

전나무림, 잣나무림 유역에서 수관통과수와 수간유하수의 수소이온농도 및 전기전도도에 미치는 산림시업의 영향

박재현* · 정용호¹ · 김경하¹

(진주산업대학교 산림자원학과, ¹임업연구원)

Influences of Forest Management Practices on pH and Electrical Conductivity in the Throughfall and Stemflow with the *Abies holophylla* and *Pinus koraiensis* Dominant Watershed. Park, Jae-Hyeon*, Yong-Ho Jeong¹ and Kyong-Ha Kim¹ (Department of forest resources, Jinju National University, Jinju, 660-758, ¹Korea and Forest Research Institute, Seoul, 130-012, Korea)

This research was conducted to evaluate the effect of forest management practices on pH and electrical conductivity to get fundamental information on water purification capacity after forest operation. Rainfall, throughfall and stemflow were sampled at the study sites which consist of *Abies holophylla* and *Pinus koraiensis* in Gwangreung Experimental Forest for 6 months from May to November 1999. Mean pH of the throughfall of the beginning of the event was higher in management (thinning and pruning) sites of *Abies holophylla* and *Pinus koraiensis* stands than non-management site of *Abies holophylla* and *Pinus koraiensis* stands. In addition, pH of the throughfall of the total amount of the event showed similar trends which are higher pH in the management sites compared with the non-management sites. This result indicates that managements such as thinning and pruning improve tree buffer capacity of rainfall pH. According to the linear regression results, pH of the throughfall of the total amount of the event in non-management sites = $0.735 \times \text{pH of the throughfall of the beginning of the event in non-management sites} + 1.849$ ($R^2 = 0.82$) and pH of the throughfall of the total amount of the event in management sites = $0.863 \times \text{pH of the throughfall of the beginning of the event in management sites} + 1.0242$ ($R^2 = 0.87$). In case of stemflow pH, pH of the stemflow of the total amount of the event in non-management sites = $0.53 \times \text{pH of the stemflow of the beginning of the event in non-management sites} + 2.7709$ ($R^2 = 0.64$) and pH of the stemflow of the total amount of the event in management sites = $0.5854 \times \text{pH of the stemflow of the beginning of the event in management sites} + 2.7046$ ($R^2 = 0.65$). Electrical conductivity (EC) of the throughfall of the beginning and total amount of the event was highest in non-management site in *Abies holophylla*, followed by management sites in *Abies holophylla*, non-management site in *Pinus koraiensis*, and management sites in *Pinus koraiensis* stands, respectively. According to the linear regression results, EC of the throughfall of the total amount of the event in non-management sites = $0.4046 \times \text{EC of the throughfall of the beginning of the event in non-management sites} + 26.766$ ($R^2 = 0.69$) and EC of the throughfall of the total amount of the event in management sites = $0.6002 \times \text{EC of the throughfall of the beginning of the event in management sites} + 8.0184$ ($R^2 = 0.54$). In case of stemflow EC, EC of the stemflow of the total amount of the event in non-management sites = $0.6298 \times \text{EC of the stemflow of the beginning of the event in non-management sites} + 1.0242$ ($R^2 = 0.87$).

*Corresponding author: Tel: 055) 751-3248, Fax: 055) 752-9554, E-mail: pjh@jinju.ac.kr

the stemflow of the beginning of the event in non-management sites + 11.582 ($R^2 = 0.72$) and pH of the stemflow of the total amount of the event in management sites = $0.602 \times \text{pH}$ of the stemflow of the beginning of the event in management sites + 20.783 ($R^2 = 0.49$).

Key words : Electrical conductivity, management, stemflow, throughfall

서 론

산지역에서 임내강우량은 수관유하수량, 수관통과수량 및 수관적하수량을 포함하며, 이를 통칭하여 임내우라 한다(우, 1992). 또한, 수관통과우 및 수관유하수에 있어서 용존물질농도나 이온수지의 비교, 임외우가 산림지를 통과하여 계류로 집수되는 과정에서 유출수에 포함되는 물질농도의 변화를 추적함으로써 산림의 수질정화기능을 평가할 수 있다(大類 등, 1994). 또한, 수관유하수는 수간으로부터 거리에 따른 토양의 화학적 성질과 식생 분포에 영향을 미치며(Anderson, 1991; 大類 등, 1995), 수관통과우와 수관유하수의 화학적 조성에 영향을 미치는 인자는 강수량, 고도, 오염원과의 거리, 수령, 토양의 비옥도이다(Parker, 1983).

동일 환경 조건 하에서 대기오염물질에 영향을 받는 수목의 용탈 특성은 수종에 따라 다르며(이, 1997; 佐佐와 長谷, 1992), 수간의 요철에 따라서도 다르다(佐藤 등, 1989). 더욱이 수관유하수의 계절적인 pH 변이는 침엽수의 경우 여름철의 대사작용이 왕성하여 양분 축적이 적은데 비해 resin과 essential oil (terpene 등)과 같은 물질의 농도가 겨울 월동 준비를 위해 증가하여 수피 자체의 양분농도가 높아지는 것과 함께 수목의 생장이 왕성한 시기에 수피에서 배출되는 유기산 등에 의한 이온교환작용 및 낙엽기에 강우에 영향을 미치기 때문이고(이, 1995; 김 등, 2001), 잣나무, 소나무, 낙엽송 등 침엽수의 전기전도도값이 활엽수인 굴참나무, 신갈나무보다 높은데, 이는 침엽수가 활엽수보다 다량의 이온을 산림 내로 유출하기 때문이다(鶴見, 1995).

또한, 수관유하수의 pH가 높은 활엽수를 침엽수 인공림으로 바꾸었을 경우, 수관유하수의 낮은 pH로 인해 토양이 산성화되어 활엽수로의 시업이 대기오염물질에 의한 산림토양의 산성화를 억제시킨다(相澤, 1993). 더욱이 수목의 잎이나 가지에서 발생하는 양료성분의 용탈은 강우시 발생하는 수관통과우와 수관유하수의 형태로 잎과 줄기를 타고 흘러내리면서 잎이나 줄기 조직 내의 세포질 물질과 이온교환을 통해서 이루어지는 유

출수에 영향이 크며(Gaber and Hutchinson, 1988), 양료의 용탈 정도는 대기의 습도와 온도, 잎의 형태적인 특성, 강수 pH 등이 크게 영향한다(Luxmoore *et al.*, 1981; 한과 이, 1997). 따라서 이 연구는 전나무와 잣나무림 지역에서 산림시업에 따라 수관통과우와 수관유하수의 수소이온농도(pH) 및 전기전도도에 미치는 영향을 밝힘으로써 산림시업에 따른 산림의 수질정화기능을 평가하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 수행하였다.

재료 및 방법

1. 연구대상 지역의 개황 및 연구방법

연구대상 지역은 경기도 포천군 소흘면 직동리 광릉시험림 31, 33임반에 포함되며, 총유역면적은 13.6 ha(전나무림(I유역) : 9.5 ha, 잣나무림(II유역) : 4.1 ha)로 임상은 전나무와 잣나무의 침엽수 인공림이며, 표고 160~290 m, 산지경사 27.5/13~35°, 화강편마암을 모암으로 하고, 사질양토로 임령은 3영급이다. 이 지역에서 산림시업은 1996년 3월부터 5월까지 전나무림은 간벌량 650 본/ha, 벌채단면적 5.2 m²/ha으로, 잣나무림은 간벌량 400본/ha, 벌채단면적 3.5 m²/ha으로 실시하였다. 전나무와 잣나무림 지역은 Fig. 1에서와 같이 유역 I과 II로 구분된다.

전나무와 잣나무림의 수관통과우와 수관유하수를 측정하기 위한 조사구는 시업구와 비시업구로 구분하여 10×10 m 방형구에 각기 9개의 수관통과우집수기(10 cm×10 cm×100 cm)와 전나무, 잣나무 공히 5개체에 수관유하수집수기를 설치하였고, 이 양은 자동 자료 기록계(CR10X)를 이용해 기록하였다. 수관통과우와 수관유하수의 수질분석시료는 단위강우를 원칙으로 하여 수관통과우와 수관유하수가 유하하는 호스 끝에 폴리에틸렌병을 고정하여 수집하였다. 강우량은 산림소유역유출수량관측시설 내 기기실에 자기우량계를 설치하여 측정하였으며, 수질분석시료는 노지에 보통우량계를 설치하여 단위강우를 수집하였다.

강우, 수관통과우, 수관유하수는 공히 pH, 전기전도도

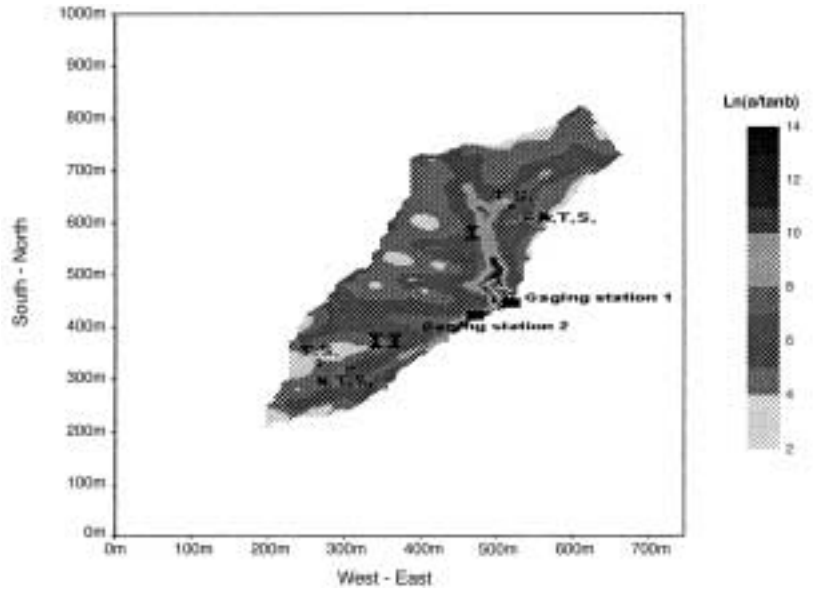


Fig. 1. Map of study sites in Gwangreung. In the figure, T.S., N.T.S. and $Ln(a/tanb)$ indicate thinning site (Management), non-thinning site (Non-Management) and topographic index, respectively.

Table 1. Stand characteristics of sites in *Abies holophylla* and *Pinus koraiensis*.

Distribution	Tree height (m)		Clear Length (m)	D.B.H. (cm)		Basal area (m ²)	No. of trees
	Pre-management	Post-management		Pre-management	Post-management		
Management site in <i>Abies holophylla</i>	7.0	10.4	4.5	10.1	16.0	0.2	11
Non-management site in <i>Abies holophylla</i>		9.9	3.4		12.5	0.2	26
Management site in <i>Pinus koraiensis</i>	7.9	10.9	5.5	12.4	17.2	0.2	9
Non-management site in <i>Pinus koraiensis</i>		10.4	3.9		14.6	0.3	19

를 분석하였다. 이때 pH (pH meter, HI8314), 전기전도도 (EC meter, CM-11P)는 항목의 특성상 현장에서 시료 채취시 즉시 측정하였다. 자료의 분석을 위하여 산림사업에 따른 pH 및 전기전도도의 관계는 spss/pc⁺를 이용해 직선회귀분석을 실시하였다.

2. 조사대상지의 임황

수관통과우, 수간유하수를 채취한 전나무와 잣나무림의 시업구와 비시업구의 임황은 Table 1과 같다.

산림사업 후 약 4년이 경과된 1999년 현재, 전나무림

과 잣나무림에서 임목의 평균수고는 산림사업 (간벌 및 가지치기) 전의 각각의 평균수고 7.0과 7.9 m보다 시업구에서는 각각 3.4, 3.0 m 더 높았으며, 비시업구에서는 각각 2.9, 2.5 m 성장하여 전나무림, 잣나무림 모두 시업구가 비시업구보다 임목의 성장이 큰 것으로 나타났다. 또한, 전나무림과 잣나무림의 평균흉고성장량은 산림사업 전 각각의 평균흉고성장량 10.1, 12.4 cm보다 시업구에서는 5.9, 4.8 cm, 비시업구에서는 2.4, 2.2 cm가 더 성장하였다.

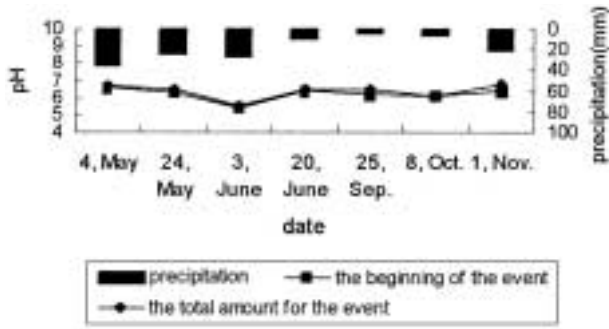


Fig. 2. Variations of pH in the beginning of the event and the total amount for the event in the experimental sites.

결과 및 고찰

1. 강우, 전나무와 잣나무림에서 시업구, 비시업구의 수관통과우, 수간유하수의 pH 변화

1999년 5월부터 초기강우 및 전체강우로 구분하여 동년 11월까지 분석한 7개 단위강우 가운데 초기강우의 평균 pH는 6.17이었으나, 총강우의 평균 pH는 6.33으로 초기강우의 평균 pH가 총강우의 평균 pH보다 낮아 초기강우에 집적된 대기오염물질이 많은 것으로 나타났으나(김 등, 1996; 박과 우, 1997), t-test 분석결과 유의한 차이는 보이지 않았다(Fig. 2).

전나무림 비시업구에서 초기수관통과우의 평균 pH(6.10)는 시업구에서 초기수관통과우의 평균 pH(6.41)보다 낮은 값을 나타내었고, 전나무림 비시업구에서 총수관통과우의 평균 pH(6.38)는 시업구에서 총수관통과우의 평균 pH(6.55)보다 낮은 값을 나타내었다. 또한, 잣나무림 비시업구에서 초기수관통과우의 평균 pH(6.23)는 시업구에서 초기수관통과우의 평균 pH(6.29)보다 낮은 값을 나타내었고, 잣나무림 비시업구에서 총수관통과우의 평균 pH(6.36)는 시업구에서 총수관통과우의 평균 pH(6.46)보다 낮은 값을 나타내었다.

산림사업에 따라 초기수관통과우는 총수관통과우보다 평균 pH는 약 0.14~0.28, 잣나무림 시업구 및 비시업구에서 초기수관통과우는 총수관통과우보다 평균 pH는 약 0.13~0.17 낮은 값을 나타내어(Fig. 3) 수목의 잎과 가지에 침착되어 있던 대기오염물질 등이 초기수관통과우에 의해 더 많이 씻겨 내려간데 기인한 결과 때문(佐藤 등, 1989)이라 생각된다.

한편, 전나무, 잣나무림의 비시업구, 시업구에서 초기수관통과우와 총수관통과우의 pH 관계를 직선회귀분석한

결과는 Fig. 4와 같다. 즉, 비시업구에서 총수관통과우의 $pH = 0.735 \times \text{초기수관통과우의 } pH + 1.849$ ($R^2 = 0.82$)이었고, 시업구에서 총수관통과우의 $pH = 0.863 \times \text{초기수관통과우의 } pH + 1.0242$ ($R^2 = 0.87$)이었다. 이때 기울기는 비시업구와 시업구에서 다소 차이를 나타내었는데, 이는 비시업구와 시업구의 임분 특성에 기인한 결과로 생각된다.

전나무림 비시업구에서 초기수간유하수의 평균 pH(6.09)는 시업구에서 초기수간유하수의 평균 pH(6.28)보다 낮은 값을 나타내었고, 전나무림 비시업구에서 총수간유하수의 평균 pH(6.32)는 시업구에서 총수간유하수의 평균 pH(6.41)보다 낮은 값을 나타내었다. 또한, 잣나무림 비시업구에서 초기수간유하수의 평균 pH(6.14)는 시업구에서 초기수간유하수의 평균 pH(6.30)보다 낮은 값을 나타내었고, 잣나무림 비시업구에서 총수간유하수의 평균 pH(6.41)는 시업구에서 초기수간유하수의 평균 pH(6.36)보다 낮은 값을 나타내었는데, 이는 산림사업에 따라 대기오염물질의 흡착기회가 감소하였기 때문인 것으로 생각된다(相澤, 1993). 또한, 잣나무림 시업구 및 비시업구에서 초기수간유하수는 총수간유하수보다 평균 pH는 약 0.13~0.23, 잣나무림 시업구 및 비시업구에서 초기수간유하수는 총수간유하수보다 평균 pH는 약 0.06~0.27 낮은 값을 나타내었는데(Fig. 5), 이는 수목의 줄기에 침착되어 있던 대기오염물질 등이 초기수간유하수에 의해 더 많이 씻겨 내려간데 기인한 결과(佐藤 등, 1989)로 생각된다.

한편, 전나무림과 잣나무림 시업구에서 초기수간유하수의 평균 pH는 초기강우의 평균 pH보다 비교적 높은 값을 나타내었는데, 이는 선행연구결과(脇孝 등, 1990; 박과 우, 1997)와 반대되는 결과이었다. 이는 침엽수 중에도 수간부의 요철 정도에 따른 차이(佐藤 등, 1989)와 강수량의 증가에 따라 수목의 잎에서 용출되는 Ca^{2+} , Mg^{2+} 등 양이온량이 늘어나 강우 pH의 완화(相澤, 1993)에 기인한 결과로 생각된다. 따라서 산림사업에 따른 임내우의 pH 변화를 보다 명확하게 밝히기 위해서는 단위강우를 시계열 단위로 구분하여 수종별, 산림사업별, 계절별로 세밀히 분석할 필요가 있을 것으로 생각된다. 즉, 초기수관통과우의 평균 pH는 전나무림 시업구 > 잣나무림 시업구 > 잣나무림 비시업구 > 전나무림 비시업구의 순이었으며, 총수관통과우의 평균 pH는 전나무림 시업구 > 잣나무림 시업구 > 전나무림 비시업구 > 잣나무림 비시업구의 순으로 전나무림, 잣나무림 모두 시업구가 비시업구보다 수목의 pH 완충효과가 더 발휘되는 것으로 분석되었다.

또한, 초기수간유하수의 평균 pH는 잣나무림 시업구

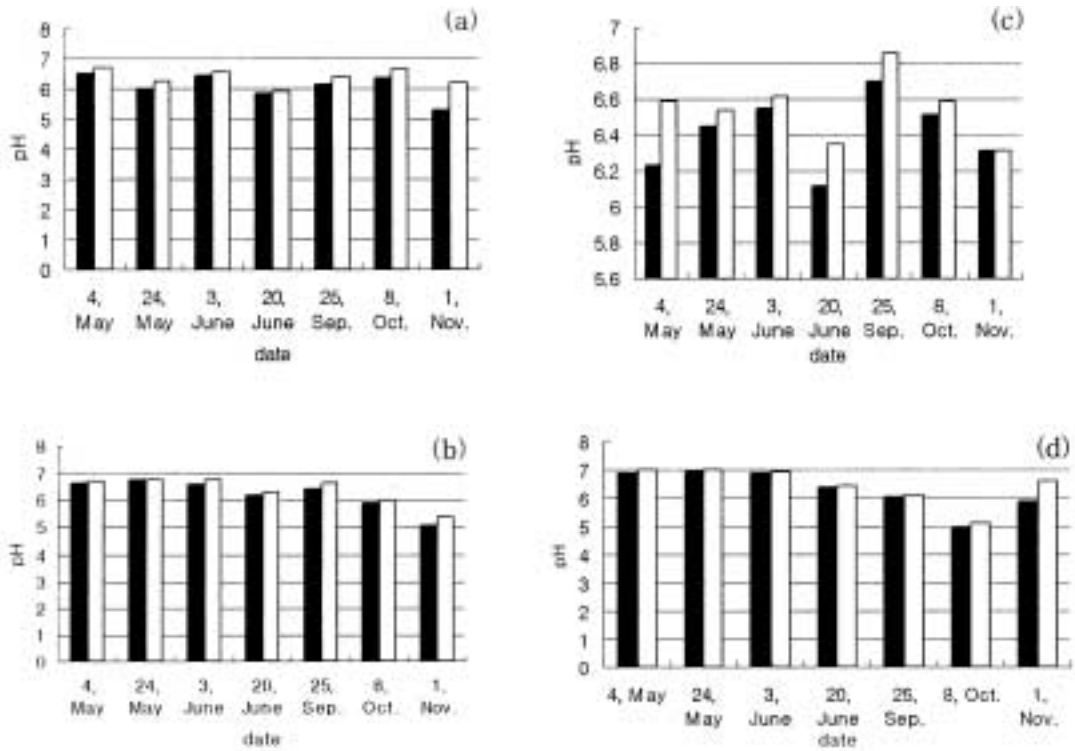


Fig. 3. Variations of pH by throughfall of non-management[(a), (b)]and management sites[(c), (d)] in *Abies holophylla* [(a), (c)]and *Pinus koraiensis* stand[(b), (d)]. The black bar indicate the beginning of the event and the white bar indicate the throughfall of the total amount.

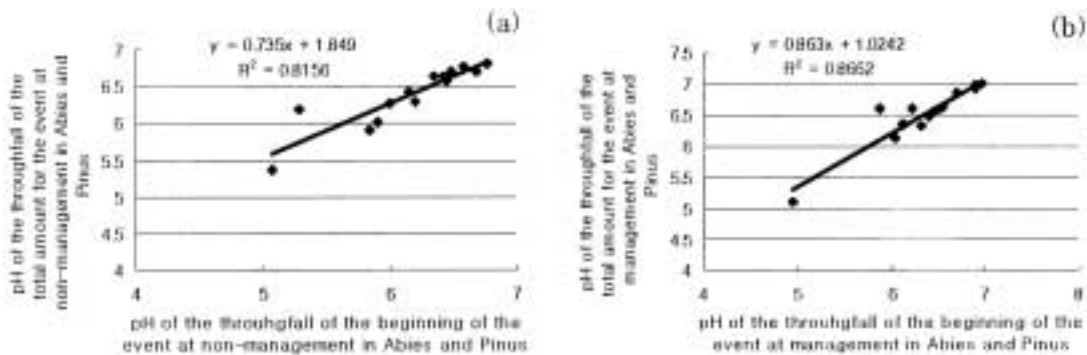


Fig. 4. Linear regression of between pH of the throughfall of the beginning and total amount of the event at non-management (a) and management (b) in *Abies holophylla* and *Pinus koraiensis* stand.

>전나무림 시업구>잣나무림 비시업구>전나무림 비시업구의 순이었으며, 총수간유하수의 평균 pH는 잣나무림 시업구>전나무림 시업구>잣나무림 비시업구>전나무림 비시업구의 순으로 전나무림, 잣나무림 모두 시업구가 비시업구보다 수목의 pH 완충효과가 발휘되는 것으로 분석되었다. 그러나 수관통과우와 수간유하수에서

평균 pH의 크기는 전나무림과 잣나무림에서 상이한 결과를 나타내었는데, 이는 수종에 따른 pH 완충효과의 차이(酒井, 1997), 수간의 요철 및 엽면적(佐藤 등, 1989), 잎의 보습력(Adams and Hutchinson, 1984), 흉고직경의 차이 등 수종의 pH 완충능의 특성에 따른 차이(相澤, 1993)에 기인한 결과로 판단된다. 시업구와 비시업구에

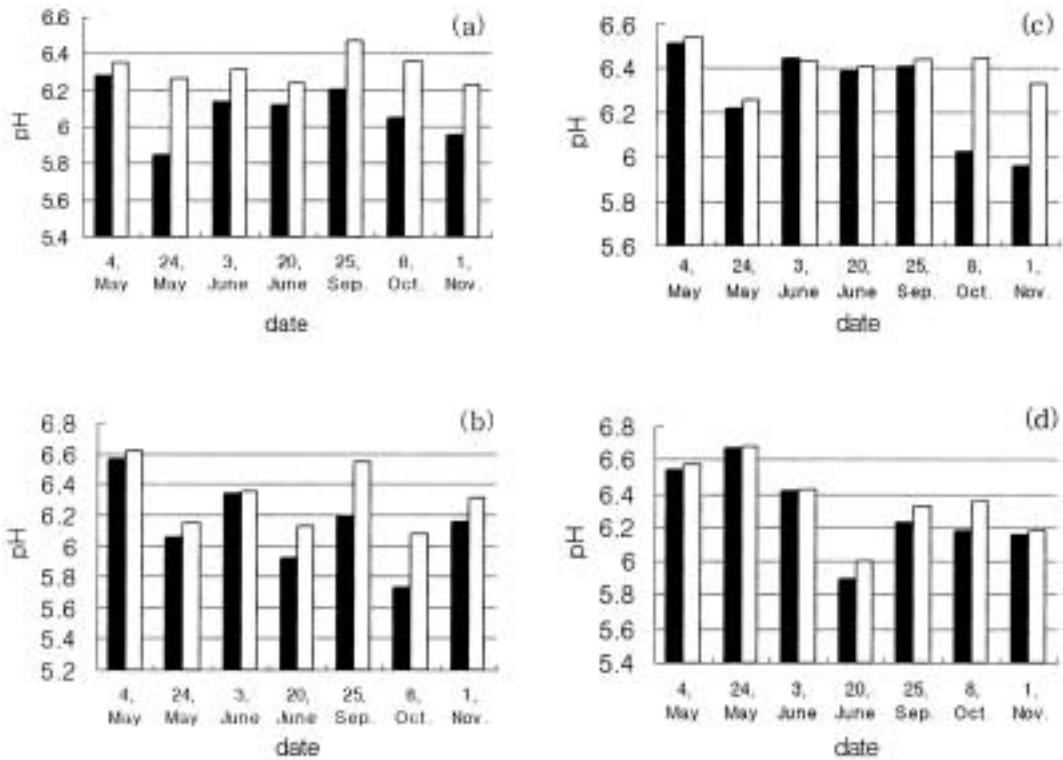


Fig. 5. Variations of pH by stemflow of non-management((a), (b))and management sites((c), (d)) in *Abies holophylla*((a), (c)) and *Pinus koraiensis* stand((b), (d)). The black bar indicate the beginning of the event and the white bar indicate the stemflow of the total amount.

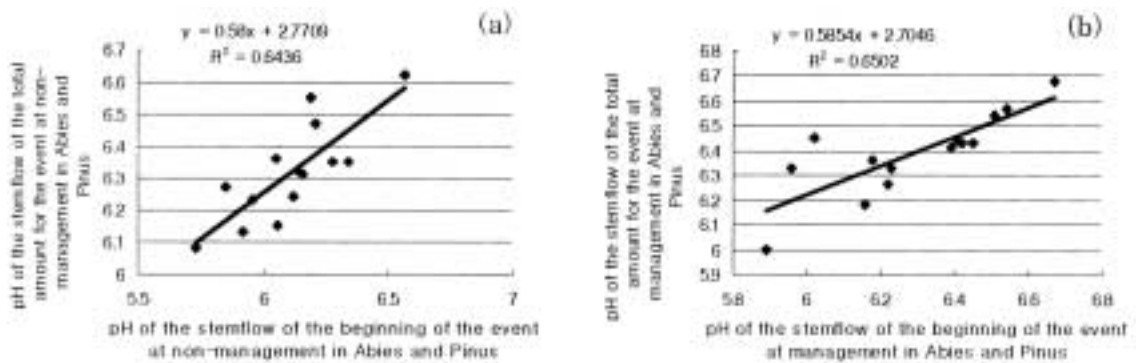


Fig. 6. Linear regression of between pH of the stemflow of the beginning and total amount of the event at non-management (a) and management (b) in *Abies holophylla* and *Pinus koraiensis* stand.

서 임내우의 pH에 대한 유의성검정결과 (Table 2), 모두 1% 수준에서 유의한 결과를 나타내었다.

한편, 전나무, 잣나무림의 비시업구, 시업구에서 초기수 간유하수와 총수간유하수의 pH와의 관계를 직선회귀분석한 결과는 Fig. 6과 같다. 즉, 비시업구에서 총수간유

Table 2. T-test results of variations of pH on study sites.

Variable	Throughfall	Stemflow
Probability	0.010**	0.010**

Note : The symbol of** stands for statistically significant at 1% level.

하수의 $pH = 0.58 \times \text{초기수관유하수의 } pH + 2.7709$ ($R^2 = 0.64$)이었고, 시업구에서 총수관유하수의 $pH = 0.5854 \times \text{초기수관유하수의 } pH + 2.7046$ ($R^2 = 0.65$)이었다.

2. 강우, 전나무와 잣나무림에서 시업구, 비시업구의 수관통과우, 수간유하수의 전기전도도변화

조사 분석한 7개 단위강우 가운데 초기강우의 평균전

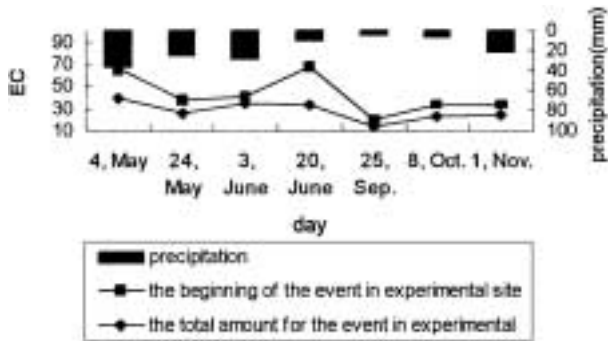


Fig. 7. Variations of electrical conductivity (EC) by the beginning of the event and the total amount for the event in experimental site.

기전도도 ($\mu S/cm$)는 42.3이었으나, 총강우의 평균전기전도도는 26.8로 초기강우의 평균전기전도도가 총강우의 평균전기전도도보다 약 1.6배 높은 값을 나타내었는데, 이는 강우량에 따른 희석효과에 기인한 결과로 생각된다 (Fig. 7).

전나무림 비시업구에서 초기수관통과우의 평균전기전도도는 110.6으로 시업구에서 초기수관통과우의 평균전기전도도 (99.4)보다 높은 값을 나타내었고, 전나무림 비시업구에서 총수관통과우의 평균전기전도도 (73.1)는 시업구에서 총수관통과우의 평균전기전도도 (69.4)보다 높은 값을 나타내었다. 또한, 잣나무림 비시업구에서 초기수관통과우의 평균전기전도도 (89.7)는 시업구에서 초기수관통과우의 평균전기전도도 (87.7)보다 높은 값을 나타내었고, 잣나무림 비시업구에서 총수관통과우의 평균전기전도도 (61.5)는 시업구에서 초기수관통과우의 평균전기전도도 (58.9)보다 높은 값을 나타내었다.

전나무림과 잣나무림 시업구, 비시업구의 초기수관통과우 및 총수관통과우의 평균전기전도도는 초기강우 및 총강우의 평균전기전도도보다 약 1.4~4.1배 높았는데 (Fig. 8), 이는 강우가 수목의 잎과 가지 등을 타고 흐르면서 수목의 잎과 가지에 침착되어 있는 각종 성분들을

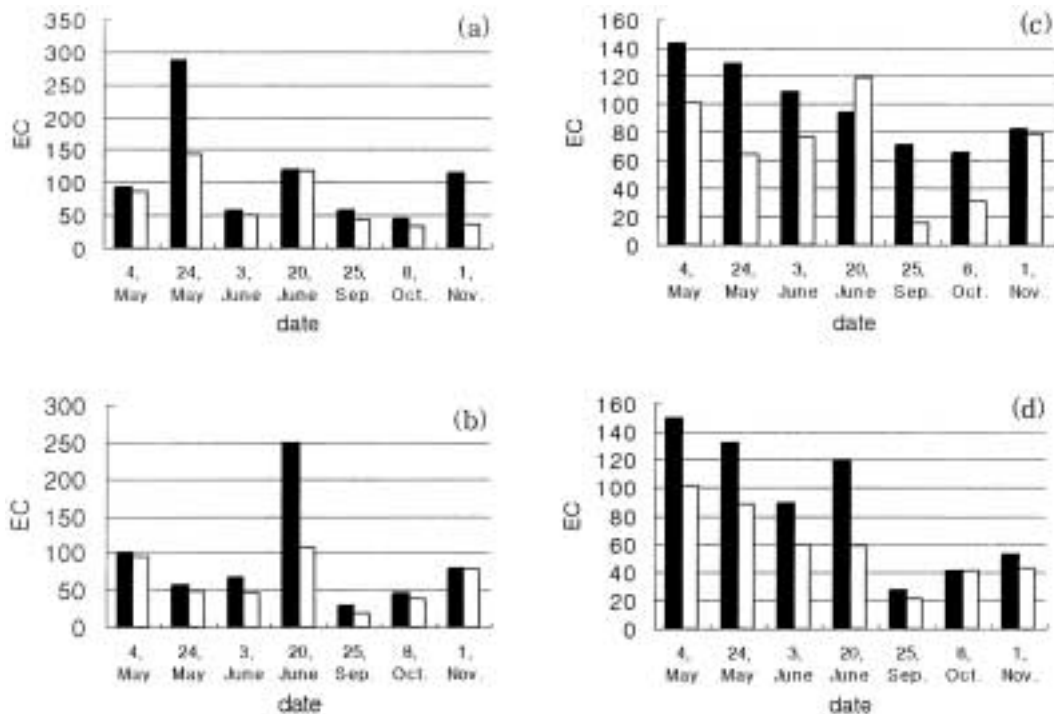


Fig. 8. Variations of electrical conductivity (EC) by throughfall of non-management ((a), (b)) and management sites ((c), (d)) in *Abies holophylla* ((a), (c)) and *Pinus koraiensis* stand ((b), (d)). The black bar indicate the beginning of the event and the white bar indicate the throughfall of the total amount.

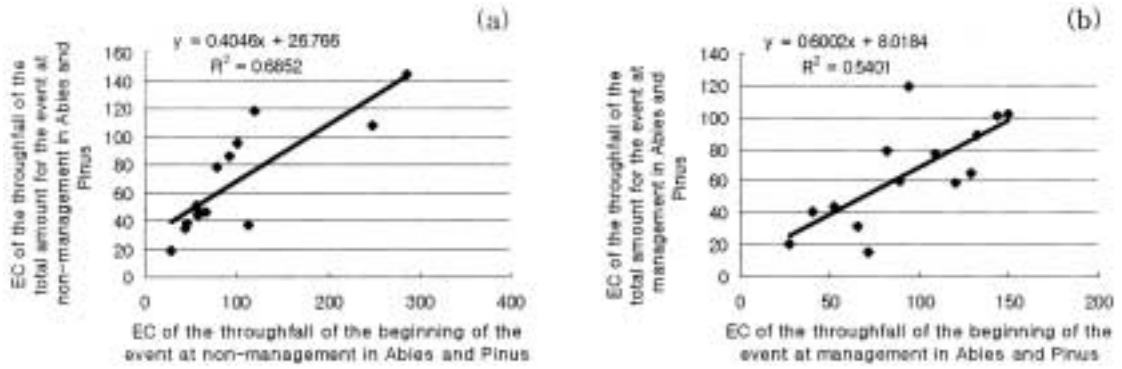


Fig. 9. Linear regression of between EC of the throughfall of the beginning and total amount of the event at non-management (a) and management (b) in *Abies holophylla* and *Pinus koraiensis* stand.

용존시컨데 기인한 결과 때문이라 생각된다. 즉, 초기수관통과우와 총수관통과우에서 평균전기전도도의 크기는 전나무림 비시업구 > 전나무림 시업구 > 잣나무림 비시업구 > 잣나무림 시업구의 순으로 전나무림의 수관통과우가 잣나무림의 수관통과우보다, 전나무림, 잣나무림 모두 비시업구가 시업구보다 평균전기전도도가 높았는데, 이는 잎의 표면적, 강수의 수관차단면적 등의 차이(이 등, 1989; 相澤, 1993; Gilbert, 1997)에 기인한 결과 때문이라 생각된다.

한편, 전나무, 잣나무림의 비시업구, 시업구에서 초기수관통과우와 총수관통과우의 전기전도도와 관계를 직선회귀분석한 결과는 Fig. 9와 같다. 즉, 비시업구에서 총수관통과우의 전기전도도 = $0.4046 \times$ 초기수관통과우의 전기전도도 + 26.766 ($R^2 = 0.69$) 이었고, 시업구에서 총수관통과우의 전기전도도 = $0.6002 \times$ 초기수관통과우의 전기전도도 + 8.0184 ($R^2 = 0.54$) 이었다.

전나무림 비시업구에서 초기수간유하수의 평균전기전도도 (130.4)는 시업구에서 초기수간유하수의 평균전기전도도 (125.4)보다 비교적 높은 값을 나타내었고, 전나무림 비시업구에서 총수간유하수의 평균전기전도도 (102.2)는 시업구에서 총수간유하수의 평균전기전도도 (96.8)보다 높은 값을 나타내었다. 또한, 잣나무림 비시업구에서 초기수간유하수의 평균전기전도도 (123.6)는 시업구에서 초기수간유하수의 평균전기전도도 (100.6)보다 높은 값을 나타내었고, 잣나무림 비시업구에서 총수간유하수의 평균전기전도도 (95.2)는 시업구에서 총수간유하수의 평균전기전도도 (80.8)보다 높은 값을 나타내었다.

초기수간유하수와 총수간유하수에서 평균전기전도도의 크기는 모두 전나무림 비시업구 > 전나무림 시업구 > 잣나무림 비시업구 > 잣나무림 시업구의 순이었는데, 이

Table 3. T-test results of variations of electrical conductivity on study sites.

Variable	Throughfall	Stemflow
Probability	0.000**	0.010**

Note : The symbol of ** stands for statistically significant at 1% level.

는 초기수관통과우 및 총수관통과우에서 평균전기전도도 크기 순과 유사한 결과이었다 (Fig. 10).

즉, 산림시업에 따른 임내우에서 전기전도도에 대한 유의성검정결과 (Table 3) 1% 수준에서 유의한 결과를 나타내었다. 이와 같은 결과는, 산림토양내 대기오염물질의 유입을 감소시키고 산림의 완충효과를 증진시키기 위해서는 산림시업이 유의함을 의미하는 것으로 (水野, 1984; 鶴見, 1995), 침엽수 인공림의 경우 산림의 수질정화기능을 증진시키기 위해서는 적정한 산림시업이 필요하다 (宗宮, 1993). 또한, 전나무림, 잣나무림에서 초기수간유하수와 총수간유하수는 초기수관통과우 및 총수관통과우보다 높은 값을 나타내었는데, 이는 수목의 줄기에 흡착된 오염물질 및 이온성분의 용출 기회의 차이 (Gaber and Hutchinson, 1988; 板本, 1993)에 기인한 결과로 생각된다.

한편, 전나무, 잣나무림의 비시업구, 시업구에서 초기수관통과우와 총수관통과우의 전기전도도와 관계를 직선회귀분석한 결과는 Fig. 11과 같다. 즉, 비시업구에서 총수간유하수의 전기전도도 = $0.6298 \times$ 비시업구에서 초기수간유하수의 전기전도도 + 11.582 ($R^2 = 0.72$) 이었고, 시업구에서 총수간유하수의 전기전도도 = $0.602 \times$ 시업구에서 초기수간유하수의 전기전도도 + 20.783 ($R^2 = 0.49$) 이었다.

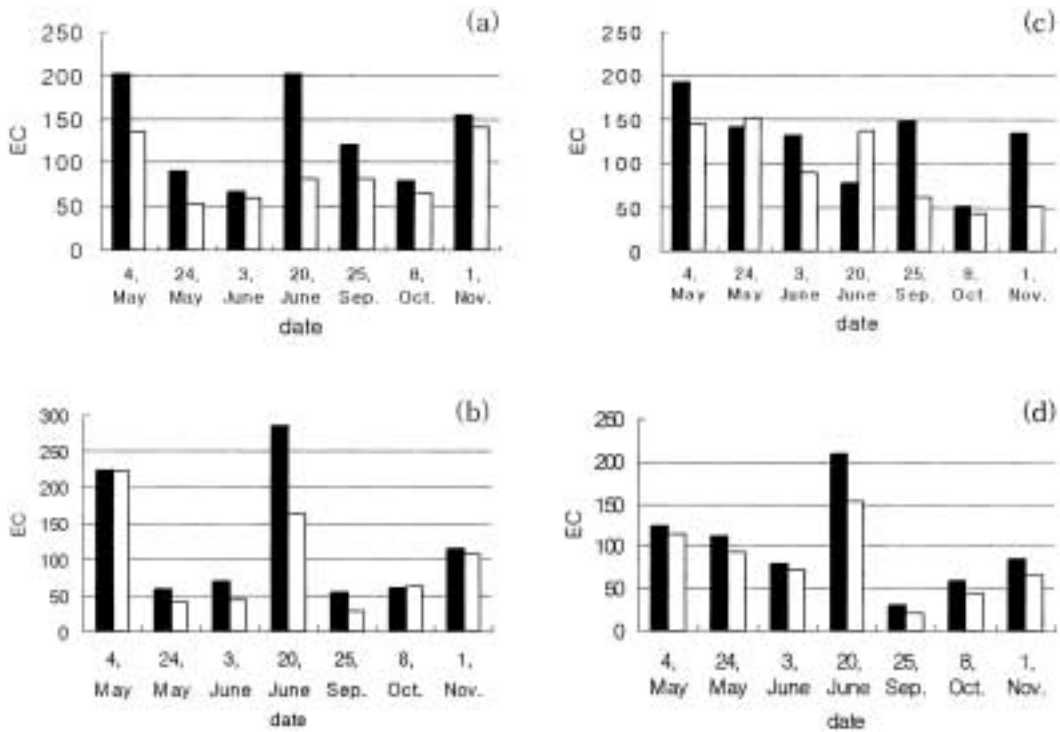


Fig. 10. Variations of electrical conductivity (EC) by stemflow of non-management((a), (b))and management sites((c), (d))in *Abies holophylla*((a), (c))and *Pinus koraiensis* stand((b), (d)). The black bar indicate the beginning of the event and the white bar indicate the stemflow of the total amount.

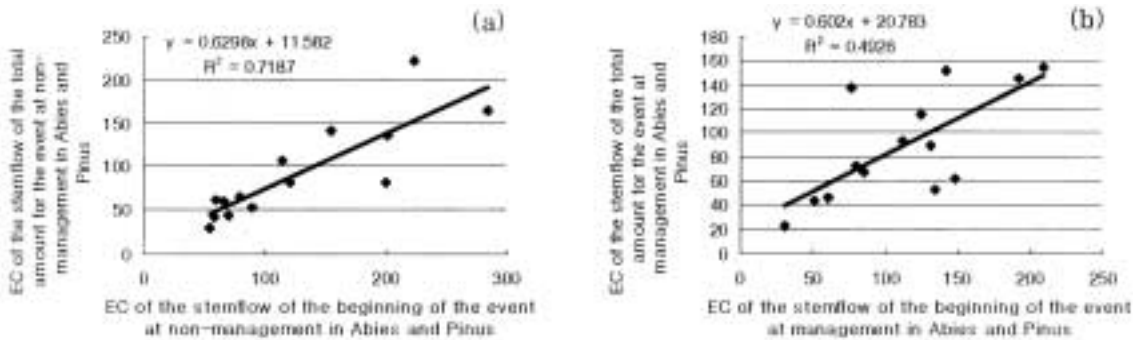


Fig. 11. Linear regression of between EC of the stemflow of the beginning and total amount of the event at non-management (a) and management (b) in *Abies holophylla* and *Pinus koraiensis* stand.

적 요

이 연구는 전나무림과 잣나무림에서 산림사업에 따른 산림의 수질정화기능을 평가하기 위한 기초자료를 제공하기 위하여 광릉시험림 31, 33임반내 산림사업지 전나무림, 잣나무림 구역에서 1999년 5월부터 1999년 11월

까지 7개의 단위강우를 대상으로 강우, 임내우를 강우직 후 초기와 그 이후 총량의 pH 및 전기전도도 등을 분석한 결과는 다음과 같다.

1) 초기수관통과우의 평균 pH는 전나무림 시업구>잣나무림 시업구>잣나무림 비시업구>전나무림 비시업구의 순이었으며, 총수관통과우의 평균 pH는 전나무림 시업구>잣나무림 시업구>전나무림 비시업구>잣나무림

비시업구의 순으로 전나무림, 잣나무림 모두 시업구가 비시업구보다 수목의 pH완충효과가 더 발휘되는 것으로 분석되었다.

2) 비시업구에서 총수관통과우의 $pH = 0.735 \times$ 초기수관통과우의 $pH + 1.849$ ($R^2 = 0.82$) 이었고, 시업구에서 총수관통과우의 $pH = 0.863 \times$ 초기수관통과우의 $pH + 1.0242$ ($R^2 = 0.87$) 이었다. 또한, 비시업구에서 총수간유하수의 $pH = 0.58 \times$ 초기수간유하수의 $pH + 2.7709$ ($R^2 = 0.64$) 이었고, 시업구에서 총수간유하수의 $pH = 0.5854 \times$ 초기수간유하수의 $pH + 2.7046$ ($R^2 = 0.65$) 이었다.

3) 초기수관통과우, 총수관통과우에서 평균전기전도도는 전나무림 비시업구 > 전나무림 시업구 > 잣나무림 비시업구 > 잣나무림 시업구의 순이었다.

4) 비시업구에서 총수관통과우의 전기전도도 = $0.4046 \times$ 초기수관통과우의 전기전도도 + 26.766 ($R^2 = 0.69$) 이었고, 시업구에서 총수관통과우의 전기전도도 = $0.6002 \times$ 초기수관통과우의 전기전도도 + 8.0184 ($R^2 = 0.54$) 이었다. 또한, 비시업구에서 총수간유하수의 전기전도도 = $0.6298 \times$ 초기수간유하수의 전기전도도 + 11.582 ($R^2 = 0.72$) 이었고, 시업구에서 총수간유하수의 전기전도도 = $0.602 \times$ 초기수간유하수의 전기전도도 + 20.783 ($R^2 = 0.49$) 이었다.

인 용 문 헌

김동엽, 유정환, 채지석, 차순형. 1996. 대기오염물질의 산림생태계내 유입과 토양의 화학적 특성 변화, 한국임학회지 **85**(1): 84-95.

김민식, 서문원, 전근우. 2001. 강원도 춘천시 지역에 있어서 5개 수종 수간류의 pH 및 전기전도도 변화, 한국임학회지 **90**(4): 413-419.

박재현, 우보명. 1997. 산림유역내 강수로부터 계류수질에 미치는 영향인자 분석, 한국임학회지 **86**(4): 489-501.

우보명. 1992. 신제 사방공학. 향문사. 310p.

이경준. 1995. 수목생리학. 서울대학교 출판부. 514pp.

이종학, 김태훈, 이원규, 최경, 이천용, 주진순. 1989. 산림의 유출조절에 관한 연구, 임업연구원 연구보고 **38**: 98-111.

이현호. 1997. 산지 물순환 소과정에 있어서 수질변화의 추적 분석에 의한 산림의 환경적 정화기능의 계량화 연구, 한국임학회지 **86**(1): 56-68.

한심희, 이경준. 1997. 산성우에 의한 토양산성화에 대한 4개 수종의 완충능력과 수관으로부터 양료 용탈 변이, 한국임학회지 **86**(3): 342-351.

宗宮 功. 1993. 自然の淨化機構. 技報堂出版. 252p.

酒井正治. 1997. スギ樹幹流圈土壤の酸性化-林齢による違

い-, 森林総合研究所九州支所年報 **9**: 16.

水野直治. 1984. 水溶液の電氣傳導率に對する各種イオン濃度の影響, 日本土壤肥料學雜誌 **55**(2): 1030-108.

佐佐朋幸, 長谷川浩一. 1992. 特定樹種の樹幹流による土壤の酸性化抑制作用-コリノキの場合-, 日本林學會誌 **74**(5): 437-440.

坂本 康. 1993. 樹冠通過雨および樹幹流の水量と水質の空間分布と時間變動, 水文水資源學會誌 **6**(4): 326-335.

相澤州平. 1993. 樹幹流の土壤陽イオン交換における役割, 日本東北支誌 **45**: 193-194.

佐藤冬樹, 藤原滉一郎, 駒崎里美. 1989. 森林内における降雨成分の動態-簾舞試験紙における調査例-, 北海道大學農學部演習林研究報告 **46**(4): 829-846.

大類清和, 生原喜久雄, 相場芳憲. 1994. 森林小集水域における溪流水質に及ぼす諸要因の影響, 日本林學會誌 **76**(5): 383-392.

大類清和, 相場芳憲, 生原喜久雄. 1995. 森林小集水域での水質變化の過程, 水文・水資源學會地 **8**(4): 367-381.

脇孝 介, 車戸憲二, 松橋達也. 1990. 山地地域における降雨の酸性化の實態について, 日林論 **101**: 253-254.

鶴見實. 1995. 特集環境科學シンポジウム1994-I: 酸性降下物-, 環境科學會誌 **8**(2): 193-206.

龜和田 國彦. 1991. 土壤溶液イオン組成からのECの推定とアニオン種の違いがECおよび浸透壓に及ぼす影響, 日本土壤肥料學雜誌 **62**(6): 634-640.

Adams, C.M. and T.C. Hutchinson. 1984. A comparison of the ability of leaf surfaces of three species to neutralize acidic rain drops, *New Phytologist*, **97**: 463-478.

Anderson, T. 1991. Influence of stemflow and throughfall from common oak (*Quercus robur*) on soil chemistry and vegetation patterns, *Canadian Journal of Forestry Research*, **21**: 917-924.

Gaber, B.A. and T.C. Hutchinson. 1988. Chemical changes in simulated rain drops following contact with leaves of four boreal forest species, *Canadian Journal of Bulletin*, **66**: 2445-2451.

Gilbert, A. 1997. Rest and water. Sustainable Forest Management: Contribution of Research, IUFRO Occasional Paper No. **9**: 16-20.

Luxmoore, R.J., T. Gizzard and R.H. Strand. 1981. Nutrient translocation in the outer canopy and summertime throughfall in two Virginia Piedmont forests, Thesis. University of Virginia, Charlottesville, Virginia.

Parker, G.G. 1983. Throughfall and Stemflow in the forest nutrient cycle, *Adv. Ecol. Research*, **13**: 57-133.