

〈기술정보〉

水文觀測 네트워크(Network) 設計에 대하여

徐榮濟*

1. 序論

네트워크라 함은 英國의 옥스포드 英語辭典에서 “河川, 水路, 鐵道, 無線通信 등에 대한 하나의 綜合的인 시스템”이라고 적혀 있다. 그리고 1965년 캐나다의 Quebec에서 開催된 水文 네트워크 設計 심포지움에서 W. B. Langbein은 “네트워크를 特別한 目的의 情報을 蒐集하기 위한 하나의 組織된 시스템으로 定意, 이 시스템의 各 構成要素는 서로 連結되어야 하며 그것은 또 地點間, 觀測所間 該當流域內에서 空間的으로 時間的인 資料 確保를 위하여 골고루 分布 되어야 한다”고 하였다.

모든 水文學 또는 水資源에 관한 領域은 直接 혹은 間接的으로 利用 可能한 資料와 密接한 關係가 있다. 그러므로 最近의 資料는 情報의 소스 概念으로 現在 利用되고 있는 技術水準과 함께 새로운 技術의 開發을 위해서도 또 技術뿐만이 아니라 行政 및 經濟분야에서도 決定的인 역할을 하고 있다. 이와같은 資料의 必要性이 바로 네트워크라는 綜合的인 시스템의 構想과 設計로까지 發展하게 되었으며 通信用 人工衛星 또한 이를 證明하고 있다. 그러나 資料蒐集에 대한 裝備, 運營 등으로 費用이 많이 소요되므로 效率的이고 經濟的인 水文觀測의 네트워크 設置가 매우 重要하다.

네트워크 設計에 있어서 宇宙全體의 多樣성과 이에 대한 適用性을 모두 反映 할 수 있는 水文觀測所의 實現은 事實上 不可能하며 또 이와같은 일은 必要하지도 않다. WMO(World Meteorological Organization: 世界氣象機構) 案內書에 네트워크 設計에 대한 技術的인 面과 經濟的인 面을 考慮하기 始作하면서 長期間에 걸

친 觀測이 要求되는 資料는 標本觀測으로 대신하였고 그에 對應하는 觀測所는 많이 늘어나지는 않았다. 그러므로 네트워크 設計에 대한 價格要因은 매우 重要的 要素가 되었고 要求되는 資料와 物理的 制限性, 財政的인 갈등간의 均衡을 維持하는 線에서 行해져 왔다. 現在의 가장 理想的인 設計 節次는 여러가지 必要性을 수렴할 수 있는 目標을 設定하고 그리고 모든 要因을 設計에 包含시킬 수 있는 시스템을 構築하여 多目的 用途에 맞는 네트워크 構想을 實現하는 일이다. 그리고 네트워크 設置에 대한 費用도 計劃段階는 政府基金으로, 設計費用과 運營管理費는 政府基金의 一部에서 充당하면서 相關된 事業費로 計上하는 것이 一般的인 事이다.

2. 우리나라의 네트워크 設計 現況

우리나라의 降雨形態는 季節的으로 偏重이 심하기 때문에 해마다 集中豪雨로 인한 洪水被害가 빈번이 發生하고 있다. 이러한 막심한 損害를 招來하고 있는 自然災害는 河川流域의 都市化와 大河川을 中心으로 經濟成長과 함께 점점 더 深刻해 지고 있다. 이런점을 감안하여 政府는 일찌기 漢江流域에 洪水豫警報 시스템을 設置하여 漢江洪水 統制所에서 運營하고 있으며 洛東江에도 河口댐이 設置되고 난 後 下流部 洪水管理를 위해서 1987년부터 洪水豫警報 管理시스템이 運營되고 있다. 또 現在 大清댐 上流部는 水資源 開發公社에서, 錦江河口둑에서 公州水位標까지는 農漁村振興公社가 TC/TM (Tele-control /Tele-metering) 設備

* 農漁村振興公社 技術支援部

의 一部를 利用하여 錦江洪水統制所의 水文資料를 받아 別途의 洪水豫測 프로그램으로 洪水豫警報 시스템을 管理하고 있고 섬진강 流域에서도 現在 設計및 設置를 完了한 것으로 알고 있다. 이와같이 TC/TM 設置를 위한 네트워크 構想은 컴퓨터로 電送되는 通信網이 流域全般에 걸쳐 構成될 수 있도록 하여야 하며 이 通信網을 통하여 蒐集되는 水文資料를 基礎로 洪水 流出模型에 의한 流出量을 計算하여 流域內의 물 管理와 災害管理에 效率의으로 利用하기 위한 것이다. 특별히 漢江, 洛東江流域에 대한 네트워크 設置現況을 紹介하면 다음과 같다.

1) 漢江流域의 네트워크

洪水對策의 일환으로 1974年 漢江流域에 設置된 洪水豫警報 시스템은 現代化된 우리나라 最初의 온라인 T/M 組織網이다. 漢江 人道橋로 부터 流域面積이 24980km²인 漢江流域의 流出量計算을 위하여 對象 許容支配面積을 1000km²로 定하고 있으며 流域을 分割하여 貯溜函數法으로 500km²이하의 小流域으로 나누어 流出量을 계산 하고 있다. T/M 設置를 위한 水位및 雨量觀測所의 네트워크 構成은 水位觀測所가 17個所, 雨量觀測所가 45個所, 水位, 雨量이 함께 設置된 곳이 13個所, 豫警報觀測所가 15個所로서 네트워크 構成은 總 90個所로 되어 있다.

2) 洛東江流域의 네트워크

1987年 3月에 設置된 洛東江 流域의 洪水豫警報는 TANDEM-16 컴퓨터 시스템이다. 이것은 漢江流域에 이어 두번째로 試圖된 온라인 T/M 시스템으로서 水文資料의 發生地點인 各水位局, 雨量局및 댐局으로 부터 洛東江 洪水統制所까지 中繼所를 통하여 Micro-Wave로 받아 시스템으로 處理하도록 프로그램화 되어 있다. 네트워크 構成은 現在 雨量觀測所가 56個所, 水位觀測所가 48個所, 水質觀測所가 5個所 設置 運營되고 있으며 또 洪水被害를 事前에 豫防하기 위한 警報所도 16個所 設置되어 運營되고 있다.

3. 水文學的 構成要素

1) 概要

네트워크 設計에 있어서 무엇보다 가장 重要한 要素는 自然現象의 觀測일 것이다. 그러므로 첫째로 이와 같은 重要한 네트워크 構成要素에 대해서 充分한 討議를 거친후 이들 自然條件들로 부터 얻을수 있는 네트워크 設計 原則을 基本으로 하여 設計에 착수하게 된다. 降水觀測은 空間과 時間的으로 連續的인 變數이지만 一般的으로 限定된 期間 동안 매우 작은 流域에 걸쳐서 同一한 水深比로 測定된다. 降水資料는 觀測器機의 誤差도 發生할 수 있지만 水文과 水資源 시스템 研究에서는 살아 있는 入力 資料이다. 그리고 山岳이나 海岸等 對流作用에 의해 發生하는 特別한 氣候現象을 네트워크 設計時 反映 하는것도 매우 重要한 일이며 또 觀測器機의 設置基準및 標準化도 우선 考慮하여야 한다. 地形的인 條件도 무시할 수 없으며 觀測所의 數를 주어진 區域內에서 어느 程度 할것인가(WMO 案內書 參照) 등을 고려하여 만약 어떤 地域的인 資料가 있다면 現存하는 네트워크를 修正하므로써 이 資料도 포함시켜 分析할 것인가 判斷하여야 한다.

2) 降水觀測所의 密度

사실상 自然條件의 多樣함을 正確히 描寫할 수 있도록 支配區域을 나누는 일은 거의 不可能 하다. 가장 簡單 하면서도 많이 採擇되고 있는 方法은 降雨의 面積別 相異性에 基礎를 둔 分類法이다. 모든나라가 數年동안의 觀測을 통하여 年降水量에 대한 降雨圖를 作成하고 있으며 그리고 最小限의 네트워크를 이것으로 부터 구할수 있다. 그러나 WMO 에서 推薦하는 觀測網의 密度를 決定하기 위해서는 一般的으로 다음과 같은 3가지 地域으로 나누어 適用하고 있는 基準을 살펴볼 必要가 있다.

(가) 溫帶, 地中海, 熱帶地方의 平地 : 대개 11-17 個의 觀測所를 10000km²範圍內에서 設置할 수가 있으므로 觀測所 1個所當 600-900km²의 面積을 支配한다고 볼 수 있다. 그러나 經濟成과 通信施設의 不足等으로 因하여 條件이 불리 할 경우 900-3000km²까지 支配面積을 넓힐 수 있다.

(나) 溫帶, 地中海, 熱帶地方의 山岳地帶 : 山岳地帶에서는 海拔표고에 따라 觀測所를 配置하는 것이 바람직하며 약 500m 표고마다 區域을 나누어 最小限의 密度는 40-100個所의 觀測所를 10000km²範圍內에, 즉 100-250km²의 支配區域을 觀測所 1個所가 管轄하도록 한다. 그러나 여러가지 조건에 따라 이와같은 密度를 維持하지 못할 境遇 最小限의 支配區域은 한개의 觀測所當 250-1000km²區域까지 擴大할 수 있다. 이와반대로 面積이 20000km²未滿의 섬 地方에서는 觀測所 數를 더 늘여야 하며 最小限 400個所의 觀測所가 10000km², 觀測所 1개소당 25km²面積을 커버할 수 있도록 한다.

(다) 砂漠과 極地域(Polar zones) : 1-7個所의 觀測所가 10000km², 觀測所 1個所當 1500-10000km²의 面積을 管轄하도록 하나 可能하면 觀測所數를 더 늘일 수 있다.

3) 流量觀測所의 密度

降水觀測所와 마찬가지로 河川의 流出量을 把握하기 위하여 流量觀測을 위한 네트워크도 構想하여야 한다. 流量觀測所의 主目的은 地表水의 使用 可能한 水資源量을 判斷하고 量의 變化量을 時間的으로 알아보기 위한 것이다. 洪水量과 渴水量의 頻度및 그 規模는 이와같은 觀點에서 매우 重要한 要素이다. 複雜多樣한 自然現象에서 水文學의 큰 장르에 속하는 流出量 把握을 위한 流量觀測所의 最小한 네트워크 密度도 降水觀測所와 함께 流域의 크기에 따라 다음과 같이 3個의 區域으로 나눌 수 있다.

(가) 溫帶, 地中海, 熱帶地方의 平地 : 5000km²區域에 4-5個所의 觀測所가, 1個所當 約 1000-2500km²面積을 支配할 수 있도록 設置하는 것이 一般的이다. 그러나 通信施設이 不便하거나 空間的으로 人口密度가 낮은 地域은 例外的으로 適用할 수 있으며 그 基準은 約 1個所當 3000-10000km² 面積을 지배한다.

(나) 溫帶, 地中海, 熱帶地方의 山岳地帶 : 山地에서는 最小한 標高 500m區間마다 나누어 觀測所를 設

置하여야 하며 10-30個所의 觀測所를 10000km²에 그리고 1個所의 觀測所當 300-1000km²의 區域을 支配하도록 한다. 그러나 앞서서도 言及되었듯이 經濟的인 理由나 通信施設이 未備한 地域條件에서는 觀測所 1個所當 1000-5000km²를 지배할 수 있다. 또 20000km²未滿의 작은 섬 地方의 山地에서는 매우 조밀한 觀測網이 要求되므로 最小限의 密度는 觀測所 1個所當 140-300km²流域으로 할 것을 推薦하고 있다.

(다) 砂漠이나 極地域 : 10000km²當 0.5-2個所의 觀測所가 必要하며 1個所의 觀測所가 5000-20000km²面積을 지배할 수 있다. 그러나 사하라 砂漠이나 北極의 그린랜드등과 같은 地域에서는 流量觀測所의 設置가 不可能 한 곳도 있다.

4) 蒸發量 觀測所 密度

蒸發量의 變化는 時間的 또는 地域的, 局地的으로 是 偏差가 심하나 넓은 流域의 廣域的, 週期的인 分布의 偏差는 그리 심하지는 않다. 蒸發量의 測定은 地上에서나 自由水表面 모두에서 必要하며 測定器機는 大型, 小型의 蒸發접시로 測定할 수 있다. 그리고 實際의 蒸發量을 地上의 被服形態에 따라 測定할 경우 매우 값비싼 裝備가 必要하게 된다. 蒸發量觀測所의 네트워크는 크게 두가지 水準에서 考慮할 수 있다. 그중 하나는 流域이나 支配區域을 代表하기 위한 標本觀測所를 設置하는 일이고 다른 하나는 特別한 目的으로 例를 들어 水面蒸發이나 熱收支平衡方法등을 利用하기 위한 觀測所등을 設置하는 일이다.

蒸發量觀測을 위한 觀測所의 密度는 乾燥地域일수록 조밀하게 하여야 하며 WMO 에서 推薦된 最小限의 觀測所 數는

乾燥地域: 1 個所當 30, 000km² 를 支配하고,
 溫帶地域: " 50, 000km²를 " ,
 寒冷地域: " 100, 000km²를 支配하도록 한다.

5) 地下水 觀測所의 密度

一般的으로 地下水는 貯水容量이 크고 그리고 흐름이 매우 느리며 時間的으로 서서히 變化하는 것이 특

徵이다. 또 흐름의 形態가 地下에 숨어 있으므로 地下水에 관한 情報을 얻기가 힘들며 資料取得을 위한 觀測所 設置費用이 다른 項目에 비하여 매우 높다. 地下水의 水質管理를 위해서는 地下水 觀測 네트워크가 必要하며 同一한 地下帶水層일 경우라도 地層의 形態에 따라 多樣하게 나타난다. 地下水의 變動은 乾期나 雨期 또는 年中 地下水 使用量에 따라 週期的으로 變한다. 一定한 區域內에서 몇개의 代表的인 우물의 水位를 觀測하고 監視함으로서 定期的인 變化를 알 수 있다. 이들 地下水에 관한 情報은 地下水位를 地下管井으로부터 觀測하고 自然的으로 流出되는 地下水의 湧出量과 人爲的인 取水量을 체크함과 同時에 自然的 또는 人爲的으로 供給되는 水量(Recharges)과 地下水의 水質監視를 위한 週期的인 測定을 實施함으로서 얻을 수 있다.

4. 네트워크의 統計學的 分析

水文觀測과 함께 네트워크의 原始資料는 어떤 形態의 資料利用을 위하여 適切한 方法과 手段으로 加工하지 않으면 안된다. 따라서 네트워크 設計부터 空間의 配置, 密度等의 最適化를 위하여 統計的 分析 技法이 必要하게 되며 氣像, 地質, 土壤條件等의 水文資料도 使用 目的에 따라 가공, 처리함으로 소기의 目的을 達成할 수 있다.

1) 全流域에 걸친 降雨觀測所의 密度

만약 어떤 한 流域에 2個의 觀測所間 水文事象의 相關性은 年, 月, 日別로 區分하여 分析할 수 있다. 즉 i, j 觀測所間의 相關係數는

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i \cdot x_j - \left| \sum_{i=1}^n x_i \cdot \sum_{j=1}^n x_j \right| / n}{\sqrt{\left\{ \left[\sum_{i=1}^n x_i^2 - \left(\sum_{i=1}^n x_i \right)^2 / n \right] \cdot \left[\sum_{j=1}^n x_j^2 - \left(\sum_{j=1}^n x_j \right)^2 / n \right] \right\}}}$$
 (1)

으로 구할 수 있다. 여기서 $n = i, j$ 觀測所의 同一時間에 觀測된 觀測回數이다. 그리고 r_{ij} 는 山岳地形과 降雨의 패턴에 따라 影響을 많이 받으며 觀測所間

距離의 函數로 그림-1 과 같이 나타낼 수 있다. 그림-1은 $r(d) = r(0) \cdot e^{-d/d_0}$ 의 式으로 나타낼 수 있으며 d_0 는 相關半徑으로서 $r(d_0) = r(0)/e$ 로 定義된다. 理論的으로는 $r(0) = 1$ 이 되지만 微氣候(micro-climate)의 影響과 相關誤差 때문에 $r(0) < 1$ 이 되기 마련이다. 또 Kagan은 WMO의 案內書에서 이와같은 影響에 의한 分散을 (2)式과 같이 나타내었다.

$$\sigma_i^2 = (1 - r(0)) \cdot \sigma^2$$
 (2)

여기서 σ^2 은 하나의 觀測所에 대한 時系列의 分散이다. 基礎的인 統計分析方法中 가장 重要한 것은 주어진 한 地點에서의 補間法 分散이다. 즉 주어진 i, j 두 觀測所間 平均偏差의 平方根은

$$b_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + \sigma_i^2 + \sigma_j^2} = 2\sigma_i \cdot \sigma_j \cdot r_{ij}$$
 (3)

이며 만약 이 地域이 氣象學的으로 同一한 條件이라면 $\sigma_i = \sigma_j = \sigma$ 가 되고

$$b(d) = 2\sigma^2 (1 - r(d))$$
 (4)

이 된다. 여기서 $b(d)$ 는 構造函數 (Structural function)라 한다.

(가) 基準(I) : 주어진 流域內에서 觀測된 算術平均 降雨量의 正確度を 評價.

넓은 區域의 많은 資料를 集團으로 묶어 單純化 하는데 있어 그 誤差를 찾아 내는 方法은 指數相關函數 (Exponential correlation function)을 使用하여 "a" 라는 全流域의 平均降雨를 流域의 中心에 假想하여 두고 算出할 수 있다.

$$V = \sigma_i^2 + 0.23 \cdot \sigma^2 \cdot \frac{\sqrt{a}}{d}$$

$$= \sigma^2 \left[1 - r(0) + 0.23 \cdot \frac{\sqrt{a}}{d} \right]$$
 (5)

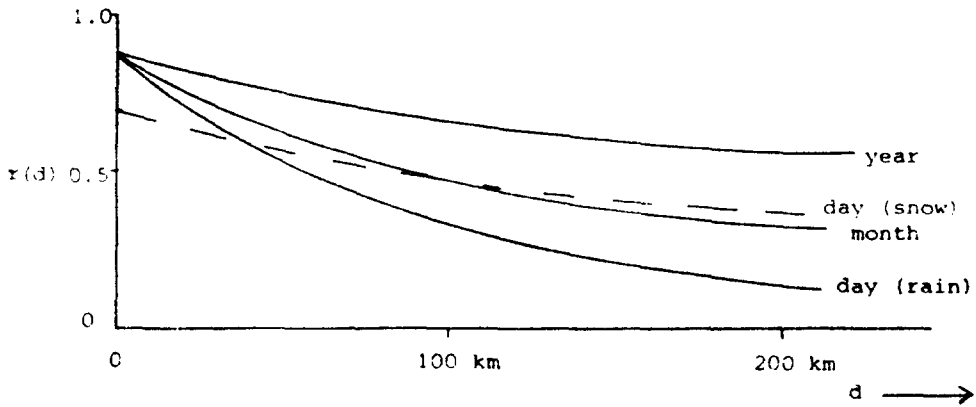


그림-1 觀測所間的 距離-相關係數

만약 N개의 觀測所가 全流域 A에 分布되어 있다면 a 바람직하다.
= A/N가 되고

$$V_N = \frac{\sigma^2}{N} \cdot \left\{ |1 - r(0)| + \frac{0.23 \cdot \sqrt{A}}{d_0 \cdot \sqrt{N}} \right\} \quad (6)$$

이 된다. 그리고 다른 資料와의 相對誤差는

$$Z_1 = \frac{\sqrt{V_N}}{\bar{X}} = C_v \cdot \left\{ |1 - r(0)| + \frac{0.23 \cdot \sqrt{A}}{d_0 \cdot \sqrt{N}} \right\} \quad (7)$$

이다. 여기서 $C_v = \text{變動係數} = \frac{\sigma}{\bar{X}}$ 가 되며 $\bar{X} =$

全流域 A의 平均降雨量이다. 그리고 Z_1 은 Z_1 觀測所의 相對誤差가 되고, N = 觀測所의 數이다. 네트워크 1개의 觀測所當 支配面積은

$$\text{四角網일 경우} = \sqrt{\left\{ \frac{A}{N} \right\}} \quad (8)$$

$$\text{三角網일 경우} = 1.07 \cdot \sqrt{\frac{A}{N}} \quad (9)$$

으로 算出할 수 있으며 만약 上記 두 方程式에서 同一한 面積으로 計算될 경우 三角網으로 構成하는 것이

(나) 基準(II) : 隣近觀測所의 補間法으로 資料를 補完할 경우의 誤差算定. 隣接한 2개의 觀測所間 中間地點에서의 相對誤差는

$$Z_2 = C_v \cdot \left\{ \left| \frac{1}{2} + r(0) - 2 \cdot r \cdot \left(\frac{d}{2} \right) + \frac{1}{2} \cdot r(d) \right| \right\} \quad (10)$$

으로 計算하며 네트워크 觀測所가 三角網일 경우 (d의 空間內에서) 補間法의 最大誤差는

$$Z_3 = C_v \cdot \left\{ \left| \frac{1}{3} + r(0) - 2 \cdot r \cdot \left(\frac{d}{3} \right) + \frac{2}{3} \cdot r(d) \right| \right\} \quad (11)$$

이 된다. 또 四角網일 경우 中心點에서의 誤差는

$$Z_4 = C_v \cdot \left\{ \left| \frac{1}{4} + r(0) - 2 \cdot r \cdot \left(\frac{d}{2} \right) + \frac{1}{2} \cdot r(d) + \frac{1}{4} \cdot r \cdot \left(\frac{d}{2} \right) \right| \right\} \quad (12)$$

되고 Z_3 에 대한 (11)式을 간단히 하면

$$Z_3 \approx C_v \cdot \left\{ \left| \frac{1}{3} \cdot |1 - r(0)| - 0.52 \cdot \frac{r(0)}{d_0} \cdot \sqrt{\frac{A}{N}} \right| \right\} \quad (13)$$

으로 나타낼 수 있다.

2) 流量觀測所의 密度

流量觀測所에 대한 基本構想은 流域全體의 네트워 크를 어떻게 最適合面積比로 할 것인가 하는데 염두를 두고 計劃하여야 하며 支配區域을 充分히 代表할 수 있도록 그리고 分割된 流域의 特性을 잘 나타 낼 수 있는 密度로 構成하여야 한다.

(가) 統計學的 分析을 위한 一般事項

$$q = m + f \tag{14}$$

여기서 q=年流出量, m=難數값이 아닌 長期間 觀測된 平均值, f=難數變量이다. 그리고 m값은 年比流量 平均 m값은 $m = \frac{\sum (m_i \cdot A_i)}{\sum A_i}$ 로서 全流域의 平均 값 m'에 대한 m값의 變化度는

$$m' = \frac{1}{\sum \left| \frac{A_i + A_j}{2} \right|} \cdot \sum \left| \frac{m_i - m_j}{d_{ij}} \cdot \frac{A_i + A_j}{2} \right| \tag{15}$$

으로 구할 수 있다. 여기서 d_{ij} 는 流域 i와 j사이 중심 간의 距離이다. 또

$$\text{相對變化度} : m = m' / m \tag{16}$$

$$\text{年流出量의 變動係數} : C_v = \frac{\sigma_q}{m} \tag{17}$$

로 나타낼 수 있으며 d距離만큼 떨어진 流域間의 年間 流出量에 대한 相對係數 r(d)는 d의 函數로서 1次 相關度에서 구할 수 있다.

$$r(d) = 1 - \frac{d}{d_c} \tag{18}$$

여기서 d_c 는 $r(d) = 0$ 이 되는 1次相關地點의 距離이다(즉 自己相關圖에서 線形으로 나타남).

(나) 基準(I) : 實測된 年流出量에 대한 補間法의

相對性.

어떤 流域의 年平均流量의 變量은

$$\Delta q(d) = q(d) - q(d + \Delta d) \tag{19}$$

으로 나타낼 수 있으며 만약 q(d)와 q(d + Δd)가 獨立의이면

$$\sigma_{\Delta q(d)}^2 = \sigma_{q(d)}^2 + \sigma_{\Delta q(d+\Delta d)}^2 \tag{20}$$

이 된다. 그리고 만약 分析者 自身이 水文學的으로 同一한 流域이라고 假定하면

$$\sigma_{q(d)}^2 = \sigma_{q(d+\Delta d)}^2 + \sigma_0^2 \tag{21}$$

$$\therefore \dots, \sigma_{\Delta q(d)}^2 = \sigma_0^2 \tag{22}$$

으로 推定할 수 있다.

만약 年平均流出量의 變量이 標本採取된 平均值 誤差를 넘어선다면 (23)式이 된다.

$$d \cdot m' \geq k \cdot \dots, \sigma_{\Delta q(d)}^2 \tag{23}$$

여기서 95% 信賴限度에서 $K \approx 2$ 가 되며 따라서

$$d \cdot m' \geq 2 \cdot \sqrt{2} \cdot \sigma \tag{24}$$

$$\therefore d \geq \frac{2 \cdot \sqrt{2}}{m'} \cdot \sigma \tag{25}$$

이다. 地形的인 要素를 考慮한다면

$$L \approx 2 \cdot \sqrt{A} \tag{26}$$

이 되고 여기서 L = 主河川의 길이, 그리고 A = 流域面積이다. 分割된 2個의 流域中心間의 길이 d는

$$d \approx 0.5 \cdot L = 2 \cdot \sqrt{A} \tag{27}$$

$$\therefore A \geq \frac{8 \cdot \sigma_0}{(m')^2} \tag{28}$$

으로 나타낼 수 있다. 그러므로 A1은 地形的으로 分割된 流域에서 代表流出量의 變化를 決定하기 위한 最小限의 面積을 表示한다.

(다) 基準(II) : 實測된 年流出量을 基礎로 流域間의 相關性 檢討. 補間法의 最大誤差는 流域間의 幾何學的 重心間의 中心에서 發生한다.

$$\sigma_{int.}^2 = \frac{1}{2} \cdot \left(C_v^2 \cdot \frac{d}{d_c} + \sigma_o^2 \right) \quad (29)$$

만약 여기서 $\sigma_{int.}$ 값이 $k \cdot \sigma_o$ 값보다 적을 경우

$$\frac{1}{2} \cdot \left(C_v^2 \cdot \frac{d}{d_c} + \sigma_o^2 \right) \leq K^2 \cdot \sigma_o^2 \quad (30)$$

이 되며

$$d \leq \frac{(2 \cdot K^2 - 1)}{C_v^2} \cdot \sigma_o^2 \cdot d_c \quad (31)$$

$$A_2 \leq \frac{(2 \cdot K^2 - 1)}{C_v^4} \cdot \sigma_o^2 \cdot d_c^2 \quad (32)$$

이 된다. 만약 $K = 1$ 이면

$$A_2 \leq \frac{\sigma_o^4 \cdot d_c^2}{C_v^4} \quad (33)$$

이 되고 95% 信賴限界에서 $K = 2$ 이면

$$A_2 \leq \frac{49 \cdot \sigma_o^4 \cdot d_c^2}{C_v^4} \quad (34)$$

으로 나타낼 수 있다. 여기서 A2는 補間法의 適用을 許容할 수 있는 最大限의 流域面積이다.

5. 結論

以上으로서 水文觀測 네트워크設計에 대한 一般의 人事項의 一部分을 概括的으로 整理하여 보았다. 實質的인 네트워크의 設計는 對象流域의 地形과 水文 그리고 觀測資料의 種類 및 利用可能한 程度 등에 따라 制約을 받는 다. 資料는 最大限 正確性을 기하고 또 質을 높이는 것이 좋으며 資料의 質을 높이기 위해서도 資料의 送信 및 管理와 偏執등의 소프트웨어 및 하드웨어 開發에 힘써야 할 것이다. 그리고 네트워크 設計의 目的을 될 수 있는한 單純하게 하고 目的이 여러가지가 될 경우 네트워크 構成要素에 混亂을 가져 올 수도 있다는 것을 염두에 두고 目的에 接近할 수 있는 最善의 方法을 택 하여야 한다. 우리나라의 경우 大部分의 네트워크 構想을 治水側面에서 洪水管理 災害對策을 위하여 設計되고 있으나 앞으로 豫想되는 심각한 用水不足難을 解決하기 위한 물 管理의 利水側面도 考慮하여 合理的이고도 長期的인 投資를 하여야 할 것이다.

參考文獻

1. A. Askew, 1982, Network Design, Textbook of I. H. E., Delft, The Netherlands.
2. W. M. O., 1982, Guide to Hydrological Practices, Publ. No. 168, 4th edition, Volume 1.
3. W. M. O., Casebook on Hydrological Network Design Practice, Publ. No. 324, 1972, Suppl. No. 1, 1987, Suppl. No. 2, 1982.
4. W. M. O., Concepts and Techniques in Hydrological Network Design, Operational Hydrology Report No. 19.
5. 建設部, 1988, 錦江洪水豫警報施設基本設計綜合報告書, 漢江洪水統制所.