

## 상이한 삼림생태계에서 강우량에 따른 투수 특성 변화

정덕영<sup>1</sup>, 오종민, 진연호<sup>2</sup>, 손요한<sup>3</sup>, 주영득<sup>4</sup>

충남대학교<sup>1</sup>, 경희대학교<sup>2</sup>, 고려대학교<sup>3</sup>, 강원대학교<sup>4</sup>

### 요약문

경기도 퇴촌에 위치한 경희대학교 연습림내의 낙엽송, 잣나무 및 굴참나무의 천연활엽수로 구성된 3개의 임반에서 경사도와 연간 강우량 변화에 따른 투수특성을 조사하였다. 3개의 임반의 O, A, B층은 3개 임반 모두 경사도가 낮은 하부사면에서 관찰되었으나 경사도가 높은 산사면이나 수간우(樹間雨)가 많은 일부 지역에서는 바로 암반층 또는 풍화층이 나타나는 경향을 보이고 있다. 그러나 잣나무 임반은 유기물 퇴적층과 A층이 낙엽송이나 굴참나무 임반보다 잘 발달되어 O층은 약 5내지 10cm 정도이고 A층 또한 O층 아래로 약 50cm 까지 깊게 발달되었다. 낙엽송 임반의 하부사면의 경우 A층의 발달이 약 35cm부터 약 60cm 에 이르고 있으나 토성을 구성하는 요소중 직경 2mm 이상의 자갈에 토양입자들이 전체 토양의 40%정도를 차지하고 있다. 이러한 토층분화 특성을 달리하는 임반에서의 투수 특성은 표층토에서는 약 5.2cm/hr였고 A층에서는 평균 8.2cm/hr 정도였다. 이는 A층에서의 토성이 주로 자갈로 구성되어 대공극을 이루고 있고 평균 부피수분함량이 약 25%인 점을 감안하면 상대 투수속도에 영향을 미치는 것으로 조사되었다. 그리고 산지사면의 상부보다 상대투수속도가 증가되는 경향을 볼수 있는데 이는 상부에서의 토층발달이 제대로 이루어지지 않아 투수속도에 영향을 주는 것으로 판단된다. 따라서 본 실험의 결과로 추정할 때 지표층에 존재하는 유기물과 토층 분화 정도가 투수에 영향을 미치는 것으로 판단된다.

주제어: 임반(林盤), 토층분화(土層分化), 수분침투율, 대공극, 투수속도

### 서론

전 국토면적의 약 65%를 차지하고 있는 국내 산림은 계절적 강우 분포특성, 식생대, 및 산림의 지형학적 특성차이에 따라 산림생태계 보존 및 인접수계로의 물질 이동특성에 영향을 미친다. 일반적으로 산림 토양은 높은 피복도, 및 표층토의 낮은 용적비중과 상대적 대공극의 분포 비율이 높아 상대적 투수성은 높으나(Wilson et al., 1989) 일반 경작지나 나지에 비해 사면경사도가 커 집중강우시 산림토양의 표층토에서의 손실이 상대적으로 증가되게 되며 따라서 유기수에 포함되어 있는 유기물, 무기이온 및 점토광물이 계류수로 합쳐져 계류수의 수질을 결정하는 주요 요인이 된다.(Alemi and Goldhamer, 1988, Brown and Binkley, 1994) 한편 산림의 표층토를 통과한 수분은 표층토와 심층토 사이에 생성되는 중간계면층을 거쳐 산지의 낮은 쪽으로 이동하여 산지의 하부에서 용출수의 형태로 침출되어 계류수와 연결된다. 그러므로 이러한 산림 생태계에서 공급되는 수원은 산림의 수분이동 특성과 수질내 물질의 정도에 따라 양질의 공급원으로 또는 수원의 오염원으로도 작용하기도 한다. 그러므로 이러한 다양한 변이 특성을 지닌 산림생태계내의 토양 및 수분 이동특성을 파악하여 적절한 수원 및 산림토양관리를 실시하여야 한다. 따라서 본 실험은 상이한 3개의 삼림 생태계에서의 토층분화 특성과 변화에 따른 수분 이동 특성을 조사하여 수분의 재분배와 순

환과정을 포함하는 안정적 수질환경보존에 대한 삼림생태 보존 기술 모형을 개발하는 데 목적을 두고 있다.

## 2. 재료 및 방법

본 실험은 경기도 퇴촌에 위치하는 경희대학교 농과대학 연습림을 수종별로 3개 임반으로 나누어 각각의 임반별로 산의 정성부터 계류수에 이르기까지 길이 약 150 - 200m의 산지사면을 택하여 경사별로 약 5 내지 6개 정도의 구간으로 나누고 길이 30cm 자를 지표면에 수평하게 설치하여 설치시간의 지표면 피복도를 조사하였다(그림 1).

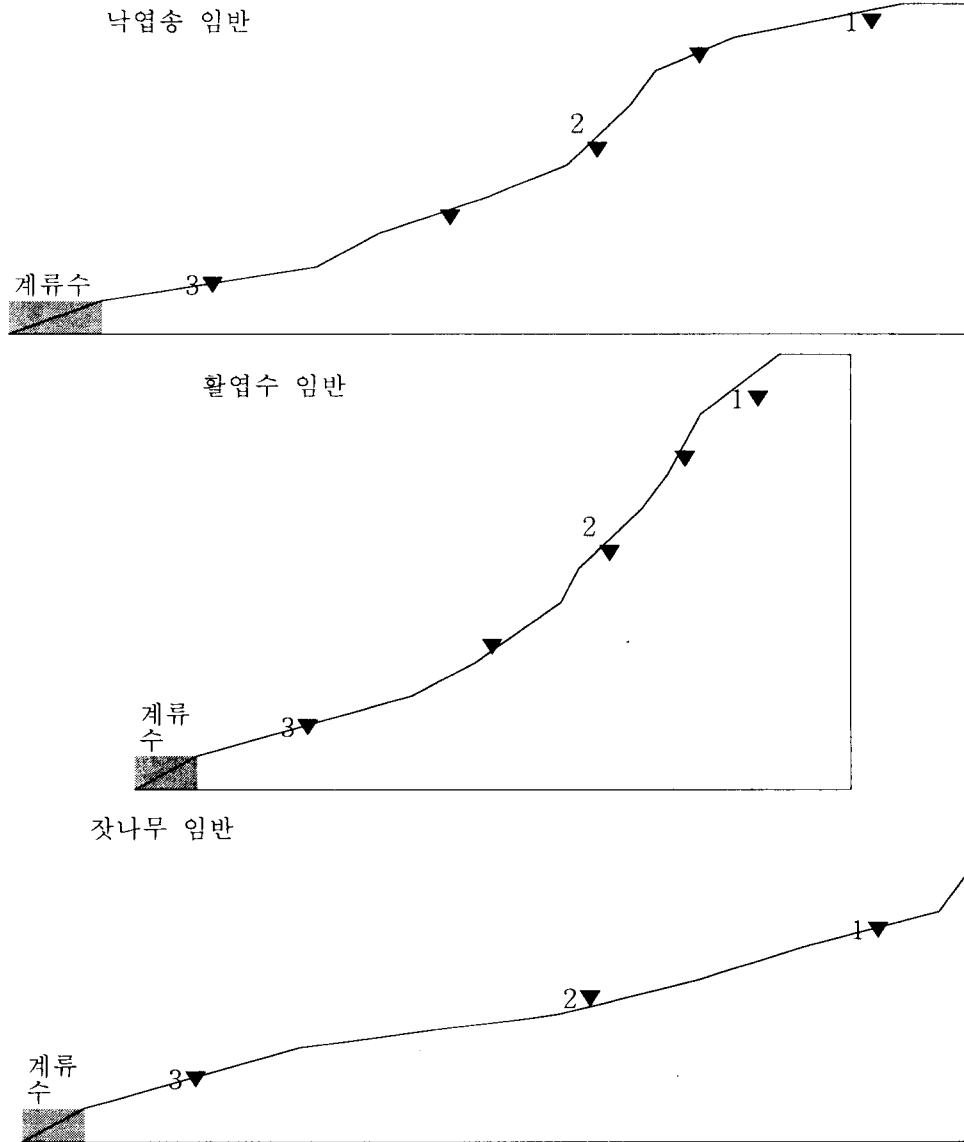


그림 1. 3개의 임반에서 투수특성조사지점 및 지형도

그리고 각각의 구간의 중심거리에서 Guelph Permeability를 이용하여 침투속도를 측정하였고 이와 별도로 각각의 구간별로 A층과 하부 30cm에서 비교란과 교란 시료를 취하여 실험실에서 토성, 용적밀도와 투수계수를 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

각각의 임반별 토층 분화 조사 결과는 표 1과 같다. 그림 1에서 보는 바와 같이 활엽수 임반의 지형은 일반적으로 다른 두 임반에 비해 경사도가 급하고 토양에 가해지는 유기물 또한 분해속도가 빠른 것으로 조사되었다. 그리고 잣나무 임반의 경우 단위 면적당 재식 밀도가 다른 두 임반에 비해 조밀하고 조사 당시 지상부의 피복율도 높은 것으로 조사되었다.

표 1. 3개 임반의 O, A, 및 B층의 발달 깊이

깊이	낙엽송			활엽수			잣나무		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	cm								
O	-1	0	5	0	0.5	1	5	5.5	8
A	2	0.5	60	1	2	12	35	48	55
B	0	0	0	0	0	0	0	0	0

따라서 이러한 식생대와 지형의 특성을 달리하는 임반의 O, A, B층의 토층 깊이를 조사한 결과 조사 산사면의 급한 경사를 가지는 활엽수 임반의 경우 조사구간 전반에 걸쳐 다른 두 임반에 비해 아주 얇은 층을 형성하고 있는 반면 잣나무 임반은 B층의 발달은 관찰되지 않았으나 O층은 평균 6.5cm 정도, A층은 O층 하부로 최고 55cm 깊이까지 조사되었다. 그러나 일반 토양에서 보는 바와 같은 점토와 미사로 구성된 토성의 구분범위에는 해당하지 않고 대부분 직경이 3mm 이상인 자갈로 구성되었다. 낙엽송 임반에서의 조사지역 내 경사도는 상부로부터 하부로 진행됨에 따라 약 40°에서 하부 1° 정도의 분포를 이루고 있고 경사도가 30° 이상 되는 산사면상에서는 토층발달이 전혀 이루어지지 않았다. 그리고 산사면의 경사도가 20° 이하의 전체 산사면의 하부 약 2/5정도를 차지하는 지역에서는 하부로 진행될수록 O와 A층의 깊이가 증가되었다. 이 지역에서의 O층의 깊이는 약 5cm 내외였고, A층은 25cm에서 약 40cm 까지 분포하고 하부의 소수계에 인접하고 있는 길이 약 5m 정도의 평탄사면에서는 A층과 B층의 구분이 없었고 그러나 경사도가 높은 산지사면의 상부에서는 O, A, B층의 발달이 되지 않은 상태에서 바로 암반층이 나타나고 있다.

조사기간 96년 10월부터 98년 2월까지의 강우량 중 장마시기인 7월에 최대치인 약 390mm 정도 나타났고 최저치는 97년 1월에 월 16.5mm를 나타냈다. 그리고 각각의 임반에서 월별 강우량에 따른 임반 도달 강우량은 전체 강우량의 약 50%정도가 수간을 통하여 지표면에 도달하였고 또한 강우의 강도가 높은 6, 7, 8월에는 수간수보다 직접 낙하되는 강우의 양이 더 높은 것으로 조사되었다.

이러한 지형과 토층 특성을 가지는 지역에서 강우의 토양내 침투특성을 Guelph Permeability로 조사한 결과는 표 2와 같다.

표 2. 3개 임반의 A의 침투속도

깊이	낙엽송			활엽수			잣나무		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	cm/hr								
A	8.2	7.5	4.8	12.4	-	6.4	5.8	4.6	5.2

표 2에서 보여주는 바와 같이 낙엽송 지역에서의 투수속도는 산지 사면의 상부로부터 하부로 진행됨에 따라 투수속도는 급격히 감소하는 경향을 보였고, 활엽수 임반의 경우 조사지점 2에서는 투수속도를 측정하기에 충분한 A층의 발달이 이루어지지 않았다. 잣나무 임반의 경우 조사지역 전 지역에 걸쳐 유사한 A층의 분포경향을 보이고 있고 토양수분함량 또한 25% 내지 35%의 분포를 이루고 있어 상대적 고 수분함량이 투수속도에 영향을 미쳐 조사지점간에는 큰 차이가 없음을 알 수 있다. 따라서 A층의 투수속도는 토층의 깊이와 토층내 포함되 있는 기존 수분함량에 따라 크게 영향을 받는 것으로 추정된다. 표 3에서는 각각의 임반에서 채취한 비교란 시료를 이용한 투수계수를 측정 한 값이다.

표 3. 3개 임반의 A층의 투수계수

깊이	낙엽송			활엽수			잣나무		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	cm/hr								
A	18.2	19.4	8.6	-	-	20.2	7.6	6.9	7.2

표 3에서 보여주는 바와 같이 잣나무 지역의 투수계수가 다른 두 임반의 투수계수보다 낮은 수치를 보이고 있는데 이는 잣나무 임반의 A층의 용적밀도가 높고 또한 3mm 이상의 자갈의 구성비율이 전체 토양중 15% 이하를 차지함으로써 상대적 대공극의 비율이 감소하기 때문인 것으로 추정된다. 반면 층의 발달이 잘되지 않은 상대적으로 얇은 A층을 가지는 낙엽송과 활엽수에서의 심토층으로의 수분이동이 더 많은 것으로 추정된다. 따라서 이러한 투수계수의 차이가 지표면에 존재하는 유기물이나 무기염류 등이 유거수에 포함되어 계류수로 이동하는 순서는 활엽수, 낙엽송, 잣나무의 순일 것으로 추정된다.

#### 4. 결론

상기의 결과를 종합하여 볼 때 토층분화 발달은 수종과 지형의 경사도와 밀접한 상관관계가 있는 것으로 추정된다. A층의 투수속도는 토층의 깊이와 토층내 포함되 있는 기존 수분함량에 따라 크게 영향을 받는 것으로 추정된다. 따라서 이러한 표면 수분 이동특성은 지표면에 존재하는 유기물이나 무기염류 등을 계류수로 이동시켜 수질을 저하시키는 요인인 것으로 추정된다. 투수계수의 차이는 A층의 용적밀도와 대공극을 형성하는 3mm 이상의 자갈의 구성비율과 밀접한 관계를 가지며 각각의 지점별의 층분화 깊이가 영향을 미치는 것으로 판단한다. 따라서 층의 발달이 잘되지 않은 상대적으로 얇은 A층을 가지는 낙엽송과 활엽수에서의 심토층으로의 수분이동이 더 많은 것으로 추정된다. 따라서 이러한 투수계수의 차이가 지표면에 존재하는 유기물이나 무기염류 등이 유거수에 포함되어 계류수로 이동하는 순서는 활엽수, 낙엽송, 잣나무의 순일 것으로 추정된다.

#### 4. 참고문헌

1. Alemi, M. M., and D. A. Goldhanner. 1988. Surge irrigation optimization model. Trans. ASAE. 31(2):519-526
2. Bui, N, Elisabeth and J. E. Box. 1992. Stemflow, rain-throughfall, and erosion under canopies of corn and sorghum. SSSA. 56:248-252

3. Edwards, W. M., M.L. Shipitalo, W. A. Dick, and L. B. Owen. 1992 Rainfall intensity affects transport of water and chemicals through macropores in no till soil. SSSA. 56:242-247.
4. Klute, A. 1982. Methods of soil analysis :Physical and mineralogical methods. Agronomy. No. 9. Pt. 2:1-1173
5. Unger, P. W. 1992. Infiltration of simulated rainfall : tillage system crop residues effects. SSSA. 56:283-289
6. Wilson, G. V., Alfonso. J., and Jardine, P. M. 1989. Spatial variability of saturated hydraulic conductivity to the subsoil of two forested watershed. SSSA. 53 : 679-685
7. Brown, T. C., and D. Binkley. 1994. Effect of management on water quality in north america forest. USDA. Forest. Service. GTR. RM-248: 1-27