

④ 自然教育園における 1990 年以降の 降水特性とその変化

赤坂郁美*・遠藤拓洋**・渡邊眞紀子***・矢野 亮**

Rainfall characteristics and their changes in the Institute for Nature Study since 1990

Ikumi Akasaka*, Takumi Endo**, Makiko Watanabe***, Makoto Yano**

はじめに

自然教育園では微気象観測が長年に渡って行われており、菅原ほか(1969)をはじめとして、園内の微気象に関する多くの報告がある。各気象要素の経年変化も報告されており、例えば菅原(2001)は、1971～2000年の気温、湿度、降水量を年代別に平均して分析し、自然教育園内では都市化による気候変化が都心部よりも緩やかであることを示した。しかし、降水量に関しては、菅原(2001)でも述べられているように、年による変動が大きいため、10年平均の分析によって経年変化傾向をとらえることは難しい。また、降水量は空間代表性が低く、時間スケールが短い降水現象においては、局所性が高くなる(鈴木ほか, 2008)。そのため、降水特性の経年変化傾向をとらえるためには、様々な時間スケールで分析を行うことが重要である。

本稿では、自然教育園における1990年7月～2011年6月の降水特性とその経年変化について、年単位、月単位、日単位の降水量データを用いて分析する。また、2014年以降の1時間降水量を用いて、時間単位の強雨の出現特性についても報告する。

使用データと調査方法

年単位、月単位、日単位の降水特性に関する分析

自然教育園内の教育管理棟前で観測された1990年7月～2011年6月までの日降水量データを使用した。データは東京地下鉄株式会社(2012)にまとめられたもので、雨量計の故障等により2007年4月、2008年10～11月、2010年10～11月に連続した欠測値を含んでいる。観測値は0.5mm単位である。

*専修大学, Senshu University

**国立科学博物館附属自然教育園, Institute for Nature study, National Museum of Nature and Science

***首都大学東京都市環境科学研究科, Tokyo Metropolitan University, Graduate School of Urban Environmental Sciences

比較のために、同期間の東京管区気象台（大手町）における日降水量データも使用した。

年降水量や月降水量の値は、欠測日数が算出期間の2割以下である場合にのみ算出した。降水日数は0.5mm以上の降水が観測された日数とした。また、日単位の降水特性の経年変化を示すために、高橋（2014）を参考に、年降水量に対する階級別降水割合を算出した。階級は0.5mm以上20mm未満、20mm以上50mm未満、50mm以上の3階級とし、各階級の日降水量を積算して年降水量に対する割合で示した。

1 時間単位の降水特性に関する分析

自然教育園の正門西側にある食草園において、転倒ます式雨量計により10分間隔で観測された降水量データを使用した。観測値は0.5mm単位である。観測露場の様子を図1に示す。

解析のさいには、10分値から前1時間降水量データを算出して使用した。データ使用期間は2014年と2016年の1～12月、2017年1～9月で、2014年3月11日15:30～6月3日11:20の期間は欠測である。その他にも10分単位の欠測がいくつか含まれるが、1時間のうちに欠測が1つであれば1時間降水量を算出した。比較のために、同期間の大手町における前1時間降水量データも使用した。これらのデータから、5mm/h以上及び10mm/h以上の頻度と総降水量を算出した。

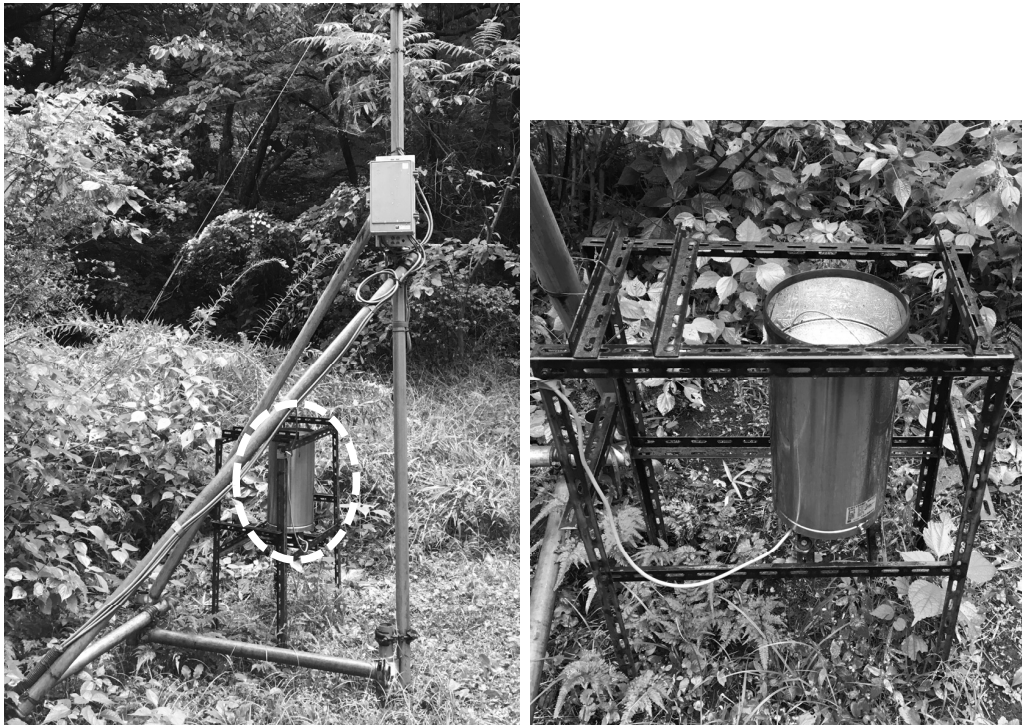


図1 自然教育園内の気象観測露場

(左) 気象観測露場の様子 (右) 雨量計

左図の破線の丸は雨量計の位置を示しており、右図は雨量計を撮影したものである。

結 果

年単位及び月単位の降水特性とその変化

図2に1991～2010年の年降水量及び年降水日数を示す。平均年降水量は約1,474.1mm，年降水日数は112日である。年降水量は大手町の約9割，年降水日数は大手町とほぼ同値である。3年移動平均値をみると，年降水量には1990年代後半から増加傾向が認められる一方で，年降水日数には若干の減少傾向がみられる。

月降水量と月降水日数の平均的な季節変化を図3に示す。月降水量は，秋雨や台風の影響により9月と10月にとくに多い。月降水日数には梅雨季の影響もみられ，6月前後と9～10月に多くなっている。

月降水量及び月降水日数の経年変化を図4に示す。1990年代前半には，5月から11月にかけて月降水量が100mmを上回っている。しかし，1990年代後半以降になると，2～4月の間にも月降水量

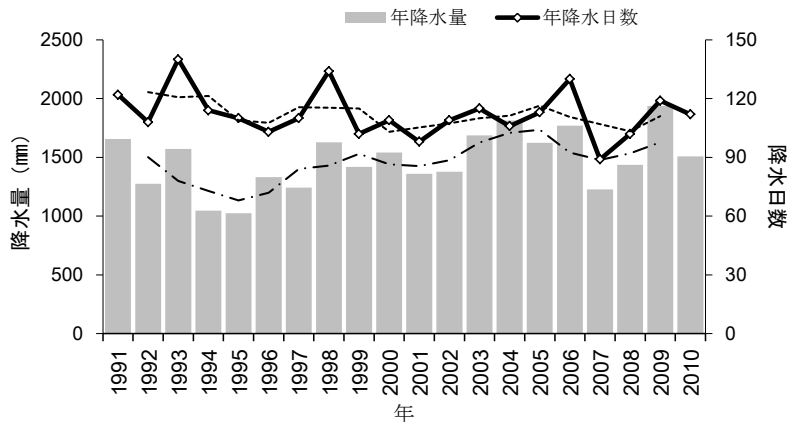


図2 自然教育園における年降水量と年降水日数（1991～2010年）

一点鎖線は年降水量の3年移動平均値，破線は年降水日数の3年移動平均値を示す。

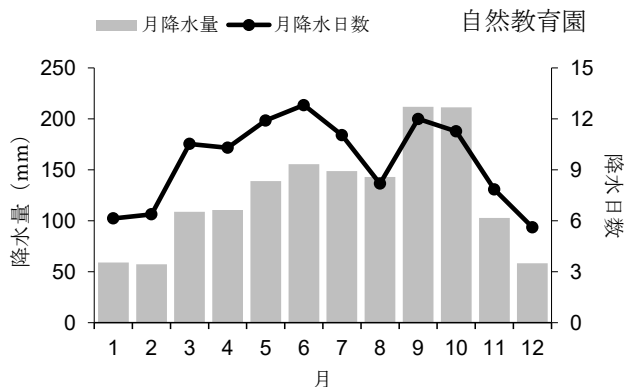


図3 月降水量と月降水日数の季節変化（1990年7月～2011年6月平均）

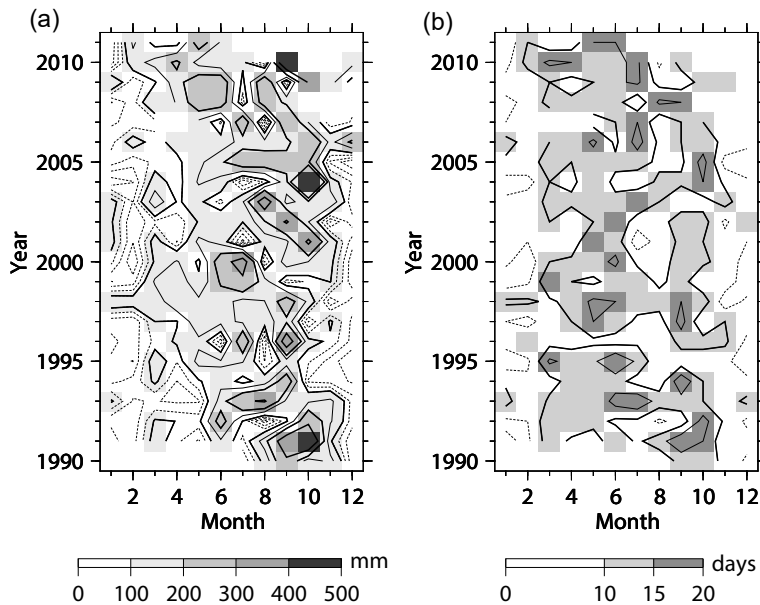


図4 月降水量と月降水日数の経年変化 (1990年7月～2011年6月)

(a) 月降水量 (b) 月降水日数

(a) の等値線間隔は破線が25mmで、細線が50mmである。また、破線は100mm未満の降水を、細線は100mm以上の降水を意味する。太線の等値線間隔は100mmである。(b) の等値線間隔は破線と細線が5日で、太線が10日である。破線は10日未満、細線は10日以上を意味する。(a)、(b) 共に、等値線が描かれていない部分は欠測であることを意味する。

が100mmを上回る年が目立つようになり、月降水量が100mm以上である期間が長くなる傾向にある。月降水日数の経年変化をみると、2003年以降に、7月の降水日数が15日以上となる年が増える一方で、6月の降水日数は15日以下となる年が多くなっている。

日単位の降水特性とその変化

1990年7月～2011年6月に観測された日降水量の上位10位値を表1に示す。2006年12月26日を除いて、8～10月に上位10位値が記録されている。午前9時の地上天気図(気象庁作成)を確認した結果、上位10位値が記録された日には、台風や前線が関東の周辺や日本の南岸に位置している場合がほとんどであった。また、2000年代の観測値が多いことも特徴的である。とくに2004年は、日本に台風が10個上陸した記録的な年である。10月には二つの台風が関東を通過し、台風の影響により秋雨前線も活発になったため、自然教育園にも多量の降水がもたらされた。そのため、2004年10月の降水量は800mmを超え、本稿の解析期間における月降水量第一位の値を記録した。月降水量の第二位の値は1991年10月の449.5mmであるため、2004年10月の降水量は数十年に一度の特異な値であったといえる。

年降水量に占める階級別降水量の割合を図5に示す。自然教育園では、日降水量20mm以上50mm未満の割合が2000年頃から、日降水量50mm以上の割合が2003年頃から、それぞれそれぞれ

表1 自然教育園における日降水量の上位10位値(1990年7月～2011年6月)

1列目は降水量の観測年月日, 4列目はその月の合計降水量を示す。

年/月/日	日降水量 (mm)	雨をもたらした現象	月降水量 (mm)
1996/9/22	249.0	台風17号	376.5
2004/10/9	223.0	台風22号, 前線	812.0
2004/10/20	208.0	台風23号, 前線	812.0
1991/9/19	191.5	台風18号, 前線	387.0
2002/9/6	175.0	前線, 沖縄本島付近に台風16号	313.0
2009/10/8	166.5	台風18号, 前線	310.0
2001/10/10	162.0	低気圧	321.0
2003/8/15	155.0	前線	368.5
1993/8/27	151.0	台風11号	310.0
2006/12/26	143.5	低気圧	213.5

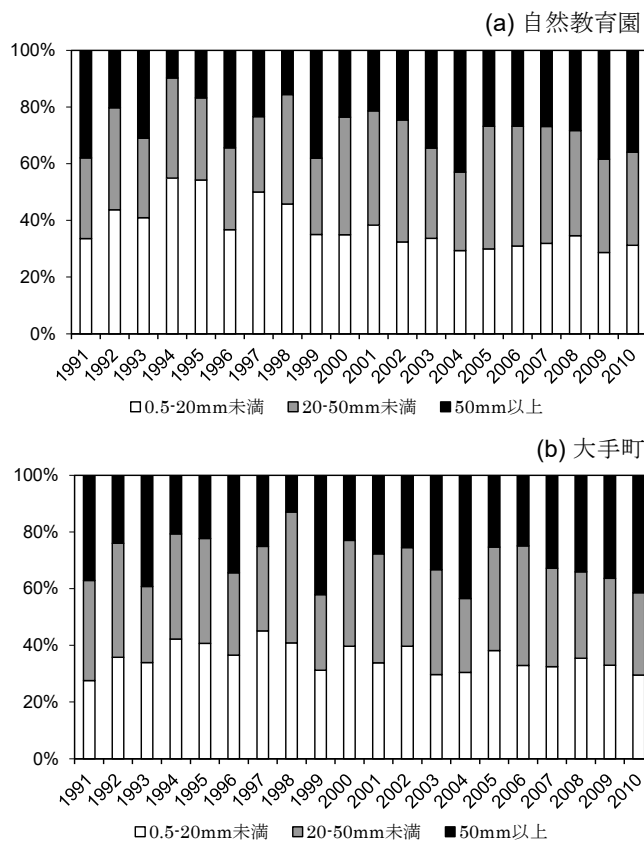


図5 年降水量に占める階級別降水量の割合(1991～2010年)

20mm未満, 20mm以上50mm未満, 50mm以上の日降水量の合計が, 年降水量に占める割合を示す。

(a) 自然教育園 (b) 大手町

前と比べて大きくなってきている。一方で、1999年頃から日降水量20mm未満の降水割合は小さくなっている。同様の傾向は大手町でもみられるが、自然教育園ほど明瞭ではない。

表2 自然教育園と大手町における5mm/h以上及び10mm/hの頻度(時間数)

算出期間は2014年と2016年の1~12月, 2017年1~9月で, 2014年3~6月にまとまった欠測期間を含む。

地点	5mm/h以上		10mm/h以上	
	大手町	自然教育園	大手町	自然教育園
2014	83	94	26	37
2016	98	76	35	30
2017	39	37	6	8

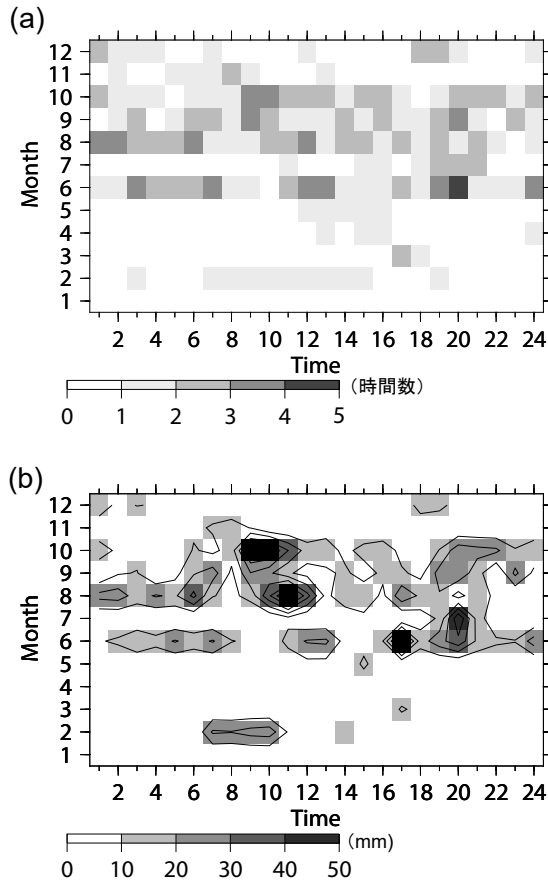


図6 5mm/h以上の頻度及び総降水量の日変化と季節変化

(a) 頻度 (b) 降水量

算出期間は表2と同じである。(b)の等値線間隔は10mm.

近年の強雨出現特性

自然教育園と大手町における5mm/h及び10mm/h以上の頻度を表2に示す。年降水量や月降水量は、大手町よりも自然教育園で少ない傾向にあったが、5mm/h及び10mm/h以上の頻度の場合には、自然教育園の方が少ないとは限らず、年により異なることがわかった。

自然教育園における5mm/h以上の頻度(時間数)と総降水量の日変化及び季節変化を図6に示す。解析年数が短いため、頻度は全体的に多くはないが、6～10月に多くなる傾向が認められる。総降水量にも同様の傾向がみられる。6～10月は17～22時頃に総降水量が多くなる時間帯があり、8～10月は9～12時頃にも多い。

ま と め

過去約20年の自然教育園における降水特性とその経年変化について、様々な時間スケールで分析を行った。年降水量には1990年代後半以降に増加傾向が、年降水日数には若干の減少傾向がみられた。

月降水量の平均的な季節変化には、9～10月にとくに降水が多くなる特徴がみられた。菅原(2001)が示した1971～2000年の10年ごとの月降水量の季節変化と比較すると、1971～2000年にはどの年代においても最多降水月は9月であり、10月にも降水量が多くなる特徴はみられなかった。経年変化をみると、月降水量が100mm以上となる期間が、1990年代後半以降に長くなる傾向にあった。また、2003年以降、6月の降水日数に減少傾向がみられた一方で、7月の降水日数には増加傾向がみられた。月降水量及び月降水日数の経年変化には、梅雨入り・明けの遅速、梅雨季の長短、台風の接近・上陸数の変化等による影響が現れていると考えられる。

日単位の降水量の上位10位値は、台風が関東周辺に接近・上陸した日や、前線が関東周辺もしくは日本の南岸に位置している日に記録されており、2000年代の記録が多い。年降水量に占める階級別の降水割合においても、1999年頃から日降水量20mm未満の割合が小さくなる一方、50mm以上の降水割合は大きくなる傾向にあった。この傾向は大手町よりも自然教育園で明瞭に認められた。

2014年、2016～2017年のデータを用いて、5mm/h以上の頻度と総降水量を月別及び時間別に算出した結果、比較的強い雨は6～10月に出現する傾向にあった。6～7月中旬には主に梅雨前線が、9～10月には台風と秋雨前線が強雨をもたらしていると考えられる。7月下旬から8月頃にかけては降水日数が少なく、気温が高くなるため、この時期の日中と夕方に見られる強雨は、地表面加熱により生じる対流性の降水である可能性も高い。Fujibe et al.(2009)は、東京(大手町)では暖候期の16～20時を中心に短時間降水が増加傾向にあることを指摘しているが、自然教育園においても同様の傾向が認められるかどうかについては、更なる分析が必要である。

年別、月別、日別に降水特性の分析を行った結果、1990年代後半頃から降水量や降水強度に増加傾向が認められた。しかし、降水量は10年程度の周期で増減を繰り返すことが知られている。そのため、本稿で得られた結果が長期的な変化傾向を表すものであるかを確かめるには、今後の観測により蓄積されるデータを含めてより長期的な分析を行う必要がある。また、時間単位の降水は局所性が高いため、萩原・吉野(2010)のように、自然教育園で観測された短時間降水の事例解析を重ねることも今後重要である。

引用文献

- 菅原十一. 2001. 自然教育園の微気象（第8報）過去30年間の気温, 湿度, 降水量の平均値の変化. 自然教育園報告, 33: 411-423.
- 菅原十一・日吉房雄・手塚映男. 1969. 自然教育園内の微気象について(1). 自然教育園報告, 1: 25-31.
- 鈴木博人・中北英一・高橋日出男. 2008. 降雨の空間代表性—鉄道と気象庁の降水量データを用いた解析—. 水工学論文集, 52: 187-192.
- 高橋日出男. 2014. 第2章・第3節 気候と気象. 『新八王子市史 自然編』pp130-pp139. 八王子市.
- 東京地下鉄株式会社. 2012. 『地下鉄7号線建設計画に伴う国立科学博物館附属自然教育園環境調査報告書(平成23年度)』pp560-575. 東京地下鉄株式会社.
- 萩原信介・吉野 勲. 2010. 2008年7月12日のダウンバーストによる自然教育園の樹木被害. 自然教育園報告, 41: 71-77.
- Fujibe, F., Togawa, H. & Sakata, M. 2009. Long-term change and spatial anomaly of warm season afternoon precipitation in Tokyo. SOLA, 5: 17-20.