

# 都市公園におけるヒキガエルの生態研究

—身近な生物を題材とした探究活動と地域連携の実践—

東京都立科学技術高等学校 佐藤 龍平

## 1. 背景

東京都立科学技術高等学校（以下、本校）は、都内に2校のみの「科学技術科」を設置する理系高校であり、文部科学省よりスーパーサイエンスハイスクールの指定を受けて理系教育の推進に力を注いでいる。本校は普通高校に比べて充実した専門施設を有し、課題研究を軸とした独自のカリキュラムを実施しており、非常に恵まれた研究環境にあるといえる。そのため、本校には、理科に興味関心が強い生徒が集まりやすい。一方で、そのような生徒の中でも、生物の“観察”をどのように“研究”に発展させて良いか分からないという声も多く、高校生の生物研究におけるテーマ設定の方法に課題があると感じていた。

筆者はこれまで、“体験的な学び”が生徒の探究活動を促進する上で重要であると考え、高等学校でのフィールドワークの推進を図ってきた<sup>[6][7]</sup>。このような背景の下、この度、科学研究部の生徒の研究指導を担当することになり、これまでのフィールドワークの経験を活かしながら、生徒と共に身近な生物を題材にした生態調査を試みた。本研究では、都市部に位置する本校の近くにある、「都市公園」という決して自然度の高くない身近な環境において、生物を題材にした探究活動を推進することを目指している。さらに、こういった学校周辺の身近な生物の調査が、近隣の方々とのつながりを生み出し、高校生と地域社会との連携に発展することを意識した。

## 2. 研究目的

本校（東京都江東区）から徒歩5分の位置にある猿江恩賜公園（以下、公園）は、周囲を住宅街に囲まれ、北部と南部が大きな道路で分断された都市公園である。テニスコートや野球場などが設置されており、来園客も多い。本研究でフィールドとした公園南部の池には、ウシガエルやアメリカザリガニ等の外来生物が多く生息しており、良好な環境とは言い難い。そのため、これまで生物調査はあまり行われていなかった。しかし、「意外にもヒキガエルが多い」という科学研究部の生徒の気づきから、ヒキガエルの生息数や行動パターン等の総合的な生態の調査を生徒が行い、「本公園になぜヒキガエルが多く生息しているのか」を明らかにすることを目的とした研究を行うこととなった。

以下のヒキガエル研究は、こういった背景の下、2022年4月から2023年7月にかけて科学研究部の生徒が行ったものである。

## 3. ヒキガエルについて

ヒキガエルは、カエルの中でも陸棲傾向が強く、2～3月の繁殖期に冬眠から覚め、1週間程度のみ一斉に水場に集まってオスがメスを奪い合う「ガマ合戦」が行われることが有名である。本州の平地のヒキガエルは2亜種あり、主に西日本にニホンヒキガエル *Bufo japonicus japonicus*（以下、ニホン）、東日本にアズマヒキガエル *B.j. formosus*（以下、アズマ）が分布している（図1）。しかし近年、東京都をはじめとする関東地域に、本来分布しないはずの西日本産ニホンヒキガエルが多く見つかっており、国内での移入が問題となっている<sup>[1][2]</sup>。

この2亜種は、鼓膜の最大径 (DT) と眼と鼓膜間の距離 (ET) の相対値 DT/ET より (図2)、 $DT/ET \geq 2$  ならばアズマ、 $DT/ET \leq 1$  ならばニホンと形態的に推定することができる [1] [2]。



図1. ヒキガエルの自然分布



図2. ヒキガエルの横顔

#### 4. 研究 I 「フィールド調査」

##### 4-1 個体識別方法

両生類の個体を識別する方法として、特にヒキガエルでは「指切り法」が広く用いられてきたが、指の切断位置で個体識別を行うこの手法は、個体の死亡率の上昇や、倫理的な問題が報告されている [5] [11]。その他にはマイクロチップや特殊なタグを用いる方法などがあるが、これは非常に高コストである。本研究では、ヒキガエルへの影響を最小限に抑え、高校生への心理的ダメージも少なくかつ低コストで個体識別を行うために、『ヒキガエルの特徴的な「色彩パターン」(図3) を用いれば個体識別が可能である』と仮説を立て、研究を行った。

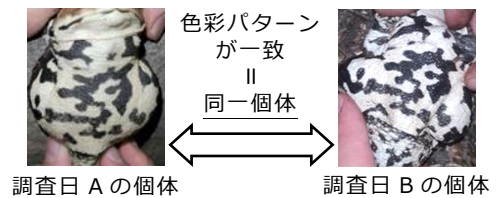


図3. 色彩パターンによる識別例

##### 4-2 捕獲及び記録方法

日没後に公園内でヒキガエルを捕獲し、腹部と横顔の撮影、位置を記録した後、捕獲位置に逃がした (図4)。フィールドでの捕獲調査は令和4 (2022) 年4月~6月、9月~11月、令和5 (2023) 年2月(繁殖期)で、計42回行った。生徒が立てた仮説は以下の3つである。

1. 個体数は150匹前後。
2. 大きく移動しながら生活している。
3. アズマが中心だが西日本からニホンが移入されている可能性もある。

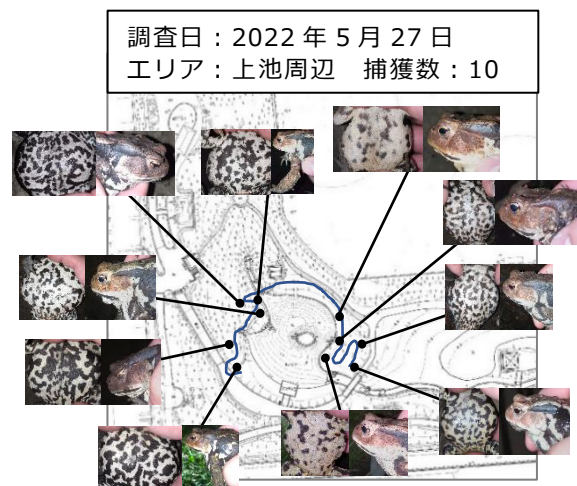


図4. フィールド調査例

#### 5. 「フィールド調査」の結果

##### 5-1 個体数についての調査結果

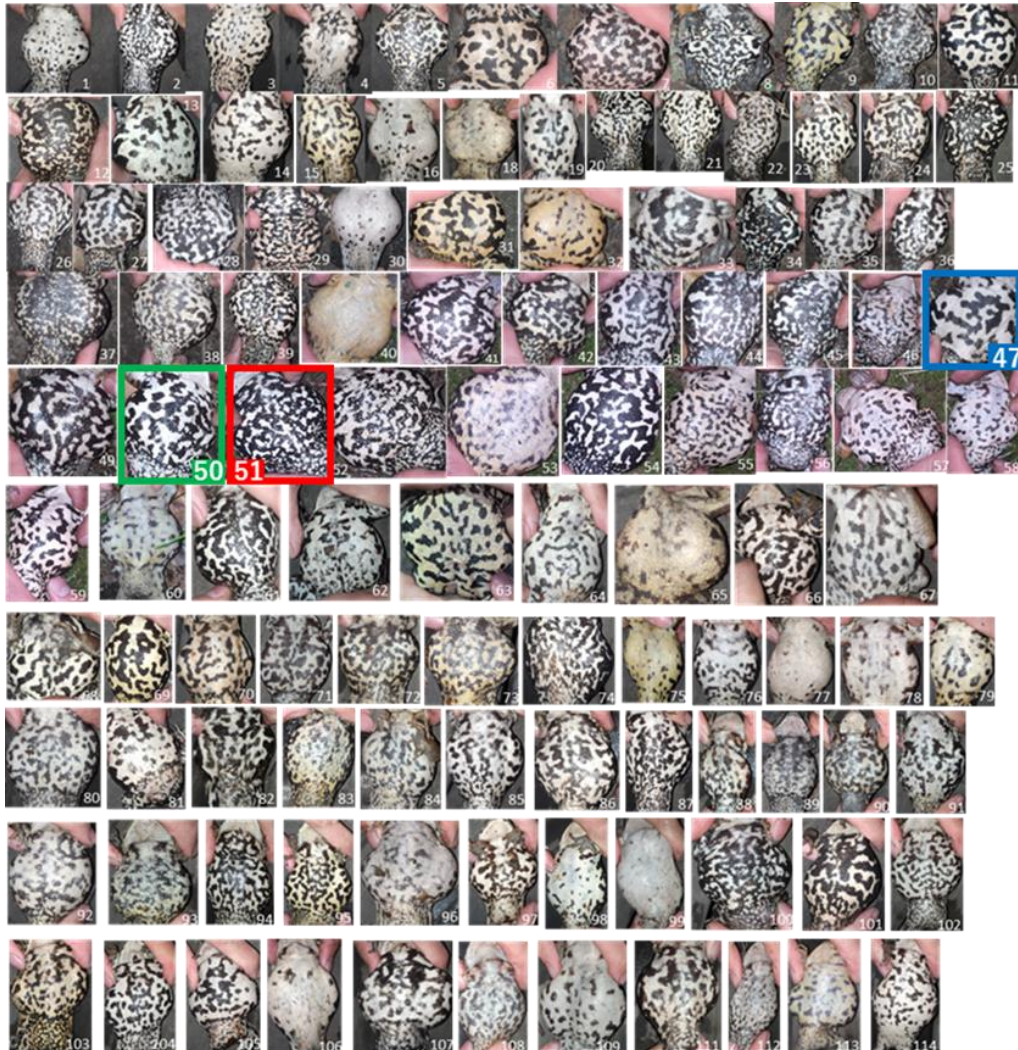
非繁殖期の4月から11月に行った計28回の調査では、のべ519匹のヒキガエルを捕獲した。この519匹分のヒキガエルの腹部の模様を、図6の照合例のように1匹1匹比較していった結果、日をまたいで再捕獲



図5. フィールド調査の様子

されたのは、のべ 129 匹分であった。このことから、本公園には、少なくとも 390 匹 (519-129=390) のヒキガエルが生息していることを明らかにした。公園の規模を考えると、驚くべき個体数である。

繁殖期 (2月) にも同様の方法で個体数を調べた。ヒキガエルは2月頃の1週間程度、冬眠から覚めて一斉に池に集まり、繁殖行動を行う。本調査では2月に計 14 回捕獲調査を行い、2023 年の繁殖期では、猿江恩賜公園の上池で繁殖に参加している個体は、少なくとも 178 匹であることが明らかになった。



(a) 4月25日に捕獲した114匹のヒキガエルの腹部の画像



(b) 6月9日に捕獲した12匹のヒキガエルの腹部の画像

図6. 2022年4月25日の個体(a)と6月9日の個体(b)の照合例

## 5-2 移動性についての調査結果

非繁殖期(4~11月)において、日をまたいで再捕獲された個体の位置を比較した結果、大きな差が見られなかった(図7)。このことから、非繁殖期において、ヒキガエルは大きく移動することなく生活していることが明らかとなった。特に、図7内の橙枠で示す個体は16日間、赤枠の個体は24日間、緑枠の個体は113日間にもわたり、ほぼ同じ位置に居ることが確認できた。

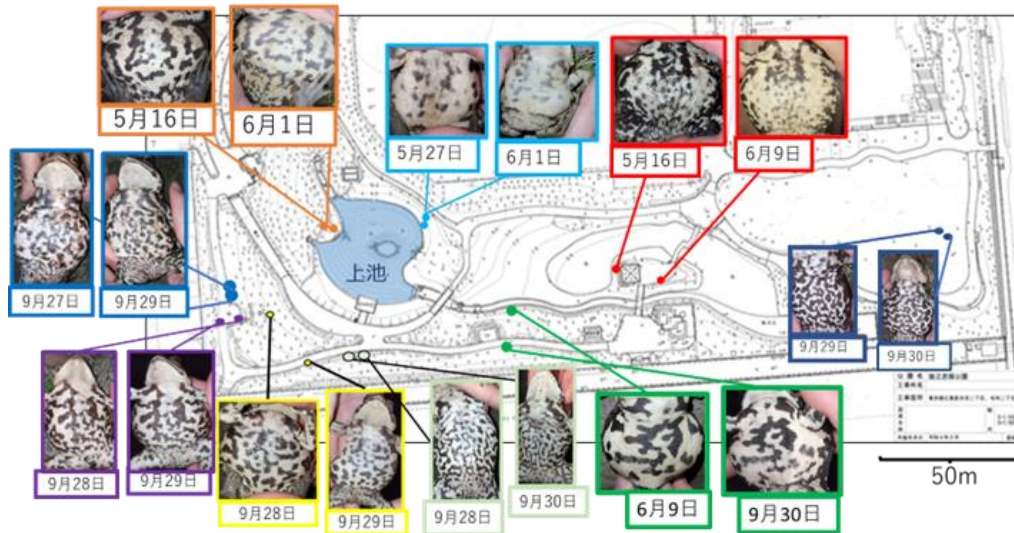


図7. 非繁殖期のヒキガエルの移動性

また、繁殖期(2月)の調査では、以下の図8のような結果が得られた。図8内の個体①は急勾配を避けて移動していることが分かり、ヒキガエルは必ずしも池への最短ルートを移動しているわけではないことが分かり、繁殖期に池に戻る際、水の匂いなどに誘引されているわけではないことが示唆された。

さらに、図8の茶線部には工事柵が設置されており、繁殖期のヒキガエルの移動の妨げになることがあらかじめ予想できたため、「8-2 地域連携」で後述するように、東京都建設局及び工事業者と連携して繁殖期の前に柵の下部に隙間を作ってもらった。

本調査の結果、個体②、③は繁殖期に工事の柵を越えた移動をしていることが確認でき、このことから、工事を行う場合には、生物の行動に配慮した設計が必要であることを証明することができた。

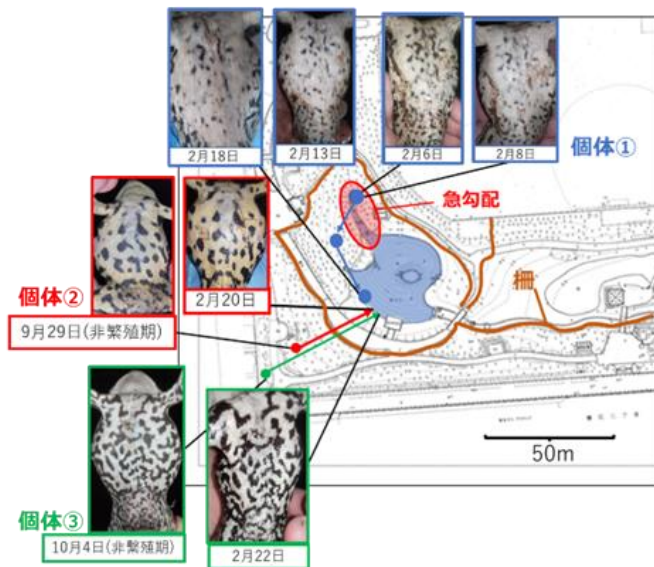


図8. 繁殖期の移動性

### 5-3 ヒキガエルの食性について

個体数調査では、仮説を大きく上回る個体数が見つかったことから、ヒキガエルのエサ資源について着目し、ヒキガエルの糞による食性の調査を行った。当初の仮説では、公園内の土壌にダンゴムシ類とワラジムシ類が多く見られることから、ヒキガエルの糞からそれらが発見されると考えた。

ヒキガエル 13 個体の糞を採取して内容物を実体顕微鏡で観察したところ、仮説に反してダンゴムシやワラジムシは発見されなかった。7月に採取した糞 1 個からはツチカメムシの仲間が 12 個体分発見された。その他にはアリや甲虫の仲間が多く発見された。ヒキガエルのエサの選択性については今後追加調査を行っていく。

### 5-4 公園内のヒキガエルの分布

フィールド調査で記録したヒキガエルの位置をプロットしてみると(図9)、ヒキガエルは池周辺以外に、植込みや落ち葉の多い場所に密集して生息していることが分かった。このことと食性調査の結果から、ヒキガエルの生活には身を隠せる環境や、エサとなる土壌生物が豊富な環境が重要であると考えられる。本公園は、落ち葉が掃かれずに溜まっている場所が多く、こういったことが本公園にヒキガエルが多い原因の一つなのではないかと考えられる。

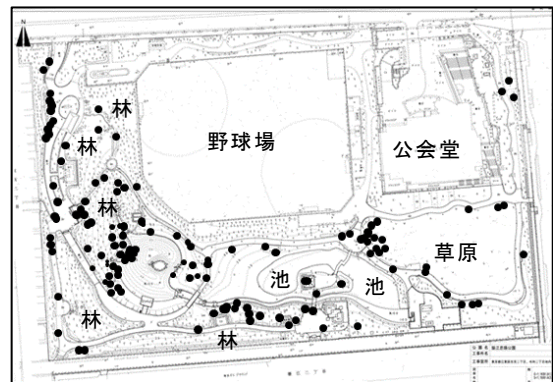


図9. 全調査日のヒキガエルの位置

### 5-5 亜種についての調査結果

鼓膜が明瞭なヒキガエル 90 個体について、鼓膜の最大径(DT)と眼と鼓膜間の距離(ET)の相対値 DT/ET を求めた結果、全 90 個体の中で、在来種であるアズマと考えられるものは 18 個体、西日本からの移入種であるニホンと考えられるものが 25 個体、さらに、アズマとニホンの中間の特徴を持つ、交雑種と考えられる個体が 47 個体確認された(図10)。

また、実際の交雑の有無を確認するために、2月の繁殖期に、雌雄でペア(つがい)となっている個体(図11a)の鼓膜を調査した結果、アズマとニホンのペアが発見された(図11b)。このことにより、少なくとも2亜種

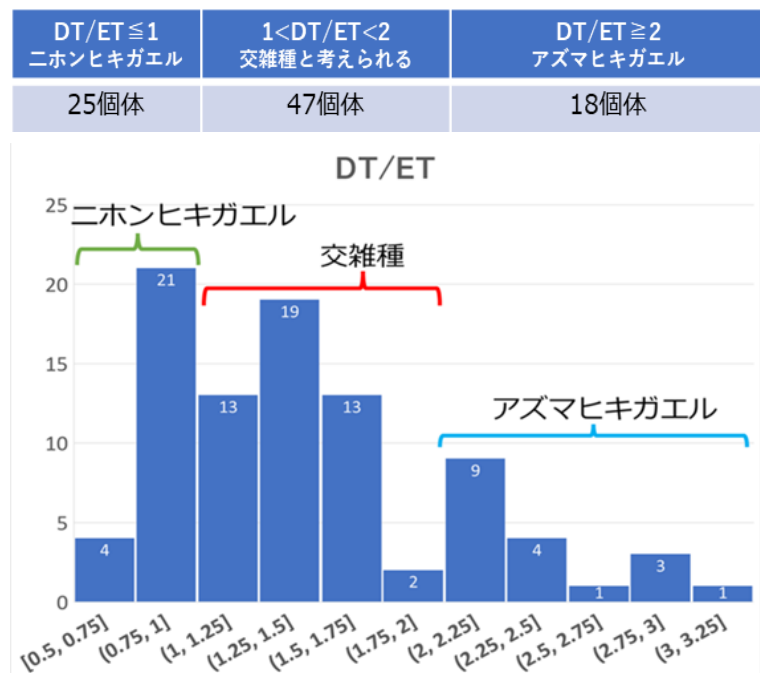


図10. 鼓膜の調査結果

間で包接していることが分かった。

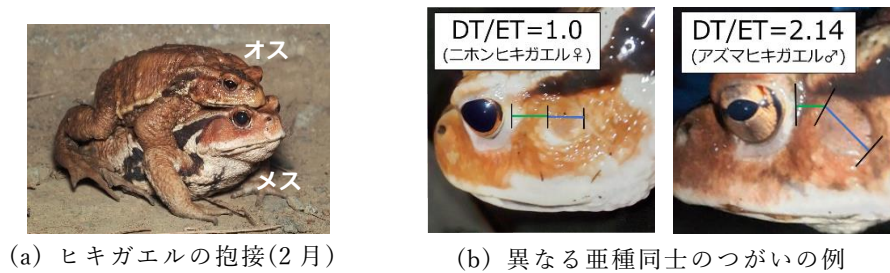


図 11. ヒキガエルの交雑

## 6. 研究Ⅱ「DNA 鑑定」

### 6-1 DNA の調査方法

ヒキガエルの移入と交雑についてより詳しく調べるため、DNA 鑑定を行った。先行研究より、ニホンヒキガエルのミトコンドリア DNA (mtDNA) の CytB 領域には、制限酵素 Sal I で切断される領域が存在するが、アズマヒキガエルの同領域には存在しないことが分かっており、制限酵素処理によりサンプルの母系統がニホンであるかアズマであるか鑑定できる<sup>[10]</sup>。DNA 鑑定のサンプルには、母親が特定できている猿江恩賜公園産の卵 6 個体分 (A~F)、猿江恩賜公園産の幼生 3 個体 (G~H)、東京都世田谷区産の幼生 2 個体 (J,K)、さらに、東京都小平市産の卵 1 個体 (L) の、計 12 サンプル (A~L) を用いた。なお、世田谷区産は東京都立園芸高等学校、小平市産は学習型体験農園みのり村に提供していただいた。抽出した mtDNA を PCR で増幅し、増幅が確認できたサンプルを制限酵素 Sal I で処理し、電気泳動によりバンドを確認した。DNA 抽出方法やプライマー設計、PCR 及び制限酵素処理の条件等は長谷 (2022) に従った。

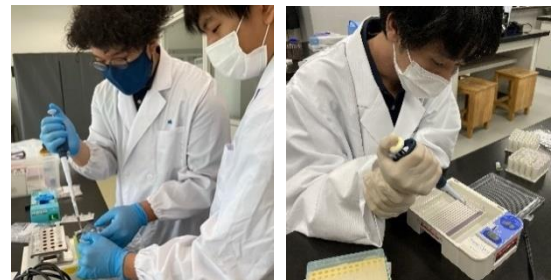


図 12. DNA 抽出及び電気泳動の様子

### 6-2 DNA 鑑定の結果

増幅された mtDNA を制限酵素処理した結果、図 13 の泳動パターンのように、A~L の 12 個体分のうち、制限酵素により DNA が切断されたのは E、G のみであった。このことから、猿江恩賜公園産の E、G の 2 個体のみが、母系統がアズマヒキガエルであると判断された。現時点では DNA 鑑定を行ったサンプル数が少ないものの、以上の結果は、東京都内において非常に高い割合で、本来いないはずのニホンヒキガエルが移入しており、移入種による遺伝子浸透が進んでしまっていることを示唆するものである。さらに、A~L の 6 サンプル (6 卵) については、産卵の最中に卵を採取したため、母親が特定できている。そこで、母親の鼓膜の特徴と、卵の mtDNA の鑑定結果を比較した。すると、6 サンプル中、A、B、C、F の 4 サンプルは、母親の鼓膜の特徴はアズマヒキガエル型であるのに、卵の mtDNA の母系統がニホンヒキガエル型であるという結果が得られた (表 1)。外見的特徴 (鼓膜径と眼-鼓膜間距離の比) での両亜種の識別は、論文や図鑑等にも頻繁に記載されている一般的な識別方法であるが、今回の結果はその手法が通用しない例である。調査サンプル数が少なく、まだ確実なことは言えないため、あくまで推測の域を出ないが、2

亜種間の交雑が進んだことによって、ニホンヒキガエル系統のヒキガエルの外見的特徴が、アズマヒキガエルに近づいている可能性もあるのではないかと考察している。

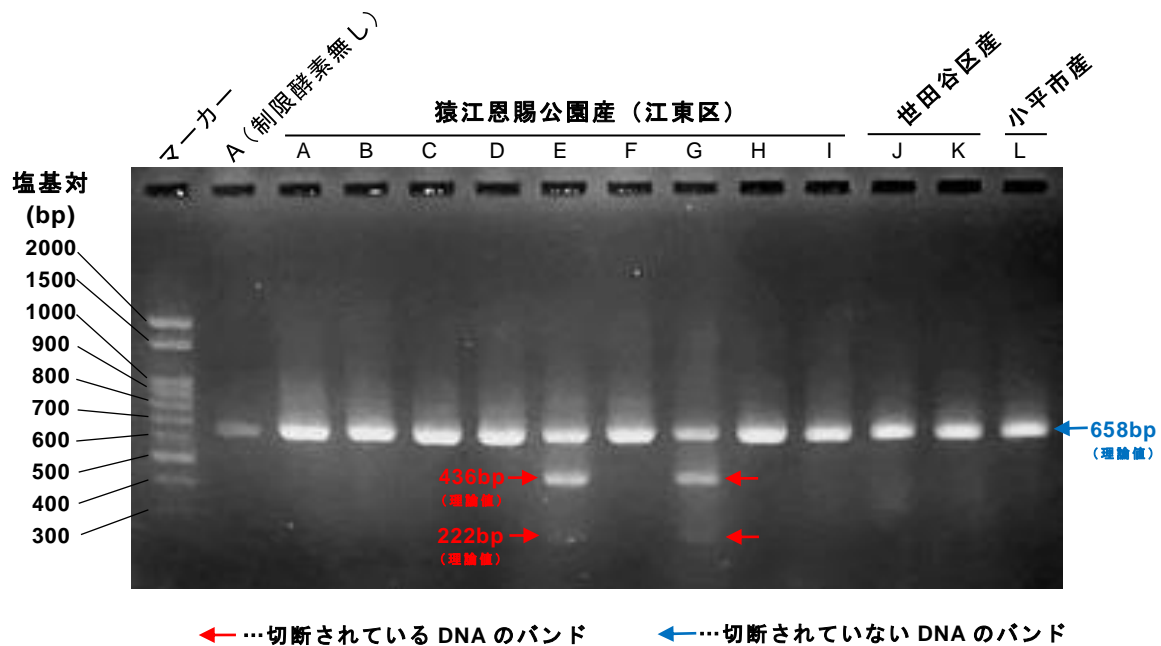


図 13. 電気泳動結果

個体	鼓膜の特徴DT/ET	mtDNAの母系統
A	2.0 (アズマ型)	ニホン
B	2.5 (アズマ型)	ニホン
C	2.6 (アズマ型)	ニホン
D	1.8 (交雑型)	ニホン
E	2.0 (アズマ型)	アズマ
F	2.1 (アズマ型)	ニホン

表 1. 外部形態と mtDNA の比較

## 7. 研究Ⅲ「ヒキガエルの個体識別システムの開発」

前項 5. で行った調査での個体識別はすべて目視で行ったため、非常に時間と労力を要した。この課題を解決するため、情報分野を専攻する生徒と連携して機械学習によるヒキガエルの個体識別システムの開発を進めることとなり、生物分野と情報分野の校内共同研究がスタートした。

### 7-1 個体識別システム開発の方法

これまでに、カエルの背中や腹部の模様を用いた先行研究は存在するものの、特殊な装置を必要とするといった問題があった<sup>[3] [4]</sup>。本研究では、専門知識がなくても運用できる操作性の高いシステムの開発を目指している。機械学習は Python を使い、開発環境は Visual Studio である。教師画像となるヒキガエルの腹部画像は、フィールド調査の際に収

集した。撮影した画像を畳み込みニューラルネットワーク（以下、CNN）を用いて機械学習を行った。

フィールド調査の際に収集したカエルの画像から教師データを作成し、機械学習による画像分類を行う。CNNは、画像の特徴を捉えて分類するという特性から、学習済み個体と未学習個体の判別が難しい。そこで、識別したい画像を学習済みのデータと照らし合わせて、学習済データのうちで最も合致率が高い個体へ振り分けられるようなシステムにした。教師データの数は、先行研究や使用する機器を加味し、一個体あたり100枚以上とした<sup>9)</sup>。



図 14. 個体識別システム開発の様子

判別の際、より精度の高い判別を行うため「リーグ戦方式」という独自の仕分け方法を採用した（図 15）。「予選」段階では、10 個体分の教師個体ごとに最もそれらしいと判断された個体を選出する。次の「決勝」段階では、予選で選出された個体同士を、あらかじめ予選で用いたすべての腹部画像データを改めて教師データとして学習を行ったモデルを用いて判別させ、最も識別率が高いと判定された個体を該当する個体番号のフォルダへ保存する仕組みになっている。一般に、多くの個体を一度に判別する場合、識別率が不安定になってしまう傾向があるが、リーグ戦方式を採用することで安定して高い識別率を保持できる。一方、判別する個体が増えるとともに「決勝」で使用する学習データが膨大な数となり、学習するための時間とデータ容量を多く使用してしまうことには注意が必要である。

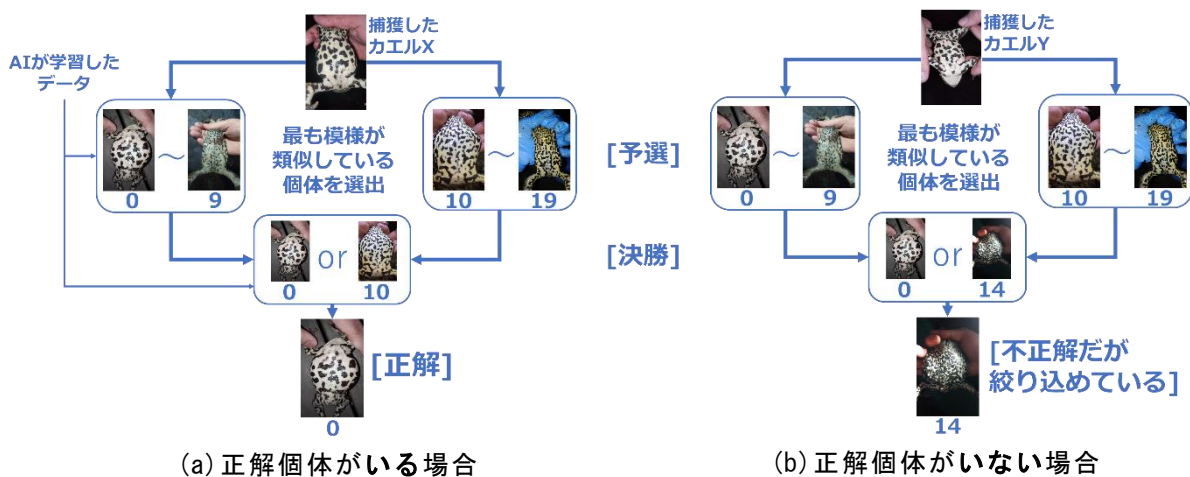


図 15. リーグ戦方式のフローチャート

## 7-2 個体識別システム開発の結果

CNN に学習させ教師データとした個体数は 20 個体であり、それぞれ 0 番～19 番個体とした。これらの学習個体の識別率は 0.994～1.000 と、とても高い値を維持することが出来た。このことから、CNN でも個体識別が可能だと考えた。

AI の個体識別プログラムの実施例について、表 2 を例に見てみる。表 2 a のように、捕獲した 55 個体が教師データ（20 個体）のどれに最も近いか AI が振り分ける。例えば、捕獲個体 A の場合、「予選」で教師データ 0～9 番と照合すると、0 番に近いと判断された。同様に個体 A と教師データ 10～19 を照合すると 11 番に近いと判断された。さらに「決



勝」で個体 A が教師データ 0 番と 11 番のどちらに近いかが改めて照合すると、0 番が最も近いと判断された。

同様に、捕獲した 55 個体すべてを照合すると、0 番と近いと判断されたのは表 2 a 中の A~D の 4 個体であった。この 4 個体を目視で確認すると、捕獲個体 D が教師データ 0 番と同一個体であることが分かり、AI の振り分けが正しかったことが確認された。ただし、識別率を見ると、正解の D よりもむしろ A~C の方が高い値となっていた。識別率の向上を目指し、画像のトリミングの有無による識別率の変化を調べた。画像の不要部分を取り除き、腹部のみにしたところ、表 2 b のように、捕獲個体 A~C は 0 番個体ではない異なる個体へ振り分けられ、捕獲個体 D (正解) のみが 0 番個体へ振り分けられた。この結果から、手間は増えるものの、トリミングにより識別率が上がることが分かった。

		捕獲個体 (55個体のうち一部抜粋)								
		A	B	C	D					
		教師データ	振分番号	識別率	振分番号	識別率	振分番号	識別率	振分番号	識別率
(a)トリミングなし	予選	0~9	0	0.97838	0	0.56577	0	0.96898	0	0.71988
		10~19	11	0.86864	10	1.00000	12	0.87003	10	0.99993
	決勝	0	0.98848	0	0.98481	0	0.99994	0	0.81819	
(b)トリミングあり	予選	0~9	0	0.95449	9	0.91725	0	0.99589	0	0.88221
		10~19	11	0.99992	10	1.00000	10	1.00000	10	1.00000
	決勝	11	0.68120	9	1.00000	10	0.89954	0	0.99925	

表 2. 個体識別システムの実施例 (トリミングなし(a)及びトリミングあり(b))

## 8. 総括

### 8-1 研究の結論

本校の科学研究部の生徒が抱いた「この公園にヒキガエルはどのくらいいるのだろう。」という素朴な疑問から始まった本研究は、予想外の結果が得られたことから新たな疑問が生まれ、地域と連携したフィールド調査から始まり、分子生物学的なアプローチへの発展、校内の他生徒と連携した機械学習のプログラミングなど、当初は思ってもいなかった様々な方向へ研究が発展していった。生徒の地道な努力によって1年以上継続して調査が行われた結果、ヒキガエルの個体数、移動性や食性、移入種の侵入の深刻な現状等を明らかにすることができた。これらの研究が、終始「カエルに優しい手法」にこだわって行われたことも特筆に値する。本研究の結果と考察をまとめると、以下の通りである。

本研究の結果、ヒキガエルの腹部の色彩パターンによる個体識別は十分に可能であることが分かった。今後、本研究でも利用した機械学習などを発展させ、さらなる簡便化を図ることができれば、カエルに優しい、非侵襲的な調査方法として、従来の指切り法などに代わる手法として広く浸透していくことが期待できる。

本研究により、決して大規模とは言えない都市公園に、少なくとも 390 匹ものヒキガエルが生息していることが明らかになった。この驚くべき個体数は、植込みや落ち葉が豊富

で、エサとなる土壌生物が多く、また、身を隠せる環境が多いことによると考えられ、他地域においても、こういった環境を整えることがカエル等の両生類の保全に繋がると考えられる。

また、非繁殖期は定住傾向にあるが、繁殖期は活発に移動することが明らかになった。ヒキガエルの保全には、こういった季節による行動性の変化を考慮する必要がある、段差を小さくする等の環境作りが重要であると考えられる。

残念ながら、非常に多くの移入種がいることも明らかとなった。今後在来種と移入種で交雑が進めば、ヒキガエルの遺伝的な多様性と地域性が徐々に失われていってしまう。本研究によって移入問題の深刻さが浮き彫りになった。

今後、本フィールドでの調査を継続するとともに、東京都全域や、全国規模でのヒキガエルの DNA 鑑定に発展させていきたいと考えている。

## 8-2 地域との連携

本研究の題材が「身近な生物」であることもあり、調査を通じて、近隣の方々にも注目していただくことができた。本研究の調査をきっかけにして、公園管理者と連携させていただくことになり、現在は生物の授業等でも探究型授業のフィールドとして利用させていただく事例まで発展させることができている。また、江東区の生物多様性の保全に取り組む地元の NPO 法人からお声掛けいただき、江東区生物多様性フェア等の環境啓発イベントに出展させていただき、益々交流の輪が広がっている。

極めつきは、公園の工事業者との連携である。ヒキガエル調査を開始して間もない 2022 年 7 月頃、約 10 ヶ月に及ぶ公園の大規模工事が始まり、我々は研究のフィールドに立ち入ることができなくなった。東京都が取り組む「生物多様性保全工事」であり、生物に配慮しながら緑地環境や池の整備が行われた。その際、それまでの本校と公園管理者や NPO 法人との連携実績のおかげもあり、この公園工事については、準備段階から高校生に関与させていただいた。さらに、特別に工事の柵の中でのヒキガエル調査も許可された。工事の現場視察の際は、高校生が行政の担当者や工事責任者とともに現場を周り、生物の保全に関して高校生の視点で意見を提言させていただいた（図 16）。高校生が調査してきた研究のデータをもとにして、ヒキガエルが繁殖期に通過する可能性が高いと予想されたルート上に設置された工事柵の下部に、ヒキガエルが通るための隙間をあけていただくことができた（図 17a 及び図 8 参照）。そして、その後の繁殖期の調査によって、実際にこの隙間をヒキガエルが通っていることを生徒の手で明らかにすることができ、ヒキガエルの繁殖行動への人為的な影響を減らすことができた（「5-2 移動性についての調査結果」参照）。このように、生徒が観察結果をもとに仮説を立て、それを実証するとともに、生物の行動を妨げないように配慮した取組を、地域と連携する形で実現することができた。工事期間中は繰り返し現場を見学させていただき、逐一意見を述べさせていただくとともに、工事担当者の生物保全に対する思いもお聞きすることができ、生徒のキャリア教育の一環としても非常に貴重な機会となった。

また、工事の住民説明会において、本校生徒が登壇し、ヒキガエルをはじめとする生物調査の成果と生物保全の重要性を、一般住民の方々にも理解していただくことができ、学校と地域社会の連携を強める活動となった。

地域連携を進める際、最初の外部との連絡・折衝は主に教員が担当したが、生物の保全に対する提言や自分たちの調査結果の共有などは生徒自身が行っており、地域に根ざした

探究活動を展開する非常に貴重な経験を高校生にさせることができたのは、本研究の大きな成果であると考えている。



(a) 工事現場の視察の様子 (b) 工事への意見交換 (c) 公園のモニタリング

図 16. 行政や工事関係者との連携①



(a) 工事柵の下部にカエル用の隙間を設置していただくことができた（矢印）。 (b) 池のふちにカエル用の足場を作っていた（矢印）。 (c) 住民説明会へ登壇した様子

図 17. 行政や工事関係者との連携②

### 8-3 研究成果の披露

科学研究部の生徒が行った本研究は多くの研究発表会で成果を披露してきた。その際、高校生らしい地道な調査であること、身近なテーマであること、情報分野や分子実験にまで着手していること、地域と連携していること、そして、カエル愛が伝わること、などを評価していただき、以下のような賞を受賞させていただいた。中でも、2023年7月に東京都代表として出場した「全国高等学校総合文化祭自然科学部門」では、最高位の文部科学大臣賞を受賞した。同大会は日本全国の各県の代表が集う、文化部のインターハイであり、自然科学部門での優勝は東京都初の快挙であった。

#### 【本研究の受賞歴】

■2022年11月：藤原ナチュラルヒストリー振興財団主催第12回高校生ポスター研究発表 最優秀賞

（発表会 HP での紹介：[https://fujiwara-nh.or.jp/archives/2022/1222\\_153614.php](https://fujiwara-nh.or.jp/archives/2022/1222_153614.php)）

■2022年11月：第11回東京都高等学校理科研究発表会 最優秀賞

（このことにより、次年度の全国高等学校総合文化祭での東京都代表に選出）

■2023年3月：第70回日本生態学会・高校生ポスター発表 審査員特別賞

（学会公式 HP での紹介：<https://www.esj.ne.jp/esj/award/poster/70.html#16>）

■2023年7月：第47回全国高等学校総合文化祭（2023かごしま総文）自然科学部門 文部科学大臣賞

（大会公式 HP での紹介：<https://2023kagoshima-soubun.jp/2023/08/post-93.html>）

## 9. 参考文献

- [1] Hase, K., M. Shimada, and N. Nikoh. 2012. High degree of mitochondrial haplotype diversity in the Japanese common toad *Bufo japonicus* in urban Tokyo. *Zool.Sci.* 29:702-708.
- [2] Hase,K., N.Nikoh, M.Shimada. 2013. Population admixture and high larval viability among urban toads. *Ecology and Evolution.* 3: 1677-1691.
- [3] S. Burgstaller et.al, 2021. The Green Toad example: a comparison of pattern recognition software. *North-Western Journal of Zoology.* 17 (1): 96-99.
- [4] New Zealand Department of Conservation, 2004. Methods for marking New Zealand wildlife.
- [5] 草野保, 2008. サンショウウオ類におけるマーキング法.爬虫類両棲類学会報, 2,105-115
- [6] 佐藤龍平, 2018. SSH校におけるフィールドワークによる科学教育の実践とモデル化, 日本科学教育学会第42回年会論文集, 497-498, 日本科学教育学会.
- [7] 佐藤龍平, 2019. 高等学校におけるフィールドワークの実施が生徒に及ぼす影響. 日本科学教育学会第43回年会論文集, 389-390, 日本科学教育学会.
- [8] 辻井聖武, 2021. 東京ヒキガエルのシティーライフ. *Caudata*, 5,6-11
- [9] 手塚毬花,喜多村正仁, 2018. CNNを利用した画像からの文字認識の精度向上方法の提案. 経営情報学会 2018年秋季全国研究発表大会, p.136-139.
- [10] 長谷和子,高柳真世,橋本浩史,小川裕子,古橋保志, 2022. 東京都におけるニホンヒキガエルの移入とカエル合戦の現状について. 爬虫両棲類学会報 第2022巻2号:215-223
- [11] 福山欣司, 2008. カエル類におけるマーキング法と個体識別法. 爬虫類両生類学会報, 2, p116-125

## 10. 謝辞

本研究は、公益財団法人下中記念財団の助成により実施しました。また、NPO法人ネイチャーリーダー江東の阿河真人さん、株式会社グリーバルの酒井絢也さんを始めとする猿江恩賜公園に関わる多くの方々に調査のご協力をいただきました。東京都立園芸高等学校、学習型体験農園みのり村からサンプルをご提供いただきました。情報分野の研究は、本校の藤田瑛恵先生にご協力いただきました。DNA鑑定の手法については、アステラス製薬株式会社の遠藤信康研究員にご助言をいただきました。研究の全体にわたり、東北大学大学院生命科学研究所の長谷和子先生にご助言をいただきました。この場をお借りして、心より御礼申し上げます。



佐藤 龍平  
(さとう りゅうへい)

<略歴>

- 1987年 東京都生まれ  
2010年 千葉大学理学部生物学科卒業  
2012年 千葉大学大学院融合科学研究科ナノサイエンス専攻  
修士課程 修了 (分子発生生物学)  
2012年～2016年 東京都立足立新田高等学校 勤務  
2016年～現在 東京都立科学技術高等学校 勤務

<研究歴>

- ・佐藤龍平, 高等学校におけるフィールドワークの実施が生徒に及ぼす影響, 日本科学教育学会第43回年会論文集, 389-390, 日本科学教育学会, 2019年7月
- ・佐藤龍平, SSH校におけるフィールドワークによる科学教育の実践とモデル化, 日本科学教育学会第42回年会論文集, 497-498, 日本科学教育学会, 2018年6月

<研究費採択実績>

- ・第61回(令和4年度)公益財団法人下中記念財団 下中科学研究助成 採択

<勤務校>

東京都立科学技術高等学校  
〒136-0072 東京都江東区大島 1-2-31  
電話 : 03-5609-0227 FAX : 03-5609-0228  
学校 HP URL : <https://www.metro.ed.jp/kagakugijyutu-h/>