

花王・教員フェローシップ2016
生物多様性支援プログラム報告書

Tracking fire and wolves through the Canadian Rockies

カナダの荒野で山火事とオオカミの追跡

東京都板橋区高島第一中学校
向 雅生



期 間 2016年7月31日～8月9日 Team 2 b
調査地 カナダ アルバータ州 ウォータントン レイクス国立公園

1 プロジェクトについて

(1) プロジェクトの目的と概要

本プロジェクトの調査地「ウォータートン レイクス国立公園」は、ウォータートン・グレイシャー国際平和自然公園（図1）のカナダ側の国立公園である。アメリカ合衆国のモンタナ州のグレイシャー国立公園とカナダのアルバータ州のウォータートン レイクス国立公園の国境を跨いだ世界唯一の国際公園として、1995年に世界遺産（自然遺産）へ登録された。3000m級の山々が連なるロッキー山脈の真ん中にあり、氷河に削られた地形が特徴で、200を超える湖沼があり、公園の総面積はおよそ東京都の2倍強（4577km²）と広大な森林を有している。

本来、ウォータートン レイクス国立公園を含む周辺地域では、オオカミを頂点とした食物連鎖による理想的な生態系が存在していた（図2）。この地に暮らしていたブラックフット族は、その生態系を大きく崩すことはなく、現在のカナダ、アメリカ合衆国の両国にまたがって自然と共存しながら暮らしていた。その後、1800年代以降、多くの入植者たちにより、オオカミは家畜を襲う害獣として扱われ、その数も大きく減らした。そして、生態系のバランスが崩れたことも伴って、1920年代にはオオカミが絶滅の危機に陥る事態が起こった。そこで、研究者たちは、人間が手助けを行う形で、本来あった理想的な生態系を取り戻すことができないかと考えた。その手法として、山火事を人為的に起こすことにした。長年（約100年間）、北米の国立公園では、山火事が起こると、その広がりや食い止めるために消火することに努めていた。その結果、森林は古くなり、樹木自身の免疫力も低下し、害虫や病気などで大きな被害が出るようになっただけでなく、樹木が大きくなり過ぎたため、草食動物は植物の葉を食べることができなくなりその数が減少した。それに伴い肉食動物も数を減らし、食物連鎖の頂点にある生物ほど大きな影響を受けることになったことは言うまでもない。ウォータートン レイクス国立公園においては、山火事が起きないことで、植物のアスペン（アメリカヤマナラシ：*Populus tremuloides*）が大きく成長した。そして、それを餌とする草食動物のエルク（アメリカカシカ：*Cervus canadensis*）が食べることのできる限界の高さ2.5mを超えてしまった。それにより、エルクの個体数が減り、それを餌とする肉食動物のオオカミ（ハイイロオオカミ：*Canis lupus*）が生息できない環境になってしまったのである。



そこで、本国立公園内において、2か所で人為的に山火事を起こした。この研究における「山火事」は、どちらかと言えば「野焼き」の意味に近い印象である。Y-camp 地域（1200ha）では2008年と2015年に、レッドロック地区（2300ha）では2014年に山火事を起こした（図3）。今回、私たちは、Y-camp 地域での調査に参加した。ここでは、①植生のモニターとして、調査区画を設置し、その中の樹木の高さや直径、低木の被覆率を計測、②野生動物の痕跡調査として、植生をモニターするために歩きながら、野生動物の生息痕跡や動物そのものも見つけ、調査場所の位置を記入する活動を行った。



図3 山火事をを行った地域の説明図

(2) 調査チームのメンバー

【スタッフ】	肩書	担当
Chris Anderson	Lead Field Technician	スタッフリーダー、フィールドワークと夕食後のリサーチに関するレクチャー、料理を担当
Corwin Scott	Field Technician Data Manager	大学院生で動物の生態を研究中 主にデータの管理を担当
Emma Weiss	Field Technician	フィールドワークと料理を担当
Donna Fleury	Field Technician	フィールドワーク、植物学者
【ボランティア】	出身国	プロフィール
Masha Petrasinovic	カナダ	トロントでヨガのインストラクター
Alisia Lampropoulos	オーストラリア	パース在住のギリシャ系オーストラリア人
Diandra Bruised Head	カナダ	ファースト ネーション (ブラックフット族)
Mason	カナダ	写真家、ファースト ネーション (ブラックフット族)
永野 美智代	日本	江戸川区立小岩第三中学校 理科教員
向 雅生	日本	板橋区立高島第一中学校 理科教員

(3) 調査内容

①植生のモニター

広大な国立公園内の中から設置してある調査区画をGPSで探す。調査区画には、基準点として鉄の杭にマーカーとしてキャップがついている。前年度よりどれくらい湖畔にアスピンの植生地域が広がったか確認する。今回の調査では、昨年の調査に比べ、湖畔側にアスピンの植生地域が2mほど広がったことが確認された。

アスペン集合体の中に、幅4mの带状地帯を50mごとに設定する。带状地帯の長さ、場所は前回の調査の測定場所に基づいて、同じ場所で測定する。带状地帯を設定したら、その内に半径2mの調査区画(円形)を設定する。また、基準点の2m四方に旗を立て、

半径 2 m の円内を調査区画とする。その中で、三人一組のチームを組んで下記の項目について調査を行う（図 4）。

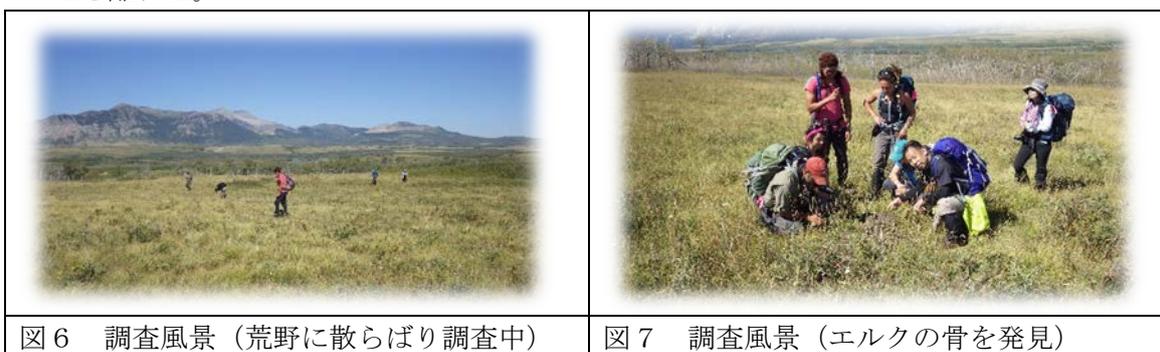
低木層では、その区画内におけるアスペンの被覆率、本数、平均の高さ、エルクが食べた形跡があるかを調査する。また、エルクが食べるシュラブの被覆率、平均の高さ、本数、種類を調査する（図 5）。

林冠層では、基準点の中心部上空で植物の葉が覆っている割合（canopy cover (%)）を調べる。幅 4 m の帯状地帯の中の 2.5 m 以下の樹木について調査を行う。DBH (Diameter at Breast Height) として、胸の高さの幹回りの円周 (cm) を調査する。この調査では、枯れた樹木も含めて行う。ここでは、二人一組で行い、一人は記録者、もう一人は測定を行った。



②野生動物の痕跡調査

国立公園内の森林や平原で、植生をモニターするために歩きながら、野生動物の生息痕跡や動物そのものも見つけ、調査場所の位置を記入する（図 6, 7）。今回、調査地に向かったところ、入り口付近の道路でブラックベア (*Ursus americanus*) の親子に遭遇したため、急遽、調査地を変更して行った。そこでは、若いエルクの骨（図 8）やエルクの糞、クマやエルクの足跡、大きな蟻塚などを発見した。その後、湖畔で昼食をとった。そこでは、クマが木に登った爪痕（図 9）を見つけた。最後に、レッドロック付近の平原で調査を行った。そこでは、クマの寝床に向かい、大きなエルクの骨やクマが背中を木に擦りつけた跡（図 10）などを見つけた。この付近は、当日に双眼鏡でブラックベアを確認し、2日前にはグリズリー（ヒグマ：*U. a. horribilis*）も確認されている場所である。当日も、クマの寝床付近で草木の揺れが確認されたため、迂回しながら調査地を離れた。



		
<p>図8 若いエルクのあごの骨を発見</p>	<p>図9 クマが木に登った爪痕</p>	<p>図10 クマが背中を木に擦りつけた跡</p>

2 プロジェクトの体験から学んだこと

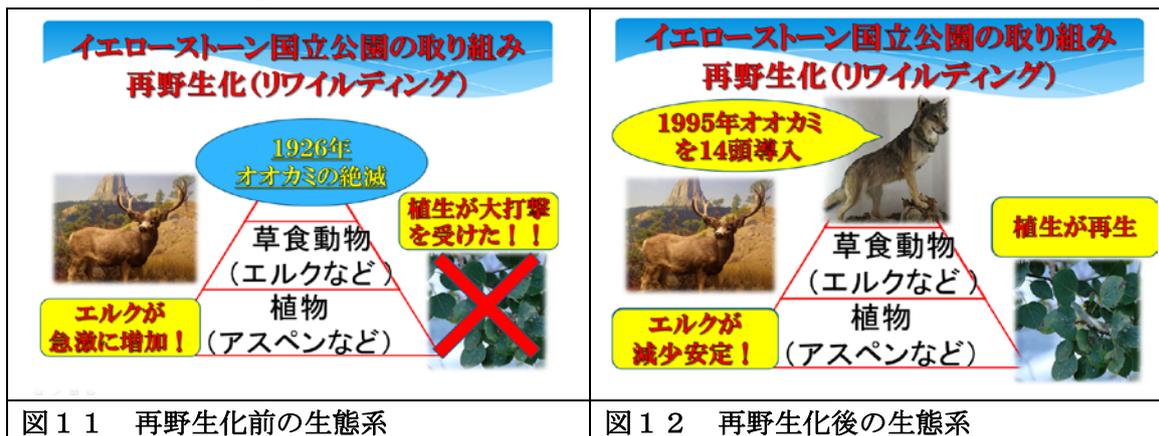
(1) 北米の国立公園における生態系再生計画とオオカミとの関係

今回の調査地であるウォータートン レイクス国立公園を含め、生態系を再生するために様々な取り組みを行っていることが分かった。ウォータートン レイクス国立公園では、前述したように、オオカミを頂点とした食物連鎖による理想的な生態系を再生するために、山火事を人為的に起こすことにより、アスペンの森林を再生させ、それを食べる草食動物（エルクなど）が個体数を増やし、さらにそれを食べる肉食動物（オオカミ）を呼び戻す手法を用いている。これは、本研究の発案者であるクリスティーナ アイゼンバーグ博士（今回の調査には不参加）が、アメリカ合衆国側のグレイシャー国立公園でオオカミの生息が確認されているのに、カナダ側のウォータートン レイクス国立公園ではその生息が確認されていないこと気づき、山火事によって食物連鎖の底辺からの生態系の再生を企画したとのことであった。現在では、正確な数は不明だが10頭前後のオオカミが本国立公園内に生息しているといわれている。私も、偶然ではあるが調査中に野生のオオカミに遭遇した。調査チームの研究者も3年遭遇していないと話をしていたので、とても貴重な体験であった。あまりに突然で一瞬のことであったため、残念ながら写真は撮れなかった。

それに対しアメリカ合衆国のイエローストーン国立公園では、再野生化（リワイルディング）を行うことで、生態系の再生を図っている。イエローストーン国立公園は、グレイシャー国立公園のあるモンタナ州と隣接するワイオミング州とアイダホ州にまたがり、ロッキー山脈の中に位置している。ここで野生のオオカミが殺された最後の公式記録は、1926年であった。その後、オオカミの獲物となっていたエルクや他の草食動物が増加し、植生に被害が出たことで生態系が崩れ、危機的状況に陥った（図11）。そこで、1995年にカナダから連れてきたオオカミ14頭を放ち、生態系を復活させることにした。その後、エルクの個体数が減り安定し始めた。その結果、草木が成長し、森林が再生したことで、生態系の復活につながった（図12）。現在では、オオカミの個体数が約100頭まで増え、絶滅危惧種の指定から解除されている。イエローストーン国立公園とウォータートン レイクス国立公園では手法は違うが、ほかの生態系に影響与えるキーストーン種（要石）であるオオカミを復活させることで、生態系の再生を図っている点については同じと言える。

なお、日本では、ニホンオオカミ（*Canis lupus hodophilax*）が生息したが、イエローストーン国立公園と近い時期（21年前）に絶滅している。詳しくは、1905年（明治38

年) 1月23日に、奈良県吉野郡小川村鷲家口で捕獲された若いオスが確実な最後の生息情報とされている。ニホンオオカミが絶滅したことで、天敵がいなくなったイノシシ、ニホンジカ、ニホンザルなどの野生動物が大繁殖することとなった。そこで、大分県豊後大野市が害獣駆除を目的として、オオカミの再導入を検討しており、遺伝的にニホンオオカミに近いとされるハイイロオオカミが候補に挙がっているが、様々な問題点が指摘されており、実現には至っていない。また、近年では、クローン技術によりニホンオオカミを復元しようという話も持ち上がっている。



(2) 北米の国立公園の山火事対策とその必要性

北米大陸の北部ロッキー山脈において、この20年間に山火事が急増し、今回の調査地のウォータートン・グレイシャー国際平和自然公園のアメリカ合衆国側にあるグレイシャー国立公園でも2003年と2006年に大規模な山火事が起こっている。しかし、北米でのロッキー山脈のような亜高山帯では、大規模な山火事はある程度起こりうるものと認識されており研究者の間では、山火事が人為的活動による地球温暖化に起因するものなのか、過去の山火事制御の反動なのか、自然現象として本来起こり得るものなのか研究課題となっている。

山火事というと、災害であり、消火するべきものとして認識されているのが一般的だが、北米の国立公園では、山火事という自然界における大規模なイベントが生態系にとって必要な自然現象であり、災害としてそれを排除することは、逆に生物相や生物多様性に対して取り返しがつかない悪影響を及ぼすと考えられている。これまでにも、山火事の跡地再生を自然のプロセスに任せる対策を取った国立公園では、人為的な植林をすぐに行った場合に比べ、多様な鳥類の繁殖が盛んになった。また、燃え尽きた樹木を業者が運び出すサルベージ ロギングも、かえって森林の再生力を損なうといわれている。今回の調査地であるウォータートン レイクス国立公園でも、人為的に山火事を起こし、森林の再生を図っていることは、前述したとおりである(図13)。私は、今回の調査に先立ち同じカナダのアルバータ州にあるバンフ国立公園を訪れ、道路沿いに生えている樹木が植林したように同じ高さであるのを目撃した(図14)。それは、ロッジポールパイン(コントルタマツ: *Pinus contorta*) という松の一種で、火災依存亜極相型、すなわち山火事によって松かさの松脂による接着が解かれ、種子が拡散し、一斉に発芽することでおこる。なお、この松脂の接着は45~60℃の間で解かれるそうだ。ここバンフ国立公園でも、人為的に山火事を起こして、生態系を制御していることが分かった。

	
<p>図 1 3 ウォータートン レイクス国立公園の山火事跡</p>	<p>図 1 4 バンプ国立公園の山火事跡に生えるロッジポールパイン</p>

(3) その他、北米の国立公園の様々な取り組み

ウォータートン レイクス国立公園では、野生のバイソンを決められた時期ごとに柵で隔てられた異なる区画に放っている。それは、バイソンが、一定の地域で草を食べ尽くさないように人が管理している（図 1 7）。また、国立公園の道路脇で、リアルなクマの看板（図 1 8）が置いてあった。一瞬本物のクマではないかと思ったが、クマの寝床に近く、今では注意喚起の意味合いが強いのでは考えている。

また、バンプ国立公園では、高速道路(トランスカナダハイウェイ)が通っているが、野生動物が車に轢き殺されることが多く問題となっていた。そこで、高速道路の入り口にはテキサスゲート、道路の周囲には柵を作った。動物の横断を可能にするため道路の地下を通るアニマル アンダー パスは小型動物用として、道路の上を通るアニマル オーバー パス（図 1 9, 2 0）は大型動物用として作られた。当初は警戒心の強い野生動物はなかなか通ってくれなかったが、現在ではそれぞれ動物の通過が確認されている。

	
<p>図 1 7 バイソン（撮影：NY 自然史博物館）</p>	<p>図 1 8 リアルなクマの看板</p>
	
<p>図 1 9 アニマル オーバー パス（通過中）</p>	<p>図 2 0 アニマル オーバー パス（通過後）</p>

(4) クマの対処法

今回の調査に参加するにあたって、最初に「クマの対処法」についてのレクチャーを受けた。この国立公園には、グリズリー（ヒグマ：*U. a. horribilis*）（図15）とブラックベア（*Ursus americanus*）の2種類のクマが生息している。対処法は、次の通りである。

- ① クマに出会ったら、無線でクマのいる方向を進行方向に対して時計の位置でメンバー全員に知らせ、興味を持たれないように静かにその場から立ち去る。注意点は、騒がない（大声を出さない）。走って逃げない（ドッグランしない）。ゆっくり目をそらし、数mクマの方向を向いたまま後ろに下がる。そこで、ゆっくり方向転換し、静かに立ち去る。
- ② クマに興味を持たれ、立ち去れなかったら、その場にうつ伏せになり、頭部を手で守る。バックパックを背負っていることが前提であるが、背中バックパックが守ってくれる。そして、クマが立ち去るのを待つ。なお、今回の調査では、食事以外では、バックパックは常に背負って行動した。そのため、給水はハイドレーションシステム（バックパックに積んだ水袋からチューブで給水する方法）をとった。
- ③ クマが襲ってきたら、装備しているベアスプレーで撃退する（図16）。これは、最終手段だが、ベアスプレーには、トウガラシの成分が含まれており、5～10m噴射し、その強力な刺激でクマを撃退することができる。調査チームの全員がベアスプレーをベルトに装備し、すぐ取り出せるようにしてある。

今回の調査では、クマに突然遭遇することを避けるために、森林に入る際やクマが出没しそうな個所では、「ハロー、ベア!」、「グッドモーニング、ベア!」と大きな声で自分の存在を知らせていた。それでも、調査中に一度、道路でブラックベアに遭遇した。クマは、50km/hで走ることが可能で、最高60km/hに達すると言われているので、逃げ切るのは不可能である。観光客が車を降りて写真を撮る行為はとても危険である。



図15 グリズリー（撮影：NY自然史博物館）



図16 クマ対策の装備（ベアスプレー）

3 アースウォッチの体験がもつ学校教育における意義と活用

(1) 学校教育における意義

都市化の進んだ首都圏では、子供たちが自然（動植物）を身近に感じ、その中で遊び親しむ機会は年々失われつつある。それに伴い、環境問題に対する意識も薄れつつあるのが現状である。そこで、私は理科の授業の取り組みとして、板橋区立熱帯植物館と連携した特別授業（食虫植物の講義、館内植物のスケッチ大会）、校内植生を活用したアクティブラーニングの実践（校内に生えている植物の葉の観察・分類・発表）を行っている。また、教室内でモウセンゴケの栽培、アトラスオオカブトムシやプラナリアの飼育を行い、実体

験を通して自然（動植物）を身近に感じる工夫を行っている。このような取り組みにより、理科の学習で学んできた知識を、生徒が自らの体験と関連付けて理解することで、環境に対する問題意識も深めさせたいと考えている。今回のアースウォッチでの体験においても、海外での体験談（生の声）として教師自身が写真や資料を用い、理科のカリキュラムに沿って活用することにより、通常の教科書を使った授業に比べ生徒の興味関心を高めることができる。また、これらの経験から、自然観察や自然体験を教師が還元していくことで、ESD（持続可能な開発のための教育）にもつながり、自分たちの生活している地域の自然環境を見直す機会となる。そして、「多様な生態系の必要性」、「多様な生物と共存することの大切さ」を伝えることで、これらの考えを自ら持つ生徒が育つことができる。以上のことから、アースウォッチの体験は、学校教育において大きな意義を持っていると考えられる。

（２）活用方法と実践事例

① 活用方法

私は、アースウォッチでの体験は、中学校理科の各単元において、授業の導入や発展的授業に用いることができると考えている。その際、写真や映像などを ICT 機器を用いて提示することは、生徒の興味関心を高め、学習内容の理解を深めることができる。以上のような取り組みが、アースウォッチでの体験の最も効果的な活用方法である。

今回のプロジェクトは、生物多様性支援プログラムであるので、中学校 3 年生理科の単元 5 「地球と私たちの未来のために」第 1 章「自然の中の生物」で学習する生態系と食物連鎖の授業での活用が最も好ましい。

また、アースウォッチでの体験は、プロジェクトの体験はもちろんプロジェクト前後の体験も含めれば、多くの単元で活用ができる。例えば、中学校 3 年生理科の単元 4 「地球と宇宙」第 3 章「月と惑星の見え方」では、緯度の違いによる月の見え方を発展的な授業として行うことができる。また、カナダで目にしたウインドファームは、中学校 3 年生理科の単元 3 「運動とエネルギー」第 3 章「エネルギーと仕事」5 「エネルギーの移り変わり」の導入で、プログラム後の訪れたカナダのイエローナイフで見たオーロラは、中学校 3 年生理科の単元 4 「地球と宇宙」第 2 章「地球の運動と天体の動き」での授業の導入で活用できる。

② 理科教育重点支援モデル校での研究授業としての実践

本校は、今年度、板橋区の理科教育重点支援モデル校の指定を受けている。本校の研究授業において、10月20日にアースウォッチでの体験を活用した授業を行った。授業の内容は、以下の通りである。まず、生徒の興味関心を高めるため、カナダのウォータートン レイクス国立公園における生態系に関する調査（生態系と食物連鎖に関する山火事とオオカミの関係性）についての報告を授業の導入として行った（図 2 1）。次に、月の満ち欠けに関する発展的な授業として、カナダと東京での三日月の見え方の違いについての授業を行った。ウォータートン レイクス国立公園で見た三日月に対し、その後に訪れたイエロー ナイフで見た三日月が、水平面に対し立っていた。その違いは、日本（東京）と比較すると更に顕著になる。例えば、同じ月を見た場合、人が教室で床に対して垂直に立っている状態が北極点で地

面に垂直に立っている状態、頭を横向き（床に水平）にした状態が赤道上で地面に立っている状態（図2 2）である。月の通り道である白道は、太陽の通り道である黄道とほぼ同じ軌道を公転しているの、北極点では三日月は立っている状態に見え、赤道上では寝ている状態に見える。つまり、三日月の傾きが、緯度によって異なっており、北半球で夕方沈む三日月に限ると、緯度の高い地方ほど立つことになる。また、北半球と南半球での月の見え方も異なっている。そこで、従来の月の満ち欠けの学習内容の発展型の授業として、上記の課題を盛り込むことで、月の満ち欠けに関する深い理解と洞察力、科学的思考力を高められるように工夫した。実験装置も、バドミントンのシャトルと発泡スチロール球を加工した教材開発を行い、月、地球、太陽の模型を作った。特に月の部分を球形にし、半面ずつ黒と黄色に塗り分けたことで机上でも三日月がしっかり観察できるような工夫を行った（図2 2）。併せて、電子黒板を利用することで、視覚的に理解を深める工夫を行った。



③ 保幼小中連携研修会での出前授業としての実践

本校では、板橋区保幼小中連携「学びのエリア」の取り組みの一環として、小学校への出前授業を行っている。10月7日に板橋区立新河岸小学校において今回の本プロジェクトの報告を行い、食物連鎖と生態系に関する山火事とオオカミの関係性、カナダの自然エネルギー（アルバータ州のウインドファーム）の利用と静電気について授業を行った（図2 3）。その際、電子黒板を用いて写真を多用し、生徒の興味関心を高めるとともに視覚的に理解できる工夫を行った。食物連鎖の場面では、カナダで購入したオオカミの帽子とエルクのぬいぐるみを用いて寸劇（図2 4）を行い、小学生が分かりやすい工夫をした。また、カナダの自然エネルギーの利用の一例としてウインドファーム（風力発電）の説明をし、その展開としてヴァンデグラフ起電機（静電気発生装置）も用いた実験を行った。



(3) 今後の抱負

今後は、板橋区の理科教育重点支援モデル校の取り組みの一環として、本プロジェクトでの体験を、本校の土曜公開プランにおいて生徒や地域の方に対し報告を行うことを考えている。さらに、これらの取り組みを、理科教育重点支援モデル校での取り組みや成果をまとめた冊子に記載し、区内の小中学校全校に配布することを考えている。

また、アースウォッチプロジェクトの経験を、自らの教育活動の中において、環境教育や様々な取り組みの中で活用することで、ESD（持続可能な開発のための教育）を実践していきたい。

4 まとめ

今回、アースウォッチのプロジェクトに参加して、多くの新しい知識を得ることができた。調査を通して、ウォータートン レイクス国公園では、山火事を人為的に起こすことにより食物連鎖の底辺から再生することで、オオカミを呼び戻し、生態系の再生を図っている。また、イエローストーン国立公園では、オオカミを導入し、再野生化（リワイルディング）を行うことで、食物連鎖の頂点から生態系の再生を図っている。北米の国立公園における生態系の再生計画において、ウォータートン レイクス国公園とイエロー ストーン国立公園では、手法は異なるがどちらもキーストーン種であるオオカミを復活させることで生態系を再生させていることが分かった。その他にも北米の国立公園では、多くの取り組みを行っていることが分かった。

また、今回、海外での調査に参加し、多くの貴重な体験ができた。世界各国から集まったメンバーと共同生活を送りながら、同じミッションを行うことで、教師としての資質向上にもつながった。語学の面で苦労はあったが、お互いの文化を尊重し、交流をはかれた経験は、私にとって大きな財産である。異文化交流の実体験を生徒たちに伝えていくことで、将来、多くの教え子たちが、国際プロジェクトに参加し、活躍することを期待している。

最後に、この貴重な体験を与えてくださった花王株式会社とアースウォッチ ジャパンの皆様には感謝するとともに、参加に際して協力して頂いた職場の皆様や家族にお礼を申し上げます。



図 2 5 ディナーで日本食を振る舞う



図 2 6 仲間との思い出の一枚