

主 論 文 要 旨

報告番号	① 乙 第	号	氏 名	長田 泰一
主 論 文 題 目： 室内実験によるダウンバーストの地上付近での動的挙動に関する研究				
(内容の要旨)				
<p>大気中で発生するダウンバーストは、上空で冷やされた空気塊が強い下降気流となって地面まで吹き下ろし、地面に衝突後発散する現象であるが、急激な風速や風向の変化は離着陸中の航空機事故の原因となるほか、地上構造物や小型船舶等に突風被害をもたらす。そこで、警戒態勢確立と発生時の被害の低減のために、発生の予知精度の向上および発生した際の速度場の詳細を明らかにすることが求められている。しかし、大気観測に頼っているだけではサンプル数や時空間分解能の制限のために十分な情報が得られない。このため、実験室モデルによる実験や数値解析を併用することが期待されている。</p> <p>本研究は、ダウンバーストの被害の低減を最終目的として、地上付近での速度場の三次元構造や平均および変動特性について、実験室レベルでの再現実験により解明することを目的とした。実際のダウンバーストでは、下降流の周囲に随伴する渦輪が重要な役割を持っていることが指摘されているが、その発生過程および速度場との関連については全く不明のままである。そこで、実験室モデルとして、1) 等密度渦輪モデルおよび、2) 衝突重力流モデルの二つを提案し検討した。これらのモデルは実際のダウンバーストを構成する要素のうち、降水、相変化、熱移動を考慮しない、いわゆる「乾いたモデル」である。</p> <p>第1章では、実現象のダウンバーストの観測についての問題点を指摘し、実験室モデルによる再現実験の必要性を説明し、本研究の目的および概要について述べた。第2章では、等密度渦輪モデルについて、オリフィスから空気をパルス的に押し出すことにより発生させた渦輪を、地面に衝突させるという実験を行い、渦輪の諸特性や鉛直子午面内および水平面内の速度場について粒子画像流速計 (PIV) を用いて計測した。そして、衝突時における渦輪の周方向不安定性及び、その波数と局所レイノルズ数の関係を明らかにした。第3章では、衝突重力流モデルについて、静止した低密度流体中に一定量の高密度流体を解放し、形成されたサーマルが落下し、水平面に衝突した後に半径方向に発散するという過程を繰り返し再現し、PIVにより鉛直子午面内のアンサンブル平均速度を計測した。これらをもとに、最大速度の位置およびその発生時期、および下降期、衝突期、発散期におけるそれぞれの乱流統計量について検討した。特に従来、瞬時速度場に見られた大規模な循環流が、平均速度場にも鮮明に現れること、この流れは下降期から衝突期にかけては基本的に渦なしであり、衝突中に地面近くで新たに生成された渦層を巻き込みながら、渦度が中心部に集中した渦輪へと成長し、周方向不安定性による非軸対称性を帯びたガストフロントを形成することなどを明らかにした。第4章では、以上のモデルの結果を実際の大気観測結果と比較することによりモデルの妥当性について検討した。衝突重力流モデルでは、下降流および循環流の挙動が実際のダウンバーストと定性的に類似していること、長さスケール、時間スケールおよび速度スケールを適切な方法により対応付ければ、衝突重力流モデルにより、大気観測結果の平均値を定量的にも予測しうることを明らかにした。実際のダウンバーストでは、密度差による重力の効果が無視できないことが示唆された。最後に、得られた速度情報から、航空機の運行時の危険度を表す <i>F-factor</i> を見積もった。その結果、<i>F-factor</i> の大きな領域、つまり航空機にとって危険な領域は、ダウンバーストの中心付近の下降流が強い領域およびガストフロント付近であることが明らかになった。第5章では、これらの結果を総括し、今後の課題について述べた。</p> <p>以上、衝突重力流モデルを用いた室内実験により、ダウンバーストの地上付近での動的挙動について、循環流や渦輪の性質および流れ場の統計的性質など、実際の大気観測のみからでは得られないような情報を得ることができた。</p>				