

論文の内容の要旨

論文題目「微小粒子状物質 (PM_{2.5}) による大気汚染に関する環境教育的研究」

学位申請者 孫 旭

キーワード：PM_{2.5} 大気汚染 観測研究 環境教育 高齢者

大気汚染物質に対する長期曝露に起因する死亡リスクは喫煙よりも高く、その主たる原因は微小粒子状物質 (Particulate Matter 2.5、以下 PM_{2.5}) と考えられている。PM_{2.5} は、空気中に浮遊する固体または液体のうち、粒径 2.5 μm の粒子を 50%除去する装置を通過した粒子を指す。PM_{2.5} による大気汚染は、東アジア、特に中華人民共和国 (以下、中国) において深刻な状況にある。また PM_{2.5} への長期曝露は、新型コロナウイルス感染症 (COVID-19) による死亡率を増加させる可能性も指摘されている。この問題が例示するように、環境問題は人類の生存と緊密な関係があり、地球環境と人類社会の「持続可能性 (Sustainability)」は 21 世紀における最重要課題の一つとなっている。持続可能な社会を実現するには、教育と公衆の意識啓発が極めて重要であり、環境配慮の考え方を多くの分野に浸透できる中核的人材 (環境リーダー) の育成が必要とされている。

本研究の目的は、中国都市部の情報通信技術 (Information and Communication Technology, 以下 ICT) リテラシーを有する高齢者を対象とする環境教育プログラムを設計・実践し、中国における PM_{2.5} による大気汚染問題の解決に寄与することである。PM_{2.5} による大気汚染を改善するには、技術的な側面だけでなく、社会的側面からのアプローチも必要である。中国において PM_{2.5} 問題の解決を意図したシチズンサイエンスを実施するには、まず「研究者による PM_{2.5} に対する科学的理解」を基礎とする「市民向けの環境教育プログラムの開発」が必要である。そこで本研究では、以下の項目について実施した。

1. 大気中 PM_{2.5} の観測研究 (水溶性成分の長期定点観測、活性酸素産生能の評価)
2. 専門的科学知識を持たない一般の市民が利用できる PM_{2.5} 測定方法の探索
3. 中国の ICT リテラシーを有する高齢者に適した環境教育プログラムの設計・実践・評価

まず、「研究者による PM_{2.5} に対する科学的理解」を深めるため、東海大学関根嘉香研究室が理系高校生向けに実践している大気中 PM_{2.5} の共同観測研究に参画した。東京都渋谷区における PM_{2.5} 濃度および水溶性イオンの観測において、PM_{2.5} 濃度は過去 7 年間で明確な増減傾向は認められないが、硫酸イオン濃度は減少傾向にあることを明らかにした。一方、PM_{2.5} 中には過剰な活性酸素を産生する酸化還元活性物質 (PAH キノン類等) の存在が知られており、活性酸素に起因する酸化ストレスが健康障害の原因になっている可能性がある。そこで、神奈川県平塚市において PM_{2.5} 試料の活性酸素産生能を測定したところ、

PM_{2.5}濃度と有意な相関関係があり、酸化ストレス仮説に基づいたとしてもPM_{2.5}濃度に対して許容曝露基準を設け、モニタリングすることは有効であることがわかった。

現在中国では全国規模でPM_{2.5}濃度のモニタリングが実施され、その測定値はインターネット等を通じて公表されている。しかしながら観測点の数は十分とは言えず、観測値は必ずしも市民の曝露実態を反映できていない可能性がある。そこで、専門的知識を持たない一般市民でも利用できるPM_{2.5}測定方法として、スマートフォン空気質モニターに着目し、これを用いて中国東北部最大の都市である遼寧省瀋陽市において個人曝露濃度のフィールド測定を実施した。このモニターは、レーザー光散乱法によりPM_{2.5}およびPM₁₀濃度を1秒単位でスマートフォン上に表示・記録するものである。その結果、本観測で得られたデータに対して考察することにより、空気汚染状況に関する認識ギャップ、PM_{2.5}およびPM₁₀による汚染メカニズム、および本モニタリングの科学的背景に関する視点を提示でき、市民の環境意識の向上に資することがわかった。また、本モニターは携帯可能、操作が容易、表示が明瞭であり、市民の環境教育における補助的教材として利用可能であると判断した。

2020年初頭から世界的に流行したCOVID-19は、市民の生活習慣や環境意識に少なからず影響を与えた可能性がある。この研究も当初の計画について変更を余儀なくされたが、環境教育プログラムの立案のため、2020年1月に瀋陽市民100名を対象に既に行っていたアンケート調査を援用し、半年後の2020年7月、1年後の2021年1月に、同一対象者100名に対して再度調査した。その結果、COVID-19流行後には流行前より、環境汚染の原因として「環境保護への民衆の参加不足」や「環境に関する教育の不足」を指摘する人が増加しており、少なくとも瀋陽市では環境保護に対する市民の意識が未だ十分でなかったことが浮き彫りにされた。

中国において環境教育は学校単位でも実施されているが、「人材育成」の観点に欠けているという指摘がある。多くの国と同様に中国社会も高齢化が進んでいるが、高齢者の中には社会に対する貢献意欲が高く、またICTリテラシーを有している人も多い。このような高齢者は、地域における環境リーダー的存在になり得ると考えた。そこで2021年1月20日～23日に、瀋陽市に在住するICTリテラシーを有する高齢者向けに環境教育プログラムを遠隔形式で実践した。プログラムは、①講師による「遠隔講義」、②参加者自身による「現地測定」、③講師および参加者による「報告と討論」から構成され、現地測定にはスマートフォン空気質モニターを用いた。その結果、「PM_{2.5}を認識する」「PM_{2.5}の発生源を理解する」および「PM_{2.5}は自分で測定できる」の3項目において明らかな効果が現れ、本プログラムの有効性が示された。遠隔形式で行った今回のプログラムは、ICTリテラシーを有する高齢者にとって興味を喚起される魅力的なものであり、かつ社会的意義が認められるものであったと考えられる。このような活動の効果を持続的なものにするために、今後も継続して遠隔環境教育活動を実施、参加者の環境意識への長期的な影響を明らかにすると同時に、地域の環境保護も考慮しながら地域活性化への貢献もできる人材として高齢者たちに着目し、彼らを立役者とした研究を進めていきたい。