

福岡・筑紫平野間の内陸部における局地降雨と海風収束

久田, 由紀子
九州大学大学院総合理工学研究科大気海洋環システム学専攻

池本, 和生
九州大学大学院総合理工学研究科大気海洋環システム学専攻

弓本, 桂也
九州大学大学院総合理工学研究科大気海洋環システム学専攻

松永, 信博
九州大学大学院総合理学研究院流体環境理工学部門

<https://doi.org/10.15017/16699>

出版情報：九州大学大学院総合理工学報告. 25 (2), pp.259-264, 2003-09. 九州大学大学院総合理工学府
バージョン：
権利関係：

福岡・筑紫平野間の内陸部における局地降雨と海風収束

久田 由紀子*1,†・池本 和生*2・弓本 桂也*2・松永 信博*3

(平成15年7月31日 受理)

Local Precipitation and Sea Breeze Convergence at an Area between Fukuoka and Chikushi Plains

Yukiko HISADA, Kazuo IKEMOTO, Keiya YUMIMOTO, Nobuhiro MATSUNAGA

†E-mail of corresponding author: yukistar@esst.kyushu-u.ac.jp

Local precipitations are often observed at an inner area between Fukuoka plains and Chikushi plains. They are related to the convergence of the sea breezes from Genkai Sea and Ariake Sea. The collision and the convergence of the two sea breezes generate strong upward wind and induces convective precipitation. We examine the local precipitations by the means of data analysis and the local winds by numerical simulation. They occur most frequently in the afternoon of the summer season. The convergence of the sea breezes and the generation of the strong upward wind are confirmed by the numerical simulation.

Key words: *Local Precipitation, Sea Breeze*

1. 緒 言

福岡平野と筑紫平野の間に位置する基山周辺地域では夏季晴天日において局地性降雨が高い頻度で発生すると言われている。Fig.1に示すように、福岡平野と筑紫平野を結ぶ地域は、東側に三郡山系、西側に脊振山系が迫り収束した地形となっている。基山は、最も狭められた地域に位置する。福田ら¹⁾によって、福岡平野では玄界灘からの安定した海風が発生することが明らかにされている。また、筑紫平野でも有明海からの海風が吹き込むことが推測される。これらの北と南からの海風が基山付近で衝突し、逃げ場を失った風が上昇風を形成するために、局地降雨が発生しやすいと推測される。また、これらの局地風は、都市上空の大気汚染物質を吹き流していると考えられる。大気汚染物質は内陸域で局地降雨の核となるため、その周辺における集中豪雨との関連性も興味ある調査対象となっている。

本研究では、まず気象庁所有のAMeDASなどのデータを用いて局地降雨の発生を確認するとともに、その発生形態を検討する。次に、オクラホマ大学のCenter for Analysis and Prediction of Storms

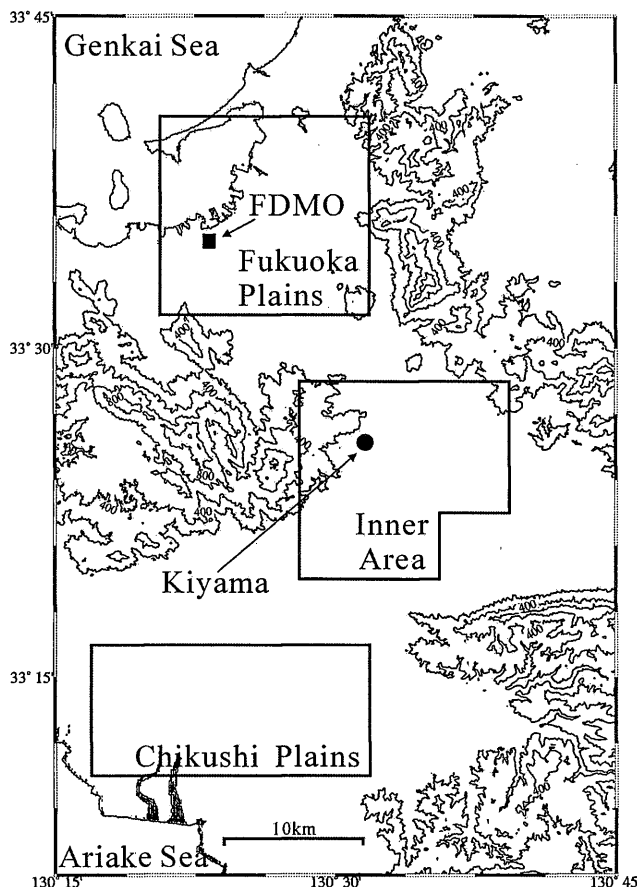


Fig. 1 Topography of Fukuoka Plains and Chikushi Plains.

*1 大気海洋環境システム学専攻博士後期過程
*2 大気海洋環境システム学専攻修士過程
*3 大学院総合理工学研究院流体環境理工学部門

(CAPS)で開発されたAdvanced Regional Prediction System (ARPS)を用いた数値シミュレーションにより、局地風の風系を再現させる。最後にこれらの結果を元に、この局地風の風系と局地降雨との関連について検討する。

2. 局地降雨のデータ解析

2.1 使用したデータ

雨量の解析には、気象庁発行のレーダー・アメダス解析雨量のデータを用いた。レーダー・アメダス解析雨量とは、気象庁の保有する気象レーダーとアメダス(地域気象観測所)の雨量データを用いて解析した1時間降水量(mm)である。アメダスの雨量計は約17kmメッシュで配置されており、面的には十分に把握できないことが多い。一方、気象レーダーでは面的に密な降水分布が推定できるが、上空の降水粒子を推定していること、途中の降水や地形などの影響を受けることなどにより、アメダスほど正確な降水データを提供しない。気象レーダーによって推定された密な降水分布をアメダスの雨量データで較正し、作成されているのがレーダー・アメダス解析雨量であり、解析格子間隔は、緯度0.05°、経度0.0625° 間隔(約5kmメッシュ)である。海風の解析には、福岡管区気象台(FDMO)と久留米のアメダスの風向・風速データの1時間値を用いた。

2.2 解析結果および考察

解析を行うために、まずは局地降雨を以下のように定義した。Fig. 1 に示す3つの領域を北からそれぞれ福岡平野、内陸域、筑紫平野とする。これらの領域のうち、基山を含む内陸域で1時間に5mm以上の降水があり、かつ他の2つの領域で降水がない場合を局地降雨発生と定義した。

局地降雨発生日数の季節変化をFig. 2 に示す。横軸は月で、縦軸が月平均発生日数をその月の日数で除した局地降雨の発生割合である。解析期間は1995年から2000年である。局地降雨の発生日数は季節による違いが顕著にあらわれ、特に8月に多くなることがわかる。これは福田らが示した福岡市の海風の発生日数の季節変化の傾向と類似している²⁾。

Fig. 3 に局地降雨の時刻別発生割合の変化を示す。ただし、Fig. 1 において局地降雨発生割合の最も高かった8月についてのみ解析を行っている。また、解析期間は1995年から2000年であるが、1998年はその他の年と気象状況が大きく異なるため除いてある。グラフは横軸に時刻をとり、縦軸には各時刻における局地降雨の発生日数を全体の局地降雨発生日数で除したものである。この結果より、午後に局地降雨が発生しや

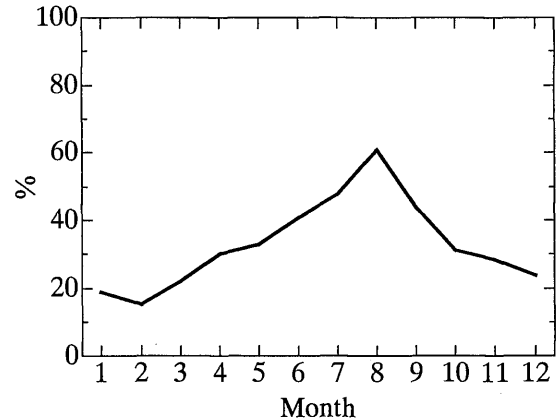


Fig. 2 Seasonal change of the occurrence of the local precipitations for the period from 1995 to 2000.

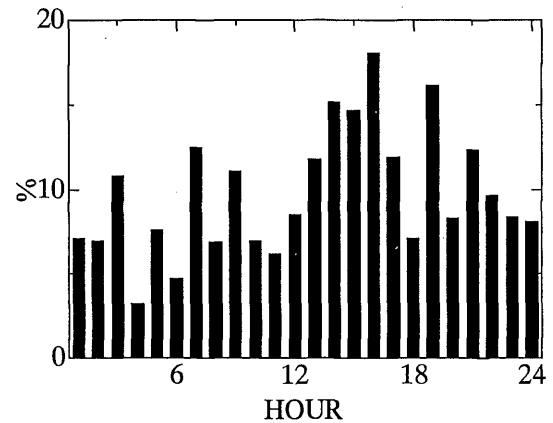


Fig. 3 Hourly change of the average occurrence of the local precipitations in August for the period from 1995 to 2000 except 1998.

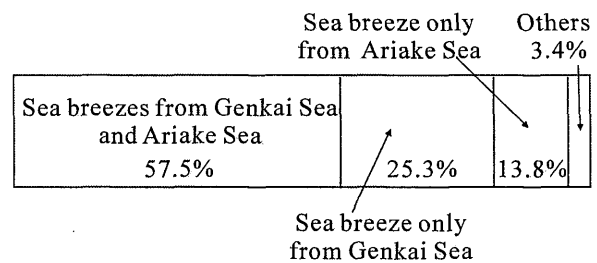


Fig. 4 Rates of the sea breezes in the afternoon, when the local precipitations occurred.

すい傾向があることがわかる。福田ら²⁾は8月の福岡管区気象台での海風侵入時刻はだいたい9時過ぎであることを明らかにし、玄界灘から福岡平野に侵入する海風の侵入速度は夏期においては約1.1m/sと見積もった。これらのデータを用いると、福岡管区気象台よりも約20km内陸にある基山周辺地域において、玄界灘からの海風が到達する時刻は午後2時頃になる。有明海からの海風もほぼ同様と考えられる。

次に、12時以降に局地降雨の発生した日について、風系を検討した。福岡平野側では、福岡管区気象台での風向・風速データより、9時から18時までの間に4時間以上連続して北西寄りから北北東寄りの風が吹いた日を抽出し玄界灘起源の海風と定義した。筑紫平野側では、久留米のアメダスの風向・風速データより、福岡と同じ時間帯で4時間以上連続して南寄りから西寄りの風が吹いた日を抽出し有明海起源の海風とした。これらの結果より、12時以降に局地降雨が発生した場合の各風系の割合をFig. 4に示す。玄界灘からの海風と有明海からの海風が共に吹き込んでいる日が局地降雨発生日の約60%を占め、2方向からの風の収束が局地降雨発生に大きく寄与していることがわかる。また、玄界灘からや有明海からの1方向のみからの海風でも局地降雨が発生している。これは、この辺りの複雑な地形によるものと考えられる。すなわち、基山背後の脊振山系は1000m級の山であることから、山の側面にぶつかった風が強制的に上昇させられるために発生した局地降雨と考えられる。

3. 風系の数値シミュレーション

3.1 使用したモデルの概要

本研究に使用した数値シミュレーションモデルARPSは、非静力学大気予報モデルである。対象スケールは数mから数kmである。基礎方程式は、運動方程式、熱力学の式、連続の式、水物質の式、乱流運動エネルギーの式、状態方程式である。座標系は、水平には直交し、鉛直方向には地形に沿った非直交一般座標を用いている。

3.2 計算条件

まず九州全域を含む $360\text{km} \times 450\text{km}$ の領域において計算を行った。これを領域1とする。次にこの計算結果を時間および空間的に補間して境界条件とし、福岡平野・筑紫平野を含む $75\text{km} \times 120\text{km}$ の領域の計算を行った。これを領域2とする。Fig. 5に(a)領域1の範囲と(b)領域2の範囲と地形を示す。また計算格子の概要をTable 1に示す。用いたネスティング方法は、ワン・ウェイ・ネスティングである。

地形データには国土地理院の数値地図50mメッシュ(標高)日本Ⅲを用いた。このデータセットは緯度方向に1.5秒、経度方向に2.25秒毎の標高データが含まれている。本研究では、領域1の計算には72秒毎、領域2の計算には9秒毎に抽出したデータをさらに平滑化して用いた。植生データには国土地理院の数値情報・土地利用メッシュ(平成3年)をARPSの植生区分に応じて8項目に分類し、計算格子と最も近い区画の項

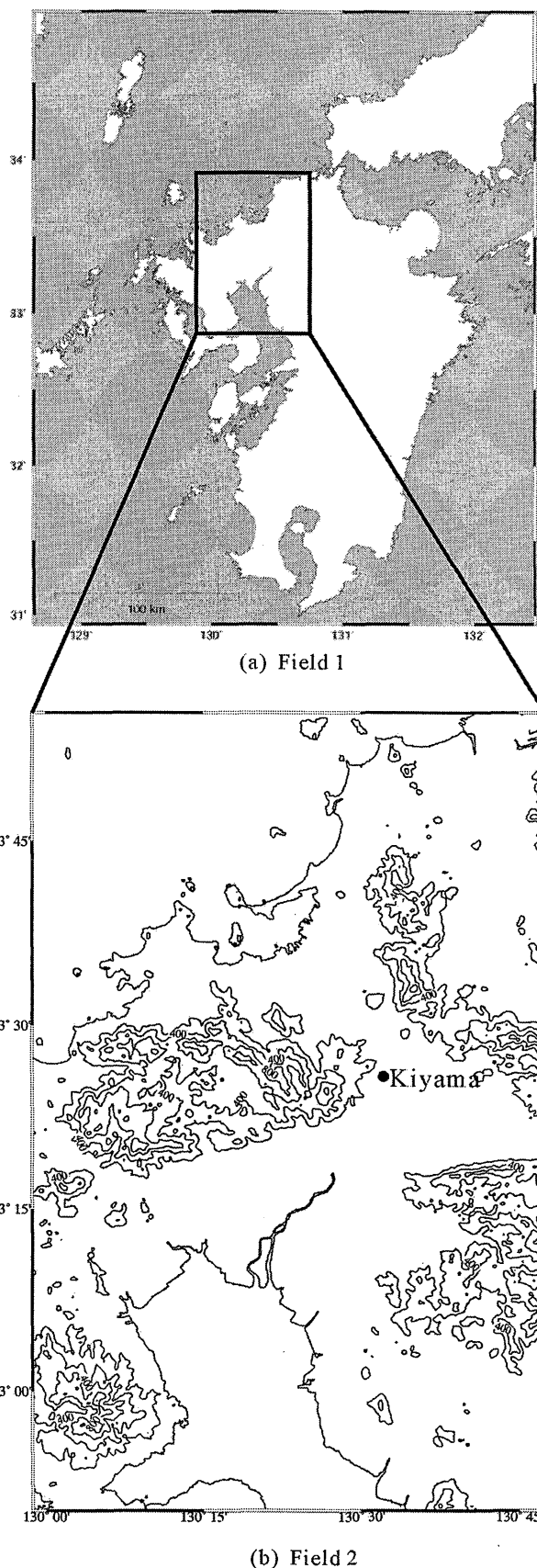


Fig. 5 (a) Field 1 and (b) Field 2 calculated by using ARPS model.

Table 1 Grids for the calculation

	Field 1	Field 2
Coordinates of center of the calculating field	130° 30' 0" E	130° 22' 5" E
	32° 54' 0" N	33° 22' 5" N
horizontal grid size	7.5km × 7.5km	1km × 1km
horizontal grid number	48 × 60	75 × 120
vertical grid size	50 ~ 950m	50 ~ 950m
vertical grid number	20	20

目を与えた。土壌データも同様に土地利用メッシュデータによって分類した水もしくは砂質粘土の2項目を与えた。

初期条件および領域1の側面の境界条件として、気象庁の領域客観解析データを用いた。領域客観解析データは地上気象観測、高層観測などの観測データ、衛星の観測データなどから求めた3次元の配列の気象要素であり、水平20kmメッシュ、鉛直11~20層で0UTC,12UTCの1日2回のデータが与えられている。本研究では、これらを補間して用いた。上端および下端の境界条件は鏡面型の条件を用いた。領域2の側面の条件には領域1の計算結果を補間して与えた。

解析期間は、局地降雨の観測された2000年7月18日を含めた、2000年7月16日21時から2000年7月19日21時の3日間とした。福岡管区気象台の気象データによると、福岡平野の天気は17日から19日まで晴れ一時曇、晴れ時々曇、晴れと変化した。日照時間は、8.9時間、10.0時間、10.7時間、雨量は3日間とも0mmであった。18日の風向は9時に南東寄りから北寄りに変化し、海風の侵入を示す。久留米のアメダスの気象データによると、久留米の日照時間は17日から19日まで3.7時間、6.6時間、6.0時間、雨量は3日間とも0mmであった。

3.3 計算結果

Fig. 6(a)~(d)に2000年7月18日9時から18時までの3時間毎の地上50mにおける水平風の分布を示す。(a)より、9時には玄界灘および博多湾は西南西の風であり、福岡平野も西の風でまだ海風は発生していない。有明海と筑紫平野では微風ながら南の風が吹き始めている。(b)より、12時になると、玄界灘と博多湾は西または北西寄りの風となる。福岡平野も北西の風となり、海風が吹き込んでいることがわかる。また有明海からの海風も風速が大きくなり、基山の少し北側では福岡平野からの海風と筑紫平野からの海風の衝突による収束線が形成され東西に伸びている。(c)より、15時には玄界灘起源、有明海起源の海風が共に最大となり、玄

界灘起源の海風は約9m/s、有明海起源の海風は約7m/sに達する。また、東西方向に形成されていた収束線は南へ移動している。(d)より、18時には玄界灘からの海風は弱冠風速が衰えているが収束線はさらに南に押し下げられている。有明海からの海風はほぼ消滅し、東シナ海起源と思われる海風の侵入が確認できる。

Fig. 7に基山における風向・風速の時系列変化を示す。(a)が水平風で、(b)が鉛直風速の時間-高度断面図である。(a)より、7時頃にはすでに筑紫平野側から南西寄りの風が吹いているが正午ごろになると筑紫平野から侵入する海風と重なって一段と強くなっていることがわかる。南西の風は15時頃になると急激に風向を変え北西の風になる。これは福岡平野側から侵入した玄界灘起源の海風であると考えられる。(b)より、12時頃から水平風の風向が変わる15時頃にかけて、地上1000m以上にわたって最大流速2.5m/sを越える強い上昇風が発生している。水平風の風向が北西に安定したあとは、下降風となっている。

計算結果をまとめると福岡平野および筑紫平野とそれらの内陸部の風系は次のようになる。日中に玄界灘、有明海、東シナ海からの海風が内陸部に向かって侵入する。内陸部に到達した玄界灘起源と有明海起源の海風は、基山の北の地点で衝突し収束域を形成する。この時点で基山では南西の風が吹いている。玄界灘からの海風が強くなるにつれて、収束域は南へ押され、基山を通過する。通過中は強い上昇風が発生する。通過後は玄界灘からの北西の風がふくことがわかる。さらに東シナ海起源の海風も収束域に衝突し、同様に収束する。

4. 局地風収束による局地降雨発生メカニズムの検討

データ解析より、局地降雨は玄界灘起源、有明海起源の南北2方向からの海風が衝突することにより発生している可能性が高いことが明らかとなった。さらに、数値シミュレーションにより、局地降雨の発生した日には玄界灘起源、有明海起源の海風が侵入し、基山付近で収束域を形成している様子が再現された。シミュレーションによると、この南北2方向からの海風の衝突の前後約3時間にわたって強い上昇風が高度1000m以上にわたって発生している。局地降雨はこの強い上昇流と密接に関係しているものと考えられる。このときの降水は対流性降水と考えられる。これは、上昇流が2.5m/sに達していることから言える。また、上空数100mより上では積雲や積乱雲が形成されていると推測できる。

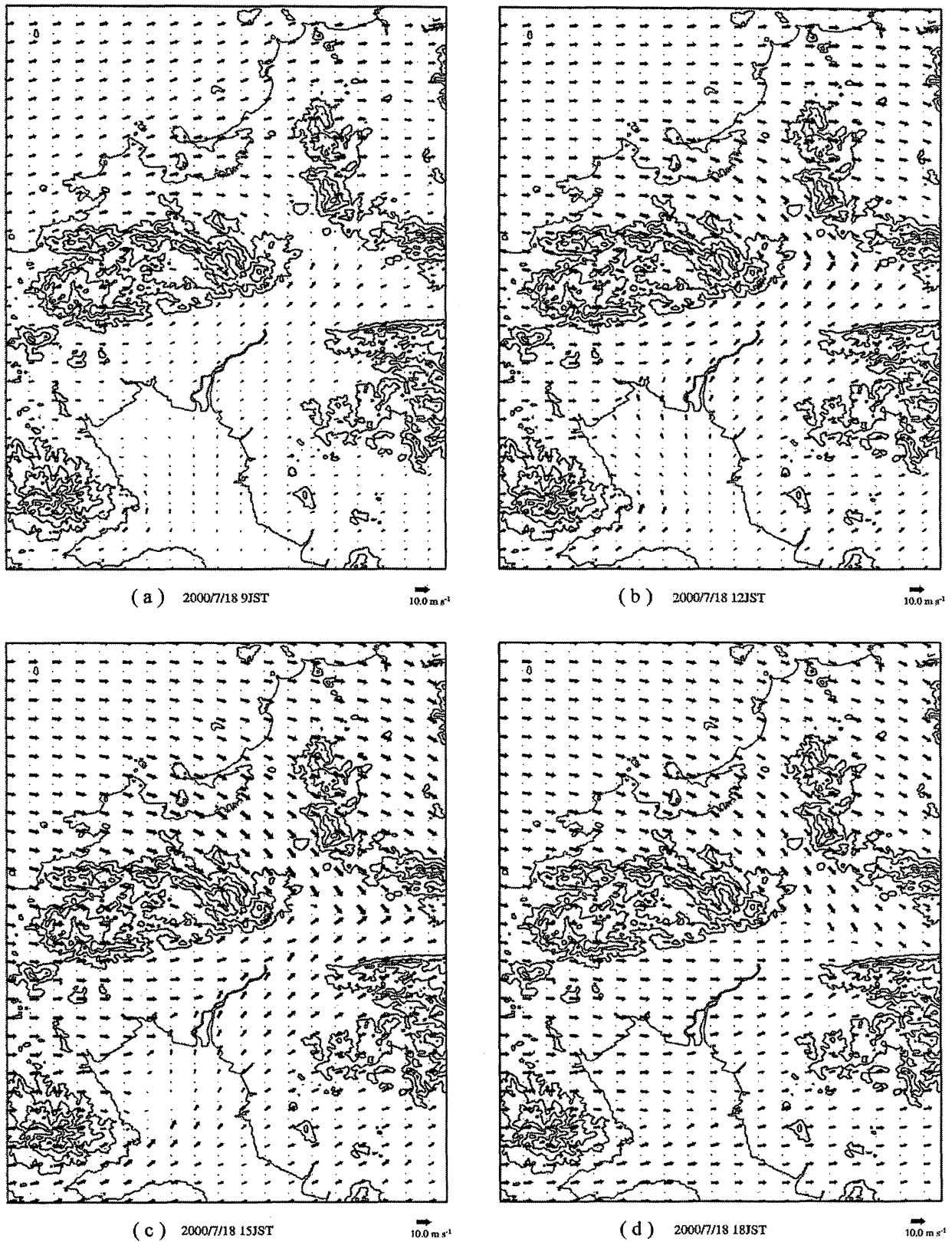


Fig. 6 Horizontal wind vector at the height of 50 m above the ground.

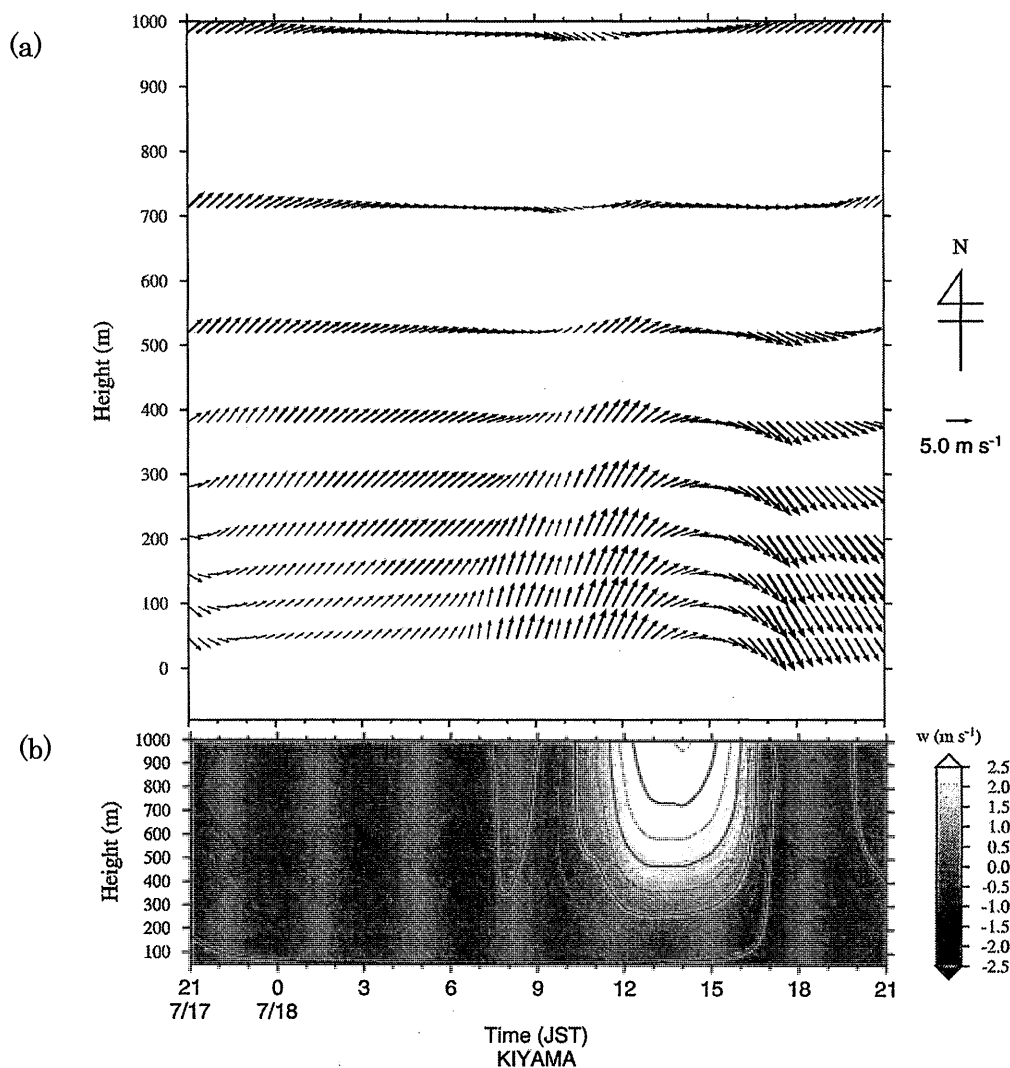


Fig. 7 Time series of the vertical wind profile at Kiyama.

5. 結 言

データ解析および数値シミュレーションより得られた結果を以下にまとめる。

1. 福岡平野と筑紫平野の間に位置する基山付近では局地降雨が頻繁に発生する。その発生割合は、夏期に多くなる。
2. 8月の局地降雨の時刻別発生頻度は午後に高くなる。
3. 局地降雨が発生しているときは、玄界灘起源と有明海起源の海風が衝突して収束域を形成している可能性が高い。
4. 玄界灘起源と有明海起源の海風の衝突による収束域は時間の経過とともに南に移動していく。
5. 玄界灘起源と有明海起源の海風の衝突時には前後約3時間にわたって基山付近に強い上昇風が発生している。

6. 上昇流にともない対流性の積雲や積乱雲が発達し、局地降雨になると考えられる。

謝 辞

本研究をまとめるにあたり大気海洋環境システム学専攻環境流体科学研究室 杉原 裕司助教授に多大なご指導をいただきました。ここに、深く感謝致します。

参 考 文 献

- 1) 福田 和代, 松永 信博, 酒井 聡一郎, 福岡市における海風侵入の挙動, 水工学論文集, 第44巻, pp.85-90, (2001).
- 2) 福田 和代, 松永 信博, 福岡市における海陸風の挙動, 九州大学大学院総合理工学研究科報告, 第22巻, pp.335-339, (1999).