

## 벼 재배기간중 전남동부지역 농촌하천의 수질과 분포초종

이도진\* · 조주식<sup>1)</sup> · 국용인<sup>2)</sup> · 안호근<sup>3)</sup>

순천대학교 농업교육과, <sup>1)</sup>순천대학교 환경농업과학부, <sup>2)</sup>전남대학교 생명공학연구소, <sup>3)</sup>순천대학교 화학공학과  
(2002년 8월 9일 접수, 2002년 12월 16일 수리)

### Water Quality of Streams and Riparian Vegetation at Rice Cultivation Area of Eastern Jeonnam

Do-Jin Lee\*, Ju-Sik Cho<sup>1)</sup>, Yong-In Kuk<sup>2)</sup> and Ho-Geun Ahn<sup>3)</sup> (Department of Agricultural Education, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea, <sup>1)</sup>Division of Environmental and Agricultural Science, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea, <sup>2)</sup>Institute of Biotechnology, Chonnam National University, Gwangju 500-757, Korea, <sup>3)</sup>Department of Chemical Engineering, Suncheon National University, Suncheon 540-742, Korea)

**ABSTRACT :** The characteristic of the quality of stream water and the riparian vegetation during rice cultivation in the rural area of the eastern Jeonnam province was surveyed from April to November, 2000. The water quality of the streams during rice cultivation was variable. The pH of these water bodies ranged from 6.5~8.3. Electro conductivity (EC) at each water body ranged from 162~4,910  $\mu$ S/cm for Beolgyo-cheon, 114.7~286.6  $\mu$ S/cm for Boseong-cheon, 74.8~147  $\mu$ S/cm for Songgwang-cheon, and 61.6~82.1  $\mu$ S/cm for Isa-cheon. Total nitrogen and other parameters (K, Ca, Mg, Na, Cl, SS) were higher at May (Boseong-cheon) through June (Songgwang-cheon, Isa-cheon) during the transplanting season than these same parameters at August, October and November. Thirty weed species of sixteen families were found in the survey areas of Songgwang-cheon, Boseong-cheon, Isa-cheon and Beolgyo-cheon. Nine annual weeds, four biennial weeds, and seventeen perennial weeds were found, several different life forms were identified. Of those species three were submerged, two were free floating, five were emerged, and twenty were water-side weeds.

**Key words:** water quality, riparian vegetation, rural area, stream.

## 서 론

지표면의 표류수가 사면의 경사 방향을 따라 흐르며 연중에 걸쳐 유량이 풍부한 곳을 강(江), 계절적인 수량 변화가 심한 곳을 천(川)으로 구분하고 있다<sup>1)</sup>. 우리나라는 임야지 점유율이 70% 이상인 지형 특성상 산지가 많기 때문에 강을 제외한 대부분의 하천은 유역면적이 작고 길이가 짧으며 경사가 급하여 유출수는 단시간내에 호소나 강 또는 바다로 흘러 들어가는 특징이 있다<sup>1)</sup>. 하천은 홍수기와 갈수기, 수질 및 운반 퇴적물에 따른 영향이 크기 때문에 하천에 서식하는 초종은 자연스럽게 형성되어 자생하며<sup>2)</sup> 산림지나 농경지 유출수, 생활하수 및 산업폐수 등의 일부가 유입되기 때문에 무절제한 유입수량의 증가는 수질악화의 주요 원인이 된다<sup>3,4)</sup>. 한편 질소 등의 영양원이 풍부한 하천에는 고마리, 환삼덩쿨 등이 우

점<sup>5,6)</sup>하며 하천 내외부에 자생하는 식물들은 하천의 자연경관을 구성할 뿐만 아니라 일부 초종은 영양염류의 자정작용에 일조하는 것으로 알려져 있다<sup>7)</sup>. 집약적인 농업생산 활동과 자연환경이 조화된 환경 보전형 농업이나 자연경관 및 생태계 등을 배려한 관심이 높아지면서 농업생산 활동으로 배출되는 하천수의 영양염류 추이와 하천 자생식물에 대한 관심이 요구된다.

따라서 본 연구는 전남 일부지역의 농업·공업용수 및 상수원수인 주암호에 유입되는 2개의 농경지 주변 하천(송광천, 보성천)과 순천만에 유입되는 2개의 농경지 주변 하천(이사천, 벌교천)을 대상으로 벼 재배기간을 전후한 시기의 하천수질 추이 변화를 파악하고 하천주변에 서식하는 수생·습생초종을 함께 조사하여 영양염류제거에 이용 가능한 자생식물의 탐색을 위한 기초자료로 삼고자 하였다.

\*연락처:

Tel: +82-61-750-3354 Fax: +82-61-752-0587  
E-mail: djlee@suncheon.ac.kr

## 재료 및 방법

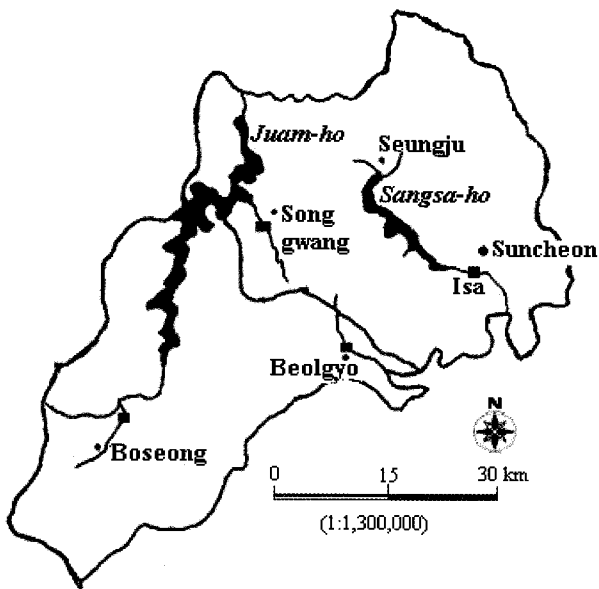


Fig. 1. Survey sites (■) of Songgwang, Boseong, Isa, and Beolgyo-cheon at eastern Jeonnam.

### 조사하천 특성 및 조사지점

조사대상 하천은 전남 동부권에 속하는 순천시와 보성읍의 농경지 주변에서 농업용수 및 배수로 역할을 겸하고 있으며 다목적댐인 주암호로 유입되는 송광천, 보성강 상류의 지천인 보성천, 그리고 순천만으로 유입되는 벌교천, 주암호 조절지점의 상사호에서 유출되는 이사천 등 4개 하천을 선정하여 하천의 각 지점(Fig. 1)에서 하천수질과 분포조종을 조사하였으며 각 하천의 특징은 다음과 같다.

송광천은 망월봉(652 m) 인근의 낮은 산간부를 근원으로 상류의 유입수량이 적고 농경지와 농가를 경유한 다음 주암호(Fig. 1, 유역면적 1,010 km<sup>2</sup>, 저수량 4억 5700만톤, 순천시·보성군·화순군의 3개 시군에 걸쳐 위치하고 있으며, 광주광역시, 나주시, 목포시, 화순군 등에 생활용수, 농업·공업용수 공급)로 직접 유입되는 하천으로서 주암호에 유입되기 전의 지점(전남 순천시 송광면 덕산리 원동, 상이읍교 주변)을 선정하였다. 보성천은 보성강 상류에 위치하는 지천으로서 농경지 및 보성읍에서 유출되는 농업용수와 일부 생활하수가 포함되어 주암호로 유입되는 하천으로서 보성강에 합류되기 전의 지점(전남 보성군 미력면 용문리 만평, 반암교 주변)을 선정하였다. 이사천은 주암호의 조절지점인 상사호(Fig. 1, 수원은 주암호에서 내경 3.2~4.9 m, 길이 11.5 km인 도수터널로 공급되며 유역면적 135 km<sup>2</sup>, 총저수량 2억 5000만톤, 연간 5,000만 kW 발전, 순천시·여수시·광양시 등에 생활용수 및 농업·공업용수 공급)의 유출수에 의해 형성되는 하천으로서 상류 집수유역에 농경지와 농가가 적고 하류에서 농업용수로 이용되며 순천만으로 유입되는 하천으로서 하천의 중류부근(전남 순천시 상사면 응령리 금곡, 평강교 주변)을 조사지점으로 선정하였다.

벌교천의 상류 집수유역에는 과수원과 농경지, 분지형의

낙안 민속마을이 위치하고 있으며 제석산(563 m)과 주변의 작은 산을 근원으로 하는 하천으로서 벌교읍을 거쳐 순천만에 유입되며 조사지점은 벌교읍을 통과하기 전의 지점(전남 보성군 벌교읍 봉림리 봉림, 봉림교 주변)을 선정하였다.

### 수질 및 토양분석

벼 재배시기를 중심으로 조사한 4개 하천의 수질 변화를 파악하기 위해 이앙전후, 여름철, 수확기 및 수확 종료기 등을 고려하여 4월부터 11월의 6회에 걸쳐 동일한 지점에서 5 L의 시료수를 폴리에틸렌 용기에 채취하여 실험실에서 냉장보관하면서 수질오염 공정시험법<sup>9)</sup>과 Standard Method<sup>9)</sup>에 준하여 분석하였다.

pH는 초자전극법, 전기전도도(EC)는 EC meter를 이용하였으며, 부유물질(SS)은 유리섬유여지에 의한 중량법, 염소이온(Cl<sup>-</sup>)은 질산은 적정법, 화학적 산소요구량(COD)은 산성과망간산칼륨(KMnO<sub>4</sub>)법, 암모니아성 질소(NH<sub>4</sub>-N)는 인돌페놀법, 질산성 질소(NO<sub>3</sub>-N)는 불루신법, 총질소(T-N)는 자외선 흡광광도법, 총인(T-P)과 인산염 인(PO<sub>4</sub>-P)은 아스코르빈산 환원법, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>는 비탁법으로 분석하였다. Ca, Mg, Na, Cu, Ni, Cd, Cr, Pb, Zn에 대해서는 채취한 시료수를 여과하여 ICP (Optima 3300DV, Perkin-Elmer, U.S.A)를 이용하여 분석하였다<sup>10)</sup>.

초종이 생육하고 있는 총적 토양의 화학적 특성을 파악하기 위해 근권토양을 1회(10월) 채취하여 pH 및 EC(1:5), K, Ca, Mg, Na, CEC, T-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, Cu, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe 등을 분석하였다. 채취한 토양은 실험실에서 풍건한 뒤 식물 뿌리와 대형유기물을 제거한 다음 농촌진흥청 토양화학분석법<sup>11)</sup>에 준하여 분석하였다.

### 하천 자생조종

농경지 주변에 위치하는 4개 하천 내외부에 형성되어 있는 식생분포를 파악하기 위해 각 하천의 조사지점(Fig. 1)에서 봄(5월), 여름(8월), 가을(10월)의 3회에 걸쳐 초종별 우점도를 조사하였다. 초종별 우점도는 육안관찰법으로 완전우점(8), 우점(6), 보통(4), 소량(2), 무발생(-)으로 구분하였다.

초종은 하천내외의 생활유형에 따라 식물체 전체가 물 속에 잠겨 있는 침수성 식물(붕어마름, 물수세미, 검정말, 나사말, 말즘 등), 뿌리는 물 밑의 땅속에 있으며 잎은 물 위에 떠 있는 부엽성 식물(큰가래, 가래, 마름 등), 뿌리는 물속에 있지만 잎이 물 위에 떠 있어 바람이나 물 흐름에 따라 이동되는 부유성 식물(생이가래, 통발, 개구리밥 등), 식물체의 지상부가 물 위에 노출되어 있고 지하부만 물 속에 잠겨 있는 추수성 식물(갈대, 줄, 부들, 애기부들, 물여뀌, 고마리, 미나리, 물옥잠 등), 그리고 물가 주변에 서식하는 식물(삿갓사초, 달뿌리풀, 겨이삭, 물억새, 개구리자리 등) 등으로 임의구분하여 목록을 작성·관찰하였으며 발견되지 않는 초종은 제외하였다. 관찰된 초종의 분류 및 동정은 식물도감과 관련문헌을 참고하였다<sup>12-18)</sup>.

Table 1. Characteristics of riparian water quality at Songgwang, Boseong, Isa, and Beolgyo-cheon of eastern Jeonnam

Factor	Unit	Songgwang						Boseong					
		April	May	Jun.	Aug.	Oct.	Nov.	April	May	Jun.	Aug.	Oct.	Nov.
pH		7.5	7.1	7.6	8.0	7.8	7.5	7.2	8.3	7.5	7.0	7.5	7.4
T-P	mg/L	0.7	0.5	0	0	0	0.1	5.8	3.4	0	0	0	0
K	mg/L	1.2	1.5	2.1	0.9	0.8	0.9	3.9	8.3	4.8	1.3	1.0	1.6
Ca	mg/L	8.3	10.9	11.7	5.8	5.3	5.9	16.4	17.8	16.0	7.8	7.2	8.0
Mg	mg/L	1.8	2.3	2.5	1.2	1.2	1.3	4.6	4.8	4.1	2.0	2.0	2.3
Na	mg/L	5.3	6.1	6.5	3.8	3.8	4.3	12.5	13.6	11.2	5.2	5.1	5.7
Cu	mg/L	ND	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ni	mg/L	ND	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cd	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	mg/L	0	ND	ND	0	0	0	0	ND	ND	0	0	0
Pb	mg/L	0	ND	ND	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	ND
Zn	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0	ND	ND	ND	ND	ND	0
NH <sub>4</sub> -N	mg/L	0	0	0	0.2	0	0	0.7	3.5	0	0.5	0	0
NO <sub>3</sub> -N	mg/L	1.6	1.6	1.0	0.5	0.9	1.5	1.4	0.3	1.3	0.6	1.1	1.7
PO <sub>4</sub> -P	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0.4	0	0	0	0
Cl <sup>-</sup>	mg/L	14.2	11.3	12.8	4.3	1.4	6.4	29.1	39.7	25.5	9.2	4.3	9.9
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	633.8	614.8	633.8	484.7	200.6	482.4	1995.0	888.6	544.4	511.8	152.3	541.2

Factor	Unit	Isa						Beolgyo					
		April	May	Jun.	Aug.	Oct.	Nov.	April	May	Jun.	Aug.	Oct.	Nov.
pH		7.4	7.5	6.9	6.5	7.1	7.0	7.3	7.3	7.2	7.1	7.5	7.2
T-P	mg/L	0.2	0.3	0	0	0	0	0.1	0.1	0	0	0	0
K	mg/L	0.9	1.0	1.0	0.9	0.8	1.0	37.7	32.1	6.8	2.0	1.5	2.1
Ca	mg/L	4.4	5.2	6.1	4.6	4.1	4.3	33.9	30.6	14.6	10.5	9.0	11.1
Mg	mg/L	1.3	1.3	1.5	1.2	1.0	1.1	71.6	49.2	7.6	2.8	2.6	3.1
Na	mg/L	2.9	3.1	3.6	2.6	2.6	3.2	590.8	389.6	42.7	7.2	11.1	13.6
Cu	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0	ND
Ni	mg/L	ND	ND	ND	ND	0	ND	0	ND	ND	ND	0	ND
Cd	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	mg/L	0	ND	ND	0	0	ND	0	0	ND	0	0	0
Pb	mg/L	0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Zn	mg/L	ND	ND	ND	ND	ND	0	0	ND	ND	ND	ND	0
NH <sub>4</sub> -N	mg/L	0	0.1	0	0	0	0	0.4	0.6	0.1	0.4	0	0
NO <sub>3</sub> -N	mg/L	1.2	0.5	0.8	0.6	1.0	1.1	0.6	0.2	1.3	0.6	1.4	1.7
PO <sub>4</sub> -P	mg/L	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Cl <sup>-</sup>	mg/L	4.3	14.9	5.7	4.3	0	3.6	1269.5	817.0	85.1	12.1	15.6	28.4
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	mg/L	455.2	522.7	495.6	468.5	147.6	482.4	4583.0	7757.0	1260.0	671.8	427.4	761.8

ND : Not detected.

## 결과 및 고찰

### 조사하천의 수질 및 토양

벼 재배기간을 중심으로 하천수질의 추이를 살펴보기 위해 모내기 전후인 4월, 5월, 6월, 그리고 여름철의 8월, 수확기의 10월 수확 종료후 늦가을인 11월에 조사한 하천별 수질분석 결과는 Table 1 및 Fig. 2와 같다.

### 송광천

조사대상 4개의 하천중 주변의 집수유역에 농경지 분포가

가장 많았던 송광천의 경우, 산간부에서 유래되어 농업용수를 공급할 수 있는 충분한 수원지가 부족하였던 것으로 모내기를 전후한 5월에는 하천바닥의 자갈이 노출될 정도의 심한 갈수기를 이루었으며 모내기가 끝나는 6월이 되면서 하천으로서의 기능을 할 수 있었다. 물의 가장 기본적인 항목인 pH는 조사기간중 pH 7.1~8.0 범위로서 농업용수의 수질기준 (pH 6.0~8.5)이내에 속하여 농업용수로 사용하는 데는 문제가 없는 것으로 판단되었다. 전기전도도(EC)는 6월에 147.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로서 높았으며 다음의 5월(133.9  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), 4월(116.5  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )에 이어 8월, 10월에는 감소하는 경향을 보였다(Fig. 2). 이는 집수유역의 농경지에서 모내기 전후인 5, 6월에 농업배수가 하천

으로 방출될 때 화학비료나 기타 유기물 등에 함유된 N, P, K, Ca, Mg, Na, Cl 등의 성분함량 증가에 기인한 것으로 추정되며 8월의 여름철에 낮아진 것은 강우에 의한 유량증가의 영향으로 사료되었다. EC, N, P, Ca, Mg, Na, Cl 등의 조사항목이 11월에 약간 증가하는 것은 하천 내외부에서 일생을 마치고 고사한 식물체로부터 하천수에 유출되는 식물체 기원 영양염류나 하천유량과 관계가 있을 것으로 추정되었다(Fig. 2). 한편 Jung 등<sup>3)</sup>이 보고한 염해에 약한 식물에도 피해를 줄 수 있다는 EC농도 범위(250~750  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )에는 포함되지 않았고 Lee 등<sup>6)</sup>이 보고한 공업단지내를 통과하는 남수천에 비해서도 대부분 조사항목들의 함량이 현저하게 낮았으며 도심을 통과하는 동천보다도 낮게 나타남으로서 주로 농경지 유출수가 유입되는 하천수는 공업용수나 도시의 일부 미처리 생활하수가 포함되는 하천수에 비해 영양원을 적게 함유하고 있는 것으로 판단되었다. 한편 화학적 산소 요구량(COD)은 4월이 5.6 mg/L로서 가장 높았으며 5월, 6월은 4.4 mg/L로서 8월이나 10월, 11월 보다 높았다(Fig. 2).

특히 수질중 총질소 함량은 우리나라 호소수질 환경기준 1등급이 0.2 mg/L, 2급과 3급이 각각 0.4 및 0.6 mg/L 이하로 되어 있으며 농업용수 수질 기준은 1 mg/L 이내로 정하고 있다<sup>19)</sup>. 질소형태와 농업용수중 농도별 비의 피해정도는 아직 명확하게 규명되어 있지 않으나 관개수중  $\text{NO}_3\text{-N}$ 의 기준농도는 20 mg/L 이하로 규정하고 있으며 일반 관개수중의 농도는 5~6 mg/L으로 알려져 있다<sup>19,20)</sup>. 조사기간중 송광천의 총질소 함량이 2.3~3.4 mg/L 범위로서 조사시기 모두 1 mg/L이내인 농업용수 기준치를 초과하였으나 관개수중 총질소 함량이 5 mg/L 이상에서는 비의 수량감소를 초래하지만 3 mg/L까지는 시비대책과 재배기술 개선 등으로 대응이 가능한 것으로 알려져 있다<sup>21)</sup>. 한편 비의 생육에 영향을 미치는 관개수질에 대해서는 최근 총질소 함유량보다 질소의 존재형태( $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ )에 따른 피해가 직접적인 원인인 것으로 논의되고 있다. 한편 송광천은 상수원수로 이용되는 주암호에 직접 유입되기 때문에 질소성분이 환경정책기본법의 호소수질 환경기준 1등급인 0.2 mg/L을 초과한다는 점을 고려한다면 비점원 관리가 필요한 것으로 사료되었다.  $\text{NH}_4\text{-N}$ 은 불검출~0.2 mg/L 였으며,  $\text{NO}_3\text{-N}$ 은 4월과 5월에 1.6 mg/L로서 다른 시기에 비해 약간 높게 나타났으나 특히 8월(0.5 mg/L)의 감소는 강우시기에 따른 유량증가와 미생물 분해 등이 관여하는 것으로 추정되었다<sup>10)</sup>. 수질중 총인함량은 불검출~0.7 mg/L 범위였으며 질소성분과 함께 부영양화를 일으키는 원인성분으로서 호소수질 환경기준에서 농업용수 기준이 0.1 mg/L으로서 0.01~0.05 mg/L이면 조류발생이 가능한 수준인 것으로 알려져 있다<sup>22)</sup>. 본 조사에서는 비강우기인 4월과 5월에 각각 0.7, 0.5 mg/L이 검출되었으며 강우기인 6~10월에는 대부분 검출되지 않았다. 농경지 토사가 함유된 유출수의 영향으로 판단되는 부유물질인 SS는 6월의 3.2 mg/L을 정점으로 4월, 5월에서 약간 높게 나타났으며 8월, 10월, 11월에는 감소하여 모내기철 이후에는 비교적 투명한 하천수질 상태가 유지

됨을 알 수 있었다(Fig. 2). 미량원소인 Cl<sup>-</sup>는 식물체의 광합성 저해, 탄수화물 이동감소, 호흡 및 수분흡수를 저해하는 것으로 알려져 있으며 비의 생육을 저해하는 기준은 250 mg/L으로 보고되어 있다<sup>19,20)</sup>. 본 조사에서는 갈수기인 4월과 5월, 6월에 각각 14.2, 11.3, 12.8 mg/L로 높았으나 8월과 10월로 갈수록 점점 낮아지는 경향을 보였으며 최저 1.4 mg/L로서 비의 생육을 저해하는 수준에는 훨씬 못 미치는 농도였다. 한편 이상의 영양원을 함유하고 있는 하천수 임에도 불구하고 하천내에 서식하는 침수성 초종이 발견되지 않았던 점은 모내기를 전후한 갈수기의 영향이 컸던 것으로 추정되며 추수성 초종으로 갈대, 고마리 등이 관찰(Table 3)되었으나 남수천<sup>6)</sup>과 비교하여 어느 한 초종에 의한 완전우점 경향은 나타나지 않았다.

### 보성천

보성강 상류의 지천에 속하는 보성천은 집수유역이 보성읍을 통과하여 농경지를 거쳐 나오며 송광천에 비해서는 농업용수 공급이 충분한 하천으로서 송광천에 비해 Fig. 2와 같이 EC는 모든 조사기간중 높게 나타났으며 특히 5월(286.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), 4월(253.2  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), 6월(236.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )순으로 나타나 이 기간에는 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 으로서 염해에 약한 식물에는 영향을 줄 수 있다<sup>3)</sup>는 농도 범위에 속하였으나 하천 내부에는 침수성 초종인 검정말, 말뚝, 물수세미와 함께 수질정화효과가 알려진 추수성 식물의 줄<sup>7)</sup>과 고마리가 우점하고 있었다(Table 3). 물가에는 소리쟁이, 환삼덩쿨 등이 서식하고 있었으며 2년생의 황새냉이와 개피 등이 관찰되었다. pH는 조사기간중 pH 7.0~8.3으로 농업용수의 수질기준(6.0~8.5)이내로서 농업용수로 사용하는 데는 문제가 없는 것으로 나타났다.

한편 본 조사에서 총질소 함량은 5월(7.4 mg/L)을 정점으로 조사기간에 걸쳐 1.9~7.4 mg/L의 범위로서 조사시기 모두 1 mg/L인 농업용수 기준치를 초과하였으나 비농사에서 시비대책과 재배기술 개선에 의한 관개수의 대응이 가능하다<sup>21)</sup>고 한 총질소 함량 3 mg/L는 5, 6월에만 초과하였다(Fig. 2). 한편 송광천과 함께 보성천도 하천수가 주암호에 직접 유입되기 때문에 총질소 함량이 1등급의 호소 수질환경기준인 0.2 mg/L을 초과를 고려하면 비점원 관리가 필요할 것으로 사료되었다. 농업용수중 질소형태별 함량에 대한 기준은 아직 확실하지 않으나 비 생육 피해 한계농도에서  $\text{NO}_3\text{-N}$ 은 20 mg/L 이하이며 관개수중의 농도는 5~6 mg/L으로 알려져 있지만<sup>19,20)</sup> 보성천에서는 조사기간중 0.3~1.7 mg/L으로서 기준치 이하의 값을 보였다(Table 1). 암모니아태 질소는 조사기간중 불검출~3.5 mg/L (5월)로 나타났다.

또한 총인 함량은 4월(5.8 mg/L)을 정점으로 5월은 3.4 mg/L로 나타났으며 이후에는 인산염류와 함께 측정되지 않았지만 4월, 5월의 함량이 다른 조사하천에 비해 높게 나타나 농업용수 기준인 0.1 mg/L을 초과함으로써 수질중의 인 성분은 질소성분과 함께 부영양화를 일으키며 0.01~0.05 mg/L이면 조류발생이 가능한 수준으로 보고되어 있다<sup>22)</sup>. 질소고정은

대기중에 함유되어 79%의 질소로부터 식물이나 세균 등에 의해 고정될 수 있기 때문에 인위적인 공급이 없는 수계에서도 증가는 가능하지만 인의 경우는 일부의 생활하수나 공업하수, 축산폐수 등에 함유·유입되는 것으로 알려져 있다<sup>22)</sup>. 따라서 이와 같은 농도는 보성읍을 통과하면서 유출된 일부의 생활하수 유입과 관련이 있는 것으로 사료되며 상수원수로 이용되는 주암호의 집수유역에 위치하는 점을 고려하면 4, 5월중 영양염류의 관리가 요구된다.

한편 식물의 광합성, 호흡 및 수분흡수 등에 영향을 주는 미량원소인 Cl는 5월(39.7 mg/L)과 4월(29.1 mg/L), 6월(25.5 mg/L) 순이었으나 8월과 10월로 갈수록 점점 낮아지는 경향으로서 벼의 생육을 저해하는 기준인 250 mg/L에는 못 미치는 농도였다. 또한 K, Ca, Mg, Na 등의 함유량 또한 대부분이 5월에 높았으며 다음은 4월과 6월, 11월, 8월, 10월 순으로 나타났다(Table 1). COD 및 SS는 5월에 각각 13.2, 20.8 mg/L으로서 4월이나 6월보다 높아 5월의 고산소 요구량과 투명도 저하가 인정되었다(Fig. 2). 대부분의 조사항목들이 모내기 이후인 6월에 높게 나타났던 송광천과는 다른 경향으로서 보성천의 경우 5월에 조사항목들이 높게 나타났던 것은 송광천에 비해 농업용수 공급이 충분하여 5월부터 가는 토사가 함유된 농업배수가 집수유역 하천으로 흘러나온 농경지 유출수의 영향으로 사료되었다.

이사천

주암호의 조절지대인 상사호에서 유출되는 이사천의 경우, pH는 조사기간중 pH 6.9~7.5 범위로서 비교적 안정적이었으며 농업용수 수질기준(pH 6.0~8.5)이내에 속하여 농업용수로서의 사용에 문제가 없는 것으로 판단되었다. EC도 61.6~82.1  $\mu\text{S/cm}$ 로서 함께 조사한 송광천, 보성천, 벌교천에 비해 낮은 값을 보여 큰 변화는 없었으나 6월(82.1  $\mu\text{S/cm}$ )에 약간 높은 경향이였다(Fig. 2). SS도 0.6~4.2 mg/L로서 다른 조사하천에 비해 투명한 상태를 유지하고 있었으며, COD는 2.0~4.8 mg/L이었다(Fig. 2). 이사천은 상사호에서 유출되는 연유로 다른 조사하천에 비해 연중 풍부한 유량을 가지고 있었으며 상류 집수유역에 농경지가 적어 오염성 영양성분의 중간 유입원이 적었던 것으로 판단되며 따라서 토사나 부유물질 등이 함유되지 않은 깨끗한 물이 유지된 것으로 보인다.

한편 총질소 함량은 조사기간중 1.5~2.6 mg/L으로서 0.2 mg/L인 호수수질 환경기준 1등급과 1 mg/L인 농업용수 수질기준을 초과하였으나 질산성 질소(0.5~1.2 mg/L) 함량은 다른 하천과 유사한 경향이였다(Table 1). 그 밖의 원소 K, Ca, Mg, Na 등도 6월에 약간 높게 나타났으며 서식하는 초종은 송광천, 보성천에 비해 고마리 등의 점유율이 낮았으나 하천주변 물가에는 샷갓사초, 소리쟁이, 물억새, 환삼덩굴, 갯버들 등이 관찰되었으며 하천 내부에는 검정말, 말즘, 물수세미

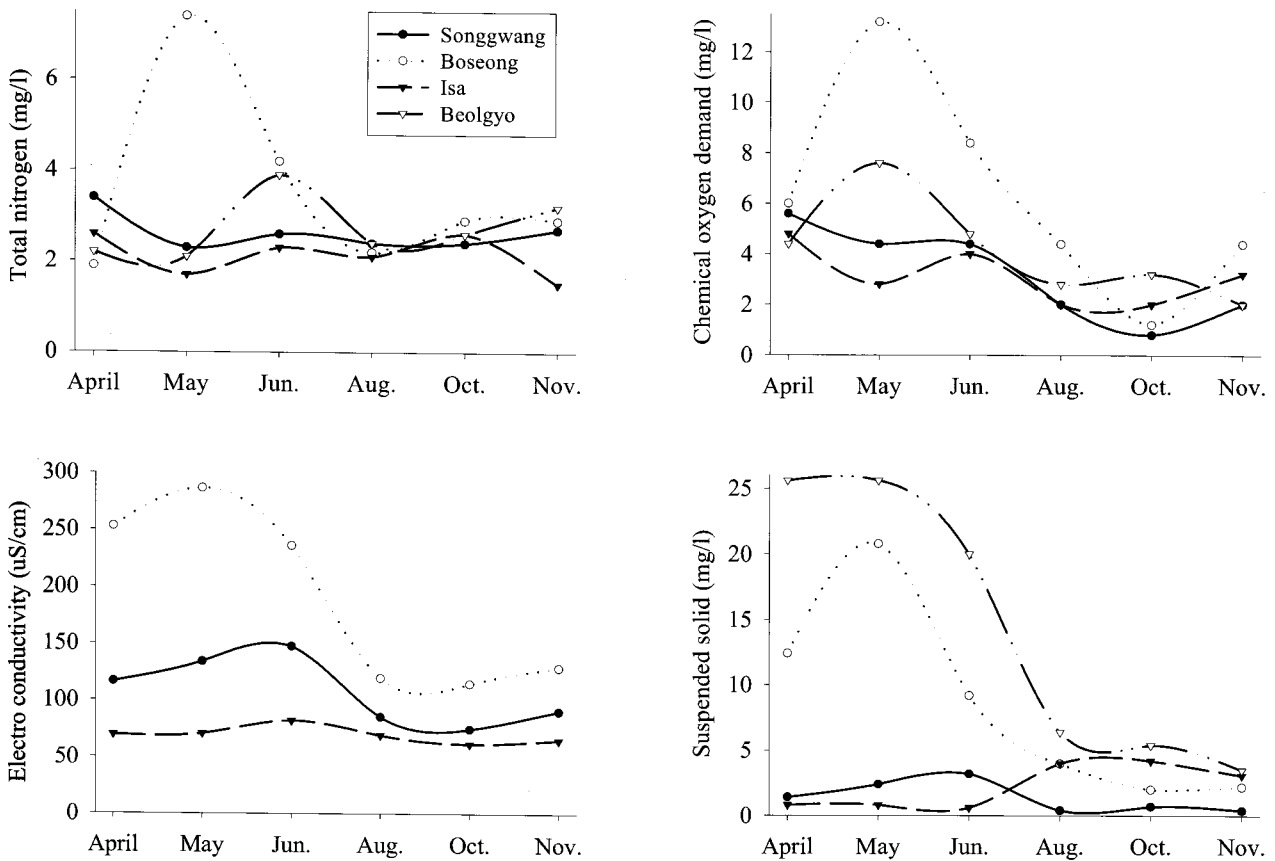


Fig. 2. Change of parameters on riparian water quality of Songgwang, Boseong, Isa, and Beolgyo-cheon.

등의 침수성 초종이 관찰되었으나 특이한 우점초종이 없었던 점은 조사한 다른 조사하천과 차이를 보였다(Table 3).

**별교천**

별교천은 상류 집수유역에 농경지와 과수농가가 밀집하는 분지형의 낙안지역이 위치하고 있는 하천으로서 별교읍을 통과하여 순천만으로 유입되는 특징을 가지고 있다. 조사기간중 별교천의 pH는 7.1~7.5로 안정적이었으나 EC는 4월과 5월에 각각 4910, 3340  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로서 6월(456  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), 11월(213.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), 10월(181.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), 8월(162.0  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )보다 훨씬 높은 수치를 보였다(Table 1, Fig. 2). 특히 미량원소인 Na는 4월과 5월에 각각 590.8, 389.6  $\text{mg}/\text{L}$ 로 다른 조사하천에 비해 훨씬 높았으며 식물체내에서의 탄수화물 이동감소, 광합성 저해, 호흡 및 수분흡수를 저해하는 것<sup>19,20</sup>으로 알려져 있는 Cl는 4월과 5월에 각각 1269.5, 817  $\text{mg}/\text{L}$ 으로서 250  $\text{mg}/\text{L}$ 에서 벼의 생육을 저해한다는 농도를 훨씬 초과하였다. 이와 같은 조사성분의 농도는 하류에 있는 바닷물의 만조시 4월과 5월에 조사지점까지 역류영향을 받았던 것으로 추정되며 이러한 하천 수질특성으로 인하여 다른 하천에서 관찰되었던 침수성 초종은 관찰되지 않았으며 염류토양이나 습지적응성이 우수한 추수성 초종인 갈대가 하천 내외부를 완전 우점하는 것으로 사료되었다. 4, 5월의 하천수는 염해에 강한 작물에도 피해를 줄 수 있는 EC 농도 범위(750~2,250  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )<sup>3</sup>에 속하였으므로 다른 초종이 적응하여 서식하기 어려운 수질조건으로서 다른 하천에 비해 하천 내외부 구성초종이 훨씬 적게 관찰된 것으로 판단되었다. 더구나 하천 주변 서식초종도 다른 조사하천에 비해 저조하여 환삼덩쿨, 고마리, 소리쟁이 등 몇몇 초종만이 출현하였다. 한편 조사기간중의 총질소 함량은 2.1~3.9  $\text{mg}/\text{L}$ 였으며 6월에 3.96  $\text{mg}/\text{L}$ 으로서 송광천과 유사한 경향을 보여 상류 집수유역에 낙안지역의 농경지가 위치하고 있기 때문에 모내기가 끝나는 시기에 농업배수의 유출에 의한 영향으로 조사기간중 6월이 높게 나타난 것으로 추정되었다.

이상의 각 하천 수질의 결과에서 벼 재배기간을 전후한 조사하천의 수질 변화는 다른 시기에 비해 모내기를 전후한 5월, 6월의 영양염류 함유량이 가장 높은 것으로 나타났으며 특히 총질소 함유량은 보성천이 5월, 별교천이 6월, 송광천과 이사천이 4월에 높았고 전기전도도는 보성천이 5월, 송광천과 이사천이 6월에 각각 높았다. 또한 화학적 산소 요구량은 보성천과 별교천이 5월, 송광천과 이사천이 4월에 높았으며 부유물질 함유량은 보성천과 별교천이 5월, 송광천이 6월에 각각 높았다(Fig. 2). 따라서 벼 재배기간을 중심으로 농경지에서 유출되는 농업배수는 모내기를 전후한 시기에 하천 수질 변화에 영향을 미쳤으나 모내기 종료후 8월의 벼 생육기나 10월의 벼 수확기 이후에는 하천수질 변화에 그다지 영향을 미치지 않는 것으로 사료되었다.

**토양특성**

**Table 2. Characteristics of riparian soil at Songgwang, Boseong, Isa, and Beolgyocheon of eastern Jeonnam**

Name	pH	EC	K	Ca	Mg	Na	CEC	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
	(1.5)	$\mu\text{S}/\text{cm}$	—	$\text{mg}/\text{L}$	—	$\text{me}/100\text{ g}$	%	$\text{mg}/\text{L}$	
Songgwang	6.0	20	5.0	42.5	4.45	1.2	3.67	0.05	29.5
Boseong	5.7	30	2.2	19.8	2.4	0.6	2.04	0.04	69.0
Isa	5.9	30	4.6	41.4	4.6	0.6	4.12	0.05	19.8
Beolgyo	6.6	70	4.8	41.4	10.8	5.3	3.53	0.04	95.3

Name	Cu	Cd	Cr	Pb	Zn	Mn	Al	As	Hg	Fe
	$\text{mg}/\text{L}$									
Songgwang	ND	0.05	0.7	2.1	4.2	105.5	431.9	ND	ND	329.2
Boseong	0.08	0.05	0.8	2.0	6.8	42.1	219.8	ND	ND	382.3
Isa	0.05	0.05	0.3	0.8	5.3	235.8	367.1	ND	ND	358.3
Beolgyo	ND	0.1	0.5	1.6	8.3	177.3	280.8	ND	ND	262.5

ND : Not detected.

하천주변에서 채취한 잡초생육 근권토양의 이화학적 특성은 Table 2와 같다. 토양 pH는 만조시 바닷물의 영향이 있었던 것으로 추정되는 별교천의 토양(pH 6.6)이 조사한 다른 4개 하천 토양에 비해 높았으며 다른 하천 토양은 pH 5.7~6.0의 약산성을 나타냈다. 또한 EC는 별교천 토양에서 70  $\mu\text{S}/\text{cm}$ 로서 다른 하천 토양(20~30  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )에 비해 약간 높게 나타났으나 250  $\mu\text{S}/\text{cm}$  이하로서 염해<sup>3</sup>를 받을 수 있는 이하의 농도였다. 총질소는 4개 하천토양 모두 0.04~0.05%로서 큰 차이는 없었으나 인산 함량은 별교천 토양에서 하천수질과는 달리 95.3  $\text{mg}/\text{L}$ 으로 가장 높았고 이사천 토양에서 19.8  $\text{mg}/\text{L}$ 로서 가장 낮게 나타났다. 한편 보성천의 경우 일부 미처리 생활하수의 하천 유출에 의한 영향이 큰 것으로 알려져 있는 인산함량이 하천수와 함께 하천토양(69.0  $\text{mg}/\text{L}$ )에서도 높게 나타났다. 한편 식물 생육과 밀접한 양이온 치환용량(CEC)은 이사천 토양에서 4.12  $\text{me}/100\text{ g}$ 으로 다른 조사하천의 토양에 비해 약간 높은 경향이이었으나 보성천 토양이 2.04  $\text{me}/100\text{ g}$ 으로 가장 낮게 나타났으며 분석한 각 하천 토양의 성분차이에 따른 하천자생 분포초종 출현을 판단하기는 어려운 것으로 사료되었다.

**조사하천의 분포초종**

송광천, 보성천, 이사천, 별교천의 조사지점에서 모두 16과 30초종이 관찰되었으며 다년생 17종(56.7%), 1년생 9종(30.0%) 및 2년생 4종(13.3%)이었다(Table 3). 그 중 검정말(*Hydrilla verticillata*), 말즘(*Potamogeton crispus*), 물수세미(*Myriophyllum verticillatum*) 등의 침수성 초종이 보성천과 이사천에서 관찰되었으며 마름, 가래 등의 부엽성 초종은 모든 조사지점에서 관찰되지 않아 목록에서 제외하였다. 부유성 초종인 개구리밥(*Spirodela polyrrhiza*)과 좁개구리밥(*Lemna paucicostata*)은 송광천과 보성천에서 출현하였으며 추수성 초종인 고마리(*Persicaria thunbergii*)는 각 하천의 모든 조사지점에서 관찰되어 하천 주

Table 3. Frequency of dominant riparian weeds occurred on survey sites of Songgwang, Boseong, Isa and Beolgyo-cheon in eastern Jeonnam<sup>a)</sup>

Weed species	Songgwang			Boseong			Isa			Beolgyo			life cycle <sup>b)</sup>
	May	Aug.	Oct.	May	Aug.	Oct.	May	Aug.	Oct.	May	Aug.	Oct.	
<b>Submerged weeds</b>													
<i>Hydrilla verticillata</i>	-	-	-	2	4	2	2	4	4	-	-	-	p
<i>Myriophyllum verticillatum</i>	-	-	-	-	4	4	-	4	4	-	-	-	p
<i>Potamogeton crispus</i>	-	-	-	2	4	4	2	4	4	-	-	-	p
<b>Free floating weeds</b>													
<i>Lemma paucicostata</i>	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	p
<i>Spirodela polyrhiza</i>	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	p
<b>Emerged weeds</b>													
<i>Oenanthe javanica</i>	2	2	-	2	2	-	2	2	-	-	-	-	p
<i>Persicaria hydropiper</i>	2	4	4	-	-	-	2	2	2	-	-	-	a
<i>Persicaria thunbergii</i>	4	6	4	4	6	6	4	4	4	2	2	2	a
<i>Phragmites australis</i>	4	4	4	-	-	-	-	-	-	8	8	8	p
<i>Zizania latifolia</i>	-	-	-	6	8	8	-	-	-	-	-	-	p
<b>Water side weeds</b>													
<i>Aneilma keisak</i>	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	a
<i>Beckmannia syzigachne</i>	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	b
<i>Bidens frondosa</i>	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	2	2	a
<i>Cadamine flexuosa</i>	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	b
<i>Carex dispalata</i>	-	-	-	-	-	-	2	4	4	-	-	-	p
<i>Cyperus orthostachyus</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	a
<i>Cyperus sanguidentus</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	a
<i>Duchesnea indica</i>	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	p
<i>Eleocharis congesta</i>	-	-	-	-	-	-	2	2	2	-	-	-	p
<i>Hydrocotyle maritima</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	2	-	-	-	p
<i>Humulus japonicus</i>	2	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	4	a
<i>Ludwigia prostrata</i>	2	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	a
<i>Miscanthus sacchariflorus</i>	2	2	2	-	-	-	2	2	2	-	-	-	p
<i>Phragmites japonica</i>	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	p
<i>Ranunculus sceleratus</i>	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	b
<i>Rumex crispus</i>	2	2	-	2	4	2	2	4	4	2	2	2	p
<i>Rumex obtusifolius</i>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	-	-	-	p
<i>Trifolium repens</i>	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	p
<i>Vicia angustifolia</i>	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	b
<i>Xanthium occidentale</i>	-	-	-	2	2	2	-	-	-	-	-	-	a
Total species	16	13	10	18	14	13	11	15	13	4	5	5	30

<sup>a)</sup> Numbers indicate is occurrence degree based on coverage, completely dominant(8), dominant(6), moderately dominant(4), rarely(2) and nothing(-) occurred.

<sup>b)</sup> a, annual; b, biennial; p, perennial.

변에 널리 분포하는 초종으로 판단되었다. 한편 갈대(*Phragmites communis*), 미나리(*Oenanthe javanica*), 여뀌(*Persicaria hydropiper*), 줄(*Zizania latifolia*) 등은 각 하천의 조사지점에 따라 출현의 차이를 보였다. 또한 하천 가장자리와 주변에서는 환삼덩굴(*Humulus japonicus*)과 소리쟁이(*Rumex crispus*)가 모든 조사지점에서 관찰되어 추수성 초종인 고마리와 함께 하천주변의 주요 서식 초종으로 판단되었다.

그 밖의 개구리자리(*Ranunculus sceleratus*), 개피(*Beckmannia syzigachne*), 달뿌리풀(*Phragmites japonica*), 돌소리쟁이(*Rumex*

*obtusifolius*), 미국가막사리(*Bidens frondosa*), 물억새(*Miscanthus sacchariflorus*), 바늘골(*Eleocharis congesta*), 방동사나대거리(*Cyperus sanguidentus*), 뱀딸기(*Duchesnea indica*), 사마귀풀(*Aneilma keisak*), 샷갓사초(*Carex dispalata*), 살갈퀴(*Vicia angustifolia*), 선피락이(*Hydrocotyle maritima*), 쇠방동사나(*Cyperus orthostachyus*), 여뀌바늘(*Ludwigia prostrata*), 큰도꼬마리(*Xanthium occidentale*), 토끼풀(*Trifolium repens*), 황새냉이(*Cadamine flexuosa*) 등의 20초종이 하천 가장자리와 주변에 출현이 확인되었다. 영양원이 풍부하였던 남수천 및 동천<sup>6)</sup>과 비교하면 구성 초종수는 유사

하게 관찰되었으나 하천환경 적응이 양호한 다년생 초종의 점유비율이 57%로서 약간 낮았다.

한편 각 하천의 조사 지점에서 조사시기별로 출현한 초종수는 송광천에서 5월에 16종, 8월에 13종, 10월에 10종, 보성천에서는 5월에 18종, 8월에 14종, 10월에 13종, 이사천에서는 5월에 11종, 8월에 15종, 10월에 13종으로 나타나 시기별 출현 초종수에서 유사한 경향을 보였으나 별교천에서는 5월에 4종, 8월과 10월에 각각 5종에 불과하여 초종이 다양하지 않았다. 하천별 출현 초종수 차이는 하천수질을 포함한 하천환경에 기인하는 것으로 사료되며 특히 별교천의 경우 다른 조사 하천에 비해 구성 초종수가 현저하게 감소하였던 것은 하천수질 조사항목중 EC나 Na, Cl 등의 높은 함량과 관련이 있을 것으로 판단되었다.

각 지점에서 관찰된 초종중 벼과 잡초가 5종으로 가장 많았으며 다음은 방동사니과와 마디풀과가 각 4종, 개구리밥과, 국화과, 산형과, 콩과가 각 2종, 가래과, 개미똥과, 닭의장풀과, 미나리아재비과, 바늘꽃과, 삼과, 십자화과, 자라풀과, 장미과 초종이 각 1종으로 나타나 벼과와 방동사니과, 마디풀과 초종이 주를 이루었다. 한편 송광천의 경우 하천 가장자리 부근에서 개구리자리, 달뿌리풀, 물억새, 미국가막사리, 여뀌바늘 등의 다양한 초종이 관찰되었으며 이사천에서는 하천 주변에 주로 방동사니과 초종인 바늘꽃, 방동사니대가리, 쇠방동사니, 이삭사초 등이, 보성천에서는 하천 가장자리에서 밭초종인 뽕딸기, 살갈퀴, 큰도꼬마리, 토끼풀 등이 관찰되어 하천의 범람 정도, 즉 하천 가장자리의 토양조건(수분조건 등)에 따라 물가 초종 또는 밭 초종이 출현한 것으로 판단되었다.

부영양 조건에서 우점하는 것으로 알려져 있는 호질소성의 고마리와 환삼덩쿨<sup>5)</sup>은 우점 정도에는 차이가 있었으나 각 하천의 모든 조사지점에서 발생이 관찰됨으로서 소리쟁이와 함께 하천 주변에 널리 분포하며 하천 수질 및 토양의 영양원 함량에 따라 우점도가 변화하는 초종으로 사료되었다. 하천 서식초종은 질소, 인 등의 영양원이 풍부한 부영양 조건에서 특징 초종이 우점한다는 보고<sup>56)</sup>와는 달리 호질소성의 고마리, 환삼덩쿨의 완전우점은 인정되지 않아 농경지 주변 하천수의 영양성분 함량이 도심이나 공업단지 하천에 비해 빈약하였던 것에도 관련이 있는 것으로 사료된다. 또한 별교천과 같이 하천수의 높은 EC나 Na, Cl 농도는 하천에 서식할 수 있는 초종수를 한정하여 식생의 다양성 감소를 초래하는 것으로 판단되었다.

각 조사지점에서 관찰된 초종수는 하천수로와 물가에서 2m 이내를 중심으로 조사하였기 때문에 불과 30초종만이 출현하여 Kang<sup>23)</sup>이 보고한 습지 초종수(223종)에는 훨씬 미치지 못하였으나 부영양화 염류들이 유입되는 하천의 비옥한 조건에서 초종구성이 단순화되며 기존의 재래 식물종들이 감소하여 다양성이 감소<sup>5)</sup>되거나 하천의 수변 식물군락의 초종구성은 비교적 단순하여 초종수가 그다지 많지 않다는 보고<sup>24)</sup>와 유사한 경향으로 사료되었다.

이상의 결과로부터 농업생산활동이 활발한 집수유역을 갖

는 농경지 주변 하천수질 변화는 벼 재배기간중 모내기 전후인 5월과 6월에 영양염류의 함유량이 높았으며 조사 하천 모두에 공통적으로 완전우점하는 초종은 없었으나 영양원 함량이 높았던 공업단지 및 도심을 통과하는 하천<sup>6)</sup>과 유사하게 추수성 초종의 고마리가 관찰되어 이를 포함한 일부 우점초종인 줄, 갈대, 부들 등에 대해서는 지역에 알맞은 영양염류 제거 식물로서의 이용가능성이 기대된다. 한편 이러한 초종들의 번식특성이나 생육시기 및 영양염류 농도에 따른 수질정화 능력에 대해서는 하천 현장에서 명확히 밝히기가 곤란하였으므로 모델조건에서 검토 단계에 있으며 향후 농촌하천의 수질특성을 판단할 수 있는 지표식물로 이용하기 위해서는 지표식물이나 모든 초종구성에 영향을 미치는 요인에 대해 해당지역의 기후여건을 포함하여 수년 동안 형성된 하천환경 요소중 상류의 집수유역에 위치하는 농경지, 산림지, 농가 등에서 유출되는 농경배수 및 일부 생활하수에 의한 하천수질의 특성뿐만 아니라 상류에 조성된 식생과 유량, 유속, 수심, 홍수·갈수기간 및 토성 등의 연중추이를 종합적으로 고려한 검토가 요망된다. 더구나 최근 농경지 주변 하천은 호안 블럭 공사에 의한 제방 콘크리트화 등의 인위적인 간섭에 다양하게 노출되어 있기 때문에 서식초종의 변화 가능성이 더욱 높아져 소동물, 미생물의 서식환경 변화뿐만 아니라 하천자생 초종에 의한 자연정화기능의 상실이 우려된다.

## 요 약

전남 동부권에 위치하는 농경지 주변 4개 하천에 대하여 벼 재배기간을 전후한 시기에 하천수질의 특성과 분포하는 초종을 조사한 결과는 다음과 같다.

하천수질 특성은 다양하였으며 조사기간중 각 하천수의 pH는 6.5~8.3 범위였고, EC는 별교천(162~4,910  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )에서 가장 높았으며 보성천(114.7~286.6  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), 송광천(74.8~147.4  $\mu\text{S}/\text{cm}$ ), 이사천(61.6~82.1  $\mu\text{S}/\text{cm}$ )순이었다. 조사기간중 총질소 함량은 보성천(1.9~7.4 mg/L), 별교천(2.1~3.9 mg/L), 송광천(2.4~3.4 mg/L), 이사천(1.7~2.6 mg/L)순으로 호소수질 환경기준 1등급(0.2 mg/L)과 농업용수 수질기준(1 mg/L)을 모두 초과하였다. 그 밖의 대부분 조사항목(K, Ca, Mg, Na, Cl 등)은 하천에 따른 함유량 고저 차이는 있었으나 모내기를 전후한 시기에 영양염류 함량이 가장 높게 나타나 보성천에서는 5월, 송광천과 이사천에서는 6월이었다.

4개 하천의 조사지점에서 관찰된 초종수는 모두 16과 30종이었으며 송광천, 보성천, 이사천, 별교천에서 각각 18종, 19종, 15종 및 5종으로서 다년생은 17종, 일년생과 2년생은 13종이 출현하였다. 침수성 초종은 검정말, 말즘, 물수세미, 부유성 초종은 개구리밥과 좁개구리밥, 추수성 초종은 갈대, 고마리, 미나리, 여뀌, 줄 등이 관찰되었다. 물가와 주변에서는 개구리자리, 개피, 달뿌리풀, 돌소리쟁이, 물억새, 미국가막사리, 바늘꽃, 방동사니대가리, 뽕딸기, 사마귀풀, 샷갓사초, 살갈퀴, 선피막이, 소리쟁이, 쇠방동사니, 여뀌바늘, 큰도꼬마리, 토끼풀, 환삼



덩쿨, 황새냉이 등의 20종이 관찰되었으며 그 중 고마리, 소리쟁이, 환삼덩쿨은 하천의 모든 조사지점에 출현하였다.

### 감사의 글

본 연구는 한국학술진흥재단의 연구비(KRF-99-003-G00055) 지원으로 수행된 결과입니다.

### 참고 문헌

- Kim, J. H. and Lee, D. J. (2002) Ecology of Lake, Seoul, Bookshill publishing Co., Ltd. 231p.
- Hupp, C. R. (1992) Riparian vegetation recovery patterns following stream channelization : a geomorphic perspective, *Ecology* 73, 1209-1226.
- Jung, Y. S., Yang, J. E., Joo, Y. K., Lee, J. Y., Park, Y. S., Choi, M. H. and Choi, S. C. (1997) Water quality of streams and agricultural wells related to different agricultural practices in small catchments of the Han river basin, *Korean J. Environ. Agric.* 16, 199-205.
- Chung, J. B., Kim, B. J., Kim, J. K. and Kim, M. K. (1998) Water quality of streams in some agricultural areas of different agricultural practices along Nakdong river basin, *Korean J. Environ. Agric.* 17, 140-144.
- Kawano, S., Hara, T., Hiratsuka, A., Matsuo, K. and Hirota, I. (1990) Reproductive biology of an amphicarpic annual, *Polygonum thunbergii* (polygonaceae) : Spatio-temporal changes in growth, structure and reproductive components of a population over an environmental gradient, *Plant Species Biol.* 5, 97-120.
- Lee, D. J., Cho, J. S. and Ahn, H. G. (2001) Distribution of riparian weed species in streams of Suncheon area, Jeonnam, Korea, *Korean J. Weed Sci.* 21, 236-243.
- Abe, K. (1998) Wastewater treatment by plant bed filter -Evaluation of crops and flowers in treating wastewater, *Japan Agri. Tech.* 53, 357-361.
- 동화기술 편집부 (1994) 수질오염 폐기물 공정시험방법, 동화기술.
- Clesceri, R. S. (1989) Standard methods for the examination of water and wastewater, APHA-AWWA-WPCF.
- Lim, Y. S., Cho, J. S., Lee, H. J., Lee, Y. H., Sohn, B. K. and Heo, J. S. (1999) Status of water quality in Nakdong River districts, *Korean J. Environ. Agric.* 18, 126-134.
- 농촌진흥청 농업기술연구소 (1988) 토양화학분석법, 농촌진흥청.
- Kil, B. S., Yun, K. W., Rho, B. J. and Kim, C. H. (1989) Flora and distribution of aquatic vascular plants in Cholla-nam-buk-do, *Korean J. of Limnology* 22, 111-126.
- Kim, K. U., Kwon, S. T., Back, K. W., Kim, J. H. and Kim, H. Y. (1990a) Floristic composition and community dynamics along the Nakdong river, *Korean J. Weed Sci.* 10, 67-74.
- Kim, K. U., Kwon, S. T., Back, K. W. and Kim, H. Y. (1990b) Weed vegetation analysis by two dimensional ordination analysis along the waterway of Kyungnam and Kyungpook provinces, *Korean J. Weed Sci.* 10, 75-82.
- Park, S. H. (1999) Colored illustrations of naturalized plants of Korea, Ilchokak publishing Co., Ltd. 371p.
- Lee, W. T. (1996) Coloured standard illustrations of Korea plants, Kyo-Hak publishing Co., Ltd. 624p.
- Lee, Y. N. (1998) Flora of Korea. Kyohak publishing Co., Ltd. 1237p.
- Lee, C. B. (1999) Illustrated flora of Korea. Hyangmunsa publishing Co., Ltd. 990p.
- 한기학, 박창규 (1989) 농업환경화학, 동화기술.
- Moon, Y. H. (2001) Change in water quality on upper stream of Mankyong river, *Korean J. of Environ. Agric.* 20(3), 252-257.
- Hidaka, S. (1993) Multi-utilization of water and irrigation water quality, *Jap. Soc. Soil Sci. Plant Nutr.* 64, 465-473.
- Sharpley, A. N., Chapa, S. C., Wedepohl, R., Sims, J. T. and Daniel, T. C. (1994) Managing agricultural phosphorus for protection of surface water: Issues and options, *J. Environ. Qual.* 23, 437-451.
- Kang, B. H. (1999) Weeds and exotic weeds occurred in rural and urban regions, *Korean J. Weed Sci.* 19, 34-69.
- Ohtsuka, T. and Fujimori, M. (1997) Effect of soil eutrophication on weedy riparian communities around agricultural areas, *J. Weed Sci. Tech.* 42, 107-114.