

▷ 水文學의 새로운 傾向 ◁

New Trends in Hydrology——

——Nature and Resources 1967, June Vol. III No. 2

By Ven Te Cho ; 박성우 옮김

차 례

I. 自然環境과 人間

II. 流水의 運動體制

III. 水文學的 流送機構

IV. 地下水 水文學

一般的으로 말하여 水文學은 地球上에 있는 물의 循環, 發生, 分配에 對한 것을 取扱하는 學問이라고 할 수 있다.

水文學의 重要한 概念은 이들 諸現象을 묘사하는 水文學的 循環이다. 空氣를 除하고는 물이 人間의 日常生活에 絶對的인 影響을 주므로 人間 存在에 있어서 가장 必的인 物質이다. 人類歷史를 通해서 人間들은 물의 現象에 對해 끊임없이 호기심을 가져 왔고 探究를 繼續하여 왔다. 現在 물에 對한 科學의 發達은 다른 科學發達의 큰 原動力이 되고 있다. 더욱이 全世界를 通해서 經濟的, 社會的 利益을 爲한 水資源의 充分한 開發과 利用이 絶對히 要求되고 있으며, 水文學에 對한 새로운 道진은 이렇게 하여 이루어진다. 이러한 道진에 應해서 水文學을 發展시키고 水文學의 活用 範圍를 넓히기 爲해서 시도된 많은 計劃들이 最近 몇 년 동안 展開되어 왔다. 美國의 境遇 例를 들면 1961年과 1962年에 SNURC와 NAS에서 各各 水文學의 知識이 事實上 不足하다는 것을 公式的으로 認定하기에 이르렀다. USP연방의회는 科學과 工學의 發達을 돕기 爲하여 科學的인 水文學을 發展시키기 爲해서 水文學에 對한 委員會를 반족 시켰다. 한편 水文學과 水資源에 對한 회의가 水文學的 敎育과 研究를 發展시키기 爲하여 大學에서 各種委員會와 學會가 조직되었다. SNURC의 調査는 結局 WRRA를 1964年에 公式化하는데 실마리가 되었고 1965年에 WRPA를 創設케 하였다. 그 무렵 “Water for Peace” (물 평화 위원회)라고 불리워 지는 國際的인 委員會가 Washington에서 廣範圍하게 組織 되었다.

國際的으로 ICSU(國際科學團體協會) · IASH(國際科學水文學會)와 마찬가지로 UN, FAO, WMO, IA EI를 包含한 많은 기구들이 歷史上 最大의 기구로 水

文學의 發展을 爲하여 重要한 國際 計劃에 모두 協力하게 되었다. 그리고, 또한 IHD(國際水文學開發十個年計劃)도 유네스코 산하에서 昨年에 設立되었다.

科學의 發展에 따라 水文學에 對한 새로운 知識이 축적되고 水文學 研究를 爲한 새로운 技術이 앞으로 있을 發展에 必的한 것들은 開發하고 있다. 近年에 와서 보다 適合하고 보다 높은 水準에서 水文學的 循環에 對한 理解에 있어 대단히 놀랄만할 程度로 水文學的 知識의 進前을 보았다. 現代의 概念에 依하면 水文 순환이란 “動的 連續 機構”(Dynamic Sequential system)으로 取扱되는데 그것은 이런 系統을 通해서 지나가는 通過流出(Throughput)이라고 불리우는 流出과 流入으로서 連結지어진다. 그래서, 한 水文 순환 또는 그의 一部가 하나의 連續性을 가지고 系統的 研究될 수 있게된다. 이 系統에 있어서 流入이란 有效降雨이고 流出(out put)이란 直接 流出을 말하며 通過 流出이란 集水 區域을 通過해 나가는 물을 말한다. 有效降雨은 蒸發散, 滲透 그 외에 다른 손실을 減한 나머지 部分을 말하며 即, 단지 직접流出이 되는 全降雨이다. 이 系統의 概念에 依하면 水文現狀은 特自的인 各各의 水文過程이라기 보다는 오히려 水文循環의 한 系統 또는 準系統으로써 取扱된다. 이와 같이 水文問題는 보다 일반화된 概論을 이루며 이런 水文問題는 또 다른 水文問題에 連結지어진다. 이 水文系는 數學的 公式으로 나타낼 수 있고 어떤 다른 科學의 方法으로 풀이한 現代系統分析技術에 依하여 物理的으로 쉽게 說明될 수 있게 된다. 이렇게 公式에 依하여 表示한 數學的 方法은 非統計的으로 決定될 수 있는 많은 매개변수를 包含하고 있다. 多數의 數學的, 統計的 手段이 現在 水文分析에 利用되고 있다. 水文學에 對한 System 概念은 “System hydrology”, “Parameter hydrology”와

"Stochastic hydrology"(추측학력)라고 불리워 지는 수문학의 새로운 理論的 研究 分野를 개발해 왔다. 事實上 國蔡水文會 집행자(I. H. S)은 水文學의 새로운 분야의 많은 문제에 대해 물두하고있다. 科學的인 도구의 있어 最近의 發展은 水文 데이터를 測定하고 水文循環에 對한 大개 變수를 決定하고 복잡한 水文問題를 푸는데 水文學者에게 좋은 手段을 提供해왔다. 이러한 도구중 가장 중요한 것은 電子計算機, 간접적인 지각방법(Sensing method)과 原子技術이다.

開發의 초엽에는 水文學은 거의가 경험과 추측에 依한 것이었다. 最近 25年 동안에 많은 水文過程에 對한 理解에 實質的인 發展이 이루어졌다. 몇몇 地域에서 수집한 基本 데이터는 大氣圈 안에서 地上에서의 물의 移動, 流砂와 水流力學, 희귀한 水文事件의 確率, 飽和된 흙과 飽和되지 않은 흙, 그리고 岩石사이의 물의 移動에 關한 더 좋은 知識을 갖게 되었다. 機具面에 있어서도 주목할 만한 發展을 보았고 따라서 充分한 基本데이터의 습득을 可能케 했고 더욱 重要的 것은 數年前에는 얻을 수 없었던 研究目的을 爲한 測定을 可能케 했다. 水文學에 對한 새로운 概念은 水文循環의 合理的인 모형(model)의 公式에 더 밀접한 "State of the art"라는 것으로 가져왔다. 基本的 데이터에 依해서 實證되었을 때 그러한 model은 基本的인 物理的 過程에 關한 確實한 理解를 도와주고 水資源 計劃과 開發을 爲해 보다 큰 確信을 가지고 미래의 事態를 미리 알도록 해주었다. 水文學이라는 科學이 前衛役割을 하기 때문에 科學의 理想的인 段階에 達하기에 앞서 問題의 解決을 要求하는 수많은 問題들이 먼저 일어난다. 水文學의 理想的인 階段은 대단히 광범위하다. 科學의 立場에서만 볼때 水文學의 目的은 단순히 水文循環의 完全한 理解를 하는데 있다. 實際的인 目的으로서 이 目的은 基本的으로 充分한 科學的 事實을 수집해야 하고 水工學者와 計劃者들이 水資源問題를 解決하는데 있어 經濟的, 社會的인 要因에 따라 使用할 수 있는 確實한 科學的 方法을 開發하는데 있다.

不可能한 것은 아니지만 모든 水文問題의 完全한 計算은 事實 困難하다. 그러나 水文學의 面에서 時急히 問題들을 解決해야할 問題 地域들이 있다. 그와 같은 地域에는 IHD가 유네스코에 依하여 選擇되어서 現代 水文學의 活動을 하고 있다. 이러한 活動 地域에서의 活動分野는 주로 基本데이터, 포장수량, 물수지 研究와 特殊데이터 教育 훈련, 정보교환, 사무지원 등이다. 마지막의 두 分野에 對한 必要性은 누구든지 認定해야할 것이다. 당분간 基本데이터에 依한 일은 거의 全的으로 데이터 수집에 集中해야 할 것이며 地球上의

물 收支를 評價하므로써 가까운 將來에 基本 데이터가 이와 같은 目的을 爲해서 使用되고 分析기 된다 그것은 流域에서 포장수량의 詳細한 內容과 물收支에 關한 分科로 分類될 것이다. 特殊計劃과 直接的인 研究計劃에서 얻어진 重複되지 않은 基本데이터는 "研究 데이터"와 "特殊데이터"로 區分된다. 分類에 關係없이 實質的으로는 모든 水文問題의 解決은 基本的인 研究와 應用研究에 달려 있다. 美國地球物理學聯合會의 "Statues and Needs in Hydrology" 委員會는 最近에 와서 水文研究가 더 時急히 요구되는 63個 地域을 선정했다. 이 委員會는 그것이 이 地域들을 선별하기 위한 基準과 우선 順位를 세우는 것이 극히 어렵다고 지적했고 이 現狀의 同一함을 의미하지는 않는다고 지적했다. 實際的인 目的으로써 내륙과 섬의 업무 (interior and insular Affairs)에 對한 U. S. C(United States Committee)는 18개 分野의 重要的 水文研究計劃을 권고했다.

오늘날 水文學者에게 當면한 重要 研究 問題는 대단히 多樣해졌고 또 그것은 特性에 있어서 理論的이고 實際的이다. 大部分의 理論的인 問題는 根本的으로 水文系에 대한 基本理解에 달려 있고 水文現狀에 대한 物理的 解析과 數學的 表現에 關係되어 진다. 水文系 영역에 있어 大氣와 地上의 水文循環의 物理 數學的 手段은 水文循環에 對한 대규모 현상을 記述하고, 理解하며 예보하기를 要한다. 水文學的, 水文地質學的, 水文氣象學的 變數에 對한 出發과 限界의 條件이 주어지면 그 目的은 時間과 空間에서 水文系의 다음에 잇달아 일어날 상태를 미리 예측하려는 것에 있다. 그러므로 變數의 水文學과 推計學的인 水文學의 知識은 우리가 充分이 가지고 있다고 하지만 다루기 쉬운 방정식을 세울 必要가 事實上 있게 된다. 그래서 이러한 方程式들은 實際 데이터로써 實驗할 수 있게 된다. 이와같이 全世界의 水文循環에 關한 理論과 實際의 研究結果에 따라 水文連續時間과 流域內의 포장수량과 물收支가 查定되어진다. 이러한 目的에서 또 原子力 技術이 대단히 有用되어 질 수 있다. 例를 들면 原子彈試驗에 依한 特殊地域 및 指定된 時間에서 三重水素의 부산물 生産은 잘 알려져 있다. 三重水素은 全世界에 걸쳐서 비 속에서 採取되어 진다. 大部分의 河川을 따라 大洋에 이르는 三重水素의 流量測定은 IHD의 계획으로 되어있다. 이와 같이 地上水素地와 放射性 낙진에 對한 약간의 測定이 알려져 있다. 水源地와 放射性 낙진 사이의 連關性은 지금 Dr. E. 에릭슨과 스톡홀름大學의 國際氣象研究所에 있는 그의 會員들에 依해 大氣溫度 移動 方法과 北半球에 걸친 대규모의 垂直運動을 통해

調査되고 있다. 美國에 있어서는 M.I.T와 T.R.C Inc에서開發된 大氣溫度 데이터는 三重水素測定法을 研究하는데 쓰여지고 있다. 개발적 모형시험에서 水文 데이터를 얻기 위하여 短期記錄데이터는 처음의 기록적인 水文事件을 決定하고 그들의 連續的 發生을 決定하는데 放射性 同位元素의 技術에 依해서 發展되어진 것이다. 이와 같이 古代 水文學(Paleohydrology)과 年代의 水文學(Chronological) 分野에서 放射性 元素 C와 三重水素는 日字記錄手段(dating tool)으로써 使用되어 왔다. 例를 들면 그로닝겐 대학교의 Vogel氏와 네델란드와 南北 아프리카에서 採取된 地下水에 對한 하이델베르크大學校의 Mannich氏와 Erhalt氏와 그의 다른 사람들과 워싱턴, D.C의 美國地質調査研究所 그리고 아리조나 大學校의 地質年代研究所에 依해서 使用되었다. 이러한 활약에도 불구하고 一般화된 全世界的 model을 開發하기 爲하여 이 分野에 있어 더 많은 연구가 이루어져야 할 것이다. IHD 美國 國內委員會(United States National Committee)가 全世界에 걸쳐 실제 時系列的인 水文데이터를 수집하기 爲하여 世界 水源 정보기구의 開發을 提案했다. 이러한 機構는 核技術, remote sensing, 電氣計算機構를 包含한 민들없는 現代 技術을 使用해야 한다. 또한 그것은 世界氣候觀測所(World Weather Watch)와 1974年을 목표로 하는 共同目的을 爲하여 서로 最大協力を 하기 위하여 서로 相異한 계획을 연결시키고 있다.

自然界에서의 水文學의 問題는 大端히 많고 多樣하나 그것들은 모두 水資源에 對한 多目的 開發에 直接 또는 間接으로 關聯되어 있다. 解決을 要하는 많은 實際的인 問題 中에서 어떤 地域들은 오늘날에 重寶한 關心의 對象이 되어있고 研究調査는 問題 解決을 可能케 하고 있다. 이와 같은 問題가 되는 四個의 領域에 對하여 다음과 같이 論하려 한다.

I 自然環境과 人間

人間 活動은 하찮은 것에서 부터 價値있는것 無益한 것에서 有益한 것에 이르기까지 넓은 分野에 걸쳐서 水文學的인 環境의 影響을 받지 않은것은 없다. 水資源을 잘 管理하고 그의 利用度를 높이기 爲한 物理的인 處事가 人間生存에 미치는 影響을 살펴 볼 必要가 있다. 例를 들면 流域內에 樹木除去, 都市開發, 貯水池建設, 그리고 耕作法을 달리한다는 것과 같이 土地利用에 있어 人爲的인 作業으로써 物理的인 特性이 繼

續적으로 變化 되어간다. 물의 저장, 移動 그리고 그의 質에 對한 이러한 變化때문에 일어나는 影響은 水資源計劃과 管理에 어떠한 影響을 주는 가에 對하여 現在 수집되고 있는 수문데이터를 利用해서 充分히 解析檢討하고 있다. 物理的 過程에 對한 복잡한 水文性的인 分析은 水文學的 知識으로써는 困難하다. 土地利用의 影響은 보통 統計的 分析에 依해서 계속 연구하고 있다. 土地利用에 對한 水文性的인 變更是 年代 水文學(Chronological hydrology)과 古代 水文學(Paleohydrology)에 이르는 方法으로 生資料를 年代順으로 統計學的인 方法을 써서 相互 連關시킴으로 밝혀진다. 流域에서 流出量 데이터는 普通 不充分하고 流量形態는 土地의 利用狀態에 大端히 민감하게 나타난다. 同位元素의 추적은 降雨와 流出 사이에 더 좋은 關係를 세우는데 쓰여진다. 그래서 이러한 關係는 降雨 데이터로부터 流出 데이터를 얻는데 쓰여지고 降雨 데이터는 恒常 長期間의 記錄이 있어야 한다. 都市의 人口가 急速度로 여러 國家에서 增加되고 있으므로 都市 水文學에 依하여 解決해야 할 問題들이 많아지고 또 緊急을 要한다. 이러한 地域에 對한 研究을 위하여 美國 土木學會(A.S.C.E)는 最近 洪水 流出과 都市 開發의 效果에 對한 特別委員會 (Task Force on the Effect of Urban Development)와 都市 水文學에 대한 研究會(Research Council on Urban Development)를 創設했다. IHD協議會(Coordinating Council)는 또한 水文 순환에 따른 人間의 影響에 對하여 實務班(Working Group)을 設立했다. 研究 調査를 必經로 하는 이같은 다른 問題들이 많이 있다. 人間活動에 依한 부산물과 폐물은 호수(산소가 없는)의 퇴化 과정을 촉진하고 있다. 工業과 原子物質에 依한 폐물은 地下水과 地表를 흐르는 물을 더럽히고 있다. 貯水池로 흘러 들어가는 河川의 전환은 水質의 變化를 초래하기도 한다.

II 流水의 運動體制

地表面 上下에 있는 水層조직은 根本的이고 興味로운 문제를 우리에게 준다. 이같은 가장 重寶한 問題點들은 蒸發散에 依한 물의 移動, 洪水의 水理力學과 江口의 흐름(Estuarine flows), 호수와 貯水池와 큰 江에 있어서 成層流, 地下水의 침윤과 분산, 빙하의 移動등이다. 이러한 問題들에 對하여 앞으로 논하려 한다.

貯水池에서의 물의 供給과 灌溉에 依한 소모의 關係

는 蒸發散이 主가 된다. 蒸發을 減少시키기 위하여 單分子層(Monomolecular film) 利用과 같은 蒸發散의 억제에 依하여 물을 보존하는데 좋은 方法들이 考案되었다. 그러나 蒸發散의 過程에 對한 우리 知識은 아직 不完全하다. 最近의 試驗結果에서 土壤에 지방성의 알콜을 부가 하였더니 化분에 침은 옥수수 水 使用이 40% 減少했다고 지적했다. Hexadecanol C₁₆의 使用은 뿌리에서 以上까지 지방성 알콜 分子 移動의 추적을 可能하게 만들었다. 1965년에 水 利用 效率研究에 放射性 技術의 應用에 對한 協議 研究計劃이 IAEA와 FAO에 依하여 이런 問題를 調查할 것에 着手했다 Oklahoma州 Lake Hefner의 試驗에서 蒸發과 發散 測定을 爲한 새로운 方法들이 Mass-transfer 理論과 Energy-budget(에너지源) 原理를 基礎로 하여 展開되었다. 그러나, Energy-budget方法에서 Energy 測定을 爲한 利用方法은 10日 以內의 짧은 期間동안에 얻어진 資料에 依하여 蒸發量을 決定하는 것은 適當치 않다. mass-transfer 技術은 地表面으로부터의 蒸發과 發散의 決定에 應用될 수 있다. 그러나 充分한 理論展開 없이 確實한 結果는 얻을 수 없었다. 이런 境遇에는 完全한 “바람의 法則”과 水面 위의 正確한 溫度狀度가 주어져야 하지만, 이것들은 아직 이용할 수 없고 理論과 測定技術을 完全히 하는데 많은 研究를 要한다.

開水路에서의 洪水의 移動은 내배로 研究되어 왔지만 급격히 變하는 不定流에 對한 說明은 現在 우리가 알고 있는 理論에 內包되어 있는 많은 假定 위에서는 充分히 分析되었다고 言할 수 없다. 이와 마찬가지로 河口流(Estuarine flow)에 對한 水理學的인 說明도 할 수 없다. 이 두가지가 모두 攪亂과 亂流의 狀態를 보이며 더욱 河川流의 경우는 不變性, 水層形成, 境界條件 등의 複雜성과 서로 다른 水流의 密度와 溫度를 內包한 流體이기 때문에 더욱 複雜하다. 洪水調節, 船運 그리고 汚染水 處理 등의 目的을 爲하여 이러한 흐름에 對한 研究가 必要해 진다.

III 水文學의 流送기구

水文循環에 있어서 흐르는 물은 가끔 多量의 溶解物質과 浮游物質들과 같이 移動한다. 이 物質은 여러 種類의 問題를 일으킨다. 家庭用水와 工業用水 및 灌溉用水에 있어서 流送物質은 사람의 健康을 害하거나 工業의 過程에 방해를 주기도 하고 또는 農作物에 有害한 物質을 유도시키기도 한다. 또한 이런 水文 流送機

構는 浸한 土地의 侵蝕을 일으키고 堆積에 依한 貯水池 容量을 減少시키기도 하고 水路를 막고 비산 汚濁 塵埃問題를 일으키기도 한다. 流送에 關한 問題를 여러 가지로 調查해야 할 特殊問題들이 있다. 예를 들면 河川에 있어 容解된 소금은 降水와 함께 地上 落下한 것이며 이것들은 大氣 中에 오염물이 된다. 분다. 大氣 流動은 이러한 소금 循環과 自然物質을 地 表面上에 流布시키는데 重要한 機構가 되는 것으로 생각된다. 또한 流送土砂는 물의 管理와 利用에 있어 많은 施設物의 調整에 상당한 問題거리를 초래한다. 이런 경우 물의 流送에 關한 基本的 問題는 土地, 河川 學, 水理學 등에 關聯된다. 이것을 解決하기 爲해서는 流域形態, 水理學, 河川 形態學, 水力學 區에서 湖水和 貯水池, 海면을 따라 흐르는 灣岸의 結構, 泥沙의 움직임을 對해서 많은 研究調查가 必要해 진다.

IV 地下水 水文學

Electronic analogue computers (算數探査機)와 原子力技術은 이미 地下水 水文學에 있어서 廣範圍하게 쓰여지고 있다. 그러나, 問題를 解決하고 調查할 많은 問題들은 아직 남아있다. 우리가 地下水에 對한 水文學的인 研究를 하는데 있어서 샘과 帶水層水面의 水理學的 特性을 연구하거나 流體의 흐름이 粘性과 密度를 變化시키는 다른 地質學的 構造에 對한 하나의 關係성과 같은 이러한 복잡한 地下水系統을 類似한 模型을 만들어서 研究 調查하려면 실제적으로나 경제적으로나 研究될 수는 없다. 이런 境遇에는 이와 解折的인 方法이 더 適合할지 모르나 現在 利用되고 있는 것 보다는 더 좋은 測定方法과 資料모집 方法을 생각내어야 할 것이다. 食鹽水가 들어있는 海岸帶水層과 龜裂된 地形 및 乾燥地域의 地下水移動, 地下水資에 對한 岩石學的, 氣候的, 微生物學的, 農業的, 地質化學的 등의 영향들에 對한 많은 問題들이 完全히 調查되어 있지 못하다. 이미 放射性 化學的 技術이 化學的 地質水文學을 理解하는데 많은 功헌을 하고 있지만 學者들에게 이러한 問題에 對해서 좀더 研究發展을 시켜야 할 것이다. 以上 論한것은 水文學的인 面에서 몇가지 重要한 項目에 關하여 論했거니와 그의各 取扱된 項目에 對하여 優劣의 差는 없다. 더욱이 水資源開發計劃에 있어서 評價, 計劃, 管理와 調整에 있어서는 專門的인 特性이 있는 것이고 따라서 여기에 연쇄되는 水文問題는 거의 無限한 因子가 關聯된다. 또한 이러한 問題들은 社會경제와 非水文學的 關係를 內包하고 있다. 그러나

水文學的 技術은 社會經濟의 決定을 가져오는데 効果의 所以로 利用될 수 있다. 水文學的의 전문가들은 항상 이러한 問題들을 이와 같은 여러가지 目的에 도움을 줄 수 있도록 토의할 수 있다. 즉 處女地開發을 위한 優先權의 大體的인 順序를 決定하는 데는 洪水調節, 물供給, 灌溉, 排水, 船運, 發電, 곤충억제, 流砂防止, 汚物流送防止, 魚類와 野生生物의 保護, 물에 對한 오락적 使用등에 對하여 討議할 것이다. 洪水와 飲料水는 옛날부터 부닥친 두가지의 基本的인 물 問題였다. 왜냐하면 그들은 그의 直接的인 生存과 社會生活에 影響을 주기 때문이었다. 풍부하고 좋은 음식을 구하기 위하여 人間들은 灌溉와 排水를 必要로 했고 健康을 위해서는 곤충억제와 水質改良을 必要로 했다. 現代人은 물의 運送, 水力發電, 리크리에이션을 必要로 한다. 이 目的들에 따른 水文問題의 論意는 여기서 取扱하기에 너무 廣範圍하다. 그러나 모든 이런 目的에 共通的인 몇개의 特有的인 問題들에 對하여 다음에 簡單히 論하려 고한다. 이러한 問題에 對한 完全한 解答이 現在 당장 나타나지는 않지만 現代技術은 그 解決方案을 언젠가 꼭 발견할 수 있을 것이다.

水文資料의 問題

科學的인 데이터는 實驗的인 資料와 時間的인 經驗的인 資料의 두가지 種類가 있다.

實驗的인 데이터는 것은 研究室에서 實驗에 依해서 얻어지고 一般的으로 實驗을 반복함으로써 다시 얻을 수 있는 것이요, 또 다른 하나는 自然現象에서 觀測된 것으로 單한번씩 觀測되므로 그것은 再觀測될 수 없는 資料이다. 대개 水文데이터는 時間과 空間의 함수인 時間的인 經驗的인 資料이다. 그들은 時間連續의 推計學的인 水文 Model에 依하여 바꾸어질 수 있다.

그러나 그 모형의 合理性은 데이터의 充分한 量과 確實性에 依해서 左右되므로 그것을 正確하게 立證하거나 證明할 方法은 없다. 洪水에 관한 (研究의 例를 들면 50年間의 流量記錄은 그것이 그 地點에서의 時系列의 代表的인 同質期間內에 取扱된 것인가 아닌가에 따라서 그의 價値가 左右될 것이다.

大體의 水文데이터는 단지 觀測點에서 얻어진 소위 地點데이터(Point Data)이다. 이와 같은 데이터에 의하여 유도된 地域別 水文學的인 公式의 正確性은 觀測所의 調密度에 依하여 左右된다. 그러나 이 觀測所의 調密度는 水資源開發計劃에 할당된 時間과 豫算의 量에 依하여 制限된다. 新開發國家에 對해서는 世界氣象機構(WMO)가 그 나라의 水資源에 經濟的인 開發을 爲해서 必要한 最少限의 觀測點을 可能限한 速히 설치

하도록 권했다. 最少 水文網이라는 思想은 健全하나 그와 같은 水文網을 세우는데 있어서는 經驗과 判斷에 依하여야 한다는 法測은 없다. 왜냐하면 近來에 原子力 技術은 데이터의 量과 質을 改善하고 同時에 效果的인 最少의 水文網 開發을 돕는데 有用하기 때문이다.

設計基準에 對한 問題

健全한 設計基準에 依하여 水資源 計劃과 水理構造物의 設計를 한다는 것은 정돈된 水文데이터를 使用하는데 있다. 例를 들어서 高速道路의 排水를 하기 爲한 暗渠는 數 10年間의 降雨頻度를 基礎로 하여 設計되어야 한다. 降雨頻度は 確實하고 正確성있는 것이어야 하고 그러기에 여러 方法과 여러 기관에서 相異한 人間들에 依하여 計算되어 진다. 設計降雨가 計算되면 單位 水文곡선(Unit Hydrology)과 같은 몇가지 方法에 依해 流出 水文곡선으로 比준다. 單位 水文곡선方法은 通常 任意로 定해지는 通형적假定下에서 基礎流 分離를 한 다음 基本型을 만든다. 우리는 實驗的인 設計에 있어 그의 판도에 관한 면에 대해서는 基本的으로 水文的인 流入量과 實質的인 再發을 고려하지만 좀처럼 水文學의 分析에 依해 쉽게 決定지우게 되는 것은 아니고 普通 經驗과 判別적 失斷에 依해 實驗的으로 選擇된다. 이렇게 해야 할 理由는 水資源 開發計劃과 그의 進行過程에 있어서 水文學的인 詳處理를 하는데 詳資料의 不足에서 오는 것이기 때문이다. 漸次로 이런 것을 보충시키는데 核技術과 其他 여러 가지 科學的인 方法에 依하여 補強되어 진다. 그러나 設計基準은 새로운 多巨의 水資源計劃에 따라 또 다시 複雜해 진다. 어떤 目的을 爲한 1(年)의 基準은 다른 目的을 爲해서 몇가지의 頻度調査를 또다시 해야 한다는 것을 일게 될 것이다. 그 基準은 적어도 한 目的을 爲해서라도 最適條件을 찾아 내어야 한다. 이와 같이 經濟學者들이 그것을 일으키는 因子 中 生産과 크기(Production and magnitude)에 關한 關係式에서 量的表示라고 말하는 生産函數(Production function)에서 찾을 수가 있다. 例를 들면 灌溉를 해야 하는 農作物의 生産函數(Production function)는 生産된 糞肥量의 肥料, 糞虫卵, 種子, 물, 灌溉, 降雨量 등의 相互作用 結果를 나타낸다. 各目的을 爲한 特殊基準의 하나는 水資源開發에 있어 確實한 믿음이다. 그러나 이들 基準을 爲한 生産函數와 다른 目的을 發見하려는 努力은 成功하지 못했다. 한편 各目的을 爲해 獨自的으로 確實한 물이 必要한 總量에 해당하는 充分한 물이 있다면, 물이 아주 効果的이고 經濟的인 使用을 하게 되는 것은 아니

다. 그 問題는 대단히 어렵고 複雜하다. 核技術이 이런 問題를 解決에 하는데 어떻게 利用하는가 하는 것은 分期치 않으나 그것은 生産函數를 더 좋게 進展시키는데 도움이 될 것이다.

計計管理에 關한 問題

水資源管理의 基本이 되는 것은 流況의 확률치의 범위 또는 평균치에 立脚한다. 水資源 計劃 管理에 있어서 이러한 基準은 때로는 不滿足스러울 것이다. 왜냐하면 例를 들어 貯水池 管理方法은 貯水池 自體로써 할 수 있지만 설계된 저수지가 容量에서 明細된 대로 容量이 充足되고 모든 水文學的 條件이 꼭 들어 맞는다면, 이때 管理方法은 設計대로 精確하게 반영될 것이다. 그러나 또 貯水池 管理에 있어 本來의 모양은 自然支流에서 貯水池 下流에 河川이나 그 貯水池 自體에 들어오는 流入水로 因하여 確實하지는 않다. 故로 이러한 不確實性은 普通 河川流況을 豫측하므로써 減少되어 진다. 管理研究에 依한 經驗은 現在 利用하고 있는 正確性을 가진 豫測은 단 貯水池에 대해서 50% 程度로 推算되고 있다. 이러한 問題에 있어서 核技術은 水文學的 豫測에 對한 精密性을 改良시키는데 도움을 줄 것이다.

工學的인 問題

水文學的인 數 많은 問題들이 建設工事に 관련되고 있다. 그중 一般的인 것을 하나 例를 들면 貯水池, 우물, 管, 도수관, 基礎工事的 構造物위의 漏水等이다. 이와 비슷한 것으로 侵潤問題가 댐, 堤坊等的 水理學 問題로 발생한다. 同位元素 技術은 이러한 問題의 해결에 廣範圍하게 쓰여지고 또한 이 技術은 또 다른 여러 問題에도 쓰이게 된다. 例를 들면, 止水壁과 不透水 또는 透水性 C_{ri} 와 礎趾와 relief wells를 포함한 여러 가지 土地堤 設計의 危險調査에 對해서 쓰이는 것이 例이며 또 貯水池의 있어서 成石과 조밀과정

(Density current)의 效果的인 管理에 對한 開發도 그 한 例이다. 地下水排水에 對한 下水管理列과 灌溉施設에 있어 물의 分布 管理에 基本的 理論은 水文學的 理論없이는 不可能하다. 더욱이 水文學的 理論은 Spur diac와, 洪水防止, 河川管理를 爲한 一切의 河川改修 工事와 設計에 基準을 주는 것은 말할 나위도 없다. 그리고 流域管理에 依한 물의 管理의 基本이 되는것은 水文學的인 理論에서 出發한다.

水文學에 關한 많은 問題들이 充分히 研究되고 또 이 研究의 結果를 工事面의 問題들을 滿足하게 解決하게 해 주었다고 볼 수 있다. 대수층지 못한 地質學的인 變化는 水文學的인 地域的 變化를 초래하며 水文理論의 적용에 한 地域과 다른 地域에서 다른 것과 같이 수문학의 根本的인 差異를 가져오게 한다. 北溫帶地에서는 洪水豫測이 大端히 重要하다. 이에 反하여 乾燥地方에서는 相對的으로 이 問題는 거의 必出치 않다. 그러나 순간적인 洪水는 乾燥地方에서도 發生하지만 不確히도 이것을 豫測하는 效果的인 方法은 아직도 開發되지 않고 있다. 乾燥地方과 乾燥地方에서는 表面水가 적고 그의 供給水의 大部分은 地下水에 依存된다. 그리고, 그 地下水은 깊은 地下 帶水層 속에 必로 存在한다. 故로 이와 같은 地下水源의 正確한 評價와 유지가 必要하게 된다. 河川의 汚染은 大端히 重要하며 이것을 防止하는데에 必出의 程度는 人口와 工業의 成長에 依해서 決定되어 진다. 水文學的 調查研究을 위한 地域制 順序作定은 地域制인 經濟學的인 面을 고려의 대상에 두고 斷斷해야 할 것이다. 위에서 개관한 諸問題點들은 水文學에 있어 새로운 情勢이 된 것이고 이런 分野의 探求에 對한 새로운 目標이 될 것이다. 以上을 포함한 感傷的이고 感傷的인 方式로써 주어진 모든 問題가 활발하게 展開되어 가고 있는 것은 水文學이 進步途上에 있다고 말할 수 있는 것이요 水文學徒들로서는 限없이 기쁘게 생각하는 바이다.