

## 五大江의 洪水豫警報 System

朴 永 一\*

### 1. 洪水豫警報의 背景

自然에 順應하고 自然을 征服하면서 生活을 營爲해온 발자취가 人類文明의 歷史이다. 自然現象의 異常은 旱害, 水害, 颱風, 地震, 우박, 異常高温, 低温, 海溢 等 수많은 自然災害를 일으킨다. 이 中 洪水는 우리나라의 氣象學의 地域與件과 地形的 要素와 上昇作用의 結果로서 極히 반갑잖은 年例行事처럼 되어있다. 이러한 洪水의 規模와 發生時刻를 事前에 豫知할 수 있다면 같은 規模의 洪水가 왔다 할지라도 事前準備와 豫防活動 卽 待避, 災害취약地區의 補強, 나아가 多目的 Dam과 河口堰等의 適切한 操作에 依하여 洪水規模를 줄이는 즉, 洪水被害의 最小化를 期하게 될 것이다.

傳說的인 Noah의 洪水를 除外한다면 近代의 洪水豫報는 1854年 France의 Seine 江의 豫報를 그 효시로 들 수 있고 우리나라에서는 1920年의 漢江洪水에 자극받아 1925년부터 漢江洪水豫報를 實施하여 왔고 1965년에는 上流 Dam建設에 따라 一部 修正하여 實施하여 왔는데 이는 對應水位法이라는 根本理論에 下流의 降雨狀況을 若干 考慮한 方法이다. 그러나 各個河川의 條件 또는 降雨의 時間的 分布狀況에 따라서는 對應水位法에 依한 洪水豫測의 規模와 時刻에 커다란 誤差를 가져올 수 있고 여유시간의 不足으로 洪水豫報의 效率을 最大限으로 올릴 수 없는 缺點을 가지고 있었다. 降雨로부터 流出을 直接 計算하면 보다 많은

余有時間을 가질 수 있고 降雨와 流出間의 關係가 定立되면 正確度도 높일 수 있게 된다. 이는 近代의 水理水文學의 發達成果와 必要한 Data를 卽時 入手할 수 있는 通信의 發達 및 入手된 Data를 高速處理할 수 있는 電算機의 出現으로 雨量法에 依한 洪水豫警報 方法이 實用 可能하게 된 것이다.

### 2. 施設概要

#### 가. 漢江

漢江洪水豫警報 施設은 1968年12月 第1次 Asia 極東經濟委員會 및 世界氣象機構 颱風委員會에서 漢江流域을 韓國의 洪水豫警報施設 自動化 示範地域으로 設定하여 1972年 調査事業이 始作되었고 1972年 8月 大洪水를 契機로 施設工事의 保進劑가 되어 1974年 7月 3日 부터 同施設의 稼動을 보게 되어 現在에 이르고 있으며 當初에는 水位 17局 雨量 30個所였으나 忠州Dam 建設에 따라 雨量, 水位觀測所의 增設 또는 位置變更하였고 1984年 大洪水 以後 雨量觀測所를 增設하여 現在는 水位 30個所 雨量 65個所 警報 5個所가 設置되어 있으며 流出計算은 30個小流域과 23個河道로 區分하여 計算하고 있으며 그 施設綱圖와 流出計算 模式圖는 圖1 및 圖2와 같다.

#### 나. 洛東江

洛東江 洪水豫警報 施設은 漢江洪水豫警報 施設의 完工時에 洛東江, 錦江, 榮山江의 洪水豫警報 施設을 1975년부터 1977년까지 3個年에 걸쳐

\* 洛東江 洪水統制所長

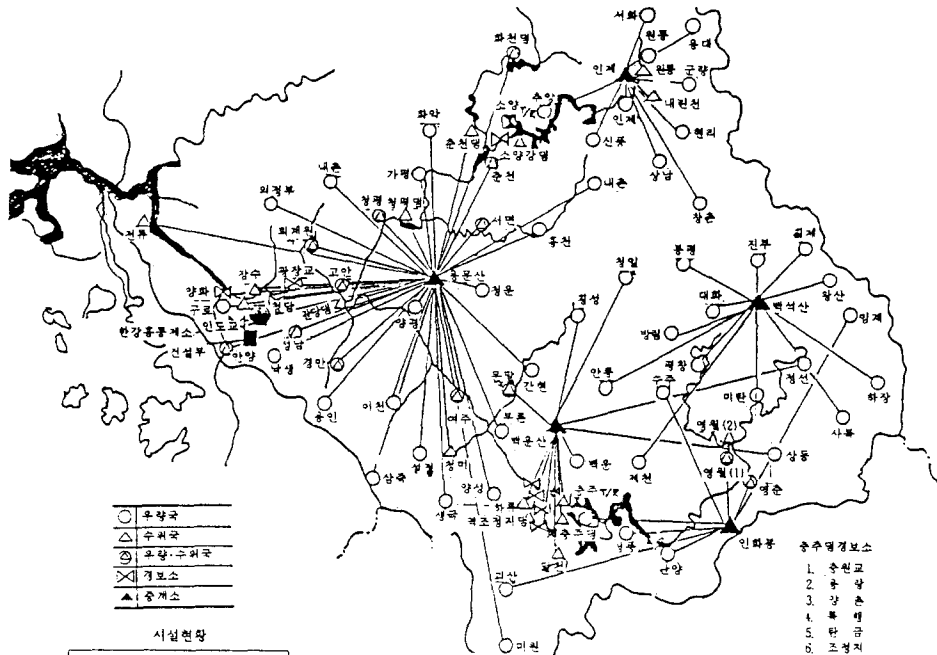


圖 1 한강유수계소 시설현황도

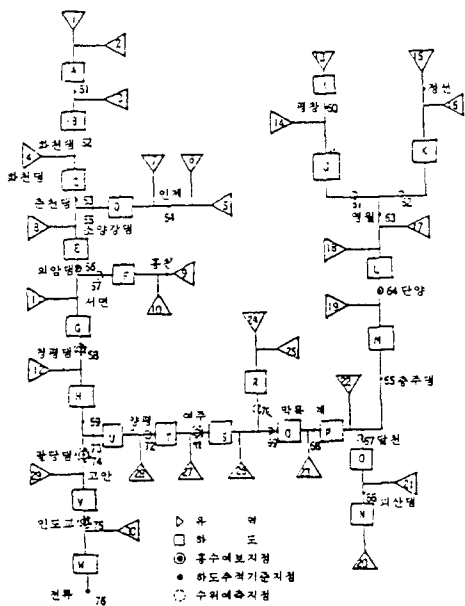


圖 2 한강유출 계산 모식도

서 年次的으로 設置할 計劃을 세웠으나 豫算確保 등의 어려움으로 繼續 연기되어 오다가 1981년에 다시 檢討가 始作되어 1983年末에 計劃이 樹立되고 1986年 工事着手하여 1987년부터 同施設의 稼動을 보게 되었다. 施設內容으로서는 雨量56個所, 水位48個所, 警報5個所, 水質觀測所5個所로 構成되어 있고 流出計算 單位로서는 43個小流域과, 當初 28個河道區間에서 最小 追加된 32個河道로 變更 實施하고 있으며 그 施設網圖와 流出 模式圖는 圖 3, 및 圖 4와 같다.

다. 滄津江

當初 計劃上으로는 榮山江 및 其他流域 洪水豫警報 施設로서 가장 늦게 洪水豫警報 施設이 設置될 것으로 豫想되었으나 住岩Dam 建設과 併行實施 되므로서 빠르게 完成되어 1988년부터 稼動되고 있으며 水位17個所 雨量20個所 警報 5個所로

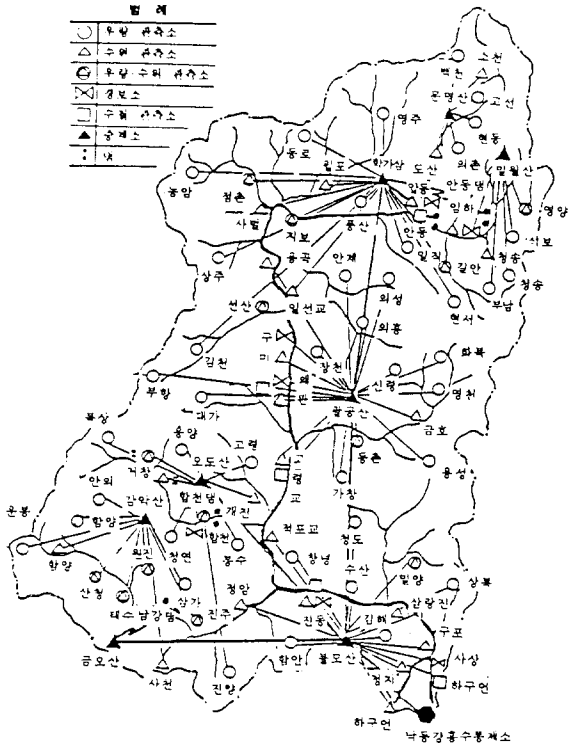


圖 3 낙동강 동수 예경보 시설 맞도

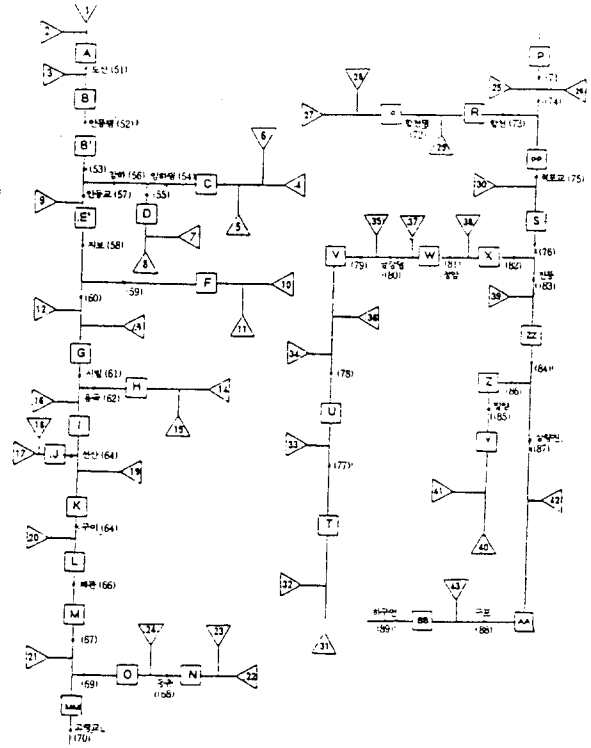


圖 4 낙동강 유출계산 모식도

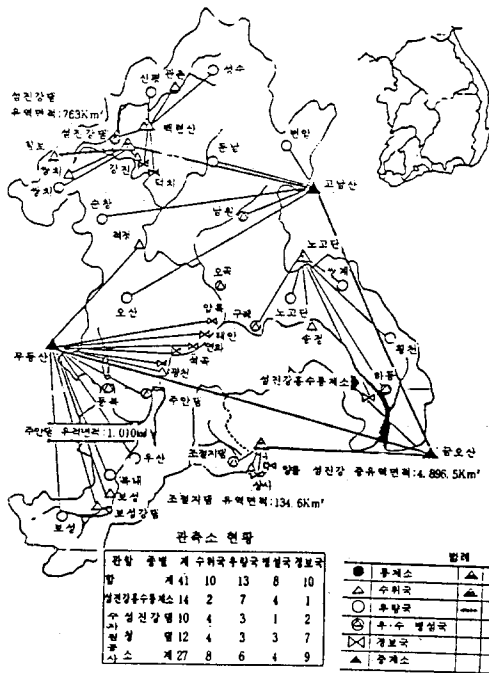


圖 5 섬진강동수예경보 시설맞도

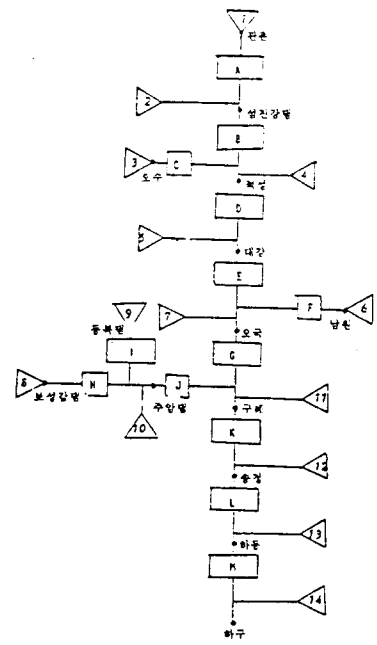


圖 6 섬진강 유출계산 모식도

구성되고 있으며 施設網圖 및 流出計算 模式圖는 圖5 및 圖6과 같다.

라. 錦江

우리나라에서 세번째로 큰 河川인 錦江은 洪水豫警報 施設의 必要性이 꾸준히 論議되어 오다가 1987年 中部地方, 特히 錦江下流地域에 엄청난 集中豪雨로 莫甚한 洪水被害를 입었고 이에 자극받아 錦江洪水豫警報 施設의 必要性이 절실히 要求되어 1987년부터 基本計劃의 樹立에 着手하게 되었고 1988年 基本計劃이 完了된 후 이어 施設工事を 着手하여 1990年 錦江洪水統制所의 發足を 보게 되었다. 施設內容으로서는 雨量35個所 水位24個所 警報 5個所로 構成되고 22個所流域과 21個河道에 對한 施設網圖와 流出 模式圖는 圖7, 圖8과 같다.

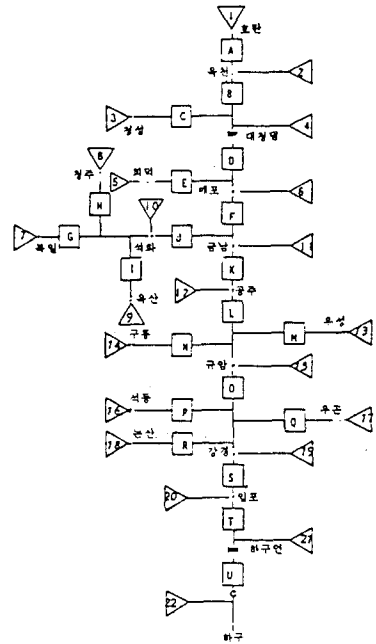


圖8 금강유출계산 모식도

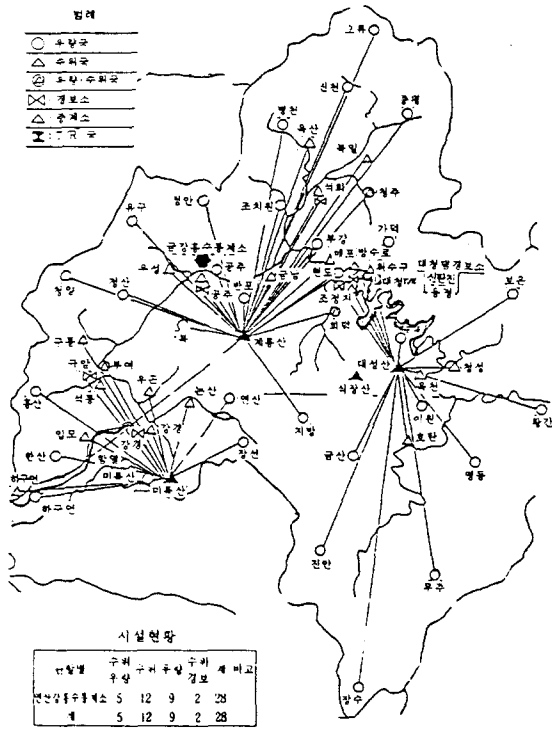


圖7 금강홍수 예경보 시설망도

마. 榮山江

榮山江은 當初 榮山江 洪水豫警報 施設計劃이 세워진 이후 他流域과 같이 事業追進이 이루어 지다가 榮山江 河口堰의 建設과 함께 洪水豫警報 施設의 設置가 一時 檢討되었으나 여러가지 事情上 우리나라 五大江中에서 가장 늦게 洪水豫警報 施設이 着工되었으며 施設內容은 水位 18個所 雨量 14個所 警報 2個所로 되어있어 水位觀測所가 雨量觀測所 個所보다 많은것이 他流域과 色다른 點이다. 이는 流域面積은 적으나 中規模 Dam이 散在하고 있어 이 Dam群에 依한 流出變化를 全體 流出 計算에 미치는 影響을 감안한 것이다. 18個 小流域과 17個 河道로 構成된 施設網圖와 流出 模式圖는 圖9, 圖10과 같다.

3. 問題點 및 改善方向

가. 洪水豫警報의 必需條件

洪水豫報가 갖추어야 할 必需條件은 앞에서

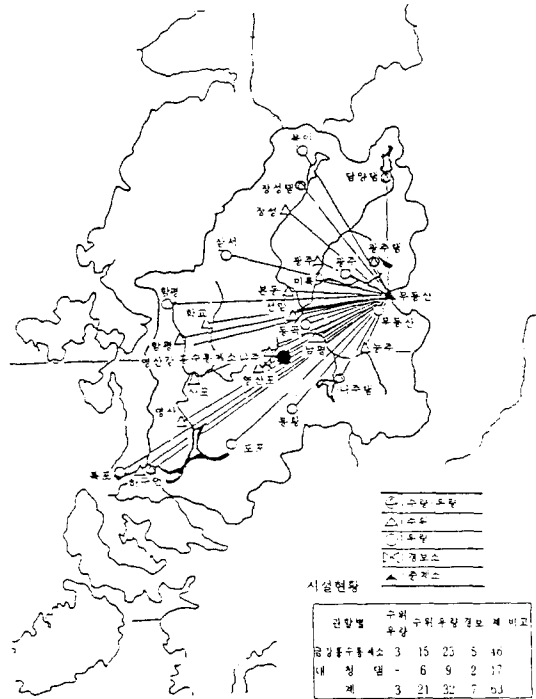


圖 9 영산강 홍수 예경보 시설망도

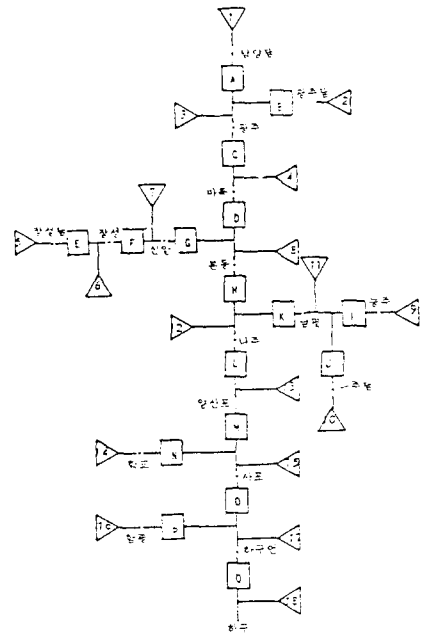


圖 10 영산강 유출계산 모식도

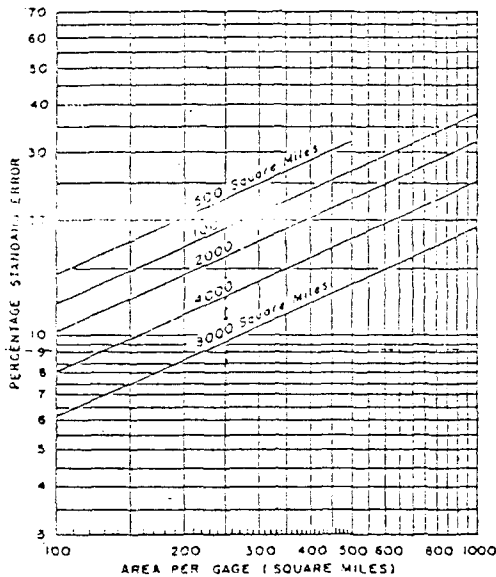
記述한 바와같이 時間과 正確度이다. 卽 얼마만한 余有時間을 가지고 豫報할 수 있으며 豫報值가 實測值에 時刻的, 量的으로 얼마나 接近할 수 있는나하는 正確度의 問題로서 각각 수레의 兩바퀴 역할을 하게된다. 前者는 Data 入手, 迅速한 計算處理, 豫報傳達 時間을 얼마나 短縮할수 있는가 하는 問題에 歸結되고 앞으로 氣象學의 發達여부에 따라서는 더많은 余有時間뿐만 아니라 多目的Dam 또는 Dam群의 最適操作에 決定的인 變化를 가져와 그야말로 完全한 洪水統制業務를 遂行할 수 있을 것이나 現在로서는 各河川 流域特性에 따른 限界性이 있다. 後者는 入力되는 Data의 正確도와 計算過程의 Algorithm의 正確度 與否에 달려 있는 것이다. 이러한 事項에 對하여 當面한 몇가지 문제점을 記述하면 다음과 같다.

나. 降雨量

여름 소나기가 소(牛)등을 두고 다튼다라는 俗談과 같이 降雨의 分布는 一樣하지 않으며 더욱이 우리나라처럼 山과 溪谷, 平野가 複雜하게 어우러진 地域에서 流域平均降雨量을 제대로 觀測하기는 참으로 어려운 일이다. 이를 解決하는 方法으로서는 觀測計器의 誤差를 없애야 함은 勿論 缺測된 觀測所의 補完(現在 各流域의 缺測值는 R, D, S 方法으로 補完)이 行하여야 하나 根本的으로는 雨量Radar를 利用하든지, 雨量 觀測所를 增設하든지 間에 觀測密度를 늘릴수 밖에 없지 않는가 생각된다. WMO에서 勸獎하는 觀測計器의 密度와 現在 設置된 各流域의 密度는 다음 表와 같다. 그러나 참고로 미국에서 조사된 流域面積과 1個觀測所가 支配하는 面積 關係에서 생기는 standard error 間에는 또다른 相對的 關係가 있으므로 W, M, O의 勸獎 事項이 不變의 原則일수만 아니라는 것을 圖 11에서 보여주고 있다.

表 1 洪水豫警報 雨量觀測所 密度 對比表

河川名	流域面積km <sup>2</sup>	雨量個所數	個所當量/個所 支配面積	備 考
漢江	23,104	65	355	臨江 및 DMZ 地帶除外
洛東江	23,860	56	426	
錦江	9,886	42	235	
淸津江	4,897	20	245	
樂山江	2,798	14	200	
計	64,545	197	328	WMO 권고 200km <sup>2</sup> /個所



Standard error of average precipitation as a function of network density and drainage area for the Muskingum Basin, (U. S.)

다. 水位-流量 曲線

洪水豫測計算 過程에서 貯留函數法은 貯留量과 流量計算으로 모든 計算이 進行되며 流速이나 流水斷面積等은 直接的인 相關없이 進行된다. (貯留 함수法의 상수 값은 斷面의 크기 形狀 등으로 決定되나 홍수추적 課程에는 考慮되지 않음) 따라서 豫測水位는 計算된 流量값으로 水位流量 曲線上에서 對應하는 水位值을 찾아내어 水位에 對한 豫測值을 計算하고 있으므로 流量計算이 아무리 正

確하여도 水位-流量曲線이 正確하지 않다면 豫報值의 正確度는 期할수 없는 實情이다. 最近의 河川改修, 水資源開發 事業, 骨材採取 등으로 水位-流量 曲線은 繼續的인 急變現象을 야기하고 있다.

예컨대 漢江下流部開發, 미사리의 骨材採取 등에 依한 高安 및 人道橋地點의 水位流量曲線의 變動과 洛東江 沿岸開發과 骨材採取에 依한 洛東江水系의 河床變動 등의 問題는 전국河川에 共通의 인 事項이 아닐까 생각된다.

라. 流出計算의 諸係數

現在 各流域에는 共通의 貯留函數法을 流出 model로 使用하고 있다. 여러가지 流出 model 中 貯留函數法을 使用하는 理由는 既存 Data의 不足과 이를 分析한 資料가 別로 없는 實情에서 가장 簡便하게 實用可能하기 때문이라고 여겨진다. 그런데 이와같이 많은 量의 Data 分析이 所要되지 않은 貯留函數法 利用에 必要한 諸係數의 入力資料가 完全 定立되어 있지 않다. 前期降雨과 月別, 또는 季節的인 流出變化가 飽和雨量值에 미치는 影響이나 一次流出率의 決定 및 諸係數의 定立이 必要하다. 貯留函數法 自體가 몇 個의 簡略化한 假定下에 流出 model化한 誤差要因을 가지고 있는데 諸係數마저 誤差累積要因이 된다면, 그에 對한 結果는 明若觀火하다.

마. 改善方向

上記한 세가지 問題點은 現實的으로 當面한 課題이나 여기에 몇가지 추가하여 實務經驗으로 느끼고 있는 改善方向을 提示코저 함은 筆者의 愚鈍함에 基因한 所致이리라.

첫째, 水位流量曲線은 急流河川에서는 hysteresis loop를 勘案한 水位豫測이 이루어져야 한다. 勿論 이 hysteresis loop는 洪水波型에 따라 相異할것이나 水位上昇速度와 loop를 連關시켜 分類해놓으면 可能하지 않을까 생각된다. 緩流區間에서는 背水影響의 補完 卽 下流部 地點의 水位

가 먼저上昇할경우 上流水位에 影響을 주게되며 bi-model 型的 hydrograph에 있어서도 뒤에 오는 mode의 水位豫測에도 같은 論理가 適用된다.

둘째, 流域과 河道의 洪水 追跡 技法을 여러가지로 適用하여 봄으로써 各河川의 特性에 알맞는 洪水豫報 program이 만들어져야 할것이며 特히 感潮河川區間에서는 水文學的 方法보다는 統計的 또는 水理學的 方法을 適用하므로서 보다 豫報의 精度를 높일수 있을 것이다.

셋째, Dam群의 연계 運營問題이며 이는 上·中流에 있는 Dam群의 相互 연계 運用뿐만 아니라 河口堰中 潮位差가 甚한 河川의 河口堰과의 연계 運用은 洪水統制業務의 가장 어려우면서도 解決되어야 할 至上의 課題이다.

이 以外에도 中小規模 河川의 洪水豫報擴大普給, 洪水規模에 想應하는 浸水豫想地域圖의 作成 등의 長期的이고도 꾸준한 研究와 調查를 해야할 項目들이 결코 쉽지 않은 改善課題로 놓여 있다.