

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成25年6月10日現在

機関番号：17102

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2010～2012

課題番号：22560517

研究課題名（和文）沿岸都市における大気汚染物質の流動特性と都市型集中豪雨に関する研究

研究課題名（英文）Characteristics of localized heavy rainfall in the coastal cities

研究代表者

久田 由紀子（HISADA YUKIKO）

九州大学・総合理工学研究院・学術研究員

研究者番号：70423572

研究成果の概要（和文）：ゲリラ豪雨の発生特性を明らかにするため、福岡都市圏に14個の雨量計を設置し観測を行い、次のことが明らかとなった。福岡都市圏においては、ゲリラ豪雨は午後1～2時の時間帯、および午後5時～6時の時間帯に多く発生する。一地点での降雨持続時間はおよそ20～60分であり、10分間雨量は、平均で10mm程度、最大で40mmほどに達した。降雨の発生地点は、福岡平野南部であり、降雨帯はそこから北北東方向に進むパターンと、北西方向に進むパターンの2種に大別できた。

研究成果の概要（英文）：Characteristics of localized heavy rainfall in the Fukuoka metropolitan area are investigated on the basis of field observation data taken with 14 rain gauges and 76 thermometers. The surface temperature in the case of localized rainfall shows an increase of about 2°C 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.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2010年度	1,800,000	540,000	2,340,000
2011年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2012年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	3,400,000	1,020,000	4,420,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：水工学

キーワード：都市型集中豪雨

1. 研究開始当初の背景

都市型集中豪雨は、ゲリラ豪雨とも呼ばれ、10km四方程度の狭い地域において、1～2時間程度の時間スケールで発生する短時間的な局地降雨である。1時間当たりの雨量が100mmを越えることもあり、自治体などで想定されている降雨量（1時間当たり60mm

程度）を大幅に越えることから、都市部では冠水などの被害が発生し、時には人命を奪うこともある。例えば、1999年7月21日の練馬豪雨や2008年8月5日の豊島区雑司が谷付近での豪雨では、数人の犠牲者が出る事態となった。これらの豪雨では、晴れた状態から積乱雲が急激に発達をしており、いずれも

非常に短時間で局所的に発生した豪雨であった。

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、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するものがある。また、都市の存在が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。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。そのため、東京では雨量計などの気象観測器が高密度に設置され、都市型集中豪雨発生時の詳細な気象変化が報告されている。

2. 研究の目的

日本海に面する福岡平野は関東平野に比べると 1/60 程度の広さであり、都市規模も格段に違うことから、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言われてきた。しかし、2010 年頃から、夏季の午後に非常に局地的な豪雨が頻繁に発生するようになってきた。これらの豪雨は関東平野における豪雨と比べて、さらに局所的であり、また時間も 20~30 分程度と短時間である。そのため、福岡管区気象台や博多および太宰府の AMeDAS では発生を確認できないことが多い。そこで、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、この局地降雨の実態を把握すること、また降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

福岡都市圏は北側に玄界灘が広がり、東側および南西側には 600~1000m の山系が連なっている。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 (①~⑭) 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 16km²、温度計は約 4km² 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 2011 年 8 月 1

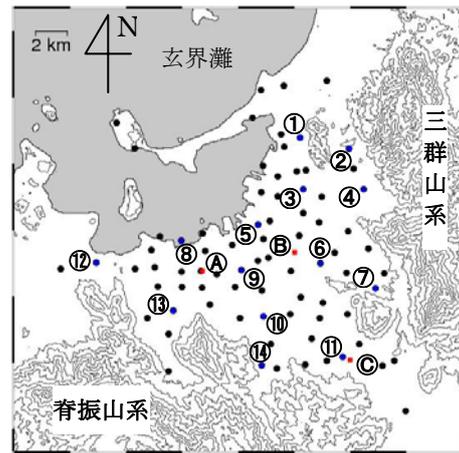


図-1 福岡都市圏の地形および測器設置点。●は雨量計および温度計、●は温度計、■は(A)福岡管区気象台(FDMO)、(B)博多 AMeDAS、(C)太宰府 AMeDAS。

日~9月20日とした。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 10km² 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として 9 月 17 日のデータを示す。この日の気象概況は、概ね晴れ、午前中に雨量はなく、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 11 時~17 時における 10 分間降雨量を示す。(a) は上から FDMO、博多 AMeDAS、太宰府 AMeDAS

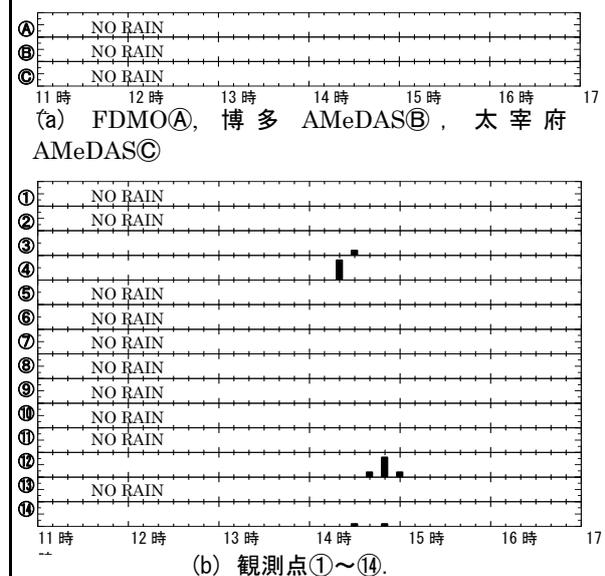


図-2 各観測点における 10 分間雨量 (2011 年 9 月 17 日)

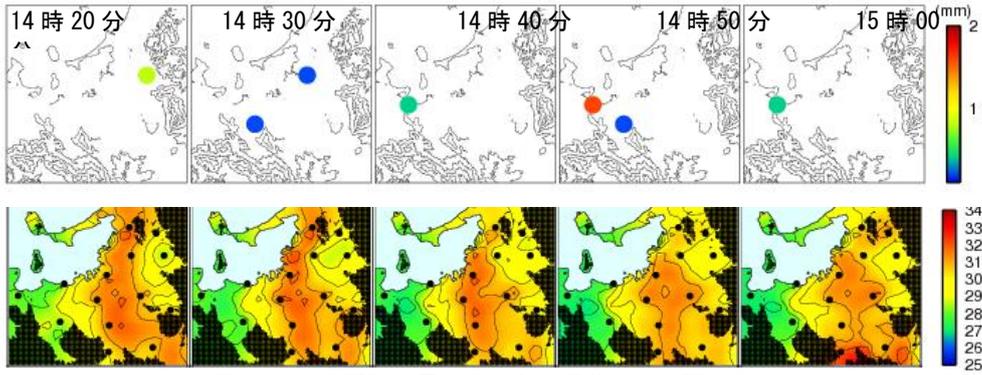


図-3 10分間降雨量の分布と気温分布の時間変化.

であり、(b)は本観測にて設置した雨量計で得られた降雨量である。(a)よりFDMOおよび2箇所のAMeDASでは降雨は観測されていないが、(b)より③、④、⑫、⑭で降雨がみられ、局地的な降雨が発生していることがわかる。

図-3に9月17日に雨が降り出した14時20分からの10分間降雨量の分布と同時刻における気温分布を示す。最初の降雨は福岡平野東部の三群山系の山際に位置する②(図-1参照)において観測された。次の10分間では降雨域は沿岸側の③に移動し、また西部の脊振山系に近い⑬においても降雨が観測された。次の10分間には東部の降雨は消滅し、西部の降雨も沿岸部の⑫の地点に移った。それ以降の時間帯は西部のみにおいて降雨が観測された。また、気温分布図からは、③、④などの地点で降雨が観測された時刻に気温も低下していることがわかる。

解析対象期間中の2011年8月から9月20日の間に、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30分ほどであり、1地点のみでの降雨の場合、雨域が次第に移動していく場合が見られた。3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7km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、さらに小さいことになる。

図-4(a)、(b)、(c)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°C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

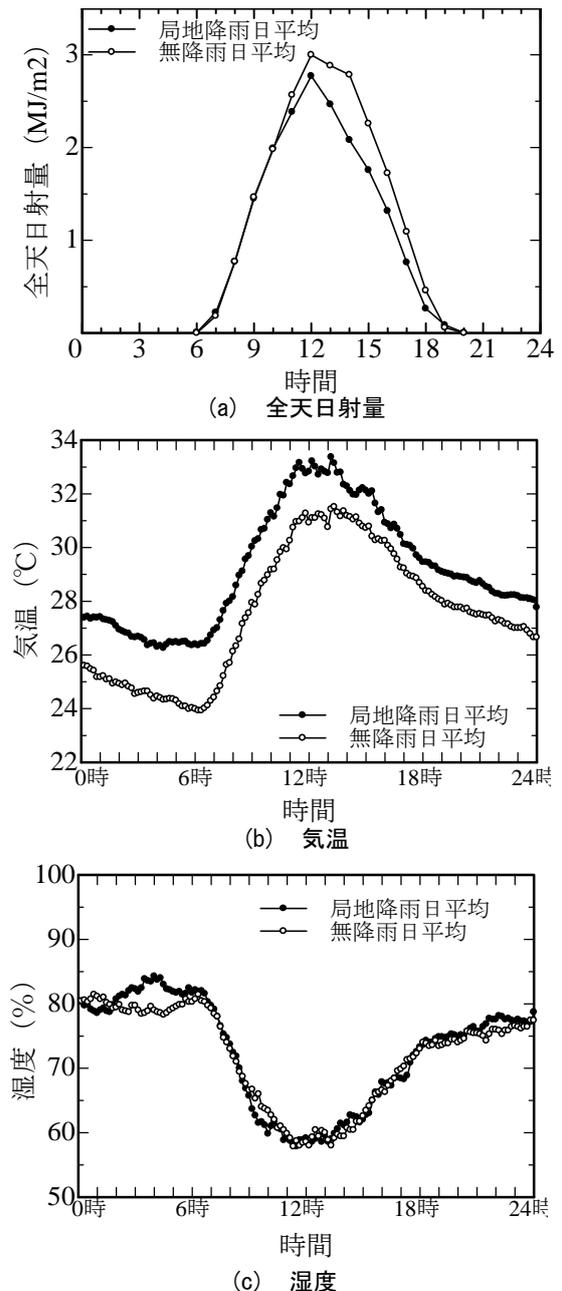


図-4 局地降雨日と無降雨日のそれぞれ7日間の平均値の時間変化

積乱雲の発達を促進させているとする研究結果がある⁴⁾。本研究の場合、地上気温は福岡管区气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°C 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。(c)より、湿度は両者ともに、ほとんど同程度であり、局地降雨日と無降雨日で有意な差はないことがわかる。

図-5(a), (b), (c), (d)に FDMO において観測されている高層気象の気温、湿度、風速、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-5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。(a)より、気温は地上から800hPa付近までは局地降雨日の方が 2°C ほど高温であるが、それより上空では局地降雨日も無降雨日も同程度であった。ただし、(b)より、湿度は900hPa付近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。風速は、900 hPa付近までは同程度であり、それより上空では差が生じていることがわかる。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ことが多かったため、平均すると西寄りの風となったと考えられる。

図-6(a), (b)に12時における地上の気温および湿度と各降雨発生日の総雨量の関係を示す。図-6(a)より地上気温と総雨量の間に明瞭な関係は見られなかった。図-6(b)より地上の湿度が大きくなるほど総雨量も大きくなる傾向が確認された。

図-7に高層における湿度と各降雨発生日の総雨量の関係を示す。湿度は900hPaから600hPaまでの平均とした。総雨量に関しては、20mm前後の大きな値となるものと5mm前後の小さな値となる2つのグループにデータが別れた。これが何らかの要因により分離するものとして考えれば、それぞれのグループにおいて湿度と総雨量には良好な相関が見られる。この2つのグループの違いを検証すると、総雨量が大きいグループではCINが小さく、小さいグループではCINが大きくなる傾向がある

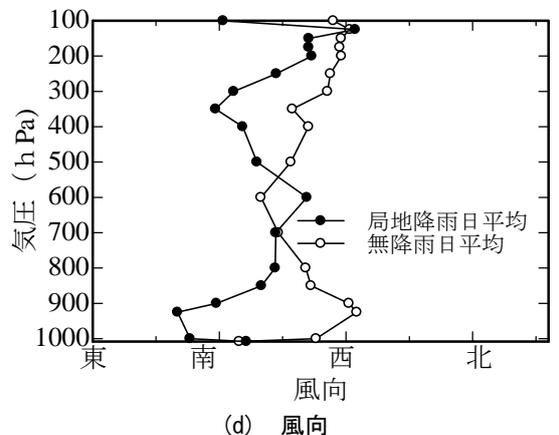
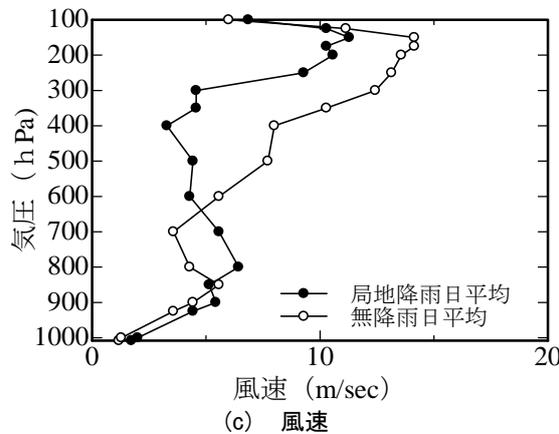
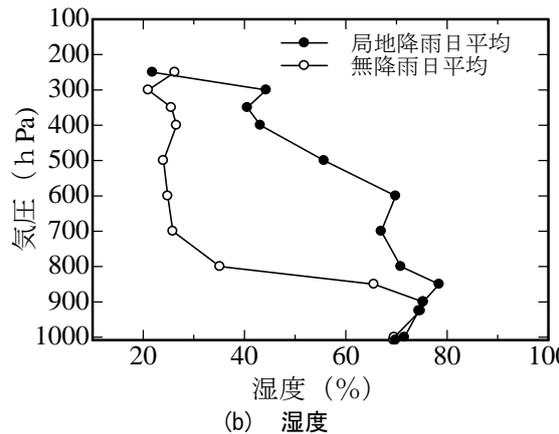
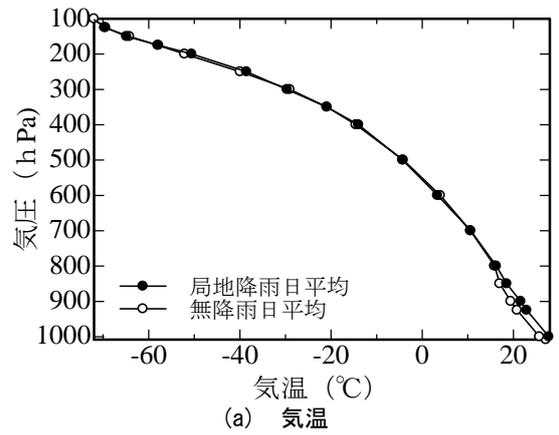


図-5 福岡管区气象台における9時の高層気象データ：局地降雨日と無降雨日のそれぞれ7日間の平均値。

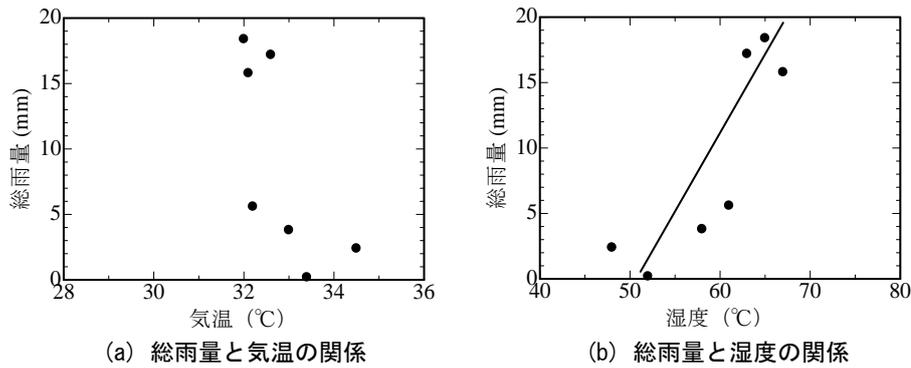


図-6 地上気象が局地降雨の総雨量に与える影響

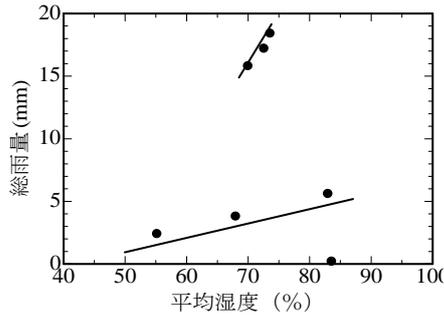


図-7 600hPa~900hPa の平均湿度と総雨量の関係

ことがわかった。ただし、データ量が少ないため、その妥当性の検証にはさらなる解析が必要である。

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)

久田由紀子、松永信博、杉原裕司、福岡都市圏における局地降雨の発生特性に関する研究、水工学論文集、査読有、第 57 巻、2013、pp. I_361-I_366

[学会発表] (計 1 件)

久田由紀子、福岡平野における局地降雨、第 34 回日本気象学会九州支部発表会、2013 年 03 月 02 日、長崎歴史文化博物館

6. 研究組織

(1) 研究代表者

久田 由紀子 (HISADA YUKIKO)

九州大学・総合理工学研究院・学術研究員
研究者番号：70423572

(2) 研究分担者

無し

(3) 連携研究者

無し