

섬진강 수계 수질과 부착조류에 대한 생태학적 연구

이경보* · 김백호** · 이덕배* · 김재덕* · 최민규**

*호남농업시험장 · **원광대학교 환경과학연구소

Ecological Studies on the Epilithic Algal and Change of Agricultural Irrigation Water Quality in the Seomjin River

Kyeong-Bo Lee*, Baik-Ho Kim**, Deog-Bae Lee*, Jae-Duk Kim* and Min-Kyu Choi** (*National Honam Agricultural Experiment Station RDA, Iksan 570-080, **Institution Environmental Science Wonkwang Univ. Iksan 570-749)

ABSTRACT : This study was carried out to investigate distribution of epilithic algal and chemical contents of irrigation water influencing in the Seomjin River from March to October in 1996 and 1997. In the water quality of the Seomjin River, the monthly average contents of $\text{NH}_4\text{-N}$, SO_4^{2-} and Cl^- showed the lowest peak in July and August while that of $\text{NO}_3\text{-N}$ showed the highest peak in June. The water quality of the Seomjin River was deteriorated by inflow of Yo-cheon and Sosi-cheon in the middle stream. The concentration of anions and cations of the Seomjin River was $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{PO}_4^{3-}$ and $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+$, respectively. The epilithic algal community identified 339 taxa consisting of 7 forma, 42 varieties and 290 species in 6 classes. In species composition, green algae and diatoms were heavily dominated which were evaluated 50.4% and 31.3% of total classification, respectively. In seasonal distribution, 219 species presented in summer but, 147 species were in winter. In this study, dominant species were *Cocconeis placentula* var. *eughypta* and *Cosmarium furcatospermum* in spring, *Cyclotella meneghinasa* and *Synedra ulna*, *Scenedesmus ecornis* in summer. *Melosira varians*, *Achnathes minutissima* in autumn and *Gomphonema parvulum* in winter were dominated. Finally, the dominant indices in this study have ranged 0.10-0.43.

Key Words : Pollution, Seomjin River, Agricultural water, Epilithic algal

서 언

수질오염원은 생활하수, 산업폐수, 축산폐수 등의 점오염원과 빗물 등의 비점오염원으로 구분된다. 점오염원인 경우 폐수가 하천에 유입되는 양이 적을 때는 자정작용에 의하여 분해되어 크게 문제되지 않지만 양이 많을 경우에는 유기물, 질소, 인 등이 하천을 오염시키고, 지하수까지 오염시키게 된다. 비점오염원의 경우는 강우시 지표면이나 배수로에 퇴적된 오염물질이 빗물과 혼합되어 하수도 등의 배수계통을 통하여 방류수역으로 유입되어 발생하게 된다.

우리나라는 1960년대 초 이 등¹²이 한강상류 및 저수지의 수질 조사결과 암모니아태 질소와 질산태 질소의 농도가 $0.3\sim 0.5\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$ 의 범위였다고 보고하였으며, 정 등¹³은 우리나라 수질오염의 실태조사를 실시하였다. 그러나 최근에 하천의 오염성분 농도가 증가되면서 농업용수 수질 연구도 다각도로 검토되고 있다.

하천에서 부착조류는 수생식물보다는 1차 생산력은 낮지만 수중생태계의 생산자로서 먹이연쇄를 통한 에너지 흐름에 중요한 하등 식물군이다¹⁴. 이들의 생육분포를 확인하는 연구는 특정지역

의 물리적인 환경에 적응하여 군집을 형성하여 생물군의 생태학적인 지위를 이해함은 물론 상류수의 장단기적인 영향에 의한 누적효과를 파악할수 있기 때문에 조류군의 시, 공간적 천이나 변이를 근거로 장래의 수환경을 예측 가능케 한다. 섬진강 수계에서 김과 정¹은 부착조류 139종을 보고하였으며, 정¹은 섬진강 담수조류를 보고한 바 있다.

섬진강은 전남, 전북 및 경남의 3도 5개군을 거쳐 흐르는 남북형 하천으로 한강, 낙동강, 금강, 영산강과 함께 국내 5대강의 하나이다. 전북 진안군 팔공산에서 발원하여 옥정호, 보성강, 요천, 경천, 서시천, 황전천 등이 합류되어 유하하며, 경남 하동군 금남면과 전남 광양군 진월면 사이를 통과하여 남해로 유입된다. 유류연장 303.3km, 유역면적 4,897km²으로 전북권이 2,143km², 전남권이 2,286km² 경남 하동유역이 467km²를 차지하고 있으며 유역면적의 74%가 임야로 구성되어 약 942km²의 농경지에 농업용수를 공급한다. 또한 섬진강은 우리나라 주요 수계중 오염원이 가장 적어서 전 수역이 2급 수질을 유지하고 있다¹⁵. 그러나 산업화에 따른 각종 용수의 수요급증으로 하천유지용수의 상대적 감소 및 하폐수 유입 증가로 인하여 수질악화가 심히 우려되고 있다.

본 연구는 섬진강 농업용수 수질 보전을 위한 기초자료를 얻기 위해서 1996~1997년에 걸쳐 3월부터 10월까지 총 16지점을 선정하여 수질 및 수계에 서식하는 부착조류의 분포, 생태학적 특성을 조사 분석하였다.

재료 및 방법

조사시기 및 지점

수질 조사시기는 1996년, 1997년, 3월에서 10월까지 매월 하순에 시료를 채취하였으며, 채수지점은 그림 1과 같이 16개 지점을 선정하여 수면으로부터 약 15cm 밑에서 1L용량의 폴리에틸렌 채수통에 시료를 채취한 후 얼음 상자에 넣어 운반하였다. 부착조류 조사시기는 1996년 봄(3월)부터 겨울(12월)까지 각 계절별로 1회씩 총 4회, 16번 지점을 제외한 15개 지점을 대상으로 하였으며 조사지점의 특성은 표 1과 같다.

수질 분석 방법

수질 분석을 위하여 pH는 pH meter(Orion EA940), EC는 conductivity meter(YSI 132), Ca²⁺, Mg²⁺, K⁺, Na⁺ 등 양이온은 ICP(Varian Livity 110)를 이용하여 분석하였으며, NH₄-N은 Indophenol Blue법, 수질중 음이온(Cl⁻, NO₃⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻)은 0.45 μm 필터를 사용하여 여과한 다음 이온크로마토그래피(DX-300 Dionex)로 분석하였다^{9,10,17}. 그리고 COD는 K₂Cr₂O₇ 산화법으로 측정하였다^{9,10,17}.

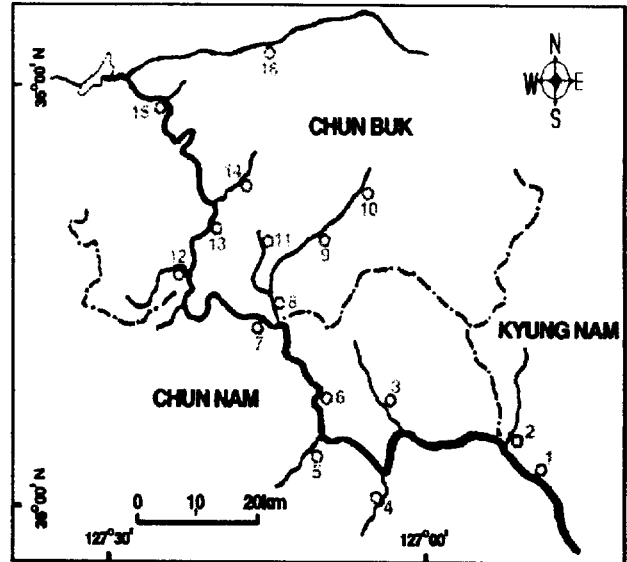


Fig 1. A map showing investigated sites in the Seomjin River

조류채집 및 동정 분류 방법

조류채집은 유속이 비교적 완만한 지점(20cm·sec⁻¹)을 택하여, 하상의 편평한 돌의 상부 5×5cm를 부드러운 솔로 수세한 후, 현장의 물을 이용하여 폴리에틸렌 용기(100mL)에 넣고 중성 포르말린용액(5~7%)으로 고정하여 실험실로 운반 즉시 침전법과 KMnO₄ 촉매하에 산 처리하여 표본을 제작하였다³. 조류의 동정 및 분류는 농축된 시료로부터 표본을 제작하여 광학현미경(Nikon 1000배

Table 1. Descriptions of investigated sites in the Seomjin River

지점	위	치	하폭(m)	유속(cm·s ⁻¹)	하상구조	특	성
1	경남 하동군과 전남 광양군 다압면 경계	섬진강 하류	120-150	20-30	모래, 자갈	쌍계사 계곡	합류
2	경남 하동군 화개면		9-10	15-20	자갈, 암반	지리산 유입수	
3	전남 구례군 서시천	하류	9-10	5이하	진흙, 모래	생활하수	유입
4	전남 곡성군 황전면 황전천	하류	55-60	5	자갈	유기물	없음
5	전남 곡성군 죽곡면 압록리	보성강 하류	80-85	30-45	자갈	유기물	이 많음
6	전남 곡성군 고달면	섬진강 중류	80	15-20	모래, 자갈	보성강	합류
7	전북 남원시 금지면	하도리	70	15-20	진흙, 모래, 자갈	수생식물군락	발달
8	전북 남원시 금지면	상산리 요천 하류	70-75	5이하	진흙, 모래	수생식물군락	발달
9	전북 남원시 광한루	요천 중류	70-75	5	진흙, 모래, 자갈	생활하수 및 산업폐수	유입
10	전북 남원시 산동면	요천 상류	30-35	10	모래, 자갈, 암반	촌락	형성
11	전북 남원시 주생면	풍촌천 상류	10	15-20	진흙, 모래	농업 폐수	유입
12	전북 순창군 유동면	외이리	15-17	5-10	진흙, 모래,	수생식물군락	발달
13	전북 순창군 적성면	점촌부락	10-15	15-20	진흙, 모래, 자갈	생활 및 농업폐수	유입
14	전북 순창군 동계면	서호리 오수천 하류	9-12	20-25	진흙, 모래	생활 및 농업폐수	유입
15	전북 임실군 강진면	회진리 섬진강 상류	30-35	15-20	진흙, 모래, 자갈	갈담천과	합류
16	전북 임실군 관촌면	섬진강 상류	25-30	15-20	자갈, 모래	농업폐수	유입, 유기물 풍부

이하)하에서 실시하였으며, 분류체계는 Hirose 등²과 Hustedt³의 방법에 따랐다. 조류의 군집특성을 분석하기 위하여, 모든시료에 대해 동일하게 Ultrasonic homogenizer를 이용하여 20kHz·min⁻¹ 수준으로 분해한후 농축하였다. 농축된 시료의 0.1ml를 취하여 Sedgwick Rafter Chamber하에서 개체수(cell·L⁻¹)를 산정 하였다. 출현된 조류종의 개체수를 근거로 각 계절별 및 지점별 우점종, 우점도 지수⁷를 산출하였다.

결과 및 고찰

섬진강 수계 농업용수 수질변화

표 2는 섬진강 수계 월별 오염성분 평균 함량변화를 나타낸 것이다. pH는 7월에 6.1~6.8, 8월에 6.6~7.3의 범위로 봄철(3, 4, 5월)이나 가을(9, 10월)에 비하여 낮은 경향을 보였다. EC와 다른 성분들도 pH와 비슷한 경향이었는데 이와 같이 7~8월에 오염성분 함량이 낮았던 것은 강우에 의한 영향이 컸던 것으로 생각된다.

NH₄-N 함량은 대체적으로 낮았으며 월별 변이 폭 또한 크지 않았다. NO₃-N의 함량은 4월에 4.60mg·L⁻¹, 6월에 2.55mg·L⁻¹로 다른 시기에 비하여 다소 높았는데 이는 영농이 시작되면서 퇴비 및 비료 사용에 의한 질소유실의 영향으로 해석된다. 일반적으로 NO₃-N는 유기태-N → NH₄-N → NO₂-N → NO₃-N로 형태적 변화를 겪게 되는데 최종적으로 생성되는 NO₃-N는 토양 흡착력이 약하여 이동성이 커서 오염원으로 작용하게 된다.

Cl⁻, SO₄²⁻ 이온 함량은 3월에 각각 18.9mg·L⁻¹, 15.6mg·L⁻¹로 가장 높았으며, Na⁺ 이온 함량 또한 12.2mg·L⁻¹로 가장 높았는데 이는 시료 채취기에 가뭄으로 인한 수계의 유수량이 적었던 원인으로 해석된다.

COD는 수중의 전 산화성 물질을 측정하는 것으로서⁸ 그 함량은 7월 4.67mg·L⁻¹, 8월 4.59mg·L⁻¹로 가장 낮은 경향이였다.

표 3은 섬진강 수계의 조사지점별 오염성분 함량을 나타낸 것이다. 1과 2지점은 섬진강 전 수계중 오염성분이 가장 낮았다. 이 지점은 섬진강 하류 지역으로 지리산 계곡에서 유입되는 물과 합류되면서 수질이 개선된 것으로 생각된다. 섬진강 수계의 pH는 6.1~8.2 범위를 나타냈으며, EC는 60~159μS·m⁻¹의 범위를 나타냈는데, 3번 지점(서시천)이 155μS·m⁻¹, 9번 지점(요천 중류)이 159μS·m⁻¹로 다소 높았다. 이는 구례와 남원시로부터 유입되는 생활하수의 영향이 컸던 것으로 생각되나 농작물 피해 한계 농도에는 크게 미치지 못하였다.

NO₃-N 함량은 9번 지점(요천 중류)이 2.16mg·L⁻¹, 16번 지점(섬진강 상류)이 2.24mg·L⁻¹로 다른 지역에 비하여 높았는데 9번 지점은 생활하수 및 산업폐수가 유입되는 지점이고, 16번 지점은 농업폐수가 유입되는 지점이다. NH₄-N의 농도는 전 수역이 1mg·L⁻¹ 미만으로 수계별 변이 폭이 크지 않았으나 생활하수가 유입된 3번 지점이 0.75mg·L⁻¹로 다른 지역에 비하여 다소 높은 경향이였다. PO₄³⁻ 농도는 전 수계에 걸쳐 농도가 아주 낮았으며, SO₄²⁻ 농도는 16번 지점에서 18.04mg·L⁻¹로 가장 높았다. COD 농도는 상류가 6.61~8.66mg·L⁻¹, 중류는 6.73~8.53범위를 그리고 하류는 2.33~4.20범위로 상류>중류>하류 순 이었는데, 생활하수 및 농업폐수 유입지(13, 14, 16번 지점), 생활하수 및 산업폐수 유입지(8번 지점)에서 COD농도가 높았다.

1989년 이 등¹¹은 섬진강 수계 농업용수 수질 조사에서 섬진강 수계 COD농도 범위가 1.34~4.96라고 보고하였다. 그러나 8년이 경과된 1997년 COD농도는 예전에 비하여 산업의 발달, 도시형성에 따른 폐수 유입의 증가로 2배 이상 증가된 양상을 보이고 있다.

섬진강 수계별 BOD 농도변화는 COD와 비슷한 경향을 나타냈으나 COD 농도에 비하여 훨씬 낮았다. 섬진강 상류인 관촌면에서 2.20mg·L⁻¹로 가장 높았는데 이는 난분해성 유기물이 다른 지역보다 높았던 이유로 생각되며 섬진강 하류인 하동지역은 BOD 농도가 0.5mg·L⁻¹내외로 1급수의 수질을 나타내었다.

표 4는 섬진강 오염도를 종합적으로 알아보기 위하여 총 당량으로 나타낸 것이다. 음이온과 양이온 당량의 합이 높은 곳은 생활하수가 유입된 서시천, 요천 그리고 농업폐수가 유입된 임실 관촌 지역이었다. 주요 음이온의 당량합은 Cl⁻>SO₄²⁻>NO₃⁻>PO₄³⁻ 순이었으며 양이온의 당량합은 Ca²⁺>Na⁺>Mg²⁺>K⁺>NH₄⁺ 순 이었다. 이상의 결과로 볼 때 섬진강의 수질은 오염이 심하지는 않지만 깨끗한 수질을 더욱 보전하는 정책이 필요하리라 생각된다.

조류상

1996년 봄부터 겨울까지 섬진강 중, 상류에 총 15개 지점을 택하여 계절별로 4차례에 걸쳐 부착조류의 분포 및 군집특성을 조사하였다. 조사결과 분류 동정된 부착조류는 미 동정된 4종을 포함하여 총 339종이었다. 이들은 다시 6강 15목 9아목 33과 13

Table 2. Monthly chemical changes of inorganic concentrations in the Seomjin River

Month	pH	EC	NH ₄ ⁺ -N	NO ₃ ⁻ -N	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	Na ⁺	COD
		μS·m ⁻¹	mg·L ⁻¹					
Mar.	7.1~7.6	174	0.55	1.94	18.9	15.6	12.2	5.34
Apr.	6.8~8.0	136	0.09	4.60	12.3	11.7	5.1	9.67
May	6.9~7.7	120	0.33	1.37	10.1	13.7	9.1	8.52
June	6.9~7.8	142	0.24	2.55	16.2	13.2	7.6	9.38
July	6.1~6.8	96	0.26	1.95	8.5	13.7	5.1	4.67
Aug.	6.6~7.3	77	0.16	1.04	4.7	8.3	3.0	4.59
Sep.	6.5~8.2	162	0.49	1.14	14.0	12.4	8.0	9.14
Oct.	6.9~7.7	132	0.21	1.33	15.3	13.3	8.5	5.88
Mean	6.1~8.2	130	0.29	1.99	12.5	12.7	7.3	7.15

Table 3. Comparisons of water quality from sixteen sites along the Seomjin River

Sites	pH	EC	NO ₃ -N	NH ₄ ⁺ -N	PO ₄ ³⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	COD	BOD
		($\mu\text{S}\cdot\text{m}^{-1}$)	(mg · L ⁻¹)							
1	6.1~8.2	73	0.95	0.08	-	6.52	8.34	5.16	2.33	0.45
2	6.5~7.2	60	0.87	0.32	0.03	6.47	8.87	3.94	3.63	0.48
3	6.5~7.5	155	1.68	0.75	0.07	15.79	13.62	13.67	4.20	1.94
4	6.9~7.8	119	1.51	0.10	-	12.65	10.82	12.62	3.66	0.99
5	6.6~7.7	101	1.12	0.09	0.03	9.35	8.04	7.82	7.17	1.07
6	6.7~7.6	136	1.84	0.12	0.03	13.28	10.51	11.28	7.99	1.32
7	6.7~8.0	134	1.53	0.11	0.03	12.71	12.12	9.75	5.84	0.76
8	6.9~7.7	136	1.41	0.09	-	10.78	13.00	11.71	8.53	1.50
9	6.8~8.0	159	2.16	0.10	0.09	15.72	14.86	14.42	6.03	1.34
10	6.5~7.6	146	1.82	0.17	0.08	13.88	12.37	12.26	5.56	1.27
11	6.8~7.5	119	1.34	0.39	0.04	11.81	8.48	9.99	6.73	1.71
12	6.8~7.7	141	1.38	0.21	0.02	12.54	13.43	11.83	7.41	1.20
13	6.9~7.9	143	1.79	0.14	0.04	12.54	13.81	12.97	6.61	1.70
14	7.0~7.9	130	1.45	0.10	0.03	9.33	3.69	12.15	8.37	1.59
15	6.8~8.2	111	1.43	0.09	-	10.66	10.83	9.58	8.46	1.61
16	6.8~7.6	145	2.24	0.27	0.04	18.04	12.88	13.67	8.66	2.20

Table 4. Ionic composition of sixteen sites along the Seomjin River

Sites	음 이 온 (eq.)					양 이 온 (eq.)					
	NO ₃ ⁻	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	PO ₄ ³⁻	Sum	NH ₄ ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	Sum
1	0.07	0.23	0.13	-	0.43	0.01	0.26	0.10	0.16	0.04	0.57
2	0.06	0.16	0.14	-	0.36	0.01	0.20	0.06	0.14	0.03	0.44
3	0.13	0.43	0.33	-	0.89	0.05	0.68	0.24	0.34	0.09	1.40
4	0.11	0.31	0.26	-	0.68	0.01	0.60	0.21	0.26	0.06	1.14
5	0.08	0.23	0.19	-	0.50	0.01	0.39	0.16	0.21	0.05	0.82
6	0.13	0.37	0.28	-	0.78	0.01	0.56	0.22	0.34	0.08	1.21
7	0.11	0.34	0.26	-	0.71	0.01	0.57	0.21	0.33	0.07	0.89
8	0.10	0.37	0.22	-	0.69	0.01	0.59	0.23	0.40	0.08	1.31
9	0.15	0.42	0.23	-	0.80	0.01	0.72	0.23	0.46	0.10	1.52
10	0.13	0.35	0.29	-	0.77	0.01	0.61	0.21	0.36	0.09	1.28
11	0.09	0.24	0.25	-	0.58	0.03	0.50	0.15	0.23	0.07	0.98
12	0.11	0.42	0.26	-	0.79	0.02	0.59	0.23	0.37	0.08	1.29
13	0.13	0.39	0.29	-	0.81	0.01	0.65	0.23	0.35	0.09	1.33
14	0.11	0.37	0.23	-	0.71	0.01	0.61	0.22	0.32	0.08	1.24
15	0.10	0.31	0.25	-	0.66	0.01	0.48	0.17	0.24	0.08	0.98
16	0.16	0.36	0.38	-	0.90	0.02	0.68	0.25	0.31	0.08	1.34

아과 90속 290종 42변종 7품종으로 구성되었다. 각 분류군별 종 출현은 녹조류가 171종으로 전체의 50.4%로서 가장 높은 출현을 보였으며, 규조 106종(31.3%), 남조 46종(13.6%), 유글레나 10종(2.9%), 쌍편모조 4종, 황색편모조 2종 순 이었다(표 5).

여름조사 결과 총 출현종의 64.6%인 219종으로 가장 많은 종이 출현하였으며, 겨울에 147종(43.4%)으로 가장 낮은 출현을 보였다. 봄에는 총 161종이 출현하였는데, 지점 8에서 51종으로 가장 낮았다. 가을에는 총 185종이 출현하였는데, 지점 8에서 44종으로

Table 5. Summary of the epilithic algae from the Seomjin River

Class	Order	Subord.	Fam.	Subfam.	Gen.	Sp.	Var.	Form	Total
Cyanophyceae	2	2	3		13	44	2		46
Chrysophyceae	1		1		1	2			2
Dinophyceae	1		2		2	4			4
Euglenophyceae	1		1		4	10			10
Chlorophyceae	8	2	19	2	49	134	30	7	171
Bacillariophyceae	2	5	7	11	21	96	10		106
Total	15	9	33	13	90	290	42	7	339

가장 높았으며, 지점 6에서 19종으로 가장 낮았다. 겨울에도 지점 8에서 29종으로 가장 높았으며, 지점 6에서 9종으로 본 조사 기간 중 가장 낮은 출현을 보였다.(표 6~9)

이상의 결과를 살펴보면, 섬진강의 중, 상류의 부착조류는 영산강의 조사¹에 비해서는 매우 다양한 종출현을 보였으나, 영산강 상류지역인 광주시 상수원 조사¹⁵나, 동서형 하천인 만경강의 상류조사 등¹⁴에 비해서는 높지 않았다.

전체적으로 지점 4는 계절변화에도 불구하고 비교적 안정된 종출현을 보였으며, 지점 3, 8, 14, 15 등은 계절에 따른 출현종의 변화가 심한 지점으로 밝혀졌다. 특히 지점 8은 모든 계절에서 다양한 종출현을 보인 반면, 지점 5, 6은 매우 낮아, 부착조류 서식환경으로 적합하지 않은 것으로 판단되었다.

조사기간 동안 산정된 부착조류 현존량은 총 $12,204 \times 10^4$ cell $s \cdot L^{-1}$ 였으며, 여름조사에서 $3,588 \times 10^4$ cells $\cdot L^{-1}$ 로서, 전체의 29.4%를 차지하였다. 봄 조사에서는 총 $2,500 \times 10^4$ cells $\cdot L^{-1}$ (총 현존량의 20.6%)로서 조사기간중 가장 낮았으나 겨울조사와 유사하였다. 지점 8에서 267×10^4 cells $\cdot L^{-1}$ 로서 본 조사기간중 가장 높은 현존량을 보였으며, 역시 지점 5와 6에 비하여 약 6.7배에 해당하였다. 여름조사에서는 지점 12에서 225×10^4 cells $\cdot L^{-1}$ 로서 가장 높았으며, 지점 5에서 61×10^4 cells $\cdot L^{-1}$ 로 가장 낮았다. 가을에는 총 $3,587 \times 10^4$ cells $\cdot L^{-1}$ 였으며, 지점 8에서 165×10^4 cells $\cdot L^{-1}$ 로서 가장 높았으며, 지점 6에 비하여 약 3.1배에 해당하였다. 겨울에는 총 $2,520 \times 10^4$ cells $\cdot L^{-1}$ 였으며, 지점 8에서 180×10^4 cells $\cdot L^{-1}$ 로서 지점 6에 비하여 5.1배 이상이었다.

전체적으로 지점 8, 14에서 높게 나타난 반면, 지점 5와 6에서는 부착조류의 현존량이 매우 빈약하였다. 특히 조사시기별로 심한 계절적인 변이를 보였는데, 겨울-봄은 여름-가을에 비해 약 70% 수준이었다.

각 조사지점별 부착조류 현존량의 계절변화를 살펴보면, 전체적으로 종 출현 특징과 유사한 경향을 보였다. 특히 지점 3, 5, 13 등에서는 계절간에 심한 차이를 보였으나, 지점 4, 6, 10, 11 등에서는 비교적 안정된 현존량을 나타냈다.

조사시기별 우점종 및 우점도 지수는 봄조사에서는 *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, 104×10^4 cells $\cdot L^{-1}$, *Cosmarium furcatospermum*(100), *Melosira granulata*(98) 등, 여름조사에서는

Table 6. Number of taxa(NT), standing crops(SC), dominant species and their dominant index(DI) of the epilithic algae in the Seomjin River(Spring)

sites	1st dominant species	2nd dominant species	DI	SC	NT
1	<i>Achnanthes minutissima</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	0.17	93	21
2	<i>Synedra ulna</i>	<i>Cocc. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	0.14	112	24
3	<i>Melosira granulata</i>	<i>Nitzschia palea</i>	0.22	72	14
4	<i>Cymbella affinis</i>	<i>Achnanthes minutissima</i>	0.12	137	29
5	<i>Euglena gracilis</i>	<i>Clortrium dinae</i>	0.40	40	10
6	<i>Fragilaria construens</i>	<i>Cymbella glomerata</i>	0.40	40	10
7	<i>Cymbella ventricosa</i>	<i>Pedi. dupex</i> var. <i>reticulatum</i>	0.19	86	17
8	<i>Cocc. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	<i>Scenedesmus ecrnis</i>	0.15	267	51
9	<i>Synedra ulna</i>	<i>Cymbella meneghinana</i>	0.18	87	19
10	<i>Melosira varians</i>	<i>Navicula lanceolate</i>	0.29	98	17
11	<i>Cosmarium furcatospermum</i>	<i>Gomphonema olivaceum</i>	0.22	125	21
12	<i>Achnanthes minutissima</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	0.19	86	17
13	<i>Melosira granulata</i>	<i>Plerotaenium ehrenbergil</i>	0.33	49	13
14	<i>Melosira granulata</i>	<i>Cocc. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	0.15	188	42
15	<i>Cocc. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	<i>Golenkinia paucispina</i>	0.23	69	19

Table 7. Number of taxa(NT), standing crops(SC), dominant species and their dominant index(DI) of the epilithic algae in the Seomjin River(Summer)

sites	1st dominant species	2nd dominant species	DI	SC	NT
1	<i>Achnanthes minutissima</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	0.23	176	29
2	<i>Melosira granulata</i>	<i>Achnanthes minutissima</i>	0.19	151	28
3	<i>Achnanthes minutissima</i>	<i>Cymbella affinis</i>	0.19	151	32
4	<i>Cocc. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	<i>Cymbella meneghinana</i>	0.19	148	27
5	<i>Navicula lanceolate</i>	<i>Stigeoclonium</i> sp.	0.26	61	17
6	<i>Cymbella meneghinana</i>	<i>Golenkinia paucispina</i>	0.21	76	17
7	<i>Nitzschia palea</i>	<i>Cymbella meneghinana</i>	0.22	128	27
8	<i>Achnanthes minutissima</i>	<i>Gomphonema olivaceum</i>	0.22	185	55
9	<i>Synedra ulna</i>	<i>Achnanthes minutissima</i>	0.20	142	30
10	<i>Synedra ulna</i>	<i>Melosira granulata</i>	0.18	154	34
11	<i>Cymbella glomerata</i>	<i>Stau.o'mearai</i> f. <i>pararella</i>	0.20	137	29
12	<i>Cymbella glomerata</i>	<i>Melosira varians</i>	0.13	123	26
13	<i>Chroococcus minor</i>	<i>Cymbella affinis</i>	0.20	137	30
14	<i>Cosmarium furcatospermum</i>	<i>Merismopedia laguca</i>	0.18	227	51
15	<i>Achnanthes minutissima</i>	<i>Cymbella meneghinana</i>	0.12	229	28

Table 8. Number of taxa(NT), standing crops(SC), dominant species and their dominant index(DI) of the epilithic algae in the Seomjin River(Autumn)

sites	1st dominant species	2nd dominant species	DI	SC	NT
1	<i>Melosira granulata</i>	<i>Gomphonema parvulum</i>	0.22	129	28
2	<i>Synedra ulna</i>	<i>Achnanthes minutissima</i>	0.16	180	36
3	<i>Pedi.duplex</i> var. <i>reticulatum</i>	<i>Melosira granulata</i>	0.17	167	30
4	<i>Achnanthes minutissima</i>	<i>Synedra ulna</i>	0.17	169	34
5	<i>Gomphonema olivaceum</i>	<i>Cymbella affinis</i>	0.16	103	31
6	<i>Gomphonema olivaceum</i>	<i>Cymbella cistula</i>	0.31	74	19
7	<i>Scenedesmus ecornis</i>	<i>Gonium pectorale</i>	0.13	124	33
8	<i>Achnanthes minutisswima</i>	<i>Melosira varians</i>	0.15	236	44
9	<i>Scenedesmus ecornis</i>	<i>Melosira granulata</i>	0.15	182	40
10	<i>Cocc. placentula</i> var. <i>euglypta</i>	<i>Cymbella tummida</i>	0.26	106	33
11	<i>Gonium pectorale</i>	<i>Navicula pupula</i>	0.17	169	34
12	<i>Synedra ulna</i>	<i>Golenkinia paucispina</i>	0.16	103	26
13	<i>Melosira granulata</i>	<i>Lyngbya contorta</i>	0.23	121	28
14	<i>Melosira granulata</i>	<i>Synedra ulna</i>	0.20	138	27
15	<i>Achnanthes minutissima</i>	<i>Melosira varians</i>	0.10	155	30

Table 9. Number of taxa(NT), standing crops(SC), dominant species and their dominant index(DI) of the epilithic algae in the Seomjin River(Winter)

Sites	1st dominant species	2nd dominant species	DI	SC	NT
1	<i>Melosira granulata</i>	<i>Cymbella tumida</i>	0.16	103	21
2	<i>Gomphonema loivaceum</i>	<i>Achnanthes minutissima</i>	0.13	125	25
3	<i>Melosira varians</i>	<i>Golenkinia paucispina</i>	0.18	88	16
4	<i>Achnanthes minutissima</i>	<i>Cymbella tumida</i>	0.11	145	30
5	<i>Cocc. placentula var. euglypta</i>	<i>Cyclotella meneghinana</i>	0.35	46	12
6	<i>Bacillaria paxillifer</i>	<i>Oscillatoria guttulata</i>	0.43	37	9
7	<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Cosmarium furcatospermum</i>	0.23	69	18
8	<i>Scenedesmus ecornis</i>	<i>Gomphonema olivaceum</i>	0.15	189	39
9	<i>Melosira granulata</i>	<i>Cocc. placentula var. euglypta</i>	0.22	73	21
10	<i>Golenkinia paucispina</i>	<i>Cymbella tumida</i>	0.17	96	22
11	<i>Melosira varians</i>	<i>Navicula pupula</i>	0.29	138	23
12	<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Golenkinia paucispina</i>	0.30	134	20
13	<i>Achnanthes minutissima</i>	<i>Golenkinia paucispina</i>	0.21	78	16
14	<i>Cocc. placentula var. euglypta</i>	<i>Melosira varians</i>	0.17	165	36
15	<i>Gomphonema parvulum</i>	<i>Melosira varians</i>	0.16	102	24

Cyclotella meneghinana, 127×10^4 cells \cdot L⁻¹, (124), *Scenedesmus ecornis*(111) 등이 비교적 높게 출현하였다. 가을조사에서는 *Melosira granulata*로서 158×10^4 cells \cdot L⁻¹, *Achnanthes minutissima*(105)는 전체적으로 높은 출현을 보였다. 겨울조사에서는 *Gomphonema parvulum*, 211×10^4 cells \cdot L⁻¹, *Cocc. placentula var. euglypta*(119), *Melosira varians*(99) 등이 높은 출현을 보였다.

각 조사지점별 우점도 지수는 전체적으로 1.10-0.43의 범위를 보였다. 봄에서는 지점 5와 6이 공히 0.40으로 가장 높았으며, 지점 4가 0.12로 가장 낮았다. 여름에서는 지점 5가 0.26으로 가장 높았으며, 지점 15가 0.12로 가장 낮았다. 가을에는 지점 6에서 0.31로 가장 높았으며, 지점 15에서 0.10으로서 본 조사 기간중 가장 낮았다. 겨울에는 지점 6에서 0.43으로 이번 조사 기간중 가장 높았으며, 지점 4에서 0.11로 가장 낮았다.

각 조사지점 부착조류군집 우점도 지수의 계절 변화를 살펴보면 지점 2, 4, 8, 9 등에서 비교적 낮은 우점도 지수를 보였으며, 지점 5, 6, 15 등에서 높게 나타났다.

이상의 결과를 종합해보면, 지점 2와 4 등은 부착조류의 서식처로서 양호한 반면, 지점 5, 6 등은 매우 부적합한 상태임을 알 수 있다. 또한 지점 8은 약간의 유기오염이 예상되나 오히려 부착조류의 생장에 도움을 줌으로서 다양한 종출현과 높은 현존량을 나타낸 것으로 생각된다.

하천에 서식하는 부착조류는 다른 생물군에 비해 비교적 장기간의 오염을 추적하는데 매우 효과적인 생물군이다. 그러나 수계변동이 다른 어느 지역보다 심한 하천에서의 생물학적 수질 판정에는 많은 변수가 동반된다. 본 조사에서는 이들의 생태학적 출현동태를 근거로, 이화학적 수질과 종합하여 평가된 주요 출현 종들에 대해 고찰해보고자 한다.

주로 유기성 수역에서 즐겨 서식하는 녹조 *Scenedesmus ecornis*(지점 8, 9), *Pediastrum duplex var. reticulatum*(13), *Netrium interruptum var. minor*(2), *Cosmarium furcatospermum*(2, 13, 15), 오염에 상관없이 폭넓은 범위를 갖는 *Melosira varians*(8, 10, 13), *M. granulata*(1, 2, 13, 15), *Cyclotella meneghinana*(8), *Cocconeis placentula var. euglypta*(8, 10), *Synedra ulna*(9, 10), 약간 오염된 수역에서 사는 *Achnanthes minutissima*(1, 4, 8), *Gomphonema parvulum*(1, 12), *Nitzschia palea*(3, 7), *Gomphonema olivaceum*(6) 등이 높게 출현하였다.

적 요

본 연구는 1996년과 1997년 3월부터 10월까지 섬진강 수계 총 16지점을 선정하여 수질의 오염성분 및 수계에 서식하는 부착조류의 분포, 생태학적 특성을 조사 분석하였으며, 그 결과는 다음

과 같다.

섬진강 수계 농업용수 시기별 수질변화에서 7, 8월에 오염성분 함량이 낮았으며, NO_3^- -N는 영농시기인 6월에 그 함량이 다소 높은 경향이었다. 수계별 수질변화에서는 생활하수가 유입되는 구례 서시천, 남원 요천이 EC 함량이 높았고, NO_3^- -N 함량은 남원 요천에서 높았다.

섬진강 수계 주요 음이온의 당량함은 $\text{Cl}^- > \text{SO}_4^{2-} > \text{NO}_3^- > \text{PO}_4^{3-}$ 순이었으며 양이온의 당량함은 $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+ > \text{NH}_4^+$ 순이었다.

섬진강 부착 조류중 동정 분류된 부착조류는 총 6강 15목 9아목 33과 13아과 90속 290종 42변종 7품종으로 총 339종류였으며, 녹조 171종류, 규조 106종류, 남조 46종류, 유글레나 10종류, 쌍편모조 4종류, 황색편모조 2종류 순이었다.

계절별 조사에서 여름조사에는 219종류로 출현종의 64.6%를 차지하였으나, 겨울은 147종류로 43.4%로 가장 낮은 출현을 보였고, 조사기간동안 산정된 부착조류 현존량은 총 $12,240 \times 10^4 \text{ cells} \cdot \text{L}^{-1}$ (총 현존량의 20.6%)로 최저치를 보였다.

우점종으로는 봄에 *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Cosmarium furcatospermum*, *Melsira granulata* 등, 여름에는 *Cyclotella meneghiniana*, *Synedra ulna*, *Scenedesmus eornis* 등, 가을에는 *Melsira granulata*, *Achnanthes minutissima*, 겨울에는 *Gomphonema parvulum*, *Cocconeis placentula* var. *euglypta*, *Melsira varians* 등이 높은 출현을 보였다.

우점도 지수는 전체적으로 0.10 - 0.43의 범위를 보였으며, 지점 2, 4, 8, 9 등에 비교적 낮은 우점도지수를 보였고, 지점 5, 6, 15 등에서 높게 나타났다.

참고 문헌

- Chung J. (1976) A study on the Cyanophyceae from Chonbuk area. Korea J. Bot. 19:19~30.
- Hirose H., M. Akiyama, T. Iriya, K. Imahori (1977) Illustrations of the Japanese fresh water algae. Uehidarokakuho Publ. Co. Ltd. Tokyo. pp931.
- Hustedt F. (1930) Bacillariophyta(Diatomeae). In Pascher A: Subwasserflora mitteleuropqs. Fisher Leipzig 10 :466
- Kim DH, J. Chung (1982) Fresh water algae on Gurye country area. J. Nat. Sci. Kyungbuk Nat. Univ. 1 : 29~40
- Kim YC. (1967) The Desmidceae and Mesotaniaceae in North Carolina. ph.D. Thesis. North Carolina
- Maintland P. (1990) Biology of fresh waters. 2nd Ed. Blakie, Chapman and Hall. pp276.
- McNaughton SJ. (1967) Relationship among functional properties of California Glassland Nature 216 : 168~169
- Wetzel RG. (1975) Limnology. WB Saunders Co. Philadelphia. London and Toronto pp743.
- William Horwitz (1980) Methods of analysis of the association of official analytical chemists. A.O.A.C : 550~552.
- 농업기술연구소 (1988) 토양화학 분석법 농촌진흥청 : pp 450.
- 이종식, 강종국, 김종구 (1993) 섬진강 수계 농업용수의 수질 조사 연구. 한국환경농학회지. 12(1) : 19~25.
- 이진표, 이명호, 전광주 (1962) 주요하천 및 저수지의 수질조사. 농시연보 5 : 17~19.
- 정영호, 김복영, 한기학 (1971) 우리나라 수질오염의 실태조사. 농사시험연구 15 : 7~13.
- 최민규, 김백호 (1994) 상수원의 오염에 대한 식물플랑크톤의 오수생물학적 연구-만경강 상류하천 및 저수지를 중심으로- 한국환경생물학회지 12:151~174.
- 최민규, 김백호, 최규철 (1995) 영산강 상류의 담수조류 분포에 관한 연구(I) 광주지역 상수원을 중심으로. 한국위생학회지 10:45~65.
- 환경청 (1988) 환경보전. p 320
- 환경처 (1991) 수질오염 공정시험 방법.