

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 16 日現在

機関番号：22604

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2012～2015

課題番号：24300320

研究課題名(和文) 降水粒子計測と稠密気象資料による都市の降水特性と短時間強雨発生予測に関する研究

研究課題名(英文) Research project on rainfall characteristics and prediction of localized intense rainfall in urban area based on rain particle measurements and high density meteorological observations

研究代表者

高橋 日出男 (Takahashi, Hideo)

首都大学東京・都市環境科学研究科・教授

研究者番号：40202155

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 12,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、降水粒子計測、稠密雨量計網やレーダの観測資料を用いた東京圏における短時間強雨の実態把握、並びに稠密気象観測による短時間強雨の予測手法の検証を目的とした。短時間強雨の開始時には、大粒径の雨滴比率が高く、急激に降水強度が増大する。都区部北部から埼玉県南部では、範囲が狭く集中度の高い強雨域の発現が多い。都区部西部では強雨頻度の極大が16時頃と22時頃にあり、日変化する局地風系との関連が示唆された。多数事例の統計的解析から、短時間強雨発生のシグナルとして強雨開始40、50分前から現れる収束量増大の有効性が確認され、予測手法の確立に向けた課題も指摘された。

研究成果の概要(英文)：This research project was conducted to clarify the characteristic features of localized intense rainfall (LIR) in urban area based on observation data of rain particles, high density rain-gauge networks and radar, and to examine the prediction method of LIR by using high density meteorological observations. In the beginning phase of LIR, ratio of large rain particles was high, and rainfall intensity increased rapidly. Spatially concentrated and small scale intense rainfall areas appeared frequently in the region from the northern part of Metropolitan Tokyo to the southern part of Saitama Prefecture. As for the diurnal variation in LIR frequencies, two major peaks were observed about 4 PM and 10 PM in the western part of Tokyo Wards area. From statistical analyses of many LIR cases, it was confirmed that the increase in convergence of surface winds from 40-50 minutes before the beginning of LIR is an effective signal for the prediction of LIR occurrence.

研究分野：気候学

キーワード：短時間強雨 都市域 降水特性 降水粒子 稠密気象観測 収束 予測 東京

## 1. 研究開始当初の背景

近年、東京をはじめとする大都市域において、中小河川や下水路の急激な増水による事故、家屋の床上・床下浸水や道路の冠水など、短時間強雨に伴う都市型水害(内水氾濫)が頻発している。その要因として、都市が積乱雲のような対流性の降水システムの発生・発達に関与している可能性が議論されている。しかしながら強雨の発生に対する都市の影響については不明な部分が多く、都市の影響とみなされるシグナルをきちんと捉えるまでに至っていない。その一方で、短時間強雨の精度良い予測に対する社会的な要請は大きく、短時間強雨に与える都市の影響の解明と予測手法の確立は喫緊の課題である。

## 2. 研究の目的

本研究では、降水現象に与える都市の影響把握を基礎におき、東京都心域における短時間強雨発生の統計的予測モデルの構築を最終的な目的として、次の観点から研究する。

### (1)都市域の降水特性に関する解析

ディストロメータによる雨滴密度や雨滴粒径の継続的計測ならびに稠密な雨量計データおよびレーダーデータに基づく解析から、都市内外および都市内部における対流性降水の地域的特徴を明らかにする。

### (2)短時間強雨発生に関わる風系変化の解析

強雨頻度の経年変化や都市化に対応する風系構造の変化を抽出する。

### (3)短時間強雨の発生予測に関する解析

大気汚染常時監視測定局(常監局)などの稠密気象観測資料を用いた東京都区部の短時間強雨の事例解析から、強雨発生域には強雨開始の1時間~数十分前より顕著な収束の増大が現れ、収束の極大が降水の開始とほぼ一致することなどが指摘される。このことはレーダーや数値モデルによる予測手法とともに、地上風(発散量)の監視に基づく短時間強雨予測の可能性を示唆している。本研究では強雨発生のシグナルとして常監局等による多数の既存観測点から算出される収束と、強雨の発生位置やタイミングとの関係を多数事例から検証する。

## 3. 研究の方法

### (1)都市域の降水特性に関する解析

雨滴粒径の頻度分布などを1分間隔で計測する光学式ディストロメータ(Thies Clima 製 Laser Precipitation Monitor)を都内4箇所(杉並区、北区、江東区、小金井市)と仙台市に設置して継続的にデータを取得し、データベースの作成を行った。気象庁アメダスや自治体、国土交通省、民間企業等による多数の1時間ないし10分間の雨量計データ、ならびに気象庁レーダーデータ(1km格子、10分間隔)を解析した。これらの稠密観測データにより、局地性の高い短時間強雨を捉えることができ、発現頻度の日変化や強雨域の空間スケール・集中度などを解析し東京を中心とした地域的特徴を提示する。

### (2)短時間強雨発生に関わる風系変化の解析

風系変化の解析にあたっては、気象庁アメダ

スのほかに東京都と周辺自治体における常監局の1時間値を用いて解析を行った。

### (3)短時間強雨の発生予測に関する解析

予測手法の検討にあたっては、短時間強雨の発生を主として気象庁レーダーデータ(10分間隔)を用いて抽出し、東京都常監局をはじめとする1分から10分間隔の観測データの提供を受けて、高い時間空間分解能で地上風の時間変化等を解析した。

## 4. 研究成果

### (1)都市域の降水特性に関する解析

#### ①降水強度、雨滴数、雨滴粒径の関係

東京都北区に設置した2014年4月から9月のディストロメータによる観測データを用いて、1分間隔で取得した降水強度と雨滴数、雨滴粒径(直径0-8mmを0.5mm間隔に分けた16階級)について解析を行った。

雨滴粒径と雨滴数との関係を降水強度別にみると、降水強度の大きい降水ほど雨滴数は多いが、直径1mm以上の階級ではどの降水強度においても粒径の階級が大きくなるにつれて階級ごとの頻度は指数関数的に減少する。ただし、降水強度が1mm/h程度以下の弱い降水においては、直径1mm未満の雨滴数がきわめて多い場合があり、降水形態による差異が大きい。また、降水強度の階級ごとに降水量に寄与する雨滴粒径を調べたところ、寄与割合が最大となる雨滴粒径は強い降水ほど大きく、弱い降水では直径1.5mm以下の雨滴による寄与が非常に大きい。

2014年7月20日は大気の状態が不安定となり、東京大手町の気象庁観測点では、17:39までの10分間に17.0mmの降水量を観測するなど、都区部を中心に雷を伴った強雨となった。最も発達した降水域が観測点を通過した17:00頃には直径2mm以上の雨滴の寄与が大きい。これに対し、降水が弱まった19:30以降には直径1mm未満の雨滴の寄与が非常に大きかった。さらに一時的な降水の強まり(17:45,18:05,18:50頃など)に対応して、大きな粒径の寄与割合が増加するなど、降水強度と雨滴粒径ごとの寄与割合の時間変化は良く対応している(図1)。

#### ②階級別降水量に基づく降水特性の地域性

時間および日の降水量に基づき、総降水量に対するそれぞれの降水階級における累積寄与率をアメダス観測点ごとに算出した。時間および日の降水量の累積寄与率をクラスター分析によって類型化し、降水特性の地域性を調べた。

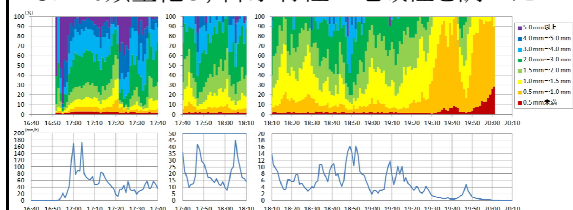


図1 2014年7月20日16:40から20:10までの(上)各雨滴粒径階級の降水量が1分間降水量に占める割合(%), (下)降水強度(mm/h)降水強度は、最大値に応じて縦軸のスケールを変えて示している。

時間降水量では、上位の降水量階級の寄与率が大きい地点は、北部山地や熊谷や前橋などその周辺平野域に認められる。下位の降水量階級の寄与率が大きい地点は、草津や水上、および茨城県や千葉県を中心に平野～沿岸域に広く認められる。一方、日降水量では上位の降水量階級の寄与率が大きい地点は、北部山地、西部の秩父山地や奥多摩、南関東沿岸に限定的に分布している。下位の降水量階級の寄与率が大きい地点は、東京以北の平野域を中心に分布している(図2)。すなわち、北部山地や関東山地および相模湾沿岸では日降水量で、北部山麓域～南関東では時間降水量で大きい降水量階級の寄与が大きい。日降水量100 mm以上において、南関東では、小さい降水量階級と極端に上位の降水量階級の寄与率が、北関東では比較的大きい降水量階級が、関東中央部では小さい降水量階級が日強雨に寄与している。これらは、降水強度の小さい降水の多発、降水強度の大きい降水の発現、もしくは両者が寄与している。そして、降水擾乱の発生、通過、強化など挙動の地域性と整合していると考えられる。

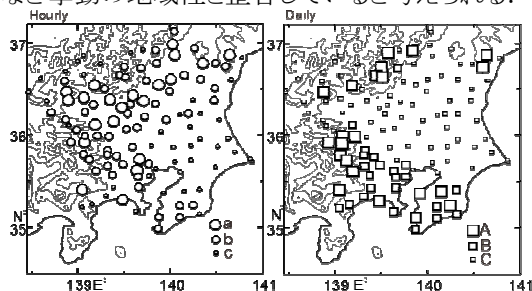


図2 降水量階級における総降水量に対する累積寄与率のタイプ

左:時間降水量 右:日降水量

下位階級における寄与率が大きいタイプ(a および A), 上位階級における寄与率が大きいタイプ(c および C), 全ての降水量階級において寄与率が中位のタイプ(b および B)

### ③レーダーデータによる強雨域の空間特性

10分間隔の気象庁全国合成レーダーによる換算降水強度(以下、降水強度)が30 mm/h以上の空間的に連続した領域をひとまとまりの強雨域としてすべて抽出し、個々の強雨域の特性値として、強雨域面積の正の平方根(空間スケール)、最大の降水強度(ピーク強度)、10 kmスケールでみたピークへの降水強度の集中度(集中度)の3指標を考える。これによって夏季(8月)の関東地方における強雨域空間特性の地域的差異を解析した。解析期間はレーダーデータの水平分解能が1 km格子相当となった2006年以降とし、2010年までの5年分の解析結果を予察的に示す。

東京都北部から埼玉県南部は、1-5 kmの小さい空間スケールの強雨域による強雨の頻度が比較的高く(図3)、8月総降水量に対する寄与率も大きい。この領域は、強雨の集中度の高い領域でもあり、ここを含む関東平野中央部は、空間スケールの小さい強雨域が近接して発生しやすい領域と考えられる。一方、10 kmより大きい

空間スケールの強雨域は、伊豆半島付近や関東地方北東部の山地域で頻度が高く、関東地方の東部や南部など海よりの地域において8月総降水量に対する寄与が大きい。海上は降水の集中度が低く、ピーク強度は内陸に比べて小さい傾向がある。個々の強雨域におけるピーク強度と空間スケールには高い相関関係があるが、ピーク強度と集中度との関連性は小さく、両者は独立に近い指標と考えられる。

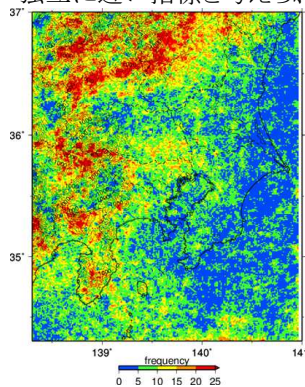


図3 空間スケールが1-5 kmの強雨域(30 mm/h以上)による強雨の発現頻度分布  
5年間(8月)の10分間隔データに基づく総回数で表現

### ④局地的強雨の発現頻度日変化

1993年を除く1991-2011年の夏季(6-9月)を対象期間として、東京・埼玉を中心とした局地的な強雨発現頻度の日変化に関する地域性を検討した。解析には標高400 m以下の184地点(気象官署・アメダス、国土交通省、東京都、JR東日本)における時間降水量、風系や気温の解析には自治体の常監局1時間値を用いた。

対象領域の1地点以上で20 mm/h以上を観測した場合を強雨時とし、それを含む暦日を強雨日とする。強雨日の各強雨時において、全地点数に対する5 mm/h以上を観測した地点数割合がすべて65%以下の場合を局地的な強雨日(322日)として、各地点における時刻ごとの強雨頻度を集計し、それに対して基準化したユークリッド距離に基づくクラスター分析を施した。クラスター間の距離の増大を考慮して5つのグループに地点を分類すると、同一グループの地点は空間的によくまとまっており、5つの地域が設定された(図4)。地域ごとに強雨頻度の日変化を平均すると、強雨頻度の日変化は単純な一山型ではなく、強雨頻度の高い地点を含む都区部西部では特に明瞭な二山型の日変化を示した。都区部西部において15-17時(27事例)および21-23

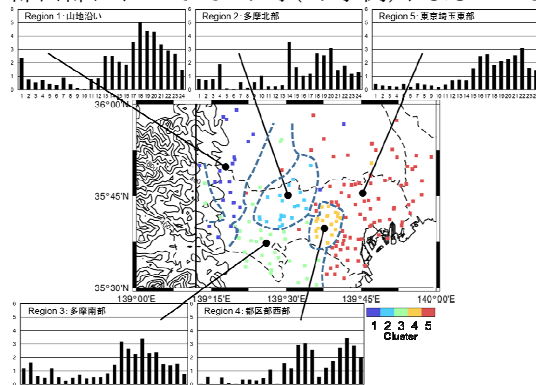


図4 夏季20年間の局地的強雨日における時刻別強雨回数に基づいた地点分類結果および各地域の地点で平均した時刻別強雨回数



時(18事例)に発生した強雨事例を抽出し、強雨地点の最多時刻を基準(0-hour)とした風系と気温のラグコンボジット図を作成した。内陸から吹走する北風と日中に侵入する東風との収束が多摩地域において昼過ぎと夜の始めに起こりやすく、それが強雨発現の日変化に関与している可能性がある。15-17時の強雨事例では都区部-多摩地域で顕著な気温低下があり、その後の対流活動を抑制している可能性も考えられる。

## (2)短時間強雨発生に関わる風系変化の解析

### ①経年変化の解析

海風前線や局地循環の鉛直流、風系間の相互作用など風系構造を反映する地上風の発散場に注目し、夏季晴天日中の毎時発散場に多変量解析を施して、風系分布とその時間変化に基づく局地風系の類型化を行った。その上で、関東平野の風系構造とそれに関与する総観場の経年変化を提示する。1979年から2011年の7、8月を対象とし、アメダスや自治体常監局など多数の毎時観測資料を用いた。発散場の解析にあたり、地上風観測高度が地点により異なるため、観測点周囲の土地利用状況から推定した地表面粗度を基に高度50mに統一した風速を算出した。総観場の解析にあたってはJRA-25/JCDASを使用した。

日中(9時から17時)の毎時発散場に主成分分析を施したところ、海風発達に関連した海風前線(収束域)や発散域の南北変化を示す第1成分、主として海風循環や谷風循環の下降流域に対応する発散の強弱を示す第2成分、南寄り海風に関連して東京都・埼玉県境付近の収束の大きさを示す第3成分が得られた。風系分布とその時間変化に基づく局地風系の類型化を行うため、各事例における3成分の得点時系列にクラスター分析を施したところ晴天弱風日の風系は5類型に分類された。近年では風速の大きい南寄りの海風が卓越するタイプの頻度が増加傾向にあり、海風前線の侵入や広域海風への移行が早まる傾向にあった。この類型は太平洋高気圧のリッジが日本南側に伸びる気圧分布に対応して現れている。数値モデルで指摘される都市内陸側での海風前線進行の遅延傾向は、都市化の進展にもかかわらず風系場の経年変化としては認められない。風速の大きい南寄り海風の出現頻度は減少しており、関東平野中央部で南寄り海風と東寄り海風が収束するタイプや東寄り海風が卓越するタイプには経年変化が認められなかった。

### ②年々変化の解析

関東地方におけるひと雨継続時間が短い降水とそれ以外を区別して、対流性の短時間降水の発現頻度とその経年変化の地域性を明らかにし、風系との関連を検討した。アメダス毎時資料(1980-2009年7、8月)に基づき対流性降水を抽出し、各年における対象領域全体の発現頻度に対する各地点の降水発現率を算出した。

対流性降水発現率の経年変化型は、大きく3つに類型化され、I型は北部山岳地域、II型は北部山岳地域の山麓域、III型は南関東の平野域にまるとまると分布する(図5)。I型とIII型の対

流性降水発現率の経年変化には有意な負の相関関係が認められ、I型で対流性降水発現率が高い(低い)年は海風の内陸への進入が明瞭(不明瞭)である。また、III型地域で対流性降水強度の経年変化が明瞭でない一方、その他の要因を含む降水全般の降水強度は増大傾向にある。これらの結果は、降水発現頻度や強度に関する経年変化を、より大きい空間スケールから捉えることの必要性を示唆している。

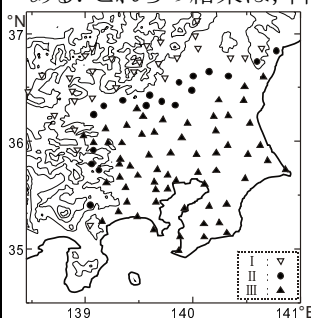


図5 対流性降水発現率の経年変化型の地域性

### (3)短時間強雨の発生予測に関する解析

東京都常監局などによる稠密かつ時間分解能の高い風観測データを用いて、2011年と2012年夏季(6-9月)に都区部で発生した強雨事例を抽出して、発散量の時間変化に基づく短時間強雨発生の統計的予測モデルの可能性と問題点を検討した。

気象庁全国合成レーダーデータを用いて、都区部内で20mm/h以上の降水エコーが現れた場合を強雨日として抽出(31日)した。風観測データについては、都区部の常監局などの35地点における観測値を使用し、これらの10分間隔値を2km間隔の格子点に内挿した。また、大気安定度の指標として、館野の高層観測資料に基づき、強雨日については強雨に先行する時刻(09時または21時)、非強雨日については一律に09時のSSI、K-indexおよびCAPEを使用した。これらをもとに、監視対象となる大気条件の検討ならびに強雨日と非強雨日における発散量時間変化の比較などを行い、強雨発生を予測するための閾値等の設定可能性を検討した。

各強雨日の最大降水強度域として、各強雨期間に合成レーダーの約4km四方(4x4格子)における平均降水強度が最大となる領域を取り上げ、その領域について発散量の時系列を求めた。領域平均で10mm/h以上となった最初の時刻(強雨開始:0分)に合わせて31事例の発散量時系列の平均を求めると、強雨開始の60分前から始まる収束の増大と10分前の収束の極大が認められた。ただし、強雨域が都区部内で発生した事例(17例)はこの特徴が明瞭であるが、都区部外から移動してきた事例(14例)では収束の極大が遅れたり不明瞭であった。これは使用可能な時間分解能の高い風観測点が都区部に限られ、都区部周辺部では発散量が適切に算出されない場合があるためと考えられた。また、発散量が全体に発散側もしくは収束側に偏っている場合があり、これは地点による風観測高度の違いなどによるバイアスの可能性がある。ただし、いずれの事例でも強雨開始に至る収束の増大が認められるため、発散量の時間変化に注目し、30分間(4項)における発散量の時間変化割合を求めた。

強雨日は、SSIとK-indexを両軸にとった散布図上で不安定側に良くまとまっていることから、 $SSI \leq 3.6$ かつ $K-index \geq 28.3$ を不安定な条件とみなし、該当する強雨日24日、非強雨日83日を取り上げて、発散量の時間変化割合を比較した。非強雨日については、都区部を32個の領域(4×4 km)に分割し、強雨日に強雨頻度が高い12:00から20:50までの毎10分における前30分間の発散量の時間変化割合を求めた。これによると非強雨日には時間変化割合が0 ( $s \cdot min$ )<sup>-1</sup>前後のことが多く、 $-4 \times 10^{-6}$  ( $s \cdot min$ )<sup>-1</sup>以下の値は全体の10%程度であった。一方で、強雨日における強雨開始40分前から0分における前30分間の発散量の時間変化割合では、 $-4 \times 10^{-6}$  ( $s \cdot min$ )<sup>-1</sup>以下となる場合が24事例中17事例あり、空振り率が小さくはないものの、発散量の時間変化割合の閾値を $-4 \times 10^{-6}$  ( $s \cdot min$ )<sup>-1</sup>とした場合、大気不安定時の約70%で強雨のピークまでに予測が可能であった。

## 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12件)

①澤田康徳, 夏期の関東地方における対流性降水の発現率の経年変化, 地理学評論, 89, 査読あり, 2016, 107-117

②鈴木博人・高橋日出男・中北英一, 複数の機関の雨量計観測値を用いた大雨の空間スケールに関する解析, 自然災害科学, 34 特別号, 査読あり, 2015, 61-76

③中島虹・高橋日出男, 関東平野南部における光化学オキシダント高濃度域と海風との関係, 大気環境学会誌, 50, 査読あり, 2015, 92-99

④Honjo, T., Yamato, H., Mikami, T., and Grimmond, C.S.B., Network optimization for enhanced resilience of urban heat island measurements. Sustainable Cities and Society, 2015, online, doi:10.1016/j.scs.2015.02.004.

⑤高橋日出男, 都市における短時間強雨について. Electronics Communications, 30, 査読なし(依頼原稿), 2014, 6-11.

⑥高橋一之・高橋日出男, 夏季夜間の局地風系に及ぼす東京都心域のヒートアイランド現象の影響(続報)—局地風前線の停滞・通過と周囲の気圧場の関係—, 天気, 61, 査読あり, 2014, 525-540.

⑦高橋日出男・清水昭吾・大和広明・瀬戸芳一・横山仁, 稠密観測データに基づく晴天弱風の冬季夜間における東京都区部を中心とした気温分布について, 地学雑誌, 123, 査読あり, 2014, 189-210, doi:10.5026/jgeography.123.189

⑧瀬戸芳一・高橋日出男, 関東平野の海風風系と北関東における高温との関係, E-journal GEO, 8, 査読なし, 2013, 167-168

⑨高橋一之・高橋日出男, 夏季夜間の局地風系に及ぼす東京都心域のヒートアイランド現象の影響—高密度観測網の気圧データを用いた事例解析—, 天気, 60, 査読あり, 2013, 505-519

⑩澤田康徳, 夏期の関東地方で発現する対流

性降水の強化時期に関する一考察, 東京学芸大学紀要, 64, 査読なし, 2012, 47-52

⑪永田玲奈・三上岳彦, 1901~2000年における北太平洋高気圧西縁部の長期変動と日本の夏季気温との関係, 地学雑誌, 85, 査読あり, 2012, 508-516

⑫瀬戸芳一・横山仁・安藤晴夫・廣井慧・藤原孝行・高橋日出男, 高密度地上気象モニタリング網を用いた東京都区部における短時間強雨事例の解析, 東京都環境科学研究所年報 2012, 査読なし, 2012, 184-185

[学会発表](計28件)

①高橋日出男・岡暁子・中島虹・鈴木博人, 夏季の東京周辺における局地的強雨発現頻度の日変化について. 2016年日本地理学会春季学術大会, 2016年3月21日, 早稲田大学(東京都新宿区)

②大和広明・森島済・赤坂郁美・三上岳彦, 高密度観測により示される夏季首都圏の地上気温・気圧の時空間的特徴(その3)—ヒートアイランド現象と都心周辺の低圧の関係—, 2016年日本地理学会春季学術大会, 2016年3月21-22日, 早稲田大学(東京都新宿区)

③高橋日出男・中島虹・小口淳平・瀬戸芳一・鈴木博人, 全国合成レーダーデータに基づく夏季の関東地方における強雨域の気候学的特徴, 2015年日本地理学会秋季学術大会, 2015年9月18-19日, 愛媛大学(愛媛県松山市)

④瀬戸芳一・高橋日出男・境田清隆・澤田康徳・三上岳彦・横山仁, 光学式ディストロメータにより観測された東京都内における雨滴粒径頻度分布, 2015年日本地理学会秋季学術大会, 2015年9月18-19日, 愛媛大学(愛媛県松山市)

⑤森島済・大和広明・三上岳彦・赤坂郁美, 高密度観測により示される夏季首都圏の地上気温・気圧の時空間的特徴(その2)—気温と気圧場の関係—, 2015年日本地理学会秋季学術大会, 2015年9月18日, 愛媛大学(愛媛県松山市)

⑥大和広明・三上岳彦・森島済・赤坂郁美, 高密度観測により示される夏季首都圏の地上気温・気圧の時空間的特徴(その1)—観測気圧の補正方法と気圧分布の特徴—, 2015年日本地理学会秋季学術大会, 2015年9月18日, 愛媛大学(愛媛県松山市)

⑦澤田康徳, 東京都心部の夏期強雨発現時における降水量分布の空間的特徴とその経年変化, 2015年日本地理学会秋季学術大会, 2015年9月18日, 愛媛大学(愛媛県松山市)

⑧Nakajima, K. and Takahashi, H., The influence of consecutive sea and land breeze days on the accumulation of photochemical oxidants and nitrogen oxide, European Geosciences Union General Assembly 2015, 2015年4月13日, Vienna (Austria)

⑨Sakaida, K., Urban heat island and its effect on torrential rainfall in urban area: Case of Sendai and Tokyo, Japan, 2015年3月23日, Shanghai Normal University (中国上海市)

⑩Seto, Y., Yokoyama, H., Ando, H.,

Tsunematsu, N., Nakatani, T., Shoji, Y., Kusunoki, K., Nakayama, M. and Takahashi, H., Relationship between rainfall distribution, surface wind and precipitable water vapor during heavy rainfall occurred in central Tokyo in summer, Second International Workshop on Tokyo Metropolitan Area Convection Study for Extreme Weather Resilient Cities, 2014年11月27日, 東京ビッグサイト(東京都江東区)

⑪木村恭徳・高橋日出男, 東京の都心西方における冬季夜間の気温分布と風系との関係, 日本気象学会2014年度秋季大会, 2014年10月21日, 福岡国際会議場(福岡県福岡市)

⑫瀬戸芳一・高橋日出男, 関東平野における夏季日中の収束・発散場からみた近年の局地風系の特徴, 日本気象学会2014年度秋季大会, 2014年10月23日, 福岡国際会議場(福岡県福岡市)

⑬鈴木博人・高橋日出男・中北英一, 関東平野における大雨の空間スケール—複数の機関の降雨量データを用いた解析—, 日本気象学会2014年度秋季大会, 2014年10月21日, 福岡国際会議場(福岡県福岡市)

⑭瀬戸芳一・高橋日出男, 関東平野における夏季日中の局地風系出現型と気温分布との関係, 2014年日本地理学会秋季学術大会, 2014年9月20・21日, 富山大学(富山県富山市)

⑮澤田康徳, 毎時および日降水資料による関東地方の夏期における降水量の階級別発現頻度の地域性, 2014年日本地理学会秋季学術大会, 2014年9月20日, 富山大学(富山県富山市)

⑯瀬戸芳一・横山仁・安藤晴夫・常松展充・中谷剛・小司禎教・楠研一・中山雅哉・高橋日出男, 東京都区部で発生した短時間強雨時の降水量分布と地上風系・可降水量との関係, 日本気象学会2014年度春季大会, 2014年5月21日, 情報文化センター(神奈川県横浜市)

⑰高橋日出男・斎藤勇人・瀬戸芳一・横山仁, 稠密な地上風監視に基づく東京都区部の短時間強雨予測可能性の検討, 日本気象学会2014年度春季大会, 2014年5月21日, 情報文化センター(神奈川県横浜市)

⑱高橋日出男・清水昭吾・大和広明・瀬戸芳一・横山仁, 冬季の晴天弱風夜間における東京都区部を中心とした気温分布, 2014年日本地理学会春季学術大会, 2014年3月28日, 国士舘大学(東京都世田谷区)

⑲高橋日出男・大和広明・清水昭吾, 稠密気象観測に基づく東京都区部の短時間強雨の解析: 冷氣外出流とガストフロントの挙動, 第60回気候影響・利用研究会予稿集, 2014年3月26日, 気象庁(東京都千代田区)

⑳渡辺彩・境田清隆, 関東地方北部における対流性降水の経年変化にみられる都市気候の影響, 日本地理学会2013年秋季学術大会, 2013年9月29日, 福島大学(福島県福島市)

㉑鈴木博人・高橋日出男・中北英一, 関東平野における大雨の空間代表性—複数の機関の降雨量データを用いた解析—, 第32回日本自然災害学会学術講演会, 2013年9月24日, 北見工業大学(北海道北見市)

㉒Takahashi, H., Shimizu, S., Yamato, H. and Suzuki, H., Large urban canopy and behavior of gust front during a torrential rainfall in the central Tokyo metropolis, Japan, IGU 2013 Kyoto Regional Conference, 2013年8月7日, 国立京都国際会館(京都府京都市)

㉓Seto, Y. and Takahashi, H., Relationship between local wind systems and temperature distribution in summer over the Kanto Plain, IGU 2013 Kyoto Regional Conference, 2013年8月7日, 国立京都国際会館(京都府京都市)

㉔瀬戸芳一・横山仁・安藤晴夫・廣井慧・中山雅哉・楠研一・真木雅之・斎藤勇人・高橋日出男, 都市の極端気象観測に向けた地上気象モニタリング(2): 都区部で発生する夏季の短時間強雨時における降水量分布と地上風系との関係, 日本地球惑星科学連合2013年大会, 2013年5月23日, 幕張メッセ(千葉県千葉市)

㉕横山仁・安藤晴夫・瀬戸芳一・廣井慧・中山雅哉・楠研一・真木雅之・斎藤勇人・高橋日出男, 都市の極端気象観測に向けた地上気象モニタリング(1): 夏季における東京都内の気象特性, 日本地球惑星科学連合2013年大会, 2013年5月23日, 幕張メッセ(千葉県千葉市)

㉖瀬戸芳一・高橋日出男, 関東平野の海風風系と北関東における高温との関係, 2013年日本地理学会春季学術大会, 2013年3月30日, 立正大学(埼玉県熊谷市)

㉗澤田康徳, 夏期の関東地方における降水特性の時間的特徴—強雨発現時刻の地域性と経年変化—, 2012年日本地理学会秋季学術大会2012年10月7日, 神戸大学(兵庫県神戸市)

㉘瀬戸芳一・横山仁・安藤晴夫・廣井慧・青木正敏・楠研一・中山雅哉・高橋日出男, 2011年8月26日に東京都区部で発生した短時間強雨事例の解析—降水量分布と地上風系との関係について—, 日本気象学会2012年度春季大会, 2012年5月26日, つくば国際会議場(茨城県つくば市)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

高橋 日出男 (TAKAHASHI, Hideo)

首都大学東京・都市環境科学研究科・教授

研究者番号: 40202155

### (2) 研究分担者

三上 岳彦 (MIKAMI, Takehiko)

帝京大学・文学部・特任教授

研究者番号: 10114662

境田 清隆 (SAKAIDA, Kiyotaka)

東北大学・環境科学研究科・教授

研究者番号: 10133927

澤田 康徳 (SAWADA, Yasunori)

東京学芸大学・教育学部・准教授

研究者番号: 60510667

### (3) 連携研究者

### (4) 研究協力者

横山 仁 (YOKOYAMA, Hitoshi)

瀬戸 芳一 (SETO, Yoshihito)