

쓰레기 매립지 침출수가 이태리 포플러의 생장에 미치는 효과

우수영¹, 김판기², 이동섭¹, 김동근¹, 권오규¹, 배관호¹

¹상주대학교 농과대학 산림자원학과, ²서울대학교 농업생명과학대학 농업생명과학공동기기센터

Effects of Waste Leachate in the Landfill on the Growth of *Populus euramericana*

Su-Young Woo¹, Pan-Gi Kim², Dong-Sup Lee¹, Dong-Geun Kim¹, Oh-Kyu Kwon¹, and Kwan-ho Bae¹

¹Department of Forest Resources, College of Agriculture, Sangju National University; ²National Instrumentation Center for Environmental Management, Seoul National University

1. 서론

쓰레기를 매립한 후 매립장에서 유출되는 침출수는 높은 생물학적 산소요구량(Biological Oxygen Demand: BOD)으로 인해서 지하수 오염과 더불어서 식생에도 부정적인 영향을 줄 수 있다. 더욱이 산업쓰레기에는 중금속이 다량 들어 있어서 침출수의 집적, 유출로 인해서 토양을 오염시켜 생태계를 위협하고 있다(정종관과 장원, 1995). 반면에 침출수에는 암모늄태와 질산태 질소성분이 다량 함유되어 있어서 수목의 생장에 부정적인 영향뿐만 아니라 이들이 비료로서 작용할 수도 있다는 가능성이 있다(Harrison, 1996; Environmental Health Perspectives, 1995).

이 연구의 목적은 쓰레기 매립장에서 유출되는 침출수가 이태리포플러 생장에 미치는 영향을 조사하여, 쓰레기 침출수를 양료로 공급하는 가능성 여부와 효과를 검토하여, 쓰레기 매립 때문에 발생하는 침출수를 수목을 이용해서 줄일 수 있는 식생적인 방법을 개발하는 데 자료를 제공하는 것이다.

2. 재료 및 방법

2.1. 이태리포플러 묘목

이태리포플러(*Populus euramericana*) 묘목은 임업연구원 육종부의 수원 채수포에서 채취한 삽수를 삽목해서 키운 1년생을 직경 38cm의 화분에 식재하여 실험에 사용하였다. 화분 속의 배양 흙은 모래와 황토를 1:1(V/V)로 혼합한 것을 이용하였다. 실험이 끝난 후 수확을 하여 80°C에서 72시간 중량의 변동이 없을 때까지 건조하여 biomass(건중량)을 조사하였다.

2.2. 침출수 처리

침출수는 경상북도 상주시 화서 쓰레기 매립지에서 실험에 필요할 때마다 채취하여 사용하였다. 침출수의 pH는 7.9정도이고 수돗물보다는 pH값이 높았지만 방류 허용치보다는 그 값이 낮았다. 침출수는 희석하여 침출수 원액(100% leachate), 50% 희석(50% leachate), 75% 희석(25% leachate), 대조구(control)로 구분하여 관수하였다. 대조구는 수돗물을 사용하여 관수하였다.

2.3. 생장, 광합성 능력

정기적으로 수고 생장을 측정하였고 광합성능력은 정기적으로 Li-Cor 6400으로 측정하여 비교하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 수고 성장

침출수 관수 후 이태리포플러는 수고생장이 침출수 원액을 관수했을 때 다른 처리구보다 생장이 좋았다(Fig. 1). 이것은 아마도 침출수가 일시적으로나마 양료의 역할을 했을 가능성이 있다. 일반적으로 쓰레기 매립지에서 발생하는 침출수는 수목의 성장과 인근 하천의 생태계에 나쁜 영향을 미친다는 사실과는 다른 결과라고 할 수 있다. 특히 수돗물로 관수한 control은 다른 어느 처리구보다 수고 생장이 좋지 않았다.

침출수의 높은 농도 질소성분이 수목의 수고생장을 촉진했을 가능성이 있다. 실제로 산업쓰레기 매립지에서 나오는 침출수는 산업쓰레기의 속성상 유해 중금속이 다량 함유되어 있어서 성장저해제로 작용을 할 수 있다. 중금속이 뿌리를 통해서 흡수되어 식물 조직에 잔류하고 혹은 고농도의 카드뮴성분이 뿌리의 성장을 저해할 수도 있다(McNeiely, 1994). 그러나 여기서 사용한 생활, 위생 쓰레기 매립지 침출수에는 중금속이 별로 포함되어 있지 않기 때문에 고농도의 질소함량이 수목의 입장에서는 일시적으로 양료 역할을 했다고 볼 수도 있다(Nutter and Red, 1986).

이 실험에서 사용한 침출수의 경우, 알루미늄 농도가 방류허용치보다는 약간 높게 나타나긴 했지만 수목 성장에 유해하게 작용할 수 있는 카드뮴, 크롬, 비소 같은 중금속 농도가 법적 방류허용치와 비교할 때 비슷하거나 낮기 때문에 침출수의 질소 성분이 수목 성장에 도움이 되었을 가능성이 있다. Cureton *et al.*(1991)은 잡종포플러(*Populus nigra x maximowiczii*) 묘목을 침출수로 관수했을 때 수고와 근원경 생장이 촉진되었다는 보고를 하였다. 일반적으로 고농도의 침출수는 높은 BOD와 NO_3^- 때문에 수목의 성장을 저해한다고 알려져 있다. 침출수가 인근 하천으로 유입되면 지하수를 오염시킨다고 하는 것도 이와 같은 이유에서이다. 그러나 이 연구 결과에서는 침출수 농도가 증가할수록 이태리 포플러 수고 생장이 촉진된 것을 보여준다.

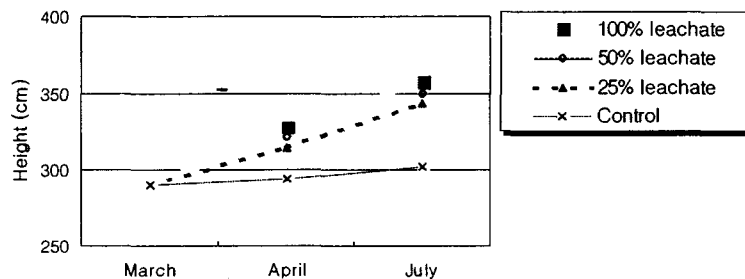


Fig. 1 Height growth changes of *Populus euramericana* on four different leachate treatments.

3.2. 물질 생산량

물질생산량을 침출수 관수 후 조사해본 결과 수고성장 결과처럼 침출수 처리를 하여 관수한 처리구에서의 물질 생산량이 수돗물을 관수한 처리구보다 좋았다(Fig. 2). 특히, 이태리 포플러의 경우 줄기의 건물질 생장이 다른 부분보다 침출수 원액에 의해서 생장이 촉진된 것을 알 수 있다. 이태리 포플러의 경우 침출수를 관수한지 3개월 정도가 지난 수확시기에는(7월) 모든 실험구에서 잎이 떨어지는 현상이 나타났고 잎 마름병이 발생하는 경향이 있어서 살충제를 한번 살포하였다. 이것이 침출수에 의한 독성때문인 것 같지는 않지만 침출수 처리를 1년 하고 그 다음해에도 같은 침출수 처리를 하면 원인을 확실하게 알 수 있을 것이다.

물질생산량 또한 수고가 영향을 받아서 침출수를 관수한 포플러의 경우 수돗물을 관수한 경우보다 많았음을 나타내어 침출수가 물질생산량의 측면에서도 긍정적으로 작용하는 것 같다. 수목

이 스트레스를 받으면 호흡작용이 증가하여 지하부로 분배되는 탄수화물의 양이 줄어들어 뿌리의 생장이 저해되어 건중량이 감소한다(Mooney and Winner, 1994). 그래서 스트레스를 받은 수목은 물질생산량 중에서 뿌리부분의 감소가 현저하게 나타나는데 여기서는 뿌리부분인 지하부의 생장이 그렇게 많이 감소하지 않은 것으로 보여 침출수가 오염원으로서 지하부의 생장에 스트레스를 준 것 같지는 않다.

포플러는 뿌리가 천근성이기 때문에 쓰레기 매립지의 조림용으로 적당하다고 할 수 있다. 매립지는 쓰레기 유기물의 증가로 인하여 항상 산소부족 현상이 일어나기 때문이다. 포플러의 경우는 천근성 수종이고 뿌리가 땅속 깊이 들어가지 않기 때문에 유기물의 분해로 인한 산소가 부족한 표토 근처에서도 생장이 잘 유지되는 생태적인 특징이 있기 때문이다(Gilman, 1989).

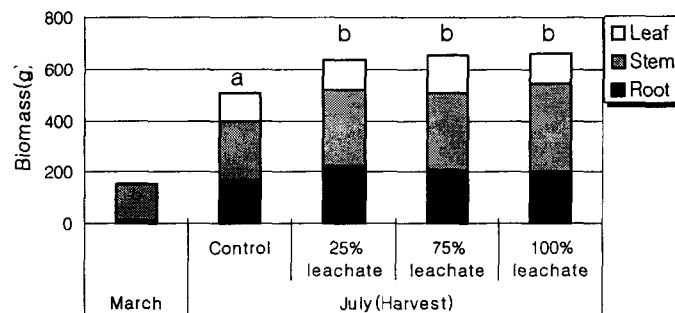


Fig. 2 Biomass changes of *Populus euramericana* on four different leachate treatments. Bars followed by different letters were statistically different at the 5% significant level.

3.3. 광합성능력

물질생산량과 밀접한 관계가 있는 광합성능력 결과 또한 수고, 근원경 생장의 결과와 비슷한 경향을 보였다. 수돗물을 관수한 처리구보다 침출수 원액을 주거나, 희석을 했을 경우가 광합성능력이 높음을 보여준다(Fig. 3). 특히 침출수 원액을 관수 했을 때는 유난히 높은 광합성능력을 이태리 포플러의 경우 보여 주었다.

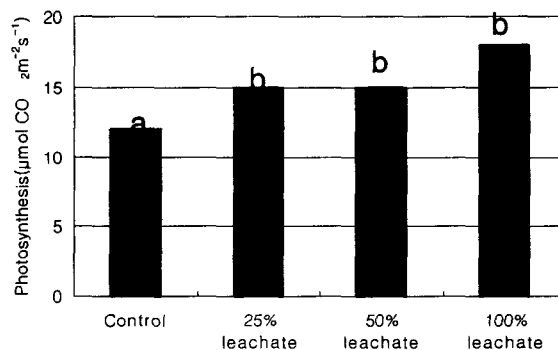


Fig. 3 Photosynthetic capacity of *Populus euramericana* on four different leachate treatments. Bars followed by different letters were statistically different at the 5% significant level.

토양이 침출수의 독성을 완충해 주었을 수 있고, 침출수의 높은 질소성분이 비료의 역할을 했을 가능성이 있다(Nutter and Red, 1986). 산업쓰레기의 침출수는 많은 중금속의 축적으로 수목의 광합성을 저해할 수 있지만(Cureton *et al.*, 1991) 여기서 사용한 침출수는 생활 쓰레기 매립지에서 유출된 것이어서 중금속 성분이 거의 검출되지 않는 것이 보통이다(환경부, 1998). 이것이 아마도 침출수가 수목의 생장에 긍정적으로 작용한 것으로 짐작된다.

포플러를 통해서 유해한 침출수를 제거하고자 하는 시도는 이전에 구영본 등(1998)에 의해서 시도되었다. 몇 가지 포플러와 같은 속성수를 이용해서 증산량과 침출수 흡수, 제거량을 추정해서 매립지의 조립수증으로의 가능성을 제시해주었다. 위에서 얻은 결과는 이태리 포플러를 쓰레기 매립지 주변의 조립 수종으로 추천할 수 있음을 시사해 준다.

사사

이태리 포플러 묘목을 정성스럽게 삼목하여 제공하여 주시고 많은 조언을 해 주신 임업연구원 육종부의 구영본 박사님 및 연구실원 여러분께 진심으로 감사드립니다. 결과 분석에 도움을 주신 서울대학교 NICEM의 박은우 소장님께 감사드립니다.

인용문헌

구영본, 노의래, 우수영, 이성규, 1998: 포플러를 이용한 쓰레기 매립지의 녹화 및 침출수 처리. 포플러 15: 19-29.

정종관, 장원, 1995: 쓰레기 매립지 침출수 거동 예측평가 연구. 환경영향평가 4(1):9-15.

환경부, 1998: 환경통계연감. 환경부. 서울 p646.

Cureton, P. M., P. H. Groenevelt and R. A. McBride, 1991: Landfill leachate recirculation: Effects on vegetation vigor and clay surface cover infiltration. Journal of Environmental Quality 20:17-24.

Environmental Health Perspectives, 1995: Absorbing Possibilities: Phytoremediation. Web site. [http://ehpnet1.niehs.nih.gov/docs/1995/103\(12\):Inovations.1](http://ehpnet1.niehs.nih.gov/docs/1995/103(12):Inovations.1).

Gilman, E. F., 1989: Tree root depth relative to landfill tolerance. Hortsci. 24(5): 857.

McNeiely, T., 1994: Soil mineral stresses. Springer-Verlag press. New York. pp218.

Mooney, H. A. and Winner W. E., 1994: Partitioning responses of plants to ozone stress. In : Mooney, H. A, W. E. Winner and E. J. Pell (Eds.) Response of plants to multiple stresses. New York, Academic press Inc. p129-141.

Nutter, W. L. and J. T. Red, 1986: Future directions: Forest Wastewater application. In Cole D. W., C. L. Henry and W. L. Nutter (Eds). The forest alternative for treatments and utilization of municipal and industrial waste 55-69. U. of Washington Press. Seattle.