

PM2.5 に関する日韓協力 共同研究 (2016~2018) サマリレポート (日本語仮訳)

I. 背景

日本と韓国の環境大臣は、微細粉塵に関する市民の関心の高まり、及び地域の大気の清浄化を求める緊急の要請を認識し、2013年11月にポーランドのワルシャワで開催された国連気候変動会議の際に行った会談において PM2.5 の抑制と削減に向けた二国間協力の強化の重要性を互いに認め合った。日韓の環境大臣は更に議論を深めるため、2014年4月に韓国の大邱で開催された第16回日中韓三カ国環境大臣会合 (TEMM 16) で会談し、PM 2.5 の削減と管理に関する協働のための新しい二国間チャンネルを立ち上げることに合意した。

続いて、事務レベルの行政担当官と関連分野の学識経験者によるキックオフミーティングが2015年6月に韓国の仁川で開催され、両国が関心を持つ潜在的な協働トピックの特定と詳細行動計画の作成が行われた。特に以下の5つのトピックに焦点を当てつつ、PM2.5 の予測と排出インベントリに関する科学的知識と技術を共有し、排出の緩和と抑制における政策のベストプラクティスを情報交換することが合意された。

- PM 2.5 質量濃度モニタリングにおける自動測定と手動標準測定法間の等価性評価
- PM 2.5 予測精度の向上
- PM2.5 のリアルタイムモニタリングデータの共有
- PM2.5 の排出インベントリと越境汚染に関する共同研究
- PM 2.5 の環境基準達成に向けた対策

共同研究については、「PM2.5 予測モデル」と「PM2.5 排出インベントリ」の2つの研究グループが設けられた。共同研究会合は、日韓の各環境省 (MOEJ、MEK)、韓国国立環境研究院 (NIER)、日本国立環境研究所 (NIES)、日本自動車研究所 (JARI)、アジア大気汚染研究センター (ACAP)、及び海外環境協力センター (OECC) からの参加を得て、年に2回、日韓が交互にホストする形で開催された。総じて各会合は、政策対話と2つの共同研究グループ会合の3つの柱で構成されている。

2019年8月までに、両国は11回の共同研究会合を重ねた。両国にとって共同研究は、微細粉塵の管理と科学的研究について情報と実用的なアイデアを交換するための素晴らしい機会を提供してきた。共同研究は、両国の大気環境に関する協力を促進するための強固な基盤として機能している。地域の大気の清浄化に向けた政策や見解の共有及び共同活動の模索のために、更に緊密な連携が期待されている。

II. 共同研究の要約

【予測モデルグループ】

予測モデルグループの目的は、季節ごとの北東アジアにおける PM2.5 の挙動特性に関して深い理解を得ること、及び日本と韓国で予測に使用している大気質モデルの改良に向けて、その精度を分析することである。そのために、グループでは、両国で PM2.5 とその主要成分を測定していた2015年の4つの期間に対して、モデルを使用してシミュレーションを行った。モデル計算によって得ら

れた濃度と実際のモニタリングデータを比較することによって予測モデルの精度を評価し、モデル結果とモニタリング値の差異の原因を分析した。予測モデルに関連する課題についての両国間での情報と意見の交換は、両国の予測モデルの精度向上に貢献してきた。

具体的には、両国は下記の4ケースを対象に研究を行った。

ケース1：2015年1月21日～2月3日

ケース2：2015年5月7日～21日

ケース3：2015年7月22日～8月5日

ケース4：2015年10月21日～11月4日

研究結果について以下に記す。

1. 韓国

北東アジア地域でのPM2.5をシミュレートするために、韓国側は気象モデル「WRFv3.8.1」及び大気質モデル「CMAQv5.0.2」を使用した。気象入力データにはFNL^(※1) 1°×1°格子データを使用し、人為起源の排出インベントリは、外国からの寄与についてはMIX 2010を、韓国内の地域排出については韓国のCAPSS 2010を使用した。

韓国の予測モデルでは、計算結果の検証に重点監視局(Intensive Monitoring Stations: IMSs)が設置されている白翎島、ソウル、大田、光州、蔚山、済州の6地点のデータを用いた。

4つの季節別ケースについて、モデルは、PM2.5の変化特性をシミュレートできなかったケース1でのDaejeonを除いた他の重点監視局で、平均0.61から0.85の範囲の優れた相関係数を示した。

しかしながら、PM2.5の長距離輸送の影響が大きい半島中西部では予測の能力が低いことが分かった。相関係数を全てのケースで平均すると、白翎島は0.62、ソウルは0.65、大田は0.61、光州は0.70、蔚山は0.75、済州は0.85となった。大気質モデルは、重点監視局における平均誤差(mean bias)の平均が、-2.6から0.6の範囲となり、観測値に対してPM2.5濃度を過小評価した。特に春と秋の季節では、分析の結果、モデルが雲の周囲のPM2.5濃度を低く予測し、シミュレーションの精度が損なわれるというモデルの限界が示された。

共同研究は、湿性沈着等の課題について、より詳細な研究を行う必要性を明らかにした。

2. 日本

北東アジア地域でのPM2.5をシミュレートするために、日本側は気象モデル「WRFv3.9.1」と大気質モデル「CMAQv5.1」を使用した。気象入力データにはFNL 1°×1°格子データを使用し、人為起源の排出インベントリは、外国からの寄与についてはHTAPv2.2を、日本国内の地域排出については、JEI-DBとJ-STREAMを使用した。

※1 NCEP FNL Operational Model Global Tropospheric Analyses を指す。

日本の予測モデルでは、計算結果の検証に東京、名古屋、大阪、福岡の4地点のデータを用いた。

日本の予測モデルの再現精度を改善する取組の一環として、シミュレーション構成を変更し、入力データを更新したが、その中では WRF の土地利用データの更新が最も効果的であった。

相関係数は、東京は 0.73、名古屋は 0.84、大阪は 0.82、福岡は 0.76 となった（ケース 1～4 の全てのケースの合計平均）。また、平均誤差は、東京で-3.1、名古屋で-0.6、大阪で-1.4、福岡で-7.4 となった（ケース 1～4 の全てのケースの合計平均）。これらの数値は、モデルの精度が良好であることを示しているが、モデルはアジア大陸に最も近い福岡では過小評価する傾向が見られる。共同研究の結果に基づき、外国からの寄与が日本の予測モデルが過小評価の結果をもたらす主要因である可能性が示唆された。

上記の共同研究活動を通して、日韓両国は各自の予測モデルの精度を向上させるためにそれぞれの努力を行ってきた。両国の予測の課題に関する情報と意見の交換は、予測モデルを改良し、大気汚染物質の長距離輸送事例に関して将来的に共同分析を実施するための二国間協力の基盤をつくることができた。

【排出インベントリグループ】

排出インベントリの対象となる発生源は多岐に渡るため、日韓の二国間協力では、研究テーマを両国双方で排出インベントリの精緻化に役立つと考えられた共通のトピックに絞り込んだ。推計手法と排出量について対比を行い、発生源の制御のための具体的な対策について経験を共有した。

1. 大規模固定燃焼発生源からの PM（粒子状物質）排出

排出量推計において最も重要な要素の一つである排出係数の開発手法について、日本は、環境省が3年おきに実施する「大気汚染物質排出量総合調査」をベースにしており、韓国は、煙突に設置した常時排出監視システムから得られるリアルタイムの測定データ等を活用している。両国の排出係数の設定条件を確認したところ、日本は排ガス処理装置後の排出ガスを対象としているのに対し、韓国は処理装置前のガスを対象としているという相違があり、両国の排出係数の直接比較は難しいことが分かった。今後は、煙突からの排ガスの排出直後に大気との混合・冷却により凝縮・粒子化する凝縮性粒子（CPMs）の特徴と性質の解明に向けて知見の交換を行う。この研究はグループが排出インベントリの精度を向上させるのに役立つと考えられる。

2. 産業活動に伴う固定発生源からの蒸発 VOC 排出

蒸発 VOC 排出量の推計手法の比較を行ったところ、日本では主に、業界団体が各排出量を計測し、環境省が排出量の補正を行うのに対し、韓国では、排出係数と活動量により算出する手法であるという両国の違いが分かった。

また、排出インベントリグループは、両国で名称が類似する排出源分類毎の排出量を両国間で比較した。概ね主要な業種ごとの排出量は両国間で同程度であった。しかしながら、ガソリンスタンドからの蒸発 VOC 排出量については、日本と比較して韓国が小さくなっており、これは、韓国政府が 2008 年から給油所に蒸散ガソリン回収装置を導入し、その後徐々に適用範囲を拡大しているこ

とが理由の一部として考えられた。

3. 自動車からの排出量推計及びガソリン乗用車からの PM 排出の共同研究

自動車からの排出量推計について、排出係数の作成方法や、自動車の排出基準、車種の定義など自動車の排出量に大きな影響を与える要素について、両国間で比較を行った。日韓共に排出係数は走行距離当たりの走行速度別排出量であったが、係数の作成に使用するデータを得るための運転サイクル等の条件が異なっていた。一方、路上走行中の排出実態を反映し排出インベントリの精度を向上させるため、リモートセンシング機器（RSD）による測定結果や路上走行試験（RDE）のデータを活用することに両国の関心があることが分かった。今後の共同研究においてこの研究トピックについて、両国の知見を共有していく。

また、研究対象項目としてガソリン車からの PM と NH₃ の排出が選定され、排出係数の開発等の各国の状況について情報及び意見の交換を行った。韓国は国家公定の排出係数を開発する際に、日本から提供されたガソリン車の PM 排出データを参照した。

III. 意義と成果

日韓 PM_{2.5} 協力会合は目覚ましい進展をとげ、両国の PM_{2.5} の規制と管理の強化、正確な PM_{2.5} のモデリングと予測、及び PM_{2.5} 排出インベントリの理解増進に貢献している。

第4回会合で、非公開の独自ファイル転送プロトコル（FTP）を通じたデータ共有に関する覚書が締結されたことは特筆される。第5回会合では、協働活動についての認知を高めるとともに共同研究をとりまとめるため、共同研究の第一段階としての2016年から2018年の3年間の結果について報告書を公表することが合意された。

【韓国】

政策レベルでは、韓国は、この共同研究を通じて共有することができた日本の教訓を、特にディーゼル車規制と PM_{2.5} 高濃度エピソードに対する早期行動の整備に反映した。さらに、共同研究の結果は実践的な政策実施を支援するという実を結んだ。例えば、モデリンググループは、同じエピソードに対して両国間の異なるモデルが導き出した分析結果を比較研究して予測精度の向上に貢献した。さらに韓国の排出インベントリグループの研究者は、その高い効率性を認識して日本の全炭化水素（THC）規制基準をベンチマークとし、韓国政府は同様のツールを導入することを計画している。

【日本】

VOC のさらなる排出抑制に向け、燃料小売業界から排出される燃料蒸発ガス対策として、Stage2² の導入を促進する仕組みとして、環境に優しいガソリンスタンドを認定する「大気環境配慮型 SS 認定制度」を2018年2月に創設したが、その際、韓国のガソリンスタンドにおける燃料蒸発ガス対策の事例が参考になった。

² 自動車への給油時に排出される燃料蒸発ガス低減対策（給油所における対策）

また、PM2.5に係る大気モニタリングネットワークの強化については、日本では、2017年度から全国10地点でPM2.5の自動成分測定を開始したが、その際、韓国のモニタリングにおけるスーパーサイトの事例から示唆を得た。

さらに、日韓のシミュレーションモデル間の比較研究は、長距離移動汚染物質の挙動を再現する日本の大気環境シミュレーションモデルの精度向上につながった。また、排出インベントリに関する情報と意見の交換によって多くの気づきを得ることができた。

IV. 将来計画

日本と韓国は、東アジア地域の大気を共有しているため、大気質改善に向けた緊密な協働に継続的に取り組んでいる。

両国間の協力の重要性に鑑みて、両国はPM2.5の管理に関する共同努力のための強固な基盤として、本会合の重要性を再確認した。立ち上げ以来、本会合は有意義な共同研究の成果を上げ、政策のベストプラクティスを共有することにより、実り多い成果を生み出している。

第二段階（2020年－2022年）では、両国は二国間研究と政策協力に向けて一歩前進する。

予測モデルグループでは、両国の予測モデルの精度を向上させる努力を継続する。具体的には、長距離輸送の事例を分析することを計画しており、これにより、PM2.5の挙動特性の理解が深まり、両国の国民の保護と大気汚染対策の支援のための大気質の正確な予測情報の提供につながる。

排出インベントリグループでは、両国の排出インベントリをさらに改善するため、最新の技術を用いた車両からの排出（特に走行中の排出）実態や固定発生源からのVOCの排出実態の詳細な把握、凝縮性粒子の測定方法や排出状況など幅広いトピックに関する最新の科学情報、技術、意見を共有する。これにより、PM2.5の政策と対策の効果的な実施と事後評価に貢献する。

政策共有では、両国は、高濃度時の対応、排出管理における利用可能な最良の技術（BAT）の適用及びVOC管理を含む、PM2.5の管理・抑制手法及び対策技術等に焦点を当て、両国の知見・経験を共有する。これにより、両国の大気の清浄化に向けた国内対策を相互に補完し強化し、地域の大気質改善に貢献する。