

도시하천의 계절별 야생동물 서식 연구 - 춘천시 공지천을 대상으로 -

조현길·한갑수·최재석^{*}·박정호^{***}·이준석^{****}
강원대학교 산림경영·조경학부, ^{*}강릉대학교 환경조경학과, ^{**}강원대학교 생물학과,
^{***}(주)동림 피엔디 부설 자연환경연구소, ^{****}강원대학교 곤충분류연구소
(2006년 7월 14일 접수; 2007년 1월 26일 채택)

Seasonal Distribution of Wildlife in An Urban Stream -The Case of Gongji Stream in Chuncheon-

Hyun-Kil Jo, Gab-Soo Han^{*}, Jae-Suk Choi^{**}, Jeong-Ho Park^{***} and Joon-Suk Lee^{****}

Division of Forest Management and Landscape Architecture, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

^{*}Department of Environmental Landscape Architecture, Kangnung National University, Gangneung 210-702, Korea

^{**}Department of Biology, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

^{***}Dongrim P&D, DR-CNE, Seoul 138-200, Korea

^{****}Center for Insect Systematics, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea

(Manuscript received 14 July, 2006; accepted 26 January, 2007)

The purpose of this study is to analyze seasonal distribution of insects, birds, fishes, and benthos for Gongji stream in Chuncheon and to explore some strategies towards creating a desirable close-to-nature stream. The number of species occurred in the study stream was 23 for butterflies and 149 for other insects, 23 for birds, 15 for fishes, and 47 for benthos. The study stream was dominated by *Artogenia rapae*, *Polygonia caureum*, *Cynthia cardui* for butterflies, and *Passer montanus*, *Anas crecca*, *Anas platyrhynchos* for birds. The dominant species were *Rhynchocypris oxycephalus*, *Zacco platypus*, *Carassius auratus* for fishes, and *Limnodrilus* sp. 2, *Chironomus* sp. 2, *Hydropsyche* KUB for benthos. Attracting insect species of higher density requires planting of host plant species and stabilization of plant coverage against disturbances. To enhance species diversity and density of birds, it is desirable to provide diverse habitats including preservation of downstream wetland and natural vegetation, creation of sand bars and islands with sand and gravel, and restriction of traffic passing and parking. Restoring fish and benthos habitats needs improvement of water quality, layout of gravels and stones on sand-dominant streambed, and use of close-to-nature revetment techniques.

Key Words : Insects, Birds, Fishes, Benthos, Close-to-nature stream

1. 서론

도시하천은 환경, 치수, 이수 등의 기능을 가지고 있다¹⁾. 인공요소가 지배적인 도시에서 하천은 수변 산책 및 자연체험 장소로서 친수활동을 포함하여, 기후조절, 수생동식물 서식 등 다양한 환경생태적

기능을 발휘한다. 1960년대 이후 급속한 산업화와 도시화와 더불어, 홍수조절 및 방재를 우선시한 치수기능과 용수 및 수자원 확보를 위한 이수기능을 강조하여, 하천의 양안은 콘크리트로 직강화되었고 하천복개와 주차장 및 도로건설이 일반화되었다. 이러한 결과는 야생동식물 서식공간의 파괴와 하천오염으로 인한 하천생태계의 혼란을 초래하였다.

1990년대 이후, 환경에 대한 관심과 중요성이 증대하고 하천생태계에 대한 재생 및 복원요구가 높아감에 따라, 하천복원을 위한 사업과 함께 이와 관

Corresponding Author: Hyun-Kil Jo, Division of Forest Management and Landscape Architecture, Kangwon National University, Chuncheon 200-701, Korea
Phone: +82-33-250-8345
E-mail: jhk@kangwon.ac.kr

련한 연구가 진행되어 왔다. 하천식물과 관련한 여러 연구들이 수행되었는데, 양제천을 대상으로 식생을 모니터링한 연구²⁾와 식물상 변화에 관한 연구³⁾, 수입천과 안양천을 대상으로 한 식물생태계 구조에 관한 연구⁴⁾, 남한강을 중심으로 한 하천식물의 종구성 및 하천형태에 따른 군락구조에 관한 연구⁵⁾, 한강수계를 대상으로 하천의 지형학적 특성과 식물종수 변화에 관한 연구⁶⁾ 등을 들 수 있다. 그러나, 하천생태계를 구성하는 야생동물에 관한 연구는 미흡한 실정으로서, 서울시 둔천동 습지생태계 보전지역을 대상으로 식물생태와 함께 야생조류, 양서류, 곤충류 등 동물생태를 조사 분석한 연구⁷⁾, 원추천을 대상으로 한 수환경, 어류상 및 분포특성에 관한 연구⁸⁾ 등을 들 수 있다. 도시하천을 야생동물의 서식처로서 복원하기 위해서는 식물 뿐만 아니라, 곤충, 어류, 저서생물 등에 이르는 종합적인 조사 분석이 선행되어야 한다.

본 연구의 목적은 자연친화형 하천조성 사업을 추진하고 있는 춘천시의 공지천을 대상으로, 곤충, 조류, 어류, 저서생물 등 하천에 서식하는 야생동물상을 계절별로 조사 분석하여, 자연친화형 하천조성의 바람직한 방향을 제시하고 부가적으로 사업 후의 적부성을 판단할 동물상 대조자료를 구축하는 것이다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상지

연구대상지의 공간적 범위는 춘천시의 석사동에 서 강남동 방향으로 흐르는 거두교~호반교 구간의 공지천으로서, 그 유로 연장은 총 3.5km이다(Fig. 1 참조). 상류 거두교에서는 거두천이 합류하며 하류 호반교에는 의암호가 바로 인접해 있다. 연구기간은 자연친화형 하천조성 사업 전인 2003년부터 2004년까지이었다.

2.2. 조사방법

2.2.1. 육상곤충

자연친화형 하천조성 기본계획의 공간배치¹¹⁾ 및 현장답사를 토대로, 사업구간을 대표하는 거두교 하류(I1), 남춘천교 상·하류(I2), 효자교 상·하류(I3), 공지교 상·하류(I4), 온의교 하류(I5) 등 5개 지점에서 각각 200m를 조사구간으로 선정하였다(Fig. 2). 육상곤충상은 연중 5~10월 사이에 최성기를 나타내는 특성이 있고, 특히 나비류의 경우 6~9월 사이에 최대 우화기를 보이기 때문에, 비교조사 자료의 풍부함을 반영하기 위하여 하계인 6월과 8월의 2회에 걸쳐 조사를 진행하였다.

조사는 B/L trap법을 이용하여 12V/20W의 UV(black light)를 20:00~24:00까지 노출시켜 유인하였고, transect method를 적용하여 조사대상 지점

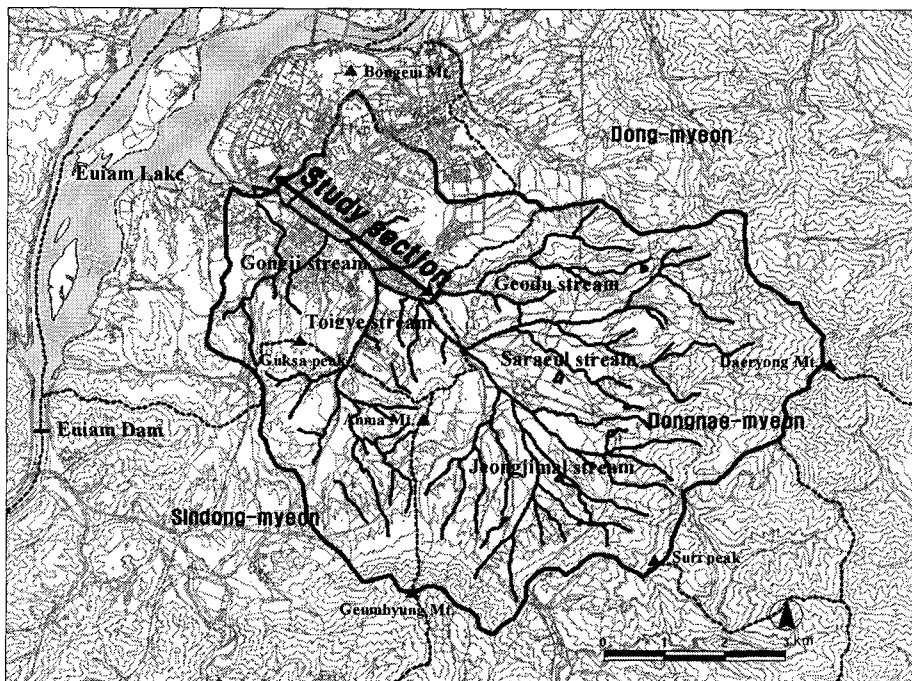


Fig. 1. Study section and watershed of Gongji stream.

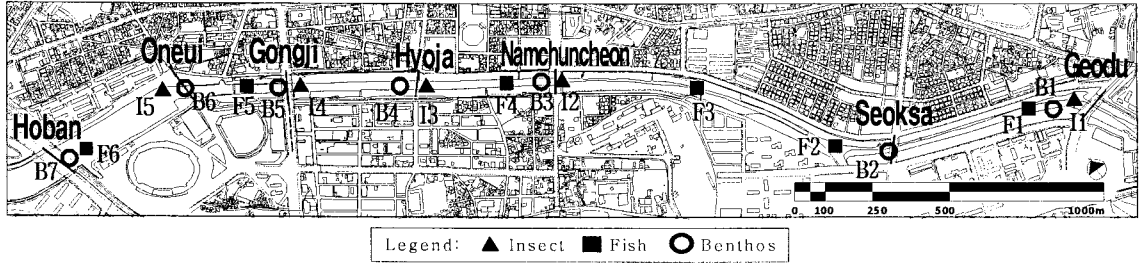


Fig. 2. Survey points for wildlife and bridge location in study section.

에서 폭 10m, 길이 200m 구간을 이동하며 관찰되는 나비류를 준비한 조사표로 작성하였다. 채집 포획된 개체는 현장에서 아세트산으로 고정한 후, 실험실로 옮겨 건조표본으로 제작하여 분류동정을 실시하였다.

2.2.2. 조류

연구대상 구간 전체를 대상으로 조류상 조사에 가장 많이 이용되는 방법인 선조사법을 적용하여, 5월, 7월, 10월, 2월의 계절별로 출현 장소와 개체수를 파악하고 육안 및 사진촬영을 통해 서식종을 확인하였다. 조류종의 동정이 필요한 경우 야외원색도감¹²⁾을 참조하였다.

2.2.3. 어류

자연친화형 하천조성 기본계획의 공간배치¹¹⁾를 참조하여 하천의 상류, 중류, 하류를 대표하는 지점을 선정하고, 각 조사지점의 상·하류부 40m 구간에서 어류상을 조사하였다. 조사지점은 거두교(F1), 퇴계천 합수점(F2), 남춘천교 상류(F3) 및 하류(F4), 온의교 상류(F5), 호반교 상류(F6) 등 총 6개이었고 (Fig. 2), 5월, 7월, 10월, 12월 등 4회에 걸쳐 계절별로 조사를 실시하였다.

채집은 투망(망목 5×5mm), 족대(망목 5×5mm), 3중 자망(망목 15×15mm) 등을 사용하였으며, 채집 즉시 현장에서 10% 포르말린액으로 표본을 고정하여 실험실에서 분류하였다. 동정은 원색한국어류도감¹³⁾과 한국동식물도감¹⁴⁾을 참조하였다.

2.2.4. 저서생물

저서생물 조사는 5월, 7월, 9월의 총 3회에 걸쳐, 연구대상 구간의 상류, 중류 및 하류를 대표하는 총 7개 지점에서 실시되었다(Fig. 2). 조사지점은 수환경의 변동이 큰 곳, 즉 사구의 발달, 수초대 발달, 오폐수 유입, 유속 및 수폭의 변화 등을 고려하여 선정하였다.

D-frame-net(mesh size: 500 μ m)와 hand-net(mesh size: 500 μ m)를 사용하여 저서성 대형무척추동물을 정량 채집하였으며, 일부 미소생태계별 특성파악을

위하여 부분적으로 정성 채집을 병행하였다. 채집물은 다시 지름 100 μ m체를 이용하여 시료를 확보하고 1차 분류한 재료는 formalin 10% 용액으로 고정하여, 실험실에서 한국동식물도감¹⁵⁾ 및 수서곤충검색도설¹⁶⁾ 등에 준하여 해부현미경 ×40, ×80 또는 광학현미경 하에서 동정하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 연구대상지 개황

공지천은 춘천시 동내면의 수리봉(해발 644.9m)과 대룡산(해발 899.0m)에 수원을 두고, 석사동의 거두천과 퇴계동의 퇴계천 지류가 합류한 후, 의암호로 유입되는 지방 2급하천으로 유역면적은 약 54.7km²이다(Fig. 1 참조). 유역 상류부에 위치하는 동내면과 신동면이 전체 유역면적의 73.7%(40.3km²)를 차지하는데, 이들 면지역 대부분이 하수미처리 유역으로서 일부 불량 하수가 직접 공지천으로 유입되는 상황이었다¹⁷⁾. 유역 내 토지이용 유형별 점유비는 산림 58.6%, 농경지 18.1%, 대지 8%로서 산림이 가장 많은 면적을 점유하였다¹⁸⁾. 공지천의 하류에는 의암댐으로 조성된 인공호인 의암호가 위치하며, 그 배수(背水)영향으로 인해 수체가 정체되는 현상을 보였다.

3.2. 육상곤충

3.2.1. 나비류

조사결과 총 5과 23종의 나비종이 서식하였고 대부분 초지성 나비종인 것으로 나타났다(Table 1). 배추흰나비(*Artogenia rapae*)가 총 261개체, 네발나비(*Polygonia caureum*)가 43개체의 순으로 다른 나비종에 비해 상대적으로 높은 밀도를 나타냈다. 배추흰나비는 비교적 활동성이 강하면서 초지에 흔히 자생하는 십자화과 식물종 모두를 기주식물로 하고, 네발나비는 주요 기주식물인 환삼덩굴이 주변에서 국지적으로 자생하고 있기 때문에 판단된다. 조사지점별로는 온의교 하류(I5)에서 총 117개체가 관찰되어 가장 높은 밀도를 보였고, 거두교 하류(II)는

Table 1. Occurrence of butterfly species and number of individuals by survey plot*

Species	I1		I2		I3		I4		I5		Total
	Jun	Aug	Jun	Aug	Jun	Aug	Jun	Aug	Jun	Aug	
<i>Anthocharis scolymus</i>	2						1		4		7
<i>Apatura metis</i>								1			1
<i>Artogeia canidia</i>		1		3	5	2	2	1	2	2	18
<i>Artogeia melete</i>		2		5	2	2	3		4	4	22
<i>Artogeia rapae</i>	21	34	16	28	54	12	13	42	22	19	261
<i>Atrophaneura alcinous</i>										1	1
<i>Celastrina argiolus</i>	1	3	2	8		2	2		1	4	23
<i>Clossiana euphrosyne</i>								1			1
<i>Colias erate</i>				2			3	2	1	7	15
<i>Cynthia cardui</i>			1	2	1	6		9	3	2	24
<i>Daimio tethys</i>	2	1			4						7
<i>Everes argiades</i>			2		1						3
<i>Libythea celtis</i>	2		6		1				7		16
<i>Neptis sappho</i>		1	1	3	2			2	2	1	12
<i>Niphanda fusca</i>						2					2
<i>Papilio machaon</i>								1			1
<i>Papilio xuthus</i>		1	2		1	2		4	1	5	16
<i>Polygonia calbum</i>									2		2
<i>Polygonia caureum</i>	2	11	1	4	3		7	2	5	8	43
<i>Pontia daplidice</i>	1			2	2	1				1	7
<i>Rapala caerulea</i>			2						1		3
<i>Sericinus montela</i>	1	1	2				2	5	3	4	20
<i>Vanessa indica</i>						2				1	3
No. of species	7	7	7	8	9	7	8	11	14	13	23
No. of individuals	32	55	35	57	76	33	33	70	58	59	508

* Location of survey plots I1~5 is shown in Fig. 2.

87개체로 가장 낮은 밀도를 나타냈다. 은의교 하류에서 서식밀도가 높은 이유는 자연퇴적에 의해 넓은 면적의 습지대가 발달되어 있고, 습생 및 수생식물이 양호한 서식환경을 제공한 것에 기인한다.

산지나 초지에서서의 모니터링 결과²¹⁾에 비하면 공지천의 나비밀도가 현저히 낮았다. 이는 대상지의 식생조건이 하천 양측으로 비교적 단조롭고 특히 초화류의 분포가 적어, 기주식물(host plant)에 의한 자생조건 및 나비류 성충의 흡밀(sucking) 유인조건이 비교적 열악하기 때문이다. 향후, 나비류의 서식 및 흡밀에 안정적인 조건이 형성될 경우 서식종 및 밀도가 증가할 수 있을 것으로 예상된다. 특히, 정착 및 안정화가 용이한 흰나비과와 호랑나비과의 나비류를 대상으로 하는 주요 기주식물의 식재가 바람직하다. 이들 나비류의 성충들이 산란하고 유충들이 섭식할 수 있는 십자화과 식물, 산초나무, 황벽나무 등의 식재가 요구된다.

3.2.2. 일반 곤충류

나비류를 제외한 일반 곤충은 총 7목 34과 149종 493개체가 분포하였다(Table 2). 유인 채집된 전체 곤충류 중, 인시목이 약 74%로서 가장 우세하게 서식하였고, 다음으로 딱정벌레목과 노린재목이 각각 8%, 메뚜기목 4% 등의 순이었다. 인시목 중 밤나무과 곤충이 총 57종으로 가장 많은 종수를 나타냈고, 다음으로 자나방과 19종, 명나방과 11종 등의 순이었다. 우점종은 독나방과의 독나방(*Euproctis subflava*)이 23개체, 흰무늬밤나방(*Polia nebulosa*) 14개체, 끝검은말매미충(*Bothrogonia japonica*) 11개체의 순이었다. 독나방이 비교적 식생환경이 열악한 공지천에서 많이 출현한 것은 종 자체가 가지는 폭넓은 기주범위에 기인한 것으로 판단된다. 노린재목 곤충은 총 5과 14종, 딱정벌레목은 6과 12종, 그리고 메뚜기목에서는 6과 6종이 분포하였다.

Table 2. Number of insect species and individuals by family occurred in survey plots*

Order	Family	No. of species	No. of individuals	Order	Family	No. of species	No. of individuals
Coleoptera	Attelabidae	1	2	Lepidoptera	Lymantriidae	2	25
	Cerambycidae	1	3		Notodontidae	4	13
	Chrysomeloidea	5	14		Noctuidae	56	183
	Cocconellidae	3	18		Pyraloidea	11	32
	Curculionidae	1	3		Saturniidae	1	3
	Harpalidae	1	1		Sphingidae	8	14
Hemiptera	Coreidae	5	20		Zygaenidae	1	2
	Lygaeidae	4	9	Mantodea	Mantodae	1	2
	Pentatomidae	3	5	Odonata	Coenagrionidae	1	3
	Platycnemididae	1	4		Libellulidae	2	9
	Reduviidae	1	2	Orthoptera	Gryllidae	1	4
Homoptera	Cicadellidae	2	13		Oecanthidae	1	4
	Arctiidae	2	17		Pyrgomorphidae	1	3
Lepidoptera	Bombycidae	1	2		Rhaphidophoridae	1	2
	Cossidae	1	2		Tetrigidae	1	8
	Drepanidae	1	2		Tettigoniidae	1	1
	Geometridae	19	58	Total	34	149	493
	Limacodidae	4	10				

* Excluded were butterfly species shown in Table 1.

이러한 결과는 일반적인 곤충상 조사자료²²⁾와 비교하면 유사한 경향을 나타내지만 종조성 자체에서는 상당히 낮은 수준인데, 이수 및 치수 위주의 하천정비로 인해 식생이 단조롭고 빈약하며 안정적인 서식여건이 불량하기 때문인 것으로 분석된다. 공지천 수계에 높은 밀도의 곤충상을 유도하기 위해서는 먼저 안정적인 식생여건을 조성하는 것이 시급하다고 볼 수 있다. 완전히 고립되지 않은 공지천의 지리적 조건은 인근 지역으로부터 개체군의 인입이 비교적 쉬운 편으로서, 외부 인입을 통한 개체군 유지가 가능할 것으로 판단된다.

3.3. 조류

조사기간 동안 총 23종 535개체가 관찰되었으며, 우점종은 전체 개체수의 53.6%를 차지하는 참새(*Passer montanus*)이고, 이어서 쇠오리(*Anas crecca*) 10.8%, 청둥오리(*Anas platyrhynchos*) 7.5%, 흰뺨검둥오리(*Anas poecilorhyncha*) 5.8% 등의 순으로 나타났다(Table 3). 계절별로는 10월에 17종 213개체로서 가장 많은 종과 개체가 출현하였는데, 이는 겨울철새인 오리류가 유입된 것에 기인한다. 가장 많은 개체가 관찰된 구간은 하류부의 공지교~호반교로서 254개체이었다. 특히, 자연퇴적습지가 분포하고 버드나무류를 비롯한 습생식물이 자생하는 온의교~호반교 구간에서 타 구간에 비해 조류의 출현 빈도가 높았다. 중류부의 남춘천교~공지교 구간에

서는 가장 적은 종과 개체가 관찰되었는데, 이 구간의 경우 빈번한 주차 및 통행에 따른 시민의 접근이 조류의 서식활동을 방해한 것으로 판단된다.

한편, 도시하천에 서식하는 조류종 분포 연구 중 한강에서는 총 52종이 관찰된 것으로 보고되었다²³⁾. 조류종이 공지천에 비해 더 많이 출현한 이유는 하천 입지환경 및 조사방법에 차이가 있어 단순한 비교는 어려우나, 한강의 조사지역 중 밤섬일대가 포함되어 버드나무류와 갈대군락의 넓은 분포, 퇴적에 의한 사주 발달 등 서식조건이 우수하고, 일반인의 출입이 제한되어 있기 때문인 것으로 분석된다. 공지천에서 조류종 및 개체수 증가를 위해서는 종별 서식습성을 고려한 덩불, 자갈 및 모래사주 등 다양한 서식처 조성을 포함하여, 자생식물 제거, 고수부지 주차 등 무분별한 서식기반 훼손에 대한 규제가 요구된다.

3.4. 어류

조사결과 총 4과 15종 1,544개체가 출현하였고, 일부 특징종이 우점하며 종다양성이 그다지 양호한 편은 아니었다(Table 4). 우점종 및 아우점종은 버들치(*Rhynchocypris oxycephalus*), 피라미(*Zacco platypus*), 붕어(*Carassius auratus*), 참붕어(*Pseudorasbora parva*) 등이었다. 10월 조사 시 가장 많은 종들이 출현하였는데, 이는 우기가 지난 후 수질이 회복되고 어류의 서식범위가 늘어났기 때문

Table 3. Seasonal distribution of bird species and number of individuals in study stream

Species	Geodu~Namchuncheon				Namchuncheon~Gongji				Gongji~Hoban				Total	Importance value(%)
	May	Jul	Oct	Feb	May	Jul	Oct	Feb	May	Jul	Oct	Feb		
<i>Alauda arvensis</i>											1		1	0.19
<i>Anas crecca</i>			13	24			2	4			15		58	10.84
<i>Anas platyrhynchos</i>		3	2	2				2		14	17		40	7.48
<i>Anas poecilorhyncha</i>	3		5	6				8	3		6		31	5.79
<i>Ardea cinerea</i>				1					3	1	1		6	1.12
<i>Carduelis sinica</i>				3					1				4	0.75
<i>Charadrius dubius</i>	1			2		1					2		6	1.12
<i>Charadrius placidus</i>			1										1	0.19
<i>Egretta alba</i>		1				1			2	2	1		7	1.31
<i>Egretta garzetta</i>	11	3	1		2	2		1		6	1		27	5.05
<i>Egretta intermedia</i>		1				1				1			3	0.56
<i>Hirundo rustica</i>					1	1			2	3			7	1.31
<i>Hypsipetes amaurotis</i>								1			3	1	5	0.93
<i>Motacilla alba</i>			3						1		7		11	2.06
<i>Motacilla grandis</i>			1				3				2		6	1.12
<i>Parus major</i>							2						2	0.37
<i>Parus palustris</i>							2						2	0.37
<i>Passer montanus</i>	33	11	32	1	19	36	11	3	63	5	72	1	287	53.64
<i>Phoenicurus aureus</i>				1									1	0.19
<i>Pica pica</i>	2	1		1					8		4	2	18	3.36
<i>Streptopelia orientalis</i>		1	3						3				7	1.31
<i>Thrus naumanni</i>				4									4	0.75
<i>Tringa ochropus</i>				1									1	0.19
No. of species	5	7	9	11	3	6	5	6	9	7	13	3	23	
No. of individuals	50	21	61	46	22	42	20	19	86	32	132	4	535	

Table 4. Seasonal distribution of fish species and number of individuals by survey plot*

Species	F1				F2				F3				F4				F5				F6				Total			
	M	J	O	D	M	J	O	D	M	J	O	D	M	J	O	D	M	J	O	D	M	J	O	D	M	J	O	D
<i>Carassius auratus</i>	4	5	2			6			6	11	3					4			8	10	22	20						
<i>Carassius cuviri</i>														3		1			3									4
<i>Chaenogobius urotaenia</i>					1	2			15	3	3			2	5			2	1		2	1	1	17	9	10		
<i>Micropterus salmoides</i>					3				3												3	3						
<i>Misgurnus anguillicaudatus</i>	3	2	1	3					1	3				2				1		1	4	5	4	4				
<i>Nemacheilus toni</i>		9	6	3	9	26	3	1	1	6	14	1		3						10	41	26	5					
<i>Opsanichthys uncirostris amurensis</i>																			2	2							2	
<i>Pseudogobio esocinus</i>					1				2																		3	
<i>Pseudorasbora parva</i>	2	3			6		1	1	2	18				12	8		11	2			10	21	24	11				
<i>Pungtungia herzi</i>																				1							1	
<i>Rhinogobius brunneus</i>		4	3	5	8	7	2	7	4		12	4		4	15					12	11	21	31					
<i>Rhynchocypris oxycephalus</i>	36	118	45	31	14	94	34	21	5	75	35	13		15	19		1			55	287	130	84					
<i>Sarcocheilichthys nigripinnis morii</i>																			2								2	
<i>Zacco platypus</i>	34	27	35	15	57	42	23	32	56	57	33	27		49	51		28	32		19	19	147	126	187	176			
<i>Zacco temmincki</i>	1	1	3																		1	1	3					
No. of families	2	3	3	3	3	4	3	3	4	3	3	3		3	2		3		3	2	4	4	3	3				
No. of species	6	8	7	5	6	8	5	4	8	8	6	5		8	5		4		8	2	10	11	13	7				
No. of individuals	80	169	95	57	95	181	63	62	78	187	100	48		90	98		47	36		2	38	20	253	537	433	321		

* Location of survey plots F1~6 is shown in Fig. 2. M, J, O and D indicate May, July, October and December, respectively.

인 것으로 해석된다. 5월~10월에는 여울역의 돌이나 자갈 밑에서 주로 관찰 채집되었으나 겨울철에는 개체수가 급감하였다. 이는 토사유입 및 수질오염 등이 돌과 자갈 틈을 메워서 하상의 어류 서식처가 제한된 것에 기인한다.

어류상 회복을 위해서는 우선 수질개선과 하상구조의 안정화를 유도해야 함은 물론, 다양한 산란처 및 서식처를 제공할 필요가 있다. 특히, 재료가 모래 위주로 구성되어 있는 하상에는 거석, 자갈 등을 도입하고, 하안에는 식물이나 자연석을 이용한 자연형 공법을 적용하여 서식기회를 증진해야 한다.

한편, 의암호로 유입되는 울문천, 신동천, 신매천, 현암천, 덕두원천 등 5개 하천에서 채집된 어종은 총 9과 35종으로 공지천에 비해 더욱 다양하였다²⁴⁾. 서식습성별로는 부유성이면서 상류성인 갈겨니(*Zacco temminckii*), 부유성이면서 하류성인 누치(*Hemibarbus labeo*), 끄리(*Opsariichthys uncirostris amurensis*), 대륙송사리(*Oryzias sinensis*) 등, 이때패류와 공생하는 각시붕어(*Rhodeus uyekii*), 납자루(*Acheilognathus lanceolatus*), 줄납자루(*Acheilognathus yamatsutae*), 중고기(*Sarcocheilichthys nigripinis morii*) 등, 돌 밑이나 자갈 틈에서 서식하는 종개(*Orthrias nudus*), 쌀미꾸리(*Lefua costata*), 새코미꾸리(*Koreocobitis rotundicaudata*) 등이 분포하였다. 이들 인근 하천에서 서식하는 어류들은 과거 공지천에도 서식하였으리라 사료되며, 연구대상 하천에 이식하여도 서식 가능할 것으로 판단된다.

3.5. 저서생물

저서생물의 서식은 총 3문 5강 9목 22과 47종 2,893개체로 확인되었다(Table 5). 절족동물문이 64%로 가장 많은 분포를 보였으며, 이어서 환형동물문 및 연체동물문이 각각 33%, 3%를 차지하였다. 5월이나 7월에 비해 9월에는 종수가 다소 증가하였으나 개체수의 경우 현저히 급감하였다. 이는 많은 종류의 저서성 대형무척추동물들이 가을에 이미 산란과 우화를 종료했기 때문인 것으로 분석된다. 우점종은 실지렁이류(*Limnodrilus* spp.), 깔다구류(*Chironomus* spp.), 줄날도래(*Hydropsyche* KUb) 등으로서, 하상이 빠르고 유기물이 풍부한 정체수역에서 서식하는 종들이 우세하게 출현하였다. 즉, 공지천은 상류부를 제외하곤 오염하천의 하류 정체수역 특성을 지니고 있어, 이를 선호하는 생태적 특성을 지니고 작은 유기물을 섭식하는 파리류 등의 저서생물종들이 서식하였다. 이러한 종들의 분포는 상류부를 제외하면 3급수의 수질을 유지하고 있음을 시사한다.

지점별로는 남춘천교 상·하류(B3)에서 35종, 호

자교 상·하류(B4)에서 32종이 관찰되어, 공지천 중류부가 상류 및 하류부에 비해 저서생물 서식이 비교적 양호한 것으로 나타났다. 반면, 하류부의 온의교(B6) 및 호반교(B7) 인근에서는 각각 10종, 17종이 관찰되었는데, 이는 저서성 무척추동물이 서식하기에 부적합한 수질환경과 단순한 하상구조를 갖고 있기 때문으로 판단된다. 수질의 개선과 더불어 수변 및 하상의 서식환경 복구를 통해, 청수역을 선호하는 종들이 서식 가능한 생태환경 창출이 필요하다.

4. 결 론

본 연구는 춘천시의 주요 도시하천인 공지천을 대상으로 곤충, 조류, 어류, 저서생물 등의 계절별 분포를 파악하였으며, 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1) 나비류는 총 5과 23종이 분포하고 우점종은 배추흰나비, 네발나비 등의 순이었다. 타 일반 곤충은 7목 34과 149종 493개체가 서식하고, 인시목의 밤나무과 곤충이 과(family) 단위에서 가장 많은 종수를 나타냈다. 일반 곤충의 우점종은 독나방, 흰무늬밤나방, 끝검은말매미충 등의 순이었다. 향후, 기주식물의 식재와 안정적인 식물서식 여건을 확보하여 높은 밀도의 곤충상을 유도함이 바람직하다.

2) 조류는 총 23종 535개체가 관찰되었으며, 우점종은 전체 개체수의 약 54%를 차지하는 참새이고, 이어서 쇠오리 11%, 청둥오리 8%, 흰뺨검둥오리 6% 등의 순으로 나타났다. 조류의 종다양성과 서식 밀도를 증가시키기 위해, 하류부의 현존 자연퇴적층 지 보존과 생태습지의 추가유지, 모래나 자갈이 있는 사주 및 중도의 유지와 보강, 둔치의 식물생장 기반조성 및 현존 갈대나 갯버들의 제거금지, 고수부지의 통행과 주차와 같은 무분별한 시민간섭 규제 등 서식습성을 고려한 서식환경 조성 및 먹이원 제공이 요구된다.

3) 어류는 총 4과 15종 1,544개체가 출현하였고, 일부 특정종이 우점하며 종다양성이 그다지 양호한 편은 아니었다. 우점종 및 아우점종은 버들치, 피라미, 붕어, 참붕어 등이었다. 저서생물은 총 9목 22과 47종 2,893개체로 확인되었다. 저서생물군 중 절지동물에 해당하는 수서곤충류가 전체의 약 64%를 차지하였다. 우점종은 실지렁이류, 깔다구류, 줄날도래 등이었다.

4) 어류 및 저서생물상 회복을 위해서는 수질개선, 하상구조 안정화, 다양한 산란 및 서식처 제공과 더불어 인근 하천에서 서식종을 이식할 필요가 있다. 특히, 재료가 모래 위주로 구성되어 있는 하상에는 거석, 자갈 등을 도입하고, 하안에는 식물이나 자

Table 5. Seasonal distribution of benthos species and number of individuals by survey plot*

Species	B1			B2			B3			B4			B5			B6			B7			Total		
	M	J	S	M	J	S	M	J	S	M	J	S	M	J	S	M	J	S	M	J	S	M	J	S
<i>Ameletus montanus</i>				2		3	1		2													3		5
<i>Anax parthenope</i>					1	1	1		1													1	1	2
<i>Anax</i> sp. 1				1					2													3		
<i>Anax</i> sp. 2										1														1
<i>Anisogomphus melanopsoides</i>	1																					1		
<i>Baetis pseudothermicus</i>			5			1						4			2									12
<i>Baetis</i> sp.	9	11	11	3	5	2	1	3		12	2	5	7	1	3							2	22	21
<i>Calopteryx atrata</i>	5	6		2	1	1	4	2	1	3	1	1	2	3	1							6	13	4
<i>Calopteryx japonica</i>			2						3			1												6
<i>Cheumatopsyche brevilineata</i>									1			2												3
<i>Cheumatopsyche</i> sp.												1												1
<i>Chironomus</i> sp. 1	12	31	9	1	3	5				1	1	3										4	35	17
<i>Chironomus</i> sp. 2	42	12	25	32	15	14	58	1	42	25		29	19	2	16	14	8	3				190	38	129
<i>Chironomus</i> sp. 3	33	41	16		28	2	15	19	5	31	11	12	38	6	7	26	19	11	15		7	158	124	60
<i>Chironomus</i> sp. 4			3			4		3		28	5	8				16	12	5	5	27	19	9	47	39
<i>Chironomus</i> sp. 5					4									2										6
<i>Chironomus</i> sp. 6				2						1						16		2	6		4	5		6
<i>Cybister japonicus</i>													1				1					1		1
<i>Diplonychus japonicus</i>		1			2	1	2	1	1	4	3	2	3	2	1							9	9	5
<i>Ephemera orientalis</i>		1	1	2	4	3	1	2	2	3	5	4			2							6	12	12
<i>Gerris paludum insularis</i>		1		2	3	2	1	2		2	5		4	1	2	3	2		2			14	14	4
<i>Glossosoma</i> sp.	9	4	11	3	2	9	17	9	7	5	3	2										34	18	29
<i>Gomphus postacularis</i>							1	1														1		1
<i>Gyraulus convexiusculus</i>							1	2	3	2	3	1		1			2		1		4	4	8	8
<i>Hirudo nipponica</i>																								1
<i>Hirudo</i> sp. 1	2	4					2	2	1	3	1		1	2	1	4	3	2	3	7		15	19	4
<i>Hirudo</i> sp. 2									2			1						1						4
<i>Hydropsyche</i> KÜb	26	12	14	31	24	26	14	19	8	11	18	19	25	23	8							107	96	75
<i>Hydropsyche</i> sp. 1					16			7	21		14	32	3		15							21	84	3
<i>Hydropsyche</i> sp. 2							1		1	3												4		1
<i>Hydropsyche</i> sp. 3			4						2			2												8
<i>Laccophilus difficilis</i>	1					1				1	2				3							2	5	1
<i>Laccophilus</i> sp.				2	3	2	1	2					3	1	1	2						8	6	3
<i>Laccotrepes japonensis</i>				2		3	5	2	5	1	3	2	1	1								10	9	6
<i>Limnophilus</i> sp.	1	2	1																			1	2	1
<i>Limnodrilus</i> sp. 1	5	6	3	9	7	12	8	18	4	5	23	2	14	83	11	13	34	16	17	26	19	71	197	67
<i>Limnodrilus</i> sp. 2				1	3	1	2	12	2	7	32	7	51	47	51	59	71	82	41	92	11	161	257	154
<i>Orfethrum albistylum speciosum</i>									1															1
<i>Physa acuta</i>	1	3	2	1	2	4			1						3	2	4	5	3	1	2	7	10	17
<i>Radix auricularia coreana</i>			3		2	2	3	4	4	5	3	8		2	2							8	11	19
<i>Ranatra chinensis</i>							1	3	3	6	7	2	2	3	3	1						9	14	8
<i>Serratella rufa</i>	2	3	7	5	9	3	2	11	4	7	19	5		3								6	45	19
<i>Sieboldius albardae</i>	1	1																				1		1
<i>Tipula</i> sp. 1				1	3		3	2	1	2		2	1	3								7	8	3
<i>Tipula</i> sp. 2	1	2	1		1	1				1	3	2										2	6	4
No. of species	16	17	17	17	22	22	25	22	26	25	21	26	15	20	17	10	11	10	9	5	7	5	31	39
No. of individuals	151	141	118	100	140	100	152	144	105	187	180	131	173	204	115	155	157	128	93	153	66	1,011	1,119	763

* Location of survey plots B1~7 is shown in Fig. 2. M, J and S indicate May, July and September, respectively.

연석을 이용한 자연형 공법을 적용하여 서식기회를 증진해야 한다.

5) 식생은 하천의 자연성 회복은 물론 육상 및 수생동물의 서식자원으로서, 향후 홍수피해를 대비한 안정적 성장기반 조성, 인위적 식생훼손 규제 및 피도 증진, 자생식물을 피압하는 외래종 성장제어 등을 통해 다양한 야생동물종의 서식기회 및 밀도를 확보할 필요가 있다.

감사의 글

이 논문은 2003년도 강원지역환경기술개발센터 지원 연구결과의 일부임.

참고 문헌

- 1) 土木學會, 1995, *みずへの景觀設計*, 技報堂出版, 228pp.
- 2) 최정권, 1997, 도시하천에서 자연형 저수로 호안공업의 적용과 식생복원 모니터링 -서울시 양재천의 학여울 구간을 사례지역-, 한국환경생태학회지, 11(2), 201-213.
- 3) 신동훈, 노태성, 오휘영, 이규석, 2003, 자연형 하천공사 후 도시하천의 식물상 변화, 한국조경학회지, 31(4), 67-73.
- 4) 최송현, 이경재, 류창희, 황성현, 1995, 한강지천의 생태계 구조와 관리 -수입천과 안양천을 대상으로-, 한국조경학회지, 23(3), 132-143.
- 5) 명현, 2002, 하천의 생태적 복원을 위한 식생학적 진단, 한국조경학회지, 30(5), 98-106.
- 6) 이광우, 김태균, 심우경, 2002, 하천의 지형학적 인자와 식생종수의 관계 -한강수계를 중심으로-, 한국조경학회지, 30(3), 73-85.
- 7) 한봉호, 김정호, 홍석환, 2003, 서울시 둔촌동 습지 생태계보전지역 모니터링 및 생태적 복원구상, 한국환경생태학회지, 17(3), 242-257.
- 8) 최준길, 신현선, 최재석, 2005, 원주천의 어류군집 분석, 한국환경생태학회지, 19(1), 46-54.
- 9) 이창복, 1980, *대한식물도감*, 향문사, 990pp.
- 10) 박수현, 2001, *한국귀화식물원색도감*, 일조각, 178pp.
- 11) 조현길, 2003, 공지천의 자연친화형 하천조성 및 수질개선에 관한 연구, 강원지역환경기술개발센터, 174pp.
- 12) 이우신, 구태희, 박진영, 2000, *야외원색도감 한국*의 새, LG상록재단, 320pp.
- 13) 김익수, 강언중, 1993, *원색한국어류도감*, 아카데미서적, 478pp.
- 14) 김익수, 1997, *한국동식물도감*, 담수어류편, 교육부.
- 15) 윤일병, 1988, *한국동식물도감(수서곤충류)*, 문교부.
- 16) 윤일병, 1995, *수서곤충검색도설*, 정행사, 262pp.
- 17) 춘천시, 1998, *춘천시 하수종말처리시설(2단계) 증설공사 기본설계보고서*.
- 18) 신혜숙, 신용건, 오근찬, 이진호, 허인량, 신정철, 최지용, 최규열, 정의호, 1999, 공지천 유역의 수질 및 오염부하량 분포에 관한 연구, 강원도보건환경연구원보, 10, 56-67.
- 19) 안영희, 송종석, 2003, 경기도 오산천 주변의 잡초군락에 대한 식물사회학적 연구, 한국환경과학회지, 12(6), 1207-1213.
- 20) 이유미, 박수현, 정승선, 2002, 서울 중랑천의 식생구성과 식물상. 한국환경생태학회지, 16(3), 271-286.
- 21) 권영대, 이형근, 김복균, 김호식, 1998, 수리산 일대의 나비목 곤충상, 한국생물상연구지, 3, 379-400.
- 22) 김성수, 박해철, 김미애, 1999, 주금산일대 나비분포와 밀도 모니터링, 한국나비학회지, 12, 7-15.
- 23) 허위행, 박성진, 임신재, 박용수, 최서운, 이창배, 이우신, 2003, 한강 유역에서 서식환경에 따른 조류군집의 특성 차이, 한국환경생태학회지, 17(1), 83-91.
- 24) 최재석, 2005, *의암호의 어류군집*, 한국어류학회지, 17(1), 73-83.