

<資 料>

# 洪水被害豫想調査方法에 관한 研究 Studies on A New Geomorphological Approach for Survey of Potential Floods Damages

<航空寫眞判讀에 의한 地形 地質分析 및 그 應用을 中心으로>  
—An application of geomorphology and geology  
through aerial photo-interpretation—

金 泰 熙  
Kim, Tae Hi

### Abstract

This paper provides a new geomorphological approach for survey of potential flood damages and for preparation of cartographically accurate flood maps. Floods are possibly the worst disasters we have recorded in the past and may expect in the future. Interpretation of aerial photographs of river basin enables us to determine the nature of floods by investigating the maximum extent of inundated areas in the past. Most of the typical dangerous spots, highly susceptible for flood disasters can be systematically identified by analyzing lithologic, structural, and geomorphic cycle.

### 序 論

今年에도 慶南 昌原機械工業團地가 순식간의 局地的 集中暴雨로 막대한 被害를 났으며 장마철에 접어들어 濟州島, 全南 榮山江 및 耽津江流域一帶에서는 被害額을 推算할 수 없을 정도의 큰 被害가 연속적으로 發生했다. 南海高速道路가 部分的으로 물에 잠기고 큰 工場 및 住宅群이 물에 잠겼다는가 또 確率洪水의 크기를 勘案하여 건설된 巨大한 堤防을 無實케 하여 堤內地로 內水가 浸水되었다.

山斜面에서 沙汰가 일어나고 河岸이 崩壞된다. 또 地域적으로 堆砂와 침식이 일어나 送電柱가 넘어지고 橋梁이 破壞되고 道路가 流失된다. 그래서 水魔가 한 키크고 간 뒤에 地域적으로 물이 그곳에 그대로 남아서

下로 서서히 浸透된다. 아직까지 生存한 人間이 한번도 目擊해 보지 못한 地域이 난생처음 浸水되었다든가 하는 天災를 당할때 마다 우리들은 無限히 苦戰해 왔다. 果然 一定한 單位地域에서 天災之變이란 降雨가 왔을때 洪水가 地表面에서 어디까지 범람될 것인가?

우리는 앞으로도 엄습해 올 災害를 질대로 가만히 두고 있을 수만은 없다. 理論적으로 最大限 물이 어디까지 범람될 것이냐 또 그렇게 된다면 被害는 어떻게 發生할 것인가를 事前에 豫測할 수는 없을까?

우리는 經驗에 의하여 常襲범람 地라는 言語를 使用하고있으며 또 그 地域을 設定하여 여러각도로 豫想被害에 對應하여 操心해 왔다. 問題는 最大豫想氾濫地域은 常襲氾濫地 以外에도 우리가 모르는 광대한 面積이 地表에 얼마든지 산재해 있다는 사실을 모르는데 있는 것이다. 水文學에서 定量的인 分析에 의한 極大豫想범람한계를 追跡하기란 容易한 일이 아니라고 본다.

그러나 地質時代로 돌아가 約 11,000年前 新生代 第

四紀 프라이스토세(Pleistocene Epoch)로부터 河川作用(Fluvial process)에 의한 洪水가 沖積平野(Flood plain)를 形成하고 無數히 數次에 걸쳐 地殼에 彫刻한 地形, 地質 및 土壤을 分析함으로써 極大豫想범람限界를 밝혀 내고 그 範圍內에서 人文的, 自然的 諸般被害狀況을 상세히 豫想해 볼 수 있다.

本 研究는 航空寫眞判讀에 依하여 地形學, 地質學을 洪水被害豫想에 應用한 定性的인 分析이며 洪水의 本質自體에 關한 研究는 아니다. 이 研究基礎資料 위에 水文學的인 定量的分析이 반드시 補充되어야 한다. 그러나 本 연구가 韓國에서 最初로 試圖된 方法論에 關한 研究인 만큼 많은 애로가 있었으며 未備한 點도 많으나 政府의 長期的인 風水害防災對策이나 國土綜合開發 및 國土保全上 治水防災基礎資料로서 기여되길 바라며 선주께 여러분의 계속적인 지도와 助力에 期待를 挂고 竊다.

### 1. 地形學的 洪水分析에 대한 外國의 趨勢

1973年 4月 28日 美國의 미시시피江(Mississippi)에서 大洪水가 일어났다. 美國은 獨立以來 史上最高의 絕頂水位 13meters를 Missouri州 St. Louis市에서 記錄했다. 이것은 前最高記錄 1785年 12.7meters보다도 0.3meters가 높았으며 河川流域은 76日동안 洪水位를 持續하였다. St. Louis市로부터 Mexico灣 근처의 Louisiana州의 New Orleans市에 이르기까지 全流域이 거의 범람되어 일대를 황폐화 시켰다. 이 당시 觀望대는 이미 3月初에 벌써 이를 豫報했으며 美國國立地質研究所(U. S. Geological Survey)는 재빨리 美國國立宇宙航空局(NASA)과 協助하여 1972年 7月 23日에 이미 發射되어 地球軌道를 돌고있는 地球資源探查衛星-1號(Earth Resources Technology Satellite-1)로 하여금 3月 31日 이미 洪水位로 범람된 미시시피江流域의 St. Louis市로부터 Illinois州 Cairo市까지 또는 Mexico灣까지 全流域을 촬영하는데 成功하였으며 그 總所要攝影 時間은 7分 밖에 안된다. 이와 같이 衛星에서 撮影한 畫像을 畫像解析機器(Multispectral viewer)에 넣어 洪水를 分析한 目的은 다음과 같다.

1. 美國國土基本圖 1/250,000縮尺에 洪水의 범람 限界를 표시한 범람圖製作

☆ 最近에 開發된 multispectral photography로서 原理는 4個의 camera가 黑白 film에 各各 상이한 靑, 綠, 赤, 赤外線 filter를 使用하여 地表面의 物體에서 發射되는 各各 상이한 反對波를 同時에 分離 撮影한다음 畫像器에 넣어 加色法에 依하여 만든 color畫像을 洪水分析에 利用하는 Remote Sensing 方法.

2. 本流 및 支流의 범람流域面積計算

3. 범람지의 土地利用狀況分析

4. 洪水로 因하여 이루어진 流路變更에 關한 地形學的 研究가 主內容으로 되어있다. 이 衛星에서 撮影한 畫像은 洪水가 發生하기前 1972年 10月 1, 2兩日에 全美시시피江流域을 卡마한 畫像과 比較하여 洪水의 범람圖製作上的 새로운 技術과 막중한 水文資料를 水文學者에게 줄 機會가 甞다. 現在 美國에서는 South Dakota州의 Rapid Creek流域, Iowa州의 Nishnabotna流域, South Dakota州의 Aberdeen流域, Arizona州의 Gila流域의 범람圖가 完成되었고 重要한 地域부터 점차 全國에 細分된 범람圖를 製作하고 있다. 日本에서는 早稻田大學의 大矢雅彦教授에 依하여 木曾川, 筑後川, 諫早市周邊, 石狩川, 中川, 吉野川, 吉野川, 九頭龍川流域의 水害地形分類圖가 製作되었고 그에 依하여 日本外의 他國의 水害分類圖도 수편 製作되었다. 이와 같은 洪水地形圖와 水害分類圖는 自國의 環境과 目的에 맞게 製作하여 水文學 및 國土開發事業에 基礎로 使用되고 있다.

### 2. 航空寫眞의 應用

오늘날 地表面의 樣相을 把握하기 爲하여 目的과 用途에 따라 航空寫眞의 種類, 필름, 縮尺等을 決定하고 撮影된 寫眞은 많은 學問에 使用되고 있다.

航空寫眞判讀(Aerial photo-Interpretation)의 技術은 地質, 地形, 地理, 森林, 土壤, 農業, 水文, 土木工學等에 應用되며 各學問別 專門化된 應用分野는 헤아릴 수 없을 정도다. 反射實體鏡(Mirror stereoscope)을 通하여 두장의 寫眞을 重複하여 實體像을 求하고 現地觀察에서도 發見할 수 없는 課題를 寫眞上에서 解析하고 把握할 수 있다.

航空寫眞利用의 長點은

1. 記錄性
2. 抽寫性
3. 解析의 巨視性
4. 解析의 迅速性
5. 位置의 相對性
6. 變化의 定性的 定量的 考察
7. 經濟性(廣範圍한 地域을 調査한 경우)

等에 있다. 뿐만 아니라, 가장 核心的인 長點은 實際 現地에서 識別할 수 없는 것을 寫眞上에서 識別할 可能하다는 것이다. 勿論 이에 是 各專門分野에 따른 學識과 寫眞解析上의 高度의 技術이 隨伴되어야 한다. 넓은 地域의 洪水被害豫想調査를 하기 위해서는 다음과 같은 航空寫眞의 撮影을 必要로 한다.

① 航空寫眞種類

카메라 光軸의 傾斜가 4° 미만인 垂直寫眞을 調査設定地域의 本流 및 支流를 包含한 充分한 地域을 撮影한다.

② 航空寫眞縮尺

寫眞 縮尺은 1/20,000으로 하고 普通規格 23cm×23cm으로 한다. 이 寫眞의 1枚當 面積은 21.16km<sup>2</sup>이며 2枚를 重複하여 反射實體鏡으로 내리다 붙매 求해지는 立體有效面積은 5.9km<sup>2</sup>(594.8경보)다.

③ 撮影回數 및 時期

撮影은 平水期(褐水期)에 한번 撮影하되 降雪이 많이 떨어 있거나 森林이 울창한 時期를 피한다. 또 어떤 特定年度의 洪水 범람時期에 범람상황을 參考로 撮影한다. 이에 洪水크기의 大小는 問題가 되지 않는다.

면 地質時代로부터 流水는 침입없이 低地로 흘러내려 地表를 彫刻한다. 地表를 彫刻하는 河川作用에 依한 侵蝕勢力은 氣候, 地質, 高度分布, 傾斜, 起伏 Energy, 土壤, 植生에 따라 다르나 一定한 地域에서의 支配的인 環境은 그 地域의 特殊한 存在로 남아 地形單位를 形成한다. 主로 洪水의 本質과 範圍에 影響을 주는 地形은 一般的으로 山麓堆積斜面, 谷底平野, 沖積平野, 扇狀地, 自然堤防, 背後濕地, 三角州等이며 이와같은 地形은 洪水 범람限界, 洪水물의 깊이, 洪水의 方向, 洪水의 流路變更, 侵蝕堆積에 影響力을 구사한다.

우선 各 地形의 單位와 洪水의 本質과의 關係를 論하기 前에 河川地形의 一生을 표현하면 대략 다음과 같다.

3. 洪水被害에 應用된 地形 및 地殼變動의 原理

표 1. 河川地形의 一生(地殼變動이 없는 경우)

期 (Stage)	河川과 地形의 特徵	洪水追跡에 應用된 地形
原地形期	造陸運動이나 造山運動으로 海面위에 生진陸地, 盆지가  많음	
幼年期	河川下方侵蝕, V字溪谷, 深谷·急傾斜斜面, 河川의 從斷面의 勾配가 가파름 硬岩層은 狹谷, 高度가 높을수록 深谷底·軟岩地 接界面 瀑布 沙汰면반, 崩壞土가 河川의 一部 切割·急傾斜地의 絕壁은  심한 剝削作用·河川의 運航 不能 供給岩屑量은 河川의 運搬能力보다 未達·山麓에 扇狀地地形形成	扇狀地
早壯年期	原地形 거의 없어짐, 瀑布無·河川下方 侵蝕과  약간의 河川側方 侵蝕 河川의 從斷面 어느정도 平坦·平坦河床發達, 供給岩屑量은 河川의 運搬能力과 一致 沖積平野는 幅이 좁으나 鐵道나 道路 建設에  부지 提供可能·沖積平野形成의 初期 自然堤防의 形成, 背後濕地의 形成	谷底平野(溪谷平野) 背後濕地 自然堤防
滿壯年期	河川側方侵蝕·氾濫平野는 蛇行의 充分한 面積保有 氾濫 平野의 河川의 從斷面은 平 衡狀態에 到達·氾濫沖積土의  높이 漸次增加·蛇行發達·自然 堤防, Point bar, 牛 角湖·流路切斷河跡, 背後濕地發達 Yazoo川 發達	氾濫平野·Pointbar 蛇行·牛角湖·流路切斷 河跡·自然堤防·背後濕 地·Yazoo川
老年期	殘丘發達 準平原	三角州

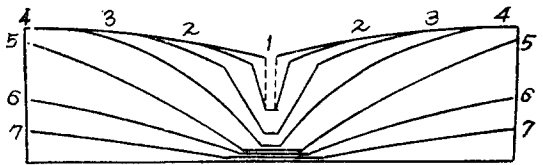
※ 地域輪回說(Geomorphic Cycle)에서 老年期 以後로는 回春(Rejuvenation)이 來到되어 stage 가 새로 始作된다고 보고 있다.

河川地形의 一生에서 檢討하여 보면 洪水 범람이 심한期는 滿壯年期임을 알 수 있다. 期別 溪谷型의 變化는 대략 그림 1에서와 같다.

또 長年期 河川의 平野斷面圖를 想像해 보면 一般的으로 그림 2와 같이 微起伏(micro-features)을 形成하고 있는 例가 大部分이다.

地形單位와 微起伏은 地質, 土壤과 密接한 關係를 가진다.

표 2의 地形相關表에서와 같이 航空寫眞上에서 識別되는 地形單位로부터 地質과 土壤을 推理할 수 있으며 洪水追跡에서 범람原帶의 끝이 어디인가를 찾아낼 수 있다. 범람原帶의 幅을 正確히 追跡하기 爲해서는



- 1. 原地形
- 2. 幼年期
- 3. 幼年後期
- 4. 早壯年期
- 5. 滿長年期
- 6. 老長年期
- 7. 滿老年期
- 8. 終地形

그림 1 溪谷狀態의 變化

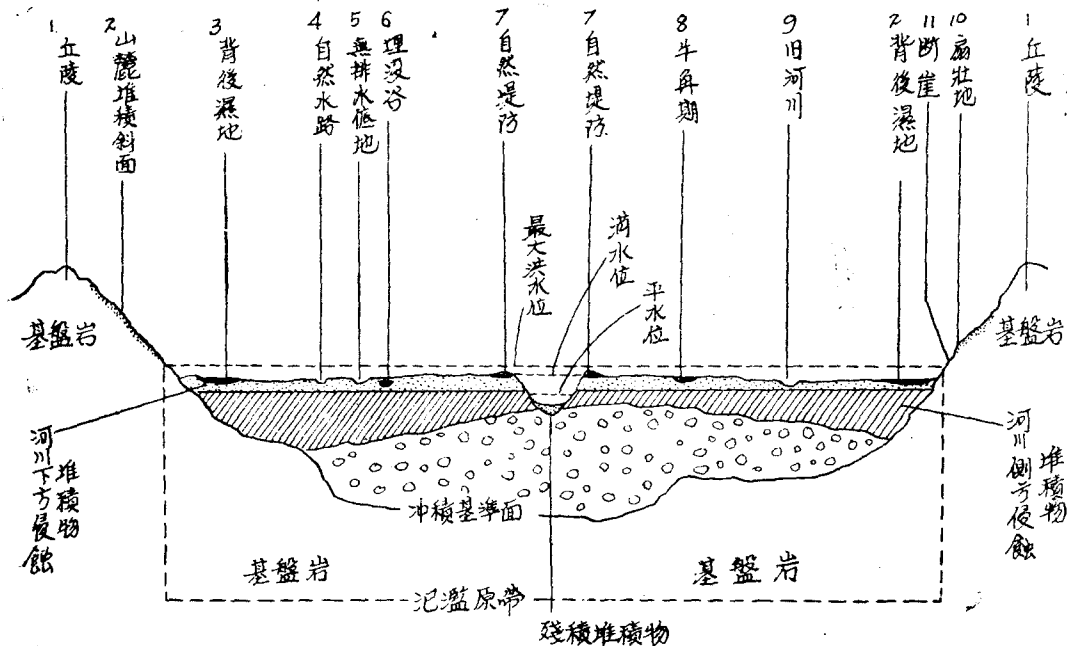


그림 2. 壯年期河川 平野斷面圖(地殼變動이 없는 경우의 地形 想像圖)

표 2

地形, 地質, 土壤 相關表

地形	區分	地形學 (Geomorphology)	地質學 (Geology)	土壤學 (Pedology)
1. 丘陵		Hill	Outcrop 露出基盤岩	Parent rock 母岩
2. 山麓堆積斜面		Piedmont	Colluvium	Colluvium, Slope Wash 斜面洗流
3. 背後濕地		Back-Swamp	Marsh	Clay, peat bog
4. 自然水路		Ditches	Drainage channel	Gully Erosion
5. 無排水低地		Depression without Drain	Infiltration Center	
6. 埋沒谷		Buried Valley	Buried Valley	Channel fill
7. 自然堤防		Natural Levee	Natural Levee	Silt
8. 牛角湖		Oxbow-Lake	Relic Lake	Clay Plug
9. 舊河川		Abandoned channel	Old-channel	lag fill
10. 扇狀地		Alluvial Fan	Alluvial Fan	Transported soil
11. 斷崖		Bluff	Talus, Cliff	Debris, Weathered-mantle
12. 氾濫原		Flood plain	Alluvial deposit	Mixture of Clay, Silt Gravel

地形輪廻過程에서 범람平野 즉 沖積平野의 形成段階가 어느 程度진전하여 왔는가를 파악해야 한다. 왜냐하면 沖積平野는 먼 地質時代로 부터 反復되는 洪水범람이 낳은 地形單位이기는 하지만 洪水의 크기에 따라서 진전상태가 다르기 때문이다.

一般的으로 幼年期나 早壯年期에는 運搬되는 物質의 量은 크며 堆積이 強하여 沖積平野의 形成過程이 빠르다. 이 段階에서는 범람깊이, 洪水파의 速度, 범람時間, 堆積量도 크며 洪水時 流路變更이 심하다.

洪水가 發生하여 流速이 增加되면 排水量도 增加되고 同時에 河川의 運搬物質도 增加된다. 洪水때 河水의 流速은 平時의 2倍程度로 增加함에 不過한 것인데

平時의 10~20倍의 荷重을 運搬한다. 이것은 河川들이 大部分 運搬物質을 洪水時에 行하고 다시 平時로 돌아갈때 堆積을 일으킨다는 結論이다. 流速의 增加는 또 運搬物質의 粒子를 最大徑으로 부쩍 增加시킨다. 流速이 2倍로 增加되면 運搬되는 粒子의 最大徑은 數倍내지 數10倍로 增加되어 洪水時에 粘土, 泥土, 砂礫等이 무수히 물에떠서 물의 平均比重을 크게 만들어 直徑이 큰 岩塊같은 것을 용이하게 運搬한다.

滿壯年期에서 老年期段階로 들어가면 運搬되는 砂礫의 量은 적으며 沖積平野의 形成은 이미 끝났고 오히려 侵蝕이 堆積을 凌駕한다. 이와같은 沖積平野의 形成과정이 發達한 壯年期에서의 地形과 洪水와의 關係

를 分析해 보자.

3.

(1) 地形과 범람

㉑ 蛇行과 범람

幼年期 地形에서는 河川의 側方侵蝕은 無視해도 좋으나 長年기에 접어들어 河川의 縱斷面이 平衡狀態(Equilibrium)에 到達하면 兩河岸의 側方侵蝕이 顯著하여 地形發達의 主導的 作用을 한다. 이 때 沖積平野가 河川縱斷方向으로 勾配가 3° 미만인 河川은 \*蛇行作用(meandering)을 한다. 蛇行作用의 原因은 地球의 公轉과 自轉의 複合關係에서 誘因한다는 說이 有力하나 아직 定說은 없다.

河川이 蛇行을 하면 流水는 Energy의 不均衡이 일어나 河岸의 曲線部를 集中的으로 侵蝕하여 河川은 左右로 移動하여 谷底를 넓히 범람原帶를 擴大시키며 地形은 複雜히 된다. 蛇行이 極度히 遠하면 큰 洪水時에 頸部切斷(Neckcut)이 일어나 切斷河跡(cutoff meander) 또는 牛角湖(Oxbow lake)를 形成한다.

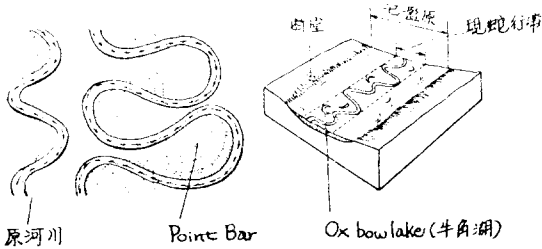


그림 3. 蛇行의 發達過程

많은 河川에서의 例를 보면 보통 蛇行의 屈曲의 길이는 直線距離의 1.5倍 以上이 되며 蛇行帶의 幅(Belt of meander)는 河川平均幅 (Mean Channel width)의 15-20倍에 해당한다.

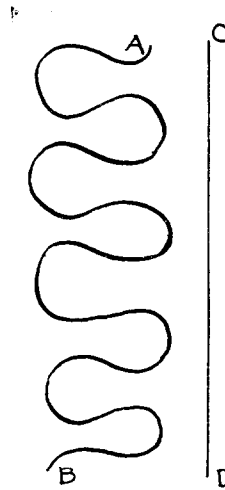
보통 작은 河川에서 蛇行의 幅限界는 1.5m 에서 큰 河川의 2km 또는 그 以上까지 達하는 河川도 있다. 河川은 左右로 움직이면서 범람平野를 넓혀주는데, 蛇行帶自體도 左右로 움직이 전국 범람原帶를 넓혀준다. 이 범람原帶를 끝까지 追跡하여 斷崖까지 찾아주면 그것은 이 河川의 最大 범람限界가 된다.

㉒ 扇狀地와 범람

扇狀地는 幼年期 地形과 平野가 接觸되는 位置에서 잘 發達한다. 山地中을 흐르는 勾配가 急한 流水가 平地로 흘러 나오면 갑자기 傾斜가 완만해지므로서 流速

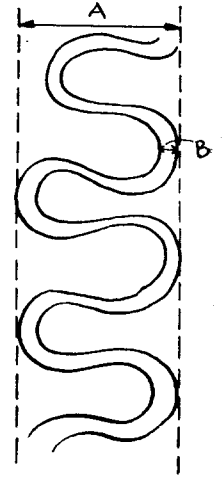
☆ 世界의 모든 河川에서 例外는 없음.

蛇行距離와 直線距離



AB는 CD대 1.5倍 以上

蛇行帶와 蛇行帶의 幅



蛇行帶 A는 평균 B의 15~20倍

그림 4.

그림 5.

이 弱해짐과 同時에 堆積을 한다. 扇頂은 粗大한 砂礫을 먼저 堆積시키며 微粒의 砂土는 扇端(Fan Toe)까지 미친다. 扇狀地의 平均 勾配는 8° 미만이다. 扇狀地에는 辨髮水系型(Braided River Pattern) 같은 것이 잘 發達해 있으며 큰 降雨時 流路變更이 자주 일어난다. 扇狀地自體는 局地布狀洪水(Local sheet flood)에 의하여 形成된 地形이지 河川의 本流 범람과 아무런 關聯이 없다.

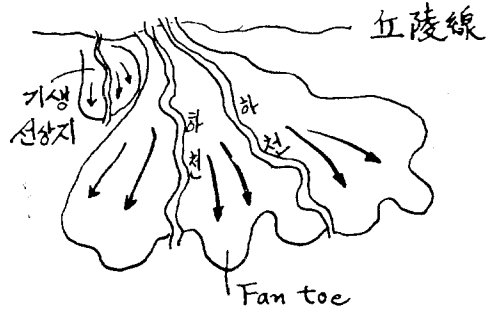


그림 6. 扇狀地의 平面圖

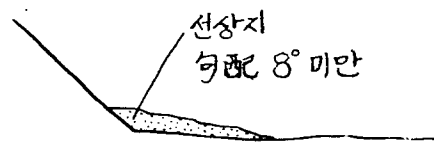


그림 7. 扇狀地의 斷面圖

그렇기 때문에 河川本流에 의한 범람은 경사지와 평지와와의 접촉지점에서 發達한 扇狀地의 扇端까지 미치지 못할 수 있다. 地殼變動 즉 地盤隆起가 일어났을 경우는 扇狀地는 彫刻(Dissection)을 始作하여 舊扇狀보다 한단 낮게 새로운 扇狀地가 發生한다. 扇端의 位置와 高度로 부터 범람한계와 水位를 推定할 수 있다.

◎ 遷移點(Knickpoint)와 범람

扇狀地같은 地形單位가 잘 發達하지 않은곳, 즉 경사가 완만한 平地와 山地와의 接觸地에서는 遷移點發見과 土壤分析으로 범람한계를 알 수 있다.

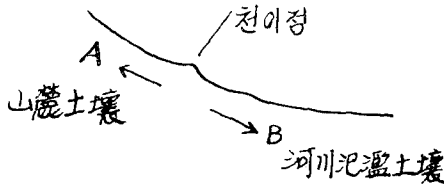


그림 8. 遷移點의 斷面圖

B地點에서 河川으로 갈수록 한천퇴적 물이 發見되며 gravel은 Round하다. A地點에서 丘陵으로 갈수록 丘陵의 地質에 영향을 받은 風化土가 slopewash에 의하여 堆積되었음을 알 수 있으며 gravel은 Angular하다.

航空寫眞上에서 遷移點의 發見은 用易한 일이나니지만 Tone, Texture, mottling 등의 分析으로 판별이 可能하다.

④ 河岸段丘(River Terrace)와 범람

河岸段丘는 洪水범람水位와 關聯이 있다. 雙岸段丘(Paired river terrace)의 경우는 그림 9와 같다.

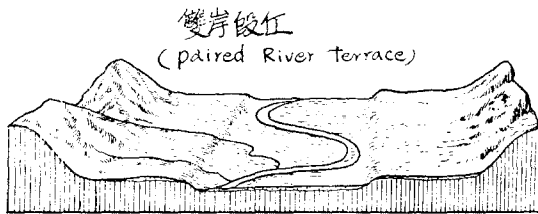


그림 9.

그림 9와 같은 河川이 계속 隆起를 하면 斷面圖는 下記와 같이 變한다.

河川은 地盤의 隆起現狀이 일어나면 相對的으로 下方侵蝕이 심해진다. 隆起가 地質時代에 數次에 걸쳐 일어났을 때 段階모양의 丘陵을 形成하는 原因은 陸地가 一定한 速度로 繼續的으로 上昇할 때는 形成되지 아니

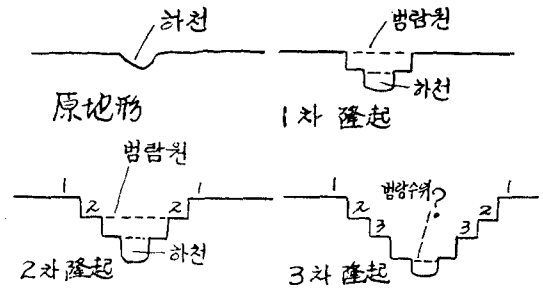
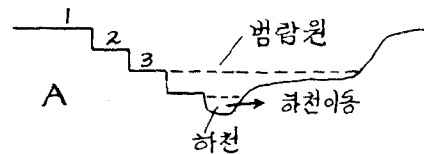


그림 10.

하며 上昇과 停止狀態가 反復되기 때문에 생긴다. 萬一한 쪽 河岸에서 3段階丘가 범람하면 相對的으로 다른쪽(越便)河岸도 3段階丘가 범람하며 2段階丘가 범람했다면 越便에 같은 現狀을 초래한다. 그러나 隆起의 地質時代가 가장 젊은 末端段丘(그림에서는 3段)以上을 범람하는 일은 좀처럼 드물다. 雙岸段丘는 河川兩岸이 同一한 比率로 上昇할 경우 생기는 對層段丘다. 段丘는 또 그림 10-1과 같이 河岸의 한 쪽만 자꾸



非對層 段丘斷面圖

그림 10-1 非對層段丘斷面圖 (陸起가 없는 경우)

隆起되는 現狀이 있는데 이때는 河床은 隆起가 되지 않은 쪽으로 서서히 移動한다. 이 경우는 非對層段丘라 한다. 또 그림 10-2과 같이 非對層段丘는 隆起가 되지 않을 경우에는 생기기때 蛇行帶가 左右로 移動함으로써

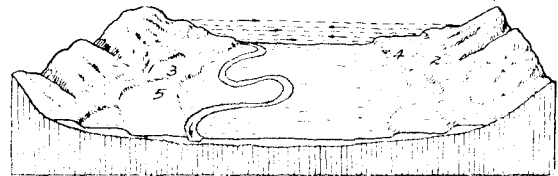


그림 10-2 非對層段丘

서 地質順으로 보아, 하천 한쪽은 작수 段丘, 반대편은 출수 段丘가 發達한다. 이런 경우는 河川兩岸에서 물이 들어오는 순위를 알 수 있게된다.

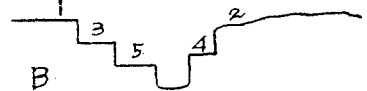


그림 10-2의 단면도

◎ 自然堤防과 범람

河川의 流水가 洪水時 범람하여 河岸을 넘어갈 때 流速이 잠시 減少되는데 이때 運搬되어오던 土砂中 泥土質(silt)性분을 河岸에 걸게 堆積하고 다시 粘土質(cl-

ay)性分은 빠른 速度로 河岸背後地까지 運搬되어 堆積시킨다. 自然堤防과 다른 微起伏은 實際水位와 關聯이 있는데 大體로 滿水位는 自然堤防의 높이와 같으며 蛇行川에서는 最近의 가장높은 point bar의 level과 같다. 河床에 辨髮型의 河川이 發達한 곳에서는 가장 높은 砂洲(Sand bar)의 높이와 같다. \*一般的으로 50年 確率洪水 같은 큰 洪水에서 平均滿水位의 높이의 8/10 정도로 범람되고 있다.

① 舊河川과 범람

舊河川은 過去地質時代中 河川을 形成하였으나 地盤隆起 作用이나 流路變更에 依하여 現在는 河跡으로 단 남아 있는 地形이다. 비만 오면 물이 고여드는데 排水를 못하는 逆流나 地下水 作用에 依하여 범람지로 變한다. 航空寫眞分析에서 舊河川의 發見은 가장 어려운 과제중의 하나며, 우리가 전혀 豫想치 못한 곳에 범람이되는 일은 이 舊河川의 位置와 一致하는 境遇가 많다. 沖積層에서 舊河床이나 埋沒谷은 地下水 開發과도 密接한 關聯이 있다. 그곳은 地下水位가 恒常 높기 때문이다.

(2) 洪水의 類型

② 범람型 (overflow type)

流水가 洪水時 河岸을 넘어가는 型이며 專型的인 型이다.

③ 集中中 (Concentrated type)

斷層線(Faultline) 같은 곳을 따라 흐르는 構造河川에서 일어난다. 河道의 幅이 이미 定하여져 있으며 주위의 모든 流水는 本河道로 集中하여 水位는 갑자기 上昇하기가 일수며 河川下方侵蝕이 强하여 水深도 깊다.

④ 平行型(parallel type)

自然堤防이 發達하면 작은 洪水에는 범람이 되지 않는다. 反面·自然堤防背後의 內水는 自然堤防으로 因하여 本流와 合流하지 못하고 中間의 自然堤防을 두고서 本流와 平行으로 흐른다. 이런 河川을 Yazoo 川이라 한다.

⑤ 布狀型(sheet flood type)

局地的으로 特殊한 地形單位에서 일어난다. 山斜面과 平地와의 接觸地인 扇狀地, 山麓斜面(扇狀地群)에서 의 例다. 布狀型 洪水는 持續性이 없으나, 무서운 破壞力을 가지고 있다.

(3) 범람到達時間

幼年期가 早壯年期의 河岸은 범람하는 流水는 背後

地까지 빠른 速度로 到達한다. 그 理由는 自然堤防에서 背後地로 갈수록 相對的으로 起伏이 낮기 때문이다. 自然堤防이 發達하면 河床은 높아지는 境遇가 많으며 相對的으로 自然堤防은 더욱 높아져서 이런 곳에서의 범람은 被害가 크다.

(4) 범람遲滯時間

범람原內에서 自然堤防은 범람지체 時間이 가장 짧으며 背後地에서 가장 길다. 큰 河川에서 洪水가 發生하였을 때는 自然堤防上位가 가장 安全하고 背後地는 위험하며 被害도 크다.

(5) 侵蝕과 堆積

幼年期 범람原에서는 堆積量이 크며 滿壯年期에서부터 는 侵蝕이 堆積을 능가한다.

범람原內의 侵蝕現狀은 첫째 集中侵蝕이 일어나지 않는 곳에 Sheet erosion이 일어난다 둘째 舊河川 같은 곳에서 河川侵蝕이 일어난다. 堆積은 pointbar, meander scroll(蛇行渦) bar, braided river system에서 일어난다.

(6) 自然景觀(Natural Landscape)의 破壞

① 河岸

河川이 屈曲하면 蛇行에서와 같이 流水는 運動 Energy의 不均衡에 依하여 屈曲의 外側斜面을 攻擊한다. 屈曲外側斜面은 崩壞와 破壞를 감당못하며 屈曲內側斜面은 堆積이 일어난다. 河岸崩壞는 沖積河岸에서는 Catstep 形狀으로 붕괴를 일으킨다. 基盤岩이 露出된 곳에서는 岩石風化의 정도와 節理(Joint)의 發達, 地質構造等에 따라 崩壞可能한가를 把握할 수 있다.

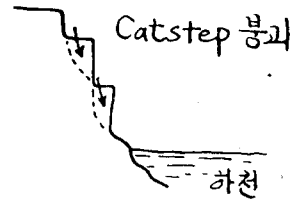


그림 11

② 溪谷發生

沖積層같은 地盤이 軟한 河岸에서 小規模의 溪谷이 일단 發生하면 部侵侵蝕(Headward Erosion)에 依하여 溪谷은 上流쪽으로 자꾸 擴大된다. 滲透(Seepage) 作用은 頭部侵蝕을 더욱 조장시킨다. 溪谷侵蝕은 地盤이 가장 軟한 곳에서 發生하여 나중에 是 大規模. 河岸崩壞의 原因이 된다. 地貌는 流水를 集中시키고 流域面積은 流水量, 傾斜는 流水의 速度, 植生은 減速, 土壤은 透水率에 영향을 주며 溪谷型도 이에따라 다르다.

\* Photo-Interpretation in hydrology, a geomorphological approach DrS. A.M.J. Meycrink, Netherlands. pp. 53

不透水層

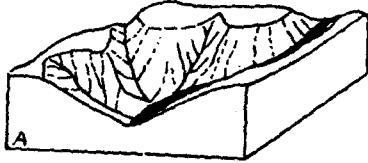


그림 12

透水層 溪谷

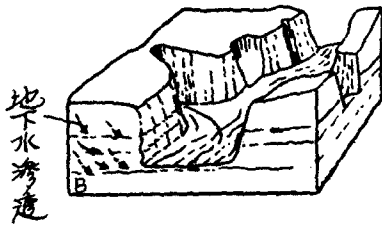


그림 13

不透水層의 岩層에서는 侵蝕이 주로 일어나나 透水層에서는 垂直壁이 잘 發達하여 자주 崩壞한다. 一般의 溪谷에서 \*2倍의 流速이 增加되면 侵蝕力은 4倍로 增加되어 溪谷은 集中線侵蝕(Concentrated linear erosion)을 일으킨다. 集中線侵蝕이 극도에 達하면 溪谷의 壁은 자주 崩壞한다.

◎ 扇狀地

扇狀地上的 道路나 鐵道는 곧잘 파괴된다. 扇狀地의 크기와 危險性은 扇狀地를 形成한 流域型과 밀접한 關係가 있다.

洪水型 流域

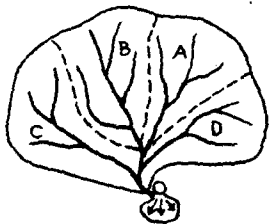


그림 14

非洪水型 流域

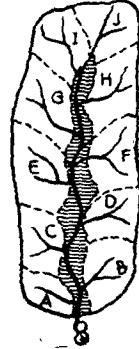


그림 15

그림 14의 流域型은 洪水型이다. 流域에 떨어진 降雨은 같은 時間에 各各 流域 C. B. A. D.로 부터 同時에 O地點에 到達하여 범람하며 큰 扇狀地를 形成한다. 이런 流域型 밑에 發達한 扇狀地에서는 流路變更이 자주 일어나며 파괴적이다.

그림 15는 非洪水型이다. 降雨은 中央에 本流로 流入되어 順序있게 A.B.C.D.E.F.G.H.I.J. 流域의 降雨가 차례로 O地點을 통과한다. 이 流域型 밑에 發達한 扇狀地의 規模는 적다.

④ 沙汰

沙汰는 地表面의 地形, 岩質, 風化程度, 地質構造, 降水, 季節等 複雜한 誘因에 依하여 發生한다. 그러나 沙汰는 暴雨가 낳은 副産物이다. 그것은 大部分의 沙汰가 降雨量이 集中暴雨로 變하여 쏟아진 다음 3-4時間 以後에 發生하기 때문이다. 또 沙汰는 한번 일어난 곳에서 再發生하는 確率이 많다. 航空寫眞判讀에서 地形의 形態만을 把握하고 수많은 類型으로 豫告가 可能하다.

4. Sample 地域의 洪水被害豫想分析

(千戶洞廣津橋—八堂間漢江流域)

서울特別市 城東區 廣津橋로부터 京畿道瓦阜面 八堂潭까지 總面積 182km<sup>2</sup>에 達하는 漢江流域을 Sample 地域으로 擇하여 \*大洪水가 일어났을 경우를 可想하여 果然 어떤 被害를 입을 것인가를 航空寫眞判讀과 現地 踏査에 의하여 세밀히 調査해 보았다.

그 結果 \*豫想被害資料를 地域別로 상세히 集計할수 있었으며 洪水地形圖와 洪水被害豫想圖도 아울러 作成 하게 되었다.

☆ 水文學의 意味가 아니고 地形 및 地質學上으로 本 表面에서 極大범람限界까지 到達한 洪水.

☆ 豫想被害資料, 洪水地形圖, 洪水被害豫想圖는 本學會 사무실에 備置中.

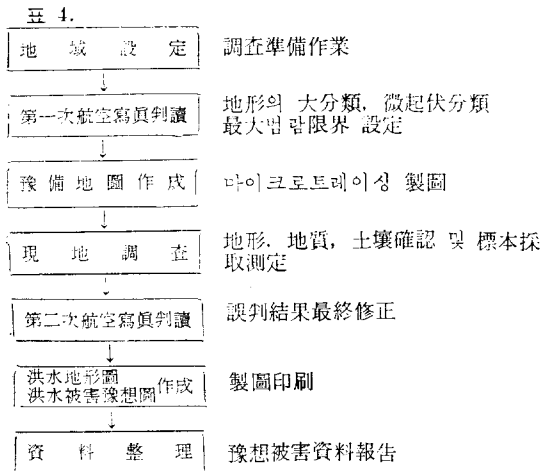


이 調査에 利用된 航空寫眞은 다음과 같다.

표 3

航空寫眞種類	縮尺	撮影時日
黑白寫眞	1/37,500	1972年 5月
"	1/20,000	1974年 5月
"	1/20,000	1972年 8月19日 14:20

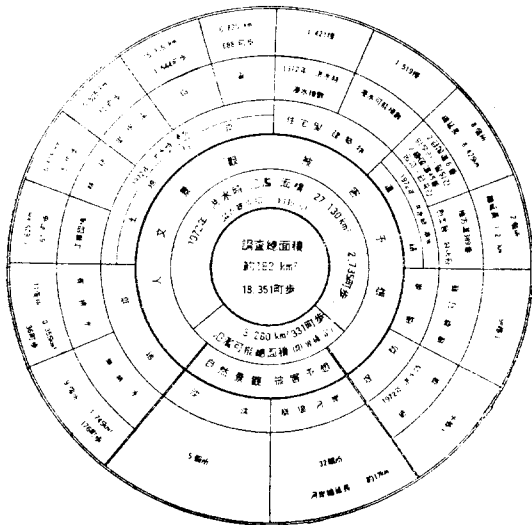
調査 順位는 다음과 같았다.



얻어진 被害豫想綜合現況은 다음과 같다.

표 5

洪水被害 豫想 綜合現況  
廣津橋 附近區



地形學的으로 各 被害를 簡單히 說明하면 다음과 같다.

住宅

1972年 8月 18~19日 洪水時 浸水棟數는 표 6과 같다.

가장 住宅浸水被害가 많은 城東區 現況은 표 8와 같다.

표 6 \*1972年 8月洪水時 浸水棟數 및 浸水可能棟數

地 域 區 分	浸 水 棟	浸水可能棟數
서울特別市城東區	980棟	1,217棟
京畿道楊州郡九里邑	199棟	83棟
京畿道楊州郡眞乾面		
京畿道楊州郡楊金面	40棟	10棟
京畿道楊州郡瓦阜面	143棟	
京畿道廣州郡東部面	59棟	209棟
京畿道廣州郡西部面		
計	1,421棟	1,519棟

표 8 서울特別市城東區 洞別 浸水現況

地 域 區 分	浸 水 棟	浸水可能棟數
廣 壯 洞	90棟	
風 納 洞	390棟	960棟
千 戶 洞	20棟	
城 內 洞	67棟	63棟
岩 寺 洞	399棟	187棟
高德洞 · 下一洞	14棟	7棟
計	980棟	1,217棟

上記 표 7에서 右側은 1972年 8月 洪水보다 더 큰 洪水가 發生할 경우 浸水 可能棟數를 말한다. 一例로 城東區風納洞은 390棟이 浸水되었는데 960棟이 그보다 더 큰 洪水에 침수가능성이 있어 실제로 風納洞의 今後 總浸水可能棟數는 1350棟이라는 것을 意味한다. 地形學的으로 說明하여 본다. 航空寫眞에서 風納洞 斷面圖를 그리면 그림 16과 같다.

서울特別市城東區風納洞 斷面圖

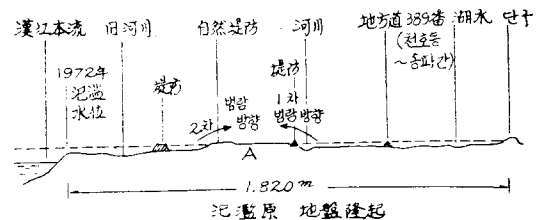


그림 16.

斷面圖 그림 16에서 1972年 洪水時 浸水되지 않는 地域이 地形單位로서 自然堤防에 해당 하는데 이 自然堤防위에 500여동이 位置하고 있으며 廣津橋部附近에서는 460동이 있다. 總 960은 地質時代에 洪水의 범람에 依하여 形成된 地形單位上에 位置하고 있는것이 바

☆ 1972年 건설부 수자원 개발 조사년보 제 4권  
1972. 8~18, 19日 兩日 연속강우량 452.4mm, 수위 461.8mm  
한강수교 1972. 8. 19일 21時 絶頂水位 11.24mm 記錄

로 今後에는 범람을 면치 못한다는 結論이다. 다시 말하면 1972年 8月 洪水에 물이 들어오지 않았다고 放心해서는 안된다. 다만 問題가 되는것은 自然堤防의 帶狀을 따라 北쪽으로 갈 수록(高德洞, 下一洞까지)地盤이 隆起되고 있는데 風納洞에서는 약간의 隆起가 되고 있으며 광진교로부터 北으로 갈수록 隆起의 程度가 작하다. 그 理由는 高德洞, 下一洞쪽의 冲積平野에서 3回의 隆起가 일어나 3段段丘를 形成하고 있다. 現在의 漢江本流는 過去地質時代에 岩寺洞이나 風納洞의 自然堤防쪽에 가까이 있었으나 이곳의 隆起에 따라 河川이 漸次 walker Hill 쪽으로 기울어 지고 있다.

구리읍 平面圖

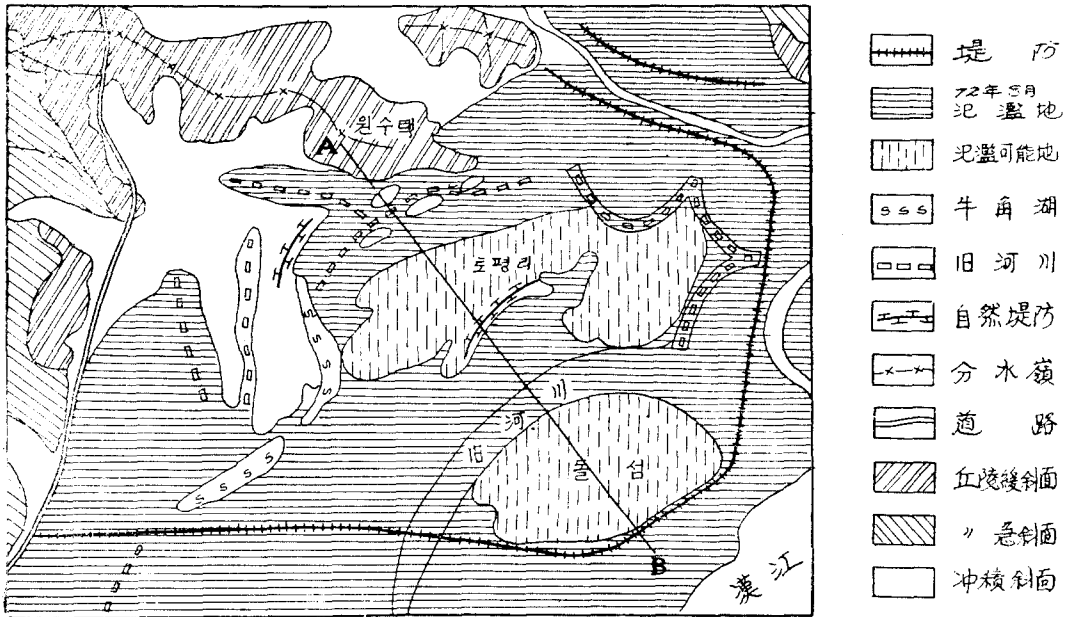


그림 17.

九里邑 범람平原을 가로막는 大人工堤防은 洪水地圖上에서 아치리-牛角湖南端-舊河床-돌섬-舊河床-往宿川-건대촌을 연결하고 있다. 1972年 8月 洪水에 이 堤防안의 一部 도평리와 돌섬을 除外하고 거의 全地域이 범람되고 있었다. 그 原因은 첫째 水文學的인 立場에서 고분리 丘陵에서 내려온 流水가 堤防 안으로 고여들었고 堤防안에 떠러진 雨水와 함께 排水를 못하는데 主要原因이 있다. 換言하면 內水處理에 失敗했고 둘째 地質學的인 立場에서 九里邑 平原을 形成한 冲積層이 滲透되어 堤防 밑으로 스며든 地下水運動에 原因이 있다.

上記와 같은 것을 地形學的인 面에서 觀察할 때 이 九里邑堤防안의 微地形起伏를 形成하고 있는 流路切斷

그러기 때문에 隆起에 의한 地盤上昇이 過去에도 있었고 今後에도 있을 可想最大洪水의 水位보다 높으니까 問題다. 여기서 風納洞의 地盤이 약간 隆起되고 있으나 뚜렷한 段丘形成한 程度의 隆起가 아닌것을 보면 범람可能地라고 밖에 결론 지을 수가 없다.

堤防(人工)

調査된 地域內에서 大小 13個의 堤防中 1972年 8月 洪水에 범람되지 않은 堤防은 하나도 없다. 또 堤防의 높이를 overflow하여 범람된 例도 하나도 없다. 그 理由를 가장 큰 九里邑堤防(길이 5km 以上)에서 平面圖와 斷面圖로서 알아 보자.

河跡, 舊河床, 舊河川, 自然堤防 등이 아무리 堤防안에 있다 하더라도 범람될 可能性이 많은 것이다. 그 原因은 이와같은 地形單位가 地下水 面이 높기 때문이며 또 自然堤防을 除外하고는 相對的으로 起伏이 주위보다 낮기 때문이다.

단지 이 地域이 地盤隆起에 의한 段丘가 數段으로 發達했다면 段丘의 level에 의한 범람限界가 設定되겠지만 段丘의 發達이 없는 點으로 보아 큰 洪水에 의한 범람지라는 것을 알 수 있다.

道路

1972年 8月 洪水時 2級國道(망우리 고개에서 八堂까지) 8개소가 浸水되었다. 그 浸水線延은 7.225km 인데 浸水된 道路部分은 全部 地形 單位로서 溪谷平野

로평리 및 돌섬단면도 (경기도 양주군 구리읍)  
(평면도의 A-B線)

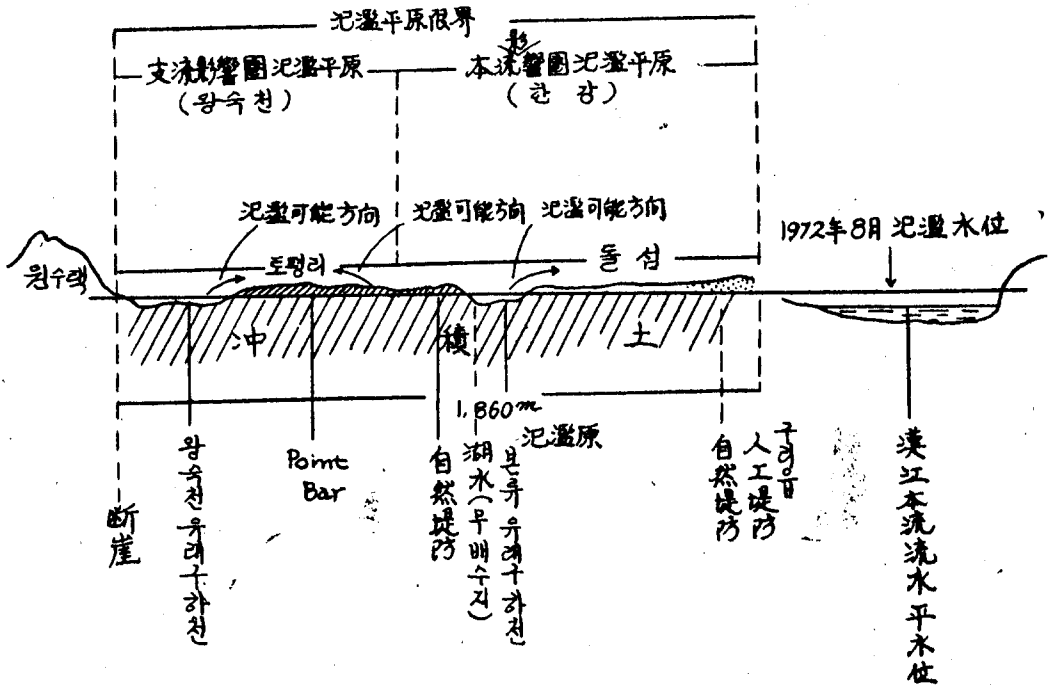


그림 18.

의 범람 原帶를 지나고 있기 때문이다. 千戶洞 삼거리에서 송파에이르는 地方道 389번은 城內洞 城東國民校 앞이 浸水되었는데 이곳은 地形單位로서 地質時代에 背後濕地에 해당하기 때문이다.

河岸崩壞

河川 兩岸을 따라 調査한 結果 崩壞可能河岸地는 32 個所에 달하며 그 總延長은 17km이다. 河岸은 大部分이 傾斜가 急하고 沖積層壁으로 되어있는 곳이다.

沙汰

發見된 沙汰豫想地는 다음과 같다.

調査地域中에서 發見된 沙汰豫想地는 다음과 같다.

地域區分	位 置	地形 및 地質學的原因
서울特別市	廣壯洞 Walker hill 뒷사면	片麻岩의 傾斜가 45% 內外로 가파르고 Bedding사이로 漏水 現狀이 일어나고 있으며 節理 發達로 Rock slide의 危險이 있다.
	岩寺洞 참살	溪谷에 의한 頭部侵蝕 (Headward Erosion)이 主要原因이며 slump의 危險이 있다.
京畿道楊州郡	九里邑아치리	小規模의 slump

京畿道楊州郡 瓦阜面금대山斜面으로부터 河川上流를 따라 2km까지

斷層(Fault)와 영향을 받은 傾斜 45°의 溪谷 山斜面으로부터 Debris slide가 일어나고 있다 또 weathering (風化)에 의한 岩片이 Rock fall할 우려가 있다.

京畿道廣州郡 東部面구산앞 구농

小規模의 Slump

無排水低地

無排水低地는 ① 洪水범람에 依하여 一旦 浸水된 물이 排水를 못하고 고여서 沁沁히 地下로 滲透되는 곳 ② 自體內的 雨水를 排水하지 못하는 곳 ③ 人工적으로 흙을 파내어 웅덩이가 되어 물이 고여있는 곳 등을 말한다. 排水시간은 土壤의 滲透性 여하여 左右된다.

調査地域內的 無排水 低地는 11個所에 달하며 그 總面積은 0.355km<sup>2</sup>에 달한다.

有排水低地

有排水低地란 일단 洪水범람에 依하여 물이 고이되 排水路가 있어 漸次로 排水되는 곳을 말한다. 9個所 總 1.745km<sup>2</sup>가 發見되었다.

土地利用

1972年 8月 洪水時 범람된 土地利用과 關聯된 被害는

畝地 6.825km<sup>2</sup>  
 田 15.315km<sup>2</sup>  
 工業用地 0.605km<sup>2</sup>  
 林地 0.515km<sup>2</sup>  
 果樹園 0.520km<sup>2</sup> 나 된다.

上記와 같은 土地利用과 關聯된 被害는 土地利用 位置가 全部 범람原內에 있기 때문이다.

工場立地와 關聯하여 德沼里 시은 産業의 例를 들어 보자. 1972年 8月 洪水에 이 工場은 完全히 浸水되었는데 그림 19에서와 같이 시은 産業이 인접한 德沼里 漢江支川은 航空寫眞分析에서 河川型이 直線型(Linear pattern)으로 되어 있고 금대산을 끼고 上流로 2km까지 올라 갈수록 山斜面에서 沙汰가 일어나고 있다. 沙汰는 構造的인 斷層斜面에서도 많이 일어나고 있다.

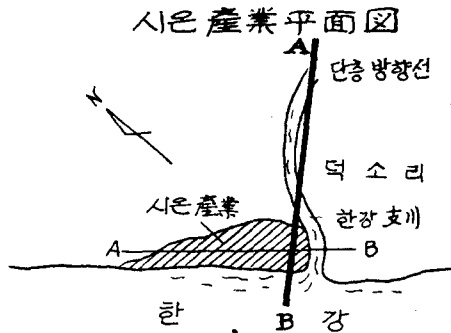


그림 19.

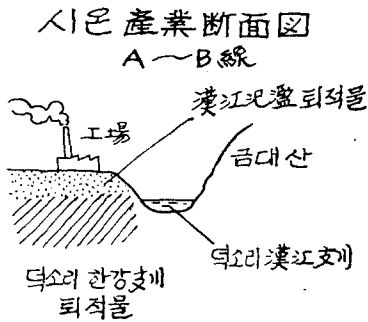


그림 20.

이와같은 構造河川 옆에 位置한 시은 産業은 表層에 漢江本流에 依하여 범람때 堆積한 粘土, 泥土, 砂土로 쌓여져 있는데 下部로 내려갈수록 粒子가 큰 砂礫으로 構成되었을 것으로 推定할 수 있다. 왜냐하면 地質時代에는 이 位置는 漢江本流 보다도 支川自體의 堆積物이 溪谷形成 과정에서 運搬堆積되었다고 볼 수 있

다. 그것은 現漢江本流의 位置가 시은 産業(漢江) 越便의 京畿道東部面 望月里에서 地盤隆起에 依한 段丘形成이 이루어 졌으며 차츰 漢江本流는 시은 産業 쪽으로 流路移動이 進行되고 있다고 推理할 수 있기 때문이다

### 結 論

우리는 過去 半世紀동안 쓰라린 洪水 被害의 經驗을 받아왔다. 1920, 1925, 1936, 1959, 1969, 1972年 그리고 또 今年의 일이다. 이런 大洪水를 文獻上의 記錄으로만 남겨둘 것이 아니라 親覺上의 記錄으로 남겨서 十分活用해야 한다. 過去의 資料를 잘 利用한다는 것은 今後에 닥쳐올 被害를 免하는 最善의 열쇄가 된다. 어떤 特定地域의 視覺的인 記錄을 使用함으로써 最大限의 범람地를 찾아주어야 하며 그 안에서 豫想被害를 알아 보아야 한다.

큰 비가 왔을 때 당하는 災害를 不可抗力으로만 生覺한다면 큰 잘못이다. 물들어 오는 곳이라는 걸을 모르고 工團과 道路 또는 堤防을 建設하고 被害를 당했을 때는 누가 責任을 질 것인가?

鑛物資源을 開發하기 爲해서는 地質圖가 있어야 하며 地下水를 開發하기 爲해서는 地下水位圖가 있어야 한다. 洪水를 豫防하기 爲해서는 洪水地形圖가 있어야 한다. 洪水地形圖를 作成할려면 今年에 榮山江, 耽津江, 범람記錄을 航空寫眞攝影을 했어야 한다. 超小縮尺으로의 撮影은 美國 NASA當局에 依賴하여 撮影하는 方法도 있다.

이와같은 洪水被害豫想을 알고져 分析된 豫想被害資料와 製作된 洪水地形圖 및 洪水被害豫想圖는 다음과 같은 多目的利用에 적극 活用되어야 한다.

1. 水文學의 基礎資料
2. 水害對策 및 豫防의 基礎資料
3. 地下水開發
4. 工業立地選定
5. 道路, 鐵道の 位置選定
6. 堤防의 位置選定
9. 自然環境의 保護
8. 都市計劃
9. 土地利用
10. 其他

끝으로 航空寫眞分析에 依한 全國의 범람可能地를 地圖化한다면 國土基本圖縮尺 1/25,000의 100圖葉程度에 해당되는데 長期的인 國土開發의 시점에서 이 作業이 선행되어야 할 과제라고 提言하고 싶다.

參 考 文 獻

References

1. 大失雅彦 : Relationship between Geomorphology of the Alluvial Plain and Inundation. Asian Profile, Asian International Journal Vol. 1. No. 3. pp. 536
2. 大失雅彦 : 沖積平野に地形要素の基本型  
早稻田大學教育學部學術研究 第22號 1973. pp. 26
3. R.A. Van Zuidam; Guide to Geomorphological Photo Interpretation, I.T.C., Netherlands, 1973. pp. 93
4. A.M.J. Meyerink ; Photo-interpretation in Hydrology, a Geomorphological Approach. I. T.C., Netherlands, 1970. pp. 53
5. American Society of Photogrammetry; Manual of Photographic Interpretation, 1515 Massachusetts Avenue, N.W. Washington 5D. C. 1960, pp. 615
6. A.K. Lobbeck; Geomorphology, McGraw-Hill Book Company, Inc. 932, pp. 226
7. Victor C. Miller; Photogeology, McGraw-Hill Book Company, Inc. New York and London, 1961. pp. 93
8. Horst F. Von Bandat; Aerogeology, Gulf Publishing Company, Horst F. Von Bandat; Aerogeology, Gulf Publishing Company, Houston, Texas, 1962. pp. 273

□ 알 림 □

본학회는 “産公” 6층에서 업무를 수행중 “産公” 본사가 정부시책에 따라  
대전으로 이전함에 따라 본회 사무실도 변경되었음을 알립니다.

본 학 회 서울특별시 서대문구 정동 11~3  
산업기지개발공사 서울사무소(2층)  
전 화 (23) 0494

산공본사 충남 태덕군 회덕면 언죽리 산6~2  
전화 대전 3 6301~10 (交) 우편번호 300~88