

# Climate Change in Borneo's Rainforests

2011年7月28日～8月7日

マレーシアボルネオ島サバ州

座間市立栗原中学校

教諭 堀口 鉄平

## 1. はじめに

2009年頃から、2010年の国際生物多様性年に向けて、国内・国外でさまざまなキャンペーンが行われていました。私は理科教員であり、生物多様性に強い関心があります。国立科学博物館（上野）の「大哺乳類展」に足を運んだときのことでした。パンフレットの中に「生物多様性を守る企業の取り組み」という項目があり、その中に、「花王・教員フェローシップ」の募集要項を見つけたのです。

たまたま見かけた広告でしたが、それが今年の夏、大きな経験や感動を与えてくれるとは思ってもいませんでした。ボルネオの熱帯雨林は、さまざまな課題を抱えるものの、エネルギーに溢れていました。その自然の力に圧倒され、感動し、考えさせられました。また、多くの出会いもかけがえのない経験の一つです。

## 2. 理科教育で求められること

現在、教育現場では、確かな学力、豊かな心、健やかな体の調和を重視する「生きる力」をはぐくむことがますます重要になっています。学習指導要領総説においては、「思考力・判断力・表現力等の育成」や「豊かな心や健やかな体の育成のための指導の充実」などが基本的な考え方として示されています。

具体的には、思考力・判断力・表現力等をはぐくむために、観察・実験、レポートの作成、論述など知識・技能の活用を図る学習活動を充実させる。また、言語に関する能力の重視や体験活動の充実により、他者、社会、自然・環境とかかわる中で、これらとともに生きる自分への自信を持たせる必要がある、との提言がなされました。

特に理科教育においては、次の内容が重視されると考えています。

- |   |
|---|
| <ul style="list-style-type: none"><li>①科学的な見方や考え方、総合的なものの見方を育成すること</li><li>②科学的な思考力、表現力の育成を図ること</li><li>③科学を学ぶ意義や有用性を実感させ、科学への関心を高めること</li><li>④科学的な体験、自然体験の充実を図ること</li></ul> |
|---|

④においては、「科学的な知識や概念の定着を図り、科学的な見方や考え方を育成するため、観察・実験や自然体験、科学的な体験を一層充実させること」、「生命、環境、自然災害など総合的なものの見方を育てる学習にする」といった取り組みにつながります。

このような理科教育の推進が求められている中で、教員自ら多くの自然観察や自然体験を持つことは、教育現場において有効だと言えます。

### 3. 調査の目的

ボルネオは世界最大級の島であり、インドネシア、マレーシア、ブルネイの3カ国で分割所有されています。比較的安定な赤道気候のおかげで、降雨量は豊富です。20世紀半ばまで、ボルネオは完全な森林に覆われていました。生物は特に多様で、顕花植物は15,000種、哺乳類220種、鳥類420種、ハ虫類250種、両生類150種、淡水魚類400種、また何万種類もの昆虫と無セキツイ動物が生息しています。

ここ数十年でボルネオの雨林は、伐採やプランテーションにより激しく劣化し、分断されています。それらは、動植物に関してはもちろんのこと、雨林が提供していた生態系サービスをも危うくさせています。ただ、劣化し分断した森林の再生能力と長期的生存能力は定かではありません。特に気候変動による影響は、あまり研究されていません。他の地域からの示唆によれば、その影響は甚大であると思われます。

問題に対処するため、生物多様性や生態系の機能、再生能力、劣化及び分断化した雨林の回復要求について評価し、理解を深め、それによって森林の回復、保全、長期的生存に貢献しようとしています。

研究では、

- (1) 攪乱や分断化の程度が違う森林において回復能力を評価する
- (2) どのような生態系の機能、あるいは生物多様性がこれらの要素によって影響されるかを評価する
- (3) 土壌湿度、浸食、気候の測定結果のデータを攪乱・分断化の軽重程度に照らし、評価するに注目しています。

目的達成のため、樹木と植物の多様性とその機能に着目しています。ほぼすべての動物が直接ないし間接的に植物に依存しているため、その他の種に及ぼす重要な情報を提供できるからです。さらに、土壌湿度と浸食の研究に焦点を置いています、森林システムにおける気候変動の生態学的影響の可能性を評価でき、回復への指針になりうるからです。

### 4. 1日のスケジュールと活動

#### (1) 1日のスケジュール

時刻	活動
7:00～ 7:30	朝食
8:00～12:00	熱帯雨林にてフィールドワーク
12:00～13:00	昼食
13:00～14:00	休憩
14:00～1600	研究作業①
16:00～16:30	コーヒーブレイク
16:30～19:00	研究作業②
19:00～20:00	夕食
20:00～21:30	プレゼンテーション、ディスカッションなど
22:00～	就寝

※第1, 2, 10日目は移動日。

※第6日目はリフレッシュの日。

※天候や自然環境によって予定変更あり。

(2) 活動

研究① 劣化および分断化した森林の再生状況と回復要求を確立し、回復させる最善の方法を明らかにする。(Benny と Dzaeman の博士課程研究)



植樹された苗木の測定 (直径)



苗木が成長する土壌の傾斜測定



記録用紙



森に機材を搬入する



無脊椎動物の死骸を回収する



殺虫剤を散布し、昆虫を採集



ラボでの昆虫仕分け

自然に生息するフタバガキの苗の現存数、密度に着目している。具体的には、幹の直径、高さ、同種の樹木同士の距離を測り、密度を算出する。昆虫の草食状況や、生息する昆虫の仕分けをし、森林の評価を行っている。機材の搬入や高温多湿な気候、急斜面を歩くなど、調査にはそれ以外の要素で非常に大変な面が多い。また、区画が離れており、移動にも時間がかかった。研究において、地道な自然観察や現地調査があることをあらためて思い知らされた。

研究②-1 植物の多様性の基礎レベルを、原始林、劣化した森、活発な回復活動がなされている森、分断化した森において評価する。

研究②-2 劣化および分断化した森の再生能力、すなわち、生態系機能を維持しているかを評価する。(Benny の博士課程研究)



森の中の光量を測定



木の間隔（密度）の測定



地面の落ち葉の腐敗度評価

樹木の荒廃の程度や広さに着目し、植物の多様性を調べている。方角別の樹木の密度や太陽光量を測定し、その成長（荒廃）度合いを研究する。また、分断化された森での動物を調査し、植物との関わりをふまえた基本的生態系機能を評価する。当然であるが、森の変遷は長期的視野でしか見ることができず、断続的な確認をしていく必要がある。自然のシステムを理解し、それを変えていく（改善していく）のは、多くの壁があることに気付いた。

研究③ 分断化した森、劣化または回復した森において、浸食と土壌湿度への影響率を確立する。

(Vani と Rory Walsh 教授、KawiBidin 准教授の長期的野外および室内研究)



樹木間の距離の測定



地面の傾斜の測定



土壌湿度の測定



収集した土壌粒子の分布観察



雨林に関するレクチャー

土壌の湿度と、季節ごとおよび気象状況によって、どのような森の変化があるかを研究している。地形学的、植生密度、樹木被覆量の違いによる変遷の違いを調査し、復元力などを評価する。傾斜は1つのポイントで20以上、土壌湿度は5以上と細かいデータ収集であった。また、土壌粒子の分布観察では、ふるいにかき、粒子の大きさごとに分けている。

## 5. 生活、虫や動物や植物

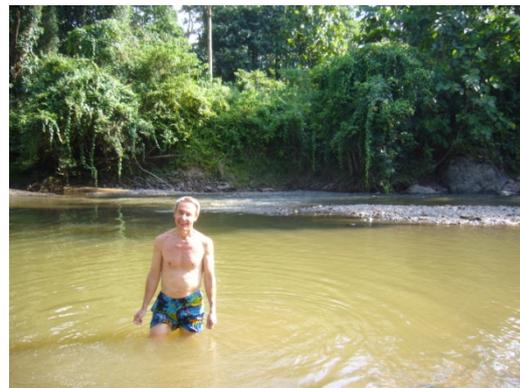
〈生活〉宿泊は屋根だけの小屋（サイドの壁はない）。マットレスとかやがあり、そこで眠る。朝晩は涼しく、長袖の方が良かった。そして洗濯は毎日。森を歩き回ると大量の汗をかく。1つの洗濯機にみんなが衣服を投げ込み、針金の物干しにかける。



食事場所の風景。地元のお母さんがマレーシア料理を作ってくれる。非常においしかった。また、参加者が集まり、会話をかわす時間でもあり、楽しく有意義な時間であったと思う。食事はビッフェ方式。



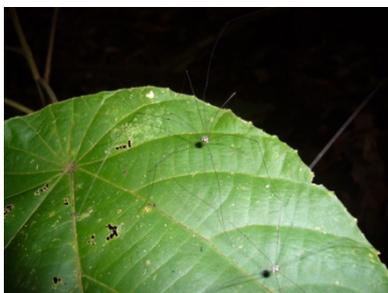
休憩中の様子。お茶を飲んだり、川で泳いだりして過ごした。おやつはドーナツやバナナフライはとてもおいしかった。



〈6日目のOFF〉素敵なリゾート地で食事。自然保護されているエリアでは野生のサルなどが見られる。また、ジャグジープール（天然の川）で泳いだ。夜はナイトサファリ（車で森を走り、動物観察）に行くなど、絆を深められ、また最高のリフレッシュとなった。



〈森で出会った動物たち（ほんの一部）〉



## 6. 学んだこと

- ・ボルネオの雨林の現状を知ることができた。森林伐採やプランテーションの拡大、そして動植物の絶滅などはよく知られていることである。しかし、そのためにどのような研究がなされ、何を目指しているかという点では、多くの発見があった。
- ・自然調査、観察の重要性をあらためて感じた。研究の推進には地道で過酷な調査が不可欠である。特に森林の評価・回復については、長期的な調査が必要である。プランテーションが盛んに行われ始めたのが30年前程度だとすると、森林の評価や回復の見込みはそれ以上の年月がかかるのかも知れない。経済発展という視点も入れた森林の保護のためには、乗り越えるべき壁が非常に多い。
- ・調査の苦労やチームの協力を肌で感じる事ができた。研究者はスタッフやボランティアに、親切であり、感謝の気持ちを持っていた。Bennyは「研究は1人ではできない。スタッフが協力してくれて初めて進められる。」と言った。自然環境を知ることだけではなく、多くの人たちとの交流もまた、環境に関わる重要な要素であると感じた。

		
<p>雨林とプランテーションの境目。原生林はあまり残っていない。</p>	<p>ヤシの実を回収する工場。</p>	<p>実。搾ってパーム油を生産する。</p>
		
<p>調査に向かう直前。研究者、スタッフ、ボランティアが集まった。</p>	<p>最終日の BBQ パーティ。おいしい食事のあと、マレーシアの伝統的なダンスを踊る。</p>	<p>EarthWatch メンバーで記念の植樹。</p>

## 7. 授業での活用

9月上旬の中学2年生の授業で、ボルネオでの体験を報告した。「ボルネオの位置」からスタートし、「熱帯雨林の動植物」、「森の調査や研究のようす」を説明した。また、「調査中の生活」は多くの生徒が宿泊所や食事、野生生物などに強い興味を示し、質問や感嘆の声が多数あがった。締め括りとして、日本とボルネオのパーム油のつながり、ボルネオの雨林のさまざまな課題を挙げ、検討し合った。



体験報告授業における成果は、次の点であると考えられる。地球上で現在起こっている問題であり、臨場感に溢れた内容を扱えたことである。また、研究の過程における協力や困難や感動を伝えられたことも大きな成果であった。生徒の「生きた教材」への関心は大変大きかった。真剣な眼差しで授業に取り組み、意見が出されたことは、今後の理科教育につながるものだと感じた。

私の自然体験や自然観察が、自然への興味や発見、自ら考え、それを表現する力に少しでも役立てば良いと思った。それらが具体的な取り組みへとつながるのだ。実現可能な環境への取り組みにつなげるために、自然観察や自然体験が持つ意味は非常に大きいと考える。

生徒から、「自分もそのような自然体験や研究をしてみたい。」とか、「何かを調べて、プレゼンテーションしたい。」という声が上がったことを大変嬉しく思っている。この感動がいずれ未来を動かすと信じ、私たち教員は教育を続けていくべきである。



### 〈生徒の声〉

- ・ボルネオの森は、プランテーションが深刻だと言うことが分かりました。動物や植物もかわいそうだけど、人間も生きていく上で必要なので、少しずつプランテーションの場所を減らしたり一部にしたりすると良いと思いました。一気に変えることは難しいと思います。
- ・ボルネオの熱帯雨林だからこそ、たくさんの生物がいるのだと思います。この森に勝手に入れない場所をたくさん作り、元々の森林部分を残すべきだと思います。
- ・便利さを求め森林伐採を行い、森林はなくなり始めました。けれど私たちの生活にとって不要なものではないのが、何とも言えないところです。必要以上の便利さを求めず、森林を守るようにした方がいいと思います。
- ・先生が実際に行って、面白い話がいっぱい聞けて良かったです。研究とかしてみたくまりました。
- ・映像や説明が分かりやすかったです。ヒルなどの虫の話はとても面白かったし、オランウータンを見た感動が伝わってきました。



## 8. 終わりに ～教育現場で生かすこと～

ボルネオでの体験を教育現場で生かしていくことが、今後の課題である。まず、地球環境に目を向け、それが自分たちの生活に密接につながっていることを認識させたい。遠いボルネオの熱帯雨林に生える植物の恩恵を、私たち日本人が受けている。今生活している環境の中に、世界の環境が大きく関わっているのだ。

未来を生きる生徒たちだからこそ、今、真剣に考えなければならない。自分たちが地球を変えていくという意識を持たせたい。また、自分自身もそうでありたい。

プロジェクトについての授業は予想以上に反応があった。このようなプロジェクトに参加してみたいという意見はとても嬉しく感じた。まずは、自分の目を見て、考えることがスタートだと、私自身が強く感じたからだ。

考えたこと、感じたことを伝え、生徒に考えさせていくことが、教員としての最大の任務であろう。今後多くの体験を得て、未来を生きる生徒を育てたい。

最後に。素晴らしい体験をさせてくれた花王株式会社様、アースウォッチジャパン様、本当にありがとうございました。また、研究者の方々、現地のスタッフのみなさまにも、お礼を申し上げます。