

## IDF カーブを用いた阿武隈川の洪水頻度解析\*

福島大学共生システム理工学類 田崎 将聖

福島大学共生システム理工学類 菅野 理恵

福島大学共生システム理工学類 横尾 善之

### 1. はじめに

現在の治水計画では、基本高水を基にした洪水確率が基礎となっている。その際、過去の豪雨や洪水の実績データに加えて将来予測を加味した流出計算が用いられている。この中の将来予測や流出計算の過程に不確実性があるため、基本高水そのものおよびその求め方について議論になるケースがある。この問題はダム建設に代表される河川整備を進める上で大きな問題となっている。そこで本研究は、将来予測や貯留関数法による流出計算過程における不確実性を減らしながら洪水対策を進める方法として、降水量データの整理に用いられる Intensity-Duration-Frequency (IDF)カーブ (Chow *et al.*, 1988)を利用する方法を提案することを目標としている。本稿では、阿武隈川の河川流量の実績データに IDF カーブを当てはめて洪水頻度解析を行った結果を報告する。

### 2. IDF カーブの考え方

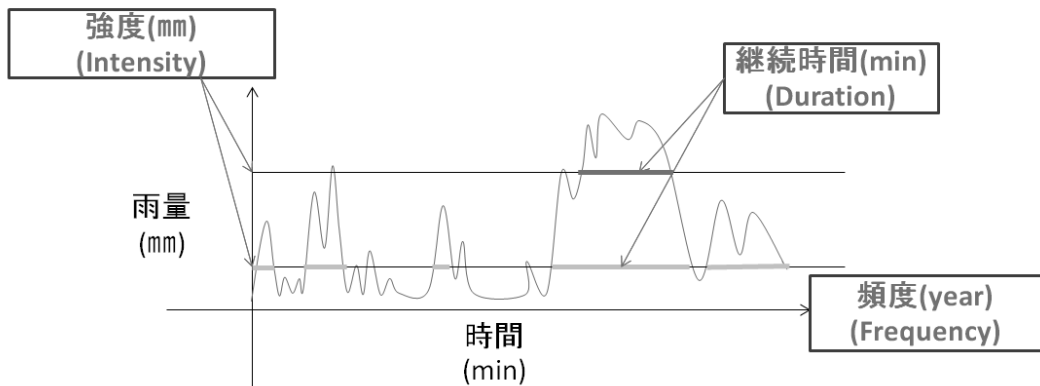


図-1 IDF カーブの求め方

IDF カーブは本来降雨に用いられる解析手法である。まず対象とするデータの範囲を決めこれを頻度 (Frequency: F)とする。そして任意の雨量を設定しこれを強度 (Intensity: I)とするその強度を上回る雨量の継続時間のうち最大のものを継続時間 (Duration: D)とする。これを頻度別に強度と継続時間をグラフとしてあらわしたものが IDF カーブである。なお、本研究は河川流量に IDF カーブを適用するため、降雨強度の代わりに流量( $m^3/s$ )に置き換えたものを利用する。

\* Flood frequency analysis of the Abukuma river by using intensity-duration-frequency (IDF) curve by Masakiyo Tasaki, Rie Kanno and Yoshiyuki Yokoo

### 3. 研究方法

#### 3.1. 対象地点

本研究の対象としたのは、図-2 に示す阿武隈川の福島、伏黒、本宮、郡山（阿久津）、須賀川、白河の各観測所である。

#### 3.2. 強度、継続時間、頻度の算出

国土交通省の水文水質データベースより取得した阿武隈川の観測所の40年分の流量月表データを利用した。頻度は1年に1回から40年に1回までとし、それぞれの頻度に対応する毎時の流量の強度(Intensity: I)を設定し、その強度における最大の継続時間(Duration: D)を算出しプロットしてIDFカーブを作成した。洪水の危険性のある比較的高い流量でのみ作成した。なお、流量の欠測データは0とし、観測が行われていなかった年をはさむ場合でも前の年から続いているものとした。なお、観測が行われていなかった年は、福島は2002年、郡山（阿久津）は2002年と2004年、須賀川は2002年と2004年、白河は2002年と2004年である。

#### 3.3. 再現期間と強度

継続時間が3、6、12時間の流量の再現期間と強度に関するグラフを作成した。該当するデータが存在しない場合は直線近似により該当データの近似値を利用した。

#### 3.4. リスクの評価

IDFカーブをもとに過去に洪水被害が起きた流量と照らし合わせ洪水リスクについて考察する。

## 4. 結果

### 4.1. 阿武隈川福島観測所における洪水リスク評価

図3-1は福島観測所のデータを用いて作成したIDFカーブである。この図から、短い継続時間において、各頻度の流量のばらつきが大きいことがわかる。また同一の頻度でも継続時間による流量の差が大きいこともわかる。IDFカーブの形状はいずれの頻度の場合も似ている。阿武隈川では、過去に $1960\text{m}^3/\text{s}$ での洪水被害の事例がある。このIDFカーブからすると、同規模の大きさで約10時間継続する洪水が10年に一度程度の頻度で発生することがわかる。20年に一度の規模では20時間継続し30年に一度の規模では30時間継続し、40年に一度の規模では50時間継続する。また、最大規模の洪水だと $4140\text{m}^3/\text{s}$ である、これは30年に一度発生し継続時間は1時間程度である。

図3-2は図3-1と同じデータを用いて、洪水の強度と頻度の関係を示したものである。この図から、30年に一度の頻度まで洪水の強度は直線的に増加するが、30年に一度から40年に一度の頻度の区間では洪水の規模が変わらないこともわかる。なお、この傾向は、3時間、6時間、12時間のいずれの継続時間の場合も同様である。また、再現期間と洪水の強度との関係には、12時間の継続時間までであれば洪水の継続時間の違いは大きくても $500\text{m}^3/\text{s}$ 程度であり、継続時間の影響は限定的であることがわかる。

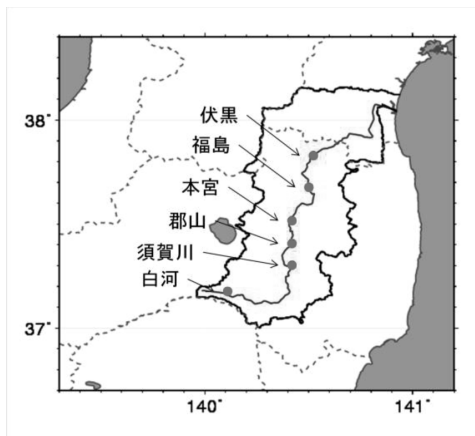


図2 対象流域

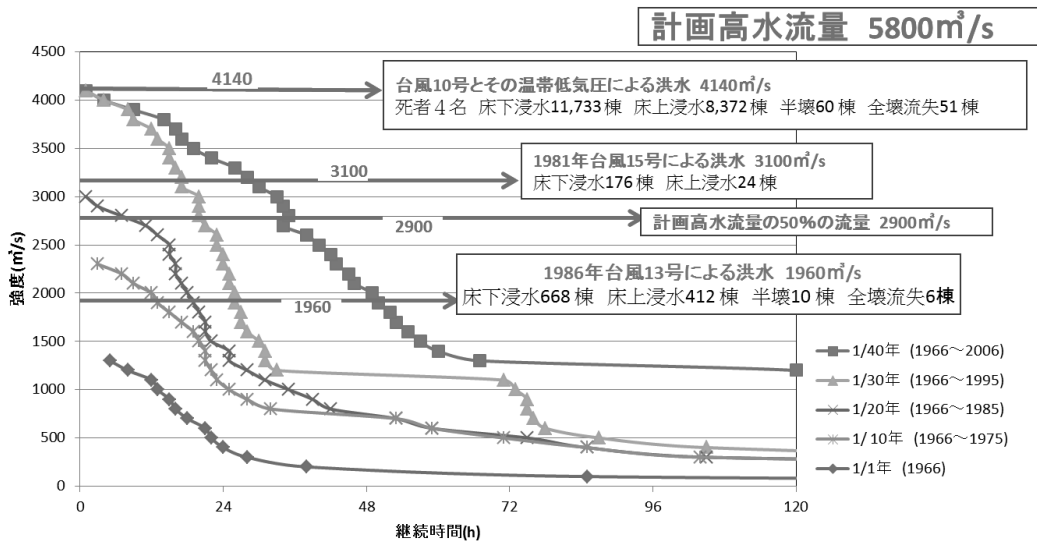


図 3-1 阿武隈川福島観測所における IDF カーブ

## 阿武隈川福島観測所

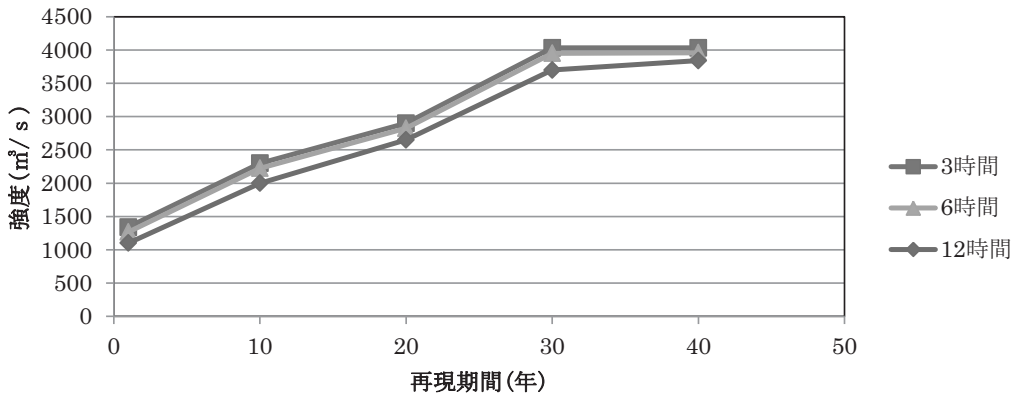


図 3-2 洪水の再現期間と強度の関係

### 4.2.各観測所の IDF カーブ

以下の図 4-1 から 4-4 は 10 年から 40 年に一度の頻度の洪水を対象とした IDF カーブである。いずれの観測所においても頻度が低くなるほど強度、継続時間ともに大きくなることからわかる。常時の流量が大きい観測所ほど、継続時間が短くなるにつれ指数関数的な強度の増加がみられる。また、年数を経るごとに大きな流量が観測される傾向があるため、どの観測所においても 10 年に一度の流量と 40 年に一度の流量では大きな隔りがある。

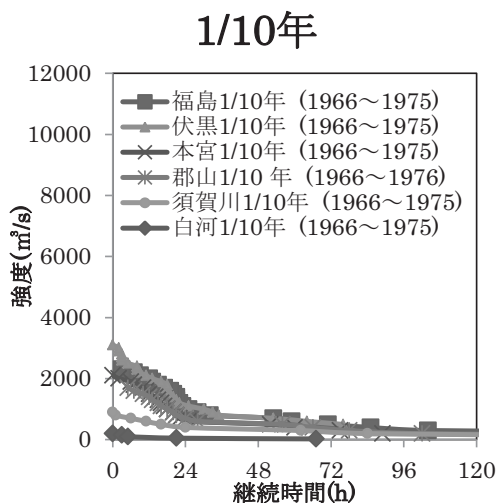


図 4-1 1/10年における各観測所の IDF カーブ

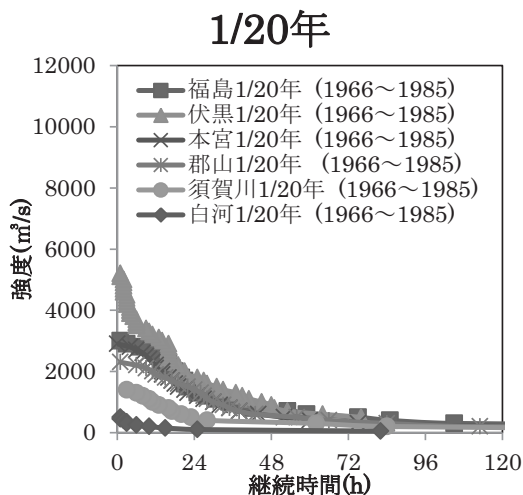


図 4-2 1/20年における各観測所の IDF カーブ

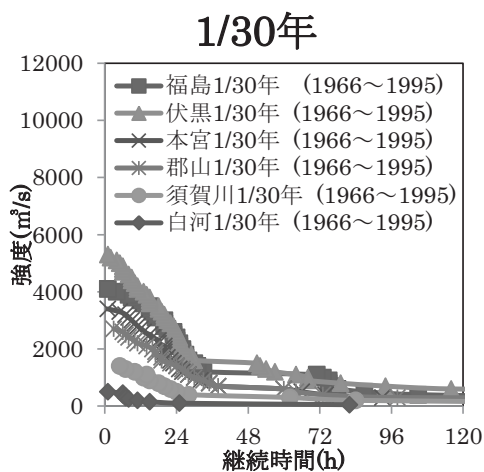


図 4-3 1/30年における各観測所の IDF カーブ

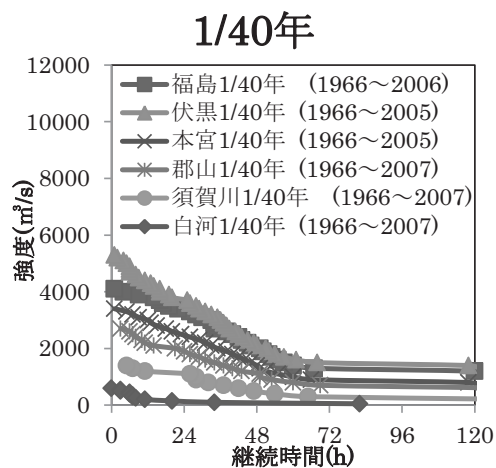


図 4-4 1/40年における各観測所の IDF カーブ

#### 4.3.再現期間と強度の関係

以下の図 5-1 から 5-3 は再現期間と強度を観測所ごとに示したものである。同一の観測所のグラフの形状は似ており設定した継続時間以外でも形状を推測することが可能である。また継続時間が短くなるほど、頻度が小さくなるほど強度は大きくなるが、3～12 時間の継続時間の強度に与える影響は最大で  $500 \text{ m}^3/\text{s}$  程度であるのに対し、10 年～40 年の再現期間の差の強度に与える影響は最大で  $3000 \text{ m}^3/\text{s}$  程度であり、10 年～40 年の再現期間の強度に与える影響のほうが大きい。

### 継続時間3時間

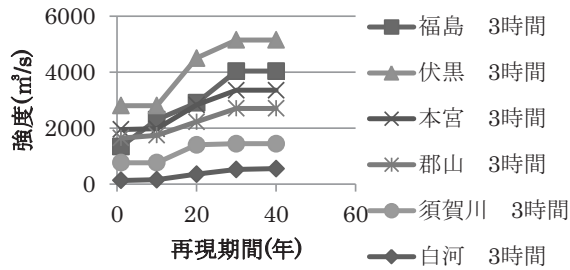


図 5-1 洪水の再現期間と強度の関係 継続時間 3 時間

### 継続時間6時間

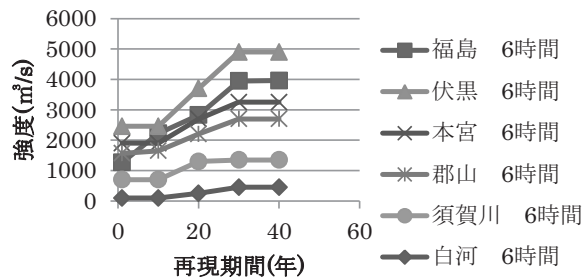


図 5-2 洪水の再現期間と強度の関係 継続時間 6 時間

### 継続時間12時間

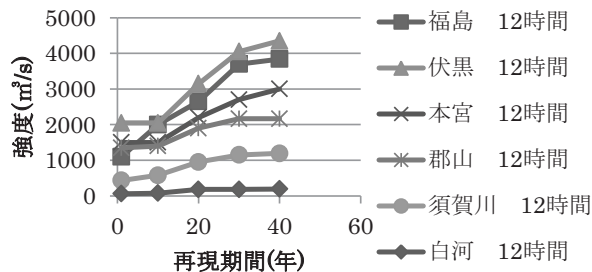


図 5-3 洪水の再現期間と強度の関係 継続時間 6 時間

## 5. 結論

本研究は、IDF カーブを用いて洪水の頻度解析を行った。その結果、治水計画を考える上で必要な洪水の規模、継続時間、頻度についての実績データを新しい形で整理しリスクを評価することができた。IDF カーブを外挿することにより、100年に一度や200年に一度の頻度の洪水の強度や継続時間を予測することが可能であ

り、基本高水による治水計画に代わる手法として本手法を利用できる可能性がある。

### 謝辞

本研究は、環境省環境研究総合推進費 S-8-1(4), JICA/JST 地球規模課題対応国際科学技術協力授業「気候変動に対する水分野の適応策立案・実施支援システムの構築(IMPAC-T)」, 科学研究費補助金(若手研究 B, 21760381), 東京大学統括プロジェクト機構「水の知」(サントリー) 統括寄付講座との共同研究の成果の一部である。また、本研究は国土交通省所管の水門水質データベースを活用した。ここに謝意を示す。

### 参考文献

Chow, V. T., Maidment, D. R., Mays, L. W. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill, New York, 572 pp.

葛葉泰久(2007). 九州東部での IDF カーブ作成と 2005 年台風 14 号による豪雨の統計的評価, 自然災害科学, Vol.255, pp.525-540.