舞つては(2)と(7)とが矛盾し合ふ。そこで第3の假定として(8)の比例常數を：

$$Q(n) = \frac{\int_{n-\frac{1}{2}}^{n+\frac{1}{2}} P(\tau) d\tau}{\int_{1.5}^{\infty} P(\tau) d\tau} \quad (n=2, 3, 4, \dots) \dots\dots\dots (9)$$

なる如く定める。此の假定の物理意義は、 τ が0から1.5までのものは高橋の方では $n \geq 2$ の頻度に按分比例的に寄與するといふ事である。

第2圖に於て・印を以て記したのが(6)を(9)に代入した計算値である。×印は高橋(浩)の實際の統計値である。良き一致といはなければならない。(1933/IX/1)

注意：持續法則を作るといふことは他の一般的なる統計學上又は物理學上の法則等より何等かの“説明”を加へるといふ様なことは全く無關係な事である。是は唯事實の便宜なる整理の手段であり、又同時に經驗的な統計法則(その現象にのみ關する)を知ることなのである。従つて例へば氣溫の昇降の持續法則を作るといふ事自身は其の現象の大氣物理學的説明或は又伏見⁽¹⁾の行ふ様な統計學的吟味とも相容れざるものではない、獨立のものである。

氣象要素にあらはれある外見的周期につきて

高 橋 浩 一 郎

Über die scheinbare Periodizität in den
meteorologischen Erscheinungen.

By K. TAKAHASHI.

Abstract:—Es ist eine bekannte Tatsache in den reinen statistischen Erscheinungen, daß die Wahrscheinlichkeit, mit welcher ein neues Maximum einer statistischen Grösse erst im K -ten Tage nach dem Auftreten eines maximums stattfindet, gegeben wird durch:

(1) 伏見康治：氣象學會昭和八年七月十八日講演 未發表。

$$P=3\frac{2^K(K-1)(K+2)}{(K+3)!}$$

Da manche meteorologische Grössen, wie Luftdruck, Lufttemperatur, relative Feuchtigkeit, Windgeschwindigkeit, und Bewölkung, die wir im folgenden behandeln wollen, verschiedenartigen statistischen Störungen unterworfen sind, darf man wohl ihnen mehr oder weniger einen statistischen Charakter zuschreiben. Von diesem Standpunkt aus habe ich die Abstände ihrer Maxima gezählt und die Häufigkeit für das Auftreten eines jeden Maximum-abstandes berechnet. Das Resultat stimmt nicht ganz mit der oben genannten Formel, was aber verständlich ist, weil die täglich aneinander folgenden Werte einer meteorologischen Grösse nicht gänzlich von einander unabhängig gedacht werden können. Es wurde weiter die Abhängigkeit dieser Häufigkeitskurve von der Jahreszeit und von dem Ort bestimmt.

§ 1. は し が き

自然現象を觀測する時、特に注意すべき事は其の現象に關與する偶然的要素の役割である。統計的研究に於て、その重要性が特に強調さる可き事は言を俟ない。

氣象要素の毎日の値は、それ自身決して偶然的なものでない。⁽¹⁾ しかし我々の能力に限りのある以上⁽²⁾毎日の値に對し或る程度まで偶然性にその責を負はざるを得ない。此の様な考へから特に氣象要素の周期と云ふ問題と關聯して次の様な事を調べて見た。即ち毎日の氣象要素の平均値⁽³⁾をとり、その値が前後する日より大となる日、即ち極大となる日に目を付け、極大となる日の間隔を調べ、その間隔の日數に對する頻度を調べた。そして特に寺田寅彦先生の指摘された寺田の法則⁽⁴⁾とも云ふ可き統計上の事實を参照しながらその結果を説明しやうと思ふ。

§ 2. 氣象要素に現はれる外見的周期

前節で述べた如く毎日の氣壓、氣溫、濕度、雲量、風速の一日平均を取りその極大になる日の間の長さの頻度を調べた結果は次の表の如くである。材料は東京に於ける大正9年—大正11年の三ヶ年間のものである。

(1) 毎日の氣象要素の値は流體力學、熱學其の他の諸法則に依つて必然的に決定される可きであるから。

(2) 我々の觀測には常に誤差をとみなふ。又觀測に際し何から何まで觀測すると云ふ事は不可能な事である。かならずや或る個々の原因の無視が行はれる。而して是等の原因が我々の認め得べき結果を起す以上、それは偶然的事項と云はねばなるまい。

(3) 一日周期を消す爲。

(4) 後に述べる。Tokyo. Math. Phys. Soc. 8 (1916), p. 472. "Apparent Periodicity in accidental Phenomena." 及び同號 p. 483, p. 556 參照。

第 一 表

日 數	2	3	4	5	6	7	8	9	10
氣壓に於ける頻度	0.083	0.267	0.215	0.195	0.112	0.160	0.016	0.009	0.012
氣溫 " "	0.224	0.258	0.214	0.125	0.092	0.041	0.025	0.007	0.007
濕度 " "	0.244	0.311	0.228	0.097	0.067	0.033	0.014	0.007	
雲量 " "	0.240	0.328	0.216	0.131	0.066	0.016	0.003		
風速 " "	0.312	0.312	0.183	0.102	0.054	0.024		0.006	0.006

§ 3. 外見的周期の季節及び場所に依る相違

前表の如く外見的周期の頻度は各要素に依り異なるのみならず、又季節及び場所に依つても異なる。その結果をグラフにして揚げよう。(第一圖、第二圖)但し、第二圖の方は簡單の爲極大から極大迄の長さの平均を取つてある。

第 一 圖

第 二 圖

—— 一 月——三 月 - - - 四 月——六 月
 - - - - 七 月——九 月 ——— 十 月——十二 月

此れらの圖を見るとその折線の形が夏は平たくなり、即ち外見的周期の平均が長くなり、冬ではその反對となる傾向が認められる。又所に依る差に付いても、暑い所程、平均の長さが長い様に思はれる。（實例の數が少くて稍々大膽ではあるが。）

§ 4. 偶然的事象に現はれる外見的周期

§ 1 に述べた寺田の法則に依れば、數値が全く偶然的に並べてある數列を調べて行く時、或る一つの値がそれに前後する數値より大になる事は、即ち極大になる事は、平均して三度に一度あらはれる。この問題に對して龜田孝平博士の解かれた結果は次の如くである。即ち

1. 毎回の數値が互に獨立である事。
 2. 毎回の數値が同じ分布函數に従つてあらはれる事。（その函數の形に制限はない。）
- と云ふ二つの條件を假定すると、今一つの極大が⁽¹⁾あらはれて居る事が確實な場合、次に K 番目に再び極大が起る確率は、

$$P = 3 \frac{2^K (K-1) (K+2)}{(K+3)!}$$

で與へられる。（これからすぐに寺田の法則が出る。）これを實驗的に驗證する爲、次の様な實驗を試みた。即ち毎日の氣壓の値を札に記入し、次にこれをごちやごちやに混ぜる。そ

第 二 表

K 頻度	2	3	4	5	6	7	8	統計數 ⁽³⁾
氣 壓 に 付 き	0.378	0.337	0.189	0.062	0.023	0.003	0.000	332
氣 溫 "	0.396	0.363	0.144	0.063	0.023	0.006	0.000	174
濕 度 "	0.400	0.311	0.144	0.065	0.031	0.006	0.000	353
雲 量 "	0.378	0.360	0.197	0.058	0.011	0.000	0.000	173
風 速 "	0.440	0.318	0.158	0.057	0.015	0.006	0.003	336
平 均 値	0.408	0.334	0.166	0.062	0.023	0.004	0.001	
計 算 値 ⁽²⁾	0.400	0.333	0.171	0.067	0.021	0.006	0.001	

して一枚づつ勝手に取り出し、その順序の通り並べ、極大となる所から次に極大となる所迄の長さの頻度を求めて見た。同様な事を少しく様子の違ふ他の氣象要素に付いても調べて見た。その結果は第二表の如くである。

(1) 時として全く同じ數値がならぶ事があり得る。これを如何にするかは問題である。しかし一般にこの様になる事は稀なる故、その様な事はないと考へる。

(2) 龜田の公式に依る。

(3) 極大の數。

第三圖

第四圖

非常によく一致した結果と云つて良からう。

§ 5. 氣象要素に於ける外見的周期と偶然の事象に於ける外見的周期との比較

前章の結果と § 2 の結果とを比較して見ると、第三圖の如くなる。

これからあきらかなる如く可なり大きな差がある。又當然さうある可きである。何となれば毎日の氣象要素は互ひに獨立なものでなく互ひに或る關係を有して居るからである。

なほ茲に於て此の觀測との間の日を速くすればする程寺田の法則に近づく事は注目す可き事である。それを圖にして示さう。(第四圖氣壓に付いて示す。)

§ 6. 結 論

以上述べた事は要するに唯事實をそのまま觀測しただけにすぎない。

舊來の調和分析に於ては位相がずれる時には適用出來ない。此の様な場合すぐに思ひつゝのは變位の極大値から極大値との間の長さをしらべ平均する事である。しかしはたしてこれでよいであらうか。又それ自身の周期は定まつて居てもこれに不規則な力がはたらいた時その周期性は如何にあらはれるか。觀測値からこの周期を如何に分離するか。これらは一つの重大な問題である。此の外此等の事に關聯して、なに研究す可き對物は甚だ多數殘されてゐると思ふ。氣象學會昭和八年七月十八日講演(未發表)の伏見氏の理論的研究を出發點として今後の發展を期待する次第である。

又 § 1—§ 5 についてのべた事は周期性からはなれて、氣象の繼續性と云ふ方面からも考へられる。⁽¹⁾ 又 § 3 にのべた外見的周期の季節や、所に依る違ひ等は周期の問題とはなれて別個の新らしい問題を氣象學に呈出するものといへよう。

(1) 本誌渡邊氏の論文參照。