

용인운학지구 수변구역 환경생태 현황 및 복원관리 방안 연구*

Restoration and Management Planning of Riverside based on the Environment and Ecosystem in Woonhak Area, Yongin City*

한봉호¹ · 김종엽^{2*} · 강현경³ · 김지석⁴ · 노태환⁵

¹서울시립대학교 조경학과, ^{2*}도시생태학연구센터, ³상명대학교 조경학과, ⁴(주)기술사사무소 LET 부설 에코플랜연구센터, ⁵서울시립대학교 대학원 조경학과

서론

1970년대 “맑은 물 법(Clean Water Act)”을 처음 제정하여 공공수역의 수질 개선에 앞장선 미국이 1990년대 들어 와서도 목표수질을 달성하지 못하자 수질개선정책에 의문이 생기기 시작하였고(US EPA, 2001) 비점오염물질의 저감에 대한 무관심이 목표수질 달성 실패 원인인 것으로 판명되었다. 이에 ‘하천복원(Stream Restoration)’이라는 다양한 최적관리기법을 통해 비점오염물질의 저감에 노력을 기울이기 시작하였고, 수변완충구역 또는 수변완충지대의 설정 및 관리시스템을 도입하였다(김성원 등, 2008).

우리나라는 주요 상수원이 목표 수질에 달하지 못하고, 전국적으로 공공수역의 수질이 충분히 개선되지 못하는 이유가 유입오염물질의 22~37%를 점하는 비점오염원 때문임을 인식하였다. 1998년 팔당호 등 한강수계 상류 북한강, 남한강, 경안천 등 주요 하천 연안 500~1,000m를 수변구역으로 지정하는 수변구역제도를 도입하였고 효율적인 집행을 위해 1999년 “한강수계 상수원 수질개선 및 주민지원에 대한 법률”을 제정하여 수변구역 지정을 법제화하였다(권순국, 1998; 환경부, 2003; 김성원 등, 2008).

하천과 접한 수변구역은 하천 주변 토양 및 동식물을 포함하는 시스템으로 하천의 흐름 조절, 물 저장, 비점오염물질 차단, 오염물질 제거뿐만 아니라 수변생태계의 서식처 제공과 생물다양성 창출 측면에서 중요한 지역이다(한국환

경정책평가연구원, 2000; 한강유역환경청, 2004; 김성원 등, 2008). 한강유역은 2000년부터 수변구역 등 상수원 관리지역내의 토지를 매수하여 생태복원사업 등을 추진하고 있으나 협의매수 방식 한계 및 산발적인 매수로 수질개선효과가 미흡하고 하천 본래의 기능을 고려한 뚜렷한 복원 방향성 없이 방치되고 있는 실정이다. 본 연구는 한강수계 상수원 수질개선을 목적으로 수변구역으로 지정된 용인운학지구의 환경생태현황을 조사분석하여 대상지 특성에 적합한 복원관리 방안을 제시하고자 수행하였다.

재료 및 방법

1. 연구대상지 및 조사 시기

연구대상지는 경기도 용인시 처인구 운학동 428-2 일원으로 면적은 168,286㎡이었으며, 현존식생도 조사면적은 유역권 개념에서 대상지의 약 6배인 978,041㎡이었다. 조사 시기는 2009년 3월, 5월, 6월로 봄철~여름철 동안 3회 실시하였다.

2. 조사방법

현존식생도는 교목층 식생상관을 기본으로 1/5,000 수치화지도에 작성하였다. 식물상은 대상지 내에 분포하는 종 목록을 작성(이창복, 1980; 이영노, 1998; 이상태, 1997; 박

* 본 연구는 2009년 환경보전협회 '한강수계 수변구역 생태복원 시범사업 환경생태 현황조사' 연구비 지원에 의해 수행되었음.

수현, 1995; 2001)하였다. 야생조류는 선조사법으로 대상지와 유역권에 출현하는 종의 종명, 개체수, 출현위치와 서식 특성을 조사분석하였다. 양서류 중 무미류(개구리류)는 소로를 따라 좌우 10m 기준으로 관찰한 종명과 개체수를 조사하였으며, 유미류(도롱뇽류)는 물 고인 웅덩이와 습지변에 출현하는 종명과 개체수를 조사하였다. 파충류는 출현종이 없었다. 어류는 대상지 내 하천에서 투망(망목 10mm×10mm), 어항, 족대를 사용하여 출현종의 종명, 개체수, 발견 위치를 조사하였다. 나비류는 선조사법으로 2.5m내 확인 가능한 나비의 종명, 개체수, 출현위치를 조사하였고 육안으로 동정되지 않는 종은 망(지름 40cm)으로 채집하여 확인하였다. 나비종 동정은 주홍재 등(1997), 김용식(2002)의 방법, 명명은 한국곤충명집(한국곤충학회와 한국응용곤충학회, 1994)을 따랐다. 잠자리류는 물이 있는 지역을 중심으로 길을 따라 선조사법으로 종명, 개체수, 출현위치를 조사하였고, 종 동정은 정광수(2007), 김정환(1998), 이승모(2001)를 참고로 하였으며, 명명은 정광수(2007)를 따랐다.

결과 및 고찰

1. 환경생태 현황

1) 현존식생

연구대상지(면적 168,286m²)의 현존식생 분석결과, 논이 55,131m²(32.8%)로 가장 넓었으며, 논은 다양한 수생식물의 습지화 및 생물서식처로 복원해야 할 중요한 지역이었다. 논은 용인운학지구 양쪽 산림을 연결하는 핵심연결축선상과 하단부에 위치하고 있었다. 매수토지는 25,100m²(14.9%), 밭은 19,033m²(11.3%)로 복원을 해야 할 지역이었다. 소규모공장 및 상업업무 토지이용의 시가화지역은 38,322m²(22.7%)로 상단부와 중심부에 위치하여 논과 밭 등 반자연녹지의 연결성을 단절하고 있었으며, 복원 및 습지유도화에 있어서 건축물 기초 등이 문제시 될 것으로 판단되었다. 본 지역은 녹지조성시 배수, 관수, 최소토심 등을 고려한 식재기반 처리를 해야 할 것이다. 시설경작지, 과수원, 묘포장, 조경수식재지, 초지 등도 반자연녹지이나 본 대상지 복원에 있어서 합리적으로 활용해야 할 지역이었다.

유역권의 현존식생 조사결과, 조사면적은 978,041m²로 연구대상지의 6배이었고 논 198,187m²(20.3%), 시가화지역 183,263m²(18.7%), 밭 129,125m²(13.2%), 상수리나무-

굴참나무군집은 98,169m²(10.0%)이었다.

2) 식물상

식물상은 총 58과 153종 24변종 2품종 총 179종류(taxa)이었다. 인위적으로 식재한 것으로 판단되는 식물상은 25과 37종 8변종 2품종 총 47종류(taxa)이었다. 자연적으로 발생한 것으로 판단되는 식물상에서 자생종은 96종류(taxa), 외래종은 5종류(taxa), 귀화종은 31종류(taxa)이었다. 대상지 내 가운데 지역 매수토지 내에서 절멸위기식물인 낙지다리가 관찰되었는데, 낙지다리는 산림청 지정 희귀식물 보존순위 144위이다(산림청, 1996; 강현경 등, 2003). 낙지다리는 돌나물과로 동아시아에 자생하며, 습지에서 자라는 다년초로서(이창복, 1980) 하천변이나 늪, 휴경답의 습한 환경에서 분포하는 것으로 알려져 있다.

3) 야생조류

야생조류는 총 24과 41종이 관찰되었으며, 개체수는 3월에 184개체, 5월에 267개체, 6월에 141개체가 관찰되었다. 우점도를 보면, 참새가 21.8%로 가장 많았고, 산림지역이 서식지이지만 최근 도시에도 출현하는 뿔비둘기는 11.3%, 산림과 하천변의 관목을 주로 이동하는 붉은머리오목눈이는 9.3%, 겨울철새이지만 텃새화 되어가고 있으며 경안천과 개활지에서 서식하는 흰뺨검둥오리는 4.4%이었다.

연구대상지와 주변 산림지역에서 출현한 보호종은 황조롱이, 새홀리기, 붉은배새매(이상 천연기념물 323호), 원앙(천연기념물 327호), 흰목물떼새(환경부지정 멸종위기야생동식물Ⅱ급) 등 5종이었다. 새홀리기와 흰목물떼새는 '환경부지정 멸종위기야생동식물Ⅱ급', 황조롱이와 붉은배새매는 '멸종위기종 국제거래협약 부속서Ⅱ'에서 지정한 것으로 '현재 멸종위기에 처하여 있지는 아니하나 국제거래를 엄격하게 규제하지 아니할 경우 멸종위기에 처할 수 있는 종'이다. 맹금류인 붉은배새매(여름철새), 새홀리기(나그네새), 황조롱이(텃새)는 모두 보호종이면서 생태계 상위포식자로서 먹이를 잡기 위해 비상하는 종으로 본 대상지와 같이 경안천을 비롯해 산림과 넓은 개활지의 농경지에는 개구리, 소형조류 등 먹이생물이 있어 이들 종의 중요한 서식처가 된다. 물새류인 원앙은 물가 숲 속 고목, 흰목물떼새(환경부지정 멸종위기야생동식물Ⅱ급)와 꼬마물떼새는 하천 모래톱과 논, 백로류는 산림과 논 및 하천, 물총새는 냇가의 흙벼랑이나 물가에 떨어진 절벽, 할미새류는 냇가 나무뿌리

틈이 중요 서식처(송순창과 송순광, 2005)이므로 본 대상지와 같은 산림지역과 하천 및 넓은 논과 같은 개활지는 다양한 야생조류 서식처와 먹이제공의 조건을 충족한다고 할 수 있다. 연구대상지는 산림-하천-개활지-산림의 생태계 연결 특성을 가지고 있어 다양한 산새와 물새가 이동하며 산란, 채이, 은신하는 이동거점이 되며, 야생조류는 대상지의 넓은 개방형 초지와 논을 중요 서식처로 활용하는 것으로 판단되므로 묵논 및 물과 수생식물의 개방형 습지를 조성한다면 다양한 야생조류의 서식이 가능할 것으로 판단되었다.

4) 양서류

양서류는 총 2목 3과 3종이 관찰되었다. 청개구리 유생(올챙이)이 6월경 대상지 일대 물 댄 논에서 약 60개체, 옴개구리는 3~6월경 경안천변에서 성체 2개체 및 사체 1개체, 도롱뇽은 3월경 대상지 중심부 경안천 일대에서 성체 1개체, 알덩어리 2개체가 관찰되었다.

5) 어류

경안천에 어항을 설치하고 족대를 이용하여 3~6월에 어류를 조사한 결과 총 2과 7종이 관찰되었다. 최대개체수를 보면, 잉어과의 피라미 125개체, 돌마자 13개체, 버들치 2개체, 붕어 3개체, 참마자 7개체, 참붕어 5개체, 미꾸리과의 쌀미꾸리 1개체가 관찰되었다. 관찰 개체수는 적었으나 1급수 지표종인 버들치가 관찰된 것은 경안천 수질상태는 양호한 것으로 판단할 수 있었다. 버들치는 잡식성으로 부착 조류와 수서곤충, 작은 갑각류 등을 먹고 살며, 물이 깨끗하고 온도가 낮은 산간 시냇물이나 강 상류에 서식하는 종으로 외부환경에 대한 내성이 강하다(이완옥과 노세운, 2006).

본 연구대상지는 경안천의 상류 및 중류부에 위치하며, 버들치, 돌마자, 참마자 등이 서식하고 있는 것으로 보아 수질상태는 양호한 것으로 판단되었다. 다만, 하천정비공사로 일부 구간의 생태계 단절과 수량 부족은 수질 저하와 어류 개체수 감소로 야생조류 및 다른 생물군에게 먹이 감소 등 간접적인 악영향을 줄 것으로 판단되었다.

6) 나비류

나비류는 총 5과 15종이 관찰되었으며, 개체수는 5월에 86개체, 6월에 124개체가 관찰되었다. 종별 최대 출현 개체수를 보면, 배추흰나비 55개체, 노랑나비 52개체, 부전나비 51개체, 암떡부전나비 21개체 순으로 많이 관찰되었다. 그

외 종은 1~3개체 정도 관찰되었다. 왕은점표범나비는 '환경부지정 멸종위기야생동식물 II급'으로 지정된 보호종으로서 풀밭에 많고 큰까치수영, 엉겅퀴에 잘 모여며, 유충은 제비꽃류를 먹는다.

산림성 나비류는 산림지역이나 숲 속의 계곡, 산림인근 마을에서 볼 수 있는 나비로서 산림의 목본식물과 초본식물 꽃의 꿀을 빨아먹는다. 본 연구에서는 긴꼬리제비나비, 제비나비, 호랑나비, 애기세줄나비, 왕자팔랑나비, 땃팔랑나비 등 6종이 해당되었다. 개활지성 나비류는 산지나 밭 등에서 낮은 산지의 초지나 논둑 주변에서 자라나는 야생화 꽃의 꿀을 빨아먹고, 일부는 습지에서 물을 먹기도 한다. 본 연구에서는 보호종인 왕은점표범나비를 포함하여 노랑나비, 배추흰나비, 큰줄흰나비, 큰주홍부전나비, 작은주홍부전나비, 암떡부전나비, 부전나비, 네발나비 등 9종이 해당되었다.

나비류는 대상지 동쪽 국도주변보다는 서쪽 산림지역과 경안천을 경계로 이루고 있는 녹지대의 야생초화류 분포지 일대에서 주로 관찰되었다. 특히 6월 조사시에는 대부분 대

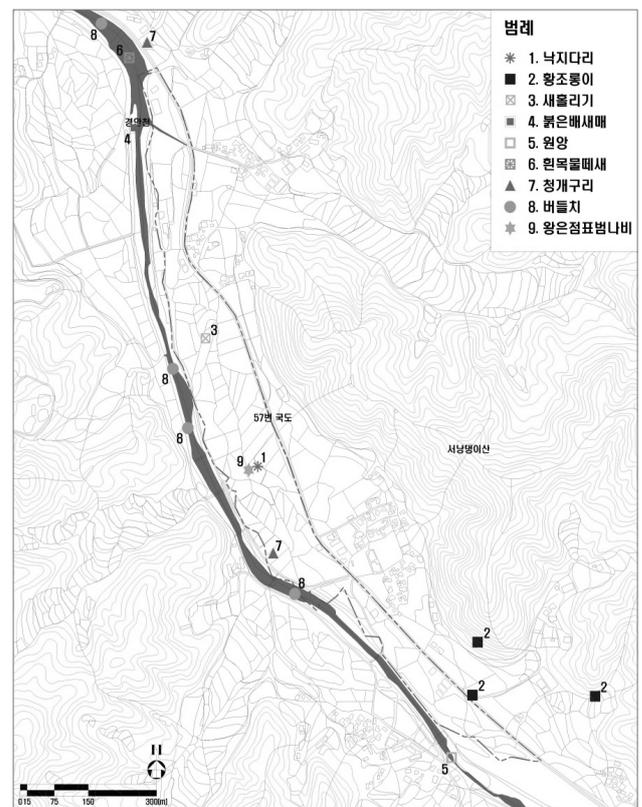


그림 1. 용인대학지구 주요 생물종 출현 현황도

상지 내의 물 댄 논과 서쪽 경안천 둔치지역에 피어있는 야생화 분포지를 중심으로 주로 관찰되었다. 본 연구대상지에 출현한 나비류는 크게 산림성 나비 6종과 개활지성 나비 9종이 출현하였으며, 개활지성 나비는 대부분 대상지 내 매수토지의 다양한 야생화가 분포하는 지역에서 관찰되었으며, 대상지 내 초지지역에서도 많은 나비류가 관찰되었다. 다양한 나비류의 서식처를 조성하기 위해서는 대상지내 수생식물과 물이 있는 습지와 다양한 야생화가 분포하는 개활지를 유지해야 할 것이다.

7) 잠자리류

잠자리류는 총 5과 16종이 관찰되었고, 개체수는 5월에 22개체, 6월에 72개체가 관찰되었다. 종별 최대 출현 개체수를 보면, 배치레잠자리 31개체, 황등색실잠자리 17개체, 아시아실잠자리 10개체, 북은실잠자리 10개체이었다. 황등색실잠자리, 등검은실잠자리, 왕실잠자리, 참실잠자리, 아시아실잠자리, 북방아시아실잠자리, 가는실잠자리, 묵은실잠자리, 방울실잠자리, 왕잠자리 등 10종은 식물체에 산란하는 종들로서 습지성 또는 수생식물을 필요로 한다. 배치레잠자리는 평지의 소규모 웅덩이나 습지, 유충은 휴경논처럼 진흙성 퇴적물이 있는 습지와 웅덩이, 황등색실잠자리는

초원습지, 논두렁, 휴경논, 아시아실잠자리는 연못, 하천, 습지에서 관찰된다(정광수, 2007). 본 연구대상지는 습지가 드물어 잠자리류가 적게 나타날 것으로 예측하였으나, 물 댄 논과 매수토지 2개소에서 다수 관찰되었다. 잠자리류의 서식처를 조성하기 위해서는 대상지 내 수생식물과 물이 얇게 고여 있는 습지를 조성해야 할 것이다.

2. 환경생태 종합 및 복원관리 방안

용인운학지구는 하천과 주변 산림녹지의 핵심거점으로 서 습지성 식물 보호종(낙지다리)과 황조롱이, 새홀리기, 붉은배새매 등 맹금류 보호종 및 원앙, 흰목물떼새 등 물새류 보호종, 왕은점표범나비 보호종 등이 출현하였으며, 하천수질 1급수 지표종인 버들치 등이 출현하여 잠재적인 생태적 가치가 높은 것으로 평가되었다. 용인운학지구는 생산자와 1차, 2차, 고차소비자(맹금류)를 위한 다양한 소생물권 및 서식처 기능을 하기 위해서는 다양한 수생식물이 생육하는 습지와 야생화 개활지로 복원하는 것이 타당할 것이다.

연구대상지 내에는 매수토지가 묵논화 되어 수량이 많지는 않으나 습지로서의 기능을 하는 곳이 관찰되었으며, 그곳에서 낙지다리 보호종과 물 댄 논 주변으로 곤충류 등이

표 1. 용인운학지구 수변구역 환경생태 종합 및 복원관리 방안

구분	주요결과	보호가치종		관찰지 ²	서식조건	복원관리방안
		종명 ¹	지정현황			
식물상	53과 179종류	낙지다리	산림청 지정 보존순위 156위	매수토지묵논	습지	묵논, 습지유도
야생조류	24과 41종	황조롱이, 새홀리기, 붉은배새매	천연기념물323호	상공	산림, 개활지	이동거점제공, 개방형초지조성
		원앙	천연기념물327호	(북측 경안천변)	하천, 수생식물	습지(수생식물), 경안천 복원
		흰목물떼새	환경부 지정 멸종위기야생동식물 II급	(북측 경안천변)	하천, 수생식물	습지 및 은신처 생태하천 복원
양서· 파충류	3과 3종	(청개구리)	-	논(물)	습지	습지(수량유지)
어류	2과 7종	(버들치)	(1급수 지표종)	(경안천)	하천	생태소하천조성
나비류	5과 15종	왕은점표범나비	환경부지정 멸종위기야생동식물 II급	논(물)	풀밭	습지(수생식물), 야생화 개활지
잠자리류	5과 16종	-	-	논(물)	습지, 수생식물	습지(수생식물)
포유류	3과 4종	-	-	(경안천)	-	들고양이 관리

* ¹종명: ()는 보호가치 종은 아님. ²관찰지: ()는 용인운학지구 대상지 주변 지역임.

서식하는 것이 관찰되었다. 따라서, 본 대상지는 묵논화 및 습지 유도화 가능성이 충분히 있으므로 수환경 체계와 합리적인 식생 도입을 하여 습지로 복원한다면 생태적, 사회적 가치는 충분히 높아질 것으로 판단되었다. 묵논(abandoned paddy field)은 사회, 경제적 여건으로 인하여 의도적 또는 일시적으로 휴경상태에 있거나 경작을 포기한 농경지(윤광성, 2007)로서 대상지 전체를 습지로 복원하는 것을 목표로 하되 필요시 일부지역은 단기적인 습지복원 기법으로 묵논으로 유도하는 것도 하나의 방법이라 사료된다.

용인운학지구는 도로 개설에 의한 동쪽 산림생태계와의 단절, 인공구조물인 하천제방으로 인해 서쪽의 경안천 하천 생태계와 단절된 제약점이 있으므로 일부 지역은 생물이동 통로 및 연속적인 녹의 연결을 시도할 필요가 있겠다. 여기에 지속적인 수량유지, 습지조성 및 다층구조의 자연수림 조성 후 귀화식물제거, 접근하기 쉬운 입지여건에 따른 인간 간섭 사전 예방 등의 합리적인 관리를 병행해야 할 것이다.

인용문헌

- 강현경(2003) 절멸위기종 낙지다리 자생지의 식생구조 및 환경특성 -일본 茨城縣 南部를 중심으로-. 한국조경학회지 31(2): 83-93.
- 권순국(1998) 우리나라 비점원 수질오염 관리의 문제점과 개선방안. 대한환경공학회지 20(11): 1497-1590.
- 김성원, 최이송, 오종민(2008) 비점오염저감을 위한 수변완충지대의 적정 설계. 환경영향평가 17(1): 1-9.
- 김용식(2002) 원색한국나비도감. 교학사, 305쪽.
- 김정환(1998) 한국의 잡자리, 메뚜기 외. 교학사, 471쪽.
- 박수현(1995) 한국귀화식물 원색도감. 일조각, 371쪽.
- 박수현(2001) 한국귀화식물 원색도감(보유편). 일조각, 178쪽.
- 송순창, 송순광(2005) 세밀화로 보는 한반도 조류도감. 김영사, 서울, 553쪽.
- 윤광성(2007) 묵논 습지의 토양 및 식생 특성. 한국지역지리학회지 13(2): 129-142.
- 이상태(1997) 한국식물검색집. 아카데미서적, 446쪽.
- 이승모(2001) 한반도산 잡자리목 곤충지. 정행사, 229쪽.
- 이영노(1998) 원색한국식물도감. (주)교학사, 1236쪽.
- 이완옥, 노세윤(2006) 특징으로 보는 한반도 민물고기. 지성사, 서울, 431쪽.
- 이창복(1980) 대한식물도감. 향문사, 990쪽.
- 정광수(2007) 한국의 잡자리 생태도감. 일공육사, 서울, 512쪽.
- 주홍재, 김성수, 손정달(2005) 한국의 나비. 서울, 437쪽.
- 한강유역환경청(2004) 한강수계 매수토지관리 기본계획 수립. 한강유역환경청, 131쪽.
- 한국곤충학회, 한국응용곤충학회(1994) 한국곤충명집. 건국대학교출판부, 744쪽.
- 한국환경정책평가연구원(2000) 수질개선을 위한 수변녹지의 조성 및 관리방안 연구. 한국환경정책평가연구원, 79쪽.
- 환경부(2003) 한강수변구역 변경. 환경부 고시 제2003-125호.
- US EPA(2001) National Management Measure to Control Nonpoint Source Pollution from Forestry.