

1 計画洪水流量の在来の決め方

1-1 統計的取扱いの重要性

河川計画その他ダム等河川工作物の計画には、計画洪水流量を定めるのが基礎的條件になつてゐる。計画洪水流量は経済的等各種の條件の多角的検討をまつて始めて求められるもので、單に水文資料からだけで決められるような單純な問題ではない。併し経済効果の判定にも水文資料の解析が必要だし、その解析には統計的の取扱ひが有力な手段であり、この意味に於いて統計的取扱ひの方法論は重要であり、計画洪水流量の水文学的判定の基礎となるものである。

1-2 統計的取扱ひに對する著者の考へ方

水文資料を統計的に検討するに當り、著者は洪水流量を無作意任意の標本とは考へない。後述する如く、時数列理論により取扱ひ可きものと考へる。何となれば、洪水流量には週期があるからである。

2 水文資料の週期性

2-1 週期性の有無に對する各学説

過去の氣象現象に認められた週期について次のよう研究がある。

- 1) 日本の氣候についての700年週期 ---- 西岡秀雄
- 2) 日本の氣温についての80年週期 ---- 山本武文
- 3) 日本における兎作についての81年週期 ---- 藤原快平
- 4) カスピ海の水位変化から1890年 Bruckner により発見され、日本の雨量にも見られる34年~36年週期 ---- Bruckner
- 5) 太陽の黒点の週期に關係し、氣温、日本の干ばつ、台風の發生數に見られる11年週期。
- 6) ドナウ河洪水に見られる11.5年、28年、33.3年週期、ライン河洪水の33年週期、ミシシッピ河洪水の11年、33~36年週期、楊子河水位についての11年週期、-----

B. Schostakowitsch, 速水頌一郎他

- 7) 冬の寒さ及び全國積雪量に見られる9年週期 ---- 田島節夫 土佐林忠夫
 - 8) 春秋の雨量についての7年週期 ---- 鎌田恒夫
 - 9) 利根川栗橋流量の7年、11年、44年、50年週期 ---- 上山惟康
- このような週期現象のうち11年週期位迄は現存の觀測資料により解析し得るが、長週期のもは水害の歴史、動植物の發育等生物学的資料から推定するより他はない。著者は杉の年輪、朝鮮京城における長期の月雨量記録から氣象の長週期を調べた。

2-2 杉の年輪の週期性

古い樹木の年輪を調べ、その成長中や成長面積の変化を調べると、年と共に変動があるのを知る。これらの変動の原因は樹木の一生のうちの成長期、老年期にあるのか、或

は又隣木の伐採などにより変化するが、一面氣候の影響もうけている。樹木の成長が氣候の影響をうけるとしても、それが温度の影響か、雨量の影響か、又これらのすべての影響かわかっている。故に成長率を調べて直ちに雨量を推定することは困るのであるが、氣候の週期性の検証に使つても差支へない。

樹木として日光杉、筑前川永平日岡杉、川内川永平の杉を調べた。図-1に日光杉の樹輪の成長幅の変化を示す。この日光杉は樹齢225年であつた。

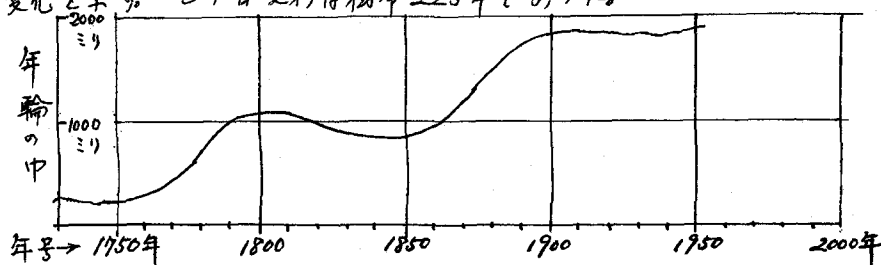


図1 日光杉の年輪巾の変化
(35年移動平均)

週期を調べるのに、35年移動平均をとつた。これに100年週期があるのが認められる。次に短週期のものを求めたため、この35年移動平均曲線を基準にとり、各年の成長中の之に対する偏差を求め、それをもととして自己相関係数を調べた。計算の方法は反田式(科学昭和29年反田好文論文)を用いた。図又は5年及2年週期のものを消したものの相関係数の図である。これによると28年の所で卓越した単相関が見られる。その意見は28×2=56年の所に週期があるのを暗示する。これを確かめるには、各週期の存在密度即ち週期分布を求

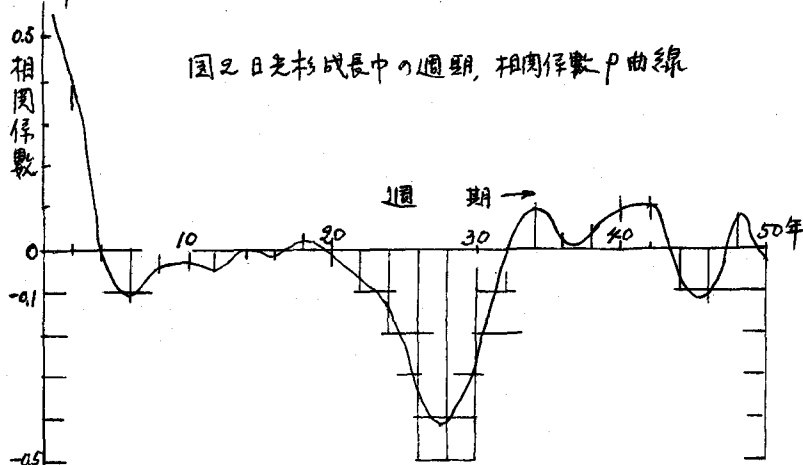


図2 日光杉成長中の週期、相関係数P曲線

めなければならぬ。このために、例へば週期Tなる傾向をどの程度含んでいるかを調べるには、そのTに対するフーリエ係数を求め、その大きさから判定する。即ち

$$\int_0^{\infty} p e^{-k\tau} \cos \frac{2\pi}{T} \tau d\tau \div \sum_{\tau=0}^{\Delta} p e^{-k\tau} \cos \frac{2\pi}{T} \tau \Delta \tau$$

を計算する。式中Pは前述の相関係数、 τ は年、kは常數で $e^{-k\tau}$ を乗じたのは、積分を0から ∞ までする代りに、 τ の最大値から先は無視出来るよう、適当な重み $e^{-k\tau}$ をP

に乗ずるのである。計算の結果は2年、10~12年、18~20年週期と前述の54~66年及び100年週期が卓越している。

2-3 雨量の週期性

著者は雨量の週期を調べるために、朝鮮京城の最大月雨量と前橋測候所の最大日雨量記録を用いた。京城の最大月雨量記録は山口大学の山本武文氏より頂戴したもので、1770年から1940年迄の170年間のものである。基準曲線として京城は35年移動平均、前橋は11年移動平均をとつた。そして杉の年輪の場合と全く反対式により相関係数 ρ を求め、之を使つてフーリエ係数を求めた。京城雨量は36年、46年前後の週期が卓越し、前橋日雨量は11年週期が卓越していた。尚前橋日雨量は

$$R = 81 + 0.6t \quad \dots \quad t \text{ は年, } 1920 \text{ 年基準}$$

なる上昇トレンドが見られながら、之は長期週期の上昇部分を表はすものかも知れない。

2-4 利根川 栗橋流量の週期

2-4-1 栗橋流量の短週期

栗橋流量は大正7年以降今日迄の40年間のものを用いた。調べた結果、56年、10~11年の週期が卓越していた。

2-4-2 栗橋流量の長週期

長週期を求めるため11年週期を消すべく11年移動平均の更に3年移動平均を求めた。その結果を図3に画く。これを見ると1928年を谷、1944~45年を山とする波が現はれている。故にその週期は32~34年である。

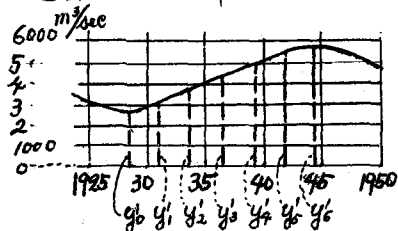


図3 栗橋流量の11年移動平均の3年移動平均

尚栗橋流量には次式で表はされるトレンドがある。

$$Q = 2514 + 74t + 1.2t^2$$

但し Q : 流量, t は1920年を起年とする年数

このトレンドも或は長週期の波の上昇部分であるかも知れない。

以上の結果をまとめると表1の如くなる。

資料の名称	週 期					
栗橋流量	5~6年	10~11	32~34			
前橋最大日雨量		11				
京城最大月雨量	6年	12	27	33	54	100
日光杉					55	100
川内杉・日田杉		10			50	90

表1 各資料の週期

栗橋流量の資料みうはこれ以上の長い週期のものを探することはできない。長週期のものは日光杉、京城月雨量に現はれる54年及び100年週期のものがあるとする。この想定のもとに図4を見る。図に於いて京城月雨量に合はせて前橋日雨量の平均曲線を描く。これを参考として栗橋流量の平均曲線を描けば、之が100年週期の波を表はす

栗橋流量の平均曲線である。

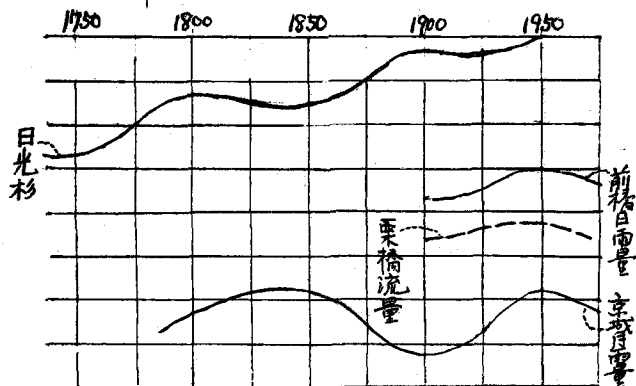


図4 日光杉 京焼月雨量 前橋日雨量
栗橋流量平均曲線

3 栗橋流量の調和分解

表1により栗橋洪水流量は5.5年, 11年, 33年, 99年の週期をもつものとし, 調和分解にとりかゝる。99年週期の調和分解は図4における曲線を使う。33年週期に対する調和分解は図3の曲線を使う。11年以下の週期については, 栗橋流量表から99年, 33年週期の波と取除いてから求める。結局次式を得る。

$$Q = 3930 - 1200 \left[\cos \frac{2\pi}{99} t - \cos \frac{2\pi}{99} (t-28) \right] - 1530 \cos \frac{2\pi}{33} (t-365) - 730 \cos \frac{2\pi}{11} (2t-0.48) \\ - 500 \cos \frac{2\pi}{11} (3t-346) - 1480 \cos \frac{2\pi}{11} (4t-2.0) + 430 \cos \frac{2\pi}{11} (5t-4.0) \\ - 400 \cos \frac{2\pi}{11} (6t-1.07) \dots \dots \dots (13)$$

4 栗橋計画洪水流量

前の数式を計算すれば将来の各年の最大流量が求められる。50年間に亘り計算すれば、50年に1回の大洪水流量がわかり、200年間に亘って計算すれば200年に1回の大洪水流量がわかる。この計算を實行して、100年に1回の洪水流量は13,300 m³/sec, 200年に1回のもは13,630 m³/sec であることが確定出来后、同じ資料を用い、従来用いられている統計理論により求めた結果と比較すると表2の如くなる。従来の方は用いる資料の期間により又倍位の差が現はれ毎年100年洪水流量の大きさが違つてくるといふ矛盾が起る。

使用した記録の期間	100年に1回の洪水流量	200年に1回の洪水流量	計算方法
明治30年—昭和9年	7,000 m ³ /sec	7,600 m ³ /sec	従来の統計理論
" " 10年	8,050 "	8,800 "	
" " 26年	9,350 "	10,300 "	
" " 21 "	9,950 "	11,500 "	
" " 22 "	11,100 "	12,600 "	
" " 26 "	13,400 "	15,500 "	
大正7年—昭和22年	13,300 "	13,630 "	著者の方法