Changes in Agricultural Stream Water Quality of Small Watershed in Gangwon Province from 2007 to 2016

Ki Yeon Lee, Soo Young Hong, Byeong Sung Yoon, Su Jeong Heo, Byeong Gon Choi, Eun Ha Jang, Dae Ki Hong, Min Kyeong Kim¹, and Soon-Kun Choi^{2*}

Gangwon-do Agricultural Research and Extension Services, Chunchon 24226, Korea

¹International Technology Cooperation Center, Rural Development Administration, Jeonju 54875, Korea

²Climate change & Agroecology Division, National Institute of Agricultural Sciences, RDA, Wanju 55365, Korea

*Corresponding author: soonkun@korea.kr

ABSTRACT

Received: November 5, 2019

Revised: November 26, 2019

Accepted: November 27, 2019

ORCID

Soo Young Hong

<https://orcid.org/0000-0002-5681-7189>

This study aimed to identify the changing pattern in the agricultural water quality of the small watersheds in Gangwon 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 1.9 mg L^{-1} , with the median values being 1.7 mg L^{-1} , and there was no yearly fluctuation. The mean and median values of electrical conductivity (EC) were 0.17 dS m^{-1} and 0.13 dS m^{-1} , respectively, and the values trended to increase from April to October. The mean and median values of the total nitrogen (T-N) content were 2.83 mg L^{-1} and 2.50 mg L^{-1} , respectively. The mean and median values of the total phosphorous (T-P) content were 0.05 mg L^{-1} and 0.02 mg L^{-1} , respectively. The T-N and T-P content were the highest in April during the survey period, 3.08 mg L^{-1} and 0.06 mg L^{-1} , respectively.

Keywords: Agricultural water quality, Stream water, Small watershed

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

Introduction

강원도는 해발고도 100 - 1000 m 내의 산지대가 총 면적의 86.7%를 차지하고 있으며, 강원도내 하천은 국가하천 5개, 지방하천 253개로 총 하천 연장은 3,551 km로서 전국 하천 연장 30,162 km의 약 11.8%를 차지하고 있다 (Jun, 2006). 강원도의 수계는 태백산맥을 중심으로 임진강, 한강, 낙동강 수계가 있으며 이는 한강과 낙동강의 발원지이기도 하다. 이 중 한강수계는 강원도 총면적의 3/4 이상을 차지한다 (Han, 2009). 한강수계는 1999년부터 용인시, 팔당호 등 일부 지역에 대해 수질오염총량관리제가 임의제로 시행되었으나 2013년부터는 의무제로 전환되었다 (Song et al., 2010; Choi et al., 2015).

유역의 수질오염의 현황을 구명하기 위하여 국내의 비점오염원에 관한 많은 연구가 진행되고 있으며 (Choi et al., 2000; Jung et al., 2004; Lee et al., 2004) 농업 비점오염원에 대한 연구조사가 진행되어 오고 있으나 (Kim et al., 2007) 국내의 주요 농촌유역을 대상으로 장기간에 걸친 모니터링 연구는 미비한 실정이다. 강원도 농촌 소유역의 수질변화에 관한 연구에서는 대유역의 수질보전을 위하여 소유역의 기초 자료 구축의 필요성을 언급한 바 있다 (Choi et al., 1998).

이와 관련하여 농촌진흥청은 각 도농업기술원과 함께 농업용수의 건전성과 농작물의 안전성 확보를 위해 2007년부터 매년 농업용수로 사용되는 하천수 300 지점 3회, 지하수 200지점 2회 분석을 실시하고 있으며 2017년에는 『농업자원과 농업환경의 실태조사 및 평가 기준』을 제정하여 고시하였다. 본 연구에서는 강원도 농촌 소유역의 하천을 대상으로 2007년부터 2016년까지 10년간 조사한 수질조사 자료를 바탕으로 하천수의 수질 변동 경향 및 GIS를 활용한 소유역의 특성을 파악하고 평가하고자 한다.

하천수 조사 시기 및 조사지점의 유역 특성 강원지역의 농업용 하천수 수질조사 지점의 위치와 유역의 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 중분류토지피복지도 (KMOE, 2013)를 사용하여 추출하였다. 총 조사 지점은 34지점으로 2007년부터 2016년까지 연간 4월, 7월, 10월 3회에 걸쳐 수질조사를 실시하였다. 유역크기는 4.5 - 1,038.4 km², 평균 91.7 km²이며 중위값 39.2 km²이다. 농경지 비율은 0.3 - 28.8%, 평균 10.0%이며 중위값은 8.0%이다.

유역별 강수량은 기상청 종관기상관측자료 (ASOS, Automated Synoptic Observation System)를 사용하여 산정하였다 (KMA, 2019). 2007 - 2016년의 기간에 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 채수하였으며 아이스박스에 담아 실험실로 운반하였다. 시료의 보관 및 분석은 종합검정실 분석 매뉴얼 (RDA, 2013)을 따라 수행하였다. COD_{Mn} (Chemical Oxygen Demand)은 COD_{Mn} 산성법을 따라 분석하였다. EC (Electrical Conductivity)와 pH는 EC/pH 전극을 이용하여 측정하였으며 각각 ORION STAR A112 (Thermo Scientific, USA)와 ORION 3STAR (Thermo Scientific, USA)를 사용하였다. 시료 내 T-N (Total Nitrogen) 함량은 자외선흡광광도법, T-P (Total Phosphorous) 함량은 아스코르빈산환원 흡광광도법으로 측정되었으며, 흡광도 측정 장비로 UVIKON_{XS} (SECOMAM, France)를 사용하였다.

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

농촌 유역 하천수 수질 변동평가 결과 연구조사대상지역의 2011년과 2012년 4월 강수량은 타년도에 비하여 약 1.5 - 4.0배까지 높은 것으로 나타났으며, 2014년도 7월의 강수량은 조사기간 동안 타년도에 비하여 가장 낮은 반면 10월의 강수량은 가장 높은 것으로 관측되었다 (Fig. 2). 총 조사기간에 따른 수질분석 항목 중 COD_{Mn} 은 평균 1.9 mg L^{-1} , 중위값 1.7 mg L^{-1} 이었으며 연도별 큰 편차는 보이지 않았다. EC는 평균 0.17 dS m^{-1} , 중위값 0.15 dS m^{-1} 로 나타났으며 연도별 증감 경향은 없었다. T-N 함량은 평균 2.83 mg L^{-1} , 중위값 2.50 mg L^{-1} 이었으며 조사시간 중 4월의 평균이 3.08 mg L^{-1} 로 가장 높았다. 또한, T-P 함량은 평균 0.05 mg L^{-1} , 중위값 0.02 mg L^{-1} 이었으며 4월 평균이 0.06 mg L^{-1} 로 가장 높았다.

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

Acknowledgement

This study was conducted by support of NAS, RDA research and development project (Project No. PJ0125-05092019).

References

- CGIAR CSI (Consortium for Spatial Information). 2000. <http://srtm.csi.cgiar.org/>
- Choi, C.H., K.W. Han, J.Y. Cho, J.C. Chun, and S.C. Kim. 2000. Pollutant loading and changes of water quality at the Namdae-cheon watershed in Keum river districts. *Korean J. Environ. Agric.* 19:26-31.
- Choi, I.U., D.S. Shin, H.T. Kim, J.H. Park, K.H. Ahn, and Y.S. Kim. 2015. The allocation methods for economical efficiency using an optimized model. *J. Korean Soc. Water Environ.* 31(3):295-303.
- Choi, J.D., C.M. Lee, and D.H. Kim. 1998. Groundwater and small stream water quality change of rural watersheds in Kangwon-do. *J. Korean Soc. Agric. Eng.* 558-564.
- Han, Y.H. 2009. Analysis of the watershed characteristics for each river in Gangwon Province. GANGWON DEVELOPMENT RESEARCH INSTITUTE.
- Jun, M.S. 2006. The Problems and Improvement Strategy for the TMDL on the Watershed of Han River. *KANGWON LAW REVIEW* 23: 295-315.
- Jung, Y.J., K.H. Nam, and K.S. Min. 2004. Generation discharge characteristics of non-point pollutants from farmlands of small watershed for Nak-dong river. *J. Korean Soc. Water Environ.* 20(4):333-338.
- Kim, J.H., C.M. Choi, W.I. Kim, J.S. Lee, B.B. Jung, K.H. Han, J.S. Ryu, J.T. Lee, and S.K. Kwun. 2007. Multi-variate statistical analysis for evaluation of water quality properties in Korean rural watershed. *Korean J. Environ. Agric.* 26(1):17-24.
- KMA (Korea Meteorological Administration). 2019. <https://data.kma.go.kr/>
- KMOE (Korean Ministry of Environment). 2013. <https://egis.me.go.kr/>
- Lee, K.B., J.C. Kim, J.H. Park, D.B. Lee, and J.G. Kim. 2004. Assessement of pollutant loads for water enhancement in the Jeongeupcheon of Dongjin river. *Korean J. Environ. Agric.* 23: 41-46.
- RDA (Rural Development Administration). 2013. Manual of analysis procedures for comprehensive test lab. Rural Development Administration. Suwan. Korea.
- Song, M.Y., K.Y. Lee, and K.O. Baek. 2010. TMDL Implication and Strategic Approaches for Han River Watershed. Gyeonggi Research Institute 3: 1-200.