

모감주나무군락의 구조 및 유지기작

이창석 · 김홍은* · 박현숙** · 강상준*** · 조현재****

서울여자대학교 자연과학대학 생물학과, 충북대학교 농과대학 임학과*

충북대학교 교육대학원**, 충북대학교 사범대학 과학교육과***, 임업연구원 환경생태연구실****

Structure and Maintenance Mechanism of *Koelreuteria paniculata* Community

Lee, Chang Seok, Hong-Eun Kim*, Hyun-Sook Park**,
Sang-Joon Kang*** and Hyun-Je Cho****

Department of Biology, College of Natural Science, Seoul Women's University

Department of Forestry, College of Agriculture, Chungbuk National University*

Graduate School of Education, Chungbuk National University**

Department of Science Education, College of Education, Chungbuk National University***

Laboratory of Environmental Ecology, Forestry Research Institute****

ABSTRACT

Habitat types, community structure and population characteristics of *Koelreuteria paniculata* were investigated in Mt. Wolak, Chungbuk and Naesokdong, Daegu, which are natural habitats of the species in inland region of Korea, and its origin was discussed.

Habitats of *Koelreuteria paniculata* were classified to 3 types: sand bar formed by the sands flooded in the course of flow of the mountain stream (Type 1), crevice on the rock bed within the mountain stream (Type 2) and crevice of the rock around the edge of mountain stream (Type 3). Most *Koelreuteria paniculata* communities in Mt. Wolak site were composed of 3 layers of subtree layer, shrub layer and herb layer and that of Daegu site was 4 layers including tree layer. In the floristic composition of the *Koelreuteria paniculata* community, plants occurring frequently in the wet and open site, such as *Zelkova serrata* and *Fraxinus rhynchophylla* showed high frequency. Frequency distribution of diameter at ground surface of *Koelreuteria paniculata* showed reversed J-shaped type. It was supposed that expansion of *Koelreuteria paniculata* community in Mt. Wolak site might be accomplished by the flow of the stream. Many saplings capable of becoming a successor of mature trees in Daegu site in near degenerating phase were established on the forest floor of the *Koelreuteria paniculata* community. From this result, it was supposed that these saplings originated from the seeds dispersed from a seed tree might form the *Koelreuteria paniculata* community of the next generation. On the other hand, the origin of *Koelreuteria*

paniculata in inland sites was explained by two hypotheses: the one was that *Koelreuteria paniculata* might be transplanted by human and the other was that the present site might be native habitat of the community.

Key words : Habitat, Population characteristics, *Koelreuteria paniculata*, Expansion mechanism, Origin

서 론

회귀식물은 현재 위험하거나 취약한 상태에 있지는 않으나 전 세계적으로 불안스러워 보일 정도로 작은 개체군을 가지고 있는 식물을 말한다. 이러한 회귀식물은 현재 직접적인 위협 아래에 있는 것은 아니나 전 세계적으로 분포하고 있는 개체수가 20,000개체 이하로서 개체군의 크기가 매우 작고 제한된 분포를 가지며, 분포가 넓다고 하더라도 생육장소가 극히 제한되어 있다 (정 1991).

최근 인구의 급속한 증가 및 문명의 발달과 함께 야기되는 인간의 직·간접적 영향으로 이러한 회귀식물들이 빠른 속도로 사라지고 있어 그들의 잠재적 가치가 과학적으로 규명되기도 전에 절멸의 위기로 치닫고 있는 실정이다 (강 등 1988a).

모감주나무(*Koelreuteria paniculata*)는 이러한 회귀식물의 규정에 완전히 부합되지는 않지만 우리나라의 내륙지방에 분포하고 있는 것의 경우는 그 생육지가 한정되어 형질교환이 가능한 개체군의 크기가 매우 작기 때문에 진화가 불가능하고, 그 결과 그 생육지에서 절멸될 가능성이 높은 식물로 판단된다 (Simberloff 1988, Soulé and Simberloff 1986).

모감주나무는 중국 甘肅省과 陝西省의 진령산맥과 대파산맥이 원산지이고 화북, 동북, 서남, 화동지방에서는 삼림 또는 관목림과 섞여 자란다고 알려져 있다 (중국과학원 1972).

우리나라에서 모감주나무의 자생지는 정태현에 의해 1920년 황해도 초도와 장산곶 사이의 사구에서 처음 발견되어 보고된 이후, 1948년 덕적도 북리 해안 사구 및 안면도 화지 해변사구, 1956년 안흥 해안 사구 등에서 발견되었고 (이 1958), 최근에는 완도와 포항지방에도 모감주나무가 생육하고 있음이 알려졌다 (이창석, personal communication).

내륙지방에서는 월악산 송계계곡에서 처음 발견된 후 1987년 인접한 지소에서 큰 집단을 이루고 있는 모감주나무군락을 다시 발견하였으며 (강 등 1988a), 경북 안동, 영양, 대구 등에 자생하는 것으로 알려져 있다 (양 1990).

모감주나무에 대한 연구는 원산지로 추정되는 중국으로부터의 전파경로를 밝히기 위한 연구 (이 1958), 분포지에 대한 보고 (강 등 1988a, 양 1990) 및 그 군락의 종조성 및 직경분포에 대한 보고(강 및 이 1991a)가 있지만, 모감주나무 자생지의 생육환경, 군락구조 및 자생지에서 그 군락의 생육지 확장 및 유지기작에 대해서는 검토된 바 없다.

따라서 본 연구는 모감주나무의 내륙지방 자생지인 충북 월악산과 대구시 내속동 소재 모감주나무군락을 대상으로 자생지의 생육환경, 군락의 구조, 개체군 특성 등을 조사하여 군락 형성지의 특징과 그 군락의 유지기작을 밝혀 한국내에서 회귀성이 인정되는 본 군락의 보존에 필요한 기초자료를 마련하고자 시도되었다.

본 연구를 수행하는 과정에서 한국자연보존협회 충북지부의 지원에 감사하며, 야외조사에 참여한 충북대학교 사범대학 과학교육과 최철수 조교와 경북대학교 농과대학 임학과 임충원 군에게도 감사한다.

조사지 개황

월악산의 모감주나무군락 자생지는 월악산 정상으로부터 동·서방향으로 흘러 한수중학교와 월악산 국립공원관리소를 거쳐 송계계곡과 만나는 작은 계곡에 위치하며, 대구시의 것은 대구시 동구 내속동의 하천에 인접한 농경지 주변 언덕에 위치한다 (Fig. 1).

월악산의 자생지에서 모감주나무 군락은 해발 180m에서 470m에 이르기까지 14지점에서 발견되었는데, 각 생육지로부터 파악한 모감주나무군락 형성지의 환경은 계류에 밀려 이동하는 모래가 계류의 방향이 바뀔 때 그 주변으로 흘러 넘쳐 형성된 모래언덕 (Type 1), 산지 계곡의 하천 내 암반 위 (Type 2) 및 하천변 암곡지 (Type 3)의 3가지 유형으로 구분되었다 (Fig. 2). 대구시 모감주나무군락의 생육지환경은 하천 주변에 제방을 막아 만든 논 주변의 언덕으로서 인간의 접근이 빈번하여 월악산의 것에 비해 비교적 심한 인위적 간섭을 받고 있는 것으로 판단되었지만, 생육지환경의 유형은 Type 3과 유사하였다.

이러한 모감주나무군락의 생육지는 본 연구를 수행한 지소 중의 하나인 월악산 주변 삼림식생에 대한 연구 결과(강 등 1988b) 및 본 조사지소와 비교적 가까운 속리산의 삼림식생에 대한 연구 결과(이 등 1989, 강과 이 1991b)로부터 판단하였을 때, 현재의 모감주나무군락 형성지는 산지에서 계곡림을 구성하는 느티나무군락(*Zelkova serrata* community) 또는 서어나무군락(*Carpinus laxiflora* community) 생육지로 판단되었는데, 사실 이 지소의 식생조성에서 보면 느티나무의 출현빈도가 높았고, 습지소의 지표종으로 생각되는 종들의 출현빈도가 높았다(Table 1 참조).

조사방법

군락의 계층구조는 교목층(8m 이상), 아교목층(2~8m), 관목층(1~2m) 및 초본층(1m 이하)

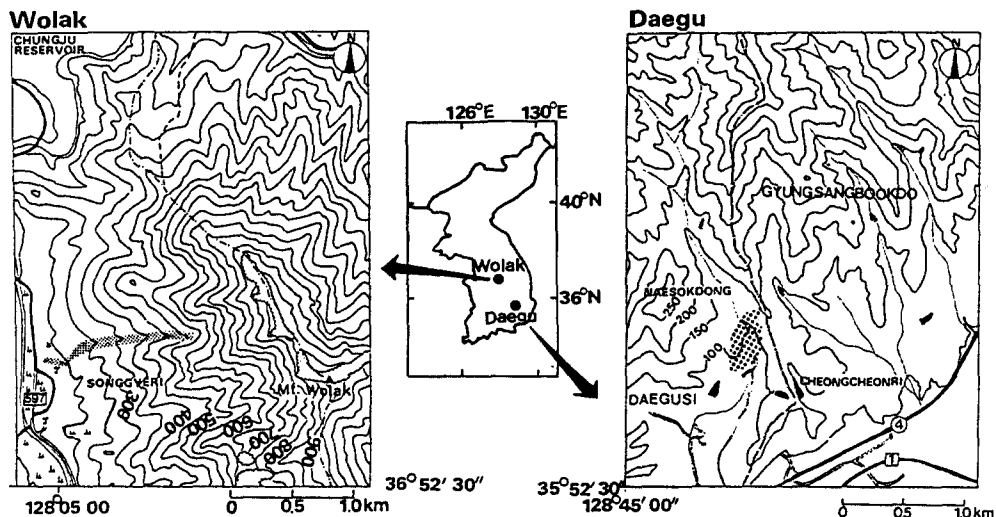


Fig. 1. Maps showing the study sites. Dotted areas indicate the habitats of *Koeleria paniculata* community. Wolak : Songgyeri, Hansumyun, Jewongun, Chungbuk, Daegu : Naesokdong, Donggu, Daegu

의 4층으로 구분하여 각 층의 식피율로 조사하였으며, 식생조성은 Braun-Blanquet(1964)법으로 조사하였다.

개체군구조는 단위면적(5m × 5m 또는 10m × 10m)내에 출현한 모든 모감주나무의 지표직경을 측정한 후 그것의 계급별 빈도분포도를 작성하여 조사하였다.

개체분산도는 모감주나무군락 생육지 중 임의로 선정된 두 지소에 각각 10m × 15m 방형구와 10m × 7m 방형구를 설치하고 그 방형구를 1m 간격의 소방형구로 세분한 후 각 방형구내에 출현한 모감주나무의 위치를 그래프상에 표시하여 작성하였다. 한편, 수관투영도는 교목층의 개체를 대상으로 수관의 끝을 연결하여 작성하였다.

연륜생장은 성장추를 이용하여 지상 30cm 높이에서 연륜시료(core)를 채취한 후, 실체현미경 하에서 각 시료의 연륜생장을 0.05mm단위까지 측정하여 분석하였다.

결과 및 논의

모감주나무의 신분포지

본 연구에서는 월악산 주변의 모감주나무군락에 대한 강 등(1988a)의 보고 이후 그 지소에서 모감주나무군락의 생육지 확장 및 유지기작을 밝힐 목적으로 월악산 일대의 계곡을 답사한 결과, 약 200m부근의 계곡에서 이들이 발견하여 보고한 지소 외에 그 위쪽으로 계곡을 따라 해발 470m에 이르기까지 여러 장소에 모감주나무집단이 정착하여 군락을 형성하고 있음을 확인하였다 (Fig. 1). 특히, 본 연구에서 새로 발견된 계곡 상부의 모감주나무는 이미 보고된 하부의 것에 비하여 그 크기가 크고, 임상에는 유묘(seedling), 치수(sapling) 및 유식물(juvenile) 등도 다수 발견되어 본 모감주나무군락이 인위적 간섭이 없이 스스로 유지되고 있는 군락임을 알 수 있었다.

군락의 계층구조

모감주나무군락의 계층구조를 파악하기 위하여 월악산의 14개 모감주나무군락의 층 별 평균 치로 작성된 임관단면도와 대구시 내속동 소재 모감주나무군락의 임관단면도를 Fig. 3에 나타내었다.

월악산의 모감주나무군락은 대부분 교목층이 없는 3층 구조로 이루어졌고, 계곡 상부에 형성된 한 군락만이 8m 이상의 개체가 교목층을 형성한 낙엽활엽수림의 전형적인 계층구조를 나타내었다(Barbour *et al.* 1987).

대구시 내속동의 모감주나무군락은 교목층, 아교목층, 관목층 및 초본층의 4층으로 이루어지며, 각 층의 식피율은 각각 65.0%, 47.5%, 60.0% 및 10.0%로서 초본층의 식피율이 매우 낮았는데, 초본층 이상을 형성하고 있는 식생의 높은 식피율에 기인한 피음효과 (이 1989)와 인위적 간섭에 의한 결과로 생각된다.

식생조성

월악산과 대구시 내속동의 모감주나무군락의 식생조성을 각각 Table 1 및 2에 요약하였다. Table 1에서 보면 광대싸리(*Securinea suffruticosa*), 으름(*Akebia quinata*), 청가시덩굴(*Smilax sieboldii*), 칩(*Pueraria thunbergiana*), 화살나무(*Euonymus alatus*), 줄딸기(*Rubus oldhami*), 담쟁이덩굴(*Parthenocissus tricuspidata*), 나비나물(*Vicia unijuga*), 큰기름새(*Spodiopogon*

Table 1. Vegetation table of *Koelreuteria paniculata* community at Wolak site.

Site Number	1	2	3	4	5	6	7	8	8	10	11	12	13	14	
Altitude(m)	420	350	240	470	430	290	330	370	310	370	460	290	300	265	260
Aspect(degree)	285	270	240	255	185	350	275	175	245	270	300	350	265	260	
Slope(degree)	5	5	5	5	5	10	5	30	5	5	5	10	5	5	
Height of tree layer(m)				8						13		8			
Coverage of tree layer(%)				70						80		80			
Height of subtree layer(m)	6	7	5	6	4	6	7	7	7	7	7	6	5	7	
Coverage of subtree layer(%)	80	80	70	15	70	30	80	75	60	50	70	30	40	40	
Height of shrub layer(m)	1.7	1.8	1.3	1.6	1.3	1.7	1.2	1.5	1.6	1.7	1.3	1.7	1.6	1.3	
Coverage of shrub layer(%)	50	60	30	20	30	40	40	30	30	40	30	40	5	10	
Height of herb layer(m)	0.6	0.6	0.5	0.5	0.8	0.6	0.5	0.5	0.6	0.7	0.5	0.6	0.5	0.7	
Coverage of herb layer(%)	50	50	30	40	40	60	50	60	60	50	30	60	30	50	
Quadrat size(m ²)	25	100	50	100	50	100	100	100	50	100	25	100	25	50	
<i>Koelreuteria paniculata</i>	T ₁			4.4											
	T ₂	5.5	5.5	4.4	1.1	3.3	3.3	3.3	3.3	2.2	2.2	2.2	2.2	1.1	1.1
	S	+	+	1.1	1.1	2.2	2.2	1.1	1.1	+	+	.	2.2	.	.
	H	.	2.2	+	+	+	+	+	+	.	.	2.2	.	.	
<i>Securinega suffruticosa</i>	S	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>Ahebia quinata</i>	T ₂ ,S	2.2	2.2	1.1	+	.	1.1	2.2	1.2	3.3	2.2	1.1	2.2	.	1.1
<i>Smilax sieboldii</i>	S	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+
<i>Pueraria thunbergiana</i>	T ₂ ,H	+	+	1.1	+	.	+	1.2	.	1.1	+	1.1	+	+	+
<i>Euonymus alatus</i>	S	3.3	3.3	1.1	+	1.1	+	1.1	1.1	+	+	1.1	1.1	.	.
<i>Rubus oldhamii</i>	S	+	+	+	+	.	+	+	+	+	+	+	+	.	+
<i>Dioscorea batatas</i>	H	+	+	+	.	.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Parthenocissus thicuspidata</i>	H	+	.	+	+	.	+	+	.	1.1	1.1	+	1.1	+	+
<i>Vicia unijuga</i>	H	+	.	+	+	.	+	+	+	+	+	+	.	+	+
<i>Spodiopogon sibiricus</i>	H	+	+	+	+	2.2	+	+	+	.	.	.	+	+	1.2
<i>Stephanandra incisa</i>	S	+	+	+	+	.	2.2	1.2	+	.	1.2	+	1.2	.	+
<i>Rubia akane</i>	H	+	+	+	+	.	+	.	.	.	+	+	+	+	+
<i>Fraxinus rhynchophylla</i>	T ₂	1.1	+	.	.	+	+	1.1	1.1	.	+	+	+	.	2.2
<i>Zelkova serrata</i>	T ₂ ,H	+	+	1.1	1.1	.	1.1	.	.	1.1	+	1.1	1.1	.	2.2
<i>Isodon coignetiae</i>	H	.	1.1	+	.	+	+	+	+	.	.	+	+	.	+
<i>Vitis coignetiae</i>	T ₂ ,H	+	+	+	+	.	+	.	.	+	+	.	.	+	.
<i>Lindera obtusiloba</i>	T ₂ ,S	+	+	1.1	.	+	.	+	+	.	.	.	.	.	+
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	S	+	.	.	+	+	+	.	+	.	+	+	.	.	+
<i>Diarrhena japonica</i>	H	.	+	.	+	.	+	.	+	+	.	.	+	+	+
<i>Viola grypoceras</i>	H	.	+	+	.	.	+	+	+	.	.	+	+	.	+
<i>Ulmus parvifolia</i>	H ₂ ,S	.	1.1	1.1	.	.	1.1	.	.	1.1	1.1	+	1.1	1.1	.
<i>Crataegus pinnatifida</i>	S	+	+	1.1	.	.	1.1	.	.	+	.	1.1	.	.	+
<i>Staphylea bumalda</i>	S	+	+	.	+	.	.	+	.	.	1.1	+	.	+	.
<i>Cephalotaxus koreana</i>	H	+	1.1	.	+	.	.	+	1.2	.	.	+	.	.	+
<i>Menispermum dauricum</i>	H	+	+	+	+	.	+	.	.	.	+	.	+	.	.
<i>Melica onoei</i>	H	+	.	+	.	+	1.2	.	+	.	.	.	1.2	.	+
<i>Rubus crataegifolius</i>	S	+	+	.	.	+	+	1.1	1.1	.	+	.	.	+	1.1
<i>Dioscorea tenuipes</i>	H	+	.	+	.	+	+	+	1.1	.	.	.	.	.	+
<i>Carex humilis</i>	H	.	+	+	+	2.2	+	.	2.2	.	.	.	.	.	+
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	H	.	+	+	+	+	.	.	+	.	.	.	+	.	+
<i>Sambucus williamsii</i> var. <i>coreana</i>	S	.	.	.	+	+	+	+	.	+	.	.	+	+	.
<i>Deutzia prunifolia</i>	S	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.	+	.	.	+
<i>Geranium nepalense</i> subsp. <i>thunbergii</i>	H	.	+	.	+	.	+	+	.	.	.	.	+	+	.
<i>Cryptotaenia japonica</i>	H	.	+	.	+	+	.	+	+	.	+	.	.	.	.
<i>Liriope platyphylla</i>	H	.	1.1	+	.	.	.	+	.	+	+	+	.	.	.
<i>Rhus verniciflua</i>	T ₂	.	.	+	.	1.1	1.1	.	.	2.2	1.1	.	1.1	1.1	.
<i>Pilea peplodes</i>	H	.	.	+	.	+	.	.	.	+	+	.	+	+	.
<i>Clerodendron trichotomum</i>	S	.	.	.	+	.	.	+	+	+	+	+	.	.	.
<i>Phryma leptostachya</i> var. <i>asiatica</i>	H	+	+	.	.	.	.	+	.	+	.	.	1.1	.	.
<i>Aconitum jaluense</i>	H	+	+	.	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.
<i>Polygonatum odoratum</i> var. <i>pluriflorum</i>	H	.	+	.	+	+	+	.	+	.	.	.	.	.	.
<i>Pseudostellaria heterophylla</i>	H	.	+	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	.	.
<i>Quercus varicibilis</i>	H	.	.	.	.	+	+	.	.	1.1	+	.	+	.	.
<i>Artemisia inayonogi</i>	H	+	+	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Rubus crataegifolius</i>	H	+	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.
<i>Vitis flexuosa</i>	H	.	+	+	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Clematis apiifolia</i>	H	.	.	+	.	.	+	.	.	.	+	.	.	+	.
<i>Rosa multiflora</i>	S	.	.	+	.	+	.	.	.	.	.	+	.	.	.

<i>Lonicera coerulea</i> var. <i>edulis</i>	H	.	.	.	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Phyragmitea japonica</i>	H	.	.	.	+	.	.	+	1.2	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Agrimonia pilosa</i>	H	.	.	.	+	.	+	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Quercus aliena</i>	T ₂ ,H	.	.	.	.	2.2	.	.	1.1	.	.	.	.	.	+	+	.	.	.	.
<i>Spiraea blumei</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aster yomena</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Angelica anomala</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Boehmeria tricuspis</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Diospyros lotus</i>	T ₂	1.1	1.1	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhus chinensis</i>	T ₂	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rhamnus davurica</i>	S	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus serrata</i>	H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Asperula maximowiczii</i>	H	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Amphicarpea edgeworthii</i> var. <i>trisperma</i>	H	+	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Quercus acutissima</i>	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lindera glauca</i>	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Acer triflorum</i>	H	.	+	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carpesium abrotanoides</i>	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Corydalis speciosa</i>	H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lonicera japonica</i>	H	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Celtis koraiensis</i>	T ₂	.	.	.	.	+	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Deutzia parviflora</i>	S	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Horus bombycis</i>	S	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Larix leptolepis</i>	T ₁	.	.	.	.	.	.	5.5	.	.	.	5.5	4.4	.	.	.	.	.	.	.
<i>Cardamine leucantha</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Rubus parvifolius</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Acer ginnala</i>	T ₂	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	1.1	.	.
<i>Impatiens textori</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Celtis sinensis</i>	T ₂	1.1	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Picrasma quassioides</i>	S	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lespedeza bicolor</i>	S	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Chrysanthemum boreale</i>	H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Humulus japonicus</i>	H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>	H	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Ainlanthus altissima</i>	T ₂	+	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Pinpinella brachycarpa</i>	H	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Malus sieboldii</i>	T ₂	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1
<i>Philadelphus schrenckii</i>	S	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Carex lanceolata</i>	H	.	.	.	.	+	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Oplismenus undulatifolius</i>	H	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lindera erythrocarpa</i>	S	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Lespedeza maximowiczii</i>	S	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Miscanthus sinensis</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Indigofera kirilowii</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Broussonetia hazinohi</i>	S	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Bilderdykia dentato-alata</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Aster tataricus</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Artemisia keiskeana</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Salix hallaisanensis</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	.	.
<i>Sophora flavescens</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Eupatorium chinense</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Commelina communis</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1.1	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Elsholtzia ciliata</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Potentilla treyniana</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Smilax china</i>	S	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Oenanthe japonica</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+
<i>Lactuca raddeana</i>	H	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	+

Cornus walteri(1;+), *Lysimachia clethroides*(1;+), *Ainsliaea acerifolia*(1;+), *Cimicifuga heracleifolia*(1;+), *Persicaria senticosa*(1;+), *Trichosanthes kirilowii*(1;+), *Maackia amurensis*(3;1.1), *Salix gracilistyla*(3;+), *Smilax nipponica*(3;+), *Viola mandshurica*(3;+), *Erigeron annuus*(3;+), *Cornus controversa*(3;+), *Phellodendron amurense*(4;1.1), *Scilla scilloides*(3;+), *Metaplexis japonica*(3;+), *Euonymus oxyphyllus*(4;+), *Callicarpa japonica*(4;+), *Alangium platanifolium* var. *macrophyllum*(4;+), *Allium thunbergii*(4;+), *Ixeris dentata*(4;+), *Juniperus rigida*(5;1.1), *Corylus heterophylla* var. *thunbergii*(5;+), *Viburnum erosum*(5;+), *Prunus japonica* var. *nakaii*(5;+), *Viola acuminata*(5;+), *Plantago asiatica*(5;+), *Isachne globosa*(6;+), *Clematis mandshurica*(6;+), *Viola variegata*(7;+), *Zanthoxylum schinifolium*(8;+), *Aralia elata*(8;+), *Rubus coreanus*(9;1.1), *Viola dissecta* var. *chaerophylloides*(9;+), *Chelidonium majus* var. *asiaticum*(9;+), *Syringa reticulata* var. *mandshurica*(11;1.1), *Astilbe chinensis* var. *dauidii*(11;+), *Peucedanum terebinthaceum*(12;+), *Sanguisorba officinalis*(12;+), *Patrinia villosa*(12;+), *Oxalis corniculata*(12;+), *Castanea crenata*(12;+), *Prunus persica*(13;+)

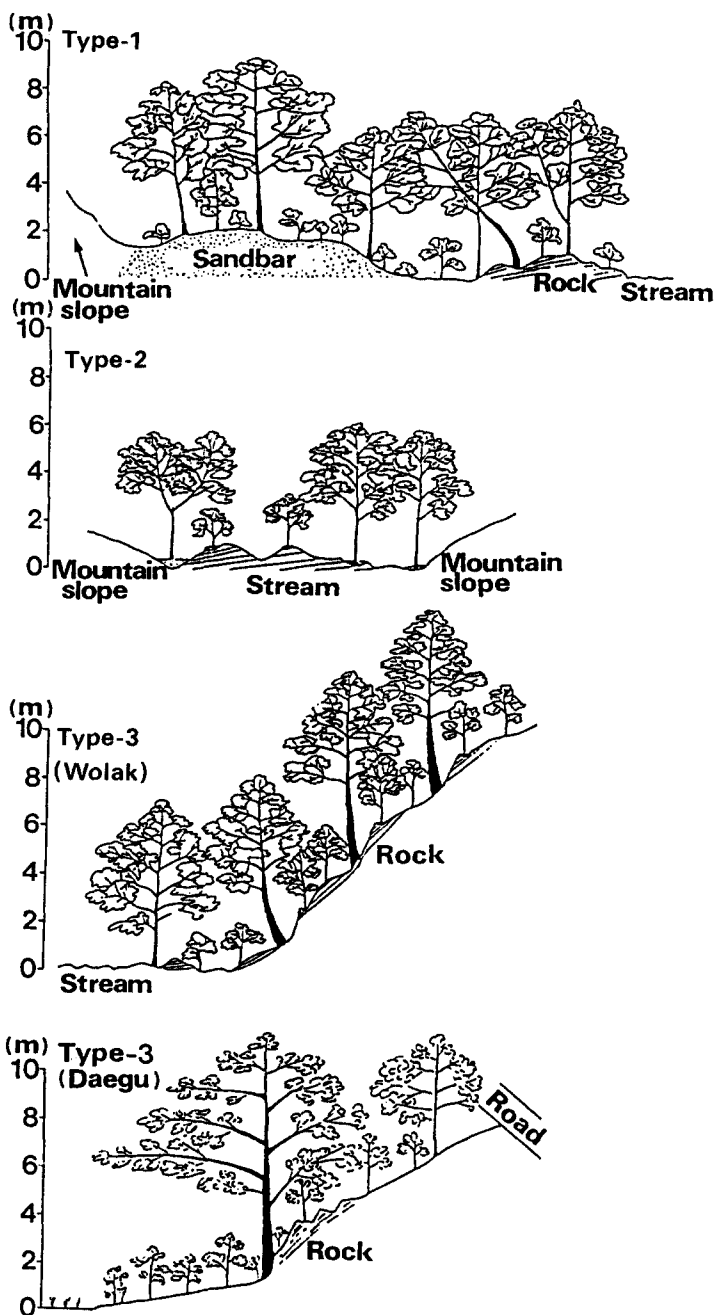


Fig. 2. Types of habitat of *Koelreuteria paniculata* community.

Type 1(Wolak) : sandbar made by flow of the mountain stream

Type 2(Wolak) : crevice of rock bed within the mountain stream

Type 3(Wolak) : crevice of rock formed near the edge of the mountain stream

Type 3(Daegu) : types of habitat in Daegu site, which is similar to type 3 of Wolak site

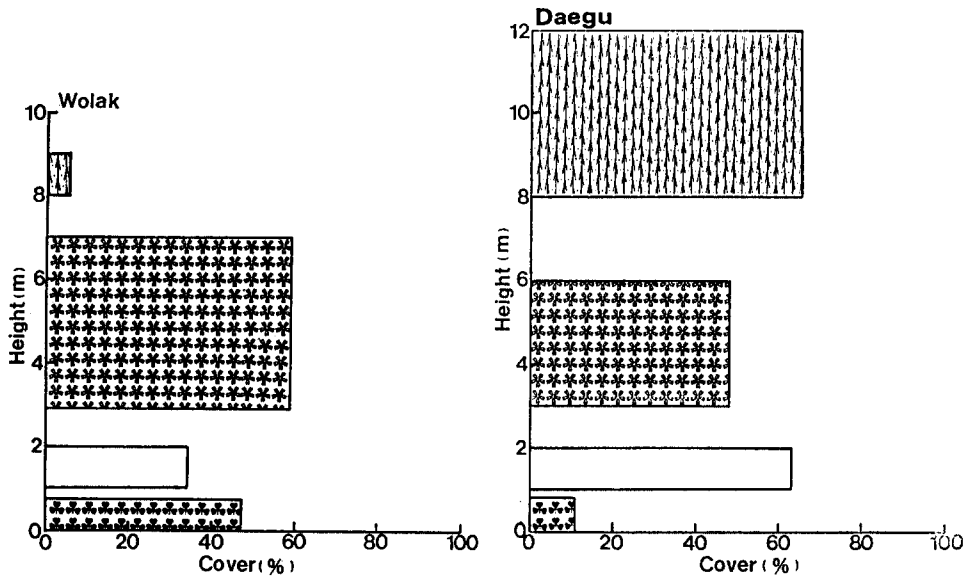


Fig. 3. Canopy profiles of *Koelreuteria paniculata* community. The height of the horizontal bars represents the average span of canopy height and the length of each bar represents the total cover by all species in the height range.

sibiricus), 국수나무(*Stephanandra incisa*), 꼭두서니(*Rubia akane*), 물푸레나무(*Fraxinus rhynchophylla*), 느티나무(*Zelkova serrata*) 및 산박하(*Isodon inflexus*)의 상재도가 IV 이상으로 비교적 높은 빈도로 출현하였다. 상재도 IV 이상의 식물로 교목성 식물은 물푸레나무와 느티나무이었는데, 느티나무는 전형적인 계곡림 형성 식물이고 (이 등 1989, 강과 이 1991b), 물푸레나무는 삼림식생의 교란으로 개방된 지역(Williamson 1975, 신 1990)이나 전석지 (강과 이 1987, 강 등 1991)에 주로 출현하는 식물로서 본 모감주나무군락의 생육지가 계곡의 개활지임을 반영하였다.

한편, 대구시 내속동의 모감주나무군락(Table 2)의 경우는 거북꼬리(*Boehmeria tricuspis*), 닭의장풀(*Commelina communis*), 닥나무(*Broussonetia kazinoki*) 등의 출현빈도가 높았다.

개체군 구조

월악산 송계계곡과 대구시 내속동 소재 모감주나무군락을 구성하는 모감주나무 개체군의 지표직경 분포도를 각각 Fig. 4와 5에 나타내었다.

Fig. 4와 5에서 보면 양 지소의 직경분포도가 모두 크기가 작은 어린 개체의 밀도가 높고, 크기가 큰 성숙개체의 밀도가 낮은 역 J자형의 모양을 나타내었다. 개체군구조도에서 크기는 연령과 비례하기 때문에 크기분포도는 연령분포도와 유사한 것으로 간주되고 있다. 따라서 구조도의 모양은 그 개체군의 지속적 유지 가능 여부를 판단하는데 중요한 정보를 제공하는데, 본 조사지의 모감주나무군락을 형성하고 있는 모감주나무개체군은 분포도의 모양이 역 J자형으로서 어린 개체가 계속 보충되고 있는 것으로 보아 지속적 유지가 가능한 개체군으로 판단된다 (Barbour *et al.* 1987, 강 등 1988b, 이 등 1989, 강과 이 1991b). 그러나 앞에서 고찰한 바와 같이 그 생육지가 느티나무나 서어나무 같은 수종의 잠재적 군락형성지이므로 특히, 자연적인 삼림식생과 직

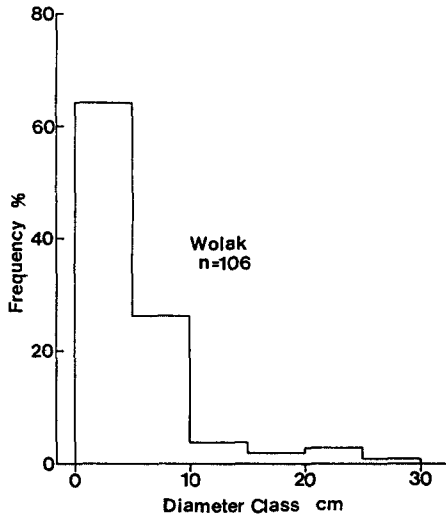


Fig. 4. Frequency distribution diagram of diameter of ground surface (D_0) of *Koelreuteria paniculata* population at Wolak site. n numbers indicate the number of trees surveyed.

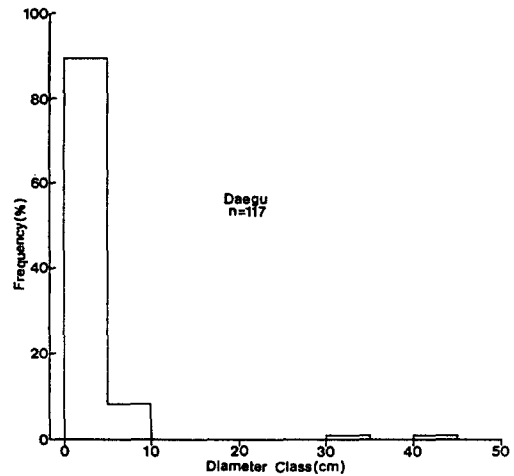


Fig. 5. Frequency distribution diagram of diameter of ground surface (D_0) of *Koelreuteria paniculata* population at Daegu site. n numbers indicate the number of trees surveyed.

접 연결된 월악산의 것은 후에 형성될 삼림식생의 아교목층 형성 수종이 되거나 현재의 군락형성지에서 소멸될 가능성이 있는데 그것을 보다 분명하게 밝히기 위해서는 상세한 종생태학적 접근 (autecological approach)이 요구된다.

그러나 대구시의 것은 모감주나무군락 생육지 주변이 농경지로 개발되어 자연식생과 단절된 군락으로서 현재의 조건이 계속 유지된다면 다른 식물의 유입이 어렵고 현재의 임상식생을 구성하고 있는 식물 중 모감주나무군락을 대체할만한 식물종이 없으므로 (Table 2 참고) 모감주나무군락의 현재 상태가 지속적으로 유지될 것으로 판단된다.

생육지 확장 및 유지기작

월악산 지소에서 모감주나무군락의 3 가지 생육지 유형 중 Type 2와 Type 3은 각각 한 지점에서만 발견되었고, 대부분의 모감주나무군락 형성지는 Type 1에 해당하였다. Type 3은 월악산 모감주나무군락 형성지 가운데 가장 높은 지역인 해발 470m 부근의 계곡에서 발견된 유형으로 이 지소의 모감주나무개체군은 다른 지소의 것보다 큰 개체들로 구성되어 있었다. 즉, Type 1과 Type 2는 Type 3보다 해발고가 낮은 계곡 하부에서 발견되었으며 개체군을 구성하고 있는 개체의 크기도 계곡 상부에서 발견된 Type 3의 것보다 작은 경우가 많았다.

이러한 사실로부터 월악산 모감주나무군락의 생육지에서 그 군락의 전파와 생육지 확장은 Type 3과 같은 암극지 (crevice)에 조류나 설치류와 같은 동물에 의해 종자가 전파된 후 이들이 발아, 성장하여 성숙한 개체가 되고 이들이 다시 종자를 생산하게 되면 이들 종자들이 계류를 따라 계곡 하부로 이동하면서 계류가 범람하여 생긴 모래언덕이나 계류내의 암반 틈 등에 정착하여 이루어진 것으로 판단된다.

모감주나무군락의 생육지 확장 및 유지기작을 파악하기 위하여 종자공급원 (seed source)과

Table 2. Vegetation table of *Koelreuteria paniculata* community at Daegu site

Altitude(m)		100	100	110	100
Aspect (degree)		120	140	140	135
Slope(degree)		25	15	10	15
Height of tree layer(m)		12	12	11	12
Coverage of tree layer(%)		80	80	30	70
Height of subtree layer(m)		4	4	4	6
Coverage of subtree layer(%)		50	50	40	50
Height of shrub layer(m)		1.8	1.7	1.8	1.7
Coverage of shrub layer(%)		60	60	60	60
Height of herb layer(m)		0.6	0.5	0.6	0.6
Coverage of herb layer(%)		5	5	10	20
Quadrat size(m ²)		50	100	100	50
<i>Koelreuteria paniculata</i>	T ₁	5.5	5.5	1.1	·
	T ₂	3.3	3.3	·	3.3
	S	4.4	3.3	2.2	3.3
	H	·	+	+	+
<i>Evodia daniellii</i>	T ₂	2.2	3.3	·	2.2
<i>Picrasma quassioides</i>	S	+	·	·	·
<i>Cornus walteri</i>	S	+	+	·	+
<i>Broussonetia kazinoki</i>	T ₂ · S	+	+	3.3	+
<i>Celastrus flagellaris</i>	S	+	3.3	·	+
<i>Celtis sinensis</i>	S	+	+	·	+
<i>Melica onoei</i>	H	+	·	·	·
<i>Clematis apiifolia</i>	H	+	·	+	+
<i>Clematis terniflora</i>	H	+	·	·	+
<i>Ulmus parvifolia</i>	S, H	+	·	3.3	+
<i>Ailanthus altissima</i>	T ₂ · H	+	·	1.1	1.1
<i>Boehmeria tricuspis</i>	H	+	+	+	+
<i>Commelina communis</i>	H	+	+	+	+
<i>Amphicarpaea edgeworthii</i> var. <i>trisperma</i>	H	+	·	·	+
<i>Vitis thunbergii</i> var. <i>sinuata</i>	S	·	+	·	·
<i>Diospyros lotus</i>	S	·	+	·	+
<i>Humulus japonicus</i>	H	·	+	·	·
<i>Vitis coignetiae</i>	T ₂	·	·	1.1	·
<i>Quercus variabilis</i>	T ₁ · T ₂	·	·	·	4.4
<i>Rhus chinensis</i>	S	·	·	·	+
<i>Rosa multiflora</i>	S	·	·	·	1.1
<i>Liriope spicata</i>	H	·	·	·	+
<i>Leersia japonica</i>	H	·	·	·	+
<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	H	·	·	·	+
<i>Spodiopogon cotulifer</i>	H	·	·	·	+
<i>Rubus parvifolius</i>	H	·	·	·	+

그것으로부터 낙하된 종자에 의해 보충된 유묘 및 치수의 분포를 Fig. 6 및 7에 나타내었다.

Fig. 6은 월악산 송계계곡의 하부에서 조사된 것으로서 모감주나무가 새로운 지소에 정착하여 그 군락을 형성하고 있는 과정을 파악하기 위하여 조사한 결과이다. 이 지소의 종자목은 직경 14.4cm, 연령 25년의 개체인데, 이 종자목은 계곡 상부의 성숙목에서 공급된 종자가 계류를 타고 떠내려와 역시 계류에 밀려 형성된 모래언덕에 정착한 개체로 생각된다. 그리고 종자목 주변의 유묘와 치수는 이 개체가 성장하여 생산한 종자에 기인한 개체들로 해석되는데, 치수와 종자목 사이의 연령차이가 10년 이상이고 모감주나무의 생식 가능 연령이 5년(이창석, personal observation)이라는 사실이 이러한 판단을 뒷받침하였다. Fig. 6에서 점선으로 표시된 부분의 내부는 종자목의 수관부를 나타내는데 유묘 및 치수의 밀도는 수관 밑과 수관 밖에서 크게 다르지 않았다. 유묘 및 치수의 밀도는 0.6개체/m²이었으며, 이들은 variance : mean ratio가 1.55로서 다소 집중된 분포를 나타내었다 (Kershaw and Looney 1985). 모수를 포함한 모감주나무의 크기분포도 (Fig. 6. C)는 역 J자형을 나타내어 새로운 지소에 침입하는 개체군의 전형적인 특징을 나타내었다 (Barbour et al. 1987). Fig. 7은 모감주나무군락의 유지기작을 파악하기 위하여 숲의 발달단계에서 노쇠기에 가까운 대구시 내속동 소재 성숙림에서 성숙목과 그것에서 산포된 종자로부터 보충된 유식물의 공간분포를 조사한 결과이다. 유식물의 밀도는 작은 점으로 표시된 종자목의 수관부 아래에서 수관부 밖에서 보다 높은 경향이였다. 유묘 및 치수의 밀도는 1.6개체/m²이었으며, 이들은 variance : mean ratio가 2.27로서 다소 집중된 분포를 나타내었다 (Kershaw and Looney 1985). 이 지소에서 모감주나무 성숙목은 4개체가 존재하였는데, 그들

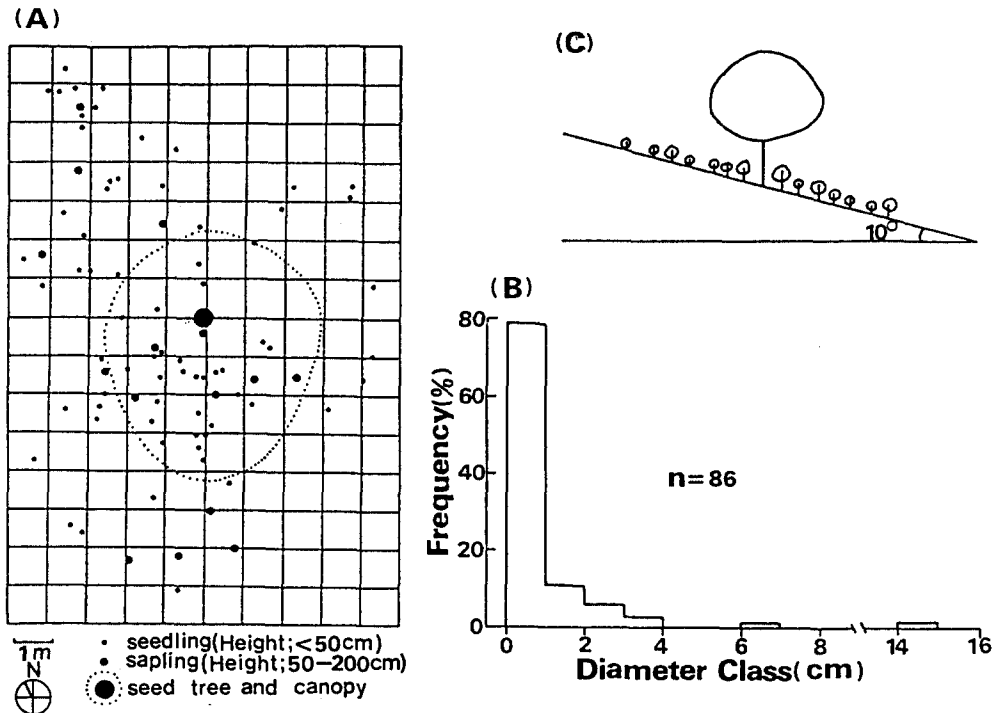


Fig. 6. Spatial distribution(A) and size distribution of seed tree and seedlings and saplings originated from that(B) and simplified stand profile(C) at Wolak site.

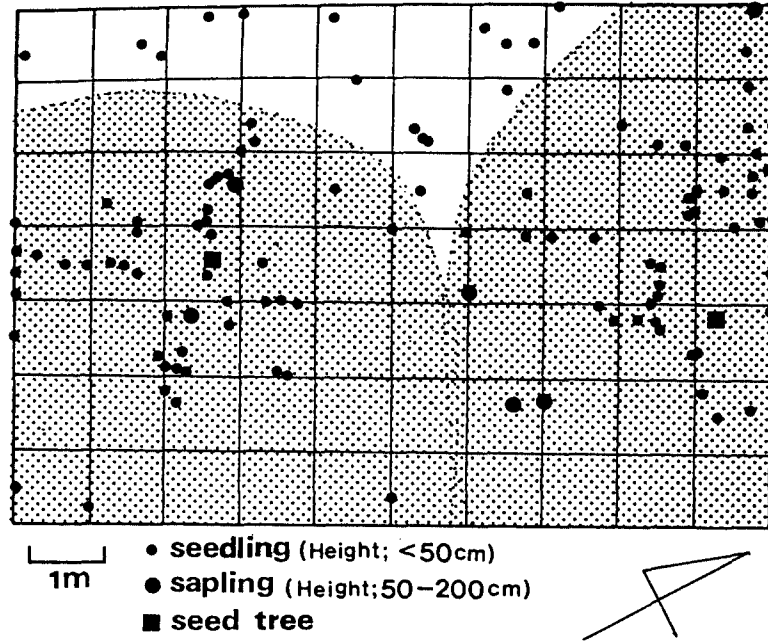


Fig. 7. Spatial distribution of seed trees, and seedlings and saplings originated from them at the Daegu site. Dotted parts indicate the canopy area of the seed trees.

의 연령을 추정하기 위하여 각 개체의 지표직경을 측정하였다. 그리고 성장추를 이용하여 각 개체의 연륜시료를 채취하여 연륜 성장폭을 측정한 다음 줄기의 표면부로부터 중심부를 향하여 측정된 연륜생장을 누적하여 회귀식을 구하였고, 그 식을 지표직경의 반경에 적용하여 줄기 표면으로부터 중심부에 이르기까지의 연수를 구하여 성숙목의 연령으로 간주하였다 (Fig. 8). 1번부터 4번까지 4개체의 연령은 각각 130년, 135년, 172년 및 155년으로서 양(1990)이 추정한 연령의 1/3수준이었다 (Fig. 8). 연륜시료 채취 시 발견된 결과로 판단하였을 때 이들 성숙목은 줄기 심재부의 많은 부분이 부패된 상태로서 전술한 바와 같이 쇠퇴기에 접어든 것으로 생각되었다. 이와 같이 노쇠기로 접어든 성숙목 밑에 다수의 유묘(seedling), 치수(sapling) 및 유식물(juvenile)이 단계 별로 높은 밀도로 정착해 있고, 뚜렷한 대치수종이 없는 사실로 보아 본 모감주나무군락은 지속적으로 유지될 수 있을 것으로 판단되며, 성숙목의 고사 후 본 군락의 재생은 이 숲에서 교란이 발생하기 전에 정착된 이들 어린 식물들에 의해 이루어지는 소위 advance regeneration (Oliver and Larson 1990)의 양식으로 이루어질 것으로 판단되었다.

내륙지방 모감주나무군락의 기원

중국이 원산지인 모감주나무가 우리나라의 서해안과 남해안의 해안사구에 이동·정착한 경로에 대해 이(1958)의 해류전파설이 있다.

우리나라의 내륙지방에서 모감주나무는 1975년 월악산 주변인 충북 제원군 한수면 송계리의 한 민가에서 처음 발견되었다. 그 당시 발견된 모감주나무는 높이가 7m 정도인 개체 한 그루 뿐이었으므로 사람에게 의해 옮겨 심어진 것으로 생각하였으나 그 후 1987년 월악산 식생을 조사하던 중 송계계곡의 일부 지소에 모감주나무가 집단으로 생육하고 있음이 발견되었다 (강 등

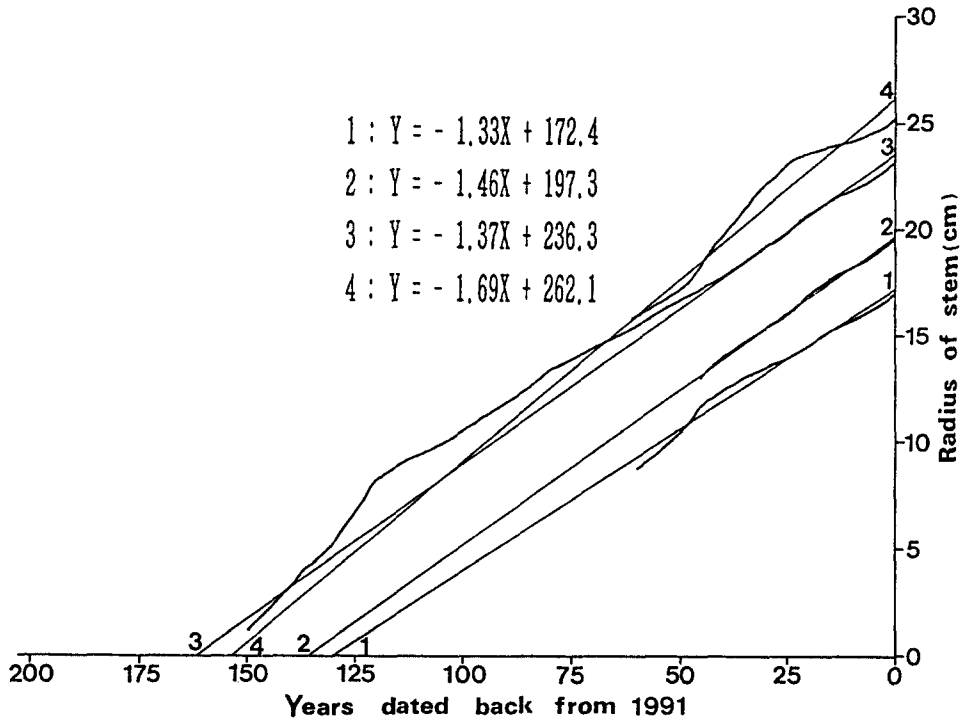


Fig. 8. Growth curves and regression lines obtained from the width of annual rings. Growth curves were made by accumulation of the width of annual rings measured from outermost part to innermost part capable of measurement. Y intercept shows the radius of stem, and X intercept shows the age of trees.

1988a).

식물의 전파양식과 능력은 개체군의 분포를 규정하는 하나의 중요한 관건이 된다. 즉, 일정한 산포능력을 유지함으로써 일정한 생활권을 확보하고 확장하는 역할을 하는 것이다 (Barbour et al. 1987).

산포형에는 풍산포(anemochore), 수산포(hydrochore), 동물산포(zoochore), 기계적 산포(mechanical propulsion), 충격에 의한 산포(barochore, clithochore) 등이 있다 (Molinier and Muller 1938, Dansereau and Lems 1957, Lems 1960, Fosberg 1963).

식물 종자의 원거리 산포나 전파를 일으키는 요인으로는 바람, 해류 및 철새를 들 수 있는데 (Taylor 1954), 풍산포의 경우 서양민들레(*Taraxacum officinale*)는 10km, 소나무의 일종인 *Pinus sylvestris*는 0.5km~2.0km, 구주물푸레나무(*Fraxinus excelsier*)는 0.02km~0.50km, *Populus*의 일종은 30km, 국화과의 일종인 *Senecio congestus*는 200km 까지 바람에 의해 전파되는 것으로 보고되었다 (堀田 1974).

본 연구를 수행한 지소 중 하나인 월악산 지소와 가장 가까운 거리에 있는 모감주나무 생육지를 서해안의 태안반도 등으로 간주하였을 때 모감주나무의 종자에는 공기의 부력을 받는 날개나 털이 없고 종자의 무게도 비교적 무거우므로 해안 생육지로부터 본 조사를 수행한 월악산까지 바람에 의해 이동되었다고 보기는 어렵다.

물에 의한 전형적인 산포는 강물이나 계류에 의지하는 것으로서 종자가 물에 떠서 물의 흐름을 따라 원거리까지 이동한다. 이러한 사실을 고려할 때, 전술한 바와 같이 송계계곡 하부에 집단을 이루고 있는 모감주나무군락은 종자가 상부로부터 물의 흐름에 따라 이동·정착한 것으로 판단되었지만 서해안으로부터 월악산까지 물의 흐름에 의해 종자가 전파될 가능성은 전무하다고 할 수 있다.

동물에 의한 산포는 동물의 체표에 부착되어 산포되는 것(epizoochore)과 동물에 먹히는 과정을 통하여 운반되는 것(endozoochore)이 있다. 그러나 모감주나무의 종자에는 동물의 체표에 부착할 수 있는 갈고리 모양의 부속기관이 없는 사실을 고려할 때 동물에 피식되어 이동·전파될 가능성을 예상할 수 있다. 그러나 Cruden(1966)은 새의 습성, 비행속도와 거리, 식성, 생활권의 생태 등을 연구한 결과 새가 종자를 먹고 소화관을 통과하여 배설될 때까지 걸리는 시간은 1~2시간 정도임을 밝히고 동물에 의한 피식형 산포는 1~2시간 이내에 비행 가능한 근거리 산포에 한한다고 하였다. 따라서 모감주나무가 서해안의 해변으로부터 월악산까지 동물에 의해서 이동·전파될 가능성도 역시 없을 것으로 생각된다.

이상과 같이 월악산의 모감주나무가 바람, 물, 동물(새) 등 자연적 요인에 의해서 해안으로부터 전파되지 않았다면 다음으로 예상할 수 있는 전파요인은 인간에 의한 것일 것이고 그 다음으로 생각할 수 있는 것은 내륙지방 분포지의 일부를 자생지로 인정하는 것일 것이다.

사람에 의해서 전파되었을 가능성은 불가에서 모감주나무를 염주나무라고 하여 그 종자로 염주를 만들었고 각처의 사원에 심었다는 기록에서 찾을 수 있겠다(이 1958, 강 등 1988a).

충청북도(1982)에 의하면 월악산에는 신라 진흥왕 4년(582년)에 창건된 신록사와 창건년대 미상의 옛 절인 덕주사가 현존하고 있고, 사지로서는 진평왕 9년(589년)에 창건된 덕주사지, 신라 경문왕 때 창건된 월광사지, 고려 현종(1002년) 때 창건된 사자빈신사지가 있다. 이들 사원은 현재 모감주나무군락이 성립되어 있는 곳으로부터 각각 3.5km, 3.3km, 3.6km, 2.1km 및 3.0km 거리내에 있거나 있었다. 이들 중 모감주나무군락 형성지와 가장 가까우며, 특히 모감주나무가 생육하고 있는 계곡의 산록부에 자리하고 있었던 절인 월광사지는 보물 제 360호인 월광사 원랑선사탑비(국립박물관 소장)가 있었을 정도로 유명한 절이었다.

이러한 사실을 고려하여 보면, 월악산의 모감주나무는 약 1,000여년 전 월광사가 창건된 이후 절이 폐사되기 전까지의 어느 시기에 사원에 성목(聖木)으로 식재되었을 것이고 그 후계수가 계속 이어져 온 잔존식물이라고 추측할 수 있다.

한편, 내륙지방 분포지의 일부를 자생지로 인정하는 원인은 생육지환경의 특성에서 찾을 수 있겠다. 즉, 모감주나무군락의 생육환경 유형은 전술한 바와 같이 3가지 유형으로 구분되었는데, 3가지 유형 모두가 계류 주변의 열악한 지소에 한정되는 공통점이 있고 이러한 공통점은 대구시 지소의 것에서도 발견된다.

월악산의 모감주나무군락 생육지에서 종자공급원의 역할을 하였을 것으로 판단된 지소의 생육지 환경유형은 Type 3이고 이 유형이 위치한 지소의 환경은 계류주변의 암극지로서 식물의 생육에 매우 불리한 조건인데 이러한 생육지 환경은 대구시 지소의 것보다 일치한다. 그러나 월악산 지소에서는 Type 3이 위치한 지소로부터 계곡 아래로 Type 1이나 Type 2의 지소에 모감주나무군락이 성립되었지만, 대구시 지소의 경우에는 Type 3과 유사한 형태의 한 지소에만 군락이 형성되어 월악산 지소와 차이를 보였는데, 그러한 차이는 다음과 같은 사실에서 찾을 수 있다. 즉, 월악산 지소에서 모감주나무군락 형성지는 환경조건이 열악한 산지와 연결되어 농경지로의 개발이 거의 불가능하고, 국립공원지역으로서 비교적 인위적 간섭이 배제된 지역으로서 자

연식생의 정착과 유지에 보다 유리한 조건이었을 것으로 판단된다. 하지만 대구시 모감주나무군락 형성지 주변은 농경지이고, 본 연구를 수행한 모감주나무군락 형성지의 경우 논과 과수원의 농경지로 포위된 양상이었는데, 이러한 조건의 차이가 월악산 지소와 달리 대구시 지소에서 모감주나무군락의 확산을 억제하였을 것으로 판단된다. 이러한 사실로부터 판단하였을 때 모감주나무군락이 오늘날과 같이 극히 일부 지역에 한정되어 형성된 원인은 그 군락의 생육지 환경이 농경지로 개발될 가능성이 높은 하천 주변으로서 농경지로 개발되는데 기인하는 것으로 생각된다. 그리고 현재 일부 내륙지방에 분포하고 있는 모감주나무군락은 그것의 생육지 환경이 농경지로 개발될 때 잔존한 것이 후계수를 남기며 면면히 이어져 온 개체들로서 오늘날처럼 농경지가 축소되어 자연화되는 경향이 계속된다면 그 분포지 역시 확장될 것으로 기대된다.

이와 같이 현재 내륙지방에 분포하고 있는 모감주나무군락은 해안으로부터 인위적으로 전파된 후 자연적 과정에 의해 주위로 확산되었다는 가설과 본래부터 하천 주변에 자생하고 있었을 것이라는 두 가지 가설로 설명될 수 있다. 하지만 이러한 사실을 보다 분명하게 밝히기 위해서는 보다 미시적 차원의 생물학적 연구가 요청된다.

요 약

모감주나무의 내륙지방 자생지인 충북 월악산 송계계곡과 대구시 내속동 소재 모감주나무군락을 대상으로 군락형성지의 생육환경유형, 군락의 구조, 개체군 특성 등을 조사하여 군락형성지의 특징과 그 군락의 확장 및 유지기작을 밝혔다.

모감주나무군락의 생육지는 계류를 따라 이동하는 모래가 계류의 흐름이 바뀔 때 그 주변으로 흘러 넘쳐 형성된 모래 언덕(Type 1), 계류내 암반 위(Type 2), 계류변 암극지(Type 3)의 3가지 유형으로 구분되었다. 월악산 지소에서 모감주나무군락의 계층구조는 대부분 아교목층, 관목층 및 초본층의 3층 구조로 이루어졌고 대구시 지소의 것은 교목층을 포함하여 4층 구조로 이루어졌다. 모감주나무군락의 식생조성에서 보면 습지소의 개활지에 자주 출현하는 식물의 출현빈도가 높았는데, 교목성식물은 느티나무와 물푸레나무의 출현빈도가 높았다. 모감주나무개체군의 지표직경급의 빈도분포도는 역 J자형을 나타내었다. 모감주나무의 전파기작은 인간에 의한 식재, 야생동물에 의한 전파, 물의 흐름에 의한 전파 등으로 생각할 수 있는데, 본 연구를 수행한 지소의 것은 모두 첫번째 기작보다는 두번째와 세번째 기작에 의해 전파된 것으로 판단되었다. 모감주나무의 초기 생식연령은 5년이었으며, 초기 전파단계에 있는 월악산의 한 지소에서 모수와 유식물 사이의 연령 차이는 5년 이상이었다. 군락의 발달단계에서 노쇠기에 접어든 것으로 판단되는 대구시 지소의 모감주나무 성숙림의 임상에는 성숙목의 후속수가 될 수 있는 다수의 유식물이 성숙목의 수관 밑과 주변부에 모두 고르게 정착해 있어 모수로부터 산포된 종자에 기인한 이러한 유식물들이 다음 세대의 모감주나무군락을 형성할 수 있을 것으로 판단되었다. 한편, 내륙지방 모감주나무군락의 기원은 인위전파설과 자생설로 설명되었다.

인용문헌

- 강상준 · 김홍은 · 이창석. 1991. 망개나무림의 분포, 구조 및 유지기작. *한생태지* 14:25-38.
 강상준 · 김홍은 · 이희선. 1988a. 충북의 자연. 충청북도 교육위원회. 371p.
 강상준 · 이창석. 1987. 민주지산 일대 삼림식생의 생태학적 연구. 한국자연보존협회 조사보고서

- 제 26호:63-88.
- 康祥俊·李昌錫. 1991a. 瑞山·泰安 文化遺蹟. 植生分野. 瑞山·泰安 文化遺蹟(下). pp. 381-471.
- 강상준·이창석. 1991b. 속리산 삼림식생의 구조, 동태 및 생태학적 복원. 한국자연보존협회 조사보고서 제 29호:123-148.
- 강상준·이창석·김홍은. 1988b. 월악산 삼림군집의 분포와 환경경도 분석. 충북대학교 자연과학연구 1:75-84.
- 신재하. 1990. 신갈나무림의 구조와 재생에 관한 생태학적 연구. 충북대학교 교육대학원 석사학위논문. 50p.
- 양인석. 1990. 모감주나무의 생육지. 자연보존 69:34-35.
- 이영노. 1958. 모감주나무의 해류에 의한 전파. 한식지 1:11-20.
- 이창석·강상준·김홍은. 1989. 속리산 삼림식생에 대한 식물사회학적 연구. 충북대학교 자연과학연구 3:109-121.
- 정영호. 1991. 국제자연보호연맹이 제정한 희귀 및 위기식물 지정기준과 범례. 자연보존 73:21-28.
- 中國科學院 植物研究所. 1972. 中國 高等植物 圖鑑. 第 2冊. 科學出版社. pp. 723-724.
- 충청북도. 1982. 사지. 충청북도 문화공보 담당관실. pp. 601-636.
- 堀田滿. 1974. 植物の分布と分化. 植物の進化生物學. 三省堂. 東京. pp. 33-67.
- Barbour, M. G., J. H. Burk and W. D. Pitts. 1987. Terrestrial plant ecology. 2nd ed. pp. 155-229. The Benjamin/Cummings Publishing Co., Menlo Park.
- Braun-Blanquet, J. 1964. Pflanzensozologie, Grundzude der Vegetationskunde. 3rd ed. Springer, N. Y.
- Cruden, R. W. 1966. Birds as agent of long distance dispersal for disjunct plant groups of the temperate western hemisphere. Evolution 20:517-532.
- Dansereau, P. and K. Lems. 1957. The grading of dispersal types in plant communities and their ecological significance. Universal Montreal Contour. Inst. 71. (cited by 堀田滿, 1974).
- Fosberg, F. R. 1963. Plant dispersal in the Pacific. In J. L. Gressit (ed.), Pacific Basin. Biogeography. Bishop Press, Honolulu. pp. 275-284.
- Kershaw, K. A. and J. H. H. Looney. 1985. Quantitative and dynamic plant ecology. Edward Arnold, London. 282p.
- Lems, K. 1960. Population dispersal. In McGraw-Hill Encyclopedia of Science and Technology. McGraw-Hill, N. Y. (cited by 堀田滿, 1974).
- Molinier, R. and P. Muller. 1938. La dissemination des especes vegetales. Rev. Gen. Bot. 50:53.
- Oliver, C. D. and B. C. Larson. 1990. Disturbances and stand development. In Forest stand dynamics. C. D. Oliver and B. C. Larson (eds.). pp. 89-139. McGraw-Hill, New York.
- Simberloff, D. 1988. The contribution of population and community biology to conservation science. Ann. Rev. Ecol. Syst. 19:473-511.

- Soulé, M. E. and D. Simberloff. 1986. What do genetics and ecology tell us about the design of nature reserves? *Biol. Conserv.* 35:19-40.
- Taylor, B. W. 1954. An example of long distance dispersal. *J. Ecol.* 35:569-572.
- Williamson, G. B. 1975. Pattern and seral composition in an old-growth beech-maple forest. *Ecology* 56:727-731.

(1993년 6월 14일 접수)