

## 2 分析に使用した気候データの概要

### 2.1 使用データ

大規模崩壊発生時の気象状況を気候的に捉えるため、気候統計分析において標準的な指標である、年平均気温、年間降水量、年間の日 100mm 超過日数を使用する<sup>4)・9)</sup>。また、全国値の予察においては年間の日 200mm 超過日数も参考にする。第 1 段階では全国平均値を用いる。第 2 段階では、各大規模崩壊発生事例における気象状況を最も良く反映する近傍の気象官署を、気候監視用に用いられる 51 官署(図 1.1)から選定し、該当官署の観測値を用いる(以下、「最寄りの官署値」と言う)。第 2 段階で用いた最寄りの官署値は、最寄りではあるものの、数が十分とは言えず、官署分布も発生事例分布とは平面的にはもとより標高も異なる。そのため、全国値に基づく分析と最寄りの官署値に基づく分析とで、信頼度の優劣は必ずしも自明ではない。特に、本検討で対象とする気温と降水量については、観測の地理的・空間的代表性が異なる。標高差も含め、一般論として、100km 離れていても気温観測については代表させることには支障が少ない。しかしながら、降水量観測については、メソ気象のスケール(～10km)を超えて離れた観測値を使用する場合には、やや支障がある(例えば、IPCC, 2015<sup>10)</sup>)。この気候データの特性、過去の観測資料の利用可能性が、分析結果の妥当性・信頼性を左右することに注意を要する。

### 2.2 データ処理方法

気候統計分析においては、観測値を年平均化する等のみならず、10 年間ごとに一定の手順で更新される 30 年間の観測平均からの差分処理をした値を用いている(以下、「平均差分法」、「平均差分値」と呼ぶ。)。気温或いは降水量のいずれか一方のみを用いる場合は平均差分法に基づくことで支障はない。他方、本検討では、両方のもの、しかも様々な官署のものを用いることから、次元と変動幅(ばらつき)の異なる 2 指標を比較して用いられるよう、それぞれの平年値算出期間における標準偏差によって無次元化、正規化処理をする。正規化処理に用いる標準偏差自体も、該当期間の変更に伴って大きく変動する。そこで、標準偏差についての感度分析をまず行う。

今回、2011 年 5 月から使用されてきた平年値(平年値 2010、或いは「旧平年値」)が、更新されることで、平年値に基づく大規模崩壊発生時の気象状況の評価が変わることから、平年値更新の影響度合いを分析する。

### 2.3 気候データについての処理結果

#### 2.3.1 全国平均気及び全国平均年降水量の変動

図 2.1 に正規化のために用いる標準偏差を、統計開始年を BY～として該当期間別に示す。平年値は 1961 年から作成・公表されているが、ここでは検討のために 30 年統計量(平均と標準偏差)を 1901 年まで遡って同様の手法で算出した(公表されてきた平年値との混同を避けるため「30 年統計量」と表記する)。気温については、平年値を算出する基準年が進むに

従って、ばらつきを表す標準偏差が約 0.4℃から約 1.4℃へと単調に増大していた。一方、降水量については、標準偏差は単調増加ではなく、約 130mm～約 160mm の間で変動していた。特に平年値 2010 で約 160mm であったものが、平年値 2020 では約 140mm と、現平年値から見て寒冷であった 1931 年、1941 年、1951 年基準年並みに低下した。

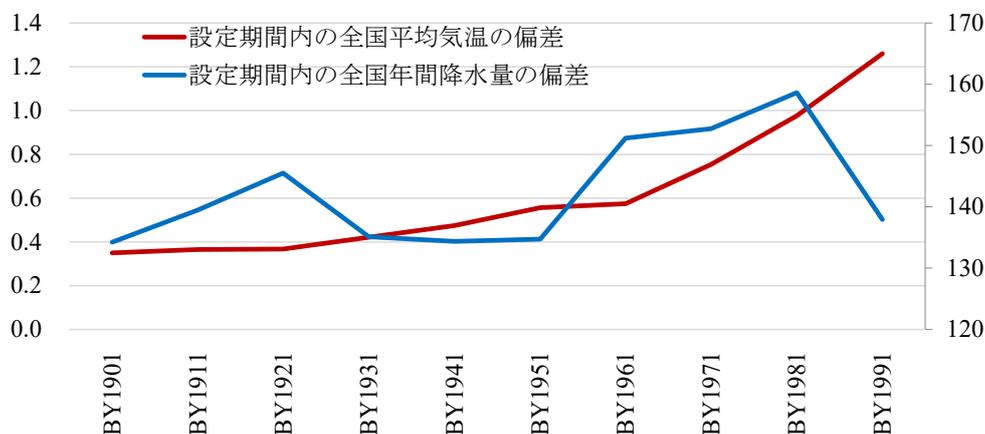


図2.1 設定期間ごとの30年統計量の変化(平均気温及び年降水量の標準偏差, BY: 設定期間開始年(以下同じ。))

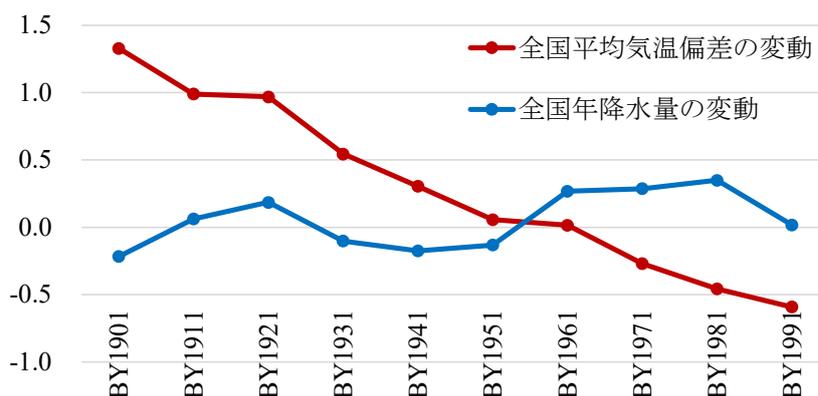
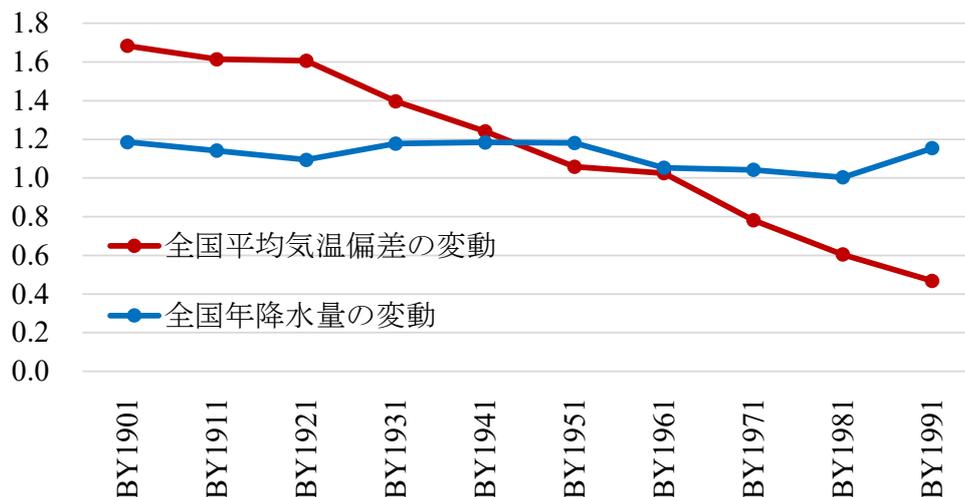


図2.2 正規化後の30年統計量への設定期間の影響(年平均気温及び年降水量平均, 全期間)

分析に用いる 1898 年～2020 年全 123 年の気候について、温暖・寒冷の判別をする上では基準となる平年値を導入し、視座を固定することが前提となる。全 123 年の気温と降水量を、平年値を算出する基準年からの 30 年統計量で正規化した平均は図 2.2 の通りとなる。気候変動、特に温暖化が進行した平年値 2010 や平年値 2020 から過去を振り返れば、全体としては正規化後の気温の平均値はマイナスとなり、寒冷だったと見なされる。一方、降水量については、平年値 2010 や同 2020 よりも多かった時期があったことを反映して、123 年平均では依然として+0.5 程度となった。全 123 年の気温と降水量を正規化した値の標準偏差は図 2.3 の通りとなる。気温については約 0.5 (<1.0) へと低下し、降水量についてはほぼ 1.0 前後になった。30 年統計量の標準偏差・ばらつきが、123 年間全体と同程度であれ

ば 1.0 程度、30 年統計量の方が大き(小)ければ 1.0 未満(より大)となることから、気温については平年値 2010, 同 2020 へと更新されるたびにばらつきが大きくなる一方、降水量についてはばらつきは全体として大きく変わっていないことが分かる。視座として使用する 30 年統計量自体が変動していることを明示的に分析したことから、次節以降、温暖・寒冷の別を議論するために、気候統計の手法に倣い、尺度として新旧平年値を適用する。



**図2.3 正規化後の30年統計量への設定期間の影響(年平均気温及び年降水量偏差, 全期間)**

### 2.3.2 気候統計量間の関係性

全 123 年間の正規化処理後の全国平均気温偏差と全国平均年降水量偏差の関係は、平年値 2010 を用いた場合、図 2.4, 平年値 2020 を用いた場合、図 2.5 の通りである(図中  $\mu_t$  は該当する箇所別年平均気温の期間平均値,  $\sigma_t$  は同標準偏差値,  $\mu_p$  は対象とする年降雨指標の期間平均値,  $\sigma_p$  は同標準偏差値。本検討中で以下同様。表 2.1 中にもまとめて表示している。)。基本統計量は表 2.1 の通りであり、ほぼ無相関である。4 つの各象限に分類される年数は、平年値ごとに、(第 1 象限から反時計回りに)21, 59, 36, 7(2010), 及び 10, 54, 56, 3(2020)であった。

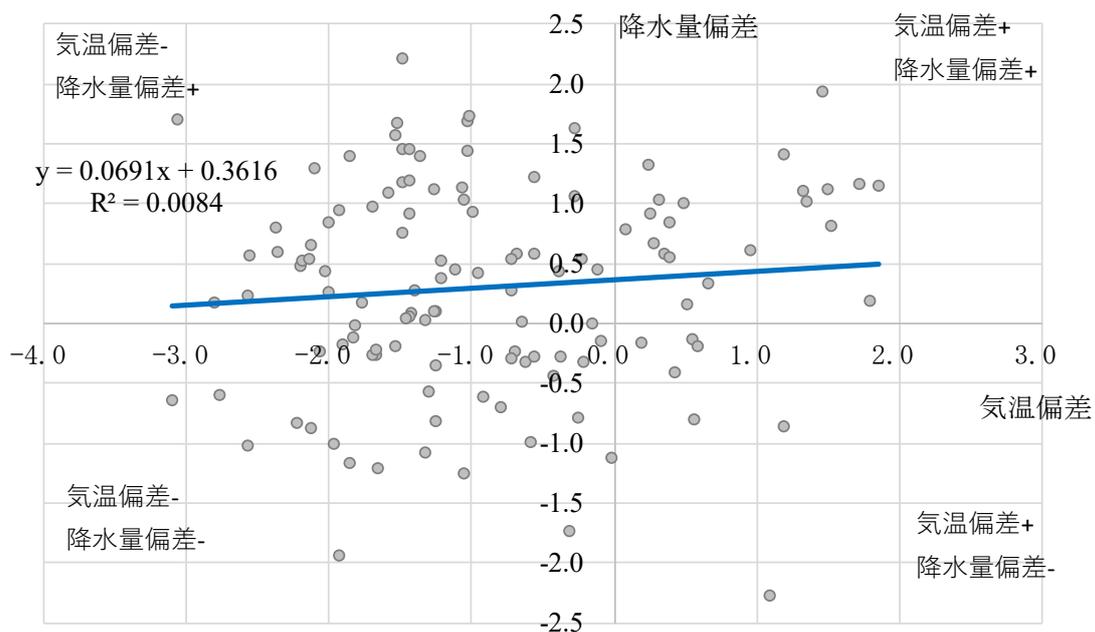


図2.4 年平均気温及び年降水量の関係（平年値2010により正規化，全国値）

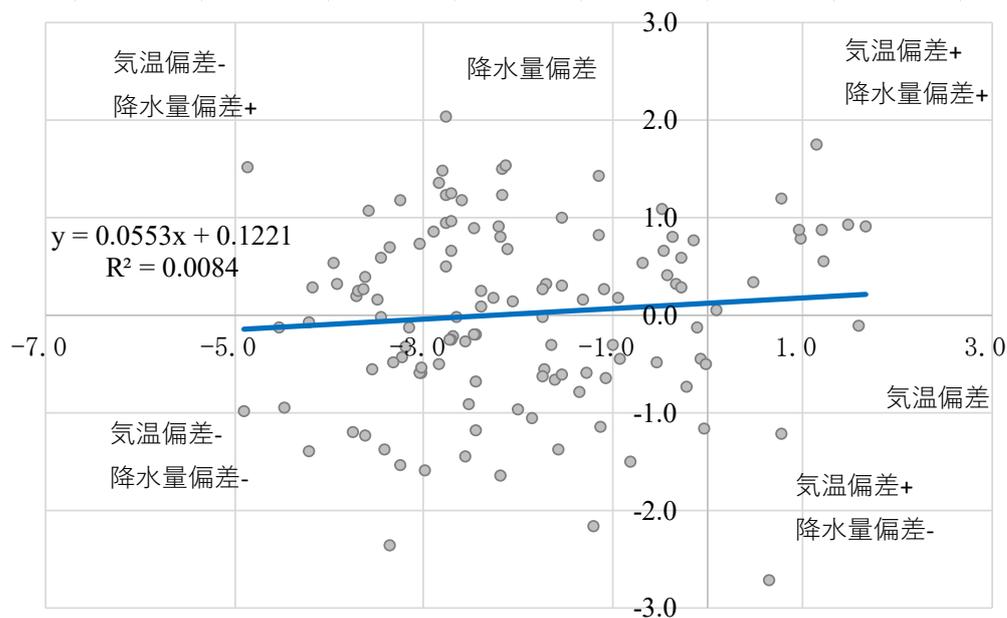


図2.5 平均気温及び年降水量の関係（平年値2020により正規化，全国値）

表 2.1 全期間の正規化統計量

全期間正規化統計量	平均	標準偏差	決定係数 $R^2$
平年値 2010(旧平年値)	気温:-0.87 降水量:0.30	気温:1.15 降水量:0.87	$8.4 \times 10^{-3}$
平年値 2020(新平年値)	気温:-1.95 降水量:0.01	気温:1.53 降水量:0.92	$8.4 \times 10^{-3}$

年・日 100mm 及び 200mm の超過日数は、極値統計量であるため値自体が小さく、かつ、閾値依存性が強い(閾値の大きい 200mm の方が強くなる)。そこで、まず元の値での年降水量との関係を示す(図 2.6 及び図 2.7)。年降水量との相関を  $R^2$  で見ると、年・日 100mm 超過日数は  $4.1 \times 10^{-1}$ 、同年・日 200mm 超過日数は  $1.1 \times 10^{-1}$  となり、予想される通り前者の方が年降水量との相関が強い(図 2.8、平年値 2010 も同様であるため、平年値 2020 によるものを示す)。極値としては、閾値依存性がより弱いという意味で、年・日 200mm 超過日数よりも、年・日 100mm 超過日数を用いる方が適当である。閾値依存性がないという意味では、降雨の強弱は間接的にしか表現出来ないものの、年降水量自体を用いることに利点があると言える。

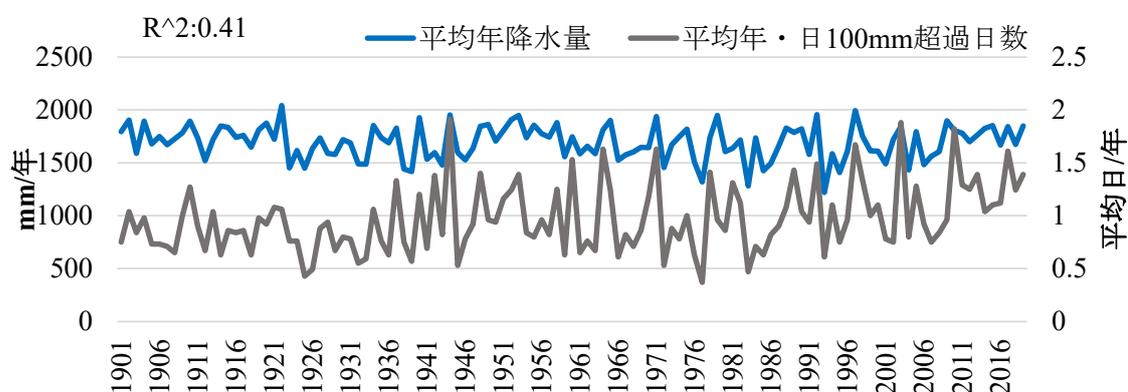


図2.6 年降水量と平均年・日100mm超過日数(全国値)

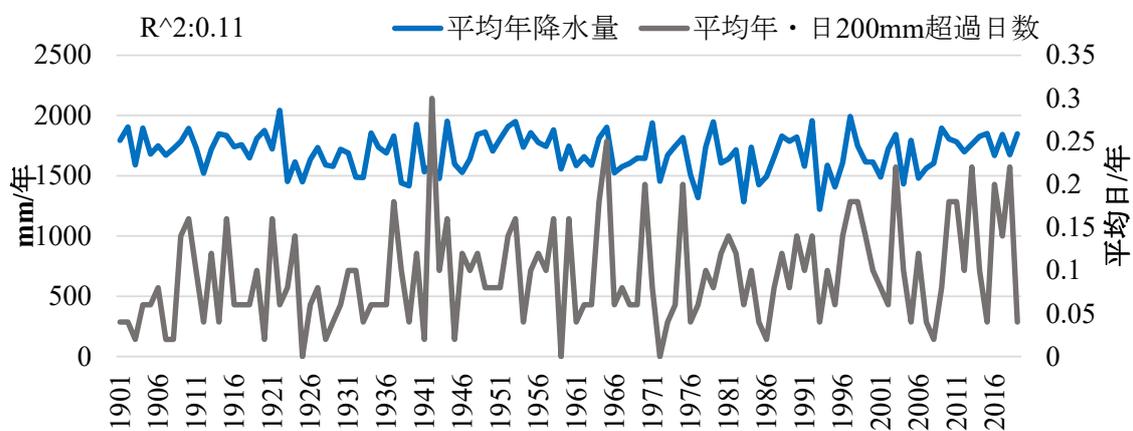


図2.7 年降水量と平均年・日200mm超過日数(全国値)

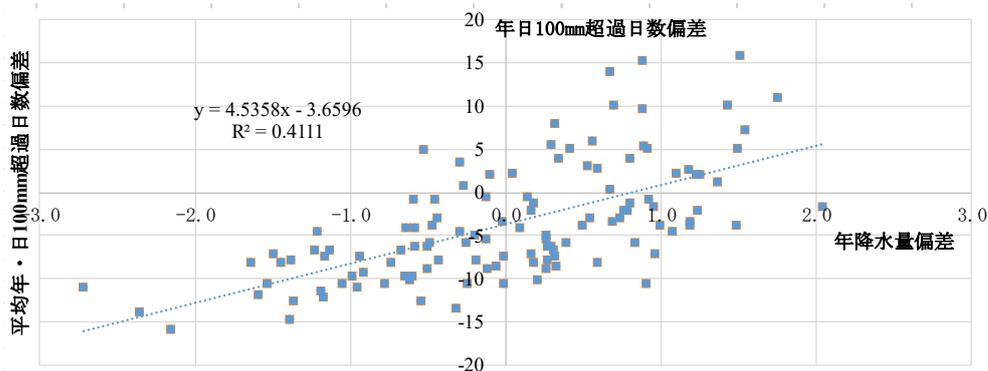


図2.8 平均年降水量偏差と平均年・日100mm超過日数偏差の関係  
(平年値2020により正規化, 全期間のデータ, 全国値)

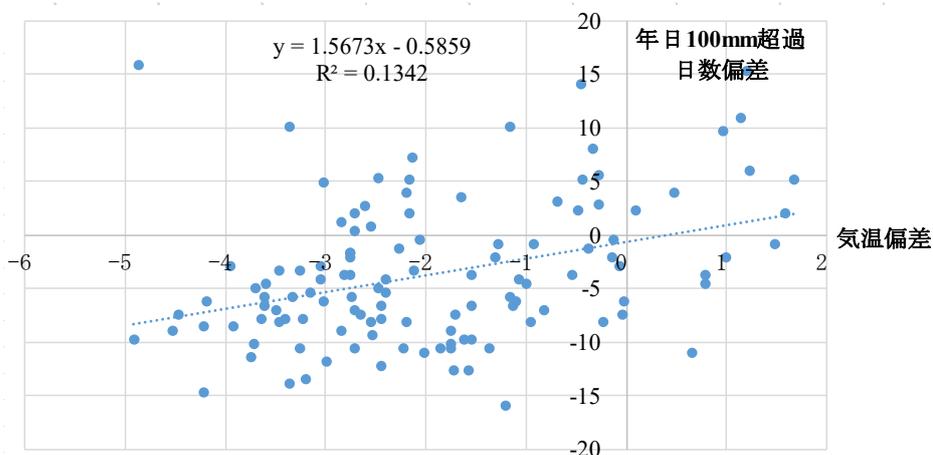


図2.9 年平均気温と平均年・日100mm超過日数の関係  
(平年値2020により正規化, 全期間のデータ, 全国値)

全国における年平均気温と年・日 100mm 超過日数の関係は図 2.9 の通りであり。R<sup>2</sup> は  $1.34 \times 10^{-1}$  であり、表 2.1 に示した年降水量の  $8.4 \times 10^{-3}$  を約 5 割上回る。このことは、「年平均気温の大きい年の方が激しい気象が多い」という最近の気候学的な見解<sup>11)</sup> と整合的である。しかしながら、年降水量、年・日 100mm 超過日数共、年平均気温との相関は小さく、強い関係はなかった。

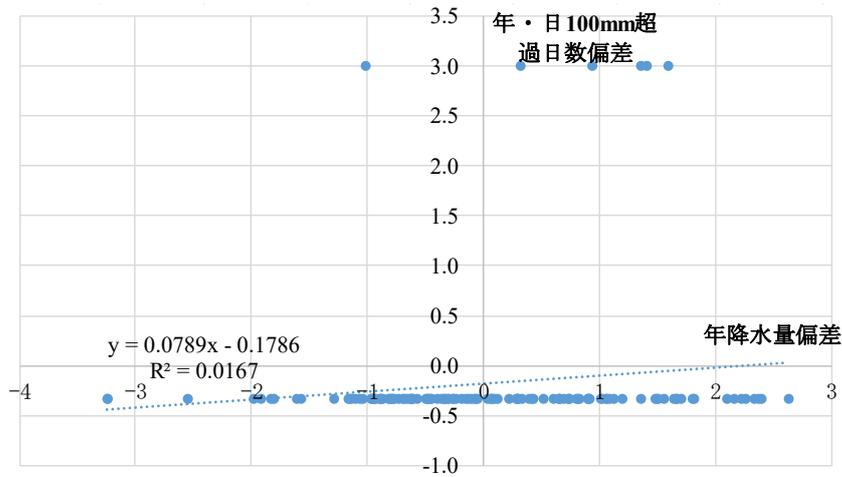


図2.10 年降水量偏差と年・日100mm超過日数偏差の関係  
(平年値2020により正規化, 官署「長野」)

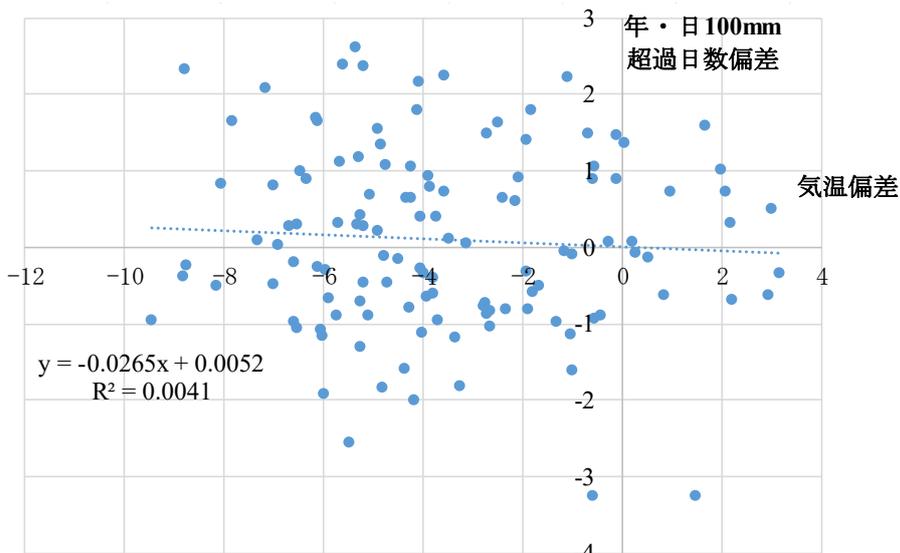


図2.11 年平均気温偏差と年・日100mm超過日数偏差の関係  
(平年値2020により正規化, 官署「長野」)

個別官署における相関関係を、最寄りの官署として頻用される官署「長野」を例に見ると、年降水量と年・日100mm超過日数の関係は図2.10の通りに、年平均気温と年・日100mm超過日数の関係は図2.11の通りになる。いずれも年・日100mm超過日数における閾値依存性が強く影響し、ほぼ無相関となった。全国における因子間の相関関係は、集計・平均といった処理の結果、見掛け上現われていた可能性が高い。その意味で、全国値における気温と降水量の統計指標間に相関関係を仮定して分析を行う際には慎重さが求められる。