ISSN 0917-0802

地球環境研究センターニュース

国立環境研究所 地球環境研究センター

Center for Global Environmental Research

Vol. 26 No. 1

2015年（平成27年）4月号（通巻第293号）

【タワウ（マレーシア・ボルネオ島）での CO_2 ゾンデ放球（11 ページ参照）】

Contents

●これからの酸性雨調査の話をしよう
ー全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会事務局を務めてー 2

●東日本大震災に伴うフロン等の大量排出 5

●生物多様性・生態系保全とTrans-disciplinary 8

●はじめての CO_2 ゾンデ観測 in ボルネオ島 11

●観測現場発季節のたより（6）
〇真冬の北海道で雨が降る 14

●地球環境研究センター出版物等の紹介 16

●アクセスランキング（2014 年 10 月～ 2015 年 3 月） 18

これからの酸性雨調査の話をしよう
－全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会事務局を務めて－

青森県環境保健センター　　松倉 祐介

1. 地方自治体の環境研究機関による全国調査

地方自治体の環境研究機関（地方独立行政法人及び財団を含む。以下「地環研」とする）で組織する全国環境研協議会（以下「全環研」とする）には、その活動内容に応じて、広報部会、企画部会、酸性雨広域大気汚染調査研究部会、環境生物部会及び精度管理部会の全 5 部会が設置されています。

その中の酸性雨広域大気汚染調査研究部会は、部会名称のとおり、全環研による酸性雨・広域大気汚染に関する調査研究を主な活動としています。部会組織は、全環研の 5 支部（北海道・東北支部、関東・甲信・静支部、東海・近畿・北陸支部、中国・四国支部、九州支部）で選任された支部委員、地環研に所属する研究職員の有志である委員及び酸性雨調査について国内の最前線で活躍する有識者により構成されています。

支部委員及び委員は、部会活動の中心である酸性雨全国調査の方針検討や、調査結果の収集・解析及び外部への研究成果の公表を担当し、有識者からは、部会活動に対して専門的な御助言をいただいています。

当部会の主な活動である酸性雨全国調査は、全国の地環研に参加を呼び掛け、平成 3 年度から全国統一手法（調査内容を随時改定）により 20 年以上の長きにわたり継続実施しています。

当部会ではこれまでに、湿性沈着（降水成分）及び乾性沈着（大気中ガス・粒子状成分）について得られた全国各地の測定結果から、全国的な濃度分布や季節毎の濃度変動を明らかにしてきました。

2. 今後の酸性雨全国調査について

当部会では、支部委員、委員及び有識者を招聘し酸性雨全国調査等についての議論を行うために毎年度に 2 回会議を開催しています。去る平成 27 年 2 月 2 ～ 3 日､国立環境研究所（茨城県つくば市）において、平成 26 年度第 2 回全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会を開催しました。

本会議では、支部委員、委員、有識者及び部会事務局等の全 30 名が参加し、現在作業が進行している平成 25 年度酸性雨全国調査結果の取りまとめ案の検討、平成 27 年度の部会活動計画等について議事が行われました。特に、今後の酸性雨全国調査については白熱した議論が繰り広げられました。

酸性雨全国調査は調査目的・調査手法に応じて調査期間を区分けしており、現在の第 5 次酸性雨全国調査は平成 21 年度から開始され、平成 26 年度で調査期間が 6 年目を迎えました。これまでに集積された測定結果及び解析結果から、第 5 次酸性雨全国調査に関する目的の達成状況について議論し、新たな調査内容や調査手法の改定案について活発に意見交換がなされました。具体的な内容は今後更に検討することになりますが、数年のうちに第 6 次酸性雨全国調査として新たな調査を開始する見込みです。

3. 部会事務局としての経験

部会活動全般についての事務を担当するために、全環研の 5 支部が 2 年毎に持ち回りで部会事務局を担当することとなっています。平成 25 年度から平成 26 年度までは、北海道・東北支部に所属する青森県環境保健センターが部会事務局を務めました。

偶然ですが、平成 25 年度は全環研事務局も本県が担当することとなり、全国の地環研の中でも特に人員が少ない当所としては、通常の調査・研究業務に加えて、全環研に関する多くの実務をこなさなければならず、多忙を極めた 1 年となりました。

部会事務局を引き継いだ当初は、部会事務局は部会活動全般を先導し、会議においては議事の取りまとめを行う立場にあるものと考えていました。当部会の組織体制は、人事異動等がなければ基本的に再任される委員及び有識者が多い中で、部会事務局が持ち回りで 2 年毎に交代します。そのため、酸性雨調査に精通している自治体の職員が事務局を担当する場合を除いて、部会運営のために酸性雨調査について一から勉強するところから始めることとなり、私も委員の方々からたくさんの御指導をいただきました。

特に、会議においては、委員・有識者による専門的な議事が行われるため、初めのうちは、酸性雨調査に関する専門用語の意味がわからず、議事内容を十分に理解できていませんでした。

部会事務局が遂行すべき業務は、酸性雨全国調査・精度管理調査の実施、全環研広報部会が編集・出版を担当している全国環境研会誌への酸性雨全国調査報告書の投稿、毎年 2 回の会議開催等があり、部会事務局は 1 年間のスケジュール管理を行いながら部会活動を運営してきました。

特に、酸性雨全国調査や、環境省及び一般財団法人 日本環境衛生センター アジア大気汚染研究センターの御協力により全環研会員機関を対象に実施する酸性雨精度管理調査については、調査参加機関と随時連絡調整を行う必要があります。事務局は調査内容・調査スケジュールを十分に把握しておかなければならず、事務局を 2 年間務めることで、調査に関する技術的内容を勉強できただけでなく、事務処理経験を積む契機となりました。

また、環境省、国立環境研究所、一般財団法人 日本環境衛生センター アジア大気汚染研究センター、全国の地環研の皆様と共に仕事を行うことができ、大変貴重な経験をさせていただき、私にとってのかけがえのない財産となりました。

なお、平成 27 年度からの 2 年間は、九州支部に所属する熊本市環境総合センターが部会事務局を引き継ぐこととなります。

4. おわりに

最近の大気環境問題としては、大気中微小粒子状物質（$PM_{2.5}$）による大気汚染に非常に多くの関心が集まっています。

環境省が示す $PM_{2.5}$ 成分測定マニュアルにおける「ガス成分の測定方法（暫定法）」ではフィルターパック法が挙げられています。当部会の酸性雨全国調査では、平成 11 年度からフィルターパック法による乾性沈着（大気中ガス・粒子状成分）の測定を継続実施しているため、当部会の調査活動が、$PM_{2.5}$ 現象解明の一助となる可能性があるのではと考えています。

昨今は各地方自治体における行財政状況が厳しくなり、地環研の研究職員数の減少が進行する現状においても、酸性雨全国調査の参加機関・調査地点数は特段減少することはなく、横ばいの状態が続いています。全国の地環研の御協力により 20 年以上の長きにわたりモニタリングが継続できており、大変価値のある調査となっています。

また、当部会は全環研内の 5 部会の中でも、おそらく最も調査研究の色合いが強く、委員・有識者が精力的に部会活動に取り組み、酸性雨・広域

写真 1　会議では白熱した議論が繰り広げられました

写真 2　青森県環境保健センター（左三人）から熊本市環境総合センター（右三人）へ部会事務局の交代

大気汚染調査に対しての熱意が溢れていると思います。

歴代の委員・有識者、そして酸性雨全国調査に御協力いただいた地環研の酸性雨調査担当者各位による努力の積み重ねにより、当部会は、これまでに多くの研究成果を世に公表してきました（http://db.cger.nies.go.jp/dataset/acidrain）。

今後も、熱意溢れる委員・有識者の先導の下、全国的な調査を長期間継続していくことで、現在顕在化している大気汚染環境問題、また、新たな大気汚染環境問題に対して、様々なアプローチをしていけるものと考えています。全国の地環研及び関係各所におかれましては、当部会活動の推進について今後とも格別の御理解・御協力をいただけますと幸甚です。

■□■□■　関 連 記 事　■□■

口全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会に関する過去の記事は以下からご覧いただけます。

○山神真紀子「全環研・酸性雨広域大気汚染調査研究部会　平成 21 年度第 2 回会議報告」2010 年 4 月号
○村野健太郎「酸性雨問題の現状と全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会の活動」2011 年 4 月号
○野口泉「全国環境研協議会・酸性雨広域大気汚染調査研究部会」2012 年 6 月号
○岩崎綾「南の島、絶景ポイントで酸性雨調査 ～全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会に参加して～」2013 年 4 月号
○遠藤朋美「雪にも負けず、酸性雨調査 ―全国環境研協議会酸性雨広域大気汚染調査研究部会に参加して―」2014 年 5 月号

東日本大震災に伴うフロン等の大量排出

環境計測研究センター動態化学研究室　主任研究員　　斉藤 拓也

1. 背景

フロン等に代表されるハロカーボン類は、エアコンや冷蔵庫の冷媒、あるいは断熱材の発泡剤などとして、私たちの身の回りで広く使用されてきました。このうち、クロロフルオロカーボン（CFC）類とハイドロクロロフルオロカーボン（HCFC）類は、成層圏オゾン破壊物質としてモントリオール議定書（1987 年採択）によってその生産や消費が規制されています。国内では、1988 年に制定されたオゾン層保護法によって CFC 類の生産が 1996 年に禁止され、HCFC 類の生産も段階的に削減されていますが、これらが残存する製品もまだ多く使用されています。近年は、これらの代替物質としてのハイドロフルオロカーボン（HFC）類の使用が急速に増えています。しかし、HFC 類にはオゾン層を破壊する効果はないものの、単位重量あたりで二酸化炭素の数百倍から数千倍以上という高い温室効果を持つため、その他の温室効果気体（六フッ化硫黄（SF_6）等）と共に京都議定書によってその排出が規制されています。なお、CFC 類と HCFC 類も強力な温室効果気体ですが、既にオゾン層破壊物質として規制されているため、京都議定書では規制対象とされていません。

2011 年 3 月 11 日に発生した東日本大震災と津波は、東北地方を中心に甚大な被害をもたらしました。震災では多くの建物が倒壊したため、建物の製品中に含まれていたハロカーボン類が大気へ漏出した可能性があります。しかし、これまで震災がハロカーボン類の排出量へ与えた影響については明らかにされてきませんでした。

国立環境研究所を含む国際研究グループは、高頻度の大気観測データを用いて、強力な温室効果気体やオゾン層破壊物質であるハロカーボン類（フロン、代替フロンを含む）の国内からの排出量を推定しました。本研究では、ハロカーボン類の大気観測を実施している国内 3 地点のデータを大気輸送モデル等と組み合わせて解析し、日本国内からのハロカーボン類の排出が震災前後でどのように変化したのかを明らかにしました。

2. ハロカーボン類の大気観測

ハロカーボン類の大気連続観測を実施している国内 3 地点（沖縄県波照間島、北海道落石岬、岩手県綾里）のデータを解析に用いました。このうち、国立環境研究所の波照間島および落石岬モニタリングステーションでは、CFC 類、HCFC 類、HFC 類、SF_6 を含むハロカーボン類の観測を実施しています。綾里では、気象庁によって CFC 類を含むオゾン破壊物質の観測が行われています。本研究では、フロン類 3 種（CFC-11、HCFC-22、HCFC-141b）、代替フロン類 2 種（HFC-134a、HFC-32）、SF_6 の 6 種について解析を行いました（ただし、綾里では CFC-11 のみ）。

3. 結果と考察

大気観測データの解析から、ハロカーボン類の排出パターンが震災後に変化したことを示す以下のような結果が得られました：

①落石岬におけるハロカーボン濃度比の変化

落石岬では東日本の上空を通過した空気塊においてハロカーボン濃度の増加が観測されてきました。そこで、こうした東日本の汚染の影響を受けたと考えられる空気塊を対象に、ハロカーボン類の濃度増加パターンが震災前後でどのように変化したのかを 2009 年から 2012 年までのデータを用いて調べました。その結果、<u>各ハロカーボン類の HFC-134a に対する濃度比は、震災が発生した 2011 年 3 月に最も高くなっていたことがわかりました。</u>一般に、ある地域の汚染の影響を受けた空気塊では、ハロカーボン類の濃度が増加し、2 成分の濃度

増加の比はその地域の汚染パターン（排出量の比）を反映します。このことから、これらハロカーボン類の HFC-134a に対する相対的な排出量が、震災直後に増加したと考えられました。

②綾里におけるフロン CFC-11 の高濃度現象の観測

震災の発生前まで落石岬や綾里では CFC-11 の高濃度現象はほとんど見られませんでした。これは、これらの観測地点の近傍に大きな排出源がないためと考えられます。しかし、これら 2 地点、特に被災地に位置する綾里では、震災による中断を経て観測を再開した 2011 年 5 月から高濃度の CFC-11 が頻繁に観測されるようになりました。そこで綾里で観測された濃度データと風向との関係を調べたところ、CFC-11 の高濃度現象は綾里が西から南東の風を受けた時に観測されたことがわかりました。綾里から見てこれらの方角には、特に大きな被害を受けた太平洋沿岸の被災地が広がっていることから、大量の CFC-11 が被災地などから大気へ排出されたと考えられます。

③ハロカーボン類の排出量推定

ハロカーボン類の排出量が震災前後でどのように変化したのかを明らかにするため、大気観測データと大気輸送モデルを組み合わせて排出量を推定する手法（逆計算法）を用いて、国内排出量の推定をしました（図 1）。その結果、震災後の 1 年間（2011#、2011 年 3 月～ 2012 年 2 月）におけるハロカーボン類の排出量は、例年より 21％から 91% 増加したことがわかりました（増加率は成分によって異なります）。2011# における排出量の増分は、研究対象とした 6 種全体で 6.6 キロトンでした。この量は、オゾン層破壊物質として CFC-11 換算で 1.3 キロトン、温室効果気体として二酸化炭素換算で 19.2 メガトンにそれぞれ相当します。

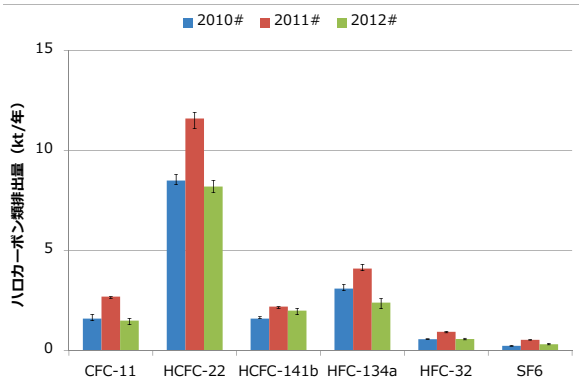


図 1　逆計算法により推定された日本におけるハロカーボン類の年間排出量。2010#、2011#、2012# はそれぞれ、2010 年 3 月～ 2011 年 2 月、2011 年 3 月～ 2012 年 2 月、2012 年 3 月～ 2013 年 2 月の期間を示す。

成分別では、HCFC-22 が震災後の全排出量増分の約半分を占めていました。HCFC-22 は主に冷媒として用いられることから、震災による被害を受けた冷蔵庫やエアコンから大気へ排出されたと考えられます。HCFC-22 の排出量は 2011# に 38% 増加しました。一方、CFC-11 は既に全廃されているにも関わらず、その排出量には 72% もの増加が見られました。これは、かつて発泡剤として使用され、その後長期間にわたって建物等の断熱材中に気泡として閉じ込められていた CFC-11 が、建物の倒壊や震災廃棄物の処理過程における断熱材の破砕に伴って、大気へ排出されたものと考えられます。

4. 主な成果と今後の課題

本研究は、ハロカーボン類の大気への排出量が、東日本大震災後に大幅に増加したことを明らかにしました。また、地震や津波などの自然災害が、ハロカーボン類の大量排出を引き起こしうることが初めて示されました。東日本大震災による排出量の増加は、全球レベルで見ると各ハロカーボン排出量の 4%以下であり、大きくありません。しかし、ハロカーボン類を含む断熱材や冷蔵庫などは世界中で使用されており、自然災害は世界各地で発生しています。更に被災した機器の更新にハロカーボン類（あるいはその他の成分）が使用されることを考えると、自然災害に伴うハロカーボンの累積した排出量は小さくないと考えられます。

本研究では大気観測データに基づいて日本からの排出量を推定しました。一方、日本のハロカーボン類の排出量は、発生源に係る各種統計データ等（例：エアコンの台数、1 台あたりのフロン等の平均漏出量）に基づいて推定され、排出量の目録（排出インベントリー、注 1）として公式にまとめられています。しかしこうした排出インベントリーでは、震災後のハロカーボン類の排出量の増加が示されていませんでした。この原因として、排出イ

ンベントリーでは地震や津波による建物の倒壊に伴う排出を考慮されていないことが考えられます。大気観測に基づく排出量推定は、震災後などのように統計データに基づく推定が困難な場合には特に重要になると考えられます。今後は、大気観測やモデルに起因する排出量推定の不確実性を低減していくと共に、大気観測に基づく排出量推定結果を排出インベントリーの検証や補完に活用する仕組み作りを考えていく必要があります。

5. 謝辞

本研究は、国立環境研究所の地球温暖化研究プログラムの一環として実施されました。また、環境省の地球保全等試験研究費の支援を受けました。

（注 1）化学物質がどれだけ大気へ排出されているかを示す推定値の一覧表。排出インベントリーでは、まず排出源ごとの排出量が、排出係数（例：エアコン 1 台あたりのフロン等の平均漏出量）や統計データ（例：エアコンの台数）に基づいて見積もられ、次にそれらを積み上げることで全体の排出量が推定されます。化学物質の排出量が、排出源の区分、地域、年ごと等にまとめられており、排出量の管理などに利用されています。

本研究をまとめた論文は、2015 年 3 月 12 日付けで、米国地球物理学連合発行の学術誌「Geophysical Research Letters」の先行オンライン版に掲載されるとともに、3 月 26 日付けで米国地球物理学連合から記者発表されました。また、国立環境研究所からも 2015 年 4 月 6 日付で記者発表されました。

発表論文

Saito, T., X. Fang, A. Stohl, Y. Yokouchi, J. Zeng, Y. Fukuyama, and H. Mukai（2015）, Extraordinary halocarbon emissions initiated by the 2011 Tohoku earthquake, Geophys. Res. Lett., 42, doi: 10.1002/2014gl062814.

記者発表

http://news.agu.org/press-release/deadly-japan-quake-and-tsunami-spurred-global-warming-ozone-loss/

http://www.nies.go.jp/whatsnew/2015/20150406/20150406-2.html

生物多様性・生態系保全と Trans-disciplinary

生物・生態系環境研究センター長　　山野 博哉さん

生物多様性を保全するためには地域でも世界全体でも参加型の合意形成が不可欠です。合意にはさまざまなステークホルダー（利害関係者）がかかわってきます。このため、必然的にその議論は trans-disciplinary（分野横断的）にならざるを得ません。

1. サンゴ礁の島の脆弱性

私の研究対象はサンゴ礁と島です。サンゴ礁はサンゴでできた地形の一種です。サンゴ礁の地形はしばしば人間の居住の場になっています。たとえばツバルは国土のすべてがサンゴ礁です。サンゴで形成された低平な島からなる島嶼国はさまざまな影響を受けます。海面上昇によって島が水没してしまったり、もっと深刻な問題としては島のなかにある淡水の地下水が海面上昇により塩水化してしまうことがあります。その背景にあるのは気候変動です。

サンゴ礁の島はサンゴという生き物でできていますから、国土を保全することが生態系の保全に直接つながります。

気候変動のようなグローバルな影響だけではなく、ローカルな影響もうけます。ツバルには 100 年前の地図が存在しています。それを見るとかつて湿地だったところが埋め立てられて滑走路になっています。また、都市化してもともと湿地だったところへ人が住むようになったため、浸水の問題が起きています。この場合、グローバルとローカル、どちらの影響も考えなければなりません。

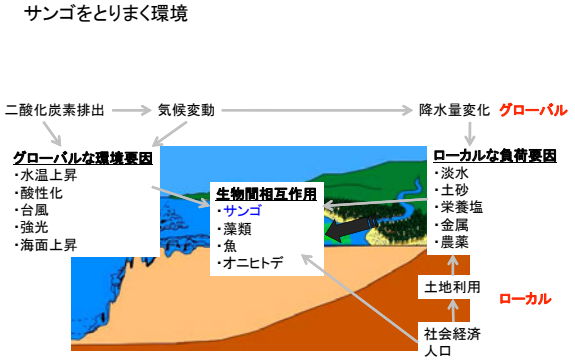


図１　サンゴをとりまく環境

2. 生物多様性情報の重要性

最近生物多様性の分野にかかわるようになりました。生物多様性情報を全球的に集めて多様性保全に役立たせることと、広域的に収集した情報を地域の保全に適用する二つの事例についてご紹介します。

全球スケールの生物多様性情報が蓄積されています。その一つがヨーロッパに本部がある地球規模生物多様性情報機構（GBIF）です。国立環境研究所は地球規模生物多様性情報機構日本ノード（JBIF）の一つのノードになっており、生物・生態系環境研究センターからデータを提供しています。最近 JBIF では生物多様性情報の現状という冊子を出しました。そのなかで私が担当するフォーカスエリア D：理解～証拠に基づく生物多様性のトレンドの予想～では、収集したデータから空間明示モデル（地図）を作成し、現状をまとめています。また、データが集まると時系列で解析ができるようになり、たとえば温暖化して生物の分布が変わったことがわかります。生物どうしの相互作用を考えた解析も行っています。さらに、生物多様性の理解に関する明確な根拠を示したり、将来行うべき調査を最適化したりしています。

近年、生物多様性のツールが発展してきて、限られた生物分布のデータから調査データのない地域の生物分布を推定することが可能になりました。気候や地形の条件を考慮して、ある地域で種のいる／いないという観察情報から、その種が必要とする環境をモデルにより推定し、生息に適し

ている地域を予測することができます。分布情報の可視化も進んでいます。海洋研究開発機構（JAMSTEC）では海洋の生物多様性情報、特に生物地理情報を扱うデータシステムを開発しています。また、市民の方が調査した分布情報も積極的に取り入れていきます。生物多様性センターでは「いきものログ」（http://ikilog.biodic.go.jp/）という生物情報収集・提供システムを公開しています。「いきものログ」では、携帯・スマホ・デジタルカメラで撮影した写真といつどこで確認したか（GPS情報）などの情報を市民から提供してもらっています。

私の活動としては、2008年の国際サンゴ礁年にダイバーやNGO、環境教育に携わる人たちとワークショップを開催し、参加型のデータベース（日本全国みんなでつくるサンゴマップページ　http://www.sangomap.jp）を作成しました。

生物多様性に関しては、上記のような市民が参加する調査との連携により、広く社会とともに生物多様性科学を共同でデザインする、Co-designの可能性がでてきます。

3. 南西諸島生物多様性プロジェクト

広域でデータを収集し、生物の分布情報を重ねると生物多様性として重要な地域がわかってきますから、地元の方々と環境保全を進められます。島全体の環境保全を考えた事例をご紹介します。

世界自然保護基金（WWF）は2006年から南西諸島全体でいろいろな生物の分布情報を重ねて、どの地域の生物多様性がより高く重要かを広域的に評価するプロジェクトを進めていました。私はそのプロジェクトにサンゴに関して協力してきました。同時に私自身はサンゴに悪影響を与える赤土流出問題を取り上げ、2008年から沖縄県衛生環境研究所と共同研究を始めました。情報をまとめた地図ができあがってくると久米島が重要であることがわかりましたので、同島でWWFと共同で農地から赤土の流出を減らすプロジェクトを進めています。さらに、私たちはどれくらいのお金を投入したらどれくらいの対策ができてサンゴや川がどれくらい回復するか、という経済的な評価も含めた制度設計をしたいと思いました。調査流域のある久米島町のいいところは、固有種を含む多様な生物が生息しているだけではなく、周囲38km、人口8616人とコンパクトで行政的にもさまざまな相談をしやすく、プロジェクトをスムースに進めることができることです。島内の一つの流域を選び土砂流出モデルを使い、どこの畑がもっとも土砂を流出させているかを検出し、対策が必要とされる畑に地元の人や町役場とペチパーという植物を植え、グリーンベルトを設置しました。

さらに経済的な評価をするため分野横断的な検討も行っています。サトウキビの作付けは、台風被害のリスク分配のため、冬に刈り取った後、春に植える春植えと、初夏の台風被害を避ける夏植えの2通りのやり方があります。作付けのバリエーション以外に、土砂の流出対策として、裸地にマメ科の植物やひまわりなどを植えて、裸地の状態でなくしたり、刈りとった後のわらを敷き詰めたりします。長期的には作物転換（サトウキビから他の作物へ）などいろいろなオプションがあります。これらのデータをもとに、どれだけのコストをかけて、どの農地にどの対策をとれば、生物多様性は保全されるのかを検討しました。私たち生物グループは生物多様性回復のための赤土等流出削減目標を設定し、モデルのグループはどの農地で対策を進めるかを抽出し、発生源対策オプションを提示しました。社会経済のグループは対策の社会経済的評価を行い、全体として保全・回復目標と対策コストの最適化や対策優先区域の選定を行いました。また、地元の方にアンケートをとり生態系の観光資源としての価値評価をしました。

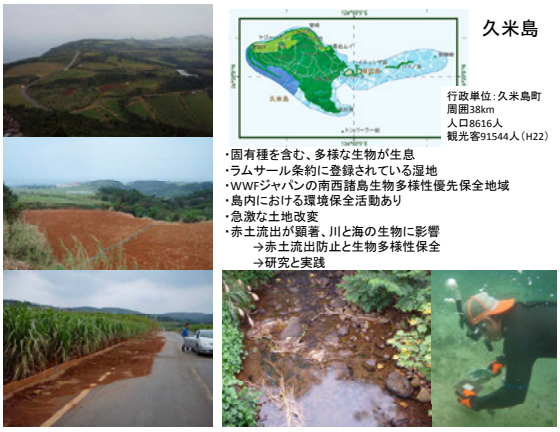


図2　久米島の特徴と島の地図

サンゴ礁の価値を試算し、保全の費用便益分析とインセンティブに基づいて生物多様性と地域経済を考慮し、亜熱帯島嶼環境保全策を実施しました。

生物多様性・生態系分野では、データ収集とモニタリングでさまざまなステークホルダーにかかわっていただく必要があります。データが集積され、広域データ解析を行うと地域特性や優先的に保全する場所がわかります。それから地元の方とともにどういった対策が必要かを検討して計画を立案します。計画を実行した後はまたモニタリングを行います。モニタリングを継続し、順応的に管理していかなければなりません。こういったことがうまくまわると、国立公園のような政府主導のものに加えて、民間が主体となる民間保護地域としての生物多様性保全体制ができます。

講演の後、質疑応答が行われました。一部をご紹介します。

Q：対策の分野で住民がかかわるのは新しい取り組みなのですか。

A：NGO と地域住民とが保全を進めてきたという例はこれまでたくさんありましたが、科学的なデータを基盤として進めた例はあまりありません。一方、最適化を行い、「この地域が大切だ」といった研究論文は非常に多く出されています。しかしこうした研究が地域に実装されているかというとそうでもありません。ご紹介したプロジェクトのように、これだけ研究者と NGO が組んで地域で進めた例はほとんどないのではないかと思います。

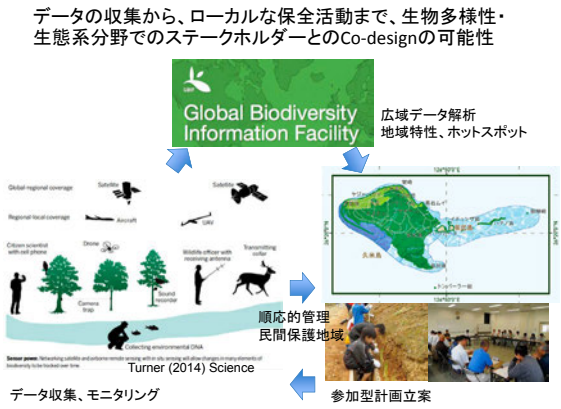


図 3　データの収集からローカルな保全活動までの流れ

Q：重要な生態系はどうやって決めるのでしょう。研究者の見解と市民の考えが違ったとき、どうするのでしょう。

A：研究者がやりたいことを理解してもらう一方的なスタンスに陥らないよう努力し、Co-design になるよう説明します。それでもうまくいかない場合は、ローカルスケールで重要種を決めて相談します。もう一つのアプローチとしては、種のみに着目するのではなく、里山保全のように全体の場として考えてもらえるようにします。こういった多面的なアプローチが必要です。

Q：開発寄りのステークホルダーとのコンフリクト（対立）はあるのでしょうか。

A：当然コンフリクトはあります。私自身は開発を止めろというつもりはありません。研究者の立場としては、トレードオフを説明したうえで、それをベースに保全するか開発するかを決めてもらうべきではないかと思います。ただ、だんだん社会が変わってきています。自然共生社会が低炭素社会、循環型社会と並べられるくらいにようやくなってきました。開発側としても自然共生をまったく配慮せずに進めることは難しくなっています。ですから開発側もよりどころとするようなものを研究者が出していかなければなりません。

＊本稿は 2015 年 2 月 18 日の Trans-disciplinary 研究に関する所内検討会第 7 回勉強会の発表をもとに編集局で作成しました。

はじめての CO_2 ゾンデ観測 in ボルネオ島

地球環境研究センター炭素循環研究室　主任研究員　　寺尾 有希夫

地球環境研究センター炭素循環研究室では、森林減少・劣化を原因とする温室効果ガスの排出を削減し、また森林保全等による温室効果ガスの吸収を増強させる取り組み（REDD+ と呼ばれています）の効果を評価するために、熱帯の森林地域の二酸化炭素（CO_2）吸収量を大気の地上観測から推定する手法の開発を行っています。具体的には、マレーシアの熱帯林を対象に、1）CO_2 濃度測定装置を多点配置して CO_2 濃度の水平分布を観測し、また 2）CO_2 ゾンデを用いて CO_2 濃度の鉛直分布を観測することにより、森林による CO_2 の吸収・排出量の推定を行い、また一方で 3）CO_2 の炭素同位体（^{13}C および ^{14}C）を分析することにより、CO_2 の排出・吸収源について、生物起源の吸収・排出量と人為起源の排出量を分離して捉える、ことを目指しています。

2015 年 1 月に、当研究室の室長でもある向井センター長、藍川主任研究員、野村特別研究員、寺尾、そして、CO_2 ゾンデを開発している明星電気株式会社の技術者（澤田氏と長浜氏）の計 6 名が、ボルネオ島のマレーシア・サバ州のタワウとダナンバレー自然保護区で現地調査を行いました。その目的は、マレーシアで CO_2 ゾンデを上げることと、現地に CO_2 連続観測装置を設置することです。我々はこれまでに、北海道・天塩と沖縄県・西表島において、CO_2 ゾンデ観測を行ってきました。CO_2 ゾンデ観測については、地球環境研究センターのウェブサイトの記事「CGER 探検隊による研究紹介「噂の研究現場」第 1 回 西表島で風船を飛ばすって！？ 森林の二酸化炭素吸収問題（http://www.cger.nies.go.jp/ja/explore/001/）」をご覧ください。CO_2 ゾンデは、明星電気が世界に先駆けて開発した装置ですが、海外で試験を行ったことはありません。今回は、はじめての日本国外での CO_2 ゾンデ観測の様子を紹介します。

現地では調査チームを二手に分けました。野村・藍川組は、タワウに加えダナンバレー自然保護区に滞在し、CO_2 濃度連続測定装置の設置などを行いました。昨年設置したマレー半島のパソ森林保護区とクアラルンプール国際空港、そしてボルネオ島のコタキナバル国際空港（野村渉平「熱帯林地域が吸収している CO_2 量を知るために」地球環

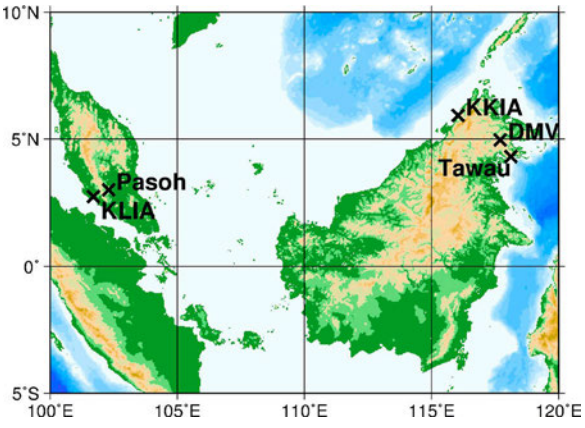


図 1　マレーシアでの調査地点（×印。マップの色は標高を表す）。タワウ、ダナンバレー（DMV）、コタキナバル国際空港（KKIA）、クアラルンプール国際空港（KLIA）、パソ。

写真 1　タワウ国際空港のマレーシア気象局タワウ観測所。通常の地上気象観測、レーダー観測、一日 1 回の気象ゾンデ観測などを行う他、ダナンバレー GAW（WMO Global Atmospheric Watch）観測所のメンテナンスも担当している。

写真 2　タワウでの CO_2 ゾンデ放球。左から 2015 年 1 月 27 日 14 時（小雨が降ってます）、1 月 28 日 7 時（5 時から動いているので眠いです）、1 月 28 日 13 時（この後雷雨になりました）、1 月 29 日 7 時（CO_2 ゾンデがマレーシア国旗とサバ州旗の間を上昇していきました）。

写真 3　雨季の名残で天気が急変します。

境研究センターニュース 2014 年 12 月号をご覧ください）の 3 台と合わせて、マレーシア国内に我々が設置した CO_2 濃度連続測定装置は計 5 台になりました。各地点で順調にデータが得られており、熱帯林による CO_2 の吸収・排出を捉えた貴重な大気 CO_2 濃度観測データが蓄積されつつあります。

一方、向井・寺尾・明星電気組は、タワウ国際空港のマレーシア気象局庁舎（写真 1）において、CO_2 ゾンデ観測を行いました。今回調査を行った 1 月下旬は、雨季の終わりかけにあたります。2 月に入ると春節のお祝い（写真 4）のために国全体が休日モードになるので、その前に調査を行ったのですが、まだ雨季の名残があり、お昼から午後 3 時くらいにかけて、毎日雷雨がやってきました。さっきまで晴れていたのに、あっという間に空が雷雲に覆われます（写真 3）。雲の中は、上昇・下降気流が大きく乱れているので、ゾンデ観測には悪い条件です。また、ゾンデを飛ばす風船は、高品質で割れにくいのですが、雨や雲を通過して濡れてしまうと、上空で凍ってしまい、割れやすくなってしまいます。1 回目の CO_2 ゾンデ観測は、小雨の中の放球になってしまいましたが、無事に予定高度まで観測することができました。翌日は少し様子がわかってきたので、時間を調整して、雷雲のすきまの空が晴れている時に放球できました（写真 2）。

はじめての海外での CO_2 ゾンデ観測でしたが、多少のトラブル * を除けば順調で、朝と昼の計 4 回の観測に成功しました。ゾンデ観測では、通信に使う電波の波長帯が制限されていますし、飛翔物ですので最寄りの航空当局に届け出を行う必要があります。これらの事前、放球直前、事後のゾンデ観測に関するマレーシアでの手続きは、日本と比べ簡便でした。しかし、ゾンデ観測に慣れたマレーシア気象庁職員の方々（写真 5）の協力がなければできませんでした。（* ゾンデに妨害電波のようなものが入った、コンセントをつなぐ際のミスで停電した、現地でヘリウムを購入できないかとガス屋を回ったが契約が難しそう、等々）

タワウ観測所は海沿いに立地しているため、森

林による CO_2 の排出・吸収の影響をあまり受けていないデータを取得することができました。平成 27 年度は、熱帯林のど真ん中のダナンバレーでも CO_2 ゾンデ観測を行い、タワウとダナンバレーの CO_2 鉛直分布の違いから、森林による CO_2 の排出・吸収の影響を考察する計画です。今回のタワウでの CO_2 ゾンデ観測は、次回のダナンバレーでの CO_2 ゾンデ観測へ向けた準備という面もありました。ダナンバレーは山奥にあるため、タワウと比べ設備などに大きな制約があります。アンテナと受信機の位置決め、安定電源の確保、ガス輸送、などなど、今から今年の観測のための準備を進めているところです。

写真 4　タワウの街の海岸沿いにはシーフードレストランが並んでいて、好きな魚を選んで調理してもらえます。このチャイニーズレストランは春節仕様で派手でした

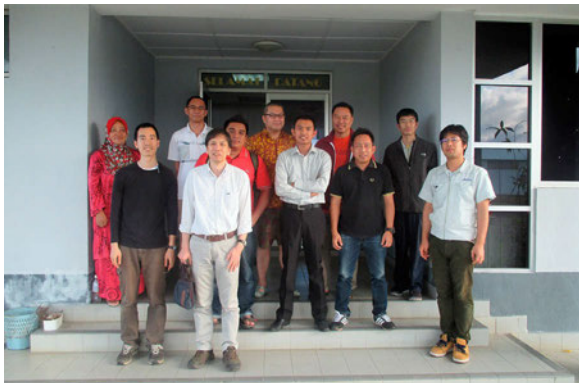


写真 5　協力していただいたタワウ観測所の職員と。我々が 2010 年からダナンバレーで行っている大気サンプリングも、この方々に協力していただいています。

観測現場発季節のたより（6）

真冬の北海道で雨が降る

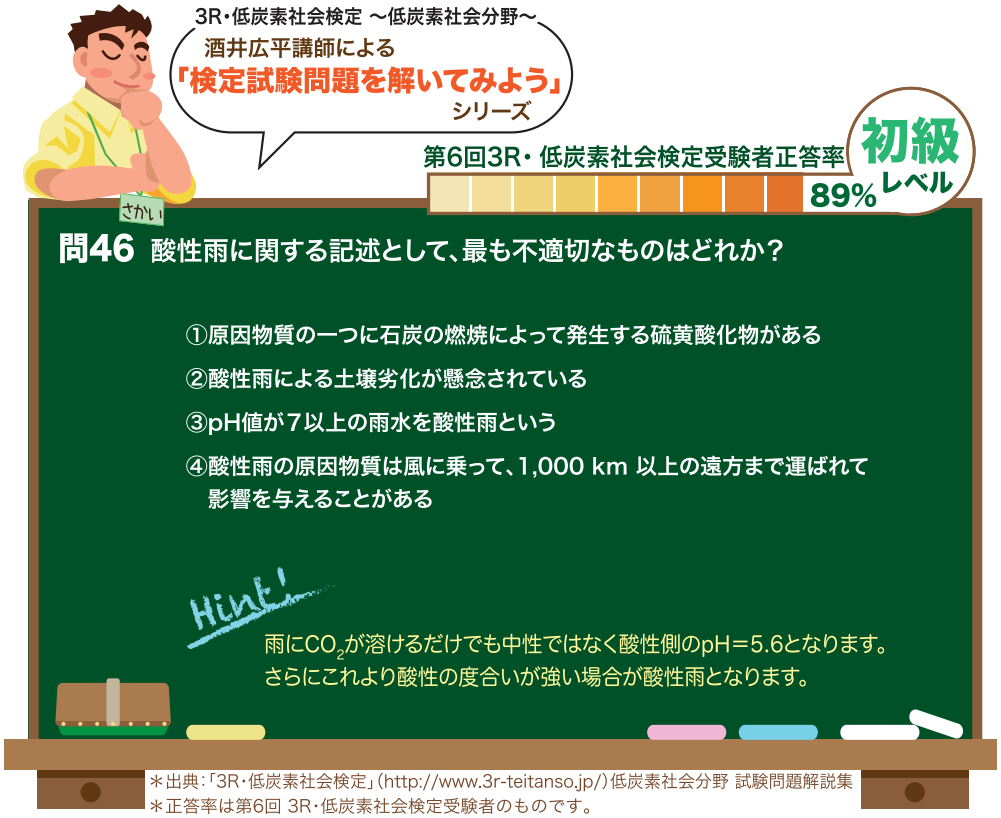
地球環境研究センター陸域モニタリング推進室　研究員　　平田 竜一

地球環境研究センターでは北海道大学との共同研究として、北海道・苫小牧の国有林に 10m のタワーを設置し、森林の二酸化炭素（CO_2）の吸収・放出量の観測を行っています。これまで冬期は電源を止め、観測を中止していたのですが、今年から冬も含めた通年観測を始めました。そのため、冬期においてもタワーに登り、観測機器のメンテナンスを行う必要が出てきました。通常であれば、冬の北海道は雪が降り、タワーの上はとても寒いものです。しかし、今年はいつもの年と様子が違いました。この日はタワーの上で作業をしていると雪の代わりに雨が降ってきたのです。

今年の北海道は冬の平均気温が平年を 1.3 度上回り、1946 年の統計開始以来、5 番目に高い暖冬だったそうです。2 月にもかかわらず、最高気温がプラスになる日が道内のあちこちで見られ、人々の生活、農作物に影響を与えています。例えば、春物のコートや靴の売り上げが通常年より多いそうです。また、通常は雪の下で貯蔵されているキャベツが、暖冬で積雪が少ないため、夜間に葉が凍害にあったりしているそうです。この暖冬が地球温暖化によるものとは断定できませんが、冬から春にかけての高温は植物の展葉を早め，二酸化炭素の吸収・放出量にも大きな影響を与えると考えられます。この暖冬が平年とどのように異なる影響を生態系に及ぼしているのかを科学的に調査するためにも地道な連続観測が必要なのです。

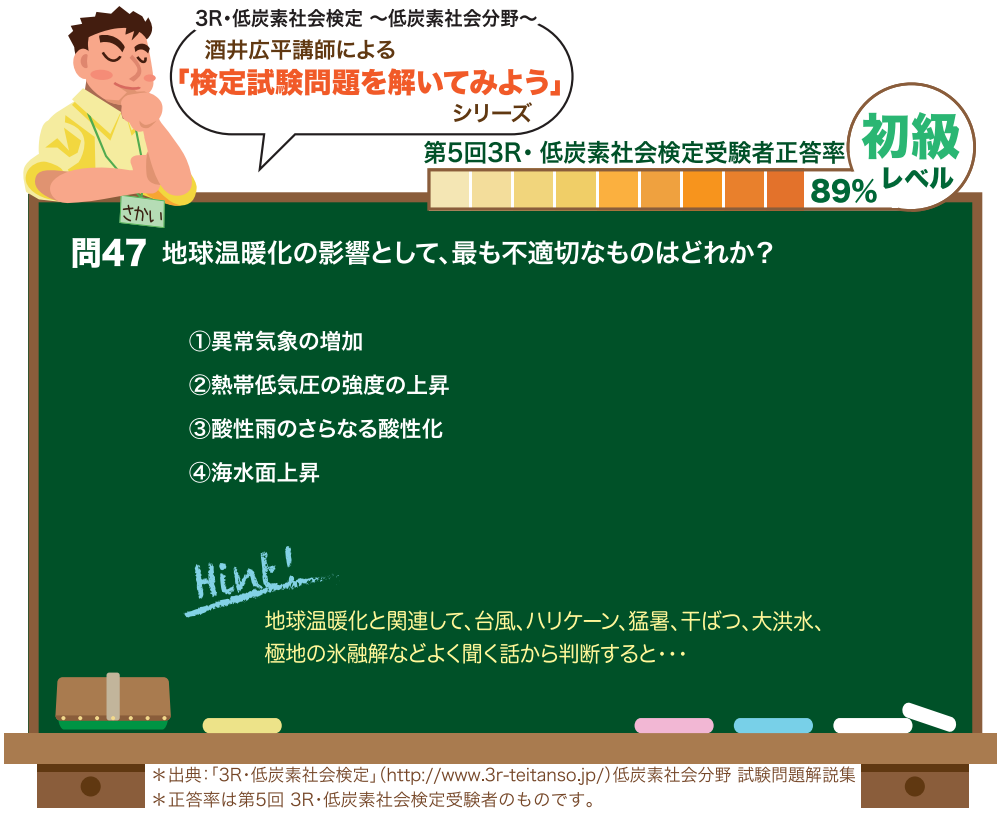
苫小牧フラックスリサーチサイトのタワー上での作業風景

＊観測現場発季節のたよりは地球環境研究センターウェブサイト（http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/seasons/）にまとめて掲載しています。



＊出典：「3R・低炭素社会検定」（http://www.3r-teitanso.jp/）低炭素社会分野 試験問題解説集
＊正答率は第6回 3R・低炭素社会検定受験者のものです。

▶ 正解と解説は巻末に掲載



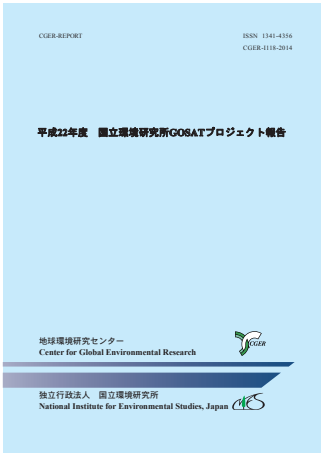
＊出典：「3R・低炭素社会検定」（http://www.3r-teitanso.jp/）低炭素社会分野 試験問題解説集
＊正答率は第5回 3R・低炭素社会検定受験者のものです。

▶ 正解と解説は巻末に掲載

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ました。ご希望の方は、送付先、送付方法を記入し、E-mail、FAX、または郵便にて【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。出版物の PDF ファイルはウェブサイト（http://www.cger.nies.go.jp/ja/activities/supporting/publications/report/index.html）からダウンロードすることもできます。ご参考までに 2012 年以降に発行された出版物は次ページのとおりです。2011 年以前に発行されている出版物および送付方法等につきましては、上記ウェブサイトを参照してください。

平成 22 年度　国立環境研究所 GOSAT プロジェクト報告　（CGER-I118-2014）



温室効果ガス観測技術衛星「いぶき」（GOSAT）は世界初の温室効果ガス観測専用の衛星です。衛星は、全球大気の晴天域の二酸化炭素とメタンの濃度と変動を宇宙から観測し、その吸収・排出量の推定精度を高めることを主目的に、平成 21 年 1 月 23 日の打上げ以降、現在も観測を続けています。当プロジェクトは、環境省、国立環境研究所（NIES）及び宇宙航空研究開発機構（JAXA）（以下「三者」とよぶ）が共同で実施しています。

本刊行物は、GOSAT の打ち上げ年度である平成 20 年度以降、データプロダクトの公開が始まった平成 21 年度から平成 22 年度末までを重点的に、NIES の GOSAT プロジェクトを中心として、三者の共同事業としての進捗と成果についての記録を整理したものです。

Proceedings of the 12th Workshop on Greenhouse Gas Inventories in Asia (WGIA12)
— Capacity building for measurability, reportability and verifiability —
4-6 August 2014,Bangkok, Thailand　（CGER-I121-2015）

温室効果ガスインベントリオフィス（GIO）は、2003 年度より毎年、アジア各国の温室効果ガスインベントリの作成に携わる研究者および政府関係者を対象に、「アジア地域の温室効果ガスインベントリに関するワークショップ（WGIA）」を開催しています。WGIA は、アジア諸国間のインベントリ作成における経験や情報の共有を促進することにより、地域の温室効果ガスインベントリ作成の支援及びインベントリの精度向上を図ることを目指しています。本刊行物は、2014 年 8 月 4 ～ 6 日、タイ、バンコクにて開催された第 12 回 WGIA の報告書です。

【送付方法】

1. 前払い（切手を先にお送り下さい）
   ○ I118 出版物 1 冊：350 円分、I121 出版物 1 冊：300 円分の切手をお送り下さい。
   ○ 2 冊以上：【申込先】まで郵送料をお問い合わせ下さい。
2. 着払い（受け取り時に送料をお支払い下さい）
   ○ゆうメール（旧冊子小包）：郵送料の他に手数料として 21 円かかります。
   ○宅配便：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 交流推進係
〒 305-8506　茨城県つくば市小野川 16-2　　FAX: 029-858-2645　E-mail: www-cger@nies.go.jp

出版物はテーマ別になっております。

D：データベース関連　　I：研究の総合化および総合化研究関連　　M：モニタリング関連

CGER No.	タ　イ　ト　ル
I121-2015	Proceedings of the 12th Workshop on Greenhouse Gas Inventories in Asia (WGIA12) －Capacity building for measurability, reportability and verifiability－ 4-6 August 2014,Bangkok, Thailand
I120-2015	CGER'S SUPERCOMPUTER MONOGRAPH REPORT Vol.21 Influence of Anthropogenic Aerosol Emissions on Pattern Scaling Projections
I119-2014	国立環境研究所スーパーコンピュータ利用研究年報　平成25年度 NIES Supercomputer Annual Report 2013
I118-2014	平成22年度　国立環境研究所GOSATプロジェクト報告
I117-2014	日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2014年4月
I116-2014	National Greenhouse Gas Inventory Report of JAPAN －April, 2014－
I115-2014	Proceedings of the 11th Workshop on Greenhouse Gas Inventories in Asia (WGIA11) －Capacity building for measurability, reportability and verifiability－ 5-7 July 2013, Tsukuba, Ibaraki, Japan
I114-2014	CGER'S SUPERCOMPUTER MONOGRAPH REPORT Vol.20 Development of Process-based NICE Model and Simulation of Ecosystem Dynamics in the Catchment of East Asia (Part IV)
I113-2013	国立環境研究所スーパーコンピュータ利用研究年報 平成24年度 NIES Supercomputer Annual Report 2012
I112-2013	地球環境観測データとモデル統合化による炭素循環変動把握のための研究ロードマップ
I111-2013	日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2013年4月
I110-2013	National Greenhouse Gas Inventory Report of JAPAN April, 2013
I109-2013	地球温暖化研究のフロントライン　　－最前線の研究者たちに聞く－
I108-2013	CGER'S SUPERCOMPUTER MONOGRAPH REPORT Vol.19 Numerical Simulations of Turbulence Structure and Scalar Transfer across the Air-Water Interfaces
I107-2012	Proceedings of the 10th Workshop on Greenhouse Gas Inventories in Asia (WGIA10) －Capacity building for measurability, reportability and verifiability－ 10-12 July 2012, Hanoi, Vietnam
I106-2012	国立環境研究所スーパーコンピュータ利用研究年報 平成23年度 NIES Supercomputer Annual Report 2011
I105-2012	日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2012年4月
I104-2012	National Greenhouse Gas Inventory Report of JAPAN April, 2012
I103-2012	CGER'S SUPERCOMPUTER MONOGRAPH REPORT Vol.18 Development of Process-based NICE Model and Simulation of Ecosystem Dynamics in the Catchment of East Asia (Part III)

アクセスランキング

2014 年 10 月～ 2015 年 3 月累計

順位	タイトル	執筆者等	掲載号
1	「400ppm」の報道で考える 二酸化炭素の濃度の限界はいくらなのか？	地球環境研究センター長 向井人史	2013 年 8 月号
2	「地球温暖化は進行しているのか？」研究者とメディア関係者の対話	岡山大学大学院自然科学研究科 教授 野沢徹・地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室 研究員 横畠徳太	2013 年 4 月号
3	京都議定書第一約束期間終了～基準年比 6% 削減の目標は達成の見込み～	地球環境研究センター 温室効果ガスインベントリオフィス 高度技能専門員 小坂尚史・酒井広平	2014 年 1 月号
4	地球温暖化の解明はどこまで進んだか—IPCC 第 1 作業部会第 5 次評価報告書	地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室長 江守正多	2014 年 4 月号
5	長期観測を支える主人公—測器と観測法の紹介—(7):なぜ鏡は動くのか？ フーリエ変換赤外分光計（FTIR）—測定原理	地球環境研究センター 衛星観測研究室 主任研究員 森野勇	2013 年 11 月号
6	長期観測を支える主人公—測器と観測法の紹介—（2）：透明人間！であるガスを測定する方法—NDIR：二酸化炭素の場合— その 1	地球環境研究センター 副センター長 向井人史	2012 年 7 月号
7	地球温暖化の停滞期に猛暑が増加し続ける謎を解明—人間活動の影響が顕在化—	地球環境研究センター 気候モデリング・解析研究室 特別研究員 釜江陽一・地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室 主任研究員 塩竈秀夫	2014 年 9 月号
8	平成 24 年度国立環境研究所夏の大公開「ココが知りたい地球温暖化」講演会概要（1）地球温暖化はどれくらい「怖い」か？（講師：江守正多）	文責：編集局	2012 年 9 月号
9	国際研究プログラム Future Earth への日本の対応	地球環境研究センター 気候変動リスク評価研究室長 江守正多・地球環境研究センター 副センター長 三枝信子	2013 年 10 月号
10	21 世紀末の日本の気候予測	気象庁地球環境・海洋部 調査官 及川義教	2013 年 10 月号

正解

3R・低炭素社会検定 ～低炭素社会分野～
酒井広平講師による「検定試験問題を解いてみよう」シリーズ

問 46 正解は、③

【解説】

大気中の二酸化炭素（CO_2）が溶けるだけでpHは5.6を示しますので、これより値が小さい場合（酸性の度合いが強い場合）が酸性雨となります。日本でも工業地帯だけではなく、全国各地で酸性雨が観測されています。2009年度の全国観測地点の年平均はpH4.73となっています。

酸性雨問題の原因物質は窒素酸化物や硫黄酸化物です。主に工業化が進んだ先進国での大気汚染が原因となっておこってきましたが、公害防止設備をつけることでこうした国々での汚染物質の排出は大幅に低減されています。

また、酸性雨の原因物質は風に乗って、1,000km以上の遠方まで運ばれて影響を与えることがあります。日本で観測されている酸性雨については中国などから発生する大気汚染物質も影響しているとされており、対策には国際的な対応が必要となります。

問 47 正解は、③

【解説】

地球温暖化の影響で、異常気象の増加、熱帯低気圧の強度の上昇、海水面の上昇などが指摘されております。一方、酸性雨は、硫黄酸化物（SOx）や窒素酸化物（NOx）などの大気汚染物質が、光化学反応などにより酸性物質に変化し、これらの酸性物質が雨などに溶け込んで降ってくる現象をいいます。従って、温暖化の原因とされる温室効果ガス（CO_2、CH_4、N_2O、Fガス類）の増加によって酸性雨がさらに酸性化される因果関係はみられません。

地球環境研究センターニュースは、当センターウェブサイトからご覧いただけます。
http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/

また、国立環境研究所の新着情報メール配信サービスにご登録いただきますと、国立環境研究所ウェブサイトの新着情報をお知らせすると同時に、「地球環境研究センターニュース」発行の際も随時ご連絡させていただきます。国立環境研究所ウェブサイト http://www.nies.go.jp のトップページ左下の登録用アイコンをご利用ください。

さらに、RSS をご利用いただくと、RSS フィードによって、「地球環境研究センターニュース」の記事タイトルや URL などの更新情報を自動的に受け取ることができます。当センターウェブサイトの「RSS について」http://www.cger.nies.go.jp/cgernews/rss/ からフィードを購読し、ご利用ください。

2015 年（平成 27 年）4 月発行

編集・発行　国立環境研究所
地球環境研究センター
ニュース編集局

〒 305-8506　茨城県つくば市小野川 16-2
FAX：029-858-2645
E-mail：www-cger@nies.go.jp
http://www.cger.nies.go.jp/