

慶安川에서 河川邊 植生の 分布에 關한 研究

曹 度 純

가톨릭大學校 自然科學大學 生物學科

A Study on the Distribution of Streamside Vegetation in Kyonganchon

Cho, Do-Soon

Department of Biology, College of Natural Sciences, Catholic University

ABSTRACT

This study was conducted to investigate the distribution pattern of plants on streamside of Kyonganchon, which is a tributary of the Han River, and to determine the relationships between plant distribution and environmental factors. Fifteen study sites were selected along the Kyonganchon, and vegetation distribution pattern and soil environmental factors were determined. The most frequently occurring species in the study sites were *Persicaria thunbergii*, *Persicaria hydropiper*, *Echinochloa crus-galli* and *Bidens frondosa*, and among them the two *Persicaria* species were dominants of the community. Many species showed different distribution along the stream: *Chenopodium album*, *Equisetum arvense* and *Setaria viridis* occurred in the upstream region, while *Rumex crispus*, *Leonurus sibiricus* and *Rorippa islandica* occurred in the middle and downstream regions. Analysis of soil properties showed that organic matter and clay content were higher in the upstream region while sand content was higher in the downstream region. The results of DCA ordination showed that axis one was positively correlated with organic matter and clay content and negatively correlated with sand content, indicating that the distribution pattern of vegetation along the Kyonganchon was determined by elevational gradient from upstream to downstream region or gradient of stream width and water level, and by soil organic matter content and soil texture related to these gradients.

Key words: DCA ordination, Kyonganchon, *Persicaria*, Plant distribution, Streamside vegetation

序 論

작은 河川은 攪亂과 같은 외부 環境要因의 영향을 크게 받기 때문에 지금까지 하천의 이화학적 성질의 계절적 변화나 하천수 속에 사는 식물플랑크톤, 대형수생식물 (鄭과 崔 1981, 金과 任 1990, Trémolières *et al.* 1994) 등에 대한 많은 연구가 이루어져 왔다. 그러나 작은 하천 주변의 本 研究는 自然保護中央協議會의 支援으로 이루어졌음.

식생은 비가 올 때나 홍수시 주변으로부터의 오염물질을 흡수하거나 수질을 정화하는 등 생태학적으로 중요한 역할을 하여 왔지만 (이 1982) 이에 대한 연구는 미약하다. 하천 주변의 식생은 외부의 교란에 의해서 크게 영향을 받게 된다 (Martin and Bouchard 1993). 이와 같은 홍수 등의 외부 교란에 의한 有機物의 土壤으로의 축적이나 水位의 變化 등이 河川邊 植生の 분포에 영향을 줄 수 있다.

본 연구는 京畿道 龍仁郡에서 발원하여 京畿道 廣州郡의 八堂댐으로 흘러가는 慶安川의 上·下流 地域을 대상으로 河川邊 植生の 分布를 살펴보고 이러한 분포에 영향을 미치는 環境要因과 植物과의 相互關係를 알아보기 위하여 실시되었다.

調査地 概況

본 연구의 조사지역인 慶安川은 京畿道 龍仁邑 海谷里와 虎里에서 발원한다. 그후 경안천은 용인군 蒲谷面과 慕賢面을 거친 후 廣州郡의 退村面을 지나며 分院에서 漢江과 合流하게 된다. 경기도 지형의 기간을 이루고 있는 것은 광주산맥이다 (Anonymous 1985). 경안천은 광주산맥의 여러 봉우리중 兄弟峯(용인읍 해곡리)과 文殊峯(용인읍 호리)에서 시작되고, 용인읍과 용인 평야를 통과하여 팔당댐에서 한강으로 유입된다 (Fig. 1). 경안천은 한강수계내에서 비교적 짧은

하천으로 유로연장은 49.5 km이고 유역면적은 598.83 km²이다 (Anonymous 1989).

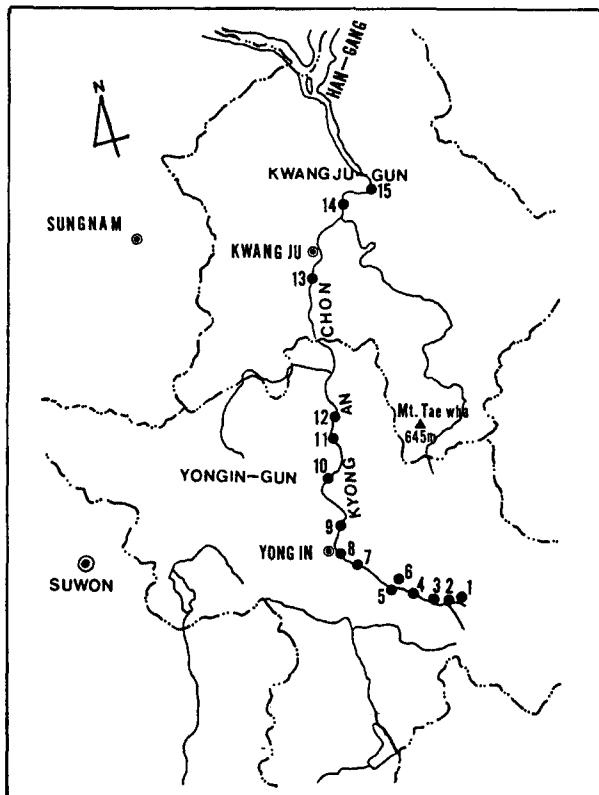


Fig. 1. A map showing the fifteen study sites along the Kyongancheon stream.

調査方法

植生分析

경기도 용인읍으로부터 상류 지역에 8개소 (Site 1-8), 하류 지역에 7개소 (Site 9-15), 모두 15개소의 조사지점을 1992년 10월에 경안천변에 설정하였다. 하나의 조사지점에서는 5개의 1m X 1m 방형구를 설치하고 그 속의 모든 식물종에 대하여 被度를 조사하였다. 피도는 Braun-Blanquet의 방법을 수정한 피도등급(cover scale)으로 표시하였다 (Mueller-Dombois and Ellenberg 1974). 피도등급은 75%이상, 50~75%, 25~50%, 10~25%, 5~10%, 1~5% 및 1%미만의 7 등급으로 나누어 각각 7에서 1까지의 수를 부여

하였다. 조사장소가 하천에서 멀어질수록 하천의 영향이 작아지고 대신 농경지나 조림지 등 인위적인 영향이 커지기 때문에 각 조사지점에서 방형구는 하천수의 가장자리의 5m 이내에서 가능한 물과 가까운 곳에 설치하였다. 각 지점에서 優占種은 5개의 방형구에서의 被度等級과 絶對頻道로부터 相對被度(%)와 相對頻度(%)를 계산하여 그 평균으로 重要值(importance value)를 산출하여 결정하였다.

土壤分析

경안천 상·하류 15개 조사지소의 각각에서 2개씩의 토양을 5~10 cm 깊이에서 채취하여 음건한 후 여러가지 토양의 특성을 조사하였다. 토양의 pH는 음건토양 5g을 증류수 25ml로 1시간 진탕시킨후 여과하여 pH meter로 측정하였다. 토양의 아연함량은 토양 1g을 1N ammonium acetate 용액 25ml로 30분간 진탕시킨 후 Whatman No. 44 filter paper로 여과시켜 만든 용액을 Shimadzu AA-680 atomic absorption spectrophotometer로 정량하였다 (Wilde *et al.* 1979). 유기물함량은 105°C에서 건조시킨 토양을 600°C의 전기로에서 4시간 연소시킨 후의 작열소실량으로 환산하였다. 土性(soil texture)은 hydrometer법으로 분석하였다.

Ordination

종의 분포에 미치는 환경요인을 파악하고 종간의 분포의 유사성을 결정하기 위하여 중요치의 자료로 DCA (Detrended Correspondence Analysis) ordination을 수행하였다 (Hill 1979, Hill and Gauch 1980). Ordination이란 간접경사분석(indirect gradient analysis)의 하나로써 종이 나 sample plot을 그 유사도에 따라 추상적으로 구성된 축 위에 분포시키는 방법이다. Ordination의 graph 위에서는 여러 군집에서 함께 나타나는 종은 가깝게 위치하게 되고 또한 종의 조성이 비슷한 군집(또는 sample plot)도 서로 가깝게 위치된다 (Krebs 1989). Ordination의 결과 계산된 각 sample plot의 axis score와 환경요인간의 상관관계가 조사되면 종의 분포에 미치는 주요 환경요인을 인지할 수 있게 된다.

結果 및 考察

植生の 分布 調査

경안천의 최상류에서부터 팔당댐 부근의 하류에 이르기까지 15개소의 조사지소를 선정하여 차례로 site 번호를 부여하였다 (Fig. 1). 경안천의 하천변에 나타나는 식물들의 전반적인 중요치의 분포는 Table 1과 같다. 경안천 전체에서 공통적으로 가장 흔히 나타나는 종으로는 고마리, 여뀌, 돌피, 미국가막사리 및 쭉을 들 수 있다. 고마리는 빈도가 높을 뿐만 아니라 장소에 따라 순군락을 이루어 경안천의 하천변에서 중요치가 가장 높으며 여뀌는 조사지소의 거의 전부에서 출현하고 있다. 이들 두 종은 모두 마디풀과(Polygonaceae)에 속하며 습기가 많은 곳을 좋아하는 대표적인 하천변 식물이다. 돌피와 미국가막사리 및 쭉도 경안천에서 높은 빈도로 출현하는데 그 중 쭉은 다른 식물의 하부에서 자라며 生物量이 낮아 군집내에서의 역할은 크지 않을 것으로 생각된다.

많은 식물들은 경안천의 상류와 하류에서의 출현빈도가 다르다. 상류에서만 나타나고 하류에서의 출현빈도가 낮은 식물로는 사초, 명아주, 닭의장풀, 향유, 쇠뜨기, 환삼덩굴, 강아지풀, 토끼풀 등이 있는데 이들은 논에 영향을 비교적 많이 받는 폭이 좁은 하천변에서 잘 자라지만 하천

Table 1. A list of major plant species found at the 15 study sites on the streamside of Kyonganchon. Species with importance values > 1% or absolute frequency > 33% are included.

Acronym	Korean name	Scientific name	Absolute frequency(%)	Importance value(%)
PETH	고마리	<i>Persicaria thunbergii</i>	80.0	12.13
PEHY	여뀌	<i>Persicaria hydroptiper</i>	93.3	10.06
ECCR	돌피	<i>Echinochloa crus-galli</i>	86.7	6.16
BIFR	미국가막사리	<i>Bidens frondosa</i>	86.7	5.54
ARPR	쑥	<i>Artemisia princeps</i> var. <i>orientalis</i>	86.7	5.25
DISA	바랭이	<i>Digitaria sanguinalis</i>	60.0	3.84
STAL	벼룩나물	<i>Stellaria alsine</i> var. <i>undulata</i>	73.3	3.24
PABI	개기장	<i>Panicum bisulcatum</i>	60.0	3.13
STAQ	쇠별꽃	<i>Stellaria aquatica</i>	60.0	3.00
SEVI	강아지풀	<i>Setaria viridis</i>	46.7	2.56
HUJA	환삼덩굴	<i>Humulus japonicus</i>	53.3	2.39
PADI	미국개기장	<i>Panicum dichotomiflorum</i>	33.3	2.39
RUCR	소리쟁이	<i>Rumex crispus</i>	40.0	2.36
ROIS	속속이풀	<i>Rorippa islandica</i>	60.0	2.05
SAGR	갯버들	<i>Salix gracilistyla</i>	40.0	1.67
CHCO	쑥갓	<i>Chrysanthemum coronarium</i>	40.0	1.49
TRRE	토끼풀	<i>Trifolium repens</i>	26.7	1.31
JUEF	골풀	<i>Juncus effusus</i> var. <i>decipiens</i>	26.7	1.28
PHCO	갈대	<i>Phragmites communis</i>	20.0	1.20
CYAM	방동사니	<i>Cyperus amuricus</i>	40.0	1.18
OEJA	미나리	<i>Oenanthe javanica</i>	40.0	1.17
CASP	사초	<i>Carex</i> sp.	33.3	1.17
EQAR	쇠뜨기	<i>Equisetum arvense</i>	33.3	0.98
PESI	미꾸리납시	<i>Persicaria sieboldii</i>	33.3	0.97
POKL	가락지나물	<i>Potentilla kleiniana</i>	33.3	0.78
MODI	쥐깨풀	<i>Mosla dianthera</i>	33.3	0.77
ERCA	망초	<i>Erigeron canadensis</i>	33.3	0.68

변의 식생을 대표하는 식물들은 아니다. 반면에 상류에서는 빈도가 낮으나 폭이 넓은 하류의 하천의 가장자리에 잘 나타나는 식물로는 소리쟁이, 익모초, 속속이풀, 황새냉이, 벼룩나물 등을 들 수 있는데 특히 소리쟁이와 익모초는 비교적 큰 하천변의 대표적인 식물이라 할 수 있으며 나머지 3종은 흔히 다른 키 큰 식물의 아래에서 자란 소리쟁이와 같이 하류의 하천변에서 잘 생육하는 식물은 많은 비가 온 후 물속에 상당한 기간 동안 잠긴 상태에서 생존이 가능하며 명아주 등 상류에는 많으나 하류에 분포하지 않는 식물은 이러한 상황에서의 적응능력이 없다 (Menges and Waller 1983, Van der Sman *et al.* 1993).

Ordination 研究

Fig. 2는 種 ordination의, Fig. 3은 sample stand ordination의 결과인데 종 ordination에는 전체 99종 중에서 빈도와 중요치가 높은 27종 만을 표시하였다. DCA ordination의 결과 종분포를 결정하는 환경요인의 내부분은 제1축(eigen value = 0.483)에 나타나고 있으며 제2축(eigen value = 0.213)도 그 나머지 변이의 상당한 부분을 나타낸다. 제3축(eigen value = 0.090)과

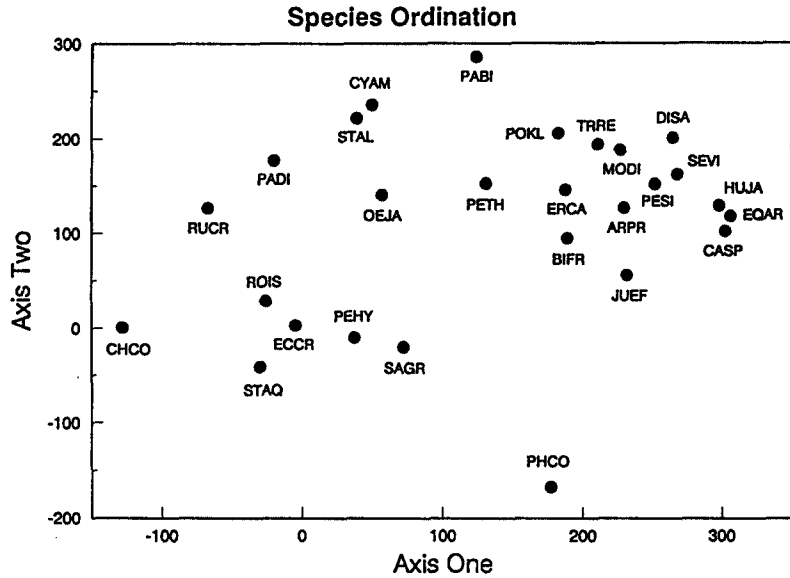


Fig. 2. DCA ordination diagram for 99 plant species occurring on the streamside of Kyonganchon. Listed are those species whose summed importance percentage over the fifteen study sites is more than 1% or those species which occurred on more than one third of the sites studied. See Table 1 for acronyms of species.

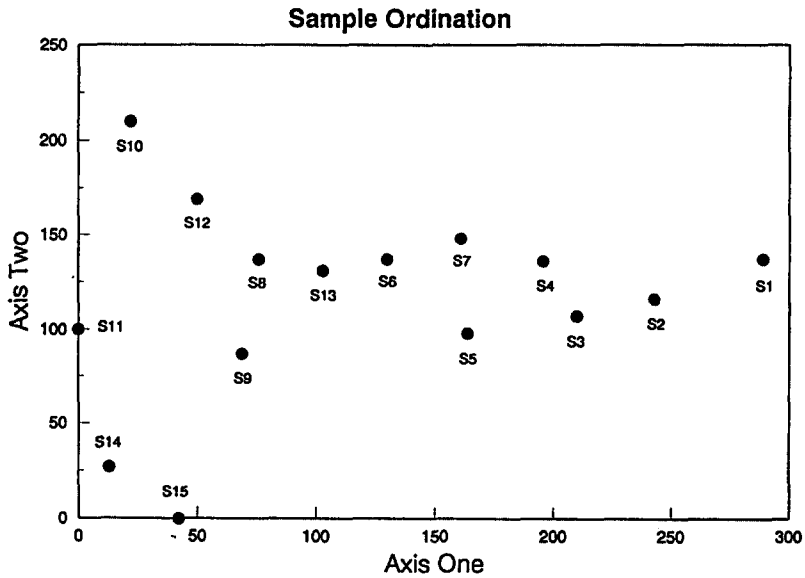


Fig. 3. DCA ordination diagram for the fifteen sample sites studied.

제4축(eigen value = 0.036)은 그 중요성이 낮아 논의에서 제외하였다. 제1축은 대체로 상류로부터 하류로의 고도경사를 나타내는 것으로 볼 수 있는데 실제로 제1축에서 가장 높은 값을 가지고 있는 종은 쇠뜨기, 환삼덩굴, 사초, 강아지풀, 바랭이 등 경안천의 상류에서 주로 출현하는 종

으로서 주변의 숲이나 논에 영향을 많이 받는 지소에서 흔히 나타난다 (Fig. 2). 한편 제1축에서 낮은 값을 가지고 있는 종으로는 쑥갓, 소리쟁이, 쇠별꽃, 속속이풀, 미국개기장, 돌피 등으로 주로 용인 이북의 경안천 하류의 하천변에 많이 출현하는 종들이다 (Fig. 2). 따라서 ordination의 제1축은 경안천의 상류에서 하류로의 고도경사(elevation gradient) 또는 하천폭과 수량의 경사를 나타내고 있다고 볼 수 있다.

한편 DCA ordination의 제2축에서 개기장, 바랭이, 고마리 등 경안천 중류에서 흔히 우점하며 인위적인 간섭을 비교적 많이 받는 지소에서 잘 자라는 식물들은 상부에 위치하며 갈대나 여뀌 등 하천의 폭이 넓은 경안천 하류에서 우점하는 식물들은 제2축의 하부에 위치하고 있다 (Fig. 2).

이러한 종 ordination의 경향은 sample stand ordination에서도 잘 반영되어 있는데 하천의 폭이 좁은 용인읍의 상류에 위치한 7개의 조사지점(Site 1 - 7)은 제1축의 중, 상부에, 그리고 나머지 8개의 조사지점은 제1축의 하부에 나타나고 있다 (Fig. 3). 제2축에서는 고마리, 개기장 및 미국개기장이 우점하는 중류의 2개 조사지소(Site 10, 12)와 갈대와 여뀌가 우점하는 최하류의 2개 조사지소(Site 14, 15)가 분리되고 있다.

環境要因 調査

경안천의 하천변 식생의 분포에 미치는 환경요인을 알아보기 위하여 토양의 특성을 조사하였다 (Table 2). 유기물함량에서는 상류와 하류의 차이가 비교적 뚜렷한데 비하여 pH의 차이는 찾아보기 어려웠다. 토성의 분석에서는 砂土(sand)의 함량은 최상류에서는 약간 낮으나 다른 지소에서는 높은 값을 보였으며 粘土(clay)는 上流에 비하여 下流에서 더 높은 것으로 나타났다. 하천변의 토양속의 중금속함량을 측정한 결과 카드뮴과 납은 극미량이 검출된 반면 생물의 필수적인 미량원소의 하나인 아연은 소량이 검출되었다. 아연의 함량에서는 상류와 하류사이에서 어떤 경향성을 찾아보기 어려웠다. 이러한 결과로 미루어 볼 때 경안천이 축산폐수에 의한 유기물 오염이 심각할지는 모르나 중금속의 축적은 거의 없는 것으로 판단된다.

이러한 토양조사결과를 토대로 ordination의 제1, 2축의 값과 토양환경요인과의 상관관계를 조사한 결과 제1축은 유기물 및 토양의 점토함량과 높은 양의 상관관계를 보였으며 사토의 함량과는 높은 음의 상관관계를 보여주고 있다 (Table 3). 이와 같은 상관관계 분석의 결과와 제1축상의 식물종과 조사지소의 분포와는 잘 일치하고 있어서 경안천에서의 하천변의 식생의 분포는 상류에서 하류로의 고도경사 또는 하천폭과 수량의 경사에 따라서 이루어지고 있음을 나타내고

Table 2. Properties of soils from sampling sites along the Kyonganchon. Data are mean of two different soils in each site.

Soil properties	Sites														
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
Organic matter(%)	3.37	3.53	2.24	3.25	4.37	2.19	2.16	1.65	1.76	0.88	1.01	1.92	2.51	2.18	1.90
pH	5.53	6.56	6.39	6.87	6.75	6.27	6.95	6.77	6.44	5.68	5.84	7.15	6.34	6.86	5.20
Soil Texture															
Sand(%)	82.0	79.5	84.0	84.5	84.0	84.7	83.7	84.0	83.6	87.1	85.5	84.0	83.5	84.5	83.5
Clay(%)	12.2	13.5	12.0	12.3	10.4	12.5	10.2	12.4	12.0	11.2	10.9	9.0	11.4	11.2	14.2
Zn(ppm)	1.47	1.53	1.72	1.59	2.22	1.04	0.98	1.15	1.33	1.34	1.25	1.32	1.50	1.91	1.44

Table 3. Correlation coefficients between DCA ordination axis scores and soil properties.

Soil properties	Axis one	Axis two	Organic matter	pH	Sand	Clay
Axis two	0.198					
Organic matter	0.720	-0.222				
pH	0.063	-0.373	0.349			
Sand content	-0.729	0.081	-0.622	-0.256		
Clay content	0.494	-0.061	0.230	-0.336	-0.422	
Zinc content	0.179	-0.395	0.608	0.114	-0.095	-0.007

Table 4. Indices of diversity for the 15 sites studied along the Kyonganchon stream. S (species richness) is the number of species in each site, and H' (Shannon-Wiener Index) is calculated by the following formula: $H' = -\sum (P_i \cdot \log_e P_i)$ when P_i is the importance value of each species in each site.

Diversity indices	Sites														
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15
S	38	33	31	24	33	20	27	18	9	22	18	27	23	11	17
H'	3.4	3.2	3.1	3.0	3.2	2.9	3.0	2.5	1.3	2.6	2.7	2.9	2.9	1.9	2.5

있다. 그러나 제1축과 토양의 pH 및 아연의 함량과는 큰 관계가 없는 것으로 보인다. 한편 제2축은 토성과는 관계가 없으며 토양의 pH나 아연의 함량과 약간의 관계가 있는 것으로 보이나 뚜렷하지는 않다.

種多樣性 比較

한편 각 조사지점별 종다양성을 비교해보면 (Table 4) 용인읍(Site 8)에서 경안천의 상류로 갈수록 종다양성이 높고 용인읍에서 하류로 갈수록 낮아지는 경향이 나타났다. 용인읍의 상류에 위치한 조사지소에서는 Shannon-Wiener 다양성지수(H')가 대체로 3을 상회하고 있으며 반면에 하류에서는 모두 3 이하였다. 종의 풍부도도 하류에 비해서 상류에서 높게 나타났다. 15개 조사지점중 최상류에 위치한 Site 1이 출현종수(S)가 가장 많을 뿐만 아니라 Shannon-Wiener 다양성지수(H')도 제일 높았다. 이것은 최상류에서는 하천의 폭이 좁고 주변의 삼림 등 자연식생의 영향이 크게 남아있기 때문이라 볼 수 있다. 반면에 저수지 (e.g. Site 6) 또는 보(e.g. Site 9)의 설치로 인하여 인위적인 환경이 조성될수록 종다양성이 낮아졌다. 하류에서는 하천변이 쉽게 범람되어 모래와 같은 충적토가 쌓이기 때문에 환경이 단순해져서 고마리 등 소수의 종이 우점하는 경향이 강하여 H'가 낮아진다. 그러나 축산폐수 등 수질오염에 영향을 주는 요인들은 경안천의 하천변 식생에는 큰 영향을 주지는 않은 것으로 판단되었다 (e.g. Site 10, 11).

摘 要

본 연구는 京畿道 龍仁郡에서 발원하여 京畿道 廣州郡의 八堂댐으로 흘러가는 慶安川에서 河川邊 植生의 分布를 살펴보고 이러한 분포에 영향을 미치는 環境要因과 植物과의 相互關係를 알아보기 위하여 실시되었다. 경안천의 최상류에서부터 팔당댐 부근의 하류에 이르기까지 15개소의 조사지소를 선정하여 식생의 분포와 토양환경을 조사하였다. 경안천 전체에서 공통적으로 가

장 흔히 나타나는 종으로는 고마리, 여뀌, 들피 및 미국가막사리였으며 그중 고마리와 여뀌가 습기가 많은 곳을 좋아하는 대표적인 하천변 식물로서 조자지소의 優占種이었다. 많은 식물들은 경안천의 상류와 하류에서의 출현빈도가 다른데 상류에서만 나타나고 하류에서는 출현빈도가 낮은 식물로는 명아주, 쇠뜨기, 강아지풀 등이 있었고 반면에 폭이 넓은 하류의 하천의 가장자리에 잘 나타나는 식물로는 소리쟁이, 익모초, 속속이풀 등이 있었다. 토양특성의 분석결과 유기물과 점토의 함량은 상류에서 높았으며 하류에서는 사토의 함량이 높았다. DCA ordination과 토양환경요인과의 상관관계를 조사한 결과 ordination의 제1축은 토양의 유기물 및 점토함량과 높은 양의 상관관계를 보였으며 사토의 함량과는 높은 음의 상관관계를 보여주고 있어서 경안천에서의 하천변의 식생의 분포는 상류에서 하류로의 고도경사 또는 하천폭과 水量的 경사에 의해서, 또는 이와 관계되는 유기물함량이나 토성에 의해서 크게 좌우되고 있는 것으로 나타났다.

參考文獻

- 金龍範·任良宰. 1990. 炭川의 大型水生植物群集의 分布와 環境. 韓國生態學會誌 13:297-309.
- 이도원. 1982. 우리나라 범람원의 토지이용 적합성 분석을 위한 식생조사 분석방법에 관한 연구 - 경기도 광주군 노곡천을 사례로 -. 서울대학교 환경대학원 석사학위논문. 121p.
- 鄭英昊·崔鴻根. 1981. 韓國의 水生植物 區系와 分布. 韓國植物分類學會誌 11:43-52.
- Anonymous. 1985. 경기도사. 제1권. pp.29-63. 경기도.
- Anonymous. 1989. 한국환경연감. 제2호. 환경청.
- Hill, M.O. 1979. DECORANA - A FORTRAN program for detrended correspondence analysis and reciprocal averaging. Cornell University, Ithaca, New York.
- Hill, M.O. and H.G. Gauch, Jr. 1980. Detrended correspondence analysis: an improved ordination technique. *Vegetatio* 42: 47-58.
- Krebs, C.J. 1989. *Ecological Methodology*. Harper and Row Pub. Co., New York. 654p.
- Martin, J. and A. Bouchard. 1993. Riverine wetland vegetation: importance of small-scale and large-scale environmental variation. *Journal of Vegetation Science* 4:609-620.
- Menges, E.S. and D.M. Waller. 1983. Plant strategies in relation to elevation and light in floodplain herbs. *Amer. Natur.* 122: 454-473.
- Mueller-Dombois, D. and J.E. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons, New York. 545p.
- Trémolières, M., C. Roland, A. Ortscheit and J.-P. Klein. 1994. Changes in aquatic vegetation in Rhine floodplain streams in Alsace in relation to disturbance. *Journal of Vegetation Science* 5: 169-178.
- Van der Sman, A.J.M., N.N. Joosten and C.W.P.M. Blom. 1993. Flooding regimes and life-history characteristics of short-lived species in river forelands. *J. Ecol.* 81: 121-130.
- Wilde, S.A., R.B. Corey, J.G. Iyer and G.K. Voigt. 1979. *Soil and plant analysis for tree culture*. Oxford Univ. Press. 224p.