

地域気象モデルを用いたやまじ風の発生メカニズムの解明とモデル化 その 2 工学モデルの提案

○ 東京大学 学生員 Cheong Chee Leong
東京大学 正会員 石原 孟
東京大学 フェロー会員 藤野陽三

1. はじめに

その 1 [1] で示したように、大気成層は流れ場に大きな影響を与える。大気成層状態を考慮した工学モデルによる計算を行うためにはまず、日本における大気成層状態の空間時間的変化を明らかにする必要がある。そこで本研究では日本全国の高層気象官署での観測データを解析することにより、日本における大気成層状態の空間時間的変化を明らかにする。次に、大気成層効果を擬似的に模擬することのできる工学モデルを提案する。

2. 高層気象観測データによる成層状態のモデル化

日本の大気状態をモデル化するため、日本全国の高層気象観測データを用いた。各高層気象台では毎日 2 回気球を用い、気圧、温度、湿度、風向、風速を観測している。本研究では 2000 年の高層気象観測データを用い、日本における大気成層状態を明らかにした。

2.1 鉛直分布の特性

図 1 のプロットは稚内における 1 月と 7 月の平均温位の鉛直分布を示す。温位は空気塊を標準気圧の高度まで断熱的に下降させた時に空気塊がもつ温度に相当し、温位勾配が正であるとき、大気は安定成層していることに相当する。

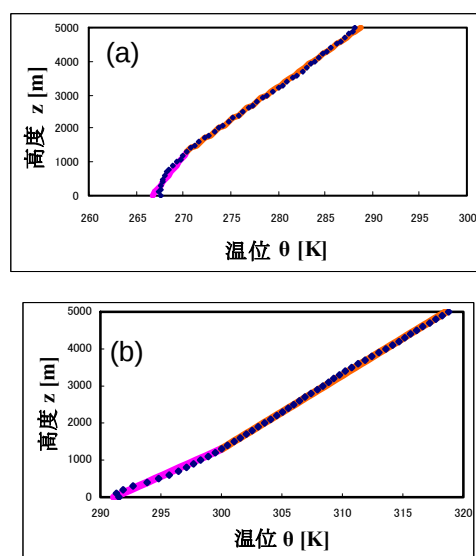


図 1 稚内における温位の鉛直プロファイル:(a)1月,(b)7月

図 1 から、大気は高度約 1500m を境に上層と下層に分けることができ、上層では季節に関わらず大気は安定成層しており、温位勾配も季節に関係なく一定であることがわかる。また、高度 1500m 以下では大気の安定度は季節によって変化することもわかる。以上のような特徴は日本全国のデータについて、1 年を通して見られたため、本研究では日本の大気成層状態を上層と下層の 2 層構造としてモデル化する。

上層と下層の境界の高さを求めるため、上層と下層の温位勾配の差が最も大きい 1 月の観測データを用い、最小自乗法により各層の温位分布を直線で近似した。ただし、境界付近の高度ではデータがどちらの層に属するのか明快ではないため、下層としては海拔高度が 200m から 1000m までのデータを、上層としては海拔高度が 1500m から 2000m までのデータを用いた。このようにして求めた各層の直線の交点を境界高さとした。図 2 に各観測地点における境界高さを緯度順に並べたものを示す。境界高さに関しては緯度による系統的な差は見られないことがわかる。このため、境界高さに関しては日本全国一年中、一律に 1300m とすることとした。

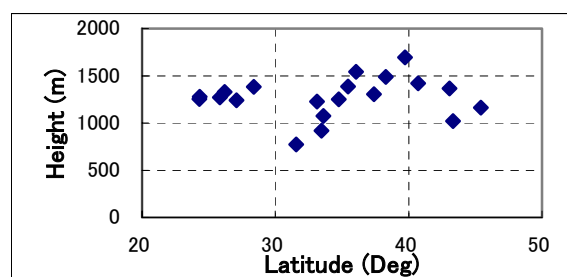


図 2 各観測地における上層と下層の境界高度

次に、観測地別、月別に 1300m での観測された温位を通る直線を各層に対して最小自乗法で求め、それぞれの層のモデル温位分布とした。このようにして求めたモデル温位分布を図 1 に直線で示す。観測値とよく一致しているのが見てとれる。

2.2 温位勾配の季節変化

このようにして求めたモデル温位勾配の季節変化を

キーワード：やまじ風，地域気象モデル，工学モデル

連絡先：〒113-8656 東京都文京区本郷 7-3-1 TEL 03-5841-6096 FAX 03-5841-7454

図3に示す．縦軸は温位勾配であり，値が大きいと，大気がより安定成層している状態に対応する．上層の温位勾配はあまり変化しないことがわかる．一方，下層の温位勾配は5～7月を除き，上層より小さい．したがって，下層は5～7月に上層と同じ，もしくはより強い成層状態にあるが，その他の時期には上層と比較して中立に近い状態にあると言える．

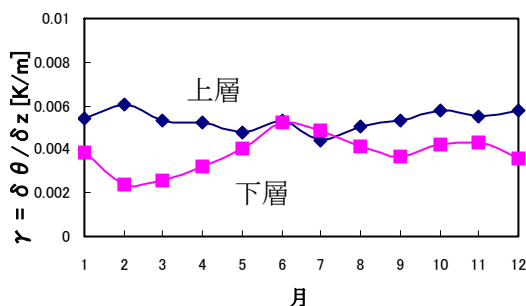


図3 モデル温位勾配の月変化

2.3 温位勾配の緯度による変化

高層気象観測データを使うことができる地点は限られている一方，設計風速は日本全国任意の場所で算出する必要がある．場所を示すパラメータの中で最も気候と相関が高いのは緯度であるので，本研究では観測から求めたモデル温位勾配を緯度別に整理し，モデル化することにより日本全国で使うことができるようにする．

1月と7月における各観測地の月平均上・下層の温位勾配を緯度順に並べたものを図4に示す．これにより，大気安定度と緯度の関係がわかる．概ね，上層の安定度の方が下層より高いという傾向が見て取れ，下層が上層より安定成層しているのは夏の高緯度地方であることがわかる．同じ時期に低緯度地方では上層と下層の大気安定度がほぼ等しくなっている．冬では中緯度地方で両層の安定度に大きな差は見られないが，低緯度地方，高緯度地方で下層の安定度が低いという結果になっている．

上層の温位勾配と緯度の関係は単調であるため，本研究では直線で近似した．下層の温位勾配はもう少し複雑な形をしているため2次曲線で近似した．この近似を用いることにより，日本全国任意地点での温位勾配を求めることができる．

3. 工学モデルの提案

以上のような成層状態を模擬的に再現するため，従来用いられてきた工学モデル MASCOT[2]に対し，上部境界として仮想的な「ふた」を適用し，四国山地背後のやまじ風が吹いた時の計算を行い，気象モデルによる計算結果と比較した．図5が予測された風速の時系列を示す．従来の仮想ふたなしの中立モデルが風速を大

幅に過小評価しているのに対し，ふたを再現することにより上層の大気成層が模擬的に再現され，風速の過小評価を防止することができた．

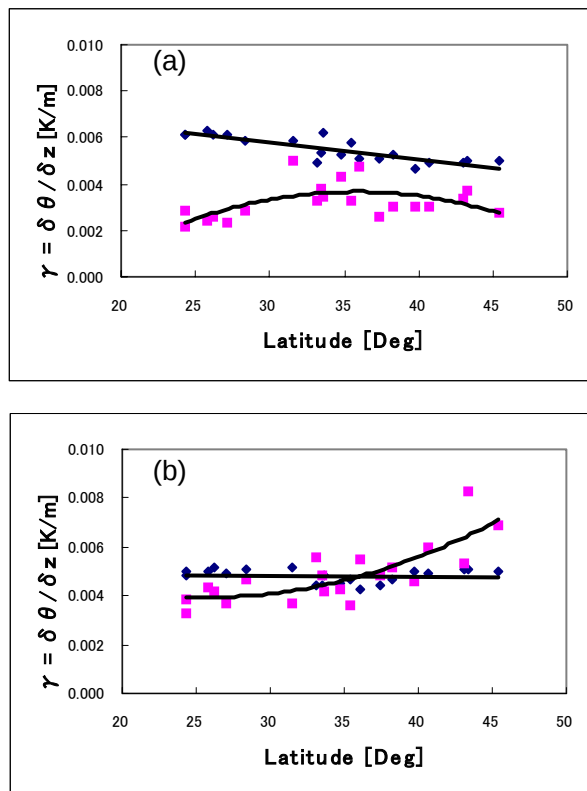


図4 温位勾配の緯度による変化: (a) 1月; (b) 7月

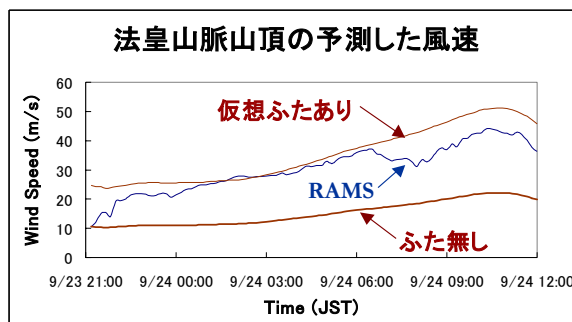


図5 法皇山脈山頂での風速の時間変化のモデルによる違い

まとめ

本研究では高層気象観測データを用いて，大気の成層の空間的・時間的变化を調査し，以下の結果を得た．

1. 高層気象観測データにより，日本における大気成層状態は二層モデルで説明することができる．
2. 上層は常に強い成層状態にあり，仮想的なふたを導入することにより，上層の成層の効果を模擬的に再現できる．

参考文献

- 1) 山口敦ほか，地域気象モデルを用いたやまじ風の発生メカニズムの解明その1，土木学会第59回年次学術講演会，2004．
- 2) 石原孟，非線形風況予測モデル MASCOT の開発とその実用化，ながれ，22，387-396，2003．