

택지개발지구내 양서류 서식처로서 묵논습지의 특성과 기능평가

이은엽¹⁾ · 문석기²⁾

¹⁾ 토지주택연구원 · ²⁾ 청주대학교 조경학과

Assessment of Characteristics and Functions of Abandoned Rice Paddy Wetlands as Habitats for the Amphibia within Land Development Districts

Lee, Eun Yeob¹⁾ and Moon, Seok Ki²⁾

¹⁾ Dept. of Green Growth Research, Land & Housing Institute,

²⁾ Dept. of Environment Landscape Architecture, Chongju University.

ABSTRACT

The current study analyzed appropriateness of abandoned rice paddy wetlands as habitats for the Amphibia by assessing functions and value of abandoned rice paddy wetlands within land development districts as a habitat for living creatures and researching into the Amphibia living in the subject districts. For this purpose, the study designated abandoned rice paddy wetlands within Hwaseong A District and Pangyo B District under land development as subject lands. Those wetlands went through succession after abandonment of farming. Detailed study results are as follows. From classification of wetland types and an analysis of their characteristics, it was found that herbaceous plants such as smartweed communities, horsetail communities and reed communities, and woody plants such as pussy willow communities appeared in both districts. These abandoned rice paddy wetlands shows typical characteristics of palustrine wetlands. As a result of a vegetation structure research, it was observed that succession has been progressed for at least over 2~3 years. In assessment of wetland functions by item, it was found that they are developing into fine wetlands in terms of functions because they are ranked over Moderate Class except separate distance from streams. Also from a research into animals living in the abandoned rice paddy wetlands, it was found that main inhabitants are *Rana nigromaculata*, *Rana dybowskii*, *Hyla japonica*, *Bufo bufo gargarizans*, etc. It can be confirmed that the

Corresponding author : Lee, Eun Yeob, Land & Housing Research Institute, Korea Land & Housing Corporation,
Daejeon 463-755, Korea,
Tel : +82-42-866-8469, E-mail : ecyeob@hanmail.net

Received : 4 October, 2010. **Revised** : 22 November, 2010. **Accepted** : 28 January, 2011.

abandoned rice paddy wetlands are providing appropriate conditions as habitats to the Amphibia in a view that those species have life cycles of inhabitation (shores and wetlands) - egg-laying (rice paddy, puddles and swampy places) - hibernation (rice field banks and swampy places). From this point of view, it was found that abandoned rice paddy wetlands that developed because of abandonment of farming can be used as means to improve structure and functions of habitats.

Key Words : *Assessment of habitats , Abandoned rice paddy wetland, Biodiversity promotion, Lana development districts.*

I. 서 론

급속한 산업화에 따라 농촌인구가 줄어들기 시작하였고 국가 경제구조가 농업에서 공업중심으로 변모하면서 논은 식량생산이라는 본래의 기능을 상실하기 시작했으며(박미영 등, 2006), 1995년 이후로 경지면적은 줄어들고 유희농경지는 계속해서 증가하고 있다(농림부, 2004). 유희농경지의 면적은 약 246,728ha로 논지의 약 13%가 되고 유희농경지의 95%가 습지상태로 그 규모와 위치에 따라 조금씩 차이가 있으나 습지의 구조와 기능을 갖추고 있으며 생물서식공간으로 작용하고 있다(임유라 · 김귀곤, 2009). 이와 같이 유희농경지가 증가함에 따라 활용방안에 대한 다양한 검토가 이루어지고 있으나 실질적이고 구체적인 활용방안이 마련되지 못하고 있다.

특히, 택지개발 지구내 농경지는 공사시행 이전까지 폐농되어 습지로 발달되는 독특한 성인의 습지인 묵논습지(구분학, 2003)로 변화하게 된다. 묵논습지는 야생동물의 휴식과 잠자리를 제공하여 생물다양성을 증진(Francisco A. comin et al., 2001)시키는 기능을 지니고 있다.

미국의 Southern Arizona의 경우 방치된 유희농경지가 습지로 변화되면서 자연식생이 유입되고 미생물들의 활동이 활발해져 토양이 유기토화되었으며, 야생동물들이 서식하는 것으로 나타났다(박미영 등, 2006). 묵논에 의해 형성된 자운늪의 사례연구(구분학, 2003)에서도 묵논습지가 식생다양성 및 야생동물서식처, 어류 및 양서파충

류 서식처, 홍수저장 및 조절, 호안 및 제방보호, 미적 레크레이션 측면에서 기능이 높은 것으로 보고된 바 있다.

그러나 묵논습지에 대한 인식이 부족하여 매립을 통해 시설용지로 활용하고 있어 생물다양성 증진 등 습지 본래의 순기능이 반영되지 못하고 있다.

최근들어 묵논습지가 가치 있는 생태계로 인식되면서 휴경논 생태계의 토양특성 및 식생변화 연구(강병화 등, 2003), 묵논의 유형분류 및 기능평가(구분학, 2003), 유희농경지에서 발생하는 습지의 현황 및 특성 연구(박미영 등, 2006), 휴경연차별로 묵논습지의 토양 및 식생특성을 고찰한 연구(윤광성, 2007), 생물다양성 증진을 위한 유희농경지의 습지복원 적지선정(임유라 등, 2009), 논지 연못습지의 수질 및 토양환경 분석(손진관 등, 2010), 일본 타마힐 휴경논의 수초군락 복원 연구(Yamada, S et al., 2007), 도쿄 외곽지역의 주거지로부터 오염경로를 줄이기 위한 휴경논의 잠재력 연구(Kogi, Jiro et al., 2010)등이 꾸준히 진행되고 있다.

대부분의 선행 연구들은 비도시지역이나 도시 외곽지역의 묵논습지에 대한 유형분류와 지형특성 분석, 그리고 묵논습지의 토양 및 식생특성을 규명한 연구들에 국한되고 있다. 도시내에서 생물서식지로서 묵논습지의 가치와 특성을 밝힌 연구는 미미한 실정이다. 최근들어 습지에 대한 중요성과 가치가 재평가되면서 사업지구내 인공습지 등을 조성하는 사례가 크게 증가하고 있다. 그

러나 개발지구내 묵논습지가 출현했을 경우 이를 보전할 것인지, 가용지로 개발할 것인지를 판단하는 기준이 미흡하여 묵논습지의 활용을 제대로 판단하지 못하는 경우가 자주 발생하고 있다.

이에 따라 본 연구는 개발지구내 묵논습지가 생물서식처로서 적합한 기능과 보전 가치를 보유하고 있는지를 파악하기 위해 선행연구에서 수립된 분류체계를 수정 적용하여 택지개발지구내 묵논습지를 대상으로 습지기능과 생물서식공간으로서 특성을 분석하고자 하였다.

II. 연구 범위 및 방법

1. 연구의 범위

본 연구는 내용적으로 택지개발지구내 묵논습지의 서식처로서 기능평가와 양서류의 서식환경 특성을 분석하는 두가지 접근방법을 취하고 있다.

이를 통해 묵논습지의 양서류 서식처로서의

기능과 활용가치를 분석해 보는데 있다.

2. 연구방법

1) 연구대상지 선정

연구대상지는 도시지역에서 택지개발사업이 시행되고 있으면서 습지조성을 위한 개발계획이 수립되어 향후 모니터링도 가능하고, 동시에 휴경지 면적이 비교적 크며 2-3년 이상 폐농되어 천이를 통해 습지화가 진행되고 있는 대상지로 선정하였다. 이에 따라 경기도 화성시 동탄 택지개발지구내에 위치한 A지구의 묵논습지와 경기도 성남시 판교 택지개발지구내 위치한 B지구의 묵논습지를 대상으로 하였다.

이들 대상지는 야산 기슭 계곡부에 조성되었던 농경지가 택지개발사업으로 인해 폐농된 후 계곡을 통해 흘러들어온 지표수가 저류되어 습지로 발달된 대표적 묵논습지의 유형을 지니고 있다. 이들 지역은 대규모 택지개발 사업이 진행되



a) 화성 A지구 묵논습지

b) 판교 B지구 묵논습지

그림 1. 연구대상지 위치도.

표 2. 묵논습지의 야생동물(양서류) 서식처로서 기능 가치 판단기준.

평가항목	평가기준	측정기준	HSI ¹⁾
수문평가	하천으로부터 이격거리	하천에서 10m 이내	4.0
		하천에서 10-30m	3.0
		하천에서 30-50m	2.0
		하천에서 50m 이상	1.0
야생동물서식 환경평가	양서류 서식풍부도 정도	종 풍부도(3종 이상), 보호종 및 희귀종 존재	4.0
		종 풍부도(3종 이상)	3.0
		종수빈약(1종)	2.0
		종 미출현	1.0
습지식생평가	식생풍부도 정도	습지식생 피도 70% 이상	4.0
		습지식생 피도 40-70% 미만	3.0
		습지식생 피도 0-40% 미만	2.0
		습지식생 미출현	1.0
습지규모평가	습지규모의 적정성	2,500m ² 이상	4.0
		1,500-2,500m ²	3.0
		900-1,500m ²	2.0
		900m ² 이하	1.0
외부교란평가	토지이용형태	자연상태	4.0
		반자연상태	3.0
		인공자연상태	2.0
		인공상태	1.0

1) HSI : Habital Suitability Index

고 있으면서도 지구외곽에 위치해 있고 배후에 산림이 입지하여 사업기간 동안 자연성을 유지하고 있었다. 이로 인해 농경지가 묵논습지로 발달되는 과정과 현상을 이해하기 쉬운 장소적 특성을 지니고 있다.

2) 습지 생태환경 조사

묵논습지의 생태환경 조사를 위해 지형, 수문, 식생현황, 동물상(양서류 중심)을 조사하였다.

식생조사를 통해 현존식생도를 작성하였으며, 교목층 우점종의 식생상관(Vegetation physiognomy)에 의하여 유형을 구분하고 수치지도에 도면화 하였다. 양서류는 대상지역 주변의 접근 가능한 지역을 따라 좌우 10m 간격으로 이동중인

개체와 도로변, 바위틈 혹은 수변주변의 초지에서 포충망을 이용하여 채집하고 울음소리, 흔적, 청문조사를 통해 간접 확인하였다.

조사는 2004년~2008년까지 매 2년마다 4~6월에 걸쳐 진행되었다.

3) 기능평가모델

본 연구에 적용한 묵논습지의 기능평가 모델은 구분학과 김귀곤(2001)에 의해 개발된 수정 Random Assessment Method(Modified RAM)모델, Colleen A. Harifield(2004), Tilton(2001)과 임유라와 김귀곤(2009)의 유희농경지 습지의 보전·복원지역 설정 평가항목 및 기준을 참조하여 평가기준을 적용하였다(표 1 참조). 기존의 평

가항목들이 물리적 속성, 지형적 특성, 미적, 이용 및 레크레이션 등 광범위한 부분을 평가했다면 이 평가방법은 생물서식처로서 습지기능과 특성을 평가하는데 비교적 정확도가 높으면서 시간과 노력을 절약할 수 있다는 점에서 활용가치가 있을 것으로 보인다. 표 1의 평가항목과 기준에 따라 평가하여 기능별로 “High”, “Moderate”, “Fair”, “Poor” 등으로 등급을 산정하고 모든 기능을 종합하여 표 2와 같이 일반적 수준에서 습지의 기능을 종합 판정하였다.

표 2. 목논습지 야생동물 서식처 기능평가 구분.

점수	HSI 등급화	가치평가
4.0	High	보전
3.0	Moderate	향상
2.0	Fair	향상 또는 복원
1.0	Poor	복원

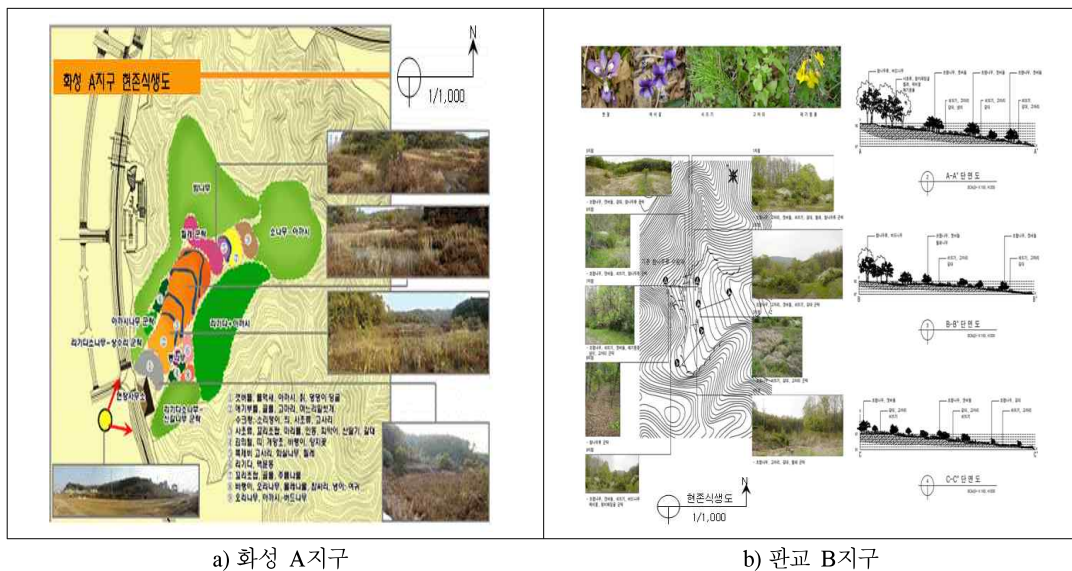
III. 결과 및 고찰

1. 습지유형 분류 및 특성분석

식생구조 분석결과, 화성 A지구에서 발견된

초본류는 물억새군락, 애기부들군락, 골풀군락, 고마리군락, 머느리밀싯개군락, 수크령군락, 락군락, 사초군락 등이 목본류로는 갯버들 군락이 우점하여 분포하고 있는 것으로 확인되었다(그림 2 참조).

판교 B지구의 경우 초본류는 쇠뜨기군락, 갈대군락, 고마리군락, 방동사니군락이, 목본류로는 갯버들군락, 조팝나무군락, 쫄레나무군락 등이 우점종으로 조사되었다. 공통적으로 고마리군락, 쇠뜨기군락, 갈대군락, 사초군락이 초본류에서 우점하고 있었으며, 목본류에서는 갯버들군락이 우점하고 있는 것을 알 수 있었다. 갈대와 고마리 등이 우점하는 것을 통해 소택형 습지의 전형적 특성을 엿볼 수 있었으며(강병화 등, 2009; 구분학 등, 2003; 송호경 등, 2006; 이경재 등, 2003), 식생구성을 해석해 볼 때 2~3년 이상 천이가 진행된 것으로 분석되었다(윤광성, 2007). 또한, 수문조건을 조사한 결과 개방수면과 계절적 범람지로 확인되었으며 식생, 수문, 지형조건을 근거로 이들 목논습지는 소택형습지의 전형을 보여주는 것으로 해석할 수 있었다.



a) 화성 A지구

b) 판교 B지구

그림 2. 연구대상지의 식생특성(현존식생도).

2. 습지 기능평가

본 연구에서 평가도구로 사용한 기능가치 평가기준(표 1)은 5개의 기능을 평가하며 기준별로 4개씩의 측정기준을 설정하였다. 각 기능별 측정 결과는 표 3과 같다. 수문평가 결과 사례대상지 모두 “Fair”로 비교적 등급이 낮게 나타났으나 야생동물 서식환경 평가와 습지식생평가에서는 “Moderate” 등급으로 비교적 풍부도가 높은 것으로 결과되었다. 습지규모의 경우는 화성 A지구는 “High” 등급으로, 판교 B지구는 “Moderate”로 보통 이상의 등급으로 평가되었다. 토지이용형태의 경우는 “Moderate”로 반자연상태인 것으로 평가되어졌다. 이들 목논습지는 하천에서 이격되어져 수문평가 결과가 다소 낮게 나타났으나 적절한 수준에서 관리가 이루어진다면 인근 하천과 연계되어 출현종이 증가될 것으로 사료된다. 식생풍부도, 습지규모, 토지이용형태, 수환경 등을 고려해 볼때 중요한 기능을 발휘(구본학, 2003)할 것으로 보여진다.

목논습지는 하천이나 하천 주변으로 형성된 내륙습지와는 달리 특수한 환경에서 형성된 습지에 해당한다. 특히 논이라는 농경지 형태의 인위적 토지이용이 진행된 상황에서 토지이용의 중지라는 이용패턴의 변화에 따라 새로운 환경으로 변화해가는 특성이 부가되는 환경(윤광성, 2007)이라 평가해 볼 수 있다.

이러한 점에서 목논습지가 갖는 독특한 습지의

기능과 가치를 확인하였으므로 본 조사대상지는 생물서식환경으로서 비교적 양호한 습지로 발달하고 있는 것으로 평가해 볼 수 있다. 이는 선행 연구(구본학, 2003; 임유라 등, 2009; 윤광성, 2007)에서 목논습지가 기능면에서 매우 양호한 습지로 발달하고 있다는 연구결과와 일치하는 것으로 나타났다.

3. 양서류 서식특성 분석

목논습지의 기능평가 결과를 토대로 양서류 출현종을 조사하여 목논습지의 서식적합성을 분석하였다. 조사결과 화성 A지구 목논습지에서는 04, 06년 조사 모두 5종씩 출현하고 있는 것으로 확인되었으며, 판교 B지구 목논습지의 경우 06년에는 3종이, 08년에는 6종이 출현하고 있어 출현종수가 증가된 것으로 조사되었다.

목논습지의 기능평가 결과 양서류 서식처로서 식생상태, 수환경 조건, 습지규모, 배후산림 등이 양호한 것에 기인된 결과라 할 수 있을 것이다. 연구 대상지가 습윤형 초지와 낮은 배후 산림으로 구성되어 있어 저지대에 서식하는 양서류들이 출현하고 있는 것으로 해석해 볼 수 있다. 즉, 목논습지가 물가, 습원 등을 서식처로 하고 논, 웅덩이, 저습지 등을 산란지로, 그리고 논둑, 저습지 등을 동면지로 하는 양서류의 서식환경(이은엽 등, 2006)에 적합한 조건을 지니고 있다는 것을 설명해 주는 것으로 볼 수 있다.

표 3. 목논습지의 평가모델에 따른 기능평가 점수.

평가 항목	평가기준	화성 A지구		판교 B지구	
		평가점수	평가등급	평가점수	평가등급
수문평가	하천으로부터 이격거리	2.0	F	2.0	F
야생동물 서식환경평가	양서류 서식 풍부도 정도	3.0	M	3.0	M
습지식생평가	식생풍부도 정도	3.0	M	3.0	M
습지규모평가	습지규모의 적정성	4.0	H	3.0	M
외부교란평가	토지이용형태	3.0	M	3.0	M

* H : High, M : moderate, F : Fair, P : Poor.

표 4. 연구대상지내 출현 양서류.

종명(Species)		화성 A지구		성남 B지구	
학 명	국 명	2004	2006	2006	2008
<i>Rana nigromaculata</i>	참개구리	○	○	○	○
<i>Rana a. coreana</i>	아무르산 개구리	○	○		○
<i>Rana dybowskii</i>	산개구리	○	○	○	○
<i>Hyla japonica</i>	청개구리	○	○	○	○
<i>Bombina orientalis</i>	무당개구리				○
<i>Bufo bufo gargarizans</i>	두꺼비	○	○		
<i>Hynobius leechii</i>	도롱뇽				○
출현종수		5종	5종	3종	6종

이를 통해 본 연구대상지의 목논습지 모형을 도시내 적용할 경우 생물서식을 위한 인공습지 조성모델로 활용해 볼 수 있을 것이라 사료된다.

IV. 결 론

본 연구는 개발사업지구내 목논습지의 생물서식처로서 기능과 가치를 평가하고 습지내 출현하고 있는 양서류를 조사분석하여 생물서식처로서 목논습지의 적합성을 평가하고자 하였다.

분석결과, 목논습지의 출현종으로 초본류는 고마리군락, 쇠뜨기군락, 갈대군락이, 목본류는 갯버들 군락이 출현하고 있어 소택형 습지의 전형적 특성을 나타내고 있었다. 또한 식생구성을 해석해 볼때 2~3년 이상 천이가 진행된 것으로 분석되었다. 목논습지의 서식처로서의 기능가치 평가결과 하천으로부터 이격거리를 제외하고는 평균(Moderate) 등급 이상에 해당되어 소택형 목논습지가 기능면에서 생물서식에 양호한 습지로 발달하고 있음을 확인할 수 있었다.

출현종을 조사한 결과 참개구리, 산개구리, 청개구리, 두꺼비 등이 서식하고 있는 것으로 나타났다. 이들 출현종은 서식(물가, 습원)-산란(논, 웅덩이, 저습지)-동면(논둑, 저습지)이라는 습성과 생활사를 지니고 있다는 점에서 목논습지가

양서류의 서식처로서 양호한 조건을 제공하고 있는 것으로 파악되었다. 이를 통해 농경지가 폐농되어 습지로 발달된 독특한 성인의 습지인 목논습지는 생물서식처의 구조와 기능을 증진시키고 야생동물의 서식처로서 중요한 수단으로 활용이 가능하다는 것을 확인할 수 있었다. 택지개발지구 등에 존치되어 있던 목논을 활용하여 생물서식처를 복원하게 되면 다양한 기대효과(생태기능 향상 도모, 신규 서식처 조성을 대체함에 따른 비용절감, 생태기반의 조기 구축 등)를 도모할 것이라 사료된다. 다만, 도시내 목논습지는 인간에 의한 토지이용으로 서식환경에 간섭을 초래하게 되므로 생물서식처로서의 기능을 지속적으로 유지하기 위해서는 효율적 관리가 중요하다. 습지에 인접한 지역은 완충지대를 충분히 확보해 주고 배후산림으로 생물의 이동이 안전하게 이루어질 수 있도록 생태통로를 조성해야 할 것이다. 또한 적정수질과 수량을 유지하도록 수자원 기반이 훼손되지 않게 하여 서식 잠재력을 높여줄 필요가 있다.

본 연구는 개발 사업지구내 휴경논의 습지로서의 활용가치를 판단하는 기준으로 활용할 수 있으며, 새롭게 생태연못, 인공습지, 생물서식처를 조성하기보다는 기존의 목논을 활용하여 대체 서식지를 조성하기 위한 습지모델로도 활용이 가

능할 것이다.

향후 본 연구의 적용성을 높이기 위해서는 다양한 사례지구를 대상으로 습지유형을 도출하고 수문, 토양 등 보다 다양한 조건의 영향요소에 대해서도 분석이 이루어질 필요가 있다. 아울러, 양서류 뿐만아니라 조류, 포유류, 곤충류 등 다양한 생물상별로 서식처로서의 적합성도 연구가 뒷받침될 필요가 있다. 이를 토대로 지속적인 모니터링을 과정을 거치면서 목논습지의 생물서식처로서의 기능과 가치를 검증해 나갈 필요가 있을 것이다.

인 용 문 헌

- 강병화 · 심상인 · 마경호. 2003. 휴경연차에 따른 휴경지 근각내 식생특성. 한국환경농학회지 22(1) : 53-59.
- 구본학. 2003. 목논에 형성된 자운늪의 유형분류 및 기능평가. 한국환경복원녹화기술학회지 6(1) : 65-70.
- 농림부 · 국립농산물품질관리원. 2004. 경지면적 통계 보고서.
- 박미영 · 임유라 · 김귀곤 · 주영우. 2006. 유희농경지에서 발생하는 습지의 현황 및 특성에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회 9(2) : 1-15.
- 손진관 · 강방훈 · 김남춘. 2010. 농지연못습지의 수질 및 토양환경분석. 한국환경복원기술학회지 13(3) : 46-62.
- 송호경 · 박관수 · 박혜림 · 소순구 · 김효정 · 김무열. 2006. 신안군 장도 산지습지 식생과 토양특성. 한국환경생태학회지 20(4) : 407-414.
- 윤광성. 2007. 목논습지의 토양 및 식생특성. 대구대학교 대학원 석사학위논문. pp.3-6.
- 이경재 · 권전오 · 이수동. 2003. 서울시 주요습지유형별 생태적 특성분석. 한국환경생태학회지 17(1) : 44-55.
- 이은엽 · 구본학 · 심재한, 2006. 도시내 생물서식유형별 대체서식지 조성방안, 국토도시연구원, p.52
- 임유라 · 김귀곤. 2009. 생물다양성 증진을 위한 유희농경지의 습지복원 적지선정에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 12(1) : 52-66.
- Collen A. H. et al. 2004. Development of wetland quality and function assessment tools and deminstration. New Jersey Department of Environmental Protection.
- Francisco A. Comin, Jose A. Romero, Oliver Hernandez and Margarita Menendez. 2001. Restoration Ecology 9(2) : 201-208.
- Kogi, Tiro., Miyamoto. M, Bolthouse, J., and Yokohari, M. 2010. The Potential for Abandoned Paddy Fields to Reduce Pollution Loads from Households in Suburban Tokyo. Water 2, no.3 : 649-667.
- Tilton, D. L. 2001. A Wetland protection plan for the lower one subwatershed of the Rouge river. Pro-NPS-SR28. Rouge River National Weather Demonstration Project.
- Yamada, S., Okubo, S, Kitagawa. Y and Takeuchi. K. 2007. Restoration of Weed Communities in Abandoned Rice Paddy Fields in the Tama Hills, Central Japan. Agriculture Eco-systems & Environment, 119 : 88-102.