

낙동강 수계 고랭지 밭의 비점오염 물질 유출 특성 조사 및 단위 유출량 산정

주진호 · 정영상* · 양재의 · 옥용식 · 오상은 · 유경렬 · 양수찬

강원대학교 농업생명과학대학 자원생물환경학과
(2007년 9월 4일 접수, 2007년 9월 23일 수리)

Assessment of Pollutant Loads from Alpine Agricultural Practices in Nakdong River Basin

Jin Ho Joo, Yeong-Sang Jung*, Jae-E. Yang, Yong Sik Ok, Sangeun Oh, Kyung-Yeol Yoo, and Su-Chan Yang
(Department of Biological Environment, College of Agriculture and Life Sciences, Kangwon National University, Chunchon 200-701, Korea)

ABSTRACT: To assess pollutant loads in Nakdong river from highland agriculture in Kyungbuk province, we analyzed water qualities such as BOD, COD, T-N, T-P and SS in year 2005. BOD values in rainy period (June and July) were relatively higher than those in dry period, and those in 4 sites among 17 sites ranged from 10.71-18.25 mg/L which exceeded water criteria (8 mg/L) for agricultural use. COD values showed similar trends like BOD values. These trends might be caused by outflow of nutrients applied in agricultural lands. T-N content ranged from 0.1 to 14 mg/L. Those in lower reaches of stream were greater in those in upper stream. Compared to T-N contents during non-farming season, T-N contents in farming season were higher. These phenomenon could be due to continuous input of nutrients from small watercourses. Averaged T-P content in lower stream during farming season was 0.4 mg/L, which was eight times higher than the limiting level for algae occurrence (0.05 mg/L). BOD, T-P, T-N loads from alpine agricultural practices were 12.25 kg/km²·day, 0.55 kg/km²·day and 32.35 kg/km²·day, respectively. These values were greater than those from forestry. Therefore, Best management Practices (BMP) for alpine agricultural field are needed to reduce pollutant loads in Nakdong river.

Key Words: Nakdong river, Alpine agriculture, Pollutant load, Land use

서론

낙동강은 유로연장이 521.5 km, 유역면적이 약 23,817 km²로 한국에서 압록강에 이어 제 2의 강이며 국토 전체 면적의 약 24%를 차지하고 있으며 3개 광역시, 5개 도, 19개 시와 22개 군에 걸쳐있다(www.nd.me.go.kr/user/nakdong). 현재 낙동강유역에서 도시하수종말처리장, 산업폐수처리장 등의 점오염원 관리시설을 대폭 확충하고 있으나 하천과 호소의 수질은 크게 향상되지 못하고 있으며, 그 이유 중의 하나가 농경지에서의 영농활동 등에 의한 비점오염물질이 대량으로 하천 및 호소에 유입되기 때문이다. 농촌지역에서 배출되는

비점오염물질량은 정확한 기작의 분석이 되지 않고 있으며, 특히 비료, 농약의 사용증가에 따라 영양염류 및 유해물질에 의한 수질영향이 갈수록 문제가 되고 있다. 현재 우리나라의 농어촌지역은 실개천 오염으로부터 시작하여 수환경이 갈수록 열악해지고 있어 수질개선을 위해서는 농업활동에 의한 비점오염원 관리가 필요하다는 것을 인식하게 되었다.

그 중 고랭지 밭에서의 비점 오염원의 유출은 심각한 수준이며, 이는 고랭지에서의 생산 방식이 비료와 농약 등의 자재를 과다하게 투입하여, 작물 생산성만 증대만을 추구해 온 때문이다(Ahn, 2005). 고랭지 농업은 경사도가 심한 산악 지대에서 이루어지기 마련이므로 토양의 유실이 심하다(Jung et al., 2000). 더욱이, 고랭지에서 토양 유실에 취약한 마사토에 의한 객토가 성행하여, 토양 유실 문제를 더 악화시킨다. 토양 유실은 토지 생산성의 악화를 초래할 뿐 아니라, 이와 함께 유

*연락처:

Tel: +82-33-250-6444 Fax: +82-33-241-6640

E-mail: jungys7@kangwon.ac.kr

출되는 영양 물질은 비점오염원이다. 최근 많은 연구자들이 비점오염원으로 인한 지표수와 지하수의 수질을 모니터링하였다(Cung et al., 1998; Han et al., 1997; Im et al., 1999; Jung et al., 1998; Lee et al., 1993, 1997, 1998).

이 논문에서는 낙동강수계의 상류에 위치한 고랭지 농업 지대의 수질 특성을 조사하고 토지 이용 형태(산림, 논, 밭, 도시)에 따른 부하 원단위를 산정하였다.

재료 및 방법

시료의 분석 방법

낙동강 수계 조사 지점에서 채취된 시료는 공기가 차단된 멸균통에 담아 냉장상태로 실험실로 운반되었으며, 수질 오염공정시험법에 준하여 생물학적 산소요구량(BOD), 화학적 산소요구량(COD), 총 인(T-P), 총 질소(T-N) 그리고 부유물질(SS)을 측정하였다. BOD는 5일간 BOD병에서 식중독 후의 DO 차를 이용하여 측정하였고, COD는 과망간산 칼륨(KMnO₄) 산성법, T-N은 알칼리성 과황산칼륨용액으로 전처리하는 자외선 흡광도법, T-P는 과황산칼륨으로 분해하는 아스코르빈산 환원법을 이용하여 분석하였으며, SS 농도는 유리섬유법에 준하여 분석하였다.

시료의 채취 장소: 낙동강 상류 유역

낙동강 상류 유역 중 고랭지 농업 지대에서 가깝고 비점오염원 발생과 배출량 비율이 높은 고랭지 밭 주변 지천을 대상으로 강원도 태백, 경상북도 봉화 및 영주 주변에 총 17개 지점을 선정하여 물 시료를 채취 및 분석하였다. 강원도 태백, 경상북도 봉화 및 영주지역의 채취 일자 2005년 3월 24일, 5월 21일, 6월 29일, 7월 10일, 7월 28일, 8월 4일, 10월 14일이다. Fig. 1은 낙동강 상류 유역의 시료 채취 지점 중 강원도 태백, 경상북도 봉화 및 영주지역으로 N 1~N 9 지점은 낙동강 발원지인 강원도 태백시의 황지천 주변의 고랭지 농업 지대 부근이며, N 10 지점은 봉화군 소천면에 위치한 소수력

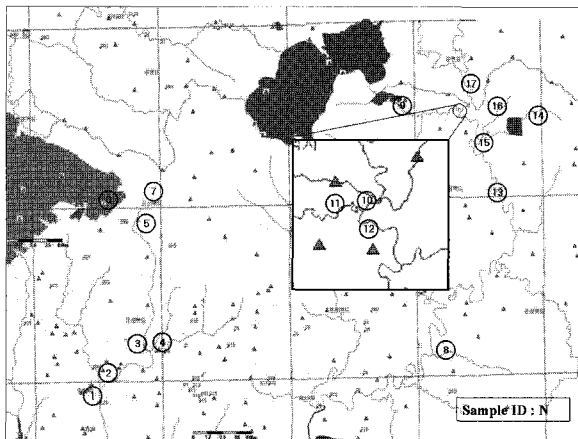


Fig. 1. Water sampling sites at Nakdong river basin

발전소 부근이다. N 11~N 13 지점은 봉화군 몰야면에 위치한 몰야저수지 부근으로 근처에 오전약수터가 위치하고 있으며 신흥가계천 상류 지역이다. N 14~N 17 지점은 봉화군 봉화읍 주변의 내성천 일대이다.

낙동강 상류 중 본 연구 팀의 수질분석을 위한 시료 채취 장소 중 강원도 태백, 경상북도 봉화 및 영주지역은 Table 1과 같다.

낙동강 조사유역에 대한 토지 이용에 따른 부하 원단위

조사 유역에 대한 유출 특성 조사를 위해 강원도 태백의 기상자료(2005년 강수량, 기상청홈페이지)를 사용하였으며, 밭생부하량 계산은 소천소수력발전소의 일일 발전시간과 방출량, 주 간격의 오염항목 측정값 등을 이용하여 계산하였다.

낙동강 조사유역 중 원단위 산정을 위한 조사기간은 3월 26일~10월 14일(204일)이며, 낙동강 상류 중 태백시 구문소동 등과 봉화군 석포면 등의 고랭지 밭이 성행하고 있는 유역을 선정하였다. 원단위 조사 유역의 전체 면적은 431.99 km²이며 소천 소수력 발전소에서 모니터링한 데이터와 소수력 발전소의 방출량을 이용하여 낙동강 상류 유역의 원단위를 산정하였다.

Table 2는 낙동강 조사 유역(강원도 태백, 경상북도 봉화군)에 대한 토지 이용을 나타낸 것으로 정밀토양도(농촌진흥청 농업기술연구소)를 이용하여 산출하였다. 87% 이상이 산림 지인 것으로 나타났으며, 밭은 8.62%로 다음 순이었다.

Table 1. Water sample numbers and sampling sites in Nakdong river basin

Sample No.	Sampling site
N 1	Gumun-So
N 2	Golahn 7th bridge
N 3	Seokpo-ri
N 4	Banya bridge
N 5	near Seongbu school
N 6	Chulam + Hyungdong stream
N 7	Hyungdong stream
N 8	Chulam stream
N 9	Byungoh stream
N 10	Sochun hydro power plant
N 11	Mulya reservoir
N 12	near Buseok temple
N 13	Mulya bridge
N 14	Seokchun valley
N 15	Samge bridge
N 16	near Dochon school
N 17	Naesung stream

Table 2. Area and ratio of Nakdong watershed depending on land use

Land use	Area (km ²)*	Ratio (%)
Upland	37.24	8.62
Paddy	1.13	0.26
Forest	376.93	87.25
Stream	7.26	1.68
Dwell	9.45	2.19
Total	431.99*	100.00

*Watershed area above Sochun hydro power plant

결과 및 고찰

낙동강 고령지 농업 지대의 수질 특성 조사

Table 3은 낙동강 상류권인 강원도 태백과 경상북도 봉화 및 영주 지역의 시기별 BOD 농도를 나타낸 것으로 분석 결과 영농기간인 6~7월에 N 14~N 17에서 10.71~18.25 mg/L로 BOD의 농업 용수 수질 기준인 8 mg/L를 초과하였다. 이는 초기 강우 영농 활동으로 인해 토양에 시비된 비료 성분들이 유출되었기 때문으로 판단된다.

Table 4는 낙동강 상류권인 강원도 태백과 경상북도 봉화

Table 3. BOD concentrations at the sampling sites in Nakdong river basin

Sample No.	Date	Mar. 24	May 21	Jun. 29	Jul. 10	Jul. 28	Aug. 04	Oct. 14
		mg/L						
N 1		1.00	1.00	1.72	1.89	1.78	1.44	1.96
N 2		-	1.70	1.28	1.56	1.69	0.90	1.04
N 3		0.30	1.40	1.48	2.12	2.25	0.72	1.16
N 4		0.80	1.20	1.27	2.56	2.12	0.68	3.39
N 5		1.10	2.80	1.50	3.12	3.01	0.90	1.54
N 6		1.60	3.30	2.40	4.23	5.12	1.71	1.73
N 7		0.70	3.60	2.51	4.56	4.25	1.95	2.22
N 8		2.00	2.90	2.69	4.58	4.12	1.74	1.51
N 9		0.70	0.90	1.79	3.25	3.68	1.47	0.40
N 10		1.30	1.60	2.36	3.12	4.12	4.02	2.09
N 11		1.10	1.70	0.83	1.56	2.01	4.20	-
N 12		1.80	3.60	2.49	5.21	5.24	4.46	1.33
N 13		2.40	1.50	3.13	6.12	8.12	4.01	1.10
N 14		1.70	1.50	14.15	18.25	15.25	2.12	0.44
N 15		1.80	1.40	13.68	15.25	13.21	2.07	1.36
N 16		2.10	2.90	10.71	17.25	14.12	1.71	0.97
N 17		3.80	1.80	12.89	14.12	13.12	2.64	0.77

Table 4. COD values at the sampling sites in Nakdong river basin

Sample No.	Date	Mar. 24	May 21	Jun. 29	Jul. 10	Jul. 28	Aug. 04	Oct. 14
		mg/L						
N 1		2.20	1.80	1.40	2.10	2.20	1.60	3.00
N 2		-	1.40	1.80	2.21	2.52	1.40	0.40
N 3		3.00	1.00	4.20	5.24	5.21	2.20	5.00
N 4		2.20	1.20	3.80	5.31	5.25	1.40	3.40
N 5		1.60	1.20	3.80	6.24	5.12	1.60	3.20
N 6		1.80	3.20	3.80	6.21	5.35	1.80	2.60
N 7		2.00	1.20	2.80	5.14	6.32	2.40	1.60
N 8		3.80	0.60	5.20	7.12	7.34	1.60	3.40
N 9		2.80	5.80	3.60	5.21	5.78	2.80	0.60
N 10		2.40	1.80	2.20	3.12	4.21	4.40	1.00
N 11		2.60	2.40	2.40	3.11	4.23	3.20	0.60
N 12		2.00	0.60	2.40	3.41	4.26	4.40	1.40
N 13		4.00	5.00	2.00	8.31	10.21	4.21	5.60
N 14		3.20	2.00	16.21	20.23	19.23	3.24	3.00
N 15		2.20	1.50	16.32	18.25	17.21	3.67	3.60
N 16		2.60	1.60	14.56	21.26	18.11	3.20	1.80
N 17		2.80	1.40	16.21	18.23	17.23	3.21	4.20

및 영주 지역의 시기별 COD 농도를 나타낸 것으로 BOD 값과 비교할 때 대체적으로 모두 높았으며, 특히 6~7월에 N 14~N 17에서는 18.11~21.26 mg/L로 농업 용수 수질 기준인 8 mg/L를 초과하였다. 이는 BOD와 마찬가지로 초기 강우 영농 활동으로 인해 토양에 시비된 비료 성분들이 유출되었기 때문으로 판단된다.

Table 5는 강원도 태백과 경상북도 봉화 및 영주 지역의 시기별 T-P 농도를 나타낸 것으로 영농 활동이 집중적으로 이루어지는 7월의 경우 하류 지역의 총인의 함량이 약 0.4 mg/L로 조류 발생 가능 수준(0.05 mg/L)보다 5배 정도 높았

으며, 이는 영농 활동을 위하여 사용된 인산 질 비료가 토양에 흡착되어 강우 시 토양 유실과 함께 하천으로 이동되었기 때문으로 판단된다.

Table 6은 강원도 태백과 경상북도 봉화 및 영주 지역의 시기별 T-N 농도를 나타낸 것으로 0.1~14.3 mg/L의 범위로 측정되었고 대부분의 경우 상류 지역 몇 군데를 제외하고는 거의 전 지역에서 농업 용수 수질 기준인 1 mg/L을 초과하였다. 종합하여보면 상류에서 하류로 갈수록, 비영농기 보다 영농기에서 대체적으로 총 질소의 농도가 높아지는 것을 알 수 있다. 이는 상류에서 하류로 갈수록 자정작용에 의해 희석

Table 5. T-P contents at the sampling sites in Nakdong river basin

Date No.	Mar. 24	May 21	Jun. 29	Jul. 10	Jul. 28	Aug. 04	Oct. 14
N 1	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04	0.02	0.01
N 2	-	0.05	0.08	0.10	0.11	0.11	0.04
N 3	0.03	0.03	0.28	0.56	0.43	0.25	0.15
N 4	0.04	0.03	0.02	0.08	0.11	0.01	0.12
N 5	0.03	0.04	0.02	0.12	0.15	0.02	0.16
N 6	0.04	0.07	0.01	0.13	0.10	0.01	0.07
N 7	0.02	0.24	0.12	0.24	0.31	0.15	0.35
N 8	0.05	0.04	0.04	0.25	0.45	0.04	0.05
N 9	0.03	0.05	0.07	0.12	0.32	0.09	0.20
N 10	0.03	0.23	0.06	0.14	0.21	0.08	0.12
N 11	0.02	0.04	0.01	0.12	0.15	0.01	0.15
N 12	0.05	0.04	0.20	0.23	0.43	0.05	1.16
N 13	0.12	0.06	0.06	0.12	0.35	0.07	0.04
N 14	0.04	0.05	0.03	0.17	0.24	0.03	0.16
N 15	0.03	0.07	0.01	0.23	0.35	0.02	1.06
N 16	0.04	0.08	0.01	0.41	0.56	0.01	0.49
N 17	0.06	0.08	0.03	0.43	0.47	0.03	0.10

Table 6. T-N contents at the sampling sites in Nakdong river basin

Date No.	Mar. 24	May 21	Jun. 29	Jul. 10	Jul. 28	Aug. 04	Oct. 14
N 1	1.89	3.73	5.52	5.74	5.89	3.29	5.76
N 2	-	2.08	3.32	4.23	4.12	0.92	1.28
N 3	0.92	1.94	3.39	4.11	4.02	0.80	2.83
N 4	1.06	2.17	3.55	3.54	3.65	1.11	3.16
N 5	1.75	3.44	4.21	5.23	5.63	3.31	4.13
N 6	2.14	2.85	3.59	4.15	4.21	1.81	4.52
N 7	1.61	4.34	3.54	4.63	4.78	1.27	1.38
N 8	2.23	2.70	5.27	6.45	4.13	4.11	4.76
N 9	1.40	1.36	3.22	3.56	4.65	1.14	3.12
N 10	1.66	2.91	4.20	5.12	5.23	1.82	2.81
N 11	1.02	1.64	3.22	4.11	3.23	2.94	5.26
N 12	2.66	5.06	7.68	11.13	14.25	4.67	9.21
N 13	2.01	5.44	6.63	9.56	10.25	5.77	8.53
N 14	1.20	4.82	4.42	10.23	11.21	2.46	4.16
N 15	1.64	5.42	4.83	8.56	7.46	3.13	3.72
N 16	2.42	6.74	6.62	10.54	10.78	3.59	7.25
N 17	2.12	5.82	7.54	12.11	12.58	3.74	7.24

되어야 하지만 계속해서 질소를 함유한 영양 물질(영농 활동)이 유입되기 때문이며, 또한 영농기에는 비료의 사용과 집중 강우로 주변 하천으로 유입되기 때문인 것으로 판단된다.

Table 7은 강원도 태백과 경상북도 봉화 및 영주 지역의 시기별 부유고형물(SS)의 농도를 나타낸 것으로 2005년에는 특히 강우 시 채취한 시료(06/29, 07/10, 07/28)에서 하천수 질환경기준(100 mg/L 이하)보다 최고 8배 정도 높았다. 이는 우리나라와 같이 일시적인 기간에 집중 강우가 오는 경우 고령지 밭 토양의 관리 방안이 미흡하기 때문에 토사가 하천으로 유입되기 때문이며, 이로 인하여 빛의 투과량을 감소시켜 수생 생물의 광합성을 저해하거나, 어류들의 아가미에 부유 물질이 붙여 호흡 곤란의 결과까지도 초래한다.

낙동강 조사 유역의 토지 이용 형태에 따른 부하 원단위

낙동강 조사 유역의 논과 밭을 포함한 경작지의 부하 원단위 산정은(산림지 오염부하 원단위 x 산림지 면적비율) + 경

작지 면적 비율 x X: 여기에서 X = 논 또는 밭의 오염부하 원단위)식을 이용하여 구하였다. 조사 유역 중 병오천(얼묵어 서식지, 상류에 논, 밭 경작이 이루어 지지 않음)의 수질 분석 값(BOD: 0.7 mg/L, T-P: 0.10 mg/L, T-N: 1.54 mg/L)에 소천 소수력 발전소의 방출량을 곱하여 구한 결과 산림지의 BOD, 총 인(T-P), 총 질소(T-N) 총 부하량은 각각 76,501, 5,027, 148,631 kg이었다(Table 8). 이것을 정밀토양도를 이용하여 구한 유역의 면적 값 431.99 km²과 조사기간(204일)을 나누어 얻은 값인 산림지 오염 부하 원단위는 0.87, 0.06, 1.69 kg/km²·day이었다. 전체 오염 부하 원단위는 소천소수력발전소의 BOD, 총 인(T-P), 총 질소(T-N) 각각의 총 방출량인 161,076, 8,491, 379,220 g을 전체유역면적(431.99 km²)과 조사기간(204일)으로 나눈 값으로 각각 1.83, 0.10, 4.30 kg/m²·day이었다(Table 9).

낙동강 조사 유역의 토지 이용에 따른 부하 원단위를 산정한 결과는 Table 9와 같다. 밭에서 나오는 오염부하량이 산림

Table 7. SS concentrations at the sampling sites in Nakdong river basin

Date No.	Mar. 24	May 21	Jun. 29	Jul. 10	Jul. 28	Aug. 04	Oct. 14
	mg/L						
N 1	6.0	2.0	60.0	120.0	125.0	10.0	10.0
N 2	-	0.1	80.0	124.0	140.0	0.2	4.0
N 3	0.1	2.0	20.0	89.0	120.0	4.0	6.0
N 4	0.1	2.0	100.0	141.0	152.0	2.0	6.0
N 5	2.0	0.1	60.0	152.0	165.0	2.0	4.0
N 6	8.0	2.0	80.0	101.0	121.0	4.0	4.0
N 7	2.0	2.0	20.0	125.0	189.0	5.0	2.0
N 8	6.0	0.1	60.0	145.0	132.0	3.0	4.0
N 9	2.0	2.0	40.0	150.0	180.0	2.0	8.0
N 10	4.0	12.0	140.0	156.0	142.0	6.0	2.0
N 11	0.1	0.1	40.0	142.0	150.0	4.0	2.0
N 12	4.0	0.1	62.0	145.0	148.0	3.0	8.0
N 13	18.0	4.0	120.0	165.0	147.0	4.0	4.0
N 14	4.0	0.1	160.0	169.0	154.0	6.0	4.0
N 15	2.0	0.1	160.0	156.0	157.0	4.0	2.0
N 16	10.0	8.0	560.0	489.0	520.0	8.0	4.0
N 17	0.1	2.0	840.0	890.0	870.0	18.0	8.0

Table 8. The pollutant loads in forest near Nakdong river basin

Forest	measured value	Effluent	Total pollutant loads	Pollutant load*
	mg/L	m ³	kg	kg/km ² ·day
BOD	0.7	109,287,553	76,501	0.87
T-P	0.10	109,287,553	5,027	0.06
T-N	1.54	109,287,553	148,631	1.69

*Total watershed area: 431.99 km²; Investigated period: 204 days

Table 9. The pollutant loads depending on various land use near Nakdong river basin

Items	Pollutant load (kg/km ² ·day)*			
	Total	Forest	Paddy	Upland
BOD	1.83	0.87	5.57	12.25
T-P	0.10	0.06	0.25	0.55
T-N	4.30	1.69	14.70	32.35

*Total watershed area : 431.99 km²

Investigated period : 204 days

지에 비해 BOD에서 약 14 배, 총 인(T-P)에서 약 9배, 총 질소(T-N)에서 약 19배 이상 정도 높다. 이는 Table 2에서 경작지에 비해 산림지에 대한 면적이 10배 이상 높지만 오염 부하량은 경작지에서 그 이상으로 더 많다는 것을 의미한다. 현재도 계속해서 임야가 개간되어 영농 활동이 이루어지고 있기 때문에 밭에 대한 오염 부하량은 관리 대책이 없을 경우 계속 높아질 것으로 판단된다.

요약

낙동강 상류에 위치한 고령지 농업 지대의 수질 특성을 조사하고 토지 이용 형태에 따른 부하 원단위를 산정하였다. 낙동강 고령지 농업지대에서 나오는 유출수가 하천 수질에 미치는 영향을 조사하기 위하여 낙동강 권역 중 고령지 농업 활동이 주로 이루어지는 상류권역인 강원도 태백, 경상북도 봉화, 영주 주변의 지점을 선정하여 물 시료를 채취하여 모니터링 하였다. 낙동강 상류권인 강원도 태백과 경상북도 봉화 및 영주 지역의 시기별 BOD 농도는 6~7월에 석천계곡, 삼계삼거리, 도촌교 밑, 내성천에서는 10.71~18.25 mg/L로 BOD의 농업용수질기준인 8 mg/L를 초과하였다. 이는 초기 강우 영농활동으로 인해 토양에 시비된 비료 성분들이 유출되었기 때문으로 판단된다. COD 농도는 BOD 값과 비교할 때 대체적으로 모두 높았으며, 특히 6~7월에 석천계곡, 삼계삼거리, 도촌교 밑, 내성천에서는 18.11~21.26 mg/L로 COD의 호소수질환경기준 중 농업용수질기준인 8 mg/L를 초과하였다. 이는 BOD와 마찬가지로 초기 강우 영농활동으로 인해 토양에 시비된 비료 성분들이 유출되었기 때문으로 판단된다. T-N 농도는 0.1~14 mg/L의 범위로 측정되었고 대부분의 경우 상류지역 몇 군데를 제외하고는 거의 전 지역에서 호소수질환경 농업용수기준인 1 mg/L를 초과하였다. 종합해보면 상류에서 하류로 갈수록, 비영농기보다 영농기에서 대체적으로 총 질소의 농도가 높아지는 것을 알 수 있다. 이는 상류에서 하류로 갈수록 자정작용에 의해 희석되어야 하지만 계속해서 질소를 함유한 영양물질(영농활동)이 유입되기 때문이며, 또한 영농기에는 비료의 사용과 집중 강우로 주변 하천으로 유입되기 때문인 것으로 판단된다. 총 인(T-P)은 영농활동이 집중적으로 이루어지는 7월의 경우 하류 지역의 총인의 함량이 약 0.4 mg/L로 조류발생가능수준(0.05 mg/L)보다 8배 정도 높았으며, 이는 영농활동을 위하여 사용된 인산질 비료

가 토양에 흡착되어 강우 시 토양유실과 함께 하천으로 이동되었기 때문으로 판단된다. 낙동강 조사 고령지 밭 유역의 밭의 BOD 부하 원단위는 12.25 kg/km²·day이었으며, T-P의 부하 원단위는 0.55 kg/km²·day, T-N의 부하 원단위는 32.35 kg/km²·day이었다. 밭에서 나오는 오염부하량이 산림지에 비해 BOD에서 약 14배, 총 인(T-P)에서 약 9배, 총 질소(T-N)에서 약 19배 이상 정도 높다. 현재도 계속해서 임야가 개간되어 영농 활동이 이루어지고 있기 때문에 밭에 대한 오염 부하량은 관리 대책이 없을 경우 계속 높아질 것으로 판단되므로 최적영농관리기법이 도입되어야 할 것으로 판단된다.

참고문헌

- Ahn, J. H. (2005) Policy and research of advanced country for environmentally sound agriculture in highland. RDA. pp. 240.
- Chung, Jong-Bae, Bok-Jin Kim, Jeong-Kook Kim, and Min-kyeong Kim. (1998) Water quality of stream in some agricultural areas of different agricultural practices along Nakdong River Basin. Kor. J. Environ. Agr. 17(2), 140-144.
- Han, Kang-Wan, Jae-Chol Chon, Jae-Young Cho, Seong-Jo Kim. (1997) Changes of nutrients concentration and natural supplies by irrigation water during the rice cultivation. Kor. J. Environ. Agr. 16 (4), 394-398.
- Im, Y. S., K. S. cho, H. J. Lee, Y. H. Lee, and B. K. Shon. (1999) Status of water quality in Nakdong River Districts. Kor. J. Environ. Agr. 18(2), 126-134.
- Jung, Yeong-Sang, Jae E. Yang, Chol-Soo Park, Young-Gi Kwon, Young-Kyu Joo. (1998) Changes of stream water quality and loads of N and P from the agricultural watershed of the Yulmunchon tributary of the Buk-Han River Basin. J. Kor. Soc. Soil Fert. 31(2), 170-176.
- Jung, Y. S. J. J. Kim, and B. O. Cho, (2000) Strategy for soil conservation and improvement of soil quality. RDA. pp. 37-81.
- Lee, J. S., Kang, J. G. and Kim, J. G. (1993) Studies on the irrigation quality along the Seomjin River. Kor. J. Environ. Agr. 12, 19-25.
- Lee, J. S., Jung, G. B., Kim, J. H., and Kim, B. Y. 1998. Irrigation water quality of the Kyunggan stream. Kor. J. Environ. Agr. 17, 136-139.
- Lee, Y. H. Jong-Kyun Kim, Hang-Sang Lee, Dong-Jin Cho, Ju-Sik Cho, Yon-Kyo Shin. (1997) Changes in agricultural irrigation water in Nam River. Kor. J. Environ. Agr. 16(3), 259-263.
- www.nd.me.go.kr/user/nakdong