

北海道大学工学部 正会員 岸 力
 〇牙山 健一
 北海道大学大学院 学生会員 長谷部正彦

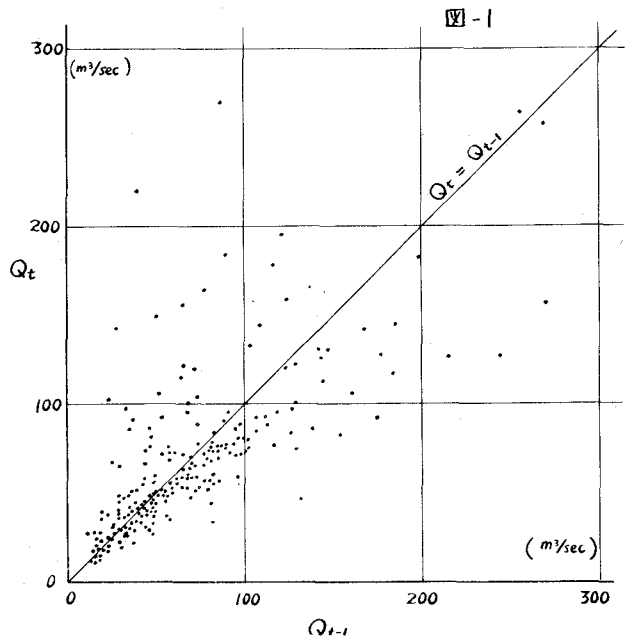
1 緒言

河川における出水の場合には Peak 流量と共に Hydrograph の形が被害の大きな要因となっており、時間的、場所的な流量の推移を調べることの必要性が痛感される。特に 水利用の問題においては 発電、工業、飲料用水などでは 各時点にわたって必要量以上の水量がなければならず、農業用水にしても ある数日に一定量以上の水を必要としている。貯水池を設計するにしても その対象となる河川の日流量の系列と調査しなければならない。しかし 河川における流出の機構は古くから研究されているにもかかわらず 非常に複雑なこともあって 未解決な点が多く かなりの長期間にわたって精度の高い Hydrograph を求めることは難しい。このような現状で 特に 水利用の立場から 低水量をとりあげ 日流量の Hydrograph の性格を統計的な手法によって 調べる方法と以下に提案した。

2 日流量時系列に対する考察

流量時系列の一般的な解析は自己回帰過程による方法であるが、連続する2日間の流量の相互関係を調べる方法は、最も素朴な 直観的な解析方法である。考えている2日間に 降雨がなければ、流量は減少する。もとと $(t-1)$ 日との間の減水比は 流量が小さければ1に近く、流量が大きければ小さな値をもつ。減水比はある一定の流量に対しても一定ではなく、時間的、場所的な降雨分布の影響、流域そのものの乾湿の相違によって 確率的な変動を示す。しかし、低水解析に應用される経験則では1つの河川には一定の減水のパターンが存在するという近似も許される。この事が示すように 減水比の確率的な変動は小さく、この性格はどの河川に対しても共通している。ここでいう「減水比」は流量の差ではなく 流量の比が物理的意味をもつ量である事が大切な点である。

考えている2日間に相当な降雨が



あれば増水が起る。降雨は量、強度とも Random な性格をもつと為えられる。従って 増水の場合には 増水比ではなくて 増水量を対象にして考慮すべきである。

3 増、減水に対する分布のあてはめ

2で述べた考察を背景にして石狩川上流部中登別地点で行った日流量時系列解析の教道例を説明する。図-1は 中登別における8月の日流量記録からつくった Q_{t-1} と Q_t の対応図である。図中の実線は $Q_t = Q_{t-1}$ の線を示し 二れによって 増水と減水が区別された。減水部に注目すると $Q_{t-1} < 70\text{m}^3/\text{s}$ の範囲では減水比 Q_t/Q_{t-1} は1に近い値に密集して ほとんどの点は $Q_t/Q_{t-1} > 0.6$ である。これに対して $Q_{t-1} > 70\text{m}^3/\text{s}$ では 測定の分散は大きくなり 減水比の平均値も 次第に小さな値に移行する。 $Q_{t-1} \leq 70\text{m}^3/\text{s}$, $Q_{t-1} > 70\text{m}^3/\text{s}$ の2つの場合に分けて それぞれの範囲での減水比の度数分布を 図-2, 図-3に示した。減水比の度数分布は ポアソン分布であてはめ、図中に実線で示してある。増水量の度数分布を 図-4に示した。増水量の分布は 大きい方にかなり尾をひき、最初の $0 \sim 5\text{m}^3/\text{s}$ のクラスに 全個数の半分近くを含んだ指数分布より 双曲線に近い分布である。図には 和リア・エッテレ・ベルガーの分布をあてはめて得られた 曲線と記してある。

図-2

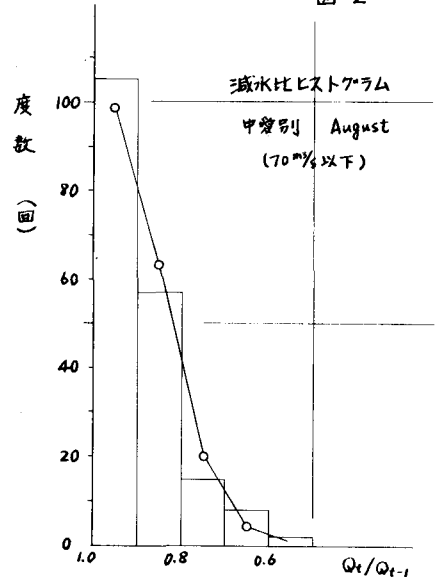


図-3

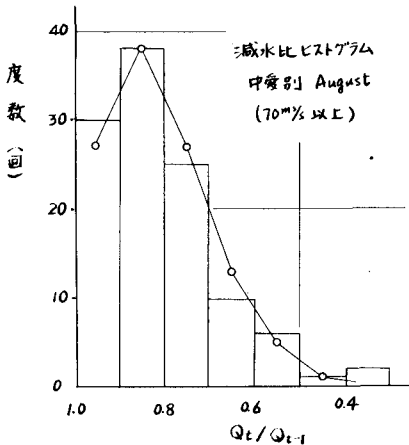
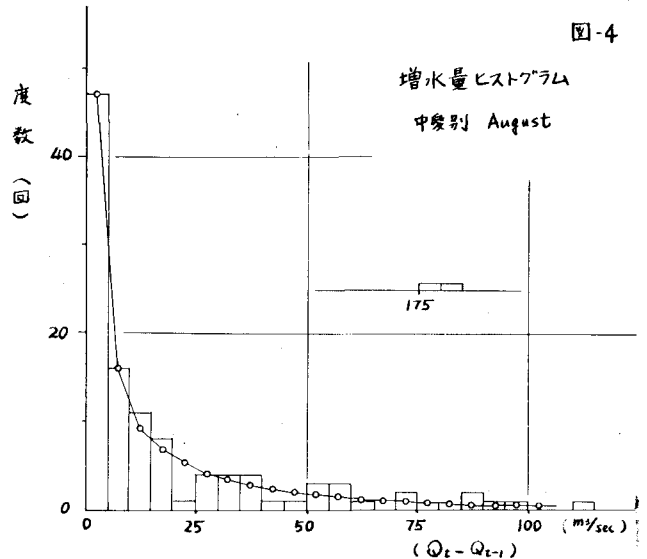
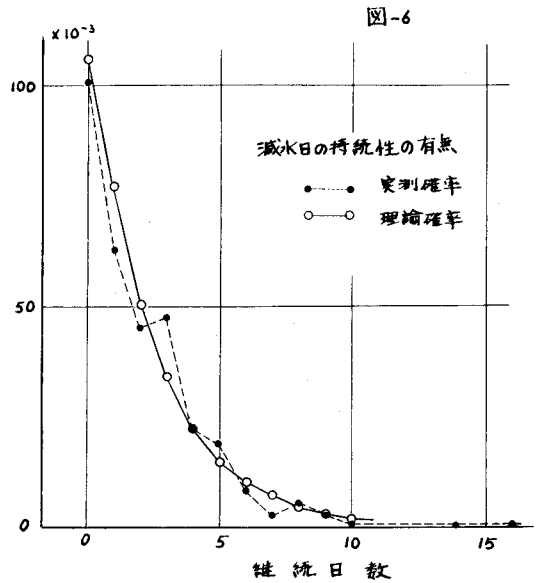
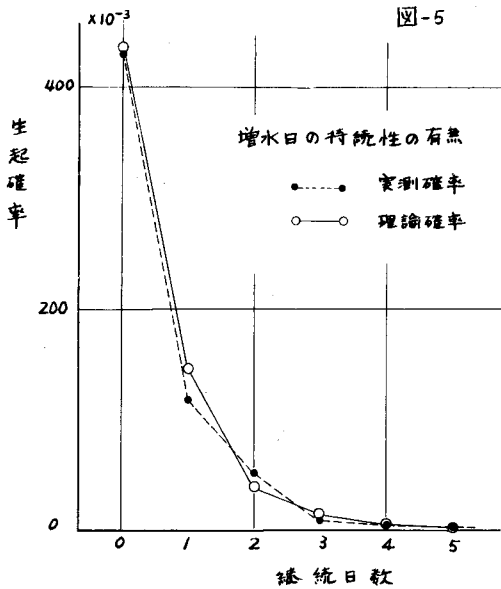


図-4

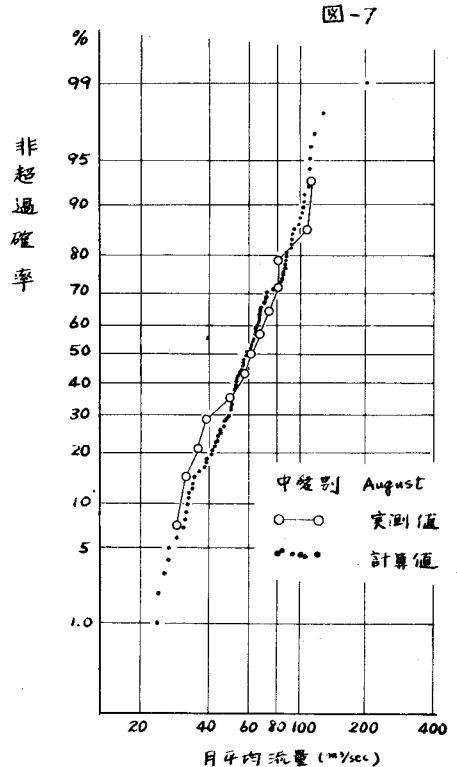




4 増、減水の生起確率

るに正へた分布を用いて 流量時系列を発生させるためには 増、減水の生起確率を求めなければならない。Fujiwara & Nakata による天気の持続性の研究はよく知られている。降雨の頻度解析においても 例えは 日雨量の系列は 完全な独立事象とは見做し得ない。ここで 正へている 減水、増水の持続性を調べるに当ては 考へている地点の集水面積の大きさにも関係があるであろう。日本の河川には1週間あるいはそれ以上の期間で正切つて時系列を考えると 河川流域の貯溜性に起因する流量の持続性は ます 存在しないと考へてもよいであろう。しかし、日流量、あるいは2日間流量などを 問題とすると 集水面積の大きさによって 持続性があらわれてくる可能性がある。

持続性は、増水、又は 減水日の継続日数の頻度分布でしるべられる。記録期間の全日数を N 、増水日数を R とすれば 増水の生起確率 p は $p = R/N$ である。増水の継続日数は 両端と減水日ではなれた場合を調べれば、よいか らもし 日流量の



増水に持続性がないとすれば n 日間増水の継続する確率 P_n は (1) で与えられる。

$$P_n = g^n p^n \quad (1) \\ (n=0, 1, 2, \dots)$$

$$\text{ただし } g = 1 - p$$

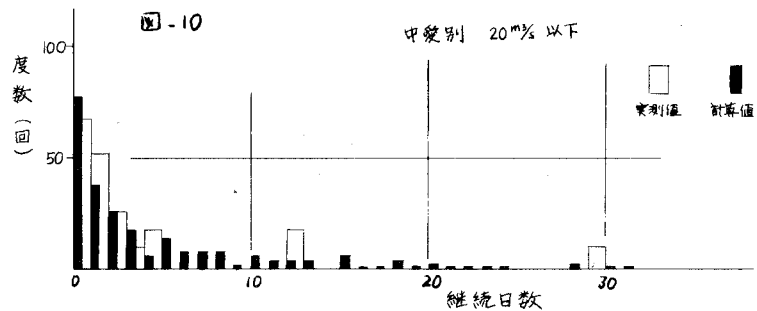
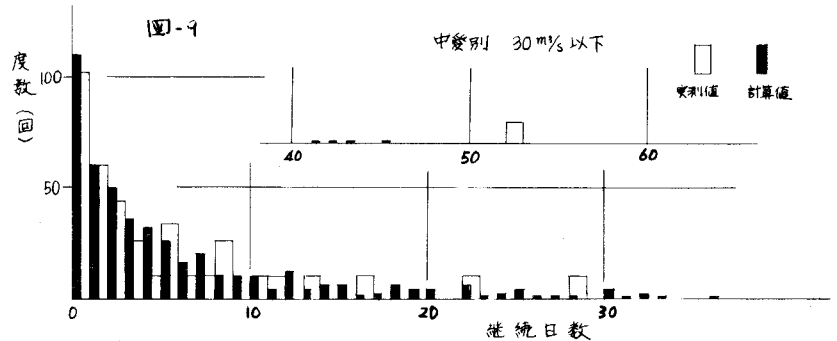
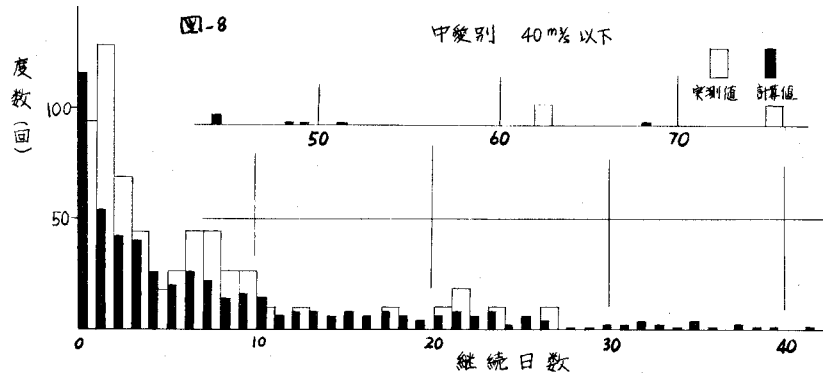
中発別の例では g

～10月の3ヶ月で

$$p = 0.340, g = 0.660 \text{ である。}$$

増水継続日数の実測値と(1)による計算値の比較を図-5に示す。同様に減水についても検討して図-6に示した。

図-5, 6によれば増減水は共に実測値と理論値は一致し、日流量の増、減水確率に持続性はなく、完全な独立事象とみなしてよいことが結論された。



4 計算結果

2～3に述べたモデルを用いて 中発別の日流量を102年分発生し 昭和27～昭和38年の12年間の実測値と比較した。まず 発生した流量時系列と実測時系列について 月平均流量について 平均と分散の検定を行ったが 2標本に有意な差がなく 同一母集団に属すると判断された。また 非超過確率を図-7に示したが 計算値と実測値は大体 同じ値と持っている。中発別の過水量は約13%、平均流量は約60%にあるから 平均流量以下のいくつかの流量について 指定値以下のいくつかの流量について 継続日数と度数と調べ 実測値と比較して 図-8, 図-9, 図-10 に示してある。本方法は単一河川、単一流域の解析には有効であるが、水系全体の同時的流量時系列の解析を行うためには 多少 種々の困難がある。