

## 講座

## 洪水特論Ⅱ

## 洪水の流出

正員 竹内俊雄\*

1. まへがき 雨が降つた時にどれ位たつたらどれ位の水か出て来るかという問題は、一見単純な様だが量的には殆んどわかつていないのか現状である。雨そのものが空間で起る自然現象であるため実体の把握がむづかしいこと、其の容器である流域は広く其の性状をどうおさえたらよいかという事はつきりつかめないこと、洪水時の流量を測ることが楽な仕事ではないこと等によつてこの部門の研究は進んでいない。而もこの分野は気象学、地理学、水理学等の接觸部門であつて或る特定の分野に専属していない事も其の原因の一つであろう。この議論はあくまで現実に基づかねばならないが、広い流域における実測は自然大規模になるため費用が嵩みこれまで行はれなかつた。

洪水を対象としている河川技術者にとつて最大洪水量をどうして決めるかは重要なものにも拘らず、上述の理由によつて薄弱な基礎の上に立つて其の値を推定している。

一般に言われている流出係数<sup>1)</sup>は年流量と年雨量との比を指しているが、之では最大洪水量の推定には用いられない。我々は今もつと短い出水の関係がほしい。

2. 最大洪水量の計算 これまで最大洪水量の計算といえば物部長徳氏の方法<sup>2)</sup>によるのを普通としてゐる即ち先づ Rizha 式

$$w = 72 \left( \frac{H}{l} \right)^{0.6} \dots \dots \dots (1)$$

w: 洪水の到達速度 (km/hr), H: 落差(km), l: 河谷の形をなす最上流点から流量を測ろうとする断面までの水平距離 (km) から w を求め、之から到達時間 T (時間) を計算する。

$$T = \frac{l}{w} \dots \dots \dots (2)$$

流域の雨量記録としては時雨量の値はないのが普通だから、近くの雨量観測所の記録中から最大日雨量を調べ、これから T 時間の最大雨量の平均  $r$  (mm) を次式によつて計算する。

$$r = r_0 \left( \frac{24}{T} \right)^{\frac{2}{3}} \dots \dots \dots (3)$$

$r_0$ : 最大日雨量の平均一時間雨量

求める最大洪水量  $Q$  (m<sup>3</sup>/sec) は次式から計算する  $Q = 0.2778 f r A \dots \dots \dots (4)$

f: 流出係数, A: 流域面積 (km<sup>2</sup>)

この際 f の値として 0.5~0.8 位の値を使うのが普通だが、この根拠ははつきりしていない。

この場合気がつくのは Rizha 式から求めた T の値が大き過ぎることである。この点に関し福田秀夫氏<sup>3)</sup>

は、これと式(3)とを併用すると両者の欠点が打消されて偶然にもよい結果が得られることがあると言つておられるが、これでは場合によつて合はないことがあり得ることになる。

最大洪水量の計算には 80 種以上もの実験式が提案されているそうである。<sup>4)</sup> それだけでこの現象の複雑さを物語るのに充分であらう。

福田氏は矢作川の実測値を数多くの実験式から求めた値と比較しておられるが<sup>5)</sup>、これを見ると其等の差の余りにも大きいのに気がつくであらう。

3. 流出係数に関する私見 これまでの多くの実験式は観測された場所には適合するのだから、之を他の場所に用いた場合には非常な差違を生ずることがわかつたが、其の理由は此等の式の導き出された条件が的確に表はされていない為であらう。よつて今後の研究として、観測条件を如何に量的に表わし、我々の使い易い形の公式を得るといふ事に目的を置くべきであらう。

降雨量、流域の性状、洪水量の関係を因果律でできるだけ極めたいと思う。

(1) 降雨量 最大洪水量を推定する場合には雨量として少くとも時雨量がほしいが希望するだけの自記雨量計の配置は殆んど望み得ない。流域全体に亘つての降雨量を正確におさえた事例は殆んど無いと言つてよからう。逆に言う流域に設けた雨量計はその流域を量的にどう代表しているかはわからない。雨量計はどうしても便利な場所に置くため山頂附近の降雨量とどれだけ違うかという事は、誰もが口にはするが確められてない。この事は今後の重要な課題である。

或る流域が台風の近接という事に対して大局的にどういふ降雨特性を持つており、又局部的にどういふ特徴を示すかといふ事をも良く調べる必要がある。風向は降雨量を支配する一要素である。

伊藤剛氏<sup>6)</sup>は豪雨の原因と地域とを夫々考慮して降雨強度を調べておられる。数多くの降雨観測値についてこの種の研究が続けられたならば、体系的な分類ができると思う。

式(3)は総雨量に対する時間的分布が常に相似であるといふ事を前提としているのであらうが、実際の時間的分布は複雑であつて一概にはこうは言えまい。気象学に望むところは、豪雨の際に幾つ降雨群が襲来し、夫々の極大値及継続時間はどれ位になるかといふ事である。

毎時雨量という、我々は無条件に例えば3時から4時までの1時間の雨量を考えるが、降雨現象を勝手にきめた目盛りで区切ることは不自然で前述の各降雨

\* 建設省土木研究所技官

群に対する極大値と続継時間とで表わされるべきではなからうか。私共の実測値について3時から4時、3時10分から4時10分、……、3時50分から4時50分等の値を比較したところ20mm/hrの降雨強度に対し20%位の幅の有ること知つた。

(2) 流域の性状 流域の性状として考えられる要素には、面積、形状、延長支川の組合せ、地表面の勾配及性状、林相、地質等数多く有るが此等が流出に対して量的にどういふ影響を及ぼすかという事を求めることは仲々むづかしい。狭い流域のところでは此等のうち、單獨に取出した要素を一つ一つ変化させてみなければ基本的なことはわかるまい。

雨の集り方を対象としての流域の取扱い方は未だ決つていない様である。落ちた雨水は実際には膜面になつて流れるとは殆んど考えられず毛細管から小静脈へついで静脈へという過程をたどつて集合して来るのである。此の現象を何でおさえるかは今後の重要な問題である。此の際地表面の勾配、性状が大きく効いてくるわけである。此の機械的な取扱いとして5万分の1地形図をできるだけ小分割して之を小流域とよぶ。雨水が殆んど一度に出てしまふと考へてよい位の大きさである。取扱い上之を幾つか集めたものを考え中流域とよぶ。此所では雨水は一瞬にして出るとは言えないが、早いのと遅いのが1時間以上違わない位の広さを考へるが、未だ其の數値はきめていない。之より更に広い流域では幾つかの中流域を考へて、各々に別々の流下時間を考へねばならない。即ち流域の大、中、小により雨水の集りの取扱いを變へることにする。はつきり名前をついた位大きい2支川の合流となつておくれが更めて問題になつてくる。川も大きくなると河道貯溜を考慮に入れねばならなくなつてくる。

林相については農林省の宝川試験地で武田繁俊氏<sup>7)</sup>が研究中であるが、此の變化が最大洪水量に及ぼす影響についての結果は未だ得られてない様である。又荒井隆夫氏<sup>8)</sup>も此の事に関して荒川の流域についての研究を発表しておられるが完成されてはいない。何れにしても全流域の林相を或る程度變化させるにはかなりの年月を要し、而も此の間はずつと降雨量、林相の變化量、洪水量が並行して観測されて初めて變化の出で来る仕事であつて、現在の日本では之を望むのは無理であらう。林相を知るのに米軍から貸與される航空写真は非常に有効である。

(3) 流量観測 洪水量の観測の部門はこれまで重要視されて来なかつた。従つて実測値は極めて少い。流量は流速と断面積との積であるから、分けて考へることにする。断面の平均流速の観測法はこれまであまりに原始的であつた。洪水時の断面積の變化は今のところおさえようがない。結局流量観測値は何%の誤差で論じているかという事になるが、二度と同じものが繰返されないう洪水の実体は仲々つかめなから誤差を言うことも又至難であると言わねばならぬ。この事は流量観測の進歩のおそい事の原因の一つでもあらう。

(4) 流出係數 私は流出をおくれとしみこみに分けて考へる。先づ中流域については1時間以内のおくれはあるが雨の形はほとんど變形しないで出て来ると仮定した。各中流域について流量観測地点までの流下時間を考へ、そこで時刻をそろえて雨の形を合成する。

之に或る係數をかけたものと流量高 $(=\frac{Q}{A})$ とが一致

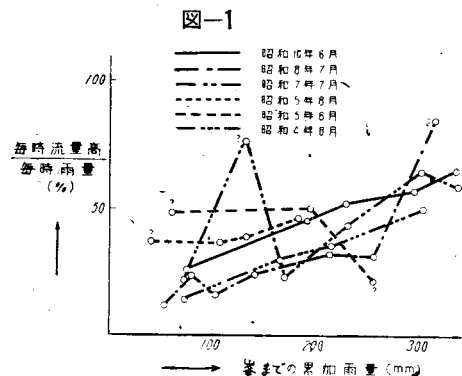
(少くとも峯附近で)すれば、この値をしみこみとよぶことにする。此の場合流域の性状は一樣であると假定している。ここで用いた毎時雨量は夫々観測された値を用いる。各中流域について夫々毎時降雨量の分布を認めているから、これまでの1雨量計の降雨の峯と流量の最大との時差を流下時間とよび、其の比を流出係數とよぶのとは稍趣を異にする。そういつた考へは狭いところでは成立するとし、広い所では狭い流域に分析して考へようといふ意味である。

しみこみが何によつて最も支配されるかという事を伊藤氏<sup>9)</sup>の本曾川の観測値を借用して整理してみた。この流域は面積69.4km<sup>2</sup>ありおくれは1時間位ある場合も認められるが便宜上之を無視する。毎時流量の峯と毎時雨量とを対比させ(毎時流量高と毎時雨量との比を求め)之と、各毎時雨量の峯までの累加雨量との關係を描くと図-1の様になり、著るしく外れた点もあるが大体一つの傾向が有るよりに思われる。但しこの場合の降雨量、流量の値其の物については吟味していない。この關係が多量の流域について得られたならば其等を比較することによつてその他の原因の及ぼす影響がわかつて来るであらう。

#### 4. むすび

私は上述の方法によつて実際の現象を数多く観測し分析しそれから生々しい結果を得たいと希つている。それがこの分野を進歩させる唯一の道であると信じているからである。これだけの仕事は私人一人でできるとは思つてはいない。志を同じうする方々と協同と後に続く人人によつて何十年か後には完成されること確信している。

現在のところおくれは時間的な問題であるから殆んどわかつていない。地球化学の分野の助力、殊に流域の各点でアイソトープでも流せたら雨水の集り方は直接わかる様になるのではないかといふ夢を持つてゐる。しみこみについては図-1程度のことがやつとわかりかけて来たのが実状である。



- 参考文献 [1] 宮本武之輔 治水工学 p.110~115 [2] 物部長穂 水理學 p.353~355 [3] 福田秀夫 洪水調節 p.26 [4] 野滿隆治 河川學 p.127 [5] 福田秀夫 洪水調節 p.39~89 [6] 伊藤剛 内務省土木試験所報告 第53號 (7) 武田繁俊 寶川に於ける増水量について (8) 荒井隆夫 坂井泰正 臺風と水害 山林の保水力の變化 p.61~64 (9) 伊藤剛 水理學 p.302~308