

금강수계 농업용수의 수질

이종태* · 이진일 · 남윤규 · 한규홍
충남 농업기술원

Agricultural Water Quality along the Keum River

Jong-Tae Lee, Jin-Il Lee, Yun-Gyu Nam and Kyu-Heung Han (Chungnam Provincial Agricultural Research and Extension Service, Taejeon 305-313, Korea)

ABSTRACT : The water quality of the Keum river was surveyed at 4 sites from April to September in 1995 and 1997. Average values of inorganic contents analyzed in 1997 were pH 7.2, EC 0.18dS/m, $\text{NH}_4\text{-N}$ 0.60mg/l, K^+ 4.12mg/l, Ca^{2+} 12.12mg/l, Mg^{2+} 2.75mg/l, Na^+ 15.1mg/l, $\text{NO}_3\text{-N}$ 1.97mg/l, PO_4^{3-} 0.15mg/l, SO_4^{2-} 18.9mg/l, Cl^- 21.8mg/l, Fe 0.22mg/l, COD 19.7mg/l. On the basis of these values, it was suitable for the irrigation source. Water pH of the Keum river ranged from 6.7 to 8.0. EC of the Daecheong-dam was maintained below 0.13dS/m, but those of the middle and lower stream were ranged from 0.13dS/m to 0.32dS/m. Monthly average values of all the cation contents were the highest in April and were decreased thereafter. And it was slightly increased in September. However $\text{NO}_3\text{-N}$, SO_4^{2-} contents were higher in June than any other months. All the inorganic contents were the highest at Taepyeong-ri, Yeongi-gun due to sewage water and livestock wastes. The inorganic contents were negatively correlated with precipitation, generally.

Key words : Agricultural water quality, Keum river, EC, Nitrate

서 언

도시화, 산업화 및 농업의 규모화로 인해 산업 폐기물, 도시생활하수, 축산단지 방류수의 증가로 수질환경이 급속도로 악화되고 있으며 이에 대한 관심도 높아지고 있다^{1,4)}. 금강유역은 남한의 중앙부 서쪽에 위치하며 금강본류는 소백산맥의 주봉인 덕유산에서 발원하여 북쪽으로 흐르다가 중류 침천부근에서 노령산맥을 거쳐 지류인 미호천과 합류되는 곳에서 남서쪽으로 우향하여 군산지점에서 황해로 유입되며 유역면적이 9,843km²이다. 금강유역은 주요 농업 생산지로 다양한 형태의 농업이 이루어지고 있으며 대청댐 하류에서 대전시를 경유하는 갑천과 합류하고 공주시, 부여군을 거치면서 생활하수, 공장폐수 및 농축산폐수 등으로 인한 수질오염은 작물생육에 많은 영향을 줄 것으로 판단되나 우리나라 주요 수계인 낙동강, 한강, 남강 등의 수질조사 연구 자료⁴⁻¹²⁾에 비해 금강에 대한 수질조사 자료가 많이 미흡한 실정이다. 본 연구는 금강수계 농업용수 수질 변화를 조사하여 농작물 환경오염 대책연구의 기초자료로 활용하고 농민에 대한 영농참고자료로 활용코자 1995에서

1997년까지 4월부터 9월까지 금강수계 4개 지점을 조사한 결과이다.

재료 및 방법

조사시기 및 지점

시료는 '95, '97년도 4월부터 9월까지 매월 중순에 채취하였고, 조사지점은 표 1과 같이 농업용수로 많이 이용되는 지역을 중심으로 대청댐에서부터 금강하류지역인 연기군, 공주시, 부여군 등 4개 지점에서 1l 용량의 폴리에틸렌 통에 채취하여 분석시료로 사용하였다.

분석방법

분석은 공해공정시험법¹³⁾과 농사시험연구 조사기준¹⁴⁾에 준하였으며 수질의 pH는 유리전극법(Orion 920A pH meter), EC는 전기전도도법(Orion 170 conductivity meter), $\text{NH}_4\text{-N}$ 는 Indophenol 법, $\text{NO}_3\text{-N}$ 는 UV 분광광도 Screening법으로 분석하였으며, PO_4^{3-} 는 염화제일주석 환원법, SO_4^{2-} 는 비탁법, Cl⁻는 Mohr 법, COD는 $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ 산화법, 양이온은 원자흡광분석

Table 1. Sampling sites

No.	Sampling sites
St. 1	Taecheong-dam at Taejeok-gu, Taejeon
St. 2	Keumnam bridge at Yeongi-gun, Chungnam
St. 3	Keumgang bridge at Kongju city, Chungnam
St. 4	Yangwha pumping station at Puyo-gun, Chungnam

법(Varian 880)으로 분석하였다.

결과 및 고찰

조사시기별 수질성분함량

표 2는 1997년 4월에서 9월까지 금강의 각 성분함량의 변화를 나타낸 것으로 pH와 EC는 강우량이 적은 4월과 9월에 각각 pH 7.6, 7.5와 EC 0.23, 0.23dS/m로 가장 높았고 7월에 pH 6.9, EC 0.12dS/m로 가장 낮게 조사되어 수질의 산도와 염농도가 월별 강우량과 상관성이 높은 것으로 판단된다. 무기성분중 양이온은 4월과 9월에 높았고 7, 8월에 가장 낮게 나타나 계절별 뚜렷한 농도 차이를 보였다. 음이온중 NO₃-N, SO₄²⁻은 6월에 각각 2.93mg/l, 28.0mg/l로, PO₄³⁻은 4월과 8월에 0.25mg/l, Cl-은 8월에 28.2mg/l로 가장 높게 나타나 월별 뚜렷한 경향을 보이지 않았다.

조사지역별 수질성분함량

무기성분 함량의 조사지역별 차이는 표 3과 같이 pH는

대청댐에서 pH 7.0으로 가장 낮았고 하류로 갈수록 높아지는 경향이었으며 하천환경기준인 pH 6.0 ~ 8.5 범위에 분포하였다. EC는 연기군 대평리에서 0.23dS/m로 가장 높았고 대청댐에서 0.11dS/m로 가장 낮은 농도를 보였다. 연기군 대평리에서 암모니아태 질소를 비롯하여 전 무기성분농도가 가장 높게 검출되었는데 이는 대전공업단지와 대전시를 경유하는 갑천의 합류에 의한 폐수처리물질의 유입과 연기군 지역의 축산방류수 유입에 의한 것으로 추정된다^{15,17)}. 우리나라 호소수질환경 기준에는 전질소량이 4등급인 농업용수의 경우 1.0mg/l 이하로 정하고 있는데 본 연구에서 조사한 암모니아태 질소와 질산태 질소함량을 볼때 1.50 ~ 2.90mg/l로 다소 높은 것으로 나타났다. 또한, 1995년도 임 등¹⁶⁾이 조사한 농도와 비교할 때 암모니아태 질소는 0.46 ~ 0.78mg/l의 범위로 큰 차이를 보이지 않았으나 질산태 질소는 0.34 ~ 0.66mg/l의 범위보다 높은 1.04 ~ 2.31mg/l로 검출되어 3배 정도 높은 수준이었다.

EC와 NO₃-N농도 범위로 본 농업용수의 판단

정 등¹¹⁾이 제안한 관개수 중 EC와 질산태 질소의 함량에 따른 농업용수의 수질평가에 따르면 질산태 질소 농도 0~5mg/l, EC 250 μS/cm 이하의 관개수는 작물이 아무런 장애를 받지 않는 농업용수이며 질산태 질소 농도 0~5mg/l, EC 250~750 μS/cm인 관개수는 일반 시비관리에 따르되 관개수 관리를 요하며 질산태 질소 농도 5~30mg/l, EC 750 μS/cm

Table 2. Monthly variation of chemical composition from 4 sampling sites along the Keum River in 1997.

Items	(Unit : mg / l)					
	Apr.	May	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.
pH	7.6 (7.6~7.7)	7.1 (6.8~7.2)	7.1 (6.9~7.2)	6.9 (6.7~6.9)	7.2 (6.7~7.4)	7.5 (7.1~8.0)
EC(dS/m)	0.23 (0.13~0.26)	0.17 (0.13~0.20)	0.21 (0.12~0.26)	0.12 (0.08~0.14)	0.14 (0.10~0.19)	0.23 (0.09~0.32)
NH ₄ -N	1.46 (1.25~1.59)	0.34 (0.18~0.60)	0.97 (0.53~1.59)	nd	0.41 (0.20~0.59)	0.42 (0.56~0.78)
K ⁺	6.0 (3.5~7.3)	3.8 (3.0~5.2)	5.4 (2.5~7.4)	3.4 (2.2~5.2)	2.5 (1.9~3.3)	3.6 (1.9~4.5)
Ca ²⁺	17.4 (16.4~18.3)	11.7 (9.3~15.5)	12.6 (8.3~15.2)	6.7 (3.0~8.8)	9.5 (6.0~11.6)	14.7 (6.9~14.4)
Mg ²⁺	3.9 (3.4~4.2)	2.6 (2.2~3.5)	2.7 (1.8~3.2)	1.8 (1.1~2.1)	2.2 (1.6~3.0)	3.3 (1.8~4.2)
Na ⁺	24.6 (16.5~29.0)	12.0 (9.0~14.3)	13.8 (8.7~16.5)	10.1 (6.7~12.3)	10.4 (4.8~14.2)	20.0 (4.5~30.8)
NO ₃ -N	2.14 (0.67~3.05)	1.10 (0.60~1.61)	2.93 (1.9~3.86)	1.98 (0.74~2.72)	1.51 (1.46~1.53)	2.14 (0.89~2.96)
PO ₄ ³⁻	0.25 (0.09~0.31)	nd	0.16 (0.00~0.34)	nd	0.25 (0.21~0.28)	0.22 (0.15~0.34)
SO ₄ ²⁻	21.0 (7.9~27.8)	13.4 (10.0~16.5)	28.0 (11.3~38.7)	11.6 (9.4~15.6)	14.4 (12.5~17.7)	24.8 (8.7~40.3)
Cl ⁻	25.3 (14.2~29.3)	20.1 (15.6~22.0)	25.8 (15.6~29.8)	15.3 (14.2~17.0)	16.5 (12.8~21.3)	28.2 (12.1~38.3)
Fe	0.15 (0.09~0.19)	0.14 (0.09~0.19)	0.34 (0.08~0.72)	0.42 (0.19~0.87)	0.20 (0.06~0.39)	0.10 (0.08~0.11)

Table 3. Regional variation of chemical composition along the Keum River in 1997.

Items	(Unit: mg / l)			
	St. 1	St. 2	St. 3.	St. 4
pH	7.0 (6.7~7.7)	7.2 (6.9~7.6)	7.3 (6.9~7.6)	7.4 (6.9~8.0)
EC(dS/m)	0.11 (0.08~0.13)	0.23 (0.14~0.32)	0.21 (0.13~0.30)	0.19 (0.13~0.25)
NH ₄ -N	0.46 (0.00~1.52)	0.78 (0.00~1.59)	0.56 (0.00~1.46)	0.59 (0.00~1.25)
K ⁺	2.9 (1.9~5.2)	5.1 (3.3~7.4)	4.2 (2.3~6.9)	4.4 (2.4~6.6)
Ca ²⁺	8.3 (3.0~16.4)	14.4 (7.5~20.0)	13.1 (8.2~18.3)	12.7 (8.8~18.0)
Mg ²⁺	2.0 (1.1~3.4)	3.4 (2.1~4.2)	2.8 (1.8~3.9)	2.8 (2.1~4.1)
Na ⁺	11.8 (4.5~16.5)	18.5 (10.6~30.8)	18.1 (12.3~27.1)	15.6 (8.9~27.0)
NO ₃ -N	1.04 (0.60~1.90)	2.45 (1.48~3.86)	2.05 (0.79~3.09)	2.31 (1.61~3.35)
PO ₄ ³⁻	0.08 (0.00~0.15)	0.20 (0.00~0.34)	0.17 (0.00~0.34)	0.14 (0.00~0.31)
SO ₄ ²⁻	10.0 (7.9~12.5)	24.2 (9.9~40.3)	22.0 (11.0~32.6)	19.3 (11.4~27.8)
Cl ⁻	14.1 (12.1~15.6)	25.6 (14.9~38.3)	24.6 (14.9~35.5)	23.1 (15.6~29.3)
Fe	0.21 (0.08~0.43)	0.29 (0.09~0.87)	0.14 (0.08~0.21)	0.24 (0.06~0.72)

이하인 관개수는 질소 비료의 사용량을 줄이고 용수관리를 요하며, 질산태 질소 농도가 30mg/l 이상인 경우는 질소 과잉에 따른 피해가 발생할수 있다고 제안하였다. 본 연구에서 조사된 금강 유역의 수질을 위의 기준에 따라 평가하면 대체로 질산태 질소 농도 0~5mg/l, EC 250 μs/cm 이하로 양호한 편이었으나 갈수기에 연기군과 공주시 지역에서 염농도가 250 μs/cm를 상회하는 경우도 있어서 봄철 관개수 관리가 필요하리라 생각한다.

강우량과 무기성분간 상관계수

시료채취 전의 강우량과 수질의 무기성분간의 상관을 조사한 결과 표 5와 같이 고도의 상관을 보이지는 않았으나 대체로 부의 상관을 나타내었고 특히 '97년도에 조사한 자료에서 염농도, 염소이온농도와 고도의 상관을 보였다. 또한 pH에 있어서도 산성비의 영향으로¹⁸⁾ 높은 부의 상관을 보였다. 이러한 결과를 볼 때 월별 강우량이 수질의 pH와

Table 5. Correlation coefficient of precipitation with other chemical components in the Keum River in 1997

Precipitation ^{a)}	Sampling sites	Year	pH	EC	Na ⁺	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻
	Taejeon		'97	-0.634	-0.599	-0.341	0.342
'95			-0.573	-0.066	0.043	-0.320	-0.309
Puyo		'97	-0.722	-0.880**	-0.575	{-0.773	-0.843**
		'95	-0.126	-0.310	-0.304	-0.219	-0.329

** Significant at 1%(n=6)

a) Precipitation for 15 days before sampling.

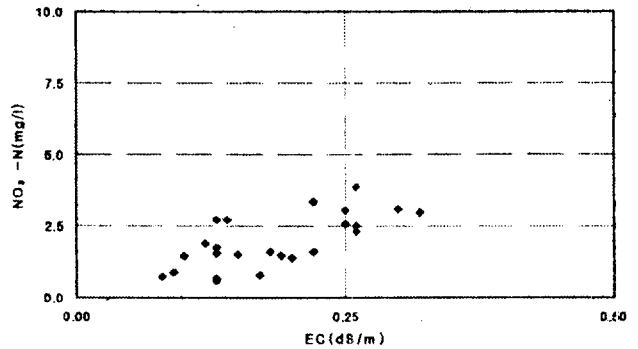


Fig. 1. Distribution of electrical conductivity and nitrate nitrogen.

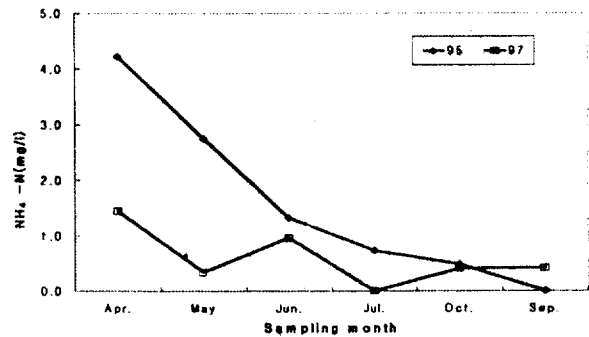


Fig. 1. Distribution of electrical conductivity and nitrate nitrogen.

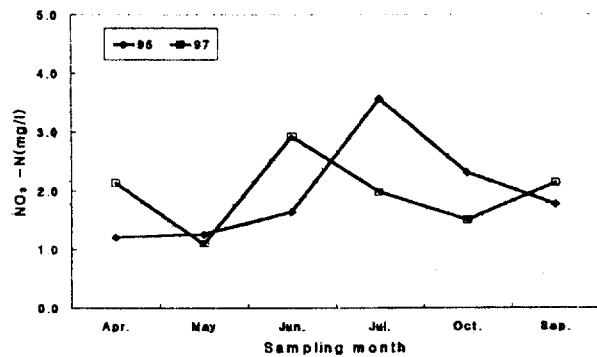


Fig. 1. Distribution of electrical conductivity and nitrate nitrogen.

무기성분농도 변화에 큰 요인으로 작용한다고 하겠다.

조사시기에 따른 NH₄-N와 NO₃-N 농도변화

조사시기별 암모니아태 질소 농도는 강우량이 적은 4월에 높았으며 그 후로 감소하는 경향을 보였으며 특히 '95

년도에 감소경향이 뚜렷하게 나타났다. 질산태 질소 농도는 4월이후 증가하였다가 6, 7월에 가장 높았으며 그 후 감소하는 경향을 보였는데, 이는 작물재배에 따른 질소시비가 관개수 증으로 유실됨으로써 증가 되었고⁹⁾ 또한 고온으로 인한 암모니아 산화 축진이 암모니아 농도의 감소와 질산태 질소의 증가를 유발하였다고 판단된다.

참 고 문 헌

- Kim, B.Y. (1988). Water pollution in Relation to Agriculture. Korean J. Environ. Agric. 7:153-169.
- Kim, H.T. and Kwun, S.K. (1993). A Study on the Characteristics of Water Pollution in Rural Areas. Korean J. Environ. Agric. 12:129-143.
- Baeg, C.O., Kang, S.G. and Lee, K.S. (1996). A Status of Agricultural Water Quality and Improvable Countermeasure in Korea. Korean J. Environ. Agric. 15:506-519.
- Jung, Y.S., Yang, J.E. and Kim, B.Y.(1997). Current Status of Agricultural Water Quality, Diffuse Pollution Problems and Improvement in Korea. '97 Symposium of Agri. Environ. p65-94.
- Choi, E.H. and Lee, S.R. (1982). Studies on the Water Quality along the Midstream of Nakdong River in 1978~80. Korean J. Environ. Agric. 1:31-38.
- Choi, E.H. and Lee, S.R. (1982). Assessment of Self-purification Capacity along the Midstream of Nakdong River. Korean J. Environ. Agric. 1:39-47).
- Ha, H.S. and Hed, J.S. (1983). The Influence of the Sewage in Jinju City on the Water Pollution of the Nam River. Korean J. Environ. Agric. 2:90-97
- Lee, J.S., Kang, J.G. and Kim, J.G. (1993). Studies on the Irrigation Water Quality along the Seomjin River. Korean J. Environ. Agric. 12:19-25.
- Lee, Y.H., Kim, J.G., Lee, H.S., Cho, D.J., Cho, J.S. and Shin, Y.K. (1997). Changes in Agricultural Irrigation Water Quality in Nam River. Korean J. Environ. Agric. 16:259-263.
- Jung, J.B., Kim, B.J. and Kim, J.K. (1997). Water Pollution in Some Agricultural Areas along Nakdong River. Korean J. Environ. Agric. 16:187-192.
- Jung, Y.S., Yang, Y.K., Lee, J.Y., Park, Y.S., Choi, M.H. and Choi, S.C. (1997). Water Quality of Streams and Agricultural Wells Related to Different Agricultural Practices in Small Catchments of the Han River Basin. Korean J. Environ. Agric. 26:199-205.
- Lee, J.S., Jung, G.B., Kim, J.H. and Kim, B.Y. (1998). Irrigation Water Quality of the Kyungan Stream. Korean J. Environ. Agric. 17: 136-139.
- 동화기술 편집부. (1993). 수질오염공정시험방법, 동화기술.
- 농촌진흥청 (1977). 농사시험연구 조사기준, 농촌진흥청.
- Suh, Y.S., Lee, K.C., Lee, I.S., Kim, J.T., Shim, S.C., Choi, Y.S., Choi, J.Y., Hur, S.N. and Hung, M.Y. (1985). Study on the Regulation of Total Emission in the Major Industrial Area (I). Report of NEPI, Korea. 7:217-252.
- Yim, H.S., Kim, Y.S., Oh, O.H., Rhee, Y.H. and Lee, K.S.(1995). Structure and Function of Aquatic Ecosystem in Keum River Water Quality and Microorganisms. Report of Environmental Research, Chungnam Univ. 13:77-83
- Han, K.W., Cho, J.Y. and Kim, S.J. (1997). Effects of Farming on Soil Contamination and Water Quality in Keum River Districts. Korean J. Environ. Agric. 16:19-24.
- Lee, J.S., Kim, B.Y. and Woo, K.T. (1994). Chemical Composition of Precipitation in Suwon Area and Its Effect on Crop Development. Korean J. Environ. Agric. 13:31-39.