

別紙(1)

論文審査の結果の要旨および担当者

報告番号	※	第	号
------	---	---	---

氏 名 王 敏睿

論 文 題 目

Study on the winter air particulate pollution in Ulaanbaatar, Mongolia

(モンゴル・ウランバートルの冬季における大気微粒子汚染に関する研究)

論文審査担当者

主 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 甲斐 憲次

副 査 名古屋大学大学院環境学研究科 教 授 篠田 雅人

副 査 名古屋大学宇宙地球環境研究所 教 授 松見 豊

副 査 国立環境研究所環境計測研究 フェロー 杉本 伸夫

センター

論文審査の結果の要旨

モンゴルの首都・ウランバートルは、高緯度の高原に位置する内陸都市である（北緯 47 度 55 分、標高 1350m）。ウランバートルは、ソ連の解体以後、経済体制の変化と都市化に伴って、極端な人口集中が起きている。さらに、「ゲル地区」と呼ばれる移動式住居地域の無計画な拡大と自動車の爆発的な増加により、さまざまな環境問題が生じている。その中でも、冬季の大気微粒子汚染は深刻な環境問題である。そこで、本研究では、ウランバートルで実施されたライダー（レーザーライダー）、PM_{2.5}・PM₁₀計測器、ラジオゾンデ等のデータを用いて、冬季の大気微粒子汚染の実態とその要因を解明することを目的とした。

本研究では、まず、典型的な大気微粒子汚染が発生した 2010 年 10 月から 2011 年 1 月のライダーデータを用いて事例解析を行った。10 月は、ウランバートルが秋季から冬季に代わる時期である。強いシベリア高気圧に覆われた 10 月 10 日を境に、ウランバートルの日平均気温は 0℃を下回った。この気温の低下によりウランバートルの居住区域で一斉に暖房（大半は石炭ストーブ）が使われ始めた。その結果、PM_{2.5}を主体とする深刻な大気微粒子汚染が発生した。10 月 10 日以降、ライダー観測では、地表面から高度約 300m までの間に、大気微粒子による強い散乱が観測された。10 月における大気混合層の日最大高度は、上旬の 1200m から下旬の 600m まで低下した。真冬の 12 月～1 月は、大気混合層は十分発達せず、接地逆転層が終日存在し続けるようになった。地上の平均風速は、日中のピーク時が 2m/s、夜間は 1m/s 以下であった。風向別に解析すると、ゲル地区から風が吹く時、PM_{2.5}の濃度は極めて高い値（ $>800 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を示した。

次に、2008 年 3 月から 2014 年 4 月までの 6 年分のラジオゾンデデータを統計解析し、接地逆転層強度と PM_{2.5}濃度・視程との関係を調べた。ウランバートルは真冬の 1 月前後、日照時間が短い。その結果、大気混合層は十分発達せず、接地逆転層が終日存在し続ける。9 月下旬や 4 月上旬、接地逆転層は断続的にしか現れず、気温の逆転も 2～3℃しかないが、本格的な冬季には接地逆転層はほぼ毎日存在する上に、気温の逆転が 15℃を超える場合もある。接地逆転層の強度は、PM_{2.5}濃度との正の相関、視程とは負の相関が確認された。

冬季のウランバートルは、北京、上海などの大都市よりも高濃度の大気微粒子汚染がしばしば観測される。ウランバートル市街地は、南北を山に囲まれた、細長い盆地底に広がる。高緯度・高標高に位置するウランバートルは、寡少な日照時間と放射冷却により、接地逆転層が終日存在する。PM_{2.5}排出源として、ウランバートルの北斜面に広く分布するゲル地域、急増した自動車、火力発電所などがある。地上で排出された PM_{2.5}は接地逆転層にトラップされ、地上付近に滞留する。このように、ウランバートルは、地理学的・気象学的要因により、冬季、PM_{2.5}を含む汚染大気が長期間にわたって滞留しやすい環境となっている。

本研究は、ライダー、ラジオゾンデ、PM_{2.5}・PM₁₀計測器等の観測データを用いて、ウランバートルの大気微粒子汚染の立体構造とその地理学的・気象学的要因を解明したものであり、高緯度圏の途上国における大気汚染の研究に大きく貢献するものである。よって、本論文の提出者・王敏睿君は、博士（理学）の学位を授与される資格があるものと判定した。