

泰다소나무림과 소나무림에서의 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量

吳 遮斷損失雨量¹

閔弘振² · 禹保命²

Throughfall, Stemflow and Interception Loss at *Pinus taeda* and *Pinus densiflora* stands¹

Hong-Jin Min², Bo-Myeong Woo²

要 約

30년생 태다소나무(*Pinus taeda*)림과 30년생 소나무(*Pinus densiflora*)림 시험구에서 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量 및 林內降雨量을 算定하고 이것에 관여하는 因子와의 關係를 밝힌 결과 다음과 같은 결과를 얻었다.

1. 試驗期間의 總降雨量은 3,107.6mm로, 年平均 1,035.9mm였으며 試驗期間동안 조사된 日單位雨量의 降雨強度頻度는 30mm 이하가 전체의 90%(1992년), 81%(1993년), 88%(1994년)였다.
2. 選定된 總 85回의 單位降雨에 대한 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量은 林外降雨量과 直線關係를 보였다. 樹冠通過雨量은 태다소나무림에서 2,432.5mm(78.3%), 소나무림은 2,699.6mm(86.9%)였으며, 回歸式에 대한 단위 강우당 遮斷貯留能은 각각 1.1mm와 1.3mm로 推定되었다.
3. 樹幹流下雨量은 태다소나무림에서 227.3mm(7.3%), 소나무림에서 62.7mm(2.0%)로 나타났으며, 回歸式을 이용하여 推定된 단위 강우당 樹幹流下雨量의 發生降雨量은 각각 약 7.2mm와 1.9mm로 推定되었다.
4. 遮斷損失雨量은 林外降雨量에서 樹冠通過雨量과 樹幹流下雨量을 除하여 算定하였으며, 태다소나무림에서 447.8mm(14.4%), 소나무림에서 345.3mm(11.1%)로 算定되었다.
5. 樹冠通過雨量과 樹幹流下雨量의 合으로 나타나는 林內降雨量은 태다소나무림에서 2,659.8mm(85.6%)였고, 소나무림에서 2,762.3mm(88.9%)였다.
6. 樹冠通過 및 樹幹流下率은 降雨量이 增加할수록 急增하다가 각각 30mm, 50mm 이상의 降雨에서 一定하게 유지되었고, 遮斷損失率은 降雨量이 增加함에 따라 急減하다가 50mm 이상의 降雨에서 一定하게 유지되었다.

ABSTRACT

The objective of this study was to estimate throughfall, stemflow, interception loss and net rainfall in relation to rainfall interception, and to understand the factors affecting interception process at *Pinus taeda* stand and *Pinus densiflora* stand in the Research Forests of Seoul National University, located in Choosan, Kwangyang, Chollanamdo.

1. The gross rainfall during the period of field observation was 3,107.6mm(average 1,035.9mm/year). Most of the daily rainfall intensity was under 30mm, which was 90% in 1992, 81% in 1993 and

¹ 接受 1995年 8月 2日 Received on August 2, 1995.

² 서울大學校 山林資源學科 Dept. of Forest Resources, Seoul Nat'l Univ. Seoul, Korea.

- 88% in 1994.
2. In this study the throughfall, stemflow, interception loss and net rainfall were expressed separately as a function of gross rainfall. The overall throughfall collected during the period of field observation was 2,432.5mm(78.3%) at *Pinus taeda* stand and 2,699.6mm at *Pinus densiflora* stand, out of total rainfall of 3107.6mm. The canopy storage capacity, which was determined by the prediction equation between gross rainfall and throughfall was 1.1mm at *Pinus taeda* stand and 1.3mm at *Pinus densiflora* stand.
 3. The sums of stemflow from measurement of total rainfall at *Pinus taeda* stand and *Pinus densiflora* stand was 227.3mm(7.3%) and 62.7mm(2.0%), respectively. The minimum rainfall causing stemflow was estimated as 7.2mm at *Pinus taeda* stand and 1.9mm at *Pinus densiflora* stand.
 4. Interception loss accounted for 447.8mm(14.4%) at *Pinus taeda* stand and 345.3mm(11.1%) at *Pinus densiflora* stand.
 5. Net rainfall was 2,659.8mm(85.6%) at *Pinus taeda* stand and 2,762.3mm(88.9%) at *Pinus densiflora* stand.
 6. The rates of throughfall and stemflow increased with increasing the gross rainfall. However, the amounts of throughfall and the stemflow were constant above 30mm at *Pinus taeda* stand and 50mm at *Pinus densiflora* stand. The rates of interception loss decreased with increasing the gross rainfall. However, the amount of interception loss was constant above 50mm at *Pinus taeda* stand and *Pinus densiflora* stand.

Key words : Gross rainfall, throughfall, stemflow, interception loss, net rainfall

緒論

環境保全의 측면에서 水資源과 관련된 山林의機能은 洪水調節機能과 水源涵養機能으로 크게 나눌 수 있다. 山林은 洪水時에는 樹冠遮斷 및 地被物遮斷作用 및 地中浸透水增進 등에 의해 流出尖頭點을 완화시키고, 洪水强度를 약화시키는洪水輕減效果가 있으며, 또 가뭄 때에는 地面保有量 및 地表下 貯留量에 의해 河川用水을 供給하는 理水機能, 水資源涵養效果를 가지고 있다. 그러므로 山林은 水災害防止 및 水資源涵養이라는 측면에서 매우 중요하다.

산림에 내리는 강우는 처음에 잎이나 가지 사이를 통해 직접 林內에 도달하는 樹冠通過雨量 (throughfall)과 樹冠 表面을 적시는 樹冠貯留量 (canopy storage)으로 구분되며, 강우가 지속되면 貯留된 물은 樹冠飽和量 (canopy saturation capacity)을 초과하여 잎과 가지의 끝 부분에서 중력이나 바람에 의한 교란의 영향으로 林床으로 떨어지는 滴下雨量 (drip)과 遮斷된 雨水의 일부가 樹幹 (stem)을 통해 林地에 도달하는 樹幹流下 (stemflow)를 發生시킨다. 그와 동시에 樹冠에 貯留된 물은 강우가 진행하는 동안 증발하거나

수목에 의해 흡수되며 강우가 그친 후 모두 증발하여 건조한 상태로 환원된다(塙本良則, 1991).

이와 같이 산림은 遮斷過程을 통해 강우를 임지에 도달하기 전에 일부를 다시 대기 중으로 환원시킴으로써 溪流의 流量을 조절할 수 있을 뿐만 아니라 雨滴의 運動量을 감소시켜 林地浸蝕을 방지한다. 산림의 遮斷過程에 영향을 주는 인자는 크게 氣象因子와 林分構造因子로 나눌 수 있는데, 氣象因子에는 風速, 純輻射量, 濕度 등이 있으며, 林分構造因子에는 樹冠鬱閉度, 葉面積指數, 胸高斷面積 등이 포함된다(Hancock와 Crowther, 1979; Herwitz, 1986).

산림의 伐採로 인한 산림의 植生形의 변화에 따라 山林內에서의 水收支는 변화를 일으키게 되며 이 변화를 예측하는데 있어서 임지 내에서의 강우의 재배분, 즉 遮斷損失量의 豫測方法이 필요하며 이것이 산림 벌채 후의 영향을 평가하는데 있어 기초적 자료로 사용되어야 한다(Pearce 등, 1980).

산림에 내리는 강우는 전부가 林內에 도달하지 못하고 그 일부가 遮斷되어 손실되므로 식생으로 회복된 임내에 도달하는 강우는 林地外에서 기록될 강우와 차이가 있게 된다. 따라서 流域의 流出現象의 根幹이 되는 降雨量은 실제 관측된 降

雨量과 다르게 되며, 山林地의 流域水文現象을究明하고 장래 山林內의 水循環 模型을 開發·適用하고, 山林施業으로 인한 山林環境變化에 대한 水收支의 變化를 예측하는데 있어 강우의 산림에의한 遮斷過程과 林內에 降雨가 재분배되는 機作과 量을 알아야 한다(Kittredge 等, 1941; Pearce 等, 1980).

이 연구의 목적은 테다소나무림과 소나무림의 樹冠에서 발생하는 遮斷과 降雨와의 관계에서 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量 및 林內降雨量을 算定하고 이것에 관여하는 인자와의 관계를 밝혀 山林에서의 水循環過程을 究明하는데 있다.

材料 및 方法

1. 試驗地 概況

테다소나무림과 소나무림에서 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量 및 林內降雨量을 算定하기 위하여 樹冠通過雨量과 樹幹流下雨量을 측정하였다. 이를 위하여 全羅南道 光陽市 玉龍面 秋山里 소재 서울大學 農業生命科學大學 附屬 南部演習林 秋山管理所內에 2개소의 遮斷量測定 試驗區를 1991년 5월에 설치하여 측정을 시작하였다.

연구대상지역은 수종분포에 있어서 소나무, 리기다소나무, 곱슬, 잣나무, 테다소나무 등으로 구성된 침엽수 인공식재림으로써, I 영급에서 VIII 영급까지의 영급 분포를 보여주지만 주로 III영급으로 구성되어 있으며 임목축적은 ha당 평균 83.2m³이었다. 연구대상지역의 지질계통은 대부분이 화강암의 기암으로 되어있으며 편마암지대가 편재되어 있고 토양은 대부분이 사양토이었다. 이 지역의 10년간 연평균 강우량은 1,664mm, 연평균 기온은 12.8°C이었다.

2. 研究方法

테다소나무림과 소나무림의 樹冠에 의한 遮斷損失雨量을 측정하기 위하여 30년생 테다소나무림(*Pinus taeda*)과 30년생의 소나무림(*Pinus densiflora*)에 각각 100m²(10m × 10m)의 시험구를 설치하였으며 1992년에서 1994년까지 매해 3월에서 10월까지 측정하였다. 조사지의 개황을 측정하기 위하여 傾斜度, 方位, 樹齡, 平均樹高, 平均胸高

Table 1. Topography and stand characteristics of the experimental plots

Conditions	<i>Pinus taeda</i>	<i>Pinus densiflora</i>
Aspect	N75W	N20W
Altitude(m)	122	117
Gradient(%)	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

直徑, 樹冠密度 등을 조사하였다. 테다소나무림 樹冠遮斷雨量 시험구의 임목본수는 16본이었으며 소나무림 樹冠遮斷雨量 시험구의 임목본수는 14본이었다. 表 1에 樹冠遮斷雨量 시험구의 立地現況을 나타내었다.

(1) 林外降雨量의 測定 및 分析

이 연구에서 林外降雨量의 측정은 樹冠遮斷雨量 시험구에서 동쪽으로 약 250m 떨어진 묘포장 공지에 自記雨量計(tilting siphon recording raingage) 1대와 보조용으로 標準雨量計 1대를 설치하여 24시간 단위로 매일 오전 10시에 측정하였으며, 雨量計는 수수구 상방의 45° 延長선상에 방해물이 없도록 설치하였다.

단위강우를 분리하기 위해 엽면과 수체에 부착된 수분이 8시간내에 모두 증발된다고 가정하여 강우기록지에서 강우가 그친 후 8시간내에 다른 강우가 없으면 單位降雨로 정리하였다.

(2) 樹冠通過雨量의 測定 및 分析

樹冠通過雨量은 임목의 잎이나 가지에 의해 방해받지 않고 직접 임상에 도달하는 直達雨量과 잎이나 가지의 끝에서 떨어지는 滴下雨量(drip)을 포함하여 말한다. 두 인자를 나누어 측정하여야 하지만 현실적으로 어려우므로 이 연구에서는 두 인자를 합하여 하나의 인자인 樹冠通過雨量으로 측정하였다.

樹冠通過雨量은 각 시험구에 길이 150cm, 너비 20cm, 깊이 30cm의 集水筒(trough gauge) 3대(시험구 면적의 3%)를 각 시험구에서 樹冠에 포함되는 위치에 설치하여 측정하였다. 각 집수통에 모아진 빗물을 비닐호스를 통하여 한곳으로 모아 강우가 완전히 그친 후 그 양을 측정하였다.

樹冠通過雨量을 분석하기 위하여 시험구내의樹冠部分과樹冠이 없는 부분을 구분하여平均樹冠通過雨量을 식 1에 의해 구하였다(Pathak 等, 1985).

$$T_f = (A_{wc}R + A_{uc}R_i)/A \quad (식 1)$$

A_{wc} = area without overhead canopy(m^2)

R = rainfall in the open air(mm)

A_{uc} = area under canopy(m^2)

R_i = throughfall under canopy(mm)

A = area of plot(m^2)

T_f = throughfall(mm)

(3) 樹幹流下雨量의 测定 및 分析

해당 시험구내에서 평균 胸高直徑을 갖는 시험목을 3본씩 선정하였으며, 시험목의 흥고부위에 體管部를 상하지 않게 수피를 벗겨 내고 樹幹流下雨量 측정장치를 부착하였다.

樹幹流下雨量 측정장치가 부착된 입목의 胸高斷面積은 테다소나무림이 $0.1253m^2$, 소나무림에서 $0.0635m^2$ 로 각각 시험구내 전체 흥고단면적의 25.2%, 18%를 차지하여 측정장치가 부착된 테다소나무림의 흥고단면적이 소나무림의 흥고단면적 보다 2배정도 많았으며 樹幹의 형태를 원뿔형으로 가정했을 때 樹幹의 표면적도 약 1.9배 큰 것으로 측정되었다.

樹幹流下雨量 측정장치에 集水된 雨量을 测定하기 위하여 하나의 통에 호스로 연결하였고, 樹冠通過雨量과 마찬가지로 강우가 완전히 그친 후 그 양을 측정하였다.

樹幹流下雨量을 분석하기 위하여 樹幹流下雨量과 函数關係를 가지는 胸高斷面積과 樹木密度를 조합하여 식 2에 의해 投影面積當 강우깊이로 나타내었다(Killingbeck 等, 1978).

$$S_f = 1/2[(D_1 + D_2)/D_1 + (B_1 + B_2)/B_1](V_c/A) \quad (식 2)$$

D_1 = total stand density

D_2 = stand density of non-collared trees

B_1 = total tree basal area($m^2/plot$)

B_2 = basal area of non-collared trees($m^2/plot$)

V_c = volume of stemflow collected(liter/plot)

A = area of plot(m^2)

S_f = stemflow(mm)

(4) 樹冠遮斷雨量의 分析

樹冠遮斷雨量은 山林內의 표본조사구에서 현지 측정법을 통해 측정하였으며 式 3에 의하여 算出하였다.

$$I = R - (T_f + D + S_f) \quad (식 3)$$

I : interception loss(mm),

R : rainfall(mm), D : drip(mm),

S_f : stemflow(mm), T_f : throughfall(mm)

이때 樹冠通過雨量인 T_f 와 樹冠滴下雨量인 D 는 분리하지 않고 함께 측정하며, 樹幹으로부터의 거리에 따라 변화된다. 즉, 樹冠遮斷雨量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.

(5) 林內降雨量의 分析

林內降雨量은 樹冠通過雨量과 滴下雨量, 樹幹流下雨量의 합으로 나타난다. 그러나一般的으로 樹冠通過雨量과 滴下雨量을 分離하여 测定하기 어려우므로 樹冠通過雨量과 滴下雨量을 合하여 测定하였고 樹幹流下雨量을 测定하였다. 林內降雨量은 测定된 樹冠通過雨量과 樹幹流下雨量의 합으로 구하였다.

結果 및 考察

1. 降雨分布

연구대상지역인 추산지역은 1,664mm의 연평균강우량을 보여주고 있으며 우리나라 연평균강우량인 1,274mm 보다 많은 양을 나타내고 있다. 또한, 6월에서 9월의 장마기간에 연평균강우량의 약 70%인 1,155.5mm가 내린다. 이는 이 지역이 한반도내의 多雨地域의 하나인 섬진강 유역에 인접하고 다습한 상승기류로 인하여 산악형 강우를 동반하는 산지기상의 특수성을 가지기 때문인 것으로 생각된다.

이 연구에서는 1992년에서 1994년까지 3년간 매해 3월에서 10월까지 24개월간을 측정하였으며 그 결과를 表 2에 나타내었다. 시험기간의 강우량은 이 지역의 3월에서 10월까지의 연평균강우량인 1,522.2mm와 비교해 볼 때 적은 양임을 알 수가 있다. 이는 1992년도와 1994년도의 전국적인 旱魃의 영향에 기인된 것으로 생각한다. 시험기간의 강우량의 經年變化도 그 편차가 커으며

Table 2. Monthly mean rainfall(mm) observed for three years at the experimental site in Choosan

	1992	1993	1994	Mean
March	65.9	58.3	28.6	50.9
April	126.7	33.0	96.1	85.3
May	158.0	138.7	174.3	157.0
June	28.4	299.3	31.3	119.7
July	215.0	235.1	59.6	169.9
August	131.4	633.9	423.3	396.2
September	279.8	28.9	29.7	112.8
October	32.4	36.2	136.1	68.2
Total	1037.6	1463.4	979.0	1160.0

월별 강우량에 있어서도 많은 차이를 나타냈다. 특히, 1994년에는 6월에서 9월의 강우량이 평년에 비해 크게 적었는데 이는 전국적인 한발에 의한 영향 때문이라 생각한다. 시험기간동안 가장 많은 頻度를 보인 강우량은 0.1~10.0mm 범위였고, 30mm 미만의 降雨日數가, 측정기간 중 1992년에는 總降雨頻度의 90%, 1993년에는 81%, 1994년에는 88%를 차지하였다.

2. 林分別 林內雨量 및 遮斷損失雨量

表 3은 태다소나무림의, 表 4는 소나무림의

Table 3. Monthly rainfall, throughfall, stemflow and interception loss measured at *Pinus taeda* stand, from March to October of 1992, 1993 and 1994.

Period	Rainfall (mm)	Throughfall (mm)	Stemflow (mm)	Interception loss(mm)
1992				
March	64.1	45.6(71.1)	7.3(11.4)	11.2(17.5)
April	108.6	77.3(71.2)	6.4(5.9)	24.9(22.9)
May	157.9	129.9(82.3)	0.8(0.5)	27.2(17.2)
June	26.3	17.9(68.1)	0.5(1.9)	7.9(30.0)
July	213.5	160.5(75.2)	9.7(4.5)	43.3(20.3)
August	129.6	96.4(74.4)	9.2(7.1)	24.0(18.5)
September	293.5	238.7(81.3)	20.1(6.9)	34.7(11.8)
October	30.5	24.5(80.3)	1.7(5.6)	4.3(14.1)
Sub-total	1024.0	790.8(77.2)	55.7(5.5)	177.5(17.3)
1993				
March	58.2	45.8(78.7)	3.6(6.2)	8.8(15.1)
April	32.2	27.7(86.0)	1.7(5.3)	2.8(8.7)
May	133.5	108.8(81.5)	10.2(7.6)	14.5(10.9)
June	300.2	230.6(76.8)	28.2(9.4)	41.4(13.8)
July	228.0	181.2(79.5)	18.8(8.2)	28.0(12.3)
August	408.7	325.3(79.6)	37.0(9.1)	46.4(11.3)
September	24.8	18.9(76.2)	1.6(6.5)	4.3(17.3)
October	30.9	25.5(82.5)	2.6(8.4)	2.8(9.1)
Sub-total	1216.5	963.8(79.2)	103.7(8.5)	149.0(12.3)
1994				
March	—	--	—	—
April	92.3	69.8(75.6)	7.6(8.2)	14.9(16.2)
May	174.3	136.0(78.0)	11.9(6.8)	26.4(15.2)
June	29.4	19.7(67.0)	1.0(3.4)	8.7(29.6)
July	59.5	47.0(79.0)	4.2(7.1)	8.3(13.9)
August	352.4	282.0(80.0)	30.3(8.6)	40.1(11.4)
September	25.0	21.8(87.2)	1.0(4.0)	2.2(8.8)
October	134.2	101.6(75.7)	11.9(8.9)	20.7(15.4)
Sub-total	867.1	677.9(78.2)	67.9(7.8)	121.3(14.0)
Total	3107.6	2432.5(78.3)	227.3(7.3)	447.8(14.4)

Table 4. Monthly rainfall, throughfall, stemflow and interception loss measured at *Pinus densiflora* stand, from March to October of 1992, 1993 and 1994

Period	Rainfall (mm)	Throughfall (mm)	Stemflow (mm)	Interception loss(mm)
1992				
March	64.1	48.6(75.8)	4.5(7.0)	11.0(17.2)
April	108.6	85.1(78.4)	5.6(5.1)	17.9(16.5)
May	157.9	133.5(84.5)	0.8(0.5)	23.6(14.9)
June	26.3	22.6(85.9)	0.1(0.4)	3.6(13.7)
July	213.5	168.3(78.8)	7.7(3.6)	37.5(17.6)
August	129.6	115.3(89.0)	7.0(5.4)	7.3(5.6)
September	293.5	241.9(82.4)	9.8(3.3)	41.8(14.3)
October	30.5	27.6(90.5)	0.2(0.7)	2.7(8.8)
Sub-total	1024.0	842.9(82.3)	35.7(3.5)	145.4(14.2)
1993				
March	58.2	53.1(91.2)	0.3(0.5)	4.8(8.3)
April	32.2	29.6(91.9)	0.2(0.6)	2.4(7.5)
May	133.5	117.4(87.9)	3.0(2.3)	13.1(9.8)
June	300.2	263.3(87.7)	4.4(1.5)	32.5(10.8)
July	228.0	194.7(85.4)	2.5(1.1)	30.8(13.5)
August	408.7	363.1(88.8)	4.1(1.0)	41.5(10.2)
September	24.8	21.4(86.3)	0.2(0.8)	3.2(12.9)
October	30.9	27.5(89.0)	0.3(1.0)	3.1(10.0)
Sub-total	1216.5	1070.1(88.0)	15.0(1.2)	131.4(10.8)
1994				
March	—	—	—	—
April	92.3	82.0(88.8)	1.0(1.1)	9.3(10.1)
May	174.3	156.1(89.5)	2.2(1.3)	16.0(9.2)
June	29.4	23.3(79.3)	0.1(0.3)	6.0(20.4)
July	59.5	50.7(85.2)	0.6(1.0)	8.2(13.8)
August	352.4	337.0(95.6)	6.2(1.8)	9.2(2.6)
September	25.0	19.3(77.2)	0.2(0.8)	5.5(22.0)
October	134.2	118.2(88.1)	1.7(1.3)	14.3(10.6)
Sub-total	867.1	786.6(90.7)	12.0(1.4)	68.5(7.9)
Total	3107.6	2699.6(86.9)	62.7(2.0)	345.3(11.1)

1992년부터 1994년까지 매해 3월부터 10월까지 측정된 총 85회의 單位降雨에 대한 林分別 林內 降雨量 및 遮斷損失雨量을 월별로 종합한 것이다.

林外降雨量에 대한 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量의 比率을 보면 24개월간의 시험기간중 樹冠通過雨量 86.9%, 樹幹流下雨量 2.0%로 林外降雨量의 11.1%가 遮斷損失되었다.

樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量은 林外降雨量과 밀접한 관계가 있었다. 즉, 林外降雨量이 많을수록 樹冠通過雨量과 樹幹流下雨量이

增加하였고 遮斷損失雨量이 테다소나무림 14.4%, 소나무림 11.1%의 비율을 차지하므로, 만일 山林伐採 등에 의해 山林內에 어떤 處理가 가해지면 이러한 비율에 변화가 생겨 林分水收支, 流域의 水收支 環境에 변화를 줄 것이라고 예측할 수 있다.

林分別 遮斷損失雨量은 테다소나무림이 소나무림보다 林外降雨量의 3.3%인 102.5mm가 더 많았으며, 이는 林分構造의 차이에 의해 나타난 결과라고 생각한다. 즉 테다소나무림의 胸高斷面積이 소나무림보다 크고, 樹幹表面積이 약 1.9배

정도가 많아 빗물을 保有할 수 있는 樹體表面의 이 넓고, 蒸發機會가 확대되며 樹冠投影面積이 큰 것 등이 이런 차이를 가져왔다고 생각한다(表 1).

3. 降雨因子와 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量, 林內降雨量間의 關係

降雨因子 중 林外降雨量, 先行無降雨日, 降雨持續時間, 降雨強度, 강우가 내린 달, 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量, 林內降雨量의 相關關係를 분석하였다.

分析을 위하여 自記雨量計 기록지에서 降雨持續時間を 관찰할 수 있는 49개의 單位降雨를 선택하였다.

表 5에서 보면 降雨持續時間이 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 林內降雨量과 有意한 相關關係가 있고, 林外降雨量이 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量, 林內降雨量과 有意한 相關을

나타내었다.

소나무림에서는 表 6과 같은 상관을 구하였다.

表 6에서 보면 降雨持續時間과 樹冠通過雨量, 林內降雨量이 서로 有意한 相關을 나타내었고, 林外降雨量과 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量, 林內降雨量間에도 有意한 相關을 나타내었다.

이를 바탕으로 降雨持續時間과 林外降雨量을 독립변수로 하고 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量, 林內降雨量을 종속변수로 각각을 stepwise법을 이용해 회귀식을 도출하였다. 회귀분석 결과 태다소나무림과 소나무림에서 독립변수중 林外降雨量을 제외하고는 회귀식에 있어서 有意性을 나타내지 못하였다.

따라서 이研究에서는 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量, 林內降雨量에 영향을 미치는 인자를 林外降雨量으로 하여 각각 수문인자에 대해 분석을 행하였다.

Table 5. Correlations among rainfall factors at *Pinus taeda* plot.

	MON	NOP	DU	IT	R	TF	SF	I	RN
MON	1.0000								
NOP	.2093	1.0000							
DU	.0160	.0429	1.0000						
IT	.1267	.0068	-.4144*	1.0000					
R	.0597	.1292	.4308**	.3378*	1.0000				
TF	.0727	.1204	.4434**	.3267	.9923**	1.0000			
SF	.0596	.2430	.3841*	.3039	.8532**	.8295**	1.0000		
I	.0298	.0516	.2367	.2924	.7660**	.6920**	.5620**	1.0000	
RN	.0724	.1366	.4444**	.3298	.9937**	.9979**	.8638**	.6892**	1.0000

(MON : month, NOP : non rainfall period, Du : Duration of rainfall, IT : rainfall intensity, R : gross rainfall, TF : throughfall, SF : stemflow, I : interception loss, RN : net rainfall)

Table 6. Correlations among rainfall factors at *Pinus densiflora* plot

	MON	NOP	DU	IT	R	TF	SF	I	RN
MON	1.0000								
NOP	.2093	1.0000							
DU	.0160	.0429	1.0000						
IT	.1267	.0068	-.4144*	1.0000					
R	.0597	.1292	.4308**	.3378*	1.0000				
TF	.0668	.1493	.4373**	.3400*	.9966**	1.0000			
SF	-.0548	-.0964	.2589	.3445*	.4366**	.4082*	1.0000		
I	.0292	.0234	.2771	.1832	.8336**	.7932**	.2433	1.0000	
RN	.0624	.1407	.4411**	.3506*	.9970**	.9988**	.4523**	.7880**	1.0000

(MON : month, NOP : non rainfall period, Du : Duration of rainfall, IT : rainfall intensity, R : gross rainfall, TF : throughfall, SF : stemflow, I : interception loss, RN : net rainfall)

4. 樹冠通過雨量 算定

樹冠通過雨量은 直達雨量과 滴下雨量의 합으로 나타난다. 강우량이 극히 적을 경우에는 일단 임목에 닿은 雨水는 附着貯留되고 그것이 어느 정도의 양에 도달할 때까지는 임내로 낙하하지 않는다고 생각된다. 따라서 그러한 시기의 수관통과우량은 直達雨量만으로 형성되었다고 할 수 있다.

이 연구에서는 시험기간중 樹冠通過雨量은 테다소나무림에서 2,432.5mm로 林外降雨量의 78.3%였고, 소나무림에서는 2,699.6mm로 林外降雨量에 대해 86.9%를 나타냈다.

일반적으로 林外降雨量과 樹冠通過雨量의 관계는 식 4에서와 같이 직선식으로 표현된다(服部等, 1982).

$$T_f = a_t R - b_t \quad (식 4)$$

T_f : throughfall(mm)

R : rainfall(mm)

a_t : coefficient

b_t : constant

측정기간중 내린 降雨中 측정된 85회의 降雨에 대한 林外降雨量과 樹冠通過雨量의 관계를 도식하여 본 바 테다소나무림과 소나무림에서 각각 그림 1의 (a), (b)에서와 같은 직선관계를 나타내었다.

直線回歸式을 구하여 본 결과 임외강우량(R)을 독립변수로, 수관통과우량(T_f)를 종속변수로 하여,

테다소나무림에서

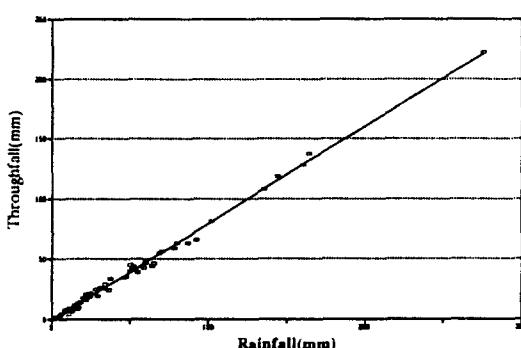
$$T_f = 0.806R - 0.885(r^2=0.996^{**}) \quad (식 5)$$

소나무림에서

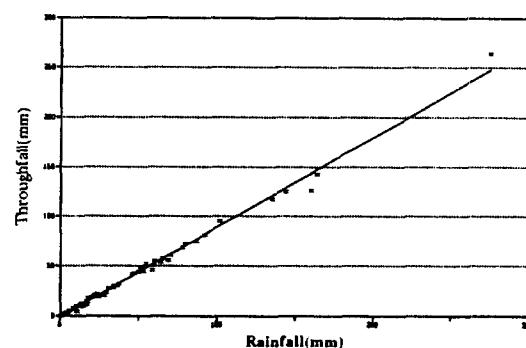
$$T_f = 0.902R - 1.211(r^2=0.993^{**}) \quad (식 6)$$

로 나타났으며 회歸式分散分析 결과 有意하게 나타나, 式 5와 式 6으로부터 樹冠通過雨量은 비교적 높은 정도로 추정된다. 그러나 이 추정식에 있어서 문제점은 樹冠通過雨量은 산림조건 및 기상조건의 영향을 받는 현상이므로 林外降雨量만을 이용해 통계적으로 추정된 式 5와 式 6에서는 그 예측정도에 한계가 있다는 점이다. 즉, 그림 1의 (a)와 (b)의 樹冠通過雨量에서 보이는 것처럼, 같은 林外降雨量에 있어서도 樹冠通過雨量에서는 偏差가 인정되는데 이것은 降雨時の 기상조건과 葉量 등의 산림조건의 차이에 의한 영향때문이라고 생각된다. 또 式 5와 式 6에서는 산림에 관한 인자가 들어있지 않기 때문에 수종간의 비교와 山林施業이 樹冠通過雨量에 끼치는 영향을 예측하기는 곤란하다. 따라서 앞으로 樹冠通過雨量의 推定精度의 향상을 위해 樹冠에 있어서 물의 動態에 대한 物理的 解明과 山林條件의 組合이 중요한 要所가 될 것이다.

식 5와 식 6에 나타난 기울기는 강우에 대한 樹冠通過率을 의미하여 테다소나무림의 경우 약 80%, 소나무림의 경우 약 90%가 평균적으로 樹가되는 遞斷貯留能은 樹冠通過雨量이 발생할 때까지 요구되는 最少降雨量을 식 5와 식 6의 林外



(a)



(b)

Fig. 1. The relationship between rainfall(R) and throughfall(T_f) at *Pinus taeda* plot(a) and *Pinus densiflora* plot(b) during the period of field observation.

冠通過雨量으로 분배된다고 생각한다.

산림지내의 강우분포에 있어 중요한 인자로 생
降雨量軸의 절편으로 생각하여 구한 결과 테다소
나무림의 遮斷貯留能이 1.1mm, 소나무림의 遮
斷貯留能이 1.3mm로 구할 수 있었다.

5. 樹幹流下雨量 算定

이 연구에서 樹幹流下雨量은 테다소나무림에서
227.3mm로 林外降雨量의 7.3%였고, 소나무림
에서는 62.7mm로 林外降雨量의 2.0%였다.

일반적으로 樹幹流下雨量과 林外降雨量의 관계
는 식 7의 직선식으로 표현된다.

$$S_f = a_s R - b_s \quad (식 7)$$

S_f : stemflow(mm)

R : rainfall(mm)

a_s : coefficient

b_s : constant

시험기간중 내린 강우중 측정된 85회의 강우에
대한 林外降雨量과 樹幹流下雨量의 관계를 도식
하여 본바 테다소나무림과 소나무림에서 각각 그
림 2의 (a), (b)와 같은 직선관계를 얻었다. 최소
자승법으로 회귀식을 구하여 본 결과,
테다소나무림에서

$$S_f = 0.091R - 0.656(r^2 = 0.92^{**}) \quad (식 8)$$

소나무림에서

$$S_f = 0.021R - 0.039(r^2 = 0.43^{**}) \quad (식 9)$$

으로 나타났다. 회귀식을 분산분석하여 본 결과

고도로 유의하게 나타났다.

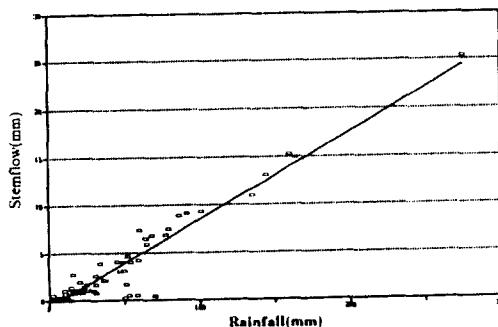
식 8과 식 9에서 테다소나무림은 林外降雨量의
약 9.1%가, 소나무림은 林外降雨量의 약 2.1%
가 평균적으로 樹幹流下雨量으로 분배되는 것을
보여준다.

樹幹流下雨量은 林外降雨量과의 관계에 있어
樹冠通過雨量보다 큰 변이를 보이는데, 이는 樹
幹流下雨量이 樹冠通過雨量보다 胸高斷面積과 樹
皮의 구조, 樹形과 같은 林分構造因子의 영향을
더 많이 받기 때문이라고 생각한다.

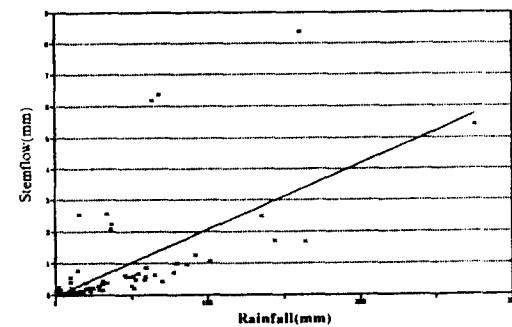
樹幹流下雨量은 降雨初期에는 樹冠과 樹皮에
貯留되기 때문에 일정한 降雨가 유입된 후 발생
한다. 樹幹流下雨量의 발생에는 산림조건이 현저히
영향을 끼치는 것으로 알려져 있다. 즉, 樹體
表面積, 枝葉의 着生形, 枝張形態, 葉面의 性質,
樹皮의 狀態, 樹幹의 形態 등이 樹幹流下雨量의
발생에 관해 중요한 인자이다.

식 8과 식 9에 의해 樹幹流下雨量을 계산하면,
樹幹流下雨量에 0을 대입해 林外降雨量을 구하면
식 8에서 7.2mm, 식 9에서 1.9mm를 얻을 수
있었다. 이것은 식 8과 식 9에서 林外降雨量軸과
의 交點의 降雨量으로, 樹幹流下雨量의 발생우량
으로 볼 수 있다. 그러나 회귀식에서 구해진 발생
우량은 평균적인 값을 나타내므로 실제로는 강
우의 형태 즉, 降雨持續時間, 降雨強度, 大氣의
狀況 즉, 蒸發強度, 風速 등에 의해 영향을 받는
나고 생각된다. 하지만 이 연구에서는 이러한 微
氣象의이고 林分構造의인 관계를 밝히지는 못하였다.

식 8과 식 9에서 구한 樹幹流下雨量 발생시작



(a)



(b)

Fig. 2. The relationship between rainfall(R) and stemflow(S_f) at *Pinus taeda* plot(a) and *Pinus densiflora* plot(b) during the period of field observation.

점이 테다소나무림이 소나무림보다 큰 것은 테다소나무림의 흥고단면적이 소나무림보다 넓고 樹體表面積이 커서 물을 보유할 수 있는 능력이 크기 때문에, 상대적으로 물의 보유 능력이 낮은 소나무림보다 樹體에 보유할 수 있는 물의 양이 많으므로 樹幹流下雨量이 늦게 발생한다고 생각한다. 또한 현지 임분조사에서 나타난 것처럼 테다소나무림의 樹幹은 곧은 반면 소나무림의 樹幹은 기울어져 있어 樹幹流下가 소나무림에서 더 빨리 일어나기 때문이라 생각한다. 또한 樹皮의 비교에서 테다소나무림의 수피가 소나무림의 수피보다 두껍고 거칠어 물을 보유할 수 있는 능력이 더 크다고 생각된다. 이러한 차이를 정량적으로 밝히기는 어렵지만 그 정성적인 측면에서 이해할 수가 있다.

6. 遮斷損失雨量 算定

이 연구에서 시험기간동안 발생한 遮斷損失雨量은 테다소나무림에서 447.8mm로 林外降雨量의 14.4%였고, 소나무림에서는 345.3mm로 林外降雨量의 11.1%였다.

일반적으로 遮斷損失雨量과 林外降雨量의 관계는 식 10의 직선식으로 표현된다.

$$I = a_i R + b_i \quad (식 10)$$

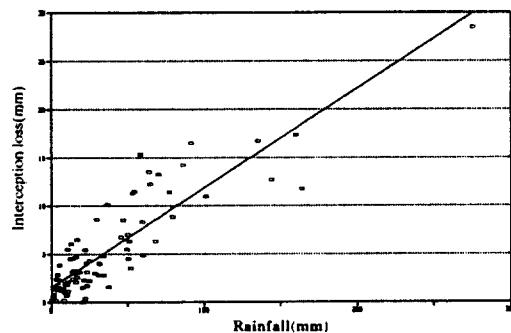
I : interception loss(mm)

R : rainfall(mm)

a_i : coefficient

b_i : constant

遮斷損失雨量은 식 3의 관계에 의하여 구하였다.



(a)

다.

$$\text{즉, } I = R - (T_f + S_f) \quad (\text{식 11})$$

식 11에 의해 테다소나무림에서 식 5와 식 8을 이용하여

$$I = 0.103R + 1.541(r^2 = 0.78^{**}) \quad (\text{식 12})$$

소나무림에서는 식 6과 식 9를 이용하여

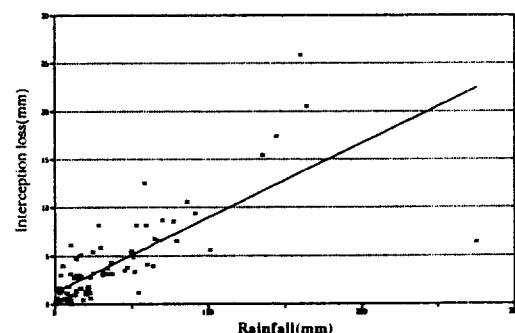
$$I = 0.077R + 1.250(r^2 = 0.57^{**}) \quad (\text{식 13})$$

을 구하였고 그 관계를 그림 3의 (a), (b)에 각각 나타내었으며, 회귀식을 분산분석한 결과 유의하게 나타났다.

식 12와 식 13에서 나타난 결과로 테다소나무림은 평균적으로 약 10.3%의 강우를 遮斷하며, 소나무림은 평균적으로 약 7.7%를 遮斷하는 것으로 나타났다.

식 12와 식 13에서 비교적 높은 정도로 차단손실우량을 추정할 수 있으나 차단손실우량은 산림조건 및 기상조건의 영향을 받는 현상이므로 林外降雨量만을 이용해 통계적인 추정을 한 식 12와 식 13에서는 豫測精度에 한계가 있다. 즉 그림 3의 (a)와 (b)에서와 같이 같은 임외강우량에 대해서도 차단손실우량에 차이가 보이는데 이는 강우시의 기상조건과 엽량 등의 산림조건의 차이에 의한 영향 때문이라고 생각한다.

Horton(1919)은 遮斷損失雨量을 식 14와 같이 표현했다.



(b)

Fig. 3. The relationship between rainfall(R) and interception loss(I) at *Pinus taeda* plot(a) and *Pinus densiflora* plot(b) during the period of field observation.

$$I = K \cdot E \cdot T + S \quad (式 14)$$

S : 차단저류

I : 차단손실우량

K : 수관투영면적에 대한 증발에 관여하는 수체표면적의 비

T : 강우지속시간

여기서 식 4와 같은 형태로 변형하면

$$I = \left(\frac{K \cdot E \cdot T}{R} \right) R + S \quad (式 15)$$

식 4와 식 15를 같은 값으로 보면,

$$a_r = \frac{K \cdot E \cdot T}{R} \quad (式 16)$$

$$b_r = S \quad (式 17)$$

식 16, 식 17로 부터 a_r 는 강우중의 증발에 관여하는 계수이고 b_r 는 附着水分을 나타내는 상수임을 알 수 있다.

식 4와 식 7로부터 a_r 와 b_r 는 a_r 와 a_s , b_r 와 b_s 로 계산될 수 있으므로 a_r 와 a_s 는 강우중의 증발에 관여하는 계수, b_r 와 b_s 는 부착수분량을 나타내는 상수로 볼 수 있다. 산림 및 기상조건이 다르면 K·E, S는 상당히 변화하는 것으로 추정된다. 위에서 구해진 K·E와 S는 다수의 단위 강우의 평균치에서 구해진 것이므로 실제로는 각각의 단위강우에서 다를 것으로 예상된다. 따라서 차후에 樹冠에 遮斷된 수분의 蒸發解析과 樹冠에

서의 물의 动態에 관한 해석을 수행하여야 할 것으로 생각한다.

7. 林內降雨量 算定

林內降雨量은 林外降雨量 중 樹冠通過雨量과 樹幹流下雨量의 합으로 나타난다(Rothacher, 1963; 野口陽一, 1963). 산림에 내리는 강우는 일차적으로 樹冠에 附着되어 임지내에 강우를 재분배하는데 이때 유입되는 林內降雨量은 산림지의 水循環의 流入成分으로 된다. 정확한 林內降雨量의 산정은 장차 산림내에서의 水循環의 기작 및 水循環 모델에 있어 반드시 필요하다.

시험기간중 林內降雨量은 테다소나무림이 2,659.8mm로 總降雨量의 85.6%였고, 소나무림은 2,762.3mm로 總降雨量의 88.9%였다. 林外降雨量과 林內降雨量의 관계는 그림 4의 (a), (b)에서 보는 바와 같이 직선관계를 나타내고 있다.

林外降雨量과 林內降雨量의 관계를 직선식, 이차식, log식으로 회귀하여 본 결과 직선식이 가장 적합하였다. 테다소나무림의 회귀식은 식 18과 같이 나타났다.

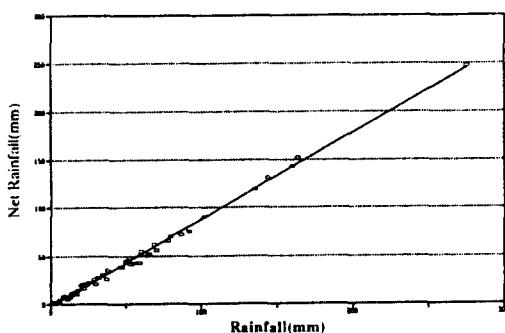
$$R_n = 0.897R - 1.541 (r^2 = 0.996^{**}) \quad (式 18)$$

Rn : net rainfall(mm), R : rainfall(mm)

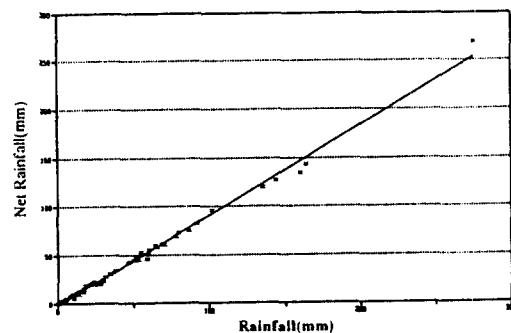
소나무림의 직선회귀식은 식 19와 같이 나타났다.

$$R_n = 0.923R - 1.250 (r^2 = 0.995^{**}) \quad (式 19)$$

Rn : net rainfall(mm), R : rainfall(mm)



(a)



(b)

Fig. 4. The relationship between rainfall(R) and net-rainfall(Rn) at *Pinus taeda* plot(a) and *Pinus densiflora* plot(b) during the period of field observation

회귀식은 분산분석한 결과 고도로 유의하게 나타났다.

回歸式을 보면 테다소나무림의 경우가 소나무림보다 적은 林內雨量比率을 나타내는 것을 볼 수 있는데 이것은 樹冠密度가 테다소나무림이 더 크고 胸高斷面積도 더 커서 遮斷貯留할 수 있는 양이 더 많기 때문인 것으로 생각한다. 따라서 테다소나무림의 경우 平均的으로 總降雨量의 89%가, 소나무림은 평균적으로 92%의 강우가 임내에 도달하는 것으로 분석되었다.

8. 林外降雨量과 樹冠通過率, 樹幹流下率 및 遮斷損失率의 關係

樹冠通過率, 樹幹流下率 및 遮斷損失率은 山林條件 및 氣象條件에 지배되지만 이 연구에서는 산림조건 및 기상자료를 고려하지 않고 주로 林外降雨量과의 관계에 대해 해석을 하였다.

테다소나무림의 樹冠通過率과 소나무림의 樹冠通過率의 관계를 그림 5의 (a), (b)에 각각 나타내었다.

그림의 실선은 식 5와 식 6의 양변을 林外降雨量으로 나누어 구한 곡선으로 테다소나무림에서 식 20, 소나무림에서 식 21과 같이 표현된다.

$$RT_f = 0.806 - \frac{0.885}{R} \quad (식 20)$$

$$RT_f = 0.902 - \frac{1.211}{R} \quad (식 21)$$

대체로 樹冠通過率은 강우량의 증가와 함께 급

증하지만 강우량이 30mm정도를 넘으면 일정치에 접근한다. 이 일정치는 式 20과 式 21에서 알 수 있는 것처럼 테다소나무림에서 약 80.6%, 소나무림에서 약 90.2%였다. 이 곡선 경향은 다음처럼 설명된다. 강우량이 극히 작을 때는 그 대부분이 葉面 등에 附着保有되어 낙하하지 않으나 강우량의 증가와 함께 附着水分量도 한계에 달해水分保有의 균형이 깨져 滴下雨量이 발생하기 시작한다. 이것이 의해 수관통과율은 급증한다. 그 후는 강우량의 증가와 함께 수관통과율도 증가하지만 양자의 증가비율이 거의 같으므로 수관통과율은 일정하게 된다고 생각한다.

테다소나무림의 樹幹流下率과 소나무림의 樹幹流下率의 관계를 그림 6의 (a), (b)에 각각 나타내었다.

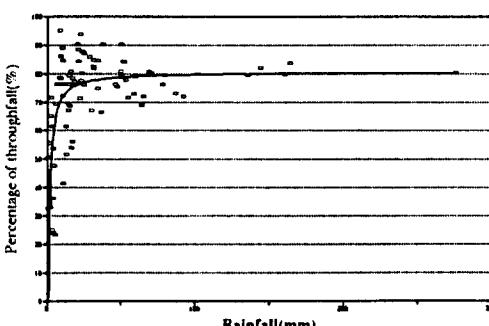
그림의 실선은 식 8과 식 9의 양변을 林外降雨量으로 나누어 구한 곡선으로 테다소나무림에서,

식 22, 소나무림에서, 식 23과 같이 표현된다.

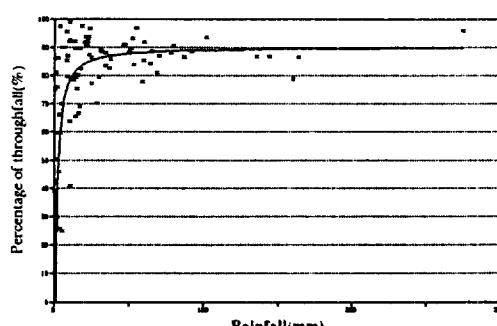
$$RS_f = 0.091 - \frac{0.656}{R} \quad (식 22)$$

$$RS_f = 0.021 - \frac{0.039}{R} \quad (식 23)$$

樹幹流下率도 樹冠通過率과 같이 강우량의 증가와 함께 증가한다. 하지만 수관통과율의 곡선과 같이 그리 잘 맞는다고는 볼 수 없지만 대체로 임의강우량이 약 50mm를 넘으면 일정하게 유지되는 것을 볼 수 있다. 이 일정치는 式 22와



(a)



(b)

Fig. 5. Percentage of throughfall to rainfall(R) at *Pinus taeda* plot(a) and *Pinus densiflora* plot(b) during the field observation

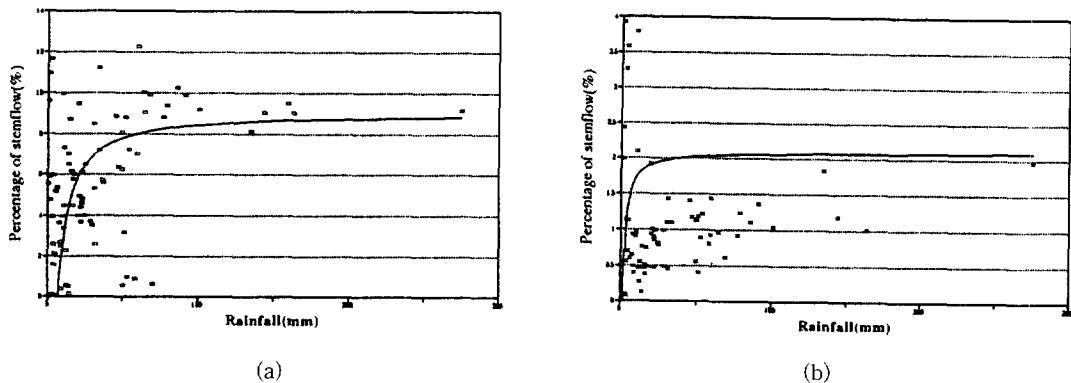


Fig. 6. Percentage of stemflow to rainfall(R) at *Pinus taeda* plot(a) and *Pinus densiflora* plot(b) during the period of field observation

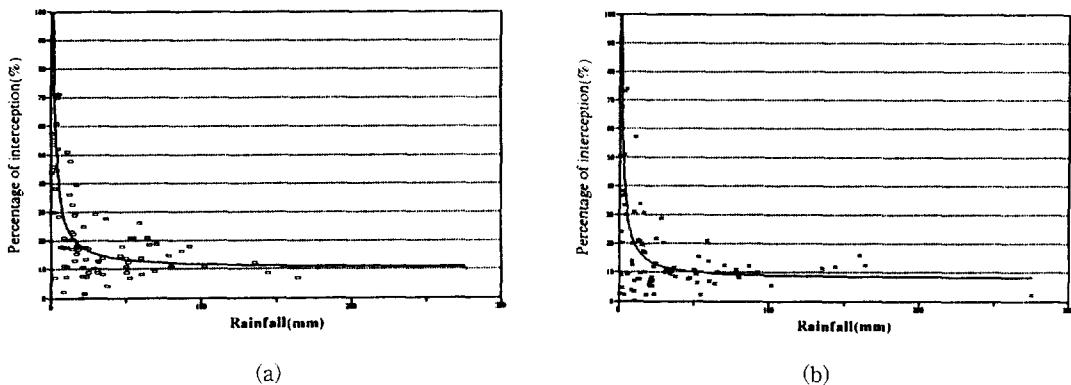


Fig. 7. Percentage of interception loss to rainfall(R) at *Pinus taeda* plot(a) and *Pinus densiflora*(b) during the period of field observation

式 23에서 알 수 있는 것처럼 태다소나무림에서 약 9.1%, 소나무림에서 약 2.1%였다. 이 곡선 경향은 다음처럼 설명된다. 강우량이 극히 작을 때는 그 대부분이 樹體 등에 附着保有되어 樹幹流下雨量이 발생하지 않으나 강우량의 증가와 함께 附着水分量도 한계에 달해 水分保有의 균형이 깨져 樹幹流下雨量이 발생하기 시작한다. 이것에 의해 樹幹流下率이 증가한다. 그 후는 수관통과 율과 마찬가지로 강우량의 증가와 함께 수간유하율도 증가하지만 양자의 증가비율이 거의 같게 되면 수간유하율은 일정하게 유지된다고 생각된다.

태다소나무림의 遮斷損失率의 변화와 소나무림의 遮斷損失率의 변화를 보면 그림 7의 (a), (b)에서와 같이 나타난다.

그림의 실선은 식 12와 식 13의 양변을 林外降

雨量으로 나누어 구한 곡선으로 태다소나무림에서, 식 24, 소나무림에서, 식 25과 같이 표현된다.

$$RI = 0.103 + \frac{1.541}{R} \quad (\text{식 } 24)$$

$$RI = 0.077 + \frac{1.250}{R} \quad (\text{식 } 25)$$

遮斷損失率은 降雨量과 함께 감소해 일정하게 유지된다. 감소의 특성은 강우량이 0~10mm에서는 100~20%로 급감하고 10~50mm에서는 20~10%로 그 이상에서는 강우량의 증대와 함께 감소의 비율이 작아진다. 이것은 강우량이 적은 경우에는 그 대부분이 樹體에 附着保有되기 때문에 遮斷損失率은 크지만 滴下, 樹幹流下의 개시

와 함께 遮斷損失率이 급감하기 때문이라 생각된다. 따라서 樹冠通過率과 樹幹流下率이 일정치에 접근해감에 따라 遮斷損失率도 일정치에 접근하게 된다. 또한 강우량이 적을때 차단손실율에 변이가 나타나는 것은 降雨分布, 放射에너지, 風速, 濕度 등의 기상조건과 산림의 상태 등이 樹冠遮斷에 현저한 영향을 주기 때문이라고 생각된다. 그러나 강우량이 크게되면 기상 및 산림의 상태가 樹冠遮斷에 큰 영향을 미치지 않기 때문에 그 변이가 작게 된다고 추정된다.

結 論

이 연구는 산림의 樹冠에서 발생하는 遮斷과 降雨와의 관계에서 樹冠通過雨量, 樹幹流下雨量, 遮斷損失雨量 및 林內降雨量을 산정하고 그것에 관여하는 인자의 상호영향 관계를 밝히고자 全羅南道 光陽市 玉龍面 秋山里 소재 서울大學 農業生命科學大學 附屬 南部演習林內의 30년생 테다소나무(*Pinus taeda*)임분과 30년생 소나무(*Pinus densiflora*)임분에서 각각 100m²을 선정하여 1992년부터 1994년까지 3년간 매해 3월에서 10월까지 관측하여 분석하였으며 그 결과는 다음과 같다.

1. 시험기간 3년간 3월에서 10월까지의 總降雨量은 3,107.6mm, 年平均降雨量은 1,035.8mm로서 總降雨量은 같은 기간의 이 지역의 年平均降雨量인 1,552.2mm에 비해 적은 양이었다. 시험기간동안 조사된 日單位雨量의 月別日降雨強度頻度는 30mm 이하가 전체의 1992년 90%, 1993년 81%, 1994년 88%였다.
2. 시험기간중 총 85회의 單位降雨에 대하여 樹冠通過雨量은 테다소나무림에서 2,432.5mm(78.3%), 소나무림은 2,699.6mm(86.9%)으로 소나무림에서 더 높게 나타났으며, 임외강우량과는 직선관계를 보았다. 각각의 단위강우당 遮斷貯留율은 각각 1.1mm와 1.3mm으로 산정되었다.
3. 시험기간중 총 85회의 單位降雨에 대하여 樹幹流下雨量은 테다소나무림이 227.3mm(7.3%), 소나무림이 62.7mm(2.0%)으로 테다소나무림에서 더 높게 나타났으며 임외강우량과 직선관계를 보았다. 樹幹流下雨量이 발생하기 시작하는 降雨量은 테다소나무림이 약 7.2mm,

소나무림이 약 1.9mm로 산정되었다.

4. 시험기간중 총 85회의 單位降雨에 대하여 遮斷損失量은 테다소나무림이 447.8mm(14.4%)였으며, 소나무림이 345.3mm(11.1%)로 나타났으며 林外降雨量과 직선관계를 보였다.
5. 樹冠通過雨量과 樹幹流下雨量의 합으로 나타나는 林內降雨量은 시험기간중 테다소나무림이 2,659.8mm로 總降雨量의 85.6%였고, 소나무림은 2,762.3mm로 總降雨量의 88.9%였다.
6. 樹冠通過率과 樹幹流下率은 降雨量이 增加할수록 急增하다가 각각 30mm, 50mm 이상의 降雨에서 一定하게 유지되었고, 遮斷損失率은 降雨量이 增加함에 따라 急減하다가 50mm 이상의 강우에서 一定하게 유지되었다.
7. 테다소나무림과 소나무림에서의 遮斷損失雨量 및 遮斷損失率의 차이는 林分構造의 차이 즉, 胸高斷面積의 차이로 인한 樹體面積의 차이 등에 기인한다고 판단된다.

引用文獻

1. 金景河. 1987. 森林에서 林冠에 의한 降雨遮斷損失에 關한 研究. 서울大學 碩士學位論文. 47pp.
2. 金景河. 1993. 山林의 降雨遮斷損失量 推定電算模型 開發에 關한 研究. 서울大學 博士學位論文. 117pp.
3. 禹保命. 1991. 新制 砂防工學. 鄉文社. 310pp.
4. 禹保命. 1993. 森林環境의 水資源涵養에 미치는 影響에 關한 研究. 韓國林學會誌 82(3) : 283-291.
5. 禹保命·李銓雄·金樂培. 1992. 森林環境의 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 位置 및 觀測結果 -. 서울대 演習林研究報告 28 : 13-48.
6. 禹保命·鄭道鉉·朴在鉉·閔弘振·崔炯太·成吉平. 1993. 森林環境의 水資源涵養機能에 미치는 影響에 關한 研究(II) - 秋山 山林水文環境試驗場의 3年次 觀測 結果 -. 서울대 演習林研究報告 29 : 52-64.
7. 禹保命·金樂培·李亮根·崔炯太. 1994. 森林環境의 水資源涵養機能에 미치는 影響에

- 關한 研究(Ⅲ)－秋山 山林水文環境試驗場의
4年次 觀測 結果. 서울대 演習林研究報告 30
: 1-14.
8. 李鎧雄. 1992. 山林 小流域에서의 流出量測定에 關한 研究. 서울大學校 碩士學位論文.
73pp.
 9. 服部重昭・近嵐弘榮・竹内信治. 1982. ヒノキ林における樹冠遮断量測定とその微氣象學的
解析. 日本林試研報. 318 : 79-102.
 11. 野口陽一. 1963. 森林の影響. 地球出版.
223pp.
 12. 塚本良則. 1991. 森林水文學. 文永堂出版.
319pp.
 13. Hancock, N.H. and J.M. Crowther. 1979.
A technique for the direct measurement of
water storage on a forest canopy. J. Hydrol.
41 : 105-122.
 14. Herwitz, S.R. 1985. Interception storage
capacities of tropical rainforest canopy trees.
 - J. Hydrol. 77 : 237-252.
 15. Killingbeck, K.T. and M.K. Wali. 1978.
Analysis of a North Dacota gallery forest,
nutrient, trace element and productivity rela-
tions. Oikos 30 : 29-60.
 16. Kittredge, J., H.J. Loughead and A. Ma-
zurak. 1941. Interception and stemflow in a
pine plantation. J. For. 30 : 505-522.
 17. Pathak, P., A.N. Pandey and J.S. Singh.
1985. Apportionment of rainfall in Central
Himalayan forest(INDIA). J. Hydrol. 76 :
319-332.
 18. Pearce, A.J., J.H.C. Gash and J.B.
Stewart. 1980. Rainfall interception in a
forest stand estimated from grassland mete-
orological data. J. Hydrol. 46 : 147-163.
 19. Pearce, A.J. 1987. A stochastic model of
rainfall interception-Comment. J. Hydrol. 89
: 371-372.