

상이한 산림생태계에서의 토층분화 특성과 변화에 따른 수분 이동 특성

정덕영¹, 오종민, 진연호², 손요한³, 주영득⁴

충남대학교¹, 경희대학교², 고려대학교³, 강원대학교⁴

요약문

경기도 퇴촌에 위치한 경희대학교 연습림내의 경사도와 수종을 달리하는 3개의 서로 다른 임반에서 등고선을 따라 지표면의 토층분화를 조사하였고 이에 따른 수분침투특성을 조사하였다. 3개의 임반은 낙엽송, 잣나무 및 굴참나무의 천연활엽수로 구성되었고 이에 구성 수종에 따라 지표면에 퇴적되는 O, A, B층의 깊이를 달리한다. 토층분화(土層分化) 깊이는 3개 임반 모두 경사도가 낮은 하부사면에서 양호하게 발달하였으며 경사도가 높은 산사면이나 수간우(樹間雨)가 많은 일부 지역에서는 유거수에 의해 유기물이나 표층토가 유실되어 바로 암반층 또는 풍화층이 나타나는 경향을 보이고 있다. 그러나 잣나무 임반의 경우 밀식(密植) 수간에 의해 유기물퇴적층과 A층의 발달이 다른 낙엽송이나 굴참나무 임반보다 토층 발달 깊이가 약 2배 이상으로 깊게 발달되었다. 그리고 조사된 임반의 하부사면의 경우 A층의 발달이 약 35cm부터 약 60cm에 이르고 있으나 토성을 구성하는 요소 중 직경 2mm 이상의 자갈에 토양입자들이 전체 토양의 40%정도를 차지하고 있다. 이러한 토층분화 특성을 달리하는 임반에서의 수분 이동특성은 퇴적된 유기물의 두께가 깊으면 깊을수록 수분침투율은 낮아지는 반면 포면 유거수량은 증가 하는 경향을 보여주고 있다. 그리고 지표면, 유기물 퇴적층 아래, 지표면으로부터 30cm 아래에 설치된 Lysimeter를 이용하여 조사된 침출수의 분포는 전체를 100으로 환산시 지표면은 약 55%, 유기물퇴적층 아래는 30%, 그리고 30cm의 위치에서는 나머지 15%정도의 침출수가 포집되었다. 따라서 본 실험의 결과를 살펴보면 때 지표 층에 존재하는 유기물이 전체 수분이동에 영향을 미치는 것으로 조사되었다.

주제어: 임반(林盤), 토층분화(土層分化), 수간우(樹間雨), 수분침투율, Lysimeter, 침출수

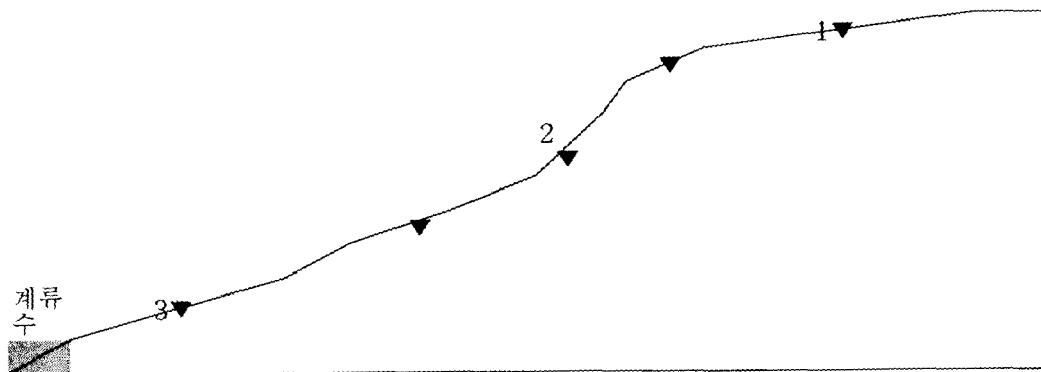
1. 서론

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 유거수에 포함되어 있는 유기물, 무기이온 및 점토광물이 계류수로 합쳐져 계류

수의 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 산림생태계에서 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 순환과정을 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 정상부터 계류수에 이르기까지 길이 약 150~200m의 산지사면을 택하여 경사별로 약 5 내지 6개정도의 구간으로 나누고 각각의 구간의 중심거리에 Lysimeter를 설치하고 그리고 길이 30cm 자를 지표면에 수평하게 설치하여 설치시간의 지표면 피복도를 조사하였다(그림 1). 그리고 이와 별도로 각각의 구간별로 A층과 하부 30cm에서 비교란과 교란 시료를 취하여 토성, 용적밀도와 투수계수를 측정하였다. 또한 구간별로 Guelph Permeability를 이용하여 침투속도를 측정하였고, 또한 30 x 30 cm 크기의 인공강우기를 지상으로부터 30cm 높이에 설치한 후 150cm 높이에서 일정수두를 유지하는 50리터 날진용기를 이용하여 시간당 0.25cm, 0.5cm, 1cm, 2cm, 그리고 3cm의 속도로 강우량을 조절하여 30 x 30cm의 트랜치내에 유거량과 침투속도를 측정하였다. 이때 표면토양 손실율도 함께 조사하였다.



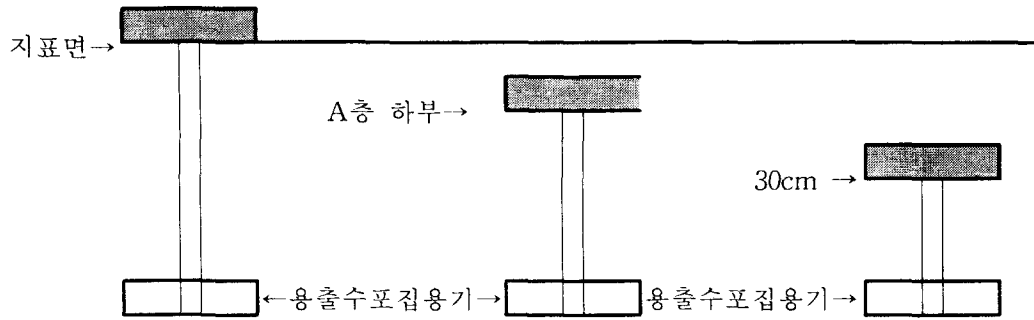


그림 1. 낙엽송 임반에서의 Lysimeter 설치지점과 지형도

3. 결과 및 고찰

조사기간 중 3개임반 지역의 연간 강우량변화를 살펴보면 그림 2와 같다.

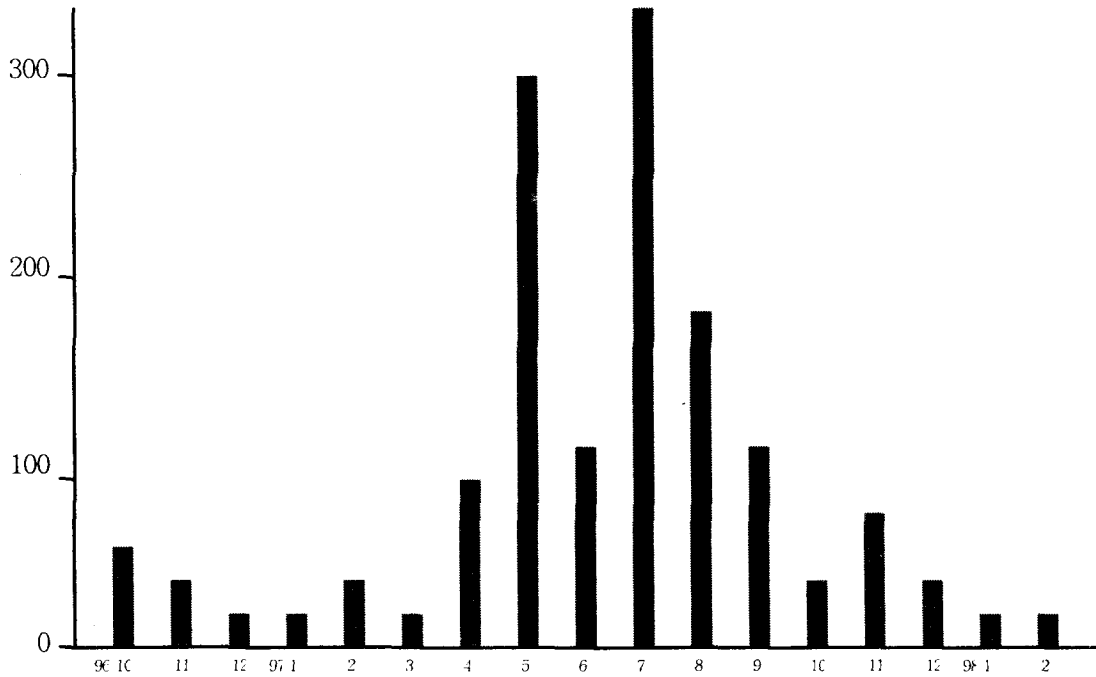


그림 2. 경기도 퇴촌 3개 임반 지역의 연간 강우량변화

96년 10월부터 98년 2월까지의 연간 강우량 중 장마시기인 5월부터 7월까지의 강우량이 상대적으로 타 기간에 비하여 높았다. 그리고 이 지역의 강우량에 따른 각각의 임반에 도착되는 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.

낙엽송 임반에서의 조사지역내 경사도는 상부로부터 하부로 진행됨에 따라 약 40°에서 하부 1° 정도의 분포를 이루고 있고 경사도가 30° 이상되는 산사면상에서는 토층발달이

전혀 이루어지지 않았다. 그리고 산사면의 경사도가 20° 이하의 전체 산사면의 하부 약 2/5 정도를 차지하는 지역에서는 하부로 진행될수록 O와 A층의 깊이가 증가되었다. 이 지역에 서의 O층의 깊이는 약 5cm 내외였고, A층은 25cm에서 약 40cm 까지 분포하고 하부의 소 수계에 인접하고 있는 길이 약 5m 정도의 평탄사면에서는 A층과 B층의 구분이 없었고 그 러나 경사도가 높은 산지사면의 상부에서는 O, A, B층의 발달이 되지 않은 상태에서 바로 암반층이 나타나고 있다. 이러한 결과로 추정컨대 일반적 토층분화는 경사도와 유거수의 호 림과 밀접한 관계를 가지는 것으로 추정되었고 활엽수나 낙엽송 지역보다는 수간 밀식도가 높은 잣나무 지역에서 전지역에 걸쳐 일정 깊이의 O층이 발달된 것으로 보아 O층의 발달은 수층과 상관관계가 깊은 것으로 추정된다. 그리고 산사면 하부의 불분명한 A와 B층의 토층 분화는 산지사면의 상부로부터 이동된 직경 3내지 5mm 정도의 자갈이 퇴적되고 여기에 퇴 적되는 작은 입경의 점토나 미사 입자는 이들 대공극을 통해 하부에 축적되는 것으로 조사 되었다. 따라서 일반 토양과 같이 완전한 토층분화 단면의 발달은 토양의 풍화속도와 점토 나 미사의 퇴적 속도에 의해 결정되어지는 것으로 판단된다.

자연낙하에 의해 도달되는 강우의 토양내 침투특성을 Lysimeter로 조사한 결과 지표 면에 도달한 강우 중 약 65%가 지표수로, 그리고 지표면으로부터 약 5cm에 설치된 A층 하 부에는 약 30%정도 그리고 나머지가 지표면으로부터 30cm 하부로 이동됨을 알 수 있었다. 따라서 이러한 수분 분산은 유기물퇴적층을 통과하는 수분의 투수계수가 낮아 토양의 하층 부로 이동이 어렵고 또한 유기물에 의한 수분보유력이 높아 침투속도에 영향을 미치는 것으 로 추정된다. 표 1은 낙엽송 임반의 조사지점 1, 2, 3 에서의 월별 지표, O-A경계층 그리고 지표로부터 30cm 하부의 수분분산 정도를 나타내는 표이다.

표 1. 낙엽송 임반에서 월별 지표, O-A 경계층 그리고 지표로부터 30cm 하부의 수분분산 정도

월	지표			O-A층 경계면			30cm 하부		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
	%								
96.10	85	98	53	15	1	42	0	0	5
97.4	87	96	49	13	2	44	0	0	7
97.6	88	97	52	12	1	42	0	0	6
97.7	83	98	61	16	0	34	0	0	5
97.8	90	97	54	9	0	37	0	0	9
97.10	82	95	36	18	0	56	0	0	8
98.2	75	97	33	25	0	61	0	0	6

상기 표에서 보여주는 바와 같이 경사도가 높은 지점 2나 토층의 발달이 되지않은 지 점 1에서의 토양 깊이별 수분분산 특성은 거의 지표면에 도달한 수분은 유거수의 형태로 손 실되는 경향을 보인 반면 조사지점의 하부인 완만한 경사지역에서는 표층에서의 수분은 평 균 47.5%이고 O-A층 경계면에서는 약 45% 였고 이 이하의 깊이로의 수분은 약 7.5%로 대 부분의 수분은 표층토에 머무르는 것으로 조사되었다. 이러한 결과 추정하여 볼 때 경사도 가 낮은 지역에서의 유거수의 속도가 침투수의 직접적인 영향을 미치며 또한 강우 강도가

낮은 달의 수분 침투 속도가 높은 것으로 보아 강우의 강도도 수분침투에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서 이러한 표면 수분 이동특성은 지표면에 존재하는 유기물이나 무기염류 등을 계류수로 이동시켜 수질을 저하시키는 요인인 것으로 추정된다.

4. 결론

상기의 결과를 종합하여 볼 때 토층분화 발달은 유기물의 퇴적과 강우에 의한 유거수의 이동특성에 따라 토층발달의 깊이가 정해지고 특히 활엽수나 낙엽송 지역보다는 수간 밀식도가 높은 잣나무 지역에서 전지역에 걸쳐 일정 깊이의 O층이 발달된 것으로 보아 O층의 발달은 수층과 상관관계가 깊은 것으로 추정된다. Lysimeter 실험결과로부터 추정할 때 수분 분산은 유기물퇴적층을 통과하는 수분의 투수계수가 낮아 토양의 하층부로 이동이 어렵고 또한 유기물에 의한 수분 보유력이 높아 침투속도에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 또한 경사도가 낮은 지역에서의 유거수의 속도가 침투수의 직접적인 영향을 미치며 또한 강우 강도가 낮은 달의 수분 침투 속도가 높은 것으로 보아 강우의 강도도 수분침투에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 따라서 이러한 표면 수분 이동특성은 지표면에 존재하는 유기물이나 무기염류 등을 계류수로 이동시켜 수질을 저하시키는 요인인 것으로 추정된다.

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