

## 気象「再現期間」の計算方法

誌名	農林統計研究
ISSN	09161538
著者	吉野, 仁治
巻/号	62号
掲載ページ	p. 36-40
発行年月	1989年7月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## 気象「再現期間」の計算方法

吉野 仁 治 (茨城支部)

### はじめに

農林統計数値と同じように、気象データは加工分析の対象として興味をつきないものがある。しかも気象データの利用は、もともとおおらかな面があり、例えば長期予報のように、極めて複雑な分析に基づくものであっても、利用者はそれぞれの経験又は常識に照らして判断するので、直ちに当たりさわがあるとか、世を惑わすとかいうような実害を伴うことは少ない。

ここでは、気象再現期間の計算方法について、統計的手法によるものと経験的手法によるものの2例を紹介したいと思う。

WMO (世界気象機関) では、異常気 (表1)

象を「……25年以上にわたり1回ぐらいいか起こり得ないほどまれな気象現象」(つまり、平年値からの標準偏差が2倍以上の偏りを示す現象)と定義しているわけであるから、ここで紹介する再現期間は、この異常気象判断の目安となり得るものである。また、農作物作柄検討に当たってのヒントを与えてくれる。

### 1 統計的手法による再現期間

#### (1) 考え方

この手法は、統計関係者には最もなじみの深い、正規分布の性質の一つ「平均値からの偏差と出現確率の関係」を応用したものである。念のため、正規分布には次のような性質があると言われている。

なる。

③  $\chi$  が  $\mu$  から左右に遠ざかるに従い、 $P(x)$  は、はじめは急激に減少し次第にゆっくりと0に近い値となっていく。

④ 平均値  $\mu$  を中心に、 $\pm \delta$  の範囲内に68.3%、 $\pm 2\delta$  の範囲内に95.5%、 $\pm 3\delta$  の範囲内に99.7%が分布する。

つまり、この手法の基準となる出現確率は、上記④の  $\delta$  の表示と確率の関係に従っているわけであるから、平均からの当該年の偏差を計算すれば、「正規分布の上側確率表」から求めることができる。また、この確率の逆数が再現期間値となる。この3者の主な対

$\sigma$ の表示 (平均からの偏差)	出現確率	再現期間
+- 0.25 以上	40 %	2.5 年
〃 0.84 〃	20	5
〃 1.00 〃	16	6
〃 1.28 〃	10	10
〃 1.65 〃	5	20
〃 1.75 〃	4	25
〃 1.84 〃	3.3	30
〃 2.00 〃	2.3	43
〃 2.05 〃	2	50
〃 2.33 〃	1	100
〃 3.00 〃	0.13	769
〃 3.09 〃	0.1	1,000
〃 3.72 〃	0.01	10,000

①  $\chi = \mu$  を境に左右対称。

② 確率分布  $P(x)$  は、 $\chi = \mu$  で最大と

応点を示すと、表1のようになる。

なお、気候には、何万年周期という氷河期は別としても、図1のように明らかな傾向的な変動がある。このため、正規分布の性質を応用したこの手法を適用するのは、母集団推定の基礎となる標本年数を、気候の傾向変動が含まれる範囲の、例えば100年間位の観測値を利用する必要がある。本稿のように1951～87年の37年間という短期間の観測値を利用すると、母集団の推定値に偏りが出るため、長期的に見て、昇温期とか寒冷期に向かっている等の場合には、極端に大きな再現期間が出

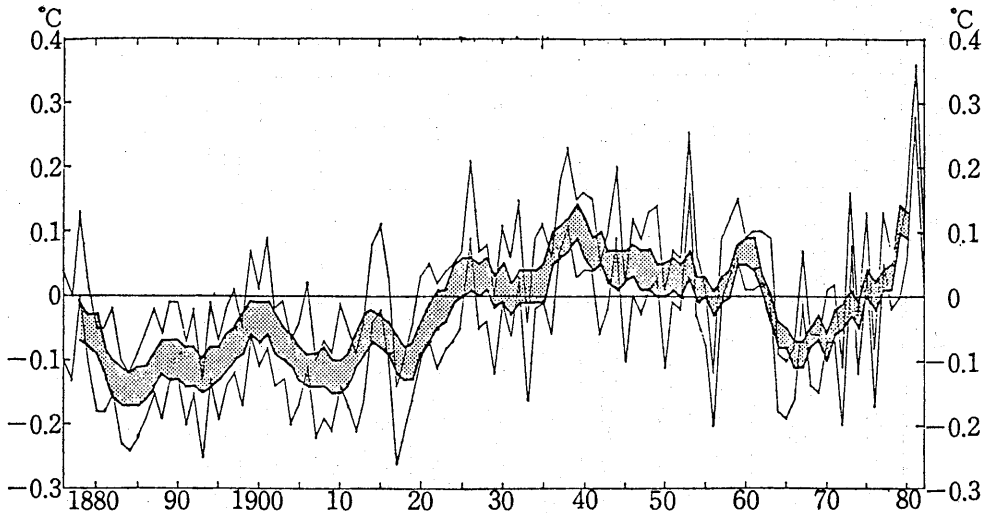
やすい。しかもその極端な値も翌年にはあっさり更新されたり不安定なものとなる。このため、下記(2)による結果をそのまま正確な再現期間値とみなすことはできない。あくまでも、異常性の目安とするために計算したものである。

(2) 計算結果

表2は、水戸地方気象台の観測値(1961～7年)をもとに、天候不順であった88年の7月中・下旬の気温並びに7～9月の日照時間について、再現期間を計算したものである。

これによると、88年7月下旬の気温の再現

図1 北半球の平均地上気温(1876～1982年)の経年変化



〔気象庁が最新の情報を提供し、星合愛知学院大教授が調査作成した。〕

期間は、5千年に1回とか8万年に1回というような極端に大きな値となった。再現期間が8万年という気の遠くなるような7月下旬の平均気温についてみると、これは、例年この時期が梅雨明け(平年は7月18日)後の昇温期に当たっており、安定的(標準偏差が1.3℃と小)な高温(25.0℃と高)となっているのに比べ88年は、19.5℃と37年間平均より5.5℃も低かったためである。一方、同じく低温であったのに7月中旬の平均気温の再現期間は

14年と小さかった。これは、下旬ほど低温がひどくなかった(対平均-2.4℃)ことと、例年この時期は梅雨期間中のことが多く気温が不安定(標準偏差が1.64℃と大)なためである。

また、日照時間については、7月と9月がかなりの異常であったのに比べ、8月の寡照は8年に1回の頻度で発生する程度のもので、問題にするほどの寡照ではなかったことが分かる。

表2 気象再現期間計算結果表

	1951~1987年値			1988年値 ③	対平均差 (③-①) ④	u (④/②) ⑤	出現確率 ⑥	再現期間	
	平均 ①	範囲(年次)	標準偏差 ②					統計的手法 による ⑦	経験的手法 による ⑧
	気温(°C)								
7月 中旬	平均	22.9	26.4(81)~18.9(54)	1.64	-2.4	-1.46	0.072	14年	18年
	最高	27.0	32.0(81)~22.3(54)	2.11	-4.4	-2.09	0.018	56年	55年
	最低	19.9	22.9(81)~16.6(54)	1.41	-1.1	-0.78	0.218	5年	4年
7月 下旬	平均	25.0	27.3(55,82)~21.1(82)	1.30	-5.5	-4.22	0.0122	8万年	209年
	最高	29.7	32.8(78)~23.8(82)	1.87	-7.2	-3.85	0.0160	1.7万年	126年
	最低	21.5	23.7(55)~19.2(82)	1.10	-3.9	-3.55	0.0120	5千年	4千年
日照時間 (h)	7月	142.7	254.0(78)~92.4(83)	40.1	-87.8	-2.19	0.014	71年	61年
	8月	169.9	242.8(84)~87.8(53)	41.2	-47.6	-1.16	0.123	8年	8年
	9月	122.4	184.0(61)~71.6(64)	28.6	-72.9	-2.55	0.005	200年	89年

注：⑧欄は、2の経験的手法で説明するが、紙面の都合上ここへ掲載した。

## 2 経験的手法による再現期間

上述の統計的手法は、極端に大きな再現期間値が出やすいこと等のため、実用段階ではこの経験的手法が多く使われている。しかし、計算式をみて分かるように、まさに経験的に考案されたものであるから、この計算式のイメージがつかめないのが残念である。また、計算の途中で片対数グラフを使わなければならないし、能率的に行うには関数電卓も必要となる等、統計的手法に比べ複雑である。

### (1) 計算の手順

可能な限り長年次の気象観測値を用いるわけであるが、まず、それを大きい順、又は小さい順（推計対象年次が88年のように低温等の場合）に並べる……これが基準データとなる。次にこの並べた年次について再現期間を計算し、その結果から片対数グラフを作成する。最後に、対象とする年次の再現期間をそのグラフから求めるものである。

基準となる年次の再現期間の計算式には、次のようなものがある。（「気象データマニュアル」, 丸善, P.123）

$$T_i = 2N / (2j - 1) \dots\dots\dots \textcircled{1}$$

$$T_i = (N + 1) / j \dots\dots\dots \textcircled{2}$$

$$T_i = (N + 0.4) / (j - 0.3) \dots\dots \textcircled{3}$$

$$T_i = (N + 0.38) / (j - 0.31) \dots\dots\textcircled{4}$$

ただし、 $T_i$ ……再現期間

$N$ ……観測年数（使用年数）

$j$ ……順位（昇順、降順）

上の4式のうちで最も大きい値が出るのは①式で、④式、③式、②式の順となる。気象関係では①式又は④式が良く使われているという。

### (2) 計算結果

表3は、水戸地方気象台観測（1961～87年）7月下旬の平均気温を、ここでは低い順に1位～5位まで並べ、上述の計算式に代入し、経験的手法による再現期間値を計算したものである。

この結果によると、例えば過去37年間のうち7月下旬の平均気温が最も低かったのは1982年で、その再現期間は74年～38年ということになる。

表2の結果を、片対数グラフにプロットし図2（の実線）を作成した。

次に、冷害の多発した1988年について、影響の大きかった7月下旬の平均気温（19.5℃）の再現期間であるが、この図の19.5℃の目盛りをたどり、曲線と交わったところ（この例では外挿となった。）で、Y軸の値を読み取り209年という再現期間値が得られた。

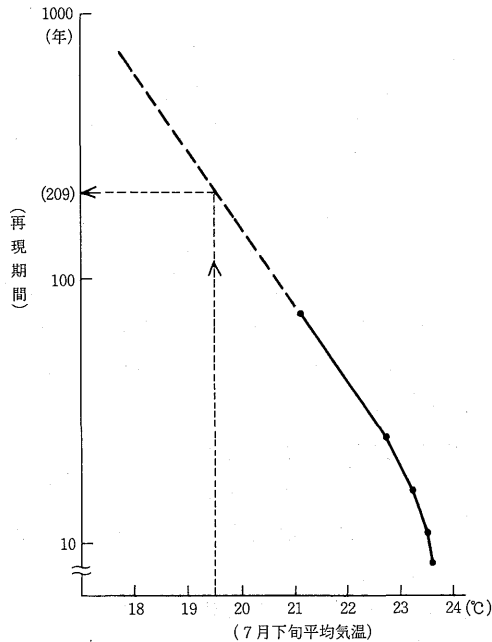
なお、同様な方法で1988年の7月中・下旬の他の気象要素及び7～9月の日照時間につ

表3 経験的手法による再現期間計算表  
（7月下旬、水戸の平均気温）

順位 (j)	観測値	年次	再 現 期 間 (年)			
			$\frac{2N}{2j-1}$ (①式)	$\frac{N+1}{j}$ (②式)	$\frac{N+0.4}{j-0.3}$ (③式)	$\frac{N+0.38}{j-0.31}$ (④式)
1	21.1℃	1982	74	38	53	54
2	22.7	1965	25	19	22	22
3	23.2	1957	15	13	14	14
4	23.5	1954	11	10	10	10
5	23.6	1974	8	8	8	8

注：水戸地方気象台観測値，1951～1987年(37年間)による。

図一 2 7月下旬平均気温の再現  
期間曲線 (①式による)



いても再現期間を求め、結果を表1の⑧欄に掲載した。統計的手法による結果と多少異なるが、両者を併せて利用すれば傾向をほぼ把握することができる。

### 3 結果の利用

1988年(昭. 63)産茨城県の水稲の作柄は、作況指数93という近年にない不作となった。この不作の原因は、7月中・下旬の低温と7～9月の寡照によるところが大きいのであるが、作柄についてももう少し詳しく検討した際に、この再現期間は、焦点を当てる気象要素、時期等のヒントを与えてくれた。また、低温障害、登熟不良の原因を確認することもできた。

なお、他機関における再現期間の利用は、例えば建物、鉄塔、橋等の建設に当たって話題になる、「100年に1回起こるほどの大雨や強風に耐えられる設計」だとか言われるような、かなり厳密な使い方もされているのである。しかし、我々の作柄検討の場合は、再現

期間43年(平均からの偏差 $2\delta$ 以上)を焦点を当てる目安にするようなラフな使い方が、今の段階では適していると思われた。

### おわりに

以上、統計組織ではなじみが薄いと思われる「気象再現期間」の二つの計算方法を紹介した。御関心のある方は、それぞれの地域で試算されるとともに、御意見をお寄せ頂ければ幸いです。

なお、本稿の取りまとめに当たって御協力を頂いた茨城県農業試験場の幸田主任研究員に謝意を表す。