

## 서열법에 의한 만경강 하천식생의 분석

김 영 식 · 김 창 환\* · 이 경 보\*\*

원광보건대학 물리치료과 · \*익산대학 녹지조경학과 · \*\*호남농업시험장 식물환경과  
(2002년 9월 6일 접수; 2002년 10월 9일 채택)

## Canonical Correspondence Analysis of Riparian Vegetation in Mankyong River, Jeollabuk-do

Young-Sic Kim, Chang-Hwan Kim\* and Kyeong-Bo Lee\*\*

Department of Physical Therapy, Wonkwang Health College, Iksan 570-750, Korea

\*Department of Forest Landscape Architecture, Iksan National College, Iksan 570-080, Korea

\*\*National Honam Agricultural Exp. Station RDA, Iksan 570-749, Korea

(Manuscript received 6 September, 2002; accepted 9 October, 2002)

CCA (Canonical Correspondence Analysis) was used so as to analyze the relation between vegetation and soil environment of Mankyong river located in Jeollabuk-do. Vegetation survey consulted 1:5,000 topographical map, set up 30 plot and analyzed from June, 2001, to september, 2001. Plant communities of Mankyong river was investigated by phytosociological method. The species composition of plant communities showed high correlation to soil pH, soil organic matter, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, total nitrogen, EC, when they were analyzed by CCA.

According to the results of CCA hydrophyte communities were distributed in the region that high pH. But the vegetation of disturbed site and wetland plants were distributed in a good nutrients.

Key words : CCA, Mankyong River, Soil environment, Vegetation

### 1. 서 론

우리나라 하천은 현재 대부분이 하천 개수사업에서 치수 위주로 정비 되었는데, 하천의 상당구간이 자연 하천에서 인공하천으로 변화하였으며 이것은 하천 생태계의 변화가 매우 컸음을 의미한다. 특히 생물의 서식환경으로서의 하천형태의 변화 및 계속되는 인위적인 교란은 하천생태계와 밀접한 관련이 있는 육상생태계에서의 생물 종 다양성의 급격한 감소를 가져왔다. 자연 하천은 다양한 생물의 서식처를 제공하고 있는데 대부분의 서식처는 하천의 형태와 식생에 의해서 만들어지고 있다. 따라서 하천형태의 다양함과 하천 본래의 식생은 매우 중요하다. 하천에서의 식생은 하천생태계가 갖는 먹이사슬의 가장 근본이 되며, 수많은 동물들의 산란장소 및 은신처로서의 역할을 담당한다. 수중식물

과 수변식물은 물의 흐름을 조절하고, 대형어나 새 등으로부터 치어나 소형어를 보호하는 중요한 존재이다. 연수역(沿水域)이나 하안역(河岸域)의 식생은 곤충이나 조류의 생활장소가 될 뿐만 아니라 홍수 시에는 유속을 약화시켜 하상(河狀)과 하안(河岸)의 토사 유출을 방지하기도 한다.<sup>1)</sup>

이러한 하천유역의 다양한 입지에서 생육하는 습생식물과 수생식물은 하천생태계에서 하천과 하천유역에 서식하는 다양한 생물들에게 서식처를 제공해 주고 생산자로서 역할을 담당하고 있는 중요한 위치를 점하고 있다. 결과적으로 하천식생은 하천생태계에서 가장 근본적인 역할을 담당하고 있기 때문에 하천식생의 관리는 생물 서식공간의 관리이며 생물의 종 다양성 감소를 방지하는 매우 중요한 일이라 하겠다.

따라서 인간의 생활이나 자산을 지키기 위한 인간의 관점에서 보다 생물의 입장에서 하천식생관리가 필요하다. 이러한 식생관리를 위해서는 하천식생의 정확한 식생적 진단이 필요하며, 정확한 진단

Corresponding Author : Young-Sic Kim, Department of Physical Therapy, Wonkwang Health College, Iksan 570-750, Korea  
Phone : +82-63-840-1221  
E-mail : yskim@whc.ac.kr

단을 위해서는 식생의 근본이 되는 하천의 토양환경과 식생과의 관계를 분석하는 것은 바람직한 일이며, 분석을 위한 방법중의 하나로서 서열법을 이용한 분석방법이 있다. 서열법(ordination)은 식생의 연속성과 군락의 구조변화를 분석하기 위하여 식생 표본들을 환경구배에 따라 배열하는 과정으로서,<sup>2,3)</sup> 직접구배분석과 간접구배분석이 있다. 본 연구에서 사용된 직접구배분석으로서 CCA(Canonical Correspondence Analysis)는 Weighted averaging ordination 방법의 확장으로 환경변화에 따라 종을 배열하여<sup>4)</sup> 종과 환경과의 상호관계를 밝히기 위하여 사용되어진다.<sup>5)</sup> 따라서 본 연구는 직접구배분석으로서 CCA를 이용하여 전라북도 전주시, 완주군 소재 만경강의 하천식생과 환경요인과의 관계를 구명한 것이다.

## 2. 조사방법

### 2.1. 식생조사와 토양환경측정

2001년 6월 10일부터 2001년 9월 20일 사이에 전라북도 소재 만경강의 중·상류지역 하천의 식생에 대하여 5개 조사지역을 선정한 후 (Fig. 1), 식물사회학적 방법에<sup>6)</sup> 따라 조사를 실시하였다. 조사를 위한 방형구의 크기는 모든 조사구에서 2m×2m로 동일한 면적 하에서 이루어 졌다. 토양분석을 위해 각 조사지점에서 A층의 토양을 채취한 후 음건하여 2mm 토양체로 조제한 후 분석시료로 사용하였으며, 토양분석 방법은 pH는 초자전극법, 양이온은 1N-NH<sub>4</sub>OAC (pH 7.0)으로 추출하여 ICP로, 유기물 함량은 Tyurin법, T-N은 Kjeldahl 법, 인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)은 Lancaster법으로 실시하였다.<sup>7)</sup>

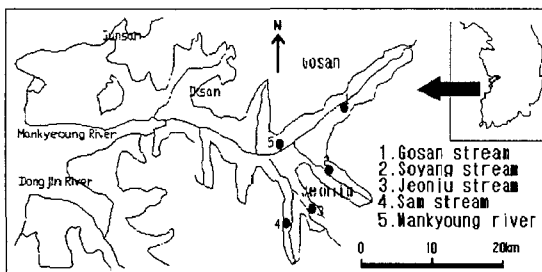


Fig. 1. Sampling plots in Mankyong River.

### 2.2. 서열법(Ordination)분석

식생조사 자료로부터 각종의 합성치  $X_{ij}$ 를 다음과 같이 구하였다.

$$X_{ij} = (d_{ij} + D_{ij}) / 2$$

$X_{ij}$ 는 j조사구에서 종i의 합성치이며,  $d_{ij}$ 는 상대

밀도,  $D_{ij}$ 는 상대우점도를 나타낸다. 합성치  $X_{ij}$ 를 가지고 각 조사구에 따른 종 조성을 나타내는 vegetational data matrix를 작성하였으며, 또한 야외조사와 실험실 측정결과 얻어진 환경요인들을 이용하여 enviromental data matrix를 작성하였다. Ordination 은 weighted averaging ordination의 확장인 CCA(Canonical Correspondence Analysis)를 사용하였다. 이 방법은 다변량의 직접구배분석 방법으로<sup>4,8,9)</sup> CCA는 ordination 축 위에 식생과 환경과의 상관관계를 잘 보여주며 Ter Braak<sup>9)</sup>의 CANOCO를 사용하여 분석하였다.

## 3. 결과 및 고찰

만경강 상류하천의 고산천과 소양천, 지류의 도시하천인 전주천과 삼천 그리고 만경강 중류에 해당하는 회포교 일대 하천식생의 식생조사에서 얻는 정량적 측정치와 5개의 주요 환경요인을 관련지어서 30개의 조사 지점을 CCA(Canonical Correspondence Analysis)에 의하여 분석하였다.

CCA의 분석결과에 나타난 각각의 서열도(Ordination diagram)는 조사지점의 임분과 종에 대한 환경 변수를 나타낸 것으로서 긴 화살표를 가진 환경변수는 짧은 화살표를 가진 환경변수보다 배열(Ordination)축과 강하게 관련 지워지기 때문에 군락 변수와 일정한 관계가 있다. 따라서 화살표의 길이는 종조성적 변화를 결정하는 환경변수의 상대 중요도에 해당된다. 이러한 환경변수에 따라 군락 및 종을 배열하여<sup>4,8,9)</sup> 종과 그들 환경변수 사이의 관계를 분석한 결과는 다음과 같다.

### 3.1. 고산천(만경강 상류)

Fig. 2는 3개 군의 주요 우점종 (Fig. 2의 1~3번) 및 군락구성종과 임분과의 배열상황에 대한 5개의 환경요인들을 CCA 결과 최초 1,2축에 의한 I/II 평면상에 배열한 것으로서 5개의 환경 요인에 따라 서로 다른 분포역을 보인다. 이들 환경요인과 CCA결과에 의한 제 1축과 제 2축과의 상관관계를 살펴보면 (Table 1), 제 1축에서의 pH, 치환성양이온(EC), 유기물함량(OM), 제 2축에서 인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 전질소(T-N)가 높은 상관관계를 보여주고 있다.

Fig. 2에 나타난 각각의 화살표가 환경변수들의 방향 혹은 축을 결정하기 때문에 만경강 고산천 하천 식생의 식물 군락분포에 이들 환경요인들이 크게 영향을 미치는 것으로 나타났다.

이들 환경요인들과 군락과의 관계를 살펴보면 달뿌리풀 군락 (Fig. 2의 1번)은 인산과 pH, 고마리 군락 (Fig. 2의 2번)은 pH, 검정말 군락 (Fig. 2의 3번)은 유기물함량, 치환성양이온(EC), 전질소(T-N)

서열법에 의한 만경강 하천식생의 분석

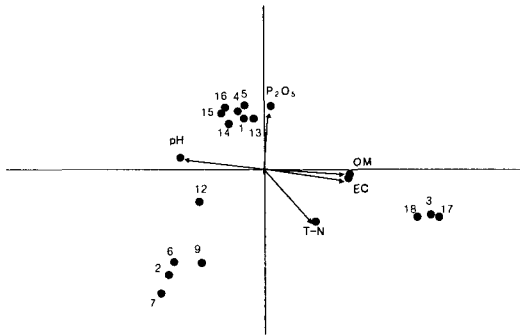


Fig. 2. Gosan stream vegetation data : CCA ordination diagram with sites and environmental variables (arrows).

- 1=*Phragmites japonica* community
- 2=*Persicaria thunbergii* community
- 3=*Hydrilla verticillata* community
- 4=*Humulus japonicus*
- 5=*Lactuca indica* var. *laciniata*
- 6=*Sium suave*
- 7=*Isachne globosa*
- 8=*Persicaria sieboldii*
- 9=*Mazus pumilus*
- 10=*Cuscuta japonica*
- 11=*Juncus effusus* var. *decipiens*
- 12=*Carex dispalata*
- 13=*Bidens frondosa*
- 14=*Persicaria senticososa*
- 15=*Artemisia Princeps* var. *orientalis*
- 16=*Viola acuminata*
- 17=*Nuphar pumilum*
- 18=*Ceratophyllum demersum*

The environmental variables are :

- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> = available phosphorus concentration ;
- T-N = total nitrogen ;
- OM = organic matter ;
- EC = exchangeable capacity

Table 1. Gosan stream vegetation data from Fig. 2 : Canonical coefficients and the inter set correlation of environmental variables with the first two axes of CCA. For a description of variables, see Fig. 2 legend

Variables	Canonical Coefficients		Correlations	
	1	2	1	2
pH	-0.034	-0.288	-0.979	0.176
EC	-0.097	-1.021	0.976	-0.125
OM	0.180	0.950	0.998	-0.063
T-N	1.229	-0.466	0.596	-0.783
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1.000	0.520	0.077	0.967
Eigenvalue	0.861	0.783		

가 값이 비교적 높은 곳에서 분포하고 있음을 알 수 있다. 종과 임분과의 배열상황을 정리해 보면 (Fig. 2), 삿갓사초는 pH, 달뿌리풀, 환삼덩굴, 왕고들빼기, 머느리배꼽, 썩, 줄방제비꽃등은 인산과 pH, 검정말, 왜개연꽃, 붕어마름은 유기물함량, 전질소, EC가 크게 영향을 미쳤으나 주름잎, 개발나물, 미꾸리늪시, 고마리는 pH와 전질소에 의하여 어느 정도 영향을 받은 것으로 나타났다.

3.2. 소양천(만경강 상류)

Fig. 3는 4개군의 주요 우점종(Fig 3의 1~4번)과 5개 환경요인들에 대한 CCA결과이며, Table 2는 CCA결과에 의한 제 1축과 제 2축과의 상관관계이다. 제 1축에서는 환경요인들의 상관관계가 높지 않으며 제 2축에서도 인산(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), 치환성양이온, 유기물함량, 전질소가 높은 상관관계를 보여주고 있다. 이들 환경요인들과 군락과의 관계를 보면 달뿌리풀군락은 pH와 밀접한 관련이 있으며, 환삼덩굴과 장아지풀등 교란지 식생의 대표종들은 전질소, 유기물함량, 치환성양이온, 인산등과 높은 관계가 있는 것으로 나타났다. 종과 임분과의 배열상황은 소리쟁이, 달뿌리풀, 왕고들빼기, 달맞이꽃 갯버들은 pH가 다소 높은 곳에서 분포하며 환삼덩굴, 쇠무릎, 돼지풀, 큰개여뀌, 실새풀, 머느리배꼽은 전질소, 유기물함량, 치환성양이온, 인산등의 함량 높은 곳이나 교란지에서 주로 분포하는 것으로 나타났다(Fig 3).

3.3. 전주천(만경강 상류의 도시하천)

Fig. 4은 7개군의 주요 우점종(Fig 4의 1-7번) 및 군락 구성종들 및 임분과의 배열상황과 5개 환경요인에 대한 CCA결과이며, Table 3은 CCA결과에 의한 제 1축과 제 2축과의 상관관계이다. 제 1축에서는 전질소, 인산, 치환성양이온 등이 제 2축에서는 유기물 함량이 높은 상관관계를 나타내고

Table 2. Soyang stream vegetation data from Fig. 2 : Canonical coefficients and the inter set correlation of environmental variables with the first two axes of CCA. For a description of variables, see Fig. 2 legend

Variables	Canonical Coefficients		Correlations	
	1	2	1	2
pH	0.012	0.004	-0.112	0.462
EC	0.001	-0.116	0.155	-0.790
OM	32.682	16.196	0.060	-0.635
T-N	-29.325	-13.159	0.007	-0.609
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-3.565	-3.693	0.237	-0.813
Eigenvalue	0.831	0.676		

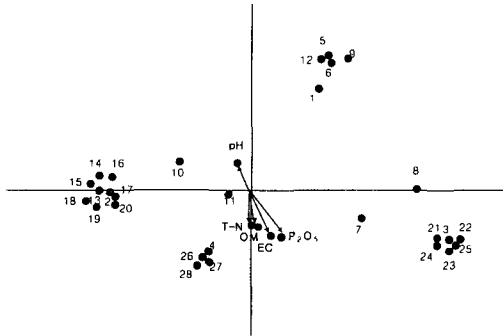


Fig. 3. Soyang stream vegetation data : CCA ordination diagram with sites and environmental variables(arrows).

- 1=*Phragmites japonica* community
- 2=*Persicaria thunbergii* community
- 3=*Setaria viridis* community
- 4=*Humulus japonicus* community
- 5=*Salix gracilistyla*
- 6=*Lactuca indica* var. *laciniata*
- 7=*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*
- 8=*Artemisia princeps* var. *orientalis*
- 9=*Brassica campestris napus* var. *nippo-oleifera*
- 10=*Rumex crispus*
- 11=*Bidens frondosa*
- 12=*Oenothera odorata*
- 13=*Salix glandulosa*
- 14=*Salix koreensis*
- 15=*Oenanthe javanica*
- 16=*Rorippa indica*
- 17=*Persicaria hydropiper*
- 18=*Digitaria sanguinalis*
- 19=*Commelina communis*
- 20=*Persicaria perfoliata*
- 21=*Acalypha australis*
- 22=*Lactuca indica* var. *laciniata*
- 23=*Coreopsis tinctoria*
- 24=*Brachyelytrum sylvaticum*
- 25=*Stachys riederi* var. *japonica*
- 26=*Achyranthes japonica*
- 27=*Persicaria nodosa*
- 28=*Cuscuta australis*

For a description of variables. see Fig. 2 legend.

있다. 이들 환경요인들과 군락과의 관계를 보면 물피 군락, 환삼덩굴 군락은 유기물 함량, 치환성 양이온, 인산, 전질소의 함량이 많은 곳에서 주로 분포하며, 검정말, 고마리, 털물참새피등은 낮은 곳에

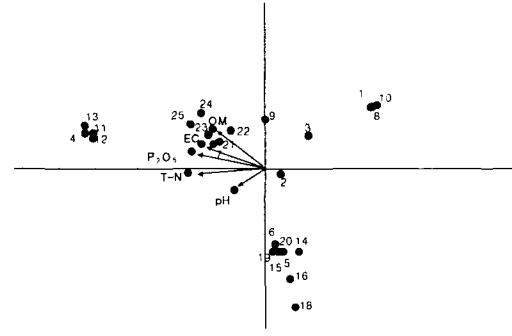


Fig. 4. Jeonju stream vegetation data : CCA ordination diagram with sites and environmental variables(arrows).

- 1=*Hydrilla verticillata* community.
- 2=*Persicaria thunbergii* community.
- 3=*Paspalum distichum* var. *immutum* community.
- 4=*Echinochloa crus-galli* var. *oryzicola* community.
- 5=*Cyperus amuricus* community.
- 6=*Erigeron canadensis* community.
- 7=*Humulus japonicus* community.
- 8=*Potamogeton crispus*
- 9=*Persicaria nodosa*
- 10=*Myriophyllum verticillatum*
- 11=*Chenopodium album* var. *centrorubrum*
- 12=*Panicum dichotomiflorum*
- 13=*Bidens frondosa*
- 14=*Beckmannia syzigachne*
- 15=*Coreopsis tinctoria*
- 16=*Rumex crispus*
- 17=*Digitaria sanguinalis*
- 18=*Setaria viridis*
- 19=*Lepidium apetalum*
- 20=*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*
- 21=*Phragmites japonica*
- 22=*Carex neurocarpa*
- 23=*Persicaria perfoliata*
- 24=*Persicaria sieboldii*
- 25=*Artemisia princeps* var. *orientalis*.

For a description of variables, see Fig. 2 legend.

서 분포한다. 종과 임분과의 배열상황은 물피, 환삼덩굴, 달뿌리풀, 명아주, 미국개기장, 미국가막사리, 팽이사초, 며느리배꼽, 미꾸리늪시, 썩등은 유기물 함량, 치환성 양이온, 인산, 전질소의 함량이 높은 곳에서 주로 분포하며 망초, 다닥냉이, 돼지풀, 개피, 방동사니, 기생초, 소리쟁이, 강아지풀 등은 pH가 높은 곳에서 분포한다.

서열법에 의한 만경강 하천식생의 분석

Table 3. Jeonju stream vegetation data from Fig. 3 : Canonical coefficients and the inter correlation of environmental variables with the first two axes of CCA. For a description of variables. see Fig. 2 legend

Variables	Canonical Coefficients		Correlations Coefficients	
	1	2	1	2
pH	-0.390	-0.124	-0.357	-0.407
EC	0.282	0.118	-0.738	0.425
OM	-0.338	0.437	-0.611	0.696
T-N	-0.532	-1.551	-0.897	-0.115
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	-0.372	1.291	-0.860	0.284
Eigenvalue	0.872	0.902		

3.4. 삼천(만경강 상류의 도시하천)

Fig. 5은 4개군(Fig의 1~4번)의 주요우점종과 5개 환경요인들에 대한 CCA결과이며, Table 4는 CCA결과에 의한 제 1축과 제 2축과의 상관관계이다. 제 1축에서는 인산, pH, 유기물함량이 제 2축에서는 pH가 높은 상관관계를 나타내고 있다. 이들 환경요인들과 군락과의 관계를 보면 환삼덩굴 군락은 유기물함량, 자귀풀 군락은 전질소 함량과 강한 상관관계를 가지고 있으며 털물참새피 군락은 pH가 높은곳에서 분포한다.

종과 임분과의 배열상황은 미국개기장, 매듭풀, 기장대풀, 자귀풀, 실망초등은 전질소, 치환성양이온, 인산과 관계가 있고, 환삼덩굴, 새삼, 망초, 왕고들빼기등은 유기물 함량, 털물참새피, 쇠치기풀, 소리쟁이등은 pH와 약간의 상관관계가 있는 것으로 나타났다.

3.5. 만경강(회포교 일대-중류)

만경강 회포교 일대는 만경강의 지류를 포함한 전지역에서 가장 식생이 양호한 곳이다.

만경강 회포교 일대의 식물군락과 5개의 토양요인과의 관계를 CCA에 의하여 분석한 결과는 Fig. 6과 같다.

Fig. 6은 12개군락의 주요우점종 (Fig 6의 1~12번) 및 군락구성종과 임분과의 배열 상황과 5개 환경요인들에 대한 CCA결과이며, Table 5는 CCA결과에 의한 제 1축과 제 2축과의 상관관계이다. 제 1축에서는 인산, pH, 유기물 함량등 4개 환경요인들이 높은 상관관계를 보이고 있으며 제 2축에서 pH가 다소 높은 상관관계를 보이고 있다. 이들 환경요인들과 군락과의 관계를 보면 갈대 군락, 고마리 군락, 부들-고마리 군락, 부들 군락등이 유기물 함량, 치환성양이온, 인산, 전질소의 함량이 높은 곳에서 분포하며, 나사말, 검정말, 마름등 수생식물

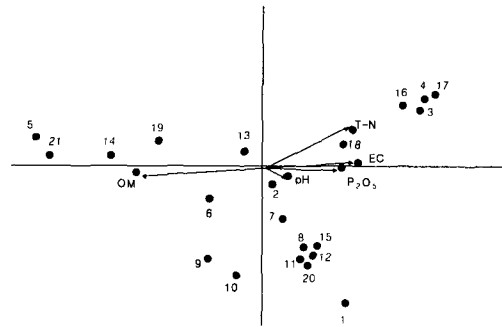


Fig. 5. Sam stream vegetation data : CCA ordination diagram with sites and environmental variables(arrows).

- 1=*Paspalum distichum* var. *imdtutum* community
- 2=*Setaria viridis* community
- 3=*Aeschynomene indica* community
- 4=*Erigeronbon Bonariensis* community
- 5=*Humulus japonicus*
- 6=*Phyllanthus ussuriensis*
- 7=*Rumex crispus*
- 8=*Erigeron canadensis*
- 9=*Persicaria perfoliata*
- 10=*Persicaria hydropiper*
- 11=*Erigeron annuus*
- 12=*Artemisia princeps* var. *orientalis*
- 13=*Ambrosia artemisiifolia* var. *elatior*
- 14=*Lactuca indica* var. *laciniata*
- 15=*Hemarthria sibirica*
- 16=*Kummerowia striata*
- 17=*Isachne globosa*
- 18=*Panicum dichotmiflorum*
- 19=*Erigeron canadensis*
- 20=*Digitaria sanguinalis*
- 21=*Cuscuta japonica*

For a description of variables. see Fig. 2 legend.

Table 4. Sam stream vegetation data from Fig. 2 : Canonical coefficients and the inter set correlation of environmental variables with the first two axes of CCA. For a description of variables. see Fig. 2 legend

Variables	Canonical Coefficients		Correlations Coefficients	
	1	2	1	2
pH	-0.024	-0.033	0.203	-0.188
EC	-3.129	1.535	0.751	0.058
OM	-1.334	0.848	-0.978	-0.121
T-N	0.213	1.188	0.701	0.656
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.848	-1.848	0.623	-0.044
Eigenvalue	0.765	0.727		

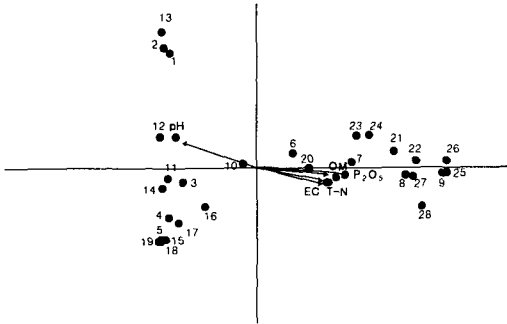


Fig. 6. Mankyeong river(Hoepo bridge near) vegetation data : CCA ordination diagram with sites and environmental variables(arrow).

- 1=*Vallisneria asiatica* community.
- 2=*Nymphoides peltata* community.
- 3=*Hydrilla verticillata* community.
- 4=*Trapa japonica* community.
- 5=*Nymphoides indica* community.
- 6=*Scirpus triangulatus* community.
- 7=*Typha orientalis*
- 8=*Persicaria thunbergii* community.
- 9=*Phragmites communis* community.
- 10=*Paspalum distichum* var. *indutum* community.
- 11=*Ceratophyllum demersum* community
- 12=*Potamogeton crispus* community
- 13=*Monochoria vaginalis* var. *plantaginea*
- 14=*Myriophyllum verticillatum*
- 15=*Potamogeton malaianus* var. *latifolius*
- 16=*Potamogeton malaianus* var. *latifolius*
- 17=*Trapella sinensis* var. *antennifera*
- 18=*Potamogeton oxyphyllus*
- 19=*Typha angustata*
- 20=*Nuphar subinteperrimum*
- 21=*Humulus japonicus*
- 22=*Sium suave*
- 23=*Bidens frondosa*
- 24=*Actinostemma lobatum*
- 25=*Oenanthe javanica*
- 26=*Artemisia princeps* var. *orientalis*
- 27=*Echinochloa crus-galli*
- 28=*Echinochloa crus-galli* var. *oryzicola*

For a description of variables, see Fig. 2 legend.

은 pH가 높은 곳에서 분포한다. 종과 임분과의 배열 상황은 미나리, 쑥, 물피, 돌피, 개발나물, 고마리, 환삼덩굴, 부들, 미국가막사리, 뚜껍덩굴 등이 유기물함량, 전질소, 치환성양이온, 인산의 함량이 높

Table 5. Mankyeong river(Hoepo bridge near) vegetation data from Fig. 4 : Canonical coefficients and the inter set correlation of environmental variables with the first two axes of CCA. For a description of variables, see Fig. 2 legend

Variables	Canonical Coefficients		Correlations Coefficients	
	1	2	1	2
pH	-0.259	0.795	-0.788	0.571
EC	-0.354	-0.603	0.713	-0.282
OM	-0.763	-1.336	0.787	-0.177
T-N	-0.998	-1.577	0.698	-0.280
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	2.589	3.664	0.875	-0.141
Eigenvalue	0.848	0.614		

은 곳에서 말즘, 붕어마름, 나사말, 노랑어리연꽃, 물닭개비, 마름, 어리연꽃, 대가래, 수염마름, 애기부들, 물수세미등 수생식물은 pH가 높은 곳에서 분포한다.

결과적으로 CCA를 사용한 환경에 따른 군락분포와 종의 분포상황을 보면 5개 조사지역(고산천, 소양천, 전주천, 삼천, 만경강 회포교일대)의 결과는 유사하게 나타났다. 환경요인중 pH와 상관관계가 높은 군락은 달뿌리풀, 나사말, 검정말, 마름, 말즘, 어리연꽃, 털물참새피등이며 대부분의 수생식물군락들이 pH가 높은 곳에서 분포하고 있는 것으로 나타났다. 이러한 현상은 수생식물의 분포에 영향을 미치는 수질에서 pH의 수치가 5이하로 떨어지는 산성상태에서는 식물이 적응하기 힘든 상태가 되기 때문인 것으로 추정된다.<sup>10)</sup> 또한 교란지식생의 대표종들인 환삼덩굴, 강아지풀, 돼지풀, 미국개기장, 망초, 미국가막사리 등과 일부지역의 갈대, 고마리등은 유기물함량, 치환성 양이온, 전질소, 인산 등의 함량이 높은 곳에서 주로 분포하고 있는 것으로 조사되었다. 이러한 유기물함량, 전질소, 인산 등의 환경요인들은 토양이나 수중에서 부영양화에 주된 원인으로 작용하기 때문에 특정종에 대한 생물량을 증가시키는 결과를 초래할 뿐만 아니라,<sup>11)12)13)</sup> 교란지등에서 강한 성장력을 나타내는 소수 종들에게 상당한 영향을 미칠 것으로 사료된다. 그러나 만경강 일대의 하천식생에 영향을 미치는 환경요인들 중 전주천의 pH, 만경강 하리고 일대의 전질소, 등은 다른 환경요인들에 비해 상관관계가 높지 않았다.

결과적으로 토양의 산성화 및 토양의 부영양화등 토양의 화학적 성질의 변화 및 특성의 차이는 식물종조성에 상당한 영향을 주며,<sup>14)</sup> pH는 하천의 자정

작용에 크게 관련되어 있기 때문에 하천식생의 종 분포에 큰 영향을 준다.<sup>15)</sup>

#### 4. 결 론

전라북도 소재 만경강의 하천식생과 입지와의 관계를 분석하기 위하여 CCA(Canonical Correspondence Analysis)를 이용하였다. 식생조사는 2001년 6월부터 9월사이에 1:5,000의 지형도를 참고하여 30개소의 방형구를 설치하여 조사하였으며 조사된 내용의 분석 결과는 다음과 같다. 만경강 조사지역(전주천, 삼천, 소양천, 만경강 회포교일대) 하천 식생의 식물군락은 CCA에 의하여 17개 군락으로 구분되어졌다. 조사된 17개 군락과 토양요인과의 관계를 보면 pH, EC, 유기물함량, 전질소, 인산이 모두 관계가 있는 것으로 나타났다. CCA결과에 의하면 수생식물의 분포에 pH가 큰 영향을 미쳤으나, 교란지 식생과 습생식물은 전질소와 인산이 영향을 미쳤다.

#### 감사의 글

본 연구는 원광보건대학의 연구비 지원에 의하여 연구되었으며, 연구비를 지원해준 원광보건대학에 감사드립니다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 杉山惠一, 進士五十八, 1992, 紫煙環境復元の技術, 朝倉書店, 286pp.
- 2) Goodall, D.W., 1954, Objective methods for the classification of vegetation.III. An essay in the use of factor analysis, Aust., J. Bpt., 2, 304-324.
- 3) Causton, D. R., 1988, Introduction to vegetation Analysis, London, Unwin Hymaan, 342pp.
- 4) Ter Braak, C. J. F., 1988, CANOCO and extension of DECORANA to analyze species environmental relationship, Vegetatio, 75, 159-160.
- 5) Allen, R., 1988, Latitudinal variation in southern Rocky Mountain forest, Ph. D thesis, The university of north Carolina, 400pp.
- 6) Braun-Blanquet, J., 1964, Pflanzensoziologie, 3 Springer-Verlag, Wien, 865pp.
- 7) 농촌진흥청, 1979, 농업기술연구소, 토양화학분석법, 321pp.
- 8) Ter Braak, C. J. F., 1986, Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis, Ecology, 67, 1167-1179.
- 9) Ter Braak, C. J. F., 1987, CANOCO-FORTRAN program for canonical community ordination by[partial][detrended][canonical] correspondence analysis, principal components analysis and redundancy analysis(version 2.1). TNO institute
- 10) 이옥주, 1999, 수생식물의 수질정화 효과에 관한 연구, 한양대학교 환경대학원 석사학위논문, 61pp.
- 11) Mun, H. T. and W. G. Whitfore, 1989, Effects of nitrogen aendment on annual plants in the chihauhauan desert, Plant and Soil, 120-231.
- 12) 문형태, 표재훈, 김준호, 1998, 여천공단 주변지역 토양의 화학적 성질, 한국생태학회지, 21, 1-6.
- 13) 김창환, 명현, 신병철, 1999, 전라북도 장안산 삼림 식생의 종다양성, 한국환경생태학회지, 13, 271-289
- 14) Bell, N., 1994, The ecological effects of increase aerial deposition of reserve sulfur and soluble sulfates in soil, Proceedings of Soil Society of America, 24, 265-268.
- 15) 모현주, 1998, 자연수로중 수생식물의 성장에 따른 수질정화효과, 고신대학교 대학원 석사학위논문, 43pp.