

# 山林開墾의 洪水流出 影響分析

Effects of Forest Reclamation Activities on  
Storm Runoff

朴承禹\* . 金秉辰\*\*

Park, Seung Woo . Kim, Byeong Jin

## 1. 緒論

본 研究는 우리나라 山林開墾에 따른 洪水流出의 영향을 定量的으로 分析하고저 하는 것으로 伐採, 開墾, 草地造成 등 일정규모 이상의 단지로서 이루어지고 있는 山林開發 方案에 따른 降雨 - 流出관계의 變化를 定量的으로 分析하는 것이 그 목적이다. 따라서, 山林水文의 特徵을 고찰하고, 水文模型을 利用, 山林流域의 洪水流出을 解析하고, 山林開發方案에 따른 洪水流出變化를 模擬發生하므로서 流出機構의 變化에 따른 영향을 고찰하고자 한다.

## 2. 山林水文의 特徵

### 가. 山林地의 水文過程

山林地의 水文特性은 樹木, 草木根類와 有機物 등에 의한 영향으로 農耕地, 草地 등과 상이하다. 樹木, 草本類 등은 降雨의 일부를 遮斷하며, 蒸散作用으로 土壤中の 수분분배를 빠르게 하고, 지표면의 蒸發을 억제하며, 土壤中の 有機物과 草木根類는 토립자의 물리 화학적 성질을 개선하므로서 土壤의 保水性和 排水性의 증대를 초래하여 浸透率이 커지게 된다. 또한 지표면의 草本類에 의한 멀칭 (mulching) 효과로 흐름을 지연시키는 등의 特徵을 갖는다.

---

\* 서울대학교 농공학과

\*\* 서울대학교 대학원 농공학과

## 나. 營林에 따른 水文 影響

山林經營을 위한 伐採, 樹種更新, 林道設置, 放牧 등 여러가지 수단을 營林이라 한다. 營林은 산림 환경의 變化를 초래하게 되므로 受水量이나 洪水流出量의 증감, 하천의 水溫, 水質變化 등 여러가지 영향을 미칠 수 있다.

### (1) 受水量 變化

營林으로 인한 식생조건의 변화는 樹木과 土壤으로 부터의 蒸發散量 變化를 가져오며, 그 밖에도 遮斷量, 浸透量, 土壤水分含量 등의 變化를 수반하게 된다. 이와 같은 水文過程의 變化는 유역으로 부터의 受水量 變化를 초래하게 되는데 그 변화량은 營林方法과 規模, 表土損失程度, 持續時間등에 따라 다르다.

### (2) 洪水量 變化

營林으로 인한 山林表土의 攪亂과 草本, 腐蝕土 除去 등 토양의 物理的 性質변화는 土壤 浸透率의 變化를 초래하는데, 그 규모는 攪亂程度, 回復期間, 降雨量 등에 따라 다르다.

## 3. 山林地 水文模型의 應用

### 가. ANSWERS 水文模型

본 研究에서는 山林地의 水文特性分析을 위하여 分布形 模型인 ANSWERS 模型을 적용하도록 하였다.

ANSWERS 模型은 確定論的, 分布型, 暴雨事象의 水文模型으로 遮斷, 浸透, 排水, 地表貯溜, 地下排水, 그리고 地表越流와 하천흐름 등의 水文過程을 표시하고 있다. 流域의 분할방법으로 채택하고 있는 것은 正方形直交格子網이다.

### 나. 對象流域

水文模型의 적용에 선행하여 模型의 檢證을 목적으로 地相因子特性이 상이한 3개 流域을 選定하였다. 서울대 농대 부속목장에 위치한 附屬牧場 流域은 그 面積이 0.6 ha 이며, 華城郡 半月面의 2개 流域중 WS #1은 270 ha, WS #3은 477 ha 이다.

대상유역의 토지이용 상태는 附屬牧場 流域은 밭이며, WS #1은 논, 밭이 52 % 이상인 반면, WS#3은 87% 이상이 山林地로 구성되어 있다.

다. 媒介變數의 補正

ANSWERS 模型의 應用을 위하여 對象流域中 附屬牧場과 WS #1을 選定하고, 日別 물收支計算으로부터 降雨 개시전의 初期水分含量을 구하고, 산정된 暴雨 事象의 降雨强度 資料를 자기강우지로부터 읽어 초기 입력자료를 완성한 다음, 流出量을 模擬發生하여 그 결과를 實測資料와 비교하였다. 2개의 試驗流域의 媒介變數 補正結果, 尖頭流出量과 到達時間 등이 잘 일치하고 있다 (그림 1).

라. 模型의 檢證

附屬牧場과 WS #1 流域에 대한 媒介變數의 補正 結果를 利用하여 無計測 條件의 暴雨事象을 가정하고, 降雨 資料로 부터 流出量을 模擬發生하고 그 結果를 實測值와 비교하였다. 模型의 檢證 結果는 尖頭流出量이나 到達時間의 추정에 模型의 적용이 가능함을 나타내 주었다 ( 그림 2 ).

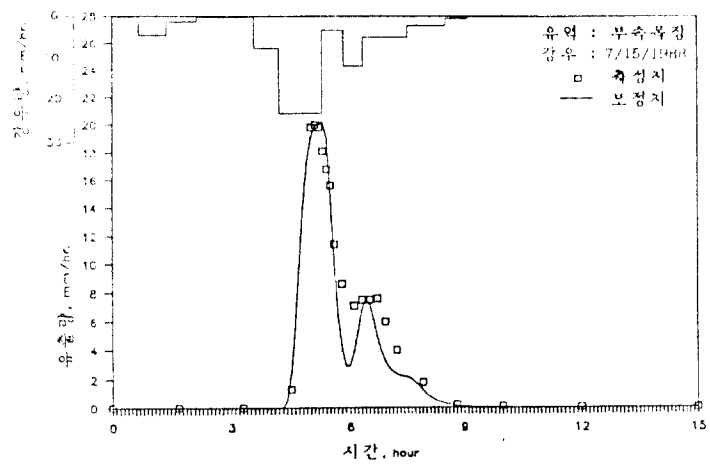


그림 1. 媒介變數 補正에 사용된 유출량 모의발생 결과

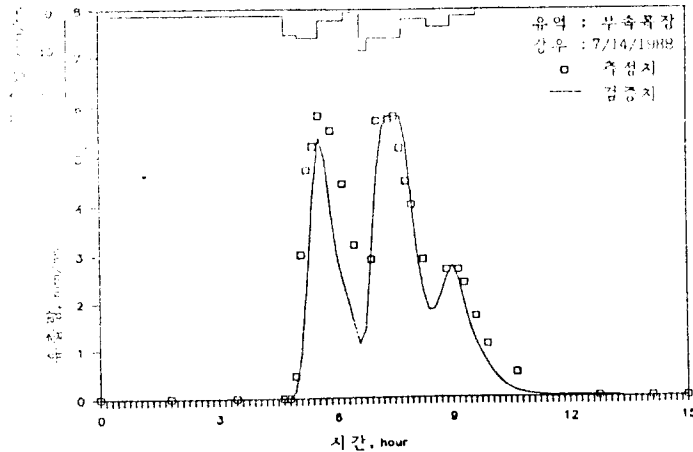


그림 2. 檢證에 사용된 유출량 모의발생 결과

#### 4. 山林開發의 洪水流出 影響

##### 가. 山林開發方案

伐採, 開墾, 草地造成 등의 山林開發에 따른 洪水流出의 영향을 검토하기 위하여는 對象流域內의 山林開發을 실제적인 伐採, 開墾, 草地造成 등이 計劃, 建設된 것을 전제로 한 水文解析이 필요하다. 따라서, 對象流域 중 WS #1, WS #3의 山林地 開發計劃을 구상하고, 開發後의 토지이용 및 식생조건을 가정한 상태와 開發前 산림지조건인 洪水量을 模擬發生 하도록 하였다.

對象流域의 개발 계획에 따른 開發 前後의 洪水 流出量 變化를 고찰하기 위하여 設計降雨量으로 水原地方 2, 10, 100년 빈도 1시간당 時雨量 38 mm, 66 mm, 그리고 102 mm를 적용하고 土地利用狀態에 따른 尖頭流出量, 洪水量을 ANSWERS 模型을 利用하여 模擬發生하였다. ( 표 1. 참조 )

##### 나. 伐採의 影響

伐採로 인한 尖頭流量의 變化는 2 - 27 % 增加하였으며, 洪水量의 變化는 1 - 16 % 增加하였다. 이는 伐採面積, 降雨強度에 따라 영향이 상이하며 流域面積 30 % 이하의 伐採 영향은 무시할 수 있다 ( 그림 3 ).

# 표 1. 山地開發에 따른 洪水量 模擬發生 結果

구분	기수	모지이용상태 (%)						시간 강우량 (mm)	강도 유량	유출량 추정계			비고
		농지	부입지	논	밭	초지	기타			기준에 대한비	유출량	기준에 대한비	
계간 I	1	34.7	1.3	28.7	7.2	-	8.1	38	11.923	1.00	8.711	1.00	
								66	49.241	1.00	34.920	1.00	
								102	91.634	1.00	70.896	1.00	
								평균	50.932	1.00	38.009	1.00	
계간 II	18.4	35.9	28.7	7.2	-	8.1	98	12.638	1.05	9.037	1.04		
							66	51.605	1.05	36.603	1.02		
							102	93.600	1.02	71.014	1.01		
							평균	52.582	1.04	38.618	1.02		
계간 III	18.4	0.8	28.7	7.2	37.2	8.1	98	14.250	1.20	9.845	1.13		
							66	46.883	0.95	33.482	0.95		
							102	83.931	0.92	65.430	0.93		
							평균	48.354	1.02	36.252	1.00		
계간 IV	35.4	1.7	23.7	24.8	1.3	8.1	38	14.115	1.18	9.681	1.11	한지형	
							66	51.654	1.05	35.999	1.03		
							102	93.208	1.02	71.305	1.01		
							평균	56.326	1.08	38.995	1.05		
계간 V	18.8	2.7	28.7	40.4	1.3	8.1	38	15.637	1.31	10.484	1.20		
							66	53.518	1.09	35.051	1.00		
							102	94.653	1.03	72.391	1.03		
							평균	54.569	1.14	39.309	1.08		

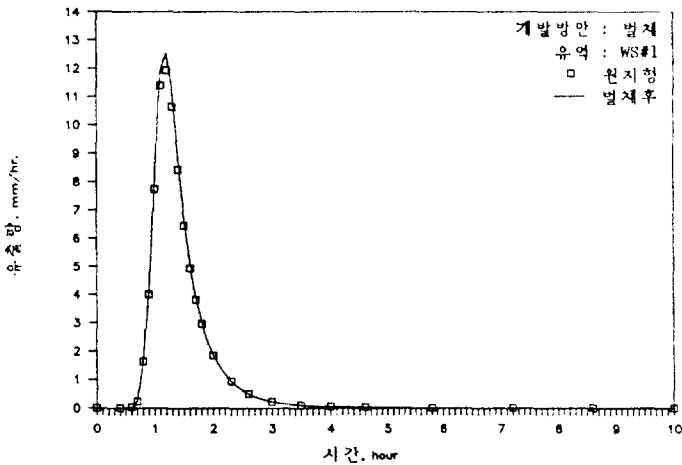


그림 3. 伐採에 따른 유출량 변화

## 다. 開墾의 影響

開墾으로 인한 尖頭流量的 變化는 2 - 18 % 增加하였으며, 洪水量的 變化는 1 - 11 % 增加하였다. 이는 開發面積, 降雨強度에 따라 그 영향이 다른데, 開發規模에 비하여 洪水 流出量의 變化가 크다 ( 그림 4 ).

라. 草地造成的 影響

草地造成으로 인한 尖頭流量的 變化는 -5 - 20 % 增加하였으며, 洪水量的 變化는 -7 - 13 % 增加하였다. 이는 草地造成面積 및 降雨強度에 따라 영향이 상이하었다 ( 그림 5 ).

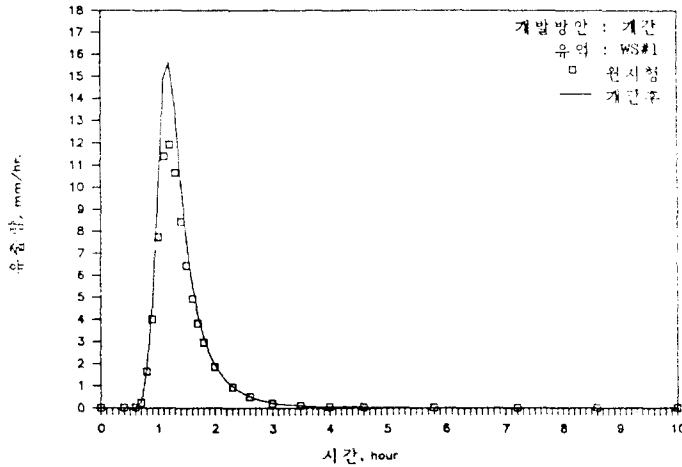


그림 4. 開墾에 따른 유출량 변화

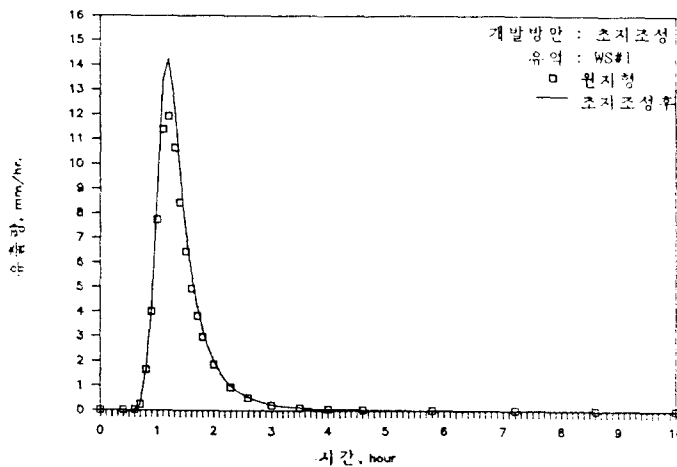


그림 5. 草地造成에 따른 유출량 변화

## 5. 結 論

본 研究의 結果는 다음과 같았다.

1) ANSWERS 水文模型을 3 개의 小流域에 적용한 結果, 실측치와 유사한 洪水流出의 模擬發生이 가능하였다.

2) 伐採로 인한 洪水量 變化의 模擬發生 結果, 立木地의 30 % 이내의 開發은 尖頭流出量의 5 % 내외의 增加를 보이나, 50 %, 70 % 정도의 開發時는 20 % 이상의 洪水流出 增加가 예상된다.

3) 山林開墾의 영향은 流域面積 20 % 이내의 開發時, 洪水量은 20 % 增加를 보이나, 40 - 60 % 의 開發時는 30 - 200 % 의 洪水量 增加를 초래하여 적절한 防災對策이 필요한 것으로 추정되었다.

4) 草地造成의 효과는 강우 강도에 따라 다르나, 開發面積이 30 % 이내 인 경우는 5 - 20 % 정도의 洪水量 增加를 유발하고, 70 % 이상의 開發時는 300 % 정도의 增加를 초래하였다.

5) 山林開發은 開發方式과 規模, 그리고 降雨強度에 따라 洪水流出에 미치는 영향이 다르며, 적절한 防災對策과 함께 表土攪亂 등의 영향을 극소화할 수 있는 開發時期 選定이 필요하다.

## 參 考 文 獻

1. Anderson, H. W., M. D. Hoover, and K. G. Reinhart. 1976. Forests and Water: Effects of forest management on floods, sedimentation, and Water supply. USDA Forest service.
2. Beasley, D.B., L.F. Huggins, and E.J. Monke. 1980. ANSWERS: A model for watershed planning. Trans. ASAE 23(4): 938-944.
3. Park, S.W., J.K. Mitchell., and J.N. Scarborough. 1982. Soil erosion simulation on small watersheds: A modified ANSWERS model. Trans. ASAE 25(6): 1581-1588.
4. 金秉辰, 朴承禹. 1988. 水文模型 ANSWERS 의 半月流域에의 適用. 韓國農工學會誌. 30(1): 81-90.