

# 강우에 따른 토질특성 변화 분석

이문세<sup>1)\*</sup> · 임희대<sup>1)</sup> · 김경수<sup>2)</sup> · 송영석<sup>2)</sup>

## 1. 서 론

우리나라의 지반재해중 상당수는 여름철 장마기간에 집중되고 있으며 이는 기상이변으로 인한 집중호우 같은 이상기후에 기인하는데 점차 그 수와 주기가 늘어나고 있는 추세이다. 유엔 산하 “기후변화에 관한 정부간 협의체(IPCC)”의 보고서에서는 향후 100년간 한반도의 평균기온이 약 6.4도 정도 점차 높아질 것이며 이로 인해 잦은 태풍과 기온상승으로 인한 수종의 황폐화를 예측하였는데, 산림의 회손으로 인해 산사태 같은 자연재해에 저항하는 수목의 자연억제력이 점차 줄어들 것임을 짐작케 하는 바이다.

따라서 본 연구는 산사태 등의 재해에 가장 큰 영향을 미치는 강우가 실제로 토질특성과 물리·역학적 메카니즘에 어떤 영향 정도를 갖는지를 정량적으로 분석하기 위해 우선 1차적으로 강우가 식생밀도에 따라 어느 정도 감소하여 토층에 흡수되는지를 조사하였으며 2차적으로 식생에 의해 실제 강우보다 줄어든 빗물이 토층 특성 중 어떤 특성을 변화시키는지 연구하였다. 연구지역은 강우조사의 편의를 위해 식생밀도부분은 대전지역에서 토질특성 변화부분은 지질조건이 서로 다른 3개 지역으로서 편마암류인 대전지역, 퇴적암류인 강원도 평창군지역, 그리고 화강암류인 전라북도 장수군지역의 시료를 이용하였다. 이들 지역에서는 2005~6년 여름에 집중호우가 있었으며, 특히 평창, 장수지역은 이로 인해 많은 산사태가 발생된 것으로 조사되었다. 강우에 따른 토질특성 변화 분석을 위해 시험용 토층시료를 채취하여 실내에서 토질시험을 실시하였고 토층의 물성과 공학특성 및 상관관계를 분석하였다.

## 2. 연구방법

우선 1차적으로 강우가 발생했을 때 토층에 흡수되는 양의 정도는 식생의 밀도나 종류에 의해 변화되기 마련이므로 연구지역에 강우량을 측정하는 기본 원리에 따른 측정기를 식생의 밀도와 종류에 따라 설치하였다. 그 중 식생의 종류에 따른 흡수량 변화정도를 알아보기 위해 비슷한 밀도의 침엽수, 활엽수, 혼효림으로 나누어 조사한 결과, 수종에 따른 차이가 그리 크지 않으나 활엽수와 혼효림이 상대적으로 강우에 대한 방어 효과가 큰 것으로 나타났다. 식생밀도의 경우는 여러 가지 조사방식이 있으나 하절기 잎이 무성할 때 3m×3m 넓이에 대한 나무의 하부 가지와 잎이 차지하는 넓이의 비로 표현하였으며, 이를 크게 4단계로 나누어 대표적인 장소에 강우량측정기를 설치하여 조사하였다. 이 결과 식생밀도에 따라 토층에 흡수될 수 있는 강우의 양에 분명한 차이가 있었으며 밀도비가 높은 경우 즉 식생이 많을수록 우산역할을 하여 토층에 침투하는 강우의 양이 줄어드는 현상을 나타냈다(Fig. 1). 그러나 2006년 7월 16일부터 18일 사이 대전의 경우 한 시간에 40mm이상의 집중호우가 지속적으로 발생하였으며 이 경우 식생의 우산효과가 현저히 감소하여 식생밀도의 영향이 줄어드는 것으로 조사되었다.

---

주요어 : 강우, 식생밀도, 토질특성

1) 충남대학교 토목공학과 (eoehehr@hanmail.net)

2) 한국지질자원연구원 지질환경재해연구부 (kks@kigam.re.kr)

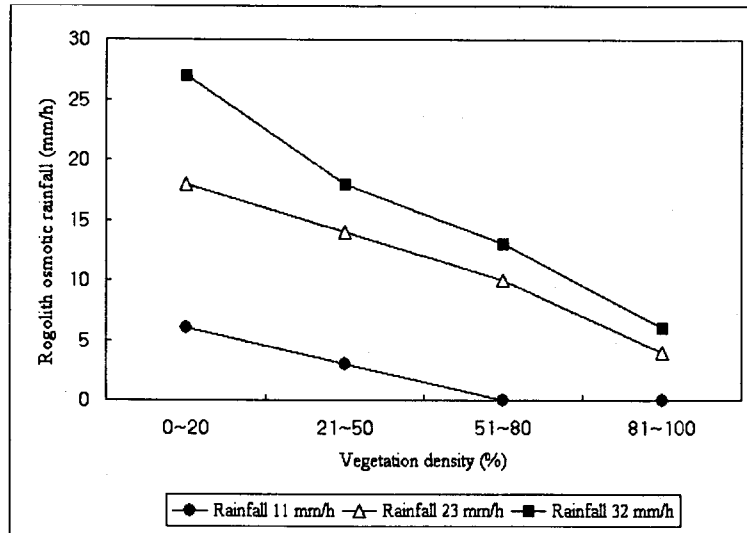


Fig. 1. Relationship between rogolith osmotic rainfall and vegetation density.

위의 방법에 의해 강우 시 실제 토층에 침투하는 강수량을 계산 할 수 있으므로 강우가 발생했을 때 토층에 흡수되는 양의 정도에 따라 변화하는 토질특성들을 파악하였다. 이론적으로 일반적인 물리적 공학적 토질특성의 경우 강우에 따라 그 물성 값이 변화하지 않지만 함수비, 포화도, 강도 등이 변화될 것인데, 강도의 경우를 제외하고는 실제 산사태 등의 재해에 직접적인 영향을 주지 않는다. 따라서 포화정도에 따라 변하는 특성 중 지반강도 저하를 판별하는데 도움이 될 수 있는 특성으로 흙의 유동성을 분석하는 실험을 따로 만들어 실시하였다. 실험방법은 시멘트 슬럼프 콘 실험을 응용하여 정해진 양의 시료에 강우강도에 맞추어 함수량을 증가시켜가며 퍼지는 정도를 측정 하였다.

따라서 강우에 따라 1차적으로 실제 표층에 흡수되는 빗물의 양을 계산하고 2차적으로 그 양에 따른 토질특성치중 변화폭이 큰 함수비, 포화도, 전단강도, 유동성 등을 판별할 수 있으므로 Fig. 2처럼 강우가 토질특성에 미치는 영향 정도를 계략적으로 분석 할 수 있을 것이다. 함수비, 포화도, 유동성의 경우는 강우가 클수록 증가하는 비례 관계이며 전단강도의 경우는 강우가 클수록 상대적으로 낮아지는 관계를 나타냈다. 또한 지질별 시료도 마찬가지로의 양상이었으나 평창지역이 다른 지역에 비해 상대적으로 강우에 의한 토질특성변화가 컸으며 장수지역의 경우는 다른 지역에 비해 식생밀도가 현저히 낮아 강우에 대한 영향이 컸을 것으로 분석 되었다.

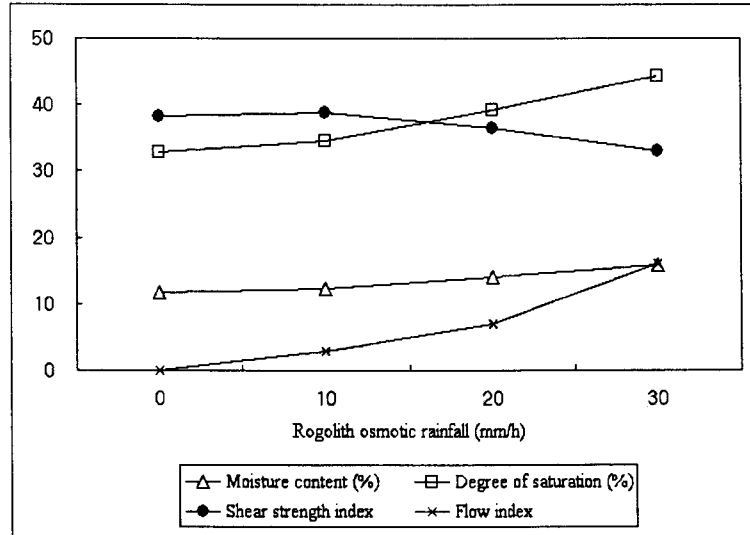


Fig. 2. Relationship between moisture content, degree of saturation, shear strength, flow index and rogolith osmotic rainfall in jang-su area.

### 3. 결론

1) 강우 시 수중에 따라 토층에 흡수하는 강우의 차이가 그리 크지 않으나 활엽수와 혼효림이 침엽수에 비해 상대적으로 강우에 대한 방어 효과가 다소 큰 것으로 나타났다. 이는 활엽수나 혼효림의 우산효과가 다소 높아 강우가 직접 표토에 닿는 양이 상대적으로 적기 때문일 것이다

2) 식생밀도에 따라 실제 강우와 토층에 흡수될 수 있는 강우의 양에 분명한 차이가 있었으며 밀도비가 높은 경우 우산효과가 훨씬 높아 토층에 침투하는 강우의 양이 줄어드는 현상을 나타냈다 그러나 강우강도가 높고 오래 지속되면 우산효과가 감소된다.

3) 일반적인 토질물성들은 강우에 의해 변하지 않으나 함수비, 포화도, 유동성 등은 강우와 비례적 관계에 있으며, 전단강도의 경우는 반비례 관계에 있었다. 이러한 상관관계는 조사지역 모두에서 유사한 경향성을 보였다.

4) 지질별 시료도 3)과 마찬가지로의 양상 이었으나 평창지역은 다른 지역에 비해 강우에 따른 토질특성변화가 컸으며 장수지역의 경우는 다른 지역에 비해 식생밀도가 낮아 표층침투강우량에 의한 영향이 다른 지역보다 컸을 것으로 분석 되었다.

### 참고문헌

환경부, 2006, 기후변화에 의한 한반도 영향 예측사례.