

속리산 국립공원의 등산로 훼손과 주연부식생에 미치는 영향¹

권태호² · 오구균³ · 이준우⁴

User's Impacts on Trail Deteriorations and Edge Vegetation in Sokri Mountain National Park

Tae-Ho Kwon², Koo-Kyoon Oh³, Joon-Woo Lee⁴

요 약

속리산 국립공원의 등산로 훼손과 주연부 식생에 대한 이용영향을 파악하기 위해 1990년에 조사를 실시하였다. 등산로폭, 나지노출폭 및 최대깊이는 이용강도에 따른 차이가 인정되었고, 전체 52개 조사지점에서 관찰된 훼손형태는 매우 다양하였으며, 훼손된 지점의 등산로 상태 중 등산로폭, 나지노출폭, 최대깊이와 등산로물때는 건전한 지점의 상태와 유의한 차이를 보였다. 등산로 주연부의 상층수관에 있어서 우점수종은 해발이 높아짐에 따라 중사자암코스에서 졸참나무 → 굴참나무, 소나무 → 신갈나무, 비로산장코스에서 소나무, 굴참나무 → 신갈나무로 바뀌고 있으며, 국수나무, 노린재나무가 중사자암코스에서 높은 상대우점치를 나타내고, 생강나무, 쇠물푸레나무가 비로산장코스에서 높은 상대우점치를 보이고 있다.

ABSTRACT

User's impacts on trail deteriorations and edge vegetation were studied in Sokri Mountain National Park in 1990. The entire width, bare width and maximum depth of trail as the trail condition were significantly greater on the more heavily used trail. Deteriorations of trail which were surveyed at the total of 52 were significantly different from those of non-deteriorated points. The dominant trees in the crown layer of trail edge are as follows. According as the altitude rises, the changes happen from *Quercus serrata* to *Quercus variabilis*, *Pinus densiflora*, and to *Quercus mongolica* at Joongsajaam course, and from *Pinus densiflora*, *Quercus variabilis* to *Quercus mongolica* at Biroanjang course. And *Stephanandra incisa*, *Symplocos chinensis* for. *pilosa* show high relative dominant value at Joongsajaam course, *Lindera obtusiloba*, *Fraxinus sieboldiana* show one at Biroanjang course.

1. 접수 11월 30일 Received on Nov. 30, 1990.

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

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

4. 서울대학교 대학원 Graduate School, Seoul Nat'l Univ., Suwon, Korea.

서론

속리산 국립공원은 소백산맥의 지맥으로 천황봉(1,057m), 문장대(1,033m), 비로봉(1,032m)을 비롯하여 우뚝 솟은 산봉과 수려한 계곡 등은 낙동강, 금강, 남한강의 발원을 이루며, 총 면적은 283.4km²에 달하고 경상북도와 충청북도의 경계에 자리잡고 있다. 예로부터 대한팔경의 하나로 손꼽힐 만큼 절경인 속리산은 1970년 3월 24일 국립공원으로 지정되었고, 1,400여년 전에 창건한 법주사를 중심으로 많은 국보와 보물, 명승사찰이 산재해 있다. 또 불교 문화의 요람으로서 골짜기마다 전설, 설화들이 깃들여 있고, 특히 천연기념물 및 희귀 동식물 등이 많아 학술적인 가치도 높은 곳이다. 따라서 인접한 대전, 청주 등지는 물론 전국에서 본 지역의 자연자원 및 사적자원을 찾고 관광, 등산 또는 학습목적의 이용객들이 많이 몰리고 있으며, 앞으로도 이용객수는 꾸준히 증가할 것으로 보인다.

이미 다른 국립공원의 연구 사례^{2,3,4,5})에서 이러한 이용압력의 증대로 말미암은 자연환경의 훼손 또는 악화현상이 가속화되고 있음을 보고하고 있는데 본 속리산 국립공원의 경우도 그러한 경향이 다수 관찰되고 있다. 특히 이용객의 대부분이 법주사지구에 몰리고, 이용객의 규모가 큰 단체이용형태가 다른 지역에 비해 상대적으로 많으며, 주등산로인 법주사에서 문장대까지의 구간이 비교적 협소하기 때문에 등산로 주변의 생태적, 물리적 훼손현상은 심각한 상태에 있다. 따라서 본 연구는 속리산 국립공원 이용객의 대부분을 수용하고 있는 법주사지구를 중심으로 한 등산로에서의 물리적인 훼손상태와 주변부 식생환경의 변화상태를 규명하고자 하며, 또한 이들 시설의 보수, 복구 및 관리방안의 수립에 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

연구 방법

1. 조사지 선정

속리산 국립공원은 크게 법주사를 중심으로 한 법주사 지구와 화양구곡 및 선유구곡을 중심으로 한 화양계곡 지구로 구분되는데 본 조사는 이용객의 대부분이 집중되고 있는 법주사 지구로 제한하였으며, 1990년 8월에 본 조사를 실시하였다.

조사가 실시된 등산로의 위치는 그림 1 과 같다.

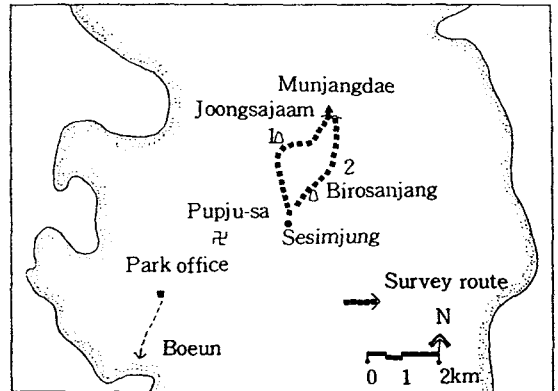


Figure 1. Location of survey site in Sokri Mountain National Park.

2. 조사방법 및 분석

등산로의 훼손상태조사는 비교적 단기간의 조사를 통해 등산로 상태에 관한 객관적이고 다양한 정보를 수집하는데 적합한 Rapid survey technique¹⁰⁾를 이용하여 100m, 또는 150m의 일정거리 마다 조사지점을 계통적으로 추출하고, 각 조사지점의 등산로폭, 나지노출폭, 최대깊이, 등산로물매, 토양경도 및 지형조건 등을 측정하였다. 또한 각 지점에서 나타난 훼손형태, 즉 분기현상, 종침식, 뿌리노출, 암석노출, 노폭확대, 측면붕괴 등의 여부를 조사하고 시설 또는 보수사항을 기록하였다.

법주사를 거쳐 세심정으로 부터 이루어지는 등산은 주로 2개 노선이 선택되어지고 있다. 세심정을 출발하여 중사자암을 거쳐 문장대에 이르는 노선과 비로산장과 경업대를 거쳐 문장대에 이르는 노선이 있는데 이들 등산로의 이용자 비율은 약 7 : 3 정도로 추산되고 있다.

본 연구에서는 이용밀도의 차이에 따른 이용영향을 비교하기 위해 법주사에서 중사자암을 거쳐 문장대에 이르는 약 5.5km구간 중 세심정에서 부터 보현재를 거쳐 문장대에 이르는 중사자암 코스 약 2.6km를 이용강도가 높은 구간으로 선정하였으며, 세심정에서부터 비로산장과 경업대를 거쳐 문장대에 이르는 비로산장 코스 약 3.5km를 이용 강도가 낮은 구간으로 선정하여 조사하였다. 이용강도가 주연부 식생구조에 미치는 영향을 조사하기 위해 2개 등산로의 기점으로 부터 종점사이에 0.5km~1.0km 구간마다 등산로 좌우변에 각각 8개의 조사구를 선정한 뒤 각 조사구마다 라인 스트립법^{9, 15)}으로 폭 2.0m, 길이 10m 크기로 5

개씩의 방형구를 연속적으로 설치하였다.

각 조사구에서는 3개 수관 층위별로 매목조사를 실시하였으며, 상중층 수목은 흉고직경을, 하층 수목은 수관폭을 측정하였다. 여기서 조사된 매목자료를 토대로하여 각조사구간의 수관층위별 상대우점치(I, V), 평균상대우점치⁷⁾, 종다양도(H')¹⁷⁾, 유사도지수¹⁸⁾ 등을 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 등산로의 물리적 훼손

세심정에서 비로산장을 거쳐 문장대까지의 이용강도가 낮은 구간에서 추출된 28개지점과 세심정에서 중사자암을 거쳐 문장대까지의 이용강도가 높은 구

Table 1. Trail conditions in relation to amount of use.

Trail name	Amount of use	No.	Trail width	Bare width	Maximum depth	Trail slope	Soil hardness
				----- m -----		%	kg/cm ²
1(Joong-sajaam)	Heavy	24	4.98	4.07	0.37	14.1	171.4
2(Biro-sanjang)	Light	28	2.97	2.37	0.28	13.5	53.3
	Total	52	3.90	3.15	0.32	13.8	107.8

간에서 추출된 24개 지점 등 속리산 국립공원의 총 52개 조사지점에 대해 조사한 결과, 그 개황은 표 1과 같다.

속리산 국립공원 등산로의 평균로폭은 3.9m, 평균 나지폭은 3.15m, 평균최대 깊이는 32cm 정도로 나타났다. 평균로폭과 토양경도는 각각 13.8%, 107.8kg/cm²이었다. 이 결과를 치악산 국립공원²⁾과 가야산 국립공원³⁾의 경우와 비교할 때 등산로로폭은 치악산의 11.5% 보다 높은 값을 보이나 가야산의 19.3% 보다 낮은 값을 나타내었으며, 평균로폭과 나지폭은 치악산의 2.5m, 2.1m, 가야산의 2.9m, 2.1m보다 높은 값을 보여 치악산이나 가야산 보다 속리산의 등산로가 이용형태에 따른 영향과 훼손정도가 더 심한 것으로 보인다. 토양경도는 치악산의 60.9kg/cm², 가야산의 53.4kg/cm² 보다 속리산의 등산로가 훨씬 높은 값을 나타내고 있다.

표 1에 나타난 이들 인자들의 크기는 등산로 주변의 입지적 특성이나 이용자의 이용행태 및 이용량 등의 영향을 표현하는 것으로써^{8, 12, 13)} 본 연구에서도 등산로폭, 나지노출폭 및 최대깊이 등은 이용강도에 따른 차이가 인정되어 이용강도가 높은 중사자암 코스가 이용강도가 낮은 비로산장 코스 보다 높은 값을 보이고 있다.

이는 중사자암 코스에 있어서 일시 이용자의 규모가 비로산장 코스보다 큰 것이 주원인이겠으나 권¹⁾이 지적한 바와 같이 중사자암 코스가 문장대를 중심으

로 등하산이 거의 함께 이루어지는 짐중형임에 비해 비로산장 코스가 비로봉, 경업대, 문장대 등과 연결되어 등하산 중 하나가 선택되는 경우가 많아 소위 순환형 또는 분산형의 특성을 지녀 등산로의 이용자 과밀 현상이 감소됨에도 기인하는 바가 클 것으로 판단되며, 향후 자연공원 등산로망의 신설 또는 확충계획의 수립에 참고가 될 수 있으리라 생각된다.

한편 등산로의 최대깊이는 등산로로폭의 영향이 상당히 작용한다는 보고^{2, 10)}를 바탕으로 회귀식을 추정한 결과, 특히 비로산장 코스에서 다음과 같은 관계를 확인하였다.

$$\text{Maximum depth (cm)} = 14.35 + 0.96 \text{ slope (\%)} \\ (R^2 = 0.35, F = 25.78^{**})$$

즉, 등산로로폭이 최대깊이의 변동량을 35% 정도 설명할 수 있는 것으로 나타나 최대깊이에 대한 등산로로폭의 영향이 인정되었다.

표 2에 등산로 훼손형태별 발생빈도 및 등산로 상태의 차이를 나타내었다. 총 6.1km의 조사구간내 52개 조사지점의 훼손형태를 조사한 바 7개소에서 나타난 측면붕괴, 2개소에서 나타난 암설을 포함하여 훼손형태는 매우 다양하였으며, 훼손되지 않은 건전한 지점은 6개소, 12%에 지나지 않아 속리산 국립공원의 등산로가 전반적으로 심각하게 훼손되어 있고 등산로의 유지관리면에서 거의 방치되어 있음을 알 수 있다.

발생빈도가 가장 많은 형태는 뿌리노출로서 38개

Table 2. Trail conditions in relation to physical deterioration types of trail.

Deterioration type	No.	Trail width †	Bare width †	Maximum depth †	Trail slope †	Soil hardness
		(%)	m		%	kg/cm ²
Rock-exposed	32(62) †	4.76*	3.74	0.35*	16.5**	104.17
Deeping	11(21)	3.99*	3.25	0.34*	12.82**	163.90*
Root-exposed	38(73)	4.19*	3.41	0.36*	16.21**	108.82
Widening	13(25)	6.37**	5.50**	0.38*	19.15**	133.72
Diverged	18(35)	5.63**	4.86*	0.44*	19.33**	142.12
Non-deteriorated	6(12)	2.00	1.43	0.16	4.67	86.51

† Percentages of each type to total of 52 observed points.

‡ Significant at $p=0.01$, using the analysis of variance.

* ** Significant at $p=0.05$ and 0.01 , respectively, using the difference of mean test.

소, 73%이며, 암석노출도 32개소, 62%로 나타났다.

특히 이용량이 적거나 분산형인 등산로에서 잘 나타나지 않는 노퍽확대와 분기현상도 각각 25%, 35%로 나타나 속리산 등산로에서의 이용형태가 보다 집중형이고, 등산로의 상태도 통행에 불편을 주는 훼손 구간이 많다는 사실을 입증하고 있다. 또 훼손형태별 등산로 상태도 건전한 지점의 상태와 차이를 보이는데 거의 모든 훼손상태에서 토양경도를 제외한 노퍽, 나지퍽, 최대깊이, 등산로물매 등에서 유의한 차이가 인정되었다.

따라서 일단 심각한 훼손상태가 발생되면 새로운 훼손을 유발하거나 통행장애를 초래하고 의도하지 않은 등산로의 확장으로 말미암아 주변 산림에 피해를 주게 되며, 이용강도와 훼손빈도 간에도 일정한 경향을 가지지는 않는다는 점을 감안하여 정기적인 등산로 순찰과 기록을 통해 조속하고 적절한 보수와 개선이 이루어 지도록 해야할 것이다.

2. 등산로 주변부 식생의 변화

중사자암코스는 능선부에 위치하고 있으며 해발(450m~1000m)이 높아짐에 따라 상층 수관의 우점수종은 졸참나무 → 굴참나무, 소나무 → 신갈나무로 바뀌고, 비로산장코스는 산복 및 꼭간부에 위치하고 있으며, 소나무, 굴참나무 → 신갈나무로 상층수관 우점수종이 바뀌었다. 한편 하층수관에서는 치수발달을 억제하고¹⁶⁾ 주변부식생과 경쟁관계에 있는 조릿대의 출현빈도 및 피도가 중사자암에서는 각각 95%, 35%, 비로산장에서는 60%, 19.3%로 이용밀도가 높은 중사

자암코스에서 높게 나타났다. 이러한 결과는 조릿대가 이용객의 답압에 내성이 큰 것²⁾도 원인이 되겠지만 지형적 특성 및 천이계열에 영향받는 바¹⁴⁾가 클 것으로 판단된다.

2개 조사지역의 주요 출현수종의 수관층위별 상대우점치(I. V)를 나타낸 것이 그림 2이다.

중사자암코스의 주변부수종은 중층수관에서는 좁은단풍나무(15.8%), 노린재나무(13.6%), 쇠물푸레나무(9.8%), 개암나무(7.9%) 순으로, 하층수관에서는 국수나무(15.9%), 조록싸리(12.0%), 병꽃나무(8.5%), 개암나무(6.1%), 좁은단풍나무(6.1%), 작살나무(5.4%), 참싸리(5.2%) 순으로 상대우점치가 높게 나타났다. 반면 비로산장코스의 주변부수종은 중층수관에서는 좁은단풍나무(20.6%), 쪽동백나무(11.3%), 신갈나무(10.5%), 노린재나무(10.2%), 서어나무(9.5%) 순으로, 하층수관에서는 조록싸리(19.8%), 국수나무(11.0%), 생강나무(9.1%), 쇠물푸레나무(7.8%) 순으로 상대우점치가 높게 나타났다. 2개의 조사지역에서 수관층위별 주변부수종의 상대우점치의 차이는 지형, 기존식생, 천이계열 및 인위적 간섭에 영향^{3, 4, 14)}을 받았으리라 판단된다. 그러나 본 조사에서 답압에 내성이 강한 국수나무, 노린재나무가 중사자암코스에서 높은 상대우점치를 나타내고, 답압에 내성이 약한 생강나무, 쇠물푸레나무^{2, 3)}가 비로산장코스에서 높은 상대우점치를 보이는 것을 고려할 때, 주변부식생발달이 이용밀도에 영향을 받는 것으로 판단된다. 한편, 극상단계의 천이계열수종인 서어나무, 쪽동백나무, 생강나무 등⁶⁾이 비로산장코스의 주변부에서 높은 상대우점치를 나타낸 것은 이 지역의 식생천이계열이 전극상단계에 도달해 있기 때문으로

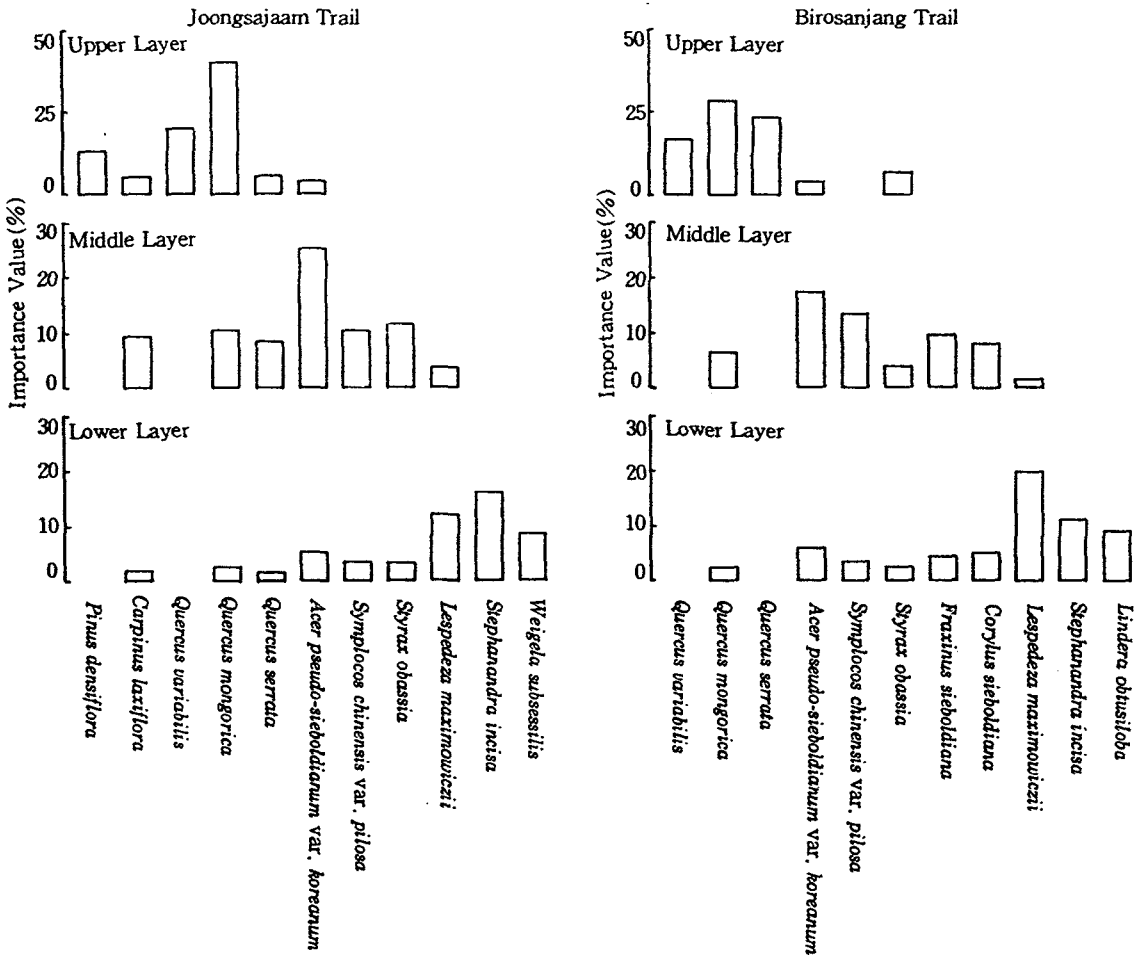


Figure 2. Relative importance values by crown layer of woody species at two trail edges.

판단된다.

단위면적(800m²)당 출현종수는 중사자암코스 41종, 비로산장코스 37종으로 중사자암이 이용밀도가 높음에도 불구하고 4종이 더 많이 출현했다. 종다양도와 균재도(Evenness) 역시 중사자암코스가 각각 1.1788, 0.7309, 비로산장코스가 각각 1.0715, 0.6833으로 중사자암코스가 높게 나타났는데 이 결과는 지형의 다양성, 식생천이계열에 원인이 있는 것 같다. 2개 조사지역의 주변부식생간 종구성의 유사도지수는 68.53%이었고, 상층수관간에는 60.0%, 중층수관간에는 51.3%, 하층수관간에는 65.9%로서 2개 등산로의 주변부식생의 종구성이 상이함을 나타냈다.

이상의 출현종수, 종다양도, 균재도 및 유사도지수를 고려할 때, 등산로 주변부식생구조에 미치는 등산

로의 영향은 주변부의 환경요인보다 작은 것으로 판단된다.

후기 : 본 연구조사에 참여해 준 대구대 임학과생, 호남대학 조경학과생, 서울대 환경대학원 은누리회원 여러분께 심심한 감사를 드립니다.

인용 문헌

1. 권태호. 1989. 팔공산 지역에서의 등산로 및 야영장 이용이 자연환경에 미치는 영향. 대구대학교 농과대학. 37쪽.
2. 권태호, 오구균, 권영선. 1988. 치악산국립공원의 등산로 및 야영장훼손과 주변토양 및 식생환경의 변화. 응용생태연구 2(1) : 50-65.
3. 권태호, 오구균, 정남훈. 1989. 가야산국립공원의 등산로 및 야영장 훼손과 주변환경에 대한 영향. 응용생태연구 3(1) : 81-94.
4. 오구균, 권태호, 전용준. 1987. 북한산국립공원의 등산로 훼손과 주변식생변화. 응용생태연구 1(1) : 35-45.
5. 이경재. 1987. 내장산 국립공원 내장산지구의 자연보전 관리대책에 관한 연구. 서울시립대학교 조경학과. 120쪽.
6. 이경재, 오구균, 조재창. 1988. 내장산국립공원의 식물군집 및 이용형태에 관한 연구(1). 한국임학회지 77(2) : 166-177.
7. 임경빈, 박인협, 이경재. 1980. 경기도지방 적송림의 식물사회학적 연구. 한국임학회지. 50 : 56-71.
8. Bratton, S. P., M. G. Hickler and J. H. Graves. 1977. Trail and campground erosion survey for Great Smoky Mountains National Park. Manage. Rep. 16. Nat'l Park Serv., Southeast Reg., 661p.
9. Cole, D. N. 1978. Estimating the susceptibility of wildland vegetation to trailside alteration. J. Appl. Ecol. 15 : 281-286.
10. Cole, D. N. 1983. Assessing and monitoring backcountry trail conditions. USDA For. Serv. Res. INT-303. 10p.
11. Curtis, J. T. and R. P. McIntosh. 1951. An upland forest continuum in the prairie-forest border region of Wisconsin. Ecol. 32 : 476-496.
12. Dale, D. and T. Weaver. 1974. Trampling effects on vegetation of north Rocky Mountain Forests. J. Appl. Ecol. 11 : 767-772.
13. Helgath, S. F. 1975. Trail deterioration in the Selway-Bitterroot Wilderness. USDA For. Serv. Res. Note INT-193, 15p.
14. Itsuo Miyata. 1983. Influence of vegetation structure of the layer on development of the herb layer in a secondary forest. J. of Jap. Ecol. 33 : 71-78.
15. Lindsey, A. A. 1955. Testing the line-strip method against full Tallies in diverse forest types. Ecol. 36(3) : 485-495.
16. Nakashizuka, T. and M. Numata. 1982. Regeneration process of climax beech forests. Structure of a beech forest with the undergrowth of *Sasa*. Jap. J. Ecol. 34 : 75-85.
17. Shannon, C. E. and E. Weaver. 1963. The mathematical theory of communication. Univ. Illinois Press, Urbana. 11799.
18. Whittaker, R. H. 1956. Vegetation of the Great Smoky Mountains. Ecol. Monogr. 26 : 1-80.