

氏 名	が 浦 生 稔
学位(専攻分野)	博 士 (理 学)
学位記番号	論 理 博 第 1314 号
学位授与の日付	平 成 9 年 1 月 23 日
学位授与の要件	学 位 規 則 第 4 条 第 2 項 該 当
学位論文題目	Studies on Atmospheric Mixed Layer (大気混合層の研究)

論文調査委員 (主 査)  
 教 授 光 田 寧 教 授 村 松 久 史 教 授 木 田 秀 次

### 論 文 内 容 の 要 旨

大気の下層で地表面との間にある大気境界層において、晴れた昼間には日の出と共に太陽によって地表面が暖められるため地表面から熱伝導により昇温し対流が発生し夜間の安定層が地表から破壊され混合層が成長していく。そして太陽南中後しばらくしてこの混合層は太陽高度の減少とともに地表面からの熱の供給が減少するため発達は停止し、やがて地表面の冷却とともに次の安定層が地表から成長を始め、混合層は消滅してしまう。この混合層の高さは1000m程度のもので、その性質を直接観測することは困難であり、人間の社会活動の環境を支配する部分であるにもかかわらず、予想外にその性質についての研究は進んでいない。

本申請者は、大気汚染の観測を通じて、この混合層の性質を観測することの重要性に着目し研究を行った。研究は3部よりなり、第1部ではその特徴や構造を間接的に推定する方法を提案し、高層気象台のある筑波における混合層の解析を行い、季節的な変化などについての研究に着手した。第2部では、気象要素の日変化から混合層の時間変化について研究を行っている。第3部ではその手法を用いて世界の乾燥域での混合層の特徴を調べている。

混合層は、朝に発達を始め正午過ぎまでに最高高度に達するが、時間変化が大きいのでその最高高度を1日に4回しか行われぬ高層気象観測から決定することは困難である。そこで、申請者は混合層内の温位が一様になっていることと、朝9時の観測から求めた上空での温位分布は時間変化は小さくよく保存されていると仮定することにより、1日の最高地表気温から $2^{\circ}\text{C}$ だけ低い温位に相当する値を示す9時の観測における高度として混合層の最高高度を決定できるとした。この $2^{\circ}\text{C}$ は現在の高層気温観測における気温測定の違いに相当するものとして、申請者が数少ない実測から決定したものである。このような方法によって決定した混合層の高さは春に最大で、夏に低く、秋には第2のピークが生じ、冬には最低の値を取る。

朝の混合層の発達開始(日の出の時間)から最高高度に発達するまでに大気中に地表面から供給される顕熱エネルギーは、9時の観測から推定した日の出時の温位高度分布と地表で最高気温になった時の推定

温位分布の差から計算することができるが、その量は最高高度と同じ春と秋にピークを持つ分布を示す。さらに、この値と太陽からの放射量との差から、地表面から大気中への潜熱の輸送量を推定でき、その結果は夏に最大値を示す。顕熱および潜熱の輸送量は地表での気象観測結果からも推定できるが、その方法で他の研究者によって求められた結果はここで申請者が求めた結果と一致する。

混合層の高さを、高層気象観測の結果と地表気温の変化から求めるこの方法を毎時の変化について応用し調べた結果、混合層が発達を始めるのは有効放射量が負から正に転じる日の出後1~2時間後からであり、この有効日出時刻からは混合層高度は正午頃まで直線的に増加する。地表での比湿は有効日出後1~2時間に最大を示すが、これは大気中での比湿が低い高度で極大を示す分布をしていることに関係していると考えられる。

このようにして求めた混合層高度の決定法を乾燥地域の気象状態の解析に応用した結果、砂漠地域では一般に混合層は地上4~6kmまで達し、非常に高い場合が多い。しかし、サハラ砂漠の中央部では上層の気象状態の関係もあるらしく、混合層の高さは低く1km程度までしか発達しないことを見出している。

なお、参考論文39編は、混合層を含む大気境界層の観測研究に関するものである。

### 論文審査の結果の要旨

大気境界層、特に昼間に発達する大気混合層は人間の社会活動の環境を決定するものであり、大気汚染や航空機の離発着に大きく関係するなどの点で重要なものである。しかし、その重要性にもかかわらず、その時間変化が大きく航空機や気球でこれを観測するのは困難であり、また高い鉄塔を建てることも高価であるので、直接観測により研究を進めることが容易ではなく未知な点が予想外に多かった。その重要性に注目した申請者は、これを間接的な情報から研究することを試みた。

そして、午前9時の高層気象観測と地表気温と最高値を用いて混合層の最大高度を推定する方法を提案し筑波での例を研究して、年間に発達した混合層の高さについての統計を求め、春と秋に高く、冬に低くなることを見出した。

また、この値を利用して地表面から大気中に運ばれる顕熱の輸送量を求めることを考え、その結果は地表面の気象要素からバルク法で求めた顕熱輸送量と一致することを示した。さらに熱収支の仮定を用いて、太陽からの放射量の積算値と顕熱輸送量の差を求めることにより潜熱輸送量すなわち蒸発量を推定する簡便法を提案し、顕熱輸送量は春と秋に2つの極大を持つものに対して、潜熱輸送量は夏に最大を持つ季節変化を示すことを示した。これは他の場所においても簡単に応用することができ、大気と地表面の相互作用を研究する有効な手段を確立したことになる。

また、混合層の高さの時間による変化を求めて、今まで測定困難であったいろいろな気象要素を推定する方法を提案し、実際に示してみせたことは今後のこのような研究を進める研究者にとって非常に便利なものである。

また、このような研究手法を世界の乾燥地の混合層の高さの解析に応用し、一般に砂漠では混合層の最大高が5~6kmにまで発達すること示したが、これは同時に砂漠における地表面から大気中への顕熱輸送の大きいことを示すものであり、同時に砂漠での蒸発量の推算にも用いることができる。

なおこの過程において、サハラ中央部ではこの混合層高度が異常に低く、最高でも1kmぐらいまでしか発達しないことを見出した。これは日射により供給された熱量から考えると説明できない。これは上層に強い下降気流があることを示すのであり、亜熱帯の東西流循環のセルの位置と関係するものではないかと考えられ、大気大循環の研究においても大きな意義を持つものである。

このように、本研究は混合層の高さを推定することによって種々の気象現象の研究を進める上に役立つ情報を得ることができることを示したものであり、今までの観測法では得られなかった多くの知見を得ており、今後さらに研究の進められる可能性を示している。

また、参考論文は申請者の境界層に関する広範な研究成果を示すものであり、大気汚染の予測などに用いられる有効な結果を示しているものもある。

以上の点から、本申請論文は博士（理学）の学位論文として価値のあるものと認める。

なお、平成8年9月26日、主論文および参考論文は報告されている研究実績を中心とし、これに関連した研究分野について口頭試問を行った結果、合格と認めた。