



地球環境研究センター ニュース

Center for Global Environmental Research

<通巻第102号>

Vol. 10 No. 2

■ 目次 ■ ● 地球環境研究－次の10年は？

慶應義塾大学政策メディア研究科
 (財)地球環境戦略研究機関

教授 西岡 秀三

● 中国における石炭燃焼によるフッ素汚染

大気汚染がいかにして食品と人体の汚染を引き起こすのか？

地域環境研究グループ健康影響国際共同研究チーム

総合研究官 安藤 満

地球環境研究－次の10年は？

慶應義塾大学政策メディア研究科

(財)地球環境戦略研究機関

教授 西岡秀三

1. はじめに

本年3月をもって国立環境研究所を退任した。内外の地球環境研究も10年前とは大分様子を変えてきている。これまでの研究所での研究の進め方を振り返りながら、最近の国際研究の変化をどう受け止めるか考えてみたい。

国立環境研究所では1980年代の後半から地球環境の仕事がぼちぼち始まった。1990年には組織改正で地球環境研究グループが発足し、半年遅れて地球環境研究センターが作られ、「地球環境」に対する研究組織が固まった。筆者は、地球環境「センター」の仕事を5年間勤め、その後地球環境「グループ」へ移った。「センター」と「グループ」が何故両方いるのか、外部には、そしてときには内部でも、まだ十分には理解していただけていないようである。

端的には「グループ」は、オゾン層、温暖化、熱帯林、・・・と地球環境あげられる問題毎にチームを組んで、「研究」を行う組織であり、30人弱のメンバーがその問題分野に集中したプロセス研究を行っている。「センター」は、観測・データベース・組織化を担当する「総合化」機能であり、グループの半分程の数の研究者と行政担当者が共同して働いている。どう二分するかは別として、これらの機能は、地球環境研究に必要な機能を殆ど網羅している。比較のために、地球圏－生物圏国際協同研究計画(IGBP)を例に世界の地球環境研究の体制を見てみる。

(次頁へ)

環境庁 国立環境研究所 地球環境研究センター

1999年5月

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

2. 「問題別」と「現象別」取組みの歩み寄り

IGBP本体の研究組織は、国立環境研究所の「グループ」組織に対応する。ただし、IGBPがIGAC(大気化学)、GCTE(陸上生態系)、GLOBEC(海洋生態系)等々のGeo-Bio Cycleの要素毎の分類をしているのに対して、国立環境研究所の「グループ」は行政のもとにある研究所であることを反映してか、最終的には対応策を念頭においていた「問題別」のチーム名がつけられている。この違いは、研究内容の組み方に大きく影響するものであり、前者が「科学」を全面に押し出せるのに対して、後者は「何に役立つ?」の問い合わせに常にさらされる。

面白いことに、そして当然のことなのであるが、この10年の間に段々と両者のスタンスの差が縮まってきたように見える。推進費研究での「問題別」取組みの難点は、研究者の考え方も予算の組み方もその「問題」にとらわれすぎて、境界領域や共通問題への対処が遅れる。ここ10年の研究成果によって、オゾン層と温暖化の相互影響、酸性雨のエアロゾルによる冷却効果、森林伐採の炭素収支の観点からの解析など、問題「間」の問題がクローズアップされつつある。また、沿岸域の保全や水資源配分といった、「持続可能な発展」のようなより大きい課題は、チームの名前にならないかぎり予算化しにくい。タフな研究者達は、決められたワクのなかには安住せず、なんとか領域を拡大しつつはあるけれども、いつか「問題別」取り上げ方を再考する必要がある。

一方IGBPのほうでは、今後は「問題的」にプログラムを編成しようとしているように見える。即ち、コアとなる科学研究は続けるとしても、「炭素サイクル」「水循環」「食糧／繊維」「生態系のサービス」「地球変動の地域影響」といった、より社会と関係のある、即ち「問題」として捉える方向へ次の10年はシフトすることを、5月に葉山で開催された

IGBPコングレスで論議した。

なぜその方向へか?これには幾つかの理由があろう。これまでの10年と違って欧米では予算の獲得が難しくなってきたため、科学のほうも「問題」にすりよらざるを得ないのではと勘織れる。しかし、それだけではない。実際に温暖化論議では吸収源の推定が確かでないかぎり、京都議定書はなんの意味も持たなくなる。科学者の「ご託宣」がないと先へ進めない状況である。政策が科学に助けを求めているのである。

さらに、IGBP10年の研究集積によって、「科学が世間の役に立つ」ことに対する自信を、科学者自身が持ち始めたのではないかろうか。温暖化対策をすぐに打つべきか否かは、地球システムの非線形性の有無に掛かる。アイスコアがあちこちで掘られ、分析され、数十年間に数°Cの、大きく急激な変化が地球規模で起こった可能性があることを示しつつある。研究結果が確実になれば、各国とも削減に逃げは許されない。正直いって10年前、筆者は人間も殆どいない氷河期の話を知るために、なぜ大金をはたくのか疑問に思っていたのだが、今ではすっかりアイスコアのファンになっている。

いずれにしても、次の10年どういう切り口で研究を組んでいくか、世界規模研究計画でも、一研究所のレベルでも、今が考え時のようにある。

3. 周辺活動の拡大

IGBPにはこれまで述べてきたコアとなる研究「プログラム」に加えて、横断的クロスカッティング「アクティビティ」がある。後者には、モデリングの「GAIM」、データ集約の「DIS」、訓練・集約等の「START」がある。国立環境研究所の「センター」の持つ「観測」の部分はIGBPの周辺ではなく、別途GCOS/

GOOS/GTOSがある。センターの「組織化」は一部STARTと類似の機能がある。また「総合化」の手段として、大循環モデル(等へのスパコン供与)やIntegrated Assessment model利用名などが考えられていたから、それは「GAIM」に対応する。

こうした「アクティビティ」はコアではないが、地球環境研究の要素であり、どちらかというとvehicle、platform、logisticsといった色彩で語られてきている。しかし、ここでも10年の歴史が「プログラム」と「アクティビティ」の関係を変えつつある。

外に置かれてきた「モデル」は、いまやミクロな分析をマクロに集約するものとして、たとえば「LUCC」や「植生変化」では不可欠になっている。しかし、IGBPではまだ明解にモデルを全面に押し出し、「予測」のような使い方をする様子はない。この点は、IPCCが科学の現状評価にとどまらず、それが意味するところを政策に伝えるためにモデルを必要とするのとは一線を画している。一方「センター」が省庁の一部である限り、モデルを用いた「将来予測」の作業は不可欠である。

STARTは、IGBPからでた「アクティビティ」ではあるが、いまはIHDP/WCRP/IGBPにまたがり、途上国等の研究能力構築、研究組織作りのための種々のワークショップやセミナーの開催、さらには、関係3プログラムの成果の地域的「総合化」を行う。例えば、アフリカ南部に焦点をあて、WCRPから得られた地域気象モデル、IGBPから得られたれた大気中および土壤中の微量物質収支、HDPからの土地利用変遷結果等をまとめて、地域規模での栄養塩収支をまとめている。

この「地域でintegrate」する考え方は、今回IGBPの葉山会合でも今後10年の方向として語られたものであり、STARTがIGBPの活動を先取りして拡大しているといえる。

これと比して、センターの「総合化」は、横断的ともintegrateともinterdisciplinaryともとれる機能であるが、どう発展させるかにはこうしたIGBP「アクティビティ」の動向が参考になる。

4. 科学を引っ張るのはIPCCか？—Demand Drivenの状況

いまは科学より政策が、正確には政治が先行している。気候変動枠組み条約が出来たのは、これまでのIGBPなどでの科学的知見の集積が根拠となっているのだが、その後の京都議定書迄の進展は予想を上回るものであった。しかし、温室効果ガス削減に一応の目標設定はされたものの、その政策をどう作っていくか、その科学的根拠をどこに求めるかは今後の問題である。

IPCCは、気候変動の科学研究を「行う」機関ではない。科学の現状を「評価」する機関のはずである。しかし、今では気候変動関連の科学に目標を与える機関にもなっている。その一つの武器はモデルを用いた将来予測にある。影響予測が典型的であるが、更には抑制目標とその道筋の検討が抑制技術や抑制政策の目標を設定する。

これは、科学の状況を評価して政策につなげる仕事が、地球環境研究の中核に成りつつあることを示している。日本ではこの機能が「科学」の機能とはなかなか認められない。IGBPを取り巻く科学も、IPCCとは一線を画しているようである。しかし、時代は確実に政策に押し流されている。吸収源の問題が陸上生態系の調査を進め、非線形変化の可能性がアイスコアへの興味をかきたてる。Demand Drivenの研究は当分続き、森林条約成立の方向もこれに拍車をかけることになろう。IGBPも変動の影響に注目し、食糧のように人間社会に近い題材を次の研究の範疇に入れてきて

おり、IPCCとの距離も近づきつつある。英国で、環境省と気象庁がハドレーセンターを作り、その成果がIPCCをリードしているのはその一つの現れである。

5. 三つのキーワードー地域・integration・

人間社会

まだまだ中核の科学的知見は不足しているものの、今の流れは、科学から技術・人間社会へ、地球規模から地域規模へ、分野別研究からintegrationへと進んでいる。

IGBPコングレスはこれを、これまで地域から上がってくるプロセス研究をScale upして地球規模の変化を見る段階であった。しかし今後は、地球規模の研究をScale downして、地域の影響を見る段階に入った、と総括した。こうなると、地球規模での知見に加えて、それぞれの地域に関する深い知識が、影響を評価するにも、対策技術を設計するにも不可欠になる。

地球環境保全のための世界的資金メカニズムである地球環境基金(GEF)では、資金の投入額に対して、プロジェクトを投下する地域についての科学的知見、文化的背景把握の不足が非効率な投資を招いている事を懸念して、途上国の地域研究能力の導入育成を大きな目標に掲げている。そして、地域住民によるプロジェクト評価を可能にするためには、人間・社会的側面の研究を強めるべきとの方針を打ち出している。

STARTでも、地域に目をむけた研究成果のintegrationを進め、地域研究者の能力構築のための一連のワークショップ開催、社会科学的側面研究との共同作業を進めようとしている。

6. 出番におくれる人間・社会的側面研究

政策が先行している状況下では、本来もっともっと社会科学からの取組がさかんであつ

ても良さそうである。ところが、内外で、特に日本では既存の社会科学の世界は、地球環境問題との深い付き合いを望んでいないのではないかと思われる節がある。湘南国際村でこの5月に開催された「地球変動の人間・社会的側面研究者による公開会合1999年」へは、世界から500件の発表応募があったが、いわゆる経済学政治学など社会科学のメインストリームからの応募は少なかった。日本でも事情は同じであり、いわば地理・工学系からとられた発表が多かった。経済予測のように比較的短期の予測はいいが、100年の予測は社会科学の手に余るものなのかも知れない。また、研究のスタイルが自然科学と違って、チームワークに向いていないのかもしれない。

経済学が環境問題を外部性の一言で済ますように、それぞのDisciplineのなかでことは済んだとしているのかもしれない。しかし、京都議定書の後の具体的メカニズムの設計を、一体だれが科学的裏付けをするのであろうか。出番というのに役者が揃わない、なんとも歯がゆい状況にある。

7. IGBP次期10年のキーワードはなにか

1999年5月7～13日、神奈川県葉山町湘南国際村において、IGBP世界コングレスが、それぞれのプログラムの幹事など300人を集めて開催された。本会合は、1990年より開始されたIGBPの全プログラムの研究成果をまとめる方法について、検討するためのものであった。

本会合の最後に、IGBP科学委員会議長Berrien Moor IIIと事務局長のWill Steffenが、Post-IGBPの方向についての考え方を以下のように示した。これは、今後の地球環境研究の一方向を示すものとして参考になろう。

(1)明日への挑戦に向けて

IGBPは地球変動の重要な科学的疑問に取り組まねばならない。地球変動と言った場合、

当然社会との関係が無視できない。既にこれまでのアイスコアなど古気候記録は、今後の人間社会に大きな意味を持つ結果を示しているのが良い例である。

(2) Sustainability ScienceにおけるIGBPの位置

IGBPのなわばり(niche)は地球変動の「要素」研究にある。しかし、地球変動を分析するためには地球をシステムとしてとらえ、同時に各地域の文脈からみたグローバルな方向づけがいる。地球圏と生物圏を一体として把握する事、気候変動などが及ぼす人間生活の影響、そして影響を受ける側の分析研究が益々重要になってきている。この面からは、国際人間・社会的侧面研究(IHDP)とのリンクが欠かせない。

(3) 遷移の時期にあるIGBP

地球変動研究は今遷移の時期にある。IGBPは現状にとどまることなく進化せねばならない。IGBPの資産は、研究者即ちその人的資源と彼らが出す科学的成果への信頼性の二つである。今後はこれらを失うことなく、細心の注意を以てことを進めねばならない。

(4) 将来の推進構造

将来の研究推進構造として以下のような形態が考えられる。

① 地球システムに関する中核活動

これも一段と拡大した概念が必要である。たとえば、STARTが示した南アフリカでの栄養塩循環のように、これまでのような土壤→沿岸域→海洋といった方向で栄養塩が移動するしか捕らえないのではなく、大気から土壤へ、土壤から海洋への直接移動があり得る。コンパートメント内だけではなく、コンパートメント間のプロセス分析も重要になってきている。

② 横断的活動への拡大

中核活動と並行して、横断的なテーマ設定が必要になってきている。特に、炭素サイクル、

地球規模の水循環、食糧と繊維、(環境のサービスも?)には必ず取り組まねばならない。たとえば食糧にはLUCC、GCTE、GEWEXなど多くの関連プログラムで取り組める。この分野でもIHDPとの協力が必須であろう。

③ 地域に重点を置く

これまででは、地方から得られた研究成果をScale upしてグローバルの変化をみてきたが、今後はこれをscale downして国毎のインパクトをみるとことになる。これによって、あらゆる分野からの知見を取り込むことが可能であり、社会的問題との接点も持てる。地方(Local)と地球規模(Global)両方のリンクに留意せねばならない。

④ IGBPの次のステップは以下のものである。

- ・ コアプロジェクトを完成し、何が顕著な新知見であったかをはっきりさせる。
- ・ 炭素サイクルや水循環などの横断的テーマを吟味する。
- ・ WCRP/IHDPとの間での協力研究戦略を練る。
- ・ 2001年7月には、これまで10年の報告と今後の展開のための公開会合を開催する。

⑤ IGBPの未来は次のようになろう。

- ・ 規模は更に大きく、また更に国際的な研究となる。
- ・ より若い世代が担い、広く世界を代表する研究者の参加を得る。
- ・ WCRP/IHDPとの協力をより緊密にとる。
- ・ より大胆な取組みを行う。
- ・ 更に世間から必要とされるものになるであろう。
- ・ 環境変化による人間社会への影響研究に入り込むことが重要。
- ・ 当初からintegrationを念頭においていた研究推進とする。
- ・ 気候問題だけでなく、土地利用、大気組成、生物多様性、土壤荒廃など他の項目もバランス良く取り入れる。

8. おわりに

私事ではあるが、現在幾つかの国際プログラムに参加している。これまで力を注いできた気候変動に関しては、葉山にある(財)地球環境戦略研究機関(IGES)で気候変動研究プロジェクトのリーダーとして、主に京都議定書以降の国際協力メカニズムのあり方について外国からの3名をふくむ8人の研究グループで研究を続けている。IGESはIPCCの排出・吸収目録タスクフォースを引き受け、世界のインベントリー作業の中心となるが、これへの研究的支援も行っている。IPCCの方も続けて、影響評価部会のリードオーサーを引き受けているが、情報の中心は国立環境研究所原沢室長に引き継いでいる。

昨年から、気候変動や生物多様性保全等の地球環境関連条約に基づく途上国支援のための地球環境基金(GEF)科学技術助言委員会(STAP)委員となり、GEFプロジェクトの科学的健全性を担保する作業をしているが、ここでは主に気候変動関係プロジェクトと科学者

の組織化を担当している。途上国の科学技術能力構築は、STARTの常置委員(SPC)としてもカバーすべき分野である。

HDP関連では、1999年公開会合の科学企画委員会共同議長として、日本での開催の旗を振った。この会合は、国際組織であるIHDPとは一線を画したボトムアップ型研究発表会合であるが、IHDPの地域研究推進の方向とも一致し、緊密な連携の下で進められたものである。

また、「中国の環境と開発に関する国際助言委員会」の公害防止・気候変動部会の委員として、酸性雨や都市管理、温暖化防止対策のための助言を行っている。

このような幾つかの活動から横断的にながめて、地球環境の研究が重点を移しながらもますます強化されねばならない状況にあることを確信している。(前地球環境研究グループ統括研究官・元地球環境研究センター総括研究管理官)

中国における石炭燃焼によるフッ素汚染・大気汚染がいかにして食品と人体の汚染を引き起こすのか？

地域環境研究グループ健康影響国際共同研究チーム

総合研究官 安藤 満

1. 石炭は環境汚染と地球温暖化の問題を併せ持つ

現在、化石燃料の消費に起因する環境、自然、健康への影響が、地球規模で顕在化してきているが、これまで衛生改善、予防と医療の発達、人口増加、社会発展を支えた物質的背景もまた化石燃料である。このような人間活動による環境影響としては、生産、消費、

廃棄過程において発生する環境汚染と地球環境変化があり、広域大気汚染と地球温暖化が相互に関連しながら発生している。先進国における大気汚染は、環境に対する社会的意識の成熟により環境汚染と健康被害抑制のための予防的対処が実施されつつある。

一方、開発途上国(途上国)においては、経済の急発展により人口と社会资本の集中する

大都市と、生活と健康条件の厳しい農村が出現している。この現象は最近まで急成長を続けてきたアジアの途上国において顕著で、都市と農村の発展のテンポは極端に異なり、近代化を代表する大都市に対して、前近代的貧しさを残す農村が好対照をなしている。このため近年の人口の急増は同時に、農村社会の生活基盤の低下による離村と、大都市へのさらなる人口集中を伴っている。途上国における都市と農村の調和のとれた発展は、生活と環境汚染の悪化を防止していく上からも、重要な課題である。ここでは一例として、中国の石炭燃焼によるフッ素汚染について述べる。

現在、途上国は急増する人口圧力と経済の急発展の中で、化石燃料に依存した近代化を進めているが、なかでも世界人口の21%、12億4千万の人口を抱える中国は、エネルギーの79%を石炭に依存し、1990年代以降急速な近代化を進めている。化石燃料、なかでも石炭は、有害ガスや粉じんの発生が著しい燃料であり、このため中国においては浮遊粉じん、硫黄酸化物、有害化学物質による大気汚染が進行している。暖房や工業用の石炭燃焼による大気汚染と並行して、日常生活における石炭燃焼による屋内汚染も著しい。石炭は単位エネルギー当たりの二酸化炭素の放出量も多く、地球温暖化の面からも問題の多い化石燃料である。しかしながら、中国においては当分の間、石炭はエネルギーの根幹をなすと考えられており、石炭燃焼に起因する環境汚染による健康影響の抑制は最重要課題である。

石炭中には地質由来の様々な汚染物質が含まれており、石炭燃焼時には燃焼生成物と一緒にこれら地質由来の汚染物質が大気中に放出される。中国の大都市においては、冬期の暖房期に石炭燃焼に伴う大気汚染の発生が著しい上に、夜間は放射冷却による逆転層が形成されるため、著しい広域大気汚染が発生す

る。これに加え石炭ストーブを利用する家庭においては、その使用によりさらに高濃度の屋内汚染が発生する。中国における屋内汚染は、家庭用ストーブが唯一の熱源である農村部においては、さらに重大な環境汚染となっている。石炭燃焼によるガス状や粒子状の大気汚染の発生状況は、熱源としての石炭ストーブの利用と並行して日中から夜間を通して観測され、著しく高濃度の汚染状況である。この結果、中国の都市や農村においては石炭燃焼に伴う深刻な大気汚染と屋内汚染が起こっている。大気汚染物質の中には種々の有害化学物質が含まれており、屋内汚染の進行と相まって一般住民の暴露が重大になると、健康上深刻なリスクを引き起こす。このため1994年より5年計画で、国立環境研究所と中国の予防医学科学院環境衛生衛生工程研究所との間で、石炭燃焼に由来するフッ素汚染の調査と健康影響に関する共同研究を実施してきた。フッ素汚染地域は、フッ素含有量の多い石炭を産出する中国農村に拡がり、燃焼に伴う屋内汚染によるフッ素の高濃度暴露が危惧される地域である。これらの地域においてはフッ素の屋内汚染に曝された貯蔵食品を経口摂取することにより、慢性のフッ素中毒が発生している。

1997年現在、中国においては、フッ素汚染は非常に広範囲に起こっており、全国32の省、自治区、直轄市のうち、上海市を除く31の省、自治区、直轄市がフッ素汚染に曝されている。フッ素汚染は主に飲料水からと石炭燃焼によって起こっており、約1億4百万人の人口がフッ素汚染上リスクのある地域に居住していると報告されている。このためフッ素汚染地域全体においては、フッ素による歯の形成異常(斑状歯)の患者の総数は4300万人に上ると報告されている。

日本では「大気汚染防止法」により有害物

質として指定されているフッ素化合物による大気汚染は中国の広範な地域に存在している。石炭燃焼に由来する屋内汚染は14の省において報告されており、フッ素の直接吸入と食品汚染を介した間接暴露によって、フッ素症の流行が起こっている。1997年現在、石炭燃焼由来のフッ素症の患者は、斑状歯が1816万人、骨フッ素症が146万人に及ぶと報告されている。フッ素症の治療は困難と考えられるため、フッ素症の発生条件を解明し予防的対応を行うのが最善と予想される。このためには中国のフッ素汚染地域と非汚染地域を対比し、石炭燃焼に伴うフッ素汚染の実態と住民の暴露状況の把握、健康障害に関する調査を実施し、フッ素暴露とフッ素症発生の関連、疾病発生機構の解明を行い、予防のための科学的対策を確立する必要がある。

2. 中国のフッ素汚染地域は貧しい農村である

フッ素大気汚染によるフッ素症発生は、中国においてのみ観察されるため、その解明に向けた調査研究のため、中国現地医療機関の協力と自治体住民の協力を得て、日中共同の環境調査と臨床疫学調査を実施した。フッ素汚染の無い対照地域として江西省南昌市湾里区の一鎮を選定し、フッ素汚染の著しい地域である四川省涪陵地区苗族土家族自治県の一郷と貴州省黔南自治州龍里県の一郷において現地調査を実施した。江西省の対照地域は、平坦な耕地と水田と畑が広く点在する純農村地域である。この地域では農作物として、水稻、野菜を中心に、鶏、豚、牛を飼育し、市場に供給している。農家の多くは自給自作の食生活を送っているが、地域の農家は換金作物を多く栽培している。石炭は省内の炭坑より輸送しているが、その石炭中のフッ素濃度は低く、石炭燃焼の際発生する屋内フッ素汚染も少なく、斑状歯および骨フッ素症は観察

されないため、対照地域とする基準を満たしている。

四川省南部のフッ素汚染地域は、長江の支流・烏河の中流から入った中国内陸の純農村である。山間部に棚状の畑が広く点在し農作物として、トウモロコシ、トウガラシ、野菜を自給用に、また果物や鶏、アヒル、豚、牛等の家畜を飼育し、主に市場に供給している。農家の多くは自給自作の食生活を送り、一部農家は換金作物も栽培しているが、中国全体から見ても貧しい農村地帯である。貴州省のフッ素汚染地域は山間部に棚田状の水田と畑が広く点在し、降雨量の多いこの地域では農作物として、主に水稻、トウモロコシ、野菜を自給用に、また果物や鶏、アヒル、豚、牛等の家畜を飼育し、市場に供給している。農家の多くは自給自作の食生活を送り、一部農家は換金作物も栽培しているが、著しく貧しい農村地帯である。いずれのフッ素汚染地域においても、石炭は近隣の小規模な炭坑で採炭し、トラックで輸送している。採炭夫は十代から炭坑で働き、採炭に当たって十分な防塵対策を行っていないため、塵肺患者が発生している。産出する石炭や土壤中のフッ素濃度は著しく高い。屋内において石炭を調理や暖房の熱源として使用しているが、石炭燃焼の際発生するフッ素が貯蔵農作物を汚染し、このため斑状歯および骨フッ素症が発生するものと予想された。

3. 調査の結果は私達に何を教えてくれるか？

このような汚染-非汚染地域におけるフッ素暴露の違いを明確にするため、暴露指標となる屋内大気汚染、フッ素汚染、食品汚染、および住民の暴露量評価を実施した。汚染地域および非汚染地域いずれの地域においても調理用や暖房用熱源として使用される石炭の燃焼によって、深刻な屋内大気汚染が観測さ

れる。屋内大気汚染自体も住民の健康リスクとして重大であるが、汚染地区においてはそれに加えて大気中の高濃度フッ素を吸入している。大気中フッ素は、容易に貯蔵農作物へ吸着浸透し、食品汚染を介した慢性的経口摂取が問題となる。

図1に汚染地域居住の家族および非汚染地域居住の家族の使用する石炭と火力調整用の土壤のフッ素汚染状況を示す。四川省の汚染地域においては石炭と土壤のフッ素汚染が著

しい。一方、貴州省の汚染地域においては火力調整に使用する土壤中のフッ素濃度が著しく、土壤が主な汚染源であることが判る。他方、汚染地域の飲料水中のフッ素濃度は低く、汚染源は石炭燃焼に由来することが判る。

図2に示すように、石炭燃焼による屋内フッ素汚染は、乾燥中の貯蔵食品の汚染を引き起こす。汚染地域においてフッ素汚染の著しい原因食品は、穀物のトウモロコシとジャガイモおよび香辛料の唐辛子である。主要穀物

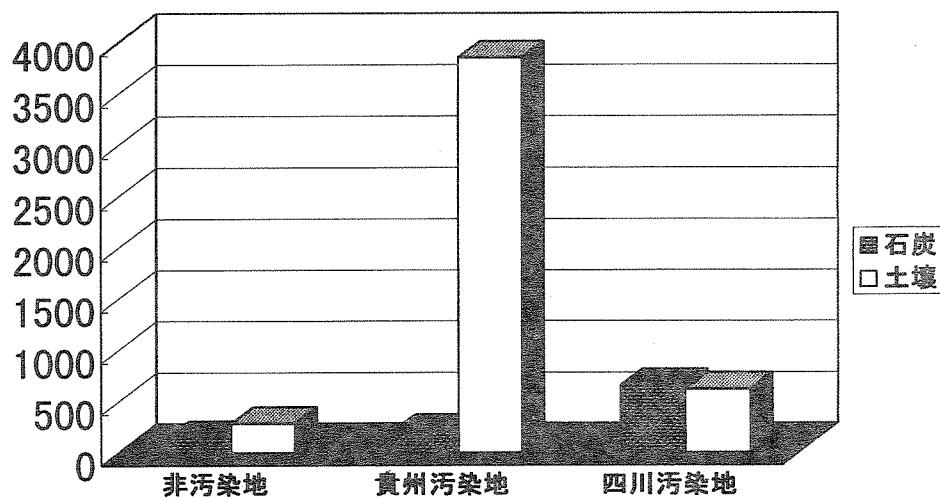


図1 非汚染地域と汚染地域における石炭および土壤中のフッ素濃度 (mgF/kg)

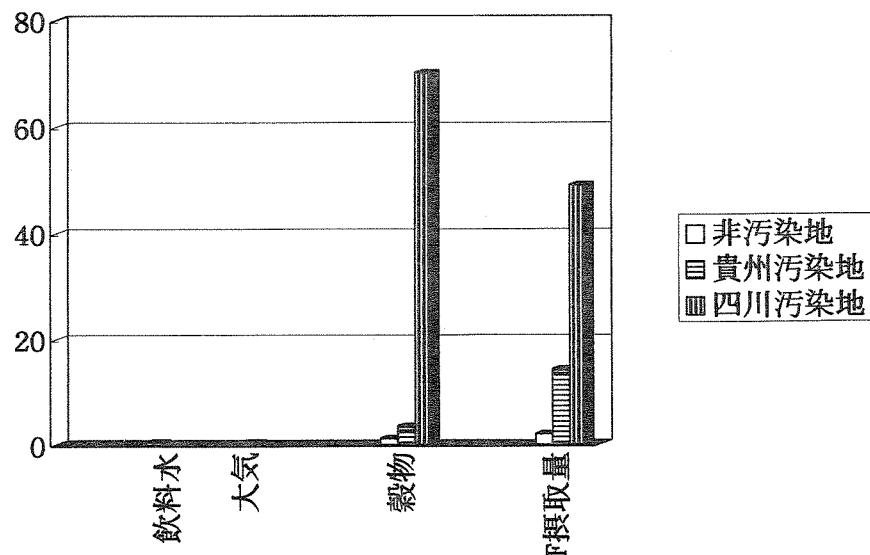


図2 非汚染地域と汚染地域における水、屋内大気、穀物由来のフッ素一日摂取量 (mgF/人/日)

としてトウモロコシとジャガイモを消費する四川省の重度汚染地域においては、このため穀物のフッ素汚染が著しく、フッ素摂取量も極端に高い。一方、稻作の多い貴州省の汚染地域においては、主要穀物として米を消費するが、脱穀により白米の汚染は比較的低くなるため、フッ素摂取量も中等度である。いずれの汚染地域においても野菜の汚染レベルは低い。また非汚染地域におけるフッ素摂取量は著しく低いことがわかる。

フッ素汚染地域と非汚染地域に居住する家族について調査した結果では、個人当たりのフッ素暴露総量は、家族により顕著な差がある。同じフッ素汚染地域に居住する家族の中で、特に著しいフッ素暴露下に生活する家族が存在する一方、フッ素摂取量を低減化させている家族が存在する。

石炭燃焼により食品汚染を経由し人体暴露を起こしたフッ素は、硬組織に沈着し組織形成に影響する一方、尿中に排泄される。このため尿中フッ素濃度は有力な暴露指標であるが、地域間に顕著な差が存在し、汚染地域に居住する住民の尿中フッ素排泄量は著しく高い。その一方、非汚染地域住民の尿中排泄濃度は、日本人のフッ素汚染とほぼ同じレベルの汚染である。このようなフッ素暴露量の増加は、住民の尿中フッ素濃度の増加として反

映するとともに、斑状歯や骨フッ素症の発生が観察される。

4. これから課題は何か？

中国におけるフッ素汚染は広域で起こっており、また暴露による健康影響は著しいが、石炭燃焼に由来するフッ素汚染地域と非汚染地域の比較検討の結果、暴露低減化の方策が予見できる。昨年度で本研究は終了したが、共同研究により得られた中国における石炭燃焼に伴うフッ素汚染の実態と健康障害は、国際的にも注目されつつある。将来、フッ素汚染地域における暴露量低減化研究の進展により、フッ素症抑制に向けた予防対策が確立できることを期待している。なお、本調査地域の一部は、日本政府の開発無償援助(ODA)の調査が入る予定になっている。

5. 研究を実施した人々

本調査研究は、多く方々の協力に拠っているが特に、松島松翠・渡辺俊一(佐久総合病院)、近藤武(松本歯科大学)、浅沼信治(日本農村医学研究所)、田村憲治(国立水俣病研究所)、櫻井四郎(大妻女子大学)および、中国预防医学科学院吉榮嬌、梁超珂、曹守仁、陳雪青の各先生方の協力なしには実現しなかった研究である。

地球環境研究センター(CGER)活動報告(5月)

地球環境研究センター主催会議等

1999. 5.17~21 波照間ステーション春季定期整備(沖縄)
18~20 フラックスモニタリング地点の現地調査(北海道/井上総括研究管理官・藤沼研究管理官・高田課長補佐)
20~21 北域成層圏総合モニタリング検討会開催(北海道/藤沼研究管理官・遠藤係長)

所外活動(会議出席)等

5. 6 第3回成層圏プラットフォーム開発協議会地球観測部会(東京/井上総括研究管理官)

5～ 9	第10回地球温暖化国際学会(山梨/山形研究管理官)
11	土木学会環境システム委員会(東京/一ノ瀬主任研究員)
11～12	第2回IGBP会議(神奈川/井上総括研究管理官)
12～13	土木学会誌編集委員会(熱海/一ノ瀬主任研究員)
18	大気環境学会植物分科会幹事会(東京/清水研究管理官)
19～20	(社)日本リモートセンシング学会第26回学術講演会(千葉/山形研究管理官)
21	GHGインベントリに関する研究方針の検討とワークショップ(神奈川/井上総括研究管理官・清水研究管理官・山形研究管理官)
22	地球環境安全保障に関する検討会(東京/山形研究管理官)
25	環境・防災モニタリング技術研究会第2回研究会(東京/井上総括研究管理官)
25	環境保全と成長の両立を考える研究委員会公開シンポジウム(東京/山形研究管理官)
26～28	推進費酸性雨検討会(栃木/清水研究管理官・竹内課長補佐)
28	日本建築学会地球環境委員会シンポジウム(東京/一ノ瀬主任研究員)

見学等

5.14	タイPrince of Songkla 大学院副学長(外4名)
18	沖縄県読谷村長(外1名)
21	(社)日本原子力産業会議(17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交流係までご連絡下さい。)

C G E R No.	タ イ ド ル
A001-'91	地球環境研究センタ一年報
A002-'93	地球環境研究センタ一年報 Vol.2 (1991年10月～1993年3月)
A003-'94	地球環境研究センタ一年報 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一年報 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一年報 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)
D009-'96	DATA BOOK OF SEA-LEVEL RISE
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-
M003-'93 M004-'94	ANNUAL REPORT ON GLOBAL ENVIRONMENTAL MONITORING 1993 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
I018-'95	PROCEEDINGS OF THE TSUKUBA GLOBAL CARBON CYCLE WORKSHOP -GLOBAL ENVIRONMENT TSUKUBA '95-
I019-'96	GLOBAL WARMING, CARBON LIMITATION AND ECONOMIC DEVELOPMENT
I020-'95	CGER'S SUPERCOMPUTER ACTIVITY REPORT VOL.3 - 1994
I021-'96	CGER'S SUPERCOMPUTER MONOGRAPH REPORT VOL.1 (TURBULENCE STRUCTURE AND CO ₂ TRANSFER AT THE AIR-SEA INTERFACE AND TURBULENT DIFFUSION IN THERMALLY-STRATIFIED FLOWS)
I022-'96	CGER'S SUPERCOMPUTER MONOGRAPH REPORT VOL.2 (A TRANSIENT CO ₂ EXPERIMENT WITH THE MRI CGCM -ANNUAL MEAN RESPONSE-)
I023-'96	第8回地球環境研究者交流会議報告書〈地球環境研究の新たな展開〉 －人間・社会的側面の研究推進に向けて－
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－
I027-'97	LU/GEC プロジェクト報告－アジア・太平洋地域の土地利用・被覆変化の長期予測(II)－
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)
I030-'97	CGER'S SUPERCOMPUTER ACTIVITY REPORT Vol.5-1996
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11年10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、再生紙を利用してます。