

# 양양군 국유림 지역의 음이온 농도와 임상, 숲 관련인자와의 상관<sup>1a</sup>

엄태원<sup>2\*</sup> · 김갑태<sup>2</sup>

## Correlations Between Concentrations of Negative Ions and Forest Type, and Site Factors at National Forests in Yangyang-gun<sup>1a</sup>

Tae-Won Um<sup>2\*</sup>, Gab-Tae Kim<sup>2</sup>

### 요 약

본 숲에서 발생하는 음이온의 농도가 임상과 숲 관련인자에 따른 변이를 파악하고자, 강원도 고성군, 양양군에 위치한 국유림지역에서 52개의 방형구에서 산림조사와 음이온의 농도를 측정하고 관련성을 분석하였다. 측정된 음이온의 평균값 2,405개/cm<sup>3</sup>는 일반적인 숲에서 보고된 2,000개/cm<sup>3</sup> 보다는 조금 높은 값이었다. 음이온 농도와 지형에서는 5% 유의수준에서, 음이온 농도와 토양수분, 해발고에서는 1% 유의수준에서 각각 정의 상관이 인정되었다. 조사지의 음이온 농도는 토양수분 수준간 고도의 통계적 유의성이 인정되었으며, 다습한 지역에서 평균 음이온 농도가 4,524.4개/cm<sup>3</sup>로 가장 높았다. 지형에서는 계곡부 조사지의 평균 음이온 농도가 3,372.4개/cm<sup>3</sup>로 가장 높았으며, 사면, 능선 순으로 점차 낮아지는 경향을 보였다. 측정시간대에서는 오전(12시 이전)에 측정된 평균 음이온 농도가 3,133.4개/cm<sup>3</sup>로 가장 높았으며, 낮(12:00~15:00), 저녁(15시 이후) 순으로 점차 낮아지는 경향을 보였다. 임상에서는 활엽수 혼효림에서 측정된 평균 음이온 농도가 3,503.9개/cm<sup>3</sup>로 가장 높았으며, 참나무림, 소나무림, 소나무-참나무 혼효림 순으로 점차 낮아지는 경향을 보였다. 이 연구의 결과는 치유의 숲 입지선정에 활용할 수 있을 것이라 사료된다.

주요어: 토양수분, 지형, 산림세라피

### ABSTRACT

To investigate the variation of anion concentrations in relation to forest type, forest-related factors, forest survey and anion concentrations measurement were carried out on the 52 quadrats located at the national forest areas in Yangyang-gun, Kangwon-do. The relationship between anion concentrations and forest-related factors were correlated. Total mean of anion concentration was 2,405 ea/cm<sup>3</sup>, which was slightly higher than general figures 2,000ea/cm<sup>3</sup>. Highly significant positive correlations were observed between anion concentrations and soil moisture contents, and also between anion concentrations and altitude. Significant positive correlations were observed between anion concentrations and topography. Anion concentrations were significantly different among soil moisture levels. Mean anion concentration were highest at 4,524.4ea/cm<sup>3</sup> in on wet sites, and followed slightly wet sites and moderate sites. Mean anion concentrations was highest on valley sites at 3,372.4ea/cm<sup>3</sup>, followed by slope and ridge areas. Mean anion concentrations measured before noon was highest

1 접수 2010년 5월 4일, 수정(1차: 2010년 10월 14일, 2차: 2010년 10월 19일), 게재확정 2010년 10월 20일

Received 4 May 2010; Revised(1st: 14 October 2010, 2nd: 19 October 2010); Accepted 20 October 2010

2 상지대학교 산림과학과 Dept. of Forest Sciences, College of Life Sci. & Resour., Sangji Univ., Wonju(220-702), Korea

a 이 논문의 일부는 2006년 상지대학교 교내연구비 지원에 의한 것임.

\* 교신저자 Corresponding author(ecoregion@sangji.ac.kr)

at  $3,133.4\text{ea}/\text{cm}^3$ , and measurements during 12:00~15:00 and after 15:00, showed relatively low anion concentrations. Mean anion concentrations was highest at mixed deciduous forests at  $3,503.9\text{ea}/\text{cm}^3$ , followed by oak forests, pine forests, and pine-oak forests. Results of this study are expected to be used in planning therapeutic forests.

**KEY WORDS: SOIL MOISTURE, TOPOGRAPHY, FOREST THERAPY**

## 서론

산림휴양 활동의 효과는 매우 다양하게 설명되고 있으며, 많은 사람들이 숲을 찾고 있으며 앞으로 더욱 증가할 것으로 추정된다. 인류는 오랫동안 자연환경 특히, 숲에서 생활해 왔고 인위적 환경보다 숲이라는 자연환경 속에서 심리적, 생리적으로 안정되며 스트레스가 없어지는 등으로 면역력이 높아지고 심리적 치유가 가능하다는 산림치유의 효능에 대한 연구가 국내외에서 입증되고 있다(Yoshihumi and Park, 2008; Kim seon kyu, 2007; Kukovinets, *et al.*, 2006; Krueger and Reed, 1976; Lips *et al.*, 1987; Reilly and Stevenson, 1993). 산림청에서도 국민의 여가 문화와 휴양을 위하여 경관이 뛰어난 국·공유림을 대상으로 1988년부터 자연휴양림을 조성하고, 각 휴양림마다 산림욕장을 개설하였다. 2008년 산림문화·휴양에 관한 법률이 발효된 이후 산림청에서는 다양한 숲을 통한 문화와 휴양수요에 대처하기 위한 치유의 숲 조성 등 많은 노력을 기울이고 있다. 숲의 건강증진 효과에 대한 연구는 다양하게 진행되고 있으나(Kim Ki Weon, 2006; Kim Se-Cheon *et al.*, 2009; Kim si gyung *et al.*, 2008; Kim yeong yong, 2006; Kim one, 2007; Park sung hyun, 2007; Yoo rhee hwa & Jeong seong ae, 2009; Lim young seuk, 2008; Cah youn jung, 1995), 대부분의 연구가 치유의 숲 설계기준, 정책적인 면, 시설의 계획 등이거나 숲의 치유효과에 대한 과학적 근거가 조금은 부족한 실정이다.

일본을 중심으로 산림세라피(forest therapy)에 대한 건강증진 효과에 대한 연구가 시도되고 있으며(Yoshihumi and Park, 2008), 숲에서 발생하는 피톤치드(Kim Seon Kyu, 2007; Kukovinets *et al.*, 2006; Kukovinets, *et al.*, 2006)와 음이온(Kim yu chang *et al.*, 2000; Jee cheol geun, 2003; Krueger & Reed, 1976; Lips *et al.*, 1987; Reilly & Stevenson, 1993)이 건강증진에 효과적임을 보고하였다. 수목이 발산하는 피톤치드(테르펜)가 병원균을 죽이고 스트레스를 없애 심신을 순화하고 여러 가지 질병을 예방하는 효과를 가지며, 울창한 숲에서 발생하는 음이온을 마시면 세포의 신진대사를 촉진하고 활력을 증진시키며 피를 맑게

하고 신경안정과 피로회복, 식욕증진의 효과가 있으므로 각종 문명질환을 치유하는 효과를 가진다(Shin weon sup, 2005; Jee cheol geun, 2003; Cah youn jung, 1995; Um Tae Won *et al.*, 2009; Karjalainen *et al.*, 2010).

이에 이 연구는 숲에서 발생하는 음이온 농도가 임상과 환경 인자에 따라 어떠한 변이를 보이는지 파악하고자 강원도 양양군에 위치한 양양국유림관리소 관내 국유림지역을 대상으로 식생조사와 음이온의 농도를 측정하고 관련성을 분석하였다.

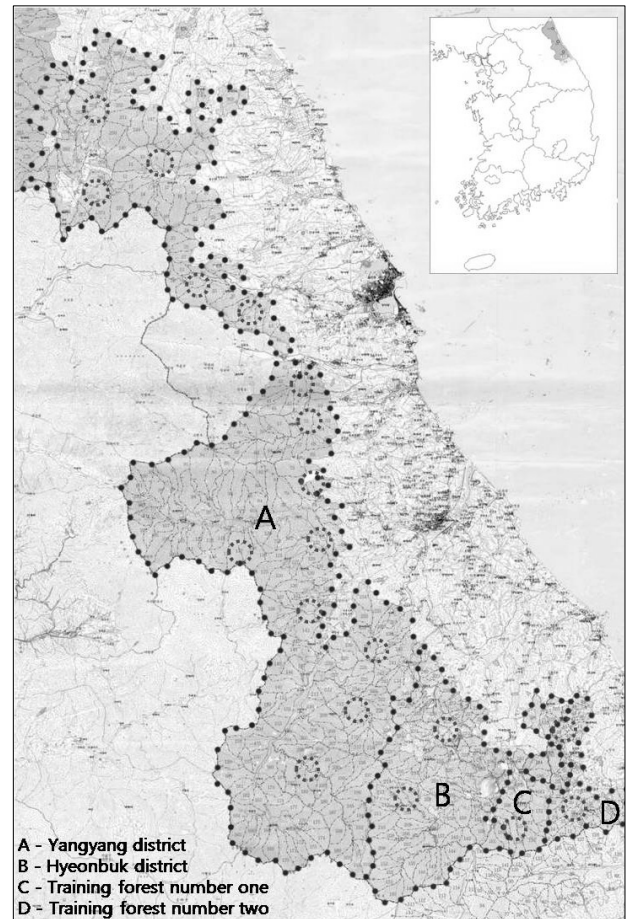


Figure 1. The Location map of the survey plots

## 재료 및 방법

### 1. 식생조사

양양국유림관리소가 관리하는 4개의 경영계획구(양양 36,789ha, 현북 8,440ha, 제1실습림 1,692ha, 제2실습림 1,692ha) 총 48,613ha의 국유림을 대상으로 천연림 상태를 유지하고 있는 임분에서 현존식생, 지형, 사면방위를 고려하여 총 52개의 방형구(20m x 20m)를 설치하고 주요 입지인자, 토양특성, 매목조사 및 음이온 농도를 측정하였다(Figure 1). 식생조사는 각 조사구에 대하여 수관의 위치에 따라 상중하층으로 구분하여 수종과 흉고직경을 측정하여 식생조사표에 기록하였다. 숲에서 발생하는 음이온의 농도와 관련성을 알아보고자 해발고, 방위, 경사도, 평균수고, 낙엽퇴, 표토층 깊이, 지형 등을 함께 조사하였다.

### 2. 음이온 농도 측정

기상조건에 따라 민감하게 변화되는 음이온 농도와 숲 관련인자와의 관련성을 파악하고자 2008년 7월 2일부터 4일, 8월 18일부터 21일 사이에 집중적으로 조사하였으며, 식생조사 중에 방형구 중앙부위에 음이온 측정기(ITC-201A, 일본 제품)를 지상에서 5cm 정도 띄워서 작동시키고 10분이 지난 후의 측정값을 기록하였으며, 측정 시의 기온과 상대습도, 측정시각을 기록하였다.

### 3. 상관관계 및 분산분석

음이온 농도와 임상 및 숲 관련인자와 상관관계 및 관련인자들 간의 분산분석은 SPSS(ver 10.1)을 이용하여 분석하였다. 음이온 농도와 숲 관련인자 간의 상관분석을 위하여 해발고, 낙엽퇴 등은 측정치를 그대로 이용하였으며, 다른 숲 관련인자들은 다음과 같이 수치화하여 분석하였다.

- 식생형 : 소나무림 1, 참나무림 2, 침활혼효림 3, 활엽수 혼효림 4
- 지형 특성 : 능선 1, 사면 2, 계곡 3
- 토양수분 : 간이토양수분 측정기로 측정; 보통 1, 습 2, 다습 3
- 사면 방위 : 북 1, 북서 2, 북동 3, 서 4, 동 5, 남서 6, 남동 7, 남 8
- 시간 : 오전 9사~12시 1, 오후 12사~3시 2, 오후 3사~6시 3

## 결과 및 고찰

### 1. 숲의 일반적 특성과 음이온 농도

#### 1) 군집분류 및 층위별 상대우점치

각 조사구들을 Cluster분석한 결과에 따라 2개의 군집으로 분류되었다. 군집별 나타난 주요 수종에 대한 수종별 상대우점치(Importance percentage, I.P)를 Table 1에 보였다. 신갈나무혼효림군집(A)은 신갈나무의 평균상대우점치가 20%로 가장 높은 값을 나타냈으며, 다음으로 굴참나무가 13.2%로 나타났다. 그 다음은 소나무(10.0%), 졸참나무(6.8%), 당단풍(6.8%)순으로 나타났다. 굴참나무군집(B) 또한 해발고가 낮고 산복부에 위치한 조사구들로 굴참나무의 평균상대우점치(M.I.P)가 42.5%로 가장 높았고, 다음으로 신갈나무(28.0%), 조록싸리(6.5%), 물푸레(5.0%)순으로 나타났다.

층위별 상대우점치(IP)는 신갈나무혼효림군집(A)의 경우 상층에서는 신갈나무의 상대우점치가 25.2%로 가장 높게 나타났고, 다음으로 굴참나무(20.8%), 소나무(18.0%), 졸참나무(10.6%)순으로 나타났다. 중층에서는 신갈나무와 당단풍나무의 상대우점치가 18.6%, 16.3%로 높은 값을 나타냈으며 쪽동백나무와 굴참나무가 9%, 8%로 그 다음이었다. 하층에서는 생강나무(15.1%), 조록싸리(14.9%), 철쭉(9%) 순으로 골고루 차지하고 있었다.

굴참나무군집(B)의 경우 상층에서는 굴참나무의 상대우점치가 70%로 가장 높았으며, 다음으로 신갈나무(16%), 졸참나무(7%), 물푸레나무(6%) 순으로 나타났다. 중층에서는 신갈나무의 상대우점치가 54%로 높았고, 굴참나무(18%), 산벚나무(9%), 소나무(6%) 순으로 나타났으며, 하층에서는 조록싸리가 21%로 가장 높고, 다음으로 신갈나무(12%), 굴참나무(9%), 난티잎개암나무(9%) 순으로 상대우점치가 높게 나타났다(Table 1).

#### 2) 흉고직경급 분포

2개의 군집으로 분류된 신갈나무혼효림군집(A) 흉고직경의 분포는 소경목과 중경목의 비가 높아 역 J자 모양에서 종 모양으로 바뀌어가고 있는 모양을 나타내고 있으며, 가장 많은 밀도를 가지고 있는 신갈나무의 흉고직경급 분포는 2cm급 17.5%, 3~7cm급 28.4%, 8~12cm급 45.3%, 13~17cm급 41.3%, 18~22cm급 24.0%, 23~27cm급 19.5%, 28~32cm급 14.5%, 33~37cm급 28.0%, 38~42cm급 29.5%, 43cm이상급 25.0%로 8~12cm급의 비율이 가장 높았다. 그리고 신갈나무, 굴참나무, 소나무가 비교적 다양한 직경급에서 출현하고 있으며, 다음으로 졸참나무, 물푸레나무가 많이 출현하는 것으로 나타났다. 흉고직경 30cm 이상의 중경급은 신갈나무, 굴참나무, 소나무, 졸참나무가 많이 분포하고 있으며 대부분 수종들의 직경은 20cm이하의 소경급에 분포하고 있는 것으로 조사되었다.

Table 1. Importance percentage(I.P.) and mean importance percentage(M.I.P.) of major woody species

Species name	Plant community	<i>Quercus mongolica</i> -Mixed Broad leaved community(A)			
		U*	M*	L*	M.I.P(%)
<i>Quercus mongolica</i>		25.2	18.6	7.0	20.0
<i>Quercus variabilis</i>		20.8	7.3	1.9	13.2
<i>Pinus densiflora</i>		18.0	2.6	0.6	10.0
<i>Quercus serrata</i>		10.6	3.7	1.6	6.8
<i>Acer pseudosieboldianum</i>		0.7	16.3	6.0	6.8
<i>Styrax obassia</i>		1.0	8.9	4.1	4.1
<i>Lindera obtusiloba</i>		-	4.3	15.1	3.9
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		3.7	4.0	2.8	3.7
<i>Lespedeza maximowiczii</i>		-	-	14.9	2.5
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		-	0.8	9.3	1.8
<i>Tilia amurensis</i>		2.1	1.7	0.6	1.7
<i>Tilia mandshurica</i>		2.5	0.8	0.3	1.6
<i>Carpinus laxiflora</i>		-	4.1	1.0	1.5
<i>Fraxinus mandshurica</i>		2.2	1.0	0.2	1.4
<i>Acer okamotoanum</i>		1.1	2.1	0.8	1.4
<i>Pinus koraiensis</i>		1.0	1.7	0.6	1.2
<i>Sorbus alnifolia</i>		0.7	1.7	1.1	1.1
<i>Betula schmidtii</i>		1.6	0.7	0.2	1.1
<i>Maackia amurensis</i>		1.1	1.3	0.4	1.1
<i>Magnolia sieboldii</i>		-	2.4	1.2	1.0
		<i>Quercus variabilis</i> community(B)			
		U*	M*	L*	M.I.P(%)
<i>Quercus variabilis</i>		70.0	18.0	9.0	42.5
<i>Quercus mongolica</i>		16.0	54.0	12.0	28.0
<i>Lespedeza maximowiczii</i>		-	-	39.0	6.5
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>		6.0	4.0	4.0	5.0
<i>Quercus serrata</i>		7.0	-	2.0	3.8
<i>Prunus sargentii</i>		-	9.0	2.0	3.3
<i>Lindera obtusiloba</i>		-	5.0	7.0	2.8
<i>Pinus densiflora</i>		-	6.0	-	2.0
<i>Styrax obassia</i>		-	4.0	2.0	1.7
<i>Corylus heterophylla</i>		-	-	9.0	1.5

\*U: Upper layer(%), M: Middle layer(%), L: Lower layer(%)

굴참나무군집(B)에서는 밀도는 적지만 굴참나무가 대체로 고르게 중경목 직경급을 차지하고 종 모양을 나타냈으며, 밀도가 적은 이유는 굴참나무로 이루어진 군집의 수가 적고 산림경영에 의해 인위적으로 간벌을 실시한 것으로 보여진다. 신갈나무치수들이 많은 것으로 보아 점차 굴참나무와 신갈나무중심의 활엽수림으로 성장할 것으로 판단된다(Table 2).

### 3) 음이온 농도

16개 리에 분포하는 52개 조사구에서 측정된 음이온 농

도, 지형, 식생상관, 관련 인자들을 Table 3에 보였다. 음이온 농도의 평균은 2,405개/cm<sup>3</sup>로 나타났으며, 범위는 40~12,700개/cm<sup>3</sup>로 변이폭이 매우 넓었다. 이는 대기 중의 음이온 농도가 여러 가지 인자들의 영향을 받으며 끊임없이 변화하는 특성을 가졌기 때문이라 추정된다. 측정된 음이온의 평균값 2,405개/cm<sup>3</sup>는 일반적인 숲속 2,000개/cm<sup>3</sup>(Jee cheol geun, 2003) 보다는 조금 높은 값이라 판단되며, 도시, 공업지대 및 아파트 실내의 500~1,800개/cm<sup>3</sup>(Jee cheol geun, 2003)보다는 높은 값으로 숲에서의 음이온의 건강증진 효과(Kim yu chang *et al.*, 2000; Jee cheol geun, 2003;

Table 2. The DBH distribution of major woody species for each plant community in the national forest area

Plant community	Species name	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	D8	D9	D10
Quercus mongolica-Mixed Broad leaved community(A)	<i>Quercus mongolica</i>	124	487	518	231	95	45	20	21	13	12
	<i>Acer pseudosieboldianum</i>	270	611	112	13	4		1			
	<i>Quercus variabilis</i>	50	97	188	181	153	78	37	21	9	3
	<i>Styrax obassia</i>	86	231	89	8	2	1				
	<i>Pinus densiflora</i>	7	17	54	54	90	67	58	20	17	26
	<i>Quercus serrata</i>	28	50	67	48	42	32	18	10	3	7
	<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	25	85	61	19	6	8	4	3	2	
	<i>Lindera obtusiloba</i>	103	71	9							
Quercus variabilis-community(B)	<i>Carpinus laxiflora</i>	17	68	45	5	4					
	<i>Quercus variabilis</i>			4	16	20	9	1			
	<i>Quercus mongolica</i>	6	13	25	4						
	<i>Prunus sargentii</i>	5	3								
	<i>Lindera obtusiloba</i>	2	1								

\* D1: DBH=2, D2: 2<DBH≤7, D3: 7<DBH≤12, D4: 12<DBH≤17, D5: 17<DBH≤22, D6: 22<DBH≤27

Krueger & Reed, 1976; Lips *et al.*, 1987; Reilly & Stevenson, 1993)를 얻을 수 있을 것이라 판단된다. 조사 당시의 평균기온은 25.21℃였으며, 범위는 19~29℃였다. 상대습도의 평균은 72.06%, 해발고도의 평균은 450.54m였으며, 범위는 135 ~ 1,052m 이었다(Table 3).

## 2. 조사지의 음이온 농도와 숲의 일반적 특성들 간의 상관관계

조사지의 음이온 농도와 숲 관련인자들 간의 pearson의 상관계수를 Table 4에 보였다. 음이온 농도와 지형에서는

Table 3. List of major site factors, anion concentrations and forest types for each survey sites

Comm. Type	Location	Altitude (m)	Slope direction	Tree Mean Height(m)	Topog -raphy	Litterfall depth(cm)	Soil moisture	Temp. (°C)	Time	Relative humidity(%)	Forest type	Anion conc.(ea/cm)
A	Gadunji 5	349	3	7	2	2	2	24	3	72	2	1720
	----- 3	384	3	7	1	3	2	24	2	77	2	880
	----- 2	419	1	6.5	2	3	2	25	2	72	2	1010
	----- 1	384	8	6.7	2	1	2	26	2	66	2	860
	Goseung 3	419	2	7	2	5	1	21	2	89	4	113
	----- 2	452	1	6.8	1	4	1	29	1	90	2	98
	----- 1	617	6	6.3	1	3	1	24	1	88	3	249
	Dachiri 1	617	3	6.8	2	4	1	25	3	82	2	1370
	Dowonri	388	3	5.8	2	0	1	26	1	81	2	2070
	Myunokjiri 1	276	7	6.5	1	3	1	25	2	56	2	1680
	----- 3	338	5	6.6	3	2	1	25	2	58	2	3080
	----- 5	400	1	5.8	2	3	1	22	3	68	3	790
	Michongol 1	470	4	6.5	1	3	1	24	3	56	3	330
	----- 2	540	2	6.8	1	2	1	24	2	58	4	770
	----- 3	555	4	6.5	2	2	3	25	2	72	4	1760
	----- 4	539	4	6.8	2	2	2	25	2	72	4	1010
	----- 5	539	1	6.3	2	2	2	26	2	68	4	1760
	----- 6	512	8	6.4	3	1	2	25	2	65	4	2950
	Baltakgoge	341	7	6.0	2	2	2	27	2	79	3	1890
	Alpus 1	724	4	6.7	3	2	3	22	1	89	4	8720
----- 2	767	4	6.4	3	1	2	26	1	80	4	7950	
----- 3	1036	8	6.3	2	1	3	26	2	84	2	1270	
----- 4	767	4	6.4	2	1	2	28	2	84	4	7560	

Table 3. (Continued)

Comm. Type	Location	Altitude (m)	Slope direction	Tree Mean Height(m)	Topog -raphy	Litterfall depth(cm)	Soil moisture	Temp. (°C)	Time	Relative humidity(%)	Forest type	Anion conc.(ea/cm)
	----- 5	1052	5	6.3	1	2	1	28	2	84	4	7560
	Osedung	525	7	6.7	2	2	2	28	2	56	2	2450
	Dalachi 6	353	8	6.2	3	3	3	28	2	56	3	1750
	----- 5	356	1	6.3	2	4	3	28	2	72	4	5300
	----- 4	346	1	6.2	3	5	2	28	2	72	4	1250
	----- 3	335	6	6.5	2	2	2	28	2	68	1	1040
	----- 2	339	7	6.4	1	2	2	27	2	68	3	1300
	----- 1	338	7	6.5	1	1	1	27	1	70	1	1390
	Jeongjok 6	414	8	6.8	2	1	2	19	3	58	2	5640
	----- 5	419	8	6.5	2	5	3	20	3	60	2	5640
	----- 4	319	1	6.4	3	3	2	21	3	68	4	1264
	----- 3	321	1	6.9	3	2	2	21	3	68	4	3300
	----- 2	453	8	6.8	1	2	1	23	3	64	2	910
A	----- 1	433	7	6.2	1	4	1	24	3	64	2	1180
	Hawoljeon	135	7	6.9	3	2	3	26	2	56	2	1710
	Yeungduk	420	3	6.1	1	1	1	25	3	78	2	40
	----- 4	431	5	6.0	1	1	1	24	3	78	2	1330
	----- 5	374	8	6.8	2	1	1	25	3	71	2	1110
	----- 6	366	5	6.5	2	3	1	24	3	71	2	350
	Palbangmugi	470	4	6.5	2	2	2	25	1	68	2	3200
	----- 3	434	2	6.2	2	3	3	28	2	70	3	1390
	Woniljeon	338	7	6.5	1	1	1	26	1	78	3	1390
	----- 2	339	7	6.2	2	2	1	26	2	78	3	1300
	----- 3	335	6	6.5	2	2	2	26	2	78	3	1040
	----- 4	346	1	6.2	2	5	2	27	2	78	4	1250
	----- 5	356	1	6.3	2	4	2	28	2	78	4	5300
	----- 6	353	8	6.2	3	3	3	28	1	80	4	1750
B	Dachiri 4	370	6	6.5	2	2	2	24	3	75	2	81
	Silseublim	525	8	6.7	2	2	2	25	2	76	2	2540
	Mean	450.54	--	--	--	2.38	--	25.21	--	72.06	2.81	2405

Table 4. Pearson's correlation coefficients between anion concentrations and forest types, and site factors

	Temp. (°C)	Time	Relative humidity(%)	Forest physiognomy	Topogr -aphy	Soil moisture	Litterfall depth(cm)	Altitude (m)	Slope direction
Anion conc.(ea/cm <sup>3</sup> )	.015	-.176	.209	.215	.277*	.419**	-.141	.567**	.050

\*, \*\* indicate significant at the 0.05, 0.01 level(2tailed).

5% 유의수준에서, 음이온 농도와 토양수분, 해발고에서는 1% 유의수준에서 각각 정의 상관관계가 인정되었다. 이는 음이온 농도는 능선에서 계곡부로 갈수록, 토양수분과 해발고가 높을수록 높아진다는 의미이다. 온도, 측정시각, 식생상관, 낙엽퇴 및 사면방위와는 일정한 상관관계가 인정되지 않았다. 이러한 결과는 좁은 지역이며 관련인자들의 변이가 크지 않은 국립림에서의 측정이라는 제한이 있었기에 나타난 결과라 판단되며, 향후 더 연구할 필요가 있다고 판단된다.

### 3. 숲의 일반적 특성들 간의 음이온 농도 비교

숲 관련인자들의 수준별 평균 음이온 농도와 통계처리 결과를 Table 5, 6에 보였다. 조사지의 음이온 농도는 토양수분 수준간 고도의 통계적 유의성이 인정되었으나, 지형, 측정시간대 및 임상 간에는 통계적 유의성이 인정되지 않았다. 토양수분 조건이 다습한 지역에서 평균 음이온 농도가 4,524.4개/cm<sup>3</sup>로 가장 높았으며, 여타 지역과의 통계적 유의

Table 5. Mean anion concentrations for each site factors

Soil moisture	No. of sites(ea)	Anion conc. (ea/cm <sup>3</sup> )	Topogr -aphy	No. of sites(ea)	Anion conc.(ea/cm <sup>3</sup> )	Time	No. of sites(ea)	Anion conc.(ea/cm <sup>3</sup> )
Moderate	20	1355.5 a	Ridge	15	1360.5	Before 12:00	8	3133.4
Slightly wet	23	2492.8 a	Slope	27	2030.9	12:00~ 15:00	29	2533.9
Wet	9	4524.4 b	Valley	10	3372.4	After 15:00	15	1774.3
P-value	5.48**		P-value	2.11 <sup>NS</sup>		P-value	0.79 <sup>NS</sup>	

\* and \*\* indicate significant at the 0.05 and 0.01 level (2tailed).

Differences in letters in vertical columns indicates difference at 5% level for Duncan test.

Table 6. Mean anion concentrations for each forest physiognomy

Forest physiognomy	No. of sites (ea)	Anion conc. (ea/cm <sup>3</sup> )
Pine forest	2	1215.0
Oak forest	23	2249.5
Pine-oak forest	10	1142.9
Mixed broadleaved forest	17	3503.9
P-value	2.11 <sup>NS</sup>	

차가 인정되었다(Table 5). 지형 간 통계적 유의차는 인정되지 않았으나 계곡부 조사지의 평균 음이온 농도가 3,372.4 개/cm<sup>3</sup>로 가장 높았으며, 사면, 능선 순으로 점차 낮아지는 경향을 보였다. 측정시간대 간 통계적 유의차는 인정되지 않았으나 오전(12시 이전)에 측정된 평균 음이온 농도가 3,133.4개/cm<sup>3</sup>로 가장 높았으며, 낮(12:00~15:00), 저녁(15시 이후) 순으로 점차 낮아지는 경향을 보였다. 임상 간 통계적 유의차는 인정되지 않았으나 활엽수 혼효림에서 측정된 평균 음이온 농도가 3,503.9개/cm<sup>3</sup>로 가장 높았으며, 참나무림, 소나무림, 참나무-소나무 혼효림 순으로 점차 낮아지는 경향을 보였다(Table 6).

음이온 농도가 임상별, 지형별, 토양수분별 변이를 나타내는 이 연구의 결과를 고려할 때, 치유의 숲, 자연휴양림의 입지선정에 활용할 수 있을 것이라 사료된다.

## 인용문헌

Cha, Y.J.(1995) Sanrimyok a trip to the woods. Donghaksa. 262pp.  
 Jee, C.G.(2003) Effect of anion - Govern health anion-. Living Books. p.171  
 Karjalainen, E., T. Sarjala and H. Raitio(2010) Promoting human health through forests: Overview and major challenges. Environ. Health Prev. Med. 15: 1-8.  
 Kim, K.W.(2006) Theoretical Study of Characteristics of Therapeutic Elements and Application to Forest Therapy. Korean society for People, Plants and Environment 9(4):

111-123.  
 Kim, O.(2007) Possibility of the use of forests In the treatment of depression. Symposium Proceedings 'Health of the forest', pp. 59-64., Sponsored by Korea Forest Service, Subjective Korea Forest Research Institute, Forest Healing Forum(2007).  
 Kim, S.C., Y.H. Han, K.U. Park and H.K. Oh(2009) Improvement Methods of the Forest Therapeutic Function in Recreational Forest. Institute Of Forest Recreation 12(4): 1-8.  
 Kim, S.G., W.S. Sin, M.G. Kim, P.S. Yeon, J.H. Pack and R.H. Yu(2008) The Effects of Negative Ions on Stress Responses and Cognitive Functions. The Journal of Korean Forestry 98(4): 1-8.  
 Kim, S.K.(2007) P. Activity of gingivalis phytoncide. Kyunghee University, 27pp.  
 Kim, Y.C., C.M. Lee, Y.H. Lee and H.W. Jeong(2000) Effect of anions on the mental workload. Ergonomics Society of Korea Proceedings, pp. 217-220.  
 Kim, Y.Y.(2006) Phytoncide and health of forests. Cheju National University of Education Society 35: 281-303.  
 Krueger, A.P. and E.J. Reed(1976) Biological impact of small air ions. Science 193(4259): 1209-1213.  
 Kukovinetz, O.S., R.A. Zainullin and M.I. Kislitsyn(2006) Natural Arylterpenes and their Biological Activity. Chemistry of Natural Compounds 42(1): 1-15.  
 Lim, Y.S.(2008) A study on the healing of the Forest Plan standards. Seoul National University Graduate School of Environmental Master's Thesis, 154pp.  
 Lips, R., H.T. Salawu, P. Kember and S.D. Probert(1987) Intermittent exposures to enhanced air-ion concentrations for improved comfort and increased productivity? Applied Energy 28(2): 83-94.  
 Park, S.H.(2007) Environment in the surgery room, recovery of the vegetation on the therapeutic effects. Symposium Proceedings 'From the forest health' pp. 89-91, Sponsored by Korea Forest Service Subjective Korea Forest Research Institute, Forest Healing Forum(2007).  
 Reilly, T and I.C. Stevenson(1993) An investigation of the effects of negative air ions on responses to submaximal exercise at dif-

- ferent times of day. J. Hum. Ergol. (Tokyo) 22(1): 1-9.
- Shin, W.S.(2005) Healing Forest. MOONJI PUBLISHING, 222pp.
- Um, T.W., G.T. Kim, Y.J. Lim and H.G. Lee(2009) Forests and Health. Sang Ji University, 282pp.
- Yoo, R.H. and S.A. Jeong(2009) A Case Study on Application of the Effect Using Forest on Human Health Improvement and Disease Prevention - Focusing on the Forest Therapy Certification in Japan -. Korean Institute of Forest Recreation 13(2): 45-51.
- Yoshihumi, M. and B.J. Park(2008) The physiological effects of Shnrin-yoku(taking in the atmosphere of the forest, or forest bathing). pp. 7-24, Proceedings 'Forest, Human Health and Happiness' The 1st International Symposium on Forest Therapy(2008).