

남강 주변 습지의 보전 현황과 보전 대책

하 혜 정* / 오 경 환**+

Present State and Conservation Counterplan for the Wetlands of the Tributaries around Namgang-River

Hye-jeong Ha* / Kyung-hwan Oh**+

요약 : 남강 본류로 유입되는 경상남도 진주시 관내에 소재한 13개 지류에서 습지의 보전 현황을 평가하고 우수한 습지생태계를 발굴하며 인위적인 훼손과 오염으로부터 습지생태계를 보호하기 위한 보전 대책을 제시하기 위하여 습지생태계의 생물 서식지로서의 물리적 특성과 식생의 자연도를 조사하였다. 지류 주변의 토지 이용, 제방상단의 생태적 기능, 제방 사면의 구조, 둔치의 인공화 정도 및 이용 강도, 호안의 인공화 정도, 하상 재료의 다양성, 하천의 횡단 구조물 등으로부터 산정한 물리적 특성의 자연도 평가지수는 오미천이 가장 높고 반성천, 향양천, 그리고 나불천, 영천강 및 수곡천, 중촌천, 대곡천 등의 순이었으며, 문산천이 가장 낮았다. 식생의 다양성, 외래종의 우점면적, 1년생 초본의 우점면적, 현존식생의 자연도 및 특이성, 종다양성 등으로부터 산정한 식생 자연도의 평가지수는 오미천이 가장 높고, 수곡천, 반성천, 영천강, 중촌천, 지내천, 나불천, 지수천 등의 순이었으며 용아천이 가장 낮았다. 물리적 특성과 식생 자연도의 평가지수로부터 산정한 하천 자연도는 오미천이 I등급으로 가장 높고, II등급인 반성천, 수곡천, 영천강, 나불천 및 중촌천, 향양천, 지내천, 지수천, 대곡천, 문산천 및 독산천 등의 순이었으며, 용아천이 III등급으로 가장 낮았다. 지류의 습지생태계를 복원하여 하천의 자연도를 향상시키기 위한 보전대책이 제시되었다.

핵심용어 : 습지생태계, 하천자연도, 물리적 특성, 식생자연도, 평가지수, 남강, 지류

Abstract : The abiotic factors and the vegetation naturalness of the 13 tributary wetlands around Namgang-River were assessed to investigate the present state and to present the conservation counter plan for the wetland ecosystem of the tributaries. Assessment indices for the abiotic factors were estimated based on the dominant land use types of the riparian zone, ecological function of the upper levee, levee slope structure, artificiality and utilization intensity of the waterfront, artificiality of the revetment structure, diversity of the substrate, and severance of the transverse. The assessment index of Omi-cheon is the highest among 13 tributaries. The second was Banseong-cheon and third was Hyangyang-cheon, followed by Nabul-cheon and Yeongcheon-gang and Sugok-cheon, Jungchon- cheon, and Daegok-cheon in their order and Munsan-cheon got the lowest assessment index. Assessment indices for the vegetation naturalness were estimated based on the vegetation diversity, exotic species dominance, annual herb dominance, naturalness and peculiarity of the vegetation, and species diversity. The assessment index of Omi-cheon is the highest among 13 tributaries. The second was Sugok-cheon and third was Banseong-cheon, followed by Yeongcheon-gang, Jungchon- cheon, Jinae-cheon, Nabul-cheon, and Jisu-cheon in their order, and Yonga-cheon got the lowest assessment index. The grades of the stream naturalness were estimated based on the the naturalness indices for the abiotic factors and the vegetation naturalness. The grades of Omi-cheon is the highest among 13 tributaries as the grade I. Those of Banseong-cheon, Sugok-cheon, Yeongcheon-gang, Nabul-cheon and Jungchon-cheon, Hyangyang- cheon, Jinae-cheon, Jisu-cheon, Daegok-cheone, and Munsan-cheon and Doksan-cheon were grade II in their order, and Yonga-cheon got the lowest as the grade III. It was suggested that restoration of

+ Corresponding author : ohkh@gnu.ac.kr

* 비회원 · 경상대학교 사범대학 생물교육과 석사과정

** 정회원 · 경상대학교 사범대학 생물교육과 교수 및 경상대학교 환경 및 지역발전연구소

the simple and flat substrate, create the natural vegetation on the levee slope constructed with concrete or stone wall, and rehabilitation of the eco-bridge were demanded to improve the grades of the stream naturalness through the restoration of the tributaries for the diverse aquatic wildlife, high vegetation diversity and species diversity with the vegetation consisted of perennial herbs and trees.

Keywords : *wetland ecosystem, stream naturalness, abiotic factors, vegetation naturalness, assessment index, Namgang-River, tributary*

1. 서론

하천은 인간을 포함한 모든 생물의 서식공간이자 하천 생태계를 구성하는 이동통로이고 자연생태계 순환의 기본적인 구성요소로서 하천의 물리 시스템과 생태 시스템은 주기적으로 교란되며, 두 시스템이 상호작용을 하는 매우 복잡한 공간이다(이두한과 손민우, 2004). 하천변 식생대를 포함하는 하천생태계는 유량의 조절을 통해 하천변 토양 침식을 막아주고 식물에 서식하는 미생물을 통해 질소나 인 등의 영양염류를 정화시켜 하천의 부영양화를 감소시키는 역할을 하기도 하는 등 환경적으로 중요한 역할과 위치를 차지하고 있다(환경부, 2002).

1960년대 하천법 제정 이후 이루어진 국내 하천 관련 사업은 제방의 축조, 하도의 직강화, 저수로 및 고수부지의 정비 등으로 이루어져 하천의 생물 서식처를 훼손시키고, 하천의 생태학적 구조와 기능에 큰 변화를 가져왔다. 1990년 이후 도시의 중소하천을 대상으로 하천 환경 기능을 개선하려는 노력이 시작되었다. 그러나 하천 환경 및 생태 현황에 대한 기본적인 이해 없이 도시의 편의공간이나 시민들의 휴식처를 제공하는 방향으로 추진되고 있는 하천 환경 개선사업은 많은 문제점을 안고 있다. 하천 주변의 습지가 감소되고 이에 따라 수생 및 습생 관속 식물 군락이 파괴되었으며 각종 동식물의 서식환경이 변화되고 귀화식물의 분포가 증가하고 있다(강선희 등, 2001).

본류로 유입되는 지류의 개간, 제방 축조, 직강화, 고수부지의 전용, 교량 건설 등으로 그 주변 습지가 훼손되고 수질이 점차 악화되면 습지식생이 교란되고 각종 야생 동물의 산란과 서식이 어렵게

된다. 본류의 수질을 개선하고 다양한 야생 동·식물이 서식하려면 지류의 수질을 개선하고 습지를 보전하기 위한 대책이 필요하다. 따라서 습지생태계를 인위적인 훼손과 오염으로부터 보호하고 자연자원을 환경적으로 건전하고 지속 가능한 범위 내에서 이용하며 야생 동·식물 및 그 서식지 보호로 멸종 방지와 수려한 자연 경관 및 우수한 습지생태계를 보전하고 문화, 학술, 자연자원 등의 보호 및 진주시의 습지 면적을 확보하기 위한 대책 마련이 필요하다.

최근 하천생태계에 대한 관심이 높아져 생태적으로 교란된 하천을 복원하고 하천이 없고 복개된 지역을 중심으로 기존의 하천을 복원하거나 인공하천을 만들어 자연형 하천으로 바꾸어 가고 있는데(김홍배와 안경수, 2006), 복원을 위한 비용 외에 한계비용을 도출하여 복원비용을 파악하는 것이 필요하다(김성봉과 신호중, 2006). 생태적 복원을 위해서는 해당 하천에 대한 정확하고 정밀한 진단평가가 선행되어야 하는데(이창석, 2008), 훼손된 강 또는 하천 경관 및 생태계, 그리고 군집, 개체군에 대한 정밀한 진단 평가가 수행되지 않은 상태에서 동시다발적으로 자연형 하천 또는 생태하천 사업이 진행되고 있으며, 생태적 여건이 크게 다른 환경에서도 동일한 내용의 공사가 이루어지고 있다. 그 결과, 생태학적 복원에서 추구하는 다양성 및 온전성을 회복시키지 못하고 있는 실정이며, 사업 이후 추가적인 관리 비용에 대한 부담 역시 커지고 있다(김혜수, 2009). 따라서 진단 평가 결과에 기초하여 훼손 정도에 따라 복원의 방법을 달리하면 비용의 낭비를 막을 수 있고, 보다 나은 복원의 효과도 거둘 수 있다(Lee 등, 2005, Lee 등, 2007).

조용현(1997)은 하천생태계의 물리적 특성을 평

가하는데 6개 평가부문에서 20개 평가항목을 제안하였다. 하천의 자연도의 평가에는 저수로변 식생과 홍수터의 식생이 중요한 평가 항목이 되는데(조홍제와 윤종춘, 2009a), 하천자연도의 평가항목은 대상 하천의 특성을 고려하여 선택하는 것이 바람직하다(조홍제와 윤종춘, 2009b). 독일에서는 하천의 질과 하천 구조의 질을 대상으로 하천 자연도를 평가하여 이를 하천 복원의 지표로 삼고 있다(Otto, 1995).

하천변 식생은 물이 흐르는 과정에서 침식에 의해 발생한 물질을 붙잡아 수질을 개선하고 폭우가 내릴 때 물이 흐르는 속도를 늦추고 운반되는 물질을 붙잡아 하류에 미치는 영향, 예를 들면 부영양화를 감소시킨다. 하천식생은 하천생태계에서 1차 생산자로서 기본적인 역할을 하고 있어 하천 생물의 종 다양성 감소를 방지하는 기능을 하게 되고 일부 침수 식물은 자연정화 능력을 가지고 있으며(이경보 등, 2003), 하천에 서식하는 생물에 의해 수질이 평가되고 관정된다(임동욱 등, 2009).

또한, 물가에 성립된 식생의 발달된 근계는 강둑을 튼튼하게 하여 홍수 피해를 줄이는데도 기여한다(Salinas and Guirado, 2002). 하천변에서 흔히 자라는 버드나무속(*Salix* spp.)은 많은 종자를 만들고 종자에 관모가 있어 여러 장소로 산포되며 어느 장소에서나 생육이 잘되는 특징을 보이고 있고 연안대에서 수중 생물들의 은신처, 영양염류 순환, 에너지 흐름, 홍수 조절 등에 중요한 역할을 한다(Dorn, 1976; 이팔홍, 2002). 하천의 식물상과 식생 분포는 그 지역 환경에 영향을 줌과 동시에 일정 지역의 환경을 반영하기 때문에 하천 환경의 평가에 있어서 그 지역 식생 상태를 파악하는 것은 중요하다(김수진, 2006). 이러한 연구 결과를 종합하면 하천의 자연도를 평가할 때 하천의 물리적 특성과 식생의 자연도가 중요한 평가 기준이 될 수 있음을 알 수 있다.

본 연구에서는 남강으로 유입되는 경상남도 진주시 관내에 소재한 13개 지류를 대상으로 생물 서식지로서의 물리적 환경 특성, 식물상 및 식생 구조를 조사하고 하천 자연도를 평가하여 우수한

습지생태계를 발굴하며 인위적인 훼손과 오염으로부터 습지생태계를 보호하기 위한 보전 대책을 제시하고자 한다.

2. 조사 내용 및 방법

2.1 조사지 선정

본 연구에서는 경상남도 진주시 관내에서 남강 본류로 유입되는 13개 지류를 대상으로 환경의 물리적 특성과 식생의 자연도를 평가하였다. 조사대상 지류는 나불천, 지내천, 향양천, 대곡천, 지수천, 반성천, 중촌천, 용아천, 문산천, 영천강, 수곡천, 독산천, 오미천 등으로 모두 남강 본류로 유입되는 소하천이다. 지형도를 이용하여 각 지류가 시작되는 저수지 하단부로부터 남강에 합류되는 합류 지점까지 연장 길이를 측정하고 일정 간격으로 현장조사를 위한 조사지점을 선정하였는데, 조사 대상 지류의 총 연장은 132.0 km이고 조사 지점수는 98개이며, 조사지점당 평균 거리는 1.35 km이다(Table 1, Fig. 1). 그리고 각 조사지점에서 상류 및 하류 방향으로 각각 500m 이내의 지역을 조사대상 지역으로 선정하여 하천의 자연도를 평가하였다.

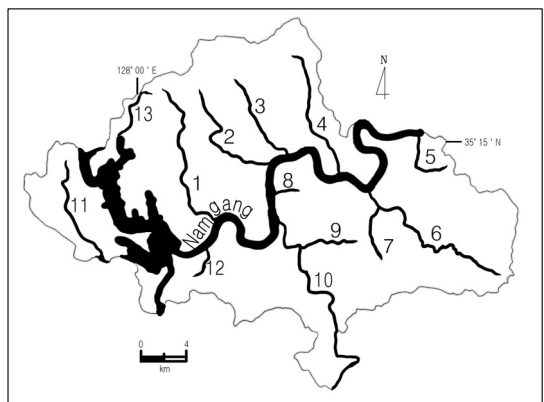


Fig. 1. Map showing the sampling sites for the naturalness assessment of the tributaries around the Namgang-River. The serial numbers of the tributaries are same as Table 1.

Table 1. Sampling sites for the naturalness assessment of the tributaries around the Namgang-River

Site No.	Tributaries	Sampling interval		Length (km)	No. of sampling area
		Start point	End point		
1	Nabul-cheon	Sinki Reservoir (Singi-ri Myeongseok-myeon, Jinju-si)	Jeonsu Bridge (Nam-seong-dong, Jinju-si)	15.0	11
2	Jinae-cheon	Ungseok-Reservoir (Jeongpyeong-ri Jip-hyeon-myeon, Jinju-si)	Deoko-Bridge (Sindang-ri Jip-hyeon-myeon, Jinju-si)	11.8	8
3	Hyangyang-cheon	Donghyang Reservoir (Hyangyang-ri Micheon-myeon, Jinju-si)	Wola-ri Daegok-myeon, Jinju-si	8.8	7
4	Daegok-cheon	Yongam Reservoir (Wolam-ri Daegok-myeon, Jinju-si)	Wolgang Bridge (Deokgo-ri Daegok-myeon, Jinju-si)	12.8	9
5	Jisu-cheon	Jicheol Reservoir (Cheongwon-ri Jisu-myeon, Jinju-si)	Jangbak Bridge (Cheongdam-ri Jisu-myeon, Jinju-si)	4.8	5
6	Banseong-cheon	Balsan Reservoir (Balsan-ri Ibanseong-myeon, Jinju-si)	Jisumok (Maseong-ri Sabong-myeon, Jinju-si)	17.3	10
7	Jungchon-cheon	Jeodong Reservoir (Gucheon-ri Jinseong-myeon, Jinju-si)	Banseongcheon Bridge (Cheongok-ri Jinseong-myeon, Jinju-si)	4.5	5
8	Yonga-cheon	Kumho stream (Yonga-ri Geumsan-myeon, Jinju-si)	Songbaek-ri Geum-san-myeon, Jinju-si	2.5	4
9	Munsan-cheon	Beopyun Reservoir (Sangmun-ri Munsan-eup, Jinju-si)	Oksan Bridge (Samgok-ri Munsan-eup, Jinju-si)	5.3	5
10	Yeongcheon-gang	Galcheon Reservoir (Galcheon-ri Daega-myeon, Goseong-gun)	Soksa-ri Geumsan-myeon, Jinju-si	29.6	18
11	Sugok-cheon	Sagok2 Bridge (Sagok-ri Sugok-myeon, Jinju-si)	Deokcheon Bridge (Wonnae-ri Sugok-myeon, Jinju-si)	8.8	6
12	Doksan-cheon	Sankang Reservoir (Doksan-ri Naedong-myeon, Jinju-si)	Jinju Bridge (Doksan-ri Naedong-myeon, Jinju-si)	3.3	4
13	Omi-cheon	Naeyul Reservoir (Naeyul-ri Myeong-seok-myeon, Jinju-si)	Simok Bridge Omi-ri Myeongseok-myeon, Jinju-si)	7.5	6
Total	13			132.0	98

2.2.1 물리적 특성의 자연도 평가

2.2 하천의 자연도 평가

남강으로 유입되는 각 지류의 자연도를 평가하기 위하여 물리적 특성과 식생의 자연도에 대한 평가 기준을 정하고 평가표를 이용하여 평가를 실시하였다. 각 부문별 평가 척도는 1~5점까지 5단계의 점수로 구분하여 평가하였고, 하천의 종합 자연도는 물리적 특성과 식생의 자연도를 합산한 평가 점수를 I~V 등급까지 5단계의 등급으로 구분하여 평가하였다.

물리적 특성에 대한 자연도의 평가 기준은 표재훈(2009)의 하천 환경생태 공간 정보화를 통한 통합적 하천자연도 평가기법에 관한 연구를 참고하고 현지 실정을 고려하여 조정하였는데, 지류 주변의 지배적인 토지이용 현황, 제방 상단의 생태적 기능, 제방 사면의 구조, 둔치의 인공화 및 이용 강도, 호안의 인공화 정도, 하상 재료의 다양성, 횡단구조물에 의한 하천생태계의 단절 정도 등 7개 평가 항목에 대하여 각 항목별로 1~5점까지 5단계의 점수로 구분하였다(Table 2).

Table 2. Criterion for the naturalness assessment of the abiotic factors of the tributaries around the Namgang-River

Abiotic factor	Content	Assessment score	Criterion
Land use types for the riparian zone	Dominant land use	5	Park, forest, lake
		4	Arable land, orchard, nursery field
		3	Artificial grassland, landscape plantation
		2	Horticultural facility
		1	Residential area, industrial area, bare ground
Levee slope	Ecological function of the upper levee	5	Natural vegetation
		4	Non paved farm road
		3	Paved farm road
		2	Bike and walk road
		1	Paved road for car
	levee slope structure	5	Natural vegetation
		4	Artificial vegetation
		3	Natural bare ground (No vegetation)
		2	Stone net bag, stone wall (Natural material)
		1	Concrete block, stone wall (Artificial material)
Waterfront	Artificiality and utilization intensity of the waterfront	5	Natural vegetation
		4	Arable land, nursery field, artificial vegetation
		3	Natural bare ground (No vegetation)
		2	Bike and walk road
		1	Road, parking lot (impermeable), trash abandonment and incineration
Revetment	Artificial of the revetment structure	5	No artificial revetment
		4	Large stone, vegetation
		3	Stone net bag, wood wall (multiperforated)
		2	Stone wall (permeable)
		1	Concrete revetment (impermeable)
Substrate	Diversity of the substrate	5	Boulder(up 256 mm)~cobble
		4	Cobble (64~256 mm)~pebble
		3	Pebble(16~64 mm)~gravel
		2	Gravel(2~16 mm)~sand
		1	Sand, silt and clay(under 2 mm)
Transverse	Severance of the transverse	5	No transverse
		4	Stepping stone
		3	Irregular lotic control facility
		2	Underwater dam (with fish ladder function), bridge (car pass impossible)
		1	Underwater dam (without fish ladder function), bridge (car pass possible)

2.2.2 식생의 자연도 평가

식생의 자연도에 대한 평가 기준은 환경부 (2007)의 수생태 건강성 평가지침을 참고하여 현지 실정을 고려하여 조정하였는데, 식생의 다양성,

외래종의 우점면적, 1년생 초본의 우점면적, 식생의 자연성 및 고유성, 종 다양성 등 5개의 항목에 대하여 각 항목별 만점을 5점으로 하여 1~5점까지 5단계의 점수로 구분하여 평가하였다(Table 3).

Table 3. Criterion for the naturalness assessment of the vegetation of the tributaries around the Namgang-River

Content	Assessment score	Criterion
Vegetation diversity	5	80% and over
	4	60~80%
	3	40~60%
	2	20~40%
	1	20% and less
Exotic species dominance	5	less than 5%
	4	5~10%
	3	10~15%
	2	15~20%
	1	20% and over
Annual herb dominance	5	less than 5%
	4	5~10%
	3	10~15%
	2	15~20%
	1	20% and over
Naturalness and peculiarity of the vegetation	5	Natural vegetation, submerged and floating leaved plant, <i>Salix</i> community
	4	Tall grassland, hygrophYTE grassland (<i>Phragmites communis.</i> , <i>Phragmites japonica</i> , <i>Persicaria thunbergii</i>)
	3	Short grassland, dry grassland, exotic tree (<i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Ailanthus altissima</i>)
	2	Arable land, nursery field, orchard
	1	Residential area, bare ground (no vegetation)
Species diversity	5	80% and over
	4	60~80%
	3	40~60%
	2	20~40%
	1	20% and less

2.2.3 하천의 종합 자연도 평가

하천의 종합적인 자연도는 물리적 특성에 의한 자연도 평가점수와 식생의 자연도 평가점수를 각 지류별로 합산하고 평가지수를 산정하여 평가하였다. 물리적 환경에 대한 평가점수는 7개 항목에 대해 각 항목별 5점 만점으로 총 35점인데, 평가점수가 29점 이상이면 5, 28~22점은 4, 21~15점은 3, 14~8은 2, 그리고 7점 이하는 1 등으로 평가지수를 각각 산정하였다. 식생 자연도에 대한 평가는 5개 항목에 대해 각 항목별 5점 만점으로 총 25점인데, 평가점수가 21점 이상이면 5, 20~16점은 4, 15~11점은 3, 10~6점은 2, 5점 이하는 1 등으로 평가지수를 각각 산정하였다. 그리고 하천의 물리적 특성 및 식생 자연도의 평가지수를 합하여 다음

과 같이 각 하천의 종합적인 자연도 평가지수를 산정하였다.

하천의 자연도 평가지수

$$= \sum (\text{물리적 특성 평가지수} + \text{식생의 자연도 평가지수})$$

이와 같이 산정된 하천의 자연도 평가지수를 기준으로 1등급에서 5등급까지 자연도 평가 등급을 다섯 단계로 구분하였다. 즉, 자연도 평가지수가 2점 이하이면 최하위인 V등급, 2~4은 IV등급, 4~6은 III등급, 6~8은 II등급, 그리고 8~10이면 최상위인 I등급 등으로 각 하천의 종합자연도 등급을 판정하였다(Table 4).

Table 4. Classification and criterion for the grade of stream naturalness and the naturalness index(K). The K was calculated based on the assessment indices for the abiotic factors and the vegetation naturalness

Grade of the naturalness	Range of the naturalness index (K)	Criterion
I	8.0 < K ≤ 10	Suitable physical structure for the wildlife with the eco-bridge Specific riparian vegetation consisted of trees Core area for the specific habitat and the endangered species Highest ecological health standard
II	6.0 < K ≤ 8.0	Suitable physical structure for the wildlife, but disturbed partially Vegetation consisted of hygrophytes Habitat for the endangered species High ecological health standard
III	4.0 < K ≤ 6.0	Natural condition but heavily disturbed partially Vegetation consisted of mesophytes Buffer zone for the habitat conservation of the endangered species
IV	2.0 < K ≤ 4.0	Artificially disturbed habitat for the wildlife partially such as the arable land Transition zone for the habitat conservation of the endangered species Medium ecological health standard
V	K ≤ 2.0	Artificially disturbed area unsuitable for the wildlife without the eco-bridge such as the residential area Bare ground without vegetation Lowest ecological health standard without endangered species

3. 결과 및 고찰

3.1 물리적 특성의 자연도

하천의 물리적 특성에 대한 자연도를 지류 주변의 토지 이용, 제방 상단의 생태적 기능, 제방 사면의 구조, 둔치의 인공화 정도 및 이용 강도, 호안의 인공화 정도, 하상 재료의 다양성, 하천 횡단 구조물 등으로 구분하여 산정한 결과를 Table 5에 종합하였다.

지류 주변의 토지 이용 형태에 대한 평가점수는 오미천이 4.5점으로 가장 높고, 문산천이 2.2점으로 가장 낮으며 13개 지류의 평균은 3.5점이었다. 하천 주변의 토지는 경작지, 과수원, 묘포장 등으로 사용되는 경우가 73.47%로 가장 많고, 비닐하우스 등의 시설경작 시설 14.29%, 주택지 등 나지 8.16%, 산림지역 및 하천 4.08% 등의 순이었다. 지류 주변의 토지이용 유형은 하천에 서식하는 생물종 및 이들의 서식지에 영향을 미치고 하천의 생태적 기능을 결정하는 연결성은 하천 내부와 인접한 토지 간의 단절 정도에 직접적인 영향을 받으므로 하천의 연결성 평가를 위한 하천변 토지 이용 형태는 매우 중요한 의미를 갖는다(표재훈, 2009). 최근에는 댐 건설에 따른 환경문제와 사회적인 문제에 대한 대안으로 하천 주변에 천변저류지를 조성하여 강우 유출수를 저류하는 방안이 모색되고 있다(한건연 등, 2005). 본 조사대상 13개 지류 모두 하천 주변의 토지가 주로 경작지, 과수원, 묘포장 등으로 이용되고 있으므로 인위적인 교란 요인은 존재하지만 생물서식처로서의 기능과 연결성이 양호하다고 판단된다.

제방 상단의 생태적 기능에 대한 평가점수는 오미천이 4.2점으로 가장 높고, 독산천이 2.5점으로 가장 낮으며, 13개 지류의 평균은 3.6점이었다. 제방 상단은 포장농로로 이용되는 경우가 41.84%로 가장 많고, 비포장농로가 38.78%, 자연식생이 14.29%, 자전거 도로 및 산책로 3.06%, 포장된 도로 2.04% 등의 순이었다. 제방은 하천의 수리적

안정성을 위한 자연적 또는 인위적인 형태의 하천 구조물로 생태적인 추이대 기능을 하며(박익수, 2000), 생물에게 이동통로를 제공하거나 횡적인 장벽으로 작용한다(표재훈, 2009). 본 조사대상 지역의 제방 상단이 대부분 포장농로이거나 비포장농로이므로 인위적인 교란요소가 존재하지만 생물의 이동통로 기능을 비교적 잘 수행하고 있다고 판단된다.

제방사면의 구조에 대한 평가점수는 오미천이 4.7점으로 가장 높고, 용아천이 1.8점으로 가장 낮으며, 13개 지류의 평균은 3.2점이었다. 제방 사면은 자연 상태인 경우가 44.90%로 가장 많고, 돌망태, 석축 등 자연재료로 구성된 경우가 37.78%, 콘크리트 블록, 석축 옹벽 등 인공제방이 15.31%, 인공식생과 자연나지인 경우가 각각 1.02% 등의 순이었다. 제방 사면의 구조가 자연 상태인 경우가 44.90%에 달하지만 돌망태, 석축 등 자연재료로 구성되거나 콘크리트 블록이나 석축 옹벽으로 구성된 경우도 비율이 높으므로 제방 사면에 자연식생이 분포할 수 있는 물리적 환경에 제한요소로 작용하고 생물 이동통로의 기능을 수행하지 못하는 것으로 판단된다.

둔치의 인공화 정도에 대한 평가점수는 수곡천이 5.0점으로 가장 높고, 용아천이 4.0점으로 가장 낮으며, 13개 지류의 평균은 4.4점이었다. 둔치는 자연 상태인 경우가 80.61%로 가장 많고, 도로 및 주차장으로 이용되거나 쓰레기가 방치된 경우가 10.20%, 식생이 없는 자연나지 4.08%, 경작지와 묘포장, 인공식생 피복지 3.06%, 자전거 도로, 산책로 및 친수 시설지 2.04% 등의 순이었다. 둔치의 수변식생은 다양한 생물 서식 환경을 제공하며, 주변 토지로부터 유입된 비점오염물질이 하천으로 직접 유입되는 것을 차단, 저감하는 식생여과 기능을 수행한다(표재훈, 2009). 본 조사대상 13개 지류에서는 대부분의 지역이 자연식생으로 피복되어 있어 다양한 생물서식환경 제공 및 주변 토지로부터 유입된 비점오염물질의 차단 등의 둔치의 기능을 비교적 우수하게 수행하고 있다고 판단된다.

호안의 인공화 정도에 대한 평가점수는 수곡천

이 5.0점으로 가장 높고, 문산천이 3.2점으로 가장 낮으며, 13개 지류의 평균은 4.3점이었다. 호안은 호안공이 없는 자연 상태인 경우가 70.41%로 가장 많고, 거석 및 식생 호안공 지역이 16.33%, 콘크리트 호안 구조로 투수성이 없는 경우가 12.24%, 투수성이 없는 사석, 돌석축이 1.02% 등의 순이었다. 호안은 평균 수위선에서 둔치가 시작되기 전의 비탈진 면이며, 제방과 동일한 생태적 추이대 지역으로, 특히 저수호안 추이대는 물과 접해 있어 다양한 환경으로 추이대의 특성이 두드러지게 나타난다(박익수, 2000). 따라서 본 조사대상 13개 지류 모두 호안이 대부분 자연 상태로 구성

되어 있으므로 생물서식처 등의 생태적 추이대 기능을 비교적 우수하게 수행하고 있다고 판단된다.

하상 재료의 다양성에 대한 평가점수는 영천강 3.4점으로 가장 높고, 향양천, 독산천, 오미천 등이 2.0점으로 가장 낮으며, 13개 지류의 평균은 2.7점이었다. 하상 재료가 자갈(pubble, 16~64mm)~잔석으로 구성된 경우가 36.73%로 가장 많고, 잔석 (gravel, 2~16mm)~모래 26.53%, 모래, 미사 및 점토 (sand, silt and clay, 2 mm 이하) 21.43%, 잔석 (gravel, 2~16 mm)~모래 14.29%, 바위 (boulder, 256 mm 이상)~호박돌 1.02% 등의 순이었다.

Table 5. Assessment indices based on the assessment score for the abiotic factors of the tributaries around the Namgang-River

Tributaries	A	B	C	D	E	F	G	Total	Assessment indices
1. Nabul-cheon	3.7	3.5	2.7	4.5	4.4	3.0	3.9	25.7	3.67
2. Jinae-cheon	3.0	4.1	1.9	4.5	4.5	2.5	4.0	24.5	3.50
3. Hyangyang-cheon	3.4	3.9	3.9	4.4	4.3	2.0	4.4	26.3	3.76
4. Daegok-cheon	3.8	3.3	3.1	4.1	4.2	3.1	3.1	24.8	3.53
5. Jisu-cheon	3.6	3.6	2.6	4.6	5.0	2.4	2.4	24.2	3.46
6. Banseong-cheon	4.0	3.6	4.3	4.6	4.6	2.6	3.6	27.3	3.90
7. Jungchon-cheon	4.0	4.0	3.0	4.2	4.2	2.6	3.4	25.4	3.63
8. Yonga-cheon	2.3	3.3	1.8	4.0	3.8	3.3	4.0	22.3	3.21
9. Munsan-cheon	2.2	3.2	2.4	4.4	3.2	2.4	3.4	21.2	3.03
10. Yeongcheon-gang	3.8	3.5	3.3	4.3	4.4	3.4	3.0	25.8	3.67
11. Sugok-cheon	2.5	3.7	4.0	5.0	5.0	2.2	3.3	25.7	3.67
12. Doksan-cheon	3.3	2.5	3.5	4.5	3.3	2.0	2.8	21.9	3.13
13. Omi-cheon	4.5	4.2	4.7	4.3	4.3	2.0	4.3	28.3	4.04
Mean	3.39	3.57	3.17	4.42	4.25	2.58	3.50	25.3	3.55

- A: land use types
- B: ecological function of the upper levee
- C: levee slope structure
- D: waterfront structure
- E: revetment structure
- F: substrate structure
- G: transverse structure

하상 재료는 생물군집 구조와 생물종 다양성과 밀접한 관계가 있으며, 하상 재료에 따른 생물서식처 기능은 다르게 나타난다(Mitsch and Gosselink, 1993). 일반적으로 하상 재료가 호박돌 또는 호박돌과 자갈이 혼재하는 경우가 실트나 모래 하상보다 자연성이 높은 것으로 보고되고 있다(서울시정개발연구원, 1996; 한국수자원공사, 2003). 본 조사대상 지류의 경우 호박돌 또는 호박돌과 자갈이 혼재하는 하상보다 실트나 모래 하상의 비율이 높으므로 하상 재료의 다양성 측면에서는 자연도가 비교적 낮은 것으로 판단된다.

횡단 구조물에 의한 하천의 단절 정도에 대한 평가점수는 향양천이 4.4점으로 가장 높고, 지수천이 2.4점으로 가장 낮으며, 13개 지류의 평균은 3.5점이었다. 횡단 구조물이 없는 경우가 58.16%로 가장 많고, 어도 등 통로 기능이 없는 보나 차량 통행이 가능한 교량이 32.65%, 어도 등 통로 기능이 있는 보나 차량 통행이 가능한 교량이 4.08%, 징검다리 3.06%, 불규칙적인 유수 통제 시설 2.04% 등의 순이었다.

하천은 발원지로부터 최종 합류되는 하구에 이르기까지 연속된 선형 공간으로 연결되어 있으며, 생물들은 이러한 연속된 공간을 이동하면서 생활을 영위한다(Vannote 등, 1980). 횡단 구조물은 생태계의 다양성과 연속성을 위한 중요한 요소이며 자연친화적인 하천 정비와 복원을 위한 측면에서도 중요한 평가항목이다(표재훈, 2009). 본 조사대상 13개 지류에서는 자연 상태인 경우가 비교적 많은 편이었지만 어도 등 통로 기능이 없는 보가 설치된 경우도 32.65%나 되므로 하천의 연속성의 기능을 정상적으로 수행하지 못하는 경우도 많다고 판단된다.

각 지류별 물리적 특성에 대한 각 항목별 평가 점수를 종합하여 평가지수를 산정한 결과 오미천이 4.04로 가장 높고 반성천, 향양천, 그리고 나불천, 영천강 및 수곡천, 중촌천, 대곡천, 지내천 등의 순이었으며 문산천이 3.03으로 가장 낮았다. 그리고 물리적 특성 중 둔치의 인공화 정도에 대한 평가지수가 4.42로 가장 높고, 호안 구조 4.25, 제방상단

의 생태적 기능 3.57, 횡단구조물 3.50, 주변의 토지이용 3.39, 제방사면 3.17 등의 순이었으며, 하상 재료의 다양성이 2.58로 가장 낮았다.

따라서 조사대상 13개 지류의 둔치와 호안은 비교적 자연 상태를 유지하고 있으나 제방사면과 하상재료의 다양성은 낮은 경향이었다. 이는 하천 정비 사업시 제방사면의 재료를 돌망태, 석축, 콘크리트, 석축옹벽 등으로 사용하는 경우가 대부분이기 때문으로 판단된다. 이에 따라 홍수 피해를 줄이기 위한 지방하천 정비 사업에 의해 목본 우점식생이 정착할 기회를 얻지 못하고 있다(김혜수, 2009). 또한 일부 지역에서는 콘크리트 제방이 농경지의 바닥보다 높아 집중 강우시 경작지의 물이 하천으로 빠지지 못해 하천 주변 지역이 침수될 가능성도 있다.

소방방재청(2009)은 토지매입비가 공사비보다 적으면 토지를 매입해 자연 그대로의 하천을 유지하라고 제안하고 있으나 이 같은 지침을 무시하고 제방을 인공구조물로 바꾸는 지방하천 정비 사업에 의해 하천 본래의 자연경관과 생태 기능이 감소되고 있으므로 이에 대한 대책이 필요할 것으로 판단된다.

그리고 중·소하천에서 수위 유지 및 농업용수 확보를 위해 설치된 횡적 구조물인 보는 그 하부의 수위를 감소시켜 하천 바닥이 드러나게 만들고 이러한 구조물 건설은 하천 생태통로를 차단하고 하천 생물서식처와 경관의 훼손 및 악화를 심화시킨다(안홍규 등 2008). 최근 도시이용 변화, 취수 시설물의 현대화 및 토사 퇴적 등에 의해 원래 기능을 상실한 보가 크게 늘어나고 있다(농림부 2006). 기능을 상실한 보를 제거한 후 초기에 노출된 하천 바닥이 물의 작용에 의해 침식되면 자연적인 구조의 회복 및 하천 환경의 개선 효과가 나타나므로(안홍규 등 2008; 김혜경 등 2007), 남강 본류를 보다 우수한 환경으로 보존하기 위해서는 남강으로 유입되는 지류에 설치된 어도 등 통로 기능이 없는 보의 구조 개선이 신속히 이루어져야할 것으로 판단된다.

3.2 식생의 자연도

식생의 자연도를 식생의 다양성, 외래종의 우점면적, 1년생 초본 우점 면적, 식생의 자연성 및 고유성, 종 다양성 등으로 구분하여 산정한 결과는 Table 6과 같다. 식생의 다양성에 대한 평가점수는 오미천이 3.7점으로 가장 높고, 용아천이 2.3점으로 가장 낮았다. 조사대상 13개 지류의 평균은 2.9점으로서 평가점수가 3인 경우가 57.14%로 가장 많고 2가 16.33%, 4가 14.29%, 1이 8.16%, 5가 4.08% 등의 순이었다.

식생의 다양성은 해당 지역의 안정성과 비례하며(Barbour 등, 1999), 제방의 축조에 의한 하도의 물리적 교란은 식물상과 식생 분포에 영향을 미친다(조형진 등, 2009). 조사지역에서 식생의 다양성 평가점수가 2.9점으로 비교적 낮은 편이므로 조사대상 지류는 식생의 안정성이 낮고 교란되어 있음을 알 수 있다. 그리고 나불천, 용아천, 문산천 등의 평가점수가 특히 낮으므로 이 지역에서 식생의 다양성을 확보하기 위한 대책이 필요할 것으로 판단된다.

외래종의 우점면적에 대한 평가점수는 나불천, 지내천, 향양천, 대곡천, 지수천, 지수천, 반성천, 중촌천, 문산천, 수곡천, 오미천 등이 5.0점으로 가장 높고, 독산천이 4.5점으로 가장 낮았다. 조사대상 13개 지류의 평균은 4.9점으로서 외래종 우점면적이 5% 이하인 경우가 91.84%로 가장 많고 5~10%가 7.14%, 10~15%가 1.02% 등의 순이었다. 1년생 초본의 우점면적에 대한 평가점수는 오미천이 4.0점으로 가장 높고, 반성천 및 영천강, 수곡천, 지내천, 나불천 등의 순이며, 대곡천, 중촌천, 용아천, 문산천, 독산천 등은 1.0점으로 가장 낮았다. 조사대상 13개 지류의 평균은 2.5점으로서 1년생 초본의 분포면적이 20% 이상인 경우가 48.98%로 가장 많고 5~10%가 27.55%, 5% 미만이 13.27%, 15~20%가 6.12%, 10~15%가 4.08% 등의 순이었다.

외래종과 1년생 식물의 번성은 다양성을 낮추고

결과적으로 환경의 안정성을 위협하는데(Barbour 등, 1999; Lee 등, 2005), 이는 외래종과 1년생 초본의 우점면적이 넓을수록 교란이 심하다는 것을 의미한다. 조사대상 지류의 외래종 우점면적에 대한 평가점수가 4.9로서 외래종이 차지하는 면적이 넓지 않으며, 용아천, 영천강, 독산천 등 일부 지역을 제외하고는 대부분의 조사지점에서 외래종의 우점면적이 5% 미만으로 낮았다. 이 결과는 남강 본류의 교란지에서 출현한 26종류의 외래종 중에서 돼지풀의 중요치가 15.81인 것으로 우점종인 결과(강선희 등, 2001)와 대조되는 것이다. 그러나 1년생 초본의 분포면적이 20% 이상인 경우가 약 절반에 가까운 것은 이들 지역이 식생의 다양성과 안정성 측면에서 불리한 지역이라고 판단된다.

현존식생의 자연성 및 고유성에 대한 평가점수는 오미천이 4.5점으로 가장 높고, 지수천과 문산천이 3.4점으로 가장 낮았다. 조사대상 13개 지류의 평균은 3.8점으로서 현존식생이 장경초지 및 습생초지로 둔치와 저수로부에 나타나는 자연초지는 82.65%, 건생초지 및 단경초지와 그 외에 아까시나무 및 가중나무 등 외래 목본류가 출현하는 경우는 6.12%, 버드나무류의 교목림 및 관목림 출현지역과 침수 및 부엽식물이 출현하는 지역 4.08% 등의 순이었다.

하안식생은 하천에서 기초생산자로서의 기능을 담당하며 유속 저감, 유기물 공급, 토양 구조 개선, 야생동물 서식처 제공 등 수변 완충기능을 담당한다(표재훈, 2009). 하천변의 식물적 자연환경의 보호, 보전 및 창조는 하천변에서 고유의 생육역을 갖는 식물군락에 의해 구성됨이 바람직한데(송중석과 안상홍, 2004), 그 중 버드나무속은 식생을 이용한 하천 공법과 경관 요소의 중요한 소재이며(이팔홍과 김태근, 2004), 순1차생산량이 연간 22.5 ton/ha나 된다(한승주 등, 2010). 본 조사대상 13개 지류에서는 대부분이 장경초지 및 습생초지로 둔치와 저수로부에 자연초지가 분포하므로 하천 주변의 식생이 수변 완충기능을 비교적 양호하게 수행하고 있는 것으로 판단된다.

종 다양성에 대한 평가점수는 문산천이 3.6점으

로 가장 높고, 용아천이 1.8점으로 가장 낮았다. 조사대상 13개 지류의 평균은 2.8점으로서 종 다양성이 40~60%인 경우가 45.92%로 가장 많고 20~40%가 38.78%, 60~80%가 11.22%, 80% 이상이 3.06%, 20% 이하가 1.02% 등의 순이었다. 양재천의 경우 친자연 하천복원공사로 복원시공 7년 후에 복원구간의 식물종수와 다양도지수가 비복원구간보다 높았으며, 복원공사에 의하여 새로 생긴 교란지에 식재되거나 도입된 종과 외래 혹은 황무지 식물이 감소되고 갈대와 물억새 군집의 면적이 증가하였는데(조형진 등, 2008), 본 조사지역에서도 종다양성이 낮은 지역을 중심으로 친자연적 하천복원공사가 필요할 것으로 판단된다.

각 지류별 식생의 자연도에 대한 각 항목별 평가점수를 종합하여 식생자연도의 평가지수를 산출한 결과 오미천이 4.10으로 가장 높고 수곡천, 반

성천, 영천강, 중촌천, 지내천, 나불천, 지수천 등의 순이었으며 용아천이 2.78로 가장 낮았다. 식생 자연도에 대한 평가항목 중 외래종의 우점면적에 대한 평가지수가 4.92로 가장 높고, 현존식생의 자연도, 식생의 다양도, 종다양도 등의 순이었으며, 1년생 초본의 우점면적이 2.16으로 가장 낮았다.

대곡천, 중촌천, 용아천, 문산천, 독산천 등의 경우 1년생 초본의 우점면적이 모든 조사지점에서 20% 이상으로서 불안정한 식생으로 구성되어 있음을 알 수 있다. 그러나 이와 대조적으로 외래종이 차지하는 면적이 넓지 않으며, 용아천, 영천강, 독산천 등 일부 지역을 제외하고는 대부분의 조사지점에서 외래종의 우점면적이 5% 미만으로 낮았다.

식생의 자연성 및 고유성에 대한 평가에서는 일부 지류의 상류인 저수지 하단부에서 나지가 분포하지만 대부분의 지역에 장경 습생초지가 분포하여

Table 6. Assessment indices based on the assessment score for the vegetation naturalness of the tributaries around the Namgang-River

Tributaries	A	B	C	D	E	Total	Assessment indices
1. Nabal-cheon	2.4	5.0	2.3	3.7	2.6	16.0	3.20
2. Jinae-cheon	2.6	5.0	2.5	4.0	2.0	16.1	3.22
3. Hyangyang-cheon	2.7	5.0	1.4	3.6	2.4	15.1	3.02
4. Daegok-cheon	2.7	5.0	1.0	3.7	2.7	15.0	3.02
5. Jisu-cheon	3.2	5.0	1.8	3.4	2.4	15.8	3.16
6. Banseong-cheon	3.3	5.0	3.9	3.7	2.7	18.6	3.72
7. Jungchon-cheon	3.2	5.0	1.0	4.0	3.0	16.2	3.24
8. Yonga-cheon	2.3	4.8	1.0	4.0	1.8	13.8	2.78
9. Munsan-cheon	2.4	5.0	1.0	3.4	3.6	15.4	3.08
10. Yeongcheon-gang	3.1	4.7	3.9	3.6	3.1	18.3	3.68
11. Sugok-cheon	3.3	5.0	3.3	4.2	3.3	19.2	3.82
12. Doksan-cheon	2.8	4.5	1.0	3.8	2.8	14.8	2.98
13. Omi-cheon	3.7	5.0	4.0	4.5	3.3	20.5	4.10
Mean score	2.90	4.92	2.16	3.82	2.75	16.80	3.30

- A: vegetation diversity
- B: exotic species dominance
- C: annual herb dominance
- D: actual vegetation naturalness
- E: species diversity

자연도가 높았다. 특히 오미천의 경우 전체 6개 조사지점 중 절반이 층위구조가 발달된 자연식생을 유지하고 있어 식생의 자연성 및 고유성이 우수하였으며, 이 지역의 식생을 보존하고 유지하기 위한 지속적인 노력이 필요할 것으로 판단된다.

3.3 하천의 종합자연도

물리적 환경 특성에 대한 자연도 평가지수와 식생 자연도의 평가지수로부터 산정한 하천자연도의 종합 평가지수는 오미천이 8.14로 가장 높고, 반성천, 수곡천, 영천강, 나불천 및 중촌천, 향양천, 지내천, 지수천, 대곡천, 문산천 및 독산천 등의 순이었으며, 용아천이 5.99로 가장 낮았다(Table 7).

종합평가지수를 기준으로 분류한 하천의 종합

자연도 등급은 오미천이 I 등급으로서 이 지역이 조사대상 13개 지류 중에서 생물 서식에 가장 적당한 물리적 구조를 가지며 하천 고유의 자연식생이 조성되어 법적보호종 등의 서식이 가능한 핵심 지역에 해당한다. 반성천, 수곡천, 영천강, 나불천, 중촌천, 향양천, 지내천, 지수천, 대곡천, 문산천, 독산천 등은 II 등급으로서 이들 지역이 생물 서식에 적당하나 일부 교란이 있으며 법적보호종의 서식이 가능한 지역에 해당한다. III등급인 용아천은 자연 상태이나 부분적으로 교란이 많은 지역으로서 법적 보호종의 서식지 보존을 위한 완충지역에 해당한다. 이 결과는 물리적 구조의 특성 평가에 중점을 두고 평가한 영천강의 2등급과 나불천의 3등급(김종오, 2001)에 비교되는 것이다.

Table 7. Naturalness grades based on the assessment indices for the abiotic factors and the vegetation naturalness of the tributaries around the Namgang-River

Tributaries	Assessment indices			Naturalness grade
	Abiotic factors	Vegetation structures	Total	
1. Nabal-cheon	3.67	3.20	6.87	II
2. Jinae-cheon	3.50	3.22	6.72	II
3. Hyangyang-cheon	3.76	3.02	6.78	II
4. Daegok-cheon	3.53	3.02	6.55	II
5. Jisu-cheon	3.46	3.16	6.62	II
6. Banseong-cheon	3.90	3.72	7.62	II
7. Jungchon-cheon	3.63	3.24	6.87	II
8. Yonga-cheon	3.21	2.78	5.99	III
9. Munsan-cheon	3.03	3.08	6.11	II
10. Yeongcheon-gang	3.67	3.68	7.35	II
11. Sugok-cheon	3.67	3.82	7.49	II
12. Doksan-cheon	3.13	2.98	6.11	II
13. Omi-cheon	4.04	4.10	8.14	I
Mean	3.55	3.30	6.86	II

3.4 물리적 특성과 식생 자연도의 상관성 분석

하천의 습지생태계에서 물리적 특성에 대한 인위적인 교란이 식생의 자연도에 미치는 영향을 알아보기 위해 물리적 특성과 식생의 자연도 사이의 관계를 분석하였다. 물리적 특성의 평가 항목인 지류 주변의 지배적인 토지이용 현황, 제방 상단의 생태적 기능, 제방 사면의 구조, 둔치의 인공화 및 이용 강도, 호안의 인공화 정도, 하상재료의 다양성, 횡단구조물에 의한 단절 정도 등을 종합한 평가지수와 식생 자연도의 평가항목인 식생의 다양성, 외래종의 우점면적, 1년생 초본의 우점면적, 식생의 자연성 및 고유성, 종 다양성 등의 상관성을 분석하였다.

물리적 특성의 평가지수와 식생의 다양성은 Fig. 2와 같이 강한 정의 상관관계가 성립하였다($\alpha=0.01$). 그러나 물리적 특성은 외래종의 우점면적, 1년생 초본의 우점면적, 식생의 자연성 및 고유성 및 종 다양성과 상관성이 없었다. 물리적 특성의 평가지수와 식생 자연도의 평가지수는 Fig. 3과 같이 높은 정의 상관관계가 성립하였다($\alpha=0.01$). 따라서 물리적 특성의 자연도가 높을수록 식생 자연도가 높으며, 이는 물리적 특성이 자연 상태로 유지되어야 식생의 자연도가 높게 유지될 수 있다는 것을 의미한다.

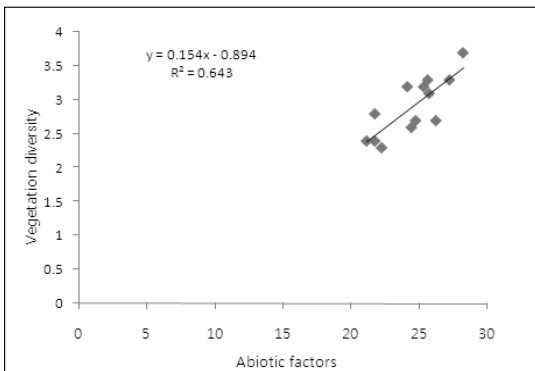


Fig. 2. Regression analysis between the abiotic factors and the vegetation diversity of the tributaries around the Namgang-River.

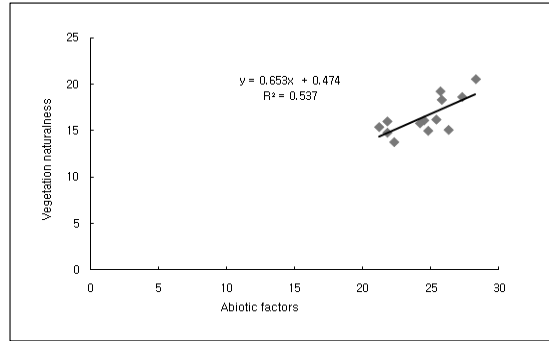


Fig. 3. Regression analysis between the abiotic factors and the vegetation naturalness of the tributaries around the Namgang-River.

3.5 습지생태계의 보전 대책

하천에는 여러 동식물들이 살아갈 수 있도록 다양한 환경이 형성되어 있다. 이러한 하천에는 여울소 등과 같이 유속과 유심을 변화시키는 요소, 모래와 자갈 등의 하상 재료, 수역에서 고수부지까지 다양한 지형 변화, 홍수에 의한 하천 환경의 파괴와 재생의 반복 등 하천 특유의 조건을 가지고 있다. 또한 하천은 동식물만의 공간이 아니라 인간에게도 매우 중요한 의미를 갖는다. 인간과 동식물 모두에게 중요한 의미를 가지는 하천의 환경 관리는 안전함과 쾌적함 그리고 삶의 윤택함을 함께 줄 수 있는 방향으로 설정되어야 하며 동시에 하천 본래의 환경이 최대한 유지될 수 있도록 노력하여야 한다(남정길, 2004). 이러한 하천의 중요성과 본 연구 결과를 바탕으로 남강으로 유입되는 13개 지류의 습지생태계에 대한 보전 대책과 보존 방안을 다음과 같이 제시하고자 한다.

- (1) 지류의 연안대는 직강화, 단순화 및 복개공사로 습지생태계가 훼손됨에 따라 각종 야생동물의 서식처가 감소하고 수생 및 습생 관속식물에 의한 하천의 자정능력이 저하되고 있으므로 각종 토목 공사 시행시 습지생

- 태계를 보전하기 위한 사전 환경성 검토가 필요하다.
- (2) 지류의 직강화와 콘크리트 및 석축을 이용한 제방 공사는 지류의 구조와 생태적 기능을 훼손하여 서식종의 감소를 가져오므로 자연 상태를 유지하는 것이 바람직하며, 하천을 복원하거나 제방공사를 할 경우 지류의 구조 변화를 최소화하고 자연식생이 보장되는 제방 사면으로 시공하여야 한다.
 - (3) 홍수 및 수위 조절을 고려한 직강화 공사시댐, 보, 낙차공 등의 수리 구조물 설치로 상류와 하류간의 생태계가 단절되므로 어류이동을 원활하게 해주는 구조물로서의 어도는 회유성 어종 뿐만 아니라, 일차 담수어들이 국지적인 회유에도 필요한 시설이므로 하천의 복원과 댐의 건설 및 보를 신설할 경우 어류의 소상을 위한 어도를 설치하고 기존의 댐과 보의 구조를 개선하여야 한다. 기능이 다한 보의 철거를 통한 하천생태통로 복원사업은 생태환경의 복원 측면에서 시급한 과제이다(안홍규 등, 2004).
 - (4) 지류 주변의 고수부지 조성으로 인한 육상화로 고유의 수생 및 습생 관속식물이 감소하고 미국미역취, 양미역취, 돼지풀 등의 육상 귀화식물이 침입하여 아름다운 수변 경관과 식생의 질이 저하되고 건강상 위해를 가하며, 수생 및 습생 관속식물의 다양성 감소가 우려되므로 귀화식물의 분포 및 확산을 조사하고 제거를 유도하기 위한 대책이 마련되어야 한다.
 - (5) 남강 본류 및 지류의 연안대에 조성된 고수부지, 주차장, 경작지 등을 점진적으로 자연형 하천의 개념에 부합되는 습지로 복원하여 경관을 개선하고 하천의 자정능력을 높이며 각종 야생동물의 서식지를 확보하여야 한다.
 - (6) 식물상이 다양하고 식생의 보존 상태가 양호한 오미천, 반성천, 수곡천 등의 습지생태계를 중점적으로 보전하기 위한 관리 및 전

문 인력을 확보, 배치하고 식물상이 다양하고 식생이 양호한 지역을 중심으로 안내표지판을 설치하며 민간 환경단체의 협력을 유도하여 계절에 따라 안내요원을 배치하여 자연관찰원 및 생태교육장으로 활용하여야 한다.

- (7) 진주시의 주요 습지생태계에 서식하는 야생 동식물의 현황을 인터넷 환경 및 안내 책자를 통하여 홍보하고, 진주시 관내 각종 연구기관과 연계한 생태교육 프로그램을 운영하여 일반 시민들이 진주시의 습지생태계를 쉽게 이해하고 습지생태계에 대한 중요성을 인식하며 자연 보전에 대한 공감대를 형성할 수 있는 계기를 마련하여야 한다.
- (8) 진주시 관내의 남강 및 지류의 습지생태계에 대한 주기적이고 지속적인 모니터링을 시행하여 습지생태계의 현황, 변화 및 문제점을 파악하여 습지 환경에 대한 기초 자료를 확보하고 그 결과를 진주시의 각종 환경 정책에 반영하여야 한다.

감사의 글

이 연구는 2009년도 경상대학교 연구년제 연구교수 연구지원비에 의하여 수행되었으며, 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

강선희, 이팔홍, 손성곤, 김철수, 오경환, 남강의 연안대 습지에서 교란지와 비교란지의 식생구조와 환경요인의 비교, 한국습지학회지, 제3권, 제1호, pp. 1-17, 2001.

길혜경, 김동건, 정상우, 신일권, 조강현, 우효섭, 배연재, 경기도 경안천에서 소형 보의 철거 이후에 변화된 저서형 대형무척추동물 군집, 한국환경생태학회지, 제24권, 제4호, pp. 385-393, 2007.

김성봉, 신호중, 복원비용을 통한 습지의 가치도출

- 에 관한 연구, 한국습지학회지, 제8권, 제2호, pp. 83-92, 2006.
- 김수진, 하천식생 평가법의 개발과 적용, 인하대 석사학위 논문, 2006.
- 김종오, **남강유역 하천 수질 및 유량. 진주시 남강 유역 생태계 조사 및 보존 대책 수립 조사보고서**, pp. 197-231, 2001.
- 김혜수, 생태적 복원을 실현하기 위한 기초연구로서 한국 하천의 자연도 평가, 서울여자대학교 석사논문, pp. 61, 2009.
- 김홍배, 안경수, 자연형 도시하천의 식생 및 어류 다양성과 특성 평가, 한국습지학회지, 제8권, 제2호, pp. 53-64, 2006.
- 남정길, 자연생태계 보전 및 환경복원을 위한 자연친화형 하천정비에 관한 연구, 연세대학교 석사학위논문, pp. 98, 2004.
- 농림부, **농업생산기반 정비사업 통계연보**, 농촌기반공사, 2006.
- 박익수, 자연형하천 복원을 위한 도시 중·소하천의 하천자연도 평가에 관한 연구, 경상대학교 석사학위논문, 2000.
- 박진원, 서울지역 도시하천의 식생현황과 하천 자연도 평가, 경상대학교 석사학위논문, 2002.
- 서울시정개발연구원, **자연형 하천으로의 정비방안 연구**, pp. 125-131, 1996.
- 송중석, 안상홍, **전국내륙습지 자연환경조사 (검암 습지): 식생**, 환경부, pp. 250-281, 2004.
- 안홍규, 우효섭, 김규호, 기능을 상실한 보 철거를 통한 하천생태통로 복원-곡릉천 곡릉 2보 철거를 대상으로, 한국환경복원녹화기술학회지, 제11권, 제2호, pp. 40-54, 2008.
- 안홍규, 우효섭, 윤병만, 조강현, 단절된 하천생태통로의 복원-기능을 상실한 보 철거 및 부분개보수를 통하여, 한국습지학회지, 제6권, 제4호, pp. 15-24, 2004.
- 이정보, 김창환, 김종구, 이덕배, 박찬원, 나승용, 만경강 본류의 자연정화능력 향상을 위한 식생학적 진단, 한국환경농학회지, 제22권, pp. 153-165, 2003.
- 이두한, 손민우, 대형 인공하천실험을 이용한 생태수리학 연구 소개. 일본 자연공생센터를 중심으로, 한국습지학회지, 제6권, 제1호, pp. 5-15, 2004.
- 이창석, **수변식생 자연도 조사 및 평가 최종보고서**, 국립환경과학원, pp. 14, 2008.
- 이팔홍, 하천변에 분포하는 버드나무속의 생장 특성과 군집 동태, 경주대 박사학위 논문, pp. 186 p, 2002.
- 이팔홍, 김태근, **전국내륙습지 자연환경조사 (해평 습지): 식생**, 환경부, pp. 19-72, 2004.
- 임동욱, 조원철, 최현우, 광주광역시 도심 영산강 수계 습지의 식물자원, 한국습지학회지, 제11권, 제2호, pp. 17-28, 2009.
- 조용현, 생태적 복원을 위한 중·소하천 자연도 평가 방법 개발, 서울대학교 박사학위논문, pp. 53~85, 1997.
- 조형진, 우효섭, 이진원, 조강현, 도시 하천 양재천에서 복원후 하안식생의 변화, 한국습지학회지, 제10권, 제3호, pp. 111-124, 2008.
- 조형진, 홍일, 여홍구, 조강현, 본류와 폐천의 식물상과 식생분포의 비교, 한국습지학회지, 제11권, 제1호, pp. 65-73, 2009.
- 조홍제, 윤종춘, 계층분석과정기법(AHP)을 이용한 하천자연도평가법 개선, 한국습지학회지, 제11권, 제3호, pp. 21-35, 2009a.
- 조홍제, 윤종춘, 하천자연도를 이용한 자연형하천대안 선정기법, 한국습지학회지, 제11권, 제3호, pp. 71-80, 2009b.
- 중앙재난안전대책본부 소방방재청, **수해복구사업 업무추진 종합지침(2009 수해복구 추진지침)**, 소방방재청 복구지원과, pp. 101, 2009.
- 표재훈, 하천 환경생태공간 정보화를 통한 통합적 하천자연도 평가기법에 관한 연구, 공주대학교 박사학위논문, pp. 168, 2009.
- 한건연, 김지성, 백진규, 박홍성, 하천에서 천변저류지의 홍수저감효과 분석, 대한토목학회 정기학술대회, pp. 223-236, 2005.
- 한국수자원공사, **하천자연도 평가지침 업무메뉴얼**,

- pp 9-20, 2003.
- 한승주, 김현우, 김해란, 김혜주, 한동욱, 박상규, 유영한, 하천변 버드나무군락의 1차순생산량, 유기탄소 흡수량과 낙엽분해, 한국습지학회지, 제12권, 제1호, pp. 15-22, 2010.
- 환경부, **하천 복원 가이드 라인**, G-7 국내 여건에 맞는 자연형 하천공법 개발 연구팀, pp. 136-138, 2002.
- 환경부, **수생태계 건강성 회복을 위한 하천복원 모델과 기준, 조사계획 수립 연구보고서 (Ⅲ) 수생태 건강성 조사계획 수립 및 지침**, 국립환경과학원, pp. 306-321, 2007.
- Barbour, M.G., Burk, J. H., Pitts, W.D., Terrestrial Plant Ecology, The Benjamin/Cummings Pub. Co., pp. 156-160, 1987.
- Barbour, M.T., Jeristen J., Synder B.D., Stribling J.B., *Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrates and Fish (2nd ed.)*, EPA 841-B-99-002, 1999.
- Braun-Blanquet, J., Plant sociology: The study of plant communities (Translated by G. D. Fuller and H. S. Conard, 1965), Hafner Publishing Co., New York & London, 437pp, 1932.
- Dorn, R.D.. A synopsis of America *Salix.*, Can. J. Botany, Vol. 54, 2769-2789, 1976.
- Lee C.S., Cho Y.C., Shin H.C. Moon J.S., Lee B.C., Bae Y.S., Byun H.G., Yi H., Ecological Response of Streams in Korea under Different Management Regimes, Water Engineering Research, Vol. 6, No. 3, pp. 131-147, 2005.
- Mitsch, W. and Gosselink, J., Wetland. New York, Van Nostrand Reinhold, 1993.
- Otto J.M., Nation Building, and Social Tension in Egypt. In: Designers of Development: Intellectuals and Technocrats in the Third World. B. Galjart and P. Silva (Eds.). Research School CNWS, Leyden, pp. 107-128, 1995.
- Salinas, M.J., Guirado, J., Raparian plant resstoracion in summer-dry riverbeds of Southeastern Spain, Res. Ecol. Vol. 10, pp. 695-702, 2002.
- Vannote R.L., Minshell G.W., Sedell J.R., Cushing C.E., The River Continuum Concept, Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science, Vol. 37, No. 1, pp. 130-137, 1980.

○논문접수일 : 10년 11월 19일
 ○심사의뢰일 : 10년 11월 25일
 ○심사완료일 : 10년 11월 27일