

지속가능한 시설원예를 위한 지하수 함양량 평가 및 기능 개선 방안 연구

손진관*, 강태경*, 박민정*, 임류갑*, 권태근**, 김남준***

*농촌진흥청 국립농업과학원, **상림원, ***단국대학교 환경원예·조경학과
e-mail:son007005@korea.kr

A Study on the Groundwater Recharge Evaluation and Functional Improvement for Sustainable Facility Horticulture

Jin-Kwan Son*, Tae-Gyeong Kang*, Min-Jung Park*,
Ryu-Gab Lim*, Tae Guen Kwon**, Nam-Choon Kim***

*National Institute of Agriculture Science, Rural Development Administration,

**Sanglimwon Co. Ltd.,

***Dept. of Environmental Horticulture and Landscape Architecture, Dankook University

요 약

본 연구에서는 시설원예 활동으로 인해 지하수 충전에 미치는 영향 정도를 분석하였다. 그리고 이를 개선 할 수 있는 방안을 찾아 보았다. 김제지역이 1ha 기준 유리온실은 1년간 997.6mm의 강수량 중 1.15%인 15.8mm의 지하수 침투가 이루어 졌다. 같은 방식으로 계산하면 구미 유리온실은 1070.3mm의 강우 대비 3.7mm 지하수 함양, 부여 비닐온실은 24.8mm, 진주 비닐온실은 30.9mm가 침투되었다. 개선 가능한 포장재료는 LID 시설로 많이 보급되고 있는 트렌치형 자갈포장과 일반적인 습지를 적용하였다. 강수량 1071.82mm 때 습지는 346.37mm 침투, 자갈포장은 516.61mm 침투로 계산할 수 있다. 습지와 자갈포장은 매우 높은 양의 지하수 함양 효과가 있다. 앞으로 시설원예 개발 시 이 공간을 충분히 높일 필요가 있다. 이러한 연구를 통해 농업생태계의 다양한 생태계서비스 가치가 저하되지 않고 보전, 향상되는데 기여하고자 한다.

1. 서론

한국 농업분야 소득 중 시설원예 비중은 약 40% 이상이다. 그리고 시설원예 면적은 중국, 스페인에 이어 3위에 해당한다. 그래서 시설원예는 한국 농업에 크게 기여한다[1-4]. 한국의 시설원예 개발과 유사한 스페인 Iberian Peninsulua 지역도 유럽에서 가장 큰 채소 생산국이다. 이 지역은 지역경제와 생활수준이 크게 향상되는 긍정적 기능을 가져왔다[5-7]. 하지만 Iberian Peninsulua 지역의 시설원예 조성은 지하수의 수위 저하와 염분농도 상승을 초래했고[8-12], 생태적으로도 다양한 위협에 있다고 평가되어 진다[13-15].

한국은 전통적으로 논벼를 생산하고 쌀을 주식으로 한다. 그래서 1970년대에는 현재보다 월등히 많은 논을 보유했다. 시설원예는 이 논을 이용해서 비닐하우스나 유리온실을 만들었다. 논은 지하수함양 기능이 뛰어나 습지로서 평가 평가받는다([16-17]., 하지만 불투수 피복재로 덮혀있는 비닐하우스와 유리온실은 지하수로 함양할 수 있는 공간이 부족해 진다. 그리고 원예 활동에서 필요한 물은 지하수를 사용한다. 지속가

능한 시설원예를 위해서는 지하수를 계속 보충해 주어야 할 필요가 있다.

따라서 본 연구에서는 시설원예 활동으로 인해 지하수 충전에 미치는 영향 정도를 분석하였다. 그리고 이를 개선 할 수 있는 방안을 찾아 보았다. 이런 연구는 지속가능한 농업을 위해 지하수 분야의 개선점에 활용 될 수 있다. 그리고 앞으로의 시설원예단지 개발 사업에 반영할 수 있는 정책 자료로 활용되길 기대한다.

2. 재료 및 방법

지하수함양 가능성을 조사하기 위해 Decagon Devices사의 EM50 Digital Data Logger를 활용하여 강수량을 측정, 지하수 침투량은 Decagon사의 Gee lysimeter (Drain Gauge G3)를 활용하였다. Drain Gauge G3는 일정한 부피를 갖는 원통형 통에 토양을 기존의 지반과 같게 채우고, 강수량 또는 관개용수 등에 의해 침투되는 물을 워(wick) 차집장치를 통해 측정한다. 일정한 시간 간격으로 침투율을 관측할 수 있는 장비이다[18]. Drain Gauge G3를 통과해 수집된 용수의 양은

기압 단위로 실시간으로 측정되어 데이터로거(EM50)에 저장된 후 이를 부피로 환산한다. 본 연구에서는 시설원예단지 4개소와 그 이전의 토지이용인 논과의 지하수함양 능력 비교를 위해 총 4개 지역 시설원에 단지에 Drain Gauge G3를 설치하여 1년간 정량 측정하였다.

시설원에 지역의 지하수 함양 증진을 위한 방법으로 자갈 포장과 습지를 공간적으로 계획한다는 가정을 하였다. 이 두가지 포장 재료는 지하수 함양에 탁월한 기능이 있다. 따라서 이 두가지 재료에 대한 지하수 함양 실험을 실시하였다.

3. 결과 및 고찰

2016년부터 2017년까지 1년간 관측한 결과, 김제 유리온실(Gimje-Galss)이 4.4mm인데 반해, 구미 유리온실(Gumi-Glass)은 3.7mm, 부여 비닐온실(Buyeo-Vinyl) 24.8mm, 진주 비닐온실(Jinju-Vinyl) 30.9mm로 측정되었다. 연구대상 지역별 강우량(Rainfall)은 김제가 997.6mm에서 진주가 1374.3mm로 강우유출 비율이 매우 높은 것을 알 수 있다[19-21]. 실험은 투수가 가능한 공간에서 이루어졌다.

[표 1] 시설원에 지하수 함양 기능 개선 실험

구분	강우량	자갈포장			습지		
		유출량	침투량	증발산	유출량	침투량	증발산
1월	8.09	0	3.70	4.39	0	2.59	5.5
2월	37.98	0	18.18	19.8	0	14.88	23.1
3월	38.68	0	18.52	20.16	0	15.07	23.61
4월	88.24	0	42.53	45.71	0	28.57	59.67
5월	118.67	0	57.27	61.4	0	36.86	81.81
6월	119.19	0	57.52	61.67	0	37.00	82.19
7월	295.89	0	143.11	152.78	0	85.13	210.76
8월	165.16	0	79.79	85.37	0	49.52	115.64
9월	51.16	0	24.56	26.6	0	18.47	32.69
10월	74.32	0	35.79	38.53	0	24.78	49.54
11월	40.46	0	19.38	21.08	0	15.55	24.91
12월	34.00	0	16.25	17.75	0	13.80	20.2
합계	1071.82	0	516.61	555.21	0	346.37	725.45

연구대상지 전체에서 투수가 가능한 공간은 약 20% 정도에 불과하다. 투수가능 면적(Pervious Area) 비율에 측정된 지하수 침투량 측정값(Measures)을 대입해 환산하여 1ha당 해당 지역의 지하수 침투량(Calibrated)을 정확히 계산하였다. 김

제지역이 1ha 기준 유리온실은 1년간 997.6mm의 강수량 중 1.15%인 15.8mm의 지하수 침투가 이루어 졌다. 같은 방식으로 계산하면 구미 유리온실은 1070.3mm의 강우 대비 3.7mm 지하수 함양, 부여 비닐온실은 24.8mm, 진주 비닐온실은 30.9mm가 침투되었다. 이것은 Cristina et al.(2016)의 연구결과에서 온실조성이 생태계서비스에 부정적인 영향을 끼친다는 연구결과와 상응한다. 불투수면적은 본 연구에서 분석한 지하수함양 이 외에도 생물의 이동통로 차단, 생물서식처단절 등 다양한 생태계서비스 기능 저하로 이어질 수 있다고 판단된다.

개선 가능한 포장재료에 대한 지하수함양 기능을 조사하기 위해 앞서 사용 한 Decagon Devices사의 EM50 Digital Data Logger을 활용하여 동일한 방법으로 지하수 함양 실험을 실시하였다. 개선 가능한 포장재료는 LID 시설로 많이 보급되고 있는 트렌치형 자갈포장과 일반적인 습지를 적용하였다. 앞서 산정 한 습지와 자갈포장의 침투량 회귀식을 바탕으로 연구대상지의 평균 강우자료에 대입해 보면 강우량 1071.82mm 때 습지는 346.37mm 침투, 자갈포장은 516.61mm 침투로 계산할 수 있다. 이 자료를 시설원에 단지 조성에서 개선사항 제시에 활용하고자 하였다.

4. 결론 및 제언

우리의 농업의 원예산업 중 40% 이상으로 백색혁명을 성취했다고 평가받는다. 이러한 시설원에 산업은 지역경제와 농가소득 향상에 큰 순기능을 제공했다. 하지만 불투수면적 확장과 체계적이지 못한 공간 개발로 생태적으로도 다양한 위협에 있다고 평가된다. 농업경관의 다양한 생태계서비스 기능 중 본 연구에서는 시설원예농업에서 사용량이 많지만 불투수면적 확장으로 함양량이 떨어진 지하수의 손실량을 측정, 분석하였다. 최종적으로 우리는 지속가능한 시설원예를 위한 지하수 함양 증진방안을 알아보았다.

연구대상지 전체를 불투수면적을 알아보고 지하수함양을 측정한 결과 큰 손실이 확인되었다. 농가단위가 아닌 단지 차원에서 지하수 함양에 필요한 친환경 시설 및 토지이용에 대한 계획, 지하수 함양 장치 등을 장기적 관점에서 투입이 필요하다. 지하수 함양량을 증진시킬 수 있는 LID 기술요소 중 습지와 자갈포장은 매우 높은 양의 지하수 함양 효과가 있다. 앞으로 시설원에 개발 시 이 공간을 충분히 높일 필요가 있다.

본 연구결과는 지속가능한 농업을 위해 지하수 분야의 개선점과 앞으로의 시설원예단지 개발 사업에 반영할 수 있는 정책 자료로 활용되길 기대한다. 또한, 이러한 연구를 통해 농업생태계의 다양한 생태계서비스 가치가 저하되지 않고 보전,

향상되는데 기여하고자 한다.

사사 : 연구는 2021년 농촌진흥청 국립농업과학원 박사후 연구원지원사업(PJ01419001)에 의해 이루어진 것임.

참고문헌

- [1] Lee, EJ. 1996. Agricultural technology development prospects 21st century, J. of the Korean Society for Agricultural Machinery, 21(2), pp. 242-251.
- [2] Ko, DK, Kwon, JK and Lee, EH. 2013. Starting and development of the horticulture industry, Korea. Korean society for Horticultural Science, Separate : 458-489.
- [3] Ministry of Agricultural Food and Rural Affairs(MAFRA). 2014a. 2013 Greenhouse status and vegetable production performance, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- [4] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs(MAFRA). 2014b. 2014 Vegetable greenhouse status and vegetable production performance, Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs.
- [5] Cristina QS, Antonio JC, Hermelindo C and Marina GL. 2016. Impacts of land use change on ecosystem services and implications for human well-being in Spanish drylands, Land Use Policy 54, pp. 534-548.
- [6] Aznar, JA, Galdeano, E and Pérez, JC. 2011. Intensive horticulture in Almería (Spain): a counterpoint to current European rural policy strategies. J. Agrarian Change 11, pp. 241-261.
- [7] Mota, JF, Peñas, J, Castro, H and Cabello, J. 1996. Agricultural development vs biodiversity conservation: the Mediterranean semiarid vegetation in El Ejido (Almería, southeastern Spain). Biodivers. Conserv. 5, pp. 1597-1617.
- [8] Consejería de Agricultura y Medio Ambiente., 1991. Recursos naturales y crecimiento económico en el Campo de Dalías. Agencia de Medio Ambiente, Sevilla.
- [9] Martínez-Fernández, J., Esteve, M.A. 2005. A critical view of the desertification debate in Southeastern Spain. Land Degradation & Development 16, 529-539.
- [10] Pulido-Bosch, A., Pulido-Lebeuf, P., Molina-Sánchez, L., Vallejos, A., Martín-Rosales, W., 2000. Intensive agriculture, wetlands, quarries and water management. A case study (Campo de Dalías, SE Spain). Environmental Geology 40, 163-168.
- [11] Sanchez-Martos, F., Pulido-Bosch, A., Molina-Sánchez, L., Vallejos-Izquierdo, A., 2002. Identification of the origin of salinization in groundwater using minorions (Lower Andarax, Southeast Spain). The Science of the Total Environment 297, 43-58.
- [12] Tout, D., 1990. The horticulture industry of Almería province, Spain. The Geographical Journal 156 (3), 304-312.
- [13] Sanchez-Picon, A., 1992. La integración de la economía almeriense en el mercado mundial (1778-1936). Instituto de Estudios Almerienses, Almería.
- [14] Sanchez-Picon, A. (Ed.), 1996. Historia y medio ambiente en el territorio almeriense. Universidad de Almería, Almería.
- [15] Sanchez-Picon, A., 1997. Los regadíos de la Andalucía árida (siglos XIX y XX). Expansión, bloqueo y transformación. Areas 17, 109-128.
- [16] Ramsar Convention Secretariat. 2014. Ramsar Convention Manual.
- [17] Kong, MJ, Lee, BM, Kim, NC and Son, JK. 2014. The Analysis of Function and Factors for the Value Assessment of Ecosystem Service at Rice Paddy Wetland. Journal of Wetlands Research, 16(2), pp. 251-259.
- [18] Ha, KC, Kim, YC and Kim, SY. 2016. Monitoring of soil water content and infiltration rate by rainfall in a water curtain cultivation area. Journal of the Geological Society of Korea, 52(3), pp. 221-236.
- [19] Choi, GW, Kim, YK, and Jeoung, KI. 2004. A Study of the Variation of Runoff Characteristics Depending upon Installation of the Groundwater Recharge Facilities, Journal of Korean Society of Hazard Mitigation, 4(4), pp. 27-34.
- [20] Lee, JY, and Han, J. 2013. Groundwater use and its perspective in Haean Basin, Yanggu County of Gangwon Province. Journal of Wetlands Research, 15, 179-189.
- [21] Yun, SW, Kim, YS, Kim, DH, Kim, HC, Shin, MC, Park, JY, Kim, H, and Lee, JY. 2013. Comparative study on change in groundwaters of rural and urban areas in Korea: effects of climate change. 2013 EGU, Vienna, April 7-12, EGU2013-3774-1.