

둔촌동 습지에서 미지형이 식물 군락 구성에 미치는 영향

남종민** · 전승혜* · 최호* · 김재근*,**,+

* 서울대학교 생물교육과

** 서울대학교 농업생명과학연구원

Effects of Micro-topography on Vegetation Pattern in Dunchon-dong Wetland

Jong Min Nam** · Seung-Hye Jeon* · Ho Choi* · Jae Geun Kim*,**,+

* Department of Biology Education, Seoul National University, Seoul 151-748, Korea

** Research Institute of Agriculture and Life Sciences, Seoul National University, Seoul 151-742, Korea

요 약

본 연구에서는 둔촌동 습지에서 미지형이 식물 군락 구성에 미치는 영향을 연구하기 위하여 2007~2008년에 걸쳐 지형에 따른 수위 변화와 식물 군락의 변화를 조사하였다. 조사 지역을 지대가 낮은 지형부터 높은 지형까지 4개 구역으로 구분하여 조사하였으며, 각각의 구역은 조사 지역 면적 대비 약 11%, 10%, 18%, 24%의 면적을 가지고 있었다. 조사 기간 동안 수환경의 pH는 6.10(±0.13), 전기전도도는 51.5(±6.0)µS/cm이었으며, PO₄-P, NO₃-N, NH₄-N은 각각 0.04(±0.02)mg/L, 0.14(±0.07)mg/L 그리고 0.01mg/L 이하로 유지되었다. 2008년 3~4월 누적 강수량이 2007년 대비 약 56%로 적었던 것이 지대가 낮은 지형에서 수위 환경 차이를 유발하여 식물 군락 형성에 매우 큰 영향을 미쳤으며, 지형의 높이에 따라 해당 구역을 우점하는 식물 길드가 다르게 나타났다. 이러한 결과는 종자로부터 생활사가 시작되는 1년생 식물 종들이 조사 지역을 전체적으로 우점하였기 때문이며, 다양한 길드의 식물들이 혼재하기 위해서는 높이 구배가 있는 미지형이 조성되어야 한다는 것을 의미한다.

핵심용어 : 미지형, 수위, 식물 군락 구성, 습지, 습지출현빈도

Abstract

The purpose of this study is to investigate the effect of micro-topography to vegetation pattern in Dunchon-dong wetland. To characterize the effect of micro-topography, changes in water level and vegetation pattern were monitored from 2007 to 2008. Depending on the relative elevation, the study site was divided into 4 sectors. The relative areas of sectors in ascending order were 11%, 10%, 18% and 24%, respectively. During investigation period, average water pH was 6.10 (±0.13), electron conductivity was 51.5 (±6.0)µS/cm, PO₄-P, NO₃-N and NH₄-N concentration were 0.04 (±0.02)mg/L, 0.14 (±0.07)mg/L, and lower than 0.01mg/L, respectively. Water level was very changeable in low-water season because the area of lowest sector was small. This characteristic increased the effect of difference of accumulated precipitation from March to April in 2007 and 2008 to plant community composition in lower sectors. Different plant guilds dominated respective sectors and annual plants were major dominant species in the study site. This study suggested that the elevation gradients are necessary to create the habitats for various plant guilds in wetland.

Keywords : National indicator range, Micro-topography, Vegetation pattern, Water level, Wetland

1. 서 론

습지는 생산성과 생물다양성이 높고, 홍수조절, 수질정화 및 야생동물의 서식처를 제공하는 등 중요한 기능을 수행함에도 불구하고(Mitsch and Gosselink, 2000; Cronk and Fennessy, 2001), 천이 과정이나 인위적인 간섭에 의해 훼손되거나 소멸되어 왔다(Hong et

al., 2005). 따라서 습지의 보전 또는 복원을 통해 생물다양성을 높게 유지할 수 있도록 관리할 필요가 있다. 이를 위해 서울시에서는 생물다양성이 높거나 자연경관이 수려하여 다양한 생태계를 대표할 수 있는 지역을 생태·경관보전지역으로 지정하여 인위적 훼손 및 개발로부터 보호하고 있으며, 둔촌동 습지는 2000년부터 지정되어 관리되고 있다(The Seoul Metropolis, 2000; The Seoul Metropolis, 2003). 둔촌동 습지는 사

+ Corresponding author : jaegkim@snu.ac.kr

람들이 거주하는 도심 속에 존재하는 대표적인 습지로, 2003년에 습지 복원 및 조성 작업이 있었으며, 그로 인해 다양한 지형이 형성되어 좁은 면적임에도 불구하고 매우 다양한 종들이 서식하고 있다(Jeon et al., 2008).

식물 군락 변화에 관한 여러 선행 연구들에 따르면 환경 조건에 따라 도태되거나 유입 및 유지되는 길드가 결정되기 때문에 식물 길드가 다양하게 유지되기 위해서는 다양한 환경이 필요하다(Coops and Van der velde, 1995; Keddy, 1992; Keddy and Ellis, 1995; Moore and Keddy, 1988). 식물의 정착 및 생육에 영향을 미치는 환경 인자로는 물, 빛, 양분 등이 있으며, 그 중에서 미지형은 상대적 높이 차에 의해 수위에 영향을 미친다(Park et al., 2013). 수위의 차이는 종자 산포 및 식물 생육에 영향을 미치기 때문에 (Kim and Ju, 2005; Ju and Kim, 2009; Hong et al., 2014) 미지형은 식물 군락 형성에 중요한 요소로 알려져 있다. 특히, 종자 발아 및 초기 유묘 시기의 수위는 식물 종의 정착에 직접적인 영향을 미치기 때문에 매우 중요하다(Kim et al., 2013; Huh et al., 2006). 그러나 미지형이 식물 군락 구성에 미치는 영향에 관한 연구는 해외에서는 일부 진행된 반면(Moser et al., 2007), 국내에서는 관련 연구가 미비한 실정이다.

본 연구는 둔촌동 습지에서 2년에 걸쳐 모니터링 되었으며, 미지형에 따른 시기별 수위 변화와 둔촌동 습지 내 우점종의 변화를 조사함으로써 미지형에 따

른 수위 차이가 식물 군락 구성에 어떠한 영향을 미치는지 알아보고자 하였다. 또한, 미지형 구성에 따른 수위 변화 특징을 제시함으로써 도심지 내 단절된 습지 생태계에서 효율적인 수위 관리에 필요한 정보를 제공하고자 한다.

2. 연구 방법

2.1 연구 대상지

본 연구는 서울특별시 강동구 둔촌동 생태·경관보전 지역(N 37°31' , E 127°08')에서 수행되었다(Fig. 1). 둔촌동 습지는 2000년에 보전지역으로 1차로 지정(4,865m²)된 후 2002년에 확대 지정(24,696m²)되었으며, 2003년에 복원 사업을 통해 늪지형 습지와 소택형 습지가 공존하도록 복원 및 조성되었다(Lee, 2007; Jeon et al., 2008). 과거 둔촌동 습지는 산림 저지대에서 용출된 물이 흐르는 물길을 막아 논으로 이용하는 등 유량이 풍부한 지역이었으나 1979년 주변지역의 아파트 조성으로 인해 용출지를 폐쇄하여 복토한 후 밭으로 이용하였다(Han et al., 2003).

둔촌동 습지 내 조사지역은 2003년에 밭으로 이용하기 위해 복토된 토양을 제거하여 습지로 복원되었으며, 높이차(약 50cm)를 통해 다양한 높이를 가진 나지로 조성되었다. 복원 과정 중 둔촌동 습지에 여러 개의 수로가 조성되었으나, 조사지역에 직접적으로 연결되는 것이 없어 지표수의 유입이 제한되었다.

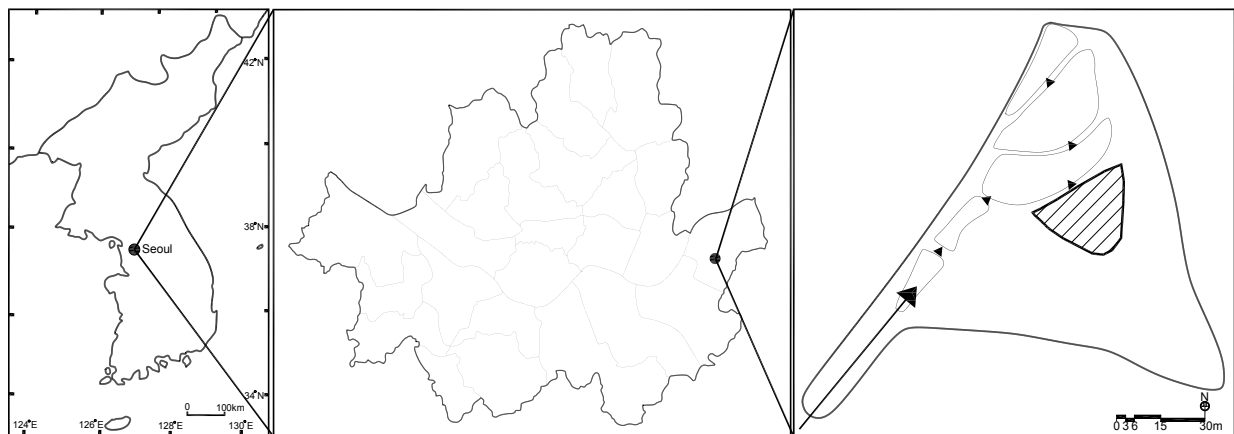


Fig. 1. Location of the study site. The shaded area represent monitoring site. The unshaded area represent pond. The triangle represent direction of waterway.

2.2 조사 및 분석 방법

2.2.1 미지형 분석

미지형은 2007년 5월에 조사 지역을 1m × 1m 크

기로 세분화하여 구역별로 상대 높이를 측정하였다. 수위가 가장 높은 시기에 구역별로 수심을 3번씩 측정하였으며, 가장 낮은 지점을 기준으로 상대 높이를 환산하였다.

2.2.2 수위 및 수환경 조사

조사 지역 중 가장 낮은 지점(A 구역 내)에 관 주변에 미세한 구멍을 뚫어 물이 유입될 수 있는 유입구가 있는 지름 5cm의 수위 측정용관(PVC관)을 땅 속에 묻어 설치하였다. 수위는 2007년 5월부터 2008년 9월까지 월 1회 간격으로 측정하였다. 그리고 수위 측정 시 지표수가 있을 경우 채집하여 수환경 분석을 실시하였다. 수소 이온 농도(pH)는 pH 측정기(Fisher AP 63), 수온, 용존산소량은 DO 측정기(Corning checkmate II), 전기전도도는 전기전도도 측정기(Corning checkmate II)를 이용하여 현장에서 측정하였으며, NO₃-N, NH₄-N, PO₄-P은 채집 후 각각 히드라진비색법(Kamphake et al., 1967), 인도페놀법(Murphy and Riley, 1962), 아스코프린산환원법(Solorzano, 1969)의 방법으로 실험실에서 분석하였다.

2.2.3 토양 산화환원전위 측정

토양 산화환원전위 측정을 위해 백금 전극을 A 구역(설치 지점의 상대 높이: 2.0cm)과 D 구역(설치 지점의 상대 높이: 43.5cm)에 각각 6개씩 총 12개를 10cm 깊이로 설치하였다. 전위는 백금 전극, pH/mV 측정기(Fisher, Model AP63, U.S.A.), 칼로멜 표준전극(Fisher, Cat. No.13-620-259 U.S.A.)를 이용하여 2008년 4월부터 8월까지 월 1회 측정하였으며(Faulkner et al., 1989; Patrick, 1996; Swerhone et al., 1999), 측정값은 온도에 따라 보정하였다(Vepraskas and Faulkner, 2001).

2.2.4 식생 분석

007년과 2008년 5~9월 기간 동안 모든 격자에서 월 1회 식생 조사를 실시하였다. 우점종은 종별 피도를 기준으로 판단하였으며, 구성종의 중요도는 다음과 같은 식을 이용하여 산출하였다.

$$\text{Importance value of species A (\%)} = (\text{rate of (I) (\%)} \times 1.5 + \text{rate of (II) (\%)} \times 1.0 + \text{rate of (III) (\%)} \times 0.5) / 1.5$$

- (I) A종이 우점종일 때 A종 피도의 50%이상인 다른 종이 없는 격자.
- (II) A종이 우점종일 때 A종 피도의 50%이상인 다른 종이 있는 격자.
- (III) A종이 두번째로 피도가 높은 종일 때 A종의 피도가 우점종 피도의 50%이상인 격자.

식물 군락은 1) 식물 유형(plant type) (Lee, 2006), 2) 생육 형태(growth form) (Lee, 2006), 3) 습지출현빈도(national indicator range) (Reed, 1988) 그리고 4) 생활사(plant life cycle) (Lee, 2006)에 따라 8개의 길드로 분류하였다(Table 1). 습지출현빈도는 동일한 종이 목록에 없을 경우 같은 속 식물 중 가장 유사하다고 생각되는 종으로 대체하여 분류하였다. 2008년에 영구 방형구(1m × 1m)를 1개씩 구역별로 추가적으로 설치하였으며, 시기별로 출현 식물 종과 피도 및 군도를 조사하였다.

Table 1. Classification table of guilds

Plant type	Growth form	National indicator range*	Plant life cycles	Guild	
Herbage	Floating and Floating leaved	OBL	Annual plant	G1-1	
			Perennial plant	G1-2	
	other		Annual plant	G2-1	
			Perennial plant	G2-2	
			FACW, FAC, FACU, UPL	Annual plant	G3-1
				Perennial plant	G3-2
Woody plant			G4		
Unidentified plant			etc		

*National indicator range according to 'National list of plant species that occur in wetlands' (Reed, 1988). OBL: Obligate Wetland, FACW: Facultative Wetland, FAC: Facultative, FACU: Facultative Upland, UPL: Obligate Upland.

3. 결과 및 고찰

3.1 미지형

상대 높이 측정 결과 조사 지역을 크게 4개 구역으로 구분하였다(Fig. 2). A 구역부터 D 구역까지 상대 높이는 각각 0~20cm, 10~30cm, 20~40cm, 30~50cm의 범위를 가지도록 구획하였다. 구역별로 상대 높이 범위를 벗어난 부분과 구역 간 인접부분을 제외한 결과 각각의 구역은 조사 지역 면적 대비 약 11%, 10%, 18%, 24%의 면적을 차지하였다. 조사 지역은 수위가 50cm 이상 상승할 경우 배수로를 통해 물이 유출되도록 설계되었으며, 지대가 높은 쪽에서 낮은 방향으로 경사가 완만하게 형성된 오목한 형태로 강수 등에 의해 유량이 유입될 경우 지대가 낮은 A 구역으로 물이 집수되었다. 또한 지대가 낮을수록 상대 면적이 감소하는 형태이기 때문에 전체 유량이 적은 시기에는 유량 변화량에 비해 지대가 낮은 지역의 수위 변화가 상대적으로 큰 특성을 보였다.

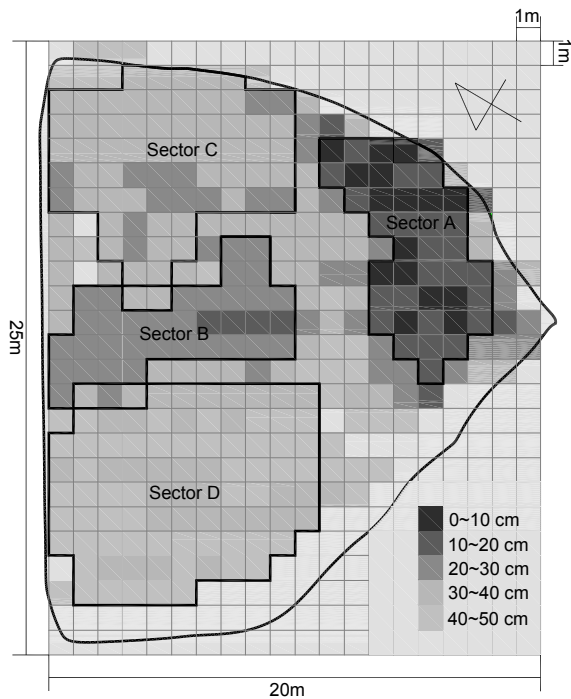


Fig. 2. Micro-topography of the monitoring sites (Distribution of relative elevation in Sector A: 0 ~ 20 cm, Sector B: 10 ~ 30 cm, Sector C: 20 ~ 40 cm and Sector D: 30 ~ 50 cm)

3.2 수환경

조사 기간 동안 pH는 6.10(±0.13), 전기전도도는

51.5(±6.0)µS/cm로 측정되었으며, PO₄-P과 NO₃-N과 NH₄-N은 각각 0.04(±0.02)mg/L, 0.14(±0.07)mg/L 그리고 0.01mg/L 이하로 분석되었다. 조사 항목 모두 측정 기간 동안 시기에 따른 경향성이나 큰 변화폭 없이 일정하게 유지되었다. 둔촌동 습지의 수환경은 목논의 천이 초기 종으로 알려진 골풀의 서식지와 양분이 유사하였으며(Yoon et al., 2011), 부들속 식물들과 큰고랭이, 줄 등이 생육하는 환경에 비해서는 적었다(Kwon et al., 2006; Lee et al., 2005; Lee et al., 2007). 이러한 결과는 조사 지역이 양분적인 측면에서 급격한 변화가 거의 없는 안정적인 환경이고, 대형 수생 식물 종들이 우점하는 습지들보다는 상대적으로 양분이 적다는 것을 의미한다.

서울의 일일 강수량(KMA)과 조사 지역의 수위 변화는 Fig. 3과 같다. 조사 지역의 수위는 강수량에 따라 빠르게 변화하였다. 둔촌동 습지는 과거 산림 저지대에서 용출되는 물을 이용하여 논으로 사용되었던 곳으로(Han et al. 2003), 복원 과정 중 밭으로 사용하기 위해 복토된 토양을 제거한 결과 장마기 이후 인근 산림 저지대에 수량이 풍부할 경우 과거처럼 지하수를 통해 수량이 공급되는 것으로 추정된다. 그 결과 강수량이 적은 3~5월에는 강수량에 따른 수위 변동 폭이 크지만, 장마기 이후 일정 수위 이상으로 높게 유지되는 경향을 보인다. 또한, 조사 지역의 미지형 구조도 강수량에 따른 수위 변화폭에 영향을 미쳤다. A 구역의 경우 조사 지역 면적의 약 11%로 수위가 10cm이하의 낮은 시기에는 A 구역만 채우면 수위가 상승하기 때문에 상대적으로 적은 수량으로 수위가 크게 변화한다. 반면, 수위가 높아 B, C, D 구역까지 침수되어 있는 시기에는 상대적으로 많은 수량이 있어야 수위가 상승한다. 이러한 구조적 특성은 수위가 낮은 시기인 3~4월의 강수량이 조사 지역의 수위에 미치는 영향을 증가시킨 것으로 판단된다.

2007년과 2008년의 3~4월의 누적 강수량은 각각 164.6mm와 92.4mm로 약 1.8배의 차이를 보였다. 강수량 차이와 미지형의 구조적 특성에 의해 2007년에는 평균 수위가 25.0cm(최소 13.0cm, 최대 41.0cm)이었으나, 2008년에는 6.3cm(최소 0.0cm, 최대 17.5cm)로 상대적으로 수위가 낮게 유지되었다(Fig. 3). 해당 기간이 종자가 발아하여 정착하는 초기 생육 시기임을 고려할 때, 이러한 수위 차는 1년생 초본의 종구성과 분포에 큰 영향을 미칠 것으로 추정된다(Kim and Ju, 2005; Ju and Kim, 2009).

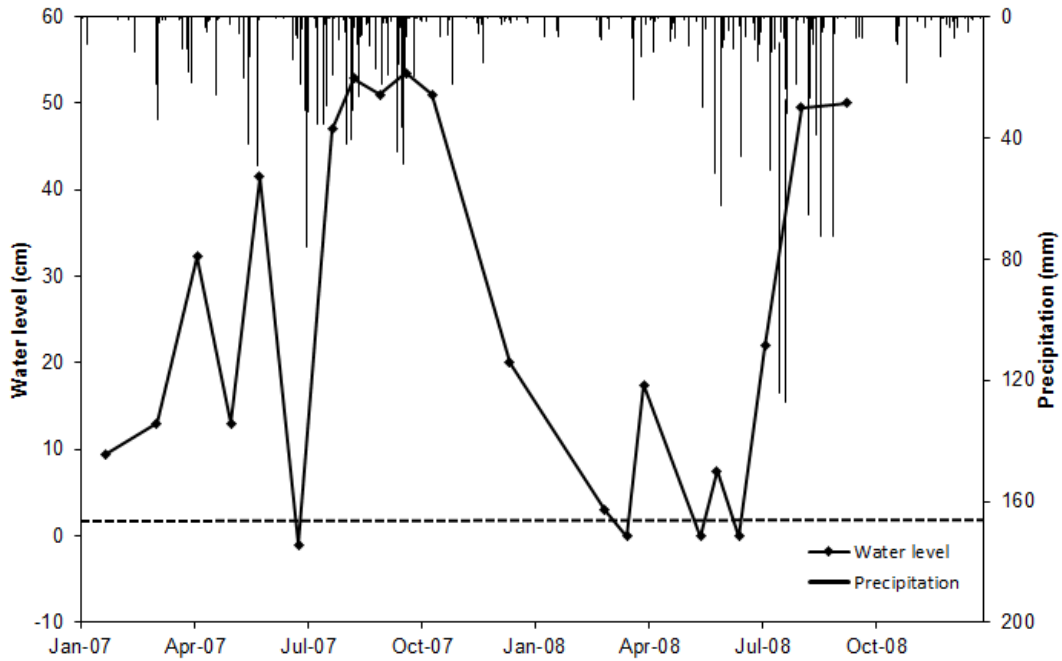


Fig. 3. Water level and precipitation changes (2007~2008). The dashed line indicates relative height of measuring instrument in sector A.

토양 산화환원전위는 토양에 산소 부족 현상이 얼마만큼 있었는지 보여줄 수 있는 값으로써 조사기간 동안 약 -200~700mV의 범위로 큰 폭으로 변화하였다 (Fig 4). 토양에 산소가 부족할 경우 다른 원소들이 환원되기 시작하고, 원소들이 모두 환원될 경우 토양 산화환원전위가 약 -200mV의 값을 가지며, 여러 원소들이 순차적으로 환원 및 산화되기 위해서는 일정 시간이 필요하다(Reddy and Angelo, 1994; Mitsch and

Gosselink, 2000)는 선행 연구 결과를 고려할 때 -200mV 값을 보이는 시기는 침수에 의한 산소 부족 현상이 일정 기간이상 지속되었다는 것을 보여준다. 이러한 결과는 강수에 의해 물이 유입될 경우 빠른 시간 내에 지대가 낮은 구역으로 유량이 이동하기 때문에 수위보다 지대가 높은 구역들의 경우 산소 부족 현상이 나타나지 않는다는 것을 의미한다.

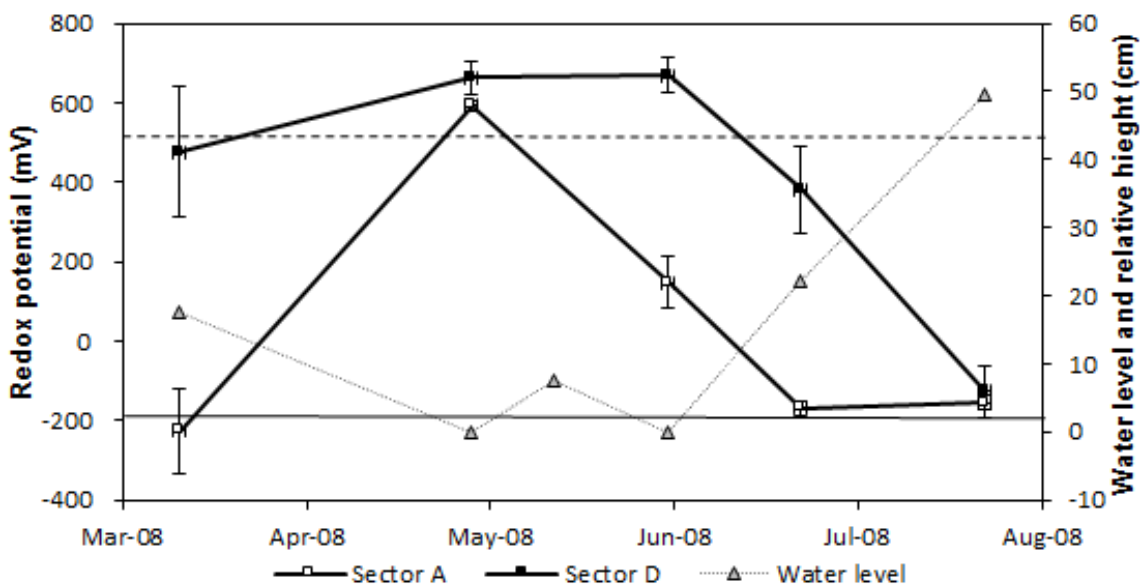


Fig. 4. Changes in redox potential and water level (\pm standard error) in 2008. Redox potential was measured at the relative elevation of 43 cm (sector D) and 2 cm (sector A).

3.3 식생 결과

A 구역의 경우 다년생 식물인 가래가 우점종으로서 넓은 지역을 차지하였으나, 1년생 식물들이 우점한 다른 구역들의 경우, 시기에 따라 우점종이 달라지는 경향을 보였다(Table 2, Fig. 5). 이러한 결과는 다년생 식물은 정착에 성공할 경우 지하경 등의 기관을 통해 양분을 축적하여 시간이 지날수록 환경 변화에 버틸 수 있는 내성이 강해져 중간 경쟁 능력이 증가하는 반면, 1년생 식물은 매년 종자로부터 생활사가 시작되기 때문에 생육 초기 환경 차이에 의한 영향을 크게 받기 때문이다(Mitsch and Gosselink, 2000).

2007년에 비해 2008년은 3~4월 동안 약 20cm 가량 수위가 낮게 나타났으며(Fig. 3), 그 결과 2007년과 2008년의 구역별 식물 길드 구성에 큰 차이를 보였다(Fig. 5). A 구역의 경우 2007년에는 5월부터 가래(G1-2)의 중요도가 100%에서 시간이 지날수록 서서히 감소하는 경향을 보였으나 2008년에는 가래의 생육이 늦게 시작되었고, 사마귀풀(G2-1)이 우점하는 경향을 보였으며, 기생여뀌(G3-1) 등 습지에 크게 의존하지 않는 종들이 정착하는 것이 확인되었다(Table 2). B 구역은 2007년에는 쇠털골(G2-1)에 의해 우점되었으나, 2008년에는 기생여뀌(G3-1), 자귀풀(G3-1) 등이 우점하는 경향을 보였다. 이러한 결과는 수위가 낮아짐에 따라 습지에 의존하는 경향이 높은 길드들의 비율이 상대적으로 감소하였기 때문이다. 대부분

의 습지 식물은 생육 기간 동안 단기적 침수에 대한 적응 기작이 발달하여 있으므로(Satake et al., 2001), 일시적인 수위 변화보다 누적된 수위 변화가 식물 분포에 큰 영향을 미치는 것으로 알려져 있다. 특히, 발아 시기의 수위 환경은 발아하는 종 및 비율을 변화시킨다(Kim and Ju, 2005; Ju and Kim 2009)는 것을 고려할 때 2007년과 2008년 3~4월의 수위 차이가 누적되어 식물 길드 구성에 큰 영향을 미친 것으로 판단된다. 반면, C와 D 구역의 경우 우점종 및 길드 비율에서 큰 차이를 보이지 않았는데, 이는 해당기간 동안 두 구역이 침수에 의한 영향을 거의 받지 않았기 때문이다.

방형구 조사 결과 같은 길드 내에서도 정착하는 구역들이 다르게 나타났으며, 습지출현빈도가 낮은 G3-1의 기생여뀌가 빈도가 높은 G2-1보다 상대적으로 지대가 낮은 구역에서도 정착하는 것이 확인되었다(Table 2). 이러한 결과는 기생여뀌 같은 식물 종은 OBL 식물들보다 침수 환경에 적응하지 못해서 습지출현빈도가 FACW(Reed, 1988)로 결정된 것이 아니라, 생육 가능한 수위 환경 폭이 크기 때문에 습지 의존도가 상대적으로 OBL 식물들보다 낮기 때문이다. 이는 수위 환경에 따른 식물 길드를 보다 세분화하기 위해서는 각각의 식물 종들이 생존할 수 있는 수위 환경 범위에 대한 비교 연구가 필요하다는 것을 의미한다.

Table 2. Vegetation table in monitoring sites (2008), indicated with Braun-Blanquet dominance and sociability.

Guild	Scientific name	Sector A				Sector B				Sector C				Sector D				
		May	Jun	Aug	Sept	May	Jun	Aug	Sept	May	Jun	Aug	Sept	May	Jun	Aug	Sept	
G1-1	<i>Spirodela polyrrhiza</i> (L.) Sch.			3.4														
G1-2	<i>Potamogeton distincuts</i> A.Benn.	4.3	5.5	5.5	2.2													
G2-1	<i>Aneilema keisak</i> Hassk.	1.2	1.2	3.3	3.3	1.1	2.3	1.2	1.2	1.1							+	
	<i>Eleocharis acicularis</i> for. <i>longiseta</i> (Svenson) T.Koyama					5.4	5.5			5.4							2.2	
	<i>Persicaria muricata</i> (Meisn.) Nemoto					1.1	1.1	1.2	1.2	3.3	3.3	2.3	3.3			r	1.2 1.2	
	<i>Persicaria thunbergii</i> (Siebold & Zucc.) H.Gross ex Nakai <i>Alopecurus aequalis</i> Sobol.									3.2	1.1	2.2	1.2			2.2	2.1 2.2 2.3	
G3-1	<i>Persicaria viscosa</i> (Hamilt. ex D.Don) H.Gross ex Nakai	1.1	1.1	3.3	4.3	1.2	2.2	3.2	2.3	2.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.2	+
	<i>Aeschynomene indica</i> L.				+	+	1.1	1.2	1.1	1.2	2.1	2.3	1.2			2.3	3.3 3.4	2.3
	<i>Persicaria lapathifolia</i> (L.) Gray var. <i>lapathifolia</i>								+	2.1	1.1	1.2	1.1			1.1	2.2 1.1	+
	<i>Bidens frondosa</i> L.	+	+													2.2	2.2 1.2	
	<i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.																2.1	
	<i>Gnaphalium uliginosum</i> L.																+	1.2
	<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i> (Thunb.) Ohwi																1.2	+
	<i>Stellaria aquatica</i> (L.) Scop.																	
<i>Rorippa palustris</i> (Leyss.) Besser	+					+												
G3-2	<i>Ixeridium dentatum</i> (Thunb. ex Mori) Tzvelev																+	2, 1
etc	Poaceae	+	1.1	1.1		1.2	1.1	1.1	2.2	2.2	1.1	2.2	1.2		2.3	2.3	2.3	2.3
	Number of plant taxa	6	5	5	4	7	7	6	5	9	7	6	6		11	12	7	6
	Number of guild	3	3	4	3	2	2	2	2	2	2	2	2		3	3	2	2

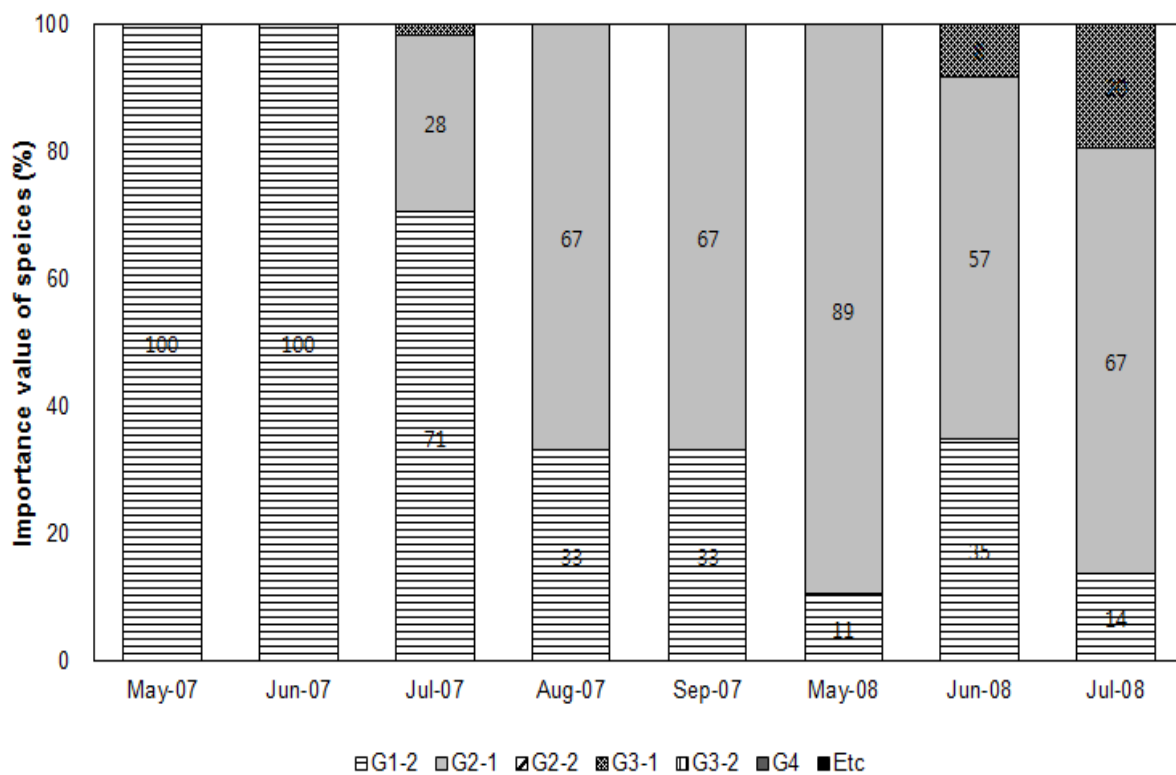


Fig. 5-1. Relative importance value of guilds in sector A.

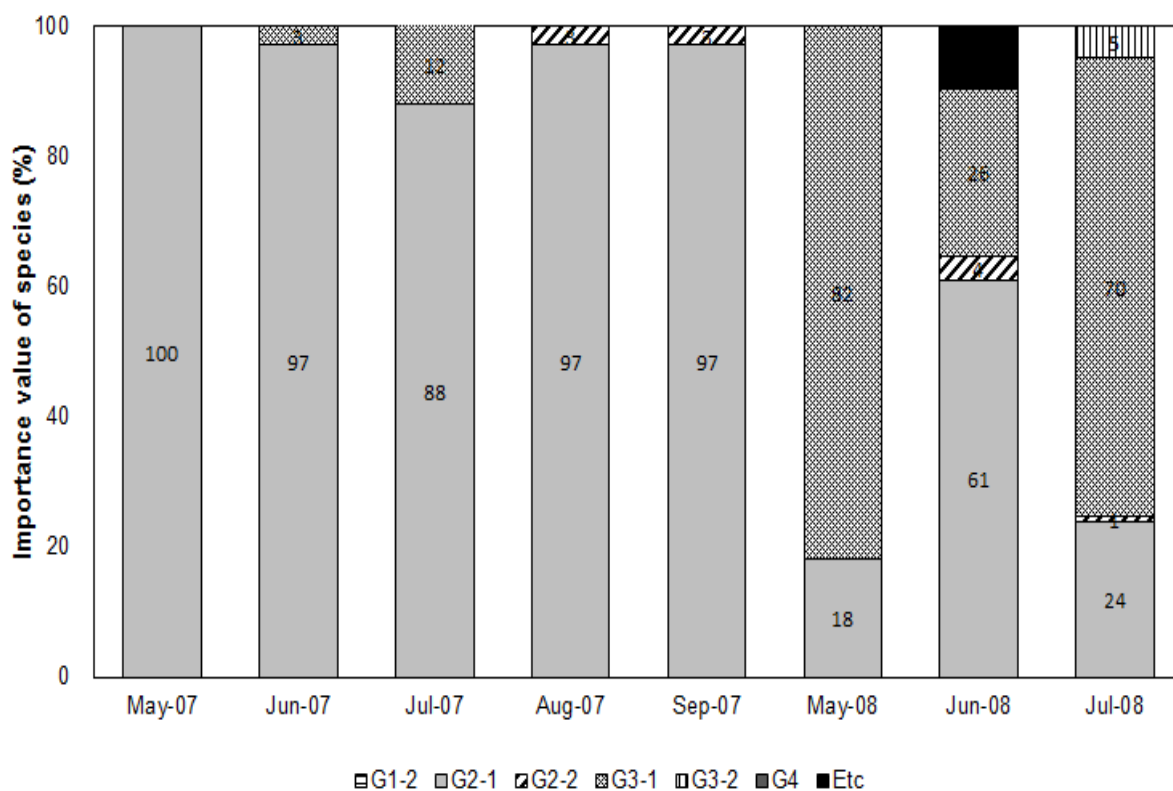


Fig. 5-2. Relative importance value of guilds in sector B.

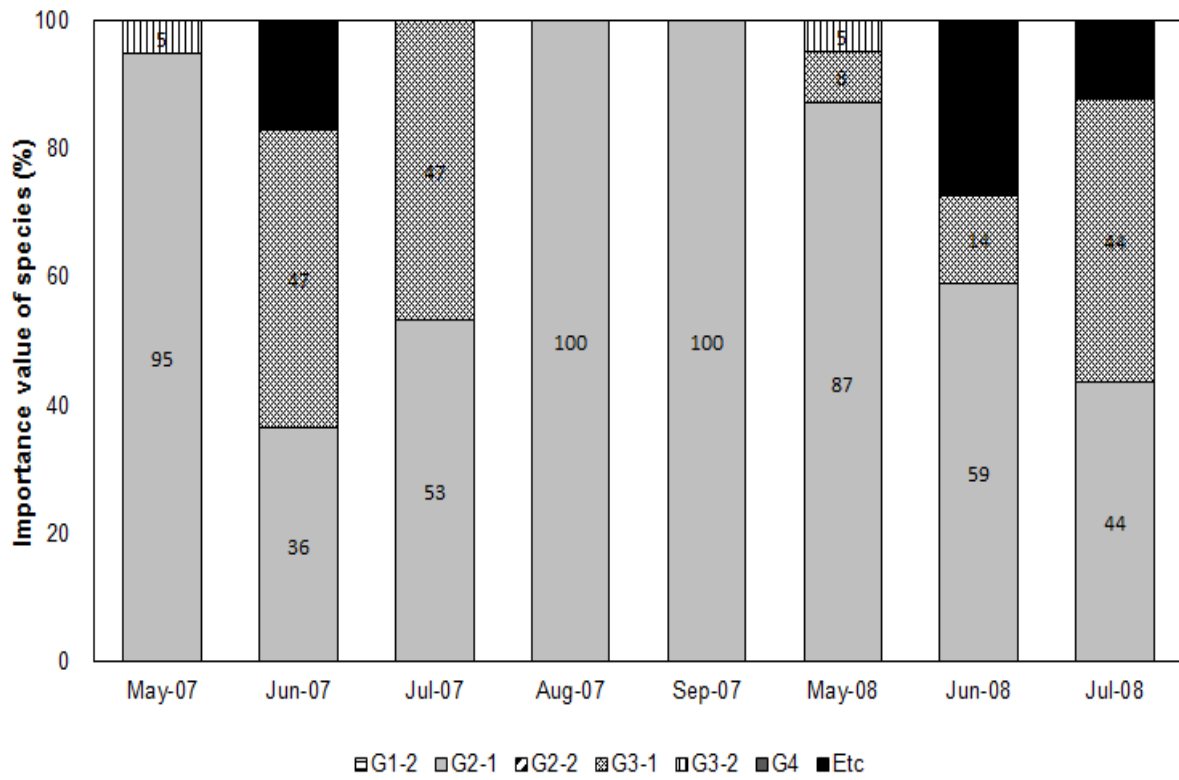


Fig. 5-3. Relative importance value of guilds in sector C

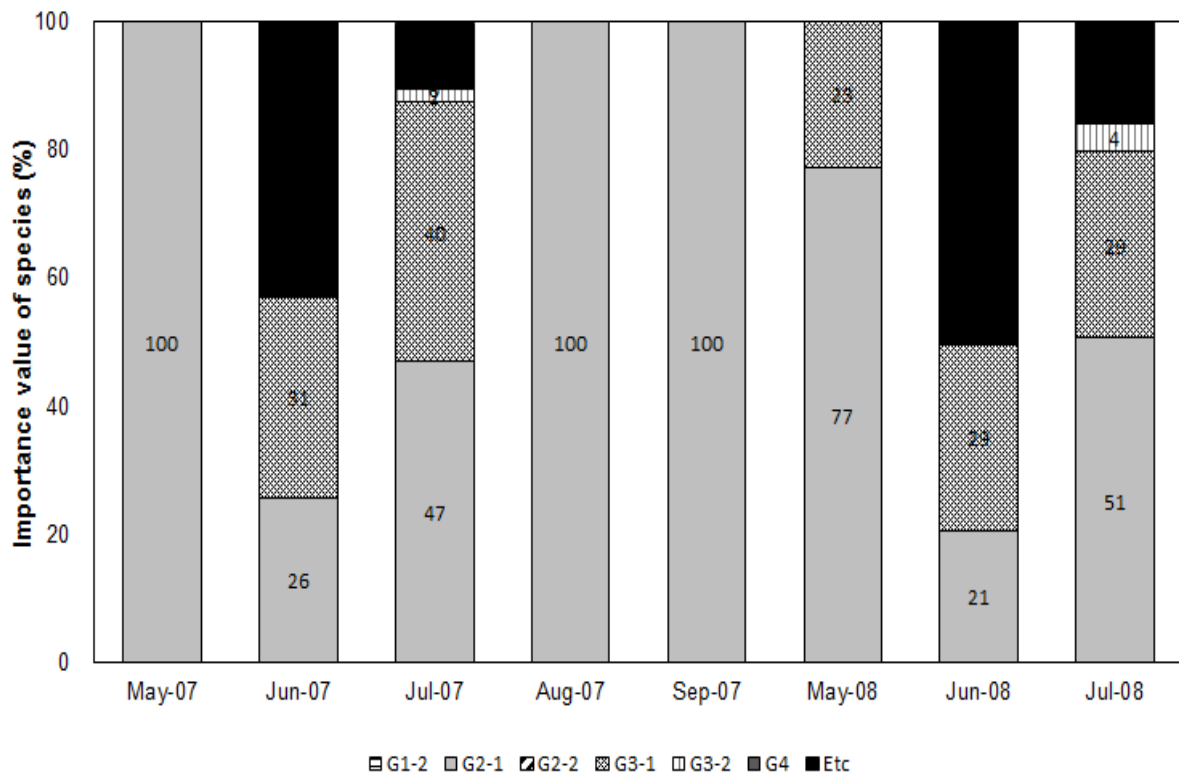


Fig. 5-4. Relative importance value of guilds in sector D.

4. 결론

둔촌동 습지의 조사 지역은 미지형의 높이 차와 수위에 의해 수위 환경 구배가 형성되어 습지 내에 여러 길드의 식물들이 혼재하였다. 약 50cm의 작은 차이에도 지대가 낮은 구역에는 침수 환경에 강한 식물 길드가 우점하였으며, 지대가 높은 구역에서는 습지출현빈도가 낮은 식물들도 정착하였다. 조사 지역은 1년생 식물들이 우점하여 다년생 식물들이 거의 없었기 때문에 종자 발아 및 정착 시기의 수위 환경이 길드 구성에 매우 큰 영향을 미치며, 해당기간의 수위 조건에 따라 해마다 길드 구성이 크게 바뀔 수 있다. 조사지역처럼 연결된 수로가 없어 지표수에 의한 수량 공급이 단절된 지역의 경우, 높이별 면적 비율과 수위 조건에 따라 유입되는 수량에 의한 수위 변화가 크게 다를 수 있으므로, 수위 조절 목적에 맞게 높이별 면적 비율을 조정해야 할 것으로 보인다.

5. 감사의 글

연구를 위해 생태경관보전지역의 출입을 허락해 주신 서울시관계자 분들에게 감사드립니다. 이 연구는 한국연구재단(NRF-2007-313-C00735, NRF-2012R1A1A2001007)과 환경부 “차세대에코이노베이션기술개발사업(416-111-010, 과제명: 습지생태계조성 및 자연생태 회복기술 개발)”의 연구비 지원을 통해 수행되었습니다.

참고문헌

Coops, H and Van der velde, G (1995). Seed dispersal, germination and seedling growth of six helophyte species in relation to water-level zonation, *Freshwater Biology*, 34(1), pp. 13-20.

Cronk, JK and Fennessy, MS (2001). *Wetlands Plants: Biology and Ecology*, Lewis Publishers, Boca Raton.

Cronk, QCB and Fuller, JL (1995). *Plant Invaders: the Threat to Natural Ecosystems*, Chapman & Hall, New York, p. 241.

Ehara, K (1995). Comparative morphological studies on the hop (*Humulus lupulus* L.) and the Japanese hop (*H. japonicus* Sieb. et Zucc.), *J. of the Faculty of Agriculture*, Kyushu University, 10(4), pp. 209-237.

Faulkner, SP, Patrick, WH and Gambrell RP (1989).

Field techniques for measuring wetland soil parameters, *Soil Science Society of America J.*, 53(3), pp. 883-890.

Han, BH, Kim, JH and Hong, SH (2003). The monitoring and ecological restoration concepts of ecosystem conservation area in Dunchon, Seoul, *Korean J. of Environment and Ecology*, 17(3), pp. 242-257. [Korean Literature]

Hong, SG, Gang, HJ, Kim, ES, Kim, JG, Kim, CH, Lee, EJ, Lee, JC, Lee, JS, Ihm, BS, Choung, YS, Choung, HL and Zhao, X (2005). *Restoration Ecology and Engineering: Conservation and Management of Habitats and Ecotope*, Life Science. [Korean Literature]

Hong, MG, Heo, YJ and Kim, JG (2014). The construction and management of artificial wetland using emergent macrophytes for high biomass production, *J. of Wetlands Research*, 16(1), pp. 61-72.

Huh, MK, Choi, JS and Moon, SG (2006). Plant succession and changes on community at flooding area, *J. of Life Science*, 16(7), pp. 1097-1103. [Korean Literature]

Jeon, SH, Nam JM, Choi, H, Ju, EJ, Yoon, JH and Kim JG (2008). Monitoring for wetlands ecosystem conservation and management in Urban -A case study at Dunchon-dong wetland-, *Korean J. of Nature Conservation*, 6(3), pp. 127-142. [Korean Literature]

Ju, EJ and Kim, JG (2009). The Analysis of Soil Seed Bank at Major Wetlands in Nakdong River Basin and Central Korea, *J. of Korean Environmental Restoration Technology* 12(5), pp. 77-91. [Korean Literature]

Kamphake, LJ, Hannah, SA and Cohen, JM (1967). Automated analysis for nitrate by hydrazine reduction, *Water Research*, 1(3), pp. 205-216.

Keddy, PA (1992). Assembly and response rules: two goals for predictive community ecology, *J. of Vegetation Science*, 3(2), pp. 157-164.

Keddy, PA and Ellis, TH (1985). Seedling recruitment if 11 wetland plant species along a water level gradient: shared or distinct response?, *Canadian J. of Botany*, 63(10), pp. 1876-1879.

Kim, JG and Ju, EJ (2005). Soil seed banks at three

- ecological preservation areas in Seoul, *The Korean J. of Ecology*, 28(5), pp. 271-279. [Korean Literature]
- Korea Meteorological Administration (KMA) (2009). <http://www.kma.go.kr/>.
- Kwon, GJ, Lee, BA, Byun, CH, Nam, JM and Kim JG (2006). The optimal environmental ranges for wetland plants: I. *Zizania latifolia* and *Typha angustifolia*, *J. of Korean Environmental Restoration Technology*, 9(1), pp. 72-88. [Korean Literature]
- Lee, BA, Kwon, GJ and Kim, JG (2005). The relationship of vegetation and environmental factors in Wangsuk stream and Gwarim reservoir: I. water environments, *The Korean J. of Ecology*, 28(6), pp. 365-374.
- Lee, BA, Kwon, GJ and Kim, JG (2007). The optimal environmental ranges for wetland plants: II. *Scirpus tabernaemontani* and *Typha latifolia*, *J. of Ecology and Field Biology*, 30(2), pp. 151-159.
- Lee, CB (2006). *Coloured flora of Korea*. Hyangmunsa. [Korean Literature]
- Lee, HJ (2007). *Study on local governance for ecosystem conservation area*, Master's Thesis, Seoul National University. [Korean Literature]
- Mitsch, WJ and Gosselink, JG (2000). *Wetlands (Third ed.)*, John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Moore, DRJ and Keddy, PA (1988). Effects of a water depth gradient on the germination of lakeshore plants, *Canadian J. of Botany*, 66(3), pp. 548-553.
- Moser, K, Ahn, C and Noe, G (2007). Characterization of microtopography and its influence on vegetation patterns in created wetlands, *Wetlands*, 27(4), pp. 1081-1097.
- Murphy, WJ and Riley, JP (1962). A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters, *Analytica Chimica Acta*, 27(1), pp. 31-36.
- Park, J, Hong, MG and Kim, JG (2013). Relationship between early development of plant community and environmental condition in abandoned paddy terraces at mountainous valleys in Korea, *J. of Ecology and Environment*, 36(2), 131-140.
- Patrick, WH, Gambrell, RP, Jr. and Faulkner, SP (1996). *Redox measurements of soils*, Soil Science Society of America and American Society of Agronomy, Madison.
- Reddy, KR and Angelo, EMD (1994). *Soil Processes Regulating Water Quality in Wetlands*, Elsevier science, USA.
- Reed, PB (1988). *National list of plant species that occur in wetlands, Intermountain (Region 8)*, U.S. Department of the Interior, Fish and Wildlife Service, Research and Development, Washington, DC.
- Samways, MJ (1989). Insect conservation and the disturbance landscape. *Agriculture, Ecosystem and Environment*, 27(1-4), pp. 183-194.
- Solorzano, L (1969). Determination of ammonia in natural waters by the phenolhypochlorite method, *Limnology and Oceanography*, 14(5), pp. 799-801.
- Swerhone, GDW, Lawrence, JR, Richards, JG and Hendry, MJ (1999). Construction and testing of a durable platinum wire Eh electrode for in situ redox measurements in the subsurface, *Ground Water Monitoring and Remediation*, 19(2), pp. 132-136.
- The Seoul Matropolis (2000). *Management Master Plan of Ecological Preservation Areas in Dunchon*. [Korean Literature]
- The Seoul Metropolis (2003). *Management Measures and Ecological Monitoring of Ecological Preservation Areas in Dunchon*. [Korean Literature]
- Vepraskas, MJ and Faulkner, SP (2001). *Redox Chemistry of Hydric Soils*, Lewis Publishers, New York.
- Yoon, J, Kim, H, Nam, JM and Kim, JG (2011). Optimal environmental range for *Juncus effuses*, an important plant species in an endangered insect species (*Nannopya pygmaea*) habitat in Korea. *J. of Ecology and Field Biology*, 34(2), pp. 223-235.

- 논문접수일 : 2014년 06월 14일
- 심사의뢰일 : 2014년 04월 20일
- 심사완료일 : 2014년 08월 01일