

## 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：32687

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2010～2012

課題番号：22700859

研究課題名（和文）東京都区部における都市化が対流性降雨に与える影響評価に関する研究

研究課題名（英文）Effects of urbanization on the Frequency of Convective Precipitation in the Tokyo Area

研究代表者

白木 洋平 (YOHEI SHIRAKI)

立正大学・地球環境科学部・講師

研究者番号：80508416

研究成果の概要（和文）：

本研究では東京都周辺域を研究対象地域、1997年から2006年までの夏季12時から18時までを研究対象期間とし、東京都周辺域における熱環境の違いが対流性降雨の頻度に与える影響について相関分析による統計的評価を行った。次に、研究対象地域内にて最も都市が発展している東京都に着目し、熱環境の他に建物パラメータを加えて再度相関分析を行った。

研究成果の概要（英文）：

This study examined the effects of thermal environment on the frequency of convective precipitation in the Greater Tokyo Area between 12:00 and 18:00 on summer days from 1997 to 2006 using statistical evaluation by correlation analysis. We next focused on metropolitan Tokyo, the most developed part of the region and the part experiencing the most frequent occurrences of convective precipitation, and we performed correlation analysis considering parameters related to buildings.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
22年度	700,000	210,000	910,000
23年度	700,000	210,000	910,000
24年度	500,000	150,000	650,000
年度			
年度			
総計	1,900,000	570,000	2,470,000

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：地理学・地理学

キーワード：ヒートアイランド・リモートセンシング・地理情報システム・地表面温度・対流性降雨

## 1. 研究開始当初の背景

人間活動に特化した空間として発展してきた都市は無秩序な拡大を続けてきたため、様々な問題を生み出している。その問題の一つとして、ヒートアイランド現象が挙げられる。ヒートアイランド現象とは郊外と比べて

都市の気温が上昇する現象であり、都市の真夏日や熱帯夜の日数を増加させることで住民の健康に直接的な影響を与えることが知られている。一方で、ヒートアイランド現象が都市のメソスケール循環に影響を与え、結果として対流性降雨を発生させるという間

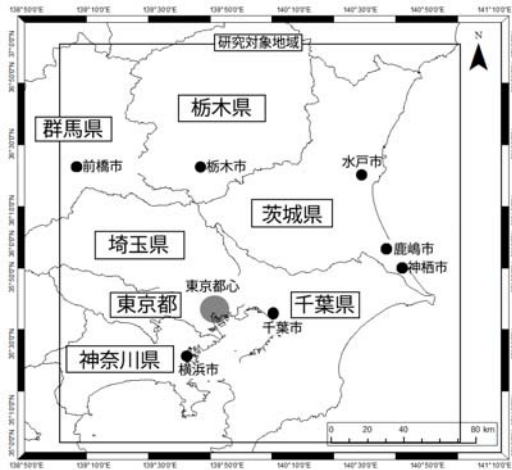


図 1. 研究対象地域

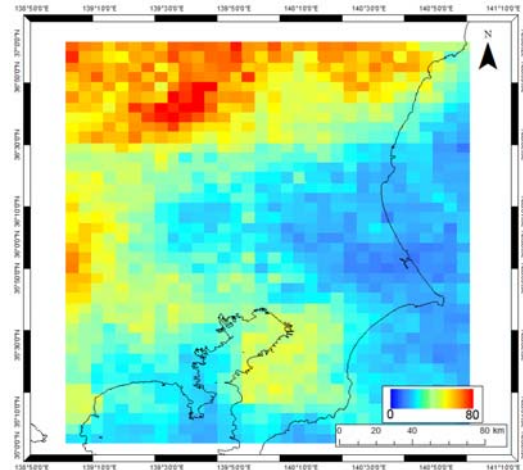


図 2. 対象地域における対流性降雨の分布図

接的な問題についても議論が進んでいる。特に東京都を代表とする日本のメガシティでは現在でも周囲の中小都市を取り込みながら都市圏を拡大させていく傾向があり、それに伴う不透水面の増大が原因となって降雨時の流出雨水が雨水管や下水管の排水処理能力を超え浸水被害を引き起こすことも懸念されている。特に対流性降雨は事前に予測することが困難であり、短時間に激しい降雨をもたらす可能性もあるため、対流性降雨の頻度が高い地域を事前に知り、その地域で発生する対流性降雨がヒートアイランド現象とどのような関係があるのかを知ることは、浸水被害などの対策について検討する際には重要な情報となり得る。

## 2. 研究の目的

本研究では、まず図 1 に示す地域(東京都周辺域)を研究対象地域とし、研究対象地域の熱環境の違いと対流性降雨の頻度の関係について評価を行う。次に研究対象地域内において特に都市が発展している東京都に着目し、建物パラメータを加えて再度評価を行う。なお、対象期間は 1997 年から 2006 年の夏季(本研究では 7 月および 8 月と定義する)とし、対象時間は 12 時から 18 時までとしている。

## 3. 研究の方法

### (1) 対流性降雨の抽出方法

対流性降雨の頻度の抽出方法として、本研究ではレーダーアメダス解析雨量を用いた。ここで、レーダーアメダス解析雨量は 1988-2001 年 3 月までは 5km 区切りのメッシュデータであるが、2001 年 4 月以降は 2.5km 区切り、2006 年 1 月以降は 1km 区切りのメッシュデータとなるため、本研究では 5km 区切りのメッシュデータ(以下、5km×5km メッ

シュ)に揃えた。併せて、2003 年 5 月以降のデータは日本測地系から世界測地系へと変更がなされているため、世界測地系に揃えた。なお、時間間隔は 1 時間である。また、本研究では対流性降雨の抽出を行うため、総観場の違いによる影響を極力除去する必要がある。そこで、関東平野周辺に前線・低気圧・台風などが存在する場合を除外するとともに、以下 4 つの判定条件を満たした日を対流性降雨日とした。(a)日本海側(新潟)と太平洋側(東京)の気圧傾度が緩やかで海陸風循環が卓越していると推測される日。(b)降水系が海上から陸上に移動してきていない日。(c)東京管区気象台において 12 時まで 0.5mm/h 以上の降水が出現していない日。(d)東京管区気象台における日出から 12 時まで日照時間の平均が 50min/h 以上であった日。以上より設定された対象日のうち、対象時間内で 1 時間に 1 回降雨が発生したときに 1 カウントを行い、これらの合計値を降雨頻度とした(図 2)。

### (2) 熱環境の抽出方法

熱環境の評価方法として本来は気温を用いることが望ましいが、実際の観測によって面的に詳細な気温分布を作成することは同じ気象条件の下のもとで観測することが困難だけでなく、多大な労力と費用も要することとなる。そこで、本研究では気象衛星 NOAA を用いて地表面温度の抽出を行い、そこから対象地域の熱環境の差異を抽出することとする。昼間の地表面温度は必ずしもヒートアイランド現象の分布をそのまま表現しているとは言えないが、同時期・同時刻の温度分布を面的に表現できるメリットもある。ここで使用している NOAA は、アメリカ海洋大気庁にて運用されている極軌道気象衛星である。搭載されている AVHRR(Advanced Very

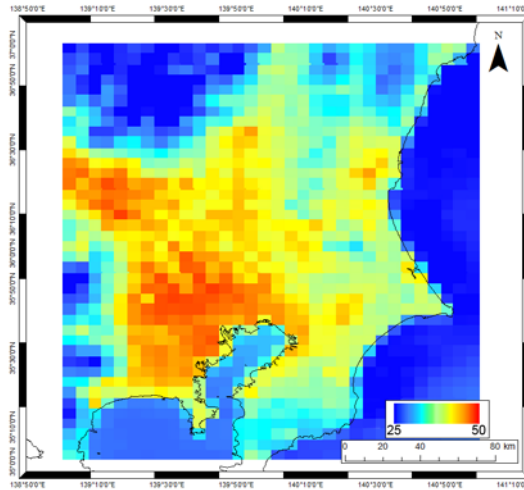


図3. 対象地域における地表面温度の分布図

High Resolution Radiometer) センサは地表面温度分布などの観測を可能とするセンサであり、空間解像度は軌道直下で1.1kmである。本研究では対象期間のうち関東地方に雲量が少ない画像を目視にて選定し、コンポジット画像を作成した。なお得られた輝度温度はスプリットウィンドウ法を用い、地表面温度(°C)へと変換を行っている(図3)。

### (3) 建物パラメータの算出方法

東京都は人口の多さや複雑な建物形状に代表されるように研究対象地域の中でも特に発展が著しく、都市の熱環境と対流性降雨の頻度について詳細な評価を行うには適した地域である。しかしながら、都市の複雑な建物形状が疑似的な地形効果となり、その上昇気流にて対流性降雨を発生させることが示唆されているため、本研究では対流性降雨の頻度に影響を与える要因として、地表面温度の他に建物パラメータを追加することとした。建物パラメータの算出には1996年および1997年の東京都都市計画GISデータの建物用途現況を用いており、建物パラメータの詳細は対流性降雨の頻度と同様の5×5kmメッシュ内における建物密集度、建物平均階数および建物階数の標準偏差である。

### 4. 研究成果

本研究では、ヒートアイランド現象が都市のメソスケール循環に影響を与え結果として対流性降雨を発生させることが示唆されていることから、東京都周辺域を研究対象地域とし、対流性降雨の頻度と熱環境の関係について評価を行うこととした。また、対象地域の中で最も都市が発展している東京都に着目し、地表面温度に建物パラメータを加えて、再度対流性降雨頻度との関係について評

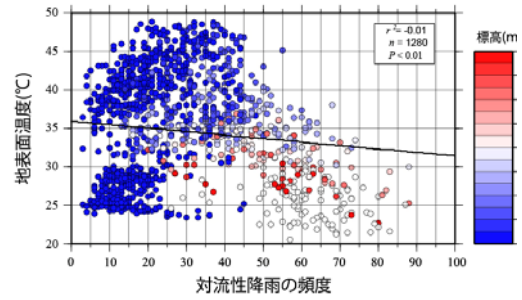


図4. 対流性降雨の頻度と地表面温度の関係

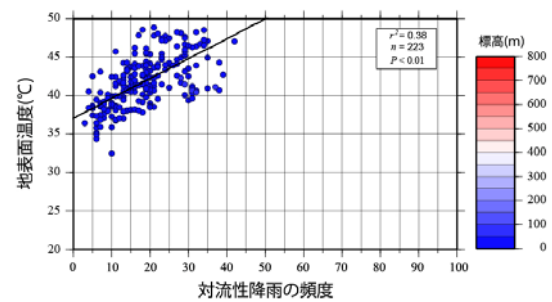


図5. 対流性降雨の頻度と地表面温度の関係(図4より山地・丘陵地、海域などを含むメッシュ除いた場合)

価を行った。対流性降雨の頻度の抽出にはレーダーアメダス解析雨量を、都市の熱環境の抽出にはNOAA/AVHRRから算出した地表面温度を用いている。結果として、以下のことが明らかとなった。

①対流性降雨の頻度は東京都の一部の地域において他の地域と比べて相対的に頻度が高くなったが、標高の高い地域においても同様に降雨頻度が高くなる傾向が見られた。

②地表面温度は東京都の地表面温度が高く、郊外、或いは標高の高い地域に向かって地表面温度が低下していく様子が見られた。また、他県の県庁所在地や鹿嶋臨海工業地帯を有する鹿嶋市、神栖市においても地表面温度が高くなる傾向が見られた。

③対流性降雨の頻度と地表面温度の関係について評価を行ったところ、研究対象地域全域を解析対象とした場合は決定係数0.01であったが(図4)、研究対象地域のうち山地・丘陵地、海域などを除いたメッシュを解析対象とした場合には0.38となり(図5)、都市の熱環境が対流性降雨の頻度に影響を与えているというシグナルを抽出することができた。

④対象地域内においても最も都市が発展している東京都において対流性降雨頻度と地表面温度および建物パラメータ(建物密集度、建物平均階数、建物階数の標準偏差)との関

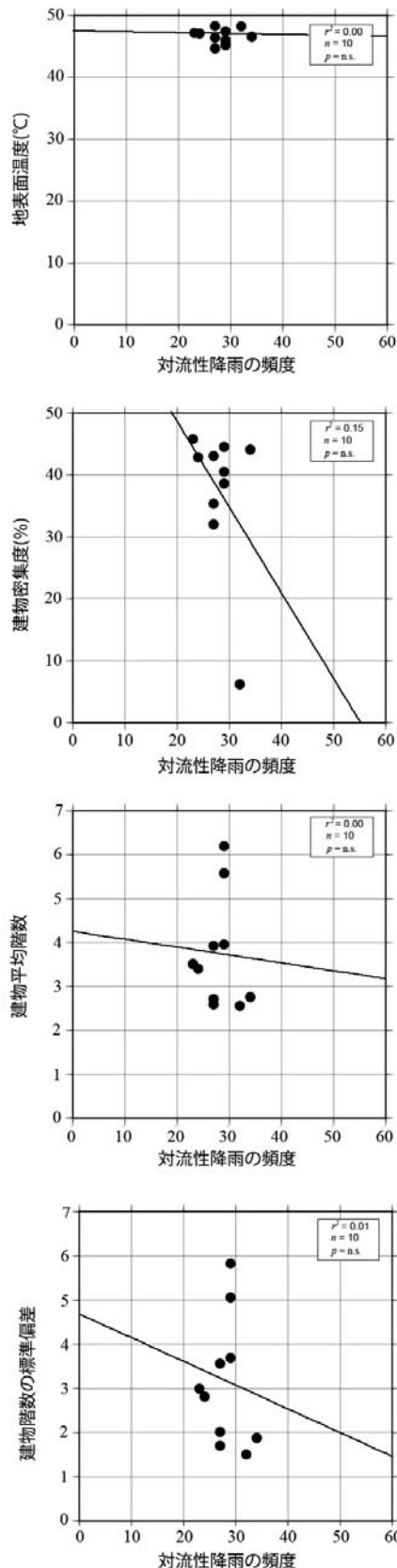


図3. 東京都における対流性降雨と地表面温度および建物パラメータの関係

係について、東京都周辺域の解析にて考慮した地域(山地・丘陵地、海域など)を除いて評価を行ったところ、対流性降雨の頻度と地表面温度、建物パラメータの間に明確な相関関係を見ることが出来なかった。

本研究では地表面温度と対流性降雨の頻度の関係について統計的手法を用いて評価を行ったが、今後は統計的な有意性のみならず、既往研究にて得られた知見との整合性の確認や物理的性質との整合性にも着目して検討を行っていくことが必要であると考えられる。

## 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3件)

- ① Shiraki, Y., Shigeta, Y., Effects of land surface temperature on the frequency of convective precipitation in the Tokyo area, Journal of Geographic Information System, 査読有, Vol.15, No.3, 2013.
- ② 白木洋平, 東京周辺域における夏季の対流性降水の特徴, 地球環境研究, 査読無, 13, 85-89, 2011.
- ③ 白木洋平, 近藤昭彦, 渡来靖, NOAA/AVHRRを用いた関東地方の明け方における地表面温度の特徴, 環境科学会誌, 査読有, Vol.24, No.5, 472-479, 2011.

〔学会発表〕(計3件)

- ① 白木洋平, 重田祥範, 東京都における都市化が対流性降雨に与える影響評価に関する研究, 第6回パーソナルコンピュータ利用技術学会. (2011年11月27日). 大東文化大学板橋キャンパス
- ② 白木洋平, 重田祥範, レーダーアメダス解析雨量を用いた関東地方における対流性降雨の抽出, 環境科学会 2011 年会. (2011年9月9日). 関西学院大学西宮上ヶ原キャンパス
- ③ 白木洋平, NOAA/AVHRRを用いた関東地方の明け方における地表面温度の特徴, 第5回パーソナルコンピュータ利用技術学会. (2010年11月28日). 跡見学園女子大学文京キャンパス

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

白木 洋平 (SHIRAKI YOHEI)  
 立正大学・地球環境科学部・講師  
 研究者番号: 80508416

### (2) 研究分担者

該当なし

### (3) 連携研究者

該当なし