

## C-4 酸性・酸化性物質に係る陸域生態系の衰退現象の定量的解析に関する研究

### (6) 陸域生態系衰退に関する研究者ネットワークの構築による調査解析

独立行政法人国立環境研究所

国際室

清水英幸

環境研究基盤技術ラボラトリー 環境生物資源研究室

戸部和夫

(財)日本環境衛生センター酸性雨研究センター

鈴木克徳 (平成 11～12 年度)

佐瀬裕之・松田和秀

平成 13～15 年度合計予算額 14,787 千円

(うち、平成 13 年度予算額 4,758 千円)

[要旨] 東アジア地域における酸性・酸化性物質の生態系への影響を総合的に把握するために重要な、陸域生態系分野の研究者のネットワーク構築を推進した。

中華人民共和国北京市で開催された陸域生態系分野(特に土壌・植生分野)の専門家会合「東アジアでの酸性雨の生態系への影響モニタリングに関するワークショップ」に専門家を派遣した。本ワークショップでは、当該分野の技術的課題に加え、東アジアにおける研究者のネットワーク化についても議論され、その重要性が確認された。この結果はワークショップ・サマリーとしてまとめられ、今後ネットワーク構築に重要である各国の専門家をリストアップした。また、酸性・酸化性物質の陸域生態系への影響を評価する上で重要となる森林への乾性沈着フラックス測定に関し、現地の研究者とのネットワークを構築するとともに、研究フィールドを特定し、今後の共同研究の基礎を築いた。

東アジア諸国に陸域生態系に係わる日本人研究者を派遣し、各国の研究者との技術的・研究的討論を通して、研究者ネットワークの拡充を行い、またこのネットワークを活用して、東アジア4カ国(ベトナム、フィリピン、マレーシア、タイ)における当該分野の調査・研究状況に関する情報を収集するとともに、本研究プロジェクトの紹介を行った。さらに、今後共同研究を進めていく上で、重要なコンタクトパーソン(研究者)を特定化した。なお、研究者ネットワークの活動を通じて、今後東アジアに展開すべき研究テーマの一つとして、酸性・酸化性物質に対する植物感受性に関する研究を特定化した。当面の課題として、モンゴルのような乾燥・半乾燥地域における植物感受性に関する研究の重要性を指摘した。

[キーワード] 酸性・酸化性物質、陸域生態系、東アジア、研究者ネットワーク、植物感受性

#### 1. はじめに

経済等の発展が著しく、酸性・酸化性物質による影響が増大すると思われる東アジア地域においては、既に先進各国で問題になっている森林衰退等に関する研究を推進する必要がある。しかし、東アジアにおける酸性雨関連研究者、特に陸域生態系の研究者のネットワークはほとんど構築されておらず、この地域における酸性・酸化性物質による総合的な陸域生態系影響を把握するための弊害となっている。

## 2. 研究目的

東アジア地域における酸性・酸化性物質に関連する研究者や陸域生態系に関連する研究者のネットワークの構築・拡充を推進する。このネットワークを活用して、東アジア各国の研究者・技術者等の環境問題関係者と議論を行い、酸性・酸化性物質の生態系影響に関する調査・研究状況について明らかにし、この地域における総合的な調査解析を推進する。また、東アジアにおいて今後推進し、取り組むべき研究課題を明確化し、今後の共同研究の可能性について検討する。

## 3. 研究方法

### (1) 陸域生態系に関連する研究者のネットワークの構築および推進（平成 11 年度）

日本を含む東アジア 10 カ国の研究者が参加する「東アジアでの酸性雨の生態系への影響モニタリングに関するワークショップ(中華人民共和国、北京市：平成 11 年 8 月 31 日～9 月 3 日)」に専門家を派遣した。陸域生態系影響に関して、モニタリング技術および今後の研究課題について検討するとともに、参加研究者のネットワークを構築した。派遣メンバーは以下の通り。

- ・戸塚 績 江戸川大学社会学部 教授
- ・袴田 共之 農業工学研究所 農村環境部長
- ・太田 誠一 森林総合研究所 立地環境研究領域長

東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)参加国を中心に、ここで構築された研究者ネットワークを活用し、さらに技術的議論を進めるとともに、各国国内でのネットワーク化を推進した。また、EANET 活動にもその重要性を指摘した。

### (2) 乾性沈着に関する共同研究のための予備調査(平成 11 年度)

専門家会議「陸域生態系衰退に関する研究者ネットワーク検討会」を設置し、東アジア地域における乾性沈着フラックス測定に関して、研究者のネットワーク構築とこの地域における乾性沈着に関する今後の共同研究について検討を行った。

「陸域生態系衰退に関する研究者ネットワーク検討会」

- ・青木 正敏 東京農工大学農学部教授
- ・福山 力 国立環境研究所大気動態研究室長
- ・藤田 慎一 財団法人電力中央研究所狛江研究所大気科学部長

### (3) 東アジア諸国における陸域生態系に関わる研究状況の調査（平成 12～13 年度）

マレーシア、タイ、フィリピン、ベトナムの 4 ヶ国に陸域生態系に関する研究者を派遣し、各国の研究者との技術的・研究的討論を通して、研究者のネットワークの拡充を行い、さらにこのネットワークを活用して東アジア地域における当該分野の調査・研究状況に関する情報を収集した。本調査課題を円滑に実施するため、専門家会議「陸域生態系衰退に関する研究者ネットワークのための土壌・植生国際協力チーム（平成 13 年度においては、土壌植生タスクフォース支援グループと改称）」を設置し、当該分野における技術的課題及び研究者ネットワーク推進方法について検討した。

#### 「土壌・植生国際協力チーム」

- ・戸塚 績 江戸川大学社会学部 教授（平成12年度のみ：座長）
- ・袴田 共之 農業工学研究所 農村環境部長（平成13年度座長）
- ・太田 誠一 森林総合研究所 立地環境研究領域長
- ・河野 吉久 財団法人電力中央研究所 研究コーディネータ
- ・田中 信行 森林総合研究所 植物生態研究領域チーム長
- ・波多野隆介 北海道大学北方生物圏フィールド科学センター教授（平成13年度のみ）

#### （4）東アジアにおける新たな研究課題の特定化（平成12～13年度）

上記課題および各国の研究状況を考慮した上で、これまで確立した研究者のネットワークを活用して各国から意見を抽出し、上記「土壌・植生国際協力チーム」から助言を得つつ、今後の研究課題の特定化を行った。意見抽出にあたっては、研究者派遣のみならず、EANET 国際会合等の機会も活用した。

### 4. 結果・考察

#### （1）陸域生態系に関連する研究者のネットワークの構築と推進

「東アジアでの酸性雨の生態系への影響モニタリングに関するワークショップ」に土壌植生国際協力チームのメンバーを派遣し、東アジア諸国の関連研究者と関連技術事項に関し議論するとともに、ネットワークを構築した。本ワークショップは、EANET 第2回トレーニング・ワークショップとして、以下のような目的で開催された。

- ・EANET 参加国のための土壌・植生調査の進め方に関する技術情報の周知
- ・東アジアに適した土壌・植生調査手法及び精度管理手法の検討
- ・土壌・植生に関するモニタリングガイドライン、技術マニュアル、QA/QC プログラムの検討方法の討議等

ワークショップには、EANETに参加している全ての国、すなわち、中華人民共和国（重慶、廈門、西安、珠海の各市からの代表者を含む）、インドネシア、日本、マレーシア、モンゴル、フィリピン、大韓民国、ロシア連邦、タイ国、ベトナムから研究者・技術者が参加したため、東アジア地域における当該分野の研究者ネットワークを構築するまたとない機会となった。本ワークショップで特定化された研究者のネットワーク構築に重要である各国の専門家のリストは表1に示す通りである。

さらに、上記目的に従って議論を進めていくに従って、検討を進めるべき研究課題の明確化、研究者・技術者等の専門家ネットワーク化の重要性が参加者に認識され、今後検討すべき課題としてワークショップサマリーに勧告された。特に本研究課題に関連した事項としては、以下の事項がワークショップサマリーに勧告された（以下、ワークショップサマリーからの抜粋）。

○土壌・植生モニタリングの目的：土壌・植生モニタリングの究極的目的は、良い精度のデータベースの確立と管理を通じ、包括的かつ体系的な手法を用いて、酸性沈着の陸域生態系への影響を評価することにある。この究極的な目的を達成するためには、段階的アプローチが採択されるべきである。土壌・植生モニタリングの当初目的は、基本となるデータの確立と将来起こりうる酸性沈着の影響、特に植物と森林生態系への影響の早期発見である。

表1. 東アジア各国の技術者・研究者リスト

Country/Org	Name	Present Position	Mailing Address	Tel	Fax	E-mail
China	Dr. Wan Bentai	Director and Senior Engineer, China National Environmental Monitoring Centre (CNEMC)	Beishuandonglu Yuhuananlu No. 1, Chaoyang District, Beijing 100029 China	+86-10-6492-4246	+86-10-6492-4244	
China	Prof. Ding Zhongyuan	Deputy Director, China National Environmental Monitoring Centre (CNEMC)	Beishuandonglu Yuhuananlu No. 1, Chaoyang District, Beijing 100029 China	+86-10-6493-2109	+86-10-6492-4244	
China	Mr. Teng Enjiang	Director, Department of General Engineer, China National Environmental Monitoring Centre	Beishuandonglu Yuhuananlu No. 1, Chaoyang District, Beijing 100029 China	+86-10-6496-6374	+86-10-6492-4244	
China(Chongqing)	Ms. Zhang Weidong	Senior Engineer, Air Environmental Research Dept., Chongqing Institute of Environmental Science	No. 37, Jialing Village-1, Guangyinqiao, Chongqing 400020 China	+86-23-67855302	+86-23-67850069	zyxupri@public.cta.cq.cn
China(Xiamen)	Dr. Yu Jianshuan	Xiamen Environmental Monitoring Station	No. 56, South Hubin Road, Xiamen, Fujian, China	+86-592-2204341	+86-592-2204424	
China(Xi'an)	Ms. Liu Juan	Engineer, Xi'an Environmental Protection Monitoring Station	No. 84, East Youyi Road, Xi'an, Shanxi, China	+86-29-7884834	+86-29-7884887	xianems@pub.xaonline.com
China(Zhuhai)	Dr. Zhuang Xueying	Associate Professor, Zhuhai Environmental Monitoring Station	No. 1, Xinguangli, Xiangzhou, Zhuhai 519000 China	+86-756-2119177	+86-756-2256754	ZH-HBJCZ@pub.zhuhai.gd.cn
Indonesia	Dr. Le Istiqbal Amien	Senior Scientist, Agroclimate and Hydrology Research Division, Center	JL. IR. H. Juanda No. 98, Bogor 16123, Indonesia	+62-251-323012/312760	+62-251-311256	csar@bogor.wasantara.net.id/ santoso@bogor.wasantara.net.id
Japan	Prof. Tsumugu Totsuka	Professor, Faculty of Sociology, Edogawa University	474 Komaki, Nagareyama, Chiba 270-0198 Japan	+81-471-52-0661 ext.483	+81-471-54-2490	totsuka@ingapan.ne.jp
Japan	Dr. Tomoyuki Hakamata	Associate Division Director for Research, Division of Environmental Planning, National Institute of Agro-Environmental Sciences (NIAES)	3-1-1 kannondai, Tsukuba, Ibaraki 305-8687 Japan	+81-298-38-8431	+81-298-38-8199	tomo@niaes.affrc.go.jp
Japan	Dr. Seiichi Chita	Director, Forest Site Section, Forest Environment Division, Forestry and Forest Products Research Institute	Matsunosato 1, Kuzikazicho, Inashikigun, Ibaraki 305-8687 Japan	+81-298-73-3211	+81-298-73-1542	otaset@ffpri.affrc.go.jp
Malaysia	Prof. Muhamad Bin Awang	Professor/Dean, Dept. of Environmental Sciences, Faculty of Science and Environmental Studies, Universiti Putra Malaysia	43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia	+60-3-948-6646	+60-3-943-2508	awang@fsas.upm.edu.my
Malaysia	Prof. Wan Md. Zin Bin Wan Yunus	Professor, Dept. of Chemistry Faculty of Science and Environmental Studies, Universiti Putra Malaysia	43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia	+60-3-948-6101 ext.3585	+60-3-943-2508	wanzin@fsas.upm.edu.my
Mongolia	Mr. Erdembileg Bayar	Agrochemist and Soil Engineer, Central Laboratory of Environmental Monitoring, Ministry for Nature and	P.O.Box 528, Ulaanbaatar-13, Mongolia	+976-1-341818	+976-1-321401	bnbn@maginet.mn
Philippines	Mr. Apolonio Malabanan Ocampo	University Researcher II, Institute of Plant Breeding, University of the Philippines at Los Baños	College of Agriculture, College, Laguna, Philippines	+63-49-536-2697 ext.243	+63-49-536-3438	dss@laguna.net
Republic of Korea	Dr. Moon-Soon Lee	Senior Researcher, Soil Environment Division, Waste Management Research Dept., National Institute of Environmental Research (NIER)	613-2 Bulkwang-dong, Eumpyeong-gu, Seoul 122-706 Republic of Korea	+82-2-389-6483	+82-2-358-2961	mslee416@ne.go.kr
Russia	Mr. Mikhail Semenov	Junior Scientific Worker	Limnological Institute RAS/SB, Ulan-Batorskaya 3, Irkutsk 664033	+7-3952-460309	+7-3952-466933	smu@mail.ru/ semenov@irigs.irk.ru
Thailand	Dr. Jesada Luangjamee	Technical Forest Official Level 8, Royal Forest Department, Forest Research Office	Division of Silvicultural Research, Sub-Division of Forest Ecological Research, 61 Phaholyothin Road, Bangkok 10900 Thailand	+66-2-940-6586	+66-2-579-9576/ 561-4809	jesada@mozart.inet.co.th
Thailand	Dr. Pichit Pongsakul	Soil Scientist, Soil Science Division, Department of Agriculture	Phaholyothin Road, Chatuchak, Bangkok 10900 Thailand	+662-579-7511 ext.19	+662-940-5942/ 579-6511	pich@doa.go.th
Viet Nam	Mr. Le Quang Hai	Vice-Head Division of Water Environment Research, WAERC	The Hydrometeorological Service (HMS), 4 Dang Thai Than Street, Ha Noi, Viet Nam	+84-4-834-3506/4469	+84-4-8355-993	vvuan@netnam.org.vn
UN/ECE ICP Forests (Resource Person)	Prof. Eric Van Ranst	Professor and Director, Laboratory of Soil Science, University of Ghent	Krijgslaan 281 (S8), B-9000 Ghent, Belgium	+32-9-264-46-26/38	+32-9-264-49-97/91	eric.vanranst@rug.ac.be

○特に熱帯地域における、集中的研究の必要性：温帯地域における酸性沈着とその影響メカニズムについては比較的良好に知られているが、熱帯地域における研究は少ない。これらの分野について、特に熱帯地域において、集中的研究活動が企画されるべきである。そのような活動には、以下のような事項が含まれる。

- ・植物の感受性
- ・酸性沈着に関連した微生物学的過程
- ・陸域生態系における物質挙動

○専門家の国際ネットワーク：東アジアにおける土壌および植生への酸性沈着の影響に関するモニタリングは、比較的新しいため、EANET 参加国内での情報および経験の交換が特に重要である。そのような交流を進めるために、EANET に関わっている土壌および植生分野の専門家のネットワーキングが不可欠である。このワークショップで特定された専門家から始まるネットワークを出来るだけ早期に確立するよう努力されるべきである。インターネットのような最新の情報通信技術の最大限の活用が今後促進されるべきである。

上記のワークショップサマリーの勧告は、その後の EANET 活動に大きな影響を与え、技術マニュアルの改訂、土壌・植生タスクフォースの設立、土壌・植生専門家ネットワークの構築などの成果を得た。いずれも、ワークショップの半年後にジャカルタで開催された EANET 第 2 回暫定科学諮問グループ会合において、採択・勧告され、直後に開催された EANET 政府間会合で承認された。上記のうち、特に土壌・植生専門家ネットワークは、本サブ課題において推進した研究者ネットワークの動きと連動し、EANET として正式に制度化したものであり、本サブ課題の大きな成果といえる。

## (2) 乾性沈着に関する共同研究のための予備調査

### ①タイにおける現地調査

#### ア. タイ研究者との会議(写真 1 および 2)

EANET のタイ国フォーカルポイントである環境管理局 (Pollution Control Department : バンコク市内) において、日本及びタイの研究者らによるフィールド選定に関する会議を行った。

本会議において、熱収支ポーエン比法によるフラックス測定が行えるフィールド選定の条件として以下の項目が挙げられた。

- ・全ての風上方向に 500m 程度植生が均一であること
- ・樹高が高すぎず(10m 程度)均一であること
- ・鉛直方向の濃度勾配が測れること(高濃度汚染地域であること)

検討の結果、これらの条件を満たす可能性がある候補として、バンコク市内の果樹植林地帯 (Samut Prakarn - Bang Kachao area) と メモ発電所地域のチーク植林地帯 (Mae Moh area) の二つが選ばれた。

#### イ. 調査フィールド選定のための視察

○バンコク市内の果樹植林地帯(写真 3)：この地域は高濃度汚染地域であり、鉛直方向の濃度勾配を精度良く測れることが期待されるが、樹種および樹高が揃っておらず、不均一な森林であるため、汚染物質の乱流拡散への影響が懸念され、フラックス測定は困難であると判断された。

○メモ発電所地域のチーク植林地帯 (Mae Ta Forest Plantation of Forest Industrial Organization, FIO) (写真 4)：この地域は、高濃度汚染地域であり、10m 程度のチーク植林で、樹高も揃っており、均一であった。また、電源の確保も可能であり、フラックス測定を行うのに適したフィールドであると判断された。

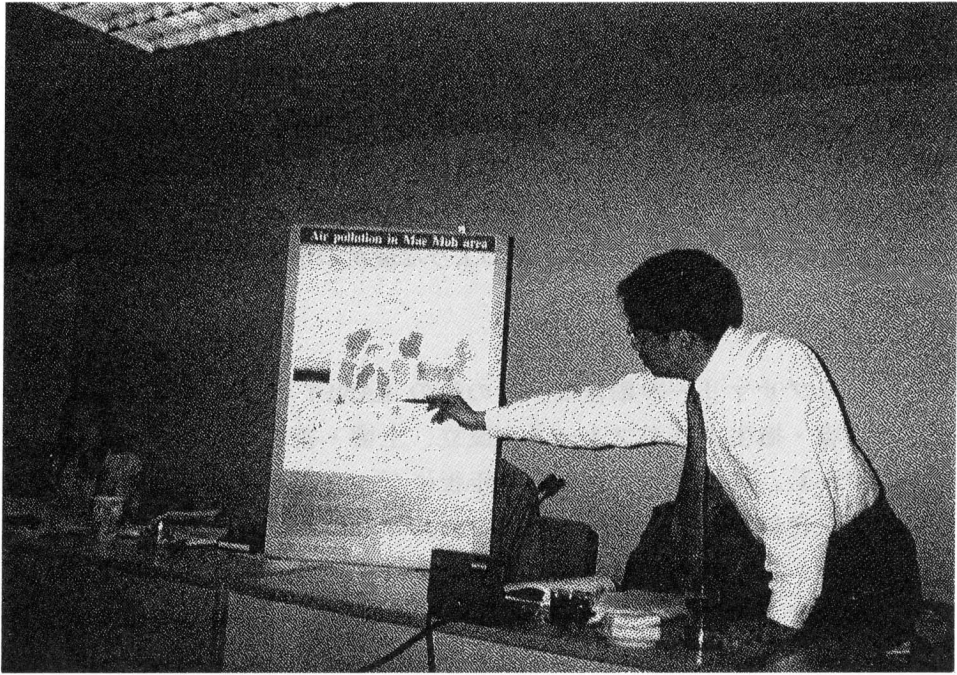


写真1. 日本およびタイの研究者らによるフィールド選定会議 (1)

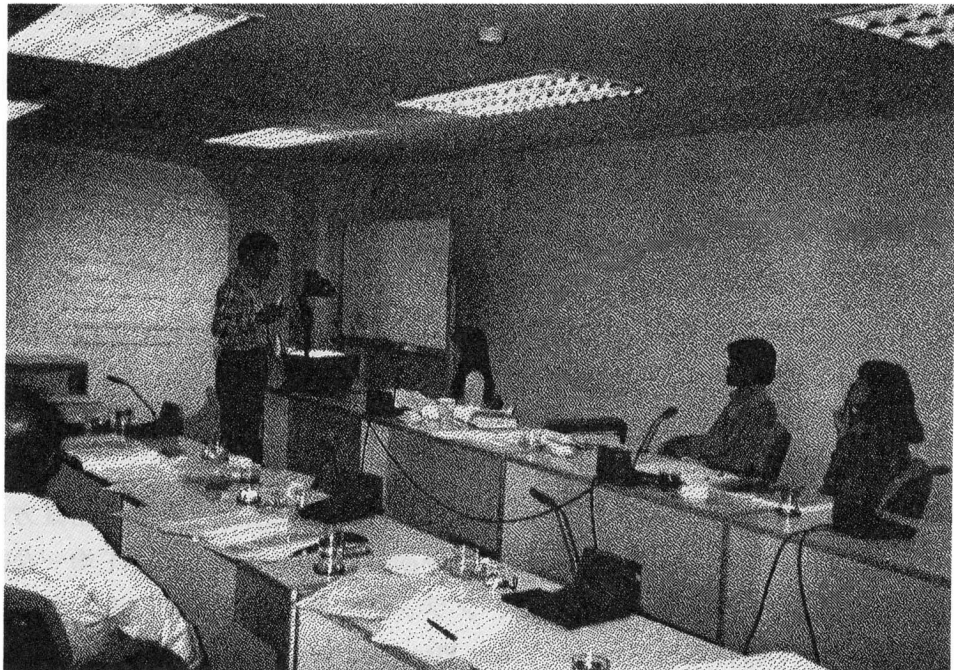


写真2. 日本およびタイの研究者らによるフィールド選定会議 (2)



写真3. バンコク市内の果樹植林地帯 (Samut Prakarn - Bang Kachao area)



写真4. メモ発電所地域のチーク植林地帯 (Mae Moh area)

## ②現地調査結果の検討

### ア. 調査計画について

タイにおける乾性沈着フラックス測定を行うことに関して、その測定手法に関する検討を行った結果、熱収支ボーエン比法が最も適したフラックス測定手法であると判断された。その理由として、雨季と乾季に分かれているタイの気候においては、定常的な降水を必要とする林内雨・樹幹流法は不向きであり、微気象測定に基づいた熱収支ボーエン比法や渦相関法等の手法が適していること、また、その中でも熱収支ボーエン比法によるフラックス測定は、国内数カ所(大芝高原等)において既に実用化されていることが挙げられる。

### イ. 調査フィールドの選定について

タイのメモ地域は、単一発生源周辺という特殊な条件であるが、フラックス測定を精度よく行えるサイトである可能性が極めて高く、沈着面であるチーク林は、東南アジアでの代表的な植生と考えられ、目的に適したフィールドであるという結論に達した。同時に、非汚染地域によるフラックス測定を可能にするため、ガス濃度自動計測器の感度向上やフラックス測定新手法(渦相関法等)の開発の重要性が指摘された。

## (3) 東アジア諸国における陸域生態系に関わる研究状況の調査

各国における調査研究の現状と展望は以下の通りである。表2には、今後共同研究を進めていく上で、コンタクトを取るのに適した研究者をリストアップした。

### ①マレーシア(写真5)

マレーシアにおける酸性雨分野の調査・研究は、気象庁(MMS)を中心に実施されているが、生態影響に関する分野は、プトラマレーシア大学(UPM)副学長であるアワン(Awang)教授が中核を担っている。UPMのアワン教授の研究チームは、大気汚染物質や酸性雨に対する植物感受性についても基礎研究を進めつつあり、比較的この分野の研究が進んでいる。UPMでは、アワン教授のチームを含め2つの研究プロジェクトが実施されている。

アワン教授のチームでは、現在アブドゥラ(Abdullah)講師が中心となり、Pasoh(パソ:クアラランプールから約100km南東)演習林において、土壌有機物について日本の研究者と研究を進めている。日本側のカウンターパートは、萩原博士(大阪大学)、古川博士(奈良女子大学、元国立環境研究所(NIES))、奥田博士(NIES)らである。主に有機物分解と土壌呼吸に着目し、各層位での発生ガス、微生物活性などを測定している。また、パソでは、つくばの森林総合研究所のグループ(松本博士、谷博士)が入り、高さ52mのタワー(Canopy tower)を立て、気象要素などを測定している。これらの研究には、マレーシア側からは、Forest Research Institute of Malaysia (FRIM)も加わっている。アブドゥラ講師からは、基礎データの集積があるパソ地区を、酸性雨の生態影響に関するアジア地域におけるレファレンス・サイトとして確立したいとの考えが示された。また、このチームでは、UPM大学構内に25種類の熱帯樹種の苗木を合計3000本植栽し、そのうち、*Shorea macroptera*、*S. pauciflora*など5樹種について、1997年より異なるpHの人工酸性雨に暴露し、生長量、光合成量、気孔抵抗、蒸散量などを測定しており、この研究は新校舎建設の完成が始まるまで、あと数年は続けられる予定である。

さらに、Tanah Rata(タナラタ)地区では、流域解析に関する研究が環境科学部カミール助教授(専門:水質分析)によって進められており、水質に与える流域の土地利用や酸性雨の影響について、



表 2. 訪問各国のコンタクトパーソン一覧

Dr. Ahmad Makmom Bin Abdullah	Department of Environmental Sciences, Universiti Putra Malaysia 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia Tel: +60-3-8948-6101 ext. 3731 E-mail: <a href="mailto:amakmom@fsas.upm.edu.my">amakmom@fsas.upm.edu.my</a>
Dr. Mohd Kamil Yusoff	Associate Professor, Department of Environmental Sciences, Universiti Putra Malaysia 43400 UPM Serdang, Selangor, Malaysia Tel: +60-3-8945-7077 Fax: +60-3-8943-8109 E-mail: <a href="mailto:mkamil@fsas.upm.edu.my">mkamil@fsas.upm.edu.my</a>
Dr. Pojanie Khummongkol	Associate Professor, Environmental Technology Division, School of Energy and Materials, King Mongkut's University of Technology, Thonburi Bangmod, Tungkrui, Bangkok 10140, Thailand Tel: +66-2-470-8651 Fax: +66-2-470-8660 E-mail: <a href="mailto:ipojgkol@cc.kmit.ac.th">ipojgkol@cc.kmit.ac.th</a>
Dr. Wilfredo M. Carandang	Associate Professor, Institute of Renewable Natural Resources, College of Forestry and Natural Resources, University of the Philippines Los Banos College, Laguna, 4031 Philippines Tel: +63-49-536-2599 Fax: +63-49-536-3206 E-mail: <a href="mailto:wmc@mudspring.uplb.edu.ph">wmc@mudspring.uplb.edu.ph</a>
Mr. Apolonio M. Ocampo	University Researcher II, Institute of Plant Breeding, College of Agriculture, University of the Philippines Los Banos College, Laguna, 4031 Philippines Tel: +63-49-536-2697 Fax: +63-49-536-3438
Dr. Vu Van Tuan	Deputy Director, Institute of Meteorology and Hydrology (IMH) No.4, Dang Thai Than Street, Hanoi, Viet Nam Tel: +84-4-8344469 Fax: +84-4-8355993 E-mail: <a href="mailto:vvtuan@netnam.org.vn">vvtuan@netnam.org.vn</a>

科学技術環境省 (MOSTE) のプロジェクトとして実施されている。また、カミール助教授のチームもやはりパソで、国際共同研究を実施しており、昨年末までは CIFOR (インドネシアのボゴールにある国際研究機関) の小林繁男博士 (現森林総研) と共同研究を実施していた。ここでは、植生の周辺環境に与える影響について研究を進めており、3種の樹木を植栽し、その生育、土壌の理化学特性、水質などについて調査している。カミール助教授によるこれらのプロジェクトは、アワン教授のチームとは別に進められている

現地の研究者は、今後同地域において酸性雨に関する総合的な解析も進めたいとの意向を持っており、本研究プロジェクトで検討している生態系衰退の定量化のような試みには、関心が大きい。今後どのスキームを用いて展開していくのか注目されることである。

マレーシアでは、さらに Sungei Lalang 地域において、2002 年から集水域解析のための研究を開始する予定との情報もあり、今後東南アジアにおける本分野での中心となることが予測される。



写真5. プトラマレーシア大学 (UPM) での議論



写真6. ハノイ郊外のリム天然林 (*Erythrophloeum fordii* Oliver)

## ②タイ

タイにおける酸性雨分野の調査・研究は、公害規制局(PCD)を中心に実施されており、特に亜熱帯地域における森林への乾性沈着に関する研究に力を入れている。EANET で進めている乾性沈着モニタリングのリファレンスサイトの一つが、ランパンのメチャン地域(タイ北部)のチーク林に設定され、キングモンクット大学、森林局(RFD)とも協力しながら、PCD と酸性雨研究センターの共同で乾性沈着速度の研究を実施している。フラックス測定手法は熱収支ボーエン比法を用いることにしており、観測鉄塔も建設された。この地域は、平成 11 年度の本サブ課題による予備検討の結果、選定されたものであり、その後も順調に研究が進みつつある。

## ③フィリピン

フィリピンにおける酸性雨分野の調査・研究は、主には環境管理局(EMB)を中心に展開されているが、土壌・植生分野においてはフィリピン大学ロスバノス校(UPLB)が中核を担っている。UPLB 森林資源学部は、国際農林水産研究センター(JIRCAS)との共同研究により熱帯林に関する生態学的研究の蓄積が多く、近年では独自に継続的調査を実施している。今後、酸性雨を含めた研究テーマの展開が期待される。UPLB 構内のマッキリン山の演習林には、JIRCAS の研究者が設定した 4ha の永久モニタリングプロットがある。プロット内の樹木の種名・サイズ・位置などの情報が集積されており、今後さらに酸性雨も含めた調査を実施する地域として期待される。

## ④ベトナム(写真6)

ベトナムにおける酸性雨関連の調査・研究は、気象水文研究所(IMH)を中心に、一部ハノイ大学土壌学科も加わりながら、実施されている。水文関係の研究機関であるため、ダムなども含めた大規模集水域での物質循環などへの関心は高いが、陸域生態系、特に土壌や植生分野に関する経験は少ない。今後、ハノイ大学、森林研究所、土壌学研究所などの研究者のより積極的取り組みが期待されている。

ハノイが位置する北部には、まとまった林分、特に天然林はほとんどなく、生態系影響に関する調査・研究を進める上で、調査地域の設定という意味でも困難がある。天然林は、南部あるいは中部に多く、特に国立公園に指定されている Ta Lai 地区は、陸水等も併せて調査することが可能であり、集水域研究等を実施していく上でも、有効な地域であると考えられた。しかしながら、現在、北部が中心となり酸性雨問題に取り組んでいるため、今後陸域生態系研究の実施においては、南部における当該分野の研究者の特定化を含めて考えていく必要がある。

### (4) 東アジアにおける新たな研究課題の特定化

上記(1)のワークショップにおいて、今後東アジアで進めるべき研究課題として、以下の3課題が特記された。

- ・植物の感受性
- ・酸性沈着に関連した微生物学的過程
- ・陸域生態系における物質挙動

これらは、特に熱帯地域において集中研究が必要な課題として挙げられているが、東アジア全体として考えた場合も研究例は少なく、東アジア共通の課題として捉えることが出来る。

東アジアにおける酸性・酸化性物質の問題においては、いわゆる酸性雨のような広域大気汚染だけでなく、各国都市域・工業地域における地域的な高濃度大気汚染についても、考慮していく必要がある。今後長期的な広域酸性化問題を扱っていく上では、土壌酸性化のプロセス等と大きく関わる土壌微生物活性や生態系内での物質挙動も重要な課題ではあるが、まず当面の課題として、酸性・酸化性物質の植生への直接影響について基礎データを整備する必要があると考えられた。よって、今後、東アジアで展開していく新たな研究課題としては、酸性・酸化性物質に対する植物感受性に関する検討が第一候補と考えられた。これに関し、以下のような検討を行った。

#### ①モンゴルにおける予備的研究の推進

植物感受性の検討については、東南アジア(熱帯・亜熱帯地域)および北東アジア(乾燥・半乾燥地域)での展開が期待されている。しかしながら、これまでの本サブ課題の検討によると、東南アジアで最もこの分野での検討が進んでいるマレーシアについては、現時点ではむしろパソ地域における生態系内での物質循環に関する関心が高く、JICAの共同研究スキームへの申請も検討している。そこで、本サブ課題としては、当面、北東アジアの半乾燥地域を対象を絞り、具体的な検討を行った。その結果、モンゴルにおいては、首都ウランバートルにおける火力発電所による大気汚染と、その森林影響の可能性も示唆されており、特にこの問題に関する関心が高く、共同研究の必要性も高いことが明らかとなった。国立環境研究所と酸性雨研究センターでは、今後の本格的研究を見据えて、平成13年度において、「モンゴルにおける酸性・酸化性物質に対する植物感受性に関する予備的研究」を、現地調査も含め、地球環境研究総合推進費の課題検討調査研究(FS課題)として実施した。

#### ②フィリピン大学との共同研究の準備

東南アジアにおける植物感受性に関する研究は、すでに述べたように、マレーシアなどで比較的進んでいると考えられたが、現時点ではカウンターパートを特定することは出来なかった。その一方で、研究者ネットワークの推進により、フィリピン大学ロスバノス校(UPLB)森林科学部が、熱帯樹種についての十分な知見と活用可能な演習林を有しており、今後共同研究を進める上で、適当なカウンターパートであることが確認された。

共同研究の可能性について現地研究者と議論したところ、以下の基本条件が揃っていることが明らかとなった。

- ・演習林には代表的な熱帯樹種が揃っていること
- ・各樹種の生育に関する基礎データが整備されていること
- ・暴露実験等に必要種子を採集可能であること

また、植物感受性に関する研究を進める上で重要となる都市周辺での現地調査についても、メトロマニラ周辺に植林されたマホガニーを対象樹種とすることが出来る可能性が示唆された。なお、マホガニーについては、都市化に伴う水分環境の変化と生理活性に関する予備的研究も行われている。当面の課題としては、現地で化学分析を実施する場合、機器が十分でないことから、他学部から機器を借用する可能性なども含め、予算面での検討が必要である。

UPLBとの共同研究については、今後しかるべき予算を獲得した上で、本格的に推進することが望まれる。

### ③ベトナムにおける森林影響に関するワークショップの開催の推進

研究者ネットワークで特定化された研究者との議論を通じて、東アジアにおける森林影響の評価手法の検討・開発の必要性が指摘されてきた。この点について関連機関と議論を進めてきた結果、EANETと欧州の森林ネットワークであるICP Forests（大気汚染による森林影響評価及び監視に関する国際協力計画）が共同国際ワークショップをベトナムで開催し、東アジアにおける森林影響のモニタリングおよび評価手法について検討を進めることとなった。ワークショップは、2002年12月にハノイで開催される予定である。ベトナムにおいては、これまで研究事例が少なく、モニタリング活動も十分ではなかったが、このワークショップを機会に、陸域生態系影響に関する議論がさらに高まることが期待される。

## 5. 本研究により得られた成果

(1) 東アジア地域における陸域生態系衰退に関する研究者のネットワークが構築され、当該分野に関して、共同研究の可能性等を含め、議論を進める基盤が確立された。また、本サブ課題での動きと連動して、東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)でも当該分野の専門家のネットワークの重要性が認識され、EANETとしても土壌・植生分野の専門家ネットワークを正式に設置した。

(2) 陸域生態系衰退に関する具体的研究を進めるため、タイにおいて乾性沈着研究のための予備調査を実施し、研究方法、研究フィールドを特定した。ここで特定された研究フィールドでは、その後、タイ国公害規制局(PCD)と酸性雨研究センターとの共同研究が継続実施されている。

(3) 東南アジア4カ国(マレーシア、タイ、フィリピン、ベトナム)における陸域生態系衰退に関する研究状況が明らかとなった。

(4) 東アジアにおいて今後研究を進める課題として、植物の感受性に関する研究を特定化した。モンゴルにおける予備的研究の推進、フィリピンにおける共同研究の可能性検討を通して、今後の本格的共同研究のための基礎情報が得られた。

### [国際共同研究等の状況]

本研究は「東アジア酸性雨モニタリングネットワーク(EANET)」の活動に、研究的側面から協力しつつ、連携して推進された。

本プロジェクトによって課題が特定されたモンゴルにおける植物感受性に関する研究は、モンゴル環境中央監視研究所との国際共同研究として、平成13年度地球環境研究総合推進費課題検討調査研究(FS課題)において実施された。また、フィリピン大学ロスバノス校森林科学部とは、熱帯地域における植物感受性に関する国際共同研究の可能性について議論しており、今後、具体的な計画案を作成し、しかるべき予算を獲得し、実施していく予定である。

### [研究成果の発表状況]

(1) 誌上発表(学術雑誌)

- ① Emberson L.D., Ashmore M.R., Murray F., Kuylenstierna J.C.I., Percy K.E., Izuta T., Zheng Y., Shimizu H., Sheu B.H., Lui C.P. et al.: Water, Air, and Soil Pollution 130 : 107-118 (2001) "Impacts of air pollutants on vegetation in developing countries"

② Tsunehiko Otoshi, Norio Fukuzaki, Hu Li, Hiroshi Hoshino, Hiroyuki Sase, Masashi Saito and Katsunori Suzuki: Water, Air, and Soil Pollution 130, 1613-1618 (2001) "Quality control and its constraints during the preparatory-phase activities of the acid deposition monitoring network in East Asia (EANET)"

(2) 口頭発表

① Kazuhide Matsuda: Workshop on the Transport of Air Pollution in Asia, Laxenburg, Austria (2000) "EANET and relevant activities in East Asia"

② Emberson L.D., Ashmore M.R., Murray F., Kuylenstierna J.C.I., Percy K.E., Izuta T., Zheng Y., Shimizu H., Sheu B.H., Lui C.P. et al.: ACID RAIN 2000, the 6th International Conference on Acidic Deposition (2000) "Impacts of air pollutants on vegetation in developing countries"

③ Tsunehiko Otoshi, Norio Fukuzaki, Hu Li, Hiroshi Hoshino, Hiroyuki Sase, Masashi Saito and Katsunori Suzuki: ACID RAIN 2000, the 6th International Conference on Acidic Deposition (2000) "Quality control and its constraints during the preparatory-phase activities of the acid deposition monitoring network in East Asia (EANET)"

④ Katsunori Suzuki: ACID RAIN 2000, the 6th International Conference on Acidic Deposition (2000) "East Asia's challenge for regional cooperation on acid deposition problem role of science for policy development"

(3) 出願特許

なし

(4) 受賞等

なし

(5) 一般への公表・報道等

なし

(6) その他成果の普及、政策的な寄与・貢献について

本プロジェクトで推進してきた研究者ネットワークがきっかけとなり、東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET) 第2回暫定科学諮問グループ (ISAG) 会合 (2000年3月ジャカルタ) において、ISAGの下に各国の土壌・植生専門家のネットワークを設置することが決定された。これにより、EANETにおける土壌・植生モニタリングに関する専門家間の情報交換機能が大幅に向上した。