

平成20(2008)年度

卒 業 論 文

表題

九州地方における
降雨110ターンの経年変化

国士舘大学 文学部 史学地理学科 地理・環境専攻

4 年 学籍番号 17-74505

氏 名 : 佐藤 至
指 導 教 員 : 野口 泰生 先生
提 出 日 : 平成20(2008)年12月10日

要旨

九州地方における詳細な降雨パターンの経年変化を明らかにすることを目的に、気象官署 6 地点を対象に 1901 年から 2004 年までの 104 年間における日降水量データを用いて、降水量を強度ごとに階級区分し各階級の変動傾向を調査した。その結果、年降水日数が有意に減少していること、年降水量に有意な変動がないこと、降水日数の変動傾向は弱い降水の減少が起因していることを示した。また、降水量の変動には季節、階級を問わず全般的に 1930 年頃から上昇し、1950 年頃に極大を迎え、1970 年頃に再び低くなる変動傾向が見られた。しかし 1980 年代以降は強い雨のみに上昇傾向が見られ、ひと雨の降水強度は年々高まっているといえる。一連の雨の総量を連続降水日数で割ったひと雨降水強度の年最大値と、年最大日降水量が年々上昇傾向にあるのに対して、年最大ひと雨降水量に上昇傾向が見られないことから、近年の豪雨が短期間に集中して降る類のものであることがいえる。特に最近では年毎の年降水量のばらつきも大きくなっており、より強い降水による災害の発生も懸念される。

日本海側と太平洋側に地域区分して見た場合、それぞれ異なった時期に強雨の上昇傾向を示しており、大雨の発生は異なった気象条件化で起きていることが予想される。また、日本海側地域では近年特に強い雨が増加している傾向があるが、太平洋側地域ではそうした傾向は見られなかった。

目次

要旨	i
目次	ii
図表目次	iii
I. はじめに	1
II. 研究史	3
III. 調査地の概要	5
IV. 調査方法	7
1. 調査資料	7
2. 降水指標	7
3. トレンドの検定法	9
V. 調査結果	11
1. 降水量及び降水日数の経年変化	11
2. 季節区分別降水量及び降水日数の経年変	13
1) 冬季の降水傾向の経年変化	13
2) 春季の降水傾向の経年変化	15
3) 夏季の降水傾向の経年変化	16
4) 秋季の降水傾向の経年変化	17
3. 地域別降水量及び降水日数の経年変	18
4. 地域別に季節区分した場合の降水パターンの変	22
1) 冬季の降水傾向の経年変化	22
2) 春季の降水傾向の経年変化	23
3) 夏季の降水傾向の経年変化	24
4) 秋季の降水傾向の経年変化	25
5. 降水量及び降水日数の年々のばらつきの変化	26
6. 大雨の出現頻度	27
VI. 考察	32
VII. 参考文献	35

図表目次

第 1 図	全国 7 地域における 50mm 以上の降水日数の経年変化	4
第 2 図	年降水量の平年値分布図	5
第 3 図	100 年あたりの年降水量の変化率	5
第 4 図	九州の気候区分	5
第 5 図	調査対象の気象官署の所在地	6
第 6 図	福岡における総降水量に対する日降水量の階級別寄与率	8
第 7 図	福岡における 0.5mm 幅降水量の累積寄与率	8
第 8 図	年降水量及び年降水日数、その 11 年移動平均値	11
第 9 図	冬季の年降水量及び年降水日数、その 11 年移動平均値	14
第 10 図	春季の年降水量及び年降水日数、その 11 年移動平均値	15
第 11 図	夏季の年降水量及び年降水日数、その 11 年移動平均値	16
第 12 図	秋季の年降水量及び年降水日数、その 11 年移動平均値	18
第 13 図	日本海側の年降水量及び年降水日数、 その 11 年移動平均値	19
第 14 図	太平洋側地域の年降水量及び年降水日数、 その 11 年移動平均値	21
第 15 図	対象年から前 50 年間の期間における標準偏差の推移	26
第 16 図	各降水指標の年最大値の推移	28
第 17 図	各降水指標の上位 50 位までの出現頻度	29
第 18 図	梅雨および台風期の日降水量値上位 50 位までの出現回数	30

第 1 表	各地点における階級区分の基準	9
第 2 表	一次直線の傾きと判定結果	11
第 3 表	冬季の一次直線の傾きと判定結果	14
第 4 表	春季の一次直線の傾きと判定結果	15
第 5 表	夏季の一次直線の傾きと判定結果	17
第 6 表	秋季の一次直線の傾きと判定結果	18
第 7 表	日本海側の一次直線の傾きとトレンドの検定結果 . . .	19
第 8 表	太平洋側地域の一次直線の傾きとトレンドの検定結果 .	21
第 9 表	冬季降水量の一次直線の傾きと判定結果	22
第 10 表	冬季降水日数の一次直線の傾きと判定結果	22
第 11 表	春季降水量の一次直線の傾きと判定結果	23
第 12 表	春季降水日数の一次直線の傾きと判定結果	23
第 13 表	夏季降水量の一次直線の傾きと判定結果	24
第 14 表	夏季降水日数の一次直線の傾きと判定結果	24
第 15 表	秋季降水量の一次直線の傾きと判定結果	25
第 16 表	秋季降水日数の一次直線の傾きと判定結果	25
第 17 表	前半と後半の 50 年間における標準偏差の差	27
第 18 表	各降水指標の一次直線の傾きと検定結果	28
第 19 表	各降水指標上位 50 位出現頻度の一次直線の傾きと 検定結果	30
第 20 表	梅雨・台風期型豪雨出現回数の一次直線の傾きと検定結果	31

I. はじめに

近年、日本では大雨が増加しているといわれている。台風や前線による大雨、短時間での集中豪雨が日本各地で発生し、こうした集中豪雨は土砂災害や洪水など大きな被害をもたらしている。台風被害としては、2006年の台風第13号によって沖縄地方・九州地方・中国地方に、また2007年の台風第9号では東海から北海道にかけて暴風・大雨被害を発生させている。また2008年には7月末から9月初めにかけて、本州付近は上空の寒気や下層の暖かく湿った気流の影響で大気の状態が不安定となり、発達した積乱雲によって局地的に短時間の非常に激しい雨を降らせた。特に、8月末には東海地方を中心に記録的な大雨となった。明確な定義はないが最近では短時間に多量の雨が降る集中豪雨をゲリラ豪雨などと呼ぶ事を耳にする機会も増えている。大雨は災害の原因になるだけではなく、交通機関などの都市機能や農作物などにも多大な影響を与える。2007年、東北地方に発生した秋雨前線による大雨では、住家損壊・浸水・土砂災害等が発生し、水稻等の冠水・果実の落果等、農業・林業・水産業に大きな被害があった。

これまでも日本における長期的な降水量の変動についての研究はいくつも報告されている。しかしながらその多くは日本全体の傾向を表したもの（気象庁 2005 など）や、局地的な研究にしても首都圏における研究が多い。また、それらの多くが大雨の出現頻度について研究したものであり、弱雨も含めた研究は、大雨に関するものに比べてまだ少ない。

しかし、竹下ら(2003)によると京都市内3地点で観測されたデータを元に調査した結果、総降水量に関して目立った変化は読み取ることではできなかったが、雨を強度ごとに分けた際にはそれぞれ異なる傾向が見られたと報告している。こうした降雨パターンの変化には、ヒートアイランドに代表される都市効果といった人為的な要因も関わっている可能性も指摘されており（高橋 2003 など）非常に興味深い事柄であるが、こうした調査は都心部における研究が大

部分であり、地方の詳細な降雨パターンを調査した研究は少ない。

そこで本研究では、全国的に降水量が減少している中で増加の傾向が見られるとされている西日本について（気象庁（2005））、特に降水量に増加傾向が見られるとされている九州地方を中心に、地方气象台および管区气象台のデータを用いて同地方における降水量及び降水日数の経年変化について検証する。

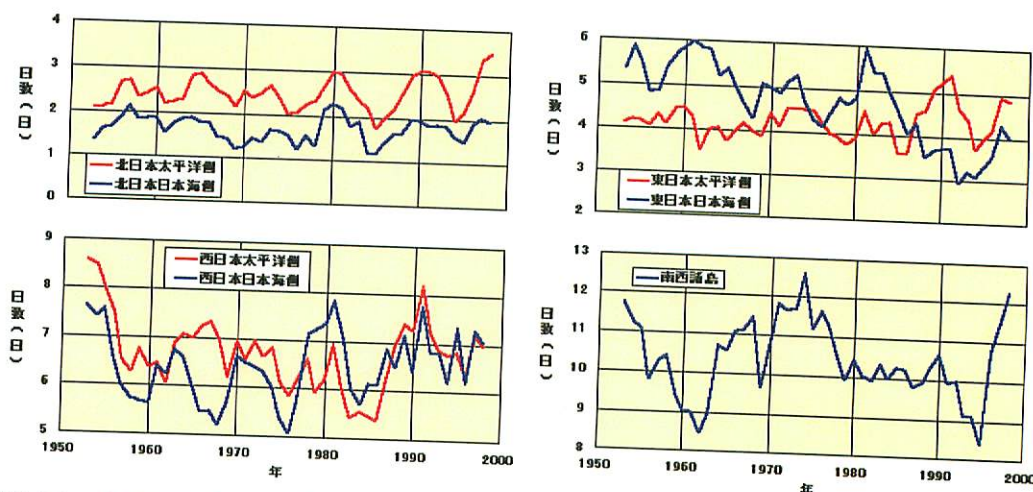
Ⅱ．研究史

降水量の経年変化に関する研究は、災害や水資源需要などの観点からこれまでに多くの事例がある。特に強い雨に対する関心は高く、長期変動を対象にいくつかの研究がされている。毎年の最大日降水量と、年間を6～7月の梅雨期、8～11月の台風期、12～5月の温帯低気圧及び北西季節風期の3期間に分類し、それぞれの期間における再現期間10年の最大日降水量の地域分布と、地点ごとの最大日降水量の増減傾向を明らかにしたもの（水越 1958）や、降雨災害の防災構造物や河川の改修計画等の際に用いられる確率雨量について、統計期間の違いにより生じる差異に関して研究したもの（米谷 1981）などがある。

鈴木（2004）は1950から2003年までの日本全国の18箇所を対象に1～24時間降水量のデータを用いて調査を行い、大雨の出現頻度は大雨の基準や時間スケールによらず全般的に1950年代から1960年代前半にかけて高く、1960年代後半から1980年代にかけて低く、1990年代以降が最も高くなるという変動傾向を明らかにした。日降水量50mm以上の強い雨を観測した降水日数の経年変化を調査した気象庁（2002）の報告でも、周期変化を繰り返しながらも長期的にはその日数は増加傾向にあり1990年代半ば以降大きく増加していることが指摘されており（第1図）、鈴木（2004）と同様の結果が出ている。年降水量に関して、気象庁（2002）は1920年ごろ、1950年代半ば、1990年頃に降水量の極大が現れる周期変化が見られるが、長期的には1950年代以降緩やかに減少傾向にあり、年ごとの変動は過去に比べて、特に1960年代半ば以降はふれ幅が大きくなっているとしている。

大雨だけでなく弱い雨にも注目した研究として、気象庁（2005）は月降水量の異常値についての長期変動を調査し、全国的に異常少雨の出現数は増加する傾向があるが、異常多雨については有意な増加・減少傾向はないとしている。日降水量についても同様の調査を行い、季節別にみたときに秋期のみ増加傾向がみられたほかは有意

な増加・減少傾向は無かったが、100mm および 200mm 以上の年間降水日数は増加傾向にあると指摘している。



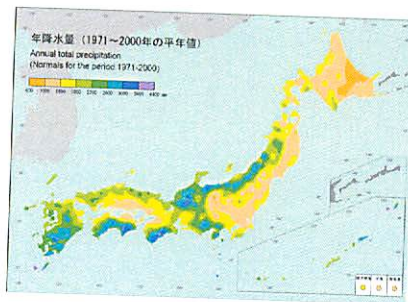
第1図：全国7地域における一年あたりの日降水量50mmを越えた日数
各値は年々の変動を取り除くため5年移動平均をしたもの

出典：気象庁(2002)

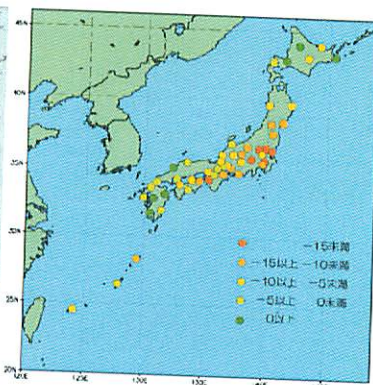
また、近年では地球温暖化やヒートアイランド等の人為的な影響への関心が高いことと、アメダスによる観測網が整備されてから一定の期間が経過しある程度の資料が蓄積されてきたことから、首都圏を中心に都市効果による降水特性への影響も研究されている。藤部(1998)は首都圏における空間偏差と経年変化を調べている。その結果、地形や気候変動による効果が働いている可能性があるため一概には言えないが、ヒートアイランドの効果による対流性降水の増加と見られる変化が観測されたと述べている。佐藤ら(2000)は降水の強さを階級別に分け、各階級がその年の総降水量に占める割合の変化を求め、都市部と郊外との差に注目し都市効果による影響を全国的に調査した。その結果、大雨の増加がみられる地域はあるが、首都圏ほどの局地的な変化は他地方ではみられないとした。

Ⅲ．調査地域の概要

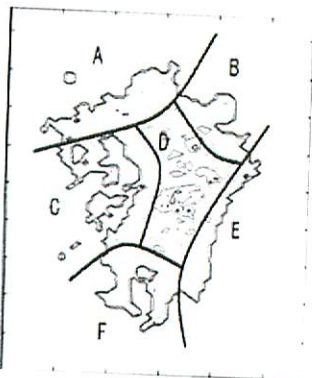
九州地方は日本の南西部に位置し、その気候は沖縄や小笠原諸島に次いで温暖な地域である。南部では年降水量が 2000 mm を超え、非常に降水量の多い地域となっている（第 2 図）。また気象庁（2002）による日本全体の降水量変動の調査では、全国的に降水量が減少傾向にある中で北海道の一部とともに九州では増加の傾向が確認されている（第 3 図）。



第2図：年降水量の平年値分布図
出典：気象庁ホームページ



第3図：100年あたりの年降水量の変化率(%/100年)
出典：気象庁(2002)

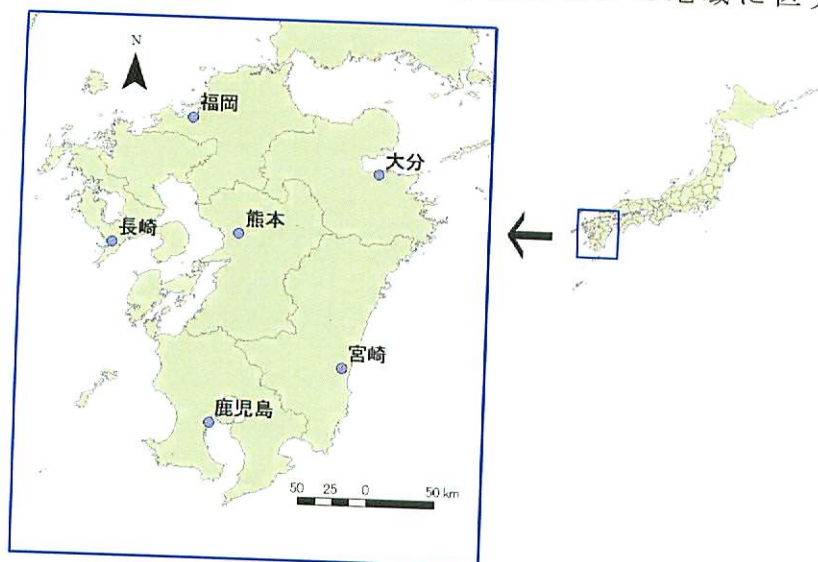


第4図：九州の気候区分
出典：大河内ら(2003)

細かな地域区分として大河内ら（2003）は九州を（A）年間を通して日照時間が長く降水量の少ない日本海側地域、（B）比較的雨が少なく冬季に日照時間の少ない瀬戸内型地域、（C）年間を通して日照時間が長く暖かいが降水量はやや少ない西海型地域、（D）夏季に降水量が多く気温が低い九州山地型地域、（E）夏季から秋季にかけて降水量の多い太平洋型地域、（F）秋季以外の降水量が多く、年間を通して温暖な南海型地域の 6 地域に分類している（第 4 図）。

調査の対象とする気象官署は 1901 年から 2004 年までの統計資料に切断のない均質な日降水量データが存在することを条件に、福岡・大分・熊本・長崎・宮崎・鹿児島 の 6 地点を調査地点として選定した（第 5 図）。これらの地点は九州山地型（第 4 図、D 地点）に属する地点がないこと以外、それぞれ大河内ら（2003）の分類とよく対応しているが、地域区分をする際に調査地点が 6 地点と少ないため、あえてこのような分類は行わずに九州山地型地域を境とし

て、比較的降水量の少ないとされる北西部を主とした日本海側地域と比較的降水量の多い太平洋側地域の2地域に区分した。



第5図：調査対象の気象官署の所在地

IV. 調査方法

1. 調査資料

調査の対象とする気象官署は1901年から2004年までの均質な日降水量データが存在することを条件に、福岡・大分・熊本・長崎・宮崎・鹿児島 の6地点を選定した。用いる資料は1901年から2004年までの104年間の日降水量データである。

対象期間内に庁舎の移転や雨量計の移設が行われている地点もあるが、気象庁ではデータの切断としては扱われていないため、その影響は無いものとし均質な連続したデータとして扱う。

ここでいう均質とは観測データに切断が見られないという意味で用いた。

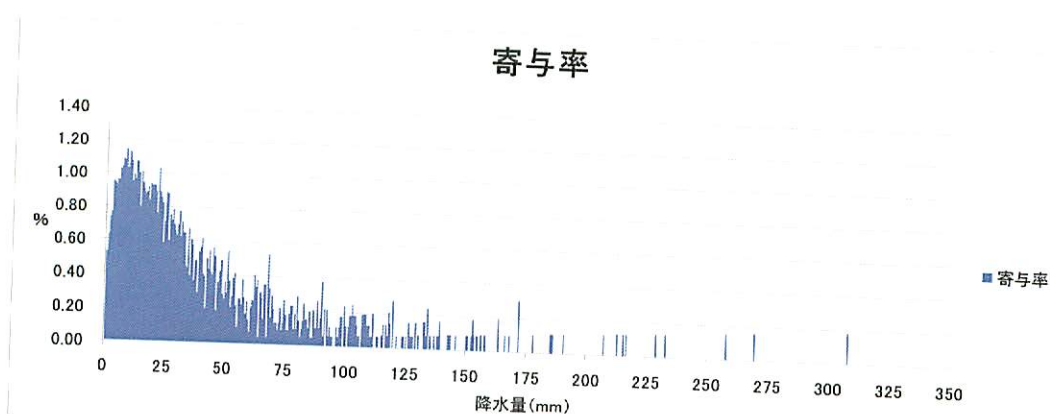
また対象期間内の1967～1970年にかけて転倒升型雨量計への移行が行われた影響で、降水量観測値の最小単位が0.1mmから0.5mmへと変更されている。途中から分解能が低下した事になり最大で0.4mmの差異が生じることとなるが、転倒升型雨量計移行後の0.5mm単位へとそれ以前の資料を変換し分解能を合わせることで資料の質を期間内で一定に保ち、以降の調査に用いることとした。よって転倒升型雨量計移行前の資料については、小数点以下第一位の値が0～4の場合は0として、5～9の場合である場合は5として扱う。

2. 降水指標

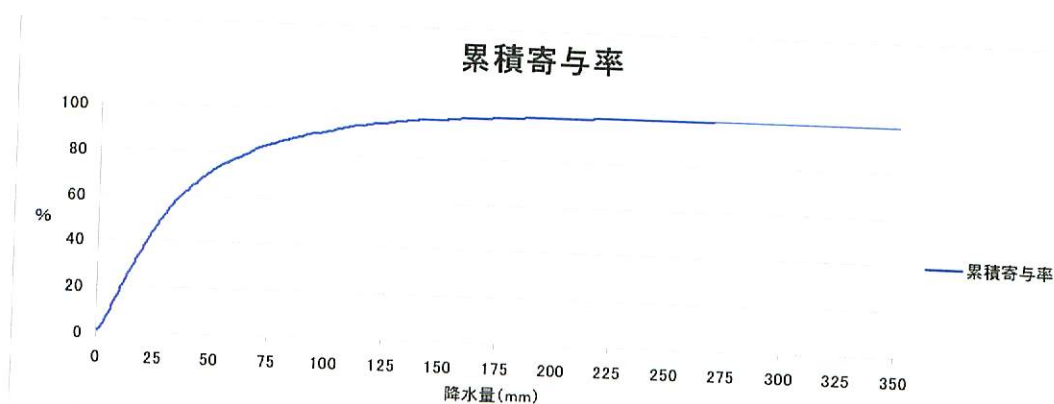
本研究では日降水量データを降水強度によって階級区分し、各階級の降水量が全体に占める割合の変化について調査していくことで、大雨のみだけではなく弱雨も含めた降水現象全体の傾向を調査した。降水量階級の設定方法は、高橋（2003）と同様に各階級における降水量の寄与率が等分になるように設定した。第6図と7図はそれぞれ福岡における104年間の総降水量に対する0.5mmの階級幅に属する日降水量の寄与率の分布とその累積寄与率を示している。第6図の各階級における寄与率を見ると日降水量10mm前後で寄与率が

最も高くなるが、ほぼすべての日降水量の階級において 1% 以下の水準である。福岡以外の調査地点でも同様の調査をしたがその傾向はどれも類似していた。次に第 7 図の累積寄与率を参考に階級数を 5 つ、各階級の累積寄与率が 20% ずつになるよう設定し、1~20% までをクラス 1、21~40% までをクラス 2、…80~100% をクラス 5 と設定した。各地点の分割基準は第 1 表にまとめた。地点ごとに区分の基準は異なるが、今回の調査では各地点において強い（弱い）とされる降水の変動を追うためにこの区分方法を採用した。

次に年降水量及びこれらの階級区分したデータを、地点ごとに 104 年間の平均値に対する各年の値の比を求め基準化し、その数値を算術平均することで九州全体の傾向とした。



第 6 図：福岡における 104 年間の総降水量に対する階級別日降水量の寄与率(0.5mm 幅)



第 7 図：福岡における 0.5mm 幅日降水量の累積寄与率

第1表：各地点における階級区分の基準

単位：日降水量(mm/日)

	クラス1	クラス2	クラス3	クラス4	クラス5
福岡	0.5 ~ 10.5	11 ~ 21.5	22 ~ 36	36.5 ~ 66	66.5 ~ 308
大分	0.5 ~ 13	13.5 ~ 25	25.5 ~ 41.5	42 ~ 72.5	73 ~ 444
長崎	0.5 ~ 13	13.5 ~ 27	27.5 ~ 46	46.5 ~ 81.5	82 ~ 448
熊本	0.5 ~ 13.5	14 ~ 26	26.5 ~ 44.5	45 ~ 77.5	78 ~ 481
鹿児島	0.5 ~ 14.5	15 ~ 29	29.5 ~ 49.5	50 ~ 85.5	86 ~ 324
宮崎	0.5 ~ 17	17.5 ~ 32.5	33 ~ 54	54.5 ~ 92	92.5 ~ 438

3. トレンドの検定法

経年変化のトレンドを調査するために、時系列の傾向変動を解析するのに有効であるとされる(Salmiら 2003)ノンパラメトリック検定の1つであるMann-Kendall検定を用いる。Mann-Kendall検定では時系列データ間の順位に基づいて各データ間の差の符号を調べることで傾向性を検定する手法である。この際、検定する無帰仮説 H_0 と対立仮説 H_1 は以下のとおりである。

H_0 ：データには傾向がない。

H_1 ：データには傾向がある。

検定の手順については以下のとおりである。まず符号関数を $\text{sgn}(x) = 1, 0, -1$ ($x > 0, x = 0, x < 0$) とおき、 $U = \text{sgn}(x_j - x_k)$ とする。 $i < j$ とき、もし y に上昇傾向があるならば、 U は正、下降傾向があるならば U は負になりやすい。これを用いて統計量 S を求める。

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{sgn}(x_j - x_k),$$

これは上昇傾向があれば大きく、下降傾向があれば小さく、そうした傾向がなければ0の近くになるよう構成された統計量である。すなわち $S > 0$ のとき時系列データには上昇傾向が、 $S < 0$ のときは下降傾向があることを表している。観測値数 n が大きいとき、その分布は正規分布で近似できる。統計量の平均と分散は以下の式のとおりで

ある。

$$E(S) = 0$$

$$VAR(S) = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{p=1}^q t_p(t_p-1)(2t_p+5) \right]$$

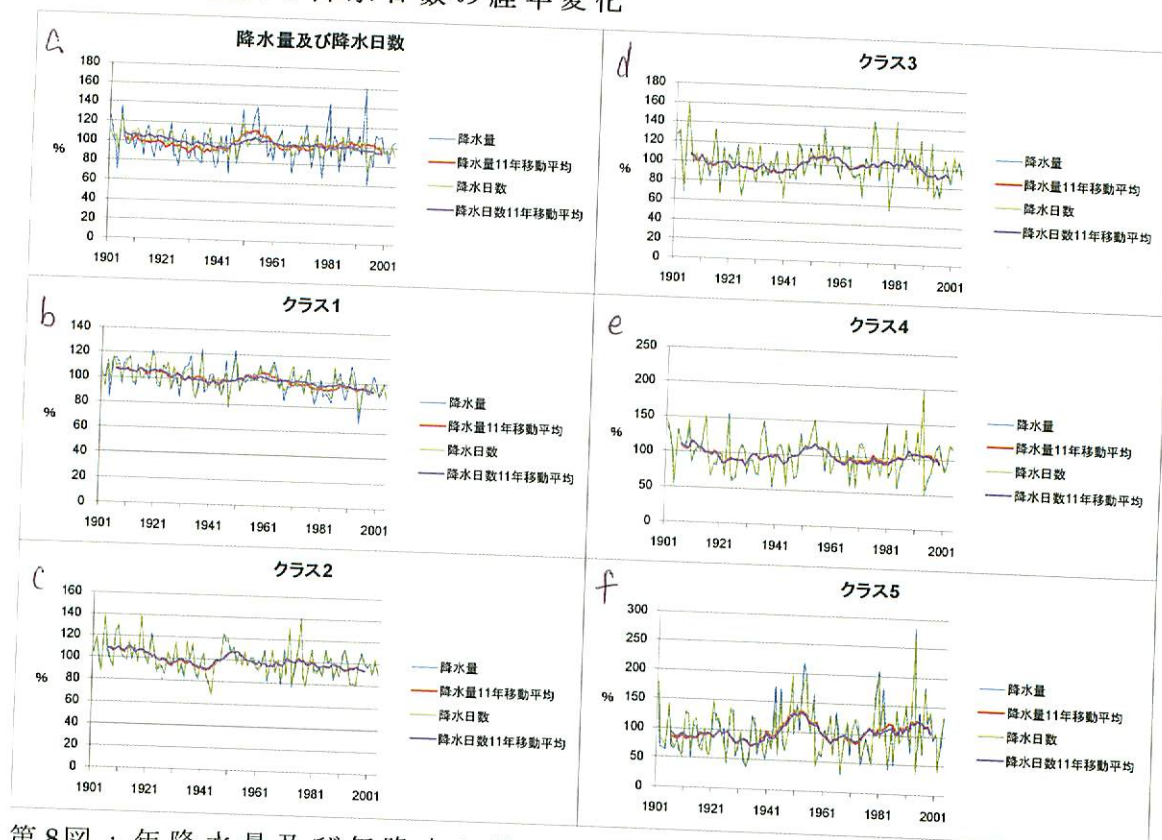
t は $(x_1, x_2, \dots)$ の同点を表現するベクトルで、 $(x_1, x_2, \dots)$ を大きさの順で並び替えたときに同じ値が連続して出現する個数を表し、 q はその発生する組数を表す。次に S と $Var(S)$ を用いて次の式から基準化統計値 Z を求める。

$$Z = \begin{cases} \frac{S-1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{if } S > 0 \\ 0 & \text{if } S = 0 \\ \frac{S+1}{\sqrt{VAR(S)}} & \text{if } S < 0 \end{cases}$$

有意水準を α としたときに Z の絶対値が $Z_{1-\alpha/2}$ より大きければ、危険率 $\alpha\%$ で無帰仮説 H_0 は棄却される。なお、 $Z_{1-\alpha/2}$ は、標準正規分布の累積度数表から得られる。

V. 結果

1. 降水量及び降水日数の経年変化



第8図：年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値

第2表：一次直線の傾きと判定結果

	降水量	検定結果	降水日数	検定結果
総降水量	0.016464		-0.08384	***
クラス1	-0.10248	***	-0.10343	***
クラス2	-0.09364	*	-0.10174	**
クラス3	-0.02024		-0.02936	
クラス4	0.007701		-0.02076	
クラス5	0.290426		0.231972	

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

まず降水量について検討する。第8図aは104年間の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値を、また第8図b～fにはクラスごとの降水量と年降水日数の経年変化を表した。降水量及び降水日数の一次直線の傾きは第2表のようにクラス1～2の弱い雨から中程度の雨にかけて減少傾向が見られ、特にクラス1では危険率1%、クラス2では10%と弱雨に関して顕著な減少傾向が見られる。一方でクラス4からクラス5にかけての強雨では、トレンド検定では有意な結果は

出ていないものの、一次直線の傾きからは増加の傾向が見られる。その結果、年降水量においても増加の傾向が見られる。第8図b～fの11年移動平均値からは、弱雨に関してはやや不明瞭な部分もあるが、おおむね1930年代に低く、1940年代から1950年代にかけて高い傾向が読み取れる。しかし、1960年代以降はクラスごとによって異なった変動をしており、クラス1～2の弱雨には減少傾向が見られ、クラス4～5の強雨には増加傾向が見られる。またクラス3の中程度の雨に関しては1980年台の半ば以降急激に降水量が減少している。これらのことから九州では年降水量に占める弱雨の割合が減少しているが、それ以上に単調な増加傾向とはいえないが強雨による降水が増えており、結果として年降水量にも増加傾向が見られるといえる。

次に降水日数に関して検討していく。ここで扱う降水日数とは日降水量0.5mm以上を観測した日数のことであり、記録上は0mmとなっている0.1mm～0.4mmの降水に関してはその日は降水現象が無かったものとして扱っている。降水日数の一時直線の傾きは第2表のようにクラス5の強い雨を除いてすべて負である。トレンドの検定では年降水量において99%、クラス1～2の弱い雨においてもそれぞれ危険率1%、5%の顕著な減少傾向を示しているが、強雨について有意な増加傾向は見られない。第8図b～fの11年移動平均値から、全般的に1900年以降徐々に減少しており、1940年代から増加に転じ、1950年代に極大を迎えている。しかし期間の後半は降水量と同様にクラスごとによって異なった変動をしており、クラス1～2の弱雨には一定の減少傾向が見られるが、クラス4～5の強雨には増加傾向が見られる。これらのことから九州では年降水日数に対する強雨日数の割合が増加しているが、それ以上に弱雨の減少傾向が強く、結果として年降水日数にも減少傾向が見られるといえる。

総降水量と総降水日数を比較した際に、降水量はトレンド検定において有意な結果は検出されなかったものの増加傾向を示したのに対して、降水日数は顕著な減少傾向を示している。このことから一

日あたりの日降水量は年々増加している傾向があると推定できる。

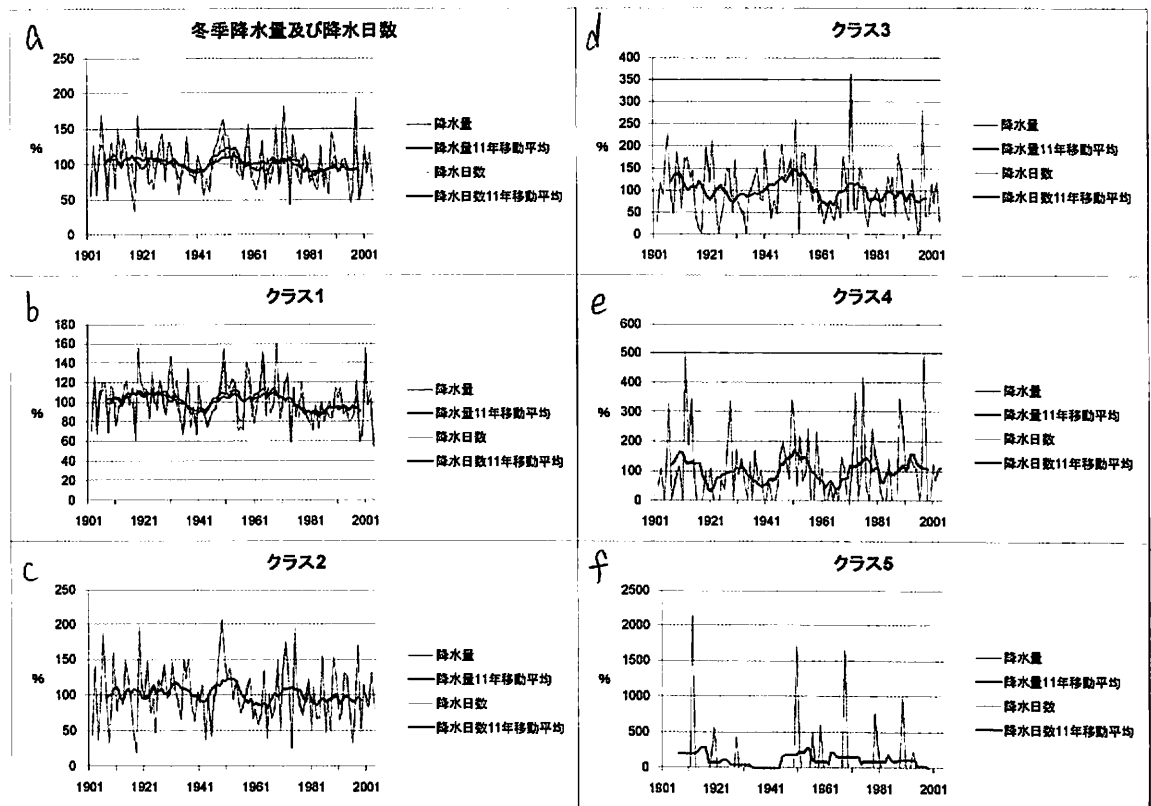
1950年代ごろにはすべての階級において降水量、降水日数ともに多かったことから、弱雨も強雨も含めたすべての降雨現象の頻度が高かったといえる。それに対して近年の変動を見ると、弱い階級においては降水量、降水日数ともに減少しているのに対して、1950年代の水準には達していないものの強雨だけが増加している。

2. 季節別降水量及び降水日数の経年変化

次にこれらの指標について季節区分した場合について検討していく。季節の区分方法としては、気象庁（2005）と同様に各季節を冬：前年12月～当該年2月、春：3月～5月、夏：6月～8月、秋：9月～11月とした。したがって季節区分した際の調査対象機関は1902年～2004年（1901年12月～2004年11月）までの103年間となる。

1) 冬季の降水傾向の経年変化

第9図aは103年間の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値を、第9図b～fにはクラスごとの降水量と降水日数の経年変化を表したものである。また第3表には103年間での一次直線の傾きとトレンドの検定結果を示した。総降水量の一次直線の傾きを見ると、通年では増加傾向を示していたのに対して、冬季は有意ではないものの減少傾向を示している。クラスごとに着目すると、通年の場合と同様にクラス1～3の弱い雨から中程度の雨にかけて減少傾向が見られ、クラス3においては危険率10%で減少している。クラス5においては降水量の値に対する一次直線の傾きこそ負ではあるが、順位間の相関関係からは減少傾向は見られなかった。これは冬季においてはクラス5相当の強雨自体の絶対数が少ないことと、降水日数を103年間の平均値に対する比率で表現していることから、1912年に現れた値が異常値ともいえるほど極端に大きく現れていることが原因と推察される。



第9図：冬季の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値

第3表：冬季の一次直線の傾きと判定結果

	降水量	検定結果	降水日数	検定結果
総降水量	-0.10842		-0.13348	**
クラス1	-0.10458		-0.13496	**
クラス2	-0.0871		-0.08385	
クラス3	-0.28857	*	-0.27283	*
クラス4	0.107079		0.060206	
クラス5	-0.328		-0.33937	

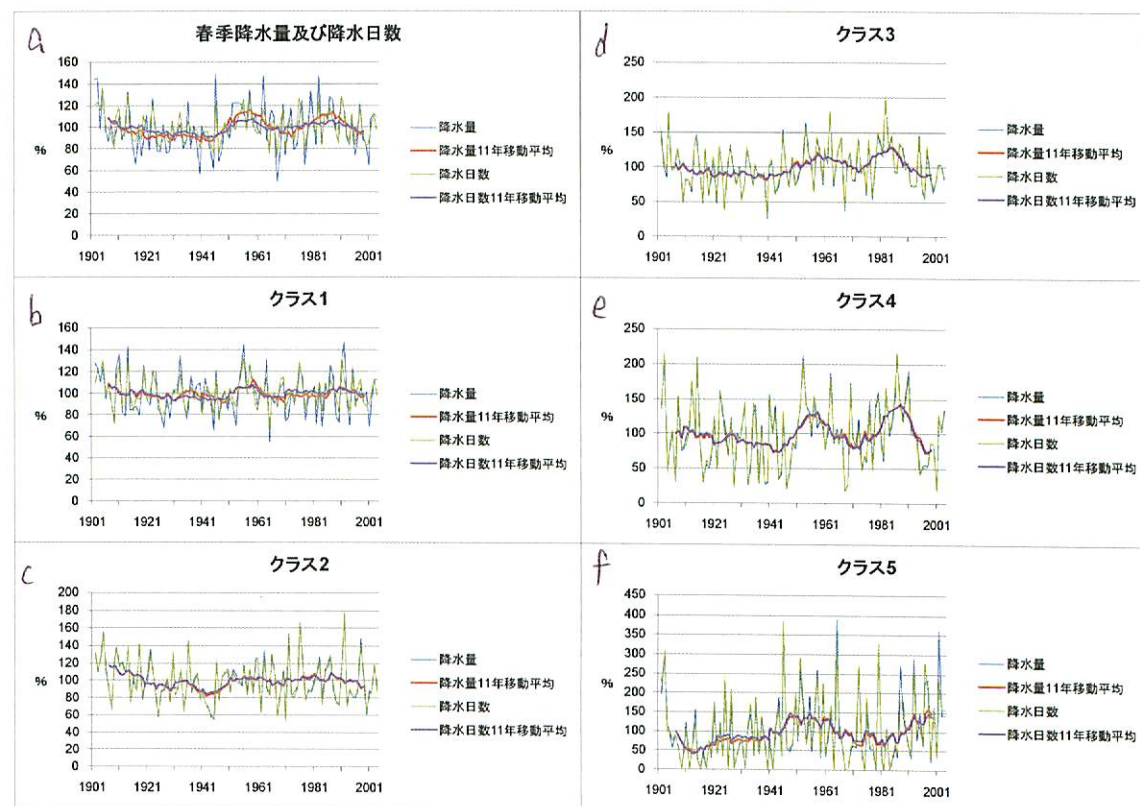
*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

第9図b～fの11年移動平均値を見ると、全般的に1940年頃に極小となった後に増加に転じ、1950年頃に極大を迎えている。その後一度減少した後に再び増加に転じるが、その時期はクラスごとに異なっている。クラス1の弱雨は1960年代の半ば、クラス2～4の中程度の雨は1970年代、クラス5の強雨は1980年ごろに再び極大を迎える。

第3表の103年間での降水日数の一次直線の傾きとトレンドの検定結果を示した結果を見ると、クラス1、クラス3の弱い雨から中程度の雨にかけてそれぞれ危険率5%、10%と有意な減少傾向を示している。一次直線の傾きからはクラス4を除くすべての階級で負の傾向を

示しているが、ここでも降水量の場合と同様にクラス5において順位間の関係からは減少傾向は見られなかった。第9図b～fの11年移動平均値を見ると、すべての階級において降水量とほぼ同様の変動を示している。

2) 春季の降水傾向の経年変化



第10図：春季の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値

第4表：春季の一次直線の傾きと判定結果

	降水量	検定結果	降水日数	検定結果
総降水量	0.032792		-0.01121	
クラス1	-0.03942		-0.01162	
クラス2	-0.07364		-0.0825	
クラス3	0.085547		0.07112	
クラス4	0.096501		0.055577	
クラス5	0.464759		0.36661	

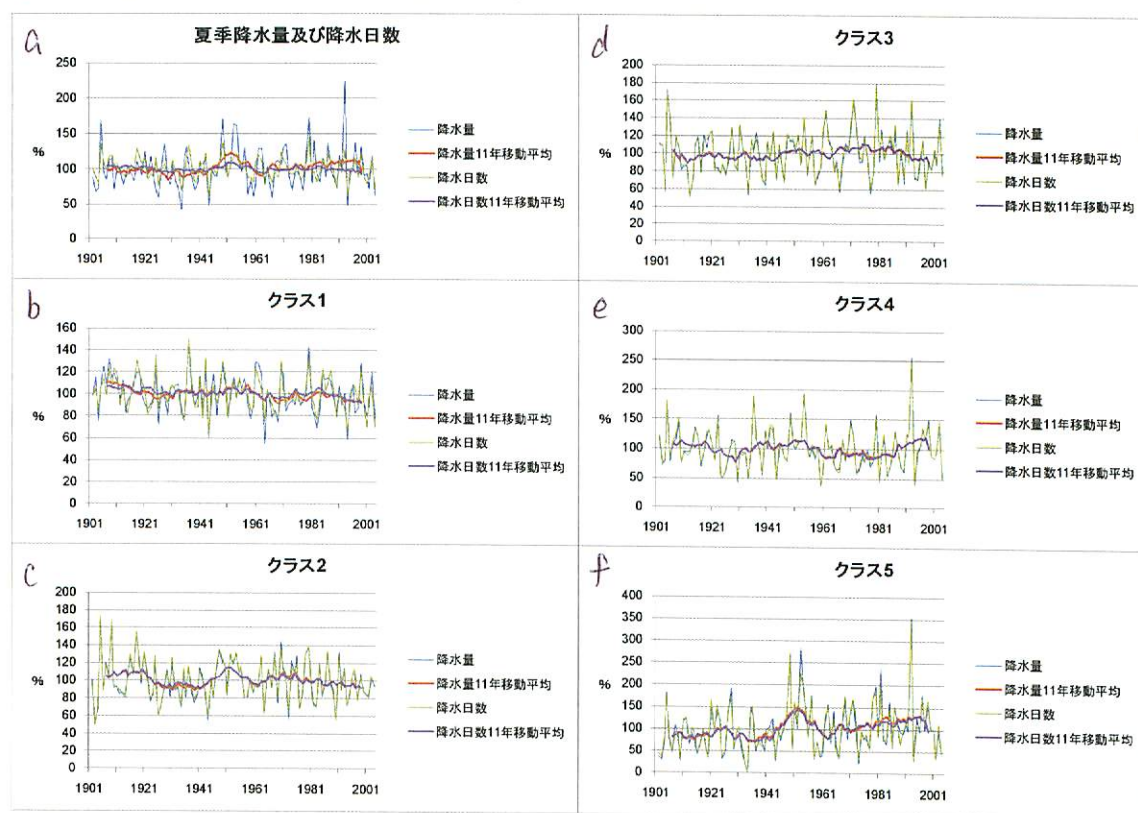
*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

第10図aは103年間の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値を、第10図b～fにはクラスごとの降水量と降水日数の経年変化を表したものである。また第4表には103年間での一次直線の傾きとトレンドの検定結果を示した。一次直線の傾きからは、総雨量は正の

傾きを示している。階級別ではクラス1、2の弱雨において負の傾きを示し、中程度の雨から強雨にかけて正の傾きを示している。しかしすべての階級において有意なトレンドは検出されておらず、単調な増加、減少傾向はしていないといえる。第10図b～fの11年移動平均値を見るとクラス1、2ではほかの階級で顕著な増加傾向が見られる1950年代においてもほぼ変動はしていないように見える。それ以上の強度の降水では大きな変動を繰り返しながら推移している。近年ではほぼすべての階級において減少している傾向が見られるがクラス、5では増加を続けている。

103年間での降水日数の一次直線の傾きとトレンドの検定結果を見ても、降水量と同様に有意なトレンドは検出されなかった。

3) 夏季の降水傾向の経年変化



第11図：夏季の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値

第11図aは103年間の年降水量及び年降水日数、11年移動平均値を、第11図b～fにはクラスごとの降水量と降水日数の経年変化を表した。

また第5表には103年間での一次直線の傾きとトレンドの検定結果を示した。クラス1において危険率5%での減少傾向、クラス5において危険率5%の増加傾向が見られ、弱雨と強雨において正反対の傾向を示している。

第5表：夏季の一次直線の傾きとトレンドの検定結果

	降水量	検定結果	降水日数	検定結果
総降水量	0.109472		-0.0484	
クラス1	-0.1066	**	-0.09636	*
クラス2	-0.05673		-0.06996	
クラス3	0.027707		0.028411	
クラス4	-0.02143		-0.04027	
クラス5	0.411569	**	0.371084	**

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

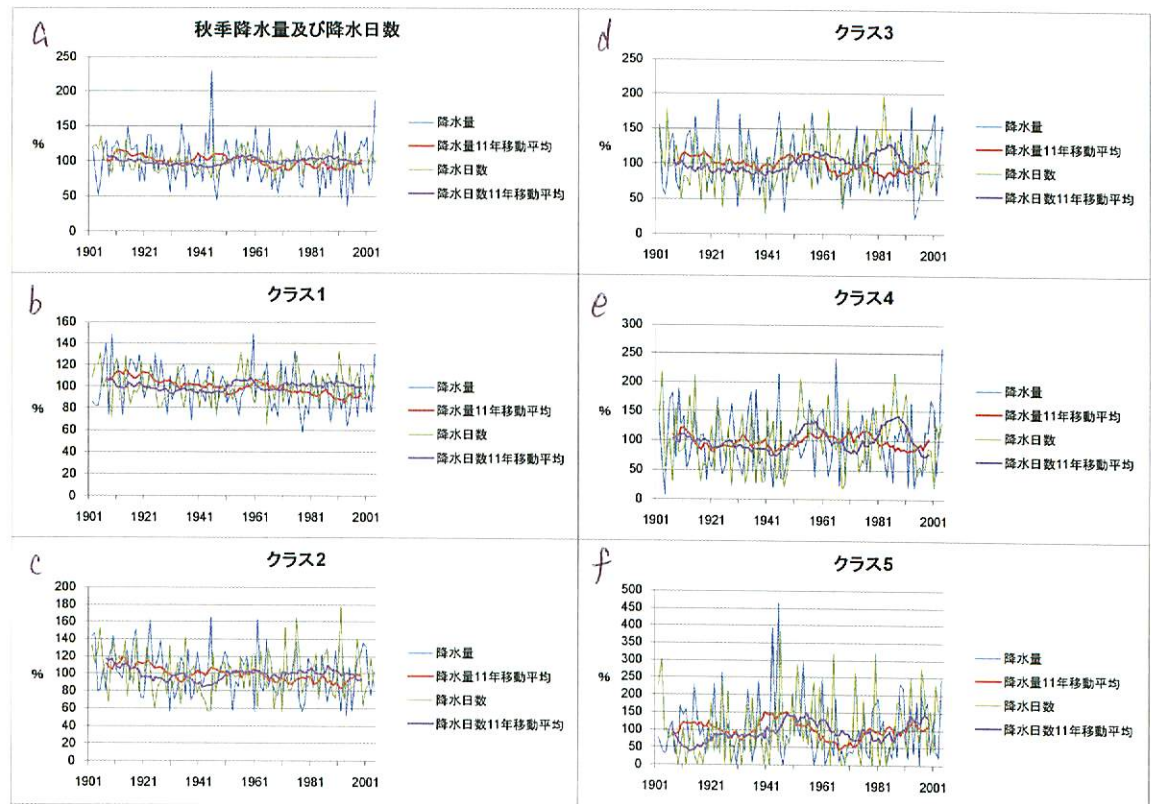
次に降水日数における変動を見ると、こちらも降水量と同様にクラス1とクラス5においてそれぞれ有意な減少、増加傾向が見られる。これは年々強い雨の占める割合が増してきているといえる。総降水量と降水日数を比較すると降水量が増加しているのに対して降水日数は減少している。第11図b～fの11年移動平均値による降水量の変動を見ると、1960年頃までの変動の仕方はどの階級も似ているが、やはり期間の後半、特に最近では強い降水と弱い降水の階級ではっきりとした違いが生じている。

4) 秋季の降水傾向の経年変化

第12図aは103年間の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値を、第12図b～fにはクラスごとの降水量と降水日数の経年変化を示した、また第6表には103年間での一次直線の傾きとトレンドの検定結果を示した。クラス4を除くすべての階級で一次直線は負の傾きを示し、通年で見たときと同様にクラス1とクラス2の降水量において危険率1%、10%で有意な減少傾向を示している。有意ではないものの、クラス5の強雨においても若干の減少傾向が見られる。降水日数の変化を見ても、降水量と同様にクラス4を除くすべての階級で一次直線は負の傾きを示し、弱い降水の階級で有意な減少傾向を示しており、総降水日数で見ても危険率1%で有意と、顕著な減少傾向を

示している。

11年移動平均値の変動を見ると1960年代にクラス3、5では降水量が減少しているが間のクラス4ではそのような傾向は見られないなど、規則性のようなものは読み取れない。クラス5の降雨に着目すると1910年代と1930年代頃に降水日数が減少しているのに対して降水日数は高い水準にあり、非常に強い雨が頻発していたと思われる。



第12図：秋季の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値

第6表：秋季の一次直線の傾きとトレンドの検定結果

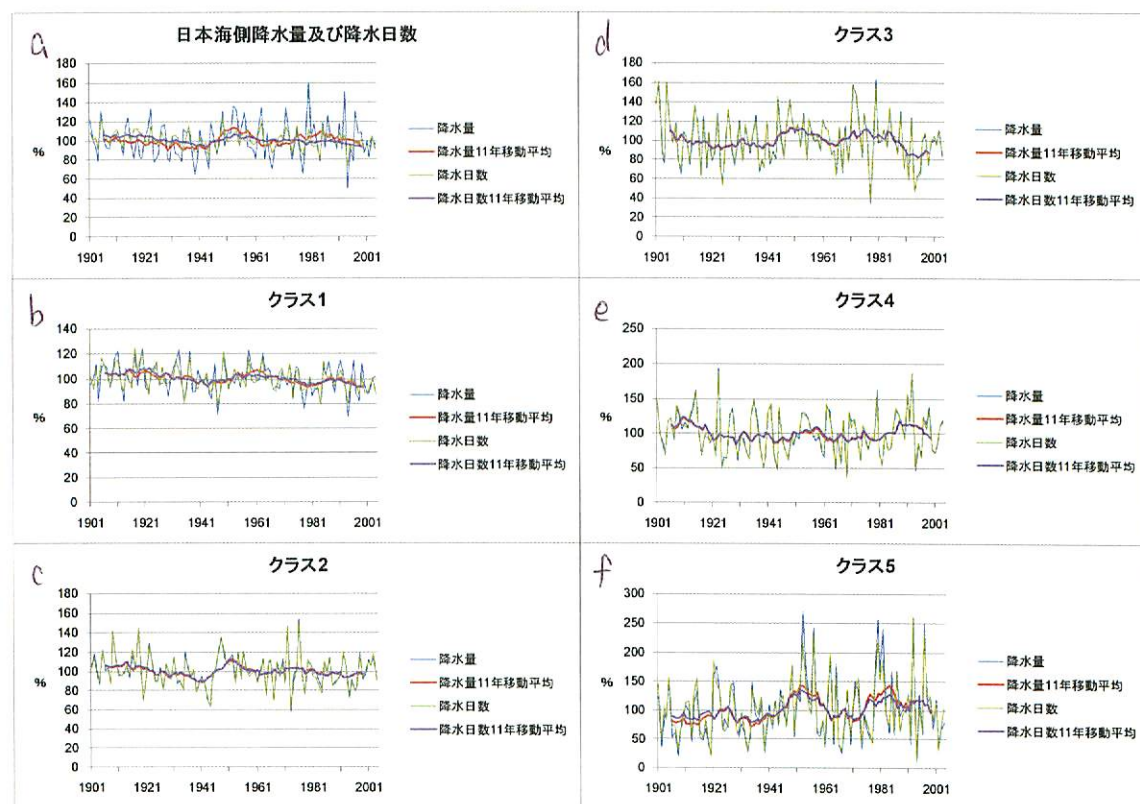
	降水量	検定結果	降水日数	検定結果
総降水量	-0.07163		-0.15006	***
クラス1	-0.16463	***	-0.16542	***
クラス2	-0.1872	*	-0.19909	**
クラス3	-0.07701		-0.101	
クラス4	0.063996		0.038762	
クラス5	-0.00602		-0.04748	

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

3. 地域区分した場合の降水量及び降水日数の経年変化

地域は九州山地及び筑紫山地を基準に日本海側と太平洋側の2つ

に区分した。日本海側は福岡、熊本、長崎の3地点で太平洋側は大分、宮崎、鹿児島、の3地点である。



第13図：日本海側の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値

第7表：日本海側の一次直線の傾きとトレンドの検定結果

	降水量	検定結果	降水日数	検定結果
総降水量	0.022499		-0.07843	**
クラス1	-0.07569	*	-0.0963	**
クラス2	-0.04767		-0.05272	
クラス3	-0.07572		-0.084	
クラス4	-0.03231		-0.05315	
クラス5	0.341458		0.222362	

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

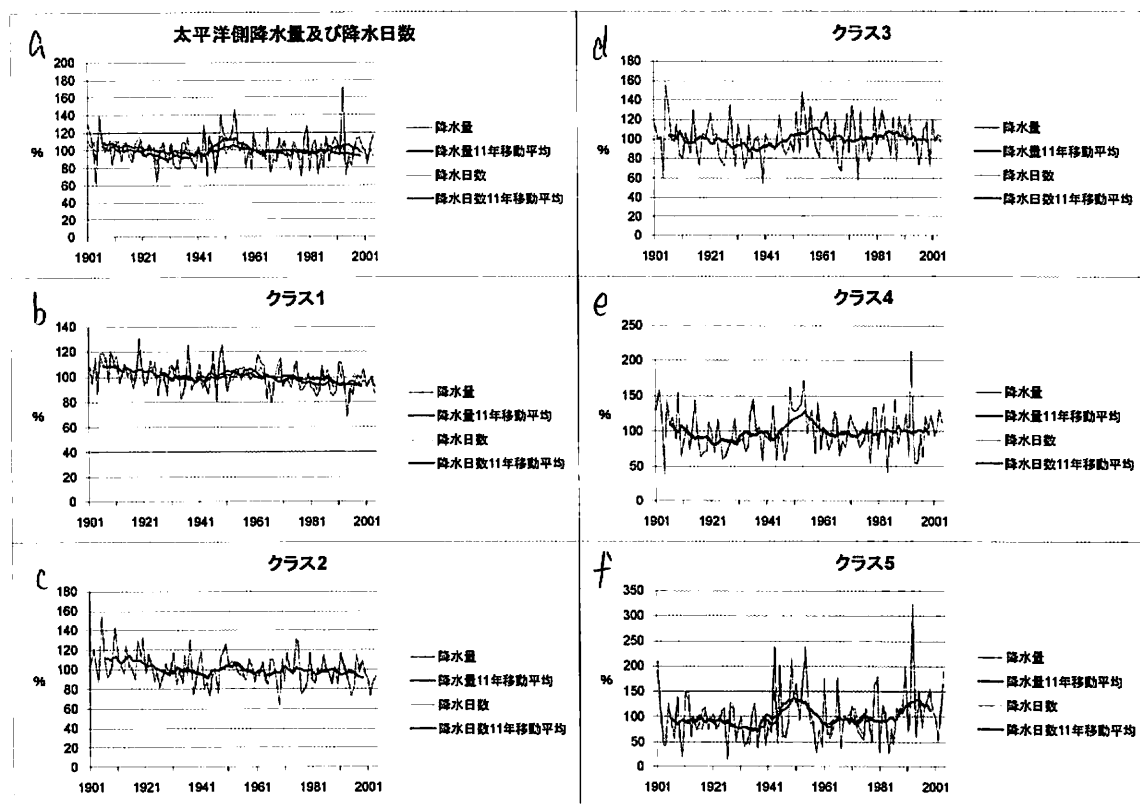
第13図aは日本海側地域における104年間の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値を、また第13図b～fにはクラスごとの降水量と降水日数の経年変化を表したものである。また第7表には104年間の降水量及び降水日数の一次直線の傾きとトレンドの検定結果

を示した。降水量の一次直線の傾きを見るとクラス1～4と、ほとんどの階級で負の傾きを示しているにも関わらず、総降水量は正の傾きを示している。しかしトレンド検定の結果、クラス1の弱雨で危険率10%の減少傾向を示していること以外は有意なトレンドは検出されなかった。第13図b～fをみると、クラス1においては年々の変動が小さく、緩やかに減少していることが見て取れるが、ほかの階級においては年々の変動が大きく、降水量の多い時期と少ない時期もはっきりとしている。単調な傾向とはいえないが、クラス5において1970年代以降大きく増加しており、クラス4においても1990年頃に増加していることがみてとれる。降水日数の一次直線の傾きを見ると全般的に減少の傾向を示しており、総降水量、クラス1の弱雨ではそれぞれ危険率5%の顕著な減少傾向を示している。第13図b～fの11年移動平均値を見ても、九州全体の傾向と同様に1900年以降徐々に減少しており、1940年代から増加に転じ、1950年頃に極大を迎えている。その後、クラス1～2の弱雨には一定の減少傾向が見られるが、クラス4～5の強雨には増加傾向が見られる。

次に第14図aは太平洋側地域における104年間の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値を、第14図b～fにはクラスごとの降水量と降水日数の経年変化を表したものである。また第8表には104年間での降水量及び降水日数の一次直線の傾きとトレンドの検定結果を示した。

降水量の一次直線の傾きを見ると弱雨と強雨ではっきりと傾向が分かれている。特にクラス1～2の弱雨の減少傾向は顕著でそれぞれ1%、5%の危険率を示している。しかし総降水量としては増加の傾向を示していることから、単調な増加ではないながらも強雨による降水が年々増えていることが示唆される。降水日数の一次直線の傾きと検定結果をみると、こちらも弱雨に顕著な減少傾向が見られる。総降水量にも危険率1%で有意と顕著な減少傾向が見られ、九州全体や日本海側とほぼ同様の傾向を示している。11年移動平均値を見ても九州全体、日本海側と大差ないことから降水日数の階級別変動は

九州全域における傾向といえる。



第14図：太平洋側地域の年降水量及び年降水日数、その11年移動平均値

第8表：太平洋側地域の一次直線の傾きとトレンドの検定結果

傾き	降水量	検定結果	降水日数	検定結果
0.010428		-0.08925	***	
-0.12927	***	-0.11055	***	
-0.13961	**	-0.15075	**	
0.035234		0.025272		***
0.047709		0.011632		**
0.239395		0.241582		*

危険率1%で有意
危険率5%で有意
危険率10%で有意

以上のことから地域別に見た場合も九州を一括してみたときと同様に、降水量と降水日数を比較した際、降水量はトレンド検定において有意な結果は検出されなかったものの増加傾向を示したのに対して、降水日数は顕著な減少傾向を示している。このことから一日あたりの日降水量は年々増加している傾向があると推定できる。また弱雨においては降水量、降水日数共に顕著な減少傾向を示してい

ることから、特に強い雨による影響が年々増してきていることも言える。

4. 地域ごとに季節区分した場合の降水パターンの変化

1) 冬季の降水傾向の経年変化

第9表：冬季降水量の一次直線の傾きと判定結果

	日本海側	検定結果	太平洋側	検定結果
総降水量	-0.09287		-0.12398	
クラス1	-0.10368		-0.10548	
クラス2	0.064131		-0.23833	
クラス3	-0.3029		-0.27425	
クラス4	-0.06387		0.27803	
クラス5	-1.66305		1.007049	

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

第10表：冬季降水日数の一次直線の傾きと判定結果

	日本海側	検定結果	太平洋側	検定結果
総降水日数	-0.14336	***	-0.12359	
クラス1	-0.16775	***	-0.10218	
クラス2	0.076395		-0.24409	*
クラス3	-0.26977		-0.27589	
クラス4	-0.15018		0.27059	
クラス5	-1.69683		1.0181	

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

第9表と第10表はそれぞれ103年間の冬季降水量及び冬季降水日数の一次直線の傾きとトレンドの検定結果を表したものである。第9表をみるといずれの階級においても降水量の変動に有意なトレンドは検出されていない。しかし一次直線の傾きは異なった傾向を示しており、弱雨においては共に負の傾きをしているが、クラス4、5の強雨において日本海側では負の、太平洋側では正の傾きをしている。第10表をみると両地域共に冬季降水日数及びクラス1の弱雨において減少傾向を示している。特に日本海側地域においてはどちらも危険率1%で有意な結果となっており、非常に顕著な減少傾向があると言える。しかし降水量と同様にクラス4、5の強雨において異なった傾向をしている。九州全体における冬期の降水傾向変動の項でも触れたが、冬季ではほかの季節と比較して大雨自体の絶対数が少ない

ことから、降水日数の変動による結果が顕著に表れていると推測できる。しかし一次直線の傾きこそ負の傾向を示しているが、日本海側クラス4の降水において順位間の相関からは降水量、降水日数ともに下降傾向は検出されず、微弱ながらも正の傾向がみられたことから、これらの降水現象が減少傾向にあるとは一概には言えない。これらの異なった傾向を示した強雨について九州全体の傾向を表した第3表と比較したところ、九州全体の傾向としてクラス5では負の傾きを、クラス4では正の傾きをしていた。

2) 春季の降水傾向の経年変化

第11表：春季降水量の一次直線の傾きと判定結果

	日本海側	検定結果	太平洋側	検定結果
総降水量	0.028903		0.036682	
クラス1	0.001452		-0.08028	
クラス2	-0.00114		-0.14614	
クラス3	-0.04195		0.213041	**
クラス4	0.222321		-0.02932	
クラス5	0.013336		0.916181	**

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

第12表：春季降水日数の一次直線の傾きと判定結果

	日本海側	検定結果	太平洋側	検定結果
総降水日数	0.005361		-0.02779	
クラス1	0.014398		-0.03763	
クラス2	-0.02664		-0.13835	
クラス3	-0.06317		0.205414	*
クラス4	0.197546		-0.08639	
クラス5	-0.13353		0.866753	**

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

第11表と第12表はそれぞれ103年間の春季降水量及び春季降水日数の一次直線の傾きとトレンドの検定結果を表したものである。日本海側地域においては降水量、降水日数共に有意なトレンドは検出されなかったが、太平洋側地域では降水量、降水日数ともに危険率5%から10%の有意な増加傾向のトレンドが検出された。ここでも日本海側クラス5の降水日数では傾きこそ負の値を示しているが、順位間の相関からは下降傾向は検出されず、一概に下降傾向がみられるとは言えない。太平洋側地域では春季の総降水日数が減少傾向にあ

るにもかかわらず総降水量の一次直線は正の傾きをしている。降水量、降水日数ともにクラス5の降雨現象が有意に増加していることから年々降雨現象に全体に占める大雨の割合が増加していると言える。

3) 夏季の降水傾向の経年変化

第13表と第14表はそれぞれ103年間の夏季降水量及び夏季降水日数の一次直線の傾きとトレンドの検定結果を表したものである。

第13表：夏季降水量の一次直線の傾きと判定結果

	日本海側	検定結果	太平洋側	検定結果
総降水量	0.165499		0.053444	
クラス1	-0.04886		-0.16435	***
クラス2	-0.07884		-0.03463	
クラス3	0.023033		0.032382	
クラス4	-0.07636		0.033492	
クラス5	0.597875	**	0.225264	

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

第14表：夏季降水日数の一次直線の傾きと判定結果

	日本海側	検定結果	太平洋側	検定結果
総降水日数	-0.0253		-0.07151	
クラス1	-0.05409		-0.13862	***
クラス2	-0.08611		-0.05381	
クラス3	0.016943		0.039879	
クラス4	-0.09418		0.013646	
クラス5	0.453043	*	0.289124	

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

日本海側地域ではクラス5の降水量、降水日数においてそれぞれ危険率5%、10%で有意な増加傾向が検出された。太平洋側地域ではクラス1の弱雨において危険率1%で有意となる非常に顕著な減少傾向がみられる。トレンド検定にて有意となる階級こそ異なるものの、一次直線の傾きの傾向は非常に類似している。春季の太平洋側地域と同様に降水量、降水日数ともにクラス5の強雨が増加し、クラス1、2の弱雨が減少している影響から両地域で総降水日数の減少と総降水量の増加がみられる。九州の夏季の降水傾向の経年変化を表した第4表と比較してもその傾向は類似している。このように地域を区分した場合と九州全体でみた場合で同様の傾向であることから、これらの夏季における変動傾向は九州全域で一様の現象であると思われる。

4) 秋季の降水傾向の経年変化

第15表と第16表はそれぞれ103年間の秋季降水量及び秋季降水日数の一次直線の傾きとトレンドの検定結果を表したものである。日本海側地域では降水量、降水日数共にすべての階級で一次直線の傾きが負となっており、降水量ではクラス1で、降水日数においてはクラス1と総降水日数にてそれぞれ危険率1%で有意となる非常に顕著な減少傾向が検出された。それに対し、太平洋側地域ではクラス1、2と弱い雨の階級において降水量と降水日数に顕著な減少傾向を示している点は日本海側地域と同様だが、クラス4、5の降水強度の強い階級において増加の傾向がみられる。また降水日数が危険率1%と非常に有意な減少傾向にあるのに対して総降水量は有意ではないものの一次直線の傾きは正の値となった。このことから、太平洋側地域では秋季の降水現象に対して強雨の占める割合が増加していると言える。

第15表：秋季降水量の一次直線の傾きと判定結果

	日本海側	検定結果	太平洋側	検定結果
総降水量	-0.15272		0.009451	
クラス1	-0.17885	***	-0.15042	**
クラス2	-0.12784		-0.24656	*
クラス3	-0.09598		-0.05804	
クラス4	-0.01313		0.141119	
クラス5	-0.29214		0.280115	

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

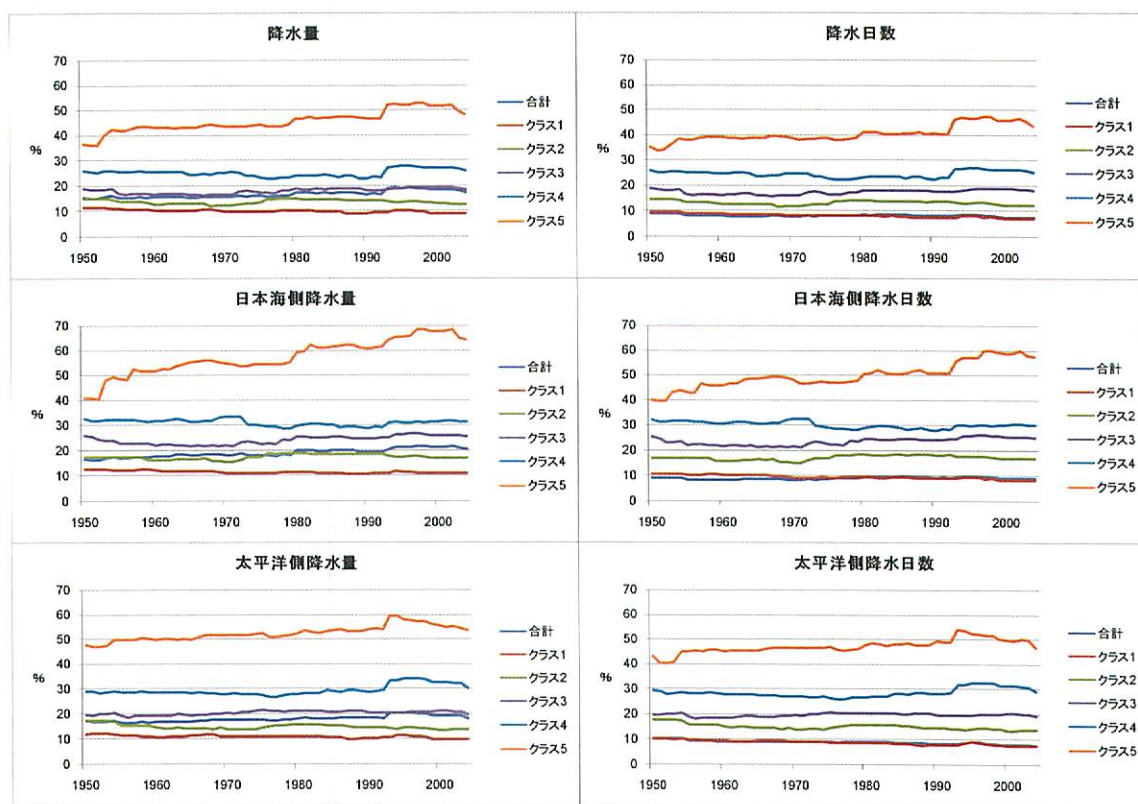
第16表：秋季降水日数の一次直線の傾きと判定結果

	日本海側	検定結果	太平洋側	検定結果
総降水日数	-0.15468	***	-0.14543	***
クラス1	-0.17238	***	-0.15846	***
クラス2	-0.1218		-0.27638	**
クラス3	-0.10245		-0.09956	
クラス4	-0.03049		0.108016	
クラス5	-0.27289		0.177941	

*** : 危険率1%で有意
 ** : 危険率5%で有意
 * : 危険率10%で有意

5. 降水量及び降水日数の年々のばらつきの変化

気象庁（2005）は日本全国で見たときの降水量について、年々の変動は過去に比べて大きくなっていると述べている。今回はこの振幅の変化をよりわかりやすい形で表現し、降水量及び降水日数の変動量が実際にはどのように推移しているのかを確認するために、50年間分の資料を基にした標準偏差を1950年以降から2004年までの毎年算出した。第15図はそれぞれ降水量と降水日数の標準偏差の変動を降水強度別に分類しグラフ化したもの、第17表は1901年から1950年までの50年間と1955年から2004年までの50年間を比較し、その差を表したものである。



第15図：対象年から前50年間の期間における標準偏差の推移

第17表：前半と後半の50年間における標準偏差の差

		総量	クラス1	クラス2	クラス3	クラス4	クラス5
降水量	九州	1.984	-2.061	-2.126	-0.676	-0.114	11.749
	日本海側	4.053	-1.387	-0.568	-0.534	-1.359	23.565
	太平洋側	0.916	-1.984	-3.440	0.177	1.229	5.794
降水日数	九州	-1.516	-2.361	-2.479	-0.849	-0.750	8.377
	日本海側	-0.065	-2.325	-0.042	-0.114	-2.004	17.895
	太平洋側	-2.873	-2.373	-4.216	-0.499	-0.182	3.424

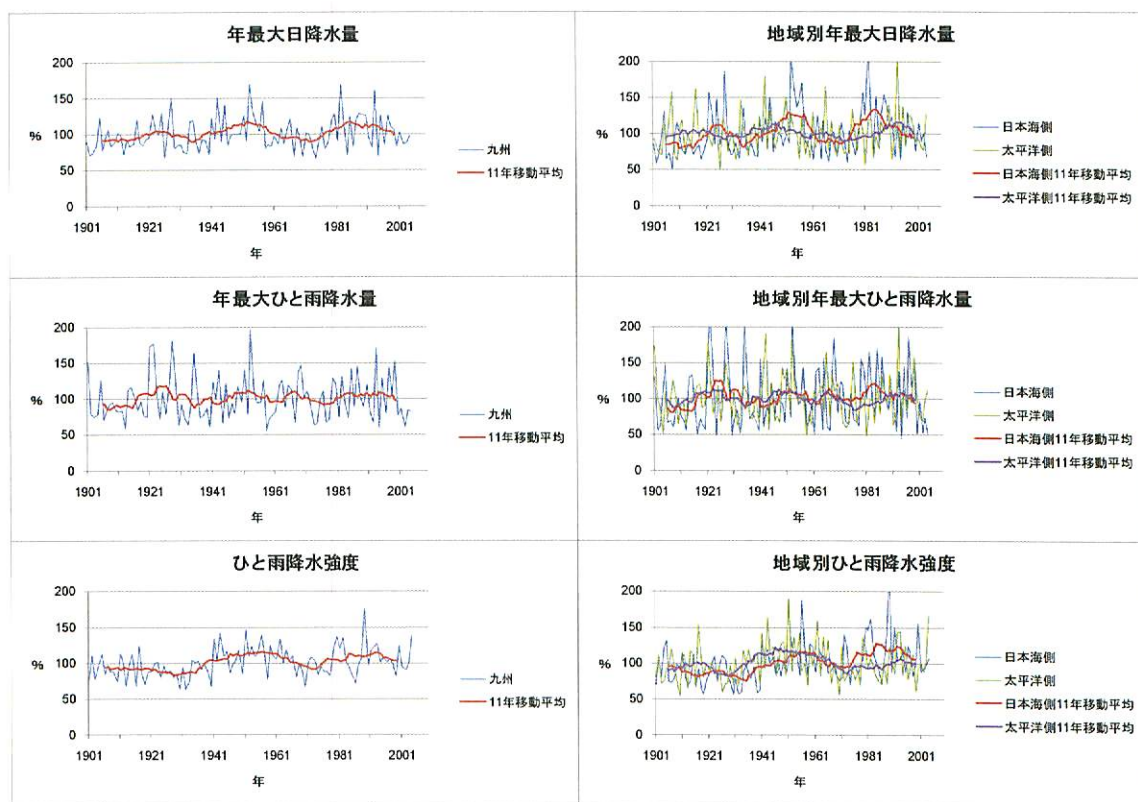
第15図を見ると降水量、降水日数ともに降水強度の弱い階級では大きな変動は見られないが、クラス5の強雨ではばらつきが大きくなる傾向にあり、特に期間後半においてその傾向は顕著に現れている。九州を地域別に見た場合でも同様の傾向を示し、特に日本海側地域ではその特徴が顕著である。第17表を見ると、クラス5を除くほぼ全ての階級でばらつきの度合いが変化していないどころか、若干だが小さくなっていることがわかる。これらのことから、降水量の変動性に大きな影響を与えているのは強雨によるところが大きいといえる。

6. 大雨の出現頻度

これまでに強い雨と年々の変動量がともに増大していることが判明している。これらの事実から、降水量の多い年が現れやすくなっているといえる。また日単位で見た場合、クラス5に属する雨の中でも特に強い雨が調査期間の後半に集中していることが考えられる。そこで、いくつかの指標を用いて特に強度の強い豪雨の出現傾向を調べた。

ここで用いた指標は日降水量のほかに0.5mm以上の降水が続いた期間の総降水量と定義したひと雨降水量と、竹下ら(2003)の方法によるひと雨降水量をその降雨継続期間で割った「ひと雨降水強度」の考え方を採用し、その年最大値及び数値を多いほうから順に並べた場合に上位50位までに含まれる値を豪雨の基準と定義し、その発生割合の経年変化を検討した。

第16図は各降水指標の年最大値の経年変化を表したものである。また、それらの一次直線の傾きとトレンド検定の結果を第18表にまとめた。



第16図：各降水指標の年最大値の推移

第18表：各降水指標の一次直線の傾きと検定結果

	傾き	検定結果	ひと雨降水量	検定結果	ひと雨降水強度	検定結果
九州	0.129	*	0.029078437		0.203740142	**
日本海側	0.204	***	0.082353104		0.320327522	***
太平洋側	0.054		-0.02419623		0.087152763	

***：危険率1%で有意
**：危険率5%で有意
*：危険率10%で有意

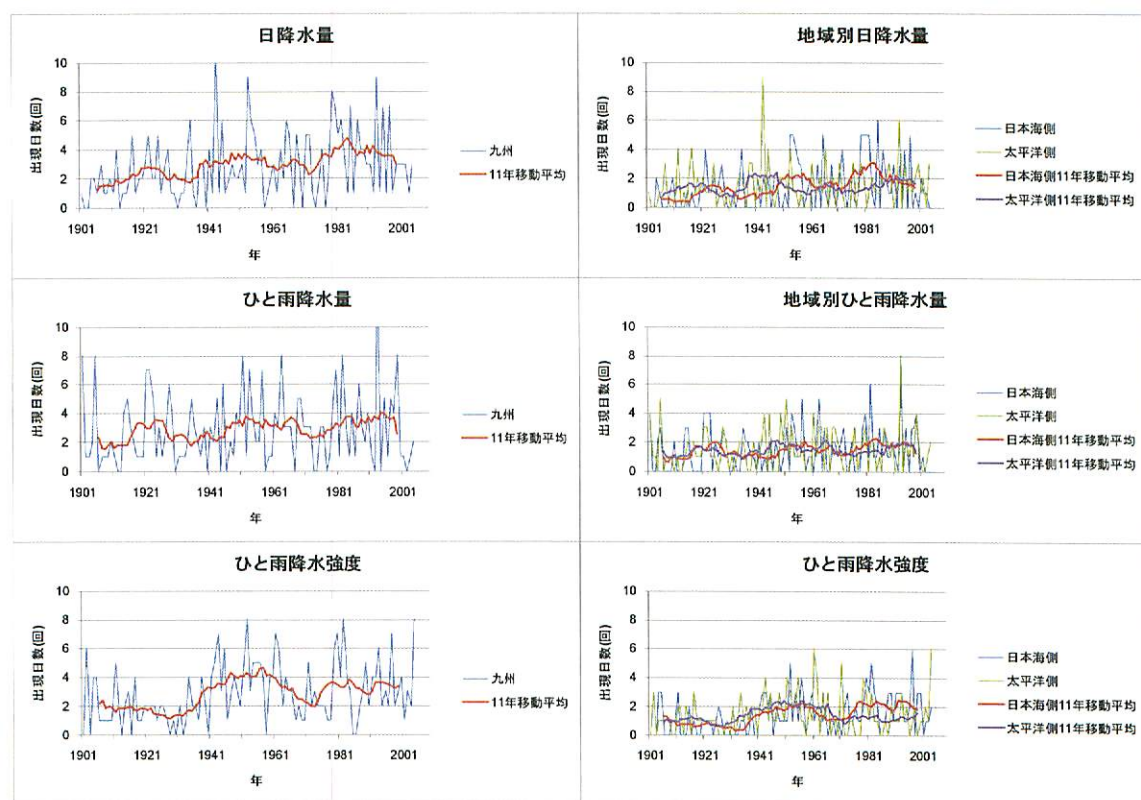
第16図を見ると地域によってその傾向が異なることがわかる。日本海側地域では時期によって大きく変動をしながらも増加の傾向を示しており、特に最大日降水量と年最大ひと雨強度においてその傾向は危険率1%で有意となる非常に顕著なものである。しかし太平洋側地域についてみると、いずれの項目においても一定の変動傾向は見られず、有意なトレンドは検出されなかった。また、日本海側地

域と比較して時期による変動の傾向は小さく、ほぼ一定の水準で推移している。年々の変動の振れ幅の大きさを示す指標として標準偏差を調べても、すべての項目において日本海側地域と比較しそのばらつきは小さかった。

ひと雨降水量については、年々の変動の振れ幅はほかの項目と比較して大きかったが有意なトレンドは検出されず、11年移動平均値を見ても年代による変動傾向ははっきりとしない。

年代ごとの変動を見ると上記のようにひと雨降水量に関しては不明瞭な部分もあるが、概ね1950年頃と1980年以降に極大を迎え、その前後の1930年頃と1970年頃には低い水準にあるといえる。

次に各降水指標をそれぞれ多いほうから順に並べ、上位50位までの非常に大きな値が観測された日数を年毎に集計し、第17図に表した。また第19表はそれらの一次直線の傾きとトレンド検定の結果である。



第17図：各降水指標の上位50位までの出現頻度

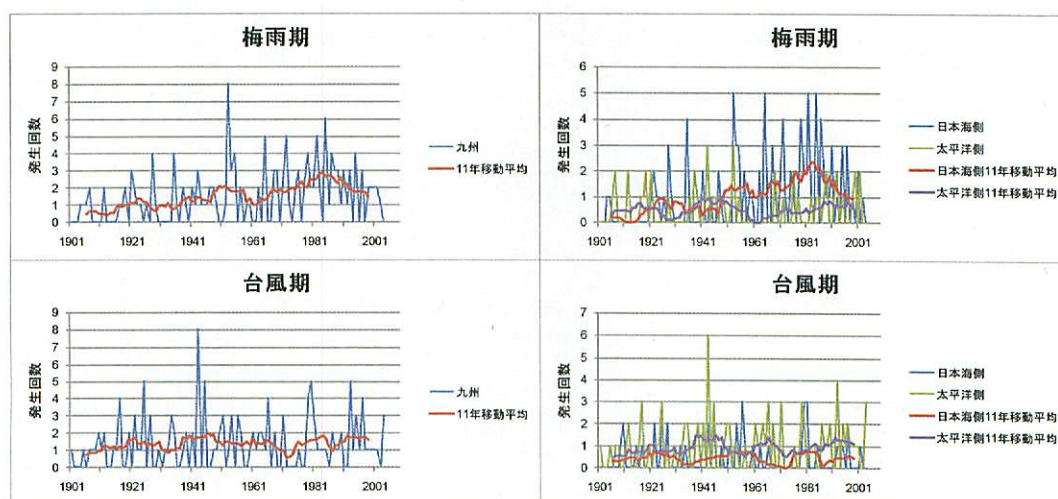
第19表：各降水指標

	日降水量	検定結果	ひと雨降水量	検定結果	ひと雨降水強度	検定結果
九州	0.021	***	0.007		0.020	***
日本海側	0.015	***	0.005		0.014	***
太平洋側	0.006		0.002		0.005	

***：危険率1%で有意
 **：危険率5%で有意
 *：危険率10%で有意

こちらでも年最大値と同様、日本海側地域では時期によって大きく変動をしながらも増加の傾向が見られ、その傾向は日降水量とひと雨強度危険率1%で有意となっている。年代による変動に着目すると、いずれの項目においても1950年代と1980年代以降に高い傾向がある。トレンド検定において有意なトレンドは検出されなかったひと雨降水量についても、日降水量やひと雨降水強度ほど明確ではないが1950年頃と1980年頃に若干出現頻度が高くなっている。太平洋側地域では1980年頃にも低い水準にあったが最近やや増加の傾向を見せている。

日本の雨期として梅雨と秋霖がある（倉島 1966）。福井（1972）は豪雨の出現時期を調査した際に5月から7月までに出現した豪雨を梅雨型、8月から10月までのものを台風型と定義している。報告の中で福井（1972）も述べているようにこれは便宜的な区分ではあるが、日降水量値上位50位までの出現回数をこの区分に照らし合わせ、その経年変化を第18図に、一次直線の傾きとトレンド検定の結果を第20表に示した。



第18図：梅雨および台風期の日降水量値上位50位までの出現回数

第20表：梅雨・台風期型豪雨出現回数の一次直線の傾きと検定結果

	梅雨期	検定結果	台風期	検定結果
九州	0.016569	***	0.005334	
日本海側	0.014712	***	0.000635	
太平洋側	0.001856		0.0047	

***：危険率1%で有意
 **：危険率5%で有意
 *：危険率10%で有意

日本海側地域において梅雨期時の豪雨出現回数が非常に顕著な形で現れているが、そのほかの地域、季節で有意な変動傾向は見られなかった。したがって、近年の豪雨の増加は日本海側地域の梅雨期型による降水が大きく起因していることが判明した。

VI. 考察

今回の調査では、九州地方の降水現象について年総降水量からは有意な増加、減少傾向は見られず、単調な変動は検出されなかった。これは地域別に見た場合でも結果は同様であった。しかし降水日数を見ると、いずれの地域でも非常に顕著な減少傾向を示していた。雨を強度ごとに区分して検討したところ、弱い雨において明らかな減少傾向が見られた。このことから、強雨にこそ有意な増加傾向は見られなかったが年々ひと雨で降る雨量は増加していると推測できる。

季節別に見た場合では春季以外の季節において弱雨の減少が著しい。強雨の変動傾向としては夏季にのみクラス5の強雨に有意な増加傾向が見られた。しかし地域別に見た場合に、夏季の太平洋側地域から一次直線の傾きこそ同様の方向を示しているが有意なトレンドは検出されず、春季において増加傾向が見られた。また梅雨期と台風期における豪雨出現回数の経年変化にも明確な違いが現れた。

これらのことから、九州地方における少雨の減少傾向は全域で同様の傾向であるが、強雨の変動は地域によって違いがあるといえる。

年代ごとの変動を見ると、いずれの季節、階級においても全般的に1930年代ごろに低く1950年頃にかけて高く、1960年代後半から1970年代頃まで低くなっている。しかし、その後は強雨のみに増加傾向が見られる。

降水日数の減少が顕著に現れたことと、降水量の変動が見られなかった（一次直線の傾きからは増加の傾向が見られる）ことは、IPCC(2007)による「ほとんどの地域で大雨の頻度（もしくは総降水量に占める大雨による降水量の割合）の増加が20世紀後半（主に1960年以降）に起こった可能性が高い」という報告とも矛盾していない。これは特に強い降水だけを見た場合に、強い降水の上位50位までの値が統計期間の後半に増加していることから確認できる。

豪雨の出現傾向を調査するために扱った指標の中で、日降水量とひと雨降水強度の年最大値が非常に有意なかたちで上昇しているの

に対して、ひと雨降水量だけは単調な変動傾向が見られなかった。このことから、近年の非常に強い降水は極めて短時間に集中して降るものであり、降雨の連続性も重要となるひと雨降水量に大きな影響を与えるものではないことが推測される。

年降水量の推移と豪雨の出現頻度を比較すると両者とも1950年頃と1980年以降に高く、その前後の年代は低い傾向にある。福井（1972）は豪雨出現回数と年降水量との相関関係を調べ、その相関係数の値から豪雨はその地点およびその年の年降水量を増加せしめないことになると述べており、これと矛盾する。福井（1972）はこの理由について、この種の雨は極めて短時間に集中して降り、その回数は非常に少ないため1年間の総量に対する比率から見ると少なく、ほかの形で降るそれほど目立たない平常的な現象の積み重ねのほうが重要であると考察している。しかし年降水量と上位50位までの日降水量の出現頻度について検証したところ、両者は0.46の正の相関を示し、ここでも矛盾した。この原因として調査の対象地点や時期の相違ではなく、豪雨の基準の設定の違いが挙げられる。本研究では豪雨の基準を104年間での日降水量の上位50位までと定義したが、福井（1972）による豪雨の定義は日降水量がその年の年降水量の10%を越えた場合としている。この区分の場合、毎年の基準が年降水量の値によって変動するため、著しく大きな値が出たとしてもその年の年降水量が大きければ豪雨としてカウントされず、また逆に年降水量の小さな年にはその基準が緩くなる性質がある。一定の基準を持たないために、時系列での変動を観測する際には決して無視することのできない誤差を生じることが予想される。

以上のことに加え、今回の調査によって弱雨の年々の変動の小ささと強雨の変動の大きさから、強度の強い雨は年降水量の変動に対して大きく寄与しているといえる。なお福井は、降水強度は劣っても長時間にわたって降り続ける雨のほうが年降水量に対して大きな割合をしめると述べているが、このことについては実際に年最大ひと雨降水量と、ひと雨降水量の上位50位までの出現頻度について年

降水量との相関を調べた結果、それぞれ0.61、0.68と日降水量よりも強い正の相関関係にあったことを記しておく。

本研究で対象にした調査地点は6箇所である。これらの調査地点は九州全域にほぼ均等になって配置しているが、竹下ら（2003）の研究で指摘されているように降水現象は非常に狭い範囲であっても異なった特徴を持つとされており、局地的な変動を見るためには更に観測地点を増やした詳細な観測網が必要である。また今回の調査には104年間の日降水量データを用いたが、2008年8月に観測された豪雨のように短時間に降る猛烈な雨の実態を調査するためには降水量の1時間値や10分値といった詳細なデータが必要となる。また今回明らかになった変動の原因が周期的な自然要因によるものなのか、または地球温暖化やヒートアイランド現象といった人為的な要因によるものなのかは本研究からは分からない。気象庁（2005）では近年における大雨の長期的な増加傾向に地球温暖化の影響があることを示唆しているが、同時に発生している異常少雨の増加についての要因は不明であるとしているが、これらの調査は今後の重要な課題である。

VII. 参考文献

気象庁 2002. 20 世紀の日本の気候. 財務省印刷局. 116p

倉嶋厚 1966. 日本の気候. 古今書院. 253p

高橋日出男 2003. 東京とその周辺における夏季(6~9月)日降水量の階級別出現特性の経年変化. 天気 50-1 : 31-41

竹下伸一・三野徹. 2003 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.

佐藤尚毅・高橋正明 2003. 首都圏における夏期の降水特性の経年変化. 天気 47-9 : 643-648

福井英一郎 1972. 日本における豪雨型と最近 70 年間(1901-70)の豪雨出現回数の経年変化. 地理学評論 45 : 1-12

藤部文昭 1998. 東京における降水の空間偏差と経年変化の実態・都市効果についての検討. 天気 45 : 7-18

水越允治 1958. 日本における降水量極値の分布 - とくに最大日降水量について. 地理学評論 31-2 : 86-94

米谷恒春 1981. 日本における 100 年確率日雨量と年降水量の長期変動. 防災科学技術研究資料 58 : 1-72

Timo Salmi · Anu Määttä · Pia Anttila · Tuija Ruoho-Airola · Toni Amnell 2002. DETECTING TRENDS OF ANNUAL VALUES OF ATMOSPHERIC POLLUTANTS BY THE MANN-KENDALL TEST AND SEN' S SLOPE ESTIMATES-THE EXCEL TEMPLATE APPLICATION MAKESENS. Ilmanlaadun julkaisuja
Publikationer om luftkvalitet Publications on air quality No.31

参考 URL

http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/climate_change/2005/pdf/2005_all.pdf

2008 年 12 月 2 日. 異常気象レポート 2005. 気象庁

http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/ipcc/ar4/ipcc_ar4_wg1_spm_Jpn_rev3.pdf

2008 年 12 月 2 日. IPCC 第 4 次評価報告書第 1 作業部会報告書政策決定者向け要約. 気象庁