

ORIGINAL ARTICLE

환경생태계획 측면에서 농업용저수지 활용성 제고를 위한 기능저하 잠재지역 맵핑 연구

염정현*

국립생태원 습지센터

Mapping of Functionally Reduced Potential Area for Improving Utilization of Agricultural Reservoir in Terms of Environmental Planning

Jung-Hun Yeum*

Wetland Center, National Institute of Ecology, Changnyeong 50303, Korea

Abstract

This study aimed to analyze the prioritized area for the functional change of agricultural reservoir according to the rapid urbanization and social changes through the mapping method. Changwon-si, Gimhae-si, and Jinju-si in Gyeongnam province were selected as the study area, considering the results of land-use and cluster analysis. As the planning unit of management area, watershed was used and land coverage map from 1975 to 2015 were analyzed for changes of land use. The reduction ratio (%) of farmland was calculated for identifying the changes in 2013 compared to 1975. As a result, the reduction ratio was 11.9% for Changwon-si, 12.2% for Gimhae-si and 9.3% for Jinju-si, and the number of watershed having functionally reduced potential-area was relatively high in the proportion to the city size.

Key words : Functional reduction, Potential area, Land coverage, Watershed unit, Mapping analysis

1. 서론

농업용저수지는 80년대까지 농업용수 단일목적으로 조성되었으며, 90년대 이후에는 농촌지역을 종합적이고 체계적으로 정비하기 위하여 농업용수 공급 단일목적에서 생·공·환경용수를 포함하는 농촌 용수 공급으로 확대되었다(Hong, 2004). 우리나라에 조성된 농업용저수지는 17,310개 이며(MOLIT, 2016), 상당수의 농업용저수지는 축조된지 50년 이상으로 대부분이 노후화되어 있고(Hong, 2004), 소규모인 경우가 많아 가뭄 또는 집

중강우 등 기후변화에 취약한 상태이다(Shin and Lee, 2012). 이러한 조성 특성에 따라, 농업용저수지 관련 국내연구는 주로 농업용 저수지의 저수량과 관련한 홍수량 산정 및 예측, 수문학적 안정성 관련 연구(Lee et al., 2014; Maeng et al., 2014; Park et al., 2015; Choi and Moon, 2018; Lee et al., 2018), 수질개선에 관한 연구(Lee et al., 2003; Jee et al., 2012; Kim et al., 2016) 및 노후화에 대한 저수지 관리에 관한 연구(Jang et al., 1997; Shin and Lee, 2012; Shin et al., 2013) 등이 수행

Received 10 November, 2019; Revised 19 November, 2019;

Accepted 21 November, 2019

*Corresponding author: Jung-hun Yeum, Wetland Center, National Institute of Ecology, Changnyeong 50303, Korea

Phone : +82-55-530-5531

E-mail : zelkovayyum@gmail.com

© The Korean Environmental Sciences Society. All rights reserved.

© 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.

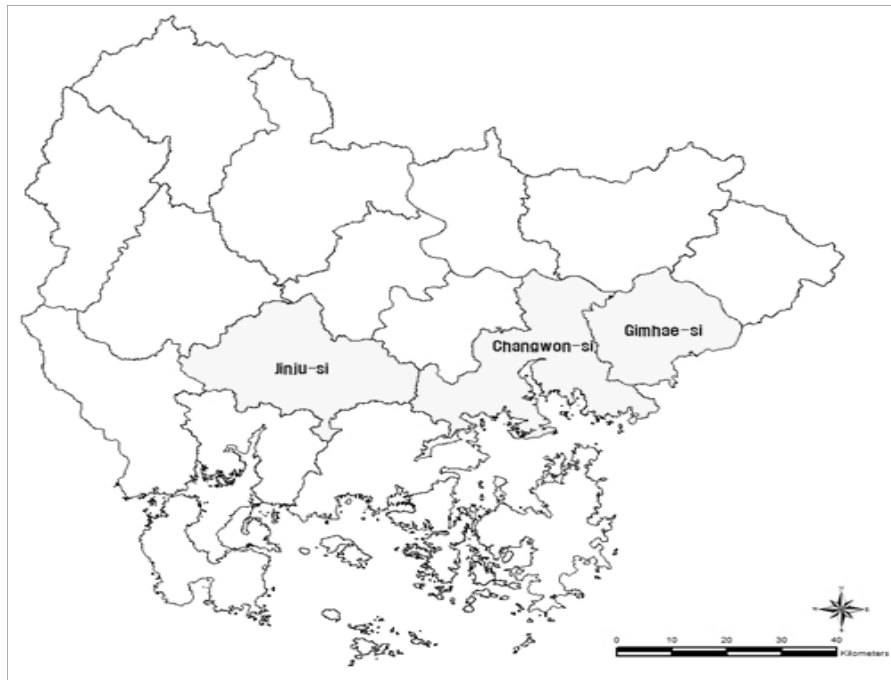


Fig. 1. The location map of the survey sites.

되었으며, 농업용저수지의 어류 상 기반의 생태건강성평가(Han et al, 2018) 및 농촌테마파크 활용(Yang and Cho, 2014)에 관련한 연구가 진행된 바 있다. 하지만 대부분의 연구가 농업용 저수지 제체에 대한 용수량, 수질 및 노후에 따른 안정화에 대해 집중되어 있으며, 시대적 변화 속에서 급격한 도시화 및 경작지 감소에 따라 기능저하된 농업용저수지의 관리방안에 대한 연구는 한정적이었다. 특히, 2014년부터 「농업 생산기반시설 및 주변지역 활용에 관한 특별법」이 시행되고 있는 만큼 농업용저수지의 다양한 활용방안이 모색되어야 할 시점이며 이를 위해 활용 대상이 되어야 할 기능저하 저수지를 구분 하는 기초연구가 선행되어야 할 것이다.

따라서, 본 연구는 농업용저수지 주변지역에 대한 유역단위의 시계열적 토지이용 분석을 통해 기능이 저하되었을 것으로 예상되는 잠재지역을 분석함으로써 농업용저수지의 다목적 활용 정책에 대한 기초자료를 제공하고자 하였다.

2. 연구방법

2.1. 연구대상지

연구대상지는 경상남도 18개 시·군 중 계층적 군집 분류 분석결과를 통해 창원시, 김해시, 진주시 등 3개 도시를 선정하였다(Fig. 1). 도시별 면적과 인구수는 2018년 기준 국가통계포털 자료를 활용하였다. 광역 도시(100만 이상)인 창원시의 면적은 747.6 km²으로 인구는 1,056천 명(1,413명/km²)이었고, 기타지역을 제외한 토지피복비율은 시가지지역 13.0%, 경작지 17.2%, 산림 54.0% 등이었다. 대도시(50만 이상)인 김해시의 면적은 463.3 km²으로 인구는 531천 명(1,146명/km²)이었고, 토지피복비율은 시가지지역 14.0%, 경작지 20.0%, 산림 46.4% 등이었다. 그리고 중규모도시(30만 이상)인 진주시의 면적은 712.9 km²으로 인구는 346천 명(485명/km²)이었고, 토지피복비율은 시가지지역 7.2%, 경작지 19.5%, 산림 57.1%, 등이었다.

2.2. 조사분석방법

대상지는 선정은 SPSS 17.0을 이용하여 계층적 군집 분석(cluster analysis)을 실시하였으며, Ward(1963)의 방법을 사용하여 squared euclidean distance를 측정값으

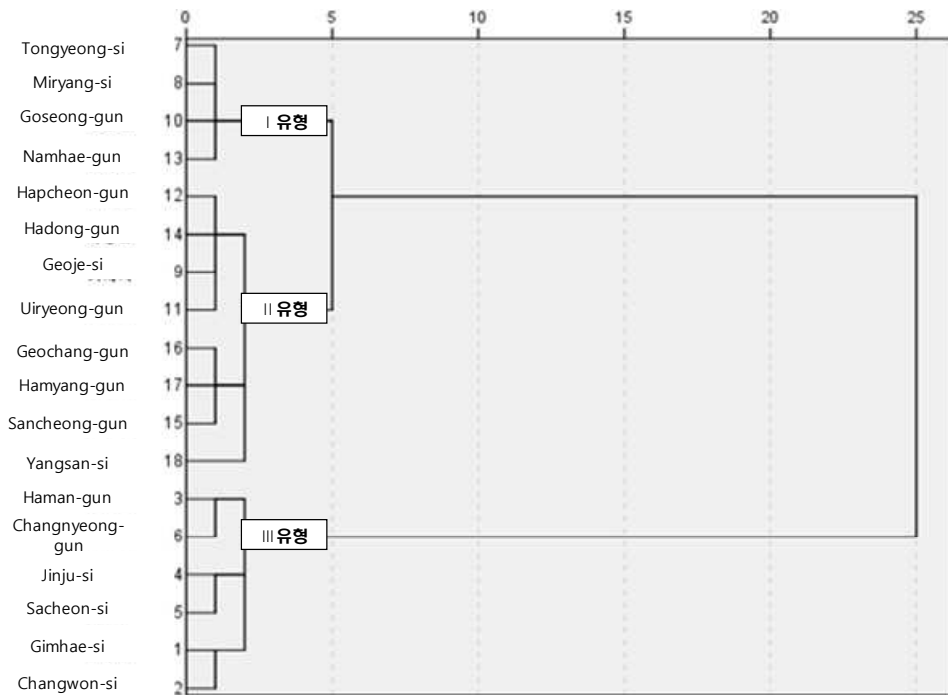


Fig. 2. Diagram of cluster analysis.

로 하였고, 변수는 시가지지역, 경작지, 산림 등의 비율(%)을 선정하였다. 환경부 토지피복도(1975~2013) (MOE, 2019) 등을 기반으로 군집유형 중 시가지 도시화가 빠르게 진행되는 도시유형을 대상으로 선정하였다. 관리지역 도출을 위한 계획단위(planning unit)인 유역권(watershed) 분석을 위해 수치지형도(1/5,000)의 등고선을 DEM(Digital Elevation Method)으로 변환 후 ArcMap 10.1 프로그램의 Hydrology Tool을 활용하였다. 최종적으로는 유역권과 토지피복도, 농업용저수지 현황도와의 중첩 분석(overlay analysis)을 통하여 유역권별 기능저하 잠재지역(1975년 대비 2013년 경작지비율의 감소율 기준)과 지역 내 포함되는 저수지의 개수를 분석하였다. 잠재지역은 감소율에 따라 기능 유지지역(20% 이하), 기능저하 잠재지역(약, 20~40%), 기능저하 잠재지역(중, 40~60%), 기능저하 잠재지역(강, 60~80%), 기능상실 예상지역(80% 이상)으로 세분화하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 대상지선정

계층적 군집분류 분석결과(Fig. 2), I 유형(산림비율 높음, 시가지비율 중간), II 유형(산림비율 높음, 시가지비율 낮음), III 유형(산림비율 높음, 시가지비율 높음)으로 구분되었다. I 유형에 속한 도시는 통영시 등 4개 도시였고, II 유형에 속한 도시는 합천군 등 8개 도시였다. III 유형에 속한 도시는 창원시 등 6개 도시였으며, 연구 대상지는 시가지비율(%)이 높은 III 유형 중 도시의 규모를 고려하여 창원시(광역 도시), 김해시(대도시), 진주시(중규모 도시) 등 3개의 도시가 선정되었다.

3.2. 계획단위 선정 및 연도별 토지이용 변화 분석

계획단위(planning unit) 선정을 위한 유역권(watershed) 분석결과(Fig. 3), 창원시의 유역권개수는 39개(평균면적 19,078,840 m²)이었고, 김해시의 유역권개수는 22개(평균면적 20,991,510 m²)이었다. 진주시의 유역권 개수는 10개(71,305,651 m²)이었다.

토지이용 변화를 살펴보면(Fig. 4), 창원시의 경우, 1975년부터 2013까지 산림과 경작지의 면적비율이 각각 13.4%(67.4%→54%), 11.9%(29.1%→17.2%) 감소하였고, 시가지지역은 11.4%(1.6%→13%) 증가하였다.



Fig. 3. Watersheds of study area.

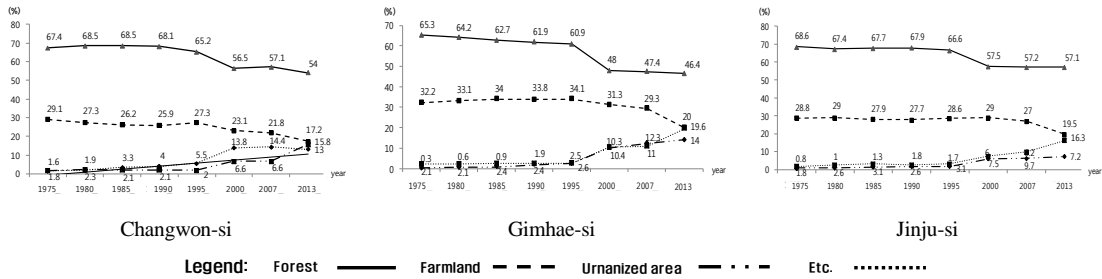


Fig. 4. Graph of changes of land use.

김해시는 동일 기간 산림과 경작지의 면적비율이 각각 18.9%(65.3%→46.4%), 12.2%(32.2%→20%) 감소하였고, 시가화지역은 13.7%(0.3%→14%) 증가하였다. 진주시 역시 산림과 경작지의 면적비율이 11.5%(68.6%→57.1%), 9.3%(28.8%→19.5%) 감소하였고, 시가화지역은 6.4%(0.8%→7.2%) 증가하였다.

3.3. 기능저하 잠재유역권 맵핑

세 개의 도시에 대한 기능저하 강도에 따른 잠재 유역권을 맵핑(mapping)한 결과(Fig. 5,6,7), 창원시의 경우, 기능을 유지한 유역권이 13개이었고, 기능저하 잠재지역(약) 10개 유역권, 기능저하 잠재지역(중) 3개 유역권, 기능저하 잠재지역(강) 8개 유역권, 기능상실 예상지역 5개 유역권이 각각 분석되었다. 김해시는 기능을 유지한 유역권이 4개이었고, 기능저하 잠재지역(약) 7개 유역권,

Table 1. Number of watersheds and reservoirs of each city

Division	Changwon-si		Gimhae-si		Jinju-si	
	Number of watershed	Number of reservoir	Number of watershed	Number of reservoir	Number of watershed	Number of reservoir
Functional maintenance area (0~20%)	13	68	4	10	3	166
Functionally reduced area (low, 20~40%)	10	51	7	74	3	63
Functionally reduced area (middle-40~60%)	3	16	8	60	3	49
Functionally reduced area (high, 60~80%)	8	9	-	-	1	9
Functional potential-loss area (80~100%)	5	10	3	3	-	-

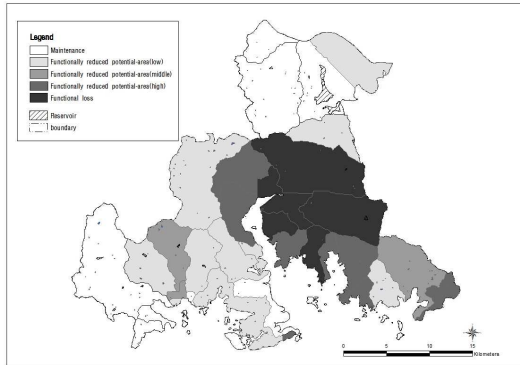


Fig. 5. Map of functionally reduced potential-area in Changwon-si.

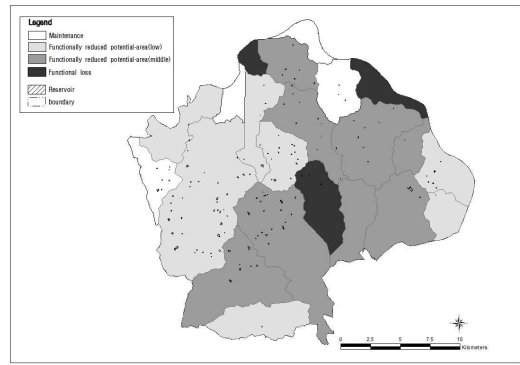


Fig. 6. Map of functionally reduced potential-area in Gimhae-si.

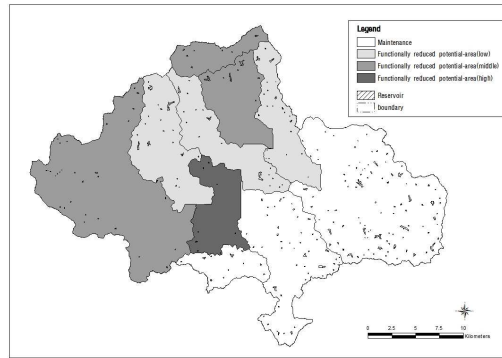


Fig. 7. Map of functionally reduced potential-area in Jinju-si.

기능저하 잠재지역(중) 8개 유역권, 기능저하 잠재지역(강) 8개 유역권, 기능상실 예상지역에는 3개 유역권이 각각 분석되었다. 진주시는 기능을 유지한 유역권이 3개 이었고, 기능저하 잠재지역(약) 3개 유역권, 기능저하 잠재지역(중) 3개 유역권, 기능저하 잠재지역(강) 1개 유역권이 각각 분석되었다. 기능상실 예상지역에 속한 유역권은 분석되지 않았다. 기능저하 잠재지역(약) 이상의 유역권수 비율은 창원시가 33%, 김해시 14%, 진주시 10% 등이었고, 잠재지역 내 포함되는 농업용저수지의 개수는 창원시 86개, 김해시 137개, 진주시 121 등이었다. 도시 규모에 비례하여 기능저하 잠재지역의 유역권수 비율이 상대적으로 높았고, 주변 경작지의 비율이 상당히 감소한 기능저하 잠재지역(강) 이상에 속하는 저수지의 개수는 창원시 19개, 김해시 3개, 진주시 9개로 분석되었다

(Table 1).

4. 결론

본 연구는 창원시, 김해시, 창원시를 대상으로 하여 시계열적 경작지면적의 감소율(%)을 분석하였고, 유역권 단위로 농업용저수지의 대한 기능저하 정도를 맵핑함으로써 기능 상실한 농업용저수지의 우선관리 필요지역을 도출하였다. 1975년부터 2013년까지 토지피복면적 비율을 분석한 결과, 급격한 도시화에 의해 경작지의 면적 비율이 창원시 11.9%, 김해시 12.2%, 진주시 9.3%로 각각 감소하였고, 기능저하 잠재지역(약) 이상의 유역권수 비율은 창원시 33%, 김해시 14%, 진주시 10% 등이었다. 도시규모에 비례하여 기능저하 잠재지역의 유역권

개수 비율이 상대적으로 높은 것으로 분석되었고, 주변 경작지 면적이 상당히 감소하여 우선관리가 필요한 기능 저하 잠재지역(강) 이상 지역의 농업용저수지는 창원시 19개, 김해시 3개, 진주시 9개 등이었다.

본 연구는 급격한 도시화에 따라 기능 저하된 농업용 저수지의 기능 제고를 위한 기초연구로써, 기능저하관리지역을 효율적으로 선정할 수 있는 유역권 맵핑 방법을 제시하였으며, 향후 우선관리 지역에 대한 모니터링 및 환경여건을 고려한 관리모델 등에 대한 연구가 후속되어야 할 것으로 사료된다.

REFERENCES

- Choi, J. H., Moon, Y. I., 2018, A Study on freeboard assessment of agricultural reservoirs considering climate change, *J. Korea Water Resour. Assoc.*, 51(4), 371-381.
- Han, J. H., Kim, J. H., Lee, S. B., Paek, W. K., 2018, Freshwater fish fauna and ecological health assessment of the agricultural reservoirs in Jecheon City, Korea, *J. Environ. Impact Assess.*, 27(3), 307-321.
- Hong, B. M., 2004, Problem and improvement on construction of agricultural reservoir, *Water for future*, 37(4), 29-33.
- Jang, P. W., Song, C. S., Park, Y. K., Woo, C. W., Won, J. Y., 1997, Studies on structural degradation of agricultural reservoirs in Kyungki Province, *J. Korean Soc. Agric. Eng.*, 39(4), 90-97.
- Jee, Y. K., Lee, M. S., Lee, J. H., Jang, J. H., 2012, Analysis of water quality improvement in down-stream river of heightening irrigation dam through the reservoir operation, *Kor. J. hydrosciences*, 45(9), 929-941.
- Kim, D. M., Jo, H. J., Choi, G. Y., Jo, M. J., Chung, S. W., 2016, Improvement of water quality management in agricultural reservoir, *Journal of the Institute of Construction Technology*, 35(2), 31-36.
- Lee, J. J., Rhee, K. H., Park, J. S., Han, C. W., Jin, W. G., 2014, Development of evaluation items and indicators for hydrological safety on agricultural reservoir, *Journal of Wetlands Research*, 16(4), 403-411.
- Lee, J. W., Kim, J. U., Jung, C. G., Kim, S. J., 2018, Forecasting monthly agricultural reservoir storage and estimation of Reservoir Drought Index (RDI) using meteorological data based multiple linear regression analysis, *Journal of the Korean Association of Geographic Information Studies*, 21(3), 19-34.
- Lee, K. S., Yoon, K. S., Kim, H. J., Kim, H. I., 2003, A Program of water quality management for agricultural reservoirs by trophic state, *Kor. J. Environmental Agriculture*, 22(2), 166-171.
- Maeng, S. J., Kim, H. S., Jeong, J. H., Kim S. W., 2014, Analysis on hydrologic stability of agricultural reservoir according to estimation and application of probable maximum flood, *Korean Review of Crisis & Emergency Management*, 10(2), 105-115.
- MOE (Ministry of Environment), 2019, <http://egis.me.go.kr/map/map.do?type=land>.
- MOLIT (Ministry of Land, Infrastructure and Transport), 2016, Statistical yearbook of water resources in Korea, MOLIT, Sejong, Korea.
- Park, J. S., Rhee, K. H., Lee, J. J., Shim, C. S., Jin, W. G., Hu, S. Y., 2015, Development of hydrological safety evaluation model for agricultural reservoir, *Journal of Wetlands Research*, 17(2), 130-138.
- Shin, E. C., Lee, J. K., 2012, Safety management improving way of small agricultural reservoir, *J. Korean Geosynthetics Society*, 11(3), 53-58.
- Shin, E. C., Shin, C. G., Ryu, J. M., Lee, J. K., 2013, Determination of agricultural reservoirs checklist by analysis of the weights, *J. Korean Geosynthetics Society*, 12(3), 81-86.
- Ward, J. H., 1963, Hierarchical grouping to optimize an objective function, *Journal of American Statistical Association*, 58, 236-244.
- Yang, I. S., Cho, J. H., 2014, Study of formation of rural theme parks using agricultural reservoirs: With emphasis on rural theme parks in Gwangju and Jeonnam, *International Journal of Tourism and Hospitality Research*, 28(11), 109-123.