ISSN 0917-0820

地球環境研究センター　ニュース
Center for Global Environmental Research
＜通巻第112号＞　Vol. 10　No. 12

■目次■

●物質循環についての独り言
農業環境技術研究所資源・生態管理科
上席研究官　袴田　共之

●第8回シベリア永久凍土地帯日ロ共同研究シンポジウム報告
生物圏環境部環境植物研究室
室長　竹中　明夫

●お知らせ
・波照間ステーション施設一般公開
・落石岬ステーション「サイエンスキャンプ2000」
・TPN1 ワークショップ
(The Asian Regional Thematic Program Network on Desrtification Monitoring and Assessment (TPN1) Workshop)

物質循環についての独り言

農業環境技術研究所資源・生態管理科
上席研究官　袴田　共之

1. はじめに

昨年暮れ、大井国立環境研究所長がNHK教育テレビの「視点・論点」に出演されて、わが国の輸入依存型食料システムが国土を窒素過多にしてしまっている現状、そして今後の展望を、モノの循環という考え方を中心に広い視野から分りやすく話されました。その中で、私どもの研究成果もお使いいただき感激しました。研究成果を国民にタイムリーに分りやすく還元していくことは、国立の研究所で研究をさせていただいている身にとって、もっと考えなくてはいけないことです。しかし、テレビというメディアを通してとなると、研究者とマスコミの間で彼我の条件一致が必要で、私など、一介の凡人のよくするところではありません。その番組の中で(ゴールデンタイムでなかったのは残念ですが)簡潔にしかも具体的にお話いただき、認識の基盤が世間にずいぶん広がったのではないかと思います。本稿では、物質循環に関して普段考えていることの一端を書き留め、読者諸氏のご批判を賜ると共に、ひき続きご指導、ご鞭撻をお願いしたいと思います。

(次頁へ)

環境庁 国立環境研究所 地球環境研究センター　2000年 3月
Homepage: http://www.nies.go.jp
http://www-cger.nies.go.jp

2. 環境問題のキーワード、物質循環

物質循環は、現代の問題群のなかでも環境問題を考える時にとりわけ重要な概念だろうと思います。言うまでもないことですが、水俣病、イタイイタイ病は、生物にとって有害な水銀を循環制御することなく公共水域に垂れ流したことから生み出された問題と言うことができます。酸性雨問題は、循環している硫黄や窒素を、あるべき循環の姿を考慮せずに見境なく大気に排出していることに多くが起因しております。地球温暖化は、産業や都会が巨大に発展する一方で、そこから排出される二酸化炭素やメタン、亜酸化窒素などの温室効果ガスを制御せずに放置して、炭素や窒素の循環を狂わせ地球規模の気候変動までをも引き起こしているという問題です。砂漠化は、そのような気候変動の影響の一環といわれる場合、水の循環が変化したところが注目されているわけで、地球規模の土地荒廃、それも土壌荒廃という特徴が強いのですが、その過程には長年の土地収奪があって、ヨーロッパの植民地としての歴史をかかえるアフリカ諸国においては深刻なものがあるとされています。この場合、養分の循環がうまくいっていないという側面が重要です。

勿論、それらの問題において物質循環以外の側面も重要であることは言うまでもありませんが、上述したものだけを考えても、物質循環が環境問題を考えるキーワードになる局面が非常に多いことが見えてきます。私は、農業分野の研究に携わっていることから、環境の中における農業、それも食料生産のみならず、利用、輸送(国際的には貿易)、廃棄等からなるトータルとしての食料システムを対象にして、その分野における物質循環の問題を多く考えてきました。

3. 食料システムの窒素循環

ここではまず最初に、食料問題においても、また環境問題においても重要な役割を果たす窒素を中心に、一つの考え方を述べたいと思います。

わが国における近年の窒素の循環と、40年ほど昔の窒素の循環とを眺めてみます。日本は、現在、1億2千万人余りの国民とその蛋白源である牛500万頭、豚1,000万頭、鶏3億3千万羽を養うため、食料と飼料の大半を外国から輸入しています。それら、食料や飼料、そしてそれらに含まれる窒素は国内を輸送され、保管され、加工された後、食生活において消費されます。飼料の場合、経路に畜産業が介在するのは言うまでもなく、やがて廃棄物を生じます。これらの経路からなるいわば食料システムにおける窒素の量を追跡してみようというわけです。

わが国の食料システムにおける窒素の流れを1960年から1992年にかけて図1(袴田，1996)に掲げました。1992年の状況を見ると、農業生産システムに約161万トンの窒素が入って1億2千万人余りの食生活を支えたのち、ほとんど同量が排出されています。屎尿、生ゴミ、家畜糞尿が中心です。環境に負荷を与えるものとしてはこのほかに化学肥料と農作物残渣に起因する窒素が重要であり、それらを加えると、約238万トンが環境に排出されたことになります。量の大小では、畜産廃棄物、生活廃棄物がおおよそ等しく、化学肥料はやや少ないという関係になっています。この全量が食料由来と言うことで、農耕地に還されたとしたらどうなるかを計算してみると、460kgN/haとなります。日本の土壌が受容できる窒素の量はおおむね250kgN/haと言われていますので、それと比べるとどのような状況であるか、すぐにお分かりいただけると思います。この解析結果の一部は、すでに平成6年度版の環境白書においても取り上げられています。

ここで、1960年まで戻ってみますと、この年は「60年安保」の年であり、所得倍増計画や農業基本法が閣議決定されスタートラインについた年でした。この時点では、食料の国内生産量が輸入量

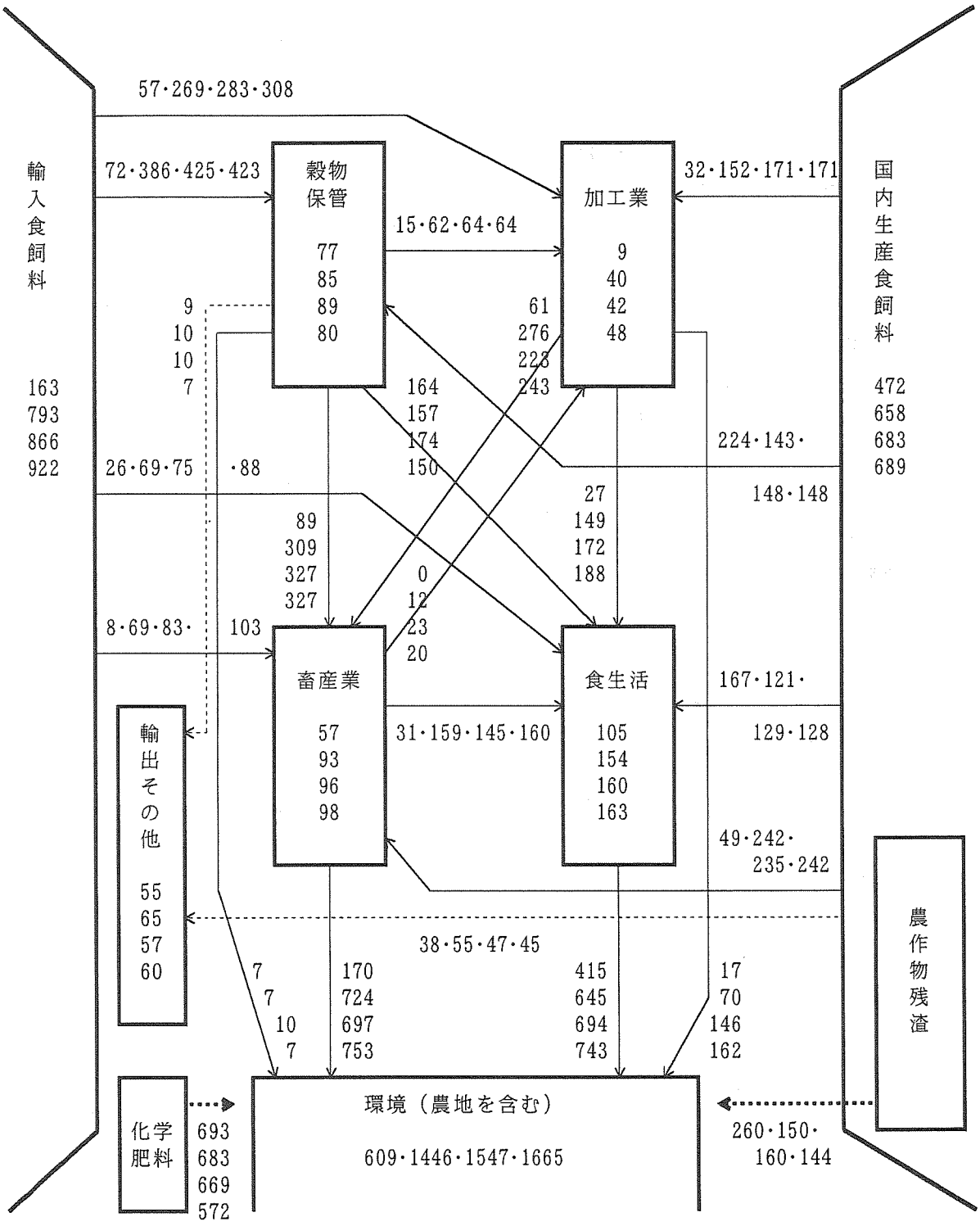

図1　1960年から1992年にかけてのわが国の食料供給システムにおける窒素循環の変遷
（数字は、上から下に、又は、左から右に、1960年・1982年・1987年・1992年のN千トン）

よりはるかに多いのです。食料・飼料の流れにともなって環境に排出された窒素量は1960年を基準にすると1992年には約1.5倍になっています。特に、畜産廃棄物に由来する排出量の増加が著しかった(4.4倍)ことがわかります。1960年の窒素肥料使用量は1992年より2割ほど多かったのです。1960年に作物残渣として環境に排出された窒素量は1992年より多く、当時の作付面積が多かったことを反映しています。環境に排出されたものは、あとは野となれ山となれ、とばかりに多くのところで「放置」され、その結果、多くの環境問題を引き起こす要因になってしまったのです。

わが国の環境が1960年代から急激に悪化した背景は、高度経済成長を通じての経済構造の変化があるとされていますが、その一部にはいま見たような食料システムの変化も含まれていたのです。わが国の環境汚染はいくつかの分野では、その後の国民的運動を背景とした諸施策によって規制などが実施され、環境ビジネスも数多く誕生し、改善努力が進み、環境は随分良くなってきました。

このように世の中におけるモノの流れを眼に見えるように示してみると、問題の依ってくるところとともに、対策の方向が良く見えてくるわけです。ウルグアイ・ラウンド(多角的貿易交渉)に関連して、ある先生が「日本農業は甘えている。外国との競争に勝てるようコストを切り下げなきゃいかん。それができなければ、外国から安い食料を買い続ければいい。」と常日頃おっしゃっていましたが、私の話を聞いた後で「考えてみる価値がある」と言って下さいました。その時は、データの持つ潜在的な力を実感したものでした。また、環境倫理ということもこのような実態を数字で示すと、例えば、食べ残しの意味などを考えることを通して、少し意識することにもなるのではないかと思います。

食料システムだけでなく、わが国全体のモノの流れは、すでに国立環境研究所の森口さん達が大変優れた研究を進めておられます。物質循環の姿を描いてみると、日本において環境問題が起こってくるメカニズムが依然として変わっていないどころか、ますます深刻化しているように見えます。これからこのような研究が、多くの領域にわたってきめ細かに積極的に進められる必要がある所以です。

4. 地域間比較の視点

さて、次に、研究を進めるにあたって必要な視点と言うか、日頃考えていることの一端を述べてみます。

まず第一に、いろいろな広がりを持つ地域によって、循環の姿は随分違います。ある教授夫人が、夫君とともに訪れた中国で、パーティーに出された中華料理がたくさん余ってもったいなかった、と嘆いておられました。これは、日本における宴会料理の食べ残しがナマゴミとして大量に捨てられている、と言うよりは、その業界では、「お客様に足りなかったと言われないために」という理由で、一人当たりの必要量の3割増しを一人前として準備するという構造がある、という実態を普段見慣れているところからの正直な感想でしょう。そのご夫人は、中国の大きな都会で、早朝、お百姓が自転車の両側に大きなバケツを下げて重そうに帰って行く姿や、残飯馬車の行列をご覧になる機会をお持ちにならなかったのでしょう。中国にはそれらのかなりの部分が、近在の農家に再利用されているという構造(かつては、わが国にもあった)が現存しているのです。つまり、文化や歴史、自然条件などの地理的な違いによる比較から問題点をリアルに把握する、という視点です。

国内における私どもの研究例によりますと、さまざまな農村の物質の流れは、その地域の特徴を忠実に反映しておりまして、穀物生産を中心とした農村では、地域を巡る物の出入りはあるものの、食料システムにおける規模はそれほど大きくない

ので、物質収支はかなりバランスが取れています。地域の土壌も窒素をあふれ返させることなく、適度に処理していることが分ります。

都市近郊農村では、都市住民の生活に由来する窒素が多く、ほとんどの地域では屎尿や残飯として再利用されずに環境に大量に負荷されています。当該地域外への持ち出しも問題を大きくしています。純農村でもところによって問題は深刻で、畜産地帯では、窒素の過剰が大問題になっています。土作りなどに熱心で環境問題に関心が強いと思われるところでも、窒素の循環を調べてみますと、意外な問題点があります。例えば、武蔵野のように雑木林が残っていて、そこから生産される落葉で堆肥を作り、連作障害にも強い肥沃な土作りを熱心に行い、無農薬野菜を作っているような地域でも、窒素が過多で、井戸水の硝酸態窒素が10ppmを上回っているところがあります。野菜はただでさえ窒素を多く要求するところへ、1年に何回も施肥しては作付けを繰り返し、たくさんの堆肥を施すと、窒素のインプットが土壌の窒素処理能力を上回ることがしばしば起こり、水に溶けて地下水にまで到達してしまうわけです。「有機農業」であればすべて良いというわけではないのです。物質循環の視点が重要である所以はここにも見られます。

農業環境技術研究所では、世界の主要国、全国、県、市町村などのレベルで食料システムの養分収支を推定するデータベースを作って、このような検討がしやすいように整備を進めています。統計データを使うので、横並びに同じ条件で比較が可能である反面、地域の実状を十分把握しきれない等の問題もありますので、対象地域を良く知らないととんでもない解釈をしかねません。結果の解釈には慎重である必要がありますので、検討のためのいわば初期値として活用していくことを考えています。このような情報整備が食料だけでなく広範な分野で進んで、いろいろな検討が進むことは、地域間比較を可能にし、そこからわが国の環境を改善するための有効な情報を引き出すことができると期待されます。

5. 時系列的比較の視点

次は、すでに1960年と1992年を比べてみたように、歴史的な検討、時間軸に沿っての比較ということです。歴史の経過の中で、どのように変遷してきたかを検討することはいろいろと有効な情報を得ることにつながります。わが国の歴史を見ると、農産物の生産力の発展と共に、物質循環システムが次第に高度に構築されてきたことも分ります。屎尿の利用は鎌倉時代の二毛作とともに始まりました。江戸時代になると多くの農学書に見られるとおり、生活から出てくるもののうち、田畑に還元できるものは何でも還元していました。下水道法の公布(1900年)と屎尿汲み取りの有料化(東京・大阪、1921年)は、物質循環の質的変換を意味していたと思うのですが、それは20世紀初頭の流れでした。1950年代までは屎尿をはじめとしたリサイクルシステムは働いていましたが、その後のことは多くの方々が良く知っているとおりです。上述のようなドラスチックな変化が農業基本法のもとで展開されたのです。このような流れは、もっときめ細かく調べると多くの教訓や経験が出てきます。そのためには、経年的なデータを正確に整備しておくことが必要です。

農業環境技術研究所では、世界の主要国についてはやや大まかなレベルで、そしてわが国についてはかなり詳細なデータベースを当面、1960年まで溯って整備しようとしています。温故知新と言いますが、様々な分野で時系列的なデータ整備とそれを活用した研究が進むと、たいへん興味ある結果が出てくると予想されます。

6. 物質循環から見えてくる対策の方向

対策について考えることも、物質循環を検討し

た上でなら、そうでない場合に比べると容易にできます。わが国の食料システムの窒素循環を検討し、農業・食料分野で何をなすべきかを考えた結果、次のようなことが無理なく浮かんできました。

第一に、食料・飼料の自給率向上は避けて通れない課題です。わが国の食料自給率はカロリーベースで40%を切るところまで下がっています。国内農耕地の1.5倍にのぼる面積の土地を自国の外に持っているようなもので、新植民地主義と非難されても弁解できません。低い自給率を高い水準に回復することは容易なことではありません。しかし、イギリスは、1970年には48%であったものをここ20～30年間で大幅に向上させましたし、ヨーロッパの少なくない国がやってきています。先に、農林水産省では目標値を公表しましたが、まずは長い目で見る必要があります。食料自給率は、食料システム全体の一側面ですから、小手先の細工で簡単に上向くようなものではなく、総合的、段階的な取り組みが必要です。

第二には下水道の改革です。これは、重金属等有害化学物質のせいで、下水汚泥が農耕地に還元利用できないことからの提言です。札幌市のある下水道系統では、事業所系がほとんど混入しないことから、良好な肥料が生産できていることなどを見ても、事業所系下水道を生活系下水道から分離することが最も容易な道ではないかと考えられます。新しく作るものはその分離を実現して、農耕地に還元できる汚泥を確保すること、既存のものは更新時が絶好のチャンスです。これらは21世紀の一つの宿題と思われます。

第三は、下水汚泥も含めて、利用可能有機質資源を活用した肥料技術の発展です。これは、すでに全国で大小さまざまなものが研究・開発されております。なにやら得体の知れない微生物肥料は別(日本土壌肥料学会は、「EM菌」について、1996年に科学的検討に基づき、微生物資材として評価に耐えうるものではなく、その有効性は証明されていないという公式な見解を明らかにしました)として、しっかりした科学的な検討を経た新有機質肥料が旺盛に生産利用されることが期待されます。従来の化学肥料はかなり余ってくるでしょうが、使い道は世界中に限りなくありますのでそこは工夫次第です。

自給率向上を実現することだけを考えても、芋蔓式に問題が出てきて大変です。このあたりの議論は、自給率の目標について議論した食料・農業・農村政策審議会の議事録を農林水産省のホームページ(http://www.maff.go.jp)などでご覧頂くと良くお分りいただけると思います。自給率の向上は、農業復権の象徴のようなものでして、その実現のためには、農産物が単なる商品ではなく、生命を支えるにふさわしい地位を得る必要があります。食料安保だけでなく、環境保全とも強く係わる農業の多面的機能(詳しいコメントは別の機会に譲りますが、経済協力開発機構(OECD)の議論にもなりました)なども広く国民の理解を得なければなりません。国全体で、農業を国民生活を支える重要な生業として位置づけるところまで持っていく必要があります。環境を真剣に考える方々は、環境保全と農業の健全な発展とが相関関係にあるという実態を反映してか、このことを大変良く理解していただいておりますので、今後とも、ご支援をお願いする次第です。

7. 物質循環研究の問題点

さて、物質が循環する系についていろいろなサブシステムが考えられますので、物質循環の研究も様々な角度から課題設定が可能です。養分の循環と言えば、農林業分野では決して太い研究の流れとは言えませんが、営々とした研究の歴史があります。水の循環は水文学や気象学ではポピュラーなテーマです。私の関わる例をあげるならば、酸性雨問題を物質循環モデルの開発をしつつ研究するにあたって、例えば土壌プロセスの情報が欠

けていて、そこの実験を集中的にやり、モデルのパラメータを得てモデルがうまく動いたといった経験もあります。その他、いろいろな分野、角度からの研究があって良いのですが、現在展開されている物質循環の研究の現状について、私の狭い経験のなかで見ただけでも重要な問題点を感じます。

(1)「循環しているところに意義があって、循環していないところに問題がある」

一つは、物質循環という用語の針小棒大とも言われかねない使われ方、あるいは認識の仕方です。循環系の個々の構成部分に関する科学的研究は、循環系そのものの研究にとって不可欠ですが、そのような位置付けができるからといって、ごく一部だけからなるプロセスをもって物質循環の研究と銘打っている事例には疑問を抱かずにおれません。例えば、海洋の底泥表面における元素の出入りを測定しただけで、環をつなぐ気配すら、過去の実績にも将来の計画にも見当たらないのに、物質循環の研究と称するような例です。予算要求時の背景説明や、物質循環という名の組織における個々の研究の位置付けの説明とは違うのですから、物質循環という呼称は不適当だと思います。

このことは、実は、呼び方とか用語の使い方に止まらない問題を含んでいると思うのです。しばしば、イッシュウとプロブレムの違いが言われますが、それを借りれば、物質循環は現代においてプロブレムであるが故に研究テーマとして成り立ち、予算も付けてもらえるが、イッシュウであるならば、一般的に予算付けの対象ではなくて、経常予算で行うべきことということになりましょう(だから組織の名前にはなる)。

かくして、この物質循環プロブレムは、大規模で複雑で、しかも循環しているところに意義があって、循環していないところに問題がある(二つの意味で：つまり、窒素循環が滞って環境問題となっているだけでなく、物質循環を唱えながら実際は研究が環をなしていないことがある)、という性格のものです。

(2)「俯瞰的」研究に向けて

大規模で複雑な循環系が対象になるというところには、これからの科学研究にとっての大きな課題が提示されていると思います。つまり、従来のデカルト流の分析主義的な視点や方法でのアプローチは限界や問題があって、その解決法は本当は難しいのですが、敢えて結論めいたことを言えば、「俯瞰的」認識の仕方あるいは「俯瞰的」方法論を作り出すことだろうと思われます。お気づきのとおり、この言い方では本当は解決法とは言えないのであって、問題の言い換えをしたにすぎません。しかし、方向を示すことにはなっていると思うのです。

今、日本学術会議では、吉川会長の指揮の下で「俯瞰的研究プロジェクト」のあり方を議論し始めました。詳しくは、「学術の動向」誌(1999.1)などに会長ご自身が書いておられる文章をお読みいただきたいのですが、それに関するワーキング・グループに参加する機会を得て感ずることは、物質循環などはそのような観点からの研究に貢献できる課題だろうと思います。つまり、上述した問題点を解決するためには「俯瞰型研究」というような方向が有効だろうと思うのです。物質循環を一人で研究しようとすれば、おおざっぱな仕事にならざるを得なく、えてして低い評価しかされないでしょう。数人でやればある程度のことはできるでしょうが、一面的といわれる範囲を抜け出せないでしょう。例えば、窒素の循環はそれなりにまとめられても、応用問題としての酸性雨の生態影響を論ずるには、酸性雨と物質循環を結び付ける部分に関する仕事のためにさらなる時間と人手を必要とするでしょう。規模が大きく複雑な循環について質の高い創意に富んだ研究を成功裏に展開させる(従来の細分化された科学は、細分化されたが故に環境問題などを未然に防ぐ力を持ち得

なかったので、成功したとは言い難い)ためには、研究者集団をうまく組織して「俯瞰的」な研究プロジェクトを作り出すしかないのだろう、というのが吉川会長のアイディアだろうと思います。ワーキング・グループの会合などでは、オーケストラの比喩がしばしば用いられました。かつて、環境問題に対する学際的研究がうたわれたり、プロジェクトリーダー論が叫ばれたりした流れの延長にあるのだろうと思われますが、その流れを今風に発展させることに挑戦して良いのだろうと考えられるのです。今風というのは、多分、デカルトの影におびえて別の何かを求めるのではなく、デカルト流の二元論を内に取り込みつつアウフヘーベンする(止揚する)道を探すことでもあるのかな、と想像します。日本学術会議における議論とこれから始まるであろう実践を通してその道を探って行くことは、これからの若い研究者の努力にかかっていると思います。

俯瞰的研究方法に深入りしてしまいましたが、物質循環の研究は、どの分野において行うにしてもこのような問題を離れてはありえないと考えておりましたので、少し長くなってしまいました。

(3)問題の大きさ

実は、農林水産省では「物質循環」と略称される研究プロジェクトを平成4年度から7年間にわたって実施してきました。全体としてみれば、問題は大規模で複雑ではあったのですが、循環の姿をどう描き出したかという点では、循環の断片を理解するための大変すぐれた素材は多く生み出されたのですが、循環の姿はわずかしか見えてこないままに終結したと言ってよいだろうと思います。

実施過程で、個別プロセスの技術的な論議は大いに行われたのですが、循環ということに関する基本的な論議はあまり多くは聞かれなかったと認識しております。それらの論議はやったとしても、悲しいことに業績を上げる「=論文を稼ぐ」ことにはほとんど役立たないので物好きの酒飲み話程度にしかならないのです。実は、だからこそ、今考える価値があると思うのです。誰もがあまり考えないことに将来を切り拓く可能性が多いのであって、世の主流派が将来も主流派である可能性は日々減少しているのです。誰もがやっていることを追う道は、残り少ない人生を安穏に過ごすためには無難でしょうが、若い人にはふさわしくなく、クリエイティブな醍醐味を味わえない道だと思います。

8. おわりに

読者諸氏には既にご存知なことまで長々と書いてしまったかもしれません。しかし、すでにご存知であろうことをも交えてやや話し言葉風に書くことによって、面と向かって対話した時のように、心の中の気持ちが一部なりともお伝えできるのではないか、と思うのです。レオ・バスカーリアの「葉っぱのフレディ」という絵本は、生命とモノの輪廻を説いて、私の蒙を啓いてくれました。魂の輪廻はさておくとしても、物質循環の課題は、身の回りから宇宙の彼方まで貫き通っていると思います。これからの旺盛な研究発展を思いつつキーボードから離れます。

参考文献

袴田共之 1996，農業における資源管理、そして環境，季刊「環境研究」 No.100,120-126.

吉川弘之 1999，俯瞰型研究プロジェクト，学術の動向1，5-9.

日本土壌肥料学会 1996，微生物資材に関する日本土壌肥料学会の見解，日本土壌肥料学雑誌，67（巻末付録）

第8回シベリア永久凍土地帯日ロ共同研究シンポジウム報告

生物圏環境部環境植物研究室
室長　竹中　明夫

1. 第8回シンポジウム開催まで

1991年12月のソビエト連邦共和国の崩壊から早、8年以上になる。ソ連体制の末期、ゴルバチョフ書記長の開放政策のころから、それまできわめて不自由だった、外国人のソ連での研究調査活動が次第に認められるようになってきた。研究の‘空白地帯’としてのシベリアは研究者を引きつけた。国立環境研究所でも、地球環境研究総合推進費によるプロジェクトとして、広大なシベリア地域の生態系が地球の温暖化現象のなかで果たす役割に関する研究を行うこととなった。

日本国内からシベリアの地を目指したのはこのプロジェクトだけではない。凍土学、生物学などの分野の研究者が、独自の予算によりシベリアでの研究を始めていた。情報が限られる地域での研究だけに、研究者相互の情報交換は欠かせない。そこで、研究費の予算の枠にこだわらず、シベリアの永久凍土地帯を研究のフィールドとする研究者が集まって、研究成果の交流や様々な情報の交換を行う場を持つこととなった。こうした流れを受け、第1回のシベリア永久凍土地帯日ロ共同研究シンポジウムが行われたのは、1993年のことである。

以来、このシンポジウムは、シベリアの永久凍土地帯をフィールドとした日本・ロシア共同研究の成果と情報の交流を目的として、ロシア側の共同研究者も迎えて年に1回のペースで開催されてきた。開催時期はいつも冬の寒い盛り、植物が活動する夏の調査が終了し、一通りのデータの整理ができた頃である。

シンポジウムの会場は関係する研究機関の間での持ち回りとなり、北海道大学、森林総合研究所、国立環境研究所などで開催されてきた。今回の第8回シンポジウムは、地球環境研究センターの主催という形で、国立環境研究所で行われることになり、私は事務局としてお手伝いをさせていただいた。

例年、発表演題数は20題前後、参加者数は30人前後であった。しかし、シンポジウム開催予定をアナウンスし、発表・参加希望者を募り始めたところ、予想をはるかに上回るペースで申し込みが送られてきた。今回は、科学技術振興事業団「戦略的基礎　永久凍土撹乱と温暖化ガス研究グループ」の研究者の参加を得たことで、最終的に発表数が43本と、一気にこれまでの2倍になった。このため、当初は定員40名ほどの会議室を予定していたシンポジウム会場を所内の大山ホールに変更することにした。大きな会場で、参加者が少ないと盛り上がりに欠けるのではないかという心配もあったが、杞憂であった。当日参加も含め85名の参加者を得て、熱気のこもった2日間となった。

海外からもクラスノヤルスクからは森林研究所のAbaimov博士ら3名、トムスクの大気光学研究所から3名、中国の東北林業大学から1名の参加者があった。また、日本に滞在中のロシア人研究者2名も参加した。ヤクーツクの凍土生物問題研究所からも5名の参加を予定していたが、シンポジウム直前になって、ビザの発給が間に合わずに参加できないという連絡があった。こうしたトラブルは決して珍しいことではないが、残念である。

シンポジウムは、1月19日、20日の2日間にわたり、表1のようなプログラムで行われた。ここでは各セッションの概略を簡単に紹介することとし、研究発表の詳しい内容に興味がある方は、最後に紹介する講演集をご覧いただきたい。

2. 第一日目

一日目の最初のセッションは、シベリアの気象条件や地表面でのエネルギー収支などに関するセッションである。森林と森林火災跡地との熱収支の比較や、春から秋にかけての継続観測などの発表があった。地表面での水・エネルギー収支は、気候システムと密接に関連していると同時に、シベリアの凍土層が気候の温暖化にともなって、どのような影響を受けるかを予測する上でも重要なポイントである。

続いては、メタンなどのフラックスに関する発表である。シベリアには広大な湿地と針葉樹林が広がっている。湿地では、嫌気的な条件のもとでの有機物の分解によって、温室効果気体であるメタンが発生する。一方で、森林の土壌ではメタンの分解が起こっている。シベリアの大地のどこから、いつ、どれだけの量のメタンが放出され、分解されているのか、また、それはどのようなプロセスによるもので、環境要因の影響をどのように受けているのか。これらを明らかにすることは、現状の理解のためにも、将来の予測のためにも必要となる。こうした問題設定に基づいた発表があった。

昼食休憩の後は、凍土に関するセッションである。シベリアの永久凍土地帯は、日本の25倍以上の面積を占めている。その北部には高木の生えないツンドラ地帯が、南部には針葉樹林帯が広がっている。永久凍土とは温度が0度以下である状態が1年以上続く土のことである。土壌中の水は常に凍ったままとなる。東シベリアの、年平均気温がマイナス10度前後となる地域の凍土層は、地下500メートルにまで及んでいる。このセッション

写真1　続々と集まる参加者

表1　第８回シベリア永久凍土地帯日ロ共同研究シンポジウムの発表プログラム(筆者訳)

一日目(1月19日)

開会のあいさつ

●気候・エネルギー収支
・東シベリアにおける森林および森林火災跡地での熱収支とCO_2フラックス
・シベリア、ヤクーツク近郊の夏の気候
・西シベリア湿地での熱、水、CO_2収支の季節変化
●メタン
・1999年アラスカ州バロウの北極域海岸性ツンドラにおける二酸化炭素・メタンフラックス
・西シベリア森林火災跡におけるメタンフラックスの測定：予備観測の結果
・西シベリア湿地からのメタンとCO_2フラックス：1999年の観測結果
・ハバロフスク近郊での森林土壌のメタン吸収
・西シベリア湿原の微生物群集構造について
●永久凍土
・TEM法を用いたシベリア永久凍土地帯における深部比抵抗構造の研究
・地中レーダによるシベリア、モンゴル地域での地下計測実験
・地中レーダを用いた永久凍土3次元計測の試み
●森林火災
・Frostfire燃焼実験における放出物質の長距離輸送シミュレーション
・タイガでの森林火災－アラスカの例
・タイガ森林燃焼実験への展望－アラスカとシベリア－
●炭素循環
・1998年のCO_2ノマリーに対する地球規模陸上生態系モデルで推定されたシベリア地域の役割
・ヤクーツク近郊での森林火災がタイガの土壌－植物システムの炭素循環に及ぼす影響
・二酸化炭素収支に及ぼす森林火災影響評価の初期モデルとMatlabによる計算結果例
●森林の構造と発達
・カラマツ天然林のサイズ－密度関係が示唆するもの
・カラマツのサイズと死亡率：炭素収支モデルを使った理論的解析
・シベリアのカラマツ林における成長にともなう個体分布の変化
・シベリアカラマツの同化産物配分パターンの林齢及びサイトによる違いについて
・中央シベリアでの南および北斜面に生育するカラマツの年輪幅
・シベリア凍土地帯でのカラマツ種子の保存とその性質
・中国東北部カラマツ林の山火事後の森林再生
・ヤクーツク近郊のアラスの植生の特徴

二日目(1月20日)

●動物相
・ロシア極東域での小型哺乳類の記録方法
・ハバロフスク近郊における伐採地と非伐採地間での土壌動物相の比較
●カラマツの生理生態
・北日本および中央シベリアに生育するカラマツの光合成特性の比較
・シベリア永久凍土地帯のカラマツの個体全体の呼吸速度
●森林土壌の特性とプロセス
・ヤクーツク近郊のタイガにおいて森林火災が土壌の物理化学特性に与える影響
・中央シベリア、連続永久凍土地帯のカラマツ林土壌における窒素の無機化
・中央シベリア北部のカラマツ林における水溶性有機炭素のフラックス
・中央シベリア永久凍土地帯のカラマツ林における土壌と植被からのCO_2放出
・中央シベリアのカラマツ林での南斜面・北斜面の土壌呼吸
●リモートセンシング
・シベリアにおけるカラマツ群集とアカマツ群集の構成要素の分光特性
・LANDSAT画像データに基づくハバロフスクでの19年間にわたる撹乱の歴史
・衛星データを用いた極東ロシアにおけるタンチョウとコウノトリの生息環境の解析
●大気
・地上での太陽直射光のFTS測定から対流圏のCO_2プロファイルを再構成するための情報量と逆問題
・航空機による釧路湿原の温室効果ガス測定
・トムスク近郊の地表大気層内のオゾン濃度の長期変動
・シベリア上空における温室効果気体の定期観測
・西シベリア上空のエアロゾル濃度の垂直分布のダイナミクス
・西シベリア上空のエアロゾル濃度の長期変動傾向

閉会のあいさつ

写真2　森林火災直後のカラマツ林。立っている木もみな枯死している。

では、地下の凍結の状況を調べる技術などについての発表があった。

続いては、森林火災のセッションである。シベリアの森林を理解する上で、火事は見逃すことのできない重要な要因である。たとえある地点における火事を経験する頻度が百年や二百年に1度であっても、樹木の寿命から考えると十分に頻繁に起こる事件である。このセッション以外の発表でも、森林火災の影響に注目した研究の発表が少なからずあったのも当然である。シベリアの内陸部は降水量が少ない。その上、年間の降水量には、年によって大きな変動がある。雨が少なくて乾燥気味の年には、森林火災が多発する。自然発火のほか、人間が火元になってしまうことも多いようである。多発するとはいえ、火災のような偶発的に起こる現象を人間が直接観察することは難しい。それでも、似たような条件のもとに成立している森林で、山火事後の経過年数が異なるものを比較することで、火災と森林の再生のサイクルをある程度再構成することができる。また、人為的に小規模の火災を起こす実験も行われている。このセッションでは、こうした実験の計画や、火事の燃焼時に発生する気体の輸送に関する研究などが報告された。

ところで、陸上の生態系では、植物が光合成によって大気中の二酸化炭素を有機物の形で固定し、これが呼吸で再び大気に戻っていったり、植物の枯葉、枯れ枝などの形で土壌に供給され、そこでゆっくりと分解して大気に戻ったり、といった炭素の出入り(炭素循環)が起こっている。その収支は、大気中の二酸化炭素濃度に影響することで、地球の気候変動とも密接に関係している。炭素循環モデルのセッションでは、森林火災が炭素循環に与える影響に関する研究や、モデルを使った研究などが発表された。

一日目の最後は、森林の構造と成立プロセスに

関するセッションである。シベリアに広がる針葉樹林帯は、特にタイガと呼ばれる。タイガを構成する樹木は、カラマツ、トウヒ、マツ、モミの仲間などの針葉樹のほか、落葉広葉樹のカンバの仲間も混在している。ただし、中央～東シベリアの永久凍土上ではカラマツが圧倒的に多い。中央シベリアの東経100度付近のカラマツ林で、ここ数年に渡って継続した研究を行っている研究グループからの発表もいくつかあった。この森林では、森林火災による高木の枯死と、その後の実生からのカラマツの再生のプロセスを繰り返している。「ばらの花の記憶によれば、庭師が死んだのを見たことがない」というたとえがある。1週間かそこらのばらの花の知る範囲では、庭師はまったく年をとらない。同じように、数百年の寿命をもつカラマツを見つめるには、研究プロジェクトの寿命はいかにもはかない。それでも、火災後の経過年数の違う林を比較して時系列を再構成したり、木の年輪を読み取ることで過去の林の様子を推定したり、といった工夫により、森林のダイナミックな姿を知る努力が行われている。樹木の幹には年輪がある。根元近くの年輪の数を数えればその木の年齢を知ることができるし、ある高さの幹の年輪を数えれば、その高さに到達してからの年数を読み取れる。さらに、1年ごとの年輪の幅を読み取ることで、過去の成長量を知ることができる。過去の成長を1年ごとに記録してくれている年輪は貴重な情報源である。この年輪の解析を利用した研究もいくつか発表された。

3. 幕間－懇親会の夕べ

一日目のプログラム終了後、国立環境研究所の食堂で懇親会が行われた。熱気のこもった雰囲気のなかで、日本語、英語、ロシア語が飛び交った。

このシンポジウムも、今回で8回目を数える。私は2回目から参加しているが、初めの頃のシンポジウムでは、研究成果の報告よりも、研究計画や実験装置の紹介、シベリアでの調査の苦労話が目立っていたような気がする。全く未知のフィールドに乗り込んでの調査は、立ち上げのための様

写真3　タイガ(針葉樹林)が果て、ツンドラが始まるところ

々な苦労がともなう。他の地域での調査の経験もある人の話を聞く限り、シベリアでの調査の困難さは特筆すべきものであるようだ。それ故、初期の段階では研究の成果は少なく、語り合いたい苦労の経験ばかりが蓄積される段階であったのかもしれない。

そうした状況も、シンポジウムが回を重ねるとともに変わってきた。次第に研究蓄積と呼べるものが出てきた。とにかく行って測ってきました、という段階から、長期の観測データや、じっくりと観察することで見えてきたフィールドの特性を踏まえた研究が発表されるようになった。時間をかけてここまで来たのだなあと、一種の感慨にもひたりながら、懇親会の夜は更けていった。

4. そして二日目

さて、二日目の発表である。最初のセッションでは、小型哺乳類や土壌動物に関する発表があった。このシンポジウムでは、これまで哺乳類の動物を扱った研究が報告されたことはなかったように記憶している。今回は、げっ歯類(ねずみなどの仲間)の生態の調査に取り組む研究が新たに加わった。ネズミ取りのトラップの実物を示しながらの説明は興味深かった。

続いては、カラマツの生理・生態学的研究のセッションである。カラマツは、シベリアの多くの森林で、炭素の一番大きな入り口である。樹木の光合成、呼吸特性は、システム全体の炭素循環を理解するための重要なポイントの一つである。一本の木をまるごと覆ってしまって呼吸速度を測定した研究や、枝単位での光合成特性の測定などの報告があった。

午前中の最後は、森林土壌についての発表があった。永久凍土地帯でも、気温が0度を越え、地表を覆う雪が消えれば、土は表面から次第に融け始め、融解はさらに地中へと進んでいく。やがて秋になり冬になって、地表に厳しい寒さが戻ると、土壌は冷やされて再び表面から凍り始める。ほどなく、夏に融けた部分もすっかり凍りつく。地表面近くの土壌が融解する限られた期間にのみ、植物は水を吸収することができる。根の成長もこの期間に限られるし、有機物の分解も凍結した土の中では起こらない。植物にとって必須である栄養塩の窒素が、無機物に変化して根で吸収できる形に変化するなどのプロセスも、融けた土の中で起こる現象である。しかし、これらのプロセスの有り様を眼で直接観測することは難しい。根を見ようとすればどうしても土壌を撹乱するし、水や栄養塩の動きも眼には見えない。土壌圏は、見えないフロンティアとも言える。それだけに研究の進展もスムーズにはいかず、様々な工夫が必要となる。このセッションでも、土壌での有機窒素の無機化速度に関する研究、水に融け込んで動く炭素量に関する研究など、それぞれに工夫をこらした研究の成果が発表された。

二日目の午後、いよいよシンポジウムも終わりに近づいてきた。シベリアはとにかく広く、地上での移動は必ずしも容易ではない。そんなフィールドで、面的な広がりについての情報を得るには、空からのリモートセンシングが有効な手段となる。リモートセンシングのセッションでは、カラマツの林とヨーロッパアカマツの林を波長特性の違いに基づいて分類する研究や、人工衛星の過去のデータを使って山火事の発生パターンを調べる研究、さらには渡り鳥に電波の発信器を取り付けて、衛星でその位置を追う研究などが報告された。

最後のセッションは大気圏に注目した研究に関するものである。ロシア、トムスクの大気光学研究所の研究者3人、ロシアから日本に長期滞在中の研究者なども含めて、6題の発表があった。地球温暖化との関連という観点からは、重要な部分である。シベリア上空の温室効果気体やエアロゾルの観測データ、それに基づく様々な解析結果などが報告された。長期連続観測の成果などは、初期のシンポジウムでは見られなかったものである。

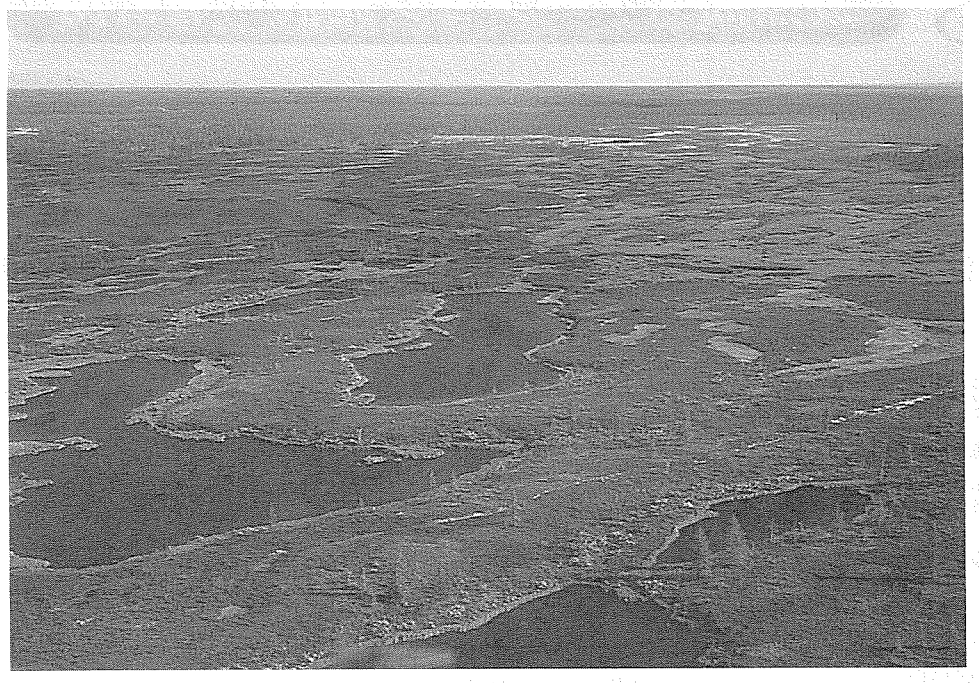

写真4　空から見た西シベリアの大湿原地帯

5. 宴のあとで

多数の発表を詰め込んだスケジュールで、果たして時間通りに進行するかどうか、事務局としては心配しながら臨んだ2日間だったが、ほとんど目立った遅れもなく、盛況のうちに幕を閉じた。参加された皆さん、運営に携わった皆さんのご協力の賜物である。感謝しつつ、胸をなでおろす一方、宴の後の寂しさもあった。

しかし、これでことが終わったわけではない。プロシーディングス(講演集)の作成という仕事が残っている。このシンポジウムでは、毎回、開催後にプロシーディングスを作成している。シンポジウムにおいて発表された研究のほか、ロシア側からは、予算等の関係から参加できなかった研究者からも原稿が送られてきた。今回は全部で50編近くの原稿が寄せられて、これまでにない大部となった。

本来、研究というものは、学術雑誌に論文を掲載して初めて一仕事が終わったことになる。その意味では、プロシーディングスを作って安心してしまってはいけない。一方で、途中経過も含めてとにもかくにも毎年形に残るものを作成し続けてきたことは、それなりの意味があったのだろう。事務局としては、このプロシーディングスが出来て初めて一安心ということになる。プロシーディングス(Proceedings of the Eighth Symposium on the Joint Siberian Permafrost Studies between Japan and Russia in 1999)をご希望の方は、国立環境研究所地球環境研究センター・総合化/交流までお問い合わせいただきたい。

シベリアでの研究全体から見れば、1回のシンポジウムはほんの一里塚にすぎない。これまでの研究の経験と成果を踏まえて、さらに努力を続けていかなければならない。一つひとつの一里塚を確認しながら、どこまで行けるのか、今後の研究の発展が楽しみである。

波照間ステーション施設一般公開

地球環境モニタリングステーション－波照間は、地球温暖化を引き起こす二酸化炭素やメタンなどの大気微量成分の世界的な観測拠点として、地球環境の保全に貢献しています。

ここに、皆様に波照間ステーションを理解していただき、なお一層のご支援を願いたく、環境月間行事の一環として、下記の要領で施設見学会を開催いたします。

日　時　平成１２年６月１６日（金）14:00～18:00

場　所　環境庁国立環境研究所地球環境研究センター
地球環境モニタリングステーション－波照間
（所在地：竹富町字波照間4794, Tel：09808-5-8553;通常無人）

公開内容　波照間ステーション施設内の観測関連設備・観測状況の公開
：大気微量成分観測システム
：気象観測システム
：大気採取システム（観測塔）他
パネル展示：波照間ステーションでの観測成果
地球環境研究センターの活動内容紹介

※ なお、波照間ステーションでは、その観測目的から、大気汚染の主要発生源である自動車による来所は、最小限に留めたいと思います。つきましては、皆様お誘い合わせの上、自動車の相乗りでお越し願います。また、施設は通常無人であるため、給水・衛生設備がありませんので、各自ご留意願います。

本件の問合せ先　環境庁国立環境研究所地球環境研究センター観測第一係
〒305-0053　茨城県つくば市小野川16-2
Tel：0298-50-2348 E-mail：cgermoni@nies.go.jp

★★★落石岬ステーションで高校生のサイエンスキャンプを開催★★★

科学術庁等が主催する「サイエンスキャンプ2000」を落石岬ステーション(北海道根室市)で開催します。

「サイエンスキャンプ2000」は、青少年が科学への興味を抱くように、国立等の試験研究機関に高校生を対象に派遣し、最先端の科学技術の実習・研修を行うものです。

国立環境研究所では、8月17(木)～19日(土)(2泊3日)に地球環境研究センターが温室効果ガス等の大気微量成分を観測している落石岬ステーションを会場にして開催します。

高校生なら誰でも応募できます。

《応募先・問い合わせ先》
科学技術振興事業団のホームページ(http://ppd.jsf.or.jp/camp/index.html)
サイエンスキャンプ2000事務局
財団法人　日本科学技術振興財団　振興部　内
〒102-0091　東京都千代田区北の丸公園2番1号
TEL：03-3212-2454, FAX：03-3212-8449,0014

TPN1ワークショップ

－アジア地域における砂漠化のモニタリング及び評価に関する専門家ワークショップ－

アジア地域では、砂漠化対処条約に基づくアジア地域行動計画の作成を念頭に置いた砂漠化対処のための研究ネットワークづくり(テーマ別プログラムネットワーク(TPN))が進められており、昨年7月に、テーマの1つである「砂漠化のモニタリング及び評価に関するネットワーク(TPN1)」(ホスト国：中国)が発足しました。今般、アジア各国及び国際機関等の専門家が一堂に会し、砂漠化のモニタリング及び評価に関する科学技術面での協力の推進を目的としたワークショップが下記の要領で開催されますので、ご案内申し上げます。

日　時：2000年6月28日(水)、29日(木)、30日(金)
場　所：国際連合大学　5階会議場(東京都渋谷区神宮前5-53-70)
共催等：砂漠化対処条約、中国砂漠化対処条約実施委員会、中国林業科学院、国際連合大学、日本政府、環境庁
使用言語：英語

Provisonal agenda

1) The status of desertification monitoring, assessment and studies
2) Mapping of deserted areas and vegetation coverage: case studies
3) Asian and African experiences on desertification monitoring and assessment and their linkages with early warning
4) Future work of TPN1 and enhanced collaboration for consolidating research work on desertification monitoring and assessment

※会場の都合上、参加を希望される場合は、下記まで事前にお申し込みください(先着順)。なお、警備の都合上、あらかじめ登録された人以外は入場できませんのでご注意ください。

《申込先・連絡先》

財団法人　地球・人間環境フォーラム　担当：満田(みつた)
電話：03-5561-9735　　ファックス：03-5561-9737
電子メール：aab27900@pop16.odn.ne.jp

地球環境研究センター(CGER)活動報告(3月)

地球環境研究センター主催会議等

2000. 3. 7　インドネシア森林火災ワークショップ(第15回地球環境研究者交流会議)(合志センター長・清水研究管理官・宮部係長/東京)
9～10　平成11年度地球環境モニタリング検討会成層圏モニタリング分科会北域成層圏モニタリング専門分科会(藤沼研究管理官・酒向係員・田代係員/北海道)
10　平成11年度地球環境モニタリング検討会GEMS/Water分科会摩周湖ベースラインモニタリング専門分科会(藤沼研究管理官/北海道)
10～11　平成11年度地球環境モニタリング検討会対流圏モニタリング分科会温室効果ガスフラックスモニタリング専門分科会(井上総括研究管理官・藤沼研究管理官・高田課長補佐・酒向係員/北海道)
16　平成11年度地球環境モニタリング検討会成層圏モニタリング分科会有害紫外線モニタリング専門分科会（藤沼研究管理官・高田課長補佐/東京)
21　地球環境研究センター運営委員会
21　客員研究官会議(東京)
22～23　「アジア・オセアニア地域における生物多様性の現状」(地球環境研究国際ワークショップ)(合志センター長・清水研究管理官・宮部係長/つくば)
24　「Species 2000」アジア・オセアニア会議(清水研究管理官・宮部係長/つくば)
27～30　温室効果ガス観測研究者3名(NOAA、CSIRO、NIWA)を招聘
つくば及び波照間ステーションにて温室効果ガスモニタリングに関する意見交換(井上統括研究管理官・藤沼研究管理官/つくば、高田課長　補佐・勝本特別流動研究員・宮部係長・酒向係員・田代係員/沖縄)

所外活動(会議出席)等

2000. 3. 1　第16回北極科学研究推進特別委員会(井上統括研究管理官/東京)
1　平成11年度地球環境研究総合推進費国際交流研究研究成果発表会(清水研究管理官・山形研究管理官/東京)
3　日本学術会議DIVERSITASシンポジウム：生物多様性科学の現状と展望(清水研究管理官/東京)
7　第2回クリーン開発メカニズム事業推進委員会(山形研究管理官/東京)
9～10　IGES/NIESインベントリー Workshop(山形研究管理官/神奈川)
10　北海道森林管理局との苫小牧フラックスモニタリングに係る打ち合わせ(井上統括研究管理官・藤沼研究管理官・高田課長補佐/北海道)
13　地球環境モニタリングに関する検討会(藤沼研究管理官/東京)
11～18　インドネシア森林火災の影響と修復に関する現地調査及び研究打ち合わせ(清水研究管理官/インドネシア)
12～17　都市計画のための気候解析第3回独日会議準備会合(一ノ瀬主任研究員/ドイツ)
16　地球観測部会の報告書取りまとめ打ち合わせ(井上統括研究管理官/東京)
29～4.4　「Species 2000」に関する研究打ち合わせ(清水研究管理官/オーストラリア)

見学等

2000. 3. 7　金井大蔵省主計局主査視察(4名)
14　東北大学大学院工学研究科(25名)
15　取手市立長山中学校(3名)
17　松江商工会議所(15名)
17　環境庁地球環境部環境協力室　大村室長補佐(1名)
22　北海道大学大学院工学研究科　環境資源工学専攻（30名)
22　中国上海交通大学副学長(3名)
23　フィリピン環境天然資源省環境局次長(1名)

地球環境研究センター出版物在庫一覧(CGERシリーズ)

(ご希望の方は地球環境研究センター総合化・交流までご連絡下さい。)

CGER No.	タイトル
A001-'91	地球環境研究センター年報
A002-'93	地球環境研究センター年報　Vol.2 (1991年10月～1993年3月)
A003-'94	地球環境研究センター年報　Vol.3 (平成5年4月～平成6年3月)
A005-'96	地球環境研究センター年報　Vol.5 (平成7年4月～平成8年3月)
A006-'99	地球環境研究センター年報　Vol.6 (平成8年4月～平成9年3月)
D003-'94	温暖化の影響評価研究文献インベントリー(日本編)
D004-'94	GRID全球データセットユーザーズガイド
D007(CD)-'95	Collected Data of High Temporal-Spatial Resolution Marine Biogeochemical Monitoring by Japan-Korea Ferry (June 1991- February 1993)
D008-'95	GRID-TSUKUBA(パンフレット)
D010-'96	'94IGAC/APARE/PEACAMPOT 航空機・地上観測データ集
D011-'96	'95IGAC/APARE/PEACAMPOT 航空機・地上観測データ集
D012(CD)-'97	東アジア定期航路モニタリングデータ(1994年4月～1995年12月)
D013-'97	DATA BOOK OF Desertification/Land Degradation
D014(CD)-'98	Data of IGAC/APARE/PEACAMPOT Aircraft and Ground-based Observations '91-'95 Collective Volume
D015(CD)-'97	北太平洋海域植生プランクトン分布衛星画像時系列データベース CD-ROM
D016-'97	産業関連表による二酸化炭素排出原単位(FD付)
D017-'97	国際研究計画・機関情報　II
D018(CD)-'97	IGAC/APARE/PEACAMPOT 航空機・地上観測データ'91～'95集成版
D019(CD)-'97	東京23区の人工排熱(エネルギー消費)時空間分布
D020(CD)-'98	東アジア植生指数月別モザイク図 (1996年) CD-ROM (Monthly NDVI in East Asia in 1996 CD-ROM)
D021(CD)-'99	Collected Data of High Temporal-Spatial Resolution Marine Biogeochemical Monitoring from Ferry Tracks: Seto Inland Sea (Jan.1996-Nov.1997)and Osaka-Okinawa (Jan.1996-Mar.1998)
D022-'99	マテリアルフローデータブック～日本を取りまく世界の資源のフロー～ Material Flow Data Book -World Resource Flows around Japan-
D023(CD)-2000	1997年 東アジア植生指数月別モザイク図 East Asia Monthly NDVI in 1997
D024-'99	Data Book of Information about International Research Institutions / Programmes
D025-2000	Data Book of Sea-Level Rise 2000
D026(CD)-2000	Data of IGAC/APARE/PEACAMPOT II Aircraft and Ground-based Observations '96-'98 Collective Volume
M003-'93	ANNUAL REPORT ON GLOBAL ENVIRONMENTAL MONITORING 1993
M004-'94	MONITORING REPORT ON GLOBAL ENVIRONMENT -1994-
I001-'92	GLOBAL WARMING AND ECONOMIC GROWTH
I010-'94	CGER'S SUPERCOMPUTER ACTIVITY REPORT 1992 Vol.1
I011-'94	Global Carbon Dioxide Emission Scenarios and Their Basic Assumptions -1994 Survey-
I014-'94	PROCEEDINGS OF THE TSUKUBA OZONE WORKSHOP
I015-'94	IPCC Technical guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations
I016-'94	CGER'S SUPERCOMPUTER ACTIVITY REPORT　Vol.2-1993
I019-'96	GLOBAL WARMING, CARBON LIMITATION AND ECONOMIC DEVELOPMENT
I020-'95	CGER'S SUPERCOMPUTER ACTIVITY REPORT VOL.3 - 1994
I022-'96	CGER'S SUPERCOMPUTER MONOGRAPH REPORT VOL.2 (A TRANSIENT CO_2 EXPERIMENT WITH THE MRI CGCM -ANNUAL MEAN RESPONSE-)
I024-'96	CGER'S SUPERCOMPUTER ACTIVITY REPORT Vol.4-1995

I025-'97	CGER'S SUPERCOMPUTER MONOGRAPH REPORT Vol.3 (Study on the Climate System and Mass Transport by a Climate Model)
I026-'97	第 10 回地球環境研究者交流会議報告書〈社会科学面からの地球環境研究の取組み〉－ IHDP 研究者交流会議－
I028-'97	CGER'S SUPERCOMPUTER MONOGRAPH REPORT Vol.4 (Development of a global 1-D chemically radiatively coupled model and an introduction to the development of a chemically coupled General Circulation Model)
I029-'97	CLIMATE CHANGE AND INTEGRATED ASSESSMENT MODELS［IAMs］ - BRIDGING THE GAPS　Proceedings of the IPCC Asia-Pacific Workshop on Integrated Assessment Models
I030-'97	CGER'S SUPERCOMPUTER ACTIVITY REPORT Vol.5-1996
I031-'98	Long-Term Ecological Research in the East Asia-Pacific Region:Biodiversity and Conservation of Terrestrial and Freshwater Ecosystems
I032-'99	LAND USE FOR GLOBAL ENVIRONMENTAL CONSERVATION(LU/GEC) -FINAL REPORT OF THE LU/GEC FIRST PHASE(1995-1997)-
I034-'99	CGER'S SUPERCOMPUTER ACTIVITY REPORT Vol.6-1997
I035-'99	CGER'S SUPERCOMPUTER MONOGRAPH REPORT Vol.5 (THREE-DIMENSIONAL CIRCULATION MODEL DRIVEN BY WIND, DENSITY, AND TIDAL FORCE FOR ECOSYSTEM ANALYSIS OF COASTAL SEAS)
I037-'99	Proceedings of the 2nd International Symposium CO_2 in the Oceans -The 12th Global Environment Tsukuba-
I038-'99	LU/GEC プロジェクト報告書 V －中国における土地利用変化のメカニズムとその影響に関する研究－
G001-'93	アジア太平洋地域における社会経済動向基礎調査データ＜各国別資料集＞

地球環境研究総合推進費報告書

地球環境研究総合推進費　平成７年度終了研究成果報告集(中間報告)
地球環境研究総合推進費　平成７年度研究成果報告集(概要版)
地球環境研究総合推進費　平成８年度終了研究成果報告集(II)
地球環境研究総合推進費　平成８年度研究成果報告集(概要版)
地球環境研究総合推進費　平成９年度研究成果報告集(中間報告　Ⅰ～Ⅸ)
Global Environment Research of Japan in 1995
Global Environment Research of Japan (Final Reports for Projects Completed in 1995) PART 1
Global Environment Research of Japan (Final Reports for Projects Completed in 1995) PART 2
Global Environment Research of Japan in 1996
Global Environment Research of Japan (Final Reports for Projects Completed in 1996)
Global Environment Research of Japan in 1997
Global Environment Research of Japan (Final Reports for Projects Completed in 1997)
Global Environment Research of Japan in 1998
Global Environment Research of Japan (Final Reports for Projects Completed in 1998) PART 1
Global Environment Research of Japan (Final Reports for Projects Completed in 1998) PART 2

地球環境変動に関する日米ワークショップ報告書

PROCEEDINGS OF THE THIRD JAPAN-U.S. WORKSHOP ON GLOBAL CHANGE MODELING AND ASSESSMENT Improving Methodologies and Strategies

平成 12 年 6 月発行
編集・発行　環境庁 国立環境研究所
地球環境研究センター
連絡先　総合化・交流

〒305-0053　茨城県つくば市小野川 16-2
TEL: 0298-50-2347
FAX: 0298-58-2645
E-mail: cgercomm@nies.go.jp
Homepage: http://www.nies.go.jp
http://www-cger.nies.go.jp

このニュース」は、再生紙を利用しています。