

日本の豪雨時における NO₂ 濃度のリバウンド: 日々の NO₂ 衛星データを使用したアプローチ

九州大学 学生会員 五十嵐 将吾

Abstract

水害の経済的影響を理解することは、水害を含む気候変動への適応計画の分野における意思決定支援及び政策策定に重要な情報を提供する。具体的には、洪水の増加に苦しむ我が国では、洪水リスク管理は避けられない。そしてそれにまつわる、経済的な洪水被害の推計の重要性が高まっている。そのために、我々は水害時に経済活動とリンクしている NO₂ 濃度のリバウンドを計算した。1975 年から 2020 年にかけて 1 時間降水量 50mm を超える短時間強雨の発生回数が増加しており、豪雨が増加傾向にある中で、豪雨時の人々の経済活動から NO₂ のリバウンドの存在を確認して、その量を計算することは、今後水害被害の推計を行うことと、さらには人体への影響を改善する上で役立つと考えられる。

水害は、大きな経済的損失を及ぼす一方で、窒素酸化物(NO_x = NO + NO₂)の減少を含む大気環境レベルの著しい改善も見られた。窒素酸化物は燃焼過程(自動車、発電所、工場など)で生成され、二酸化窒素(NO₂)は、対流圏オゾンや PM_{2.5} の成分である硝酸エアロゾルの主要な前駆体である。これにより、NO₂ は、人体の健康や環境に悪影響を及ぼすため、米国環境保護庁 (EPA) による汚染物質の基準に適合する。NO₂ 汚染の低減により、心血管疾患、脳卒中、喘息および呼吸器系疾患を含む、大気汚染関連疾患に苦しむ人々の数が減少すると考えられる。よって、水害の時に NO₂ のリバウンド量を継続して抑えることが出来れば、長期的に人々の健康の向上に繋がると考えられる。先行研究から豪雨後の外出の増加、道路の混雑によるディーゼル使用量の増加によりリバウンドが存在することがわかっているが、そのサイズについては分かっていない。今回の研究ではリバウンドの存在の確認、リバウンドサイズの計算をすることで貢献する。

本研究では、ディーゼルの使用量のリバウンドを計算している。豪雨後の行動傾向として、人々の外出は増加する傾向にあり、ディーゼル車を含む車の使用が増え、交通量の増加や渋滞が発生することで、結果としてディーゼルの使用量が増える可能性があるのでディーゼルの使用量を用いてリバウンド計算を行った。リバウンドの要素は、ディーゼル車が多い貨物のディーゼル使用量を用いた、アマゾンや楽天などのネット注文による企業貨物、個人の買い物である個人貨物、仕事や旅行など買い物以外の個人貨物の 3 つをリバウンドの要素とし、それぞれの合計をリバウンド量としている。

日々の NO₂ TVCD に関する NASA TROPOMI データからの、日々の NO₂ TVCD トレンドの衛星データを使用し、2015 年 1 月 1 日から 2020 年 7 月 30 日までのものを採用した。TROPOMI は、欧州連合コペルニクス計画(European Copernicus)で 2017 年に打ち上げられた Sentinel-5 Precursor 衛星に搭載された UV-VIS-近赤外(IR)短波 IR システムであり、このデータは、地球放射と太陽放射を約 0.5 nm のスペクトル分解能で表示する。400~496 nm の波長に対する放射輝度の比率は、NO₂ TVCD の回収に使用される。TROPOMI がデータ採取可能な地表面積は、それぞれ 3.5 km × 5.5 km (2019 年 8 月以前は 3.5 km × 7 km)である。TROPOMI データは、1 日に 1 回または 2 回計測される。著者らは、TROPOMI について、品質保証値が 0.9 より大きな観測値のみを使用した。

その結果、以下についてのエビデンスを得た：(i) 県の平均で見ると水害の前はNO₂が増加し、水害の時はNO₂が減少し、水害の後は再び増加するが、リバウンドではなかった。(ii)福岡と長崎にはリバウンド（福岡：6.72%、長崎2.63%）が確認された。(iii) 福岡では水害後に大きなリバウンドがあり、長崎では水害の前に大きなリバウンドが確認された。本研究では、水害の時の経済活動に関して、いくつかの顕著な示唆を提供する。水害対策と被害は交通、航空、産業などの特定のセクターにおける制限につながり、他の物質よりNO₂への影響が大きいことから、本研究ではNO₂と交通に焦点を当て、単純なモデルが使用された。NO₂が減少した一方でオゾンは期間/国により増加(中国/2月)したことが報告されている。NO₂は汚染物質全体の指標である。したがって、エアロゾル(PM10、地表のPM2.5)、オゾン、有機化合物のような他の汚染物質を含めることで、より実りある示唆が得られるだろう。