

투수포장 및 불투수포장에서의 토양생물 분포특성 연구

A Study on Characteristics of Soil Organism in Permeable and Impermeable Pavements

송거름수* · 박대근** · 차상섭*** · 심재국**** · 조윤호*****

Song, Keo Reum Soo · Park, Dae Geun · Cha, Sang Sub · Shim, Jae Kuk · Cho, Yoon-Ho

1. 서 론

근래에 들어 투수성 포장에 대해 많은 연구가 진행되고 있고, 실제로 도시지역 등에 도입되고 있다. 투수 포장의 경우 지중에 적당한 수분을 공급할 수 있고, 그 결과 토양생물의 서식환경을 조성하여 지중생태계 복원이 가능할 것으로 기대된다. 본 연구는 투수포장과 불투수포장 하부에 토양생물이 얼마나 서식하고 있는지 토양호흡, 미생물생체량, 효소 활성도 등 생물학적 실험을 통해 분석하였다. 또한 기존 불투수포장에 비해 투수포장으로 교체하였을 때 지중생태계에 어떤 변화가 있는지 분석하고자 하였다.

2. 포장단면 및 토양샘플 채취

투수포장 샘플채취 지점은 2009년 11월 서울시 도봉구 도봉동 누원초등학교 옆 차도에 시공된 틈새투수블록 포장으로 선정하였다. 불투수포장 샘플채취 지점은 약 300m 이격된 아스팔트 포장으로 선정하였다<그림 1>. 이후 투수포장 및 불투수포장이라 칭하겠다.

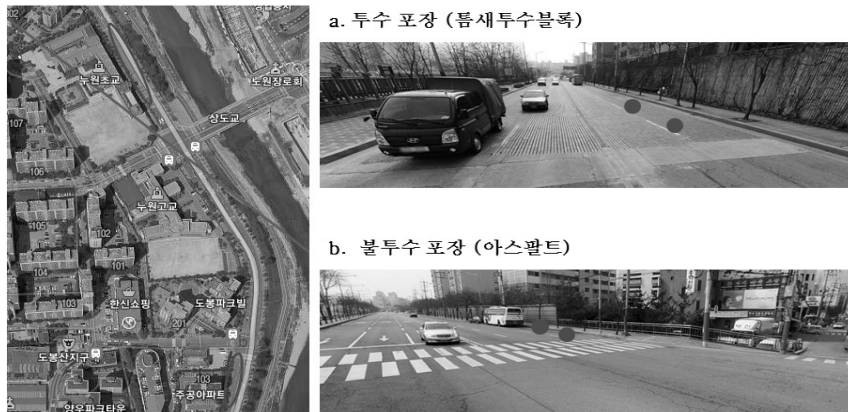


그림 1. 토양 샘플 채취 장소 (서울시 도봉구 누원 초등학교 인근)

- * 비회원 · 중앙대학교 토목공학과 석사과정(E-mail : reumsoo@naver.com)
- ** 비회원 · 서울특별시 도시교통본부 도로르네상스팀 박사과정(E-mail : dgpark@seoul.go.kr)
- *** 비회원 · 중앙대학교 생명과학과 박사과정(E-mail : sscha81@naver.com)
- **** 비회원 · 중앙대학교 생명과학과 교수 · 이학박사(E-mail : shimjk@cau.ac.kr)
- ***** 정회원 · 중앙대학교 건설환경공학과 교수 · 공학박사(E-mail : yhcho@cau.ac.kr)

이 두 지점은 아스팔트 포장 당시 비슷한 시점에 시공되어, 동일한 하부층을 지닌 곳으로서 판단하였다. 깊이별로 토양샘플을 채취하여 생물학적 분석을 진행하였다. 투수포장 및 불투수포장의 토양생물 분포특성을 파악하고, 어느 곳에 보다 많은 생물이 분포하고 있는지를 파악하였다.

샘플 채취 일자는 2010년 11월 1일로서 투수포장 시공 후 약 1년이 지난 시기였다. 포장 종류별로 2곳에서 샘플을 획득하였다. 그림 2는 투수포장 및 불투수포장의 단면이다. 투수포장의 블록두께와 불투수포장의 아스팔트층 두께는 25cm였다. 투수포장의 경우 그 아래에 지오텍스타일 및 지오그리드로 보강되어 있었고, 그 위로 5cm의 석분이 있었다. 그 밑으로는 혼합골재로 이루어진 보조기층과 노상 또는 원지반으로 판단되는 층으로 구성되어 있었다. 투수포장 시공시 아스팔트 층만 걷어내고 보조기층 이하로는 제거하거나 교체하지 않고 그대로 사용하였다. 때문에 층별 두께는 조금씩 차이는 있으나, 같은 시기의 보조기층 및 노상이라 판단할 수 있었다.

동일한 깊이에서의 토양생물분포를 파악하기 위해 표면에서부터 깊이를 보조기층에서 2개, 노상에서 2개 범위를 선정하였다. 그리고 각 범위별 각각 10cm씩 샘플을 채취하였다.

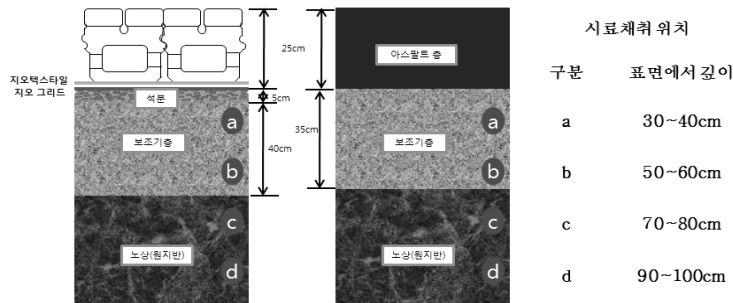


그림 2. 투수포장(좌) 및 불투수포장(우)의 단면, 샘플채취 깊이

그림 3에서 보여지듯이 토양샘플 채취절차는 표면을 철거하고, 장비를 활용하여 땅을 파 깊이별로 샘플을 채취한 후 복구하는 순서로 진행하였다. 투수포장의 경우 블록의 형태가 특이하고, 해체 및 복구간 별도의 기술이 필요하여 해당 시공업체 기술자의 지원을 받았다. 불투수포장의 경우 서울시 도로보수전담반을 통해 철거하였고, 아스팔트 혼합물로 보수작업을 실시하였다.

표층을 철거한 후에는 토양 샘플은 수분이 증발되는 것을 방지하기 위하여 비닐팩을 활용하여, 각각 500g~1,000g의 샘플을 수집하였다.

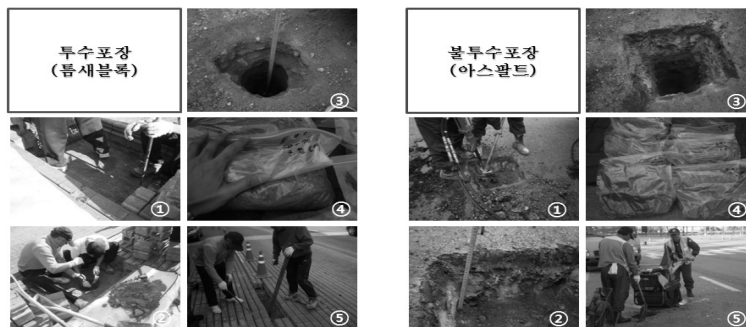


그림 3. 토양샘플 채취절차

3. 토양생물 분석 실험

토양생물을 분석하기 위하여 토양 함수량을 측정한 후 7개의 실내실험을 실시하였다. 표 1은 토양생물 분석을 위하여 실시한 실험목록이다. 호흡 및 미생물생체량은 일정량의 시료 내에서 발생하는 미생물의 호흡을 수집하여 측정하는 방법으로 미생물의 측정지표로 활용된다. 또한 탈수소 효소(Dehydrogenase)는 대사물질의 산화 반응을 측정하기 위한 지표이고, 우레아제 효소(Urease)는 분해효소로서 미생물·동물 위점액·식물 등에 존재하는 물질이다.

표 1. 토양생물 분석 실험

실험구분	목적	측정방법
Soil respiration (토양호흡)	토양생물 활동 지표	일정시간 동안 발생하는 유리병 내 CO ₂ 량 측정
토양 유기물 함량	토양 내 유기물 함량 비율 (토양생물 에너지원)	전기로 작열 손실율
Microbial biomass C (미생물 생체량 C)	토양내 존재하는 미생물 양	CO ₂ 량 측정 및 환산
Microbial biomass N (미생물 생체량 N)	토양내 존재하는 미생물 양	흡광도 측정 (일정영역의 빛을 흡수한 정도)
Dehydrogenase activity (탈수소효소 활성도)	효소 활성도 조사 (미생물 활성 지표)	흡광도 측정
Urease activity (우레아제 효소 활성도)	효소 활성도 조사	흡광도 측정
토양 동물 추출	토양내 동물수 조사	현미경 관찰

4. 실험결과

토양의 함수량은 그림 4와 같이 큰 차이는 없으나 노상이 보조기층에 비해 약 2%정도 높음을 알 수 있었다. 투수포장과 불투수포장을 비교하였을 때 투수포장의 함수량이 다소 높았다.

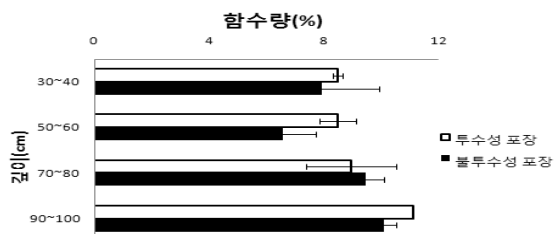


그림 4. 포장 종류별 · 깊이별 토양 함수량

토양호흡, 유기물함량, 미생물생체량 C·N, 탈수소효소 활성도, 우레아제효소 활성도는 결과는 그림 5와 같이 나타내었다. 토양생물은 검출되지 않았다.

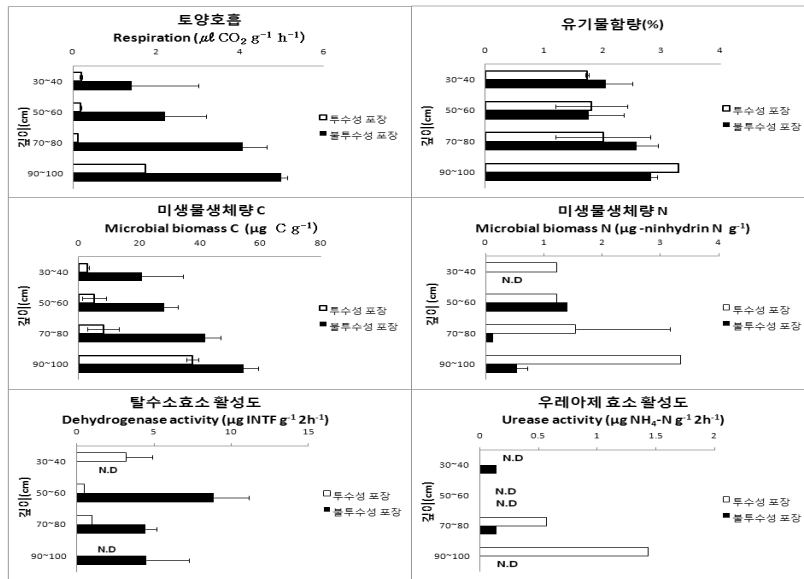


그림 5. 토양생물 분석 결과

토양호흡, 미생물생체량 C는 깊이별로 증가하였고, 불투수포장이 더 높게 측정되었다. 유기물함량은 포장형태에 따른 차이는 깊이마다 틀렸으나, 깊어질수록 증가하는 추세였다. 미생물생체량 N은 50~60cm 구간에서는 불투수포장이 높으나, 다른 깊이에서는 투수포장이 더 높았다. 탈수소효소 활성도의 경우 불투수포장의 경우 30~40cm 구간에서 검출되지 않았으나, 다른 깊이에서는 투수포장에 비해 더 높은 결과를 얻었다. 우레아제효소 활성도는 50~60cm 구간에서는 다 검출되지 않았고, 70cm 이하에서는 투수포장이 불투수포장에 비해 더 높은 경향을 보였다.

본 실험의 결과와 비교하기 표 2와 같이 류세한(2010)의 실험결과를 인용하였다. 경북 안동군 풍천면 광덕동 일대에서 채취한 토양 샘플의 실험 데이터로써 토양은 낙엽층과 부식토층을 제거한 후 깊이 15cm 정도의 표층 토양을 채취하여 실험에 사용하였다.

표 2. 토양내 미생물량과 효소활성 (류세한 외 3인, 2010)

실험구분	비사문암질 토양
미생물생체량 Microbial biomass C ($\mu\text{g g}^{-1}$)	746 ± 91
미생물생체량 Microbial biomass N ($\mu\text{g g}^{-1}$)	13.2 ± 7.9
우레아제효소 활성도 Urease ($\mu\text{g NH}_4\text{-N g}^{-1} \text{ 2h}^{-1}$)	502.8 ± 164.2
탈수소효소 활성도 DHG* ($\mu\text{g INTF g}^{-1} \text{ 2h}^{-1}$)	129.3 ± 21.1

투수포장 및 불투수포장의 30~40cm에 해당하는 실험결과와 비교해 보았을 때 미생물생체량 C의 경우 각각 0.39%, 2.82% 로, 미생물생체량 N의 경우 각각 9.23%, 0% 수준으로 나타났다. 또한 우레아제효소 활성도의 경우 각각 0%, 0.03% 로, 탈수소효소 활성도의 경우 각각 2.46%, 0% 수준으로 나타났다.

5. 결론 및 향후연구 방향

토양생물 분포특성은 전체적으로 깊이가 깊어질수록 높아지며, 이는 함수량 및 토질에 의한 것으로 판단된다. 실험항목별로 결과가 상이하어 토양생물 분포에 특별한 경향이 없어, 투수포장과 불투수포장 중 어디에 토양생물이 많이 있는지는 알 수 없었다. 다만 산악지역에 비교하였을 때 그 정도는 없거나 미소하였다. 그 이유는 쇄석층의 다짐 등 도로 밑 토양환경이 미생물의 서식에 적당하지가 않거나 추운 날씨 등의 영향인 것으로 추정된다.

이번 연구는 한 지역에 국한된 연구결과로써 향후 투수포장이 적용된 다양한 지역 및 날씨에 해당하는 토양생물 분포형태를 추가적으로 분석해야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 서울특별시에서 지원하는 「친환경 투수블록 포장 시험시공 및 개선방안 도출용역」 연구 사업을 통해 이루어진 것으로 본 연구를 가능하도록 도와주신 관계자 분들께 감사드립니다.

참고 문헌

- [1] 류새한, 김정명, 차상섭, 심제국. “안동 사문암지대의 중금속 함유 낙엽의 분해”, 한국 환경생태학회지, 24권, pp.426~435, 2010