



황화현상 피해확산

밀원자원인 아까시나무 숲의 쇠퇴방지과 건강성 증진연구 < 2년차 ('05년 - '06년) 연구결과>

1차년도 연구결과를 바탕으로 아까시나무 피해지인 대구시 앞산과 건전지 팔공산 아까시나무림을 대상으로 선정하여 식생환경, 토양환경, 성장환경에 대해 조사하여 아까시나무 고사에 대한 직접적 원인 규명을 시도하였다.

1. 연구방법

1) 식생환경

식생환경을 파악하기 위하여 두개의 대표되는 조사구(10×10m)에 대하여 매목조사를 실시하였다. 매목조사는 직경 6cm이상의 교목성 수종에 대하여 흉고직경, 수고, 개체목의 위치, 수관폭 등을 조사하였으며, 개체목의 성장변화를 파악하기 위하여 대표되는 개체목의 연륜심을 채취하였다. 군집의 밀도와 각 개체들 간의 경쟁관계를 파악하기 위하여 야외에서 조사된 인자들로 수관투영도와 입면도를 작성하였으며, 치수공급 상태 및 주요 개체목의 경년변화를 통하여 군락의 성립기작 등에 대해 분석하였다. 채취한 연륜심은 정밀연륜 분석기를 통하여 연간 성장량 0.01mm 단위까지 측정하여 성장에 대한 연륜 정보를 분석하였다.



2) 토양환경

토양환경을 조사하기 위하여 먼저 산림청(1995)의 산림입지조사 요령에 의거하여 토양단면조사 및 입지환경조사를 실시하였다. 입지환경조사는 모암, 표고, 경사, 지형, 기후대, 방위, 경사형태, 풍화정도, 퇴적양식, 토양배수, 풍노출도, 침식상태와 암석 노출도를 조사하였다. 토양단면조사는 토양층계, 토심, 유기물, 토성, 구조, 토색, 석력함량, 건습도, 군사 및 균근과 식물근 형태를 조사하였다. 뿌리시료는 100cc 용적의 토양채취용 원통(core)을 사용하여 측정하였으며 105℃에서 6시간 건조 후 뿌리와 토양을 분리하여 세균의 양을 조사하였다. 뿌리혹박테리아의 개체량은 각 뿌리에 존재하는 뿌리혹박테리아의 개수를 측정하고 그 길이와 뿌리혹박테리아의 건전도를 조사하였다.

3) 성장환경

(1) 수간석해에 의한 방법

피해목의 성장환경을 조사하기 위하여 수간석해 분석방법을 이용하였다. 수간석해는 단목(單

木)의 성장과정에 관한 정보를 단기간 내에 가장 신속하고 정확하게 파악함은 물론 미래의 성장을 추정하는데 널리 이용되는 방법이다.

- ① 흉고직경 및 단면적 성장
- ② 수고성장
- ③ 재적성장
- ④ 수간석해도 작성

(2) 피해목과 건전목의 성장차이 분석

앞에서 분석되는 수간석해의 경우에는 흉고직경 및 재적의 연년생장량과 총평균성장량 계산이 5년 단위의 연륜폭에 의해 계산되어진다. 따라서 보다 정확한 성장정보를 파악하기 위하여 채취된 수간석해용 원판(1.2m)을 이용하여 피해목과 건전목의 성장을 도식화 하여 성장관련정보(연년생장량, 평균성장량)를 서로 비교·분석한다.

2. 연구결과

1) 식생환경 원인규명

종 구성적인 측면에서 두 조사지는 양지 건조지의 입지를 특징 짓은 줄딸기, 철쭉꽃, 주름조개풀, 산딸기, 조록사리, 큰기름새 등의 우점도가 높게 나타나 두 조사지간에 종구성의 차이가 뚜렷하게 나타나지는 않았다.

우리나라의 경우 아까시나무 조림지는 입지조건에 따라 졸참나무, 굴참나무, 갈참나무, 상수리나무 등의 참나무류와 중용수 또는 음수성 수종인 물푸레나무, 개벚나무, 귀룽나무, 느티나무, 층층나무, 당단풍나무, 비목, 산벚나무, 서어나무 등의 혼효림으로 천이해 갈 것으로 예측할 수 있었다.

현재 우리나라의 아까시나무림은 30~40년생의 성목(成木)들로 구성된 임분으로 타 활엽수종들과의 경쟁을 통한 천이가 이루어지는 시점에 있으며, 본 조사지에서도 인접 임분인 소나무림과 굴참나무림 등이 위치하여 인접임분으로의 이입이 어렵거나, 활엽수종과의 경쟁에서 아까시나무가 피압 되는 양상을 나타내고 있었다.

임분구조를 분석한 결과 두 조사지 모두에서 복층림을 나타내고 있었으나, 팔공산의 경쟁 임분에서는 그 밀도가 낮아 종내경쟁이 심하게 나타나지 않은 반면 앞산의 피해지 임분에서는 밀도가 높고 상층에서 경쟁이 심하게 나타나고 있었다. 또한 팔공산의 조사지에서는 gap주변으로 치묘와 치수가 출현하였으나, 앞산의 피해지에서는 치묘와 치수가 출현하지 않아 앞산 피해지의 임분 밀도가 상당히 높다는 것을 잘 대변하고 있었다.

주요 개체목의 성장패턴분석은 두 조사지에서 생육하고 있는 개체목의 생육경향이 다르게 나타남을 대변하여 주었다. 팔공산의 건전임분은 일정한 패턴을 지속적으로 유지하고 있으나, 앞산의 피해지 임분에서 개체목의 생장은 20년 전후로 하여 급격하게 성장량이 감소하는 경향이 있었다.

식생환경을 통한 아까시나무의 피해지와 건전임지를 분석한 결과 현재 우리나라 대부분의 조림된 아까시나무는 거의 쇠퇴기에 달하여 있으며, 25년 전후로 하여 그 생육밀도가 높아져 종간 또는 종내 경쟁으로 인한 수세약화로 황화와 조기낙엽이 발생된 것으로 추정할 수 있었다.

2) 토양환경 원인규명

일반적으로 아까시나무는 햇빛을 좋아하는 양수이며 영양분에 대한 요구는 많지 않은 편이지만 토양이 견고하지 않고 공기가 잘 통하는 따뜻한 토양을 좋아하며, pH에 대한 적응 범위는 비교적 넓은 편이며 알카리에서 산성으로 갈수록 좋아하는 경향이 있다. 토양이 경연(硬軟)하고 알맞은 습도를 가진 사양토에서 좋은 생장을 보이고 척박지에서도 잘 자란다.

아까시나무 피해지의 경우, 토양단면의 발달이 건전지보다 좋았으며 토양의 물리적 특성에서는 토성, 고상비율, 수분함량에서 차이를 보였으며, 토양의 화학적 특성에서는 토양 pH, 유기물의 함량, 탄질율과 양이온치환용량에서 건전지의 경우와 차이점을 나타내었다.

한편, 다른 양분조건은 유사하였고 아까시나무는 일반적으로 *Rhizobium* 질소고정균과 공생하면서 공기 중의 질소를 고정하는데, 피해지와 건전지의 질소의 함량은 거의 차이가 없었다. 따라서 토양의 이화학적 특성보다는 입지환경의 차이와 일차적인 아까시나무의 역할이 이 같은 황화현상의 한 원인이라 판단된다. 더불어 임목밀도가 높아 개체목간의 광 경쟁이 치열해져 지면서 황화와 조기낙엽이 발생된 것으로 판단되지만 좀 더 깊고 광범위한 연구가 수반되어야 할 것으로 생각된다.

콩과식물에 있어서 가장 큰 역할을 하는 근류균 형성은 엽면적 성장에서 가장 높은 상관성이 있다고 보고되고 있는데 건전지의 뿌리의 량과 뿌리혹박테리아의 수에서 정의 상관관계를 보이는 것으로 보아 개체목의 건전도가 근류의 형성에 주는 영향이 아주 높은 것으로 판단된다.

본 조사지의 아까시나무림의 피해지에서는 뿌리의 활력과 더불어 뿌리혹박테리아의 수도 건전지 보다 급격히 줄어든 것을 알 수 있었으며 이 같은 현상은 아까시나무의 수세가 떨어짐으로써 수목의 하부생태계인 뿌리에서도 같은 현상이 나타나는 것으로 판단된다.

3) 성장환경 원인규명

아까시나무 피해지의 피해고사목에 대한 수간석해 분석 결과 15년에서 20년생 전후로 하여 급격하게 수고·직경·재적생장량이 감소하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 일반적으로 우리나라에 조림 식재된 아까시나무는 20년을 기점으로 하여 수세가 급격히 감소하여 40년에 이르러 성장력이 심하게 떨어져 고사되는 것으로 보인다. 특히, 초기생장의 경우 피해목과 건전목의 성장에는 큰 차이를 보이지 않았으나 약 25년 이후에는 피해목의 생장이 건전지의 성장보다도 훨씬 둔화되는 것으로 보아 경쟁입분의 임분밀도가 주요한 고사 원인으로 판단되며, 급격한 환경변화(예를 들어 병해충에 의한 피해고사)에 의한 피해라기보다는 생리적 수명이 쇠퇴기에 근접하여 종내경쟁과 같은 환경 인자에 의한 수세약화로 인한 대량 고사기에 접어들고 있어서 황화와 조기낙엽이 발생된 것으로 판단된다.

3. 종합 결론

우리나라 아까시나무림은 1999년도부터 동해안 지역을 중심으로 번지기 시작했던 잎의 황화현상이 2003년, 2004년, 2005년에 전국적 규모로 심하게 일어났으며 2006년에는 경기 충청지역에 극심하게 발생하였다. 뿐만 아니라 2004년과 2005년도에는 아까시나무 잎혹파리가 대면적으로 확대 발생하였고 흰가루병이 만연했으며 피해 받은 나무가 다시 살아나는 것도 있었으나

2006년도에는 작년에 피해 받은 많은 아까시나무가 집단으로 고사하는 상황에 이르게 되었다.

1차년도의 연구결과 우리나라 아까시나무의 쇠퇴현상의 원인은 크게 두 가지로 추정 되고 있다. 하나는 아까시나무의 생리적인 적응성의 감퇴와 생육환경의 악화로 인한 아까시나무 자체의 쇠퇴에 의한 것으로 보는 것과 또 하나는 외부 병원균의 침입에 의한 병해로 볼 수 있다고 추정하였다. 연구결과 나타난 것처럼 아까시나무에서 탄저병원균이 발견되고 시험관에서 그 병원균을 배양하여 아까시나무에 재접종한 결과 병징이 나타났지만 그 결과만 가지고 병해에 의한 것으로 확정하기가 쉽지 않았다. 탄저병원균들이 주변의 다른 임목이나 관목에서도 발견된 점과 작년에 피해를 입었던 나무들이 지역에 따라 상당부분 다시 재생되고 있는 것을 관찰해 볼 때 지속적인 조사가 필요하다고 결론을 지었다.

아까시나무의 제2 원산지라고 할 수 있는 헝가리와 불가리아 등에서도 생리적 적응성의 감퇴 현상과 생육환경 악화에 의한 아까시나무림의 집단 고사림이 보고되고 있을 것을 참고한다면 우리나라 아까시나무림에 대해서도 심도 있는 연구관찰이 필요하다고 결론지었다.

2차년도의 연구내용은 건전목과 피해목에 대한 식생환경, 토양환경, 성장환경에 대해 조사 하였다. 식생환경 조사 결과 아까시나무 조림지는 입지조건에 따라 졸참나무, 굴참나무, 갈참나무, 상수리나무 등의 참나무류와 중용수 또는 음수성 수종인 물푸레나무, 개벚나무, 귀룽나무, 느티나무, 층층나무, 당단풍나무, 비목, 산벚나무, 서어나무 등의 혼효림으로 천이해 가는 것으로 예측할 수 있었다. 현재 우리나라의 아까시나무림은 30~40년생의 성목(成木)들로 구성된 임분으로 타 활엽수종들과의 경쟁을 통한 천이가 이루어지는 시점에 있으며, 본 조사지에서도 인접 임분인 소나무림과 굴참나무림 등이 위치하여 인접인분으로의 이입이 어렵거나, 활엽수종과의 경쟁에서 피압 되는 양상을 나타내고 있었다. 피해지와 건전지간에 식생환경은 별 차이가 없었으며 단지 피해지의 임목의 생장은 수령 20년이 넘으면 급격하게 감소함을 보여주고 있었다.

토양환경에 분석에 있어서도 피해지와 건전지간에 특별한 차이점은 발견되지 않았으나 단지 뿌리혹 박테리아의 수는 피해지가 건전지의 1/5 수준에 미치지 못할 정도로 그 양이 적게 나타났다. 성장특성 조사에서는 건전목과 피해목의 수간석해 분석 결과 ① 건전목에서 42년생 이후 생장이 급격하게 둔화되어 45년 이후에는 거의 생장이 이루어지지 않았다. ② 초기성장에서는 연구대상지인 앞산 피해목과 팔공산 건전지에서의 성장에는 큰 차이를 보이지 않고 있으나, 27년 이후에는 피해목의 생장이 건전지의 성장보다도 훨씬 둔화됨을 알 수 있었다. 이러한 결과는 식생요인의 결과에서와 같이 팔공산 건전지의 경우에는 경쟁 임분에서는 그 밀도가 낮아 종내 경쟁이 심하게 나타나지 않은 반면 앞산의 피해지 임분에서는 밀도가 높고 경쟁이 심하게 나타나고 있음을 보여주는 결과라 할 수 있다.

마지막으로 성장환경적 측면에서 황화현상의 원인은 명확하게 규명할 수는 없으나, 피해목의 경우에는 건전목과는 달리 25년까지 건전목과 비교하여 생장이 양호한 편이었으나 이후 생장이 서서히 둔화되면서 40년 이후 고사한 것으로 보인다. 따라서 이러한 아까시나무의 고사 원인은 급격한 환경변화(예를 들어 병해충에 의한 피해고사)에 의한 피해라기보다는 생리적 수명이 쇠퇴기에 근접하여 종내경쟁과 같은 환경 인자에 의한 수세약화로 인한 황화와 조기낙엽이 발생된 것으로 추정되었다.

앞으로 3년차의 연구결과를 종합적으로 판단하여 아까시나무림의 고사원인과 그 대책에 대해 정확한 결론을 내릴 수 있으리라 기대된다.