

# 산림지역 내 적설 심도에 따른 산성도 변화

김영채<sup>1</sup>, 주영특<sup>2</sup>, 김홍률<sup>1\*</sup>, 정동준<sup>1</sup>

<sup>1</sup>경희대학교, <sup>2</sup>강원대학교

## Changes of acidity by snowfall depth in forest sites

Young-Chai Kim<sup>1</sup>, Yeong-Teuk Joo<sup>2</sup>, Hong-Ryul Kim<sup>1\*</sup>, and Dong-Jun Chung<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Dept. of Ecosystem Engineering, Kyung Hee University

<sup>2</sup>Dept. of Forest Resources Protection, Kangwon Nat'l University

### 1. 서론

생태계의 순환과 보전에 필요한 기본적인 환경요소로 깨끗한 공기, 맑은 물 그리고 비옥한 토양 등을 들 수 있다. 그러나, 이러한 요소들은 각종 산업화가 급속히 발전됨으로서 그 성분과 질이 변화되고 있으며, 생태계에 위협이 되고 있다. 특히, 대기오염물질의 배출증대와 산성우의 발생 등의 환경문제는 매우 복잡적이며, 대기-수질-토양 오염에 관련된 종합적인 환경영향을 야기하고 있다. 산성우와 같은 강우에 의한 산림의 쇠퇴와 호소의 산성화 등은 특히 유럽, 북미, 중국 등에서 심각한 사회문제로 제기되고 있으며, 일본(관동지방) 및 중국의 삼나무 임분의 쇠퇴가 산성우와 관련되어 있다는 연구 보고(Nakashima and Tanabe, 1991; 1992; Kobayashi *et al.*, 1995; 김종갑, 1997)가 있다.

강수가 식물 생태계에 미치는 영향은 기존 토양의 양료 상태와 강하한 산성물질 침착의 지속시간에 따라 상이하하며, 농작물과 산림의 생산성에 있어서도 증가 또는 감소한다는 엇갈리는 연구 결과(Johnson, 1981; Morison, 1984) 등으로 아직 확실한 결론을 내리지 못하고 있으나, 장기적으로 볼 때는 토양의 생산성이 감퇴되고, 식물 성장 감퇴의 가능성이 큰 것으로 집약되고 있다(Johnson *et al.*, 1982). 산성우는 계절마다 여러 형태로 변화하여 생태계에 피해를 주고 있는데 봄, 가을엔 산성안개, 겨울엔 산성눈의 형태로 지상에 강하하고 있다. 현재의 연구는 강설보다는 강우에 치중하는 경향이 있어, 산성눈에 대한 연구는 미진한 실정이다.

따라서 본 연구에서는 산성눈의 이온성분 특성을 조사하여 산성눈 연구에 대한 장기적이고 체계적인 기초 연구자료로 활용하고자 강원도의 영동지역과 영서지역의 경계인 대관령지역의 강설을 적설심도 단계별로 채취하여 각각의 산성도 변화를 조사 분석하였다

### 2. 재료 및 방법

#### 2. 1. 조사지 개황

조사지는 차량통행이 빈번한 영동고속도로 서창기점 212km 지역(대관령)과 차량

및 인간활동의 영향이 적은 강원도 평창군 방림면의 산림지역을 선정하였다. 각 조사지에 대한 위치와 개황은 Fig. 1과 Table 1에 나타내었다.

대관령 지역(강원도 평창군 도암면 횡계리, 북위 41°00', 동경 128°45')은 영동고속도로 서창기점 212km 지점에 인접한 산림지역으로서, 연평균 기온 6.3℃, 강수량 1581.4mm이다. 이 지역은 해발 900m에 위치한 잣나무 인공조림지로서 평균 흉고직경은 21.5±3.3cm이고, 평균 수고는 9.31±1.2m인 29~32년생의 III영급의 동령 임분구조를 나타내었다.

방림 지역(강원도 평창군 방림면, 북위 37°22', 동경 128°22')은 연평균 기온 10.5℃, 강수량 1,287mm로 인근에 소규모 농경지가 존재하며, 해발 400~850m의 산지 지형으로 이루어진 산촌지역이다. 조사지는 해발 450m의 잣나무 조림지로서 보안림으로 지정되어 있어 외부의 영향을 받지 않은 건전임분이며, 평균 흉고직경이 23.8±5.1cm, 평균 수고가 10.7±2.6m인 33~37년생의 IV영급의 임분이다.

Table. 1. General description of sampling sites(Daegwalyung and Bangrim)

Location	Species	Age (yr)	DBH* (cm)	Height (m)	Density (trees/ha)	Aspect
Daegwalyung	<i>Pinus koraiensis</i>	29~32	21.5±3.3	9.31±1.2	1,019	SE
Bangrim		33~37	23.8±5.1	10.7±2.6	1,294	SE

\* Diameter at breast height

## 2. 2. 시료채취 및 연구방법

임의 강설의 채취는 산림과 인접한 나지 3개소에서 1m×1m의 정사각형 플라스틱 판을 수평하게 지면에 설치하여 적설되도록 하였다. 임의 설치 장소는 반경 15m 이상 소개된 지역을 선택하였다. 임내 강설의 채취는 조사대상지의 각 임분 내에 3개소씩 임의 선정하여 임의 강설 채취 방법과 동일하게 설치하였다.

채취된 강설은 채취 즉시 실험실로 운반하여 산성도를 측정하였다. 이때 산성도를 측정하기 전 불순물질을 제거하기 위하여 filter paper(Toyo Roshi Kaisha, No. 5C-110mm)로 1차 2회 여과 전처리한 후 pH meter(Bench top pH meter, HANNA Instrument Inc.)를 이용하여 3회 반복 측정하고 이를 산술평균하여 pH값으로 취하였다.

## 3. 결과 및 고찰

### 3. 1. 적설량과 pH의 관계

대관령 지역과 운교 지역에서 관측된 강설의 pH와 적설량과의 관계를 Fig. 1에 나타내었다.

대관령 지역에 채취된 강설의 pH 값을 적설량과 비교하여 분석한 것이다. 총 16

개의 시료 중 pH5.60 이하의 값을 보인 경우가 9개로서 전체의 56.3%가 산성강설로 측정되었다. 이 지역의 적설량 분포는 3.2~50.8cm로 평균 19.4±14.5cm였으며, 강설의 pH는 3.79~6.04로 평균 pH5.17±0.69이었다.

이와 같은 현상은 초기 강수시 일시적으로 낮아진 pH는 강수량에 따라 다시 점점 높아지는 경향을 나타내었다는 결과(박정호 등, 1996)와 일치하는 것으로 강설에서도 적설량에 따른 pH 변화의 특성이 강수와 동일한 것으로 판단하였다. 이는 강우 중의 pH가 초기 강우나 강우량이 적을 때 일시적으로 감소하다가 강우의 경과에 따라 점차 pH가 증가하는 경향과 비교하여 볼 때, 낙하하는 강설의 결정에 의해 포집, 흡착되는 대기 중의 세정작용(washout)의 특성으로 생각하였다.

방림 지역은 총 14회 측정 중 pH5.60 이하의 강설은 8회로서 전체의 57.1%가 산성강설이었으며, 평균 pH5.57±0.48, 적설량은 12.59±8.89cm로 측정되었다. 총 14회 측정된 강설의 pH는 적설량이 증가함에 따라 pH의 변화 폭이 작아지는 경향을 보였다. 이와 같은 현상은 초기 강설 시에 많은 양의 양이온과 음이온이 강설에 포집되어 흡착하여 pH의 변화를 가져오는 것으로 생각되었다. 강우의 경우와 비교했을 때 일반적으로 강우량이 증가함에 따라 pH 값의 변화가 작아지면서 어느 정도에서 일정한 pH 값에 수렴한다는 연구(최금찬 등, 1998)와 유사한 경향이였다.

각 조사지역에서 채취된 강설의 적설량과 pH의 관계를 보면, 적설량이 적을 때에 pH 값 변화 분포가 크게 나타났으며, 적설량이 증가할수록 pH 값도 안정되는 경향을 보였다. 이러한 결과는 강우와 비교할 때, 강수량과 pH의 관계가 분산상을 보이면서도 전체적으로 보아 강수량이 많아짐에 따라 pH가 높아지는 경향을 보여 대기 중에 존재하는 산성물질의 희석비율이 달라짐을 의미함과 동시에 기단의 이동에 수반되어 유입되는 산성물질 역시 전적으로 배제할 수 없다는 결과(나춘기와 정재일, 1997)와 유사한 것으로 판단하였다.

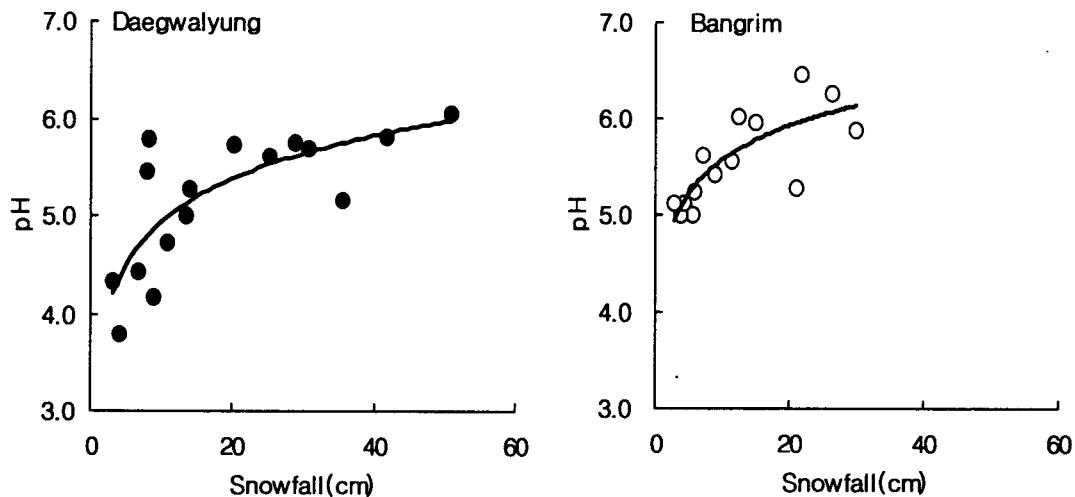


Fig. 1. Distribution of pH values with the amount of snowfall at Daegwalyung and Bangrim.

### 3. 2. 적설 심도에 따른 산성도의 변화

각 조사지역에서 채취된 강설의 적설량과 pH의 관계를 보면, 적설량이 적을 때에 pH 값 변화 분포가 크게 나타났으며, 적설량이 증가할수록 pH 값도 안정되는 경향을 보였다. 이러한 결과는 강수와 비교할 때, 강수량과 pH의 관계가 분산상을 보이면서도 전체적으로 보아 강수량이 많아짐에 따라 pH가 높아지는 경향을 보여 대기 중에 존재하는 산성물질의 회석비율이 달라짐을 의미함과 동시에 기단의 이동에 수반되어 유입되는 산성물질 역시 전적으로 배제할 수 없다는 결과(나춘기와 정재일, 1997)와 유사한 것으로 판단하였다. 즉, 우리나라는 중위도 편서풍 지역에 위치해 있으므로, 서쪽으로부터 형성된 구름에 의해 강수가 시작되거나, 국지적인 대류현상에 의해 강수가 시작되기도 하는데(박종길과 황용식, 1997), 이러한 경우에 강수의 산성도는 rainout과 washout 현상의 복합적인 요인에 의해 시간이 지속됨에 따라 달라질 수 있으므로, 대기 중에 방출된 SO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub> 등의 인위적인 대기오염물질이 응결 핵화 작용을 함으로써 비구름을 형성하고, 이것이 편서풍에 이동되어 강수현상이 발생하는 것이라 할 수 있다.

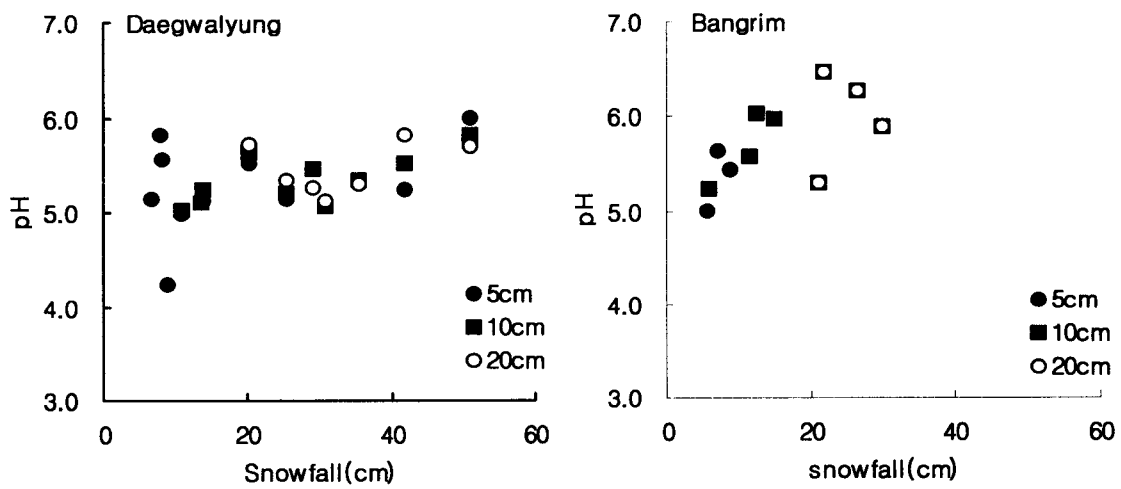


Fig. 2. Distribution of pH values by snowfall depth at Daegwallyung and Bangrim.