

「異常気象リスクマップ」

平成 18 年度版

気 象 庁

提供にあたって

昨今、地球温暖化等の気候変動による異常気象の増加が懸念されていることを背景に、地域の異常気象のリスク軽減対策や計画策定を担当する地方公共団体やライフライン機関、農業関係者等からは、大雨など異常気象の発生頻度に関する、空間的・時間的に詳細な情報が求められています。

こうした要望に答えるため、過去 100 年以上にわたる気象庁の観測データを駆使した、異常気象の頻度等の実態やその長期変化傾向に関する情報をわかりやすい図表形式による「異常気象リスクマップ」として提供することとしました。

今年度は、「異常気象リスクマップ」の第一段階として、過去 100 年以上の日降水量データがデジタルデータとして整備された全国 51 地点における大雨の頻度等、地域の異常気象の実態に関する情報を提供します。

今後、利用者からの要望等を踏まえながら、地点数や対象要素を増やすなど、年 1 回程度情報を更新し、気象庁ホームページ上で公表します。将来的には、地球温暖化予測実験の結果を用いて、全国各地域における地球温暖化時の異常気象の頻度等に関する情報を提供する予定です。

本情報を各種業務の参考としていただくとともに、地元气象台や気象庁に対し、今後どのような情報が望まれるかご意見やご要望をいただきますようお願いいたします。

平成 19 年 3 月

気象庁 地球環境・海洋部

「異常気象リスクマップ」 (平成 18 年度版)

〔目次〕

1. はじめに (P. 1)

1-1 異常気象リスクマップに用いた観測値について

1-2 確率降水量について

2. 51 地点における確率降水量のリスクマップ (P. 2~5)

2-1 106 年の観測値による確率降水量

2-2 日降水量 100mm の再現期間

2-3 106 年の前半と後半における再現期間の変化

3. 51 地点における観測実況値によるリスクマップ (P. 6~8)

3-1 日降水量 100mm 以上の日数の長期変化傾向

3-2 年降水量の変動の長期変化傾向

4. アメダス平年値によるリスクマップ (P. 9~16)

4-1 日降水量 100mm 以上の日数の分布

4-2 10 年に 1 回の少雨の分布

【付録 1】 確率降水量の算出方法について

【付録 2】 確率降水量の関する Q & A

1. はじめに

1-1 異常気象リスクマップに用いた観測データについて

気温や降水量の長期変化傾向を調べるためには、長期間に渡って同じ場所・同じ方法で観測された均質なデータが必要です。また、数十年以上前の気象官署における観測データは地上気象観測原簿と呼ばれる書類に記入されていて、これらをコンピューターに入力して計算に使えるようにする必要があります。さらに、原簿への記入ミス、コンピューターへの入力ミスなどによる誤った値がないかどうか品質をチェックする必要もあります。

気象庁では「異常気象レポート 2005」を作成した際に、全国の気象台などの観測所のうち、1901年以降で移転がなかった地点、あるいは移転があってもその前後で観測データの統計量に有意な変化がなかった地点を51か所選び、各地点の1901年以降の日降水量データをコンピューターに入力し、品質チェックを行いました。

今回の異常気象リスクマップのうち、第2章で示す確率降水量のリスクマップおよび第3章で示す観測実況値に基づく日降水量100mm以上の日数のリスクマップには、全国51地点における品質チェックされた106年間（1901～2006年）の日降水量データを用いています。

なお、第4章で示すアメダス平年値によるリスクマップでは、全国約1,300地点のアメダス地点（地域気象観測所）における1979～2000年統計による平年値を用いています。

1-2 確率降水量について

異常気象リスクマップには、稀にしか起こらないような極端な大雨の強度や頻度を示す資料として、「確率降水量」を掲載しています。

ある現象が平均的に何年に1回起きるかを表した値を「再現期間」と言い、ある再現期間で起こる降水量を「確率降水量」と呼びます。確率降水量の値は、過去の大雨のデータから統計学的に推定して算出します。

50年・100年といった長い再現期間の確率降水量は、その地点で長い期間においてどれくらいの大雨が起こりうるかを示す資料であり、防災計画や河川計画などの背景となる気候情報です。

今回の確率降水量は、全国51地点における1901～2006年の日降水量データを使って、水文分野で広く用いられている手法で算出しました。算出方法の詳細は【付録1】に記述しました。

なお、確率降水量は従来、気象庁が提供している気温や降水量の平年値や極値・順位値などと質の異なる統計値で、その利用にあたってはいくつかの注意点があります。これらについて【付録2】にQ&A形式で示しました。

2. 51 地点における確率降水量のリスクマップ

2-1 106 年間の観測値による確率降水量

図 1 は、全国 51 地点における 1901～2006 年の年最大日降水量のデータから推定された再現期間 30 年・50 年・100 年・200 年の確率降水量の分布図です。

この図から、各地点において 30 年・50 年・100 年・200 年の間にどの程度大きな日降水量が降る可能性があるかということがわかります。

例えば、100 年の 1 回の確率降水量は、おおよそ北日本で 100～200mm、西日本太平洋側で 200～400mm などとなっています。

表 1 は、全国 51 地点における 1901～2006 年の年最大日降水量のデータから統計的に推定した 30 年・50 年・100 年・200 年の確率降水量です。例えば、東京では 100 年に 1 回の確率降水量は 289mm と推定されますが、289mm 以上の日降水量が起こる可能性が 100 年に 1 回という意味で、400mm、500mm といった飛びぬけた大雨が起こる恐れもゼロではありません。

2-2 日降水量 100mm の再現期間

図 2 は、全国 51 地点における 1901～2006 年の年最大日降水量のデータから統計的に推定した確率降水量の結果から、日降水量 100mm・200mm の再現期間を逆算した値の分布図です。

日降水量 100mm の大雨は、西日本では 3 年以下に 1 回、北日本では 5 年前後あるいは 10 年以上に 1 回の頻度と推定されます。

2-3 106 年の前半と後半における再現期間の変化

図 3 は、1901～2006 年の 106 年間を前半 53 年と後半 53 年に分けて、51 地点における日降水量 100mm・200mm の再現期間（頻度）を算出し、ヒストグラムにしたものです。

全体の出現頻度を見ると、前半よりも後半の期間のデータから算出した再現期間の方が短い地点が多いことがわかります。日降水量 100mm・200mm という大雨の頻度が長期的に増える傾向にあることを示しています。

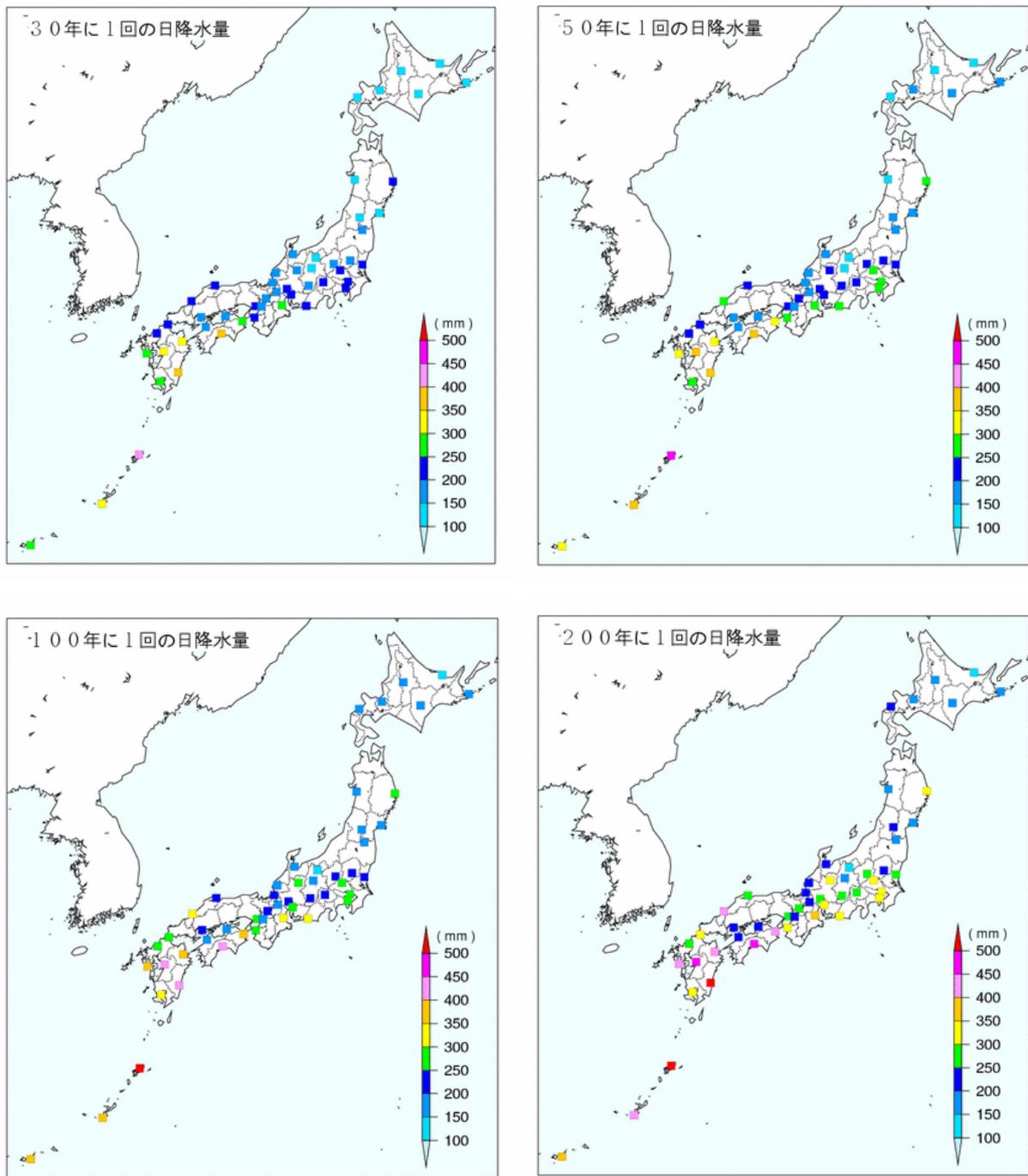


図1 全国51地点における確率降水量の分布図

全国51地点における1901～2006年の年最大日降水量のデータから推定した再現期間30年・50年・100年・200年に1回降る可能性のある日降水量の分布図

表1 確率降水量データ表

全国 51 地点における 1901～2006 年の年最大日降水量のデータから統計的に推定した 30 年・50 年・100 年・200 年の確率降水量の一覧表。「変動幅」は、106 年間のデータからどれか 1 年のデータを抜いた 106 通りの計算を行い、その最大値と最小値を示したもので、この幅が小さいほど計算結果の安定していることを示す（【付録 1】参照）。

地点	確率分布	SLSC	30年		50年		100年		200年	
			日降水量	変動幅	日降水量	変動幅	日降水量	変動幅	日降水量	変動幅
網走	SQRT-ET	0.02	104mm	102 ~ 105	115mm	112 ~ 116	130mm	127 ~ 131	146mm	142 ~ 147
根室	Gumbel	0.03	146mm	141 ~ 146	158mm	152 ~ 159	175mm	168 ~ 176	192mm	184 ~ 192
帯広	Gumbel	0.01	140mm	136 ~ 140	151mm	147 ~ 152	166mm	162 ~ 167	181mm	176 ~ 182
旭川	SQRT-ET	0.03	128mm	125 ~ 129	143mm	140 ~ 144	165mm	160 ~ 166	187mm	182 ~ 189
札幌	Gumbel	0.03	139mm	133 ~ 139	151mm	145 ~ 151	167mm	160 ~ 167	183mm	175 ~ 184
寿都	GEV	0.02	129mm	121 ~ 130	147mm	135 ~ 148	174mm	156 ~ 176	206mm	179 ~ 208
秋田	Gumbel	0.02	139mm	135 ~ 139	149mm	145 ~ 150	163mm	158 ~ 164	177mm	171 ~ 178
宮古	Gumbel	0.04	230mm	223 ~ 231	250mm	242 ~ 251	277mm	267 ~ 278	304mm	293 ~ 306
石巻	Gumbel	0.03	143mm	140 ~ 143	154mm	151 ~ 155	170mm	166 ~ 170	185mm	181 ~ 185
山形	SQRT-ET	0.03	143mm	139 ~ 144	159mm	154 ~ 160	181mm	176 ~ 182	205mm	199 ~ 206
福島	Gumbel	0.03	152mm	149 ~ 153	165mm	162 ~ 165	182mm	178 ~ 183	200mm	195 ~ 200
水戸	Gumbel	0.03	200mm	194 ~ 201	217mm	210 ~ 218	241mm	232 ~ 242	264mm	254 ~ 265
宇都宮	Gumbel	0.02	187mm	183 ~ 187	202mm	197 ~ 202	222mm	216 ~ 222	242mm	236 ~ 242
前橋	SQRT-ET	0.03	189mm	184 ~ 190	210mm	203 ~ 211	240mm	232 ~ 241	271mm	262 ~ 273
熊谷	Gumbel	0.03	230mm	223 ~ 231	252mm	244 ~ 253	281mm	272 ~ 282	310mm	299 ~ 311
東京	Gumbel	0.03	239mm	229 ~ 239	260mm	249 ~ 261	289mm	276 ~ 290	318mm	302 ~ 319
横浜	Gumbel	0.02	244mm	239 ~ 245	265mm	259 ~ 266	293mm	286 ~ 295	322mm	313 ~ 323
甲府	Gumbel	0.03	202mm	197 ~ 203	221mm	215 ~ 222	246mm	239 ~ 247	271mm	263 ~ 272
長野	Gumbel	0.02	102mm	100 ~ 102	110mm	107 ~ 110	121mm	118 ~ 121	132mm	128 ~ 132
松本	Gumbel	0.03	128mm	125 ~ 129	139mm	135 ~ 139	153mm	149 ~ 154	167mm	163 ~ 168
飯田	SQRT-ET	0.03	190mm	185 ~ 191	209mm	204 ~ 211	237mm	230 ~ 238	266mm	257 ~ 267
伏木	Gumbel	0.03	161mm	157 ~ 161	174mm	170 ~ 174	191mm	187 ~ 192	209mm	203 ~ 210
福井	Gumbel	0.03	160mm	156 ~ 161	173mm	168 ~ 174	190mm	185 ~ 191	207mm	201 ~ 208
敦賀	Gumbel	0.02	180mm	176 ~ 181	195mm	190 ~ 195	214mm	209 ~ 215	234mm	228 ~ 235
浜松	SQRT-ET	0.03	247mm	242 ~ 248	270mm	264 ~ 272	304mm	297 ~ 306	339mm	330 ~ 341
高山	GEV	0.02	192mm	182 ~ 192	218mm	205 ~ 219	259mm	239 ~ 261	306mm	278 ~ 309
岐阜	Gumbel	0.02	205mm	199 ~ 205	221mm	215 ~ 221	242mm	235 ~ 243	264mm	256 ~ 265
名古屋	LPE3	0.03	216mm	189 ~ 216	242mm	205 ~ 243	280mm	227 ~ 282	323mm	249 ~ 325
津	SQRT-ET	0.02	268mm	261 ~ 270	298mm	290 ~ 300	341mm	331 ~ 343	386mm	374 ~ 389
彦根	Gumbel	0.02	162mm	159 ~ 163	175mm	171 ~ 176	192mm	187 ~ 193	209mm	204 ~ 210
京都	SQRT-ET	0.03	195mm	190 ~ 196	214mm	209 ~ 215	242mm	236 ~ 243	271mm	264 ~ 273
大阪	Gumbel	0.03	160mm	154 ~ 161	173mm	166 ~ 173	190mm	181 ~ 191	207mm	197 ~ 208
和歌山	SQRT-ET	0.03	224mm	219 ~ 226	250mm	243 ~ 252	287mm	279 ~ 289	326mm	316 ~ 328
神戸	SQRT-ET	0.03	205mm	199 ~ 206	228mm	222 ~ 230	262mm	255 ~ 264	298mm	289 ~ 300
境	Gumbel	0.02	208mm	201 ~ 208	226mm	218 ~ 226	250mm	241 ~ 251	274mm	264 ~ 275
浜田	GEV	0.02	239mm	222 ~ 240	280mm	256 ~ 281	347mm	310 ~ 350	430mm	373 ~ 435
呉	Gumbel	0.02	183mm	179 ~ 184	198mm	193 ~ 199	218mm	212 ~ 219	238mm	232 ~ 239
徳島	SQRT-ET	0.03	297mm	286 ~ 299	331mm	317 ~ 333	379mm	360 ~ 381	429mm	407 ~ 432
多度津	Gumbel	0.03	159mm	155 ~ 160	173mm	168 ~ 174	192mm	186 ~ 192	210mm	204 ~ 211
松山	Gumbel	0.03	164mm	160 ~ 165	177mm	172 ~ 177	194mm	188 ~ 195	211mm	205 ~ 212
高知	SQRT-ET	0.04	357mm	346 ~ 360	394mm	379 ~ 396	445mm	427 ~ 448	500mm	477 ~ 503
下関	SQRT-ET	0.03	225mm	218 ~ 226	247mm	239 ~ 248	279mm	269 ~ 281	313mm	300 ~ 315
福岡	Gumbel	0.02	226mm	219 ~ 227	245mm	237 ~ 246	271mm	262 ~ 272	297mm	286 ~ 298
大分	Gumbel	0.04	301mm	290 ~ 303	330mm	316 ~ 331	367mm	352 ~ 369	405mm	388 ~ 407
長崎	SQRT-ET	0.02	299mm	292 ~ 301	333mm	324 ~ 335	382mm	371 ~ 384	433mm	421 ~ 437
熊本	SQRT-ET	0.02	327mm	319 ~ 329	366mm	356 ~ 368	422mm	409 ~ 424	481mm	466 ~ 484
宮崎	SQRT-ET	0.03	354mm	344 ~ 356	392mm	381 ~ 395	448mm	434 ~ 451	506mm	489 ~ 509
鹿児島	Gumbel	0.02	260mm	254 ~ 261	280mm	273 ~ 281	306mm	298 ~ 307	332mm	323 ~ 334
名瀬	Gumbel	0.02	422mm	410 ~ 423	460mm	446 ~ 462	511mm	495 ~ 513	562mm	544 ~ 564
那覇	Gumbel	0.04	330mm	318 ~ 331	359mm	346 ~ 361	399mm	383 ~ 400	438mm	420 ~ 440
石垣島	Gumbel	0.02	300mm	292 ~ 301	322mm	314 ~ 323	353mm	343 ~ 354	384mm	372 ~ 385

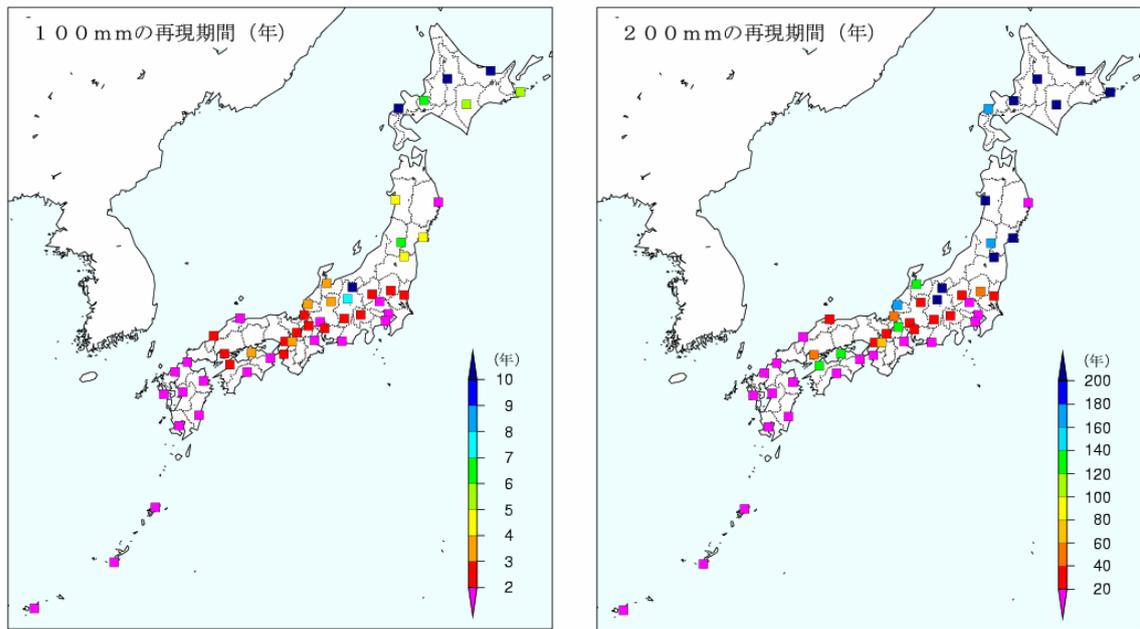


図2 日降水量100mmと200mmの確率降水量の再現期間の分布
 全国51地点における1901-2006年のデータによる推定値。

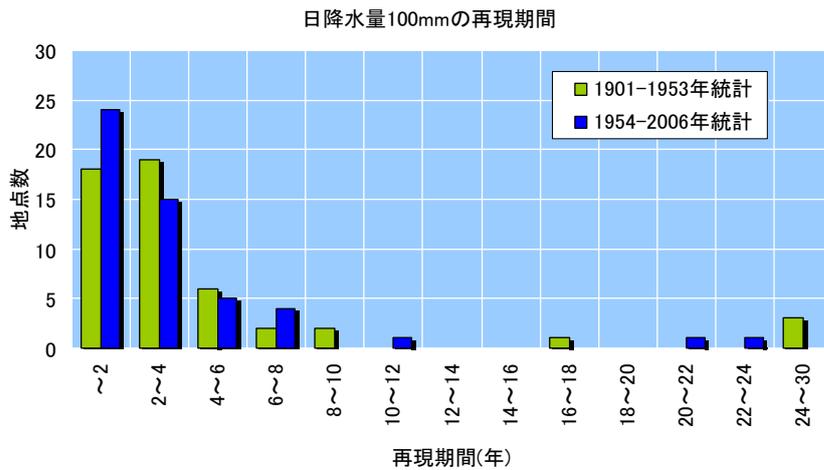
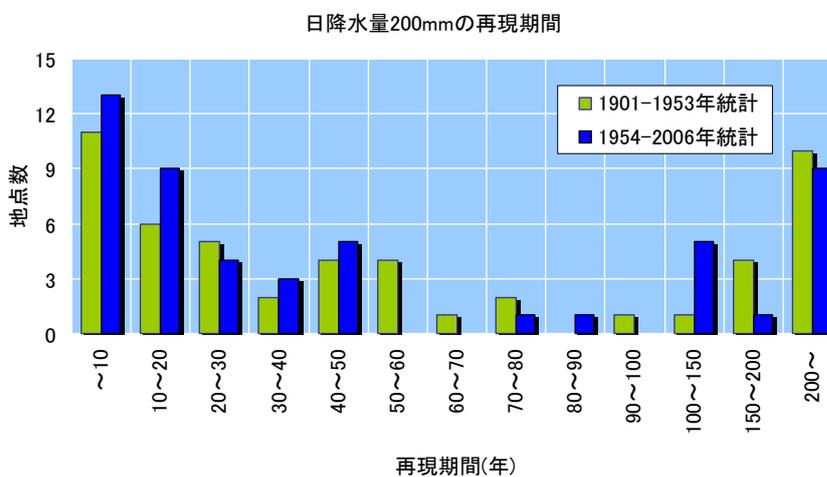


図3 全国51地点
 における日降水量
 100mmと200mmの再
 現期間のヒストグラ
 ム



緑色の棒グラフ：
 1901～1953年のデ
 ータによる再現期間
 青色の棒グラフ：
 1954～2006年のデ
 ータによる再現期間

3. 51 地点における観測実況値によるリスクマップ

3-1 日降水量 100mm 以上の日数の長期変化傾向

図4は、全国51地点における1901～2006年の日降水量データを用いて、実際に発生した日降水量100mm以上の年間日数(1地点あたり)の経年変化のグラフです。第2章で示した確率降水量は統計的に推定した大雨に関する資料ですが、ここで示すものは実際に発生した日降水量100mm以上の大雨の資料です。

「異常気象レポート2005」でも示したように、日降水量100mm以上の日数には長期的な増加傾向が見られます。20世紀初頭の30年(1901～1930年)で平均した値は1地点あたり0.84日、最近の30年(1977～2006年)だけで平均した値は1.0日で、約1.2倍に増加しています。

図5は、全国51地点で平均した日降水量100mm以上の日数を、月別に、20世紀初頭の30年平均値と最近30年平均値を比較した図です。20世紀初頭の30年よりも最近30年で平均した値の方が増加している月が多く、特に9月において大きく増加していることがわかります。

3-2 年降水量の変動幅の長期変化傾向

図6は、全国51地点における1901～2006年の年降水量平年比を平均した値の経年変化グラフで、1931～2006年の各年について、前30年間の平均値と前30年間の標準偏差(平均的な変動の大きさ)も示してあります。

全国平均の年降水量平年比は長期的にはどちらかというとも減少傾向にありますが、同時に平均的な年々の変動幅(標準偏差)が増大しています。全国平均の年降水量平年比について、20世紀初頭の30年(1901～1930年)で算出した標準偏差は8.7%で、最近30年(1977～2006年)で算出した標準偏差は12.6%となっており、約1.4倍に増大しています。

また、図7は地点別に1901～1930年で算出した標準偏差と1977～2006年で算出した標準偏差の比率を示した分布図で、ほとんどの地点で標準偏差が増大傾向となっており、全国的に年降水量の変動(多雨年と少雨年の差)が大きくなっています。

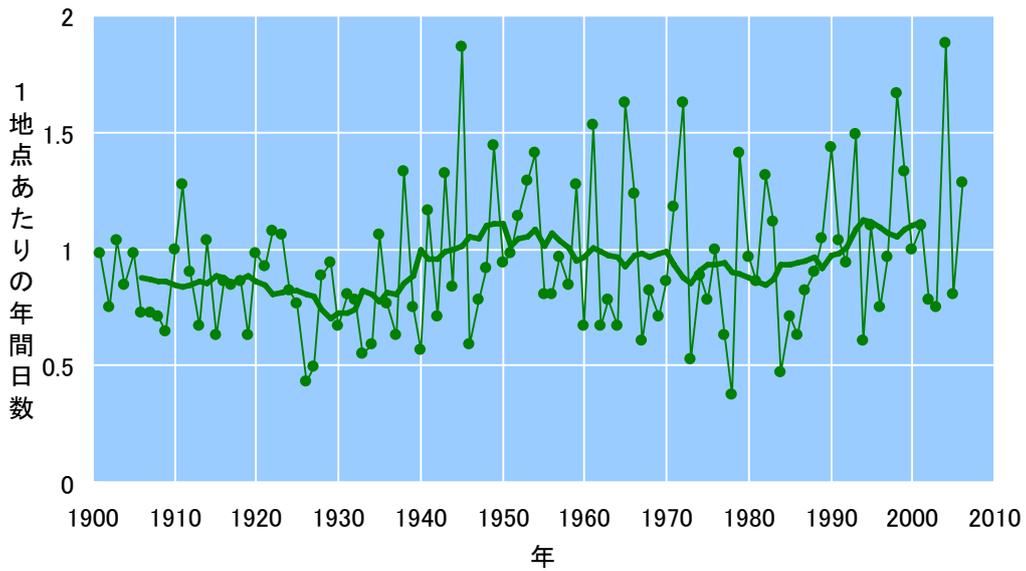


図4 日降水量 100mm 以上の日数（1 地点当り）の長期変化傾向
 全国 51 地点で平均した日降水量 100mm の年間日数の長期変化傾向。
 「異常気象レポート 2005」掲載の図に 2006 年までのデータを追加。



図5 日降水量 100mm 以上の日数の長期変化傾向
 全国 51 地点で平均した日降水量 100mm の月別日数を 20 世紀初頭の 30 年（1901～1930 年）で平均した値と最近 30 年（1977～2006 年）で平均した値を比較した図。

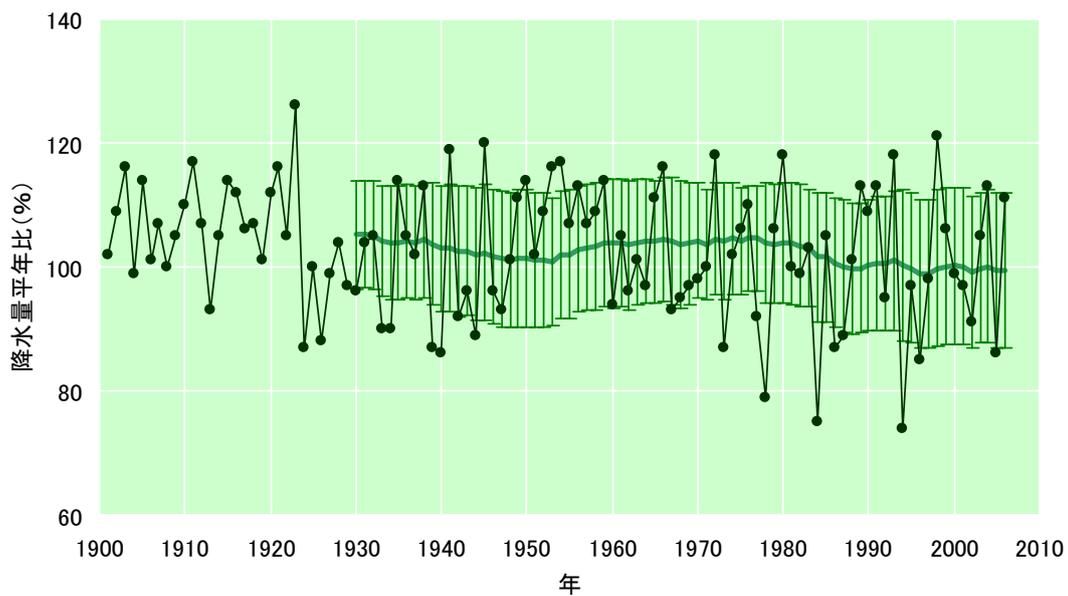


図6 年降水量平年比とその変動幅の時系列グラフ

●のついた折れ線グラフは全国 51 地点で平均した年降水量平年比 (%) の 1901～2006 年の経年変化。平年値は 1971～2000 年の統計。緑色の滑らかな折れ線は年降水量平年比の前 30 年平均値で、緑色の縦線は前 30 年間で算出した標準偏差（平均的な変動幅）。

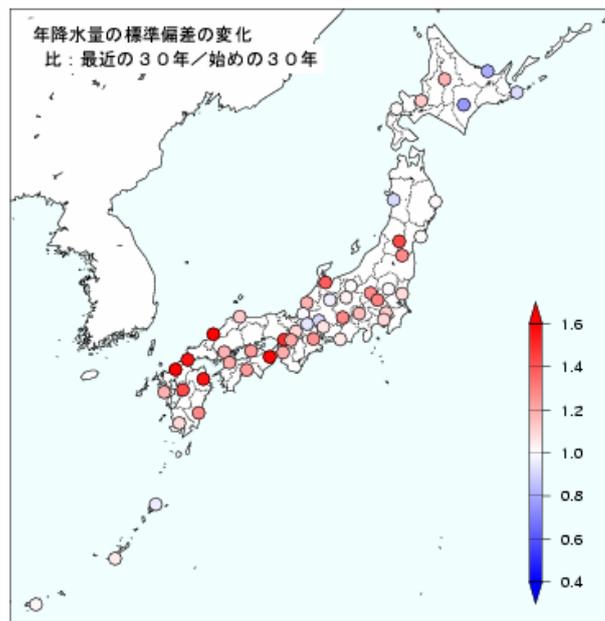


図7 年降水量の変動幅の変化

全国 51 地点の年降水量平年比について、1901～1930 年の標準偏差で 1977～2006 年の標準偏差を割った値（比率）の分布。赤色（青色）の地点では年降水量の変動幅が増大（減少）していることを示す。

4. アメダス平年値によるリスクマップ

4-1 日降水量 100mm 以上の日数の分布

図8は、全国約1300地点のアメダス地点における日降水量100mm以上の年間日数の平年値（1979～2000年統計）です。第2章で示した確率降水量は統計的に推定した大雨に関する資料ですが、ここで示すものは実際に発生した日降水量100mm以上の大雨の頻度に関する資料です。

東・西日本の太平洋沿岸では年間5日以上、そのほかの地方では1年に1日あるいは数年に1日の頻度となっています。また、隣接した地域でも地形などの違いによって日降水量100mm以上の大雨の発生頻度が異なります。

図9-1から図9-3には月別で見た日降水量100mm以上の日数の平年値を示します。日降水量100mm以上の大雨は、6月から7月には九州を中心に西日本から中部地方で多く、8月から9月には太平洋側を中心に東日本でも多くなります。冬にはほとんどの地点で0.1回以下（10年に1回以下）となりますが、4月や11月には東・西日本の太平洋岸0.5回（2年に1回）程度、北日本の太平洋側の一部でも0.2～0.3回（3年～5年に1回）の頻度で発生しています。

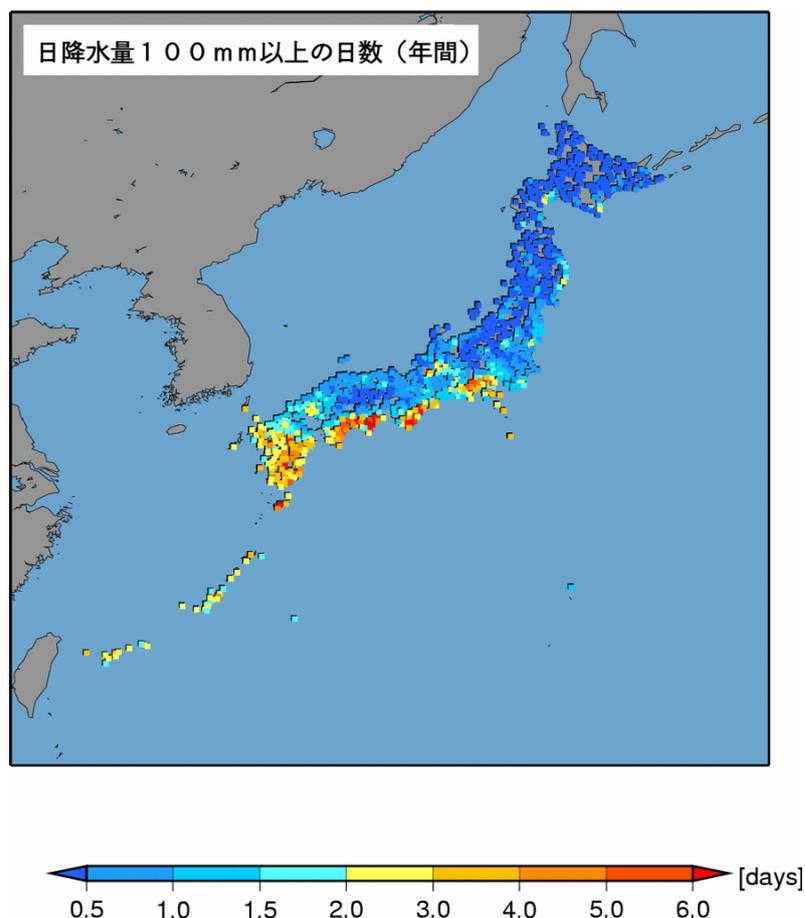


図8 日降水量100mm以上の年間日数（1979-2000年平年値）

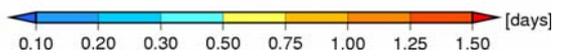
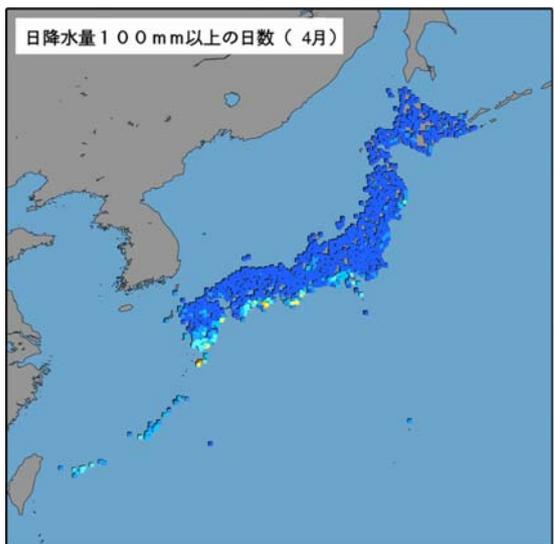
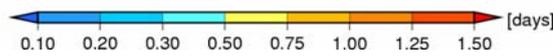
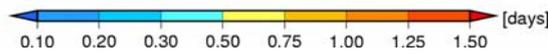


図9-1 日降水量100mm以上の月別日数（1979-2000年平年値）
1月から4月を示す。

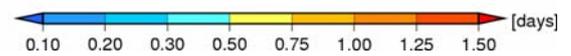
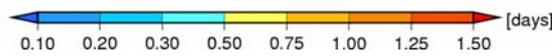
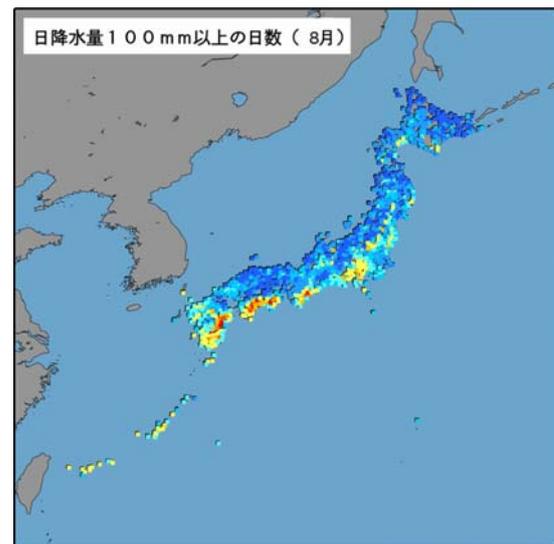
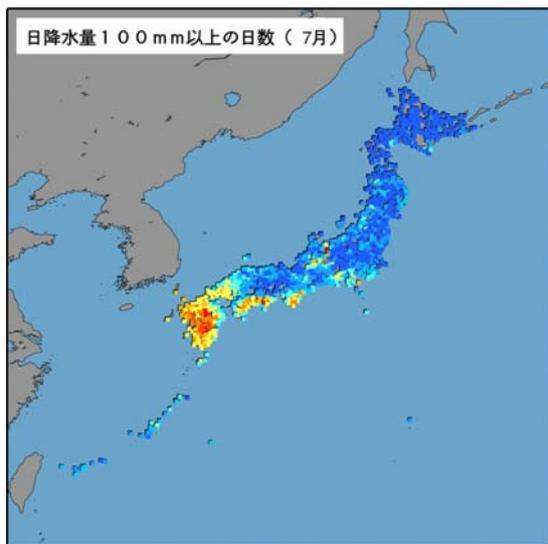
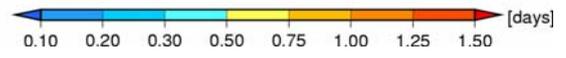
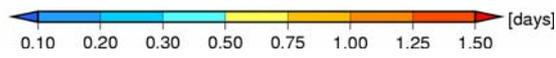
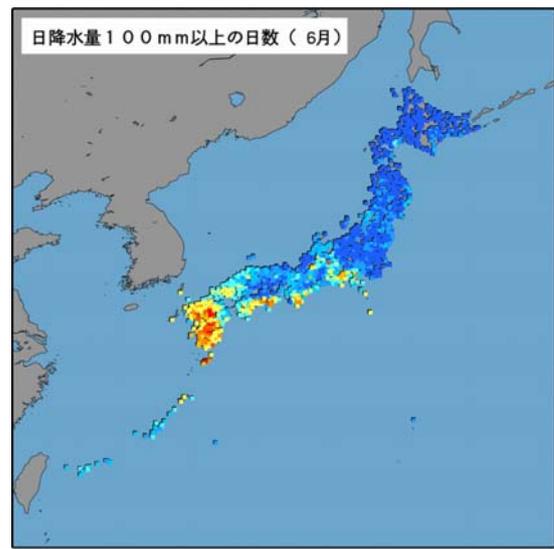
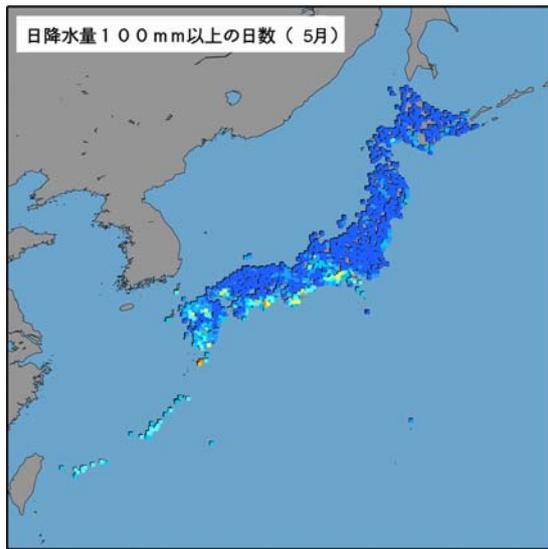


図9-2 日降水量100mm以上の月別日数(1979-2000年平年値)
前項の続き。5月から8月を示す。

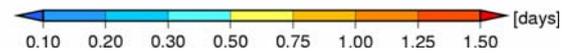
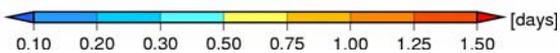
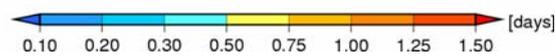
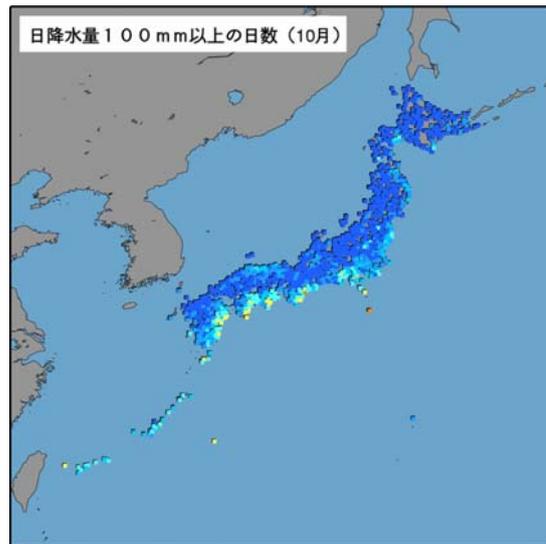
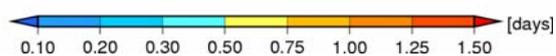
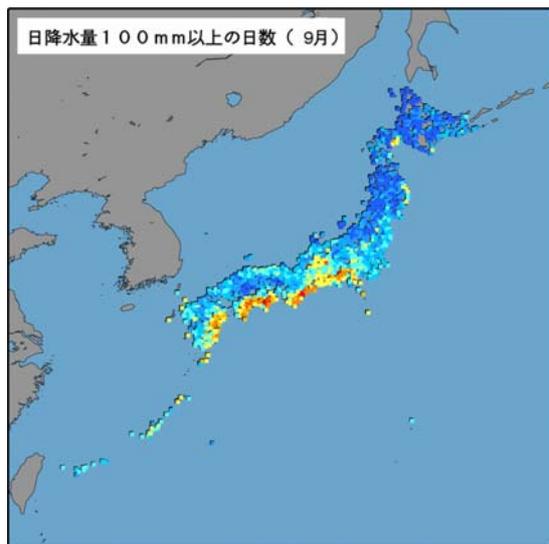


図9-3 日降水量100mm以上の月別日数（1979-2000年平年値）
前項の続き。9月から12月を示す。

4-2 10年に1回の少雨の分布

図10は、年降水量における10年に1回の少雨の分布図で、アメダスの1979～2000年の年降水量において、実際の出現率が10%の割合（10年に1回の少雨）となる値の分布です。

北海道や本州内陸部、瀬戸内では10年に1回は年間700mm程度以下しか降らない一方で、北陸や西日本太平洋岸では10年に1回の少雨でも年間2000mm程度以上降ることがわかります。

図11-1から図11-3には月降水量における10年に1回の少雨の分布図を示します。同様にアメダス地点の1971～2000年の月降水量において、実際の出現率が10%の割合（10年に1回の少雨）となる値の分布です。

冬には、大部分の地域で10年に1回は月に40mm以下となりますが、東北地方の日本海側や北陸地方では、10年に1回の少雨においても月200mm程度以上の降水量（雪と雨の両方の合計）があります。6月には、関東地方以北では10年に1回は80mm以下となりますが、九州地方や近畿地方の太平洋側では、10年に1回の少雨でも200mm以上の降水量となります。南西諸島では季節を問わず、10年に1回は月に80mm以下となることがわかります。

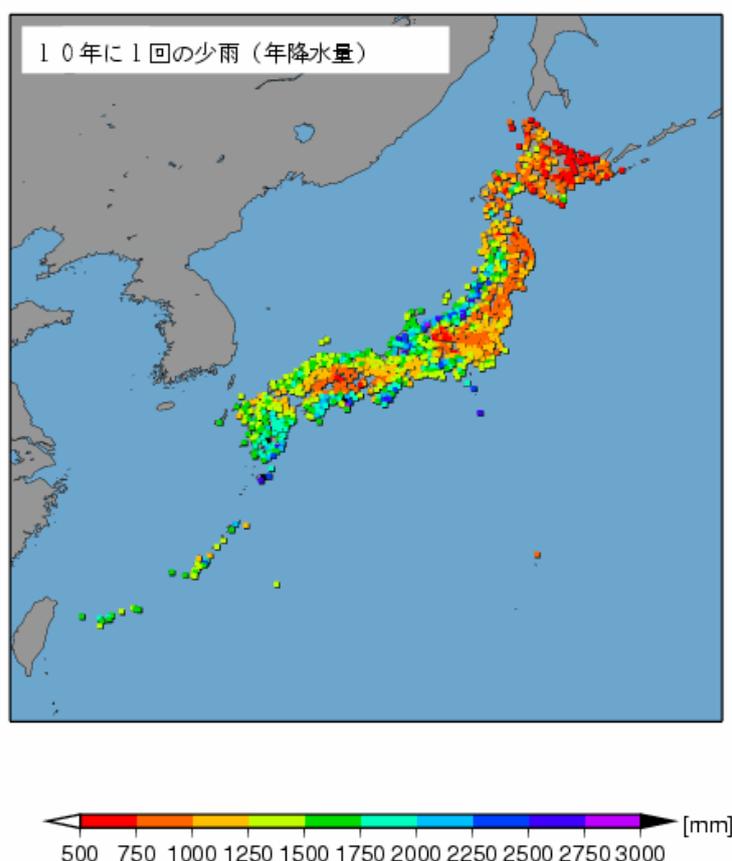


図10 10年に1回の少雨の分布図（年降水量）

アメダス地点における年降水量平年値の「かなり少ない」の階級区分値。1979-2000年の年降水量における出現率10%の値に相当する。

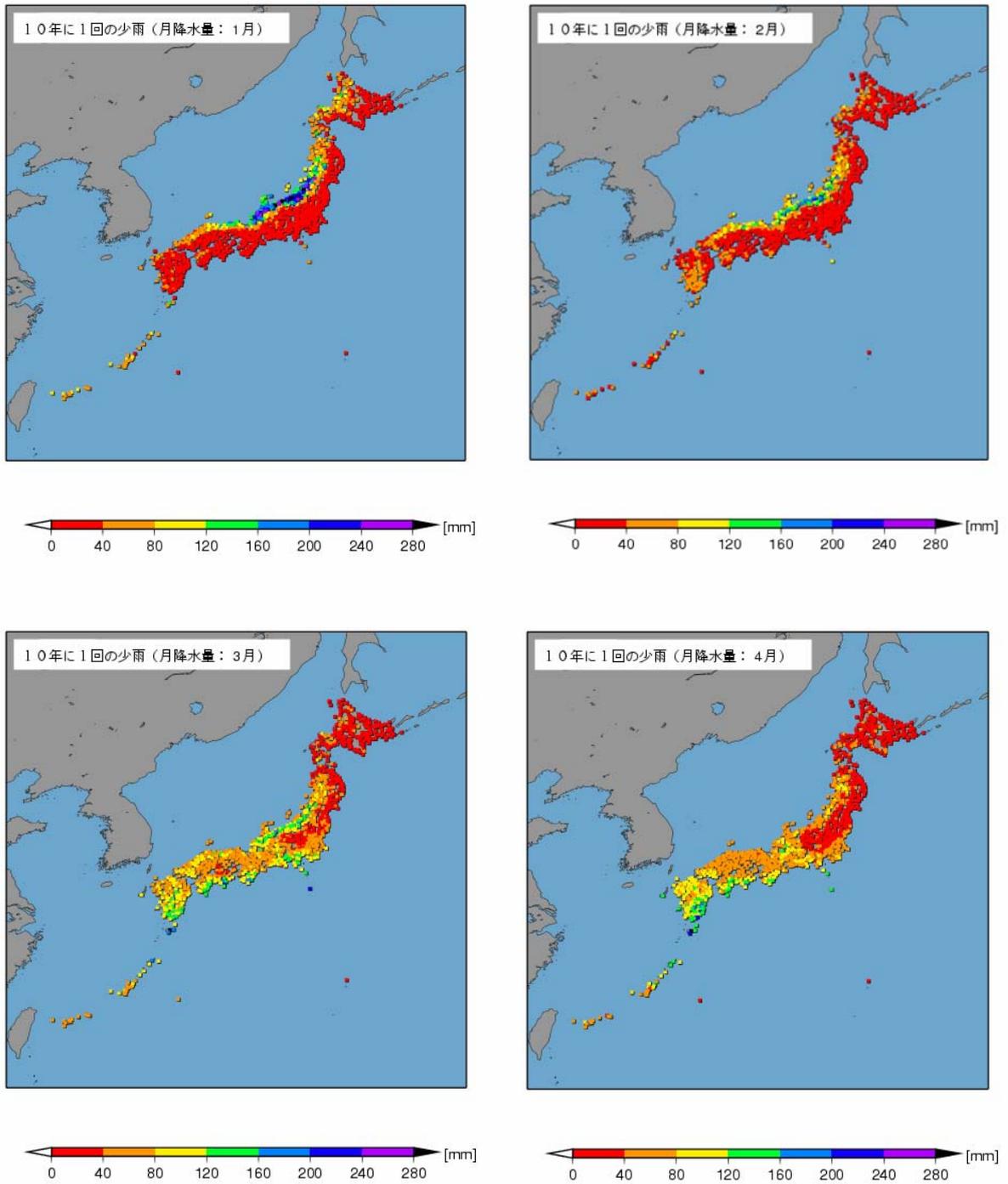


図 11-1 10年に1回の少雨の分布図 (月降水量)

アメダス地点の月降水量平年値の「かなり少ない」の階級区分値。1979-2000年の各月の月降水量における出現率10%の値に相当する。1月から4月を示す。

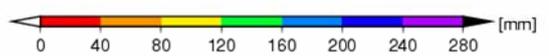
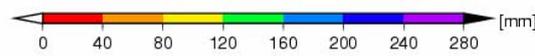
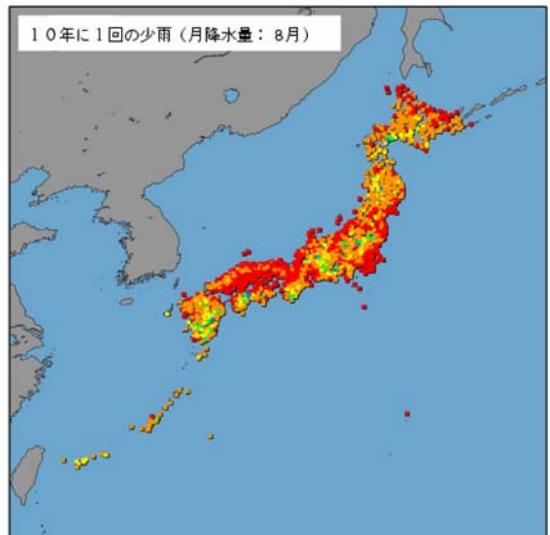
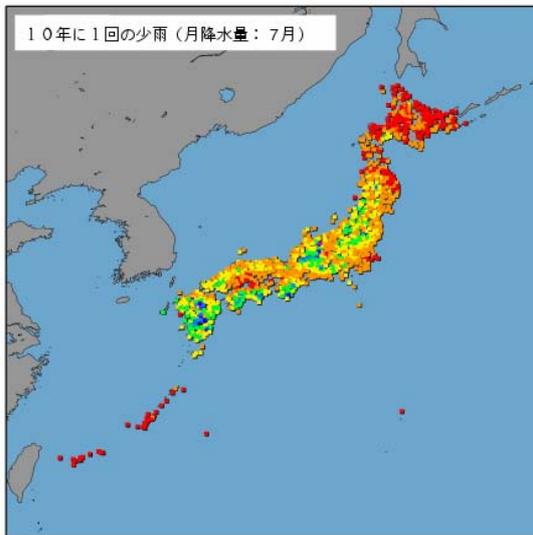
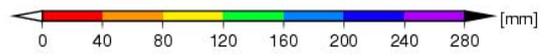
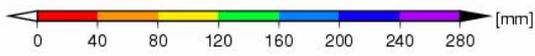
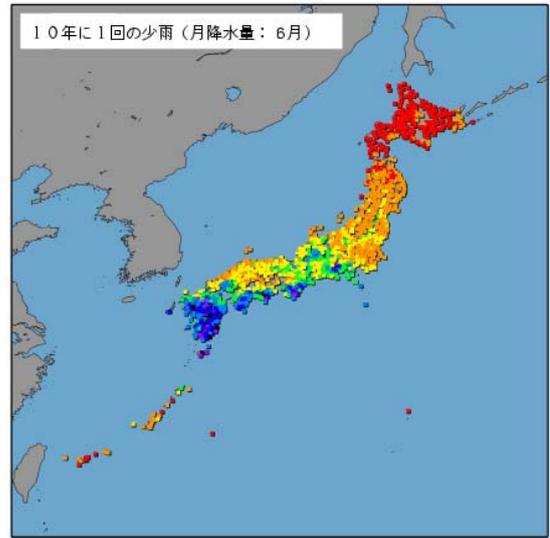
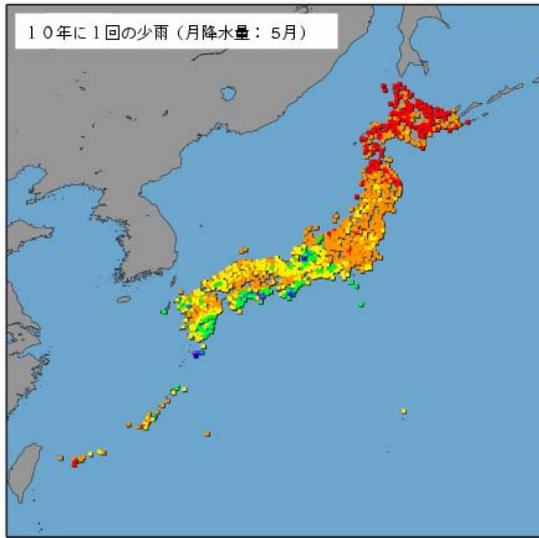


図 11-2 10年に1回の少雨の分布図 (月降水量)
前項の続き。5月から8月を示す。

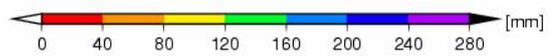
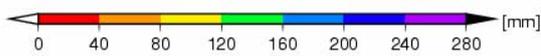
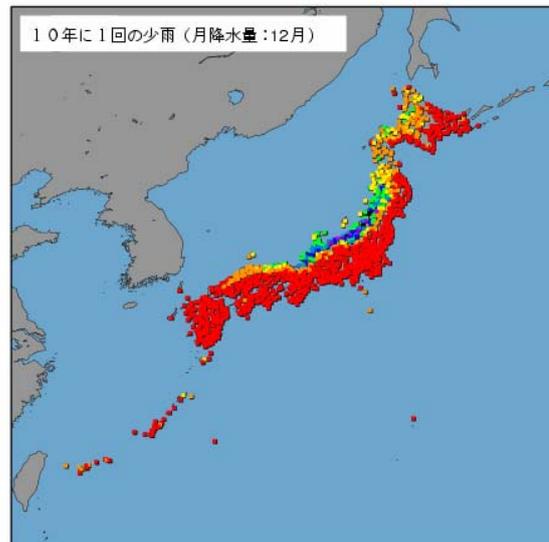
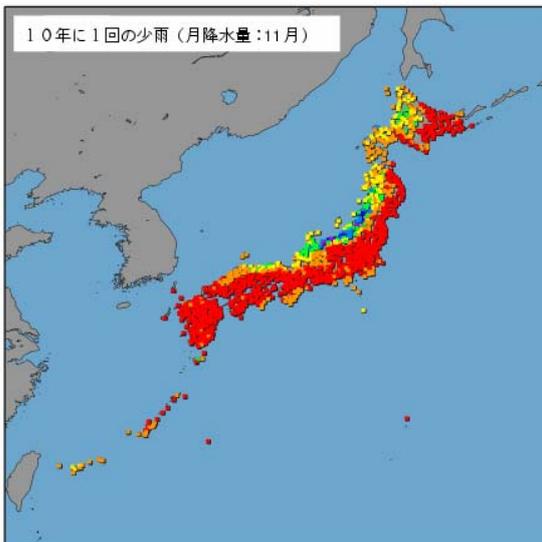
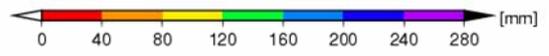
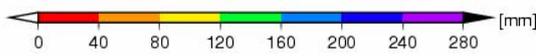
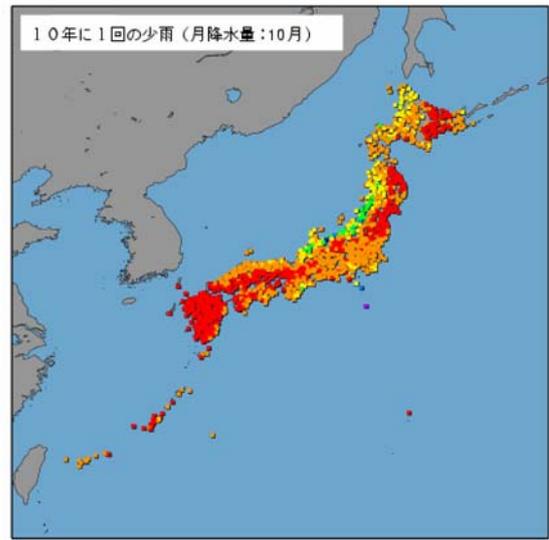
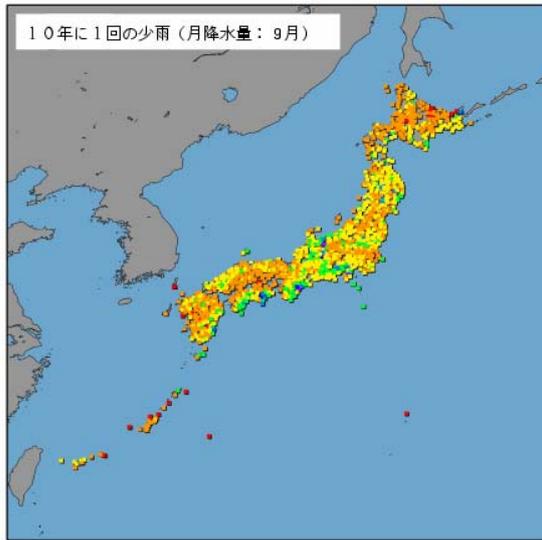


図 11-3 10年に1回の少雨の分布図 (月降水量)
前項の続き。9月から12月を示す。

【付録 1】 確率降水量・再現期間の推定方法

確率降水量・再現期間は、
観測値をもとに、確率分布を当てはめて推定しています。

1. 観測値を使った計算のイメージ

図1は、ある地点の100年分の年最大日降水量のヒストグラム（イメージ）です。

例えば、150mm以上の雨は何年に1回起きたかを考えてみます。図2から、150mm以上となった回数は25回で、これが100年の間で起きたので、 $100 \div 25 = 4$ で4年に1回の頻度で降ったことがわかります。これは、

$$\frac{[\text{全面積}]}{[\text{全面積} - 150\text{mm 未満の面積}]} \dots \textcircled{1}$$

という計算をしています。

次に、図1のヒストグラムの各階級の数を下から積算した図2の「〇mm未満の回数」グラフで考えます。ここで再度150mm以上の雨が何年に1回起きたかを考えると、式①より

$$[A] \div [A - B] \dots \textcircled{2}$$

で求めることができます。

2. 確率分布を当てはめる

実際には、図1のように、ある範囲の降水がたまたま観測されなかったり、逆に200年に1回並の大雨が100年のうちに観測されたりすることもあります。

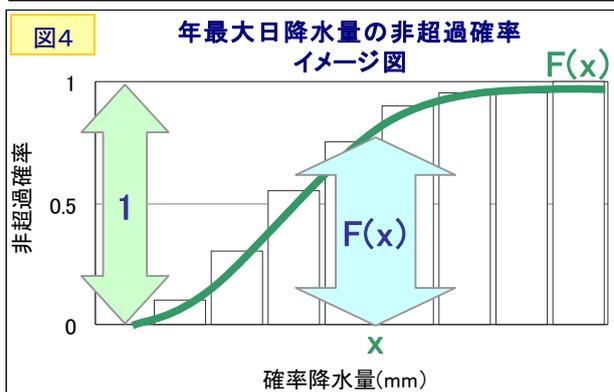
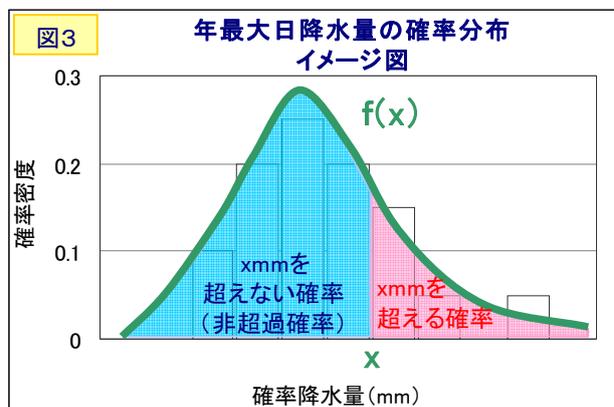
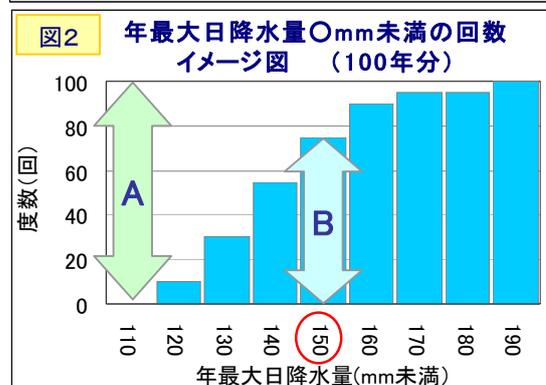
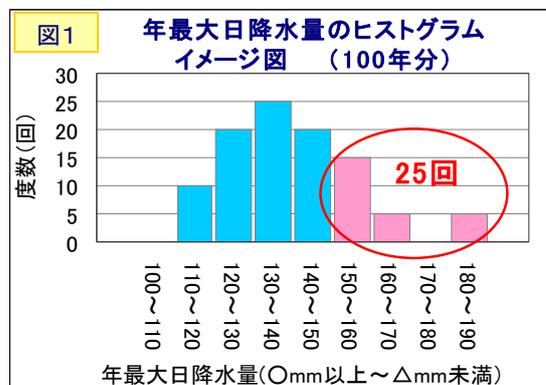
そこで、図3の曲線のように、観測値の不自然な偏りを補正するような分布関数を当てはめてみます。全面積が1となるように規格化した分布関数を $f(x)$ とすると、その面積は確率を意味します。

ヒストグラムを下から積算した図2に対応するのが、 $f(x)$ を積分した $F(x)$ です（図4）。

日降水量 $x\text{mm}$ の再現期間 $T(x\text{mm})$ が何年に1回降ると推定されるかは、②より

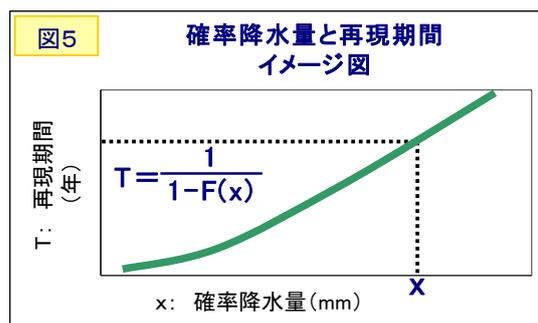
$$T = 1 / (1 - F(x))$$

で求められます。また、 T 年の確率降



水量 x (T 年に 1 回の降水量は何 mm と推定されるか) も、この式から逆算して求めることができます。

こうして、確率分布を当てはめることにより、図 5 のように、任意の確率降水量と再現期間を計算することができます。



確率分布は、5種類の中から、観測値と良く合っていて、計算結果が安定しているものを、地点ごとに選択しています。

3. 使用している5種類の確率分布

今回使用したのは、次の5種類の確率分布です。

- | | |
|-----------------|-------------|
| ①グンベル分布 | ④対数ピアソンⅢ型分布 |
| ②一般化極値 (GEV) 分布 | ⑤対数正規分布 |
| ③平方根指数型最大値分布 | |

①～③の3つは、極値理論 (最大値や最小値に対する統計学的な理論) に基づく極値分布と呼ばれる分布です。残りの④⑤は、極値分布とよく一致するため、従来から用いられている分布です。各年の最大値である「年最大日降水量」の観測値に、これらの分布を当てはめ、5種類の中から最適な分布を採用しました。

4. 観測値と合っているかどうか

観測値と合っているか (適合度) を見積もるため、SLSC という指標を用いています。

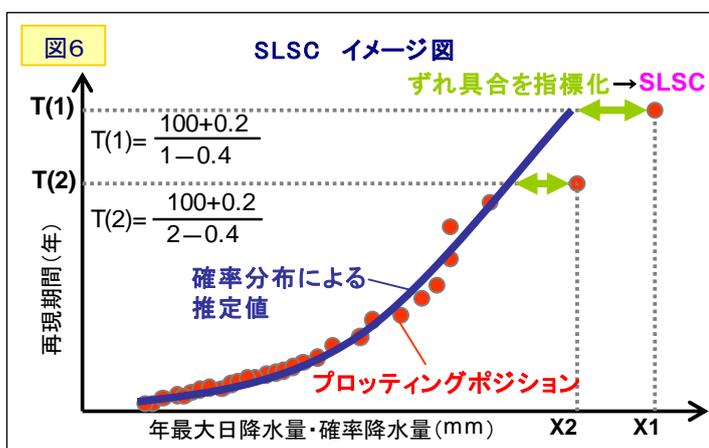
SLSC は、「観測値をプロットイングポジション公式で並べた場合」と、「確率分布から推定した場合」との確率降水量の差を指標化したものです。小さいほど適合度が高く、0.04 以下で適合していると判断しています。

プロットイングポジション公式とは、経験的に求められた公式で、観測値の個数・順位と再現期間との関係を数式化したものです。いくつかの式が提唱されていますが、SLSC には、多くの分布系によく適合するカナンプロットを使います。

カナンプロットのプロットイングポジション公式：
 N 個の観測値がある時、大きい方から i 番目のデータの再現期間 $T(i)$ は、

$$T(i) = (N + 0.2) / (i - 0.4)$$

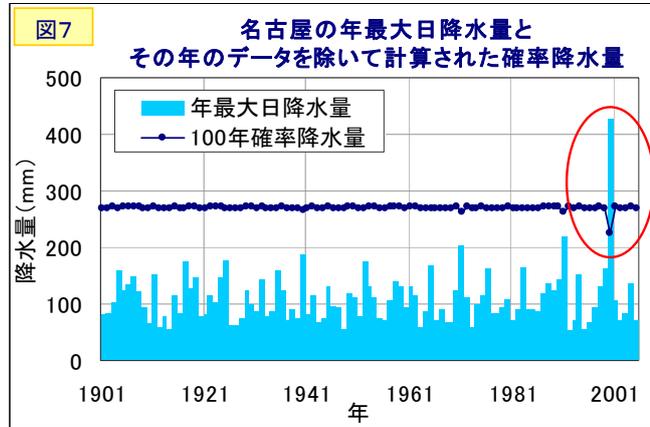
例えば、年最大日降水量の観測値が 100 個あり、1 番大きな値が $X1$ mm、2 番目が $X2$ mm ならば、 $X1$ mm の再現期間 $T(1)$ は 167 年、 $X2$ mm の再現期間 $T(2)$ は 63 年…と順に決まっていきます。



5. 計算結果が安定しているかどうか

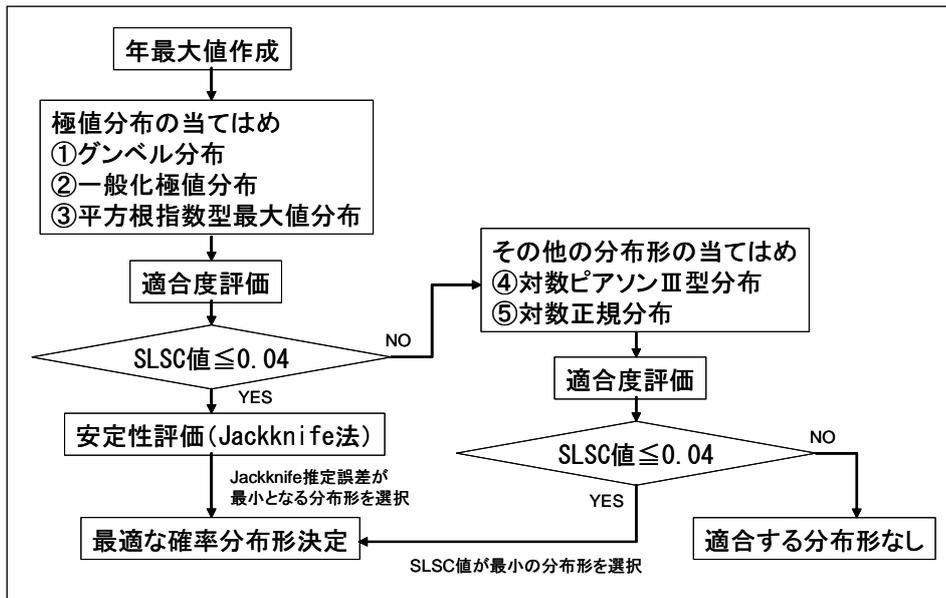
現在までの観測値をランダムにピックアップしたり、今後観測値が追加されたりしても、結果が大きく変わらないことも、実用上、重要な条件となります。

この安定性を判断するために、ジャックナイフ法で評価を行っています。これは、N個のデータから、1つ目のデータを抜いたデータセット、2つ目のデータを抜いたデータセット…と、1個ずつのデータを抜いたN-1個のデータセットをN通り準備し、それぞれのデータセットから計算される確率降水量のばらつき(変動幅)を見る方法です。ばらつきの小さい方が安定しています。



極端に大きな観測値を抜いた時、確率降水量は大きく下がります。(図7の丸印は2000年東海豪雨を抜いた時)

6. 確率分布選択のフローチャート



確率分布の選択は、平成11年に河川技術者、学識経験者等によって策定された「中小河川計画の手引き(案)」を基本としています。

まず、極値分布の3種類の分布で、SLSCが0.04以下となる分布があれば、その中で最もジャックナイフ推定誤差の小さな分布を採用します。3種類の分布のSLSCが全て0.04より大きい場合は、残りの2種類の分布のうち、SLSCが0.04以下で小さい方を採用します。なお、5種類の確率分布形のSLSCが全て0.04より大きい場合は、最もSLSC値が小さいものを求め、適合度が基準を満たしていないことに留意した上で利用することとします。

【付録2】 確率降水量に関するQ&A

Q 1. 確率降水量とは何ですか？

A 1. 何年かの降水量の観測データから 50 年・100 年に 1 回という確率で発生する降水量はどれくらいかを統計的に推定した値です。研究者の方などは「再現期間〇〇年の確率降水量（水文量）」と言っています。

Q 2. 確率降水量が大きい地点ほど、大雨災害が発生しやすいのでしょうか？

A 2. 大雨に伴う土砂災害や浸水被害の起こりやすさは、その地域の地形や地質などによって異なります。比較的少ない雨量で災害が発生する場合があります。確率降水量のリスクマップは極端な大雨の強度や頻度を示したもので、災害の強度や頻度を直接示すものではありません。

Q 3. 確率降水量のリスクマップはどのように利用したらいいのですか？

A 3. 大雨の頻度等のデータを具体的に利用する場合、ユーザーはその異常気象と自分の計画や対策との関係を具体的に理解する必要があります。例えば、その地点で〇〇mm 以上の雨が降ったら被害が出るといった統計的な資料が必要となります。今回の異常気象リスクマップでは 51 地点のみなので、実用性は十分ではないかもしれませんが、地域での異常気象の頻度や強度がどれくらいなのかという情報は様々な業務の参考にしていただけたらと思います。

Q 4. 100 年に 1 回の大雨は 100 年に 1 回ずつ起こるのですか？

A 4. 「再現期間 100 年の確率降水量」とは、「長い期間を平均して、その値以上の日降水量が 100 年に 1 回起こる」という意味で、実際にはそれが 100 年に 2 回起こることもあれば 1 回も起こらないこともあり得ます。例えば東京では、100 年に 1 回の確率降水量は 289mm ですが、これ以上の大雨が降る可能性が 100 年に 1 回と言う意味であり、100 年の間に 400mm、500mm といった飛びぬけた大雨が起こる恐れも 0 ではありません。（サイコロに例えると、サイコロを 6 回振った場合に「六」の目が 1 回も出ないこともあれば 6 回続けて出ることもあります。しかし、50 回 100 回とたくさん振れば「六」の目は平均して 6 回に 1 回の頻度で出ます。）

Q 5. もし、大雨警報で「東京地方で予想される 24 時間雨量が 300mm」と言われた場合、100 年に 1 回の大雨が予想されたと判断するのですか？

A 5. 注意報や警報の予想雨量は「東京地方」であれば 23 区や多摩地方も含んだ地域の最大値で、この地方のどこかでそれだけの大雨が降るおそれがあることを意味します。今回算出した確率降水量は東京管区気象台（東京都千代田区大手町）というピンポイントの値なので、これらを直接対応させることはできません。また、多くの場合、任意の 24 時雨量は日降水量より大きくなります。また、大手町で 1 日に 300mm 降ったと仮定すれば 100 年かそれ以上に 1 回の大雨と言えますが、防災情報においてそうした仮定が適当かどうかについては十分検討する必要があります。

Q 6. 実際に起こった大雨にこの確率降水量を適用して「何年に 1 回の大雨だった」と

言うことはできますか？

A 6. 今回確率降水量を算出した 51 地点については、例えば、昨日の大雨（日降水量）について再現期間がどの程度か（どれくらい異常だったか）を判断することができます。例えば東京で 1 日に 250mm 降った場合、4 ページの確率降水量のデータ表により「30 年から 50 年に 1 回の雨だった」と言えます。

Q 7. 「東海豪雨」は 500 年か 1000 年に 1 回の大雨だったと聞きましたが？

A 7. 平成 12 年 9 月 11 日の名古屋での日降水量は 428mm で、今回の計算結果によると再現期間は「200 年以上」となります。上述の結果は「この日降水量が名古屋において 200 年かそれ以上に 1 回という稀な大雨だった」という点では同様のことを意味しています。

Q 8. 500 年とか 1000 年に 1 回の確率降水量は算出しないのですか？

A 8. 確率降水量は統計的な推定値であり、用いたデータの期間を大きく超える再現期間では算出手法や使ったデータによる違いが大きくなり、安定した計算結果が得られにくくなります。今回は 106 年間のデータを用いたので、200 年までとしました。

Q 9. 地球温暖化の影響で大雨が増えているそうですが、確率降水量の計算にそうしたことは考慮されていますか？

A 9. 確率降水量の計算では、使ったデータの期間は気候（雨の降り方）が変わらないという前提で計算します。しかし、今回の資料で、106 年間の前半と後半で分けて計算すると、全体としては後半の方が大雨の頻度が増えています（図 3）。他の資料（日 100mm 以上の日数）などでも長期的に大雨が増えている傾向が見られます（図 4、図 5）。気温のように明瞭なトレンドが出ているわけではなく、大雨の頻度が減少傾向の地点もありますが、地球温暖化が進むと大雨が増える傾向が今後も続く可能性がありますので、注意深く監視する必要があります。