洪水豫報 技術 및 防災

Flood Forecasting Technique and Disaster Prevention

金 始 源
Kim, Shi Won

1. 序 言

洪水豫報는 降雨量과 그밖의 氣象學的 條件 또는 河川의 上流部의 水位等의 水文學的 條件을 基礎로, 河川의 下流部의 水位 혹은 流量을 推測하여 洪水의 有無程度를 豫報하는 것임은 周知하는 바 거니와, 따라서 洪水豫報는 될 수 있는대로 正確하게 그리고 迅速히 一般 住民이나 防災에 從事하는 사람들에게 알려지지 않으면 안된다,

그러므로 洪水豫報를 하기 위하여는 氣象學·水文學·統計學·河川工學·情報工學·電氣通信工學 等 廣範圍한 知識과 技術의 應用을 必要로 한다.

2. 洪水豫報의 現況

가. 洪水豫報의 必要性

우리나라의 治水事業은 近間 많은 豫算을 投入하여 計劃的인 努力이 傾注되고 있기는 하나, 아직도 滿足할만한 水準에 이르지 못하여 各 河川의 狀況은 매우 不完全한 狀態에 있다고 할 수 있다. 따라서 이러한 河川地域에 居住하고 있는 住民들은 洪水를 당하게 되면 生命과 財產을 保全하기 위하여 避難하거나 그밖의 措置를 취하지 않으면 안되게 되며, 따라서 이러한 사람들에게 洪水豫報는 必要 不可缺한 重大事가 아닐 수 없는 것이다.

또, 治水計劃이 아무리 잘 되어 있다고 하여도 그것은 洪水에 對하여 絕對의 安全性을 保證하는 것이 될 수 없음은 물론이다.

오늘날의 基準으로는, 一級河川은 그 重要度에 따라 200~100年確率洪水, 二級河川은 50年確率洪水 程度를 計劃의 對象으로 하여 治水計劃을 세우는 것이 通常이다. 따라서, 計劃의 對象이 된 規模보다 큰 洪水가 發生하면 堤防은 破壞되고 河川의 氾濫으로 水害를 招來하게 되는 것이다. 이러한 경우에 計劃規模를 벗어난 洪水라고 해서 袖手傍觀할 수는 없을 것이며 最少限 人命의 損失만이라도 막을 수 있도록 住民을 避難시킬 것을 考慮하지 않으면 안된다.

47年만에 처음 보는 稀有의 大災害라고 불리운 1972年 8月의 中部地方 一帶를 强打한 集中暴雨에 의한 被害를 契機로 하여 洪水豫報에 對한 必要性이 加一層 重要視되고 있음은 當然之事라 아니할 수 없다.

洪水豫報는 治水事業이 充分히 實施되고 있지 못한 곳에서는 勿論, 充分히 實施되고 있는 곳에서도 必要한 것임은 上述한 바거니와, 治水가 늦어지고 있는 곳에서는 그 代替事業으로 洪水豫報를 採擇하는 일조차 볼 수 있다. 이것은 財政上의 理由로 治水投資가 不充分한 東南亞의 開發途上國家에서 흔히 볼 수 있는 現象이다.

나. 洪水豫報의 法制

우리나라의 洪水豫防에 關한 基本法規는 風水害對策法(1967年 2月 28日 法律第1894號)이다.

이 法 第3條에는 「國家는 國土建設綜合計劃法에 의한 國土建設綜合計劃과의 調整下에 防災에 관한 基本計劃을 樹立하고 이를 實施하여야 한다」고 되어 있으

本會理事·建國大學校敎務處長·農博

며, 同法 第6條에는 「中央行政機關의 長은 防災基本計劃에 따라 大統領令이 정하는 바에 의하여 그 所管業務에 관한 防災業務計劃을 작성하여야 한다」, 同法 第8條에는 「道知事는 道 地方災害對策委員會의 審議를 거쳐 防災基本計劃과 中央行政機關의 防災業務計劃에따라 管轄區域안의 防災計劃을 작성하여 建設部長官의 承認을 얻어야 한다」고 되어 있으며, 同法 第9條에 地域防災計劃事項으로서 「2. 災害에 관한 豫報·警報·避難·水防·救助·衛生 기타 災害應急對策에 관한 事項」이 包含되도록 規定되어 있다.

또한 同法 第27條에는 「① 災害가 발생할 우려가 있는 異常한 自然現象 또는 기타의 事實을 發見한 者는 지체없이 그 뜻을 區·市·郡의 長 또는 警察官이나 기타 관계 行政機關에게 通報하여야 한다. ② 前項의 規定에 의한 通報를 받은 警察官이나 기타 관계 行政機關은 지체없이 이를 區·市·郡의 長에게 通報하여야 한다. ③ 區·市·郡의 長이 前2項의 規定에 의한 通報를 받았거나 災害가 발생할 우려가 있다고 인정할 때에는 地域防災計劃이 정하는 바에 의하여 河川管理廳·觀象臺 기타 관계 機關에 이를 通報하여야 하며, 필요한 때에는 관계 地域안의 住民에게 이를 通知하여야 한다.

以上의 條文은 洪水豫報 및 水防警報等에 관한 基本的 事項을 定한 것이다.

洪水豫報는 一般住民의 洪水에 대한 準備나 避難을 위한 것뿐 아니라, 댐等의 施設의 操作에 있어서도 重要한 것이며, 또한 水防警報는 水防團等의 準備나 出動에 있어 重要한 것이므로, 그 通報의 方法이나 傳達經路等에 관하여는 事前에 充分히 調整해 둘 필요가 있다.

다. 洪水豫報의 方法

現在 一般的으로 洪水豫報를 위하여 實用되고 있는 方法에는 다음과 같은 것들이 있다.

1) 上流地域의 降雨量으로 下流地點의 水位를 推定하는 方法.

2) 上下流 2地點間의 水位相關에 의한 方法.

3) 貯留法에 의한 方法

4) 上流域의 流出量을 單位圖를 使用해서 算出하여, 이것을 簡單化한 不定流의 基礎方程式과 連續式으로써 追跡하는 方法.

5) 嚴密한 不定流의 基礎方程式과 連續式으로써 追跡을 하는 方法.

6) co-axial relation圖(共軸相關圖)를 使用하는 方法이 있다.

以上과 같은 方法은 반드시 그 어느 한가지만을 使用하는 것이 아니라, 洪水豫報의 各段階에 相應하게 單純한 方法에서부터 複雜한 方法에 이르기 까지 適切하게 取捨撰擇하여 使用되고 있는 實情이다.

라. 洪水豫報의 施設

洪水豫報의 施設로는,

1) 雨量計

2) 水位計

3) 情報傳達裝置

4) Data 處理裝置

가 必要하다.

過去에는 普通雨量計와 電話 또는 電報의 連結로 降雨 Data가 關係機關에 送達되었으나, 오늘날에 와서는 거의 전부가 自己雨量計와 VHF 또는 UHF 帶의 電波를 利用하는 telemeter로 代替되고 있다.

情報傳達裝置로서는 上述한 telemeter와 指令 기타를 傳達하기 위한 通信回線이 있다.

Data處理裝置로는 大型電子計算機가 널리 導入되기 시작하였다. 그러나 한편 많은 河川에서는 monogram과 卓上電子計算機의 組合 程度의 system으로 洪水豫報의 實務가 行해지고 있다. 왜냐 하면 大型 電子計算機는 機能面에선 問題가 없으나 維持費가 많이 들고 洪水期 以外의 時期의 利用方法을 갖지 못하면 쉽게 採擇할 수 없기 때문이다.

3. 洪水豫報의 歷史

가. 洪水豫報의 始初

洪水豫報를 단순히 洪水가 發生할 것 같다는 豫想을 미리 說明하는 뜻으로 생각한다면, 그 始初는 아마도 古代에 까지 거슬러 올라가게 될 것이다. 그러나 그것을 水位 또는 流量으로 表示하는 것으로 解釋한다면 France의 M. Belgrand가 Seine江의 1876年度 洪水 · 3日前에 豫報하여 1cm의 誤差로 맞힌 것을 그 嚆矢라 말하고 있다.

우리나라에 있어서는 별로 進步를 볼 수 없었으나 1926年 漢江에 있어서 洪水豫報를 實用化하기 위한 體制를 마련한 것이 그 始初라고 하겠다.

1920年 南部地方에 大洪水가 發生하여 漢江도 氾濫해서 서울一帶에도 큰 被害가 있었으며, 特히 交通의 中樞이던 龍山驛이 浸水된 것이 當局에 큰 衝擊을 주어, 洪水豫報의 必要性이 提唱되게 되었다. 그리하여 鐵道·警察·土木等의 關係者가 協議하여 서울까지의 洪水到達에 約 12時間을 要하는 漢江上流 北漢江의 驪州 및 南漢江의 加平의 두 量水標의 水位를 3時間마

다 電報로 알려줌으로써 洪水豫報를 實施하도록 정해졌다.

그 結果는 매우 良好하여 繼續해서 發生한 1925年의 洪水에 있어서도 相當한 効果를 걷운 것 같다.

1921年에는 訓令으로서 「漢江 增水報告 通報規程」이 制定되고, 1926年에는 「漢江 洪水豫報 雨量觀測 및 報告規程」이 定해졌던 바, 이러한 事實들은 當時에 이미 洪水豫報가 日常業務로서 施行되고 있었다는 것을 나타내고 있어 그 先進性에 驚嘆을 禁할 수 없다.

다음 〔그림 —1〕은 加平의 水位와 驪州의 水位로부터 서울市內의 人道橋 水位를 計算하기 위한 圖表이며 〔그림 —2〕는 人道橋 水位에 의하여 舊龍山의 水位를 求하기 위한 것이다.

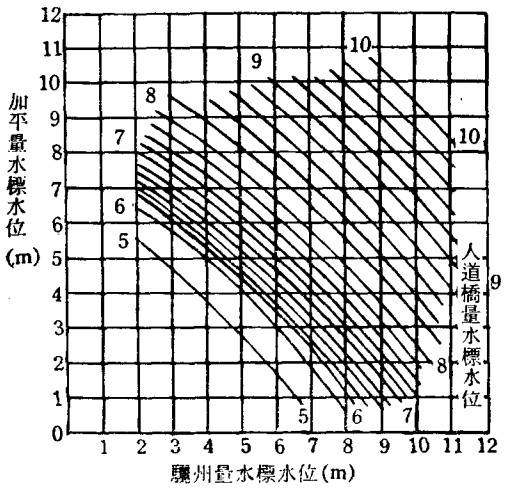

그림 1. 驪州水位와 加平水位로부터 人道橋水位를 求하는 圖

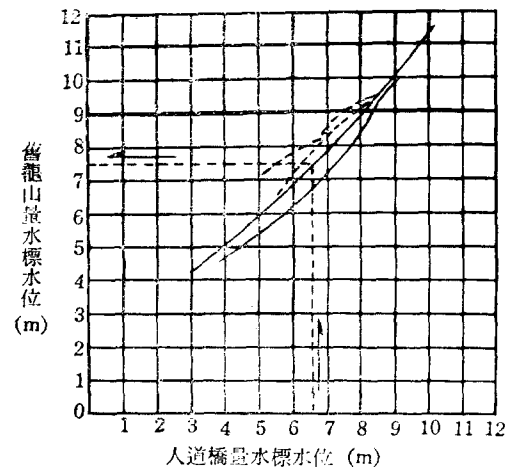

그림 2. 人道橋水位로부터 舊龍山水位를 求하는 圖表

나. 流出計算法의 發展

1950年代에 들어서면서 Sherman의 Unitgraph의 應用이라든가 美國의 Ohio江에서 開發되었다는 洪水追跡法의 硏究로부터 시작하여 여러가지 새로운 方法이 提案되어 流出計算法의 全盛時代를 이루게 되었다.

降雨에서 流出을 計算하는 方法으로, 各種 Unitgraph에 관한 硏究와 貯留法에 基礎를 두는 計算法의 硏究가 續續 發表되는 한편, 河道內에 있어서의 洪水의 傳播를 되도록 忠實히 풀어 보려는 硏究가 많은 사람들에 의해 繼續되어 왔다.

洪水流의 基本式은, 通常 不定流의 基本式이라 불리우며, 다음의 運動方程式 및 連續式으로 構成되어 있다.

$$V_t + VV_x + gyx + E = 0$$

$$vxy + vyx + yt = 0$$

여기서

x : 河道에 沿해서 測定한 距離

t : 時刻

v : 流速

y : 水深

g : 重力의 加速度

E : 單位의 質量에 미치는 外力 즉,

$E = -gs + {}_eS_t$ S=一定

S : 水路勾配

Sf : 磨擦勾配

Vt : $\partial v/\partial t$, 즉 流速의 時間的 變化

V_x : $\partial v/\partial x$, 즉 流速의 距離的 變化

y_x : $\partial y/\partial x$, 즉 水深의 距離的 變化

y_t : $\partial y/\partial t$, 즉 水深의 時間的 變化

다. 電子計算機의 導入

洪水의 追跡計算을 機械的으로 行하려고 試圖한 것은 Applied Hydrology에 의하면 1940年에 美國 工兵隊에서 시작되었다고 한다.

이것은 5個의 드럼통과 2個의 모—터로 된 器械로서 流入量과 댐 水門의 操作値를 주면, 貯水池의 水位와 放流量이 記錄紙上에 그려지게 되어 있다. 또한 美國氣象局에서는 電氣의 흐름과 물의 흐름의 相似에서 所謂 Direct-analogue型의 洪水追跡器를 만들고 있으나 基本式으로서는 貯留法을 쓰고 있다.

日本에 에서도 1956年 淀川에 있어서의 Direct-analogue型 追跡器의 作成에 이어 Indirect-analogue型 즉 analogue型의 電子計算機를 洪水追跡의 計算에 使用하는 tyhe의 北上川의 洪水 simulator이다. 이 simulator

는 analogue型인 까닭에 計算速度가 매우 빨라서 實際時間의 3,600分의 1의 時間으로 計算이 完了하므로, 洪水豫報에 直接 使用할 수 있다.

北上川의 洪水 simulator의 出現後 河川技術者의 目標가 된 것은, 洪水流의 基本式을 單純化하지 않고 直接 積分하는 것이었다. 美國에서는 1954年에 J.J. Stoker에 의해서 Ohio江의 洪水 計算에 使用되었다. 그는 河道를 5哩씩의 區間으로 나누어 計算時間 Δt를 0.8時間으로 하여 Ohio江의 延長 400哩의 區間의 6日間에 걸친 計算을 했는데 UNIVAC을 使用한 計算의 所要時間은 3時間이었다고 한다.

4. 洪水豫報의 手法

가. 豫報의 精確度와 豫報의 效果

洪水豫報는 그 뒤를 이어 發生하는 實際의 洪水에 의하여 그 正確度를 嚴密히 判定받는 宿命을 지니고 있다. 그런 뜻에서 洪水豫報의 擔當者는 매우 嚴格한 條件下에 있다고 하겠다.

洪水豫報의 目的은, 그 豫報에 따라 一般住民이나 水防關係者들이 必要한 對策을 取하도록 함에 있다. 그러므로 洪水가 發生하리라는 豫報가 빗나가 헛수고를 하게 만들거나, 또는 洪水는 없으리라던 豫報가 틀려서 불의의 災害를 당하는 일이 있다면 많은 非難을 받게 될 것이다. 따라서 豫報의 方法에 들어가기 前에 洪水豫報가 實用的인 價値를 지니기 위해서는 어느 程度의 正確度를 要하는가를 檢討하고, 이어서 一般的인 水文學的 豫報의 方法에 期待할 수 있는 正確度에 對해서 言及하기로 한다.

먼저, 必要한 用語를 定義하면,

豫報的中率 P : 豫報가 的中의는 比率.
1−P는 不的中率이 됨.

豫報의 絕對利得 G_0 : 豫報에 의하여 對策을 講究함으로써 얻어지는 利得

豫報의 相對利得 G : 豫報에 의하여 對策을 講究함으로써 對策을 講究하지 않을 경우보다 많이 얻게되는 利得.

豫報 尊重率 q : 豫報를 받고 對策을 講究하는 者의 比率 $1-q$는 豫報無視率이 된다.

豫報의 社會的 利得 G_s : 豫報를 行함으로써 그 社會가 얻는 利得.

洪水損失 L : 洪水에 의한 損失

對策後 洪水損失 l : 對策을 取해도 避할 수 없는 損失. 通常 $L \gg l$.

對策費用 E : 對策을 取하기 위해 必要한 經費.
通常 $L \gg E$.

이제, 豫報의 絕對利得 G_0를 求하여 보자. 이 때에 豫報가 的中하는 경우와 的中하지 않는 경우를 생각할 수 있다.

的中한 경우의 利得은 定義에서,

$$L-(l+E)$$

로 얻어진다. 단, 豫報의 的中率은 P이므로 豫報의 期待利得은,

$$P\{L-(l+E)\}$$

가 된다.

다음에, 豫報가 的中하지 않을 때의 損失은 虛費한 對策費 E이므로, 같은 方法으로 期待損失은,

$$(1-P)E$$

로 얻을 수 있다.

豫報의 絕對利得 G_0는 이 두 경우의 合이므로,

$$G_0=P\{L-(l+E)\}-(1-P)E \quad \cdots\cdots(1)$$

이 된다.

G_0가 正이 되기 위한 條件, 즉 豫報에 의해 對策을 取하는 것이 참된 利益이 되기 위한 條件은 $G_0>0$로 놓으므로서 求할 수 있다. 結果를 的中率 P에 대해서 整理하면,

$$P>\frac{E}{L-l} \quad \cdots\cdots(2)$$

를 얻을 수 있다.

같은 要領으로 豫報의 相對利得 G를 求해 본다.

G는 G_0로부터 豫報에 따라 對策을 取하지 않은 사람이 얻는 利得을 뺀 것이다. 즉,

$$\begin{aligned} G&=G_0-\{-PL+(1-P)E\} \\ &=P\{L-(l+E)\}-(1-P)E+PL-(1-P)E \\ &=P\{2L-(l+E)\}-2(1-P)E \quad \cdots\cdots(3) \end{aligned}$$

G가 正인 條件은, $G>0$로 놓았을 때

$$P>\frac{2E}{2L-l+E} \quad \cdots\cdots(4)$$

가 된다.

(2)式 및 (3)式에 있어서 $L \gg l$ 또는 $L \gg l+E$라고 놓으면, 近似式으로

$$P>\frac{E}{L} \quad \cdots\cdots(5)$$

를 얻을 수 있다.

(5)式은 豫報利得 G_0 또는 G가 正이 되기에 必要한 洪水損失 L 및 對策費用 E와 豫報 的中率 P와의 關係를 나타내는 式이다. 當然한 일이지만 E/L이 작으면 的中率 P는 작아도 豫報利得은 正이 되어, 通常의 경우 的中率이 相當히 나빠도 豫報利得이 있는 것을 알 수 있다.

다음에 豫報의 社會的 利得 G_s를 求해 본다. 定義에서,

$$G_s=_eG_0+(1-q)G_0' \quad \cdots\cdots(6)$$

여기서 G_0'는 豫報가 있었음에도 불구하고 對策을 講究하지 않은 者가 얻는 利得으로서,

$$G_0'=-PL+(1-P)E \quad \cdots\cdots(7)$$

로 주어진다. (1)式을 變形하면,

$$G_0=P(L-l)-E(L-l)-E$$

를 얻게 되며, (7)式에서

$$G_0'=-P(L+E)+E$$

를 얻게 된다. 이 두 式을 比較하면, P의 係數가 다르기는 하나,

$$G_0\fallingdotseq-G_0' \quad \cdots\cdots(8)$$

라고 近似的으로 놓아도 괜찮을 것이다. 그러면 G_s는

$$\begin{aligned}G_s&=qG_0+(1-q)G_0'\\&=qG_0-(1-q)G_0\\&=G_0(2q-1)\end{aligned} \quad \cdots\cdots(9)$$

이 되어, $G_s>0$이면

$$q>\frac{1}{2} \quad \cdots\cdots(10)$$

이 社會的 利得 G_s가 正이 되는 條件이 된다.

以上의 結果에 의하면, 豫報의 的中率 P보다도 豫報의 尊重率 q의 向上을 꾀하는 것이 社會 全體로서는 重要하다는 것을 알 수 있다.

나. 豫報 精確度의 評價

洪水豫報의 精確度에 關係되는 要素는 매우 많으나, 通常 流出計算의 精確度와 水位~流量曲線에서 얻어진 流量의 精確度를 主로 따지게 된다.

그런데 어떠한 方法을 使用하는 것이든지, 流出計算은 잘 맞지 않는 법이다. 流出解析의 業務에 從事한 經驗이 있는 이는 쉽사리 肯定하리라 믿는다. 그러나 한편 도리켜 보면, 무엇을 가지고 맞는다 안맞는다 하는지 確實한 基準이 없는 것도 또한 事實이다.

WHO(世界氣象機構)는, 1965年에 Guide to Hydrometeovological Practices의 初版을 發行하고 있는바, 그 안에서 水文豫報値의 信賴區間의 決定法에 一節을 割愛하고 있다. 그리하여 基礎가 된 Data의 正確度 以上으로 豫報値의 精確度를 올리는 것은 不可能하므로 單純한 方法의 採用이 바람직하다 하여, 豫報値의 信賴限界를 다음의 式으로 計算할 것을 권장하고 있다.

$$Y_{1,2}=Y'\pm t(P)S_{y'_{-y}} \quad \cdots\cdots(1)$$

또는

$$Y_{1,2}=Y'\pm t(P)S \quad \cdots\cdots(2)$$

여기서

Y' : 豫報値의 期待値

S : 그 豫報方法의 標準誤差

$S_{r'_{-r}}$: 個個의 豫報値의 標準誤差

$t(P)$: 주어진 確率分布의 偏差値. 이 값을 얻으려면 Gauss의 分布 또는 t分布를 使用하면 된다.

個個의 豫報値의 標準誤差는 豫報의 方法으로서 線型相關式이 쓰여졌으면, 相關理論에 의하여 가령 2變數의 경우에 대하여는

$$S_{2^{r'-r}}=\frac{n}{n-2}\left\{1+\frac{1}{n}\left(1+\frac{\Delta x^2}{\sigma x^2}\right)\right\}S^2 \quad \cdots\cdots(3)$$

로 表示된다. 여기서,

S : 回歸式의 標準誤差

$\Delta x_1, x_2, \cdots\cdots, \Delta^x k$: 獨立變數의 平均値로부터의 偏差

n : Data數

σ_x : 獨立變數 x의 標準偏差

단, (3)式을 使用할 수 있는 것은 線型相關의 경우에 限定되어 있는 것에 注意하지 않으면 안된다. 또한, S가 매우 클 때에 幅넓은 信賴區間을 취하면, 推定値의 上下限이 過大 또는 過小하게 되어 意味가 없게 되므로, 信賴區間의 幅을 80%보다 크게 안하는 것이 좋다고 한다.

그러나 이러한 일은 理論的으로는 疑問이 없지 않으므로 嚴密하게는 다음에 規示하는 前提下에 信賴區間을 評價하여야 된다.

1) 特히 觀測 精確度에 差가 있는 경우를 除外하고, 觀測値 X_i, Y_i의 雙方 모두 참된 값 ξ_i, η_i와는 相異하다고 取扱하지 않으면 안된다. 즉 X_i, Y_i는

$$N(\xi_i, \sigma_{xi}^2) \qquad N(\eta_i, \sigma_{yi}^2)$$

의 分布를 갖는 偶然量의 하나의 實現値라고 생각하지 않으면 안된다.

2) 觀測値 X_i, Y_i에서 η_i의 推定値 y_i를 計算하는 式

$$y_i=F(x_i)$$

를 얻은 경우, 推定値 y_i는 η_i 그 自體는 아님을 認識하지 않으면 안된다.

3) $F(x_i)$가 barometer a, b, c, ……를 갖고 있는 경우에는 그것들 또한 統計量(偶然量)이어야 한다.

5. 洪水豫報의 展望

가. 治水計劃의 安全度

効果的인 洪水豫報가 行해지기 위하여는, 그 前提로서 훌륭한 治水計劃이 要望된다. 그리하여 洪水豫報에 從事하는 者는 그 河川의 治水計劃을 完全히 理解하는 同時에, 改修의 進展狀況이나 댐, 堤堰, 水門 等의 狀

況을 잘 把握해 둘 必要가 있다.

이와 같은 觀點에서 現在의 治水計劃이 어떠한 手法에 의해서 作成되는 가를 考察해 보기로 한다.

治水計劃의 根本은 計劃安全度를 어떻게 定하는가 하는데 있다고 말할 수 있다. 그래서 이 計劃安全度를 나타내는 指標로서 從前부터 널리 使用되는 것이 確率洪水이다.

여기, 100年洪水를 對象으로 計劃이 만들어지고 있다면, 平均100年間에 한번의 比率로 일어나는 程度의 크기의 洪水에 대해서는 그 計劃이 安全하다고 할 수 있다. 따라서 그 計劃에 立脚한 事業이 完全히 竣工되어 있으면, 그 河川이 洪水氾濫의 危機를 當할 機會는 平均 100年에 한번이다.

그런데 確率洪水의 計算에는 여러가지 方法이 使用되고 있어 어느 方法을 擇하느냐에 따라 結果가 크게 달라지는 등 實務者의 고민거리가 되고 있다.

또한, 이 確率的인 思考方式이 一般人들 눈에는 매우 理解하기 어려운 것으로 비쳐지는 것도 큰 缺點의 하나다. 가령, 어떤 降雨豫報가 있었을 때, 通常은 總降雨量과 洪水의 피—크流量과의 相關關係를 나타내는 曲線을 準備해 두었다가 그것으로 豫報된 降雨量에 對應하는 流量의 값을 읽을 수 있다. 그러나 이런 手段을 갖지 못하는 一般人들은 過去의 經驗에 의해 適當히 推測하는 수 밖에 없는 것이다.

最近, 같은 確率的인 思考를 基礎로 하면서도 確率降雨가 確率洪水 대신에 使用되게 된 理由의 하나는 이와 같이 一般人들에 대한 理解度의 難點을 避하기 위한 것에 있다. 治水計劃의 安全度가 降雨量一例를 들면 日雨量 또는 2日雨量으로 定해져 있다면, 〔그림—3〕에 나타난 바와 같이 그 雨量과 豫報된 降雨量을 比較하므로서 安全性 與否를 쉽게 豫想할 수 있다.

그러나, 降雨量과 洪水의 피—크流量이 1對1로 對應하는 것이 아니므로 結局 마찬가지가 아닌가 하는 疑問이 있을 수 있으므로 最近의 計劃作成의 實際를 살펴볼 필요가 있다.

計劃을 세우는 데는, 먼저 計劃의 安全度를 定하고, 流域의 크기에 따라 1日 또는 2日雨量의 주어진 安全度에 對應하는 量을 求한다. 100年에 한번 발생하는 크기의 雨量(100年確率降雨)를 對象으로 하는 것이면, 그 量을 먼저 求한다.

다음에는 이 雨量을 時間的, 地域的으로 分布시키는 일이다, 그러나 이 作業을 全혀 人工的으로 하는 것은 不可能하므로, 現在 實用되고 있는 方法은 實際로 發生한 일이 있는 降雨를 그 總量이 100年確率降雨에 一致할 때까지 늘이는 것이다.

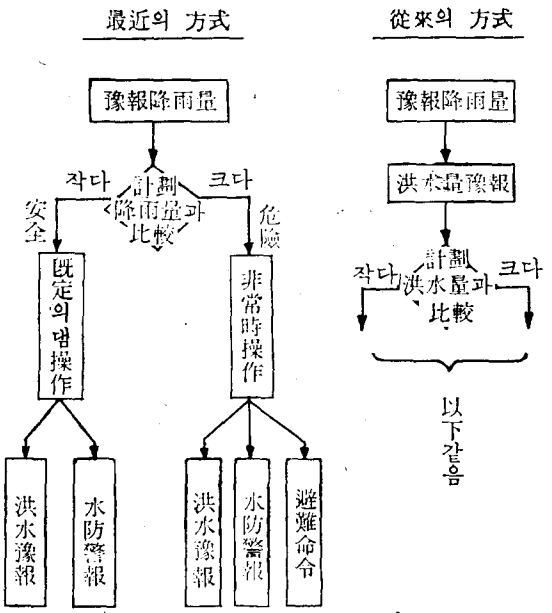

그림 3. 豫報降雨量과 計劃降雨(洪水)

이렇게 해서 얻어진 計劃降雨群을 過去의 Data의 解析에 의하여 얻어진 洪水 流出 Model(洪水 simulator)에 投入하여, 洪水流量을 計算하는 것이 다음 作業이다. 어떤 地點의 洪水의 피—크流量은 降雨의 地域分布나 時間分布에 의하여 相當히 廣範圍하게 變動하지만, 그 地點의 河道의 計劃洪水量으로서는 上記한 過程에서 얻어진 피—크流量中 最大値에 가까운 것이 選擇된다. 즉, 주어진 總降雨量 밑에서 일어나는 洪水 가운데 相當히 큰 것이 計劃에 採用된다는 것이다.

이 것은 댐의 경우에도 같아서, 댐의 洪水調節容量은 주어진 總降雨量 아래서 發生할 수 있는 洪水中, 相當히 큰 容量을 必要로 하는 것을 對象으로 하여 定해지는 것이다.

이러한 過程을 거쳐서 計劃된 河道나 댐은, 降雨의 總量이 100年確率降雨 以下인 限 安全하다고 볼 수 있다. 즉, 豫報된 降雨量이 그 量 以下하면 일단 安心할 수 있다는 매우 理解하기 쉬운 形態가 된다.

나. 洪水調節댐의 計劃과 操作

洪水調節댐의 操作法에서 가장 一般的인 것은 一定率調節方式이다. 이 方式은 〔그림—4〕에 나타난 바와 같이 流入量이 下流의 無害放流量 Q_0에 達하기 까지는 流入量二流出量으로 操作을 하며, 流入量이 Q_0를 超過하면 그 超過分의 一定 比率로 Q_0를 合한 流量을 放流

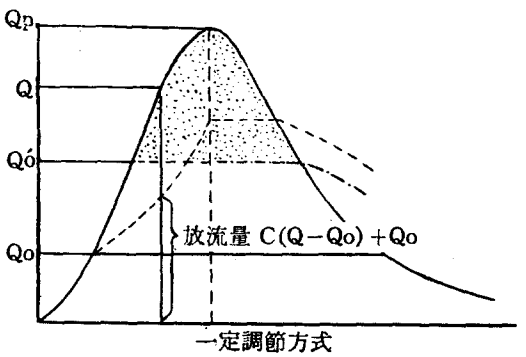

그림 4. 二定率調節方式

하고, 피—크에 達한 뒤에는 그 때의 放流量을 持續하는 것이다.

이 方式이 왜 널리 使用되느냐 하면, 大洪水에 대해서 뿐 아니라 比較的 작은 洪水에 대해서도 調節効果가 있기 때문이다. 100年에 한번 發生할 洪水를 對象으로 一定量放流方式을 採用하면, 댐의 容量이 같은 限, 調節効果는 一定率放流方式에 比較하여 크다. 그러나 〔그림—6〕에 있어 피—크流量이 Qo'보다 작은 洪水에 대해서는 調節効果가 全혀 없으며, 모처럼의 댐이 威力을 發揮하는 것은 數十年에 한번 程度가 되는 것이다. 따라서 一定率放流方式의 人氣가 매우 좋아진 것인데, 여기서 한가지 注意할 일은 放流하는 比率 C를 너무 크지 않게 해야 된다는 것이다. 換言하면, 流入量의 總量에 비해 댐의 洪水調節量을 너무 작게 하지 말라는 것이다. 洪水流入量으로 換算하여 300mm에 이른다고 豫想될 때, 調節容量이 만약 50mm 밖에 없다면, 댐의 操作 當事者는 아무리 잘 된 操作規則에 따른다 해도 큰 不安을 느끼지 않을 수 없다.

現在는 洪水調節容量을 流域面積으로 나눈 값(相當雨量)으로 하여 적어도 70～100mm를 確保하도록 힘을 기울이고 있다. 이것은 本川의 中下流部에 位置하는 댐(本川댐)에서는 實現이 어려울지도 모른다. 그런 경우에는 降雨豫測의 精度를 向上시키는 同時에, 迅速한 通信連結網을 完備시키는 등으로 그 不安을 輕減시키는 일이 重要하다.

또한, 流域의 各 支川을 通한 댐의 配置에 顯著한 不均衡이 있는 것도 달가운 일이 못된다. 地形이나 地質의 制約을 받으므로 댐 配置의 均衡을 잡는다는 일은 말은 쉬워도 實現이 어렵겠으나, 雨量의 地域分布의 極端的 偏倚를 감안하면 이러한 配慮가 必要하다고 본다.

다. 洪水豫報用 機器의 整備

앞으로 洪水豫報의 發展을 위한 課題의 하나가 機器의 整備에 의한 豫報業務의 高能率化이다.

最近의 電子計算機의 發達에 의하여 이 方面의 進步는 顯著한 것이 있으나, 이것도 大型 電子計算機를 導入하여 댐의 統合管理를 實施하는 大河川에 限定되어 있는 現狀이다. 年間의 賃貸料가 數千萬원에 달하는 大型電子計算機를 모든 河川에 備置할 수 없는 것은 當然한 일로서, 그 대신 一般 河川에서 使用하기 위한 小型·輕便한 計算 system의 開發을 서두르고 있다.

小型·輕便이라 하면, 먼저 卓上型 電子計算機의 使用을 생각할 수 있는바, 單純한 case에는 一般 市販의 卓上型 電算機가 充分히 利用 可能하다는 것이 最近立證되고 있다.

라. 洪水流出計算機의 構想

洪水流出計算機를 計劃함에 있어, 먼저 考慮해야 할 것은 洪水 simulator로서 어떤 model을 採用할 것이냐 하는 題問다.

現在 널리 使用되고 있는 Model에는 貯留型, 單位圖型, 不定流基楚方程式型의 3種이 있다. 精確度는 거의 같은 程度이므로 어느 것을 써도 좋으나, 小型의 計算機를 利用하려는 立場에서는 計算이 簡單한 쪽이 바람직하다. 또한 洪水 途中에, 그 洪水의 그때까지의 經過를 바탕으로 보다 適當한 simulator 常數를 다시 計算하는 機能을 附加하기 쉬운 型이 좋다.

以上의 觀點에서 前二者가 바람직한 條件을 갖추고 있으므로, 現在는 第1次로 貯留型의 것을 採用하여 Programming 등을 行하고 있는 것 같다.

다음에 考慮할 일은, 어느 程度의 크기의 流域을 對象으로, 어느 程度의 流域分割을 行하여 simulator model을 構成하는가 하는 것이다.

이 點에 대하여도, 特大 河川을 除外한 一般 河川에 대해서는 充分히 利用할 수 있는 것으로 보고 分割流域數의 最大를 5流域으로 하는 것이 좋겠다. 이 分割流域의 數는 計算機의 規模를 決定하는 要因의 하나이다. 또 하나의 重大한 要因인 計算所要時間에 대하여는 1分割流域에서 1單位時間에 대한 流量을 20秒 以下로 遂行할 것을 條件으로 하는 것이 좋다.

또한, 各 分割流域의 洪水流出量은, 各 分割流域의 配列에 따라 合成되어, 해당 地點의 流量이 주어지게 되나, 어떠한 配列에도 適用할 수 있는 一般的 Program을 作成하는 일은 반드시 上策이 아니므로, 그 河川에 適合한 配列에 대해서 각각 專用의 Program을 作成하는 것이 좋다.

Program에는 input로서의 降雨量의 處理 Program이 付屬되어 있어야 된다. 즉, Telemeter에 의하여 送信

되어 온 降雨量에서 各 單位時間마다의 流域平均雨量을 計算하여, 洪水流出 simulator에 input하는 Program이다. 流域平均雨量의 計算法으로는, 各 觀測所에 주어진 무게를 곱하여 加重平均을 내는 一般的 方法을 採擇하기로 하고 觀測所의 數는 한 河川流域에 대하여 5~10으로 한다.

洪水流出計算機로는 以上과 같은 基本的 機能이 있으면 足하나, 보다 便利하게 使用하기 위해서는, 洪水期間中에 simulator 常數를 그때까지의 그 洪水에 관한 觀測 Data를 바탕으로 再計算하는 機能을 갖추는 것이 바람직하다. 이것은 simulator로서 어느 model을 쓰건, 어느 洪水에 대해서도 잘 맞는 것은 存在하지 않으므로 洪水 途中에 그 洪水에 가장 잘 맞는 常數를 求하여, 推定値의 精確度를 向上시키고자 하는 것이다.

더욱 附加的인 機能으로서 要望되는 것은, 過去의 몇몇 洪水 Data에서 그들에 가장 잘 맞는 常數를 計算하는 機能이다. 이 作業은 從前에는 大型 電算機를 使用해서 行했으나, 卓上 電算機라도 時間이 걸리는 것만 許容된다면 可能한 일이다. 그 밖에, 주어진 水位 및 流量의 Data에서 最小自乘法으로 水位~流量曲線을 求하는 機能도 考慮해 둬야 한다.

마. 洪水流出計算機의 具備할 條件

洪水流出計算機는 洪水期間中의 떠들썩한 雰圍氣 속에서 使用되는 것이므로, 操作이 쉽고, 誤差가 發生할 余地가 적으며 堅固한 것이어야 한다. 이런 點에서는 Data의 input裝置, 計算結果의 output裝置의 設計에 充分한 注意를 기울여야 하겠다. Data의 input에 關하여는 通常의 Key에 의한 input로 充分할지 모르나, Program의 input는 Tape나 card에 의한 方式을 採用하고, Key에 의한 input는 可及的 避해야 한다.

計算結果의 output에 대해서는 通常의 Tape나 line-printer에 추가해서 Cassette에 tape 의한 output 등도 考慮해 둘 必要가 있다.

洪水流出計算機는 쉽게 故障나는 것이어서는 안된다 만일 그렇다면, 同型의 計算機를 2臺 備置하는 등으로, 洪水期間中에 計算이 不可能해지는 일을 防止하기 위한 方策을 講究해 둘 必要가 있다.

計算機의 故障原因의 大部分은 電源에 關係되는 듯하니, 電源의 安定度를 向上시키는 것도 計算機의 保全上으로는 重要한 일이다.

바. 其他의 機器

洪水流出計算機는 洪水豫報나 水防警報를 위한 機器의 中樞를 이루는 것이나, 雨量 또는 水位를 觀測하여 關係되는 豫報 및 防災機關에 通報하는 Telemeter 施設도 또한 重要하다. 다만 이러한 機器에 대해서는 그 認識度나 普及度가 높으며, 整備의 方向도 明確히 提示되어 있으므로, 詳細한 論及을 直略한다.

다음에, 조금 方向을 바꾸어서 다른 面에 關하여 指摘한다면, 앞으로 반드시 整備하지 않으면 안될 機器로서 洪水豫報나 댐의 操作指令 等의 記錄裝置를 들수 있다.

多數의 댐을 統合的으로 操作하여 洪水 調節을 實施하게 되는 경우에, 하나의 댐에서 操作 指令을 잘못 듣고 放流의 時刻이나 量에 錯誤가 생기면, 그 結果는 可恐한 것이 될 수 있다. 따라서 指令 內容의 確認에 도움이 되며, 事後의 責任을 分明히 해 두는 뜻에서 指令 內容과 그 傳達時刻을 正確히 記錄하는 機器의 整備가 꼭 必要하다.

이 밖에도 洪水豫報에 有用한 各種 裝備의 開發과 그 普及에 注力함으로써 豫見되는 洪水로 因한 人命과 財產의 被害를 未然에 防止하기 위한 對備策을 平常時에 꾸준히 마련해 놓아야 되겠다.

正會員入會要領

水文 또는 이와 關聯있는 知識이 있거나 또는 識見이 높은 분, 水文을 應用하는 事業에 從事하는 분으로써 本學會 事業趣旨에 찬동하여 入會를 원하시는 분은 旣加入한 會員의 推薦을 받아 本學會 所定樣式에 의한 入會願을 提出하여 주시기 바랍니다.

提出處 : 韓國水文學會事務局
電話 (23) 0491·0492