

新記録の統計学からみた近年の降雨特性の解明

中央大学大学院 学生会員 ○荒川 貴志 中央大学理工学部 学生会員 系川 和弘
中央大学大学院 学生会員 岡部 真人 中央大学理工学部 フェロー会員 山田 正

1. はじめに：

近年、人間活動に伴う地球規模での温暖化や都市部でのヒートアイランド現象といった熱環境の変化により、台風の強度化や集中豪雨の発生頻度の増加など降雨特性の経年的な変化が指摘されている。本研究では新記録の統計学を降雨現象に適用し、さらに観測時間を変化させて新記録数をみるという新しい手法を提案すると共に、1地点の雨量データにのみに新記録の統計学を適用するだけではなく、ある範囲の複数の観測地点の雨量データについても新記録の統計学を適用して解析を行い、観測時間や観測地点数を考慮して近年の降雨現象の傾向を明らかにすることを目的とする。

2. 使用データと解析方法：

本研究で使用した雨量データは気象庁の東京、横浜、熊谷、前橋、宇都宮、水戸の各観測所で観測された年最大日降雨量、年最大1時間降雨量、年最大10分間降雨量のデータである。各観測所の位置を図1に示す。年最大日降雨量データは1901～2008年までの108年分のデータを用い、年最大1時間降雨量と年最大10分間降雨量は1951～2008年までの58年分のデータを用いた。次に新記録の計測方法について述べる。ある地点の降雨量データから各年の降雨量の最高記録に着目し、観測時間 n 年間に於いて今までの記録を塗り替える降雨量の雨の発生回数が新記録数である。同じ観測時間 n 年であっても観測初期年をいつから取るかにより新記録数が異なるため、本研究では観測時間、観測初期年の双方を変化させ新記録数を算出した。また、複数地点での観測データが存在する場合には、同一年の降雨量データの最高記録に着目し、全地点の中から各年の最大値のみを抽出して、そのデータについて新記録数を算出している。なお、この際も観測時間と観測初期年の双方を変化させて新記録数を算出した。

既往の研究¹⁾から観測時間と新記録数の発生回数の統計的關係が示されており、その關係を図2に示す。この図より新記録数は100年間で約5回、200年間で約6回出現することがわかる。

3. 新記録の統計学の実測データへの適用：

(1) 年最大日降雨量への新記録の統計学の適用

図3は気象庁の東京における1901～2008年までの年最大日降雨量を表している。東京における年最大日降雨量の108年間での平均値は122 mm/日であり、最大値は1958年9月26日に記録した371.9 mm/日である。これは死者・行方不明者1269人という被害を出した狩野川台風の際に記録したものである。以下、2番目は1938年6月29日に記録し

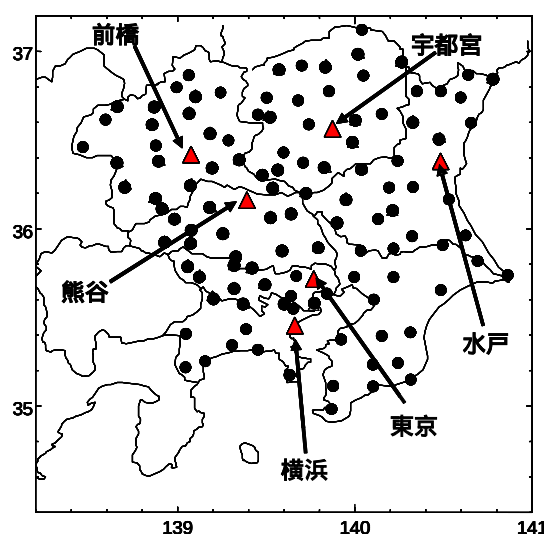


図1 降雨量データの観測地点

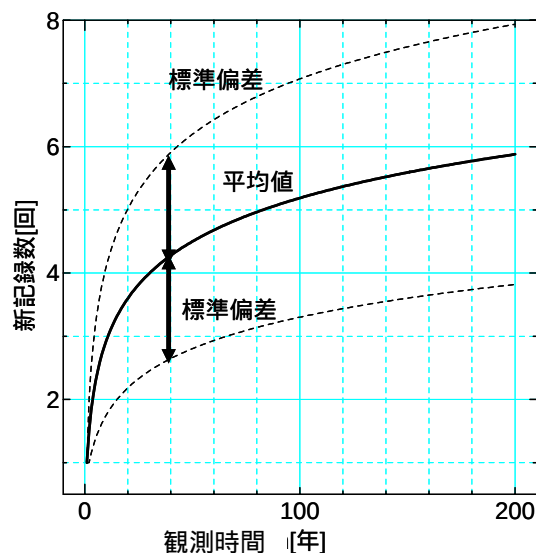


図2 新記録の統計学から算出した新記録数と観測時間の統計的關係

キーワード 新記録, 水文統計, 降雨量

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部土木工学科 TEL: 03-3817-1805

E-mail: arakawa_takashi@civil.chuo-u.ac.jp

た 278.3 mm/日 ,3 番目は 1996 年 6 月 22 日に記録した 259.5 mm/日である . 次に , 東京における年最大日降雨量の新記録数を示す . 図 4 ~ 図 10 は観測時間を 10 年から 70 年まで 10 年毎に変化させた場合の新記録数を示している . 図 4 において , 1910 年の新記録数が 3 回と示されているが , これは 1901 ~ 1910 年までの 10 年間で新記録が 3 回発生していることを示している . 以下同様に観測初期年を 1 年ずつ移動させて新記録数を算出し , 図示している . これらの図から 2 つの傾向が読み取れる . 1 つは観測時間が 20 年 ~ 40 年というスケールでみると 1990 年代半

ばから 2000 年代以降に新記録数が増加傾向にある . 2 つ目として , 観測時間が 50 年 ~ 70 年というスケールで新記録数をみると観測期間全体を通して新記録数は減少傾向にある . このように新記録数の傾向が異なるのは , 東京においては 1958 年の年最大日降雨量が極端に大きい降雨量であったことに起因している . 観測時間 20 年 , 30 年 , 40 年の新記録数は 1980 年代と 1990 年代初めに新記録数が減少しており , 1958 年の年最大日降雨量が極端に大きな値であったために , この日降雨量を超えるような降雨現象が生じなかったことから新記録が発生しなかった . 1985 年以降ではほぼ隔年おきに新記録が発生している . 次に , 図 11 ~ 図 17 はそれぞれ観測時間 10 年から 70 年まで 10 年おきに变えた場合に新記録を記録した降雨の降雨量をプロットしたものである . 図中の丸点是新記録発生時の降雨量を表し , 丸点の個数で新記録数を表している . 図 11 において 1910 年の箇所に注目すると , 1901 ~ 1910 年までの 10 年間に新記録数は 3 回であり , その新記録を記録した際の年最大日降雨量は 80.5 mm , 164.8 mm , 171.5 mmであることを示している . 図 11 ~ 図 14 までの観測時間が 10 年から 40 年までの新記録数と降雨量の結果をみると 1990 年代以降 , 新記録更新時の最大の降雨量はそれ以前の年代よりも小さいが , 新記録時の降雨量が大きい値に偏って存在しており (図中の四角で囲った箇所) , 図 4 ~ 図 10 の結果ともあわせ , 観測時間が 20 年 ~ 40 年という期間でみると , 東京における年最大日降雨量の新記録の発生回数は近年増加傾向にあり , その際の降雨量も大きな値を示していることがわかる . 同様の傾向は前橋 , 横浜 ,

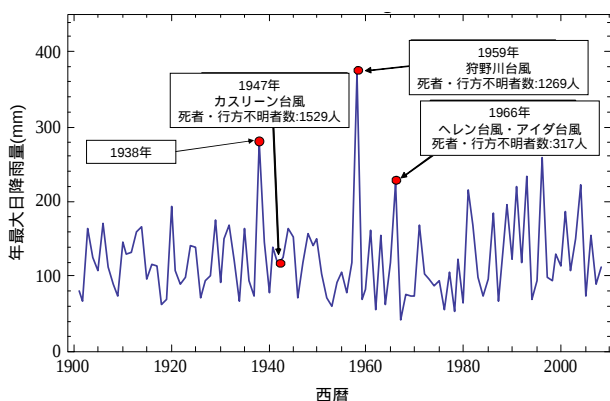


図 3 東京における 1901 ~ 2008 年までの年最大日降雨量

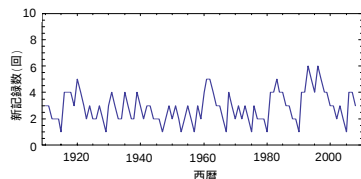


図 4 東京における年最大日降雨量の観測時間 10 年での新記録数

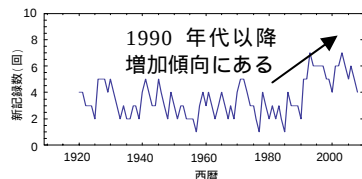


図 5 東京における年最大日降雨量の観測時間 20 年での新記録数

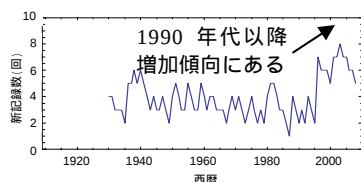


図 6 東京における年最大日降雨量の観測時間 30 年での新記録数

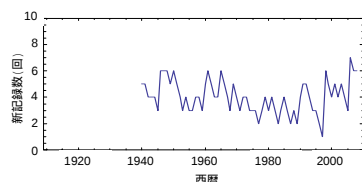


図 7 東京における年最大日降雨量の観測時間 40 年での新記録数

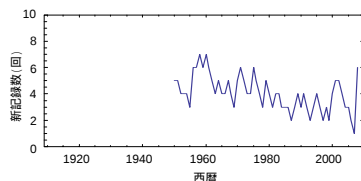


図 8 東京における年最大日降雨量の観測時間 50 年での新記録数

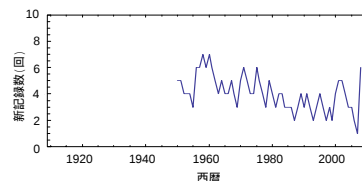


図 9 東京における年最大日降雨量の観測時間 60 年での新記録数

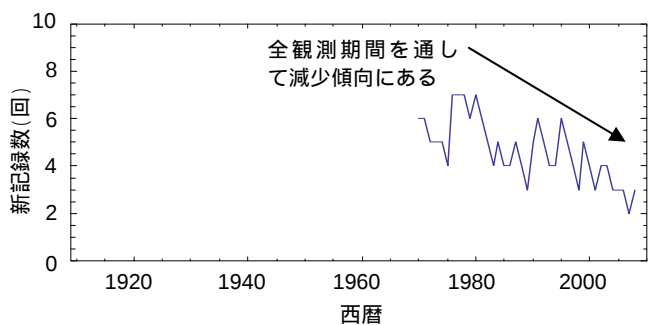


図 10 東京における年最大日降雨量の観測時間 70 年における新記録数

宇都宮においてもみられた。

次に各年における東京，横浜，熊谷，前橋，宇都宮，水戸の6地点での雨量データの最大値に新記録の統計学を適用し，その新記録数をみる．**図 18** は各年の6地点における1901～2008年までの年最大日降雨量を示している．最大値は1958年9月26日の狩野川台風の際に東京で観測した371.9 mm/日である．2番目は1947年9月15日のカスリーン台風通過の際に前橋で観測した357.4 mm/日，3番目は1982年9月12日に台風18号

の通過の際に熊谷で観測した301.5 mm/日である．108年間の平均は161.9 mm/日である．**図 19** と**図 20** は観測時間が20年と50年の際の新記録数を示したものである．この図より，東京における観測時間が20年と50年の新記録の発生回数の傾向とほぼ等しく，観測時間が20年の場合は2000年以降新記録数が増加傾向にあり，観測時間が50年の場合は全期間を通して新記録数は減少傾向にあることが分かる．**図 21** は6地点における最大の日降雨量を用いた際の新記録数の平均値と観測時間の関係を示している．この図から新記録数は新記録の統計学から導出した新記録数の期待値の標準偏差内にある．この結果より，観測地点を増やして新記録数をみた場合でも新記録数は新記録の統計学の理論値の範囲にあることが分かる．近年の観測地点数の増加が記録破りの降雨の発生頻度には影響しないことがわかる．

（2）年最大10分間雨量への新記録の理論の適用

年最大日降雨量の場合と同様に年最大10分間降雨量，年最大1時間降雨量に新記録の統計学を適用する．**図 22** は年最大1時間降雨量を，**図 23** は年最大10日間降雨量を用いた場合の東京，横浜，熊谷，前橋，宇都宮，水戸の各観測地点での新記録数の平均値とこれら6地点での各年の最大値から算出した新記録数，新記録の統計学から算出した新記録数の理論値を示している．年最大1時間降雨量と年最大10分間降雨量を解析対象とした場合でも，新記録の統計学から導出した期待値の範囲内

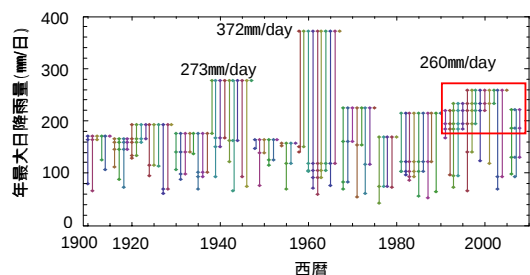


図 11 東京における年最大日降雨量の観測時間10年での新記録数と降雨量

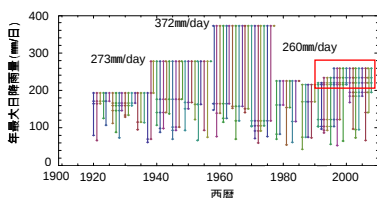


図 12 東京における年最大日降雨量の観測時間20年での新記録数と降雨量

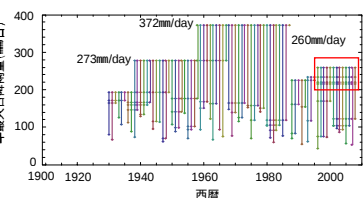


図 13 東京における年最大日降雨量の観測時間30年での新記録数と降雨量

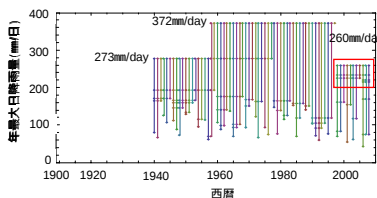


図 14 東京における年最大日降雨量の観測時間40年での新記録数と降雨量

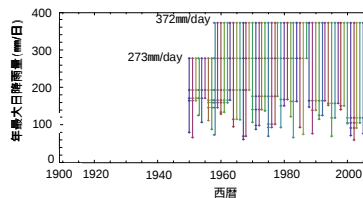


図 15 東京における年最大日降雨量の観測時間50年での新記録数と降雨量

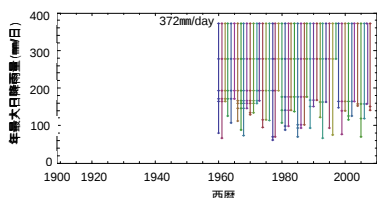


図 16 東京における年最大日降雨量の観測時間60年での新記録数と降雨量

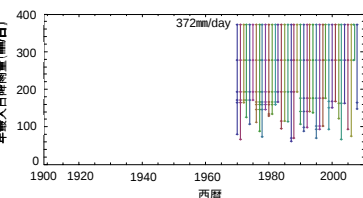


図 17 東京における年最大日降雨量の観測時間70年での新記録数と降雨量

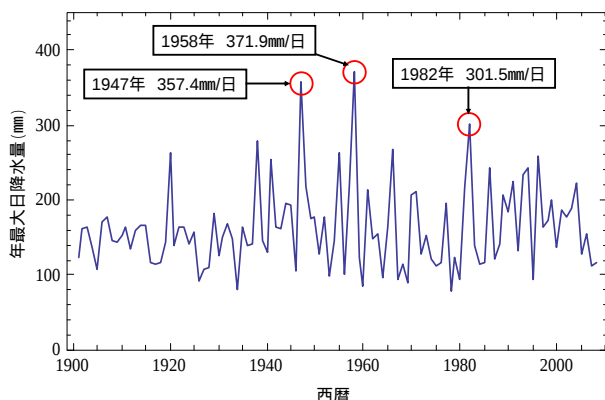


図 18 6地点の各年の年最大日降雨量

にある．以上の結果から，解析対象とする降雨データや観測地点数を変えても新記録の統計学の期待値の範囲内にあることが分かる．

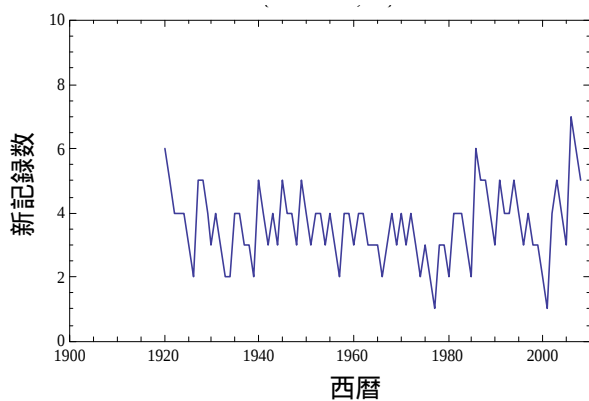


図 19 6 地点の各年の年最大日降雨量を用いて観測時間 20 年とした場合の新記録数

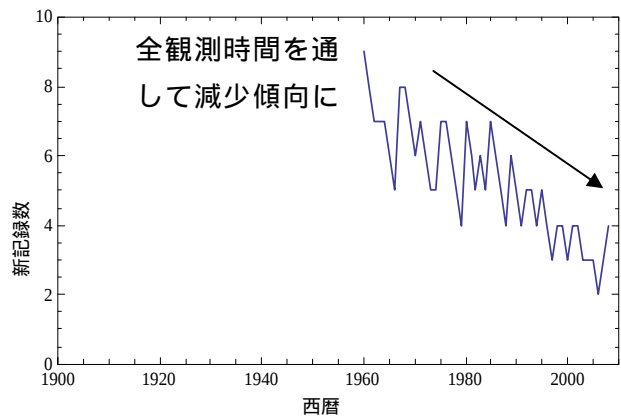


図 20 6 地点の各年の年最大日降雨量を用いて観測時間 50 年とした場合の新記録数

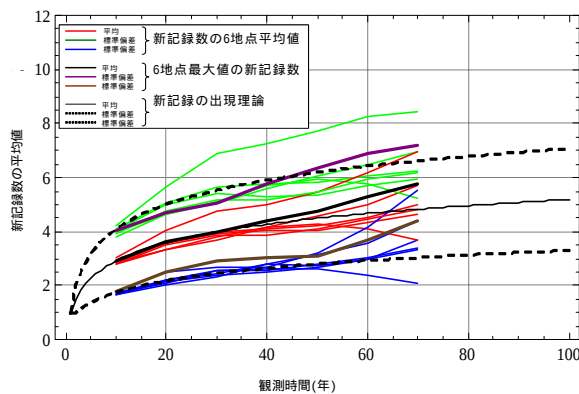


図 21 6 地点の各年の年最大日降雨量を用いた新記録数の平均値と標準偏差の関係

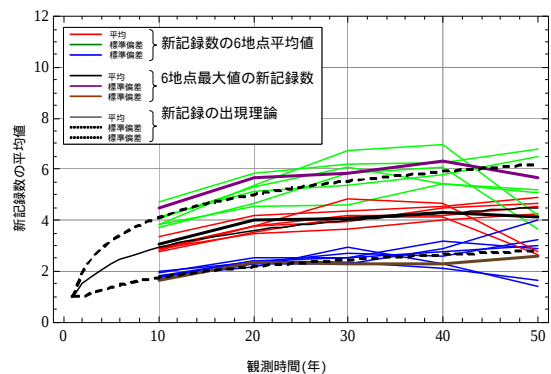


図 22 年最大 1 時間降雨量を用いた際の新記録数の平均値、標準偏差と観測時間の関係

4. 結論：

1) 東京の年最大日降雨量を観測時間 20～40 年でみると 1990 年以降新記録数は増加傾向にあるが、観測時間 50～70 年でみると新記録数は減少傾向にある．同様の傾向は前橋、横浜、宇都宮でもみられた．2) 対象全地点での各年の最大値の時系列で新記録をみた場合でも 20～40 年という観測時間でみると新記録数は増加傾向にある．また、新記録数は新記録の統計学から算出した期待値の標準偏差内にある．さらに年最大 1 時間降雨量、年最大 10 分降雨量を用いても同様の結果を得た．これから観測地点が増えても記録破りの大雨の発生頻度には影響しない．

<参考文献> 1) 竹内啓，藤野和健：スポーツの数理科学，

共立出版，pp.1 - 25，1988．2) 渡辺武彦，松浦正典，深和岳人，山田正：新記録の出現理論に基づく大雨の発生頻度に関する研究，土木学会第 47 回年次学術講演会講演要綱集，1992．3) 渡辺武彦，山田正，品川守：新記録の出現理論に基づく大雨の発生頻度と再帰年に関する研究．4) 大雨の発生確率に関する理論的考察：第 19 回土木学会関東支部技術研究発表会講演概要集，pp.124-125，1992．5) 土屋修一，呉修一，佐藤直良，山田正：降雨の時間特性に関する研究，土木学会水工学論文集，vol.47，pp.139-144，2003．

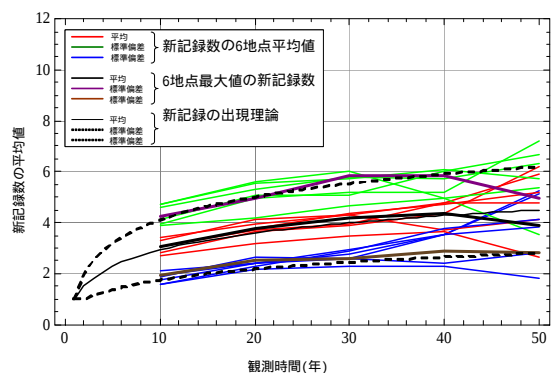


図 23 年最大 10 分間降雨量を用いた際の新記録数の平均値、標準偏差と観測時間の関係