

目次

特集

● カナダへ

森 章

RA 研究紹介 ～元 RA シリーズ 第4回～

● 隠し撮り ～センサーカメラ越しのケモノたち～

斉藤 昌幸

COE-RA 国際学会・海外派遣事業成果報告

● 海外派遣報告

青木 薫

● Tree planting activities and use of alien plant species in Myanmar: An experience from field survey

Thiri Aung

グローバル COE 国際シンポジウム開催報告

● 「Risk management of chemical substances based on modeling and measurements」

川本 克也

グローバル COE リレー成果報告

● バイオマス利活用の課題

パーム・プランテーションでの調査結果をもとに
藤江 幸一

活動の記録

カナダへ

森 章



「残念ながらカナダから帰ってきてしまいました。」私が、日本に帰国し、久々に会った人たちに最初に話した言葉です。私は、2010年10月より2011年9月まで、カナダ・カルガリー大学（Biogeoscience Institute, University of Calgary）に客員研究員として滞在していました（日本学術振興会とカナダ自然科学・工学研究会議による研究者派遣プログラムによる）。カナダ滞在中は、ロッキー山脈の景色を眺めながら、素晴らしい時間を過ごすことができました。

カルガリーは、都市圏の人口が約108万人で、カナダ第5の都市です。私は、カルガリーからハイウェイで西へと車で1時間ほどの距離に位置する、ロッキー山脈の山中にあるBarrier Lake Stationというカルガリー大学のフィールドステーションで研究を行っていました。このフィールドステーションは、実験設備や講義室に加えて、宿泊施設も整っています。国内外の研究者によりフィールド調査の起点として利用されているだけでなく、小学生から大学院生までの多くの世代の学生のサマーコース、学校教員や環境保護団体のワークショップなどにも利用されています。常駐のスタッフは、コーディネーター、テクニシャン、事務員、清掃員、用務員、キッチンスタッフ、環境教育指導員で構成されています。もっとも近い町から45km離れた山中のフィールドステーションですが、利用者各自の研究や教育に専念できる環境が整っています。なお、研究や実習などで利用を希望される方は、取り次ぐことができるので、私までご連絡頂ければと思います。



帰国直前に訪れたヨーホー国立公園のレイクオハラにて。

私のフィールド研究は、主に山岳域を対象としています。山に囲まれたフィールドステーションで、研究に専念できる環境は非常に効率的でした。また、私は、趣味として、学生時代よりマウンテニアリングを行ってきました。そのため、ロッキー山脈に囲まれて暮らすことは、公私ともにまさに理想的な環境でした。周囲の人たちからは、日本社会が恋しいのでなければあえて帰国する必要がないのではないかと幾度となく言われました。



湖（バリアーレイク）の対岸にあるフィールドステーションを見下ろす。



フィールドステーション横のバリアーレイクにて。

カナダでの研究環境は、充実した設備に加えて、普段から活発なラボミーティングが行われていること、専門のスタッフによるサポートが適宜受けられることなど、研究環境はまさに充実していました。とくに、私にとって、カナダでの日々が快適に感じられる理由は、皆がワークライフバランスを重視していることです。欧米の大学等研究機関では、素晴らしい業績を挙げている研究者も、仕事ばかりの日々ではなく、

日々の生活の中から長期休暇中まで、常に公私の良いバランスを保っていると思います。なお、2011年9月のNatureでは、「24/7 isn't the only way: A healthy work-life balance can enhance research」というタイトルのコメントの中では、アメリカ人の研究者が、「長時間働くことが美德ではなく、公私に良いバランスを保って集中的に働くことで、成果を出すことができる」と述べていました（つまり、日本人に比べて仕事漬けではないように思えるアメリカ人ですら、仕事に偏りがちな研究社会を憂いているのですね・・・）。私としては、カナダにいれば、ワークライフバランスを大事にできると感じました（それでも、カナダ人は、ヨーロッパ人よりも休暇が短いなどの不満を述べていますが・・・）。つまりは、公私ともに理想的な環境に身を置いていたがために、帰国時は冒頭のような感想を漏らしたわけです。今は、私の派遣を快く送り出してくれた横浜国立大学や、さらには日本社会へとこれまでに海外で得た経験を還元できればと思っています。



フィールドステーションのオープンハウスにて、来場者に研究内容を説明中。

さて、カナダでは、ロッキー山脈の山中の氷河湖で湖底堆積物の採集をして、過去の気候変動と植生変遷および山火事体制の関連性について調べていました。ホストは、アメリカ生態学会の出版している *Bulletins of the Ecological Society of America* の編集長をしている Edward A Johnson という教授です。研究に対して簡単にはポジティブなことを述べずに、不足している箇所を見つけ出すことが

得意であると有名な生態学者です。Dr. Johnson は、山火事をはじめとする自然撓乱に関する研究を実践しており、これまでの成果は、カナダ国立公園局をはじめとするさまざまな場所で生かされています。Dr. Johnson は、研究に関しては厳しい方ですが、ホストとしては、様々な気配りをしてくれました。Dr. Johnson は、先に述べたフィールドステーションの所長でもあり、事あるごとにさまざまな便宜を図ってくれました。ときに、堆積物の分析に必要な薬品を届けるためだけに、カルガリー大学から 100km 以上離れたフィールドステーションまで、わざわざ来てくれたこともありました。私も海外から訪問する方がいれば、そのホスピタリティを見習おうと思いました。

Dr. Johnson のラボのミーティングは、毎週水曜日の 19~21 時に、彼の自宅において開かれていました。16 時には 1 日が終了するカナダ社会にあって、わざわざ夜にミーティングをしていることは驚きでした。内容は、だいたい毎回、最近のトピックを扱った最近の論文をピックアップして、それについて議論します。日本の大学で行われているような、論文の内容について代表者が説明するようなことをするのかと思っていましたが、そうではなく、論文については各自が先に読んでおき、そのトピック自体について主に議論します。ポジションに関係なく、皆が議論に参加します。自宅なので、お茶を飲みながら気軽にディスカッションするのかと思いきや、かなり真剣な議論に最初は非常に驚きました。ミーティングでは刺激を受けただけでなく、新しい知見を得ることも多かったです。



生態系復元のための野焼きの様子。

現在の私の研究の主なテーマは、「生態系管理」です。これだけだと、山火事の研究がどうして生態系管理につながるのかと疑問に思う方がほとんどだと思います。大規模な山火事のように社会的に忌み嫌われそうな（災いとして認知されるような）自然の現象（自然撓乱）には意味があります。人間社会の出現以前から自然に存在していた現象であるので、自然撓乱を排除することは、手痛いしっぺ返しとして社会に帰ってきます。このような自然撓乱と自然災害の違いを見極めることは、今後の生態系管理にとって必須のテーマです。これを考えるにおいて、カナダで得た知見と経験は、何物にも代えがたいものです。その成果の一端は、滞在中にいくつかのジャーナルにおいて出版することができました。これに満足せずに、これからも自身のテーマを追求したいと思っています。



森 章（横浜国立大学環境情報研究院・准教授）

2004 年京都大学農学研究科修了、博士（農学）。日本学術振興会特別研究員（京都大学）、海外特別研究員（サイモンフレーザー大学）、特任教員（助教）（横浜国立大学環境情報研究院）、客員研究員（カルガリー大学）を経て、2011 年 4 月より現職。2007 年信州フィールド科学賞、2009 年日本生態学会宮地賞を受賞。専門は、森林生態学、撓乱生態学、生態系管理学。

隠し撮り ～センサーカメラ越しのケモノたち～

斎藤昌幸

私たちの身の回りには、意外と多くのケモノたちが暮らしています。山の方に行けばシカやイノシシがたむろしていますし、東京都心部にだってタヌキ親子がいるくらいです。しかし、彼らは基本的に人間を避けて行動しているので、その姿を見かけることは多くないかもしれません。運良く出会えたとしても、たいてい逃げてしまいます。逃げられると追いかけてくのが人の性というものですが、実際に追いかけるのは大変です。せめて写真でも、と思ってカメラを取り出しても、きれいに撮影するのはなかなか難しいですし、カメラを準備しているうちにいなくなってしまうこともあります。そんなちょっとシャイな彼らの姿を、もう少し

ちゃんと見てみたいとは思いませんか？

私は博士論文研究を遂行するために、2009年から2010年にかけて多摩丘陵と房総半島で広域的に哺乳類の分布を調べました。具体的にはセンサーカメラ（自動撮影カメラ）をいろんな場所に仕掛けて、哺乳類の隠し撮りをおこないました。研究の目的を達成するためには、その場所でどのような種が撮影されたか分かればよいのですが、写真を眺めていると動物たちの愛くるしい姿に心惹かれました。そのような写真は、ゼミのスライドにこっそりしのばせたり、ひとり（寂しく）楽しんでいたりしたのですが、今回はせっかくなので、私が撮影した写真の一部を紹介したいと思います。



● 何コレ?!

私が使用していたカメラは、Moultrie社のGAME SPY 4.0MPという機種（価格は2万円くらい）です。赤外線フラッシュのため強い光は発しないのですが、それでもカメラの存在が気になるときがあるようです。



写真1. 使用したセンサーカメラ。



写真2. ニホンジカ。
興味津々のようです。



写真3. タヌキ。寝不足ではありません。たぶん。



写真4. ネコ。
これは何だニャー。



写真5. カメラが気になる、
上も気になるニホンザル。

なお、写真を載せるのは控えますが、ヒトという生きものもよく写ります。稀にいたずらされることも・・・

● とったどー!!

獲物が獲れば、やはりうれしいものです。カラスを拾ったと思われる彼の後ろ姿は、少し誇らしげに見えます。



写真 6. カラスをどこかへ運ぶ途中のタヌキ。

● 集団暴走?!

こういう写真を見ると、猪突猛進といわれるのも頷けます……。猪突猛進といっても、もちろんちゃんと曲がれますが。



写真 7. イノシシの群れ。少なくとも7頭写っています。2家族くらいいそうです。



写真 8. 移動を横から見た様子。

● ラブラブ!?

ときに、2人きりのところを撮影してしまうこともあります。申し訳ないと思いつつ、ちょっと興奮してみたり・・・は、残念ながらありません。みなさんもいつどこで撮られるか分からないので、ご注意ください。



写真 9. 隠し撮りされているとはつゆ知らず、イチャイチャ（グルーミング）するタヌキカップル。



写真 10. ノウサギ 2 頭。彼らはこれからどこに向かうのでしょうか……。 (つがいとは限りませんが)

● ひと休み…

ケモノだって休憩します。



←写真 11. リラックスモードのニホンジカ。

→写真 12. 腰を下ろすキョン。しかし、房総半島で急速に分布を広げている外来種です。



● 整列っ!!

整列する生きものは人間だけではないようです。ケモノだって並びたくなるときはあるのかもしれない。



写真 13. 同じ道筋を駆け抜けるイノシシたち。



写真 14. きれいに整列しているニホンシカ親子。親はカメラ目線。

● ハプニング!!

調査にハプニングは付き物です。私の場合、カメラを向けていた藪が、あるとき消え去りました。



写真 15. ビフォー。今まさに人為攪乱が・・・



写真 16. アフター。開けたことによって、むしろ撮影しやすくなりました。

おわりに・・・

いかがでしたか？ほんの 1 年ばかり調査しただけでも、ケモノたちのさまざまな表情を捉えることができました。ひと昔前に比べるとセンサーカメラも入手しやすくなったようですし、デジタルカメラも多いので、電池の許す限り放置するというお手軽調査ができます。動画を撮れる機種も増えています。みなさんも身近なケモノたちの姿を楽しんでみませんか？

最後にケモノたちのお尻の写真をお見せしてお別れです。それでは。



写真 17. お尻。



斎藤昌幸 (Masayuki SAITO)

横浜国立大学大学院環境情報研究院松田研究室 GCOE フェロー

1984 年東京都町田市生まれ、2011 年 3 月横浜国立大学大学院環境情報学府にて学位取得（博士（環境学））、2011 年 4 月より現職

研究分野：景観生態学、都市生態学、哺乳類学

ひとこと：野生動物なみにシャイです

国際学会・海外派遣支援事業報告

横浜国立大学大学院 博士後期課程3年 青木薫

横浜国立大学大学院 博士後期課程 1年 Thiri Aung

グローバルCOE事業では、国際的な視点をもった若手研究者を多く育てるために、国際学会への参加や海外研修を奨励しています。今回は、ミャンマーに派遣されました Thiri Aung さん、ロシアで行われた PICES (Mechanisms of Marine Ecosystem Reorganization in the North Pacific Ocean) Annual Meeting に参加された青木さんに体験を綴っていただきます。

海外派遣報告

青木 薫

2011年10月17日から10月21までロシアのハバロフスクで行われた PICES (Mechanisms of Marine Ecosystem Reorganization in the North Pacific Ocean) Annual Meeting に参加してきました。発表題目は「Spatiotemporal distribution and biomass of two abundant jellyfish in Ise and Mikawa Bay, Japan」です。

本研究の調査地である愛知県三河湾では、クラゲ類による漁業被害が頻発しています。その被害の大半は、ミズクラゲ (*Aurelia aurita*)、次いで多いのがアカクラゲ (*Chrysaora melanaster*) によるものです。アカクラゲはミズクラゲを捕食することが知られていますが、自然界における両種間の関係について調査・解析した報告は無く、未だ謎が多いままとなっています。

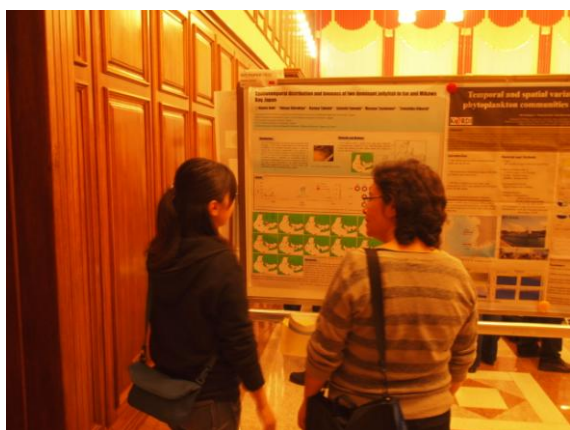


写真1 発表会場にて

クラゲ類の成体の分布や季節変動を把握する為には、初期発生 の 解 明 が 非 常 に 重 要 に な っ て 来 ま す 。 本 海 域 に お い て 、 ミ ズ ク ラ ゲ の 初 期 発 生 場 所 や 生 活 史 は 解 明 さ れ て い ま す が 、 ア カ ク ラ ゲ に 関 し て の 初 期 発 生 は 未 解 明 で あり 、 情 報 が と て も 乏 し い の が 現 実 で す 。 ア カ ク ラ ゲ は 長 い 触 手 を も ち 、 そ の 触 手 の 刺 胞 毒 は ミ ズ ク ラ ゲ よ り 強 く 、 触 る と 痛 み や し び れ が 走 り 、 皮 膚 に 触 手 が 触 れ た 部 分 は 赤 く 腫 れ 、 し ば ら く 跡 が 残 り ま す 。 そ の よ う な こ と か ら 、 あ る 意 味 ミ ズ ク ラ ゲ よ り も 厄 介 な ク ラ ゲ で あ る と い え ま す 。

本調査の結果、全体的な傾向として、アカクラゲは春季から調査を開始してすぐに最盛期を迎えました。ミズクラゲは、夏季にアカクラゲが衰退した後、最盛期を迎えるという結果となりました。本海域ではこの衰退時期に特徴があり、アカクラゲの衰退時期が例年より遅いとミズクラゲの衰退は早く、逆にアカクラゲの衰退が例年より早いとミズクラゲの衰退が遅いことが分かりました。さらに、ミズクラゲが小型でまだ成長しきっていない時期にアカクラゲは同じ海域に出現し、成体の分布域がミズクラゲとあまり変わらなかったことから、アカクラゲの初期発生場所もミズクラゲと同じような場所にあるのではないかと仮説を導くことができました。今後、その仮説を証明する為にも、年間を通した分布調査によるさらなるデータの蓄積や、そのデータの解析が必要になると思います。

学会現地では、ポスターのコアタイム以外にも自分のポスターを見ている方々へ積極的にプレゼンテーションを行うようにしました。こうして、何人かとコミュニケーションを取ってからコアタイムに入ると、より意思疎通がしやすかったです。また、普段からたくさんの引用をさせていただいている論文の著者の方にもご意見をいただきました。本人とは知らずに、説明した後、その方の名前を聞いた時は大変驚きました。これは海外の学会ならではの貴重な体験だと思います。私は、英語でのプレゼンテーションは今回で3度目だったので、専門的な分野の英語の議論には多少は慣れていましたが、少しでも砕けた会話になると途端に分からなくなるので、まだまだ英語によるコミュニケ

ーションの訓練が必要だと感じました。今回の大会から Jellyfish のワーキンググループが発足したことより、各国のクラゲ問題が世界中でますます話題になっていること、それに対する専門的で適切な対策が必要であることを感じました。学術的なことは無論、社会においても大きな問題となっている分野であることから、専門内外を問わず、一人でも多くの人々と議論していくことはとても重要なことであると強く感じ、またこれが自分自身の大きな収穫となりました。このような機会を与えていただいた「グローバル COE アジア視点の国際生態リスクマネジメント」の松田先生、茂岡先生を始め、事務の方々や関係者の皆様に、この場をお借りしてお礼申し上げます。

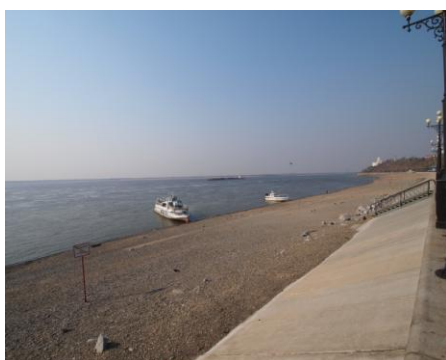


写真2 学会会場すぐ裏のアムール川



写真3 宿泊したハバロフスク市内のホテル



青木 薫 Kaoru AOKI

(横浜国立大学 大学院 博士課程後期 3年)

環境情報学府 環境生命学専攻 生物海洋学研究室 (菊池研究室)

学会活動：日本海洋学会 日本プランクトン・ベントス学会日本動物学会

Tree planting activities and use of alien plant species in Myanmar: An experience from field survey

Thiri Aung

Myanmar, with a total land area of 676,577 km², is richly endowed with diverse habitat types and natural resources. Myanmar has been well known for its long history of systematic forest

management and production of teak (*Tectona grandis*). Like in many other countries, Myanmar has been facing deforestation and land degradation problem and lost 19 % of its forest covers between 1990 and 2010. Hence many tree planting activities have been carried out for rehabilitation and restoration of degraded forests across the country by planting both native and alien species

without considering their impacts on native ecosystems. As a part of my doctoral research “ ecological risk assessment of alien invasive *Prosopis* species”, I conducted a vegetation survey to determine the distribution of *Prosopis* species in Mandalay division during last summer field survey. Presence and absence of plant species including *Prosopis* species, their maximum DBH, maximum height and cover percentage were recorded in 264 sample plots across the study area.

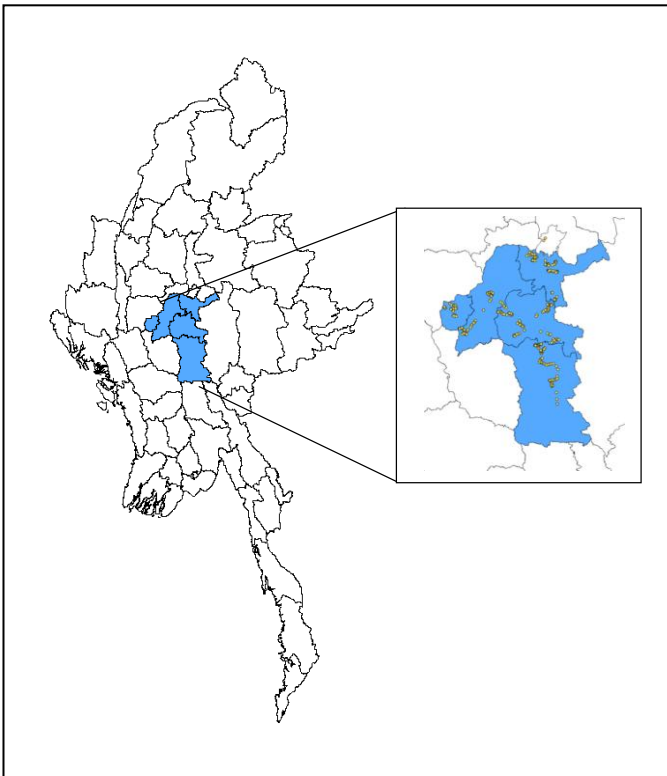


Fig.1 Map of Myanmar, showing the location of study area (22877 km² in total) with the sample plots during vegetation survey

Prosopis species was introduced to semi-arid and arid areas (so-called central dry zone) in Myanmar for land rehabilitation in 1950s. Many other alien species were also introduced in forestry

sector for reforestation and rehabilitation of degraded and deforested lands and afforestation. These tree planting projects are mostly carried out by planting native forest tree species such as *Tectona grandis*, *Acacia catechu*, *Azadirachta indica* and fast growing alien species such as *Eucalyptus* species, *Leucaena leucocephala*, *Acacia Arabica*, *Acacia curculiformis*, *Acacia senegalensis*. The use of alien species is likely to be favored due to the readily accessible knowledge of establishment procedure (from seed germination in nursery to planting on the site) while limited knowledge of that of native species is available. These days, foreign funded NGOs and local volunteer groups are also planting trees so as to restore tree cover at an attempt of combating climate change, desertification and environmental conservation. Not only reforestation in once forested areas, these projects often plant forest trees in low forested areas such as scrub lands, dry thorn forests, and residential areas.



Fig.2 Dry forest species (*Euphorbia antiquorum*)



Fig.3 A typical vegetation type (*Borassus flabellifer*) in an agricultural landscape

At this point, we need to raise questions whether tree planting is suitable for any types of ecosystem and whether these projects use indigenous species to a designed site. We should understand that environmental conservation is not merely planting woody trees and ornamental plant species anywhere. Not only forests but also deserts, wetlands, grasslands, scrub lands, sand dune beaches, riparians and estuaries also have their own ecological values and we need to maintain their status quo to keep ecological sustainability. Transformation of forest lands into another land uses is considered a threat to native biodiversity and in the similar way; we should not miss the point that it is also a threat to biodiversity and ecosystem if we transform other native ecosystems into valuable wood lands. When alien species are introduced in these ecosystems, the impacts may become worse. Conservation and rehabilitation activities



Fig. 4 *Prosopis* species dominating along roadside in a rural residential area

may be misguided into environmental degradation if we do not take into account the ecosystem value of the site. For instance, *Prosopis* species has been found to become invasive after its introduction and now dominating some parts of dry forests, scrub lands, rural residential areas, along road sides, water ways and agricultural hedgerows in a large area of arid and semi-arid regions and threatening their ecosystems although *Prosopis* plant is useful as fuel wood for local people. The distribution patterns and ecological risks of invasive alien species including *Prosopis* species have not yet been well documented. The impacts of these alien species may become irreversible on native ecosystems and socio-economic welfare of local people. Since ministry of forestry was restructured as ministry of environmental conservation and forestry, we need to consider not only conservation of forest trees and their biodiversity but also

conservation of various other ecosystems. NGOs and local volunteer groups should consult with experts to understand the ecological importance of the designed sites in order to achieve proper goal of environmental conservation. Local researchers should be encouraged by providing necessary resources to conduct research on native species for appropriate reforestation practice. NGOs and ministry of environmental conservation and forestry should have well collaboration to formulate and agree

on a strategic plan for the environmental rehabilitation programs in Myanmar.

Risk assessment system should be introduced to monitor the import and use of alien species. As an attempt to this goal, my doctoral research will determine the risk of *Prosopis* species on native plant communities and on different ecosystems. The research will try to initiate the applicability of ecological risk assessment for all potential invasive species in Myanmar.



Fig. 5 A tree planting site with fast growing alien species in a dry forest



Fig. 6 A natural forest protecting site by natural regeneration of native vegetation



Thiri Aung (1st year doctoral student, Department of risk management and environmental sciences)

Birth place: Born in Yangon, Myanmar in 1981. Specialization: Ecological risk assessment of invasive plant species. I would like to show my gratitude to Global COE program for its funding support and to local staffs of Ministry of environmental conservation and forestry for their kind support during my field survey in Myanmar.

グローバル COE 化学物質国際シンポジウム開催報告

「Risk management of chemical substances based on modeling and measurements」

横浜国立大学 環境情報研究院 客員教授 川本克也

2011年10月28日(金)13:15~17:15、海外から気鋭の研究者を2名招き、環境情報研究院1号棟305室において標記シンポジウムを開催しました。招聘研究者は、スウェーデンからストックホルム大学応用環境科学科准教授の Dr. Matthew MacLeod、ニュージーランドからオタゴ大学理学部化学科の Dr. Kimberly J. Hageman です。全体のプログラムを示します。



写真1 会場風景 (MacLeod さん発表)

- | |
|---|
| 13:15- Opening address
Dr. Hiroyuki Matsuda, Prof. & Leader of G-COE Program,
Yokohama National University |
| 13:20-15:20 Session 1 (Chair: Dr. Katsuya Kawamoto) |
| 1) "Quantifying the extent of inter-continental transport of
persistent organic chemicals"
Dr. Matthew MacLeod, Associate Prof., Dept. Applied
Environmental Science, Stockholm University, Sweden |
| 2) "Using active and passive air samplers to understand the
atmospheric transport of organic contaminants"
Dr. Kimberly J. Hageman, Senior Lecturer, Department of
Chemistry, University of Otago, New Zealand |
| 15:20-15:40 Break |
| 15:40-16:40 Session 2 (Chair: Dr. Satoshi Managaki) |
| 3) "Properties of chemical substances and application to regional
fate modeling",
Dr. Katsuya Kawamoto, Deputy Director, Center for Material
Cycles and Waste Management Research, National Institute
for Environmental Studies |
| 4) "Exposure assessment of brominated flame retardant based
on material flow analysis",
Dr. Shigeki Masunaga, Professor, Department of Risk
Management and Environmental Sciences, Graduate School
of Environment and Information Sciences, Yokohama
National University |
| 16:45-17:15 Discussion (Chair: Dr. Katsuya Kawamoto) |
| 17:15 Closing |

開催の趣旨は、化学物質のリスク管理において、モデルの適用と環境中の化学物質測定という異なる2つのアプローチがあること、それらの意義と最先端の研究状況および今後の課題などを考えることを通じ、アジア視点での生態リスク管理につなげたいということでした。

シンポジウムでの発表を概観しましょう。MacLeodさんは、残留性有機汚染物質(POPs)

を対象としたグローバル規模での挙動モデル(BETR Global)の開発に携わった経験から、POPsの大気を通じた長距離移動のパターンや特徴、定量化などについて、PCBsやメチルシロキサンを例に、ヨーロッパでの動向を含めて最先端の事例を紹介してくださいました。

Hagemanさんは、大気中でのPOPs化合物などを測定する方法について、基本的なハイ

ボリュウムサンプラーを手始めに整理し、とくに山間部のように、動力源が不要な測定法が必要とされる場面における有用な各種パッシブ測定方法の最新の知見、さらにニュージーランド山岳地域での測定例などを紹介してくださいました。

私（川本）は、化学物質の環境内挙動の理解に必要な物理化学的な基礎的事項、および地域での化学物質挙動予測モデルや環境・生態系への蓄積性予測への応用例を述べました。

益永教授は、臭素系難燃剤ヘキサブロモシクロドデカン（HBCD）を題材として、物質フロ

ー解析の手法を適用し、また使用と環境排出から廃棄にいたるライフサイクルに沿った詳細な解析の成果を示した後、人体への摂取予測を含めた解析の成果を紹介してくださいました。最後に、総合的な議論として、ライフサイクル的な視点の重要性、今後注目される新たな化学物質などについて意見を交換し、モデルと測定との両輪に基づくことの重要性を再認識しました。シンポジウムには学外からを含めて40名余が参加し、全編英語での進行に熱心に聞き入り、また質問もあって、有意義な催しとなりました。



川本克也 Katsuya KAWAMOTO（横浜国立大学 客員教授）

独立行政法人国立環境研究所所属。グローバルCOEプログラムでは生物資源・廃棄物の循環利用に取り組んでいる。一方、化学物質の性状に基づく環境挙動解析も専攻し、著書に「環境有機化学物質論」がある。環境リスクマネジメント専攻所属。

グローバルCOE リレー成果報告⑪

バイオマス利活用の課題

ーパーム・プランテーションでの調査結果をもとにー
横浜国立大学大学院 環境情報研究院 教授 藤江幸一

はじめに

カーボン・ニュートラル、CDM、カーボン・オフセットなど、二酸化炭素の排出削減をめぐる多様なコンセプトや制度が目まぐるしく世界を駆け巡っている。その行き着く先のひとつがバイオマスやバイオ燃料の利活用であり、それらを大量に生産できるポテンシャルを有する熱帯地方のプランテーションに注目が集まっている。プランテーションとは、エスレート作物あるいは工芸作物と呼ばれるサトウキビ、パーム、コーヒーなど単一品種を大規模に栽培する農産物生産方式であり、広大な土地を利用することから、その利用改変による環境生態系へのインパクトが指摘されている。それらの産物は先進国など遠隔の大規模消費地に出荷されているのも特徴である。プランテーションにおける環境・生態系に対するインパクトとして、1) 熱帯雨林減少の加速、2) 土地利用改変と



写真1 Jatropha とその果実

環境影響、3) 化学肥料等の大量施肥による環境影響などが挙げられよう。

非産油途上国にとっては、自前のエネルギー資源を確保することが大きな課題である。例えばインドネシアは自国内での石油消費が大幅

に増加したことによって石油輸入国となった。ガソリンの大幅値上げが内政の不安定化を招きかねないことに加えて、国民生活や産業経済活動の安定化を確保するためには、石油製品の値上げは容易ではない状況にある。インドネシア政府は 2010 年までに液体燃料の 10% をバイオ燃料に転換する計画を大統領令として 06 年に発表し、キャッサバを原料としたバイオエタノールの生産、油糧作物である Jatropha（南洋アブラギリ、写真1）の普及によるバイオディーゼル燃料（BDF）の生産をそれぞれ推進しているが、政府の意図に反してバイオ燃料の普及は遅々としている。これは、バイオマスやバイオ燃料の生産に伴う生態系への影響を考慮すれば幸いなことであるとも言える。

さて本稿では、プランテーションにおけるバイオマス産物やバイオ燃料の生産について、主にスマトラ島での調査・解析結果に基づいて、現状を検証してみることにする。対象はパーム・プランテーションであり、パーム油は我が国でも広く食用や洗剤・化粧などの原料として利用されている。プランテーションで進行して環境・生態に係る問題は、我々の日常生活に深く関わっていることを忘れてはならない。



写真2 スマトラ島のパームプランテーション

パームの栽培

前述したように数千 ha から数万 ha にもおよび広大な土地を確保するには、森林の伐採や他の作物からの転作など大規模な土地利用の改変が行われる。広大なプランテーションでは多くの人が働いており、大きな雇用を担ってい

る。しかし森林の皆伐によって多くの動植物が棲息場所を失い、顕著な生態系破壊を引き起こすことになる。森林は長期間にわたって大量の二酸化炭素を草木や土壌有機物として貯留してきたが、伐採・放置された草木は生物分解を受けて二酸化炭素やメタンとして大気中に放出される。写真2はスマトラ島北部のパーム油プランテーションである。森林を皆伐した広大な土地にパームの苗木を移植することからプランテーションが始まる。同じ地域のプランテーションを地上から訪れて撮影したのが写真3である。既に下草木が成長しているものの、森林を皆伐した後の様子をうかがい知ることが出来る。

パーム油といえばマレーシアが有名であったが、2006 年以降はインドネシアがパーム油の生産量で世界一になり、さらなる栽培面積の拡大が行われている。未利用の土地を求めてプランテーションは各地に展開しており、排水路の設置によって湿地帯を乾燥化させてパーム



写真3 苗木の移植間もないパーム・プランテーション

栽培の拡大も行われている。湿地帯には酸素が供給されない状況で安定化していた植物の遺骸などで構成される泥炭（PEAT MOS）が多く含まれていることが多い。排水による水位の低下によって、泥炭が空气中に露出すると、酸素の供給によってその好気性生物分解が急速に進行する。これが二酸化炭素の大きな排出源として強く懸念されている。森林の皆伐によって開拓された農地においても同様である。土壌中に蓄えられていた有機物は好気性生物分解を受け、二酸化炭素として大気中に放出されることとなる。このように、土地利用の改変は地域の生態・環境にととまらず、地球環境にも大き

なインパクトをもたらす可能性がある。

パームは樹齢が20年程度で収量の低下が始まる。写真4は収量が低下したパームの古木を倒して、あらたな苗木を植えようとしているところである。移植した苗木が育つまでは、降雨によって土壌と肥料分の流出が進み、河川での水質汚濁の大きな原因となっている。人工的に管理されていたとは言え、パーム樹林を一斉に倒すことは、その場の生態系に対する影響を無視できないであろう。

パームの製油と環境負荷

製油工場に搬入されたパームの果房（Fresh Fruits Bunch、FFB）は図1に示すプロセスを経て粗パーム油になる。蒸熱工程でパーム油の品質劣化をもたらす酵素をまず失活させ、次にFFBから果実を回収し搾油工程に移る。ここで果実を取り除いた空果房（EFB）が大量に発生する。パーム油は果肉に含まれており圧搾によって粗製油を回収し、種子（仁、Kernel）からはカーネル油が得られる。粗製油の脱水乾燥工程排水および蒸熱処理の凝縮水の混合物が、油分を含む高濃度有機性排水として排出される。繊維状の圧搾ケーキは油分を含んでいることから、質のよいボイラー燃料として活用されており、これによってパーム製油工場はエネルギー的に自立が可能になっている。含水率が高いEFBについては、その有効活用が模索されているが、現状ではカリ成分の土壌還元を目的として、その焼却灰のプランテーションへの散布やEFBの直接土壌還元が行われている。

製油工程から大量に発生する油分を含む高



写真4 若木への植替えのため倒されたパームの古木

濃度排水（POME）が大きな環境問題となっている。酸化池（ラグーン）に放流されたPOMEは、ここで2、3ヶ月の間貯留されてからプランテーションへの灌漑に利用されるか河川に

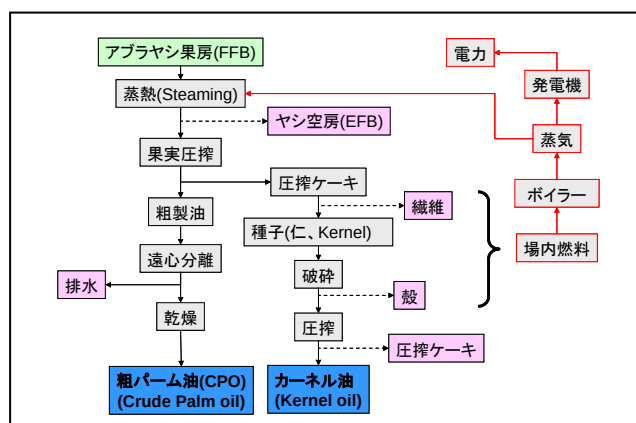


図1 パーム製油工場のプロセスフロー

放流される（写真5）。熱帯地方の高い気温のもとでラグーン内では活発な嫌気性生物反応が進行し、有機汚濁物質は容易に二酸化炭素およびメタンに変換されて大気中に放出される。パーム製油工場における炭素に着目した物質収支の解析を行ったところ、パーム油1トン生産当たりに排水中に排出される有機炭素の量は40～50kgであることが分かった。さらに、ラグーンから排出されるガスの発生量と組成の分析を行ったところ、ラグーンに流入した有機炭素の70%以上がバイオガス、すなわち二酸化炭素とメタンとして排出され、その割合はほぼ同一であった。パーム油を1トン生産すると二酸化炭素換算で約500kgの温室効果ガスを排出することが明らかになった。

環境インパクト低減の可能性

環境生態系への負荷を低減できると考えてバイオマスやその加工品の利用が推進されているものと判断されるが、現実には上記のとおりであり、森林の伐採や湿地帯の乾燥化などによる土地利用改変に伴って生態系や環境に大きなインパクトをもたらすことが明らかになっている。プランテーションでは収量を向上するために、我が国の耕地と変わらないくらいの化学肥料が施用されており、その生産による温室効果ガスの排出やプランテーションから水環境への流出による水質汚濁も無視できない。製

油工程排水を受入れるラグーンの温室効果ガス排出がこれに加わる環境インパクトである。

前述したようにインドネシアではパーム・プランテーションの拡大が続いており、さらなる生産の拡大が予想される。新規プランテーションの拡大を抑制するには面積あたりの収穫量



写真5 パーム製油排水のラグーンと温室効果ガスの発生

(単収)を増大させることが有効である。スマトラ島の例では、民間の小規模プランテーションに比較して、国営を中心とした大規模プランテーションでは1.3～1.5倍もの単収が得られていると聞いた。十分な施肥や栽培の管理を行うことで、単収の大幅な増大が期待でき、これは今後見込まれる需要の増大に対して、森林の皆伐等を伴う新たなプランテーションの開発を行うことなく、生産量の増大を可能にする有効な手段である。

森林土壌には落枝・落葉等によってもたらされた有機物が貯留されている。有機物を施用しないままに森林伐採後の土地で作物の栽培を継続すると、土壌中有機物の好気性生物分解が進行する。有機物の好気性分解は二酸化炭素の排出につながり、同時に土壌の無機化、そして地力の低下をもたらす。パームのプランテーシ

ョンにおいても同様な現象が進行しており、前述したように EFB の土壌還元やカバークロップの導入などが試みられている。

もう一つの課題がパーム製油工場の排水 (POME) である。POME から発生するメタンをラグーンから回収し、燃料として利用することや、メタン発酵装置の導入によって積極的にメタンを生成することなどが提案されている。メタン生成速度や収率の向上のための研究開発も行われているが、実用には至っていない。前述したようにパーム製油工場はエネルギー的に自立しており、更なるエネルギー回収をおこなうインセンティブが無いので、当然のことながら新たな投資は行われない。メタン発酵によるエネルギー回収に対してインセンティブを付与する必要がある。工場におけるプロセスの改善による省エネルギー化の推進、土壌に還元すべきバイオマスとの適切なバランスを考えた上でのバイオマス残滓のエネルギー化などによって、できるだけ多くの余剰エネルギー量を確保することができれば、電力系統への接続などによって外部へのエネルギー供給が実現する。周辺地域と連携した上でのパーム製油工場における取組みが、環境への総合的なインパクト低減に不可欠である。

地球に優しい、温室効果ガスを排出しないなどの理由で、従来の用途である食品や洗剤・化粧品に加えて、バイオ燃料などへの利用が期待されているパーム油であるが、上記のような多くの課題を抱えていることを認識した上で、その問題解決をはかりながら適切な利用が行われるべきである。



藤江 幸一 Koichi FUJIE

(横浜国立大学大学院環境情報研究院教授)

1980 年東京工業大学大学院総合理工学研究科にて学位を取得 (工博)。東京工業大学助手、横浜国立大学助教授、豊橋技術科学大学教授を経て 2007 年 12 月より現職。専門分野：環境化学工学、資源循環工学、水環境工学。学会等活動：(独)日本学術振興会・学術システム研究センター主任研究員を兼務中
自己紹介：物質収支、エネルギー収支の解析に基づいて、環境負荷の低減、資源・エネルギーの有効活用による持続可能社会実現に向けた研究を行っている。
著書：「環境工学」(共著)、「進化するゼロエミッション活動—低炭素社会へシフトするための最強のコンセプト—」(共著)。

活動の記録 講演会などのイベントを開催しています

◆環境リスク学国際教育プログラム 第 13 回

GCOE の成果報告兼リレー講義

日時：11 月 28 日(月) 10:30-12:00

講演者：井上真紀（国立環境研究所）

題目：侵略的外来生物の生態リスクー外来アリ類を例にー

講演者：Daniel Edison Husana（環境情報研究院）

題目：Ecological risks and management strategy in the coastal region:

the Philippines example

◆第 71 回生態リスク COE 公開講演会

日時：2011 年 11 月 29 日（月）16:00 開始

演者：土屋 一彬（和歌山大学システム工学部環境システム学科特任助教）

題目：都市近郊林の持続的管理のための制度的枠組みのあり方

◆生態リスク GCOE ワークショップ

「化学物質生態リスク研究のフロンティア」

日時：2011 年 11 月 30 日（水）13:30-16:30

演者：亀田 豊（埼玉県環境科学国際センター）

題目：「パッシブサンプラーを用いた水中微量汚染化学物質モニタリングと生態影響評価への利用可能性」

演者：木村 久美子（横浜国立大学環境情報学府、さいたま市健康科学研究センター）

題目：「化粧品に使用される防腐剤および紫外線吸収剤の水環境中での検出および生態影響評価」

演者：久保 隆（長崎大学産学官連携戦略本部）

題目：「長崎周辺での毒性物質の環境モニタリングとアジアからの越境汚染」

◆環境リスク学国際教育プログラム 第 14 回

GCOE の成果報告兼リレー講義

日時：12 月 19 日(月) 10:30-12:00

講演者：森 章（横浜国立大学環境情報研究院）

題目：自然撓乱体制に基づいた生態系管理

◆Lampung IME symposium

日時：2011 年 12 月 21 日（水）10:00-17:00
（インドネシア開始 08:00）

場所：情報基盤センター3 階マルチメディア教育室
タイトル：National Seminar on Soil Health and Biomass Production

◆第 72 回生態リスク COE 公開講演会

日時：2011 年 12 月 26 日（月）15:00 開始

場所：環境情報 1 号棟 314 室

演者：幸田良介（総合地球環境学研究所）

題目：森林植生の群集動態を決定する要因としての大型草食獣シカの機能

演者：藤巻玲路（島根大学生物資源科学部）

題目：森林管理手法の確立にむけた物質循環研究の展望

EcoRisuk（エコリスク）通信 第 11 号

2011 年 12 月 24 日発行

横浜国立大学グローバル COE プログラム事務局

〒240-8501 横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7

Email: er-coe3@ynu.ac.jp

編集スタッフ：茂岡忠義, 北川涼, 三浦季子,
弘中豊, 近藤博史, 小谷俊輔,
太田海香, 舩田陽介, 来海麻衣,
関口美穂子

※EcoRisk とは、「生態リスク」の英訳”Ecological Risk” の略称です。当グローバル COE プログラムでは、生態リスク管理に関する様々な研究・教