ーターの讀みの實測値の比, 第三行には同じく讀みの計算値を示す.

他物質の及ぼす影響について

硫酸バリウムのゾルに及ぼす他物質の影響について考へて見る. 實際の水分析で問題になるのは, 鹽化物, 炭酸鹽, 珪酸鹽, 磷酸鹽等であるが, この中鹽化物は, 沃澱劑 (試藥 1) の中に既に多量を加へてあるから, 淡水の場合には問題とならない. 然し著しく多量の鹽化物を含む水の場合には, 豫じめこれを定量して, 標準液もこれと等しい鹽化物濃度にして置く方がよい. 炭酸鹽は少量の場合は, 試水を酸性とするから, 炭酸バリウムは沈澱しない筈である. 勿論大量の炭酸鹽の存する場合には, 分解するか沈澱除去す可きであらう. 珪酸鹽も, 著者の實驗結果で大した影響はない. 磷酸鹽も實際上には, 極く少量しか存在しないから問題とならない.

撮 要

1. 水中の微量硫酸鹽を比濁法により定量する方法に就いて調べた.
2. 試藥として, $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ につき 2%, NaCl につき 2 N, ゲラチンにつき 4% の一溶液をつくり, 此の試藥 4 cc を沈澱劑として 50 cc の試水に添加する. 試水には豫じめ, 50 cc につき 1 cc の 0.6 N 鹽酸を加へて酸性として置く.
3. 實驗の結果は, S について 1 L 中 1 mg 乃至 8-9 mg 迄の硫酸鹽を含む水の分析に用ひ得る事を知つた. 従つて前報 (第四報) に述べた硫酸鹽の比色定量法 (7 mg S/1 L 以上に適す) と併用すれば, 水中の硫酸鹽の分析は都合よく施行し得る譯である.

諏訪湖結氷期日の遅速の解析*

藤原 咲 平, 關 口 領

高橋氏の「振動體の不規則なる運動よりその週期並に減衰率を求める方法」⁽¹⁾の應用の一例として諏訪湖の結氷期日の週期性を調べて見た. 結氷期日の調査材料は A.C. 1443 年より 1930 年まであるが, その間 A.C. 1682 年より 1890 年までの觀測は失はれて只報告期日のみがあり正確な報告は數箇所あるのみなのでこの區間を取除き 260 餘年間にわたつてこの方法を試みる事にした. この間を數拾年宛に區切つて次に述べる如き方法により各區間について週期を求めつぎに全期間を通じ

* S. Fujiwhara and Ryo Sekiguti: On the Analysis of the Data for the Freezing of Lake Suwa. 中央氣象臺彙報.

(1) 高橋浩一郎: 「振動體の不規則なる運動よりその週期並に減衰率を求める方法」理研彙報. 第十四輯, 第四號 (昭和十年四月).

伏見康治, 高橋浩一郎: 「Vibrating Systems exposed to Irregular Forces」中央氣象臺歐文彙報. 第九卷 (昭和六年) 29 頁.

て週期を求めた。

方法 高橋氏の所謂簡便法を用いる。即各年の結氷期日を方眼紙に記入して得られた曲線を二つ作りそれを一年ずらして重ねた場合兩曲線の同一横軸の何れも平均値の同じ側にある場合の數と二點が平均値の兩側にある場合の數の差を取る。更にもう一年ずらした場合にも同様に數の差を取り、これを順次つゞけ斯くして得た數の差をグラフ（横軸にずらした年、縦軸に數の差）に取り新

第 1 圖 結氷期日原曲線 (i) (1443—1506)

しい曲線を作る。併し一回この方法を試みただけでは得た曲線はまだ不規則であるからこれを二、三回繰返へすうちに曲線は漸次規則的になり五回か六回にて大體の週期性があらはれる。此の曲線は高橋氏の論文により最も顯著な振動系の自由振動を示すものと見なし得る。依りて解析を施して自由振動の週期及減衰率を求める。

第 1 圖に示せるは A.C. 1443 年より 1506 年に至る結氷期日を圖示せるものである。

この曲線について今述べた方法により曲線の型を調べてみた結果さきの法を 6 回繰返へして第 2 圖に示せる如き規則的な曲線を得た。この曲線は振幅任意な自由振動を表はすものとみなし得る。即 $y = Ae^{-at} \cos \frac{2\pi}{T} t$

第 2 圖 第一回減幅振動曲線 (1443—1504)

$(t+\varepsilon)$ としてこれより週期 T_1 減衰率 a を求める。斯くして $T=8$ 年, $a=0.1660$ を得る。

振動系の運動の方程式として $\ddot{y}+a\dot{y}+by=f(t)$ を採用する。但 y は變位, a は上記の減衰率で b は $\left(\frac{2\pi}{T}\right)^2 - b = \left(\frac{a}{2}\right)^2$ より求められる。 $f(t)$ は外力である。この様な外力により振動するものとする。各瞬間に於ける變位, 速度及加速度は今の場合はすべて原曲線より知れてゐる。即結水期日を y とし其逐年差を $\dot{y}$ とし更に其逐年差を $\ddot{y}$ とする。是等を上記の方程式に入れ自由振動曲線より得た係数 a, b を用ゐて容易に各年に對する外力 f を求める事が出来る。

若し外力がなければ f はすべて零又は極はめて小となるが零ならざる時には各 f より得られる曲線はまた一つの振動系を示すものとみなして此の新たな振動曲線より今までと同様の手段によりその週期及減衰率が求められる。これを繰返へせばいくつかの週期とそれに對する減衰率を得る。以上の方法の際に相等しき勢力の二振動系があればそれが同時に現はれる事が可能である。其例として A.C. 1221 年より 1681 年に至る區間に於ては最初の結水曲線に上述の如き簡便法を施し先づ 7 年の週期と減衰率 0.0172 を得た。それを用ゐて外力 f_1 を計算し其の曲線について更に簡便法を施行してみた結果第 3 圖に示す如く 2 年と 33 年の週期の交つたものが logarithmic に減衰して居るのを得た。

尤も是を喰り (beat) の状態を示すものとみなし得る。是を喰りとして解析すると 1.95 年と, 2.5 年の二つの週期を得た。今まで述べた如き方法により各期間を解析した結果を第 1 表に示す。

第 3 圖 第 2 回減衰振動曲線 (1626—1681)

第 1 表

期 間	週 期	減衰率	週 期	減衰率	週 期	減衰率	週 期	減衰率
1443 年—1506 年	28 年	0.0507 年	8.0 年	0.1660 年	18.0 年	0.0549 年	— 年	— 年
1515 年—1563 年	3.0	0.0977	—	—	—	—	—	—
1569 年—1625 年	12.0	0.0283	—	—	—	—	—	—
1626 年—1681 年	2.0*	0.0791	3.5	0.0472	7.0	0.0123	33.0*	0.0791
1897 年—1930 年	5.0	0.0927	—	—	—	—	—	—

* 2.0 及 33.0 年の代りに 19.5 及 2.05 年の一つの週期とみてもよい。減衰率は何れにしても 0.0791 である。

260 餘年を區切つた場合には上にあげた如き週期と減衰率を得た。次に全期間を通じて高橋氏の正常法即相關係數に依る方法を一回試みた所不明瞭ながら 3 年か 4 年, 8 年か 9 年, 16 年か 18 年, 33 年, 34 年, 35 年等の週期性があらはれた。これを數回繰返へせば何れかが優越するがこれは非常な手数を要するので一つの便法として結氷期日より得られる曲線全體について簡便法を試みるに五回目に規則的なものを得た。第 4 圖に示す如く 3.17 年の週期で小さい減衰比をもつて

第 4 圖 全期に對する簡便法による減衰振動曲線

logarithmic に減衰してゐる, $a=0.0752$ である。これは $Ae^{-at} \cos \omega t$ なる型をもつ曲線と考へこれより 3.17 年の週期を除く。ここに A は Amplitude, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ をあらはすものである。3.17 年の週期を除いた結果曲線は 3 年前後の短い週期と他の長い週期のものが組合さつて唸りの状態をなしてゐるのでこの曲線を $B \sin p(t+t) \cos \omega t$ なる型なりと考へ長週期のものを取去つてしまふ。長週期として 152 年を $p = \frac{2\pi}{4t_0}$, $\omega = \frac{2\pi}{T}$ を用ひ計算し圖示すれば大體 Smooth となりこの曲線より他の週期は求められないが更に原曲線に 3 年の移動平均を施したものについて今迄と同様の方法を繰返へせば短週期として 6.37 年長週期として 152 年, 減衰率として 0.073 を得た。更にこれら以外のものを求めるために原曲線に 7 年の移動平均を施しそれに簡便法を 2 回試みれば全く規則正しき曲線にして 85 年の週期と減衰率 0.017 をもつものを得た。

相關係數より 3 年, 4 年, 8 年, 9 年, 16 年, 33 年等の週期性が期待されたのでこれらの週期があるものとして週期分析にかけてみた所 18 年, 33 年, 34 年, 35 年等は減衰せざる週期として確實なものらしい。33 年, 34 年, 35 年等は三つが獨立して存在するのでなく中間の値をもつものが存在すると考へられる。

又他の方法として偏平均よりその週期性を調べてみた。結氷期日の非常に後れてゐるものと早く始まつたものについて着眼するのであるがこの場合後れたり早く始つたりする基準の時日を適當にとらないと平均する數が少くなるので誤差が大きくなり信用の度が薄くなる恐れがある。そこで今の場合には 12 月 20 日前を早く始つた場合の基準とし 2 月 10 日以後を後れた場合の基準とする。先づ 12 月 20 日前に起つた場合について調べてみる。今 $y_1, y_2, y_3, \dots$ を 12 月 20 日前の日と

する。例へば結氷期日を $y_a y_b y_1 y_c y_d y_2 y_3 y_e y_f \dots$ とせる場合下記の Table の如き計算を行ひ第 5 圖に示せる如き各數を得た。

$$\begin{array}{cccccccccccccccccccc}
 \dots\dots\dots & y_a & y_b & y_1 & y_c & y_d & y_2 & y_3 & y_e & y_f & \dots\dots\dots \\
 \dots\dots & y_a & y_b & y_1 & y_c & y_d & y_2 & y_3 & y_e & y_f & \dots\dots\dots \\
 y^a & y_b & y_1 & y_c & y_d & y_2 & y_3 & y_e & y_f & \dots\dots\dots \\
 & & & & & & & & & & \dots\dots\dots \\
 & & & & & & & & & & \dots\dots\dots \\
 & & & & & & & & & & \dots\dots\dots
 \end{array}$$

$$\begin{array}{l}
 \sum \dots\dots\dots \sum y_j \sum \dots\dots\dots \\
 \sum \dots\dots\dots \frac{\dots\dots\dots}{y_j} \dots\dots\dots \\
 n \qquad \qquad \qquad y_j
 \end{array}$$

第 5 圖 早結氷を基とした部分平滑の結果

第 6 圖 晩結氷を基とした部分平滑の結果

2 月 1 日以後についても同様の法を試みたるに第 6 圖の如き曲線を得た。

圖に於て明かなる如く何れにしても 3 年の週期の實存するは確實である。8 年のものもあらはれて居り長期間のものとして 18 年及び 30 年前後が一つの週期として認められる。圖より見て非常に結氷の後れる時にはそれが偶然として起るのではなくその數年前より影響しその數年後に到るまで影響が及んで居り早く始まる場合には必ずしもさう云ふ事はなく偶然に起り得るらしい。

今まで數通りの方法により結氷期日の遅速の週期性を調べた所何れの方法によるも確實な週期は約 3 年及び 33 年であり他の 7 年 8 年等は短期間偶然にあらはれたとみられ一つの週期として採用する事は控へた方がよい様に思はれる。