

월드컵공원 하늘공원지구 현존식생 및 초본식생구조 변화연구

한봉호* · 김지석** · 배정희** · 이경재*

*서울시립대학교 조경학과 · ** 서울시립대학교 대학원 조경학과

Change of Actual Vegetation and Herbaceous Vegetation Structure of Haneul Park District, in World Cup Park, Seoul

Han, Bong-Ho* · Kim, Ji-Seok** · Bae, Jeong-Hee** · Lee, Kyong-Jae*

*Dept. of Landscape Architecture, University of Seoul

**Dept. of Landscape Architecture, Graduate School, University of Seoul

ABSTRACT

This study examines the characteristics of the herbaceous vegetation structure of Haneul Park District in World Cup Park, which had previously been used as a landfill for 15 years. The survey was carried out through actual vegetation and vegetation structures from 2003 to 2006, biannually.

Firstly, as a result of analysis of actual vegetation, the autumn season changed more quickly over the 2 year span than did the spring season in terms of actual vegetation area. Annual plants increased for the initial 3~4 years and then perennial plants increased.

Secondly, the results of analysis in vegetation structure are as follows:

1. The number of planted species gradually decreased.
2. *Miscanthus sinensis* var. *purpurascens* of the control region was maintained but *Imperata cylindrica* var. *koenigii* of the non-control region was invaded by *Miscanthus sacchariflorus*, *Glycine soja* and *Phragmites communis* etc.
3. Planted species in the control region were maintained in superior state, but the non-control region was changed by natural occurrence plants until 2006, the fourth year.
4. *Physostegia virginiana* and *Aster koraiensis* which were planted in the non-control region were maintained but most of planted species weakened and changed by natural occurrence plants including *Erigeron annuus*, *Artemisia princeps*, *Setaria faberii* and *Phragmites communis* etc.

Based on the results, we suggested the management method of herbaceous vegetation in the Haneul Park District.

Key Words: Planted Species, Natural Occurrence Plants, Perennial Plants, Control Region

Corresponding author: Bong-Ho Han, Dept. of Landscape Architecture, University of Seoul, Seoul 130-743, Korea, Tel.: +82-2-2210-2592, E-mail: hanho87@uos.ac.kr

I. 서론

우리나라 도시 중 가장 많은 사람들이 거주하고 있는 서울에는 2007년 현재 도시자연공원 20개소, 근린공원 320개소, 어린이공원 1,184개소 등 총 2,097개소 164.91km²의 공원이 조성되어 있다(http://parks.seoul.go.kr). 1992년 리우데자네이루의 '기후변화에 관한 유엔 기본협약(United Nations Framework Convention on Climate Change)' 이후 지구온난화에 대한 관심은 도시 내 자연생태에 대한 관심으로 이어져 1990년대 중반 이후로 도시 내 자연생태를 우선으로 하는 공원이 조성되기 시작하였다. 1997년 서울에서 가장 먼저 여의도샛강생태공원이 개원하였으며, 이후 길동자연생태공원, 강서습지생태공원, 고덕수변생태복원지 등 다양한 생태공원이 조성되었고, 하늘공원지구와 같이 초본식생 위주의 생태적 공간도 조성되었다.

하늘공원지구는 과거 난지도 쓰레기 매립지 위에 조성되어 있어 쓰레기 매립지 식물생태에 관한 연구가 진행되었다. 이중 식생에 관한 연구는 이경재 등(1997)에 의해 쓰레기 매립지 식생이 아까시나무와 버드나무, 가축나무가 우점인 군락으로 유지되고 있음을 밝혔으며 박수현(1998)은 매립 후 7년이 지나 발견된 식물을 260종으로 정리하여 발표하고, 여환주 등(2005)은 쓰레기 매립지 사면에 정착이 가능한 식물을 연구하였다.

우리나라 식생구조에 관한 연구는 오래전부터 지속적으로 진행되고 있으며, 크게 산림식생구조와 초본식생구조로 나누어 볼 수 있다. 산림식생구조의 특성에 관한 연구로는 국립공원(이경재 등, 1989; 최송현 등, 1996; 이경재 등, 1998; 2006a; 박영순 등, 2001), 산림벌채지(오구균과 지용기, 2001), 산불지역(이규송 등 2004, 조영호와 김원, 1983), 도시자연림(조우, 1995; 이경재와 한봉호, 1998; 오구균 등, 2005; 이경재 등, 2006b) 등이 있으며, 초본식생구조에 관한 연구는 매립지 초본식생 특성(김기대, 2001), 도로변 절토사면 식생특성(김광제와 김지홍, 2000; 이미정 등, 2003; 송호경 등, 2003; 우보명 등, 1996), 목밭의 식생천이(나영은 등, 1996; 이규송과 김준호, 1995; 1998; 유영한과 이창석, 2003), 목논의 식생천이(이창석 등, 1998) 등이 있다. 외국의 초본식생구조 연구는 식물 종구성과 피복, 생태적 천이예측, 뿌리의 경향, 주변 환경인자와의 관계, 목본식생의 이입과정 등 다양하게 진행되었다(Oosting, 1942; Bard, 1952; Hironaka and Tisdale, 1963; Inouye et al., 1987; Pickett, 1982; Carson and Barrett, 1988; Wilcox, 1998). 방치된 경작지에서 의도적으로 초본을 제거한 후 식생변화연구(Armesto and Pickett, 1986, Wilcox, 1998)도 진행되었다.

하늘공원지구는 자연식생지역이나 경작지와 달리 인위적 식재와 파종으로 초지를 조성한 공간이며, 일부 지역은 철저한 관리로 유지되고 있고, 일부지역은 관리를 실시하지 않고 있다. 이에 본 연구에서는 지금까지 연구가 진행된 바 없는 식재 및

파종으로 조성된 초지를 관리지역과 비관리지역으로 구분하여 식생변화를 분석하였다. 또한, 하늘공원지구의 초본식생 특성을 바탕으로 식재종 문제와 관리방안을 제시하여 향후 초지 조성시 기초자료로 활용하고자 한다.

II. 연구방법

1. 조사범위 및 시기

조사범위는 월드컵공원내 하늘공원지구로 과거 난지도 쓰레기 매립장으로 이용되던 곳에 조성된 공원이다. 한강의 섬이었던 난지도는 서울특별시 마포구 난지도길 45-1번지 일원으로 서울시민이 버린 쓰레기를 15년 동안(1978년 3월~1993년 3월) 비위생매립하여(서울특별시, 2003) 해발 94m인 제 1매립지(노을공원지구)와 해발 98m인 제 2매립지(하늘공원지구)로 나뉘게 되었다. 난지도 쓰레기 매립지는 쓰레기가 썩으면서 생기는 물인 침출수가 흘러나오고, 악취와 함께 유해 가스가 발생하자, 쌓인 쓰레기를 그대로 둔 상태에서 환경을 복원하자는 기본 원칙하에 '안정화 공사'를 실시하게 되었다(서울특별시, 2003). 매립지 상부(이후 하늘공원지구와 노을공원지구)의 경우, 우수 침투를 최소화할 수 있고, 표면을 통한 가스누출 방지와 식생 도입을 위해 상부 정지 및 복토를 계획하였다. 2002년 개원한 하늘공원지구는 쓰레기 매립지로 버려진 척박한 장소에서 자연이 어떻게 처음 시작되는가를 보여주는 상징적인 공간으로 만들고자(서울특별시, 2003) 초본식생을 파종하거나 식재하였다.

조사는 2002년에 파종 및 식재를 통하여 초지로 조성된 하늘공원지구를 대상으로 2003년부터 2006년까지 현존식생도를 작성하고 주요 식재종 분포지역의 초본식생구조를 조사하였다(표 1 참조). 현존식생도는 식생상관을 고려하여 관리지역과 비관리지역을 중심으로 작성하였으며, 초본식생구조 조사를 위한 고정조사구는 5×5m 10개소(비관리지역), 역새와 띠 식재지역

표 1. 조사항목 및 시기

구분	모니터링 내용	주요 모니터링 대상종 및 조사구 개소수	조사시기(년)	
			봄	가을
현존 식생	현존식생도 작성 유형별 면적 비율	주요 우점종(전지역)	2003 2005 2006	2004 2005 2006
초본 식생 구조	식생분포 양상 및 변화	역새 5, 띠 2 각 20m ²	2003 2005 2006	2003 2004 2005 2006
		서양민들레 2, 서양별노랑이 3, 꽃범의꼬리 2, 붉은토끼풀 1, 패랭이꽃 2 각 25m ²		

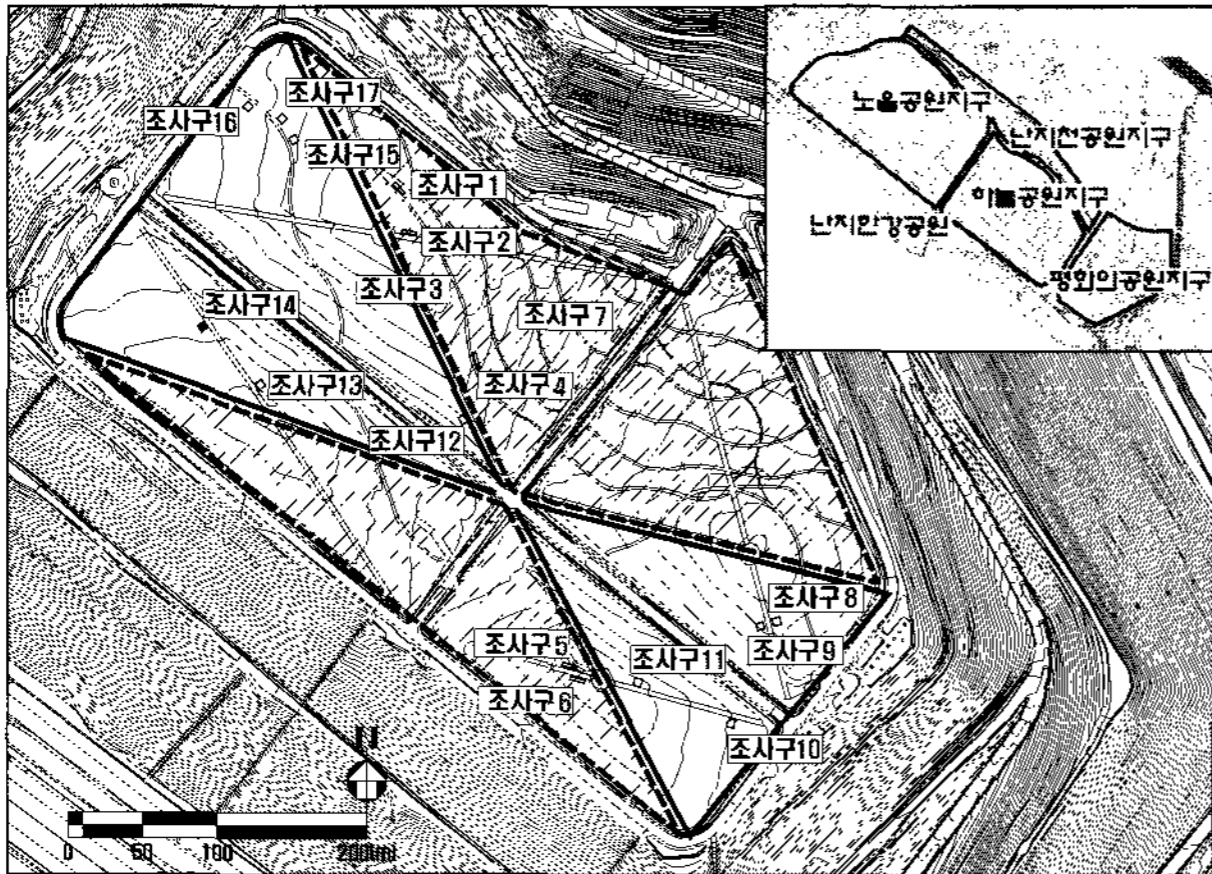


그림 1. 조사구 위치도
 범례: 관리지역, 비관리지역

2×10m 7개소(관리지역)로 총 17개소를 설치하였다(그림 1 참조). 조사는 식재가 완료된 후 첫 해인 2003년부터 2006년까지 실시하였으며, 계절별로 식생 변화가 많은 초본의 특성상 봄과 가을로 나누어 조사하였다.

2. 조사분석 방법

1) 현존식생

2002년 현존식생도는 식재 및 파종한 자료를 바탕으로 작성하였으며, 2002년 공원조성 당시 식재되었던 종과 2003년 실제 출현한 식물과 차이가 있을 경우에는 실제 출현한 식물로 수정, 보완하였다. 2003년부터 2006년까지는 직접 하늘공원 상부 산책로를 따라 걸으면서 1:1,000 수치 지형도에 도면화하였다. 현존식생면적은 작성된 현존식생도를 Auto CAD 2004 (Autodesk Korea Ltd., 2003)를 이용하여 도면화한 후 ArcView GIS 3.3(ESRI, 2002)을 이용하여 면적을 산출하였다. 현존식생은 식재종과 자연발생종의 면적변화 및 생활형에 따른 변화를 비교하였다.

2) 초본식생구조

초본식생구조는 17개 고정조사구마다 출현하는 종을 기록하고 도면을 작성하였다. 대상지에서 조사된 자료를 바탕으로 우점종 변화, 식재종과 자연발생종 피도변화, 자연발생한 식물종의 특성을 분석하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 조사지 개황

쓰레기 매립지 위에 조성된 하늘공원지구는 쓰레기 매립층

위에 50cm 두께로 흙을 덮고 우수가 침투하는 것을 막기 위하여 차수막 HDPE(High Density Polyethylene) sheet 1.5mm를 깔았으며, 배수층과 식생층, 표층의 흙을 각각 30cm씩 덮었다(서울특별시, 2003). 쓰레기매립지 주변지역으로 침출수 오염이 확산되는 것을 방지하기 위해 지층심도 30m 이내는 강판말뚝(Steel Sheet Pile)으로 벽을 설치하고 심도 30m 이상 되는 곳은 지하연속벽(Cement Bentonite Slurry Wall)을 시공하였다(서울특별시, 2003).

복토 후 조성한 초본식생지역은 높은 키 초지공간과 낮은 키 초지공간으로 구분하여 계획하였으며, 높은 키 초지공간 중 북쪽은 억새와 락, 남쪽은 해바라기와 메밀(2003년부터 억새와 락로 조성)을 식재하였다(서울특별시, 2003). 낮은 키 초지공간은 벌개미취, 노루오줌 등을 식재하고 대부분은 파종하였다. 높은 키 초지공간은 조성 후 지속적인 관리가 이루어지고 있으며(관리지역), 낮은 키 초지공간은 목본식물을 제거하는 이외의 관리는 거의 하지 않고 있다(비관리지역). 관리지역은 억새, 락을 식재하고 집중관리하고 있으며, 비관리지역은 서양별노랑이, 서양민들레, 꽃범의꼬리, 벌개미취 등을 파종 및 식재 후 자연방치한 상태이다.

표 2는 2002년 식재종의 귀화 여부, 생활형 등 특성을 나타낸 것으로 식재종은 총 28종이었다. 이 중 25종은 준공도면의 총괄수량표에 기록된 종이었고, 바위구절초는 구절초 식재시, 개썩부쟁이는 썩부쟁이 파종시 함께 들어온 것으로 판단되었다. 식재종은 국화과가 9종으로 가장 많았으며, 벼과, 백합과, 돌나물과가 각 3종씩이었다. 식재종은 28종 중 22종이 여러해살이풀이었으며, 5종만이 한해살이풀이었고 반관목은 1종(백리향)이었다. 식재방법은 식물체를 직접 식재하는 방법(17종)과 파종하는 방법(14종)을 사용하였으며, 이 중 한해살이풀은 모두 파종하였다(서울특별시, 2002). 식재종을 귀화 여부에 따라 구분하여 보면, 귀화종은 9종이었으며, 자생종은 19종이었다. 귀화식물은 외국의 자생지로부터 인간의 활동을 매개로 하여 의식적 또는 무의식적으로 도입되어 여러 세대를 반복하여 야생화, 토착화한 식물로(長田, 1976) 공원조성시 의도적으로 식재하는 경우는 많지 않다. 하늘공원지구는 인위적 관리 없이 생태적 천이과정을 유도하여 천이에 대한 교육 및 환경이벤트 공간으로 활용하고자 자생식물뿐 아니라 귀화식물을 식재하였다(서울특별시, 2002). 식재된 귀화식물은 해바라기, 꽃범의꼬리, 메밀, 서양민들레, 갯, 서양별노랑이, 붉은토끼풀 등이다.

2. 현존식생 변화

1) 식재종 및 자연발생종의 현존식생면적 변화

봄철 현존식생은 관리지역과 비관리지역으로 나누어 식재종 및 자연발생종의 연도별 변화를 분석하였다(그림 2 참조). 관

표 2. 하늘공원지구 비관리지역 식재종 및 식재 방법

과명	식재종명	학명	귀화 여부	생활형	식재방법
벼과	띠	<i>Imperata cylindrica</i> var. <i>koenigii</i>	자생종	여러해살이풀	식재
	수크령	<i>Pennisetum alopecuroides</i>	자생종	여러해살이풀	식재
	억새	<i>Miscanthus sinensis</i> var. <i>purpurascens</i>	자생종	여러해살이풀	식재
백합과	비비추	<i>Hosta longipes</i>	자생종	여러해살이풀	식재
	원추리	<i>Hemerocallis fulva</i>	자생종	여러해살이풀	파종
	참나리	<i>Lilium tigrinum</i>	자생종	여러해살이풀	파종
붓꽃과	범부채	<i>Belamcanda chinensis</i>	자생종	여러해살이풀	식재
	붓꽃	<i>Iris nertschinskia</i>	자생종	여러해살이풀	식재
마디풀과	메밀	<i>Fagopyrum esculentum</i>	외래종	한해살이풀	파종
석죽과	패랭이류	<i>Dianthus</i> spp.	외래종	여러해살이풀	식재
십자화과	갯	<i>Brassica juncea</i> var. <i>integrifolia</i>	귀화종	한해살이풀	파종
	냉이	<i>Capsella bursa-pastoris</i>	자생종	한해살이풀	파종
범의귀과	노루오줌	<i>Astilbe chinensis</i> var. <i>davidii</i>	자생종	여러해살이풀	식재
콩과	서양별노랑이	<i>Lotus corniculatus</i>	귀화종	여러해살이풀	파종
	붉은토끼풀	<i>Trifolium pratense</i>	귀화종	여러해살이풀	파종
제비꽃과	제비꽃	<i>Viola mandshurica</i>	자생종	여러해살이풀	식재
꿀풀과	꽃범의꼬리	<i>Physostegia virginiana</i>	외래종	여러해살이풀	파종
	백리향	<i>Thymus quiquecostatus</i>	자생종	반관목	식재
초롱꽃과	도라지	<i>Platycodon grandiflorum</i>	자생종	여러해살이풀	식재
국화과	구절초	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>latilobum</i>	자생종	여러해살이풀	식재
	바위구절초*	<i>Chrysanthemum zawadskii</i> var. <i>alpinum</i>	자생종	여러해살이풀	식재
	서양민들레	<i>Taraxacum officinale</i>	귀화종	여러해살이풀	파종
	별개미취	<i>Aster koraiensis</i>	자생종	여러해살이풀	식재
	쑥부쟁이	<i>Aster yomens</i>	자생종	여러해살이풀	파종
	개쑥부쟁이*	<i>Aster ciliosus</i>	자생종	여러해살이풀	파종
	잉경귀	<i>Cirsium japonicum</i> var. <i>ussuriense</i>	자생종	여러해살이풀	파종
	해바라기	<i>Helianthus annuus</i>	외래종	한해살이풀	파종
	코스모스**	<i>Cosmos bipinnatus</i>	귀화종	한해살이풀	파종

*: 비의도적 이입종

**: 2003년 임의 파종

리지역은 지속적 관리로 식재종 면적이 90%이상을 유지하였으며, 자연발생종 면적비율은 매우 낮았다. 반면에 비관리지역은 식재종 면적이 해마다 감소하고(84.8% → 70.0% → 30.2%) 자연발생종 면적은 점차 증가하였다(15.2% → 30.0% → 69.8%). 식재 후 3년 동안 식재종 비율이 더 높았으나 4년째인 2006년이 되면서 자연발생종 면적이 식재종 면적보다 넓게 분포하였다. 주요 자연발생종은 개망초, 쑥, 갈대, 강아지풀이었다.

가을철 관리지역은 지속적 관리로 식재종 면적이 90%이상을 유지하였고, 비관리지역은 2004년부터 2006년까지 자연발생종 면적비율이 식재종 면적비율보다 높아 식재종 세력이 매우 약화되었다(그림 4 참조). 주요 자연발생종은 쑥, 가을강아지풀, 개망초, 돌콩, 며느리배꼽, 미국쑥부쟁이 등이었다.

2003년부터 2006년까지 현존식생 변화를 조사한 결과, 관리지역은 봄철과 가을철에 식재종이 일정한 세력을 유지하고 있

었고, 자연발생한 종들은 식재종에 피압되거나 지속적인 관리로 세력을 형성하지 못하였다. 반면 비관리지역은 봄철보다 가을철에 자연발생종의 이입이 훨씬 빨리 진행되어 식재종을 피압하고 있었다. 즉, 관리가 이루어지지 않는 식재종은 점차 자연발생종에 의해 도태되는 것으로 판단할 수 있었다.

2) 비관리지역 생활형에 따른 현존식생면적 변화

비관리지역의 봄철과 가을철 생활형에 따른 현존식생면적 변화 비율을 살펴보면, 봄철은 여러해살이풀이 점차 감소하는 경향을 보였고, 한해살이풀은 증가하는 경향을 보였다(그림 5 참조). 여러해살이풀은 식재 후 3년이 지난 2005년까지 훨씬 넓은 면적을 차지하고 있다가 2006년에는 한해살이풀의 면적이 더 넓게 나타났다. 반면에 가을철은 여러해살이풀이 2005년까지 지속적으로 감소하다가 2006년에 크게 증

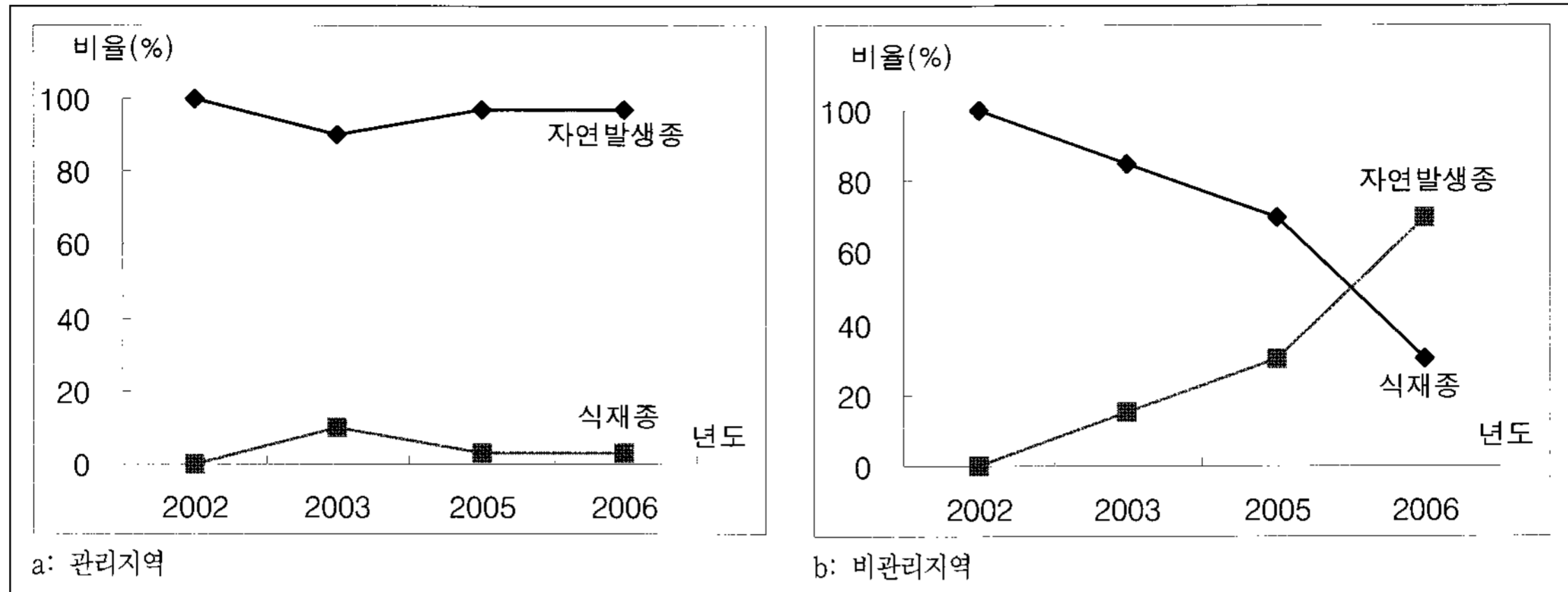


그림 2. 월드컵공원 하늘공원지구 봄철 식재종 및 자연발생종 연도별 면적비율 변화

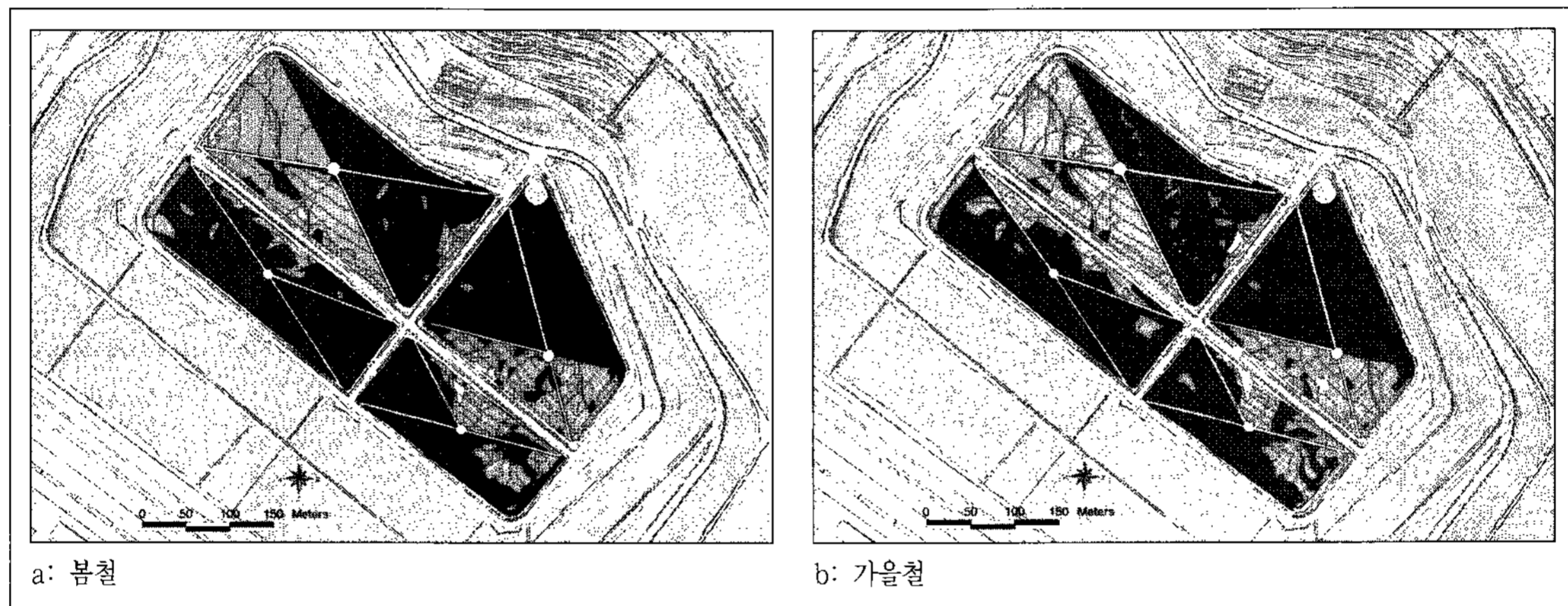


그림 3. 월드컵공원 하늘공원지구 2006년 봄철과 가을철 식재종 및 자연발생종의 현존식생도
범례: ■ 식재종, □ 자연발생종

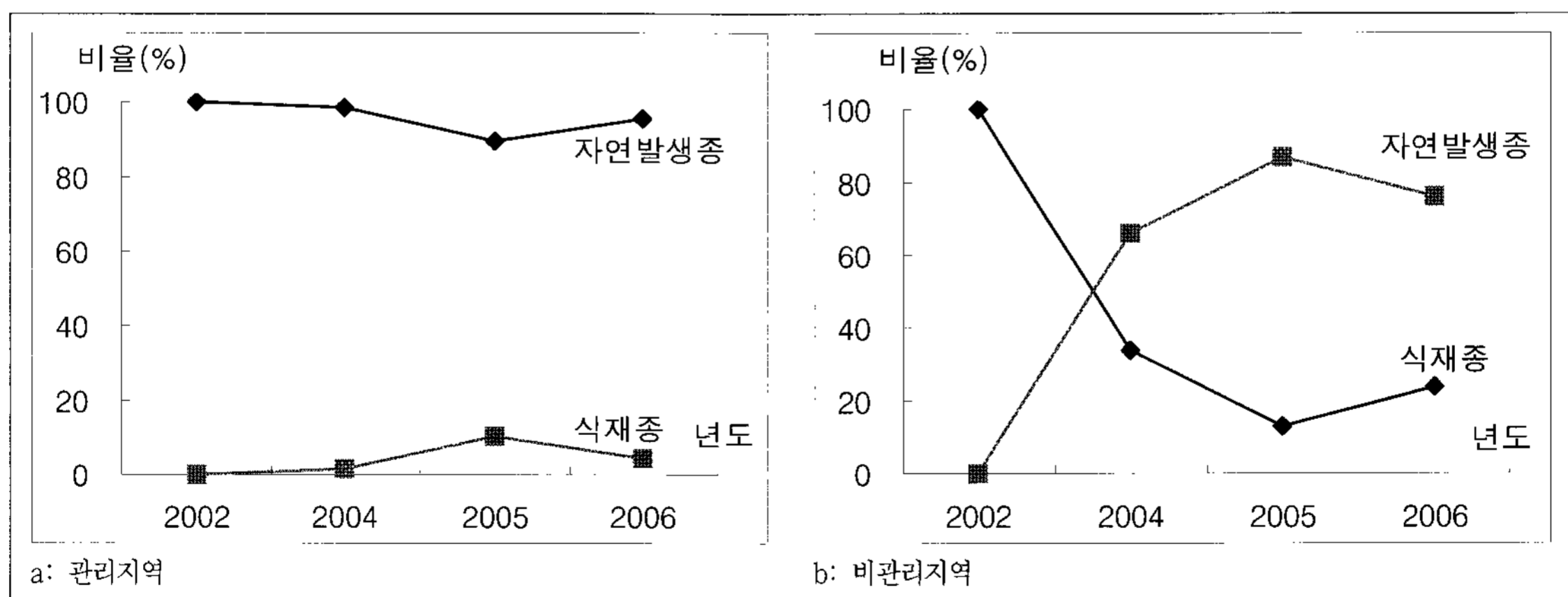


그림 4. 월드컵공원 하늘공원지구 가을철 식재종 및 자연발생종 연도별 면적비율 변화

가하였고, 한해살이풀은 2005년까지 증가하다가 2006년도에 크게 감소하였다.

경작지 식생은 한해살이풀에서 여러해살이풀로 변하고(Corbet, 1995; Hansson and Hagelfors., 1998; Kosola et al., 1999;

유영한과 이창석, 2003; 이창석 등, 1998; 이규송과 김준호, 1995), 관리를 중지한 목초지에서도 3년 동안 식생변화를 조사한 결과 한해살이풀 중수가 크게 증가한 것으로 보고되어(박근제 등, 1998) 본 대상지와 다른 결과를 보였다. 이는 공원조성

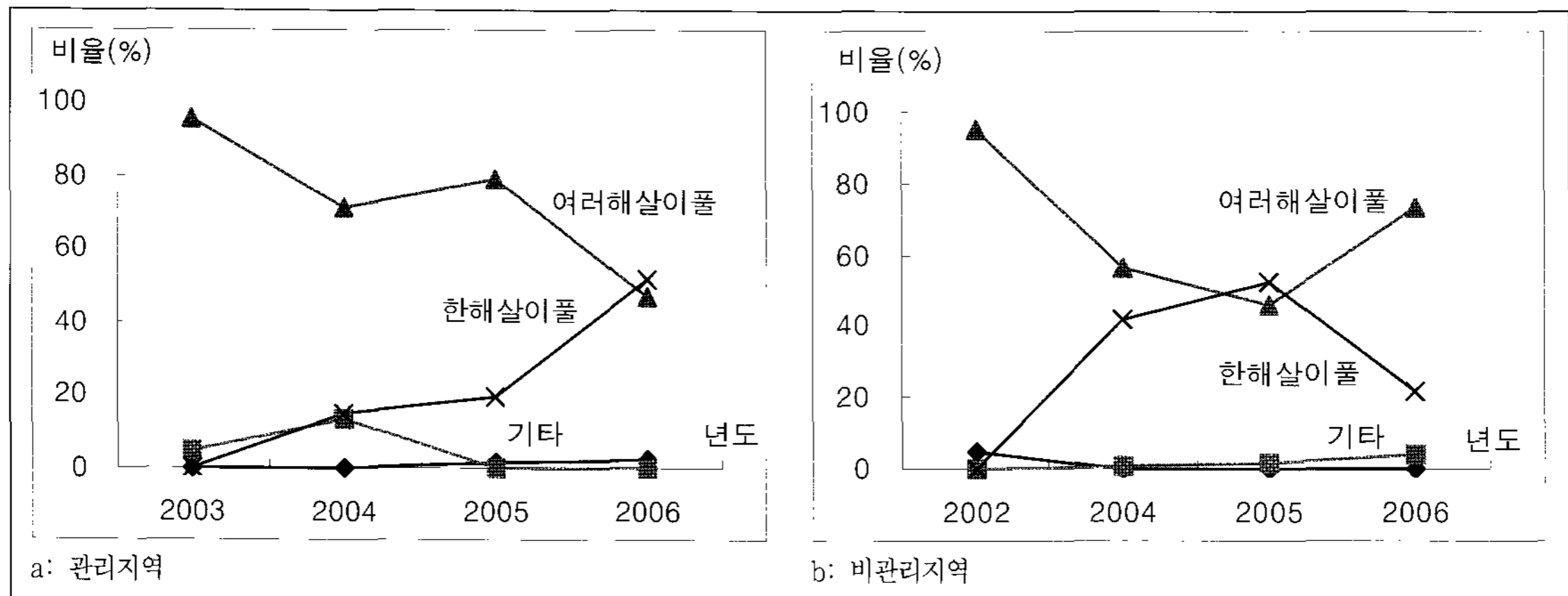


그림 5. 월드컵공원 하늘공원지구 생활형에 따른 현존식생면적비율 변화

시 여러해살이풀을 식재하였기 때문에 나타난 결과이며 여러해살이풀 비율이 가장 낮은 3년차(가을철)와 4년차(봄철) 이후로 자연상태처럼 여러해살이풀이 다시 증가할 것으로 판단된다.

3. 초본식생구조 변화

1) 우점종 변화

표 3은 봄철과 가을철 초본식재지역 조사구별 주요 우점종

표 3. 월드컵공원 하늘공원지구 봄철 및 가을철 조사구별 우점종 변화

조사구	최초 식재종	봄철 주요 우점종			가을철 주요 우점종			
		2003년	2005년	2006년	2003년	2004년	2005년	2006년
관리 지역	1	띠	띠	물억새	띠	띠	띠	물억새
	2	억새	억새	억새	억새	억새	억새	억새
	3	억새	억새	억새	억새	억새	억새	억새
	4	띠	띠	띠-쑥	물억새	띠	돌콩	물억새
	5	억새	억새-바랭이	억새	억새	바랭이	억새	억새
	6	억새	바랭이	억새	억새	억새	억새	억새
	7	억새	강아지풀-갈대	갈대	갈대	미국개기장	갈대	갈대
비관리 지역	8	서양민들레	서양민들레	개망초	토끼풀-바랭이	토끼풀-코스모스	코스모스	억새-띠
	9	서양별노랑이	서양별노랑이	서양별노랑이	서양별노랑이	별개미취	금강아지풀-별개미취	샷갓사초-별개미취
	10	붉은토끼풀	붉은토끼풀	갈대	붉은토끼풀	바랭이-별개미취	갈대-별개미취	갈대
	11	서양민들레	서양민들레	개망초-붉은토끼풀	개망초	서양별노랑이	가을강아지풀-붉은토끼풀	쑥
	12	서양별노랑이-별개미취	토끼풀	서양별노랑이-향모	별개미취-서양별노랑이	서양별노랑이	환삼덩굴	가을강아지풀
	13	꽃범의꼬리	-	꽃범의꼬리-서양별노랑이	꽃범의꼬리	-	서양별노랑이-서양민들레-꽃범의꼬리	꽃범의꼬리
	14	꽃범의꼬리	-	꽃범의꼬리-서양별노랑이	꽃범의꼬리	-	꽃범의꼬리	서양별노랑이
	15	서양별노랑이	서양별노랑이	개망초-서양별노랑이-서양민들레	개망초	서양별노랑이	참소리쟁이	개망초
	16	패랭이꽃류	토끼풀	개망초	개망초	토끼풀-서양별노랑이	개망초-가을강아지풀	쑥
	17	패랭이꽃류	서양별노랑이-패랭이꽃	서양별노랑이	쑥	억새	큰개여뀌-서양별노랑이	쑥-개망초

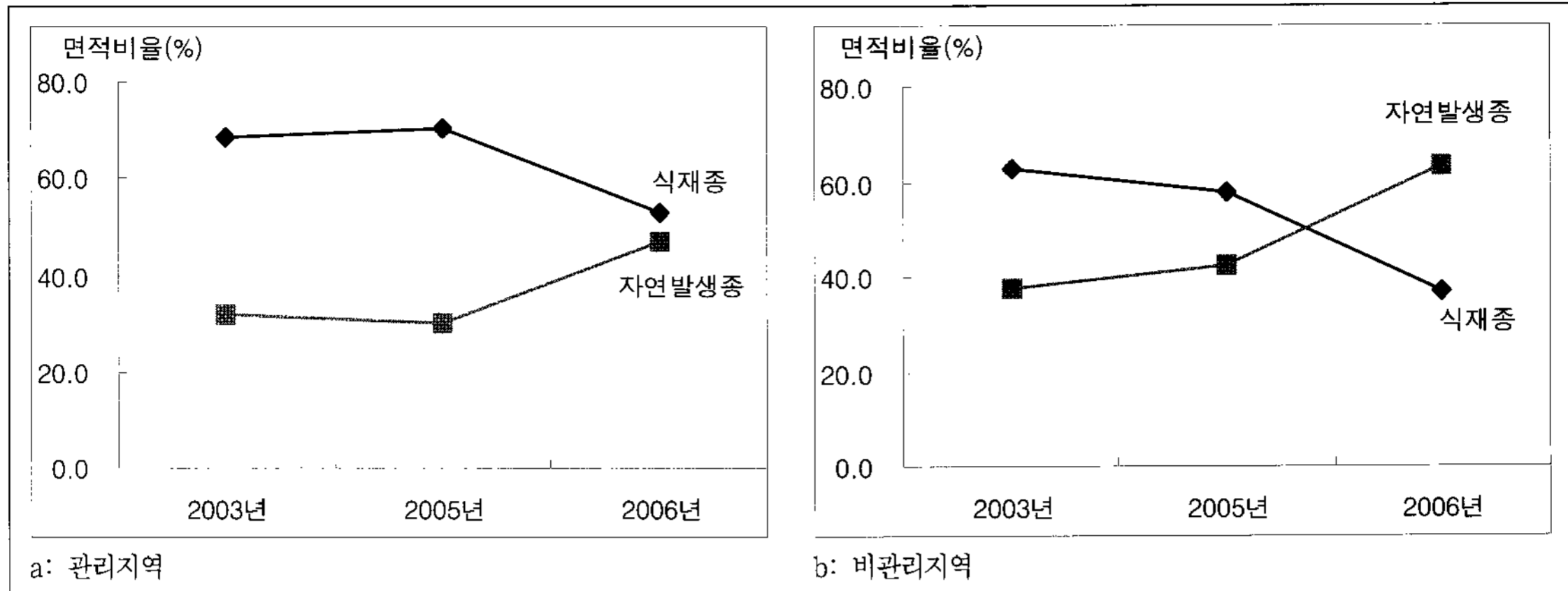


그림 6. 월드컵공원 하늘공원지구 봄철 식재종 및 자연발생종의 연도별 피도 변화

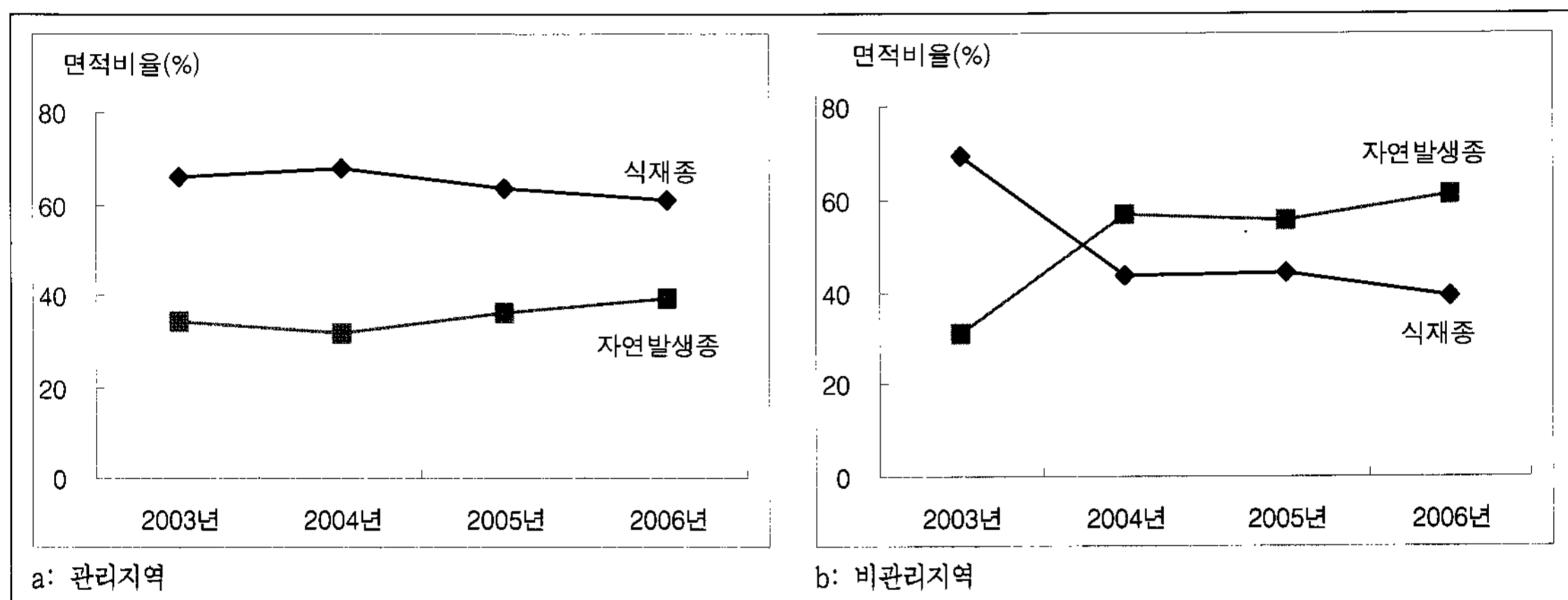


그림 7. 월드컵공원 하늘공원지구 가을철 식재종 및 자연발생종의 연도별 피도 변화

의 연도별 변화를 나타낸 것이다. 우점종은 작성된 조사구 도면을 통해 피도를 산출한 후 상대피도가 높은 종으로 하였다. 봄철 관리지역의 우점종은 식재 당시 억새, 띠 2종이었으나, 2006년에는 억새, 물억새, 갈대 3종이 우점하였다. 억새 식재지 중 조사구 2, 3, 5, 6은 억새로 유지되었으나 조사구 7은 갈대로 변화하였다. 이는 조사구 7의 토양이 습지로 변함에 따라 건조지에 분포하는 억새는 사라지고 갈대가 자연발생한 것으로 판단된다. 띠 식재지(조사구 1, 4)는 2006년에 물억새가 우점종으로 변화하였는데, 억새와 달리 띠는 자연발생종의 영향을 쉽게 받는 것으로 보인다.

봄철 비관리지역의 주요 식재종은 서양민들레, 서양별노랑이, 붉은토끼풀, 벌개미취, 패랭이꽃류, 꽃범의꼬리 6종이었으나, 2006년까지 지속적으로 우점하는 종은 서양별노랑이(조사구 9), 꽃범의꼬리(조사구 13, 14), 벌개미취(조사구 12) 3종이었다. 나머지 지역은 개망초(조사구 8, 11, 15, 16), 갈대(조사구 10), 쑥(조사구 17) 등 자연발생종이 우점하였다. 가을철 관리지역 우점종은 식재 당시 억새, 띠 2종이었으나, 2006년에는 억새, 물억새, 갈대 3종이었다. 봄철과 마찬가지로 억새 식재지

중 조사구 2, 3, 5, 6은 억새로 유지되었으나, 조사구 7은 갈대로 변화하였다. 띠 식재지인 조사구 1, 4도 봄철과 마찬가지로 물억새가 우점하였다. 가을철 비관리지역의 최초 식재종은 서양민들레, 서양별노랑이, 붉은토끼풀, 벌개미취, 패랭이꽃류, 꽃범의꼬리 6종이었으나, 세력을 유지하고 있는 종은 꽃범의꼬리 1종이었으며 나머지는 세력이 크게 약화되었다. 꽃범의꼬리 외의 우점종은 억새-띠, 샷갓사초-벌개미취, 갈대, 가을강아지풀, 개망초, 쑥 등으로 다양하게 변화하였다.

2) 식재종과 자연발생종의 피도 변화

그림 6은 봄철 관리지역과 비관리지역의 식재종 및 자연발생종의 연도별 피도 변화를 나타낸 것이다. 관리지역에서 식재종 피도는 2003년 415.9m²(68.3%)에서 2006년 344.2m²(53.2%)로 감소하여 2003년 192.6m²(31.7%)에서 2006년 302.9m²(46.8%)로 증가한 자연발생종과 피도가 비슷해졌다. 비관리지역은 식재종 피도가 2003년 461.3m²(62.5%)에서 379.2m²(36.8%)로 감소하였으며, 자연발생종은 2003년 276.5m²(37.5%)에서 2006년 651m²(63.2%)로 증가하였다. 자연발생종은 식재 후 4년

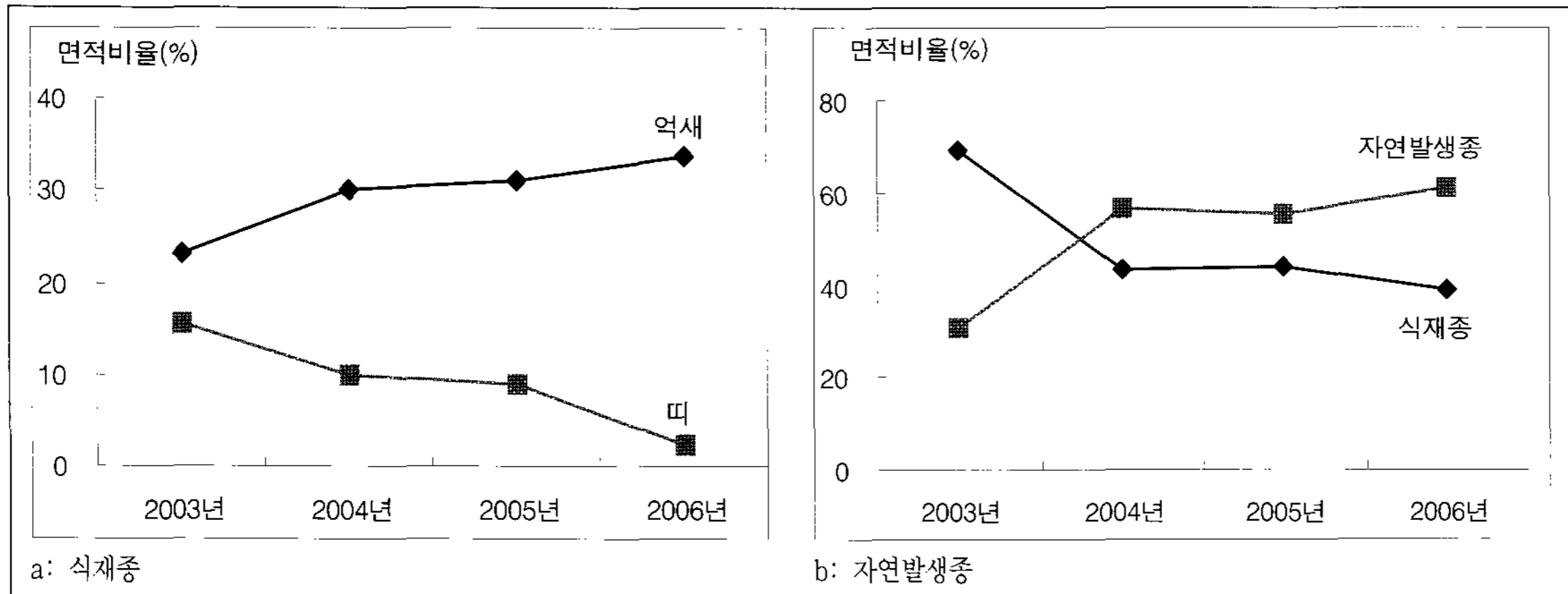


그림 8. 월드컵공원 하늘공원지구 관리지역 고정조사구내 주요 식재종과 자연발생종의 피도 변화

체인 2006년에 식재종보다 면적비율이 증가한 것이다.

그림 7은 가을철 관리지역과 비관리지역의 식재종 및 자연발생종의 연도별 피도 변화를 나타낸 것이다. 관리지역에서 식재종의 피도는 2003년 519.0m²(65.8%)에서 2006년 411.2m²(60.8%)로 약간 감소하였으며, 자연발생종의 피도는 2003년 269.8m²(34.2%)에서 2006년 265.2m²(39.2%)로 약간 증가하였다. 관리지역의 식재종과 자연발생종은 큰 변화를 보이지 않았다.

비관리지역은 식재종 피도가 2003년 665.5m²(69.0%)에서 348.3m²(39.0%)로 감소하였으며, 자연발생종은 2003년 298.9m²(31.0%)에서 2006년 545.4m²(61.0%)로 증가하였다. 자연발생종은 식재 후 2년째인 2004년에 식재종보다 면적이 증가하기 시작하여 지속적으로 식재종보다 넓은 면적을 차지하였다.

관리지역의 경우, 봄철 자연발생종 면적 비율이 점차 높아지고 있지만, 지속적인 관리로 가을철에 식재종이 일정한 세력을 유지하고 있었다. 비관리지역의 경우, 봄철은 4년차에, 가을철은 2년차에 자연발생종에 의해 식재종이 피압되고 있었으며, 봄철보다 가을철 식생변화가 빠르게 진행되었다. 이것은 현존 식생면적의 변화경향(그림 2, 4 참조)과 동일한 결과로 관리지역의 식재종은 관리에 의해 유지 가능하나 비관리지역의 식재종은 시간이 지나면서 자연발생종에 피압되었다.

3) 주요 식재종의 피도 변화

그림 8은 2003년부터 2006년까지 관리지역의 고정조사구내에 출현하는 역새, 띠, 물억새, 갈대, 미국개기장, 바랭이 등 주요 출현종들의 피도 변화를 나타낸 것이다. 식재종인 역새는 2004년도에 증가한 이후 일정한 면적을 유지하고 있었으며, 띠 분포면적은 점차 감소하고 있었다. 주요 자연발생종은 물억새, 갈대, 미국개기장, 바랭이였으며, 물억새와 갈대는 지속적으로 면적이 증가하였고, 미국개기장과 바랭이는 2003년에 최대의 면적을 보이다가 2005년도에는 출현하지 않았다. 물억새와 갈대는 물가에 분포하는 종으로(이창복, 1993; 이영로, 1996) 조

사대상지 중 일부에서 습지 식물이 이입되고 있음을 알 수 있었다. 하늘공원지구 특성상 유지관리를 최소로 요구하는 건생초지원을 조성한 것으로(서울특별시, 2003) 식재종은 역새, 띠 등 건조지역에 잘 견디는 식물을 식재하였으나, 습지식물의 출현은 예상하지 못했던 결과이다. 습지지역 형성에 대한 정확한 분석을 통하여 습지지역의 관리에 대한 계획 수립이 필요하였다.

그림 9는 2003년부터 2006년까지 비관리지역의 고정조사구내에 출현하는 주요 출현종들의 피도 변화를 나타낸 것이다. 주요 식재종은 꽃범의꼬리, 붉은토끼풀, 서양별노랑이, 서양민들레 등이었으며, 꽃범의꼬리는 면적이 크게 증가하는 것으로 보아 대상지내에서 잘 적응하는 것으로 판단되었다. 서양민들레, 서양별노랑이, 붉은토끼풀은 면적이 크게 감소하였다. 주요 자연발생종은 개망초, 쑥, 갈대, 가을강아지풀, 토끼풀 등이었으며, 개망초, 쑥, 갈대는 크게 면적이 증가하였고 매년 증가하는 경향을 보였다. 가을강아지풀은 2004년에 면적이 증가하였다가 점차 감소하였다.

비관리지역 식재종 피도를 통해 2003년부터 2006년까지의 변화를 분석한 결과, 사라진 종은 개쑥부쟁이, 바위구절초, 쑥부쟁이 3종이었다(표 4 참조). 크게 감소한 종은 붉은토끼풀, 서양민들레였으며, 감소한 종은 구절초, 노루오줌, 서양별노랑이, 코스모스 4종이었다. 반면에 크게 증가하거나 증가한 종은 꽃범의꼬리, 벌개미취 각 1종이었다. 본 대상지는 인위적 관리 없이 생태적 천이과정을 유도하여 교육 및 환경이벤트 공간으로 활용하고자 자생식물뿐 아니라 귀화식물을 파종 및 식재하였지만(서울특별시, 2002), 꽃범의꼬리만 세력을 유지하고 있어 초기 귀화식물 선정에 문제가 있었던 것으로 판단된다.

4) 자연발생종의 특성

2003년부터 2006년까지 조사구내에서 관찰된 자연발생종은 총 94종류였으며, 봄철에는 70종, 가을철에는 69종이 자연발생하였다. 목본 식물은 아까시나무, 버드나무, 자귀나무, 가죽나

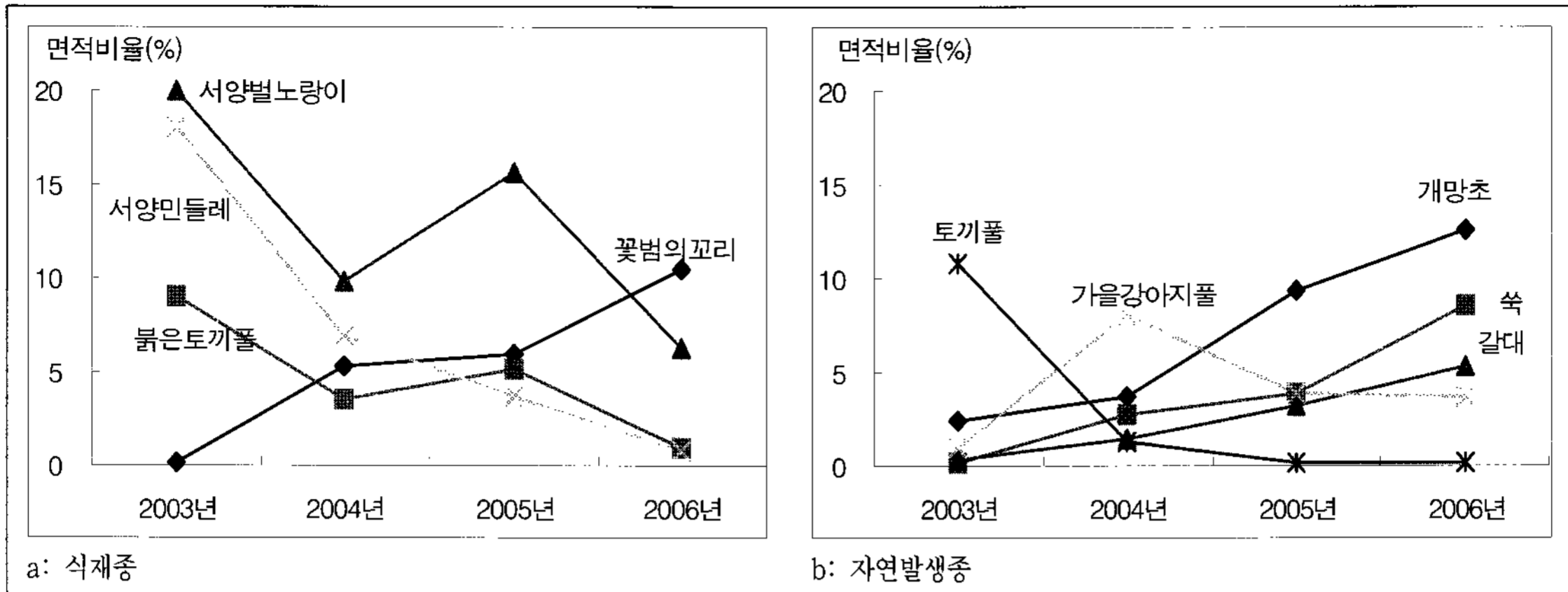


그림 9. 월드컵공원 하늘공원지구 비관리지역 고정조사구내 주요 식재종과 자연발생종의 피도 변화

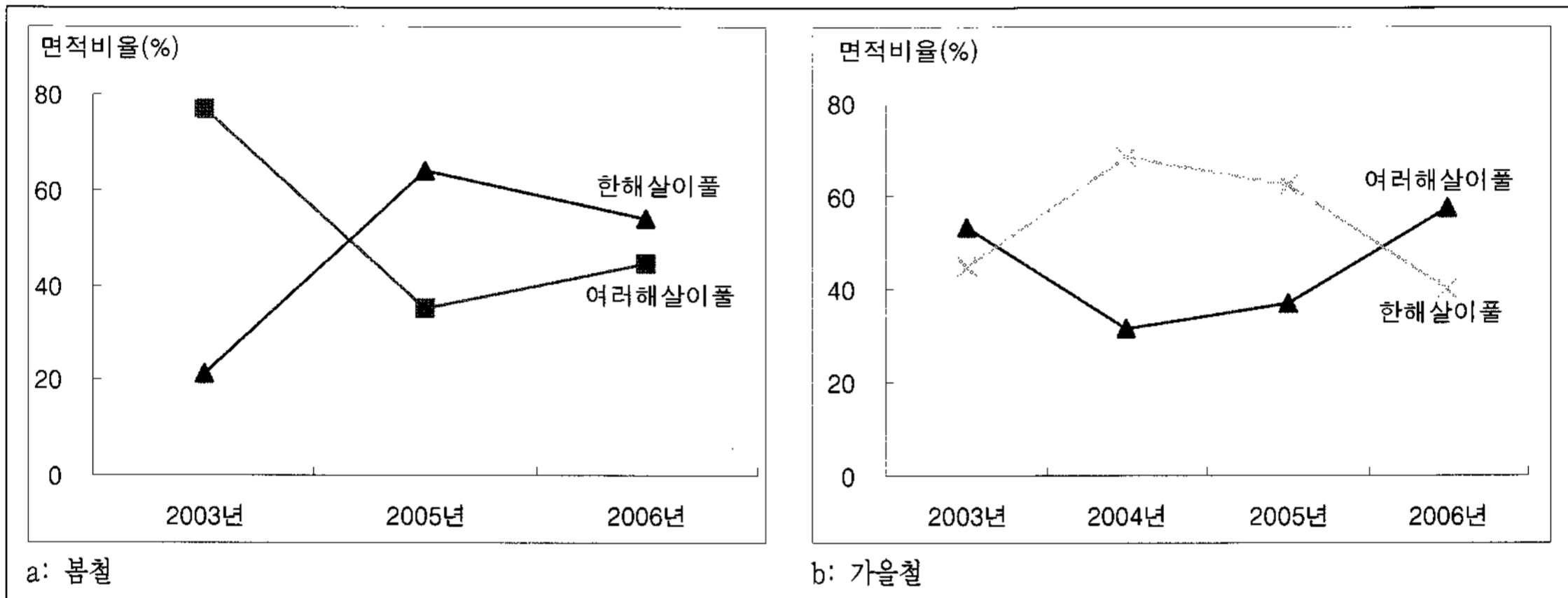


그림 10. 월드컵공원 하늘공원지구 봄철과 가을철 자연발생종 생활형의 연도별 변화

표 4. 비관리지역 연도별 식재종 피도 변화

식재종 변화내용	종명	연도별 피도(%) 변화			
		2003년	2004년	2005년	2006년
사라짐	개썩부쟁이	35	0.5	0	0
	바위구절초	14	0	0	0
	썩부쟁이	0	10	3	0
크게 감소	붉은토끼풀	182	40	116.7	27
	서양민들레	362	79.1	84.7	21.2
	노루오줌	18	7	12.8	1.8
	코스모스	16	17	52	1.5
감소	구절초	25	5	5	10
	서양별노랑이	400	113	352	174
증가	벌개미취	67	66	109.9	108
크게 증가	꽃범의꼬리	1.8	60.5	132.7	290

무, 미국담쟁이덩굴, 붉나무, 조록싸리 등 7종이 확인되었다. 아까시나무와 버드나무, 자귀나무는 2003년부터 이입되기 시작하

였으며, 2005년에는 가죽나무, 미국담쟁이덩굴이 이입되었고, 2006년에는 붉나무와 조록싸리가 출현하였다. 하늘공원은 쓰레기 매립지 위에 HDPE 필름 1.5mm를 깔고 조성하였기에 지속적인 목본관리가 이루어지고 있어 목본의 이입시기와 이입종은 파악이 가능하였지만, 앞으로의 변화를 예측할 수는 없었다.

자연발생종 중 여러해살이풀은 2004년부터 점차 증가하였으며, 한해살이풀은 점차 감소하는 경향을 보였다. 봄철의 경우, 2006년에 한해살이풀의 비율이 높았으나 감소하는 추세였으며, 가을철은 2006년부터 여러해살이풀의 비율이 한해살이풀의 비율보다 높았다(그림 10 참조).

IV. 결론

서울시 마포구에 위치한 하늘공원지구 초본식생의 특성을 알아보기 위하여 2003년부터 2006년까지 현존식생도를 작성하고 현존식생 면적 변화를 분석하였으며, 주요 식재종의 세부 변화를 파악하기 위하여 역새, 띠 식재지인 관리지역과 외래종 혼생초지인 비관리지역으로 나누어 17개소의 고정조사구를 설

치하고 2003년부터 2006년까지 봄, 가을 2회씩 초본식생구조 조사를 실시하였다.

현존식생 면적 변화를 분석한 결과, 관리지역은 식재종 세력을 유지하였으나, 비관리지역은 식재 후 봄철은 4년차에, 가을철은 2년차에 식재종보다 자연발생종 세력이 커져 봄철 식생변화보다 가을철 식생변화가 빠르게 진행되고, 관리가 이루어지지 않으면 식재종은 점차 세력이 약해짐을 확인하였다. 또한, 한해살이풀의 경우 봄철은 4년 동안, 가을철은 3년 동안 크게 증가하였다. 가을철 4년차에는 한해살이풀이 크게 감소하고 여러해살이풀 면적이 크게 증가하여 초본식재지는 초기 3~4년 동안에만 한해살이풀이 크게 증가함을 알 수 있었다.

초본식생구조 변화를 살펴보면, 총 17개소 고정조사구내 출현한 식재종 수는 연도별로 점차 감소하였으며, 관리지역의 우점종인 억새는 일정한 세력을 유지하였으나, 띠 식재지는 물억새, 돌콩, 쑥 등 자연발생종의 침입으로 세력이 약화되었다. 비관리지역은 식재 당시 서양민들레, 서양벌노랑이, 붉은토끼풀, 벌개미취, 꽃범의꼬리 등 6종을 식재하였으나, 꽃범의꼬리만 우점종을 유지하였다.

관리지역은 식재한 지 4년째인 2006년까지는 식재종이 우세하였으며, 비관리지역은 2년(가을철)이나 4년(봄철)이 지나 자연발생종에 피압되었다. 관리지역의 억새는 세력이 유지되었으나 띠는 물억새, 돌콩, 갈대 등 외부식물의 이입으로 세력이 크게 약화되었다. 비관리지역은 식재종인 꽃범의꼬리와 벌개미취가 세력을 유지하고 있었으나 대부분의 식재종은 세력이 약화되었으며, 개망초, 쑥, 가을강아지풀, 갈대 등 자연발생종으로 식생변화가 진행되고 있었다. 식재된 8종의 외래식물(귀화식물 포함) 중 꽃범의꼬리만 세력을 유지하고 있어, 지속적인 유지관리를 하지 않는다면 초기 외래식물 파종 및 식재는 고려해야 할 것이다.

고정조사구내 자연발생한 종의 특성을 분석한 결과, 봄철은 2005년까지 한해살이풀이 증가하다가 2006년도에는 감소하였으며, 가을철은 2004년부터 한해살이풀이 감소하기 시작하였다. 현존식생면적 분석결과와 마찬가지로 가을철 식생변화가 봄철보다 빠르게 진행되고 있음을 알 수 있었다. 목본식물의 경우 2003년부터 출현하기 시작하였으며, 주요 출현종으로는 교목성상의 아까시나무, 버드나무, 가죽나무, 자귀나무가 있었으며, 아교목 및 관목성상의 붉나무, 조록싸리, 미국담쟁이덩굴이었다.

이상의 결과를 바탕으로 하늘공원지구 식재종 관리방안을 제시하고자 한다. 관리지역은 지속적 관리로 억새가 세력을 유지하고 있으나 띠는 자연발생종에게 피압되고 있어 띠를 유지하기 위해서는 자연발생종을 지속적으로 제거하거나 띠보다 관리가 용이한 식물을 식재하여 관리해야 할 것이다. 비관리지역 내에는 공원조성 후 1년이 지난 2003년부터 아까시나무, 가

죽나무, 붉나무 등의 목본식물이 발생하였다. 하늘공원이 초지로서의 특성을 유지하기 위해서는 출현한 목본을 지속적으로 제거해 주어야 한다. 하늘공원 일부지역에서 물억새, 갈대, 애기부들 등 습생식물들의 이입이 되고 있어 습생식물에 대한 대책마련이 필요하다. 자연적으로 습지로 변하고 있는 토양을 개선하기보다는 습지의 특성을 고려하여 갈대, 물억새 등이 자연적으로 유지될 수 있도록 해야 할 것이다.

비관리지역은 2~4년이 지나면서 식재종 세력이 크게 약화되었고 자연발생종 세력이 크게 증가하였으며, 장기적으로도 식재종 세력은 약화될 것으로 보인다. 인위적 관리 없이 생태적 천이를 유도하기 위해 식재한 종이 생태적 천이 유도에 역할을 하지 못하여 초본식재 조성시에는 생태적 천이를 고려한 식재가 필요하였다. 즉, 원추리, 참나리, 범부채와 같이 꽃을 보기 위한 식재가 아니라 초기 생장이 좋은 한해살이풀이나 3~4년이 지난 후에도 정착이 가능한 여러해살이풀을 파종해야 할 것이다. 또한, 식재종 중 면적이 크게 감소하거나 사라진 개쑥부쟁이, 바위구절초, 쑥부쟁이, 붉은토끼풀, 서양민들레, 노루오줌, 코스모스 등은 앞으로 비관리지역 식재종 선정시 배제해야 할 것이다. 자연발생종 중 세력이 좋은 한해살이풀로는 개망초, 가을강아지풀이었으며, 여러해살이풀로는 쑥, 갈대 등이 있어 앞으로 주변 토양 및 환경을 고려하여 세력이 좋은 초본을 파종하는 것이 바람직할 것으로 판단되었다.

본 연구의 한계로 대상지가 과거 쓰레기 매립지 위에 차수막 HDPE sheet 1.5mm를 깔고 조성한 특성상 목본식물을 지속적으로 제거하고 있어 목본 식물의 이입 과정을 고려하지 못하였다. 또한, 생태적 공간 내 초지 조성시 식재종의 자연발생종에 의한 피압, 외래식물 파종 및 식재 등 식재종의 문제를 제시하였으나 이를 대체할 식물에 대한 구체적인 연구가 미흡하였으며, 식생변화 원인에 대한 규명이 향후 보완되어야 할 것이다.

인용문헌

1. 김광재, 김지홍(2000) 임도 절토사면의 침입 식생에 대한 계량 생태학적 분석. 삼림과학연구 16: 1-16.
2. 김기대(2001) 서울 수도권 지역 쓰레기 매립지의 생태고조와 생태학적 복원. 서울대학교 대학원 생명과학부 이학박사학위논문.
3. 나영은, 노기안, 이상범, 한민수, 박무언(1996) 휴경답 생태계의 토양 특성변화와 식생의 생태 천이. 한국토양비료학회지 29(2): 199-206.
4. 박근재, 이종경, 윤세형, 김맹중, 김정갑(1998) 관리를 중단한 산지초지의 생태적 특성에 관한 연구 II. 관리를 중단한 산지초지의 식생천이에 관한 연구. 한국초지학회지 18(4): 337-344.
5. 박수현(1998) 서울 난지도의 귀화식물에 관한 연구. 자연보존 106: 10-14.
6. 박영순, 송호경, 이선, 이영숙(2001) 계룡산국립공원 계곡부 식생의 구조와 DCCA에 의한 식생과 환경과의 상관관계 분석. 한국임학회지 90(3): 249-256.
7. 서울특별시(2002) 난지도 생태공원 조성공사 -준공도면-. 서울특별시, 도면번호 L-64, 65, 66, 67.
8. 서울특별시(2003) 월드컵공원 건설지. 서울특별시 공원녹지관리사업소.

9. 송호경, 박관수, 이미정, 김효정, 지윤위, 이준우(2003) 화강암질 풍화토 절토비탈면의 자생식물 선정 -충청도와 경상북도 임도를 중심으로-. 한국환경복원녹화기술학회지 6(5): 48-58.
10. 여환주, 이상필, 백난영, 이재근(2005) 난지도 쓰레기 매립지 비탈면 생태복원 특성에 관한 연구 -자연표토복원공법과 원지반식생정착공법 시공지역을 중심으로-. 한국환경복원녹화기술학회지 8(3): 1-12.
11. 오구균, 지용기(2001) 산림 벌채적지의 6년간 식생구조 변화(I) -광양시 백운산 연습림지역을 중심으로-. 한국임학회지 90(6): 673-682.
12. 오구균, 최송현, 김성현, 최우경(2005) 월악산국립공원의 산림군집구조 -영봉 및 도락산 일원을 중심으로-. 한국환경생태학회지 19(2): 90-98.
13. 우보명, 김남춘, 김경훈, 전기성(1996) 고속도로 절토비탈면의 식생천이과정에 관한 연구 -중부고속도로를 중심으로-. 한국임학회지 85(3): 347-359.
14. 유영한, 이창석(2003) 제주도 저지대 묵밭 식물군락의 2차 천이. 한국생태학회지 26(4): 209-214.
15. 이경재, 김정호, 기경석, 한봉호(2006b) 서울시 남산 주요 식생군락의 11년간(1994~2005년) 식생구조 변화분석. 한국환경생태학회지 20(4): 448-463.
16. 이경재, 오충현, 김지석(1997) 난지도 안정화공사 이후 생태계 복원을 위한 현존식생에 관한 연구. 한국환경생태학회지 11(1): 126-132.
17. 이경재, 조재창, 우중서(1989) Ordination 및 Classification 방법에 의한 가야산지구의 식물군집구조분석. 응용생태연구 3(1): 28-41.
18. 이경재, 최진우, 최운규, 한봉호(2006a) 가야산국립공원 홍류동 계곡 소나무림의 생태적 특성 및 15년간(1989년~2004년) 식생구조 변화분석. 한국환경생태학회지 20(2): 188-199.
19. 이경재, 한봉호(1998) 부천시 산림지역 아까시나무림 식물군집구조를 고려한 식생관리 모델. 한국조경학회지 26: 28-37.
20. 이경재, 한봉호, 이옥하(1998) 설악산국립공원 자양천지역 소나무림 군집구조 및 생육거리. 한국환경생태학회지 11(4): 493-505.
21. 이규송, 김준호(1995) 화전 후 묵밭의 식생 천이 진행에 따른 종조성의 변화. 한국생태학회지 18(2): 275-283.
22. 이규송, 김준호(1998) 묵밭에서 교란처리구배에 따른 중간교란가설의 검증. 한국생태학회지 21(3): 233-241.
23. 이규송, 정연숙, 김석철, 신승숙, 노찬호, 박상덕(2004) 동해안 산불 피해지에서 산불 후 경과 년 수에 따른 식생구조의 발달. 한국생태학회지 27(2): 99-106.
24. 이미정, 이준우, 전권석, 김효정, 최윤희, 정도현, 송호경(2003) 임도사면의 생태적 녹화를 위한 자생식물 선정 -강원도지역 임도를 중심으로-. 한국환경복원녹화기술학회지 6(4): 24-32.
25. 이영로(1996) 원색한국식물도감. 교학사.
26. 이창복(1980) 대한식물도감. 향문사.
27. 이창석, 박현숙, 유영한, 홍선기(1998) 묵논의 식생천이에 관한 연구. 서울여자대학교 자연과학논문집 10: 29-43.
28. 조영호, 김원(1983) 팔공산 내학동일대의 산화적지의 이차식생과 천이. 한국생태학회지 6(1): 22-32.
29. 조우(1995) 도시녹지의 생태적 특성분석과 자연성 증진을 위한 관리모형 -서울시를 중심으로-. 서울시립대학교 박사학위논문, p. 252.
30. 최송현, 권전오, 민성환(1996) 오대산 국립공원 노인봉지역 식물군집구조분석. 한국환경생태학회지 9(2): 156-165.
31. Armesto, J. J. and S. T. A. Pickett(1986) Removal experiments to test mechanisms of plant succession in oldfields. Vegetatio 66: 85-93.
32. Bard, G. E.(1952) Secondary succession on the Piedmont of New Jersey. Ecological Monographs 22(3): 195-215.
33. Carson, W. P. and G. W. Barrett(1988) Succession in old-field plant communities: Effect of contrasting types of nutrient enrichment. Ecology 69(4): 984-994.
34. Corbet, S. A.(1995) Insect, plants and succession: advantages of long term set-aside. Agriculture, Ecosystems Environment 53: 201-217.
35. Hansson, M. and H. Hagelfors(1998) Management of permanent set-aside on arable land in Sweden. J. Appl. Ecol. 35: 758-771.
36. Hironaka, M. and E. W. Tisdale(1963) Secondary succession in annual vegetation in southern Idaho. Ecology 44(4): 810-812.
37. Inouye, R. S., N. J. Huntly, D. Tilman, J. R. Tester, M. Stillwell and K. C. Zinnel(1987) Old-field succession on a Minnesota sand plain. Ecology 68(1): 12-26.
38. Kosola, K. R. and K. L. Gross(1999) Resource competition and suppression of plants colonizing early successional old fields. Oecologia 118: 69-75.
39. Oosting, H. J.(1942) An ecological analysis of the plant communities of Piedmont, North Carolina. The American Midland Naturalist 28(1): 1-126.
40. Pickett, S. T. A.(1982) Population patterns through twenty years of oldfield succession. Vegetatio 49: 45-59.
41. Wilcox, A.(1998) Early plant succession on former arable land. Agriculture, Ecosystems and Environment 69: 143-157.
42. 長田武正(1976) 原色日本歸化植物圖鑑. 東京. 保育社: 425.

원 고 접 수: 2008년 1월 4일
 최종수정본 접수: 2008년 4월 3일
 4인익명 심사필