

特 輯 <洪水豫警報의 오늘과 來日>

洪水豫警報의 外國現況과 評價

朴 永 一*

I. 緒 言

現代社會를 흔히들 情報時代, 情報社會라고들 말한다. 人類歷史가 始作된 以來 어느時代 어느社會이든間에 情報는 必要하여 蒐集하였고 이를 利用 하였다. 그러나 現代社會를 구지 情報社會라고 부르는 것은 電算機의 出現에 따른 各種 資料蒐集이 容易하여졌다는 것과 必要에 따른 迅速한 處理를 行하여 情報를 利用하고자 하는 側에 判斷의 基準을 大量으로 正確하게 提供하여 必要로 하는 對策樹立의 資料로서 活用될수 있기 때문에 特히 이름 지어진 것이 아닌가 生覺된다.

꿈임없이 發生, 變換, 消滅되어 가는 自然이나 社會의 變動을 豫測하는 業務 亦是 蒐集된 情報資料를 利用하여 分析, 整理된 또 다른 하나의 情報를 生産하는 일이다. 日氣豫報를 한다면, 證券時勢를 豫測한다면, 景氣變動, 物價豫測, 人口豫測等 各 分野에 豫測問題가 없는 事象이 없을 程度로 豫測問題는 重要하고 또 또한 어려움을 수반하고 있는 業務이다. 洪水豫報도 蒐集된 情報, 即 氣象, 降雨, 水位等의 資料를 利用하여 이를 短期間 即 不過 몇 時間에서부터 길어야 十餘日 까지의 流量 水位를 豫測하는 것이며 다른 豫測과 마찬가지로 그야말로 寫眞을 찍어내듯 正確하게 豫測하기란 現 人類의 水文學發達 水準이나 氣象學의 水準으로서 는 누구를 特히 나무랄 수 없는 極히 어려운 일이며 豫報分野의 어려움을 痛感하고 있다.

II. 洪水豫報 方法

洪水豫報의 發達は 水文, 水理學의 發達과 通信의 發達에 依하여 可能하게 되었고 오늘날은 더욱 優秀한 通信技術의 發達과 大量 情報處理를 迅速하게 處理할 수 있는 電算機의 出現으로 더욱 그 成果를 圖謀하게 되었다. 洪水豫報의 方法은 다음과 같은 세가지 方法으로 分類되어 진다.

1) 水位에 依한 方法

降雨가 最盛期를 넘었다든가 河川 上流地點의 水位 觀測所에서 水位가 오르거나 尖頭에 到達 하였을때 殘流域의 流出을 勘案한 下流水位와의 時間的인 對應關係를 究明하여 上流 水位로 부터 下流의 豫測水位를 豫報하게 되는 것으로서 時間的으로 보아 가장 餘裕가 없는 것이나 正確도는 가장 優秀한 方法이다 그러나 殘流域의 降雨量 資料가 入手되지 않으므로써 殘流域의 降雨量, 時間的 또는 地域的 分布 狀況에 따라서는 상당히 큰 誤差를 가져오는 수도 許多하게 많았으며 支流 以上이 合流하는 下流의 豫報는 上流 水位變化에 따른 流量即水位 一流量曲線이 必需的인 要件이 된다.

2) 降雨에 依한 豫報

降雨가 있으면 어느程度 時間이 經過한 後에 河川으로 流出된다. 이는 流域의 貯溜 또는 滯溜現象에 基因한 것으로서 初期의 洪水豫報 中에서도 一部 河川에서는 降雨量을 電信으로 送信하여 實施한 例도 있으나 當時의 通信施設의 未發達 및 送受信 間의 時間的 餘裕 또는 送信費用 問題等 많은 問題點이 있었다. 그러나 現今은 優秀한 通信機資材와 迅速한 流出計算을 實施하는 電算機에 依據 降雨에 依한 洪水豫報가 可能하게 되었고 작은 河川流域 일지라도 降雨의 條件에 따라서는 相當한 時間的 餘裕를 가지고 比較的 正確한 豫報가 可能하게 되었으며 現在 世界的으로 洪水豫報 System이라고 하면 降雨法에 依한 것이 主宗을 이루고 있다.

3) 氣象에 依한 豫報

洪水가 일어나는 原因은 두말할 나위도 없이 降水에 依한 것이나 降水의 原因은 氣象條件에 依하여 發生하는 것이므로 氣象條件으로 부터 洪水豫報를 生覺할 수 있다. 萬若 氣象條件으로 부터 洪水豫報까지 할 수 있다면 가장 時間的 餘裕를 가지는 豫報形態가 될 것이며 이는 가장 바람직한 方法이 될 것이다. 例를 들어 長期豫報에 依한 降水量의 時間的, 地域的 分布를 正

* 本學會 代議員·漢江洪水統制所 調査課長

確하게 豫測할 수 있다면 數月前, 또는 數週前 또는 적어도 數日前에 洪水豫報가 可能하게 되고 充分한 時間的 餘裕를 가지고 Dam의 事前操作, 住民待避 事前 水防對策이 可能하므로써 洪水被害를 最小限으로 줄이는 結果가 될 것이나 現今 人類의 氣象學의 水準은 여기 까지는 아직 이르지 못하고 있으나 위에서 말한 降雨量에 依한 方法에 極히 制限된 一部를 利用하고 있는 段階에 이르고 있다.

III. 各國의 洪水豫報 實態

1) 韓 國

우리나라에서는 1920년 漢江洪水에 刺戟받아 前述한 水位法을 檢討하여 서울地點의 洪水豫報를 南漢江의 驪州와 北漢江의 加平 水位相關圖를 作成하여 豫報를 實施하기에 이르렀고 1925年 大洪水 때에는 커다란 效果를 보았다. 또한 그후 1965년에는 南漢江의 驪州와 北漢江의 清平을 基準으로 豫報圖를 作成 使用하여 왔으며 1972年 洪水에도 이를 利用 豫報를 實施하였다. 그런데 1960年代 後半에 漢江流域 洪水豫報 組織의 自動化에 對한 問題가 論議 되다가 1968年 12月 UN, ECAFE/WMO 颱風委員會에서 漢江이 示範地域으로 選定 되었으며, 1972年 洪水를 契機로 急速히 推進되어 1974年 7月부터 現代化된 降雨量法에 依한 豫報組織으로 되었다. 여기에 氣象法의 要素가 極히 一部 加味되어 있으나 實際 使用時에는 아주 어려운 問題로서 남아있다. 그러나 他 主要河川에서는 縱來에 使用되던 水位法이 아직도 그대로 使用되고 있는 實情이다.

2) 日 本

日本の 洪水豫報는 1922年 九州의 筑後川에 實施한 以來 1931년에는 淀川에 實施하여 어느程度 效果를 보았으나 本格的으로 組織化 한 것은 比較的 最近으로서 1948年 以後이다. 即 1947年 Catherine 颱風에 依하여 利根川에 大水害를 입었는 바 이에 따른 被害를 輕減하기 爲하여 利根川의 洪水豫報 組織이 設置 되었다 (利根川의 原始的 洪水豫報는 이보다 앞서 1925年 利根川의 工事中 被害를 輕減하기 爲하여 實施하였음).

現在에는 全國 18個 河川에 洪水 豫報를 實施하고 있으며 其中 가장 좋은 施設이 設置된 곳은 利根川으로서 Radar까지 具備되어 降雨時 地域的 雨量分布를 把握하고 이를 參考로 하여 流出計算을 實施하고 있으며 颱風의 境遇 豫測 降雨量을 利用하여 洪水豫報 資料로 利用하고 있다.

3) 美 國

美國은 1890年에 洪水豫報가 法制化 되어 1892년부터 業務를 開始하였고 Ohio강에서 水位法이 Mahan大

領에 依하여 使用 되었으며 洪水追跡計算에 처음으로 美陸軍工兵隊에서 電算機 使用을 試圖하였다. 美國에서는 美氣象局, 開拓局, 工兵隊, TVA其他 電力會社等과 有機的으로 協力하여 洪水豫報 및 洪水調節을 實施하고 있으며 現在 全國을 70區로 나누어 1000個의 都市에 豫報를 發令하고 있다.

4) 프랑스

世界에서 洪水豫報를 第一번저 實施한 나라로서 1854年 Belgrand가 Seine江에 Pari의 Austerlitz 水位標의 水位를 豫報하였는데 上流의 8個 支流의 3日前의 水位를 읽어서 不過 1cm의 誤差를 가져온 것이다. 其後 Loire江의 洪水豫報 研究를 實施하였다가 一時中斷되었으나 1930年 頃 Garone, Rhône 外에 3個 河川에 豫報를 實施하여 現在에는 51個의 豫報事務所 675個의 水理調査所, 1763個所의 雨量 觀測所를 가지고 거의 全國의 洪水豫報를 實施하고 있으며 現在 Seine江에서는 2~4日前에 豫報를 發令하고 있다.

5) 其他 유럽諸國

Italy에서는 1866年 以來 PO江 外 2個 河川에 洪水豫報가 實施되고 있고 獨逸에서는 Elbe江 Rhein江, Oder江, Donau江 等에 洪水豫報가 實施되고 있다. 한편 英國에서는 各 河川 Authority別로 洪水豫報를 實施하고 있으며 主要 河川으로서 Thames江 Seven江 Dee江 以外 小河川에서도 洪水豫報를 實施하고 있으나 特히 Thames江의 境遇는 上流로부터의 洪水보다도 Dover 海峽 附近의 低氣壓에 依한 海水位上昇에 基因한 洪水問題가 洪水豫報의 重要한 課題이며 더욱 問題가 되는 것은 英國國土의 北西側은 隆起되고 南東側은 低下되는 現象이 두드러지게 나타나고 있다는 것이다.

6) 亞細亞 諸國

Asia에서는 最近 颱風常襲 地域에 對하여 各 1個式 model河川을 擇하여 洪水豫報를 實施하고 있으며 臺灣의 淡水河, Philippines의 Pampang 江等에서 洪水豫報를 既히 實施하고 있으나 Philippines의 洪水豫報施設은 施設維持 管理上의 問題가 많은 것으로 傳해지고 있으며 國際水文學會에 다녀온 韓國 代表團의 傳言에 依하면 北韓에서도 洪水豫報를 爲한 事務所가 있다고 한다(名稱不明). 最近에는 印度에서도 Indus江에 對한 洪水豫報 System을 施設할 것을 檢討中에 있다고 한다.

IV. 洪水豫報의 評價

洪水豫報에 對한 評價로서는 다음과 같은 두가지 側面에서 考慮 되어야 한 것으로 生覺된다. ① 豫報의

側面, ② 豫報에 依한 便益이다.

1) 豫報側面의 內容으로서는 다음의 두가지 要素를 考慮할 수 있다.

가. 豫報를 듣고 對策을 講求하는 것이므로 事前準備할 수 있는 充分한 餘裕를 가질것(洪水豫報의 時限性)

나. 豫態하여 發表한 豫報가 最高水位의 크기와 그 發生時刻과 실제 觀測值와의 差異가 적어야 한다는 것(洪水豫報의 正確性)

人口豫測이라든가, 景氣變動豫測과 같은 社會的 問題는 한번쯤 豫測이 빗나가드래도 다시 資料를 蒐集, 分析, 整理하여 再豫測할 수 있는 것이 많다. 그러나 洪水豫報는 自然現象을 對象으로 하는 것이기 때문에 當時의 洪水를 豫報하지 못하면 豫報로서는 아무런 價値가 없다. 또한 外國의 大河川에서는 拾數日의 時間的 餘裕도 가질 수 있으나 우리나라와 같이 河川均配가 急하고 流域面積이 작은 河川에서는 測計는 數時間에서부터 始하여 1日程度의 餘裕時間밖에 없다.

豫報가 利用者 또는 國民에게 時間的으로 適期에 傳하여 지는가 하는 問題에 對하여는 自然現象으로서 어느 程度까지 總準備時間(餘裕時間)을 가지고 있는가? 또한 技術的으로는 豫報를 받아 傳達하는 時時間을 줄일 수 있는가 豫報作成의 時間은 어느 程度까지 줄이는가 社會의 要求로부터 얼마만큼 事前에 豫報가 必要한 것인가 하는 問題가 서로 잘 調和되어야 하는 것이다.

다음으로 豫報의 精度 即 正確性의 問題이다. 이는 豫測에서도 正確性은 要求되는 事項이지만 洪水豫報의 正確度는 洪水의 크기에 따라 그에 뒤따르는 對策의 範圍가 定해진다. 例컨대 水門操作의 時期와 開閉程度 Pump의 運轉範圍, 豫想되는 水浸地區에 對한 對策等 水防活動의 範圍가 定해진다. 洪水豫報의 精度는 流域의 水文觀測網의 密度, 流出計算方式, 過去의 水文資料의 蓄積에 依하여 解決되는 것이 先決條件이다.

이것은 各要素가 變하지 않는 限 精度의 向上은 期待하기 어려운 것이다. 다음으로 上流의 雨量에 依하여 計算할 것인가, 上流의 水位에 計算할 것인가의 問題는 雨量에 依한것이 準備(餘裕)時間은 많이 가지게 되나 精度가 떨어지는 것은 잘 알고 있는 事實이다. 또한 雨量에 對하여도 實雨量에 代身하여 豫想雨量을 使用하여 豫報함은 精度가 보다 떨어 진다는 것은 當然한 事實이다. 이를 補正하기 爲하여 準備시간을 짧게 하고 實雨量을 使用토록 하고 있으나 準備時間이란 것도 그 自體에 限界가 있으므로 洪水豫報를 評價할 때에는 위 두가지 要素를 分離하여 生覺화되 말아야 한다.

評價의 方法으로서 計算과 實測과의 全 hydrograph

의 差를 累加하여 이差가 最小가 되겠끔 하는 方案도 提案되고 있으나 現實的 問題로서 우리나라에서는 短期間의 尖頭流量附近에 特別 着眼하는 境遇가 많은데 이와같이 評價하여도 無方한 것이라 思料된다. 위에서 言及한 바와 같이 實際豫報로서 時間이 틀리면 水位가 아무리 正確하여도 아무런 意味가 없다. 따라서 計算方式도 可及의 餘裕時間을 많이 가질 수 있는 式을 採用할 수밖에 없다. 또한 豫報의 技法으로서 比較的 安全을 爲하여 豫測時間을 조금 빠르게 할 수도 있다. 그러나 이는 위에서 말한 誤差를 論할 때에는 이러한 意圖의인 것은 表面으로는 나타나지 않는다.

2) 洪水豫報에 依한 便益

天災地變에 依한 洪水의 被害를 最小限으로 줄이기 爲하여 國家는 水防活動을 하는 것이다. 天災는 豫測하기 어려운 場所와 時刻에 일어나는 것이 普通이나 洪水는 그 場所가 어느 程度 決定되어 지고 있는 것이므로 이點에 있어서는 大端히 多幸한 일이다. 洪水豫報는 國家가 行하는 事前 水防活動 가운데 具體的이면서 가장 重要한 業務의 하나이다.

洪水豫報로서 얻어지는 便益은 具體的으로는 人命과 財產이다. 또한 附加해서 民心의 安定을 圖謀하는 것이다. 民心의 安定이란 事前에 어떤 일이 어떠한 크기로 언제 어디서 나타날 것인가를 알고 있으면 國民은 누구나가 安心하고 맡은 바 業務를 遂行하고 또한 對策도 세우게 된다. 마치 캄캄한 그믐밤에 불없이 낮선 밤길을 간다고 할 때 마음속으로 스며드는 不安은 누구나가 經驗한 바와 같이 未知에 대한 두려움을 없애주는 役割을 하게 되는 것이다. 洪水豫報로 因한 便益은 人命은 돈으로 換算할 수 없는 것이므로 別個의 問題로 치고 公共施設이라든가 個人의 財產等 廣義의 國家財產의 被害를 事前對策에 依하여 얼마나 줄일 수 있는가의 問題가 된다. 그러나 우리나라에서는 아직 이에 對하여 測定한바도 없거니와 測定하기도 참으로 어렵다. 文獻에 依하면 美國의 境遇 洪水豫報에 依한 洪水被害는 約 10% 輕減 되는것으로 말하고 있으며 洪水豫報 技術을 高度化하면 洪水被害는 約 30%까지 防止될 수 있다고 生覺되어 지고 있다. 또한 年間의 洪水豫報 經費는 年平均 被害額의 約 4%로 된다고 한다.

V. 漢江洪水豫報業務의 問題點과 將來展望

漢江 豫報施設은 既히 紹介 되었으므로 여기에서는 運營上의 問題點과 展望에 對하여 略述하고자 한다.

1) 問題點

가. 水文資料의 不足

앞서 評價에서도 言及하였지만 水文資料의 蓄積은

洪水豫報模型의 選定豫報의 精度向上에 基本資料가 되는 것이다. 只今까지 充分한 資料가 없어 漢江 固有의 流出模型 내지 諸水文 特性值를 分析利用하지 못하고 日本 利根川의 河川 特性值를 流域面積 流路延長 等만 바꾸어서 그대로 利用하고 있다. 이는 앞으로의 水文資料의 蒐集分析을 通하여 가장 合目的의 方法이 提示, 利用되어야 하므로 不斷한 水文資料의 蒐集과 研究調查가 必要하다.

나. 洪水豫報 施設

漢江에는 38個 T/M雨量觀測所와 17個 水位 觀測所가 있으나 漢江流域面積이 26,219km²이므로(임진강除外) 1個雨量 觀測所가 占하는 流域面積은 約 690km²나 된다. 建設部에서 發刊한 河川施設 基準에 依하면 調查對象 區域에서 50km²當 1個所의 雨量觀測所를 配置 하도록 되어있다. 또한 우리나라는 山岳地域이므로 WMO 最小密度 基準은 100~250km²當 1個所 必要한 것으로 된다. 現在의 觀測施設密度로서는 雨量資料 蒐集自體에서 概略 10%程度의 誤差 要因을 안고 있다. 더욱이 支流에서의 流出 檢算에 必要한 水位一流量資料는 全無한 實情이므로 流出計算時 支流에서의 流出檢算에 依한 計算值의 補正은 不可하며 本流 몇個所를 中心으로 補正計算을 實施하고 있을 뿐이다.

다. 洪水豫報의 經驗不走

河川流出은 그 構成因子로 되는 流域의 諸資料로 부터 하나하나 演譯의으로 計算해 내기 보다는 降雨와 流出間의 關係를 歸納의으로 解析하는 即 流域을 Black Box로 認知하고 이 Black Box內의 變換過程을 諸因

子와 結合시켜 誘導하는 方法이 大部分이다. 모든 豫測業務가 그러하듯이 豫測業務의 縱事者는 他業務 縱事者 보다 많은 經驗이 必要하다 漢江洪水統制所는 그 歷史가 日淺하여 經驗의 蓄積이 7년에 不過하므로 豫報業務 遂行中 多少間의 誤差가 있었음은 결코 否認하지 않는다. 또한 初期에 必要施設의 未備로 因하여 많은 어려움을 겪었으며 擔當職員의 資質問題도 끊임없는 訓練과 教育이 必要한 實狀이다.

2) 展 望

洪水豫報 業務의 質의水準 向上을 爲하여 現在 여러 가지로 補完研究를 繼續하고 있다. 漢江流域의 各 支流別로 其 特性值를 究明하고자 年次的으로 研究를 繼續하고 있으며 한편으로는 日本人 專門家를 초빙하여 精度改善을 爲한 內容分析을 實施中에 있고 各支流의 流出現狀을 把握하기 爲하여 水位一流量 曲線도 하나하나 補完具備해 가고 있는 實情이다. 앞으로는 水文資料와 經驗의 蓄積 및 改善된 施設을 土臺로 좀더 나은 豫報業務를 할 수 있을 것으로 期待하고 消極的이라 할 수 있는 豫報 段階에서 積極的이라 할 수 있는 多目的 Dam群의 最適調節을 實施하여 洪水豫報는 勿論 人爲的으로 洪水를 最小化 하는 段階에 까지 이르지 않으면 안될 것이다. 또한 여러 科學文明의 發達에 힘입어 氣象에 依한 洪水豫報 나아가서는 氣象調節에 依한 旱水害가 없는 날이 언젠고 꼭 이룩되길 바라는 마음은 洪水豫報 擔當者의 한사람으로서 간절히 期待해 본다.