

# 가야산 국립공원의 주연부식생구조<sup>1</sup>

오 구균<sup>2</sup> · 권 태호<sup>3</sup> · 양 민영<sup>4</sup>

## Edge Vegetation Structure in Kaya Mountain National Park<sup>1</sup>

Koo-Kyoon Oh<sup>2</sup>, Tae-Ho Kwon<sup>3</sup>, Min-Young Yang<sup>4</sup>

### 요 약

가야산국립공원의 주연부 식생구조와 우세수종을 밝히기위해 1989년 7~8월 사이에 현지조사를 한 결과는 다음과 같다. 수간선형과 전진형 주연부식생이 출현했다. 주연부에서 삼림내부로의 거리에 따른 출현수종들의 상대우점치변화는 방위, 토양수분, 기존상층우점식생에 영향을 받는 것으로 나타났으며 특히, 소나무림내부에서는 소나무와 친화성있는 양수들이 우세하게 출현하고 있었다. 삼림주연부에서 삼림내부로의 거리증가에 따른 생태지수들의 변동이 일정하지 않았으나 주연부깊이는 대략 15~20m로 나타났다. 주연부 우점수종은 고도, 방위 보다는 토양수분에 영향 받는것으로 나타났으나 종구성의 유사성은 고도에 영향받는것으로 나타났다. 고도, 방위, 지형적위치에 따라 주연부 수종들의 출현빈도의 차이가 있었으며, 고도, 방위, 입지조건에 관계없이 조록싸리, 병꽃나무, 물푸레나무는 높은 출현빈도를 나타냈다.

### ABSTRACT

To investigate edge vegetation structure and edge species in Kaya Mountain National Park, field survey was executed from July to August, 1989 and the result are as follows. Cantilevered and advancing types of edge vegetation were observed on site. The relative importance values of major species were changed along distance from edge to forest interior and were seemed to be affected by aspect, soil moisture and present tree layer vegetation. Especially, light-oriented species were observed as a codominant species under pine tree canopy due to selective allelopathy effect and thin canopy. Ecological indices according to the distance from edge to forest interior did not show regular pattern, but edge depth was estimated as 15-20m, approximately. Dominant species of edge seemed to be affected by soil moisture rather than altitude and aspect, but floristic similarities seemed to be affected by altitude. Frequency classes of edge species were different by aspect, altitude and physiological location. *Lespedeza maximowiczii*, *Weigela subsessilis* and *Fraxinus rhynchophylla* showed high frequency class in all environment conditions.

1 접수 11월 25일 Received on Nov. 25, 1989.

2 호남대학 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Honam Univ., Kwangju, Korea

3 대구대학교 농과대학 College of Agriculture, Taegu Univ., Kyongsan, Korea

4 서울대학교 환경대학원 Graduate School of Environmental Studies, Seoul Nat'l Univ., Seoul, Korea

## 머 리 말

개발과 이용활동의 증대에 따라 삼림주연부길이가 양적으로 증가하고, 주연부의 식생파괴가 심해지고 있다. 따라서 삼림주연부의 자연미증대와 삼림생태계보호를 위해서는 삼림주연부식생의 구조와 기능에 관한 체계적인 연구뿐만아니라 주연부식생의 활착공법, 파괴된 주연부식생의 복구공법 등에 관한 연구가 필요하다.

본연구는 북한산, 치악산 국립공원지역에서의 주연부식생구조연구에 이어서 온대 남부식생대에 속한 가야산 국립공원지역을 대상으로 환경입지별 삼림주연부식생과 구조를 밝히는데 그 목적이 있다.

## 대상지 현황

1972년 10월 국립공원으로 지정된 가야산국립공원은 행정구역상 경남 합천군 가야면 대부분 지역과 거창군 가북면, 경북 성주군 수륜면, 가천면 일대의 2개도 3개군 4개면에 위치하고 있으며, 지리적으로는 동경 128° 02' ~ 09', 북위 35° 45' ~ 49' 에 위치하고 있다. 총면적은 계획구역이 80.315 km<sup>2</sup>, 보호구역이 4.181 km<sup>2</sup>이고, 이중 91.5%가 임야이다. 토지소유현황을 보면, 사찰소유지가 51.3%로 가장 많고, 사유지(33.5%), 국·공유지(15.2%) 순으로 많아 체계적 국립공원관리상 어려움이 있다. 한편, 사유지의 자연보존상태는, 1980년대까지의 연료림채취와 산벌 등으로, 매우 낮은 수준이다.

중앙기상대 합천관측소의 지난 10년간(1977~1986)의 기상자료에 의하면, 연평균기온 12.8℃, 연평균강수량 1,278.0mm로서 임<sup>6</sup>의 수평적 삼림대구분에 따르면 온대남부림(연평균기온 12℃~13℃)에 속하나 온대남부림과 중부림의 중간지대라 볼 수 있으며 낙엽활엽수종이 우점하는 기후특성을 나타내고 있다.

본 공원은 소백산맥의 지맥인 대덕산 줄기로서 우리나라 산간지대의 대표적인, 만장년기의 침식지형의 특색<sup>7</sup>을 나타내고 있으며 가야산 주봉(1,430m), 두리봉(1,133m), 단지봉(1,030m), 남산제일봉(1,010m), 매화산(954m) 등이 연봉을 형성하여 지역의 중앙부에 입지하고 있는 해인사를 병풍처럼 둘러싸고 있다.

전체면적의 약 82.5%가 해발 600m이상으로 1,000m이상 고지대가 전체의 10.3%를 차지하고 있고, 취락지는 대부분 해발 600m이하의 지역에 형성되어 있다. 경사는 대부분 급경사지역으로 30%이상 급경사지가

63.3%를 차지하고 있으며, 10%이하 경사지는 3.5%로서 본 국립공원의 중심부인 치인리와 가야천을 따라서쪽으로 홍류동, 터서리, 구원리 등에 평탄지가 위치하고 있다. 가야산일원의 지질은 선캄브리아이언의 편마암류, 유라기의 대보화강암류 일명, 해인사화강암과 시대미상의 회장암(灰長岩)으로 구성되어 있으며, 해발고가 높을 수록 급경사지로서 암석노출지가 많고 토심이 얕으며 토양의 이화학적 성질은 불량한 편이다.

본지역의 수계는 가야산 주봉을 정점으로 방사상수계를 형성하며 이중 홍류동계곡으로 흘러가는 가야천으로 대부분 강우량이 집배수되고 있으며, 홍류동계곡의 아름다운 자연경관은 본국립공원의 중요한 관광자원이 되고 있다.

가야산일대에는 약 500여종<sup>8</sup>의 식물이 식재, 생육하고 있는것으로 보고되고 있으며, 홍류동계곡주변과 남산제일봉쪽 북사면은 소나무가 우점종으로 생육하고 있으나 가야산 주봉쪽 남사면은 신갈나무가 우점종으로 생육하고 있으며, 희귀식물인 흰참꽃이 매화산능선부에 넓게 군락을 형성하고 있고 주봉인 가야산 정상부근에는 고산초원식생이 생육하고 있다. 다른지역과는 달리 남사면에 신갈나무가, 북사면에 소나무가 생육하고 있는것은 1940년대에 소나무가 우점하고 있는 남사면의 대화재로 참나무류로의 식생천이가 촉진되었기 때문으로 보인다.

대부분 국립공원에서와 마찬가지로 가야산국립공원 주변에도 인가가 있는 곳에는 과거 연료림채취 등 계속 인간의 간섭을 받아 주연부식생발달이 이루어지지 못했으며, 해인사주변에서 주연부식생이 보존되고 있었다(photo 1). 또한, 집단시설지역의 도로주연부에는 화백, 측백나무, 물오리나무, 족제비싸리, 향나무, 편백, 단풍나무, 눈향나무, 영산홍 등 외래수종이 식재되어 국립공원의 자연미가 훼손되고 삼림생태계를 보호해줄 주연부식생발달이 지체되고 있었다.

## 재료 및 방법

본 조사구역은 가야산국립공원의 홍류동계곡일대와 해인사를 기점으로 북쪽의 가야산주봉과 남쪽의 남산제일봉에 이르는 등산로 주변으로 각 조사구 위치는 Figure 1 과 같다. 1989년 2월, 7월에 예비답사를 실시한 뒤, 1989년 8월 8~11일에 본 조사를 실시하였다.

삼림주연부 식생구조변화를 조사하기 위해 방위, 인간간섭강도, 상층수관의 우점종 등 10개 환경유형에서 총 22개 조사구를 설치하여 식생조사를 실시했다. 각 조사구에서는 주연부가장자리에서 삼림내부방향으

로 폭 10m, 길이 30m의 벨트트랜sect와 삼림내부 40~45m 구간에 폭 10m의 방형구(50m<sup>2</sup>)를 Ranney et al, 오 등<sup>3,10,12,13)</sup>의 방법으로 설치한 뒤 4개 수관층위별로 중첩방형구법으로 매 5m 구간마다 매목조사를 실시했다. 중첩방형구 크기는 교목층, 아교목층은 5m×10m, 관목층, 임상층은 2m×5m이었으며, 교목층은 흉고직경 10cm이상, 아교목층은 흉고직경 2cm~10cm, 관목층은 흉고직경 2cm이하로서 수고 1m이상, 임상층은 수고 1m이하인 수목을 대상으로 하였으며 교목층, 아교목층은 흉고직경을, 관목층, 임상층은 수관투영면적을 조사하였다. 매목조사자료를 토대로 환경유형별로

수관층위별 상대우점치<sup>8,9)</sup>, 평균상대우점치<sup>9)</sup>, 종다양도<sup>10)</sup>, 상이도지수<sup>16)</sup> 등을 구했다.

각 조사구의 환경요인조사에서 경사도와 방위는 Clinometer 와 Compass를 사용하여 측정했으며, 토양시료는 환경유형별로 1점씩을 채집했으며, 삼림내부 1.0~1.5m 부근에서 2군데의 시료를 채집하여 실내에서 7일간 풍건시킨뒤 임업시험장에 이· 화학적 특성분석을 의뢰하였다.

한편, 삼림주연부의 우점수종과 주요출현수종을 파악하기 위해 방위, 해발고, 인간의 간섭 등 환경요인을 고려하여 주연부식생발달이 양호한 곳 31개지점에서

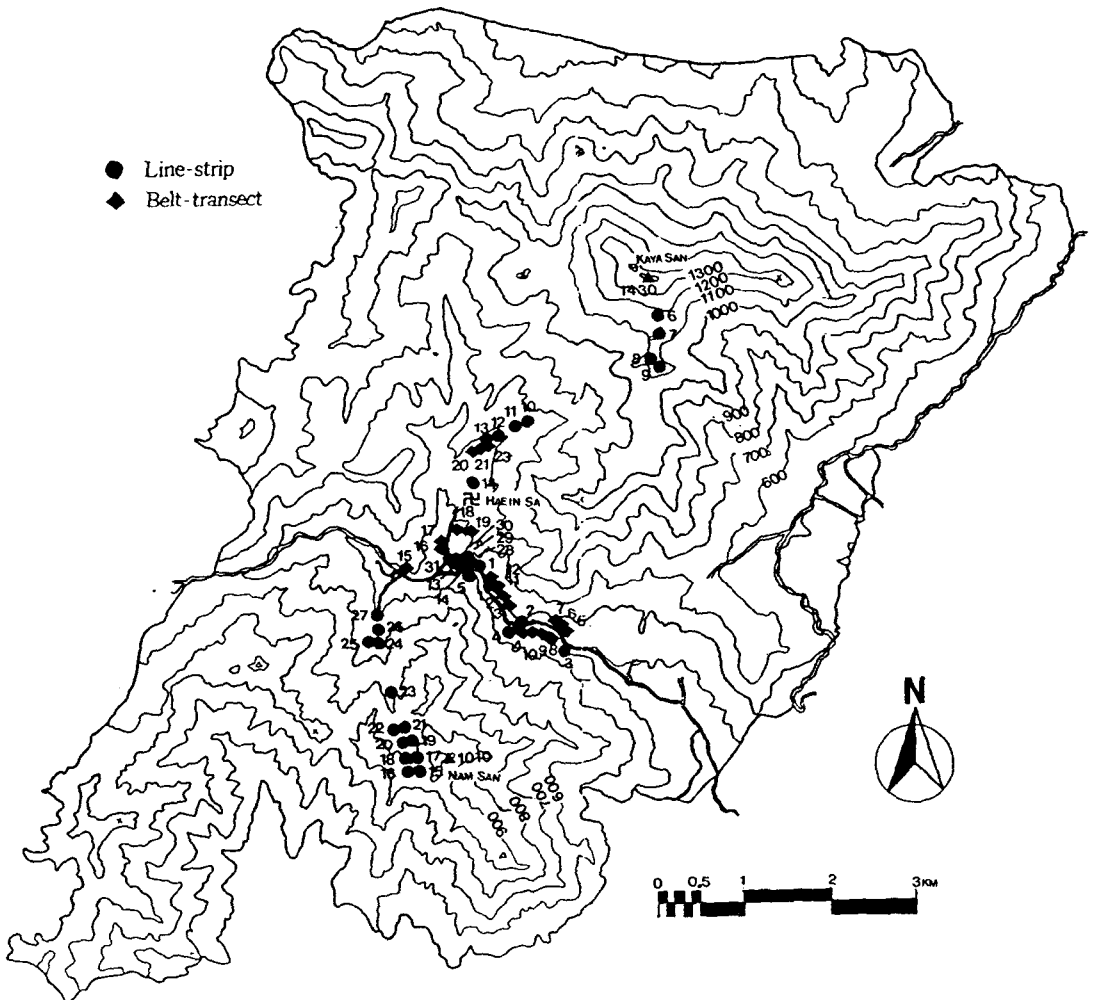


Figure 1. Location of survey sites in Kaya Mountain National Park.

각각 폭 1.5m, 길이 50m의 라인-스트립<sup>3,12)</sup>을 주연부를 따라 설치한 뒤, 매 10m구간으로 나누어 교목층, 아교목층은 1.5m×10m, 관목층, 임상층은 1.5m×5m크기의 방형구에서 주연부식생구조조사와 동일한 방법으로 매목조사를 실시하였다. 각 매목조사자료를 토대로 환경유형별로 상대우점치, 유사도지수, 「라운키에르」의 번도계급<sup>3,6)</sup>을 분석하였다.

## 결과 및 고찰

### 1. 환경요인

각 조사구를 환경유형별로 분류하여 방위, 고도, 토양의 물리·화학적 특성, 입지특성을 나타낸것이 Table 1이다.

주연부식생구조 조사구는 I ~ X 까지 10개 환경유형으로 나누었다. I와 II유형은 홍류동계곡 북사면 산록의, 소나무가 상층수관에서 우점하는 지역으로 I유형은 가야천옆, 계류주연부이고, II유형은 산책로옆 주연부이다. III유형은 홍류천계곡 진입차도옆 주연부로 남향이며 소나무 우점지역이고, IV유형은 III유형과 환경입지조건은 같으나 활엽수 혼효림지역이다. V유형

은 소나무와 졸참나무 혼효림지역으로 전진형 주연부식생 지역이다. VI유형은 주차장옆, 절개비탈면으로 소나무가 우점하는 전진형 주연부이고, VII유형은 서사면으로 소나무와 졸참나무가 우점하는 등산로옆 주연부이다. VIII유형은 기념품상가에서 해인사로 이르는 진입로 주변, 편단지 주연부로 매우 습윤한 활엽수림지역이고 IX유형은 국립암주변의 증복 능선부의 주연부로 소나무와 참나무류가 우점하는 지역이다. X유형은 해인사에서 마애불입상사이의 증복계곡부에 위치한 등산로주연부이다.

토양산도(pH)는 5.0미만으로 북한산<sup>2)</sup>, 치악산<sup>3)</sup>보다 강산성을 나타내고 있었으며, 우리나라 산림평균치(pH 5.5)<sup>3)</sup>보다 매우 낮은 강산성을 띠고 있었으며, 유기물함유량은 3.0%미만으로 우리나라 곡간봉적토의 평균치(4.54%)<sup>3)</sup>보다도 낮게 나타났다. 전질소는 0.20~0.35 수준으로 낮은편이며 유효인산은 37.3~195ppm의 범위로 환경입지별로 큰 진폭을 나타냈다. 즉, 증복지역이나 도로옆은 낮고 곡간봉적토지역은 높게 나타났는데 이는 급경사지에서의 인산용탈작용때문으로 판단된다.

주연부수종조사를 위한 라인-스트립 조사구는 방위와 해발고를 중심으로 분류하였다. A와 B유형은 홍류동계

Table 1. Environment conditions of survey sites in Kaya Mountain National Park.

Environmen- tal Groups	Site No.	Aspect	Altitude (m)	Mech. Analysis			Texture	pH	Organic Matter (%)	Total N (%)	Available P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Remarks
				sand	silt	clay						
BT I	4, 10	N	400-450	42.4	45.6	12.0	L	4.7	1.724	0.311	195.25	beside vally
II	8, 9	N	400-450	34.9	46.1	19.0	L	4.6	2.069	0.274	95.92	beside trail in valley
III	2, 3, 5, 6	S	450-500	55.8	36.2	8.0	SL	5.0	2.441	0.210	40.82	beside vehicle road in valley
IV	11, 12, 13	SW	500-550	-	-	-	-	-	-	-	-	-
V	7	S	450-500	-	-	-	-	-	-	-	-	advancing edge
VI	15	SW	550-600	-	-	-	-	-	-	-	-	beside parking lot in valley
VII	13, 14	W	500-550	42.9	49.1	8.0	L	4.7	2.983	0.356	116.28	beside trail in valley
VIII	16, 17	Flat	550-600	42.4	46.6	11.0	L	4.6	2.565	0.305	168.85	beside trail near Haein temple.
IX	18, 19	SW	580-630	6.3	65.7	28.0	SicL	4.4	1.821	0.277	47.79	beside trail in midslope ridge
X	20, 21, 22	S	650-700	44.2	41.8	14.0	L	4.8	1.862	0.202	37.34	beside trail in midslope valley
BS A	1, 2	N	450-500									beside valley
B	3, 4, 5	S	420-450									beside vehicle road in valley
C	28, 29, 30, 31	S	540-560									beside trail in valley
D	24, 25, 26, 27	N	600-630									beside trail in valley
E	15 ~ 23	N	750-910									beside trail in midslope
F	10 ~ 14	S	620-740									ditto
G	6, 7, 8, 9	S	1100-1200									beside trail near summit

곡부지역으로 A는 북사면 계류주연부, B는 남사면 처도주연부이다. C유형은 해인사 주변의 산책로변 주연부이고, D유형은 남산제일봉에 이르는 중북계곡부엃 등산로주연부이고 E유형은 남산제일봉주변 계곡부 등산로주연부이다. F유형은 해인사에서 가야산정상부로 이르는 중북계곡부의 등산로주연부이고 G유형은 가야산 정상부근의 등산로주연부이다.

전조사구의 상층수관수목의 수고는 15~25m이었으며 등산로주연부식생의 유지발달에 따른 Gysel<sup>10)</sup>의 주연부 유형중, 등산로변에는 수간선형 주연부식생이, 차도변과 계곡부에는 수간선형과 전진형주연부식생이 출현하고 있었다.

## 2. 주연부식생구조

삼림주연부에서 삼림내부로의 거리에 따라 출현수종의 수관층위별 상대우점치와 평균상대우점치의 증감에 따라 주연부수종, 주연부선호수종, 삼림내부선호수종, 주연부 및 삼림내부적응수종으로 분류하여 나타낸 것이 Tab.2이다.

환경유형 I 즉, 홍류동계곡 북사면의 계류주연부에서는 소나무가 전구간에서 우점하는 지역이다. 주연부수종으로는 고팡나무, 산초나무, 오갈피, 산들배, 회잎나무가, 주연부선호수종으로는 개울나무, 진달래, 생강나무가, 삼림내부선호수종으로는 병꽃나무, 물푸레나무, 신갈나무, 서어나무가, 삼림내부 및 주연부적응수종으로는 소나무, 노각나무, 철쭉꽃, 조록싸리, 쇠물푸레나무, 노린재나무, 비목, 함박꽃나무, 국수나무, 개암나무, 팔배나무로 나타났다. 환경유형 I은 소나무수관 피도가 낮기 때문에 출현수종들은 광량강도보다는 소나무의 선택적 타감작용<sup>11)</sup>과 토양수분에 보다 영향받는 것으로

판단된다.

환경유형 II는 환경유형 I 과 근접지역으로 등산로주연부이고 경사도는 10°미만지역이다. 주연부수종으로는 병꽃나무, 물푸레나무, 당단풍, 물박달나무, 대팻집나무, 주연부선호수종으로는 생강나무, 진달래, 삼림내부선호수종으로는 신갈나무, 굴참나무, 국수나무, 삼림내부 및 주연부적응수종으로는 소나무, 개울나무, 조록싸리, 졸참나무, 철쭉꽃, 노각나무, 쇠물푸레나무, 노린재나무로 나타났다. 이 유형에서는 상층수관의 소나무가 출현수종들의 입지에 크게 작용함으로써 일반적으로 주연부에 출현하는 수종들이 삼림내부에 출현하는 것으로 나타났다.

환경유형 III은 홍류동계곡 진입도로주연부로 경사 10°미만의 남사면이고 참나무류의 삼림이다. 주연부수종으로는 붉나무, 머루, 산수국, 주연부선호수종으로는 진달래, 국수나무, 산가막살나무, 다릅나무, 삼림내부선호수종으로는 정금나무, 노린재나무, 노각나무, 생강나무, 삼림내부 및 주연부적응수종으로는 졸참나무, 굴참나무, 서어나무, 쇠물푸레나무, 조록싸리, 개울나무, 물푸레나무, 쪽동백나무, 철쭉꽃, 팔배나무로 나타났다.

환경유형 IV는 환경유형 III과 동일한 입지조건이나 상층수관에서 소나무가 우세한 지역이다. 주연부수종으로 병꽃나무, 붉나무, 주연부선호수종으로 졸참나무, 조록싸리, 물푸레나무, 대팻집나무, 삼림내부선호수종으로 노린재나무, 산벚나무, 철쭉꽃, 삼림내부 및 주연부적응수종으로 소나무, 생강나무, 쪽동백나무, 개울나무, 굴참나무, 당단풍, 상수리나무, 쇠물푸레나무, 신갈나무, 노각나무가 출현했다.

환경유형 V는 홍류동계곡 홍도문뒤쪽의 남사면으로 전진형주연부식생이 발달하고 있었다. 주연부수종으로



Photo 1. Edge vegetation beside trail of *Pinus densiflora* forest in Kaya Mountain National Park.



Photo 2. Advancing forest edge type with *Pinus densiflora* beside access road in Kaya Mountain National Park.

Table 2. Mean importance value of woody plants near forest edges.

Species	Distance From Edge (m)						
	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	40~45
Environmental Group I							
Group 1(edge oriented)							
Subgroup 1(strongly oriented)							
<i>Philadelphus schernckii</i>	0.6	2.2		1.7			
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>		1.8					
<i>Acanthopanax sessiliflorus</i>	2.9						
<i>Pyrus ussuriensis</i>	1.9						
<i>Euonymus pauciflorus</i>	1.6						
Subgroup 2(moderately oriented)							
<i>Rhus trichocarpa</i>	10.6	8.9	4.6	8.5	12.6	6.6	4.9
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	4.6	0.8	0.3	0.9	1.0	2.8	7.0
<i>Lindera obtusiloba</i>	9.9	9.8	4.4	5.4	4.4	7.4	4.1
Group 2 (interior oriented)							
<i>Weigela subsessilis</i>		0.4	2.4	3.5	2.3	1.0	
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>					0.7		2.7
<i>Quercus mongolica</i>						2.1	3.5
<i>Carpinus laxiflora</i>					0.7	2.2	
Group 3 (ubiquitous)							
<i>Pinus densiflora</i>	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	33.8	40.0
<i>Stewartia koreana</i>	3.6	2.2	5.2	3.0	1.7	6.5	4.8
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	6.5	3.5	8.6	3.2	9.0	8.8	2.6
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	4.1	6.3	3.7	4.1	4.2	2.6	6.5
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	5.8	2.0	3.7	4.7		5.5	8.3
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	3.6	4.2	6.4	3.4	0.7		1.9
<i>Lindera erythrocarpa</i>	1.8		4.1	3.0	2.6	1.7	
<i>Magnolia sieboldii</i>	1.5		4.3	4.4	2.9	1.6	
<i>Stephanandra incisa</i>		1.1	1.2	3.1	1.5	1.4	
<i>Corylus sieboldiana</i>		2.6	2.5	2.4	2.8		
<i>Sorbus alnifolia</i>		3.0		1.3	4.0		2.2
Environmental Group II							
Group 1(edge oriented)							
Subgroup 1(strongly oriented)							
<i>Weigela subsessilis</i>	1.0	0.6				1.2	
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	0.4	0.6					
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0.4		0.6				
<i>Betula davurica</i>	3.2						
<i>Ilex macropoda</i>		3.5					
Subgroup 2(moderately oriented)							
<i>Lindera obtusiloba</i>	7.1	7.0	4.7	0.7	3.9		2.7
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	1.6	6.5	6.5	2.7	2.2	3.1	9.4

(Table 2. Continued.)

Species	Distance From Edge (m)						
	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	40~45
Group 2 (interior oriented)							
<i>Quercus mongolica</i>		1.4	5.2	9.3	2.7	10.7	
<i>Quercus variabilis</i>			2.8	2.8	3.7		4.0
<i>Stephanandra incisa</i>						2.9	0.5
Group 3 (ubiquitous)							
<i>Pinus densiflora</i>	40.0	40.0	40.0	40.0	40.0	40.8	40.0
<i>Rhus trichocarpa</i>	18.2	15.0	14.2	5.5	15.2	8.0	14.8
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	5.0	3.4	3.8	8.2	6.4	4.8	7.6
<i>Quercus serrata</i>	1.9	3.4	4.2	6.3	3.9	3.8	5.3
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	2.6	4.6	5.2	4.2	4.0		3.6
<i>Stewartia koreana</i>	2.7	3.2	3.6	2.9	3.5	9.0	
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	5.8	9.2	4.9	12.9	8.3	9.9	
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	2.3		1.6			0.7	2.5
Environmental Group III							
Group 1 (edge oriented)							
Subgroup 1 (strongly oriented)							
<i>Rhus japonica</i>	0.5	0.3	0.2				
<i>Vitis amurensis</i> var. <i>coignetii</i>	1.1	0.2					
<i>Hydrangea serrata</i> for. <i>acuminata</i>		0.3	0.3				
Subgroup 2 (moderately oriented)							
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	1.3	7.9	4.9	1.1	1.9	3.0	0.9
<i>Stephanandra incisa</i>	0.3	2.7		0.7	0.3		
<i>Viburnum wrightii</i>	0.8	1.3		1.0	1.0		
<i>Maachia amurensis</i>	1.1	1.3	1.6	1.1			
Group 2 (interior oriented)							
<i>Vaccinium oldhami</i>		0.2	0.3			0.3	3.7
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>		2.2	1.0	0.5	1.9	0.3	0.4
<i>Stewartia koreana</i>			1.4	0.9	5.1	1.6	2.6
<i>Lindera obtusiloba</i>		0.2	1.4	1.7	1.5	1.9	0.3
Group 3 (ubiquitous)							
<i>Quercus serrata</i>	2.9	7.1	6.3	2.7	3.9	2.0	2.7
<i>Quercus variabilis</i>	6.0	6.3	6.7	6.7	2.3	2.1	3.2
<i>Carpinus laxiflora</i>	2.4	2.4	0.9	0.5	3.8	1.9	0.3
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	6.3	1.5	4.7	8.1	3.7	5.1	0.6
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	8.1	2.7	3.1	4.9	4.9	4.8	2.3
<i>Rhus trichocarpa</i>	4.4	6.2	8.6	6.5	4.5	6.1	5.6
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0.9	1.5		0.4	0.8	0.3	3.7
<i>Styrax obassia</i>	2.1	2.7	3.0	3.1		2.4	2.6
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	3.4	3.8		2.1	3.6	4.5	7.6
<i>Sorbus alnifolia</i>	1.6		1.0		0.8	1.1	

(Table 2. Continued.)

Species	Distance From Edge (m)						
	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	40~45
Environmental Group IV							
Group 1(edge oriented)							
Subgroup 1(strongly oriented)							
<i>Weigela subsessilis</i>	9.2						2.2
<i>Rhus japonica</i>	0.3						
Subgroup 2(moderately oriented)							
<i>Quercus serrata</i>	14.7	5.8	2.2	2.2	2.9	0.8	6.8
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	8.1		0.4	1.5	0.9	1.2	2.5
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.1	1.6	0.5	0.9	0.9		
<i>Ilex macropoda</i>	1.9	5.4			1.1	1.1	0.9
Group 2(interior oriented)							
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	0.3	0.4	0.3	0.6	2.6	1.3	1.8
<i>Prunus sargentii</i>						1.2	1.1
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>	1.1		3.3	2.5	3.4	3.8	2.6
Group 3(ubiquitous)							
<i>Pinus densiflora</i>	29.8	33.0	33.3	44.1	34.0	33.6	27.0
<i>Carpinus laxiflora</i>	5.8	1.7	4.1	1.0	1.8	3.0	2.9
<i>Lindera obtusiloba</i>	0.4	3.3	1.3	1.7	1.2	1.0	0.6
<i>Styrax obassia</i>	6.3	6.5	5.0	5.0	9.5	5.5	2.7
<i>Rhus trichocarpa</i>	2.3	5.7	3.5	2.6	6.1	9.3	4.9
<i>Quercus variabilis</i>	3.0	4.2	7.6	5.0	4.5	6.9	5.3
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	3.0	0.4	0.3	0.6	2.6	1.3	1.8
<i>Quercus acutissima</i>	0.6	10.9	11.5	4.9	8.0	8.2	5.4
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	0.4	8.1	7.4	7.1	5.8	10.7	7.3
<i>Quercus mongolica</i>	3.6		3.5	4.2	1.7	3.6	8.3
<i>Stewartia koreana</i>	1.7	4.6		1.9			3.4
Environmental Group V							
Group 1(edge oriented)							
Subgroup 1(strongly oriented)							
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	4.7						
<i>Pinus densiflora</i>		8.9	17.3	16.8	6.6	43.4	40.0
Subgroup 2(moderately oriented)							
<i>Quercus variabilis</i>	1.6	14.3			9.1		
<i>Smilax sieboldii</i>	0.9	1.6	4.2				
Group 2(interior oriented)							
<i>Fraxinus sieboldiana</i>			1.1			2.3	0.8
<i>Quercus mongolica</i>				0.9	10.3	9.6	
<i>Smilax china</i>					2.9	2.5	1.3
Group 3(ubiquitous)							
<i>Quercus serrata</i>	9.4	7.6	10.7	22.5	14.3	11.7	2.2
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	6.9	3.3	4.0	2.9	4.6	3.7	7.4



(Table 2. Continued.)

Species	Distance From Edge (m)						
	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	40~45
<i>Coryeus sieboldiana</i>	0.9	3.5	9.0	1.0	1.6		
<i>Quercus acutissima</i>		6.8	7.2	8.6	3.3		
Environmental Group VI							
Group 1(edge oriented)							
Subgroup 1(strongly oriented)							
<i>Rhus japonica</i>	11.7	1.8					
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	17.5	3.5					
<i>Fraxinus sieboldiana</i>		3.0	2.4				
<i>Pinus densiflora</i>	24.8			20.4	40.0	46.3	48.8
<i>Rhododendron mucronulatum</i>		24.0				10.7	9.9
Group 2(interior oriented)							
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>			5.1	10.3	3.1	13.1	7.7
<i>Lindera obtusiloba</i>			4.8	2.5	21.5	5.0	
Group 3 (ubiquitous)							
<i>Quercus serrata</i>		54.1	22.4	37.2	18.7	3.8	14.8
<i>Quercus variabilis</i>		8.1	7.8	18.7	11.7	9.8	5.8
<i>Rhus trichocarpa</i>		2.8	5.1	4.1	2.1		4.7
Environmental Group VII							
Group 1(edge oriented)							
Subgroup 1(strongly oriented)							
<i>Weigela subsessilis</i>	7.0				1.4	0.9	1.4
<i>Stephanandra incisa</i>	8.7		1.5				
<i>Celastrus orbiculatus</i>	1.7						
Subgroup 2(moderately oriented)							
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	4.1	1.8	1.7	1.6			
Group 2(interior oriented)							
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	2.0	3.5	6.1	8.7	3.6	7.4	11.0
<i>Rhus trichocarpa</i>		3.1		5.3	3.6		1.0
<i>Fraxinus sieboldiana</i>		1.8	1.7	2.1	1.1	13.0	4.4
<i>Rhododendron schlippenbachii</i>		1.1	2.0		7.3		4.6
<i>Corylus sieboldiana</i>			1.4	3.4	7.0	1.5	
Group 3(ubiquitous)							
<i>Stewartia koreana</i>	15.7	3.4	5.4	11.7	1.4	3.7	7.9
<i>Carpinus laxiflora</i>	16.2	21.8	19.1	11.7	3.6	8.7	16.5
<i>Lindera obtusiloba</i>	1.8	2.6	5.7	1.0	2.4	2.3	3.8
<i>Quercus serrata</i>	1.0	41.6	42.2	1.8	41.1	5.5	5.1
<i>Styrax obassia</i>	8.7	5.9	7.7	3.3	7.3	4.9	8.8
<i>Pinus densiflora</i>	16.6					40.0	12.8

(Table 2. Continued.)

Species	Distance From Edge (m)						
	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	40~45
<b>Environmental Group VIII</b>							
Group 1 (edge oriented)							
Subgroup 1 (strongly oriented)							
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	2.8	42.7					
<i>Euonymus pauciflorus</i>	1.9	1.4					
<i>Salix koreansis</i>	27.2						
<i>Celtis sinensis</i>	14.4						
Subgroup 2 (moderately oriented)							
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	4.5	5.5				0.5	2.1
Group 2 (interior oriented)							
<i>Callicarpa japonica</i>	1.8	0.7	9.2	5.4	5.9		0.7
<i>Euonymus oxyphyllus</i>		3.5	1.9	12.6	21.6	18.8	12.8
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	1.0		17.1	6.3	5.3	15.0	4.7
<i>Carpinus cordata</i>	4.7		6.8	11.2	11.1	10.9	12.5
<i>Rhus trichocarpa</i>				11.7	2.6		3.9
<i>Zelkoba serrata</i>			5.3	1.9	8.9		
<i>Stewartia koreana</i>						6.6	1.8
Group 3 (ubiquitous)							
<i>Quercus serrata</i>	4.4	5.2	18.6	4.6	2.2	21.8	11.4
<i>Styrax obassia</i>	2.0	9.6	12.9	14.6	19.1	13.3	8.6
<i>Sorbus alnifolia</i>	1.3	2.9	2.5		3.5		4.2
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	5.8	6.0		5.7	3.4		2.1
<i>Prunus sargentii</i>				8.2		4.7	1.4
<i>Corylus sieboldiana</i>	0.4	3.2	2.8		3.0	2.0	
<b>Environmental Group IX</b>							
Group 1 (edge oriented)							
Subgroup 1 (strongly oriented)							
<i>Acer palmatum</i>	1.5	9.3					
<i>Quercus mongolica</i>	2.4						
<i>Vaccinium oldahmi</i>	1.4						
Subgroup 2 (moderately oriented)							
<i>Styrax obassia</i>	3.8	2.7		1.4	1.3	0.9	0.7
<i>Sorbus alnifolia</i>	2.6	1.8	1.2				1.9
Group 2 (interior oriented)							
<i>Corylus sieboldiana</i>	0.3		4.1	1.2	1.1	1.3	2.0
<i>Abies holophylla</i>			0.3	0.4			12.0
<i>Symplocos chiensis</i> for. <i>pilosa</i>		0.4		0.8	2.1		0.3
<i>Carpinus cordata</i>			0.7	1.0			1.3
Group 3 (ubiquitous)							
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	14.3	21.5	36.8	19.7	23.5	23.6	18.1
<i>Pinus densiflora</i>	24.0	27.7	19.9	31.7	18.2		28.0

(Table 2. Continued.)

Species	Distance From Edge (m)						
	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	40~45
<i>Rhus trichocarpa</i>	5.5	4.4	4.5	1.9	3.0	0.5	4.0
<i>Carpinus laxiflora</i>	10.1	2.4	1.6	16.7	10.6	32.5	1.1
<i>Lindera obtusiloba</i>	2.3	2.5	3.0	2.0	1.3	0.5	3.4
<i>Maachia amurensis</i>	5.2	0.4	0.9	2.5	3.3	0.4	10.5
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	0.4	0.4	0.3	0.7	0.7	3.8	0.3
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	2.2	1.7		0.7	1.5		2.5
<i>Quercus serrata</i>	6.4	2.3	14.1	12.3	14.4	3.8	6.4
<i>Prunus sargentii</i>	0.6	0.4			1.0	0.7	0.7
Environmental Group X							
Group 1(edge oriented)							
Subgroup 1(strongly oriented)							
<i>Malus baccata</i>	2.0	1.9					
<i>Robinia pseudoacacia</i>	2.4						
<i>Rhus japonica</i>	2.6						
<i>Vitis amurensis</i> var. <i>coignetii</i>	1.6						
Subgroup 2(moderately oriented)							
<i>Staphylea bumalda</i>	6.9	4.5	1.6	1.7	2.0		
<i>Castanea crenata</i>	40.0	14.9	15.2				
Group 2(interior oriented)							
<i>Symplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	2.4	2.7	2.1	4.8	5.1	7.9	15.1
<i>Cephalotaxus koreana</i>					3.9	6.7	2.6
Group 3(ubiquitous)							
<i>Quercus serrata</i>	7.3	20.5	29.8	26.5	60.9	54.0	51.8
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	6.0	2.0	2.4	6.4	3.6	2.3	4.1
<i>Corylus sieboldiana</i>	4.4		4.0		1.6	5.8	2.5
<i>Acer ginnala</i>	1.2	5.9		7.0	2.5	3.3	
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	1.1	3.3		2.1		2.3	
<i>Styrax obassia</i>	1.4		2.3	3.5			2.5
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	2.6	9.4				11.7	

\* Group I (BT 4,10, northern slope beside valley): II (BT 8, 9, northern slope beside trail in valley): III (BT 2, 3, 5, 6, southern slope beside vehicle road in valley): IV (BT 1, 11, 12, south-western slope beside vehicle road in valley): V (BT 7, southern slope having advancing edge): VI (BT 15, beside parking lot in valley): VII (BT 13, 14, western slope beside trail in valley): VIII (BT 16, 17, flat area beside trail near Haein temple): IX (BT 18, 19, beside trail in midslope ridge): X (BT 20, 21, 22, southern slope beside trail in midslope valley).

소나무와 노린재나무, 주변부선호수종으로 굴참나무, 청가시덩굴, 삼림내부선호수종으로 쇠물푸레나무, 신갈나무, 청미래덩굴, 삼림내부 및 주변부적응수종으로 졸참나무, 조록싸리, 개암나무가 출현하고 있었다.

환경유형 VI는 해인사입구 주차장옆 절개지의 비탈면 주변부로서 삼림내부에는 소나무가, 삼림주연부에는

참나무류가 우세한 지역으로 비탈면 아래쪽으로 전진형 주변부식생이 발달하고 있었다(photo 2). 주변부수종으로는 소나무, 진달래, 붉나무, 조록싸리, 쇠물푸레나무, 삼림내부선호수종으로는 철쭉꽃, 생강나무가, 삼림내부 및 주변부적응수종으로는 졸참나무, 굴참나무, 개암나무가 출현하고 있었다.

환경유형 V와 VI은 삼림내부에 소나무가 우세한 남사면이고, 전진형주연부식생이 발달하고 있는점에서 공통점이 있는데 양유형에서 모두 소나무가 주연부수종으로 나타난점이 주목할 점이고, 소나무와 친화성 수종<sup>31)</sup>들이 삼림내부에 출현하고 있었다.

환경유형 VII는 서사면으로 홍류동계곡에서 해인사로 진입하는 비포장도로주연부로서 소나무와 졸참나무의 혼효림지역이며 수관은 약간 열린 상태이다. 주연부수종으로 병꽃나무, 국수나무, 노박덩굴, 주연부선호수종으로 조록싸리, 삼림내부선호수종으로 당단풍, 개울나무, 쇠물푸레나무, 철쭉, 개암나무가, 삼림내부 및 주연부적응수종으로 노각나무, 서어나무, 생강나무, 졸참나무, 쪽동백, 소나무가 출현했다. 환경유형 VIII은 해인사입구로서 진입로 주변, 평탄습지로 활엽 수혼효림지역이며 수관은 약간 열린 상태이다. 주연부수종으로 물푸레나무, 회잎나무, 버드나무, 팽나무, 주연부선호수종으로 조록싸리, 삼림내부선호수종으로 작살나무, 참회나무, 당단풍, 까치박달나무, 개울나무, 느티나무, 노각나무, 삼림내부 및 주연부적응수종으로 졸참나무, 쪽동백, 팔배나무, 노린재나무, 산벚나무, 개암나무가 출현했으며, 출현수종생육에 토양수분이 크게 영향을 미친 것으로 판단된다.

환경유형 IX는 국일암 주변의 남서사면으로 중북능선부에 위치하며, 소나무와 참나무류가 혼효하는 지역이다. 주연부수종으로는 신갈나무, 당단풍, 정금나무, 주연부선호수종으로 쪽동백, 팔배나무, 삼림내부수종으로 개암나무, 전나무, 노린재나무, 까치박달나무가, 삼림내부 및 주연부적응수종으로 당단풍, 소나무, 개울나무, 서어나무, 생강나무, 다릅나무, 물푸레나무, 쇠물푸레나무, 졸참나무, 산벚나무가 출현하고 있었다.

환경유형 X은 해인사에서 가야산정상으로의 중북계곡부 등산로주연부로 15°이하의 남사면이다. 주연부수종으로는 야광나무, 아까시나무, 붉나무, 머루, 주연부선호수종으로는 고추나무, 밤나무, 삼림내부선호수종으로는 노린재나무, 개비자나무, 삼림내부 및 주연부적응수종으로는 졸참나무, 물푸레나무, 개암나무, 신갈나무, 쥐똥나무, 쪽동백, 조록싸리가 출현했다.

이상의 주연부 출현수종의 변화를 종합해 보면, 삼림내부에 소나무가 우세하거나 우점하는 곳에서 소나무와 함께 생육하는 수종은 졸참나무, 굴참나무, 쪽동백, 개울나무, 서어나무, 노각나무, 쇠물푸레, 당단풍, 생강나무, 철쭉꽃 조록싸리, 노린재나무 등으로 나타났으며, 이 수종들은 주연부와 수관이 영성한 삼림내부에서 적응력이 강한 수종으로 나타났다.

한편, 북사면 계류주연부에서는 호습성수종으로 고광나무, 산돌배, 회잎나무, 산초, 개울나무, 생강나무, 진달래 등이, 북사면 등산로주연부에서는 물푸레나무, 당단풍, 물박달, 대팻집나무, 진달래, 생강나무 등이 출현한데 반하여, 남사면 차도 주연부에서는 호양성이 강한 붉나무, 병꽃나무, 진달래, 국수나무, 산가막살나무, 다릅나무, 머루 등이 출현했다.

남사면의 전진형주연부에서는 소나무, 진달래, 노린재나무, 붉나무, 쇠물푸레나무, 조록싸리 등이 선구형주연부수종으로 나타났고, 수관올폐도가 높아 광량이 적은 등산로, 산책로주연부에서는 내음성이 강한 병꽃나무, 국수나무, 물푸레나무, 조록싸리, 생강나무, 회잎나무, 쪽동백나무, 노린재나무, 개암나무, 쇠물푸레나무, 당단풍, 서어나무등이 출현했다. 가야산의 주연부수종들은 환경입지조건에서 방위, 광량, 토양수분, 삼림내부의우점수종에 영향받는 것으로 나타나 wales<sup>15)</sup> 북한산<sup>2)</sup> 치악

Table 3. No. of species and individuals of woody plants near forest edges.

Groups	Distance From Edge(m)							Distance From Edge(m)						
	No. of Species							No. of Individuals						
	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	40-45	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	40-45
I	1	1	1	1	1	2	1	8	3	3	3	5	8	14
II	1	1	1	1	1	1	1	6	5	5	2	3	4	10
III	2	1	1	1	1	1	2	12	11	10	10	17	16	35
IV	2	3	3	2	5	4	5	9	12	14	15	14	18	25
V	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	4
VI	-	1	-	2	1	1	1	-	2	-	5	2	1	5
VII	3	1	1	-	1	1	4	3	1	2	-	1	1	6
VIII	2	1	5	3	2	4	6	3	1	5	4	2	6	7
IX	3	2	3	3	3	2	2	6	3	8	6	5	2	12
X	1	3	3	4	1	1	3	1	4	3	4	6	3	13

(Table 3. Continued.)

		No. of Species							No. of Individuals						
Groups		Distance From Edge(m)							Distance From Edge(m)						
		0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	40-45	0-5	5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	40-45
Sapling	I	9	10	10	10	9	12	10	32	26	15	25	20	25	21
	II	5	10	9	7	7	5	8	15	20	27	16	27	25	30
	III	16	15	14	13	14	16	13	40	32	30	25	25	37	23
	IV	9	13	11	13	13	11	12	23	21	43	41	29	33	45
	V	.	4	3	3	5	3	.	.	4	4	3	11	3	.
	VI	2	6	6	2	3	6	8	57	10	16	4	4	10	38
	VII	6	8	7	6	8	9	10	16	24	29	23	29	25	49
	VIII	10	9	8	3	8	4	11	13	14	14	7	11	12	23
	IX	9	2	1	3	2	2	4	11	3	1	4	4	2	7
	X	16	15	10	8	8	10	8	28	27	28	19	29	40	47
Shrub	I	9	7	8	13	10	9	8	15	10	16	20	18	18	36
	II	7	6	8	5	9	10	5	24	11	20	11	21	27	28
	III	12	8	10	16	16	16	8	21	27	26	53	43	50	16
	IV	6	7	7	11	9	8	10	22	11	14	22	30	20	24
	V	3	5	3	3	8	6	8	5	11	5	7	28	14	12
	VI	2	1	4	5	5	2	4	10	1	8	10	9	5	6
	VII	7	2	6	5	4	3	8	19	5	11	7	4	4	14
	VIII	11	7	4	5	4	2	5	18	7	5	9	6	5	12
	IX	7	13	10	9	11	5	12	15	25	22	16	18	5	30
	X	11	11	6	7	2	4	4	29	21	13	10	2	7	8
Ground layer	I	7	11	10	9	8	6	9	23	42	43	22	41	32	47
	II	11	7	8	4	8	8	9	32	26	24	33	55	35	74
	III	13	20	16	17	15	18	17	51	75	47	61	63	59	45
	IV	14	15	16	12	10	10	18	54	45	75	55	51	62	85
	V	8	7	5	7	5	4	6	18	14	11	15	13	9	27
	VI	3	5	5	4	1	5	3	30	19	6	7	13	14	9
	VII	10	7	5	8	8	9	8	39	17	15	16	10	10	16
	VIII	11	7	4	3	8	11	9	45	30	14	7	21	22	21
	IX	15	15	15	15	12	15	15	43	37	56	52	29	39	63
	X	9	7	3	3	3	3	5	26	23	8	10	6	5	8
Total	I	14	22	18	19	20	20	17	78	81	87	70	94	115	118
	II	18	14	15	12	14	14	13	77	68	76	65	96	91	142
	III	25	28	27	29	27	24	25	125	145	113	159	148	162	119
	IV	23	19	19	21	21	20	26	108	89	146	133	124	133	179
	V	10	11	8	9	11	11	11	23	29	20	25	52	27	43
	VI	5	8	10	8	7	10	9	97	32	30	26	28	20	58
	VII	18	18	14	14	15	13	16	77	47	57	46	44	40	85
	VIII	24	17	14	12	15	12	20	79	52	38	27	40	45	163
	IX	21	22	20	19	20	18	21	75	58	87	78	56	48	112
	X	29	24	17	18	12	15	10	84	75	52	43	43	55	76

Legends of I ~ X are same as Table 2.

산<sup>3)</sup>의 연구결과와 일치하고 있었다.

Table 3은 삼림주연부에서 임내로의 거리변화에 따른 수관층위별 종 수와 개체수변화를 보여주고 있다. 종수 변화에서 전체종수는 10~20m구간에서 감소했다가 다시 증가하는 경향을 나타냈다. 임상층은 대체적으로 주연부로부터 10~20m구간까지 심한 감소경향을 나타냈으나, 전진형 주연부인 환경유형 V, VI은 20~25m구간까지 감소경향을 나타냈다. 아교목층과 관목층은 10~20m구간까지 감소경향을 나타낸뒤 안정을 나타냈으며, 교목층은 뚜렷한 경향이 나타나지 않았다. 전체개체수는 대체적으로 주연부로부터 15~20m구간까지 감소하는 경향을 나타냈으며, 임상층은 주연부로부터 10~15m구간, 관목층은 5~10m구간까지 감소경향을

나타냈다. 아교목층은 15~20m구간까지 감소했다가 증가하는 경향을 나타냈으나 교목층은 뚜렷한 경향을 나타내지 않았다. 한편, 아교목층, 관목층과 임상층의 개체수변동은 역상관관계의 경향을 나타내는것으로 나타났다.

Table 4는 삼림주연부에서 삼림내부로의 거리에 따른 종다양도지수변화를 나타낸것이다. 본 조사지의 주연부 식생의 종다양도는 주연부로부터 삼림내부로 일정구간까지의 감소하는 경향이 뚜렷하지 않아서 치악산<sup>3)</sup>과는 일치하지 않았고, 일부유형에서는 증가하는 경향도 나타냈는데 그 이유는 주연부내부에서 상층수관수종이 변화하거나 현재 급격한 식생천이가 이루어져 임내가 불안정하기 때문으로 판단된다. 그러나 전체적으로

Table 4. Speices diversity indices near forest edges.

Groups	Distance From Edge(m)						
	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30	40~45
I	0.96	1.08	1.23	1.20	1.02	0.92	0.85
II	0.92	0.92	0.94	0.84	0.52	0.99	0.92
III	1.11	1.14	1.24	1.24	1.06	1.09	1.32
IV	0.94	1.08	1.09	1.12	1.06	1.09	1.32
V	0.94	0.85	0.83	0.78	0.79	0.82	0.91
VI	0.49	0.68	0.78	0.75	0.58	0.90	0.85
VII	0.77	0.96	0.81	1.18	1.15	0.94	1.04
VIII	1.14	0.93	0.93	0.84	1.06	0.92	1.14
IX	1.28	1.17	1.04	1.05	0.93	1.15	1.08
X	1.19	1.19	0.98	0.98	0.75	0.84	0.52

Legends of I ~ X are same as Table 2.

Table 5. Dissimilarity indices(%) between control block(40-45 m) and other blocks.

Groups	Distance From Edge(m)					
	0~5	5~10	10~15	15~20	20~25	25~30
I	27.0	33.8	34.3	32.8	39.4	38.1
II	29.1	25.6	20.6	31.8	22.7	39.6
III	29.5	28.9	35.6	30.5	29.4	25.6
IV	43.1	34.4	33.5	34.8	35.3	31.1
V	88.1	81.5	72.5	75.6	85.3	42.7
VI	75.2	65.5	47.2	65.0	47.2	34.5
VII	46.1	54.9	51.7	62.5	67.8	49.8
VIII	75.7	74.6	61.3	51.6	49.6	47.9
IX	37.1	38.2	40.0	34.6	44.0	72.0
X	82.3	74.8	60.9	58.4	35.3	32.0

Legends of I ~ X are same as Table 2.

종다양도는 10~15m 구간 이상에서는 안정된 변동을 보여주는 것으로 나타났다.

Table 5는 삼림내 40~45m구간의 종구성과 주연부로부터 각 구간의 종구성간의 상이성 즉, 상이도지수를 나타낸 것이다. 대체적으로 종구성의 상이도는 0~5m 구간이 크고, 5~15m구간까지도 감소하다가 15~20m구간부터는 안정을 보이고 있었다. 환경유형 V, VI의 상이도가 주연부에서 높은 것은 이들 유형이 전진형 주연부식생으로 주연부와 삼림내부의 교목층의 종구성이 매우 상이하기 때문이다. 또한 환경유형 X는 주연부에 밤나무, 아까시나무 등이 과거에 조립되어 있기 때문에 주연부의 상이도가 높게 나타났다.

이상의 삼림주연부식생의 종수, 개체수, 상이도, 종다양도변동을 볼 때, 주연부효과에 의한 종구성의 변화가 일어나는 구간 즉, 주연부깊이는 약 15~20m까지로 판단되며, 이 결과는 오동<sup>3)</sup>, Ranney et al<sup>13)</sup>의 선형연구결과와 대체적으로 일치하고 있다. 그러나 주연부에서의 각 생태인자의 변동은 각 환경유형별로 약간씩 상이하였는데, 그 이유는 표본면적, 지형변동, 주연부보존 및 발달상태, 주연부의 광량변동, 주연부 주변식생의 식생천이단계 및 속도 등이 각기 다르기 때문으로 판단된다.

### 3. 주연부식생

Figure 2는 「라인-스트립」법으로 조사한 주연부식생의 수관층위별 상대우점치이다.

환경유형 A는 홍류동계곡지역의 북사면의 계류주연부이다. 교목층에서는 소나무(70.5%)가 우점하고 있었고, 아교목층에서는 서어나무(26.5%), 상수리나무(13.9%) 순으로 우세하였다. 관목층에서는 병꽃나무가 22.4%로 가장 높았고 서어나무(15.9%), 졸참나무(7.9%)순이었으며, 임상층에서는 조록싸리(28.7%), 서어나무(16.3%), 병꽃나무(9.6%), 물푸레나무(8.0%), 졸참나무(7.0%)순으로 우세하였다.

환경유형 B는 홍류동계곡 진입차도변 남사면으로 대기오염 피해가 예상되는 곳이다. 교목층에서는 소나무(51.8%)가 우점하고 있었으며, 아교목층에서는 서어나무(16.8%), 개웃나무(10.7%), 쪽동백(7.9%)순으로 우세하였다. 관목층에서는 병꽃나무가 28.7%로 가장 높았고 진달래(9.9%), 조록싸리(6.8%)순으로 높았으며, 임상층에서는 조록싸리(26.6%), 병꽃나무(14.8%), 쇠물푸레나무(8.5%)순으로 높게 나타났는데, 이 결과는 북한산<sup>2)</sup>, 치악산<sup>3)</sup>의 산록계곡부 남사면 주연부식생과 유사하게 나타났으나 북사면의 계류주연부식생과는 차이가 있었다.

환경유형 C는 해인사주차장 주변의 남사면에 위치한 비포장도로 주연부이다. 교목층에서는 졸참나무(41.1%), 소나무(20.7%)가 우세하게 분포하고 있고, 아교목층에서는 서어나무(17.9%), 쪽동백(13.4%), 당단풍(12.9%)순으로 우세하게 나타났다. 관목층에서는 병꽃나무(17.6%), 국수나무(16.9%), 조록싸리(15.7%)순으로 우세하였으며, 임상층에서는 조록싸리(28.6%), 국수나무(12.4%), 병꽃나무(11.6%), 쇠물푸레나무(7.0%)순으로 높게 나타났다. 환경유형 B에 비하여 국수나무가 주연부수종으로 출현했는데 그 이유는 주연부의 약광조건에서 국수나무의 경쟁력이 크기 때문으로 판단된다.

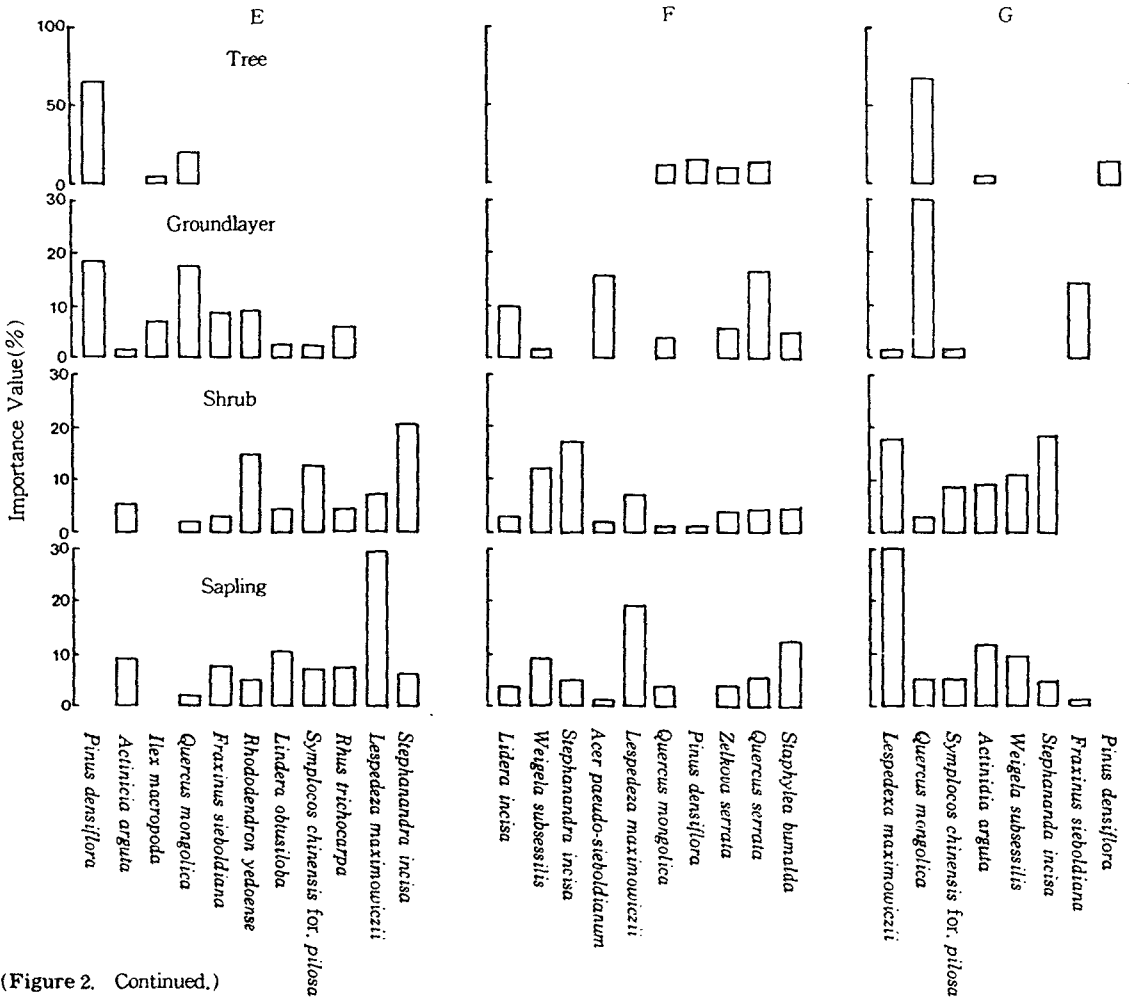
환경유형 D는 중북 계곡부 북사면에 위치한 등산로주연부이다. 교목층에서는 소나무가 우점하고 있으며, 아교목층에서는 신갈나무(15.0%), 졸참나무(14.0%), 쇠물푸레나무(14.0%), 개웃나무(8.2%)순으로 우세하게 나타났다. 관목층에서는 국수나무(18.8%), 산철쭉(17.8%), 병꽃나무(9.5%), 진달래(9.5%), 서어나무(7.9%)순으로 우세하였고 임상층에서는 조록싸리(20.2%), 병꽃나무(11.6%), 서어나무(10.3%)순으로 우세하게 나타났다. 산록 북사면 계류주연부(환경유형 A)에서 우세하였던 물푸레나무 등 호흡성수종들이 이곳에서는 출현하지 않았으나, 대체적으로 임상, 관목층의 주연부수종은 환경유형A와 D에서 유사하게 나타났다.

환경유형 E는 중북에서 정상부에 이르는 등산로의 주연부로서 전체적인 방위는 북사면이다. 교목층에서는 소나무(65.7%)가 우점하는 가운데 신갈나무(20.3%)가 우세하였고, 아교목층에서는 소나무(27.2%), 신갈나무(17.0%), 산철쭉(8.9%), 쇠물푸레나무(8.2%)순으로 우세하였다. 관목층에서는 국수나무(20.9%), 산철쭉(14.8%), 노린재나무(13.3%)순으로 우세하였고, 임상층에서는 조록싸리(29.4%), 생강나무(10.3%), 대래(9.2%), 노린재나무(7.8%), 개웃나무(7.6%), 쇠물푸레나무(7.4%)순으로 우세하게 나타났다. 환경유형D에 비하여 해발고가 높은 환경유형 E에서 생강나무세력이 증대한 점외에는 고도차이(150~300m)에 따른 우세수종의 변화는 없었다.

환경유형 F는 남사면 중북계곡부의 등산로주연부로 환경유형 D와 해발고는 같으나 방위가 정반대이다. 교목층에서는 소나무(26.6%), 졸참나무(15.2%), 느티나무(12.4%), 신갈나무(11.3%)순으로 나타났고, 아교목층에서는 졸참나무(15.7%), 당단풍(15.3%), 생강나무(9.3%)순으로 우세하게 나타났다. 관목층에서는 병꽃나무(12.5%), 국수나무(12.4%)순으로 우세하였고, 임상층에서는 조록싸리(19.7%), 고추나무(12.4%),







(Figure 2. Continued.)

와 E(정상부, 북사면), G간, C와 G간의 유사도지수는 30% 미만으로 정상부와 산록계곡부간 종구성이 매우 이질적으로 나타나 선행연구<sup>23)</sup>들과 일치했다. 가야산 정상부 남사면과 타지역간 유사도지수가 대체적으로 낮게 나타났는데 이 결과는 상층 교목, 아교목층의 종구성차이 때문으로 판단된다.

B	67.3					
C	41.0	54.9				
D	51.0	62.4	52.4			
E	51.7	27.4	37.5	73.5		
F	37.6	45.1	61.1	54.0	43.1	
G	27.5	27.9	27.7	33.5	44.5	36.1
	A	B	C	D	E	F

Figure 3. Similarity indices(%) between edge vegetation groups. Legends of A~G are same as Figure 2.

Table 6 은 주연부 환경유형별 「라운키에르」 빈도계 급중 C계급이상 수종을 정리한 것이다.

북사면 계류주연부 A에서는 병꽃나무, 졸참나무, 쪽동백, 조록싸리가 E계급수종으로, 물푸레나무, 서어나무, 상수리나무, 소나무가 D계급수종으로 나타났으며, 남사면 차도주연부(B)에서는 E계급수종은 없고, 조록싸리, 쇠물푸레나무가 D계급수종으로 출현했다. 한편, 산록부(540~560m)남사면 등산로 주연부(C)에서는 병꽃나무, 조록싸리가 D계급수종으로 출현하였으며, 중복부(620~740m) 남사면 등산로주연부(F)에서는 E,D 계급수종은 없고, 병꽃나무, 졸참나무, 물푸레나무가 C계급수종으로 출현했다.

중복(600~630m) 북사면 등산로주연부(D)에서는 병꽃나무, 졸참나무, 조록싸리, 서어나무, 쇠물푸레나무, 개웃나무, 산철쭉, 신갈나무등이 D계급수종으로 출현했고, 정상부(750~910m) 북사면 주연부(E)에서

Table 6. Raunkiaer's frequency class of major edge species in eight environment conditions.

Species	A	B	C	D	E	F	G
<i>Weigela subsessilis</i>	E	C	D	D	B	C	C
<i>Quercus serrata</i>	E	B	B	D	A	C	-
<i>Styrax obassia</i>	E	B	C	C	A	B	-
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	E	D	D	D	E	B	E
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	D	C	C	C	B	C	C
<i>Quercus acutissima</i>	D	B	-	A	-	A	-
<i>Carpinus laxiflora</i>	D	B	C	D	A	A	-
<i>Pinus densiflora</i>	D	B	A	C	E	A	A
<i>Stewartia koreana</i>	C	B	A	C	B	A	A
<i>Lindera obtusiloba</i>	C	B	B	C	D	B	A
<i>Fraxinus sieboldiana</i>	B	D	B	D	D	A	B
<i>Rhus trichocarpa</i>	B	C	B	D	D	A	A
<i>Maackia amurensis</i>	A	C	A	-	A	A	A
<i>Rhododendron mucronulatum</i>	A	C	A	B	B	-	-
<i>Stephanandra incisa</i>	A	-	C	C	C	B	C
<i>Quercus mongolica</i>	A	B	A	D	E	B	D
<i>Rhododendron yedoense</i>	-	-	A	D	D	-	-
<i>Acer pseudo-sieboldianum</i>	A	B	B	C	A	B	A
<i>Simplocos chinensis</i> for. <i>pilosa</i>	-	A	A	B	D	A	D
<i>Actinidia arguta</i>	-	-	A	A	B	-	C

Legends of A~G are same as Figure 2.

는 조록싸리, 소나무, 신갈나무가 E계급수종으로, 생강나무, 쇠물푸레나무, 개웃나무, 산철쭉, 노린재나무가 D계급수종으로 출현했다. 한편 남사면 정상부(1100~1200m) 등산로주연부(G)에서는 조록싸리가 E계급수종으로, 신갈나무, 노린재나무가 D계급수종으로 출현했다.

고도나 입지조건에 관계없이 높은 출현빈도를 나타내는 수종은 조록싸리, 병꽃나무, 물푸레나무등으로 북한산의 진달래, 치악산의 병꽃나무와 차이가 있었으며 소나무가 북사면에서, 서어나무가 중북이하에서 높은 출현빈도를 나타내는 것이 타지역과 다른 점이었다. 대체적으로 산록저지대(420~560m)에서 높은 출현빈도를 나타내는 수종은 병꽃나무, 조록싸리, 물푸레나무, 졸참나무, 쪽동백 등이었고, 중북(600~740m)에서 출현빈도가 높은 수종은 병꽃나무, 졸참나무, 물푸레나무 등이었다. 고산지대(750~1200m)에서 출현빈도가 높은수종으로는 조록싸리, 국수나무, 신갈나무, 노린재나무 등으로 나타났다.

## 인용문헌

1. 건설부. 1988. 가야산국립공원계획. 227쪽.
2. 오구균, 권태호, 전홍준. 1987. 북한산국립공원의 등산로훼손 및 주변식생변화. 응용생태연구1(1) : 35-45.
3. 오구균, 권태호, 조일웅. 1988. 치악산국립공원의 주연부식생구조. 응용생태연구2(1) : 19-36.
4. 이경재, 김준선, 우종서. 1987. 북한산국립공원의 토양 및 식생에 대한 이용영향 및 심리적 수용력의 추정. 응용생태연구1(1) : 46-65.
5. 이수옥. 1980. 한국의 삼림토양에 관한 연구(Ⅱ). 한국임학회지 54 : 25-35.
6. 임경빈. 1985. 신고조림학원론. 향문사. 491쪽.
7. \_\_\_\_\_, 1989. 1989년도 종합학술조사 중간보고. 자연보존 67 : 40-48.
8. Brower, J.E. and J.H.Zar. 1977. Field and laboratory methods for general ecology. Wm. C. Brown Co. Publ., Iowa. 194 pp.
9. Curtis, J.T. and R.P. McIntosh. 1951. An upland

- forest continuum in the prairieforest border region of wisconsin. *Ecology* 32 : 476–496.
10. Gysel, L. W. 1951. Borders and opening of beech-maple woodlands in southern Michigan. *J. For.* 49 : 13–19.
  11. Kil, B. S. and Y. J. Yim. 1983. Allelopathic effects of *Pinus densiflora* on undergrowth of red pine forest. *J. of Chemical Ecology* 9(8) : 1135–1151.
  12. Lindsey, A.A. 1955. Testing the line-strip method against full Tallies in diverse forest types. *Ecology* 36(3) : 485–495.
  13. Ranney, J. W., M. C. Bruner and J. B. Levenson. 1981. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands. pp. 67–95. In R. L. Burgess and D. M. Sharpe(eds). *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*. NY: Springer-Verlag. 315pp.
  14. Shannon, C. E. and Weaver, 1963. *The mathematical theory of communication*. Urbana, Univ. of Illinois Press. 117pp.
  15. Wales, B. A. 1972. Vegetation analysis of north and south edges in a mature Oak-Hickory forest. *Ecol. Monographs* 42 : 451–471.
  16. Whittaker, R. H. 1956. *Vegetation of the Great Smoky Mountains*. *Ecol. Monographs* 26 : 1–80.