

四国地方の気候変動レポート

2010



平成23年9月

利用上の注意事項

- ・本レポートは、2009(平成 21)年までの観測データ を用いて、各種モニタリング指標の変化傾向を分析したものです。
- ・分析結果は、過去から現在までの経年変化の傾向を示したものであり、将来を予測したものではありません。
- ・今後、最新の観測データ等が追加されることにより、増加・減少などの変化傾向が変わる可能性があります。
- ・モニタリング指標によっては、長期的な変化(50年以上)と短期的な変化(30年程度)を分析しています。後者の短期変化は、観測所間の均一性を図るために統計期間を揃えて分析したものです。が、気象現象の数年から数十年程度の周期が影響し、長期変化と異なる傾向を示す場合があります。このため、ご利用にあたっては、長期変化の傾向と合わせてご参照下さい。
- ・変化傾向の有意性は、「気候変動に関する政府間パネル(IPCC)」第4次評価報告書(AR4)の「可能性の定義」を参考に、観測データから求まる回帰直線の傾きに対し信頼度95%及び66%の有意水準により検定したものです。このため、回帰直線の傾きの大小が、変化傾向の有意性を決定するものではありません。
- ・有意性が確認できない場合についても、今後の適応策等の計画・策定に向けて過去の変化傾向を把握することが重要と判断し、「増加(減少)の可能性がある」と表記した上で回帰直線の傾きを示しています。

目 次

はじめに	1
【コラム】世界における気候変動の傾向	3
【コラム】日本における気候変動の傾向	4
第1章 四国地方の特性	5
1.1 四国地方を南北に分割する四国山地	5
1.2 全国有数の豪雨地域&少雨地域	6
1.3 頻発する水災害（洪水、渇水）	7
1.3.1 洪水被害等	7
1.3.2 渇水被害	8
【コラム】全国47都道府県ランキングにおける四国4県の順位	9
第2章 影響分析の方法	10
2.1 分析項目	10
2.2 分析結果の評価方法	11
【コラム】統計的に有意とは？	12
2.3 分析に用いる統計期間（長期的・短期的視点）	13
2.4 レポートで取り扱う観測地点（代表観測所）	14
第3章 四国地方における気候変動の影響	16
3.1 気温	16
3.1.1 年平均気温	16
3.2 降水量	18
3.2.1 年降水量	18
3.2.2 年最大日降水量	20
【コラム】IPCC AR4（GCM20 A1Bシナリオ）の予測結果	22
3.2.3 日降水量100mmおよび200mm以上の発生回数	23
3.2.4 時間降水量50mmおよび80mm以上の発生回数	25
3.2.5 年降水量の年々変動率	27
3.3 河川流量	29
3.3.1 年総流出量	29
3.3.2 年最大流量	30
3.3.3 低水流量・渇水流量	30
3.4 潮位	32
3.4.1 年平均潮位	32
3.5 台風	34

3.5.1	発生数、接近数、上陸数	34
3.5.2	上陸台風の強度	35
3.5.3	上陸時期	35
3.5.4	台風経路	36
3.6	影響分析の総括	37
第4章	四国地方における気候変動の影響に対する取り組み	38
4.1	水災害予報センターの設置	38
4.2	将来の展望	40
	おわりに	41
	謝辞	41
	参考資料	41

はじめに

(気候変動に関する国際的取り組み)

地球温暖化に伴う気候変動については、1988(昭和 63)年、アメリカ上院公聴会における J. ハンセン博士の「最近の異常気象が地球温暖化と関係していることは 99%の確率で正しい」という発言が契機となり、国際的に広く知られるようになった。

国際政治の場においても、1992(平成 4)年、「気候系に対して危険な人為的干渉を及ぼすこととならない水準において大気中の温室効果ガスの濃度を安定化させること」を究極の目標とした国連気候変動枠組条約 (UNFCCC) が採択され、世界全体で地球温暖化対策に取り組んでいくことが合意された。

また、UNFCCC の究極の目標の達成に向け、1995(平成 7)年から毎年、気候変動枠組条約締約国会議 (COP) を開催し、1997(平成 9)年の第 3 回締約国会議 (COP3) では、先進国に温室効果ガスの削減目標を課した「京都議定書」が採択された。しかし、経済発展のために大量の二酸化炭素を排出せねばならない発展途上国の自主的参加が見送られ、当初推進していたアメリカも後に受け入れを拒否、ロシアも受け入れの判断を見送っていたことから、議定書が発効されない状況が続いた。2004(平成 16)年、ロシアの批准により、議定書の発効要件が満たされたことから、2005(平成 17)年 2 月に議定書が発効された。その後、議定書に基づく温室効果ガスの排出の削減が進められてきたが、現在までに二酸化炭素の排出量を減らすことができた国は、ドイツやイギリス等の一部の国に限られ、世界的には大幅な増加傾向にある。

京都議定書の約束期限 (2012(平成 24)年まで) が間近にせまる中、世界全体の排出量に占める割合が大きいアメリカ、中国、インド等を含めた全ての主要経済国が責任ある形で参加する次期枠組みの合意を目指し、国際交渉が精力的に進められている。

(気候変動に関する科学的な知見)

2001(平成 13)年の IPCC 第 3 次評価報告書 (TAR)、2006(平成 18)年のスターン報告等を経て、2007(平成 19)年、世界中の科学者と政府関係者で構成される「気候変動に関する政府間パネル」(IPCC) が第 4 次評価報告書 (AR4) を発表し、「気候システムの温暖化には疑う余地がない」ことを科学的に示すとともに、「20 世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガス濃度の増加によってもたらされた可能性が非常に高い」ことを明らかにした。

国際的な議論や研究が進む中、人類の排出した温室効果ガスが温暖化に重要な役割を果たしているということが科学的な合意 (コンセンサス) となっている。

(気候変動の影響への対応)

地球温暖化に伴う気候変化は、その予想される影響の規模と深刻さから、人類の生存基盤そのものに影響を与える重要な課題である。

特に、沿岸域や低平地では、海面水位の上昇、大雨の頻度増加、台風の激化等により、水害、

土砂災害、高潮災害等が頻発・激甚化するとともに、降水量の変動幅拡大による渇水の頻発・深刻化等が懸念されている。

このような問題への対応として、AR4では、温室効果ガスの排出削減を中心とする温暖化の「緩和策」には限界があり、「緩和策」を行ったとしても気温の上昇は数世紀続くことから、温暖化に伴う様々な影響への「適応策」を講じていくことが「緩和策」と同様に重要であると指摘している。

また、2008(平成20)年6月、社会資本整備審議会から「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について」と題して発表された答申では、「緩和策」への取り組みや社会条件の変化等には不確実性があり、外力の変化に対する予測値にも大きな幅が存在することから、調査・観測によるモニタリングは重要で、気候変動の影響把握を目的としたモニタリングを継続していくことが必要であると指摘している。

(本レポートの目的、構成)

本レポートは、現在、四国地方で生じている気候変動の影響を明らかにし、これを最新の科学的知見として広く周知することにより、気候変動への適応策に対する四国4県の関係機関や住民の理解を深めることを目的としたものである。

本レポートの構成は、次のとおりである。

第1章では、四国地方の特性を地形条件、土地利用状況(資産の集中度合い)、気象条件等の観点から概説するとともに、近年頻発する水災害の実態を紹介する。第2章では、気候変動による影響を優先的に分析する観測項目、観測地点を述べるとともに、分析結果の有意性を評価する方法について概説する。第3章では、観測データの分析結果に基づく気候変動の影響を長期的な視点と比較的短期的な視点(近年30年間程度)から考察する。第4章では、現在、四国管内で行われている気候変動の影響に対する取り組みと将来の展望を概説する。

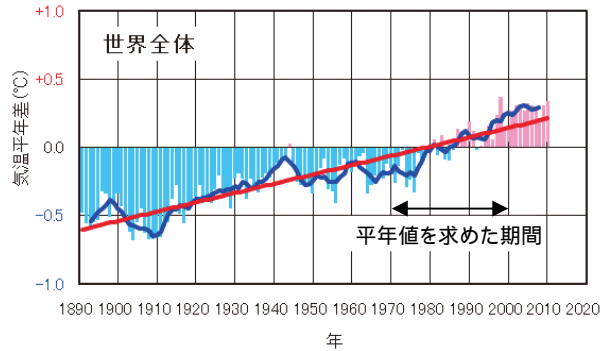
【コラム】世界における気候変動の傾向

(出典：参考文献1) 2) 3) 4))

(1) 気温

世界の年平均気温は、様々な変動を繰り返しながら、長期的には100年あたり0.68（統計期間：1891～2010）の割合で上昇している*。これは、二酸化炭素などの温室効果ガスの増加に伴う地球温暖化の影響に、数年～数十年程度の周期で繰り返される自然変動が重なっているものと考えられる。

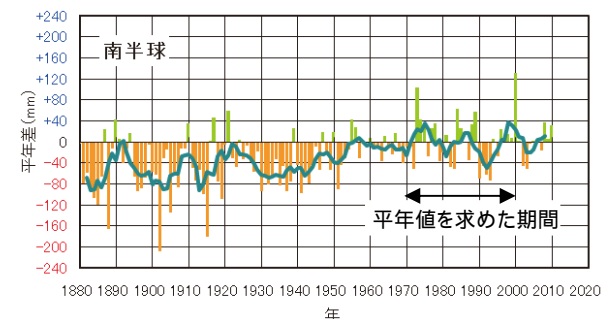
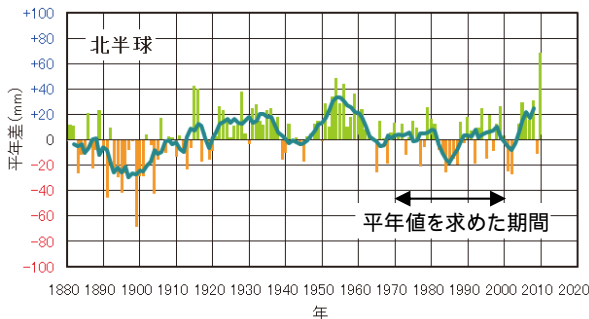
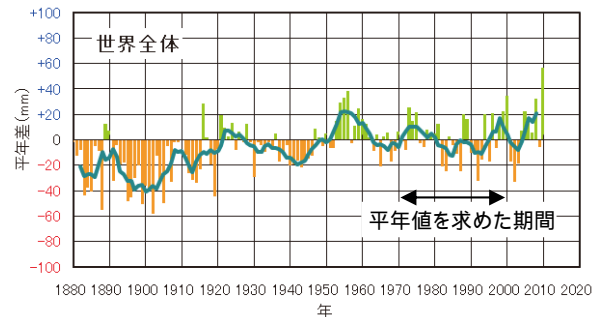
気温の上昇傾向について、気候変動に関する政府間パネル（IPCC）第4次評価報告書（AR4）では、20世紀半ば以降に観測された世界平均気温の上昇のほとんどは、人為起源の温室効果ガスの増加によってもたらされた可能性が非常に高いと指摘している。



世界における年平均気温の経年変化(1891～2010年)
棒グラフは各年の平均気温の平年差（平年値との差）を示している。太線（青）は平年差の5年移動平均を示し、直線（赤）は平年差の長期的傾向を直線として表示したものである。平年値は1971～2000年の30年平均値。

(2) 降水量

世界の年降水量は、1880年の統計開始以降、周期的な変動を繰り返している。北半球では、1930年頃、1950年代に降水量の多い時期がみられる。



世界における年降水量の経年変化(1880～2010年)

右上は世界平均、左下は北半球平均、右下は南半球平均である。棒グラフは各年の年降水量の平年差（平年値との差）を示している。太線（緑）は平年差の5年移動平均を示す。平年値は1971～2000年の30年平均値。

*気候変動監視レポート2010（気象庁）の値。本コラムの数値・グラフは同レポートから引用した。

【コラム】日本における気候変動の傾向

(出典：参考文献 1)、2)、3)、4))

(1) 気温

日本の年平均気温は、長期的には 100 年あたり 1.15 (統計期間：1898～2010) の割合で上昇している*。1940 年代までは比較的低温な期間が続いたが、1960 年頃の高温暖期、それ以降 1980 年代半ばまでの低温期を経て、1980 年代後半から急速に気温が上昇している。

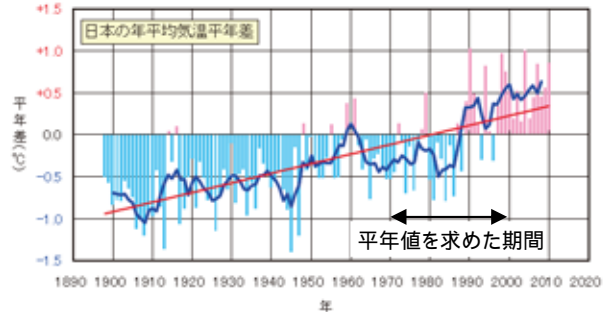
近年、日本で高温となる年が頻発している要因としては、二酸化炭素などの温室効果ガスの増加に伴う地球温暖化の影響に、数年～数十年程度の周期で繰り返される自然変動が重なっているものと考えられ、この傾向は、世界の年平均気温と同様である。

(2) 降水量

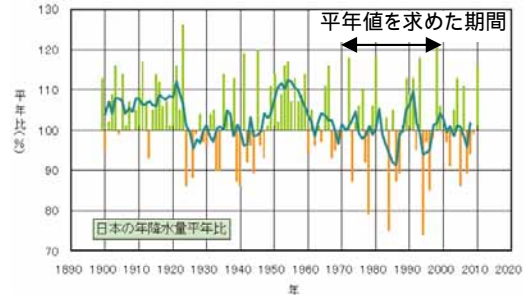
日本の年降水量は、1920 年代半ばまでと 1950 年代頃に多雨期がみられ、1970 年代以降は年ごとの変動が大きくなっている。

一方、日降水量が 100mm 以上となる大雨の日数は、1901～2010 年の 110 年間では、最近 30 年間で 20 世紀初頭の 30 年間で比較すると、日数は約 1.3 倍に増加している。

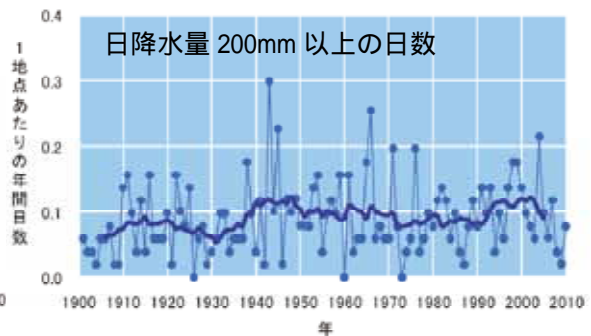
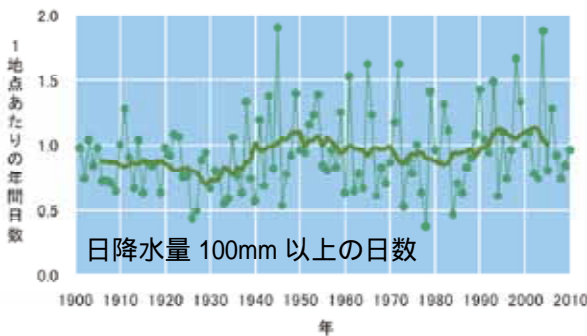
IPCC AR4 は、世界のほとんどの地域において 20 世紀後半に大雨の頻度の増加が起こった可能性が高いと評価しており、日本の大雨日数の増加はこれと同じ傾向を示している。



日本における年平均気温の経年変化(1898～2010年)
棒グラフは、国内 17 地点での年平均気温の年平均差(平均値との差)を平均した値を示している。太線(青)は年平均差の 5 年移動平均を示し、直線(赤)は年平均差の長期的傾向を直線として表示したものである。年平均値は 1971～2000 年の 30 年平均値。

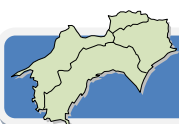


日本における年降水量の経年変化(1898～2010年)
棒グラフは、国内 51 地点での年降水量の年平均比(平均値に対する比で%で表す)を平均した値を示している。緑線は年平均比の 5 年移動平均を示す。年平均値は 1971～2000 年の 30 年平均値。



日本における日降水量 100mm 以上(左)と日降水量 200mm 以上(右)の年間日数の経年変化
国内 51 地点の出現日数から求めた 1 地点あたりの年間日数。細線は年々の値を、太線は 11 年移動平均値を示す。

*気候変動監視レポート 2010 (気象庁) の値。本コラムの数値・グラフは同レポートから引用した。



第1章 四国地方の特性

1.1 四国地方を南北に分割する四国山地

四国地方には、各県を分断するような形で四国山地や讃岐山脈がそびえており、その中でも特に高峻な石鎚山（標高 1,982m）や剣山（標高 1,955m）等が連なる四国山地は、四国の地形や気象を南北に大きく分断している。

平野部の特徴も四国山地を境に南北で異なり、四国山地以北の道後（松山）平野、道前平野（新居浜、西条平野等） 讃岐平野（高松、三豊、丸亀平野）は、瀬戸内海へ流入する河川によって形成された扇状地を主体としている。また、徳島平野も吉野川によって形成された扇状地が発達している。

一方、四国山地以南の高知平野では、物部川の扇状地性の低位段丘を除くと、扇状地の発達はみられない。

なお、四国地方には、国が管理する一級河川が8水系あり、土器川、重信川、肱川の3水系は瀬戸内側に、那賀川、物部川、仁淀川、渡川（四万十川）の4水系は太平洋側に、流域のほとんどが位置する。吉野川水系は、四国山地を横断しており、上流域は太平洋側に、銅山川流域を含む下流域は瀬戸内側に位置する。

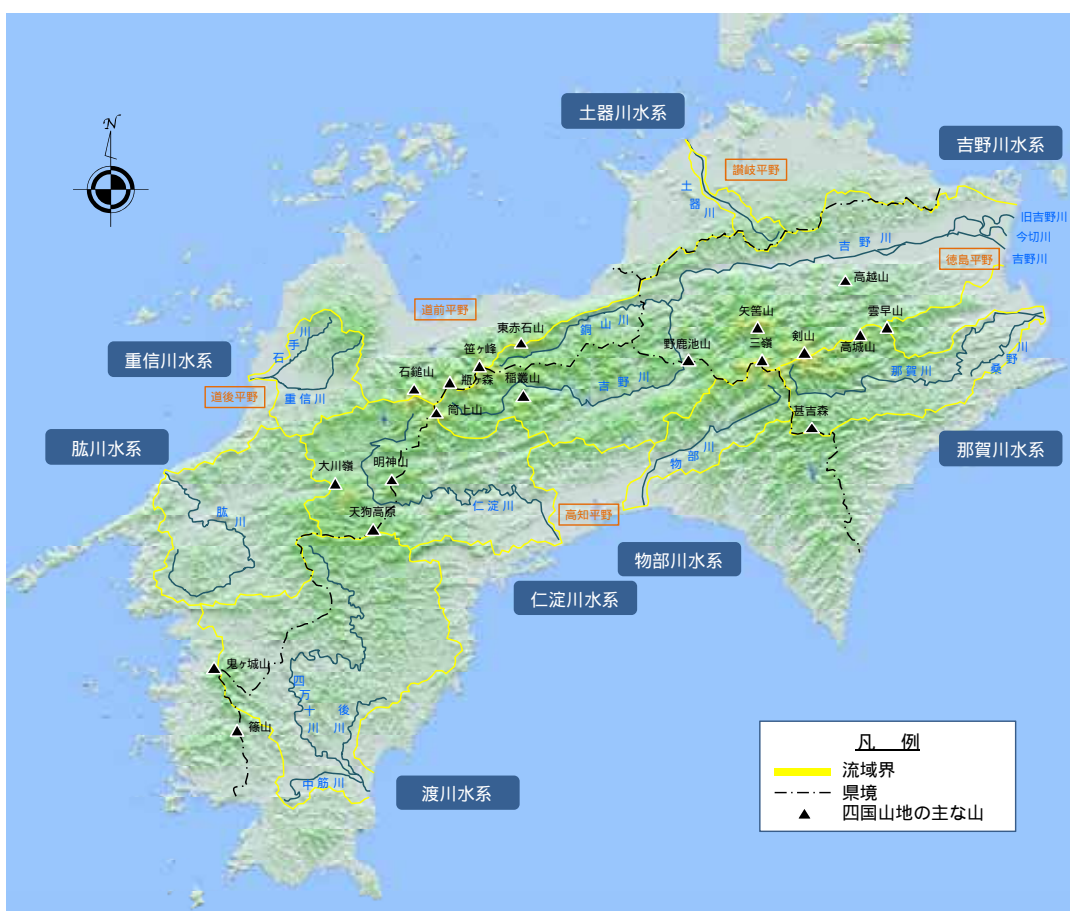


図 1.1.1 四国地方の地形

1.2 全国有数の豪雨地域 & 少雨地域

四国地方の地形を二分する四国山地によって、四国の気象特性が「太平洋側気候」と「瀬戸内海式気候」に分けられている。

四国山地以南の太平洋側に位置する徳島県南部、愛媛県南予南部、高知県全域では、台風の直撃や南からの湿った空気（暖湿気流）の影響を受けて、年間降水量が多く（高知市で2,627.0mm、徳島県南部の海部郡美波町[日和佐]で2,549.8mm、いずれも平年値）、日本でも有数の多雨地帯となっている。

一方、四国山地以北の瀬戸内側に位置する香川県全域、徳島県北部、愛媛県中予・東予では、暖候期には四国山地が暖湿気流の流入を抑え、寒候期には中国山地が湿潤化した寒気の流入を抑えるため、太平洋側に比べて年間降水量が極端に少なくなっている（高松市で1,123.6mm、愛媛県今治市で1,224.3mm）。

全国降水量記録 歴代トップ 10
(出典：参考文献5))

トップ
10

トップ
10

順位	地点	降水量 (mm)	年月日	順位	地点	降水量 (mm)	年月日
1	海川 (徳島)	1317	平成16.8.1	1	長与 (長崎)	187	昭和57.7.23
2	日早 (徳島)	1114	昭和51.9.11	2	福井 (徳島)	167.2	昭和27.3.22
3	西郷 (長崎)	1109.2	昭和32.7.25	3	浜津脇 (鹿児島)	162	平成13.9.2
4	大台ヶ原山 (奈良)	1011.0	大正12.9.14	4	富士宮 (静岡)	153.0	昭和47.8.24
5	繁藤 (高知)	977	平成10.9.24	5	香取 (千葉)	152.5	平成11.10.27
6	前鬼 (奈良)	976.2	昭和29.9.13	6	多良間 (沖縄)	152	昭和63.4.28
7	小見野々 (徳島)	953.0	昭和49.9.6	7	清水 (高知)	150.0	昭和19.10.17
8	柿の又 (高知)	903	昭和50.8.17	8	室戸岬 (高知)	149.0	平成18.11.26
9	田辺 (和歌山)	901.7	明治22.8.19	9	前原 (福岡)	147	平成3.9.14
10	本戸 (福井)	844	昭和40.9.14	9	山口 (徳島)	147.0	昭和47.7.5

凡例 四国地方 その他の地域

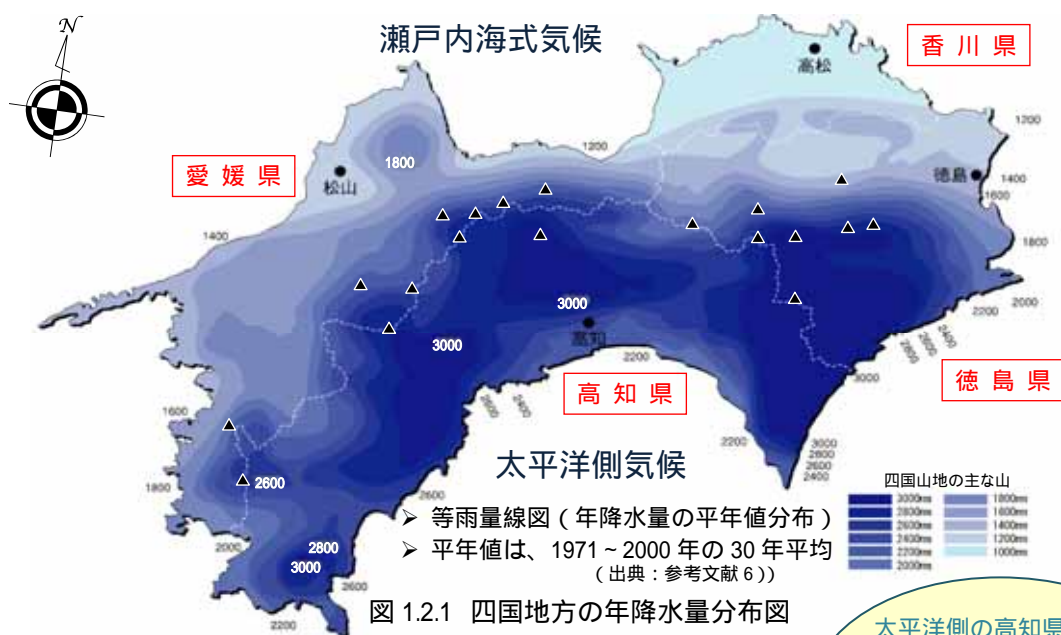


図 1.2.1 四国地方の年降水量分布図

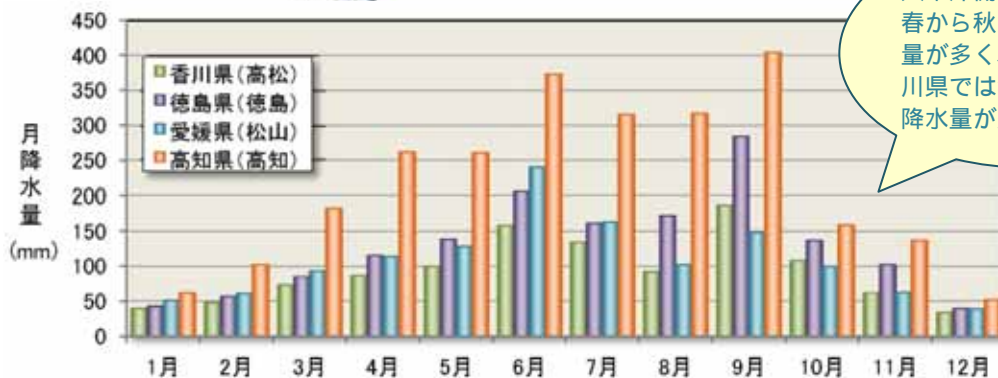


図 1.2.2 四国4県の月別降水量(1971～2000年の平年値)

(出典：参考文献6))

1.3 頻発する水災害（洪水、濁水）

四国地方では、四国山地を境として水災害の様相も異なっている。

多雨の太平洋側気候に属する地域では、台風の直撃や梅雨前線に伴う集中豪雨等により、水害や土砂災害等が頻発している。一方、少雨の瀬戸内海式気候に属する地域では、台風等の直撃が比較的少なく、太平洋側とは逆に水不足に悩まされている。

1.3.1 洪水被害等

四国地方は、「台風銀座」と呼ばれるほどの台風の通り道であり、2004(平成16)年には、観測史上最多となる6個の台風が上陸し、四国地方に甚大な被害をもたらした。

2005(平成17)年から2009(平成21)年まで、四国地方への台風の上陸はないが、四国近傍を通過する台風や前線活動の活発化等の影響により、各地で水害、土砂災害、高潮災害等が発生している。なお、水害統計によると、四国地方の人口100万人当たり年間水害被害額は、約122億円(平成10~19年平均)であり、全国平均の約4倍に相当する。

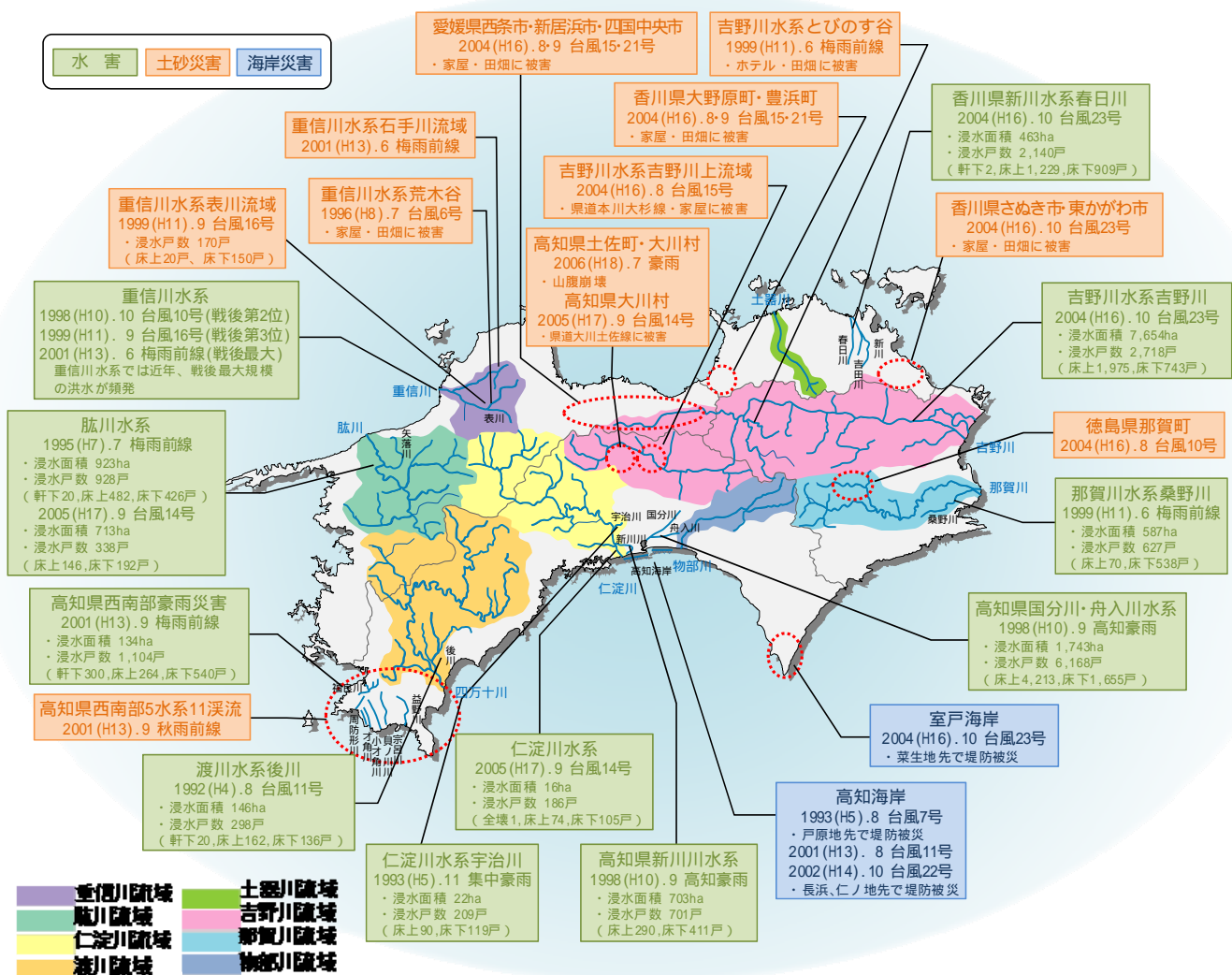


図 1.3.1 四国地方における近年の災害発生箇所

(出典：参考文献6))

1.3.2 渇水被害

年間降水量が少なく、大規模な河川が太平洋や紀伊水道へ流出することから、四国山地以北の香川県では、水不足による取水制限が頻繁に行われている。

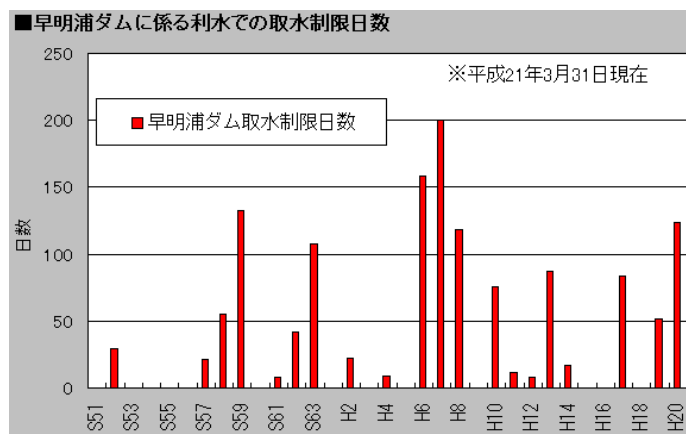


図 1.3.2 早明浦ダムの取水制限日数 (出典：参考文献7))

平成以降の主な渇水被害

1994(平成6)年/夏渇水

1994(平成6)年夏は、空梅雨に加え梅雨明けも早く、日本列島上空には強い太平洋高気圧が張り出し、全国的な渇水に見舞われた。四国地方においても、香川県ではほぼ全域にわたって給水制限が行われ、76万人もの市民が給水制限により厳しい節水生活を強いられた。また、愛媛県松山市周辺6市町でも4ヶ月におよぶ給水制限が行われた。



香川用水の上水道給水制限状況(平成6年当時の市町村)
給水制限の最も厳しい平成6年8月10日ごろ

2005(平成17)年/夏渇水

2005(平成17)年の四国地方は、4月からの少雨により、ほぼ全域で渇水が生じた。中でも、吉野川の早明浦ダムは、1994(平成6)年の大渇水以来2度目の利水容量が底をつき、発電用水の緊急補給を行った。

また、那賀川の長安口ダムでも利水補給ができなくなり、工業関係の被害額(68億5千万円)は過去最大となった。



早明浦ダムの渇水状況(吉野川)
(H17.9.1.貯水率0%)

2008(平成20)年/夏渇水

2008(平成20)年の四国地方は7~9月にかけて少雨となった。吉野川の上流域では記録的な少雨が続き、早明浦ダム上流域の7~9月の総雨量492mmは平年の約1/3であり、観測史上最低を記録した。早明浦ダムは8月31日から過去最長の20日間にわたって枯渇した。



早明浦ダム上流の旧大川村役場
(H20.9.26)

(出典：参考文献6))

【コラム】全国47都道府県ランキングにおける四国4県の順位

(出典：参考文献8)のデータをもとに作成)

人口

総人口			年少人口割合		生産年齢人口割合		老年人口割合				
順位	都道府県	総人口 (万人)	順位	都道府県	年少人口割合 [15歳未満] (対総人口, %)	順位	都道府県	生産年齢人口割合 [15-64歳] (対総人口, %)	順位	都道府県	老年人口割合 [65歳以上] (対総人口, %)
1	東京都	1,284	1	沖縄県	17.9	1	東京都	67.9	1	島根県	28.6
2	神奈川県	892	2	滋賀県	15.1	2	神奈川県	67.3	2	秋田県	28.4
3	大阪府	881	3	愛知県	14.7	3	埼玉県	67.2	3	高知県	27.8
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
26	愛媛県	144	24	香川県	13.6	30	香川県	61.5	8	徳島県	26.1
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
40	香川県	100	35	愛媛県	13.0	33	愛媛県	61.4	11	愛媛県	25.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
44	徳島県	79	43	徳島県	12.6	34	徳島県	61.3	19	香川県	24.9
45	高知県	77	44	高知県	12.3	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
46	島根県	72	45	北海道	12.2	45	秋田県	60.0	45	愛知県	19.2
47	鳥取県	60	46	東京都	11.8	46	高知県	60.0	46	埼玉県	19.1
			47	秋田県	11.5	47	島根県	58.5	47	沖縄県	17.2

・ 2008年度時点
・ 北方地域及び竹島を除く
・ 総務省統計局「国勢調査」等より

・ 2008年度時点
・ 年少:15歳未満
・ 総務省統計局「国勢調査」等より

・ 2008年度時点
・ 生産年齢:15-64歳
・ 総務省統計局「国勢調査」等より

・ 2008年度時点
・ 老年:65歳以上
・ 総務省統計局「国勢調査」等より

自然環境

総面積			森林面積割合		年平均気温(平年)		年降水量(平年)				
順位	都道府県	総面積 (100km ²)	順位	都道府県	森林面積割合 (対総面積, %)	順位	都道府県	年平均気温 [1971-2000年] (℃)	順位	都道府県	年降水量 [1971-2000年] (mm)
1	北海道	834.57	1	高知県	83.3	1	沖縄県	22.7	1	高知県	2,627
2	岩手県	152.79	2	岐阜県	79.6	2	鹿児島県	18.3	2	石川県	2,470
3	福島県	137.83	3	島根県	78.5	3	宮崎県	17.2	3	宮崎県	2,457
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
18	高知県	71.05	9	徳島県	75.0	5	高知県	16.6	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
26	愛媛県	56.78	18	愛媛県	70.4	12	徳島県	16.2	25	徳島県	1,541
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	13	愛媛県	16.1	⋮	⋮	⋮
36	徳島県	41.47	37	香川県	47.0	18	香川県	15.8	33	愛媛県	1,303
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
45	東京都	21.88	45	千葉県	31.7	45	青森県	10.1	44	香川県	1,124
46	大阪府	18.98	46	茨城県	31.0	46	岩手県	10.0	45	山梨県	1,110
47	香川県	18.77	47	大阪府	30.5	47	北海道	8.5	46	福島県	1,105
									47	長野県	901

・ 2008年度時点
・ 北方地域及び竹島を含む
・ 「全国都道府県市区町村面積調」より

・ 2008年度時点
・ 北方地域及び竹島を除く
・ 農林水産省「林業センサス」より

・ 1971-2000年(30年間)の平年値
・ 県庁所在地の気象官署・アメダス地点
・ 「気象庁年報」より

・ 1971-2000年(30年間)の平年値
・ 県庁所在地の気象官署・アメダス地点
・ 「気象庁年報」より

その他

土木費			災害被害額		
順位	都道府県	土木費 [人口1人当たり] (千円)	順位	都道府県	災害被害額 [人口1人当たり] (円)
1	島根県	199.9	1	石川県	53,059
2	山梨県	167.3	2	新潟県	38,128
3	新潟県	166.9	3	宮崎県	20,767
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
8	高知県	138.2	5	高知県	15,301
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
15	徳島県	124.6	15	徳島県	3,599
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
26	愛媛県	108.1	26	愛媛県	1,367
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
43	香川県	90.1	43	香川県	45
45	神奈川県	80.6	45	大阪府	26
46	埼玉県	71.5	46	東京都	24
47	千葉県	62.4	47	京都府	1

・ 2007年度
・ 総務省「地方財政統計年報」等より

・ 2007年度
・ 全ての自然災害による被害額
・ 総務省消防庁「消防白書」より

四国地方の特徴

人口

・ 総人口に対して老年人口の割合が高く、全国の中でも少子高齢化が進行

自然環境(県土)

・ 香川県の総面積は全国最小
・ 県土に森林が占める割合が高く、自然豊か(高知県は全国一)

自然環境(気象)

・ 高知県高知市は県庁所在地で全国一多雨

その他

・ 太平洋側の高知県、徳島県では、自然災害による被害額が大



第2章 影響分析の方法

2.1 分析項目

現在、四国地方で生じている気候変動の影響を把握（モニタリング）するため、本レポートでは、2009(平成 21)年までの観測データをもとに、以下に示す気象・水象・海象の経年変化について分析する。

表 2.1.1 本レポートで分析するモニタリング項目

気象・水象	モニタリング項目	観測項目の概要
気 温	年平均気温	1時から24時までの毎正時の観測値から日平均気温を求め、これを1年間で平均した値(単位:)。
	年降水量	1時から24時までの毎正時の観測値から日降水量を求め、これを1年間に累計した値(単位:mm)。
降 水 量	年最大日降水量	1時から24時までの毎正時の観測値から日降水量を求め、求められた日降水量の年間最大値(単位:mm) ¹ 。
	日降水量 100(200)mm以上の発生回数	1年間のうち、日降水量が100mmまたは200mm以上である大雨の発生回数(単位:回)。
	時間降水量 50(80)mm以上の発生回数	1年間のうち、正時に観測した1時間降水量が50mmまたは80mm以上である大雨の発生回数(単位:回)。
	年降水量の年々変動率	下式により求まる年降水量の年ごとの変動特性(雨が降るときと降らないときの差)。 (年々変動率) = (期間中上位1~3位の平均値 - 下位1~3位の平均値) / (解析対象期間の平均値)
河川流量	年総流出量	毎正時に観測した流量に1時間分の秒数を乗じ、これを1年間分累計した値(単位:m ³)。
	年最大流量	毎正時に観測した流量(瞬間値)の年間最大値(単位:m ³ /s)。
	低水流量・湧水流量	低水流量は、1年を通じて275日はこれを下回らない流量。 湧水流量は、1年を通じて355日はこれを下回らない流量。 (単位はいずれもm ³ /s)
潮 位	年平均潮位	月平均潮位(毎時潮位の平均)を平均した値(単位:m)。
台 風	発生数、接近数、上陸数	各年の台風の発生数、接近数、上陸数(単位:個)。上陸数は日本本土と四国の2ケースを対象。(いずれも気象庁データ)
	上陸台風の強度	四国に上陸した台風の上陸時の中心気圧(単位:hPa)と最大風速(単位:m/s)。(高松地方気象台データ)
	上陸時期	四国に上陸した台風の上陸時期(単位:月日)。(高松地方気象台データ)
	台風経路	四国地方に大規模な出水をもたらした台風の経路。(気象庁データ)

¹ 気象官署においては、年最大日降水量として統計処理済みのデータを用いた。

2.2 分析結果の評価方法

本レポートで用いる分析方法は、「(1)観測データの経年変化を分析する場合」と「(2)極端現象の発生頻度の経年変化を分析する場合」とで異なり、各々、以下の手法を採用する。

(1) 観測データの経年変化を分析する場合

経年変化は、気温、降水量などの一定期間ごとに観測される気象の変化をいい、本レポートでは、横軸に時間、縦軸に観測値をとったグラフを作成し、変化傾向を評価する。

経年変化図から回帰直線の傾きを算出

横軸を「年」、縦軸を「観測データ」としたグラフ(経年変化図)から、各データとの距離の二乗和が最小となる近似直線(回帰直線)を導き、この直線の傾きを求める。この直線の傾きが気候変動の増減傾向を表す指標となる。

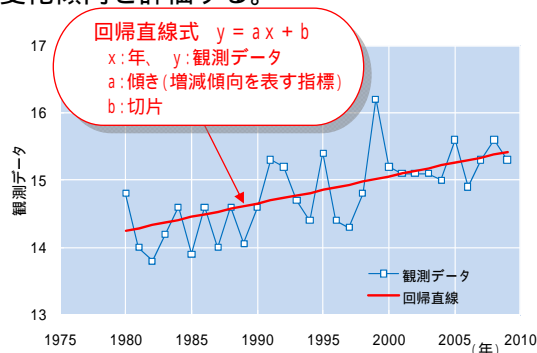


図 2.2.1 観測データの経年変化図(例)

傾きの信頼度を評価

上記で求めた傾きは、現在得られるデータから、最小二乗法という手法を用いて強制的に導き出したものである。このため、データのばらつきが大きく、本来は統計的な増減傾向がほとんどないものや、今後データを追加した場合に容易に増減傾向が変化するというおそれのあるものまで、傾きをもつことになる。本レポートでは、このような不確実性を極力排除するため、統計的検定手法を用いて、求めた傾きの信頼度を評価する。

信頼度評価の表現方法については、IPCCの第4次評価報告書(AR4)で用いられている「可能性」の定義を参考とした上で、本レポートの利用者へのわかりやすさに配慮し、以下の3段階で評価する。

表 2.2.1 IPCC AR4 と本レポートの対応

IPCC AR4 の「可能性」の定義		本レポートの「信頼度」の定義	
可能性用語	発生または結果の可能性	信頼度	表現方法
ほぼ確実	99%を越える確率	95%以上	有意な増加(減少) ² 傾向にある
可能性が極めて高い	95%を越える確率		
可能性が非常に高い	90%を越える確率	66%以上	増加(減少)の可能性が見られる
可能性が高い	66%を越える確率		
どちらかと言えば	50%を越える確率	66%未満	どちらとも言えない
どちらも同程度	33~66%の確率		
可能性が低い	33%未満の確率		
可能性が非常に低い	10%未満の確率		
可能性が極めて低い	5%未満の確率		
ほぼあり得ない	1%未満の確率		

²変化傾向について、気温および潮位では上昇・低下、年々変動率では拡大・縮小を用いる

(2) 極端現象の発生頻度の経年変化を分析する場合

極端現象とは、熱波、干ばつ、大雨、熱帯低気圧（台風やハリケーン）などの1年に満たない短期的な気象の変化をいい、本レポートでは、しきい値（例えば、日降水量100mm以上）を超過する回数（頻度）によって評価する。

分割した期間ごとに極端現象の平均発生回数を算出

横軸を「年」、縦軸を「極端現象の発生回数」とした棒グラフ（経年変化図）から、統計期間を2つの期間に分割し、それぞれの期間内に発生した極端現象の平均回数を求める。

本レポートでは、分割する期間を、短期的分析（後述 2.3 参照）の場合は、統計年数30年を二分する「1980(昭和55)～1994(平成6)年」と「1995(平成7)～2009(平成21)年」の各15年間とした。一方、長期的分析の場合は、1900年代初頭と近年を比較する目的から、「1900(明治33)～1954(昭和29)年」と「1955(昭和30)～2009(平成21)年」の55年間とした。

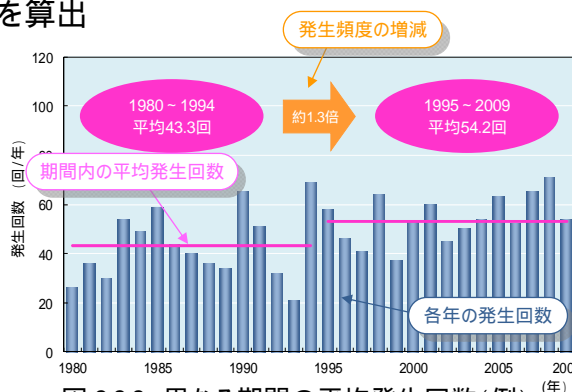
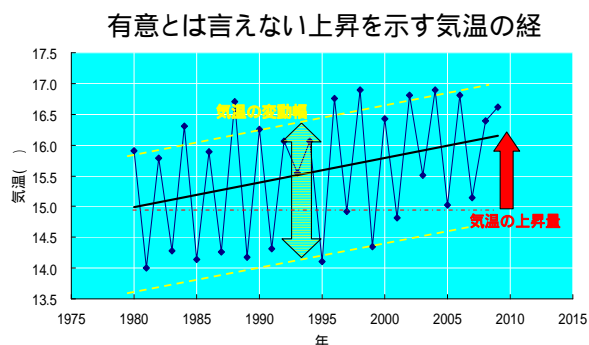
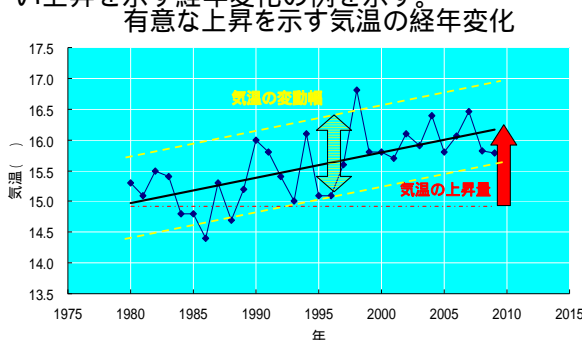


図 2.2.2 異なる期間の平均発生回数(例)

【コラム】統計的に有意とは？

本レポートでいう『有意な』増加・減少とは、気温や降水量の増加・減少が、自然な変動よりも十分に大きい場合に用いる。下に、気温を例にとり、有意な上昇を示す経年変化と有意とは言えない上昇を示す経年変化の例を示す。



上の図はともに1980～2009年の30年間の気温の変化を示す。図中、赤の上向矢印は30年間の気温の上昇量を示す。上昇量は年毎の気温の回帰直線により求められる。左右の図で30年間での上昇量はあまり変わらない。しかし、30年間の変動の大きさに差がある。

左の図では、30年間の気温の変動幅は気温の上昇幅より小さく、回帰直線により求まる“傾き”(すなわち気温の変化傾向)の信頼性が高いことが示される。これより、30年の気温の変化傾向が、統計的に有意と判断され、気温が上昇したということがほぼ確実と言える。

一方で、右の図では、30年の気温の変動幅は気温の上昇幅よりかなり大きい。このため、回帰直線から求まる気温の上昇が変動の一部として偶然生じたものである可能性があり、回帰直線により求まる“傾き”の信頼性が低い。したがって、この場合は気温の変化傾向が統計的に有意とは言えず、気温が上昇したということが確実とは言えない。

発生頻度の増減の信頼度を評価

評価にあたっては、瀬戸内側、太平洋側、四国全域の地域ごとに、10 観測所あたりの発生回数を整理し、発生頻度の増減を分割した 2 つの期間（過去と直近）の平均発生回数の比率で求める。本レポートでは、統計的検定手法を用いて、求めた発生頻度の増減の信頼度を評価する。信頼度評価の表現方法は表 2.2.1 と同じとした。なお、期間内の平均発生回数、発生回数の比率（増減）の有効数字は小数第 1 位までとした。

2.3 分析に用いる統計期間（長期的・短期的視点）

本レポートで気候変動の影響を分析する直接的な目的は、

四国地方で生じている**長期的な気候変動の影響**（気候変化）を把握すること

きめ細かく、効率的に河川管理を実施するため、**気候変動の地域特性**を把握すること

である（間接的な目的には、この結果を適応策の検討に活かすこと）。

気候変動について長期的傾向を把握・分析するためには、これまでの国内・国外における調査・研究等で指摘されているように、数年から数十年程度で繰り返される自然変動（周期）を十分に内包する統計期間が必要になる。

しかし、気象や水象などの観測網が面的に充実し始めた年代は、地域気象観測所（アメダス）による観測が開始した 1970 年代後半以降であり、これらの観測期間は未だ 30 年程度にすぎない。また、気象に周期があることを鑑みると、この観測期間（統計期間）の違いが分析結果に影響を及ぼすおそれもある。

図 2.3.1 は、四国地方で観測期間が最も長い「高知地方気象台（旧高知測候所）」を対象に、年降水量の増減傾向を統計期間の年数を変えて分析したものである。同図より、統計年数が 30 年に満たない場合、回帰直線の傾きは統計年数によって大きく変化するが、統計年数が 30 年に達するころから安定し始め、50 年以上になった時点でほぼ一定の傾向を示すことがわかる。

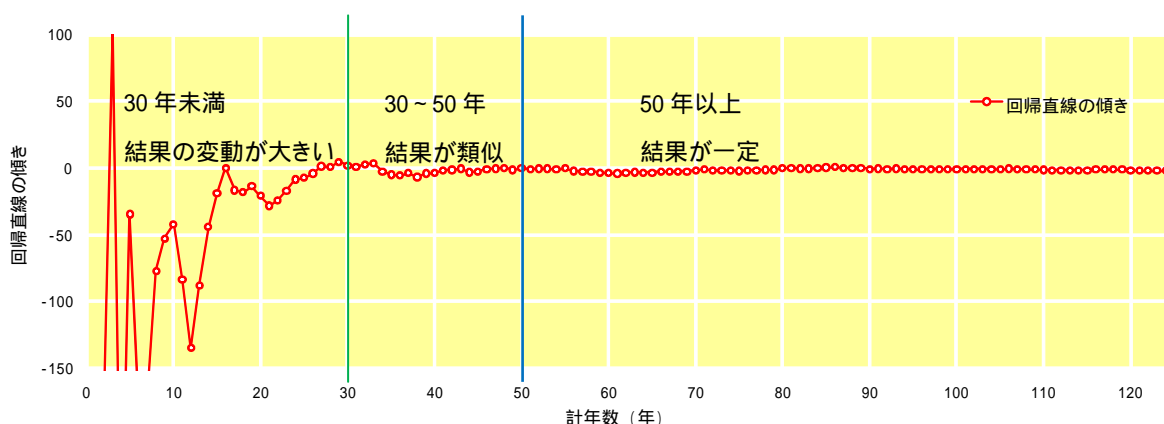


図 2.3.1 統計年数の違いによる傾向分析結果の変化(高知地方気象台の年降水量)

「高知」は四国地方で最も観測期間が長い気象観測所（1886-2009，124 年間）

以上の点を考慮し、本レポートでは、50年以上のデータを用いた「**長期的傾向**」と直近30年のデータに限定した「**短期的傾向**」の2つの視点から、気候変動の影響を傾向分析する。なお、「長期的傾向」と「短期的傾向」には、それぞれ以下のような長短がある。

表 2.3.1 「長期的傾向」と「短期的傾向」の長所・短所

視 点	長 所	短 所
長期的傾向 (50年以上)	気象の自然変動(周期)に惑わされない長期的な気候の変化が把握できる。	観測地点が少なく、四国地方の気候変動に係る地域特性を十分に把握できない。
短期的傾向 (30年に限定)	四国地方の気候変動に係る地域特性が把握できる。 統計期間が日本の気温上昇期と一致しており、気温上昇に伴う影響が確認できる。	気象の自然変動(周期)の影響を受け、将来的に傾向が変わる可能性がある。

2.4 レポートで取り扱う観測地点（代表観測所）

本レポートでは、山地・平地などの地形条件、観測データの均質性・長期性などを考慮し、気温 26 地点³、降水量 41 地点、河川流量 2 地点、潮位 7 地点を代表観測所として選定した。

表 2.4.1 代表観測所

分析項目	地点数	選定のポイント
気温	26 地点	地形・気象条件 空間代表性
降水量	41 地点	地形・気象条件 空間代表性
河川流量	2 地点	吉野川(四国地方で流域面積最大)の治水および利水の基準地点
潮位	7 地点	一級水系の河口部付近

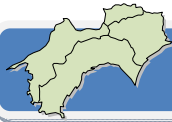
³ 移転があった観測所(宇和島 1993 年 2 月 1 日、宿毛 1982 年 4 月 1 日)を含む。

表 2.4.2(1) 代表観測所一覧(瀬戸内海側)

地点名	読み	県	所管	気象 官署	降水量	気温	河川 流量	潮位	標高 (m)	対応する 流域
宇和島	ウシマ	愛媛	気象庁						2	流域外
大洲	オオス	愛媛	気象庁						17	肱川
大瀬	オオセ	愛媛	国交省						175	肱川
宇和	ウ	愛媛	気象庁						208	肱川
久万	クマ	愛媛	気象庁						511	仁淀川
長浜港	ナガハマコウ	愛媛	愛媛県							肱川
今治	イマハリ	愛媛	気象庁						2	流域外
松山	マツヤマ	愛媛	気象庁						32	流域外
札幌	マダバ	愛媛	国交省						242	重信川
九川	クガリ	愛媛	国交省						410	重信川
松山	マツヤマ	愛媛	気象庁							重信川
多度津	タツ	香川	気象庁						4	流域外
新居浜	ニハマ	愛媛	気象庁						6	流域外
高松	タカマツ	香川	気象庁						9	流域外
川奥	カウ	香川	国交省						500	土器川
丸亀港	マルガメコウ	香川	香川県							土器川
徳島	トクシマ	徳島	気象庁						2	吉野川
池田	イケダ	徳島	気象庁						205	吉野川
半田	ハンダ	徳島	気象庁						280	吉野川
富郷	トミサト	愛媛	気象庁						310	吉野川
京上	キョウジョウ	徳島	気象庁						560	吉野川
池田	イケダ	徳島	国交省						73	吉野川
岩津	イワツ	徳島	国交省						29	吉野川
小松島	コマツジマ	徳島	気象庁							吉野川

表 2.4.2(2) 代表観測所一覧(太平洋側)

地点名	読み	県	所管	気象 官署	降水量	気温	河川 流量	潮位	標高 (m)	対応する 流域
宿毛	スクモ	高知	気象庁						2	流域外
須崎	スサキ	高知	気象庁						4	流域外
中村	ナカムラ	高知	気象庁						8	渡川
弘岡	ヒロオカ	高知	国交省						9	仁淀川
清水	シミズ	高知	気象庁						31	流域外
江川崎	エカサキ	高知	気象庁						60	渡川
池川	イケガ	高知	気象庁						150	仁淀川
窪川	クボカワ	高知	気象庁						205	渡川
長者	チョウジャ	高知	国交省						360	仁淀川
梶原	カシハラ	高知	気象庁						415	渡川
椿山	ツバヤマ	高知	国交省						580	仁淀川
土佐清水	トサシミズ	高知	気象庁							渡川
高知	コウチ	高知	気象庁						1	流域外
香北	カホク	高知	国交省						190	物部川
大柘	オオトチ	高知	気象庁						210	物部川
本山	モトヤマ	高知	気象庁						252	吉野川
本川	ホンガワ	高知	気象庁						560	吉野川
高知(桂浜)	コウチ(カツラハマ)	高知	気象庁							物部川
日和佐	ヒロサ	徳島	気象庁						3	流域外
安芸	アキ	高知	気象庁						6	流域外
山口	ヤマグチ	徳島	国交省						40	那賀川
桜谷	サクラダニ	徳島	国交省						170	那賀川
室戸岬	ムロミサキ	高知	気象庁						185	流域外
木頭	キトウ	徳島	気象庁						330	那賀川
魚梁瀬	イナセ	高知	気象庁						450	流域外
豊益	トヨマス	徳島	国交省							那賀川



第3章 四国地方における気候変動の影響

3.1 気温

気象庁の気候変動監視レポート 2010 では、日本の年平均気温は 100 年あたり 1.15 の割合で上昇しており、特に 1980 年代後半から急速に上昇していることが指摘されている（【コラム】参照）。

3.1.1 年平均気温

（長期的傾向）

- ✓ 四国地方のほとんどの地域で、年平均気温は 100 年あたり約 1.2～1.7 の割合で有意に上昇している。この気温上昇率は、日本の平均値（1.15 /100 年）*を上回っている。

（短期的傾向）

- ✓ 四国地方の全域で、年平均気温は 30 年あたり約 1.0～1.7 の割合で有意に上昇している。

年平均気温とは、1 時から 24 時までの毎正時の観測値から求めた日平均気温を 1 年間で平均した気温のことであり、この年平均気温の経年変化をみることで、四国地方における温暖化の状況が把握できる。なお、気温の上昇については、都市化の影響を含んでいる可能性があることに留意する必要がある。

(1) 長期的傾向

(2) 短期的傾向

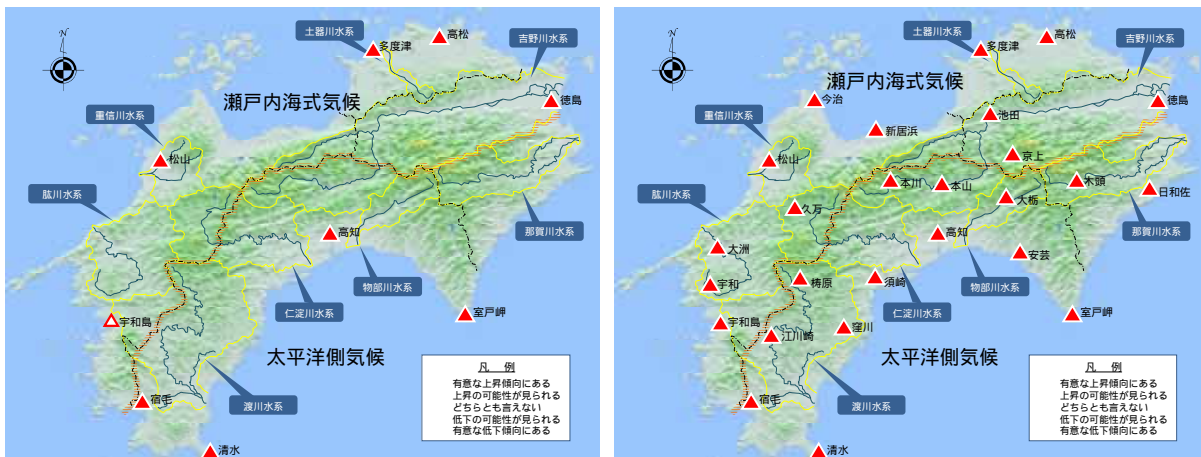


図 3.1.1 年平均気温の変化傾向（左：長期的傾向、右：短期的傾向）

図 3.1.1（左）は、長期的分析が可能な 9 地点における変化傾向を示したものである。長期的傾向においては、地点が沿岸部に限られるため、内陸の山地部の評価ができない。

図 3.1.1（右）は、代表観測所（26 地点）における直近 30 年（1980(昭和 55)～2009(平成 21)年）の年平均気温の変化傾向を示したものである。

図 3.1.2 には代表的な地点の経年変化図を示す。

* 気候変動監視レポート 2010（気象庁）

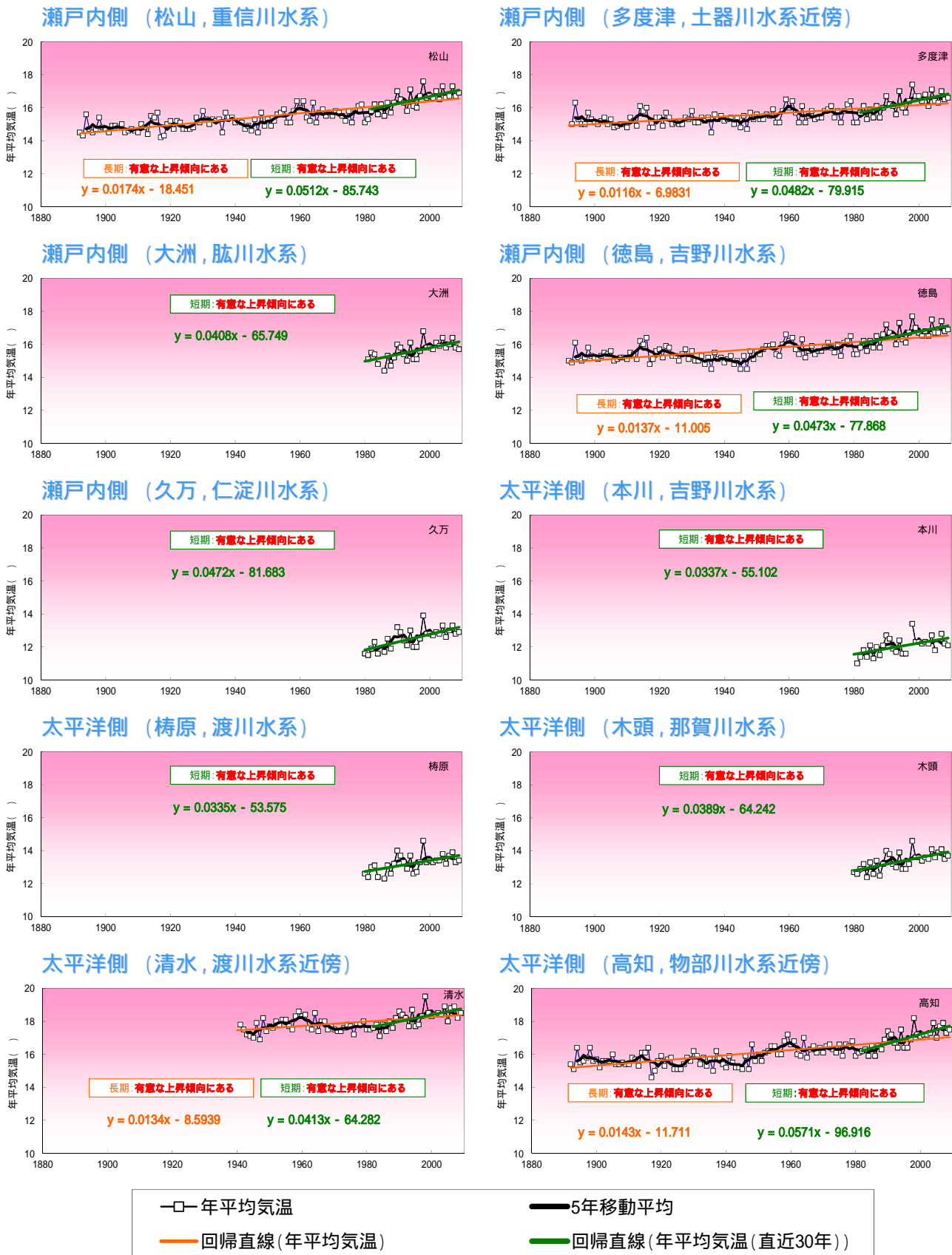


図 3.1.2 年平均気温の経年変化図 (長期的傾向・短期的傾向)
 (橙色の線と数式は「長期的傾向」、緑色の線と数式は「短期的傾向」を示す)

3.2 降水量

IPCC の第 4 次評価報告書 (AR4) や気象庁の各種レポートによれば、日本の年降水量は、近年、年ごとの変動が大きくなっており、また、日降水量が 100mm または 200mm 以上となる大雨の日数が 20 世紀初頭に比べて増加傾向にあると指摘されている (【コラム】参照)。

3.2.1 年降水量

(長期的傾向)

- ✓ 四国地方の北東域(多度津、徳島)で、年降水量に減少の可能性が見られる。
- ✓ その他の地域では、減少の可能性を示す高知を除き、はっきりとした増減傾向が見られない。

(短期的傾向)

- ✓ ところどころに増加の可能性を示す地点(吉野川流域富郷、土器川流域川奥、那賀川流域木頭、仁淀川流域弘岡等)が見られる。
- ✓ 全体としては、はっきりとした増減傾向を示さない地点が多い。

年降水量とは、1時から24時までの毎正時の観測値から求めた日降水量を1年間累計した降水量のことであり、この年降水量の経年変化をみることで、気候変動に伴う洪水リスクと渇水リスクの総合的な変化が把握できる。

(1) 長期的傾向

(2) 短期的傾向

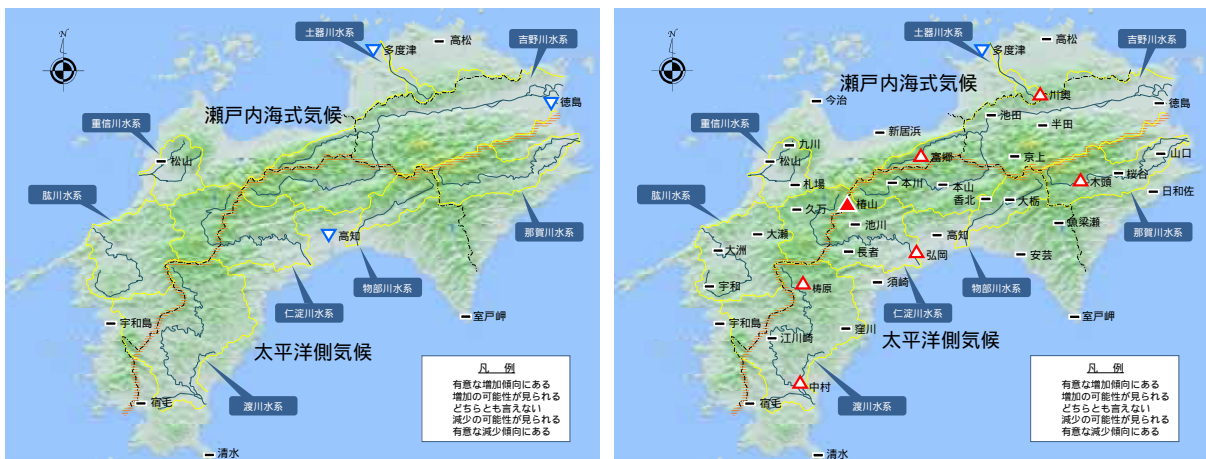


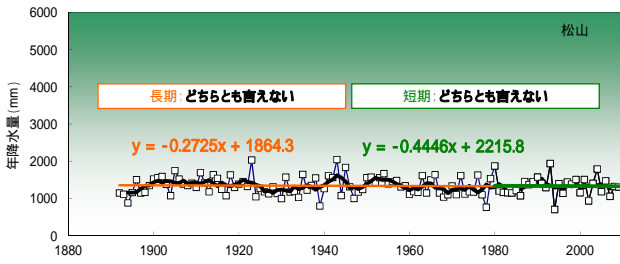
図 3.2.1 年降水量の変化傾向

図 3.2.1 (左) は、長期分析が可能な代表観測所 9 地点における年降水量の変化傾向を示したものである。地点が沿岸部に限られるため、内陸の山地部の評価はできない。

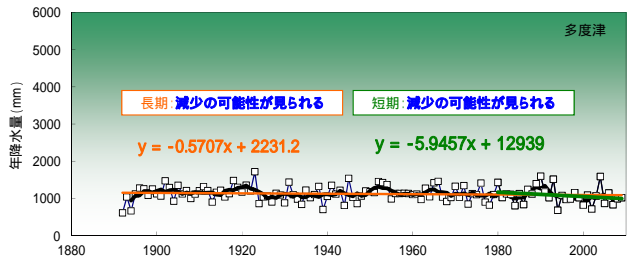
図 3.2.1 (右) は、代表観測所 (41 地点) における直近 30 年 (1980(昭和 55) ~ 2009(平成 21)年) の年降水量の変化傾向を示したものである。

図 3.2.2 には代表的な地点の経年変化図を示す。

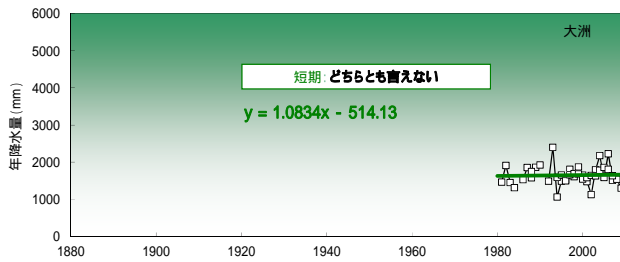
瀬戸内側 (松山, 重信川水系)



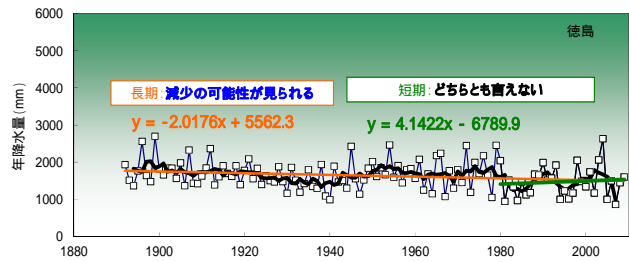
瀬戸内側 (多度津, 土器川水系近傍)



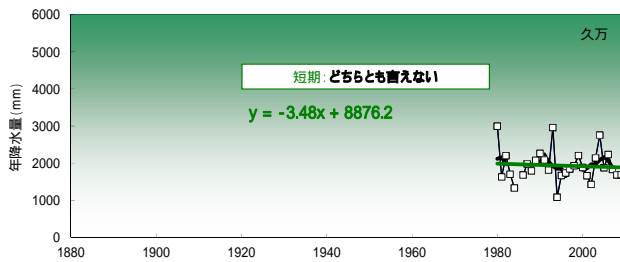
瀬戸内側 (大洲, 肱川水系)



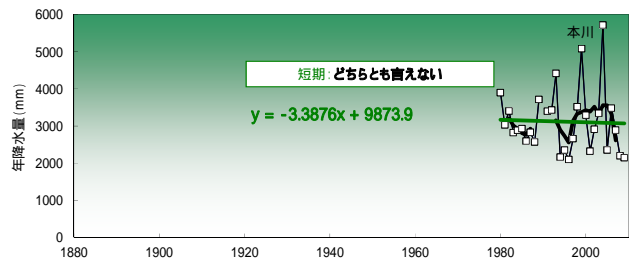
瀬戸内側 (徳島, 吉野川水系)



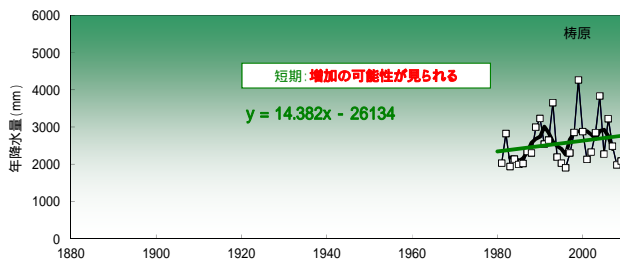
瀬戸内側 (久万, 仁淀川水系)



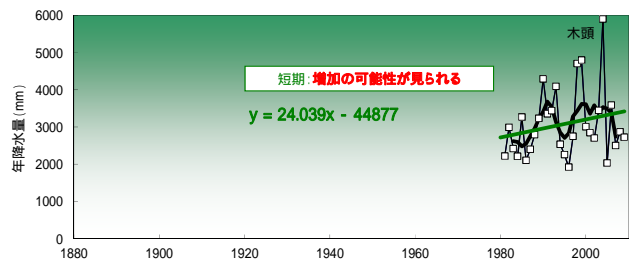
太平洋側 (本川, 吉野川水系)



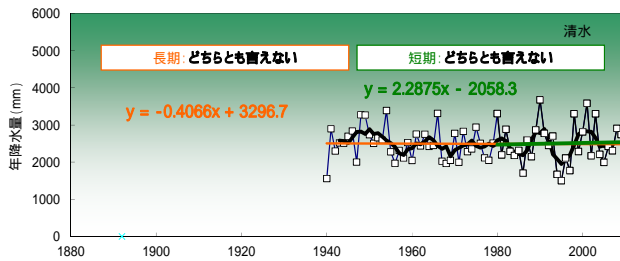
太平洋側 (梶原, 渡川水系)



太平洋側 (木頭, 那賀川水系)



太平洋側 (清水, 渡川水系近傍)



太平洋側 (高知, 物部川水系近傍)

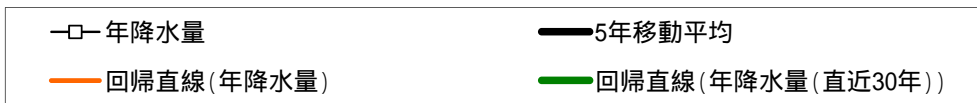
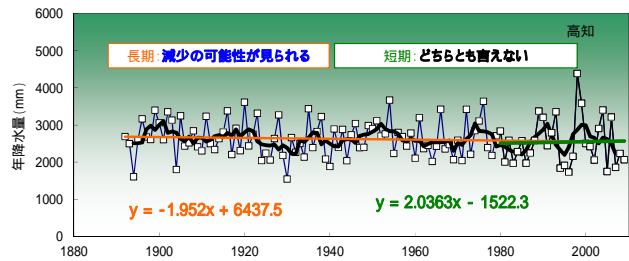


図 3.2.2 年降水量の経年変化図 (長期的傾向・短期的傾向)
 (橙色の線と数式は「長期的傾向」、緑色の線と数式は「短期的傾向」を示す)

3.2.2 年最大日降水量

- (長期的傾向)
- ✓ 年最大日降水量の長期的な傾向は、高知、宿毛で増加の可能性が見られる。
 - ✓ 一方、その他の地点では、はっきりとした増減傾向は見られない。
- (短期的傾向)
- ✓ 年最大日降水量の短期的な傾向には、山地部と平地部で違いが見られる。
 - ✓ 太平洋側気候に属する那賀川・物部川・仁淀川・渡川水系の山地部では、年最大日降水量が有意に増加している。
 - ✓ 瀬戸内海式気候に属する肱川・重信川水系や両気候の中間的な吉野川水系の山地部でも、年最大日降水量に増加の可能性が見られる。
 - ✓ 一方、平地部では、地域に関わりなく、はっきりとした増減傾向は見られない。

年最大日降水量とは、1時から24時までの毎正時の観測値を合計して求めた日降水量の年間の最大値のことであり、この年最大日降水量の経年変化をみることで、極端現象の発生状況ならびに気候変動に伴う洪水リスクの変化が把握できる。

(1) 長期的傾向

(2) 短期的傾向

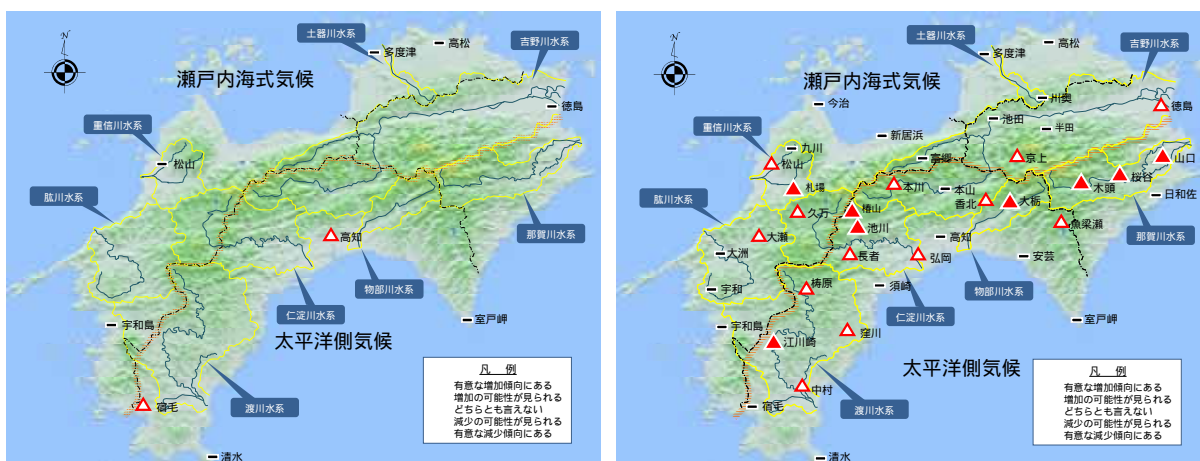


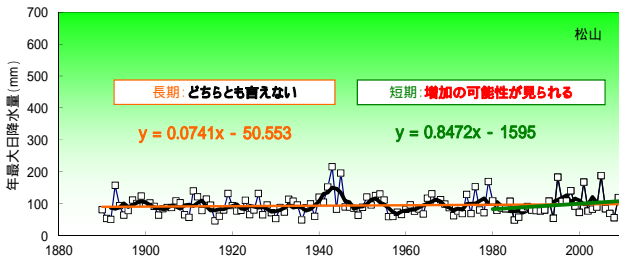
図 3.2.3 年最大日降水量の変化傾向

図 3.2.3 (左) は、長期的分析が可能な 9 地点における年最大日降水量の長期的な変化傾向を示したものである。地点が沿岸部に限られるため、内陸の山地部の変化傾向を評価することはできない。

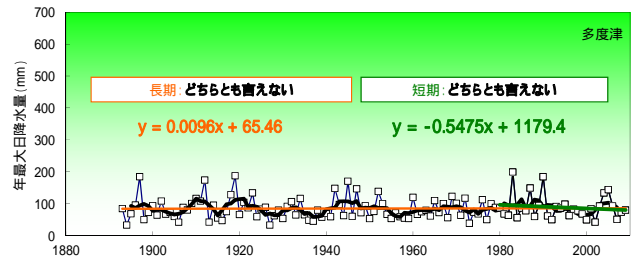
図 3.2.3 (右) は、代表観測所 (41 地点) における直近 30 年 (1980(昭和 55) ~ 2009(平成 21)年) の年最大日降水量の変化傾向を示したものである。

図 3.2.4 には代表的な地点の経年変化図を示す。

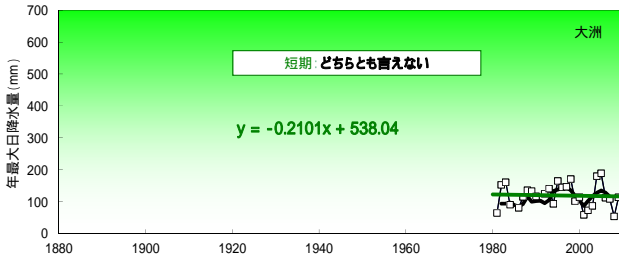
瀬戸内側 (松山, 重信川水系)



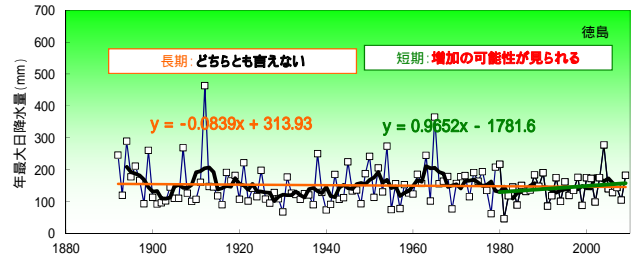
瀬戸内側 (多度津, 土器川水系近傍)



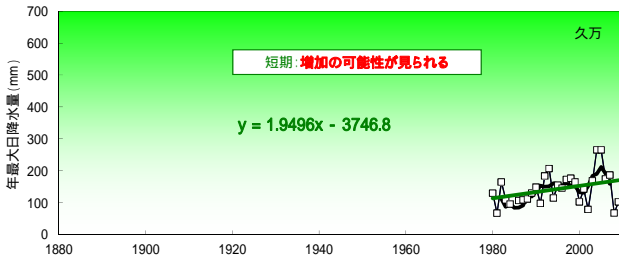
瀬戸内側 (大洲, 肱川水系)



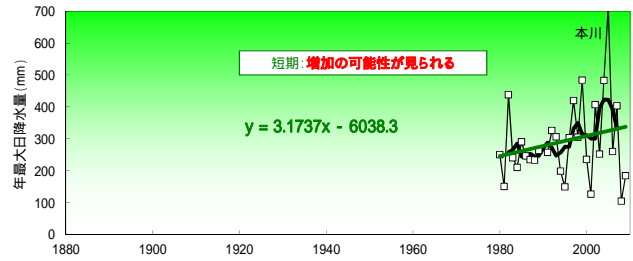
瀬戸内側 (徳島, 吉野川水系)



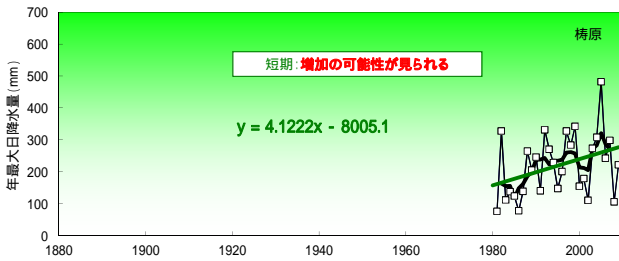
瀬戸内側 (久万, 仁淀川水系)



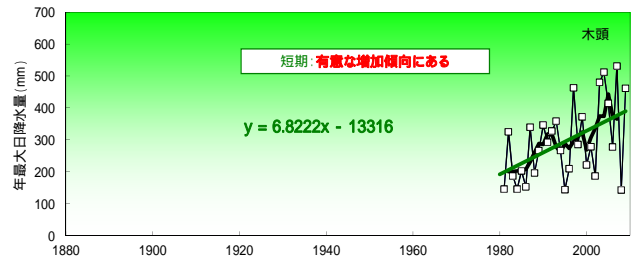
太平洋側 (本川, 吉野川水系)



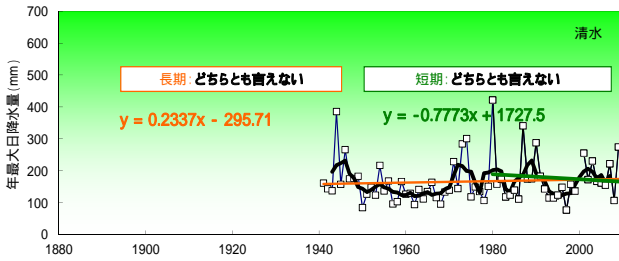
太平洋側 (梶原, 渡川水系)



太平洋側 (木頭, 那賀川水系)



太平洋側 (清水, 渡川水系近傍)



太平洋側 (高知, 物部川水系近傍)

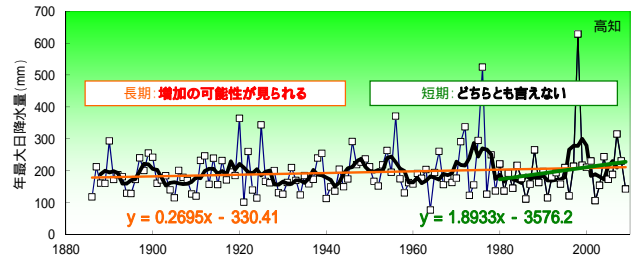


図 3.2.4 年最大日降水量の経年変化図 (長期的傾向・短期的傾向)
 (橙色の線と数式は「長期的傾向」、緑色の線と数式は「短期的傾向」を示す)

【コラム】 IPCC AR4 (GCM20 A1B シナリオ) の予測結果に基づく降水量の変化

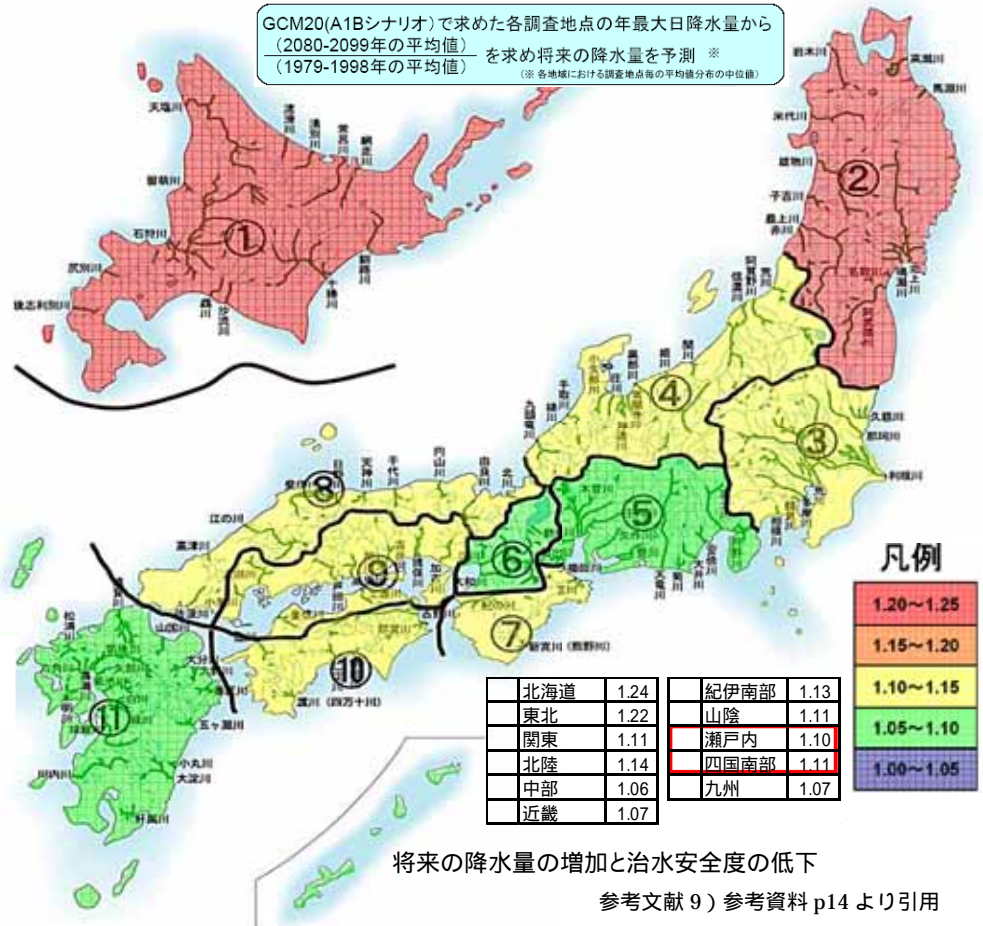
(出典：参考文献9)より抜粋)

IPCC 第4次評価報告書は、全地球的な予測を基にして作成されている。このため、日本における影響を詳細に把握し、政策に活かすには、日本周辺の現象をより詳細に表現できるモデルによる検討が必要である。こうした中で、計算機的能力や気象現象の解明状況などから、検討には不確実性が伴うものの、温暖化ガスの排出シナリオに基づき、現時点における外力の変化量の推定を試みた。

この結果、年最大日降水量を現在と100年後とで比較した場合に、RCM20⁴の予測結果の変化率(A2シナリオ)は、おおむね1.0~1.5倍となり、GCM20⁵の予測結果の変化率(A1Bシナリオ)は、おおむね1.1~1.2倍で、北海道、東北など地域によっては1.3倍になり、最大では1.5倍⁶となった。また、100年確率最大日降水量を現在と100年後で比較した結果、100年後の変化率はおおむね1.2~1.4倍となる結果が得られた。

これらの結果から、100年後の降水量の変化を予測すると、現在のおおむね1.1~1.3倍、最大で1.5倍程度と見込むことが妥当である。

上の図では100年後における地域別の降水量の変化を見るため、GCM20で予測された年最大日降水量の変化率の中位値を全国11の地域に区分してまとめた。なお、これは現段階の予測に基づく数字であり、今後とも予測精度の向上に努力していく必要がある。



4 RCM20;格子間隔が20 kmのRCM(Regional Climate Model、地域気候モデル)。RCMは後述のGCMでは表現できない小さな規模の気象現象を表現するため用いられる、特定の地域を対象とするモデル。
5 GCM20;格子間隔が20 kmのGCM(Global Climate Model、全球気候モデル)。GCMとは、地球全体の大気・海洋などの変化を考慮し、流体力学などの物理方程式を用いて全地球の気候を表現する数理モデル。大気大循環モデル(General Circulation Model)とも呼ばれる。
6 地球温暖化予測情報第6巻(気象庁平成17年3月)図3.2.13による。

3.2.3 日降水量 100mm および 200mm 以上の発生回数

(長期的傾向)

- ✓ 日降水量 100mm 以上の発生回数について、四国全域と瀬戸内側で増加の可能性が見られる。
- ✓ 日降水量 200mm 以上の発生回数について、太平洋側で増加の可能性が見られる。

(短期的傾向)

- ✓ 日降水量 100mm 以上の発生回数について、いずれの地域においても変化傾向が見られない。
- ✓ 日降水量 200mm 以上の発生回数について、どの地域でも増加の可能性が見られる。

日降水量 mm 以上の発生回数とは、1年間のうちに日降水量（1時から24時までの毎正時の観測値を合計）が mm 以上となる大雨の発生回数のことであり、この発生回数の経年変化をみることで、極端現象の発生状況ならびに気候変動に伴う洪水リスクの変化が把握できる。なお、発生回数の算定にあたっては、ひと雨（本レポートでは、地点ごとの均一性を考慮し、基準値以上の雨が連続した場合でも1回と計上し、1日以上は無降水継続があれば、その前後を別の雨とした）の定義を用い、基準を満たす雨の発生回数を計上している。

(1) 長期的傾向

100年以上の統計データを有する「多度津」「徳島」「高知」「松山」（いずれも気象庁）の4地点を対象に、20世紀初頭の55年間（1900～1954年）と近年55年間（1955～2009年）の日降水量100mmおよび200mm以上の平均発生回数（年間）を比較した。

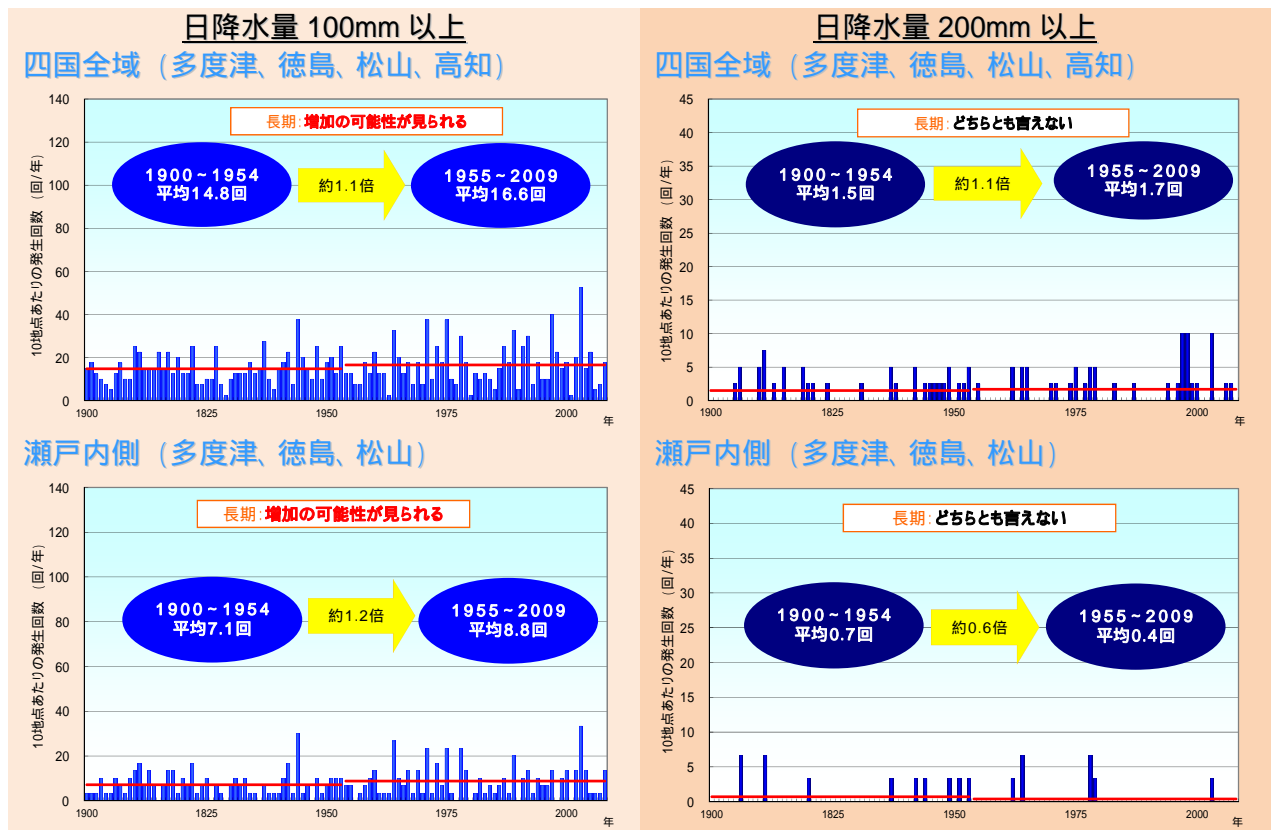


図 3.2.5(1) 日降水量 50mm および 100mm 以上の発生回数の経年変化図（長期的傾向）

（平均回数の表示は55年間の平均発生回数（年間10点あたり）を示す）

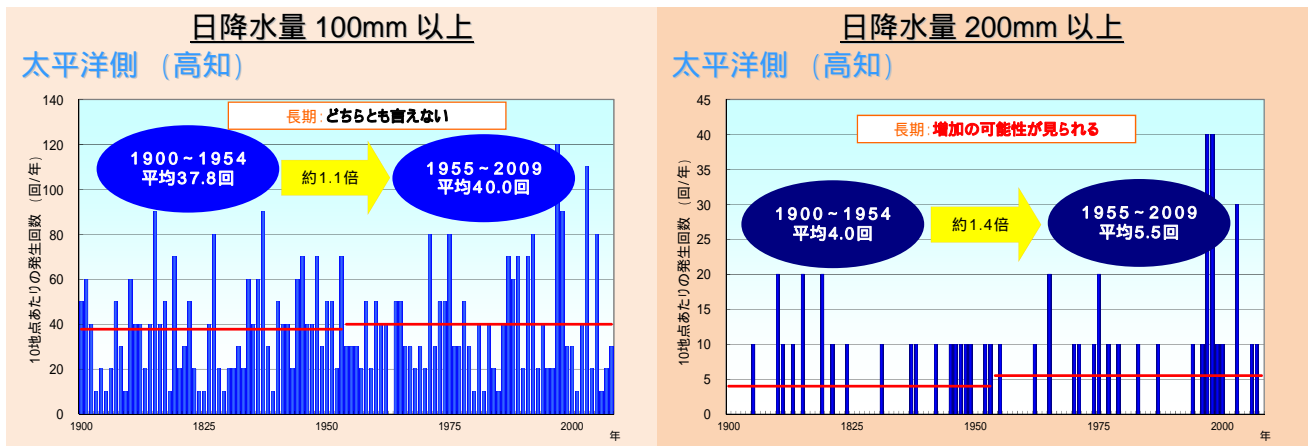


図 3.2.5 (2) 日降水量 100mm および 200mm 以上の発生回数の経年変化図 (長期的傾向)
(平均回数の表示は 55 年間の平均発生回数 (年間 10 地点あたり) を示す)

(2) 短期的傾向

代表観測所の 41 地点を対象に、1980(昭和 55) ~ 1994(平成 6)年と 1995(平成 7) ~ 2009(平成 21)年のそれぞれ 15 年間における日降水量 100mm および 200mm 以上の平均発生回数 (年間) を比較した。

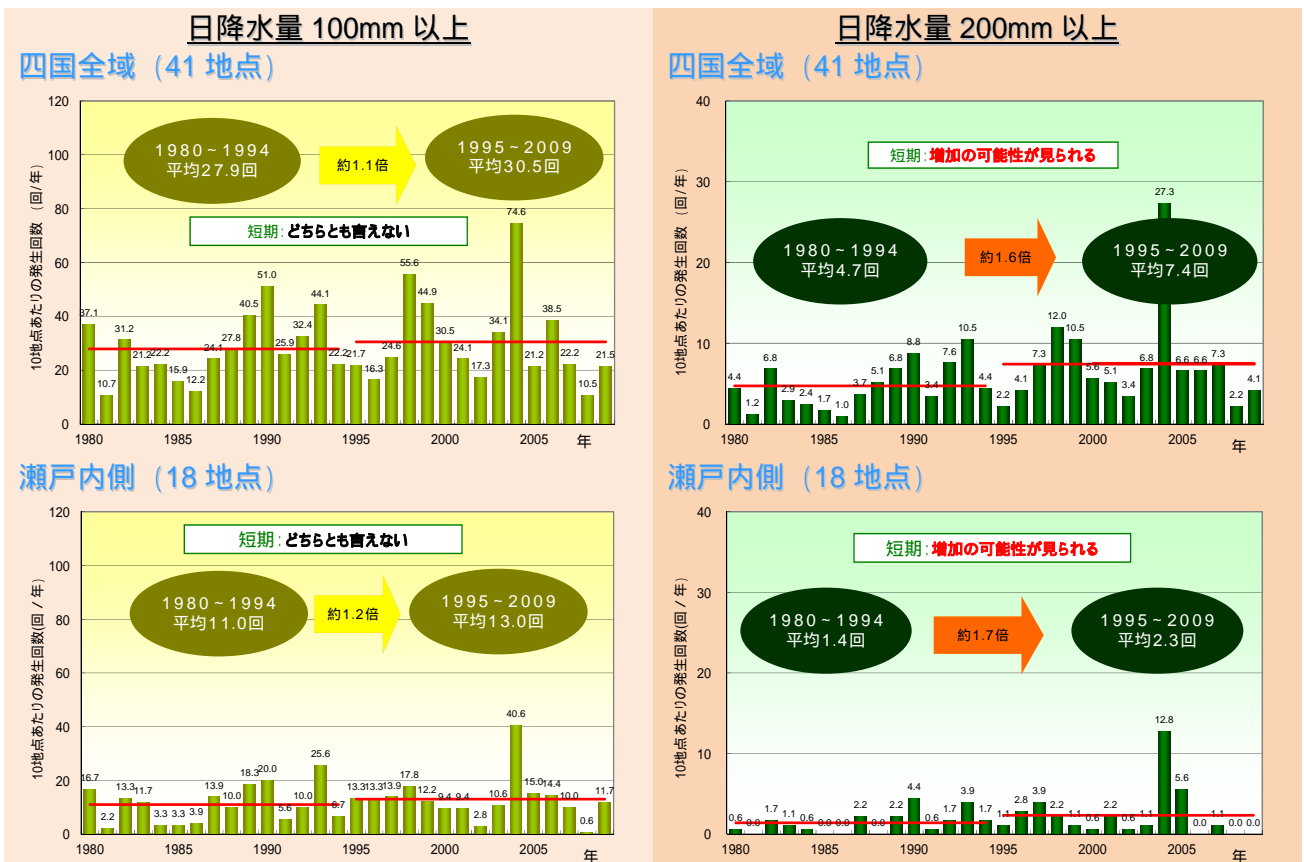


図 3.2.5(3) 日降水量 50mm および 100mm 以上の発生回数の経年変化図 (短期的傾向)
(平均回数の表示は 15 年間の平均発生回数 (年間 10 地点あたり) を示す)

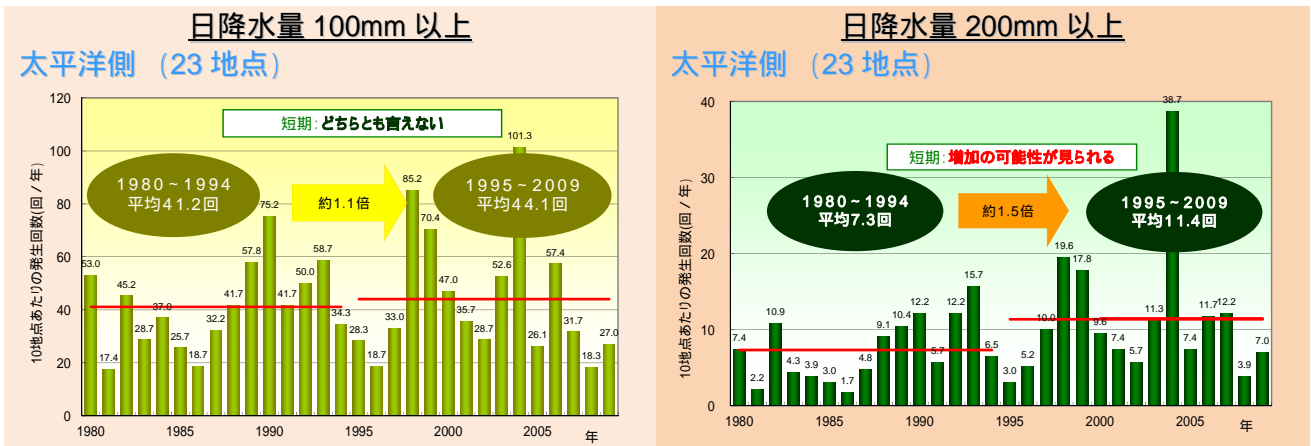


図 3.2.5(4) 日降水量 50mm および 100mm 以上の発生回数の経年変化図（短期的傾向）
（平均回数の表示は 15 年間の平均発生回数（年間 1 地点あたり）を示す）

3.2.4 時間降水量 50mm および 80mm 以上の発生回数

（短期的傾向）

- ✓ 時間降水量 50mm 以上の発生回数について、四国全域と太平洋側で増加の可能性が見られる。
- ✓ 時間降水量 80mm 以上の発生回数について、太平洋側で有意な増加傾向にあり、四国全域では増加の可能性が見られる。瀬戸内側では、時間降水量 80mm 以上の発生回数が少なかった。

時間降水量 mm 以上の発生回数とは、1 年間のうちに毎正時に観測した 1 時間降水量が mm を超過した大雨の発生回数のことである。

なお、基準とした時間降水量 50mm および 80mm は、気象庁において「非常に激しい雨」および「猛烈な雨」と表現している。また、発生回数の算定にあたっては、前述の日降水量と同様、上記条件を満たすひと雨の発生回数を計上している。代表観測所の 41 地点を対象に、1980(昭和 55)～1994(平成 6)年と 1995(平成 7)～2009(平成 21)年のそれぞれ 15 年間における時間降水量 50mm および 80mm 以上の平均発生回数（年間）を比較した。

表 3.2.1 気象庁における雨の表現

弱い雨	1 時間降水量が 3mm 未満
やや強い雨	1 時間降水量が 10mm 以上 20mm 未満
強い雨	1 時間降水量が 20mm 以上 30mm 未満
激しい雨	1 時間降水量が 30mm 以上 50mm 未満
非常に激しい雨	1 時間降水量が 50mm 以上 80mm 未満
猛烈な雨	1 時間降水量が 80mm 以上

今回発生回数を調査した規模

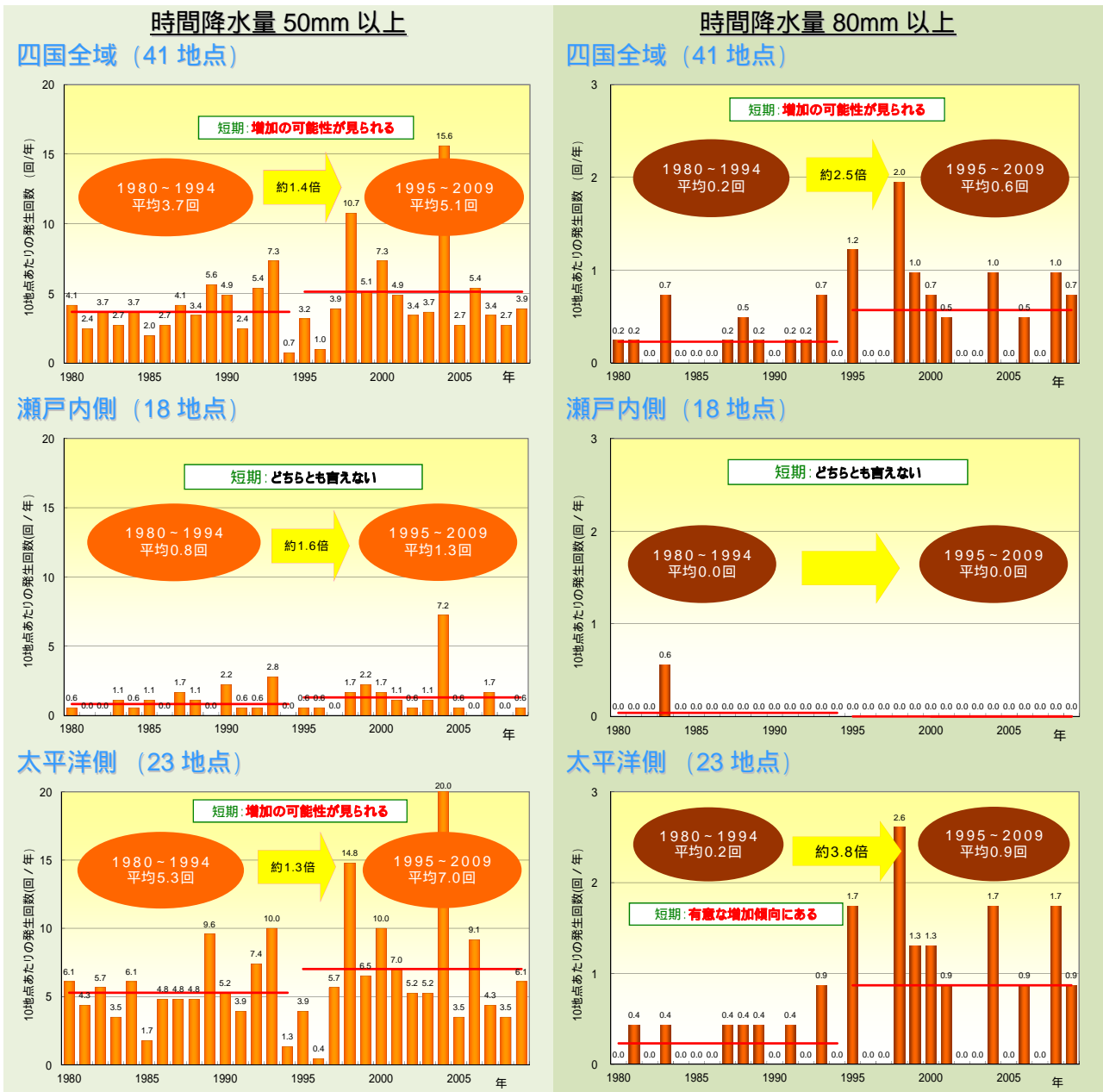


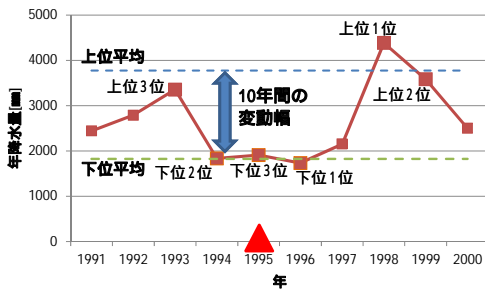
図 3.2.6 時間降水量 50mm および 80mm 以上の発生回数の経年変化図 (短期的傾向)
(平均回数の表示は 15 年間の平均発生回数(年間 10 地点あたり)を示す)

3.2.5 年降水量の年々変動率

- (長期的傾向)
 ✓ 全ての観測地点(9地点)では、年降水量の年々変動率が有意に拡大している。
- (短期的傾向)
 ✓ 太平洋側気候に属する地域では、年降水量の年々変動率が有意に拡大している。
 ✓ 瀬戸内海式気候に属する地域では、沿岸部で有意な拡大または拡大の可能性が見られ、内陸部で有意な縮小または縮小の可能性が見られる。

年々変動率とは、雨が降るときと降らないときの差を指標化したもので、下式で計算した。

$$(\text{年々変動率}) = \frac{(\text{10年間の上位1~3位の平均値}) - (\text{10年間の下位1~3位の平均値})}{(\text{10年間全体の平均値})}$$



左に、1995年を対象とした年々変動率を計算する場合の模式図を示す。図の青矢印で示す変動幅を10年間の平均値で割り、前4年後5年を含む10年間の降水量の変動を定量化した。年降水量の年々変動率の経年変化をみることで、降水量の変動幅の変化ならびに気候変動に伴う渇水リスクの変化が把握できる。

(1) 長期的傾向



(2) 短期的傾向



図 3.2.7 年降水量の年々変動率の変化傾向(左:長期的傾向、右:短期的傾向)

図 3.2.7(左)は、長期的分析が可能な9地点における年降水量の年々変動率の長期的な変化傾向を示したものである。地点が沿岸部に限られるため、内陸の山地部の変化傾向を評価することはできない。図 3.2.7(右)は、代表観測所(41地点)における直近30年(1980(昭和55)~2009(平成21)年)の年降水量の年々変動率の変化傾向を示したものである。当該年を中心に前4年後5年で統計しているため年々変動の計算個数は21個である。

図 3.2.8 には代表的な地点の経年変化図を示す。

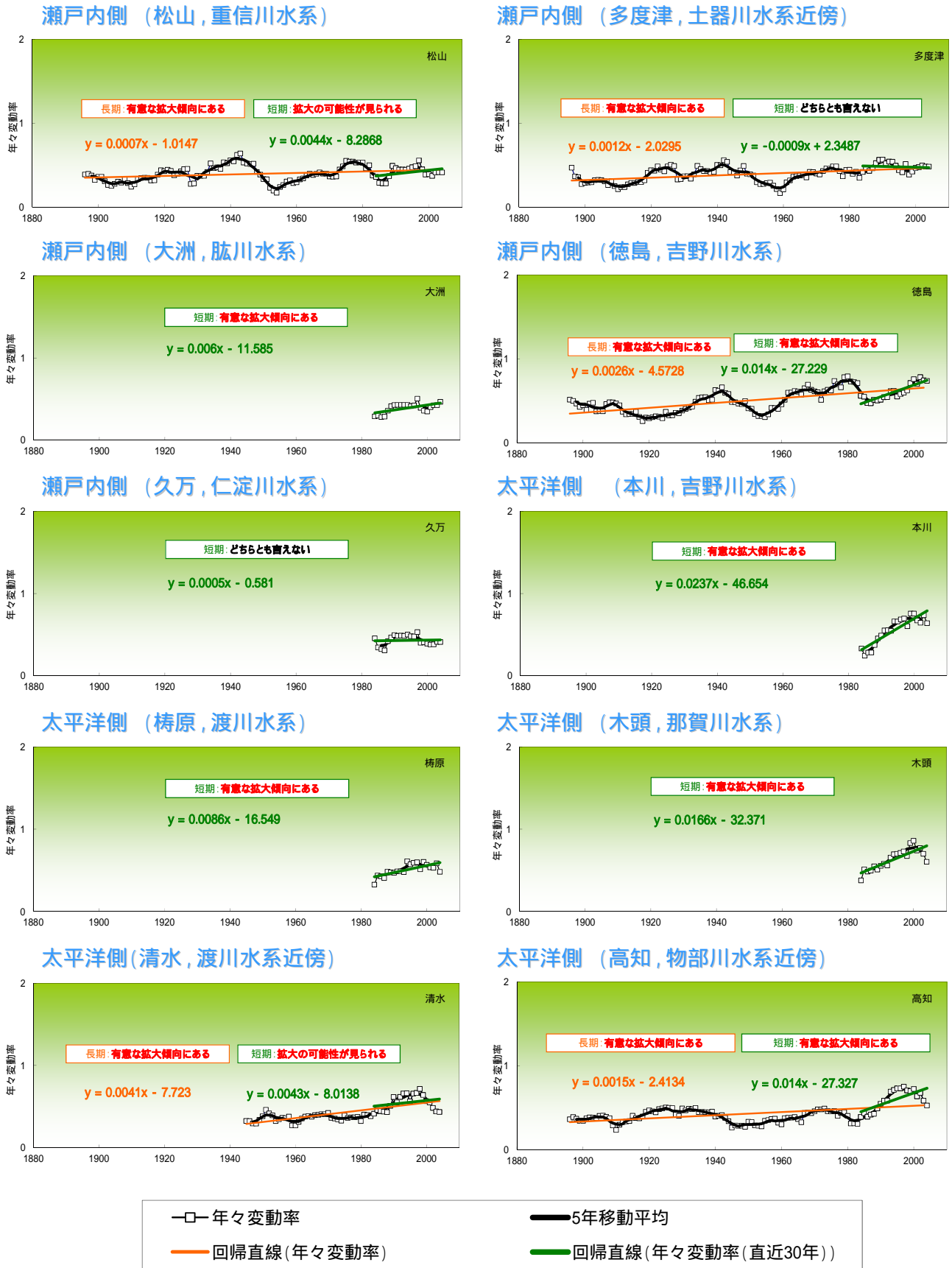


図 3.2.8 年降水量の年々変動率の経年変化図（長期的傾向・短期的傾向）
 （橙色の線と数式は「長期的傾向」、緑色の線と数式は「短期的傾向」を示す）

3.3 河川流量

社会資本整備審議会「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について(答申)」等によれば、地球温暖化に伴う気候変化の影響により、水害や土砂災害等が頻発・激甚化するとともに、降水量の変動幅拡大による渇水の頻発・深刻化が懸念されている。

ここでは、国土交通省の水文観測データをもとに、四国地方の最大流域面積を持つ吉野川を対象に、利水および治水の基準点である池田、岩津の「年総流出量」「年最大流量」「低水・渇水流量」の経年変化について分析した。ただし、低水(年総流出量、低水流量、渇水流量)は河川整備基本方針策定時の資料で示されている池田ダムの値を用いた。観測所の位置を図 3.3.1 に示す。

なお、河川流量については、水系(流域)固有の現象であり、前述の気温や降水量のように地点間で統計年数を統一する必要が低いことから、観測期間の全データを用いて分析を行った。

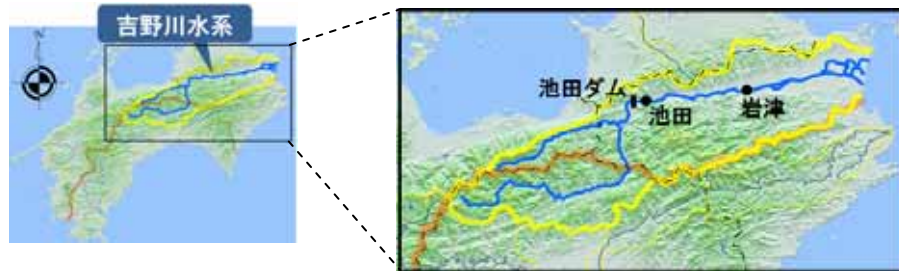


図 3.3.1 観測所位置図

3.3.1 年総流出量

✓ 吉野川の年総流出量には、はっきりとした増減傾向は見られない。

年総流出量とは、毎正時に観測した毎秒あたりの流出量(流量)に1時間分の秒数を乗じ、これを1年間に累計した流出量(ボリューム)のことであり、この年総流出量の経年変化をみることで、気候変動に伴う洪水リスクと渇水リスクの総合的な変化が把握できる。

なお、気候変動の影響を把握するためには、人為的な作用(農業用水や工業用水などの取水)が加わらない自然の流量を対象とすべきであるが、河川水の利用や水系間での水融通等が盛んな四国地方においては、自然流量を把握することが極めて困難である。このため、本レポートでは、人為的作用を含めた流量(実際に河川を流れていた流量)を対象に年総流出量を求めた。

図 3.3.2 は、吉野川における年総流出量の経年変化を示したものである。

吉野川水系吉野川(池田ダム)

吉野川水系吉野川(岩津)

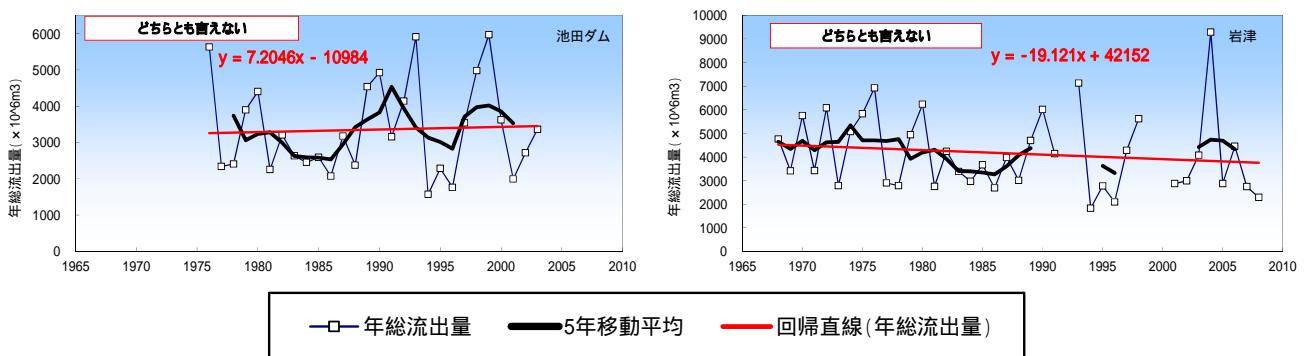


図 3.3.2 年総流出量の経年変化図

3.3.2 年最大流量

✓ 吉野川の年最大流量には、はっきりとした増減傾向は見られない。

年最大流量とは、毎正時に観測した毎秒あたりの流出量（流量）の年間最大値ことであり、この年最大流量の経年変化をみることで、極端現象の発生状況ならびに気候変動に伴う洪水リスクの変化が把握できる。

また、気候変動の影響を把握するためには本来、人為的な作用（ダム等による洪水調節）が加わらない自然の流量（これを「ダム・はん濫戻し流量」という）を対象とすべきである。このため、本レポートでは、河川整備基本方針策定時に検討された「ダム・はん濫戻し流量」をもとに分析を行っている。

図 3.3.3 は、吉野川における年最大流量の経年変化を示したものである。

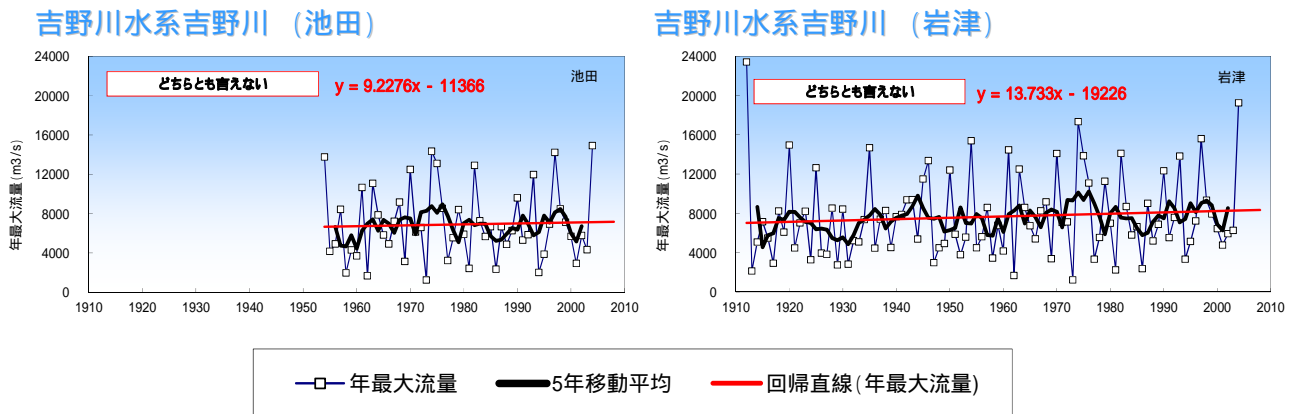


図 3.3.3 年最大流量の経年変化図

3.3.2 低水流量・渇水流量

✓ 吉野川の低水流量は、有意に減少している。
 ✓ 吉野川の渇水流量は、池田ダムでは有意に減少しているが、岩津では増減傾向が見られない。

社会資本整備審議会「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）」等によれば、地球温暖化に伴う気候変化の影響により、降水量の変動幅拡大による渇水の頻発・深刻化が懸念されている。ここでは、四国地方を特徴付けるモニタリング項目として渇水に着目し、「低水流量・渇水流量」の経年変化について分析した。

低水流量および渇水流量とは、1年を通じて275日および355日はこれを下回らない流量のことであり、この低水流量および渇水流量の経年変化をみることで、気候変動に伴う渇水リスクの変化が把握できる。

なお、気候変動の影響を把握するためには本来、人為的な作用（農業用水や工業用水などの取水）が加わらない自然の流量を対象とすべきであるが、河川水の利用や水系間での水融通等が盛んな四国地方においては、自然流量を把握することが極めて困難である。このため、本レポートでは、人為的作用を含めた流量（実際に河川を流れていた流量）を対象に低水流量・渇水流量を求めている。

図 3.3.4 および図 3.3.5 は、吉野川における低水流量および渇水流量の経年変化を示したものである。

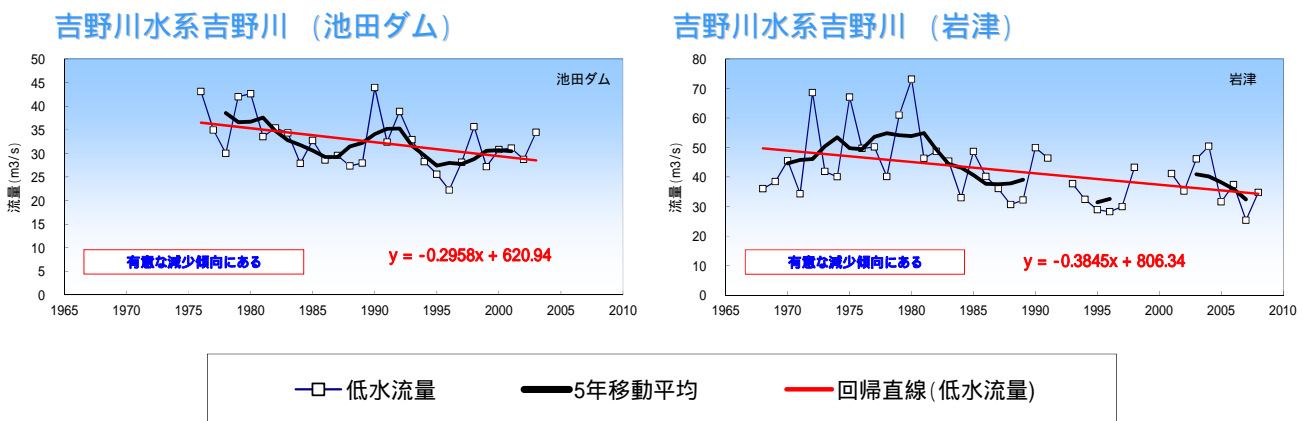


図 3.3.4 低水流量の経年変化図

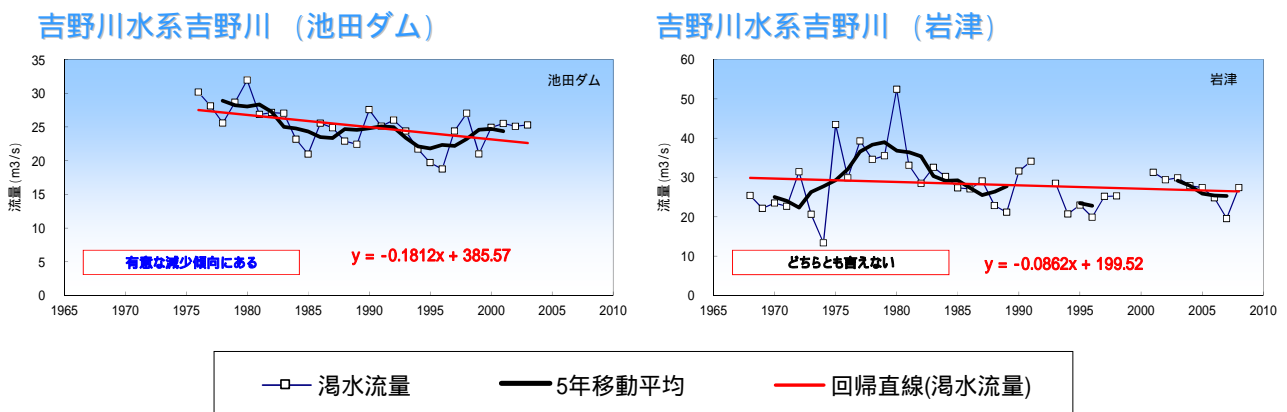


図 3.3.5 渇水流量の経年変化図

3.4 潮位

社会資本整備審議会「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について（答申）」等によれば、地球温暖化に伴う気候変化の影響により、海面水位の上昇による高潮被害の頻発・激甚化が懸念されている。

ここでは、気象庁、地方自治体の海洋観測データをもとに、四国地方における「年平均潮位」の経年変化について分析した。

なお、潮位については、気候変動に伴う変化に加え、観測地点の地盤変動の影響が大きく関係することから、本レポートで分析した結果については、取り扱いに十分に留意する必要がある。

3.4.1 年平均潮位

✓ 年平均潮位は、おおむね有意に上昇している。ただし、重信川水系河口の松山(伊予灘)は、有意な低下傾向にある。

年平均潮位とは、1年間の各月の平均潮位(毎時潮位の平均)を平均した潮位のことであり、この年平均潮位の経年変化をみることで、気候変動に伴う海面水位の変化が把握できる。

図 3.4.1 は、代表観測所(全7地点)における年平均潮位の変化傾向を示したものである。ただし、肱川水系河口の「長浜港」については、統計年数が7年と短いため、ここでは評価しない。

なお、潮位については、周期性が強く(言い換えれば、統計期間の取り方によって傾向が変わる可能性がある)また、観測地点の地盤変動の影響を受けている可能性があることに留意する必要がある。

図 3.4.2 には各地点の経年変化図を示す。



図 3.4.1 年平均潮位の変化傾向

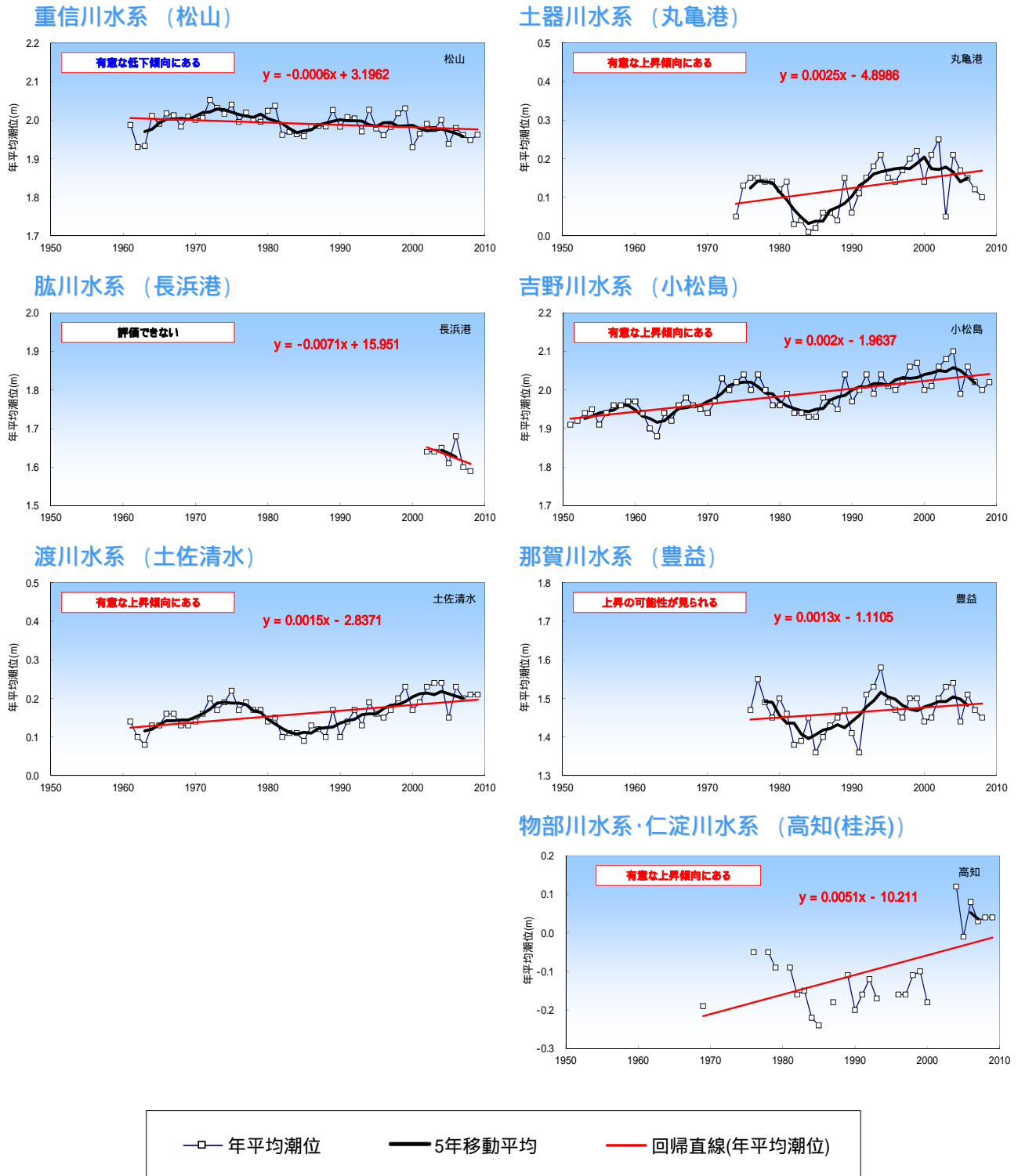


図 3.4.2 年平均潮位の経年変化図

3.5 台風

社会資本整備審議会「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について(答申)」等によれば、地球温暖化に伴う気候変化の影響による台風の強度増大等により、水害が激甚化することが懸念されている。特に四国地方は、「台風銀座」と呼ばれるほどの台風の通り道であり、過去に多くの被害がもたらされている。ここでは、四国地方を特徴付けるモニタリング項目として台風に着目し、その「発生数、接近数、上陸数」「上陸台風の強度」「上陸時期」「経路」等について分析する。

3.5.1 発生数、接近数、上陸数

- ✓ 台風の発生数、日本への接近数及び上陸数には、はっきりとした変化傾向は確認できない(最近の数年は、発生数が平年値を下回る年がほとんどである)。
- ✓ 2004(平成 16)年、観測史上最多となる 6 個の台風が四国地方に上陸した影響により、10 年平均で見れば、四国地方への台風の上陸数は 1980 年代から増加傾向にある。

図 3.5.1 は、1951(昭和 26)～2010(平成 22)年における台風の発生数、日本(小笠原、南西諸島を含む)への接近数および上陸数を示したものである。

台風の発生数および接近数については、年々の変動が大きく、5 年移動平均値で見ても長期的な傾向ははっきりしない。

発生数に関しては、最近の数年は、平年値を下回る年がほとんどとなっている。

一方、図 3.5.2 は、四国地方に上陸した台風の個数を示したものである。10 年ごとの平均上陸数で見ると、四国地方への台風の上陸数は、1980 年代に極小となっている。さらに、2004(平成 16)年には観測史上最多となる 6 個の台風が上陸した影響により、10 年ごとの平均では 1980 年代から増加傾向にある。

また、2005(平成 17)年から 2009(平成 21)年まで、四国地方への台風の上陸がないなど、近年、台風が上陸しない年も増えている。

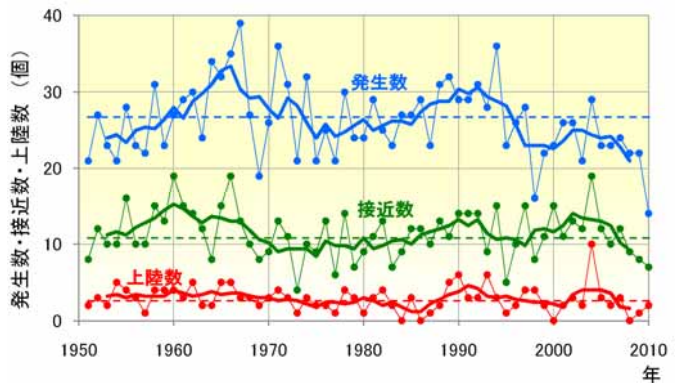


図 3.5.1 台風の発生数、日本への接近数および上陸数の経年変化

細い実線は、台風の接近数(青)、日本への接近数(緑)および上陸数(赤)。太い実線は、それぞれの 5 年移動平均。細い破線は、それぞれの平年値(1971～2000 年の平均値)。(出典：参考文献 10)

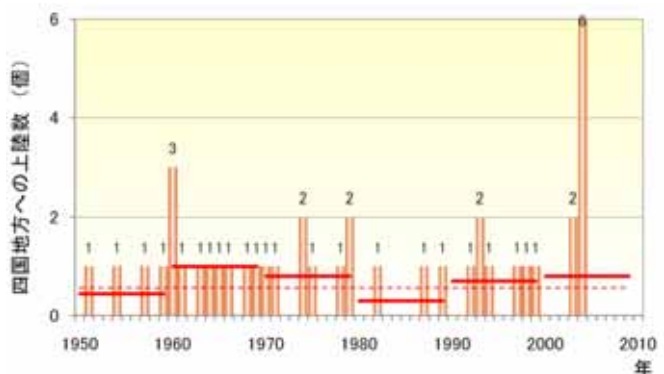


図 3.5.2 四国地方への台風の上陸数の経年変化

棒グラフは、各年の四国地方への台風の上陸数。太い実線は、10 年ごとの平均上陸数。細い破線は、上陸数の平年値(1971～2000 年の平均値)。(出典：参考文献 11)

3.5.2 上陸台風の強度

- ✓ 四国地方に上陸した台風の強度には、はっきりとした変化傾向は確認できない。

台風の強さについては、中心付近の最大風速により、「強い」(33m/s 以上 44m/s 未満)、「非常に強い」(44m/s 以上 54m/s 未満)、「猛烈な」(54m/s 以上)に区別されている。

図 3.5.3 は、四国地方に上陸した台風を対象に、上陸時の中心気圧と最大風速を示したものである。上陸時の中心気圧、最大風速については、上陸台風によって様々であり、短期的にも長期的にも有意な変化傾向はみられない。

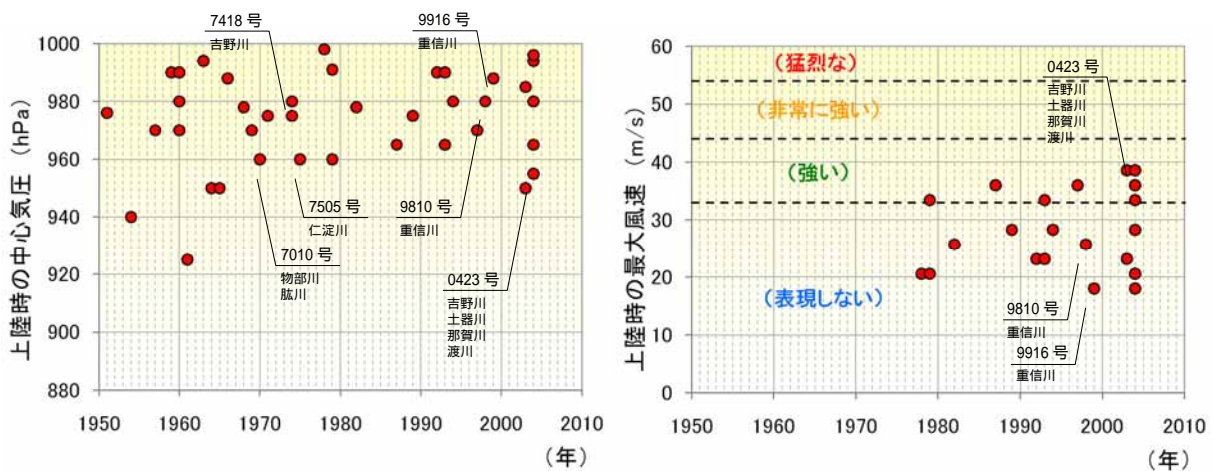


図 3.5.3 四国上陸台風の上陸時の中心気圧、最大風速

左図は四国地方に上陸した台風の上陸時(直後)の中心気圧、右図は最大風速(1978年以降)。旗上げは各水系の戦後上位1~3位の流量を記録した台風。上段は台風名で前2桁が発生年(西暦)後2桁が台風の号数。下段は当該台風により戦後上位1~3位を記録した河川名とその順位。(出典:参考文献11)

3.5.3 上陸時期

- ✓ 近年、四国地方への台風の上陸時期にばらつきが見られる。
- ✓ 2000年代に入り、ダム運用における洪水期の設定期間以外に上陸する台風が増加している。

図 3.5.4 は、四国地方に上陸した台風の上陸時期と、国および水資源機構が管理するダムの洪水期(富郷ダム、柳瀬ダム、池田ダムは洪水期の設定なし)の関係を示したものである。なお、洪水期とは、梅雨や台風などにより大雨が予想される期間をいい、期間内はダムの運用にあたって、貯水池の水位を低くして洪水に備えている。

四国地方への台風の上陸時期は近年、ばらつきが多く、2000年代に入り、ダム運用における洪水期の設定期間外に上陸する台風が増加している。

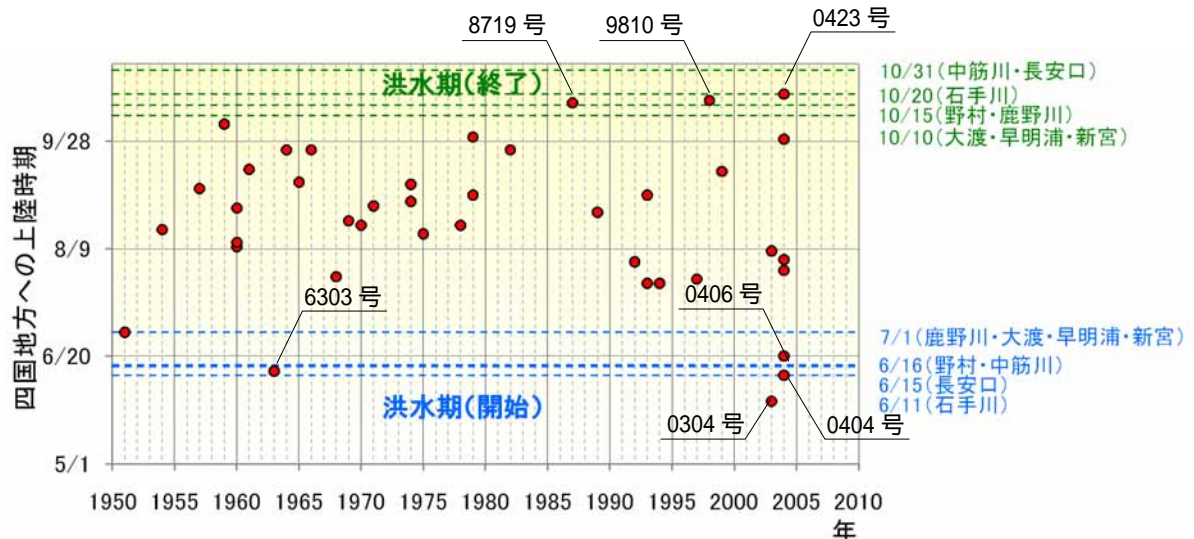


図 3.5.4 四国上陸台風の上陸時期と洪水期の関係

赤丸は四国地方へ上陸した台風の上陸日。破線は各ダムで設定されている洪水期の開始日（青）と終了日（緑）。旗上げは洪水期外に上陸した台風で、前 2 桁が発生年（西暦）後 2 桁が台風の号数。



図 3.5.5 国および水資源機構が管理するダムの位置図

3.5.4 台風経路

- ✓ 四国地方に大規模な出水をもたらす台風には、特定の経路はない。
- ✓ また、台風経路の経年的な変化についても、はっきりとした傾向は確認できない。

図 3.5.6 は、四国管内 8 水系の戦後上位 1～3 位の流量を記録した台風の経路を経年的に示したものである。なお、気象庁では、1951(昭和 26)年以降の台風経路図を公開しており、本レポートでもこの期間を対象とする。四国地方に大規模な出水をもたらす台風に特定の経路はなく、経年的な変化傾向についても認められない。

各水系の戦後上位 1～3 位の流量を記録した台風の経路図（1951 年以降）年代ごとに着色を変えて表示。（出典：参考文献 10）



図 3.5.6 四国地方に大規模な出水をもたらした台風の経路

3.6 影響分析結果のまとめ

本節では、これまでの分析から明らかとなった気候変動の影響と、今後の河川管理において留意すべき事項についてとりまとめる。

気温

明らかとなった変化	✓ 四国地方のほとんどの地域で年平均気温は有意に上昇している。
留意すべき事項	気温は、河川管理に直接的な関わりをもたないが、地球温暖化の進行度合いを把握するためにも、今後とも継続した観測が必要である。

降水量（年降水量）

明らかとなった変化	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 瀬戸内側の東部では、年降水量に有意な減少または減少の可能性がある。 ✓ 四国全域、特に太平洋側で年降水量の年々変動率が拡大している。
留意すべき事項	年降水量の減少および年々変動率の拡大に伴い、渇水被害の頻発・深刻化が懸念される。特に全国有数の少雨地域である瀬戸内側では、これまで以上に渇水の頻度が高まるおそれがある。

降水量（日・時間降水量）

明らかとなった変化	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 太平洋側の山地部では、年最大日降水量に有意な増加傾向が見られ、瀬戸内側の山地部においても、増加の可能性が見られる。 ✓ 太平洋側を中心に日降水量が 200mm あるいは時間降水量が 80mm を超える大雨の発生回数が増加している。
留意すべき事項	年最大日降水量や大雨の発生回数の増加に伴い、水害、土砂災害の頻発・激甚化が懸念される。特に全国有数の多雨地域である太平洋側では、治水安全度の低下のおそれがある。

河川流量

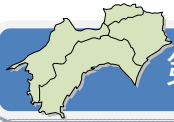
明らかとなった変化	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 吉野川における年総流出量・年最大流量には、はっきりとした増減傾向は見られない。 ✓ 吉野川における低水流量・渇水流量は、減少傾向にある。ただし、人為的作用を含んだ観測流量を対象としており、自然流量を把握できていない点に注意が必要である。
留意すべき事項	現時点では、河川流量に明確な増減傾向は確認できていないが、上述の年最大日降水量に増加の可能性が認められていることから、洪水のリスク増大に備え、今後とも継続した高水流量観測が必要である。 また、低水流量や渇水流量に減少傾向が見られることから、これまで以上に渇水の頻度が高まるおそれがあるため、渇水のリスク増大に備え、今後とも継続した低水流量観測が必要である。

潮位

明らかとなった変化	✓ 瀬戸内側の西（伊予灘）を除く全ての海域で、年平均潮位は有意に上昇している。
留意すべき事項	海面水位の上昇に伴い、各水系の河口部における治水安全度の低下が懸念される。

台風

明らかとなった変化	✓ 近年、ダム運用における洪水期を外れて上陸する台風が増加している。
留意すべき事項	洪水期を外れて台風が来襲した場合、ダムで洪水調節に必要な容量を確保できず、下流の被害を助長するおそれがある。



第4章 四国地方における気候変動の影響に対する取り組み

4.1 水災害予報センターの設置

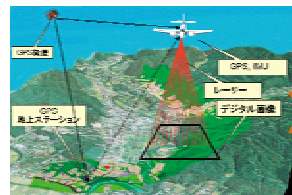
近年、観測史上の記録を上回る大雨や局所的な豪雨等による洪水災害や高波災害が発生しており、河川管理者や地方公共団体等による更なる迅速で的確な対応が求められている。

また、地球温暖化に伴う気候変化による外力の増加が水災害の増大に与える影響を分析・評価し、それらを的確にハード対策・ソフト対策に反映させ、「犠牲者ゼロ」を実現することが重要である。

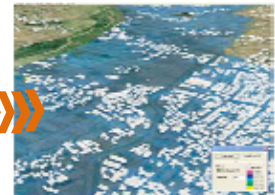
このため、2009(平成 21)年 4 月 1 日より四国地方整備局河川部に「水災害予報センター」を設置し、以下の業務を一元的に実施している。

(1) 水災害の監視・予測技術の高度化に対する支援

高解像度のレーダー雨量データや航空レーザ測量を用いた地形データの活用による高精度な洪水予測、はん濫予測、避難誘導システムの整備を進める。



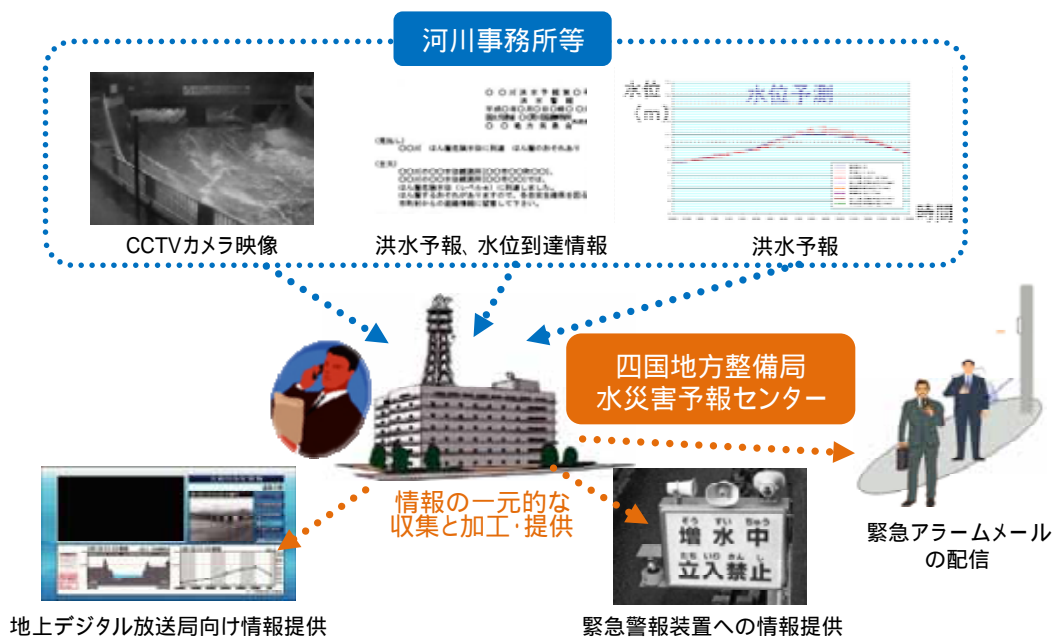
航空レーザ測量



はん濫予測モデル

(2) 水災害に関する情報収集や情報提供

平常時及び水災害の警戒・発生時において、水位や雨量及びその予測、ダム放流量、映像、予警報（洪水予報、水位到達情報）、被害状況等の各種河川情報を一元的に収集し、管内の事務所や地方公共団体等の防災関係機関への情報提供を強化するとともに、地上デジタル放送局向け河川情報提供システムの構築と運用の準備を進める。



(3) 気候変化による水災害への影響の分析、評価

気候変化による洪水への影響に対し順応的に適応策を講じるため、水系ごとに水災害リスクの評価・分析を平成21年度より順次実施している。

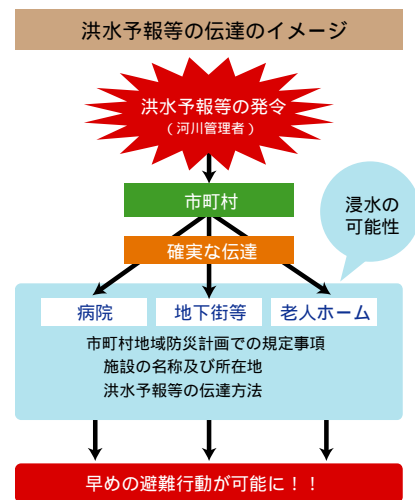
(4) 都道府県河川管理者や水防管理者等に対する技術的支援

市町村による避難勧告等の判断・伝達マニュアルや洪水・津波・高潮ハザードマップ作成に対する技術的支援やまちなかへの洪水標識設置（まるごとまちごとハザードマップ）を推進する。また、災害時要援護者対策や地下街対策の支援として、相談窓口の設置、先進事例の紹介、説明会の開催、市町村長等への説明等を実施する。

洪水等のハザードマップ作成に対する技術支援



災害時要援護者対策・地下街対策支援



まちなかへの洪水標識設置の推進



【標識にて提供する情報】



平成16年洪水を踏まえ、ハザードマップ作成に関する市町村への技術的支援・災害ポテンシャル情報等に関する普及啓発活動と課題の整理等を目的に管内の事務所に災害情報普及支援室[※](H17.1.27)しました。

また、地域の災害防止、軽減を図るために関係機関相互の情報共有及び災害時の連携強化を推進し、公共の安全に寄与することを目的に国、県、市町村で構成する「災害情報協議会」を平成18年度に各県で発足しました。

※災害情報普及支援室の設置事務所：徳島河川国道事務所、那賀川河川事務所、香川河川国道事務所、松山河川国道事務所、大洲河川国道事務所、高知河川国道事務所、中村河川国道事務所

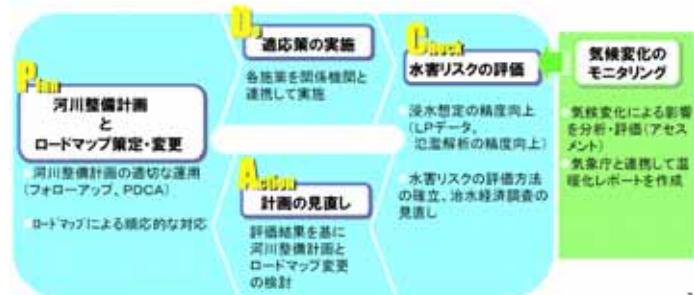
4.2 将来の展望

地球温暖化に対する緩和策への取り組みや将来の社会条件の変化などに不確実性がある中、外力の変化の予測についても予測値に大きな幅が存在することから、気候変化の把握を目的とした調査・観測によるモニタリングは重要である。

四国地方に8つの一級水系を抱える四国地方整備局では、今後とも調査・観測を継続し、知見やデータの集積を図りながら、以下の取り組みを推進または支援していく。

(1) 適応策の検討への反映

気候変化に伴う水害や渇水被害、土砂災害、高潮災害などのリスクの変化が懸念される中、将来にわたり国民の安全・安心を保持していくためには、関係機関との連携を図りながら、様々な影響に対応した「適応策」を講じていく必要がある。



適応策の実施のためのPDCAサイクル
(出典：参考文献13))

しかし、現時点においては、地球温暖化に対する緩和策への取り組みや社会条件の変化などに不確実性があり、これらの不確実性を内包したまま「適応策」を検討していかざるを得ない。

本レポートは、これら不確実性の解明に寄与することを期待するものであり、本レポートで得られた知見やデータを蓄積・活用しながら、適宜、「適応策」の内容や組み合わせ、優先順位などを検証していく。

(2) 観測体制の検証と新たな技術の導入

外力の変化を適切に調査・観測できるよう、現在の調査・観測方法などを検証するとともに、重点的にモニタリングすべき指標を明らかにしていく。

また、必要に応じて観測体制の改善や新たな技術の導入を図っていく。

(3) 気候変動予測モデルの精度向上への支援

IPCC 第4次評価報告書(AR4)で用いられている地域気候モデルは、全地球的な予測に基づくため、水平解像度が約20kmと大きく、例えば、ある河川の上流域と下流域における気候特性の違いなどは評価できない。

日本の各水系における影響を詳細に把握・予測し、「適応策」や日本の政策に活かしていくためには、地域気候モデルをダウンスケーリング(粗い分解能での予測値を地域の気候特性が反映できる細かな分解能に翻訳すること)する必要がある。ダウンスケーリングについては近年、研究・開発が進められているが、高精度を確保・維持するためには、地域の細かな気象・水象・海象などの観測データが必要になる。

このため、本レポートで収集・分析したデータや知見などを大学や研究機関などと情報共有し、気候モデルのダウンスケーリングや精度向上に寄与できるよう努めていく。

おわりに

IPCC 第 4 次評価報告書 (AR4) の公表を契機に、我が国においても、様々な分野で地球温暖化に伴う気候変動への適応策の検討が進められ、激化する水災害 (洪水, 渇水被害)、土砂災害、高潮災害等から壊滅的な被害を回避する「水災害に適応した強靱な社会」(水災害適応型社会)の構築に向けた幅広い議論が展開されている。

しかしながら、現時点においては、地球温暖化や社会条件のシナリオ等に不確実性が伴い、政策決定を支援すべき予測計算に大きな幅が存在しているのが実情である。

このような状況の中、気候変動による洪水リスク・渇水リスクの変化を適切に把握し、これをダム運用や河川管理の高度化・効率化を含めた政策に反映していくためには、「継続的なモニタリングによるデータの蓄積と分析」と「シミュレーションによる影響予測」が連携し、双方による仮説と検証を繰り返しながら、段階的に予測計算の精度を上げていくことが重要である。

本レポートがとりまとめた最新の情報・知見は、このようなニーズに応えるものである。

最後に、本レポートが、地球温暖化などの地球環境問題に対する国民ひとりひとりの理解を深め、四国 4 県の関係機関や住民が気候変動への適応策を考えていく上での一助となることを期待する。

謝 辞

本レポートの作成にあたっては、気象庁の協力をいただいた。ここに厚くお礼を申し上げます。

参考文献

- 1) 気候変動監視レポート 2010 気象庁 2011 年 6 月
<http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/monitor/index.html>
- 2) 温暖化の観測・予測及び影響評価統合レポート 「日本の気候変動とその影響」
文部科学省 気象庁 環境省 2009 年 10 月
- 3) 気温・降水量の長期変化傾向 気象庁
<http://www.data.kishou.go.jp/climate/cpdinfo/temp/index.html>
- 4) IPCC 第 4 次評価報告書 気候変動に関する政府間パネル (IPCC) 2007 年 11 月
- 5) 気象年鑑 2007 年版 財) 気象業務支援センター 2008 年
- 6) 2009 四国の治水関係事業「人と川の未来へ…」 四国地方整備局 2009 年
- 7) 「吉野川事業ガイド」 四国地方整備局 2010 年
- 8) 統計でみる都道府県のすがた 2010 総務省統計局 2010 年 3 月
- 9) 「水災害分野における地球温暖化に伴う気候変化への適応策のあり方について (答申)」
国土交通省河川局 2008 年 6 月
- 10) 台風の統計資料 気象庁

<http://www.data.jma.go.jp/fcd/yoho/typhoon/statistics/index.html>

11) 四国に上陸した台風 高松地方気象台

<http://www.jma-net.go.jp/takamatsu/3/3-3/taifuu.html>

12) 近畿・中国・四国地方の気候変動 2009

大阪管区気象台・神戸海洋気象台・舞鶴海洋気象台

<http://www.jma-net.go.jp/osaka/kikou/ondanka/ondanka.html>

13) 水災害リスク評価手法検討WG (第1回)資料3)

国土交通省河川局 2008年12月