

영강수계를 중심으로 농업용수 수질 특성평가

박자영 · 박명섭 · 조은미 · 김송현 · 정순현 · 권귀록 · 이기창 · 장태권 · 정옥자 · 신수경 · 이화성

환경분석과

- 영강수계를 중심으로 농업용수 수질변동 자료 축적 및 수질특성 확보
- 수질평가를 통해 농업환경보전 종합대책 수립을 위한 기초자료 제공

1. 조사개요

- 조사기간 : 2020년 3월 ~ 10월
- 조사대상 : 영강 본류 7개 지점(영강 1~7) 및 양산천, 조령천, 이안천 3개 지점
- 조사주기 : 매월 조사지점 10개 지점
- 조사항목 : 수온, pH 등 31개 항목

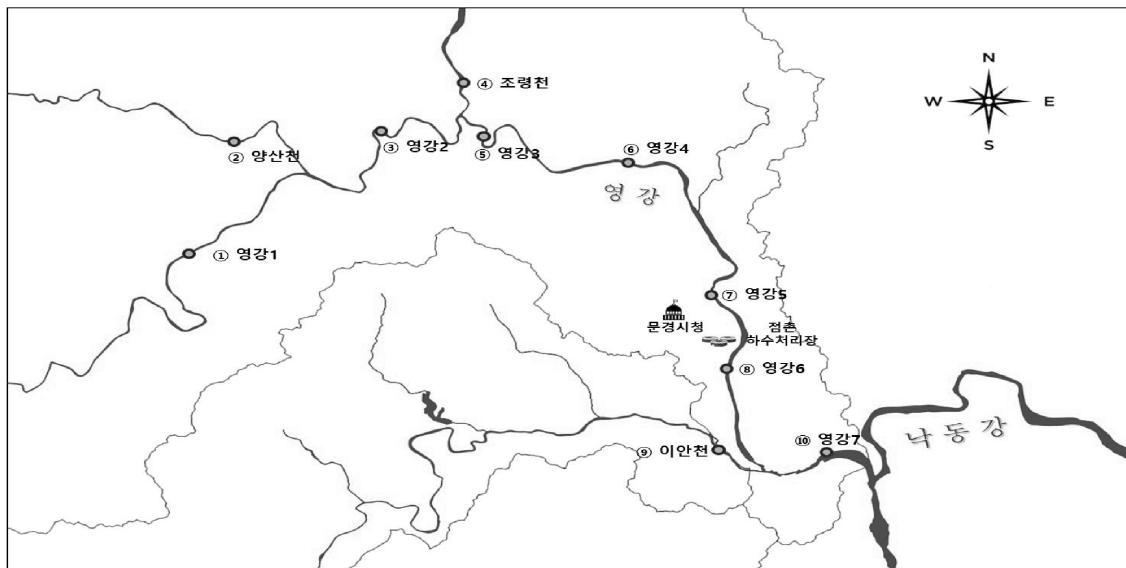


그림 1. 조사지점

II. 조사사업

표 1. 조사지점 현황

번호	지점명	주소 및 경위도(DMS)	현장사진
1	영강 1	문경시 가은읍 전곡리 284-6(전곡교) N36° 36' 43.4" E128° 01' 23.8"	
2	양산천	문경시 가은읍 하파리 466-4(옥천교) N36° 39' 13.4" E128° 02' 32.4"	
3	영강 2	문경시 마성면 은성로 1178(하내 1교) N36° 39' 26.5" E128° 05' 35.6"	
4	조령천	문경시 마성면 신현리 352-1(신현교) N36° 40' 37.2" E128° 07' 18.8"	
5	영강 3	문경시 마성면 신현리 632-2(진남교) N36° 39' 18.2" E128° 07' 46.2"	
6	영강 4	문경시 점촌4동 723-1(신기공단 부근) N36° 38' 35.8" E128° 10' 59.2"	
7	영강 5	문경시 영신동 646(영강숲공원 부근) N36° 35' 31.1" E128° 12' 41.1"	
8	영강 6	상주시 함창읍 덕통리 44-4(하수처리장 하류) N36° 33' 50.5" E128° 12' 47.9"	
9	이안천	상주시 함창읍 금곡리 613-1(금곡교) N36° 32' 11.4" E128° 12' 45.1"	
10	영강 7	문경시 영순면 말옹리 68 N36° 32' 13.5" E128° 15' 25.2"	

2. 조사방법

2.1 분석항목 및 방법

- pH(수소이온농도), 수온, EC(전기전도도), DO(용존산소), TDS(총 용존고형물) : 현장수질분석기(YSI) 측정
- TOC(총유기탄소)와 25개 항목 : 수질오염공정시험기준에 따라 측정

2.2 관개용수 수질평가

- Sodium Absorption Ratio (SAR) : 관개용수의 나트륨 영향 평가

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{(Ca^{2+} + Mg^{2+})/2}}$$

- Residual Sodium Carbonate (RSC) : 토양에 대한 알칼리성 위험도 나타냄

$$RSC = (CO_3^{2-} + HCO_3^-) - (Ca^{2+} + Mg^{2+})$$

- Permeability Index (PI 지수) : 토양의 투수성 수준에 따른 수질 분류

$$PI = \frac{(Na^+ + \sqrt{HCO_3^-})}{(Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+)} \times 100$$

- % Na :

$$\% Na = \frac{Na^+}{Ca^{2+} + Mg^{2+} + Na^+ + K^+} \times 100$$

3. 조사결과

3.1 현장 측정항목

각 조사지점에 대한 평균 pH 범위는 7.5 ~ 8.3이며, DO는 4.2 ~ 13.0 mg/L 범위로 평균 9.7 mg/L이며, 상호 밀접한 관계를 가진 수질인자인 전기전도도(EC)와 총 용존고형물(TDS)은 평균 87.8 ~ 370.2 μ S/cm, 56.8 ~ 251.2 mg/L의 농도를 나타내었다.

II. 조사사업

표 2. 현장측정항목

	pH			Water Temperature (°C)			DO (mg/L)		
	Ave.	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.
영강 1	7.8	6.9	8.9	19.1	8.0	29.1	9.8	7.6	11.9
양산천	7.5	6.9	8.2	19.3	7.3	29.7	9.6	8.0	12.1
영강 2	8.1	7.6	8.5	19.7	7.9	28.5	9.9	7.9	11.7
조령천	8.3	7.9	8.8	20.6	11.6	29.5	9.9	7.5	13.0
영강 3	8.3	7.5	8.8	19.9	9.8	28.8	10.0	7.0	12.8
영강 4	8.3	7.6	8.6	20.0	9.1	29.4	10.1	7.9	12.5
영강 5	8.2	7.4	8.6	21.5	8.0	30.5	9.9	5.1	11.7
영강 6	7.9	7.3	8.3	22.2	9.5	30.1	9.8	7.4	11.0
이안천	7.6	7.3	8.2	21.9	9.3	30.3	9.0	6.0	10.5
영강 7	8.1	7.4	8.3	22.9	9.3	32.3	9.4	4.2	11.5

	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)			TDS (mg/L)		
	Ave.	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.
영강 1	128.8	94.4	189.3	83.5	61.0	122.9
양산천	87.8	68.5	110.7	56.8	44.9	72.2
영강 2	184.7	120.2	305.7	120.0	78.0	198.9
조령천	225.3	128.4	291.1	146.2	83.2	189.2
영강 3	210.5	117.4	296.8	136.8	76.1	193.1
영강 4	246.4	134.7	368.5	160.2	87.7	239.9
영강 5	260.1	178.0	325.4	171.1	115.7	228.8
영강 6	370.2	245.1	581.0	251.2	174.9	377.0
이안천	232.0	130.5	422.0	150.8	84.5	274.0
영강 7	308.9	165.3	382.1	200.6	107.3	248.3

3.2 일반 수질오염도

영강수계의 수질오염도 성분을 하천수 생활환경기준에 적용한 결과, 평균 SS 농도는 0.9 ~ 4.1 mg/L로 ‘매우 좋음(I a)’, BOD 농도는 0.8 ~ 1.4 mg/L로 ‘영강 6’, ‘영강 7’, ‘이안천’은 ‘좋음(I b)’, 그 외 지점은 ‘매우 좋음(I a)’이며, TOC 농도는 1.4 ~ 2.5 mg/L로 영강 6, 이안천은 ‘좋음(I b)’, 그 외 지점은 ‘매우 좋음(I a)’으로 나타났다. 총인(T-P) 농도는 0.008 ~ 0.045 mg/L로 이안천은 ‘약간 좋음(II)’이며 그 외 지역은 ‘좋음(I b)’ 이상으로 나타나 전체적으로 유기물 성분에 대한 수질오염도가 낮은 것으로 나타났다.

표 3. 수질오염도에 따른 생활환경기준

(단위 : mg/L)

	SS		BOD		TOC		총 인	
	오염도	등급	오염도	등급	오염도	등급	오염도	등급
영강 1	1.3	I a	1.0	I a	1.5	I a	0.013	I a
양산천	0.9	I a	0.9	I a	1.4	I a	0.008	I a
영강 2	1.4	I a	0.9	I a	1.5	I a	0.011	I a
조령천	3.1	I a	0.8	I a	1.6	I a	0.010	I a
영강 3	1.6	I a	0.8	I a	1.5	I a	0.009	I a
영강 4	1.3	I a	0.9	I a	1.5	I a	0.013	I a
영강 5	1.0	I a	0.9	I a	1.7	I a	0.010	I a
영강 6	1.9	I a	1.2	I b	2.2	I b	0.020	I a
이안천	4.1	I a	1.4	I b	2.5	I b	0.045	II
영강 7	2.4	I a	1.1	I b	1.9	I a	0.023	I b

* 등급별 수질 및 수생태계 상태 : I a - 매우 좋음, I b - 좋음, II - 약간 좋음, III - 보통, IV - 약간 나쁨, V - 나쁨, VI - 매우 나쁨

3.3 중금속 오염도

각 조사지점에서 10개의 중금속 성분을 분석하였으며, Pb, Cu, Ni, As, Zn, Cd, Cr은 모두 불검출로 나타났으며, 검출 중금속 성분으로는 Mn 0.002 mg/L, Ba 0.016 mg/L, Al 0.047로 나타났다.

II. 조사사업

표 4. 영강수계 중금속 오염도

	Mn			Ba			Al		
	Ave.	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.	Ave.	Min.	Max.
영강 1	0.001	ND	0.005	0.015	ND	0.026	0.043	ND	0.196
양산천	0.006	ND	0.029	0.005	ND	0.008	0.037	ND	0.092
영강 2	0.003	ND	0.009	0.015	ND	0.023	0.055	ND	0.174
조령천	0.001	ND	0.003	0.014	ND	0.026	0.035	ND	0.084
영강 3	0.001	ND	0.007	0.015	ND	0.025	0.145	ND	1.027
영강 4	0.001	ND	0.002	0.016	ND	0.024	0.050	ND	0.254
영강 5	0.001	ND	0.004	0.016	ND	0.024	0.015	ND	0.050
영강 6	0.001	ND	0.005	0.017	ND	0.029	0.039	ND	0.116
이안천	0.002	ND	0.006	0.022	ND	0.036	0.028	ND	0.116
영강 7	0.001	ND	0.006	0.020	ND	0.030	0.019	ND	0.109

*¹⁾ ND : Not Detected

3.4 농업용수 수질지수 평가

SAR, %Na, RSC, PI지수를 이용하여 영강수계의 수질을 농업용 관개용수로 적합한지를 평가해 보았다. 먼저 SAR은 교환성 나트륨 함량이 얼마나 되는지 평가하는 항목으로 SAR 수치가 높으면 토양의 투수성을 감소시켜 수분이 뿌리에 도달하는 것을 방해하여 농작물의 성장을 해치게 된다. 조사지점의 SAR은 0.09 ~ 0.45 범위로 나트륨의 영향이 매우 낮은 수질등급을 보였다. 또한 %나트륨 지수는 6.13 ~ 19.48 %로 매우 우수(Excellent) 한 등급을 나타냈다.

토양에 대한 알칼리성 위험도를 나타내는 RSC 수치는 ‘영강 2’ 지점이 -0.98로 가장 낮은 수치를 나타내며 범위는 -0.98 ~ -0.07로 좋은 수질 등급을 보여 영강수계에 대한 토양의 알칼리성 위험도는 낮은 것으로 평가되었다.

PI지수는 미네랄이 풍부한 물을 장기간 사용하였을 때 토양의 투수성 감소에 영향을 미치는 평가 지수로서 ‘영강 1’ 지점은 89.09 %, ‘양산천’ 지점은 111.21 %로 좋은 등급을 보였다. 또한 나머지 8개 지점은 55.79 ~ 70.92 % 범위로 적합한 등급을 나타냈다.

표 5. 농업용수 수질지수 평가

	SAR	등급	RSC	등급	PI (%)	등급	% Na (%)	등급
영강 1	0.22		- 0.17		89.09	Good	16.86	
양산천	0.11		- 0.07		111.21	Good	10.75	
영강 2	0.10		- 0.98		58.88	Suitable	6.40	
조령천	0.09		- 0.66		60.81	Suitable	6.13	
영강 3	0.10	Good	- 0.63	Good	63.50	Suitable	6.74	Excellent
영강 4	0.14		- 0.72		59.49	Suitable	8.12	
영강 5	0.13		- 0.86		55.79	Suitable	7.17	
영강 6	0.45		- 0.71		61.63	Suitable	19.48	
이안천	0.23		- 0.59		63.23	Suitable	12.43	
영강 7	0.21		- 0.40		70.92	Suitable	12.10	

※ SAR : 0~6 (Good), 6~9 (Doubtful), >9 (Unsuitable)

※ RSC : <1.25 (Good), 1.25~2.5 (Doubtful), >2.5 (Unsuitable)

※ PI 지수 : >75% (Good), 25~75% (Suitable), <25% (Unsuitable)

※ % Na : <20 (Excellent), 20~40 (Good), 40~60 (Permissible), 60~80 (Doubtful), >80(Unsuitable)

4. 결과 및 활용방안

- 영강수계의 수질오염도를 평가해본 결과 하천수 생활환경기준으로 ‘좋음’ 등급을 나타냈으며, 중금속 항목에 대해서도 안전한 수질을 보였다.
- 영강수계 본류와 지류 하천의 농업용수 수질을 평가해본 결과 SAR, %Na, RSC, PI지수가 농산물 재배에 적합한 관개용수로 나타났다.
- 농업용수의 수질특성을 평가하여 농업환경보전 대책 수립을 위한 기초자료로 활용되길 기대한다.

