

土地改良測量設計協会 ため池研修会

# 我が国における短時間降雨の変化について

1

株式会社 ユニオン  
研究企画部 千原 英司

# 我が国における短時間降雨の変化について

## 目次

1. 近年の豪雨災害
2. 設計洪水量
3. 短時間降雨強度式と洪水量算定
4. 短時間降雨形態の変化
5. どのようにため池を守るか    その1    洪水量    概算式
6. どのようにため池を守るか    その2    防災機能    概算式
7. どのようにため池を守るか    その3    洪水吐越流機能

# 1. 近年の豪雨災害 2017 北部九州豪災害



発災日時 2017年7月5日 - 6日

被災地域 福岡県、大分県

災害の気 台風3号および活発な梅雨  
象要因 前線による集中豪雨

気象記録

最多雨量 福岡県朝倉市で586.0ミリ

最多時間雨 量 **福岡県朝倉市で129.5ミリ**

人的被害

死者 40人

ウィキペディアより<https://ja.wikipedia.org/wiki>

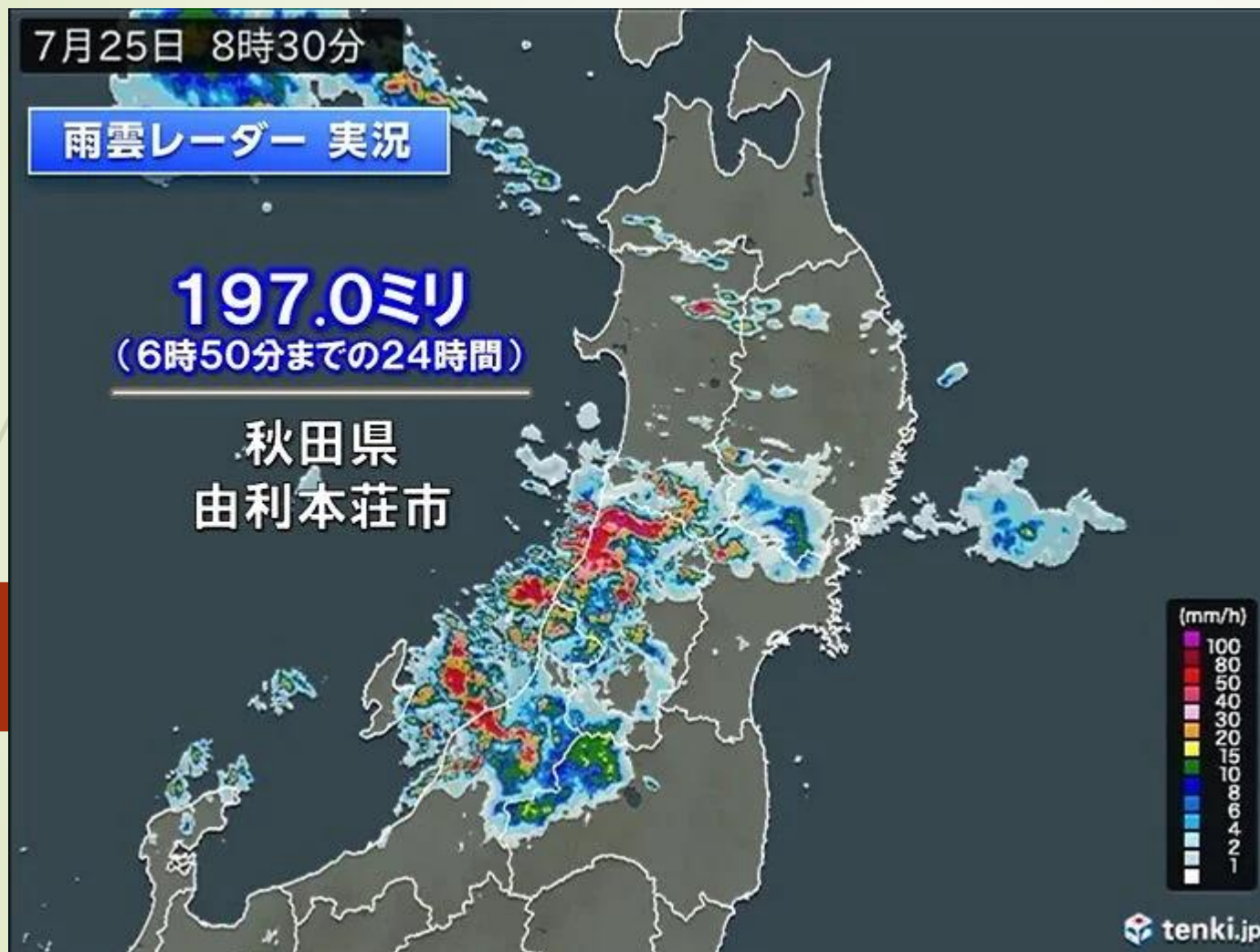
# 1. 近年の豪雨災害 2018 30年7月豪雨



広島や、岡山の豪雨では背後地の小さな谷からの土石流で多くの家屋が被災した。

<https://tenki.jp/suppl/kazukoyasuno/2018/07/18/28288.html>

# 1. 近年の豪雨災害 2024年 7月25日 秋田豪雨



発災日時 2024年7月25日 - 26日

被災地域 秋田県 由利本荘

災害の気  
象要因 梅雨前線による集中豪雨

気象記録 東由利観測所

最多雨量 日雨量189.5mm/日

最多時間雨量 東由利観測所 60mm/h

# 1. 近年の豪雨災害 降雨の特徴

## 最近の豪雨災害の特徴

(長時間降雨を生じる台風以外の豪雨を対象として)

1. **局所的に連続する降雨**により大きな災害が発生する **(線状降水帯)**
2. **100mm/hという大きな時間雨量が頻繁に記録されている。**
3. **局所的な豪雨**は、九州、南紀等の多降雨地域に限らず**全国で発生**している。

このような、大きな短時間豪雨は中小流域での洪水が発生しやすく、ため池保全対策を行うには、適切な予測に基づいた安全性評価や施設改修・保全計画が必要

## 2. 設計洪水量 洪水量算式

洪水量算出は合理式を用いる。

$$Q = 1 / 3.6 \times f \times I \times A$$

ここに； Q ； 洪水量  $\text{m}^3/\text{sec}$

f ； 流出率

I ； 洪水到達時間内平均降雨強度  $\text{mm/hr}$

A ； 流域面積  $\text{km}^2$

7

合理式に必要で計算しなければならないのは、

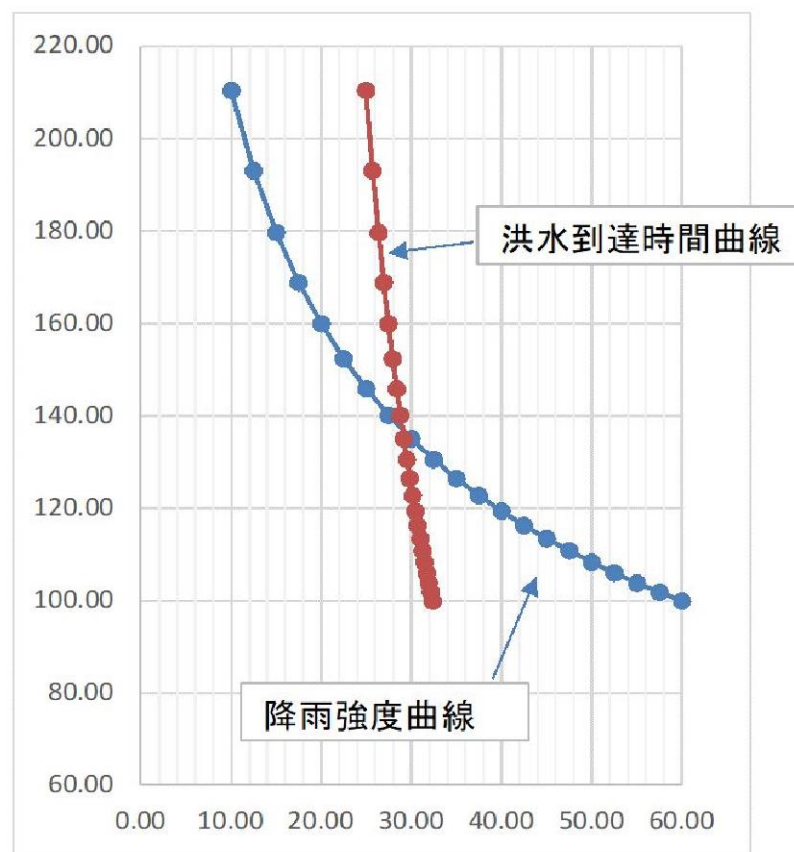
- ① 「洪水到達時間  $\text{hr}$ 」 内の
- ② 「平均降雨強度  $\text{I mm/hr}$ 」

特に、ため池では到達時間が短いので、短時間降雨が影響します。

## 2. 設計洪水量 降雨強度式と到達時間式

青い線が、降雨強度曲線、赤い線はその地域の洪水到達時間式をグラフにしたものです。

| 降雨継続時間(分) | 降雨強度(mm/hr) | 洪水到達時間(分) |
|-----------|-------------|-----------|
| 10.00     | 210.48      | 24.94     |
| 12.50     | 193.10      | 25.71     |
| 15.00     | 179.70      | 26.36     |
| 17.50     | 168.91      | 26.94     |
| 20.00     | 159.97      | 27.46     |
| 22.50     | 152.40      | 27.93     |
| 25.00     | 145.87      | 28.36     |
| 27.50     | 140.15      | 28.76     |
| 30.00     | 135.10      | 29.13     |
| 32.50     | 130.58      | 29.48     |
| 35.00     | 126.51      | 29.81     |
| 37.50     | 122.82      | 30.12     |
| 40.00     | 119.44      | 30.41     |
| 42.50     | 116.34      | 30.70     |
| 45.00     | 113.49      | 30.96     |
| 47.50     | 110.84      | 31.22     |
| 50.00     | 108.38      | 31.47     |
| 52.50     | 106.08      | 31.70     |
| 55.00     | 103.92      | 31.93     |
| 57.50     | 101.90      | 32.15     |
| 60.00     | 100.00      | 32.37     |



この青い線、降雨強度曲線（時間—降雨強度の関係式）と赤い線（到達時間式）を決める、それが洪水量決定の主作業です。

この講習では、この図が最後まで出てきます。

上記のように、この場合の洪水到達時間は、概ね30分で、その到達時間内平均降雨強度は135.1mm/hr

### 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

## 長時間降雨強度式と短時間降雨強度式

降雨強度曲線には、このように長時間の降雨強度を表現するタイプと、短時間の降雨強度を表現するのに適しているタイプが提唱されています。

長時間降雨強度曲線式には、物部式、伊藤式、川上式があり、一般には物部式が良くもちいられています。また、短時間降雨強度式には、タルボット型、シャーマン型、久野石黒型の3タイプが近年の流出解析では用いられています。

## 長時間降雨強度式

**物部式**

$$I = \frac{R_{24}}{24} \left\{ \frac{24}{t} \right\}^{2/3}$$

ここに  
 R<sub>24</sub>; 24時間雨量  
 t; 洪水到達時間（時間）

上式は、日雨量（R24）から $R24/24$ （日平均時間雨量）を求め降雨強度を求めようという式。残念ながら、ため池洪水量推定には無理です。

**ため池設計では使いません！**

## 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

### 3.1 短時間降雨強度式

#### 短時間降雨強度式

タルボット型  $I = \frac{a}{t+b}$

ここにa,b 地域の降雨を表す定数  
t ; 洪水到達時間 (分)

シャーマン型  $I = \frac{a}{t^n}$

ここにa, n ;地域の降雨形態を表す定数  
t ; 洪水到達時間 (分)

久野・石黒型  $I = \frac{a}{\sqrt{t} \pm b}$

ここにa,b ;地域の降雨形態を表す定数  
t ; 洪水到達時間 (分)

**ため池のように流域面積が小さい場合、洪水到達時間が短く ( $t < 2.0\text{hr}$ )、上記の短時間降雨強度式を用いて洪水量算出を行います。**

……式の説明は、平成27年のため池整備指針から消えてしまいました……大切なんですけどね。。

# 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

## 3.2 短時間降雨強度式の適用地域

156

第8章 確率降雨強度式の算定法

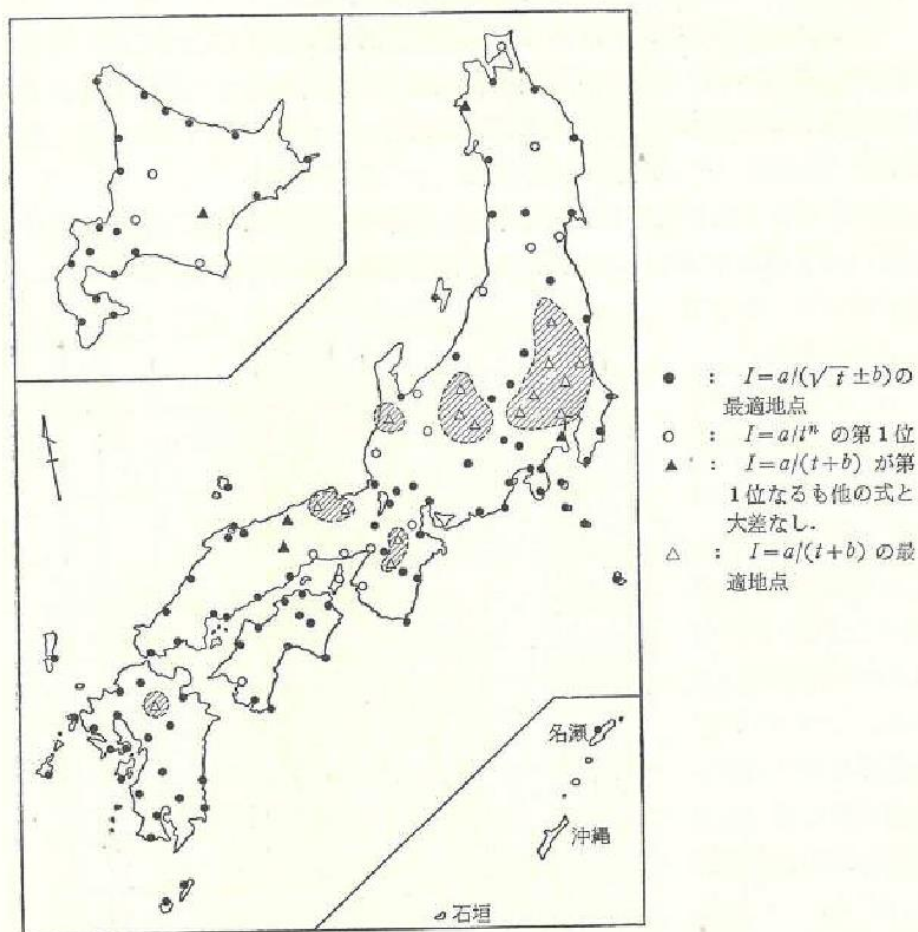


図 8・6 本邦・降雨強度式形・適合度検定分布図

応用水文統計学に示される三つの短時間降雨強度式の適合地点表示図

タルボット型

$$I = \frac{a}{t+b}$$

シャーマン型

$$I = \frac{a}{t^n}$$

久野・石黒型

$$I = \frac{a}{\sqrt{t} \pm b}$$

# 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

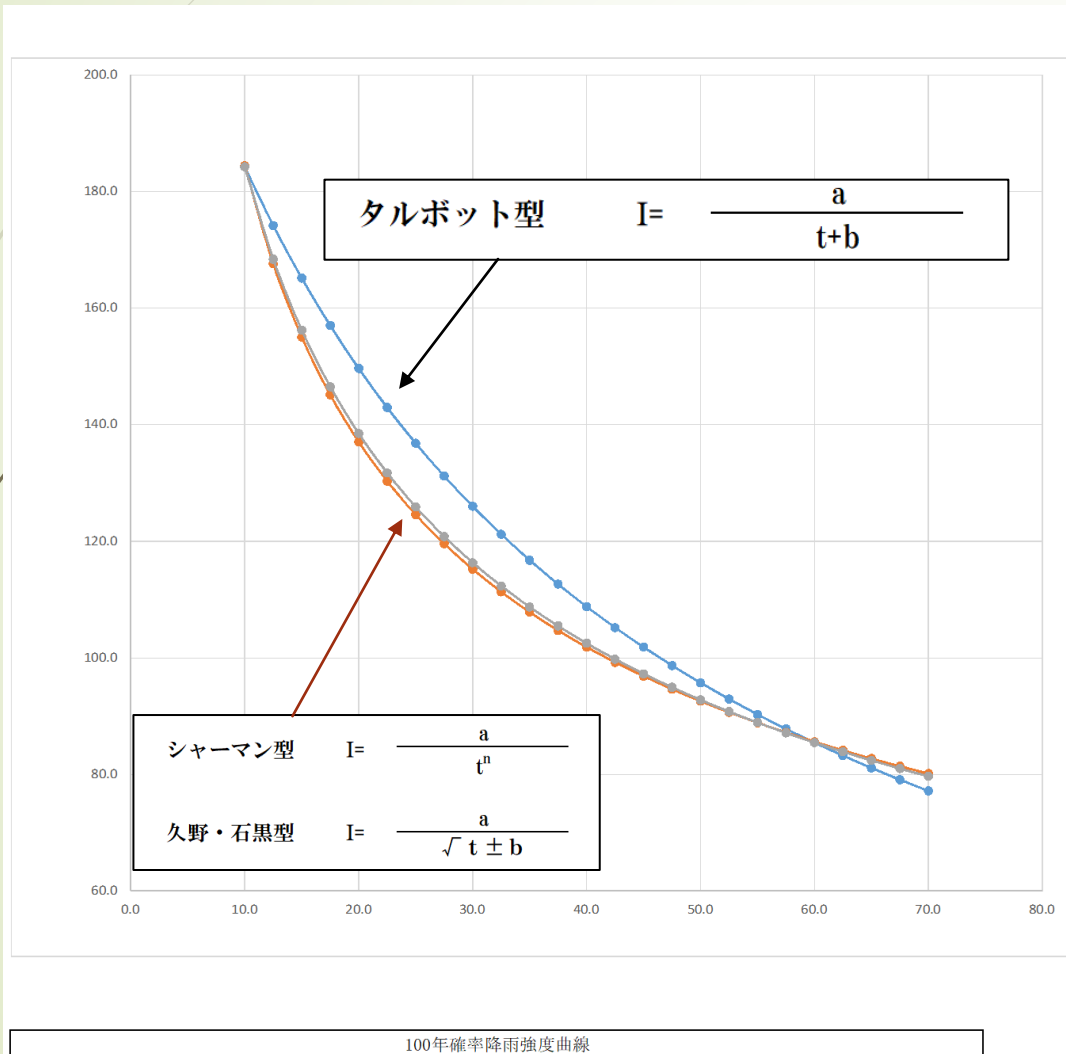
## 3.3 3つの短時間降雨強度式による降雨強度の相違

### 降雨強度曲線

3本の線は、タルボット型シャーマン型、久野石黒型の降雨強度の違いを示している。

式の違いは、 $t$  のべき乗。  
タルボット型  $t$  の1乗  
久野・石黒方  $t$  の0.5乗  
シャーマン型（ここでは0.46乗）

つまり、**下方への膨らみ方**の違いです。比較すると、タルボット型は降雨強度は小さくなります。



### 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

#### 3.4 特性係数法 ( 降雨強度式の決める手法 1 (a,b,n)の決定)

前述のように、地域により降雨強度式は異なる。これに対し、石黒は、すべての降雨強度式が、1時間雨量と地域特性を示す特性係数 $\beta$ で示される、特性係数法を示した。

$$I_n = \beta_n \times I^{1.0} \quad \text{ここに、} I_n; \text{ } n \text{年確率降雨強度、} \beta_n \text{ } n \text{年確率特性係数}$$

$I^{1.0}$   $n$ 年確率一時間雨量

この場合、短時間降雨強度式は下記のように示される。

タルボット型 
$$I_t = \frac{a'}{t+b} \times I^{1.0} \quad \text{ここに、} \beta_n = \frac{a'}{t+b}$$

シャーマン型 
$$I_t = \frac{a'}{t^n} \times I^{1.0} \quad \text{ここに、} \beta_n = \frac{a'}{t^n}$$

久野・石黒型 
$$I_t = \frac{a'}{\sqrt{t} \pm b} \times I^{1.0} \quad \text{ここに、} \beta_n = \frac{a'}{\sqrt{t} \pm b}$$

この式は、任意時間  $t$  の降雨強度は、その地域の1時間降雨強度を $\beta$ 倍する。  
**その $\beta$ こそが地域の降雨形態、つまりカーブの形を決める。と読めます。**

### 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

234

第9章 本邦確率雨量分布図と降雨強度式の算定法

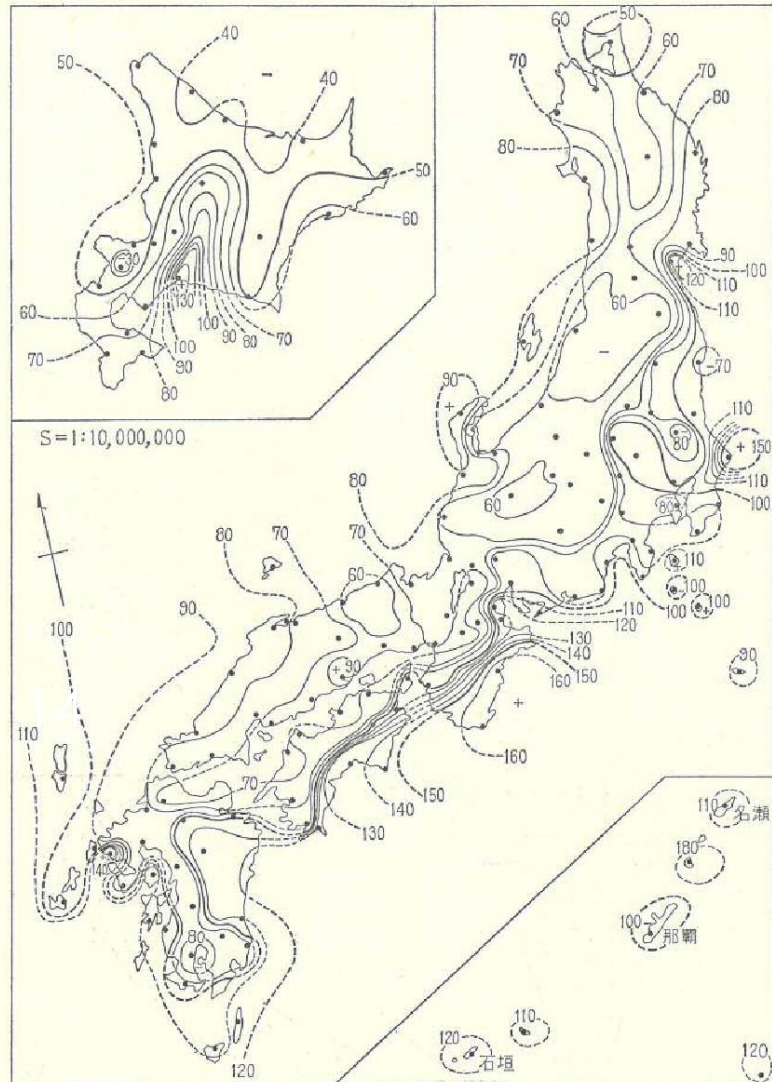


図9・18 本邦100年確率時間雨量 $R_{100}$ の分布図（単位mm）

3. 本邦確率1時間雨量と10分間特性係数値の分布図

235

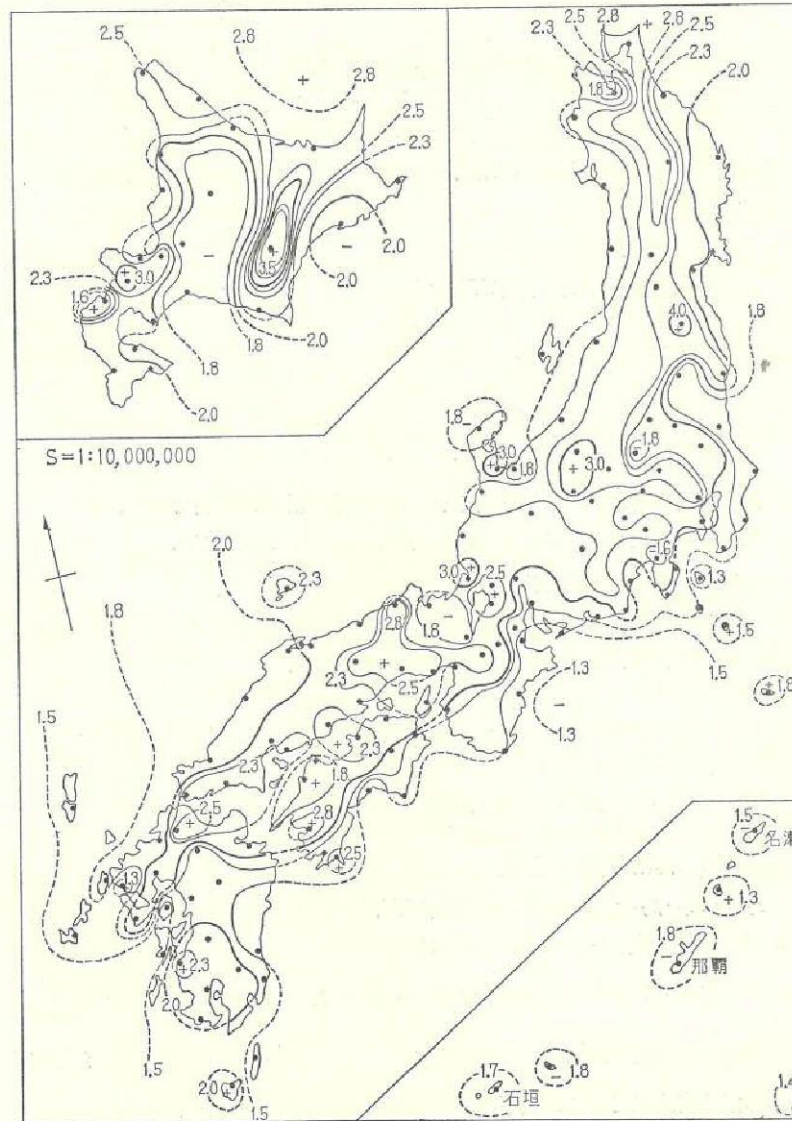


図9・19 本邦100年確率特性係数 $\beta_{10}$ の分布図

応用水文統計学  
(1970)に示される、  
各年確率時間雨量  
マップと特性係数値

このマップにある点  
が、1970年代に、  
解析評価可能な**10  
分間降雨記録を有す  
る観測点**。その記録  
からできたこのマッ  
プは素晴らしい努力  
でできたものでした。

**しかし、**

### 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

#### 3.5 実績データに基づく降雨強度式の決定 ( 降雨強度式の決定手法 2 )

- ◆ 特性係数法は、1970年代、短時間降雨を表すために必要な10分間降雨記録が少なかった時代に提唱された。しかし、それから50年
- ◆ 当然、データは更新されるべきだと思います。
- ◆ さらに、近年の豪雨の影響を反映した降雨強度式が必要です。
- ◆ これを可能にするのは、最新の観測データに基づく降雨強度式の決定が必要となっている。

手法は、下記のような、特性係数法の考えを応用し、降雨強度式のパラメータ、 $a, b$ 等を2元連立方程式で解けばよい。

適合降雨強度式

気象台記録から岩井

法による確率雨量

$$I_t = a / (\sqrt{t} + b)$$

$$I_{10} = 190 \text{ mm/hr}$$

$$I_{60} = 90 \text{ mm/hr}$$

100年確率10分間降雨強度

100年確率時間降雨強度

=時間雨量

### 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

#### 3.6 実績データに基づく降雨強度式の決定

これより、降雨強度式を規定する  $a, b$  を以下のように計算すると、

$$\begin{aligned} I_t &= a / (\sqrt{t} + b) \cdot I^{60} & t = 60\text{分の時} & \boxed{90} &= a / (\sqrt{60} + b) \\ I_t &= a / (\sqrt{t} + b) \cdot I^{60} & t = 10\text{分の時} & \boxed{190} &= a / (\sqrt{10} + b) \end{aligned}$$

$$\text{①、②式から、} \quad a = 8.733 \quad b = 0.987$$

ここで決定された、 $a, b$  を用いると、

$$I_t = \frac{8.733}{(\sqrt{t} + 0.987)} \times 90.0$$

## 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

### 3.7 洪水到達時間算定式

農林系では、昭和50年代に発表された角屋・福島式が中小流域における洪水到達時間式に用いられる。本式は、ダム、ため池等のすべての設計基準に用いられているので、本式を用いることが望ましい。

#### 角屋・福島式による洪水到達時間式

$$t_p = C \times A^{0.22} \times r e^{-0.35}$$

ここに

$t_p$  ; 洪水到達時間     $A$  ; 流域面積 (km<sup>2</sup>)  
 $C$  ; 地域係数         $re$  ; 有効降雨強度 (=  $f_p \times r$ )

この式は、洪水到達時間 (t) は、流域面積Aと、降雨強度 (I) により決まる。と、示しています。

### 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

角屋・福島式による洪水到達時間式

$$t_p = C \times A^{0.22} \times r e^{-0.35}$$

ここに

$t_p$  ; 洪水到達時間     $A$  ; 流域面積 (km<sup>2</sup>)  
 $C$  ; 地域係数         $r e$  ; 有効降雨強度 (=  $f_p \times r$ )

ここで、  
洪水到達時間係数Cの値

|         |    |      |      |     |
|---------|----|------|------|-----|
| ・自然丘陵山地 | C= | 250～ | 300≒ | 290 |
| ・放牧地    | C= | 190～ | 210≒ | 200 |
| ・ゴルフ場   | C= | 130～ | 150≒ | 140 |
| ・開発造成地  | C= | 90～  | 120≒ | 100 |
| ・市街地    | C= | 60～  | 90≒  | 70  |

有効降雨強度決定のための流出率  $f_p$

|             |           |        |           |
|-------------|-----------|--------|-----------|
| ・急峻な山地      | 0.75～0.90 | ・灌漑中水田 | 0.70～0.80 |
| ・第三期層山地     | 0.70～0.80 | ・山地河川  | 0.75～0.85 |
| ・起伏のある土地/樹林 | 0.50～0.75 | ・平地小河川 | 0.45～0.75 |
| ・平らな土地      | 0.45～0.60 | ・大河川   | 0.50～0.75 |

Cの値は、施設設計後の長期的土地利用の中で、「今」だけではなく将来の**開発**等の要素を考慮し、やや安全側な数値の選択がよいと思われます。

### 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

#### 3.8 角屋・福島式を用いた洪水到達時間と降雨強度算定手法

本式の特徴は、小さな流域では降雨強度の大きさにより到達時間が変わるという考えである。短時間の豪雨は、流速も早くなり設計地点に到達するという考えである。ここで本式には、到達時間

( $t_p$ ) と 有効降雨強度 ( $I_t$ ) が含まれており、その形式は、降雨強度式が ( $t$   $I_t$ ) で構成されるのと同じである。

$$\begin{aligned} \text{到達時間式} & ; \quad t_p = \frac{C \times A^{0.22} \times r e^{-0.35}}{(I_t \times f_p)^{-0.35}} \\ \text{降雨強度式} & ; \quad I_t = \frac{8.733}{(\sqrt{t} + 0.987) \times 90.0} \end{aligned}$$

二元連立方程式になっています。

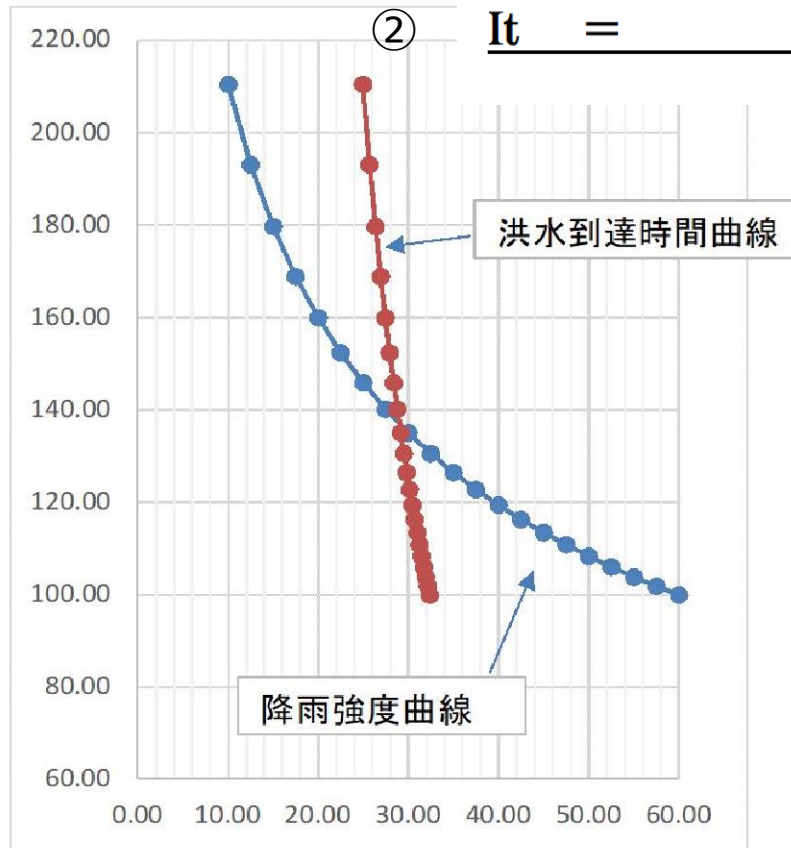
この関係から、二つの式は連立方程式の形式をとっており、その交点が洪水到達時間における平均降雨強度となる。これより、二つ式を ( $t$   $I_t$ ) を用いて図化すると下記のようなになる。

(作業は、二つの式に時間を与えその時間に対する降雨強度とその降雨強度に対応する到達時間を算出し、横軸に 時間 ( $t$ ) 縦軸に降雨強度を示すグラフを作成。交点付近を少し時間を小さく刻み、仮定した  $t$  と到達時間が一致するところを解とする。)

### 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

$$\textcircled{1} \quad t_p = C \times A^{0.22} \times r e^{-0.35} = C \times A^{0.22} \times (I_t \times f_p)^{-0.35}$$

| 降雨継続時間(分) | 降雨強度(mm/hr) | 洪水到達時間(分) |
|-----------|-------------|-----------|
| 10.00     | 210.48      | 24.94     |
| 12.50     | 193.10      | 25.71     |
| 15.00     | 179.70      | 26.36     |
| 17.50     | 168.91      | 26.94     |
| 20.00     | 159.97      | 27.46     |
| 22.50     | 152.40      | 27.93     |
| 25.00     | 145.87      | 28.36     |
| 27.50     | 140.15      | 28.76     |
| 30.00     | 135.10      | 29.13     |
| 32.50     | 130.58      | 29.48     |
| 35.00     | 126.51      | 29.81     |
| 37.50     | 122.82      | 30.12     |
| 40.00     | 119.44      | 30.41     |
| 42.50     | 116.34      | 30.70     |
| 45.00     | 113.49      | 30.96     |
| 47.50     | 110.84      | 31.22     |
| 50.00     | 108.38      | 31.47     |
| 52.50     | 106.08      | 31.70     |
| 55.00     | 103.92      | 31.93     |
| 57.50     | 101.90      | 32.15     |
| 60.00     | 100.00      | 32.37     |



$$I_t = \frac{8.733}{(\sqrt{t} + 0.987)}$$

手順 (連立方程式を解く)

1. ②式に、仮定する  $t$  (降雨継続時間) を入力
2. この  $t$  により求まる、降雨強度  $I_t$  を求める。
3. この  $I_t$  を①式に入力
4. ①式で、求められる  $T_p$  を算出
5. これを  $t = t_p$  となるまでを繰り返す

上記のように、この場合の洪水到達時間は、概ね30分で、その到達時間内平均降雨強度は135.1mm/hr

## 3. 短時間降雨強度式と洪水量算定

### 3.9 洪水量の算定

洪水流量は、以上に示した、流域における洪水到達時間とその洪水到達時に生じる平均有効降雨強度を用い、合理式により算出します。

$$Q = 1 / 3.6 \times re \times A$$

Q ; 流入流量 (m<sup>3</sup>/sec)

re ; 洪水到達時間内平均有効降雨強度 (mm/hr)

(流出率はすでに含まれた有効降雨強度になっています。)

A ; 流域面積 (km<sup>2</sup> )

**さて、最近の降雨データを用いた洪水量算出のプロセスは示しましたが、最近の降雨形態はどうなっているのでしょうか？**

## 4. 短時間降雨形態の変化

最近の豪雨災害があると、  
「今までに経験したことがない・・・」  
というインタビューを多く聞きます。  
本当に、降雨形態は変化しているのでしょうか。  
そこで、人の記憶の「今」と「昔」を  
**1960年～1989年（昔）と1990年～2019年（今）**  
の2つに分けて

22

**本当に気象環境が変化したのか  
調べてみました。**

**もし、そうであるならその状態を示した洪水量  
算定の再検証が必要かもしれません。**

## 4. 短時間降雨形態の変化

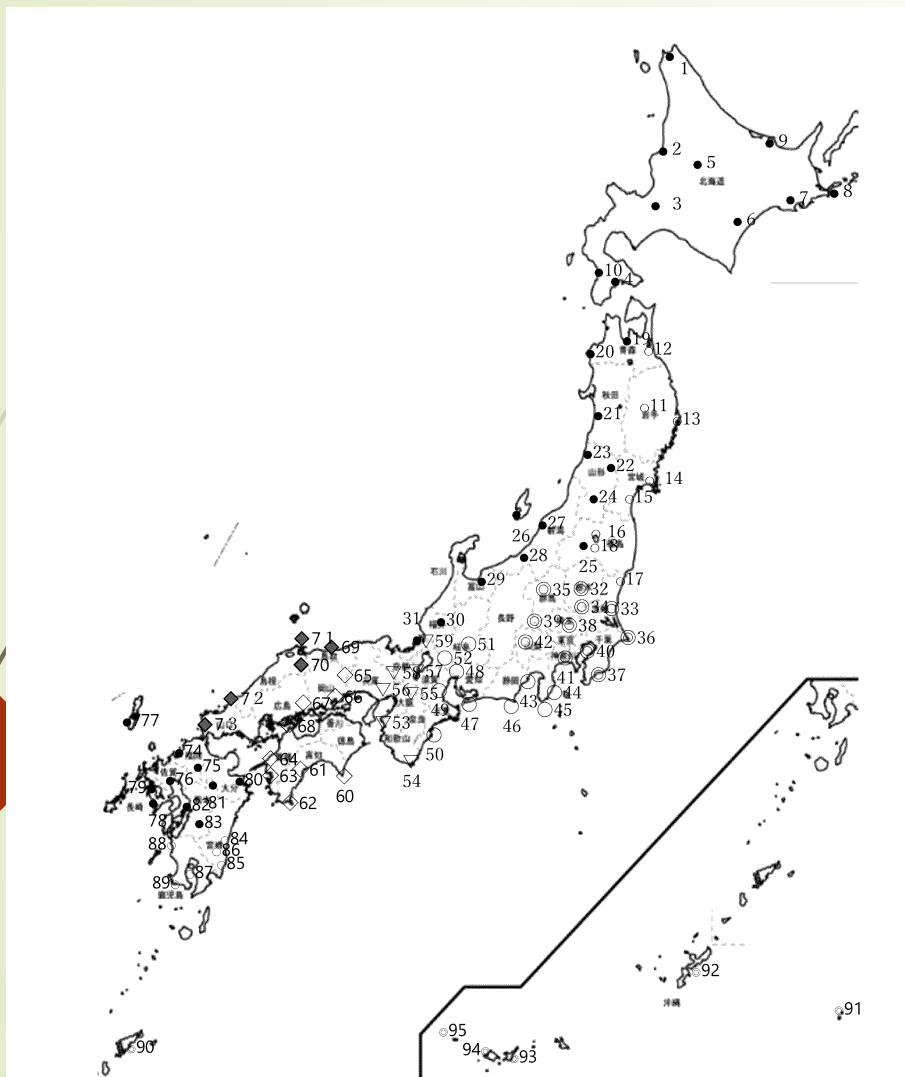


表-1 解析対象とした気象観測所

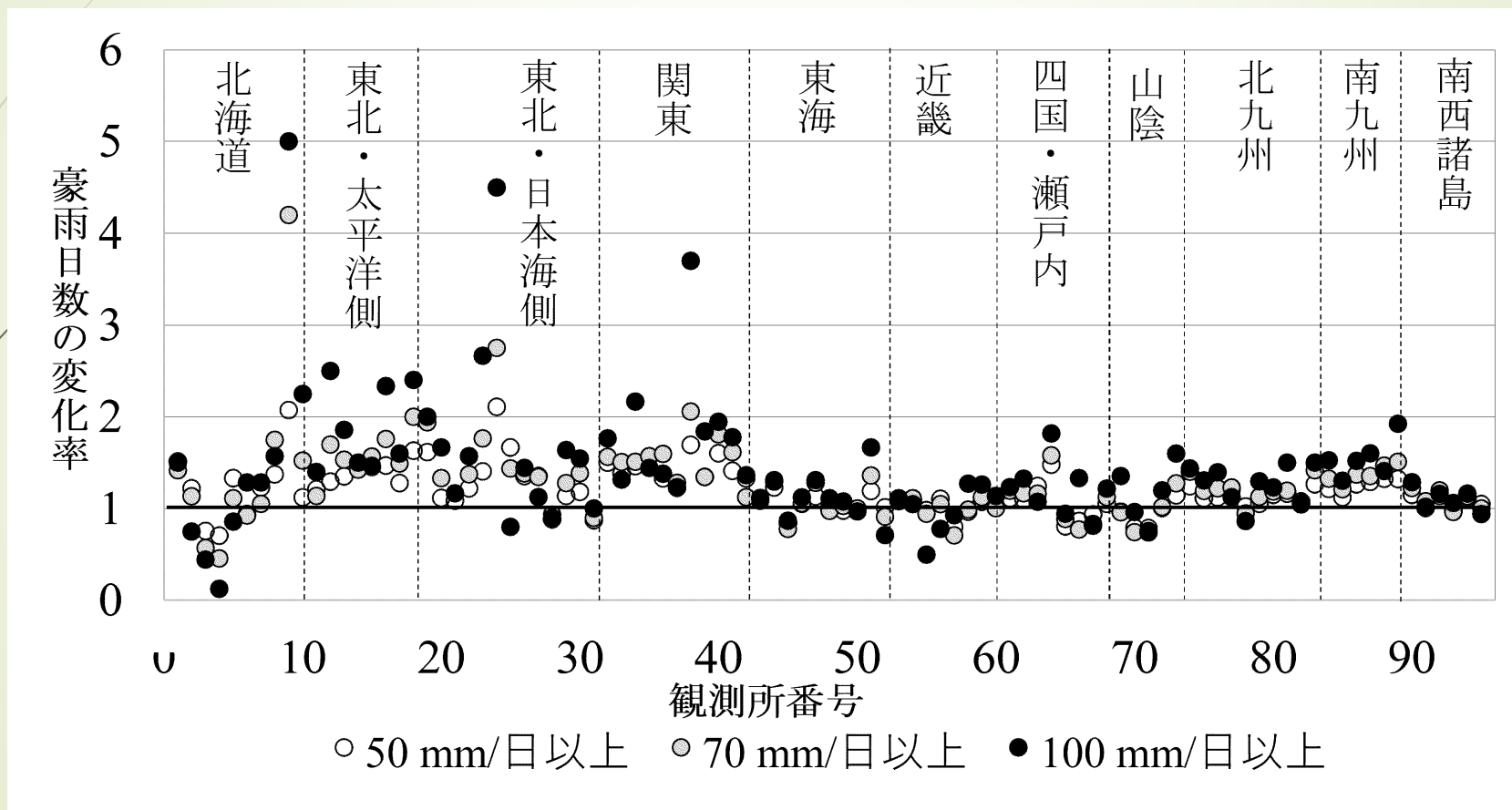
| ブロック名        | 地点数 | 気象観測所と気象観測所番号                                                                          |
|--------------|-----|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 北海道          | 10  | 1 稚内 2 留萌 3 札幌 4 函館 5 旭川<br>6 帯広 7 釧路 8 根室 9 網走 10 江刺                                  |
| 東北<br>(太平洋側) | 8   | 11 盛岡 12 八戸 13 宮古 14 石巻<br>15 仙台 16 福島 17 小名浜 18 白川                                    |
| 東北<br>(日本海側) | 13  | 19 青森 20 深浦 21 秋田 22 新庄<br>23 酒田 24 山形 25 若松 26 相川<br>27 新潟 28 高田 29 富山 30 福井<br>31 敦賀 |
| 関東           | 11  | 32 宇都宮 33 水戸 34 つくば 35 前橋<br>36 銚子 37 勝浦 38 熊谷 39 秩父<br>40 東京 41 横浜 42 甲府              |
| 東海           | 10  | 43 静岡 44 網代 45 石廊崎 46 御前崎<br>47 伊良湖 48 名古屋 49 津 50 尾鷲<br>51 高山 52 岐阜                   |
| 近畿           | 7   | 53 和歌山 54 潮岬 55 奈良 56 大阪<br>57 彦根 58 京都 59 舞鶴                                          |
| 四国・瀬戸内       | 9   | 60 室戸岬 61 高知 62 土佐清水<br>63 宇和島 64 松山 65 津山 66 岡山<br>67 福山 68 広島                        |
| 山陰           | 5   | 69 鳥取 70 米子 71 境 72 萩 73 下関                                                            |
| 九州北部         | 10  | 74 福岡 75 飯塚 76 佐賀 77 厳原<br>78 長崎 79 佐世保 80 大分 81 日田<br>82 熊本 83 人吉                     |
| 九州南部         | 6   | 84 宮崎 85 油津 86 都城 87 鹿児島<br>88 阿久根 89 枕崎                                               |
| 南西諸島         | 6   | 90 名瀬 91 南大東 92 那覇 93 宮古島<br>94 石垣 95 与那国                                              |

注)「東北（日本海側）」ブロックには、青森県と北陸地方が含まれている。

検討したのは、全国95か所の気象台記録です。データはネットからダウンロードしました。

## 4. 短時間降雨形態の変化

### 4.1 豪雨日数の変化

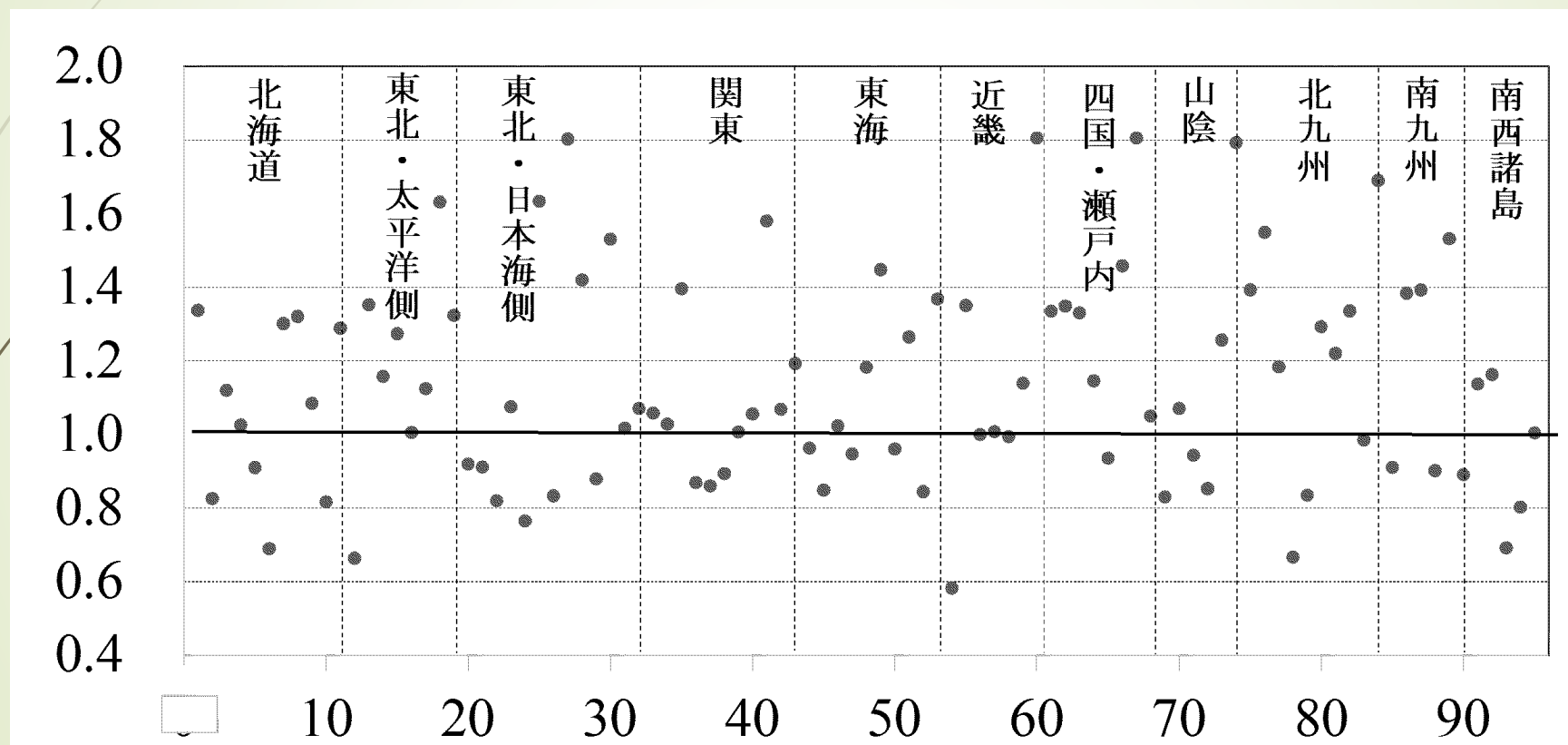


50mm 70 mm 100mm 以上の降雨日数は、関東以北増加していることが分かります。

## 4. 短時間降雨形態の変化

### 4.2 最大時間雨量の変化率

昔（1960年～1989年）と今（1990年～2019年）の比率

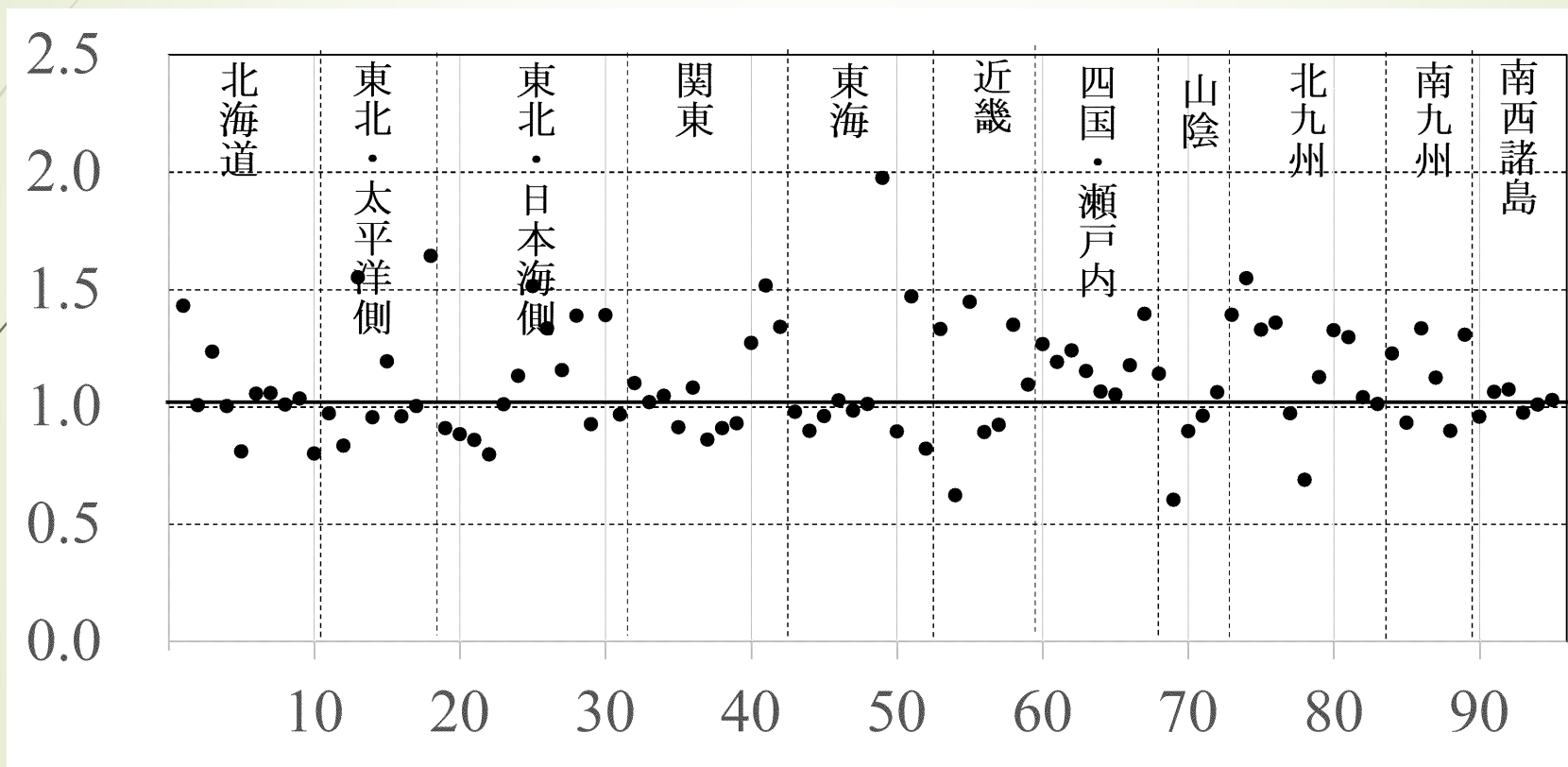


最大時間雨量の変化率は、全国で大きく上回っている箇所がみられます。

## 4. 短時間降雨形態の変化

### 4.3 100年確率時間雨量の変化

昔（1960年～1989年）と今（1990年～2019年）の比率



100年確率時間雨量も昔に比べると、多くの観測地点で大きくなっていることが明らかです。

## 4. 短時間降雨形態の変化

### 4.4 特性係数の変化

時間雨量や10分間雨量の変化に伴う、特性係数 $\beta$ の変化（岐阜と高山をサンプルとして。）

10 分間と 1 時間確率雨量の変化と特性係数  $\beta^{10}$ （岐阜）

| 確率年   | 時間<br>雨量 | 10 分間<br>雨量 | $\beta^{10}$ | 時間<br>雨量 | 10 分間<br>雨量 | $\beta^{10}$ |
|-------|----------|-------------|--------------|----------|-------------|--------------|
|       | 期間       | 期間          | 期間           | 期間       | 期間          | 期間           |
|       | 1        | 1           | 1            | 2        | 2           | 2            |
| 1/10  | 70.0     | 25.6        | 2.19         | 60.1     | 24.0        | 2.40         |
| 1/20  | 80.5     | 28.3        | 2.11         | 68.0     | 26.6        | 2.35         |
| 1/50  | 94.2     | 31.5        | 2.01         | 78.5     | 29.9        | 2.29         |
| 1/100 | 104.8    | 33.8        | 1.94         | 86.7     | 32.3        | 2.24         |
| 1/200 | 115.4    | 36.1        | 1.88         | 95.0     | 34.6        | 2.19         |

10 分間と 1 時間確率雨量の変化と特性係数  $\beta^{10}$ （高山）

| 確率年   | 時間<br>雨量 | 10 分間<br>雨量 | $\beta^{10}$ | 時間<br>雨量 | 10 分<br>間<br>雨量 | $\beta^{10}$ |
|-------|----------|-------------|--------------|----------|-----------------|--------------|
|       | 期間       | 期間          | 期間           | 期間       | 期間              | 期間           |
|       | 1        | 1           | 1            | 2        | 2               | 2            |
| 1/10  | 41.7     | 18.3        | 2.63         | 52.7     | 19.8            | 2.25         |
| 1/20  | 45.4     | 20.4        | 2.70         | 59.3     | 22.1            | 2.24         |
| 1/50  | 49.8     | 23.0        | 2.77         | 67.7     | 25.0            | 2.22         |
| 1/100 | 52.8     | 25.0        | 2.84         | 73.8     | 27.2            | 2.21         |
| 1/200 | 55.7     | 27.0        | 2.91         | 80.0     | 29.4            | 2.21         |

1. 岐阜では確率時間雨量は減少し、 $\beta$ も100年確率では1.94から2.19に変化

2. 高山では確率時間雨量が増加し、 $\beta$ は100年確率で2.84から2.21に変化

3.  $\beta$ の変化はいずれも確率10分間雨量の変化はあまりないが、時間雨量が変化したことが要因となっている。

## 4. 短時間降雨形態の変化

### 4.5 まとめ

30年を区切りとして、昔（1960年～1989年）に比べると、今（1990年～2019年）の降雨形態は、

まとめ1 日雨量について、関東以北で大きな降雨が発生しやすくなっている。

まとめ2 最大時間雨量も、多くの地点で大きくなっており、大きな豪雨災害は、どこでも起きる可能性がある。

まとめ3 **最近の30年と過去30年に比べ100年確率時間雨量は多くの地点で増加していて、降雨強度式自体が変化している。**

まとめ4 30年以上前に算定されている設計洪水量は、洪水吐の能力不足の可能性が生じる場合もある。

まとめ5 **洪水量予測は、新しいデータでの検証が必要。**

## 5. どのようにため池を守るか その1 洪水量

このように、最近の降雨形態は変化していて数値的にも明らかです。

これに対応するには、様々な検証作業が必要ですが、防災重点ため池でも5,000あまり、全国のため池総数は15万に上ります。

これらのため池で、まだ詳細な照査作業ができていない地区で、洪水量をどのように把握するか、不足する洪水吐能力に対し、少しでも被害を防ぐにはどうするか、現場で対応できそうな手法を紹介します。

# 5. どのようにため池を守るか その1 洪水量

## 5.1 洪水量が分からない場合の概算値

(正確には、降雨解析等が必要です)

まだ、豪雨対策照査が行われていないため池では、下記の参考概算式でため池洪水量を想定してみて現況能力との乖離が大きい場合は、何らかの対策が必要となります。

$$\text{ため池設計洪水量概算値} \quad Q = 0.4 A \quad (\text{m}^3/\text{sec})$$

30

ここに  $Q$  : ため池洪水量 ( $\text{m}^3/\text{sec}$ )  $A$  : 流域面積 (**ha**)

( \* 有効降雨強度 100mm/hr 流出率 : 0.8 を想定 )

$$(Q = 1/3.6 \times 100 \text{ mm/hr} \times 1 \text{ ha} / 1 \text{ km}^2 \times 1.2 (200 \text{ 年確率}) \times 1.2 (\text{フィル}))$$

## 6. どのようにため池を守るか その2 防災対策

### 6.1 洪水量流下能力が分からない場合の防災対策

(正確には、洪水調節解析等が必要です)

まだ、豪雨対策照査が行われていないため池では、洪水吐の放流能力不足が不足する場合があります。その場合、下のように、**設計洪水量が1時間流入した場合の流入量分に対し、あらかじめ $\Delta h$  m放流しておいては如何でしょうか。**

$$V = 1,440 A \quad (\text{m}^3)$$

洪水前の水位降下量概算値  $\Delta h = V / S \times \alpha \quad (\text{m})$

ここに  $V$  : 洪水調節のためのための先行放流量 ( $\text{m}^3$ )

$A$  : 流域面積 ( $\text{ha}$ )

$\Delta h$  : 水位降下量 ( $\text{m}$ )

$S$  : 貯水池面積 ( $\text{m}^2$ )

$\alpha$  : 満水面下の面積減少率 (1.05~1.2)

$$(V = Q \times 3,600 \text{ sec} = 0.4 A \times 3,600)$$

## 7. どのようにため池を守るか その3 洪水吐放流機能

### 7.1 水路流入式の洪水吐放流能力

洪水を安全に放流するには、堰の幅(B)が重要です。

以下は、主として小さな洪水量を対象とした簡易な判定を行うための資料です。  
参考として活用して下さい

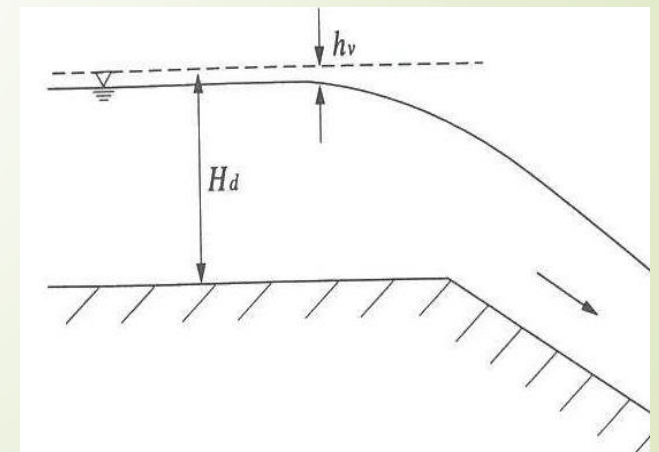
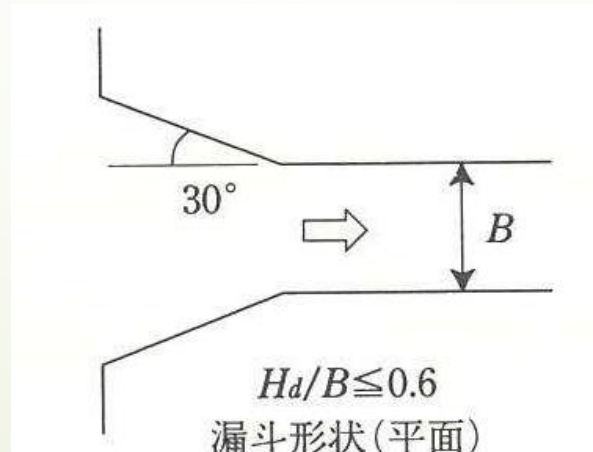
タイプ1：水路流入式

$$Q = 1.704 \times C \times B \times H_d^{3/2}$$

Q；洪水量

C；流入部形状で決まる係数 漏斗状；0.88 直線 0.82

H<sub>d</sub>；越流水頭



# 7. どのようにため池を守るか その3 洪水吐越流機能

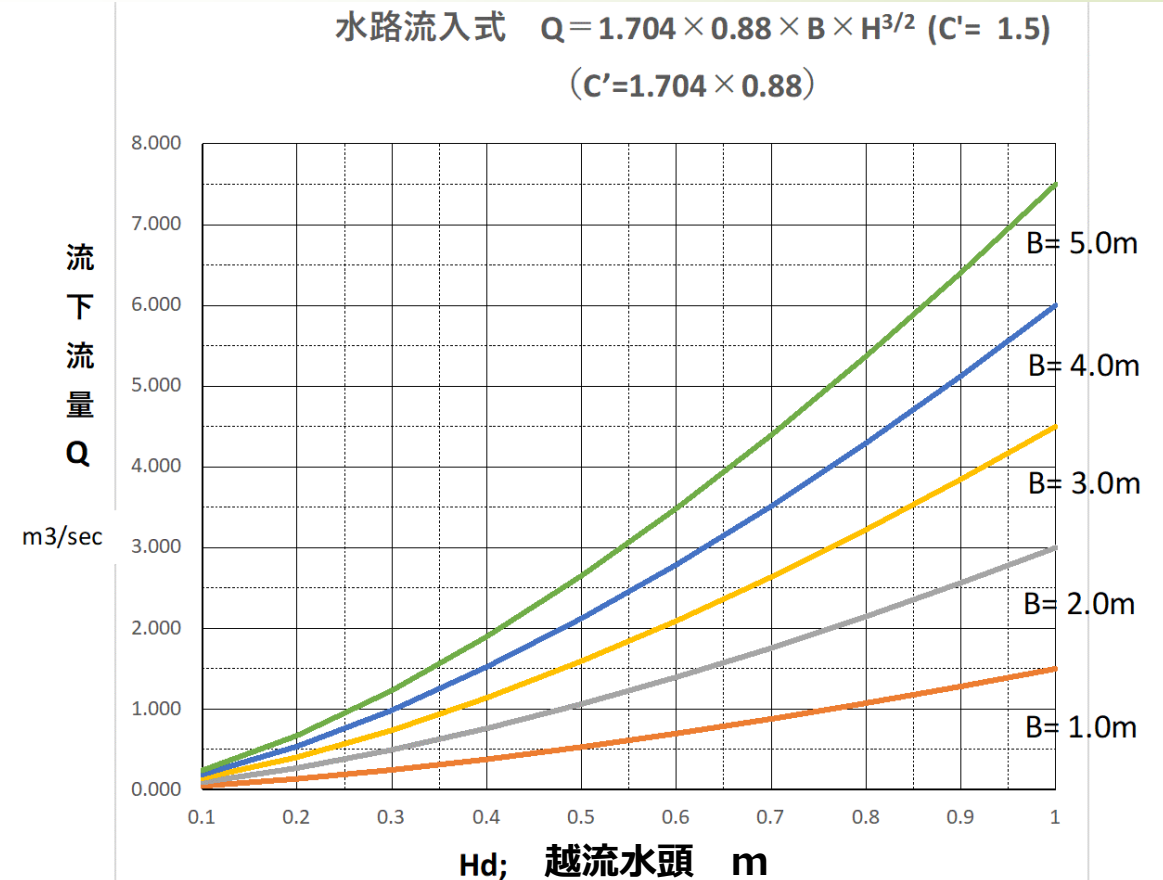
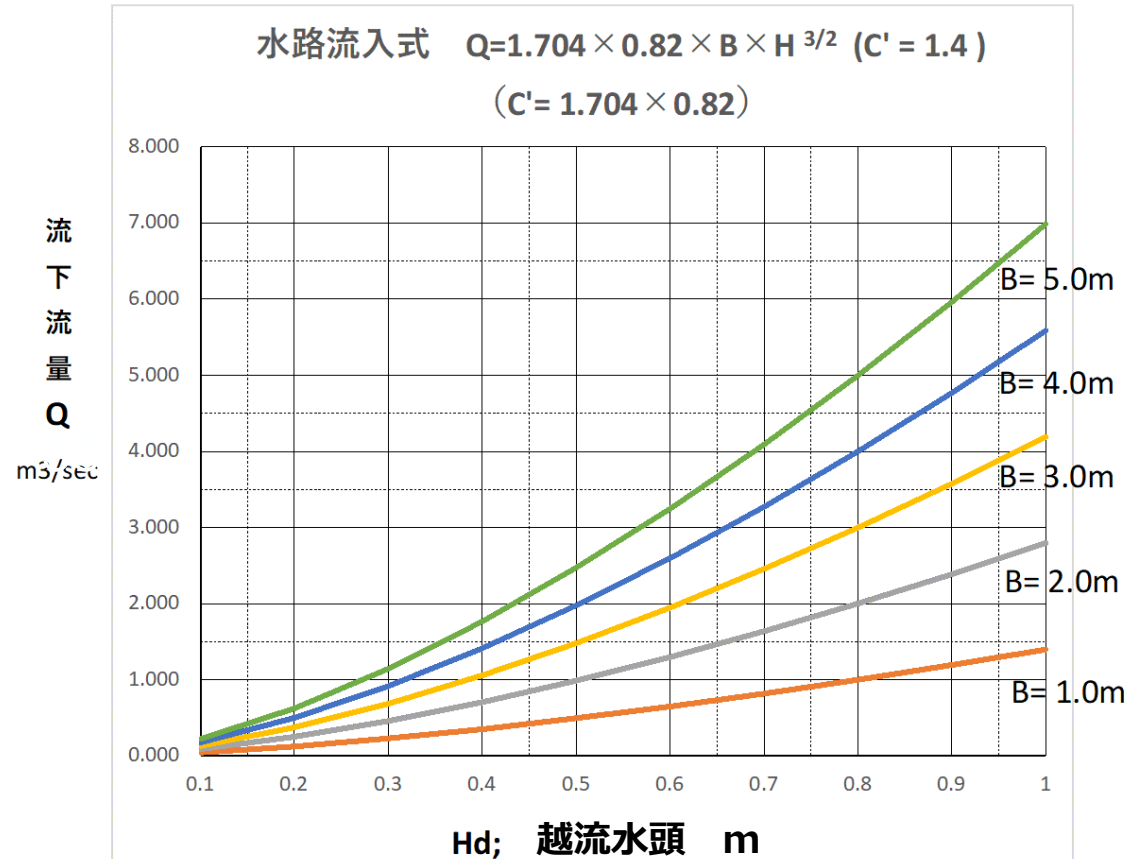
## タイプ1：水路流入式

$$Q = 1.704 \times C \times B \times H_d^{3/2}$$

Q；洪水量

C；流入部形状で決まる係数 漏斗状；0.88 直線 0.82

Hd；越流水頭



## 7. どのようにため池を守るか その3 洪水吐越流機能

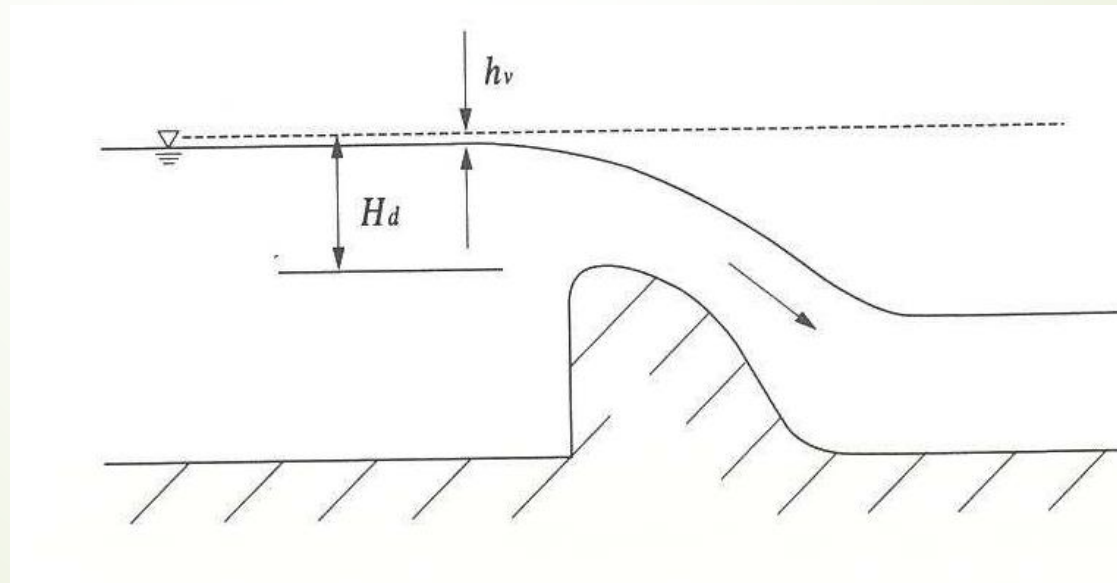
タイプ2：越流堰タイプ

$$Q = C_d \times B \times H_d^{3/2}$$

$Q$  ; 洪水量

$C_d$  ; 堰形状で決まる係数 1.7 台形堰 1.8 円弧堰 2.0

$H_d$  ; 越流水頭



農業用ため池は、わが国の食料供給に大きな役割を果たしてきました。今は、営農者の減少に伴い、その管理も厳しくなっています。しかし、どんな時代になっても食を支える、重要な水源であることに変化はありません。

ご清聴ありがとうございました