

研究種目：基盤研究（C）  
研究期間：2007～2008  
課題番号：19580279  
研究課題名（和文） 降雨パターンの長期的変化とその災害危険度に対する影響に関する研究  
研究課題名（英文） Long-term Change in Rainfall and Its effect on Disaster Risks  
研究代表者  
近森 秀高（CHIKAMORI HIDETAKA）  
岡山大学・大学院環境学研究科・准教授  
研究者番号：40217229

## 研究成果の概要：

近年の気候変動に伴う降雨パターンの経年変化を日本全国で観測された長期の日雨量，時間雨量，10分間雨量を統計解析することにより調べ，確率雨量が主に太平洋側で経年的に増加すること，降雨は時間的に集中する傾向にあること，少雨の頻度が全国的に増加する傾向にあることを示した。また，長期の気象データを用いて長期流出解析を行い，全国的に渇水時の流量が減少する傾向にあることを示した。

## 交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	900,000	270,000	1,170,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
年度			
年度			
年度			
総計	1,700,000	510,000	2,210,000

研究分野：水文学

科研費の分科・細目：農業工学，農業土木学・農村計画学

キーワード：水文，気候変動，洪水，渇水

## 1. 研究開始当初の背景

「近年雨の降り方が変わった」という声がよく聞かれ，この変化は地球温暖化やヒートアイランド現象等の環境変化によるものと推測されている。この降雨パターンの変化が洪水・渇水被害へ及ぼす影響が懸念されており，近年の台風や梅雨前線，都市およびその周辺部での局地的雷雨による洪水被害の

多発はこの影響の現れではないかと言われている。この降雨パターンの変化は，よく「雨が降る時と降らない時との差が大きい」と表現されており，このことは，農業用水の確保や農地排水施設の管理，農地の安全性等に大きな影響を与えるものと思われる。

しかし，この「雨の降り方」すなわち降雨パターンの変化については，統計的な検討の

結果を見るとまだまだ不明な点が多い。

本研究は、この全国各地で体感されている「降雨パターンの変化」とその災害危険度への影響を統計的に調べることを目的としたものである。

## 2. 研究の目的

本研究では、全国各地で体感されている「降雨パターンの変化」が我が国における水環境に及ぼす影響を調べる。ここでは、降雨パターンの変化だけでなく、蒸発散等への影響についても調べ、洪水や渇水の危険度の変化を知るための基礎資料を得ることを目的とする。

## 3. 研究の方法

(1) 気象庁により観測された下記の雨量の年最大値を対象に、その確率値の経年変化を調べた。

- ①日雨量：全国 52 地点の 100 年間以上にわたる観測値 (1901～2007 年)
- ②1 時間雨量：全国 147 地点における観測値 (1950～2007 年)
- ③10 分雨量：全国 152 地点における観測値 (1961～2007 年)

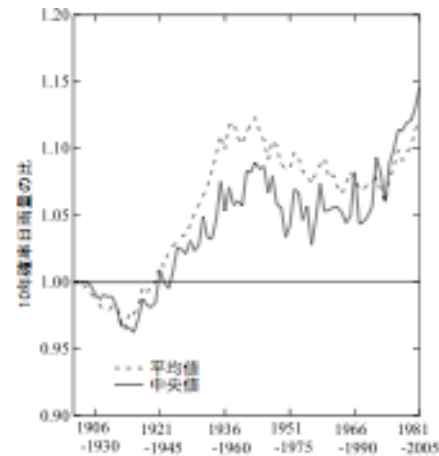
(2) 上記の全国 52 地点の日雨量データを対象に、日雨量の時間的集中度の経年変化を、エントロピーを用いて調べた。

(3) 日雨量に加え、気温、日照時間等の気象データを基に、年間または灌漑期(4～9月)における雨量、連続無降雨日数、蒸発散量、水資源賦存量の平均、変動係数、確率値、確率年などの統計量を調べ、日本全国における少雨・渇水状況の経年変化を調べた。

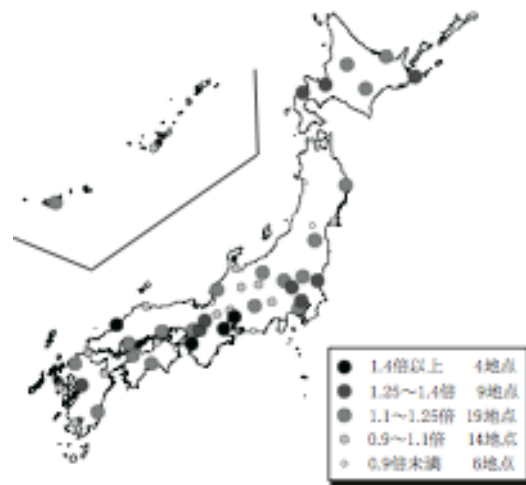
(4) 日雨量および日蒸発散量を標準的 4 段階タンクモデルに入力して得られる流量および貯留高の経年変化について調べた。

## 4. 研究成果

(1) 確率雨量の経年変化



(a) 全国の平均値、中央値



(b) 全国マップ

図1 10年確率日雨量の経年変化

(a)の評価期間長は25年。(b)は、1906～1930年のデータから求めた10年確率日雨量に対する1981～2005年のその比率を示している。

年最大日雨量、年最大1時間雨量、年最大10分雨量にGumbel分布を適用し、それぞれの10年確率雨量の経年変化を全国的に調べた。確率雨量の経年変化については次の2通りの方法で検討した。

- (a) 評価期間を1年ずつずらしながら10年確率値の連続的な経年変化を調べる方法
  - (b) 全対象期間を複数の期間に分割し、各期別に10年確率値を求め比較する方法
- また、観測点別の経年変化のみではなく、地域最大雨量という概念を導入し、全国を11地域に分類し地域別の経年変化についても検

討した。地域分類は、建設省河川砂防技術基準に示されている洪水比流量曲線の地域分類に従った。

得られた結果は以下のようである。

①確率雨量比の全国の平均値、中央値について検討したところ、確率日雨量、確率1時間雨量、確率10分雨量すべてで、1950年頃から1980年代までの減少傾向と、1990年代以降の増加傾向が見られ、いずれの確率雨量でも近年増加傾向に転じていることがわかった。

②105年間の10年確率日雨量の経年変化についての検討を行った。その結果、観測点別に見ると、1901～1930年に比べ近年では全国約60%の地点で10年確率日雨量が1.1倍以上に増加していることがわかった。また地域別の検討では、北海道、本州太平洋側などを中心に全11地域中8地域で増加傾向がみられた(図1参照)。

③58年間の10年確率1時間雨量および47年間の10年確率10分雨量の経年変化についての検討を行った。その結果、観測地点別に見ると全国の30%強の地点で1.1倍以上に増加する傾向を示していることがわかった。また地域別の検討では11地域中、10年確率1時間雨量で3地域、10年確率10分雨量では2地域のみでしか増加傾向が見られなかったが、四国南部では10年確率1時間雨量、10年確率10分雨量ともに増加していることがわかった。

## (2) 日降水量の時間的集中度の経年変化

前述の「雨が降る時と降らない時との差が大きい」という表現は、降水量の時間的な偏りが大きくなっていることを意味しており、言い換えれば集中度が高くなったことを示していると考えられる。

そこで、降水量の時間的集中度を対象期間中の日降水量の時間的分布からその基準化エ

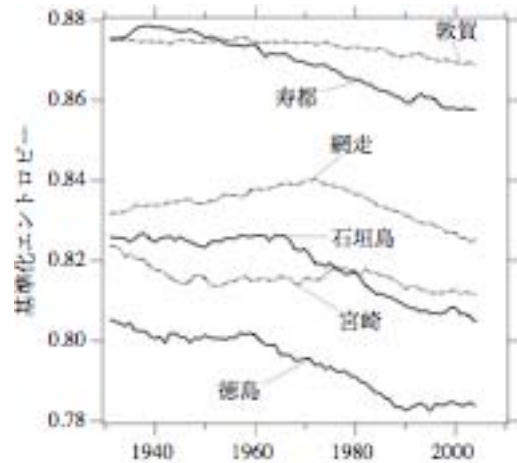


図2 基準化エントロピーの経年変化

横軸に示した年から30年遡った期間内の日降水量を対象に計算した基準化エントロピーを示しており、経年変化が大きい3地点(徳島・石垣島・寿都)および小さい3地点(網走・敦賀・宮崎)における結果を例示している。

ントロピーを求めることにより定量的に評価し、その経年的変化を調べることにした。この基準化エントロピーは、対象期間内における日雨量の分布から計算した。

①各地点における基準化エントロピーの経年変化を調べ、回帰直線を当てはめた結果、全ての地点においてその勾配は負になった。このことは、全国的に日雨量の偏りが次第に大きくなっている、すなわち、日降雨の時間的集中度が大きくなってきていることを示している。また、地域的にみると、敦賀、伏木、浜田など冬期に降雪が多い地点で経年的変化が小さい傾向があった(図2参照)。

②日降水量の変動係数(標準偏差/平均値)・の経年変化を基準化エントロピーの場合と同様の方法で調べた。その結果、基準化エントロピーの減少傾向が大きい地点で変動係数が経年的に増加する傾向が強かった。各地点における変動係数の経年データに回帰直線を当てはめその勾配を調べたところ、宮崎を除く全ての地点で正の勾配となり、この回帰直線の勾配とエントロピーの回帰直線の勾配との間には強い負の相関が見られた。このことは、

日降水量の時間的集中により、日降水量のばらつきが大きくなっていることを示しているものと思われる。

以上の検討結果から、我が国における日降水量は、その平均値に経年変動は見られないが、変動幅は次第に大きくなり、また、時間的な集中度が高くなっている、すなわち、時間的偏りが大きくなっていることが分かった。気象庁の異常気象レポート2005（気象庁、2005）では、「日本の年降水量には、統計を開始した1898年以降、有意な長期的変化傾向は認められないが近年、降水量の多い年と少ない年とがともに現れやすくなっている」とされており、本研究でも同様のことが示されたと言える。また、日降水量に時間的集中傾向について、同レポートは、「1980年以降、日降水量が100mmまたは200mm以上の日が全国的に増加する傾向にある」としているが、基準化エントロピーの変動から見ると、この傾向は、早い地点では1960年頃から現れていることが分かった。

### (3) 少雨・渇水状況の経年変化

洪水と同様に懸念されている渇水状況の変化について、雨量、蒸発散量、水資源賦存量の経年的変化を統計的に調べた。

①降水量 年間および灌漑期（4～9月）の30年平均雨量および10年確率日雨量（少雨）の経年変化を調べた結果、年間・灌漑期ともに1901～1930年の30年間に比べ、近年30年間の30年平均雨量が約5%減少、10年確率日雨量が約10%減少しており、また、いずれも1975年以降で経年的に減少する傾向が見られた。1946～1975年の30年間を対象に各観測点における10年確率灌漑期日雨量を求め、この雨量の現在における確率年を調べると、東北地方の太平洋側以外の広い範囲で確率年が短くなる傾向が示された。確率年が6年未満に短縮した地点は31地点であり全

体の約6割を占めた。連続無降雨日数の年最大値の30年平均値は1980年以降漸増し、増加した地点数は減少した地点数を上回った。30日間積算雨量の年最小値は、10年確率値が関東や東北以外の広い地域で期間全体を通じて減少傾向にあった。また、変動係数には対象期間を通じて次第に増加する傾向が見られた。

②蒸発散量 蒸発散量は、月平均気温、月日照時間に基づきMakkink式を用いて求めた。その結果、年間蒸発散量には東北以外の地点で増加の傾向が見られたが、灌漑期蒸発散量には明確な長期的変動の傾向は見出せなかった。

③水資源賦存量 年間または灌漑期における雨量から蒸発散量を減じた値を水資源賦存量とし、同様の検討を行った。1946～1975年の30年間における10年確率年間水資源賦存量の現在における確率年を各観測点について求めた結果、全国的に短縮傾向が見られ、確率年が7年未満になる地点が過半数を占めた。灌漑期については明確な傾向が見出し難いが、西日本の太平洋側で1970年代以降に減少傾向が見られた。

### (4) タンクモデルによる計算流出量および貯留量の経年変化

雨量および蒸発散量の経年変化が流出特性に及ぼす影響を知ることが目的として、標準的4段タンクモデルに各地点の日雨量・日蒸発散量を入力して流出解析を行い、流出高および貯留高の経年変化を調べた。

①平均年最小貯留高には1970年代以降全国的に減少傾向が見られた。地域的に見ると、本州や九州の日本海側以外の広い地域で減少傾向が見られ、特に瀬戸内海周辺の地点で特に減少傾向が強かった。

②タンクモデルによる計算流出高については、各年の日流出高を降順に並び替え、同一

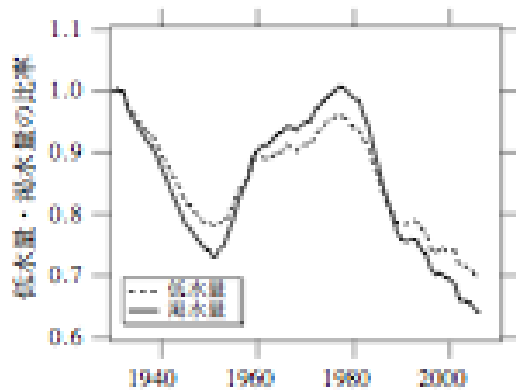


図3 低水量・高水量の経年変化

低水量および高水量の30年移動平均について、全国平均値の経年変化を1901～1930年における平均を1としたときの比率を示している。

順位の日流出高の平均を描いた平均流況曲線を用いてその経年変化を評価した。第275位の低水量および第355位の高水量の30年移動平均について、全国平均値の経年変化を1901～1930年における平均を1として表した結果を図3に示す。1930年時点に比べ、2006年の平均高水量は35%程度減少している。高水量の地域分布を調べると、瀬戸内海周辺の地点での減少幅が大きかった。特に、年最小貯留量の比が大幅に減少している地点では高水量も同様に減少していた。

(5) まとめ 以上の検討の結果がそれぞれ明らかにしている豪雨時の雨量の増加、降雨の集中度の増大、高水頻度の増加は、近年、洪水・高水のいずれの危険度も経年的に増大する傾向にあることを示している。

このことは、過去に建設された農業水利施設の計画規模の根拠としている豪雨や少雨の確率年が変わり、水災害の潜在的危険度が増大しつつあることを示す。

本研究は、地球温暖化によるとされる気候変動がもたらしつつあると考えられる水災害の危険度の変化を具体的に示しており、今後の地球温暖化対策への基礎資料を与えるものと考えている。

## 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1件)

- ① 工藤亮治・永井明博・近森秀高，確率10分雨量，確率1時間雨量，確率日雨量の経年変化，応用水文，査読無，No. 21，pp. 80 - 89，2008.

〔学会発表〕(計5件)

- ① 工藤亮治，確率10分雨量，確率1時間雨量，確率日雨量の経年変化，農業農村工学会 第21回水文・水環境研究部会シンポジウム，2008.12.5，つくば市(茨城県)
- ② 近森秀高，日本全国における日降水特性の長期的経年変化，平成20年度農業農村工学会大会講演会，平成20年8月26日，平成20年8月28日，秋田(秋田)
- ③ 近森秀高，長期気象資料からみた全国52地点における少雨・高水状況の経年変化，平成20年度農業農村工学会大会講演会，平成20年8月26日，平成20年8月28日，秋田(秋田)。
- ④ 小室佳隆，長期気象資料からみた確率日雨量の全国的経年変化，第62回農業農村工学会中国・四国支部講演会，平成19年10月25日，平成19年10月25日，宇和島(愛媛)。
- ⑤ 近森秀高，日降水量の時間的集中度の経年変化，平成19年度農業農村工学会大会講演会，平成19年8月28日，平成19年8月30日，松江(島根)。

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

- 出願状況(計0件)
- 取得状況(計0件)

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

近森 秀高 (CHIKAMORI HIDETAKA)

岡山大学・大学院環境学研究科・准教授

研究者番号：40217229

### (2) 研究分担者

永井 明博 (NAGAI AKIHIRO)

岡山大学・環境学研究科・教授

研究者番号：80093285