

# 중규모 하천 생물 서식처의 특성 분석<sup>†</sup>

## -북하천을 중심으로-

안홍규 · 우효섭

한국건설기술연구원 수자원연구부

## An Analysis of Ecological Habitat Characteristics in Medium-scale Stream - A Case of the Bokha Stream -

Ahn, Hong-Kyu · Woo, Hyo-Seop

Water Resources Research Department, Korea Institute of Construction Technology

### ABSTRACT

This study investigates the relation between the location of a habitat and the ecological connections according to the habitat type in the riparian zone at the Bokha stream. Stream habitat is classified into nine types for the aquatic insects and fish. For vegetation and birds, habitat is classified into five types of medium-scale streams, including both physical and chemical streams are analyzed accordingly.

The major results of this study are as follows:

- 1) A pool connected to the main stream has a certain water depth (about 80 cm) and is disturbed at least 5 to 6 times a year. Although the pool has a somewhat bad water quality, it provides a habitat for various types of young fish.
- 2) A meander riffle is about 15 cm deep, the flow velocity in the region is about 75 cm/s. This region does not have large structures to which aquatic insects can attach, so it cannot be used as a spawning ground.
- 3) A rock type pool is about 60 cm deep, the flow velocity in the meander riffle is about 25 cm/s. In this region, many aquatic insects attached to large structures appear. Due to various riparian vegetation, the rock type pool is used as a habitat for aquatic insects.

<sup>†</sup>: 이 논문은 2001-2003년도 환경부 차세대핵심기술개발사업(하천 생태기능 복원을 위한 핵심기술개발 연구) 지원에 의하여 연구되었음.

**Corresponding author** : Hong-Kyu Ahn, Senior Researcher of Water Resources Research Department, Korea Institute of Construction Technology, Gyeonggi Ilsann, Daehwa 2311, Korea. Tel. : +82-31-9100-705, E-mail : ahnhk@kict.re.kr

4) A pool which is only connected to the main stream during floods has a bad water quality. Despite of its relatively small size, it has a high population density of aquatic insects. faculty.

*Key Words : Ecological Connections, Microtopographical Feature, Habitat, Backwater*

## I. 서론

하천공간은 증수나 홍수와 같은 자연요인에 의해 하천미지형이 변화하고 그 변화에 따라 생물 서식공간이 교란되기도 하며, 재차 형성되는 등의 상호 영향을 미치는 공간이라고 말할 수 있다. 따라서 하천 생물들에게 있어 각 생물의 생활기반이 되는 서식공간의 형성과 공간에 영향을 주는 다양한 요인을 파악하는 것은 매우 중요하다.

생물서식처는 「일정한 형태를 가진 장소 중에 생물이 생활사의 각 단계(먹이섭취, 휴식, 피난, 산란, 우화, 번데기 등)에서 이용하는 특정의 장소」로 정의되며(島谷幸宏, 2000), 대상이 되는 생물에 따라 그 크기가 다르다. 일반적으로 커다란 몸을 가진 것일수록 커다란 서식처를 필요로 한다(杉山惠一, 1999).

특히, 하천에는 유수의 흐름과 교란강도에 의하여 서식처의 형태와 규모가 결정되는데, 일반적으로 여울과 웅덩이, 새강, 하도습지, 하중주, 사주와 같은 모래톱, 저수 및 고수부(홍수터) 등 다양한 유형의 서식공간이 존재하며, 수많은 생물들은 이러한 서식공간을 기반으로 살아간다.

최근 들어 하천의 치수와 이수 그리고 환경적 측면을 고려한 하천정비공사, 이른바 자연형하천공법의 적용이 활발히 이루어지고 있는데, 생물들의 서식조건을 고려치 않은 제한된 공법만을 활용함으로써 획일화된 또 다른 인공하천을 조성하거나, 관행적 하도정비로 인하여 생물서식처가 빈번하게 교란되고 있는 것이 현실이다.

이는 교란에 의해 형성과 소멸이 반복되는 생물서식처에 대한 분류와 특징 분석, 생물상호간의 관련성에 대한 연구가 미비하여 서식처의 보전 및 복원이 미진하였다고 할 수 있다.

본 연구는 중규모하천<sup>1)</sup>인 복하천을 대상으로, 하천 생물 서식공간의 유형구분을 통하여 생물 서식공간의 입지적 특성과 생물 상호간 생태적 연관성에 대하여 검

토한 기초적 연구로서, 2001년 10월부터 2003년 5월까지 시행되었다.

## II. 연구사

하천에 있어서 생물서식처에 관한 연구는 어류, 저서동물, 식생, 조류에 이르기까지 각기 생물종별로 연구가 진행되어 왔는데 어류의 경우, 미국의 어류 야생국(US Fish and Wildlife Service)에서 개발된 IFIM(In-stream Flow Incremental Methodology)에서는 하천 생물 서식공간의 규모와 특성별로 대규모 서식처(macro habitat), 중규모 서식처(meso habitat), 소규모 서식처(micro habitat)로 구분하고 개별적 서식처가 물고기들에게 피난처 겸 서식처로 기능하는 서식처의 수면적을 산정하였다(中村俊六, 1997).

하천 생물서식처의 유형분류에 관한 연구로는 수역의 어류의 서식처를 중점적으로 구분한 Roux and Copp (1996)의 연구와 어류의 서식환경에 따른 서식처의 개념과 유형을 구분한 萱場과 島谷(1999)의 연구가 있으며, 국내 연구로는 습지의 유형을 분류한 주위홍과 김귀곤(2002)의 연구와 경관생태학의 공간구조적 관점에서 분류한 나정화와 이정민(2003)의 연구가 있다.

생물서식처의 계층구분에 관한 연구로는 수역의 형태를 구분하고 흐름의 형태를 계층화한 Hawkins et al.(1993)의 연구가 있으며, 櫻井(2003)은 저서동물을 대상으로 생물 서식처를 초미세 서식처(super-micro-habitat)에서 초대형 서식처(biotope system)에 이르기까지 6개의 계층으로 구분하고 그 크기를 제시하였다. 또한, 배연재 등(2003)은 유속과 하상물질 구성 등 환경 여건에 따라 하천생태계의 공간적 단위를 7개의 형태로 구분하고 그 규모를 제시하였으며, 배양섭 등(2002)은 하천생태계 생물서식처로서 여울과 웅덩이를 생성원인에 따라 5가지로 분류하였다.

생물과 서식처와의 관계에 관한 연구로는 수생동물

에 대해서는 수생동물과 저질과의 관계에 관한 연구(小林과 福嶋, 1996), 반딧불이의 서식환경에 대한 연구(大場, 1994)가 있으며, 어류에 대해서는 웅덩이에서의 은어의 생활양식에 관한 연구(川那部, 1956)와 어류의 생태와 하천환경과의 관계에 관한 연구(樋口, 1993)가 있고, 조류에 대해서는 조류와 곤충·양서·파충류의 생태환경 구조파악에 대한 연구(有田와 小河原, 1995)가 있다.

또한, 식생에 대해서는 하천 미지형의 변화와 사주부 식생의 천이과정에 대한 분석(Hupp and Osterkamp, 1985)과 수변완충지대로서의 하반식생 잠재적 기능에 대한 연구(Lowrance, 1997), 사주상의 식생과 하도형상 변화와의 상호관계에 관한 연구(岡部 등, 1996), 하천 미지형의 변화와 함께 인위적 영향에 따른 하천식생의 분포에 관한 연구(Kamada et al., 1996)가 있다. 특히, 우리나라에서는 홍주시 부유사 퇴적에 의한 식생역의 확대과정에 관한 연구(Choi et al., 2003)와 하천 미지형의 변화와 환경조건의 대응관계에 관한 연구(안홍규, 2001) 등이 있으며, 최근 하천복원에 관한 가이드라인(환경부, 2002)이 제시되면서 생물서식처의 복원에 대한 연구가 활발히 진행되고 있는 상황이다.

그러나 이처럼 생물 분야별로 일정한 정해진 종을 대상으로 서식환경을 분석했던 기존의 연구와는 달리, 본 연구에서는 하천의 서식처 유형구분을 통한 각 생물의 생태환경(물리·화학·생물적 특성) 분석과 생물 상호간 관련성에 대하여 분석하였다.

### III. 연구방법

#### 1. 대상지 선정

중규모 하천 중 하폭은 약 200 m 정도, 저수로 폭은 약 50 m인 경기도 여주 소재의 북하천을 선정하였다. 북하천은 유역면적 838.2 km<sup>2</sup>, 유로연장 116 km, 평균하상경사는 약 1/800 정도로 하상재질이 모래질로 구성되어 있어 자갈로 구성되어있는 다른 하천과 비교하여 하상변동이 심한 하천이다. 연구구간으로서 북하천 홍천교를 중심으로 상류 약 1 km 구역부터 하류 3 km 지점(북대교까지)을 전체 연구구간으로 설정하였으며, 보다

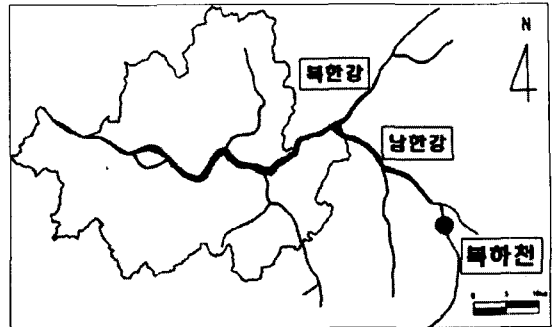


그림 1. 연구 대상지의 위치

면밀한 생물 서식처를 분석하기 위하여 중점 연구구간으로 홍천교 하류 약 500 m 지점부터 하류쪽으로 전체 약 700 m 구간을 선정하였다. 또한 전체 조사구역의 시점과 종점, 그리고 중점 연구구간의 시점과 종점, 횡단 측량을 위하여 각 지점에 철근말뚝을 박아 표기함으로써 동일시점에서 반복조사가 가능하도록 하였다.

#### 2. 횡단 미지형분석

하천설계기준에 의한 하천횡단측량은 종단방향 200 m, 횡단방향 20 m 간격을 기본단위로 하고 있는데 반하여 본 연구에서는 북하천의 사행주기가 약 700 m이고 제방간 거리가 200 m인 점을 감안할 때, 한 사행주기 내에 구분한 생물 서식처를 모두 포함할 수 있으며, 생물 서식처간 횡적 연결성과 하천 횡단 미지형 파악을 위하여 저수로 폭 50 m를 기준으로 하여 특징적 생물 서식처가 존재하는 곳에서 실시하였다. 이때 광파트렌식(Electronic Total Station) 702를 이용하였으며, 하천 미지형과 식생이 변화하는 곳에서 실시하였다.

미지형구분은 안홍규(2001)의 형식을 이용하였으며, 횡단측량 자료를 이용하여 등고선도와 표면도를 작성함으로써 각 생물 서식처의 정확한 위치를 파악하였다. 또한 위황분석을 통하여 풍수위, 평수위 등을 제시함으로써 각 미지형에 영향을 받는 생물서식처의 영향을 분석하였다.

#### 3. 종단분석

본 조사구역의 하상형태 및 종단을 분석하기 위하여 상기 횡단측량 자료를 바탕으로 공동 조사구역에서 하

상의 등고선도와 표면도(surface map)를 분석하였다. 또한 본 조사구역의 하상재료의 입도분포를 분석하기 위하여 조사구역의 상류에서 하류방향으로 5개의 지점을 임의로 선택하여, 토양을 100 cm의 동제관 시료(core sample)를 통하여 채취한 후 실험실에서 체거름을 통하여 분석하였다.

#### 4. 화학적 분석(수질분석)

하천의 생태적 기능을 복원함에 있어서 중요한 요소 중 하나가 하천수질이다. 그러므로 하천의 물리·화학적 특성이 부적당하면 하천의 적정 유량변동 및 형태학적 특징을 확립하는데 있어 건강한 생태계를 보존하기 어렵다. 따라서 본 연구에서는 각 생물서식처별 수질조사는 동절기를 제외한 2002년 3월부터 8월 홍수 후까지 총 3회에 걸쳐 실시하였는데, 정밀한 수질조사는 시간 대별로 측정하는 것이 바람직하나, 본 조사구간 내에서는 주변으로부터 점·비점오염원의 유입이 없고, 상류 5 km 지점에 하수처리장이 있어 본류수질 변화에 큰 변화가 없을 것으로 판단되어 평시와 홍수 전후로 조사 횟수를 한정하였다.

#### 5. 생물 서식지 유형구분

하천에서 나타나는 생물 서식처는 그 특징과 형태에 따라 구분하였는데, 어류와 저서곤충을 중심으로 9가지 유형으로 구분하고, 식물 및 조류를 중심으로 5가지로 구분하였으며, 각 서식처에서 물리·화학·생물적 특성을 분석하였다.

#### 6. 생물종 분석

본 연구대상지에서 조류, 어류, 식생, 저서곤충에 대하여 생물종 분석을 하였다. 생물조사는 2001년 10월부터 2003년 5월까지 총 6회에 걸친 공동조사로 이루어졌다. 이러한 조사를 통하여 우선적으로 생물상을 파악하고, 하천생물환경의 특성을 조사하며, 각 생물서식처 구분에 따른 생물 특성을 분석함으로써 생물과 환경 사이의 상호관계를 규명하고자 하였다.

#### 7. 서식처 유형에 따른 특성구분 및 RHS도 분석

상기 방법을 통하여 서식처의 수리적 특성, 물리적 특성, 화학적 특성, 생물적 특성을 종합하여 제시하였다. 또한 이러한 특성에 기초하여 RHS(River Habitat Survey)도<sup>2)</sup>를 2001년 홍수 전과 2002년 홍수 후를 비교하여 작성하였다.

### IV. 결과 및 고찰

#### 1. 수위곡선과 하천 미지형

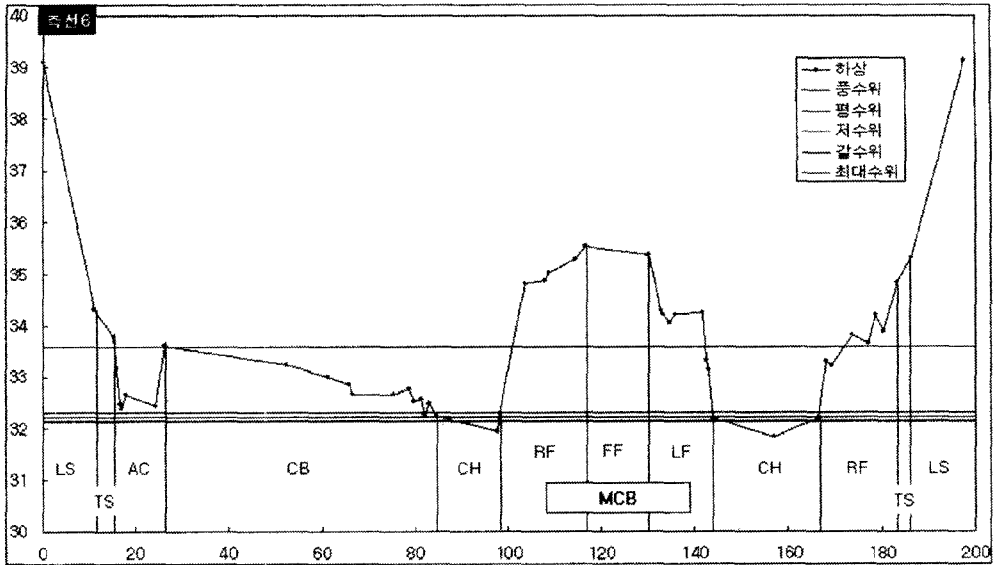
위향분석의 결과 수심은 최대 1.70 m, 최소 0.28 m, 그리고 평균은 약 0.44 m였다. 전체 기간 중 약 250일 정도는 평균수심 이하로 나타났으며, 3일에서 8일 정도가 큰 홍수량을 갖는 것으로 나타났다. 또한 큰 유량을 갖는 기간이 매우 짧기 때문에 풍수위를 제외한 평수위, 저수위, 그리고 갈수위가 매우 비슷한 것을 확인할 수 있었다.

하천에서의 지형 변화는 홍수시 대규모의 유사와 물로 인한 교란에 의하여 결정지어진다. 이러한 하천지형의 변화는 식물을 비롯한 여러 생태계 서식처에도 밀접한 영향을 미치게 된다. 다음 그림 2에 수위곡선과 하천미지형과의 관계를 제시하였다.

#### 2. 종단분석

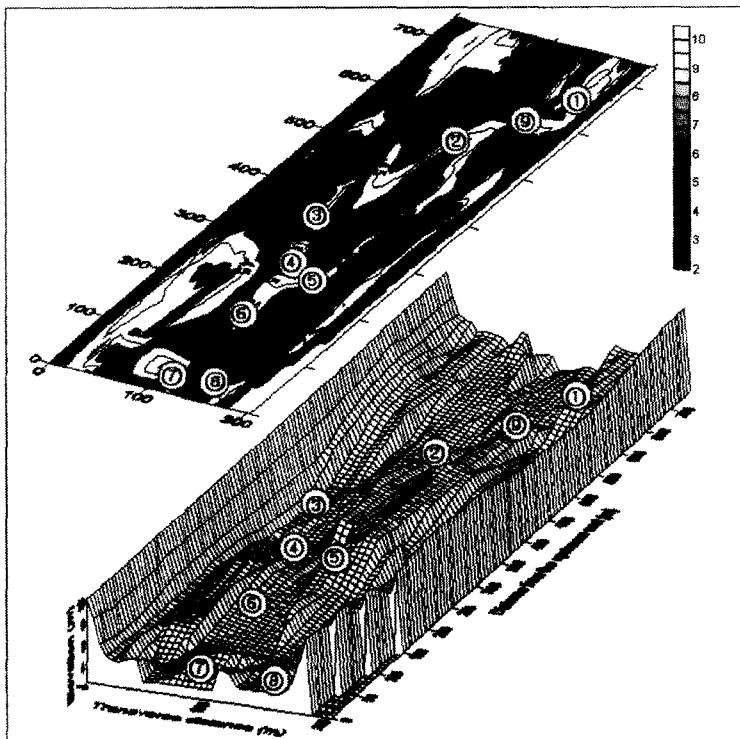
횡단측량 자료를 바탕으로 실시한 등고선도와 표면도(surface map)를 통하여 종방향으로 약 200~500 m 사이에 하중주의 존재와 각 생물 서식처의 위치 및 주변 지형을 파악할 수 있었다(그림 3 참조). 따라서 하천의 평면형 분류(하도의 사행여부 등) 및 하천단면 형태 등을 분석하기 위해서는 홍수 전후의 미지형 변화에 따른 횡단측량이 필요하다. 향후, 소규모의 생물서식처 분석을 위해서는 보다 좁은 간격의 측량자료와 항공사진 등을 활용할 필요가 있다고 판단된다.

다음 그림 4는 조사대상구역의 입도 분포 곡선을 도시한 것으로서 조사구역에 위치한 하중주 전면부인 P2



범례 : LS:제방사면, TS:제방사면 경계부, AC:구하도, CB:유로사주, CH:유로, RF:범람원철지, FF:범람원평단지, LF:범람원요지, MCB:하중주

그림 2. 수위곡선과 미지형과의 관계



주 : 그림상의 번호는 어류 및 저서동물에 의한 9가지 유형의 서식처를 의미함

그림 3. 연구대상구역의 등고선도와 표면도

를 제외하고는 비교적 유사한 입도 분포를 나타내고 있는 것으로 조사되었다. 즉, P2 지점을 제외한 중앙입경 ( $D_{50}$ )의 분포는 1.0~1.5 mm로 하상재료가 일반적인 사질토로 구성되어 있는 것으로 조사되었다. 그러나 입도분포 경향이 확연히 다른 P2 지점은 전체 시료 중 70% 이상이 4.75 mm 체를 통과하지 못하였는데, 이는 하중주 형성과정에서 나타나는 직상류역 여울의 영향에 기인한 것으로 판단된다.

### 3. 화학적 분석(수질분석)

본 연구구역의 생물 서식처별 수질분석은 2002년 봄과 여름, 홍수 후의 3회에 걸쳐서 실시하였는데, BOD와 SS가 홍수 후에 급격히 증가하는 결과를 나타내었다. 또한 서식처별로 특징적인 것으로는 다교란형 하도습지와 소교란형 하도습지의 경우인데, 조사결과 다교란형 하도습지는 양호한 수질을, 소교란형 하도습지는 오염이 심한 것으로 나타났다. 이는 다교란형 하도습지의 경우는 지속적인 복류수의 유입으로 상당히 양호한 상태를 유지하고 있기 때문으로 보이며, 소교란형 하도습지의 경우, 교란빈도가 연 1~2회 정도로 대부분 정체되어 있는 구간으로 유입 및 유출이 없어 낙엽 등이 퇴적되어 분해되면서 수질에 영향을 미치고 있기 때문으로 보인다.

### 4. 생물 서식처의 유형구분

각 생물 서식처를 구분하기 위하여 연구대상지의

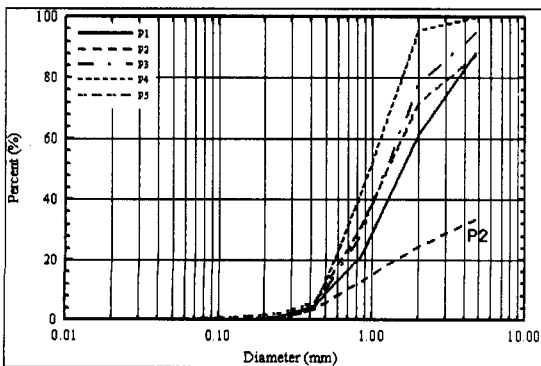


그림 4. 각 지점의 토양 입경분포

RCS(River Corridor Survey)를 통하여, 연구대상지에서 나타나는 서식처를 유형 구분하였다. 특히, 어류와 저서곤충은 9가지 유형으로, 식생과 조류는 각각 5가지 유형으로 구분하였다. 또한 서로 다른 서식처와 생물서식처로서의 기능과 분포특성을 비교하기 위하여 주변 식생이 전무하고, 하상이 평탄한 구간인 직선하도를 비교구간으로 선정하였다. 이렇게 선정된 각 구간의 하천 지형학적, 수리학적 특성을 정리하였다(표 1, 2 참조).

### 5. 생물종 분석

생물종 분석 결과인 각 서식처별 종목록은 부록에 첨부하였다.

#### 1) 저서동물

조사결과 총 10목 28과 48종이 채집·동정되었다. 천수만과 거석소에서 32종으로 가장 많은 종수를 나타내었는데, 이는 유속이 느리고 주변으로 많은 수변식물과 침수식물들이 자라고 있어 초식성 저서동물들이 많이 서식할 수 있으며, 그에 따라 포식성 저서동물의 수도 많은 것으로 나타났다. 또한, 새강과 다교란형 하도습지는 31종, 징검다리형 여울은 24종, 유속이 빠른 사행 여울은 23종, 소교란형 하도습지는 21종이 동정되었다. 특히, 하중주 꼬리에서는 18종으로 가장 적은 수의 종이 조사되었는데, 하상재질이 모래로 구성되어 있고, 수변식물들도 적어 저서동물이 서식하기에 부적합한 공간으로 나타났다.

#### 2) 어류

본 조사에서 총 6과 26종 784개체가 조사되었다. 그 중 줄납자루가 25.8%, 납줄갱이가 9.6%, 참붕어가 7.0%로 출현 개체수가 많았는데, 이러한 어종은 복하천의 수심이 낮고 하상이 모래로 구성된 이러한 서식환경에 주로 분포하는 것으로 나타났다.

#### 3) 조류

조류의 서식처별 비교에서 15종이 관찰된 초본홍수터(갈대·달뿌리풀군락지)가 가장 높은 것으로 나타났고, 개체수는 223개체를 나타낸 교목둔치가 가장 높게 나타났다. 초본홍수터는 붉은머리오목눈이, 휘파람새,

표 1. 생물서식처별 수리적 특성 및 현황분석 (어류 및 저서동물물 대상으로 한 구분, 저자분류)





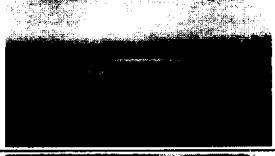


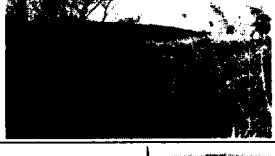

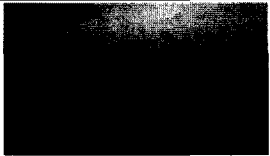




| 구분<br>번호 | 구분<br>서식처명                | 수리학적 특성  | 현황   |
|----------|---------------------------|--|--|
| ①        | 다교란형<br>하도습지              | 하도내에 있는 연못상의 수역으로 본천의 위황에 따라 본천과의 접속상황이 변화한다. 평상시 본천과 연결되어 있지 않으나 홍수의 영향을 강하게 받는다. 치어들의 서식처로서 가능하며 홍수시 피난장소가 되기로 한다. 본 지역에는 복류수가 상시 유입되고 있는 곳으로 본류와 상대적으로 청정구간이 형성되어 있다. |    |
| ②        | 사행 여울<br>(Meander riffle) | 일반적으로 하도가 사행함으로써 발생한다. 여울은 유속이 큰 급여울과 유속이 비교적 느린 평여울로 구분되는데, 이 지점은 유속이 비교적 완만한 평여울에 속한다.   |    |
| ③        | 거석 소<br>(Rock type pool)  | 큰 바위의 주위에 세굴로 인해 전형적으로 생긴 소, 암반의 움푹 들어간 부분이나 돌출부의 주위에도 형성되기도 한다.   |    |
| ④        | 징검다리형<br>여울               | 자연석이 징검다리과 같이 배치됨으로써 통수단면이 축소되고 그 결과 빠른 유속으로 인해 발생하는 여울은 수심이 낮고 유속이 비교적 빠르다.   |   |
| ⑤        | 하중주<br>포리                 | 하중주 하류부 말단에 흐름의 분리(separation) 또는 유속 감소 등으로 토사퇴적에 의해 조성된 모래톱. 모래톱은 시간의 경과와 더불어 흐름 방향으로 커지고 토사퇴적과 더불어 두께가 커지며, 일정 길이 이상이 되면 하류부는 다시 세굴되어 규모가 작아 지기도 한다.                   |  |
| ⑥        | 천수만<br>(淺水灣)              | 만곡부 내측 또는 흐름의 시수역이나, 수제와 같은 형태의 구조물 뒷편에 형성되는 수심이 얕고 물으로 깊게 들어간 장소나 그러한 구조, 수제 선단부는 흐름이 빨라 침식현상이 탁월하나 뒷부분은 와류가 형성되어 유수의 흐름이 완만하고 퇴적현상이 발생한다.                              |  |
| ⑦        | 샛강<br>(Side Stream)       | 하도의 주흐름(main flow)에서 벗어나 별도로 조성되는 부차적인 하도. 흐름을 주하도와 샛강으로 분리할 경우 각각 하도 규모(폭, 높이 등)를 결정하기 위해 계획 홍수량의 유량 배분, 분류점의 위치, 분류방식을 면밀히 검토하여야 한다.                                   |  |
| ⑧        | 소교란형<br>하도습지              | 하도내에 있는 연못 형상의 수역으로 본천의 위황에 따라 본천과 접속상황이 변화한다. 본천과 연결되어 있지 않고 가끔 홍수의 영향을 받는다. 본천과의 접속빈도가 습지내 생태천이 진행정도에 따라 어류의 현존량과 생산성이 달라진다.   |  |
| ⑨        | 직선하도<br>(비교구역)            | 여울이나 웅덩이와 같은 생물 서식처가 조성되어 있지 아니한 곳으로 주변 식생대가 전무한 곳을 선정하였다.   |  |

표 2. 생물서식처별 수리적 특성 및 현황분석 (식생 및 조류를 대상으로 한 구분, 저지분류)

| 구분<br>서식처명 | 수리학적 특성  | 현황   |
|------------|--|--|
| 초본홍수터      | 하중주 하류 합류점에 위치하며 홍수시 수중부로서 흐름의 소류력에 따른 측방침식이 예상된다. 평수 및 저수시 흐름에서 떨어져 있지만 홍수시 흐름이 형성된다.                         |    |
| 관목홍수터      | 홍수시 수중부 맞은 편에 위치하여 퇴적이 예상되는 곳이다. 하천의 고수부지로서 홍수시 흐름이 형성된다.  |    |
| 교목둔치       | 급경사의 저수로 수제부로서 홍수시 흐름의 소류력에 의해 침식이 예상되는 곳이다. 반면 식생이 밀생한 곳에는 상류에서부터 운반되어온 토사가 퇴적되어 보다 안정된 지형을 형성시킬 가능성이 높은 곳이다. |    |
| 사주부        | 하중주가 시작되는 인근 지점으로서 흐름이 양분되는 곳으로, 빈번한 침수와 빠른 유속에 의한 퇴적과 세굴이 교차로 발생되는 곳이다.                                       |   |
| 하중주        | 사주가 셋강에 의하여 잘리면서 형성된 곳으로, 식생에 의하여 세사의 퇴적이 두드러진 곳이다. 우안은 홍수시 수중부로서 세굴이 예상된다.                                    |  |

개개비 등이 갈대·달뿌리풀군락을 직접 서식지로 이용하는 것으로 나타났고, 오리류와 소형 도요·물떼새류는 하중주를 서식지로 이용하는 것으로 나타났다. 또한 교목둔치는 많은 수의 멧비둘기가 서식지로 이용하기 때문에 다른 지역에 비해 개체수가 많은 것으로 나타났다.

4) 식생

북하천 조사구간에서 총 128종의 식물이 출현하였다. 이중에서 수생식물은 총 11종(9%)이 조사되었는데, 침수식물로서 말즘, 붕어마름, 이삭물수세미가, 부수식물로서 개구리밥, 좀개구리밥이, 부엽식물로서 마름이, 정수식물로서 개구리자리, 도루박이, 미나리, 애기부들, 줄이 출현하였다. 또한 습생식물은 총 26종(20%)이 출현하였으며, 중건생식물은 총 91종(71%)이 발견되었다. 귀화식물은 미국가막사리, 미국개기장, 소리쟁이 등

총 17종이 출현하여 전 출현종수의 13%를 차지하였다. 또한 각 서식처별 주요 식생출현종은 다음 표 3과 같다.

표 3. 서식처별 주요 출현 식생종

| 생물 서식처명 | 주요 출현 식생종  |
|---------|--|
| 초본홍수터   | 달뿌리풀, 물쭉, 쇠별꽃, 쇠뜨기, 소리쟁이, 환삼덩굴, 갈퀴덩굴, 갈풀, 개망초, 명아주, 좀명아주 등     |
| 관목홍수터   | 갯버들, 개기장, 머느리배꼽, 쇠뜨기, 애기똥풀, 좀명아주, 청사초, 달뿌리풀, 소리쟁이 등            |
| 교목둔치    | 버드나무, 아까시나무, 밤나무, 은사시나무, 조팝나무, 쨍레꽃, 갯버들, 명석딸기, 신나무, 냉이 등       |
| 사주부     | 달뿌리풀, 갈대, 큰개여뀌, 명아주, 황새냉이, 뚝새풀, 속속이풀, 바랭이, 갈풀, 소리쟁이 등          |
| 하중주     | 달뿌리풀, 갈대, 갈풀, 환삼덩굴, 애기똥풀, 물쭉, 쇠별꽃, 속속이풀, 소리쟁이, 개망초, 명아주, 풀억새 등 |



표 4. 중규모 생물 서식처의 유형구분에 따른 특성분석 (어류 및 저서동물에 대상으로 한 구분, 저자분류)

| 구분<br>번호 | 생물 서식처<br>유형구분 | 물리적 특성     |              |                |                     | 화학적 특성       |                            |              |               |               | 생물 출현 중 분석               |                                |
|----------|----------------|------------|--------------|----------------|---------------------|--------------|----------------------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|--------------------------------|
|          |                | 수심<br>(cm) | 유속<br>(cm/s) | 하상<br>재료       | 영향<br>교란빈도<br>(회/년) | DO<br>(mg/l) | BOD <sub>5</sub><br>(mg/l) | SS<br>(mg/l) | T-N<br>(mg/l) | T-P<br>(mg/l) | 저서동물                     | 어류                             |
| ①        | 다교란형<br>하도습지   | 80         | 0            | 모래<br>진흙       | 5~6회                | 10.6         | 2.1                        | 1.7          | 1.2           | 0.1           | 17종 43개체수<br>(꼬마하루살이 외)  | 3과 12종 132개체수<br>(피라미, 참붕어 외)  |
| ②        | 사행 여울          | 15         | 75           | 모래<br>자갈       | 상시                  | 7.6          | 10.2                       | 14.3         | 5.6           | 1.0           | 7종<br>(물거머리 외)           | 2과 11종 190개체수<br>(피라미, 납줄갱이 외) |
| ③        | 거석 소           | 60         | 25           | 자갈<br>모래<br>진흙 | 상시                  | 7.3          | 14.9                       | 24.3         | 5.7           | 1.1           | 16종<br>(물달팽이 외)          | 2과 11종 112개체수<br>(줄납자루, 참붕어 외) |
| ④        | 징검다리형<br>여울    | 20         | 35           | 자갈<br>모래       | 상시                  | 8.3          | 3.2                        | 4.3          | 3.9           | 0.5           | 15종 36개체수<br>(흑외줄물방개 외)  | 2과 5종 72개체수<br>(줄납자루, 피라미 외)   |
| ⑤        | 하중주 꼬리         | 10         | 20           | 모래             | 상시                  | 7.9          | 5.7                        | 8.0          | 6.2           | 1.0           | 6종<br>(가느실잠자리 외)         | 2과 7종 77개체수<br>(줄납자루, 납줄갱이 외)  |
| ⑥        | 천수만            | 70         | 10           | 모래<br>진흙       | 상시                  | 7.6          | 6.2                        | 14.7         | 5.6           | 0.8           | 16종 45개체수<br>(동검은실잠자리 외) | 5과 13종 104개체수<br>(줄납자루, 물개 외)  |
| ⑦        | 샛강             | 20         | 25           | 자갈<br>모래       | 상시                  | 8.0          | 4.6                        | 7.0          | 5.0           | 0.8           | 16종<br>(호리축뱀잠자리 외)       | 무                              |
| ⑧        | 소교란형<br>하도습지   | 70         | 0            | 모래<br>진흙       | 1~2회                | 16.5         | 9.2                        | 22.3         | 3.6           | 0.7           | 12종<br>(꼬마하루살이 외)        | 4과 12종 72개체수<br>(꼬리, 대륙송사리 외)  |
| ⑨        | 비교구역           | 10         | 15           | 모래             | 상시                  | 7.7          | 3.6                        | 6.7          | 5.6           | 0.8           | 무                        | 1과 5종 26개체수<br>(줄납자루 땃경모치 외)   |

주 : ① 지역은 복류수가 유입되고 있는 지역으로 타지역과 비교하여 상대적으로 수질이 깨끗한 편임, 따라서 DO의 농도가 높은 이유로는 BOD<sub>5</sub>, SS 등 오염물질이 적어 산소 소비정도가 낮은 것에 기인된 것으로 추정됨.  
 ③ 지역에는 말뚝, 붕어마름과 같은 침수식물이 다수 서식하고 있으며, 조사시간이 한낮으로 식물의 광합성작용으로 인하여 일시적으로 DO가 상승된 것으로 판단됨.

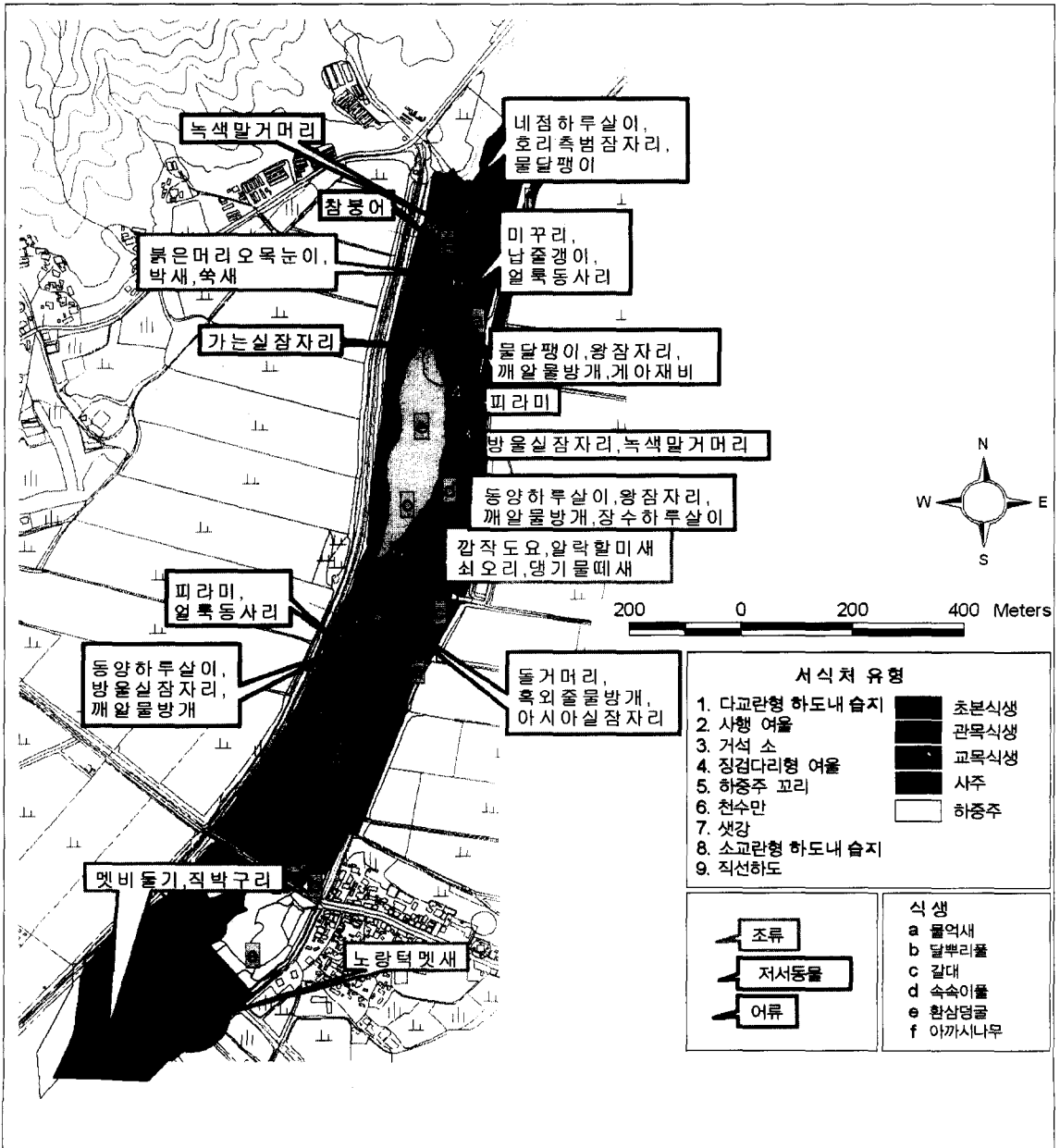
표 5. 중규모 생물 서식처의 유형구분에 따른 특성분석 (식생 및 조류를 대상으로 한 구분, 저자분류)

| 생물 서식처<br>유형구분 | 생물 출현 중 분석             |                                   |                          |                   |
|----------------|------------------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------|
|                | 식물                     | 조류                                | 양서, 파충류                  | 육상곤충              |
| 초본 홍수터         | 24종<br>(달뿌리풀, 물쭉 외)    | 14종 184개체수<br>(붉은머리오목눈이, 개개비 외)   | 3종<br>(참개구리, 청개구리, 유헤목이) | 16종<br>(꽃등에 외)    |
| 관목 홍수터         | 42종<br>(갯버들, 개기장 외)    | 5종 164개체수<br>(참새, 노랑턱멧새 외)        | 4종<br>(참개구리, 유헤목이 외)     | 37종<br>(거품벌레 외)   |
| 교목 둔치          | 54종<br>(버드나무, 아카시나무 외) | 10종 233개체수<br>(멧비둘기, 울메미, 직박구리 외) | 1종<br>(청개구리)             | 35종<br>(뱀허물쌍살벌 외) |
| 하중주            | 25종<br>(달뿌리풀, 갈대 외)    | 4종 84개체수<br>(붉은머리오목눈이, 박새, 썩새 외)  | 5종<br>(참개구리, 움개구리 외)     | 16종<br>(남방부전나비 외) |
| 사주             | 10종<br>(달뿌리풀, 큰개여뀌 외)  | 5종 66개체수<br>(꼬마물떼새, 뽕떡도요 외)       | 무                        | 6종<br>(참뿔길앞잡이 외)  |

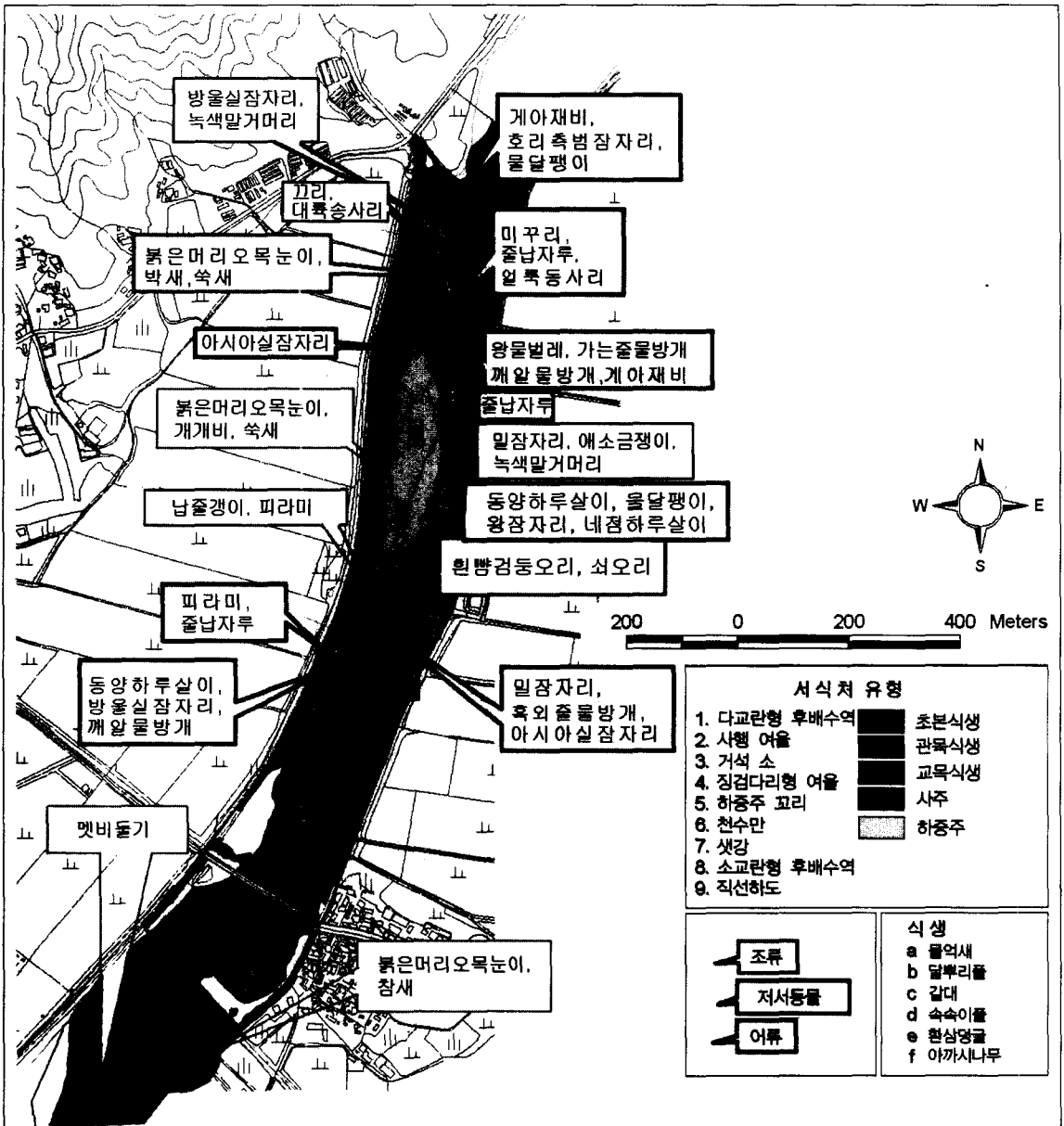
6. 서식처 유형구분에 따른 특성분석 및 RHS도 분석

종적으로는 본류와의 연결성과 횡적으로는 수심에 따라 각기 분류된 서식처의 유형구분을 통하여, 그 서

식처별 물리, 화학, 생물적 특성의 분석결과는 표 4, 표 5와 같다. 또한, 북한천에서의 홍수 전·후의 RHS도를 비교함으로써 하도의 변화와 생물상의 변화를 제시하여 북한천 생태계과악에 보다 자세한 정보를 제공하였다(그림 5 참조). 본 분석을 통하여 북한천에서의 서식



a. 2001년 홍수 전



b. 2002년 홍수 후  
 그림 5. RHS도에 의한 생물상의 변화

처 복원을 하고자 할 경우, 제시한 생물 정보를 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

### V. 결론 및 시사점

본 연구에서는 경기도 여주 소재의 복하천을 대상으

로 하여, 저서동물과 어류를 위한 서식처 유형별 구분을 통하여 서식처를 9개 유형으로, 식물과 조류 및 양서파충류를 대상으로한 5가지 유형으로 서식처를 구분하였으며 각 서식처별 수리특성은 물론, 물리·화학적 특성을 분석하여 중규모 모래하천에서의 서식처 특성을 분석하였는데 그 결과는 다음과 같다.

- ① 교란을 빈번히 받는 다교란형 하도습지는 일정 정도의 수심(약 80 cm)과 최소 연 5~6회 정도의 교란이 발생하며, 다소 수질은 좋지 않으나 피라미와 다양한 어종의 치어들의 서식처로서 기능한다.
- ② 하상이 모래로 구성되는 중규모 하천의 사행여울은 수심은 약 15 cm 정도이며 유속은 75 cm/s 정도로 저서동물이 부착할 수 있는 큰 고형물이 없어 부착성 및 산란장소로 이용하기 힘들다. 저서동물과 어류가 출현하지 않았으나 상하류의 통과통로로서 기능한다.
- ③ 거석 소는 수심 60 cm, 유속 25 cm/s 정도로 부착성 저서동물이 많이 출현하고 수변식물이 많아 다양한 저서동물의 서식공간으로 이용되고 있다.
- ④ 징검다리형 여울은 저서동물의 출입이 자유롭고 먹이원으로 이용할 수 있는 수초류가 있어 저서동물 및 어류의 서식공간으로 활용된다.
- ⑤ 하중주 끝부분에 사주가 형성된 곳은 수심이 얇고, 유수에 의한 교란이 빈번하여 수변식물이 거의 없으며, 일부 수초지역을 제외하고는 저서동물이 서식하기 어렵다.
- ⑥ 천수만은 수심이 깊고(70 cm) 유속이 완만하여(10 cm/s 정도) 주변으로 갈대과 침수식물이 많이 자라고 있으며, 수변으로 작은 소를 만들고 있어 부착성 저서동물과 포식성 저서동물들이 다양하게 서식하며 다양한 어종의 서식처로 기여한다.
- ⑦ 셋강은 수심이 20cm 정도로 얇고, 하상재질은 작은 자갈로 형성되어 있어 수변식물과 다양한 저서동물과 어류가 서식한다.
- ⑧ 연 1~2회 정도의 교란을 받는 소교란형 하도습지는 수질이 좋지 않으나 주변에 식생이 많고 수중식물이 많아 좁은 지역에도 높은 밀도로 저서동물들이 서식한다.
- ⑨ 본류 중앙부의 직선하도는 하상이 모두 모래로 되어 있고 주변에 별다른 고형물들이 없어 저서동물 및 어류의 서식공간으로 활용할 장소가 될 수 없다.
- ⑩ 초본홍수터는 달뿌리풀과 물쭉 등이 주종을 이루고 참개구리와 율목과 같은 양서파충류가 서식

하고, 물가를 선호하는 흰뺨검둥오리나 쇠오리 등의 서식처로서 기능한다.

- ⑪ 갯벌들로 주로 구성되는 관목홍수터는 주로 산림성 조류인 노랑턱멧새와 박새가 서식지로 이용하며 다양한 육상곤충들의 서식처가 된다.
- ⑫ 버드나무, 아까시나무, 밤나무로 이루어진 교목둔치는 직박구리와 올빼미가 먹이를 섭취하기 위해 일시적으로 이용하는 서식공간으로 이용한다.
- ⑬ 사주는 유수에 의한 교란이 빈번하여 식물활착이 어려운 무식생 퇴적지역이나 도요나 물떼새와 같은 조류가 일시적 휴식처로 이용한다.
- ⑭ 하중주는 모든 종이 많이 출현하는 서식공간으로 인위적 교란이 없는데 기인한 것으로 평가된다.

지금까지 하천생태 전반에 걸친 연구들이 중상류역의 자갈하상 하천에서 이루어졌고 또한 생물 서식처에 대한 형태적 측면에서 다루어졌다면, 본 연구는 하상변동이 심한 중규모 모래하천을 대상으로 하도특성 변화에 따른 생물상의 변화와 그 생물의 서식공간에 따른 특성을 분석한 연구라 할 수 있다.

그러나 본 연구는 복하천에서 나타나는 다양한 서식처를 각각의 서식처 유형별로 대표 표본 한 장소씩을 조사하였기 때문에 정량화 및 다른 하천에서의 일반화에는 무리가 따르므로, 복하천 이외의 수계에서도 다수의 유형별 조사 및 한 유형에 대한 복수의 연구가 필요한 것으로 판단된다.

향후, 생물 서식처의 복원을 위해서는 서식환경을 대상으로 가설을 세우고 이를 공학적으로 검증함으로써 일반화시키는 연구가 필요하며, 경년변화에 따른 수문자료의 축적과 서식처의 변화와 이에 따른 생물상의 추적조사가 지속적으로 이루어져야 보다 정성적이며 정량적인 결과를 도출할 수 있을 것으로 판단된다.

## 감사의 글

본 연구를 위하여 자료제공과 도움을 주신 중앙대 김진홍 교수, 연세대 최성욱 교수, 서울여대 이창석 교수, 인하대 조강현 교수, 인천대 배양섭 교수, 강원대 변화근 교수, 경희대 구태희 교수님께 감사 드립니다.

- 주 1. 중규모하천 : 하폭 100~200m, 저수로 폭 30~100m 규모의 구간을 가진 하천을 말하며, 이러한 하천은 하상재료가 주로 모래로 구성되어 있고, 하류 대하천의 수질에 직접적으로 영향을 주는 하천이다. 서울시의 경우 중랑천, 탄천 등과 경기도의 경우 양속천, 경안천, 청미천, 북하천, 곡릉천 등이 이에 속한다.
- 주 2. RHS(River Habitat Surver)도 : 하천생태계의 정확한 정보를 제공하기 위하여 작성되는 하천생태정보지도로서 영국 국립하천공사(NRA : National Rivers Authority)에서 개발하였으며, 하천수변조사(RCS : River Corridor Survey)를 기초로 작성된다. RCS 조사는 하천 수변환경특성을 개략적으로 분석하기 위하여 도면화한 것이며, RHS는 RCS조사에 기초하여 생물서식처를 조사하고 생물 종조사에 의하여 구축된 자료를 이용하여 도면화시킨 것이다. RHS는 환경 각 분야(환경보전, 어류, 홍수방어, 수자원, 수질, 환경계획)의 정책과 운영을 위하여 하천환경을 평가하고 계획하는 분야에 이용된다(England Environment Agency, 1997).

### 인용문헌

1. 나정화, 이정민(2003) 도시비오름의 경관생태학적 특성분석-대구광역시를 사례로-. 한국조경학회지 30(6) : 128-139.
2. 배양섭, 유정철, 이승휘, 조강현, 안홍규(2002) 하천수변의 국제조사 매뉴얼 하천관(생물조사편). 한국건설기술연구원.
3. 배연재, 원두희, 이용재, 승현우(2003) 하천생태계에 대한 환경평가 기법과 생물다양성 관리시스템의 개발 및 적용. 환경 생물 21(3) : 223-233.
4. 안홍규(2001) 하반식생의 입지 적정성 분석-미지형과 토양환경을 중심으로-. 한국환경생태학회지15(2) : 193-200.
5. 주위홍, 김귀곤(2002) 중국 두만강 하류유역의 습지분류 특성에 관한 연구. 한국환경복원녹화기술학회지 5(1) : 35-50.
6. 환경부(2002) 하천복원가이드라인. 한국건설기술연구원.
7. 岡部健士, 鎌田磨生, 林雅隆, 板東礼子(1996) 砂州上の植生と河状履歴の相互關係. 徳島工學部研究報告書 pp.25-38.
8. 大場信義(1994) ホタルとその生息環境の地域固有性. 昆虫と自然 29(5) : 6-13.
9. 島谷幸宏(2000) 河川環境の保全と復元-多自然型川づくりの實際. 東京: 鹿島出版會.
10. 杉山惠一(1999) ピオトープの構造-ハビタット・エコロジー入門-. 東京: 朝倉書店.
11. 小林紀雄, 福嶋悟(1996) いたち川の水生动物と底質との關係. 横浜市環境科學研究所, 環境研究資料 No. 123, pp. 129-152.
12. 櫻井善雄(2003) 川づくりとすみ場の保全. 東京: 信山社サイテック.
13. 有田一郎, 小河原孝生(1995) 鳥類及び昆蟲・兩生・爬蟲類による生態環境構造把握解析手法開發のためのケーススタディ. 生態計劃研究所年報 No. 3.
14. 中村俊六(1997) 多自然研究- IFIM(A Primer for IFIM, The Instream Flow Incremental Methodology) 入門(12). 東京: (財)リバーフロント整備センター.
15. 川那部浩哉他(1956) 遡上生態1. とくに淵におけるアユの生活様式について. 京都大學生理生態業績 79 pp. 1-37.
16. 樋口文夫他(1993) 矢指地區の魚類の生態と河川形態-ホトケドジョウ *Lefua costata echigonia*を中心に-. 横浜市環境科學研究所, 環境研究資料 No.66 pp. 171-198.
17. 萱場祐一, 島谷幸宏(1999) 河川におけるハビタットの概念とその分類. 建設省土木研究所 土木技術資料 Vol. 41, No. 7 pp. 32-37.
18. England Environment Agency(1997) River Habitat Survey- Field Survey Guidance Manual-. England: Incorporation SERCON.
19. Hupp, C. R., and W. R. Osterkamp(1985) Bottomland Vegetation Distribution along Passage Creek, Virginia, in Relation to Fluvial Landforms. Ecology Vol.66, No.3. pp. 670-681.
20. Hawkins, C. P., J. L. Kershner and P. A. Bisson(1993) A hierarchical approach to classifying stream habitat features. Fisheries No. 19. pp. 3-12.
21. Kamada, Y., Y. Ohta, and T. Okabe(1996) Interrelation Between Tree distribution in River and Environmental Change of Basin due to Human Activity. International Symposium INTERPRAEVENT Band 2, pp. 245-252.
22. Choi, S. U., H. S. Kang and K. M. Yeo(2003) Flow and sediment transport in emerging vegetated zone. Ecology and Civeil Engineering Vol. 6, No. 1. pp. 87-96. .
23. Lowmace, R.(1997) "The Potential Role of Riparian Forest as Buffers Zones" *The Proceedings of the International Conference on Buffer Zones*. Quest Environmental, UK pp. 128-133.
24. Roux, A. L., and G. H. Copp(1996) Fish populations in rivers, Fluvial Hydrosystems, edited by Petess, G. E. and Amorros, C., pp. 167-179.

원고 접수 : 2004년 12월 31일

최종수정본 접수 : 2004년 5월 10일

4인익명 심사필

부록 1. 서식처별 생물 종목록(식생)

| 출현 종   |   |   | 생물서식처 유형                      | 초본홍수터 | 관목홍수터 | 교목둔치 | 사주부 | 허중주 |
|--------|---|---|-------------------------------|-------|-------|------|-----|-----|
| 생활형    | 국명  | 학명  |                               |       |       |      |     |     |
| 수생 식물  | 침수  | 말즘  | <i>Potamogeton crispus</i>    | ○     |       |      |     |     |
|        |   | 붕어마름  | <i>Ceratophyllum demersum</i> | ○     |       |      |     |     |
|        |   | 이삭물수세미  | <i>Myriophyllum spicatum</i>  | ○     |       |      |     |     |
|        | 부수  | 개구리밥  | <i>Spirodela polyrhiza</i>    | ○     |       |      |     |     |
|        |   | 좁개구리밥   | <i>Lemna paucicostata</i>     | ○     |       |      |     |     |
|        | 부엽  | 마름  | <i>Trapa japonica</i>         | ○     |       |      |     |     |
|        |   | 개구리자리   | <i>Ranunculus sceleratus</i>  | ○     |       |      |     |     |
|        |   | 도루박이  | <i>Scirpus radicans</i>       | ○     |       |      |     |     |
|        |   | 미나리   | <i>Oenanthe javanica</i>      | ○     |       |      |     |     |
|        |   | 애기부들  | <i>Typha angustifolia</i>     | ○     |       |      |     |     |
| 습생 식물  | 줄   | <i>Zizania latifolia</i>                            | ○                             |       |       |      |     |     |
|        | 갈대  | <i>Phragmites communis</i>                          | ○                             |       | ○     |      | ○   |     |
|        | 갈풀  | <i>Phalaris arundinacea</i>                         | ○                             |       |       |      | ○   |     |
|        | 개기장   | <i>Panicum bisulcatum</i>                           |                               | ○     |       |      |     |     |
|        | 갯버들   | <i>Salix gracilistyla</i>                           |                               | ○     | ○     |      |     |     |
|        | 고마리   | <i>Persicaria thunbergii</i>                        | ○                             | ○     |       |      |     |     |
|        | 나도겨풀  | <i>Leersia japonica</i>                             |                               | ○     |       |      |     |     |
|        | 달뿌리풀  | <i>Phragmites japonica</i>                          | ○                             |       | ○     |      | ○   |     |
|        | 돌피  | <i>Echinochloa crus-galli</i>                       |                               | ○     |       |      |     |     |
|        | 뚝새풀   | <i>Alopecurus aequalis</i> var. <i>amurensis</i>    | ○                             |       |       |      | ○   |     |
|        | 풀쭉  | <i>Artemisia selengensis</i>                        | ○                             |       |       |      | ○   |     |
|        | 물억새   | <i>Miscanthus sacchariflorus</i>                    |                               |       |       |      | ○   |     |
|        | 물참개나물   | <i>Veronica undulata</i>                            | ○                             |       |       |      |     |     |
|        | 물피  | <i>Echinochloa crus-galli</i> var. <i>oryzicola</i> | ○                             |       |       |      |     |     |
|        | 미국가막사리  | <i>Bidens frondosa</i>                              | ○                             |       | ○     |      | ○   |     |
|        | 미국개기장   | <i>Panicum dichotomiflorum</i>                      | ○                             |       |       |      | ○   |     |
|        | 박하  | <i>Mentha arvensis</i> var. <i>piperascens</i>      | ○                             |       |       |      |     |     |
|        | 방동사니  | <i>Cyperus amuricus</i>                             |                               |       | ○     |      |     |     |
|        | 버드나무  | <i>Salix koreensis</i>                              |                               |       | ○     |      |     |     |
|        | 석잠풀   | <i>Stachys niederi</i> var. <i>japonica</i>         |                               |       | ○     |      |     |     |
|        | 소리쟁이  | <i>Rumex crispus</i>                                | ○                             |       | ○     |      | ○   |     |
|        | 속속이풀  | <i>Ronppa islandica</i>                             |                               |       |       |      | ○   |     |
|        | 쇠별꽃   | <i>Stellaria aquatica</i>                           | ○                             |       |       |      | ○   |     |
|        | 여뀌바늘  | <i>Ludwigia prostrata</i>                           | ○                             |       |       |      |     |     |
|        | 왕버들   | <i>Salix glandulosa</i>                             |                               |       | ○     |      |     |     |
|        | 참방동사니   | <i>Cyperus inia</i>                                 |                               |       | ○     | ○    |     |     |
|        | 청사초   | <i>Carex brevioulimis</i>                           |                               |       | ○     |      |     |     |
|        | 큰개여뀌  | <i>Persicaria nodosa</i>                            | ○                             |       |       |      | ○   |     |
|        | 키버들   | <i>Salix purpurea</i> var. <i>japonica</i>          |                               |       | ○     |      |     |     |
|        | 황새냉이  | <i>Cardamine flexuosa</i>                           |                               |       | ○     |      | ○   |     |
| 갈퀴덩굴   | <i>Galium spurium</i>                                       | ○   |                               |       |       |      |     |     |
| 강아지풀   | <i>Setaria viridis</i>                                      |   |                               | ○     |       |      |     |     |
| 개똥쭉    | <i>Artemisia annua</i>                                      |   |                               | ○     |       |      |     |     |
| 개망초    | <i>Erigeron annuus</i>                                      | ○   |                               |       |       | ○    |     |     |
| 개머루    | <i>Ampelopsis brevipedunculata</i> var. <i>heterophylla</i> |   |                               | ○     |       |      |     |     |
| 개미자리   | <i>Sagina japonica</i>                                      |   |                               | ○     | ○     |      |     |     |
| 개소시랑개비 | <i>Potentilla paradoxa</i>                                  |   |                               | ○     |       |      |     |     |
| 꿩이밥    | <i>Oxalis corniculata</i>                                   |   |                               | ○     |       |      |     |     |
| 까마중    | <i>Solanum nigrum</i>                                       | ○   |                               | ○     |       |      |     |     |
| 깨풀     | <i>Acalypha australis</i>                                   |   |                               | ○     |       |      |     |     |
| 꽃마리    | <i>Trigonotis peduncularis</i>                              | ○   |                               |       |       | ○    |     |     |
| 꿩의밥    | <i>Luzula capitata</i>                                      | ○   |                               |       |       |      |     |     |
| 냉이     | <i>Capsella bursa-pastoris</i>                              | ○   |                               | ○     |       | ○    |     |     |
| 누운주름잎  | <i>Mazus miquelii</i>                                       |   |                               | ○     | ○     |      |     |     |
| 다닥냉이   | <i>Lepidium apetalum</i>                                    | ○   |                               |       |       | ○    |     |     |

(부록 1 계속)

| 출현 종  |        |   | 생물서식처 유형 |       |      |     |     |
|-------|--------|---|----------|-------|------|-----|-----|
| 생활형   | 국명     | 학명  | 초본홍수터    | 관목홍수터 | 교목둔치 | 사주부 | 허중주 |
| 중진생식물 | 달맞이꽃   | <i>Oenothera odorata</i>                            |          |       | ○    |     |     |
|       | 닭의장풀   | <i>Commelina communis</i>                           | ○        |       |      |     | ○   |
|       | 답불쑥    | <i>Artemisia rubripes</i>                           | ○        | ○     | ○    |     |     |
|       | 마디풀    | <i>Polygonum aviculare</i>                          |          |       | ○    |     |     |
|       | 마타리    | <i>Patrinia scabiosefolia</i>                       |          | ○     | ○    |     |     |
|       | 망초     | <i>Erigeron canadensis</i>                          |          | ○     | ○    |     |     |
|       | 명석딸기   | <i>Rubus parvifolius</i>                            |          |       | ○    |     |     |
|       | 배꽃     | <i>Calystegia japonica</i>                          |          | ○     | ○    |     | ○   |
|       | 머느리배꼽  | <i>Persicaria perfoliata</i>                        |          | ○     | ○    |     |     |
|       | 명아주    | <i>Chenopodium album</i> var. <i>centrorubrum</i>   | ○        |       |      | ○   | ○   |
|       | 미국나팔꽃  | <i>Ipomoea hederacea</i>                            |          |       | ○    |     |     |
|       | 미국쑥부쟁이 | <i>Aster pilosus</i>                                |          | ○     | ○    |     |     |
|       | 민들레    | <i>Taraxacum mongolicum</i>                         |          | ○     | ○    |     |     |
|       | 민바랭이   | <i>Digitaria violascens</i>                         | ○        |       | ○    |     |     |
|       | 바랭이    | <i>Digitaria sanguinalis</i>                        | ○        |       | ○    | ○   |     |
|       | 박주가리   | <i>Metaplexis japonica</i>                          |          | ○     | ○    |     |     |
|       | 밤나무    | <i>Castanea crenata</i>                             |          |       | ○    |     |     |
|       | 배암차즈기  | <i>Salvia plebeia</i>                               |          | ○     | ○    |     |     |
|       | 별완두    | <i>Vicia amurensis</i>                              |          | ○     |      |     |     |
|       | 벼룩나물   | <i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i>        | ○        | ○     |      |     |     |
|       | 벼룩이자리  | <i>Arenaria serpyllifolia</i>                       | ○        |       |      |     |     |
|       | 비름     | <i>Amaranthus mangostanus</i>                       | ○        | ○     |      |     | ○   |
|       | 비수리    | <i>Lespedeza cuneata</i>                            |          |       | ○    |     |     |
|       | 비자루국화  | <i>Aster subulatus</i>                              |          | ○     |      |     |     |
|       | 뽕리맹이   | <i>Youngia japonica</i>                             |          | ○     |      |     |     |
|       | 뽕나무    | <i>Morus alba</i>                                   |          |       | ○    |     |     |
|       | 산나무    | <i>Acer ginnala</i>                                 |          |       | ○    |     |     |
|       | 쇠뜨기    | <i>Equisetum arvense</i>                            | ○        | ○     | ○    |     |     |
|       | 쑥바귀    | <i>Ilex dentata</i>                                 |          | ○     | ○    |     |     |
|       | 아까시나무  | <i>Robinia pseudo-acacia</i>                        |          |       | ○    |     |     |
|       | 애기동굴   | <i>Chelidonium majus</i> var. <i>asiaticum</i>      |          | ○     |      |     | ○   |
|       | 양지꽃    | <i>Potentilla fragarioides</i> var. <i>major</i>    |          |       | ○    |     |     |
|       | 왕고들빼기  | <i>Lactuca indica</i> var. <i>laciniata</i>         |          |       | ○    |     |     |
|       | 왕바랭이   | <i>Eleusine indica</i>                              |          | ○     | ○    |     |     |
|       | 왕포아풀   | <i>Poa pratensis</i>                                |          |       | ○    |     | ○   |
|       | 은사시나무  | <i>Populus tomentiglandulosa</i>                    |          |       | ○    |     |     |
|       | 이고들빼기  | <i>Youngia denticulata</i>                          |          |       | ○    |     |     |
|       | 익모초    | <i>Leonurus sibiricus</i>                           |          |       | ○    |     |     |
|       | 자귀풀    | <i>Aeschynomene indica</i>                          |          |       | ○    |     | ○   |
|       | 장대나물   | <i>Arabis glabra</i>                                |          |       | ○    |     |     |
|       | 제비꽃    | <i>Viola mandshurica</i>                            |          |       | ○    |     |     |
|       | 제비쑥    | <i>Artemisia japonica</i>                           |          |       | ○    |     |     |
|       | 조록싸리   | <i>Lespedeza maximowiczii</i>                       |          |       | ○    |     |     |
|       | 조팝나무   | <i>Spiraea prunifolia</i> for. <i>simpliciflora</i> |          |       | ○    |     |     |
|       | 족제비싸리  | <i>Amorpha fruticosa</i>                            |          |       | ○    |     |     |
|       | 좁명아주   | <i>Chenopodium ficifolium</i>                       | ○        | ○     |      |     |     |
|       | 주름잎    | <i>Mazus japonicus</i>                              |          | ○     |      |     | ○   |
|       | 중대가리풀  | <i>Centipeda minima</i>                             |          | ○     |      |     |     |
|       | 지칭개    | <i>Hemistepha lyrata</i>                            |          | ○     |      |     | ○   |
|       | 질경이    | <i>Plantago asiatica</i>                            |          |       | ○    |     |     |
|       | 꺾레꽃    | <i>Rosa multiflora</i>                              |          |       | ○    |     |     |
|       | 참빗살나무  | <i>Euonymus sieboldianus</i>                        |          |       | ○    |     |     |
|       | 참새귀리   | <i>Bromus japonicus</i>                             |          |       | ○    |     |     |
|       | 참외     | <i>Cucumis melo</i> var. <i>makuwa</i>              | ○        | ○     |      |     |     |
|       | 환삼덩굴   | <i>Humulus japonicus</i>                            | ○        |       |      |     | ○   |
|       | 총수     |   | 45       | 42    | 54   | 10  | 25  |

부록 2. 서식처별 생물 종목록(저서동물)

| 출현 종         |   | 생물서식처 유형     |      |      |                 |           |     |    |              |      |
|--------------|---|--------------|------|------|-----------------|-----------|-----|----|--------------|------|
| 국명           | 학명  | 다교란형<br>하도습지 | 사행여울 | 거석 소 | 징검<br>다리형<br>여울 | 하중주<br>꼬리 | 천수만 | 셋강 | 소교란형<br>하도습지 | 직선하도 |
| 물달팽이         | <i>Lymnaea auricularia</i> (Linnaeus)       | ○            | ○    | ○    | ○               |           | ○   | ○  | ○            |      |
| 에기물달팽이       | <i>Austropelea ollula</i> (Gould)           | ○            |      |      | ○               |           | ○   | ○  |              |      |
| 원뿔이물달팽이      | <i>Physa acuta</i> Draparnaud               | ○            | ○    | ○    | ○               |           | ○   | ○  | ○            |      |
| 또아리물달팽이      | <i>Gyraulus chinensis</i> (Dunker)          |              |      |      |                 |           |     | ○  |              |      |
| 수정또아리물달팽이    | <i>Hippeutis cantori</i>                    | ○            | ○    | ○    |                 | ○         | ○   | ○  |              |      |
| 월은재첩         | <i>Corbicula papyracea</i> Heude            |              |      |      | ○               |           |     |    |              |      |
| 실지렁이         | <i>Limnodrilus gotoi</i> Hatai              | ○            |      |      | ○               |           | ○   | ○  | ○            |      |
| 녹색말거머리       | <i>Whitmania edentula</i> W.                | ○            | ○    | ○    | ○               | ○         | ○   |    | ○            |      |
| 말거머리         | <i>Whitmania pigra</i> Whitman              | ○            | ○    | ○    | ○               | ○         |     | ○  |              |      |
| 돌거머리         | <i>Erpobdella lineata</i> Muller            |              | ○    | ○    |                 |           |     | ○  |              |      |
| 거머리과 sp. 1   | <i>Hirudinidae</i> sp.1                     | ○            |      |      |                 |           |     |    | ○            |      |
| 꼬마하루살이       | <i>Baetis thermicus</i> Ueno                | ○            | ○    | ○    |                 | ○         | ○   | ○  | ○            |      |
| 동양하루살이       | <i>Ephemera orientalis</i> McLachlan        | ○            |      | ○    |                 |           | ○   |    |              |      |
| 무늬하루살이       | <i>Ephemera strigata</i> Eaton              |              |      |      | ○               |           | ○   |    |              |      |
| 네점하루살이       | <i>Ecdyonurus levis</i> (Navás)             | ○            | ○    | ○    | ○               | ○         |     | ○  | ○            |      |
| 장수하루살이       | <i>Rhoenanthus coreanus</i>                 |              |      | ○    |                 |           |     | ○  |              |      |
| 아시아실잠자리      | <i>Ischnura asiatica</i> (Brauer)           | ○            | ○    | ○    | ○               | ○         | ○   | ○  | ○            |      |
| 등검은실잠자리      | <i>Cercion calamorum</i> (Ris)              | ○            |      | ○    |                 |           | ○   | ○  |              |      |
| 등줄실잠자리       | <i>Cercion hieroglyphicum</i>               | ○            | ○    | ○    |                 |           | ○   | ○  | ○            |      |
| 방울실잠자리       | <i>Platycnemis philopoda</i>                | ○            |      | ○    | ○               |           | ○   |    |              |      |
| 가는실잠자리       | <i>Indolestes gracilis pregrinus</i>        | ○            |      | ○    |                 |           | ○   | ○  | ○            |      |
| 검은물잠자리       | <i>Calopteryx atrata</i> Selys              | ○            |      | ○    |                 | ○         |     |    |              |      |
| 호리축범잠자리      | <i>Stylurus annulata</i> (Djakonov)         |              |      |      |                 |           |     | ○  |              |      |
| 왕잠자리         | <i>Anax parthenope julius</i> Brauer        |              | ○    | ○    |                 |           | ○   |    | ○            |      |
| 고추잠자리        | <i>Crocothemis servilia</i> (Drury)         |              |      |      |                 | ○         |     |    |              |      |
| 밀잠자리         | <i>Orthetrum albistylum speciosum</i>       | ○            | ○    | ○    | ○               | ○         | ○   | ○  | ○            |      |
| 큰밀잠자리        | <i>Orthetrum triangulare melania</i>        |              | ○    | ○    | ○               | ○         | ○   | ○  |              |      |
| 두점박이좀잠자리     | <i>Sympetrum eroticum</i>                   | ○            |      |      |                 |           |     |    |              |      |
| 왕물벌레         | <i>Hesperocorixa kalthoffi</i> (Lundbald)   | ○            |      |      |                 |           | ○   | ○  | ○            |      |
| 방물벌레         | <i>Sigara (Tropocorixa) substriata</i> (U.) | ○            | ○    | ○    | ○               |           |     | ○  |              |      |
| 물자라          | <i>Muljarus japonicus</i> (Vuillefroy)      | ○            | ○    | ○    | ○               | ○         | ○   | ○  | ○            |      |
| 장구애비         | <i>Laccotrephes japonensis</i> Scott        | ○            |      | ○    | ○               |           | ○   | ○  | ○            |      |
| 개아재비         | <i>Ranatra chinensis</i> Mayr               | ○            | ○    | ○    | ○               | ○         | ○   | ○  | ○            |      |
| 소금쟁이         | <i>Aquaris paludum</i> (Fabricius)          |              |      | ○    |                 |           | ○   |    |              |      |
| 애소금쟁이        | <i>Gerris (Gerris) latiaabdominis</i>       |              | ○    |      | ○               |           | ○   | ○  | ○            |      |
| 깨알물방개        | <i>Laccophilus difficilis</i> Sharp         | ○            | ○    | ○    | ○               | ○         | ○   | ○  | ○            |      |
| 가는줄물방개       | <i>Coelambus chinensis</i> Sharp            | ○            | ○    | ○    | ○               |           | ○   | ○  |              |      |
| 외줄물방개속 sp. 1 | <i>Potamonectes</i> sp. 1                   |              |      | ○    |                 |           |     | ○  |              |      |
| 흑외줄물방개       | <i>Potamonectes hostilis</i> (Sharp)        | ○            | ○    | ○    | ○               | ○         | ○   | ○  | ○            |      |
| 에기물방개        | <i>Rhantus (Rhantus) pulverosus</i>         | ○            |      |      |                 |           |     |    |              |      |
| 여울벌레과 sp. 1  | <i>Elmidae</i> sp. 1                        |              |      | ○    |                 |           | ○   |    |              |      |
| 각다귀과 sp. 1   | <i>Tipulidae</i> sp. 1                      | ○            | ○    |      | ○               | ○         | ○   | ○  |              |      |
| 각다귀과 sp. 2   | <i>Tipulidae</i> sp. 2                      |              |      |      | ○               |           | ○   |    | ○            |      |
| 갈따귀과 sp. 1   | <i>Chironomidae</i> sp. 1                   | ○            |      | ○    | ○               | ○         | ○   | ○  | ○            |      |
| 갈따귀과 sp. 2   | <i>Chironomidae</i> sp. 2                   | ○            | ○    | ○    | ○               | ○         | ○   | ○  | ○            |      |
|              | <i>Aedes</i> sp. 1                          |              |      |      |                 |           |     | ○  |              |      |
| 별날도래과 sp. 1  | <i>Ecnomidae</i> sp. 1                      |              |      | ○    |                 |           |     |    |              |      |
| 총수           |   | 31           | 23   | 32   | 24              | 18        | 32  | 31 | 21           | -    |



## 부록 3. 서식처별 생물 종목록(어류)

| 출현 종<br>국명 |                                      | 생물서식처 유형<br>학명 | 다교란형<br>하도습지 | 사행여울 | 거석 소 | 징검<br>다리형<br>여울 | 하중주<br>꼬리 | 천수만 | 셋강 | 소교란형<br>하도습지 | 직선하도 |
|------------|--------------------------------------|----------------|--------------|------|------|-----------------|-----------|-----|----|--------------|------|
|            |                                      |                |              |      |      |                 |           |     |    |              |      |
| 잉어         | <i>Cyprinus carpio</i>               |                | 1            | 4    | 1    |                 |           |     |    | 8            |      |
| 붕어         | <i>Carassius auratus</i>             |                | 10           |      |      |                 |           | 5   |    | 5            |      |
| 납줄갱이       | <i>Rhodeus notatus</i>               |                |              | 46   | 8    | 2               | 6         | 12  |    | 1            |      |
| 흰줄납줄개      | <i>Rhodeus ocellatus</i>             |                |              |      |      |                 |           |     |    | 2            |      |
| 줄납자루       | <i>Acheilognathus yamatsutae</i>     |                | 24           | 17   | 53   | 39              | 19        | 42  |    | 3            | 5    |
| 납자루        | <i>Acheilognathus lanceolatus</i>    |                | 3            |      | 2    |                 |           |     |    |              |      |
| 납지리        | <i>Acheilognathus rhombea</i>        |                | 18           | 4    | 3    |                 |           | 3   |    | 1            |      |
| 참붕어        | <i>Pseudorasbora parva</i>           |                | 25           | 7    | 12   |                 |           | 4   |    | 7            |      |
| 누치         | <i>Hemibarbus labeo</i>              |                | 6            | 3    | 1    |                 | 1         |     |    |              |      |
| 참마자        | <i>Hemibarbus longirostris</i>       |                | 1            |      | 3    |                 |           |     |    |              |      |
| 줄몰개        | <i>Gnathopogon strigatus</i>         |                |              |      |      |                 |           | 1   |    |              |      |
| 긴몰개        | <i>Squalidus gracilis majimae</i>    |                |              | 15   | 11   |                 |           |     |    |              | 1    |
| 몰개         | <i>Squalidus japonicus coreanus</i>  |                |              |      |      |                 | 3         |     |    |              |      |
| 모래무지       | <i>Pseudogobio esocinus</i>          |                |              | 2    |      |                 |           |     |    |              | 3    |
| 땡경모치       | <i>Microphysogobio tungtingensis</i> |                |              |      |      |                 | 2         |     |    |              | 3    |
| 돌마자        | <i>Microphysogobio yaluensis</i>     |                |              |      |      | 2               |           |     |    |              |      |
| 피라미        | <i>Zacco platypus</i>                |                | 38           | 89   | 16   | 26              | 45        | 18  |    | 16           | 14   |
| 꼬리         | <i>Opsarichthys uncirostris</i>      |                | 1            | 2    |      |                 |           |     |    | 12           |      |
| 미꾸리        | <i>Misgurnus anguillicaudatus</i>    |                | 1            |      |      |                 |           | 7   |    | 2            |      |
| 미꾸라지       | <i>Misgurnus mizolepis</i>           |                |              |      |      |                 |           | 1   |    |              |      |
| 점줄종개       | <i>Cobitis lutheri</i>               |                |              |      |      |                 |           | 2   |    |              |      |
| 동자개        | <i>Pseudobagrus fulvidraco</i>       |                |              |      |      |                 |           | 1   |    |              |      |
| 대륙송사리      | <i>Oryzias sinensis</i>              |                |              |      |      |                 |           |     |    | 14           |      |
| 얼룩동사리      | <i>Odontobutis interrupta</i>        |                | 4            |      |      |                 |           | 6   |    | 1            |      |
| 파랑볼우럭      | <i>Lepomis macrochirus</i>           |                |              |      | 2    |                 |           |     |    |              |      |
| 밀어         | <i>Rhinogobius brunneus</i>          |                |              | 1    |      | 2               | 1         | 2   |    |              |      |
| 총수         |                                      |                | 12           | 11   | 11   | 5               | 7         | 13  | -  | 12           | 5    |
| 개체수        |                                      |                | 132          | 190  | 112  | 72              | 77        | 104 | -  | 72           | 26   |

부록 4. 서식처별 생물 종목록(조류)

| 출현 종     |                                  | 생물서식처 유형 |       |      |     |     |
|----------|----------------------------------|----------|-------|------|-----|-----|
|          |                                  | 초본홍수터    | 관목홍수터 | 교목둔치 | 사주부 | 하중주 |
| 국명       | 학명                               |          |       |      |     |     |
| 흰뺨검둥오리   | <i>Anas poecilorhyncha</i>       | 19       |       |      | 43  |     |
| 쇠오리      | <i>A. crecca</i>                 | 13       |       |      | 10  |     |
| 꼬마물떼새    | <i>Charadrius dubius</i>         | 9        |       |      | 3   |     |
| 댕기물떼새    | <i>Vanellus vanellus</i>         | 1        |       |      |     |     |
| 백뺨도요     | <i>Tringa ochropus</i>           | 4        |       |      | 4   |     |
| 감작도요     | <i>Actitis hypoleucos</i>        | 1        |       |      |     |     |
| 멧비둘기     | <i>Streptopelia orientalis</i>   | 2        |       |      |     |     |
| 알락할미새    | <i>Motacilla alba modesta</i>    | 1        |       |      |     |     |
| 검은등할미새   | <i>Motacilla grandis</i>         |          |       |      | 3   |     |
| 휘파람새     | <i>Cettia diphone</i>            | 2        |       |      |     |     |
| 개개비      | <i>Acrocephalus arundinaceus</i> | 27       |       |      |     |     |
| 쭈새       | <i>Emberiza rustica</i>          | 19       |       |      |     | 9   |
| 딱새       | <i>Phoenicurus aureoreus</i>     |          | 1     |      |     |     |
| 박새       | <i>Parus major</i>               | 1        | 7     |      |     | 5   |
| 노랑턱멧새    | <i>Emberiza elegans</i>          | 8        | 41    |      |     |     |
| 평        | <i>Phasianus colchicus</i>       |          |       | 5    |     |     |
| 멧비둘기     | <i>Streptopelia orientalis</i>   |          |       | 113  |     |     |
| 빼꾸기      | <i>Cuculus canorus</i>           |          |       | 3    |     |     |
| 올빼미      | <i>Strix aluco</i>               |          |       | 1    |     |     |
| 직박구리     | <i>Hypsipetes amaurotis</i>      |          |       | 3    |     |     |
| 붉은머리오목눈이 | <i>Paradoxornis webbianus</i>    | 67       | 40    | 27   |     | 30  |
| 개개비      | <i>Acrocephalus arundinaceus</i> |          |       | 2    |     |     |
| 참새       | <i>Passer montanus</i>           | 10       | 75    | 60   |     | 40  |
| 찌르레기     | <i>Sturnus cineraceus</i>        |          |       | 3    |     |     |
| 까치       | <i>Pica pica</i>                 |          |       | 6    |     |     |
| 쇠백로      | <i>Egretta garzetta</i>          |          |       |      | 3   |     |
| 총수       |                                  | 15       | 5     | 10   | 6   | 4   |
| 개체수      |                                  | 184      | 164   | 223  | 66  | 84  |