

都市化와 洪水防禦

(美國의 最近動向)

Urbanization and Flood Control

金 永 煥

Kim, Young Whan

가. 都市化와 水害

流域의 都市化라는 現象을 洪水防禦上의 觀點에서 考察해보면 다음과 같은 問題點이 있다.

(1) 地上에 到達한 降雨中 滲透에 浸透하는 比率이 적어지며 또 改修等에 依하여 流出하는 時間이 빨리지고, 落水가 커진다.

(2) 社會나 住民의 意識이 多量化하며 河川에 對한 利水, 環境面의 要望이 커지고 있으며, 防災 觀點만으로 河川을 考察할 수 없다.

(3) 河川 周邊의 低地에 對한 開發이 進行되었기 때문에 氾濫에 依한 被害가 커진다.

(4) 地域社會의 共同體意識이 희박해 짐에 따라 水害危險等에 對하여 過去經驗이 傳達되기 어렵다.

以上 列擧한 各項目中 (1)에 關하여는 水文學的 技術의 側面이 強하므로 오래전부터 屢번히 論議되어 왔으며, 明確한 指針이라고는 할수 없으나 어느 程度는 對策의 方向이 提示되고 있는 分野라 할것이다.

(2)-(4) 項에 關하여는 아직 具體的인 檢討가 없는 分野이다.

(3)-(4) 項은 問題의 重要性이 지적되고 있는 程度에 不過하다.

上記 (2)項의 分野에 關하여는 美國에서 研究되고 있으나, 最近 出版된 美國政府 報告書 「Disaster Preparedness」에 依하면 相當한 進捗을 보이고 있다.

나. 洪水防禦의 方法

同報告書에 依하면 洪水에 對應하여 洪水被害를 除去하기 爲한 方法은 두가지 카테고리로 分離된다. 即, 洪水防禦對策(flood control measures)과 洪水應急對策(flood emergency measures)이다.

이中 洪水應急對策이란 것은 洪水에 對한 對備가 없는 地區 또는 防禦施設이 있다고 하더라도 發生한 洪水의 規模가 施設計劃規模를 超過하고 있을때 取해지는 一時的인 對策이며, 主要內容은 假堤防을 만드는것, 既設堤防의 補強(強化), 河道障礙物의 除去, 人命, 財產의 避難, 緊急時의 交通 生産의 調節 等이다.

또 이러한 活動의 基礎로서는 當然히 洪水豫警報가 必要하다.

洪水應急對策中 특히 洪水 豫警報 作業에 對해서도 구상해야할點은 여러가지 있겠으나, 前者의 洪水防禦 對策은 다음의 세가지로 分類된다.

洪水防禦對策	{	流域保全計劃(Watershed program)
		治水工事(Engineeing workes)
		氾濫對策(Flood plain management)

1) 流域保全이란 洪水流出을 減少시키거나 土砂의 流出을 減少시키기 爲하여 行하여지는 것이며, 重要한 內容은 산물을 減少시키고, 山林을 保存한다.

또 植生을 積極的으로 도운다.

土砂浸蝕防止를 爲한 等高線, 논 두렁의 排水處理等을 行하는 것이다.

2) 治水工事は 土地에서 물을 排除하기 爲한 堤防, 流下能力을 增進시키기 위한 河道改修 洪水를 貯留하는 貯水池等이다.

3) 氾濫源對策이란,

大洪水時 浸水하는 河川邊에 對하여 經濟的 利用을 圖謀하기 爲하여 土地利用의 誘導調整, 規制를 圖謀하는 것이다.

美國聯邦政府가 洪水防禦事業에 參加한것은 1936年 洪水源防禦法이 成立한 以後부터이다. 이때 洪水被害를 輕減시키는 方案으로서 採用된것은 土木 工事 및 土地 處理計劃이었다.

前者는 工兵隊(Corps of engineers), 後者는 農務省이 擔當하였다.

또 테네시 流域에 對하여는 T.V.A가 兩者案을 實施하였다. 土地處理計劃 實施로 大規模의 山林地域이 防禦되었으며, 特히 防火措置가 講究된 山林地域에서는 火災發生件數가 60%나 減少되었단한다.

또 降雨을 貯留하여 洪水 peak를 減少시키는 效果에 對해서는 여러가지 意見이 있으나, 1960年 工兵隊가 成案한 美合衆國의 洪水와 洪水防禦에 依하면 土地處理事項은 一般의으로 洪水 peak등 減少시키는 效果는 있었으나 大規模洪水에 對해서는 그 效果가 比較的 적은것으로 判明되었다 한다. 其後 1954년에 이르러 法律改正이 行해지고 農務省은 土地處理計劃 뿐 아니라 土木工事に 依한 洪水輕減事業도 行하게 되었다. 이하하여 洪水防禦 法案의 中心은 댐을 包含한 土木工事が 主體가 되었다. 그러나 여기에 새로운 問題點이 發生하였다.

即 1960年 前後부터, 土木工事 主體의 方法만으로는 洪水問題가 解決되지 않는다는 것이 지적됐다.

T.V.A는 1959年 上院 水資源特別委員會의 要請에 따라 「테네시江의 洪水問題와 防禦」라는 報告書를 成案하였다. 이 報告書에서 「氾濫區域 利用과 占有의 規制」라는 題目으로 다음과 같이 말하고 있다.

「T.V.A, 多目的 댐과 貯水池 시스템은 洪水被害防止의 통상적인 方法이다」 이 system은 効率的이며 거의 完全한 것임에도 不拘하고 洪水問題를 內包하고 洪水被害의 防禦手段을 갖지 않는 社會나 地域이 많이 殘存하고 있다」

이러한 地域에서는 經濟的으로 妥當한 保護計劃을 세우는 것은 不可能하다.

이와같은 各記 保護工事が 不可能한 社會가 이 溪谷 內에 20餘個나 있을 것으로 추정되고 있다.

「테네시 溪谷의 潛在的 被害가 增加해가고 있는 것은 明白하다. 現在 엄청나게 시가지의 擴大가 發生하고 있으며, 魅惑的이며, 강렬한 氾濫區域에 새로운 開發이 推進되고 있다. 增次되고 있는 潛在的 被害를 防止하기 爲하여 새롭고도 색다른 方法이 重要的 것은 明白하다」

表一 將來의 年 想定被害額(工兵 隊調査 對象區域)

單位: 億 dollars.

1957年 被害額	1957~1980年의 年 想定 年 治水投資額	1980年 年 想定 被害額
6.98	0	9.60
	3	6.63
	5	4.83

1960년에 提出된 前述한 工兵隊의 報告書는 治水施設의 經濟效果에 對하여 分析하고 있다.

이에 依하면 表1과 같이 現狀의 治水施設에서 想定되는 年 想定被害額 6.98億 달러라는 今後 河川周邊開發의 進陟에 따라 增大하며, 1980년에는 9.6億 \$이 된다.

이 동안에 現在와 같은 程度의 治水投資(年 3億 \$)를 繼續한다 하더라도 그것은 開發에 依한 被害增大를 겨우 相殺하는 程度의 效果밖에 維持할 수 없으며, 적어도 年內 5億 \$의 擴大治水投資를 하여야만 想定, 被害額을 減少시킬수 있다고 指摘하고 있다.

이와같은 分析의 結論으로 洪水氾濫區域이 經濟的으로 利用될 수 있도록 적절한 規制나 洪水情報의 提供이 必要하다고 強調하고 있다.

다. 洪水被害防禦를 爲한 統一的 國家 프로그램

以上과 같은 過程을 거쳐 1966年 「洪水被害 防禦를 爲한 統一的 國家 프로그램」이 成案되었다.

이는 大統領으로부터 各省廳에 介在한 洪水問題의 處理에 關하여 統一的, 프로그램을 作成하라는 諮問에 答하여 美國政府가 陸軍省 工兵隊, 農務省, 內務省, T.V.A 州 및 地方機關, 間의 學識經驗者들로 構成한 作業部會를 編成하여 作業한 結果 成案한 것이다. 同報告書는 다음과 같이 말하고 있다.

「洪水防止는 美國의 여러 部門에서 크게 기여하고 있다. 이는 앞으로도 繼續되어야 할것이다. 또 그 以上으로 追加的인 手法과 統一的인 政策이 氾濫源(flood plains)의 건전하며 經濟的인 發展을 推進하는데 必要하다. 實際的인 努力에도 不拘하고 洪水被害는 繼續增大되고 있으며, 美國의 洪水氾濫區域의 非經濟的인 利用이 助長되고 있다. 美國은 損失, 防禦, 나아가서는 國家의 損失이라는 연다른 상황속에 직면하고 있다.

現在 어떤 財産을 洪水로부터 防禦하는 일은 公的인 支持를 받고 있으나 追加的 諸方策을 請求하므로써 洪水氾濫地域에서의 未來의 發展에 關하여 發生하는 便益보다도 國家에 對한 負擔이 더 커지는 結果는 되지 않아야한다.

또한 地方政府 및 市民 Level에서의 合理的인 計劃을 刺戟하고 지지하기 爲하여 州政府機關의 助力이 必要하다.

이와 함께 새로운 「이니셔티브」를 取하는 聯邦機關의 確立이 必要하다.

本報告書는 이어 다음과 같이 具體的인 勸告를 하고 있다.

○洪水의 危險에 關한 基本的인 認識을 考察할 것

(1) 危險地區를 指定하는 3段階의 program이 工兵隊 地質調査所 및 다른 적당한 機關에 依하여 着手되어야 한다.

(2) 洪水頻度を 決定하는 統一的인 技術이 水資源審議會에서 開發되어야 한다.

(3) 洪水被害에 關한보다 有益한 Data를 樹立하기 爲하여 새로운 全國的인 program이 關係機關에 依하여 始作되어야 한다.

(4) 洪水氾濫區域에서의 占有狀態 및 都市의 水文에 關한 調査가 都市住宅省, 農務省 및 地質調査所에 依해서 行해져야 한다.

洪水氾濫區域의 新規 開發을 計劃하고 調整할 것

(5) 聯邦 水資源 審議會는 洪水 情報로 利用하기 爲한 基準을 決定해야 하며 州機關이 洪水氾濫區域計劃의 調整 및 洪水氾濫區域의 規制를 하도록 권장하여야 한다.

(6) 下記 聯邦 program 안에 洪水危險區域에 對한 적절한 州 및 地方計劃이 이루어 질 수 있도록 不斷한 고려와 여러가지 方法이 取해져야 한다.

- (ㄱ) 聯邦 抵當保險
- (ㄴ) 綜合的 地方計劃援助
- (ㄷ) 都市 交通計劃
- (ㄹ) 屋外 레크레이션 區域 및 그 開發計劃
- (ㄺ) 都市 의空閑地取得
- (ㄻ) 都市의 再開發
- (ㄼ) 水道 및 下水道施設

(7) 反覆되는 再建設에 對하여 別途로 取해야할 對策으로서 再立地와 洪水對策(flood proofing)을 爲한 活動이 緊急計劃局, 中小企業局(small business adminislraralun), 財務省 및 其他의 政府機關에 依하여 行해져야 한다.

(8) 새로운 聯邦의 施設을 배치하거나 聯邦의 土地를 處分하는데 있어서는 洪水危險區域을 考慮할 것을 聯邦機關에 指示하는 行政命令이 發수되어야 한다.

○洪水氾濫區域의 財產所有者에 技術的 서비스를 提供할 것

(9) 情報를 수집, 準備하고 傳播시키며 또 洪水被害를 減少시키기 爲한 應急的인 措置에 關한 一定限度의 援助와 助言을 提供하기 爲한 program이 都市住宅省

및 農務省과의 緊密한 調整하에 工兵隊에 依해서 着手되어야 한다.

(10) 改良된 洪水豫測에 關한 全國的인 system이 災害豫防 servci의 一環으로서 環境科學部의 손으로 開發되어야 한다.

洪水保險을 爲한 實行的인 全國的 program을 積極的으로 推進할 것.

(11) 여러가지 條件下에 있는 保險 可能性에 關한 5段階의 研究가 都市 住宅省에 依하여 實行되어야 한다.

○聯邦의 洪水調節政策을 合利的인 基準과 變動해가는 必要에 對應시킬 것

(12) 調査의 許可手續 및 命令이 計劃에 있어 擴大되어야 한다.

(13) 聯邦政府支援 project에 對한 費用負擔의 比率은 州 및 地方 Group에 依한 負擔이 適切하도록 修正되어야 한다.

(14) 既存改良物의 防護와 새로운 財產의 開發을 區別할 수 있도록 洪水 project의 便益은 將次報告되어야 한다.

(15) 議會는 土地取得을 洪水調節計劃의 一部分으로서 가질 수 있는 權限을 賦與하여야 한다.

(16) 議會는 洪水防禦 project에 關한 地方負擔에 關한 貸付權限을 擴大해야 할 것이다.

라. 氾濫源 對策

氾濫源對策은 治水工事나 土地處理等 對策의 重要性을 認定하고 이것들을 補充하며 나아가서는 洪水被害를 減少 시킬것을 目的으로하며 實施되는 것이며 治水工事나 土地處理等의 代替案이라고는 할 수 없다.

氾濫源對策은 洪水에 弱한 土地가 無秩序하게 開發되는 것을 規制하고 建物이 水害에 견디어 낼 수 있도록 配慮하게 만들므로서 氾濫地域에 規制를 가하게 하는 것이다.

이러한 對策中 土地利用의 誘導規制計劃, 實行은 州와 地方政府가 擔當하며 聯邦政府는 이의 指導 助言을 한다.

氾濫源利用計劃에 있어 가장 重要한것은 그 土地가 氾水時에 어떠한 影響을 받느냐 하는 것이다.

T.V.A.는 流域, 市, 郡, 面의 要請으로 일찌기 各地區別로 洪水危險情報調査를 實施해 왔으나 1971年 1月 時點으로, 流域內 150地區中 130地區에서 報告書를 完成하고 있다.

이러한 報告書에는 地形圖도 包含되어 있다. 工兵隊에서는 이와같은 일을 國家全體로서 實施하기 爲하여 氾濫源對策部로 設置하였다.

洪水問題를 안고있는 個所는 全國에서 5,200個所에 達하고 있으나 1971年 여름까지 440個 地區의 氾濫源 調査를完了했다.

이는 前記한 5,200個所中, 1,300個所를 Cover하는 것이다.

工兵隊에서는 이 일을 爲하여 年間 約 30億YEN (1970年度)의 경비를 投入하고 있다.

이 밖에도 土壤保全局이 山林地域의 土地利用計劃을 爲한 洪水調査를 하고있다.

調査는 17個州에서 實施되어 3個州에서 完成되고 있다. 洪水危險情報 Report 는地圖, 縱斷圖面, 地形圖表 Graph 說明등으로 이루어진다.

이에 依해서 氾濫의 範圍, 氾濫水深, 浸入頻度, 浸入期間流速等을 알 수 있다.

또한 過去의 洪水에 關한 Data, 洪水被害에 對處하는 方法說明等이 包含되고 있는 것 같다.

地勢圖의 縮尺은 지금까지 $1"=1,000'$ ($\frac{1}{12,000}$)이 쓰여 왔으나 이것으로는 建物에 對한 影響을 詳細히 알기는 困難하다.

T.V.A에서는 都市化地域의 標準 縮尺으로서는 $1"=400'$ ($\frac{1}{580}$)을 最低로 하고 있다.

또한 州가 關係하는 氾濫源에서 行하는 開發은 모두 1966年의 大統領命令에 依해서 危險이 確定되어야한다.

工兵隊에는 이런 類의 照會가 年間 數千件에 달하고 있다 한다.

마. 今後的 洪水 防禦

韓國과 美國은 國土의 크기에 있어 優先 큰 차이가 있다. 韓國과 같이 平野部의 土地面積이 적은 境遇에는 土地利用도大體로高度利用이 되지 않을 수 없다. 例컨데 農業만해도美國에 比해서 集約的이며 細密한 Control이 必要하며그만큼 洪水氾濫等이 環境變化에 對해서 銳敏하게 되어있다. 氾濫을 許容할 土地利用은 어려우며 流域의 大部分은 河川改修로 防禦해야 할것으로 生覺된다. 이러한 生覺과는 反對의 觀點으로 다음과 같이 生覺할 수가 있다. 河川改修에 依해서 流出이增加되는 것은 定石이나. 日本의 境遇 河川 下流部에서 河川에 密着해서 都市가 形成되고 있는 경우 上流部の河川改修가下流部이 洪水에 對한 安全度를 낮추도록 作用할

憂慮는 없으나 이보다 上流部에서 積極的인 遊水機能을 갖도록 努力하는 方向으로 計劃하는 方案을 檢討中인 것으로 보아 우리나라는 優先 先行하여 河川의 一貫된 集中的인 改修와 더불어 日本에서 구상되고 또한 進行中에 있는 遊水機能確保도 將來에 이 分野에 종사하는 技術者 들의 하나의 課題이며 研究分野라 生覺된다.

이런 問題에 對하여는 對象이 되는 流域에 따라兩者의 得失에 큰 차이가 있을것이나 流域마다 具體的으로 檢討할 必要가 있을것으로 아울러 生覺해둘 問題인 것이다.

다음 問題로서는 地形의 差異이다.

洪水氾濫時의 浸水區域이나 浸水頻度等은 土地의 利用 價値와 密接한 關係가 있으므로 여기에 關한 情報은土地의 價格等에 微妙한 影響을 줄 可能性이 強하다.

따라서 이러한 情報은 極히 正確해야 할것이다.

美國처럼 洪水氾濫源이 勾配가緩慢 할때는 氾濫의 水位도 河川水位와 거의 同一하게 되어 推進이 容易할것이다.

그러나 우리나라의 경우 急勾配河川이 많고 그 地形이 極히 複雜하다.

그러므로 우리나라는 特히 氾濫現象을 正確하게 把握하도록 努力해야 할 必要가 있다.

그러나 이는 本質的인 問題點이 아니며 水理學의 手法을 適用하여 韓國의 獨自的인 水害危險情報調査의 手法을 開發해야할 것으로 生覺된다.

昨今の 都市化는 都市뿐 아니라 農村에서도 急速히 進行되고 있으므로 洪水防禦에 對해서도 이에 對應할 研究도 아울러 必要한 것이다.

文 獻

- 1 日本國建設省 河川局 河川 計劃課(美國河川 經濟分析資料) office of Emergency preparedness Disaster Preparedness (Report of The emegress) (1972)
- 2 日本國發刊
“防災” 雜讀一 中에서