

## 1-5 地球環境変化時における水文統計解析技術の方向性に関する研究

研究予算：なし

研究期間：平 19～平 20

担当チーム：水災害研究グループ水文チーム

研究担当者：深見和彦、杉浦友宣

### 【要旨】

現在の治水及び利水計画は、降雨・流量等の水文条件が長期的には定常状態にあるという前提の下に、確率降雨量解析等により検討・決定されている。しかし降水量などの水文量は、気候変動等により経年的に増加あるいは減少する可能性がある。本研究では、治水・利水計画の基本となる年降水量、日降水量を対象に、既存の水文データを用いて経年的な変化の有無を確認するとともに、今後の検討方法について整理を行った。

キーワード：気候変動、確率降雨量解析、年降水量、年最大1日雨量、一般化極値分布

### 1. はじめに

地球環境変化時において、降水量などの水文量は、今後、気候変動により経年的に増加あるいは減少する可能性があるとともに、その変動が大きくなる可能性がある。さらには、この経年的な傾向は地域によっても異なる可能性もある。

この一方で、現在の治水及び利水計画は、降雨・流量等の水文条件が長期的には定常状態にあるという前提の下に、過去のデータから、所定の確率規模のもとで当該流域に発生しうる降雨量・流量を算定する確率降雨量解析等に基づき検討・決定されている。これは、まず、これまでは水文データが長期の変動をとらえられるほど長期間蓄積されていない、あるいは河川計画の単位である流域単位での長期間の蓄積がないことに加え、非定常性を考慮した統計解析手法の開発が進んでいないためと考えられる。このような状況に対し、今日では、流域規模ではないものの、各地点においては100年以上の日雨量データが蓄積されつつあり、検討を行う上でのデータがそろいつつある。このため、地球環境変化時において水文解析を行う際には、これら長期的な気候変動の有無を確認するとともに、その影響を考慮した解析手法を確立・採用すべきと考えられる。

そこで本研究では、治水・利水計画の基本となる年降水量、日降水量を対象に、水文データの変化について整理を行うとともに、今後の検討方法について提案を行う。

### 2. 経年変化の検討方法

#### 2.1 検討に用いたデータ

検討には、表1に示す気象庁提供の1901～2005年までの日本全国51地点の日雨量を用い、治水及び利水計画に関連する年降水量、年最大1日雨量、年最大2日雨量を算定し検討を行った。

表1 検討対象地点

旭川	伏木	岐阜	京都	熊本
網走	長野	名古屋	彦根	鹿児島
札幌	宇都宮	飯田	下関	宮崎
帯広	福井	甲府	呉	松山
根室	高山	津	神戸	多度津
寿都	松本	浜松	大阪	高知
秋田	前橋	東京	和歌山	徳島
宮古	熊谷	横浜	福岡	名瀬
山形	水戸	境	大分	石垣島
石巻	敦賀	浜田	長崎	那覇
福島				

#### 2.2 経年変化の有無の評価方法

水文データの経年的値変化の有無の判断は、①移動平均により平均化した時系列について定性的に判断する方法、②順位による検定を行う方法、③平均値や分散などの統計量の母分散を推定し検定する方法等が考えられる。本検討では、①②に基づき経年変化の整理を行い、順位による検定手法としてはケンドールの順位相関による検定を行った(5%の棄却性で有意と判断した)。

### 3. 水文量の経年変化

#### 3.1 日本全体の変化

##### ①年降水量

51地点の平均値による年降水量の変化、および前後30年間の移動平均値および標準偏差の変化を図1に示す。ここで30年間を採用したのは、治水計画に

においては、30年間程度の値をもとに確率降雨量解析が行われている事例が多いと考えられるためである。

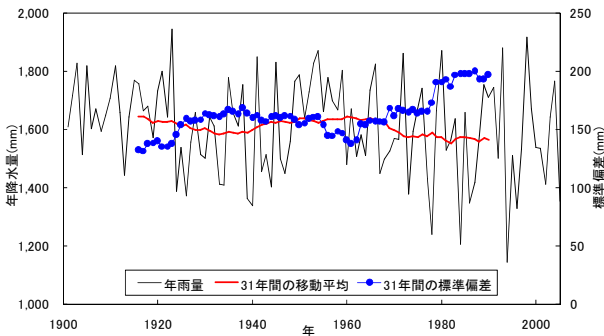


図1 年降水量の経年変化

また、ケンドールの順位相関による検定の結果、年降水量には有意な経年変化はなく、移動平均については減少傾向、標準偏差増加傾向の有意な経年変化傾向があるとされた。

### ②年最大1日雨量

同様に51地点の年最大1日雨量とその前後30年間の移動平均および標準偏差を図2に示す。またこれについて、移動平均値のみ有意な経年変化傾向(増加傾向)があるとされた。

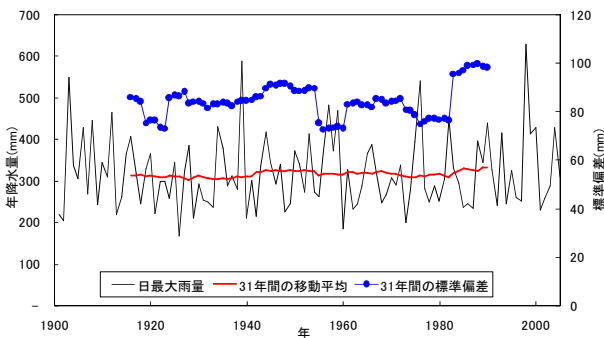


図2 年最大1日雨量の経年変化

### ③年最大2日雨量

同様に51地点の年最大2日雨量とその前後30年間の移動平均および標準偏差を図2に示す。またこれについて、移動平均値および標準偏差に経年変化傾向(増加傾向)があるとされた。

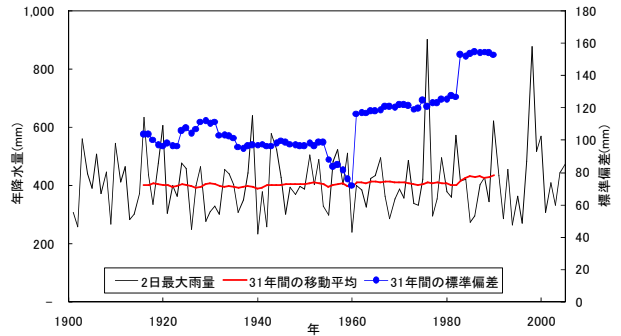


図3 年最大2日雨量の経年変化

## 3.2 各地点の変化

### ①年降水量

51地点の年降水量のうち、ケンドールの順位相関による検定により有意な経年変化があるとされた地点名を表2に、またその変化を図4に示す。また表2には、各地点の各年の日降水量の標準偏差についても、有意な変化があるとされた地点名を示す。

表2 年降水量に経年変化が見られる地点

有意確率(年降水量)		有意確率(標準偏差)	
水戸	0.0010	熊本	0.0071
前橋	0.0118	境	0.0120
甲府	0.0140	伏木	0.0145
東京	0.0165	浜田	0.0257
津	0.0170		
和歌山	0.0189		
宇都宮	0.0260		
名瀬	0.0316		
山形	0.0468		
浜松	0.0487		

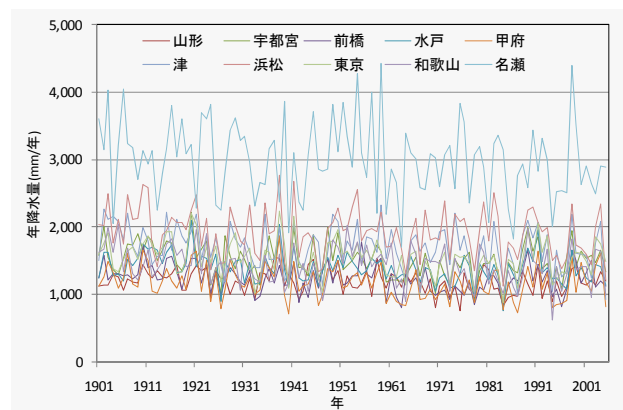


図4 年降水量の経年変化

この結果、10地点においては年降水量について減少傾向の経年変化が認められるとともに、4地点においては標準偏差においても増加する経年変化が認められ、地点によっては値の大きさだけでなく各年

の変動幅も変化していることがわかる。

また年降水量について有意な変化がある地点は、山形から那覇までであり地域的な偏りはないように見えるが、標準偏差において経年変化がある地点は、いずれも日本の西側に位置している。

#### ②年最大1・2日雨量

51地点における年最大1日雨量および2日雨量について、ケンドールの順位相関による検定により有意な経年変化があるとされた地点名を表3に、またその変化を図5に示す。

表3 年最大1・2日雨量に経年変化が見られる地点

有意確率(年最大1日雨量)		有意確率(年最大2日雨量)	
熊本	0.0027	熊本	0.0103
伏木	0.0183	那覇	0.0235
境	0.0327	京都	0.0332

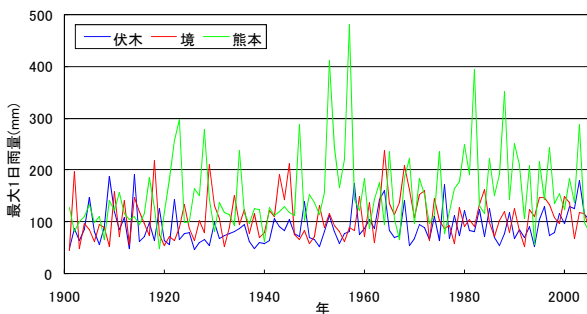


図5(1) 年最大1日雨量の経年変化

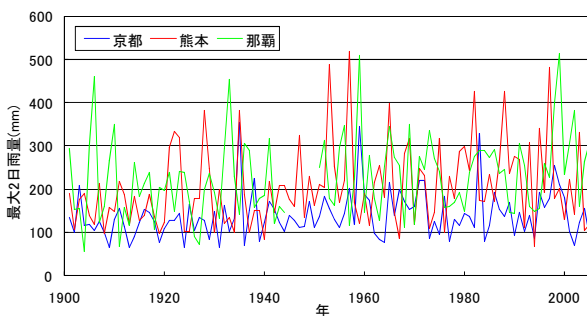


図5(2) 年最大2日雨量の経年変化

この結果、年最大1・2日雨量ともに3点において有意な増加傾向があるとされ、熊本においては1・2日雨量ともに有意な変化があるとされる。このように、現時点においても過去100年間の地点データでは、経年的な変化が生じている可能性がある。ただし、図5(1)の熊本地点の変化は、1920年頃、1950年頃、1980年頃の値が相対的に大きく、経年的な変化ではなく周期的な変化による可能性もある。

また、有意な変化のある地点は、年最大1日雨量

においては伏木・境・熊本、2日雨量においては京都・熊本・那覇と、いずれも日本の西側に位置する地点となっている。

#### 4. 非正常性を考慮した統計解析手法と今後の検討について

これまでに示したように、観測点や水文学量によっては、これまでにすでに観測された値においても、その変動幅を含めて経年的な変化傾向を示しているものがある。このため、これらの確率降雨量解析を行う際は、その非正常性を考慮して行う必要があると考えられる。

非正常解析を行うには、確率分布の種類自身が時間的(経年的)に変化する場合と、確率分布の種類は変化しないが、確率分布のパラメータが変化する場合が考えられる。ここで、前者の検討については、対象となる分布関数自体が数多くありその適合性の検討作業が膨大になるとともに、適合性の評価といった問題があり非現実的であると考えられる。後者については、長野県4地点の年最大1日、2日、3日間雨量を用い、これらがグンベル分布に従うと仮定し、グンベル分布の2つのパラメータの非正常性を線形近似により取り込んで確率水文学量を算定する研究<sup>1)</sup>等が行われている。確率分布関数へのあてはめを行う場合にはその適合度の問題があるが、土木研究所における既往の研究では、全国アメダス雨量データを用いた確率降雨量解析の結果、一般化極値分布の安定度が最も高いとされている<sup>2)</sup>。このため、今後は、年最大1日雨量などの極値が一般化極値分布に従うと仮定し、その3つのパラメータ(位置母数、尺度母数、形状母数)の変化を整理する、あるいはパラメータの変化を考慮した確率降雨量解析の検討等が考えられる。

さらに、変化の傾向の地域性に関し、前述のように日本の西側に位置する地点において経年的な変化が認められる地点が多く見られた。また今回の検討は、地点データを用いたが、経年的な変化のスケールに関し、京都市内の近接する3地点の66年間の雨量データを用いた検討によれば、年降水量およびひと雨降強度の長期的変化は各地点ごとに異なることが報告されている<sup>3)</sup>。これらのことから、今後検討を行うにあたっては、全国統一的に行うのではなく、変化の地域性や対象とするスケールも考慮して実施する必要があると考えられる。

#### 4. まとめ

今回の検討は約 100 年間のデータを用いて、その経年変化の有無を確認した。いくつかの地点で年最大 1 日雨量、2 日雨量に有意な経年変化が見られたものの、必ずしも両者の変化の有無や変化の傾向が一致しているわけではない。このため、降雨の継続時間の取り方によって、経年的な変化の有無が変わってくる。また今回用いたデータは地点データであり、治水・利水計画の基本単位である流域スケールでの変化がどのようになっているのかについてもデータを蓄積し、その変化の有無を確認する必要がある。

今後はこれらの点を考慮した上で、一般化極値分布などの確率分布関数のパラメータの時間的な変化を考慮することにより、非定常性を考慮した統計解析手法について検討を行っていく必要がある。

#### 参考文献

- 1) 寒川典昭、中村哲、山田広樹：「年最大 1・2・3 日洪水量時系列に存在する非定常性と非定常確率水文量の推定」、日本統計学会誌、第 23 巻、第 2 号、249-262 頁、1993.2
- 2) 独立行政法人土木研究所水工研究グループ水理水文チーム：「全国アメダス観測地点における確率降雨算定に関する研究報告書」、土木研究所資料第 3900 号、2003.3
- 3) 竹下伸一、三野徹：京都市内 3 地点における日降雨特性の経年変化、水文・水資源学会 2003 年研究発表会要旨集、134-135 頁、2003.7

## **RESEARCH ON THE DIRECTIVITY OF THE HYDROLOGICAL STATISTICS ANALYSIS IN THE GROBAL CLIMATE CHANGE**

**Abstract** : River improvement and water supply plans are considered and determined by hydrological statistics analysis under conditions that hydrological data such as rainfall data are constant in the long periods. However the value of hydrological data may increase or decrease by a climate change. In this research, while using the existing hydrological data and checking the existence of variation or trend for the annual and daily rainfall which are to the foundations of river improvement and water supply plans, it proposed about the future study plan.

**Key words** : climate change, hydrological frequency analysis, annual rainfall, maximum daily rainfall of year, generalized extreme value distribution