

講演録

一般公開シンポジウム

「越境大気汚染への挑戦 2013」～国際協調による取組に向けて～

日 時：平成 25 年 11 月 1 日（金）14:00～17:30（開場 13:30）

場 所：ソラシティカンファレンスセンター 1F Room C（東京都千代田区神田駿河台 4-6）

司会

皆さま、大変お待たせいたしました。

ただ今より、環境省環境研究総合推進費 S-7 主催、一般公開シンポジウム「越境大気汚染への挑戦 2013～国際協調による取組に向けて」を始めてまいります。私は、本日の司会を務めます増子瑞穂と申します。よろしくお願いいたします。

近年、経済発展が著しい東アジア地域では大気汚染物質の排出量が急増し、光化学オキシダントや微小粒子状物質（PM_{2.5}）など、大気汚染物質の越境汚染に対する懸念がより一層高まっています。このような広域性のある問題に対処するためには、東アジアにおける広域大気汚染の状況を科学的に解明し、大気汚染物質が地球規模の気候変動に与える効果を合わせて考慮するアプローチにも着目して、国際協調による取組を推進することが求められております。

このような課題に取り組むため、平成 21 年度から平成 25 年度までの計画で、環境省環境研究総合推進費による戦略的研究開発プロジェクト S-7 が進められております。本シンポジウムは、このプロジェクトにおける研究活動の内容をご紹介するとともに、東アジアにおける広域大気汚染問題と我が国への影響、その解決に向けた方策について考えることの重要性を広く皆さまにご理解いただくために開催をいたしました。

それでは、はじめに、環境省水・大気環境局大気環境課の難波吉雄（なんば よしお）課長より、ご挨拶を申し上げます。それでは、難波課長、よろしくお願いいたします。

難波課長

環境省大気環境課長の難波と申します。

今、司会の方からお話がありましたように、この越境大気汚染のプロジェクトのテーマにもありますように、PM_{2.5}をはじめとする広域大気汚染に関する世の中の興味は、非常に高まっている状況だと思います。そういった中で、そのメカニズムを解明し、あるいは予測ができるようにしていくことは、喫緊の課題になっていると私もは考えております。

例えば、政策的な面ですと、コベネフィットといわれるものもやったりしておりますけれども、科学的側面と政策的な側面の両方からアプローチして問題を解決していくことが今求められていると思います。そういった点で、成果が期待されているのが本プロジェクトであると考えております。

今日は、私もしばらく聞かせていただきますし、皆さま方にとっても本シンポジウムが実り

の多いものとなるように私としても期待して、挨拶とさせていただきます。
どうぞ、今日はよろしく願いいたします。

司会

ありがとうございました。

秋元 肇（あきもと はじめ）

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 所長

「環境省環境研究総合推進費 S-7 全体概要」

司会

続きまして、S-7 プロジェクトリーダーであります秋元肇、アジア大気汚染研究センター所長より、「環境省環境研究総合推進費 S-7 全体概要」と題しまして、プロジェクトの概要をご説明申し上げます。それでは、秋元所長、よろしく願いいたします。

秋元

皆さん、こんにちは。本日は、どうもありがとうございます。

ご紹介いただきました S-7 プロジェクトのプロジェクトリーダーを務めております、アジア大気汚染研究センターの秋元でございます。プロジェクトには非常に難しいタイトルがついておりまして、「東アジアにおける広域大気汚染の解明と温暖化対策との共便益を考慮した大気環境管理の推進に関する総合的研究」というように、少し分かりにくいタイトルだと思います。先ほどの紹介にありましたように、今年度が最後の5年プロジェクトでございます。テーマが3つございまして、JAMSTEC（海洋研究開発機構）の金谷先生、国立環境研究所の大原先生、金沢大学の鈴木先生に、それぞれのテーマリーダーをやっけていただいております。このプロジェクトは5年プロジェクトで色々なことをやっておりますが、今日はその大雑把な流れと、今日の話しの中でどのような点がポイントになるかということを少しご紹介したいと思います。

研究の背景として、大気環境分野における科学と政策、いわゆるサイエンスアンドポリシーと言いますけれど、それへの取組を目指しています。日本では今まで、このような科学と政策の一体化というものはなかなかうまくいっていませんでしたが、それを目指した本格的な研究とっていいものと思います。2つ目ですが、越境大気汚染の解明と SLCP コベネを含む大気環境管理の国際枠組みへの提言となります。この SLCP コベネは後で出てきます。下に絵がございますように、ここで扱っておりますのは、色々な排出源から出てきた大気汚染物質がどのように出てきているのか、この大気汚染物質にはオゾンや PM_{2.5} など、直接的な健康影響や、農作物、森林に有害な影響をもたらす物質、これに関しては、東アジアの越境汚染が今一番の関心事になっています。これを大陸間輸送や半球汚染という視点から捉えていこうというもの。それから、大気汚染物質の中には、ブラックカーボン、BC と書いてあるのもですが、煤みたいなもので、黒色炭素ですね。オゾン、SO₂、それから CO₂ も今は汚染物質の一つになっています。こういうものが気候変動に影響するものです。大気汚染対策と気候変動対策との共便益といったものが全体のテーマになっております。

特に、このプロジェクトの特徴として、自然科学と社会科学の直接的な連携と書きましたけ

れど、具体的にこのプロジェクトがどのように進められているかを見ていただくと、テーマ1では、「数値モデルと観測を総合した東アジア域・半球規模のオゾン・エアロゾルに関する研究」、これは純粋な自然科学の研究と言ってよろしいかと思えます。それに対してテーマ3は、「東アジアの大気汚染対策の促進に向けた国際枠組みとコベネフィットアプローチに関する研究」、これは社会科学的研究がメインになっております。その2つをつなぐものとして、テーマ2の「東アジアにおける排出インベントリの高精度化と大気汚染物質削減シナリオの策定」があります。このような全体構成となっております。このプロジェクトの一つの特徴としまして、私たちが5年間やって参りまして非常に感じるのは、この研究の進行と現実社会の色々な環境問題の動きが同時進行しているということです。そのため、色々な研究テーマを合わせて微修正しながら行っております。例えば、このプロジェクトが始まった時、5年前の意識としては、オキシダントの汚染とその日中韓の越境大気汚染のソース・レセプター（S-R）関係、どこの国からどこの国へどのくらい来ているのかという関係を定量化することを、まずやらなくてはいけないという意識が非常に強かったのですが、その後ご承知のように、特に今年ですが、中国における激甚な大気汚染が起りまして、それが日本へどう飛んできて影響するか。我が国におけるPM_{2.5}に対する危険性の高まり。これによって、日本においてPM_{2.5}という言葉も多くの方が耳にするようになったと思えます。今や、今年に入ってから、関心はこのPM_{2.5}に移ってきていると思えます。それから、もう一つ別の観点では、短寿命気候汚染物質。これが先ほどもありました、Short-Lived Climate Pollutants の略でSLCP と言っています。それに関するUNEP（国連環境計画）の報告、これは後で4番目の報告として詳しくお話をしますが、2011年にUNEPの報告が出まして、それを受けて、CCAC、Climate and Clean Air Coalition の略ですが、「短寿命気候汚染物質削減のための気候と大気清浄のコアリション（CCAC）」がアメリカ政府の提言で設立し、日本も政府としてこのCCACに参加しています。このような動きに対応して、環境省に貴重な情報を提供するという役割を担ってきたと言えます。

今日の発表の内容は、お手元の講演要旨集にもございますけれども、5つの成果報告の発表会となっております。成果報告①は「日本のPM_{2.5}はどこからくるか～越境汚染の寄与をさぐる～」が金谷先生、成果報告②は「アジアにおける大気汚染物質の排出実態から越境大気汚染問題を考える」、これは大原先生。それから、成果報告③は「東アジアの大気汚染によって影響を受けている私たちの健康」ということで山下先生から発表していただきます。成果報告④は「大気汚染対策の気候変動対策との関わりとコベネフィットアプローチ」ということで、私が報告いたします。最後に、成果報告⑤として「越境大気汚染対策の促進に向けた国際的取組」ということで、鈴木先生からの発表になります。そしてコメンテーターということで、上智大学客員教授の柳下先生からコメントをいただきます。柳下先生は、S-7全体のアドバイザーという形で加わっていただいています。

お聞きになる前に、それぞれの成果報告のポイントを頭に入れておいていただくと分かりやすいと思えます。成果報告①では、九州の離島である福江島というところですが、PM_{2.5}などの観測とモデルシミュレーションによるソース・レセプター解析。オゾンとの比較を通じて、自然科学からの越境大気汚染対策への示唆ということ。PM_{2.5}の場合とオゾンの場合で、越境についてどう違うのかということを確認して、どのような対策を考えたら良いのかということ。自然科学の中から提言してもらい、示唆していただくというものです。成果報告②は、

作成されたアジアの大気汚染物質の排出インベントリ、私どもはリース（REAS）と呼んでいますが、この REAS のバージョン 2 ですね、バージョン 1 は前に発表させていただいています。この REAS のバージョン 2 というものを開発して、アジアの排出実態を紹介する。それから、特に中国における排出源別、燃料種別の内訳、越境大気汚染への考察、どのようなところを押さえたら良いかということに関しての糸口になるかと思います。成果報告③は、オゾンと PM_{2.5} による大気汚染をなぜ改善しなければならないか。人の健康影響の定量化、早期死亡数とその経済的評価から解析するということです。日本では大気汚染がなぜ悪いのかということについては、昔の激甚公害の場合には、人が亡くなったり病気になったりすることが誰にも見えていましたので、このようなことをわざわざ行うことはなかったのです。その後、大気汚染の公害は沈静化した。現在のオゾンや PM_{2.5} の問題は実際どのくらい悪いのか、どのくらいのお金をかけて対策をすべきなのか、こういうことを考えるのに、日本では今まではお金の観点からの計算ということがあまり行われて来なかったのですが、例えばアメリカなどでは、昔からこのような議論ばかり行って来たわけ。何を削減した時にどれだけ経済的な利益が出てくるのか。そのバランスで、いくらお金をかける、かけないという論理が、ずっと政策を進めてきたわけ。日本やアジアでもそろそろ、なぜこういうことが大事なのかということをはっきり認識していく必要があるだろうということで、このテーマの研究が行われています。成果報告④は、大気汚染対策の気候変動対策との関わりとコベネフィットアプローチについて、大気汚染対策と気候変動対策のそれぞれから考察し、欧米の考え方と異なる東アジアの考え方を提示する。初めて聞く方には分かりにくいと思いますが、大気汚染対策と気候変動対策を一緒にやっていった方がいい、やっていかななくてはならないということが UNEP の報告書の公表以来、確認されています。ただ、それをどのように具体的にやっていくのかについて、欧米の考え方と私たちがここでやっている東アジアについて整理していますが、それが大分違っている。その辺りを S-7 の成果としてお話ししたいと思っています。最後に、成果報告⑤では、大気環境管理の取組への国際協力に向けて、既存の枠組みの整理統合と新しい枠組みに向けてのアジア大気汚染科学パネルの提言です。S-7 の一つの売りは、東アジアにおけるこのような国際枠組みをどのように考えるべきか。それについての社会科学的な研究として提言をしている。その考え方の整理と具体的な枠組みの提案です。ここに書いてありますアジア大気汚染科学パネルの提案というものをさせていただいている。

以上が、今日の発表のポイントです。この辺を頭に入れてお聞きいただければと思います。よろしくお願いたします。

司会

秋元所長、ありがとうございます。S-7 の全体概要について、ご説明申し上げました。

金谷 有剛（かなや ゆうごう）

独立行政法人海洋研究開発機構 地球環境変動領域 チームリーダー

成果報告①「日本の PM_{2.5} はどこからくるか ～越境汚染の寄与をさぐる～」

司会

それでは、成果報告①「日本の PM_{2.5} はどこから来るか～越境大気汚染の寄与をさぐる～」

と題しまして、金谷有剛、海洋研究開発機構地球環境変動領域チームリーダーより、ご講演申し上げます。それでは、金谷チームリーダー、よろしく願いいたします。

金谷

ご紹介いただきました海洋研究開発機構の金谷と申します。

本日は、「日本のPM_{2.5}はどこからくるか～越境汚染の寄与をさぐる」と題しまして、最近話題のPM_{2.5}の起源について、自然科学的な知見を最新モデルと観測を統合して得られた結果に基づきご紹介していきたいと思っております。

そのメインの話題がこの2番となりますが、先ほどもありましたように、PM_{2.5}と並んで、実際には越境大気汚染を考察する上では大変重要なオゾンとを対比をしながら、この結果について示していきたいと思っております。その前に、今年なぜPM_{2.5}がこれほど話題になったかという背景について、PM_{2.5}とは何なのかということにも少し触れましてご紹介して参りたいと思っております。最後にモデルから得られた追加的な知見から、対策を効果的に進めるにはどの程度のことが必要なのかということについてもお話ししていきたいと考えております。

ご承知の通り2013年の1月には、このような激しい映像と数値とともに、北京で記録的なスモッグが報道されました。これは北京だけにとどまらず、日本の国土の数倍に渡るような広い範囲に広域スモッグが及んでいるということが衛星観測からも分かったということです。これが日本にも到達するのではないかとということで、政府もこのような見解を発表し、あるいは新聞各紙などでも報道されました。こういう時には実際に越境汚染が起きているのかどうかを含めて、さらには寄与がどのくらいあるのか、有効な対策はどのようにしたら良いのかということを考える上で、科学的な知見が必要になって参ります。このようなことに関して、私たちS-7のプロジェクトで得られる限りの成果をご報告して参ります。

まず、基本的なことですが、PM_{2.5}とはということで、2枚のスライドを説明させていただきます。空気中を漂う微小粒子状物質です。PM_{2.5}はエアロゾル、粒子状物質の一部であるということです。エアロゾルのサイズは、このように数桁にも渡ります。PM_{2.5}と申しますのは、2.5 μm よりも小さいものを機械的にすべてPM_{2.5}と呼ぶということになっております。そこに色々な成分が混ざっているというものになるわけです。その組成を見ていきますと、こちらには神奈川県のを示しておりますが、硫酸イオン、硝酸イオン、アンモニウムといった水に溶けてイオンになるような成分、あるいは有機物や元素状の炭素、煤のようなものが多いということが分かっております。なぜ、重要なのかということは、小さい粒子ですので肺のところまで入っていく、健康に影響があるということです。そのことが懸念されております。

起源が非常に多様であるということも一つの特徴です。人間活動と自然起源の両方が発生源として考えられます。人間活動では、工場や自動車の排気、あるいは農業、肉の調理からも発生します。自然起源では火山ガス、砂嵐、植物や、海、森林火災からも発生します。また生成過程が様々であるということも特徴でして、この下の図の黒の線で示されますように、直接的に粒子が出るというプロセスもあり、また、一旦ガスとして出た後に大気中での化学反応によって生成するというものもあるという物質でございます。一旦できたPM_{2.5}は、大気中にどのくらい存在するかという点については、7日間くらいということでございます。空気が偏西風に乗って地球を1周するのに約3週間かかるということを考慮しますと、地球1週はしない。きれいに混ざるわけではなく、発生源付近に割と点在するということになります。この辺のこ

とに詳しい知識をお持ちの方のためにもう少し追加すると、オキシダント、後で出てくるオゾンですけど、こちらも割と似たプロセスが関係している。ただし、少し違うところがありまして、オキシダントの方は窒素酸化物や揮発性有機化合物が密接に反応して生成するということです。

このようなPM_{2.5}やオゾンが、本当に越境大気汚染に及んでいるのかということに関しまして、私たちはこのプロジェクトの最初から長崎県五島列島の福江島というところ、西日本の西方に位置するところ、越境大気汚染の入口とも言えるところの一つのプレハブ小屋を建てまして、この中でPM_{2.5}などの観測をして参りました。これは、2009年から始めてきました。

PM_{2.5}の環境基準もこの年に設定されました。基準値は年平均値が15 µg/m³以下、かつ、1日の平均値が35 µg/m³以下というものです。私たちは、まず1年間のデータを使いまして、この非常にきれいな離島で、近くに発生源があるわけではないのに、環境基準値を超えてしまっているということを最初に明らかにしました。この図には、その1年間の1日の平均値濃度の頻度分布を表しています。基本的には10 µg/m³といった非常に低い濃度の日が多いわけですが、この裾野の部分に着目していただくと、35 µg/m³を超える日が26日間もあるということを明らかにしました。統計上、7日間くらいまでは許容されるのですが、26日間というのはそれを遥かに上回っているということで、環境基準を満たしていないということを環境基準ができたすぐの時期に発表したということです。実際にこの基準値を超えた日というのはどういう日なのか、その特徴を明らかにしていく研究をして参りました。気象データから風の場合を遡ることによって気体がどちらからやって来たのかを調べる手法で、後方流跡線解析というものがあります。これを調べることで、大陸方面から強い影響を受けていたということが明らかになって参りました。これは、越境大気汚染が主原因ではないかと考えたわけです。その後、福江島ではプロジェクトを5年間に渡り続けて参りました。季節変化がここに示されております。色別の線で2009年から2013年までの経過を合わせて描いております。ここから分かりますことは、毎年、濃度が高くなっていっているわけではないということがまず一つ分かります。それに加えまして、先ほど中国で激甚な汚染が起きた2013年、この赤の最初の部分ですね。この時に、必ずしも福江島では汚染が高かったというわけでもないことも見てとれるかと思えます。これには、気象的な要因が随分と関係しているであろうということが指摘されています。従いまして、急に今年、騒がれ、報道されましたが、私たちの心構えとしては、急に騒ぐのではなくて10年規模での注視が必要であると考えられる問題であると思えます。

同様に、環境省でもモニタリングネットワークを充実して参りまして、2010年度と2011年度がそれぞれどのような状況であったかが報告されています。この図に示されていますように、環境基準の達成率がどちらの年も30%程度となっております。この黒で示されますように、首都圏や西日本を中心に環境基準が非達成であったところがかかなり多くあったという実態が見えてきました。これが西日本に偏っているということから、大陸からの影響という可能性も指摘されているということです。

一方、首都圏ではPM_{2.5}はどうなっているのかということですが、これは東京都のデータをお見せしていますが、過去10年間で見ますと下がってきています。このことは、前駆物質でありますNO_xやSO₂、有機ガス、非メタン炭化水素の減少と平行になっているということです。削減対策がうまくとられたことで、PM_{2.5}濃度も下がってきているのではないかと指摘されています。

そう考えますと、近くでの原料物質が効いているのではないかということもありまして、起源としては、越境汚染よりもむしろ近くの発生源の影響の方が強いのではないかということも指摘されています。ただ、PM_{2.5}は首都圏でも高くなることがあります。今年、関東地方では梅雨明けが非常に早かったことを覚えていらっしゃるかもしれません。7月6日に梅雨明けをしまして、その後、急に暑い日が1週間以上くらい続きました。この時は、梅雨前線が北に上がって、太平洋高気圧が支配的であったという環境でございました。その時に、首都圏で大気汚染物質が蓄積していたということが裏にあったということも、覚えておかなければと思います。これは、7月7日から12時間ごとに、環境省の「そらまめくん」のデータを記録しております。PM_{2.5}の濃度が35 µg/m³を超えるような日が数日間継続したということがございます。この時は、首都圏で発生した汚染物質が、夜には陸風によって海の方に運ばれて、しかし翌日の昼には海風によってまた戻ってくるということを繰り返すことによって、汚染物質が蓄積し、ローカルなPM_{2.5}汚染が発生したのではないかと考えられます。このことも同じように、越境汚染だけではなく、都市的な汚染も重要であるということを示唆するデータだと思われま

す。今まで、福江島や東京のことを話して参りましたがけれども、越境汚染が重要な場合、都市汚染が効いている場合、おそらくその中間的な場合もあるだろうということが想定されます。したがって、モデルや観測を駆使して、原因の究明と対策のために何がどのくらい効いているのかということを経験しながら評価していくことが必要であると考えております。いよいよ、本題に移っていきます。PM_{2.5}はどこからどれだけ来るのかということについては、私たちは観測とモデルシミュレーションを組み合わせる取組を進めて参りました。観測では、発生場所に関する目印の情報が何かある場合は、これはここから来たに違いないと言える場合もありますが、それが何割あるかということに答えを出すことは難しい。一方、モデルシミュレーションに関して言いますと、答えは出てくるのですがそれが本当に正しいかが分からない。したがって、それらを組み合わせて、観測によってモデルを良く検証して改良した後、そのモデルを駆使して、どこから来たものなのかを、先ほどソース・レセプター関係の話がありましたが、それに関して答えを導くというスタンスで進めております。

モデルシミュレーションとはどういったものかということ、簡単に紹介させていただきます。これは、地球全体をシミュレーションする場合の絵になっております。このように、緯度、経度、高度方向に格子状に区切って、その中で風の流れを考慮し、あるいはどこでどれだけ汚染物質が排出されているのかという最新データを入れてあげる。さらには、空気中の化学反応や、空気中に生成されたPM_{2.5}がどう雨に取り込まれるのかといった化学・物理プロセスを入れてあげる。そのことによって、まずPM_{2.5}の成分ごとに、どこにどのくらい濃度があるのかを足し合わせるような形でPM_{2.5}の世界地図ができてくるという、こういったものです。これは全球モデルのシミュレーションです。私たちが使っているものは、アジアの地域だけをもう少し詳しく切り出して、もっと細かく見たようなものを使っております。

そういった領域規模のモデルシミュレーションによって得られたPM_{2.5}の越境汚染シミュレーションの結果の例ですが、このようになっております。これは一日ごとに示しております。2011年2月にこのような映像がありましたけれども、別府大分マラソンが霞の中で行われたということがありまして、その時にたまたま中国方面から越境大気汚染が来ていたというシミュレーションです。この時は、気象的な要因が重要でして、上海の付近に高気圧があつて大気汚染の上空への拡散が抑えられながら、このような時計回りの大気の輸送によって大陸方面から

汚染物質がやってきたということです。

このように、シミュレーションは色々なことができるのですが、これが本当に実態を反映しているのかということを観測と比較していくことが重要です。そこでS-7のプロジェクトでは、観測も合わせて行うということを進めて参りました。このように中国での集中観測を行ってきたのですが、上海付近の如東（Rudong）という郊外の地、あるいは去年は韓国の済州島において、それと先ほど申し上げた福江島での集中観測結果を重視した解析をして参りました。中国や韓国のグループとも、このように仲良く共同研究しながら進めて参りました。

今日は、PM_{2.5}の内訳を観測とモデルで比較した結果について、ご紹介していきたいと思えます。まず、これは福江島での例ですが、観測期間の平均値を示しておりまして、PM_{2.5}としての測定結果がこの黒の点で示されており、成分ごとの内訳を積み上げたものがこのグラフになっております。両者の間にギャップがありますけれども、これは、観測はできるだけ水分を取り除いた状態で測定をしているのですが、それが少し残っている部分ということで、ちょっとした差があるということです。乾燥状態での内訳を、観測とモデルで比較しているということです。赤の硫酸塩、オレンジのアンモニウム、これらは良く再現されているということです。緑の有機エアロゾルは、今でもなかなかモデルで表現することは難しいという状況にあります。これは、私たち自然科学者としての今後の課題というわけです。ただし、合計するとモデルは非常に良く観測を再現していると思えます。同じようなことを中国の如東や韓国の済州島で行った結果についても紹介しますが、基本的には硝酸塩、硫酸塩、アンモニウムというものはよく再現されているわけですが、有機物については表現しきれていないという課題があることが分かります。

次は、輸送がどのくらい良く表現されているかということですが、済州島での集中観測と福江島でのPM_{2.5}を測定した結果の両方を使って、どのくらいモデルが輸送を表現しているかということを検討した結果です。ここにPM_{2.5}を時系列で示しています。赤が済州島、青が福江島で、モデルと観測の両方を示しています。例えば、ここを見ていただければと思いますが、10月22日と23日です。この2つのサイトの手前に低気圧があつて、前線がまず、済州島を通過し、その後福江島を通過する。その間に5時間くらいの間隔があり、大気汚染物質はこの前線の背面に多く存在しているわけですが、それが5時間の時間遅れでやってくるということモデルでも観測でも良く表現されているということから、大陸方面からの輸送もそれなりに良く表現されていると考えております。

広域的な分布についてモデルと観測の比較をしてみたのですが、福江島での観測結果に加えて、環境省によるPM_{2.5}の2010年の平均値と一緒にプロットしたものです。ここから、観測的にも西高東低と申しますか、西の方にPM_{2.5}が高いところが多いという様子が見てとれると思います。モデルシミュレーションの結果を重ねてみますと、モデルシミュレーションでも西の方が高いという傾向がよく再現されていると思います。これは、限られた2地点ですが、観測とモデルの月平均値の変化を示しており、季節変化を再現できているのかということに関しても評価をしています。このように、モデルの方が、先ほど申し上げた水分や有機物がうまく表現されていないという関係でやや低い傾向があるのですが、それは発生源ごとの相対的な寄与率が効かないと考えまして、モデルもある程度、信頼性のあるものであるということに根ざして、寄与率を推定するというをしています。

今日、一番お伝えしたいスライドがこちらになります。日本の9つの地域におけるPM_{2.5}が、

ここで色分けをしました日本、朝鮮半島、中国4地域の合計6つの地域のそれぞれから来たPM_{2.5}は何割ずつあるのかについて、1年間で評価した結果を示しております。簡単のため中国を4地域に分けておりますが、今日は4地域を合計した値で示しております。このように、お手元の講演要旨集の表1にありますように、九州をはじめとする西日本では中国の影響が5割以上あります。あるいは、日本の影響としては九州で20数%あるのですが、関東ではそれが支配的であり、中国の影響よりも日本の影響の方が大きいということがこのモデルシミュレーションから示唆されました。

まとめますと、日本の関東以西では国内の影響が2~5割、中国が4~6割になるということが分かりました。ただ、これは一つのモデルシミュレーションに基づく結果であり、モデルの癖もありますので、今後は複数のモデルを比較し不確かさの幅を評価して、国際的に通用する知見として確立していくことが必要であると考えております。

これは通年の寄与率だったのですが、実際の対策をとっていく上では高濃度日に着目し、一番問題になる高濃度日を減らすにはどういう対策をしたら良いのかということを考えなくてはなりません。そこで、日ごとに地域別の寄与率について、モデルの中で計算した結果を紹介したいと思います。東京の周辺及び九州の平均に関して、2010年の1年間においてPM_{2.5}の高かった日の上位の10日間、あるいは20日間について寄与率を見たものです。青が日本からの、赤が中国からの寄与です。ご覧の通り東京では中国の影響もありますが、日本の影響が支配的な日もあるということが見てとれます。一方、九州では割と平均的な寄与率となっており、中国の影響がかなり大きいということが読み取れると思います。

では、実際にPM_{2.5}をどのくらい削減したら良いのかということですが、PM_{2.5}の原料の排出を削減したら改善するのかということに関しても、モデルシミュレーションから答えを出すことが可能です。これは、福江島でのPM_{2.5}の削減に、中国や韓国の排出量をどのくらい削減したら良いのかということ解析した結果になります。中国、韓国の排出量を20%削減した時に、どのくらいPM_{2.5}が下がるかという観点で見えています。ここでは、観測、モデルともに35 µg/m³という値を超えたシミュレーションの9日間について示しています。20%削減したシナリオの結果が緑で示されておりまして、“○”や“×”で示されていますように、9日間のうち7日間で、20%削減により福江島での濃度も下がり、35 µg/m³を下回るようになるということが見てとれます。したがって、20%の削減でもかなりの効果があるということが分かります。一つ重要な示唆は、越境大気汚染の寄与率が高いということは懸念すべきことであるわけですが、それに対して有効な対策が取れるとすれば、効果も非常に大きく出る可能性もあるということに関して注意が必要であるということです。

では、この20%削減というのはどうしたら実現できるのかということに関し、これは私たちのデータではないですが、中国では既に2011年くらいから、国内の問題としてPM_{2.5}の問題が大きく取り上げられておりました。この時は、各都市政府が目標を立てて、2015年には6%くらい削減し、環境基準の達成はもう少し先の2030年くらいという目標を立てていたそうです。これではなかなか対策も進まないと思っていたのですが、先ほどご紹介した2013年の激甚な汚染を受けて新しい動きが見られています。随分と強化した対策を取ろうということにしておりまして、2017年までにPM_{2.5}を今よりも25%減らすという目標を掲げております。ただ、これは非常に急激な対策になります。本当に実現するのかということに注目していくとともに、私たちとしても国際協力において、完璧に改善が進むのかどうかということを考えてい

く必要があると思います。

ここまでPM_{2.5}のお話でしたが、オゾンと比べながらお話をしていこうと思います。本プロジェクトは、最初の頃はPMよりもオゾンの方に着目をして寄与率の算定をして参りました。これはオゾンの越境汚染について、春だけを取り出した結果です。日本のオゾンがどこから流れ着いているのかということ、先ほどと同じように寄与率で表したものです。自国分が2割少し、中国の分が12%です。さらに、オゾンの場合は、欧米からも結構来るということになっております。自然科学的な側面からのPM_{2.5}とオゾンの性質の違いということですが、オゾンの方がPM_{2.5}と比べて大気中の寿命が3週間くらいと長いですから、遠く欧米からもやって来るということになります。PM_{2.5}は近距離の影響を受けやすく、しかもSO₂などの物質が中国で多いということ、PM_{2.5}の場合はオゾンに対して中国の寄与率が高くなっているとお考えいただければと思います。

オゾンの対策についても、何%くらい削減したら良いのかということを検討した結果を併せてご紹介します。春から夏にかけてのオゾンの問題が起きる季節に、オゾンの高濃度日、75ppbを超えるような高濃度日を減らすためには、日中韓で30%削減すればこの緑の線になる、75ppbを下回る日が多くなるということから、少なくとも30%は削減しなくてはならないということです。この30%という数字は、先ほどのPM_{2.5}の20%という数字に比べ大きいということもありまして、今はPM_{2.5}の問題が大きく報じられていますが、実はオゾンの方が取り組むのはなかなか難しい問題かもしれないという側面もあるということをお覚えていただければと思います。さらには、オゾンの起源地域は非常に多様であるということ、改善のためには、中国だけではなくより多国間での協議や取組が必要であるということ、もう少し詳しく言うなら、PM_{2.5}は硫黄分が効きますから取り組みやすい対策によって減らし得るのに対して、オゾンは高い経済発展段階でも削減しにくいNO_xやVOCが前駆物質であるということ、対策が難しいという面もあります。

もう少し踏み込んで、どういった発生源に対策を取ることが有効なのかということに関しても、モデルから知見を得ることができていますので、簡単にご紹介します。主な発生源として、家庭、産業、発電、輸送といったものが考えられます。さらに、どの地域での発生源であるか。4地域の発生源を組み合わせ、どこにどういった対策をとれば良いのかということに関して知見を得た結果です。これは、PM_{2.5}ではなくオゾンの結果ですけれども、オゾンの高濃度日を下げるには、どの地域の削減、どの部門の削減をするのが有効か。これは、棒グラフの棒の長い方が効果は大きいということを示しています。ここでは、日本のオゾンを下げるために、日本での輸送、車からの排出量を削減することがまずは有効だということになるわけですが、越境汚染という観点では、中国の北部あるいは南部での輸送、あるいは発電に関して対策をとることが非常に有効であるということが、私たちの結果から出ています。こういったことは、どのような総合的なシナリオをとるのが良いのかを考える上で、非常に重要な材料になると思います。

日本向けの対策は、中国のためにもならなければそれを実現することは難しいわけですが、実際に同じような解析を中国の中東部に対して行っても、中国の北部あるいは南部の発電、輸送からの排出量を減らすということに効果があるという結果になりました。残念なことに、オゾンに対しての解析にとどまっております、PM_{2.5}に対してもどのような効果があるのかということに関して解析を進めて、将来目指すべき総合的な対応策に踏み込んでいくことが必

要であると考えております。

最後にまとめますけれども、西日本のPM_{2.5}には、中国からの越境大気汚染の寄与が通年で5割以上という結果が得られました。寄与率が高いということは懸念すべきことなのですが、対策が確実に行われれば改善効果も大きくなるということです。一方、首都圏では、日本からの寄与率も大きい。自然科学的には、有機エアロゾルなどについては未把握分が大きく、解明が必要。オゾンに関しましては、影響が大きい春季だけで計算しても中国の寄与は1~2割くらいである。起源地域が多様であるということもあり、改善のためには大きな削減幅が必要で、より多国間での協調的な取組が必要であるという結果を得ました。

私の今日の報告は以上です。ありがとうございました。

司会

ありがとうございました。

それでは、ここで5分ほど質疑応答のお時間をとらせていただきます。ご質問のある方は挙手をお願いいたします。

質問者 1

PM_{2.5}をどのようなタイムスパンで捉えれば良いのかということに関し、10年くらいのタイムスパンとおっしゃっていたのですが、その根拠は何でしょうかということが一つ目の質問です。

2つ目の質問は、PM_{2.5}の大気輸送のモデルシミュレーションをされておりましたが、そのモデルの選択というのはどのような基準で行われたのでしょうか。

金谷

まず、前半のご質問の10年というのは、一口で10年と申し上げたのですが、必ずしも30年ではなく10年であるという意味で申し上げたものではございません。ただ、1年ごとに見るのではなくて、10年規模で見ることが重要であるということをお願いいただければと思います。

それと、モデルシミュレーションの選択という点ですけれども、私たちは国内のデータの再現性ですとか、そういった観点を含め、いくつかのモデルシミュレーションを評価して参ったわけです。それを踏まえて、気象場、発生量、大気中の反応など、すべてに関して割と良く再現性を持っているということが想定されている、名前を申し上げませんでしたけれども、WRF/CMAQという領域スケールのモデルを評価に使ってきたということです。もちろん、それでまだ完璧ということではありませんが、今のところ最善と思われるモデルを使って評価をしているということでもあります。

司会

よろしいでしょうか。ありがとうございます。他にご質問のある方はいらっしゃいますか。

質問者 2

面白い研究をありがとうございます。私もエアロゾルを研究しているので分かるのですけれ

ども、モデルと観測を比較していらっしゃるんですね。モデルで完全に再現できていないと言われているのですが、実際問題として、どのくらいまでモデルが観測結果を再現できるようになることが必要だと考えられているか、意見をお聞きしたいと思っています。役割によってレベルが違うと思いますが、意見を教えてください。

金谷

もちろん目的によりますが、PM_{2.5}の健康問題に着目をしてという観点で申しますと、高濃度日の再現性が重要になってきます。日毎の相関係数をとって0.7~0.8くらいまで出れば、こういった解析もそれなりに間違いなくできるようになると考えられるのではないかと思います。もちろん、気候的なインパクトや他の役割も色々ありまして、そういったことを解析する上では別の考え方が必要かもしれません。

司会

ありがとうございました。では、もうお一人方だけ。先ほど、お手をお挙げになりました方。このシンポジウムの最後には、全体の質疑応答のお時間を設けましたので、そちらもご利用いただきたいと思います。では、お願いいたします。

質問者3

有機エアロゾルの未把握部分が大きいということでしたが、そのことについて、例えば生物由来の物質ですとか、こういったアプローチで今後見ていこうと考えていらっしゃるのか、そのことをお聞かせください。

金谷

モデリングで何がどこまで表現できているのかということに関わってくることでありまして、一つは、分かっているものだけでもその発生量がよく分からないという原料物質です。例えば芳香族ですが、ものは分かっているけれども発生量がよく表現できていないもの。このようなものをよく表現していくことが一つ。また、プロセスとしてモデルの中で表現できていないもの。有機物ですと、二次的なポリマー化など、複雑な化学反応が起きているのではないだろうかということが少しずつ分かってくるのですが、モデルで表現できていない。さらに、未把握の分として先ほど紹介したバイオエアロゾルという、生物関係の物質も混ざっているかもしれない。そのような3つくらいの側面について、それぞれ研究を進めていく必要があると考えています。

ただし、ここで申し上げた寄与率についてどのくらい不確かさの影響を受けているかについても解析しておりまして、それに関しては、それほど大掴みな数値に影響を与えないということも付け加えたいと思います。

司会

よろしいでしょうか。金谷チームリーダー、ありがとうございました。

大原 利眞（おおはら としまさ）

独立行政法人国立環境研究所地域環境研究センター センター長

成果報告②「アジアにおける大気汚染物質の排出実態から越境大気汚染問題を考える」

司会

それでは、続いての講演に移らせていただきます。成果報告②「アジアにおける大気汚染物質の排出実態から越境大気汚染問題を考える」と題しまして、大原利眞、国立環境研究所地域環境研究センター、センター長より、ご講演申し上げます。それでは、大原センター長、よろしくお願いたします。

大原

ご紹介いただきありがとうございます。国立環境研究所の大原でございます。

本日、私がお話しするタイトルは、「アジアにおける大気汚染物質の排出実態から越境大気汚染問題を考える」ということでございます。冒頭に司会者の方からワンフレーズをいただきましたが、「今、アジアで排出量が急増している」という言葉がございました。それに対応するような研究発表になっております。物質によってはあまり急増していない物質もある。最近、中国でかなり対策も進められておりますので、例えば、SO₂という物質は逆に減っているという状況です。その他の物質はかなり増えているという状況です。アジアにおける大気汚染物質の排出実態がどうなっているか、具体的には、どの地域からどのくらいの量でどのような物質が出ているのか、将来どうなりそうなのかといったことを研究しております。その成果について発表します。

今日のアウトラインですが、まず、イントロダクションです。その次が排出実態です。3番目は、経年的な変化としてみた場合、最近、増えているのか減ってきているのか。そして、将来どうなるかです。4番目は、排出量推計には不確実性が伴いますが、それがどのくらいなのか、不確実性を減らすためにはどうしたら良いのか。5番目は、越境汚染でどの発生源が影響しているのか。先ほど、金谷先生の講演の中で、オゾンについて輸送部門や火力発電所からの影響が大きいということでしたが、私の発表では1枚だけのスライドになりますが、PM_{2.5}ではどうかという点についてお話をします。6番目に、越境大気汚染の改善のためにということで、このようなことを考える必要があるのではないかとということをご紹介します。

まず始めに、ご存知のようにアジアでは非常に急速な経済成長をしております、それに伴い石炭や石油などの化石燃料の消費が増大しております。これは、中国の一次エネルギー消費の変化ですが、非常に増加していることが分かります。当然、化石燃料を燃やしますと様々な大気汚染物質が排出されますので、排出量は増加します。深刻な大気汚染が発生して、様々な形で自然・社会環境への影響を引き起こしているということが実態だと思います。

これは衛星から見た全球のNO₂の分布図であり、確かに東アジアで沢山出ていることが分かります。しかも重要なのは、欧米では横ばい又は低減傾向にあるにもかかわらず、東アジアではいまだに増加している状態にあるということです。そういった意味で、グローバルに見た場合でも、アジアにおける大気汚染物質の排出量の実態、大気汚染の実態、それを正確に把握することが重要であります。

これは、先ほど金谷先生も示されましたが、オゾンやPM_{2.5}はどういったプロセスで生成さ

れるのかといった概念図です。今日お話しするのはこの部分です。こういうプロセスの全体像を把握するためには、排出量をできるだけ正確に把握するとともに、オゾンやPM_{2.5}といった大気汚染物質を減らすためには、人為起源の排出量を把握してそれに対する対策をとる必要があるということになります。こういう意味合いにおいて、人為起源の排出量をできるだけ正確に把握することが大事です。

それでは、アジアにおいて大気汚染物質の排出実態はどのようになっているかということをご簡単に紹介します。冒頭で秋元プロジェクトリーダーからお話をいただきましたが、このプロジェクトにおいてアジア域の排出インベントリ、REAS 2.1 というものを作りました。2007年の論文でREASのファーストバージョンを作って発表しましたが、今回はそれをアップデートしました。どこをアップデートしたのか。まず、領域をロシアの方まで広げました。それから、対象年を新しいものにしました。2000年から2008年。空間分解能も細かくして、時間分解能も短くしました。日本については良いインベントリがありますので、それを使いました。韓国や台湾には公式値がありますので、それを使いました。このようなアップデートをした結果、このような物質について、このような発生源、この黒丸が付いている物質の排出量を推計し、データセットを作りました。

例えば、このような地域分布の結果が得られていますが、NO_x、NMVOC、PM_{2.5}、SO₂、これらはいずれもオゾンやPM_{2.5}の原因物質です。物質によらず、比較的良く似ているということがご覧いただけるのではないのでしょうか。当然、人が沢山住んでいるところ、産業活動が活発なところでいずれの物質も沢山出ている。一方、例えばNMVOCとPM_{2.5}を比べますと、大分違うということも言えるのではないのでしょうか。昨今の中国北東部のPM_{2.5}の汚染との関わりでみると、この北東部で辺り一帯が真っ赤になっています。広域的に発生源地域が存在しているということを意味しています。このようなことから、今回の北京でのPM_{2.5}の問題も、かなり周辺の広域的な汚染の影響を受けた現象ではないかと考えることができます。

次に、どの物質がどの発生源から主に排出されているのかということをお示ししたのが、この図です。排出量の発生源別構成で、中国と東南アジアにおける2008年の結果です。色の違いが発生源の種類です。ここにSO₂からCO₂まで物質の違いが書いてあります。見ていただくと分かりますように、物質によって発生源がかなり違うということがお分かりいただけるのではないのでしょうか。例えば、PM_{2.5}やそれを構成するブラックカーボン(BC)、オーガニックカーボン(OC)は、上段は中国の例ですが、家庭から出るものが非常に多いです。家庭ではバイオマス燃料、即ち、農業残さ物の稲わらや薪などを使っています。それらを燃やすと、沢山のオーガニックカーボン等が出てきます。それから、SO₂やNO_xは火力発電所の寄与が結構大きい。赤が工場ですが、工場の寄与は物質によってはかなり大きいです。この薄いグリーンが自動車ですが、この寄与も物質によっては大きいです。このようなことがお分かりいただけると思います。このような発生源別の特徴を踏まえた上で、大気汚染対策をとる必要があります。また、上の図が中国で、下の図が東南アジアですが、このように地域によっても特徴が違います。東南アジアでは家庭が大きいのと、工場の割合が中国に比べるとかなり少ないということから、地域によって排出構造が大分違うということがお分かりいただけると思います。

では、中国について詳しく見ていきたいと思えます。NO_x、NMVOC、PM_{2.5}、SO₂について、発電、工場、輸送、家庭、その他という括りで、それぞれの発生源種類別の構成を見ていきます。色の違いは、赤が石炭、グリーンがガス、青が石油、オレンジがバイオマス燃料という

ように、燃料の種類を示しています。必ずしも大気汚染物質というのは、燃料を燃やした時にだけ出て来るものではなく、例えば、NMVOCのような蒸発系の発生源もあります。PM_{2.5}の場合は、セメント製造のような工業プロセスから出ることもお分かりいただけるのではないのでしょうか。物を燃やしたときに出る大気汚染物質に着目しますと、例えばNO_xの場合ですと、赤が石炭ですが石炭の割合が多い。それから自動車については、当然石油。一方、SO₂については、発電や工場の石炭起源のものが非常に多いと言えます。家庭もそうです。繰り返しますが、こういった排出源構造を踏まえた上で対策を進めることが重要です。とりわけPM_{2.5}の場合は、色々な原因物質が関わってきますので総合的に見た上で適切な対策を考える必要がある。そのためには、先ほど金谷先生がお話しされたようなシミュレーションや観測結果を基にした知見も使った上で、対策を考える必要があります。

それでは、排出量がどのように変化しているのかということでもあります。2000年から2008年までの4つの物質について排出量の変化を示しています。アジア域での排出量です。赤が中国です。多くの物質は増えていますが、冒頭に少し申し上げたように、SO₂については最近、減ってきている傾向にあります。赤で示した中国の部分が主要な原因になっています。

中国におきましては、第11次5カ年計画において削減目標として5年間で20%減を設定しましたが、それに伴って、脱硫装置が火力発電所等に急速に設置されるようになりました。この左側の縦軸が発電容量です。右側の縦軸が線グラフで脱硫装置の普及率を示しています。この棒の赤い方が脱硫装置付き、青い方が脱硫装置のない火力発電設備を示しています。2000年頃には、ほとんど脱硫装置は付いていませんでしたが、2010年には普及率で85%という高水準になっています。このように、脱硫装置の普及等によって、先ほど示したようにSO₂排出量が減少しています。

それでは、将来どうなっていくのかということですが、将来を予測するためには何らかの条件を設定しなければならないのですが、その条件のことをここではシナリオと呼んでいます。温暖化の予測の場合も、皆さまご存知のように、温暖化シナリオというものを設定した上で将来予測をします。それと同じ考え方です。シナリオは、このまま行くケースと、CO₂を半分に減らした温暖化対策をしっかりと行うケースです。それに大気汚染対策シナリオとして、現状のまま推移するケースと大気汚染対策を強化したケースというシナリオを描きました。基準年は2005年で、2050年まで予測しました。ただし、大気汚染対策強化シナリオについては2030年だけの予測をしています。設定はかなり大雑把で、現在の日本並みの技術対策が導入された場合という内容です。その上での結果ですが、この青いラインがなりゆきケースです。緑がCO₂の半減ケース。ただし、いずれも大気汚染対策は現状維持のケースということになります。4つの物質について示しておりますが、この青いラインから緑のラインへの変化というのは、CO₂を減らすことによる大気汚染物質の削減効果と考えることができます。とりわけ、SO₂とNO_xについてはかなり減ります。一方、NMVOCについてはあまり減らない。これは、先ほど発生源の構造をお示ししましたが、必ずしも物を燃やすときに出るNMVOCだけではなくて、蒸発系の発生源、溶剤の使用や石油製品からの蒸発ということから発生するNMVOCが多いので、省エネのようなCO₂対策はあまり効果がないということになります。CO₂対策だけでは不十分なので、大気汚染対策を強化した時にどうなるのかということを見積もってみますと、これだけ減ります。今の中国が、今の日本と同じくらいの技術水準に2030年に到達するかということ、それは不確実性が非常に高いとは思いますが、そこを目標に対策を進めて、もし実現できれば

現状よりも大気汚染物質の排出量が減るということを示している点は、重要な意味を持っているのではないかと考えております。

それでは次に、今、お話ししてきたような排出量推計の不確実性についてです。不確実性は必ずあります。特にアジアにおいては、その不確実性が非常に大きいということが知られています。その不確実性を評価する方法はいくつかあると思いますが、最も単純には、他の人が推計した結果とどのくらい違うのか、合っているのか、何人かの研究者が推計した結果と比較的近づけば不確実性は小さいでしょうというような大雑把な評価ができるだろうという意味合いから、この図を作ってみました。

SO₂、ブラックカーボン、NO_xのそれぞれについて、この赤いラインが、今回、私たちが作成した REAS 2 の結果です。青いラインは中国の研究者の結果です。水色のラインは EDGAR (エドガー) という全球の排出インベントリで、非常に良く世界的に使われている、あの IPCC のレポートや計算に使われているようなインベントリです。見ていただくと分かりますように、REAS 2 と中国の研究者のインベントリは比較的よく整合している。それに対して、EDGAR の結果とは、SO₂のこの部分は減っていないし、この辺では過剰だということから、かなり違うということが言えます。NO_xについても同様で、赤いラインは私たちの結果、水色のラインは EDGAR の結果です。緑は中国の研究者の結果で、REAS 2 と中国の研究者の結果は近いです。ブラックカーボンについても同様で、赤いラインが REAS 2、薄い紫色のラインが中国の研究者の結果です。ブラックカーボンについては、EDGAR は推計していないので示しておりません。それ以外のものが、その他の研究結果ということになります。私たちの結果はこれらの中庸を取っているといつてよいかと思えます。これをどう評価したら良いかというのは見解が分かれるかもしれませんが、少なくとも REAS 2 は中国の研究者が推計した結果と比較的近いこと、また、SO₂とブラックカーボンを比べた場合には、ブラックカーボンの方が不確実性は大きそうだといった様子が見てとれると思えます。

それでは、もう少し定量的に不確実性がどのくらいなのかということを見ていきますと、このような具合になっております。SO₂と NO_xとブラックカーボンについて、それぞれの発生源種類別に排出量を棒グラフで示してあり、ここにバーが付いていますが、このバーが不確実性の大きさです。このバーが大きいほど不確実性が大きいということを示しています。全発生源での不確実性は、SO₂と NO_xについては 30~40%くらい、それに対してブラックカーボンは 200%近い不確かさがあります。

このように、不確実性が大きいのでどう対応するかということですが、その一つの方法として、今、非常に流行りなのは、衛星データを使って逆推計をするという方法です。これは一つの例でありまして、NO_xについて、上の図が衛星観測をもとにして逆推計した結果、下の図が排出インベントリの結果で、今日お話ししているのは REAS 2 であります。MEIC (メイク) というのは中国の研究者によるインベントリでありまして、それぞれの赤い数字が中国における NO_x の排出量の推計結果を示しています。これを見ていただくと分かりますように、まず、空間的な分布は比較的類似しています。それから排出量の絶対値につきましても、REAS 2 で 11.6、衛星の場合でも 10.5 と 9.3 ということから、それほど差異は大きくないということがお分かりいただけると思えます。

それから同じように地域別に比較してみたのがこの図です。細かいご説明はしませんが、棒の色の違いが衛星の違いによる逆推計の結果です。黄緑色が REAS 2 の結果であり、地域別の

割合については比較的3種類の結果は似ています。私たちのインベントリの結果と衛星観測に基づく逆推計の結果で、空間的な分布は比較的よく似ているということが言えると思います。これは、月変化について同じような絵を示しております。グリーンの線が REAS 2 で、赤い線が OMI（オーミ）の衛星データをベースにした逆推計結果です。1月から12月までの NO_x 排出量の経月変化を示しております。この2つは非常に似ております。一方、別の衛星データを使用したブルーの線は似ていないですが、原因はよく分かりません。

それから経年変化についても衛星データの結果と、排出インベントリを基にして先ほど金谷先生がお話しされたシミュレーションモデルを介して NO₂ を計算した結果を比べてみますと、REAS 2 を使ったシミュレーションモデルの結果は、やや過小ではありますが、経年変化の傾向は非常によく再現できていると言えます。

そろそろ時間がなくなってきましたので、最後に、今日のメインピックである越境汚染の観点から少しお話ししたいと思います。越境汚染の発生メカニズムはこのような具合になっています。

日本の PM_{2.5} のうち、どこの国からやって来て、それから、中国からやって来る PM_{2.5} の場合はどの発生源から生成したのかを知ることは意味があると考えて、この図を持って参りました。右から二つ目の棒グラフが年平均値です。色の違いは国の違いで、日本、中国、韓国を示しています。中国は 50~60% の寄与率ということになりまして、先ほど金谷先生がご紹介した結果とかなり整合します。その上で中国の内訳を見てみますと、火力発電所、産業、家庭、農業が多い。先ほどのオゾンの結果と大分印象が違います。なぜ農業が多いのかと申しますと、アンモニウムが影響しているからです。

中国の SO₂ の排出量は最近減ってきているということは先ほどご説明しました。ブルーのラインは、日本海上空でエアロゾルの光学的な厚さを測定した結果ですが、SO₂ 排出量の経年変化と非常に似ています。中国の SO₂ の排出量が減ることによって、中国からやって来るサルフェートが減り、それに伴い光学的な厚さも減ったと解釈することができます。中国がしっかり対策をしてくれれば日本への越境大気汚染を減らすことができるということを示す、一つの事例だと考えています。

最後に、越境大気汚染問題を考えてみましょう。日本の大気汚染対策に関する経験、技術、政策等はかなり進んでいることは皆さんご存知の通りですが、その海外移転を積極的に進めていく必要があります。更に、大気汚染だけではなく、より広く色々な環境問題が発生していますので、低炭素、自然共生型都市づくりといったことをにらみながら、幅広い対策を考えていく必要があると思います。また、世界ではグローバル経済化が進み、中国で作られた製品が日本の中でもかなり使われているという状況の中で、中国で発生した排出量の何%かは日本も責任を負うべしという議論もあり得ると考えています。コベネフィットの議論、これについては後ほど秋元先生からご報告がありますし、国際的な取組の重要性については鈴木先生からご報告がございます。もう一つ、金谷先生もおっしゃっていましたが、国内対策も忘れるなどということを一言添えて、今日の発表を終わりにしたいと思います。ご清聴ありがとうございました。

司会

ありがとうございました。

それでは質疑応答のお時間とさせていただきます。どうぞ、挙手でお知らせくださいませ。

どなたかいらっしゃいませんか。ぜひ、この機会に質問がございます方は、挙手でお知らせくださいませ。

それでは、すみません。大原センター長、最後は駆け足になってしまったのですが、その当たりの補足説明をお願いしてもよろしいでしょうか。

大原

例えば、この2番目の話ですが、これは他の人が研究した結果ですけれども、中国に日本企業が進出して現地で色々な製品を作っている。それに伴って中国でNO_xなど色々な大気汚染物質を排出している。その量を見積もると、中国で排出されるNO_x排出量のうち5%くらいは、日本で使われる製品を作る時に排出される量であるという報告です。ですから、平たく言うと、中国で排出されるNO_x排出量の5%くらいは日本が責任を負うべしというような話になるということです。以上です。

司会

よろしいでしょうか。はい、今、マイクをお持ちします。

質問者1

こちらの研究を大変興味深くうかがいました。それぞれの物質の寄与率の違いのところ、2つグラフがあったと思うのですが、そのNMVOCに関してですが、燃焼ではない発生源の寄与が非常に大きいことがよく分かるのですが、そこでは輸送というのが非常に大きくなっていて、濃い緑で他の燃焼系で大きい貢献をしている自動車というのがございます。この輸送と自動車の違いをご説明いただけるとありがたいと思います。

大原

これは図を作る時に間違えまして、同じです。同じ色だという風に見てください。申し訳ございません。

司会

よろしいでしょうか。では、もう一方。

質問者2

とても面白いお話をありがとうございました。実は、すごく似た質問でして、こちらの講演要旨集にあるセクター別の燃焼におけるPM_{2.5}のところ、半分以上が工業プロセス、しかも非燃焼ということで少しびっくりしたのですが、非燃焼というのはどういうものかということと、最後の方で日本に対する中国のセクター別の寄与率をみせていただいたと思うのですが、それを見ると工業プロセスの寄与比が減って他のプロセスが非常に増えている。これは、スライドにしかなかったのですが、そういうのを見ると、エミッションと日本に来る寄与比がすごく違っているような気がするのですが、そのあたりについて、メカニズムや背景を教えてくださいと面白いなと思ったので、よろしくお願ひいたします。

大原

1 番目のご質問につきましては、この図で工業プロセスとなっているところだと思えますけれども、例えばセメントを作るプロセスです。セメントを作る時に、粒子状物質が沢山漏れ出てきます。その割合が非常に中国では高い。日本であれば、そんなことはまず無いですが、中国におけるプライマリーのPM_{2.5}の排出量の一つの大きな特徴だと思えます。ただ、不確実性は非常に大きいと思えます。

それから、PM_{2.5}は一次粒子と二次粒子を両方含んでおりますので、必ずしもPM_{2.5}の一次粒子の排出量の割合を反映しているわけではない。日本に来ているのは、おそらく二次粒子の方が多いいと思えますので、そのことを反映していると思えます。

司会

よろしいでしょうか。それでは、そろそろお時間となりましたので、次の講演に移らせていただきます。大原センター長、ありがとうございました。

山下 研（やました けん）

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 客員研究員

成果報告③「東アジアの大気汚染によって影響を受けている私たちの健康」

司会

それでは、続いての講演に移らせていただきます。

成果報告③「東アジアの大気汚染によって影響を受けている私たちの健康」と題しまして、山下研、アジア大気汚染研究センター客員研究員より、ご講演申し上げます。それでは、山下研究員、よろしくお願いいたします。

山下

ただ今ご紹介いただきましたアジア大気汚染研究センターで、客員研究員としてこの研究に関わらせていただいている山下といいます。私は、新潟県の保健環境科学研究所の職員なのですが、このプロジェクトの始まりから関わらせていただいております。今でもアジア大気汚染研究センターの客員研究員として、S-7のサブテーマを担当しております。今日は、「東アジアの大気汚染によって影響を受けている私たちの健康」ということで、テーマ3のサブテーマ3ですが、今までの成果についてご報告をさせていただきます。

これは、金谷先生にも北京の様子を写真で見せていただいたのですが、手前の方は50年前ほど前の大阪城で、日本でもこのような状態があったということで写真を紹介させていただいております。

それからこれは北京の状況です。マスクをしている人の姿が、最近、ニュースによく出ていますが、北京マラソンの時にマスクをしながら走っている人ということです。マスクをしながら走るというのは不健康だという感じがするのですが、このような様子が北京で見られるということです。

今日の話しの内容ですが、PM_{2.5}とオゾンによる人の健康影響評価、それから、健康リスクの経済評価です。健康リスクを経済的に評価する。簡単に言うと、お金に換算するといくらに

なるかということです。その時の費用はいくらかということをお話させていただきます。それから、人の健康影響だけではなく作物にもオゾンに影響するのですが、その経済評価についてお話させていただきます。最後に、国際協調ということでお話させていただきます。

まず、PM_{2.5}とオゾンによる人の健康影響評価ということですが、ここに計算のフローチャートを載せてあります。今まで、S-7のテーマ1と2をご説明いただいた金谷先生、大原先生の研究で行われている内容を使わせてもらっています。つまり、インベントリとしてREAS、REASのバージョン1の方ですが、それを入力データにして、CMAQ（シーマック）という化学輸送モデルを使って濃度を計算します。オゾンとPM_{2.5}です。それからこちらでは、東アジアの人口分布のデータを持ってきて、30歳以上の人口の割合のデータを使う。それから死亡リスクを計算して、GIS（地理情報システム）というソフトウェアを使って早期死亡の分布を計算するということであります。

この右側にある図がCMAQで計算した結果です。こちらが2000年、2005年、2020年の3つのシナリオです。右側がオゾン、左側がPM_{2.5}です。2020年は3つのシナリオがREASで提供されておりまして、PSC（Policy Successful Scenario）、政策が成功したシナリオということが一番規制が厳しくなったシナリオです。それからこれがPFC（Policy Failed Scenario）ということでは政策が失敗したシナリオです。これが一番排出量の多いシナリオです。NO_xの場合で言いますと、一番上の線が一番排出量の多いシナリオ、一番下の線が一番成功したシナリオで、一番右端が2020年を示していますが、現実はどうもPFCに近くなっているということが言われております。この結果を見ると、オゾンとPMについて中国大陸の辺りで一番濃度が高くなっているということで、これから計算結果をご紹介します。

人体影響に関して、左側の図がPM_{2.5}に関するある研究結果です。アメリカの研究結果ですが、ACSコホート研究です。コホートというのは、ある集団を長い年をかけて追っていくという研究で、疫学分野では非常に有効な手段です。このコホート研究の結果によると、PM_{2.5}の濃度が上がるにつれて相対死亡率、死亡リスクが、これは肺癌、心血管疾患を示していますが上がっていく。右側の図がオゾンに関するヨーロッパでの研究結果ですけれども、これは1時間値なのですが、やはりオゾンの濃度が上がるにつれて死亡率も上がっていくということです。ここで紹介したのは2つの疫学的研究の成果ですが、欧米では非常に多くの研究結果が発表されています。こういう関係があるということは、研究者の間では常識になっているということです。PM_{2.5}は肺癌の原因であるということが、ようやくWHO（世界保健機関）によって正式に認められたというニュースがこの間出ておりましたけれども、今頃かという感じです。

曝露と早期死亡率の解析ですけれども、PM_{2.5}は年平均値10 µg/m³以上で解析しました。というのは、これ以下の濃度では分からない部分があるので、我々の研究ではカットしました。したがって若干この部分では過小評価している可能性があります。また、年平均値で評価しているのですから、長期的、つまり慢性影響を評価しているということです。もちろん、PM_{2.5}は短期影響もありまして、日平均値の環境基準値が決められているように、短期的な影響、喘息が悪化したりなどそういう影響もあるのですが、ここでは長期影響を評価しています。それからオゾンについては日8時間平均値の最大値が35ppb以上で解析しています。オゾンの場合は短期的急性影響を年間で積み重ねているわけですが、慢性影響もあるのではないかとわかっておりますけれども、まだはっきりしていない部分もあります。

これがPM_{2.5}の曝露と早期死亡率の解析の式です。大体どの研究でもこのような式を使って

います。これが人口、基礎死亡率、相対リスク、これに濃度変化を掛け合わせて、GIS（地理情報システム）で場所ごとに計算しています。なお、先ほど申し上げたように、30歳以上の年齢グループに対して行っているのは、今のところデータがそれしかないためです。30歳以下のグループは相対的にその上の年齢より早期死亡率が小さいので、影響はそれほど大きくはないと思います。

これがオゾンの曝露の早期死亡率の分析の式です。若干、直線的な関係ではないですが、我々が考えている濃度範囲では線形と考えて問題ないという式です。これは先ほどのPM_{2.5}の年平均値とは違い、日8時間平均値の最大値で評価しています。つまり、短期的影響を年で積み重ねたということです。東アジアの人口は2015年からは推定値になりますが、国連が人口増加率を発表していますので、それを掛け合わせて2015年と2020年の人口を推定し、30歳以上の人口割合を掛け合わせて30歳以上の人口を計算しています。基礎死亡率というの、過去の統計なのですが、2015年と2020年は変わらないという想定をして計算しています。

これが早期死亡の推定の結果です。先ほど申し上げたように変動の幅があるわけですが、これを見ますとPM_{2.5}とオゾンの影響を足し合わせた数を、簡単にするために足し合わせておりますが、中国では2000年には281,000人の早期死亡が、日本では2000年で9,890人。すごく細かい数字ですが、後でご説明しますが誤差というのは当然あります。中国では2020年のPFC、政策失敗シナリオでは935,000人の早期死亡、日本では26,900人の早期死亡があるという結果が出ています。北東アジアの方が影響は大きくて、北朝鮮も入っておりますけれど、北朝鮮も韓国と並ぶようになっております。ただし、東南アジアの方にいくと桁が少なくなっているということでもあります。

東アジアの健康リスク評価に関する他の研究ということですが、色々同じような研究がありまして、WHOやOECDが発表している数値もあるのですが、下の3つは今年に入って、特に中国の大気汚染が激甚であるというニュースに合わせてこのような研究結果が発表されておりますので、覚えている方も多いと思います。北京大学の公共衛生学院から、危険な呼吸という論文というか本が出まして、これによると北京、上海、広州、西安のPM_{2.5}の早期死亡数は、2012年で8,571人となっております。計算手法は同じなのですが、北京は人口が2千万人であり、それにしては少し少ないと思います。

2番目はWestという人が、温室効果ガスの削減の2つのシナリオをここで仮定していて、そのシナリオ間でのPM_{2.5}の早期死亡の削減数ということで、世界で49万人、中国はその3分の2で33万人だろうという結果になっております。このシナリオは独自のシナリオみたいのところがあります。我々の研究と直接比較するという事は時間がかかるので、今回はできなかったのですが。最後にChenさんという方が、中国の淮河北部は南部に比べて平均余命が5年短いという研究結果を出しています。このチェンさんというのは確か北京大学の先生でして、精華大学の先生の研究グループに入っているのですが、中国淮河北部というのは人口が5億人くらいいます。5億人かける5年で、平均余命が25億年短くなったという研究成果が発表されて、アメリカではかなり話題になっていると聞いています。

今回の計算では、不確実性があります。例えば、CMAQ/REASモデルによる越境オゾンとPM_{2.5}の濃度はきちんと再現されているのだろうか。それから、人口分布の誤差や基準死亡率が、日本は統計がしっかりしているのですが、途上国ではあまりしっかりしていないということがあります。それから、PM_{2.5}とオゾンの死亡率です。これは、我々の研究が欧米の研究成

果を基にしているものですから、欧米の結果をそのままアジアに適用して良いのかということがあります。ただ、日本ではPM_{2.5}の環境基準は2年ほど前に作られましたが、その辺は割り切って使うということで環境基準は作られており、同じような考え方でやっています。

次に、健康リスクの経済評価ということですが、早期死亡というのはこの名の通り、早く死んだ人の数、割合です。当然、その年齢によって平均余命が違うわけです。今生まれた日本の子供は、大体80年くらいの平均余命があるわけです。私も50歳と少しですが、あと30年くらいあるのかなど。人によって平均余命が違うのですが、この平均余命よりも早く死んだ人の数ということで、死亡統計とは違うということでもあります。

ここで、確率的生命の価値（VSL）という、先ほど申し上げたお金の換算することが必要になってきます。経済学の中では、何でもかんでもお金の換算する、共通のメトリックスを使って比較する、物事を比較するということが根本的な考え方でして、環境経済学もそうです。そのお金の計算するやり方の主な3つがここに書いてあります。この確率的生命の価値と個別の損害補償額というのは違うものです。もちろん命の値段というものもこれとは違うということですが、費用便益分析をやるためにはどうしても必要であるということで、こういうやり方をしています。やり方としては、確率的生命の価値というのは、リスク削減幅に対する支払意志額をリスク削減幅で割ったもの。例えば、1,000人の人が1万分の1のリスク削減幅に対して、平均1,000円払ったとしたら、VSLは、1,000×10,000、つまり1千万円であると。というのが、確率的生命の価値であると計算するわけです。後は、賃金から計算する方法や、仮想評価額、CVMのような支払意志額から計算する方法。それからもちろん損失余命における賃金から計算するという正確な方法もありますが、統計的なデータが揃っていればこういうやり方もできるわけです。

次に、今回の計算で使ったのは確率的生命の価値というものです。米国環境保護庁が使っている値で、740万USドルというものを使っています。結構高いですが、この値は研究によってももちろん異なっておりまして、例えば、欧州では180万USドルを使ったということで、4倍くらい差があるわけです。我々は、今回はUSEPA、米国環境保護庁の方法に沿ってやっています。その中でPM_{2.5}の死亡数、オゾンによる死亡数を計算しているわけです。アメリカの環境保護庁は他にも色々な影響を計算しているのですが、我々のサブテーマ研究には主要メンバーが2人しかいませんので、そこまで手が回りませんでした。

1990年に米国改正大気清浄法、CAAA90というものが施行されました。アメリカでは、費用便益分析をしろということが法律で決まっています。秋元先生が言われたように、アメリカでは費用便益分析というのは非常に盛んですし、進んでいます。アメリカのやり方が何でもいいというわけではないのですが、アメリカの合理的なやり方というのは非常に参考になります。これは、CAAAが無い場合の排出量、ある場合の排出量、これを費用便益分析すると、2000年、2010年、2020年で、この青色が便益、黄色が費用ということで、大体20倍から30倍の差があります。この法律は、やって意味があるという結論になっているわけです。

この図は、便益の項目を分けており、死亡、罹患、視界、その他となっています。死亡の便益が一番大きいわけです。VSLが大きいのでこういう結果になります。

東アジアの場合はどうかというと、計算した結果がこれです。VSLについてはアメリカの値をそのまま日本、中国、ベトナムにも適用するというわけにはいかないの、一人当たりのGDPで補正して、かつ、PPP（購買力平価）を用いて貨幣の価値を同じにして、補正してあり

ます。その単価の VSL を先ほどの早期死亡率に掛けた数字がこれであります。単位が 100 万ドルということで、2020 年の PFC シナリオ（政策失敗シナリオ）の中国では、約 70 兆円の VSL の損害額があるということです。日本では 2020 年の政策失敗シナリオでは、14 兆円の損失という結果になっています。北東アジアが大きくて東南アジアは少ないという結論です。また、注意していただきたいのは縦軸が対数でして、一目盛り違うと 10 倍違うということで、以後も気をつけていただきたいと思います。

それから次にその費用ですけれど、費用をどのように計算したかということ、IIASA（イイアサ）、国際応用システム分析研究所という欧州の国際機関がありまして、そこが GAINS（ゲインズ）という大気汚染と温室効果ガスの両方を扱う統合アセスメントモデルというものを作っています。その中国版(GAINS-China)が公開されて、その費用関数も公開されています。我々の研究ではこれを利用するにあたってかなり仮定を置いているのですが、それを使っています。北京での費用関数で、横軸が NOx 排出量で縦軸が費用です。これは、欧州のモデルなので単位はミリオンユーロです。これが PFC（政策失敗シナリオ）で、NOx 排出量が減るとこの PSC（政策成功シナリオ）へ来ます。これで費用を計算できるということです。また、気をつけていただきたいのが、最初は費用対効果が高く、色々な手段がある。この辺から費用対効果が低く、費用のかかるものが並んでくるということです。それが、我々の研究の一つの仮定でもあります。

これは同じく PM の費用関数です。それから、VOC につきましては、GAINS-China ではまだ費用関数がありません。担当者に聞いてみたら、今、開発中と言っていました。それから、欧州の GAINS では費用がマイナスとなっています。つまり、VOC を削減すればそれだけ利益が出るという形になっており、その点も聞いてみたのですが、VOC の揮発を抑えればそれだけ VOC が残るため、それが利益になるという形です。いずれにしてもそれほど大きくないと思いますので、今回は VOC についてはカットしています。

これが結果です。排出削減費用と早期死亡減少の便益です。この値は、VOC をカットしたことや、かなり大胆な仮定を使って GAINS-China のデータを使っていますので、試算という形であります。これから精査しなければならず、大きく値は変わらないと思いますが、若干変わる可能性があります。

これだと少し見にくいので次のグラフにいくと、これが NOx と PM_{2.5} の削減費用と便益の比較のグラフです。中国では、これが便益でそれに対して費用がこのくらいです。大体、便益が中国の場合だと 43 兆円で、単位は 100 万ドルです。費用が 1 兆 5 千億円ということで、大体 28 倍くらいの差があるということです。実は REAS の PFC、REF、PSC、つまり失敗から成功へのシナリオというのは、中国の排出量だけを変えたシナリオとなっており、そのため本研究でも中国の費用しか計算していないのですが、中国でコストをかけて中国の排出量を削減すると他の国にも便益が出る、日本でいうと 1 兆 5 千億円の便益が出ますよという結果になっています。

次に、オゾンによる作物影響の経済評価ですが、まったく同じようにオゾンの作物分布から GIS を使って、オゾン濃度を AOT40 という、1 時間値 40ppb 以上を積算するという形で行っています。

このような相対収量と濃度の関係式から、これも色々な研究がありまして、その結果を掛け合わせたものということなのですが、これがオゾンによる作物への影響、相対収量の変化とい

うことです。中国、日本、北朝鮮、韓国しか載せていませんが、小麦と大豆はかなり収量が落ちています。米とトウモロコシについては意外と落ちていません。9割くらいです。トウモロコシはあまり落ちていない。割と感受性の鈍い作物は米とトウモロコシ、小麦と大豆は結構感受性が高いということです。

これが国別に表したグラフですが、中国は桁が違うほど被害を受けているということで、一番被害を受けているのはどう考えても東アジアでは中国だということです。

次に、国際協調による大気環境の改善という話ですが、これはあまり難しい話ではなくて、このサブテーマの共同研究者であるナワダ・アミンさんというパレスチナから奥さんと子供4人を連れて、3年間日本にいて一緒に研究をしていた人。この人はチェン・ファンさんという中国の北京から去年やってきて、費用やVSLの計算はチェンさんと一緒に研究しています。あと、デニセ・モーゼラルさんやオットー・ヘンニネンさん、日本ではPM_{2.5}の研究の第一人者の一人である内山先生、それから作物影響では小林先生。このような世界の研究者の人たちと一緒に、大気環境を改善しようとしているわけです。我々のサブテーマだけではなくてこのテーマ全部そうなのですが、研究では国境を越えて行っている、では実際の対策はどうやって国境を超えていくのかということについては、後で鈴木先生にお話しいただくことになると思います。

結果とまとめですが、これは省略いたしまして、こういう空になるといいなということで終わらせていただきます。ありがとうございました。

司会

ありがとうございました。では、質疑応答のお時間とさせていただきます。ご質問のある方は、挙手をお願いいたします。

質問者 1

発表ありがとうございました。聞き逃したのかもしれませんが、健康被害のところで、中国が東南アジアに比べて差が大きく出ているのですが、PM_{2.5}の中に含まれている成分が違うという話があったと思うのですが、そういったことは考慮されていますか。先の話かも知れないのですが、教えていただきたいと思います。よろしくをお願いします。

山下

PM_{2.5}の成分によって健康影響の違いがあるかというのは、疫学の研究分野でも現在行われている分野でして、今のところリスク評価に反映させるべき違いがあるというデータは無いというのが結論です。ということですので、PM_{2.5}はPM_{2.5}として影響を考えればいいということになっているようです。

質問者 1

それは成分だけの話だと思うのですが、その中に健康ということで、例えば病原体ですとか、先ほどバイオエアロゾルの話があったのですが、そういったことも将来的に考えていくのは大切だと思うのですが、どのようにお考えでしょうか。

山下

そういうデータが使用可能になれば、もちろん研究に取り入れて行くことは非常に大事なことでと思います。

司会

では、もう一人の方。

質問者 2

とても面白いお話ありがとうございます。一つお聞きしたいのは、最後に答えは出るのですが、要するに不確定性が色々あると思うのですが、今の時点で大きな不確定性というのはどういうことが考えられるのでしょうか。また、その不確定性がどのくらいの大きさかというのを目安でいいので教えていただけませんか。

山下

講演要旨集に、相対リスクの信頼区間、CI (Confidence Interval) を載せてありますが、その範囲では相対死亡率に関する不確定性があります。それからそれとは別に、先ほど少しお話ししてご紹介したように、まず、CMAQ/REAS モデルによる不確定性というものもあって、これは先ほどご発表いただいたように、改善されて非常にいいものができるつつありますので、それは年々改善されているように思います。人口分布も、実は GIS である国を合計すると、統計と違ったりするのですが、それもしょうがないかなど。一番問題なのはやはり欧米の結果しか使えない、相対リスクですね。その辺が、日本やアジアという地域に即した疫学の研究、死亡率や相対死亡率の研究がされるということ。その辺が一番重要ではないかと思います。

司会

ありがとうございました。また、シンポジウム最後の質疑応答のお時間もご利用いただきたいと思います。山下研究員、ありがとうございました。

それでは、ここでおよそ 15 分間の休憩とさせていただきます。

<休憩>

秋元 肇 (あきもと はじめ)

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 所長

成果報告④「大気汚染対策の気候変動対策との関わりとコベネフィットアプローチ」

司会

それではシンポジウムを再開させていただきます。

後半最初の講演は、成果報告④「大気汚染対策の気候変動対策との関わりとコベネフィットアプローチ」と題しまして、秋元肇、アジア大気汚染研究センター所長より講演申し上げます。それでは秋元所長、よろしくお願いいたします。

秋元

秋元です。研究報告をさせていただきたいと思います。

大気汚染対策と地球温暖化、気候変動の対策というのは、皆さんご承知のようにこれまで長い間、別個の環境問題として扱われてきました。対策も殆ど独立に行われてきています。しかしながら最近、温暖化防止のためには大気汚染対策が必要だということが言われてきています。この後お話しします。一方、東アジアでは、越境大気汚染対策のために大気汚染物質と CO₂ の同時削減を促すような国際的な取組が有効ではないかという考え方が浮上してきていまして、S-7 でもこの考えを押し進めるという立場でおります。

大気汚染と気候変動の同時抑制を考える基本的な考え方ですが、大気汚染物質の中に地球温暖化、気候変動をもたらす大気汚染物質がある。全ての大気汚染物質がそうであるわけではないが、そのような種類の大気汚染物質のことを短寿命気候汚染物質、SLCP (Short-Lived Climate Pollutants)、こういう名前が最近呼ばれております。SLCP と CO₂ を同時に排出削減するやり方を共便益、つまり大気汚染と温暖化の両方を同時に無くす事で両方に便益があるということで共便益、コベネフィット。両方を同時に削減するという意味で、共制御、コ・コントロールという呼び方がされます。これを略してコベネフィットアプローチ、さらに略してコベネアプローチ、そういう言葉をお聞きになることがあるかと思えます。

この図は IPCC の図とは少し違うのですが、大気汚染物質の中で何が SLCP に該当するかということ非常に分かりやすく表した図です。この図はそれぞれの地球温暖化関連物質による産業革命以前、1850 年から 2000 年までの放射強制力を表した図で、左の方に長寿命の温室効果ガス、京都ガスといわれる CO₂、CH₄ (メタン)、CFCs、N₂O があります。その隣に対流圏オゾンとブラックカーボン、この 2 つが赤色でプラスの方に、CO₂ と同じ向きにあります。産業革命から今までの間にこの 2 つによって温暖化がこのくらい促進されてきたという意味です。それ以外のエアロゾルがこの辺にありまして、これがマイナスの方にありますけれど、この辺のものはすべて短寿命の大気汚染物質なのですが、その内この 2 つ、プラスの放射強制力を持った対流圏オゾンとブラックカーボン。この 2 つを SLCP と呼んで取り上げている状態です。

オゾンとブラックカーボンがプラスの放射強制力があるというのは、実は研究者の間ではもう 10 年以上というか、もっと前からある種常識でありまして、温暖化には効いているということ言っていたのですけれども、殆ど一般には取り上げられなかった。特に気候変動をやっている人からは殆ど顧みられなかったと言ってよいかと思えます。それがなぜ今 SLCP が大きく政策的に取り上げられるようになったか。直接的なきっかけは 2011 年、2 年前になりますが、UNEP (国連環境計画) から 2 つレポートが出ました。左の方が UNEP と WMO (世界気象機関) の 2011 年の報告で、"Integrated Assessment of Black Carbon and Tropospheric Ozone"。ブラックカーボンと対流圏オゾンに特化して、気候汚染物質として取り上げた。右の方は同じ UNEP が同じ年に公表したのですが、"Near-term Climate Protection and Clean Air Benefits"。キーワードは赤で囲んである、"Near-term Climate Protection"。中期の気候を守る。中期未来ですね。2100 年ではなく、2030 年、2050 年、そのくらいを Near-term と呼んでいます。その中期未来の気候を守るために SLCP を下げることが重要だという意味です。

この 2 つの報告書に載せられている今では有名で分かりやすい図なのですが、気候変動対策から見た SLCP コベネフィットアプローチの必要性というものを一つに表した図です。この図

はどう見るかという、左端が 1900 年、右端が 2070 年くらいまでありまして、この間の気温上昇、全球の気温上昇が書いてあります。ここまでが実測というか過去の記録で、ここから先が将来の予測になります。一番上が基準シナリオ。これは IEA (国際エネルギー機関) の”World Energy Outlook 2009”に載っている CO₂ の一つの基準シナリオに沿うと、このように温暖化が進んでしまう。2 つ目の線は CO₂ 対策シナリオで、後でまた出てきますが、IEA が作った 450ppm シナリオ、CO₂ の濃度を 450ppm 以内に抑えるシナリオというもので、先ほど大原先生の説明にあった CO₂ 半減シナリオ、排出削減シナリオというものもありましたが、それらに近い考え方だと思っていただいいてよいと思います。そのように、かなり強力に CO₂ 排出量を抑えています。その場合はこうなる。これで見えていただきたいのが、CO₂ 対策を今強化することが非常に大事だということですが、2050 年以降の温度上昇を抑えるためにはいくら今 CO₂ 対策を一生懸命やっても温度上昇には関係ない。これが非常に重要なことです。それに対して、中期未来、Mid-term Future と呼んでいる 2030 年、2050 年、この辺りですが、この辺りのところに対して温暖化を少しでも抑制しようと思ったならば、SLCP を下げなければならない。その次の線は IIASA (国際応用システム分析研究所) のシナリオで、メタンとブラックカーボンを下げるシナリオですが、今下げてあげればこのような温度上昇を辿って、すぐに温暖化を抑制することができるというカーブです。ただ、これだけだと 2030 年から先でまた温度が上がってしまうので、この SLCP 中期対策シナリオと CO₂ 対策シナリオの 2 つを同時に組み合わせれば、当面、中期までは SLCP の削減により温度上昇が防げて、そこから先は CO₂ が効いてきてこのカーブになる。そうすると、2°C キャッピングというものが実現できる可能性がある。これが基本的な考え方です。

今の図をもう 1 回繰り返しますと、気候変動対策側から見た SLCP 中期対策の必要性というのは、将来世代に関わる 21 世紀後半以降の温暖化や気候変動の抑止には CO₂ 排出の抑制が必須である。これは普通、皆さんが考えていることです。ただし、こちら側は皆さん知らないのですね。現世代の多くの人々が生きている 2050 年頃までの気候変動抑止には、現時点の CO₂ 削減は無力であり SLCP の排出削減が必要だ。今年、台風が強くなったり異常気象が起こったりしていて、それは温暖化のせいだということが示唆されているわけですが、そういうのを少しでも抑制しようと思ったら、いくら CO₂ 削減をやってもこの後我々が生きている世代には関係ないですよということです。産業革命以来の気温を 2°C 以内に抑えるいわゆる 2°C キャッピングは、SLCP 中期対策を組み合わせなければならない。この点が、SLCP が強調されている主な理由だと思います。

逆に大気汚染の側から見た場合ですが、これから後は主に東アジアで SLCP コベネを考える時の考え方をお話ししたいと思います。東アジアにおける大気汚染と SLCP コベネアプローチを考える時に、まず我々が知っておかなくてはならないことは、2008 年における NO_x と CO₂ の地域別排出量です。左側が NO_x、右側が CO₂ です。東アジアの NO_x の排出量は全世界の 30% に達しています。これは、ヨーロッパと旧ソ連を合わせたものが 18%、北米が 15%、その他ですけれど、他の大陸よりもずっと東アジアの方が増えている。南アジア、西アジア、中近東を入れると 40% 以上になる。CO₂ に関して言うと、東アジアの寄与はもっと大きく 33% になっている。ヨーロッパが 23%、アメリカが 23%。このように東アジアの NO_x もそうだし、CO₂ に関して寄与が非常に大きい。これを何とかしないと温暖化も防げないし、いわゆるリージョナルな大気汚染も悪化するばかりだという現実があります。

ということで、東アジアにおける SLCP 削減を考えたいということです。大気汚染対策側からの視点、先ほどは温暖化対策の方からの視点を述べましたが、大気汚染対策側から見ると、アジアの途上国では CO₂ 削減対策には社会的なインセンティブが働かない。これが現実だと思います。みんな経済成長の方が本音としては優先ですから。けども、一方、大気汚染対策には関心が深い。これは、いくら経済成長と言っても北京、今年のようなことが起これば、それをないがしろにしたならば政権の存在が問われますから、中国の国民からも非常に突き上げが強いということです。そういう視点から我々は、この SLCP シナリオを考えたいということです。オゾンとブラックカーボンですが、オゾンは二次汚染物質なのでその前駆体物質を規制しなくてはならないのですが、UNEP の報告書が欧米の考え方を反映して、オゾンを減らすためにメタンだけを削減するという考えになっています。メタンだけを削減すると、当然、自由対流圏のオゾンが減ってくれる。そういう意味では温暖化にはもちろんいいのですけれど、これでは大気汚染のオゾンは減らないです。我々のシナリオでは、アジアの大気汚染状況からメタンとともに NO_x/VOC の削減の優先を提案しています。これは、境界層オゾン、大気汚染としてのオゾンをともかく東アジアで減らすのが先決であるということです。もちろんメタンを減らした方がいいのですが、同時に減らすことを提案しています。ブラックカーボンに関しては減らす方がいいのですが、特に大気汚染の関連から言うと PM_{2.5} が環境としては注目の的になるので、これとの相関が重要になってきます。

北東アジアにおいて、NO_x/VOC とメタンの排出量を半減した時に、オゾンの日最高 8 時間平均値が 75ppb を超える日数にどのような変化があるか。これは、2005 年のモデルで、先ほどから出てきている CMAQ モデルで計算した結果です。これは 8 時間値 75ppb を超える日数を示していますが、NO_x/VOC の排出を北東アジアで半減してあげるとこれは明らかに減ります。ところがメタンを半減したのでは減らないか、多少増える変化。いずれにしても地表オゾンに対して影響がない。両方を半減してやるとこれよりもさらに減ってくれる。こういうことが分かりました。

一方、温暖化に対して、これはコベネですから、大気汚染が減るだけではコベネにならないので、温暖化に対する放射強制力の変化も同時に見ております。これは 3 つあるのは、一番左のこの黄色のバーが NO_x/VOC だけを減らした時、真ん中の赤がメタンだけを減らした時、青いバーは NO_x/VOC と CH₄ (メタン) を同時に減らした時の放射強制力がそれぞれどれだけ減るかということを示しています。メタンが減ることに対してどれだけメタンの放射強制力が減るかということ、もちろん NO_x/VOC を減らしてもメタンにほとんど関係しませんが、メタンを減らせばこれは物凄く減ってくれる。それから、NO_x/VOC とメタンを同時に減らすと、メタンだけを減らした時より多少減りが少ないのですが、これだけ放射強制力が減ってくれる。オゾンに対しては、NO_x/VOC を減らすとこれだけ減る。メタンを減らすと、これも先ほど申し上げた自由対流圏のメタンが減りますので、やはりオゾンの放射強制力も減ります。両方減らすと、これがさらに減ってくれるということです。ということで、今日はエアロゾルの話はできませんけれど、トータルで考えるとメタンだけを減らすか NO_x/VOC とメタンの両方を減らしてあげると、いずれにしても放射強制力は減る。この場合のメタンというのは、オゾンを通じてというより、メタン自身が温室効果ガスですから、メタンを減らすということは温室効果ガスを減らすということです。それは減らすに越したことはない。メタンももちろん減らした方がいいのですが、メタンと NO_x/VOC を同時に減らすのが一番いいのではないかと

のが我々の考え方です。

繰り返しになるかもしれませんが、メタンの削減は対流圏オゾンの削減により全球放射強制力を低下させるが、地表オゾンをもむしろ増加させる傾向にある。NO_x/VOC の削減は、明らかに地表オゾンを低減させることができると同時に、放射強制力も低減させる効果がある。NO_x/VOC とメタンを同時に削減することによる温室効果ガスとしてのメタンの効果は放射強制力を低下させ、NO_x/VOC の効果により地表オゾンが大きく低下するので、大気汚染と気候変化を同時に緩和するという真の意味でのコベネ効果を挙げることができるというのが我々のプロジェクトの結論です。

温暖化対策シナリオと大気汚染対策シナリオの結合ということですが、先ほど大原先生の紹介の中にも多少これに似たような話が出てきたかと思います。こういう考え方で、将来のシナリオをどのように考えていくか。これは対象年が 2030 年、基準年を 2005 年にとりまして、対象地域は東アジア、東アジアというのは北東アジアと東南アジアを含めたものです。用いているモデルは、IIASA の GAINS モデル。先ほどの山下先生の話に出てきました。これは CO₂ や大気汚染物質を減らした時にどれだけ削減コストがかかるか、そういうことが計算できるものです。我々、S-7 チームでは CHASER/MIROC という全球の化学気候モデルと WRF/CMAQ の化学輸送モデルを使って、温暖化影響と大気汚染影響を評価する。用いているシナリオは GAINS の基準シナリオということで、CLE、これは現状対策シナリオです。Business as usual に近いもの。先ほどの IEA のところで出てきた CO₂-eq 450ppm 安定化シナリオ（450ppm シナリオ）、それから MFR というのは Maximum Feasible Reduction、最大可能削減シナリオ、現在用いられている対策技術をフルに、経済的なことは考えないでフルに適用したらどこまで究極的に減らせるかというもの。450ppm シナリオは CO₂ 削減だけを考えたシナリオ、気候変動だけを考えたシナリオなので、これだけだと大気汚染は良くならないことが分かりましたので、我々は 450ppm-CNTR という、東アジアについて大気汚染の対策をさらに強化したシナリオを IIASA に作っていただきました。

それぞれのシナリオによってどれだけ排出量が違ってくるかということですが、これは NO_x、NMVOC、ブラックカーボン（BC）、メタン（CH₄）です。一番左が基準年である 2005 年の排出量です。対象地域は、東アジアでの発生量です。その右側が CLE です。その隣が 450ppm シナリオで、その右側が 450ppm-CNTR シナリオ。2005 年と 450ppm と 450ppm-CNTR を見て下さい。450ppm-CNTR シナリオを作る際にどのような方針で作成したかという、450ppm シナリオに対して東アジアの NO_x をさらに 50%程度削減し、VOC とブラックカーボンについては 30%程度削減する。そういう形のものを作ってもらったということです。NO_x については、450ppm シナリオよりも 450ppm-CNTR シナリオがこれだけ減っている。450ppm ですと 2005 年から殆ど減らないです。それではよくないので、ここまで減らす。NMVOC やブラックカーボンについては、450ppm シナリオでも現状に比べるとかなり下がっているのですが、さらに 30%程度下げた 450ppm-CNTR シナリオを作ってもらっています。メタンについては、今は触っていませんので、450ppm シナリオと同じものを使っています。

こうした時に、それぞれのシナリオで汚染物質に対してどのくらいの感度があるかと言いますと、中国中東部、セントラルイーストチャイナと呼んでいますが、先ほど見ていただいた図で一番真っ赤になっているところですね、北京と上海の間の。あの辺の地域の平均をとってみました。黄色が CLE、現状シナリオで、茶色が 450ppm シナリオ、ピンクが 450ppm-CNTR

シナリオです。夏のオゾンがこの程度まで下がるということが分かります。緑は MFR シナリオで、一番理想的にやるとここまで下がる可能性があるというものです。

2005 年に対して、450ppm シナリオと 450ppm-CNTR シナリオの 3 つを見ていただければいいのですが、中国中東部と韓国と日本について、8 時間値 75ppb を超える日数が、例えば中国だと 66 日だったのが 24 日に、3 分の 1 くらいになる。日本の場合には 39 日あったのが 3.9 日に、10 分の 1 くらいになる。このくらいの感度があるという大雑把な見積もりです。

同様に PM_{2.5} に対して、450ppm-CNTR シナリオにしてみるとどれだけ効いてくるかというのですが、青が 2005 年で、茶色が 450ppm シナリオ、ピンクが 450ppm-CNTR シナリオになります。ブラックカーボンを減らすことで PM_{2.5} の方は結構減ってくれるのですが、さらに 450ppm-CNTR シナリオにすると、特に冬の PM_{2.5} はドラスティックに減ってくれます。夏はあまり変わりません。このくらい効いてくるので、大気汚染と気候変動の対策のコベネを考える時には、こういうことを一生懸命やっています。

35 µg/m³ を超える日数で比較するとこのようになり、中国で半分くらいに、日本だとほとんどゼロになる。

以上のところをまとめますと、東アジアにおける大気汚染物質及び CO₂ の排出量が、全世界の排出量の 30% を超える状況が、中国をはじめとするこの地域の大気汚染を深刻化させていると同時に、この地域が地球温暖化・気候変動を駆動する主要な地域となっている。この認識から出発して、この状況を改善するためにはエネルギー効率の向上などを通じた NO_x と CO₂ の同時削減、メタン、ブラックカーボンなどの SLCP の排出削減を強化することが、大気汚染と気候変動のコベネフィットアプローチとして有効である。最後に、越境大気汚染の抑止に対しても、我が国が各国のコベネフィットアプローチを支援するなどの外交戦略的なアプローチを通じて実現する努力が必要である。ご承知のように、今聞いていただいたように、特に中国に対してコベネアプローチのようなものを通じて、例えば、エネルギー効率の向上などを図り大気汚染物質を同時に削減してもらい、CO₂ の排出を削減してもらおうということが、全球的なことにも効いてきますし、日本にとっての越境大気汚染に対しても非常に有効ではないかと。単に越境大気汚染を防止してくれというよりは、そういうものをもっと絡めた外交的なアプローチをするのが現実的ではないでしょうかということ、S-7 のこの段階での結論として話を終わりたいと思います。どうもありがとうございました。

司会

ありがとうございました。それでは、質疑応答のお時間をとらせていただきたいと思います。それでは、中央の方、マイクをお持ちします。お待ちください。

質問者 1

貴重なお話ありがとうございました。2 つ質問があるのですが、一つ目は少しマニアックな質問かもしれませんが、放射強制力がネガティブになるという絵を出されていたのですが、メタンのところが分からなくなってしまったのでお聞きしたいのですけれども、メタンだけを半分にしたシナリオでネガティブな放射強制力がマイナス 28.4 ですか。同じようにメタンを半分にしてさらに NO_x/VOC を下げたらメタンの減りが減ったという、これは OH ラジカルか何か、NO_x によってメタンのライフタイムが伸びたということですか。

秋元

そういうことです。なぜ UNEP の報告書でメタンだけを削減することを考えて NO_x/VOC を外したかということ、まさにそういうことだと思います。最初のドラフトでは NO_x/VOC も一緒に入っていたのですが、ある時点から削ってしまった。メタンだけにした。NO_x/VOC を下げると全球平均か何かで OH ラジカルが減って、メタンのライフタイムが伸びる。温暖化を考えるとそれは逆にプラスにはならない。

質問者 1

もう一つ、フィードバックの効果というのか、例えばオキシダントの濃度が下がるとそれによって植物がちょっと元気になり CO₂ を食べてくれたりする効果、ネガティブなフィードバックからさらに良い方向に行くようなことも、先生のモデルに入れられるのかなと思ったりしたのですが。

秋元

ありがとうございます。そうですね、これだけの議論だと、オゾンが減らして良い方向にはあるのだけど、少しインパクトが弱い。ブラックカーボン、今日はお話しませんでしたけど、ブラックカーボンを減らすと当然オーガニックカーボン (OC) も一緒に減るので、本当に放射強制力を減らすことになるのかという質問は必ず来る。それを補強する意味でオゾンの場合には、オゾンが減るとさっき言われたように、オゾンによって阻害されている植物の光合成活性の部分が無くなるので CO₂ の吸収が高まる。CO₂ を余計吸収してくれる。そういう間接効果をきちんと研究している人もいて、決してネグリジブル (negligible) ではない。それからもう一つ、ブラックカーボンに関してヒマラヤや北極の雪や氷などに沈着するブラックカーボンを減らすことによって、そういう地域の温暖化の促進が抑制される。これが非常に大きいという議論もあります。全体的に主張する時は、そういうことも含めて述べた方がいいかもしれません。

鈴木 克徳 (すずき かつのり)

金沢大学環境保全センター センター長・教授

成果報告⑤「越境大気汚染対策の促進に向けた国際的取組」

司会

それでは続いての講演に移らせていただきます。

成果報告⑤「越境大気汚染対策の促進に向けた国際的取組」と題しまして、鈴木克徳、金沢大学環境保全センター、センター長並びに教授よりご講演申し上げます。それでは鈴木センター長、よろしく願いいたします。

鈴木

ただ今ご紹介にあずかりました、金沢大学の鈴木です。

私は、「越境大気汚染対策の促進に向けた国際的取組」ということで、今までの 4 人の方々

の発表を踏まえて、どのような国際的な取組を考えておくべきかという政策論的な部分のお話をさせてもらいたいと思っています。ただ、2時から始まってずっと続いてきていますので、最初の頃に金谷先生が何を発表されたのか忘れてしまっているかもしれないということもありますので、今までの成果報告①～④を見てみると、金谷先生のご報告の中では、PM_{2.5} やオゾンなどの大気汚染については越境して飛来する汚染物質の影響がある。その解決に向けて、中国その他の国を含む他国間での協調的な取組が重要ではないだろうか、という点が一番のポイントだったと思います。大原先生のお話の中では、アジアで1980年代後半から大気汚染物質が急増して深刻な大気汚染問題を生じた。物質によっては中国の国内対策の進展等により、排出量の増加傾向が鈍化したり減少傾向に転じたものもある。そういう中でエミッションインベントリを見ながら、どのような対策をとるかを考えていくことが重要であるというお話をいただいたと思います。山下先生のお話の中では、PM_{2.5} やオゾンによる深刻な健康影響が懸念されている。中国では数十万人の早期死亡数になるとの試算がある。またそれらの被害を金額で比較すると、改善費用の方が遥かに安価である。そういった試算がなされていました。最後に秋元先生のお話の中では、アジアの大気汚染対策の改善に向けては、大気汚染対策と気候変動対策とを統合するようなコベネフィットアプローチが有効。特にヨーロッパのようにメタンの削減のみを頑張るのではなく、メタンとNO_x/VOCを合わせて対策を講じていくコベネフィットアプローチが必要というお話をいただいたと思います。

そういったものを少し整理し直してみると、現在アジアが直面している国際協力のための主な課題というのは、一つは、これは社会的な課題になっていますが、PM やオゾンといった現在深刻化しつつある大気汚染問題に対して、アジア地域として、あるいはグローバルに取り組むような国際的な枠組みがない。実はこれが非常に大きな問題。欧米の政策決定者も同じような議論をしています。2番目として越境大気汚染と気候変動のリンクが重要視されるような中で、両者を総合的に扱えるような国際的枠組みがない。秋元先生のコベネフィットアプローチが重要だという点に関わってくるものであります。3番目として、これは今までの議論の中には出ていなかったのですが、アジアには実は大気汚染問題に関する極めて多くの国際的イニシアティブが既にある。そういったものが、相互に重複した機能を有し、例えば同一の担当者が類似する多くの会議に参加するという必要があって、その実施というのが効率的に行われていないという問題があります。この点については後ほどお話をします。

今、大気汚染問題に取り組む世界的な取組の現状は一体どうなっているのかを見ますと、これが大気汚染問題に関する世界の地域ネットワークです。最も有名なのは欧州が中心になっている長距離越境大気汚染条約。この紫色の部分のカバーしている、ヨーロッパ、北米大陸をカバーしているものが1979年にできています。こちらの部分では東アジア酸性雨モニタリングネットワーク、南アジアではマレ宣言といったもの。これだけではなく世界的に見ると、例えばアフリカをカバーするような形で、実は一つではないのですけども、4つのアフリカの大気汚染に関するネットワークが既に立ち上がっている。あるいは中南米については、これは中南米全体として一つのネットワークですが、大気汚染対策のネットワークが既に立ち上がっている。既に世界的に各地域において大気汚染対策が重要だという認識で、イニシアティブが始まっているという点が挙げられます。

今後、どういう形で世界的に大気汚染対策を押し進めていけば良いかという議論になるわけですが、3年前、2010年にヨーロッパの政策決定者や研究者、彼らは世界条約を作るのが良い

のではないだろうかという議論を仕掛けてきました。ただ、実際問題として、世界条約を作るとなると国連海洋法条約の時も一体どれだけの時間がかかったのか。そのために要する時間と手間、世界条約を作ろうとすると結局出来上がってくるものは、非常に一般的な規定しか合意できないだろうと。そしてさらにそれぞれの地域で色々な形でのイニシアティブというものが、その地域の特性に応じて始まっているということから、むしろ地域ごとの大気汚染対策を促進するということが適切ではないだろうか、といった議論で現在落ち着いています。

アジアでは一体どうだろうかという、実に様々なイニシアティブが既に進められつつあります。代表的なものが東アジア地域を対象とする「東アジア酸性雨モニタリングネットワーク」、あるいは南アジア地域を対象とする「南アジアの大気汚染と越境的影響の制御と防止に関するマレ宣言」というものがありますが、その他にも例えば、日中韓3か国環境大臣会合に基づく対策、韓国が中心となっている「日中韓大気汚染物質長距離輸送プロジェクト」(LTP プロジェクト)、「北東アジア準地域環境協力プログラム」(NEASPEC)といった様々なものが、対象物質、地域、実施主体を少しずつ変えながら並走している状況がある。こういったものをどう解決していくかということ、今後考えていくことが必要だと思っています。

アジアでの枠組みを考えていく時に、まず、これまでの国際枠組みでの歴史としてはどのようなものがあつたかを考えてみると、ここでは3つの典型的なものを取り上げてみました。一つは欧州を中心とする長距離越境大気汚染条約。1979年に作られて欧州と北米大陸をカバーしているわけですが、その後8つの議定書を採択してそれぞれの物質の規制を推進していった。米加大気協定、あるいは米加大気質協定と呼ばれるものが1991年に策定されています。それからさらに10年後の2002年には、ASEAN 煙霧協定において ASEAN Haze Agreement というものが策定されています。大気の世界ではこれらとは別に、オゾン層破壊物質に関するモントリオール議定書、国連気候変動枠組条約京都議定書といったものが議論の対象になることもあります。こちらの方が規定する原理原則は少し性格が違います。例えば気候変動枠組条約は、CBDR (Common But Differentiated Responsibility)、共通だが差異のある責任といった原則を議論の基盤としているので、ここでは省かせてもらいたいと思います。

この3つの枠組みを考える時に、3つの視点で見ってみました。一つは被害の実態が既にあるかどうか。これは3つとも明確に被害の実態が存在しています。それが例えば酸性雨によるものなのかどうかという点は、少し議論になるところかもしれません。この写真は森林被害ということで森林の枯死、また、湖の酸性化による魚の減少という事態が明らかに見受けられる。では、科学的知見がどのように使われたかという、長距離越境大気汚染条約において科学的知見といったものが OECD プログラム等によって、当時として最善の知見と思われるようなものが交渉において言及されていましたが、それが反映されたかどうかについてはかなり疑問の余地があるのかもしれない。少なくともこのような科学的知見が議論を進める上でのトリガー、引き金になったという事実はほぼ確認できているのではないかと思います。米加大気協定に関して言いますと、酸性雨の影響については1980年代から1990年代にかけて10年以上、両国の間で見解の相違がある。ASEAN 煙霧協定については、今一つクリアに分かっていないので、インタビューなどを通じてもう少し調べてみたい。これらを策定した時、ストックホルム宣言の原則21がこの3つに共通して適用されてきた経緯がある。越境大気汚染に関する原則、越境大気汚染に関しては確立された原則というものがあると考えて良いかと思っています。

これは1930年代に遡ってカナダのブリティッシュコロンビア州にあったトレイル製錬所か

らの越境汚染、硫黄酸化物の汚染問題における仲裁裁判を踏まえて、1972年国連人間環境宣言原則21を通じて、国際環境法としての原則が確立していると考えられています。具体的には、各国はまた、自国の管轄圏内又は支配下の活動が他国の環境又は国家の管轄権の範囲を超えた地域の環境に損害を与えないよう措置する責任を負う。具体的に言うと、国境を越える汚染に対する国家責任ということです。排出者だけではなく、国家としての責任があるということが基本原則という形で越境大気汚染の議論において確立されていて、これは同じ文言で、1992年のリオ宣言の中でも第2原則という形で踏襲されてきたという経緯があります。

この原則がずっと継承され続けていて良いのだろうかということが、今回の検討の中で大きなポイントと考えているわけですが、近年の多国間環境条約(MEAs)では、ある国の非遵守を責めるという形よりは、非遵守があった場合にはその非遵守を遵守可能になるような形でどう支援するのかということが、現在のMEAsの議論の中核を構成するようになってきた。「あなたの国に責任があるのだよ、なんとかしなくちゃいけないよ」という議論よりは、もしその国が対策できないのであれば、どういう支援をしたら良いのかを考えていくことが重要になってきているのではないだろうか。今までの3つの国際枠組を考えた時に、議論の中心というのが国連人間環境宣言原則21、国境を越える汚染に対しての国家責任を基本として考えていこうというわけですが、実際、例えばアジアでは、越境大気汚染の実態はASEANの煙霧や北東アジアの黄砂といった話を除いて、越境大気汚染の被害の実態が確認されていない。これは冒頭で秋元先生もおっしゃった話で、そういった状況の中でどのような形で合意形成を図っていくのかを考える必要があるだろう。そういった実態を考える時に、むしろ越境大気汚染の国家責任というものを全面に打ち出していくよりは、もう少し違った側面、各国が一丸となって地域全体として大気汚染物質の排出削減を目指すようなルール、枠組みというものを強調していくことが重要ではないだろうか。実際、欧州の越境大気汚染条約においても中央アジアの国が入ってきているという状況の中で、厳格に国家責任を適用するよりも、できるだけフレキシブルな対応を考えていこうと。基本原則は基本原則として置いておくとしても、注目すべきポイントを少し変えていく必要があるのではないかと考えています。それを前提とした上で、今回、3つの提案をさせていただきたいと思っています。

一つは、既存のイニシアティブの整理統合が必要だろうと。先ほど申しましたように、アジアにおける大気関係のイニシアティブとしては非常に様々なものがあります。例えばASEAN煙霧協定、黄砂対策、PM対策、あるいはAtmospheric Blown Clouds(ABC)に関する議論はすべてエアロゾルを対象としていて、それぞれ少しずつ違った枠組みで違った議論を行っている。もう少し整理統合できる余地があるのではないかと。あるいは、東アジア酸性雨モニタリングネットワーク、日中韓LTP、NEASPECでは、越境大気汚染に関して殆ど類似の重複的な議論がなされています。今、国際的にはこの3者の関係をどう調整するのかが一つの大きな課題となっていますが、みんなが集まって議論をする場が無いということで、少し困った状況かなと思っています。

一つの提案という形で、アジア太平洋地域の大気環境に関する合同フォーラムというものが作られています。これは日本の支援によって2010年に作られたものですが、今はほとんど休眠状態になっています。このような合同フォーラムを色々なイニシアティブが集まって議論をし、調整するような場として活用していくことが考えられるのではないだろうかと思っています。

第二の提案というのは、科学と政策のインターフェイスをどう考えていったら良いのだろうかということですが、これは欧州のケースについて 2010 年に Peringe Grennfelt が整理したものです。欧州において科学が政策決定に大きな影響を及ぼすというプロセスの中には、20 年、30 年という時間がかかって、大体 1970 年代から始まって、1999 年のゴータベルグ議定書の頃に科学が政策決定の中に反映されるような慣習が確立してきたのではないだろうか。米加の場合にも、先ほど申したように 10 年以上の時間がかかっている。今、アジアは殆どこの当初段階にいるという中で、では一体どのような形をとれば、ヨーロッパで 20 年、30 年、アメリカでも 10 年以上かかった科学を政策に反映するようなプロセスを加速化することができるかということを考えてみました。

実際に政策決定者の中で、この越境大気汚染問題に関する認識がどうなっているのかということの本研究で調査した結果、一番下にあるように、科学的事実に関する関係者間の認識の不一致が枠組構築の阻害要因の一つになっているという研究成果が出ています。

今年になって少し状況が変わってきているのではないかと思うのは、最近の著しい中国の PM 汚染問題から、各国の認識に変化の傾向が見られるようになってきている。まず韓国ですが、北東アジアの大気汚染問題の解決に向けて、積極的に日本と協力しよう、今まで以上に積極的に日本と協力しようという意向を示すようになってきています。これは顕著な傾向だと思っています。中国がどう思っているかはクリアでない部分がありますが、大気汚染問題の解決に向けて、今まで大気汚染問題は国内問題として捉えていたものを、例えば東アジア酸性雨モニタリングネットワーク等の地域協力の枠組みをより積極的に活用することによって、この問題の解決を図っていくといった姿勢が、少しずつ見え始めているのではないか。これは、当初私も考えていたこととかなり大きな違いを形成しているのではないかと思っています。また、東南アジア諸国もこの PM 問題に深い関心を示しておりまして、今年の 9 月にマレーシアで開催された「東南アジアと東アジアの環境と健康に関する地域フォーラム」の中でも、Grate Concern（深刻な関心）と、大臣レベルでの会合で表現されるようになった。このような状況を踏まえて、欧米で何十年もかかったプロセスを一気に短縮する、いわゆる蛙飛び（リープフロッグ）が実施できないかということで、S-7 として提案させていただいたのが「大気と気候問題に関するアジア科学パネル」（ASPAC）というものです。これによって科学者が共通の認識を有することで政策決定者間の認識のギャップを埋めていくことができるのではないだろうかと思っています。

この ASPAC 提案は、これまで BAQ 等の様々な国際会議の場で提案し、意見をいただきました。基本的に各国の科学者からは支持を得ているものと理解をしていますが、より具体的な仕組みについてはこれからさらに検討が必要で、それについて各国の政策決定者も含めて合意をしていただけるよう、まずアドホックなハイレベルの科学者、ノーベル賞級の科学者にも参加していただいて、ハイレベルな科学者による会合というものを開催し、ASPAC を作るようにしましょうというメッセージを政府機関等に発信してもらえるように、関係者の方に働きかけているところです。

最後、殆どもう時間がありませんけれども、このテーマは越境大気汚染問題になっているわけですが、今、中国が直面している問題はむしろ国内対策という意識のもとで話が進んでおり、それを越境大気の問題と国内大気汚染対策をどううまく結び付けて、どう国際協力の枠組みに乗せていくかという工夫の仕方が重要になっています。

そこを結ぼうというのが、金谷先生のお話にもありましたように、今、中国は積極的に大気汚染対策を進めようとしている。進めないと政府自体の安定性にも影響を及ぼす。彼らは一生懸命、頑張ろうとしているけれど、それをどういう形で国際社会が受け止め支援するのか、その理屈付けが非常に重要になっている。越境大気汚染で国家責任ですよという話をするとなかなか話は進めにくいという中で、私どもが提案しようとしているのが SLCP 対策によるコベネフィットです。世界的に共通の課題である気候変動対策とリンクをさせることによって、国際社会が一緒になって努力をしましょう、ということが可能になると同時に、大気汚染対策そのものとしての重要性をしっかり認識することによって、越境大気汚染ですよと言っても各国が考えなければいけないのは、誰が一番大きな被害を受けているかということです。PM_{2.5} が 900 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ という状況下で、中国の人たちが非常に深刻な健康被害を受けているという蓋然性が高いことを見るのが一番重要であって、その対策をとっていくことが、ひいては越境大気汚染の問題の解決にも繋がるという、そのようなベースになるものの考え方を踏まえながらコベネフィットアプローチを使っていくことによって、世界全体が中国の対策を進めていけるようになるのではないだろうかと思います。

そういった SLCP 対策を進めるためのグローバルな枠組みとして CCAC が設立され、また、日本が中心になりアジアコベネフィットパートナーシップが作られています。そのような枠組みを活用しながら、新しい枠組みを作るのではなくて、実施可能な枠組みの中で、例えば、中国であれば中国における SLCP 削減のための国家行動計画というものを策定し、その行動計画に基づくプロジェクトに対する世界銀行やアジア開発銀行による優先的な資金提供という形で、新しい何かを作るという事を待たずに、既存の仕組みの中で可能な支援措置を進めていくのが良いのではないかと考えています。

少し時間がオーバーして申し訳ありません。これで私のお話を終わりにさせていただきます。

司会

ありがとうございました。それでは質疑応答のお時間をとらせていただきたいと思います。質問のございます方、挙手でお知らせください。ご質問のある方いらっしゃいませんか。

鈴木センター長、最後の方、お時間を気にくださり駆け足となってしまいました。今一度、一番重要なポイントをお伝えいただけますか。

鈴木

最後にまとめというスライドを出したのですが、アジアの大気汚染問題に関する国際枠組は、今、色々なものがあるのですが、今の枠組みでは適切に対応できないため、改善が必要。そのためには、今まで大気汚染に対する国家責任の原則が全面に出て議論が展開されてきたけれども、もう少し強調点を変えた新たな協力、みんなで協力するという地域協力の原則を中心とした、少し違った側面を強調するような仕組みが必要になってくる。

具体的には、改善に向けて 3 つの提案をさせていただきました。一つは既存の各種の枠組みの整理統合。それらの間の繋がりを強化して、重複排除を図っていくことが重要。二番目として科学と政策のインターフェイスを強化するために、具体的には大気と気候変動問題に関するアジア科学パネル、ASPAC というものを設立しましょう。三番目として SLCP に関するコベ

ネフィットアプローチをうまく活用することによって、具体的な対策促進のための資金的な支援の仕組みを作っていくことができるのではないかというお話であります。

司会

ありがとうございました。それでは鈴木センター長、どうもありがとうございました。

柳下 正治（やぎした まさはる）

上智大学大学院地球環境学研究科 客員教授

「コメンテーターからのコメント」

司会

それではここで、本日、コメンテーターとしてお越しいただいております柳下正治、上智大学大学院地球環境学研究科客員教授より、コメントをいただきたいと思います。S-7プロジェクトは3人のアドバイザーの先生にご指導をいただきながら進められてきましたが、柳下教授はその内のお一人です。それでは柳下教授、よろしく願いいたします。

柳下

どうぞよろしく願いいたします。柳下と申します。

素姓を話しますと、実は長いこと環境行政に携わっていました。一番長かったのが大気環境です。そもそも、環境行政をやろうと思ったきっかけは、四日市の大気汚染に直面して、その衝撃で、それまで思っていたことを閉鎖してまったということです。その後、NO_x対策、煤塵対策、大気汚染防止法の基準など、私が書き込んでいるものが今でも結構残っています。その後、有害大気汚染物質対策、実は東アジア酸性雨モニタリングネットワークについては、最初の頃、準備段階で3回頑張りました。

今回の研究には、先ほどご紹介がありましたように、アドバイザーという形で参加しています。ですが今日は聴衆という立場で、何も先入観なしで聞かせていただきました。この研究が始まった5年前は、ある面ではここまで分かっていたけれども、平時の研究と言いますか、この東アジアの越境大気汚染問題はいずれお互いに協調して、きちんとした枠組みの中で対策をする。そのためには、ベースとなる大気環境における発生、移流、反応、大気環境、影響など、これらのメカニズムに関する科学的な基盤を共有していく。そして、その地域の中で如何に将来的なビジョンを含めて戦略を作り出していくか。その戦略のもとに、それぞれの国に主権がありますから、その主権においてそれぞれの国が対策をやりなさいと、多分そういうことだったのだろうと思います。

ところが今は平時かというところはどう考えても平時ではなく、緊急時というか、恒久対策を考えている状況であって、この段階で報告書を作らなければならないという状況です。社会の期待と、それからスタート時に想定していた課題が大分先に進行してしまったなと思わざるを得ないです。残された期間がまだ数ヶ月間残っているのですが、この点をどのように考えたら良いかということもポイントだと思いました。

今日の発表のうち最初の3つの発表は、今日のような場では分かりやすいので、専ら中国を念頭に進められていたのですが、最終的には中国というより完全に東アジア全域の問題である

と思います。最後の研究のところ、平時におけるリージョナルな枠組みをどのように考えていったら良いか、どのような手順で進めていくべきなのかについては、もちろん非常に重要だし、前々から課題であったのでそこはきちんと述べていただきたい。今の緊急時というのは、単に火事だから火を消せということではなく、今の中国における大気汚染問題、あるいは東アジア、極東ですね、この極東で起こっていることは一体何なのかということに関する事態の認識と、それに対して当面どのようにアプローチしたら良いのかという点がなければならないという気がしてなりません。

その観点から、最後に3つまとめられた既存の枠組みが多すぎるのではないかと、科学と政策の場を作ろうというのは誰も反対しないので良いのですが、もう一つ何かいるなど。先程来、各先生方から30%削減などと盛んに言われています。先ほどインターネットで調べたのですが、GDPは日中韓で世界の20.2%、人口は23.4%。一次エネルギーの供給量は24%くらいです。温室効果ガス排出量は30%。世界の人口・経済の4分の1くらいが東アジアであるということが分かってくるのですが、問題は石炭消費量が52.3%、鉄鋼が69.7%。鉄鋼は日中韓の3か国で世界の70%。セメント生産量は60.9%ということです。要するに、世界の中で最もエネルギー多消費型であり、環境負荷の強力なインパクトを持った産業構造が極東地域に集中的に存在するという事です。とりわけ、この10年、20年の間に中国にももの凄い勢いで集中してしまった。その構造に対する緊急的な問題をどうするかということ。地球の歴史の中でこのようなことはこれまで無かったと思います。昔、アメリカでもありましたよ、ヨーロッパでもありましたよ、日本でもありましたよというレベルでは全くないと思います。そういう観点から言うと、例えば日本で行った経験、日本にあった技術、これらがもし移転されたならこうなりますよというレベルで済む話では全くない。新しい事態であると私は考えざるを得ないと思います。

これは一体何なのだろうかというのは、多分、物の考え方、人材の問題、お金の問題、どこに重点的にお金を払うかというのはもちろんそうなのですが、足りない分野、やはり自然科学の分野だと思うのですが、その分野では圧倒的に少ない人たちの同意を含めて一緒に研究していかないと、我々が考えている削減シナリオといったものが現実のものにならない。そういう要素があるということを考えざるを得ません。

我々はOECDの加盟国ですから、OECDを色々研究している者は、例えば、OECDから調査官が来て日本を点検して、ここがおかしいなどと言います。そしてOECDの中で、Polluter Pays Principle（汚染者負担の原則）の考えでいこうですか、そろそろ拡大生産者責任の考え方でいこうですか、色々な物の考え方が出てきてそれが我々のところに入ってくる。これは先進国の共有財産だということで、それを取り入れてやってきました。それが、結果的に大気汚染問題や色々な問題に全部適用されて、すんなりと日本国内で受け入れられてきました。でも、中国は少し違う。どう考えても今の中国の中には、明らかに先進国の部分がある一方、途上国というか、さらに言えば、LLDC（内陸開発途上国）のような面があったりする。そうすると、例えばPolluter Pays Principleというのは、先進国間の経済競争の中で、環境というものが的確に費用に反映されないと国際経済に影響がある、不公平な競争原理になる。こういう考え方が出てきたのですが、そのことは多分、中国の中央政府や学会、皆さんが付き合いのあるような学会の人たちは皆知っているわけです。しかしながら中国では、貧困層が何とかいい思いをしようという中での競争が物凄いわけです。次から次へと、経済格差の中を這い上が

っていこうという競争があります。その競争の中で **Polluter Pays Principle** が通用するような土壤が本当にあるのだろうかということ、正直、無いのです。先ほど申したようなこの緊急事態にどう取り組むのかということは、行政、あるいは実務者のレベルで対応してもらえば良いのかということ実はそうではなく、それ自体が研究者の研究対象になります。そこまで研究を深めていかないと、中国における汚染物質の削減など色々な課題は沢山ありますが、そういったものの解決には繋がっていかないだろうなと思います。すみません、批判しているわけではありません。今までやってこられた研究は物凄く貴重なベースを作っていただいたわけで、ありがたいのですが、これを次の実践の段階に持っていった時に、大きな枠組みを作ろうという提案であれば、多分、抽象的なら誰も反対しません。ところが現実はまだ平時ではなくなってしまったので、平時ではない時にそれを適用するためには、ここまで築いてきたものをさらにどうしたら良いかというレベルの研究を続けなければならないのではないかと。できれば、5か年の第一成果、例えば、秋元先生が発表された、ブラックカーボンをポスト京都として考えていくというふうに、あと残された期間にぜひ、次なる戦略に繋がるような提案を入れていただくと嬉しいと思います。お願いを込めて、コメントにさせていただきたいと思います。

司会

柳下先生、ありがとうございました。

全体質疑

司会

それでは、最後に全体質疑のお時間とさせていただきたいと思います。本日のシンポジウム全体を通してのご質問がございます方は、どうぞ、挙手でお知らせください。

質問者 1

今日は、大変面白い話をどうもありがとうございました。私は、政治学が専門ですが、柳下先生がおっしゃった足りない分野というのが、政治学を含めた社会科学の分野も含まれるのではないかと思います。政治学者を売り込むために言っているわけではないですが、こういう問題解決を考えるシンポジウムの時に、いつも政治学を含めた社会科学の発表者はあまりいないことが多く、例えば私は国際漁業資源管理の研究もしていますが、この前、登壇者は NGO の人と官僚の人と自然科学系の資源管理学者、そして、政治学の人はいませんでした。柳下先生がおっしゃったように、何か合理的な科学的知見を生み出して、みんなで問題解決を考えれば自然と進むものではなく、科学的知見に基づいて合理的に政策決定をしようという政治的意思や圧力がない限り実現しません。特に、外部不経済の場合などは。

発表者の方に聞きたいのは、科学と政治の関係は非常に重要だと思うのですが、自分が携わった中で、社会科学としてこういうのを生み出してくれると、科学と政治がつながり易いというようなものを教えていただけると大変ありがたいです。

もう一つのコメントとしては、国際協力という言葉が度々出てきましたが、政治学的には国際協力と一言で言っても2つの大きな考え方がありまして、これは科学と政治に非常に大きく関わってきます。中国だけ取り出すのは不公平なのですが、中国の国内の大気汚染問題が大変

なので国際協力で支援をしてあげましょうという形で削減の取組を行っていく場合では、支援をするわけですから科学的知見は非常に受け入れ易いのですけれど、外交的にあなたの国が私の国に悪さをしている所以对策をしましょうという場合は、科学的知見を受け入れてくれない場合が多々あります。国際協力といった場合、特に科学的知見の政治的な需要において単に国際協力で支援してあげましょうという場合と、あなたは悪さを認めてその悪さを改善するべく対策をなささいということを説得するという場合では大きく違うと思いますので、その点は区別した方がいいと思います。以上です。ありがとうございました。

司会

では、どなたにお話いただきましょうか。

鈴木

政治学というだけではなく、この枠組み議論をどうしたら良いのかという話を考える時、やはり multidisciplinary (各専門分野協力の) という部分が必要で、そういう意味では色々な人たちに S-7 に参加していただいている、そういった意味で引き続き意見を聴いていけたらいいと思います。

2つ目のコメントについては、まさにその通りだと思います。協力しましょう、助けてあげましょうと言うのと、あなたの国は何をしているのと言うのでは、科学的知見の受け入れ方が随分違ってくる。柳下先生がおっしゃったように、我々が考えている長い目で見た時にどうかということと合わせて、今は多分、緊急時であるという状況の中で私たちが最も着目すべきは、これは越境大気汚染と書いてあるので非常に困ったものだと実は思っているのですが、越境大気汚染で中国から日本へ煙が来ているということが今一番問題なのか、中国の国民が $900\mu\text{g}/\text{m}^3$ というものにさらされていて、自分の隣の国の人たちがそれだけ深刻な大気汚染問題にさらされていて良いのだろうか、皆で協力して何とかしなくて良いのだろうかという点です。その点についての認識の問題をもっときちんと整理しよう。それを言われたのが、柳下先生のご指摘での緊急時ということだと思います。長い目で見ると実は、越境大気汚染の大きな枠組みをどうしたら良いかを考えることが必要ですが、 $900\mu\text{g}/\text{m}^3$ という状況が続いてもいいですとなかなか言えない。その2つの違いを認識した上で、あえて前者の方を前面に出していく必要が今の時点ではあると思っています。

司会

よろしいでしょうか。それでは、引き続き、女性の方お待たせをいたしました。

質問者 2

私は先約がございまして、前半の報告をうかがわない中でのご質問となってしまいますけれども、ご報告をいただいた先生方の報告、この分野の最先端の先生方のご報告で、非常に興味深くうかがいました。実は、私がコメントをしようと思っていたことの大半は、柳下先生のコメントでカバーされていたので、2点だけ申し上げたいと思います。

先ほど鈴木先生がおっしゃったように、原因行為を考えると国内の大気汚染問題と越境大気汚染問題は、源は同じだと思います。そういう意味では、特に排出源の国に対してそのインセ

ンティブを与える時に、国内に着目するというのはまさにその通りだと思いますが、その時に具体的に実際に減らすための施策として何があるのか。それは、現実にはできていないと申しませうか、効果を上げていないが故に問題が起こっているとすると、その障壁は何なのかという点についてコメントいただければと思います。というのは、今度はそれを行うためのコストの問題が当然生じてくるので。

これは2つ目のご質問になるのですが、質問というよりコメントかもしれませんが、コストが仮に生じるとした時に、どのようにそれを費用負担、配分するのか。これは国際的にどのようなルールで負担配分をするのかということです。当然、国内の大気汚染を改善するという意味では、国内、その原因国が負担をするべきだという議論が一つあると思いますが。いずれにしても、仮に越境損害防止義務という先ほどありましたストックホルム宣言の原則 21 に代わる何かをやるにしても、何らかの費用負担のルールというものが必須ではないかと思ひます。この点につきまして、コメントをいただければと思います。

司会

では、お答えいただけますでしょうか。

鈴木

先ほど私の方で支援の仕組みの部分で提案をしたように、基本的にはその国が、自分のところで何が必要か、何ができるかということを考えることが、やはり原則だと思います。外から見ていてどうかという話は、それはそれでできると思いますが、今までの国際協力の原則を見ても、やはりまず自分の国においてどのような部分でどのような対策ができるのか。SLCP削減の国内行動計画というものを作ることが、ツーステップアプローチのファーストステップだろうというお話をさせていただきました。外から見ていて一番問題なのは、おそらく先生方もそれぞれ違った意見を持っているだろうと思いますが、私は典型的には Implementation だと思います。色々な仕組みを中国は沢山作っていて、技術的にも色々な技術を導入している。でも、日本と同じレベルにはいっていない。なぜ、いっていないのか。私は温暖化対策で中国に協力した時に、例えば、ボイラーの効率改善をしようという時に、溶接技術が日本より随分劣っていると。どこかからか漏れてしまうという、そういうレベルでの問題から始まっているのだらうと思います。

色々な施策、10の項目というものがあって、さらにそれが細分化されており、それに書いてあることを全部やれば中国の大気汚染物質は半減でもするのではないらうかと。それが本当にできるかという点で、非常に細かいレベルでのノウハウ的なものを、特に北京や中央政府だけではなく、実際に実施する30ある省あるいは都市が実施する。日本の何十倍の国土を持っているところで、それを実施できるのかという点に大きな問題点があるというふうに思ひます。少し迂遠かもしれないですが、中国の人たちの能力構築を着実に実施していくことが、やや迂遠かもしれないけれど最も着実な改善を図る道ではないかということ、第一のものとして考えています。

2番目にご指摘いただいた代わる原則というのは、国家責任に代わるような原則をどう考えるかということ。特にコストの問題をどう考えるかということについて言うと、これはこれから議論をしていかなければならない部分だらうと思います。気候変動枠組条約、CBDR

(Common But Differentiated Responsibility) というものがありますが、この共通だが差異のある責任というものの中に、根幹の部分で排出者の責任という思想があって、一方で欧米の国は歴史的に沢山排出したねということを議論している。ベースになることは実は変わらない。全く違う原則は実は国連の中にもあって、応分負担という考え方です。能力に応じて負担する。これは国連の分担金制度は全部この考え方でやっている。個人的に言うと、もっと応分負担を強めるべきで、大気汚染問題を1国の国内問題ではなく地域全体として考えていくということにする。東アジア酸性雨モニタリングネットワーク (EANET) が資金負担を考える時に応分負担という原則をとりましたが、この考え方をもっと広げていくことが必要だと個人的には思っています。ただしこの点につきましては、政治学者や色々な方々を含めてさらに議論を詰めていくことが重要だと思っています。

司会

よろしいでしょうか。はい、どうぞ。

秋元

自然科学者の立場から少し言わせていただくと、中国の障壁というのは国内障壁が非常に大きい。今、中央政府はかなり本気で大気汚染削減をしようとしているということは信じていいと思う。ただ、本当に実現するかどうかというのは、日本でいう自治体、中国の省や市がどこまで本気になるかによる。日本の1960年代、1970年代に、日本の大気汚染が北京のような激甚大気汚染だった時に何が起きたかという、自治体が国を一步先にリードして、自ら規制したのです。上乘せ規制といって、それがドライビングフォースになって、早く克服するという事に繋がったと思う。実は中国では自治体がそういう意識になっていない。中央政府がいくらかけ声をかけても、各自治体が本気で自らの首をかけてもやるというような姿勢になっていない。それぞれの地方での経済発展が、自治体の上の人たちを潤していくことに漬かっている。その構造が何とかならないと、おそらく難しいかもしれない。

そこで政治学者に聞きたいのですが、中国の国内体制や政治体制を変革するようなものを、日本や欧米の先進国から働きかけて、中国の意識の改革や制度の改革を促す。そういうことに対して、何か influential なことが言えるでしょうか。それがあれば、日本が中国に役に立つようなことを言えるのではないかと思います。現実的にはいかがでしょうか。

司会

今、マイクをお持ちします。

質問者 1

最初から言い訳するつもりはありませんが、中国の専門ではないので中国の個別の事情はよく分かりませんが、政府がそういうことをやろうとすると内政干渉になるので、政府が表立ってやるというのはなかなか難しいと思います。欧米では、基本的に環境 NGO や NGO を通して地元の NGO に働きかけて、それで影響力を行使したりしています。日本ではその関係はなかなか弱いので、日本ではあまり使わないのかなと思います。捕鯨問題でもしています。

秋元

中国と日本との政府間の関係がうまくいってないので、自治体を使ってうまく協力しようという体制ができつつあると思います。自治体間で日本の体験や考え方を中国の自治体に浸透するような形で適用できると、非常に良いのではないかと思います。そういうことができるのかどうか分からないですけれども。

質問者 1

参加する自治体に利益が認識されて、そういう協力をするとお互いに利益になる場合はそれができますが、反発を生じさせてしまうような場合は内政干渉になりかねない。そういう場合は、NGO を使ったりしています。

司会

それでは、最後、お一方の質問とさせていただいてよろしいでしょうか。大変恐縮ではございますが、お時間が迫っておりますので、短めをお願いできますでしょうか。

質問者 3

質問ではないのですが、先ほどの自治体間の協力に関しては、かなりマスコミでも報道されているのでご存知の方もいらっしゃると思いますが、一応、補足です。北京と東京都は協力関係を結んでいて、激甚になった直後ですね。春に東京都から北京の方に何か支援ができないかという働きかけがあって、まさに今週、北京の方が挨拶で東京にいらして、水曜日にシンポジウムがあったりしています。私も全部は把握していないのですが、いくつかの自治体でも動いていらっしゃるケースがあるとうかがっております。ご存知の方が多いと思いますが、僭越ながらシェアさせていただきました。

秋元

日本が経験した自治体のことを学びたいという話はどうもあるようです。だけど、その大元のところを学んでくれるかどうか。テクニカルなことはもちろん学べるとは思います、国を超えてもやるという日本の自治体の姿勢を学んでくれるかどうか気になります。

司会

お話は尽きないと思いますが、終了予定時間を大分過ぎてしまいました。

秋元所長、金谷チームリーダー、大原センター長、山下研究員、鈴木センター長、そして、柳下教授、どうもありがとうございました。

以上をもちまして、環境省環境研究総合推進費 S-7 主催、一般公開シンポジウム「越境大気汚染への挑戦 2013～国際協調による取組に向けて～」、すべてのプログラムを終了させていただきます。なお、本日、講演者が使用しました発表資料につきましては、後日、アジア大気汚染研究センターのホームページに掲載する予定でございますので、ご覧いただきたいと思っております。本日は、長時間に渡ってお付き合いをいただきまして、誠にありがとうございました。

(了)