

# 울산공업단지 주변 산림식생군집구조 변화

## The Analysis of Plants Community Structure Changes around Ulsan Industrial Complex<sup>1</sup>

서울시립대 도시과학대학 건축·도시·조경학부\*  
서울시립대학교 대학원 조경학과\*\*  
서울시립대학교 도시과학연구원\*\*\*  
이경재\*·권전오\*\*·김종엽\*\*\*

### I. 연구배경 및 목적

대기오염에 의한 생태계 영향에 대한 기록은 1920년대부터 시작된다. 1924년 대기오염물질의 피해로 영국 런던의 Kew식물원 일부 이동과 1925년 캐나다의 한 제련소에서 배출한 유독오염물질이 미국에까지 영향을 미쳐 수목, 농작물에 피해가 발생되어 국제적인 문제화되는 등의 사례가 생태계에 대한 대기오염물질의 피해의 심각성이 알려지기 시작한 계기가 되었다. 1980년대초에 독일 Schwarzwald의 피해 이후 1980년대의 대기오염에 의한 생태계 피해 연구는 산성강하물질이 수목생리 및 생태계에 미치는 연구를 중심으로 진행되었다.

우리나라도 1980년대에 들어와 대기오염물질이 생태계에 미치는 영향에 대한 연구가 이루어졌으나 대기오염물질 모니터링과 생태계쇠퇴현상의 분야가 함께 종합적인 연구가 진행되지 못하고 있는 실정이다.

본 연구에서는 울산공업단지 주변 산림생태계를 대상으로 1988년부터 수행하였던 과거자료와 1999년 현장조사한 결과를 비교분석하여 공업단지로부터 발생한 대기오염물질에 의한 산림생태계의 쇠퇴현상의 시간적 변화과정을 밝히고자 하였다.

### II. 조사지 설정 및 연구방법

#### 1. 조사지 개황

---

<sup>1</sup> 본 연구는 한국과학재단의 '98 특정기초연구과제(98-0602-0501-3)로 수행되었음.

조사지는 울산광역시 남구 야음동 여천고개 일대이며 공단으로부터 대기오염의 피해를 직접 받고 있는 장소이었다. 특히 조사지 1과 돛질산(해발 90m) 조사지는 공단으로부터 발생한 대기오염에 가장 직접적인 영향을 받아 산림생태계가 급격한 변화를 보이는 대상지이었다.

## 2. 연구방법

식물군집구조 분석은 조사지 1~3은 10m×10m 고정조사구 5개(500m<sup>2</sup>)를 설정하였으며 돛질산 조사지에서는 조사구 1~9는 5m×5m 고정조사구를 설정하였다. 그리고 조사구 10~12는 10m×10m 고정조사구를 설정하여 교목층, 아교목층, 관목층의 3개 층위로 나누어 조사하였고 이를 바탕으로 Curtis & McIntosh(1951) 방법에 따라 상대우점치를 분석하였다. 아울러 조사지별로 표본목을 선정하여 연도별 직경생장의 변화를 분석하였다.

## Ⅲ. 결과 및 고찰

### 1. 식물군집구조분석(여천고개: 철길 동쪽)

#### 1) 조사지 1

조사지 1은 공단에서 가장 인접한 산림지역으로 1995년 산불에 의해 고정조사구를 인근으로 이설하였지만 1988년부터 1999년까지의 변화경향을 파악할 수 있는 중요한 대상지이다. 1988년 당시 곰솔군집이었으며(1988, 과학기술처), 교목층과 아교목층에 곰솔이 우점종이었고, 산벚나무가 각 층위에서 우세종이었다. 관목층에서는 청미래덩굴이 우점종이었고, 아까시나무, 검노린재나무 등이 관찰되었다. 1991년에는 교목층에서 산벚나무의 세력이 커졌으며, 아교목층에서 곰솔의 세력이 작아진 반면 산벚나무와 아까시나무 세력이 커졌다. 관목층에서는 청미래덩굴과 산딸기, 아까시나무 등의 세력이 커졌다.

1993년에는 교목층과 아교목층에서 산벚나무의 세력이 더욱 커졌고 관목층에서는 억새, 청미래덩굴, 산딸기의 세력이 컸다. 1995년에는 산불에 의해 조사구를 재설치하였으며, 교목층과 아교목층에서 아까시나무가 우

점종이었고, 산벚나무가 우점종이었다. 관목층에서는 미국자리공과 억새의 세력이 높았다. 1999년 조사에서는 교목층에서 산벚나무의 세력이 커졌으며, 아교목층에서는 산벚나무보다 아까시나무의 세력이 다소 높았다. 특히 아교목층에서 산벚나무는 고사목이 다수 관찰되었다. 관목층에서는 억새가 우점종이었다. 따라서 본 대상지는 산벚나무의 쇠퇴에 따라 아까시나무순림으로 변화되어 갈 것으로 판단되었다.

조사지 1의 Shanon의 종다양도( $H'$ )를 살펴보면 전반적으로 종다양도는 낮은 상태이었으며, 1988년 0.8143에서 1991년 0.6215로 낮아졌으며 1999년에는 다시 0.5109로 낮아진 상태이었다.

## 2) 조사구 2(여천고개: 철길 서쪽)

조사구 2는 1988년에는 교목층과 아교목층에서 곰솔이 우점하는 곰솔군집이었으나, 1993년에는 교목층에서는 아까시나무의 세력이 커졌고 아교목층에서 아까시나무, 검노린재나무와 이대의 세력이 확장되었다. 1999년에는 이대의 세력이 아교목층에서 대폭 커짐과 함께 산벚나무의 세력이 교목층과 아교목층에서 확대되었고 검노린재와 아까시나무의 세력이 아교목층에서 감소하였다. 관목층에서는 1988년에 청미래덩굴, 곰솔, 산딸기, 산철쭉 등이 고른 세력분포를 나타내었으나 1991년에는 두릅나무와 청미래덩굴, 산딸기로 우점종이 바뀌었다. 1993년에 미국자리공과 억새의 세력이 나타나는 한편 두릅나무의 세력이 다소 감소하면서 산딸기가 우점종이 되었다. 1995년을 거쳐 1999년에는 산딸기와 짙레꽃이 우점하게 되었다.

## 3) 조사구 3(여천초등학교 인근산림)

조사구 3은 여천초등학교 인근 곰솔군집으로서 1991년에서 1999사이에 교목층과 아교목층에서 곰솔이 우점종으로서 큰 변화가 없었으며, 관목층에서는 땃대이덩굴과 산딸기('91) → 땃대이덩굴, 억새('93, '95) → 산딸기, 억새, 미국자리공('99)으로 우점종이 변화하였다.

#### 4) 돛질산 조사지

돛질산은 울산공단내에 있는 대한알루미늄의 배후 산림지역으로서 공단으로부터 발생한 대기오염을 가장 직접적으로 받고있는 조사구로서 사면의 산림식생이 고사한 이후 초원지역이 형성되었다. 1993년에 설치한 고정조사구는 1999년까지 보전상태가 양호하여 과거 6년간의 변화과정을 직접비교가 가능하였다.

1993년 대기오염에 의한 산림쇠퇴현상으로 관목층에서 억새가 우점한 곳은 조사구 1~9중 6개소이었으며 덩덩이덩굴이 우점인 곳이 3개소이었다. 1995년에는 억새가 우점인 곳이 5개소, 덩덩이덩굴이 우점인 조사구 2개소, 미국자리공이 우점인 조사구가 2개소이었다. 1999년에는 억새가 우점인 조사구 4개소, 덩덩이덩굴이 우점인 조사구 3개소, 미국자리공이 우점인 조사구 1개소, 칩이 우점인 조사구 1개소이었다. 1993년부터 1999년까지 6년간 관목층에서 덩굴식물 이외의 목본식물이 우점인 조사구는 없었다.

교목층과 아교목층에서의 변화를 살펴보면 조사구 1과 2에서 1995년에 아까시나무가 추가로 출현하였고 조사구 7과 8에서 검노린재가 1995년 이후에 출현하였다. 조사구 9에서는 1993년에 조사되었던 아까시나무가 1995년 이후에 출현하지 않았다.

교목층과 아교목층에서의 추가적인 목본종은 아까시나무와 검노린재가 부분적으로 출현하였으나 6년동안 전체적으로 식생의 변화는 크지 않았다.

조사구 10은 1993년에 교목층과 아교목층에서 아까시나무가 우점하였고 관목층에서 덩덩이덩굴이 우점하는 아까시나무군집으로서 1995년에는 아교목층에서 검노린재, 관목층에서 미국자리공이 우점하는 변화를 나타내었으며 1999년에는 아교목층에서 검노린재와 아까시나무의 세력이 비슷하여졌고 관목층에서는 미국자리공과 검노린재, 억새, 짚레꽃의 세력이 컸었다. 조사구 11은 교목층과 아교목층에서 아까시나무가 우점하는 아까시나무군집으로서 잔존하는 곰솔이 아교목층에서 지속유지되고 있었고 관목층에서는 1993년에 덩덩이덩굴, 1995년에 미국자리공과 검노린재,

1999년에는 검노린재와 억새, 땃땃이덩굴로 우점종의 변화가 있었다. 조사구 12는 아까시나무가 교목층에서 우점하는 군집으로 아까시나무의 교목층으로의 성장에 따른 아교목층의 곰솔의 상대우점치가 변화되었으나 그 생육상태에는 큰변화가 없었다. 관목층에서는 1993년에 땃땃이덩굴이 우점하였고 1995년에는 미국자리공, 땃땃이덩굴, 아까시나무가 우점하였고 1999년에는 미국자리공과 검노린재가 우점하였다. 조사구 9~12는 아까시나무가 우점하는 군집으로서 관목층에서 아까시나무와 검노린재의 세력이 다소 증가되었으며 초본의 세력에 다소의 변화가 있었으나 전반적인 식생의 변화는 크지않았다. 즉 대기오염에 의해 훼손된 산림생태계의 자연회복 조짐이 뚜렷하지 않은 것으로 판단되었다.

## 2. 직경성장량분석

조사지 1의 표본목은 곰솔로서 흉고직경 17cm, 수령 31년이었으며, 조사지 2는 흉고직경 25cm, 수령 42년이었고 조사지 3은 흉고직경 26cm, 수령 58년생이었다. 3개조사지역의 표본목의 직경성장량을 분석한 결과 감소되었던 성장량이 최근 5년사이에 다소 회복되는 경향을 타나내고 있었다.

돛질산 조사지의 경우 조사구 2, 3, 4에서 수령 20~25년된 곰솔의 성장량을 분석한 결과 전반적인 성장상태는 양호한 편이었다.

## IV. 종합

울산공업단지로부터 발생한 대기오염에 의한 인근산림생태계의 변화를 분석한 결과 잔존한 개체목의 성장상태는 다소 호전되는 경향을 나타내고 있었으나 대기오염에 의해 훼손된 식생군집은 자연의 복원력에 의한 새로운 자연식생종이 유입되는 변화는 기대하기 어려운 상태이었으며 대기오염에 강한 아까시나무, 검노린재나무와 초본인 억새, 땃땃이덩굴, 미국자리공 등이 우점하는 상태이었다.