

토지이용패턴에 따른 하천수질과 식생분포

오영주 · 강병화 · 김병우¹⁾ · 김성필²⁾ · 한민수²⁾ · 김진호²⁾ · 나영은^{2)*}

고려대학교 환경생태공학과, ¹⁾상지대학교 생명과학과, ²⁾농업과학기술원
(2006년 1월 5일 접수, 2006년 3월 24일 수리)

The Quality of Water and Distribution of Vegetation According to Land Use Pattern

Oh, Young-Ju, Byoung-Wha Kang, Byoung-Woo Kim¹⁾, Sung-Pil Kim²⁾, Min-Su Han²⁾, Jin-Ho Kim²⁾, and Young-Eun Na^{2)*} (Department of Environment and Ecological Technology, Korea University, Seoul 136-701, Korea, ¹⁾Department of Life Science, Sangji University, Wonju 220-702, Korea, ²⁾National Institute of Agricultural Science and Technology, Suwon 441-707, Korea)

ABSTRACT: The land use pattern, water quality and vegetation were investigated in the six tributaries, including Hanggeumcheon and Satancheon of the Namhan hydrosphere, Iksancheon, Jeonjucheon and Gosancheon of the Mankyung hydrosphere as well as Jongeupcheon of the Dongjin hydrosphere. Forest and farmland area were extensive in Hanggeumcheon, Satancheon and Gosancheon. Farmland and livestock area were wide in Iksancheon. Jeonjucheon were occupied with broad urban. Industrial and urban area were extensive in Jongeupcheon. The loading amounts of biochemical oxygen demand (BOD), total nitrogen (T-N), total phosphorus (T-P) of Iksancheon and chemical oxygen demand (COD) of Jeonjucheon were determined to be very high, respectively. The quality of water in Hanggeumcheon, Satancheon and Gosancheon were determined to be good quality. The species diversity was lower in the down stream than in the upper stream except for the Gosancheon. Life form of plants were mostly perennial plants in the upper stream and annual plants in the down stream of rivers. It was estimated that there is high level of disturbance in the down stream of rivers. The quality of water was significantly correlated with farmland and forest area. In conclusion, human impacts, such as farmland and housing lot, exerted an influence on the disturbance of down stream and the water quality of rivers.

Key Words: land use pattern, water quality, vegetation, disturbance

서론

최근 들어 UNEP에서 환경의 변화에 따른 생태계의 훼손과 종의 멸종에 위협을 받아 생물다양성협약과 같은 국제기구의 활동으로 생태계 보호에 많은 관심이 모아지고 있다. 그 중 하천은 침식과 운반, 퇴적 등의 과정을 거치면서 지속적인 교란이 형성되고 이런 환경에 적응한 식생은 하천의 고유의 생태계를 형성하고 하천 생물의 서식환경에 기본이 된다.

하천생태계에는 다양한 식생이 존재하고 여기에는 초식동물이나 곤충의 먹이 또는 산란장소의 역할을 한다. 이들 식생은 홍수시 유속을 완화시키고 토양의 침식을 억제하며 수질을 정화하는 기능을 한다¹⁾. 하천의 수질오염은 하천의 부영

양화와 토양내 오염원의 퇴적 등으로 하천의 식생을 변화시키고 주변에 서식하던 초식동물과 곤충들에게 영향을 주어 하천생태계를 훼손시키는 주요 요인이 된다²⁾. 수질에 영향을 미치는 요인들은 하천의 형태, 주변 생태계, 오염원의 분포, 인간의 활동, 토지이용 등 여러 가지 환경요인들이 있으며 이 요인들과의 관계를 구명하려면 다각적인 접근이 필요하다.

하천주변의 토지이용은 하천수질과 생태계에 영향을 미치고 있고³⁾, 하천주변의 농경지는 잠재오염부하량은 매우 크지만 비점오염원 물질이 하류로 이동하는 동안 물리, 화학, 생화학, 생물학적 변화를 거치면서 농도가 낮아진다고 보고되고 있다⁴⁾.

만경강과 영산강의 수질오염과 수생식물 다양성에 대한 Lee⁵⁾의 연구에서 산림의 훼손방지와 수질오염원의 감소는 수질의 향상과 높은 종다양성을 형성한다고 보고하고 있고, Lee 등⁶⁾과 Yun 등⁷⁾에 의해서 만경강 유역의 수질, 토양, 식생특성 등에 관해 평가된 바 있다. 서열법을 이용하여 만경강

*연락처:
Tel: +82-31-290-0236 Fax: +82-31-290-0205
E-mail: yena0315@rda.go.kr

의 하천식생에 대한 Kim 등⁸⁾의 연구에서 pH가 수생식물의 분포에 영향을 주고 교란지의 식생과 습생식물은 총질소와 인산이 영향을 주는 것으로 보고하였고, 동진강의 수질특성과 식물상에 대해서도 Lee 등⁹⁾과 Yun 등¹⁰⁾에 의해서 조사된 바 있다. 백 등¹¹⁾에 의한 발안천의 식생분포는 토양의 이화학적 특성에 따라 다르며, 이 특성들은 수로의 거리와 관련이 있다고 보고하였고 Kang 등¹²⁾에 의해 청주 무심천의 교란과 식생의 변화 연구에서는 상류보다 하류가 종다양성이 낮고 중류지역은 도시지역 시민들에 의한 잦은 교란으로 종다양성이 높은 것으로 보고된 바 있다.

따라서, 본 연구는 하천에 미치는 환경요인을 다각적으로 구명하기 위하여 다양한 주변 환경을 지닌 하천을 선정하고 하천변 토지의 이용 패턴에 따른 하천의 수질특성과 하천변 식생과의 상호관계를 구명하고자 하였다.

재료 및 방법

조사지역의 개요

본 조사지역은 하천주변의 도시, 산림, 농업과 같은 토지 이용패턴을 기준으로 선정하였다. 동경 127°23'~127°33', 북위 37°27'~37°33'에 위치한 남한강 수계의 항금천과 사탄천 그리고 동경 126°50'~127°20', 북위 35°35'~36°01'에 위치한 만경강 수계의 익산천, 전주천, 고산천과 동진강 수계의 정읍천을 대상으로 하였으며 행정구역상 경기도 양평군 강하면의 항금천과 옥천면의 사탄천, 전라북도 익산시 왕궁면의 익산천, 전주시 완산구의 전주천, 완주군 고산면의 고산천, 정읍시 덕천면의 정읍천이다(Fig. 1). 남한강 유역인 양평의 1971-2000년까지의 30년간 기상자료에서 연평균기온은 10.8℃, 연평균 최저기온은 5.2℃, 연평균 최고기온은 17.3℃, 연강수량은 1300.7 mm이다. 만경강과 동진강 유역인 부안의 연평균기온은 12.4℃, 연평균 최저기온은 7.6℃, 연평균 최고기온은 17.7℃, 연강수량은 1219.4 mm이다¹³⁾.

조사방법

본 조사는 2003년 3월부터 10월까지 각 하천별 상류와 하류 지점을 선정하여 식생과 육상생태계의 유형 및 수질을 3회 조사를 실시하였다. 식생조사는 Braun-Blanquet¹⁴⁾의 식물사회학적 연구방법에 따라 조사하였으며 표본구는 입지조건과 상관에 따라 식분이 균질한 지점에서 실시하였다. 식물상은 양치식물 이상의 고등식물(관속식물)의 분류군을 Lee¹⁵⁾의 도감을 기준으로 동정하였다. 조사된 식생자료를 토대로 Shannon-Wiener의 종다양성지수(H')와 식물의 생활형을 산정하였다. 육상생태계의 유형은 하천별로 수질에 영향을 줄 수 있는 하천유역(basin line)을 고려하여 반경 1 km 범위에서 현지조사와 1:50,000 지형도 및 토지이용도를 기본으로 하여 조사하였다. 수질은 4월과 9월에 BOD, COD, T-N, T-P에 대하여 항금천, 사탄천, 익산천, 고산천, 전주천, 정읍천의 하류지역에서 샘플링하여 분석하였다. BOD는 윙클러-아지드화 나트륨변법, COD는 중크롬산 칼륨에 의한 화학적 산소요구량으로 분석하였고, 총질소(T-N)과 총인(T-P)는 흡광광도법으로 구하였다. 하천의 식물 및 수질의 관계는 Community analysis package(version 3.0)프로그램을 이용하여 PCA(principal component analysis) 분석을 실시하였다.

결 과

토지이용 현황과 하천수질

하천별 토지이용 현황을 조사한 결과 Table 1에서 보는 바와 같이 남한강의 지류인 항금천, 사탄천은 삼림지역이 77.0~79.5%로 대부분의 면적을 차지하고, 그 외의 면적은 항금천에서는 농경지가 차지하는 반면 사탄천은 주거지와 농경지가 유사한 비율로 차지하는 것으로 조사되었다. 만경강의 지류인 익산천은 대부분이 농경지로 이용되고 있지만 축산지역이 넓은 지역을 차지하고 있어 수질에 많은 영향을 주고 있는 것으로 판단되며 소단위의 마을들이 많이 분포하고 있었다. 고산천은 78.8%의 넓은 면적의 산림과 하천주변의 농경지가

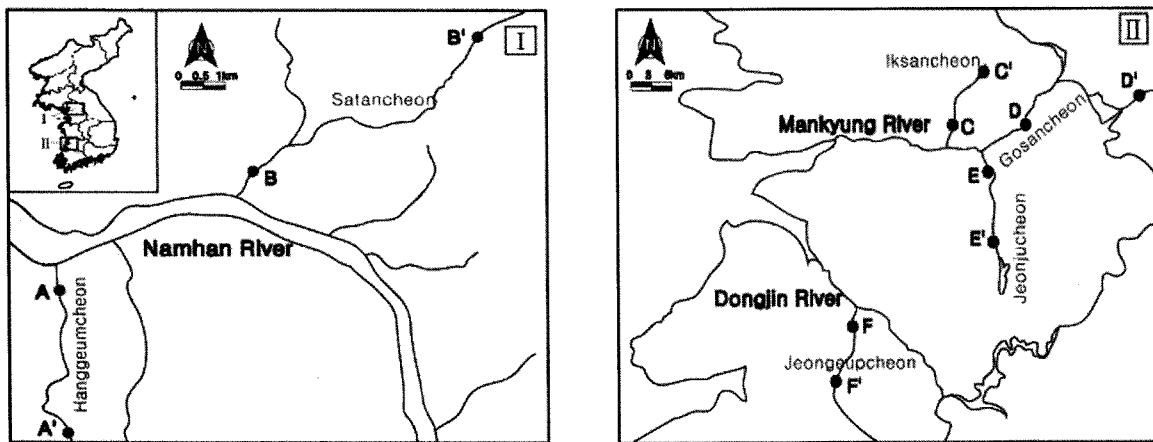


Fig. 1. The map showing the investigation areas with 6 tributaries of Namhan (I), Mankyung and Dongjin rivers (II).

14.1% 분포하여 항금천과 더불어 비교적 자연성이 높은 지역으로 판단되었다. 전주천은 전주시를 관통하는 하천으로 82.1%가 주거지로 이용되고 있고 전주시 주변으로 산림지대와 농경지가 각각 0.9%와 17.1%가 형성되어 있었다. 동진강의 지류인 정읍천은 84.0%의 농경지가 형성되어 있고 주거지는 12.3%로 공업지대가 많이 포함되어 있는 지역이다. 하

천별 토지이용 현황을 통해 나누어 보면 산림지역의 하천이 항금천, 사탄천, 고산천이고, 농업지역의 하천이 익산천, 정읍천이며, 주거지역의 하천은 전주천으로 구분할 수 있다.

남한강의 항금천과 사탄천, 만경강의 고산천은 산림지가 넓은 지역으로 하천의 수질은 세지역 중에 고산천의 T-N이 낮은 것을 제외하고 비슷한 경향을 나타냈다(Fig. 2). 만경강

Table 1. River length and land use pattern of 6 tributaries in Namhan, Mankyung and Dongjin Rivers

Rivers	Tributaries	River Length (km)	Total area (km ²)	Land use type (%)		
				Forest ^{a)}	Farmland ^{b)}	Housing lot ^{c)}
Namhan	Hanggeumcheon	8.90	11.45	77.0 (8.82)	22.3 (2.55)	0.7 (0.08)
	Satancheon	11.68	23.38	79.5 (18.59)	10.7 (2.50)	9.8 (2.29)
Mankyung	Iksancheon	16.0	24.66	3.5 (0.85)	81.5 (20.09)	15.1 (3.72)
	Gosancheon	30	31.01	78.8 (24.48)	14.1 (4.38)	7.1 (2.20)
	Jeonjucheon	23	25.8	0.9 (0.22)	17.1 (4.40)	82.1 (21.18)
Dongjin	Jeongeupcheon	15	14.65	3.8 (0.55)	84.0 (12.30)	12.3 (1.80)

a-c) () unit : km²

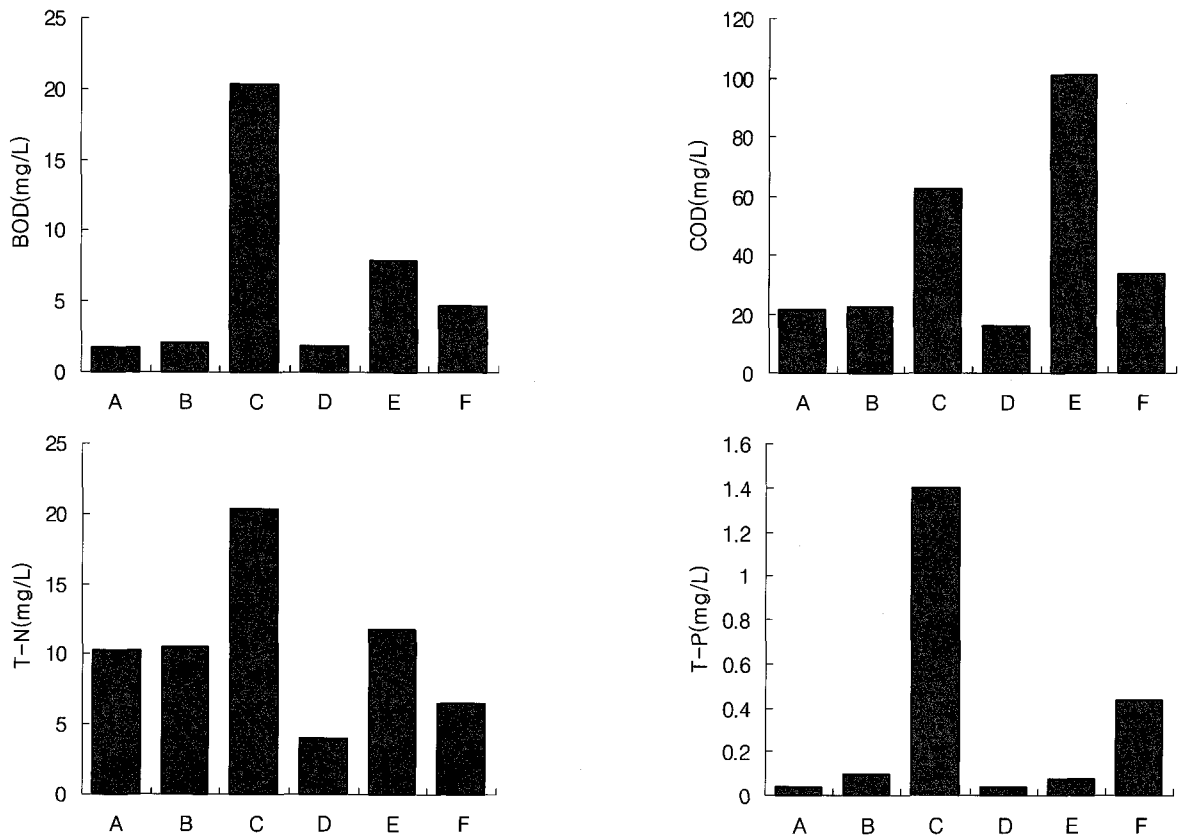


Fig. 2. Comparison of BOD, COD, T-N and T-P concentrate in 6 tributaries having different land utilization background. A: Hanggeumcheon B: Satancheon C: Iksancheon D: Gosancheon E: Jeonjucheon F: Jeongeupcheon

의 익산천은 산림지가 3.5%로 적고 농경지가 대부분이며 축산을 겸하고 있다. 이 지역의 BOD는 인근 조사지역인 고산천에 비해 11배 정도 높은 것으로 조사되었으며 T-N과 T-P도 고산천에 비해 4~5배정도 높은 것으로 나타났다. 전주천은 주거밀집지역 등 주변 환경에 의해 COD가 고산천보다 더 높았다. 동진강의 정읍천은 공업지역이 하천주변에 넓은 면적을 차지하고 있어 BOD, COD, T-P가 산림지역 넓은 항금천이나 고산천에 비해 높게 나타났다(Fig. 2).

하천별 식물의 종다양성

6개 지류의 상류와 하류의 종다양성을 조사한 결과, 고산천을 제외하고 대부분 지역의 하류가 종다양성이 낮은 것으로 조사되었다(Fig. 3). 하천의 종다양성은 하천의 유형과 유기물의 퇴적 그리고 오염원의 유입 등으로 차이를 보이게 되는데, 고산천의 경우에는 상류는 산림지역과 인접해 있어 유기물 퇴적층이 빈약하고 하류는 유속이 완만하고 넓은 지역에 유기물 퇴적층이 발달하여 갈대가 군락을 이루고 하천변에 휴경지와 같은 다양한 서식환경을 제공하고 있는 지역으로 종다양성이 상류보다 더 높게 조사되었다. 항금천과 사탄천의 상류는 산림지역에 생육하는 식물이 쉽게 유입되어 서식할 수 있는 충분한 서식공간을 제공하며 사탄천의 하류는 생활하수의 유입에 의한 오염원 및 유기물퇴적으로 종다양성이 감소하는 것으로 조사되었다. 익산천은 상류와 하류의 큰 차이를 발견할 수 없는데, 하류의 하천정비로 인한 인공적인 하천식생의 제공과 하천변의 계속적인 경작활동으로 인해 교란이 가중되어 이들 지역에 종다양성이 높게 나타나는 것으로 판단되었다. 전주천과 정읍천의 상류는 산림지역의 서식환경을 제공하고 하류의 전주천은 넓은 퇴적면적을 제공하지만 지속적인 경작활동이 이루어지고 있고 퇴적층에는 주로 갈대와 같은 추수식물이 서식하며 정읍천에는 좁은 하천변과 경사면으로 하천의 식생이 제한되어 출현하여 종다양성이 낮게 분석되었다(Fig. 3).

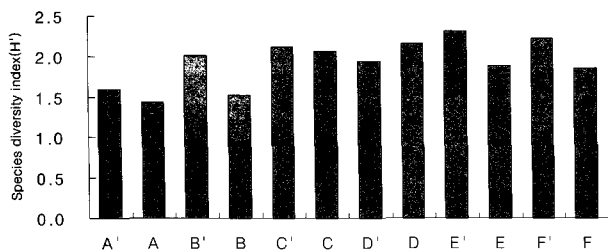


Fig. 3. Diversity indices of plants in 6 tributaries having different land utilization background.

A': Upper area of Hanggeumcheon A: Lower area of Hanggeumcheon B': Upper area of Satancheon B: Lower area of Satancheon C': Upper area of Iksancheon C: Lower area of Iksancheon D': Upper area of Gosancheon D: Lower area of Gosancheon E': Upper area of Jeonjucheon E: Lower area of Jeonjucheon F': Upper area of Jeongeupcheon F: Lower area of Jeongeupcheon

하천별 식물의 생활형 비교

식물의 생활형은 그 지역의 교란도와 밀접한 연관이 있는 것으로 Fig. 4와 같이 모든 하천에서 상류지역의 1년생 비율은 12~31%, 2년생 비율은 9~17%, 다년생 비율은 59~77%로 다년생이 1년생과 2년생보다 높은 비율로 출현하고 하류지역은 1년생과 2년생 비율이 20~42%, 18~33% 그리고 다년생 비율이 36~51%로 상류지역에서의 다년생 비율보다 낮아지고 1년생과 2년생의 비율이 높아진다. 하천의 육역과 수역의 접점부근은 항상 불안정한 환경조건하에 있고 식물군락의 배치는 서식지에 물리적, 화학적 영향을 받으며 많은 식물군락의 변화가 형성된다. 일년생 초본은 지표의 퇴적물이 심하게 이동하는 하천에서 퇴적물이 이동함에 따라 군락의 이동도 심하고 천이의 초기단계에 나타나는 종군으로 입지가 교란을 받지 않는 상태가 되면 다른 군락으로 천이가 이루어지게 된다¹⁾. 본 조사지의 하류지역은 홍수시 빈번한 토사의 퇴적이나 인간의 의한 경작활동 등의 요인으로 교란이 이루어 지고 있는 것으로 판단할 수 있다(Fig. 4).

수질과 식생의 주성분분석

하천의 수질과 식생에 대한 각 변수들의 상관행렬에 대한 고유값(Eigenvalues), 기여율(Proportions) 및 누적비율(Cumulative of total variance)의 주성분분석은 Table 2와 같다. Table 2에서 주성분 1~3의 기여율에 대한 누적비율이 92.47%로 높게 나타났다. 주성분 1에서의 고유값은 5.032이고 기여율은 62.91%를 차지하고 BOD, T-N, T-P, COD의 수질과 식물 생활형의 일년생과 다년생이 1축을 형성하는데 높게 기여한 것으로 분석되었다. 주성분 2에서는 고유값이 1.746이고 누적비율은 84.74%를 나타냈으며 기여율이 21.83%로 식물의 종다양성과 이년생이 2축을 형성하는데 기여도가 높은 것으로 조사되었다. 주성분 3에서는 기여율이 7.73%로 미미한 정도로 기여하였다.

이러한 결과를 이용하여 누적비율이 높은 주성분 1과 2를 2차원에 표시하면 Fig. 5과 같이 나타나는데, 1축에서는 수질과 관련하여 상류와 하류지역이 구분되고 이들 중 도시의 영향을 많이 받는 전주천의 구분이 뚜렷하게 형성되었다. 또

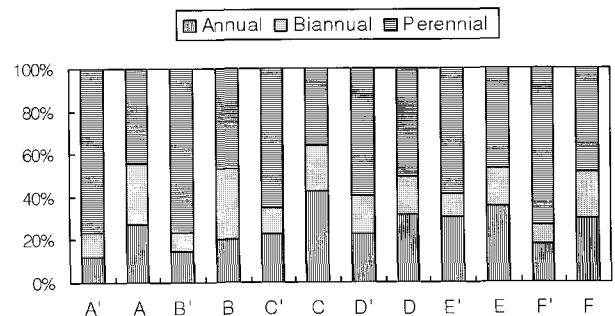


Fig. 4. Life form of plants in 6 tributaries having different land utilization background. Refer to Fig. 3.

Table 2. Correlation between variables and PCA stand scores of the three axes

Variables	Axis 1	Axis 2	Axis 3
BOD	-0.414	0.179	0.349
T-N	-0.437	0.008	0.193
T-P	-0.366	0.212	0.473
COD	-0.360	0.083	-0.027
Annual	-0.391	0.187	-0.485
Biannual	-0.250	-0.590	-0.197
Perennial	-0.396	0.215	0.426
Diversity	0.037	0.698	-0.401
Eigenvalues	5.032	1.746	0.619
Proportions (%)	62.91	21.83	7.73
Cumulative (%)	62.91	84.74	92.47

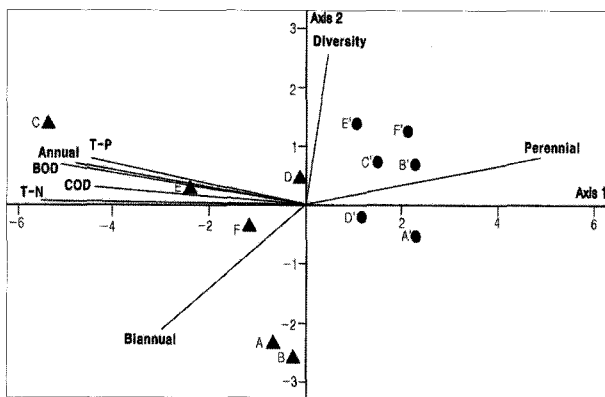


Fig. 5. Principle components analysis (PCA) ordination diagram with respect to variables of water quality, plant life form and diversity.

한 식물의 다년생과 일년생의 관계에서도 상류와 하류의 구분에 기여하는 것으로 분석되었다. 2축에서는 산림지역이 인접해 있는 남한강유역의 항금천과 사탄천의 상하류의 구분에 식물의 다양성과 이년생 식물이 높은 기여를 하는 것으로 나타났다(Fig. 5).

고 찰

자연생태계내의 서식하고 있는 식물의 상관과 서식처의 토양, 기후, 수질과 같은 물리적 환경특성은 상호간의 밀접한 관련이 있다는 것은 오래전부터 알려져 왔다¹⁶⁾. 특히 하천은 식물의 중요한 서식처 중의 하나이고 하천의 수질오염은 하천에 침적되어 토양의 오염을 유발하고 이들 지역에 자라는 하천 식물군락에 영향을 준다¹⁷⁾. 또한 하천의 수질은 점오염원뿐만아니라 하천 주변의 토지이용에 따른 면적오염원의 영향도 있는 것으로 보고되어 있다¹⁹⁾. 본 조사에서도 토지이용의 형태에 따라 하천별 수질특성을 분석해 본 결과, 도시나 공업지대가 산림이나 농업지대보다 수질에 미치는 영향이 많은 것으로 조사되었고 농업지대에서도 익산천과 같이 축산활

동이 많은 지역은 하천 수질의 미치는 영향이 높았다.

하천에는 다양한 서식공간을 제공하고 있고 이들 지역에 서식하는 식물군락은 하천의 수질 등과 같은 환경요인에 따라 영향을 받게 된다. 하천식물의 종다양성은 하천의 상류와 하류의 구조적인 특성에 맞추어 예측할 수 있는데, 하천의 상류보다는 하류지역의 종다양성이 낮은 것으로 보고되어 있다¹⁸⁾. 본 연구에서 6개의 지천에 대해 식물의 종다양성을 분석해 보면 고산천의 경우를 제외하고는 하류지역이 종다양성이 낮은 것으로 분석되었다. 고산천은 상류지역의 토양침식에 의해 하류지역에 넓은 하천변 퇴적지의 형성과 농업활동으로 식물의 종다양성이 상류보다 더 높은 것으로 판단할 수 있었다.

서식지의 교란은 식물의 정착에 영향을 미치게 되는데, 특히 짧은 기간동안 생존하는 일년생은 서식지가 반복적으로 교란되는 지역에서 빠른 재생산, 성장 및 개화를 하며 서식하게 된다¹⁹⁾. 하천의 특성상 하류지역은 하천의 범람과 수질의 오염 그리고 인간의 활동 등에 의해 지속적으로 교란이 발생한다. 본 조사에서도 하류지역에는 하천의 제방형성, 영농활동, 침식에 의한 하상의 노출 등에 의해 서식지의 형태가 다양하며 자연적 혹은 인위적인 교란이 빈번하게 이루어지고 있어 이들 지역은 상류보다 일년생 식물이 더 번식하는 것으로 분석되었다.

결론적으로 하천 주변의 토지이용은 패턴은 하천의 수질에 영향을 미치고, 수질의 특성은 주변 서식 식물의 분포특성에 영향을 주고 있다. 수질과 식물의 특성을 이용한 주성분 분석에서 하천의 상류와 하류의 수질과 관련하여 1차적으로 식물의 일년생과 다년생의 분포는 상류와 하류의 생육지를 구분할 수 있었고 2차적으로 식물의 종다양성과 이년생은 상류와 하류의 구분을 분명하게 해 주었다. 지형적 요인, 환경적 요인, 인위적 요인 등에 의해 하천의 수질은 식물의 종다양성 및 생활형과 상관관계를 가지고 있고 이는 하천에 대한 평가에서 수질뿐만 아니라 다양한 서식처의 지형적 요인 및 생물적 요인들을 함께 분석해야 할 필요성이 있다는 것을 의미한다.

적 요

남한강 수계의 항금천과 사탄천, 만경강 수계의 익산천, 전주천, 고산천과 정읍천의 수계와 유역을 대상으로 수질, 토지이용현황, 식생을 조사한 결과 항금천, 사탄천과 고산천은 산림지역과 농경지로 구성되고 익산천은 대부분 농경지이며 축산단지가 형성되어 있고 전주천은 도시지역을 많은 범위에서 차지한다. 정읍천은 공업지역과 도시지역이 함께 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 하천의 수질은 BOD, T-N, T-P는 익산천에서 가장 높게 나타났고 COD는 전주천에서 높게 조사되었다. 산림지와 농경지가 대부분인 항금천, 사탄천과 고산천은 수질이 양호한 것으로 분석되었다. 하천 식물의 종다양성은 상류보다 하류지역이 익산천을 제외하고 낮게 조사되었다. 생활형의 비교에서는 상류에서는 다년생이 대부분을

차지하고 있으며 하류에는 일년생이 높은 점유율을 보이고 있었다.

하천 수질과 토지이용 그리고 식물의 생활형은 상관관계를 가지며 하천의 농경지와 주거지 같은 인간의 영향이 있는 곳의 생태계의 교란은 하천의 수질과 식생에 영향을 미치는 것으로 판단되었다.

참고문헌

- Lee, C. S., Oh, J. M., and Lee, N. J. (2003) Environmental of river and plants of water's edge. Donghwa technology press. Korea. p.11.
- Otte, M. L. and Broekman. S. J. (1991) A survey of zinc, copper and cadmium concentrations in salt marsh plants along the Dutch coast. *Environ. Pollut.* 72: 175-189.
- Yim, Y. J., Kim, Y. D., and Bang, J. Y. (1995) Changes in stream water quality according to land use at Kyong-an stream. *Korean J. Ecol.* 18(3): 341-352.
- Lee, H. J., Bang, J. Y., and Kim, Y. O. (1999) Influence on the land use factors affecting the water quality of Iwonchon basin. *Korean J. Ecol.* 22(5): 235-240.
- Lee, J. S., Ihm B. S., Yang M. S., Kim H. S., Kim J. W., and Lee S. H. (1999) Pollutant loading and distribution of aquatic plants in the watersheds of Mankyung and Youngsan rivers. *Korean J. Ecol.* 22(4): 183-189.
- Lee, K. B., Kim, C. H., Lee, D. B., Lee, J. G., Park, C. W., and Na, S. Y. (2003) Species diversity of riparian vegetation by soil chemical properties and water quality in the upper stream of Mankyong river. *Korean J. Environ. Agric.* 22(2): 100-110.
- Yun, S. G., Lee, J. S., Jung, G. B., Kim, M. K., Kim, S. J., Koh, M. H., and Eom, K. C. (2002) Evaluation of water quality characteristics on tributaries of Mankyong river watershed. *J. Environ. Agric.* 21(4): 237-242.
- Kim, Y. S., Kim, C. H., and Lee, K. B. (2002) Canonical correspondence analysis of riparian vegetation in Mankyong river, Jeollabuk-do. *J. of the Environmental Sciences* 11(10): 1031-1037.
- Lee, K. B., Kim, C. H., Lee, D. B., Kim, J. G., and Park, C. W. (2004) The flora and vegetation of the Dongjin river. *Korean J. Ecol.* 23(1): 34-40.
- Yun, S. G., Kim, W. I., Kim, J. H., Kim, S. J., Koh, M. H., and Eom, K. C. (2002) Evaluation of water quality characteristics on tributaries of Dongjin river watershed. *J. Environ. Agric.* 21(4): 243-247.
- Baek, M. S., Lim, K. S., Cho, D. S., and Lee D. W. (1997) Distribution of stream-edge vegetation in the Balan stream as related to soil environments. *Korean J. Ecol.* 20(6): 451-459.
- Kang, S. J. and Kwak, A. K. (1998) Changes of riparian vegetation in relation to disturbance of Musim-chon stream, Cheongju. *Korean J. Ecol.* 21(5-1): 435-448.
- Korea meteorological administration. (2005) Annual report. Korea. http://www.kma.go.kr/kor/weather/climate/climate_06_02.jsp
- Braun-Blanquet J. (1964) Pflanzensoziologie. 3rd ed. Springer-Verlag. Wien-New York. p.631.
- Lee, W. T. (1996) Standard illustrations of Korean plants. Academy press. Korea.
- Raunkiaer, C. (1934) The life form of plants and statistical plant geography. Clarendon Press, Oxford. p.633.
- Yang, U. J. (1994) Environmental plants. Donghwa technology press. Korea.
- Nilsson, C. (1987) Distribution of stream-edge vegetation along a gradient of current *J. Ecol.* 75: 513-522.
- Cloudsley-Thompson, J. L. and Chadwick. M. J. (1964) Life in deserts. Philadelphia, PA: Dufour.