

29. 極値統計解析を用いた山地と平野部の 降水パターンのトレンド解析

児島 利治^{1*}・篠田 成郎²・鈴木 貴幸³

¹岐阜大学流域圏科学研究センター (〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)

²岐阜大学総合情報メディアセンター (〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)

³岐阜大学大学院工学研究科 (〒501-1193 岐阜市柳戸1-1)

* E-mail: kojima@green.gifu-u.ac.jp

近年の気候変動が降水パターンに及ぼす影響について検討するため、極値統計解析を用いた中部日本域の降水パターンのトレンド解析を行った。本研究では、ゲリラ豪雨の発生特性を評価するため、2つの水文統計指標を提案している。1つは降水イベント内の総降水量である「イベント総降水量」であり、短時間豪雨と、長時間の弱い雨の両方を評価する指標である。もう1つはイベント総降水量をイベント継続時間で除して得られる「イベント降水強度」である。イベント降水強度は、短時間豪雨を評価できる指標である。1909年～2008年の100年間の降水データを5年、10年、20年に区切り、10年、50年、100年確率年最大日降水量のトレンド解析を行った結果、データの区切り年数、確率年に限らず、ここ100年間で微増もしくは微減しており、目立った増加傾向は見られないことが示された。一方、1981年～2008年の28年間の降水データを5年毎に区切り極値統計解析を行った結果、100年確率イベント降水強度は、平坦な地域ではほとんど変動していないか微減傾向にあり、傾斜が急な山地域において増加傾向にあることが示された。

Key Words : Gumbel distribution, Weibull plotting position, 100-year annual daily precipitation, sudden heavy rainfall, climate change

1. はじめに

近年、気温の上昇、真夏日の増加等の気候変動が顕著になってきている。Jones and Hulme¹⁾は全球の年降水量が20世紀中に2%増加していること、北半球の高緯度地帯では123%増加しているが、Sahel地域では30.4%減少している等の気候変動による降水量のグローバルな変化を示している。IPCCの第4次報告書²⁾では、日本では20世紀後半において、総降水量や降水日は変わらない又は減少しているが、豪雨 (IPCCでは、Heavy Precipitation: 日降水量の再現期間が20年以上、Very Heavy: 再現期間が100年以上と定義) は増加していると報告されている。一方、ゲリラ豪雨という言葉に象徴されるように、近年、一般市民の間では短時間の激しい雨の発生頻度が増加しているという認識が定着しつつある。しかし、気候変動に伴い、実際に短時間豪雨は増加する傾向にあるのだろうか。

Shinoda³⁾らは、NigerのSahel地域において1952年から1994年の降水データを用いて日降水量30mm以上の豪雨日数の5年間の移動平均を示し、1950年代から1980年代

では豪雨日数は減少傾向にあり、1980年代以降増加していることを示した。Yamamoto and Sakurai⁴⁾は、東京における50年確率年最大日降水量が1896年～1935年の234mmから1936年～1995年では271mmに増加していることを示している。寒川ら⁵⁾は、長野県内5箇所の日降水量を用いて、10mm以上、15mm以上、10mm未満、15mm未満の4種類の日降水量の年間日数を算定し、その変化傾向を調べたところ、10mm・15mm以上の日数は減少傾向に、10mm・15mm未満の日数は増加傾向にあり、大雨の降る日が減少していることを示した。近森ら⁶⁾は、岡山地方気象台で観測された99年間の日雨量データを33年ごとに区切りGumbel確率紙にプロットすることで、10、20、50、100年確率日雨量が増加傾向にあることを示した。また、日降雨が0でない降雨日が連続した期間の総降雨量を「ひと雨雨量」とし、同様に同じ確率年の確率水文学量が増加傾向にあることを示した。一方、和田ら⁷⁾は、国内40地点における過去100年間の年最大日降水量観測データを20年ごとに区切り、各期間で100年確率日降水量を算出し、28地点で確率日降水量が増加傾向にあることを

示した。しかしながら、近森⁹⁾が言及するように、確率日降水量が増加傾向にある地点がある反面、必ずしも増加しているとは言えない地点も多く見受けられた。また、こうした統計解析に必要な100年間ほどの長期間統計資料としては日データしか存在しないため、既往の統計解析では、日雨量を対象とせざるを得ず、近年問題となっている数十分から数時間というごく短期間の豪雨の発生頻度に関しては、まだよく分かっていない。

そこで本研究では、岐阜県と長野県における気象台観

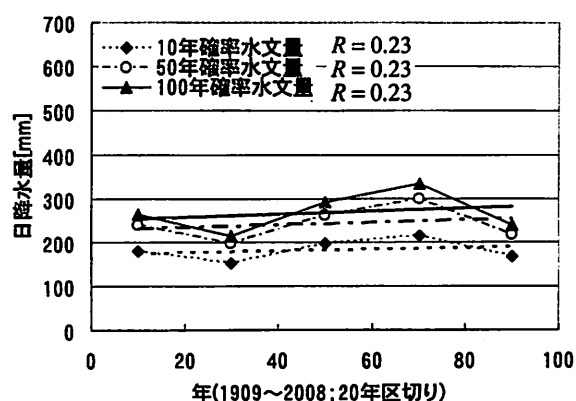


図-1 100年間のデータを20年区切り(5区間)にして算出した確率日降水量のトレンド(岐阜)。

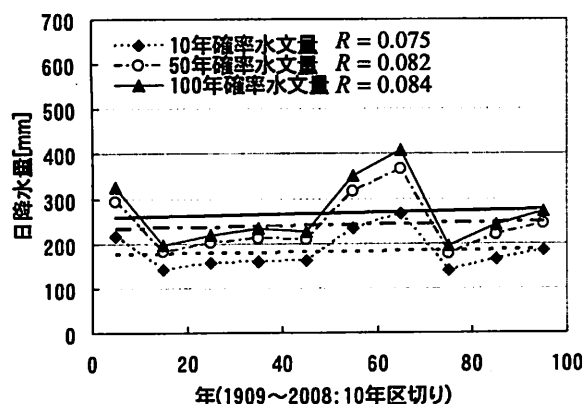


図-2 100年間のデータを10年区切り(10区間)にして算出した確率日降水量のトレンド(岐阜)。

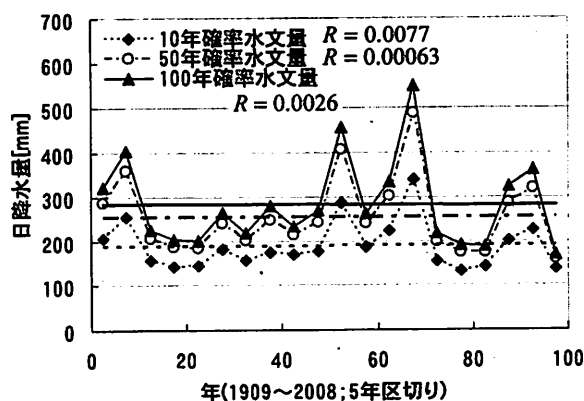


図-3 100年間のデータを5年区切り(20区間)にして算出した確率日降水量のトレンド(岐阜)。

測地点を対象として、短時間に発生する豪雨などの特異的な降水パターンの発生確率が、近年どのような傾向を示しているのかを検討するとともに、こうした傾向と地形との関係を明らかにすることを目的とする。このため、まず、i) 約100年間の日降水量データより、確率日降水量の大まかなトレンド解析を行う。次に、ii) 1時間ごとの降水量データが観測されている約30年間のデータによる極値統計解析結果の示す意味を明確にした上で、日降水量データでは評価が難しい長時間の弱い雨と短時間豪雨の傾向を解析し、確率水文量の経年変化傾向と観測点周囲の地形との関連性について検討を行う。

2. 日降水量一タを用いた100年間のトレンド解析

100年間以上の日降水量の観測データが存在する岐阜、高山、長野、飯田、松本において、過去100年間(1909～2008年)の日降水量データを20年、10年、5年で区切り、各年の年最大日降水量にGumbel分布を当てはめ、10年確率、50年確率、100年確率年最大日降水量をそれぞれ算出した。プロットングポジション公式にはWeibull式を採用した。図-1～3に、データを20年区切り、10年区切り、5年区切りにした場合の岐阜における確率日降水量のトレンド解析結果を示す。太い実線は100年確率水文量のトレンド、一点鎖線は50年確率水文量のトレンド、破線は10年確率水文量のトレンドを示している。図内のRは、それぞれ上から10年、50年、100年の確率水文量のトレンドの相関係数であり、参考のために示している。当然のことながら、確率水文量を求めるためにはより長期間のデータを利用することが望ましい。ただし、ここでは、確率水文量の絶対量そのものを評価するのではなく、その経年変化としてのトレンドの増減を検討することを目的としている。このため、図-1～3では、どの程度のデータ期間に対して何年ほどの確率水文量のトレンドが妥当性を有するのかについて検討してみることにする。図-1より、データを20年区切りにした解析結果からは、10年確率、50年確率、100年確率日降水量の全てが、ここ100年で微増もしくはほとんど変化していない事が分かる。つまり、特異的に発生する確率日降水量のトレンドは、20年のデータ期間で把握可能であると言える。一方、10年区切り(図-2)、5年区切り(図-3)にした解析結果では、極値統計解析を行うデータの区切り区間を短くした結果、区間ごとの確率日降水量の増減が顕著となっている。このため、100年間のトレンドの相関係数は小さくなっているものの、トレンドそのものはいずれも微増、もしくはほとんど変化しておらず、20年区切りと同様な傾向を示している。また、10年、50年、100年

表-1 過去 100 年間の年最大日降水量のトレンド

(単位: mm /年)

観測地	区切年数	10 年確率水文量			100 年確率水文量			平均 SLSC
		100 年間 (1909~2008)	前 40 年間 (1909~1948)	後 40 年間 (1969~2008)	100 年間 (1909~2008)	前 40 年間 (1909~1948)	後 40 年間 (1969~2008)	
岐阜	20 年	0.183	-1.310	-2.468	0.337	-2.473	-4.794	0.048
	10 年	0.106	-1.539	-2.215	0.199	-2.582	-3.682	0.042
	5 年	-0.015	-1.530	-2.430	-0.009	-2.640	-4.252	0.038
高山	20 年	-0.098	-1.801	-0.040	-0.131	-3.997	0.126	0.055
	10 年	-0.230	-2.351	-0.001	-0.396	-4.788	0.217	0.049
	5 年	-0.180	-2.393	-0.102	-0.261	-4.653	0.029	0.039
長野	20 年	0.122	-0.140	-0.291	0.290	-0.431	-0.555	0.035
	10 年	0.128	-0.491	0.323	0.299	-1.012	0.597	0.038
	5 年	0.138	-0.438	0.334	0.330	-0.812	0.656	0.036
飯田	20 年	0.006	1.040	-0.934	0.007	1.506	-1.985	0.046
	10 年	0.114	0.926	-1.121	0.235	1.274	-2.566	0.041
	5 年	0.031	1.321	-2.239	0.048	2.186	-5.009	0.040
松本	20 年	0.060	-0.935	-0.500	0.029	-1.862	-1.102	0.036
	10 年	0.057	-1.447	0.116	0.022	-1.658	-0.039	0.036
	5 年	-0.040	-1.320	0.034	-0.181	-2.430	-0.035	0.033

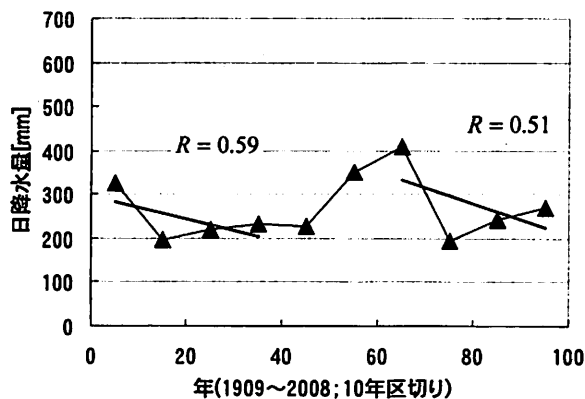


図-4 岐阜の 100 年確率日降水量(10 年区切り)の前半 40 年間と後半 40 年間のトレンド。

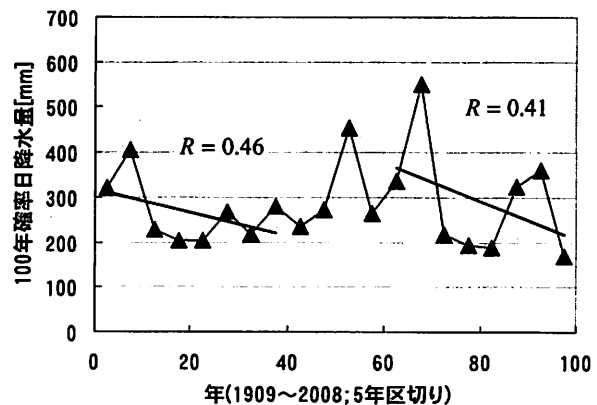


図-5 岐阜の 100 年確率日降水量(5 年区切り)の前半 40 年間と後半 40 年間のトレンド。

確率日降水量の変化傾向はほとんど同じとなった。このことは、区切って解析するデータ期間を10年や5年に短くすることにより、確率水文量そのもののばらつきは大きくなるものの、その経年変化傾向を表すトレンドの増減を検討することは十分可能となっていることを表すと判断できる。

表-1に、岐阜、高山、長野、飯田、松本における、100年間の10年確率及び100年確率年最大日降水量のトレンド(図-1~3の太実線、破線の傾き)を示す。岐阜では、20年区切りでは、10年確率水文量は0.183mm/年、100年確率水文量は0.337mm/年、5年区切りでは、10年確率水文量は-0.015mm/年、100年確率水文量は-0.009mm/年

という値を示し、微増、もしくはほとんど変化していない事が確認できる。高山では、20年区切りでは、10年確率水文量は-0.098mm/年、100年確率水文量は-0.131mm/年と微減、5年区切りでも10年確率水文量は-0.180mm/年、100年確率水文量では-0.261mm/年という値を示し、データの区切り年数、確率年数に関わらず、微減という傾向が見られた。長野、飯田では、データ区切り年数、確率年数に関わらず0.006~0.33mm/年という微増傾向を示した。松本では-0.181~0.060mm/年という微減~微増傾向を示した。10年確率水文量と100年確率水文量では、同じデータ区切り年数であればほぼ同様な、10年確率水文量の方が若干緩やかな変化傾向を示した。

また、各データ区間で適用したGumbel分布に対して、次式で定義される確率分布の適合度評価基準SLSC (Standard Least-Squares Criterion) ⁹⁾を求めた。

$$SLSC = \frac{\sqrt{\xi^2}}{|s_{0.99} - s_{0.01}|} \quad (1)$$

$$\xi^2 = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (s_i - s_i^*)^2 \quad (2)$$

ここで、 s_i ：順序統計量データを推定母数で変換した標準変量、 s_i^* ：非超過確率 i に相当する標準変量の理論値である。標準変量の誤差の標準化には、非超過確率0.99と0.01の標準変量 $s_{0.99}$ と $s_{0.01}$ を用いた。表-1に示すように、SLSCはおおむね0.05以下であり、全ての区間で全体的に良好な値を示した。また、5年区切りデータのみSLSCが極端に高いという事もなく、表-1に示すように20年区切り、10年区切り、5年区切りではほぼ同等のSLSCを示した。

次に、100年間の前半40年間（1909～1948年）と後半40年間（1969～2008年）の期間のトレンドを図-4（10年区切り・100年確率）と図-5（5年区切り・100年確率）のように分けて解析した。図中の R は、それぞれの40年間のトレンドの相関係数である。図-1からは、20年区切りのデータを用いたトレンド解析において、10年、50年、100年確率水文量が、100年間の前半40年間、つまり最初の2点では減少傾向にあり、後半40年間、つまり最後の2点においても減少傾向にあることが分かる。一方、図4、図-5からは、10年、5年区切りのデータを用いたトレンド解析において、100年間の前半40年間は減少傾向にあり、後半40年間においても減少傾向にあることが分かる。このことより、20年区切り、10年区切り、5年区切りのどのデータを用いても、40年間だけの確率年最大日降水量の変化傾向はほぼ同様なものが得られた。表-1の前

半40年間と後半40年間のトレンドを見ると、岐阜では前半40年間は10年確率水文量では-1.5mm/年、100年確率水文量では-2.5mm/年程度、後半40年間は10年確率水文量は-2.5mm/年、100年確率水文量は-4mm/年程度と全て減少傾向を示した。10年確率、100年確率では、両方とも減少傾向を示しているが、10年確率の方が緩やかな変化傾向を示した。

高山では、前半40年間は10年確率水文量では-2mm/年、100年確率水文量では-4mm/年程度と減少傾向を示した。後半40年間では10年確率水文量では-0.001～-0.040mm/年と微減傾向を示し、100年確率水文量では、0.03mm/年～0.22mm/年と微増傾向を示し、唯一確率年数によって微減から微増に変化した。長野、飯田、松本においても100年間のトレンドでは、微増もしくはほとんど変化しない傾向が見られたが、最近40年間では、微増もしくはむしろ減少傾向がみられた。図-1～3での考察結果と同様に、これらの傾向は、20年区切り、10年区切り、5年区切りで大きな違いはみられず、5年区切りでもある程度の期間のトレンドであればそのトレンドを確認することができることが分かった。そこで、次章では5年区切りデータによる解析結果を用いて考察することとする。

3. 1時間降水量データを用いた最近30年間のトレンド解析

日降水量より短期間の豪雨を解析するため、最近30年間の1時間降水量データを使用する。また、観測地点の周囲5kmと10kmの平均斜面勾配と標高値を用いて、観測地点周辺の地形と豪雨の傾向の関係を検討する。観測地点の位置情報と国土地理院発行の数値地図50mメッシュ（標高）より、GISソフトを用いて観測地点の周囲の平均斜面勾配と標高値を算出し、表-2のように整理した。

ここで、降水の発生開始から終了までの連続した降水を一つの降水イベント（ひと雨）とし、4時間以上降水が観測されなかった場合その前後を別の降水イベントとする¹⁰⁾。なお、降水イベントを分割する無降水期間をどの程度の長さにするかは別の議論が必要であるが、無降水期間を4時間とすることにより、そこから得られる水文特性量の時間変化傾向が安定して得られることが、試行錯誤的な検討から明らかにされている¹¹⁾。本章では、日降水量以外に、降水イベント内の総降水量である「イベント総降水量」とイベント総降水量を降水イベントの継続時間で除した「イベント降水強度（＝イベント総降水量/イベント継続時間）」を極値統計解析の対象水文量とする。近年、ほんの数時間の局地的豪雨が問題となっており、日降水量よりも降水イベントを基準とした水

表-2 観測地点周囲の地形情報

観測地点	周囲 5km の 平均斜面勾配 (degree)	周囲 10km の 平均斜面勾配 (degree)	標高(m)
岐阜	0.81	1.28	13
美濃	6.37	7.15	68
八幡	8.27	10.20	250
長野	4.60	9.27	418
長滝	11.27	4.48	430
飯田	7.36	5.49	516
高山	4.93	6.23	560
松本	3.82	7.95	610
諏訪	5.53	7.19	760
軽井沢	5.51	6.80	999

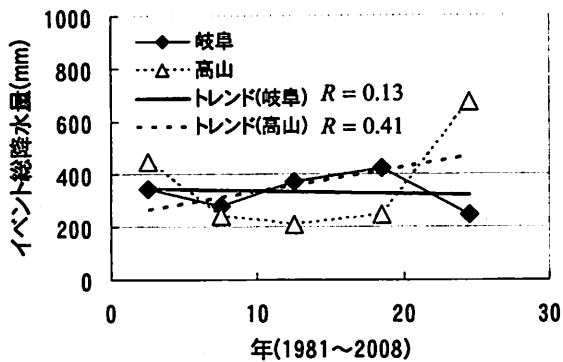


図-6 岐阜と高山の100年確率イベント総降水量のトレンド

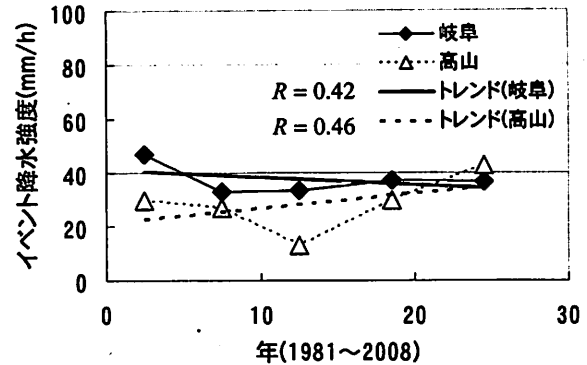


図-9 岐阜と高山の100年確率イベント降水強度のトレンド

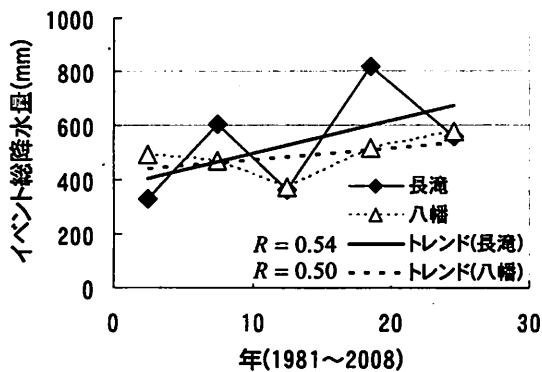


図-7 長滝と八幡の100年確率イベント総降水量のトレンド

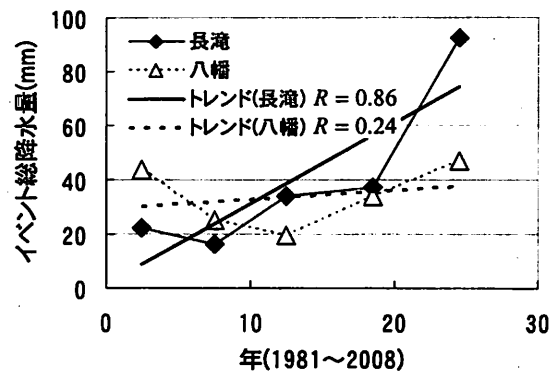


図-10 長滝と八幡の100年確率イベント降水強度のトレンド

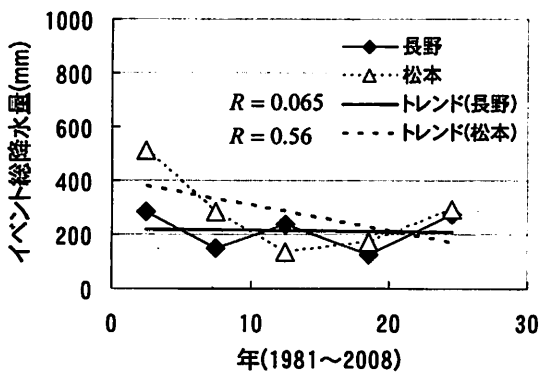


図-8 長野と松本の100年確率イベント総降水量のトレンド

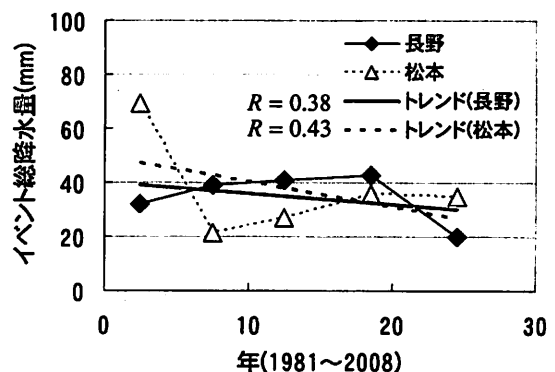
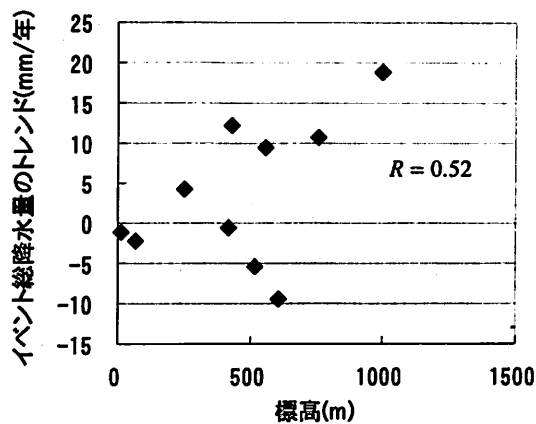


図-11 長野と松本の100年確率イベント降水強度のトレンド

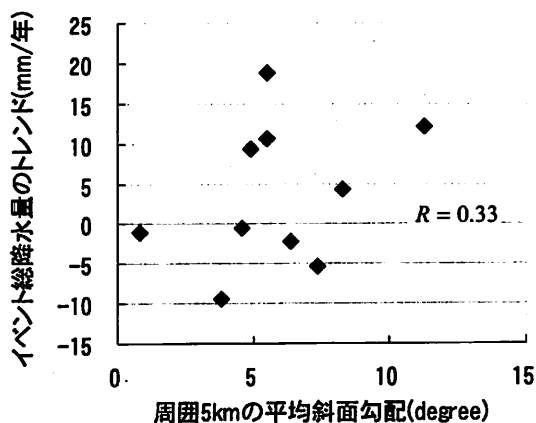
文量の方が短期間局地豪雨の解析に向いていると考えられる。特にイベント降水強度は短時間豪雨を評価できる指標であり、またイベント総降水量は長時間の弱い雨と短時間豪雨を同時に評価できる指標である。

1981年から1時間降水量が観測されている長滝に合わせて、観測データの区切り区間を5年間（1981～1985、1986～1990、1991～1996）と6年間（1997～2002、2003～2008）の5区間に分割し、各区間でGumbel分布を当てはめて100年確率水文量を算出し、計28年間（1981～2008年）の経年変化傾向を解析した。図-6に、岐阜と高山のイベント総降水量のトレンド解析結果を示す。岐阜は1981～2008年の間、若干の増減はあるもののほぼ一定値

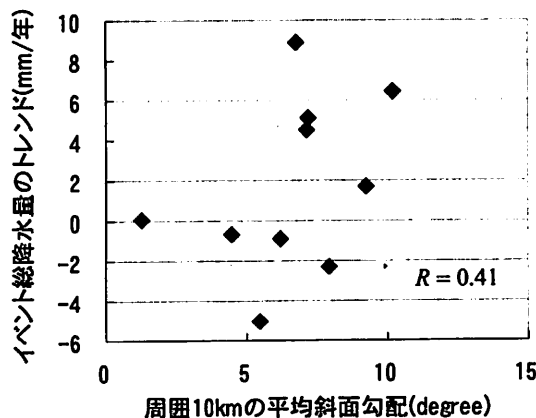
を示している。一方、高山は、1981～1995年ころまでは減少傾向がみられるが、最近6年間で確率水文量が高いため、28年間のトレンドとしては、増加傾向が見られる。図-7に長滝と八幡の、図-8に長野と松本のイベント総降水量のトレンド解析結果を示す。長滝は区間ごとに増減を繰り返しているが、明瞭な増加傾向が見られる。八幡は、1991～1996の区間で若干減少しているが、全体として増加傾向が見られる。長野はほぼ横ばい、松本は減少傾向が見られた。イベント降水強度についても同様に、1981～2008年のトレンド解析を行った。図-9に岐阜と高山のイベント降水強度のトレンド解析結果を示す。岐阜は最初の5年間(1981～1986)の値が若干高めであるため、



(a) 観測地点の標高との関係



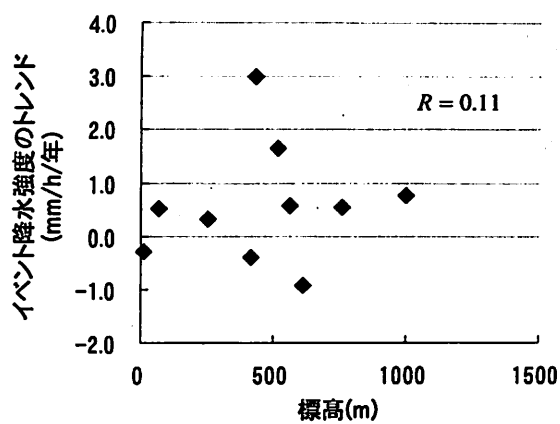
(b) 観測地点の周囲 5km の平均斜面勾配との関係



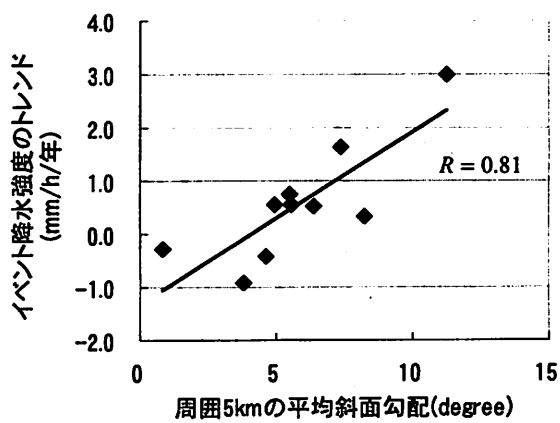
(c) 観測地点の周囲 10km の平均斜面勾配との関係

図-12 100 年確率イベント総降水量のトレンドと観測地点周囲の地形との関係

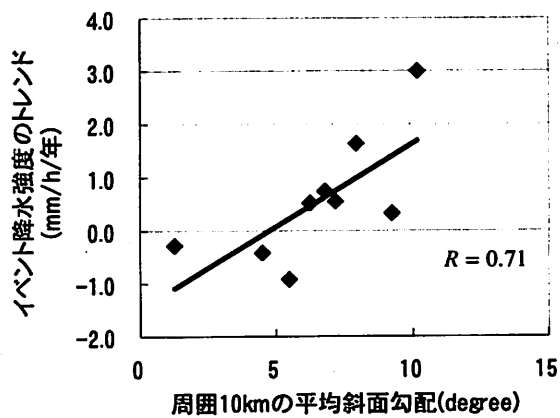
28年間全体としては若干微減傾向がみられる。高山は若干微増の傾向が見られる。これは、イベント総降水量とよく似た傾向を示している。図-10に長滝と八幡の、図-11に長野と松本のイベント降水強度のトレンド解析結果を示す。八幡は、イベント総降水量とよく似た微増の傾向を示すが、長滝はイベント総降水量よりさらに明瞭な増加傾向を示している。松本はイベント降水強度と同



(a) 観測地点の標高との関係



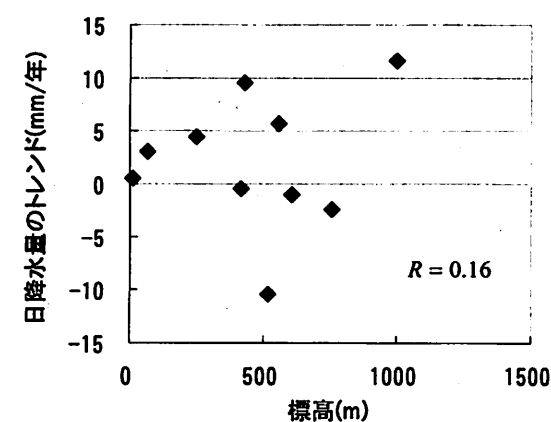
(b) 観測地点の周囲 5km の平均斜面勾配との関係



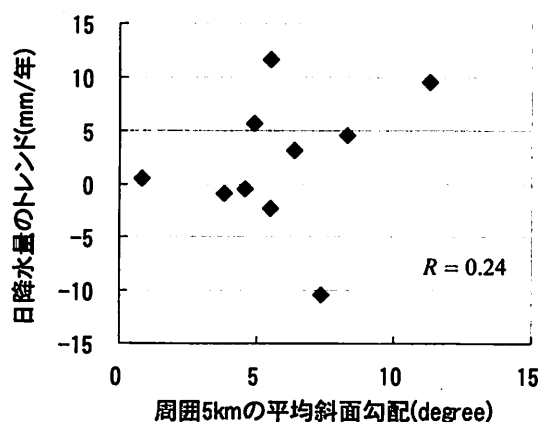
(c) 観測地点の周囲 10km の平均斜面勾配との関係

図-13 100 年確率イベント降水強度のトレンドと観測地点周囲の地形との関係

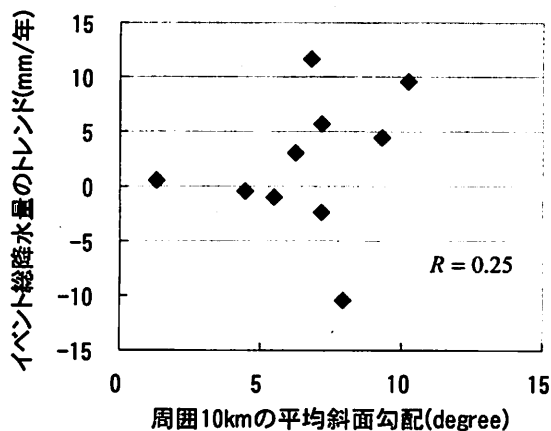
様な減少傾向を示したが、長野はほとんど横ばいであった。以上のようにイベント総降水量とイベント降水強度では、同じ観測地点でもその経年変化傾向が異なる場合がある。そこで、これらの各観測地点でのトレンドと観測地点周囲の地形との関係について調べた。図-12にイベント総降水量と(a)標高との関係、(b)観測地点の周囲 5kmの平均斜面勾配、(c)観測地点の周囲10kmの平均斜面



(a) 観測地点の標高との関係



(b) 観測地点の周囲 5km の平均斜面勾配との関係



(c) 観測地点の周囲 10km の平均斜面勾配との関係

図-14 100 年確率日降水量のトレンドと観測地点周囲の地形との関係

勾配との関係を示す。図-12 (a)より、イベント総降水量のトレンドと観測地点の標高との間には、弱い正の相関があるようにも見えるがあまりはっきりしない。周囲 5km, 10kmの平均斜面勾配 (図-12 (b), (c)参照) も同様に地形とイベント総降水量のトレンドとの関連性が見受けられない。

一方、イベント降水強度と地形との関係については、

標高との関連性はあまり見受けられないが (図-13 (a)参照) ; 周囲 5kmの平均斜面勾配との間には、比較的明瞭な相関が見られた (図-13 (b)参照) 。この関係は、観測地点の周囲 10kmの平均斜面勾配でも見られるが (図-13 (c)参照) , 周囲 5kmでは相関係数 $R = 0.81$, 周囲 10kmでは $R = 0.71$ と周囲 5kmの方がより高い相関が得られた。また、日降水量に関しても、イベント総降水量、イベント降水強度に合わせて、1981~2008年の期間でのトレンド解析を行い、周囲の地形との関係を調べた (図-14参照) 。しかし、イベント総降水量と同様に、地形と100年確率日降水量との関係は見受けられなかった。

4. おわりに

本研究では、最近100年間の日降水量データと、30年間の1時間降水量データを用いて、確率水文量のトレンドと観測地点周囲の地形との関係について調べた。得られた知見は以下の通りである。

- 日降水量データを用いた100年間のトレンド解析では、全て地点においてここ100年間の変化傾向は微増かほとんど変わらないということが分かった。
- ここ40年間の変化傾向に関しては、微増かむしろ減少傾向を示す地点があることが分かった。
- ここ30年間では、イベント総降水量、イベント降水強度とともに、明白な増加傾向を示す地点は長滝、八幡の2点程度で、他の多くの地点では微増、もしくは微減傾向を示した。
- ここ30年間のトレンド解析結果より、イベント総降水量と日降水量と周囲の地形情報との関連性は確認できなかったが、イベント降水強度と観測地点の周囲の平均斜面勾配に関して正の相関が見られた。
- 短期集中豪雨の指標となるイベント降水強度だけに周囲の斜面勾配との関係が見られたことから、周囲の地形が急峻な地域においてゲリラ豪雨の頻度が増加しているが、周囲の地形が平坦な地域ではむしろ減少していると考えられる。
- 日降水量データを用いた100年間のトレンド解析では、全て地点においてここ100年間の変化傾向は微増かほとんど変わらないということが分かった。
- ここ40年間の変化傾向に関しては、微増かむしろ減少傾向を示す地点があることが分かった。
- ここ30年間では、イベント総降水量、イベント降水強度とともに、明白な増加傾向を示す地点は長滝、八幡の2点程度で、他の多くの地点では微増、もしくは微減傾向を示した。
- ここ30年間のトレンド解析結果より、イベント総降

水量と日降水量と周囲の地形情報との関連性は確認できなかったが、イベント降水強度と観測地点の周囲の平均斜面勾配に関して正の相関が見られた。

- ・ 短期集中豪雨の指標となるイベント降水強度だけに周囲の斜面勾配との関係が見られたことから、周囲の地形が急峻な地域においてゲリラ豪雨の頻度が増加しているが、周囲の地形が平坦な地域ではむしろ減少していると考えられる。

ゲリラ豪雨の頻度が増加していると判断される周囲が急峻な山地域では、管理されずに放置された森林となっていることが多いため、山地域での今後の検討では、気候変動だけでなく、森林管理状況も含めて、流出現象に及ぼす影響を評価することが重要になると考えられる。

謝辞：本研究の一部は、平成18～21年度科学研究費補助金（基盤研究(B)，課題番号：18310021，研究課題名：地球温暖化・気候変動下での流域環境変化に関する森林管理の有効性評価，研究代表者：岐阜大学 篠田成郎教授），平成22年度科学研究費補助金（挑戦的萌芽，課題番号：22651012，研究課題名：環境保全・CO2削減・経済性に着目した森林起点型地域づくりデザイン指標の提案，研究代表者：岐阜大学 篠田成郎教授）の補助を受けて実施されました。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) Jones, P. D. and Hulme, M.: Calculating Regional Climatic Time Series For Temperature and Precipitation: Methods and Illustrations, *Int J Climatol*, Vol. 16, pp. 361-377, 1996.
 - 2) IPCC: The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC, Chapter 3, pp. 299-316, 2007.
 - 3) Shinoda, M., Okazaki, T., and Sakurai, M.: Diurnal Variations of Rainfall over Niger in the West African Sahel: A Comparison between Wet and Drought Years, *Int J Climatol*, Vol. 19, pp. 81-94, 1999.
 - 4) Yamamoto, R. and Sakurai, Y.: Long-term Intensification of Extremely Heavy Rainfall Intensity in Recent 100 years, *World Resour Rev*, Vol. 11, No. 2, pp. 271-282, 1999.
 - 5) 寒川典昭, 小池一臣, 大山 悟: 日降水量の強度別降水日数の経年変化, 水文・水資源学会 2001 年研究発表会要旨集, pp. 164-165, 2001.
 - 6) 近森秀高, 永井明博: 岡山における確率水文量の長期的変動, 水文・水資源学会 2002 年研究発表会要旨集, pp. 96-97, 2002.
 - 7) 和田一範, 村瀬勝彦, 富澤洋介: 地球温暖化に伴う降雨特性の変化と洪水・渇水リスクの評価に関する研究, 土木学会論文集, No. 796, pp. 23-37, 2005.
 - 8) 近森秀高, 永井明博: 降雨日発生パターンの経年的変化, 水文・水資源学会 2006 年研究発表会要旨集, pp. 278-279, 2006.
 - 9) 宝 馨, 高埴琢馬: 水文頻度解析における確率分布モデルの評価基準, 土木学会論文集, No. 393/II-9, pp. 151-160, 1988.
 - 10) 篠田成郎, 守利悟朗, 和田祐典, 亀原裕, 山川淳平, 片桐 猛: 気候変動による森林流域の変化 - 長良川流域を対象として, 第 12 回地球環境シンポジウム論文集, pp. 165-170, 2004.
 - 11) 梅田靖司: 長期水文データを用いた長良川流域での降水パターンの検討, 岐阜大学卒業論文, 2009.
- (2011. 4. 1 受付)
(2011. 7. 7 受理)

Trend Analysis of Precipitation Pattern in Mountainous Area and Flat Land with Extreme Value Statistics

Toshiharu KOJIMA¹, Seirou SHINODA² and Takayuki SUZUMARA³

¹River Basin Research Center, Gifu University

²Information and Multimedia Center, Gifu University

³Graduate School of Engineering, Gifu University

Trends of extreme-value statistics for precipitation data observed in the central area of Japan were analyzed to investigate the influence of climate changes to the changes in the precipitation pattern. In this analysis two kinds of statistics were proposed to evaluate the occurrence characteristics of sudden heavy rainfall. One is gross event precipitation, which is gross amount of precipitation in a precipitation event and becomes an index for both short time heavy rainfall and long time small rainfall. Another one is event precipitation rates which is defined as gross precipitation / event duration and becomes an index for short time heavy rainfall. Recent 28-yearly precipitation data (1981 - 2008) were divided to 5-yearly data periods. As the results of estimating probable precipitation with 100-year return period at each 5-year period, a few points of probable event gross precipitation and event precipitation rate show the explicit tendencies to increase in mountainous area such as Nagataki, Hachiman on the contrary that most points showed the tendencies to slight increase or decrease. Event precipitation rate and slope gradient around rainfall gages had a positive correlation. On the other hand, gross event precipitation and topographical properties had no explicit relationship.