

대기오염에 의한 여천지역의 삼림군집 변화

순천대학 임학과
教授 김 준 선

I. 머리말

우리나라 전 국토의 66%를 차지하고 있는 삼림은 목재생산의 경제적기능뿐 아니라 국토보전 수원함양 대기정화 보건휴양등의 공익적기능을 발휘하여 인간생활환경을 풍요롭게 하는 귀중한 자연자원의 하나이다. 삼림은 토지위에 주로 나무들이 모여 이루어진 하나의 생물사회이며 그 안에서 각종 동물, 식물, 미생물이 상호 작용하면서 시간이 흐를수록 보다 안정된 생활환경을 이루며 발달해 간다. 이는 곧 천이라고 불리우며 이러한 생태적천이는 생태계내부에서 이루어 지는 생물적 요인인 자발적과정 (Autogenic Process)와 생태계외부에서 가해지는 무생물적 요인인 타발적과정 (Allogenic Process)에 의해 결정된다. 삼림의 천이는 농경지 초치와는 달리 타발적과정보다는 자발적과정이 더 지배적이며 타발적과정이 클수록 삼림은 자연상태를 잃게 되어 황폐해진다.

최근 자연재해와 인간간섭과 같은 타발적요인이 자발적과정을 침해하여 삼림을 황폐시키는 사례가 늘고 있으며 그 중에서도 산업발달 및 인구증가로 인한 화석연료의 대량소비에 의해 발생되는 각종 대기오염물질은 삼림생태계의 후

천적 천이를 유발하는 타발적 요인으로 인식되고 있다.

대기오염에 의한 삼림피해는 19세기말 부터 발생되기 시작하였으나 그 피해가 일부 지역에 국한되었고 20세기에 이르러 그 피해지역이 세계도처에서 발생되어 삼림생태계 파괴로 인한 경제적 손실 및 인간생활환경 악화에 대한 우려와 자성의 소리가 높아져 대기질과 삼림보전에 대한 정책적 대책수립이 절실하게 요구되고 있다. 우리나라의 경우에는 1970년대 이후 산업정책의 일환으로 대규모 공업단지들이 조성됨에 따라 주변 농작물 및 수목의 생육에 위해가 미쳐 그것이 공장에서 배출된 대기오염물질 때문이라고 밝혀진 사례가 있다. 따라서 대기오염물질이 방출됨으로써 나타나는 삼림생태계의 반응을 살펴보고 한편 우리나라 여천지역에서 조사된 결과를 비교하여 그 대책을 강구하는데 이 해를 돕고자 한다.

II. 대기오염에 의한 삼림피해유형

대기오염물질은 대기중에 확산되어 식물의 가스교환시에 식물체내에 침입하여 각종 장애를 일으키는데 피해부위는 주로 식물의 잎이며 여기

에는 가시피해 (Visible injury)와 불가시피해 (Invisible injury)가 있고 가시피해는 다시 급성피해 (Acute injury)와 만성피해 (Chronic injury)로 나뉘어진다. 가시피해가 식물체내에 흡수된 대기오염물질이 유독성물질로 변화되어 육안으로 판별할 수 있는 증상을 표출하는 것인 반면 불가시피해는 육안관찰이 되지 않고 식물의 생리적대사과정에 영향을 미치는 것을 말한다. 각 오염물질은 비교적 특징적인 피해징후를 나타내기 때문에 수목에 대한 가시피해증상은 비교적 잘 알려져 있으며 이에 의한 수목개체의 생육저하기작도 알려져 있다. 그러나 삼림은 수목과 기타 생물과의 혼합체이기 때문에 그 피해양상은 매우 복잡하고 다른 환경요인과의 구별이 난이한 점이 있어 아직 연구단계에 있는 실정이다.

삼림에 미치는 대기오염의 유형은 주로 세가지가 있는데 국소적영향 (Local effect) 지역적 영향 (Regional effect) 지구적영향 (Global effect)가 그것이다. 지구적영향은 CO₂ 증가, 오존층의 파괴와 같은 지구 전체의 문제로써 그 영향에 관해서는 아직 예측단계에 있기 때문에 본문에서는 다루지 않고자 하며 지표상에서 흔히 나타나는 국소적영향과 지역적영향에 관해 간단히 서술코자 한다.

국소적 대기오염이란 주로 점오염원이 밀집되어 다량의 대기오염물질이 배출되어 부근을 오염시키는 것으로 이때는 흔히 1차오염물질 (Primary Pollutants)라 불리우는 SO₂, HF, 중금속 분진, 암모니아가스, NO_x, 황화수소, 염소가스등이며 대개 화석연료를 사용하는 발전시설, 금속제련시설, 시멘트공장, 화학비료공장, 펄프공장등에서 배출된다. 따라서 배출원은 분명하고 배출량도 추정가능하며 이 영향을 받는 지역은 오염원인근 수km에 국한되는 것이 보통이며 때로는 기상영향으로 수십km에 이르기도 한다. 국소적피해는 미기후, 인근지형, 식생구성상태, 오염물질종류등에 따라 다르기도 하지만 배출원 부근의 수목위에 가시피해를 입히고 심할

경우 고사케 하여 하층의 식물생활환경을 변화시키고 중국에는 삼림군집 전체의 천이계열에 영향을 미친다. 일례로 미국 테네시주의 한 금속제련공장에서 배출된 SO₂와 중금속에 의해 주위 27km의 삼림이 황폐되었으며 68km 이내는 초원으로 120km이내의 수종구성상태가 변화되었으며 몬타나주의 알루미늄제련공장에서는 불소오염으로 주위 8km이내의 소나무가 고사되었다. 이외에도 유럽의 여러 공업국가에서도 대기오염으로 인한 국소적 삼림파괴가 보고되었는바 그 영향으로는 수목의 고사, 식물에 필요한 양료소실, 토양악화, 삼림군집의 단순화등이 알려져 있다. 국소적 대기오염의 영향이 지속될수록 삼림은 극심하게 파괴되어 주위 환경을 악화시키고 스스로는 보다 내연성이 강한 식물군집으로 발달해 나간다.

지역적 대기오염은 국소적 대기오염과는 달리 지난 30년간 구미제국에서 발생한 원인미상의 삼림피해의 규명에 힘을 쏟은 결과 그것이 대기중에 나타난 2차대기오염물질 즉 오존 PA N, 중금속 산성강하물에 의한 것으로 결론짓고 이들이 대기중에 장기간 체류하다가 지표면에 도달하기 때문에 그 피해가 수십 수백km에까지 이른다고 함으로써 알려지게 되었다. 지역적 대기오염은 배출원의 소재 파악이 어렵고 삼림내 수목의 잎에 피해를 나타내기도 하나 극심한 수목손상 및 고사보다는 불가시적인 생리장해나 간접영향인 토양오염등을 유발시켜 수목의 생식능력 양료흡수, 물질대사, 병충해 감염등에 영향을 미쳐 삼림생태계의 양료순환방해, 종구성 변화, 물질생산저하 등을 일으킨다. 이러한 현상은 미국 L.A지역에서 오존으로 인한 소나무 군집변화, 구미제국에서 산성우 (Acid rain)로 인한 삼림의 쇠퇴등에서 알 수 있다.

Ⅲ. 여천공단지역의 삼림군집변화

앞서 살펴본 바와 같이 국소적 대기오염은 오염원 부근의 삼림생태계를 크게 교란시킨다. 국소적 대기오염은 우리나라 울산, 여천공단등에



서 살펴볼 수 있는 바 필자는 서울대학교 임학과 김태욱 교수님의 지도로 여천공단지역의 곰솔림을 대상으로 삼림군집의 변화를 조사한 바 있다.

전남 여천공단은 여수시에서 서북방 10 km지역에 자리잡고 있으며 이 지역은 우리나라 삼림대구분중 온대남부지역에 속하나 대개 2차림으로서 곰솔(일명 해송)이 주요 수종으로 공장입주전에는 상당히 울창한 숲을 이루고 있었다 한다. 그러나 공장이 가동되면서 수목과 농작물에 대기오염으로 인한 가시피해가 인지되었고 부근의 삼림은 고사목이 늘기 시작하여 삼림내 식물생육환경의 변화가 예상된 지역이다.

이 지역에서 6개의 조사지를 설정하여 각 조사지에 5개의 소조사구를 설치하여 목본류를 조사한 결과 500 m²당 경피해지는 21종 452개체 증간피해지는 15종 203개체 극심피해지는 8종 121개체로 오염도가 높아질수록 출현수종 및 임분밀도는 감소하여 대기오염에 의한 수목 쇠퇴현상을 보였다. 이를 수종별로 살펴보면 오염원 인근일수록 상층에서는 소나무 곰솔, 하층에서는 진달래의 쇠퇴가 뚜렷하였고 갈참나무 졸참나무 개웃나무 노린재나무 사스레피나무가 중층에서 비교적 고르게 생육하고 있으나 극심피해지에서는 초피나무, 졸참나무, 산딸기, 칙등이 중, 하층에서 우점하고 있었다. 소나무는 이미 내연성이 약한 수종으로 알려져 있으며 울산지역 곰솔임분에서 오염에 약한 수종으로 알려진 굴참나무, 자귀나무는 출현치 않고 갈참나무, 졸참나무가 출현함으로써 보아 오염지역에서의 참나무류가 후계수종으로 나타날 것으로 예측되지만 이들에 대한 내연성의 정도에 대한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다. 또한 만경류인 대명이경굴 청미래덩굴 가마귀머루등의 생육이 활발하였고 극심피해지 하층에는 쑥, 담배나물, 머느리밀싯개등의 초본류가 무성하였다.

이는 상층의 곰솔 소나무가 쇠퇴하면서 중, 하층에 태양광선의 유입이 늘 다른 수목의 생육 환경에 영향을 미치게 되기 때문으로 대기오염

이 삼림군집의 발달에 타발적요인으로 작용함을 알 수 있다.

이러한 변화는 생태학적 척도로써 비교하면 더욱 뚜렷해진다. Shannon의 종다양도지수는 오염원에 가까워질수록 점차 낮아지고 하층만을 비교할 때는 극심지역을 제외하고는 오히려 증가됨으로써 상층임관의 파괴로 하층에서 내연성이 비교적 강한 수종이 출현하였음을 보였다. 그러나 군집전체의 출현수종수와 종다양도지수의 감소는 내연성이 약한 수종의 절멸과 개체수의 감소때문으로 사료된다. 임분내에서의 각 수종들의 분배상황을 나타내는 균재도는 오히려 증간피해지가 타지역보다 높아 곰솔의 우점도가 낮아지고 참나무류가 혼생되어 점차 낙엽활엽림으로 바뀌어지는 경향을 보였으며 극심피해지에서는 칙의 침입으로 오히려 균재도가 낮았다. 일반적으로 수종이 풍부한 군집은 상호경쟁에 의해 균재도가 높아지는데 여천지역에서는 수종수의 증가에도 불구하고 낮은 균재도를 보여 정상적 삼림천이의 양상과는 차이가 있었다. 군집간의 유사도는 군집계수(Coefficient of community)로 비교할 수 있는데 가장 먼 조사지를 100으로 하고 나머지 조사지들의 상대적 계수를 구한 결과 역시 오염원에 가까워질수록 낮아져 원래의 곰솔군집의 종구성상태가 심하게 변화되었음을 알 수 있었다. 결국 이러한 생태학적 고찰로 미루어볼 때 대기오염에 대한 각 수종의 내연성의 차이로 인해 삼림군집의 구조에 점진적 변화를 일으켜 결국 황폐된 산지로 이행해나가는 경우를 살펴볼 수 있다.

IV. 맺 음 말

이상에서 살펴본 바와 같이 대기오염은 각 수종간의 내연성차이로 인해 삼림군집의 구조를 변화시키며 심할 경우 삼림을 황폐시켜 인간생활 환경까지도 위협하게 된다. 외국의 사례는 물론 국내에서도 이같은 징후들이 대규모 공단지역에서 관찰되고 있어서 이러한 피해를 극소화시키는 노력이 필요하다 하겠다.

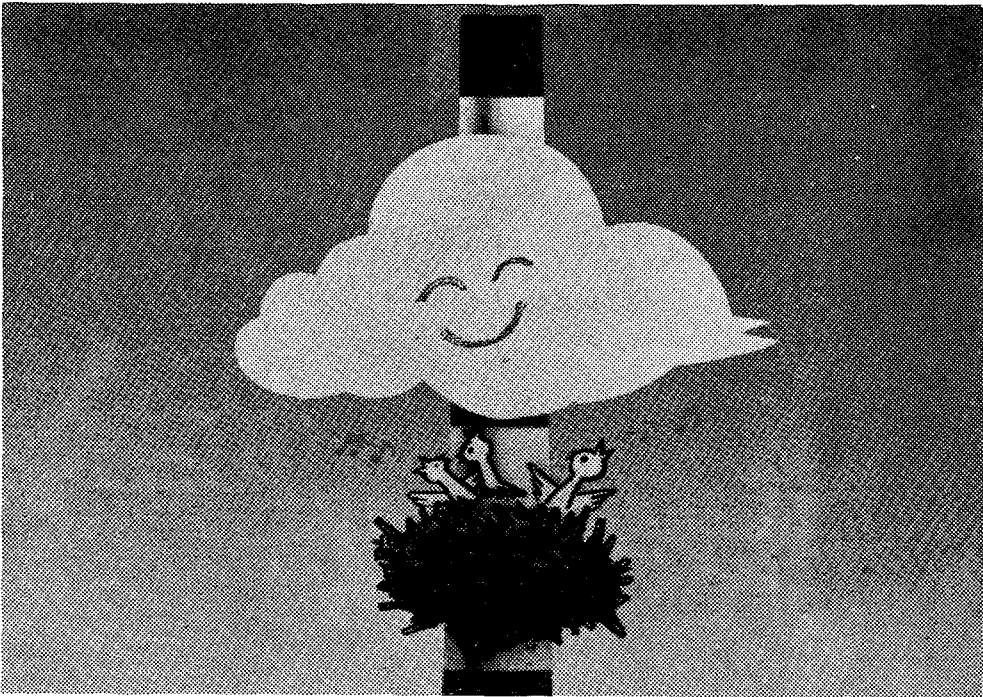


각종 산업시설에 오염방지시설이 있음에도 불구하고 실제로는 대기오염물질의 배출이 전혀 없다 할 수는 없으므로 우선 대기오염물질에 대한 각 수종의 내연성을 규명하고 이에 의거해 현지에서의 수목식재를 고려해야 하며 아울러 삼림생태계에서 발생하는 각종 유기적, 무기적 기작을 밝히는 것이 피해를 줄이는 방안중 하나가

될 것이며 한편 오염지역에서 볼 수 있는 내연성이 강한 수종을 선발, 육종하여 보급하는 것도 아쉬운 실정이다. 삼림생태계의 파괴는 곧 인간생활환경의 악화와 직결된다 해도 과언이 아니므로 삼림이 지니는 모든 효용을 극대화시키기 위해서도 대기오염을 경감시킬 수 있는 대책이 수립되기를 바란다.

*

환경보전은 나를 위한 일이자 우리 후손을 위한 일입니다.



■ 위의 포스터는 '87 「환경보전포스터공모」 은상작 (김상욱 · 유차현 공동작)

“미술시간”에 그렸던 공장의 굴뚝.

그것은 더이상 발전의 상징이 아닙니다. 우리가 물고기를 잡았던 정결던 냇가가 어느샌가 더럽혀졌고 쓰레기더미는 더이상 치울 곳이 없을 정도입니다. 이제 모두가 “미술시간”에 그렸던 공장의 굴뚝을 재음미 해보고 「환경보전」에 앞장서야겠습니다.

社団法人 環境保全協會