

本邦各地の無降水継続日数の Return Period について

正 務 章*， 待 井 一 男**

1. は し が き

利水計画のように低水流量と関連の深い計画問題などには、“一体、問題としている地域ではどれ位の期間引続いて雨が降らないことがあるだろうか”というようないわゆる確率無降水継続日数とか、その return period とかが基礎的な知識の一つとして知りたいことがある。われわれはかような時の一助にでもなればと思ひ、本邦の主要地点における夏季と冬季の無降水継続日数の度数を調べ、簡略な度数解析法⁽¹⁾を拡張して、種々の return period に対する確率継続日数の地理的分布図を作成し、そして本邦におけるその地域性を明らかにしようとした。

2. 基 礎 資 料

解析の基礎資料となる各地の夏季と冬季における無降水継続日数の日数別度数を求めるにあたって、われわれはまず次のような約束に従ひ、気象庁月報からすべての資料を集めた。

(i) 無降水継続日数の定義：無降水継続日数は降水がなかった日、または降水があってもその日量が 0.1mm に達しなかった日が引続いておける日数とする。ただし特に 0.1mm 以上の降水日の翌日では、たとえ日量が 0.1mm に達しなくとも降水現象さえあれば、その日は降水日数の方に数え、反対に無降水日の後に連なっている場合は、日量が 0.1mm に達しない限り、降水現象があっても無降水日として数えることにする。

(ii) 調査季節とその始終期における継続日数の決め方：7～8月を夏季とし、1～2月を冬季とする。そして両季節に現われた無降水継続日数を一つ一つ決定して、それらの日数別の度数を調べる。その時無降水日数が6月より続き始めて7月まで連なっている場合や、8月から9月まで連続しているような時はいずれも夏季に含まれる一続きの継続日数として算入することにした。冬

季の場合にも同様に取扱うことにする。

(iii) 統計期間と解析した地点数：解析する地点は原則として1898年から1954年までの基礎資料がそろっている所とした。したがって観測期間がこれにみえない所は一応除外したが、特に地理的分布を調べるのに必要な岬などを含む十数地点ではそれぞれの観測開始年からの資料について調査した。こうして実際に解析を行った地点は総数72カ所である。

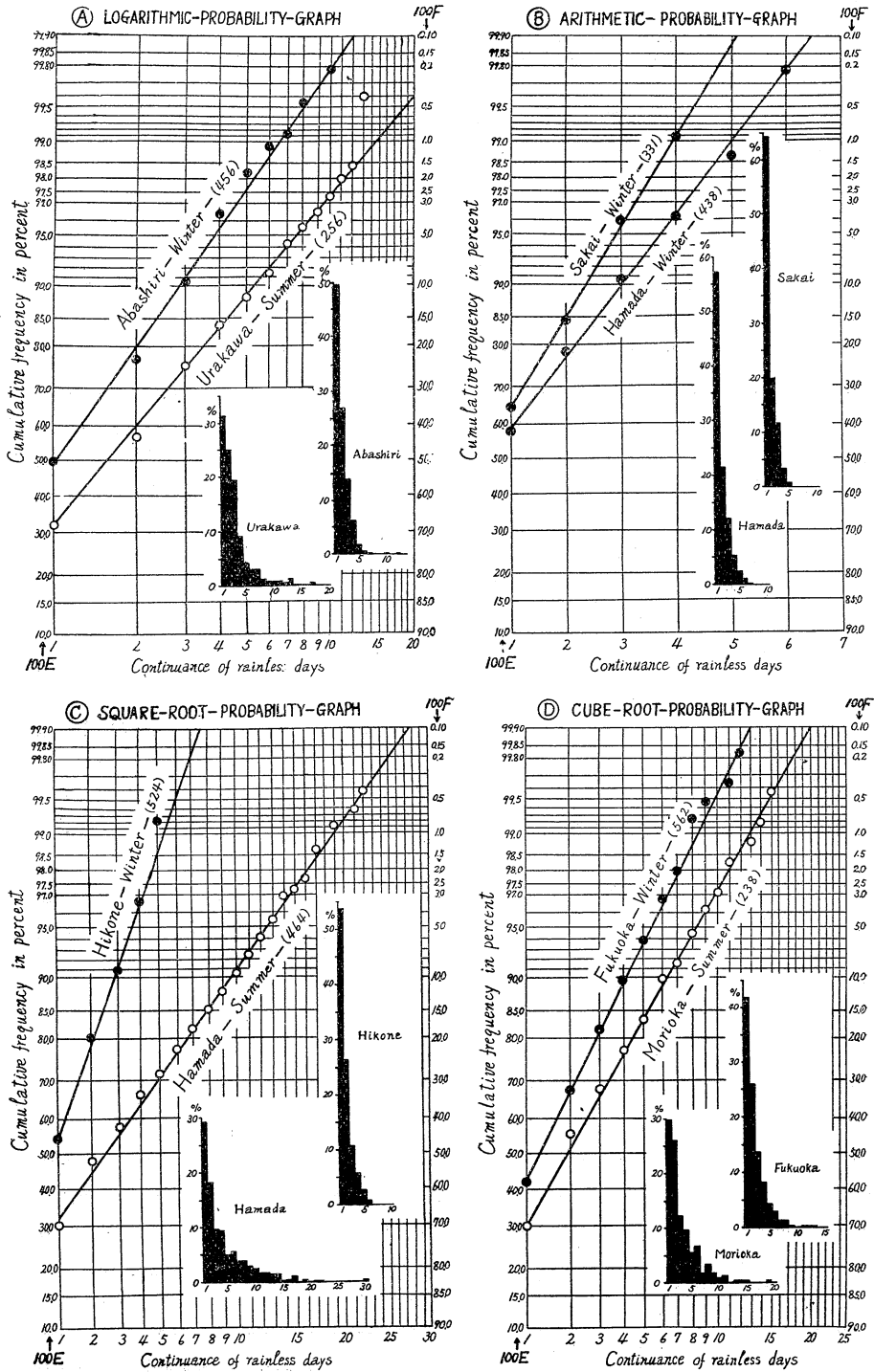
3. 解 析 法

(i) 無降水継続日数の度数分布とその正規化：確率無降水継続日数、あるいは指定された日数に対応する return period を推定する問題では、結局その度数分布曲線の形を決定し、さらにそれをいかにして未経験域まで合理的に外挿するかということが問題になってくる。そして変数が正規型分布をするか、または適当な変数変換によって全く正規化出来る時は、それ相応の確率紙を用いてその上に度数をプロットすると、これらは直線状に並ぶ。したがって実測点に当てはまる度数曲線の決定はもちろん、比較的客観的な外挿も容易となり簡略に取扱ひ得るようになる。

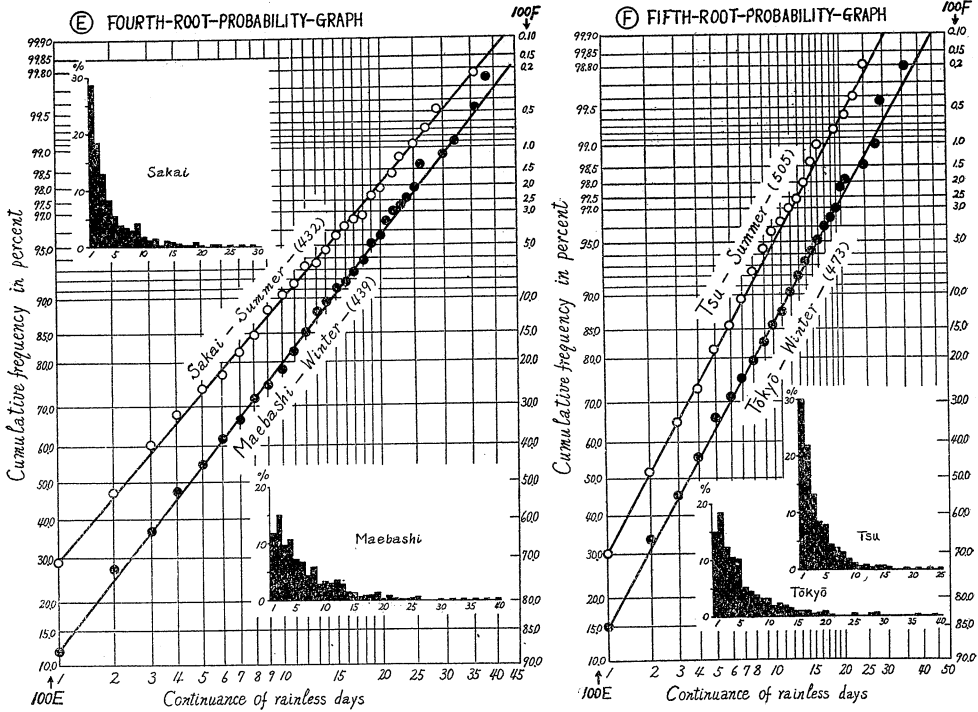
さて前節の約束に従って得られた各地の無降水継続日数のヒストグラムを画いてみると、いずれも逆J字型かそれに近い顕著な非対称分布をしており、丁度日降水量の度数分布などにみられるものと同型で、このままでは取扱ひにくい(第1図参照)。そこでわれわれは横軸を対数目盛、等間隔目盛、平方根目盛、立方根目盛、……などに目盛った種々の確率紙を作り、これらの上にそれぞれの累積相対度数をプロットして、それら分布の直線性の優劣によっていかなる変数変換によるのが非対称性を排除手段として一番優れているかを調べてみた。本邦各地の資料について一つ一つ検討して得られた最適な変換法は第1表の通りで、立方根変換が最も効果的である地点が断然多くなっている。しかし無降水継続日数の度数分布が立方根正規型に従わねばならぬという確実な理由

* 東京管区気象台調査課

** 松本測候所



第1図 (a) 各種確率紙上での無降水継続日数の度数分布例を示す図。括弧内の数は data の数。挿入の図は同じ data を等間隔のヒストグラムで示したもの



第1図 (a) に同じ。

第1表 日本各地における無降水継続日数の累積度数分布を確率紙上で直線化するため変数変換法の度数

方法	対数変換	算術変換	平方根変換	立方根変換	4乗根変換	5乗根変換	総数
季節							
夏	1	0	3	56	7	5	72
冬	1	4	1	56	4	6	72

は今のところ見当らない。したがって少数ながら実在するこれ以外の根あるいは対数による正規化の手段を実用していけないという理由もないであろう。これら各分布型のいくつかを例示したのが第1図で、同図中には参考のため同じ資料に基いたヒストグラムも挿入してある。

次にかゝる正規化法の地理的分布(第2図参照)をみると、夏季のものには特に指摘するような地域性は認められない。しかし冬季のものには、関東から山梨の地域にかけて5乗根正規型や4乗根正規型のような高次の根によって旨く変換出来る地点が集中しているのが特に目につくように思われる。

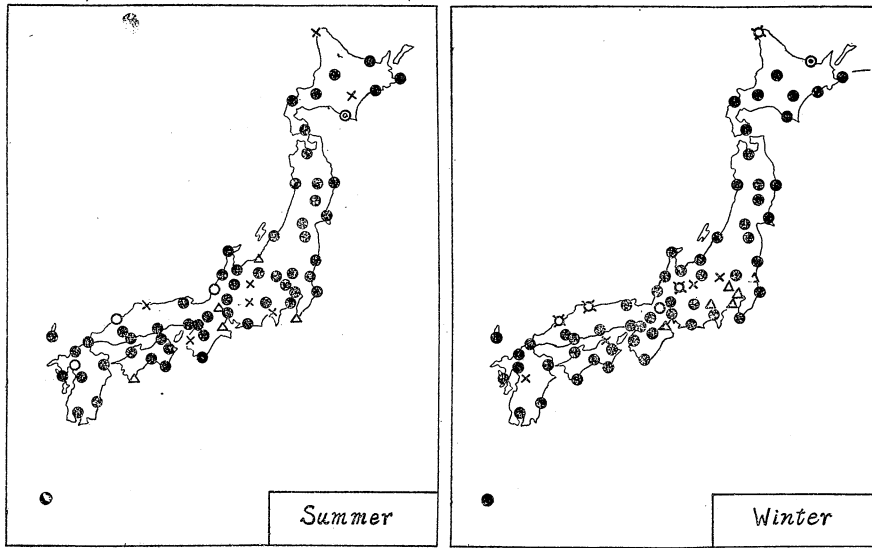
(ii) 度数解析の簡略法とその適用結果: 今1単位季節中の無降水継続日数の平均出現度数を \bar{N} , ある無降水継続日数(n)に対する return period を T_p 年, 該季節

に無降水継続日数が n になるか、またはこれ以上になる確率を F とすると、一般に F, \bar{N}, T_p の間には次式の関係があると考えられる。

$$F \equiv \frac{1}{\bar{N} \cdot T_p} \dots \dots \dots (1)$$

したがって前項のようにして実測点の分布を旨く直線状にする最適の確率紙を選び、その上で実測点を満足させるように決定して外挿した度数分布曲線とこの(1)式とを併用すると、 T_p を与えれば簡単にそれに対する確率無降水継続日数が得られ、また継続日数が指定されればそれに応ずる return period も推定出来る。

かような簡略法を用いて、夏季と冬季の本邦各地における種々の return period (20, 50, 100, 200年) に対する確率無降水継続日数を求めた結果が第2表である。



第2図 無降水継続日数の度数分布の正規化法の地理的分布。

◎, ○, ⊙, ⊚, ×, △は夫々対数, 算術, 平方根, 立方根, 4乗根, 5乗根変換を示す

第2表 本邦各地の確率無降水継続日数

観測所	夏				冬				統計期間
	return period (年)				return period (年)				
	20	50	100	200	20	50	100	200	
内走川	18	22	25	28	5	6	7	8	1938~1954
網走	15	18	21	23	7	10	11	13	1898~1954
旭根	18	21	24	27	8	9	11	12	1899~1954
室幌	11	13	15	16	14	17	19	21	1898~1954
札路	18	22	25	27	6	8	9	10	//
帯広	11	14	16	18	19	22	25	27	1899~1954
釧路	9	11	12	13	19	22	25	27	1898~1954
寿都	19	22	25	28	5	6	7	8	//
浦河	18	25	30	36	8	10	11	12	1927~1954
函館	16	19	22	24	7	8	9	10	1898~1954
青森	17	21	24	26	4	5	6	7	//
秋田	20	24	27	30	4	5	6	7	//
盛岡	14	17	19	21	8	9	11	12	1924~1954
宮古	17	20	23	25	20	24	27	30	1898~1954
水沢	15	18	20	22	8	10	12	13	1907~1952
石巻	14	17	19	21	15	18	20	22	1898~1954
山形	16	20	22	24	5	6	7	8	//
福島	14	17	19	21	12	14	16	17	//
名浜	17	20	23	25	22	26	30	32	1911~1954
新潟	21	25	28	31	3	4	5	5	1898~1954
高田	20	25	29	33	3	3	4	4	1923~1954
伏木	20	24	26	29	4	5	5	6	1898~1954
輪島	18	21	24	26	3	4	5	5	1930~1954
金沢	20	24	27	30	4	4	5	6	1898~1954
福井	19	22	25	27	4	5	6	6	//

観測所	夏				冬				統計期間
	return period (年)				return period (年)				
	20	50	100	200	20	50	100	200	
宇都宮	11	13	15	16	27	32	36	40	1898~1954
前橋	13	15	17	19	34	41	47	53	//
水戸	15	18	21	23	26	32	37	42	//
熊谷	14	16	18	20	39	48	56	63	//
銚子	23	28	32	35	17	20	23	25	//
東京	18	22	25	27	31	37	43	49	//
横浜	20	24	27	30	28	34	39	44	//
富士	27	34	39	44	17	20	22	24	1922~1954
長野	19	23	26	29	7	8	9	9	1898~1954
長野	17	20	23	26	15	18	21	23	//
松本	19	23	27	30	14	16	18	20	//
飯田	15	17	19	21	36	45	52	85	//
甲府	20	24	29	32	23	28	32	53	//
沼津	20	24	27	30	22	26	30	33	//
浜松	14	17	19	21	5	6	6	7	1900~1954
高松	17	21	24	26	13	15	17	19	1898~1954
岐阜	21	25	29	32	16	18	20	22	//
名古屋	20	25	30	34	20	25	29	32	//
津	24	29	34	39	6	7	7	8	//
彦根	17	20	23	25	11	13	15	17	//
京都	18	22	25	27	13	15	17	19	1898~1953
大阪	21	26	29	32	22	28	33	38	1898~1954
和歌山	23	28	32	35	14	17	19	21	//
山形	18	21	24	26	19	22	25	27	1913~1954
神戸	22	27	31	34	18	23	27	32	1898~1954
豊岡	18	21	24	27	4	4	5	6	1925~1954
境	28	35	41	46	4	5	5	5	1898~1954

観測所	夏				冬				統計期間
	return period				return period				
	(年)				(年)				
	20	50	100	200	20	50	100	200	
浜田 岡山	21	24	26	28	5	6	6	7	1898~1954
	25	31	35	39	23	27	31	34	〃
	30	37	42	47	21	25	28	31	〃
	23	27	31	34	17	20	23	26	〃
広島 多度津	27	33	38	42	17	20	23	26	〃
	23	28	32	35	16	19	21	23	〃
	22	27	31	34	14	16	18	20	〃
	16	20	23	25	24	29	32	35	〃
室戸岬 清水	21	26	30	34	18	22	24	27	1921~1954
	21	26	31	35	19	22	25	28	1931~1954
	24	29	33	37	10	11	13	14	1899~1954
	21	25	29	32	17	20	23	25	1898~1954
下蔵 福原	18	22	25	27	10	11	13	14	〃
	17	20	22	24	14	17	19	21	〃
	20	24	28	31	22	26	29	32	〃
	19	23	26	29	10	12	14	15	〃
熊長 熊本	17	20	23	25	15	17	20	22	〃
	18	22	25	28	21	25	28	31	〃
	16	20	23	25	10	12	13	14	〃
	13	15	17	19	5	6	7	8	1899~1940

これらの結果は経験値の recurrence interval, その他と比較検討したところではだいたい妥当な数値となっている所が多いように思われる。しかし冬季一般に無降水継続期間の短い裏日本各地におけるこの種の解析には、ここで用いたような日単位のあらひ標本では不十分で、もっと良質の資料によってこまかに求めることが必要であろう。また統計期間中に経験された無降水継続日数をその長さ順に並べた表と第2表を比較するとき、この解析結果から統計期間に予期される継続日数よりも、極めて return period の長い極値の現われている地点がいくつか存在しているのも特に目につく。そしてかかる場合の極値はその順位表でみると一般にそこの第2位の経験値などよりとびはなれて長いことの多いのが注目される。したがってこの極値のような値こそいわゆるそこにおける“異常無降水継続日数”と呼んでしかるべきものと考えらる。

この統計期間にかような異常継続日数が現われた地点は次のような所で、ある程度地域的にも時期的にもまとも現われている傾向がみえるようである。

(a) 夏季: — 網走; 24日(1928年), 青森; 33日(1928年), 秋田; 34日(1928年), 輪島; 27日(1945年), 前橋; 25日(1904年), 飯田; 31日(1909年), 名古屋; 35日(1909年), 浜田; 30日(1923年), 松山; 35日(1923年), 大分; 34日

(1942年), 宮崎; 34日(1942年)。

(b) 冬季: — 札幌; 12日(1907年), 宮古; 32日(1930年), 高田; 5日(1948年), 津; 45日(1945年), 大阪; 48日(1945年), 神戸; 46日(1945年), 岡山; 41日(1945年), 蔵原; 28日(1918年), 佐賀; 23日(1940年), 熊本; 25日(1918年), 宮崎; 32日(1918年)。

4. 確率無降水継続日数の地域性と季節変化

前節の解析結果に基づいて季節別に種々の return period の確率継続日数の地理的分布図を画くと第3図及び第4図のようになる。

まず第3図に示した夏季の地理的分布をみると次のような点に注意されよう。

(a) 夏季における地域差は冬季のものに比べると顕著でない。

(b) 無降水継続日数の最も長い地域は、瀬戸内海中部沿岸域より山陰中部の地域を中心とした中国・四国地方である。これについて房総半島を中心域とし、関東沿海部から東海地方に拡がる地域および北陸地方北部より東北地方の日本海沿岸部にわたる地域で長い。

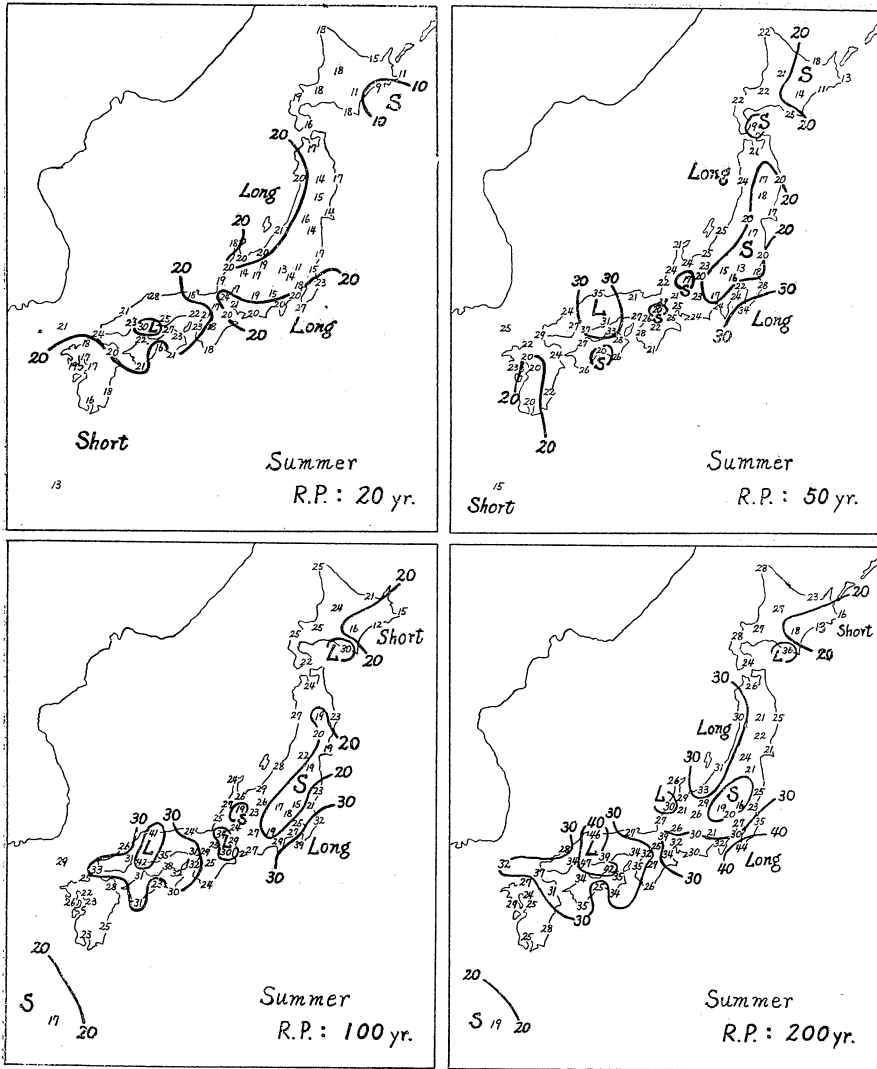
かかる夏季における特性に比べ、第4図に示した冬の状態はかなり対しょう的である。すなわち、

(a) 裏日本と表日本との差は著しく、中でも日本列島の中央部でその対比が極めて顕著である。また同じ太平洋側の地方でもかなりの地域差がみられる。

(b) 関東内陸部より山梨地方に拡がる地域を中心として冬季極端に無降水の続く特性がみられる。しかしこの地方に連なる沿海の千葉県太平洋沿岸域ではずっと継続期間が短くなっているのは面白い。また関東内陸部には及ばないが、瀬戸内海沿岸域や四国南岸地方および九州東部にも乾燥域が拡がっている。

(c) 一般に季節風に対する山脈の風上側の地域で確率無降水継続日数は短く、風下地方で長い傾向がよくうかがわれる。すなわちこれらの分布は、当然ながら冬の地形性降水の分布と全く対しょう的になっており、季節風気候に及ぼす地形効果の地域性がよく現われているように思われる。

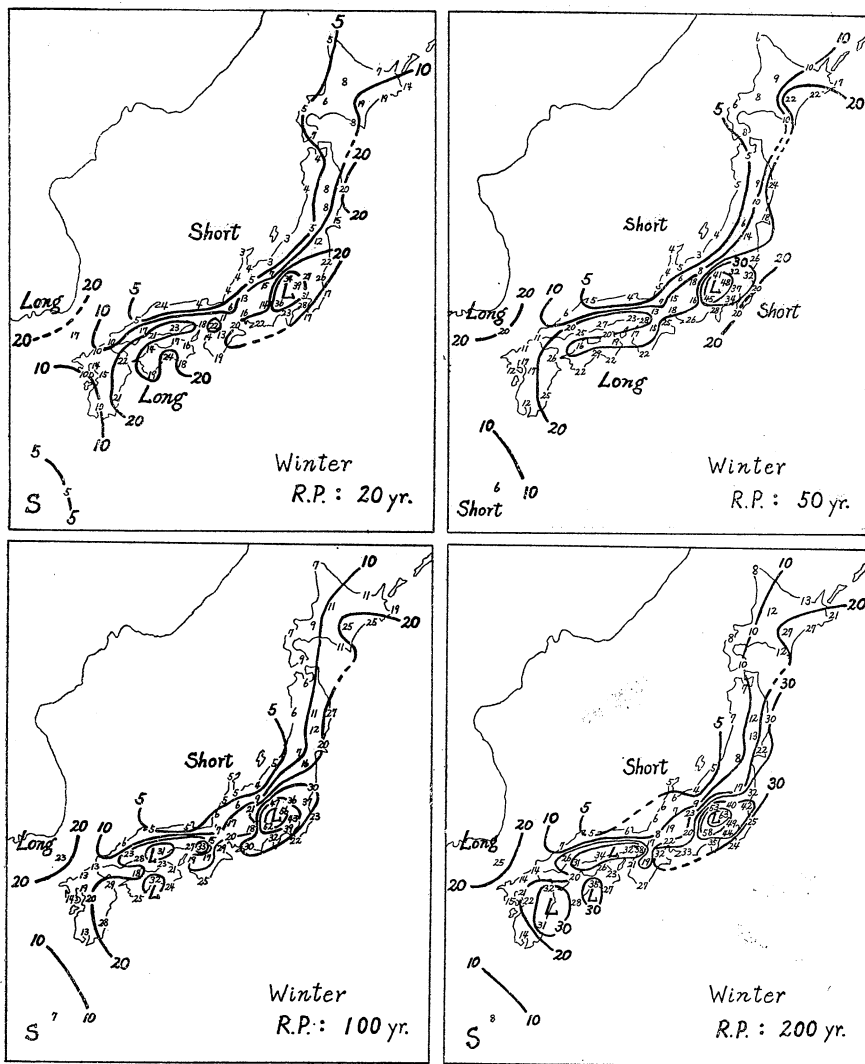
次に同じ return period に対する夏と冬の確率継続日数の地理的分布図を比べてみると、夏に長い地域と冬に長続きするところがある。これは例えば return period 50年の冬季における継続日数に対する同じ return period の夏季における継続日数の比(α)の分



第3図 夏季の確率無降水継続日数の地理的分布

布図(第5図参照)を作るとよくわかる。すなわち $\alpha > 1$ の地域は一般に冬季より夏季に旱天が続くところであり、 $\alpha < 1$ の地域では冬の方が夏より無降水日数が長続きする。前者の中心域は北陸より山陰東部にわたる裏日本気候区の中央部で、後者は山梨より関東内陸部に広がる地域を中心とし、さらに東北地方の太平洋岸から北海道南東部につづく帯状の地域にままとまっている。

また夏季における本邦第一の旱天継続域である瀬戸内海中部沿岸地方における夏・冬の確率継続日数の較差と、冬季における旱天の最大継続域である関東内陸部のそれとを比較すると後者の方ではるかに大きくなっており、顕著な季節変化をしている。



第4図 冬季の確率無降水継続日数の地理的分布

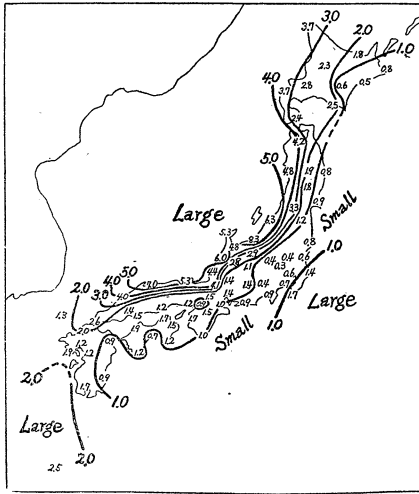
5. 要 約

以上の調査結果を要約すると次のとおりである。

(i) 本邦各地の無降水継続日数の度数分布は逆J字型、またはそれに近いいちじるしい非対称分布をする。そして継続日数の立方根変換を行えば、本邦の大多数の地点においては、この非対称性は効果的に取除かれることが

判った。しかし少数とはいえ、これ以外の根または対数変換の方がより有効である地点も実在している。

(ii) かかる変数変換による正規化性を利用して、適当な確率紙上でその度数曲線を直線化して確定し、さらにそれを未経験域まで graphical に外挿したものと(1)式とを併用して簡略に無降水継続日数の度数解析を行った。



第5図 係数 α (冬季の確率無降水継続日数と夏季のそれとの比) の地理的分布.

(iii) 本邦の72地点について解析した結果に基づき, return period 20, 50, 100, 200年に対する夏と冬の確率無降水継続日数の地理的分布図を作製した.

(iv) そしてその地域性と季節変化の模様を明らかにした.

参 考 文 献

- (1) 正務章・草間宗三, 1955: 松本の確率雨量について, 研究時報, 7, No. 5.