

한국환경농학회지 제16권 제2호(1997)
Korean Journal of Environmental Agriculture
Vol. 16, No. 2, pp. 187~192

낙동강 수계 주요 농업지대 소유역의 수질 오염†

정종배 · 김복진¹⁾ · 김정국¹⁾

대구대학교 농화학과, ¹⁾영남대학교 자연자원대학 농학과

Water Pollution in Some Agricultural Areas along Nakdong River

Jong-Bae Chung, Bok-Jin Kim¹⁾ and Jeong-Kook Kim¹⁾(Dept. of Agricultural Chemistry, Taegu University, Kyongsan, 712-714 ; ¹⁾Dept. of Agronomy, Yeungnam University, Kyongsan, 712-749)

Abstract : We carried out a survey on tributary streams in some agricultural areas along Nakdong River to evaluate the effects of agricultural practices on pollution of stream water and groundwater. General properties, nutrient materials and heavy metals in water samples were measured. General physicochemical properties of tributary stream waters were at levels favorable for agricultural water. Heavy metals, except Zn, were mostly not detected. Total-N contents were much higher than the criteria of agricultural water, and nitrate-N accounts for more than a half of total-N. Phosphorus contents were higher than the lower level of P for algae growth and the contents were high especially in summer. In ground waters which are used for irrigation, P were mostly at same levels as those in streams, and nitrate contents were higher than 10 mg/L in some samples. In these results only those N and P contents in stream and ground waters higher than pollution criteria are problematic and they are traceable to agricultural nonpoint sources - fertilizers, livestock farms and sewage. Further researches are needed to evaluate contributions of each nonpoint source on stream water pollutions.

서 론

지난 30 여년 동안의 비약적인 산업 발달과 경제성장 그리고 인구증가에 따라 우리 나라의 대기, 수질 및 토양 오염 현상은 매우 심각한 상태에 이르러 있다. 이러한 환경오염 현상은 대도시나 공업단지 지역에만 국한된 것이 아니라 전체적인 생활수준의 향상과 집약적인 농업생산방식의 도입에 따라 농업환경도 크게 위협받고 있다^{1,2)}. 농업환경의 오염은 안정된 농업 생산성의 유지와 안전한 농산물 생산을 저해하게 된다^{1,3,4)}. 농업환경의 보전이나 질적 수준의 유지는 농업활동 자체와 외부 요인 사이의 상호 연관성 아래에서 파악되어야 하고 해결책 또한 양자 모두에서 찾아야 하며, 농업활동에 의한 주변 환경의 오염문제는 점차 심각하게 논의되고 있다.

비점오염원인 농업에 의한 오염발생은 그 특성상 일반적으로 제어가 곤란하고 마땅한 처리 과정을 거치지 않고 방출되는 것이 대부분이며 발생량이나 피해 정도의 추정도 매우 곤란하다. 작물 생산 증대를 위주로 이루어지고 있는 과도한 화학비료와 퇴비 및 농약의 시용과 더불어 축산농가의 증가에 따른 폐수와 폐기물 발생 증가는 농업비점오염 발생량의 지속적인 증가를 초래하고 있는 실정이다. 이러한 현실 하에서 농업 환경 자체의 오염 문제뿐만 아니라 지

표 및 지하수의 오염 현상이 두더러 지고 있으며 식수원으로 이용되고 있는 강 하류의 수질에 크게 영향을 미칠 수 있는 것이다⁵⁻⁸⁾. 실제로 중앙환경분쟁조정위원회가 중재한 것들 중에 축산폐수가 벼의 수량에 영향을 주어 피해 보상을 한 경우가 있으며^{9,10)} 상수원 오염 문제는 침범한 지역간의 대립을 야기시키고 있다.

낙동강 유역은 주요 농업 생산지로 다양한 형태의 농업이 이루어지고 있으며 낙동강 유역의 토양 및 수질 오염 현상에 대해서는 1980년대 이후 많은 연구들이 수행되었고¹¹⁻¹³⁾ 현재도 여러 유관 기관에서 조사를 수행하고 있다. 현재까지의 연구 결과를 보면 토양이나 하천의 오염 정도가 지역에 따라서는 상당 수준에 이르고 있으며, 오염의 정도는 상당히 빠른 속도로 심화되고 있는 것으로 판단된다^{11,12,14,15)}. 그러나 현재까지의 조사활동은 주로 인구밀집 지역이나 공업지대를 위주로 이루어졌으며 영농활동에 의한 오염부하량의 증가 추세에 비추어 볼 때 농업지대에 대한 오염 실태의 파악과 영농활동에 의한 오염부하량의 평가 및 이에 대한 적절한 대책 마련이 요구되는 시점이다.

이 연구는 농업활동에 의한 오염 부하량을 최소화시키고 농업환경의 건전성 확보를 위한 기초 연구로 낙동강을 중심으로 주요 농업 지대 소유역의 수질 오염 실태를 조사하였다.

† 본 연구는 1995년도 교육부 학술연구조성비의 지원(농업과학공동기센터 대학간 공동연구과제, 과제번호 : 95-NICEM-2)에 의해 수행되었음.

재료 및 방법

낙동강 수계를 따라 농업활동이 활발하고 이에 따른 오염유발 가능성이 높은 소유역을 따라 45개소를 선정하여

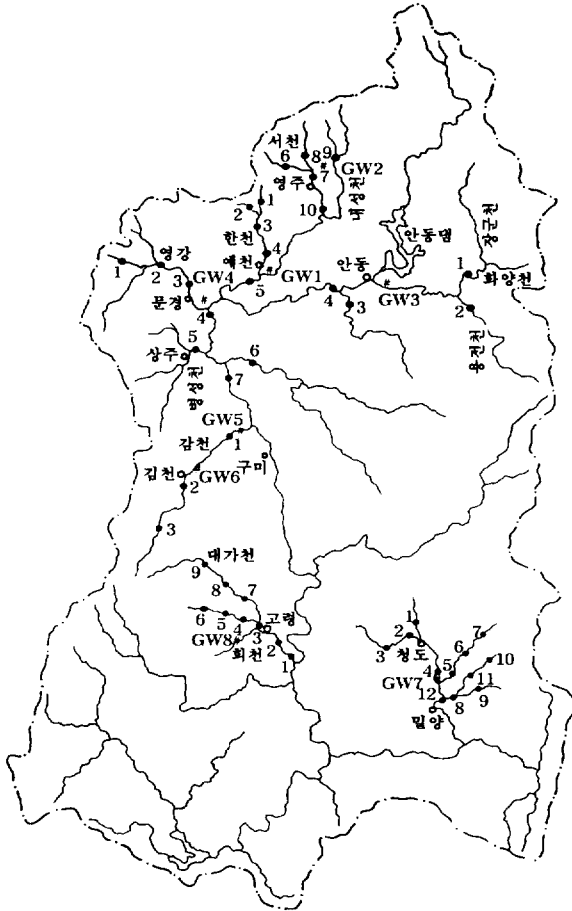


Fig. 1. Locations of the study areas and sampling sites of the stream water and groundwater.

Table 1. Location and depth of wells where groundwaters were sampled.

Sample	Location	Well depth, m
GW-1	경북 예천군 예천읍 청북리, 비닐하우스	25
GW-2	경북 영주시 상망동, 육우농장 및 비닐하우스	30
GW-3	경북 안동시 용상동 송정부락, 비닐하우스	8
GW-4	경북 문경시 영순면 사근리, 비닐하우스	20
GW-5	경북 구미시 선산읍 구미농촌지도소, 비닐하우스	80
GW-6	경북 김천시 개령면 황계리, 비닐하우스	21
GW-7	경북 청도군 청도읍 유호리, 비닐하우스	10
GW-8	경북 고령군 쌍림면 신곡리, 비닐하우스	5

Table 2. Properties water sampled from the upper reach of Yangsang stream, Kaeun, Moonkyong. Data are average values of three samples taken at different time during the study.

pH	EC	DO	COD	NH ₄ -N	NO ₃ -N	SO ₄ -S	Cl	PO ₄ -P	Tot-N	Tot-P	Cd	Cu	Pb	Zn
	μS/cm							mg/L						
7.1	59	7.3	1.3	0.16	0.44	5.74	5.09	-	1.26	0.03	-	-	-	0.06

* - : trace or not detected.

하천수 오염 실태를 조사하였으며, 농업용수로 사용하고 있는 지하수의 수질 실태를 파악하기 위해 낙동강 수계 조사 지역 내에서 8개소의 관정을 선정 조사하였다. 조사 지역은 Fig. 1에 나타내었고 지하수관정 현황은 Table 1에 나타내었다. 영농활동이나 생활하수의 유입이 전혀 없는 지점으로 경북 문경시 가은읍 원북리 양상천 상류 계곡에서 수질 시료를 채취하여 비교 시료로 하였다.

낙동강 수계에서의 수질조사는 홍수기(95년 8월), 장마후 갈수기(95년 10월) 및 장마전 갈수기(96년 5월)로 나누어 3회 실시하였다. 95년 8월은 가뭄으로 인하여 경북지역의 강우량이 매우 적어 실제로 하천의 유량은 갈수기에 비해 상대적으로 홍수기에 오히려 적었다.

수질은 일반성질로 pH, 전기전도도(EC), 용존산소량(DO), 부영양화 유발물질로 화학적산소요구량(COD), NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄³⁻, Total N, Total P, Cl⁻, SO₄²⁻, 중금속으로는 Cd, Cu, Pb, Zn 등을 조사하였다. pH, 전기전도도 및 용존산소량은 휴대용 측정기를 이용하여 시료 채취 현장에서 측정하였으며, 기타 항목은 수질오염 폐기물 공정시험방법에 따라 다음과 같이 분석하였다¹⁷⁾. 화학적산소요구량은 Dichromate Reflux 법, NH₄-N은 Indophenol법, 음이온은 Ion chromatography, 총 질소는 Kjeldahl법으로, 총 인은 질산으로 분해한 후 Molybdate blue법으로 정량하였고, 중금속은 질산으로 분해하여 ICP로 측정하였다.

결과 및 고찰

소유역 하천수의 수질

조사된 소유역에서는 지역별로 소규모의 산업시설이 일부 위치하고 있으나 벼농사를 위주로 하여 시설원예와 과수를 포함한 다양한 작목의 발농사등 농업활동이 매우 활발하고 오수처리 시설을 갖추지 못한 소규모의 축산활동 또한 많이 이루어지고 있다. 따라서 이들 지역에 대한 오염 부하는 영농활동과 농가 생활하수 유입에 주로 기인한다고 볼 수 있다. 인위적 오염원이 없는 문경시 양상천에서 채취한 비교시료의 분석결과는 Table 1에 실었고 낙동강 수계 주요 농업지역 소유역에 대한 수질조사 결과는 유역별로 Table 2~7에 나타내었다.

조사된 수계의 pH는 5.5~9.0사이이며 지역별, 시기별로 차이를 보였다. 농업용수의 pH 기준 6.5~8.5에 비하면 일부 지점에서 이 범위를 벗어나나 전체적으로 기준 범위 내에 들어있었다^{18,19)}. 전기전도도는 비교시료에서 측정된 59μS/cm

Table 3. Summarized properties of tributary stream waters in Youngju Yechun area. The lowest and highest values are presented.

Properties	Aug. '95	Oct. '95	May '96	Average
pH	5.7~7.3	7.3~7.7	5.4~7.9	7.4
EC, μ S/cm	81~195	97~240	63~234	155
DO, mg/L	3.6~5.8	5.0~8.4	7.0~9.7	6.7
COD, mg/L	2.2~6.5	0.5~1.5	1.0~3.6	2.4
NH ₄ -N, mg/L	0.2~0.4	0.1~0.3	0.01~0.33	0.17
NO ₃ -N, mg/L	2.2~5.5	1.5~6.9	1.6~5.6	3.4
Tot N, mg/L	3.5~10.7	3.4~10.9	3.8~7.4	6.1
Tot P, mg/L	0.1~0.3	0.05~0.4	0.1~0.17	0.18
PO ₄ -P, mg/L	0~0.19	0~0.41	0~0.11	0.09
Cl, mg/L	5.24~81	7.0~25.5	5.3~16.0	12.7
SO ₄ -S, mg/L	5.2~12.7	5.5~24.9	6.5~20.7	10.8
Cd, μ g/L	-	-	-	0
Zn, μ g/L	13~258	4~47	114~148	81
Cu, μ g/L	2~8	-	-	0
Pb, μ g/L	-	-	0~45	5.2

* - : trace or not detected.

Table 4. Summarized properties of tributary stream waters in Andong area. The lowest and highest values are presented.

Properties	Aug. '95	Oct. '95	May '96	Average
pH	8.2~9.1	6.5~8.3	6~8.6	7.8
EC, μ S/cm	244~433	256~447	204~420	310
DO, mg/L	4.8~8.5	6.8~8.3	8.0~8.6	7.2
COD, mg/L	3.3~3.9	0.4~1.6	2.7~4.0	2.5
NH ₄ -N, mg/L	0.28~0.3	0.11~0.16	0.05~0.13	0.17
NO ₃ -N, mg/L	2.4~15.9	2.69~16.4	1.2~10.8	7.5
Tot N, mg/L	2.9~23.4	4.7~29.7	2.95~21.0	13.3
Tot P, mg/L	0.1~0.28	0.11~0.67	0.05~0.14	0.26
PO ₄ -P, mg/L	0.15~0.2	0~0.6	-	0.1
Cl, mg/L	8.2~9.1	17.5~37.9	12.4~21.6	17.6
SO ₄ -S, mg/L	15.7~50.6	17.2~50.3	15.3~49.2	31.9
Cd, μ g/L	-	-	-	0
Zn, μ g/L	0~33	0~10	114~140	47
Cu, μ g/L	-	-	-	0
Pb, μ g/L	-	-	-	0

* - : trace or not detected.

Table 5. Summarized properties of tributary stream waters in Moonkyong Sangju area. The lowest and highest values are presented.

Properties	Aug. '95	Oct. '95	May '96	Average
pH	7.2~9.0	6.1~7.7	6.6~7.1	7.3
EC, μ S/cm	70~330	58~306	51~350	262
DO, mg/L	4.2~6.1	6.6~8.1	4.5~8.5	6.3
COD, mg/L	1.2~5.0	0.04~2.1	1.8~6.0	2.2
NH ₄ -N, mg/L	0.2~0.8	0.11~0.14	0~2.38	0.41
NO ₃ -N, mg/L	0.54~3.5	0.07~3.2	0.7~2.6	1.9
Tot N, mg/L	1.24~5.03	4.8~6.1	2.2~5.6	3.5
Tot P, mg/L	0.04~0.47	0.06~0.5	0.05~0.41	0.21
PO ₄ -P, mg/L	0~0.27	0~0.44	0~0.06	0.08
Cl, mg/L	7.2~9.0	4.1~39.4	4.1~28.4	13.4
SO ₄ -S, mg/L	6.0~35.7	4.7~51.9	6.5~36.1	25.8
Cd, μ g/L	-	-	-	0
Zn, μ g/L	8~288	0~66	114~140	48
Cu, μ g/L	1~62	-	-	3.5
Pb, μ g/L	-	-	8~26	3.6

* - : trace or not detected.

Table 6. Summarized properties of tributary stream waters in Kimchun area. The lowest and highest values are presented.

Properties	Aug. '95	Oct. '95	May '96	Average
pH	6.7~9.1	6.1~6.3	6.76~7.12	7.0
EC, μ S/cm	262~342	175~308	144~366	251
DO, mg/L	1.4~4.1	6.6~7.7	6.9~8.1	5.7
COD, mg/L	1.2~4.1	0.3~2.2	1.2~3.7	2.1
NH ₄ -N, mg/L	0.2~1.7	0.04~0.13	0~0.02	0.29
NO ₃ -N, mg/L	0.7~10.1	3.5~3.9	1.6~2.7	3.3
Tot N, mg/L	1.4~11.2	6.8~7.9	4.4~8.3	5.7
Tot P, mg/L	0.1~0.4	0.06~0.2	0.04~0.6	0.18
PO ₄ -P, mg/L	0~0.3	0~0.03	0~0.06	0.03
Cl, mg/L	6.7~9.1	12.8~36.3	8.0~26.8	14.9
SO ₄ -S, mg/L	20.8~32.0	9.9~31.0	8.4~31.0	19.9
Cd, μ g/L	-	-	-	0
Zn, μ g/L	77~194	0~5	0~17	45
Cu, μ g/L	-	0~1	-	0
Pb, μ g/L	-	-	-	0

* - : trace or not detected.

Table 7. Summarized properties of tributary stream waters in Koryung Sungju area. The lowest and highest values are presented.

Properties	Aug. '95	Oct. '95	May '96	Average
pH	6.9~8.5	5.9~6.5	5.9~7.4	7.1
EC, S/cm	88~208	68~148	81~152	129
DO, mg/L	3.2~5.8	6.1~7.5	4.8~8.3	6.2
COD, mg/L	0.4~6.2	0.7~2.7	1.4~3.5	2.1
NH ₄ -N, mg/L	0.1~0.23	0~0.22	0~0.2	0.08
NO ₃ -N, mg/L	0.04~6.1	0.25~2.53	0.4~3.6	1.2
Tot N, mg/L	0.6~7.8	1.4~3.8	1.04~5.56	2.4
Tot P, mg/L	0.05~0.26	0.02~0.09	0.02~0.11	0.08
PO ₄ -P, mg/L	0~0.15	0~0.01	-	0.02
Cl, mg/L	6.9~8.9	5.0~16	3.0~10.7	8.0
SO ₄ -S, mg/L	1.7~14.1	2.8~10.5	3.9~9.8	8.0
Cd, μ g/L	-	-	-	0
Zn, μ g/L	56~4650	0~11	0~9	781
Cu, μ g/L	0~73	-	-	3.5
Pb, μ g/L	3~6	-	-	0.3

* - : trace or not detected.

에 비해 전체적으로 높게 나타나, 조사된 소유역들로 비료 사용, 축산오수나 생활하수를 통해 여러 염류의 유입이 일어나고 있음을 암시해주고있다. 조사된 소유역별로 약간의 차이는 있으나 각 유역에서 상류에 비해 주변 농지면적이 넓고 인구가 밀도가 높은 하류 지점에서 높게 측정되었다. 용존산소량은 수온이 높고 분해 활동이 활발한 여름철에 채취한 1 차 시료에서는 비교적 낮아 농업용수 기준인 2.0 mg/L 이하로 측정된 곳이 많았으나 2, 3차 시료에서는 대부분 5.0mg/L 이상으로 조사되었다¹⁸⁾.

화학적산소요구량은 조사된 소유역별로 약간의 차이는 있으나 전체적으로 농업용수기준인 8mg/L 보다 훨씬 낮았다. 지역별 차이에 비해 조사 시기별로 보았을 때 더 큰

차이를 보였는데, 2차와 3차 시료에서는 대부분 2.0mg/L 이하로 조사되었으나, 7월 말부터 8월 초에 채취한 1차 시료에서 2차, 3차 시료보다 화학적산소요구량이 훨씬 높게 측정되었다. 고온기에 물질 생산량이 많고 또한 1차 시료 채취기인 95년 여름의 가뭄으로 인한 수계의 유수량이 적었던 것도 그 이유가 될 수 있다. 총 질소의 함량은 1~30 mg/L 의 범위로 측정되었고 거의 전지역에서 연중 계속 호소수질 환경 농업용수 기준치인 1mg/L 를 훨씬 상회하였다¹⁹⁾. 비교시료에서는 1.26mg/L로 조사되어 대부분의 조사지역에서 영농활동이나 생활하수의 유입을 통한 질소의 오염이 이루어지고 있는 것으로 판단된다. 질소 형태별로 보면 암모늄태의 질소가 소량 검출되나 대부분 지역에서 질산태 질소가 총 질소량의 반 이상을 차지했다. Fig. 2에서 보는 바와 같이 총 질소 5mg/L 이상이 많은 빈도를 보임으로 정상 논에서 계속 관개시 비의 옷차림과 그로 인한 도복피해가 발생할 수 있는 정도의 질소를 함유하고있었다. 관개수중의 질소함량이 3mg/L 수준일 때까지는 벼농사에서 시비대책과 그 외의 재배기술 개량 등에 의하여 대응이 가능하지만 그 이상의 농도에서는 대책 마련이 곤란하며, 5mg/L 이상에서는 수량 감소를 피할 수 없다는 보고도 있다²⁰⁾.

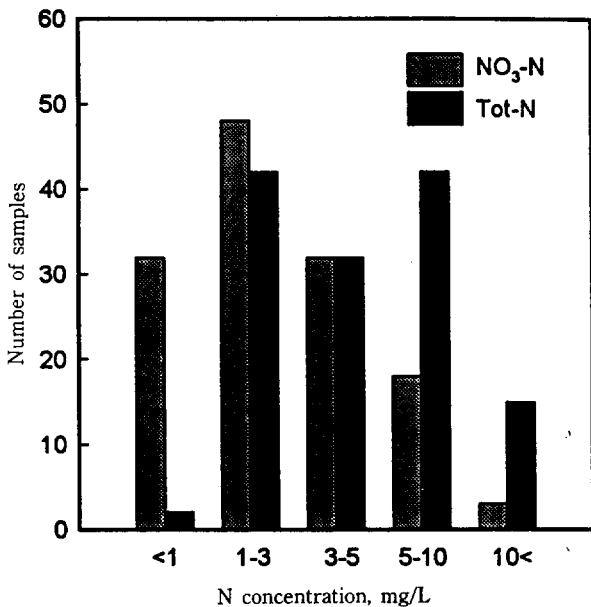


Fig. 2. Frequency distribution diagram for nitrogen concentration. Data from 133 water samples of tributary streams in Nakdong river.

인의 함량은 총 인과 이온형태의 인으로 조사하였다. 총 인의 함량은 전체적으로 0.5mg/L 이하로 조사되었고, 이온형태의 인은 검출되지 않는 지역도 많았다. Fig. 3에서 인의 함량이 호소수질 환경기준에서 농업용수 기준인 0.1mg/L 이상을 나타내는 지역이 많은 것을 볼 수 있다. 조류의 성장에 제한 요인으로 작용하는 인의 함량이 조류 발생 가능 수준인 0.05mg/L를 상회하는 지역이 많으며²¹⁾, 실제로 조사된 수계의 많은 부분이 부영양화의 단계에 와 있는 것으로 판단

되었다. 시기별로 보면 영농시기(1차)와 수확직후(2차)가 본격적인 영농활동이 시작되기 전인 3차 시료에 비해 높게 조사되었고 비교시료에서 측정된 인의 농도에 비교해 볼 때 영농활동이나 생활하수의 영향을 인정할 수 있었다.

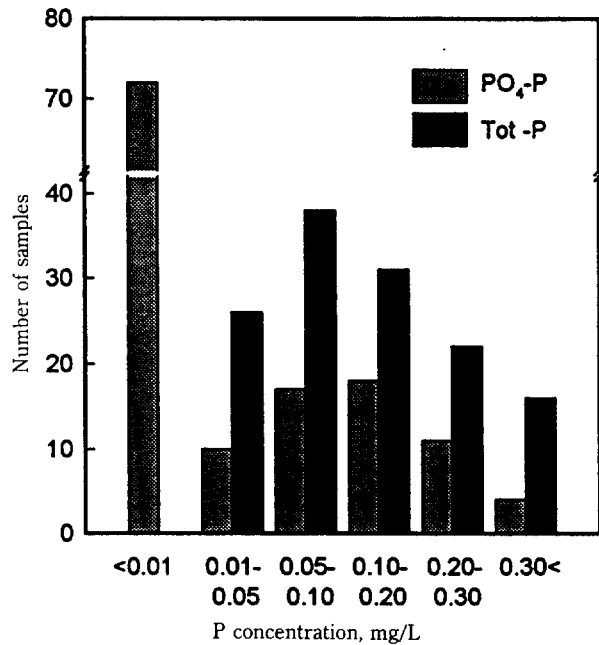


Fig. 3. Frequency distribution diagram for phosphorus concentration. Data from 133 water samples of tributary streams in Nakdong river.

염소 이온의 농도는 대부분 지역에서 10~20mg/L 수준으로 검출되었고 일부 지역에서 30mg/L 이상으로 검출되기도 하였다. 시기별로는 2차에서 보다 높게 검출되었다. 황산 이온은 대부분 지역에서 5~20mg/L 수준으로 조사되었고 일부 지역에서는 50mg/L 이상으로 검출되기도 하였으나 시기별로는 큰 차이가 없었다.

중금속 함량은 납, 구리, 카드뮴의 경우는 일부 지역에서 미량으로 검출되었으나 대부분 조사 지역에서 검출되지 않았다. 아연은 대부분 지역에서 검출되었고 특히 청도, 밀양과 고령, 성주 지역의 1차 시료에서 다량 검출되었다. 우리나라 농업용수 수질기준은 구리 10µg/L 이하, 납 100µg/L 이하, 아연 1,000µg/L 이하이며¹⁹⁾, 일본의 수도재배용 농업용수 기준은 아연 500µg/L 이하, 구리 20µg/L 이하, 카드% 10µg/L 이하이다¹⁶⁾. 청도, 밀양과 고령, 성주 지역의 1차 시료를 제외하면 모두 기준치 이하로 이는 조사 지역이 주로 농업지대이고 중금속 배출원이 거의 존재하지 않기 때문인 것으로 생각된다. 청도, 밀양과 고령, 성주 지역의 1차 시료에서 나타난 높은 농도의 아연 함량에 대한 이유는 명확하지 않다.

관개용 지하수 수질

소유역에 대한 수질조사와 함께 하천에 인접한 비닐하우스의 관개용수로 사용되는 지하수 관정 8개소에서 시료를

Table 8. Summarized properties of tributary stream waters in Miryang Chungdo area. The lowest and highest values are presented.

Properties	Aug. '95	Oct. '95	May '96	Average
pH	6.8~8.8	6.4~8.8	5.8~8.5	7.3
EC, μ S/cm	90~464	67~444	49~477	202
DO, mg/L	1.3~6.3	6.5~7.9	7.1~9.1	6.6
COD, mg/L	0.9~6.9	0.3~2.5	1.1~3.0	2.2
NH ₄ -N, mg/L	0.1~0.4	0.03~0.22	0~0.06	0.10
NO ₃ -N, mg/L	1.14~9.4	0.74~10.4	0.8~6.5	3.4
Tot N, mg/L	1.6~13.2	1.6~15.5	1.8~10.4	5.7
Tot P, mg/L	0.01~0.5	0.02~0.5	0.03~0.14	0.12
PO ₄ -P, mg/L	0~0.34	0~0.29	-	0.07
Cl, mg/L	6.8~8.8	7.3~53.4	3.2~45.4	14.6
SO ₄ -S, mg/L	5.3~39	2.8~10.4	4.5~42.5	18.3
Cd, μ g/L	-	-	-	0
Zn, μ g/L	150~6320	0~22	0~9	1260
Cu, μ g/L	0~84	0~44	-	4.6
Pb, μ g/L	0~7	-	-	0.2

* - : trace or not detected.

Table 9. Properties of groundwaters sampled in some agricultural areas along Nakdong river. Data are average values of two samples taken at different time.

Properties	GW-1	GW-2	GW-3	GW-4	GW-5	GW-6	GW-7	GW-8
pH	6.7	7.1	6.5	6.8	6.5	6.7	7.0	6.3
EC, μ S/cm	460	120	381	355	409	342	282	301
DO, mg/L	2.0	4.1	2.9	1.3	1.9	1.6	2.0	2.3
COD, mg/L	1.37	2.43	0.86	0.78	1.76	1.17	0.78	1.17
NH ₄ -N, mg/L	0.30	0.25	0.39	0.29	0.44	0.33	0.14	0.12
NO ₃ -N, mg/L	28.7	5.2	15.9	1.3	0.2	10.1	4.6	16.2
Total N, mg/L	29.6	9.4	24.3	1.6	0.9	11.2	4.8	17.4
Total P, mg/L	0.33	0.30	0.26	0.15	0.39	0.44	0.31	0.03
PO ₄ -P, mg/L	0.19	-	0.19	0.13	-	0.29	0.16	-
Cl, mg/L	6.7	7.1	6.5	6.8	6.5	6.7	7.0	6.3
SO ₄ -S, mg/L	15.2	1.4	29.0	25.1	2.0	25.9	10.7	24.5
Cd, μ g/L	-	-	-	-	-	-	-	-
Zn, μ g/L	50	40	110	290	50	190	2430	3330
Cu, μ g/L	-	-	-	10	-	-	-	-
Pb, μ g/L	-	-	-	-	-	-	-	-

* - : trace or not detected.

채취하여 일반성질, 부영양화 유발물질, 중금속으로 나누어 연중 2차에 걸쳐 조사하였고 그 결과는 Table 8에 나타내었다.

조사된 지하수의 pH는 6.3~7.0사이이며 지역별, 시기별로 큰 차이는 없었고, 농업용수의 pH 기준 6.5~8.5 기준범위 내에 들어있었다. 전기전도도는 조사된 관정별로 약간의 차이는 있으나 하천수보다 전체적으로 높게 측정되었다. 용존 산소는 1차 조사에서 4.0mg/L 이하로 측정되어 농업용수 기준인 2.0mg/L 보다 낮은 곳이 많았으나, 2차 시료에서는 1개 관정을 제외하고 모두 5.0mg/L 이상으로 조사되었다¹⁹⁾.

화학적산소요구량은 전체적으로 2mg/L 이하로 농업용수 기준인 8mg/L 보다 훨씬 낮았다. 총 질소 함량은 1~50mg/L

의 범위로 측정되었고 거의 전 관정에서 호소수질 환경 농업용수 기준치인 1mg/L 를 훨씬 상회하였다¹⁹⁾. 영농철에 채취된 1차 시료에서는 암모늄태 질소가 검출되었으나 5월에 채취된 2차 시료에서는 검출되지 않았으며 대부분 관정에서 질산태 질소가 총 질소의 반 이상을 차지하고 있었다. 총 인의 함량은 전체적으로 0.1~0.4mg/L 수준이었고, 이온형태의 인은 검출되지 않는 관정도 있었으나 0.1~0.3mg/L 수준으로 검출되었다. 시기별로 보면 1차와 2차에서 큰 차이는 없었다. 염소 이온의 농도는 1차 시료에서 7mg/L, 2차에서 10~47mg/L 수준으로 2차에서 보다 높게 검출되었다. 황산 이온은 대부분 지역에서 10~30mg/L 수준으로 조사되었고 일부 관정에서는 1~5mg/L 정도로 검출되었으며 시기별로는 큰 차이 없었다. 특히 지하수 중의 질산태 질소의 함량은 지표수 중의 함량보다 높게 나타나고 있으며 이는 지표에 가해진 화학비료, 퇴비 또는 축산폐수 등으로부터 용탈되어 지하수로 쉽게 유입 축적되는 것으로 볼 수 있다.

중금속 중 납과 구리의 경우는 일부 관정에서 미량으로 검출되었으나 대부분 검출되지 않았고, 아연은 대부분 지역에서 검출되었고 특히 청도, 밀양 과 고령, 성주 지역의 1차 시료에서 높게 검출되었다. 청도, 밀양 과 고령, 성주 지역의 1차 시료를 제외하면 모두 농업용수 기준치 이하였다.

요 약

낙동강 수계의 주요 농업지대 소유역에 대한 수질조사 결과를 보면, 용존산소량, 전기전도도, 화학적산소요구량, pH, 중금속함량 등은 대부분 농업용수 기준에 비추어 볼 때 문제되지 않으나, 질소 함량은 전체적으로 농업용수 기준치를 상회하며 이온형태의 인은 특히 여름철에 대부분 지역에서 조류생장 최저 농도인 0.05mg/L 이상으로 측정되었다. 지하수의 경우 전기전도도는 하천수보다 높은 경향이고 질소 함량도 농업용수 기준을 훨씬 상회하였으며 지하수 중의 질산태 질소 함량은 농업용수 수질 기준인 10mg/L를 초과하는 곳도 있었다. 지하수 중의 인 함량은 하천수와 비슷한 수준이었다. 중금속은 하천수에서와 마찬가지로 아연을 제외하고 납, 구리, 카드뮴 등은 거의 검출되지 않았다.

이상의 결과를 보면 조사 지역이 농업지대이므로 중금속 등의 오염은 문제되지 않지만 질소와 인에 의한 오염은 하천수와 지하수에서 상당한 수준에 달해 있으며 이러한 질소와 인의 오염은 결국 농경지에서의 화학비료와 퇴비의 사용, 축산폐수나 생활하수의 유입에 의한 것으로 보인다.

참고문헌

1. 김복영. 1988. 수질오염과 농업. 한국환경농학회지. 7 (2) : 153~169.
2. Vernon W. Ruttan. 1992. Sustainable agriculture and

- the environment. Westview Press. 177~183.
3. 김복영, 소규호, 김규식, 조재규, 조일환, 우기태. 1990. 한국 밭토양 및 곡물층의 중금속 자연 함유량에 관한 조사연구. 농시논문집(토양비료편). 32(2) : 57~68.
 4. 하호성, 허종수. 1989. 김해평야 관개수 오염도가 벼 영양생리에 미치는 영양. 한국환경농학회 지. 8(2) : 93~102.
 5. Johnson, A.H., D.R. Bouldin, E.A. Goyette, and A.M. Hedges. 1976. Nitrate dynamics in Fall Creek, New York. J. Environ. Qual. 5 : 386~391.
 6. Blevins, D.W., D.H. Wilkinson, B.P. Kelley, and S.R. Silva. 1996. Movement of nitrate fertilizer to glacial till and runoff from a claypan soil. J. Environ. Qual. 25 : 584~593.
 7. Sievers, D.M., and C.D. Fulhage. 1992. Survey of rural wells in Missouri for pesticides and nitrate. Ground Water Monit. Rev. 12 : 142~150.
 8. 이덕배, 이경보, 이경수. 1996. 호남지역의 시설원에 재배지 지하수중 화학성분 변동요인 조사. 한국환경농학회지. 15(3) : 348~354.
 9. 환경처. 1993. 환경오염피해분쟁조정사례집.
 10. 환경처. 1995. 환경오염피해분쟁조정사례집.
 11. 최언호, 이서래. 1982. 낙동강 중류 수계의 수질 조사 연구(1978-80년). 한국환경농학회지. 1(1) : 31~38.
 12. 최언호, 이서래. 1982. 낙동강 중류 수계의 자정 능력 평가. 한국환경농학회지. 1(1) : 39~47.
 13. 박창규, 한대성, 허장현. 1984. 낙동강 주요 환경 구성 성분중 유기인계 농약잔류분석. 한국환경농학회지. 3(1) : 36~44.
 14. 하호성, 허종수. 1982. 김해평야의 관개수 오염에 관한 연구. 한국환경농학회지. 1(1) : 22~30.
 15. 농업진흥공사 시험소. 1979. 농업용수 수질오염 조사 보고서.
 16. 농촌진흥청 농업기술연구소. 1988. 토양화학분석법 - 토양, 식물체, 토양미생물. 농업기술연소.
 17. 동화기술 편집부. 1994. 수질오염 폐기물 공정시험방법. 동화기술
 18. 김복영, 김정제, 신제성, 엄기태, 이규승, 이영환, 정영상, 허종수. 1992. 농업환경화학. 동화기술.
 19. 이기우. 1993. 환경법. 학현사
 20. 日高伸. 1993. 水の多重利用과灌漑水質. 日土肥誌. 64(4) : 465~473.
 21. David Harper. 1992. Eutrophication of freshwaters. Chapman Hill, London.