

島根県内の気候変動について 他

水資源・環境分科会

井上正一、大掛敏博、大畑温憲、佐藤忠雄、

西田修三、浜村靖、福島昭一、四方田穆（50音順）

1. 気候温暖化の実態

・ 調査目的

近年地球温暖化が地球環境保全上の重要課題とされ、併せていわゆる「ゲリラ豪雨」などの異常気象現象も地球温暖化に原因があるとされている。「IPCC第4次報告書」を要約すると以下のとおりである。

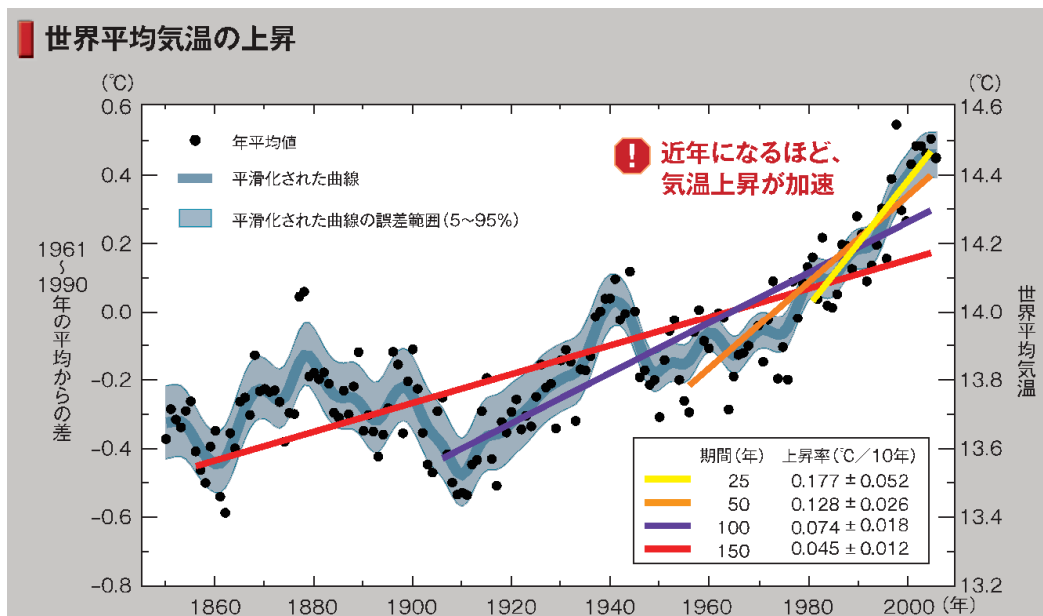
【気候変化とその影響に関する観測結果】

- ・ 過去 100 年間の線形の昇温傾向は **100 年当り 0.75** である。
- ・ 海面水位の上昇は温暖化と整合性がある。



【予想される気候変化とその影響】

- ・ 今後 20 年間に **10 年あたり約 0.2** の割合で気温が上昇することが予測されている
- ・ 100 年後には、地球の**平均気温は 1.8~4.0** の上昇が予測される
- ・ 100 年後には、地球の**平均海面水位は 18~59cm** の上昇が予測される
- ・ 温室効果ガスの排出が抑制されたとしても、**温暖化や海面上昇は数世紀にわたって続く**



(出典：IPCC第4次報告書)

本分科会では島根県内の気象観測資料を基に、気温や降雨の変動実態を調査することとし、その結果に基づいて、可能な解析を行うこととした。

・ 島根県内の気象観測所

島根県内には気象庁が所管する 33 カ所の気象観測所がある。

このうち松江、浜田、西郷は気象観測官署であり、気圧、降水量、気温、湿度、風向・風速、日照時間など幅広い気象観測が実施されている。中でも浜田は 1893 年以降、西郷、松江はそれぞれ 1939 年、1941 年から観測を継続している。

海士以下の観測所はアメダスであり、観測項目は降水量、気温、風向・風速、日照時間に限られ、観測期間も 1976 年頃からと短い。特に西郷岬以下の 9 観測所では観測年数も僅かである。なお、いずれの観測所においても、観測開始年からすべての項目の観測記録があるわけではない。

・ 年平均気温の変動傾向

最初に気象庁から報告されている「日本における年平均気温の平年差の経年変化」(都市化の影響を受けない 17 気象観測所、浜田も含まれる)に、浜田気象観測所の平年差を図 1 - 1 に表した。

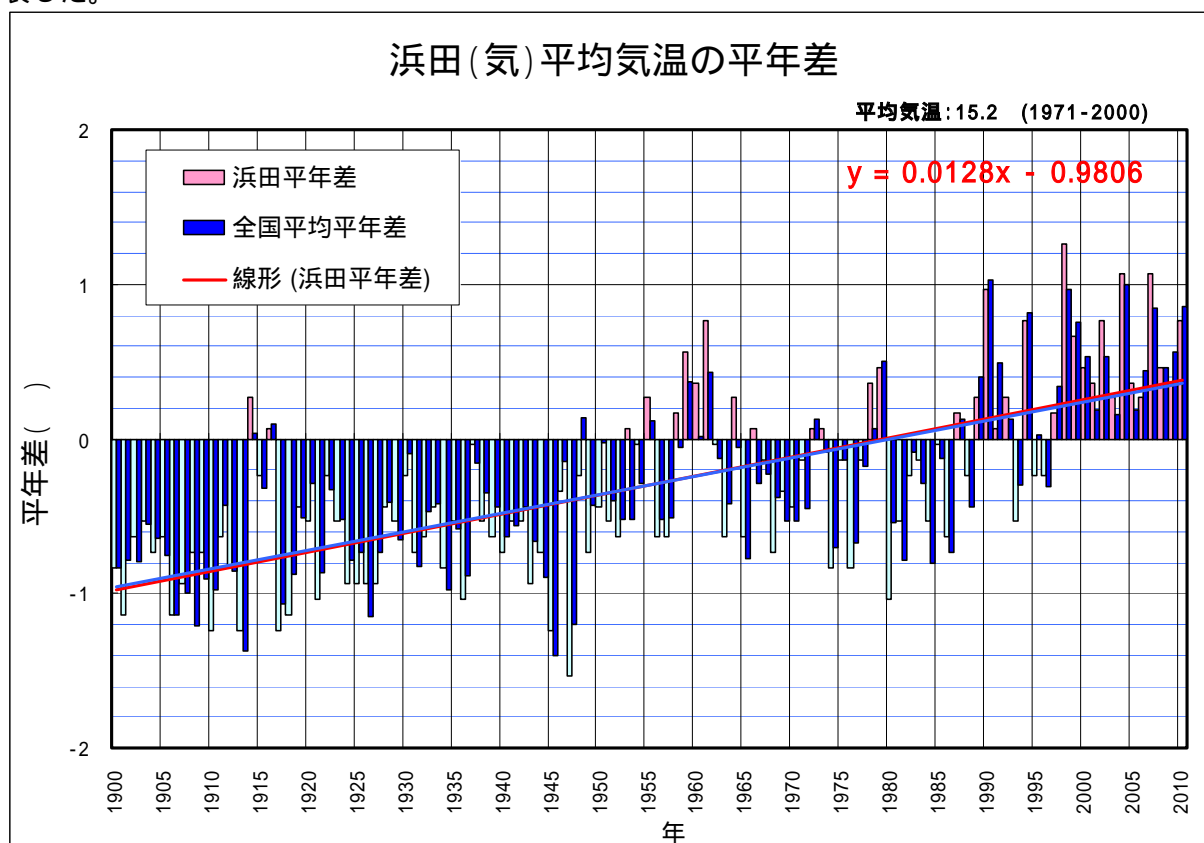


図 1 - 1 浜田気象観測所における年平均気温平年差

1960 年頃に高温に転じているが、日本の気温が顕著な高温を記録し始めたのは 1990 年代以降であり、浜田地域においても同様な傾向を示している。

次に、観測期間が長い「浜田」、「松江」、「西郷」について年平均気温の変動状況を調べた。観測期間を全期間(1893 - 2010)及びほぼ 30 年ごとの 4 期間に分けたそれぞれの気温の上昇または下降状況は表 1 - 1、図 1 - 2 のとおりである。

表 1 - 1 浜田・松江・西郷における年平均気温の変動傾向（変動量）

観測所名	浜田観測所	松江観測所	西郷観測所
観測期間	1893～2010(117)	1941～2010(69)	1940～2010(70)
全期間(～2010)	+0.111(/10年)	+0.176(/10年)	+0.149(/10年)
第1期(1893～1920)	+0.019(/10年)	-	-
第2期(1921～1950)	-0.003 /10年)	-	-
第3期(1951～1980)	-0.053(/10年)	-0.091(/10年)	-0.175(/10年)
第4期(1981～2010)	+0.372(/10年)	+0.444(/10年)	+0.390(/10年)

注) 網掛けは増加傾向を示す。

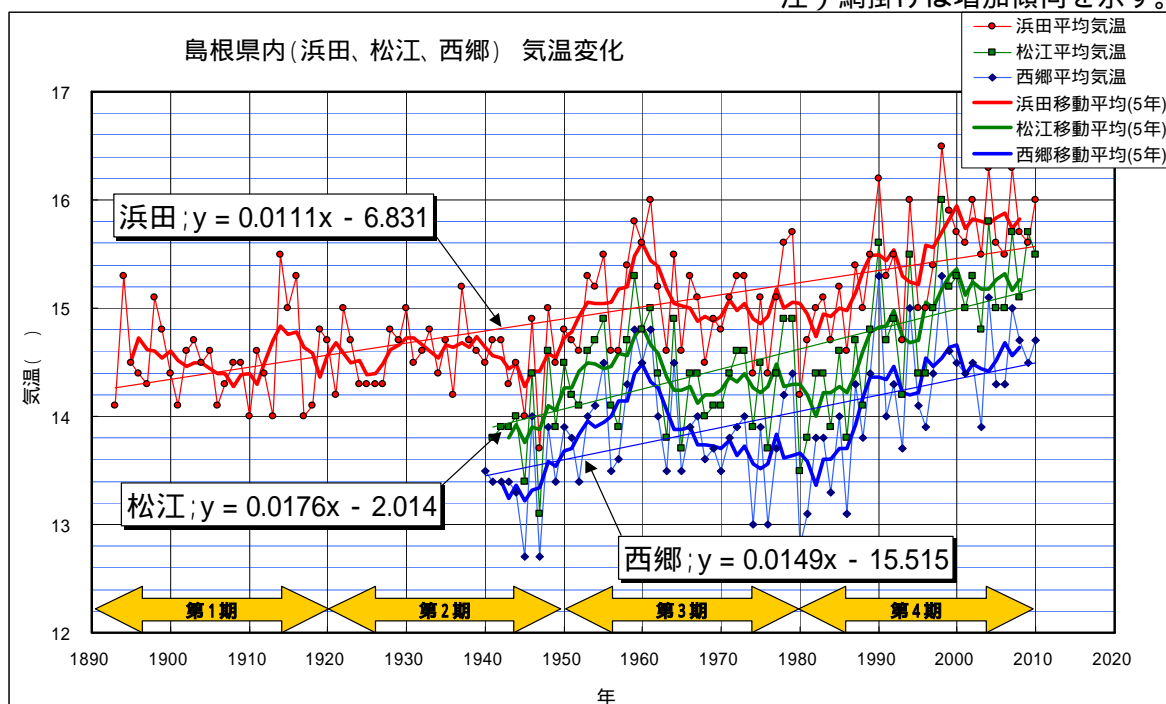


図 1 - 2 浜田・松江・西郷における年平均気温の変動傾向（変動量）図

3観測所とも全期間については0.11～0.18 /10年の上昇傾向が見られるが、第2～3期に僅かな下降傾向を示している。これに対して、近年30年間の第4期では各観測所とも0.37～0.44 /10年という明確な上昇傾向を示しており、IPCCの予想(0.2 /10年)を2倍程度超過している。

他方アメダス記録は30年程度の記録にとどまっているが、その間の傾向は表1-2に示すように13観測所とも年平均気温は上昇傾向にあり、近年30年間に0.3～0.5程度上昇している。西部地域が若干高い上昇傾向を示しているが、明確な地域性は見られない。

表 1 - 2 アメダス観測所における年平均気温の変動傾向（ /10年）

海士	鹿島	出雲	掛合	大田	横田	赤名
0.48	0.52	0.38	0.39	0.44	0.46	0.28
川本	瑞穂	弥栄	益田	津和野	六日市	
0.44	0.33	0.52	0.52	0.34	0.40	

(観測期間：1979年～2008年間)

・年降水量の変動傾向

気温と同様に観測期間が長い「浜田」、「松江」、「西郷」について年降水量の期間ごとの変動状況を調べた。

表 1 - 3 浜田・松江・西郷における年降水量の変動傾向（変動量）

観測所名	浜田観測所	松江観測所	西郷観測所
観測期間	1893～2010(117)	1941～2010(69)	1940～2010(70)
全期間(～2010)	+0.83(mm/年)	-4.74(mm/年)	-1.50(mm/年)
第1期(1893～1920)	+6.31(mm/年)	-	-
第2期(1921～1950)	-5.60(mm/年)	-	-
第3期(1951～1980)	-1.76(mm/年)	-9.56(mm/年)	-15.96(mm/年)
第4期(1981～2010)	-6.10(mm/年)	-2.31(mm/年)	+1.78(mm/年)

浜田では、全期間で見ると僅かに増加傾向として示されるが、第1期は増加傾向にあるものの、第2期以降は減少傾向にある。ただし、いずれの期間についても年次との相関はほとんどなく、松江、西郷についても規則性は見られない。図 1 - 3 に、3 観測所の年降水量 5 年移動平均値を示す。

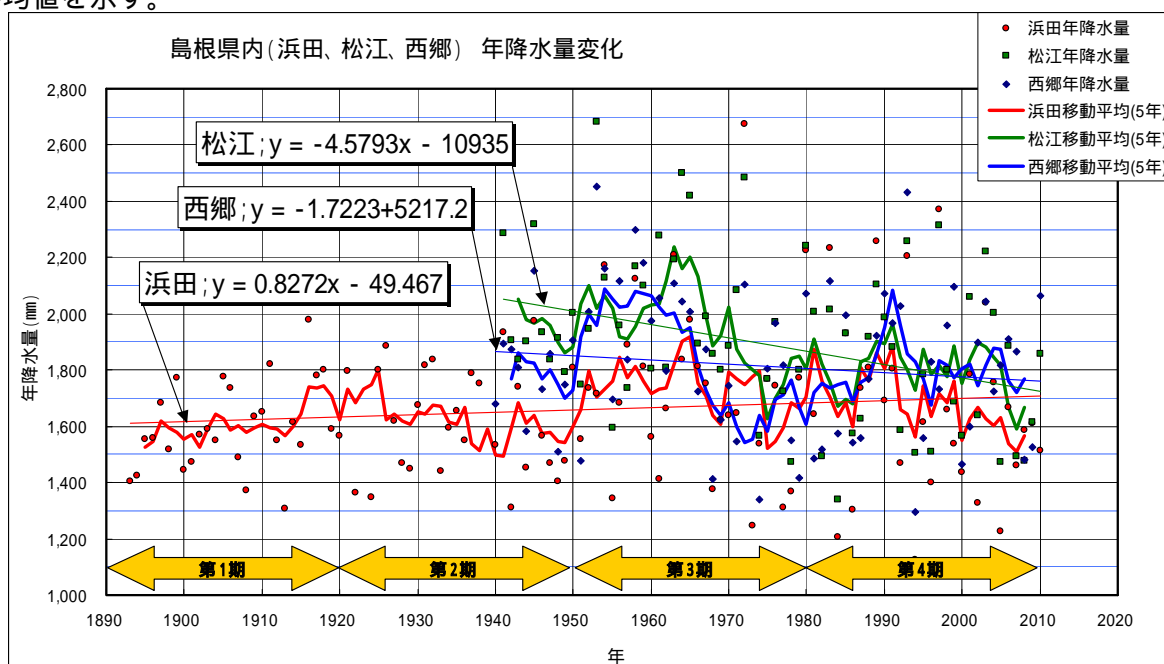


図 1 - 3 浜田・松江・西郷における年降水量の変動傾向（変動量）図

・短時間雨量の頻度

「ゲリラ豪雨」とは、予測が困難で、突発的な局地的な豪雨を指す俗語であり、気象学的には明確な定義付けがないが、近年において水害の多発要因となっている。

本章では、短時間雨量の頻度を解析し、島根県内においてもその傾向にあるかを調べた。

年降水量の変動傾向と同様に、「浜田」、「松江」、「西郷」について短時間雨量（時間雨量）の頻度を 20mm、30mm、40mm、50mm、60mm 以上の 5 段階に整理した。調査期間は、時間雨量が観測開始された 1941 年以降とした。

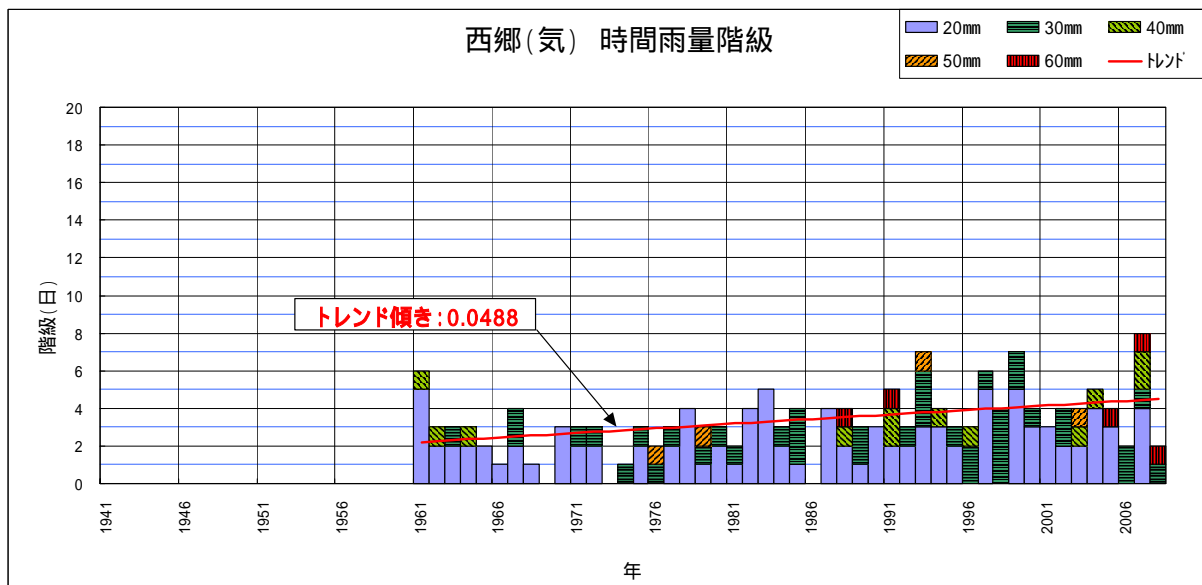
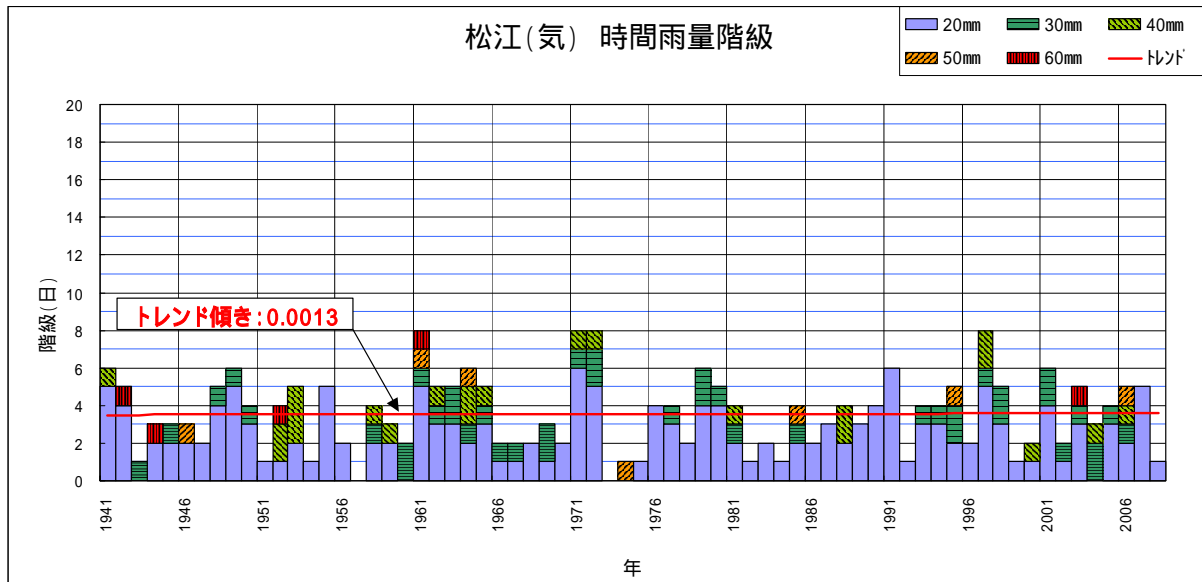
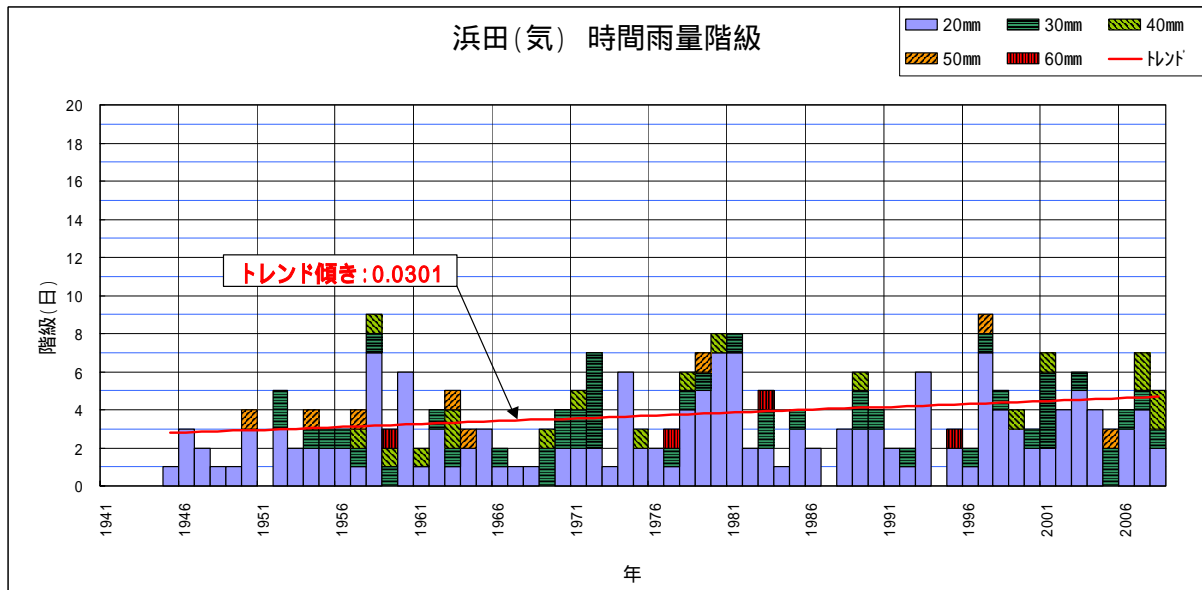


図 1 - 4 浜田・松江・西郷における時間雨量の頻度

浜田、西郷では若干増加傾向が伺えるが、松江では増加傾向は見られない。今後は、アメダスによる気象データにより傾向を見る必要があると考えられる。

・まとめ

島根県内の気候温暖化について以下にまとめる。

平均気温の傾向

長期観測記録が利用可能な松江、浜田、西郷の記録によれば、観測全期間を通じて気温上昇の傾向が見られる。特に最近 30 年間では 0.4 / 10 年程度の割合で上昇している。13 箇所のアメダスによる最近 30 年の記録によっても、0.3~0.5 / 10 年程度の気温上昇が見られ、島根県においても例外でないことが分かる。

地域特性については明確な傾向が見られなかったが、松江地域および県西部(益田、弥栄)で最近 30 年間の増加が顕著となっている。

年降水量の傾向

観測期間が長い「浜田」、「松江」、「西郷」について見ると、年次と年降水量並びに平均気温と年降水量との間には明確な傾向は見られなかった。ただし、1960 年頃に気温上昇と年降水量の増加傾向が見られる。

短時間雨量の頻度

浜田、西郷では増加傾向が見られるものの、松江で増加傾向が見られないことから県内全域での増加傾向とは言えない。しかしながら、県内中小河川の整備水準が 50mm/時間を目途にされていることや整備水準に満たない河川があることを考慮すれば、貯留機能の強化や洪水到達時間の増加などのハード対策、ハザードマップ活用等のソフト対策両面からの対応が必要と考えられる。

今後、多くのアメダスデータ、および国土交通省、島根県などで観測されているデータを含め、長い期間と多くのデータを分析し、その傾向を見極めることが重要と考えられる。

以上

2. 島根県内の短時間雨量の解析

. はじめに

近年異常降雨の一つとして、局地的な集中豪雨(いわゆるゲリラ豪雨)が問題視されている。気象台の雨量記録には短時間雨量として10分雨量記録が示されているが、これは県内3地点(西郷、松江および浜田)に限定されている。そこで更に多数地点での雨量記録がある1時間雨量について検討し、併せて3地点の10分間雨量についても検討を行う。ちなみに、島根県内には33カ所の気象観測地点があるが、西郷、松江および浜田以外はいわゆるアメダス(AMeDAS)であって、記録開始は1976年以降(一部は2003年以降)と短期間であり、観測項目も降水量のみ、または降水量と気温、風向風速、一部は日照時間が加えられる地点がある。

ここで用いた気象観測資料は、気象庁ホムペジ「気象統計情報」による。

. 1時間雨量

- 1. 観測記録と地域性

各地点の観測記録の内、30年程度以上の記録がある観測地点は24カ所である。それら地点の1979年から2008年までの30年間の雨量記録(ただし六日市は2007年まで)を用いて、観測1位から3位までの雨量及びその発生年を次項表2-1(左側)に示す。

1位記録の発生年は観測所によってまちまちである。ゲリラ豪雨の呼び名は近年になって言われているが、表の観測地点が高緯度から低緯度の順に示されている中で、福光-赤名以北の隠岐、出雲部では1位~3位記録が2004-06年のあたりに集中しているものの、川本以南の石見部では、同期間の発生はむしろ希で、観測期間全般にわたっている。

地域的には鹿島で1989年に102mmを記録しているのに対して、近接する松江での同年の値は27mmに過ぎないなど、地域性は薄いように思われる。30年間の各1位記録について、西郷と海士の記録の相関係数 r は0.444、鹿島と松江では $r = 0.206$ 、標高がよく似た横田と赤名では $r = 0.479$ 、海に近い浜田と益田では $r = 0.493$ などとなって、類似地点間でも相関はむしろ低い。

以上の結果から見ると、観測記録間に規則性は薄く、すなわち局地的なゲリラ豪雨の発生が窺われる。なお、鹿島、三隅、益田などの1位は2位以下に比べて突出しており、まさに異常気象である。

参考までに、2006年に松江-出雲地方で1972年以来の水害が発生し、特に神戸川中流部で著しい被害(来島ダムの放流管理ミスという声もある)が生じた。2006年の最大1時間雨量は松江、出雲、大東、佐田、掛合で30年のなかの1位~3位を示している。

なお、最大1時間雨量は60分間の最大値ではなく、時計の正時を基準とした値であるから、60分間の連続雨量はさらに大きい筈であることに配慮しなければならない。

- 2 . 確率雨量

24地点における30年間の1位記録を用いて、岩井法による確率計算を行った。結果を表2-1(右側)に示す。

観測1位記録が2,3位から突出している鹿島、三隅、益田などでは、1位記録は100年確率以上となっている。ただし記録は30年間なので、100年確率値の信頼性は低いと考えた方がよい。逆に1~3位の値が近い数字で並んでいる赤名、匹見などでは、1位は30年確率値程度となっている。

表2-1 島根県内降雨観測所1時間雨量表・最大値(1位~3位)と確率計算値

観測所			観測値						生起確率年						
北	南	標高m	1位	年次	2位	年次	3位	年次	2年	5年	10年	20年	30年	50年	100年
西郷		26.5	93	1988	80	2008	72	2007	39	55	66	78	85	93	106
海士		3	59	1988	52	2007	50	1992	32	45	55	64	70	78	88
鹿島		5	102	1989	76	1995	62	1979	30	44	54	65	72	81	94
松江		19.9	66	2003	58	1995	58	2006	33	44	51	58	62	68	75
伯太		23	57	1979	48	1988	42	2005	26	35	42	48	52	57	64
出雲		20	65	1985	65	2007	57	2006	32	43	51	59	63	69	77
大東		56	64	1990	57	2006	55	00/02	32	44	52	60	65	71	80
佐田		100	62	2005	61	2006	55	2004	34	45	52	60	65	71	79
掛合		215	59	2006	56	2005	51	2000	33	43	50	57	60	65	71
大田		30	77	2005	62	1988	55	2003	33	45	53	61	66	71	79
横田		369	70	2005	45	1993	44	85/07	31	40	47	52	56	60	65
福光		8	67	2007	50	2005	49	2006	32	42	48	54	57	61	67
赤名		444	48	2006	47	2005	46	2007	32	39	43	46	48	50	53
川本		132	56	1983	56	1994	52	1985	34	43	48	53	56	59	63
桜江		25	68	1983	55	1988	48	1985	32	42	48	53	57	61	66
浜田		19	91	1983	90	1988	63	1995	36	51	62	73	79	88	99
瑞穂		327	62	2006	53	2000	45	1997	32	40	46	51	54	58	63
三隅		11	100	1988	67	1996	61	1985	34	50	61	72	78	86	97
波佐		370	77	1998	65	1995	59	1979	39	52	59	66	70	75	81
弥栄		380	83	1995	57	1988	55	1985	38	49	56	63	67	72	78
益田		4	90	1983	57	2000	56	2005	32	44	53	63	68	75	86
匹見		259	56	2006	54	1999	53	2003	34	44	49	54	57	60	64
津和野		165	61	2004	58	1999	57	1980	35	46	52	58	61	65	70
六日市		311	69	1999	58	1995	54	03/04	36	46	53	59	63	67	74
合計			1702		1427		1299		801	1071	1251	1427	1531	1661	1839
平均			71		59		54		33	45	52	59	64	69	77

1時間雨量記録は1979年から2008年までの30年間のもの、ただし六日市は2006年までの28年間。記録は30年間に限られているので、100年確率値の信頼性は低いと考えるべきである。

全般的に見れば、1位記録の平均値が71mm、50年確率値の平均が69mmで、1位記録はほぼ50年確率値に近い値となっている。

他方最大1時間雨量のグル-ブ分けを試みて、24地点の10年確率雨量と観測地点の標高及び緯度との相関を検討した。雨量と標高との相関係数 $r = -0.259$ 、雨量と緯度とでは $r = 0.192$ となり、例えば観測位置が高いところに有れば雨量が多いとか、南へ行くほど雨量が多いと言った関係は全く見られない。

なお、で検討する西郷、松江および浜田の長期(48~68年)間の1時間雨量記録を用いた確率計算値を、上記最近30年間の記録値からの確率値(表2-1)と比較すると、松江の場合は長期記録からの値が10%程度高いのに対して、西郷、浜田では最近30年の記録による方が西郷で20%程度、浜田で5%程度高い値を示す。このことは松江では最近30年よりも以前の雨量が多かったのに対して、西郷、浜田では最近30年間の雨量が多くなっていることを物語っている。

・10分雨量

先に述べたように、アメダス記録は1時間雨量か日雨量であって、10分雨量は示されていない。そこで10分雨量が与えられている西郷、松江および浜田の長期間年最大10分雨量記録から、確率雨量の計算を試みた。結果を表2-2に示す。

表2-2 確率10分間雨量(mm)

確 率	西 郷	松 江	浜 田
2年	12.5(75)	14.4(86)	13.6(82)
5年	16.8(101)	18.1(109)	17.5(105)
10年	19.8(119)	20.2(121)	19.9(119)
20年	22.9(137)	22.1(133)	22.1(133)
30年	24.7(148)	23.1(139)	23.3(140)
50年	27.0(162)	24.3(146)	24.8(149)
観測年数	48年	68年	64年

注) ()は60分換算値(mm/h)

上表によれば、20年確率値は3地点でほぼ同じ値であるが、それ以上の確率年では西郷、浜田の順で雨量が多くなる。なおこの確率値を6倍した降雨強度(mm/h)は、同期間の1時間雨量観測値に基づく計算値と比較して3地区とも約2倍となり、短時間の雨量強度は平均1時間の雨量強度よりも相当激しくなる。

《参考》島根県河川課は各地における雨量観測結果をもとに、各種確率年に相当する降雨強度式(2010年4月より適用)を発表した。表2-1の観測地点と合致する数地点について、10年及び30年確率の1時間雨量を表2-3に示す。

河川課の数値は表2-1に用いられたものとは観測所及び観測期間が異なっており、確率降雨強度の計算式も同一ではない。表2-1の値と比較してほぼ等しい(益田)か多少大きい値であるが、西郷、浜田は少なめである。このことは、先に述べたように、西郷、浜田では最近30年間の記録を用いて確率計算した値が長期記録を用いた場合よりも大きい値を示すことによるものであろう。

表 2 - 3 島根県河川課による確率 1 時間雨量

観測地点	西 郷	松 江	出 雲	大 田	浜 田	益 田	津和野
10 年確率	5 6	5 5	5 6	5 7	5 7	5 5	5 6
30 年確率	6 8	6 7	6 9	7 1	7 7	6 9	6 8

・まとめ

24 地点、30 年間の年最大 1 時間雨量記録によれば、近接または類似地点間の記録に地域性、相関は見られない。

第 1 位記録が 2 位以下に比べて突出している（100mm 前後）鹿島、三隅、益田などの場合、1 位記録は 100 年確率に相当する。

西郷、松江および浜田における長期間の年最大 10 分間記録によれば、10 年、20 年確率値は 3 地区ともほぼ等しい。確率 10 分雨量を 6 倍した 1 時間換算降雨強度は 1 時間雨量記録からの計算値の約 2 倍となるので、市街地の下水計画など洪水到達時間が短い場合には注意を要する。

以上