

## 地球環境研究センターニュース

Center for Global Environmental Research



【マングローブ消失に伴う海岸侵食（タイ、バンコク近郊）（2ページ参照）】

2006年(平成18年)6月号(通巻第187号) **Vol.17 No.3**

## 目次

海洋生態系と陸上生態系のインターフェース、マングロ-ブ林  
 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 教授 北宅 善昭

地球環境研究up-to-dateインタビュー 第26回  
 江戸川大学社会学部 土器屋 由紀子教授

地球温暖化研究プログラム 中核研究プロジェクト1  
 温室効果ガスの長期的濃度変動メカニズムとその地域特性の解明  
 地球環境研究センター 炭素循環研究室長 向井 人史

Book review 「恐怖の存在」- 人気作家の温暖化小説における虚実 -  
 地球環境研究センター 温暖化リスク評価研究室長 江守 正多

国立環境研究所で研究するフェロー 島崎 彦人(地球環境研究センター NIESポスドクフェロー)  
 山岸 洋明(地球環境研究センター NIESポスドクフェロー)  
 油田 さと子(地球環境研究センター NIESアシスタントフェロー)

温暖化ウォッチ(11) ~ データから読み取る ~  
 渡り鳥の変化は何が原因か  
 山階鳥類研究所 研究員 佐藤 文男

お知らせ  
 国立環境研究所夏の大会

地球環境研究センター出版物等の紹介

観測現場から - シベリア -

地球環境研究センター活動報告(5月)



## 海洋生態系と陸上生態系のインターフェース マングロ-ブ林

大阪府立大学大学院生命環境科学研究科 教授 北宅 善昭

### 1. はじめに

熱帯・亜熱帯の沿岸域は、最近、人口増加、農地開発、工業用地開発、都市化などの人間活動に関連した圧力による環境劣化が著しい。特にマングローブが生育する沿岸低湿地では、伝統的に水産資源維持や護岸・海岸線保全のために、海中の森であるマングローブ林が守られてきた。最近、燃料や建築資材のためのマングローブ林の伐採、農地や水産養殖池への転換などが過度に行われることによって、様々な環境変動および社会問題が顕在化している。ベトナムをはじめとする熱帯アジアでも沿岸域水産資源の減少傾向が著しく、マングローブ林の再生および健全な沿岸域生態系の回復は、それゆえ緊急の課題である。

ここではマングローブ林の生理生態と環境とのかわりかきについて紹介するとともに、タイおよびベトナムのマングローブ林について、その現状と諸問題、今後の展望について紹介する。

### 2. マングローブとは？

マングローブは熱帯から亜熱帯沿岸の河口部で潮の干満の影響を受ける場所に生育する植物群の総称である。世界全体では、典型的なマングローブといわれる樹種は約50種、その周辺の塩生植物を含めると約100種ある。マングローブの自然植生は特徴のある分布をしており、潮位の影響を大き

く受ける海側から、その影響の小さい陸側に向けて、特定の場所に特有の種が群落を形成する。

マングローブの生育する土壌は、海水が流入するため塩分濃度が高く、泥状で通気性が著しく悪い。しかし、マングローブは他の陸上の木本植物と同等かそれ以上に活発に光合成や蒸散を行い(文字、1996; Kitaya et al., 2001b)、旺盛に生育している。一般の植物ではとうてい生育できないこのような環境条件下で旺盛に生育するためには、マングローブは特殊な機能を備えなければならない。その一つに、過剰に吸収した塩分を葉から排泄するための塩腺と呼ばれる器官を持つ樹種がある(写真1)。また多くのマングローブ樹種は、気根と呼ばれる特殊な根を持つ(写真2)。泥中の根では塩分濃度の高い土壌から水分を吸収するために多くのエネルギーを必要とし、そのために根の呼吸活性を高く維持する必要がある。マングローブの生育土壌は通気性が悪いので、泥中の根に酸素を供給するため、多くの種では気根を地上に出している。

気根の機能については、従来から、皮目と呼ばれる表面の小さな穴を通して大気中の酸素を根に拡散させることが知られていた(Scholander et al., 1955)。近年、数種マングローブの気根で、日中に光合成反応が行われていることが発見された(矢吹ら、1990a, b ; Kitaya et al., 2001d)。これは、泥中



写真1 ヒルギダマシの葉表面の塩腺から排出された塩



写真2 マヤブシキの直立気根

の根の呼吸で発生した二酸化炭素が気根で同化され、その時に発生する酸素が再び根の呼吸に使われるというガスの循環再利用機能があることを意味している。このような気根での光合成による酸素生成機能は、気根が水没している時でも日射があれば、泥中の根に酸素を供給でき、根の呼吸に大きく貢献している。潮位の影響は地面高によって異なるので、植林において、植林地の地面高に適した樹種を選択する上で、気根の持つ酸素供給機能を考慮しなければならない。実際、干潟の傾斜地での植林実験の結果、地面高によって各樹種の生存率および成長に大きな差が生じた(Kitaya et al., 2001a)。

ヒルギの仲間など多くのマングローブ樹種の種子は、樹上において、茎の一部、正確には胚軸と呼ばれる茎と根の間の部分が成長した状態で成熟する(写真3)。このような種子は胎生種子と呼ばれ、成熟した胎生種子が樹上から落下して土壤に接すると数日で根を伸ばし、同時に茎を伸長させる。胎生種子の胚軸も、気根と同様に光合成機能を持っており、発根後のマングローブ幼植物の根の吸水能力を高く維持するために、根の呼吸に必要な酸素を供給している(Kitaya et al., 2001c)。このような胎生種子の胚軸の光合成機能は、胚軸表面の皮目からの酸素拡散機能とともに、植林した苗の生存率を高め、さらにその成長を促進するために重要である。

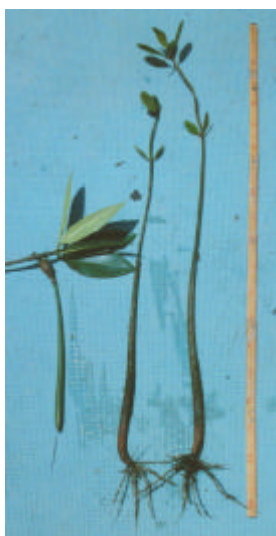


写真3 樹上で成長するフタバナヒルギの胎生種子および落下後数カ月経過して根と茎を伸長させたオオバヒルギ幼植物体。右にある竹尺の全長は1mである。

### 3. マングローブ林の役割と利用

幅数百mから数km、長さ数kmから数十kmに渡って沿岸域に広がるマングローブ林は、波による侵食から海岸線を保護する天然の防波堤の役割を担っている。バングラディッシュでは、毎年のようにサイクロンに伴う高波による大きな被害が報道されるが、被害を大きくする原因の一つとして、海岸線にあったマングローブ林の消失が挙げられている。

マングローブ林内あるいはその周辺の土壤には、マングローブの落葉や朽ち木、川の上流から運ばれる有機物が堆積し、その一帯は有機質に富む栄養豊富な水域になっている。したがって、藻類をはじめ、貝類、甲殻類、およびそれらを補食する魚類の生息、産卵、稚魚の生育の場として、周辺海域の水産資源の保護に重要な役割を担っており、周辺住民にとっては大切な漁業の場である。またマングローブは陸と海の境に位置するため、サル、ヘビ、トカゲなどの陸上動物および鳥類の採餌、繁殖の場でもあり、野生動物を保護する役割も持っている。さらに、数種のマングローブは民間薬としても利用されており、今後、医薬としての利用が期待されるなど、有用遺伝子資源としても重要である。

一方マングローブは地域の重要な木材資源であり、建築資材としての利用のみならず、木炭の材料として重要である。マングローブ炭は堅くて火持ちがよく、日本へも輸出されている。

このように多くの利点を持つマングローブが、最近、乱伐や無秩序な開発により、後述するタイの例でも見られるように、東南アジアをはじめ世界各地で急激に減少してきている。そのため、生態系の破壊だけではなく、海岸線の侵食(表紙写真参照)や高潮による洪水などが発生しやすくなっており、当時国のみならず、地球規模の環境破壊に繋がる懸念される。

### 4. タイのマングローブ林

タイ国では、約30種のマングローブが、タイ湾およびベンガル湾に面した沿岸域に大規模な群落を形成している。しかしタイでは、1960年から1990年までの30年間に、マングローブ林が半減し

た。マングローブ林消失の一因として、木材および木炭の材料として乱伐あるいは盗伐されることが挙げられる。タイ国のマングローブ林の大部分は王立森林局が管理しており、伐採区域や伐採方法を指定して、マングローブ林の恒常的な利用、維持を計っている。しかし現実にはそれらの規定を守らない違法な乱伐、盗伐が行われている。

タイ国の重要な鉱物資源である錫の鉱脈はマングローブ林の下に多くあり、錫鉱石採掘のため広大な面積のマングローブ林が皆伐されることもある。採掘が川の上流で行われると、流出した土砂が下流域で堆積し、マングローブを枯死させる場合もある。

最近マングローブ林破壊の原因として注目されているのが、水産養殖池、とくにエビ養殖池の開発である(写真4)。1986年までにタイのマングロー

ブ林の約30%が水産養殖池に転用されている。前述のようにマングローブ林内土壌は有機質が多いため、養殖池の管理が不十分であると水質が急激に悪化し、数年で使用できなくなる。そうなると養殖業者はまた別の新しい池を造成する。

その他、埋め立てなどにより農地に変えられるマングローブ林や、宅地や道路の建設によって破壊されるマングローブ林も少なからずある。また、原油の流出や水質汚濁などの海洋汚染によって、マングローブの樹勢が低下し、枯死に至る場合もある。

### 5. ベトナム南部のマングローブ林

ベトナム南部ホーチミン市の南東、サイゴン川河口部の低湿地地帯に位置するカンザ地区のマングローブ林は、ベトナム戦争の枯葉作戦で完全に破壊された。マングローブの植林はベトナム戦争中から始められたが、本格的な植林は1968年に開始された。

カンザ地区では、ここ30年間の大規模な植林とともに、政府(人民委員会)の開発伐採の規制により、現在では大面積のマングローブ林に育っている(写真5)。すでに15年以上経過しているフタバナヒルギの植林地では、樹高が10~20mになっている。これらマングローブ林は、完全に破壊された跡地に再生させた事例



写真4 エビ養殖池に変えられていくマングローブ林(タイ、パンガ島)



写真5 ベトナム戦争後に植林され30年経過したマングローブの広大な林(左)と植林後20年経過した林内の様子(右)

として世界的に高く評価されており、2000年にUNESCO-MAB(ユネスコ人間と生物圏)計画において、生物圏保護地域に指定されている。

この地域におけるマングローブの植林面積の増加は、周辺海域の漁獲量増加に顕著な影響を示した(図1)。それに関連して、干し魚などの水産加工工場もできている。マングローブの植林が、生態系の保全を通して、地域住民に対して社会経済的に貢献することを示す事例である(Hong, 1996)。またマングローブ再生地に隣接して、同じくマングローブに分類されるニッパヤシが植栽され、成長した葉茎、種子など、経済的価値のある資源となっている。カンザ地区に広がるニッパヤシはマングローブ林再生地とはゾーンが区分されており、植栽・管理・利用が計画的に行われている。

一方で、カンザ地区の植林地周辺では、現在、エビ養殖池が拡大してきており、タイ同様、マングローブ林生態系の破壊が問題となってきた。またマングローブ林の一部は森林公園となっており、最近では近隣大都市からの観光客の増加によるごみの増加と自然の荒廃が問題となっている。

## 6. マングローブ林の保全

マングローブ林生態系の修復と開発を両立させるためには、生態工学的アプローチおよび社会経済学的アプローチの両方が重要である。東南アジア地域は、昔からマングローブ生態系を生活の中で利用してきた。しかし近年、急激な利用で破壊が進んでいる。原因としては、魚を求めて内陸部から沿岸地帯へ人々が大量に移動して来たことや、大規模なエビの養殖場、錫の採掘でマングローブ

が伐採されたことが挙げられる。しかしマングローブを守るためにエビの養殖場を作らせないようにした場合、住民の生活が成り立たない。したがって多くの地域では土地の用途別指定が行われ、マングローブ林域を開発地域と保護地域に分けている。将来にわたってマングローブ生態系を永続的に保全していくためには、社会経済学的な側面から、そこに住んでいる地域住民の生活とマングローブ林の保護が両立するような方策の確立が必要であろう。

またマングローブの効率的な造林技術、ダメージの少ない開発技術の確立は、生態工学的な課題であろう。マングローブ林破壊跡地に再びマングローブを植林して、元の自然生態系を取り戻そうとする試みが行われている。一部では成功しているが、大部分の試みは現在まだうまくいっていない。マングローブ林が破壊されると、その土壤の化学的、物理的条件は急激に変化する。たとえば錫鉱石の採掘跡は、表土に含まれていた有機質が流亡し、栄養分の乏しい砂質土壤になる。マングローブ伐採後に土壤が干上がり乾燥すると、その表面に塩分が集積し著しく高塩分濃度になる。またもともと嫌気条件下で存在していた硫化物が酸化されて硫酸を生成し、強い酸性を示す場合も多い。あるいはアルカリ塩の集積により、強アルカリになる場合もある。このような貧栄養、高塩分濃度、強酸、強アルカリ性といった土壤がマングローブの成長を妨げ、植林を困難にしている。これらの問題を解決して植林技術を確立するため、多くの研究者が調査、研究を行っているが、まだ現場に適用できる実用的な解決策を見出せないのが現状である。

気根など根への酸素供給機能を発達させ、また柔らかな泥土上で樹体を支持するために、マングローブは根系が発達している。そのため、マングローブ林の地下部のバイオマス量は、地上部バイオマス量とほぼ等しいと考えられている。さらに嫌気的な地下部にはマングローブ由来の有機物が堆積しており、マングローブ林は炭素のシンクとして重要であると考えられる。マングローブ林の炭素固定能力や物質循環機能

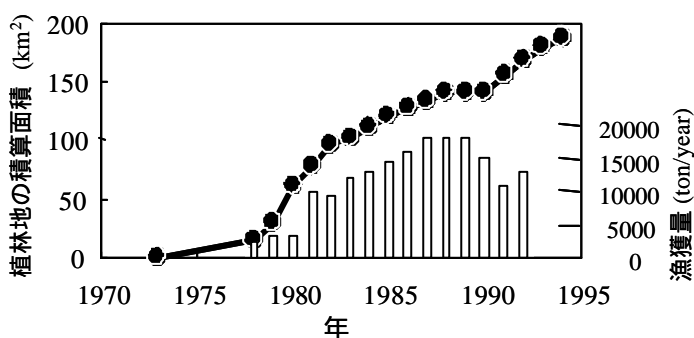


図1 ベトナム、ホーチミン市カンザ地区における植林面積および周辺沿岸海域での漁獲量の推移(Hong, 1996より改変)

は、まだ十分には解明されておらず、海洋生態系への物質供給や、温暖化効果ガス等の削減に対するマングローブ林の寄与を定量化するためには、二酸化炭素をはじめとする物質収支の計測など、現場での研究調査が必要である。

## 7. おわりに

日本では沖縄県などにマングローブ林があるが、その規模は東南アジアの熱帯地域に比べて小さく、観光の対象として利用されているに過ぎない。したがって、ほとんどの日本人にとって、これまでマングローブは馴染みのない存在であった。しかしマングローブ林を伐採して作った養殖池で生産されるエビの主な輸出先が日本であり、マングローブ炭の日本への輸出も増加してきていることから、マングローブの保全について日本人が無関心でいるわけにはいかない。また最近では、地球規模の環境問題解決の必要性が声高に論じられている。マングローブ林は地球規模の環境変動を和らげる緩衝帯であり、海洋生態系と陸上生態系のインターフェースとして、両生態系を維持するための森林保護および海洋保全の対象としても重要である。このようなことから、今後、政府開発援助や非政府組織などによる支援事業の対象としても、マングローブに対する関心がますます高まることが期待される。

## 参考文献

Hong P. N. (1996): Restoration of mangrove ecosystems in Vietnam. In: Restoration of mangrove ecosystems, C. Field (ed.), International Society for Mangrove

Ecosystems, Okinawa, Japan, pp. 76-96.

Kitaya Y., Jintana V., Piriyaoytha S., Jaijing D., Yabuki K., Izutani S., Nishimiya A. and Iwasaki M. (2001a): Early growth of seven mangrove species planted at different elevations in a Thai estuary. *Trees -Structure and Function*. 16, 150-154.

Kitaya Y., Yabuki K., Aoki M. and Supappibul K. (2001b): Photosynthesis and evapotranspiration of the mangrove forest in eastern Thailand. *Mangrove Science*, 2, 11-17.

Kitaya Y., Sumiyoshi M., Kawabata K. and Monji N. (2001c): Effect of submergence and shading of hypocotyls on leaf conductance in young seedlings of a mangrove *Rhizophora stylosa*. *Trees-Structure and Function*. 16, 147-149.

Kitaya Y., Yabuki K., Kiyota M., Tani A., Hirano T. and Aiga I. (2001d): Gas exchange and oxygen concentrations in pneumatophores and prop roots of four mangrove species. *Trees -Structure and Function*. 16, 155-158.

文字信貴 (1996): マングローブ林の二酸化炭素交換. *水利科学*, 39, 1-13.

Scholander P. F., Van Dan L. and Scholander S. I. (1955): Gas exchange in the roots of mangroves. *Am. J. Bot.*, 42: 92-98.

矢吹万寿・北宅善昭・杉二郎 (1990a): マングローブ気根のガス交換機能に関する研究 (1). *生物環境調節*, 28: 95-98.

矢吹万寿・北宅善昭・杉二郎 (1990b): マングローブ気根のガス交換機能に関する研究 (2). *生物環境調節*, 28: 99-102.

## 地球環境研究up-to-dateインタビュー 第 26 回

## 富士山 世界有数の自由対流圏観測拠点への再生

江戸川大学社会学部 土器屋 由紀子教授

インタビュアー：西岡 秀三(国立環境研究所理事)

## 【自由対流圏の大気観測】

西岡：土器屋先生の研究活動は富士山がキーワードになっています。富士山での観測の意味というのはどこにあるのでしょうか。

土器屋：自由対流圏、すなわち地表の摩擦を受けない十分な高度での観測ができることです。自由対流圏とは、例えば海上では1000m以上をさしますが、山岳では地表の影響などもあってさらに高い高度で観測する必要があります。国内で他に高い山はありますが、山脈のような連山です。富士山のように孤峰で1000m以上の標高があり体積が小さくとんがっていて、地表からの直接的影響が少ない山は世界的にもあまりないのです。

西岡：形がとんがっているということで、いいことや特異な現象もあるかと思いますが。

土器屋：強風や低温それに激しい雨や雪で観測は大変困難です。しかし、大気の高距離輸送に関連して、アジア大陸からの影響を観測するには富士山は優れています。自由対流圏のデータはこれまで航空機で観測されていましたが、航空機観測は天気のいい時に限られるのと、一定の場所に止まっていられないという欠点があります。自由対流圏は大気の質量の70%を占めているので重要なのですが、連続的な観測データが少ないです。富士山ではオゾン濃度の日内変動が少なく、エアロゾルの化学成分濃度が低いのです。

西岡：対流圏オゾン濃度は地形に影響を受けるし、発生源との距離が反応時間として問題になり、通常は変化を観測します。富士山ではバックグラウンド的な観測が行われているのでしょうか。

土器屋：地形の影響という視点では国立環境研究所の畠山史郎さんたちが奥日光の山岳域で関東地方のバックグラウンドオゾンの観測をしておられると思います。富士山ではアジアスケールのバ

ックグラウンドとして、1992年～2004年の間、気象研究所の堤之智さんたちが行っていました。富士山のオゾン濃度は平地の濃度より高く、一日の変動の幅が小さくマウナロアの1/5程度でした。それは、地表付近の人為発生源の影響を直接受けにくいからです。また、自由対流圏では一般的にエアロゾルの化学成分濃度が低いのですが、富士山の濃度も同様です。

西岡：自由対流圏における大気組成の動態を計測しているということでしょうか。

土器屋：動態というのはこの場合物質循環のようなことを指しておられるのですね。富士山では地表ではなく高所のバックグラウンドの動態を観測しています。偏西風に伴う長距離輸送を見えています。SO<sub>2</sub>の観測では、冬になって西風が強くなるときれいなピークが現れます。

西岡：大陸から飛来する黄砂なども測れるのでしょうか。

土器屋：エアロゾルのフィルターが黄色く着色したことがあります。化学成分濃度からも黄砂が飛来していることは明瞭です。

西岡：国立環境研究所ではライダー(レーザーライダー)で観測しているので、地上で観測されない時でも高いところで黄砂が観測されることがあります。

## 【変わる富士山測候所】

西岡：さて、話は前後しますが、これまで富士山測候所ではどんな観測がされてきて、なぜ無人になってしまったのでしょうか。

土器屋：富士山測候所は1932年以来有人の気象観測を続けており、1964年からはレーザー中心の気象観測が行われてきました。しかし、近年衛星観測で広範囲の雲の状況が観測できるようになって、富士山





ませんが、降水の化学成分から何かわかるかも知れないと思ったからです。その後、大気化学グループは、1993年にはエアロゾルや微量気体の集中観測を行い、1997年から気象研究所の五十嵐康人さんを中心とした集中観測になりました。一方、先ほど話した気象研究所の堤さんは1992年からはオゾン観測を始めていました。そのデータのお陰で他の物質の解釈が容易になりました。2002年から2004年に集中観測を強化し、旧レーダー準備室を借りて、SO<sub>2</sub>やラドン、ブラックカーボン(BC)を実時間で測定し、さらにハイボリューム・サンプラーでエアロゾルを大量捕集して組成を観測しました。BCは産業技術総合研究所の兼保直樹さんたちの仕事ですが、BCの濃度変化からは2003年5月に札幌など北日本を覆って日射を減らせたシベリア森林火災起源の煙を観測できました。富士山でのデータでは、過去にもインドネシア森林火災起源の一酸化炭素(CO)が飛来してきたこともわかっています。火災煙は粒径分布が一定で少し時間のたったもの(Aged smoke)で、多環炭素化合物組成のなかで針葉樹燃焼起源の化合物レテンが高濃度にあり、BC濃度の時間変化はCO濃度とはいい相関があります。

西岡：シベリアの森林火災は増えているそうですが、そんなことも分かるのでしょうか。

土器屋：ずっと継続して観測していれば可能です。西岡：現時点で、富士山で観測を再開するのはどんな意味があるのでしょうか。

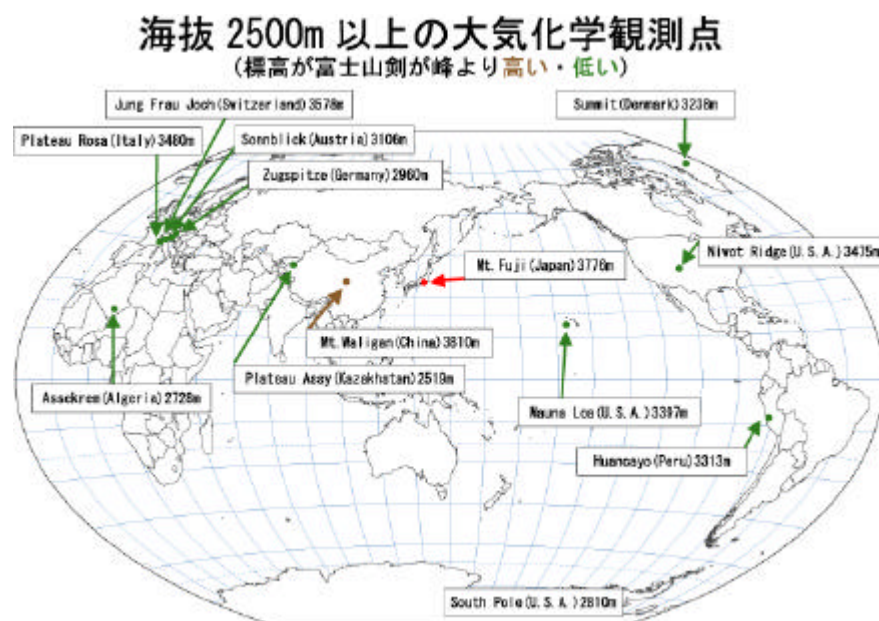
土器屋：今、非常に大規模な大気汚染の長距離輸送が問題になっています。富士山では、大陸の影響がはっきりわかります。例えば、黄砂が飛来する前には汚い空気がまず運ばれてくるのです。米海洋大気庁(NOAA)のR.C. Schnell博士によると、カリフォルニアまで運ばれてゆくそうです。富士山は、日本への影響評価だけでなく、太平洋への出口の観測点としての意味は大きいです。

西岡：日本で富士山以外に観測しているところはありますか。

土器屋：環境省が隠岐で測定されていると思いません。他にも多くの地点がありますが、地上ですから、富士山のように高いところでも行うべきだと思います。世界気象機関(WMO)のベースライン観測を行っている海拔2500m以上の大気化学観測点は、図(GAWの観測点を参考に作成)のように世界で十数地点ちらばっています。

西岡：世界の観測地点を考慮すると、富士山は非常にいいところに位置していますね。

土器屋：ですから、是非観測を再開したいと思います。マウナロア観測所だけでなく、スイス・ユングフラウヨッホ観測所や中国のワリガン観測



WMOのGAW(Global Atmospheric Watch)の情報を元に富士山を加えて作成

所など、世界の高所山岳の観測所では、CO<sub>2</sub>やCH<sub>4</sub>など温室効果ガスの観測が行われているのに、日本はこの分野で世界の水準から非常に遅れています。ユングフラウヨッホは観光で得た収入で大気観測を行う財団があります。国に頼るだけではなくNGOが進めているのが特徴です。非常に参考になります。

西岡：ユングフラウヨッホは富士山よりアクセスが容易ですから、その点でも有利ですね。先ほどの黄砂の飛来にもありましたが、アジアの汚染が全球的に広がっているのを理解するためにも富士山は絶好の立地条件にありますね。いろいろな項目を設定し、再開の拠点を設けるには資金が必要だと思いますが。

土器屋：現在助成金などに応募中です。維持費は、冬季は装置のメンテ以外基本的に無人にしても年間6500万円くらいかかります。

西岡：機器のメンテなどを入れるとさらにかかりますね。また、撤去の費用は数十億円もかかりますし、測候所は国立公園区域内にあるので、撤去も大変です。電源など、使えるものもあるのもったいないです。

土器屋：そうですね。残して使う方がいいのです。動かしていれば、あと50年くらいは使えます。

#### 【科学者が設立したNPOに期待】

西岡：最後に先生が副理事長をされているNPO法人「富士山測候所を活用する会」について少し伺いたと思います。現在、活動している人は何人くらいいるのでしょうか。

土器屋：研究者が50人くらい、理事が20人くらいでしょうか。

西岡：一般の人も加入されていますか。

土器屋：もちろん一般の人もいます。現在20人くらいです。この記事を読んで入ってみようという方がおられたら大歓迎です。今後は経済界の人にも入ってもらいたいと考えています。運営においては、静岡県のシンクタンクが人的サポートをし

てくれています。また、会の運営委員会のなかに、学術、登山利用、活用の3つを設け、富士山測候所の有効活用や運営についての方法などを検討しています。

西岡：教育の場としても使われていて、毎年学生さんと登山されているそうですね。

土器屋：はい、学生には「フィールド研修」として単位を与えています。

西岡：富士山は、現在、文化遺産として見直されていますから、こういった活動とリンクさせていくといいと思います。

土器屋：そうですね。当NPOの理事には富士山の世界遺産登録活動にかかわっている人もいますから、うまくリンクできればと思います。

西岡：コアの部分をうまく残していけばいいかと思っています。

土器屋：データもいいものがとれますから使っていく方がいいです。

西岡：中層に興味が集まってきた現在、いい活用方法があると思いますが。

土器屋：高いところの大気に興味をもつ人が増えています。富士山で観測を続ければ、日本は越境汚染に関して外交カードに使えます。ですから、私たちのNPOを使って観測研究をやろうと思って頂けたらと考えています。

西岡：学者が中心となってできたNPOというのは日本では珍しいと思いますが。

土器屋：確かに教育関係ではありましたが、科学者が研究所として使いたいという趣旨のものは少ないかもしれません。

西岡：日本人にとって富士山は特別なものですから、うまくプロモートしていけばいいと思います。さて、今日は大変興味深いお話を伺うことができました。ありがとうございました。

\* NPO法人「富士山測候所を活用する会」の詳細は、ホームページ(<http://npofuji3776.net/>)を参照してください。



## 中核研究プロジェクト1

# 温室効果ガスの長期的濃度変動メカニズムとその地域特性の解明

地球環境研究センター 炭素循環研究室長 向井 人史

国立環境研究所の地球温暖化研究プログラムは10年を基本に考えるべき長期プログラムであり、今期(2006~2010年度)の5年の中期計画においては、4つの中核研究プロジェクトを中心に研究が構成されている。ここでは、中核研究プロジェクト1として始まった長期観測プロジェクトの背景とその内容を紹介したい。

有機物の骨格である炭素は、二酸化炭素やメタンなどに形を変えながら地球の自然界を複雑な過程を通して循環している。しかし、例えばどのようにして現在の大気中の二酸化炭素濃度が決まっているかを説明するのは、実は容易ではない。大気中の二酸化炭素も長い地球史を通してみると決して一定ではなかったが、ここ数十万年程度の間のことを考えると、現在の二酸化炭素濃度はその期間の最高値になっている。もっと言えば、毎年その記録が更新されているのである。

ハワイのマウナロアにおける観測で有名なC. D. Keelingは昨年逝去されたが、彼の手によって50年にもわたる貴重な二酸化炭素の記録が残されてきた。彼の努力によって、この50年間に二酸化炭素の濃度変化が毎年一定でないことや、排出された二酸化炭素が自然界に吸収されていることなど数々の重要なことが分かってきた。しかし1958年、彼がハワイで大気中の二酸化炭素の観測データを出し始めた頃、残念ながら多くの人々はこの観測に無関心であったと思われる。折りしも、日本社会はそれから迎える高度成長の流れの只中であり、その後石油などの化石燃料の使用量は増加の一途をたどり、現在の日本の二酸化炭素排出量はその当時の6倍をすでに超えている。

本プロジェクトの究極的な目的は、広域的な観測を基に温室効果ガスの放出による大気組成の変質とそれによる気候変化を通じた地球環境の変化の危険性をいち早く予見し、警鐘を鳴らすことで

あると考えられる。温室効果ガスの多くは非意図的に大気に排出されるものであり、人間の生活の基本を支えるエネルギー使用などに強く関係しているため、人間社会の産業活動のみならず、一人一人の生活そのものに直接その問題を突き付ける点でこれまでの環境問題とその性格を異にしている。そのため、排出量削減行動に結びつく科学的な知見と合理的な論理が提出されないかぎり、大幅な排出量削減は難しいと思われる。

本プロジェクトでは、地球規模での二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、フッ素系炭化水素、オゾンなどの物質の循環過程や自然、人間活動を含めた放出量及び吸収量変動やその分布を科学的に観測することを推進する。現在、化石燃料の燃焼を起源とする二酸化炭素の人為発生量は発生地域分布も含め原理的に調査されやすいことから、かなりの精度で推定できると思われるが、森林火災などを含むバイオマスの燃焼などによる発生量は精度よく求まらない。しかも、炭素、酸素、水素、窒素を構成元素とする二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素は自然界にもその放出源や吸収源があり、その循環の過程や速度を地球科学的に解明しないと、濃度増加の速さや何故それが毎年変動するのかがよくわからない。

将来、温室効果ガス濃度がどれぐらいの期間で危険なレベルに達するかを予測するためには、気候変動によるフィードバックも含めた地球の物質循環の応答を調べる必要がある。例えば、二酸化炭素においては、陸域や海洋による吸収がどの地域でどのように発生していて、それが年々どのように変化し、今後どう変化しそうであるかを調べなければならない。人間活動による自然改変に起因して温室効果ガスの発生量が地域的に変化している可能性もある。メタンの濃度増加は近年ほぼ停止しているが、発生量が減少しているのか、メ

表1 地球温暖化研究プログラムの4つの中核研究プロジェクト

中核研究プロジェクト1	温室効果ガスの長期的濃度変動メカニズムとその地域特性の解明
中核研究プロジェクト2	衛星利用による二酸化炭素等の観測と全球炭素収支分布の推定
中核研究プロジェクト3	気候・影響・土地利用モデルの統合による地球温暖化リスクの評価
中核研究プロジェクト4	脱温暖化社会の実現に向けたビジョンの構築と対策の統合評価

タン分解量が増加しているのかなどを知らなければ、今後の濃度予測が困難である。一方では、人工的に作られた代替フロンなど、二酸化炭素よりも大きな温室効果を示す新たな成分が大気に蓄積していることにも注意を払わなくてはならない。このように、現在起こっている現場の物質循環が、現在の気候変化や人間活動に対してどのように応答しているのかを記録しておくことが非常に重要である。

本プロジェクトでは、このように温室効果ガスの発生や吸収、またその輸送現象を広く把握するために、今後大きな経済成長を遂げると見込まれるアジア - オセアニア域に着目し、これらの地域での大気、海洋、陸域の観測を展開する。その代表的な方法として、酸素濃度や同位体(安定同位体や放射性同位体)濃度などの新たな指標成分の活用方法を検討し、大気中の温室効果ガス収支、またその変動を引き起こす人為的寄与や自然における変動メカニズムを長期的見地から明らかにしたい。

同時に地域的な分布や物質循環の変動の特徴を捉えるために、航空機観測による頻度の高い分布観測や、シベリアや中国での陸域の二酸化炭素フラックス観測、太平洋を中心とする海洋二酸化炭素フラックスの観測を充実させる予定である。これらの観測とモデルを組み合わせることによって、今後の温暖化リスクの予測と評価に資するためのより精度の高い温室効果ガスの濃度と地球物質循環変動に関する知見を得ることを主目標にする。以下に具体的なサブテーマを示す。

サブテーマ1 :アジア - オセアニアを中心とした大気中の温室効果ガス及び指標成分の分布及び長期的変動観測

民間航空機や太平洋に定期航路をもつ定期貨物船を用いて、温室効果ガス(二酸化炭素、メタン、亜酸化窒素、フッ素系炭化水素、オゾン)や酸素、同位体比、その他関連物質の緯度分布及び水平・鉛直分布を広域的かつ長期的に観測する。また波

照間(沖縄)や落石(北海道)のモニタリングステーションを利用して、各種関連物質の高頻度の時系列観測を行う。これらにより、グローバルな温室効果ガス分布の変化や濃度変化の緯度別傾向、二酸化炭素の陸域・海洋の発生吸収源の分離、温室効果ガスの収支の長期変動の原因、シベリアなどを含むアジア - オセアニアの地域的発生源の特徴などを解明する。

サブテーマ2 海洋と陸域生態系の二酸化炭素フラックス観測の高度化と変動特性の評価に関する研究

北太平洋や西太平洋において海洋と大気間の二酸化炭素分圧差を観測し、海洋への二酸化炭素吸収フラックスを求め、海域的分布や季節変化、年々変化という側面から環境因子との関係を定量的に解明する。

陸域における炭素循環のメカニズムをプロセス毎に分離して測定するために、新たな手法の開発を行う。これによって、より現実に近い陸域炭素循環変動のパラメータを見つける。また、実際のアジア域での陸域生態系による二酸化炭素吸収量の長期的変動とその原因を明らかにするため、中国大陸に大きな面積を有する草原やシベリアなどの重要な吸収源において種々の観測を行い、大気中に現われる濃度の変動と各圏におけるフラックスの変化等、人間活動や気候変動などの環境因子との関係を解析する。

サブテーマ3 :将来濃度予測のためのモデル構築

広域大気観測で得られたデータを基に、地域的なフォワードモデルやインバースモデル解析を行い、分布や時系列変動観測とモデルとの整合性を検証する。この結果を基にチューニングしたモデルを用いて本観測データからアジア地域の地域的フラックスの特徴を解析する。それを基礎にして、温室効果ガスの大気中における増加量変化を地域的発生量変化やグローバルな気候変動によって合理的に説明できるよう、これまでの物質循環モデルに関するパラメータを吟味する。

## Book review 恐怖の存在」

## - 人気作家の温暖化小説における虚実 -

地球環境研究センター 温暖化リスク評価研究室長 江守 正多

地球温暖化を題材にしたフィクション小説「恐怖の存在」(マイクル・クライトン著、酒井昭伸訳、早川書房、原題：State of Fear)(注1)を遅ればせながら読んだ。著者のクライトンは、映画「ジュラシック・パーク」の原作やテレビドラマ「ER」の制作で知られる人気作家であり、ハーバード大学で人類学と医学を学び、医学博士号を取得している。個人的には、小説として十分楽しめるものであったし、訳もこなれており読み易かったことをまず記しておく。内容であるが、温暖化の危機を煽るために環境過激派団体が自然災害を操るテロを企て、弁護士である主人公とその仲間たちが事件に巻き込まれて闘う、といったものだ。メッセージとしては、温暖化や近年の異常気象が全て過激派の陰謀だとまでは言わないが、温暖化の危機を煽ることによって広い意味で利益を得ている人々が世界の一部に居り、温暖化の危機とは彼らによって演出された科学的根拠薄弱な幻想であるから、読者の皆さんはくれぐれもこれを無批判に信用しないように、といったところだろう。作中の端々には、温暖化の科学的根拠が如何に薄弱であるかを示す議論が、現実のデータや引用文献を付して登場する。この一つ一つに専門家の立場から有効な反論を加えることは容易であり、既に米国の著名なNPOシンクタンクPew Center on Global Climate Change(注2)ならびにBrookings Institution(注3)のそれぞれによる反論がインターネットで公開されている(いずれも日本語訳がある)ので、ご覧頂きたい。これらの反論の内容は筆者から見て妥当と感じられた。また、海洋研究開発機構・地球環境フロンティア研究センターの増田耕一氏による、毎度ながら優れた読書ノート(注4)も公開されているので、併せてご覧頂きたい。

ここまで紹介してしまうと付け加えることはあまり無いのだが、筆者の感じたことをいくつか記しておく。まず、読者の心理を操るクライトンの

巧妙なテクニックである。彼は、作中で最も軽蔑すべき強欲な人物や軽薄な人物に、温暖化の危機や環境保護を熱く語らせている。対照的に、作中で最も信頼できる人物達に、温暖化の科学や安直な自然保護運動に対する懐疑を冷静に語らせている。さらに、作中で読者が最も感情移入する人物、すなわち主人公は、最初は温暖化の科学性や重要性を素朴に信じているが、信頼できる人物達との対話を通じて、また事件に巻き込まれる中での人間的成長を通じて、話の最後では立派な環境保護慎重派になっているという寸法である。クライトンはこのテクニックによって、素朴な読者の多くに「温暖化は実は嘘だ」という読後感を与えるのに成功しているかもしれない。

次に、「訳者あとがき」にもあるように、クライトンは、表立って温暖化に異議を唱えられない雰囲気政治的、イデオロギー的に醸成されていると指摘し、これを問題視している。それでは、例えば次のような報道に対して、彼なら何とコメントするのだろうか。

- ・2005年6月8日付の米紙ニューヨーク・タイムズによれば、米政府が発行する地球温暖化関係の研究報告に、石油業界出身のホワイトハウス当局者が事前に度々手を加え、温暖化が温室効果ガスの影響によるかどうかは不確かだと強調する内容に修正していた。
- ・2006年1月28日付の米紙ニューヨーク・タイムズによれば、米国航空宇宙局(NASA)の科学者、ジェームズ・ハンセン氏が、地球温暖化防止のため温室効果ガス排出の早急な削減を訴えたところ、外部での講演や報道機関の取材をNASAに制限された。

温暖化をめぐるって社会に流布する言説が政治的バイアスを帯び易いことは筆者も同意するが、それ

が、少なくとも米国においては、クライトンが主張するような温暖化批判の一方的な封じ込めでないことだけは明らかなようだ。

さて、タイトルの「State of Fear」の意味が明らかになるのは、作品の後半で老社会学者が自説を展開するくだりである。簡単に言うと、この社会を統制するためには「恐怖」が必要であり、冷戦の終結後、冷戦に代わる恐怖として環境危機が利用されるようになった、というものである。そこではまた、政治・法曹・メディアの複合体と学者が一緒になって、この恐怖による統制のシステムを安定化させているという世界像が提示されている。読者によっては、この絶望的、抑圧的な世界像の描写は、環境テロ云々よりもよほど恐ろしく響いたのではないだろうか。この世界像は、社会学で言うところのシステム社会論の応用と思われる。また、増田氏も指摘するように、米本昌平著「地球環境問題とは何か」(岩波新書)を読んだことがあれば、冷戦終結後に環境危機が政治課題の空白を埋めたという考えは目新しくない。ところで、果たしてこれはクライトン自身の持つ世界像の描写だろうか。筆者の想像では、少なくとも完全にはそうでない。システム社会論に典型的な結論は、人はどう足掻いてもシステムの外には出られないという無力感や諦めである。これに対して、クライトンは正にこの作品を世に問うことを通じて、社会に影響を与えることを未だ諦めずに試みているのだ。作品の最後で、彼の理想とする環境保護運動や環境研究の姿を別の登場人物に語らせている。その内容の是非はさておき、この前向きな感覚を筆者は好意的に評価したい。

最後に、果たしてクライトンは本当に温暖化の科学的根拠に懐疑的なのだろうか。あるいは本当にそうだと、なぜ彼はそう信じるに至ったか。彼はこの作品を書くために3年間をかけて文献を読み込んだそうである。彼ほどの頭脳明晰な人物が、何の先入観も持たずに、文献を偏らず読み込んだとした場合、彼のような結論に至るとは筆者には到底思われない。好意的に想像すれば、彼は「不確実な科学的根拠を基にして世界が同じ方向を向かされている」という事態に強い違和感を持った

上で、この仕事を開始したのではなかろうか。筆者は、一般に知識人の中に温暖化懐疑論者が散見されることの背景に同じ理由があるのではないかと想像している。特にクライトンの場合、巻末に本人が記しているように、優生学(人間の集団を遺伝的に改良しようとする学問的立場)との類比によってこの違和感を強く持った可能性が高い。温暖化の科学に不確実性があることは筆者も認めるし、このような違和感は筆者にもよく理解できる。このような違和感を感じ、それを発言する人が出てくることは、社会が健全である証拠だとさえ言える。ただし、そのような発言は、この作品のように偏った科学理解とレトリックに満ちた形で成されるべきでは無いであろう。あるいは、賢明な読者はその偏りを見抜くだろう。著名な知識人がどれだけ温暖化批判の本を書いても、温暖化を信じない人が急に増えたという話は今のところ聞かない。一方でこれも、社会が健全である証拠なのかもしれない。

(注1)「恐怖の存在」(上・下):早川書房刊(定価 各1785円), 酒井昭伸訳

(注2)[http://www.pewclimate.org/state\\_of\\_fear.cfm](http://www.pewclimate.org/state_of_fear.cfm)

(注3)<http://www.brookings.edu/views/op-ed/fellows/sandalow20050128.htm>

(注4)[http://web.sfc.keio.ac.jp/~masudako/reading/crichton\\_fear.html](http://web.sfc.keio.ac.jp/~masudako/reading/crichton_fear.html)



## 国立環境研究所で研究するフェロー : 島崎 彦人

(地球環境研究センター NIESポスドクフェロー)



2001年10月から国立環境研究所に勤務し、在籍期間は今年の春で4年半となりました。この間、渡り鳥や回遊性魚類などの長距離移動性野生動物を対象とした、生息環境の保全に関する研究、湿原の植生分布推定手法に関する研究、沿岸水域における懸濁物質濃度の広域推定手法に関する研究、環礁州島の形成維持機構に関する研究など、異なる複数の研究課題に携わる機会を得ました。研究対象は課題毎に異なりますが、地理情報システム(GIS)とリモートセンシング(RS)を研究手段として用いた点が共通しています。国環研に来る前は、東京に本社を置く企業に5年半在籍し、米国製のGIS/RS解析システムの企画販売やマーケティング、技術支援業務などに従事しておりました。実は、この技術支援業務の一環として、国環研に1年半ほど常駐勤務していた時期がありますので、この期間を含めて考えますと、私の国環研歴は今年の春で通算6年ということになります。

現在は、地球環境研究センターの地球環境データベース推進室に所属し、地球環境研究総合推進費課題である「環礁州島からなる島嶼国の持続可能な国土の維持に関する研究(代表 東京大学 茅根 創 助教授)」の枠組みにおいて、環礁州島の形成維持要因の全球マッピングと形成維持機構のモデル化の研究を進めております。環礁州島は、サン

ゴや有孔虫などの造礁生物の遺骸が堆積してできた島であり、熱帯、亜熱帯の洋上に広く点在しています。こうした島々は、狭く低平であるがゆえに、地球温暖化に伴う海面上昇や頻発する台風などのハザードに対して極めて脆弱な陸地であると言えます。そこに暮らす人々の生活の基盤である陸地を、将来にわたって継続的に維持していくためには、どの島の、どの位置に、どのような適応策を施すべきか。このような問いに対する答えを合理的かつ効率的に導くための基礎資料として、脆弱性の質的および量的な地域差を明らかにしていきたいと考えています。

「わかった」と思えたときの素朴な幸福感と、「やっぱりわかっていない」と気が付いたときの挫折感を交互に味わいながら、つくばでの研究生活を続けています。今後ともどうぞよろしくお願いいたします。



ツバルの環礁州島

## 国立環境研究所で研究するフェロー 山岸 洋明

(地球環境研究センター NIESポスドクフェロー)



昨年度から国立環境研究所でポスドクをしております山岸洋明です。今年度から地球環境研究センターに所属することになりました。東京工業大学の大学院に所属していたときは、海洋および土壌における一酸化二窒素

(別名、亜酸化窒素：温室効果ガスの一つ)の生成・消滅過程の解析を行ってきました。国立環境研究所に所属してからは、大気中の酸素/窒素比の観測を行っています。

酸素は大気中に約21%あり、主に植物の光合成や呼吸、大気海洋間のガス交換により季節変動があります。しかしその変動幅は、大きい地域でも0.004% (40 ppm)程度です。したがって、大気中の酸素濃度の解析を行うためには5～6桁の有効数字が求められるため、非常に高精度な酸素濃度の計測が必要になります。このように変動が小さいため、通常、基準値からの偏差を酸素/窒素比として表記しています。国立環境研究所では、1997年7月より沖縄県波照間島にて遠嶋康德氏を中心に大気中の酸素/窒素比の観測を継続して行っています。

大気中の酸素/窒素比と二酸化炭素濃度の変動を解析することによって、人為的に放出された二酸化炭素の海洋および陸上植物への取り込み量を見積もり、炭素循環の解析を進めることが可能です(図1)。大気の観測のメリットは、全球の海洋および陸域による二酸化炭素の吸収について、より信頼性の高い見積もりができる点です。

私の今の研究は、これまで実験室で測定してきた大気中の酸素/窒素比の計測を現場で自動観測する計測システムを開発すること、地上のモニタリングステーションおよび貨物船などを活用して、現場観測を行い、そのデータ解析を行うことです。

昨年度は、北海道落石岬にて酸素/窒素比の連続計測を行い、解析を進めてきました。現場観測を開始したばかりでしたので、装置のトラブルがたびたび発生し、原因の究明と装置の改良を進めてきました。今年度は、沖縄県波照間島の地上モニタリングステーションでの観測および解析を進め、さらに研究協力船の一つであるTRANS FUTURE 5号(注1)に計測システムを設置し、日本・オーストラリア・ニュージーランド間の洋上大気中の酸素/窒素比の分布を観測していく予定です。このような現場観測によって得られた大気中の酸素/窒素比の時間的および空間的な分布を解析し、特に大気-海洋間の二酸化炭素の挙動について解析を行い、炭素循環の解明および気候の予測への貢献をしていきたいと思っております。

このようなグローバルな観測を進めていくにあたり、多くの方々に支援していただいております。この場を借りて感謝の意を表したいと思います。研究の成果を通じて地球温暖化の解決の一助になればと思いつつ、日々研究に励んでおります。

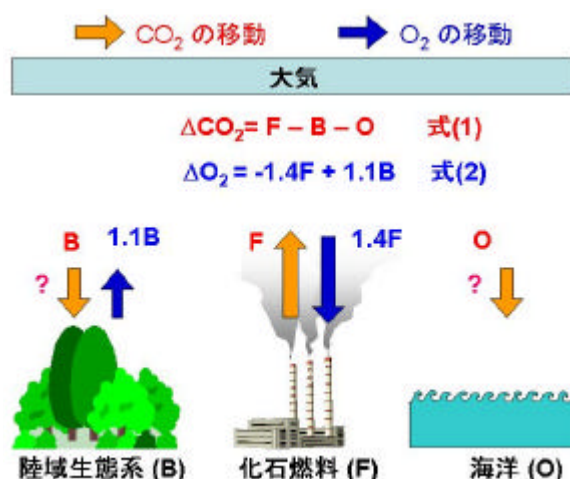


図1 大気中酸素(O<sub>2</sub>)濃度および二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)濃度の解析に基づく人為起源二酸化炭素の陸域生態系(森林)および海洋への取り込み量の見積もり。式(1)と式(2)から陸域生態系および海洋への二酸化炭素の取り込み速度が求まる。



緑のきれいな季節になりました。赤塚公園から、洞峰(どうほう)公園、二の宮公園へと続く散歩道があります。公園通りと呼ばれ、公園と研究所の緑に囲まれた緑のトンネルになっています。私のお気に入りのジョギングコースです。自然が身近

にありながら、職場もスーパーも東京も近いというところがつくばの魅力です。

(注1): (株)トヨフジ海運、(株)鹿児島船舶様のご協力により実現しています。

## 国立環境研究所で研究するフェロー 油田 さと子

(地球環境研究センター NIESアシスタントフェロー)



みなさまこんにちは、地球環境研究センター・陸域モニタリング推進室の油田さと子です。

2005年7月より、AsiaFluxの事務局業務を担当しております。新体制をひ

かれたAsiaFluxコミュニティの運営に関わっていらっしゃる研究者のみなさんが、効率よくかつ気分よく仕事を進められるようにサポートするのが最大の仕事です。...が、みなさんから私がサポートされていることの方がよほど多いようです。AsiaFluxは陸上の炭素循環を研究している専門家の集まりですが、私の専門や得意にしてきたテリトリーとは異なる分野で、毎日の業務が大慌ての連続と言えます。スットンキョウな質問をかつ飛ばして周りにため息をつかせつつ、昨日まで知らなかったことを発見する喜びを糧にがんばっております。

若かりし学生時代はもっぱら飛行機だのロケットだの、空中を飛ぶものに興味が向いていました。学部では凧(大学のあった街は丸凧で有名でした)の空気力学を勉強し、大学院では大気圏に再突入する宇宙機周りの流れのシミュレーションに取り組みました。だんだん空気が薄くなり、卒業後に

勤めた企業で携わったのは人工衛星の設計です。自分が手がけたものが地球の重力場を離れていくのをモニタで眺めて素朴に感動しました。しかし同時に、エンジニアリング技術はそのまま軍事力に直結し得ることを実感もしました。縁あって今の仕事に出会い、宇宙から森林へと仕事の対象は大きく変わりましたが、自分の関わったことが私たちの生活をどのように変えていくのか、常に気に留めておけるようにしたいと思います。

つくばには幼少のころから暮らしています。義務教育終了と同時に家を出て、いろいろな土地に住みましたが、結局故郷に戻ってきてしまいました。訪れた友人に西大通から研究所を見せると、「森の中に職場があるのか!」と感心されます。少し前までは、街全体が森の中にあったのに、つくばエクスプレスが開通するなど都会化への道をばく進中の我がつくば。私が考えるこの街の魅力は、世界最先端の技術が集中する研究学園都市という一面の裏側にある、紫峰筑波山を背景に広がるのどかな田園風景、地域に昔から住む人々の奥ゆかしさ、困った時に手をさしのべてくれる多くの市民団体の活動などです。単に都市を開発するのではなく、自然と共存しながら地域の活性化をめざす方法はないのでしょうか。地に足をつけて泥くさい生活を送りながらも、地球の隅々まで、宇宙の果てまで思いを馳せた時、好奇心を満たしてくれる専門家がたくさん周りにいるというのは、最高の贅沢だと思うのです。



温暖化ウォッチ (11) ~データから読み取る~

## 渡り鳥の変化は何が原因か

山階鳥類研究所 研究員 佐藤 文男

渡り鳥を調べる方法の一つに標識調査がある。野鳥を捕獲し、1羽ごとに異なる番号の刻まれた足環を装着し、放鳥するものである。放鳥された鳥が再び別な場所で再捕獲された場合に、その移動情報(渡りのコースや移動時間、寿命)が得られる。また、調査では、性別、年齢、体の各サイズ、体重、換羽の状況、組織サンプルによる遺伝子レベルの情報も得られる。

現在、標識調査は山階鳥類研究所が環境省から委託を受け実施している。調査は1972年から始まり、今日まで30年以上継続されている。全国60カ所に設けられた調査地(渡り鳥ステーション)では、その地域に特徴的な鳥種を対象とした標識調査が行われてきた。現在、年間約16万羽の鳥に標識を付している。対象種は海鳥、シギ・チドリ類、大型のワシやツルなど多種類にわたるが、標識数の大部分を占めるのは、春と秋に日本列島を南北に移動する小鳥類である。これらはシベリアから秋に飛来し、日本国内で冬を過ごす種類群と、東南アジアから春に飛来し、夏に日本で繁殖し、秋には再び南へ去る種類群の2つに大別される。他にも、国内だけを南から北へ、もしくは高山から低山へと、短距離の移動を行う種類もいる。渡り鳥ステーションには、調査が30年以上継続されているところが6カ所(北海道北部のクッチャロ湖・東部の風蓮湖、本州北部の青森県小川原湖・新潟県福島潟、中部の富山県富山市・福井県越前町)ある。これらのステーションでは、毎年9月から11月の決まった時期に渡り鳥の経年変化を捉えるための標識調査が行われてきた。毎年各ステーションで標識放鳥される渡り鳥の数は1000羽から3000羽程度、種類数は30種から50種程度である。捕獲に使用されるかすみ網は、同時に30枚から50枚程度である。調査地の環境は草原、ヨシ原、山地がある。

6カ所で主に捕獲される種には共通種が多い。カシラダカ、アオジ、ベニマシコである。ヨシ原ではオオジュリン、山地ではシロハラ、ツグミである。これらの種類はどのステーションでも放鳥数の上位を占めている。また、これらの種類はすべ

て、シベリアで繁殖し、日本国内に越冬のために渡ってくる種類である(アオジ、ベニマシコ、オオジュリンは北海道でも繁殖)。こうした種の秋の渡りは唐突にあらわれるので興味深い。たとえば、道東の風蓮湖岸の草原に設けられた調査地では秋の渡りのピークには、それまで1日100羽程度であった捕獲数が、ある朝には優先種であるアオジだけが300羽以上も捕獲されたりする。そして数日後にほとんど捕獲されなくなる。

30年間のデータを日別軸でグラフにして見ると、それぞれのステーションで主に捕獲される種類によって、山型のグラフが形成されることがわかる。これは北国から鳥が徐々に移動してきて、やがて最大値をむかえ、渡りの終結に向けて減少していくことを表している。つまり、これらの鳥はその調査地を通過してしまうのである。これを30年間分、1枚のグラフに表すと、その山型は完全に重なるのではなく、多少のずれが現れる。このずれに理由をつけるのが楽しい。しかし、多くは秋の天気の影響で、低気圧・高気圧の通過により、鳥たちの渡りが雨や風の影響を受けた結果であることが歴然である。雨の日は渡りリスクが高いため渡りをやめ、晴天で渡りをする。だから、渡りピークの1週間ぐらいのずれは、その年の気圧配置の違いで簡単に起こる。悪い天気の多い年は、鳥が足止めを食うため、ある日に大きなピークがでたりする。反対に連続した好天に恵まれた年は、毎日渡りが続き、ある日に集中するような渡りのピークが出にくい結果となる。

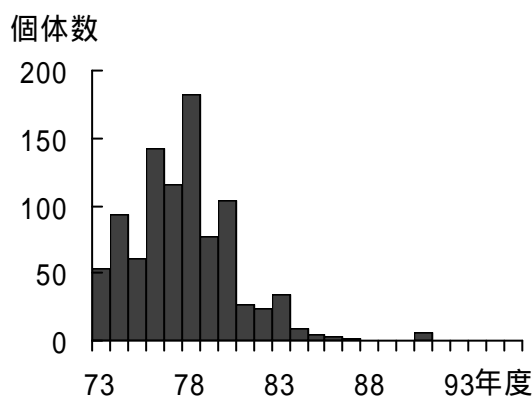
こうして、それぞれのステーションの30年間のデータを眺めて見ると、気象変化に影響した結果は見えても、種によって渡りが早くなったとか、遅くなったとか言えるような結果は見つからない。ただ、ある種が以前ほど捕獲されなくなった例はある。たとえば、1970年代に富山、福井のステーションで優先種上位を占めていたツグミは80年代には急減し、現在も減ったままである。また、同様に北東シベリアで繁殖するカシラダカという種類は1990年代に入ると、どのステーションでも減

少し、優先種から転落してしまった(図1)。減少はその後も続いており、回復する兆しは見えない。原因は不明である。

そして2005年秋、多くのステーションで例年並みの捕獲数を下回る結果となった。「鳥が少ない」のである。そして、冬になり、あちこちから、庭の餌台に毎年来る冬鳥が来ないという声が聞こえて来た。冬鳥が少ないらしい。インターネット上でも盛んに冬鳥が少ないという情報が飛び交った。鳥インフルエンザか、はては温暖化の影響かという声も聞こえてくる。しかし、私たちの30年間のデータはそのことを匂わせてはいない。昨年の繁殖期に渡り鳥たちに何か起きた。原因はわから

ない。わかっているのはシベリアからの渡り鳥が減少したことである。もっとも東南アジアから渡ってくる夏鳥も近年急激に減少しているから、減少はシベリアに起因する鳥に限った事ではないようだ。一方、ハクチョウ類やガン類のように、シベリアから日本に越冬のために渡ってくる個体数がこの20年間増加し続けている種もある。これは、ツンドラの温暖化により餌条件が好転したためと説明されている。ではツグミやカシラダカは餌条件が悪化して減少したのだろうか？渡り鳥のなかでも小型鳥類は目に付きづらく、減少に気づく人は少ない。減少原因に結びつきそうな情報はほとんどない。

日本の気温はこの100年間で1.06度あがったという、北アジアは0.99度あがった(気象庁2005)。原因は複雑そうだ。気温の上昇はやがて自然環境(生態系)を変える、鳥類は種により環境に特化している、当然環境変化に合わせて盛衰を繰り返すのだろう。このことは鳥たちも、私たちもどうすることもできない。問題は、人間が開発により野鳥の生息地の環境を悪化させたり消滅させたりしていることの方で、それは鳥たちにとって決して運命ではないことだ。



カシラダカ N= 14410

図1 カシラダカの個体数の変化

#### 参考文献

気象庁「異常気象レポート2005」p138

## 国立環境研究所夏の公開

夏休み最初の土曜日に、つくばの研究所施設をフルに公開して皆様をお迎えする年に一度の大イベントです。

職員総動員で、温暖化が懸念される将来の気候変化、身近な生き物を巡る環境問題、大気汚染、水質汚濁、化学物質、生物の多様性、国際的な環境問題など、あらゆる環境問題をわかりやすく解説し、最新の研究成果を紹介します。また、おいしい水を飲み当てる「利き水挑戦コーナー」や、滅多に見られない水辺の生き物の公開と解説、地球温暖化を考える体験コーナー、クワガタに関する環境問題など、他では聞けない、見られない展示とイベントを多数用意しています。

7月22日(土)

9:30~16:00

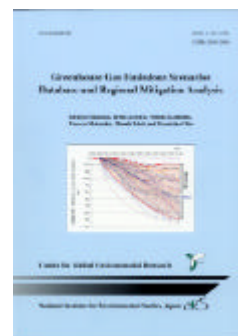
開催場所：国立環境研究所  
(つくば市小野川16-2)

 **地球環境研究センター出版物等の紹介** 

下記の出版物が地球環境研究センターから発行されています。御希望の方は、送付先と使用目的を記入し、郵便、FAX、E-mailにて【申込先】宛にご連絡下さい。送料は自己負担とさせていただきます。なお、出版物はPDF化されており、ホームページ([http://www-cger.nies.go.jp/cger-j/report/r\\_index-j.html](http://www-cger.nies.go.jp/cger-j/report/r_index-j.html))からダウンロードできます。

**Greenhouse Gas Emissions Scenarios Database and Regional Mitigation Analysis (CGER-D038-2006)**

「温室効果ガス排出シナリオデータベースおよび緩和シナリオの地域別評価」と題した本レポートは、IPCC第四次評価報告書に向けて、第三次評価報告書以降の新たな排出・緩和シナリオの情報を収集・解析したものです。温室効果ガス排出量、エネルギー消費量、前提となる人口、GDP等の社会経済活動量等を整理するとともに、異なるシナリオ間の特徴を、データやグラフを用いて様々な視点から分析・検討しています。文献情報、シナリオ情報、データ解析の例などがとりまとめられており、広く研究者や行政担当者の利用が期待されます。



**陸域生態系の炭素吸収源機能評価  
- 京都議定書の第2約束期間以降における検討にむけて -  
(CGER-D039-2006)**

京都議定書において温暖化対策として認められている植林や森林管理等の第2約束期間以降における取り扱いに関する交渉が開始されています。

本レポートは、陸域生態系の炭素吸収源機能に関する最新の研究成果を踏まえて、全球規模からプロジェクトレベルまでの様々なスケールにおける吸収源活動に関する情報・データを提供するとともに、最新の国際交渉の動向を踏まえて政策と科学の両面からの分析を実施したものです。地球温暖化問題の専門家のみならず広く一般の方々にも利用いただければ幸いです。

**炭素循環および温室効果ガス観測ワークショップ講演要旨集  
(CGER-I065-2006)**

本書は2005年11月に地球環境研究センターが事務局を担当した「炭素循環および温室効果ガス観測ワークショップ」における32件の招待講演と、書面発表に応募された25件の要旨を収録したものです。本ワークショップは、地球温暖化の原因物質である二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスおよび炭素循環という科学的に重要かつ広範な研究分野のテーマについて、研究の現状を相互に理解するために開催されました。2006年度に地球環境研究センターに事務局が設置された「地球温暖化分野観測連携拠点」の準備の一段階でもあります。本書が各分野の炭素循環研究の現状の相互理解に役立てられ、今後の連携に活かされることを期待いたします。



**絵とデータで読む太陽紫外線  
- 太陽と賢く仲良くつきあう法 -  
(CGER-M018-2006)**

成層圏オゾンの減少により有害紫外線の増大が懸念され、その影響に対する関心は急速に高まっていますが、紫外線がどのようなものなのか、また、太陽紫外線に対してどのように防御したらよいのかなどという考え方が、まだ日本には定着されていないように見受けられます。

本書は、「有害紫外線モニタリングネットワーク」の運営に対して専門家として関わっていただいている東海大学総合科学技術研究所佐々木政子教授に、太陽紫外線の特性やその防護対策についてわかりやすく解説していただきました。

## [ 送付方法について ]

1. 冊子小包(郵送)をご希望の場合
  - a) 着払い(小包が届いたときに送料をお支払い下さい)
 

電話番号を明記してお申し込み下さい。  
郵送料の他に手数料として20円かかります。  
合計重量が3kgを超える場合は、着払いゆうパックになります。
  - b) 前払い(郵送料分の切手を先にお送り下さい)
 

D038出版物1冊のみ：290円分の切手をお送り下さい。  
D039出版物1冊のみ：290円分の切手をお送り下さい。  
I065出版物1冊のみ：290円分の切手をお送り下さい。  
M018出版物1冊のみ：210円分の切手をお送り下さい。  
2冊以上(他の出版物も含む)：【申込先】までお問い合わせ下さい。
2. 着払い宅配便をご希望の場合
 

電話番号を明記してお申し込み下さい。

【申込先】 国立環境研究所 地球環境研究センター 交流係  
〒305-8506 茨城県つくば市小野川16-2  
TEL:029-850-2347, FAX:029-858-2645, E-mail:cgerpub@nies.go.jp



## シベリア航空機観測

西シベリア南東部、ユーラシア大陸の丁度真ん中に位置する都市トムスク市内から車で市街地を抜け、郊外の道路を抜け、さらに未舗装の道路を走ること約1時間。ようやく道端に“ ”(アエロドローム：飛行場)と書かれた小さな看板が見つかります。その奥は一見すると単なる草原で、まるで北海道の放牧地のようなのですが、れっきとした飛行場です。国立環境研究所ではロシアの研究所と協力して、小型航空機(写真1)に二酸化炭素濃度測定システムを搭載し、森林上空3kmまでの大気二酸化炭素濃度の鉛直構造を定期的に観測しています。航空機から見る西シベリアの大地は、

まさに緑のじゅうたんという言葉がぴったりの、非常に広大な森林帯が続いています(写真2)。

空気というのは、目に見えないものであるという認識が一般的だと思いますが、飛行機に搭乗して外を見ていると、大気が実に様々な層構造をしていることが視覚的にとらえられます(水蒸気、エアロゾルの量などで光学的性質が変化するため)。そして、上空から見て明らかに大気の色が異なる高度に飛行機が下がって行くと、計測器からの二酸化炭素濃度の信号が大きく変化します。そんな時はモニター(の画面)を見て思わずうれしくなってしまいます。逆に、視覚的に全く変化が無いところで計測器の値に変化が生じた時には、思わずうなってしまう。そんな時は周囲の状況を見回し、どのような現象が起きているのか想像を働かせます。

そうこうしていると、今度は体感的に層が変わったことがわかります。小さな機体が激しく上下に揺れます。地表面の加熱で生じた空気の鉛直対流が支配する大気境界層に入ったのです。こうなると、もう計測器の小さい画面を見るのが困難です。いろいろな意味で・・・

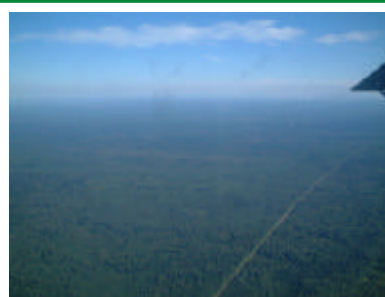
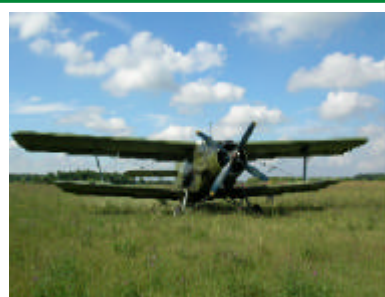


写真1 ロシア製単発式プロペラ機 Antonov- (戦時中に作られたもの)

写真2 上空から見たシベリア森林帯

地球環境研究センター  
NIESポスドクフェロー 下山宏

## 地球環境研究センター(CGER)活動報告(2006年5月)

### 地球環境研究センター主催会議等

2006. 5. 23 気候変動枠組条約第24回補助機関会合(SB24)における公式サイドイベント「環境に配慮した持続可能な社会に向けたアジア太平洋地域の取り組み」(ドイツ)  
詳細は、本誌に掲載予定
- 30 ~ 31 Third International Workshop on Greenhouse Gas Measurements from Space (IWGGMS)  
(つくば) 詳細は、本誌に掲載予定

### 所外活動(会議出席)等

2006. 5. 2 ~ 5 Commission on Sustainable Development 14 (CSD-14) Partnership Fair出席(甲斐沼室長/アメリカ)
- 15 ~ 16 CASCADE-MINTS part2 (Case Study Comparisons And Development of Energy Models for INtegrated Technology Systems), 6th Framework Programme出席(花岡研究員/オーストリア)
- 18 ~ 26 気候変動枠組条約第24回補助機関会合(SB24)出席(相沢NIESフェロー/ドイツ)  
詳細は、本誌に掲載予定
- 22 気候変動枠組条約第24回補助機関会合(SB24)・条約事務局主催による公式サイドイベント「Sharing of Experiences with the Methods for Adjustments of GHG Emission Inventories Presented by the UNFCCC Secretariat」出席(相沢NIESフェロー/ドイツ)
- 22 ~ 24 Ocean Biogeographic Information System (OBIS) International Committee Meeting出席(志村主任研究員/フィリピン)
- 22 ~ 25 Workshop on Climate Change Mitigation from Transportation出席(ダカールNIESフェロー/フィリピン)

### 見学等

2006. 5. 10 成層圏の変化検出ネットワーク会議参加者一行(40名)
- 18 山形市立第十中学校一行(7名)
- 24 愛知県安城市立安城北中学校一行(8名)
- 30 筑波大学総合演習参加者第2班一行(5名)
- 31 大阪市立東高等学校理数科一行(11名)
- 31 3rd International Workshop on Greenhouse Gas Measurements from Space (20名)

2006. 5. 11 NHK教育テレビが番組制作のために来所  
NHK教育テレビ「ふしぎ情報局」のなかで、植物の光合成に二酸化炭素が必要であることを画像化して紹介するため、地球環境研究センターの藤沼室長と梁研究員がNHKの取材に応じ、地球温暖化研究棟の実験室で植物の光合成と二酸化炭素濃度反応の実験のデモンストレーションを行いました。放送予定は、6月28日(水)10:15 ~ 10:30及び7月6日(木)10:00 ~ 10:15です。



日本国温室効果ガスインベントリ報告書2006年版(和文・英文)および日本の2004年度の温室効果ガス排出量データが公開されました。詳細は、温室効果ガスインベントリオフィスのホームページ(<http://www-gio.nies.go.jp/aboutghg/nir/nir-j.html>)をご覧ください。

2006年(平成18年)6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](mailto: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。