

内モンゴル自治区の過放牧を題材とした環境教育教材の開発と利用

包 海泉

1. はじめに

コンドル嘎查は中国・内モンゴル自治区の「最後の草原」と呼ばれる地域に含まれており、牧畜には非常に長い歴史がある。近年、載畜量を越えた多数の家畜を飼育するという過放牧現象が大きな問題になっていると言われている。この過放牧問題の解決には、牧民たちの環境意識の改革を促す環境教育の普及が必要である。一方、学校教育現場ではこのような現状にさらされつつも、環境教育が教育体系に位置づけられておらず、授業としてはほとんど行われていない。その理由の一つとして、中国では進学競争が厳しく、受験教科が重視されるという社会の背景がある。

本研究では、コンドル嘎查における放牧の実態を明らかにすること、調査の結果を活用して、学校教育における環境保全意識の育成のあり方を考える。授業を通じて、生徒が身近な過放牧問題に関心を持ち、自分の考えをもつことを目的とした。

2. 方法および結果

調査地はコンドル嘎查とし、コンドル嘎查の29世帯を対象に、1984年—2008年の24年間にわたる牧畜業の変容についての文献調査および聞き取り調査を実施した。コンドル嘎查では1984年以来、牧民は収入を増加するために家畜頭数を一貫して増やし続けてきた。2002年に「休牧」という政策が実施されたため、家畜頭数は減少する傾向にあったが、今回の調査によると2008年においても過放牧頭数が約45%となっており、過放牧現象が解消されない現状がある。2007年8月から2008年8月までの一年間、過放牧が植生に及ぼす影響を把握するため、コドラート法による植物調査を行った。調査により三つの柵の中の植物について、平均草丈、密度が増えたことを確

認できたが、退行植生の指標種である冷蒿 (*Artemisia frigida* Willd)、狗尾草 (*Setaria viridis*) の増加、毒草の出現、草原の極相を代表する多年生植物の減少、退行草原を示す一年生植物が増加した。その結果、調査地の草原退化が危惧される状態になっている。

その一方で、2007年にはジャルト旗実験小学校4年3組の生徒に向け、「知識」、「意識、関心」、「危機感」という三つのステップで当地域の環境問題に関するアンケート調査を行ったところ、生徒の知識や経験が不足していることがわかった。

3. 授業の実践と考察

2007年にアンケートを行った生徒(現5年3組)に向け、「草原と共存をし、牧畜を文化的面で守るために、自ら身近な環境問題についての関心と危機感を持つこと」をねらいとして、過放牧の実態を教材とした授業を実践した。その結果、豊かな草原が過放牧によって破壊されること、過放牧問題の解決は自らが取り組む必要があるという認識をもつことができたのではないかと思う。この授業によって、身近な環境問題に対する生徒の関心と危機感を高められたのではないだろうか。

4. 今後の課題

当地域の小学校が草原を環境教育の場として自然体験活動を行うこと、それを教科教育の中に取り入れていくことが必要ではないかと考えている。そうすることで、学校と地域がともに過放牧問題の現状に対して積極的に取り組み、環境の保全へと向かうことが必要である。そのためにも、さらなる学術研究を続けていくことが重要である。

織毛虫 *Euplotes woodruffi* に関する分子系統地理学的研究

明石 典之

1. 序言

本研究では日本、アメリカ、中国各地から採取した織毛虫 *Euplotes woodruffi* を用いた。*E. woodruffi* は3つのシンジェンと、オートガミーするものがあり、その生息地はシンジェン1は汽水産、シンジェン2、シンジェン3およびオートガミーグループは淡水産となっている (Kosaka, 1992)。

そこで、地理的要因以外にもシンジェンという特殊な要因によって生殖的に隔離された織毛虫 *E. woodruffi* とその近縁種の系統地理学的研究をおこなうことによって、シンジェンの分化および分布域形成の過程などの解明と上記の議論に関する追究を本研究の目的とした。

2. 材料と方法

日本、アメリカ、中国各地から採集された織毛虫 *Euplotes woodruffi* 株50個体程度を100%エタノールで固定して、実験に供した。織毛虫数個体から Wizard[®] Genomic DNA Purification Kit (プロメガ) を用いて DNA を抽出し、PCRで目的の配列を増幅し、得られた産物は18S rRNA遺伝子はダイレクトシーケンスにて、ITS領域は複数の異なるコピーが存在したため、クローニングにてシーケンスをおこなった。

進化速度の異なる18S rRNA 遺伝子とITS領域の2つの遺伝子マーカーを使用して解析をおこなった。また、解析したITS領域のデータをもとに集団間塩基置換数や固定指数 *Fst* を求め、地域間やシンジェン間における遺伝的差異の解明を試みた。

3. 結果および考察

18S rRNA 遺伝子およびITS領域の解析の結果、*E. woodruffi* における塩基の置換が同じ *Spirotrichea* 綱の他種と比較しても極端に少なく、シンジェンや地域によって特徴的なクラスターを形成しなかった。したがって、それぞれのシンジェンの分化と分布域形成の過程は、この2つの遺伝子によっては明らかにならなかった。今回解析した領域と同様の5.8S rRNA 遺伝子を含むITS領域

(ITS1-5.8S-ITS2) において、同じ *Spirotrichea* 綱である *H. grandinella* および *S. oculatum* の種内の塩基置換率が468bpあたり2.86%、9.74%という高い値が報告されているが (Katz *et al.*, 2005)、*E. woodruffi* では505bpあたり0.75% (本研究) という非常に低い値となった。

これらの結果は、*E. woodruffi* では最近まで遺伝子の流動が起きていた可能性を示し、シンジェンの分化および分布域の形成は、その後急速に起こったと推察される。これらはITS領域のITS2 (183bp) の塩基置換率0.79%から推定すると、およそ100万年前以降に起こったとも考えられる (Bargues *et al.*, 2000; LaJeunesse, 2005)。

今回の結果から供試した *E. woodruffi* 株では遺伝子の流動が大きく起こっていたことと、シンジェンや地域によって特徴的なクラスターを形成しなかったことが推察される。今後の研究で、より進化速度の速いとされるミトコンドリア DNA のCOXIなどの遺伝子マーカーを用いて、地域間およびシンジェン間の系統関係を明らかにしなければ、最終的な結論は得られない。今後は、これらの遺伝子の解析と、得られたデータと環境や地形の変遷の歴史との関係を明らかにしていきたいと考えている。

引用文献

- Bargues MD *et al.* (2000) Mem Inst Oswaldo Cruz 95: 567-573.
- Fenchel T *et al.* (1997) Oikos 80: 220-225.
- Finlay *et al.* (1996) Nature 383: 132-133.
- Foissner BJ W. (2007) Jpn J Protozool 40: 1-16.
- Katz L *et al.* (2005) Aquat Microb Ecol 41: 55-65.
- Kosaka T. (1992) Zool Sci 9: 101-111.
- LaJeunesse TC. (2005) Mol Biol Evol 22: 570-581.
- Schönborn W *et al.* (1999) Eukaryot Microbiol 46: 571-584.

北海道大黒島より採集された土壌繊毛虫に関する分類学的研究

熊谷 朋子

1. 序言

北海道厚岸町の大黒島は、外部環境と隔離され自然がそのまま残されている無人島で、一地域の生物多様性を丸ごと明らかにしようという地域生物相の解明を目指したプロジェクトの調査地となった。本研究は、その中で土壌繊毛虫 (Soil ciliate) 相に焦点を当て、大黒島の各地から採集してきた土壌試料から得られた繊毛虫の中より *Caudiholosticha* 属に所属する一種が、未記載種である可能性があった。*Caudiholosticha* とは、Urostyleoidea 上科、Holostichidae 科に属する、細胞前端に分布する口部に AZM と呼ばれる目立った繊毛系と、細胞後部に Caudal cirri と呼ばれる棘毛を持っていることが特徴として挙げられる繊毛虫の属である。本研究は、培養株の正確な同定を目的とした。

2. 方法

本研究は、2005年10月17日に大黒島のN 42° 57'21"、E 144° 52'06"の海岸地点付近より採集した様々な土壌試料にイオン交換水を加えて培養し、出現した繊毛虫について単離培養を試みた。未記載種はフキ (イネ科植物) 植生土壌のリター相より検出され、土壌浸出液を培養液、*Chlorogonium* sp. (光合成を行う鞭毛虫) を餌として単離培養を行った。培養株の同定には、光学顕微鏡での生細胞とプロタルゴール法 (Wilbert, 1975) による染色検体の観察、また電子顕微鏡観察から得られた体長や繊毛の本数等を観察した。また、Single-cell PCR (Shimano et al., 2008) により SSU rDNA の塩基配列の解析を行い、データベースの BLAST 検索により想定された近縁種の情報も同定の参考とした。

3. 結果および考察

培養株と同属全10種の形態的特徴の比較を行ったところ、本種は *Caudiholosticha islandica* (Berger and Foissner, 1989)、*C. tetracirrata* (Buitkamp and

Wilbert, 1974)、*C. multicaudicirrus* (Song and Wilbert, 1989) の3種に形態的特徴が似ていた。しかし、培養株に対し *C. islandica* は大核数 (平均16個に対し本種は平均53個)、Dorsal kinety (平均3列に対し平均5列)、Midventral row の棘毛対 (平均6-7対に対し平均18対)、Cortical granules (細胞表面に粗く不規則に分布しているのに対し、細胞表面と繊毛基部に密集して分布) が異なっていた。また、*C. tetracirrata* とは Transverse cirri (平均4本に対し平均6本)、Dorsal kinety (平均3列に対し平均5列)、Caudal cirri (平均2本に対し平均5本)、また Cortical granules を持っていない違いで異なっていた。*C. multicaudicirrus* とは、Midventral row の棘毛対 (平均7対に対し平均18対)、体長 (80-120 × 20-40 μm に対し平均120-200 × 30-60 μm)、Transverse cirri (平均8本に対し平均6本)、Dorsal kinety (平均6本に対し平均5本) などが異なっていた。

また、SSU rDNA の塩基配列により Stichotrichia 亜綱の系統樹を作成した。Urostyleoidea 上科はクラスターを作った (ブートストラップ値: 67%)、DNA データベースに登録されている塩基配列のうち Holostichidae 科の数種 (*Diaxonella trimarginata*, DQ190950 ; *Anteholosticha manca*, DQ503578) と遺伝的距離がより近かった。

以上より、培養株は *Caudiholosticha* 属に所属する未記載種であると結論した。

引用文献

- Berger, H. (2006) Monograph of the Urostyleoidea (Ciliophora, Hypotricha). Springer, Dordrecht.
 Wilbert N. (1975) Mikrokosmos 64: 171-179.
 Shimano et al. (2008) Microbes Environ. 23: 356-359.

環境教育における比較思考を促す交流学习の研究

田村 直也

1. 研究の背景・目的

近年環境問題への関心が高まり、様々なメディアで地球温暖化防止や3Rの取り組み等が伝えられ、学校現場でも環境教育への取り組みが意識され始めている。また、国際的にもESD（持続可能な開発のための教育）という新しい環境教育の概念が提唱され、環境問題に対して、単に知識を身に付けるだけでなく、自ら考え、行動へ移す問題解決的な環境学習が望まれている。

本研究では、自身の実践から、交流学习を通し、思考が広がった児童の姿に着目し「比較思考を促す交流学习」のモデルの開発を目指した。

2. 交流学习の分析と文献調査

交流学习（H19年度）の分析では、総合的な学習の時間「米について考えよう」を中心とした5年生の学校間交流学习（仙台市立岩切小一愛知県名古屋市立南陽小）を取り上げた。児童の様子から、学習スキルが向上したのは明らかである。また、比較しながら交流していくことが、他地域への理解だけでなく、自分自身を知ることにもつながっていること、比較思考を引き出すためには、学習の内容と観点を児童が押さえ、共通点と相違点を確認し、分かったことと疑問点を整理する活動が必要であることが分かった。

文献調査では、「平成10,13,15年度インターネットスクールたったひとつの地球ネットワークプロジェクト活動報告書」から比較のパターンを抽出した。多くの学校で身近な題材を取り上げているが、取り上げられる課題にはバラつきがあり、大きなテーマが同じだからといっても、同じ課題に目を向けているとは限らないことが分かった。お互いの情報を交換する中で、「自分たちの地域はどうなっているのだろう」という疑問をもち、調べていく過程で自然な比較が生まれ、思考が深まってくると考えられる。また、交流学习では、場所的差異や事物的差異が多く扱われているが、どの差異を取り上げるのが重要なのではなく、差異を考える場を教師が意図的にカリキュラムの中に位置づけることが重要だと考えられる。

3. モデルの作成と授業実践

交流学习のモデルの作成に当たっては、交流学习のデザイン、交流相手の選択、交流学习のコミュニケーションツールの3点で検討した。デザインでは、共通のテーマ、活動のゴール、ゴールに進めるための工夫を考えた。相手の選択とツールでは、学校現場で実際に活用できる在り方を考えた。

このモデルをもとに交流学习（H20年度岩切小一山形県南陽町立犬川小）を行い、有効性を検証した。比較思考を促す手立てとして、比較表の作成、討論会、共同制作を取り入れた交流学习を意図的にデザインした。比較表を作成することは、お互いが調べている内容を確認し、相手と自分たちの興味・関心のずれを感じ取ったり、新しい疑問を引き出したりするに役立った。討論会では、生の声に触れることで、多様な考えに気付いたり、自分の考えをより強くもったりすることができた。共同制作は、下絵のアイデアを比べ合う中で、自分たちの学びを振り返り、今後の生活の在り方を考えるきっかけになった。比較思考を促す交流学习のデザインの要素として、それぞれの有効性が分かった。

最後に、実践の総合考察としてチェック項目を作り、比較思考を促す実践シートを作成した。

4. まとめと今後の課題

文献調査や実践事例から、交流学习を通して促される比較思考のパターンや要素を探り、モデルを開発することができた。また、比較思考を促す方法として、比較表、討論会、共同制作を授業のデザイン要素として取り入れ実践を行ったが、児童の変容から効果があることが証明された。

今後は、新学習指導要領の実施に伴い、教科の指導内容の変更や削減された総合的な学習の時間に合うように、全教育課程を考慮したカリキュラムの作成が課題である。また、交流学习を効果的に進めるための情報機器の整備や交流学习を進める教師のネットワークづくり、そして児童の情報活用能力の育成が必要になる。今後も環境をテーマにした交流学习が行われるよう、実践・啓発を進めて行きたい。

環境教育におけるマルチメディア教材の開発研究

張 海燕

1. はじめに

近年、地球温暖化をはじめとする地球環境問題の深刻化に伴い、次世帯を担う子どもに対する環境教育の重要性の認識は深まりつつある。子どもの環境に対する態度や問題意識を育むには、幼少期より豊かな自然体験が強く求められているため、地域での自然体験イベントの開催や国の組織が主体となった体験学習のプロジェクトの実施、学校への環境教育の導入なども行われている。

宮城教育大学でも身近な自然を活用した生態系のしくみを学習する場「バタフライガーデン」を校庭に導入しており、このような自然体験モデル施設を有効に利用し、効率的な体験学習を行うには、マルチメディアを活用して事前事後の補助やその場のサポートが必要と考え、「バタフライガーデン」をサポートするマルチメディア教材の開発を行ってきた。

2. 研究の内容

主に小学校第3学年で行われる昆虫の成長のしかた・昆虫と植物とのかかわり・昆虫のからだのつくりという三つ視点から「チョウを組み立てよう!」、「チョウを育てよう!」を開発し、学習した内容のまとめや新しい問題の提示することができる「チョウのクイズゲーム」を作成した。

また、子どもが野外でも、リアルタイムに情報を得られるよう、モバイル端末を活用して、博物館や美術館でも見られる音声によるガイドシステムやチョウの検索システムを開発した。

音声ガイドシステムは「バタフライガーデン」にあるチョウの幼虫の食草や成虫の吸蜜源になる植物や実験コーナー、様々な施設などの情報を提供することができ、従来の案内の画面を見ることなく、実物に注目しながら観察することができる。

検索システムはチョウの体の形、大きさ、生息地域、出現地域、翅の色、尾状突起があるかどうかの項目で作成した。子どもがチョウを観察し、その場でチョウの名前や関連情報を調べることができる。

さらに、従来専門家だけしかできなかった教材の開発、提供、更新についても、より簡単に更新でき、汎用性の高い教材の開発方法を提案できた。

3. まとめ

マルチメディア教材を利用して、学習のポイントなどをゲーム形式で事前学習することで、実際の体験学習の時に集中力を高め、事後学習として体験学習から得た情報をゲームで自分の興味、自分のペースで楽しく繰り返し学習でき、認識深めることができる。

また、モバイル機器を使う音声ガイドを提供することにより、「バタフライガーデン」を学習イベントが開催されていないときでも、だれでも、いつでも自分のペースで教育機能を発揮できる。

支援システムを開発する際に、教材の定型化の概念を導入することで、プログラム機能をそのまま利用し、教材を一から作る労力を大幅に減少することができ、従来使う側にいた教員も体験学習の情報更新などに応じて、気軽に更新できる。

4. 今後の展望

今回、開発した学習ゲームはパソコンのみ対応している。Flash Lite が携帯の普及とともに、携帯でも利用できるFlash ゲームも提供が可能になる。

また、本研究で作成したゲームが単体で遊ぶゲームが、複数で参加できるオンラインの参加型参加型の学習ゲームが学習者の役割や学び同士の交流もできるようなるため、環境教育における新しい効果が期待できる。



イヌザンショウ音声ガイド
(QRコード)

http://mizotalab.miyakyo-u.ac.jp/BG/QR_SOUND/inuzanshou-k

Google マップを活用した環境・生物データベースの開発研究

沼邊 孝行

1. はじめに

環境の変化により、生物の調査は重要なものになっている。宮城県でも希少な動植物のデータを集めたレッドデータブックを作成している。様々な分野の情報を扱う環境教育の分野では、調査の位置情報を扱うことが多くあり、従来はこれらを地図に直接書き込んだり、パソコンソフトを使って入力することで整理を行っていた。使用する地理情報システムとして、研究者自身のデータ整理や、研究者間の情報共有、情報を公開するための機能を兼ね備えた情報システムの構築が求められているが、安価でこれを満足するシステムはなかった。

本研究では、この調査をはじめ、広く環境教育一般にも使える地理情報システムとして、Google マップを活用した環境・生物データベースの開発について研究を行った。

2. Googleマップ

Web 上で提供されている地図閲覧サービスのなかでも、様々な機能を持ち、情報の共有ができるという特徴を兼ね備えているのが Google マップである。Google マップは無料で利用することができ、GooglemapsAPI というプログラムを呼び出すことで、自分のブログや自作のホームページに表示することもできる。また、Google マイマップという機能があり、Web 上での操作でオリジナルの地図を作成し、他の人と地図を共有することも可能である。さらに別々に作成した地図を重ね合わせて閲覧することもできるため、位置情報の分析に利用できるのではないかと考えた。

3. 開発方法

データには宮城野野生動物研究会の方から宮城県のコウモリ調査のデータを提供していただき、それを利用した。提供していただいたデータには位置情報はメッシュ

コードで記載されており、地図での位置情報の表示にもメッシュコードを用いることにした。メッシュコードで表示することにより、存在することを確認できても正確な場所を特定することは難しい。希少生物はその希少さ故に乱獲される恐れがあり、その対策としても有効になる。さらに、元のデータをそのまま表示する研究者用の地図と、少し広い範囲を表示し場所の特定を難しくする一般公開用の地図を作成することでデータの保護をより厳しいものにした。

本研究では自作ページ内に Google マップを表示し位置情報を見ることができるようにしたコンテンツと、Google マイマップを利用したコンテンツの二つのコンテンツを開発した。自作ページでのデータベースの構築には、PostgreSQL を利用し、Web ページ作成には PHP を用いて開発を行った。また、Google マップの表示形式や、メッシュコードのデータを緯度・経度に算出し直すスクリプトの記述には Javascript を用いた。

Google マイマップを利用したデータベースには、マイマップと適応性の高い KML 形式のファイルを作成するために、Excel ファイルから KML 形式のファイルを自動で作成するためのプログラムを Perl により記述した。Perl により作成された KML ファイルをマイマップのインポート機能からアップロードするだけで地図が自動的にできあがる。

4. まとめと今後の課題

誰でも自由に利用できる Google マップを環境教育、環境調査の面で活用できることがわかった。地図ソフトに近い機能を備えた費用のかからない地理情報システムができ、情報の共有という面でも今までの地理情報システムに比べて大きく進歩した。今後は他の環境調査でも本研究が適用できるかを考え、より発展性のある地理情報システムにしていきたいと考えている。

環境教育用 e-Learning システムの比較分析と開発

彭 艶萍

1. はじめに

教育の効率化や IT 技術の進歩とともに、Web を用いる e-Learning システムが高等教育機関で利用されつつあり、対面型の授業の補助としての利用も開始されている。環境教育の分野でも e-Learning システムの導入が必要であるが、対象が広範囲であり多くの学問領域を含んでいることから、どのような e-Learning システムを適用するかの検討が必要である。2007年度で宮城教育大学では環境教育実践専修が廃止され、残された教育手段としても e-Learning を環境教育に適用できるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

様々な e-Learning システムがあるなかで、環境教育の支援をするための e-Learning として、どのようなものが適用可能であるか、既存の e-Learning システムを網羅的に調査し、実際に試用し、環境教育用に最適な e-Learning が選定できるように、また、不足点があれば改善できるように、e-Learning システムの開発を目的とした。

3. 調査研究の結果

オープンソース e-Learning が持つ、教材の Web での公開や管理、掲示板やチャット、また成績管理、学習進捗管理などの様々な機能について、環境教育用の e-Learning システムとして用いることを想定して、現状で、入手可能なすべての e-Learning システムの調査をおこなった。既存の e-Learning システムの中で、多言語の教材が使える、機能が豊富で、導入実績が多い、ATutor、Sakai、Claroline、Moodle の 4 つについて実際にシステムを使用して、その機能や操作性などを比較し、分析を行った。ATutor は、カナダのトロント大学で開発されたシステムで多機能であるにもかかわらず、グラフィカルなメニューを持ち、使いやすい。また、利用画面と管理画面が分かれており、指導者や学習者にとって、操作が容易である。Claroline はドイツのケルン大学で開発され、大学の利用者が多いシステムである。Claroline は基本機能しか備えていないがシンプルな e-

Learning システムで、わかりやすく、操作が簡単である。Moodle はオーストラリアで開発されたシステムで日本でも多く使用されている。サーバやネットワークの管理も行える。さらに、様々な認証設定があり、使用時の安全性が高い。Sakai は米国のミシガン大学が中心となり、開発されたシステムで、米国の多くの大学で使われている。企業の業務システムや電子商取引などで使われる J2EE というシステムを使っているので、大規模な組織でも使用が可能である。特に、Sakai には WebDAV によるファイル管理機能が付いており、複数のファイルを同時に管理することができる。以上のように、四つのシステムについての管理機能、学生向け機能及びコース関係の機能などを比較分析した結果、インストールやサーバの維持などが簡単で、システムの動きが速く、さらに、拡張性が高く、操作が分かりやすいシステムである ATutor が環境教育用には最適ではないかと思われた。

4. 試験サーバの運用

高機能の ATutor を含み、比較したシステムは、複数のコンテンツを一括で更新する機能が実現していないこと。さらに、ビデオや音声等のマルチメディア教材の再生をスムーズにするストリーミング機能が付いていないことが分かり、ファイル管理機能付の WebDAV サーバとマルチメディアコンテンツの再生機能付のストリーミングサーバを構築して不足点を改善した。

研究室のサーバで試験運用中の ATutor のシステムには、コンテンツとして大学院環境教育専修の授業データを登録し、試験的なユーザ数は十人である。

5. 今後の予定

開発した e-Learning サーバを大学の Web ホスティングサーバに移し、運営する。そして、環境教育コンテンツや使用するユーザも増やす予定である。また、ATutor に関する日本語のマニュアルを作成する予定である。