Evaluation of Changes in Agricultural Stream Water Quality of Small Watershed in Chungbuk Province

Chung-Woo Kim*, Ji-Yoon Yoo, Min-Ja Kim, Young-Ho Kim, So-Jin Yeob¹, and Soon-Kun Choi¹

Chungbuk Agricultural Research and Extension Services, Ochang 28130, Korea

¹Climate change & Agroecology Division, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea

*Corresponding author: chungwoo77@korea.kr

ABSTRACT

Received: November 14, 2019

Revised: November 25, 2019

Accepted: November 27, 2019

ORCID

Chung-Woo Kim

<https://orcid.org/0000-0002-9209-9014>

This study aimed to identify the changing trends in the agricultural water quality of the major watersheds in Chungbuk province over a 10-year period ranging from 2007 to 2016. The results of water quality analysis of the study sites revealed that the mean chemical oxygen demand was 3.1 mg L^{-1} , with the median values being 2.8 mg L^{-1} . The mean chemical oxygen demand in April, July, and October were 2.9, 3.5, and 2.8 mg L^{-1} , respectively. The mean chemical oxygen demand values were lower in April and October and slightly higher in July. The mean value of electrical conductivity was 0.19 dS m^{-1} , and there was no yearly fluctuation. The mean and median values of the Total Nitrogen (T-N) content were 4.2 mg L^{-1} and 3.4 mg L^{-1} , respectively. The mean and median values of the Total Phosphorous (T-P) content were 0.07 mg L^{-1} and 0.04 mg L^{-1} , respectively, and there was a trend of increasing from 2014 to 2016.

Keywords: Agricultural water quality, Stream water, Small watershed, Chungbuk province

Changes in annual water quality index in April, July, and October.

Introduction

충청북도는 충주, 청주, 대전 등 대도시의 용수원이 되는 대청호와 충주호의 유역, 금강으로 합류되는 미호천, 남한강으로 합류되는 달천 등 주요 하천을 포함하고 있다. 충청북도 수질에 대한 이슈로서, 미호천은 본류 주변에 집약된 농경지의 영향과 인구가 밀집된 도심 확대에 의해 수질오염이 가속화되고 있으며 (Kim et al., 2014), 미호천 오염원은 본류인 금강 수질에 큰 영향을 미칠 수 있는 것으로 보고 되었다 (Kim et al., 2008).

농업 생산성 향상을 위해 과다 투입된 농약과 비료는 비점오염원으로서 하천수, 호소수 및 지하수 수질에 영향을 미칠 수 있다. 충청북도의 농업유역에 대하여 Kim et al. (2005)은 괴산군의 농촌 소유역을 대상으로 비점오염 부하량을 평가하였고, Yoo et al. (2011)은 보은군 농촌 소유역을 대상으로 SS (Suspended Solid), T-N (Total Nitrogen), T-P (Total Phosphorous), COD_{Mn} (Chemical Oxygen Demand), BOD (Biological Oxygen Demand) 등 5개 항목에 대한 유량가중평균농도, 지역평균농도 등을 산정하였다. 한편 이러한 물환경 조사 및 연구가 주로 하류 지역에 집중되거나 단기적인 조사에 그쳐 지류가 본류에 미치는 영향 등을 평가하기 어렵다는 지적이 있다 (Kim et al., 2014). 따라서 농업분야 수질관리 전략을 수립하기 위해 농촌 소유역을 대상으로 장기적인 수질 조사자료와 유역 특성자료 구축이 필요하다.

농촌진흥청은 농업용수의 건전성과 농작물 안전성 확보를 위해 2007년부터 매년 하천수 300지점에 대해 3회, 지하수 200지점에 대해 2회 조사를 실시하고 있으며, 2017년에는 『농업자원과 농업환경의 실태조사 및 평가 기준』 고시를 제정하였다. 본 연구에서는 충청북도 지역을 대상으로 2007년부터 2016년까지 10년간 조사한 하천수 수질조사 자료를 바탕으로 소하천 유역의 특성을 파악하고 하천수 수질 변동 경향을 평가하였다.

Materials and Methods

하천수 조사 시기 및 조사지점의 유역 특성 충청북도 농업용 하천수 수질조사 지점 위치와 유역 특성은 Fig. 1과 같다. 유역은 SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) 90 m DEM (Digital Elevation Model) 데이터 (CGIAR, 2000)를 이용하여 추출하였으며, 토지이용 정보는 2013 환경부 중분류토지피복지도를 사용하여 추출하였다 (KMOE, 2013). 총 조사 지점은 56지점이며, 2007년부터 2016년까지 연간 3회 (4월, 7월, 10월)에 걸쳐 수질조사를 실시하였다. 유역크기는 1.9 - 907.5 km², 평균 42.1 km²이며 중위값 21.2 km²로 대부분 농촌지역에 위치 한 소유역이다. 유역별 농경지 비율은 1.5 - 60.0%, 평균 21.3%이며 중위값은 18.6%이다. 유역별 강수량은 기상청 종관기상관측자료 (ASOS, Automated Synoptic Observation System) (KMA, 2019)를 사용하여 산정하였다. 조사기간(2007 - 2016)에 걸쳐 강수량 자료를 보유하고 있는 기상대의 강수량 자료를 수집하였으며, 기상대의 위치 자료와 월별 강수량 자료를 IDW (Inverse Distance Weight)를 이용하여 공간보간 하였다. 유역별 월간 강수량은 ArcGIS의 Zonal statistics를 이용하여 추출하였다.

농업용 하천수 수질 조사 방법 수질시료 채취는 시료채취용 버킷을 이용하여 폴리에틸렌용기에 총 3리터 (1 L + 2 L)를 채수 후 아이스박스에 담아 실험실로 운반하였다. 시료 보관 및 분석은 종합검정실 분석 매뉴얼 (RDA, 2013)을 따라 수행하였다. 화학적 산소요구량 (COD_{Mn}, Chemical Oxygen Demand)은 COD_{Mn} 산성법을 따라 분석하였다. pH와 전기전도도 (EC, Electrical Conductivity)는 pH meter (Orion 3 Star Multifunction Meter, Thermo

Scientific, USA)와 EC meter (YSI 3200, YSI Incorporated, USA)을 사용하였 측정하였다. 총질소 (T-N)은 자외선 흡광광도법으로 분석하였으며 총인 (T-P) 분석은 아스코르빈산 환원법을 사용하였다. 총질소와 총인 분석을 위한 장비로서 Cary 300 UV-Vis (Varian, USA)을 사용하였다.

Fig. 1. Topography and land use characteristics of the upstream watershed at the water sampling site.

Results and Discussion

농촌 유역 하천수 수질 변동평가 결과 충청북도 조사대상 유역 강수량은 2013년, 2014년을 제외하고 4월, 10월에 대체로 증가하는 경향을 보였다 (Fig. 2). 7월 강수량 변동 경향은 일정하지 않았고 연차간 편차가 큰 것으로 나타났다. COD_{Mn}은 평균 3.1 mg L⁻¹, 중위값 2.8 mg L⁻¹로 나타났다. 조사시기별 평균 COD_{Mn}은 4월 2.9 mg L⁻¹, 7월 3.5 mg L⁻¹, 10월 2.8 mg L⁻¹로 나타났다. 2013까지 4월의 COD_{Mn}이 감소하다 이후 증가하는 경향을 나타낸 반면, 7월

Fig. 2. Changes in annual water quality index in April, July, and October.

은 2013년까지 증가하다가 감소하는 경향을 나타냈다. 전기전도도 (EC, Electrical Conductivity)는 평균과 중위값이 0.19 dS m^{-1} 로 나타났으며 4월에 높고, 10월에 다소 낮게 나타났다. 총질소 (T-N) 함량은 평균 4.2 mg L^{-1} , 중위값 3.4 mg L^{-1} , 총인 (T-P) 함량의 평균값은 0.07 mg L^{-1} , 중위값 0.04 mg L^{-1} 로 나타났으며 4월, 7월, 10월 모두 2013년까지는 변화가 뚜렷하지 않거나 감소하는 경향이었으나 2014년부터 증가하는 경향을 보였다.

농경지가 유역 하천수 수질에 미치는 영향을 평가하기 위하여 농경지 면적을 기준으로 4분위별 수질 평균값을 비교하였다 (Table 1). 1 - 4분위에 해당하는 농지면적 비율의 평균값은 각각 7.7%, 16.4%, 23.1%, 38.0%이며 농지면적 비율이 증가할수록 하천수의 T-N, T-P, COD_{Mn} 값이 대체로 증가하는 경향을 보였다. T-N 값의 차이는 크지 않은 것으로 나타났으나 4분위의 T-P, COD_{Mn} 은 크게 증가하는 것으로 나타났다. 한편, 위 분석결과는 축사 등 점오염원의 분포와 유역경사, 선행강우 등이 종합적으로 고려되지 않은 결과로서 보다 정확한 하천수 수질 변동 원인 구명을 위해 추가적인 조사가 지속적으로 이루어져야 할 것으로 판단된다.

Table 1. Average value of agricultural water quality by quartile according to the fraction of agricultural land area in the watershed.

Quartile	Number of watershed	Fraction of agricultural land %	April			July			October		
			T-N	T-P	COD_{Mn}	T-N	T-P	COD_{Mn}	T-N	T-P	COD_{Mn}
			----- mg L^{-1} -----			----- mg L^{-1} -----			----- mg L^{-1} -----		
1st	14	7.7	4.5	0.04	2.5	4.1	0.05	3.0	4.2	0.05	2.5
2nd	14	16.4	4.8	0.05	2.8	4.4	0.08	3.3	4.7	0.06	2.7
3rd	14	23.1	4.6	0.05	3.0	4.5	0.08	3.4	5.0	0.07	2.8
4th	14	38.0	4.9	0.14	4.4	4.4	0.15	4.3	5.0	0.12	3.2

Acknowledgement

This study was carried out with the support of “PJ0125052019” Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

- CSI (Consortium for Spatial Information). 2000. Srtm.csi.cgiar.org/.
- Kim, H.M., J.H. Lee, and K.G. An. 2008. Water quality and ecosystem health assessment in urban stream ecosystems. Korean J. Environ. Biol. 26(4):311-322.
- Kim, J. H., J. S. Lee, J. S. Ryu, K. D. Lee, G. B. Jung, W. I. Kim, J. T. Lee, and S.K. Kwun. 2005. Characteristics of non-point pollutants discharge in a small agricultural watershed during farming season. Kor. J. Environ. Agri. 24(2):77-82.
- Kim, J.I., J.W. Choi, and K.G. An. 2014. Spatial and temporal variations of water quality in an urban Miho Stream and some influences of the tributaries on the water Quality. J. Environ. Sci. Int. 23(3):433-445.
- KMA (Korea Meteorological Administration). 2019. <https://data.kma.go.kr/>.
- KME (Korean Ministry of Environment). 2013. [Egis.me.go.kr/](https://egis.me.go.kr/).

- NIER (National Institute of Environmental Research). 2009. Long-term monitoring and control measures of nonpoint source pollution from major land uses III. National Institute of Environmental Research. Incheon South Korea.
- RDA (Rural Development Administration). 2013. Manual of analysis procedures for comprehensive test lab, p.75-93. Rural Development Administration. Wanju South Korea.
- Yoo, K.H., K.J. Lee, J.W. Seong, D.S. Kim, and J.C. Park. 2011. Runoff characteristics of non-point pollutant sources in an agricultural Area watershed. Korean J. Limnol., 44(2):178-186.