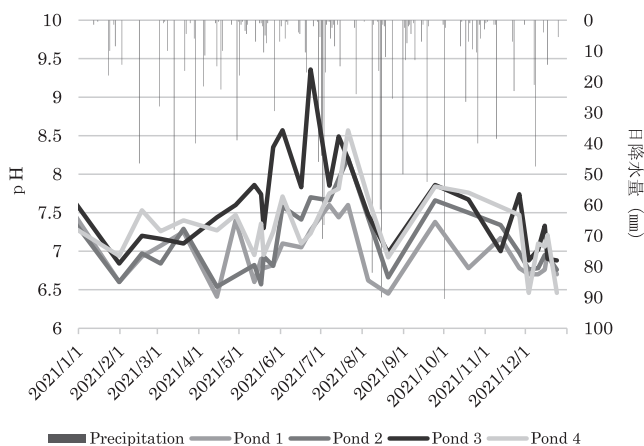


図2 2021年の池水のpHと日降水量

降水量 (Precipitation) は AMeDAS 船橋のデータである。Pond1～4の順で上流から下流の測定点となる。

学期末に学生たちは自ら測定した結果と過年度に測定されたデータを合わせてグラフ化して解析を行う。水質測定結果例として学生が作成した上流4地点における2021年のpH測定結果を AMeDAS 船橋の日降水量とともに図2に示す。ジュンサイ等在来水草は弱酸性を好むことが知られるが、グラフよりすべての地点において冬季には中性 (pH=7) に近かったpHが夏季に大きく上昇したことがわかる。pHの上昇は日射量の増加により水中で藻類が繁殖した影響（光合成による二酸化炭素の消費）と考えられる。学生はpHのデータと自らが観察した夏季における水の濁りと藻類

繁茂の様子からその仕組みを実感しながら、理解する。

2021年8月には日雨量50mmを越す大雨が4回発生したこともあり、月合計降水量が343.5mmに達し、その希釈効果のために8月末には池水のpHは急激に低下した。雨水により大幅に水質が改善されたため、学生は自ら雨水の水質測定を提案して実施し、自然の蒸留水である雨水が良好な水質を持つことを確認した。これにより、雨水を下水に流さずに自然の水循環に戻して地域の水循環を保全することの重要性を改めて理解することとなった。

現地で水質測定をおこなっていると一般市民から「何をしているの?」と頻りに声をかけられる。学生は測定の目的や当日の測定結果などを市民に分かりやすく説明しなければならない。他人に理解してもらうためには、自らが十分に理解していることが必要なほか、聞き手市民の水質に関する知識や理解度を観察しながら論理的に話すことが求められる。この一般市民とのコミュニケーションは意図して機会をつくることはおこなっていないが、重要な学生のコミュニケーションスキルを学ぶ場となっている。

そのほか、水質測定結果は速報値として市民の会に依頼し、池脇の掲示板に掲示してもらっている。掲示板前で立ち止まり見入っている市民を頻りに見かけ、池脇の掲示板も一般市民とゼミ活動の重要なコミュニケーション場である。

【水鳥調査】

池では美しいカワセミが通年見られるほか、10月から5月にかけては多くの水鳥が飛来する(写真6)ため、野鳥の写真撮影や観察を楽しむ市民も多く池を訪れる。面積が小さい上に浅い池ではその水容量に対して冬季に400羽にも達するカモ類の飛来は水質への影響が無視できない。水鳥の糞が池水への栄養塩供給源の一つとなっていることが明らかとなっている(杉田、2021)。

水鳥のサイズにより糞の量も異なることから、水鳥の糞による水質への影響を定量的に評価するためには、池にいるカモ類を種別にカウントする必要がある。学生たちの科学的調査の1つとして全員でカモ類の種別カウントに挑戦している。

目視により種の判別を行うためには十分な事前学習が必須であるが、現地で実物をみながら、レクチャーを受けることが最も効果的な学習方法である。そこで、可能な範囲で日本野鳥の会会員でもある市民の会会員

に具体的な判別方法とそのポイントについて池でレクチャーを受けたほか、資料を提供していただいている。



写真6
池に飛来したカルガモ

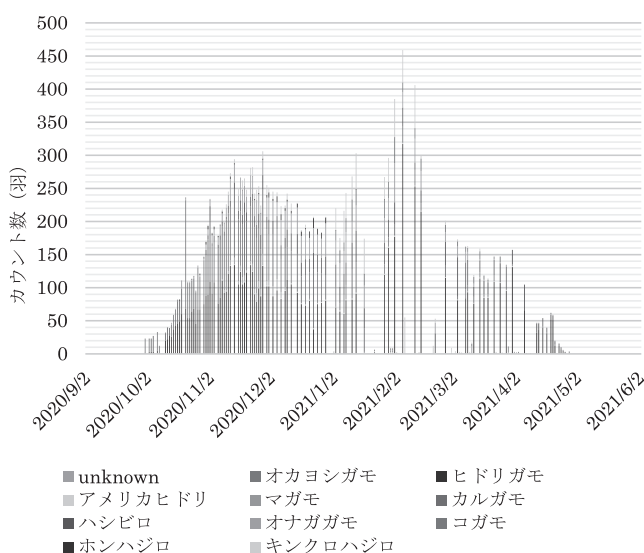


図3

2020年9月から2021年5月までにじゅん菜池で確認された主なカモ類種別カウント結果(田中直義氏(ジュンサイを残そう市民の会会員)によるカウント結果をもとに学生による計測結果を合わせて作図) unknownは学生が判別できなかった数

学生によるカウントは計数カウンターを用い、池を周回して視認によりおこなう。計数中にも動き回る水鳥の数の正確な計数は慣れない学生にとっては容易ではない。学生のアイデアで写真撮影をして写真から計数するように工夫をしたクラスもあった。しかし、写真による計数は水鳥が動くことによる二重計数がある程度避けることができるものの、池全体を同時に写すことは困難で、その効果は限定的であることがわかった。また、写真では動きが無いために種の判別が困難になる場合もあった。このような工夫と失敗も学生にとっては良い経験と考えている。

池でカモ類のカウント調査を長年続けてきた田中直

義氏（ジュンサイを残そう市民の会会員）から定期的にカウントデータの提供を受け、学生による調査結果と比較する答え合わせをおこなっているほか、解析には提供されたデータを利用している。新米の学生のカウントは思いのほか正解に近く、驚くことが多い。

図3に2020年9月から2021年5月にじゅん菜池で確認された田中直義氏のデータに学生のカウント数を加えた主なカモ類種別カウント結果を示す。

9月に飛来が始まるカモ類の数は1月～2月にかけて400羽を超える日もあり、高い密度となっていることがわかる。カモのカウント調査はデータの重要性もさることながら、池に生息するその他の生物も丁寧に観察することになり、池の存在によって広がる生態系を実感することにも繋がっている。

3.2 外来種の駆除

外来種であるアメリカザリガニは雑食性で、池底の落ち葉、藻類を餌とするほか、沈水植物、浮葉植物を切る習性があることが知られる。じゅん菜池には餌が豊富にあり、アメリカザリガニが大量繁殖してきた。水草を刈り取ることによって、より餌を見つけやすく効率よく採餌できるようになって成長を続けた大きなサイズの個体も多い。これらアメリカザリガニの繁殖は沈水植物であるイノカシラフラスコモおよび浮葉植物であるジュンサイ消滅の主な要因の一つと考えられている。

市民の会では池の上流から下流まで複数の捕獲かごを仕掛け、アメリカザリガニの捕獲回収とカウント調査をおこなってきた。ゼミナールにおいても市民の会の活動を手伝う形で毎回、アメリカザリガニの回収とカウント調査をおこなっている（写真7）。

担当となった学生はすべての捕獲かごを水揚げして捕獲されたアメリカザリガニを回収した上で大きさ別にカウント、記録する（写真8）。データは市民の会が管理し、ゼミナールと共有してもらっている。

学生は2021年末に市民の会から提供されたデータをもとにグラフを作成しその動向の解析をおこなった。2017年には5千匹を超えていた年間捕獲数がプロジェクトを開始した翌年には半減し、捕獲の明らかな効果が認められた。しかし、その後捕獲を継続したにもかかわらず、2018年以降、パンデミックの影響で捕獲活動が減少した2020年を除くと毎年2500匹ほどの捕獲数となっており、生息数の減少が見られない。現

状では捕獲圧と繁殖力が均衡していると推定された。

アメリカザリガニの生息数をさらに減少させるためには追加の対策が必要である。比較的大サイズのザリガニが多く池に残っていると推定され、市民の会ではザリガニ釣り大会を企画した。ゼミナールにおいても同様の大会を現在企画中である。

捕獲かごからは頻繁に水生昆虫、オタマジャクシ、魚類など、アメリカザリガニ以外の生物が回収される。メダカに似た外来種であるカダヤシも頻繁にかごに入り、池に多く生息していることがわかっている。学生はそれらが池に戻してもよい在来種か駆除しなければならない外来種か判別しなければならず、外来種に関するよい学習機会ともなっている。



写真7
アメリカザリガニの捕獲作業



写真8
捕獲したアメリカザリガニ

3.3 力仕事

【水路整備】

手賀沼における北千葉導水の効果（千葉県、2022等）に見られるように池の水質改善には水の滞留時間を短縮することが単純で効果がある。そこで市民の会の企画・計画により、プロジェクト開始直後には流れをスムーズにすることを目的として池に数か所あるくびれ状部分の水路整備をおこなった。市川市が重機を提供

して水路の拡張・整備を行った後、ゼミナールでは石の撤去など細かい作業を手伝った。

水路整備後、池水の滞留時間は短縮して、水の透明度が上昇した。すると日射が池底に届くようになったためか底泥から絶滅危惧Ⅱ類のデンジソウ、準絶滅危惧種であるイチヨウウキゴケ、アサザのほか、古代ハスなど複数の水草の再生が認められた。

その中で古代ハスが問題となった(写真9)。市民の会の記憶によるとじゅん菜池の古代ハスは過去に人為的に導入された外来種である。生態系の復元を目指す市民の会としては駆除すべきとの意見であった。しかし、その美しい花は一般市民を楽しませ、古代ハス保全の要望が寄せられたため、現在、市民の会では古代ハスの一部を保全して過繁殖とまらないか様子を見ている。



写真9
発芽した古代ハス

このできごとは、学生たちが外来種の駆除と希少種の保全について考えるきっかけとなった。現在4年生となった数人の学生は卒業論文の課題として多大な費用をかけての希少種の保全と大きな害の無い外来種駆除の意義に関して調査をおこなっている。実際に自らが池で体験した事象から課題を発見し、その解決に努めていることになり、池での学びの成果の一つと考えている。

【自然の池岸再生】

自然の池では岸から沖に向かい徐々に水深が深くなるため、水深に適した植物が遷移しながら自生する。たとえば、浅い岸近くではアシやガマ等の抽水植物、少し沖にはヒツジグサやヒシなどの浮葉植物、そしてさらに水深が深くなると浮遊植物や沈水植物(角野、2014)などである。

じゅん菜池では過去に池岸を人工的な鉛直板で囲んだため、水深が徐々に深くなるような自然の池岸が存在しない。池岸の地形を元の緩やかな傾斜に戻し、自然の植生を移植して再生することを目的とし、プロジェクトでは自然の池岸再生作業をおこなっている。市民の会が企画、市川市が材料となる山砂を提供し、学生がその砂を池岸に運び込み池岸を形成するという3者の協働作業である(写真10)。学生にとっては単純な力仕事で現時点ではまだ作業途中で明確な効果はないが、市民の会が移植用植物の育成及び移植試行を行っており、学生たちは意義を理解して今後を楽しみに作業をおこなっている。



写真10
砂の運び込み作業

3.4 小学生の総合学習支援

2022年1月に市民の会を通して市川市国府台小学校から声をかけていただき、4年生の総合学習支援をおこなった。具体的には池において小学生数名に学生2名がつきながら池の自然環境を学ぶ野外実習である(写真11)。

実習に先立ち、ゼミナール3年生が中心となり授業構成案を練り、配布資料を作成した。

授業は短時間に効率よく池の環境を学び、体験してもらうことを目的とし、池の成り立ち、地形、歴史の説明のほか、水質測定と野鳥のカウントを学生と一緒にこなうこととした。小学生に楽しく興味を持ってもらうため、池の成り立ちの説明では池の地形「谷津」にまつわる伝説の話も加えるなど工夫を凝らした。また、水質測定では試薬等を持ちいるため、扱いの注意を徹底すること、水鳥のカウントでは池周囲を歩くため迷

子等に気を付けることなど、実際の授業を想定して内容・注意点をまとめ、予行練習をおこない本番に臨んだ。



写真11

総合学習支援において、池脇で池の成り立ちについて説明する。

授業資料はワークシートとして小学生が自分で測定した水質や水鳥のカウント結果を書き込めるようにしたほか、興味をもって見返してもらえるようにカラーで図を入れた。実際の授業は設定時間の関係で学年を超えて(2~4年生)ボランティアで参加可能なゼミ生による実施となった。

小学生が関心をもって容易に理解するために、4年生までの学習により持つ知識を事前調査し、小学生が理解できる言葉での説明も準備し、学生にとってはコミュニケーションについて学ぶ良い機会となった。本事業は小学校の教頭先生が偶然池にいらして実現したもので、継続の予定がない。今後何らかの形で継続できる方法を模索しているところである。

4 まとめ

市川市、地域の市民団体および教育機関が協働して水環境の再生を目指す「じゅん菜池プロジェクト」に参加する水環境ゼミナールは昨年度、科学的調査(水質と水鳥調査)、外来種駆除、周辺整備と小学校の学習支援をおこなった。

プロジェクトには「憩いの水辺創出」、「希少生物の生息域保全」、「湧水の復活」など、多様な活動目的を

参考文献

角野康郎(2014)「日本の水草」、文一総合出版、p.326

杉田文(2021)「市川市「じゅん菜池」の水環境—再生・保全に向けた基礎調査報告—」

千葉商大紀要 第58巻第3号 pp.35-49

杉田文(2022)「市民協働による地下水調査とその活用」、学術の動向 27巻1号 pp.56-60.

市川市 「じゅんさい池緑地」

<https://www.city.ichikawa.lg.jp/gre04/1521000002.html> (2022年7月参照)

千葉県「手賀沼に係る湖沼水質保全計画(第8期)」

<https://www.pref.chiba.lg.jp/suiho/8ki/tega/documents/teganumanikakawarukosyousuisituhozennkeikakudai8ki.pdf> (2022年7月参照)

もつ、社会的立場も年代も異なる人々が参加している。

大学が主となり実施している水質分析では池の環境を悪化させる栄養塩の供給源を明らかにするとともに、その状況を速報で市民に情報提供している。野鳥カウントは学生・教員全員が未経験であるため専門知識を有し、長年池の野鳥カウントをおこなってきた市民に指導を仰ぎながら試行を続けている。カウント結果は共有し、野鳥の状況を把握するほか、池水質への影響評価にも利用した。外来種(アメリカザリガニ)の捕獲と駆除も市民のこれまでの知見を共有していただきながら協働して行い、未だ十分ではないが一定の効果あげている。今後、さらなる対策が必要であることがわかっている。

以上のように池での作業のほとんどが市民や市の協働活動である。多様な人々と協働することにより学生は大学の講義では得ることがない池に係る知識や技術を、市民の「経験知」から多く習得することができている(写真12)。加えて、市民との協働作業では池に関する多様な価値観、考えの存在を知り、その中で自らが果たすべき役割を考えて実行しなければならず、プロアクティブに行動することを身に着けることができている。一方、小学生への学習支援では相手の立場や知識を考慮した説明をおこなうことが求められるなど、池の再生活動は学生にとって自ら考えて行動する多様な学びの場となっている。



写真12

市民から「経験知」を学ぶ