

생태 천변저류지의 생태학적 조성계획기준

전 승 훈* / 최 준 길** / 유 정 칠***

Ecological Guidelines for Creation of Eco-washland

Seung-Hoon Chun*+ / Jun-Gil Choi** / Jeong-Chil Yoo***

요약 : 환경친화적 수자원 관리의 대안으로 대두되고 있는 천변저류지는 일차적인 홍수조절의 목적과 부차적인 생태공원으로서의 가치로 인하여 조성을 위한 기술개발과 함께 생태학적 계획기준이 시급하게 요청되고 있다. 본 연구는 생태 천변저류지의 조성과정에서 요구되는 목표 생물종과 서식환경의 조성 등 생태학적 계획기준을 제시하기 위하여 수행되었다. 연구대상지는 국가차원의 천변 저류지 조성이 검토되고 있는 임진강 석장천 합류지역으로 하였고, 유사한 생태적 입지조건을 지닌 남한강 홍수터 지역을 대조지로 선정하였다. 식생과 어류상 및 조류상을 중심으로 생태특성을 조사분석한 결과 식생군집은 버드나무와 갯버들, 물억새, 갈대 등의 우점 군락이 대표적으로서 개방수역과 사주부, 경작지 등과 함께 물리적 기반환경을 형성하였고, 어류상은 잉어과 어종과 납자루과 어종이 대표적이었으며, 조류상은 물새류인 오리류와 주연부종인 붉은머리오목눈이가 우점종이었다. 생태 천변 저류지의 생태-수문조건은 습지형을 지배적인 유형으로 호소형과 육상형이 부분적으로 결합한 복합 습지모형이 적합할 것으로 판단되었으며, 이를 바탕으로 생태특성 분석결과에 기초하여 어류의 경우 납자루과와 잉어과 어종, 조류의 경우 붓꽃은 백로류, 겨울철은 오리류를 목표 생물종으로 설정하였다. 또한 이들 목표 생물종의 번식지 및 산란처, 섭식 및 취식장소, 먹이원, 휴식지, 피난처, 치어 서식처, 잠자리 등 일반적인 서식환경을 고려한 구체적인 서식처 조성의 계획기준을 제시하였다.

핵심용어 : 식생군집, 생태-수문 조건, 복합 습지모형, 목표 생물종, 서식처 조성, 계획기준

Abstract : An eco-washland is increasingly getting attentions as a new alternative plan for management of water resources because of role as flooding control and ecological park without social and ecological side effects. However, there is a lack of study regarding technological development and ecological guidelines to create eco-washland. This study was carried out to suggest ecological guidelines necessary for engineering process to create eco-washland. A study site was the lower reach of Seokjang stream connecting to Yimjin river, a candidate of new eco-washland, and Kumsa area in Namhan river was selected as a reference site. The analysis of ecological characteristics focused on vegetation, fishes, and birds. Major vegetation communities, composed of dominant species such as *Salix koreensis*, *Salix gracilistyla*, *Miscanthus sacchariflorus*, *Phragmites communis*, etc., formed physical conditions along with other land uses including open water, sandbar, cultivated land, etc. Dominant species of fishes were some species belonging to *Cyprinidae* and *Acheilognathinae*, and in case of birds *Anser albifrons*, *Anas platyrhynchos*, *Anas poecilorhyncha* belonging to waterbirds and *Paradoxornis webbinanus* dependent to forest edge were dominantly distributed. The results showed that complex wetland types associated with partially deep water and upland was the optimal eco-hydrological condition of washland. *Cyprinidae* and *Acheilognathinae* in case of fish and *Egretta* spp. (spring season) and *Anas* spp. (winter season) in case of bird were selected as target species for the these wetland types. Finally, a detail planning criteria to create habitats of these target species were discussed in terms of spawning, breeding, feeding, resting, refuge, nesting, etc.

Keywords : Ecological characteristics, Complex wetland types, Optimal eco-hydrological condition, Target Species, Planning Criteria, Habitats

+ Corresponding author : chunsh@kyungwon.ac.kr

* 정회원.경원대학교 도시계획조경학부 교수

** 정회원.상지대학교 생명과학과 교수

*** 정회원.경희대학교 생물학과 교수

1. 서론

우리나라의 수자원 부족량은 연평균 강수량이 1,283mm로 세계 평균 973mm의 약 1.3배에 달하기 때문에 비교적 큰 편이나 높은 인구밀도로 인하여 1인당 연간 수자원량은 2,715m³로 세계 평균 26,800m³의 약 10%에 불과한 실정이며, 이용가능 수자원인 1인당 하천유출량도 1,555m³로서 유엔 국제인구행동연구소가 분류한 물 부족(water stressed) 국가군에 속한다고 할 수 있다(윤, 2003). 아울러, 매년 되풀이되는 홍수피해는 막대한 인명과 재산을 앗아가고 있으나, 다목적댐을 통한 재해방지책은 여전히 환경적인 또는 사회경제적인 문제 등으로 현실적인 난관에 봉착해 있다. 하지만, 이러한 긴박한 상황에서도 공급 및 치수위주의 수자원 정책과 수요관리중심의 환경보전의 논리는 첨예하게 대립되어 있는 실정이다.

2000년 영월댐의 백지화 이후 지속가능한 수자원 관리라는 대전제에 어느 정도 사회적 합의가 이루어지는 가운데, 2006년도에 정부는 임진강유역 홍수대책 특위에서 홍수조절의 적정성, 안정성, 환경성 측면에서 가장 적절한 대안으로 제시한 홍수조절용댐과 천변저류지를 함께 건설하는 방안을 발표한 바 있다. 홍수조절용댐은 평상시에는 자연상태로 유지하면서 홍수시에만 물을 가둬 홍수를 조절하는 개방형 댐으로서 항상 담수되어 있는 기존의 댐과는 다르고, 천변 저류지 또한 하천 주변(주로 제내지)에 저류지를 만들어 홍수발생시 제방을 통해 월류시킴으로서 홍수를 조절하기 때문에 하천수계를 단절시키지 않는 방안이라 할 수 있다.

따라서, 천변 저류지는 지금까지 댐 건설로 인한 사회적 갈등의 핵심이었던 하천의 생태적 단절과 수몰지역의 발생, 그에 따른 실향민의 문제 등이 해소될 수 있고, 나아가 피해가 예상되는 도시나 상습 침수지역의 직상류에 조성할 수 있기 때문에 홍수조절 측면에서 환경친화적 물관리의 새로운 대안이 될 가능성이 매우 높다고 할 수 있다.

건설교통부(2005)는 홍수기에 하천주변에서 홍

수량을 저류할 수 있는 천변저류지에 대한 개념정의, 천변 저류지의 선정에 위한 공간입지의 분석·평가 절차, 기본계획 수립을 위한 기술적 지침안, 그리고 비홍수기의 활용방안 등에 대해 제시하면서, 유역종합치수계획에서 과거 농경지 조성 및 보호를 목적으로 기존 범람지에 축조된 제방에 의해 홍수조절 기능을 상실한 구하도를 복원하여 원래의 홍수조절 기능을 수행할 수 있도록 하는 저류지의 개념으로 천변저류지를 정의하고 있다. 따라서, 건설교통부는 유역종합치수계획에서 면적 개념의 2차원적인 홍수량 분담을 통해 하천의 부담을 줄이고, 하천범람으로 인한 홍수피해의 잠재성 경감을 위해 홍수량을 유역내에서 분담할 수 있는 천변저류지의 조성을 적극적으로 추진하고 있다.

안 등(2007)은 낙동강, 동진강, 영산강, 안성천, 삽교천 등 주요 하천의 유역종합치수계획에서 제시된 천변저류지 가능지에 대해 저류용량, 인가수, 과거 침수 횟수, 그리고 기술적 판단 등 평가항목을 적용하여 사업대상지의 우선순위를 선정할 바 있으며, 또한, 천변저류지의 위치 및 규모 선정에 위해 수문학적 홍수저감량 산정모듈과 가능 최대 담수용량, 보상비, 단위기준당 시공비, 습지의 기능 등 이익 산정계수 등을 적용한 GIS-DB 시스템 모형을 제시한 바 있다. 안 등(2007)은 천변저류지의 설계를 위해 저류지가 갖는 홍수조절 능력을 파악하기 위하여 1차원 하도 부정류 모형에 연계된 2차원 저류지 유동모형을 개발하고, 월류부 등 관련 시설물의 설계지침을 제시한 바 있다. 김 등(2007)은 우포늪을 포함하고 있는 토평천 유역의 천변저류지 구성에 따른 홍수위 저감효과 분석에서 하도와 천변저류지를 연결하는 웨어의 높이변화가 매우 중요한 영향을 미치는 요소로 추정되며, 비홍수기 습지로서의 기능이 유지될 것으로 고찰한 바 있으나, 김 등(2007)은 우포늪의 천변저류지 구성에 따른 저류량 분석에서 습지로서의 기능을 유지하기 위해서는 저류량 확보에 대한 방안이 필요하다고 하였다.

하지만, 천변저류지는 일차적으로 홍수저감이

주 목적이나 홍수시를 제외하고는 습지적 특성을 지닌 생태적 공간으로 활용될 수 있는 잠재력이 있으나 이에 대한 생태학적 기초자료가 축적되어 있지 못할 뿐 아니라 관련 연구도 매우 미흡한 상태에 놓여있다.

따라서, 본 연구에서는 홍수시를 제외한 나머지 기간에 습지로서 활용할 수 있는 생태천변 저류지의 조성을 위한 생물종과 이들의 서식처를 고려한 생태학적 계획기준을 제시하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

2.1 연구대상지역

임진강 하류지역은 1990년대 중반부터 지난 10년간 홍수로 인한 재산 피해규모는 1조 1,236 억원, 인명피해는 127명에 달하여 상류지역에 홍수조절용 한탄강댐 건설이 추진되고 있으나 수몰 피해 예상지역의 주민과 환경단체의 반대로 지연되고 있는 지역이다. 최근 국가차원에서 천변저류

지의 조성 등 다각도의 홍수대책을 추진하고 있는 임진강의 석장천 합류부를 연구대상지역으로 선정하였다. 또한, 연구대상지와 유사한 생태적 입지 조건을 갖는 남한강의 제외지 홍수터지역인 금사지역을 대조지로 선정하였다(그림 1).

2.2 연구의 전제 및 진행과정

본 연구는 일차적으로 홍수경감을 목적으로 조성되는 천변저류지를 대상으로 비홍수기시 인공적으로 조성 및 유지되나 인접한 하천본류와의 생태적 연계성을 갖는 인공습지적 특성을 지닌 생태계를 조성하고자 한다. 따라서, 연구대상지가 선정되었지만, 규모나 물리적 구조, 그리고 수리수문학 특성이 명확하게 밝혀져 있지 않으며, 또한 저류지의 수문학적 해석결과가 제시되어 있지 않기 때문에 생태적 기반형성 및 정착과정과 밀접하게 관련된 수리수문학적 특성은 몇 가지 가정을 전제로 하였다.

한편, 본 연구는 수리수문학적 조건의 전제하에

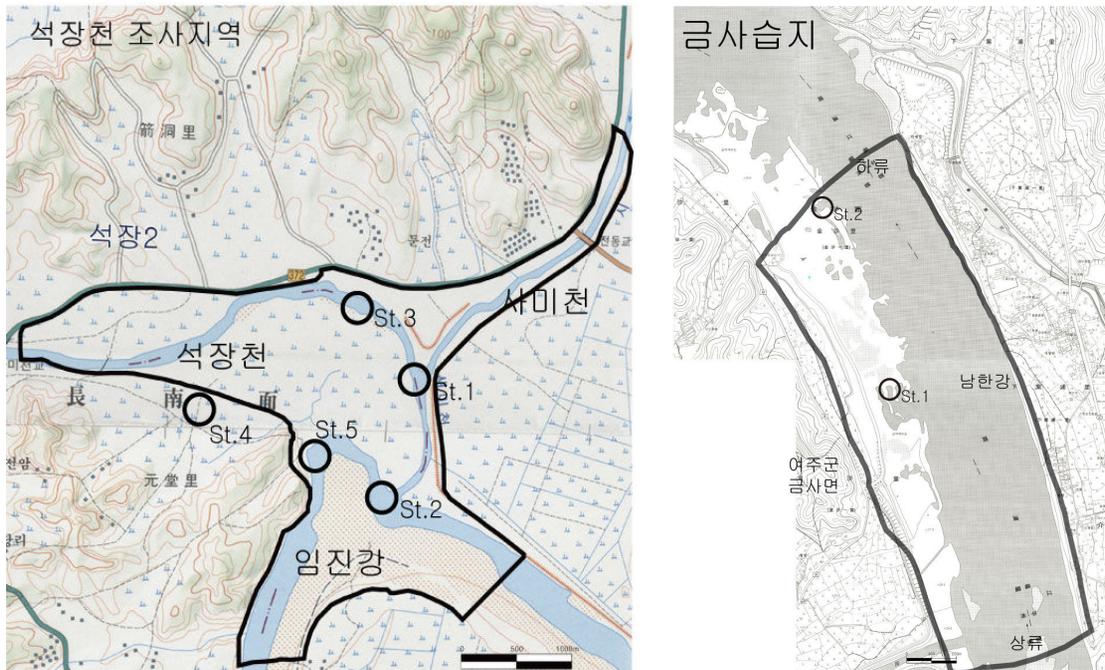


그림 1. 연구대상지의 지리적 위치 및 공간적 범위(좌 : 석장천지역 / 우 : 금사지역)

* St. No. (어류조사지점)

적합한 생태적 유형과 구조를 결정하고, 이와 관련된 생물종과 이들의 서식처를 자연발생적으로 또는 인위적으로 도입·복원하고자 하는 시도이기 때문에 그림 2에서 제시된 바와같이 실행사업의 추진에 적용되는 공학적 접근과정(engineering process)을 따랐고, 이러한 접근과정에서 생태적으로 요구되는 계획기준을 제시하고자 한다.

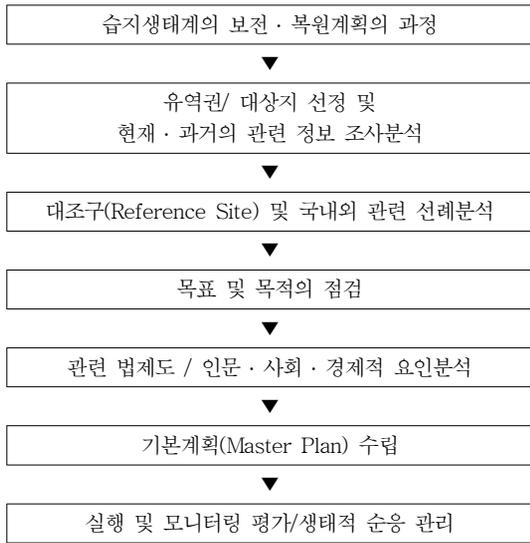


그림 2. 습지생태계 보전·복원 기본계획의 수립과정

2.3 생태조사 분석

생태적 요인으로는 하천생태계의 특성과 조성 예정인 천변저류지의 생태적 특성을 감안하여 가장 핵심적으로 고려되고 또한 거시적인 생태지표로서의 역할이 기대되는 식생, 어류, 그리고 조류를 대상으로 하였다. 야외조사는 계절적인 변화특성을 고려하여 조사시기를 선정하였으며, 다만 생물분류군의 특성을 고려하여 해당 계절내에서 조사시기는 신속적으로 적용하였다.

식생조사는 2006년 8월, 2007년 5월, 7월 등 3차례에 걸쳐 상관식생 유형을 구분하고 군락을 판정하였으며, 이를 바탕으로 현존식생도를 작성하였다.

어류조사는 2006년 3월, 4월, 6월, 2007년

12월 등 4회에 걸쳐 현장채집조사를 실시하였으며, 어류의 채집은 정량 조사를 위하여 투망(7×7mm)과 족대(4×4mm)를 각각 14회, 40분간 사용하였다.

조류조사는 대상지를 중심으로 주변 지역 1km까지를 조사지역의 범위로 하여 2006년 2월, 3월, 4월, 2007년 6월, 8월, 10월 등 모두 6회에 걸쳐 선조사법과 정점조사법을 병행하여 현장 관찰조사를 실시하였다.

생태적 특성을 파악하기 위하여 우점종 및 군집분석을 실시하였고, 아울러 입지환경 요인과의 관계성을 고찰하였다.

2.4 생태적 계획기준 검토

생태적 계획기준은 공학적 접근과정을 기준으로 대상지 및 대조지의 생태적 특성 분석, 이를 바탕으로 한 목표 및 목적의 설정, 그리고 생물종의 보전과 복원 및 관련 서식처 구성에 대해 제시하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1 연구대상지역의 특성

연구대상지역인 임진강의 석장천 합류부는 임진강 본류가 사행하는 만곡부 구간으로서 지류인 사미천이 북쪽에서 합류하고, 또 다른 지류인 석장천은 새로 정비된 하도를 통해 서쪽에서 합류하고 있다. 우안의 제내지는 현재 잔디 재배지로 이용되고 있으며, 임진강 본류천과의 고저차는 약 6-7m에 이르는 상태이다(그림 3).

한편, 대조연구지인 남한강의 좌안 홍수터는 이천시 금사리 지역으로서 제방을 대신하여 산지와 도로, 그리고 경작지(논)이 제방을 대신하여 구획하고 있으며, 과거 골재채취지역으로서 곳곳에 물웅덩이와 수로 등이 형성되어 수위조건에 따라 분류하천과 직접 연결되어 있다(그림 4). 따라서, 대조지는 본류하천과 생태적 연속성을 지니고 있으나 비홍수기시 격리된 호소형 습지의 특성을 보여

주기 때문에 인위적으로 제내지에 조성하고자하는 저류지와 유사한 생태적 특성을 지니고 있다고 판단된다. 이는 골재 채취의 영향으로 비교적 수심이 깊은 물웅덩이가 형성되어 있어서 여름철 집중강우에 따른 범람시기외에는 본류 하천과 단절된 정수 생태계를 형성하고 있기 때문에 하도습지(riverine wetland)임에도 불구하고 개방수면에 형성된 호소형 생태특성을 보여주는 곳이라 할 수 있다.

3.2 생태특성분석

3.2.1 식생

연구대상지역인 석장천 지역의 현존식생은 그림 3에서 나타난 바와같이 임진강 우안 제외지의 경우 상류지역과 지천에서 운반된 사주가 폭넓게

발달한 가운데 버드나무 및 물억새 군락 등이 대표적인 하천(제외지)식생으로 분포하고 있었으며, 저류지 예정지는 석장천 구하도가 폐천으로서 잔존하고 있으며, 대부분의 토지는 잔디채배지로 단조롭게 이용되고 있었다.

대조지역인 남한강의 금사지역의 현존식생은 그림 4에서 나타난 바와같이 홍수기시의 고수위와 비홍수기시의 저수위에 따른 남한강변 제외지의 수위변동구간으로서 골재채취에 따른 지형의 변화로 인하여 다양한 물웅덩이와 식생사주가 발달하였으며, 버드나무류, 물억새, 갈대 군락이 대표적인 우점식생으로 분석되었다.

연구대상지와 대조지의 식생학적 특성을 비교 분석하기 위하여 거리지수(The coefficient of squared Euclidean distance)를 적용하여 유사도를 분석한 결과 66.51%를 나타내었고, 또한 식생

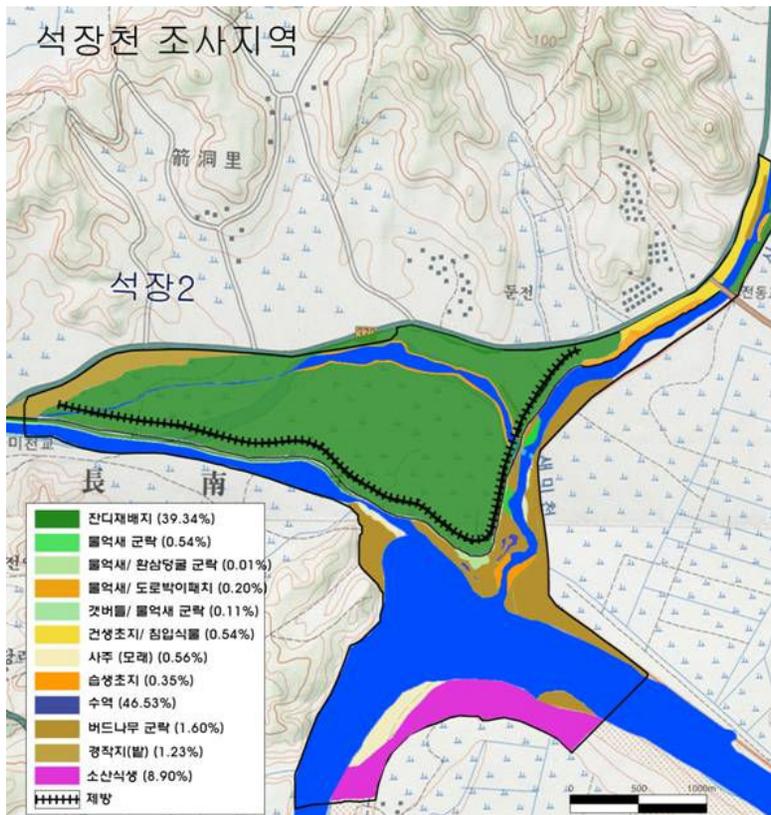


그림 3. 임진강 석장천 지역의 현존식생도

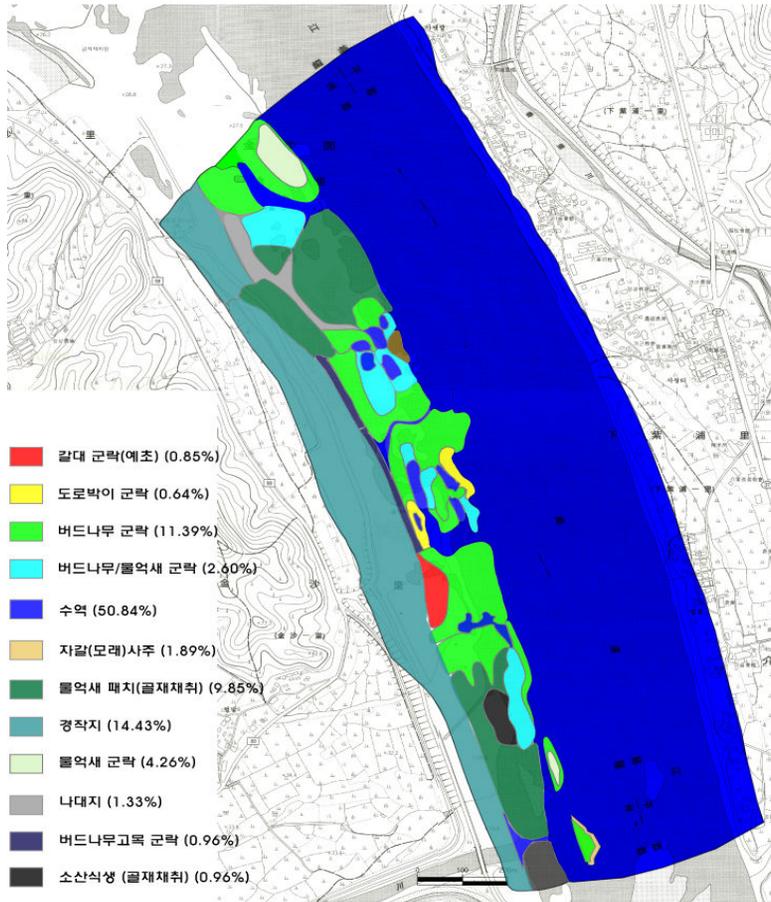


그림 4. 남한강 금사지역의 현존식생도

군집의 유형을 기준으로 서식처 다양도지수(β -diversity)를 계산한 결과 석장천 지역은 1.119, 금사지역은 1.434로서 금사지역의 다양성이 다소 높게 나타났다.

연구대상지와 대조지의 식생은 목본식물로서 버드나무와 갯버들, 초본식물로서 갈대와 물억새 우점 식생유형, 그리고 개방수역과 모래사주 등으로 구성되어 생태적 기반환경을 형성하고 있는 것으로 나타나 우리나라 중부지방 하천생태계의 특징을 가장 잘 반영하고 있는 것으로 파악되었다.

3.2.2 어류

석장지구에 대한 조사 결과 총 8과 21종

1,183개체가 확인되었다. 전체 지점 중 지점 1에서 5과 14종으로 가장 많은 종 수가 채집되었으며 사미천과 임진강 합류점인 지점 5에서 1과 3종으로 가장 적게 채집되었다. 이 중 잉어과 어종이 13종(61.9%)으로 가장 많은 종수를 차지하였고 망둑어과 어종이 2종(9.5%), 그리고 그 외의 어종이 각각 1종(4.8%)씩 출현하였으며, 한국고유종은 각시붕어, 통가리, 꺾기 등 총 8종(38.1%)이 채집되었고, 환경부 지정 멸종 위기 동·식물 II급 어종인 묵납자루가 출현하였다.

출현어종의 개체수 구성비는 피라미가 33.0%(390개체)로서 가장 높았으며, 다음으로는 떡납줄갱이 20.5%(242개체), 각시붕어 16.1%(190개체), 가시납지리 9.6%(113개체), 그리고 민물검정망둑

3.7%(44개체)등의 순으로 나타났다. 반면에 개체 수 구성비가 0.5% 이하로 낮게 나타난 어종은 묵납자루, 줄납자루, 쌀미꾸리, 대륙송사리, 꺾지 등 총 5종으로 나타났다.

한편, 대조지역인 금사지역의 조사 결과 총 5과 22종 342개체가 확인되었으며, 이 중 잉어과 어종이 15종(68.2%)으로 가장 많은 종수를 차지하였고 망둑어과 어종이 3종(13.6%), 미꾸리과 어종이 2종(9.1%), 그리고 동사리과 어종과 검정우럭과 어종이 각각 1종(4.5%)씩 출현하였다. 또한 출현한 어종 중 한국고유종은 각시붕어, 줄납자루, 가시납지리 등 총 8종(36.3%)이 채집되었다.

금사지역에서 출현한 어종 중 개체수 구성비가 가장 높은 어종은 붕어로 26.6%(91개체)를 차지하였으며, 다음으로는 돌마자 17.0%(58개체), 피라미 12.9%(44개체), 갈문망둑 9.6%(33개체), 민물검정망둑 7.6%(26개체)등의 순으로 나타났다. 반면에 개체수 구성비가 1.0% 이하로 낮게 나타난 어종은 각시붕어, 가시납지리, 누치, 점줄종개 등 9종(41.0%)이었다.

연구대상지와 대조지의 어류종의 분포특성을 기준으로 비교분석한 결과 유사도는 55.64%로서 다소 낮은 수준을 나타내었고, 종다양도지수(α -diversity)는 석장천 지역이 2.067, 금사지역은 2.342로서 금사지역의 다양성이 다소 높게 나타났다.

3.2.3 조류

석장천 지역의 조류상은 모두 74종 4697개체가 관찰, 조사되었으며, 종수는 통과시기인 봄철(3월과 4월)에 많았으며, 개체수는 겨울철에 높게 나타났다는데, 이는 집단적으로 이동하는 오리류와 기러기류 때문으로 판단된다. 우점종은 쇠기러기(50.9%, 청둥오리(9.5%), 붉은머리오목눈이(5.8%), 방울새(5.3%), 흰뺨검둥오리(4.6%)순으로 나타났으며, 보호종으로는 천연기념물과 멸종위기 2급종인 큰기러기, 원앙, 독수리, 붉은배새매, 참매, 말뚝가리, 황조롱이, 새홀리, 흰목물떼새 등이었다.

금사지역의 조류상은 모두 51종 944개체가 관찰, 조사되었으며, 종수는 통과시기인 5월과 11월에 많았고, 개체수는 오리류가 증가하는 11월에 많은 것으로 나타났다. 우점종은 흰뺨검둥오리(29.6%), 청둥오리(13.4%), 붉은머리오목눈이(9.0%), 참새(6.4%), 원앙(5.0%), 노랑턱멧새(3.7%)순이었으며, 보호종으로는 천연기념물과 멸종위기 2급종인 원앙, 새매, 황조롱이, 새홀리 등이었다.

3.3 생태적 계획기준

3.3.1 생태-수문조건의 모형 설정

일반적으로 자연생태계는 온도와 강수량 및 토양특성의 지배를 받는 육상 생태계와 유속과 수심, 저질 및 용질, 순환패턴 등에 영향을 받는 수계 생태계로 구분되며, 후자의 경우 습지 생태계와 담수 생태계(유수 및 정수) 및 해양 생태계로 구분된다(송승달 외, 2000). 이러한 생태계의 분류특성을 우리나라의 기후적 특성과 생태계 분포특성을 고려하여 연구대상지에 적용할 경우 육상 생태계와 습지 및 정수 생태계의 특성을 보일 것으로 예상된다.

본 연구는 홍수기와 비홍수기시 연구대상지의 수문조건에 대해 특정화하지 않는다는 전제하에서 시작하였으나 생태계의 분류와 형성과정을 토대로 생태적 특성을 유지시키기 위한 일반적인 수문조건은 결정될 필요가 있다. 따라서, 생태천변저류지의 생태모형은 호소형과 습지형, 그리고 육상형 생태계로 구분될 수 있으나 이들 3가지 유형이 혼합하는 특성을 보일 것으로 판단된다. 하지만, 예상되는 저류지의 위치와 지형, 수문조건을 고려할 때 육상형이나 호소형보다는 습지형 생태모형이 우세한 가운데 호소형과 육상형으로 부분적으로 발달될 것으로 추정된다. 즉, 제방을 중심으로 제내지에 조성되는 천변 저류지는 현재의 토지이용 특성을 고려할 때 수심이 비교적 낮기 때문에 일시적인 최대 수위시기를 지나면 점차 습지형태의 수위를 유지할 것으로 예상되지만, 기존의 구

하도나 인위적으로 물웅덩이를 조성하는 장소는 호소형 형태, 그리고 퇴적물에 의한 미지형과 인위적으로 조성되는 구릉지 등은 육상형 생태계를 나타낼 것으로 판단된다.

이러한 전제하에서 생태적 형성과정을 특정하기 위해서는 다음과 같은 수문조건이 유지되어야 할 것으로 판단된다. 호소형의 경우 댐이나 저수지와 같이 년중 수심 2m이상의 개방 또는 식생으로 덮인 수역이 유지되어야 하며, 이를 위해서는 본류 하천수의 지속적인 공급이 이루어져야 할 것으로 판단된다. 반면 육상형의 경우 홍수기 동안 최대 10일 이내의 포장용수량 이하의 토양수분상태의 유지가 요구되며, 이를 위해서는 저류지 유입수의 신속한 배수가 요구된다. 호소형과 육상형의 중간적 특성을 갖는 습지형의 경우 홍수기 동안 수심 2m이상의 연속 침수기간을 10일 이상 초과하지 않도록 하고, 비홍수기 동안 연속 건조기간을 10일 이상 초과하지 않도록 과습상태를 유지하도록 해야 한다.

3.3.2 생태적 조성목표 및 서식환경 조성기준

생태 친변저류지는 우선적으로 홍수경감을 목적으로 하는 실행사업이기 때문에 부차적으로 고려되는 생태적 조성목표는 홍수기와 비홍수기의 전체 기간에 걸쳐 유지될 수 있는 습지형 생태모형을 기준으로 하여, 이들 생태계에 적합한 생물종과 서식처의 형성에 있다고 할 수 있다. 이들 목표를 달성하기 위해서는 생태적 조사분석결과를 토대로 서식처 측면과 먹이사슬 측면에서 목표 생물종의 설정 및 관련 서식환경조건의 도출이 필요하다.

일차적으로 어류의 서식환경조건은 목표종별로 다양하지만, 수심과 하상저질, 수초대, 산란장소, 치어의 서식처, 식습성 등으로 대별되며, 조류의 경우는 번식지, 취식지, 휴식지, 피난처, 잠자리 등으로 구분되며 어류와 마찬가지로 지형 및 저질, 식생, 수문 등이 이들 서식환경의 기반형성 요소라 할 수 있다.

따라서, 생태적 특성을 조사분석한 결과를 토대로 목표 생물종의 고려한 서식환경 조성기준을 제시해보면, 어류의 목표종은 납자루과 어종(각시붕어, 떡줄납갱이, 납자루, 줄납자루, 가시납자리)과 잉어과 어종(붕어, 잉어, 참붕어)으로 설정하였다. 납자루과 어종의 서식환경 조성기준은 수심은 약 1-3m이내, 하상저질은 펄이나 모래저질로서 저류지 가장자리는 수심 1m이내의 정수 및 침수식물대를 지닌 연안역이 넓게 형성되어야 하며, 산란을 위해 담수이매패의 서식이 확보되어야 하고, 치어의 서식을 위해 수심이 얇은 약 0.3-0.5m 정도의 물웅덩이가 요구된다. 반면, 잉어과 어종은 수심은 약 1m이내, 하상저질은 미사질 점토로 이루어진 펄층으로서 정수, 침수 및 부엽식물대로 형성된 연안역이 넓게 발달해야 하고, 산란장소는 침수식물이나 암반이 요구되며, 치어 서식처로서 수심이 얇은 물웅덩이가 요구된다. 목표 어류종의 복원을 위해서 생활사단계별 행동습성을 파악하고, 수심, 온도, 용존산소 등 서식처 선호도 분석을 거쳐 목표종의 도입과 정착을 유도하는 사례(Newbury, R.W and M.N.Gaboury, 1993 ; 한승완 역, 2007)와 마찬가지로 이와 같은 최소한의 기준이 충족되어야 할 것으로 판단되었다.

한편, 조류의 경우 목표종은 봄철과 여름철은 백로류, 겨울철은 오리류가 적합할 것으로 판단되며, 봄철의 백로류의 서식처조성기준은 수심 1m 이하의 낮은 습지지역이 요구되며, 다소 수심이 깊은 곳(1-3m)은 햇대를 설치하여 휴식장소를 마련해주어야 한다. 먹이원으로서 어류와 양서류가 풍부하게 서식할 수 있는 조건이 요구된다. 번식수조류인 흰뺨검둥오리의 경우 덩불과 갈대숲, 꼬마물떼새는 모래톱이 번식처로서 요구된다. 일본의 호소 연안역에 형성된 버드나무류 하반림이 해오라기나 쇠백로의 등지 서식처로 이용되며, 자갈사주 역시 물떼새의 등지 서식처로 이용되고 있음이 밝혀진 바 있다(한승완 역, 2007). 또한 겨울철의 오리류는 휴식공간과 야간의 잠자리를 위해 수심 약 1-2m지역이 요구되며, 취식장소로서 수생식물이 밀집한 수심 1m이내의 연안역이 넓게

형성되어야 한다.

결론적으로 생태 천변저류지의 습지형 생태계는 제내지의 현재적 토지이용특성을 고려하여 기존의 폐쇄형 구하도를 중심으로 수로와 물웅덩이, 얇은 수심의 연안역, 그리고 퇴적지 등의 미지형의 다양성을 확보하고 이를 바탕으로 수문조건에 적합한 다양한 유형의 식생대(침수, 부엽 및 부수, 추수, 하반림)의 조성과 먹이사슬에 기초한 어류와 조류 등 목표 생물종의 설정과 이들의 생활사 단계에 따른 서식환경요구도의 구체화 등이 생태적 계획기준으로 고려되어야 하며, 나아가 대상지와 대조지의 생태적 차이를 극복하기 위한 새로운 목표설정과 실행수단이 강구되어야 할 것이다.

감사의 글

본 연구는 건설교통부 및 한국건설교통기술평가원 건설핵심기술연구개발사업의 연구비지원(07 건설핵심B01)에 의해 수행되었습니다.

참고 문헌

강민정, 김철수, 오경환, 우포늪에서 수생 및 습생 관속식물의 식물상, 현존식생도 및 1차 생산, 한국습지학회지, 제9권, 제2호, pp. 33-44, 2007

건설교통부, 천변저류지 기본계획수립에 관한 연구, 2005

김택길, 경민수, 김형수, 김상단, 우포늪 지역의 천변저류지 조성을 위한 수리수문분석, 2008년도 한국습지학회 정기학술발표대회 논문집, 133-141. 2008

김만호, 복원중인 하천습지의 모니터링에 의한 생태기능 변화상 소개, 한국습지학회지, 제 6권, 제4호, pp. 12-14. 2004

김재철, 김문성, 김상단, 우포늪의 천변저류지 조성에 따른 저류량 분석, 2008년도 한국습지학

회 정기학술발표대회 논문집, 330-336. 2008

김태근, 이팔홍, 오경환, 우포늪 지역에서 버드나무류 군집의 현존식생도, 현존량 및 1차 생산성, 한국습지학회지, 제9권, 제2호, pp.33-44, 2007

송승달 외 역. 환경생물학. 아카데미 서적, p 239. 2000

안봉원 외 역. 생태환경계획설계론. 도서출판 누리에, p. 195. 1998

안태진, 최성열, 김성환, 전승훈, 생태천변저류지 조성기술개발, 건설교통부/한국건설교통기술평가원 건설기술혁신연구개발사업 기술보고서, p. 227. 2007

안태진, 김경섭, 장인용, 김복천, 천변저류지 조성 계획에서 수문 및 수리적 운영에 관한 고찰, 한국수자원학회지, 07 학술발표회 논문집, pp 956-960. 2007

윤용남, 우리나라 수자원 관리정책의 현황과 과제, 자연보존 121 호, pp. 14-20, 2003

전승훈, 최준길, 유정철, 생태천변저류지의 생태학적 조성계획기준, 2008년도 한국습지학회 정기학술발표대회 논문집, 229-235. 2008

하성룡, 이재일, GIS를 활용한 천변저류지 적지분석에 관한 연구, 한국습지학회지, 제8권, 제1호, pp. 107-112, 2006

한승완 역, 하천조성과 서식처 보전 - 자연과 인간의 어울림 I -, 백마출판사, p 150. 2007

Newbury R. W. and M. N. Gaboury, Stream Analysis and Fish Habitat Design - A Field Manual, Newbury hydraulics Ltd. p. 262. 1993

The Interagency Workgroup on Wetland Restoration. An Introduction and User's Guide to Wetland Restoration, Creation and Enhancement, p. 2000