

独立行政法人 国立環境研究所

地球環境研究センターニュース

Center for Global Environmental Research



【地球温暖化に脆弱な北岳の高山帯（17ページ参照）】

2005年(平成17年) 12月号 (通巻第181号) **VOL.16 NO.9**

目 次

炭素循環および温室効果ガス観測ワークショップ」報告
地球環境研究センター 主幹 山本 哲

連携の勧め - わが国の観測研究の弱点と「連携拠点」の活用
地球環境研究センター 総括研究管理官 井上 元

2005年ブループラネット賞受賞者との意見交換会

森林生態系の炭素収支観測プロジェクトの再開 - 富士北麓カラマツ林での観測概要 -
地球環境研究センター 研究管理官 藤沼 康実

APN CAPaBLEプロジェクト：タイの水田・埋立地のメタンフラックスの測定支援に関する活動報告
(財)地球・人間環境フォーラムつくば研究所 所長 沢野 清志
地球環境研究センター 温室効果ガスインベントリオフィス マネジャー 中根 英昭
循環型社会形成推進・廃棄物研究センター 主任研究員 山田 正人
循環型社会形成推進・廃棄物研究センター NIESポスドクフェロー 坂内 修
地球環境研究センター 温室効果ガスインベントリオフィス NIESアシスタントフェロー 梅宮 知佐

温暖化ウォッチ(5) ~データから読み取る~
わが国の高山植物が示す地球温暖化影響
生物圏環境研究領域生態系機構研究室 主任研究員 名取 俊樹

観測現場から - 波照間 -

お知らせ
日本の21世紀型業務部門対策技術普及シナリオとは? 公開シンポジウム
名刺用紙で地球環境ばらばらマンガが作れます

地球環境研究センター活動報告(11月)



独立行政法人 国立環境研究所 地球環境研究センター
<http://www-cger.nies.go.jp/index-j.html>

「炭素循環および温室効果ガス観測ワークショップ」報告

地球環境研究センター 主幹 山本 哲

2005年11月10日(木)～11日(金)に東京・池袋のメトロポリタンプラザ会議室において「炭素循環および温室効果ガス観測ワークショップ」が開催された。地球環境研究センター井上総括研究管理官を組織委員長とする組織委員会(19名の研究者で構成)、総合科学技術会議地球温暖化研究イニシアティブ(気候変動分野)(座長:東京大学海洋研究所小池勲夫教授)、IGOS(Integrated Global Observation Strategy; 総合地球観測戦略)国内委員会炭素循環テーマグループの主催、国立環境研究所が共催し、また、地球環境研究センターが事務局を務め、ワークショップの運営にあたった。

近年、地球観測の国際的な連携を目的としたGEOSS(Global Earth Observation System of Systems; 複数システムから構成される全球地球観測システム)の「10年実施計画」(地球観測サミットで承認)や、総合科学技術会議による「地球観測の推進戦略」の決定など、国内・国際の地球環境観測の活動連携が強化されようとしている。国内では、府省間の連携を進め、予算案も含め協議・調整する場として、分野別の「連携拠点」を作る方向にあり、まず地球温暖化分野の連携拠点が2006年に立ち上がる見通しである。本ワークショップは、こうした活動の準備段階として、炭素循環(その他温室効果ガスを含む)という多分野のかかわるテーマについて、研究の現状を相互に理解し、今後の連携のあり方を検討するための第一歩

とするべく開催された。

ワークショップでは、表に掲げたとおり、海洋・大気・陸域生態系の3分野について、組織委員会から推薦されたそれぞれ10名の招待講演が行われた。当初組織委員から推薦された候補者は約100名に上ったが、時間の関係もあり、30名に絞ることとなった。各講演者の方にはご自分の観測研究だけでなく、その分野の活動を包括的に報告していただいた。ここでは個々の講演の内容については述べないが、講演者と演題のリストを見ただけでも、炭素循環に関連して国内の研究者により広い分野にわたり優れた観測研究が行われていることが理解されるであろう。

炭素循環のテーマで幅広い分野の研究者が一堂に会して議論する科学的会合は国内ではほとんど初めてといえるものであり、分野を越えて2日間にわたり熱心な討議が行われた。最後は井上組織委員長が、研究の相互理解を前提として、観測の「連携」に必要となる検討事項や作業について私見を示してワークショップをまとめた。参加者142名には研究者・専門家だけでなく、民間企業の関連部門などからの方も多く含まれ、このテーマに社会的にも広く関心が持たれていることがうかがわえた。

なお、地球環境研究センターでは、本ワークショップの講演要旨を編集し「CGERリポート」として刊行して、ウェブサイトでも公開する予定である。



「炭素循環および温室効果ガス観測ワークショップ」招待講演の演題と講演者

趣旨説明

炭素循環観測の国際・国内の共同プログラムと国内連携方策 井上 元 (国立環境研究所)
総合科学技術会議温暖化イニシアティブの活動について 小池勲夫 (東京大学海洋研究所)

海洋

北太平洋西部海域における海洋二酸化炭素分圧と大気・海洋間二酸化炭素フラックスについて
吉川久幸 (北海道大学大学院地球環境科学研究院)
極域海洋における大気・海洋間二酸化炭素交換 橋田 元 (国立極地研究所)
海洋表層におけるCO₂系変動の観測 - 海洋における炭素循環の解明と人為起源CO₂蓄積速度の評価に向けて
石井雅男 (気象庁気象研究所)
海による人為起源CO₂の吸収とその変動 - 大陸間縦・横断観測による海洋炭素循環の研究
村田昌彦 (地球環境観測研究センター)
海洋大気エアロゾルと物質循環のリンク 植松光夫 (東京大学海洋研究所)
気候変化と海洋生態系応答: 実験的手法とデータ解析 津田 敦 (東京大学海洋研究所)
海洋研究開発機構における物質循環研究 渡邊修一 (海洋研究開発機構)
GEOTRACES: 海洋の微量元素・同位体による全球的生物地球化学研究 蒲生俊敬 (東京大学海洋研究所)
多様なニーズに答える様々な海洋物質循環・生態系モデリング
山中康裕 (北海道大学大学院地球環境科学研究院)
二酸化炭素海洋隔離技術に関する国際的状況 原田 晃 (産業技術総合研究所)

大気

温室効果気体の循環と観測の現状 中澤高清 (東北大学大学院理学研究科)
気象庁における温室効果ガス観測と世界気象機関 (WMO) 温室効果ガス世界資料センターの活動について
堤 之智 (気象庁地球環境・海洋部)
東北大学における温室効果気体の地球規模循環の研究について 青木周司 (東北大学大学院理学研究科)
国立環境研究所 / 地球環境研究センターにおける温暖化ガスのモニタリング 向井人史 (国立環境研究所)
衛星による温室効果ガス観測の現状とGOSATプロジェクト 横田達也 (国立環境研究所)
東アジアにおけるフッ素系温室効果気体の排出に関する観測研究 横内陽子 (国立環境研究所)
大気酸素濃度の精密測定による炭素循環の解明 遠嶋康徳 (国立環境研究所)
南北両極域における温室効果気体観測 森本真司 (国立極地研究所)
定期航空機による上部対流圏の温室効果気体観測 松枝秀和 (気象庁気象研究所)
成層圏における温室効果気体とその関連物質の観測 菅原 敏 (宮城教育大学)

陸域生態系

衛星観測とモデルの統合による陸域生態系の評価 - 人・自然・地球共生プロジェクト (RR2002) 課題3-1報告
安岡善文 (東京大学生産技術研究所)
AsiaFluxの現状と課題 大谷義一 (森林総合研究所)
タワー観測サイトにおける森林炭素収支統合研究 三枝信子 (産業技術総合研究所)
土壤呼吸測定法の現状と今後の展望 梁 乃申 (国立環境研究所)
新しい地球観測衛星と地上観測の可能性 本多嘉明 (千葉大学環境リモートセンシング研究センター)
The Role of Satellite Observations of Vegetation and PAR in Modeling and Monitoring of the Terrestrial Carbon Cycle
Dennis Dye (地球環境フロンティア研究センター)
陸域炭素循環モデルにおける観測データ利用 伊藤昭彦 (地球環境フロンティア研究センター)
京都議定書吸収源としての森林機能評価に関する研究 天野正博 (早稲田大学人間科学学術院)
温暖化環境下での常緑広葉樹群落の生産及び分解過程 - オープントップチャンバー実験
中根周歩 (広島大学大学院生物圏科学研究科)
大気CO₂濃度上昇が植物 土壌系に及ぼす影響 - FACE (開放系大気CO₂増加) 実験で分かってきたこと
小林和彦 (東京大学大学院農学生命科学研究科)

連携の勧め - わが国の観測研究の弱点と「連携拠点」の活用

地球環境研究センター 研究管理官 井上 元

2006年に設立予定の地球温暖化の分野での観測連携拠点の設立を念頭に、温室効果ガス関連の研究の現状を相互に理解するワークショップを2005年10月10日～11日に開催した(詳細は「炭素循環および温室効果ガス観測ワークショップ」報告書を参照)。大気、海洋、陸域のそれぞれの分野で中心的な活動を行っている方々にお願いして、自らの観測だけでなく、その分野の活動を包括的に報告していただいた。その他にも多数のoutstandingな観測があることは承知していたが、時間の制約から発表していただくことができなかつたことは残念ではある。

ここでわが国の観測研究の弱点を自己点検し、改めて連携拠点をどのように位置づけ活用していくべきかを考えてみたい。

わが国の観測研究者は頑張っているが・・・

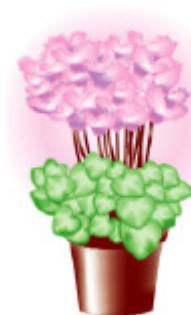
今回、わが国でどのような観測が行われているかの全貌を初めて見ることができたと言っても過言ではない。大気中の温室効果ガス濃度の観測や、陸域・海洋での二酸化炭素・メタンなどの発生・吸収にかかる重要な観測が活発に行われている事が確認できたことは喜ばしい。国際的に見てもわが国の研究は重要な地位を占めており、IGCO(IGOSの炭素観測テーマ)などの国際的リーダーが参加していれば、驚嘆の感想を述べたであろう。しかしながら、それならICDC(二酸化炭素国際会議)などでもっと存在感があつても良いはずである。残念ながらこうした観測研究が総合的なまとまりを持たず、いわば「世界を語っていない」ことに問題がありそうである。

他方、地球規模のプロセスは多くの観測を総合化して初めて理解できるものであり、それぞれが重要と考える対象や場所で信頼できるデータを取得すること、それも長期に実施することが重要で、必ずしもそれぞれが世界を語る必要はないという考え方もある。今回の発表でも信頼できるデータを取得する努力について多くの発表があった。恐ら

く、日本の科学者は最も信頼できるデータを提供していると言えるだろう。しかし、その発信機能が十分かというと、残念ながら日本のデータを世界のモデル研究者に的確に届けていないよう思う。

もう一つの課題は、今回の発表で表に現れたわけではないが、効率性の問題である。例えば米国と比較すると、投入された予算に比べその成果(投資効果)が良いかと聞かれるなら、残念ながら良いとはいえない。その原因の一つは規模の利得において米国や今や一体化したヨーロッパ諸国に比べ不利であることである。しかし、それ以上にこの分野の研究者の数、特にデータ解析法のモデル研究者の数が少ないと、一般にコストが高いこと(例えば輸入機器が米国の二倍以上の価格であった時代はつい最近のことであるし、ポスドクなどの生活費も高い)、研究者の連携や予算の仕組みなど不合理な点が多いことなどの理由がある。多くの問題の中で、研究者が連携する事により解決できるものや制度の合理的運用で解決できるものも多いと考えられる。それが研究者側から見た連携拠点に期待するものである。

例えば、観測装置を作り、さまざまな苦労の後にデータを取得して、その結果についていろいろ検討を加える。観測者でないと見抜けない現象もあるのだが、ある程度の解析以上に進まないことが多い。最近では様々な他の人が取得したデータを駆使してモデル解析を行うという、データ解析



の専門化が進んでいるので、観測研究者だけが解析をやっているのでは国際的に勝てる状況にはならない。そんなことは判っているという声が聞こえそうである。では、なぜ解決できないのだろうか？例えば、すべてを自前でやろうとする傾向がある。独自性を出さないと大学院生の論文にならないとか、他の組織に習うことへの抵抗感など色々考えられるが、最も基本的なところは、わが国の研究者に横の連携が弱く、国際的な競争に挑むより国内的な競争に目が向いているせいではないだろうか。また、観測データを駆使して総合的理解や新たな視点を提唱する創造性に欠けているせいではないだろうか。

どうすれば総合力を発揮できるか？

こうした弱点をどうしたら克服できるのだろうか？もし競争的研究資金が一本であれば、そして、予算の配分をする機関がしっかりと見ているなら、こうした無駄はなくなるだろう。残念ながらわが国の予算システムはマルチであり、どこの予算でも「何か他と違った特徴を出しながら、最初から最後まで何もかもであり、完結していることを求められるためではないだろうか。しかも限られた規模の予算である。それは無理だ。

観測の連携拠点は、こうしたわが国の弱点を克服する第一歩となることが期待されている。予算の出所が違っていても、例えばA予算では機器開発を中心とする、B予算ではその成果を利用し既に実績のあるz地域のyに関する観測研究を行い、C予算ではB予算で整備したz地域のインフラを利用させてもらい別のxプロセスに注目した観測を行う、D予算ではB、C予算で出た成果をモデル計算結果と比較・解析し、同時にxプロセスの確認も行う、こうした仕組みはできないものであろうか。こうした相互に連携した仕組みをつくるには、「どこで何をやっており、これを測定するのはa機

関が最も良い装置を作っている」とか、「xプロセスを解明する研究をzz地域でやるといっているがz地域でも良いはずで、そうすればインフラはB予算で手当してあるから節約できる」など、何処かで正確な情報を持っていることと、競争的資金を配分する機関の間で調整が必要である。(競争的資金にProgram Directorを置くことが決まったが、省毎にいわば素人の研究者OBを配置しても何の役にも立たない。)

もう一つの重要な役割は、10年程度の科学的な目標を共有することである。その間、10年計画を固定するという意味ではなく、5年ごとには見直す必要がある。その目標に向けて個別には「力技」であったり、誰も気づかなかった「アイデア勝負」であったり、それぞれの強みで競争的に資金獲得を行う、いわば「調整された競争」とすることが地球観測では重要なことではないだろうか。

連携拠点が縛るものではなく、もっと自由を与えるものとするには？

わが国の財政は700兆円を超える負債を抱えており、かつてのわが国の科学技術の第二期中期計画のように、競争的資金の倍増などという景気の良い話は今後期待できそうにない。従って、従来のいわゆる箱物を作る科学技術行政から、国民が知りたい、あるいは、知る必要のある確かな「情報」を得る、「ソフトな予算」に転換する必要がある。そのためにはわれわれ科学者が長期の科学的目標を設定し、無駄を排した効率の良いシステムを作りあげることが重要である。連携拠点が形式的な重複を点検したり、性急な成果を求めたりする「縛り」の機関になる危険性を排し、効率よく組織的に観測を行い、研究者がもっと考える時間を持つようにする、そのための組織にすることが必要である。いま、わが国の観測研究に重要な転機が訪れている。

2005年ブループラネット賞受賞者との意見交換会

出席者：ニコラス・シャックルトン教授

（ケンブリッジ大学地球科学科名誉教授 / ゴットウィン第四紀研究所前所長）

ゴードン・ヒサシ・サトウ博士 (W.オルトン・ジョーンズ細胞科学センター名誉所長 /

A & G製薬取締役会長 / マンザナール・プロジェクト代表)

大塚柳太郎（理事長）

飯島孝（理事）

植弘崇嗣（国際室長）

井上元（地球環境研究センター 総括研究管理官）

話題提供者：柴田康行（化学環境研究領域 領域長）

奥田敏統（生物圏環境研究領域熱帯生態系保全研究室 室長）

司会：西岡秀三（理事 / 地球環境研究センター長）

2005年10月21日、国立環境研究所内において、研究所の二つの研究発表に基づき、ブループラネット賞受賞者を中心討論しました。

西岡：国立環境研究所では毎年ブループラネット賞(注)受賞者をお迎えし、講演していただいてあります。今回は、講演に先立ち、国立環境研究所の研究成果の一部をご紹介しながら、受賞者のお二人とお話を進めていきたいと思います。はじめに国立環境研究所理事長の大塚柳太郎よりご挨拶申し上げます。

大塚：ニコラス・シャックルトン教授、ゴードン・ヒサシ・サトウ博士、2005年のブループラネット賞受賞おめでとうございます。シャックルトン教授は氷河期 - 間氷期の気候変動の周期、二酸化炭素の関わりとそれを引き起こす地球軌道の変化の解明、サトウ博士はエリトリアで斬新なマンゴロープ植林技術を開発し、最貧地域における持続可能な地域社会の構築に貢献した業績によりこの賞を受賞されました。本日はお二人をお迎えし、研究に関するディスカッションや、独立行政法人となった国立環境研究所へのご意見などを伺いたいと思います。

西岡：では、国立環境研究所の研究成果を少し聞いていただきましょう。

【環境試料中の宇宙線起源放射性核種の測定】

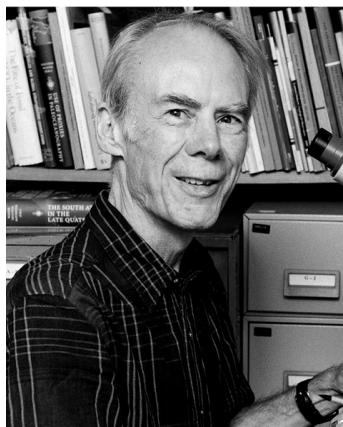
（柴田康行：化学環境研究領域 領域長）

宇宙から絶えず降り注ぐ宇宙線の影響で、地球

上では様々な寿命の長い放射性核種が生成されます。例えば大気中では炭素14やベリリウム10などが生成して地表に降下してきます。また地表の岩石や氷の中でも、ベリリウム10やアルミニウム26、塩素36などがそれぞれ生成されます。これらの存在割合は、宇宙線強度に影響を与える太陽活動度の変化や地球磁場変化、大気中生成核種の沈降に影響を与える地球規模の環境変化や大気・海洋大循環の様子、さらには地表の形態変化などにより影響を受け、これらの測定により過去の地球環境変化の様々な側面を明らかにできる可能性があります。国立環境研究所の加速器質量分析施設では、これらの中でも特に炭素14を中心として、堆積物やサンゴ、氷床コア等を用いた過去の環境変化史の研究、放射性炭素をトレーサーとする炭素循環の解明、さらには化合物毎の炭素14測定による個々の汚染物質の起源の探索などの環境研究を進めています。その中で、本日はシャックルトン教授の研究と比較的関連の深い事例として、氷河期、間氷期の気候変動に関する3つの例を紹介したいと思います。

最初は海洋研究開発機構、茨城大学との共同研究で実施された、十勝沖の海洋底コアの測定例です。堆積速度の速い、高分解能ピストンコア中の有孔虫の炭素安定同位体比を詳細に測定したところ、最終

Nicholas Shackleton (ニコラス・シャックルトン)教授プロフィール xxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxxx



写真提供：(財)旭硝子財団

1937年	英国ロンドン生まれ
1961年	ケンブリッジ大学BA取得
1964年	ケンブリッジ大学MA取得
1965～1972年	ケンブリッジ大学上席研究助手
1967年	ケンブリッジ大学PhD取得
1972～1987年	ケンブリッジ大学第四紀研究科研究科長補佐
1974～1975年	米国コロンビア大学
1975～2004年	Lamont-Doherty地質学研究所上席客員研究員 米国コロンビア大学
1987～1991年	Lamont-Doherty地質学研究所上席研究員
1988～1994年	ケンブリッジ大学準教授
1991～2004年	ケンブリッジ大学第四紀研究科研究科長
1995～2004年	ケンブリッジ大学Adhominem教授
2004年より	ケンブリッジ大学第四紀研究ゴッドウィン研究所長 ケンブリッジ大学名誉教授

((財)旭硝子財団ホームページより引用)

xx
氷期最盛期前後を中心に、大きく軽い方向へシフトする一過性の現象が数回に渡り観測されました。変動幅からみて、この変化はメタンガス由来の炭素の取り込みを示すと考えられ、この時期に海底のメタンハイドレートが大規模な崩壊を起こしてメタンガスが発生し、これが酸化されて有孔虫殻に取り込まれた事象が何回か起こったことを示しているのではないかと考えられました。この崩壊現象は氷床拡大、海面低下に伴う圧力低下と関係するのではないかと考えられ、温室効果ガスであるメタンのこの時期の放出がその後の温度上昇とどのように関連するのかが注目されます。

2番目の事例は分取ガスクロマトグラフを使った環境試料中各種化学物質の個別年代測定例です。海洋底コアの特定の層準に含まれていた脂肪酸や、過去の水温を示す指標化合物として注目されるアルケノン分子などを順に分離、精製し、個別に年代測定したところ、海洋微生物起源の短鎖脂肪酸やアルケノンがいずれも8千年前後の年代を与えたのに対して、陸上高等植物起源の長鎖脂肪酸並びにアルカン分子はいずれも1万2千年前の値を示しました。異なるそれぞれの物質が起源毎にそろった数字を示すことからみて結果の信頼性は高いと考えられ、以上の結果はこの時期に、陸上起源物質が海洋底に堆積するまでに海洋起源物質より約4千年余分にかかったことを示すものと解釈することができます。環境中における中長期的な炭素循環を明らかにする上で、放射性炭素を使った化

物毎の年代測定という新たな手法の可能性を示した結果と考えられます。

3番目の事例として、共同研究者である弘前大学グループが行った、南極から得られた氷床コア中のベリリウム10の測定事例を紹介します。18世紀頃の太陽活動極小期マウンダーミニマムには、太陽活動の低下に伴い宇宙線の遮蔽効果が薄れて、地上に降り注ぐ宇宙線強度が増加し宇宙線起源核種の生成が増えたと予測されます。弘前大学グループの測定により、この予測に対応する形で氷床コア中のベリリウム10濃度が増加する様子がきれいに捉えられました。現在南極奥地のドームふじでは、過去80万年以上にさかのぼると期待される氷床コアの掘削が続けられており、国立環境研究所では塩素36を使って、氷床コアから長期にわたりベリリウム10と同様太陽活動変化の記録を読み出せるよう、技術開発を進めています。なお、氷床コア関連の報告として、氷床中に閉じこめられていた塩化メチル濃度の測定結果から、最終氷期最盛期に塩化メチル濃度が極端に高くなる事例が化学環境研究領域の斎藤、横内らにより見いだされました。

シャックルトン：メタンは水柱(water column)の中で酸化するのですか、それとも大気中に放出されて、そこで酸化するとお考えですか？

柴田：現時点では明確なことは申し上げにくい状況です。この大きな同位体比のそれは、メタン由

来の炭素が酸化されて使われたと説明するしかありません。複数のコアで、また堆積物中の浮遊性、底棲のいずれの有孔虫でも同様の現象が見られているので、かなり大規模な現象だったと思われますが、正確な規模は不明です。

シャックルトン：肉眼で見える陸上生物の年代確定を行う方法はありますか？

柴田：残念ながら、そういう生物は見つかりませんでした。

シャックルトン：花粉はどうでしょう？

柴田：花粉も十分な量は見つけられませんでした。

西岡：私から一つ質問させて下さい。宇宙線や太陽の変化が最近の気温上昇の原因だという証拠があるのでしょうか？日本の科学者の中にも、これらの間に非常に強い相関関係があると考える人もいます。もちろん、ほかにも様々な要因が絡んでいるのでしょうが。

シャックルトン：この二つはあまり関係ないでしょう。太陽活動と気温上昇の相互関係を十分に詳しく予測できるモデルもありません。私の専門外ですが…。しかし、確かに、とても重要な問題だと思います。柴田さんに見せていただいたデータから気温変化と太陽活動の変動を推定することはできますが、それで過去30年の状況を説明することはできないでしょう。アメリカでこの考え方が支持されていますが、やや偏った考え方のように思えます。

西岡：日本でも産業界サイドの一部で、気温変化は単なる太陽活動の影響だとする考えが言われます。でも、太陽活動が気温変化を起こしているのではないと証明する方法もまだ出てきていませんよね。モデルを使って証明するしかないでしょう。

シャックルトン：年毎の変化を追っていけばいいのです。太陽活動が活発でなくなれば、はっきりした結論が出しやすいでしょう。また、もう一つ、長期の太陽活動のデータを用いて、それと気候データを付き合わせる方法もあります。ともかく、高レベルのモデルで詳細な予測をすることが、錯覚を正す方法です。

西岡：我々科学者の研究が、人々を正しい理解に導く助けとなるでしょうか。

サトウ：私は別の見方からコメントしたいと思います。私たちには科学的証明を待っている時間は

ありません。手遅れにならぬうちに何とかしないといけないので。

シャックルトン：懐疑的な人たちにはあの世に行ってもらいますかねえ(笑)。問題は超高給取りのロビイストたちです。二酸化炭素と気候変動は関係ないとまことしやかに言い続けている人たちがいます。私は科学者ですからロビー活動はしませんが、もしかしたら科学者もそうした方がいいのかもしれません。

西岡：どうもありがとうございます。生物圏環境研究領域熱帯生態系保全研究室の奥田室長にお願いします。

【マレーシアにおける生態系とその管理】

(奥田敏統：生物圏環境研究領域熱帯生態系保全研究室 室長)

社会経済的に自然資源への依存度が非常に高い熱帯地域における生態系管理には、「生態系サービス(生物多様性保全、水域保護、土壤や栄養分)」についての確かな知識と配慮が必要となります。熱帯地域では生物多様性劣化や森林伐採が急速に進んでおり、この劣化プロセスを短期間で評価し、保全対策のサポートをする戦略的アセスメント(strategic assessment)が求められています。

私たちは半島マレーシアをパイロットサイトとしています。IBP(国際生物圏研究計画)が実施された1970年代以降、パソ保護区で多くの集中的な調査がなされ、私たちはその「遺産」を引き継ぎ、半島マレーシア特有の土地利用とその後の変化を見ることができました。

1970年代から90年代頃までのランドスケープの変化についてお話しします。1970年代初めは一次林だったのが、1996年までにその面積は半減し、アブラヤシプランテーションは3倍、ゴムプランテーションは2倍に増加しました。土地利用変化の結果、動物の哺乳類については、1970年代から現在までにほぼ6割を喪失してしまいました。炭素ストックは30%減っています。水域保全に関するデータでは、土壤浸食が70年代の2.2倍となっています。社会経済的な面では、地元の人たちが利用する薬草種などの非木材産物、工場などで需要のある毒性のある植物を数えてみましたが、270種から70種に



写真提供：(財)旭硝子財団

1927年	米国ロサンゼルス生まれ
1951年	南カリフォルニア大学ロサンゼルス校生化学BA取得
1953～1955年	カリフォルニア工科大学微生物学助手
1955年	カリフォルニア工科大学生物物理学PhD取得
1958年	ブランドイス大学生化学科助教授
1963年	ブランドイス大学生化学科准教授
1968年	ブランドイス大学生化学科教授
1969～1983年	カリフォルニア大学サンディエゴ校教授
1983～1992年	W. オルトン・ジョーンズ細胞科学センター所長
1987年より	クラークソン大学分子生物学研究室教授兼室長
1992年より	W. オルトン・ジョーンズ細胞科学センター名誉所長

((財)旭硝子財団ホームページより引用)

減っていました。

木の伐採についてはどうでしょう。自動カメラシステムを使い哺乳動物種の数をチェックしたところ、一次林は他のどこよりも非常に数が多いことがわかりました。アブラヤシプランテーションになるとほんのわずかの哺乳動物しかいないようです。野生生物には森の林冠構造に依存している生物がたくさんいますが、伐採後は、以前の非常に複雑な森林システムではなく単一構造になってしまい、森に棲む生物種が減ってしまったと考えられます。

しかし、生態系サービスについては、私たちがここで発見したことをもとに、より大きなスケールについて予測を行う必要があります。私たちは、高度解析データ、レーザープロファイリング、航空写真などを利用します。レーザープロファイリングを用いて林冠構造を再現することが出来ます。こうして、様々なテクノロジーを使いつつ、生態系サービスを作り上げていく(アップスケーリング)ことが可能です。

バイオマス測定は、以前は、とても長い時間がかかる作業でした。今は、レーザープロファイリングシステムを使って森林の容積をはじき出し、再度、森の容積を推定し、それをサンプルエリアの総地上バイオマスと関連付け、この二つの要因の重要な関係を知ることができます。一定の距離で林冠の高さを測ることさえ出来れば、バイオマスを測定することができます。広いエリアの場合には衛星データによる衛星画像を使います。SAR(合

成開口レーダ)データと総バイオマスを比較すると、この二つに密接な関係があることがわかります。このようにして、林冠を通じたバイオマスの配分を推定することができます。

森林システムを評価する方法の開発も進めていますが、そのためには基準と指標を設定する必要があります。生態系評価のためにどの種を指標として使えるかを決め、その後で、スケーリングのテクニックを開発して、導入します。先ほど申し上げたように、レーザープロファイリングシステム、衛星高度解析画像を利用します。そして、二つの要因の相関関係を分析します。こうして、より戦略的なリスクアセスメントを確立することができるのです。最終的には、ネットワークや共同研究の構築を目指しています。現在、私たちが開発中のリスクアセスメントは、これまで集めた生態系データベースをもとに、Land Use, Land Use Change(土地利用・土地利用変化)に関する情報を提供することができます。例えば、ある土地を生産林、耕作地、あるいは植林などに使うとします。必要な情報をインプットすると各ケースでコストや利益の分析を行うことができますし、リスクシナリオを得ることもできます。

最後に、私たちは、マレーシアチームと協力しながら、パイロットスタディから得られた教訓を生かし、アップスケーリングのテクニックや現在開発中のソフトウェア、「エコロジカルサービスGIS」をより広域に適用し、全国規模の生態系サービスマップを作り上げることを考えています。こ

うすることで、ホットスポット分析を実施したり、ハザードマップを作成することも可能です。これらが森林管理、土地利用計画システム、また技術移転や制度枠組み作りなどのキャパシティ・ビルディングに貢献すると思われます。

サトウ：異なる土地利用での費用対効果の分析についてですが、これをもとに、特定の土地利用、またはポリシーがコストと便益の関係から見て他より優れているとして、それを推進するためのアドボカシー活動もしていらっしゃるのでしょうか。

奥田：研究成果を現実のポリシーに組み込み、反映させているかどうかということですか？

サトウ：はい。あなた方自身の意思決定ポリシーは何ですか？一次林の保全を望んでいらっしゃるのですか？

奥田：そうです。それが最終的な考えです。

サトウ：でも、例えばゴムのプランテーションから得られる便益もあると思いますが…。

奥田：確かにゴムやアブラヤシのプランテーションから大きな経済的便益はあります。でも、一次林を残すことで、生物多様性や水源保護などはっきりと目にすることは出来ない便益や価値があり、この価値をお金に換算すれば、おそらくプランテーションの経済価値を上回るでしょう。耕作地と一次林、再生林の価値を比較する時、炭素ストック、水源保全、生物多様性保全の価値を含めると総合的な判断が可能になります。このように考えると、明らかに再生林は耕作地よりも価値が高いと言えます。

サトウ：そうですね。でも、その結論はややイデオロギーに流されているような気がします。例えば、日本やヨーロッパなどの先進国はみな一次林を切り拓いて耕作地にして発展しました。それは良いことだった、と私は思います。

奥田：開発を推し進めている人たちの多くは、生態系が実は様々なサービスを提供してくれているのだということを知りません。生態系サービスの価値は実際よりも低く見積もられています。これを金銭価値で考えることが100%正しいとは思いませんが、生物多様性保全や炭素固定などを導入することにより、生態系サービスの実像を明らかに

し、その知識を広め、より優れた管理ポリシーを構築することができるでしょう。

【国立環境研究所は政策代替案を提供】

西岡：独立行政法人としての国立環境研究所に関するご意見なども伺いたいと思います。

サトウ：アメリカにはEPA(環境保護庁)とNational Institute of Environmentがあり、一方は政治、もう一方は科学が目的です。こちらの研究所は科学組織だと思いますが、政治サイドに対抗する組織があるのでしょうか。

西岡：国立環境研究所は、以前は環境庁(省)に属していましたが、今は独立した組織になりました。今も環境省から多額の資金が出ていますが、それは予算面だけで、運営面は独立しています。私たちの役割は、政府に対し政策の代替案を提示することです。例えば、最近のケースで、炭素税があります。当研究所には経済の専門家もいますから、炭素税が導入された場合にどういう状況になるかを予測し、代替案を比較しました。でも私たちにできるのは提言だけで、決定は政治家が行います。これがこの研究所の立場です。

政治家に政策の選択肢を提供し、望まれれば、その政策の実施方法を提言することが私たちの仕事です。ですから、ある特定の政策を擁護するというアドボカシーまでは踏み込みません。私個人の考えでは、政策アドボカシーの分野も含めて、科学者はどんどん外に出て行くべきだと思いますが、それは研究所としての方針ではありません。

シャックルトン：私の質問もサトウさんとのとやや似ているところがあるかもしれません。奥田さんの発表では、調査研究は1970年ごろ始まったということですが、つまり、これから20年ほど経てば、マレーシアの熱帯雨林が破壊される全過程を評価した研究ということになりますね。日本の一般の人たちは、これをどう受け止めるのでしょうか。森林が破壊されていく様子を最初から最後までつぶさに観察し、評価したとして、それで満足するのでしょうか。

奥田：納税者としての一般の人の反応ということですか？

シャックルトン：というより、新聞などを読んで環境破壊

に关心を持ち、その深刻化を心配している知的な一般の日本人です。日本も含め、世界中には熱帯雨林の破壊を心配している人たちはたくさんいます。日本で環境に关心のある人たちは、この研究に対し、何十年もの間、お金を無駄遣いしたのではないか?と言ったりはしないのでしょうか。

奥田: 研究活動はお金の無駄遣いではありません。
シャックルトン: もちろん、私も同じ考えです。でも、果たして一般の人々は、起こって欲しくない出来事が進んでいく様子を追う研究に対し、多額のお金を使いたいと思うでしょうか。これはとても難しい問題だと思うのですが…。

奥田: 確かに難しい問題です。私の個人的考えですが、日本ではまだ熱帯雨林保全の重要性に対する理解が社会の隅々まで行き渡ってはいません。ですから、関心がない人、自分の生活に関係ないことと思っている人たちに正しい情報を提供していかなければなりません。また、より良い政策を策定するためのツール提供にも正しい情報が必要です。別の言い方をすれば、教育、啓発活動が重要です。

サトウ: 私は日本の世論はあまり重要ではなく、大切なのはマレーシアで働いている人たちの意見だと思います。彼らに、ゴムのプランテーションは良くないから止めて、貧しい暮らしのままでいなさいとは言えませんよね。

奥田: 森林から農地へ土地利用形態を変えることで短期的に見れば地域の生活水準は上昇します。しかしながら目に見えない(すぐには影響の出ない)森林による便益(生態系サービス)が同時に喪失してしまうことも考慮しておかねばなりません。こうした生態系サービスは生物多様性のように一度劣化のプロセスをたどり始めると二度と元には戻らないものもあり、さらにサービスが相互にかつ複雑にリンクし合っているために一つのサービス機能の劣化が他のサービス機能に多大な影響を及ぼす可能性すらあります。ご指摘のようにどの地域でも農地への土地利用転換というドライビングフォースが働くことは確かです。(私の立場から言わせてもらえば)こうしたドライビングフォースに対抗するためには森林保全がなぜ必要なのか、

どういう便益があるのかを理解し、行動してもらうためのインセンティブが必要です。その一番簡単な答として、森を残して観光資源として利用することが挙げられます。ご存知のように、コスタリカでは熱帯林などのエコツアーが基幹産業になっています。森林を訪れることができるよう宿泊施設を作ったり、地元住民が観光ガイド、パラタクソノミストと呼ばれる準自然分類学者や観察指導員を務めたりすることで生計を立てることが出来れば、自然林に対する人々の認識も自ずと変わってきます。環境教育のコースを設けることもできるでしょう。もう一つのインセンティブはCDM(クリーン開発メカニズム)のような地球温暖化対策です。森林から炭素クレジットを得ることができます。

このように、もとの森林機能を取り戻すことで発生する便益は多数あり、これがインセンティブになります。生物多様性の保全だけを目標とすれば、あまり説得力が無く、効果があがらないでしょう。ゴムやアブラヤシのプランテーションは直接的に現金収入と結びつくので強力です。これに対抗するためには、インセンティブとメカニズムが必要です。

井上: シャックルトン教授とサトウ博士にお願いがあります。午後の講演の中で、研究を始めるきっかけになったことなどをお話ししていただきたいと思います。本日の講演内容は地球環境研究センターニュースに掲載されますが、ニュースの読者には学生も多く含まれています。将来、地球環境問題をテーマに研究したいと考えている学生にとっては、お二人のような方が歩まれた道のスタートはどこにあるのかを紹介して頂くのは、とても意味のあることだと思います。

西岡: 私からも是非お願いいたします。さて、本日はありがとうございました。

(注)ブループラネット賞: 地球環境問題の解決に向けて、科学技術の面で著しい貢献をした個人または組織に対して、財団法人旭硝子財団が毎年その業績を称えて贈る地球環境国際賞。((財)旭硝子財団ホームページより引用)

森林生態系の炭素収支観測プロジェクトの再開

- 富士北麓カラマツ林での観測概要 -

地球環境研究センター 研究管理官 藤沼 康実

1. はじめに

地球環境研究センターニュース2005年10月号(Vol.16 No.7)で、2004年9月に来襲した台風18号により壊滅した苦小牧フラックスリサーチサイト(苦小牧FRS、以下苦小牧サイト)に代わる森林生態系の炭素収支観測林として山梨県富士北麓に広がるカラマツ林を選定したことを紹介したが、2005年11月末で初期計画に基づく整備がほぼ完了し、試験観測を開始するに至ったので、その観測林「富士北麓フラックス観測サイト(富士北麓FOS、以下富士北麓サイト)」の概要を紹介する。



写真1 富士北麓に広がるカラマツ林

2. 観測林の概要

観測対象林(写真1)は、富士山の山梨県側に広がる標高1100 m前後の緩斜面に所在し、一様なカラマツ人工林である。森林は富士吉田口登山道と五合目までの自動車道(スバルライン)に挟まれており、富士山粗粒の火山灰土が堆積している(図1、表1)。観測林から北方に約1.5 kmのアカマツ林には(独)森林総合研究所の富士吉田試験地が所在し、同じく森林生態系のCO₂収支観測を1998年より実施している。

林内には、苦小牧サイトでの経験を生かして、表2に示す観測設備類を整備した。森林生態系の炭素収支観測に係わる様々な領域の観測センサ類を、コンパクトに設置している。主要観測システムとして、観測林中央部に整備した観測塔(約31 m高)(写真2)の塔頂部に設置した観測用ブーム上端に、2種類の渦相関法(オープンパス式・クローズドパス式)によるCO₂フラックス観測システムを設置し、大気・森林生態系間の炭素収支観測を実施している。また、森林生態系・土壤における炭素循環プロセスを把握するため、土壤呼吸やカラマツ樹幹呼吸、カラマツ葉の光合成等を連続観測する自動開閉型



写真2 観測塔 (31m高)

表1 新たな観測林(富士北麓FOS)の詳細

所在地	山梨県富士吉田市上吉田字河原 北緯35度26分・東経138度45分
森林条件	カラマツ人工林 ;樹齢;45~50年生・樹高;20~25m ;面積;約150ha 林床植生;広葉植物・フジザクラ(灌木)が自生
土地条件	標高;1050~1150m 斜度;3~4度 土質;富士山の粗粒火山灰土

チャンバーシステムなどを設置している。その他、リモートセンシングを用いた観測として、観測塔上部に森林構造の精密測量や生理機能を反映する熱画像に関するシステムを設置している。

3. 富士北麓サイトでの観測研究

苦小牧サイトに引き続き、ユーラシア大陸北方の植生を代表し、かつ科学的解明の緊急度の高い北方落葉針葉樹林(カラマツ林)の炭素収支機能を解明すること。陸域生態系のCO₂フラックス

観測手法などを評価・確立すること。アジア地域の陸域生態系の炭素収支機能に係わる観測研究の推進を支援するための中核的観測拠点として機能を果たすことの3点を目的として、国立環境研究所地球環境研究センターが行う「地球環境モニタリングプロジェクト; 富士北麓カラマツ林における炭素収支機能に係わる観測研究」として観測拠点を運営し、観測研究を行う。同時に、広く他の研究機関・組織などの連携・協力を得て観測研究を実施する。

表2 富士北麓FOSの主要観測設備一覧

観測塔 (1塔)	アルミ製組み立て足場(約31m高) 頂部に観測用ブーム設置。頂部・塔中段等にCO ₂ フラックス・微気象・リモートセンシングなどの観測システムを設置
林内微気象観測装置 (8式)	観測塔周辺の林床に林内微気象・土壤要因観測設備等を設置
植物調査用仮設足場 (1式)	鋼鉄製仮設足場(約18m高) カラマツの生理生態機能の調査観測用回廊を林内に設置
土壤・林木のCO ₂ 収支観測システム (1式)	観測塔周辺の林床やカラマツにCO ₂ 収支観測用チャンバーシステム群を設置
計測室 (1室)	土木建設工事現場用の仮設小屋(約10m ²)を観測用に改造 観測データの収録・情報管理、観測システム類を配置
電力・通信設備 (1式)	地中埋設方式で商用電源・国立環境研究所とのネットワーク網を構築(980m長)



図1 富士北麓FOS位置図

主要観測項目としては、最新の微気象学的手法を用いた森林生態系のCO₂・エネルギー・フラックス、林内微気象・地下環境、森林生態系の構成植物、森林植物の生理機能、森林植生のフェノロジーの推移(季節的な景観変化)、土壤要因、森林生態系のバイオマス・生理機能などのリモートセンシング観測などが挙げられる。

富士北麓サイトでの観測での大きな特徴は、森林生態系の炭素固定量を、渦相関法によるCO₂フラックス観測、森林植物・土壤の機能(光合成・呼吸)のプロセス観測の積み上げ、樹木の生長量・落葉落枝量からの推定、および航空機を用いたリモートセンシングによる推定と、異なる手法で算出

し、それぞれの手法を同一次元で評価・検証することができることにあり、これらの多分野の調査観測を統合的に実施し、森林生態系の炭素収支機能の定量的評価手法の確立を目指す。

また、フラックス観測に理想的な立地環境であることなどから、AsiaFluxの中核的観測拠点として、観測手法の検証や標準化などのモデルサイトとして活用される予定である。

現在、2006年1月1日からの定常観測の開始を目指し、観測システム類を調整・試運転しているところであり、今後、取得データは速やかにデータベース化して、当該分野の研究者のみならず、広く一般者にも情報発信する予定である。

APN CAPaBLE プロジェクト： タイの水田 埋立地のメタンフラックスの測定支援に関する活動報告

(財)地球・人間環境フォーラムつくば研究所 所長	沢野 清志
地球環境研究センター温室効果ガスインベントリオフィス マネジャー	中根 英昭
循環型社会形成推進・廃棄物研究センター 主任研究員	山田 正人
循環型社会形成推進・廃棄物研究センター NIESポスドクフェロー	坂内 修
地球環境研究センター温室効果ガスインベントリオフィス NIESアシスタントフェロー	梅宮 知佐

1. はじめに

1992年に締結された気候変動枠組条約では、締約国は自国のある年の温室効果ガスの排出・吸収量をまとめた温室効果ガスインベントリ(以下、インベントリ)を提出するよう求められており、各国のインベントリ作成担当者は、より精度の高いインベントリをより効率的に作成するための国内体制の確立に向け、関連研究や行政レベルでの議論を進めているところである。地球環境研究センター・温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)は、日本のインベントリを作成する一方、アジア太平洋地球変動研究ネットワーク(APN)のCAPaBLEプログラムのもと「アジア太平洋地域の途上国における、温室効果ガスインベントリ開発のためのキャパシティ・ビルディング」(以下、プロジェクト)を実施し、パイロットスタディとしてタイとカンボジアのインベントリの精度向上に資する研究支援のための活動を行っている。

タイでは、タイのメタンの総排出量の約90%以

上が水田からの排出であること、また、過去に埋立地から排出されるメタンに関する調査・研究がほとんど行われていないことなどから、水田と埋立地から排出されるメタンの排出量の算定に焦点を当てている。具体的には、タイの水田及び埋立地のメタンフラックス(単位時間・単位面積当たりのメタンの排出量)を測定し、インベントリで報告するタイ全国の排出量の計上に必要な“排出係数”(活動の1単位当たりの排出量)と呼ばれる値の算定を行う。このタイにおける研究支援活動は、2003年度から2005年度、タイ・バンコク市にあるキングモンクット工業大学のエネルギー・環境学大学院との協力のもと実施しており、2005年10月3日から14日にはタイの水田及び埋立地におけるメタンフラックスの測定支援活動を実施した。この測定支援活動について、水田用測定機器の操作・メンテナンスを担当した(財)地球・人間環境フォーラムの沢野清志所長、埋立地のメタンフラックスの測定支援を担当した循環型社会形成推進・廃棄物

研究センターの山田正人主任研究員と同センター坂内修NIESポスドクフェロー、及び活動の計画と取りまとめを担当したGIOの梅宮知佐NIESアシスタントフェローが報告する。 (梅宮)

2. 水田におけるメタンフラックスの測定支援について

タイの水田におけるメタンフラックスの測定は、キングモンコット工業大学のDr. Amnat Chidthaisongと共同で実施している。観測に使用した装置はNIES開発の酸化スズ半導体タイプのメタンセンサーと、NDIR二酸化炭素センサーを可搬式のケースに搭載したものである。これまでの2年間、Dr. Chidthaisongによる装置構造の理解、操作の習得に加えて、本年2月に私がタイに出張して共同で観測装置立ち上げ、測定を行ってきた。今回は現地で入手した3種類の標準ガスを基にメタン、二酸化炭素センサーの校正曲線の作成、これまでの使用で発生した不具合の修理(バッテリー、除湿管な

ど)、そして水田での測定を行った(写真1)。水田はアユタヤ州にあり、化学肥料、有機肥料、非施肥の3区画に分けられていた。測定は閉鎖型チャンバー法を用いた。水田内にチャンバーを設置し、その内部の大気を本センサーで連続測定し、そのメタン量の変化からメタンフラックスを得る。観測装置を畦道におき、そこからチャンバーまでをチューブで接続した。途中で放牧された牛に邪魔されそうになったりというハプニングもあったが、概ね順調に完了した(写真2)。ただし、チャンバー内のメタン濃度が当初の想定以上に上がってしまったため、測定末期は準備した標準ガスよりも高い値となり、測定値を標準ガススパン内に入れることができなかったこと、メタンセンサー出力と濃度が線形である範囲を超えるため、校正曲線を非線形にする必要があるなどの課題も明らかになった。タイの水田では、直播きを行っているため、稻が整然と並んでおらず、また種播き、収穫などが、同時期に行われないため、いろいろなステージの水田がみられるなど日本との違いが、また、個人的には現地への移動中に直播きをしているところを見ることができたのも興味深かった。

(沢野)

3. 埋立地におけるメタンフラックスの測定支援について

埋立地におけるメタンフラックスは、埋立物や埋立後の年数、覆土方法、気象条件等により様々である。埋立地内においても埋立物が均質である



写真1 水田におけるメタンフラックス測定の様子



写真2 調査地の水田付近に放牧されていた牛の群れ



写真3 閉鎖型チャンバー
(写真中央の筒及び蓋代わりの板)

ことは稀であり、メタンフラックスも場所による変動が大きい。このため埋立地の調査ではメタン放出の大きい地点(ホットスポット)の探索が重要になる。広い埋立地において迅速かつ的確にホットスポットの探索を行う手法を説明・実演し、キングモンクット工業大学の方々と共同でメタンフラックスを測定した。

広域的な探索手法として、まずレーザーメタン検知器によるホットスポット探索を行った。レーザーメタン検知器は十数mの遠隔検知が可能であり、一般には都市ガス等の配管のガス漏出検知に用いられている。数haの埋立地について踏査とホットスポット探索を行い、ホットスポットを30箇所選定した。

次に選定したホットスポットについて詳細なメタンフラックスを測定した。メタンフラックスは閉鎖型チャンバー法で測定した。原理は単純であり、埋立地表層にチャンバー(バケツのような容器:写真3)をかぶせて地表面から放出されるメタンを捕集する。この時に時間間隔を置いて内部のガスを採取し、採取ガス中のメタン濃度の時間変化からメタンフラックスを算出する。水田ではオンサイトでガスを測定したが、埋立地ではガスを採取して実験室に持ち帰って分析した。また、レーザーメタン検知器を用いて現地で測定する手法との比較も併せて行った。

日本国内の埋立地ではメタンガスの放出量が比較的小さいため、十分な精度を得るために、測定時間を長くとる必要があった。しかしタイの埋立地ではメタン放出量が比較的大きく、チャンバー内のガスがすぐに平衡に達してしまった。結局測定時間を短くすることにより解決したが、日本国

内で通用する技術が外国でそのまま適用できないことを経験するなど、こちらも学ぶところが多かった。

(坂内)

4. 測定支援活動を実施して

インベントリはエネルギー、農業、廃棄物といったさまざまな分野における人間活動に起因する温室効果ガスの排出・吸収量の算定を対象としている。したがって、インベントリの作成に携わる者は、それぞれの分野で温室効果ガスがどのように排出・吸収され、またどのように排出・吸収量が算定されるのかを出来るだけ幅広く、かつポイントを押さえて理解しておくことを求められる。しかしながら、今回のタイのケースのように実測等を行ってある特定の分野のインベントリの精度向上を図ると

いった場合、インベントリの作成担当者だけでチームを組んだのではむろん力及ばず、目的達成のためにはその分野の専門家の協力がなくてはならない。インベントリの精度向上には分野を超えた専門家の「輪」が必要不可欠で、今回のタイのケースでは日本及びタイ側の参加者の絶大なるご協力のもと国境をも越えた素晴らしい研究者の「輪」を形成できたと考えている。参加者の皆様に心からの感謝の意を申し上げるとともに、GIOの一員として、今後も研究者の「輪」の形成のお手伝いができるよう微力ながら努力していきたい。

(梅宮)

* 温室効果ガスインベントリオフィス(GIO)のホームページ(<http://www-gio.nies.go.jp/index-j.html>)をリニューアルしました。



写真4 埋立地における測定の参加者



温暖化ウォッチ (5) ~データから読み取る~

わが国の高山植物が示す地球温暖化影響

生物圏環境研究領域生態系機構研究室 主任研究員 名取 俊樹

1. 高山植物は敏感な温暖化影響の指標

「宇宙船地球号」と言い表され、地球環境の閉鎖性が強調されてから30年以上たちました。太陽からの放射エネルギー(太陽から地球へのエネルギー)と地球・大気系からの赤外放射エネルギー(地球から宇宙空間へのエネルギー)とがバランスを保った地球の平均温度は-19℃前後になりますが、大気中に含まれる微量気体が赤外線を吸収し、温室効果により地表付近の平均温度は約15℃になっていると言われてきました。温室効果は、今まででは地球上の生物の生存を保証するものでした。しかし、近年、20世紀後半の急激な気温上昇は、人間活動に伴い排出された温室効果ガスの影響を考慮すると説明でき、このような気温の上昇が続ければ、将来、人類を含めた生物に重大な様々な悪影響を及ぼすであろうことが共通認識となり、地球温暖化は、我々に身近で切実なものになってきました。このような状況下で、温暖化に脆弱な生態系の一つであるわが国の高山生態系で観察されている温暖化の兆候と見られる現象の幾つかを概説したいと思います。

2. 世界の平均より大きい富士山頂での気温上昇

まず、わが国高山帯での気温の変化について知る必要があります。そこで、長期間の気象データが公表されている富士山頂での年平均気温と世界の地上気温との経年変化を比較しますと(図1)、富士山頂での気温は、世界の地上平均気温とほぼ同様に1980年以後上昇しており、さらに、その程度は世界の地上平均気温より大きいことが分かります。

3. 各地からの変化の報告

わが国の高山帯には明確な四季があり、この四季の変化は気温の変化に対応して現れます。すなわち、温暖化により気温が上昇した場合、わが国の高山帯のほとんど全ての自然現象に多かれ少なかれ、温暖化の影響が現れると考えられます。実

際、近年、亜高山性樹種の分布拡大による高山草原の減少(アポイ岳、北海道)、高山植物の開花時期の早まり(北岳、山梨県など)、オオバコなど低地性植物の高山帯への進入・定着(白山、石川県)、高山蝶の羽化の早まり(大雪山、北海道)、オコジョの夏毛から冬毛への変化時期の遅れ(志賀高原、長野県)、越年性雪渓の縮小(白山、石川県)、シカの個体数の増加に伴う食害による高山植生の変化(光岳周辺、静岡県)など、温暖化影響の可能性が考えられるさまざまな事例が報告あるいは観察されています。

現時点では、観察期間が短いもの、あるいは、変化事例と気温変化との科学的関係が明確でないもの、1地点のみのものから、その変化が温暖化影響だと科学的に結論する方法は提出されていませんが、比較的長期間の定点観測結果が報告されている尾瀬(群馬県)でのミズバショウの開花事例を4月の月平均気温と共に図2に示します。概ね、開花日は4月の月平均気温が低いと遅く、また、最近、

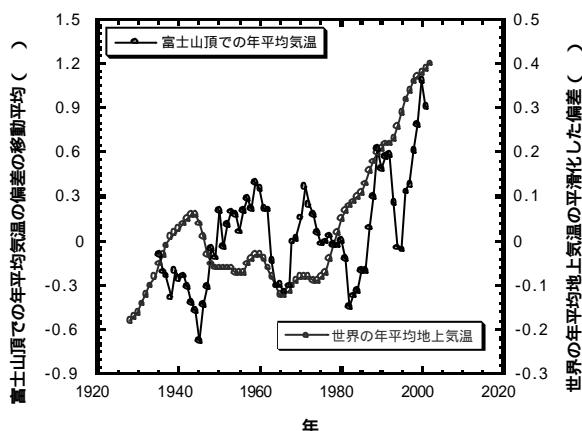


図1 世界の平均より大きい富士山頂での気温上昇
富士山頂での気温は、気象庁から公表されている種々の富士山頂での気象に関する資料をもとに、1961年から1990年までの年平均気温の平均値からの偏差の移動平均値を示します。世界の年平均地上気温は、理科年表環境編に示されている世界の年平均地上気温の平滑化した偏差です。地上気温の目盛りは富士山頂での気温より3倍拡大して示されており、富士山頂の温度変化がきわめて大きいことがわかります。

開花日が早くなっていることが示唆されます。これとは別に、北岳で、ハイマツの約10年間の年枝生長(前年の6~8月の月平均気温の積算値と相関関係が認められている)を測定し、その結果をもとに約50年間の変化を推定したところ、増加傾向が認められ、現在その検証を進めております。このような長期(20年以上)の変化事例を、わが国高山帯の広い範囲から数多く集め、それらの結果を総合し、IPCC(気候変動に関する政府間パネル)が「地球規模では温暖化影響が健在化している」と結論付けた手順を参考に、今以上、多くの方が納得ができるように、わが国高山帯での温暖化影響を明確にしようとしています。

4. 今後の課題

最後に、わが国の高山生態系では、科学的に明白な温暖化影響は断定されていません。これは、温暖化影響が表れていないのではなく、温暖化に起因して起こりつつある変化を短期間では把握で

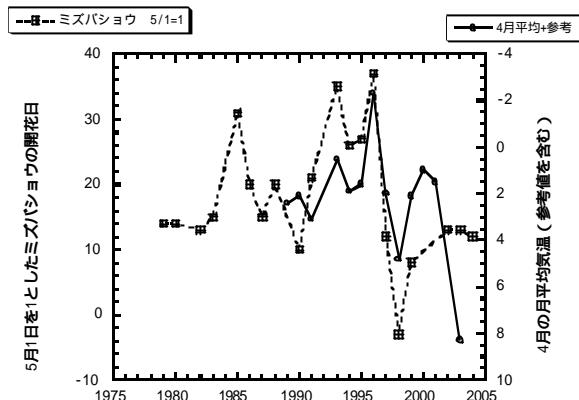


図2 早まりつつある尾瀬でのミズバショウの開花
群馬県による「尾瀬の自然保護」に報告されている生物季節資料および気象資料をもとに作図しました。

きていらないからと考えています。そこで、温暖化影響のモニタリングシステムを早急に確立すると共に、学術的な論文や報告書に限らず、高山帯の変化を把握することができる過去の記録を幅広く集める必要があると考えています。



自然の脅威

波照間ステーションのある先島諸島は、例年4個の台風が接近し、今年は11月までに5個の台風が接近しています(注1)。特に先島諸島は台風が発生、発達する領域に近く、強い台風の直撃を受けやすい地域でもあります。

2005年7月に付近を通過した台風5号では、10分平均風速40 m/s前後の強風が数十分吹きつづけ(注2)、屋上に設置していた10 m大気採取塔が半分に折れるという事態も発生しています。この採取塔は劣化により使用を中止していたため、観測に直接の影響は出ませんでしたが、あらためて台風の持つパワーを見せつけられた一件となりました。

また、このような強い台風が接近した場合、波の高さが10 m程度と海も大時化となります。ステーションは海辺に建っているため、高波により運ばれたと見られる流木が付近で見つかることも珍しくありません。こうなると海上・航空交通機関ともに数日間停止し、島からの移動ができなくなることもしばしばです。

台風シーズンも終わった11月、秋の定期整備を実施しました。台風を乗り切ったあの健康診断とも言える定期整備、わずかな異常も見逃さないよう気合が入りました。

(注1)石垣地方気象台ホームページ

(<http://www.okinawa-jma.go.jp/ishigaki/home.htm>)

(注2)観測値は速報のため後日修正される場合があります

(財)地球・人間環境フォーラムつくば研究所
調査研究主任 織田 伸和



台風により折れた採気塔上部がステーション屋上に転がっている

■ 日本の21世紀型業務部門温暖化対策技術普及シナリオとは?」公開シンポジウム ■

京都議定書が発効され、いよいよ持続可能型社会への変換が求められています。2007年に出版予定のIPCC第4次評価報告書では、地球温暖化対策に関する実践として個別の対策技術に関する内容についてまとめられることが予想されています。期待される対策効果を確実に期待するための業務部門(建物空調など)対策技術普及シナリオとは? いったい何であろうか? 現在進行形の活動報告から、るべき技術の普及を見据えた技術開発の方向性を議論します。

スケジュール、開催場所など詳細については、別途WEBページ(<http://www-cger.nies.go.jp/index-j.html>)に最新情報を掲載する予定です。

日 時: 2006年2月21日(火) 13:00-18:30

場 所: つくば国際会議場大会議室102(茨城県つくば市竹園2-20-3)

主 催: (独) 国立環境研究所地球環境研究センター

後 援: 日本建築学会地球環境委員会温暖化対策小委員会、環境工学本委員会都市環境・都市設備運営委員会サスティナブルシティ小委員会

シンポジウム参加費: 無料 定 員: 100名

申し込み・問合せ: 地球環境研究センター建物省エネG事務局

吉田・小谷 E-mail: taisaku-sinpo20060221@nies.go.jp

名刺用紙で地球環境ばらばらマンガが作れます

地球環境研究センターでは、ばらばらマンガで地球環境の現状をわかりやすく理解してもらう環境教育グッズを作成しています。ばらばらマンガはPDF化されており、地球環境研究センターのホームページ(<http://www-cger.nies.go.jp/parapara/index.html>)からダウンロードし、名刺用紙を使って印刷できます。

(1) だんだん温暖化



(2) あなたそろしや~ オゾンホール



(3) すーすーはーはー 森の息づかい



(4) 黄砂ばらばらゴビ砂漠から?



地球環境研究センター(CGER)活動報告(2005年11月)

地球環境研究センター主催会議等

- 2005.11.10～11 炭素循環および温室効果ガス観測ワークショップ(東京) 詳細は本誌2ページを参照。
21 第15回グローバル・カーボン・プロジェクト(GCP)セミナー(つくば)
CSIRO Marine and Atmospheric ResearchのDr. Michael Raupachが“ The Global Carbon Project and its Work on Vulnerabilities of the Carbon Cycle ”を、National Center for Atmospheric ResearchのDr. Bin Shuiが“ Consumer Lifestyles and Global Carbon Emissions ”を発表した。

所外活動(会議出席)等

- 2005.11.1 新造船Trans Future 5就航における披露式出席(向井研究管理官/愛知)
日豪における海洋モニタリングのため、新たに大気モニタリングシステムを設置して大気・海洋間の二酸化炭素収支観測を開始するにあたり、本年度就航する観測船Trans Future5(トヨフジ海運所属)の就航披露式に出席した。
- 13～14 Collaborative Assessment Network (CAN)Workshop and Fifth Annual Meeting出席(一ノ瀬主任研究員/タイ)
UNEPアジア太平洋地域資源センターのeKH(環境知識のハブ)事業に関し、国立環境研究所を含む各協力センターの間で意見交換を行った。
- 28～12.3 MeREM(Mekong River Ecosystem Monitoring)ワークショップ出席(丹羽係長・Canan NIESフェロー・片岡NIESアシスタントフェロー/ベトナム) 詳細は、本誌に掲載予定。
- 28～12.9 気候変動枠組条約第11回締約国会議(COP11)および京都議定書第1回締約国会議(COP/MOP1)出席(西岡センター長・相澤NIESフェロー・梅宮NIESアシスタントフェロー/カナダ) 詳細は、本誌に掲載予定。

見学等

- 2005.11.2 (社)日本電気協会関東電気協会、(社)電気俱楽部一行(35名)
10 習志野市・八千代市環境保全連絡会議一行(12名)
14 JICA来客中国大同市役所一行(4名)
18 オーストラリア・ニュージーランド地方自治体職員一行(16名)
22 (社)茨城県経営者協会一行(40名)
25 木挽衆議院議員及び川西市市議会議員一行(4名)
29 つくば市立真瀬小学校5年生一行(45名)

視察等

- 2005.11.16～18 衆議院調査局環境調査室が波照間モニタリングステーションを視察

2005年(平成17年)12月発行

編集・発行 独立行政法人 国立環境研究所
地球環境研究センター
ニュース編集局

発行部数：3200部

〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2

TEL: 029-850-2347

FAX: 029-858-2645

E-mail: cgercomm@nies.go.jp

Homepage: <http://www.nies.go.jp>

<http://www-cger.nies.go.jp>

送付先等の変更がございましたらご連絡願います

このニュースは、再生紙を利用しています。

発行者の許可なく本ニュースの内容等を転載することを禁じます。