

## 成層大気界面に形成されるシア不安定波の観測

九州大学総合理工学研究科 学生会員 ○酒井 聡一郎  
 学生会員 福田 和代  
 正会員 松永 信博

## 1. はじめに

海風フロント上端部の密度界面において発生するシア不安定波が航空機を用いた観測で確認されている。本研究ではドップラーソーダを用いて海風の観測を行い、海風侵入後にみられる風速の周期的変動が波動の性質を持つことを時系列解析によって調べた。

## 2. 観測概要

福岡県春日市の九大春日キャンパスにおいて、ドップラーソーダを用いた風速の鉛直プロファイルの観測を1998年7月6日に行った。地上45mから425mまでの合計15高度において、水平風速と鉛直風速の1分平均値を1分間隔で求めた。海風主流方向の水平風速成分(風向327度)を $u$ 、鉛直風速成分を $w$ とし、それらのデータを解析した。また、観測当日の気象概況を知るために、福岡管区気象台の地上気象観測データと高層気象観測データを利用した。

## 3. 結果と考察

観測当日の福岡地方は太平洋高気圧に覆われ、日最高気温が32.3℃まで上昇した真夏日であった。図-1の(a)と(b)はそれぞれ1分間隔のデータを5分間にわたって平均することによって得られた $u$ と $w$ の時間-高度断面図である。図中において実線は正の値を、破線は負の値をそれぞれ表す。風速分布から $u$ は12時10分(図中に矢印で示されている)を境にして全層にわたって負から正と変化し、この時刻において明瞭なフロントをもつ海風が侵入したことがわかる。海風侵入直後における $w$ の分布をみると、対になった上昇流と下降流がみられる。(図中「」で示されている。)これらの上昇・下降流は約30分から約1時間の周期で生じていることが確認される。また、 $u$ の時間変化をみると、上昇流が生ずる時間とほぼ同じ時間帯に $u>3\text{m/s}$ となる領域がみられる。このような上昇・下降流が対となって生ずる原因としては、観測の行われた日が晴天であるために、地表面加熱によって対流混合が発生するケースか、あるいは波動を伴って海風が侵入するケースが考えられる。この観測ケースの場合、高層気象観測から得られた温位の鉛直分布は $100\text{m}<z<2\text{km}$ において $d\theta/dz=3\times10^{-3}\text{K/m}$ で安定成層していたことから、この高度範囲において熱対流が活発であったとは考えにくい。また高層気象観測の風向風速と比湿の鉛直分布から海風の高さは500~600m

と推定され、海風の層とその上部の大気層の風速シアによって起こる不安定波が引き起こされた可能性があると考えられる。そのような考えに基づいて時系列解析を試みた。

海風侵入後の30分から1時間の周期を持つ風速変動に着目して水平風速成分と鉛直風速成分の相関を求め、観測された風速変動が波動の性質を持つことを調べた。まず、三角フィルターを用いて、相関を求めるために必要な周期変動を持つ風速成分の時系列を抽出した。図-2に $z=225\text{m}$ における水平風速成分と鉛直風速の時系列を示す。ここで、 $u, w$ は1分平均値を表し、 $\bar{u}, \bar{w}$ と $\bar{u}, \bar{w}$ はそれぞれ底辺20分と底辺60分の三角フィルターを施した値を表す。これらの値を用いて、相関を求めるために必要な風速変動成分 $u' = \bar{u} - \bar{u}, w' = \bar{w} - \bar{w}$ を抽出した。図-3に $u'$ と $w'$ の時系列変化を示す。次に、 $R = \{u'(t)w'(t+\tau)\}/(\sqrt{u'^2}\sqrt{w'^2})$ で定義される相互相関係数を求めた。ここで、 $\tau$ は遅れ時間である。図-4に $R$ と $\tau$ の関係を示す。 $\tau=30, 60, 90\text{min}$ において $R$ の明確なピークがあり、位相遅れ $\tau_0$ は $\tau=30\text{min}$ の約1/4の7minとなっている。また、 $\tau=0$ において $R=0$ であることから、 $u'$ と $w'$ との間に相関はなく、相関係数 $R$ は波動現象の特性を表している。したがって、海風侵入後に観測された30分~1時間の周期を持つ変動は地表面加熱による熱対流現象というよりはむしろ波動現象に起因したものと考えられる。しかしながら、この波動現象はシアによって引き起こされた不安定波にしては周期が長いことから、さらに詳細な解析が必要である。

## 4. おわりに

ドップラーソーダを用いて海風の観測を行った。その結果、海風侵入後に鉛直風速成分に30分から1時間の周期を持つ対になった上昇・下降流がみられた。この周期をもつ水平風速成分と鉛直風速成分を用いて求められた相互相関係数は、波動の特性を持つことが認められた。今後は波動の発生原因についてさらに詳しく調べる必要がある。

## 参考文献

- 1) Wood, R., Stromberg, I. M. and Jonas, P. R. : Aircraft observations of sea-breeze frontal structure, Q. J. R. Meteorol. Soc., 125, pp.1959-1995, 1999

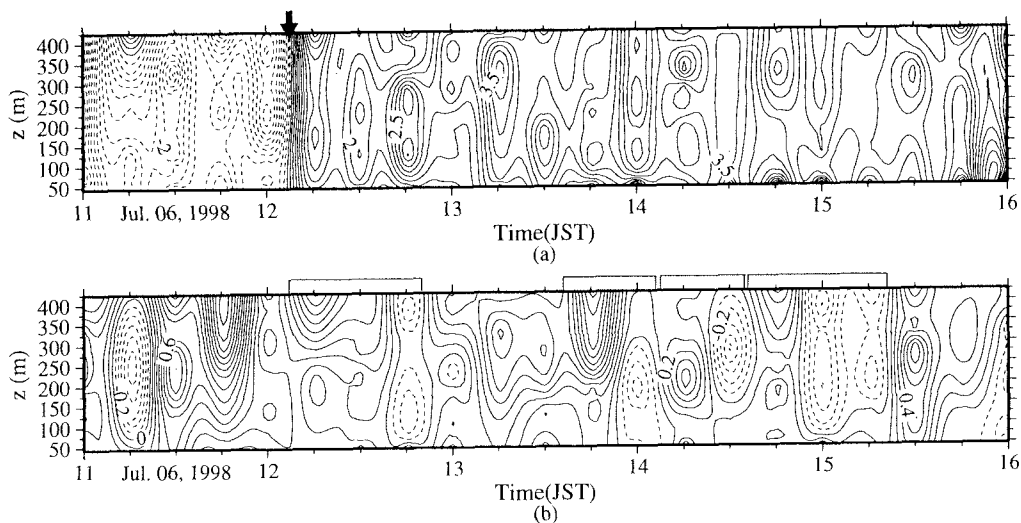


図-1 (a)水平風速  $u$  と(b)鉛直風速  $w$  の時間－高度断面図 (m/s)

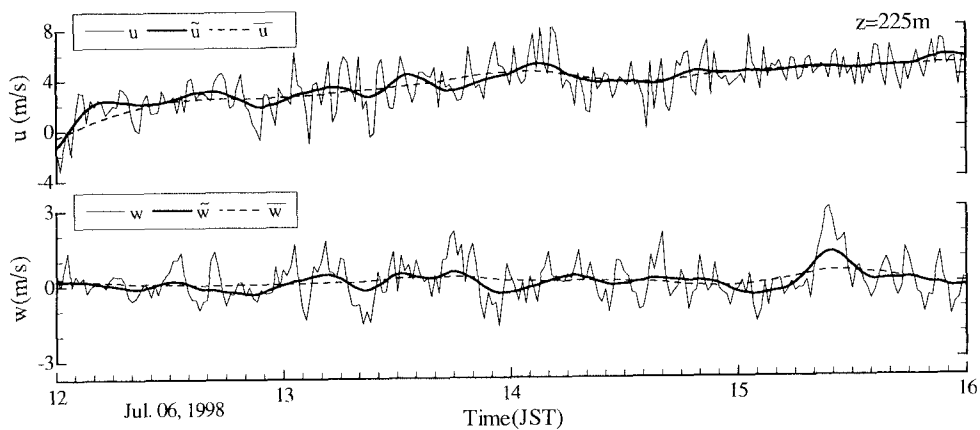


図-2  $z=225\text{m}$  における水平風速成分と鉛直風速の時系列

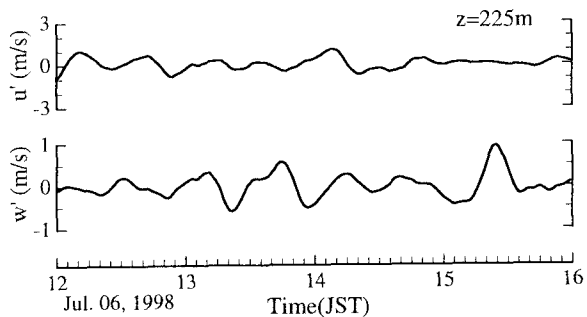


図-3  $z=225\text{m}$  における  $u'$  と  $w'$  の時系列

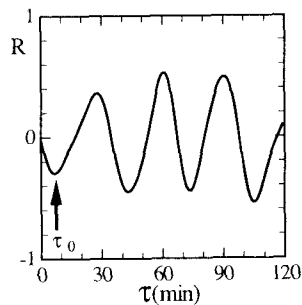


図-4 相互相関係数