

호안 녹화용 매트 시공 후 식생변화 모니터링^{1a}

- 성남시 탄천을 중심으로 -

이수동^{2*} · 강현경³ · 장한솔⁴

Monitoring of Vegetation Changes after Constructing the Vegetation-mat

Measures for Greening in Embankment^{1a}

- A Case Study of Tancheon, Seongnam -

Soo-Dong Lee^{2*}, Hyun-Kyung Kang³, Han-Sol Jang⁴

요약

본 연구는 탄천내 기존 콘크리트 호안블럭을 제거하지 않고 호안녹화용 매트를 적용하여 경관개선 및 생물서식기반을 조성하고자 하는 지역의 복원 효과 확인 및 관리방안을 제안하고자 하였다. 모니터링 결과 식물상은 2006년 18과 38종 3변종 총 41종류, 2007년 19과 56종 3변종 총 59종류, 2008년 29과 59종 8변종 총 64종류로 매년 식물종이 증가하고 있었다. 식물상 분포의 특징은 공법 적용지를 중심으로 식재한 물억새, 수크령 등이 세력을 형성하고 있었으며 범람시 토사 퇴적으로 자생종 중심의 다양한 종이 출현하고 있어 생태적으로 양호한 상태이었다. 현재는 자생종이 우점하고 있었으나 주기적인 범람에 의한 교란 유발 종과 외래종의 증가가 예상되므로 장기모니터링을 통해 관리가 이루어져야 양호한 수변생태계가 형성될 수 있을 것이다. 결국 하천천이 초기식생과 교란지 식생이 혼재되어 나타나는 생육양상이었다. 이와 같은 호안 녹화용 식생매트 공법은 콘크리트를 제거하지 않고 상부에 코이어 매트를 포설하여 불량경관을 개선할 수 있을 뿐만 아니라 식물생육의 기반을 제공하여 지속적인 식물종의 증가에 따른 종다양성을 확보하는데 효과가 있는 것으로 분석되었다.

주요어 : 귀화종, 생태복원, 수변생태계, 종다양성

ABSTRACT

In this study, not only to present the management plan but also to verify the effectiveness for a area of improving the landscape and the area of creating the base of bio-inhabitation in Tancheon stream concrete embankment where were practised the vegetation-mat measures for greening via monitoring i.e. restoration progress. The results of monitoring, there were a total of 41 taxa, 18 families, 38 species, 3 varieties in 2006, moreover in the 2007, there were a total of 59 taxa, 19 families, 56 species, 3 varieties and in the period 2008, 64 taxa, 29 families,

1 접수 2010년 4월 28일, 수정(1차: 2010년 6월 18일, 2차: 2010년 6월 22일), 게재확정 2010년 6월 23일
Received 28 April 2010; Revised(1st: 18 June 2010, 2nd: 22 June 2010); Accepted 23 June 2010

2 진주산업대학교 조경학과 Dept. of Landscape Architecture, Jinju National University, Jinju(660-758), Korea(ecoplan@jinju.ac.kr)

3 (주)기술사사무소 L.E.T LET Landscape Architect Co. Ltd., Bang-I-dong, Songpa-gu, Seoul(138-830), Korea(hkkang109@hanmail.net)

4 보성고등학교 Posung High School, Bang-I-dong 89-22, Songpa-gu, Seoul(138-050), Korea(letsj@naver.com)

a 본 논문은 2010년도 진주산업대학교 기성회 연구비 지원에 의하여 연구되었음.

* 교신저자 Corresponding author(ecoplan@jinju.ac.kr)

59 species, 8 varieties. Therefore, these site has increased the plant spaces year by year. The distribution of vegetation characteristics shows that *Miscanthus sacchariflorus* and *Pennisetum alopecuroides* expands their influence in the area of applying the construction method. Those area appears a diversity of native species by the stream deposition at the flood. Thus, its condition is very soundly ecological health and eco-friend. At present, native species have been dominant, however, disturbed species and invasive species can be expected to increase dramatically in the future. Therefore, it is necessary to a long-range monitoring and management for maintaining an environmentally sound aquatic ecosystem. On this area refer to mix the river vegetation of primary succession and disturbed vegetation. For that reason, the method of constructing the vegetation-mat measures for greening in embankment does not need to remove the concrete and can install a coir-mat on the top. It leads to improve the landscape, moreover, it was analysed the such dramatic changes in the vegetation species richness by providing continuous the plant growth basis have a impact on in bio-diversity

KEY WORDS : NATURALIZED PLANTS, ECOLOGICAL RESTORATION, AQUATIC ECOSYSTEM, SPECIES DIVERSITY

서론

도시하천의 수변공간은 생태적 전이지역으로 환경오염 저감, 생물서식공간을 제공하며 친수공간으로서의 레크레이션, 공원, 경관형성, 정서함양 등의 공공성이 높은 도시지역의 주요공간 중의 하나이다. 그러나 1970년대 이후 급격한 도시화, 산업화와 함께 기존 국내 하천정비는 치수관리에 집중되어 하도의 정비, 저수로 정비, 제방축조 등의 개발에 따른 역기능이 수반됨으로써 하천의 자연성 파괴, 수질악화가 심각화됨에 따라 환경적으로 건전한 하천관리에 대한 요구도가 높아지고 있다.

이러한 문제점 인식에 따라 최근 하천보전 및 복원사업이 부각되면서 양재천 및 탄천 일부 구간에서는 자연형 하천공사가 이루어졌다. 탄천은 깨끗한 물이 지속적으로 흐르는 하천, 다양한 생물 등이 어우러지는 생태적 공간으로서의 하천 보전을 위한 관점에서 도심형 하천 중 유일하게 생태경관보전지역으로 지정되어 있으며(Seoul, 2003) 퇴적지 등 다양한 미지형이 형성되어 생물이 서식할 수 있는 생물서식처 다양성이 높은 것으로 확인되었다. 한편, 다양한 생물이 서식하기 위해서는 먹이, 둥지, 은신처 등이 필수적인 요소이며, 직강화되고 인공화된 하천생태계에서는 생산자에 해당되는 하천식생이 생물다양성을 확보하기 위한 기반에 해당된다고 하였다(Hounsome, 1979; Decker and Kelley, 1982; Kim and Cho, 2004). 하지만 Lee(2005)는 탄천의 자연도 평가를 위하여 물라생물적 평가항목을 적용한 결과, 양재천의 합류부 및 장지천 합류부 구간을 제외하면 불량한 것으로 나타났다. 결국 생태경관보전지역을 제외한 탄천의 도심구간은 주변의 난개발, 호안정비 및 인공화 등 인위적인 영향이 증가하면서 수질오염과 외래동식물

종의 유입, 이용자에 의한 훼손 등으로 인해 생물서식처로서의 역할을 수행하지 못하고 있다.

하천 복원 후 모니터링 관련 연구로는 수질개선을 위한 관점에서 Moon(2006), Lee(2003), Park(1998) 등이 식생에 의한 수질개선 정도를 연구한 바 있고 Ra(2006) 및 Han *et al.*(2004)은 환경생태적 특성에 기초한 자연형 하천생태계의 조성, 정비, 관리방안을 제안하였다. 특히, 자연형 하천으로 조성되기 전·후의 식물상 변화연구에서 Sin *et al.*(2003)은 양재천의 자연형 하천공사 전·후의 식물상 변화를 파악하였고 Chun *et al.*(2000)은 여의도 셋강 생태공원의 식생변화상을 3년간 조사·비교하였으며, Kim *et al.*(2006)은 청계천을 대상으로 복원전·중·후의 식물 및 식생 변화를 파악한 바 있다. 도심내 자연형 하천 조성에 있어 안정된 서식기반 제공이라는 방법을 통해 생물다양성을 증진시키고자 시행되는 다양한 복원사업에 대한 전과 후의 모니터링을 통한 평가사업은 필수적이다.

올바른 자연형 하천 조성 및 복원 방안을 제안하기 위해서는 새로운 공법을 제안하는 것도 중요하나 이미 적용된 공법을 대상으로 복원 후 시간변화에 따른 식생 모니터링을 실시하는 것이 바람직하며 그 필요성은 증대되고 있다. 본 연구는 탄천내 기존 콘크리트 호안을 제거하지 않고 식생에 의한 복원공사가 실시된 지역의 식생변화상을 파악·비교하였다. 연구대상지는 자연식생복원을 위하여 기존의 콘크리트 블럭의 철거나 해체가 필요없이 살부에 식생매트를 처리하고 식물을 포트 형태로 식재함으로써 하천의 안정성을 훼손하지 않을 뿐만 아니라 생물서식처 제공을 통한 생물다양성을 확보할 수 있다. 특히, 하천내 생물다양성의 기반을 이루는 식생군락의 중요성이 강조되면서 복원 공법 적용 후, 시간 흐름에 따른 식물상의 변화를 파악하여 자연형 하

천공사시 하천의 특성에 적합한 중 선정 및 객관적인 자료를 제안하고자 하였다.

연구범위 및 방법

1. 연구범위

대상지는 경기도 성남시에 위치한 탄천 구간으로 서측으로는 서울공항이, 동측으로는 하수종말처리장이 입지해 있

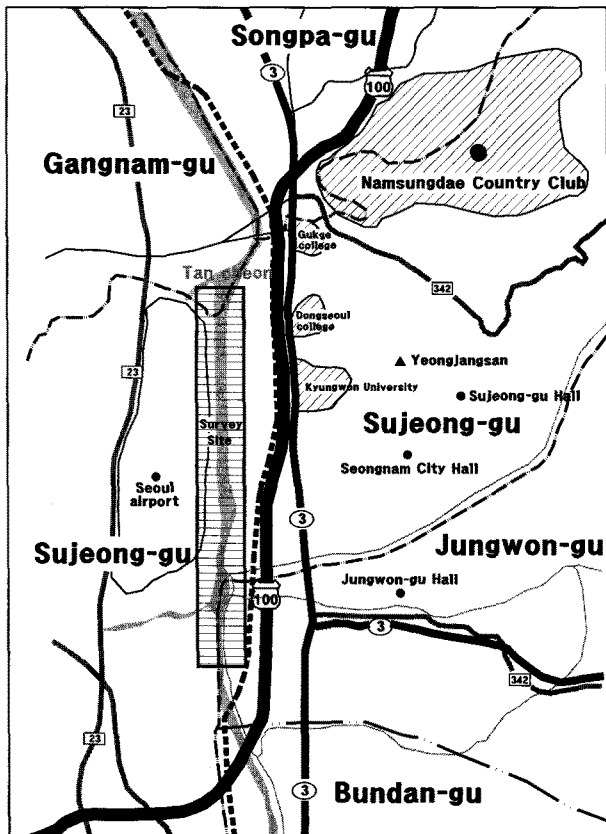


Figure 1. The map of study site

다. 탄천은 유역면적 302km², 총연장 35.6km인 한강 지류로, 경기도 용인시 기흥구 청덕동에서 발원해 성남시와 서울특별시 송파구·강남구를 거쳐 한강으로 유입되며, 절반이 넘는 약 25km 구간이 성남시의 중심부에 걸쳐 있다(Seoul, 2000). 강남구 세곡동 대곡교에 설치된 관측소를 통해 탄천의 년도별 평균수위는 2006년 1.24m(0.91~1.87), 2007년 1.43m(1.23~1.97), 2008년 1.71m(1.671~2.32)로 확인되었으며 우리나라의 강우량과 마찬가지로 5~9월까지의 수위가 가장 높아 영향을 받는 것으로 분석되었다(http://www.wamis.go.kr). 모니터링 조사구를 설치한 지역은 성남시에 입지하며, 탄천(2차구간) 친환경 하상정비공사의 일환으로 11,000m에 달하는 구간을 자연형 하천으로 조성하기 위한 것으로 호안 녹화 25,197m(호안 녹화용 식생매트 5,290m), 하도내 시설물로는 여울 12개소, 수제 4개소를 조성하였다. 수변에 식재된 식물로는 목본으로 갯버들 등과 초본으로 물억새, 수크령 등 약 1,529,633본을 식재하였다.

2. 연구내용

본 연구는 호안 녹화용 식생매트 공법을 적용한 후의 식물상, 현존식생 및 토지이용, 식생 변화상을 파악하였다. 세부항목별 조사는 연중 1회 실시하였으며 조사시기는 귀화종의 침입 및 토사의 퇴적이 완전하게 끝날 것으로 판단되는 홍수 후(10월)에 고정조사구 모니터링을 실시하였다. 이후 현존식생을 1회 추가로 조사하여 변화를 비교·분석하였으며 이를 통해 시간적 추이에 따른 식생 변화상을 파악하였다.

3. 연구방법

대상지에 분포하는 식물종 리스트를 파악하기 위하여 탄천 수면 및 수변 사면에 출현하는 식물종 목록을 작성하였다. 식물에 있어서 모니터링은 봄, 여름, 가을 3계절에 걸쳐 진행되는 것이 일반적이거나 우리나라는 여름집중형으로 장

Table 1. Research contents

Contents		Periods and the number of times
•Flora	•To list up distribution Plant via classifying a detailed spatial differences in dominant vegetation by site	Once-a-year after the flood
•Actual vegetation and land-use	•To Survey and analyse the actual vegetation after classifying the land-use	Once-a-year after the flood
•Plant community structure	•To set up fixed plot in study area where is expected changes by environment	Once-a-year after the flood
•Vegetation change	•To put together changes according to the time flow	-

마기간이 지나 물의 영향을 덜 받고 벼과식물이 종자를 맺는 10월에 이루어졌으며 고정조사구를 설치한 지역에 대해서는 초본식물군집구조를 실시하였고 주변에 의한 영향 및 전체적인 변화를 파악하기 위하여 현존식생조사를 통해 보완하였고 분포현황을 도면화 하였다. 조사된 식물은 Fuller와 Tippo방식을 취하는 대한식물도감(Lee, 1993)의 관속식물문(Tracheophyta)에 따라 정리하였으며, 귀화식물의 경우 한국귀화식물원색도감을 참조하였다(Park, 1995; 2001).

현존식생은 대상지 내 출현하는 식물종의 식생상관에 근거하여 우점종 군락을 1/1,000 수치지형도에 표시하였으며 조사의 범위는 2007년의 조사를 기준으로 수면을 포함한 고수부지까지의 식생분포현황을 파악하였다. 현존식생 및 토지이용 조사는 초본 식재지역 및 식생지역에 대하여 홍수 후 1회 조사를 실시하였다.

호안 녹화용 식생매트 적용 지역의 식생 변화를 파악하기 위하여 2006년도 1차년 모니터링시 수면에서 사면경사부까지 3개 지역에 벨트트랙섹트 조사구를 설치하였다. 식생 모니터링은 장기간 진행하는 것이 바람직할 것으로 판단되나 대다수의 하천생태계 복원후 식생변화를 파악하고자 하는 고정조사구 설치 후 3년간(복원후)의 변화 정도를 파악한 후 경향을 분석하여 안정화 정도를 판단하는 것으로 나타나(Kim and Lee, 2009; Chun et al., 2000; Nam et al., 2007) 본 연구에서도 이를 따랐다. 각 Belt-transect 조사구는 폭 10m로 퇴적지의 길이에 따라 다르게 설치하였으며 조사구내 분포하는 식생은 Braun-Blanquet 방법으로 우점도와 군도를 파악하였고 피도 및 초장을 조사하였다. 초본식물군집구조는 조사구내에 출현하는 초본식물을 Braun-Blanquet (1964) 방법으로 수종명, 우점도, 군도, 초장, 피도를 조사하였다.

결과 및 고찰

1. 호안 녹화용 식생매트 공법의 일반현황

호안 녹화용 식생매트는 일반 나지 호안에 시공이 가능하고 콘크리트 블럭의 철거나 해체가 필요없이 그 위에 식생매트를 처리하여 식물을 포트 형태로 도입함으로써 철거비 등 제반 비용을 크게 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라 공사기간을 단축할 수 있다. 또한 하천의 호안 보호와 더불어 다양한 수변식물을 도입할 수 있는 공법이다.

호안 녹화용 식생매트는 코코스 야자의 과실에서 채취한 섬유소인 코이어, 바크 등 혼합물 식생기반재와 라텍스(고무나무 추출액) 물질을 이용하여 압축한 시트로 처리한 매트 위에 세밀한 코이어 망으로 구성된 제품으로, 콘크리트 호안부를 철거하지 않고 직접 시공할 수 있어 용이한 시공과 저렴한 비용으로 하천변을 녹화할 수 있다. 또한, 천연소재를 이용하기에 시간이 경과함에 따라 자연분해 되어 유기질 비료의 역할을 수행함으로써 식물의 성장과 하천생태계를 효율적으로 복원할 수 있다. 식생매트의 세부적인 재질, 강도, 재료 등의 특성은 실내에서 실험하였으며 특성은 Table 2와 같다.

호안 녹화용 식생매트의 세부적인 특성으로 수변식물을 식재할 수 있는 식재홀을 가지며 천연소재로 형성되는 식생매트 본체와 식재홀을 통해 초기에는 잡초가 활착하는 것을 방지하는 식생방지사트와 내부에 수용되어 식재된 식물의 성장을 보조하는 식생기반재를 포함하며 본체는 그 지지력을 보조할 수 있도록 일측에서 연장되어 일체로 형성되는 지지부를 가지고 있다. 식생방지사트는 수변식물이 관통되어 식생기반재에 식립 될 수 있고 수변식물의 식립 후 탄성적으로 압축되어 식생기반재를 외부로부터 차단하여 잡초

Table 2. Classification and Characteristics of Vegetation-mat measures for greening in embankment

Classification	Characteristics
Vegetation latex-mat measures A type (integument)	(1) quality of the material and Production methods : It made of 100% natural coconut fiber as the shape of felt with needle punch (2) Weight : 1200g/m ² more, (3) Rope thickness : φ5mm more, (4) Tensile strength : 18KN/m more (5) Standard : 1m×m(under), 1.2m×0.7m(upper), felt thickness 5mm(± 10%) (6) Absorb water ratio : 191%(to apply KSK 0434: 33.3%)
Vegetation latex-mat measures B type (integument)	(1) Quality of the material and Production methods : It made of 100% natural coconut fiber that twisted by hand (2) Weight : 400g/m ² more, (3) Rope thickness : φ5mm more, (4) Tensile strength : 7KN/m more (5) Standard : 1×1m(under), 1.2×0.7m(upper), net thickness 5mm(±10%), size 20×20mm less (6) Absorb water ratio : 191%(to apply KSK 0434: 33.3%)
Vegetation latex-mat(endoderm is A, B-type equivalent)	(1) quality of the material and Production methods : It made of coconut fiber and natural latex that connected by alternateness as sheet (2) Density : 60kg/m ³ more, (3) Thickness : φ5mm more (4) Standard : 1.0m×0.5m(under), 1.2m×0.7m(upper), sheet thickness 5mm(± 10%)

가 식생기반재에 침투하는 것을 방지하면서 식생기반재의 수분 함유를 보조한다. 토양기반에 다양한 종을 파종할 수 있으나 탄천변의 기존 콘크리트 상부에 적용하기 위해서는 건조지성의 물억새와 수크령을 적용하였으며 활착정도 및 타 종의 생육가능성을 파악하고자 모니터링 하였다.

2. 식물상

Table 3은 탄천변 호안 녹화용 식생매트 설치지역 및 퇴적지의 연도별 식물상 변화를 자생종과 귀화종으로 구분하여 제시한 것으로 2006년도는 18과 38종 3변종으로 총 41

종류가 관찰되었다. 연도별로 관찰된 식물종은 증가하였으며 2007년도에는 19과 56종 3변종이 출현하여 2006년도에 비해 18종류의 종이 더 출현하였고 귀화식물의 종류 또한 19종으로 크게 늘어났다. 이 후 2008년도에는 27과 59종 8변종 총 67종이 출현하였다. 이러한 식물상의 변화는 공법 적용과 정비과정 및 집중 강우 후 유입된 토양과 지속적인 간섭 등에 의한 하천고유의 식물이 아닌 종과 외래종이 일부 출현하였으나 습윤지성 자생종인 갈대, 돌피, 바랭이 등이 주요 우점종이었다.

주요 식물종을 살펴보면 호안 녹화용 식생매트 공법 적용으로 수크령, 물억새 등이 매년 지속적인 세력을 형성하고

Table 3. Changes the vegetation of constructing vegetation-mat embankment and sediment land

Year	2006	2007	2008
native species	27	40	48
naturalized species	14	19	19
Total	18 families 38 species 3 varieties 41 taxa	19 families 56 species 3 varieties 59 taxa	27 families 59 species 8 varieties 67 taxa

Table 4. The actual vegetation and land-use of constructing vegetation-mat embankment and sediment land in 2007

Actual vegetation type		Area(m ²)	Ration(%)	
Revetment of low water level and sediment land	Woodland	01. <i>Salix koreensis</i>	452.0	0.2
	Wet grassland	02. <i>Phragmites communis-Humulus japonicus</i>	5,121.5	2.1
		03. <i>Phalaris arundinacea</i>	360.4	0.1
		04. <i>Miscanthus sacchariflorus</i>	2,464.7	1.0
		04 1. <i>Miscanthus sacchariflorus-Arid grassland</i>	1,513.5	0.6
		05. <i>Echinochloa crus-galli</i>	85.2	0.0
		06. <i>Persicaria nodosa</i>	10,845.4	4.4
		06 1. <i>Persicaria nodosa-Wet grassland</i>	1,331.4	0.5
	Arid grassland	06 2. <i>Persicaria nodosa-Naturalized grassland</i>	682.4	0.3
		07. <i>Persicaria blumei</i>	974.8	0.4
		08. <i>Setaria viridis</i>	3,169.5	1.3
Naturalized grassland	09. <i>Persicaria alopecuroides</i>	11,482.6	4.7	
	10. <i>Bidens frondosa</i>	243.7	0.1	
	11. <i>Humulus japonicus</i>	626.4	0.3	
	11 1. <i>Humulus japonicus-Wet grassland</i>	578.3	0.2	
	Sum	39,931.8	16.2	
Fluvial terraces and surface water	12. <i>Cosmos bipinnatus</i>	13,707.8	5.5	
	12 1. <i>Cosmos bipinnatus-Arid grassland</i>	18,929.1	7.6	
	13. Wetland restoration area	36,229.8	14.6	
	14. <i>Zoysia japonica</i>	4,928.3	2.0	
	15. Surface water	98,035.3	39.5	
	16. Water play	1,522.0	0.6	
	17. Concrete embankment	175.9	0.1	
	18. Playground	23,124.5	9.3	
	19. Road	11,354.5	4.6	
	Sum	208,007.2	83.8	
	Total	247,939.0	100.0	

있었으며 갈대, 돌피, 큰개여뀌, 갈풀 등 다소 습한 지역에 생육하는 종들도 관찰되었다. 대상지 일부 구간에서 순군락을 형성하는 환삼덩굴은 식물체의 화학성분이 다른 식물의 발아와 생장을 억제하는 작용을 하여(Oh *et al.*, 2008) 홍수 이후 하천식생을 피복하는 특성을 가지고 있었다.

대상지 전체 식물상 분포 특성에 있어 공법 적용과 함께 연차적으로 관찰된 식물종은 증가하는 경향을 나타내었고 귀화종도 증가하였으나 물억새, 수크령 등에 의해 일정 부분 제어되고 있었으며 자생종이 지속적으로 증가하는 등 양호한 수변생태계가 형성되고 있었다.

3. 현존식생 및 토지이용

호안 녹화용 식생매트 적용구간 및 수변 퇴적지의 2007년도 현존식생분포 현황(Table 4)에 있어 저수 호안 퇴적지를 포함한 지역이 16.2%, 고수부지와 수면(39.5%)이 83.8%이었다. 우점종의 생육특성, 귀화여부에 따라 구분한

결과 저수호안 및 퇴적지는 목본식생지, 습윤지성 초본식생지, 건조지성 초본식생지, 귀화종 초본식생지 4개 유형으로 구분되어 15개 식물군락으로, 고수부지 및 수면은 9개 유형으로 총 24개 유형으로 구분되었다. 저수호안 및 퇴적지의 4개 유형 중 습지성 자생초본식생지가 9.4%로 가장 넓은 면적을 차지하였으며 큰개여뀌(4.4%)가 절대적으로 우위를 차지하는 가운데 갈대, 물억새 등이 주로 분포하였다. 건조지성 자생초본으로는 수크령, 강아지풀 등 2개 유형이, 귀화종 초본식생지는 미국가막사리, 환삼덩굴 등이 군락을 형성하였다. 고수부지 및 수면은 총 9개 유형으로 수면이 39.5%로 가장 넓었고 고수부지내 부들, 줄 등이 분포하는 습지복원지 14.6%, 코스모스 식생지 13.1% 등이 주요 유형이었고 이 외에 이용공간인 운동장 9.3%, 도로 4.6% 등 이용 지역의 면적이 넓은 것이 특징이었다.

2008년도 현존식생분포 현황(Table 5)은 저수호안과 퇴적지를 포함한 지역 및 고수부지 및 수면의 면적이 2007년과 동일하였으며 저수호안 및 퇴적지는 목본식생지, 습윤지

Table 5. The actual vegetation and land-use of constructing vegetation-mat embankment and sediment land in 2008

		Actual vegetation type	Area(m ²)	Ration(%)
Revetment of low water level and sediment land	Woodland	01. <i>Salix koreensis</i>	452.0	0.2
		02. <i>Phragmites communis</i>	6,855.0	2.9
		03. <i>Phalaris arundinacea</i>	360.4	0.1
		04. <i>Miscanthus sacchariflorus</i>	2,464.7	1.0
	Wet grassland	04 1. <i>Miscanthus sacchariflorus</i> -Arid grassland	1,513.5	0.6
		05. <i>Echinochloa crus-galli</i>	85.2	0.0
		06. <i>Persicaria nodosa</i>	7,080.9	2.9
		06 1. <i>Persicaria nodosa</i> -Wet grassland	2,252.4	0.9
		06 2. <i>Persicaria nodosa</i> -Naturalized grassland	75.3	0.0
		07. <i>Persicaria blumei</i>	974.8	0.4
		Arid grassland	08. <i>Setaria viridis</i>	3,169.5
	09. <i>Persicaria alopecuroides</i>		11,482.2	4.7
	Naturalized grassland		10. <i>Bidens frondosa</i>	370.3
		11. <i>Humulus japonicus</i>	894.7	0.4
		11 1. <i>Humulus japonicus</i> -Wet grassland	578.3	0.2
Sediment land	15. Sediment land	1,322.6	0.5	
		Sum	39,931.8	16.2
Fluvial terraces and surface water	12. <i>Cosmos bipinnatus</i>		13,707.8	5.5
	12 1. <i>Cosmos bipinnatus</i> -Arid grassland		18,929.1	7.6
	13. Wetland restoration area		36,229.9	14.6
	14. <i>Zoysia japonica</i>		4,928.3	2.0
	16. Surface water		98,035.3	39.5
	17. Water play		1,522.0	0.6
	18. Concrete embankment		175.9	0.1
	19. Playground		23,124.5	9.3
	20. Road		11,354.5	4.6
			Sum	208,007.3
Total			247,939.0	100.0

성 초본식생지, 건조지성 초본식생지, 귀화종 초본식생지 4개 유형 16개 식물군락으로, 고수부지 및 수면은 9개 유형으로 총 25개 유형으로 구분되었다. 저수호안 및 퇴적지의 4개 유형 중 습지성 자생초본식생지가 8.8%로 가장 넓은 면적을 차지하였으며 큰개여뀌(3.8%)와 갈대(2.9%)가 절대적으로 우위를 차지하는 가운데 갈풀과 식재한 물억새 등이 주요 유형이었다. 건조지성 자생초본으로는 수크령, 강아지풀 등 2개 유형이, 귀화종 초본식생지는 미국가막사리, 환삼덩굴 등이 우점하여 군락을 형성하였다. 고수부지 및 수변 지역의 세부 유형은 2007년과 동일한 양상이었다.

2007년과 2008년 현존식생 및 토지이용 조사분석 결과 콘크리트 호안 블록으로 정비된 탄천변에 호안 녹화용 식생

매트를 설치할 경우 가장 많은 영향을 미칠 퇴적지는 습윤 지성 초본식생지가 넓은 면적으로 분포하고 있어 이들 종에 대한 영향을 받을 것으로 예상되었다. 전체적으로 수로 내 퇴적지에 분포하는 큰개여뀌, 갈대 등의 면적이 가장 넓었으나 귀화종, 건조초본 등은 소규모로 혼재하여 분포하였다. 또한, 일부 구간에서는 유속이 느려지고 토사가 정체되어 퇴적지내 식생이 분포하여 폐쇄형의 개방수면을 형성하는 경우도 있었다.

탄천 호안 녹화용 식생매트 시공지역 주변의 연도별 현존 식생 변화를 대분류 항목별로 비교한 결과(Table 6), 저수호안, 퇴적지, 수면의 전체 면적은 변화가 없었으나 습윤지성 초본식생지는 9.4%에서 8.8%로 0.4% 감소하였고 귀화종

Table 6. Comparison of annual vegetation changes in constructing vegetation-mat embankment and sediment land

Actual vegetation	2007		2008	
	Area(m ²)	Ratio(%)	Area(m ²)	Ratio(%)
Woodland	452.0	0.2	452.0	0.2
Wet grassland	23,379.3	9.4	21,662.2	8.8
Arid grassland	14,652.1	6.0	14,651.7	6.0
Naturalized grassland	1,448.4	0.6	1,843.3	0.7
Sediment land	-	-	1,322.6	0.5
Surface water	98,035.3	39.5	98,035.3	39.5
Total	137,967.1	55.7	137,967.1	55.7

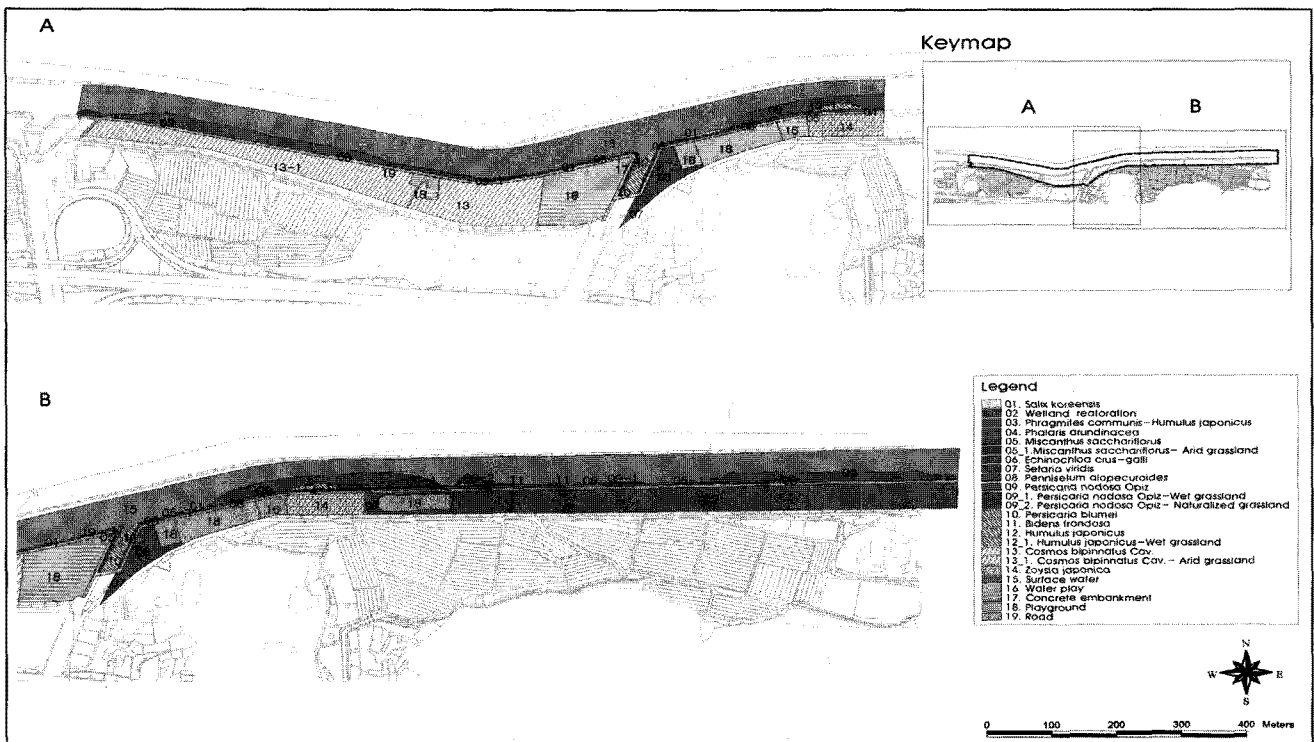


Figure 2. The Actual vegetation map of constructing vegetation-mat embankment and sediment land in 2007

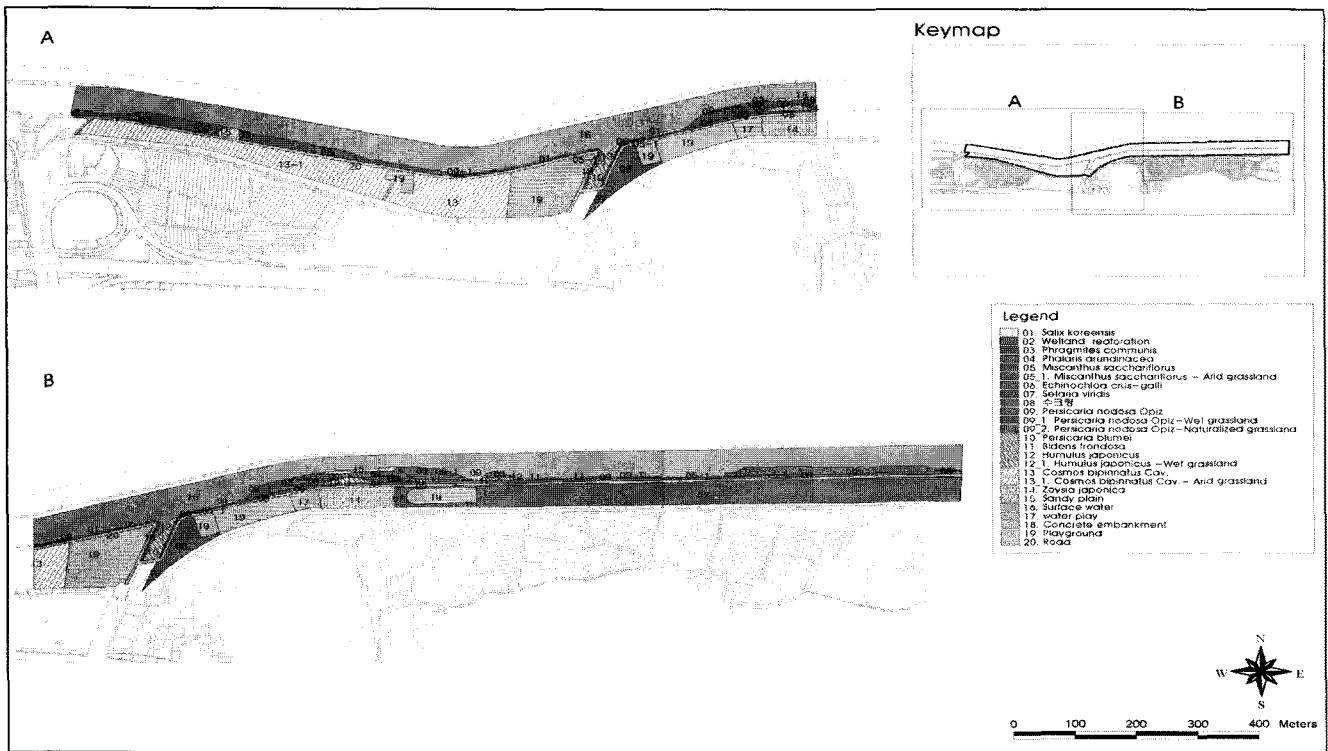


Figure 3. The Actual vegetation map of constructing vegetation-mat embankment and sediment land in 2008

초본식생지와 퇴적지가 각각 0.1%, 0.5%로 증가하였으며 수면의 면적은 변화가 없었다.

4. 고정조사구 내 식생 변화상

호안녹화를 위하여 식생매트를 적용한 구간별 주요식생 유형은 물억새 식재지, 수크령 식재지, 물억새-수크령 식재지로 구분되었으며 시간별 우점도 및 군도, 식생면적 변화상 등을 파악하였다. 특히, 호안 녹화용 식생매트 적용지역(1지역)과 콘크리트 호안이 드러나 있는 지역(2지역)을 구분하여 조사비교하였다.

1) 물억새 식재지

물억새 식재지의 우점도 및 군도를 파악한 결과, 식재 이후 시간이 지날수록 전체 출현종은 증가하는 경향을 보였다. 2006년에는 공법과 함께 식재한 물억새를 제외하면 타 초종은 출현하지 않았으나 2007년에는 썩, 바랭이, 강아지풀 등 건조지성의 자생종이 출현하여 물억새와 경쟁상태이었다. 3년이 지난 2008년에는 물억새(피도 80%)의 세력이 확장된 것과 더불어 자생종인 가을강아지풀(피도 2%), 왕바랭이(피도 2%), 귀화종인 코스모스(피도 5%), 미국개기장, 큰비짜루국화 등이 출현하여 종다양도는 높아지고 있었

다. 콘크리트 호안지역(2지역)은 2006년에 큰개여뀌 등 3종이 출현하였으나 시간이 흐름에 따라 물과 직접 접하는 사면하단부는 토사가 퇴적되는 등 생육기반이 갖추어지게 되어 갈풀(피도 30%), 돌피(피도: 20%), 물피(피도 15%), 미국가막사리(피도 15%) 등 습윤지성 초본이 우점하였다.

연도별 우점종을 살펴보면 1지역에서는 2006년에 식재한 물억새 1종만 관찰되었고 2007년에는 물억새가 우점하는 가운데 미국가막사리(10%)가 출현하였으며 2008년에는 물억새에 의한 피압으로 출현종수는 많으나 타 종의 피도는 낮았다. 2지역은 미국가막사리, 갈풀, 돌피 등이 주요 출현종이었다.

Table 8은 연도별 식생 변화에 따른 면적 및 비율이며 Figure 4는 식생변화 현황을 제시한 것이다. 2006년도에는 호안 녹화용 식생매트 설치시 포트 식재한 물억새(피도 40%)만이 군락으로 출현하였다. 2007년에는 강우시 수위변동의 영향을 받지 않는 상부지역은 물억새(50.0%)가 순군락을 유지하였으나 수위변동의 영향을 받는 하부지역은 습윤지성 귀화종인 미국가막사리가 출현하는 등 물억새-미국가막사리군락(50%)이 주요 식생이었다. 시공 후 3년차에는 장마시 범람으로 인한 토사 퇴적 등 생육기반이 안정화되면서 다양한 수종이 출현하여 경쟁하고 있었으며, 식재한 물억새가 우점하는 지역에 건조지성의 자생종인 바랭이, 강

Table 7. The dominance, sociability, coverage and height of appearance species in *Miscanthus sacchariflorus*

Scientific name	2006				2007				2008				
	D	S	C(%)	H(m)	D	S	C(%)	H(m)	D	S	C(%)	H(m)	
<i>M. sacchariflorus</i>	4	4	60	0.6	4	4	50	0.3	5	5	80	1	
<i>Bidens frondosa</i>	-	-	-	-	2	2	10	0.2	r	1	0.3	0.1	
<i>Digitaria sanguinalis</i>	-	-	-	-	+	1	3	0.1	2	2	1	0.4	
1st site	D-S : 1:1				-				<i>Rumex crispus</i> <i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i> , <i>Eleusine indica</i> , <i>Cosmos bipinnatus</i> Cav. <i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i> , <i>Cyperus microiria</i> , <i>Persicaria nodosa</i> , <i>Trifolium</i> <i>repens</i> , <i>Setaria faberi</i> , <i>Panicum</i> <i>dichotomiflorum</i> ,				
	D-S : +1				-				<i>Rumex crispus</i> , <i>Ranunculus</i> <i>chinensis</i> , <i>Erigeron bonariensis</i> , <i>Potentilla amurensis</i> , <i>P.</i> <i>alopecuroides</i> , <i>Eclipta prostrata</i>				
	D-S : r:1				-				<i>Bidens frondosa</i> , <i>Taraxacum</i> <i>officinale</i> ,				
2nd site	<i>Bidens frondosa</i>	2	2	7	0.2	4	4	75	0.2	2	2	15	0.8
	<i>D. sanguinalis</i>	2	2	5	0.4	-	-	-	-	-	-	-	-
	<i>Phalaris arundinacea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	30	0.4
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	20	0.8
	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	r	1	0.1	0.4	-	-	-	-	2	2	20	0.4
	<i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>oryzicola</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	15	0.4
	<i>Persicaria nodosa</i>	-	-	-	-	2	2	15	0.8	1	1	5	0.4
	<i>Humulus japonicus</i>	-	-	-	-	1	1	3	0.5	2	2	1	0.6
	D-S : 1:1				-				<i>Humulus japonicus</i> <i>Persicaria nodosa</i> , <i>Rorippa indica</i>				
	D-S : +1				-				<i>Stellaria aquatica</i> , <i>Cyperus microiria</i>				
D-S : r:1				<i>Panicum dichotomiflorum</i>				<i>Eleusine indica</i>					

* D: Dominance, S: Sociability, C: Coverage(%), H: Height(m)

Table 8. Comparison of annual vegetation area changes in *Miscanthus sacchariflorus*

2006			2007			2008		
Vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)	Vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)	Vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)
<i>M. sacchariflorus</i> (60%)	30.0	100.0	<i>M. sacchariflorus</i> (40%)	15.0	50.0	<i>M. sacchariflorus</i> (80%)- <i>D. sanguinalis</i> / <i>Setaria viridis</i> (20%)	6.4	21.3
-	-	-	<i>M. sacchariflorus</i> (40%) - <i>Bidens frondosa</i> (10%)	15.0	50.0	<i>M. sacchariflorus</i> (90%)- <i>D. sanguinalis</i> (10%)	5.0	16.6
-	-	-	-	-	-	<i>M. sacchariflorus</i> (80%)- <i>Panicum dichotomiflorum</i> (20%)	3.6	11.9
-	-	-	-	-	-	<i>Cosmos bipinnatus</i> (60%)- <i>M. sacchariflorus</i> (40%)	14.7	49.0
-	-	-	-	-	-	<i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i>	0.5	1.2
Total	30.0	100.0	Total	30.0	100.0	Total	30.0	100.0

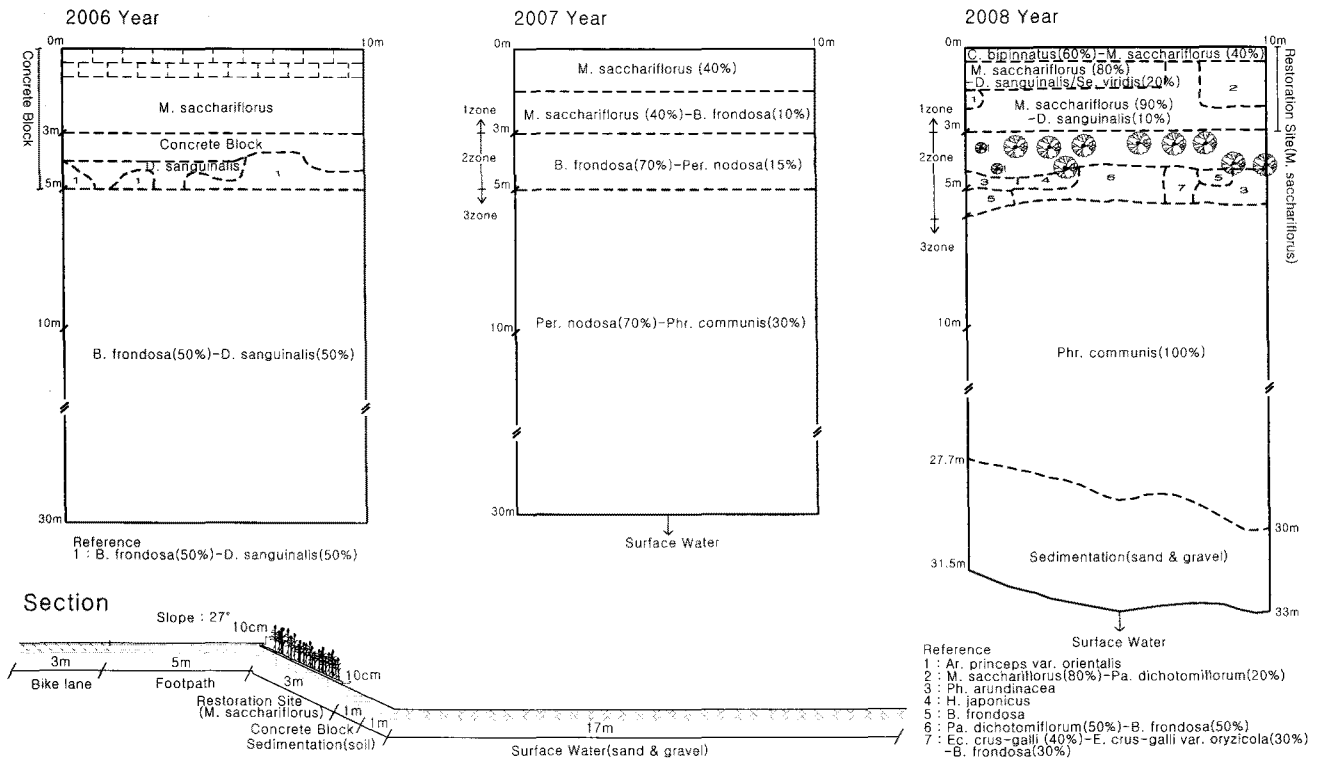


Figure 4. Comparison of annual vegetation area changes in *M. sacchariflorus* (M: Miscanthus, Per: Persicaria, Ph: Phalaris, Pa: Panicum, D: Digitaria, Ar: Artemisia, Phr: Phragmites, H: Humulus, C: Cosmos, Ec: Echinochloa, B: Bidens)

아지풀 등이 혼재되어 분포하였다. 위치별로는 상부지역은 주변에 식재한 코스모스의 영향으로 물억새가 피압되어 코스모스-물억새군락이 약 49.0%를 차지하였고 이 외에 건조지성의 쑥이 소규모 면적이지만 군락을 형성하고 있었다.

연도별 종수변화를 살펴보면, 1지역은 공법 적용시 파종한 1종만 2006년에 출현하였으나 2년차(2007년)에는 14종으로, 3년차(2008년)에는 19종으로 지속적인 증가추세를 나타내었다. 2지역도 유사한 상태로 2006년에는 콘크리트 호안 블럭 틈새로 3종이 분포하였으나 2007년에 4종, 2008년에 10종으로 증가추세이었다.

2) 수크령 식재지

수크령 식재지는 공법 적용 후 첫해인 2006년에는 식재한 수크령(피도 40%)을 제외하면 타 종의 출현은 없었다. 1년 후인 2007년에는 수크령(피도 70%)이 우점인 가운데 바랭이(피도 20%)가 경쟁종이었고 돌피, 쑥, 금방동사니 등 건조지에 적응성이 강한 초종이 침입하여 활착하였다. 3년이 지난 시점에서는 수크령이 우점하는 경관을 유지하면서 건조지성의 자생종인 바랭이(피도 15%), 개기장(피도 20%)과 귀화종인 실망초(피도 15%), 코스모스(피도 10%)

등이 출현하여 경쟁하였고 이 외에 돌피, 금방동사니 등이 주요 출현종으로 식생다양성은 증가한 것으로 나타났다. 콘크리트 호안지역(2지역)은 초기에 쑥 1종만 출현하였으나 사면하단부로 물과 직접 접하고 있어 시간이 흐름에 따라 토사가 퇴적되는 등 생육기반이 확보되면서 종수가 늘어났다. 동시에 갈대(피도 40%), 큰개여뀌(피도 20%), 미국쑥부쟁이, 쇠별꽃, 환삼덩굴 등이 출현하였으나 이후에는 없어지는 경향이었고 대신에 쇠뜨기(피도 30%), 쑥(피도 20%)이 우점종이었으며 돌피, 바랭이 등이 출현하였다. 콘크리트 호안 노출지역은 퇴적지와 접하는 지역으로 집중강우시 범람과 퇴적지에 생육하고 있던 기존 식생의 영향으로 우점종의 변화가 짧은 시간 동안에도 이루어지는 것으로 파악되었다.

연도별 우점종을 살펴보면 1지역에서는 2006년에 수크령 1종만이 출현하였고 2007년에는 수크령이 바랭이, 돌피, 쑥 등 동반종과 같이 활착되었다. 2008년에는 수크령과 함께 건조지에 적응성이 강한 바랭이가 전 조사구에서 우세하였으며 귀화종인 실망초, 코스모스 등이 세력을 확장하고 있어 전반적인 종다양성은 높아지고 있는 것으로 나타났다. 2지역은 2006년에 쑥만 출현하였으나 2007년에는 갈대, 큰

Table 9. The dominance, sociability, coverage and height of appearance species in *Pennisetum alopecuroides*

Scientific Name	2006				2007				2008				
	D	S	C(%)	H(m)	D	S	C(%)	H(m)	D	S	C(%)	H(m)	
<i>P. alopecuroides</i>	3	3	40	0.3	4	4	70	0.5	5	5	80	0.4	
<i>D. sanguinalis</i>	-	-	-	-	2	2	20	0.5	2	2	15	0.4	
<i>Echinochloa crus-galli</i>	-	-	-	-	1	1	5	0.4	2	2	7	0.2	
<i>Erigeron bonariensis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	15	0.3	
<i>Cosmos bipinnatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	10	0.2	
<i>Panicum bisulcatum</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	2	20	0.3	
1st site	D-S : 1:1				<i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i> , <i>Viola mandshurica</i> , <i>Cyperus microiria</i> , <i>Persicaria blumei</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Aster pilosus</i> , <i>Erigeron annuus</i> , <i>Chenopodium ficifloium</i> , <i>Acalypha australis</i> , <i>Lindernia procumbens</i> , <i>Cyperus serotinus</i>				<i>Cyperus microiria</i> , <i>Trifolium repens</i>				
	D-S : +1				<i>Setaria viridis</i>				<i>Eragrostis ferruginea</i> , <i>Equisetum arvense</i> , <i>Stellaria aquatica</i> , <i>Setaria faberi</i> , <i>Persicaria nodosa</i> , <i>Aster pilosus</i> , <i>Bidens frondosa</i>				
	D-S : r1				<i>Centipeda minima</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Sonchus asper</i> , <i>Oplismenus undulatifolius</i> , <i>Oxalis corniculata</i>				<i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i>				
2nd site	<i>Phragmites communis</i>	-	-	-	-	3	3	40	0.8	-	-	-	-
	<i>Aster pilosus</i>	-	-	-	-	2	2	5	0.6	-	-	-	-
	<i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i>	1	1	1	0.2	1	1	2	0.2	2	2	20	0.2
	<i>Persicaria nodosa</i>	-	-	-	-	3	3	20	0.7	r	1	2	0.4
	<i>Chenopodium ficifloium</i>	-	-	-	-	2	2	10	0.5	-	-	-	-
	<i>Humulus japonicus</i>	-	-	-	-	2	2	10	3	-	-	-	-
	<i>Trifolium repens</i>	-	-	-	-	1	1	1	0.2	-	-	-	-
	<i>Equisetum arvense</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	3	3	30	0.2
	D-S : 1:1		<i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i>			<i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i> , <i>Stellaria aquatica</i> , <i>Trifolium repens</i>				<i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>D. sanguinalis</i>			
	D-S : +1									<i>Viola mandshurica</i> , <i>Setaria faberi</i> , <i>Setaria glauca</i> , <i>Cucumis melo</i> var. <i>makuwa</i> , <i>Amaranthus patulus</i> , <i>Bidens frondosa</i>			
D-S : r1					<i>Viola mandshurica</i>				<i>Persicaria nodosa</i> , <i>Eleusine indica</i> , <i>Portulaca oleracea</i>				

* D: Dominance, S: Sociability, C: Coverage(%), H: Height(m)

개여뀌가, 2008년에는 쑥, 쇠뜨기 등이 우점하는 등 우점종의 빠른 변화가 나타났다.

수크령 식재지내 연도별 식생 변화를 및 현황도(Table 10, Figure 5)를 살펴보면 2006년도에는 공법적용시 포트 식재한 수크령(피도 40%)이 순군락을 형성하고 있었다.

2007년도에도 수크령군락을 유지하고 있었으나 일부 상부지역에는 바랭이가 출현하여 수크령과 경쟁상태이었고 하부와 좌측부는 수크령 1종에 의한 우점도가 높아 타 수종이 군락을 형성하지 못하였다. 시공 후 3년차(2008년)에는 공법에 의해 억제되었던 종자 침투가 범람과 함께 토양이 퇴

Table 10. Comparison of annual vegetation area changes in *Pennisetum alopecuroides*

2006			2007			2008		
Vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)	Vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)	Vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)
<i>P. alopecuroides</i>	30.0	100.0	<i>P. alopecuroides</i> (60%)- <i>D. sanguinalis</i> (40%)	7.5	25.2	<i>P. alopecuroides</i> (70%)- <i>D. sanguinalis</i> (20%)- <i>Panicum bisulcatum</i> (10%)	3.9	13.0
-	-	-	<i>P. alopecuroides</i> (50%)	14.4	48.1	<i>P. alopecuroides</i> (80%)- <i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i> (20%)	4.3	14.4
-	-	-	<i>P. alopecuroides</i> (70%)	8.0	26.7	<i>P. alopecuroides</i> (70%)- <i>D. sanguinalis</i> (10%)- <i>Erigeron bonariensis</i> (20%)	7.9	26.6
-	-	-	-	-	-	<i>P. alopecuroides</i> (80%)- <i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i> (20%)- <i>Panicum bisulcatum</i> (10%)	2.5	8.4
-	-	-	-	-	-	<i>P. alopecuroides</i> (85%)- <i>Panicum</i> <i>bisulcatum</i> (15%)	8.3	27.8
-	-	-	-	-	-	<i>Cosmos bipinnatus</i> (60%)- <i>P.</i> <i>alopecuroides</i> (40%)	2.9	9.8
Total	30.0	100.0	Total	30.0	100.0	Total	30.0	100.0

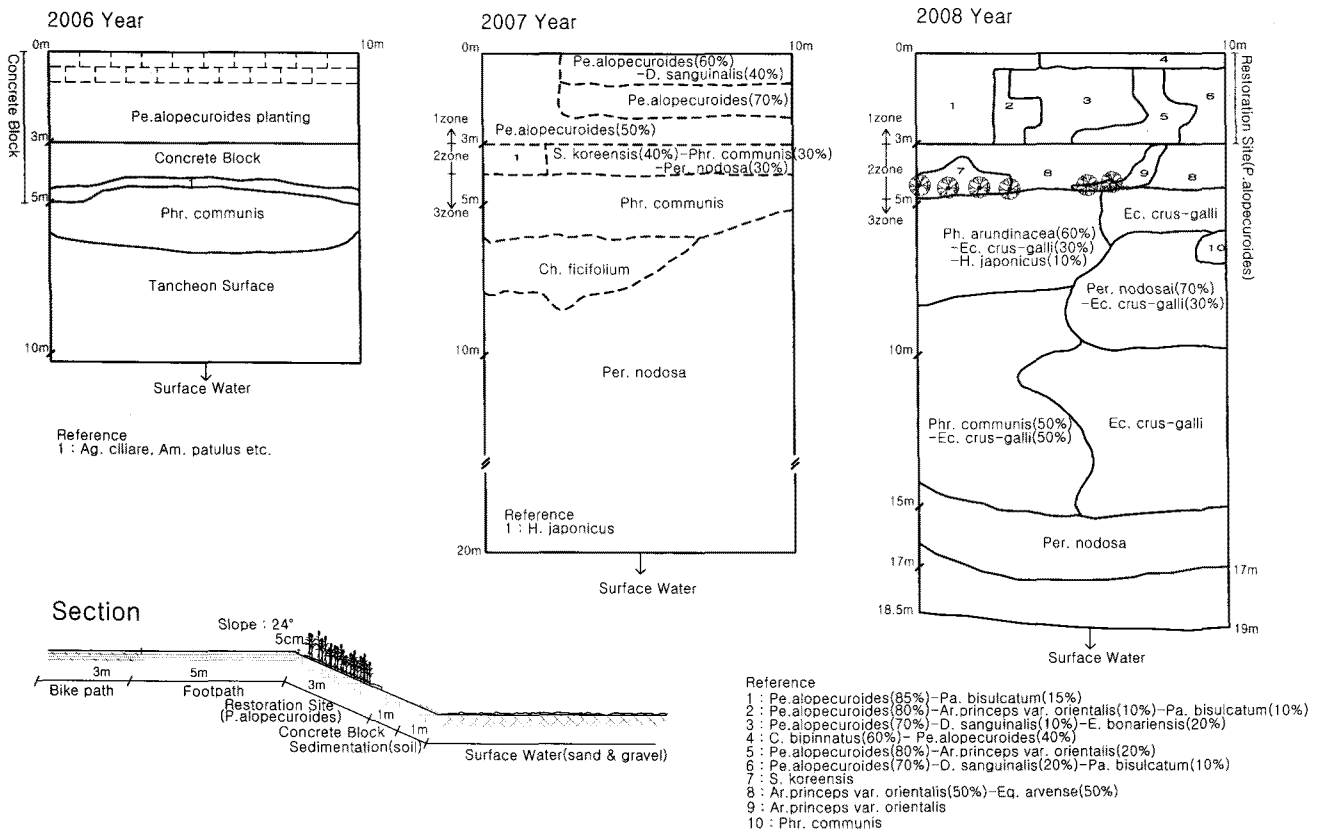


Figure 5. Comparison of annual vegetation area changes in *P. alopecuroides*

(Pe: *Pennisetum*, M: *Miscanthus*, Per: *Persicaria*, Ch: *Chenopodium*, Ph: *Phalaris*, Pa: *Panicum*, D: *Digitaria*, S: *Salix*, Se: *Setaria*, A: *Aster*, Ar: *Artemisia*, Phr: *Phragmites*, H: *Humulus*, E: *Erigeron*, C: *Cosmos*, Eq: *Equisetum*), Ag: *Agropyron*, Am: *Amaranthus*, Ec: *Echinochloa*)

적되면서 본격화되어 수크령과 경쟁하였다. 세부적으로 상부는 주변에 식재된 코스모스의 영향으로 코스모스-수크령 군락이 형성되었고 이 외의 전 지역은 개기장, 바랭이, 썩 등이 경쟁하는 것으로 나타났다. 일부 지역에서 실망초, 코스모스 등 귀화종이 수크령과 경쟁하고 있었으나 적용된 공법의 영향으로 협소한 면적이었다. 수크령 식재지역은 토사 퇴적지와 함께 일부, 귀화종이 출현하였으나 자생종 중심의 식생이 유지되어 콘크리트 호안블럭의 경관개선 뿐만 아니라 생물다양성 확보에도 긍정적인 역할을 수행하는 것으로 나타났다.

연간 종수변화를 살펴보면 1지역은 2006년 물억새 1종을 파종하였으나 2년차(2007년)에는 21종으로 늘어났다가 3년차(2008년)에는 17종으로 다소 감소하는 등 불규칙하였으나 증가하는 추세이었다. 2지역도 유사한 상태로 2006년에는 1종이 출현하였으나 2007년에는 9종, 2008년에는 13종으로 증가추세이었다.

3) 물억새-수크령 식재지

물억새-수크령 식재지의 연도별 출현종 현황(Table 11)은 2006년에는 대상지내 식재된 수크령과 물억새가 각각 피도 20%, 25%로 타 초종은 출현하지 않았다. 2년차에는 수크령(피도 50%)과 물억새(피도 50%)가 우점하였으나 수크령 식재지내 바랭이(피도 20%)가 경쟁종으로 출현하였고, 물억새 식재지에는 경쟁종이 출현하지 않았다. 그 외 금방동사니(피도 5%), 강아지풀(피도 5%), 미국가막사리(피도 5%), 소리쟁이(피도 5%) 등이 주요 동반종이었다.

3년이 지난 시점에서는 수크령(피도 40%)과 물억새(피도 40%)가 여전히 우점종이었으나 전 지역에서 바랭이(피도 30%)와 경쟁하고 있어 상대적인 우점 정도는 낮아진 것으로 분석되었다. 2지역은 콘크리트 호안 블럭 틈새에 속속이풀, 미국개기장, 개망초, 돌피, 속털개밀 등이 출현하였으며 2007년에는 쯤명아주(피도 50%), 갈풀(피도 10%), 미국개기장(피도 10%)이 출현하였다. 하지만 2008년도에는 종수는 늘었으나 바랭이(피도 5%), 금방동사니(피도 4%) 등이 우점종으로 피도가 낮았다. 물억새-수크령 식재지는 수면과 직접 접하는 곳으로 홍수시 범람에 의해 퇴적과 토양 소실이 주기적으로 반복되어 초종의 증감이 급하게 반복되는 경향이 있었다.

연도별 우점종을 살펴보면 1지역에서는 2006년에 식재한 수크령, 물억새 2종만이 출현하였고 2007년에는 수크령, 물억새가 바랭이, 금방동사니 등 건조지성 자생종과 경쟁하였다. 2008년도에는 2년차에 우점했던 종이 대부분 없어지고 수크령, 물억새, 바랭이 등 3종이 경쟁상태이었고 금방동사니, 금강아지풀 등이 동반종이었다. 시간이 지날수록 다양한 종이 출현하여 종다양성은 높아진 반면 귀화종,

외래종 등 위해종은 공법의 영향으로 적절하게 차단되는 등 바람직한 방향으로의 복원이 진행되고 있었다.

물억새-수크령 식재지내 출현한 연도별 식생 변화면적 및 현황도(Table 12, Figure 6)와 같이 2006년도에는 공법 적용시 식재한 수크령과 물억새가 군락을 형성하였고 2007년도 전 지역에서 수크령과 물억새가 우세한 세력을 형성하였으나 일부, 수크령 식재지에서는 바랭이가 출현하였다.

시공 후 3년차(2008년)에는 식생매트 사이에 토양이 퇴적되면서 공법에 의해 억제되었던 바랭이, 금강아지풀, 썩, 미국썩부쟁이 등의 종자가 발아되어 수크령, 물억새와 경쟁하고 있었다. 중앙 상부는 바랭이가 기존에 식재된 수크령, 물억새와 경쟁하여 군락을 형성하였고 금강아지풀, 미국썩부쟁이가 소면적이거나 군락을 형성하고 있었다. 일부 지역에서 귀화종이 침투하고 있으나 호안 녹화용 식생매트에 의해 귀화종은 억제되고 기존에 식재한 수크령과 물억새 중심의 양호한 경관과 함께 자생종 중심의 생물다양성 확보에도 기여하는 것으로 나타났다.

연도별 종수 변화를 파악한 결과, 공법을 적용한 지역(1지역)은 2006년 물억새, 수크령 2종을 파종하였으나 2년차(2007년)에는 22종으로 3년차(2008년)에는 17종으로 전반적으로 증가추세를 나타내었다. 하부에 일부 콘크리트가 드러나 있는 2지역도 유사한 상태로 콘크리트 호안 블럭의 영향으로 식생 밀도는 낮았으나 12종이 생육하고 있었으며 2007년에 6종, 2008년에 12종으로 증감의 변화는 있으나 대체적으로 증가하는 추세이었다.

종합적으로 하천 복원에 있어 하안 및 제방의 복원은 매우 중요한 요소이며 (Kim and Cho, 2004), 이러한 관점에서 호안녹화용 식생매트를 도입한 복원방안에 있어 시간에 따른 종수 증가 및 귀화종의 확산억제 등의 유효성을 제시할 수 있었다. 물억새군락은 식생매트적용 후 2년간(2007년, 2008년) 평균 15종이 출현하였고, 귀화종의 피복율은 8.5%로 미미한 현황이었다. 이에 반해 콘크리트 호안블럭 내에는 2년간 평균 7종이 출현, 귀화종의 피복율이 평균 57%로 높았으며 주로 미국가막사리, 미국개기장을 중심으로 환삼덩굴 등이 관리요구종으로 파악되었다. 수크령군락 및 수크령-물억새군락에서도 2년간(2007년, 2008년) 평균 19~21종이 출현하였으며 귀화종 피복율은 12.2~19.1%로 물억새군락보다는 귀화종군락의 변동비율이 높았으나 전반적으로는 시간이 흐름에 따라 자생종이 증가하는 경향이 있었다. 이는 통상 복원초기에는 교란에 적응성이 강한 귀화종과 건조지성 초본이 우점하는 것이 일반적이거나 환경이 안정됨에 따라 자생종과의 경쟁으로 생물다양성이 증대되는 것으로 보고 있다(Nam et al., 2007; Kim and Lee, 2009). 또한 복원 초기에는 1, 2년생 초본이, 이후 다년생이 우점한다는 결과와도 유사하다(Kim et al., 2006). 생태계

Table 11. The dominance, sociability, coverage and height of appearance species in *M. sacchariflorus*-*P. alopecuroides*

Scientific name	2006				2007				2008			
	D	S	C(%)	H(m)	D	S	C(%)	H(m)	D	S	C(%)	H(m)
<i>M. sacchariflorus</i>	3	3	25	0.6	3	3	50	0.3	3	3	40	0.8
<i>P. alopecuroides</i>	2	2	20	0.4	4	4	50	0.5	3	3	40	0.8
<i>D. sanguinalis</i>	-	-	-	-	2	2	20	0.5	3	3	30	0.4
<i>Cyperus microiria</i>	-	-	-	-	2	2	5	0.4	1	1	4	0.4
<i>Bidens frondosa</i>	-	-	-	-	2	2	5	0.3	-	-	-	-
<i>Rumex crispus</i>	-	-	-	-	2	2	5	0.2	+	1	1	0.4
<i>Setaria viridis</i>	-	-	-	-	2	2	5	0.2	-	-	-	-
1 st area	D·S : 1·1				<i>Persicaria blumei</i> , <i>Cyperus serotinus</i> , <i>Ludwigia prostrata</i> , <i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>Chenopodium ficifloium</i> , <i>Centipeda minima</i>				<i>Cyperus microiria</i> , <i>Oxalis corniculata</i> , <i>Erigeron bonariensis</i> , <i>Setaria glauca</i> , <i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i> , <i>Aster pilosus</i> , <i>Setaria faberi</i> , <i>Trifolium repens</i>			
	D·S : +1				<i>Acalypha australis</i>				<i>Rumex crispus</i> , <i>Euphorbia humifusa</i> , <i>Plantago asiatica</i> , <i>Ranunculus chinensis</i> , <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>			
	D·S : r·1				<i>Oxalis corniculata</i> , <i>Eclipta prostrata</i> , <i>Perilla frutescens</i> var. <i>japonica</i> , <i>Cyperus difformis</i> , <i>Galinsoga ciliata</i> , <i>Mazus pumilus</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Potentilla amurensis</i>				<i>Cassia mimosoides</i> var. <i>nomame</i> , <i>Cosmos bipinnatus</i>			
<i>Panicum dichotomiflorum</i>	+	1	1	0.2	2	2	10	0.6	1	1	3	0.4
<i>Chenopodium ficifloium</i>	-	-	-	-	4	4	50	0.8	-	-	-	-
<i>Phalaris arundinacea</i>	-	-	-	-	2	2	10	0.6	-	-	-	-
<i>Aster pilosus</i>	-	-	-	-	2	2	5	0.8	-	-	-	-
2nd area	D·S : 1·1	<i>Rorippa islandica</i> , <i>Panicum dichotomiflorum</i> , <i>Trigonotis peduncularis</i> , <i>Erigeron annuus</i> , <i>Cyperus amuricus</i> , <i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>Persicaria blumei</i> , <i>Bidens frondosa</i> , <i>Portulaca oleracea</i> , <i>Agropyron ciliare</i> , <i>Setaria viridis</i>			<i>Setaria viridis</i>				<i>Rorippa islandica</i> , <i>Panicum dichotomiflorum</i> , <i>Rumex crispus</i>			
	D·S : +1								<i>Agropyron ciliare</i>			
	D·S : r·1	<i>Cyperus difformis</i>							<i>Galinsoga ciliata</i> , <i>Cucumis melo</i> var. <i>makuwa</i> , <i>Aster subulatus</i> var. <i>sandwicensis</i>			

* D: Dominance, S: Sociability, C: Coverage(%), H: Height(m)

Table 12. Comparison of annual vegetation area changes in *M. sacchariflorus*-*P. alopecuroides*

2006			2007			2008		
Vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)	Vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)	Vegetation type	Area (m ²)	Ratio (%)
<i>M. sacchariflorus</i>	15.0	50.0	<i>M. sacchariflorus</i> (40%)	14.9	49.9	<i>Aster pilosus</i>	0.4	1.6
<i>P. alopecuroides</i>	15.0	50.0	<i>P. alopecuroides</i> (60%)- <i>D. sanguinalis</i> (40%)	7.4	24.8	<i>D. sanguinalis</i> (40%)- <i>Setaria glauca</i> (30%)- <i>M. saccharifloru</i> (30%)	1.2	4.1
-	-	-	<i>P. alopecuroides</i> (80%)	7.5	25.3	<i>A. princeps</i> var. <i>orientalis</i> (50%)- <i>M. saccharifloru</i> (50%)	0.7	2.5
-	-	-	-	-	-	<i>M. saccharifloru</i> (60%)- <i>D. sanguinalis</i> (40%)	3.6	12.3
-	-	-	-	-	-	<i>P. alopecuroides</i> (60%)- <i>D. sanguinalis</i> (40%)	0.9	3.3
-	-	-	-	-	-	<i>M. saccharifloru</i>	10.3	34.6
-	-	-	-	-	-	<i>P. alopecuroides</i>	11.5	38.5
-	-	-	-	-	-	<i>M. saccharifloru</i> (60), <i>D. sanguinalis</i> (40)	0.9	3.1
Total	30.0	100.0	Total	30.0	100.0	Total	30.0	100.0

복원은 교란만 없다면 자연적인 과정에 의해 자생종이 우점하는 경향을 보이는 것이 일반적이나 도심지에서는 개발, 간섭 등 인위적인 영향을 받을 가능성이 높으므로 지속적인 모니터링을 통한 관리방안의 강구가 마련되어야 할 것으로 판단되었다.

본 연구에서는 하천의 인공사면 복원을 위한 관점에서

호안녹화용 식생매트 적용을 통한 식생변화에 관한 모니터링을 수행하였다. 향후, 도시형 하천에 있어서 인공사면의 효율적인 복원을 위하여 다음과 같은 세부연구들이 수행되어야 할 것이다. 첫째, 하천내 녹화사업후 퇴적도에 따른 이입중 조사분석이 지속적으로 이루어져 종구성과 토양과의 상관성 등을 파악, 자생성이 높은 하천식생복원을 위한

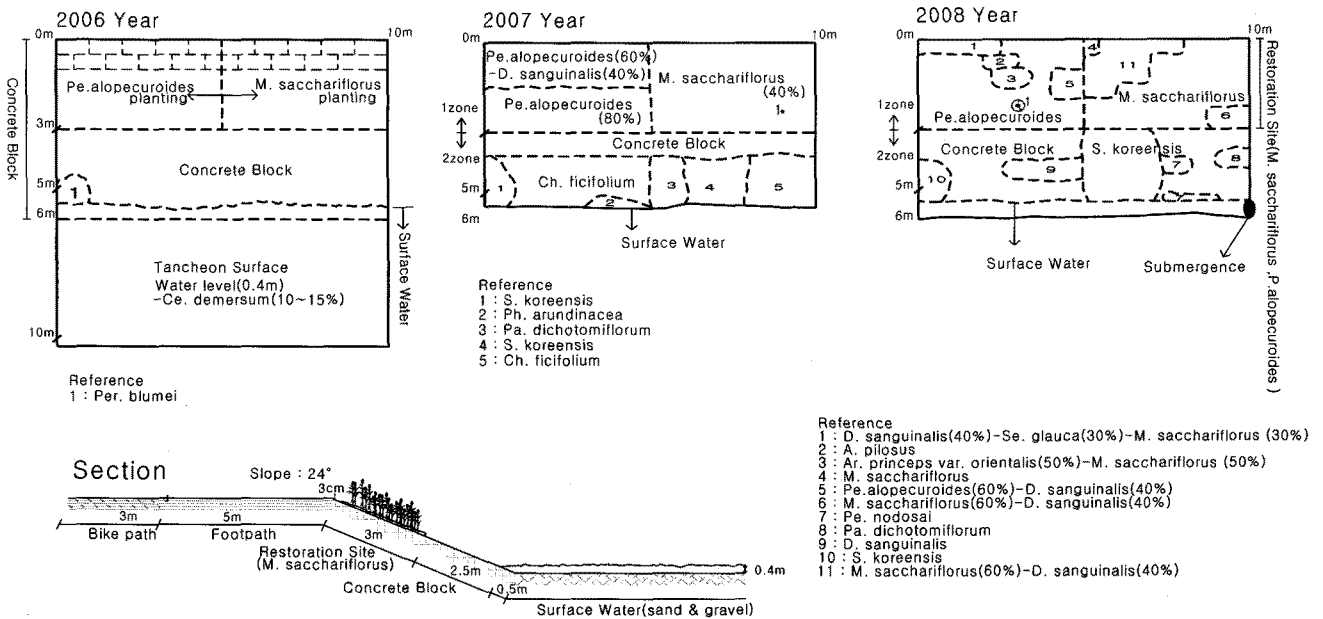


Figure 6. Comparison of annual vegetation area changes in *M. sacchariflorus*-*P. alopecuroides*

(Pe: Pennisetum, M: Miscanthus, Per: Persicaria, Ch: Chenopodium, Ce: Ceratophyllum Ph: Phalaris, Pa: Panicum, D: Digitaria S: Salix, Se: Setaria, A: Aster Ar: Artemisia)

정확한 진단이 이루어져야 한다. 둘째, 하천식물천이를 고려하여 더욱 다양한 지역에서의 비교검토가 이루어져야 할 것이다. 즉, 다양한 주변인자별 상관관계 규명을 통하여 도시형 하천 인공사면의 적절한 복원모델 제시를 위한 토대를 마련해야 할 것이다.

인용문헌

- Braun-Blanquet(1964) Pflanzensociologie. Springer-Verlag. 3rd ed. Vienna. New York, 865pp.
- Choi, J.K.(1998) Application of Close-to Nature Revetment Techniques Adapted to Low Flow Channel & Monitoring of Vegetation Restoration - Case Study for Hakyoul in the Yangjaechon -. Kor. J. E nv. Eco. 11(2): 201-213.
- Chun, S.H., Y.J. Cha and J.K. Choi(2000) Floral Changes During Three Years after the Establishment of the Youido Ecology Park. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 28(5): 76-86.
- Decker, D.J. and J.W. Kelley(1982) Enhancement of Wildlife Habitat on Private Lands. Media Services at Cornell University. 5pp.
- Han, B.H., J.Y. Kim and S.H. Hong(2004) Ecological Management Plan Based on Environmental and Ecological Characteristics for the Tanchon Ecosystem Conservation Area in Seoul. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 32(5): 84-101.
- Hounsoume, M.(1979) Bird Life in the City. Nature in Cites. Pitman Press. New York, pp. 179-201.
- <http://www.wamis.go.kr>
- Kim, G.G. and D.G. Cho(2004) Natural Environment and Restoration Ecology. Academy Publishing Company, Seoul, 601pp.
- Kim, J.H. and K.J. Lee(2009) Monitoring on Vegetation Structure for Ecological Restoration of Small Stream in Paju. Journal of Environmental Sciences 18(1): 99-111.
- Lee, J.Y.(2005) A Study of Management Programs for Biodiversity Dept. of Landscape Architecture, Graduate School of Industry and Environment, Kyungwon Univ., 76pp.
- Lee, T.B.(1980) Illustrated Flora of Korea. Hwangmunsa, Seoul, 990pp.
- Lee, Y.S.(2003) A Study on Environmental-friendly Bionomic Present Condition Analysis of Tancheon. Dept. of Hydraulic and Environmental Engineering, Graduate School of Construction Engineering, Chung-Ang Univ., 70pp.
- Moon, S.J.(2006) A Study on the Method Environment-friendly Water Purification for Urban Stream Water Quality Improvement. Dept. of Landscape Architecture, Graduate School of Industry and Environment, Kyungwon Univ., 108pp.
- Na, E.C.(2006) A Study on the Close to Nature Riverworks - Focused on Tancheon in SungNam -. Dept. of Landscape Architecture, Graduate School of Industry and Environment, Kyungwon Univ., 121pp.
- Nam, U.J., N.C. Kim, M.H. Cho, I. Gi, S.H. Lee and J.H. Lee(2007) Study on the Vegetation Change of the Road-side slopes Restored by Native Herbs and Woody Plants - Centered with Monitoring Survey -. J. Korean Env. Res. and Reveg. Tech. 10(4): 70-82.
- Oh, Y.J., J.H. Yoo, B.C. Moon, S.I. Sohn, S.M. Oh and S.C. Kim(2008) Habitat Characteristic and Community Structures of *Humulus japonicus* in Korea's Middle region. Korean Journal of Environmental Agriculture 27(1): 72-79.
- Park, S.H.(1995) Colored Illustrations of Naturalized Plants of Korea. Ilchokak, Seoul, 371pp.
- Park, S.H.(1998) Change of the Hydrological Properties by Development of Tanchon River Basin. Graduate School, Ewha Womans University.
- Park, S.H.(2001) Colored Illustrations of Naturalized Plants of Korea(Appendix). Ilchokak, Seoul, 178pp.
- Seoul(2003) Environmental of Seoul - 2003 Environment White Paper -. Seoul, 611pp.
- Shin, D.H., T.S. Roh, W.Y. Oh and K.S. Lee(2003) Flora Change in the Urban Stream after Natural Stream Work. Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 31(4): 67-73.