

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 13 日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25420527

研究課題名(和文) 地方都市における都市型集中豪雨の発生特性に関する研究

研究課題名(英文) Characteristics of Local Heavy Rainfall in provincial city

研究代表者

久田 由紀子 (HISADA, Yukiko)

九州大学・総合理工学研究科(研究院)・学術研究員

研究者番号：70423572

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：福岡都市圏に高密度に雨量計と温度計を設置し、都市型集中豪雨の実態を把握することと、またその発生特性を明らかにすることを試みた。観測で得られた雨量計と温度計のデータ、福岡管区气象台、博多AMeDAS、大宰府AMeDASにて観測されている風向風速等の気象データを用い、都市型集中豪雨が発生する気象条件を明らかにした。また、福岡管区气象台にて観測されている高層気象データを用い、大気安定度との相関について検討した。

研究成果の概要(英文)：Characteristics of local heavy rainfall in the Fukuoka city are investigated on the basis of field observation. The data were taken with 16 rain gauges and 78 thermometers. The surface temperature in the case of local rainfall shows an increase of about 2 compared to that in the absence of rainfall. The vertical distributions of the humidity in localized rainfall and no rainfall cases differ obviously at elevations higher than 900hPa, whereas there is no difference between both near the ground.

研究分野：都市気象

キーワード：ゲリラ豪雨 都市型集中豪雨 WRF

1. 研究開始当初の背景

近年、社会的問題となっている都市型集中豪雨は、ゲリラ豪雨とも呼ばれ、大きな災害をもたらしている。都市型集中豪雨は、10km四方程度の狭い地域において、1~2時間程度のスケールで発生すると言われている。1時間当たりの雨量は100mmを越える猛烈な雨が降ることもあり、自治体などで想定されている大雨(1時間当たり60mm程度)を大幅に越えることから、都市部では排水が追いつかず、冠水などの被害が大きく、時には人命を奪う大災害となる。1999年7月21日の練馬豪雨、2008年8月5日の豊島区雑司が谷での豪雨では数人の犠牲者が出る事態となった。これらの豪雨は、降雨をもたらすような前線などが存在しない晴れた日の午後に、積乱雲が急激に発達して発生している。いずれも非常に短時間に、局所的に発生した豪雨であった。都市型集中豪雨の発生、場所、時間、雨量などの精確な予測を可能にすることが急務である。

このような豪雨には、都市の温暖化、地球規模の温暖化、都市構造の改変や温暖化による都市上空の大気の状態の変化、特に海風の流動特性の変化が影響していると考えられる。都市の変化が豪雨の発生に与える影響に関する研究例としては、アスファルトなどの人為的土地被覆と人工排熱による加熱が周辺部より降水を増大させているという報告がある。都市の存在が都市上空における風の収束を強めていることも指摘されている。東京における集中豪雨の事例では、鹿島灘から東寄りの風と相模湾からの南寄りの風が東京付近にて収束していることが明らかにされている。一方、集中豪雨は非常に局所的であることから、既存の気象観測所のみでは、正確な雨域や降雨量などを計測することは難しい。福岡では2010年夏季に頻繁に局地的な集中豪雨があったが、福岡平野内にある3つの気象観測所では、これらの豪雨は記録として残されていなかった。つまり、気象観測所の空白地帯で起こった豪雨については、精確な観測どころか、その発生すら確認出来ていないことが多いことが明らかとなった。東京では2004年から雨量計17個を設置した高密度観測が行われ、局地的な降雨の詳細が報告されている。申請者は、2011年夏季に福岡にて試験的に14個の雨量計を福岡平野全域に設置し、降雨の観測を行った。その結果から、大変興味深い幾つか知見が明らかになった。まず、雨域の面積であるが、福岡都市圏における雨域は1辺が5~7km程度であり、関東平野にて発生する集中豪雨と比べても、さらに局地的であることが分かった。また、福岡都市圏にて集中豪雨が発生しやすい地域は海岸線から10kmほどの内陸であるが、雨域は海岸線方向へと次第に移動することが明らかとなった。降雨開始時間は午後1~2時頃が最も多く、降雨持続時間は1時間程度であり、1カ所における持続時間は20~30分

程度であった。福岡平野は関東平野に比べると60分の一程度の広さしかなく、都市規模も格段に違うことから、これまで、福岡都市圏では、このような都市型集中豪雨は起こらないとされてきた。しかし、2010年、2011年の例をとってみても、福岡都市圏にて局地的な都市型集中豪雨が発生していることは明らかである。しかしながら、2010年と2011年の例を比較しても、その発生頻度、降雨量には大きな違いがあった。これは日本近辺における気候傾向のみならず、エルニーニョ現象などの地球規模の気候変動が強く影響しているためと考えられる。また、1990年頃以前ではこのような都市型集中豪雨の発生はほとんど見られなかったことから、地球温暖化や都市の温暖化も大きく関わっていると考えられる。このようなことから、地方都市における都市型集中豪雨の実態を把握し、その発生特性を明らかにするためには、長期的な観測が不可欠であると考えられる。

2. 研究の目的

本研究では、福岡都市圏に高密度に雨量計と温度計を設置し、都市型集中豪雨の実態を把握することを目的とする。また都市型集中豪雨の発生特性を明らかにすることを試みる。

3. 研究の方法

福岡都市圏内の14校の小学校の百葉箱の上部に雨量計を設置した。また、雨量計を設置した14校を含む76校の百葉箱に温度計を設置した。測器の設置位置を図-1に示す。図中の青丸(○)は雨量計と温度計、黒丸(●)は温度計の設置点である。雨量計は約16km<sup>2</sup>、温度計は約4km<sup>2</sup>に一つの割合で設置し、福岡都市圏全域にほぼ均等に分散させた。雨量計にはDavis社製転倒マス雨量計を、温度計には佐藤計量器製作所のSK-L200Tを用いた。データ取得間隔は10分とした。図中の赤四角は気象庁の観測所で、A、B、Cはそれぞれ福岡管区気象台(FDMO)、博多 AMeDAS、太宰府 AMeDASである。本論文における解析対象期間は2013年~2014年の夏季とした。

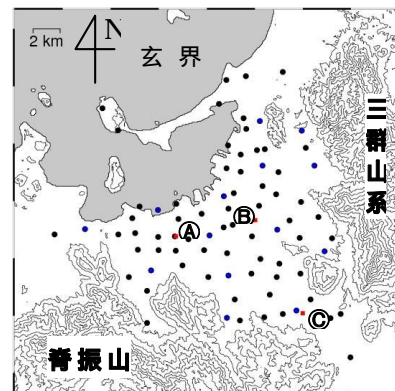


図-1 福岡都市圏の地形および測器設置点。○は雨量計および温度計、●は温度計、■は①福岡管区気象台(FDMO)、②博多 AMeDAS、③太宰府 AMeDAS。

なお、本研究における局地降雨の定義は以下のようなものである：(1)福岡管区気象台における気象概況は晴れか薄曇りであること、(2)解析雨量図は 10km<sup>2</sup> 程度以上の雨雲がないこと、(3)日の出から 11 時までの降雨が 0mm であること、(4)11 時から 17 時までに局地的な降雨が発生していること、これらの条件を全て満足するものを局地降雨としている。

#### 4. 研究成果

局地降雨が発生した日の観測例を示す。この日の気象概況は、概ね晴れ、午前中に降雨はなく、レーダーアメダス解析雨量でも大きな雨雲は発生していなかった。図-2(a),(b)に 12 時～19 時における 10 分間雨量を示す。(a)は上から FDMO、博多 AMeDAS、太宰府 AMeDAS であり、(b)は本観測にて設置した雨量計で得られた雨量である。FDMO および博多では降雨があったが、太宰府では観測されていない。(b)より降雨がみられ、局地的な降雨が発生していることがわかる。図-3 に 12 時 50 分から 10 分間毎の雨量の分布を示す。最初の降雨は福岡平野中央よりやや東のにおいて観測された。20 分後には降雨域は東西に広がり、福岡平野を横断するように広がった。次の 10 分間には沿岸方面に広がっている。その後、東部の雨域は消滅し、西部のみに降雨が観測された。解析対象期間中に、このような局地的な降雨が数日ほど確認された。各発生地点での降雨時間は 10 分から 50 分ほどであり、1 地点のみでの降雨の場合から複数の雨域が次第に移動していく場合と様々な様子が見られた。同時刻に 6 地点以上の隣りあった雨量計で降雨が観測されることはなく、そのため雨域は最大で 9km 四方程度であったと推測される。この雨域の空間スケールは、関東平野で局地的大雨と呼ばれる降雨より小さいことになる。

解析対象期間のうち、気象庁発表の気象概

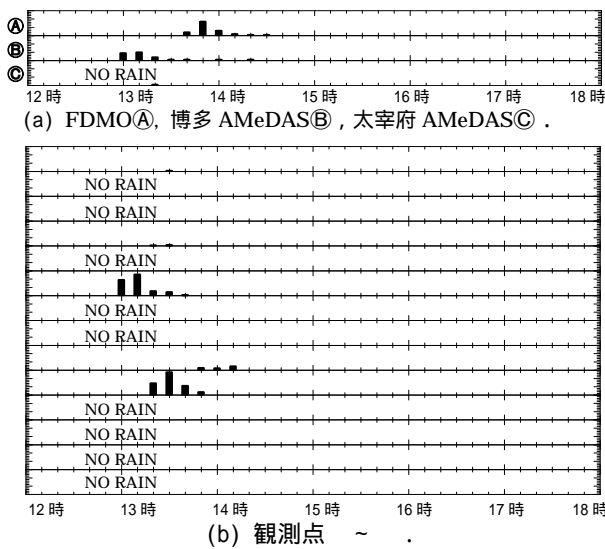


図-2 各観測点における 10 分間雨量

況、雨量、レーダーアメダス解析雨量から、局地降雨が発生した日として 7 日間抽出された。この抽出条件は前述した通りである。また、発生日との比較のために、一日を通して晴れまたは薄曇りであり、降雨のなかった日を 7 日間抽出した。この日を便宜的に無降雨日とする。

図-4(a),(b)に局地降雨日と無降雨日のそれぞれ 7 日間の平均をとった日射、気温、湿度の時間変化を示す。ただし、ここでは FDMO のデータが用いられている。(a)より、日射は 6 時から 10 時過ぎまでは両者とも同じ上昇をすることがわかる。11 時以降に局地降雨日の日射が落ちるが、これは雲の発生によるものと推測される。(b)の気温については局地降雨日と晴れ日とで 2 程度の差が生じている。地上気温の上昇による風の収束が積乱雲の発達を促進させているとする研究結果がある。本研究の場合、地上気温は福岡管区気象台におけるデータであり、局地降雨の発生場所とは異なるが、無降雨日の気温と平均で 2 も異なるということは、この気温差も局地降雨の発生要因の一つであると考えられる。

図-5(a),(b)に FDMO において観測されている高層気象の湿度、風向を示す。用いたデータはそれぞれ対象日の 9 時のものであり、図-4 と同様に、局地降雨日と無降雨日のそれぞれ 7 日間の平均とする。湿度は 900hPa 付近

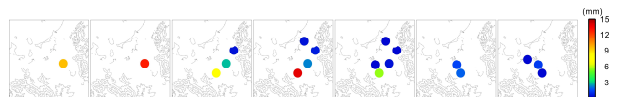
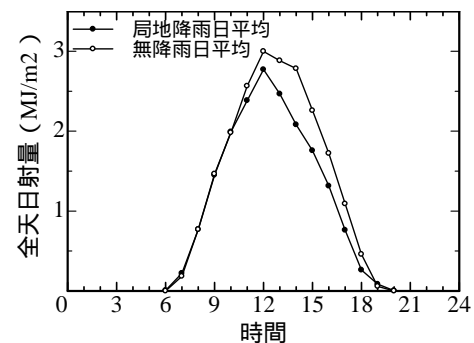
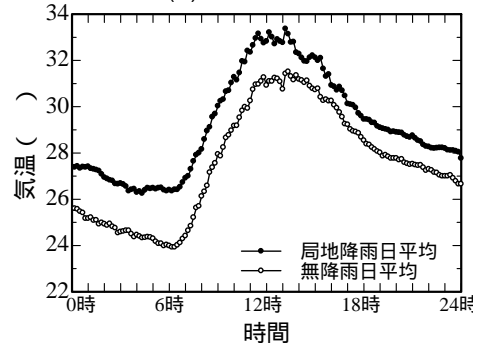


図-3 10 分間雨量の分布の時間変化。(左から 12 時 50 分から 10 分毎)



(a) 全天日射量



(b) 気温

図-4 局地降雨日と無降雨日のそれぞれ 7 日間の平均値の時間変化

より上空で大きな差が生じていることがわかる。局地降雨日が無降雨日の2倍から3倍程度の値で推移している。上空での気温はほとんど同程度であったが、湿度の差が大きいことより、局地降雨日の方が大気はより不安定な状態となっていることが推測される。風向は、下層では局地降雨日は概ね南寄りの風であり、無降雨日は西寄りの風であった。局地降雨日は9時には陸風であるのに対し、無降雨日には北寄りの海風が既に進入しているが多かったため、平均すると西寄りの風となったと考えられる。

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

久田 由紀子 (HISADA Yukiko)

九州大学大学院総合理工学研究院・学術研究員

研究者番号：70423572

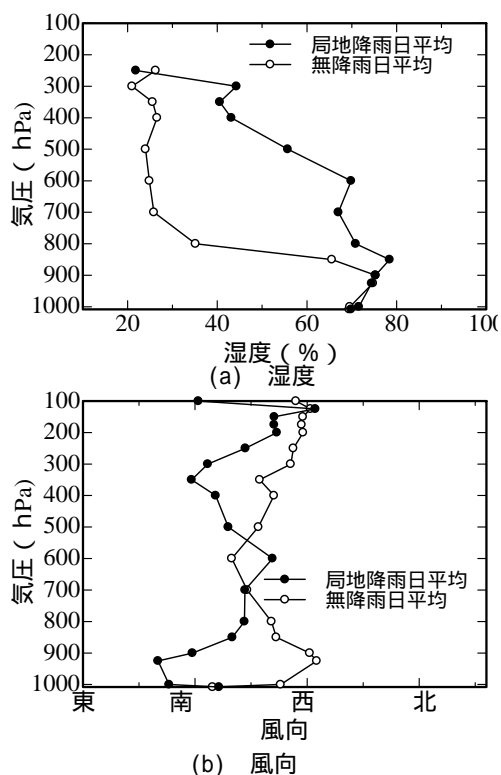


図-5 福岡管区気象台における9時の高層気象データ：局地降雨日と無降雨日のそれぞれ7日間の平均値。

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 1 件)

Yukiko Hisada, Yuji Sugihara, Nobuhiro Matsunaga, Meteorological Characteristics of Local Heavy Rainfall in the Fukuoka Plain, Journal of Disaster Research, 査読有, Vol.10 No.3, pp.429-435, 2015.