

タが存在している観測地点は、互いの距離がかなり離れていることが多いため、距離が近接している点でトレンドがどのように異なっているのかを知ることが極めて困難である。白坂と穴の宮は、近接しているにもかかわらず、長期のデータが存在している貴重な観測点であるため、本研究のような解析が可能である。飯田は白坂、穴の宮の東側で内陸部の地点として選んだ。

解析には、観測期間が最も短い観測点に合わせ、1930～2008年までの日降水量データを使用した。名古屋、岐阜、飯田の日降水量データは、気象庁(2012)ホームページの「過去の気象データ検索」より取得した。白坂と穴の宮のデータは、公表データ(愛知演習林・演習林研究部, 1976; 1977; 愛知演習林, 1981; 1984; 1987; 1999; 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林生態水文学研究所, 2012) および未公表データを用いた。

5地点の欠測日を表-1に示す。欠測は、欠測のある年の前後2年分の最寄りの2地点(例えば白坂の場合、穴の宮と名古屋)のデータを用いて、その地点の日降水量を推定する重回帰式を作成し、欠測のある年月日に適用して、日降水量データの推定値を求め、補完した。重相関係数は0.75～0.97の範囲に収まっていた。

名古屋、岐阜、飯田は1968年1月1日、白坂は2001年1月1日、穴の宮は1994年4月27日から降水量データの最小単位が0.1 mmから0.5 mmに変更されている。最小単位0.1 mmの日降水量データを最小単位0.5 mmの日降水量データに換算する方法は、転倒マス雨量計に入った水がいつまでも蒸発せずに残ることを想定した無蒸発の仮定による方法と、雨量計内に残っている水がすべて蒸発してなくなることを想定した完全蒸発の仮定による方法の2種類がある(Fujibe *et al.*, 2005; 2006a; b)。本研究では、完全蒸発の仮定を採用して、最小単位0.1 mmの日降水量データを最小単位0.5 mmの日降水量データに換算した。具体的には、最小単位0.1 mmの日降水量の小数点以下の数字が0または5の場合はそのままとし、1～4の場合は0、6～9の場合は5とした。併せて、換算しないデータをトレンド解析に用いた場合との比較を行った。

本研究では、トレンドの統計的有意性を検証する手法として、ノンパラメトリック検定の一つであるMann-Kendall検定を使用した。なお、本稿で言う「トレンド」とは一次トレンド(x を年、 y を年降水量

として求めた回帰直線の傾きで、単位は mm year^{-2})を意味する。

III. 結果

5地点の79年間の年降水量とトレンド(x を年、 y を年降水量として求めた回帰直線)を図-2に示す。いずれの地点でもわずかな増加傾向を示しているが、統計的に有意なトレンドではなかった。

図-3(a)に、トレンドを計算する終年を2008年に固定し、始年を1930年から1979年まで変化させて得られる回帰直線の傾きと、トレンドを計算する年数(以下、これをトレンド年数と定義する)の関係を示す。トレンド年数が30～40年間の場合、各地点の傾きのばらつきは大きいですが、40年間を超えるとばらつきが小さくなっていく様子が読みとれる。岐阜を除く4地点では、傾きが45年間で揃ってほぼゼロとなり、48年間～60年間にかけて減少し、61年間に負のピークを形成した後、増加に転じ、70年間にはほぼゼロとなり、79年間までゼロが続くという同一の変動パターンを示している。それに対して、岐阜はこれらの地点とは異なり、45年間でも負の傾きを示し、48～60年間の減少傾向や61年間の負のピークは明瞭でなく、この間、ほぼ一定の負の値を取り続けた後、増加に転じ、70年間には他の4地点と同様にほぼゼロとなり、70～79年間は他の4地点とほぼ同じ値を取っていた。

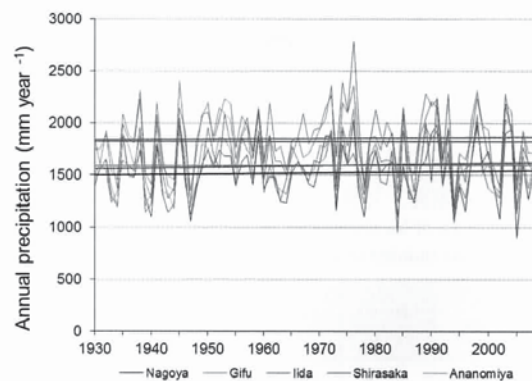


図-2 名古屋、岐阜、飯田、白坂、穴の宮における1930年から2008年までの年降水量の長期変動。図上の直線は、 x を年、 y を降水量として求めた回帰直線。

Fig.2 Long-term variation for annual precipitation at Nagoya, Gifu, Iida, Shirasaka, and Ananomiya for 1930-2008. Regression lines were calculated using annual precipitation and year.

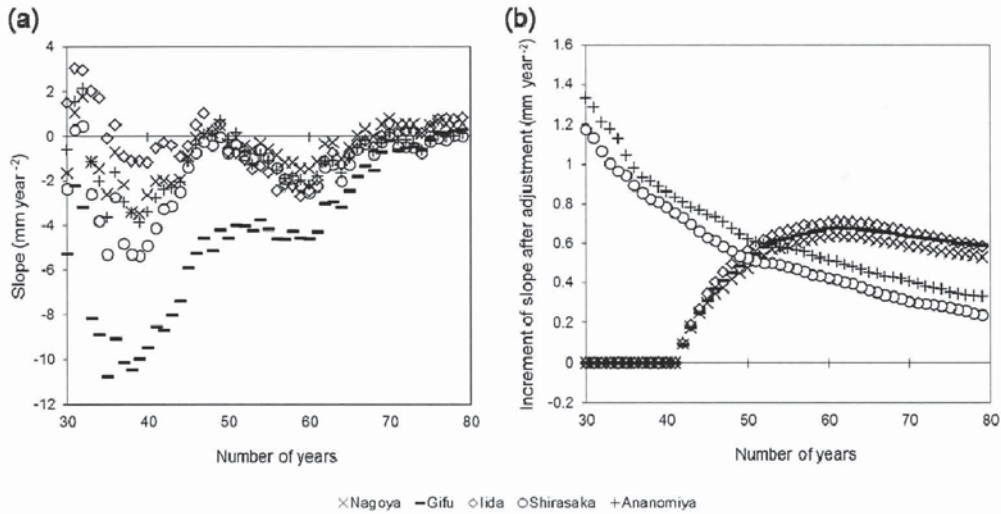


図-3 (a)名古屋, 岐阜, 飯田, 白坂, 穴の宮における年降水量のトレンドを計算する期間を1979~2008年(30年間)から1930~2008年(79年間)まで変化させた場合の, 回帰直線の傾きの変化. (b)最小単位0.1 mmのデータを0.5 mmに補正する前と補正した後の回帰直線の傾きの増分の変化.

Fig. 3 (a)Relation between the slope of the linear regression line for annual precipitation at Nagoya, Gifu, Iida, Shirasaka, and Ananomiya, and the number of years of data used (30-79). (b) Relation between increments of the slopes of the linear regression lines for five stations after adjusting the minimum 0.1-0.5 mm unit precipitation and the number of years (30-79).

これらの値すべてについてMann-Kendall検定を適用した結果, 岐阜の59~61年間, 37~43年間のみ, 90%有意水準で有意な減少傾向となり, 他に有意な傾向は認められなかった.

最小単位を0.1 mmから0.5 mmに変更することで, 過去の年降水量が小さく評価されるため, 回帰直線の傾きは増加する. その増加量と, トレンド年数との関係を図-3(b)に示す. 図-3(a)において4地点のばらつきがなくなる年数の45年の場合, 傾きの増加量は気象庁の3地点で約0.4 mm year⁻² (100年間で年降水量約40 mmの増加), 東大の2地点で約0.7 mm year⁻² (100年間で年降水量約70 mmの増加)であった. 5地点のばらつきがなくなる70年間では, 傾きの増加量は気象庁の3地点で約0.6, 東大の2地点で約0.4であった.

IV. 考察

本研究で得られた年数依存性と空間代表性の関係をまとめると以下ようになる. トレンド年数45年間未満の場合, トレンドは5地点でそれぞれ異なる. トレンド年数45年以上70年間未満では, 岐阜を除く4地点について共通のトレンドがみられ, トレンド年数70年以上では5地点で共通のトレンドがみられた.

この結果は, 岐阜と他の4地点のトレンドが異なっている要因が, 70年以上の長期間のトレンドでは不明瞭になるような要因であることを示唆している. 図-2から, 長期平均年降水量がほぼ同じ岐阜と白坂の年降水量は, 1930~49年の20年間は白坂が岐阜よりおおむね大きいように見えるが, 1950~79年の30年間は逆に岐阜が白坂よりおおむね大きいようにみえる. この違いが, トレンド年数45年以上70年間未満で岐阜だけが異なったトレンドを示した要因と考えられる. 1930~49年の20年間平均年降水量は, 白坂が岐阜よりも38 mm多かったが, 1950~79年の30年間は逆に100 mm少なかった. それに対して, 他の4地点でこのような違いが見られないことが, トレンド年数45年以上でほぼ同一のトレンドの年数依存性を示した要因であると考えられた. 岐阜は, 他の4地点とは異なり, 日本海側の気候の影響を受けているため, このような違いが生じたものと示唆される. 濃尾平野は日本列島の狭窄部の東側にあるため, 西風が関ヶ原を通過して侵入しやすく, その影響は濃尾平野の西側ほど強いことが指摘されている(大和田・鳥居, 2008). 今後, 彦根や敦賀など, より日本海側の影響が強いと考えられる地点についても同様の検討を行うことが必要である.

最小単位0.1 mmで観測されたデータを0.5 mmに