

논 관개수중 영양물질의 함량변화와 천연공급량

한강완 · 전재철 · 조재영 · 김성조*

전북대학교 농화학과 · 원광대학교 생명자원과학대학*

Changes of Nutrients Content and Natural Supplies by Irrigation Water during the Rice Cultivation

Kang-Wan Han, Jae-Chul Chon, Jae-Young Cho and Seong-Jo Kim¹⁾ (Dept. of Agricultural chemistry, Chonbuk National University, Chonju, 561-756, Korea, College of Life and Natural Resources, Wonkwang University, Iksan, 570-719, Korea)

Abstract : Changes of nutrient material and heavy metals of irrigation water and natural supplies by irrigation water into 1.0ha of paddy field during the rice cultivation was investigated pH of irrigation water ranged 6.45~8.34 and electrical conductivity showed 110 μ S/cm in the first irrigation period and commonly showed 90 μ S/cm. The content of T-N, NH₄-N and NO₃-N were 3.09~12.36, 0.17~1.34 and 2.70~10.72mg/L respectively. The content of T-P was 0.09~0.22mg/L and ortho-P was not detected. The content of Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺ and K⁺ showed 0.89~5.12, 1.12~2.76, 1.74~4.52 and 1.34~4.18mg/L regardless of irrigation season respectively.

Only Cu and Zn of heavy metals were detected 0.001~0.009 and 0.007~0.091mg/L, but Pb, Cd, Cr and Ni were not detected. When supplied 4,250m³ of an irrigation water into 1.0ha of paddy field, natural supplies of nutrient materials were 29.67kg of T-N, 1.80kg of NH₄-N, 24.57kg of NO₃-N and 0.51kg of T-P. Also Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺, Cl⁻ and SO₄²⁻ were supplied 9.42, 7.09, 13.34, 9.08, 40.27 and 41.38kg respectively. Only Cu and Zn of heavy metals were supplied 0.017kg of Cu and 0.133kg of Zn, Pb, Cd, Cr and Ni were not supplied.

서 론

우리나라 벼농사에 이용되는 주요 관개수원은 하천수, 지하수, 저수지 농업용수 등이다. 이러한 관개용수중에 함유된 영양물질이나 중금속과 같은 오염물질의 함량은 관개용수로 이용하는 하천이나 저수지별, 시기별, 유역내의 작물재배환경 등에 따라 다르게 나타나고 있다.

벼농사에서 관개용수의 공급은 지온관리, 토양의 산화환원상태를 조절하여 작물의 근권환경 조절 및 작물의 생육에 필요한 여러 가지 영양물질을 유효화하여 벼의 생육에 큰 영향을 미치게 된다. 이러한 목적으로 공급하는 관개수중에 함유된 영양물질이나 오염물질의 농도가 비록 낮을지라도 벼재배시 이용되는 관개용수의 유량이 많으므로 농토양으로 공급되는 양이 많을 것으로 생각된다.

우리나라의 경우 6, 7, 8월의 집중강우시기에 공

장폐수, 광산의 미사, 축산단지의 축산폐수 등이 농업용 관개용수로 다량 유입될 우려가 있고 이러한 용수가 전답이나 하천으로 유입될 경우작물생육 불량, 작물수량의 감소, 하천의 수질저하, 토양중 영양물질이나 중금속오염물질의 과다축적과 같은 현상이 발생할 수 있다¹⁻⁵⁾.

그동안 국내에서는 하천이나 농업용수의 수질에 대한 조사가 여러 연구자에 의해 꾸준히 진행되어 오고 있으나 거의 대부분의 연구가 수질중에 함유된 영양물질의 함량조사에 치우친 경향이 있다⁶⁻⁸⁾.

따라서 본 조사에서는 벼 재배기간중 공급되는 관개수중에 함유된 영양물질과 오염물질의 함량 조사 및 관개유량 측정을 통하여 논으로 부하되는 영양물질과 오염물질의 양을 시기별로 조사하여 농업환경관리의 기초자료를 제공하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구는 1996학년도 교육부 학술연구조성비사업(농업과학분야)중 농업과학기술기센터(NICEM)의 대학간 공동연구 지원사업(과제번호:96-NICEM-3)으로 수행되었음

1. 시험장소

외부로부터의 오염원 유입이 적고 비교적 관개수로 정리가 잘 된 전라북도 진안군 마령면 평지리 일대 1.0ha의 논을 대상으로 하였으며, 1997년 5월 27일에 모내기(벼품종:동진벼)를 하였으며 9월 28일에 벼수확을 하였다.

2. 관개수 공급 및 관개유량 측정

시험포장의 관개수 유입구에 유량계를 설치하여 관개시마다 관개수 유량을 자동기록할 수 있도록 하였으며 기록지는 매 6일마다 교체하였다.

본 조사에서 벼 재배기간동안 총 관개횟수는 19회로 그 양은 4,250m³였다. 논갈이를 위해 5월 중순에 약 700.1m³의 관개수를, 농약살포를 위해 6월 초순에 약 235.5m³의 관개수를, 7월 하순경 중간낙수기 상태에서 수비공급을 위해 약 528.5m³의 관개수를 공급하였다. 질소질비료의 추비를 위한 관개시기에는 강우량이 많아 별도의 관개를 하지 않았다. 6월 하순부터 7월 하순까지는 장마철로 거의 관개가 이루어지지 않았으며 그밖에는 자연증발량을 보충하는 정도의 관개가 행해졌다.

3. 시료채취 및 분석방법

시료 채취는 매 관개시마다 관개수 유입구에서 폴리에틸렌용기(2l)에 채수하여 Ice box에 보관하여 실험실로 운반하였다. 또한 수질시료중 암모니아태질소, 총질소, 화학적 산소요구량을 측정하기 위하여 황산으로 pH를 2이하로 조정한 다음 4℃이하에서 보관하였으며 그밖의 시료보관 및 분석은 환경처의 수질공정시험법⁹⁾에 기준하였다.

pH와 EC는 현장에서 기기(Orion Model 840)를 이용하여 직접 측정하였으며, 화학적산소요구량은 시료 100ml를 취하여 과망간산 칼륨법에 기준하여 분석하였다. 전질소와 암모니아태질소는 수질시료 500ml를 취하여 Kjeldahl법에 기준하여 분석하였으며, 전인산은 수질시료 500ml를 취하여 50ml로 농축한 다음 염화제일주석 환원법에 기준하여 분석하였다. 양이온(Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺)과 중금속(Pb, Cd,

Cr, Ni, Zn, Cu)분석은 수질시료 500ml에 진한 질산 5ml를 넣고 분해한 다음 50ml로 농축하여 원자흡수분광광도계(Perkin Elmer 2380)을 이용하여 분석하였다. 음이온(NO₃⁻, Cl⁻, SO₄²⁻, PO₄³⁻)는 0.45μm 이하의 유리섬유여지를 이용하여 여과한 다음 이온크로마토그래피(Sykam 4260, Germany)를 이용하여 분석하였다.

결과 및 고찰

1. 관개수중 영양물질과 중금속물질의 시기별 함량변화

시험포장이 위치한 곳(전라북도 진안군 마령면 평지리)으로부터 약 1km 상류지점에는 농업용저수지가 있으며 이 저수지의 상류에는 임야가 주를 이루고 있으며 약 10ha의 논이 산재해 있어 영농시기에는 농업용 저수지의 수질에 다소 영향을 미칠 것으로 예상된다. 조사 당해년도에는 6월하순부터 7월하순까지 장마기간이었으며 이 기간동안 강우량은 775mm로서 예년의 강우량보다 약 150mm 정도가 더 많은 수준이었다.

1) 수소이온농도, 전기전도도, 화학적산소요구량 및 부유물질

본 조사기간 동안 관개용수의 pH는 6.45~8.34의 범위로 농업용수의 수질기준치인 pH 6.0~8.5의 범위에 포함되었으며, 삼투압으로 인하여 작물의 수분흡수에 큰 영향을 미치는 전기전도도를 조사한 결과 이양후 강우에 의한 지표면유출로 담배수가 저수지에 유입되어 저수지 수질에 영향을 미쳤을 것으로 예상되는 관개초기에만 110μS/cm 수준을 유지하였으며 그밖에는 90μS/cm 수준을 유지하였다. 수중의 피산화성물질을 일정한 산화조건에서 반응시켜 그에 요구되는 산화제의 양을 산소량으로 계산한 화학적산소요구량을 조사한 결과 집중강우시기에 침식된 토양중에 존재하는 유기물의 영향을 받는 기간과 주변 논에서 간단관수를 위한 인위적인 배수시기에 영향을 받아 높게 나타났으나 그밖에는 낮게 유지되었다. 부유물질의 경우도 일반적인

Table 1. Changes of pH, EC, COD and SS of the irrigation Water during the rice cultivation

Items	Period of the irrigation in 1997																			AVG
	05/04	05/11	05/15	05/19	05/28	06/02	06/07	06/15	06/23	07/09	07/14	07/23	07/28	08/01	08/04	08/14	08/22	09/01	09/07	
pH	6.52	6.08	6.69	6.88	6.82	6.95	6.99	7.13	7.18	6.99	7.32	7.19	7.50	7.44	7.20	7.44	8.34	8.10	8.07	7.24
EC(μS/cm)	72.3	63.9	81.6	90.0	96.4	113.4	101.7	100.3	134.2	68.4	75.8	86.0	96.5	95.6	56.9	69.7	95.7	89.8	105.5	89.1
COD(mg/L)	8.90	7.15	6.29	11.87	8.90	5.43	6.43	4.26	7.26	1.71	2.00	2.43	1.86	3.69	3.57	2.71	4.49	4.80	3.96	5.20
SS(mg/L)	52.9	63.1	72.3	125.6	52.9	104.8	90.0	87.1	92.1	71.5	75.8	83.7	74.2	75.7	75.1	68.7	96.93	75.1	68.9	79.6

EC : Electrical Conductivity, COD : Chemical Oxygen Demand, SS : Suspended Solid

Table 2. Changes of nutrients(Total-N, NH₄-N, NO₃-N, Total-P and Ortho-P), cations(Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺ and K⁺)and anions(Cl⁻ and SO₄²⁻) of the irrigation water during the rice cultivaton unit : mg/L

Items	Period of the irrigation in 1997																			AVG
	05/04	05/11	05/15	05/19	05/28	06/02	06/07	06/15	06/23	07/09	07/14	07/23	07/28	08/01	08/04	08/14	08/22	09/01	09/07	
Total-N	2.76	8.18	8.26	9.28	15.35	11.78	9.18	9.22	15.42	3.89	5.56	5.69	7.93	3.42	4.67	2.34	5.28	4.72	5.52	7.29
NH ₄ -N	0.59	0.63	0.60	0.59	0.62	0.54	0.96	0.92	0.70	0.50	0.41	0.38	0.41	0.17	0.17	0.11	0.22	0.28	0.28	0.48
NO ₃ -N	1.76	7.20	7.31	8.36	14.23	10.69	8.00	7.72	14.06	2.84	4.40	4.37	6.97	2.70	3.65	0.78	3.99	3.79	4.84	6.19
Total-P	0.16	0.16	0.12	0.16	0.22	0.18	0.14	0.06	0.12	0.09	0.03	0.08	0.11	0.28	0.11	0.09	0.11	0.07	0.10	0.13
Ortho-P	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ca ⁺⁺	1.24	1.89	1.11	1.26	1.34	1.90	3.00	3.22	4.80	1.13	1.90	1.55	2.22	2.51	1.83	1.44	2.98	3.01	3.74	2.21
Mg ⁺⁺	1.62	1.70	1.47	1.36	1.03	2.76	1.45	2.39	2.32	1.05	1.05	1.96	2.12	1.79	1.39	1.35	1.71	1.78	1.95	1.70
Na ⁺	3.90	3.25	2.21	2.04	1.74	4.12	3.02	4.51	6.49	2.74	2.32	2.03	3.75	3.68	1.67	4.52	3.55	4.68	2.31	3.30
K ⁺	5.10	1.70	1.72	1.88	1.63	3.79	1.71	4.18	2.55	2.06	0.48	0.77	1.06	1.89	2.88	1.34	2.21	1.74	2.46	2.17
Cl ⁻	13.27	122.40	14.31	12.69	24.92	15.44	14.52	15.22	16.36	5.23	8.95	9.16	16.76	3.53	1.86	2.65	3.39	4.81	3.92	10.49
SO ₄ ²⁻	23.03	13.55	16.47	14.25	16.47	16.83	12.74	10.25	14.53	10.26	10.62	10.80	9.75	6.12	3.24	6.14	5.08	7.52	6.53	11.31

ND : Not detected

로 하천수질의 정도를 유지하고 있었는데 집중강우 시기에는 유출된 토사량이 증가함에 따라 약간 증가하는 경향이였다(표 1).

2) 영양물질과 양이온 및 음이온

관개용수중 전질소, 암모니아태질소 및 질산태질소의 함량을 보면 각각 3.09~12.46, 0.17~1.34, 2.70~10.72mg/L 수준이었으며 특히 관개용수로 주변논에서 영양물질의 삼투현상에 의한 영향을 받는 이양초기에 가장 높게 나타났으며 그 이후에는 커다란 변화가 없었다. 또한 질산태질소의 함량이 암모니아태질소의 함량보다 높게 나타났다. 수질악화의 원인이 되는 부영양화를 일으키고 식물성 플랑크톤의 과다발생을 일으켜 이취미와 수색변동을 일으키는 영양염류중 대표적인 전인산의 경우 0.09~0.22mg/L의 함량을 나타내었으며 ortho-phosphate는 검출되지 않았다(표 2). 하 등⁴⁾이 김해평야의 6개 관개수계별 인산의 농도를 측정한 결과 0.07~1.35mg/L의 범위였다고 보고하였는데 김해공단의

폐수와 생활하수가 유입되는 지점이 있었으므로 높았을 것으로 생각된다.

관개수중에 함유된 각종 무기성분은 토양의 이화학적 성질을 개량하는데도 유효하며, 염기가 공급됨으로서 토양산성화의 정도가 점차적으로 알카리화될 수도 있고 토양의 입단화를 촉진시키는 역할을 한다. 본 조사에서 Ca⁺⁺는 0.89~5.12, Mg⁺⁺는 1.12~2.76, Na⁺는 1.74~4.52, K⁺는 1.34~4.18mg/L의 범위였으며 시기별로 큰 차이를 나타내지 않았다. 또한 Cl⁻와 SO₄²⁻는 각각 1.3~24.9, 3.5~20.3mg/L의 범위로 이양초기에 높았다가 점차적으로 낮아지는 경향이였다.

3) 중금속물질

관개용수중에 존재하는 중금속오염물질의 함량을 조사한 결과 Cu와 Zn만이 각각 0.001~0.009, 0.007~0.091mg/L로 나타났을 뿐 Pb, Cd, Cr, Ni은 검출되지 않았다. 또한 관개시기별로도 큰 차이를 보이지 않았는데 이는 하 등⁴⁾의 연구결과와 일치하는

Table 3. Changes of heavy metals content(Cu, Zn, Pd, Cr and Ni) of the irrigation water during the rice cultivation unit : mg/L

Items	Period of the irrigation in 1997																			AVG
	05/04	05/11	05/15	05/19	05/28	06/02	06/07	06/15	06/23	07/09	07/14	07/23	07/28	08/01	08/04	08/14	08/22	09/01	09/07	
Cu	0.004	0.003	0.006	0.005	0.009	0.002	0.002	0.004	0.003	0.002	0.007	0.001	0.004	0.004	0.005	0.001	0.005	0.001	0.004	0.004
Zn	0.074	0.057	0.037	0.059	0.024	0.081	0.044	0.091	0.058	0.096	0.024	0.034	0.029	0.018	0.007	0.018	0.008	0.008	0.007	0.041
Pb	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cd	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Cr	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ni	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND

ND:Not detected

경향이였다.

하 등⁴⁾이 김해평야의 6개 관개수계별 중금속의 농도를 측정 한 결과 Pb 0.02~1.79, Cu 0.004~0.18, Cd 0.002~0.026mg/L의 범위였다고 보고하였는데 김해공단의 폐수와 생활하수가 유입되는 지점이 있었으므로 높았을 것으로 생각된다.

본 조사에서와 같이 관개수가 공단폐수, 생활하수 및 축산폐수의 영향을 받지 않는다고 가정하면 전반적인 관개용수중 영양염류 및 오염물질의 함량변화는 농업용 저수지로 유입되는 지역에서의 농업형태와 시비시기에 의해 가장 큰 영향을 받으며, 강우 초기 지표유출로 침식된 토사에 의해서도 영향을 받을 것으로 사료된다.

2. 벼재배기간중 관개수를 통한 영양물질과 오염물질의 천연공급량

본 실험에서는 벼 재배기간동안 1.0ha의 시험포장으로 유입된 관개수의 총유량을 측정하고 관개수를 통하여 공급되는 영양물질과 오염물질의 부하량을 산정하고자 하였다.

1) 영양물질과 양이온 및 음이온

본 조사기간동안 4,250m³의 관개수를 통하여 논토양으로 공급된 영양물질의 천연공급량은 전질소 29.68kg/1.0ha, 암모니아태질소 1.80kg/1.0ha, 질산태질소 24.57kg/1.0ha, 전인산 0.51kg/1.0ha으로 나타났다(표 4).

권¹⁰⁾이 1988년 경기도 화성군 정남면 쾌량리 29.3ha의 논에 유입된 관개수 218,000톤으로부터의 영양물질의 자연공급량을 조사한 결과 전질소 205.8kg, 전인산 77.3kg으로 추정하였다. 권¹⁰⁾의 실험결과와 본 실험과는 기상조건과 관개수량 및 관개횟수가 상이한 관계로 직접적인 비교는 곤란하겠지만(6월 하순이후 가뭄으로 인하여 관개수량이 적어서 거의 대부분이 강우에 의한 양 뿐이었으며 장마이후 8월 초부터 관개가 재개되었으며 중간낙수 후 9월 초순에는 완전낙수되어 관개가 종료되었다) 본 실험에서 얻은 질소의 천연공급량은 약 7배 이상 높았으나 인은 약 3배 정도 낮게 나타났다.

대표적인 양이온으로 Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺는 각각 9.42, 7.09, 13.34, 9.08kg/1.0ha의 수준으로 공급되었으며 Na⁺ > Ca⁺⁺ > K⁺ > Mg⁺⁺ 의 순서였다.

Table 4. Natural supplies of nutrients and pollutants by irrigation water into the paddy field of 1.0ha during the rice cultivation

Period of the irrigation in 1997		Tot-N	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Tot-P	ortho-P	SS	Ca	Mg	Na	K	Pb	Cd	Cu	Ni	Zn	Cr	Cl	SO ₄	Flow rate (m ³)
Start	End																			
05/04(07:30)	05/04(21:00)	0.345	0.074	0.220	0.020	ND	6.613	0.155	0.203	0.488	0.638	ND	ND	0.500	ND	9.250	ND	1.659	2.879	125.0
05/11(13:00)	05/13(22:40)	0.434	0.033	0.382	0.008	ND	3.344	0.100	0.090	0.172	0.090	ND	ND	0.159	ND	3.021	ND	0.657	0.718	53.0
05/15(06:00)	05/16(08:00)	2.333	0.169	2.066	0.034	ND	20.425	0.314	0.415	0.624	0.486	ND	ND	1.695	ND	10.453	ND	4.043	4.653	282.5
05/19(11:00)	05/22(16:00)	4.468	0.247	3.499	0.067	ND	52.564	0.527	0.569	0.854	0.787	ND	ND	2.093	ND	24.692	ND	5.311	5.964	418.5
05/28(18:00)	05/29(16:30)	1.880	0.076	1.743	0.027	ND	7.926	0.164	0.126	0.213	0.200	ND	ND	1.103	ND	2.940	ND	3.053	2.018	122.5
06/02(20:00)	06/03(10:20)	0.907	0.042	0.0823	0.014	ND	8.070	0.146	0.213	0.317	0.292	ND	ND	0.154	ND	6.237	ND	1.189	1.296	77.0
06/07(08:00)	06/10(20:00)	2.162	0.226	1.884	0.033	ND	21.195	0.707	0.341	0.711	0.403	ND	ND	0.471	ND	10.362	ND	3.419	3.000	235.5
06/15(16:00)	06/19(10:00)	1.913	0.191	1.602	0.012	ND	18.073	0.668	0.496	0.936	0.867	ND	ND	0.830	ND	18.983	ND	3.158	2.127	207.5
06/23(22:00)	06/24(07:00)	1.634	0.074	1.490	0.013	ND	9.763	0.509	0.246	0.688	0.270	ND	ND	0.318	ND	6.148	ND	1.734	1.540	106.0
07/09(10:00)	07/09(14:40)	0.148	0.019	0.108	0.003	ND	2.717	0.043	0.040	0.104	0.078	ND	ND	0.016	ND	3.648	ND	0.199	0.390	38.0
07/14(06:00)	07/14(22:00)	0.534	0.039	0.422	0.003	ND	7.277	0.182	0.101	0.223	0.046	ND	ND	0.672	ND	2.304	ND	0.859	1.019	96.0
07/23(09:00)	07/23(18:00)	0.122	0.008	0.094	0.002	ND	1.800	0.033	0.042	0.044	0.017	ND	ND	0.022	ND	0.731	ND	0.197	0.232	21.5
07/28(10:00)	07/31(16:50)	4.184	0.217	3.684	0.058	ND	39.215	1.173	0.120	1.982	0.560	ND	ND	2.114	ND	15.327	ND	8.858	5.153	528.5
08/01(06:00)	08/02(19:00)	0.481	0.024	0.379	0.039	ND	10.636	0.353	0.251	0.517	0.266	ND	ND	0.562	ND	2.529	ND	0.496	0.859	140.5
08/04(10:00)	08/11(17:30)	3.119	0.114	2.438	0.073	ND	50.167	1.222	0.929	1.116	1.924	ND	ND	3.340	ND	4.676	ND	1.242	2.164	668.0
08/14(06:20)	08/21(13:50)	0.662	0.031	0.221	0.025	ND	19.442	0.408	0.382	1.279	0.379	ND	ND	0.283	ND	5.094	ND	0.750	1.738	283.0
08/22(13:50)	08/31(10:00)	1.552	0.065	1.173	0.032	ND	26.733	0.0876	0.503	1.044	0.650	ND	ND	1.470	ND	2.352	ND	0.997	1.705	294.0
09/01(07:30)	09/05(14:00)	1.501	0.089	1.205	0.022	ND	23.882	0.957	0.566	1.488	0.553	ND	ND	0.318	ND	2.544	ND	1.529	2.391	318.0
09/07(08:00)	09/12(02:00)	1.297	0.066	1.137	0.024	ND	16.192	0.879	0.458	0.543	0.578	ND	ND	0.940	ND	1.645	ND	0.921	1.535	235.0
Total		29.676	1.803	24.570	0.509	ND	346.034	9.416	7.090	13.343	9.084	ND	ND	17.060	ND	132.936	ND	40.27	41.380	4,250

Unit : Kilogram but heavy metals(Pb, Cd, Cr, Ni, Cu and Zn)are gram
 ND : No supplies in paddy field because of not detected in irrigation water samples

대표적인 음이온으로 Cl⁻와 SO₄²⁻는 각각 40.27, 41.38kg/1.0ha으로 나타났다. 엄¹¹⁾ 등의 보고에 의하면 벼농사기간 동안 10a당 8,000섬의 관개수를 공급한다고 가정하면 Cl⁻는 93.0kg, SO₄²⁻는 64.8kg가 천연적으로 공급된다고 하였는데 본 조사결과와 비교해 볼 때 4배정도 더 높은 수치이다. 이러한 결과는 공급되는 관개수의 기상조건, 강우정도, 농업형태 및 지역조건에 따라 다르게 나타났기 때문인 것으로 생각된다.

3) 중금속물질

본 조사기간동안 공급되는 관개용수중에 존재하는 중금속오염물질의 함량을 조사한 결과 Cu와 Zn만이 미량수준으로 검출되었을 뿐 Pb, Cd, Cr, Ni은 검출되지 않았다. 관개수를 통하여 공급되는 중금속오염물질중 Cu의 경우 0.017kg/1.0ha, Zn의 경우 0.133kg/1.0ha의 수준으로 자연함유량 수준이었다(표 4).

요 약

전라북도 진안군 마령면 평지리 일대 1.0ha의 논을 대상으로 벼농사 재배기간중 공급되는 관개수중에 함유된 영양물질과 오염물질의 함량 및 총 관개유량 측정을 통하여 논에 부하되는 영양물질과 중금속의 유입량을 시기별로 조사한 결과는 다음과 같다.

관개용수의 pH는 6.45~8.34의 범위였으며, 전기전도도는 관개초기에만 110μS/cm 수준을 유지하였으며 그밖에는 90μS/cm 수준을 유지하였다. 전질소, 암모니아태질소 및 질산태질소의 함량은 각각 3.09~12.46, 0.17~1.34, 2.70~10.72mg/L 수준이었으며, 전인산의 함량은 0.09~0.22mg/L, ortho-phosphate는 검출되지 않았다. Ca⁺⁺는 0.89~5.12, Mg⁺⁺는 1.12~2.76, Na⁺는 1.74~4.52, K⁺는 1.34~4.18mg/L의 범위였으며 시기별로 큰 차이를 나타내지 않았다. 또한 Cl⁻와 SO₄²⁻는 각각 1.3~24.9, 3.5~20.3mg/L의 범위로 이양초기에 높았다가 점차적으로 낮아지는 경향이였다. 중금속오염물질중 Cu와 Zn만이 각각 0.001~0.009, 0.007~0.091mg/L로 나타났을 뿐 Pb, Cd, Cr, Ni은 검출되지 않았다.

벼재배기간동안 1.0ha의 논에 4,250m³의 관개수를 공급하였을 때 영양물질의 천연공급량은 전질소 29.68kg/1.0ha, 암모니아태질소 1.80kg/1.0ha, 질산태

질소 24.57kg/1.0ha, 전인산 0.51kg/1.0ha으로 나타났다. 대표적인 양이온으로 Ca⁺⁺, Mg⁺⁺, Na⁺, K⁺는 각각 9.42, 7.09, 13.34, 9.08kg/1.0ha의 수준으로 공급되었으며 Na⁺>Ca⁺⁺>K⁺>Mg⁺⁺의 순서였다. 음이온으로 Cl⁻와 SO₄²⁻는 각각 40.27, 41.38kg/1.0ha으로 나타났다. 조사대상 6가지 중금속중 Cu와 Zn만이 관개수를 통하여 각각 0.017kg/1.0ha, 0.133kg/1.0ha 정도 농토양에 부하되었을 뿐 Pb, Cd, Cr, Ni은 검출되지 않았다.

참 고 문 헌

1. 하호성, 정태명, 조무제, 양민석, 윤한대, 허종수(1982). 경남지방의 하천수질 오염에 관한 연구 : 낙동강 및 남강하류의 수질오염실태, 경상대 논문집, 21 : 133~140.
2. 김복영(1988). 수질오염과 농업, 한국환경농학회지, 7(2) : 153~169.
3. 하호성, 허종수(1989). 김해평야 관개수 오염도가 벼 영양생리에 미치는 영향, 한국환경농학회지, 8(2) : 93-102.
4. 하호성, 허종수(1982), 김해평야의 관개수 오염에 관한 연구, 한국환경농학회지, 1(1) 22~30.
5. 김복영(1996). 우리나라 농업환경의 문제점과 개선방향 심포지움 : 농업용수 및 농경지 오염을 중심으로, 환경농학회, 27~53.
6. 한강완, 조재영, 김성조(1997). 금강유역 농업지대의 토양 및 수질오염, 한국환경농학회지, 16(1), 19~24.
7. 정종배, 김복진, 김정국(1997). 낙동강 수계 주요 농업지대 소유역의 수질오염, 한국환경농학회지, 16(2), 187~192
8. 백청호, 강상구, 이광식(1996). 우리나라 농업용수 수질오염 현황과 개선대책. 한국환경농학회지, 15(4), 506~519.
9. 환경처(1994), 수질오염 폐기물 공정시험방법, 동화기술
10. 권순국(1988). 담수호의 환경오염 및 부영양화 방지대책 수립(Ⅱ), 농어촌진흥공사, 219~222.11. 엄기철, 윤성호, 황선웅, 윤순강, 김동수(1993). 논외의 공익기능, 한국토양비료학회지, 26(4) 314~333.
12. 심재환, 박호(1992). 92 농업용수질 오염조사 보고서, 농어촌진흥공사, 농림수산부, 53~84.