

Research Paper

담양하천습지의 식생유형과 분포양상

안경환* · 임정철* · 이울경** · 최태봉* · 이광석*** ·
임명순*** · 고영호*** · 서재희**** · 신영규* · 김명진*

국립환경과학원*, 참생태연구소**, 광운대학교***, 국립생물자원관****

Vegetation Classification and Distributional Pattern in Damyang Riverine Wetland

Kyunghwan Ahn* · Jeongcheol Lim* · Youlkyung Lee** · Taebong Choi* ·
Kwangseok Lee*** · Myoungsoon Im*** · Youngho Go*** · Jaehwa Suh**** ·
Youngkyu Shin* · Myungjin Kim*

National Institute of Environmental Research*, Institute of Cham-Ecology**,
Kwangwoon University***, National Institute of Biological Researches****

요약 : 담양하천습지는 영산강 분류에 위치하는 하천습지로서 2004년 습지보호지역으로 지정되었다. 이번 연구에서는 총 30개의 식생자료가 획득되었으며, 총 101종(미동정종 1종)을 포함하는 22개의 식생유형이 구분되었다. 현존식생도는 6개의 범례(하천림, 대상식생, 터주식생, 연안대식생, 습생초원, 개방수역)로 구분되었으며, 습지식생의 면적은 약 35%(386,841.86m²)를 차지하였다. 본 연구 결과 담양하천습지에 분포하는 식물사회는 보호지역 상단에 설치된 물막이보와 상부 유역에 운영 중인 담양댐 등으로 인해 급격한 수환경 변화로 형성된 것으로 유추되었다. 고수부지는 최근까지 경작이 진행되었으나 보호지역 지

First Author: Kyunghwan Ahn, Div. of Natural Environment Research, National Institute of Environmental Research, 42, Hwangyoeng-ro, Seo-gu, Incheon 22689, Korea, Tel: +82-32-560-7553, E-mail: phytosociology@gmail.com

Corresponding Author: Jeongcheol Lim, National wetlands Center, National Institute of Environmental Research, 38, Isan-gil, Ibangmyeon, Changnyeonggun, Gyeongsangnam-do 50303, Korea, Tel: +82-55-530-5527, E-mail: limsu8002@gmail.com

Co-Author: Youlkyung Lee, Institute of Cham Ecology, Gwangmyeong Techno-Park, 60, Haan-ro, Gwanmyeong-si, Gyeonggido 14322, Korea, E-mail: ecorism@gmail.com

Taebong Choi, Div. of Natural Environment Research, National Institute of Environmental Research, 42, Hwangyoeng-ro, Seo-gu, Incheon 22689, Korea, E-mail: tbochoi@korea.kr

Kwangseok Lee, Department of Environmental Engineering, Kwangwoon University, 20, Gwangun-ro, Nowon-gu, Seoul 01897, Korea, E-mail: lks7598@gmail.com

Myoungsoon Im, Department of Environmental Engineering, Kwangwoon University, 20, Gwangun-ro, Nowon-gu, Seoul 01897, Korea, E-mail: my1295@korea.kr

Youngho Go, Department of Environmental Engineering, Kwangwoon University, 20, Gwangun-ro, Nowon-gu, Seoul 01897, Korea, E-mail: goyh26@daum.net

Jaehwa Suh, Div. of Natural Environment Research, National Institute of Biological Resources 42, Hwangyoeng-ro, Seo-gu, Incheon 22689, Korea, Tel: +82-32-560-7553, E-mail: amphibia@korea.kr

Youngkyu Shin: Div. of Natural Environment Research, National Institute of Environmental Research, 42, Hwangyoeng-ro, Seo-gu, Incheon 22689, Korea, E-mail: shingeo@korea.kr

Myungjin Kim: Div. of Natural Environment Research, National Institute of Environmental Research, 42, Hwangyoeng-ro, Seo-gu, Incheon 22689, Korea, E-mail: domyung@daum.net

Received : 12 February, 2016. Revised : 4 March, 2016. Accepted : 23 March, 2016.

정 이후 방치됨으로써 현재와 같은 하천변 휴경작지의 식생경관이 형성되었다. 조사지역 내 환경부 지정 생태계 교란 야생식물인 털물참피가 우점하는 군락이 넓게 발달하고 있으며, 국내 미기재된 새로운 귀화 식물군락인 앵무새깃군락이 관찰되었다. 이들 식물군락들은 나도겨풀군락이 발달하는 환경과 중복되어 그 밖의 유사한 생태적 지위를 가지는 고유식물군락의 서식처를 점유하게 될 것이다. 담양하천습지의 다양한 식물사회들은 인공 시설물 등에 의한 하천환경 변화 및 교란, 훼손에 기인한 것으로 이해된다.

주요어 : 습지보호지역, 털물참피, 앵무새깃, 생태적 지위

Abstract : Damyang riverine wetland was designated as a wetland protected area in 2004; that is located in the Yeongsan river mainstream. Total 30 phytosociological relevés at field studies were classified with 22 vegetation types including of 101 species (unidentified 1 species). Legends of actual vegetation map were separated by 6 types; riparian forest, substitute vegetation, synanthropic vegetation, wet meadow vegetation, open water, an area of wetland vegetation is about 35 % (386,841.86 m²). Results of this study area as follows. The plant society of Damyang riverine wetland was conjectured that it was formed by rapidly water environment change with installed weir on the upstream of protected area and operating of Damyang dam on top of the basin. Until recently, the terrace land on the river was used to cultivate, but that would be formed fallow vegetation scenery on riverfront caused by no cultivation after designated protected area. *Paspalum distichum* var. *indutum* community designated as invasive alien plant by Korea Ministry of Environment was widely developed and *Myriophyllum spicatum* unrecorded in the country as newly alien species was discovered in the study zone. The plants as lapped over developing environment for *Leersia japonica* must be occupied habitat of native plant species having similar niche. The various plant society in Damyang riverine wetland should be developed because of environmental changes, disturbances and damages of stream.

Keywords : wetland protected area, *Paspalum distichum* var. *indutum*, *Myriophyllum spicatum*, niche

I. 서론

습지는 물에 의해 환경이 조절되는 곳으로서 수많은 동·식물들의 생존과 밀접한 관계가 있다(Tiner RW 1984). 즉 생태학적으로 육상생태계(terrestrial ecosystem)와 수생태계(aquatic ecosystem)의 전이대(ecotone)로서 두 생태계의 경계역에 위치하는 공간이다(USDA 1998; Park et al. 2000). 이러한 습지는 다양한 야생생물들의 서식공간 뿐만 아니라 인류에게 풍부한 자연자원과 독특한 경관을 제공함으로써 물질적, 경제적, 심미적 및 교육적 기회를 제공한다. 또한 인류사에 있어 문화의 발달에 습지 역할은 매우 중요하게 기여하였으며, 문명이 시작한 이래 인류는 수많은 문화와 경제적 이익을 습지로부터 얻었다. 하지만 인간은 지속적인 경작지 확보를 위해 습지에 심각한 교란과 훼손, 변형 등을 유도하여 수

많은 습지가 소실되었으며, 지금도 많은 습지가 사라질 위험에 놓여 있다(William & Gosselink 2000). 최근 인류는 자연환경에 대한 인식 변화와 더불어 습지에 대한 국·내외적 중요성을 인식하고 습지의 보호, 보전, 복원, 관리를 위하여 다각적으로 노력하고 있으며, 정부 및 행정 차원에서는 정책기반의 국가적·지역적 관리가 이루어지고 있다.

담양하천습지는 영산강 본류에 위치하는 하천습지로서 식생의 자연성과 다양성을 근거로 2004년에 습지보호지역으로 지정되었다(ME 2016; Ministry of Environment & National Institute of Environmental Research 2004). 하지만 입지적으로 접근성이 양호하고 넓은 둔치가 형성되어 있어 사람들의 이용압력이 높은 곳이다. 이러한 입지적 특성으로 인한 적극적인 토지이용에 의해 본래의 지형은 많이 변형된 상

태이다. 또한 유역 상류지역에 운영 중인 담양댐과 물막이보와 같은 하천 이치수 시설들은 온전한 하천의 구조 및 기능 수행을 차단함으로써 환경변화에 의한 생태계 변화를 유도하고 있다. 현재까지 담양하천습지를 중심으로 한 식생 및 기타 생태계 전반에 대한 연구는 매우 제한적이다. 학술적 연구로서 손명원 등(Son et al. 2013)이 지형학적인 접근으로서 담양하천습지를 지형과 퇴적물 분석으로 22개 생태계 단위로 구분한 바 있으며, 기타 연구는 모두 일반적인 현황 조사에 그치고 있다. 특히 지역생태계 현황을 집약적으로 파악할 수 있는 식물사회학적 접근에 의한 식물유형 분류와 공간분포 분석에 관한 연구는 수행된 바 없다. 장도, 낙동강하구, 서천갯벌, 무제치늪, 물영아리 등의 습지보호지역은 식물사회학적 연구를 통한 지역 생태계의 환경 특성 규명과 함께 환경 교란요소 등 생태계 관리에 중요한 자료로 활용되고 있다. 따라서 본 연구는 담양하천습지의 식물사회학적 유형분류 및 분석과 현존식생도(actual vegetation map) 작성 등을 통한 식생의 공간 분포 특성 분석을 목적으로 하며, 담양하천습지의 보전생태학적 관리 방안과 보호지역의 복원방안 등에 대한 기초정보를 제공하고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 조사지 개황

담양하천습지는 한반도의 남부(35°15'N, 126°54'E)

영산강(국가하천, 136km)의 중류 구간에 위치하며, 행정구역상 전라남도 담양군 대전면, 수북면, 황금면 및 광주광역시 북구 용광동 일부에 걸쳐 있다(Figure 1). 2004년 7월 8일에 국가 습지보호지역으로 지정되었으며(환경부고시 제 2004-111호), 해당 면적은 0.981km²이다.

인근 광주지방기상청(해발고도 75m)의 평년(1981년~2010년) 동안 연평균기온은 13.8℃, 연평균강수량은 1,391.0mm으로 최난월은 26.2℃로 7월이며, 최한월 0.6℃로 1월이다(KMA 2015, Figure 1).

2. 조사방법

현장 식생조사는 2009년에 총 3계절(4.22-4.23, 6.30-7.3, 10.28-10.30)에 걸쳐 이루어졌다. 봄철에는 현존식생도 작성을 위해 범례 설정과 지도 작성, 식물상 분석 등의 기초 연구가 중점적으로 이루어졌다. 여름철에는 현장 식생조사표의 획득과 현존식생도의 보완과 식물상 분석 등이 이루어졌으며, 가을철에는 현존식생도를 포함한 최종 보완작업을 중점 시행하였다.

현장 식생조사는 Z.-M. 학파(Zürich-Montpellier school)의 전통식물사회학적 조사방법(Braun-Blanquet method; Braun-Blanquet 1965; Becking 1957; Mueller-Dombois & Ellenberg 1974; Kim & Lee 2006)에 따랐다. 현장 식생조사는 식생연구에 맞도록 식물상 정보(floral data)와 환경 정보(environmental data)를 구분하여 기재하도록 개발

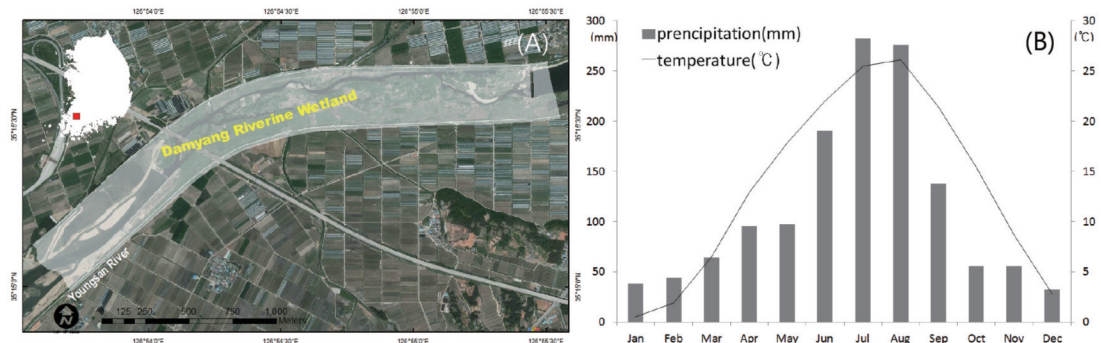


Figure 1. Geographical location (A) and normal monthly climate graph at the nearest meteorological observatory at Gwangju regional meteorological administration (B) of Damyang riverine wetland

된 현장조사표를 이용하였으며, 총 30개의 현장식생 자료(relevé)가 획득되었다. 식물상 정보는 현장에서 식생구조를 파악하여 각 층별로 출현식물종을 정성·정량적으로 기재하였다. 식물상에 대한 양적 기재는 수리분석(numerical analysis)에 유리하도록 1~9까지의 순위척도(ordinal scale)인 9계급의 통합우점도(combined cover-abundance scale; Westhoff & van der Maarel 1973)로써 표현하였다(Kim & Lee 2006). 현장에서 조사된 식생자료를 토대로 실내에서 표작업(table work)을 통한 군락분류가 이루어졌으며, 각 식생형 또는 단위에 대해서는 분류체계¹⁾에 대한 고찰을 수행하였다(Ahn 2010; Lee 2004; Miyawaki et al. 1994; Miyawaki & Okuda 1990; Miyawaki 1967). 분류된 식생단위는 수리분석을 통한 통합분류방법(hybrid sorting method; Becking 1957)으로 군락분류의 정밀도를 높였으며, 공간적 분포에 영향을 미치는 환경특성을 분석하였다. 이상의 분석을 위해 RIM(Kim & Kim 2006), SYN-TAX 2000(Podani 2001), MS-Excel(Microsoft corp. 2010) 등 다양한 프로그램이 이용되었다.

$$NCDi = \frac{\sum Ci}{N} \times \frac{n_i}{N} \quad (C_{min} \leq NCD \leq C_{max})$$

$\sum Ci$: 식생단위(군락/군집) 내의 i 종의 피도 적산값

N : 전체 조사구 수

n_i : i 종이 출현한 조사구수

$$rNCDi = \frac{NCDi}{NCD_{max}} \times 100$$

$NCDi$: 대상 식생단위에 대한 i 종의 기여도

NCD_{max} : 대상 식생단위 내의 기여도 최대값

식생단위에 대한 비교, 검토는 기여도(NCD: Net Contribution Degree)와 이를 이용하여 정량적 상대값을 나타내는 식물종의 백분율 상대기여도(rNCD: relative Net Contribution Degree)로 이루어졌다(Kim & Manyko 1994). 식물종의 기준명은 이우철(Lee 1996a, 1996b)에 따랐으며, 누락된 종은 박수현(Park 1995, 2001)에 따랐다.

현존식생도(actuall vegetation map)는 현존하는 식생의 공간적 분포양식을 나타낸 입지도(立地圖)로서 현재 토지이용 방식에 대한 빠르고, 정확한 식생

학적 공간분석을 포함한 토지개발, 관리, 보전 등에 다양하게 이용될 수 있다(Kim & Lee 2006). 현존식생도는 국립지리원에서 발행한 수치지형도(1:5,000, 2009년 제작)와 상관확인이 가능한 항공사진(1:800, 2008년 1월 촬영; Daum map 2009, 2015)을 보조 자료로 활용하여 최종 완성되었다. 식생법례는 현장 선행답사를 통해 β -수준에서 9개로 결정되었으며, 하도 내의 습지보호지역에 해당되는 공간을 대상으로 GPS(Garmin Vista Cx 한글판; 오차범위 10m 이내)를 적극 이용하여 정밀도를 최대화하여 제작하였다. 현존식생도 최종 분석 및 도면화는 실내에서 ArcGIS ver. 9.2(ESRI inc. 2006) 프로그램으로 이루어졌다.

III. 결과 및 고찰

1. 식생유형의 다양성

담양하천습지 보호지역 내 식생유형은 총 30개의 식생자료를 이용하여 총 101종(미동정종 포함)으로 구성된 12개의 식물군집과 10개의 식물군락으로 구분되었다(Table 1). 각 식생형들은 입지환경에 따라 범람을 경험하는 습지식생(wetland vegetation)과 인위적인 인간간섭에 의해 유지되는 대상식생(代償植生, synanthropic vegetation)으로 구분하였다. 습지식생은 수분구배에 따라 하변연목림(riverine softwood forest: 3개), 습지추이대 식생(upland: 2개), 연안대식생(littoral zone: 9개), 원수대식생(limnetic zone: 3개), 대상식생은 조림식생(afforestation: 3개)과 터주식생(ruderal vegetation: 2개)으로 나누어진다(Ahn 2010; Lee & Kim 2005; Lee 2004; Miyawaki et al. 1994; Miyawaki & Okuda 1990; Miyawaki 1977).

1) 식생의 분류체계(syntaxonomical hierarchy)는 고유의 속성을 가지는 군집(association), 군단(alliance), 군강(order), 군목(class) 등의 식생단위(syntaxonomical unit)의 서열로서 각 식생단위는 국제식생명명규약(International code of phytosociological nomenclature)을 적용하여 명명된 것이며, 군락(community)은 서열상 위치가 정해지지 않은 불특정 식생단위이다(Kim 2006; Weber et al. 2000).

습지식생(wetland vegetation)은 하천습지인 본 연구지역에서 가장 중심이 되며, 수분 조건에 따라 연중 일정한 수심이 유지되는 원수대(limnetic zone) 식생과 지속적인 파랑과 연중 일회 이상의 범람을 경험하는 연안대(littoral zone) 식생, 중수위 이상에 위치하는 습지추이대(uplands) 식생 및 하변연목림(riverine softwood forests)으로 구분된다(Figure 2).

하변연목림은 하천 중상류지역에서 유속에 의한 물리적 교란의 영향이 큰 입지에 흔히 관찰되는 갯버들-달뿌리풀군집(Phragmito-Salicetum gracilistylae Lee 2004), 물리적 교란이 약해지는 하천 중류의 중수위 이상의 수변부에 분포하는 선버들-이삭사초군집(Caricis-Salicetum subfragilis Ahn 2009), 하천 단면적으로 가장 안정된 입지에 주로 발달하는 왕버들-갈풀군집(Phalarido-Salicetum chaenomeloidetis Lee 2004)으로 구분되었다. 갯버들-달뿌리풀군집은 연구지역에서 상류지역에 위치한 물막이보 하부 일대에서만 분반(patch) 상으로 발달하고 있다. 단면적으로 수변부 함몰지형에 분포하고 있으며, 토성은 점토를 포함하는 사질토로서 연중 범람시 빠른 유속을 경험하는 입지에 발달하고 있다. 이러한 분포적 특성은 강우시 하천 수량 증가에 따라 물막이보를 월류(overflow)하는 물이 상대적으로 빠른 유속을 가짐으로써 상류지역 하천 환경특성을 형성하기 때문인 것으로 판단된다. 특히 빠른 유속에 의한 강한 물리적 교란은 식생 분포를 결정짓는 중요 요소로 작용되기 때문이다(Forrestel 2013).

선버들-이삭사초군집은 과거 경작행위 등의 인위적 또는 자연적 교란에 노출된 입지로서 연중 집중강우시 중수에 의한 범람을 경험하는 입지에 분포한다. 조사지역 내에서 연목림을 대표하는 식생형으로서 토양은 점토가 우세하지만 모래를 소량 포함하고 있다. 본 군집은 선버들군목(Salicetalia subfragilis Lee 2004)을 상급단위로 하며, 장기적으로 선버들-갈풀군단(Phalarido-Salicetion subfragilis Lee 2004)의 하위단위로 진행이 예상되는 습생 이차림으로서 선버들-갈풀군집(Phalarido-Salicetum subfragilis Lee 2004)으로 발달할 것이 예상된다. 왕버들-갈풀군집은 지리적으로 한반도 중부 이남에 주로 관찰되는 식생형으로 토양 내 부영양화 입지의 선호종들(한삼덩굴, 쇠별꽃, 소리쟁이, 쇠무릎 등)의 기여도가 높게 나타난다. 입지적으로 선버들-이삭사초군집에 비하여 보다 안정된 곳에 발달하고 있으나, 대부분 파편상으로 존재하거나 단편적으로 분포하고 있다.

습지추이대에 발달하고 있는 물억새-갈풀군집(Phalarido-Miscantheum sacchariflori Lee 2004)과 이삭사초군집(Caricetum dimorpholepidis Ahn 2009)은 고수위부에 분포한다. 물억새-갈풀군집은 이삭사초군집에 비해 상대적으로 건조하지만 범람시 침수와 유속을 경험하는 입지에 주로 발달하고 있다. 흔히 이삭사초군집에 인접하여 발달하지만, 연안대 식생과 더불어 발달하기도 한다. 주로 터주성 식물종의 기여도가 높게 나타나며, 둔치의 경작 후 방치된 곳 중에서 약습한 곳에 분반상으로 분포하는 특성이

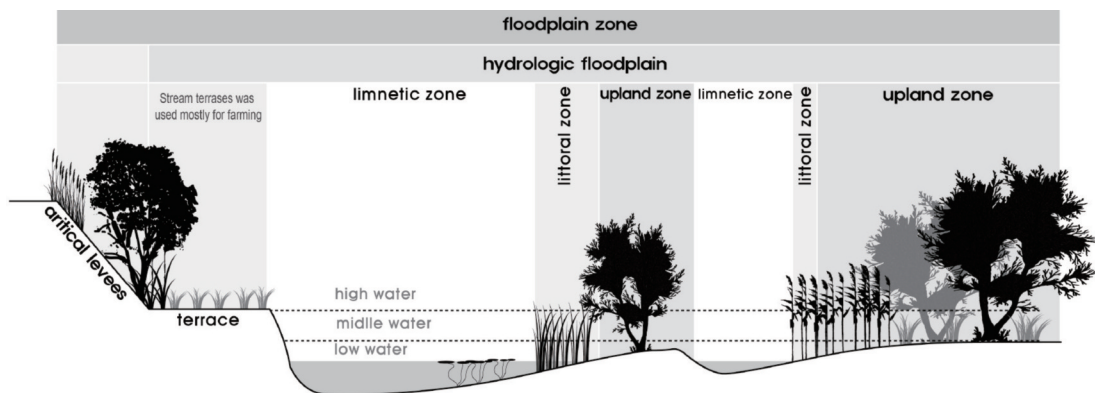


Figure 2. A schematic diagram shows zonation in Damyang riverine wetland (Ahn 2010; Kim 2009)

있다. 이삭사초군집은 하천변 휴경작지를 대표하는 식생단위로서 이삭사초의 생태 및 형태적 특성에 의해 개체간의 간격이 넓어 주변 다른 식물의 침투와 식물군락의 확산에 취약하다. 따라서 범람에 의해 침수를 경험하는 중·고수위부에 발달 및 유지되고 있으나, 상대적으로 침수 빈도가 높은 저수위부에서는 털물참새피군락이 이삭사초군집의 서식처를 점유하여 보다 우세하게 나타난다. 연안대에는 달뿌리풀이 우점하는 달뿌리풀군락(*Phragmites japonica* community)과 달뿌리풀-갈풀군락(*Phalaris arundinacea-Phragmites japonica* community), 줄군집(*Zizanietum latifoliae* Lee 2004), 애기부들군집(*Typhetum angustatae* Lee 2004), 고마리-미나리군집(*Oenanthe-Polygonetum thunbergii* Lee 2004), 명아자여뀌군집(*Persicarietum nodosae* Lee 2004), 나도겨풀군집(*Leersicetum japonicae* Lee 2004) 및 털물참새피군락(*Paspalum distichum* var. *indutum* community)과 앵무새깃군락(*Myriophyllum aquaticum* community)이 분포하고 있다.

달뿌리풀군락은 제방사면을 중심으로 약건(弱乾)에서 과건(過乾)의 입지에 주로 분포하고 있으며, 달뿌리풀-갈풀군락은 주기적·비주기적 범람과 유속을 경험하는 입지로서 과습(過濕)의 저수위부에서 약건의 고수위부까지 발달하고 있다. 달뿌리풀군락은 달뿌리풀군집(*Phragmitetum japonicae* Minamikawa 1963)과 동일한 진단종을 가지나, 전술의 식생단위가 하천 상류지역의 유속이 빠른 입지에 발달함으로써 본 군락과의 생육입지의 동일성이 인정되지 않아 군락으로 구분하였다. 그러나 종조성에 의해 식생분류 체계상 이들 군락의 상급단위는 갈풀-미나리군단(*Oenanthe javanicae-Phalaridion arundinaceae* Miyawaki et Okuda 1972)에 귀속될 것으로 판단된다.

줄군집은 남한지역을 비롯한 온대지역의 정수역 진연안대(eulittoral zone)에 넓게 분포하는 다년생 고경초본의 식생단위로 갈대군단(*Phragmition* W. 01926)에 귀속된다. 연구지역에서 줄군집은 유속이 느리거나 매우 느린 배후습지성 입지로서 주하도 이외의 정체된 하도의 정체수역에 주로 발달하고 있다. 연안대의 주요 우점 식생형으로서 애기부들군집 대

상지역 내에서 분반상으로 분포하며, 단면적으로 저수위의 진연안대에서 고수위의 습지추이대까지 약습하거나 과습한 수분조건의 입지에 분포한다. 본 식생형의 진단종인 애기부들은 담수에서 토양 내 염분이 비교적 높은 입지까지 분포역이 넓으며, 토양 내 다량의 부유물질이 포함된 하도 내 정수역이나 휴경논에 주로 분포한다. 특히, 애기부들이 우점하는 식물군락은 우리나라 하천 내에서는 물막이보 등에 의해 보 상부에 다량의 오염물질이 축적된 입지의 진연안대에 흔히 관찰되며(Lee 2004), 본 조사지역 내에서도 이러한 환경특성을 반영하는 입지이다. 상급단위는 갈대군단(*Phragmition* W. Koch 1926)으로 본 지역 내에서는 주로 둔치의 수분조건이 양호한 휴경작지에서 쉽게 관찰된다. 고마리-미나리군집은 남한 지역 수변부 진연안대에 발달하는 일년생 식생단위로서 조사지역 일대의 저수위부에 흔히 분포한다. 본 군집의 상급단위는 고마리-명아자여뀌군단(*Persicarion nodoso-thunbergii* Lee 2004)으로서 수위변화에 큰 영향을 받는 입지로 수분조건은 약습에서 과습까지 연중 변화가 크다. 고마리-미나리군집과 유사한 입지적 특성을 가지는 명아자여뀌군집은 고마리-명아자여뀌군단(*Persicarion nodoso-thunbergii* Lee 2004)에 귀속된다. 토양이 퇴적되고 물이 부딪히는 수층부의 자갈사주의 전면에 주로 발달한다. 토양환경은 유기물을 포함하고 있는 점토와 자갈과 모래를 다량 포함하고 수위로는 저수위부로서 지속적인 파랑 및 증수, 침수 등에 노출되어 있다.

나도겨풀군집은 유속이 느리거나 정체된 하천 또는 호소성 습지의 진연안대 식생단위로서 대상지역 내에서 소규모 분반상으로 분포하며, 상급단위는 미결정이다. 흔히 정체되는 자연습지 시스템에서 높은 빈도와 피도로 대상(zonation)분포하는 식물군락으로 진단종인 나도겨풀은 수변부 토양에 뿌리를 고정시켜 식물체의 지상부를 수면에 띄우거나 주변으로 확장해 가는 생태적 특성을 가진다. 하지만 연구지역에서는 인위적인 교란과 훼손 등으로 유사한 생태적 특성을 가지는 외래식물들(하술의 털물참새피와 앵무새깃)로 대체되고 있으며, 털물참새피가 구성식물종으로 관찰되고 있어 향후 털물참새피군락으로 천

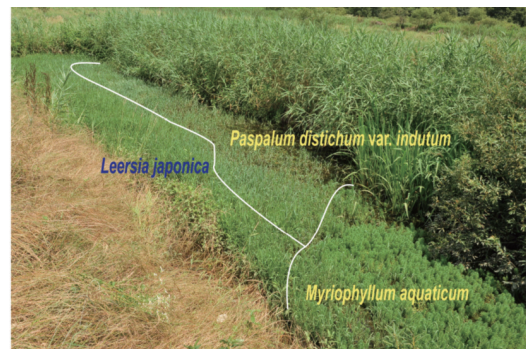
이가 진행됨에 따라 분포 면적은 더욱 감소할 것으로 판단된다(Figure 3).

다년생 외래초본식생인 털물참새피군락과 앵무새깃군락은 조사지역의 저수위의 수변부와 둔치의 휴경작지까지 다양한 입지에 우점적으로 분포하고 있다. 다만 앵무새깃군락은 매우 제한적 또는 단편적인 지역에 분포하고 있다. 털물참새피와 앵무새깃은 북아메리카가 원산지인 귀화식물이며, 국제적으로 매우 심각한 생태계 교란종으로 분류(GISD 2009; USDA & NRCS 2009)되고 있다. 수변부에 뿌리를 고정하고 게릴라식 번식전략을 가지는 다년생 식물로서 앵무새깃은 털물참새피보다 수중에 가까운 호소성의 입지에 발달하고 있다. 하도 내 정수역과 휴경작지 뿐만 아니라 인근 농로, 수로 등의 수분조건을 만족하는 교란된 호소성 입지에 높은 빈도로 관찰된다. 앵무새깃은 원예 목적으로 도입된 관상용 식물종이었으나, 최근 남부지방을 중심으로 간헐적인 분포가 관찰되고 있는 탈출종(ergasiophygyten)이다. 일본에서는 귀화식물로서 관리되고 있으며, 특정지역에서 대량번식하여 단순우점 형태로 고유식생을 밀어내기 때문에 국내에서도 지속적인 관심이 필요한 식물종이다. 이들 두 식물종은 유사한 생태적 지위(niche)를 가지면서 고유식물(특히, 나도겨풀군락)의 서식 공간을 침투하고 있어 장기적으로 습지생태계의 고유경관과 구조에 심각한 영향을 줄 것으로 예상된다. 한편, 털물참새피는 환경부 지정 생태계 교란 야생동·식물로 지정되어 있다. 원수대는 노랑

어리연꽃군집(Nymphoidetum peltatae Lee 2004), 마름군집(Trapetum inumai Lee 2004) 및 이삭물수세미군락(Myriophyllum spicatum community)이 발달하고 있다. 노랑어리연꽃군집은 다년생 부엽식생(floating-leaf vegetation)으로 남부 지역의 정수역 또는 호소성 입지에 주로 발달하며, 대상지역에서는 수심 0.7 m 내외의 배후성 서식환경에서 관찰된다. 본 군집은 우리나라의 중부 이남에서 주로 관찰되며, 일본에서는 어리연꽃이 보다 우세한 것으로 나타나고 있다(Lee 2004). 본 군집은 다년생초본식물로 구성된 식물사회로서 습지보호지역 내에서 대홍수를 주기로 양적으로 증가 또는 감소가 반복되는 것으로 판단된다. 동북아 온대지역을 비롯한 남한 전역에서 주로 관찰되는 마름군집은 연구지역에서도 유속이 느리거나 정체된 원수대의 대표 식생형이다. 상급단위는 이삭물수세미군단(Myriophyllion spicati Lee 2004)으로 노랑어리연꽃군집과 토양환경은 유사하며, 시간과 수질 및 수위 변화 등에 따라 애기마름군집(Trapetum incisae Lee 2004)이 관찰되는 계절적 식생형으로 판단된다(Lee 2004). 또한 전술의 노랑어리연꽃군집에 비해 생태적 분포범위가 넓으며, 정착 및 확장, 생육 속도가 빨라 본 조사지역 내에서 하절기를 중심으로 대규모로 관찰된다. 이삭물수세미군락은 침수식물군락(submerged plants community)으로 평균수심 0.5m의 유속이 매우 느린 배후습지성 입지에 발달하고 있다. 이삭물수세미-검정말군집(Hydrillo-Myriophylletum spicati



(A)



(B)

Figure 3. Pictures are showing the shape Parrot feather (A, *Myriophyllum spicatum*) and competition between three plant communities in littoral zone (B)

Lee 2004)과 서식처의 유사성이 인정되며, 본 입지에서는 진단종(검정말; *Hydrilla verticillata*)이 관찰되지 않는다.

대상식생(substitute vegetation)은 인공식재 기원의 아까시나무군락(*Robinia pseudo-acacia* community), 가중나무군락(*Ailanthus altissima* community), 왕대군락(*Phyllostachys bambusoides* community)과 지속적인 교란으로 유지되는 터주식생형의 띠군락(*Imperata cylindrica* community), 쑥군락(*Artemisia princeps* community) 등 5개의 식생유형으로 구분되었다. 주로 습지의 가장자리와 습지 내에서 완만하게 돌출되었거나 건조한 지역에 주로 발달하고 있으며, 특히 하천 제방부를 비롯한

인위적 교란과 간섭이 유지되고 있는 입지에 발달하고 있다. 아까시나무군락을 제외하고는 수환경 변화에 대한 직접적 영향이 거의 없으며, 접근성이 유리한 건생 입지로서 인접한 식물군락의 유출입에 의한 다양한 종조성을 가진다. 특히 검달맞이꽃, 돼지풀, 개망초 등과 같은 귀화식물 또는 터주식물(ruderal species)의 기여도가 높은 것이 특징이다.

2. 환경에 따른 식물군락의 분포

본 연구에서 획득된 30개 식생자료로부터 22개의 식생형이 구분되었으며, 이 중에서 17개의 습지식생형을 구성하는 식물종의 백분율 상대기여도(rNCD) 값을 이용한 좌표결정이 이루어졌다(Figure 4). 좌표

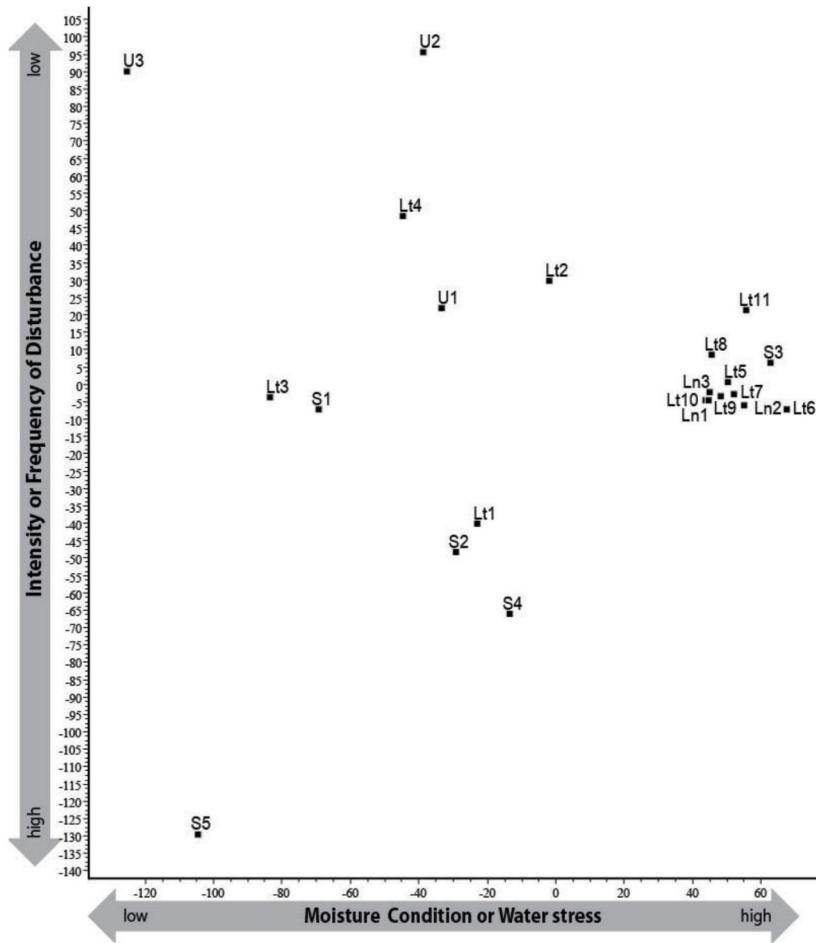


Figure 4. PCoA (Principal Coordinates Analysis) scatter-plot of the 30 relevés based on the vegetation composition in the sites (Refer to Table 1 for finding information of labels)

결정은 구성하는 식물상 분석을 통해 환경과의 상호 관계를 이해는 간접분석(indirect analysis)인 PCoA (Principal Coordinates Analysis)가 이용되었다. 좌표결정된 결과는 식생유형의 환경요소(미세지형, 주변토지이용, 수분조건, 교란요소 등)와 상호 비교하여 식물군락과 환경요소 간 상호관계에 대한 경향성을 분석하였다. 제1축의 고유값(eigenvalue)은 18.39, 제2축의 고유값은 12.56을 나타내었다. 제1축의 환경 경향성은 토양수분환경 또는 수분스트레스에 대한 것으로 수위변화나 강수량 증감 또는 유속의 경험이 좌표 결정에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 즉 좌측은 상대적으로 건조하거나 유수시 수평적 영향을 거의 받지 않거나 적은 유형이며, 우측은 토양 내 수분함량이 포화상태로 유지되어 수분 스트레스를 강하게 받거나 연중 수직, 수평적인 유수의 영향을 경험하는 식물군락들이다. 제2축은 현재 서식 환경에 대한 인위적, 자연적 교란의 빈도와 강도로서 축의 상측은 식생의 기원이 인위적일지라도 비교적 자연적 교란만이 강한 입지에 발달하는 식물군락이며, 하측은 인위적, 자연적 교란 모두 강하게 적용되는 곳에 발달하는 식물군락인 것으로 분석되었다.

3. 식생의 공간분포 특성

담양하천습지보호지역 내 식생의 공간 분포의 경

향성을 알아보기 위해 현존식생도를 제작하였으며, 범례는 현장에서 획득된 식생정보와 식생유형분류에서 구분된 22개 식생단위를 기반으로 결정되었다. 현존식생도 작성 기준 시점은 2009년 7월 1일이며, 현존식생도에 대한 정밀보정을 위해 2008년 1월 항공사진(Daum map 2009)이 적극 활용되었다.

담양하천 습지보호지역은 전반적으로 상부의 물막이보에 의해 망상하천의 구조를 나타내며, 이로 인해 주하도 외에 소규모의 수역이 산재되어 있다. 모두 6개의 범례(하천림, 대상식생, 터주식생, 연안대식생, 습생초원, 개방수역)로 구분되었으며, 조사시점과 수환경 변화에 따라 구조와 규모를 달리하는 원수대 식생은 변동성을 가지기 때문에 개방수역에 포함하였다(Table 1, Figure 5).

습지보호지역 내에서 가장 넓게 분포하고 있는 습지식생은 약 35%(386,841,86m²)이며, 그 중에서 달뿌리풀-갈풀군집, 줄군집 등은 약 26%(282,770,10m²)로 가장 넓게 우점하고 있었다. 담양하천습지에서 가장 넓은 면적에 분포하는 식생형은 인위적, 자연적 교란이 지속적이거나 빈번한 중고수위부에 발달하고 있는 터주식생과 대상식생이며, 약 50%를 차지하고 있었다. 선버들-이삭사초군집으로 대표되는 하천연목림(80,855m², 7.35%)은 연구지역의 중·상류부에 집중적으로 분포하는 경향성을 나타내고 있었다.

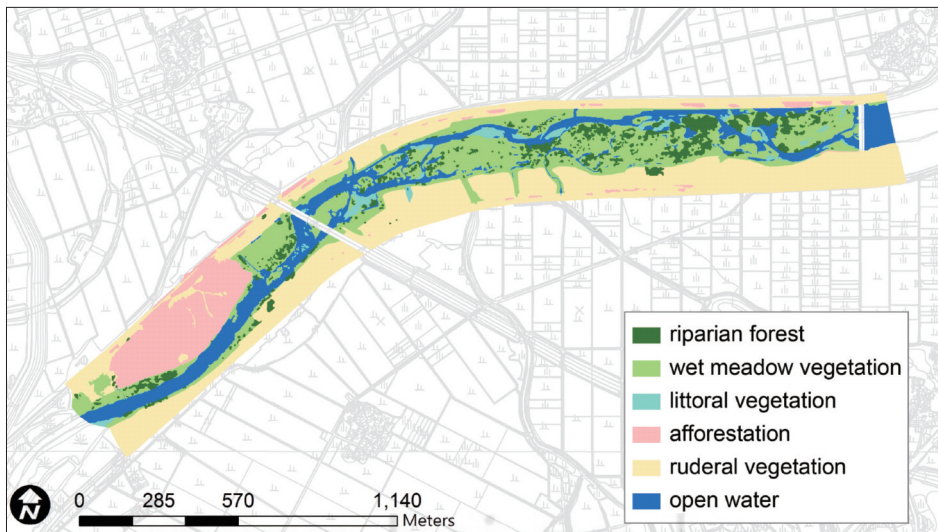


Figure 5. Actual vegetation map of Damyang riverine wetland (Sep. 2009)

IV. 결론

담양하천 습지보호지역은 과거 하천정비와 하도 내 설치된 물막이보 등으로 그 원형은 대부분 변형되었으며, 본 연구가 수행된 시점에도 간접적인 교란은 지속되고 있었다. 특히 본 지역은 상부에 설치된 물막이보와 유역 내에 위치한 담양댐의 유량 조절 등으로 수환경 변화가 지역 생태계를 변화시키는 핵심요인으로 판단되며, 이와 유사한 현상은 1988년 합천댐 건설 이후 황강의 하천 구조와 시스템 변화로 사주(沙洲, sandbar)와 식생 피복면적이 증가한 것으로(Choi et al., 2004), 유량의 감소는 목본성 식물들의 정착과 확장을 가속화하기 때문이다(Johnson 1994). 이것은 연구지역의 하변연목립 분포에 직접적인 영향을 주는 것으로써 조사지역 상부의 물막이보에 인접하여 갯벌-달뿌리풀군집의 분포가 쉽게 관찰되는 반면 유속이 감소하는 중하부에서는 선버들-갈풀군집이 주로 관찰되어 수환경 변화의 영향이 증명하고 있다. 이것은 물막이보의 낙차로 인해 상부의 수환경은 하천 상류역의 특성을 가지며, 유속이 급격히 감소하는 중부 이후에는 중하류의 특성을 가지기 때문이다. 또한 대상지역의 상부지역의 둔치를 비롯한 중수위 이상의 평탄지에는 최근까지 경작이 진행되었지만 습지보호지역 지정 이후 방치됨으로써

하천변 휴경작지의 식생경관을 제공하고 있다. 즉, 현존하는 담양하천 습지보호지역의 식물사회는 인위적인 하천환경 조건의 변화 및 교란에 기인한 것이며, 더욱이 2010년부터 시행된 영산강 살리기 사업으로 고유의 경관과 식생분포가 변화된 것이다(Figure 6). 따라서, 담양하천 습지보호지역은 습지보호지역으로써의 존재 및 보전 가치를 고려한 명확한 방향 설정을 통해 적극적인 보전 및 복원·관리방향이 제시되어야 할 것으로 판단된다.

하천은 지속적으로 인위적, 자연적 교란의 영향을 받는 입지로서 열악한 환경조건에서 보다 높은 생존 기회를 가지는 외래종의 침입에 대해 취약한 환경이다. 최근 낙동강을 비롯한 남부지방의 수로, 둑방, 연못 등의 배후습지성 또는 호소성 입지는 인간에 의한 서식처의 온전성이 많이 훼손되어 있으며, 이로 인해 털물참새피, 앵무새깃 같은 다년생 외래종의 정착 및 확산이 진행되고 있다. 이러한 식물들은 고유식물인 나도겨풀, 좁겨풀, 물잔디 등의 서식처를 대체 점유함으로써 동일한 생태적 지위(niche)를 가지는 건전한 식생의 발달을 저해하고 장기적으로 고유 식생의 분포 제한 및 쇠퇴와 소멸에 의한 생태계 교란까지 야기하게 될 것이다. 이러한 현상은 이미 담양하천 습지보호지역을 비롯한 남부지방의 습생입지에서 쉽

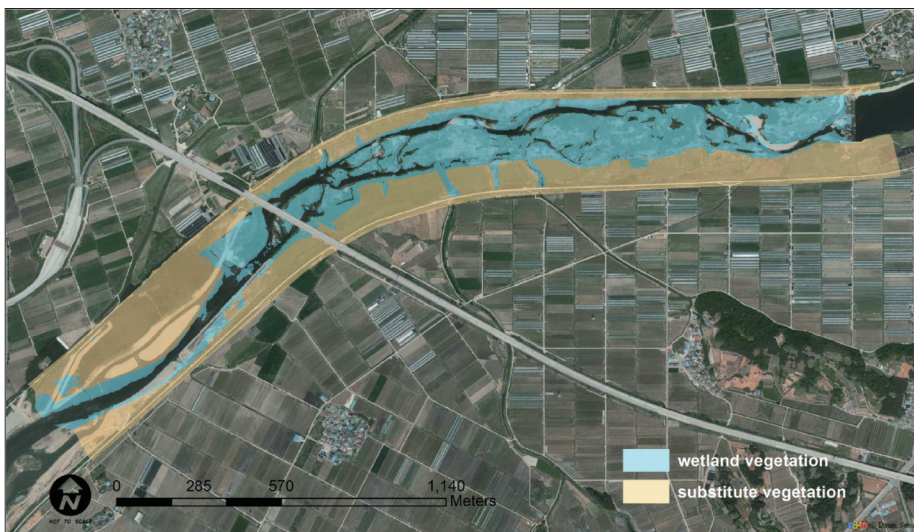


Figure 6. The map, from 2008, overlapping with aerial photograph (Daum map, 2015) show some spatial change of landform and vegetation

게 관찰되고 있는 것이 현실이다. 특히, 최근 탈출한 것으로 판단되는 앵무새깃은 털물참새피보다 더욱 심각한 생태적 유해를 초래할 수 있는 식물종으로서 국제적으로도 더 이상의 확산과 침입을 제한하는 연구가 활발히 진행되고 있다(Global Invasive Species Database, 2009 USDA & NRCs 2009). 더욱이 국내에서는 귀화식물로 보고도 되지 않은 앵무새깃의 지속적인 확장이 진행된다면, 하천습지 생태계 보전과 건전성 회복에 더욱 심각성을 가중시킬 수 있다. 털물참새피군락도 분포 지역과 면적 등을 고려할 때 지속적인 확장이 예상되며, 이를 제거하기 위한 보전 생태학적 접근과 노력이 요구된다. 결국, 건전하고 온전한 습지생태계는 외래종의 관리와 고유종의 서식환경이 보전되어야 하며, 습지의 보전과 그에 대한 정책 수립에 있어 우선 과제인 것이다.

사 사

본 연구는 2009년에 국립환경과학원에서 수행된 습지보호지역 정밀조사의 일환으로 이루어졌음.

References

- Ahn KH. 2010. Syntaxonomy and synecology of the Upo wetland. Ph. D dissertation, University of Keimyung of Daegu. [Korean Literature]
- Becking RW. 1957. The Zurich-Montpellierschool of phytosociology. The Botanical Review. 23(7): 411-488.
- Braun-Blanquet J. 1965. Pflanzensoziologie. Wien: Springer-Verlag. [German Literature]
- Choi SU, Yoon BM, Woo HS, Cho KH. 2004. Effect of flow-regime change due to damming on the river morphology and vegetation cover in the downstream river research: A case of Hampchon dam on the Hwang river. Journal of Korea Water Research Association. 37(1): 55-66.
- [Korean Literature]
- Daum map: Damyang wetland [Internet]. 2009, 2015. Daum; [Cited 2015 May 8]. Available from: Damyang wetlandhttp://local.daum.net/map/omdex.jsp
- ESRI inc. 2006. ESRI ArcGIS version 9.2.
- Forrestel AB. 2013. The role of disturbance in vegetation distribution, composition and structure at the landscape scale for two western US ecosystem. Ph. D dissertation, University of UC Berkely of California.
- GISD: Zizania latifolia [Internet]. Global Invasive Species Database; [Cited 2009 Oct 3]. Available form: http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=866
- Johnson WC. 1994. Woodland expansion in the Platte river, Nebraska: Patterns and causes. Ecological Monographs. 64(1): 45-84.
- Kim JW. 2006. Vegetation ecology. Seoul: World Science. [Korean Literature]
- Kim JW, Kim SY. Syntaonomy-program [RIM] ver. 2.1. Daegu: The Korea institute of Ecosystem management.
- Kim JW, Manyko YI. 1994. Syntaxonomical and synchorological characteristics of the cooltemperate mixed forest in the southern Sikhote Alin, Russian Far East. Korean Journal of Ecology. 17: 391-413.
- Kim JW, Lee YK. 2006. Classification and assessment of plant communities. Seoul: World Science. [Korean Literature]
- KMA: Climatic data [Internet]. 1981-2010. Normal climate. Seoul: Korea Meterological Administration; [Cited 2015 Oot 20]. Available from: http://www.kma.go.kr/weather/climate/average_30years.jsp [Korean Literature]
- Lee WC. 1996a. Standard Illustrations of Korean Plants. Seoul: Academy Press. [Korean

- Literature]
- Lee WC. 1996b. Lineamenta florum Koreae. Seoul: Academy Press. [Korean Literature]
- Lee YK, Kim JW. 2005. Riparian vegetation of South Korea. Daejeon: Keimyung university press. [Korean Literature]
- Lee YK. 2004. Syntaxonomy and synecology of the riparian vegetation in South Korea. Ph. D dissertation, University of Keimyung of Daegu. [Korean Literature]
- ME: Registration status of wetland protected area and Ramsar sites [Internet]. 2016. Environmental Policy. Ministry of Environment; [Cited 2016 Feb 24]. Available form: <http://me.go.kr/home/file/readDownloadFile.do?fileId=124676&fileSeq=1>
- Microsoft corp. 2010. Microsoft Office 2007 Excel.
- Ministry of Environment, National Institute of Environmental Research. 2004. Report for Damyang wetland natural ecosystem, National Institute of Environmental Research. [Korean Literature]
- Miyawaki A, Okuda S, Fujiwara R. 1994. Handbook of Japanese vegetation. Tokyo: Shibundo Publishing. [Japanese Literature]
- Miyawaki A, Okuda S. 1990. Vegetation of Japan illustrated. Tokyo: Shibundo Publishing. [Japanese Literature]
- Miyawaki A. 1967. Vegetation of Japan: compared with other region of world. Tokyo: Gakken. [Japanese Literature]
- Mueller-Dombois D, Ellenberg H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. New York: John Wiley & Sons.
- Park SH. 1995. Colored illustrations of nationalized plants of Korea. Seoul: Ilchokak. [Korean Literature]
- Park SH. 2001. Colored illustrations of nationalized plants of Korea: Appendix. Seoul: Ilchokak. [Korean Literature]
- Park SY, Yoon SY, Lee KC, Kim KG, Bae DH, Kim HS. Gyeongnam development institute. 2000. Principle of wetland-wetland in Korea. Seoul: Eunhye. [Korean Literature]
- Podani J. 2001. SYN-TAX 2000: Computer program for data analysis in ecological and systematics. Budapest: Scientia Publishing.
- Son MW, Chang MG, Yoon KS, Choi TB. 2013. Classification of unit ecosystem in Damyang riverine wetland. Journal of the Korean Association of Regional Geographers. 19: 1-13.
- Tiner RW. 1984. Wetlands of the United States: current status and recent trends. Washington: United States Fish and Wildlife Service.
- USDA, NRCS: PlantGuide - *Paspalum distichum* L. [Internet]. United States Department-Agriculture Natural Resources Conservation Service; [Cited 2009 Oct 20]. Available form: http://plants.usda.gov/plantguide/pdf/pg_padi6.pdf
- USDA. 1998. Stream corridor restoration: Principles, process, and practices. Washington: USDA.
- Weber HE, Moravec J, Theurillat JP. 2000. International code of phytosociological nomenclature. 3rd edition. Journal of Vegetation Science. 11: 739-768.
- Westhoff V, van der Maarel E. 1973. Ordination and classification of communities: The Braun-Blanquet approach. Hague: Junk press.
- William MJ, Gosselink JG. 2000. Wetlands. New Jersey: John Wiley & Sons.

