

장도 습지보호지역의 식생 분포 특성

안 경 환 · 임 정 철^{1,*} · 이 율 경²

국립환경과학원, ¹국립환경과학원 국립습지센터, ²참생태연구소

A Characteristic of Vegetation Distribution in Jangdo Wetland

Kyung-Whan An, Jeong-Cheol Lim^{1,*} and Yeoul-Kyung Lee²

National Institute of Environmental Research

¹National Wetland Center, National Institute of Environmental Research

²Institute of Cham-Ecology

Abstract - The purpose of this study is to provide the basis information for ecological conservation and restoration of Jangdo wetland conservation area through the survey of vegetation diversity and spatial distribution characteristics. Syntaxonomic account of plant communities were carried out field survey by Z.-M. school method at 14 sites and relationship analysis between plant community and environment variables with Principal Coordinate Analysis (PCoA). Based on the floristic composition, all the plots were classified into xeric and hydric type and arranged in seven plant communities. Spatial distribution of plant communities is determined primarily by the soil moisture condition and amount of organic matter. Hydric vegetation is around 8% (7,337m²) of the protected area and distributed swamp forest of dominating willows under 18 years. Proliferation of willows are recognised extended from edge to centre after in 1990's caused by fallow and control of livestock grazing on wetland. Jangdo wetland will have to readjust the protection boundary because wet meadow zone and swamp forest have been distributed outside the protection area.

Key words : Jangdo wetland, hydric vegetation, willow, swamp forest, wet meadow

서 론

일반적으로 습지란 지표수위가 항상 포화되어 있는 서식처로 요약할 수 있다. 즉 습지는 주기적(계절적) 또는 영구적으로 습윤한 상태를 유지하는 수리·수문환경과 그에 따른 항상 습윤한 토양 환경 및 개체의 일부분 또는 전체가 물속에 잠겨 산소가 적은 혐기성 환경 조

건에서도 살 수 있는 식물의 정착 등 3가지 독특한 환경 요소에 의해 다른 생태계와 구분된다(Cylinder *et al.* 1995).

습지는 육상과 수계의 전이지대로서 다양한 생물 서식처를 제공할 뿐만 아니라 풍부한 영양물질로 인해 종 다양성(species diversity)이 높은 주요 생태계 가운데 하나이다(Mitsch and Gosselink 1993). 최근 습지는 기후변화 및 자연재해 등에 대한 완충 및 보호와 수질정화 등 다양한 물리·화학적 기능뿐만 아니라 교육, 관광 등 다양한 생태적 기능을 하는 공간으로서 주목받고 있다(Mulamoottil *et al.* 1996). 우리나라는 여러 습지들 가운

* Corresponding author: Jeong-Cheol Lim, Tel. 055-530-5527, Fax. 055-530-5516, E-mail. limsu8002@gmail.com

데 국가적, 지역적으로 중요한 습지에 대해 국가적 관리 전략으로서 습지보호지역으로 지정하여 관리하고 있다. 1999년 대암산 용늪, 낙동강하구, 우포늪, 무제치늪을 습지보호지역으로 지정하기 시작하여 2014년 말 전국의 습지보호지역은 33개소, 총 면적 337.088 km²에 이르고 있다.

장도습지는 우리나라 소규모 도서지역에서 최초로 발견된 비교적 큰 산지습지(9ha)로서 다양한 동·식물이 서식하고, 이탄층이 발달하는 등 습지의 본질적인 기능과 가치를 인정받아 습지보호지역(2004년) 및 람사르습지(2005년)로 지정되어 관리되고 있다. 장도습지의 식생 관련 연구는 습지보호지역 지정의 기초 자료로서 환경부와 국립환경과학원(National Institute of Environmental Research 2004)의 연구가 최초이다. 총 6개 식생형 26개 식물군락이 기재되었으며 갯버들군락, 고마리-골풀군락이 습지식생으로 구분되었다. 그러나 현재 갯버들 개체가 관찰되지 않음으로서 갯버들은 버드나무의 오동정인 것으로 인정되고 있다. 송호경 등(Song *et al.* 2006)은 장도습지에서 버드나무-기장대풀군락, 기장대풀군락, 역새군락을 구분하여 각 식물군락의 분포와 토양 pH가 상관관계가 있음을 밝힌 바 있다. 최병기 등(Choi *et al.* 2012)은 장도지역 전체의 식생 조사를 통해 10개 상관형, 22개 단위식생을 구분하였다. 이 가운데 습지식생은 총 7개 단위식생으로서 갈대군강(Phragmitetea)과 벼군

강(Orizetea)에 귀속되는 비교적 자연성이 낮은 식물군락이 발달하고 있는 것으로 평가하였다.

본 연구의 목표는 독특한 지리적, 기후적 환경 특성을 가지는 장도 습지보호지역 내에서 토양내 수분공급이 양호하여 핵심지역으로 평가되는 상류지역 일대에 대한 상세한 식물군락 조사와 현존식생도 작성 및 버드나무의 분산 특성 분석을 통해 식생 발달의 식물사회학적 특성을 규명하는 것이다. 특히 수분구배에 의해 다양한 식물군락이 발달하게 되는 습지에서 식물군락의 분포 특성 규명은 서식처의 환경조건을 기반으로 발달하는 식물군락에 대한 식생관리(모니터링, 보존, 건전한 이용, 복원 등)의 생태학적 기반정보를 제공하게 될 것이다.

재료 및 방법

1. 조사지 개황

장도습지는 행정구역상 전라남도 신안군 흑산면 장도리 대장도의 산지대에 위치한다. 대장도는 장축이 1.8 km, 단축이 1 km, 면적 1.55 km²의 작은 섬으로 습지는 북에서 남으로 경사 6° 미만으로 완만하게 비탈진 평탄한 산지에 위치하고 있다(Choi and Choi 2010). 장도에 인접한 흑산도의 14년(1997~2010) 간 평균기온은 13.4

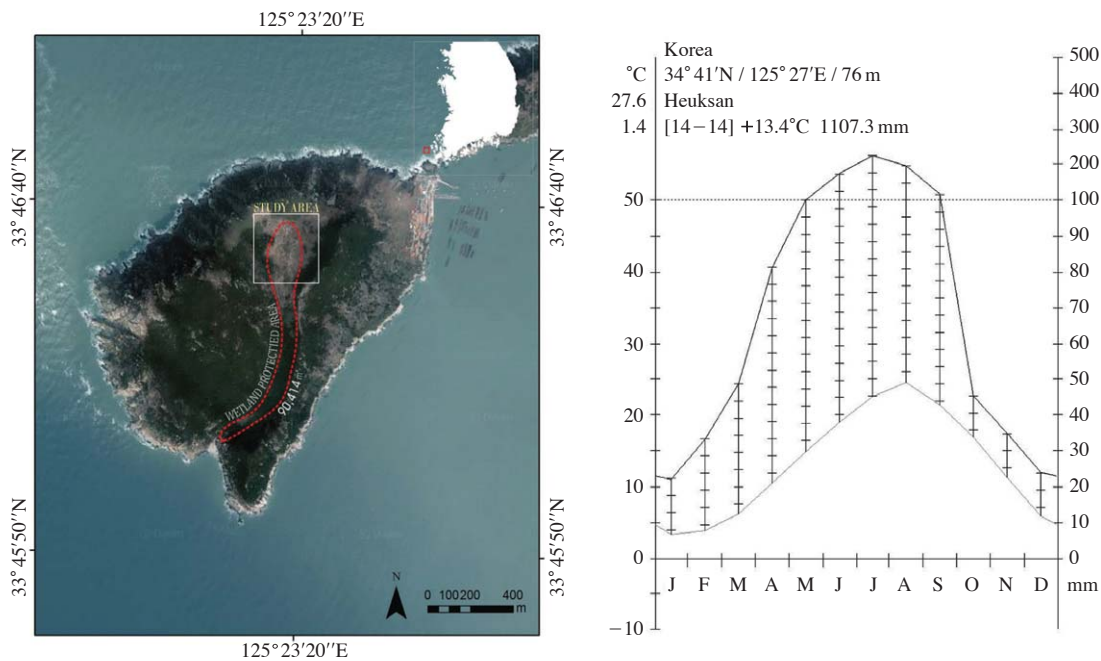


Fig. 1. Location and climate diagram from the nearest, comparable meteorological station (Heuksan).

°C이며, 평균 강수량은 1,107.3 mm로 소우지역에 속한다 (Fig. 1). 그러나 연평균 75.8일에 이르는 빈도 높은 안개 일수, 약한 풍속에 의한 낮은 증발산량으로부터 연구지역은 습지가 형성될 수 있는 독특한 기후적 특성을 가지고 있다 (Yang and Choi 2009). 식생지리학적으로 연구지역은 상록활엽수림이 잠재자연식생을 구성하는 난온대 상록활엽수림대에 위치한다 (Kim 2006).

장도습지 일대의 지질은 규화 (silicified) 받은 것으로 추정되는 변성퇴적암층과 이를 관입한 화강암층으로 구성되어 있다. 습지내 물이 모이는 와지 (窪地)에는 화강암 (홍색장석화강암)이, 주변에는 변성퇴적암이 주로 분포하고 있으며, 와지의 형성은 차별풍화에 의한 것으로 추정되고 있다 (Heo and Kim 2005). 화강암이 차별풍화를 받아 모암으로부터 빠져나온 장석 성분은 입자가 작아 불투수성 토양층 (평균깊이 30cm, Choi and Choi 2010)을 형성하여 습지가 조성되고 그에 따라 습지식생이 발달하게 된 것으로 추정된다. 한편, 토지이용은 토지를 피복하는 식생유형에 직접적인 영향을 끼치므로 그 변천사의 이해는 식생유형 분석의 중요한 선행과정이다. 본 연구에서는 주민 탐문조사와 항공사진 분석 등을 통해 연구지역이 논경작 (일제시대 이후, 1920년대~1970년대), 가축 (소, 염소) 방목 (1980년대 약 10년), 식수 취수에 의한 자연방치 (1990년 이후) 등으로 토지이용이 이루어진 것으로 밝혀졌다.

2. 연구방법

1) 식생연구

현장 식생조사는 식물생장 최성기를 고려하여 2007년 7월 18일부터 23일까지 이루어졌다. 강수량이 적은 기후 특성 및 섬 지역에서 대수층의 발달로 형성된 습지식생의 다양성과 풍부성 및 생태적 특성 규명을 위해 습지보호지역의 습생입지를 중심으로 식생 조사가 이루어졌다. 장축이 약 1 km인 습지보호지역 가운데 사면상부 약 250 m 구간 내에서 조사구가 선정되었으며, 습지보호지역 하단부와 가장자리의 후박나무, 구실잣밤나무 등으로 대표되는 산림식생에 대한 조사는 본 연구에서 제외되었다. 식생조사는 Z.-M. 학파 (Zürich-Montpellier school)의 전통식물사회화학적 방법 (Braun-Blanquet 1965)에 따랐다. 균질 (homogeneous)한 환경조건과 종조성을 가지는 입지를 대상으로 식생형을 고려한 최소면적에 대해 식물상 정보 (flora data)와 환경 정보 (environment data)를 기재하였다. 식물상 정보의 양적 기재는 수리분석 (numerical analysis)에 유리하도록 9계급의 통합우점도 (combin-

ed cover-abundance scale; Westhoff and van der Maarel 1973)로 표현하였다 (Kim and Lee 2006). 총 14개의 식생조사표가 획득되었으며 식물 종조성의 유사성과 환경 특성 등을 고려한 진단종군의 추출을 통해 식생단위를 유형화하였다. 분류된 식생단위는 수리분석을 통한 통합분류방법 (hybrid sorting method; Becking 1957)으로 식물군락의 분포 특성과 서식처 환경조건과의 상호관계 분석이 이루어졌으며, SYN-TAX200 (Podani 2001)을 이용한 간접분석 (indirect analysis)인 PCoA (Principal Coordinates Analysis)가 이용되었다. 분류된 식생단위에 대한 비교·검토는 기여도 (NCD: Net Contribution Degree)와 이를 이용하여 정량적 상대값을 나타내는 식물종의 백분율 상대 기여도 (rNCD: relative Net Contribution Degree)로 이루어졌다 (Kim and Manyko 1994). 식물종의 기준명은 이우철 (Lee 1996)에 따랐으며, 누락된 종은 이창복 (Lee 2003)에 따랐다.

2) 현존식생도 작성

현존식생도 (actual vegetation map)는 현존하는 식생의 공간적 분포양식을 나타낸 입지도 (立地圖)로서 현재 토지이용 방식에 대한 빠르고, 정확한 식생학적 공간분석 및 토지개발, 관리, 보전 등에 다양하게 이용될 수 있다 (Kim and Lee 2006). 현존 식생도의 작성은 국립지리원에서 제작된 최근의 1:5,000 축적의 디지털 수치지도를 이용하였다. 현존식생도는 습지공간에 해당되는 공간만을 대상으로 하였으며, 이는 주로 습지보호지역의 복원에 해당된다. 또한 식생범례는 현장 선행답사를 통해 β -수준에서 결정하였다. 식생도의 원자료 (raw data)는 2007년 4월 24~29일 사이에 현장에서 줄자를 이용하여 5 m 단위로 격자화한 후 모눈종이 위에 도식화함으로 정밀도를 높였다. 현존식생도는 과거의 항공사진 (국립지리원; 1986년 5월, 2003년 11월 촬영)을 보조 자료로 활용하여 최종 완성되었다. 현존식생도 작성은 ArcGIS 9.2 (ESRI inc. 2006) 프로그램을 이용하였다.

3) 버드나무 확산 양상

장도 습지에서 유일한 목본성 교목 식물군락을 형성하는 버드나무의 정착과 확산 과정을 이해하기 위해 버드나무 개체군의 연령구조를 분석하였다. 총 14개 지소 (개체군)를 조사하였으며, 표본수는 평균수령에 대한 통계량을 고려하여 지소별로 3~5개체를 분석하였다. 개체군의 선택은 습지 내에 분포하는 버드나무 개체군들 가운데 임령 구분이 뚜렷하고, 규모가 큰 것으로 하였다. 임의로 선택된 버드나무 개체의 수령과 직경은 지표면으로부터 10 cm 높이의 줄기를 잘라 실측하였다. 수령과

직경과의 상관성은 습지 내 동일 환경에 생육하는 버드나무의 유목에서부터 성목에 이르기까지 다양하게 조사함으로써 온전한 분석이 가능하나, 분석의 목적이 버드나무의 확산 양상을 파악하는 것이기 때문에 개체군 내 성목만을 대상으로 하였다.

결 과

1. 식생유형의 다양성

장도습지는 공간의 수분구배에 따라 습생식생 (hydic vegetation)과 건생식생 (xeric vegetation)으로 구분되었으며 총 7개의 식물군락이 분류되었다 (Appendix I). 장도습지보호지역의 핵심 공간에 대응하는 습생입지에서는 버드나무-기장대풀군락 (*Isachne globosa-Salix koreensis* community)을 비롯하여 기장대풀군락 (*Isachne globosa* community), 흰꽃여뀌-기장대풀군락 (*Isachne globosa-Persicaria japonica* community), 하늘지기군락 (*Fimbristylis dichotoma* community), 도깨비사초군락 (*Carex dickinsii* community)이 분류되었다. 참억새-짚레나무군락 (*Rosa multiflora-Miscanthus sinensis* community), 동백나무군락 (*Camellia japonica* community)은 습지의 가장자리 또는 지표수가 복류하여 건조한 토양환경이 형성되는 건생입지에 발달하고 있다. 7개 식물군락의 주요 진단종 (diagnostic species)은 버드나무, 기장대풀, 하늘지기, 참억새, 동백나무 등으로 나타났다. 출현 식물종 가운데 인동덩굴, 쑥, 쇠뜨기, 계요등 등의 출현빈도는 비교적 높았으나, 교란된 입지에 빈번하게 출현하는 식물들로서 진단종이 아닌 수반종으로 구분되었다.

1) 습생식생 (hydic vegetation)

습생식생은 장도 습지보호지역의 핵심 공간으로서 지표수위가 항상 과포화상태를 유지하고 있는 습지 상부지역과 부분적으로 지하수가 용출되는 곳, 지표수가 흐르는 수로 등 불투수성 토양이 퇴적된 공간을 중심으로 발달하고 있다. 버드나무 우점의 목본식생과 기장대풀 우점의 초본식생으로 대분류된다. 습생식생이 발달하는 지역은 토양내 충분한 수분공급에 의한 물질순환능이 증가되어 참억새 우점의 건생식생에 비해 상대적으로 식물에 필요한 유기물과 무기물이 풍부한 공간이다 (Song et al. 2006).

버드나무-기장대풀군락 (*Isachne globosa-Salix koreensis* community)은 버드나무와 기장대풀에 의해 구분되는 교목성 습생림이다. 본 군락은 토양 내에 점토성분이 많이

함유되어 있고 수분조건은 포화 또는 포화에 가까운 상태의 입지에 발달한다. 출현종은 총 32종으로 습생입지의 식생형 가운데 가장 많다. 이는 목본 식물에 의한 토양 및 낙엽과 식물 고사체의 퇴적에 의해 습생식생 서식처 가운데 가장 건조한 입지가 형성되어 인동덩굴, 쑥, 개밀, 땃대이덩굴, 김의털, 쥐꼬리새와 같은 건생입지에서 흔히 관찰되는 식물종이 혼생하기 때문이다. 습지 내에서 가장 부영양화된 곳 (Song et al. 2006)으로 호질소성 식물인 미나리, 고마리 등이 비교적 높은 기여도를 나타내며, 장도습지 내에서 산발적이지만 비교적 넓은 면적에 걸쳐 생육하고 있다. 군락의 전형적인 층구조는 3층 구조를 가지고 있으며, 발달(천이) 정도에 따라 초기에 해당되는 식분 (stand)은 관목층과 초본층으로 이루어지는 2층 구조를 이루기도 한다. 군락의 수고는 대부분 3.5 m 이하이다. 본 군락은 수분과 토양 조건이 유지되면 현상태가 지속될 것으로 추정되지만 입지환경이 더욱 건조화 된다면 동백나무, 자금우, 후박나무, 구실잣밤나무 등과 같은 주변 산림 식물종의 정착이 증가할 것으로 예상된다. 본 군락은 흔히 한반도 내륙의 논 휴경작지의 천이 중기 이후에 형성되는 식물군락으로 (Lee 2006), 장도습지의 습생식생 천이 과정도 전형적인 목정는 형태와 유사한 것으로 평가된다.

기장대풀군락 (*Isachne globosa* community)은 과거 논경작이 이루어진 평탄한 지형에 기장대풀이 단순 우점하는 일이년생 초본식물군락이다. 토양은 점토성분이 많이 함유되어 있으며, 지속적인 식물고사체의 축적으로 낙엽부식층이 깊게 형성되어 식물체가 이용 가능한 유기물을 다량 함유하고 있다. 평탄한 지형과 함께 깊게 형성된 낙엽부식층의 영향으로 습생식생이 발달하는 지역 가운데 가장 습한 환경이 유지되는 입지이다. 본 군락은 계절적으로 여름 이후 (9월~)에 나도바랭이새가 우점하는 것이 특징적이다. 이는 두 식물종이 매토종자로부터 발아하는 시점의 시간적 차이에 의한 것으로 나도바랭이새는 기장대풀의 최성기에 성장을 시작하기 때 문으로 판단된다. 출현종은 총 6종이며, 수고 0.5 m 정도로서 왜생하며, 평균 피도는 90% 이상으로 밀생하는 식생이다. 본 군락은 입지의 건조화 정도에 따라 그 변화 속도는 달라지겠지만 향후 버드나무가 정착하여 버드나무-기장대풀군락으로의 천이가 예상된다. 본 군락은 흔히 산지에 가까운 휴경 초기의 논에 우점하는 식분으로, 도서지역인 장도 습지에서도 과거 논경작과 방목 이후 방치되면서 현재까지 유지되어 온 것으로 추정된다.

흰꽃여뀌-기장대풀군락 (*Isachne globosa-Persicaria japonica* community)은 흰꽃여뀌와 기장대풀에 의해 구분

되는 일이년생 초본식물군락이다. 습지 내에서 유량 증가 시 유수의 영향이 빈번한 물골 주변의 입지로서 공간적으로 습지지역의 상부에 주로 분포한다. 완만한 경사가 있는 물골 주변에 주로 발달하기 때문에 기장대풀군락에 비해 낙엽부식층 발달이 미약하다. 본 군락 역시 내륙의 유사한 입지의 경작지에서 흔히 관찰되는 식물군락이다.

다년생 초본식물군락인 하늘지기군락 (*Fimbristylis dichotoma* community)은 하늘지기에 의해 구별되었다. 본 군락은 수반중 가운데 네모골과 기장대풀의 피도가 높은 것이 특징이다. 기장대풀군락과 달리 과거 경작의 영향을 거의 받지 않은 곳으로 추정되는 입지에 주로 분포하고 있다. 공간적으로 습지의 북동쪽 산림과 인접한 경사지에 분반(patch)상으로 분포하고 있다. 입지는 약한 경사가 있고, 용출수의 유량이 지표수로 흐르지 않을 정도로 적을 뿐만 아니라, 과거에 논경작지로 이용되지 못할 정도로 공간이 협소한 곳이다. 토양 내에 점토 함량이 기장대풀군락 보다 적은 곳이며, 수분조건도 상대적으로 건조한 적윤(moisture)~약습(semi-wet) 환경이다. 기장대풀의 피도가 약 6~12.5%로서 유사입지에 발달하는 기장대풀군락에 비해 상대적으로 낮다. 향후 버드나무의 침투가 예상되지만 수분조건에 의해 그 빈도는 낮을 것으로 예상되며, 기장대풀군락에 비해 유기물 함량이 낮아 상대적으로 느린 속도의 천이가 이루어질 것으로 예상된다.

도깨비사초군락 (*Carex dickinsii* community)은 도깨비사초와 골풀에 의해 구분되는 다년생 초본식물군락이다. 구분중 가운데 산지대의 습지가 분포 중심인 도깨비사초와 골풀이 다른 식물군락보다 기여도가 상대적으로 높은 것이 특징적이다. 흔히 방기된 목정논에서 천이 초기상에 발달하는 골풀의 높은 기여도 (Kim and Nam 1998)는 내륙의 목정논 천이와 유사한 특성을 나타내고 있다. 본 식물군락은 연구 지역에서 버드나무-기장대풀군락 이전의 천이식물군락으로 판단되며, 기장대풀이 우점하는 입지에 비해 상대적으로 빈영양 입지이다. 군락은 2층의 식생구조를 가지며, 출현종수는 총 13종이다. 수분조건 역시 습생식물군락 가운데 비교적 건조한 입지이며, 공간적으로 장도습지의 가장자리에 주로 분포한다.

2) 건생식생 (xeric vegetation)

건생식생은 주로 습지의 가장자리와 하부에 주로 형성되어 있으며, 입지는 주로 전석지가 발달하여 물이 복류하거나 습지내 물 흐름과 격리되어 건조한 토양환경

을 이룬다. 건생식생 입지는 시간 경과에 따라 상록활엽수림으로 천이가 예상된다. 건생식생으로서 짚레나무-참억새군락과 동백나무군락이 구분되었다.

짚레나무-참억새군락 (*Miscanthus sinensis-Rosa multiflora* community)은 짚레나무와 참억새에 의해 구분되는 3층의 식생구조를 가진다. 입지의 미세지형은 함몰과 돌출이 혼재되어 있는 형태이며, 수분조건은 건조하다. 공간적으로 습지 가장자리 또는 하부 지역에 집중적으로 분포하고 있다. 습지 가장자리는 경사지로서 비교적 건조한 토양환경이 형성되나, 습지 하부는 돌이 많은 전석지로서 상부에서 유입된 물이 복류함에 따라 건조한 환경이 형성 되는 것으로 추정된다. 본 군락은 습지 내부에서 큰 돌이 집적된 곳에서도 소규모의 분반상으로 관찰된다. 출현 식물종은 총 39종으로 비교적 다양하며, 주로 계요동, 남오미자, 가마귀머루, 땃대이덩굴, 청미래덩굴, 장딸기, 담쟁이덩굴 등 임연성 식물종의 출현빈도가 매우 높은 것이 특징 적이다. 이러한 식물군락의 발달은 습지토양 내에 솟이 발견 (National Institute of Environmental Research 2007)된 것으로 추정 되듯이 인위적인 화입과 염소 등의 가축 방목에 의한 것으로 추정된다. 향후 후술의 동백나무군락을 거쳐 종극적으로는 후박나무, 구실잣밤나무, 동백나무가 우점하는 난온대 상록활엽수림으로의 천이가 예상된다.

동백나무군락 (*Camellia japonica* community)은 동백나무, 후박나무, 팽나무, 예덕나무에 의해 구분되는 산림식생의 천이 중기 식생형이다. 식생구조는 아교목층, 관목층, 초본층의 3층 구조를 가지며, 장기적으로 4층으로 발달할 것으로 예상된다. 본 군락이 발달하는 입지는 주로 습지 하부 지역으로 돌이 많은 전석지 지형이며, 상부에서 유입되는 물은 복류함에 따라 건조한 토양 환경을 이룬다. 따라서 버드나무, 기장대풀, 흰꽃여뀌, 하늘지기 등과 같은 습지성 식물종의 출현은 미약하다. 출현 식물종은 총 46종으로 장도 습지보호지역 식물군락 가운데 가장 다양하다. 이는 예덕나무, 장구밤나무, 붉나무, 자귀나무, 산초나무, 남오미자, 송악 등의 임연성 식물종과 동백나무, 광나무, 자금우 등의 난온대 상록활엽수림지역의 선구성 산림식생 구성종이 동시에 출현하기 때문이다. 향후 구실잣밤나무, 후박나무, 동백나무 등으로 이루어지는 상록활엽수림의 산림식생으로의 천이가 예상된다.

2. 공간 분포 특성

1) 환경에 따른 식물군락의 분포

식물군락의 분포와 환경요소의 상호관계 이해를 위해

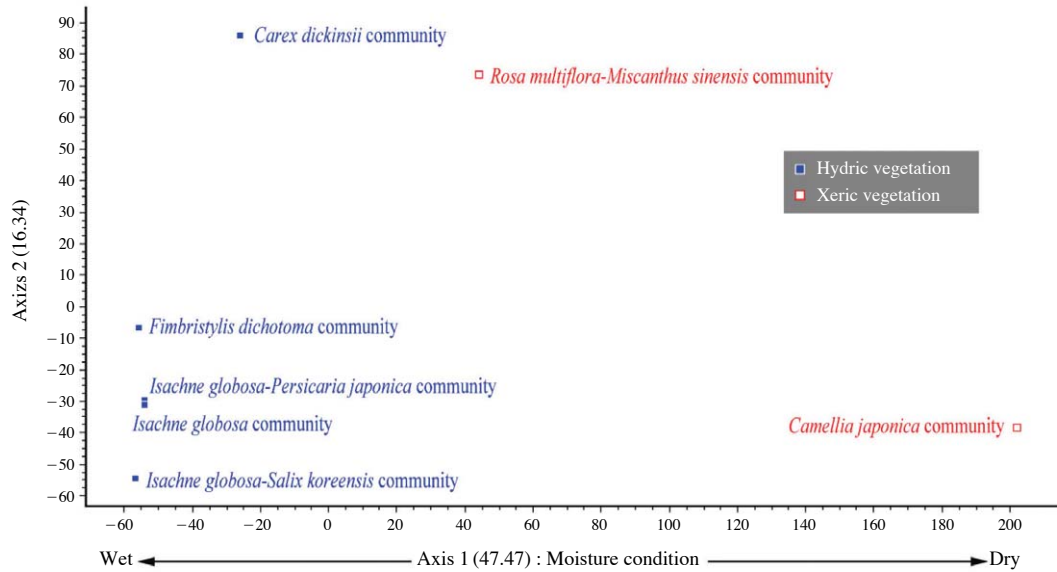


Fig. 2. PCoA ordination diagram of the vegetation types related to the environmental factors in the Jangdo wetland.

Table 1. Main vegetation types and plant communities in Jangdo wetland

Category	Area (m ²)	Plant communities
Hydric vegetation	Swamp forest	2,367.5 <i>Isachne globosa-Salix koreensis</i> community
	Wet meadow zone	4,969.6 <i>Isachne globosa</i> community, <i>Isachne globosa-Persicaria japonica</i> community, <i>Fimbristylis dichotoma</i> community, <i>Carex dickinsii</i> community
Xeric vegetation	Shrub-scrub zone	—* <i>Rosa multiflora-Miscanthus sinensis</i> community
	Broad-leaved evergreen forest	<i>Camellia japonica</i> community
	Ruderal zone	219.3 Ruderal zone

* 본 연구는 사면상부의 습생지역을 중심으로 식생조사와 현존식생도 작성이 이루어졌기 때문에 건생식생 및 사면하부 지역의 기타 식물군락에 대한 다양성과 분포 면적은 본 결과에서 산출하지 않음.

연구지역에서 획득된 식생자료로부터 구분된 7개의 식생유형을 백분율 상대기여도(rNCD) 값으로 좌표결정하였다. 좌표결정된 결과는 식생유형의 환경요소(미세지형, 주변토지이용, 수분조건, 교란요소 등)와 상호 비교하여 식물군락과 환경요소 간의 경향성을 분석하였다. 분석결과 제1축의 기여도(eigenvalue)는 매우 높은 값(47.47)으로 나타났으며, 서식처의 수분조건 (moisture conditions)과 매우 밀접한 상관성이 있는 것으로 나타났다(Fig. 2). 공간의 좌측하단은 버드나무-기장대풀군락, 기장대풀군락 등의 습생식생이 위치하고 있으며, 이들 식물군락은 연구지역 내에 수분조건이 양호한 입지로서 장도습지의 완만한 계곡지형을 중심으로 발달하고 있다. 반면에 공간의 우측하단은 습지의 가장자리 및 전석지 지형의 상대적으로 건조한 입지에 발달한 동백나무군락이 나타나

고 있다. 제2축에서 식생유형별 공간 분포는 특정 환경요소와 연관성은 뚜렷하지 않다. 그러나 위에서 아래로 입지의 유기물 양이 일부 증가하는 경향성은 있는 것으로 나타나 유기물양이 식생 분포에 영향을 미치는 것으로 추정된다. 이것은 결과적으로 연구지역의 습지 생성기원과 유지 기작이 도서지역에서 매우 특별한 형태이지만, 식물군락의 분포는 일반적인 식생분포와 마찬가지로 토양의 수분조건 (Keddy and Ellis 1985; Vivian-Smith 1997)과 유기물 분포 (Silver *et al.* 1994)의 영향을 가장 크게 받고 있다는 것이다.

2) 현존식생도

현존식생도 범례는 크게 습생식생과 건생식생으로 구분되었다. 습생식생은 버드나무-기장대풀군락의 습지림

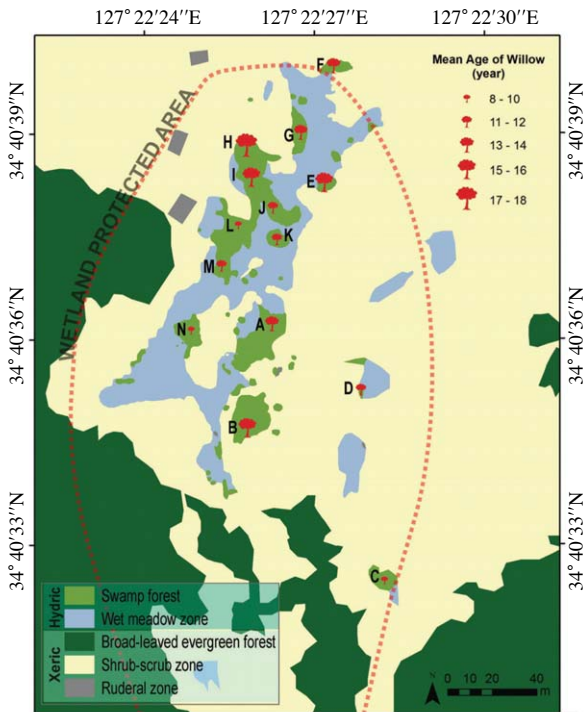


Fig. 3. Actual vegetation map of Jangdo wetland (2007. 7) and ages distribution of willow (*Salix koreensis*).

과 습생 초본 식물군락으로 이루어진 습생초원으로 구분하였다 (Table 1). 건생식생은 짙레나무-참억새군락의 관목식생대와, 동백나무군락의 상록활엽수림 및 기타 터주 입지로 구분하였다.

현존식생의 공간분포 분석 결과 습생 식물군락들은 주로 습지보호지역의 상부에 분포하는 것으로 나타났다 (Fig. 3). 버드나무-기장대풀군락의 면적은 2,367.5m²로 습지 내에서 넓은 면적으로 분포하고 있다. 공간적으로 과거에 논경작이 이루어진 입지로서 입지의 크기가 작은 불투수성 토양을 기반으로 하며, 유기물 퇴적이 풍부한 입지이다. 유기물은 식물이 이용하는 대부분의 질소 공급원 (Miller and Donahue 1990)으로서 식물종 다양성과 천이 속도를 높이는 데 기여하게 된다. 또한 버드나무-기장대풀군락의 입지환경은 pH, 전질소, 유기물함량, 양이온치환용량, 치환성양이온 등이 가장 높다 (Song *et al.* 2006). 이는 습생 초본식물들에 비해 상대적으로 많은 에너지와 영양분을 필요로 하는 버드나무가 우점할 수 있는 주요인으로 작용한 것으로 고려된다. 버드나무-기장대풀군락을 제외한 습생 초본식생은 4,969.6 m²를 차지하고 있으며, 수분조건이 버드나무-기장대풀군락에 비해 상대적으로 풍부하고 유기물의 분해가 상대적으로 느린 입지이다 (Song *et al.* 2006). 전술의 기장대풀군락,

흰꽃여뀌-기장대풀군락, 하늘지기군락, 도깨비사초군락이 발달하는 곳이다. 짙레나무-참억새군락과 동백나무 (산림)군락은 장도에서 습지보호지역 이외의 지역에도 대규모로 분포하고 있다. 특히 짙레나무-참억새군락은 pH, 전질소, 유기물함량, 양이온치환용량, 치환성양이온 등이 상대적으로 낮은 (Song *et al.* 2006) 입지이다. 이는 입지 토양환경이 유기물, 무기물 등이 퇴적되지 않고 빠져나가거나, 건조한 환경조건에 의해 용출되기 쉽기 때문인 것으로 추정된다. 터주 입지는 과거 주거지 등이 있던 입지로서 자연적인 천이가 이루어지고 있으나 아직은 주변 환경과 구분되고 있다. 이러한 결과들을 통해 장도 습지에 분포하는 전형적인 습지식생 (버드나무-기장대풀군락, 습생 초본식생)의 면적은 7,337.4 m²로 습지보호지역의 약 8% (전체 90,414 m²)인 매우 적은 공간을 구성하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 습지의 핵심지역은 습지의 용출수가 지역 주민들의 생활용수로 이용됨에 따라 더욱 축소될 가능성도 배제할 수 없는 상황이다. 습지보호지역의 핵심지역 면적이 지형, 수리학적 측면에서 상이할 수 있으나, 전체 습지보호지역의 8%에 그치고 있는 핵심지역의 확장은 향후 습지로서 온전한 관리를 통한 생태적 기능 발휘를 위해 필요할 것으로 판단된다. 이를 위해 습지보호지역 이외의 공간 (주로 습지의 북쪽 사면상부)에 부분적으로 발달하고 있는 습지에 대한 관리 확대 및 인위적 교란으로 변화된 수리·수문 환경에 대한 복원 등이 요구된다. 결국 습지보호지역 지정의 목적에 부합하고, 체계적인 관리가 이루어질 수 있도록 단순 생물분포 현황 조사에 의한 습지 모니터링이 아닌 습지의 비생물적 환경조건에 대한 체계적인 조사를 바탕으로 하는 지속적인 조사가 이루어져야 할 것으로 판단된다.

3. 장도습지의 버드나무 발달 특성

흔히 천이과정에서 습생천이 중기에 발달하는 버드나무류의 안정화는 수공간 및 습생 토양의 축소와 더불어 입지의 건조화 (육화)가 진행되는 과정에서 발생한다 (Lee 2006). 따라서 습지에서 버드나무 개체 특성 (특히 수령)을 분석을 통해 건조화 속도 및 방향성 등을 파악할 수 있다. 특히 장도 습지의 버드나무 개체군은 분반 (patch)별로 비교적 동령립적 구조를 형성하는 경향을 보인다. 따라서 장도 습지의 분반별 정착 시기와 공간적 분산 과정은 수령이 오래된 개체들을 분석함으로써 유추할 수 있었다.

연구지역에서 버드나무의 분포와 발달 특성 분석을 위

Table 2. *Salix koreensis* ages distribution at 14 different site (F=14.382, p-value=0.000)

Site*	Number of sample	Mean age (year)	Standard deviation	Min. age (year)	Max. age (year)
A	4	12.25	0.96	11	13
B	3	15.67	2.08	14	18
C	3	9.33	1.53	8	11
D	5	11.00	0.71	10	12
E	3	14.33	1.53	13	16
F	3	12.33	0.58	12	13
G	3	12.67	0.58	12	13
H	3	17.00	0.00	17	17
I	4	14.50	1.29	13	16
J	3	10.33	2.52	8	13
K	3	12.00	1.00	11	13
L	3	9.67	0.58	9	10
M	3	11.00	0.00	11	11
N	3	8.00	0.00	8	8

*site : see Fig. 3.

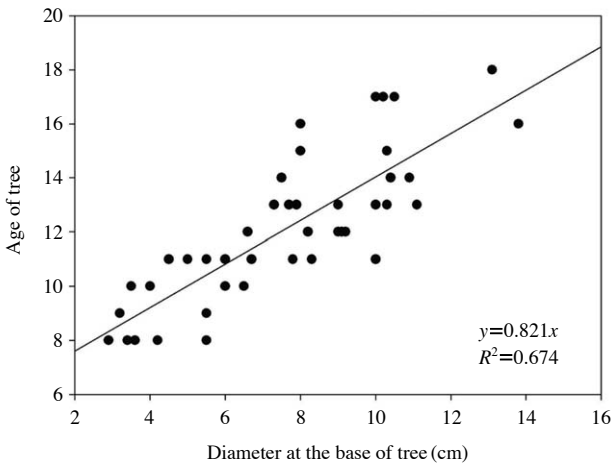


Fig. 4. Simple linear regression of ages with diameter. The regression equation was AGE (years)=0.821*diameter ($R^2=0.674$, $n=46$)

해 습지 내 14개 지점의 버드나무 직경과 수령에 대한 특성 및 상관성을 알아보기 위해 각 지점별 3~5개체, 총 46개체가 조사되었다(Table 2). 기저직경과 나이에 분석에 의한 수령 측정을 통해 표준화된 계수로 추정된 기저직경과 수령간의 회귀식은 $y=0.821x$ 이며, 양의 값으로 매우 유의하게 나타났다(F-value=91.134, p-value=0.000; Fig. 4). 결정계수(R^2)는 0.674으로 직경과 수령은 비교적 양의 높은 연관성이 있는 것으로 분석되었다. 이는 버드나무의 직경이 증가함에 따라 수령이 증가하는 경향으로 해석될 수 있는 것이다. 즉 버드나무 개체 가운데 직경이 큰 개체들을 분석함으로써 버드나무 개체군의 형성시기를 유추할 수 있다는 것을 의미한다.

14개 조사지점 가운데 H 지점의 평균 수령이 가장 많

았으며, 그 다음으로 B, I, E 지점 순서로 나타났다(Fig. 3). 특히 B 지점에서는 가장 오래된 것으로 추정되는 18년생의 개체가 관찰되었다. N과 C 지점의 평균 수령은 8~9년으로 상대적으로 가장 최근에 형성된 개체군인 것으로 추정되었다. 이를 토대로 동일 분반 내 H, I, J, L, M지점의 버드나무 확장은 H, I, M, J, L 순으로 이루어진 것으로 판단된다. 이는 비교적 건조한 습지 가장자리에서 보다 습한 습지 중앙부로 확장되는 패턴으로서 향후 습지 중심으로 버드나무의 개체수 증가가 예상된다.

장도습지의 버드나무는 길이생장(대부분 3.5 m 이내)이 수령(대부분 18년생 이하)에 비해 미약한 것으로 판단된다. 이는 식물의 길이생장이 바람이 강한 도서지역의 해양성 기후 영향에 의해 저해 받는 것으로, 거시적으로는 강한 북서계절풍과 미시적으로는 남북으로 형성된 지형적 바람길의 영향인 것으로 추정된다. 이러한 연구는 추후 내륙의 유사습지에 대한 연구결과와 비교해 볼 필요가 있다. 또한 초기 길이생장 이후 부피생장을 하면서 버드나무의 자기숙음(self-thinning)현상이 관찰되나, 이에 대한 연구도 추후 깊이 다루어져야 할 것들이다. 이러한 연구들은 버드나무가 어떻게 확장되고, 안정화되어가는 가에 대한 중요한 정보를 제공하며 올바른 생태적 관리를 가능하게 할 것이기 때문이다.

현재의 버드나무 분포가 인위적인 식재로부터 기인한다는 연구(Choi *et al.* 2012)가 있으나 주민 의견이 상이하고, 과거 경작 이전에 비교적 수량이 풍부한 습원을 이루었을 것으로 추정되는 바(Park and Yang 2004) 버드나무의 자연적 분포는 가능했을 것으로 판단된다. 토지이용 방식의 변화와 이상의 분석 결과들로 장도습지에서 버드나무의 동태적(dynamic) 시나리오를 종합적으로

추정할 수 있다. 장도습지는 시기적으로 크게 일제시대 이후 (1) 1920~1970년대의 논경작기, (2) 1980년대의 가축방목기, (3) 1990년 이후의 자연방치기로 대분류된다. 논경작기에는 사람이 거주하면서 습지와 습지 주변의 버드나무는 제거되었을 것이며, 경작 활동에 영향이 적은 입지의 버드나무는 휴식 등의 목적으로 대경목(주민 탐문조사 : 수그루 존재)으로 유지될 수 있었을 것이다. 이후 1986년 5월의 항공사진에도 가축 방목이 명백히 관찰 되었듯이 1980년대의 가축 방목기에는 소수 개체의 버드나무로 부터 발생한 종자가 산포하여 지속적으로 발아하였으나, 초식하는 가축(소, 염소)의 먹이로 섭식되거나, 답압 등의 물리적 교란이 집중되어 확장되지 못하였을 것이다. 1990년에 마을 식수원으로 습지의 물을 취수하면서 방목은 중단되었고, 식생의 자연적인 천이가 이루어졌다. 특히 온난한 지역 기후와 부영양화된 입지 환경에 의해 버드나무의 개체 발아와 안정화는 빠르게 진행되었을 것이다.

고 찰

현재 장도습지의 식생환경은 내륙에서 논경작을 방기하면서 발생하는 식생천이와 매우 유사한 형태이다. 지형학적으로 도서지역 산지에 형성된 습지라는 점에서 중요한 의미가 있을 수 있으나, 국가적 지역적으로 보전해야 할 주요 식생자원은 없는 것으로 평가된다. 따라서 습지의 가치를 재평가할 필요가 있으며, 이에 따라 장도습지 활용의 실용적 대안들이 제시될 수 있을 것이다. 또한 실용 대안들에 의해 관리목표와 방향이 재설정되고 그에 따라 버드나무의 물리적 제거 등의 생태적 관리방안이 필요할 수도 있을 것이다.

습지를 보호하기 위한 경계의 설정은 습지 관리를 위한 매우 중요한 과정이다. 흔히 산지습지의 경우 집수역을 대상으로 하는 것이 가장 바람직할 것이다. 또한 식생학적으로는 입지환경의 총화에 의한 결과로 식물사회가 형성됨으로(Becking 1957) 식생유형 가운데 습지식생과 산지식생의 공간적 경계로 구분 지을 수 있을 것이다. 하지만, 현재 지정된 보호지역 경계는 습지식생을 완전히 포함하고 있지 않을 뿐만 아니라, 식생의 공간분포 등이 종합적으로 고려되어 있지 않은 것으로 평가된다. 일반적으로 생태계 보전을 위한 경계와 범위 설정의 최우선 방법은 핵심구역, 완충구역, 전이구역으로 구분 관리하는 것이다. 이러한 구획화 관리는 UNESCO의 MAB

(Man and Biosphere) 프로그램과 환경부 자연환경보전법에서도 권고하고 있는 사항이나, 현실 적용되고 있지 않은 실정이다. 따라서 이러한 사항들을 고려하여 장도습지보호지역에 대한 경계를 재설정할 필요가 있다.

한편 자연을 올바르게 이해하고 관리하기 위해서 대상 생태계의 특성을 정확히 파악하는 것이 중요하다. 그 기본이 되는 현존식생도 및 버드나무의 안정화 특성을 밝힌 연구는 현재까지의 연구와 계획(National Institute of Environmental Research 2004; Yeongsan River Basin Environmental Office, 2006; Song *et al.* 2006)에 전혀 제시되어 있지 않다. 따라서 본 연구를 포함한 모든 연구 자료를 통합 분석하여 생태적 관리 및 그에 따른 세부 실무 지침을 보완할 필요가 있다. 특히 장도습지보호지역 지정의 근거가 된 지형학적 특성과 다양한 야생동식물의 서식을 고려한다면, 이러한 지침서는 현장조사에 직접 참여한 전문가에 의해 보완되는 것이 가장 바람직 할 것이다. 이러한 지침서에는 전술의 항공사진의 축척, 시기 등을 포함한 각 분류군별 조사 반복 기간 등이 제시되어야 할 것이다. 또한 습지시스템 영향권의 공간에 보전 및 복원 등과 관련한 각종 사업의 시행은 반드시 현장 조사한 전문가에 의한 자문을 득한 후 실시하도록 하는 것이 바람직할 것이다.

적 요

본 연구는 습지보호지역인 장도습지에 대한 식생의 다양성과 공간적 분포 특성 파악을 통해 습지의 보전 및 복원 방안 마련의 기초자료 제공을 위해 이루어졌다. 종조성을 기반으로 하는 Z.-M. 학과의 식물사회학적 연구 방법에 의한 식생 조사 및 버드나무의 매목 조사, 좌표결정법에 의한 식물군락과 환경요소들 간의 관계 규명이 이루어졌다. 총 88종으로 이루어진 7개의 식물군락이 분류되었으며 습생식생과 건생식생으로 대분류되었다. 식물군락의 공간적 분포는 일차적으로 토양 수분조건에 의해 결정되고, 이차적으로 유기물 양에 의해 결정되는 것으로 드러났다. 습지식생 면적은 7,337 m²로서 습지보호지역의 약 8%이며, 습지보호지역 이외의 공간에도 분포하고 있어 보호지역 경계 재조정 필요성이 제기되었다. 버드나무의 분포 확산은 1990년대 이후 휴경과 가축 방목이 통제 되면서 습지 가장자리부터 중앙부로 확장된 것으로 드러났다. 이상의 연구 결과들을 토대로 보호지역 보전 및 복원 방안이 제시되었다.

REFERENCES

- Becking RW. 1957. The Zürich-Montpellier School of phytosociology. *Bot. Rev.* 23:411-488.
- Braun-Blanquet, J. 1965. *Plant Sociology. The Study of Plant Communities.* (Transl. by GD Fuller and HS Conard). New York.
- Choi BK, JW Kim, SY Kim and JC Lim. 2012. Vegetation of Jangdo Island. *Korean J. Environ. Ecol.* 26:512-527. (in Korean with English abstract)
- Choi KH and TB Choi. 2010. Geomorphological and Sedimentological Characteristics of Jangdo Wetland in Shinan-gun, Korea. *J. Korean Geomorphol. Assoc.* 17:63-76. (in Korean with English abstract)
- Cylinder PD, KM Bogdan, EM Davis and AI Herson. 1995. *Wetlands Regulation: A Complete Guide to Federal and California Programs.* Point Arena : Solano Press Books.
- ESRI inc. 2006. ESRI ArcGIS version 9.2.
- Heo CH and SY Kim. 2005. Geology and soil environment of Jangdo wetland, Heuksan-myon, Sinan-Gun, Cheollanam-do-province: A preliminary study. *J. Korean Earth Sci. Soc.* 26:661-668. (in Korean with English abstract)
- Keddy PA and TH Ellis. 1985. Seedling recruitment of 11 wetland plant species along a water level gradient: shared or distinct responses?. *Can. J. Bot.* 63:1879-1879.
- Kim JW and YI Manyko. 1994. Syntaxonomical and synchorological characteristics of the cool-temperate mixed forest in the southern Sikhote Alin, Russian Far East. *Kor. J. Ecol.* 17:391-413.
- Kim JW and HK Nam. 1998. Syntaxonomical and Synecological characteristics of rice field vegetation. *J. Ecol. Field Biol.* 21:203-215. (in Korean with English abstract)
- Kim JW. 2006. *Vegetation Ecology* (2nd edition). Worldscience Press. Seoul. (in Korean)
- Kim JW and YK Lee. 2006. *Classification and Assessment of Plant Communities.* Worldscience Press, Seoul. (in Korean)
- Lee CB. 2003. *Colored Flora of Korea.* Vol. I,II. Hyangmunsa, Seoul, I: pp. 914; II: 910. (in Korean)
- Lee SM. 2006. *Secondary Succession and Seed Bank Structure of Abandoned Rice Paddy Field, and its Ecological Restoration.* Thesis of the Seoul Women's University.
- Lee WC. 1996. *Standard Illustrations of Korean Plants.* Academy Press, Seoul. (in Korean)
- Miller HG and RL Donahue. 1990. *Soils: An introduction to soils and plant growth.* Prentice-Hall Inc. Englewood Cliffs, N.J.
- Mitsch WJ and JG Gosselink. 1993. *Wetlands* (2nd. ed.) John Wiley & Sons, Inc.
- Mulamoottil M, BG Warner and EA McBean. 1996. *Wetlands: Environmental Gradients, Boundaries and Buffers.* CRC Press Inc. U.S.A.
- National Institute of Environmental Research. 2004. *Research report of natural ecosystem of Jangdo wetland.* National Institute of Environmental Research, Incheon. (in Korean)
- National Institute of Environmental Research. 2007. *2007 Detailed investigation on wetland protected areas.* National Institute of Environmental Research, Incheon, pp. 311-328. (in Korean)
- Park JK and HK Yang. 2004. *Runoff Characteristics and Soil Moisture Distribution of 'U-shaped Goll' valley head slope.* *J. Korean Geo. Soci.* 39:45-55.
- Podani F. 2001. *SYN-TAX2000.* Computer program for data analysis in ecology and systematics. Budapest: Scientia Publishing.
- Silver WL, FN Scatena, AH Johnson, TG Siccama and MJ Sanchez. 1994. *Nutrient availability in a montane wet tropical forest: spatial patterns and methodological considerations.* *Plant Soil* 164:129-145.
- Song HK, GS Park, HR Park, SK So, HJ Kim and MY Kim. 2006. *Vegetation and Soil Properties of a Forest Wetland in Jangdo, Sinan-Gun.* *Korean J. Environ. Ecol.* 20:407-414. (in Korean with English abstract)
- Vivian-Smith G. 1997. *Microtopographic heterogeneity and floristic diversity in experimental wetland communities.* *J. Ecol.* 85:71-82.
- Westhoff V and E Maarel. 1973. *The Braun-Blanquet approach.* pp.167-726. In *Ordination and classification of communities* (RH Whittaker ed.). Dr. W Junk by Publisher. Hague.
- Yang HK and TB Choi. 2009. *Management considering water balance of Jangdo island high moor.* *J. Korean Geomorphol. Ass.* 16:61-71. (in Korean with English abstract)
- Yeongsan River Basin Environmental Office. 2006. *Wetland protect area conservation planning of Jangdo wetland.* (in Korean)

Received: 19 January 2015

Revised: 10 March 2015

Revision accepted: 14 March 2015

Appendix I. Synthesized table of Jangdo wetland vegetation

Vegetation type	Hydric vegetation										Xeric vegetation				
Plant community	H1		H2		H3		H4		H5		X1		X2		
Relevé number	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Occurrence species	25	13	11	13	3	4	5	6	12	10	8	20	33	46	NCD
Differential species															
<i>Salix koreensis</i>	버드나무	9	9	9	9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.73
<i>Isachne globosa</i>	기장대풀	7	8	9	7	9	9	5	6	5	.	.	.	1	3.37
<i>Persicaria japonica</i>	흰꽃여뀌	3	2	1	5	.	.	9	9	.	.	.	.	1	1.07
<i>Fimbristylis dichotoma</i>	하늘지기	.	.	.	.	.	.	.	.	9	.	.	.	.	0.05
<i>Carex dickinsii</i>	도깨비사초	.	2	1	.	.	.	.	.	.	9	7	.	.	0.39
<i>Juncus effusus</i> var. <i>decepiens</i>	골풀	.	1	.	1	.	.	.	.	2	3	6	.	1	0.42
<i>Miscanthus sinensis</i>	참억새	.	.	2	1	.	.	.	.	1	1	.	9	7	0.82
<i>Rosa multiflora</i>	찔레나무	3	.	.	1	.	.	.	.	.	1	1	3	7	0.68
<i>Camellia japonica</i>	동백나무	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.04
<i>Celtis sinensis</i>	팽나무	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.02
<i>Machilus thunbergii</i>	후박나무	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.02
<i>Mallotus japonicus</i>	예덕나무	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.02
Companion species															
<i>Lonicera japonica</i>	인동덩굴	2	2	1	2	.	2	1	.	.	1	2	.	2	0.87
<i>Artemisia princeps</i>	쑥	2	.	1	2	1	.	.	.	.	1	1	1	3	0.69
<i>Paederia scandens</i>	계요동	2	.	.	1	.	.	.	.	.	1	.	2	5	0.40
<i>Equisetum arvense</i>	쇠뜨기	4	5	.	3	.	1	.	2	1	1	.	.	2	0.78
<i>Agropyron tsukushiense</i>	개밀	5	.	3	2	.	1	2	.	.	.	.	.	2	0.61
<i>Cocculus trilobus</i>	댕댕이덩굴	2	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	0.28
<i>Festuca ovina</i>	김의털	1	1	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.05
<i>Muhlenbergia japonica</i>	취꼬리새	3	3	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.12
<i>Oenanthe javanica</i>	미나리	1	.	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.03
<i>Liriope spicata</i>	개맥문동	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	0.04
<i>Scirpus triangulatus</i>	송이고랭이	.	1	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	0.02
<i>Persicaria thunbergii</i>	고마리	1	.	.	3	.	.	.	1	1	.	.	.	.	0.12
<i>Viola mandshurica</i>	제비꽃	1	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	0.04
<i>Achyranthes japonica</i>	쇠무릅	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0.03
<i>Kadsura japonica</i>	남오미자	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0.06
<i>Vitis ficifolia</i>	가마귀머루	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	0.06
<i>Parthenocissus tricuspidata</i>	담쟁이덩굴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	0.08
<i>Zanthoxylum schinifolium</i>	산초나무	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0.06
<i>Dioscorea batatas</i>	마	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0.03
<i>Agrimonia pilosa</i>	짚신나물	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	2	0.08
<i>Sanguisorba officinalis</i>	오이풀	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	1	0.03
<i>Smilax china</i>	청미래덩굴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	3	0.12
<i>Rubus parvifolius</i>	멍석딸기	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	0.09
<i>Cirsium japonicum</i>	엉겅퀴	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	3	0.04
<i>Imperata cylindrica</i>	띠	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0.06
<i>Lithospermum zollingeri</i>	반디지치	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	1	0.02
<i>Eupatorium lindleyanum</i>	골동골나물	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	0.01
<i>Ardisia japonica</i>	자금우	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	3	0.20
<i>Ligustrum obtusifolium</i>	취뽕나무	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0.09
<i>Torilis japonica</i>	사상자	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0.02
<i>Liriope platyphylla</i>	맥문동	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.03
<i>Gynostemma pentaphyllum</i>	돌외	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0.02
<i>Morus bombycis</i>	산뽕나무	1	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	0.02
<i>Amphicarpaea trisperma</i>	새콩	.	2	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	0.03
<i>Grewia parviflora</i>	장구뽕나무	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0.05
<i>Glycine soja</i>	돌콩	1	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	2	0.12
<i>Lycopus ramosissimus</i> var. <i>japonicus</i>	개썩싸리	.	.	.	.	.	.	.	3	.	.	.	.	.	0.02
<i>Mazus pumilus</i>	주름잎	.	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	0.03
<i>Persicaria sieboldii</i>	미꾸리뉘시	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	0.01
<i>Hypericum erectum</i>	고추나물	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	0.01

Appendix I. Continued

Relevé number		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	NCD
<i>Lindernia crustacea</i>	외풀	.	.	.	.	.	.	1	.	.	.	.	.	.	.	0.01
<i>Agrostis alba</i>	흰겨이삭	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	0.01
<i>Eleocharis tetraquetra</i>	네모골	.	.	.	.	.	.	.	.	5	.	.	.	.	.	0.03
<i>Hydrocotyle maritima</i>	설피막이	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	.	.	.	0.01
<i>Elaeagnus maritima</i>	녹보리뚱나무	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	0.02
<i>Commelina communis</i>	닭의장풀	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	0.01
<i>Rubus hirsutus</i>	장딸기	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	.	0.02
<i>Elsholtzia ciliata</i>	향유	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	0.01
<i>Lilium lancifolium</i>	참나리	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	.	.	0.01
<i>Thelypteris palustris</i>	처녀고사리	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	0.01
<i>Dioscorea tokoro</i>	도꼬로마	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	.	0.01
<i>Phryma leptostachya</i>	파리풀	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	.	0.01
<i>Dryopteris erythrosora</i>	홍지네고사리	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0.01
<i>Carex sp.</i>	Carex sp.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0.01
<i>Ligustrum japonicum</i>	광나무	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0.01
<i>Rhus javanica</i>	붉나무	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0.02
<i>Asparagus schoberioides</i>	비짜루	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0.01
<i>Chrysanthemum boreale</i>	산국	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0.01
<i>Boehmeria nipononivea</i>	섬모시풀	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0.01
<i>Hedera rhombea</i>	송악	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0.02
<i>Thalictrum aquilegifolium</i>	평의다리	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0.01
<i>Clematis mandshurica</i>	으아리	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0.01
<i>Albizia julibrissin</i>	자귀나무	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0.01
<i>Pteridium aquilinum</i>	고사리	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0.01
<i>Aralia elata</i>	두릅나무	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0.01
<i>Eupatorium chinense</i>	등골나물	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	1	0.01
<i>Arundinella hirta</i>	새	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0.01
<i>Pueraria lobata</i>	췌	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3	0.02
<i>Ampelopsis brevipedunculata</i>	개머루	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	2	0.01
<i>Arthraxon hispidus</i>	조개풀	.	.	.	.	.	.	.	.	.	4	.	.	.	.	0.02
shrub height (m)		3.5	2.5	3	2.5	.	.	.	.	.	.	.	.	1.7	4	.
shrub cover (%)		80	85	85	80	.	.	.	.	.	.	.	.	50	65	.
herb 1 layer height (m)		0.8	0.5	0.7	0.7	0.5	0.3	0.7	0.7	0.7	0.5	0.6	1.2	1	0.9	.
herb 1 layer cover (%)		70	75	90	85	100	95	95	95	90	100	65	100	60	70	.
herb 2 layer height (m)		.	.	.	.	0.1	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	.	0.5	.	.	.
herb 2 layer cover (%)		.	.	.	.	5	5	10	20	15	15	.	10	.	.	.
area (m ²)		100	16	21	21	1	4	1	4	2	6	4	4	49	105	.

Locality [GPS]: Jangdo-ri Sinan-gun Jeollanamdo. South Korea; Running no.1: 34°40'37.32"N, 125°22'14.88"E, no.2: 34°40'37.38"N, 125°22'15.06"E, no.3: 34°40'40.02"N, 125°22'15.78"E, no.4: 34°40'28.0"N, 125°22'22.1"E, no.5: 34°40'40.14"N, 125°22'16.08"E, no.6: 34°40'38.58"N, 125°22'14.94"E, no.7: 34°40'40.74"N, 125°22'15.78"E, no.8: 34°40'38.88"N, 125°22'14.82"E, no.9: 34°40'37.20"N, 125°22'13.44"E, no.10: 34°40'36.66"N, 125°22'13.86"E, no.11: 34°40'35.82"N, 125°22'16.32"E, no.12: 34°40'35.82"N, 125°22'13.98"E, no.13: 34°40'36.60"N, 125°22'15.72"E, no.14: 34°40'32.40"N, 125°22'15.42"E

H1 : *Isachne globosa*-*Salix koreensis* community (버드나무-기장대풀군락)

H2 : *Isachne globosa* community (기장대풀군락)

H3 : *Isachne globosa*-*Persicaria japonica* community (흰꽃여뀌-기장대풀군락)

H4 : *Fimbristylis dichotoma* community (하늘지기군락)

H5 : *Carex dickinsii* community (도깨비사초군락)

X1 : *Rosa multiflora*-*Miscanthus sinensis* community (참억새-췌레나무군락)

X2 : *Camellia japonica* community (동백나무군락)

Investigation data: 2007. 07. 19~07. 20