



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

2018학 년 도
박사학위논문

제주도 곶자왈 숲의
산림치유효과에 대한 연구

A Study on the Forest Healing Effect of Gotjawal
Forest in Jeju Island

지도교수 : 이근광
임동호

동방문화대학원대학교

자연치유학과
자연치유학전공
신 방 식

제주도 곶자왓 숲의
산림치유효과에 대한 연구

이 논문을 박사학위 논문으로 제출함

2018년 12월

동방문화대학원대학교

자연치유학과
자연치유학전공
신 방 식

목 차

표목차	iv
그림목차	ix
국문요약	xii
ABSTRACT	xv
I. 서 론	1
1. 연구의 필요성	1
2. 연구 목적	7
3. 연구 문제	8
II. 이론적 배경	10
1. 제주도의 특성과 꽃자왈	10
2. 꽃자왈의 지질학적 특성	16
3. 피톤치드와 산림욕	18
4. 스트레스 호르몬인 코티졸	23
5. 대기질 속의 음이온 효과	26
6. 건강관리 효과 측정	29
7. 산림욕과 산림치유	31
III. 연구 재료 및 방법	36
1. 연구대상자	36
2. 연구 장소 및 임상기간	37
3. 꽃자왈 숲 체험 프로그램 진행	39

4. 연구재료 및 도구	40
5. 타액채취 방법	42
6. 코티졸의 표준곡선	43
7. 타액 코티졸 측정방법	43
8. 심장박동변이 맥과 측정법	45
9. 심장박동변이 측정	47
10. 혈관건강타입 분류	48
11. 유비맥파기 측정법	49
12. 유비맥파기 스트레스 관련 분석 방법	49
13. 설문 조사방법	51
14. 대기질 조사	55
15.) 통계분석법	55
IV. 결과 및 고찰	57
1. 연구대상자의 분석	57
2. 산림욕 후의 타액 코티졸 함량의 변화	60
3. 혈관연령(건강) 타입의 변화	68
4. 산림욕 후 혈관연령(건강)지수	70
5. 산림욕 전·후 심박세기 비율변화	73
6. 산림욕이 혈관탄성도 비율변화에 미친 영향	77
7. 산림욕 후 심장의 잔혈량의 비율 변화	80
8. 산림욕 후 혈관확장성 비율 변화	84
9. 산림욕 후 평균맥박의 변화 결과	86
10. 산림욕 후 스트레스지수의 변화	90
11. 산림욕 후 누적스트레스의 변화	93
12. 산림욕 후 자율신경 균형도의 변화	96

13. LF/HF 비율	101
14. 평균맥박(BPM: mean beat per minute)의 변화	104
15. 맥박표준편차(SDNN)의 변화	106
16. 심박변이 평균 편차(RMSSD)의 변화	108
17. 산림욕 후 직무스트레스 변화의 설문	110
18. 산림욕 후 사회심리적 스트레스 변화 설문	113
19. 상태특성 불안감 변화 설문	115
20. 제주지역의 음이온 및 양이온 측정결과	116
V. 결론 및 제언	158
참고문헌	165
부 록	181

- Table Contents -

<Table 1> Subjects for researches	36
<Table 2> Schedule for Gotjawal forest program	40
<Table 3> Steps of saliva collection and analysis	43
<Table 4> General characteristics of subjects for cortisol	57
<Table 5> Basic data of the objects for heart beat test	58
<Table 6> General informations of the volunteer subjects	59
<Table 7> Basic data of cortisol measurements from subjects before and after forest walking	60
<Table 8> Analysis of salivary cortisol excreta of control group after forest walking	61
<Table 9> Analysis of salivary cortisol excreta of test group after forest walking	63
<Table 10> Comparison of salivary cortisol excreta between control and test groups after forest walking	64
<Table 11> Variance of cortisol measurements between the control and test groups after forest walking	65
<Table 12> Average of cortisol values according to sex and groups ..	66
<Table 13> Variance of cortisol values among sex, the control and test groups after forest walking	68
<Table 14> Ratios of change of vascular age types before & after forest bathing	69
<Table 15> Difference of vascular age index before and after forest bathing	71
<Table 16> Variance analysis of Vascular age index between group	

and time	72
<Table 17> Significance of mean b/a ratio values of each groups after forest bathing	74
<Table 18> Variance analysis of b/a ratio values between & within groups after forest bathing	75
<Table 19> Variance analysis of b/a ratio values by groups and sex after forest bathing	76
<Table 20> Mean values of c/a ratio before and after forest bathing ...	77
<Table 21> Variance analysis of c/a ratio values between & within groups after forest bathing	79
<Table 22> Variance analysis of c/a ratio values by groups and sex after forest bathing	80
<Table 23> Significance of mean d/a ratio values of each groups after forest bathing	81
<Table 24> Variance analysis of d/a values between & within groups after forest bathing	83
<Table 25> Variance analysis of d/a ratio values by groups and sex after forest bathing	84
<Table 26> Significance of mean e/a ratio values of each groups after forest bathing	85
<Table 27> Significance of mean pulse values of each groups after forest bathing	87
<Table 28> Variance analysis of mean pulse values between & within groups after forest bathing	89
<Table 29> Variance analysis of mean pulse values by groups and sex after forest bathing	90

<Table 30> Differences of stress index after forest bathing	91
<Table 31> Variance analysis of stress index between & within groups after forest bathing	92
<Table 32> Variance analysis of mean stress values by groups and sex after forest bathing	93
<Table 33> Significance of mean cumulative stress values of each groups after forest bathing	94
<Table 34> Variance analysis of mean cumulative stress values between & within groups after forest bathing	95
<Table 35> Variance analysis of mean cumulative stress values by groups and sex after forest bathing	96
<Table 36> Significance of mean LF values of each groups after forest bathing	97
<Table 37> Variance of mean LF values of each groups after forest bathing	98
<Table 38> Significance of mean HF values of each groups after forest bathing	99
<Table 39> Variance of mean HF values of each groups after forest bathing	100
<Table 40> Significance of mean LF/HF ratio values of each groups after forest bathing	101
<Table 41> Variance of mean LH/HF values of each groups after forest bathing	103
<Table 42> Variance analysis of mean LF/HF values by groups and sex after forest bathing	104

<Table 43> Significance of mean BPM values of each groups after forest bathing	105
<Table 44> Variance of mean BPM values of each groups after forest bathing	106
<Table 45> Significance of mean SDNN values of each groups after forest bathing	107
<Table 46> Variance of mean SDNN values of each groups after forest bathing	108
<Table 47> Significance of mean RMSSD values of each groups after forest bathing	109
<Table 48> Variance of mean RMSSD values of each groups after forest bathing	110
<Table 49> Significance of variation of official stresses after forest bathing	112
<Table 50> Significance of variation of social-psychological stresses after forest bathing	114
<Table 51> Significance of uneasiness levels after forest bating	115
<Table 52> Sites and Times of measurement of anions and cations in the Jeju Island	117
<Table 53> Anion & cation mean values of Gyorae forest- A points ..	121
<Table 54> Anion & cation values of Gyorae forest- B points	128
<Table 55> Anion & cation values of Sungpanak rest resort	131
<Table 56> Anion & cation values of Halla eco forest	132
<Table 57> Anion & cation values of Dongbacksan forest	133
<Table 58> Anion & cation values of Saryeoni forest path	134
<Table 59> Anion & cation values of Halla Forest garden	135

<Table 60> Anion & cation values of Nature and human farm	137
<Table 61> Anion & cation values of Hamdeog seaside	139
<Table 62> Anion & cation values of Geomunoreum area	141
<Table 63> Anion & cation values of Jeolmul forest	143
<Table 64> Anion & cation values of Mt. Halla Altitude 1100m area ..	144
<Table 65> Estimates of anion & cation numbers measured at Jeju city	145
<Table 66> Anion & cation values of Wonyang fall	147
<Table 67> Anion & cation values of Jeongbang fall	147
<Table 68> Anion & cation values of Chunjiyeon fall	147
<Table 69> Summary of estimates of ions and altitudes at the sites of Jeju Island	151
<Table 70> Variance analysis of the estimate of ions & altitudes between and within groups	155
<Table 71> Correlation analysis of estimates of anions, cations and altitudes measured in the Jeju area	155

- Figure Contents -

<Fig. 1> Gotjawal regions and sites measured ion in the Jeju Island	38
<Fig. 2> Cortisol standard curve	44
<Fig. 3> Insertion status of second finger tip on the clip	46
<Fig. 4> Systolic waves of acceleration plethysmogram of heart rate variability	46
<Fig. 5> Illustration of vascular age types	48
<Fig. 6> Changes of cortisol amounts before and after forest walking between the control and test groups	64
<Fig. 7> Changes of cortisol amounts of male and female after forest walking between the control and test groups	67
<Fig. 8> Changes of vascular vessel age types of each groups before and after forest bathing	70
<Fig. 9> Vascular age types of control and experimental groups before and after forest bathing	71
<Fig. 10> Mean values of b/a ratio of control and experimental groups before and after forest	74
<Fig. 11> Histogram of examined mean c/a values of control and experimental groups before and after forest bathing	78
<Fig. 12> Histogram of mean d/a values of control and experimental groups before and after forest bathing	81
<Fig. 13> Histogram of mean e/a ratio values of control and experimental groups before and after forest bathing	85
<Fig. 14> Histogram of mean pulse values of control and experimental	

groups before and after forest bathing. bathing	87
<Fig. 15> Histogram of examined mean values of control and experimental groups before and after forest bathing	91
<Fig. 16> Histogram of mean cumulative stress values of control and experimental groups before and after forest bathing	94
<Fig. 17> Histogram of examined mean LF values before and after forest bathing	97
<Fig. 18> Histogram of examined mean HF values before and after forest bathing	99
<Fig. 19> Histogram of examined mean LF/HF ratio values before and after forest bathing	102
<Fig. 20> Histogram of examined mean BPM values before and after forest bathing	105
<Fig. 21> Histogram of examined mean SDNN values before and after forest bathing	107
<Fig. 22> Histogram of examined mean RMSSD values before and after forest bathing	109
<Fig. 23> Comparison of variation of mean values of official stresses	113
<Fig. 24> Comparison of changes of socio-physiological stresses before and after forest bathing	114
<Fig. 25> The measured mean values of uneasiness levels after forest bathing	115
<Fig. 26> Gotjawal regions and sites measured ion in the Jeju Island	118
<Fig. 27> Map of the walking roads and the sites of ion measurement in the Gyorae forest	119

<Fig. 28> Timely variations of anion numbers by A sites	124
<Fig. 29> Timely variations of cation numbers by A sites	125
<Fig. 30> Comparison of daily estimates of anions and cations at the sites A1 to A5	127
<Fig. 31> Timely variations of anion numbers by B sites	129
<Fig. 32> Timely variations of cation numbers by B places measured	129
<Fig. 33> Comparison of daily estimates of anions and cations at the sites B1 to B4	130
<Fig. 34> Comparison of mean cations measured at B sites	131
<Fig. 35> Timely variations of anion numbers in the Nature and Human farm. Symbols	138
<Fig. 36> Timely variations of cation numbers in the Nature and Human farm	138
<Fig. 37> Variations of numbers of anions & cations measured at the sites in Jeju Island	153
<Fig. 38> Distribution and correlation between estimates of anions and cations, and altitudes measured in the Jeju Island	156

국문 요약

본 연구는 제주도의 환경보고(寶庫)인 곳자왈 지역을 중심으로 산림의 정신적, 육체적 건강증진 효과를 과학적으로 규명함으로써 ‘건강의 섬, 생명의 섬’을 제주의 미래산업 방향으로 제시하기 위한 것이다.

이를 위해 교래 곳자왈 자연휴양림을 설정, 산림에서 방출되는 피톤치드, 음이온 등 여러가지 환경 요인 분자들과 지형 경관 등의 보건적 효과를 활용한 건강 유지와 질병 예방 등 산림치유 효과에 대한 연구조사를 시행했다.

이번 연구조사는 임상실험조사와 대기질환경조사, 설문조사 등 3가지 방법으로 비교 분석하는 방식으로 이뤄졌다.

임상실험은 스트레스 호르몬인 타액 코티졸(cortisol)량의 변화, 심장맥박의 변이성, 자율신경의 조절 능력과 스트레스에 미치는 영향에 대한 사전과 사후조사를 실시하였다.

대기질 환경은 제주도의 15개 지역을 대상으로 대기질에 존재하는 음이온과 양이온의 수를 측정해 비교 조사했다. 이와 함께 곳자왈 숲의 치유 효과가 건강에 미치는 영향을 비교 분석하는 설문조사를 실시했다.

그 결과 연구대상자들(35명)이 제주 곳자왈 산림을 방문한 후 코티졸(cortisol) 함량이 대조군보다 0.21 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 낮게 나타나 유의한 차이를 보였다($p < .001$). 코티졸(cortisol) 평균값은 남자의 경우 대조군보다 실험군이 0.56 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 가 낮았다. 여자의 경우 대조군보다 실험군이 0.11 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 낮아 남자가 여자보다 2배 이상 큰 변화를 보였다.

사후의 성별 및 대조군과 실험군 별 분석에서는 성별($p < .05$), 집단($p < .001$), 성별과 집단의 결합효과($p < .01$)로 유의하게 나타나 성별과 집단에 따른 코티졸(cortisol) 수치의 차이가 있음을 알 수 있다.

또한 제주 꽃자왈 산림욕 후 혈관연령타입, 혈관연령지수, 심박세기, 혈관탄성도, 심장의 잔혈량 및 평균맥박의 비율 변화를 조사하기 위하여 대조군과 실험군을 대상으로 손끝의 맥파 측정기로 측정하여 변화를 통계적으로 분석했다. 그 결과 대조군의 사전·사후의 평균치 차이는 유의성이 없었으나, 실험군에서는 유의성이 있었다($p<.05$).

사후의 분산분석에서는 그룹 내 및 그룹간에서도 유의한 차이를 보였다($p<.05$). 혈관탄성도 (c/a 비율) 변화는 대조군과 실험군의 사전, 사후의 평균치 차이는 유의성이 없었으며, 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹내에서는 유의한 차이가 있었으나, 그룹간에서는 유의성이 없었다. 평균맥박의 변화는 그룹내에서는 유의성이 없었으나, 그룹간에는 유의성이 있었다.

산림욕 후 실험군의 스트레스지수 변화, 교감신경 활성화도(LF: low frequency)와 부교감신경 활성화도(HF: high frequency)의 변화는 있었으나 유의성은 없었다. LF/HF 비율의 차이는 유의성이 있었다($p<.05$). 산림욕 후 실험군에서 전체적으로 직무스트레스의 경우 사전 2.41점, 사후 2.17점으로 0.237이 감소해 유의성이 있었다($p<.001$), 심리적 스트레스 변화는 사전 2.32, 사후 2.15로 0.175 낮게 나타나 유의하였으며($p<.001$), 상태특성불안 스트레스도는 0.166으로 낮게 나타나 유의성이 있었다($p<.001$).

이와함께 교래 꽃자왈 지역을 중심으로 15개 지점을 설정, 대기질 중의 음이온과 양이온 수를 측정해 그 분포와 변이에 대한 연구 조사를 실시했다. 음이온 평균수의 범주는 제주시가 4449.35 ions/cm³로 가장 낮았고, 천지연폭포가 3471.25 ions/cm³로 가장 높았다. 그 순서는 제주시 <함덕 < 한라산 1,100고지 <농장 <교래A <사려니 길 <절물 <교래B <거문오름 < 한라산숲길 <한라산수목원 <성판악 <동백산 <정방폭포 <원양폭포 <천지연폭포 순이었다.

해발고도 순으로 음이온 수치 함량의 차이는 일정하지 않았으나, 통계

적으로는 유의한 차이($p<.001$)가 있었다. 양이온 평균수치가 가장 낮은 천지연폭포는 90 ions/cm³, 제일 높은 한라산 수목원은 729.8 ions/cm³로 그 차이가 729.8 ions/cm³로 높게 나타났다. 그 순서는 천지연폭포 <한라산 1000고지 <동백산자연휴양림 <제주시 <사려니 길 <원양폭포 <성판악 <함덕 <정방폭포 <교래B <절물 <농장 <교래A <한라산숲길 <거문오름 <한라산수목원 순으로 높게 측정됐다.

음·양이온 모두 지형적으로 높은 지역에서는 함량이 낮게 측정됐고, 음이온과 양이온 및 고도의 분산분석에서 측정지역간의 함량차이는 모두 유의성이 있었다. 또한 음이온과 양이온의 함량차이도 유의성이 있었으며, 고도와의 차이도 모두 유의성이 있었다. 상기의 음이온, 양이온 함량과 고도와의 요인간의 상관관계분석에서도 정적인 상관관계가 유의하게 나타났다($r=.396, p<.001$).

결론적으로 피톤치드와 음이온 함량이 높은 제주지역 꽃자왈숲 탐방은 스트레스 감소와 혈관 건강상태 증진과 건강관리에 유익한 조건을 갖춘 것으로 판단된다.

따라서 꽃자왈 숲은 지질학적 요인과 더불어 다양한 생물 및 습지 등 자연환경인자들의 방출을 통해 정신적·육체적 건강증진 산림치유 효과를 지니고 있다고 볼 수 있다.

주제어 : 제주도 꽃자왈, 음이온과 양이온, 스트레스 호르몬 코티졸, 치유

Abstract

Shin Bang-Sick

The purpose of this study was to investigate the changes of salivary cortisol content, heart rate variability, autonomous nerves control, and effects on stresses after the visit of the subjects in Gotjawal forest, and to measure anions and cations at 15 sites in Jeju.

The mean value of cortisol in the control group was not significantly different ($p < .05$) before (0.19 $\mu\text{g}/\text{dl}$) and after (0.34 $\mu\text{g}/\text{dl}$). The mean value of the experimental group was 0.16 $\mu\text{g}/\text{dl}$ before the treatment and 0.13 $\mu\text{g}/\text{dl}$ after the treatment, but the difference was not statistically significant ($p < .05$). There was no significant difference in cortisol content between the control and experimental groups before the visit, but the value of experimental group got lower than the control group by 0.21 $\mu\text{g}/\text{dl}$ after it, showing a significant difference ($p < .001$). The mean value of cortisol in male subjects was lower than that of control group by 0.56 $\mu\text{g}/\text{dl}$. In the case of women, the value of experimental group was lower than that of control group by 0.11 $\mu\text{g}/\text{dl}$. Thus, men showed more than twice as great a change as women. 0.1 times more than that in the control group.

The post-visit cortisol content of the experimental group was lower than that of the control group, showing a significant difference of $F = 12.70$ and $p = .001$. In the post-visit analyses according to gender and group of control and experimental, there were significant difference between genders ($p < .05$), groups ($p < .001$), and the combined effect of gender and group ($p < .003$). In other words, there were differences in cortisol levels

according to gender and group.

The changes in mean differences of the vascular age types and index, heart beating, vessel elasticity, diastolic reserves contents were investigated by the fingertip plethysmogram after the subjects(49 people) visit the Gotjawal forest for two hours. While there is no significant change in the mean differences of vascular age types and index, heart beating, diastolic reserves contents in the control group before and after the forest visit, the mean differences in the test groups gets higher than the control group and shows a significant difference($p<.01$).

Moreover, the variance analyses of the mean values of the contents shows a significant change after the forest visit. There is no significant change in the mean values of vessel elasticity changes between the groups before and after the forest visit, but the change of mean values after the visit is significant in the within group, and it is not significant between group by variance analysis. The mean differences of the heart beating was insignificant in the within group, but significant between group after the visit.

Changes in the stress index, sympathetic activity(LF) and parasympathetic activity(HF) of the experimental group after the forest bath were changed but not significant. The difference in LF / HF ratio was significant($p<.019$). Job stress was significantly($p<.001$) lower in the post-forest group than in the pretreatment group from 2.41 to 2.17 points, and the socio-psychological stress change was from 2.32 and to 2.15 points, respectively($p<.001$), and state anxiety stress was 0.166 lower ($p<.001$).

The distribution and variation of the anion and cation number in the aerosols at 15 sites in the Jeju area was investigated. The average value of anion counts was ranged from 4449.35 ions/cm³ at Jeju city to 3471.25

ions/cm³ in the Cheonjiyeon falls. In order, the lowest Jeju city <hamdeok <Mr. Halla 1100m <farm <gyorae A <saryoni gil <jeolmul <gyorae B <geomunoreum <Jeju city <halla forest <hallasan garden <seongpanak <dongbaeksan <jeongbang falls <the highest wonyang falls, respectively.

There was statistically significant difference between the anion counts of the measured values in the order of elevation. The mean value of cation measurements was from 90 ions/cm³ for Cheonjiyeon falls, to 729.8 ions/cm³ for Halla forest garden, which showed the highest value. In order, the lowest 729.8 ions/cm³ of Cheonjiyeoⁿ fall <Mt. Halla 1100 m <dongbaeksan <Jeju <saryoni <wonyang <seongpanak <hamdeok <jeongbang <gyorae B <jeolmul <farm <gyorae A <halla forest <geomunoreum <halla garden, respectively. The geographically low area and the high area were measured low and difference in the two ions. The differences between the content of the anion, cation and/or altitude were significant each other in the variance analysis. The correlation between the anion and cation content and/or altitude was statistically significant($r = .396, p < .001$).

In conclusion, it is concluded that the visit of Jeju area, which has high phytoncide and anion content, provided basic information that stress reduction, improvement of vascular health condition, and favorable conditions for health care were provided.

Key words : anion and cation, cortisol, Gotjawal forest, stresses, treatment

I. 서 론

1. 연구의 필요성

국내 최대의 관광휴양지이자 특별자치도인 제주도는 우리나라에서 면적이 가장 큰 섬이다. 섬의 중심에 해발 1,950 m의 한라산이 크게 솟아있고, 타원형 모양의 화산섬으로 아름다운 자연경관과 독특한 지질로 2002년 생물권 보전지역 지정, 2007년 세계자연유산 등재, 2010년 세계지질공원 인증으로 세계에서 유일하게 유네스코 자연과학분야 3관왕을 달성했다.

이와 함께 뉴세븐원더스 재단이 주관한 세계 7대 자연경관 지역으로 선정된 제주도는 온대지방의 특징을 가진 한반도와 달리 아열대에서 아한대에 이르는 다양하고 독특한 식생을 보유하고 있다. 이러한 천혜의 자연자원을 기반으로 국민들의 정신적, 육체적 건강에 도움이 되는 보건 의학적 연구가 필요하다.

제주도는 화산분출로 인한 독특한 지형 지질과 더불어 서해는 서해바다, 동쪽은 쿠르시오해류의 영향을 받고, 남해안은 절벽이 많으며, 북쪽해안은 완만한 사면으로 되어 있다. 기상청은 제주도의 기후를 동서남북과 한라산으로 크게 구분한다. 서쪽은 바람이 세고 비가 적으며, 동쪽은 강우량이 많고 기온이 비교적 높으며, 북쪽은 겨울철에는 비가 적다(송관필, 2016). 한라산의 남쪽과 북쪽의 사면은 경사진 계곡이 발달해 물살이 급한 반면 동쪽과 서쪽의 사면은 계곡이 완만해 꽃자왈의 분포가 많은 지역이다.

제주도는 한라산을 중심으로 해발고에 따른 식생대의 수직적 발달이 뚜렷하여 출현 식물종수가 1,990종에 이를 정도로 생물학적, 생태학적으로 매우 중요한 지역이다(김찬수 등, 2006). 한라산을 중심으로 상록활엽수와 낙엽활엽수 등이 우거져 많은 피톤치드를 방산한다. 그리고 특이한 지질과 생태를 유지하는 '꽃자왈'(Gotjawal)이라는 숲이 있어 산림치유의 장소로

활용성에 대한 연구가 필요하다.

곶자왈은 숲을 뜻하는 ‘곶’과 ‘화산 분출시 흘러내린 용암류로 형성된 크고 작은 암괴와 나무, 덩굴 따위가 마구 엉클어져서 수풀같이 어수선하게 된 곶’이라는 ‘자왈’의 합성어인 제주 특유의 지형이다. 특히 용암류가 만들어낸 요철 지형은 빗물이 바로 스며들어 지하수로 함양되는 중요한 역할과 더불어 다양한 북방한계 식물과 남방한계 식물이 공존하는 숲을 이뤄 ‘제주의 허파’, ‘제주 생태계의 생명선’으로 그 가치를 재조명 받고 있다.

김대신(2015)은 곶자왈지대 관속식물상을 조사한 결과 123과 411속 673종 6아종 71변종 20품종 총 770 종류가 있다고 보고하였다. 이는 제주도식물 1990종류의 약 38.6%에 해당하며, 양치식물은 제주도의 분포 197종류의 약 56.3%, 한라산천연보호구역 분포종과 비교하여 보면 공통 분포종이 총 221종류로 곶자왈 분포 식물의 약 30%에 해당한다. 곶자왈지대에서 수집된 구계학적특정식물 분포를 조사한 결과는 V등급 24종류, IV등급 30종류, III등급 74종류, II등급 18종류, I등급 96종류 등 242 종류로 나타나 매우 제한된 지역에만 자라는 분류군들이 많은 있는 것으로 판단된다(김대신, 2015).

자연이 인류에게 준 최고의 선물인 숲은 인간에게 평온과 재충전의 장소로 제공되어왔다. 몸이 불편한 사람들이 숲에 들어가면 몸은 본능적으로 숲의 치유효과를 경험해 왔다(시모무라, 2002). 숲이 우리 인간에게 주는 여러 가지 혜택 중 산림욕 효과, 즉 피톤치드(산림향)가 인체에 영향을 미치는 심리적, 생리학적 검증, 생활습관병인 각종 질환, 환경성질환인 아토피 피부질환과 스트레스 등에 주는 효과를 의학과 과학적으로 규명해 가고 있다(강하영, 2003; 시모무라, 2002).

피톤치드(phytoncide)는 식물이 방어를 위해 스스로 생성하여 발산하는 특유의 향인 휘발성 복합 화학물질로 항균, 방충, 소취, 탈취 등 다양한 기능을 가지고 있는 천연 물질이다(Muller-Dietz, 1956; Tokin, 1951). 피톤

치드는 산림에서 분비되는 휘발성 테르펜류는 물론이고 약용성분 알칼로이드, 과실냄새 에스테르, 당 성분 사포닌, 노화억제 항산화 물질인 플라보노이드, 페놀성물질 등 비휘발성 성분을 총망라한다 할 수 있다고 하였다(신원섭, 2009a).

산림의 식물이 발산하는 휘발성 물질은 넓은 의미에서 생리활성물질이라 부르며, 일반적으로 수목이 내뿜는 테르펜만이 휘발성 생리활성물질이다. 테르펜의 주성분은 유기화합물이다(Muller-Dietz, 1956; 강하영, 2005a b). 테르펜이 분산되어 있는 상태의 대기에 인간이 접하는 것을 산림욕이라 한다. 산림치유, 산림테라피 혹은 산림요법은 자연환경 중에서도 숲이 가지고 있는 다양한 물리적 환경요소를 이용하여 인간의 심신을 건강하게 만들어주는 자연요법의 한 분야라 하였다(한국녹색문화재단, 2009).

제주시 절물휴양림에 서식하는 삼나무 길에서 측정된 피톤치드의 일일 평균 생산량은 1,011~1,087 pptv(parts per trillion by volume)이었다. 계절별로는 여름철에 일일 최대 1,500 pptv가 분포되었고, 대기 중의 계절별 분포비는 여름> 가을> 봄> 겨울 순으로 나타났다. 하루 중에는 12~14시에 높게 분포되었다.

대기중에 분포된 피톤치드의 성분은 삼나무가 있는 지역은 음이온성인 sabinene, 구상나무가 있는 지역은 d-limonene, 활엽수가 있는 지역은 α -pinene 성분이 주로 분포되었다(Kim *et al.*, 2013).

서귀포휴양림의 활엽수 지역의 피톤치드 분포량은 304~324 pptv, 편백나무 숲에서는 983 pptv가 측정되었다. 하절기는 편백나무 숲에서는 1,441 pptv가 측정되었고, 가을은 1,073 pptv, 봄에는 897 pptv, 겨울엔 520 pptv가 측정되었다. 또한 검색된 피톤치드 성분은 편백나무 숲은 음이온인 sabinene(25%)와 d-limonene(20%) 등이 분포되었다(Kim *et al.*, 2013).

음이온은 호흡기관이나 피부를 통하여 우리 몸속으로 들어오기 때문에 산림욕을 통하여 우리는 부족한 음이온을 보충할 수 있다(이원복, 2002).

음이온은 세로토닌 분비를 증가시켜 세로토닌 부족에 의한 우울증 치료에 효과를 나타낸다(Anthony *et al.*, 2002). 또한 고온 환경에서 운동하는 동안 심박동과 체온을 유의하게 줄여주고(Inbar *et al.*, 1982), 운동 후 체온 조절에 도움이 된다(Reilly & Stevenson, 1993). 이외에도 습식 사우나에서 음이온의 생리적 효과가 증진되었다는 보고(Watanabe *et al.*, 1997)와 정신 건강과 관련된 연구들, 특히 겨울철 우울증에 대한 효과가 높은 것으로 보고되고 있다(Terman & Terman, 1995, Terman *et al.*, 1998, Terman & Terman, 2006, Westrin & Lam, 2007).

제주도는 대기질이나 대기화학의 연구에 매우 적합한 섬이다. 지리적으로 육지에서 떨어져있고, 화산으로 생긴 섬이며, 공업지역이 아니기 때문에 적합성이 높게 평가되는 지역이다.

제주도의 대기질에는 음이온과 양이온 등이 혼재하는 것으로 보고되었다(Carmichael *et al.*, 1996, 1997). Carmichael *et al.*,(1996)은 1992-1993년도 제주도에서 채취한 대기질의 연간 평균 측정치의 sulfate(SO_4^{--})는 $7.0 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nitrate(NO_3^-) $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ammonium(NH_4^+) $1.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, natrium(Na^+) $1.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, potassium(K^+) $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calcium(Ca^{++}) $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, magnesium(Mg^{++}) $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, chlorine(Cl^-) $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 등으로 음이온과 양이온이 검출되었고, 계절별로 함량이 다양하게 변이성이 높았다고 보고되었다.

Carmichael *et al.*,(1997)은 제주도에서 1992-1995년까지 3년간의 측정에서 sulfate(SO_4^{--})는 $7.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nitrate(NO_3^-) $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ammonium(NH_4^+) $1.27 \mu\text{g}/\text{m}^3$, natrium(Na^+) $1.66 \mu\text{g}/\text{m}^3$, potassium(K^+) $0.39 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calcium(Ca^{++}) $0.47 \mu\text{g}/\text{m}^3$, magnesium(Mg^{++}) $0.26 \mu\text{g}/\text{m}^3$, chlorine(Cl^-) $1.88 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 등으로 음이온과 양이온이 검출되었다고 보고하였다. 대기질의 농도는 표집시간과 장소에 따라, 계절적으로도 변이성이 높게 나타났었다고 하였다.

Chen *et al.*,(1997)은 1992-1995년 사이 3년간을 매일 측정한 제주지역

대기질에는 sulfate(SO_4^{2-})는 $6.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nitrate(NO_3^-) $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ammonium(NH_4^+) $1.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, natrium(Na^+) $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, potassium(K^+) $0.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$, calcium(Ca^{++}) $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$, magnesium(Mg^{++}) $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, chlorine(Cl^-) $1.9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 등으로 음이온과 양이온이 검출되었다고 보고하였다. 각 성분은 계절적으로 순환하는 듯 했으며, sulfate, nitrate, ammonium, potassium, calcium 등의 농도는 특히 봄철에 높게 측정된 반면 chlorine 농도는 10%정도 낮게 측정되었다고 하였다. 대기질이 높게 측정된 물질들은 일부 중국 중부에서 유래된 것으로 추정하였다.

Lim *et al.*,(2012)은 제주 고산지역에서 2007-2008년에 걸쳐서 조사한 일일 평균 미세먼지 함유량은 PM1.0은 $13.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$, PM2.5 $17.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$, PM10 $28.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 측정치가 나타났으며, 미세먼지에는 다량의 유기탄소 성분과 음이온과 양이온 물질이 검출되었다.

숲은 오랫동안 인간을 직·간접적으로 보살펴 왔으며, 또한 인간이 의존해야 할 곳도 숲을 통한 자연치유력이 그 대안이라 생각한다(김범수, 2003; 한국산림치유포럼, 2009). 도시환경은 외부 자극이 너무 크기 때문에 이에 적응하기 위해 피로가 많이 쌓이게 된다. 이런 인체의 능력을 회복시켜 줄 수 있는 환경이 바로 산림인 것이다(이시형, 2006).

산림환경은 인간의 정신적, 육체적 피로를 회복시켜 주기 때문에 산림을 접하는 것만으로도 인체의 면역기능을 높여주고 항암기능을 가지는 NK세포가 활성화된다고 하였다. 스트레스 상태에서는 체내의 농도가 높아지는 부신피질호르몬인 코티졸의 농도가 산림에서는 낮아진다고 하였다(이준우, 2007).

숲 속을 걸으면 산림의 수목에서 분비하는 피톤치드향이 기분전환, 스트레스 해소 등의 치료와 예방에 도움을 주며(나가시마 등, 2002), 심신을 안정시키고, 스트레스를 완화시키는 효능이 있고(홍소이, 2002), 뇌파 중에 알파파를 증가하게 하고, 맥박과 혈압 등을 감소하게 하며(박범진 등, 2004),

질병에 대한 예방적 효과가 있다고 한다(신원섭, 2009).

국민의 건강증진에 피톤치드의 신비한 힘을 도입한 나라는 독일로 산림욕을 포함한 자연요법에 대해 많은 의료보험 혜택을 주고 있으며, 산림욕 프로그램이 개설된 휴양시설이 전국에 약 400여 곳이 있는데, 이곳에서는 전문가의 지도를 받아 산림치료가 행해지고 있다고 한다(강하영, 2005b).

이처럼 산림욕은 앞에서 서술한 여러 선행연구 보고서 알 수 있듯이 인간의 자연화를 이루는 적합한 장소로 여겨지며, 특히 제주도가 갖고 있는 산림과 꽃자왈은 최적의 자연치유 안식처로 활용 가능성이 큰 것으로 판단되지만, 지금까지 이 부분에 대한 연구는 거의 전무하다.

더불어 유엔교육과학 문화기구(UNESCO) 지정 생물권보전지역, 세계자연유산, 세계 지질공원 등 3관왕 달성으로 제주도의 자연환경 가치에 대한 세계적인 인정과 ‘제주 올레’ 걷기 열풍 등으로 지난 2016년 내·외국인 관광객 1585만명으로 정점을 찍었던 제주관광산업도 질적인 구조조정을 요구받고 있다.

지난 2005년 500만명이었던 제주관광객은 지난 2013년 1,000만명을 돌파한 이후 2016년 1,585만명에서 2017년 1,475만명, 2018년 1,433만명으로 약간 감소하였다. 2018년에는 내국인 관광객이 1,310만명으로 2017년 1,352만명보다 감소해 2010년 이후 첫 감소세를 기록하기도 했다(제주도관광협회 2019년 1월 발표 자료).

특히 제주관광객들의 소비가 대기업들이 운영하는 외국인면세점과 대형 호텔, 외국인 카지노 등에 집중돼 지역경제와 지역주민들에 대한 낙수효과가 극히 미미해 ‘오버투어리즘’에 대한 논란도 가속화되고 있는 실정이다.

때문에 한라산과 오름, 숲길 탐방, 제주올레 걷기 등 자연 그대로를 즐기는 제주관광 패턴을 꽃자왈 산림욕 체험 등을 통한 건강 증진과 질병 예방 등 휴양과 힐링을 통한 체류형 관광으로 전환하고, 경제적 이익이

지역주민들에게 돌아갈 수 있도록 획기적으로 전환해야 할 시점이라고 본다. 이번 연구를 통해 곶자왈 숲의 특성과 활용성을 조사, 이 분야의 지속적인 연구에 따른 기초자료를 확보하는 한편 이를 활용해 제주도 곶자왈을 산림치유의 최적지로 활용하고 주민 참여형 개발을 통한 지역경제 활성화에 기여할 수 있는 자료로 활용하고자 한다.

2. 연구 목적

저자는 골프장·리조트 등 무분별한 개발이 한창이던 지난 2002년 제주 지역 유력일간지 제민일보 사장 재직 시 ‘곶자왈 탐사특별 취재반’을 운영하며 ‘곶자왈 대탐사’ 등을 통해 ‘곶자왈 공유화 재단’ 설립을 이끌어 내는 등 ‘제주의 허파’ 곶자왈 보존에 큰 역할을 한바 있다.

이번 연구를 통해 곶자왈 숲에서 발산되는 피톤치드, 음이온 등 보건·의학·치유기능을 활용, 제주 곶자왈을 ‘치유의 숲’ 휴양지로 조성, 국민들의 정신적·육체적 건강을 유지하고 질병을 예방하는 최적지로 발전시키는 초석으로 삼고자 한다. 이를 통해 ‘건강의 섬, 생명의 섬’을 제주의 미래산업 방향으로 제시하려 한다.

이를 위해 자연이 준 최고의 선물인 제주의 허파, 살아 숨 쉬는 땅 교래곶자왈 휴양림 지역을 연구조사 장소로 선정, 연구대상자들이 곶자왈 숲 체험 이전과 이후의 변화를 임상실험과 대기질 환경조사, 설문조사 등을 통해 과학적으로 규명하는데 주력했다. 임상실험은 곶자왈 방문 사전 및 사후의 스트레스 호르몬 타액 코티졸(cortisol)량의 변화, 심장맥박의 변이성, 자율신경의 조절 능력과 스트레스에 미치는 영향에 대한 연구조사를 했다. 대기질 환경조사는 제주도 지역 내 제주시중심권, 교래곶자왈, 폭포 등을 중심으로 15개 지역을 선정, 대기질에 존재하는 음이온과 양이온의 수를 비교 조사해 곶자왈 숲을 생명의 숲으로 재조명, 최고의 산림

치유 최적지로의 가치와 적합성을 연구조사 하는데 목적을 두었다.

더불어 이 자료를 추후 이 연구 분야에서 보다 확대 발전시킬 수 있는 기초 자료로 활용하고, ‘곶자왈 치유의 숲’ 조성을 통한 체류형 관광 정착과 확대, 지역주민 참여를 통한 지역경제 낙수효과 최대화 방안을 마련하는 토대가 되기를 기대한다.

3. 연구 문제

이 연구의 연구문제는 다음과 같은 항목으로 하였다.

- 1) 곶자왈 교래 자연휴양림을 탐방하여 산림욕을 한 후에 스트레스 호르몬인 타액 코르티솔의 분비량의 변화를 측정한다.
- 2) 산림욕 후에 심장박동변이에 대한 연구로 다음과 같은 항목을 조사한다.
 - (1) 혈관연령타입의 변화를 조사한다.
 - (2) 혈관연령지수 비율의 변화를 조사한다.
 - (3) 심박세기 비율의 변화를 조사한다.
 - (4) 혈관탄성도 비율의 변화를 조사한다.
 - (5) 잔혈량 비율의 변화를 조사한다.
 - (6) 평균맥박 변화의 비율 변화를 조사한다.
 - (7) 맥박다양성(맥박변화도)을 조사한다.
 - (8) 자율신경계의 활성을 조사한다.
 - (9) 맥박표준편차를 조사한다.
 - (10) 평균편차(RMSSD)를 조사한다.
- 3) 산림욕 후에 직무스트레스와 사회심리적 스트레스 변화를 조사한다.
- 4) 산림욕 후에 상대불안과 특성불안감의 변화와 남녀 간을 비교하여 조

사한다.

- 5) 제주지역 15개 지역의 음이온과 양이온의 수 측정을 하여 대기질의 변화를 조사한다.

Ⅱ. 이론적 배경

1. 제주도의 특성과 꽃자왈

한반도 남쪽으로 약 83 km 떨어진 곳에 위치한 제주도는 모양이 긴 타원형으로 되어 있고, 해안선 길이가 부속 도서를 포함해 419.95 km에 이르는 것으로 파악되고 있다.

제주도에 따르면 국립해양조사원이 만조 때를 기준으로 제주도 본섬과 유·무인도를 포함한 63개 부속 도서의 해안선 길이를 측정한 결과 본섬 308.32 km, 부속도서 111.63 km 등, 419.95 km로 파악됐다(제민일보, 2004).

기상청은 제주도 기후를 크게 동·서·남·북과 한라산으로 구분한다. 서쪽은 바람이 세고 비가 적으며, 동쪽은 강우량이 많고 기온이 상대적으로 높다. 북쪽은 겨울철에 다른 지역에 비해 상대적으로 비가 적게 내린다.

제주도 중앙에 자리잡은 한라산의 남쪽과 북쪽의 사면은 경사진 계곡이 발달해서 물살이 급한 반면 동쪽과 서쪽의 사면은 계곡이 완만하여 꽃자왈 분포가 많은 지역이다.

꽃자왈은 제주도 화산활동 최후기 단계인 약 10만년전~3만년전 화구에서 분출된 분석과 용암, 분석구의 사면붕괴로 만들어진 용암지형이다. 지표 아래로 평균 3~10 m 두께의 용암층이 시루떡 모양으로 겹겹이 쌓여있고, 용암층 사이 사이에 두께 1 m 내외의 고토야층이나 화산쇄석물 퇴적층이 분포하는 지질구조를 이루고 있다.

제주도 주민들은 용암류 대지에 자연림과 가시덩굴 등이 엉켜있는 지역을 제주도 방언으로 ‘꽃자왈’로 불리왔다고 한다.

꽃자왈은 외견상 토양이 없거나, 토층의 심도가 낮으며 화산 분화때 화구(오름)로부터 흘러나와 굳어진 용암이 크고 작은 암괴가 요철지형을 이루

고 있다. 이와함께 다양한 종류의 양치식물과 자연림, 가시덩굴이 혼합 식생하는 자연 숲지로, 농사를 짓지 못하고 방목지나 땃감·숯·약초 채취 장소로 이용돼 생산성이 떨어지는 불모지로 인식돼왔으나 독특한 지형지질과 생태, 지하수 함양 등으로 ‘제주의 허파’로 그 가치가 재평가되고 있다.

1) 꽃자왈의 토성

꽃자왈은 제주도의 화산 활동 이후 만들어진 용암대지에 형성된 수림지대로, 점성이 작은 현무암질 용암이 분출하여 굳어질 때 표면이 거칠고 요철이 많은 특징을 지닌 아아 용암류와 함께 제주도 북동부와 서부 해안가에서 흔히 관찰되는 파호아이 용암류도 존재한다. 파호아이 용암류는 온도가 높고 점성이 낮아 넓게 퍼져나간 특징을 보인다.

토양형성은 빈약하지만 용암제방, 용암돔, 압력돔, 용암협곡, 용암 동굴 등의 특이 지질구조가 발달하고 크고, 작은 함몰지형을 형성하는 지형 지질적인 특징이 있다. 꽃자왈의 내부에는 크고 작은 암괴들이 매우 두껍게 쌓여 있어 투수성이 매우 높아 지하수 함양원 역할을 할 뿐만 아니라, 특유의 흐름 및 지형·지질특성을 가지고 있어 독특하고 다양한 동·식물의 서식공간이 되고 있다(송시대, 2000; 김대신, 2015).

꽃자왈 지대는 토양이 빈약한데다 크고 작은 잡석과 잡목, 가시덩굴 등이 한데 엉켜 농사를 지을 수 없는 쓸모없는 땅으로 인식돼 왔다. 꽃자왈 지대의 잡석들은 대부분 자갈에서부터 암괴 크기에 이르는 스킨리아(Scoria), 화산탄 및 화산자갈로 이루어져 있다. 부분적으로는 소규모의 용암류도 포함되어 있는 로피(Ropy) 또는 꼬인 구조를 하고 있다.

2) 꽃자왈 분포

제주도의 꽃자왈은 7개 지역에 걸쳐 99.5 km²에 이른다. 제주도가 지난 2015년 8월부터 2018년 12월까지 국토연구원과 수행한 제주 꽃자왈지대 실태조사 결과다.

이는 기존 꽃자왈 면적 106 km²에서 비꽃자왈 지대로 결론이 난 43 km²가 제외되고, 구좌-조천 꽃자왈지대 21.4 km²와 조천 꽃자왈지대 4.5 km²가 추가된 데 따른 것이다.

이번 조사결과 제주도 남서쪽에 분포한 안덕꽃자왈지대가 11.9 km², 서쪽 지역인 한경-한림-대정-안덕지대가 39.2 km², 북서쪽지역인 애월꽃자왈 지대가 1.9 km², 북동부지역인 조천 꽃자왈지대는 15.8 km²에 이른다. 이와함께 동부지역인 구좌-조천 꽃자왈지대가 24.4 km², 구좌꽃자왈 지대가 4.3 km², 남동부지역인 성산꽃자왈지대는 1.8 km²로 조사됐다.

이러한 규모는 국토연구원과 제주지역 꽃자왈 전문 연구자들의 현장 실태조사와 위성사진 판독, 문헌 조사 등을 통해 확정된 것이다.

제주도는 꽃자왈 지대를 보호지역, 관리지역, 원형훼손지역으로 구분해 보호지역은 모든 개발행위를 금지하고 사유지는 토지매수청구 대상지역에 포함되도록 제주특별자치도특별법을 개정해 법제화하기로 했다. 이와함께 2019년 상반기까지 보호지역을 확정하는 등 꽃자왈 보전관리 방안을 추진하고 있다.

3) 꽃자왈의 식물상

꽃자왈은 제주도가 형성되는 과정에서 화산활동이 만들어 낸 독특한 자연환경이다. 과거 심하게 훼손되었으나 1970년대 이후 수렵 및 벌채가 금지되고 목축산업이 축소되면서 자연림으로 회복되고 있다(김상규

등, 2012).

곶자왈의 지형 및 지질적 특성 때문에 독특한 기후가 나타나는데 토양은 빈약한 반면 보온 효과가 크고 습도가 높아 열대북방한계식물과 한대남방한계식물이 혼재한다(김상규 등, 2012). 그리고 세계적 멸종위기종인 제주고사리삼을 비롯한 다양한 양치식물과 선대식물이 생육하는 곳으로 제주도 중산간 지대에 주로 분포함으로써 한라산과 해안지대를 잇는 중요생태의 축을 이루고 있으며, 노루를 비롯한 희귀동물 서식처 역할을 하는 생태적 중요지역이다. 이와함께 암괴상용암류 특성으로 인해 투수성이 높아 빗물이 지표를 흐르지 않고 지하로 유입되기 때문에 지하수 함양에도 중요한 역할을 하고 있다(김상규 등, 2012).

김대신(2015)의 연구조사에 의하면 곶자왈지대의 관속식물상이 123과 411속 673종 6아종 71변종 20품종의 총 770종류로 나타났다. 이는 제주도 식물 1,990종류의 약 38.6%에 해당한다.

양치식물은 제주도에 분포 하고 있는 197종류의 약 56.3%이며, 한라산 천연보호구역 분포종과 비교하여 보면 공통 분포종이 총 221종으로 곶자왈 분포 식물의 약 30%에 해당한다.

곶자왈지대에서 수집된 구계학적특정식물 분포를 조사한 결과는 V등급 24종류, IV등급 30종류, III등급 74종류, II등급 18종류, I 등급 96종류 등 242종류로 나타나 매우 제한된 지역에만 자라는 분류군들이 많은 것으로 판단된다.

세계자연보전연맹(IUCN)의 기준에 따라 멸종 위기(CR), 위기(EN), 취약종(VU) 등으로 평가된 곶자왈 분포 식물은 총 67 종류였다. 산림청이 제시한 희귀 및 멸종위기식물 중 곶자왈 분포 식물은 개가시나무(*Q. blume*), 개죽도리풀(*A. maculatum* Nakai) 등 34종류였고, 특산식물은 바위미나리아재비(*Ranunculus crucilobus*), 제주고사리삼(*Mankyua chejuense*), 가시딸기(*R. ongoensis*), 슬비나무(*M. fauriei*), 섬오갈피(*E. gracilistylus*), 제주

상사화(*L. chejuensis*), 한라감자난초(*O. hallasanensis*) 등 11종류에 이른다.

한국특산식물은 개죽도리풀(*A. maculatum*), 변산바람꽃(*E. byunsanensis*), 새끼노루귀(*H. insularis*), 참깨별꽃(*E. coreana*), 별깨냉이(*C. glechomifolia*), 산철쭉(*R. yedoense*), 왕초피나무(*Z. coreanum*) 등 9종류로 총 20종류가 분포하는 것으로 나타났다.

꽃자왈지역에 한정되어 자라는 식물로는 제주고사리삼(*M. chejuense*), 제주백서향(*D. kiusiana*), 쇠고사리(*A. desrhoidea*), 남흑삼릉(*S. fallax*), 밤일엽아재비(*M. superficiale*), 이팝나무(*C. retusa*), 빌레나무(*M. japonica*), 약난초(*C. variabilis*), 제주방울란(*H. chejuensis*) 등 13종류로 대부분 꽃자왈지역의 독특한 지형에 자라거나 특유의 습지, 착생형 식물들이다.

꽃자왈 분포식물의 생활형은 반지중식물(H)의 비중이 23.9%로 가장 높게 나타났으며, 지하기관형(Radicoid form)은 형(R5)이 51%, 산포기관형(Disseminule form)은 중력산포형(D4) 36%, 생육형(Growth form) 직립형(e) 48%로 가장 많아 e-R5-D4-HBiological type으로 나타났다.

꽃자왈지역 식물상 조사 결과 용암지대에 형성된 수림지대로 고유한 흐름을 가져 난대 및 온대의 식물이 공존하고 있어 높은 생물다양성을 유지하고 있다. 이와함께 희귀특산식물 등의 종 피난처 및 저지대와 고산지역으로 이어주는 통로와 같은 생태적 기능을 수행하고 있다(김대신, 2015).

제주 자연에 관한 중요성과 관심이 증대한 것에 비하여 자연환경에 대한 연구는 많이 진행되지 않았다. 특히 식생분야에 있어서는 식물 분포와 종에 관한 연구가 주를 이루고, 이마저도 한라산에 집중되어 있는 실정이다(김찬수 등, 2006).

제주도는 꽃자왈을 관리보전지역으로 지정, 관리하고 있지만 사실상 개발사업을 제한할 법적 근거가 미흡한데다 토지 가격이 낮고 독특한 자연환경 때문에 1990년대 이후 골프장·리조트 등 지속적인 개발 사업이

이뤄져왔다. 꽃자왈공유화재단 부설 꽃자왈연구소가 지난해 4~11월에 걸쳐 실시한 조사결과 꽃자왈 전체적 99.5 km² 가운데 훼손지역이 18.7 km²로 20%에 육박하는 것으로 나타났다.

이러한 난개발을 막고 보전하기 위해 꽃자왈에 대한 보다 체계적인 계획을 세워 관리해야 할 시점이라 판단된다. 희귀식물 생육과 지하수 함양기능, 위락적 기능 등 다양한 기능에 대한 조사연구는 이뤄졌지만, 꽃자왈 생태계에 관한 연구는 미흡해 그 가치에 대한 조명이 제대로 이뤄지지 않고 있는 실정이다.

4) 꽃자왈의 공원화 연구

아동용 환상숲꽃자왈공원은 제주의 천연원시림인 꽃자왈을 배경으로 스토리라인을 구성, 해설사가 방문객과 동행하며 이야기를 들려주고 체험 하는 방식으로 운영되는 숲이다. 방문객들이 자연 자체를 관람하는 것에 그치지 않고 이야기 자체를 스스로 느끼는 가운데 꽃자왈의 가치를 전달하며, 자연 자원의 부가가치도 높이는 장소로 거듭남으로써 이야기 산업의 미래지향적인 발전 방안을 보여주고 있다. 그러나 이곳은 스토리텔링의 효과로 양적 성장을 보여주고 있는 반면, 아동을 동반한 가족단위 개별 방문객들이 증가하는 현 시점에서 보다 높은 품질의 콘텐츠를 제공해야 할 시점에 이르렀다.(이지영, 2016)

본 연구는 아이들의 눈높이에 맞추어 해당 장소의 이야기를 쉽고 효과적으로 전달할 수 있는 아동용 콘텐츠 개발 전략을 제시하는데 목적이 있다. 아동을 대상으로 하는 스토리북이라는 창작물을 만들어 나가는 과정에서 다양한 소재를 숲 해설 스토리라인에 설정하여 방문자들이 해당 장소의 관람에만 그치는 게 아니라 듣기, 읽기, 생각하기, 상상하기 등으로 이야기를 무한정 구성 해 갈 수 있는 가능성을 펼쳐 보고자 했다(이지영

& 박여성, 2016).

스토리북 개발을 위한 방법적 절차로, 곳자왈 숲에 대한 기존의 이용 현황과 콘텐츠들을 수집하고 포지셔닝하여 콘텐츠 개발의 틀을 세우고, 장소성을 기반으로 구체적인 스토리북 5종을 선정, 아이들의 소감을 평가하여 스토리텔링 개발 시 적용점을 도출했다.

또한 ‘환상숲곳자왈공원’ 내 숲 해설 스토리라인에서는 코스 내 주요 지점(point)의 소재와 이야기 요소를 추출하여 대표 주제와 테마를 선정하고, 소재별 캐릭터를 이미지화 한 후 스토리 플롯을 구상하는 과정을 통해 스토리북 개발모델의 단계를 제시해 보았다.

결과적으로 스토리북 개발을 통해 곳자왈 자체에 대한 정보와 가치를 감성적인 스토리텔링을 통해 알기 쉽게 전달하도록 했고, 해설 내용을 스토리북 형태로 구성하여 장소 기반의 이야기 구조를 완성시키는 가운데 자기주도식 해설이라는 효과도 도모했다(이지영 & 박여성, 2016).

결론에서는 향후의 더욱 진전된 연구를 통해 창작된 스토리 플롯이 다양한 형태의 OSMU(One Source Multi Use)로 활용될 수 있는 방안을 전망했다. 궁극적으로, 제주의 자연자원(곳자왈)을 토대로 한 아동용 스토리북의 개발이 스토리텔링과 자연자원 및 관광산업의 유기적인 활용 방안의 하나로 자리 잡을 수 있음을 확인했다.

2. 곳자왈의 지질학적 특성

제주도 곳자왈 형성 및 지질적 특성을 보면 형성시기가 오래되지 않은 지역으로 화산활동에 따른 원지형이 대체로 잘 보존되어 있다. 제주도의 용암은 크게 파호이호이와 아아(Aa)로 구분할 수 있는데, 이 중 아아용암류는 점성이 커서 표면이 거칠고 상부와 하부에 1~2 m 두께의 클린커층을 형성

한다(송시태, 2000). Williams & McBirney(1979)는 아아 용암류 중에서도 주로 암괴로 이루어진 것을 암괴상 아아용암류(Aa rubble flow)라 정의하였다.

꽃자왈은 이런 암괴상 아아 용암류가 두께 5~10 m로 흐르는 과정에서 조각조각 부서지면서 생성되었다(김효철 등, 2004). 그리고 암괴상 아아용암류에 생성되는 클린커층이 지표에 노출된 부분은 빗물의 투수가 잘되어 다량의 지하수가 함양되는 특징이 있다(고기원 등, 2008).

제주도가 국토연구원과 수행한 꽃자왈 실태조사 결과를 보면 총 99.5 km² 가운데 한경-한림-대정-안덕 꽃자왈지대가 39.4%, 구좌-조천 꽃자왈지대가 24.6%, 조천 꽃자왈지대가 15.9%, 안덕 꽃자왈지대가 11.9% 등으로 동·서부지역에 넓게 분포하고 있는 것으로 나타났다.

지난 1996년 송시태의 조사결과 표고에 따른 꽃자왈 분포면적은 해발 200 m 이하 지역이 49.6%, 해발 200~400 m 지역이 30.7%, 해발 400~600 m 사이의 지역은 19.7%를 점유, 중산간지역 만이 아니라 해발 100 m 이하의 해안지역에도 상당한 면적을 차지하는 것으로 보고됐다.

꽃자왈은 분포지역에 따라 생성 원인이 된 용암류가 다르다. 구좌 ~ 조천 꽃자왈지대는 오름에서 분출한 용암류에 따라 3개 꽃자왈 용암류로 분류할 수 있다. 서검은이오름 꽃자왈 용암류와 지그리오름 꽃자왈 용암류, 돛배오름 꽃자왈 용암류로 구분할 수 있는데 교래꽃자왈은 그 중 지그리오름 꽃자왈 용암류에 속한다. 지그리오름 꽃자왈 용암류는 민오름과 지그리오름 주변에서 분출된 용암류로 조천읍 조천리까지 11 km에 걸쳐 분포한다. 주로 암회색을 띠는 다공질의 장식·휘석·감람석·현무암으로 이루어져 있다(김상규 등, 2012).

꽃자왈의 지질학적인 측면에서 송시태 등(2007)은 꽃자왈 지대는 토양 발달이 빈약할 뿐만 아니라 크고 작은 잡석과 잡목 및 가시덩굴이 한데 어우러져 있어 경작지로 이용하기 곤란한 쓸모없는 토지(지대)를 지칭하

는 말이라 하였다. 꽃자왈 지대의 잡석들은 대부분 자갈에서부터 암괴 크기에 이르는 스킨리아(Scoria), 화산탄 및 화산자갈로 이루어져 있으나 부분적으로는 소규모의 용암류도 포함되어 있다고 하였다. 잡석들은 다공질이고 각지지 않으며 부분적으로는 로피(Ropy) 또는 꼬인 구조를 하고 있다.

송시태는 꽃자왈지대는 암괴상 아아 용암류의 특징이 잘 나타나기 때문에 아아 용암류라는 용어 대신에 「꽃자왈 용암류(Gotchawal Lava Flow)」라는 용어를 사용하고 있다.

꽃자왈 형성 및 지질적 특성에 관한 연구를 종합하면 꽃자왈은 화산활동으로 인해 형성된 독특한 지형에 숲이 형성되어 지질적·식생적으로 가치가 큰 지역이다. 그럼에도 꽃자왈 생태계 가치 규명은 지극히 미흡한 실정이다. 특히 온대남부 기후대, 난대 기후대의 기후특성이 혼재돼 다양한 양치식물과 선대식물이 생육하는 한편 팽나무와 때죽나무·예덕나무 등이 우점하는 독특한 숲 구조를 갖고 있음에도 불구하고 자연환경, 식생구조와 형성과정 및 산림치유를 위한 연구조사는 미흡한 것이 현실이다.

3. 피톤치드와 산림욕

1) 피톤치드의 의미

산림에서 분출하는 피톤치드(phytoncide)는 희랍어로 ‘식물’을 의미하는 phyton’과 ‘죽이다, 살균하다’라고 의미하는 ‘cide’의 합성어다. 피톤치드가 몸속으로 들어가면 병균과 해충, 곰팡이 등을 제거하는 역할을 하여 인간의 몸에 이로움을 준다고 하였다. 피톤치드는 식물이 병균, 해충, 곰팡이 균 등

에 저항하려고 수목 스스로 만들어 발산하는 휘발성 테르펜(terpene)이라고 하는 유기화합물로 알려져 있다(강하영, 2003).

피톤치드는 나무가 분비하는 특유의 향인 휘발성의 복합 화학물질로 향균, 방충, 소취, 탈취 등 다양한 기능을 가지고 있는 천연 물질이다(Muller-Dietz, 1956). 얇게 자른 자작나무, 오렌지, 솔송나무 등의 잎에 야생의 작약뿌리, 고추냉이의 뿌리 등에 물방울을 미생물이 들어 있는 곳에 떨어뜨려 본 결과 미생물이 모두 사멸했으며 식물에서 발산하는 피톤치드 때문이라고 Tokin(1951)은 결론지었다.

실제로 냄새물질의 휘발성 테르펜류는 물론 약용성분 알칼로이드, 과일 냄새 에스테르, 당 성분 사포닌, 노화억제 항산화 물질인 플라보노이드, 페놀성 물질 등 비휘발성 성분을 총망라하여 ‘피톤치드’라 할 수 있다고 하였다(신원섭, 2009a).

산림의 식물이 발산하는 휘발성 물질은 넓은 의미에서 생리활성물질이라 부르며, 일반적으로 수목이 내뿜는 테르펜만이 휘발성 생리활성물질이다. 테르펜의 주성분은 유기화합물이다(Muller-Dietz, 1956). 테르펜이 분산되어 있는 상태의 대기에 인간이 접하는 것을 산림욕이라 한다. 산림치유, 산림 테라피 혹은 산림요법은 자연환경 중에서도 숲이 가지고 있는 다양한 물리적 환경요소를 이용하여 인간의 심신을 건강하게 만들어주는 자연요법의 한 분야라 하였다(한국녹색문화재단, 2009년).

제주의 절물휴양림에 서식하는 삼나무 길에서 측정한 피톤치드의 일일 평균 생산량은 1,011~1,087 pptv 이었고, 계절별로 여름철에는 일일 최대 1,500 pptv가 분포되었으며, 대기 중의 계절별 분포 비는 여름>가을>봄>겨울 순으로 나타났고, 하루 중에는 오전 12~14시에 높게 분포되었다.

대기중에 분포된 피톤치드의 성분은 삼나무가 있는 지역에는 음이온성인 sabinene, 구상나무가 있는 지역은 d-limonene, 활엽수가 있는 지역은 α -pinene 성분이 주로 분포 되었다(김형철 등, 2013).

서귀포휴양림 활엽수 지역의 피톤치드 분포량은 304~324 pptv, 편백나무 숲에서는 983 pptv가 측정되었다. 하절기는 편백나무 숲에서는 1,441 pptv가 측정되었고, 가을은 1,073 pptv, 봄에는 897 pptv, 겨울엔 520 pptv가 측정되었다. 검색된 피톤치드 성분은 편백나무 숲은 음이온인 sabinene(25%), d-limonene(20%) 등이 분포되었다(김형철 등, 2013).

2) 피톤치드의 성분

피톤치드는 식물의 종류에 따라 다양한 성분으로 분비하며 각 성분마다 다른 효능을 가지고 있다. 나무 향은 주로 식물체내에서 생성되지만 일반적으로 유선(oil glands) 또는 샘선모(glandular hair)내에 함유되어 있거나 수지 내에 녹아있는 형태로 식물체의 전반 부분에 존재한다. 필수 정유(essential oil)는 테르페노이드(terpenoid)나 페놀류로 식물체내에서 어떤 과정으로 생합성 되는지 그 기작이 밝혀져 있다(강하영, 2003).

정유의 종류는 520여종으로 알려져 있으며 정유생산 경로로 식물을 분류하면 57개 과에 이른다. 이 정유는 대별하여 테르펜계 화합물, 지방족 쇠상 화합물과 방향족화합물로 분류된다. 겉씨식물의 정유는 조성이 단순하여 테르펜계 탄화수소를 주요 성분으로 하고 있는 것이 많으나, 속씨식물의 정유는 각종 화합물의 복잡한 혼합물이라 하였다(강하영, 2003).

3) 테르펜류(terpenoid) 의 성분

테르펜류(C_5H_8)_n는 연쇄상 및 환상의 탄화수소로서 천연수와 천연고무에서 분리되는 화합물의 모체가 되는 화합물이며, 알코올, 알데하이드, 케톤 및 그 외의 유도체까지 포함하여 말한다. 테르펜류는 이소프렌 단위의 수에 따라 hemiterpene(C_5H_8), monoterpene($C_{10}H_{16}$), sesqui-terpene($C_{15}H_{24}$),

diterpene($C_{20}H_{32}$), sesterpene($C_{25}H_{40}$), polyterpene(C_5H_8) $_n$) 등으로 분류할 수 있으며, 빈도가 높은 것은 모노테르펜류(monoterpene)이며, 이것은 정유로부터도 분리가 간단하여 합성도 비교적 용이하다고 하였다(강하영, 2003).

침엽수인 소나무(*P. densiflora* Siebold & Zucc), 잣나무(*P. koraiensis* Siebold & Zucc), 곰솔(*P. thunbergii* parl), 리기다소나무(*P. rigida*), 리기테다소나무(*P. rigida*), 삼나무(*C. japonica*), 편백나무(*C. obtusa* Siebold & Zucc)의 잎에서 정유 구성 성분인 tricyclicene, α -pinene, β -selene, γ -muurolene, α -terpineol 등의 피톤치드 함량(%)과 기능이 보고되었다(강하영, 2003).

강하영(2003)은 정유의 구성성분 중 대부분을 차지하는 탄화수소류는 살균, 소독작용 및 항염증작용이 있고, 모노테르펜 탄화수소는 대부분 상온에서는 액체이며, 비점은 통상 150~200℃ 정도이다. 구조적으로는 연쇄상 1환성 테르펜, 그리고 2 환성 테르펜으로 분류된다. . 테르펜에 물 1분자가 부가된 구조를 가지며, 향료로서 가치 있는 것이 많고, 결정성 물질이 대부분이었다.

알코올류에는 뛰어난 살균 및 소독작용과 기분을 고양시키는 작용이 있다. 에스테르류는 살균작용과 진정작용을 하며, 산성물질인 산류가 여기에 포함되고, 수목 정유에는 초산부가물이 많이 존재하며, 에스테르류는 살균작용과 진정작용이 있다.

페놀류에는 중추신경계에 강한자극과 살균작용도 있고, 피부에 대한 자극도 강하다. 케톤류를 다량 함유하는 식물과 추출액이 기관지의 각종 질환에 유익하며 케톤류 중에는 약성이 있는 성분이 많았고, 울혈(鬱血)을 제거하고 점액의 유동성을 높이는 효과가 있다.

산화물(oxide)류는 거담작용에 관여한다. 또 알데하이드류는 단백질과 부가화합물을 형성하여 인체세포의 기능저하와 상해를 일으키는 반면에 기분을 고양 시키면서 한편으로는 진정 작용도 있다고 한다.

4) 피톤치드의 효능

숲속의 나무들이 생산하는 피톤치드는 생물활성 물질과 같은 의미가 있으며, 항생물질성 물질로 특정한 균을 선택적으로 죽이나 신체에는 무해한 화학 물질이라는 장점이 있다(야다가이, 2008). 피톤치드는 항균작용 및 교감신경계의 흥분을 감소하여 부교감신경계에는 정신적인 안정감을 주어 뇌의 전두엽에서 쾌적성을 일으키고 간세포 내 효소활성을 높여 생리기능 활성화에 기여한다(야다가이, 2008).

피톤치드는 크게 향균, 방충, 소취, 탈취 등의 효과가 있으며 그 향기를 흡입하므로 심신이 쾌적해진다. 흡입하게 되면 쾌적하고 진정적인 효과가 있으며 생리적으로 이완이 된다고 한다(모리카와 등, 2005). 삼나무에서 추출한 정유 성분인 세드롤을 흡입하면 부교감신경 활동의 향진과 교감신경 활동이 억제된다고 하였다(Dayawansa, 2003).

건강 효과로는 정신병 치료, 이상행동 교정, 긴장완화, 이뇨, 거담, 강장, 혈압강하, 스트레스 해소, 마약 또는 알코올 중독치료 등의 효과가 있으며 그 밖에도 자폐증세가 있는 어린이나 우울증에 시달리는 노인들에게 자신감과 적극성을 갖게 해 주는 것으로 보고되었다(신원섭, 2008).

한편, 치주질환과 구취를 유발시키는 중요한 원인균인 *P. gingivalis*에 대한 피톤치드의 살균작용이 보고되었다(김선규, 2007). 피톤치드는 면역기구를 건강하게 할 뿐만 아니라 약화시키는 것으로 스트레스와 부정적인 생각을 줄여 자연치유력을 활성화시켜 건강을 유지하는 역할도 한다고 했다(강하영, 2005). 피톤치드가 사람의 자연 살상세포의 활성화, 항암 단백질 증가시키며 산림욕 후 7일까지 NK 세포가 증가된다고 하였으며(Li *et al.*, 2008ab, 2009), 단 하루만 산림에 들어가도, 스트레스 호르몬의 감소 효과가 30일 이상 지속된다는 연구보고도 있다(Li *et al.*, 2011).

4. 스트레스 호르몬인 코티졸

코티졸(cortisol) 호르몬은 스트레스를 받을 때 방출되는 부신히르몬으로서 신장위에 있는 부신에서 만들어지며 체내 항상성 유지와 스트레스에 대한 적응에 필수 불가결한 장기이다(Clock, 2007). 특히 hydrocortisone이라고 알려져 있는 코티졸은 가장 중요한 glucocortico-steroids이며, 몸의 많은 기능들을 유지하는데 필수적인 역할을 한다. 다른 글루코코티코스테로이드와 마찬가지로, 코티졸은 페시쿠레이타(fesciculate) 지역 내의 부신 피질의 일반 전달물질인 콜레스테롤의 합성물질이다. 코티졸은 혈중으로 이동하여 단백질과 결합하여 콜레스테롤의 90%는 corticosteroid binding globulin이고 나머지는 알부민에 결합되어 있다. 단지 적은 양의 코티졸만이 어떤 성분과 합성하지 않고 혈액 안에서 자연스럽게 이동하여 인체의 수용기와 반응을 나타낸다(Clock, 2007).

코티졸의 가장 의미 있는 심리적 효과는 혈액 내 포도당 상승(글루코네오제네시스의 향상과 이화작용)과 항염 및 면역 억제 능력이다. 부신을 통한 코티졸의 합성과 분비는 시상하부-뇌하수체-부신 피질내의 부정적 반응 메커니즘으로 제어된다(Clock, 2007). 부신 피질 자극 호르몬이 시상하부를 통해 분비되면 부신을 통한 코티졸의 합성과 분비를 자극하게 된다. 코티졸 그 자체는 뇌하수체와 시상하부의 부정적 반응 기전도 작용을 한다. 더불어, 코티졸 분비의 증가로 인해 스트레스가 증가 한다(Clock, 2007).

코티졸의 혈중 농도는 주행성 변화를 보여준다(Aron & Tyrell, 1994). 주로 이른 오전에 최대 농도(700 nmol/L 또는 25.4 µg/dL)에 도달하게 되고, 저녁에는 오전 수준의 반 밖에 안 되는 농도로 감소한다. 그러므로 결과를 분석하는데 있어서는 세럼 혈액의 수집 시간을 기록하는 것이 중요하다. 환자의 코티졸 상태는 그 환자의 부신, 뇌하수체 및 시상하부의 기능 및

기능 장애를 진단하는데 사용되므로 코티졸의 생산부족을 점검하는데 사용된다 (Hasinki & Rosalki, 1998).

Miyachi(2000)는 소변내의 코티졸 분비물은 코티졸 분비의 주행성 리듬을 따르지 않기 때문에 24시간 내 소변 안에 있는 코티졸을 측정하여 Cushing's 증후군의 진단하는데 사용되는 방법이다. 이러한 방법은 건강한 사람과 Cushing's syndrome을 앓고 있는 환자를 구분할 수 있다. 분자의 변형이 일어나지 않고 배출되는 한 코티졸은 요유리코티졸과 혈액 내 생물학적으로 활성화된 코티졸과 정비례한다(Aron & Tyrell, 1994). 최근 연구에 따르면 밤에 타액을 통해 분비되는 코티졸의 측정은 요유리코티졸의 측정정보다 Cushing'의 증후군을 진단하는데 있어 우수한 결과를 보여 주었다 (Van *et al.*, 2003; Raff & Findling, 2003; Raff *et al.*, 2003; Gröschl *et al.*, 2003). 밤 시간대에 측정되는 타액 내의 코티졸은 정신질환자, 여러 스트레스의 요인들이 부신피질을 자극해 부신 스테로이드 농도를 증가시키므로 이러한 방법들을 통해 측정이 용이하다(Chiu *et al.*, 2003).

성인의 43%가 스트레스 때문에 건강이 나빠지고 있으며 병원을 찾는 인간이 오랫동안 스트레스를 받을 때에 신체와 정신에 다양한 장애 현상이 나타난다. 특히 면역계, 자율신경계, 내분비계 등에서 문제가 발생한다. 일반적으로 스트레스를 줄이는 방법으로는 항불안제 장기복용, 상담과 심리요법 등이 있으나 이들 방법은 시간이 오래 걸리기 때문에 비용도 높고 의존성이 생길 위험이 있다. 산림요법과 운동이 심신 이완에 한 가지 수단이 된다면 스트레스 예방과 치료에 이 방법을 도입하는 것이 바람직하다 (Shephard, 1997).

운동은 많은 교차 비교 연구에서 '사람의 기분을 좋게 한다'는 결과를 보여주고 있다(Hughes, 1984). 마라톤대회에 자주 출전하는 선수들을 대상으로 조사를 한 결과, 거의 모든 선수들이 마라톤에 열중하면서 기분이 좋아지고 잠도 충분히 잘 수 있었으며, 스트레스에도 잘 대처 할 수 있게

되었고 또한 유산소운동은 정신적 스트레스에 대한 심장혈관 반응을 경감하는 효과가 높은 것으로 나타났다고 하였다(Holmes, 1987).

스트레스는 육체적·정신적 질병의 원인이 되어 심장질환, 암, 폐질환 등 현대인의 주요 사망 원인이 되기도 하며, 사회 및 경제적 손실을 초래한다. 미국의 통계에 의하면 스트레스로 인한 결근, 생산력저하, 의료비 증가 등으로 기업 측은 연간 약 680억 달러의 피해를 입었다(신원섭, 2008a). 현대인들의 스트레스는 인간은 근원적으로 도시생활에 적합하지 않아서 생기는 것이라 볼 수 있으며, 이러한 현상을 Wilson(1984)은 ‘바이오 필리아’라는 가설로 설명하였는데, 인간은 생명과 생명 다양성이 풍부한 자연환경을 ‘운명적’으로 좋아하게끔 생기었다고 했다. Brod(1983)는 ‘테크노스트레스’란 말로 표현하여 이들의 공통된 견해는 인간은 오랜 역사를 통해 숲에서 생활해 왔고 숲 생활에 알맞은 생리적·심리적 코드를 지니고 있으나 그 반대 환경인 도시생활은 우리에게 육체적·심리적인 부담으로 긴장을 일으켜 교감신경 활동이 고조된다고 하였다.

Kaplan(1989)은 집중의식을 가지고 생활하는 활동들은 대부분 고도의 집중이 요구되는 것들인데, 집중력이 감소하면 개인이나 직장에 심각한 피해가 오기 때문에 항상 긴장을 하게 되어 스트레스를 받게 된다고 했다. 스트레스를 해소 할 수 있는 방법은 집중된 긴장을 이완시키며, 외부 자극이 적어 많은 주의를 필요로 하지 않는 활동이어야 한다. 숲은 이와 같은 긴장을 아무런 집중 없이 회복시켜주는 특성을 가지고 있기 때문에 스트레스 해소에 적합한 곳이다. 또한 스트레스의 원천으로부터 피난과 해방감을 주고 자신만의 공간과 여유를 주기 때문에 사람들에게 편안한 마음과 원기를 회복시켜주는 안식처이다.

Kaplan(1989)은 위에서 설명한 환경의 의미를,
첫째, 도시생활에서 벗어난 자유로운 곳이라야 하며,
둘째, 자연적인 호감이 가는 곳이어야 하고,

셋째, 넓은 면적을 가지고 있어야 하며,
넷째, 그곳을 찾는 사람들의 목적에 적합하여야 하는 장소 또는 환경이어야 한다고 하였다. 따라서 Kaplan은 이러한 환경의 최적지가 산림이라고 제안하였다.

5. 대기질 속의 음이온 효과

현대인들은 도시생활 속에서 각종 환경공해와 대기오염이 심각한 상태에서 살아가고 있다. 이러한 공기 오염의 심각성은 인간의 건강한 삶의 문제뿐만 아니라 운동의 수행에도 변화를 초래하고 있다(김기진, 2002).

이온이란 전기를 띤 눈에 보이지 않는 미립자, 즉 원자나 분자를 말하는데 공기 중에는 양이온과 음이온이 모두 떠다니고 있다고 하였다(신원섭 등, 2009). 음이온은 전기적으로 마이너스(-)를 띠는 원자나 원자단이며, 양이온은 전기적으로 플러스(+)를 띠는 원자단이다. 음이온은 물이 높은 곳에서 낙하되어 수면 등에 부딪치면서 생기는 물 분자가 분산될 때, 그 주위의 공기는 전기 층이 형성되어 음이온이 발생된다고 독일의 물리학자인 필립 레나드가 보고하였다(이형환, 2006).

이온들은 음식물에 섞여서 들어오는데 대표적인 것이 양이온으로 나트륨이온(Na^+)과 칼륨(K^+) 이온이며, 음식물에 있는 음이온은 양이온에 비해 적은 편이다. 이렇게 부족하기 쉬운 음이온을 공급해 줄 수 있는 곳이 바로 숲이다. 음이온들은 호흡기관이나 피부를 통하여 우리 몸속으로 들어오기 때문에 산림욕을 통하여 우리는 부족한 음이온을 보충할 수 있다(이원복, 2002).

산림에는 $1,000\sim 2,200$ 개 $/\text{cm}^3$ 음이온이 생성되어 자연치유력과 면역력 증진에 효과가 있는 것으로 알려져 있는 반면에 우리가 살고 있는 도회지는 실내가 $30\sim 70$ 개 $/\text{cm}^3$ 실외는 $80\sim 150$ 개 $/\text{cm}^3$, 교외는 $200\sim 300$ 개 $/\text{cm}^3$

의 음이온이 있어 인체가 요구하는 700개 /cm³에는 턱없이 부족하다고 하였다(강하영, 2006).

제주도는 대기질 및 대기화학의 연구에 매우 적합한 섬이다. 지리적으로 육지에서 떨어져있고, 화산으로 생긴 섬이며, 공업지역이 아니기 때문에 적합성이 높게 평가되는 지역이다. 제주도의 대기질에는 음이온과 양이온 등이 혼재하는 것으로 보고되었다(Carmichael *et al.*, 1996, 1997). Carmichael *et al.*,(1996)은 1992-1993년도 제주도에서 채취한 대기질의 연간 평균 측정치는 sulfate(SO₄²⁻) 7.0 µg/m³, nitrate(NO₃⁻) 1.2 µg/m³, ammonium(NH₄⁺) 1.4 µg/m³, natrium(Na⁺) 1.66 µg/m³, potassium(K⁺) 0.4 µg/m³, calcium(Ca⁺⁺) 0.5 µg/m³, magnesium(Mg⁺⁺) 0.3 µg/m³, chlorine(Cl⁻) 1.9 µg/m³ 등으로 음이온과 양이온이 검출되었다고 보고하였다. 계절별로 함량이 다양하게 변이성이 높았다고 판단하였다. Carmichael *et al.*,(1997)은 제주도에서 1992-1995년도까지 3년간의 측정에서는 sulfate(SO₄²⁻) 7.2 µg/m³, nitrate(NO₃⁻) 1.2 µg/m³, ammonium(NH₄⁺) 1.27 µg/m³, natrium(Na⁺) 1.66 µg/m³, potassium(K⁺) 0.39 µg/m³, calcium(Ca⁺⁺) 0.47 µg/m³, magnesium(Mg⁺⁺) 0.26 µg/m³, chlorine(Cl⁻) 1.88 µg/m³ 등으로 음이온과 양이온이 검출되었다고 보고하였다.

대기질의 농도는 표집시간과 장소에 따라서 변이성이 높았고, 계절적으로도 변이성이 높게 나타났었다고 하였다. Chen *et al.*,(1997)은 1992-1995년 사이 3년간을 매일 측정한 제주지역 대기질에는 sulfate(SO₄²⁻) 6.8 µg/m³, nitrate(NO₃⁻) 1.2 µg/m³, ammonium(NH₄⁺) 1.3 µg/m³, natrium(Na⁺) 1.7 µg/m³, potassium(K⁺) 0.4 µg/m³, calcium(Ca⁺⁺) 0.5 µg/m³, magnesium(Mg⁺⁺) 0.3 µg/m³, chlorine(Cl⁻) 1.9 µg/m³ 등으로 음이온과 양이온이 검출되었다고 보고하였다. 각 성분은 계절적으로 순환하는 듯 했으며, sulfate, nitrate, ammonium, potassium, calcium등의 농도는 특히 봄철에 높게 측정되었고, chlorine 농도는 10%정도 낮게 측정되었다고 하였다. 대기질이

높게 측정된 물질들은 일부 중국 중부에서 유래된 것으로 추정하였다.

Lim *et al.*,(2012)는 제주 고산지역에서 2007-2008년에 걸쳐서 조사한 일일 평균 미세먼지 함유량은 PM1.0 13.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, PM2.5 17.2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, PM 10 28.4 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 으로 측정치가 나타났으며, 미세먼지에는 다량의 유기탄소 성분과 음이온과 양이온 물질이 검출되었다.

이상의 연구에서 보면 대기질에는 음이온과 양이온이 항상 같이 존재한다. 이온이 발생할 때는 분자가 이온화되면서 음이온과 양이온이 함께 생성되는 것이다. 상기의 연구에서도 보면 제주도의 대기질에도 음이온과 양이온이 함께 발견되었다.

음이온은 세로토닌 분비를 증가시켜 세로토닌 부족에 의한 우울증 치료에 효과를 나타내며(Anthony *et al.*, 2002), 고온 환경에서 운동하는 동안 심박동과 체온을 유의하게 줄여주고(Inbar *et al.*, 1982), 운동 후 체온 조절에 도움이 된다고 보고되었다(Reilly & Stevenson, 1993). 습식 사우나에서 음이온의 생리적 효과가 증진되었다는 보고(Watanabe *et al.*, 1997)와 정신 건강과 관련된 연구들이 다수 보고되었다. 특히 겨울철 우울증에 대한 효과가 높았다는 보고(Terman & Terman, 1995, Terman *et al.*, 1998, Terman & Terman, 2006, Westrin & Lam, 2007)가 있어 신체 및 정신 건강에 대한 자율신경 기능의 회복에 도움을 주고 있는 것으로 판단된다.

실내에서 관상식물을 기르는 것은 미관뿐만 아니라 음이온을 확보하는 차원에서도 좋을 뿐만 아니라 긴장완화에도 도움을 준다. 긴장완화란 여러 가지 스트레스로 과도한 긴장상태에 있는 근육을 자유롭게 풀어주는 것을 말한다. 녹음이 짙은 숲이나 청정한 공기 중에서 운동을 하게 되면 실내에서 같은 운동을 하는 것보다 손가락 끝의 혈류량이 4배 정도 증가하며 매우 쾌적한 상태가 된다고 알려졌다(한국녹색문화재단, 2008).

6. 건강관리 효과 측정

1) uBioMacpa기의 원리

uBioMacpa 측정기는 (주) 바이오센스 크리에티브 회사에서 제조한 기기로서 스트레스 변이, 심장박동의 변이 및 자율신경변화를 측정 할 수 있게 제조되었다. 임상대상자가 콧자왈 산림욕 체험하기 전과 후에 심장박동의 변화를 측정하였다. uBioMacpa 측정기의 성능은 심장 박동에 따른 흉벽 및 대혈관의 박동을 파형화한 맥파의 파형을 다시 두번 미분한 파형, 혈관의 탄성도와 경화도 등 혈액 순환 상태 분석이 가능하며 동맥경화, 말초 순환 장애 등 각종 심혈관계 질환을 조기진단 할 수 있다.

HRV(heart rate variability)는 심장주기로부터 다음번 주기 사이의 미세한 변화를 측정하며, 연속적으로 기록하여 나타낸다. 심장박동 수는 동방결절, 전기 자극 형성부위의 고유 자발성에 교감신경과 부교감신경이 영향을 미쳐 결정되는데 이는 자율신경의 상호 작용과 관련이 있다. 이런 상호작용은 체내의 외부환경변화에 따라 실시시간 변하며 이로 인해 심장박동수의 변화가 생기게 된다. 건강한 사람의 경우에는 심박의 변화가 크고 복잡하게 나타나지만, 질병이나 스트레스 상태에서는 복잡하고 현저히 감소하는 것을 볼 수 있다(uBioMacpa, 2007).

2) 심장박동변이(heart rate variability: HRV)의 활용성

HRV는 심장박동과 박동사이의 간격의 변화, 즉 하나의 심장주기로부터 다음 심장박동 주기 사이의 변화를 의미하며, 몸이 안정 상태 일 수록 더 크고 복잡한 형태로 나타나며, 스트레스나 운동할 때는 어느 정도 규칙성이

있게 일정한 형태로 나타난다. 심장박동 주기 사이의 변화를 측정하는 것이다(Lee *et al.*, 1977).

Sayers(1973)는 평균 심장박동변이는 일정하지는 않지만 박동사이의 간격은 일정하게 유지되며, 주로 0.1 Hz로 미세하게 변한다고 하였다. Wolf *et al.*, (1978)은 동성부정맥(sinus arrhythmia)을 가진 급성심근경색 환자의 사망률이 심장박동변이가 감소되어 사망률이 낮다고 하였다. Akselrod *et al.*,(1981)은 HRV의 연구에 주파수 분석(power spectral analysis) 기법을 도입하여 다양한 발생 원인에 의해 생성된 생리적인 리듬을 분석하여 생체 조절기작을 역으로 유추하려는 시도를 하여 HRV 연구 영역이 자율신경계의 활동과 관련된 모든 질환으로 확산되어 연구하는 계기가 되었다.

Mukai & Hayano(1995)는 머리를 들어 올리는 동안 심장박동과 혈압의 변이에 대한 연구에서 HRV의 LF(power in low frequency range)인 low-level tilt(10-30)에선 교감신경의 활동을 반영하지만, high-level tilt(30-90)에서는 교감신경과 부교감신경을 반영한다고 하였다. Lee *et al.*,(1997)은 HRV신호의 전력스펙트럼에서 일반적으로 혈압과 심박동에 대하여 아래와 같이 성분을 분류하였다.

즉, 호흡 활동과 연관성이 있는 주파수 0.15 Hz~0.4 Hz사이의 HF(power in high frequency range) 성분, 혈압조절 기능과 관련이 있는 'Mayer wave'라고 알려진 주파수 0.1 Hz를 중심으로 하는 LF 성분, 체온조절, 혈관운동, 다양한 심폐기능, 혈관운동 및 체온조절과 연관성이 있는 주파수 0.04 Hz 이하의 VLF(power in very low frequency range)성분이라 하였다. Malliani *et al.*,(1991, 1994)은 LF는 교감신경에 대한 지표로 사용하였고, HF성분은 부교감신경에 대한 지표로 사용하였으며, 자율신경의 균형을 나타내는 지표는 LF/HF비를 사용하였다. 유럽심장학회와 북미전기생리학회(1996)의 가이드라인에서는 측정방법, 시간영역과 주파수 영역에 대해 제시하여 다양한 심혈관관계의 안정도와 자율신경계의 신체에 대한 제

어능력에 관한 정보를 제공하는 지표를 활용할 수 있게 하였다.

7. 산림욕과 산림치유

자연이 인류에게 준 최고의 선물인 숲은 인간에게 편안과 행복을 주어 왔다. 의학이 발달하기 이전부터 심신이 불편하거나 질병을 앓는 사람들은 숲에 들어가서 숲의 자연치유효과를 경험해 왔고 터득해 왔다.

1) 숲속의 운동효과

대기 중의 산소는 호흡을 통해서 폐로 전달되어서 운동 중에도 미토콘드리아에서 에너지의 생산을 하게하며, 신체 활동 조직의 산소공급과 산소 소비율의 증가로 미토콘드리아에서 대사를 증가 시키지만, 또한 활성산소의 생성 또한 증가를 시킨다. 증가된 활성산소는 과산화지질과 화학적 연쇄 반응을 거쳐서 몸에 해로운 일을 하게 된다(Renznik *et al.*, 1992; Maxwell, 1995; Ji, 1996). 이러한 유해산소의 화학적 반응으로 골격근이 손상되고 같은 조직의 손상을 유발하고 있다(Jenkins, 1988; 김현준 등, 2005; 김희철, 2006). 지방의 양이 많이 축적 될수록 유해활성산소 활성이 증가 되어 유해활성산소의 산화작용을 통하여 더 많은 지방이 파괴되어 고혈압이나 동맥경화, 당뇨병의 합병증인 혈관 이상을 초래하게 된다고 하였다(유병팔, 1997).

유산소 운동 요법에서 운동에 의한 수축기/확장기혈압의 평균적인 저하는 비운동집단 군과 비교하여 볼 때 운동집단에서의 정상 혈압 자는 3/3 mmHg, 경계역 고혈압 환자는 6/7 mmHg, 고혈압 환자는 10/8 mmHg 정도 내려갔다고 하였다(Consensus, 1994). 22~59세의 정상혈압 남녀가 보

통강도로 걷기운동(운동 강도가 최대 산소 섭취량의 50%, 지속시간 1시간, 주 5일씩 4주간)을 행하면 주로 앉아서 생활 할 때보다 수축기혈압이 평균 3.0 mmHg로 현저히 떨어졌다.

운동을 하면 현저한 혈관확장이 일어나기 때문에 규칙적인 유산소 운동은 골격근에 다량의 산소를 운반하므로 혈압 강하 효과가 있다. 따라서 적당한 운동은 고혈압의 치료법으로 이용된다(Morris & Hardman, 1997). 격한 운동을 하고 난 뒤에는 지질과 DNA에 활성산소에 의한 산화손상이 발생하지만(Radak *et al*, 2003), 적당한 강도로 유산소 운동을 하면 산소 섭취량이 증가해도 산화손상은 증가하지 않는다(Yamashita *et al*, 1999). 숲속에서 운동을 하면 자신감, 문제 해결 능력도 향상되어 정신적인 효과도 있다(Bandura, 1977). 또한 숲 속에서의 운동은 운동량에 의해 산소섭취량이 증가하여 그 만큼 많은 양의 활성산소량이 체내에서 발생한다 했으며(Sen, 2001), 건강증진과 관련해 산림 운동이 정신건강에 긍정적인 영향을 미친다고 하였다(Folkins & Sime, 1981).

김영선 등(2009)은 산림 속에서 보행등의 가벼운 운동을 하면 나타나는 증상은 도시환경에서 운동했을 때에는 증가하지 않았던 자연 치사세포의 활성이 증가하였고, 산림(山林) 속을 산책하면 수목이 없는 장소를 걸었을 때에 비해 혈압이 내려가는 것으로 밝혔다.

2) 산림욕이 혈압 및 맥박 등에 미치는 영향

산림욕은 체내 산화-항산화 능력이 적절히 균형을 이루는 산림욕 전·후 그리고 회복 시에 혈압과 심박 수 안정, 활성산소의 억제와 동시에 항산화 능력의 향상을 유도할 수 있다(최종환 등, 2008). 피톤치드 향을 호흡하였을 때 인체는 보다 안정적인 상태의 뇌파와 맥박 그리고 혈압이 이완됨을 발견하게 되었다고 했다(신원섭 등, 2008). 신원섭(2010)은 산림욕을

하면 생리적으로 고혈압과 심박 수 안정, 자율신경계의 안정, 스트레스 및 심리·정신적 안정 등에 효과가 있다고 하였다.

산림에서 병을 치유한 사례는 동서고금을 통하여 많은 보고가 있었다(우종민, 2010). 마땅한 치료약이 거의 없던 옛날에는 결핵 환자들이 산속에서 지내면서 불치병이라 여기던 결핵을 치료하는 경우가 많았다(신원섭, 2009; 우종민, 2010).

3) 산림욕의 스트레스 감소, 신경계 안정 및 진통 효과

Kaplan(1989)은 현대인들의 스트레스는 복잡하고 대기 질이 매우 나쁜 도시 생활로 인하여 자연과의 접촉이 부족하기 때문이며, 숲이 휴식처와 같은 심리적 안정과 회복기능을 준다고 하였다.

자연의 숲은 병원에서도 의사 및 간호사와 환자와의 관계가 개선되고(Reitman & Pokorny, 1974), 자연의 이용과 긍정적인 감정의 개선효과가 있으며(Russell & Mehrabian, 1976), 산림욕은 스트레스를 완화시킨다(Baum, Singer & Baum, 1982; Ulrich & Simon, 1986).

숲길을 자주 걸으면 건강증진에 도움이 되고(Reitman & Pokorny, 1974; Wright, 1983), 산림욕과 숲은 자아 및 자신감의 향상에 크게 도움이 된다고 하였다(Wright, 1983). 산림욕은 부교감신경계의 기능개선에도 도움이 된다(Ulrich, Dimberg & Drive, 1991). Ulrich(1984)는 숲이 우거진 병원에서는 환자의 입원기간이 줄어들거나 진통제 사용량이 적었다고 보고하였다.

우종민(2010)은 2009년 직장인을 대상으로 스트레스를 완화하기 위한 숲 체험 캠프를 통하여 조사한 결과 스트레스 호르몬인 코티졸 수치도 감소했고, 명상할 때 나타나는 알파파도 증가했으며, 이들 모두 자율신경 기능도 안정되었고 혈압도 떨어졌다고 밝혔다. 이들은 환자가 아닌 건강한 사람들이었기에 프로그램 참가 전·후 수치가 모두 정상 범위 안에 들었

던 사람으로서, 하룻밤 사이에도 긍정적인 수치가 나타났다고 보고하였다. 신원섭(2011)은 숲길을 걸은 뒤 인지능력이 향상되었고 우울감과 분노, 피로감, 혼란 등의 정서는 긍정적으로 변했다고 보고하였다.

피톤치드가 중추신경계와 자율신경의 진정작용뿐만 아니라 안정에도 효과적이고, 간 기능을 촉진하며, 콜레스테롤의 합성을 저하시켜 혈압조절 및 혈액순환계를 개선하여 고지혈증, 혈전 및 스트레스 호르몬인 코티졸 감소에 효능이 있다고 하였다(강하영, 2003).

4) 항균 작용 및 소취효과

숲이 건강에 미치는 원인을 규명하기 위해 잣나무, 편백나무, 그리고 삼나무의 수종을 이용해 건강물질인 피톤치드의 성분을 분석하고 이 물질이 인체에 미치는 영향은 크다고 하였다(신원섭, 2003). 또한 피톤치드의 생리활성기능(강하영, 2004), 피톤치드의 항균 작용(강하영, 2005b), 피톤치드와 산림욕(강하영, 2005a), 구강병원균에 대한 편백 피톤치드의 항균작용(김선규, 2007)이 보고되었다. 수종에서 방출되는 피톤치드는 테르펜계통의 휘발물질이었고 온도가 높을수록 나무의 방출 능력이 높아짐을 보고 하였다.

한국화학시험연구원(2003)은 테트라백 안에 염기성 악취 유발물질인 트리메틸아민 가스를 넣고 탈취효과를 조사하였는데 시간의 경과에 따라 탈취율이 높게 나타났다. 강하영(2003)은 소나무, 잣나무, 편백나무, 화백의 정유에 대한 LD₅₀을 이용하여 마우스 암컷과 수컷에 경구 투여하여 정유의 독성 실험을 한 결과 잣나무 정유의 LD₅₀치는 12.0 g/kg, 편백 및 화백 정유는 각각 8.5 g/kg, 9.5 g/kg, 소나무 정유는 3.5 g/kg으로 이들 정유는 모두 무독성 물질로 나타났다.

숲 속의 피톤치드를 구성하는 테르펜이 부유 중에 사람과 접하면 꽤

적감, 소취, 탈치, 향균, 방출, 면역기능 등을 증대하여 심신의 피로를 풀어준다고 하였다(강하영, 2006). 이상과 같이 산림에서 분비되는 피톤치드와 산소 등 이온은 인간의 건강에 필수적이다.

산림욕과 숲속의 생활이 인간 생활에 미치는 영향은 매우 크고 광범위하며 인간은 숲을 떠나서는 평안한 삶을 유지하기 힘들다는 많은 연구 결과들이 말해주고 있다. 제주도는 천연의 무공해 지역으로 그 존재자체가 매우 중요한 지역이다.

본 연구에서는 제주도 꽃자왈 산림욕 후에 나타나는 스트레스 타액 코르티솔 호르몬 분비량의 변화, 산림욕 후에 심장박동변이에 의한 건강상태의 변화, 산림욕 후에 스트레스의 변화와 제주도 15개 지역의 음·양이온의 분포를 조사, 건강증진과 질병 예방을 위한 치유의 숲 조성을 위한 기초 데이터를 준비하는데 주력했다.

Ⅲ. 연구 재료 및 방법

1. 연구대상자

본 연구의 대상을 선발하기 위하여 제주시 지역 개인 및 단체를 선정하였다. 숲 체험 참가자로 제주도건강협회 모임 회원으로 20대~ 60대의 남녀를 선발하였다. 연구대상자에게 본 연구의 목적 및 내용을 설명하였으며, 숲 체험에 대한 설명과 동의서를 받은 후 실시하였다.

1) 타액 내 코티졸 검사 대상자

연구대상은 제주도에 사는 40명을 대상으로 하였으나 실제로 숲길 걷기 사전-사후검사를 모두 수행하고, 적당량의 타액을 채취한 대상자를 데이터 통계분석 자료로 활용하였다. 모두 수행한 대상자는 35명이었다. 이 중에서 대조군이 5명(남자 1명, 여자 4명)이었고, 실험군은 30명이었으며, 남자는 14명, 여자 16명이었다. 대상자 선발은 연구 목적과 내용을 알리고 연구의 취지를 이해하고, 스스로 참여하고 서면 동의를 한 일반인을 무작위로 연구대상자로 선발하였다(Table 1).

<Table 1> Subjects for researches

Method	Contol(N)			Test(N)			Total
	Male	Female	Total	Male	Female	Total	
Cortisol	1	4	5	14	16	30	35
uBioMacpa	11	3	14	28	21	49	63
Questionnaire				43	42	85	85

2) 유비맥파 검사 대상자

임상대상자의 일반적 사항을 살펴보면, 연구대상은 총 69명이었다. 이중에 대조군은 18명으로 시작하였으나 4명이 임상과정에서 검사에 일부 빠져서 제외하고 총 14명의 대상자가 임상에 완주하였으며, 남성은 11명, 여성은 3명이었다. 임상집단은 총 51명으로 남성은 28명, 여성은 25명이었으나 중도탈락자가 나타나 최종까지 임상에 참여한 여성은 21명이었으며, 총 임상집단은 49명이었다(Table 1). 연령의 분포는 대조군은 24~70세의 분포를 보였다. 임상집단은 24~69세의 분포를 보였다.

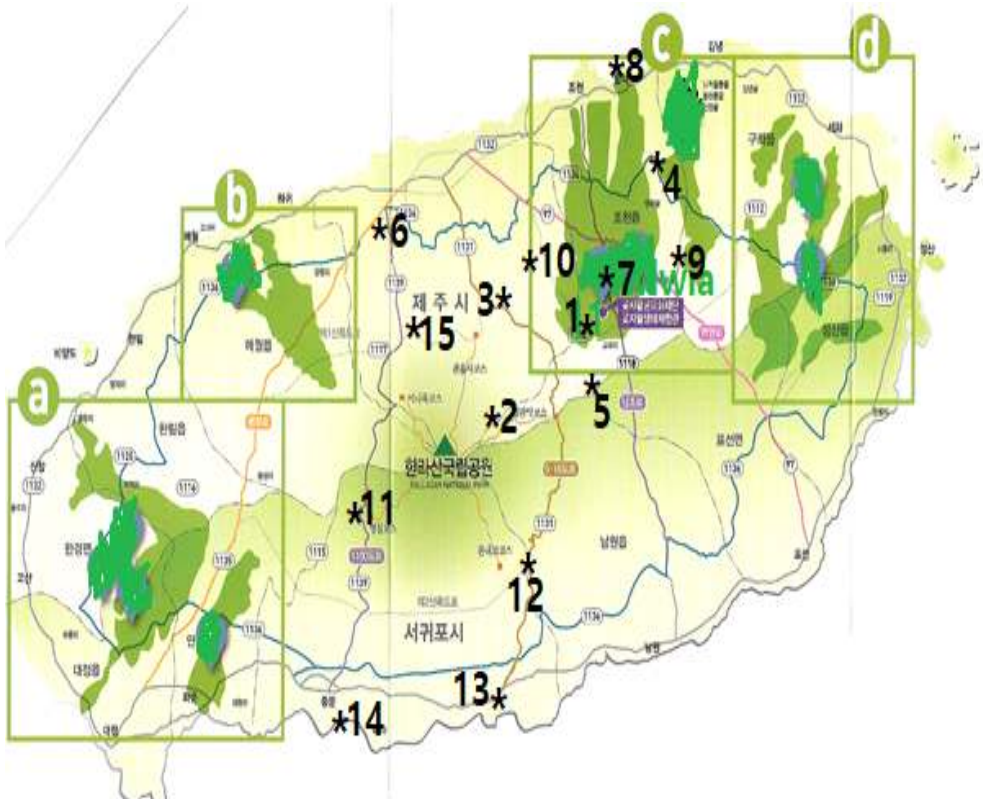
3) 설문지 작성 대상자

설문지 작성 대상자는 총 85명이었고, 남녀 비율은 남자가 43명, 여자가 42명이었다(Table 1, 6).

2. 연구 장소 및 임상기간

1) 코티졸 채취지역과 기간

연구 장소는 제주도 교래곶자왈 자연휴양림(제주시 조천읍 남조로 2013)에서 실시하였다(Fig. 1). 임상기간은 2017년 6월 28일부터 7월 30일 사이에 코티졸 채취를 하여 검사를 수행하였다.



Greenish gotjawal areas: a: Hankyung, b: aewol c: Jochun-hamdeok, d: Seongsan-soosan.

Star No. sites : 1: gyorae forest, 2: seongpanak, 3: halla eco-forest, 4: dongbaeksan forest, 5: saryoni gil, 6: halla forest garden, 7: nature & human farm, 8: hamdeok seaside, 9: geomun oreum, 10: jeolmul forest, 11: Mr. Hall 1100 height, 12: wonyang fall, 13: jeongbang fall, 14: cheonjiyeon fall, 15: Jeju city.

(Outed from The Gotjawal Trust of Jeju)

<Fig. 1> Gotjawal regions and sites measured ion in the Jeju Island.

2) 맥파 검사지역

맥파 연구 장소는 제주도 교래곶자왈 자연휴양림(제주시 조천읍 남조로 2013)에서 실시하였다(Fig. 1). 임상기간은 2017년 6월 28일부터 7월 28일

사이에 유비맥과 이용하여 심장박동변이의 변화를 조사하기 위하여 손가락의 말초혈관 맥파 검사를 수행하였다.

3) 대기질 측정 지역

대기질 측정지역은 (Fig 1)의 번호를 붙인 지역에서 실시하였다. 교래 자연휴양림 A와 B지역, 성판악휴게소, 한라생태 숲, 동백산 숲, 사려니길, 한라수목원, 자연과사람 농장, 함덕해수욕장, 거문오름지역, 절물자연휴양림, 한라산 1,100고지, 원양폭포, 정방폭포, 천지연폭포와 제주시내(4곳) 등 15곳에서 측정하였다.

3. 꽃자왈 숲 체험 프로그램 진행

대상자들의 측정은 1일간 한차례 실시하였다(Table 2). 오전 10시 장소에 도착하여 오리엔테이션을 하였고, 11시부터 사전 검사를 실시하였다.

(1) 타액채취 : 용기에 타액을 받아 봉하여 드라이아이스 박스에 보관하였다.

(2) 타액채취가 끝난 피험자부터 유비맥과 검사를 하였다.

(3) 설문지 작성을 하였다.

12시부터는 점심식사 및 휴식을 취하고,

13시부터는 꽃자왈 산책로를 따라서 산책을 2시간동안 하도록 하였으며,

15시까지 꽃자왈 산책로를 따라서 숲에서 내려왔다.

<Table 2> Schedule for Gotjawal forest program

Time	Programs
Starting day	
10:00-11:00	Arrival and Orientation
11:00-12:00	Pre-measurement: saliva collection, pulse wave examination, questionnaire
12:30-13:00	Lunch
13:00-15:00	Gotjawal walk on the promenade, move to the measurement site until 15 o'clock
15:00-17:30	Post measurement: saliva collection, pulse wave examination, questionnaire

* At 15 o'clock, the above three types of post-test were performed.

4, 연구재료 및 도구

1) 타액채취 재료 및 도구

타액 분석을 위한 자료는 Salimetrics(PA, USA) 회사에서 공급하는 자료이다. Cortisol standards(NIST standard: 3.0, 1.0, 0.333, 0.111, 0.037, 0.012 $\mu\text{g}/\text{dl}$), Microtitre plate(Coated with monoclonal anti-cortisol antibodies), tris-wash buffer(10X), Cortisol enzyme conjugate concentrate (cortisol conjugated to HRP), MB substrate solution, 3 M Stop solution (sulfuric acid 함유). control 용의 non-specific binding(NSB) wells(anti-

cortisol antibody가 없는 plate well). Precision micropipette(15와 25 μ l), Vortex mixer, Plate rotator, Log-linear graph paper 및 computer software for data reduction, deionized water, pipette tips 및 serological pipette.

타액검사 분석키트는 Salivary Cortisol Enzyme Immunoassay kit(Cat No.1-3002, Salimetrics, PA 16803, USA)를 이용하였고, 플레이트 판독기는 Spectramax 190 Microplate reader(450 nm filter, Molecular Devices, China)를 사용하였다.

2) 맥파 측정도

삼성 노트북, uBioMacpa 측정기[(주) 바이오센스 크리에티브, 서울 성북구 하월곡동 39-1], 기타 볼펜 등이었다. 임상대상자가 콧자왈 산림욕 체험 전과 후에 심장박동의 변화를 uBioMacpa 측정기(Biosense Creative. Co., 서울 성북구 하월곡동 39-1)로 측정하였다.

uBioMacpa 측정기의 성능은 심장 박동에 따른 흉벽 및 대혈관의 박동을 파형화한 맥파의 파형을 다시 두번 미분한 파형, 혈관의 탄성도와 경화도 등 혈액 순환 상태 분석이 가능하며 동맥경화, 말초 순환 장애 등 각종 심혈관계 질환을 조기진단 할 수 있다. HRV(heart rate variability)는 번의 심장주기로부터 다음번 주기 사이의 미세한 변화를 말하며, 연속적으로 기록하여 나타낸다.

심장 박동 수는 동방결절, 전기 자극 형성부위의 고유 자발성에 교감신경과 부교감신경이 영향을 미쳐 결정되는데 이는 자율신경의 상호 작용과 관련이 있다. 이런 상호작용은 체내의 외부환경변화에 따라 실시시간 변화하며 이로 인해 심장박동수의 변화가 생기게 된다. 건강한 사람의 경우에는 심박의 변화가 크고 복잡하게 나타나지만, 질병이나 스트레스가 상태에서는 복잡하고 현저히 감소하는 것을 볼 수 있다.

3) 대기질 측정기기

대기질의 음양이온을 파악하기 위해 대기이동 측정차량(API 100~400, Teledyne; BAM 1020, Met one, USA)을 이용하였다. 제주도 전지역의 휴양림 중심으로 측정하였다. 대기질 조사항목은 종합적으로 대기질 중의 음이온과 양이온의 함량 개수를 2~3일에 걸쳐 조사 자동 기록하였다. 측정기기의 성능은 공기유량 200 cm³/s(전속도 40/초), 이온수집효율 65% (100%로 환산하여 이온수를 표시), 입력저항 50 GΩ(기가Ω), 측정범위 10~2,000,000 이온/cm³, 측정검출시간 약 10초, 전원 9 V 알칼리전지 1개, 중량 약 500 g, 규격 160 x 90 x 58 mm이다. 측정샘플은 회사에서 공급하는 것을 사용하였으며, 측정 방법은 회사의 지침대로 실시하였다.

4) 설문지

설문지는 미리 준비한 유인물로 하였다. 부록에 첨부하였다.

5. 타액채취 방법

대상자 35명의 교래 곳자왈자연휴양림 숲 체험 전과 후에 각 1회씩 타액을 채취하여 측정하였다. 채취 후에는 숲속으로 2시간 이상을 걷도록 하였다. 그 후에 피검자는 채취 15분전에 입을 물로 행구었다. 피검자는 입을 행군 후 껌, 커피, 과자, 기타 음식물을 섭취하지 않고, 인위적으로 타액의 분비를 자극하는 행위를 금하였다. 피검자는 준비된 용기튜브(conical tube 10 ml 사이즈)에 입안에 모아진 타액을 잘 빨아서 튜브에 담도록 하였다. 한번에 2~3 ml이 채취되지 않으면, 입안에 타액이 자연스럽게 생

기도록 하여 한 번 더 받았다. 한번 받은 시료와 두번째 받는 시간이 2분을 경과하지 않도록 하였다. 검체는 혈액 등에 오염되지 않은 플라스틱 용기튜브에 2~3 ml을 채취한 다음에 드라이아이스가 담긴 박스에 담아 냉동기(deep freezer)에 동결한 다음에 검사에 사용하였다(Table 3).

<Table 3> Steps of saliva collection and analysis

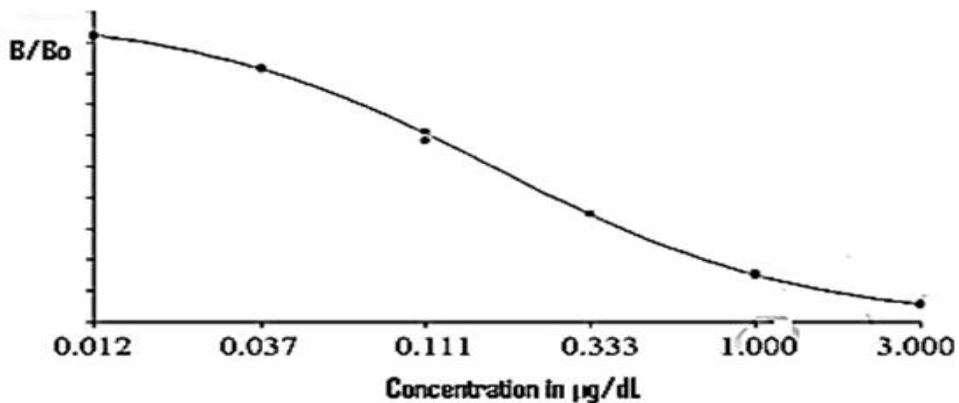
step: 1	2	3	4	5
subjects	prior saliva collection	walking forest for two hours	post saliva collection	Analysis

6. 코티졸의 표준곡선

채취한 코티졸의 함량을 측정하기 위하여 표준 곡선을 작성하였다. 표준 코티솔(Cortisol standards)의 농도는 0, 1.0, 0.333, 0.111, 0.037, 0.012 µg/dl로 작성을 하였고, Y축은 mean value로 표시하였다(Fig. 2).

7. 타액 코티졸 측정방법

꽃자왈 방문 전·후에 대상자 35명으로부터 채취한 타액은 스트레스 호르몬인 코티졸 함유량을 분석하기 위하여 서울의과학연구소(Seoul Medical Science Institute: SCL, 경기도 기흥구 흥덕1로 13)에서 실시하였다. 사용한 도구는 Salivary Cortisol Enzyme Immunoassay kit(Cat No.1-3002, Salimetrics, USA)로 수행하였다. Elecsys 코티졸 분석은 다클론성항체를 사용했다. 분석



<Fig. 2> Cortisol standard curve

방법은 Salimetrics 회사의 방법과 재료로 아래와 같이 수행하였다.

채취한 타액 샘플을 각각 25 μl 씩을 피펫팅하여 플레이트(plate)의 각각의 지정한 홈(well)에 넣고 분석용 희석완충액을 25 μl 취하여 zero 홈과 NSB 실험 홈에 넣었다. 그리고 1:1600로 희석한 항체 conjugate (15 μl + 24 ml assay diluent)와 혼합한 후에 바로 200 μl 을 취하여 각각의 플레이트 홈에 떨어트렸다. pH 색깔 검사지로 색깔이 변하는 것을 확인했다. 코티졸의 농도에 따라서 색깔의 변화가 있다. 모든 혼합 플레이트를 5분간 500 rpm에서 회전 혼합을 시키고 실온에서 55분간 방치하였다. 플레이트를 세척 완충액(1X wash buffer)으로 4회를 세척한 한 후에 Blot를 하였다. 여기에 각각의 홈에 200 μl 의 TMB 완충액을 각 홈에 넣었다. 각 플레이트를 5분간 500 rpm에서 혼합하였다. 다음에 다시 암 실온에서 25분간 방치하였다. 다음에 각 홈에 50 μl 의 stop solution을 넣고 3분간 500 rpm에서 혼합시키었다. 플레이트 밑을 깨끗이 씻어 내고, 10분 이내에 판독을 Microplate Reader(Spectramax 190, China)로 450 nm에서 측정하였다. OD값을 이용하여 코티졸 함량은 표준곡선(Fig. 2)을 이용하여 산출하였다.

8. 심장박동변이(heart rate variability) 맥파 측정법

1) 유비맥파기 기본측정 원리

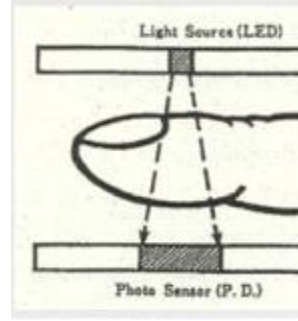
심장 박동에 따른 흉벽 및 대혈관의 박동을 파형화한 맥파의 파형을 다시 두번 미분한 파형, 혈관의 탄성도와 경화도 등 혈액 순환 상태 분석이 가능하며 동맥경화, 말초 순환 장애 등 각종 심혈관계 질환을 조기진단할 수 있다. HRV(heart rate variability)는 변의 심장주기로부터 다음번 주기 사이의 미세한 변화를 말하며, 연속적으로 기록하여 나타낸다. 심장박동수는 동방결절, 전기자극 형성부위의 고유 자발성에 교감신경과 부교감신경이 영향을 미쳐 결정되는데 이는 자율신경의 상호 작용과 관련이 있다. 이런 상호작용은 체내의 외부환경변화에 따라 실시시간 변하며 이로 인해 심장박동수의 변화가 생기게 된다. 건강한 사람의 경우에는 심박의 변화가 크고 복잡하게 나타나지만, 질병이나 스트레스가 상태에서는 복잡하고 현저히 감소하는 것을 볼 수 있다(uBiMcpa, 2017).

측정기의 삼입구에 검지손가락을 넣은(Fig. 3) 후에 손끝에서 LED광을 통과 할 때의 가속도맥파 그래프(accelerated plethysmo graph : APG)를 이용하여 심장박동관련 데이터를 산출하였다(Fig. 1). 측정기 말단에 둘째손가락을 삽입하고 전원을 키면 가속도 맥파는 말초혈관을 지나는 혈액의 헤모글로빈의 흡광량 변화를 파형으로 나타낸다. 흡광량의 변화는 혈액량의변동에 따라 변화하며, 변화하는 혈액의 양이 많을수록 맥파의 진폭도 같이 비례한다(uBioMacpa, 2017, Fig. 3, 4).



A

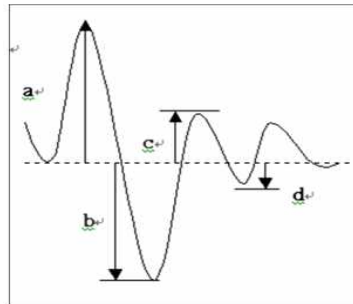
Inserted finger



B

Transmission of LED light

<Fig. 3> Insertion status of second finger tip on the clip.



a wave: initial positive wave(basic value); b wave: early negative wave; c wave: re-increasing wave, d wave: re-decreasing wave, e wave: diastolic wave. The ratios of the height of each wave were measured(b/a , c/a , d/a , and e/a). (uBioMacpa, 2017; Takazawa et al., 1998). a: 맥파형 비교를 위한 기본값, b: 심박출의 세기 파형, c: 혈관의 탄력성 파형, d: 잔혈량 파형을 나타낸다.

<Fig. 4> Systolic waves of acceleration plethysmogram of heart rate variability

9. 심장박동변이 측정

(1) 심박세기 비율 측정

심장박출량의 비율(b/a ratio)이며, 심장의 박출량(b)을 기본수(a)로 나눈 수치이다. 심박세기(measurement of heart beating)로 표시하며, 심박출의 세기과형이 아래로 많이 떨어질수록 좋다(Fig. 4).

(2) 심장의 혈관탄성도(vessel elasticity level) 비율 측정

심장의 혈관탄성도(vessel elasticity level)의 비율(c/a ratio)은 혈관탄성도(c)를 기본수(a)로 나눈 수치이며, 탄성도로 표시한 것이고, 기준선 위로 많이 올라올 수 록 좋은 상태를 나타낸다(Fig. 4).

(3) 심장의 혈관내 잔혈량(diastolic reserve) 비율 측정

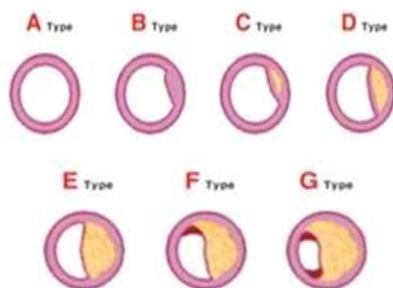
심장의 혈관내의 잔혈량(diastolic reserve) 비율(d/a ratio)은 잔혈량(c)을 기본수(a)로 나눈 수치이며, 잔혈량으로 표시한 것이고, 아래로 떨어지는 값이 작을수록 좋은 상태를 나타낸다. 잔혈량(diastolic reserve)은 “확장기보유량” 이다(Fig. 4).

(4) 확장성 비율 변화 측정

확장장성 비율 변화(e/a ratio)는 확장(e)을 기본수(a)로 나눈 수치이다.

10. 혈관건강타입 분류

혈관건강타입(vascular age types)는 유비맥파기의 가속도 맥파는 헤모글로빈의 흡광량의 변화를 파형으로 표현한 것이다. 헤모글로빈의 흡광량의 변화는 혈관 내 헤모글로빈 수치의 변화, 즉 혈액량의 변동에 따라 변화하며, 변화하는 혈액의 양이 많을수록 맥파의 진폭도 같이 비례한다(uBioMacpa, 2017). LED광원과 센서를 이용하여 말초 모세혈관에 빛을 쏘아 흡수 반사되는 양을 신호로 변화하여 분석한다. 빛의 흡수율은 심장박동 수축기 혈압의 최대치, 이완기 혈압의 최소치를 나타 낸다. 혈관건강도 타입의 분류는 아래와 같이 7 단계로 분류하고 있다(Fig. 3). 타입 A는 20대의 “건강(health state)”한 혈관 모식도이다. 타입 B는 보통(normal state)인 형태(연령 30~50대 혈관), 타입 C는 혈관 상태(혈관의 노화가 진행되는 50 이상의 혈관 상태) “주의”(caution state) 단계, 타입 D는 “요주의(caution alert)” 단계, 타입 E는 “진단요망(diagnostic state)” 상태, 타입 F는 “진단필수(diagnosis necessary)” 단계, 타입 G는 나쁨(very bad state)(혈관에 침착과 노화가 심한 상태)을 표시한다(Fig. 5).



Type A(health state) is for age 10~20, type B (normal state) for ages 30~50 in health. C(caution state), D(caution with alert), E (diagnostic state), F(diagnostic necessary) to G(very bad state) types for over ages 50.

<Fig. 5> Illustration of vascular age types

11. 유비맥파기 측정법

임상대상자가 곳자왈 산림욕 체험하기 전과 후에 심장박동의 변화 및 스트레스로 인한 자율신경 기능의 변화를 uBioMacpa 측정기(Biosense Creative. Co., 서울 성북구 하월곡동 39-1)를 이용하여 측정하였다.

노트북 컴퓨터에 맥파 측정기용 프로그램을 설치한 후에 컴퓨터와 맥파기 본체를 USB케이블로 연결을 하였다. 프로그램에 대상자를 등록한 후에 측정프로그램을 작동시켰다. 측정방법은 책상 앞에 앉은 자세에서 맥파 센서의 수광부가 손가락 안쪽으로 오게 하고 발광부 쪽은 손톱 쪽에 오도록 하여 검지에 끼우고 손을 책상 위에 올려놓고 힘을 뺀 상태에서 손가락은 위로해서 심장 쪽으로 향하도록 했다(Fig. 3A). 컴퓨터 바탕화면의 작동아이콘을 실행하였다. 컴퓨터 화면상의 사용자 등록에서 기존사용자를 선택하거나 사용자의 경우 사용자 명, 출생년도, 성명을 입력하고 확인을 눌러 사용자를 선택하였다. 다음에는 혈관상태나 스트레스 아이콘을 눌러서 측정을 시작하였다. 매회 측정된 값은 컴퓨터 기기에 저장 기록되어있어 지난 검사 보기에서 볼 수 있다.

측정항목은 혈관건강도타입 지수, 심장박출량의 변화, 혈관탄성도, 잔혈량의 변화, 평균맥박의 변화, 스트레스 지수, 맥박다양성, 자율신경활성, 자율신경균형평균맥박, 맥박표준편차, 평균편차 등을 자동으로 측정하게 되었다. 각 항목별 특성과 판독법은 아래에 설명하였다.

12. 유비맥파기 스트레스 관련 분석 방법

(1) **Stress지수**; 인체의 심장은 해부학적으로 자율신경에 직접 연결되어 있다. 스트레스 지수는 자율신경리듬의 범위를 분석하여 표시한 것이다. 스트

레스지수 25이하는 스트레스가 거의 없는 상태, 25~35이하는 일시적 스트레스 상태, 35~45이하는 초기 스트레스 상태, 45~59는 스트레스 내성이 약해지는 시기, 60이상은 만성 스트레스 상태를 의미한다.

(2) 맥박다양성(맥박변화도); 심장박동(HRV)의 변화를 나타내는 수치로서 심장박동형태의 다양성을 나타내며 스트레스와 같은 외부 환경변화에 대한 저항성을 반영한다. 51이상, 41~50, 31~40(성인평균), 21~30, 20이하는 만성스트레스를 의미한다.

(3) 교감활성(LF, power in low frequency range); 긴장, 흥분상태에서 높게 나타난다. 스트레스가 누적되면 연령별 표준범위인 녹색 띠를 벗어나 좌측으로 점차 멀어지게 된다. 표준 범위(5.8~7.8) 내에서 낮게 나타날수록 좋다. 5.8~6.5는 5점, 6.6~7.2는 4점, 7.3~7.8은 3점, 표준범위 밖에서 가까우면 2점, 멀리 떨어져 있으면 1점으로 하였다.

(4) 부교감 활성(HF, power in high frequency range); 충분한 휴식이나 이완 상태에서 높게 나타나지만 분노, 근심, 공포 상태에서는 녹색 띠의 영역을 벗어나 좌측으로 멀어진다. 교감활성이 떨어진 상태가 오랫동안 지속되면 부교감 활성도 교감활성의 영향을 받아 점차 멀어지게 되면서 스트레스의 누적정도가 심하게 된다. 연령 표준범위(3.5~6.7) 내에서 높을수록 좋다. 5.7~6.7이면 5점, 4.7~5.6이면 4점, 3.7~4.6이면 3점, 표준범위 밖에서 위쪽이면 2점, 아래쪽이면 1점으로 하였다.

(5) 자율신경 균형[LF/HF: ratio $LF(ms^2)/HF(ms^2)$]; 교감활성과 부교감활성의 비율정도를 보는 것으로 면역력의 지표가 되며, 연령별 표준범위는 0.8에서 2.6이다. 중앙의 1.7을 기준으로 하여 좌우의 1.4~2.0은 5점,

좌측의 1.3~1.6와 우측의 2~2.3은 4점, 좌측의 1.0~1.2과 우측의 2.4~2.6은 3점, 표준 범위 밖에서 가까우면 2점, 멀면 1점으로 하였다.

(6) 맥박표준편차(SDNN, Standard Deviation of all N-N Intervals);

외부환경에 대한 신체의 적응력을 나타낸 것으로 표준범위(19.9~89.7)에서 높을수록 좋다. 항스트레스 지수, 항상성, 면역능력, 자연치유력, 좌심실 기능 등 스트레스에 대한 적응력과의 관계를 나타내는 육체의 복잡도 등을 나타낸다. 20이하이면 전문의의 상담이 필요하다. 표준범위 89.7~66.7은 5점, 66.6~43.5는 4점, 43.4~20.3은 3점, 범위 밖에서 위쪽이면 2점, 아래쪽이면 1점으로 하였다.

(7) 평균편차(RMSSD, Root Meas Square of Standard Deviation);

심장의 부교감신경 조절 능력평가로 심장기능의 안정도 즉 부 교감활성도를 확인하는 방법 중의 하나로 분노, 근심, 공포 상태에서 낮게 표시된다. 표준 범위(13~57) 내에서 높을수록 좋다. 10이하이면 전문의의 상담을 요한다. 57~43은 5점, 42~29는 4점, 28~14는 3점, 17이상은 2점, 14이하는 1점으로 하였다.

13. 설문 조사방법

숲 체험에 참석한 대상자가 결정 된 이후 사전 1차와 사후 2차로 설문 내용과 목적에 대해서 설명하여 설문지를 배부하고, 곳자왈 자연휴양림에서 작성하도록 하였다. 한국인 직무스트레스와 사회심리적 스트레스의 조사 및 불안감의 해소에 대한 조사를 하였다. 제주도 곳자왈 인지도 조사도 병행 하였다.

- 1) 일반 인적사항 및 산림에 관한 상식 조사양식은 본인이 산림육에 적합한 항목으로 작성을 하였다(부록 1).
- 2) 한국인 직무스트레스와 사회심리적 스트레스의 해소 조사표(부록 2와 3)의 설문지는 장세진(2007)이 단축형으로 개발한 한국인 직무스트레스 측정도구(KOSS®-26)모델을 사용하였다. Goldberg(1978)가 개발한 사회심리적 스트레스 측정도구(Psychosocial Well-being Index: PWI)의 단축형(SF-PWI)을 장세진(2000)이 수정한 모델을 산림육에 적합하도록 재수정하여 사용하였다.
- 3) KOSSR-26 모델의 구성과 분석방법은 다음과 같다.

(1) 구성

① 물리환경: 1-2번 문항, ② 직무요구도: 3-6번 문항, ③ 직무자율성
 결여: 7-10번 문항, ④ 관계 갈등: 11-13번 문항, ⑤ 직업 불안정: 14-15번
 문항, ⑥ 조직체계 갈등: 16-19번 문항 ⑦ 보상 부적절: 20-22번 문항, ⑧
 직장문화: 23-26번 문항으로 구성되어 있다.

(2) 점수

점수는 문항별로 ‘전혀 그렇지 않다’ ‘그렇지 않다’ ‘그렇다’ 매우 그렇다
 ‘로 응답하도록 되어 있고, 각각에 대해 1-2-3-4점 또는 4-3-2-1점을 부
 여했다. 점수가 높을수록 직무스트레스 요인이 많은 문항은 1-2-3-4점의
 순으로 점수를 부여하였고, 점수가 높을수록 직무스트레스 요인이 적은
 문항은 4-3-2-1점의 순으로 점수가 부여되었다.

(3) 분석방법

각 영역별로 합산한 직무스트레스요인 점수는 다음에 제시한 공식에 의
 거하여 100점 만점으로 환산한다. 영역별 환산점수 = (해당 영역의 각 문

항에 주어진 점수의 합-문항 개수) × 100 / (해당 영역의 예상 가능한 최고 총점-문항 개수)로 환산하였다.

4) 스트레스 수준 검사도구

*SF-PWI 모델의 구성과 분석방법은 다음과 같다.

정신과적 문제를 갖고 있는 사람과 정상인을 구별하기 위한 진단학적인 목적보다는 정상인의 스트레스 수준을 측정하기 위한 측정도구로 개발된 것으로 사전 연구를 통해 신뢰도와 타당도가 검증된 도구이다.

(1) 채점 방식

4점 Likert 척도이다. 즉, “0: 전혀 그렇지 않다, 1: 약간 그렇다, 2: 대부분 그렇다, 3: 항상 그렇다”를 사용하였다.

(2) 분석방법

점수가 높을수록 스트레스가 높게 평가되는 문항(예: 매우 피곤하고 지쳐 있어 먹는 것조차 힘들다고 느낀다)은 0~3점으로, 점수가 높을수록 스트레스가 낮게 평가되는 문항(예: 현재 매우 피곤하여 건강하다고 느낀다)은 3~0점의 역코딩 채점 방식을 적용하였다. 점수의 범위는 0~54점으로 점수가 높을수록 스트레스가 높다고 평가 할 수 있다. 총점이 27점 이상은 중증 스트레스군(severe stress), 9~26점인 경우는 잠재적 스트레스군(potential stress), 8점 이하는 건강군(positive wellbeing)으로 분류하였다.

5) 불안감의 해소 조사

Spielberger(1983)의 상태-특성 불안검사(State-Trait Anxiety Inventory: STAI)는 Y형인 STAI-Y 모델을 개발하였으며, 그 후에 한덕용 등(1983)

이 한국문화에 적합한 YZ형인 STAI-KYZ형의 설문지를 개발하였다. 본 연구에서는 STAI-KYZ형을 사용하여 조사했다.

(1) 구성

상태불안의 척도는 시간의 경과에 따라 달라지는 실험자의 일시적인 불안을 측정하는 척도로 10개의 긍정문과 10개의 부정문 문항으로 구성되어 있고, 특정불안의 척도는 일상생활 속에 만연되어 있는 개인의 긴장과 걱정의 상향정도를 검사하는 도구로서, 7개의 긍정적인 문항과 13개의 부정적인 문항으로 구성되어 있다.

(2) 채점방식

채점방식은 4점 Likert 척도, 즉 “1: 전혀 그렇지 않다, 2: 그렇지 않다, 3: 그렇다, 4: 매우 그렇다”를 사용하였다.

(3) 분석방법

점수가 높을수록 불안의 정도가 높게 평가되는 부정적인 문항은 1~4점으로, 점수가 높을수록 불안의 정도가 낮게 평가되는 긍정적인 문항은 4~1점의 역산으로 채점방식을 적용한다. 따라서 점수의 범위는 최하 20점에서 최고 80 점까지의 범위를 가지고 있고 점수가 높을수록 불안의 척도가 높음을 의미한다.

상태불안 척도의 총점이 52~56점이면 상태불안 수준이 약간 높고, 57~61점이면 상태불안 수준이 상당히 높으며, 62점 이상인 경우는 상태불안 수준이 매우 높음을 나타낸다. 또한 특성불안의 경우는 54~58점이면 불안 수준이 약간 높고, 59~63점이면 불안 수준이 상당히 높으며 64점 이상이면 불안 수준이 매우 높은 것이라고 했다.

14. 대기질 조사

대기질의 음이온을 파악하기 위해 대기이동 측정차량(API 100~400, Teledyne; BAM 1020, Met one, USA)을 이용하였다. 제주도 전지역을 휴양림 중심으로 측정하였다. 대기질 조사항목은 입자상물질인 미세먼지를 비롯하여 가스상 성분인 아황산가스(SO₂), 이산화질소(NO₂), 일산화탄소(CO)를 2~3일에 걸쳐 조사했다.

15. 통계분석법

1) 타액 채취자료 분석

대상자들에서 채취한 타액의 비교분석 통계처리는 SPSSWIN 21.0 프로그램을 사용하여 분석하였다. 회수된 자료에 사용된 구체적인 실증분석 방법은 집단별 시기별 평균의 차이를 살펴보기 위하여 평균차이 검증인 t-test(독립, 쌍체)를 실시하였다. 집단별 차이에서 사전이 유의하게 나온 경우에 사전을 통제 한 후 사후의 평균 차이는 공변량분석(ANOVA)을 실시하였다. 본 연구의 실증분석은 모두 유의수준 $p < .05$ 에서 검증하였다.

2) 맥파 측정 자료 분석

본 연구에 사용된 구체적인 실증분석방법은 다음과 같다.

첫째, 조사대상자의 일반적인 특성을 알아보기 위하여 빈도분석(Frequency Analysis)을 실시하였다.

둘째, 성별, 연령별, 그룹별 평균의 차이를 살펴보기 위하여 평균차이 검증인 이원변량분석(Two way Anova)을 실시하였다.

셋째, 범주형 자료에서 비모수 기법인 경우 교차분석(chisquare test) $\chi^2(p)$ 을 실시하여 집단 간의 차이를 살펴보았다. 본 연구의 실증 분석은 모두 유의수준 $p < .05$ 에서 검증하였으며, 통계처리는 SPSSWIN 22.0 프로그램을 사용하여 분석하였다.

3) 음이온과 양이온 측정치의 자료처리방법

통계처리는 SPSS/WIN 통계프로그램 22.0을 활용하였으며 분석방법은 평균차이 검증인 One way ANOVA를 사용하였으며, 변수간의 관계는 단순상관관계분석(Pearson's Correlation Analysis)으로 분석하였다.

IV. 결과 및 고찰

1. 연구대상자의 분석

1) 타액채취 대상자

본 연구는 대상자들(35명)이 제주곶자왈 산림을 방문하기 전과 · 후의 타액 cortisol 함량의 변화를 조사하는 것이 목적이었다.

제주도에 거주하는 대상자는 35명이었다. 이중에서 대조군이 5명(여자 4명, 남자1명)이었고, 실험군은 30명이었으며, 남자는 14명, 여자 16명이었다. 연령대는 40대에서 60대에 이르는 중장년층이었다. 대조군은 20대가 1명, 40대가 1명, 60대가 3명이었다. 실험군은 40대가 1명, 50대가 15명, 60대가 14명이었다. (Table 4).

<Table 4> General characteristics of subjects for cortisol

Group	Age	20	30	40	50	60<
Control	No.	1	-	1		3
Test	No.	-	-	1	15	14
Total.	No.	1	-	2	15	17

2) 맥파 검사 대상자의 일반적 특성

조사대상자의 일반적 사항을 살펴보면, 대조군은 14명이었으며, 남자 11명(78.5%), 여성이 3명(21.5%)로 나타났다. 실험군은 49명이었으며, 남자 28명(57.1%), 여성이 21명(42.9%)로 나타났다. 연령의 분포는 대조군은 24세가 4명, 37세가 1명, 54세가 2명, 55세가 1명, 57세가 6명이었다. 실험군은 20대가 2명, 30대가 2명, 40대가 2명, 50대가 25명(51%), 60대가 13명(26.5%)의 분포를 보였다(Table 5).

<Table 5> Basic data of the objects for heart beat test

Items		Control		Test		Total	
		N	(%)	N	(%)	N	(%)
sex	M	11	(78.6)	28	(57.1)	39	(61.9)
	F	3	(21.8)	21	(42.9)	24	(38.1)
age	20-40	5	(35.7)	6	(12.5)	11	(17.5)
	50-60	9	(64.3)	43	(87.5)	52	(82.5)
	Total	14	(100)	49	(100)	63	(100)

3) 설문지 작성 대상자

설문대상자는 총 85명이었으며, 그들의 성별, 연령, 건강 등에 관한 일반적 특성은 (Table 6)과 같다.

<Table 6> General informations of the volunteer subjects

Items	sub-items	Number	Ratio(%)
Sex	male	43	(50.6)
	female	42	(49.4)
Ages	<50	30	(35.3)
	51<	55	(64.7)
Health	normal	28	(32.9)
	<normal	17	(20.0)
	fair	31	(36.5)
	<fair	8	(9.4)
	severe	1	(1.2)
Condition in morning	Good	22	(25.9)
	fair	63	(74.1)
Blood types	A	22	(26.2)
	B	31	(36.9)
	O	19	(22.6)
	AB	12	(14.3)
Marriage status	married	78	(91.8)
	devorce	2	(2.4)
	re-married	2	(2.4)
	bereaved	3	(3.5)
Education level	Primary	7	(8.2)
	Middle	9	(10.6)
	Highschool	44	(51.8)
	College	24	(28.2)
	Graduate	1	(1.2)
Profession	Public officer	3	(3.5)
	professional	7	(8.2)
	Manage	4	(4.7)
	teacher	4	(4.7)
	company	6	(7.1)
	self-shopper	11	(12.9)
	laborer	3	(3.5)
	service	10	(11.8)
	home worker	22	(25.9)
	agricultururer	11	(12.9)
etc	4	(4.7)	
Religion	christian	7	(8.2)
	catholic	28	(32.9)
	budist	26	(31.6)
	none	24	(28.2)
	Total	85	(100.0)

2. 산림욕 후 타액 코티졸 함량의 변화

1) 대조군의 분석

대조군의 타액을 채취하여 검사한 결과 사전(Bef)에는 0.05~0.42 µg/dl의 범위로 측정되었고, 사후(Aft)에는 0.14~0.68 µg/dl의 범위로 증가하는 경향을 나타내었다(Table 7). 대조군의 사전-사후 코티졸 차이에 대한 검정을 실시한 결과 사전 0.19 µg/dl, 사후 0.34 µg/dl로 나타나 사후가 사전보다 높게는 나타났으며, 유의수준 $p < .05$ 수준에서 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table 8). 따라서 타액의 측정치는 대조군에 있어서 유의한 차이가 보이지 않았으므로, 집단의 동질성은 확보되었다.

<Table 7> Basic data of cortisol measurements from subjects before and after forest walking

Group	Subjects /sex/age	Values(µg/dl)		D	subjects /sex/age	Values(µg/dl)		D
		Bef	Aft			Bef	Aft	
Control	1F62	0.1	0.27	0.17	4M63	0.42	0.68	0.26
“	2F46	0.05	0.14	0.09	5F63	0.2	0.25	0.05
“	3F60	0.19	0.37	0.18				
mean of before values 0.19, mean of after values 0.34								
Test	1M63	0.41	0.07	-0.34	16M62	0.06	0.04	-0.02
“	2F56	0.09	0.1	-0.01	17F57	0.17	0.12	-0.05
“	3M59	0.07	0.09	-0.02	18M58	0.45	0.1	-0.35
“	4M61	0.2	0.19	-0.01	19M55	0.1	0.2	0.10
“	5M56	0.24	0.22	-0.02	20F45	0.1	0.15	0.05
“	6F60	0.1	0.11	0.01	21F54	0.1	0.11	0.01

“	7F69	0.18	0.21	0.03	22F62	0.2	0.24	0.04
“	8F62	0.17	0.23	0.06	23M62	0.24	0.11	-0.13
“	9M63	0.28	0.18	-0.10	24F63	0.13	0.08	-0.05
“	10F62	0.15	0.06	-0.09	25F59	0.09	0.56	0.47
“	11M60	0.08	0.06	-0.02	26F56	0.13	0.05	-0.08
“	12M58	0.16	0.08	-0.08	27M58	0.18	0.06	-0.12
“	13F64	0.12	0.19	0.07	28F62	0.17	0.03	-0.14
“	14M59	0.34	0.1	-0.24	29F52	0.15	0.09	-0.06
“	15M58	0.09	0.09	0	30F59	0.05	0.01	-0.04

mean of before values 0.16, mean of after values 0.13

Abbreviations: F: female. M: Male. D: deviation(= After-before values), Bef: before treatment, Aft: after treatment.

<Table 8> Analysis of salivary cortisol excreta of control group after forest walking

Con	N	Mean ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	SD	PD	<i>t</i>	<i>p</i> [*]
Bef	5	0.19	.143			
Aft	5	0.34	.204	-.151	-3.234	.063

**p*<.05, Con: condition, N: number of subjects, Bef: before treatment, Aft: after treatment. SD: standard deviation, PD: paired differences. The abbreviations are the same in the following tables.

2) 실험군의 분석

실험군에서는 30명의 타액을 분석한 결과 사전(Bef)에는 0.05~0.45 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 의 범위로 측정되었고, 사후(Aft)에는 0.01~0.56 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 의 범위로 나타났다 (Table 9). 이들의 평균치를 분석한 결과에는 사전은 0.16 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 사후에는 0.13 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 나타나서 사후에 감소하는 경향을 보였다(Table 8). 실험군의 데이터를 통계적으로 분석해보면 실험군의 사전-사후의 코티졸 차이에 대한 분석을 실시한 결과 사전 0.16 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 사후 0.13 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 나타나 사후가 사전보다 낮게는 나타났으나, $p < .05$ 수준에서 유의한 차이를 보이지는 않았다(Table 9). 이와 유사한 연구로는 이보구 & 이형환(2014)이 경기도 양평의 용문산 국립산음자연휴양림에서 실시한 연구이다. 남성의 경우에 체험 전에 0.26 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 사후는 0.218 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 나타났으며, 통계적으로는 유의성이 있었으며, 여성의 경우에는 사전은 0.155 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 사후는 0.146 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 나타났으며, 통계적으로는 유의성은 없었으나 차이는 있었다. 전체적으로는 사전은 0.202 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 사후는 0.178 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 나타났으며, 통계적으로는 유의성이 있었다. 본 연구와의 차이는 실험군이 사후에 감소하는 경향은 있었으나 통계적으로는 유의하지는 않은 차이를 보이고 있다. 그러나 전체적으로 산림욕 후에는 스트레스 호르몬인 코티졸의 감소하였다.

<Table 9> Analysis of salivary cortisol excreta of test group after forest walking

Con	N	Mean ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	SD	PD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Bef	30	0.16	.097			
				.033	1.279	.211
Aft	30	0.13	.103			

* $p < .05$.

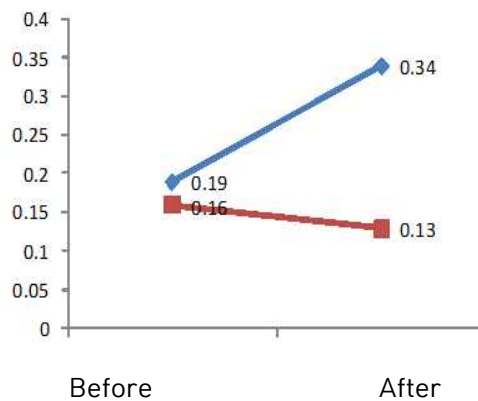
3) 대조군과 실험군 간의 비교

대조군과 실험군 간의 사전-사후 코티졸 차이에 대한 집단별 검정 결과에서는 사전의 경우에 대조군과 실험군에 유의한 차이를 보이지 않았으나, 사후의 경우에 대조군 0.34 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 실험군 0.13 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 나타나 실험군의 경우에 대조군보다 낮게 나타났으며, 유의한 차이를 보였다($p < .001$) (Table 10, Fig. 6). 유사한 연구로 이보구 & 이형환(2014)에서는 대조군이 없이 사전을 대조군으로 사용하였다. 본 연구에서도 사후에는 실험군의 사후만을 통계적으로 유의성이 있는 차이를 보였다.

<Table 10> Comparison of salivary cortisol excreta between control and test groups after forest walking

Con	Group	N	Mean	SD	PD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Bef	control	5	0.19	.143	.027	.548	.587
	test	30	0.16	.097			
Aft	control	5	0.34	.204	.211	3.654	.001
	test	30	0.13	.103			

p*<.05, *p*<.01, ****p*<.001



The symbols: (■) is test group and (◆) is control group.

<Fig. 6> Changes of cortisol amounts before and after forest walking between the control and test groups.

4) 대조군과 실험군 간의 사후결과 분산분석

대조군과 실험군의 사전 코티졸 측정치를 제외하고, 사후의 측정치에 대한 공변량 분석(ANCOVA)에서는 $F=12.70$, $p=.001$ 로 유의한 차이를 보였다. 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 코티졸이 낮게 나타났음을 알 수 있다(Table 11). 결론적으로 사후 끼리 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 코티졸 수준이 낮게 나타나서 유의성이 있었다. 즉 산림욕의 효과가 높았다고 본다.

<Table 11> Variance of cortisol measurements between the control and test groups after forest walking

Sources	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
between groups	.175	1	.175	12.705	.001
error	.442	32	.014		
Sum	1.577	35			

* $p<.05$, $p<.01$, $p<.001$. Abbreviations: SS: sum of squares. df:degree of freedom. MS: mean squares. Between groups mean comparison of cortisol amounts of the control group with those of the test groups. are the same in the following tables.

5) 성별 및 대조군과 실험군 간의 코티졸 평균값 분석

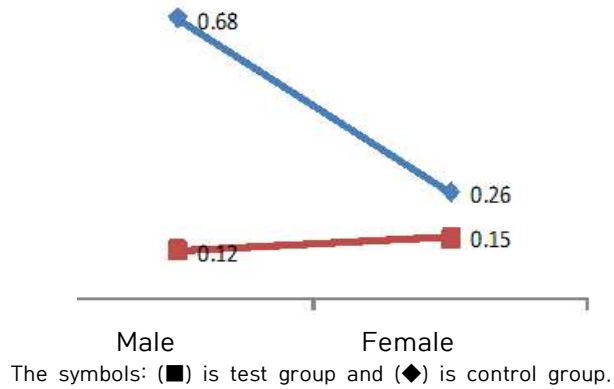
성별 및 집단별(대조군과 실험군)의 코티졸 평균값을 살펴보면, 남자의 경우에 대조군 $0.68 \mu\text{g/dl}$, 실험군 $0.12 \mu\text{g/dl}$ 로 나타나 상대적으로 실험군이 낮은 평균값을 보였다. 여자의 경우에 대조군 $0.26 \mu\text{g/dl}$, 실험군 $0.15 \mu\text{g/dl}$ 로 나타나 상대적으로 실험군이 낮은 평균값을 보였으나, 남자보다는

큰 변화를 보이지 않았다(Table 12, Fig. 7). 결론적으로 남성이 여성에 비해서 숲 산책 후에 스트레스 감소에 더 민감한 반응을 보였다고 본다.

이와 유사한 연구로는 이보구 & 이형환(2014)는 남성의 경우에 숲 체험 사후는 0.218 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 측정되어 여성의 경우에는 체험 후는 0.146 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 보다 낮게 나타났다. 이는 남성이 숲 체험 후에 스트레스 호르몬인 코티졸의 감소율이 크다는 것을 의미한다고 본다.

<Table 12> Average of cortisol values according to sex and groups

Sex	Group	Mean ($\mu\text{g}/\text{dl}$)	SD	N
Male	Control	0.68	.	1
	Test	0.12	.058	16
	Sum	0.15	.146	17
Female	Control	0.26	.096	4
	Test	0.15	.139	14
	Sum	0.17	.137	18
Sum	Control	0.34	.204	5
	Test	0.13	.103	30
	Sum	0.16	.140	35



<Fig. 7> Changes of cortisol amounts of male and female after forest walking between the control and test groups.

6) 성별과 집단에 따른 사후 측정치의 분산분석

성별 및 대조군과 실험군 별 사전 코티졸 측정치를 제외한 사후에 대한 공변량 검정을 실시한 결과 성별 $F=6.08(p<.05)$, 집단 $F=24.13(p<.001)$, 성별과 집단의 결합효과 $F=10.413(p<.003)$ 로 나타나 유의하게 나타났다($p<.01$). 즉 성별과 집단에 따른 코티졸 수치의 차이가 있음을 알 수 있다(Table 13).

<Table 13> Variance of cortisol values among sex, the control and test groups after forest walking

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected model	.338(a)	4	.084	7.751	.000
fragment before	.279	1	.279	25.618	.000
sex	.002	1	.002	.217	.645
group	.066	1	.066	6.082	.020
sex·group	.263	1	.263	24.134	.001
error	.113	1	.113	10.404	.003
total	.327	30	.011		
corrected total	1.577	35			
	.665	34			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$. Variance: univariate analysis of variance.

3. 혈관연령(건강) 타입의 변화

산림욕하기 사전과 사후에 혈관연령(건강)도 타입(vascular age types)의 변화 비율을 나타낸 것이 Table 14, Fig. 8에 제시하였다. 대조군의 혈관건강도 타입은 사전에는 A타입이 2명(14%), B와 C타입은 각 6명(43%)이었으나, 산림욕 없이 삼실에서 2시간이 지난 후에는 B타입은 변함이 없었으나 A타입이 4명으로 2명이 증가하였는데 이들은 C타입이 2명(14%)은 A타입으로 1명(7%)은 D타입으로 변화하였다. 대조군은 통계적으로 유의성이 없었다.

실험군은 산림욕 전에는 A타입 1명(2%)이었으나 2명으로 1명이 증가하였다. B타입은 사전에 12명(25%)이었으나 사후에는 22명(45%)으로 10명(21%)이 증가하였는데, 이 중에는 G타입에서 1명, C타입의 경우에는 사

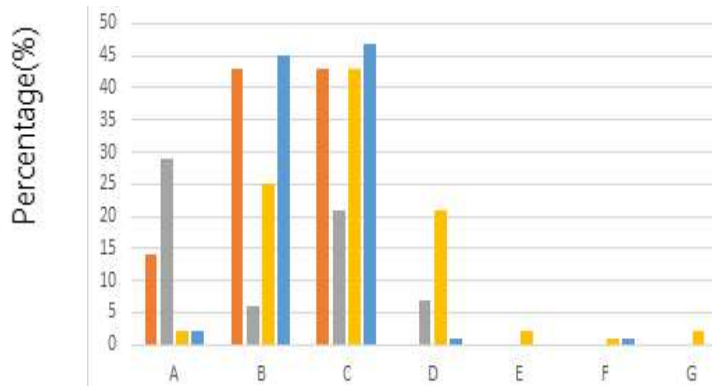
전에 21명(43%)이었으나 사후에는 23명(47%)으로 증가하였다. D타입은 사전에 10명(21%)이었으나 사후에는 1명(2%)으로 나타났다. E타입은 사전에는 2명(4%)이었으나 사후에는 0명으로 모두 D타입으로 변화하였다. F타입은 산전사후 1명으로 변화가 없었다. G타입은 사전에는 2명(4%)이었으나 사후엔 변화하여 1명은 C타입으로, 1명은 B타입으로 변화하였다 실험군의 변화는 통계적으로 유의성이 있었다($p<.05$). 이러한 결과는 산림욕이 혈관연령(건강)타입에 높은 영향을 주었다고 판단된다.

Takazawa *et al.*,(1998)은 맥과 파형의 연구로 건강평가센터에서 600명 실험 대상으로 측정하였다. 유도파형의 연구에서 혈관의 맥파형 노화 지수(y)는 노화(x)에 따라 증가하였고($r=0.80$, $p<0.001$, $y=0.02B3x-1.515$), 노화 지수는 당뇨병, 고혈압, 고혈병성 백혈병, 허혈성 심장 질환 등의 이력이 있는 126명의 대상자(-0.06 ± 0.36)는 그러한 질병이 없는 대상자(0.22 ± 0.41) 보다 높았다고 보고하였다($p<.01$). 혈관에 좋은 산림환경은 결국에는 혈관의 질적 개선에 효과가 있다고 볼 수 있었다. 좋은 생활습관이 혈관 나이를 젊게 만든다고 판단되는 대목이다.

<Table 14> Ratios of change of vascular age types before & after forest bathing

Source		Number and Percentage of vascular age types								χ^2
Group	Time	A	B	C	D	E	F	G	Total No.(%)	
		No. (%)								
Control	Bef	2(14)	6(43)	6(43)					14(100)	5.928 $p<.250$
	Aft	4(29)	6	3(21)	1(7)				14(100)	
Exp.	Bef	1(2)	12(25)	21(43)	10(21)	2	1	2	49(100)	14.832 $p<.025$
	Aft	2(4)	22(45)	23(47)	1		1		49(100)	

* $p<.05$. Bef: before forest bathing, Aft: after forest bathing, Exp: experimental group.



Vascular age types of Groups

Symbols: control-Bef: red yellow & Aft: gray, experiment-before: yellow & Aft: blue.

<Fig. 8> Changes of vascular vessel age types of each groups before and after forest bathing.

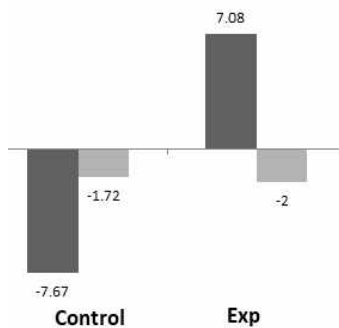
4. 산림욕 후 혈관연령(건강)지수

산림욕 전후의 측정대상자는 대조군 14명과 임상군 49명으로 유비맥파로 측정된 혈관건강상태를 조사한 결과를 다음에 제시하였다(Table 15, Fig. 9). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없는 것으로 나타나서 집단의 동질성은 확보되었음을 알 수 있었다. 임상그룹의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이는 유의성이 있게 나타났다($p < .05$). 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 건강상태가 건강해지는 방향으로 변화하였음을 의미한다고 판단할 수 있다.

<Table 15> Difference of vascular age index before and after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	-7.67	10.857	-1.383	.176
	Aft	-1.72	14.656		
	Total	-4.69	13.064		
Exp	Bef	7.08	18.451	2.576	.011
	Aft	-2.00	17.120		
	Total	2.54	18.287		

p*<.05, *p*<.01, ****p*<.001. Abbreviations: Bef: before treatment, Aft: after treatment, and Exp: experimental group. The abbreviations are the same in the following tables.



Symbols: (■): before bathing, (■):after bathing.

<Fig. 9> Vascular age types of control and experimental groups before and after forest bathing.

대조군과 실험군의 사후의 혈관연령(건강)지수 평균 측정치의 분산분석에서 그룹내에서는 $F=4.998$, $p=.027$ 로 유의한 차이를 보였고, 그룹간에서도 $F=5.389$, $p=.022$ 로 유의한 차이를 보였다($p<.05$)(Table 16). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 혈관건강도가 높아 졌다고 판단되었다. 결론적으로 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 산림욕 후에 혈관 건강도 수준이 높게 나타나서 유의성이 있었고 산림욕의 효과가 높았다고 본다.

혈관연령(건강)지수는 측정한 혈관나이에서 측정자의 나이를 뺀 값이다. 양수 값이 클수록 커질수록 혈관나이가 늙었다는 의미이며, 또한 생활 습관이 좋지 않다는 의미이기도 하다. 본 연구에서는 혈관연령(건강)지수 평균치의 분석에서 실험군에서는 산림욕으로 평균 측정치의 차이가 유의성이 있게 나와서 산림욕의 효과가 높았다.

<Table 16> Variance analysis of vascular age index between group and time

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	3,812.007	3	1,270.669	4.561	.004
Intercept	123.598	1	123.598	.444	.507
group	1,392.322	1	1,392.322	4.998	.027*
time	65.337	1	65.337	.235	.629
group * time	1,501.308	1	1501.308	5.389	.022*
Error	37,331.297	134	278.592		
Total	41,202.000	138			
Corrected Total	41,143.304	137			

* $p<.05$, ** $p<.0$, *** $p<.001$.

5. 산림욕 전·후 심박세기(b/a ratio) 비율변화

심장박출량(cardia output) 비율변화(b/a ratio)는 심장의 박출량(b)을 기본수(a)로 나눈 수치이며, “심박세기(measurement of heart beating)”로 표시한다(uBioMacpa, 2017).

1) 사전 사후의 차이

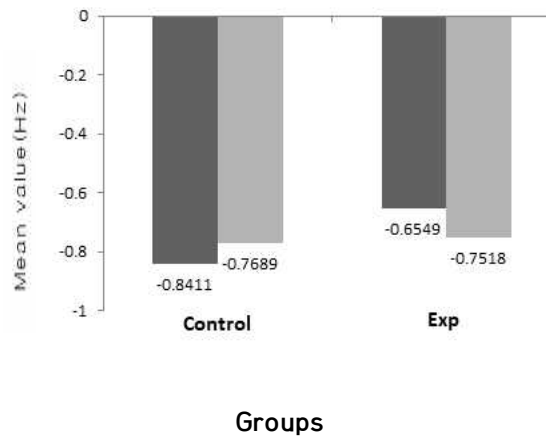
산림욕 전후의 측정대상자는 대조군 14명과 실험군 49명으로 유비맥과기로 측정한 b/a의 상태를 조사한 박출량(cardiac output) 변화의 결과를 나타낸 것이다(Table 17, Fig. 10). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없는 것으로 나타났다. 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이는 유의성이 있게 나타났다($p < .01$).

이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 b/a 비율 상태가 건강해지는 방향으로 변화하였음을 의미한 다고 판단할 수 있다. 유명옥 & 이형환(2016)은 아리랑을 부르는 중에도 맥박이 증가하여 스트레스 지수가 감소는 경향을 나타내서 본 연구와 유사한 결과를 나타내었다.

<Table 17> Significance of mean b/a ratio values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	-.8411	.15154	-1.249	.220
	Aft	-.7689	.19284		
Exp	사전	-.6549	.20225	2.613	.010
	사후	-.7518	.17081		

p*<.05, *p*<.01, ****p*<.001.



bathing. Symbols: (■): before forest bathing (□): after bathing.

<Fig. 10> Mean values of b/a ratio of control and experimental groups before and after forest

2) 심박세기의 비율(b/a ratio)의 분산분석 결과

대조군과 실험군의 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹내에서는 $F=8.142$, $p<.005$ 으로 유의한 차이를 보였고, 그룹간에서도 $F=5.63$, $p<.019$ 로 유의한 차이를 보였다($p<.05$)(Table 18). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 b/a 비율 강도가 높아 졌다고 판단되었다. 결론적으로 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 산림욕 후에 b/a 비율의 건강도 수준이 높게 나타나서 유의성이 있었고 산림욕의 효과가 높았다고 본다.

Takazawa *et al.*,(1998)은 맥과 파형의 연구를 건강센터에서 600명 실험 대상으로 측정한 결과 b/a비율은 나이에 따라서 증가했다고 하였다. 나이와 산림욕의 변수에 대하여 맥파형의 변화는 건강에 미치는 효과가 높다고 판단된다.

<Table 18> Variance analysis of b/a ratio values between & within groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	.561	3	.187	5.538	.001
Intercept	60.537	1	60.537	1,792.065	.000
group	.275	1	.275	8.142	.005*
time	.004	1	.004	.120	.730
group * time	.190	1	.190	5.630	.019*
Error	4.527	134	.034		
Total	78.599	138			
Corrected Total	5.088	137			

* $p<.05$, ** $p<.0$, *** $p<.001$.

3) 그룹별 및 성별에 따른 분산분석

성별, 집단별 b/a 비율에 대하여 살펴보면, 통제집단의 경우에 M=-.80 점, 실험집단 M=.70점으로 나타나 실험집단이 상대적으로 높게 나타났으며, 성별은 실험집단의 경우에 여자가 남자보다 높게 나타났다. 그룹별의 경우에 F=1.30으로 나타나, 유의한 차이를 보이지 않았다. 성별은 F=6.50로 나타나 유의수준 $p < .05$ 수준에서 유의한 차이를 보였다. 결합효과의 경우에 F=1.07로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 19). 이러한 결과는 ba의 경우에는 성별이나 그룹별 차이가 통계적으로 의미 있는 차이가 보이지 않았음을 알 수 있다.

<Table 19> Variance analysis of b/a ratio values by groups and sex after forest bathing

Source	SS	df	MS	F	<i>p</i>
Corrected Model	.524)	3	.175	5.127	.002
Intercept	35.091	1	35.091	1,030.297	.000
group	.045	1	.045	1.309	.255
sex	.221	1	.221	6.500*	.012
group * sex	.037	1	.037	1.073	.302
Error	4.564	134	.034		
Total	78.599	138			
Corrected Total	5.088	137			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

6. 산림욕이 혈관탄성도 비율변화에 미친 영향

심장의 혈관탄성도(vessel elasticity level)의 비율변화(c/a ratio)는 혈관탄성도(c)를 기본수(a)로 나눈 수치이며, 탄성도로 표시한 것이다(uBioMacpa, 2017).

1) 산림욕 후에 나타난 c/a 비율의 변화 결과

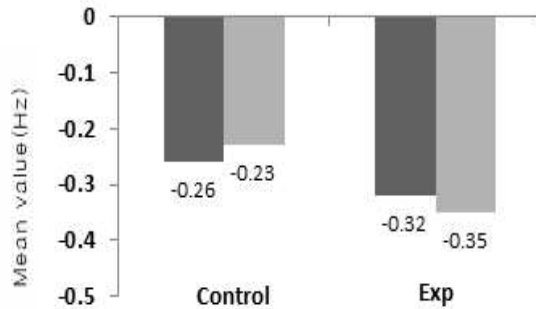
대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕하기 전·후의 c/a를 변화를 유비맥파기로 측정된 혈관탄성도의 비율 변화의 결과를 나타낸 것이다 (Table 20, Fig. 11).

대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 3정도 증가하였으나 유의성이 없는 것으로 나타났고, 실험그룹의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이는 3정도 감소하였으나 유의성이 없게 나타났다. 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 b/c 비율 상태에는 큰 영향이 없다고 판단할 수 있다.

<Table 20> Mean values of c/a ratio before and after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	-.26	.228	-.456	.652
	Aft	-.23	.196		
Exp	Bef	-.32	.172	.918	.361
	Aft	-.35	.127		

p*<.05, *p*<.0, ****p*<.001



Symbols: (■): before bathing, (□)after bathing.

<Fig. 11> Histogram of examined mean c/a values of control and experimental groups before and after forest bathing.

2) c/a 비율의 사전 사후별 변량분석 결과

대조군과 실험군의 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹내에서는 $F=7.761$, $p<.006$ 으로 유의한 차이를 보였고, 그룹간에서도 $F=0.832$, $p<.363$ 로 유의하지 않았다(Table 21). 결론적으로 사후 분석에서는 실험군 내에서는 산림욕 후에 c/a 수준이 높게 나타났으나, 그룹 간에는 유의성이 없었다.

<Table 21> Variance analysis of c/a ratio values between & within groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	.249	3	.083	2.922	.036
Intercept	9.020	1	9.020	316.936	.000
group	.221	1	.221	7.761	.006*
time	.000	1	.000	.005	.942
group * time	.024	1	.024	.832	.363
Error	3.814	134	.028		
Total	17.574	138			
Corrected Total	4.063	137			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

3) 그룹별 및 성별에 대한 변량분석 결과

성별, 집단별 c/a 비율에 대하여 살펴보면, 대조군의 경우에 M=-.25점, 실험군은 M=-.34점으로 나타나 실험군이 상대적으로 낮게 나타났으며, 성별은 실험군의 경우에 여자가 남자보다 높게 나타났다. 성별과 그룹의 결합 효과의 경우에 F=6.03로 유의한 차이를 보였다(Table 22). 이러한 결과는 c/a 비율의 경우에는 성별과 그룹이 결합하여 상호작용효과를 보였음을 알 수 있다. 즉, 성별과 그룹에 따른 c/a비율의 차이가 통계적으로 의미가 있었다.

<Table 22> Variance analysis of c/a ratio values by groups and sex after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	.492	3	.164	6.154	.001
Intercept	6.232	1	6.232	233.852	.000
group	.044	1	.044	1.641	.202
sex	.000	1	.000	.017	.898
group * sex	.161	1	.161	6.036*	.015
Error	3.571	134	.027		
Total	17.574	138			
Corrected Total	4.063	137			

p*<.05, *p*<.01, ****p*<.001.

7. 산림욕 후의 심장의 잔혈량의 비율 변화

심장의 혈관내의 잔혈량(diastolic reserve) 변화(d/a ratio)는 잔혈량(d)를 기본수(a)로 나눈 수치이며, 잔혈량으로 표시한 것이다. 잔혈량(diastolic reserve)은 “확장기보유량”이다(uBioMacpa, 2017).

1) 산림욕 후의 잔혈량 비율의 변화결과

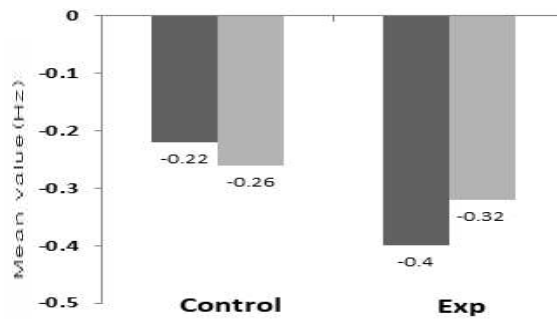
대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕 전후의 심장내의 d/a 비율을 상태를 유비맥파기로 측정한 잔혈량(resting blood volume)의 결과를 나타낸 것이다(Table 23, Fig. 12). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없는 것으로 나타났다. 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 있게 나타났다(*p*<.01). 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관

잔혈량의 변화(d/a)상태에 큰 영향이 주었다고 판단할 수 있다.

<Table 23> Significance of mean d/a ratio values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	-0.22	.126	.734	.468
	Aft	-0.26	.162		
Exp	Bef	-0.40	.156	-2.706	.008
	Aft	-0.32	.164		

p*<.05, *p*<.0, ****p*<.001.



bathing. Symbols: (■): before bathing, (□):after bathing.

<Fig. 12> Histogram of mean d/a values of control and experimental groups before and after forest bathing.

2) 잔혈량 비율 변화의 분산분석 결과

대조군과 실험군의 사후의 잔혈량 변화의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹내에서는 $F=15.385$, $p<.000$ 으로 유의한 차이를 보였고, 그룹간에서도 $F=4.0$, $p<.048$ 로 유의한 차이를 보였다($p<.05$)(Table 24). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 d/a 비율의 강도가 높아 졌다고 판단되었다.

결론적으로 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 산림욕 후에 d/a 비율 수준이 높게 나타나서 유의성이 있었고 산림욕의 효과가 높았다고 본다. Takazawa *et al.*,(1998)은 손가락 끝-맥과 파형법으로 생기는 부수적 유도되는 파형에 대한 임상 적용을 평가하기 위해서 39명(54±11세)의 대상자들에게 angiotensin 약물 투여하고 상행대동맥 압력을 손가락 끝-맥파법으로 측정한 d/a 비율(d wave/a wave 높이에 대한 비율)은 angiotensin 처리 후에는 -0.40 ± 0.13 에서 -0.62 ± 0.19 로 유의성 있게 감소하였고($p<.001$), nitroglycerine 처리 후에는 -0.25 ± 0.12 로 증가하였다($p<.001$). 이와 같이 혈관에 자극에 박동의 비율이 혈관나이의 측정에 유용하다는 것을 확인을 하였다.

<Table 24> Variance analysis of d/a values between & within groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	.575	3	.192	7.836	.000
Intercept	9.722	1	9.722	397.679	.000
group	.376	1	.376	15.385	.000*
time	.017	1	.017	.684	.410
group * time	.098	1	.098	4.000*	.048*
Error	3.276	134	.024		
Total	18.938	138			
Corrected Total	3.850	137			

* $p < .05$, ** $p < .0$, *** $p < .001$.

3) 그룹별 및 성별에 따른 변량분석

성별, 집단별 d/a 비율에 대하여 살펴보면, 대조군의 경우에 M=.17점, 실험군 M=.16점으로 나타나 실험군이 상대적으로 낮게 나타났으며, 성별은 실험군의 경우에 여자가 남자보다 낮게 나타났다. 성별의 경우에 F=6.36로 유의한 차이를 보였다($p < .05$). 결합효과의 경우에 F=1.38로 유의한 차이를 보이지 않았다. 이러한 결과는 d/a비율의 경우에는 성별에 따른 차이가 통계적으로 의미가 있음을 알 수 있다(Table 25).

<Table 25> Variance analysis of d/a ratio values by groups and sex after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	.046	3	.015	2.337	.077
Intercept	1.561	1	1.561	240.135	.000
group	.004	1	.004	.677	.412
sex	.041	1	.041	6.365*	.013
group * sex	.009	1	.009	1.381	.242
Error	.871	134	.007		
Total	4.644	138			
Corrected Total	.917	137			

8. 산림욕 후 혈관확장성 비율 변화

심장의 맥박의 수축기를 지나서 이완기에 접어든 혈관확장성의 비율변화(e/a ratio)는 확장성 e파의 높이를 기본수 a파의 높이로 나눈 수치이며, ‘확장성’이라 표시한 것이다.

1) 산림욕 후 e/a 비율 변화의 결과

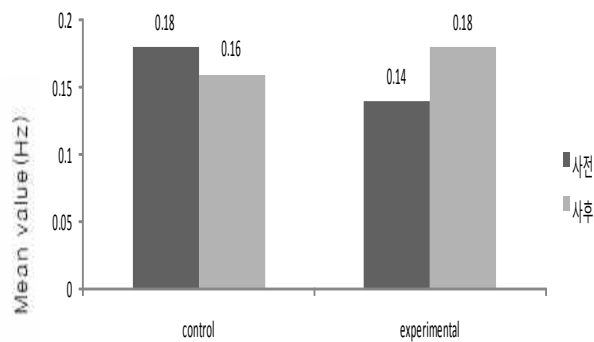
대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕 전후의 심장내의 e/a 비율 변화 상태를 유비맥파기로 측정된 결과를 나타낸 것이다(Table 26, Fig. 13). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없는 것으로 나타났다. 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이는 유의성이 있게 나타났다 ($p < .028$). 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 맥파의 확장성에는 높은 영

향을 주었다고 판단할 수 있다.

<Table 26> Significance of mean e/a ratio values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	.18	.075	.577	.568
	Aft	.16	.069		
Exp	Bef	.14	.081	-2.234	.028*
	Aft	.18	.087		

p*<.05, *p*<.0, ****p*<.001.



Groups

Symbols: (■): before bathing, (□): after bathing.

<Fig. 13> Histogram of mean e/a ratio values of control and experimental groups before and after forest bathing.

대조군과 실험군의 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹내에 $F=0.172$, $p<.67$ 로 유의한 차이가 없었고, 그룹간에서도 $F=2.63$, $p<.107$ 로 유의한 차이가 없었다. 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 e/a 비율강도가 높아지지 않았다고 판단되었다. 결론적으로 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 산림욕 후에 e/a비율 건강도 수준이 높게 나타나지 않아서 유의성이 없었고 산림욕의 효과가 높지 않았다고 본다.

9. 산림욕 후 평균맥박의 변화 결과

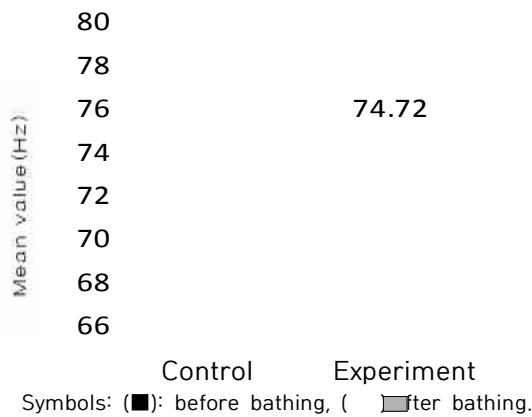
1) 평균맥박의 사전-사후 차이

대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕 전후의 평균맥박을 유비맥파기로 측정한 결과를 나타낸 것이다(Table 27, Fig. 14). 대조군의 사전 사후의 평균맥박의 차이는 유의성이 없는 것으로 나타나서 집단의 동질성은 확보되었음을 알 수 있었다. 실험대상자 그룹의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 있게 나타났다($p<.009$). 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 평균맥박에 큰 영향이 있다고 판단할 수 있다.

<Table 27> Significance of mean pulse values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	74.72	13.019	.671	.506
	Aft	71.89	12.290		
Exp	Bef	71.27	10.463	-2.650	.009
	Aft	78.04	14.929		

p*<.05, *p*<.0, ****p*<.001.



<Fig. 14> Histogram of mean pulse values of control and experimental groups before and after forest bathing.

2) 평균맥박 변화의 변량분석

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 평균맥박 수치의 분산분석에서는 그룹내에서는 $F=.295$, $p<.588$ 로 유의한 차이가 없었고, 그룹간에서도 $F=3.72$, $p<.05$ 로 유의한 차이가 있었다(Table 28). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 평균맥박이 높았다고 판단되었다. 결론적으로 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 산림욕 후에 평균맥박 수준이 높게 나타나서 유의성이 있었고 산림욕의 효과가 높았다고 본다.

유명옥 & 이형환(2016)은 연구조사에서 아리랑 노래를 부르고 33명이 선무를 한 후에 측정된 맥과 연구에서 17명은 0.8~24.1 박/분 감소하였고, 16명은 0.2~25.6분/박이 증가하였다고 밝혔다. 수련전의 평균 맥박은 72.59 박/분이었고, 수련 후에는 평균 73.1박/분으로 1.7박/분의 차이를 보이며 통계적으로는 유의성은 없었으나 변화하는 것을 감지 할 수 있었는데, 산림욕 치유가 더 효율적인 것으로 판단된다.

이보고 & 이형환(2012)은 산림욕 체험 후에 남녀 평균 맥박이 사전에는 65.1 박/분에서 63.6박/분으로 감소하였으며($p<.002$), 효과는 여성이 남성보다 약간 높은 효과를 나타냈다고 하였다. 산림욕의 효과를 모두 나타내고 있으며, 본 연구의 측정치가 약간 높은 것으로 판단한다.

이상의 결과는 HRV의 파형분석으로 b-c-d-e-/a 비율의 조사는 혈관노화를 평가하고 동맥의 질환을 검색하는데 유용한 방법이며, 산림욕이 HRV의 파형비율이 건강한 쪽으로 높게 증진 시키는 효과가 높다고 판단한다.

**<Table 28> Variance analysis of mean pulse values between
& within groups after forest bathing**

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	1287.750	3	429.250	2.607	.054
Intercept	58,2540.907	1	582,540.907	3537.35	.000
group	48.588	1	48.588	.295	.588
time	102.814	1	102.814	.624	.431
group * time	612.814	1	612.814	3.721	.050*
Error	22,067.467	134	164.683		
Total	785,272.000	138			
Corrected Total	23,355.217	137			

* $p < .05$, ** $p < .0$, *** $p < .001$.

3) 그룹별 및 성별에 대한 분산분석

성별, 집단별 평균맥박에 대하여 살펴보면, 통제집단의 경우에 M=73.3 점, 실험집단 M=.74.6점으로 나타나 실험집단이 상대적으로 높게 나타났 으며, 성별은 실험집단의 경우에 여자가 남자보다 낮게 나타났다. 성별과 그룹의 결합효과의 경우에 F=4.21로 유의한 차이를 보였다(Table 29).

이러한 결과는 평균맥박의 경우에는 성별과 그룹이 결합하여 상호작용 효과를 보였음을 알 수 있다. 즉, 성별과 그룹에 따른 평균맥박의 차이가 통계적으로 의미가 있음을 알 수 있다.

<Table 29> Variance analysis of mean pulse values by groups and sex after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	1,173.554	3	391.185	2.363	.074
Intercept	375,162.467	1	37,5162.467	2,266.366	.000
group	29.985	1	29.985	.181	.671
sex	5.285	1	5.285	.032	.858
group * sex	698.463	1	698.463	4.219*	.042
Error	22,181.664	134	165.535		
Total	785,272.000	138			
Corrected Total	23,355.217	137			

10. 산림욕 후 스트레스지수의 변화

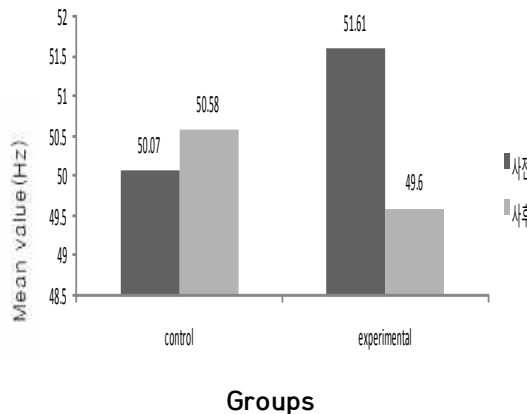
1) 스트레스지수 사전-사후의 차이

대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕 전후의 스트레스지수의 변화를 유비맥파기로 측정한 결과를 나타낸 것이다(Table 30, Fig. 15). 대조군의 사전 후의 평균치 차이는 유의성이 없는 것으로 나타나서 집단 동질성은 확보되었음을 알 수 있었다. 실험대상자 그룹의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 없게 나타났다. 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 평균맥박에 큰 영향이 없다고 판단할 수 있다

<Table 30> Differences of stress index after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	50.07	15.546	-.095	.925
	Aft	50.58	14.401		
Exp	Bef	51.61	13.732	.778	.438
	Aft	49.60	12.008		

p*<.05, *p*<.0, ****p*<.001.



Symbols: (■): before bathing, (□): after bathing.

<Fig. 15> Histogram of examined mean values of control and experimental groups before and after forest bathing.

2) 스트레스지수 시기별 변량분석

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 스트레스 수치의 분산분석에서는 그룹내에서는 $F=.01$, $p<.919$ 로 유의한 차이가 없었고, 그룹간에서도

F=0.209, $p<.787$ 으로 유의한 차이는 없었다(Table 31). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 스트레스 지수는 차이는 있었지만 통계적으로는 유의성이 없어서 산림욕의 효과가 크지 않았다고 본다.

<Table 31> Variance analysis of stress index between & within groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	104.786	3	34.929	.194	.900
Intercept	240,863.92	1	24,0863.926	1,339.598	.000
group	1.849	1	1.849	.010	.919
time	13.243	1	13.243	.074	.787
group * time	37.517	1	37.517	.209	.649
Error	22,834.995	127	179.803		
Total	35,7497.400	131			
Corrected Total	22,939.781	130			

* $p<.05$, ** $p<.0$, *** $p<.001$.

3) 성별 및 그룹별 스트레스의 분산분석

성별, 집단별 스트레스지수에 대하여 살펴보면, 통제집단의 경우에 M=50.32점, 실험집단 M=50.60점으로 나타나 실험집단이 상대적으로 높게 나타났다으며, 성별은 실험집단의 경우에 여자가 남자보다 낮게 나타났다. 성별과 그룹의 효과의 경우에 유의한 차이를 보이지 않았다. 결합효과의 경우에도 F=.72로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 32).

<Table 32> Variance analysis of mean stress values by groups and sex after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	287.962	3	95.987	.538	.657
Intercept	147,952.371	1	147,952.37	829.512	.000
group	10.988	1	10.988	.062	.804
sex	.716	1	.716	.004	.950
group * sex	128.427	1	128.427	.720	.398
Error	22,651.819	127	178.361		
Total	357,497.400	131			
Corrected Total	22,939.781	130			

11. 산림욕 후의 누적스트레스의 변화

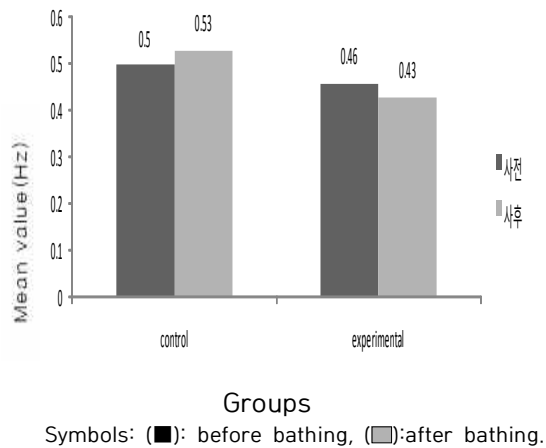
1) 누적스트레스(cumulative stress)의 평균치의 변화

대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕 전후의 누적스트레스의 변화를 유비맥파기로 측정된 결과를 나타낸 것이다(Table 33, Fig. 16). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없는 것으로 나타났다. 실험대상자 그룹의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 없게 나타났다. 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 평균맥박에 큰 영향이 없다고 판단할 수 있다.

<Table 33> Significance of mean cumulative stress values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	.50	.207	-.433	.668
	Aft	.53	.186		
Exp	Bef	.46	.219	.706	.482
	Aft	.43	.202		

p*<.05, *p*<.0, ****p*<.001.



<Fig. 16> Histogram of mean cumulative stress values of control and experimental groups before and after forest bathing.

2) 누적스트레스 평균치의 변량분석

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 누적 스트레스 수치의 분산 분석에서는 그룹내에서는 $F=2.64$, $p<.107$ 로 유의한 차이가 없었고, 그룹간에서도 $F=0.5$, $p<.481$ 로 유의한 차이는 없었다(Table 34). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 스트레스 지수는 차이는 있었지만 통계적으로는 유의성이 없어서 산림욕의 효과가 높지는 않았다.

<Table 34> Variance analysis of mean cumulative stress values between & within groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	.142	3	.047	1.096	.353
Intercept	21.848	1	21.848	506.052	.000
group	.114	1	.114	2.640	.107
time	4.44006	1	4.440E-06	.000	.992
group * time	.022	1	.022	.501	.481
Error	5.483	127	.043		
Total	33.612	131			
Corrected Total	5.625	130			

* $p<.05$, ** $p<.0$, *** $p<.001$.

3) 성별 및 집단별 누적 스트레스 지수의 분산분석결과

성별, 집단별 누적 스트레스지수에 대하여 살펴보면, 대조군의 경우에 $M=.51$ 점, 실험집단 $M=.45$ 점으로 나타나 실험군이 상대적으로 낮게 나타났으며, 성별은 실험군의 경우에 여자가 남자보다 낮게 나타났다. 성별과

그룹의 효과의 경우에 유의한 차이를 보이지 않았다. 결합효과와 경우에 도 $F=.004$ 로 유의한 차이를 보이지 않았다(Table 35).

<Table 35> Variance analysis of mean cumulative stress values by groups and sex after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	.170	3	.057	1.323	.270
Intercept	12.771	1	12.771	297.367	.000
group	.050	1	.050	1.156	.284
sex	.026	1	.026	.602	.439
group * sex	.000	1	.000	.004	.951
Error	5.454	127	.043		
Total	33.612	131			
Corrected Total	5.625	130			

12. 산림욕 후 자율신경 균형도의 변화

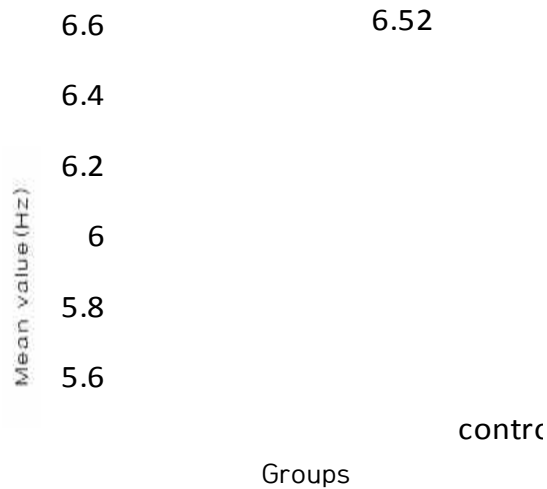
1) 교감신경 활성(LF: low frequency)의 변화

대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕 전후의 교감신경활성의 변화를 유비백과기로 측정된 결과를 나타낸 것이다(Table 36, Fig. 17). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없게 나타났다. 실험군 대상자 그룹의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 없게 나타났다. 이러한 결과는 산림욕 후에 교감신경 활성에는 영향이 없다고 판단할 수 있다.

<Table 36> Significance of mean LF values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	6.52	1.392	.437	.666
	Aft	6.31	1.214		
Exp	Bef	5.93	1.134	-1.495	.138
	Aft	6.24	.885		

p*<.05, *p*<.0, ****p*<.001.



<Fig. 17> Histogram of examined mean LF values before and after forest bathing.

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 교감신경활성도 수치의 분산분석에서는 그룹내에서는 $F=2.16$, $p<.144$ 로 유의한 차이가 없었고, 그룹간에서도 $F=1.29$, $p<.258$ 로 유의한 차이는 없었다(Table 37). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 교감신경활성도는 차이는 있었지만 통계적으로는 유의성이 없어서 산림욕의 효과가 크지는 않았다고 본다.

<Table 37> Variance of mean LF values of each groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	5.267	3	1.756	1.476	.224
Intercept	3,695.788	1	3,695.788	3,107.726	.000
group	2.576	1	2.576	2.166	.144
Time	.057	1	.057	.048	.826
group * Time	1.534	1	1.534	1.290	.258
Error	151.032	127	1.189		
Total	5,135.060	131			
Corrected Total	156.298	130			

* $p<.05$, ** $p<.0$, *** $p<.001$.

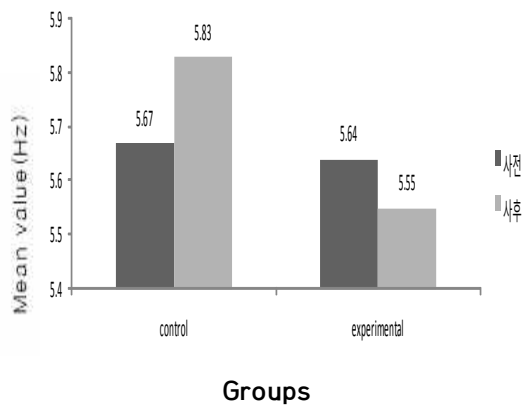
2) 부교감신경 활성화(HF: high frequency)변화

대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕 전후의 부교감신경활성의 변화를 유비맥파기로 측정된 결과를 나타낸 것이다(Table 38, Fig. 18). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없게 나타났다. 실험군 대상자 그룹의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 없게 나타났다. 이러한 결

<Table 38> Significance of mean HF values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	5.67	1.101	-.372	.712
	Aft	5.83	1.355		
Exp	Bef	5.64	.893	.521	.604
	Aft	5.55	.873		

p*<.05, *p*<.0, ****p*<.001.



<Fig. 18> Histogram of examined mean HF values before and after forest bathing.

과는 산림욕 후에 부교감신경활성에 큰 영향이 없다고 판단할 수 있다.

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 부교감신경활성도 수치의 분산분석에서는 그룹내에서는 $F=5.85$, $p<.446$ 로 유의한 차이가 없었고, 그룹간에서도 $F=.411$, $p<.523$ 로 유의한 차이는 없었다(Table 39). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 부교감신경 활성도는 차이는 있었지만 통계적으로는 유의성이 없어서 산림욕의 효과가 크지 않은 것으로 판단된다.

<Table 39> Variance of mean HF values of each groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	.957	3	.319	.337	.799
Intercept	3,045.535	1	3,045.535	3,215.268	.000
group	.554	1	.554	.585	.446
time	.031	1	.031	.033	.856
group * time	.389	1	.389	.411	.523
Error	120.296	127	.947		
Total	4,278.840	131			
Corrected Total	121.252	130			

$p<.05$, ** $p<.0$, *** $p<.001$.

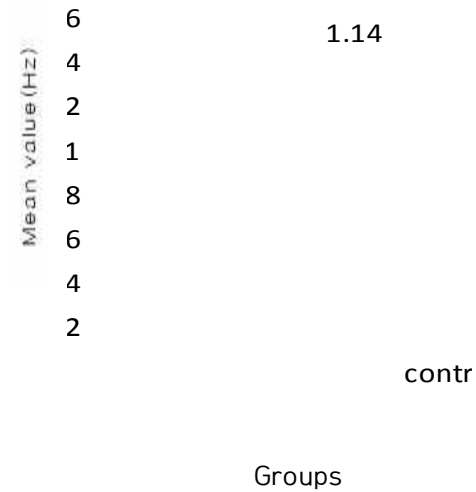
13. LF/HF 비율(교감신경과 부교감신경 활성도의 균형비율)

대상자 대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕 전·후의 교감신경활성과 부교감신경 활성도의 균형비율의 변화를 유비맥파기로 측정된 결과를 나타낸 것이다(Table 40, Fig. 19). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없게 나타났다. 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 있게 나타났다($p<.05$). 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 교감신경과 부교감신경 활성도의 균형비율에 큰 영향이 있다고 판단할 수 있다.

<Table 40> Significance of mean LF/HF ratio values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	1.14	.109	1.212	.235
	Aft	1.09	.122		
Exp	Bef	1.06	.168	-2.387	.019*
	Aft	1.13	.132		

$p<.05$, ** $p<.0$, *** $p<.001$.



<Fig. 19> Histogram of examined mean LF/HF ratio values before and after forest bathing.

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 교감신경과 부교감신경활성의 균형도 수치의 분산분석에서는 그룹내에서는 $F=5.583$, $p<.447$ 로 유의한 차이가 없었고, 그룹간에서도 $F=4.298$, $p<.04$ 로 유의한 차이는 있었다(Table 41). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 교감신경과 부교감신경 활성화도는 차이는 유의성이 있어서 산림욕의 효과가 큰 것으로 사료된다.

**<Table 41> Variance of mean LH/HF values of each groups
after forest bathing**

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	.162	3	.054	2.623	.053
Intercept	115.961	1	115.961	5,626.374	.000
group	.012	1	.012	.583	.447
time	.003	1	.003	.134	.715
group * time	.089	1	.089	4.298	.040*
Error	2.618	127	.021		
Total	161.730	131			
Corrected Total	2.780	130			

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$.

성별, 집단별 LF/HF 비율에 대하여 살펴보면, 대조군의 경우에 M=1.12점, 실험군 M=1.10점으로 나타나 비슷하게 나타났으며, 성별은 실험군의 경우에 여자와 남자가 비슷하게 나타났다. 성별과 그룹의 효과의 경우에 유의한 차이를 보이었다. 결합효과의 경우에도 F=1.339로 유의한 차이를 보이지 않았다 (Table 42)

<Table 42> Variance analysis of mean LF/HF values by groups and sex after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	.042	3	.014	.654	.582
Intercept	71.781	1	71.781	3,330.267	.000
group	.034	1	.034	1.600	.208
sex	.011	1	.011	.500	.481
group * sex	.029	1	.029	1.339	.249
Error	2.737	127	.022		
Total	161.730	131			
Corrected Total	2.780	130			

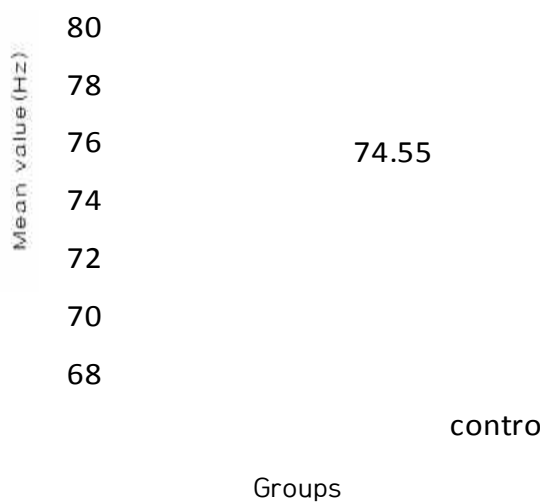
14. 평균맥박(BPM: mean beat per minute)의 변화

대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕 전·후의 평균맥박의 변화를 유비 맥파기로 측정된 결과를 나타낸 것이다(Table 43, Fig. 20). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없게 나타났다. 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 있게 나타났다($p < .05$). 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 평균맥박의 변화에 영향이 있었다고 판단할 수 있다

<Table 43> Significance of mean BPM values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	74.55	11.389	.182	.857
	Aft	73.77	12.333		
Exp	Bef	72.28	11.109	-2.260	.026
	Aft	78.00	14.059		

p<.05, ***p*<.0, ****p*<.001.



<Fig. 20> Histogram of examined mean BPM values before and after forest bathing.

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 평균맥박 변화수치의 분산분석에서는 그룹내에서는 $F=.145$, $p<.704$ 로 유의한 차이가 없었고, 그룹간에서도 $F=1.603$, $p<.208$ 로 유의한 차이는 없었다(Table 44). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 평균맥박 수치의 차이는 유의성이 없어서 산림욕의 효과는 크지 않은 것으로 나타났다.

<Table 44> Variance of mean BPM values of each groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	846.375	3	282.125	1.809	.149
Intercept	527,070.480	1	527,070.480	3,379.416	.000
group	22.586	1	22.586	.145	.704
time	144.803	1	144.803	.928	.337
group * time	249.959	1	249.959	1.603	.208
Error	19,807.550	127	155.965		
Total	755,774.970	131			
Corrected Total	20,653.925	130			

* $p<.05$, ** $p<.0$, *** $p<.001$.

15. 맥박표준편차(SDNN)의 변화

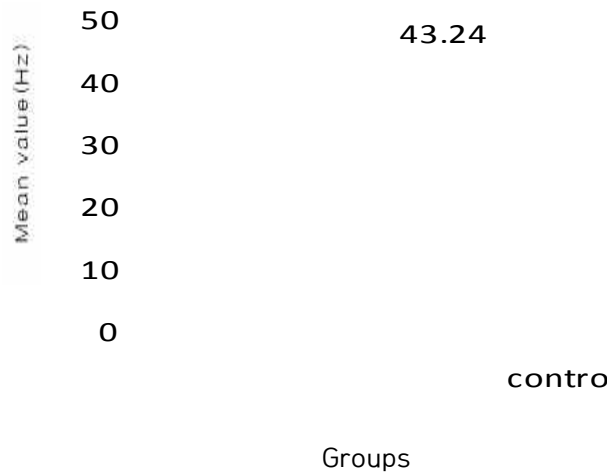
대조군 14명과 실험군 49명의 산림욕 전후의 맥박표준편차(SDNN: standard deviation of N-N interval)의 변화를 유비맥파기로 측정된 결과를 나타낸 것이다(Table 45, Fig. 21). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없게 나타났다. 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 없게 나타났다. 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 맥박표준

편차의 변화에 영향이 없었다고 판단할 수 있다.

<Table 45> Significance of mean SDNN values
of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	43.24	27.132	.381	.706
	Aft	39.85	22.002		
Exp	Bef	33.57	14.053	.721	.473
	Aft	31.41	15.906		

p*<.05, *p*<.0, ****p*<.001.



<Fig. 21> Histogram of examined mean SDNN values before and after forest bathing.

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 맥박표준편차 수치의 분산분석에서는 그룹내에서는 $F=6.175$, $p<.014$ 로 유의한 차이가 있었고, 그룹간에서도 $F=0.029$, $p<.866$ 으로 유의한 차이는 없었다(Table 46). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 맥박표준편의 차이는 유의성이 없어서 산림욕의 효과가 높지 않은 것으로 나타났다.

<Table 46> Variance of mean SDNN values of each groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	F	p*
Corrected Model	2,171.213	3	723.738	2.304	.080
Intercept	129,598.012	1	129,598.012	412.567	.000
group	1,939.697	1	1,939.697	6.175	.014*
time	182.812	1	182.812	.582	.447
group & time	8.988	1	8.988	.029	.866
Error	39,894.030	127	314.126		
Total	199,294.820	131			
Corrected Total	42,065.243	130			

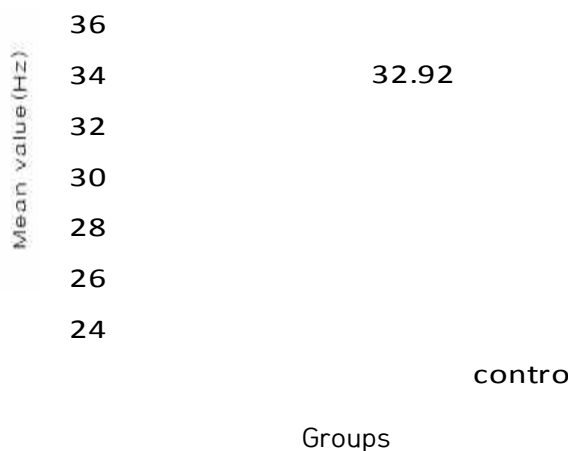
* $p<.05$, ** $p<.0$, *** $p<.001$.

16. 심박변이 평균 편차(RMSSD)의 변화

대조군 14명과 실험군 49명이 산림욕 전후의 심박변이 평균 편차(RMSSD: Root mean square of standard deviation)의 변화를 유비맥파기로 측정된 결과를 나타낸 것이다(Table 47, Fig. 22). 대조군의 사전 사후의 평균치 차이는 유의성이 없게 나타났다. 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 없게 나타났다($p<.177$). 이러한 결과는 산림욕 후에 혈관의 심맥변이 평균 편차의 변화에 영향이 없었다고 판단된다.

<Table 47> Significance of mean RMSSD values of each groups after forest bathing

Group	Time	Mean	SD	<i>t</i>	<i>p</i> *
Control	Bef	32.92	27.563	-0.079	.937
	Aft	33.60	19.315		
Exp	Bef	32.59	16.031	1.360	.177
	Aft	28.12	16.803		



<Fig. 22> Histogram of examined mean RMSSD values before and after forest bathing.

대조군과 실험군의 사전 및 사후의 측정된 심박변이 평균표준편차 수치 분산분석에서는 그룹내에서는 $F=.588$, $p<.445$ 로 유의한 차이가 있었고, 그룹간에서도 $F=.462$, $p<.498$ 로 유의한 차이는 없었다(Table 48>). 즉, 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 맥박표준편차의 차이는 유의성이 없어서 산림욕의 효과가 높지 않았다.

<Table 48> Variance of mean RMSSD values of each groups after forest bathing

Source	SS	df	MS	<i>F</i>	<i>p</i> *
Corrected Model	700.057	3	233.352	.688	.561
Intercept	95,693.632	1	95,693.632	282.323	.000
group	199.183	1	199.183	.588	.445
time	84.676	1	84.676	.250	.618
group * time	156.616	1	156.616	.462	.498
Error	43,046.821	127	338.951		
Total	169,972.900	131			
Corrected Total	43,746.877	130			

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$.

17. 산림욕 후 직무스트레스 변화의 설문

꽃자왈 숲의 산림욕 후 스트레스 감소 효과에 대하여 *t*-검증을 실시한 결과는 (Table 49)에 제시하였다. 직무자율성의 경우에 사전 2.5점, 사후 2.18점으로 나타나, 사후에 0.322 감소한 결과를 알 수 있다($p<.001$).

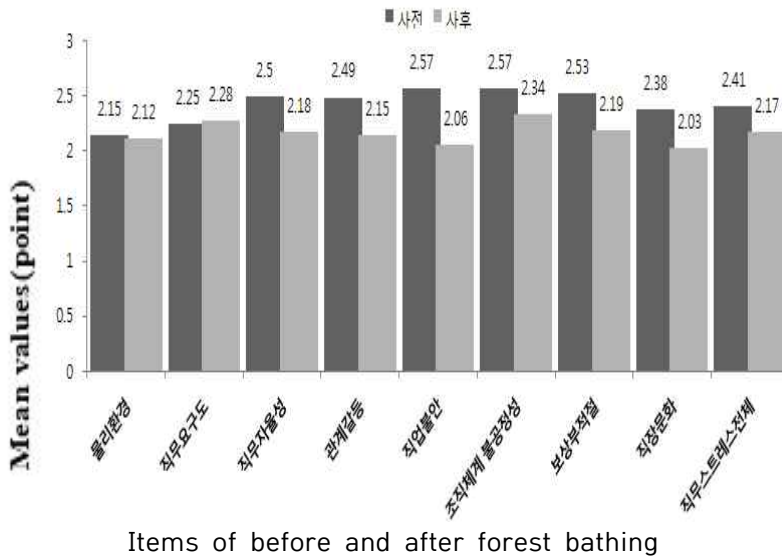
직무자율성의 경우에 사전 2.5점, 사후 2.18점으로 나타나, 사후에 0.322 감소한 결과를 알 수 있다($p<.001$). 관계갈등의 경우에 사전 2.49점, 사후 2.15점으로 나타나, 사후에 0.338 감소한 결과를 알 수 있다($p<.001$). 직업 불안의 경우에 사전 2.57점, 사후 2.06점으로 나타나, 사후에 0.507 감소한 결과를 알 수 있다($p<.001$). 조직체계 불공정성의 경우에 사전 2.57점, 사후 2.34점으로 나타나, 사후에 0.231 감소한 결과를 알 수 있다($p<.001$). 보상부적절의 경우에 사전 2.53점, 사후 2.18점으로 나타나, 사후에 0.336 감소한 결과를 알 수 있다($p<.001$). 직장문화의 경우에 사전 2.38점, 사후 2.03점으로 나타나, 사후에 0.350 감소한 결과를 알 수 있다($p<.001$).

전체적으로 직무스트레스의 경우에 사전 2.41점, 사후 2.17점으로 나타나, 사후에 0.237 감소한 결과를 알 수 있다($p<.001$). 이러한 결과는 꽃자왈 숲의 산림욕 후 직무 스트레스 감소에 효과가 있었음을 보여준다.

<Table 49> Significance of variation of official stresses after forest bathing

Items	Before		After		Mean Difference	<i>t</i>	<i>p</i> *
	M	S.D	M	SD			
Physical environment	2.15	0.818	2.12	0.676	-0.029	-.506	.613
Job requirements	2.25	0.63	2.28	0.595	0.028	.591	.554
Job autonomy	2.5	0.883	2.18	0.752	-0.322	-5.089	.000
Relationship conflict	2.49	0.798	2.15	0.669	-0.338	-5.914	.000
Job anxiety	2.57	1.000	2.06	0.797	-0.507	-7.18	.000
Organizational system unfairness	2.57	0.788	2.34	0.679	-0.231	-4.035	.000
Improper reward	2.53	0.775	2.19	0.67	-0.336	-5.970	.000
Work culture	2.38	0.684	2.03	0.656	-0.350	-6.725	.000
Job stress total	2.41	0.579	2.17	0.422	-0.237	-6.051	.000

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$



<Fig. 23> Comparison of variation of mean values of official stresses.

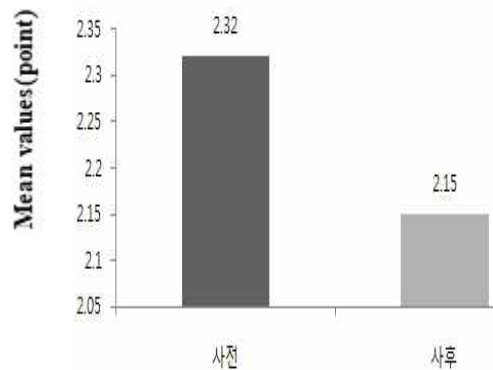
18. 산림욕 후 사회 심리적 스트레스 변화 설문

산림욕 전후의 사회 심리적 스트레스를 비교한 설문 결과를 살펴보면, 사전 2.32, 사후 2.15로 나타나 사후에 사회 심리적 스트레스가 0.175 낮게 나타났음을 알 수 있다($p < .001$). 이러한 결과는 곳자왈 숲의 산림욕 후 사회 심리적 스트레스 감소에 효과가 있었음을 보여준다(Table 50, Fig. 24).

<Table 50> Significance of variation of social-psychological stresses after forest bathing

Time	M	SD	MD	<i>t</i>	<i>p</i> *
before	2.32	.430			
			-0.175	-5.418	.000
after	2.15	.416			

p*<.05, *p*<.01, ****p*<.001.



Before & after forest bathing

<Fig. 24> Comparison of changes of socio-physiological stresses before and after forest bathing

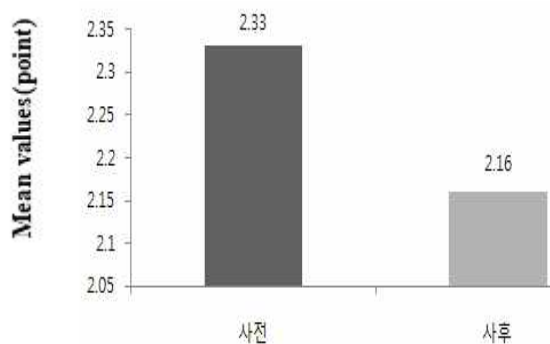
19. 상태특성 불안감 변화 설문

시기별 상태특성 불안감의 변화를 설문한 결과를 살펴보면, 사전 2.33, 사후 2.16로 나타나 사후에 상태특성불안 스트레스가 0.166 낮게 나타났음을 알 수 있다($p<.001$). 이러한 결과는 콧자왈 숲의 산림욕 후 상태특성 불안 감소에 효과가 있었음을 알 수 있다(Table 51, Fig. 25).

<Table 51> Significance of uneasiness levels after forest bating

Time	M	SD	MD	<i>t</i>	<i>*p</i>
before	2.33	.402			
			-.166	-5.380	.000
after	2.16	.407			

* $p<.05$, ** $p<.01$, *** $p<.001$.



Values of before and after forest bathing

<Fig. 25> The measured mean values of uneasiness levels after forest bathing.

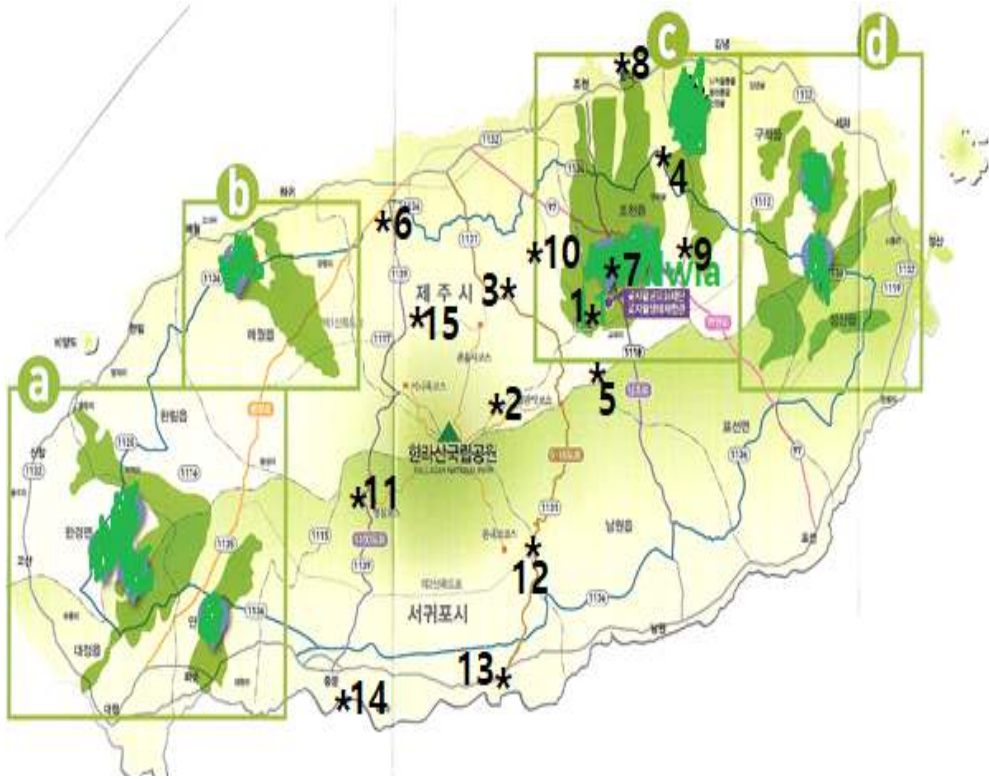
20. 제주지역의 음이온 및 양이온 측정결과

1) 음이온과 양이온 측정지역, 지점 및 횟수의 분포

제주지역의 음이온과 양이온 측정 지역의 분포와 횟수는 (Table 52)와 (Fig. 26)에 제시하였다. 제주지역별 16개 지역에서 음이온 수와 양이온 수 및 온도, 습도, 풍속, 고도를 측정결과는 Table 52~53에 제시하였다. 대기질의 음이온과 양이온을 함량을 조사하기 위해 대기이동 측정차량(API 100~400, Teledyne; BAM 1020, Met one, USA)을 이용하였다. 대기 중에는 음이온과 양이온이 존재한다. 종류도 다양하고 이온의 수에 따라서 우리의 건강에도 많은 영향을 주는 것으로 연구 보고되어 있다(Carmichael *et al.*, 1996, 1997).

**<Table 52> Sites and times of measurement of anions
and cations in the Jeju Island**

No.	Regions	Sites measured	Total times measured
1	gyorae forest	9(A & B)	180
2	seongpanak	2	8
3	halla eco-forest	2	8
4	dongbaeksan	2	8
5	saryoni gil	2	8
6	halla forest garden	2	8
7	nature-human farm	4	38
8	hamdeok seaside	2	8
9	geomunoreum	1	4
10	jeolmul forest	2	8
11	Mt. Halla 1,100	2	4
12	wonyang fall	1	4
13	jeonbang fall	1	4
14	Cheonjiyeon fall	1	4
15	Jeju city	5	20



Greenish gotjawal areas: a: Hankyung, b: aewol c: Jochun-hamdeok, d: Seongsan-soosan.
 Star No. sites: 1: gyorae forest, 2: seongpanak, 3: halla eco-forest, 4: dongbaeksan forest, 5: saryoni gil, 6: halla forest garden, 7: nature & human farm, 8: hamdeok seaside, 9: geomun oreum, 10: jeolmul forest, 11: Mr. Hall 1100 height, 12: wonyang fall, 13: jeongbang fall, 14: cheonjiyeon fall, 15: Jeju city. (Outed from The Gotjawal Trust of Jeju)

<Fig. 26> Gotjawal regions and sites measured ion in the Jeju Island.

2) 교래자연휴양림 지역과 측정결과

교래자연휴양림 내의 A지역 5개 지점과 B지역의 4개 지점(Fig. 27)에서 측정한 결과는 (Table 48)과 (Table 49) 및 (Fig. 28)과 (Fig. 30)에 제시하였다.



A course: 5 sites(A1 = field lecture room-1, A2 = rm-2, A3 = rm-3, A4 = rm-4, A5 = rm-5) are on the ecological observation road about 1.5 km for ions measuring. B course: 4 sites(B1 = field lecture room-1, B2 = rm-2, B3 = rm-3, B4 = rm-4) are on the oreum observation road about 2 km for ions measuring.

<Fig. 27> Map of the walking roads and the sites of ion measurement in the Gyorae forest.

(1) A지역의 지점별 음이온 수의 함량

A지역의 음양이온 수의 측정치의 총괄 표는 Table 53에 제시하였다. A1 지점의 음이온 수의 함량의 측정치의 변화는 6월 28일 11:30 시경에는 519 ions/cm³이었고, 7월 5일 09:28 시경 측정치는 665.5 ions/cm³로 증가하였고, 7월 3일에는 909.75 ions/cm³로 390.75 ions/cm³로 증가하였다. 측정된 시간과 일자에 따라서 수시로 변화되는 것을 알 수가 있으며, 꽃자왈의 산림이 더 짙어지는 7월 이라 함량의 음이온 수가 증가하였다고 판단한다.

A1지점의 6차 24회 측정치의 평균은 689.88 ions/cm³이었다.

A2지점의 6차 24회 평균치는 800.22 ions/cm³,

A3지점의 6차 24회 측정치의 평균은 718.62 ions/cm³,

A4지점의 5차 20회 측정치의 평균은 743.35 ions/cm³,

A5지점의 4차 16회 측정치의 평균치는 720.4 ions/cm³에 이었으며. 전체 평균치는 734.5 ions/cm³이었다. 모든 지역에서 측정일 및 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온의 함량이 변화하는 것을 볼 수 있었다(Table 53, Fig. 28).

제주지역의 음이온과 양이온의 함량을 1991-1993년에 걸쳐서 측정된 Carmichael *et al.*,(1996)은 1992-1993년도 제주도에서 채취한 대기질의 연간 평균 측정치는 sulfate(SO₄⁻)는 7.0 µg/m³, nitrate(NO₃⁻) 1.2 µg/m³, ammonium(NH₄⁺) 1.4 µg/m³, natrium(Na⁺) 1.66 µg/m³, potassium(K⁺) 0.4 µg/m³, calcium(Ca⁺⁺) 0.5 µg/m³, magnesium(Mg⁺⁺) 0.3 µg/m³, chlorine(Cl⁻) 1.9 µg/m³ 등으로 음이온과 양이온이 검출되었다고 보고하였다. 더불어 계절별로 함량이 다양하게 변이성이 높았다고 판단하였다.

Carmichael *et al.*,(1997)은 제주도에서 1992-1995년도까지 3년간의 측정에서도 유사한 범위 내에서 음양이온이 혼재하며, 음이온의 함량이 높은 곳은 양이온의 수가 적다고 하였다. 또한 김형철 등(2013a,b)의 절물자연휴양림과 서귀포 자연휴양림 지역의 대기질 조사에서는 33 µg/m³, SO₂⁻ 1 ppb,

NO₂⁻ 1 ppb, CO⁻ 0.1 ppm이 검출되었고, 대조군으로 이도동의 대기질 조사에서는 PM10은 46~69 µg/m³, SO₂⁻ 2 ppb, NO₂⁻ 16~18 ppb, CO⁻ 0.3~0.4 ppm이 검출되었다.

<Table 53> Anion & cation mean values of Gyorae forest- A point

Places	Time	Frequency	Mean (ion no./cm ³)			Temp (°C)	Humidity (%)	Wind velocity(m/sec)	Altitude (m)	Date tested
			anion	cation	deviation					
교A1	11:30-11:50	4	519	326	193	22.0	85	0	452	6. 28
교A1	09:08-09:28	4	665.5	341	324.5	26.65	77.5	0	424	7. 5
교A1	09:20-09:40	4	562	407	155	25.6	81	0	415	7. 6
교A1	09:31-09:39	4	854.5	800.75	53.75	26.13	74.75	0.575	444	7. 7.
교A1	10:32-10:41	4	628.5	530.75	97.75	25.85	88.75	0.4	477	7. 10
교A1	09:25-09:33	4	909.75	828.25	81.5	25.5	76	0	427	7. 13
Mean			689.88	538.96	150.92	25.28	80.50	0.16	439.83	
교A2	11:59-12:10	4	614	389	225	21.9	90	0	464	6. 28
교A2	09:36-09:43	4	550.25	228	322.25	26.25	80.25	0	435	7. 5
교A2	09:43-09:51	4	1207.8	120.2	1087.7	25.05	68.75	0	448	7. 6
교A2	09:47-09:56	4	1031	898.25	132.75	26.45	70	0.625	446	7. 7
교A2	10:50-10:59	4	748.75	583.75	165	25.4	94.25	0	476	7. 10
교A2	09:43-09:51	4	649.5	610.5	39	25.275	83	0	455	7. 13
Mean			800.22	471.62	328.6	25.05	81.04	0.10	454.00	

ⲓⲗA3	12:28-12:53	4	714	479.33	234.67	21.1	93.667	0	464	6.28
ⲓⲗA3	09:50-10:10	4	498	162.75	335.25	26.1	84	0	444	7.5
ⲓⲗA3	10:58-11.10	4	801	150	651	29.2	68	0	447	7.6
ⲓⲗA3	10:16-10:25	4	1029.2	730.25	298.95	26.6	74.5	0	457	7.7
ⲓⲗA3	11:13-11:21	4	652.25	444	208.25	25.5	95	0.475	456	7.10
ⲓⲗA3	9:57-10:06	4	617.25	454.75	162.25	25.8	83.25	0	458	7.13
Mean			718.62	403.51	242.32	25.72	83.07	0.08	454.33	
ⲓⲗA4	13:15-13:37	4	802	489	313	22.5	85.333	0	452	6.28
ⲓⲗA4	10:38-10:48	4	465.75	204.5	261.25	26.15	81	0	456	7.5
ⲓⲗA4	11:38-11:48	4	980.75	672	308.75	26.85	76.5	0.225	470	7.6
ⲓⲗA4	11:35-11:44	4	715.75	476	239.75	25.025	96.75	0.15	477	7.7
ⲓⲗA4	11:35-11:45	4	752.5	540	212.5	26.725	73.5	0.45	470	7.10
Mean			743.35	476.30	267.05	25.45	82.62	0.17	465.00	
ⲓⲗA5	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	6.28
ⲓⲗA5	11:27-11:37	4	476.75	105.7	371.05	26.47	81	0	453	7.5
ⲓⲗA5	12:18-12:28	4	1020.5	677.75	342.75	26.9	72.25	0.475	469	7.6
ⲓⲗA5	12:06-12:15	4	617.75	407	210.75	24.52	97	0.075	469	7.7
ⲓⲗA5	12:13-12:25	4	766.75	513.5	253.25	26.67	72.75	0.1	470	7.10
Mean			720.4	425.9	294.5	26.14	80.75	0.16	465.25	
Total mean		108	734.5	463.3	271.12	25.5	81.6	0.28	455.7	

상기의 연구들에서는 측정단위를 중량 단위로 하였고, 본 연구에서는 음양이온의 숫자로 측정을 하여서 정확한 숫자적 개념의 비교는 할 수는 없으나 그 경향은 예측이 가능하다. 음양이온이 상기의 조사된 항목이외에도 피톤치드 분자에서도 음양이온이 나올 수 있고, 다양한 이온들이 발산물질에 따라서 나오기 때문에 본 연구에서는 숫자 개념의 총체적 측정을 실시한 것이 다른 연구와 차이점이 크게 있으며, 음양이온의 발산과 분산은 시간과 장소에 따라서 다양한 함량을 나타내는 것은 분명하다고 판단한다.

(2) A지역의 지점별 '양이온(cation)의 함

양이온의 경우 교래자연휴양림의 A지역의 5개 지점에서 2017년 6월 28일부터 7월 13일 사이 6일간에 측정한 양이온의 평균치는 (Table 53)에 제시하였다. A1지점의 경우에 6월 28일 11:30 시경에는 326 ions/cm^3 이었으나 7월 5일에는 09:28 시경에는 341 ions/cm^3 로 감소하는 경향이 나타났으나, 7월 7일에는 407 ions/cm^3 로 증가하였다. 측정일과 시간에 따라서 수시로 이온의 함량이 변화하는 것을 알 수가 있다(Fig. 28, 29).

A1지점의 6차 24회의 양이온 측정치 평균은 538.96 ions/cm^3 이었다.

A2지점의 6차 24회 양이온 평균치는 471.62 ions/cm^3 ,

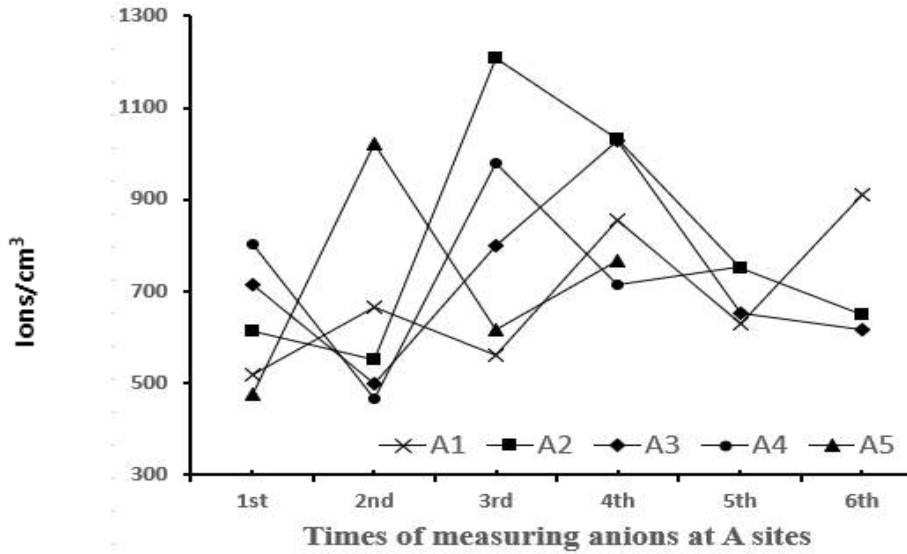
A3지점의 6차 24회 측정치의 평균은 403.51 ions/cm^3 ,

A4지점의 5차 20회 측정치의 평균은 476.3 ions/cm^3 ,

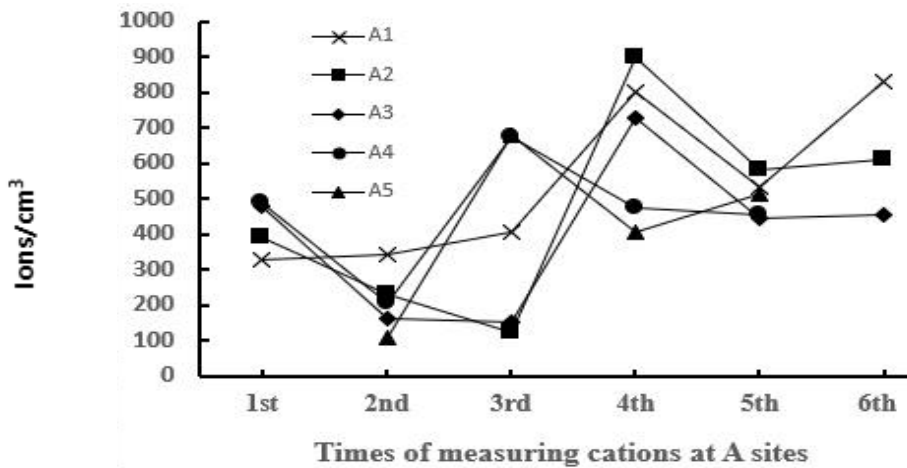
A5지점의 4차 16회 측정 평균치는 297.61 ions/cm^3 에이었으며. 전체 평균치는 459.27 ions/cm^3 이었다. 모든 지역에서 측정일 및 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온의 함량이 변화하는 것을 볼 수 있었다(Fig. 30).

다른 지역에서도 가까운 거리인데도 유사하게 측정치는 5개의 지점에서 유사하게 변화하는 것을 관찰할 수 있었다. 대기에서 확산되는 정도에 따라서 변화가 높다고 판단되며, 풍속에 거의 바람이 없는 상태라서 차이는

크지 않은 가 판단이 된다. A지역에서는 전체적으로 음이온의 수가 양이온의 수보다 높게 나타났다.



<Fig. 28> Timely variations of anion numbers by A sites.



<Fig. 29> Timely variations of cation numbers by A sites.

날짜별 교래 A지역의 음양이온의 차이를 지점별로 측정된 날짜별로 음이온과 양이온의 함량의 차이를 나타낸 것이 Table 48, Fig. 31에 제시하였다.

(3) B지역의 음이온(anion) 수의 함량

교래자연휴양림 B지점의 음양이온 수의 측정치의 평균 요약은 (Table 54)에 제시하였다. 2017년 7월5일부터 13일 사이의 1~3일 간격으로 측정된 4개 지역 전체 평균 음이온 수의 함량은 780 ions/cm^3 , 양이온 함량은 379.55 ions/cm^3 이었으며, 대기 온도는 27.6°C , 습도는 80%, 풍속은 0.1 m/sec , 측정 지역의 해발 고도는 477 m이었다.

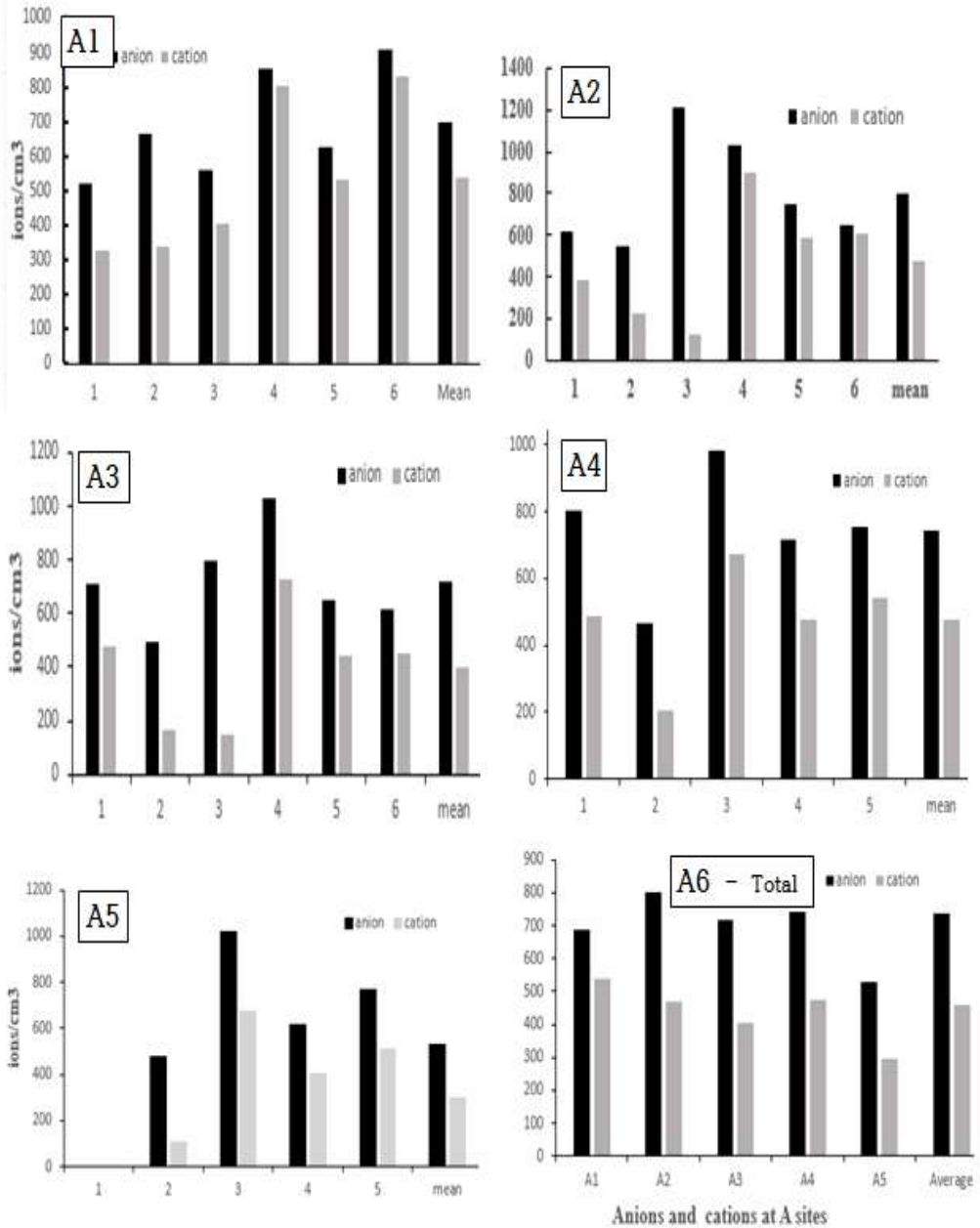
B1지점의 음이온 측정치의 변화는 7월 5일 15:53 시경에는 732.25 ions/cm^3 , 7월 6일 16:05 시경에는 817.5 ions/cm^3 로 약 85.25 ions/cm^3 로 증가하였고, 7월 7일 13:18 시경에는 $1,451.25 \text{ ions/cm}^3$ 로 719 ions/cm^3 로 증가하였다. B1지점의 5회 음이온 측정치의 평균은 890.35 ions/cm^3 이었다. 다른 B2 지역의 4회 측정치의 평균은 760.31 ions/cm^3 , B3 지역의 5회 측정치의 평균은 749.65 ions/cm^3 , B4지점의 4회 측정치의 평균은 702.94 ions/cm^3 로 나타났다(Table 66, Fig. 33, 34). 모든 지역에서 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온의 함량이 변화하는 것을 볼 수 있었다. B지역 전체 4지점의 측정치의 평균은 음이온이 함량이 780 ions/cm^3 이었다. 측정시의 평균 온도는 27.6°C , 습도는 80%, 풍속은 0.1 m/sec , 고도는 477 m 이었다(Table 49, Fig. 31).

(4) B지역의 양이온(cation)의 함량

B1지점의 양이온 측정치의 변화는 7월 5일 15:53 시경에는 488.5 ions/c

m³, 7월 6일 16:05 시경에는 150.5 ions/cm³로 약 338 ions/cm³로 감소하였고, 7월 7일 13:18 시경에는 441.5 ions/cm³로 증가하였다. B1지점의 5회 양이 온 측정치의 평균은 486.95 ions/cm³이었다. 다른 B2 지역의 4회 측정치의 평균은 326.25 ions/cm³, B3지역의 5회 측정치의 평균은 321.15 ions/cm³, B4지점의 4회 측정치의 평균은 383.69 ions/cm³로 나타났다 (Table 54, Fig. 32, 33).

B지역 전체 4지점의 측정치의 평균은 양이온이 함량이 379.55 ions/cm³이었다. 측정시의 평균 온도는 27.6℃, 습도는 80%, 풍속은 0.1 m/sec, 고도는 477 m이었다(Table 49, Fig. 33). 모든 지역에서 시간의 변화에 따라서 수시로 양이온의 함량이 변화하는 것을 관찰 할 수 있었다.

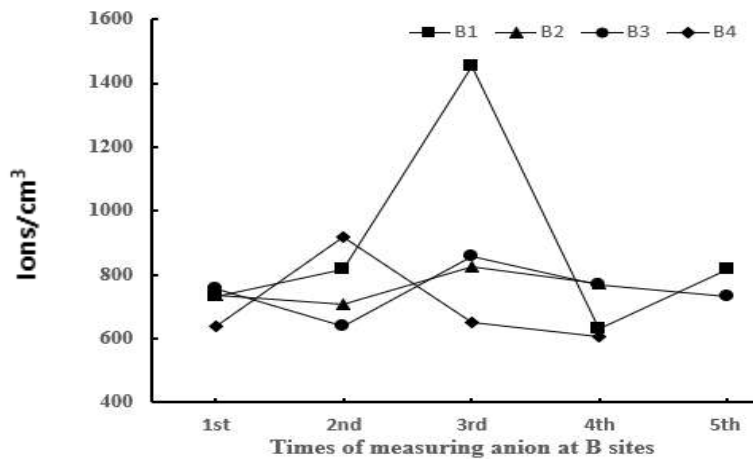


Days measured at the sites A1, A2, A3, A4, A5

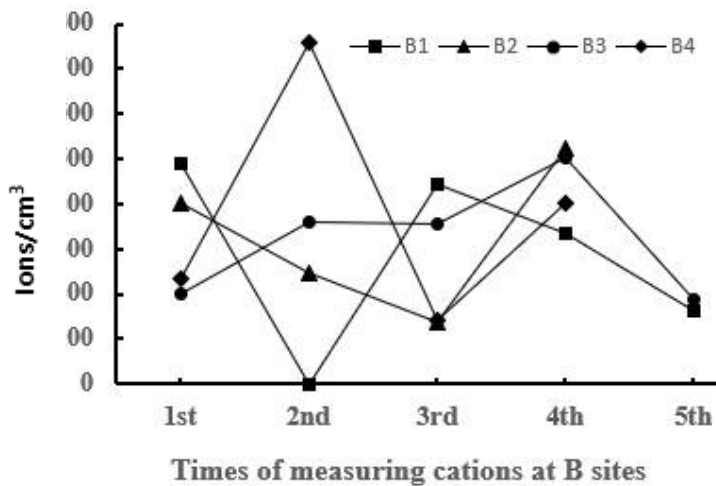
<Fig. 30> Comparison of daily estimates of anions and cations at the sites A1 to A5.

<Table 54> Anion & cation values of Gyora forest- B points

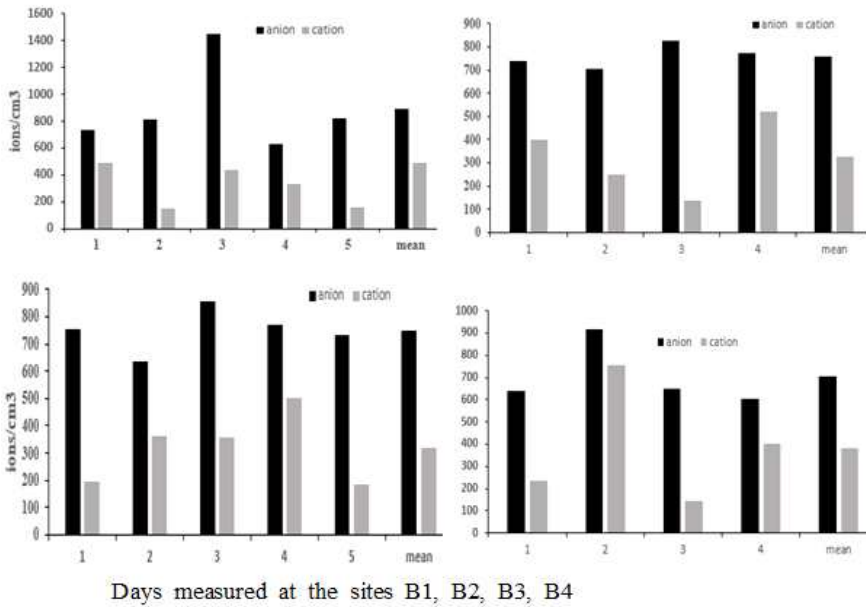
Places	Time	Fre que ncy	Mean (ion no./cm ³)			Temp (°C)	Humi dity (%)	Wi nd vel ocit y(m/s ec)	Altit ude (m)	Date tested
			anion	cation	Deviati -on					
⌒B1	14:09-14:18	4	732.25	488.5	243.75	27.2	78.75	0	441	7. 5
⌒B1	15:58-16:05	4	817.5	150.5	667	28.425	77.25	0	445	7. 6
⌒B1	13:18-13:28	4	1451.25	441.5	1009.75	29.725	67.75	0	450	7. 7
⌒B1	14:30-14:39	4	632.25	332.75	299.5	26.225	85.75	0	487	7. 10
⌒B1	13:43-13:52	4	818.5	161.75	656.6	29.7	73.255	0	454	7. 13.
Mean			890.35	486.95	403.34	28.26	76.55	0	455.4	
⌒B2	14:43-14:53	4	737	400.25	336.75	27.075	81	0	459	7. 5
⌒B2	16:18-16:27	4	706.5	246.5	460	26.15	95	0	453	7. 6
⌒B2	13:47-13:56	4	824	135.5	688.5	28.95	68	0.22	464	7. 7
⌒B2	14:57-15:06	4	773.75	522.75	251	25.75	89	0	498	7. 10
Mean			760.31	326.25	434.06	26.98	83.25	0.06	468.5	
⌒B2	15:53-16:01	4	755.5	198	557.5	29.15	77.25	0	469	7. 5
⌒B3	16:42-16:51	4	636.75	361.25	275.5	25.525	99	0	468	7. 6
⌒B3	14:16-14:26	4	856	356	500	27.6	78	0	477	7. 7
⌒B3	15:24-15:33	4	768.75	503.5	265.25	25.625	83.5	0	517	7. 10
⌒B3	14:32-14:41	4	731.25	187	544.25	28.5	81.5	0	486	7. 13
Mean			749.65	321.15	428.5	27.28	83.85	0	483.4	
⌒B4	16:11-16:22	4	638.5	233.75	404.75	31.075	65.5	0.9	493	7. 5
⌒B4	17:33-17:42	4	916.75	756.75	160	25.95	80.25	0.3	535	7. 6
⌒B4	15:01-15:10	4	650.75	143	507.75	29.125	76	0.28	499	7. 7
⌒B4	16:02-16:11	4	605.75	401.25	204.45	25.425	80.25	0	477	7. 10
Mean			702.94	383.69	319.25	27.89	75.50	0.37	501	
Total mean		72	780	379.55	400.45	27.6	80	0.1	477	



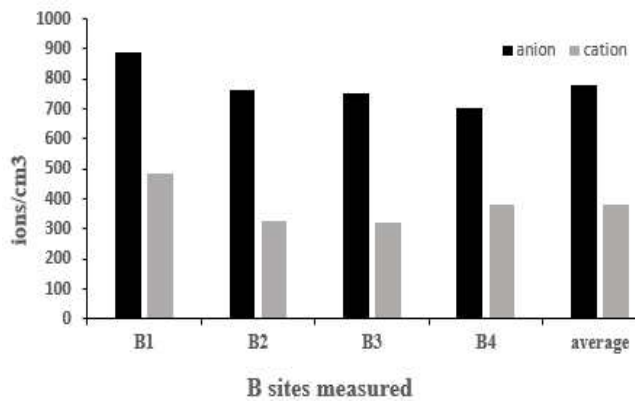
<Fig. 31> Timely variations of anion numbers by B sites.



<Fig. 32> Timely variations of cation numbers by B places measured.



<Fig. 33> Comparison of daily estimates of anions and cations at the sites B1 to B4.



<Fig. 34> Comparison of mean cations measured at B sites.

3) 성판악 휴게소의 음양이온 수의 분석

성판악 휴게소의 2지점인 A1과 A2지점에서 7월 17일 오후에 각각 4회씩 측정한 평균치를 (Table 55)에 제시하였다.

A지역의 2개 A1과 A2 지점의 전체 평균 음이온 함량은 937.5 ions/cm³, 양이온 함량은 300.75 ions/cm³이었으며, 대기 온도는 29.01℃, 습도는 64.13%, 풍속은 0.41 m/sec, 측정 지역의 해발 고도는 702 m이었다.

A1과 A2지점의 음이온 측정치의 변화는 14:02~14:27분 사이에 807.5에서 1067.5 ions/cm³로 약 260 ions/cm³로 증가하였다. A1과 A2지점의 양이온 측정치의 변화는 14:02~14:27분 사이에 53.75에서 547.75 ions/cm³로 약 494 ions/cm³로 증가하였다.

유사지점에서도 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온과 양이온의 함량이 변화하는 것을 볼 수 있었다. 음이온과 양이온의 수는 14:20 사이가 비교적 높았다.

<Table 55> Anion & cation values of Sungpanak rest resort

Places	Time	Frequency	Mean (ion no./cm ³)		Mean Temp °C	Mean Humidity (%)	Wind velocity(m/sec)	Altitude (m)	Date tested
			anion	cation					
성판A1	14:02-14:11	4	807.5	53.75	30.075	60	0.35	700	7. 17.
성판A2	14:18-14:27	4	1067.5	547.75	27.95	68.25	0.475	704	7. 17.
Mean	14:02-14:27	8	937.50	300.75	29.01	64.13	0.41	702	7. 17.

4) 한라생태 숲의 음양이온의 측정치 분석

한라생태 숲의 2개 지점인 A1과 A2지점에서 오전에 각각 4회씩 측정
한 평균치를 (Table 56)에 제시하였다.

A지역의 2개 A1과 A2 지점의 전체 평균 음이온 함량은 860.75 ions/cm³,
양이온 함량은 482.63 ions/cm³이었으며, 대기 온도는 29.16°C, 습도는 59.63%,
풍속은 0.86 m/sec, 측정 지역의 해발 고도는 535 m이었다.

A1과 A2지점의 음이온 측정치의 변화는 10:38~11:20분 사이에 805.25
에서 916.25 ions/cm³로 약 111 ions/cm³로 증가하였다. A1과 A2지점의
양이온 측정치의 변화는 10:38~11:20분 사이에 575.75에서 389.5 ions/cm³로
약 186.25 ions/cm³로 감소하였다.

유사지점에서도 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온과 양이온의 함량
이 변화하는 것을 볼 수 있었다. 음이온의 수는 11:20 경이 비교적 높았다
(Table 56). 고도는 535 m이었고, 풍속은 0.86 m/sec 바람이 없었다고 판
단 한다.

<Table 56> Anion & cation values of Halla eco forest

Places	Time	Freq- uency	Mean (ion no./cm ³)		Temp (°C)	Humidity (%)	Wind velocity (m/sec)	Altit- ude (m)	Date tested
			anion	cation					
Halla A1	10:38-10:47	4	805.25	575.75	29.65	57.75	0.475	535	7. 17.
Halla A2	11:11-11:20	4	916.25	389.5	28.675	61.5	1.25	534	7. 17.
Mean	10:38-11:20	8	860.75	482.63	29.16	59.63	0.86	535	7. 17.

5) 동백동산 숲에서의 음이온과 양이온 수측정 수치 분석

동백동산 숲의 2개 지점인 A1과 A2지점에서 7월 19일 오후에 각각 4회씩 측정한 평균치를 (Table 57)에 제시하였다.

A지역의 A1과 A2 지점의 전체 평균 음이온 수의 함량은 1,073.15 ions/cm³, 양이온 수 함량은 154.88 ions/cm³이었으며, 대기 온도는 31.65℃, 습도는 61.75%, 풍속은 0.0 /sec, 측정 지역의 해발 고도는 167 m이었다. 온도가 비교적 높았다.

A1과 A2지점의 음이온 측정치의 변화는 15:49~16:08분 사이에 1,091.8 ~1,054.5 ions/cm³로 약 37.7 ions/cm³로 감소하였다. A1과 A2지점의 양이온 측정치의 변화는 15:49~16:08분 사이에 163.75 에서 146 ions/cm³로 약 17.75 ions/cm³로 감소하였다.

유사지점에서도 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온과 양이온의 함량이 변화하는 것을 볼 수 있었다. 음이온의 수는 16시 경이 비교적 높았다 (Table 52). 고도는 167 m이었고, 풍속은 0 m/sec 바람이 없었다고 판단한다. 저자대가 고지대보다는 이온의수가 높게 나오는 경향이 있었다.

<Table 57> Anion & cation values of Dongbacksan forest

Places	Time	Frequency	Mean (ion no./cm ³)		Temp (°C)	Humidity (%)	Wind velocity (m/sec)	Altitude (m)	Date tested
			anion	cation					
Dong back A1	15:49-15:57	4	1091.8	163.75	31.9	60.25	0	167	7 19
Dong back A2	15:59-16:08	4	1054.5	146	31.4	63.25	0	167	7. 19
Mean	15:49-16:08	8	1,073.15	154.88	31.65	61.75	0	167	7.19

6) 사려니숲 길에서의 음이온과 양이온의 측정 수치 분석

사려니숲길의 2개 지점인 A1과 A2지점에서 7월 17일 오후에 각각 4회씩 측정한 평균치를 (Table 58)에 제시하였다.

A지역의 A1과 A2 지점의 전체 평균 음이온 함량은 745 ions/cm³, 양이온 함량은 277.75 ions/cm³이었으며, 대기 온도는 28.58℃, 습도는 73.75%, 풍속은 0.0 /sec, 측정 지역의 해발 고도는 484 m이었다. 온도가 비교적 높았다.

A1과 A2지점의 음이온 측정치의 변화는 14:49~15:13분 사이에 674에서 816 ions/cm³로 약 142 ions/cm³로 증가하였다. A1과 A2지점의 양이온 측정치의 변화는 14:49-15:13분 사이에 257.75에서 298.25 ions/cm³로 약 41 ions/cm³로 증가하였다.

유사지점에서도 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온과 양이온의 함량이 변화하는 것을 볼 수 있었다. 음이온의 수는 16시 경이 비교적 높았다(Table 58). 고도는 484 m이었고, 풍속은 0 m/sec 바람이 없었다고 판단 한다. 저자대가 고지대보다는 이온의수가 높게 나오는 경향이 있었다.

<Table 58> Anion & cation values of Saryeoni forest path

Places	Time	Frequency	Mean (ion no./cm ³)		Temp (°C)	Humidity (%)	Wind velocity (m/sec)	Altitude (m)	Date tested
			anion	cation					
Saryeoni A1	14:49-14:58	4	674	257.25	29.175	71.25	0	486	7. 17
Saryeoni A2	15:05-15:13	4	816	298.25	27.975	76.25	0	482	7. 17
Mean	14:49-15:13	8	745	277.75	28.58	73.75	0	484	7.17

7) 한라수목원의 음이온과 양이온의 측정 수치 분석

한라수목원의 2개 지점인 A1과 A2지점에서 7월 18일 오후에 각각 4회씩 측정한 평균치를 (Table 59)에 제시하였다.

A지역의 2개 A1과 A2 지점의 전체 평균 음이온 함량은 843 ions/cm³, 양이온 함량은 746.5 ions/cm³이었으며, 대기 온도는 27℃, 습도는 85.88%, 풍속은 0.54 /sec, 측정 지역의 해발 고도는 488.5 m이었다.

A1과 A2지점의 음이온 측정치의 변화는 10:41~11:07분 사이에 843에서 899.8 ions/cm³로 약 56.4 ions/cm³로 증가하였다. A1과 A2지점의 양이온 측정치의 변화는 10:41~11:07분 사이에 746.5에서 713 ions/cm³로 약 33.5 ions/cm³로 감소하였다.

유사지점에서 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온과 양이온의 함량이 변화하는 것을 볼 수 있었다. 음이온의 수는 오전 10시 경이 비교적 높았다(Table 59). 고도는 488.5 m이었고, 풍속은 0.54 m/sec로 바람이 없었다고 판단한다.

<Table 59> Anion & cation values of Halla forest garden

Places	Time	Frequency	Mean (ion no./cm ³)		Temp. (℃)	Humidity (%)	Wind velocity (m/sec)	Altitude (m)	Date tested
			anion	cation					
Halla forest A1	10:41-10:49	4	843	746.5	25.95	92	0.53	181	7. 18
Halla forest A2	10:58-11:07	4	899.8	713	28.1	79.75	0.55	796	7. 18
Mean	10:41-11:07	8	871.40	729.75	27.03	85.88	0.54	488.5	7. 18

8) 농장에서의 이온 수의 측정 수치 분석

자연과사람들 농장 4개 지점인 A1, A2, A3, A4지점의 3일에 걸쳐서 오후에 각각 4회씩 측정한 평균치를 (Table 60, Fig. 35, 36)에 제시하였다.

A지역의 A1, A2, A3, A4 지점의 전체 평균 음이온 함량은 721.5 ions/cm³, 양이온 함량은 401.2 ions/cm³이었으며, 대기 온도는 26.5℃, 습도는 70%, 풍속은 5.6 /sec, 측정 지역의 해발 고도는 365 m이었다.

A1지점의 4일간의 음이온 측정치의 변화는 14:14~16:44분 사이에 366에서 1,211.8 ions/cm³로 약 84.58 ions/cm³로 증가하였다. A1지점의 같은 시간대에 양이온 측정치의 변화는 247.33에서 890.75 ions/cm³로 약 643.42 ions/cm³로 증가하였다.

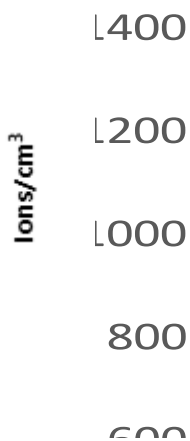
A2지점의 3일간의 음이온 측정치의 변화는 14:27~16:50분 사이에 522.7에서 1,025.5 ions/cm³로 약 502.88 ions/cm³로 증가하였다. A2지점의 같은 시간대에 양이온 측정치의 변화는 242.3에서 814.5 ions/cm³로 약 572.2 ions/cm³로 증가하였다.

A3지점의 경우 1일간의 음이온 측정치는 14:58~15:22분 사이에 522.7 ions/cm³이었으며, A3지점의 같은 시간대에 양이온 측정치의 변화는 292.3 ions/cm³이었다. A4지점의 경우에는 음이온의 측정 수치는 721.5 ions/cm³이었고, 양이온의 측정 수치는 401.2 ions/cm³이었다. 위의 두 경우에는 1일 만 측정을 하였다.

자연과 사람들 농장 유사지점에서도 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온과 양이온의 함량이 변화하는 것을 볼 수 있었다. 음이온의 수는 오후 14:20 분경이 비교적 높았다. 전체 평균 고도는 365 m이었고, 풍속은 0.56 m/sec로 바람이 없었다고 판단 한다.

<Table 60> Anion & cation values of nature and human farm

Places	Time	Frequency	Mean (ion no./cm ³)		Temp (°C)	Humidity (%)	Wind velocity (km)	Altitude (m)	Date tested
			anion	cation					
Nature A1	14:25~14:46	4	455	247.33	26.333	64	1.3	365	6.28
Farm A1	13:58-14:08	4	366	295.5	26.225	70.75	1.325	369	7. 5
Farm A1	14:14-14:23	4	1211.8	890.75	26.375	72	1.375	372	7. 5
Farm A1	16:35-16:44	4	676	293.75	29.675	69.75	0.375	358	7. 17
Mean			677.20	431.83	27.15	69.13	1.09	366	
Farm A2	14:58~15:22	4	522.7	292.3	26.27	63	1.37	365	6.28
Farm A2	14:27-14:30	4	1025.5	814.5	27.35	69	0.75	377	7. 5
Farm A2	16:49-16:58	4	808	242.3	28.88	72.3	0.75	356	7. 17
Mean			785.40	449.70	27.50	68.10	0.96	366	
농장 A3	15:29~15:50	4	739	445	25.8	69	2.53	364	6.28
Farm A4	16:12~16:33	4	690	385	25.93	74	1.1	364	6.28
Total mean	13:58-16:58	36	721.5	401.2	26.5	70	5.68	365	



Symbols: (●): A1, (■): A2, (▲): A3, (◆): A4 points.

<Fig. 35> Timely variations of anion numbers in the nature and human farm.



Symbols: (●): A1, (■): A2, (▲): A3, (◆): A4 points.

<Fig. 36> Timely variations of cation numbers in the nature and human farm.

9) 함덕해수욕장 지역 음이온과 양이온 수의 측정

함덕해수욕장의 2개 지점인 A1과 A2지점에서 2017년 7월 19일 오전에 각각 4회씩 측정한 평균치를 (Table 61)에 제시하였다.

A지역의 A1과 A2 지점의 전체 평균 음이온 함량은 409.13 ions/cm³, 양이온 함량은 143.75 ions/cm³이었으며, 대기 온도는 29.12℃, 습도는 84.13%, 풍속은 1.31 /sec, 측정 지역의 해발 고도는 38 m이었다.

A1과 A2지점의 음이온 측정치의 변화는 오전 10:41~11:04분 사이에 384.75에서 433.5 ions/cm³로 약 48.75 ions/cm³로 증가하였다. A1과 A2 지점의 양이온 측정치의 변화는 10:41~11:04분 사이에 158.25에서 129.25 ions/cm³로 약 29 ions/cm³로 감소하였다.

유사지점에서도 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온과 양이온의 함량이 변화하는 것을 볼 수 있었다. 음이온의 수는 오전 11시 경이 비교적 높았다(Table 61). 고도는 38 m이었고, 풍속은 1.31 m/sec로 바람이 약간 있었으며, 바다가여서 음이온과 양이온의 수치가 낮다고 본다.

<Table 61> Anion & cation values of Hamdeog seaside

Places	Time	Frequency	Mean (ion no./cm ³)		Temp (°C)	Humidity (%)	Wind velocity (km)	Altitude (m)	Date tested
			anion	cation					
Hamdeog A1	10:41-10:50	4	384.75	158.25	28.9	85.25	1.63	41	7. 19
Hamdeog A2	10:55-11:04	4	433.5	129.25	29.33	83	0.98	35	7. 19
Mean	10:41-11:04	8	409.13	143.75	29.12	84.13	1.31	38	7. 19

10) 거문오름 지역 음이온과 양이온의 측정 수치 분석

거문오름 지역의 3개 지점인 A1, A2, A3 지점의 각각 4회씩 측정한 평균치를 (Table 62)에 제시하였다.

A지역의 A1, A2, A3 지점의 28회 측정한 전체 평균 음이온 함량은 $1,012.42 \text{ ions/cm}^3$, 양이온 함량은 529.7 ions/cm^3 이었으며, 대기 온도는 28.4°C , 습도는 73%, 풍속은 0.1 m/sec, 측정 지역의 해발 고도는 398.7 m 이었다.

A1지점의 8회의 음이온 평균 측정치의 변화는 9:12-9:21와 14:30~16:40 분 사이에 $1,228.75$ 에서 $1,044.25 \text{ ions/cm}^3$ 로 약 $1,84.5 \text{ ions/cm}^3$ 로 감소하였다. A1지점의 양이온 측정치의 변화는 $1,085$ 에서 271.5 ions/cm^3 로 약 859.75 ions/cm^3 만큼 감소하였다. A1지점의 전체 평균치는 음이온의 측정치는 $1,136.50 \text{ ions/cm}^3$, 양이온은 678.25 ions/cm^3 이었다.

A2지점의 8회의 음이온 측정치의 변화는 9:31~9:40와 14:47~14:56분 사이에 $1,180.75$ 에서 912.25 ions/cm^3 로 약 268.5 ions/cm^3 로 감소하였다. A2지점의 같은 시간대에 양이온 측정치의 변화는 945.75 에서 151.5 ions/cm^3 로 약 794.25 ions/cm^3 만큼 감소하였다. A2지점의 전체 평균치는 음이온의 측정치는 $1,046.50 \text{ ions/cm}^3$, 양이온은 548.63 ions/cm^3 이었다.

<Table 62> Anion & cation values of Geomunoreum area

Places	Time	Frequ- ency	Mean (ion no./cm ³)		Temp (°C)	Humidity (%)	Wind veloci- ty(k m)	Altit- ude (m)	Date tested
			anion	cation					
Ge ⁻ A1	9:12-9:21	4	1228.75	1085	24.725	82.25	0	353	7. 17
Ge ⁻ A1	14:30-14:40	4	1044.25	271.5	31.475	68	0.25	412	7. 5
Mean		8	1,136.50	678.25	28.10	75.13	0.13	382.5	
Ge ⁻ A2	9:31-9:40	4	1180.75	945.75	26.35	79	0	372	7. 17
Ge ⁻ A2	14:47-14:56	4	912.25	151.5	30.2	67	0.13	431	7. 5
Mean		8	1,046.50	548.63	28.28	73.00	0.07	401.5	
Ge ⁻ A3	9:48-9:57	4	911.5	631	27.15	74.75	0	382	7. 17
Ge ⁻ A3	15:02-15:11	4	797	93.5	30.175	66.75	0.23	442	7. 5
Mean		8	854.25	362.25	28.66	70.75	0.12	412	
Total mean		24	1012.42	529.7	28.4	73	0.1	398.7	

A3지점의 경우 8회의 음이온 평균 측정치는 9:48-9:57과 15:02-15:11 시간 사이에 911.5 ions/cm³에서 797 ions/cm³로 114.5 ions/cm³ 만큼 감소하였으며, A3지점의 같은 시간대에 양이온 측정치의 변화는 631 ions/cm³에서 93.5 ions/cm³로 537.5 ions/cm³ 만큼 감소하였다. A3지점의 전체 평균치는 음이온의 측정치는 825.50 ions/cm³, 양이온은 362.25 ions/cm³이었다.

전체적으로 측정일이 동일하지는 않지만 측정 일시에 따라서 변화하는 양상을 나타내었다. 음이온의 수치는 오전 9시경에 비교적 높았다(Table 74). 전체 평균 고도는 394 m이었고, 풍속은 0.1 m/sec로 바람이 없었다고 판단한다.

11) 절물휴양림 음이온과 양이온의 측정치 수 분석

절물휴양림의 2개 지점인 A1과 A2지점에서 2017년 7월 17일 오후에 각각 4회씩 측정한 평균치를 (Table 63)에 제시하였다.

A지역의 A1과 A2 지점의 전체 평균 음이온 함량은 674.5 ions/cm³, 양이온 함량은 29.3 ions/cm³이었으며, 대기 온도는 29.83°C, 습도는 56.25%, 풍속은 0.24 m/sec, 측정 지역의 해발 고도는 465 m이었다.

A1과 A2지점의 음이온 측정치의 변화는 15:26-15:50 시간 사이에 696.75에서 652.25 ions/cm³로 약 44.5 ions/cm³로 감소하였다. A1과 A2지점의 양이온 측정치의 변화는 같은 시간대에 530.25에서 411.77 ions/cm³로 118.5 ions/cm³ 만큼 감소하였다.

유사지점에서도 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온과 양이온의 함량이 변화하는 것을 볼 수 있었다. 음이온의 수는 오후 3시경이 비교적 높았다(Table 63). 고도는 465 m이었고, 풍속은 0.24 m/sec로 바람이 없었다고 판단 한다.

12) 한라산 1,100고지 음이온과 양이온수의 측정치 수 분석

한라산 1,100고지의 2개 지점인 A1과 A2지점에서 2017년 7월 18일 오후에 각각 4회씩 측정한 평균치를 (Table 64)에 제시하였다.

<Table 63> Anion & cation values of Jeolmul forest

Places	Time	Frequency	Mean (ion no./cm ³)		Temp (°C)	Humidity (%)	Wind velocity(km)	Altitude (m)	Date tested
			anion	cation					
Jeolmul A1	15:26-15:35	4	696.75	530.25	28.875	54	0.2	463	7. 17
Jeolmul A2	15:41-15:50	4	652.25	411.75	30.775	58.5	0.27	467	7. 17
Mean	15:26-15:50	8	674.50	471.00	29.83	56.25	0.24	465	7. 17

한라산 1,100고지의 A1 지점 한 개 지점을 4회 측정한 평균 음이온수 함량은 655.75 ions/cm³, 양이온 함량은 110.25 ions/cm³이었으며, 대기 온도는 22.95°C, 습도는 85%, 풍속은 1.05 m/sec, 측정 지역의 해발 고도는 1050 m이었다. 해발 고도가 높아서 음이온의 수치는 매우 낮았으며, 양이온의 수치도 낮았으나 음이온 수치보다는 높았다. 해발 고도에 따라서 음이온의 수치가 낮은 것으로 판단된다.

**<Table 64> Anion & cation values of Mt. Halla altitude
1,100 m area**

Places	Time	Frequen- cy	Mean (ion no./cm ³)		Temp. (°C)	Humidity (%)	Wind velocity(k m)	Altitude (m)	Date tested
			anion	cation					
1100 m area A1	09:42-09:51	4	655.75	110.25	22.95	85	1.05	1050	7. 18.

13) 제주시내에서의 음이온과 양이온의 측정치 수 분석

제주시내 5개 지점인 A1, A2, A3, A4, A5지점에서 2017년 7월 6일 오후에 각각 4회씩 측정한 평균치를 (Table 65)에 제시하였다.

A지역 5개 지점의 전체 평균 음이온 함량은 449.35 ions/cm³, 양이온 함량은 203.25 ions/cm³이었으며, 대기 온도는 31.88°C, 습도는 59.5%, 풍속은 0.56 m/sec, 측정 지역의 해발 고도는 724 m이었다.

A1은 제주시 봉개사거리로 10:18-10:28 시간대에 4회 측정한 음이온의 평균치는 441.25 ions/cm³, 양이온의 수치는 491.5 ions/cm³이었다.

A2지점인 제주시 명도암 지점의 음이온 측정치의 변화는 10:41~10:51 시간 사이에 445 ions/cm³, 양이온의 측정수치는 384 ions/cm³이었다.

A3 제주시 법원사거리 지점의 음이온 측정치의 변화는 11:44~11:54 시간 사이에 447 ions/cm³, 양이온의 측정수치는 12.25 ions/cm³ 이었다.

A4 제주시 광양사거리 지점의 음이온 측정치의 변화는 12:07~12:17 시간 사이에 457 ions/cm³, 양이온의 측정수치는 118.5 ions/cm³이었다.

A5 제주시 남문사거리 지점의 음이온 측정치의 변화는 12:34~12:44 시간 사이에 456.5 ions/cm³, 양이온의 측정수치는 10 ions/cm³ 이었다. 제주시내의 양이온 측정치의 변화는 10:00~13:00 시간대에 장소와 시간에 따

라서 변화가 441.25~456.5 ions/cm³로 증가하면서 크게 차이가 나타났다. 또한 양이온의 차이도 491.5~10 ions/cm³로 변화 폭이 매우 높았다. 음이온이 제일 높게 나타난 지역은 남문사거리였고, 제일 낮은 곳은 명도암 앞, 양이온이 제일 높게 나타난 지점은 봉개사거리이었고, 제일 낮게 나타난 지역은 남문사거리였다.

제주시내의 5개 지점에서 장소와 시간의 변화에 따라서 수시로 음이온과 양이온의 함량이 변화하는 것을 볼 수 있었다. 제주시의 고도는 144.8 m이었고, 풍속은 0.56 m/sec로 바람이 없었다고 판단 한다.

<Table 65> Estimates of anion & cation numbers measured at Jeju city

Sites	Time	Freq	Mean No. (ion no./cm ³)		Mean Temp. (°C)	Mean Hum (%)	Mean WV (km)	Mean Alt (m)	Date tested
			anion	cation					
A1	10:18-10: 28	4	441.25	491.5	28.7	75.75	0	310	7. 6.
A2	10:41-10: 51	4	445	384	31.35	61.5	0.82	185	7.6
A3	11:44-11: 54	4	447	12.25	32.27	54.75	0.4	110	7. 6.
A4	12:07-12: 17	4	457	118.5	33.05	54.5	0.55	78	7. 6.
A5	12:34-12: 44	4	456.5	10	34.02	51	1.05	41	7. 6.
mean		20	449.35	203.2	31.88	59.50	0.56	144.8	7. 6.

A1: Bonggae Junction(Jct), A2: Myeongdoam, A4: Bobwonm Jct, A4: ·Gwangyang Jct, A5: Nammun Jct.

14) 폭포지역 3곳의 음이온과 양이온의 측정치 비교

원양폭포에서도 2017년 7월 28일 오후에 4회 측정한 음이온의 평균함량은 3,118.75 ions/cm³이었고, 양이온의 평균함량은 2,755.5 ions/cm³이었다 (Table 66, Fig. 39).

정방폭포의 경는 평균 함량이 음이온은 2,842.75 ions/cm³, 양이온의 평균 함량은 3,56.75 ions/cm³이었다(Table 67, Fig. 37, 38).

천지연폭포의 음이온의 평균함량은 3,471.25 ions/cm³, 양이온의 평균 함량은 4회 측정에서도 모두 90 ions/cm³이었다(Table 68, Fig. 37, 38). 폭포 3개중에 제일 높게 음이온이 함유된 지역은 천지연 폭포이었으며, 순위는 천지연>원양>정방폭포 순으로 낮게 나타났다. 정방폭포 보다는 천지연폭포의 음이온 평균함량이 629 ions/cm³이 높게 측정되었다. 제주도내 측정지역중 제일 낮은 함덕해수욕장의 548 ions/cm³ 보다는 무려 6.4배가 많게 측정되었다.

폭포 3곳 중 제일 높게 양이온이 함유된 지역은 원양폭포였으며, 순위는 원양폭포>정방>천지연폭포 순으로 낮게 나타났다. 천지연폭포의 양이온 함량 90 ions/cm³ 보다 원양폭포의 양이온 평균함량이 30.6배가 높게 측정됐고, 제주도내 측정지역중 양이온이 제일 낮은 함덕 해수욕장의 함량보다 보다는 무려 8.7배가 높게 측정되었다.

폭포 3곳의 양이온수 함양분포는 폭이 매우 크게 나타나 흥미로운 대목이다. 그 이유는 천지연폭포는 바로 앞이 바다여서 양이온수의 함량이 낮고, 원양폭포는 산꼭대기에 있어서 양이온수의 함량이 높지 않은가 추정해 본다. 함덕해수욕장도 바닷가에 위치하여 양이온수의 함량이 낮은 편이다.

<Table 66> Anion & cation values of Wonyang fall

Places	Time	Frequ- ency	Mean (ions/cm ³)		Temp (°C)	Humi- dity (%)	Wind velocity (km)	Altit- ude (m)	Date tested
			anions	cations					
Wonyang fall	12:25~ 12:33	4	3118.75	2755.5	27.68	85.25	0	947	7. 28.

<Table 67> Anion & cation values of Jeongbang fall

Jeongbang fall	13:14~ 13:23	4	2842.25	356.75	31.35	73.25	0.45	707	7. 28
-------------------	-----------------	---	---------	--------	-------	-------	------	-----	-------

<Table 68> Anion & cation values of Chunjiyeon fall

Chunjiyeon fall	13:53~ 14:52	4	3471.25	90	31	71.75	0	41	7. 28
--------------------	-----------------	---	---------	----	----	-------	---	----	-------

15) 제주 16지역의 음이온과 양이온 수의 총괄분포 분석

제주도의 16개 지역을 대상으로 측정한 음이온과 양이온 수의 평균치 분포와 측정당시의 평균온도, 평균 습도, 평균 풍속과 해발높이를 총괄적으로 나타낸 것을 (Table 69)에 제시하였다. Table 69는 해발높이 순으로 아래로부터 낮은 순서에서 높은 순서로 위로 올라가면서 정리되었다.

(1) 저지대와 고지대의 이온 함량의 변화

음이온의 측정치를 보면 제일 낮은 해발 144.8m인 제주시 지역의 음이온의 평균수치는 449.35 ions/cm^3 이었고, 고도가 제일 높은 한라산 중턱의 1,100m 고지는 655.75 ions/cm^3 이었다. 제주시 지역 보다 1,100고지에서 206.4 ions/cm^3 로 높게 측정돼 저지대보다 고지대가 높게 나타났다 (Table 69).

음이온의 측정치가 낮은 곳부터 높은 순서로 보면, 제주시<함덕해수욕장<한라산1100고지<농장<교래A<사려니길<절물휴양림<교래B<거문오름<한라숲길<한라산 수목원<성판악휴게소<동백산자연휴양림<정방폭포<원양폭포<천지연폭포 순으로 높은 함량으로 측정되었다.

해발고도 순으로 측정치의 음이온 함량의 차이를 일정하게 차이를 보이는 않았으나, 통계적으로는 유의한 차이($p<.001$)가 있는 것으로 나타났다 (Table 69). 또한 해발고도와 음이온의 함량에서는 상관성이 $r=.076$ 으로 유의성이 없는 것으로 나타났다 (Table 70, Fig. 39).

양이온은 저지대인 함덕 지역에서는 316.63 ions/cm^3 이었고, 1,100고지에서는 110.75 ions/cm^3 로 저지대인 함덕해수욕장 지점 보다 205.88 ions/cm^3 만큼 낮게 나타났다. 고지대의 양이온은 저지대보다 낮게 측정되었다. 양이온의 측정치를 낮은 순에서 높은 순으로 배열을 보면 다음과 같

다. 천지연폭포<1100고지<동백산자연휴양림<제주시<사려니길<원양폭포<성판악 휴게소<함덕해수욕장<정방폭포<교래자연휴양림B<절물자연휴양림<농장<교래자연휴양림A<한라산 숲길<거문오름<한라수목원 순으로 높게 측정되었다. 해발고도 순으로 측정치의 일정한 차이를 보이지는 않았으나, 통계적으로는 유의한 차이($p<.001$)가 있는 것으로 나타났다(Table 70). 또한 해발고도와 양이온 함량은 정적인 상관성이 $r=.374$ 로 유의한 정적인 상관관계가 보였다($p<.001$)(Table 71, Fig. 38).

(2) 전체적 이온수치의 추이

전체적으로 제주지역의 음이온(anion)의 함량측정 평균 수치는 제일 낮은 수치는 제주시의 449.35 ions/cm^3 ~ 제일 높은 지역은 천지연폭포 $3,471.25 \text{ ions/cm}^3$ 의 범주로 나타났다(Table 69, Fig. 37).

양이온(cation)의 함량측정 평균수치가 낮은 천지연폭포의 90 ions/cm^3 ~ 제일 높게 나타난 한라산 수목원의 수치는 729.8 ions/cm^3 이었으며, 그 차이는 639.8 ions/cm^3 이로 높게 나타났다(Table 69, Fig. 37). 천지연폭포에서는 4차례의 측정에서 모두 낮게 나왔다.

음이온과 양이온 및 고도의 분산분석에서 측정지역간의 함량차이는 모두 유의성이 있었다. 음이온과 양이온의 함량차이도 유의성이 있었으며, 거기에 고도의 차이도 모두 유의성이 있는 것으로 나왔다(Table 65).

상기의 음이온과 양이온 함량 요인간은 상관관계분석에서도 정적인 상관관계가 유의하게 나타났다($p<.001$). 즉 anion과 cation의 경우에 $r=.396$ 으로 유의한 정적인 상관관계가 보였다(Table 71, Fig. 38).

(3) 전체지역의 온도의 추이

제주도의 16개 지역의 측정시의 대기 온도는 7월 중이라 비교적 높았다. 제일 낮은 곳은 한라산 중턱에 자리잡은 1,100 m고지로 22.95℃이었고, 제일 높은 곳은 제주시 31.88℃ 이었다. 전체 13개 지역의 평균 온도는 27.90℃ 로 나타났다.

(4) 전체지역의 습도의 추이

제주도내 16개 지역 측정 시 대기 습도는 제일 낮은 곳이 제주시로 59.1%이었고, 제일 높은 지역은 한라산 수목원이 85.88%로 실내라는 관점에서 습도가 높았다. 전체의 평균 습도는 76.46%이었으며, 습도가 80% 이상인 지역은 8개 지역(한라산 수목원, 동백산휴양림, 교래 자연휴양림, 절물 휴양림, 함덕해수욕장)으로 80~88.8%를 나타냈다. 이들 지역은 숲이 많이 우거진 지역이라 습도도 높았다. 함덕해수욕장은 해변이라 습도가 높았다고 추정된다(Table 69).

(5) 전체지역의 풍속의 추이

제주도내 16개 지역의 풍속은 측정 일에 비교적 바람이 잔잔해 상대적으로 낮게 나타났다. 풍속이 제일 낮은 지역은 0 m/sec인 동백산휴양림지역과 사려니숲길 이었다. 제일 풍속이 높게 나타난 지역은 자연과사람 농장이 1.2 m/sec, 한라산 중턱 1,100고지가 1.05 m/sec, 거문오름 0.87 m/sec, 한라산 숲길 0.86 m/sec, 함덕 해수욕장 0.67 m/sec이었다.

다른 지역은 0~.56 s/sec 범위에 속해 있었다. 지대가 높거나 농장 같이 개활지 같은 지역은 풍속이 비교적 높았고, 저지대는 비교적 풍속이

매우 낮아서 측정하는데 도움이 되었다고 본다(Table 69).

(6) 전체지역의 고도추이

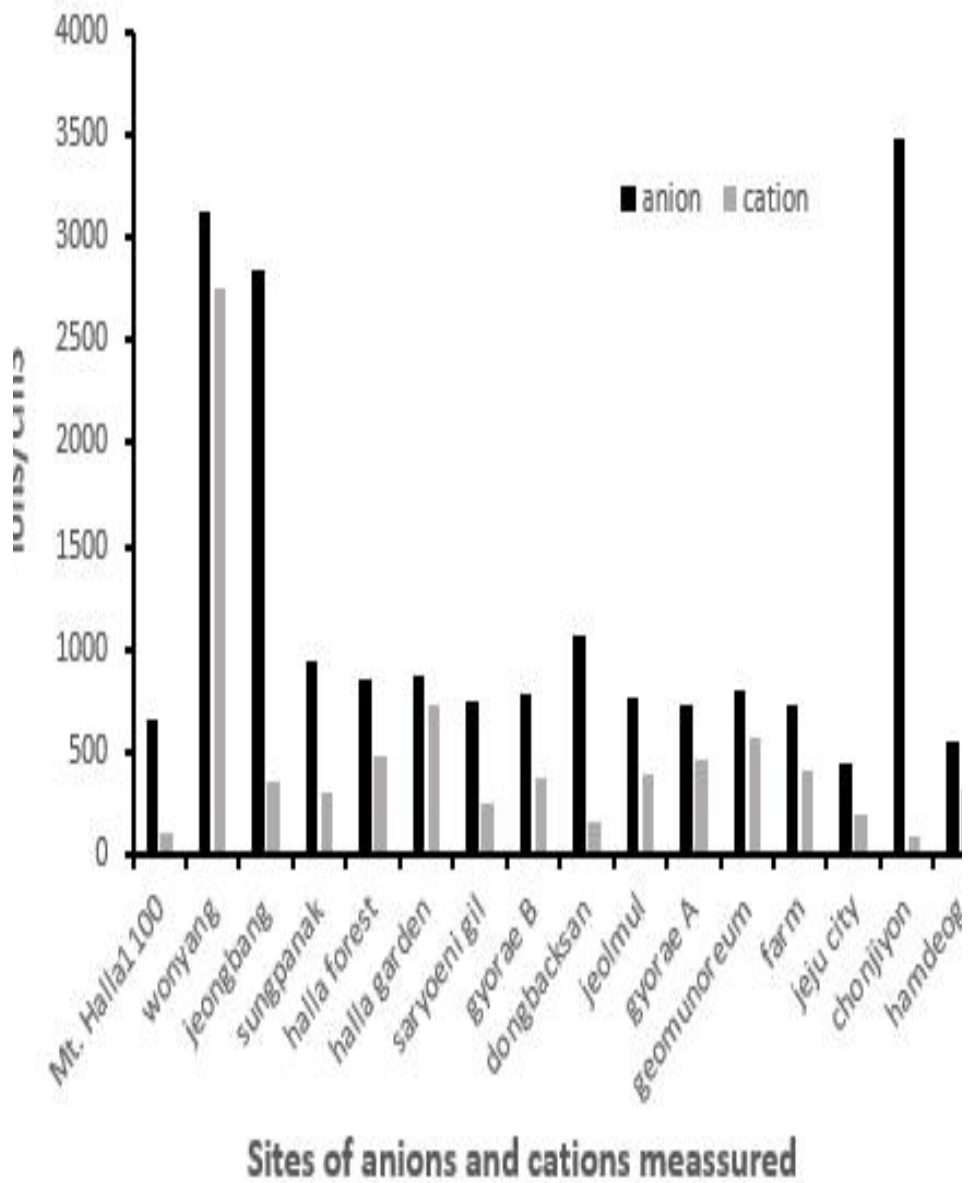
제주도내 16개 지역의 측정시의 해발고도는 제일 낮은 곳이 함덕 해수욕장 지역으로 해발 38 m이었고, 다음으로 낮은 곳은 제주시 144.7 m이었다. 제일 높은 지역은 한라산 1,100 m 고지의 1,050 m,, 그다음 높은 곳은 성판악 휴게소로 702 m로 나타났다.

다른 지역은 대부분 400-500 m 범위에 들어 있었다. 해발고도에 대한 분산분석에서 측정지역 간에서 유의성이 있다고 나타났다(Table 69).

<Table 69> Summary of estimates of ions and altitudes at the sites of Jeju Island

Sites	total Freq	Mean values (ion no./cm ³)		Mean Temp. (°C)	Mean Hum (%)	Mean WV (m/sec)	Mean Alt (m)
		anion	cation				
Mt.Halla 1,100 m	4	655.75	110.75	22.95	85	1.05	1050
wonyang fall	4	3118.75	2755.5	27.68	85.25	0	947
Jeongbang fall	4	2842.25	356.75	31.35	73.25	0.45	707
seongpanak	8	937.5	300.8	29.01	64.13	0.41	702
halla forest	8	860.75	482.63	29.16	59.63	0.86	535
halla garden	8	871.4	729.8	27.03	85.88	0.54	488.5
saryoni gil	8	741	247.7	28.58	73.75	0	484
gyorae B	72	780	379	27.6	80	0.1	477
dongbaeksa n	8	1073.2	154.88	31.65	81.6	0	466.35
jeolmul forest	8	757.5	390.5	27.71	80.8	0.19	466.35

gyorae A	108	735	459.27	27.81	81.6	0.28	455.7
geomun oreum	24	796.45	565.5	27.01	77.59	0.87	427.05
farm	36	721.5	401.2	26.98	69.3	1.2	365.6
Jeju city	20	449.35	203.25	31.88	59.1	0.56	144.8
cheonji- yeon	4	3471.25	90	31	71.75	0	41
hamdeok seaside	8	548	316.63	25.38	83.3	0.67	38
Total mean	320	1,209.98	496.51	28.30	75.75	0.45	487.21



<Fig. 37> Variations of numbers of anions & cations measured at the sites in Jeju Island.

16) 음이온과 양이온 측정치와 고도의 관계 분산분석 결과

15개 제주지역의 음이온과 양이온의 함량측정과 고도에 따른 관계를 분석하기 위하여 Pearson분산분석을 하여 (Table 70)에 제시하였다.

음이온(anion)의 측정지역별 및 측정지역 내의 분석에서도 유의한 결과가 나타났으며($p < .001$), 고도에 따른 측정지역 내 및 간에도 유의한 차이가 있었다($F=32.398, p=.000$)(Table 70).

양이온(cation)의 측정지역별 및 측정지역 내의 분석에서도 유의하게 나타났으며($p < .001$), 고도에 따른 측정지역 내 및 간에도 유의한 차이가 있었다($F=8.177, p=.000$)(Table 70).

해발고도에서도 측정지역별 및 측정지역 내의 분석에서도 유의하게 나타났으며($p < .001$), 고도에 따른 측정지역 내 및 간에도 유의한 차이가 있었다($F=35.348, p=.000$)(Table 70).

17) 음이온, 양이온과 고도의 상관관계 분석 결과

전체적으로 15개 제주지역의 음이온과 양이온의 함량측정과 고도에 따른 상관관계를 Pearson법으로 분석한 결과를 Table 71, Fig. 38에 제시하였다.

음이온(anion)과 양이온(cation)의 지역별 평균측정치 간의 상관관계분석에서 $r=.396$ 으로 유의한 정적인 상관관계가 있었다($p < .001$).

음이온(anion)과 해발고도(altitude)와의 지역별 평균측정치 간의 상관관계분석에서는 $r=.076$ 으로 유의한 t상관관계를 보이지 않았다.

양이온(cation)과 해발고도(altitude)와의 지역별 평균측정치 간의 상관관계분석에서는 $r=.374$ 으로 유의한 정적인 상관관계가 있었다($p < .001$)

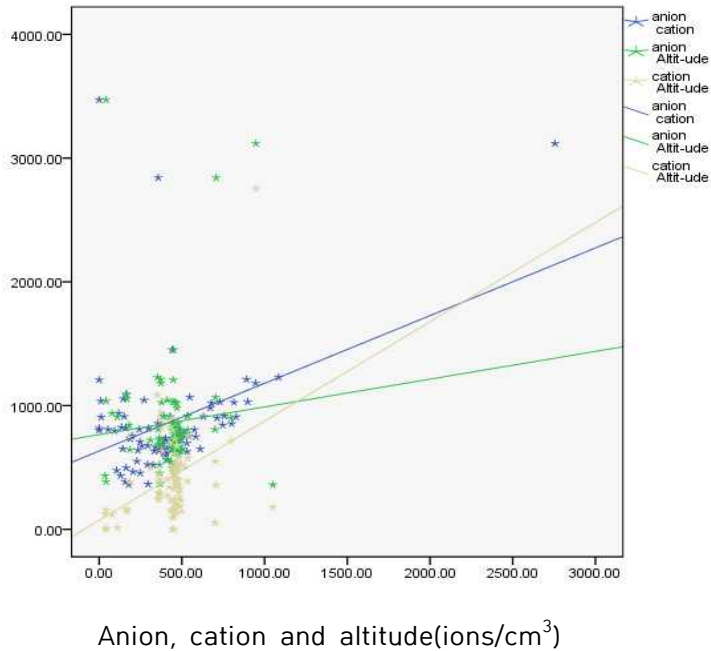
<Table 70> Variance analysis of the estimate of ions & altitudes between and within groups

Ions	Groups	SS	df	Mean Square	F	p*
anion	Between	1.757E7	15	1171257.518	32.398	.000*
	Within	2458317.764	68	36151.732		
	Total	2.003E7	83			
cation	Between	6761068.254	15	450737.884	8.177	.000*
	Within	3748275.205	68	55121.694		
	Total	1.051E7	83			
altitude	Between	2019363.947	15	134624.263	35.348	.000*
	Within	258983.041	68	3808.574		
	Total	2278346.988	83			

p*, p**, p***. Abbreviations: SS: sum of squares, MS: mean square

<Table 71> Correlation analysis of estimates of anions, cations and altitudes measured in the Jeju area

	Items	anion	cation	Altitude
anion	Pearson Correlation	1		
	Sig.			
cation	Pearson Correlation	.396***	1	
	Sig.	.000		
Altitude	Pearson Correlation	.076	.374***	1
	Sig.	.494	.000	



<Fig. 38> Distribution and correlation between estimates of anions and cations, and altitudes measured in the Jeju Island.

결론적으로 제주도 꽃자왈 산림욕 후 임상시험인 호르몬 Cortisol 검사에서 실험군의 사후의 경우에 대조군보다 실험군이 상대적으로 스트레스 호르몬인 Cortisol이 낮게 나타나서 유의성이 있었으며 성별과 집단에 따른 Cortisol 수치에도 차이가 있었다.

산림욕 후, 혈관변이도(HRV)의 변화가 유의성이 높게 나타나서 혈관건강 증진에도 높은 영향을 주었다.

또한 설문조사에서는 직무스트레스, 사회심리적 스트레스 및 상태특성 불안 스트레스가 유의성이 있게 감소하였다.

15개 지점에서 측정한 다량의 음이온과 양이온 수치 및 고도의 분산분석에서 측정지역간의 함량차이는 모두 유의성이 있었으며 또한 음이온과

양이온의 함량차이도 유의성이 있었다. 거기에 고도의 차이도 모두 유의성이 있음으로 분석되었다.

상기의 음이온과 양이온 함량 요인간의 상관관계분석에서도 서로 유의한 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이상의 결과는 피톤치드와 음이온 함량이 높은 제주지역의 꽃자왈 숲 탐방 후, 스트레스를 감소시키는 효과가 있었고 혈관 활성화도 균형비율에 큰 영향이 있다고 사료된다. 결과적으로 스트레스 감소와 심장, 혈관 및 신경 건강 상태를 증진하고 보건의학적 건강관리에 유의한 조건을 갖추었다는 기초정보를 제공하였다고 판단한다.

V. 결론 및 제언

1, 결론

본 연구는 제주 지역의 꽃자왈 지역을 중심으로 교래 자연휴양림 지역을 설정하여 연구대상자들이 꽃자왈 산림 숲을 방문하였을 때 산림 치유 효과 연구조사 목적으로 3가지 방법인, 임상실험 조사, 대기질 환경조사, 설문조사를 하여 비교분석 하였다.

1. 임상실험 조사 방법으로는 꽃자왈 삼림욕 사전 및 사후의 스트레스 호르몬인 타액 코티졸 량의 변화, 심장맥박의 변이성, 자율신경의 조절 능력과 스트레스에 미치는 영향을 비교조사를 하였으며,
2. 대기질 환경조사방법은 제주도 15개 지역을 설정하여 연구 조사한 후, 존재하는 음이온과 양이온·온도·습도·풍속을 측정하여 비교 조사를 하였다.
3. 설문조사는 산림욕 후 건강에 미치는 영향 및 스트레스 감소에 대한 설문을 진행하여 비교조사 하는 것이 목적이었다.

1) 대상자들(35명)이 교래자연휴양림을 방문하기 전과 후의 타액 코티졸량의 변화를 조사한 결과는,

- 1) 대조군의 코티졸 평균치는 사전(0.19 $\mu\text{g}/\text{dl}$), 사후(0.34 $\mu\text{g}/\text{dl}$)로 유의성($p<.05$)이 없었다.
- 2) 실험군의 평균치는 사전은 0.16 $\mu\text{g}/\text{dl}$, 사후에는 0.13 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 로 사후에 감소하는 경향을 보였으나, 유의성($p<.05$)이 있는 차이는 없었다.

- 3) 코티졸 함량의 차이는 대조군과 실험군은 사전에는 유의한 차이를 보이지 않았으나, 사후에는 대조군보다 실험군이 0.21 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 으로 낮게 나타나서 유의한 차이를 보였다($p < .001$).
- 4) 코티졸 평균값은 남자의 경우에 대조군보다 실험군이 0.56 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 가 낮았다. 여자의 경우에 대조군보다 실험군이 0.11 $\mu\text{g}/\text{dl}$ 이 낮아서 남자가 여자보다 2배 이상 큰 변화를 보이였다.
- 5) 사후의 측정치는 대조군보다 실험군의 코티졸 1함량이 낮게 나타나서 $F=12.70$, $p=.001$ 로 의한 차이를 보였다.
- 6) 사후의 성별 및 대조군과 실험군 별 분석에서는 성별($p < .05$), 집단 ($p < .001$), 성별과 집단의 결합효과($p < .01$)로 유의하게 나타났다. 즉 성별과 집단에 따른 코티졸 수치의 차이가 있음을 알 수 있다.

2) 교래자연휴양림에서 산림욕 후 혈관연령(건강)타입, 혈관연령(건강)지수, 심박세기, 혈관탄성도, 심장의 잔혈량 및 평균맥박의 비율변화를 대조군은 14명과 실험군은 49명을 대상으로 유비맥파기로 측정하여 변화를 연구한 결과는,

- 1) 혈관연령(건강)타입 및 혈관연령(건강)지수의 변화비율은 대조군은 유의성이 없었으나 실험군에서는 유의성이 있었고($p < .05$), 지수는 사후의 분산분석에서도 그룹내 및 간에서도 유의한 차이를 보였다.
- 2) 심박세기(b/a비율) 및 심장의 잔혈량(d/a 비율)의 변화는 대조군의 전후의 평균치 차이는 유의성이 없었고, 실험군에서는 유의성이 높게 있었다($p < .01$). 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹내 및 간에서도 유의한 차이를 보였다.
- 3) 혈관탄성도(c/a비율)변화는 대조군과 실험군은 사전·사후의 평균

치 차이는 유의성이 없었으나 변화는 향상되는 방향이었다. 사후의 평균 측정치의 분산분석에서는 그룹 내에서는 유의한 차이를 보였으나, 그룹 간에는 유의성이 없었다.

- 4) 평균맥박의 변화는 대조군의 사전·사후의 차이는 유의성이 없었으나, 실험군에서는 유의성이 있게 나타났다($p<.01$). 분산분석에서는 그룹 내에서는 유의성이 없었으나, 그룹 간에서는 유의한 차이가 있었다. 사후 분석에서는 실험군이 대조군에 비해서 산림욕 후에 평균맥박 수준이 높게 나타나서 유의성이 있었고 산림욕의 효과가 높았다고 본다.
- 5) 산림욕 후 스트레스지수의 변화의 차이는 있었으나 유의성은 없었다.
- 6) 산림욕 후의 자율신경 균형도의 변화에서 교감신경 활성화(LF: low frequency), 부교감신경 활성화(HF: high frequency)변화는 차이는 있었으나 유의성은 없었다. LF/HF 비율(교감신경과 부교감신경 활성도의 균형비율)의 차이는 실험군의 사전과 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 있었다($p<.05$).
- 7) 평균맥박(BPM)의 변화는 사후의 측정치 평균의 차이도 유의성이 있었다($p<.026$).
- 8) 맥박표준편차(SDNN)의 변화는 차이는 있었으나 유의성이 없었다.
- 9) 심박변이평균편차(RMSSD)의 변화도 유의성이 없었다.

3) 산림욕 후 설문조사 결과는,

- 1) 전체적으로 직무스트레스의 경우에 사전 2.41점, 사후 2.17점으로 나타나, 사후에 0.237 감소로 유의성이 있었다.($p<.001$).
- 2) 산림욕 전후의 사회심리적 스트레스 변화는 사전 2.32, 사후 2.15

로 0.175 낮게 나타나 유의성이 있다($p<.001$).

3) 산림욕 후에 상태특성불안 스트레스는 0.166 낮게 나타나 유의성이 있었다($p<.001$).

4) 제주도내 15개 지역의 음이온과 양이수의 측정결과

1) 제주지역 15지점의 음이온수의 측정 평균 수치가 제일 낮은 제주시 지역은 449.35 ions/cm³, 제일 높은 지역은 천지연폭포 3,471.25 ions/cm³의 범주로 나타났다.

2) 음이온수의 함량을 순서로 보면, 제일 낮은 제주시<함덕<고지1,100 <농장<교래A<사려니 길<절물<교래B<거문 오름<한라숲길<한라산 수목원<성판악휴게소<동백산<정방폭포<원양폭포<천지연폭포 순으로 높은 함량으로 측정되었다.

3) 지형적으로 높은 지역은 높게 측정됐고, 해발고도 순으로 측정치의 음이온수치 함량의 차이를 일정하게 차이를 보이지는 않았으나, 통계적으로는 유의한 차이($p<.001$)가 있었다.

4) 양이온수 측정 평균수치가 낮은 천지연폭포는 90 ions/cm³, 제일 높게 나타난 한라산 수목원은 729.8 ions/cm³로 그 차이가 729.8 ions/cm³로 높게 나타났다.

5) 양이온수의 함량을 순서로 보면, 제일 낮은 천지연폭포 <한라산 고지1,100 m <동백산자연휴양림 <한라산 1,100고지 <제주시 <사려니 길 <원양폭포 <성판악 휴게소 <함덕 <정방폭포 <교래B <절물 <농장 <교래A <한라산 숲길 <거문 오름 <한라수목원 순으로 높게 측정되었다.

6) 양이온수는 지형적으로 높은 지역은 함량이 낮게 측정돼 차이가 있었다.

7) 음이온과 양이온수 및 고도의 분산분석에서 측정지역간의 함량차

이는 모두 유의성이 있었고, 음이온과 양이온의 함량차이도 유의성이 있었으며, 거기에 고도의 차이도 모두 유의성이 있는 것으로 나타났다. 상기의 음이온과 양이온 함량 요인간은 상관관계분석에서도 정적인 상관관계가 유의하게 나타났다($r=.396, p<.001$).

결론적으로 제주도 곳자왈 숲 산림욕 후 임상실험 연구결과를 보면 실험군의 경우 산림욕 후에 대조군에 비해 상대적으로 스트레스 호르몬인 코티졸(cortisol) 함량이 낮게 나타나 유의성이 있었고, 성별과 집단에 따른 코티졸 수치에도 차이가 있음을 알 수 있다.

산림욕 후에는 혈관변이도의 변화가 유의성이 높게 나타나서 혈관건강 증진에 높은 영향을 주었다. 산림욕 후 설문조사에서는 직무스트레스, 사회 심리적 스트레스 및 상태특성불안 스트레스는 유의성이 있게 감소하였다. 대기질 환경조사 15개 지점에서 측정된 다량의 음이온과 양이온 및 고도의 분산분석에서 측정지역간의 함량차이는 모두 유의성이 있었다.

또한 음이온과 양이온의 함량차이도 유의성이 있었으며, 거기에 고도의 차이도 모두 유의성이 있는 것으로 나타났다. 상기의 음이온과 양이온 함량 요인간의 상관관계분석에서도 정적인 상관관계가 유의하게 나타났다.

이상의 결과들을 종합하면, 제주의 곳자왈은 생태 환경적 가치가 매우 높을 뿐만 아니라 건강에 유익한 피톤치드, 음이온, 습도 등 자연환경으로 국민 건강 증진과 질병예방을 위한 ‘치유의 숲’, ‘생명의 숲’ 조성에 최적의 조건을 갖춘 것으로 판단된다. 곳자왈 숲 탐방을 통한 스트레스 감소와 심장·혈관 및 신경 건강 증진 등 이번 연구조사 결과가 이를 뒷받침한다.

따라서 곳자왈 지역의 가치를 재인식하고, 산림이 갖고 있는 정신적, 육체적 건강증진 효과를 과학적으로 규명, 보건·의학적 활용방안에 대한 연

구와 꽃자왈 보존을 위한 체계적이고 실질적인 노력이 시급한 것으로 사료된다.

이를 토대로 1,500만 제주관광시대에서 소외된 지역주민들이 주체로 참여하는 ‘꽃자왈 치유의 숲’을 조성, ‘그대로의 자연’을 체험하는 관광에서 휴양과 힐링, 건강증진과 질병 예방 등 장기 체류형 관광으로 제주관광의 패러다임을 전환하는 기틀을 다져야 할 것으로 판단된다.

2. 제언

1. 제주도 꽃자왈 숲의 산림치유효과에 대한 연구조사를 실시하기 전 사전기획에서 꽃자왈지역내 대기환경조사, 임상실험조사, 치유프로그램, 설문조사, 계획 단계로 추진, 진행했다. 조금 더 조직적이고 체계적인 계획과 장기간에 걸친 조사가 이루어진다면 보다 면밀하고 정확한 결과가 도출될 수 있을 것이다.

2. 타 시도 등과 비교 조사 및 분석 과정이 이뤄진다면 제주 꽃자왈 숲의 중요성이 부각되고 보다 의미 있는 연구가 될 것으로 사료된다.

3. 본 연구조사에서 임상실험 대상자 선정과 모집, 정확한 조사·분석을 위한 심도 있는 대상자 교육과 정확성을 이해시키는 과정에 가장 많은 노력이 필요했다. 향후 연구에서 세분화·전문화된 사전교육이 이뤄진다면 보다 과학적이고 실질적인 결과를 도출할 수 있을 것이다.

4. 제주도의 천혜의 자연자원을 보호하고 그 가치를 격상시키기 위해 꽃자왈, 오름, 올랫길, 한라산 숲, 자연폭포 등에 대한 체계적이고 면밀한 연구조사가 필요하다.

5. 꽃자왈을 비롯한 제주 천혜의 자원을 지속가능하게 보존하고, 이를 활용한

육체적, 정신적 건강증진 효과에 대한 보건 의학적 연구를 통해 자연치유, 산림치유 등 프로그램을 주민참여 사업으로 발전시켜 ‘건강의 섬, 생명의 섬’ 제주의 미래 산업이자 새로운 성장 동력으로 가꿔나가는 실질적인 정책 대안 마련과 실행이 시급히 이뤄져야 할 것이다.

[참고문헌]

- 강하영, 2003. 1월. 피톤치드의 비밀. 서울: 역사넷. pp. 27-29, 90-92.
- 강하영, 2005a. 피톤치드와 산림욕. 산림. 통권468호, pp. 118-120.
- 강하영, 2005b. 먼역기구와 피톤치드. 산림. 통권471호, pp. 76-80.
- 강하영, 2006. 피톤치드의 마법. 산림치유칼럼. pp. 20-30.
- 고기원, 박준범, 박윤석, 2008. 제주도의 지질과 화산활동에 관한 연구.
(I): 동부지역 저지대 시추코어화산암류의 암석화학 및 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 절
대연대. 지원환경지질. 41(1): 93-113.
- 고성우, 2010. 꽃자왈 숲 생태 체험 학습을 통한 초등학생의 환경감수성
변화에 미치는 영향. 환경교육, 23(3): 97-114.
- 꽃자왈공유화재단 <http://www.jejustrust.net/>
- 꽃자왈사람들(사) <http://gotjawal.com/>
- 곽정인, 이경제, 한봉호, 송지호, 장중수, 2013. 제주도 동백동산 상록활엽수
림 식생구조 연구. 한국환경생태학회지. 27(2): 241-252.
- 김기진, 2002. 운동과 공기환경. 한국생활환경학회지. 9(2): 136-139
- 김대신, 김봉찬, 송시태, 2008. 제주도 꽃자왈지대의 식물상. 한국자연보호
학회지. 2(2): 91-103.
- 김대신, 양승훈, 김철수, 2009. 애월꽃자왈의 식물상 및 식생. 꽃자왈지대
의 식물상과 곤충상 조사 보고서(I). pp. 19-48. 2월.
- 김대신, 2015. 꽃자왈의 식물상. 한국환경농학회 학술발표논문집. 2015 : 185-218.
- 김범수, 2003. 숲과 휴양. 서울: (주)일신사. pp. 132-142
- 김시경, 신원섭, 김미경, 연평식, 박종훈, 유리화, 2008. 산림 건강 물질이
스트레스 반응과 인지기능에 미치는 영향: 음이온을 중심으로. 한
국임학회지. 97(4): 423-430.
- 김상규, 송재호, 허철구, 김효철, 송시태, 김태일, 김봉찬, 정상배, 이은석,

- 강태유, (2012) 꽃자왈 보전 및 현명한 이용대책 마련 연구. 제주 녹색환경지원센터. p. 254.
- 김선규, 2007. *P. gingivalis*에 대한 피톤치드의 향균 효과. 경희대학교 박사학위논문.
- 김승언, 오홍식, 2011. 제주 교래 꽃자왈과 그 인근 지역의 딱정벌레類분포에 관한 연구. 제주대학교 교육대학원 생물교육학과 석사학위논문. p. 35.
- 김정택, 1978. 특성불안과 사회성과의 관계: Spielberger의 STAI를 중심으로. 고려대학교 석사학위논문. 서울.
- 김찬수, 강영제, 문명옥, 송관필, 정세호, 오장근, 김완병, 2006. 한라산의 동식물 목록. 제주: 제주도 한라산생태문화연구소. pp. 3-20.
- 김태규, 임윤희, 2017. 숲길 방문자의 보행특성에 관한 연구. 한국산림휴양학회지. 21(2): 57-61.
- 김태일, 2012. 꽃자왈의 경관가치 분석에 관한 연구, 2012 대한건축학회지 지회연합회 학술발표 대회 논문집. 8(1): 27-30.
- 김현준, 최종환, 김현주, 2005. 비만, 규칙적인 운동 강도가 과산화지질과 항산화 효소 생성에 미치는 영향. 발육발달학회지. 13(4): 51-56.
- 김형철, 오상실, 송영철, 김영주, 2013a. 제주지역 절물자연휴양림 대기중 피톤치드 분포 특성연구. 한국자연치유훈학회지(Journal of naturopathy). 2(2): 89-98.
- 김형철, 오상실, 송영철, 김영주, 2013b. 서귀포 자연휴양림 피톤치드 분포 특성. 한국자연치유훈학회지(Journal of naturopathy). 2(2): 89-98.
- 김효철, 송시태, 김대신, 2015. 제주도 꽃자왈. 서울: 숲의 틈. p. 25.
- 김희철, 2006. 12주간 유산소성 복합운동과 운동 강도가 노인 비만여성의 체지방, 심혈관계 기능, MDA, CRP와 Homeocysteine 농도에 미치는 영향. 충북대학교 박사학위논문. p. 117.
- 나가시마 도시히로(中島敏博), 清原壽一, 2002. 녹색의 잎이 말하는 '녹음의 향기'

- 의 생리작용, 일본생기상학잡지. 39: 73-76.
- 미야자키 요시후미(宮崎良文), 1990. 산림욕의 효과와 타액중 코티졸. 일본생기상학 잡지. 27: 48-55.
- 농림부, 2004. 산림건강물질인 피톤치드 성분의 분석과 효능에 대한 연구 결과. 보고서.
- 모리카와 다케시(森川岳), 恒次祐子, 宮崎良文, 2005. 리모넨의 흡입이 주관평가, 자율신경 활동 및 뇌 활동에 미치는 영향. 일본목재학회대회 제55회 연구발표요지집. p. 192.
- 박명수, 2012. 가전서비스 종사자의 직무스트레스에 관한 실증연구. 고려대학교 석사학위논문.
- 박범진, 2004. 산림욕 생리적 효과(1권)- 타액 중 코티졸 및 뇌 활동(TRS)을 지표로. 일본생리인류학회지. 9(특별호 2): 44-45.
- 박준범, 2010. 함덕곶자왓지역에 분포하는 용암류의 암석학 및 암석화학적 특징. 곶자왓지대의 지질 및 동식물상 조사 II. 제주특별자치도 환경자원연구원. pp. 8-30. 5월
- 변미경, 이형환, 2014. 상상현실요법을 이용한 일반인의 사회적 스트레스 및 불안감 감소 효과. 한국자연치유학회지(Journal of naturopathy). 3(1): 53-60.
- 북제주도, 2000. 北濟州郡誌. 북제주도. p. 975.
- 송관필, 2016. 곶자왓 생태학습장 식물. 곶자왓 생태학습장 생태보고서 에 게재. 제주: 곶자왓공유재단. pp. 63-65.
- 송시대, 1996. 제주도 지하수의 함양과 오염에 영향을 미치는 습골구조와 곶자왓 지대에 관한 연구(I). 대한지하수환경학회 학술발표회요지집. pp. 10-13.
- 송시대, 2000. 제주도 암괴상 아아용암류의 분포 및 암질에 관한 연구. 부산대학교 박사학위논문.

- 송시태, 2003. 제주도 꽃자왈지대의 용암 : No. 4. 병악꽃자왈용암. 基礎科學研究. 16(1): 57-64.
- 송시태, 2007. 제주의 꽃자왈. 제주특별자치도 국립민속박물관.
- 송시태 외, 2007. 제주의 꽃자왈(제주의 민속문화 ④), 국립민속박물관.
- 시모무라 요노스케(下村洋之助), 2002. 산림욕과 건강. 인간식물관계학회잡지. 1(2): 11-14.
- 신원섭, 1989. 산림내 경험이 자이실현에 미치는 영향. 한국임학회. 78(3): 274-279.
- 신원섭, 권현교, 김재준, 2003a. 도시림이 직장인의 직무만족과 스트레스에 미치는 영향. 한국임학회지. 92(1): 92-99.
- 신원섭, 김재준, 2003b. 도시 숲이 직장인의 직무에 미치는 영향. 2003 임업연구원 연구보고서. p. 1.
- 신원섭, 권현교, 김재준, 2003. 도시림이 직장인의 직무만족과 스트레스에 미치는 영향. 한국임학회지. 92(1): 92-99.
- 신원섭, 연형식, 이정희, 2008. 산림경험이 인체 생리의 변화에 미치는 영향. 한국산림휴양학회. 15(1): 73-78.
- 신원섭, 주진순, 2008a. 숲을 이용한 건강치료 프로그램 효과. 힐텍 힐빙 문화연구소 논문집. 1: 143.
- 신원섭, 이정희, 연평식, 유리화, 2009. 산림의 시각요소가 인체의 심리·생리에 미치는 영향. 韓國林學會誌. 제98권 제1호 통권182호. (2009. 3), pp.88-93
- 신원섭, 2010. 치유의 숲. 서울: 지성사. p. 30.
- 신원섭, 2011. 숲길을 걸으면 인지능력이 높아지고 긍정적으로 변한다. 월간산림. 10: 79-81.
- 야다가이 미쥬이오시(谷田具 光克), 황병호(역), 2008. 피톤치드란? 피톤치드의 신비한 효능. 강원대학교 출판부. pp. 11-18, 33-34.

- 오창명, 2016. 제주 꽃 꽃자왈의 어원과 의미. 제주꽃자왈공유 재단 및 꽃자왈사람들. “꽃자왈 정의 정립”을 위한 학술심포지움프로시딩. pp. 3-24.
- 우종민, 2010. 산림치유의 의학적 의의와 전망. 숲과 건강.
- 유리화, 정미애, 이효정, 최형순, 2014. 제주 선흘 꽃자왈 이용객의 휴양이용 특성분석. 한국산림휴양학회 학술발표회, 자료집: pp. 75-76.
- 유명옥, 이형환, 2016. 아리랑별 노래 부르기가 스트레스에 미친 효과. 한국자연치유헌회지(J. Naturopathy). 5(1&2): 1-8.
- 유병팔, 1997. 125세까지 걱정 말고 살아라. 서울: 에디터. p. 187.
- 이보구, 이형환, 2012. 산림의 피톤치드요법이 인체생리대사에 미치는 영향. 한국자연치유헌회지(Journal of naturopathy). 1(1): 14-20.
- 이보구, 이형환, 2013. 숲 체험이 직무스트레스와 사회적 스트레스에 미치는 영향. 한국자연치유헌회지(J. of Naturopathy). 2(2): 108-114.
- 이순자, 남철현, 2001. 산업근로자의 스트레스 수준과 대처방안에 대한 관련 요인. 대한보건연구. 27(2): 163-175.
- 이시형, 2009. 왜 숲인가? Course in Forest Healing. 서울: (사) 한국산림치유포럼. pp. 11-15.
- 이우충, 2007. 산림욕 (잘 먹고 잘 사는 법). 서울: 김영사.
- 이원복, 2002. 해로운 공기, 이로운 공기- 마이너스 이온의 비밀. 한국원적외선응용연구원. pp. 15-20.
- 이주희, 2001. 자연휴양림 환경교육 프로그램 개발·운영의 문제점과 개선 방안에 관한연구. 한국산림휴양학회. 5(3): 1-8.
- 이준우, 2007a. 산림치유의 진정한 의미와 활용성 - 왜 지금 ‘치유의 숲’인가? 산림치유 칼럼.
- 이준우, 2007b. 산림치유의 진정한 의미와 활용성- ‘치유의 숲’ 조성 및 활용. 산림치유칼럼.
- 이지영, 2016. 아동용 꽃자왈 환상숲 스토리개발. 제주대학교 석사학위논문.

- 이형환, 배경석, 2006. 생명의 물과 유전자 비즈니스. 월드사이언스. pp. 13-20.
- 장세진, 2000. 스트레스. 대한예방의학회, 건강통계자료수집 및 측정의 표준화. 제4장. 서울: 계축문화사.
- 장세진, 2007. 한국인 직무 스트레스 측정도구(KOSS)의 재평가-연구결과를 통해서 본 KOSS의 문항내용 및 구성을 중심으로. 한국직무스트레스학회지. 1(1): 83-96.
- 장용창, 이찬원, 2009. 제주도 꽃자왈 숲, 국제적으로 중요한 습지. 한국습지학회지. 11(1): 99-104.
- 전용문, 김대신, 기진석, 고정군, 2015. 제주도 꽃자왈 지대의 지질학적 분류체계 제안과 의미. 지질학회지. 51(2): 235-241.
- 전영준, 2013. 13~14세기 원의 목축문화 유입과 제주사회의 변화. 제주학회39차 전국술대회. 자료집. pp. 93-112.
- 정광중, 강성기, 최형순, 김찬수, 2013. 제주 선흘 꽃자왈에서의 숲 생산 활동에 관한 연구, 한국사진지리학회지. 23(4): 37-55.
- 정광중, 2014. 제주 선흘꽃자왈 내 역사문화자원의 유형과 평가. 한국사진지리학회지. 24(2): 1-20.
- 정호윤, 2008. 고등학교 교사의 스트레스 및 대처방법과 영향요인. 대구한의대학교 박사학위논문.
- 제민일보, 2004. 제주의 허파. 꽃자왈 아트21. 제주. p. 15.
- 제주도, 1995. 제주어사전. 제주도. p. 625.
- 제주특별자치도, 2010. 고자왈 지대의 지질 및 동식물상 조사보고서. 환경자원연구원. pp. 1-8.
- 제주특별자치도, 2011. 꽃자왈지대의 식물상 및 곤충상 조사보고서. 환경자원연구원. p. 38.

- 천준협, 2014a. 일반인 스트레스 감소를 위한 상상현실요법 프로그램 개발. 한국자연치유학회지(Journal of naturopathy). 3(1): 32-42.
- 천준협, 2014b. 상상현실요법이 일반인의 우울증, 피로와 질병 감소에 미치는 영향. 한국자연치유학회지(Journal of naturopathy). 3(2): 154-160.
- 최상규, 남철현, 이순자, 김기열, 박금화, 이용창, 2006. 노인의 스트레스 요인과 대처방안에 영향을 미치는 요인. 대한예방한의학회지. 10(1): 53-65.
- 최종환, 양점홍, 이청무, 김선웅, 구광수, 박태섭, 강중환, 김현주 공역, 2008. 신체활동과 노화. 서울: 대한미디어. pp. 20-25.
- 한국녹색문화재단, 2008. 숲 체험을 통한 참가자의 정서적 치유기능 연구. pp. 20-25.
- 한국화학시험연구원, 2003. 탁월한 소취효과. (<http://cafe.daum.net/iontech.kr/X4oo/2>)
- 한덕웅, 이장호, 전겸구, 1996. 상태-특성불안검사(YZ형), STAI-KYZ. 한국심리학회.
- 호소이 준이치(細井純一), 2002. 향기의 스트레스 완화 효과의 혈중 및 타액 중 코티졸을 지표로 한 평가. 자율신경 39: 260-264.
- 환경공단. 2018. 에어코리아 홈페이지, 대기질 포. 접속: 2018년 8월 10일.
- 히라노 히데키(平野秀樹), 宮崎良文, (사)한국산림치유포럼(역), 이시형 감수. 2011. 산림테라피. 서울: 전나무숲. pp. 16-30.

[영문문헌]

- Aardal, E. and A. C. Holm. 1995. Cortisol in saliva—reference ranges and relation to cortisol in serum. *Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 33(12): 927–932.
- Anthony, F. J., Helen, C., Kathleen, M., and Bryan, R. 2002. Effectiveness of complementary and self-help treatments. *The Medical Journal of Australia.* 176: 84–96.
- Aron, D. C., & Tyrell, J. B. 1994. Glucocorticoids & Adrenal Androgens. In: Greensoan F. S, Baxter D. J(Eds), *Basic & Clinical Endocrinology*, 4th edition Appleton & Lange, USA . pp. 307-346.
- Akselrod, S., D. Gordon, F. A. Ubel, D. C. Shanan, A. C. Bargar, and R. J. Cohen. 1981. Power spectrum analysis of heart rate fluctuation: a quantitative probe of eat to beat. *Cardiovas. Control Sci.*, 213(4504): 220–222.
- Atkinson, R. and J. Arey. 1998. Atmospheric chemistry of biogenic organic Compounds. *ACC. Chem. Res.* 31(9): 574–583.
- Bandura, A. 1977. Self- Efficacy : Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychol. Rev.* 84: 191–215.
- Baum, A., Singer A. E., & Baum, C. S. 1982. Stress and the environment. In G. W. Evans(Ed), *Environment Stress* (pp. 15–44). NewYork : Cambridge University Press.
- Baum, A., and Grunberg, N. 1955. Measurement of stress hormones. In Cohen., Kessler, R.C. and Gordon, L.U.(eds), *Measuring stress*(pp.175–192). New York: Oxford University Press.
- Brod, C. 1983. Technophobia. en, wikipedia.org/wiki/Technophobia.

- Carmichael, G. R., Y. Zhang, L. L. Chen, M. S. Hong, and H. Ueda. 1996. Seasonal variation of aerosol composition at Cheju Island, Korea. *Atmospheric Environment*. 30(13): 2407-2416.
- Carmichael, G. R., M. S. Hong, H. Ueda, L. L. Chen, K. Murano, J. K. Park, H. Lee, Y. Kim, C. Kang, and S. Shim. 1997. Aerosol composition at Cheju Island, Korea. *J. Geograph. Res.* 102(D5): 6047-6061.
- Chen, L. L., Carmichael, G. R., Hong, M. S., Ueda, H., Shim, S., Song, C. H., Kim, Y. P., Arimoto, R., Prospero, J., Savie, D., and Murano, K. 1997. Influence of continental flow events on the aerosol composition at Cheju Island, South Korea. *J. Geophysical Research*, 102(D23): 28, 551-28, 574.
- Chiu, S. K., Collier, C. P., Clark, A. F., and Wynn-Edwards, K. E. 2003. Salivary cortisol on Roche Elecsys immunoassay system: pilot biological variations studies. *Clin. Biochem.* 36: 211-214.
- Clark, R. K. 2007. *Anatomy and physiology: understanding of human biology.* Life-science, Seoul. p. 238.
- Consensus, S. 1994. In : *physical Activity, Fitness, and Health* (Bouchard C, shephard-RJ and Stephens T, eds.), Champaign (IL), p. 64, Human Kinetics Publishers,
- Folkins, C. and Sime, W. 1981. Physical fitness training and mental health. *Am Psychol.* 36 : 373-389.
- Goldberg, D. P. 1978. *Manual of the general health questionnaire.* Winder, England: NPER Publishing.
- Greöschul, M., M. Roach, & H. DöRR. 2003. Circadian rhythm of salivary cortisol, 17 α -hydroxyprogesterone, and progesterone in healthy children. *Clin. Chem.* : 49(10): 1688-1691.
- Hasinski, S. 1998. Assessment of adrenal glucocortical function. *Postgrad Med.* 104(1): 61-64.

- Holmes, D. S. and B. M. McGillery. 1987. Influence of a brief aerobic training program on heart rate and subjective response to a psychologic stressor. *Psycholom. Med.* 49: 366-374.
- Hughes, J. R. 1984. Psychological efforts of habitual aerobic exercise : a critical review. *Prev. Med.* 13: 66-78.
- IEMBIO. 2001. Autonomous nerve balance tester. IEMBIO Inc., Canopy 9, Seoul. In bar, O., Rotstein, A., Dlin, R., and Sulman, F. G. 1982. The effects of negative air ions on various physiological functions during work in hot environments. *Intern. J. Biometeorol.* 6: 153-156.
- Jenkins, R. R. 1988. Free radical chemistry, relationship to exercise. *Sports Med.* 5(3): 156-170.
- Ji, L. L. 1996. Exercise, oxidative stress, and antioxidants. *American Journal of Sports Medicine* 24(6): S20-S24.
- Kaplan, R. & Kaplan, S. 1989. *The experience of nature: A psychological perspective.* Cambridge University press.
- Lazarus, R. S. and Cohen, J. B. 1977. Environmental stress. In I. Altman and J. A. Wohlwill (Eds.), *Human behavior and environment: Current theory and research.* New York: Plenum.
- Lee, M. H. G. S. Jung, S.J . Choi, and J. H. Lee. 1997. The design of autonomic function analysis system by using heart rate variability signal. *Proceeding of 12th Korea Auto Control Congress of the Institute of Control, Robotics and Systems.* 2(10): 1639-1642.
- Li. Q., A. Nakadai, H. Matsushima, Y. Miyazaki, A. M. Krensky, T. Kawada, and K. Morimoto. 2006. Phytoncides(wood essential oils) induce human natural killer cell activity. *Immunopharm. Immunotox.* 28(2): 319-333.

- Li, Q, Morimoto K, Kobayashi M, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, Hirata K, Shimizu T, Li Y. J, Wakayama Y, Kawada T, Ohira T, Takayama N, Kagawa T, Miyazaki Y. 2008a. A forest bathing trip increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins in female subjects. *J. Biol. Regul. Homeost Agents*. 22(1): 45-55.
- Li, Q, Morimoto K, Kobayashi M, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, Hirata K, Suzuki H, Li Y. J, Wakayama Y, Kawada T, Park B. J, Ohira T, Matsui N, Kagawa T, Miyazaki Y, Krensky AM. 2008b. Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *Int. J. Immunopathol. Pharmacol*. 21(1): 117-27.
- Li, Q, Kobayashi M, Wakayama Y, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, Hirata K, Shimizu T, Kawada T, Park B. J, Ohira T, Kagawa T, Miyazaki Y. 2009. Effect of phytoncide from trees on human natural killer cell function. *Int. J. Immunopathol. Pharmacol*. 2(4): 951-959.
- Li, Q & Kawada T. 2011. Effect of forest environments on human natural killer(NK) activity. *Int. J. Immunopathol. Pharmacol*. 24(1 Suppl.): 39S-44S.
- Lim, S., M. Lee, G. Lee, S. Kim, S. Yoon, and K. Kang. 2012. Ionic and carbonaceous compositions of PM10, PM2.5 and PM1.0 at Gosan ABC superstation and their ratios as source signature. *Atmos. Chem. Phys*. 12(4): 2007-2024. doi:10.5194/acp-12-2007-2012
- Malliani, A., F. Lombardi, and M. Pagani. 1994. Power spectrum

analysis of heart rate variability: A tool to explore neural regulatory mechanisms. *Brit. Heart J.* 71(1) : 1-2.

<http://dx.doi.org/10.1136/hrt.71.1.1>

Malliani, A., M. Pagani, F. Lombardi, and S. Cerutli. 1991.

Cardiovascular neural regulation explored in frequency domain. *Circulation* 84(2): 482-492.

Maxwell, S. R. 1995. Prospects for the use of antioxidant therapies. *Drugs*, 49(3): 345-361.

Miyachi, Y. 2000. Pathophysiology and diagnosis of cushing' syndrome. *Biomed. Phamacother.* 54: 113-117.

Morris J. and A. E. Hardman. 1997. Walking to health. *Sports, Med.* 23(5): 306-332.

Mukai, S. and J. Hayano. 1995. Heart rate and blood pressure variabilities during graded head-up tilt. *J. Appl. Physiol.* 78(1): 212-216. <https://doi.org/10.1161/01.CIR.93.5.1043>

Muller-Dietz, H. 1956. Phytocides and phytocide therapy. *Deutsch Med. Wochenschr.* 81(24):983-984. June. (Article in German).

Nakane, H., Asami, O., Yamada, Y., and Ohira, H. 2002. Effect of negative air ions on computer operation, anxiety and salivary chromogranin A-like immunoreactivity. *Intern. J. Psychophysiol.* 46: 85-89.

Nishijo, H. 2003. Autonomic responses during inhalation of natural fragrance of Cedrol in humans. *Auton. Neurosci.* 108(1-2): 79~86.

Park, J. B. 2010. Characteristics of petrology and petrologic chemistry of volcanic rocks distributed in the Hamdeok Gotjawal area, In volcanic rocks survey II of geological and animal-plant phases of the Hamdeok Gotjawal. *Environment. Resour. Inst. Jeju*

Special Self-governing Province, pp. 8-30.

- Radak, Z., Ogonovszky H, Dubecz J, Pavlik G, Sasvari M, Pucsok J, Berkes I, Csont T, Ferdinandy P. 2003. Super-marathon race increases serum and urinary nitrotyrosine and carbonyl levels. *Eur. J. Clin. Invest.* 33(8): 726-730.
- Raff, H., & Findling, J. W. 2003a. A physiologic approach to diagnosis of the cushing syndrome. *Ann Intern Med.* 138(12): 980-991.
- Raff, H., Homar, P. J., and Skoner, D. P. 2003b. New enzyme immunoassay for salivary cortisol. *Clin Chem.* 49(1): 203-204.
- Reilly, T., and Stevenson, I. C. 1993. AN investigation of the effects of negative air ions on responses to submaximal exercise at different time of day. *J. Purnal. Human Ecology.* 22 : 1-9.
- Reitman, E., & Pokomy, A. 1974. Camping at a Psychiatric day center. *In T.P. Lowry (Ed.), Camping therapy: Its uses in psychiatry and rehabilitation* Springfield. IL: Charles C. Thomas.
- Renznik, A., Steinhagan, T., & Gershon, D. 1992. *The effect of exercise on enzymes activities in cardiac in cardiac muscle of mice of various age.* *Biochem. Med.* 28: 347-352.
- Russell, J. and A. Mehrabian. 1976. Some behavioral effects of the physical environment. In S. Wapner, S. Cohen, & Kaplin(Eds.), *Experiencing the environment.* New York : plenum. pp. 15-17.
- Sayers, B. M. 1973. Analysis of heart rate variability. *Ergonomics* 16(1): 17-32.
- Sen, C. K. 2001. Antioxidants in exercise nutrition. *Sport Med.* 31: 891-908.
- Selye, H. 1956. *The stress of life.* N.Y.: MacGraw-Hill. 22: 887-901.
- Shephard, R. J. 1997. Exercise and relaxation in health promotion. *Sports*

- Med. 23: 211-217.
- Shimada M, Takahashi K, Ohkawa T, Segawa M, Higurashi M. 1995. Determination of salivary cortisol by ELISA and its application to the assessment of the circadian rhythm in children. *Horm. Res.* 44(5): 213-217.
- Shin, W. S., J. H. Lee, P. S. Yeon, and R. H. Yoo. 2009. Influence of forest scenes on psychophysiological responses. *J. Kor. Forest Soc.* 98(1): 88-93.
- Takazawa, K., N. Tanaka, M. Fujita, O. Matsuoka, T. Saiki, M. Aikawa, S. Tamura, and C. Ibukiyama. 1998. Assessment of vasoactive agents and vascular aging by the second derivative of photoplethysmogram waveform. *Hypertension.* 32(8): 365-370. [https://doi.org/10.1161/01.HYP.32.2.365.](https://doi.org/10.1161/01.HYP.32.2.365)
- Task Force of The European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing and Electrophysiology. 1996. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. *Circulation.* 93(5): 135-141.
- Terman, M. and J. S. Terman. 1995. Treatment of seasonal affective disorder with a high-output negative ionizer. *Journal of Alternative & Complementary Medicine.* 1: 87-92.
- Terman, M., J. S. Terman, and D. C. Ross. 1998. A controlled trial of timed bright light and negative air ionization for treatment of Winter depression. *Archives of General psychiatry.* 55: 875-882
- Terman, M. and J. S. Terman. 2006. Controlled trial of naturalistic dawn simulation and negative air ionization for seasonal disorder. *Amer. J. Psychiatry.* 163: 2126-2133.

- Ulrich, R. S. 1984. View through a window may influence recovery from surgery. *Science*. 224: 420-421.
- Ulrich, R. S., U. Dimberg, and B. Driver. 1991. Psychophysiological indicators. In B. Driver, P. Brown, & G. Peterson(eds.), *Benefits of Leisure*. State College, P. A: Venture. uBioMacpa. 2007. www.uBioMacpa.com
- Van, Aken., J. A. Romijin, J. A. Miltenburg, and G. W. Lentjes. 2003. Automated Measurement of Salivary Cortisol. *Clin. Chem*. 49(8): 1408-1409.
- Watanabe, I., H. Noro, Y. Ohtsuka, Y. Mano, and Y. Agishi. 1997. Physical effects of negative air ions in a wet sauna. *Internat. J. Biometeorol*. 40:107-112.
- Westrin, A. and R. W. Lam. 2007. Seasonal affective disorder : a clinical update. *Annals Psychiatry*. 19: 239-246
- Widmaier, E., H. Raff and K. Strang(강신성 등 번역). 2015. *Vander's Human physiology*. 12th ed. 라이프사이언스. 서울, p. 364.
- Williams, H and A.R. Mcbirney. 1979. *Volcanology*. Freeman, Cooper and Co., USA. p. 397.
- Wilson, E. O. 1984. *Biophilia*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wolf, M. M., G. A. Varigos, D. Hunt, J. G. Sloman. 1978. Sinus arrhythmia in acute myocardial infarction. *Med. J. Australia* 2(2): 252-253.
- Wright, A. N. 1983. Therapeutic Potential of the outward bound process: An evaluation of a treatment program for juvenile delinquents. *Therapeutic Recreation Journal*. 17(2): 33-42.
- Yim, E. Y., M. O. Moon, B. Y. Sun, K. Nakanishi. 2013. Floristics of bryophytes in Dongbaek-Dongsan at Seonheul. *Kor. J. Plant Taxonomy*. 43(4): 274-284.

Yamashita, N., S. Hoshida, K. Otsu, and M. Asahi. 1999. Exercise provides direct biphasic cardioprotection via manganese superoxide dismantles activation. *J. Exp. Med.* 189: 1699-1706.

<부록>

목 차

부록 1. 연구계획 인사장	184
부록 2. 일반 인적사항 및 산림에 관한 상식 조사	185
부록 3. 직무 스트레스 측정도구(Korean Occupational Stress, KOSS®-26) 연구 문제	187
부록 4. 사회 심리적 스트레스(PWI- SF) 평가 도구(PWI)	189
부록 5. 상태-특성 불안검사 도구	191
부록 6. 꽃자왈 숲의 산림치유효과가 건강에 미치는 영향 조사	193

<부록-1> 연구계획 인사장

곶자왈 숲의 산림욕 후 스트레스 감소와 면역증강에 대한 각종 검사와 설문지

안녕하십니까?

본 연구는 제주도 곶자왈 숲의 산림 피톤치드의 효능을 활용한 자연치유 증대방안에 관한 연구입니다. 연이 인류에게 준 최고의 선물인 제주의 숲은 인간의 소중한 보물이며 우리에게 편안함과 안정감을 주는 생명의 건강공간으로 그 가치가 있다.

본 조사와 연구를 통해 제주의 자연의 숲 중요성과 가치를 업그레이드하는 역할도 의미가 있다고 하겠습니다. 사람들이 숲에 들어가면 몸이 자연적으로 숲속의 치유효과를 경험하게 됩니다. 이런 현상은 숲에서 나무가 내뿜는 피톤치드(산림향)로 인하여 우리의 몸과 마음은 안정을 되찾게 되어 치유효과와 동시에 면역력이 강화되어 질병도 예방 할 수 있게 됩니다.

본 연구는 산림욕을 하였을 때, 스트레스 감소와 면역증강이 정신과 생리에 어떤 영향을 미치는가에 대해 규명하고자 각종 검사를 통해 산림 피톤치드 효능을 활용한 자연치유 증대방안에 관한 연구를 목적으로 실시할 예정입니다. 각종검사는 맥박검사, 타액 스트레스호르몬 검사, 심박변이도(HRV)의 8개 영역, 직무스트레스, 사회 심리적 스트레스, 상대불안감의 설문지 등을 곶자왈 숲 체험 전과 후로 단일군으로 검사하게 될 것입니다.

본 검사 결과는 연구 이외의 목적으로는 사용하지 않을 것을 약속드리며, 선생님의 협조를 부탁드립니다.

감사합니다.

2017년 월 일
동방문화대학원대학교
자연치유학 박사과정

<부록-2>

일반 인적사항 및 산림에 관한 상식 조사

1. 이 름 :

2: 성별: ① 남 ② 여

3. 출생년:

4. 귀하의 연령대는?

① 10대 ② 20대 ③ 30대 ④ 40대 ⑤ 50대 ⑥ 60대 ⑦ 기타 ()

5. 귀하의 건강상태는?

① 정상 ② 정상보다 조금 ③ 보통 ④ 조금이상 ⑤ 심각이상

6. 귀하의 건강상태가 이상 소견이 있다면 어디에 있나요? (자세히 적어주세요)

특별한 이유 없이 아침에 일어나기가 무척 힘이 든다 (예) (아니요)

특별한 병명 없이 늘 피곤하고 무기력하다 (예) (아니오)

특별한 병명이 있다면?

7. 귀하의 혈액형은?

① A 형 ② B 형 ③ O 형 ④ AB 형

8. 귀하의 결혼여부는?

① 기혼 ② 미혼 ③ 이혼 ④ 재혼 ⑤ 사별

9. 귀하의 교육정도는?

① 무학 ② 국졸 ③ 중졸 ④ 고졸 ⑤ 대졸 ⑥ 대학원 이상

10. 귀하의 직업은? ① 공무원 ② 전문직 ③ 경영인 ④ 교직 ⑤ 회사원
⑥ 연구직 ⑦ 자영업 ⑧ 생산직 ⑨ 학생 ⑩ 종교직 ⑪ 서비스직
⑫ 가사 및 노동 ⑬ 농·수산업 ⑭ 기타

11. 귀하의 종교는?

① 기독교 ② 천주교 ③ 불교 ④ 원불교 ⑤ 무교

12. 귀하의 피톤치드(산림향)의 효능에 대한 인식도는?

① 구체적으로 알고 있다() ② 대충적인 내용만 알고 있다()
③ 말만 들어본 정도이다() ④ 전혀 모른다()

13. 귀하는 숲의 산림치유에 대한 인식도는?

① 구체적으로 알고 있다() ② 대충적인 내용만 알고 있다()
③ 말만 들어본 정도이다() ④ 전혀 모른다()

14. 귀하는 질환에 대한 숲의 치유효과 정도는?

① 매우 효과가 있다() ② 효과가 있는 편이다() ③ 보통이다()
④ 모른다() ⑤ 효과가 없는 편이다() ⑥ 매우 효과가 없다()

15. 귀하는 숲을 어느 정도 이용하는가?

① 한주에 한번이상() ② 한 달에 한번 이상() ③ 분기별 한번 이상()
④ 일 년에 한번 정도() ⑤ 일 년에 한 번도 가지 않는다()

16. 귀하는 숲에 가는 이유는?

① 휴식을 위해서() ② 건강을 위해서()
③ 질병의 치료를 위해서() ④ 기타()

17. 제주도의 숲에 온 이유는?

① 휴식을 위해서() ② 건강을 위해서()
③ 질병의 치료를 위해서() ④ 기타()

<부록-3>

1. 직무 스트레스 측정도구(Korean Occupational Stress, KOSS®-26)를 수정한 도구

다음의 문항을 읽어보시고 각 번호의 란 중에서 요즈음 자신에게 가장 적합하다고 생각되는 해당 번호에 √ 표시하여 주십시오.

영역	설문내용	전혀 그렇지 않다.	그렇지 않다.	그렇다.	매우 그렇다.
물리환경	1. 내 일은 위험하며 사고를 당할 가능성이 있다.	1	2	3	4
	2. 내 업무는 불편한 자세로 오랫동안 일을 해야 한다.	1	2	3	4
직무요구도	3. 나는 일이 많아 항상 시간에 쫓기며 일한다.	1	2	3	4
	4. 업무 수행 중에 충분한 휴식(잠)이 주어진다.	4	3	2	1
직무자율성	5. 작업시간, 업무수행과정에서 나에게 결정할 권한이 주어지며 영향력을 행사할 수 있다.	4	3	2	1
관계갈등	6. 나의 상사는 업무를 완료하는데 도움을 준다.	4	3	2	1
	7. 직장에서 내가 힘들 때 내가 힘들다는 것을 알아주고 이해해 주는 사람이 있다.	4	3	2	1
직업불안	8. 직장사정이 불안하여 미래가 불확실하다.	1	2	3	4
조직체	9. 우리 직장은 근무평가, 인사제도(승진, 부서배치 등)가 공정하고 합리적이다.	4	3	2	1

계 불 공 정 성	10. 일에 대한 나의 생각을 반영할 수 있는 기회와 통로가 있다.	4	3	2	1
보 상 부 적 절	11. 나의 모든 노력과 업적을 고려할 때, 나는 직장에서 제대로 존중과 신임을 받고 있다.	4	3	2	1
	12. 나의 능력을 개발하고 발휘할 수 있는 기회가 주어진다.	4	3	2	1
직 장 문 화	13. 기준이나 일관성이 없는 상태로 업무 지시를 받는다.	1	2	3	4
	14. 직장의 분위기가 권위적이고 수직적이다.	1	2	3	4
	15. 남성, 여성이라는 성적인 차이 때문에 불이익을 받는다.	1	2	3	4

<부록-4>

2. 사회 심리적 스트레스(PWI- SF) 평가 도구 (PWI)

본 설문지는 개인의 사회 심리적 스트레스를 평가하는 도구입니다. 아래의 질문은 최근 몇 주 동안에 경험하셨거나 느끼셨던 육체적 심리적 상태에 대해 물어본 것입니다. 해당 항목에 √ 표시하여 주십시오.

설문내용	전혀 그렇지 않다.	그렇지 않다.	그렇다.	매우 그렇다.
1. 현재 매우 편안하며 건강하다고 느낀다.	0	1	2	3
2. 잠자고 난 후에도 개운한 감이 없다.	3	2	1	0
3. 매우 피곤하고 지쳐 있어 먹는 것조차도 힘들다고 느낀다.	3	2	1	0
4. 근심걱정 때문에 편안하게 잠을 자지 못한다.	3	2	1	0
5. 정신이 맑고 깨끗하다고 느낀다.	0	1	2	3
6. 기력(원기)이 왕성함을 느낀다.	0	1	2	3
7. 밤이면 심란해지거나 불안해 진다.	3	2	1	0
8. 대다수의 사람들과 마찬가지로 나를 관리해 나간다고 생각한다	0	1	2	3
9. 전체적으로 현재 내가 하고 있는 일은 잘되어 가고 있다 느낀다.	0	1	2	3
11. 안절부절 못하거나 성질이 심술궂게 된다.	3	2	1	0
12. 불행하고 우울함을 느낀다.	3	2	1	0
13. 나 자신에 대해 신뢰감감이 없어진다.	3	2	1	0
14. 모든 것을 고려해 볼 때 행복감을 느낀다.	0	1	2	3
15. 나는 마음을 빨리 정하지 못해서 실패를 한다.	①	②	③	④
16. 나는 마음이 차분하고 침착하다.	①	②	③	④
17. 나는 너무 많은 문제가 밀어 닦쳐서 극복할 수 없을 것 같다.	①	②	③	④
18. 나는 하찮은 일에 너무 걱정을 한다.	①	②	③	④
19. 나는 무슨 일이건 힘들게 생각한다.	①	②	③	④

20. 나는 자신감이 부족하다.	①	②	③	④
21. 나는 마음이 든든하다.	①	②	③	④
22. 나는 내 삶에 만족한다.	①	②	③	④
23. 사소한 생각이 나를 괴롭힌다.	①	②	③	④
24. 나는 실망을 지나치게 예민하게 받아들이기 때문에 머릿속에서 지워 버릴 수 없다.	①	②	③	④
25. 나는 착실한 사람이다.	①	②	③	④

<부록-5> 상태-특성 불안검사 도구

아래 문장들은 사람들이 자신을 표현하는 데 사용되고 있는 것들입니다. 각 문장을 잘 읽으시고 각 문의 오른쪽에 있는 네 개의 항목 중에서 당신이 지금 이 순간에 느끼고 있는 상태를 가장 잘 나타내는 문항 하나에 ✓ 표시하여 주십시오.

설 문 내 용	전혀 그렇지 않다	그렇지 않다	그렇다	매우 그렇다
1. 나는 마음이 차분하다.	①	②	③	④
2. 나는 마음이 든든하다.	①	②	③	④
3. 나는 긴장되어 있다.	①	②	③	④
4. 나는 후회스럽고 서운하다.	①	②	③	④
5. 나는 마음이 편하다.	①	②	③	④
6. 나는 당황해서 어찌할 바를 모르겠다.	①	②	③	④
7. 나는 앞으로 불행할까봐 걱정하고 있다.	①	②	③	④
8. 나는 마음이 놓인다.	①	②	③	④
9. 나는 불안하다.	①	②	③	④
10. 나는 편안하게 느낀다.	①	②	③	④
11. 나는 자신감이 있다.	①	②	③	④
12. 나는 짜증스럽다.	①	②	③	④
13. 나는 미움이 조마조마하다.	①	②	③	④
14. 나는 극도로 긴장되어 있다.	①	②	③	④
15. 내 마음은 긴장이 풀려 푸근하다.	①	②	③	④
16. 나는 만족스럽다.	①	②	③	④
17. 나는 걱정하고 있다.	①	②	③	④
18. 나는 흥분되어 어쩔 줄 모르겠다.	①	②	③	④
19. 나는 즐겁다.	①	②	③	④
20. 나는 기분이 좋다.	①	②	③	④
21. 나는 기분이 나쁘다.	①	②	③	④

22. 나는 쉽게 피로해진다.	①	②	③	④
23. 나는 울고 싶은 심정이다.	①	②	③	④
24. 나는 다른 사람들처럼 행복했으면 한다.	①	②	③	④
25. 나는 마음을 빨리 정하지 못해서 실패를 한다.	①	②	③	④
26. 나는 마음이 놓인다.	①	②	③	④
27. 나는 마음이 차분하고 침착하다.	①	②	③	④
28. 나는 너무 많은 문제가 밀어 닦쳐서 극복 할 수 없을 것 같다.	①	②	③	④
29. 나는 하찮은 일에 너무 걱정을 한다.	①	②	③	④
30. 나는 행복하다.	①	②	③	④
31. 나는 무슨 일이건 힘들게 생각한다.	①	②	③	④
32. 나는 자신감이 부족하다.	①	②	③	④
33. 나는 마음이 든든하다.	①	②	③	④
34. 나는 위기나 어려움을 피하려고 애쓴다.	①	②	③	④
35. 나는 울적하다.	①	②	③	④
36. 나는 내 삶에 만족한다.	①	②	③	④
37. 사소한 생각이 나를 괴롭힌다.	①	②	③	④
38. 나는 실망을 지나치게 예민하게 받아들이기 때문에 머릿속에서 지워 버릴 수 없다.	①	②	③	④
39. 나는 착실한 사람이다.	①	②	③	④
40. 나는 요즈음의 걱정이나 관심거리를 생각만하면 긴장되거나 어찌 할 바를 모른다.	①	②	③	④

<부록-6>

곶자왈 숲의 산림치유효과가 건강에 미치는 영향 조사

산림욕 후 귀하의 느낌을 해당번호에 √표시하여 주십시오.

설 문 내 용	전혀 그 렇 지 않 다.	그 렇 지 않 다.	그 렇 다.	매 우 그 렇 다.
1. 산림욕 후 기분이 좋았습니까?				
2. 산림욕 후 만족하십니까?				
3. 산림치유가 건강을 위해서 필요하고 생각하십니까?				
4. 산림치유에 대한 인식내용을 잘 알고 계십니까?				
5. 산림치유가 필요하다고 주변사람에게 추천하시겠습니까?				
6. 산림치유가 질환에 대한 치유효과가 있다고 보십니까?				
7. 산림숲속에 피톤치드(산림향), 음이온(산도) 등의 효능을 알고계십니까?				
8. 곶자왈 숲속에 돌, 나무, 꽃, 식물 등의 생태계가 다양함이 사람에게 유익하다고 보십니까?				
9. 곶자왈 숲속에 찾아가는 이유는? ① 휴식을 위해서 ② 건강을 위해서 ③ 질병치료를 위해서 ④ 기타				
10. 산림욕을 어느 곳에서 어느 정도 이용하십니까? ① 주 1회 이상 ② 월1-2회 이상 ③ 2개월 1회 ④ 기타				
11. 제주도 숲에 온 이유는? ① 휴식을 위해서 ② 건강을 위해서 ③ 질병치료를 위해서 ④ 관광 및 기타				