

極値降雨発生の周期性と新記録の発生頻度に関する研究

中央大学大学院	学生員	○糸川和弘
中央大学大学院	学生員	荒川貴志
中央大学理工学部	正会員	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

洪水災害や土砂災害等の直接の要因となるのは年最大値を記録するような極値降雨であると考えられる。実際、近年の河川計画における計画高水流量の算定なども既往最大降雨に基づいて行われており、極値降雨の発生特性を解明することは重要である。現在、河川計画に用いられるような極値降雨の発生特性に関しては確率過程に従い乱数的に発生するとして極値統計学が用いられ、これによりある大きさ以上の降雨が平均的に再現するまでの時間として確率年(年超過確率)を推定し評価しており、確率論的な観点から検討が行われている。

本研究では関東地方及び、阿武隈川水系、阿賀野川水系、富士川水系の雨量観測地点の降雨の実測データから得た年最大降雨量を用いて新記録の統計学を降雨現象に適用すると共にスペクトル解析という決定論的な観点から大雨の発生特性を解明することを目的に研究を行った。

2 研究に用いた雨量データ

本研究では10分間、1時間、1日に降った雨量を各々10分間降雨量、1時間降雨量、日降雨量、連続した2日間、3日間の日降雨量を足合わせたものをそれぞれ2日累積雨量、3日累積降雨量とした。平野部の代表として東京(標高:6m)における各年の年最大日降雨量を図.1に、山地部の代表として群馬県の中之条(標高:351m)における各年の年最大日降雨量を図.2に示す。標高200m以上の観測所を山地部、標高200m未満の観測所を平野部と定義し、利根川水系、荒川水系、那珂川水系、阿武隈川水系、阿賀野川水系、富士川水系にある国土交通省の雨量観測所38地点及び、気象庁の雨量観測地点10地点の各地点における年最大日降雨量、年最大2日累積降雨量、年最大3日累積降雨量を用い、気象庁の雨量観測地点12地点における年最大1時間降雨量及び、気象庁の雨量観測地点6地点における年最大10分間降雨量を用いた。

3 新記録の理論による解析

ある年から観測された降雨の各年の年最高記録に注目する。このとき、観測開始年の年最高記録は新

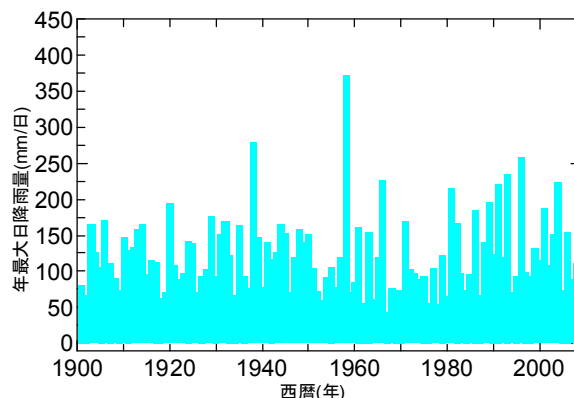


図.1 東京における年最大日降雨量

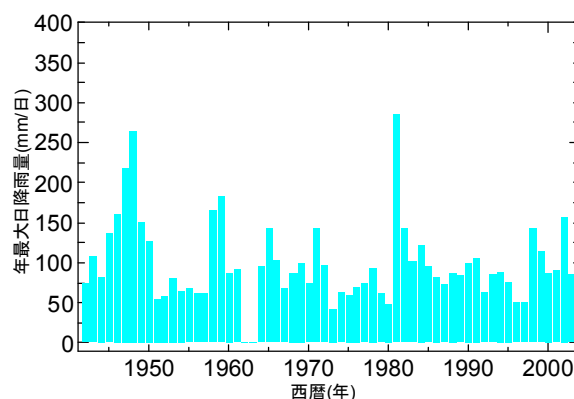


図.2 中之条における年最大日降雨量

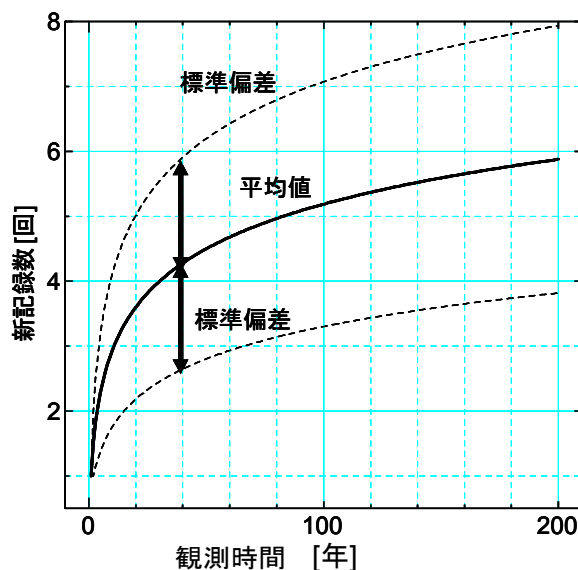


図.3 新記録の出現理論から算出した新記録数と観測時間の統計的關係

記録である。もし降雨特性に経年変化がなく、各年の最高記録が同一の連続分布に従うものとするならば、観測期間 n 年間の年最高記録の記録更新回数が新記録数となる。既往の研究^{6),7)}から観測時間と新記録の発生回数の統計的関係が示されており、 $n=200$ までのこの関係を図. 3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。また、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。

4 実測雨量データによる新記録数と新記録の理論の関係

次に、観測時間を10年、20年、30年、40年としたときの東京、水戸、宇都宮、前橋、熊谷、横浜における年最大日降雨量の新記録数の平均値と、既往の研究^{6),7)}から得られた新記録数と観測時間の統計的関係を図. 4に示す。年最大日降雨量から得られた新記録数の平均値が新記録の出現理論の期待値の標準偏差内にあることがわかる。同様の解析を行った結果、解析対象とした東京、水戸、宇都宮、前橋、熊谷、横浜の全雨量観測地点において年最大10分間降雨量、年最大1時間降雨量、年最大日降雨量、年最大2日累積降雨量、年最大3日累積降雨量から得られた各観測時間における新記録数の平均値が新記録の出現理論の期待値の標準偏差内にあった。

5 複数地点における極値降雨の最大値の新記録数と新記録の理論の関係

近年、気象庁の雨量観測所が増加しており、観測地点が増えたことが記録破りの大雨の発生頻度に影響を与えている可能性を考慮し、各年における東京、横浜、熊谷、前橋、宇都宮、水戸の6地点での年最大降雨量の最大値に新記録の統計学を適用し、その新記録数について検討を行う。6地点における最大の n 年最大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図. 4に示す。この図から各観測時間における年最大日降雨量の6地点最大値の新記録数の平均値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

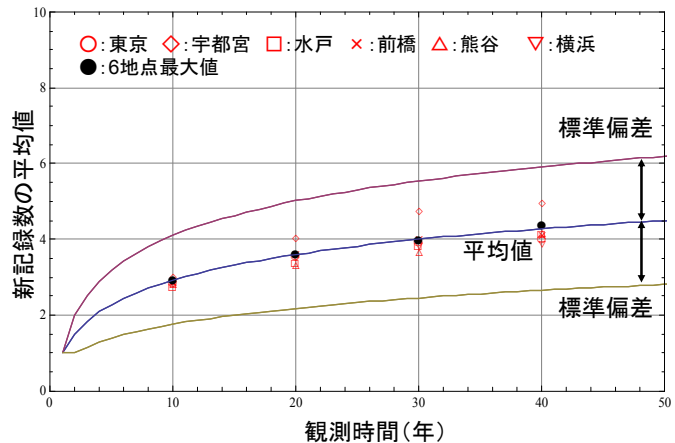


図. 4 関東6地点における年最大日降雨量及び年最大日降雨量の6地点最大値を用いた際の新記録数の平均値と新記録の出現理論から算出した新記録数と観測時間の統計的関係
(観測時間：10, 20, 30, 40年)

〔理論値と新記録数がよく合っており、40年で約4回新記録が発生している。〕

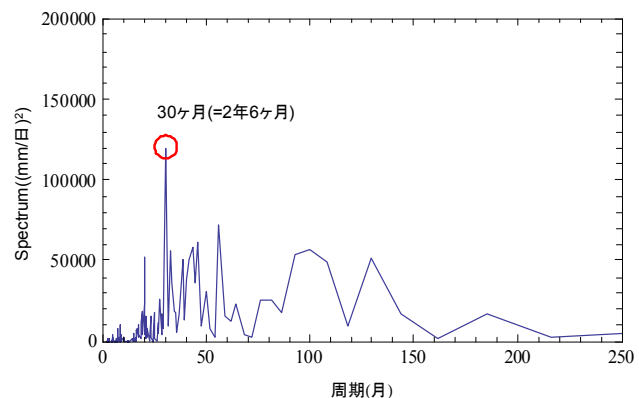


図. 5 東京における年最大日降雨量のスペクトル
〔約3年の周期が卓越している〕

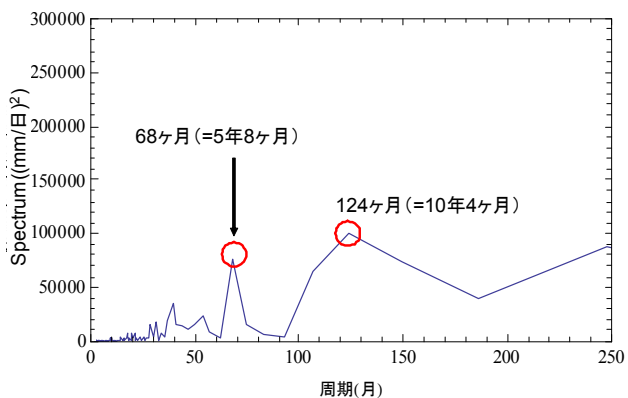


図. 6 中之条観測所における年最大日降雨量のスペクトル
〔約10年の周期が卓越している。〕

の理論値の範囲にあることが分かる．近年，雨量観測地点が増加したことは記録破りの豪雨の発生頻度には影響を与えていないことがわかる．

6 山地流域と平野部における降雨量の周期性

2章で示した雨量データを用いて山地流域と平野部の各雨量観測所における極値降雨についてスペクトル解析を行い，卓越周期を算出した．まず，年最大日降雨量を用いて解析を行い，日付を越えて降り続けるような長時間にわたる大雨の発生特性を考慮するため年最大3日累積降雨量を用いた．また，局所的集中豪雨のような短時間で発生する大雨の特性を検討するため年最大1時間降雨量を用い，さらに短時間で発生する豪雨の特性を検討するため10分間降雨量について平野部の雨量観測所における年最大10分間降雨量を用いた．本研究では目視により各雨量観測所の極値降雨に周期があるか検討を行った．

6.1 山地流域における極値降雨の周期性

まず，山地流域の雨量観測所における年最大日降雨量，年最大3日累積降雨量，年最大1時間降雨量を用いてスペクトル解析を行い，卓越周期を算出した．山地流域の代表として群馬県中之条観測所(標高:351m)における年最大日降雨量のスペクトル解析の結果を図. 6に示す．中之条観測所における年最大日降雨量には約10年の周期が見られた．同様の解析を行った結果，山地部の各雨量観測所における年最大日降雨量では38地点中27地点で約5年～約17年の周期が，年最大3日累積降雨量では38地点中32地点で約5年～約17年の周期が，年最大1時間降雨量では6地点中1地点で約8年の周期が見られた．

6.2 平野部における極値降雨の周期性

次に，平野部の雨量観測所における年最大日降雨量，年最大3日累積降雨量，年最大1時間降雨量，10分間降雨量を用いてスペクトル解析を行い，卓越周期を算出した．東京における年最大3日累積降雨量には卓越した周期が見られず，同様の解析を行った結果，平野部の各雨量観測所における年最大日降雨量では10地点中1地点で約10年の周期が，年最大3日累積降雨量では10地点中1地点で約10年の周期が，年最大1時間降雨量では6地点中3地点で約6年～約10年の周期が，年最大10分間降雨量では6地点中3地点で約6年～約10年の周期がみられた．

7 極値降雨の周期の空間分布特性

解析対象とした各雨量観測所の位置と年最大3日累積降雨量の卓越周期の有無を図. 7に示す．関東地方においては平野部では卓越周期が見られず，山地で周期的に極値降雨が発生していることがわかるが，東北地方で極値降雨の卓越周期の有無に明瞭な特徴は見られない．山地における解析対象地点の標高と年最大3日累積降雨量の卓越周期の有無を表. 1に示す．山地における標高と極値降雨の卓越周期の有無には関係は見られなかった．

8 まとめ

本研究では大雨の発生特性を解明することを目的に関東地方及び，阿武隈川水系，阿賀野川水系，富士川水系の雨量観測所における極値降雨の実測データを用いて新記録の統計学を降雨現象に適用すると共にスペクトル解析を行い，各雨量観測所における極値降雨の経年変化について検討した．以下に本研究で得られた知見を示す．

(1)各観測地点における年最大降雨量の新記録数について観測時間ごとの平均値は理論の範囲内に

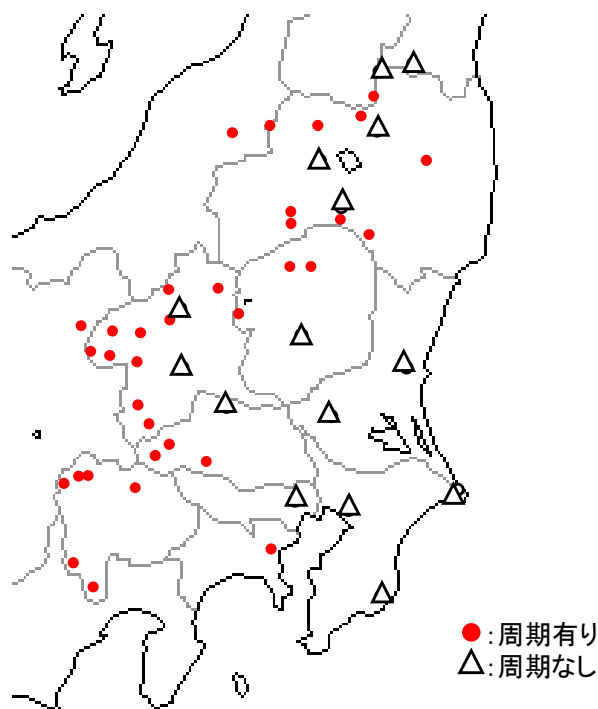


図. 7 解析対象とした雨量観測所とその地点の年最大3日累積降雨量の周期の有無

あった。また、解析対象とした山地部と平野部で記録破りの大雨の発生頻度に違いはみられず、40年で約4回、平均して10年に1回記録破りの大雨が発生している。

(2)山地部では解析対象とした38地点中32地点で年最大3日累積降雨量に約5年～約17年の周期がみられ、継続時間の長い豪雨が周期的に発生する傾向があることがわかった。

(3)平野部では解析対象とした6地点中3地点で年最大10分間降雨量、年最大1時間降雨量に約5年～約10年の周期がみられ、短時間スケールで起こる豪雨が周期的に発生する傾向があることがわかった。

表.1 山地州域における各観測所の標高と年最大3日累積降雨の周期性

水系名	河川名	観測所名	標高	卓越周期	水系名	河川名	観測所名	標高	卓越周期
利根川水系					富士川水系				
	鐺川	下仁田	250m	○		雨畑川	碓島	447m	○
	利根川	沼田	316m	○		笛吹川	三富	830m	○
	神流川	万場	320m	○		富士川	小淵沢	852m	○
	吾妻川	中之条	351m	○		須玉川	浅川	1000m	○
	烏川	三ノ倉	400m	○		塩川	増富	1065m	○
	薄根川	発知	510m	×	阿賀野川水系				
	利根川	湯原	523m	○		奥川	飯沢	220m	○
	渡良瀬川	足尾	630m	○		湯川	東山	420m	×
	吾妻川	小雨	730m	○		阿賀川	田島	555m	○
	吾妻川	応桑	1100m	○		大塩川	大塩	580m	○
	湯川	草津	1144m	○		荒海川	滝の原	695m	○
	吾妻川	田代	1230m	○		観音川	南倉沢	740m	×
	片品川	丸沼	1439m	○	阿武隈川水系				
荒川水系						白石川	塩倉	200m	×
	赤平川	小鹿野	240m	○		摺上川	梨平	235m	×
	入間川	名栗	250m	○		社川	金山	350m	○
	荒川	三峰	1084m	○		大滝根川	常葉	437m	○
那珂川水系						阿武隈川	真船	560m	○
	碓氷川	下塩原	890m	○		杉田川	岳	562m	×
	那珂川	板室	1248m	○		松川	滑川	840m	○
						荒川	野地	1990m	○

9 参考文献

- 1) CLIMATE CHANGE 2007 -The Physical Science Basis-, IPCC FOURTH ASSESSMENT REPORT, Technical Summary, pp.19-92, 2007.
- 2) 気象庁:異常気象レポート 2005 近年における世界の異常気象と気候変動～その実態と見通し～(VII), pp.61-64, 2006.
- 3) 近森邦英:年降水量の統計的諸特性について, 農土誌, 71(2),pp.125-130,2003.
- 4) 岩切敏:津市における降水量の永年変化と変動特性について, 農業気象, 49(3),pp.177-188,1993.
- 5) 劉 剛, 石川重雄, 長坂貞郎, 丸山利輔:年最大降雨量の確率密度関数に関する研究, 水文・水資源学会誌, Vol.12,No.6,pp.502-510,1999.
- 6) 竹内啓, 藤野和健:スポーツの数理科学, 共立出版, pp.1-25, 1988.
- 7) 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.