

시설원예단지의 생태계서비스 기능 증진을 위한 개선방안 연구

손진관 · 공민재 · 강동현 · 이시영

농촌진흥청 국립농업과학원

A study on the improvement of Ecosystem Service Function for the Protected Horticulture Complex in Agricultural Landscape

SON, Jinkwan · KONG Minjae · KANG Donghyeon · LEE Siyoung

National Academy of Agricultural Science, RDA

ABSTRACT : Agriculture, rural landscapes are accompanied by a variety of environmental issues. Therefore, it is necessary to study on biodiversity and ecosystem services. Horticulture complex is low groundwater recharge function, it can be evaluated as a facility that biodiversity is impaired. The ecosystem services in agricultural landscapes were obtained 19 kinds of functions. Experts survey Groundwater recharge function (4.13) teeth chapter higher, Water storage (4.05), Amphibian & Reptile habitat (3.96), Aquatic insect habitat (3.92), Flood control (3.87), Water purification (3.86), Avian habitat (3.76), Creating landscape (3.74), Vegetation diversity (3.71), Experience, Education (3.69), Biological control (3.48), Fishery habitat (3.42), Climate regulation (3.30), Mammal habitat (3.30), Air quality regulation (3.25), Mainenance of genetic diversity (3.25), were analyzed in order Rest area (3.14). Improving capabilities in the Detention Pond, Wetland, Green space, Corridor, Non-Chemical, Program development, Green spaces, Rainwater storage facilities, Water cycle system, Surface water storage facilities, Infiltration trench, Water purification facilities, Permeable pavement. Environmentally friendly, and to contribute to sustainable agricultural development through ecological planning.

Key words : Environment, Ecological, Biodiversity, Water Management, Likert, Importance¹⁾

I. 서 론

농업, 농촌 경관은 기후완화, 지하수함양, 생물다양성, 작물생산 등 다양한 생태계서비스를 제공하는 공간으로 평가되어 지속가능한 농업 및 농업생태계에 대한 유지, 보전에 대한 중요성이 부각되고 있다(A.G. Power, 2010; Lee et al., 2003; Kim et al., 2003; Kong et al., 2013). 더불어 최근 국민에 인기를 얻고 있는 웰빙, 안전 먹거리 등의 영향으로 친환경농업에 대한 관심이 고조되어 농림 축산물 생산 시 천연자원의 오염 및 투입자재 관리를 통해 안정성, 소득성과 더불어 자연생태계의 보존에도 기여 하는 형태로 인식이 전환되고 있다(Choi, 2005). 국가 차원의 도시개발과 기후변화 등 다양한 환경문제로 인해

농업, 농촌이 가지는 자연생태계는 더욱 중요하게 보존 되어야 하지만, 최근의 농업, 농촌경관은 무분별한 토지 이용 변경, 하천의 직강화, 비점오염, 쓰레기 등 다양한 문제점이 제기되고 있다(Heo et al., 2001; Wang et al., 2009). 따라서 농업, 농촌경관은 기후변화와 국토의 도시 화에 대비한 다양한 환경보전과 생물다양성 등의 보전, 개선 등에 대한 연구가 필요한 실정이다.

한편, 우리나라의 농촌은 각종 FTA와 가격불안정, 고령화 등의 많은 위기에 직면해 있고 이러한 위기를 극복 하기 위하여 다양한 방법이 시도되고 있다. 그 중 시설 원예를 통한 농산물 생산은 우리 농촌에서 ‘백색혁명’이라 불릴 정도로 농가소득을 창출했고 전국적으로 다양한 형태의 유리온실과 비닐하우스에서 농산물이 생산되고 있다(Seo, 2013). 우리나라 원예 산업 중 시설원예가 차지하는 비중은 약 40% 이상으로, 1971년 767ha로 시작 하여 2013년 기준 51,058ha가 조성되어 농업 소득에 큰

Corresponding author : LEE, Siyoung
Tel : 82-63-238-4090
E-mail : leesy42@korea.kr

비중을 차지하고 있다(KRFR, 2014).

이러한 시설원에 단지의 조성은 작물생산성은 높지만 불투수 면적의 확장으로 지하수함양 기능이 낮아지게 되고 각종 생물의 이동이 제한되어 생물다양성 등 생태계 서비스 기능이 저해되는 시설로 평가될 수 있다. 이러한 이유로 인하여 물 부족이 도래하는 한편, 간척지 인근의 경우 염분과다로 인해 작물에 사용 할 수 없는 실정으로 지속가능한 물 사용을 위해 장기적으로 지하수를 보충, 순환하여 사용가능한 수질로 장기적 개선이 요구되는 실정이다.

하지만 최근의 시설원예단지 개발은 대규모, 에너지 효율에 초점이 이루어져 있고 농업 생태계 및 생물다양성, 지속가능한 환경보전에 대한 고려사항은 전무한 실정이다. 관련 연구 또한 에너지 효율, 냉난방 등 환경 조절, 작물생육, 약액 등 작물생물 및 생산에 초점이 이루어져 있어 친환경, 생태적 온실단지 조성에 대한 연구는 찾아보기 힘들다. 이러한 이유로 시설원예단지가 농업, 농촌 생태계에서 보다 친환경적, 생태적, 환경적으로 조성 할 필요가 있다고 판단된다.

따라서 본 연구는 농촌경관에 분포하는 시설원예단지를 조성할 때 고려해야 할 농업경관이 가지고 있는 생태계서비스 기능을 알아보고자 한다. 이러한 연구를 통해 농업경관이 가지는 중요한 환경, 생태 분야의 생태계서비스 기능을 알아보고 친환경, 생태적인 시설원예단지 조성을 통한 지속가능한 농업발전에 이바지하고자 한다.

II. 연구 방법

농촌지역 시설원예단지의 친환경적 조성을 위한 생태계서비스 기능 선정 및 기능향상 방안 모색방법으로는 총 3단계에 걸쳐서 진행되었다. 먼저 1단계로 선행연구를 분석하여 농업경관이 포함하고 있는 다양한 생태계서비스 기능을 알아보고 시설원예단지 조성 시 필요기능을 연구자가 선정하였다. 2단계(전문가 1차 조사)에서는 도출된 기능을 공학, 환경, 생태, 건축분야 전문가에 제시하여 시설원예단지 조성 시 고려 기능에 대해 Likert척도로 질문하고 의견을 수렴하였다. 3단계(전문가 2차 조사)에서는 1차 전문가 조사결과를 바탕으로 생태계서비스 기능 증진방안, 기능 향상을 위한 투입요소를 질문하여 취합하였다.

1. 연구에 사용 할 생태계서비스 기능 구분

생태계서비스는 자연과 인간의 연관성을 나타낸 것에

서 시작되어(Odum, 1959), 'Ecosystem Services', 'Nature's Services', 'Environmental Services', 'Eco-services'와 같은 용어로, 인간이 자연으로부터 받는 경제적 혜택으로 정의된다(Vihervaara et al., 2010; Lee, 2013). 농업으로 부터 제공되는 생태계서비스는 농산물 등 식량 제공 이 외에도 생태계가 수행하는 수질정화, 생물서식처, 대기정화 등 다양한 기능을 수행 할 수 있고, 농업경관의 대표 토지이용인 논이 최근 습지로서 인정되어 습지의 생태계서비스 기능도 함께 고려했다. 따라서 본 연구에서 고려할 생태계서비스 기능의 범위는 생태계(Ecosystem), 습지(Wetland), 농업경관(Agricultural)으로 구분하고 대표적인 선행연구를 분석하여 연구에서 사용 할 시설원예단지 조성 시 고려 기능으로 구분하였다.

2. 조사대상 전문가 현황

시설원예단지 조성 시 필요기능에 대해 생태계, 농업, 습지전문가 130인에게 제시하여 각 기능에 대한 중요도를 5점 리커트 척도로 질문하고 개별 기능에 대한 의견을 알아보았다. 130개의 설문 중 유효한 응답을 한 1차 124명, 2차 109명 전문가의 일반사항을 성별, 학력, 전공 분야, 현재 직업 등으로 구분하여 빈도 분석하였다.

1차의 경우 124명 중 남성 107명(86.3%), 여성 17명(13.7%)의 비율이었고, 2차의 경우 109명 중 남성 84명(67.7%), 여성 25명(20.2%)의 비율이었다. 1차 조사의 경우 39명(31.5%)로 교직에 근무하는 응답자가 가장 많았으며, 2차의 경우 교직 28명(22.6%), 연구직 31명(25.0%), 기업체 32명(25.8%)로 비슷한 양상을 보였다. 설문 응답자의 전공분야의 경우 1차와 2차 설문에서 동일하게 “공

Table 1. The general information of respondent

Classification	First (N=124)		Second(N=109)		
	Numbers	%	Numbers	%	
Sex	Male	107	86.3	84	77.1
	Female	17	13.7	25	22.9
Work	University	39	31.5	28	23.6
	Institute	30	24.2	31	26.1
	Graduate course	14	11.3	9	7.6
	Business	34	27.4	32	26.9
	Public Official	7	5.6	9	7.6
Education	Doctor	82	66.1	73	58.9
	Doctor Course	20	16.1	16	12.9
	Master	14	11.3	14	11.3
	College graduate	8	6.5	6	4.8
Major	Biology	35	28.3	32	29.4
	Engineering	53	42.7	35	32.1
	Architecture	18	14.5	20	18.3
	Agricultural	18	14.5	22	20.2

학, 기술' 분야의 응답자 1차 53명(42.7%), 2차 35명(28.2%)로 가장 높은 응답률이 확인되었다(Table 1).

3. 설문항목 구성 및 조사방법

설문은 1단계에서 도출된 시설원예단지 조성 시 고려해야 할 생태계서비스 기능에 대해 농업시설(공학), 생물(생태), 건축, 농업 분야의 전문가에 제시하여 고려 중요도를 5점 리커트 척도로 질문하였다. 더불어 각 기능에 대한 주관적 의견을 취득하여 연구에 활용하였다. 취합된 의견은 각 분야별로 구분하여 분야별 의견 차이를 알아보았으며, 기능별 전체 평균을 구분하고 통계분석을 통해 고려기능 순위를 1~3순위로 구분하고, 주관적 의견과 점수를 바탕으로 고려대상 제외 기능을 선정하였다.

2차 조사에서는 1차 조사결과를 제시하고 각 기능에 대해 기능을 향상시킬 수 있는 방안을 주관적으로 질문하여 기능 별 투입요소 및 고려사항을 알아보았다. 1, 2차 조사결과를 바탕으로 기능별 우선순위를 선정하고 시설원예단지 조성 시 고려대상 생태계서비스 기능을 도출하였다. 통계분석은 SPSS 18.0을 사용하였다.

III. 결과 및 고찰

1. 농업경관의 주요 생태계서비스 기능

시설원예단지의 친환경적 조성을 위한 생태계서비스 기능은 생태계(Ecosystem), 농업(Agriculture), 습지

Table 2. The prior research on the ecosystem service functions

Classification	Research	Contents
Ecosystem	Costanza et al. (1997)	Gas regulation, Climate regulation, Disturbance regulation, Water regulation, Water supply, Erosion control and sediment retention, Soil formation, Nutrient cycling, Waste treatment, Pollination, Biological control, Refugia, Food production, Raw materials, Genetic resources, Recreation, Cultural
	Daily (1999)	Food, Pharmaceuticals, Durable materials, Natural fiber, Biomass fuels, Genetic resources, Cycling and filtration processes, Detoxification and decomposition of wastes, Generation and renewal of soil fertility, Purification of air, Purification of water, Translocation processes, Dispersal of seeds necessary for revegetation, Pollination of crops and natural vegetation, Coastal and river channel stability, Compensation of one species for another under varying conditions, Control of the majority of potential pest species, Moderation of weather extremes (such as of temperature and wind), Partial stabilization of climate, Regulation of hydrological cycle (mitigation of floods and droughts), Aesthetic beauty, Cultural, intellectual, and spiritual inspiration, Existence value, Scientific discovery, Serenity, Maintenance of the ecological components and systems needed for future, Supply of these goods and services and others awaiting discovery etc.
	Millennium Ecosystems Assessment (2005)	Flood Control, Storage, Purification, Climate Regulation, Disease, Pollute & Soil Control, Habitat, Biodiversity, Aesthetic, Recreation, Cultural, Tourism, Etc.
	De Groot et al. (2010)	Food, Water, Fiber & Fuel & other raw materials, Genetic Materials: genes for resistance to plant pathogens, Biochemical products and medicinal resources, Ornamental species and/or resources, Air quality regulation:(e.g. capturing dust particles), Climate Regulation, Natural Hazard mitigation, Water regulation, Waste treatment, Erosion protection, Soil formation and regeneration, Pollination, Biological Regulation, Nursery habitat, Genepool protection, Aesthetic: appreciation of natural scenery (other than through deliberate recreational activities), Recreational: opportunities for tourism and recreational activities, Inspiration for culture, art and design, Cultural heritage and identity: sense of place and belonging, Spiritual & religious inspiration Services comments and examples, Education & science opportunities for formal and informal education & training
	TEEB (2010)	Food, Water, Raw materials, Genetic resources, Medicinal resources, Ornamental resources, Air quality regulation, Climate regulation, Moderation of extreme events, Regulation of water flows, Waste treatment, Erosion prevention, Maintenance of soil fertility, Pollination, Biological control, Lifecycle maintenance, Maintenance of genetic diversity, Aesthetic information, Recreation & tourism, Inspiration for culture, art and design, Spiritual experience, Information for cognitive development

Classification	Research	Contents
Wetland	Ramsar (2014)	Flood Control, Groundwater Recharge, Soil Conservation, Purification, Storage, Cultural, Tourism, Biodiversity, Recreation, Climate Change Regulation
	Son (2014)	Vegetation Diversity, Mammal Habitat, Avian Habitat, Fishery Habitat, Amphibian & Reptile Habitat, Aquatic Insect Habitat, Water Storage, Groundwater Recharge, Stormwater & Flood Control, Water Purification, Erosion Control, Shoreline /Stream Bank Protection, Sediments Stabilization, Nutriments Control, Pollutant Control, Agricultural Irrigation, Aquaculture(Fish), Aquaculture(Plant), Eco-Experience, Eco-Education, Rest Area, Aesthetic landscape
Agriculture	A.G. Power (2010)	Pest Control, Water Supply, Water & Nutrient Recycle, Soil Conservation, Carbon Reduction, Biodiversity, Etc.
	Lee et al. (2003)	Rural Landscape Conservation, Education(Experience), Disaster Prevention Facilities, Conservation of Land
	Kim et al. (2003)	Food, Revitalization of Rural, Environmental Preservation
	Kong et al. (2013)	Food, Environmental Conservation, Ecosystem Conservation, Atmospheric Purification, Rural Cultural Preservation, Willingness-to-pay.

(Wetland) 분야의 선행연구를 Table 2와 같이 조사하였다. 조사 된 선행연구를 바탕으로 시설원예단지 조성 시 고려해야 할 생태계서비스 기능을 연구자 협의를 거쳐 총 19가지 기능으로 도출하였다.

도출 된 기능은 시설원예단지가 기존 농업경관에 비해 불투수 면적이 확장되어 홍수조절(Flood control, Stormwater control), 수자원함양(Groundwater recharge, Water recharge)기능, 지표수저장(Water storage) 기능 등을 거론하였으며, 온실단지로 인한 여름철 기온상승을 예상하여 대기정화(Air quality regulation), 기후순화(Climature regulation)기능을 도출하였다. 더불어 논 농업이 가지는 토양유실 저감(Reducing soil erosion)과 토양비옥도 유지(Maintenance of soil fertility), 수질정화(Water purification) 기능을 선정하였으며, 생물서식 공간의 축소를 우려하여 식생다양성(Vegetation diversity), 유전적 다양성 보존(Mainenance of genetic diversity), 포유류 서식처(Mammal habitat), 조류 서식처(Avian habitat), 어류 서식처(Fishery habitat), 양서류 서식처(Amphibian & Reptile habitat), 수서곤충(곤충) 서식처(Aquatic insect habitat, Insect habitat), 생물학적 방제(Biological control) 기능을 도출하였다. 더불어 최근 농업, 농촌의 다원적기능, 생태계서비스 기능으로서 각광받고 있는 체험 / 생태교육(Experience, Education), 경관창출(Creating landscape), 휴식제공(Rest area) 기능을 추가하여 총 19개 기능에 대하여 시설원에 단지 조성 시 고려해야 할 기능으로 선정하고 전문가에게 질문하였다.

2. 시설원예단지 조성 시 고려 기능에 대한 전문가 조사(1차 조사)

전문가 설문조사는 습지 및 생태분야와 시설 및 농업 분야의 학술지 회원명단을 제공받아 이메일로 회신하였다. 1단계에서 도출된 19가지의 시설원예단지 조성 시 필요기능에 대해 생물(Biology), 공학(Engineering), 건축(Architecture), 농업(Agriculture) 전문가 130인에게 제시하여 각 기능에 대한 중요도를 5점 리커트(Likert) 척도로 질문하고 개별 기능에 대한 의견을 알아보았다. 전문가 130인 중 불성실한 답변을 제외한 124명의 유효답변을 분석하였다. 시설원예단지 조성 시 필요기능 19가지를 분석한 결과 평균 2.98~4.13으로 나타났으며, 124명 전체의 답변결과 시설원예단지 조성 시 고려해야 할 항목으로 수자원함양(Groundwater recharge)기능이 4.13으로 가장 높게 분석되었다. 다음으로는 지표수저장(Water storage; 4.05), 양서류 서식처(Amphibian & Reptile habitat; 3.96), 수서곤충 서식처(Aquatic insect habitat; 3.92), 홍수조절(Flood control; 3.87), 수질정화(Water purification; 3.86), 조류 서식처(Avian habitat; 3.76), 경관창출(Creating landscape; 3.74), 식생다양성(Vegetation diversity; 3.71), 체험/생태교육(Experience, Education; 3.69), 생물학적 방제(Biological control; 3.48), 어류 서식처(Fishery habitat; 3.42), 기후순화(Climature regulation; 3.30), 포유류 서식처(Mammal habitat; 3.30), 대기정화(Air quality regulation; 3.25), 유전적 다양성 보존(Mainenance of genetic diversity; 3.25), 휴식제공(Rest area; 3.14) 순으로 중요도가 높은 것으로 분석되었다(Table 3).

설문결과는 통계검증을 통해 시설원예단지 조성 시 고려대상 1, 2, 3순위로 구분하고, 표준편차를 고려한 보통(3점) 이하의 기능인 토양비옥도유지(Maintenance of soil fertility; 3.03), 토양유실저감(Reducing soil erosion;

2.98) 기능은 전문가들로 하여금 필요성이 인식되지 않은 항목으로 고려 대상에서 제외해야 할 것으로 판단하였다(Table 4).

전문가의 전문 분야에 따른 의견은 다소 다르게 도출되는 경향을 나타내고 있다. 19가지 기능 중 대기정화(열섬현상), 유전적 다양성 보존, 포유류서식처, 조류서식처, 어류 서식처, 양서파충류 서식처 기능은 전문가 분야 간의 차이가 있는 것을 통계적으로 확인되었다. 앞의 6가지 기능을 제외한 나머지 13가지 기능은 전문가의 의견은 큰 차이가 없는 것으로 나타났다(Table 2). 6가지 기능 대부분이 생물 분야의 전문가가 고려대상이 높다고 판단한 반면, 공학 및 농업환경 분야의 전문가들은 비교적 낮은 점수를 부여한 것을 알 수 있다. 이것은 시설원예단지의 고유한 기능인 작물생산에 비중을 두어야 한다는 주관적 견해와 함께 조사되었다. 전문 분야에 따라 의견 차이가 있는 만큼 추후 시설원예단지 조성 시 생태, 환경, 문화 분야의 기능을 포함한 계획이 이루어질 때에는 전문가, 농민 등의 합의가 필요하다고 판단된다.

생물학 전공자 35인의 경우 양서파충류 서식처에 대해 4.57점으로 가장 크게 고려해야 한다는 의견으로 분

석되었다. 이것은 논이 가지는 양서파충류 서식처 기능의 중요성을 거론한 것으로 판단되며, 습지로서 논이 가치평가에서도 양서파충류 서식처에 대한 보전가치는 높게 나타나고 있다(Kong, 2013). 따라서 시설원예단지 조성 시 양서파충류의 서식환경에 미치는 영향에 대해 검토가 필요하며, 대체서식처와 같은 방법의 시도가 필요하다고 판단된다. 이 외에도 생물 분야 전문가들은 수서곤충 서식처(4.31), 조류 서식처(4.29) 등의 생물 분야에 대한 서식처 손실에 높은 우려를 제시하였다.

공학 전문가 53인은 대체로 생물학 전공자에 비해 대부분의 기능에 대해 낮은 고려점수를 부여한 것으로 분석되었다. 가장 높은 고려점수를 부여한 기능은 지하수 저장기 4.08점, 지표수 저장기 4.02점으로 분석되었는데, 이것은 시설원예단지 운영 시 발생하는 지하수 고갈로 인한 물 부족, 가뭄과 같은 기상이변 등 다양한 문제가 원인인 것으로 판단된다(NIHHS, 2011). 지하수 저장기 기능의 경우 건축, 농업분야의 전문가들도 같은 의견을 제시한 것으로 분석되었으며, 전체 평균 또한 가장 높은 4.13점으로 1순위 고려 대상기능으로 선정되었다.

전문가 분야별로 차이를 보이는 기능은 대기정화, 유

Table 3. The considerations importance of ecosystem function at horticulture complex design

Function	Field				Mean (n=124)	F-test ¹⁾
	Biology (n=35)	Engineering (n=53)	Architecture (n=18)	Agriculture (n=18)		
Flood control	3.77 ^{aBCDE}	3.98 ^{aABC}	3.67 ^{aABCDE}	3.94 ^{aAB}	3.87 ^{ABC}	N.S
Groundwater recharge	4.06 ^{aABCD}	4.08 ^{aA}	4.22 ^{aAB}	4.33 ^{aA}	4.13 ^A	N.S
Air quality regulation	3.63 ^{aCDE}	3.21 ^{aEFGH}	3.33 ^{aBCDE}	2.56 ^{bF}	3.25 ^{EF}	2.850*
Climate regulation	3.31 ^{aEFG}	3.32 ^{aDEFG}	3.22 ^{aCDE}	3.11 ^{aBCDEF}	3.30 ^{EF}	N.S
Reducing soil erosion	2.77 ^{aG}	2.98 ^{aGH}	3.06 ^{aE}	3.28 ^{aBCDEF}	2.98 ^F	N.S
Maintenance of soil fertility	3.31 ^{aEFG}	2.72 ^{aH}	3.33 ^{aBCDE}	3.11 ^{aBCDEF}	3.03 ^F	N.S
Water purification	3.97 ^{abBCD}	3.81 ^{abABCD}	4.22 ^{aAB}	3.44 ^{bABCDEF}	3.86 ^{ACB}	N.S
Water storage	4.23 ^{aABC}	4.02 ^{abAB}	4.28 ^{aA}	3.56 ^{bABCDE}	4.05 ^{AB}	N.S
Vegetation diversity	4.03 ^{aABCD}	3.60 ^{aABCDEF}	3.67 ^{aABCDE}	3.44 ^{aABCDEF}	3.71 ^{BCD}	N.S
Maintenance of genetic diversity	3.97 ^{abcd}	2.96 ^{bGH}	3.17 ^{bDE}	2.78 ^{bDEF}	3.25 ^{EF}	6.749***
Mammal habitat	3.91 ^{abcd}	3.04 ^{bcGH}	3.56 ^{abABCDE}	2.61 ^{cEF}	3.30 ^{EF}	5.028**
Avian habitat	4.29 ^{aAB}	3.42 ^{bCDEFG}	4.00 ^{abABCD}	3.50 ^{bABCDEF}	3.76 ^{BCD}	3.868*
Fishery habitat	4.03 ^{aABCD}	3.11 ^{bFGH}	3.61 ^{abABCDE}	2.94 ^{bcDEF}	3.42 ^{DE}	4.209**
Amphibian & Reptile habitat	4.57 ^{aA}	3.64 ^{bABCDEF}	4.00 ^{abABCD}	3.67 ^{bABCD}	3.96 ^{ABC}	4.865**
Aquatic insect habitat	4.31 ^{aAB}	3.64 ^{aABCDEF}	4.11 ^{aABC}	3.78 ^{aABC}	3.92 ^{ABC}	N.S
Biological control	3.57 ^{aDEF}	3.45 ^{aBCDEFG}	3.33 ^{aBCDE}	3.56 ^{aABCDE}	3.48 ^{DE}	N.S
Experience, Education	3.80 ^{aBCDE}	3.70 ^{aABCDE}	3.56 ^{aABCDE}	3.56 ^{aABCDE}	3.69 ^{CD}	N.S
Creating landscape	3.89 ^{aBCDE}	3.77 ^{aBCDE}	3.78 ^{aABCDE}	3.33 ^{aBCDEF}	3.74 ^{BCD}	N.S
Rest area	3.06 ^{aFG}	3.42 ^{aCDEFG}	2.94 ^{aE}	2.67 ^{aEF}	3.14 ^{EF}	N.S
F-test ²⁾	6.185***	4.987***	2.381**	2.642***	10.764***	-

* Test result is statistically significant at the P = 0.01 level(**), 0.001 level(***); NS = Not significant result.,

1) The result is according field types, Lower case letters.,

2) The result is according ecosystem function, Capital letters.

전적 종의 다양성, 포유류서식처, 조류서식처, 어류서식처, 양서파충류 서식처 등으로 대체로 생물다양성과 관련된 기능에서 생물분야의 전문가들과 공학, 농업환경분야의 전문가의견이 큰 차이를 보이는 것으로 분석되었다. 향후 시설원예단지 계획에 다양한 전문분야의 전문가들의 충분한 협의를 통해 생태계서비스 기능이 충분히 고려 될 수 있도록 할 필요가 있다고 판단된다.

Table 4. The consider rankings according importance evaluation

Consider rankings	Function
First	1. Groundwater recharge 2. Water storage 3. Amphibian & Reptile habitat 4. Aquatic insect habitat 5. Flood control 6. Water purification
Second	7. Avian habitat 8. Creating landscape 9. Vegetation diversity 10. Experience, Education
Third	11. Biological control 12. Fishery habitat 13. Climate regulation 14. Mammal habitat 15. Air quality regulation 16. Maintenance of genetic diversity 17. Rest area
Except	18. Reducing soil erosion 19. Maintenance of soil fertility

통계분석 한 평가 결과를 바탕으로 전문가에게 제시한 19개의 기능을 고려 순위로 구분한 결과는 Table 4에 제시한 바와 같으며, 분석 결과 F-test A그룹에 포함되는 홍수조절, 수자원함양, 수질정화, 지표수 저장, 양서파충류 서식처, 수서곤충 서식처 등 6개 기능을 1순위 필수 고려 항목으로 거론하였다. 다음은 D그룹 3.69점 까지 4개 기능을 2순위 고려 항목으로 거론하고, 기능 판단 점수에서 보통인 3점에 가깝고 가장 낮은 F 그룹인 토양 비옥도유지, 토양유실 저감 기능은 평가 점수가 낮아 고려 항목에서 제외 하였다. 이 외 기능은 3순위 고려항목으로 제시하였다.

3. 주요 생태계서비스 기능의 기능증진 및 향상 방안(2차 조사)

중요도 평가에서 삭제된 2가지 기능을 제외한 17개

기능에 대한 2차 설문 전문가 의견 중 기능향상 방안에 대한 키워드를 빈도분석 하였다(Table 2). 109명의 전문가로부터 취득한 기능 향상 방안에 대한 의견은 17개 기능에 대해 총 1417개 의견을 취득하여 268가지 의견으로 분류하였다. 첫 번째 수자원함양(지하수 저장) 기능의 경우 답변 125개 중 상위 키워드는 저류지 조성(Detention Pond; 33), 물 순환 시스템 도입(Water cycle system; 25), 우수 저장시설 도입(Rainwater storage facilities; 20), 침투트렌치(Infiltration Trench; 13), 투수포장(Permeable pavement; 13), 습지 조성(Wetland; 4)의 순으로 확인되었다. 두 번째, 지표수 저장 기능의 경우 저류지 조성(Detention Pond; 48)으로 가장 높게 나타났으며, 수서곤충(곤충) 서식처 기능의 경우 수서곤충을 위한 서식처 조성(Habitat; 48), 습지 조성(Wetland; 15) 등의 순으로 분석되었다. 홍수조절 기능은 저류지 조성(Detention Pond; 22)으로 수자원함양(지하수 저장)기능과 동일한 키워드가 거론되었다. 그 외 서식처 기능에 대한 중요 키워드로 확인된 것은 대체 서식처 조성(Habitat)으로 확인되었으며, 대부분의 기능을 향상시키기 위한 방안으로 저류지, 습지, 서식처, 녹지공간 등을 조성 확보 하는 방안의 의견이 취합되었다.

17개 기능에 대한 상위 의견을 취합하면 각종 생물의 서식처(Habitat)를 조성해야 한다는 의견이 235건으로 가장 많았으며, 저류지(Detention Pond) 조성을 통한 지하수 충전, 용수확보, 생물다양성 등 다양한 기능을 수행 하도록 해야 한다는 의견도 149건으로 취합되었다. 이 외에도 습지조성(Wetland; 114), 녹지공간 확보(Green space; 36), 생태통로 등 이동공간 확보(Corridor; 23), 농약사용제한(Non-Chemical; 60), 수로개선(Drainage maintenance; 24), 식생다양성 공간(Vegetation diversity; 24) 등 생물 서식과 관련된 공간을 조성 할 것을 제시하는 의견이 많았다. 이것은 최근 들어 부각 되고 있는 농업경관의 생물 서식처 기능에 따른 것으로 판단되며, 농업경관이 국가 생물다양성을 위한 중요한 공감임을 평가하는 연구와 일맥상통한 의견이다(Son, et al. 2010; Han et al. 2010).

농업의 다원적 기능으로 알려진 체험, 생태교육, 휴식, 경관창출 등의 기능으로 인해 체험프로그램 개발(Program development; 65), 공간확보(Green spaces; 20) 등의 의견이 취합되었으며(Son, 2014), 시설원예단지의 물 부족, 물관리의 중요성으로 인해 빗물저장시설 설치(Rainwater storage facilities; 35), 시설재배에 있어 용수순환 시스템개발(Water cycle system; 33), 지표수 저장 시설 개발(Surface water storage facilities; 8), 침투트렌치(Infiltration trench; 26), 수질정화시설(Water purification facilities; 40), 생태적 정화시설(Ecological Purification

facilities; 24), 투수포장(Permeable pavement, 13) 등 공학적 시설 및 시스템 개발의 필요성이 제기되었다. 이와 같은 의견에 미루어 시설원예단지의 친환경, 생태적 조성을 위해서는 자연적인 조성과 보전 이 외에도 기능을 증진 시킬 수 있도록 하는 공학적 기술요소의 개발과 투입이 필요하다고 판단된다.

이러한 의견을 미루어 볼 때 시설원예단지 조성 시 과거와 같이 작물생산에 대한 기능 뿐만 아니라 농업환

경의 다양한 생태계서비스 제공을 위해 생태, 환경, 공학, 건축 등 다양한 분야 전문가와 농민, 관 등의 소통을 통한 체계적인 계획 및 설계가 필요하다고 판단된다.

IV. 결 론

다양한 환경문제로 인해 농업, 농촌이 가지는 자연생

Table 5. The expert opinion on ecosystem services enhancement plan

Function	Comment ¹⁾ (Answer)	Comments of function improvement (frequency)				
		1	2	3	4	5
Groundwater recharge	22 (125)	Detention Pond (33)	Water cycle system (25)	Rainwater storage facilities (20)	Infiltration facilities (13)	Permeable pavement (13)
Water storage	15 (117)	Detention Pond (48)	Wetland (15)	Water using models (13)	Surface water storage facilities (8)	Water cycle system (8)
Amphibian & Reptile habitat	19 (107)	Habitat (48)	Wetland (15)	Non-Chemical (9)	Detention Pond (8)	Corridor (7)
Aquatic insect habitat	17 (109)	Habitat (36)	Wetland (23)	Detention Pond (12)	Non-Chemical (10)	Corridor (5)
Flood control	24 (98)	Detention Pond (22)	Rainwater storage facilities (15)	Drainage maintenance (12)	Removing impermeable (9)	Wetland (9)
Water purification	18 (130)	Water Purification facilities (40)	Eco-purification facilities (24)	Purification plants (19)	Detention Pond (11)	Non-Chemical (9)
Avian habitat	15 (81)	Habitat (32)	Wetland (15)	Feed supply (7)	Shrub space (6)	Lighting block (4)
Creating landscape	13 (60)	Landscape Improvement (16)	Park (13)	Green Spaces (9)	Wetland (7)	Facilities improvement (3)
Vegetation diversity	17 (60)	Planting vegetation (21)	Species conservation (6)	Non-Chemical (6)	Habitat (6)	Exotic remove (3)
Experience, Education	14 (117)	Program Development (49)	Space planning (30)	Experience facilities (17)	Workforce (6)	Wetland (4)
Biological control	15 (88)	Non-Chemical (21)	Predators technology (18)	Management system (9)	Habitat (7)	Insects management (5)
Fishery habitat	17 (119)	Habitat (42)	Detention Pond (15)	Drainage maintenance (12)	Wetland (9)	Corridor (7)
Climate regulation	16 (89)	Forest planning (21)	Green Spaces (14)	Low carbon operation (9)	Air circulation system (8)	Wetland (8)
Mammal habitat	25 (89)	Habitat (32)	Protection scheme (6)	Non-Chemical (5)	Exotic remove (5)	Corridor (4)
Air quality regulation	24 (97)	Heat reduction system (14)	Green Spaces (13)	Vegetation diversity (10)	Eco-friendly materials (8)	Size regulation (7)
Maintenance of genetic diversity	22 (77)	Habitat (19)	Vegetation diversity (14)	Protection scheme (13)	Wetland (6)	Species conservation (4)
Rest area	12 (96)	Open space (20)	rest area (18)	Program Development (16)	Habitat (13)	Park (6)

* 1) Comment : The numbers of total comments, Answer : The numbers of total answers

태계는 더욱 중요하게 보존되어야 하지만 최근 다양한 문제점이 제기되어 생물다양성 및 생태계서비스의 보전, 개선 등에 대한 연구가 필요한 실정이다. 농업경관 중 시설원에 단지는 불투수 면적 확장으로 지하수함양 기능이 낮아지고 생물다양성 등 생태계 서비스 기능이 저해되는 시설로 평가될 수 있으므로 친환경, 생태적인 시설원예단지 조성 방안을 알아보하고자 하였다.

농촌지역 시설원예단지의 친환경적 조성을 위한 기능향상 방안은 농업경관이 가지는 생태계서비스 기능을 알아보고 2차레 전문가 설문으로 기능 증진방안을 알아보았다. 농업경관의 생태계서비스 기능은 생태계(Ecosystem), 농업(Agriculture), 습지(Wetland) 분야의 선행 연구를 바탕으로 총 19가지 기능을 도출하였다.

도출된 기능에 대해 전문가 124명의 중요도 답변 결과 수자원함양(Groundwater recharge)기능이 4.13으로 가장 높고, 지표수저장(Water storage; 4.05), 양서파충류 서식처(Amphibian & Reptile habitat; 3.96), 수서곤충 서식처(Aquatic insect habitat; 3.92), 홍수조절(Flood control; 3.87), 수질정화(Water purification; 3.86), 조류 서식처(Avian habitat; 3.76), 경관창출(Creating landscape; 3.74), 식생다양성(Vegetation diversity; 3.71), 체험/생태교육(Experience, Education; 3.69), 생물학적 방제(Biological control; 3.48), 어류 서식처(Fishery habitat; 3.42), 기후순화(Climata regulation; 3.30), 포유류 서식처(Mammal habitat; 3.30), 대기정화(Air quality regulation; 3.25), 유전적 다양성 보존(Maintenance of genetic diversity; 3.25), 휴식제공(Rest area; 3.14) 순으로 분석되었다. 생물학 전문가는 양서파충류 서식처를 공학 전문가는 지하수 저장 및 지표수 저장을 중요하게 거론 한 것과 같이 전문 분야에 따라 의견 차이가 있는 만큼 추후 생태, 환경, 문화 분야가 모두 고려된 계획을 제시하였다.

중요도 평가에서 삭제된 2가지 기능을 제외한 17개 기능에 대한 향상 방안으로는 저류지(Detention Pond) 조성, 습지조성(Wetland), 녹지 공간 확보(Green space), 생태통로 등 이동 공간 확보(Corridor), 농약사용 제한(Non-Chemical), 체험프로그램 개발(Program development), 공간 확보(Green spaces), 빗물저장시설 설치(Rainwater storage facilities), 시설재배에 있어 용수순환 시스템개발(Water cycle system), 지표수 저장 시설 개발(Surface water storage facilities), 침투트렌치(Infiltration trench), 수질정화시설(Water purification facilities), 투수포장(Permeable pavement) 등의 의견이 취합되었다. 취합된 의견을 기초로 작물생산과 더불어 생태, 환경, 공학, 건축 등 다양한 전문가와 농민, 관 등의 협의를 통한 지속 가능한 계획 및 설계의 필요성을 제시하였다.

본 연구에는 생태계서비스 기능이 점차 상실되고 있는 농업경관에서 친환경, 생태적인 시설원예단지의 조성 및 개선을 제시하고자 전문가를 대상으로 한 설문조사를 수행하였다. 설문 조사의 결과로 다양한 전문가들이 농업경관의 문제점을 인식하고 있다는 것을 확인할 수 있었다. 본 연구를 기초로 후속 연구에서는 경관, 생물다양성, 환경적으로 기능을 향상시킬 수 있는 시설원예단지 조성, 설계방안을 제시하고자 한다. 지속적인 연구를 통해 다양한 환경적 기능을 제고시킬 수 있는 공학적 기술요소 개발의 기초자료 구축에 기여할 것으로 판단된다.

이러한 결과는 시설원예에 있어 농업경관이 가지는 중요한 환경, 생태 분야의 생태계서비스 기능을 제고시키고, 친환경 및 생태적인 단지 조성을 통한 지속가능한 농업발전에 이바지 할 것이다.

연구는 2014년도 농촌진흥청 국립농업과학원 연구개발사업(과제번호: PJ010957)의 지원에 의해 이루어진 것임.

References

1. Alison G. Power (2010) Ecosystem services and agriculture: tradeoffs and synergies. *Phil. Trans. R. Soc. B* pp. 2959-2971.
2. Choi, K.J. (2005) Eco-friendly horticulture Status, Korea. *Proceedings of the Korean Society for Bio-Environment Control Conference, Oct.(01) : 65-84.*
3. Costanza, R., D'Arge, R., Groot, R. S., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., and van den Belt, M (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital, *Nature* 387 : 253-260.
4. Daily, G. C. (1999) Developing a scientific basis for managing Earth's life support systems, *Conservation Ecology* 3(2) : 14.
5. De Groot, R. S., Alkemade, R., Braat, L., Hein, L., and Willemsen, L (2010) Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making,

- Ecological Complexity 7 : 260-272.
6. Han, MS, Bang, HS, Kim, MH, Kang, KK, Jung, MP and Lee, DB., 2010. Distribution Characteristics of Water Scavenger Beetles (Hydrophilidae) in Korean Paddy Field. Korean J. Environment Agricultural, 29(4) : 427~433.
 7. Heo, J., Moon, SC and Song, MR. A Study on the Problem of Rural Solid Waste in Korea. ECO, 1 : 92-121.
 8. Kim, SS, Oh, SI (2003) Valuation of The Multifunctionality of Agriculture, J. of Korea rural economic institute, 26(2) [Korean Literature]
 9. Kong, KS, Lee, CL, Lee, MH (2013) Evaluating Multifunctionality of Rice-Farming as regards Climate Change. J. of Korean Agricultural Management and Policy, 40(2), pp. 352-380. [Korean Literature]
 10. Kong, MJ. (2013) Value assessment of the paddy field by cultivation methods according to wetland function assessment system. Graduate School of Dongkook University. Master's thesis [Korean Literature].
 11. Lee, MS (2013). Development and Application of Assessment Model for Urban Green Ecosystem Services : Focusing on Urban Cemeteries in Seoul. Graduate School of Dongkook University. Doctorate thesis [Korean Literature].
 12. Millennium Ecosystems Assessment (2005) Ecosystems and Human Well-being : Multiscale Assessment, Millennium Ecosystem Assessment Series, 4, Washington, DC(Island Press).
 13. Ministry of Agricultural Food and Rural Affairs(KRFRA). 2014. 2013 Greenhouse Status and Vegetable Production Performance.
 14. National Institute of Horticultural & Herbal Science(NIHHS). 2011. Development of water and fertilizer management model for sustainable agriculture horticulture.
 15. Odum, E.P., (1959). Fundamentals of ecology, Philadelphia: W.B. Saunders Company, pp. 546.
 16. Ramsar Convention Secretariat. (2014) Ramsar Convention Manual.
 17. Rhee, SY, Shin, YK (2003) Articles : Multi-functionality development of Rice Terrace by Local Residents Participation. Korean Journal of Agricultural Management and Policy, 30(4), pp. 688-700. [Korean Literature]
 18. Seo, HD. 2013. White Revolution of Agriculture in Korea : The Achievement of Year-round Production and Distribution of Horticultural Crops by the Expansion of Greenhouse Cultivation. Korean journal of horticultural science & technology, 31(Special Issue 1), 38.
 19. Son, JK (2014) The Functional Selection for the Assessment of Ecosystem Service at Pond Wetland in Agricultural Landscape. Dongkook University. Doctorate thesis.
 20. Son, JG, Kim, NC and Kang, BH, 2010. The Type Classification and Function Assessment at Small Palustrine Wetland in Rural Area. The Korea Society Environmental Restoration Technology 13(6) : 117-131.
 21. Son, JK, Shin, MJ, Shin, JH, Kang, DH, Kang, BH. (2014) The Functional Selection for the Assessment of Ecosystem Service at Pond Wetland in Agricultural Landscape. J. of Korean Wetlands Society, 16(4), pp. 319-325. [Korean Literature]
 22. TEEB (2010). The economics of ecosystems and Biodiversity: A synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB, Progress Press, Malta.
 23. Vihervaara, P., Raunkiaer, M., and Walls, M. (2010). Trends in ecosystem service research : early steps and current drivers, Ambio, 39(4) pp. 314-324.
 24. Wang, YL., Fan, P., Kim, DB. and So KS (2009) A Study on the Problems and Countermeasures of Environmental Pollution Caused by China's Rural Development : Enlightened from the Semaul movement in Korea. The Korean Journal of Local Government & Administration Studies, 23(1) 159-178.

-
- Received 27 October 2015
 - First Revised 18 November 2015
 - Finally Revised 2 December 2015
 - Accepted 2 December 2015