

Short Communication



CrossMark

Open Access

농업용저수지에서 마름의 사멸에 따른 수질변화 관찰

최은희^{1*}, 유선아¹, 김형중²

¹한국농어촌공사 농어촌연구원, ²한국농어촌공사 환경사업처

Monitoring of Water Quality in Agricultural Reservoirs According to *Trapa japonica* Death Effect

Eunhee Choi^{1*}, Suna Yoo¹ and Hyungjoon Kim² (¹Rural Research Institute, Korea Rural Community and Corporation, Ansan, 15634, Korea, ²Environment Project Office, Korea Rural Community and Corporation, Naju 58217, Korea)

Received: 13 May 2016 / Revised: 28 May 2016 / Accepted: 21 June 2016

Copyright © 2016 The Korean Society of Environmental Agriculture

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ORCID

Eunhee Choi

<http://orcid.org/0000-0002-1597-7741>

Abstract

BACKGROUND: There are few studies on the impacts of hydrophytes on water quality, so there is a need to research the effects of death of hydrophytes on the worsening of water quality. This study aimed to monitor the effects of *Trapa japonica* death on reservoir water quality.

METHODS AND RESULTS: *T. japonica* shows the life cycle that highest growth in summer and rapid death in fall decomposing their body in general. *T. japonica* contains comparatively large portion of nutrients and minerals. Through the field survey using Mesocosm to identify the effects of excessive population of *T. japonica* on water quality, the water quality of plots planted *T. japonica* is gradually worse compared with the control plot. And the result of Wilcoxon-test also shows that the negative effect of *T. japonica* on water quality with significant ($p < 0.05$).

CONCLUSION: It is necessary to control the population growth of *T. japonica* in order to prevention of water pollution in fall.

Key words: Agricultural Reservoir, Mesocosm, *Trapa japonica*, Water quality

*Corresponding author: Eunhee Choi

Phone: +82-31-400-1863; Fax: +82-31-400-1618;

E-mail: ehchoi@ekr.or.kr

서론

조성 후 경과 년 수가 긴 농업용 저수지는 많은 경우 퇴적물에 의해 수심이 얕고, 영양염과 태양광 이용 등 수생식물이 번성할 수 있는 환경여건을 제공한다. 특히 수심이 2 m 미만 저수지에 많이 발생하는 마름, 연 등은 농업용 저수지에 생육하는 대표적인 수생식물인데, 몇 종의 수생식물들은 열대 및 아열대지방에서 주요한 채소작물로 재배되고 있다(Fritz *et al.*, 1992).

그러나 이들 수생식물은 성장기에는 수체로부터 많은 양의 인과 질소를 흡수하는 저장소의 역할을 하지만, 고사기에는 흡수하였던 영양염류를 수체로 다시 방출하여 수체내 오염도를 증가시키는 등 저수지 환경에 미치는 영향이 큰 것으로 알려져 있다(Byeon *et al.*, 2006). 또한 작물과 함께 서식하게 되면 광, 산소, 양분 등에 대한 경쟁이 이루어져 작물의 광합성 효율을 떨어뜨리는 역할을 하며(Sharma *et al.*, 1989) 수로에 과다하게 존재하면 물의 이동을 저해하고 호수 등의 미관을 해치기도 한다.

저수지 수질관리를 위해서는 오염물질의 외부유입 뿐만 아니라 내부생산에 의한 영향도 고려하여야 하는데, 수체내에 수생식물이 번성한 저수지의 수질에 수생식물의 사멸이 미치는 악영향을 예측할 수 있지만 우리나라에서는 농업용 저수지를 대상으로 한 수생식물의 사멸과 저수지 수질사이의 상관관계를 검증한 연구는 수행된 사례를 찾기 어렵다.

따라서 본 연구는 수생식물의 사멸에 따른 수질악화를 방지하기 위한 제어방안 도출의 기초단계로 메조코즘을 활용하

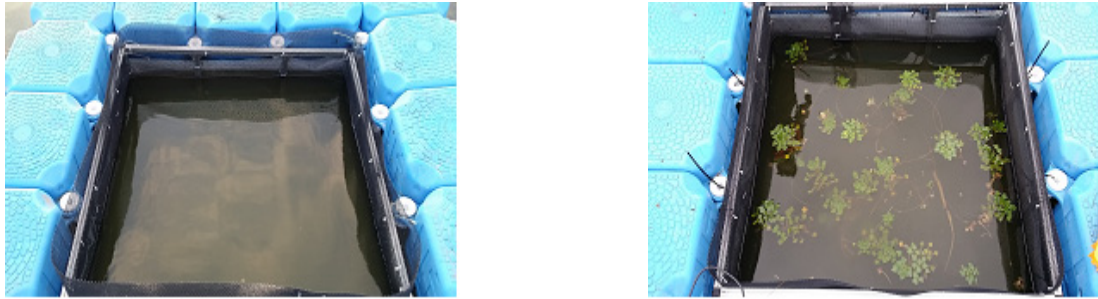


Fig. 1. Mesocosm installation (left: control plot, right : test plot).

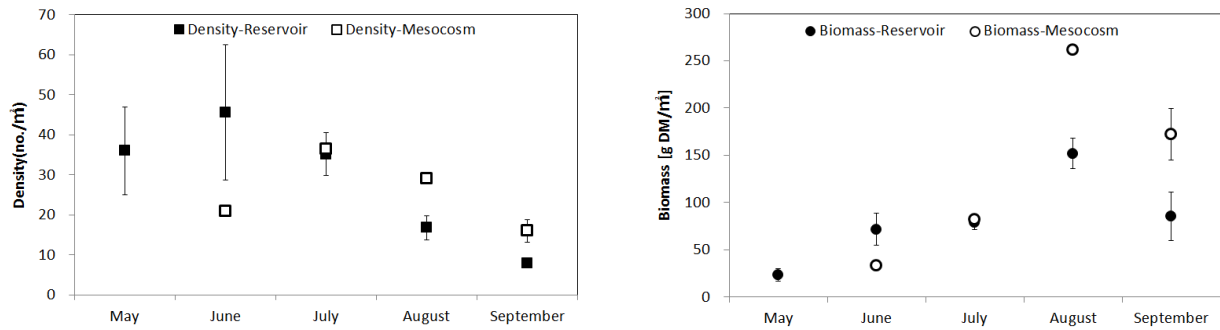


Fig. 2. Seasonal changes of density and biomass of *T.japonica*. comparison of in reservoir with in Mesocosm.

여 마름의 성장과 분해과정에서 저수지 수질변화를 모니터링하여 저수지 수질변화 양상을 파악하고자 실시하였다.

재료 및 방법

여름철 수생식물이 다량 번성하는 농업용저수지 중 접근성, 실험시설 설치 및 조사의 편리성 등을 감안하여 충청도 소재 H저수지(유효저수량 519,000 m³, 준공연도 1923년)를 대상저수지로 선정하였다. 마름의 식생분포도는 헬리캠을 이용한 항공촬영으로 식생분포를 작도하고, Quantum GIS(QGIS, ver.1.8) 프로그램을 이용하여 면적을 산출하였다.

마름의 생물량 조사를 위한 현장 시료채취는 H 저수지에서 식물이 균질하게 분포하고 있는 지역을 선정하여 5개의 50 × 50 cm 크기의 방형구를 수면 또는 지면에 놓고 방형구 내의 식물체를 모두 채집하였으며(Masanori *et al.*, 2001) 5월~9월에 1회/월의 빈도로 수행하였다.

마름에 의한 저수지 수질변화를 관찰하기 위해 저수지의 운영실태, 접근성(호안 유형), 실험 목적 등을 고려하여 메조코즘을 설계하고 설치하였다(Shim *et al.*, 2013). 메조코즘을 저수지 표면에 고정하고 3개의 사각형 모양의 빈 공간을 두고 그 안에 3개의 수조를 넣었다. 각 수조는 내외부의 물이 이동이 없는 형태로 격리하였고, 폭우에 의해 수조안에 물이 넘칠 경우를 대비하여 약 20 cm 높이로 메시웬스를 높여 물이 빠지지만 내부에 식재된 마름은 빠져나가지 못하도록 거름망을 설치하였다. Fig. 1과 같이 1개의 대조구에는 저수지 물만 넣고, 2개의 대조구에는 현장에서 채집한 마름을 약 30 개체씩 나눠서 이식하였다. 이식된 마름은 연안에서 채집하지

않고 수심이 깊은 곳에서 채집하여 갑작스런 수심의 변화를 겪지 않도록 하였다.

수질조사는 6월~9월에 식물이 완전히 고사할 때까지 1~2회/월의 빈도로 실시하였고, 조사항목은 농업용수 수질측정망(한국농어촌공사, 2010)을 따랐다. 식물체건조중량과 수질은 수질오염공정시험기준(환경부, 2014)에 따라 분석하였다.

마름구와 대조구의 수질의 차이가 통계적으로 유의한지 살펴보기 위한 통계분석은 Wilcoxon-Test(SPSS ver.20)를 실시하였다.

결과 및 고찰

H저수지의 수생식물 발생현황을 조사한 결과 마름(*T. japonica*)이 분포하는 면적은 저수지 총면적의 84%인 159,966 m²으로 대부분을 차지하고 있었다. 마름은 Fig. 2와 같이 6월에 약 45.6 개/m²로 최대 밀도에 도달하였고, 이후 감소하는 경향을 보였다. 마름 생물량은 8월에 152.0 gDM/m²로 급격하게 성장하여 최대생물량에 도달하였으며, 9월에는 85.7 gDM/m²로 감소하고, 10월에는 흔적도 없이 사라지는 특징을 보였다.

마름의 성장특성에 따른 수질변화를 관찰하기 위해 메조코즘을 설치하고 수질변화를 관찰하였다. 메조코즘 내부 마름의 밀도와 생물량은 Fig. 2와 같이 저수지의 평균적인 마름 밀도와 생물량보다는 많았지만, 성장 및 감소 경향은 저수지와 동일한 패턴을 보여주고 있다.

메조코즘의 수질변화 관찰결과는 Fig. 3에서 보는바와 같다. pH와 용존산소 (Dissolved Oxygen, DO)를 제외한 모

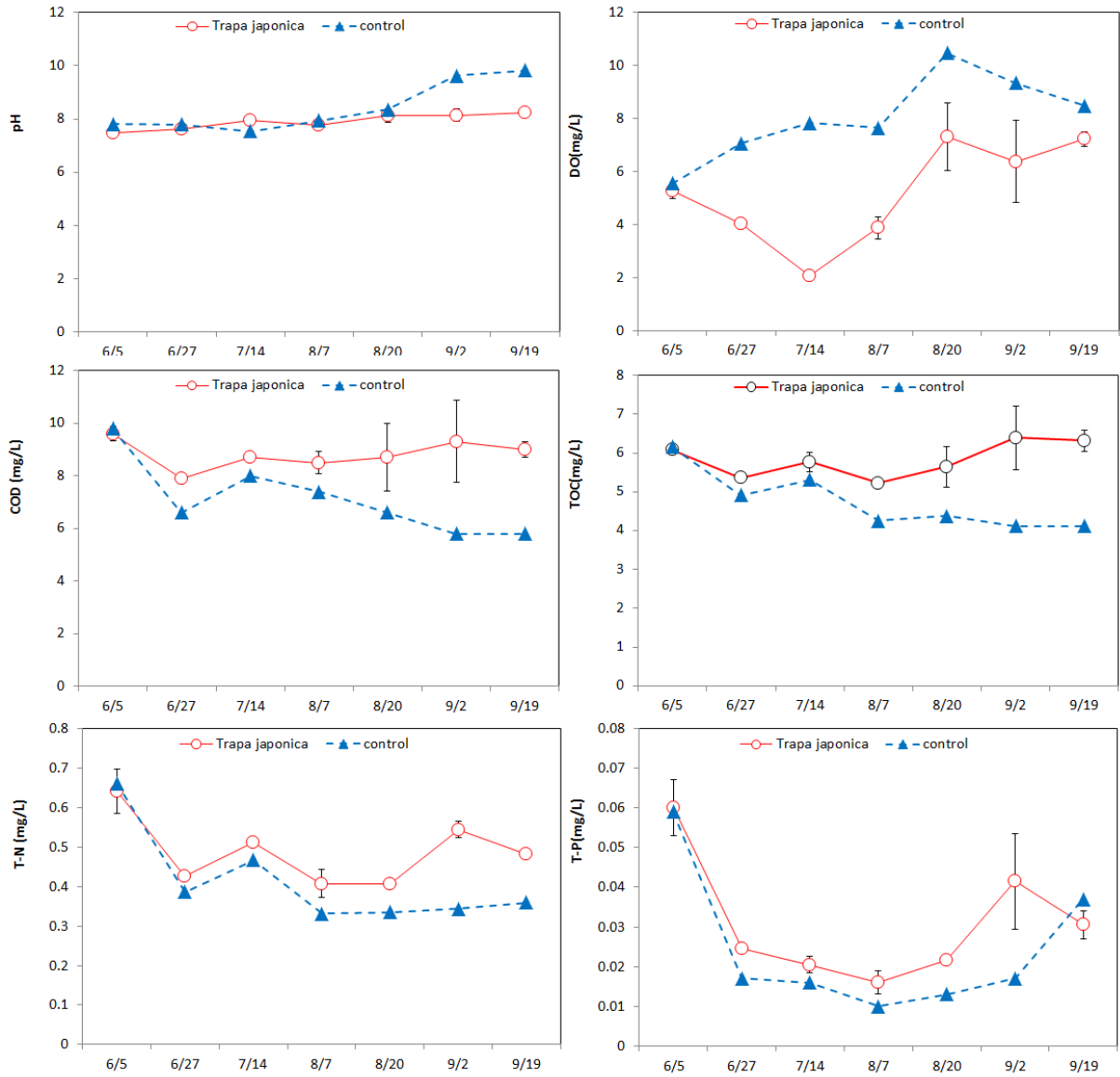


Fig. 3. Comparison of water quality on Mesocosm Test plot with test plot.

든 항목에서 마름 식재구와 대조구의 수질항목별 농도는 조사가 시작된 6월부터 8월초까지는 유사한 변동패턴을 보인다. 그러나 8월 20일부터 수질항목별 농도변화를 보면 대조구에서는 감소경향을 보이지만 마름식재구에서는 증가하는 경향을 보여준다. Fig. 2의 마름 성장특성과 비교해 보면 변화패턴이 차이나는 시점은 마름의 사멸이 시작된 시점과 일치한다.

수질항목별 변화를 살펴보면 DO는 마름식재구가 대조구에 비해 낮은 DO 값을 보이고 있는데, 이것은 마름의 잎이 수면을 덮어 대기로부터의 재폭기 제한을 받았기 때문인 것으로 판단된다(Sharma et al., 1989). 반면, 대조구는 분해를 할 오염물질이 많지 않고, 수면이 대기와 접하고 있어 대기로부터의 재폭기에 의한 산소 공급으로 DO 농도가 높은 것으로 판단된다. H저수지의 경우 마름이 가장 번성할 때에

는 수표면의 84%를 마름이 차지하고 있었고, 따라서 이 시기에는 대기로부터의 재폭기 제한으로 저수지의 DO 저하를 예상할 수 있으며, 또한 마름이 일시에 고사되는 시기에는 유기물 분해과정에서 다량의 산소 소비에 따른 DO 급감을 예상할 수 있다.

유기물 지표인 화학적산소요구량(Chemical Oxygen Demand, COD)와 총유기탄소(Total Organic Carbon, TOC)의 경우는 대조구에서는 8월 7일 이후 지속적인 감소경향을 보이지만 마름식재구에서는 증가하는 경향을 보인다. 이것은 8월 중순이후 마름의 고사에 따른 결과로 판단된다. 수질변화는 대부분의 마름이 고사한 9월에 가장 큰 차이를 보였다. 마름 식재구의 COD는 식재 시점에는 9.6 mg/L로 농업용수 수질기준인 8.0 mg/L를 상회하였지만, 마름 이식 초기에는 다소 개선되었으나 이후로 지속적으로 농업용수 수질

기준을 초과하였다. 따라서 마름이 성장하고 고사하여 분해되면서 수질에 악영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다.

식물이 성장하는데 필요한 영양염류 중의 하나인 총질소(Total Nitrogen, T-N)의 경우도 Fig. 3에서와 같이 마름식재구가 평균 0.49 mg/L이고 대조구가 0.41 mg/L로 마름식재구에서 높은 값을 보였다. 메조코즘 내에서 질소농도변화를 보면 8월7일 이후 대조구의 T-N은 일정한 값을 유지하고 있지만 마름 식재구의 경우 T-N이 증가하는 경향을 보이는데, NO₃⁻ 농도와 비교해 볼 때 마름의 분해과정에서 생성된 유기태 질소가 질산화 과정을 거치면서 NO₃⁻의 농도가 높아졌고 이로 인해 T-N의 농도가 증가한 것으로 사료된다(Byeon *et al.*, 2006).

저수지의 부영양화 또는 수생식물의 생장에 중요한 영양염류인 총인(Total Phosphorus, T-P)의 경우는 다른 항목에 비해 차이가 크지는 않았지만, 마름의 고사가 관찰된 8월 20일 이후 마름식재구에서 대조구보다 큰 증가폭을 보이고 있다.

이같이 마름은 질소와 인과 같은 영양염류와 햇빛을 받아 광합성에 의해 성장하고, 이후에는 고사하면서 분해되어 다시 물속에 유기물을 배출하며 무기화되어 마름에 흡수되는 과정을 되풀이 하게 된다(Oki *et al.*, 1992).

결국 마름의 고사가 진행되는 시기에는 오염물질의 외부 유입이 없는 상황에서도 내부생산에 의한 유기물농도 상승과 영양염류의 일시적인 방출로 인한 저수지 수질이 악화되는 현상을 보일 수 있다. 따라서 저수지 수질의 안정적인 관리를 위해서는 마름과 같은 수생식물의 성장 및 사멸에 따른 내부생산을 최소화할 수 있는 관리방안을 수립할 필요가 있다.

마름의 성장 및 사멸과 수질의 상관관계 검증을 위한 Wilcoxon-test 결과 TOC, COD 및 T-N에서 p 값이 0.05 이하로 유의한 차이를 보여 마름의 성장 및 사멸과 수질이 상관관계가 있음을 확인하였다.

본 연구를 통해 수체내 수생식물 성장 및 사멸은 수질변화와 상관관계가 있음을 검증하였고, 향후에는 수생식물의 종류 및 분포에 따른 오염물질 내부생산 정량화 및 제어방안 연구를 추가적으로 수행하고자 한다.

References

- Byeon, M. S., Park, H. K., & Jung, D. I. (2006). Effects of macrophytes on budget of matters in Lake Paldang. *Korean Journal of Ecology and Environment*, 39(1), 85-92.
- Fritz, D., Ortmeier H., & Habegger, R. (1992). Aquatic vegetables to be cultivated in ponds and marshes. In II International Symposium on Specialty and Exotic Vegetable Crops 318 (pp. 179-186).
- Fujita, M., Morimoto, W., Kono, H., Perdomo, S., Mori, K., Ike, M., Yamaguchi, Y., & Soda, S. (2001). Construction of plants-database for water purification. *Environmental Science*, 14(1) 1-13.
- Kim, H. S., & Hwang, D. J. (2004). Analysis of eutrophication based on chlorophyll-a, depth and limnological characteristics in Korean reservoirs, *Korean Journal of Ecology and Environment*, 37(2), 213-226.
- Sharma, S. N., & Singh, H. P. (1989). Angiospermic aquatic weed flora of Varanasi region, *Indian J. of Agricultural Research* 23(2), 81-87.
- Shim, J. H., Kwon, J. N., Park, J. M., & Kwak, S. N. (2013). The Effect of Ocean Acidification on Early Growth of Juvenile Oliver Flounder (*Paralichthys olivaceus*): in situ Mesocosm Experiment, *The Korean Journal of Environment Biology*, 31(4), 353-361.