

# 소나무와 리기다소나무의 수간류 및 수관통과우의 화학적 성질

이상덕, 이명중, 주영특  
강원대학교 산림자원학부

## Chemical Properties of Stemflow and Throughfall in *Pinus densiflora* and *Pinus rigida* Stands

Sang-Deok Lee, Myong-Jong Yi, and Yeong-Teuk Joo  
Division of Forest Resources, Kangwon National University  
(Correspondence : juu@kangwon.ac.kr)

### 1. 서론

경제개발과 함께 중화학 공장의 건설, 화력발전 그리고 자동차 등에 의한 화석연료의 급격한 사용의 증대와 인구의 도시 집중화는 공업지역 등 대도시 지역에 있어서 급격히 대기오염을 증대시켰다. 황산화물의 농도는 도시와 공업지대에서 증가하고 있고, 질소산화물의 오염은 넓은 지역으로 이동하여 직·간접적인 대기오염의 피해를 가져오고 있다.

이러한 대기오염에 의한 산성강하물의 유입으로 인한 산림생태계 피해 현상은 세계적으로 발생하기 시작하고 있으며(Manion and Lachance, 1992; Georgii, 1986) 우리나라에서도 대기오염으로 수목 종수의 감소 등 산림식생의 피해가 나타나기 시작했다(김종갑, 1992).

식생에 피해를 주는 대기오염 물질은 가스형 물질과 입자형 오염물질로 나누고, 그 중 SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub> 화합물에 의한 산성비가 대표적인 오염물질이라고 보고했다(Smith, 1974).

삼림의 경우, 강수(임외우 : precipitation)가 삼림생태계로 유입되면 수관을 통과하는 것(수관통과우 : throughfall)과 수관을 따라 유하 하는 것(수간류 : stemflow)으로 나누어지는데, 이 모두 강우의 이동과정에서 수관이나 수간과 접촉하여 부착물질(dry deposition)의 세탈 혹은 잎과 수피로부터 용출되는 성분에 의하여 그 성질이 변화하게 된다. 이 때문에 수관통과우나 수간류의 용존 물질 농도는 임외우에 비하여 높아지며, 수관통과우의 pH도 임외우와 거의 비슷하거나 약간 높아지나, 수간류의 pH는 임외우에 비하여 매우 낮은 경향을 보이는데(Tiedemann 등, 1980; 脇等, 1990; Tajchman 등, 1991; Aron and Lund, 1994; 仙石 등, 1994), 이러한 경향은 수종(Mahendrappa, 1990; Cappellato 등, 1993, 주영특 등, 1999), 지리조건(Macdonald 등, 1992) 및 기후조건(Lovett and Lindberg, 1984)등의 요인에 따라 다르다.

### 2. 재료 및 방법

#### 1) 시험지 개황

본 연구는 강원도 춘천시 일원의 소나무림과 리기다소나무림을 대상으로 시험지를 선정하였으며, 조사 임분의 개황은 Table 1과 같다.

Table 1. Description of research stands.

Species	Age(yr)	D.B.H(cm)	H(m)	Density(tree/ha)	Aspect
<i>Pinus densiflora</i>	20	20.3	10.5	1200	SW
<i>Pinus rigida</i>	18	11.8	7.6	700	NW

## 2) 시료채취

임외우 : 산림과학대 1호관 옥상에 bulk sampler(직경 20cm)를 설치하여 채취하였다.

수관통과우 : 임상식생의 영향을 피하기 위하여 지상 1.2m 높이에 bulk sampler를

두 임지에 3개씩 random으로 배치하여 단위강우 5mm 이상일 때마다 채취하였다.

수간류 : 비닐 호스를 수간에 나선형으로 부착시킨 후 하단을 폴리 탱크로 연결하여 단위 강우 5mm 이상일 때 채취하였다.

시료 채취는 2000년 4월 10일부터 11월 20일 까지 실시하였으며, 결빙기에는 시료채취가 불가능하였다.

## 3) 시료분석

채취한 시료는 여과(Whatman #2)하여 pH(MP-220 pH Meter)를 측정하고, 분석 시까지 냉동고에 보관한 다음  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$  등의 양이온은 Atomic absorption spectrophotometer(AAS - AA6800),  $NO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $Cl^-$  등의 음이온은 Ion chromatography (IC DX-120)에 의해 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

조사기간 동안의 강수량을 나타내면 Fig. 1과 같으며, 강수총량(Annual Total)은 1,155mm이었고, 평년차(Dept. from Normal)에 비하여 142mm가 덜 내렸다.

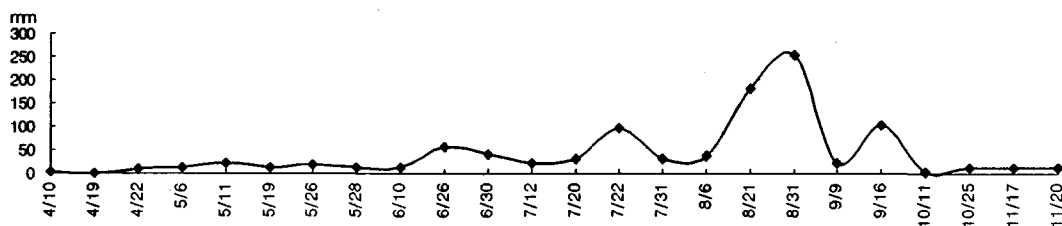


Fig. 1. Precipitation of the study period.

임외우, 수간류 및 수관통과우 pH의 경시적 변화를 나타내면 Fig. 2와 같다.

조사기간 동안 임외우의 평균 pH는 6.2였으며, 소나무 수관통과우 > 소나무 수간류 > 리기다 수관통과우 > 리기다 수간류의 순으로 평균 pH를 보였다.

6월을 제외한 대부분의 기간 동안은 임외우에 비하여 두 수종 모두의 수간류와 수관통과우의 pH가 낮게 나타났다.

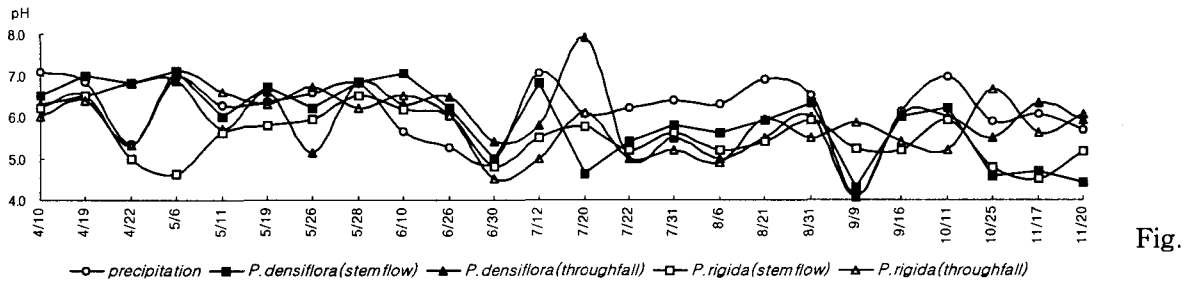


Fig.

2. Seasonal changes of pH of precipitation, stemflow and throughfall on the species.

임외우의 pH와 수간류 및 수관통과우의 관계(Fig.3)를 보면, 임외우 pH가 증가하면 수간류와 수관통과우 pH도 증가하는 경향을 보였으며, 수간류 pH는 수관통과우 pH에 비하여 낮은 결과를 나타냈는데 이는 다른 연구 결과(주영특 등, 1999)와 일치하였다. 한편 리기다소나무의 pH는 소나무의 pH보다 낮은 경향을 보였는데, 이는 산성화 경향의 수간류와 알칼리화 경향의 수간류가 있어 수간류 pH가 수중 고유의 값을 나타내고 있다는 다른 연구 결과(佐佐 等, 1991; 眞田 等, 1992; 野呂와 佐佐, 1992)와 유사한 경향을 보였다.

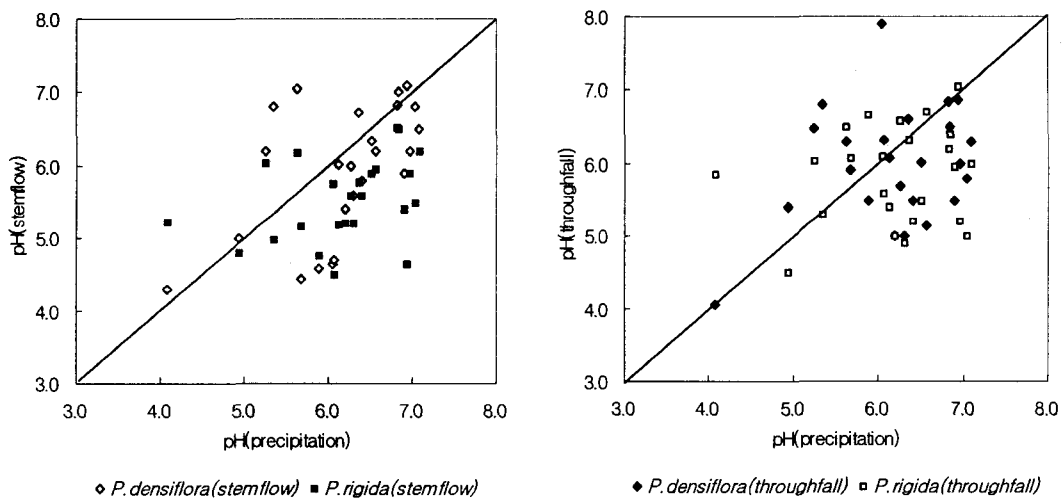


Fig. 3. Relationships between the pH of precipitation and stemflow, throughfall on the species.

(Oblique line indicates no net effect on precipitation pH)

임외우, 수간류 및 수관통과우의 용존원소 농도의 경시적 변화(Fig. 4)를 비교하면 수간류와 수관통과우 이온 농도가 임외우에 비하여 증가하는 경향을 나타내었는데 이는 수목으로 부터의 용탈과 건성 침착에 의한 세탈에 의한 것이라 생각된다.

계절적 변화를 보면 착엽기와 낙엽기에 대부분의 이온들의 농도가 높음을 볼 수 있었고, 양이온은  $Ca^{2+}$ 와  $K^+$ 가 음이온은  $NO_3^-$ 와  $SO_4^{2-}$ 의 이온 농도가 높게 나타났는데, 특히  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ 는 다른 기간에 비해 11월에 현저한 증가를 보였는데 이는 다른 연구 결과(주영특 등, 2001)와 일치하였다.

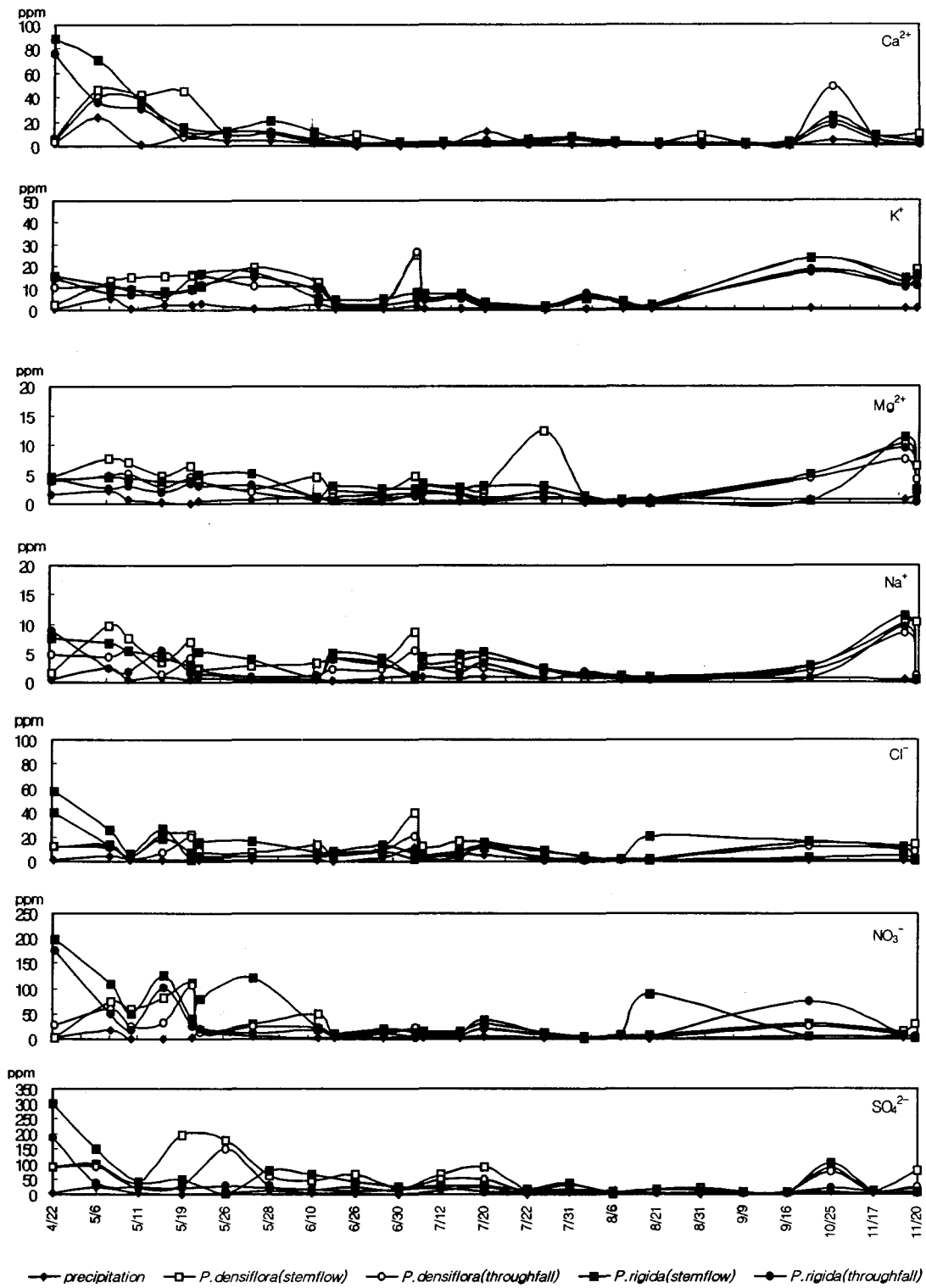


Fig.4. Seasonal changes of the ion concentrations of stemflow and throughfall on the species.

## 인용문헌

- 김종갑. 1992. 온산공단 주변의 대기오염이 산림식생에 미치는 영향. 경상대학교 박사학위논문. p5~86.
- 주영특, 진현오, 손요환, 오종민, 정덕영. 1999. 강우와 식생의 상호작용이 수관통과우 및 수간류의 화학적 성질변화에 미치는 영향. 한국임학회지. 88(2) : 149~156.
- 주영특, 진현오, 이상덕. 2001. 강우에 의한 잣나무의 용탈량 및 흡착량에 관한 연구. 한국농림기상학회지. 제 3권 제 1호 : 1~4.
- 仙石鐵也, 原 光好, 森澤 猛, 石塚和裕. 1994. 亞高山帶針葉樹林における酸性雨の觀測と實態-pH, ECおよび化學性について一. 森林立地 36(2) : 64~72.
- 野呂忠幸, 佐佐朋幸. 1992. 主な落葉廣葉樹樹幹流の酸性度比較. 日林東北支誌. 44 : 137~140.
- 眞田 勝, 大友玲子, 眞田悦子, 太田誠一. 1992. 札幌郊外の造林地における林内外雨の樹種特性について. 103回 日林論 : 257~258.
- 佐佐朋幸, 後藤和秋, 長谷川 浩一, 地田重人. 1991. 盛岡市周邊の代表的森林における林外雨, 林内雨, 樹幹流の酸性度ならびに溶存成分-樹種による樹幹流のpH固有値-. 森林立誌 32(2) : 43~58
- 脇 孝介, 車戶憲二, 松橋達也. 1990. 山地地域における雨水の酸性化の實態について. 101回 日林論 : 253~254.
- Aron, D. B. and L. J. Lund. 1994. Factors controlling throughfall characteristics of a high elevation Sierra Nevada site, California. J. Environ. Qual. 23 : 844~850.
- Georgii, H.W. 1986. Atmospheric pollutants in forest areas. Reidel Publishing Co., Dordrecht. Holland. 287p.
- Lovett, G. M. and S. E. Lindberg. 1984. Dry deposition and canopy exchange in a mixed oak forest as determined by analysis of throughfall. J. Appl. Ecol. 21 : 1013~1027.
- Macdonald, N. W., A. J. Burton, H. O. Liechty, J. A. Witter, K. S. Pregitzer, G. D. Mroz and D. D. Richter. 1992. Ion leaching in forest ecosystem along Great Lakes air pollution gradient. J. Environ. Qual. 21 : 614~623.
- Manion. P.D. and D. Lachance. 1992. Forest decline concepts. APS press. St. Paul. MN. 249P.
- Smith, W.H. 1974. Air pollution-effects on the structure and function of the temperate forest ecosystem. Environmental Pollution. 6: 11~129.
- Tajchman, S. J., R. N. Keys and S. R. Kosuri. 1991. Comparision of pH, sulfate and mitrate in throughfall and stemflow in yellowpoplar and oak stands in norther-central West Virginia. For. Ecol. Manage. 40 : 137~144.
- Tiedemann, A. R., J. D. Helvey and J. D. Anderson. 1980. Effects of chemical defoliation of an *Abies grandis* habitat on a mounts and chemistry of throughfall and stemflow. J. Environ. Qual. 9 : 320~328.