

森林環境이 水資源 涵養에 미치는 影響에 關한 研究¹
禹 保 命²

**Influences of Forest Environment on the Water Yield
in Small Forested Watersheds¹**

Bo-Myeong Woo²

要 約

이 연구는 森林의 理水機能 및 環境保全 影響效果를 數量的으로 究明하기 위하여 우리나라 남부지방에 위치한 서울대학교 농생대 부속 남부연습림(전남 광양군 옥룡면 추산리)내 북문골小流域과 바람골小流域의 2개 森林小流域에 自記雨量計, 직사각형 웨어 및 自記水位計 등의 森林水文觀測施設을 설치하여 1991년 5월 11일부터 1992년 12월 31일까지 각 流域의 流出量, 流出類型 등의 個別 水文因子를 測定·分析하였다. 또한 1991년 5월부터 10월까지 樹冠遮斷 損失量, 樹幹流下雨量 및 樹冠通過雨量 등 개별 수문현상을 定量的으로 測定·分析하여 森林의 理水機能을 數量化하여 기초수문자료를 제공하고자 이 연구를 수행하였다. 연구 기간동안 추산지역의 강우량은 1991년 5월부터 12월까지는 1,306.6mm, 1992년 1월부터 12월까지는 1,143.4mm이었다. 총강우량에 대한 樹冠遮斷率은 소나무림에서 27.0%, 테다소나무림에서 24.3%였다. 森林小流域의 流出率은 북문골소유역에서는 48.87%, 바람골소유역에서는 41.19%이었다.

ABSTRACT

These studies were carried out to investigate water yield from small forested watersheds at Choosan Stream-Gauging Stations in Chollanam-do province from May 11, 1991 to December 31, 1992. The purpose of these studies was to obtain useful informations as distribution of precipitation, canopy interception, stemflow, throughfall and run-off from the small forested watersheds.

The precipitation at Choosan from May to December, 1991 was 1,306.6mm and at Choosan from January to December, 1992 was 1,143.4mm. The rate of canopy interception in *Pinus taeda* stand is 24.3% and 27% in *Pinus densiflora* stand. The run-off rate from the watershed was 48.87% at Bukmoongol small forested watershed and 41.19% at Baramgol small forested watershed.

Key words : Water Yield, Watershed Run-off, Canopy Interception, Stemflow,
Throughfall, Run-off Rate

¹ 接受 1993年 5月 31日 Received on May 31, 1993.

² 서울대학교 農業生命科學大學 山林資源學科 Department of Forest Resources, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea.

* 이 研究는 '91-92年度 韓國科學財團 研究費支援에 의한 結果임. 과제번호 : 911-1507-052-2

緒 論

물은 생물이 생존하기 위하여 절대적으로 필요 할 뿐만 아니라, 사회가 고도로 발달함에 따라 소요량이 급격히 증가하고 있다. 최근 우리나라의 水資源 需要는 경제발전 에 따른 생활수준의 향상과 도시지역의 확대 등으로 급격히 증가하고 있으며, 장기적으로 볼 때 수자원 수급에 상당한 차질을 가져올 것으로 예상된다¹⁴⁾. 森林은 洪水 때에는 樹冠遮斷 및 地被物遮斷作用에 의해 流出 尖頭點을 완화시키고, 洪水強度를 약화시키는 洪水輕減效果가 있으며, 또 가을 때에는 地面保有量 및 地表下貯留量에 의해 河川用水를 공급하는 理水機能, 水資源 涵養效果를 가지고 있다. 그러므로, 森林은 水災害防止 및 水資源涵養이라는 측면에서 매우 중요시 되고 있다¹⁵⁾. 과거의 森林의 理水機能에 관한 연구는 규모가 작고 단기간 관측이었으므로, 측정자료 활용의 어려운 점이 있었고, 1980년대초부터 임업연구원 중부시험장 광릉의 2개소 측정시설과 양주군의 1개소 측정 시설에서 林相別 流水流土量에 관한 연구가 실시

되고 있으나 외국에 비하면 미약한 상태에 있다. 또한 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量 및 樹冠遮斷 損失量을 포함하는 降雨量의 林內配分, 森林環境 要因의 영향 등에 관한 연구는 미흡한 실정이며, 森林水文分野의 기초 자료도 부족한 실정에 있다¹⁶⁾.

이와 같이 森林水文分野의 기초자료 결핍문제를 해결하고 森林의 水文學的 機能을 數量的으로 究明하기 위하여 전라남도 광양군 옥룡면 추산리에 위치한 서울대학교 농업생명과학대학 부속 남부 연습림내 부문골소유역과 바람골소유역에 森林水文 觀測施設을 설치하여 1991년 5월부터 1992년 12월까지 20개월간에 걸쳐 수문자료를 측정하고 연구를 수행하였다.

이 연구는 우리나라 남부지방에 위치한 백운산 삼림내에서의 降水의 配分, 樹冠遮斷 損失量, 樹幹流下雨量 및 樹冠通過雨量, 流出量 등 個別 水文現象을 定量的으로 測定·分析하고, 森林의 理水機能을 數量的으로 究明하는데 그 목적이 있다.

材料 및 方法

1. 試驗地 概況

전남 광양군 옥룡면 추산리 소재 서울대학교 농업생명과학대학 부속 남부연습림내(北緯 35° 01' 30"-35° 03' 00", 東經 127° 36' 00"-127° 37' 30")에 2개소의 森林量水施設을 설치하였다.

이 시험지는 森林量水測定施設의 설치에 적당한 森林小流域으로써, 과거 東京帝國大學 演習林 시절의 콘크리트 웨어시설이 보존되어 있으므로 이를 보수하여 새로운 시설을 하고, 새로운 측정 계기를 설치하여 試驗研究施設로 활용하였다. 森林小流域 試驗地의 위치는 그림 1과 같이 2개의 소유역으로 구성된다. 조사지의 명칭은 현지 주민들이 호칭하는 바에 의하여 하나는 부문골소유역, 다른 하나는 바람골소유역이라고 칭하였다. 부문골소유역의 유역면적은 15.0ha, 바람골소유역의 유역면적은 14.6ha이었다. 또한 최근 10년간 이 지역의 연강수량은 우리나라 연강수량 1, 274mm보다 많은 1, 664.1mm이었다.

시험유역의 林相과 立地環境은 서울대학교 남부연습림 산림조사부¹⁷⁾를 기준으로 하고 현장 조사로 확인하였다.

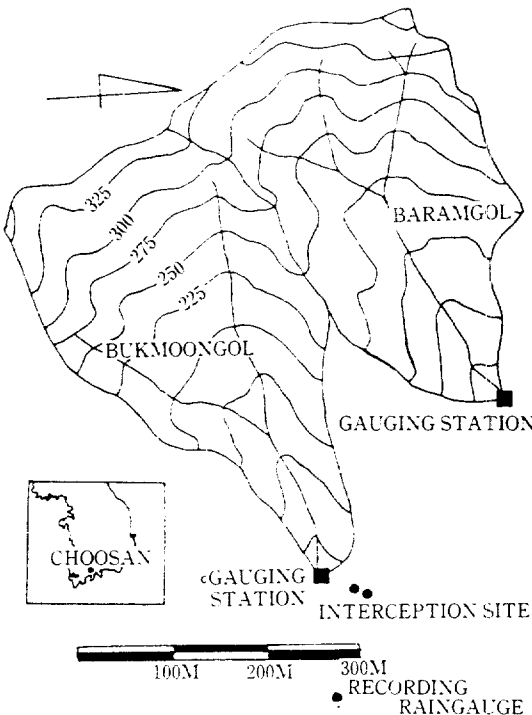


Fig. 1. Location map of Choosan Stream Gauging Stations Choosan-ri, Kwangyang-gun Cholla-namdo

Table 1. Topographic data of study areas

Topographic factors	Unit	Watersheds	
		Bukmoongol	Baramgol
Watershed area	ha	14.975	14.6
Altitude	m	118-355	135-339.8
Main stream length	m	850	950
Circumference length	m	1,700	1,650
Mean gradient of main stream	%	20.5	20.53
Mean gradient of relief	%	36.92	40.73
Mean watershed width	m	176.2	153.7
Shape factor		0.207	0.162
Compactness factor		0.8067	0.8209
Drainage density	m/ha	56.76	65.07

북문골소유역은 연습림 6林班의 11개 小班에 해당하는 곳으로써, 완경사 내지 중경사의 森林小流域으로, 土性은 母小班과 高小班의 식양토를 제외한 9個 小班은 사양토이었다. 이 시험유역의 樹種分布에 있어서는 소나무, 리기다소나무, 곰솔, 잣나무, 테다소나무 등으로 구성된 침엽수 인공식재림으로써, I 齡級에서 VIII 齡級까지의 齡級 分布를 보여주지만 주로 III 齡級으로 구성되어 있다. 시험유역의 林木蓄積은 ha당 평균 83.2m³이었으며, 임목총축적은 1,414.2m³이었다. 한편, 북문골소유역 중심부의 어小班(2.00ha)과 터小班(2.50ha)은 林齡이 18년생의 활엽수인 밤나무가 식재되어 있었다.

바람골소유역은 연습림 6林班의 5개 小班에 해당하는 곳으로서 대부분 중경사지이며, 토성은 보小班의 식양토를 제외한 4개 小班은 사양토이었다. 이 시험유역의 樹種 分布를 보면 소나무, 리기다소나무, 곰솔, 물푸레나무, 은수원사나무 등의 침활혼효 인공식재림이었으며, 齡級 構造는 III 齡級이었다. 시험유역의 林木蓄積은 ha당 평균 23.38m³이었으며, 임목총축적은 464.9m³이었다.

표 1은 이 시험유역의 地形要因을 나타낸 것이다. 유역지형은 해당 시험지역의 1/5,000 지형도를 이용하여 도상에서 조사하였으며, 이를 현지에서 현장 확인하였다.

이 시험지의 지질계통은 대부분이 화강암의 기암으로 되어 있으며, 片麻岩地帶가 편재되어 있다. 이 시험지역의 대부분은 기암이 노출되지 않은 채 풍화하기 어려운 화강암 또는 편마암이 포함되어 있다.

토양은 일부의 식양토를 제외하고는 대부분이

사양토로써 표토층이 얇은 실정이나, 최근 부식물이 쌓여 표토가 깊어지고 지력이 현저히 개선되어 가고 있다⁴⁾.

2. 個別 水文因子的 測定

임의강우량인 총강우량을 측정하기 위해 북문골소유역 양수시설 및 樹冠遮斷 損失量 시험구에서 동쪽으로 약 250m 떨어진 묘포장 공지에 자기우량계(tilting siphon recording raingage) 1대와 보조용으로 표준우량계 1대를 설치하여 24시간 단위로 측정하여, 오전 10시부터 다음날 오전 10시까지의 총강우량을 일강우량으로 기록하였다.

이 연구에서 삼림의 林冠에 의한 遮斷損失量을 측정하기 위하여 소나무림(*Pinus densiflora*) 1 시험구 100m²(10×10m)과, 테다소나무림(*Pinus taeda*) 1 시험구 100m²(10×10m)의 2 시험구를 설치하여 단위강우별로 수관통과우량과 수간유하우량을 측정하였다. 시험구에서 경사도, 방위, 수령, 평균수고, 평균흉고직경, 수관밀도, 피도(수관투영도) 등을 조사하였다. 수관차단손실량의 측정을 위한 각 측정장치의 구조와 설치방법, 그리고 삼림양수관측시설의 자세한 구조도, 시설방법, 측정방법 등은 서울대학교 농업생명과학대학 연습림연구보고⁹⁾에 자세히 보고하였다. 각 시험小流域內에 직사각형 웨어를 각각 1개소씩 2개소 설치하고 시험웨어에 자기수위계를 설치하여 수위를 측정한 자료를 통해 流出量과 降雨強度에 대응하는 流出量의 변화량을 측정하였다.

3. 分析方法

單位降雨(storm)별로 林內降雨量(樹冠通過雨

量+樹冠滴下雨量+樹幹流下雨量)을 측정하고, 林外降雨量에서 林內降雨量을 뺀 값을 樹冠遮斷 損失量으로 하였다.

자기수위계 기록지에 측정기록된 자료를 1시간 간격으로 읽어 데이터를 수집하였다. 수집된 수위 데이터는 컴퓨터에 입력하여 流出量 계산에 이용되었으며, 또한 강우강도에 대응하는 유출량의 변화량을 분석하는데 이용되었다. 이상의 분석과정은 다음과 같다.

1) 總降雨量의 分析

자기우량계 기록지에 측정되어 있는 강우의 변화를 측정하여 매시간별 강우량과 단위강우별로 구분하여 일강우량과 월강우량을 분석하였다.

2) 樹冠通過雨量의 分析

시험구내의 樹冠部分과 樹冠이 없는 部分을 구분하여 平均樹冠通過雨量을 구하였다¹⁶⁾.

3) 樹幹流下雨量의 分析

樹幹流下雨量과 함수관계를 가지는 흉고단면적과 수목밀도를 조합하여 投影面積當 강우값이로 나타내었다¹³⁾.

4) 樹冠遮斷 損失量의 分析

樹冠遮斷雨量(I_c)은 삼림내의 표본조사구에서 현지측정법을 통해 다음 식에 의하여 산출하였다. 즉 $I_c = P - (P_t + P_a + P_s)$ 의 식으로 계산하였다. 여기서 P 는 총강우량(임외강우량), P_t 는 樹冠通過雨量(mm), P_a 는 樹冠適下雨量(mm), P_s 는 樹幹流下雨量(mm)이다. 이때 樹冠通過雨量인 P_t 와 樹冠適下雨量인 P_a 는 분리하지 않고 함께 측정하며, 수간으로부터의 거리에 따라 변화된다. 즉, 樹冠遮斷 損失量은 林外降雨量에서 樹冠通過雨量 및 滴下雨量과 樹幹流下雨量을 뺀 값으로 구하였다.^{12,14,15)}

5) 森林小流域에서의 流出量 分析

流出量을 測定하기 위하여 直四角形 鋼製웨어를 設置한 후, 實測水位를 測定하여 水位計 記錄紙에 記錄하고, 測定이 完了된 후 記錄紙의 水位變動을 實際 水位로 變換하여 時間當 流出量을 算出하였다. 水位와 流量間의 流出量 算定은

Francis公式^{6,7)}을 適用하였다.

結果 및 考察

1. 總降雨量

연구 시험지인 추산지역과 광양지역의 1981년부터 1990년까지 10년간의 기상자료중 강수량과 기온을 연도별 및 월별로 합산하고 평균하여 본 결과, 연평균강수량은 광양지역에서 1,570mm, 추산지역에서 1,664mm의 강수량을 보여주고 있으며, 두 지역 모두 우리나라 연평균강수량(약 1,274mm)보다 많은 양을 나타내고 있다. 또한 장마기간인 6월-9월중에 추산지역에서 연평균강수량의 69.4%인 1,155.5mm를, 광양지역에서는 연평균강수량의 70.1%인 1,099.1mm의 강수가 내려 이 기간중에 연강수량이 집중되어 있음을 알 수 있다. 이는 조사지역이 한반도내의 최다 강우지역의 하나인 섬진강 유역에 인접하고 있으며, 다습한 상승기류가 산지사면을 타고 올라가 산복에 산악형강우를 동반하는 산지기상의 특수성을 가지기 때문에 우리나라 평균강수량보다 많은 양을 보여주고 있다.

두 지역의 10년간의 연평균기온의 추이를 보면 광양지역은 특이한 변동을 보이지 않고 약 14℃ 정도의 기온을 나타내고 있다. 그러나 추산지역은 연평균기온 12.8℃를 나타내고 있어 삼림지역의 기온이 다소 약간 낮음을 보여주고 있다. 또한 추산지역과 광양지역의 최근 10년간 최고, 최저기온과 1일 최다강수량을 조사하여 표 2에 나타내었다.

이 연구에서 강수량은 1991년 5월 11일부터 1992년 12월 31일까지 20개월간 일(日)단위로 측정하였으며, 그 월별 합계치의 결과를 표 3에 나타내었다. 시험기간중 장마기간인 1991년도 6월-9월간의 강우량 합계는 1,195.2mm로써 1981년부터 1990년까지 10년간 동기간의 추산지역에서의 월평균강수량 합계 1,155.5mm와 비교하면 103.4%에 해당하여, 유사한 결과를 보여준다.

Table 2. The highest and lowest daily temperatures and the maximum amount of daily precipitation

Region	Temperature				Precipitation		Remarks
	High		Low		Max.		Altitude
	℃	Date	℃	Date	mm	Date	m(M.S.L)
Kwangyang	36.0	90.8.1	-13.5	90.1.26	351.2	81.9.2	13
Choosan	35.0	90.8.1	-12.5	90.1.26	340.0	81.9.2	50

Table 3. The average amount of monthly precipitation observed in the experimental site at Choosan (unit : mm)

	Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	May	June	July	Aug.	Sep.	Oct.	Nov.	Dec.	Total
1991					36.7	262.9	515.9	240.0	176.4	2.7	18.9	42.1	1,306.6
1992	17.8	42.1	65.9	126.7	158.0	28.4	215.0	131.4	279.8	32.4	9.5	36.4	1,143.4
1981-1990	26.8	47.0	61.7	108.6	125.7	285.5	288.4	359.4	222.2	70.7	52.8	15.3	1,664.1

그러나 1992년도의 장마기간인 6월-9월의 강우량 합계는 654.5mm로 10년간 평균치의 56.7%에 불과해 상당히 적은 양의 강우가 발생했음을 볼 수 있다. 1년간의 강우량 역시 1992년에는 10년간의 평균치 1,664.1mm의 68.7%에 불과한 1,143.4mm였다. 시험기간의 총강우량은 20개월에 걸쳐 총 2,450mm였고, 1991년도는 평년치와 유사한 결과를 나타냈지만, 1992년도는 평년치의 68.7%에 불과한 강우량을 보였다. 이것은 6, 7, 8월의 전국적인 한발의 영향에 기인한 것으로 생각된다.

2. 樹冠遮斷 損失量

이 연구에서 樹冠遮斷雨량의 측정은 1991년 5월에서 9월까지 5개월간에 걸쳐 수행하였다. 소나무림 樹冠遮斷 損失量 시험구의 임목본수는 14본이였으며, 테다소나무림 樹冠遮斷 損失量 시험구의 임목본수는 16본이였다. 樹冠遮斷 損失量 시험구의 입지현황을 표 4에 나타내었다.

표 5는 樹冠遮斷 損失量 시험구에서의 樹冠通過雨량, 樹冠滴下雨량 및 樹幹流下雨량을 측정하여 林外降雨量(總降雨量)에서 이 값들의 합계치를 뺀 값으로 樹冠遮斷 損失량을 나타낸 것이다. 측정기간중의 월별 강우분포를 보면 7월이 총강우량의 41.9%인 515.9mm로 가장 많았고, 5월이 2.9%인 36.7mm로 가장 적었다. 樹冠通過雨량은 7월의 경우 테다소나무림 시험구에서는 67.

1%, 소나무림 시험구에서는 69.0%의 樹冠通過雨량비를 나타내었다. 樹冠流下雨량은 7월의 경우 테다소나무림 시험구에서 8.8%의 樹幹流下雨량비를 나타냈으나 소나무림 시험구에서는 5.1%의 비율을 나타내었다. 또한 7월중에는 테다소나무림 시험구의 樹幹流下雨량(45.5mm)이 소나무림 시험구의 樹幹流下雨량(26.5mm)보다 약 1.5배 많은 것으로 나타났으며, 가장 강우가 적었던 5월에는 테다소나무림 시험구에서 3.3mm이었으나, 소나무림 시험구에서는 1.6mm로 테다소나무림 시험구의 樹幹流下雨량이 약 2배 정도 많은 것으로 나타났다. 5월부터 9월까지의 측정기간의 樹幹流下雨량 총량을 보면 테다소나무림 시험구에서 83.9mm이었으며, 소나무림 시험구에서는 61.0mm를 나타내어 테다소나무림 시험구의 樹幹流下雨량이 소나무림 시험구의 樹幹流下雨량보다 약 1.4배 많은 것으로 나타났다. 이는 林冠密度的 경우 테다소나무림 시험구가 83.3%이고 소나무림 시험구가 78.6%이었으며, ha당 평균 흉고단면적 합계가 테다소나무림 시험구가 49.7m²이고 소나무림 시험구가 35.3m²인 것, 즉 임분구조의 차이에 기인한 것으로 추정된다.

樹冠遮斷損失雨량의 분석결과 소나무림 시험구는 월강우량이 가장 많은 7월에 133.3mm를 나타내어 테다소나무림 시험구의 124.1mm보다 약간 많은 양을 보여주고 있으며, 월강우량이 가장 적은 달인 5월에는 테다소나무림 시험구에서 6.7

Table 4. Topographical and vegetational conditions of the experimental plots

Conditions	Unit	<i>Pinus taeda</i>	<i>Pinus densiflora</i>
Aspect		N75W	N20W
Altitude	m	122	117
Slope	%	40	70
Area	m ²	100	100
Age	yr	30	30
Height	m	15	11.8
D.B.H.	cm	20.2	15.9
Basal area	m ² /ha	49.7	35.3
Canopy density	%	83.3	78.6

Table 5. The amount of canopy interception loss in the experimental site at Choosan

Site type by species	Month	Precipitation		Throughfall		Stemflow		Interception	
		(mm)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	
<i>Pinus taeda</i>	May	36.7	26.7	72.8	3.3	8.9	6.7	18.3	
	June	262.9	196.2	74.6	12.4	4.7	54.3	20.7	
	July	515.9	346.3	67.1	45.5	8.8	124.1	24.1	
	Aug.	240.0	160.4	66.8	6.3	2.6	73.3	30.5	
	Sep.	176.4	118.9	67.4	16.4	9.3	41.1	23.3	
	total	1231.9	848.5	68.8	83.9	6.8	299.5	24.3	
<i>Pinus densiflora</i>	May	36.7	26.3	71.6	1.6	4.4	8.8	23.9	
	June	262.9	178.3	67.8	13.5	5.1	71.1	27.0	
	July	515.9	356.1	69.0	26.5	5.1	133.3	25.8	
	Aug.	240.0	156.1	65.0	10.1	4.2	73.8	30.8	
	Sep.	176.4	121.6	68.9	9.3	5.3	45.5	25.8	
	total	1231.9	838.4	68.1	61.0	5.0	332.5	27.0	

mm이었으며 소나무림 시험구에서는 8.8mm를 나타내었다. 측정기간중의 평균 수관차단율은 테다소나무림 시험구에서 24.3%(299.5mm)이었고, 반면 소나무림 시험구에서는 27.0%(332.5mm)를 나타내었다. 두 시험구에서의 樹冠遮斷損失량을 비교하여 보면 소나무림 시험구에서의 樹冠遮斷率이 테다소나무림 시험구에서의 樹冠遮斷率보다 1.1배 많은 것으로 나타났다. 이 연구와 유사하게 李 등¹¹⁾은 임업연구원 광릉시험림에서 樹冠密度 76.2%인 사방지, 75.9%인 침엽수림지, 93.4%인 활엽수림지를 조사구로 선정하여, 樹冠遮斷率을 조사한 결과 침엽수림에서 가장 높은 遮斷率인 32.6%로 나타났고, 활엽수림에서 29.1%, 사방지에서 18.5%로 나타났다고 하였으며, 이는 침엽수림의 경우 엽면적지수가 크고 가지가 樹幹에 운생하여 수직으로 배열되어 있고, 林分密度가 높기 때문에 遮斷率도 높게 나타난 것이라고 하였다.

3. 森林小流域에서의 流出量

표 6은 이 시험구역에서 1991년 5월 11일부터 1992년 12월 31일까지의 流出量을 조사하여 강우량과 비교하여 流出率을 나타낸 것이다.

이 연구에서 시험기간동안의 流出量比의 변화 범위를 보면 1차¹⁾이 보고한 우리나라의 流出率 56%보다 낮은 流出率을 보여주고 있는데, 이는 이 지역의 林相과 植生이 우리나라의 평균치보다 양호한 지역이기 때문으로 생각되며 金 등¹¹⁾이 보고한 사방지의 流出率 71.3%에 비해 낮은 유출율을 보여 森林의 洪水輕減效果를 나타내고 있

는 것으로 생각된다.

이 연구에서 측정기간중 총 流入量을 보면, 표 6에서 보는 바와 같이, 북문골소유역이 366,887.6ton이고, 바람골소유역이 357,700ton으로 비슷하였다. 두 유역에 대한 流出量을 보면 북문골이 측정기간중 179,386.23ton으로 流入量에 대한 流出量의 比인 流出率이 48.9%였고, 바람골소유역이 147,345.27ton으로 流出率은 41.2%로 북문골소유역의 流出率이 바람골소유역의 流出率보다 높게 나타났는데 이는 두 유역의 임분구조의 차이와 피복상태, 여러가지 지형인자의 차이에 의한 것으로 추정된다.

이 연구에서 월별 流出率 변화를 보면 1991년도는 8월, 9월, 10월의 流出率이 높았으며, 渇水期인 6월에는 가장 낮은 流出率을 나타내어 강우가 차이가 크에도 불구하고 비교적 적은 유출량의 차이를 보인 李 등¹¹⁾의 연구 결과와 유사하였다. 하지만 1992년도의 경우 예년과 다른 강우형태와 강우량을 보여 6월, 9월, 10월의 流出率이 높고 4월, 7월의 流出率이 낮은 형태를 보여 李 등의 연구결과와는 상이한 결과를 나타내었으나 특수한 기상 발생된 해였던 점을 감안할 때 장기간의 측정으로 판단해야 할 것으로 생각된다.

이 연구에서 두 유역의 유출현상을 고찰하면, 91년도에는 홍수기인 7월에 가장 많은 流入量과 流出量을 보였으나 북문골소유역이 42.52%, 바람골소유역이 48.17%의 流出率을 보여 비교적 낮은 流出率을 나타냈다. 가장 적은 流出量을 보인 달은 5월로, 전달에 가뭄이 계속되어 토양수분이 부족한 부분을 강우가 채운 후 流出이 일어났

Table 6. The amount of monthly precipitation and discharge in experimental watersheds in from May 5, 1991 to Dec. 31, 1992

Month	Preci.	Bukmoongol			Baramgol		
		Input	Output	Rate	Input	Output	Rate
91 May	36.7	5495.825	2454.629	44.66%	5358.2	2356.260	43.97%
Jun	263.3	39429.180	11544.220	29.28%	388441.8	9917.547	25.80%
Jul	520.5	77944.880	33141.200	42.52%	75993.0	36605.890	48.17%
Aug	266.0	36838.500	21668.510	58.82%	35916.0	17767.800	49.47%
Sep	176.0	16415.900	21924.890	83.00%	25754.4	17233.150	66.91%
Oct	2.7	404.325	4555.170	1126.61%	394.2	4951.950	1256.20%
Nov	18.9	2830.275	5092.187	179.92%	2759.4	4985.618	180.68%
Dec	42.1	6304.475	4863.604	77.15%	6146.6	2863.566	46.59%
92 Jan	17.8	2665.550	5032.913	188.81%	2598.8	3557.788	136.90%
Feb	42.1	6304.475	2897.252	45.96%	6146.6	3058.992	49.77%
Mar	65.9	9868.525	2540.049	25.74%	9621.4	2767.829	28.77%
Apr	126.7	18973.330	4414.479	23.27%	18498.2	3844.398	20.78%
May	158.0	23660.500	10052.860	42.49%	23068.0	7286.856	31.59%
Jun	28.4	4252.900	2757.172	64.83%	4146.4	333.378	80.39%
Jul	215.0	32196.250	7883.806	24.49%	31390.0	3632.006	11.57%
Aug	131.4	19677.150	6022.041	30.60%	19184.4	3226.880	16.82%
Sep	279.8	41900.050	15072.030	35.97%	40850.8	7267.580	17.79%
Oct	32.4	4851.900	9699.546	199.91%	4730.4	3623.041	79.59%
Nov	9.5	1422.625	3468.442	243.81%	1387.0	3424.794	246.92%
Dec	36.4	5450.900	4226.243	77.53%	5314.4	5638.962	106.11%
Total	2450.0	366887.5	179311.2	48.87%	357700	147345.3	41.19%

기 때문으로 생각된다. 이것은 산지유역에서 삼림토양은 土深이 깊고 孔隙이 잘 발달되어 물貯留能力이 커 洪水時 流出量을 경감시키고 갈수기에 수자원을 공급하는, 水資源 增進 機能을 가짐을 보여준다. 9월부터 12월까지의 강우량이 많지 않았음에도 流出量이 크게 줄지 않아 높은 流出率을 나타냈는데, 이 또한 홍수기와 갈수기에 있어서 수자원의 계절적 불균형을 완화시키는 森林의 水資源 涵養機能 또는 理水機能에 의한 것으로 생각할 수 있다. 1992년도에는 강우량이 평년에 비해 적었던 해로 流出量도 1991년에 비해 적었다. 가장 많은 流出量을 보인 달은 북문골소유역이 9월, 바람골소유역이 5월로 나타났고 流出率은 각각 35.97%, 31.59%로 다른달에 비해 비교적 낮았다. 10월 12월중에 강우가 적었음에도 流出이 크게 줄지 않고 계속되었는데 이는 洪水期에 내린 강우가 삼림에 의해 貯留된 후 서서히 流出되는 삼림의 渴水緩和機能에 의한 것으로 생각된다. 6월에는 평년에 비해 심한 가뭄이 있었는데 流出量이 크게 줄지 않아 높은 流出率을 보여 역시 갈수시의 森林의 渴水緩和機能을 보여주고 있다. 월별 유출율의 변화를 보면 북문골소유역과 바람골소유역이 비슷한 양상을 보여주고 있는

데, 장마기간인 91년과 92년의 7월, 8월, 9월에는 강우후 유출이 완만하고 지속적으로 이루어지고 있음을 보여주고 있다. 이는 호우시 삼림이 직접유출량을 감소시켜 수문곡선상의 홍수침투점을 완화시키고(홍수경감기능), 강우를 침투 또는 토양저류를 통해 하천으로 지속적인 流出이 되도록 하는(갈수완화기능) 삼림의 理水機能에 의한 것으로 생각된다.

그림 2, 그림 3은 측정기간중 流出量을 半對數紙를 이용하여 일별로 나타낸 것으로, 연중 유출량의 변화상태를 알수 있다. 그림 2는 1991년 5월에서 12월까지의 관측결과이며, 그림 3은 1992년 1월부터 12월까지의 관측결과이다.

그림 4는 1992년 7월중의 單位降雨를 대상으로 유량의 時系列曲線인 水文曲線의 한 예를 나타낸 것이다. 水文曲線은 강우에 대한 유역의 반응을 종합적으로 나타내주는 곡선으로 강우의 형태, 진행방향 등 기후특성과 유역의 경사, 흙의 피복상태, 지질상황 등 유역의 지형학적 특성을 전부 포함한 결과를 대표하는 곡선이다^{6,14)}.

그림 4는 1992년 7월 16일-18일의 水文曲線으로 강우량이 많았고 강우의 중심부에서 洪水尖頭點이 발생하는 遲滯時間이 8시간, 강우종료후 地表

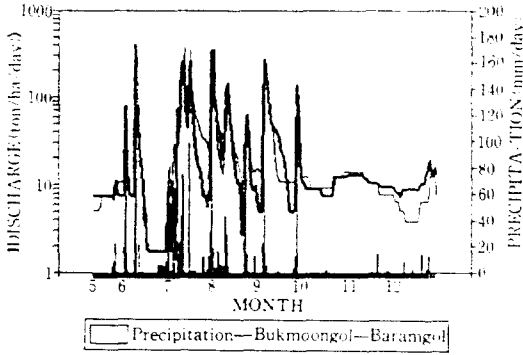


Fig. 2. Daily run-off change in from May to December, 1991

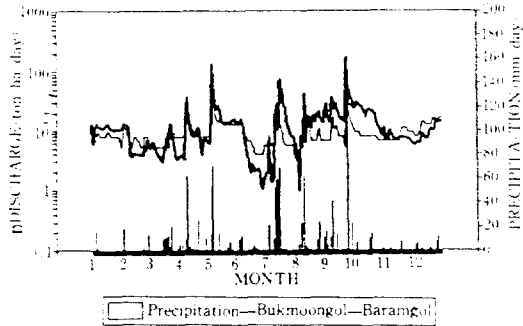


Fig. 3. Daily run-off change in from January to December, 1992

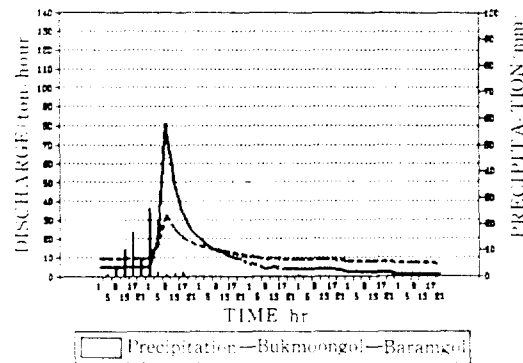


Fig. 4. Hydrograph of run-off change by time July 1992

流出이 멈추는 때까지의 시간인 到達時間이 13시간 정도로 나타났으며 基底時間은 21시간으로 나타났다. 위의 水文曲線은 流域의 水文函數條件에 따라 每 降雨時마다 다른 양상을 보이지만 강우시 삼림의 洪水尖頭流量緩和, 直接流出量減少, 流出時間의 연장 등의 森林의 水資源 涵養機能을

보여주고 있다.

結 論

이 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 시험 山林小流域인 추산지역(산림지대)과 광양지역(평야지대)의 10년간의 연평균강수량을 비교한 결과 추산지역이 1,664.1mm, 광양지역이 1,567.9mm 이었다.
2. 이 연구에서 시험 山林小流域인 추산지역의 1991년 5월부터 12월까지 자기우량계로 측정 한 강수량은 1,306.6mm이었고, 1992년 1월부터 12월까지 측정한 강수량은 1,143.4mm 이었다.
3. 樹齡 30년생인 소나무림과 테다소나무림에서 100m²의 조사구를 선정하여 樹冠遮斷率을 조사한 바, 테다소나무림에서의 樹冠遮斷率은 전체 강수량의 24.3%, 소나무림의 樹冠遮斷率은 27.0% 이었다.
4. 시험구역의 流出量의 월별변화를 조사하였는 바, 북문골소유역과 바람골소유역에서 비슷한 양상을 보였으며, 7월, 8월, 9월에 강우후 유출이 완만하고 지속적으로 이루어지고 있었다.
5. 山林小流域의 流出率을 측정분석한 결과 측정 기간 중 북문골소유역은 48.87%, 바람골소유역은 41.19%이었다.

引用 文 獻

1. 建設部. 1990. 水資源長期綜合計劃 (1991-2011). 建設部. 89pp.
2. 金載水. 1987. 山林이 洪水量에 미치는 影響과 小流域內 蒸發散量 推定. 林業研究院 研究報告 35 : 69-78.
3. 朴成宇. 1970. 우리나라 可用水資源에 對한 水文學的 考察. 韓國水文學會誌 3(1) : 8-19.
4. 서울大學校 農科大學 南部演習林. 1988. 서울大學校 農科大學 南部演習林 光陽事業區 第5次期營林計劃造林採計劃簿. 76pp.
5. 鮮于仲皓. 1992. 水文學. 東明社. 서울. 396 pp.
6. 安守漢·崔榮博. 1968. 水理學. 文運堂. 서울. 443pp.

7. 禹保命. 1983. 新制 砂防工學. 鄉文社. 서울. 310pp.
8. 禹保命. 1987. 韓國의 森林水文研究의 背景과 動向. 韓國水文學會誌 20(2) : 87-97.
9. 禹保命·李銓雄·金樂培. 1992. 森林 環境이 水資源涵養機能에 미치는 影響에 關한 研究 (I) - 秋山 山林水文環境試驗場의 設置 및 觀測結果-. 서울大學校 農業生命科學大學 演習林研究報告. No.28 : 13-48.
10. 尹龍男. 1989. 水文學. 淸文閣. 서울. 408 pp.
11. 李宗學·金泰勳·李元圭·崔 敬·李天龍·朱鎮順. 1989. 山林의 流出調節에 關한 研究. 林業研究院 研究報告 38 : 98-111.
12. Calheiros de miranda, R.A. and D.R. Bulter. 1986. Interception of rainfall in a hedgerow apple orchard. J. Hyd. 87 : 245-253.
13. Killingbeck, K.T. and M.K. Wali. 1978. Analysis of a North Dakota gallery forest. nutrient, trace element and productivity relations. Oikos 30 : 29-60.
14. Kittredge, J., H.J. Loughead, and A. Mazurak. 1941. Interception and stemflow in a pine plantation. J. For. 39 : 505-522.
15. Lawson, E.R. 1967. Throughfall and stemflow in a pine-hardwood stand in the Ouachita mountains of Arkansas. Water Resource Research 3(3) : 731-735.
16. Pathak, P.C., A.N. Pandey and J.S. Singh. 1985. Apportionment of rainfall in Central Himalayan forests(INDIA). J. Hyd. 76 : 319-332.