

연구논문

몰운대 탐방로 주변 식생의 생태적 특성 평가

남정철* · 서정범** · 오주성***

동아대학교 조경학과*, (주)누리환경기술센터**, 동아대학교 유전공학과***

(2011년 2월 12일 접수, 2011년 4월 14일 승인)

Assessment on Ecological Characteristics of Vegetation in the Trail of Adjacent to Molundae

Jung-Chil Nam* · Jung-Bum Seo** · Ju-Sung Oh***

Department of Landscape Architecture, Dong-A University, Busan 604-714, Korea**,

Nuri Environmental Technology Center Co., Ltd.**,

Department of Genetic Engineering, Dong-A University, Busan 604-714, Korea***

(Manuscript received 12 February 2011; accepted 14 April 2011)

Abstract

The objective of this study is to analyze the flora and forest vegetation of trails with high visitor density at Molundae. Nine quadrats of 20 X 20m were selected for the survey. The survey was conducted from April to October 2010. The obtained results are summarized as follows.

Plot1, plot2, plot3, plot4, plot6, and plot7 were located at slopes of 5~20°, 17~40m above sea level, and were formed with the colony of Japanese black pine(*Pinus thunbergii* Parl) and Japanese black pine(*Pinus thunbergii* Parl)-white oak(*Quercus aliena* Blume). Tree layer had the height of 8~20m, and the coverage of 50~70%, while subtree layer had the height of 3~8m, and the coverage 30~80%. On the other hand, shrub layer had the height of 2~4m, and the coverage of 10~30%, and herb had the height of 0.2~1m and coverage 5~20%.

Plot5, plot8, and plot9 were located at the summit areas of 57~78m above sea level, and 0° slope. Japanese black pine(*Pinus thunbergii* Parl) formed a community there. Tree layer was 8~20m high, and covered 60~70%, of the area, and subtree layer was 6~8m high, and coverage 30~40%. Shrub layer had the height of 2~6m, and the coverage of 30%, while herb layer had the height 0.2~2m, and the coverage 20~80%.

Succession does not occur in the surveyed areas which have high visitor density. Artificially planted sawtooth oak(*Quercus acutissima*) trees were found to disturb succession and formation of multi-layer vegetation, resulting in the ecologically unstable forest. Therefore, the

researcher suggested the strategy of managing the vegetation in the conclusion.

This study has the limit in that the plots selected for the survey reflected only part of various trails in the Molundae area. It is necessary to suggest the vegetation management plans by selecting more diverse trail areas in consideration of the visitor density and behaviors, and analyzing the changes in vegetation quantitatively in order to manage the vegetation in urban areas damaged by visitors more effectively.

Keywords : Importance Value, Dominance, Species Diversity, Similarity Index.

1. 서론

1. 연구 배경 및 목적

식물상(flora)은 어느 지방에 나는 식물 종의 목록을 가리키는 용어이다. 그러므로 “지방식물상(local flora)”은 그 지방에 어떤 종이 분포하고 있는가를 나타내주는 하나 어떤 종의 개체수가 지배적으로 많고 어떤 종이 극소수인지 등은 제시해 주지는 못한다. 이에 반하여 “식생(vegetation)”은 일정 공간 안의 식물의 집합체를 의미하기 때문에 식물상과는 구별된다. 식생을 분류하여 식별되는 군집(community)의 명칭은 우점도(優占度)가 높은 종, 즉 표징종(標徵種, character species)의 학명을 따서 명명한다(이우철, 임양재, 2002).

예로부터 식물상은 그 지역의 환경변화에 따라 조금씩 변화되어 왔다. 그러나 최근 인구의 증가와 도시화, 환경오염이 심각하게 이르러 지구규모의 환경변화가 예고되고 있다. 그러므로 일정한 시간이 지난 후 특정지역에서 생물상의 변화양상을 비교·고찰하는 것은 의미 있는 일이라 할 수 있다. 다대포의 몰운대지역의 식물상에 대한 연구는 ‘도시공원녹지의 토양환경이 식생구조와 수목활력도에 미치는 영향(김석규, 2002)에서 일부만 다루어졌고, ‘몰운대유원지 따위의 생태에 관한 연구’(남정철 외2인, 2005)에서 약간 언급되었을 뿐 전체적인 조사가 이루어진 적이 없다.

한편 식물상을 통한 종 다양성 파악과 보존의 측면에서 한 종의 미미한 식물이라 할지라도 생태학적, 자원 이용적 측면에서 뿐만 아니라 식물자원의 유형, 무형적 가치를 인식하여 식물종이 지닌 고

유한 특성과 그 다양성의 중요성을 인식하기 위해서 무엇보다 한 지역의 식물상 규명과 이에 대한 분석적 연구가 무엇보다도 우선되어야 한다. 최근 도시림에 대한 관심이 증가되고 있고 현재 몰운대 내에는 산책로가 정비되고, 체육시설 등이 조성되어 있기 때문에 이용자들이 증가하고 있는 추세이다. 위와 같은 점을 고려해 볼 때 도시 내에 형성되어 있는 대표적인 도시림 중 하나라고 할 수 있는 몰운대를 대상으로 식물상과 식생을 고찰해봄으로써 향후 도시림의 바람직한 관리방향을 수립하는데 기초 자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

II. 연구내용 및 방법

1. 조사지 선정

본 연구의 몰운대는 면적 506,184m²인 산림지역으로 도시공원법상 유원지로 지정되어 있고, 행정구역상 부산광역시 사하구 다대1동에 위치하며, 지리적으로는 북위 35° 01' 45" ~ 35° 02' 41", 동경 128° 57' 54" ~ 128° 58' 04" 에 위치하고 있다. 또한 다대포해수욕장과 인접하여 위치하고 있다. 이곳은 낙동강 하구의 최남단에 위치하며, 태백산맥의 마지막 끝자락으로 16세기까지는 몰운도란 섬이었으나 그 후 낙동강에서 내려오는 흙과 모래가 쌓여 다대포(多大浦)와 연결된 것으로 전하고 있다. 부산시가 편찬한「부산의 문화재」에서는 중종실록의 내용을 근거로 몰운대를 16세기까지는 섬으로 전해진다고 적혀있다. 몰운대(沒雲臺)는 시도기념물 제 27호(사하구)로 1972년 6월 26일 지정되었으며, 부산시 문화재 기념물 제 20호인 “정운공 순의비(鄭

표 1. 조사대상지 위치

조사구	좌 표
1	N35° 01' 45" E128° 58' 09"
2	N35° 02' 29" E128° 58' 04"
3	N35° 02' 19" E128° 58' 11"
4	N35° 02' 30" E128° 58' 25"
5	N35° 02' 27" E128° 58' 37"
6	N35° 02' 35" E128° 58' 21"
7	N35° 02' 39" E128° 58' 16"
8	N35° 02' 35" E128° 58' 15"
9	N35° 02' 29" E128° 58' 15"

運公殉義碑”)가 있고, 부산시 문화재 기념물 제 3호인 다대포침사영의 “다대포객사” 건물이 옮겨져 있다. 군사작전지역으로 민간인의 출입이 통제되었으나 1993년에 시민의 휴식공간으로 개방되어 식생이 비교적 잘 보존되어있다. 현재에도 몰운대의 남단 일부는 군사지역으로 통제되고 있다.

2. 연구내용

조사대상지 식생의 생태적 특성을 파악하기 위해 식생 조사를 실시하였으며, 본 연구의 조사기간은 2010년 4월부터 10월까지 총 2회의 현지조사를 실시하였다.

식생 조사는 식물사회학적 방법(Braun-Blanquet, 1964)에 따라 실시하였으며, 출현하는 수목을 층위별로 구분하여 각층에 대한 수고, 식피율, 흉고직경, 출현종수 및 개체수를 측정하였다.

식생의 생태적 특성을 평가하기 위하여 상대우점치, 종수 및 종다양도지수, 유사도 및 상이도지수, 귀화식물 분포 등을 분석하였으며, 그 결과를 바탕으로 식생의 관리방안을 도출하였다.

3. 연구방법

1) 식생조사

조사구는 방형구법(Quadrat method)을 이용하여 20×20m(400m²)의 방형구를 설정하였으며, 조사구내에 출현하는 목본수종을 교목층(수고 8m 이상인 목본), 아교목층(수고 8m 이하인 목본), 관

목층(수고 2m 이하 0.8m 이상인 목본)으로 구분하였다. 교목층과 아교목층은 수종명과 흉고직경 등을 측정하였으며, 관목층은 수관투영면적을 측정하였다(박인협, 1985).

초본층은 각조사지의 조사구내에 출현하는 전체 식물을 대상으로 Braun-Blanquet (1964) 방법의 의거하여 우점도(dominance)와 군도(sociability)를 분석하였다. 식물종의 분류는 이창복(1989)과 김태정(1996)의 도감을 참고하였다.

2) 식물군집구조 분석

상대우점치는 층위별 출현종의 세력비교를 통하여 각 조사구의 생태적 천이경향 예측 및 층위구조 형성을 판단하기 위한 방법이다. 식생조사 자료에 의하여 Curtis and McIntosh(1951)의 중요치(Importance Value ; I.V.)를 통합하여 백분율로 나타낸 상대우점치(Brower and Zar, 1977)를 수관층위별로 분석하였다. 상대우점치(Importance Percentage ; I.P.)는 상대밀도, 상대빈도, 상대피도를 더한 값을 3으로 나누어 계산하였으며, 개체들의 크기를 고려하여 수관층위별로 가중치를 부여하여 평균상대우점치(Mean Importance Percentage ; M.I.P.)를 구하였다.

$$I.P. = (\text{상대밀도} + \text{상대빈도} + \text{상대피도})/3 \quad (\text{식 1})$$

$$M.I.P. = (3 \times \text{교목층 } I.P. + 2 \times \text{아교목층 } I.P. + \text{관목층 } I.P.)/6 \quad (\text{식 2})$$

종구성상태의 다양한 정도를 나타내는 측도인 종다양도를 판단하기 위하여 희귀종을 강조한

Shannon지수(Pielou, 1975)의 수식에 따라 종다양도지수(species diversity: H'), 최대종다양도($H' \max$), 균재도(evenness: J'), 우점도(dominance: D)를 산출하였다.

$$H' = -\sum P_i \log P_i \quad (\text{식 3})$$

(여기서, P_i 는 어떤종의 개체수/전체종의 개체수)

$$H' \max = \log S \quad (\text{식 4})$$

$$J' = H' / H' \max \quad (\text{식 5})$$

$$D = 1 - J' \quad (\text{식 6})$$

종구성상의 유사도지수(Similarity Index: S.I.) 및 상이도지수(Dissimilarity Index: D.S.I.)를 구하기 위하여 Whittaker(1956)의 수식에 따라 구하여 백분율로 나타내었다.

$$S.I. = 2C / (S1 + S2) \times 100 \quad (\text{식 7})$$

$$D.S.I. = 1 - S.I. \quad (\text{식 8})$$

(여기서, S1는 조사구 1의 각 수종양의 합계,

S2는 조사구 2의 각 수종양의 합계,

C는 양 조사구의 공통수종에 있어서 양이 적은 것의 합계)

3) 귀화식물 분포

자연식생의 교란정도를 나타내는 귀화율(ratio of naturalization)은 총 출현종수에 대한 귀화식물의 비율로 계산하였으며(沼田眞, 1975), 식물별 귀화도(degree of naturalization)는 박수현 등(2002)의 연구를 참고하여 분포등급 기준을 구분하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 식생 현황

조사구1, 조사구2, 조사구3, 조사구4, 조사구6, 조사구7은 사면으로 해발고 17-40m, 경사 5-20°의 경사지역이며, 곰솔, 곰솔-갈참나무군락을 이루고 있다. 교목층은 수고 8-20m, 식피율 50-70%, 아교목층은 수고 3-8m, 식피율 30-80%, 관목층은 수고 2-4m, 식피율 10-30%, 초본층은 수고 0.2-1m, 식피율 5-20%의 범위에 있는 것으로 나타났다.

조사구5, 조사구8, 조사구9는 산정으로 해발고 57-78m, 경사 0°의 지역이며, 곰솔이 군락을 이루고 있다. 교목층은 수고 8-20m, 식피율 60-70%, 아교목층은 수고 6-8m, 식피율 30-40%, 관목층은 수고 2-6m, 식피율 30%, 초본층은 수고 0.2-2m, 식피율 20-80%의 범위에 있는 것으로 나타났다.

2. 상대우점치 분석

1) 목본의 상대우점치

조사구1은 교목층에서 곰솔(I.P.: 81.1%)이 우점종, 갈참나무, 때죽나무, 사스레피나무가 주요출현종으로 나타났고, 아교목층에서 동백나무(I.P.: 35.2%)가 우점종으로 나타났으며, 관목층에서 개웃나무, 털팽나무, 동백나무, 사스레피나무, 송악, 자금우, 작살나무, 칩이 주요출현종으로 나타났다.

조사구2는 교목층에서 곰솔(I.P.: 44.1%), 갈참나

표 2. 조사지 현황

조사구	지형	해발고(m)	사면방위	경사(°)	군락	교목층		아교목층		관목층		초본층	
						수고(m)	식피율(%)	수고(m)	식피율(%)	수고(m)	식피율(%)	수고(m)	식피율(%)
1	사면	25	300°	10	곰솔	14-20	70	4-8	80	2-4	30	0.2-0.8	5
2	사면	30	270°	10	곰솔-갈참	10-20	50	6-8	40	2-3	20	0.2-1	10
3	사면	40	180°	20	곰솔	13-18	60	3-8	40	2-4	20	0.3-1	20
4	사면	25	90°	5	곰솔	8-18	60	4-6	30	2-3	10	0.3-2	10
5	산정	57	-	0	곰솔	8-14	60	6-8	40	2-4	30	0.2-2	20
6	사면	17	90°	10	곰솔	10-15	70	4-6	40	2-3	30	0.2-1	10
7	사면	30	20°	20	곰솔	10-18	70	6-8	40	2-4	20	0.2-0.5	20
8	산정	74	-	0	곰솔	10-20	60	6-8	40	3-6	30	0.3-2	40
9	산정	78	-	0	곰솔	14-20	70	6-8	30	2-5	30	0.3-1	80

무(I.P.: 17.7%)가 우점종으로 나타났고, 아교목층은 사스레피나무(I.P.: 59.9%), 갈참나무(I.P.: 40.1%)이 우점종으로 나타났으며, 관목층에서 털팽나무가 주요 출현종으로 나타났다.

조사구3은 교목층에서 곰솔(I.P.: 64.9%)과 떡갈나무(I.P.: 27.7%)가 우점종, 사스레피나무가 주요 출현종으로 나타났고, 아교목층에서 사스레피나무(I.P.: 45.8%)이 우점종, 감나무, 산복사나무가 주요출현종으로 나타났으며, 관목층에서 개웃나무, 보리밥나무, 사스레피나무, 졸참나무, 청미래덩굴, 해변싸리가 다수 출현하는 것으로 나타났다.

조사구4는 교목층에서 곰솔(I.P.: 82.6%)이 우점종, 산벚나무가 주요출현종으로 나타났고, 아교목층에서는 사스레피나무(I.P.: 36.7%), 관목층에서 명석딸기, 사스레피나무, 진달래가 다수 출현하는 것으로 나타났다.

조사구5는 교목층에서 곰솔(I.P.: 54.2%)와 굴참나무(I.P.: 29.3%)이 우점종, 떡갈나무가 주요출현종으로 나타났고, 아교목층에서 떡갈나무(I.P.: 36.2%), 자귀나무(I.P.: 36.2%)가 우점종, 사스레피나무가 주요출현종으로 나타났으며, 관목층에서 낭아초, 사스레피나무, 산철쭉, 싸리나무, 진달래가 다수 출현하는 것으로 나타났다.

조사구6은 교목층에서 곰솔(I.P.: 59.0%)이 우점종, 갈참나무, 오리나무가 주요출현종으로 나타났고, 아교목층에서 사스레피나무(I.P.: 59.7%)가 우점종, 오리나무(I.P.: 40.3%)가 주요출현종으로 나타났으며, 관목층에서 사스레피나무가 다수 출현하는 것으로 나타났다.

조사구7은 교목층에서 곰솔(I.P.: 78.6%)이 우점

종, 팔배나무가 주요출현종으로 나타났고, 아교목층에서 사스레피나무(I.P.: 52.6%), 팔배나무(I.P.: 47.4%)가 우점종으로 나타났으며, 관목층에서 사스레피나무(I.P.: 13.3%), 진달래(I.P.: 13.3%)가 우점종으로 다수 출현하고 있는 것으로 나타났다.

조사구8은 교목층에서 곰솔(I.P.: 69.9%)이 우점종, 굴피나무가 주요출현종으로 나타났고, 아교목층에서 굴피나무(I.P.: 38.9%)과 사스레피나무(I.P.: 29.8%)이 우점종으로 나타났으며, 관목층에서 계요등, 낭아초, 사스레피나무, 진달래가 다수 출현하고 있는 것으로 나타났다.

조사구9는 교목층에서 곰솔(I.P.: 88.1%)가 우점종으로 나타났고, 아교목층에서 사스레피나무(I.P.: 60.7%)와 떡갈나무(I.P.: 39.3%)가 우점종으로 나타났으며, 관목층에서 개웃나무, 진달래가 다수 출현하고 있는 것으로 나타났다.

상대우점치를 분석한 결과, 조사구1, 조사구2, 조사구3, 조사구4, 조사구5, 조사구6, 조사구7, 조사구8, 조사구9는 모두 해안가에 위치하고 있으며, 교목층은 모두 곰솔군락이 우점하고 있다. 곰솔은 대표적인 한반도의 난대 및 온대남부 및 온대중부의 해안지역에 아극상을 이루고 있는 양수 수종으로서 당분간 현재의 식생군락이 유지될 것으로 분석되었으며, 장기적으로 인간의 간섭이 줄어들고 지구 온난화가 진행되면 난대지역의 대표적인 수종인 후박나무나 가시나무 군락으로 천이가 진행될 것으로 판단된다. 아교목층은 현재 사스레피나무가 우점하고 관목층은 사스레피나무, 자금유, 진달래등이 우점하고 있으며 앞으로도 현재의 식생군락이 유지될 것으로 판단된다.

표 3. 목본의 층위별 상대우점치

층위	수종	조사구1				조사구2				조사구3			
		C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
갈참나무 <i>Quercus aliena</i>		8.7			4.4	17.7	40.1		22.2				
감나무 <i>Diospyros kaki</i>										20.8			6.9
개웃나무 <i>Rhus trichocarpa</i>				9.1	1.5							10.0	1.7
고욤나무 <i>Diospyros lotus</i>								9.1	1.5			5.0	0.8
계요등 <i>Paederia scandens</i>												5.0	0.8
곰솔 <i>Pinus thunbergii</i>		81.1			40.5	44.1			22.1	64.9			32.5

표 3. 계 속

층위	수종	조사구1				조사구2				조사구3			
		C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
광나무	<i>Ligustrum japonicum</i>											5.0	0.8
굴참나무	<i>Quercus variabilis</i>												
굴피나무	<i>Platycarya strobilacea</i>		17.5		5.8	7.6				3.8			
나무딸기	<i>Rubus matsumuranus var. concolor</i>											5.0	0.8
남아초	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>												
노린재나무	<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>												
담쟁이덩굴	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>							9.1	1.5				
털팽나무	<i>Viburnum erosum</i>			9.1	1.5			18.2	3.0				
돈나무	<i>Pittosporum tobira</i>											5.0	0.8
돌가시나무	<i>Rosa wichuraiana</i>												
동백나무	<i>Camellia japonica</i>		35.2	9.1	13.2								
두릅나무	<i>Aralia elata</i>		4.5	0.8			9.1	1.5					
매죽나무	<i>Styrax japonica</i>	6.1			3.1			9.1	1.5			5.0	0.8
떡갈나무	<i>Quercus dentata</i>									27.7			13.8
멍석딸기	<i>Rubus parvifolius</i>												
보리밥나무	<i>Elaeagnus macrophylla</i>			4.5	0.8			9.1	1.5			10.0	1.7
보리수나무	<i>Elaeagnus umbellata</i>												
사스레피나무	<i>Eurya japonica</i>	4.1	15.7	9.1	8.8	11.6	59.9		25.8	7.4	45.8	10.0	20.6
산벚나무	<i>Prunus sargentii</i>			4.5	0.8	14.2			7.1				
산복사나무	<i>Prunus davidiana</i>										33.3		11.1
산팽나무	<i>Morus bombysis</i>			4.5	0.8								
산철쭉	<i>Rhododendron yedoense var. poukhanense</i>												
산초나무	<i>Zanthoxylum schinfolium</i>							9.1	1.5				
소사나무	<i>Carpinus coreana</i>			4.5	0.8								
송악	<i>Hedera rhombea</i>		12.5	9.1	5.7			9.1	1.5				
싸리나무	<i>Lespedeza bicolor</i>												
오리나무	<i>Alnus japonica</i>												
인동덩굴	<i>Lonicera japonica</i>											5.0	0.8
자귀나무	<i>Albizia julibrissin</i>												
자금우	<i>Ardisia japonica</i>			9.1	1.5								
작살나무	<i>Callicarpa japonica</i>			9.1	1.5			9.1	1.5				
조록싸리	<i>Lespedeza maximowiczii</i>												
줄참나무	<i>Quercus serrata</i>					4.8			2.4				
진달래	<i>Rhododendron mucronulatum</i>											10.0	1.7
질레나무	<i>Rosa multiflora</i>			4.5	0.8								
청미래덩굴	<i>Smilax china</i>											10.0	1.7
췌	<i>Pueraria thunbergiana</i>			9.1	1.5			9.1	1.5				
팔배나무	<i>Sorbus alnifolia</i>												
팽나무	<i>Celtis sinensis</i>		19.1		6.4								
폰지나무	<i>Celastrus flagellaris</i>											5.0	0.8
해변싸리	<i>Lespedeza maritima</i>											10.0	1.7
화살나무	<i>Euonymus alatus</i>												

주) C : 교목층 상대우점치, U : 아교목층 상대우점치, S : 관목층 상대우점치, M : 평균 상대우점치

표 3. 계속

층위	수종	조사구4				조사구5				조사구6			
		C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
갈참나무	<i>Quercus aliena</i>									26.4			13.2
감나무	<i>Diospyros kaki</i>												
개웃나무	<i>Rhus trichocarpa</i>										6.3	1.0	
계요등	<i>Paederia scandens</i>			12.5	2.1			6.3	1.0			6.3	1.0
고욤나무	<i>Diospyros lotus</i>												
곰솔	<i>Pinus thunbergii</i>	82.6			41.3	54.2			27.1	59.0			29.5
광나무	<i>Ligustrum japonicum</i>												
굴참나무	<i>Quercus variabilis</i>					29.3			14.7				
굴피나무	<i>Platycarya strobilacea</i>							6.3	1.0				
나무딸기	<i>Rubus matsumuranus var. concolor</i>											6.3	1.0
낭아초	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>							12.5	2.1				
노린재나무	<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>												
담쟁이덩굴	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>											6.3	1.0
털팽나무	<i>Viburnum erosum</i>												
돈나무	<i>Pittosporum tobira</i>												
돌가시나무	<i>Rosa wichuraiana</i>												
동백나무	<i>Camellia japonica</i>											6.3	1.0
두릅나무	<i>Aralia elata</i>												
매죽나무	<i>Styrax japonica</i>												
떡갈나무	<i>Quercus dentata</i>		8.9		3.0	16.5	36.2		20.3				
멍석딸기	<i>Rubus parvifolius</i>			25.0	4.2								
보리밥나무	<i>Elaeagnus macrophylla</i>												
보리수나무	<i>Elaeagnus umbellata</i>												
사스레피나무	<i>Eurya japonica</i>		36.7	25.0	16.4		27.6	12.5	11.3		59.7	25.0	24.1
산벚나무	<i>Prunus sargentii</i>	17.4			8.7								
산복사나무	<i>Prunus davidiana</i>												
산뽕나무	<i>Morus bombycis</i>												
산철쭉	<i>Rhododendron yedoense var. poukhanense</i>							12.5	2.1				
산초나무	<i>Zanthoxylum schinfolium</i>												
소사나무	<i>Carpinus coreana</i>							6.3	1.0				
송악	<i>Hedera rhombea</i>												
싸리나무	<i>Lespedeza bicolor</i>							12.5	2.1			6.3	1.0
오리나무	<i>Alnus japonica</i>		35.6		11.9					14.6	40.3		20.7
인동덩굴	<i>Lonicera japonica</i>												
자귀나무	<i>Albizia julibrissin</i>						36.2		12.1				
자금우	<i>Ardisia japonica</i>												
작살나무	<i>Callicarpa japonica</i>												
조록싸리	<i>Lespedeza maximowiczii</i>											6.3	1.0
졸참나무	<i>Quercus serrata</i>		18.9		6.3							6.3	1.0
진달래	<i>Rhododendron mucronulatum</i>			25.0	4.2			12.5	2.1			18.8	3.1
찔레나무	<i>Rosa multiflora</i>							6.3	1.0				
청미래덩굴	<i>Smilax china</i>			12.5	2.1			6.3	1.0			6.3	1.0
쑤	<i>Pueraria thunbergiana</i>							6.3	1.0				
팔배나무	<i>Sorbus alnifolia</i>												
팽나무	<i>Celtis sinensis</i>												
푼지나무	<i>Celastrus flagellaris</i>												
해변싸리	<i>Lespedeza maritima</i>												
화살나무	<i>Euonymus alatus</i>												

주) C : 교목층 상대우점치, U : 아교목층 상대우점치, S : 관목층 상대우점치, M : 평균 상대우점치

표 3. 계속

층위	수종	조사구7				조사구8				조사구9			
		C	U	S	M	C	U	S	M	C	U	S	M
갈참나무	<i>Quercus aliena</i>					5.2	18.1		8.6				
감나무	<i>Diospyros kaki</i>												
개웃나무	<i>Rhus trichocarpa</i>			6.7	1.1			6.7	1.1			18.2	3.0
계요등	<i>Paederia scandens</i>			6.7	1.1			13.3	2.2			9.1	1.5
고욤나무	<i>Diospyros lotus</i>												
곰솔	<i>Pinus thunbergii</i>	78.6			39.3	69.9			35.0	88.1			44.0
광나무	<i>Ligustrum japonicum</i>			6.7	1.1								
굴참나무	<i>Quercus variabilis</i>												
굴피나무	<i>Platycarya strobilacea</i>					14.3	38.9	6.7	21.2				
나무딸기	<i>Rubus matsumuranus var. concolor</i>			6.7	1.1								
낭아초	<i>Indigofera pseudo-tinctoria</i>			6.7	1.1			13.3	2.2				
노린재나무	<i>Symplocos chinensis for. pilosa</i>							6.7	1.1			9.1	1.5
담쟁이덩굴	<i>Parthenocissus tricuspidata</i>												
틸펡나무	<i>Viburnum erosum</i>			6.7	1.1							9.1	1.5
돈나무	<i>Pittosporum tobira</i>												
돌가시나무	<i>Rosa wichuraiana</i>							6.7	1.1				
동백나무	<i>Camellia japonica</i>											9.1	1.5
두릅나무	<i>Aralia elata</i>												
매죽나무	<i>Styrax japonica</i>	6.7			3.3								
떡갈나무	<i>Quercus dentata</i>									11.9	39.3		19.1
명석딸기	<i>Rubus parvifolius</i>												
보리밥나무	<i>Elaeagnus macrophylla</i>			6.7	1.1								
보리수나무	<i>Elaeagnus umbellata</i>							6.7	1.1				
사스레피나무	<i>Eurya japonica</i>		52.6	13.3	19.8	10.5	29.8	13.3	17.4		60.7	4.5	21.0
산벚나무	<i>Prunus sargentii</i>												
산복사나무	<i>Prunus davidiana</i>												
산뽕나무	<i>Morus bombysis</i>												
산철쭉	<i>Rhododendron yedoense var. poukhanense</i>												
산초나무	<i>Zanthoxylum schinfolium</i>							6.7	1.1				
소사나무	<i>Carpinus coreana</i>												
송악	<i>Hedera rhombea</i>			6.7	1.1								
싸리나무	<i>Lespedeza bicolor</i>			6.7	1.1								
오리나무	<i>Alnus japonica</i>												
인동덩굴	<i>Lonicera japonica</i>												
자귀나무	<i>Albizzia julibrissin</i>												
자금우	<i>Ardisia japonica</i>												
작살나무	<i>Callicarpa japonica</i>											9.1	1.5
조록싸리	<i>Lespedeza maximowiczii</i>			6.7	1.1								
졸참나무	<i>Quercus serrata</i>	4.5			2.2								
진달래	<i>Rhododendron mucronulatum</i>			13.3	2.2			13.3	2.2			18.2	3.0
찔레나무	<i>Rosa multiflora</i>												
청미래덩굴	<i>Smilax china</i>			6.7	1.1							9.1	1.5
철	<i>Pueraria thunbergiana</i>							6.7	1.1				
팔배나무	<i>Sorbus alnifolia</i>	10.3	47.4		21.0								
팽나무	<i>Celtis sinensis</i>												
푼지나무	<i>Celastrus flagellaris</i>												
해변싸리	<i>Lespedeza maritima</i>												
화살나무	<i>Euonymus alatus</i>							13.3	4.4				

주) C : 교목층 상대우점치, U : 아교목층 상대우점치, S : 관목층 상대우점치, M : 평균 상대우점치

2) 초본의 우점도 및 군도

조사구1은 주름조개풀이 우점종이며, 닭의장풀과 조개풀이 다수 출현하였다. 조사구2는 조개풀, 주름조개풀 및 주홍서나물 등이 다수 출현하였으며, 조사구3은 쌀새, 조개풀 및 주름조개풀 등이 다수 출현하였다.

조사구4는 나도겨이삭, 쌀새 및 주름조개풀 등이 우점종이며, 조사구5는 억새가 우점종이며, 강아지풀, 단풍마, 쌀새 및 쭉 등이 소수 출현하였고, 조사구6은 주름조개풀이 우점하였다.

조사구7은 주름조개풀과 털머위가 다수 출현하였고, 조개풀과 족제비고사리가 소수 출현하였다. 조사구8은 주름조개풀이 우점종이며, 단풍마, 미국자리공, 쌀새, 억새 및 족제비고사리 등이 소수 출현하였고, 조사구9는 단풍마, 주름조개풀 및 주홍서나물 등이 소수 출현하였다.

초본의 우점도 및 군도를 분석한 결과, 주름조개

풀, 닭의장풀, 조개풀, 주홍서나물, 쌀새, 나도겨이삭, 억새 및 털머위 등이 전반적으로 다수 분포하였으며, 주름조개풀은 많은 조사구에서 우점종으로 나타났다.

3) 종다양도 분석

단위면적(400m²)당 출현종수는 조사구1이 19종으로 가장 많았으며, 조사구4가 10종으로 가장 적은 것으로 나타났다. 종다양도는 조사구1이 종다양도지수 0.9035로 가장 높게 나타났고, 조사구8이 종다양도지수 0.5467로 가장 낮게 나타났으며, 최대종다양도는 조사구1이 분석되었고, 최대종다양도지수 1.2788로 가장 높게 나타났고, 조사구4이 최대종다양도지수 1.0000로 가장 낮게 나타났다.

균재도는 조사구1이 균재도지수 0.7066로 가장 높게 나타났고, 조사구8이 균재도지수 0.4770로 가장 낮게 나타났으며, 우점도는 조사구8이 우점도지수 0.5230으로 가장 높게 나타났고, 조사구1이 우

표 4. 초본의 우점도 및 군도

조사구	식물명	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	강아지풀 <i>Setaria viridis</i>					r				
	개여뀌 <i>Persicaria longiseta</i>			r						
	김의털 <i>Festuca ovina var. ovina</i>				r					
	나도겨이삭 <i>Milium effusum</i>				+					
	단풍마 <i>Dioscorea quinqueloba</i>		r	r	r	r	r		r	r
	닭의장풀 <i>Commelina communis</i>	+								
	도둑놈의갈고리 <i>Desmodium oxyphyllum</i>			r	r					
	등골나물 <i>Eupatorium chinensis var. simplicifolium</i>				r					
	망초 <i>Conyza canadensis</i>				r		r			
	맥문동 <i>Liriope platyphylla</i>		r							
	모시풀 <i>Boehmeria nivea</i>		r							
	미국자리공 <i>Phytolacca americana</i>								r	
	산마 <i>Dioscorea batatas</i>	r	r				r			
	산박하 <i>Isodon inflexus</i>	r								
	쌀새 <i>Melica onoei</i>			+	+	r			r	
	쭉 <i>Artemisia princeps var. orientalis</i>					r	r			
	억새 <i>Miscanthus sinensis var. purpurascens</i>				r	+			r	
	조개풀 <i>Arthraxon hispidus</i>	+	+	+				r		
	족제비고사리 <i>Dryopteris varia</i>	r	r				r	r	r	
	주름조개풀 <i>Oplismenus undulatifolius</i>	1,1	+	+	+		+	+	+	r
	주홍서나물 <i>Erechtites hieracifolia</i>		+							r
	털머위 <i>Farfugium japonicum</i>			r			r	+		

표 5. 종수 및 종다양도지수 (단위면적: 400m²)

조사구	군락	종수	종다양도 (H')	최대종다양도 (H' max)	균재도 (J')	우점도 (D')
1	곰솔 <i>Pinus thunbergii</i>	19	0.9035	1.2788	0.7066	0.2934
2	곰솔-갈참 <i>Pinus thunbergii-Quercus aliena</i>	16	0.7747	1.2041	0.6434	0.3566
3	곰솔 <i>Pinus thunbergii</i>	18	0.8353	1.2553	0.6655	0.3345
4	곰솔 <i>Pinus thunbergii</i>	10	0.5654	1.0000	0.5654	0.4346
5	곰솔 <i>Pinus thunbergii</i>	15	0.7736	1.1761	0.6578	0.3422
6	곰솔 <i>Pinus thunbergii</i>	14	0.6917	1.1461	0.6035	0.3965
7	곰솔 <i>Pinus thunbergii</i>	17	0.7328	1.2304	0.5955	0.4045
8	곰솔 <i>Pinus thunbergii</i>	14	0.5467	1.1461	0.4770	0.5230
9	곰솔 <i>Pinus thunbergii</i>	11	0.6600	1.0414	0.6338	0.3662

점도지수 0.2934로 가장 낮게 나타났다.

종다양도, 최대종다양도, 균재도, 우점도를 분석한 결과, 조사구1의 종다양도지수, 최대종다양도지수, 균재도지수가 가장 높고, 우점도의 지수가 가장 낮게 나타나 식생구조가 건전하고 생태적으로 안정된 것으로 평가되었으며, 조사구8의 종다양도지수가 가장 낮고, 우점도지수는 가장 높게 나타나 생태적으로 불안정한 것으로 평가되었다.

4) 유사도지수 분석

유사도지수는 조사구간 종구성의 유사성을 나타내는 지수로 조사구간에 값이 20% 미만이면 서로 이질적인 집단이고 80% 이상이면 서로 동질적인 집단이다(Cox, 1976).

조사구간 조사구2-3, 조사구2-4, 조사구2-5, 조사구2-6, 조사구2-7, 조사구2-8은 유사도지수는 20% 미만, 조사구3-4, 조사구3-8, 조사구3-9

는 유사도지수는 20% 미만, 조사구4-7, 조사구4-8, 조사구4-9는 유사도지수는 20% 미만, 조사구5-8, 조사구5-9는 유사도지수는 20% 미만, 조사구7-8은 유사도지수는 20% 미만으로 이질적인 집단으로 나타나 조사지의 종구성간 유사성이 낮은 것으로 분석되었다.

따라서 조사지의 식생은 전반적으로 이질적인 경향으로 나타나 식생이 다양하게 분포하고 있는 것으로 평가되었다.

5) 귀화식물 분포

귀화종은 우리나라 비토착종으로서 인위적 또는 자연적인 방법으로 우리나라에 들어와 야생상태에서 스스로 번식하여 생존할 수 있는 종을 말한다(환경부, 2005). 본 조사지역에서 확인된 귀화식물은 4과 8속 8종 8분류군으로 이는 환경부(2005)가 지정한 285분류군의 2.8%(도시화지수)에 해당하며, 귀

표 6. 유사도 및 상이도지수

	상이도									
	조사구	1	2	3	4	5	6	7	8	9
유사도	1		58.88	48.67	53.27	51.79	58.18	42.11	52.46	44.95
	2	41.12		84.44	95.24	86.52	93.10	80.22	91.92	79.07
	3	51.33	15.56		88.89	41.05	48.39	75.26	94.29	86.96
	4	46.73	4.76	11.11		37.08	47.13	84.62	95.96	90.70
	5	48.21	13.48	58.95	62.92		50.00	79.17	90.38	84.62
	6	41.82	6.90	51.61	52.87	50.00		76.60	76.47	75.28
	7	57.89	19.78	24.74	15.38	20.83	23.40		94.34	35.48
	8	47.54	8.08	5.71	4.04	9.62	23.53	5.66		34.65
	9	55.05	20.93	13.04	9.30	15.38	24.72	64.52	65.35	

표 7. 조사지에서 출현한 귀화식물

식물종	과명	학명	귀화도	생활형
주홍서나물	국화과	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S.Moore	II	M
붉은서나물	국화과	<i>Erechtites hieracifolia</i> Raf.	II	TH
망초	국화과	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronquist	III	TH
방가지똥	국화과	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	II	TH
돼지풀	국화과	<i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.	II	TH
좁ैया주	명아주과	<i>Chenopodium ficifolium</i> Smith	II	TH
미국자리공	자리공과	<i>Phytolacca americana</i> L.	III	H
아까시나무	콩과	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	II	M

주) 귀화도: V: 널리 분포하고 개체수도 많음; IV: 국지적으로 분포하나 개체수도 많음; III: 널리 분포하나 개체수도 많지 않음; II: 국지적으로 분포하고 개체수도 많지 않음; I: 희귀함
 생활형: M: 교목; N: 관목; TH: 일년생 초본; H: 다년생 초본; L: 만경식물

화율은 5.26%를 보였다. 이 결과는 서울의 도시화 지수 36%, 춘천의 귀화율 11.3%, 우리나라 평균 귀화율 10.4% 보다 낮게 조사되어 다른 지역에 비해 교란을 덜 받은 것으로 생각된다. 이는 군사작전지역으로 민간인의 출입이 통제되어오다 1993년 일반인에게 개방된 것도 그 영향이 크다고 할 수 있다.

IV. 결론

본 연구는 탐방객의 이용밀도가 높은 물운대 탐방로 주변 식생의 생태적 특성을 평가하여 식생 관리 방안을 제시하고자 하였으며, 그 결과는 다음과 같다.

탐방객의 이용밀도가 높은 조사지역의 식생은 천이가 진행되지 않을 뿐만 아니라 인공 조림된 오리나무 등은 천이를 방해하고, 다층구조 식생을 이루지 못하게 하여 산림을 생태적으로 불안정상태가 되게 한다. 따라서 물운대의 식생을 복원하기 위하여 다음과 같은 방안이 요구된다.

첫째, 탐방로의 루트를 다양하게 조성하여 구획을 나누어 이용제한지역과 이용허용지역을 나누어 식생을 관리해야 할 것이다.

둘째, 천이를 방해하는 오리나무 등과 같은 인공 조림 수종을 간벌하고, 자연적인 식생천이의 저해요인이 되고 있는 칩, 청미래덩굴 등의 덩굴성식물을 제거해야 할 것이다.

셋째, 낙엽층의 보호와 관목층의 식재를 통하여 식생을 회복시켜야 할 것이며, 아교목층과 관목층

에 자연성이 뛰어난 식물군락의 군집구조를 모델링하여 식생을 복원하고, 식생의 자연성과 종다양성을 증진시켜야 할 것이다.

넷째, 탐방객의 이용밀도가 높아 토양이 고결된 지역은 멀칭이나 토양 복토로 토양의 용적조성을 변화시켜야 하며, 수관하부의 토양을 갈아 퇴비나 토양개량제를 투입하고, 토양개량에 의한 토양의 통기성 및 투수성의 향상과 식생회복을 위한 멀칭으로 토양 경도를 개량해야 할 것이다.

본 연구는 조사구 선정에 있어 물운대 내 여러 개의 탐방로 중에서 일부를 선정한 연구의 한계가 있다. 차후 물운대 탐방객의 이용밀도 및 이용행태를 고려한 다양한 탐방로를 대상으로 선정하여 식생을 정기적으로 조사하고, 식생구조의 변화를 정량적으로 분석하여 식생 관리방안을 제시한다면, 탐방객에 의하여 훼손된 도시림의 식생을 합리적으로 관리하는데 기여할 것이다.

사 사

이 논문은 동아대학교 학술연구비 지원에 의하여 연구되었음.

참고문헌

김석규, 2002, 도시공원녹지의 토양환경이 식생구

- 조와 수목활력도에 미치는 영향, 동아대학교 대학원 도시조경학과 박사학위논문.
- 김종원, 1989, 부산의 생물상 - 식물편, p.181~233.
- 남정철, 박승범, 김석규, 2005, 물운대유원지 맞귀의 생태에 관한 연구, 동아대학교 건설기술연구소 28(2), 35-42.
- 박만규, 이은복, 1970, 낙동강 하류의 식물상, 한국자연보존협회 조사보고서2, 25-32.
- 박수현, 2002, '우리나라 귀화식물의 분포', 임업연구원.
- 박인협, 1985, 백운산지역 천연림생태계의 조립구조 및 물질생산에 관한 연구, 서울대학교 대학원 박사학위논문.
- 윤주복, 2006, '나무 쉽게 찾기', 진선출판사(주).
- 이우철, 임양재, 2002, '식물지리', 강원대학교 출판부.
- 이창복, 1989, 대한식물도감, 향문사.
- 이창복, 2006, '원색 대한식물도감', 향문사.
- 한국환경복원녹화기술협회(2006), '생태조사방법론', 도서출판 보문당.
- 산림청, <http://www.nature.go.kr> 국가생물종지식정보시스템.
- 산림청, <http://www.koreaplants.go.kr:9101> 국가 표준식물목록 구축 시스템.
- Braun-Blanquet, J., 1964, Pflanzensozioologie. Grundzuge der Vegetation skunde, Dritte Auflage, Springer-Verlag, Wien, 865.
- Brower. R. and J. H. Zar, 1977, Field and laboratory methods for general ecology, Iowa: Wm, C., Brown Company Publ.
- Cox, G. W., 1976, Laboratory manual of general ecology, Wn, C., Brown Co, 232.
- Curtis, J. T. and R. P. McIntosh, 1951, An upland Forest contium in the prairie-forest border region of Winsconsin. Ecology 32, 476-496.
- Pielou, E. C., 1975, Ecological diversity, New York: John Wiley and Sons, 165.
- Whittaker, R. H., 1956, Vegetation of the Great Smoky Mountains, Ecol. Monogra 26, 1-80.
- <http://www.busan.go.kr>