

河川と気象(1)

奥田 穰*

「土木と気象」の講座もいよいよ本題に入ることになる。いうまでなく、河川工事の基礎条件として、降水現象が重要視されているし、積雪地帯では融雪条件も無視できないものとなっている。気象条件の推定が過大であれば、むだな工事費をつぎ込むことになるし、過小であれば、せっかくの工事がかえって災害をひき起こす元となる。できるだけ正確に気象条件を推定することが必要となるわけであるが、河川流域には、推定に必要な観測資料が非常に不足している場合が多い。その場合に、その推定方法をどのようにしたらよいか問題となる。一般に、土木事業は恒久的な事業であるから、将来の気象条件が対象河川流域にいかに関わるかを推定して計画され、具体化されるはずである。そして、推定の基礎資料としては、過去の観測資料が使われるし、推定の根拠は現在の気象学、水文学と統計学によって与えられる。河口部分の工事には海洋学が必要である。

推定の最も基本となる仮定は、過去に現われた現象は将来も同様に現われるだろうということである。過去といっても、観測資料のあるのは高々100年以内であり、時間雨量となるし、さらに短くなる。この仮定には若干の問題があるが、その問題点を考慮に入れると、問題が複雑になり、現在は解けていない。それゆえ、この仮定の上に立って推定が行なわれ、確率的に誤差を見込んで使用される(極端な話をすると、数万年前の地質時代からの気候変動は、1000年単位の寒暖の気候をくり返して、4回の氷河期を経験し、そのつど海岸線は数10mの高低をくり返してきているし、現在の海岸線は上昇の傾向にすなわち、陸地が沈降しつつある傾向という)。

以上のことを前提として、気象条件の推定のしたかについて述べてゆく。河川においては、推定はつぎの事項について行なわれる。

- (1) 雨量の超過確率
- (2) 雨量と流量との関係
- (3) 融雪量の推定
- (4) 日雨量より時間雨量の算出

* 気象庁気象研究所 台風研究部第二研究室長

1. 雨量の超過確率の推定に当たっての注意

水文観測資料が長年月となると無い場合が多いし、あっても、流域における水利用、土地利用状況の変遷にもなって水の流れ方も大きく変化する。それゆえ、計画を立てる場合には雨の資料を使用する場合が多い。土木の方では超過確率といい、気象の方では再現期間といって、過去の資料によって出現の確率を求め、それを将来にあてはめようと試みる。この場合、問題はつぎの二つに分かれる。一つは、過去資料によって確率計画をした場合の確率の確からしさの問題であり、もう一つは、この計算値を将来に延長する場合の誤差の問題である。以下、これらについて解説を進めることとしたい。

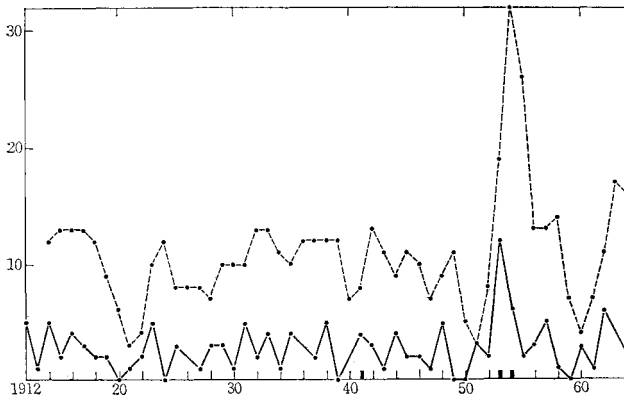
(1) 確率計算した場合の誤差

確率計算に使用される式は、土木工学ハンドブック、水理公式集等で見られるように、いろいろの式がある。諸先輩が、確率をより正確に、より簡単な計算で求めようとしてきた努力がその中に現われているのであるが、雨に厳密な意味で適した式はまだ見出されていない。これは、一つには雨の雨量ごの度数分布型が理論的に導びかれるどの分布型にも完全に適合しない特殊な形になっていることと、年々の降水には多雨時期と寡雨時期とあるように、長年の経年変化に周期的変化があることが原因している。

一般に見られる正規分布や指数分布型のものであれば計算値が理論的にもどの程度の精度で確率値を示すかが推定できるのであるが、雨の場合はそれができない。一般の観測資料には厳密にあてはめることができる確率計算式でも、雨には厳密には適用できないからである。

さらに、周期現象の方からいうと、たとえば世界的に有名なブルクナー周期といわれる35年周期や18年、11年あるいは4年というような周期から、さらに70~80年ぐらいの周期というものが取り出されていわれているが、いずれも物理的な根拠をもって、周期が実在するとはいえない現状にある。しかし、年々の雨の降り方を見ると、周期的変化をしていることが確かにうかがわれる。実例として、佐賀地方気象台の資料に基づいて70mm以上の日雨量が降った年々の回数(実線)とその3カ所移動和(破線)、および日雨量200mm以上の大雨回数を棒線で図-1に示す。70mm以上の大雨回数は8~11年ぐらいの周期で増減していることが破線から見られるし、回数の多い項に200mm以上の大雨も降っていることがわかるであろう。このような周期的変化の性質を持っている雨量の確率計算は、これまた困難な問題で、現在では、まず不可能といってよいだろう。

図一 日雨量 70 mm 以下の度数経年変化
(佐賀・実線は各年ごとの度数、破線はその3カ年移動和)

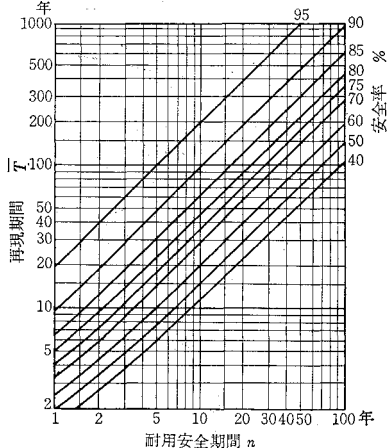


それでは、確率計算というものが無意味かという、そうではない。以上述べたように、計算値が不正確ではあるが、雨量の多寡に対する一つの目安を与える。確率計算をする場合には極値を集めて、極値だけについて計算を施すので、計算値は計算行程でどうしても平滑化が行なわれる。それゆえ、計算値は少な目に出る。このことを覚えておき、上述のような問題があることを念頭において、あくまでも目安としてしか考えないことにし、その雨量を越えた場合の対策を考慮に入れた工事、あるいは維持管理をすればよいのである。

(2) 計算値を将来に延長する場合の誤差の見積り

(1)のような問題があるにせよ、超過確率あるいは再現期間が求められたとする。その場合に、その確率値が将来においてもどんな現われ方をするかが問題となる。土木の方では、確率値を導いて、それで終りとされるようであるが、この確率計算の中には、降雨が時間的にどのような間隔で現われていたか考慮に入っていない。この問題については、気象庁の齊藤練¹⁾、正務章²⁾の

図二 耐用安全期間と再現期間との関係



両氏が別個の立場で取扱い、論文を出している。紙面の都合上くわしくは論文をご覧いただきたいが、図二は正務が求めた結果である。縦軸は計算で求められた再現期間であり、横軸は耐用安全期間である。たとえば、100年洪水を対象とした工事をするという事は、耐用安全期間100年ということであるから、100年を横軸でとり、安全率を90%とすると、100年を通る縦線と安全率90%を示す斜線との支点の縦座標を縦軸目盛で読みとると930年ぐらいとなる。この930年が設計再現期間であり、この930年を再現期間とする確率雨量を超過確率計算式から求めれば一応合理的な設計雨量が求められる。ぜひこの方法を採用されたい。

(3) 雨量と流量との関係

雨量から流量を推定したり、雨量と流量との関係を求めることが多い。ところが、雨の項で述べたように、雨域は時間的にも地域的にも複雑に変化しながら分布し、移動する。そして、その複雑さは山岳地帯になると激しい。土木では一般に雨量分布を調べるときには Thiessen 法や棒グラフによる方法を使用しているようであるが、雨の降る条件と地形による影響を加味して、前後の連続性を考慮しながら画く、等雨量線法が最もよい。しかし、等雨量線の描画は気象学的な知識を必要とするし、そう簡単なものではない。だれがやっても同じ値が出るという安定した方法としては Thiessen 法が優れているといえる。しかし、地形の影響を考慮すると問題は複雑になるが、平面と仮定して、前後の連続性を入れて等雨量線を等高線描画と同じ筆法で行なった場合には Thiessen 法より若干優れている。観測地点が少なくて、等雨量線をひくことが困難なような場合には Thiessen 法を使用したらよいが、それ以外は等雨量線法をおすすめしたい。現在は、電子計算機によって等値線を引くことも可能と思われる。等雨量線を描画するときには、私は 2 mm おきにひき、線が混んでわかりにくくなるようなときには、はじめて 5 mm とか 10 mm おきの線をひくようにしている。一本一本の線に誤差が含まれていても、雨域の範囲と中心が明確になる利点がある。

等雨量線図から面積雨量を求めるときは、方眼紙、それも 1 mm 目盛のものを使用するとよい。プランメーターによる方法は、一寸のずれが誤差を大きくするし、かえって繁雑である。

一般に雨量は、単位時間を長くすればするほど雨量強度は小さくなる。1時間雨量の最大値は2時間雨量の1/2よりも大きいし、10分間雨量は1時間雨量よりも雨量強度が強く現われる。一般に計画流量を決める場合

に、下流への洪水到達時間によって、雨量の単位時間を決めているようであるが、ダム地点について考えると、ダムの多くは山間部にあり、多くの場合、降雨後 1~2 時間で洪水波が現われている。この洪水波の下流への伝播は、洪水波の大きさに比例すると考えられるが、洪水波を発生させるのは 3 時間以下の単位時間の雨量と考えた方がよいのではないだろうか。そして、ダム建設に対しては 1 時間雨量強度と、その継続時間を重点において検討されることが好ましいと考える。

〔ユニット ハイドロ グラフと関連して〕

水文解析の手法として、ユニット ハイドロ グラフが

活用されているが、降雨現象の現われ方からいって、その適用範囲は限られる。集中豪雨の場合には、豪雨を降らせる渦は大きい場合でも、せいぜい直径が 10 km 程度のものであり、それも、全体に一樣に降っているのではない。ユニット ハイドロ グラフの解法を用いる場合には、できるだけ流域を分割し、この手法の適用できる仮定をくずさないように心がける必要がある。

参 考 文 献

- 1) 斎藤練一 (1957) : 暴風の確率限界値, 気象庁研究時報, 9, 529~532
- 2) 正務 章 (1962) : 豪雨の再現する時間間隔の度数分布特性と設計再現期間について, 天気, 9, 374~378

1965 年度 水工学 シ リ ーズ

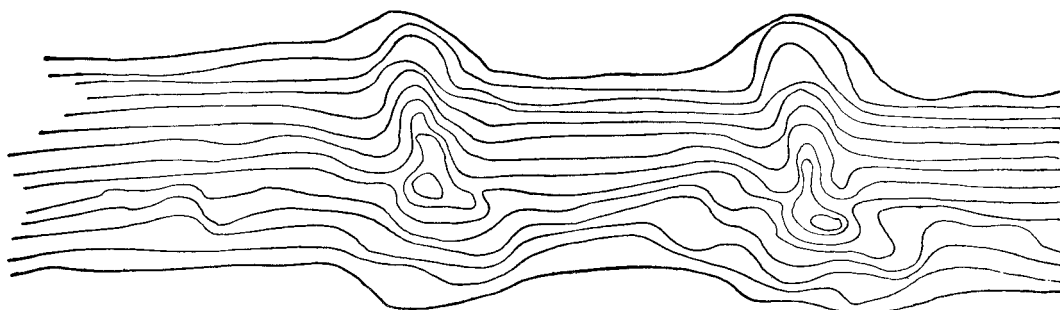
A. ダム・河川コース B 5 判 170 ページ 定価 : 2 000 円

内 容 : ダムの Spillway の設計 / 岩崎敏夫 ■ ダムの Outlet Work の設計 / 山岡 勲 ■ ダムにおける Sedimentation / 芦田和男・土屋義人 ■ 河川流出の例題解説 / 石原英雄 ■ 開水路流れの例題解説 / 岩佐義朗 ■ 護岸・水制・床固めの水理機能 / 吉川秀夫 ■ 変曲水路の流れ / 岸 力 ■ 北海道の河川事業の特色 / 町田利武 ■ 護岸・水制・床固めの工法の設計例 / 古賀雷四郎 ■ 水門・樋門の計画と設計 / 西畑勇夫 ■ 密度流論 / 嶋 祐之

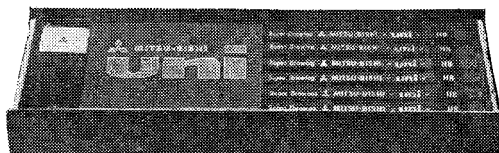
B. 海岸・港湾コース B 5 判 140 ページ 定価 : 1 500 円

内 容 : 波浪の推定に関する最近の研究 / 井島武士 ■ 波浪スペクトル論とその応用 / 浜田徳一 ■ 漂砂論 / 堀川清司 ■ 漂砂測定法 / 福島久雄 ■ 波圧論 / 光易 恒 ■ 消波構造論 / 尾崎 晃 ■ 北海道における海岸および港湾の諸問題 / 穴釜正吉 ■ 海岸保全計画論 / 久保島信弘 ■ 河口密度流論 / 柏村正和 ■ 津波理論 / 室田 明

長い線でも 同じ細さに



かき始めも 先端がくずれない
途中でもかき減りが少ない



9H-6B 17硬度 1ダース ¥600

三菱鉛筆