

< 論 說 >

洪水豫報의 展望과 課題

Prospect and problems in flood forecasting

金 始 源
Kim, Shi Won

1. 緒言

洪水豫報는 降雨量을 비롯한 여러가지 氣象學的 條件 또는 河川 上流部의 水位 等の 水文學的 條件을 基礎로 하여 河川 下流部의 水位나 流量을 推測함으로써 洪水의 有無와 그 程度를 豫報하는 것을 말한다.

말할 나위도 없이 洪水豫報는 되도록 正確하고 迅速하게 水防에 從事하는 關係者는 물론 一般 住民들에게 까지 알려지지 않으면 안된다. 따라서 洪水豫報를 하기 위해서는 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이 必要하게 된다.

이런 意味에서 洪水豫報가 河川技術者의 關心의 對象이 된다는 것은 當然한 얘기지만, 그 밖에도 洪水豫報에 관련된 技術은 河川計劃이나 댐計劃 등의 基本이 되는 洪水의 流出現象의 分析을 中心으로 하는 것이기 때문에 洪水豫報에 直接 從事하는 技術者 以外的 사람들에게도 有用함은 물론이다.

洪水豫報는 治水事業이 잘 되어 있지 않은 곳에 必要한 것은 당연하기나와 비록 治水計劃이 마련되어 있는 곳이라 하더라도 그 計劃의 對象으로 한 規模보다 큰 洪水가 발생하면 堤防은 파괴되고 洪水가 범람하게 될 수 있는 것이다. 이런 경우에 計劃規模를 넘는 洪水라고 해서 束手傍觀하는 일은 용납되지 않을 것이므로 최소한 人命의 損失만이라도 防止하도록 住民을 避難시킬 對策을 강구하지 않으면 안된다.

治水事業이 뒤떨어진 開發途上國 가운데는 그 代替事業으로서 洪水豫報를 取하고 있는 나라도 있으며,

本會理事·建大敎務處長·農學博士

이런 現象은 財政上의 理由 때문에 治水投資가 如意치 않은 東南亞의 後進國에서 가끔 볼 수 있다.

이러한 洪水豫報의 重要性에 비추어 여기에서는 오늘날 우리 나라에 있어서의 治水計劃樹立의 方向을 考察하면서 將次의 洪水豫報에 대한 技術의 展望과 이에 따르는 問題點들을 살펴 보고자 한다.

2. 最近의 治水計劃

有効適切한 洪水豫報가 이루어지기 위해서는 그 前提로서 훌륭한 治水計劃이 마련되어 있지 않으면 안된다. 그리하여 洪水豫報의 當事者들은 그 河川의 治水計劃을 完全히 理解하는 동시에 改修의 進展狀況이나 堤, 堤堰, 樋門 等の 狀態를 잘 把握해 둘 必要가 있다.

이와 같은 觀點에서 現在의 治水計劃이 어떠한 構想에 의하여 어떤 手法으로 만들어지고 있는가 하는 것을 먼저 살펴 보기로 한다.

治水計劃의 根本은 計劃安全度를 어떻게 定하는가에 있다고 하여도 過言은 아니다. 그리고 이 計劃安全度を 나타내는 指標로써 從前부터 널리 使用되고 있는 것이 確率洪水이다.

여기 100年確率洪水를 對象으로 해서 計劃이 作成되어 있다면, 平均 100年間에 한번 일어날 정도의 크기의 洪水에 대해서는 그 計劃은 安全하다고 할 수 있는 것이다. 따라서 그 計劃에 의한 事業이 完全히 竣功되어 있으면 그 河川이 洪水氾濫의 災害를 만날 機會는 確率로 보아 100년에 한번 있게 된다는 얘기다.

그런데 確率洪水의 計算에는 여러가지 方法이 使用되고 있어, 採擇하는 方法에 따라 나타나는 結果가 크

계 달라지므로 實務에 從事하는 技術者의 苦惱거리로 되어 있다.

또한 이렇게 確率的으로 다루는 方法이 一般 사람들에게는 매우 理解하기 어려운 것으로 反映된다는 點도 커다란 缺點의 하나로 꼽힌다. 例를 들면, 「오늘 저녁부터 내일 아침 사이에 山岳에서는 100밀리, 平地에서는 150밀리 정도의 降雨가 豫想된다」는 豫報가 있었다고 할 때 洪水의 氾濫이 豫想되는가의 與否를 判定하는 경우를 생각해 보자. 一般的인 方法으로는 總降雨量과 洪水의 피크流量과의 相關關係를 나타내는 曲線을 準備해 두었다가, 이것을 利用하여 豫報된 降雨量에 對應하는 流量의 값을 읽음으로써 알아내는 것이 便利하다고 하겠으나, 이러한 手段이 없는 일반사람들에게는 過去의 經驗으로 推測하여 큰 洪水가 날 것이다. 또는 안날 것이다를 豫想하는 도리 밖에 없는 것이다.

最近 똑같은 確率的인 思考를 바탕으로 하면서도 “確率降雨”가 “確率洪水” 대신으로 使用되게 된 理由의 하나는 이와 같이 일반사람들에게 잘 理解가 가지 않는다는 難點을 避하기 위한 것이라고 말할 수 있다.

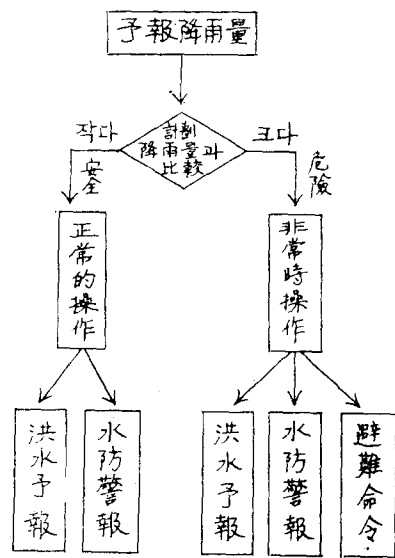
治水計劃의 安全도가 降雨量(例를 들면, 日雨量 또는 2日雨量 등)으로 定해져 있으면, [그림-1]에 나타난 바와 같이 그 雨量과 豫報된 降雨量과를 比較함으로써 安全한가의 與否를 쉽게 豫想할 수 있는 것이다.

그렇다고 해도 降雨量과 洪水의 피크流量이 1:1로 對應할 理는 없으므로 結局은 마찬가지로 애기가 아닌가 하는 疑問이 나올 수도 있겠으나. 이것은 最近의 治水計劃의 樹立過程을 說明함으로써 理解를 얻을 수 있으리라고 본다. 計劃을 세울 때에는 우선 計劃의 安全도를 定하고 流域의 크기에 따라 1日 또는 2日 雨量이 주어진 安全도에 對應하는 量을 求한다. 즉 100년에 한번 發生하는 정도의 雨量(100年 確率降雨)을 對象으로 한다면 그 量을 먼저 求한다는 것이다.

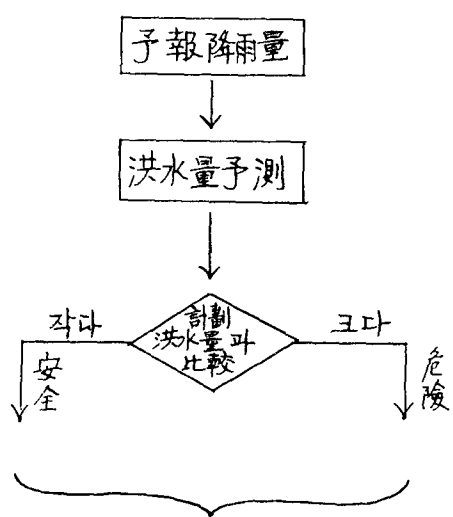
다음 作業은 이 雨量을 時間的·地域的으로 分布시키는 일이다. 그러나 이 作業을 完全히 人工的으로 하는 것은 不可能하므로 現在 實用되고 있는 方法은 過去에 實際로 發生한 일이 있는 降雨를 그 總量이 100年確率降雨과 一致할 때까지 擴大하는 것이다.

이러한 생각의 根本은 「한번 나타난 降雨의 時間分布나 地域分布는 降雨量의 絕對量이 커졌을 경우에도 나타날 수 있다」는 데 있다. 이에 대한 證明은 氣象學的으로나 統計學的으로 되어 있지는 않지만, 그렇다고 이를 否定할 수 있는 根據도 역시 없으므로 適當한 代案이 나타나지 않는 限 앞으로 사용되 나갈 것이다.

最近方式



從前方式



以下는 上同

[그림-1] 豫報降雨量과 計劃降雨量(洪水)

이렇게 얻어진 降雨群을 計劃降雨群이라 하는 바, 이것을 過去의 데이터의 分析에 의해서 얻어진 洪水流出모델(洪水시뮬레이터)에 投入하여 洪水流量을 計算하는 것이 다음 作業이다. 한 地點에서의 洪水의 피크流量은 降雨의 地域分布나 時間分布에 따라 매우 廣範圍하게 變動하나, 그 地點의 河道의 計劃洪水流量으로는 上述한 過程에서 얻어진 피크流量中 最大値에 가까

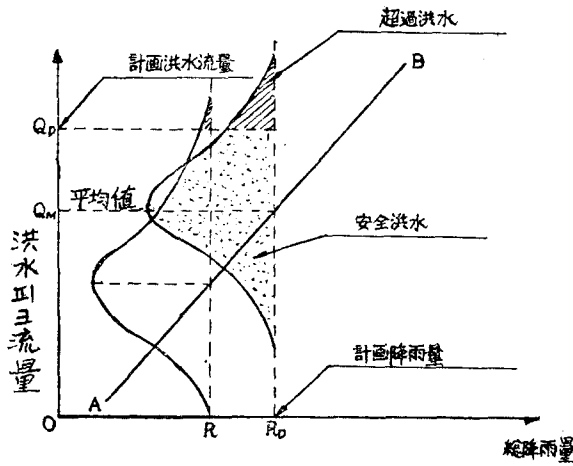
운 것이 선택된다. 즉, 주어진 總降雨量 속에서 일어나는 洪水 가운데서 相當히 큰 것이 計劃에 採用된다는 것이다.

이것은 댐의 경우에도 마찬가지여서 댐의 洪水調節容量은 주어진 總降雨量 안에서 일어날 수 있는 洪水中 比較的 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 限度內에선 일단 安全하다고 볼 수 있다. 즉, 豫報된 降雨量이 그 量 以下이면 아직은 安心할 수 있다는 얘기가 되어 매우 理解하기 쉬운 모양이 된다.

중 까다롭게 表現하면, 實際의 降雨量이 計劃降雨로 取해진 量보다 적더라도 計劃에서 採擇한 피크流量 보다 큰 피크流量을 보일 수도 있으며 그 逆의 경우도 있을 수 있다.

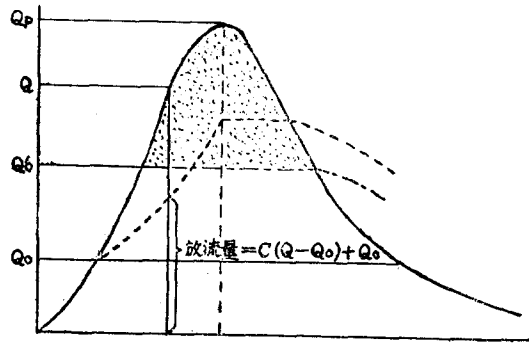
現在の 프락티스는 [그림-2]에 있어서 總降雨量과 洪水피크流量을 兩軸으로 해서 兩者의 相關曲線 AB를



[그림-2] 總降雨量과 洪水피크 深量

그리고, 計劃降雨量 R_D 線上에서 洪水流量의 分布를 求해서 計劃洪水量 Q_D 를 定한다는 것이다. 上述한 것은 R_D 보다 작은 降雨量 R 에 對應하는 流量의 分布를 求하면 僅少하나 Q_D 보다 큰 部分이 存在한다는 것을 가리키는 것이다.

從前的 確率洪水量에 대한 개념은 簡單히 말해서 R_D 에 對應하는 洪水流量의 平均值 Q_M 을 計劃에 採用한다는 것이었다. 이것은 100年確率洪水를 對象으로 計劃하였다고 하여도 實際의 100年洪水는 그 50%가 이보다 크다는 것을 나타내는 것으로서, 새로운 方法이 實際 安全度를 公表된 安全度에 보다 接近시킨 것이라



[그림-3] 定率調節方式

고 할 수 있다.

3. 洪水調節댐의 問題

洪水調節댐의 操作法으로 가장 一般的인 것은 一定率調節方式이다. 이 방식은 [그림-3]에서 보는 바와 같이 流入量이 下流의 無害放流量 Q_0 에 達할 때까지는 流入量 = (流出量)으로 操作을 하고, 流入量이 Q_0 를 超過하면 그 超過分의 一定한 比率에 Q_0 를 合한 流量을 放流하며, 피크에 達한 뒤에는 그때의 放流量을 持續하는 것이다.

이 방식이 널리 利用되는 까닭은 大洪水에 대해서 뿐만 아니라 比較的 작은 洪水에 대해서도 調節效果가 있기 때문이다. 100년에 한번 있을 정도의 洪水를 對象으로 하여 一定量放流方式을 採用하면, 댐의 容量이 같기만 하면 調節效果는 一定率放流方式에 比하여 크다. 그러나 [그림-3]에서 피크流量이 Q_0' 보다 작은 洪水에 대해서는 調節效果가 전혀 없으며, 모처럼의 댐이 威力을 發揮하는 機會가 數 10년에 한번쯤 있게 된다는 말이 된다. 그러므로 一定率放流方式이 人氣를 끌게 되는 데, 여기서 한가지 注意할 것은 放流하는 比率 C 를 너무 크게 하지 말라는 것이다. 換言하면 流入量의 總量에 比해서 댐의 洪水調節容量을 너무 작게 하면 안된다는 말이다. 洪水流入量이 雨量으로 換算하여 300mm에 까지 이른다고 豫想되는 경우, 調節容量이 50mm 밖에 안된다고 假定하면 댐의 操作擔當者는 아무리 細密한 操作規則을 지킨다 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이라 함)으로 하여 적어도 70~100mm를 確保하도록 努力하고 있다. 이것은 主流의 中下流部에 位置하는 댐(本川댐이라 함)에 있어서는 實現이 어려울지 모

른다. 그런 때는 降雨豫測의 正確度を 向上시키는 동시에 迅速한 通信連絡網을 完備시키는 등으로 그 不安을 輕減시켜 주는 일이 重要하다. 또한 流域의 各 支流를 망라한 댐의 配置에 顯著한 不均衡이 있는 것도 좋은 現象이 아니다. 地形이나 地質의 制約을 받으므로 댐配置의 均衡을 維持한다는 것은 實現이 어려울지 모르나 雨量의 地域分布가 매우 偏倚의인 것을 감안하면 이러한 配慮가 必要하다고 본다.

以上은 最近의 治水計劃 作成方案中 洪水豫報나 水防警報의 立場에서 가장 關係가 깊은 事項에 대하여서만 言及한 것이며, 이 밖에도 堤防이나 댐의 建設順序로 어떻게 하는 것의 가장 妥當한가 등 興味있는 많은 問題들이 있지만 여기서는 省略하기로 한다.

4. 洪水豫報用 機器의 整備

앞으로 洪水豫報가 遂行해야 할 課題의 하나가 機器의 整備에 의한 豫報業務의 能率向上이다.

最近의 電子計算機 發達에 의하여 이미 이 方面에 있어서의 進歩는 顯著한 것이 있으나, 그것도 大型電子計算機를 導入하여 댐의 統和管理를 實施할 수 있는 大河川에 局限되어 있는 實情이다. 年間使用料가 數千萬원에 이르는 大型電子計算機를 모든 河川에 備置할 수는 없으므로 最少限 一般 河川에서 使用할 輕便한 小型 計算시스템의 開發이 要望되고 있다.

가. 洪水流出計算機의 構想

洪水流出計算機를 計劃함에 있어서 먼저 考慮할 일은 洪水시뮬레이션으로서 어떤 모델을 採擇할 것인가 하는 問題다.

現在 널리 使用되고 있는 모델로는 貯留型, 單位圖型, 不定流基礎方程式型의 3種이 있다. 精密度的 面에서는 거의 같은 程度이므로 어느 것을 써도 좋으나 小型의 計算機를 使用하려면 되도록 計算이 簡單한 것이 便利하다. 또한 洪水의 途中에 그 洪水의 그 때까지의 經過를 土臺로 하여 가장 適當한 시뮬레이션常數를 다시 算出하는 機能을 附加하기 쉬운 型이 바람직하다.

이러한 觀點에서 볼 때 위의 세 가지 型中 가장 좋은 條件을 갖춘 것은 前二者이며, 現在는 大體로 貯留型의 것을 採用하여 프로그램링 등을 하고 있다. 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 하여 시뮬레이션 모델을 構成하는가 하는 問題이다.

이 點에 있어 特別한 大河川의 全體를 하나로 다루는 것은 小型電算機 程度의 規模로는 不可能하지만 一

般的인 河川에 대해서는 充分히 利用 可能한 것으로 보고 分割流域의 最大를 5流域으로 하였다. 이 分割流域의 數는 計算機의 規模를 決定하는 要因의 하나가 된다. 또 하나의 重要한 要因인 計算所要時間에 대해서는 1分割流域에서의 1單位時間에 대한 流量을 .20秒以下로 遂行하는 것을 條件으로 하고 있다.

한편, 各 分割流域의 洪水流出量은 各 分割流域의 配列에 따라서 合成되어 對象地點의 流量을 算定하게 되나, 어떠한 配列下에서도 適用될 수 있는 一般的인 프로그램을 作成하는 것은 반드시 上策이라고는 볼 수 없으므로, 그 河川에 適合한 配列에 대해 각기 專用의 프로그램을 作成하는 것이 좋다.

프로그램에는 入力으로서의 降雨量의 處理 프로그램이 附屬되어 있지 않으면 안된다. 즉, 텔레메타에 의해 送信되어 온 降雨量으로부터 各 單位時間 마다의 流域平均雨量을 計算하여 洪水流出시뮬레이션에 入力하는 프로그램이다. 流域平均雨量의 計算法으로는 各 觀測所에 따라 주어진 무게를 곱하여 加重平均을 내는 一般的인 方法을 採用하고, 觀測所의 數는 한 河川流域에 대하여 5~10으로 하는 것이 좋겠다.

洪水流出計算機로서는 위와 같은 基本的인 機能만 있으면 足하나, 보다 便利하게 使用하기 위해서는 洪水期間中에 시뮬레이션常數를 當該 洪水에 대한 그 때까지의 觀測值를 基礎로 하여 再計算하는 機能을 갖추는 일이 바람직하다. 이것은 시뮬레이션으로서 어느 모델을 使用해도 아무 洪水에나 알맞는 것은 存在하지 않으므로, 洪水 途中에 그 洪水에 가장 適合한 常數를 求하여 推定值의 正確度を 向上시키자는 것이다.

더욱 附加的인 機能으로서 要望되는 것은 過去の 몇 몇 洪水의 資料에서 이들에게 가장 알맞는 常數를 計算해 내는 機能이다. 이 作業은 從前에는 大型電子計算機라도 時間이 좀 걸리는 것만 無關하다면 次코 不可能한 것은 아니다. 그 밖에도 주어진 水位 및 流量의 數值에서 最小自乘法을 利用하여 水位-流量曲線을 求하는 機能도 考慮에 넣어 둘 必要가 있다.

나. 洪水流出計算機의 具備條件

洪水流出計算機는 洪水期間中の 소란한 霧圍氣 속에서 使用되는 것이므로 操作이 容易하고, 誤差의 發生率이 적으며, 堅固한 것이어야 한다. 이런 觀點에서 볼 때 데이터의 入力裝置, 計算結果의 出力裝置의 設計에 充分한 注意를 기울이지 않으면 안된다. 데이터의 入力에 관해서는 通常의 키-에 의한 入力로 充分할지 모르나, 프로그램의 入力은 테프나 카드에 의한 方式을 쓰도록 하고 키-에 의한 入力은 避하는 것

이 좋겠다.

計算結果의 出力에 대해서는 通常인 종이테프, 라인프린터에 附加해서 카세트테프에 의한 出力 동도 考慮할 必要가 있겠다.

洪水流出計算機는 쉽사리 故障을 일으키는 것이어서는 안된다. 만일 그런 것이라면 同型의 計算機를 2臺 備置하든지 하여 洪水期間中에 計算을 못하는 事態가 일어나지 않도록 미리 方策을 講究해 두어야 한다.

計算機의 故障原因의 大部分은 電源에 關聯된 것 같으므로 電源의 安全度를 向上시키는 것도 計算機의 維持管理를 위하여 重要한 일이다.

다. 其他 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의 役割을 하는 것이지만, 雨量이나 水位를 觀測하여 洪水豫防센타에 通報하는 텔레메타施設도 또한

重要하다. 다만 이런 機器들에 대하여는 이미 充分한 研究가 되어 있어 整備의 方向이 明確하게 나와 있으므로 省略하기로 한다.

다음에 좀 方向이 다른 側面에 대해서 略述하면, 앞으로 꼭 是正 整備하지 않으면 안될 機器로서 洪水豫報나 댐의 操作指令 등의 記錄裝置가 있다. 多數의 댐을 統合적으로 操作하여 洪水調節을 實施할 경우에는 어떠한 댐에서 操作指令을 잘못 傳해 듣고 放流의 時刻이나 量에 錯誤가 생기면 그 結果는 可恐할 慘變을 招來할 수 있다. 따라서 指令內容의 確認에 有効하며 또한 事後에 責任을 明白히 하기 위해서도 指令內容과 그 傳達時刻를 記錄하는 機器의 整備가 꼭 必要하다. 이 밖에 適當한 裝置를 開發하여 그 普及에 힘쓰는 일도 洪水豫報의 改善에 매우 큰 도움이 될것이다.

나는 오늘날 우리 祖國이 처해있는 國內의 政세를 冷嚴히 평가할 때, 우리의 平和統一 外交政策이야말로 祖國의 統一을 평화적이고 자주적으로 성취할 수 있는 가장 현실적이며 합리적인 길임을 재확인 하고자 합니다.

—6.23선언 한돌을 맞이하여 박 대통령 담화문에서—