

농경지 양분수지 개선에 대한 소비자 지불의사 분석*

조우영** · 이슬비*** · 박혜진**** · 김길원***** · 김태영*****

An Analysis of Consumer's Willingness to Pay for the Improvement of Agricultural Land's Nutrition Balance

Jo, Woo-Young · Lee, Seul-Bi · Park, Hye-Jin · Kim, Gil-Won · Kim, Tae-Young

Korea has become the highest nitrogen balance (228 kg/ha) among 34 OECD member countries, and has the stigma of being a 'Nutrient overload country' as of 2019. Accordingly, research on the derivation and utilization of nutrient balance indicators and the 'regional nutrient management system' are being promoted to improve Korea's nutrient balance. It is necessary to support these policies and studies, form a public consensus on improving the nutrient balance, and evaluate the function of the public benefit. This paper aims to estimate the public benefit value of improving the nutrient balance based on an analysis of consumers' willingness to pay and recognition of Korea's nutrient excess for 600 consumers nationwide. As results, 21.2% of the respondents said they were aware of excessive nutrients in Korea, and 76.7% of the respondents said they were aware of the need for nutrient management. The average amount of intention to pay for the improvement of three pollution (soil, water quality, and air) that can occur due to a nutrient overload was ₩2,321.1 for soil pollution improvement, ₩2,391.2 for water pollution improvement, and ₩2,377.9 for air pollution improvement. The average willingness to pay for the three pollution reduction was ₩6,002.3. These results are expected to be used to form a public consensus on the balance of payments and to establish measures to enhance public interest values in the future.

Key words : *contingent valuation method (CVM), heckman selection model, nutrient balance, valuation of public benefit function, willingness to pay (WTP)*

* 본 논문은 농촌진흥청 공동연구사업(과제번호: PJ015645)의 지원에 의해 이루어진 것임.

** 경상국립대학교 농업경제학과 석사과정

*** 국립농업과학원 기획조정과 농업연구사

**** 국립농업과학원 농업환경부 토양비료과 농업연구사

***** 경상국립대학교 농생명공학글로벌인재교육연구단 선임연구원

***** Corresponding author, 경상국립대학교 식품자원경제학과 부교수, 농업생명과학연구원 책임연구원 (taeyoung.kim@gnu.ac.kr)

I. 서 론

농업에서 양질의 농작물을 키우기 위해, 양분¹⁾의 투입이 필수적이다. 작물의 생장에 요구되는 양분의 종류는 매우 다양하나, 대표적인 성분으로는 질소, 인산, 칼리가 있으며, 화학비료와 가축분뇨 퇴·액비의 형태로 투입된다. 적절한 양분투입은 작물이 성장하는 것에 도움이 될 수 있으나, 과도한 양분투입은 작물생육이나 농경지 주변 환경에 오히려 부정적인 영향을 미칠 수 있다. Han 등(2005)은 비료를 통해 투입된 토양유기물은 지하수 및 지표수로 용탈²⁾되는 경우 수질을 악화할 수 있으며, 이산화탄소(CO₂), 메탄(CH₄), 아산화질소(N₂O)의 형성을 통해 온실가스의 발생 원인이 된다고 했다. 농경지 주변의 환경을 보호하기 위해서, 비료 투입량의 조절은 필수적이다. 하지만, 축산분야의 대규모화로 인한 가축분뇨의 대량 발생 및 생산성 증대를 위한 ‘고투입-고산출’과 같은 집약적 농업의 추진으로, 농경지에 필요 이상의 양분을 투입함으로써 양분과잉이 심각한 상황이다.

OECD 양분수지(Nutrient balance)³⁾ 지표에 따르면, 한국의 질소 수지(Nitrate balance)는 1985년 152.7 kg/ha에서 2019년 기준 227.6 kg/ha로 늘어났다. 인수지(Phosphate balance)의 경우, 1985년 29.8 kg/ha에서 2019년 44.3 kg/ha로 결국, OECD 회원국 가운데 가장 높은 수준의 질소·인수지 국가가 되어 ‘양분 과다사용국’이라는 오명을 가지게 되었다(OECD, 2022). 양분수지는 환경압력에 대한 정보를 제공하며, 양분 부족은 토양 비옥도가 낮음을, 양분과잉은 토양·물·대기가 오염될 위험이 있음을 의미한다. 따라서 앞으로 한국 농경지의 환경보호를 위해 양분관리가 시급한 상황이다.

그동안 한국은 양분수지 개선 노력으로 OECD 양분수지 지표의 활용방안, 양분수지 지표 개발 및 양분관리 방안 연구를 진행해 왔다. 2004년 9월 농림부와 환경부가 합동하여 환경부 차관을 단장으로 「축산분뇨 관리·이용대책 추진기획단」을 설치하고 당해 9월까지 자문회의, 지자체 현지 조사, 분야별 실무자 회의, 양돈관계자들과의 회의 등을 거쳐 11월 양부처 합동으로 ‘축산분뇨 관리·이용종합대책’을 확정 발표했다. 이를 근거로 2007년부터 전국 농경지를 모니터링하여 지역별 농경지의 양분함량과 작물의 비료요구량을 평가하고, 그 결과를 토대로 농경지에 살포되는 양분총량을 제한하는 ‘양분총량제’ 도입을 검토하였다. 하지만 여러 이해관계자의 상충으로 실제 도입에 이르지 못하는 못했으며, 이후 환경부에서

1) 식물의 필수원소 중 탄소, 산소, 수소를 제외한 13종(N, P, Ca, Mg, Fe, S, Mn, Zn, Cu, B, Mo, Cl) 원소를 무기원소라고 하며, 무기염의 형태로 뿌리에서 흡수되며, 무기양분이 뿌리에 흡수되어 식물 체내를 이동, 집적, 재이동할 때는 관습상 간단히 양분이라고 부름.

2) 토양 속을 유동하는 물이 토양의 가용성 성분을 용해하여 운반·제거하는 일, 또는 그런 현상. 토양의 구성 요소나 사용한 비료 성분 따위가 물의 하강 운동에 의해 하층으로 이동하는 것.

3) 양분수지(Nutrient balance)는 농업 시스템에 유입되는 양분 투입량(Inputs, 주로 가축분뇨 및 비료)과 시스템에서 배출되는 양분 산출량(Outputs, 작물 및 목초 생산을 위한 양분의 흡수량)의 차이로 정의됨(OECD, 2022).

2019년부터 지역단위 양분관리 시범사업을 추진하여, 2021년에 ‘지역단위 양분관리 우수사례’를 발간하였으며, 2020년 말 대통령 직속 농어업·농어촌특별위원회에서도 토양양분관리제 도입을 의결하는 등 양분수지 개선을 위한 제도 도입과 양분투입량을 조절하고자 노력하고 있다. 그러나 이러한 양분관리의 필요성과 지역단위 양분관리제 도입을 위한 각계의 노력에도 불구하고, 당초 2021년 도입을 목표로 했던 지역단위 양분관리제는 여전히 시범 시범사업 단계에 머물러 있는 실정이다.

양분수지 개선과 양분관리제 도입이 실현되기 위해서는 예산 투입이 필수적이며, 예산 투입에 대한 정당성 확보와 적정 예산 산정을 위해서는 양분수지 개선에 대한 가치평가가 필요하다. 또한, 예산 투입에 대한 국민적 공감대 형성을 위해 소비자에게 양분과잉의 문제점과 양분수지의 개념, 양분수지 개선의 공익적 기능을 알리고, 소비자의 인식과 지불의사 분석도 필요하다.

농업환경개선에 따른 공익적 기능 및 가치평가에 대한 기존 선행연구를 살펴본 결과, 우선 Jeong 등(2015)은 친환경농업의 환경보전 기능 중 토양·물, 생물다양성에 대해 가치평가를 진행했다. Son 등(2009)은 토양오염과 지하수의 유산가치를 분석했으며, Son 등(2014)은 토양오염 방지에 대한 사회적 편익을 산출했다. Kong 등(2008), Shin (1997)은 안양천과 한강의 수질개선에 대한 가치평가를 진행했으며, Yoo와 Lee (2010)는 지하수 오염개선에 대한 지불의사를 분석하였으며, Hong과 Kim (1996)과 Kwon과 Seo (2010)는 대기질 개선에 대한 경제적 가치를 분석하였다. 기존 연구의 검토 결과, 토양·수질·대기 개선의 가치평가에 대한 연구사례는 다수 발견되나, 그 분석 대상이 농경지가 아닌 도시지역이거나 하천을 대상으로 하는 경우가 대부분이며, 농경지를 대상으로 한 양분수지 개선의 공익적 기능에 대한 소비자의 인식과 그 가치를 추정하는 연구는 매우 부족한 실정이다. 유일하게 Han 등(2022)은 메타분석을 활용하여 양분수지 개선의 공익적 가치를 추정하였으나, 이는 농경지가 아닌 다른 분석 대상에서 추산된 토양·수질·대기 개선의 가치를 농경지 양분수지 개선 가치로 환산하여 분석한 연구로서, 직접적으로 농경지를 대상으로 양분수지 개선의 가치를 평가하지 않았다는 한계가 있다.

따라서, 본 논문의 목적은 양분수지에 대한 국내 소비자의 인식을 조사하고, 공익적 기능에 대한 정의를 바탕으로, 양분수지 개선에 대한 소비자 지불의사조사를 바탕으로 공익적 가치를 산정하는 데 있다. 특히, 이전 연구에서 논의가 적었던 양분수지 개선의 공익적 가치를 토지·수질·대기로 나누어 가치를 산정함과 동시에, 세 가지 개별 기능의 가치 합산에 따른 과대평가 문제를 해소하는 종합 가치의 산정도 시도하였다. 끝으로, 응답자의 지불의사금액에 대한 양분수지 개선 기대치를 통해, 지불의사금액으로 양분수지가 현재보다 얼마나 개선하기를 원하는지를 알아보려고 하였다.

본 논문은 현재, 한국의 양분수지에 대한 인식과 양분수지 개선에 대한 국민적 기대치, 양분수지 개선의 공익적 가치를 제시함으로써 정부의 양분관리 정책추진 필요성의 근거가

될 기초자료를 제공하고자 한다.

본 논문의 구성은, 제2장에서는 양분수지 개선의 공익적 기능 분류 및 지불의사 조사에 대한 개요를 설명했다. 제3장은 분석모형에 대한 설명을, 제4장에서는 분석결과를, 마지막 제5장에서 요약 및 결론을 작성했다.

Ⅱ. 양분수지 개선의 공익적 기능 분류 및 지불의사 조사개요

1. 양분수지 개선의 공익적 기능 분류

양분수지의 개념 및 지표연구는 다양하나, 개선의 공익적 기능에 대해 아직 정확한 규정과 논의가 부족한 상황이다. 본 논문의 목적은 양분수지 개선의 공익적 가치를 추정하는 것이다. 이를 위해, 전문가 토의 및 양분수지 개선의 공익적 기능에 대해 정의한 논문을 살펴보았다. Han 등(2022)은 양분수지 개선의 공익적 기능에 대해 정의했다. 토양·수질·대기 오염의 개선은 양분수지 개선의 결과로 간주하였으며, 이를 통해 생물의 다양성 기능을 성과로 분류했다. 양분과잉 상태는 작물이 흡수하고 남은 잔여물이 토양에 집적되고 주변 수계⁴⁾에 유입되어 부영양화⁵⁾를 발생시키며, 이때 발생하게 되는 N_2O 는 온실가스로 작용하게 된다. 하지만, 양분수지를 개선했을 경우 위의 상황을 방지하거나, 개선할 수 있다. Yang 등(2020)은 양분관리를 통하여, 농경지의 토양에서 질소의 농도저감을 확인할 수 있었으며, 질소농도의 감소는 작물의 사용량뿐 아니라 토양에 축적되거나(토양오염), 지하수 및 지표수로 유출되는 것이 포함되어 수질개선의 효과를 예상했다. 이는 양분수지를 개선하게 된다면, 토기·수질·대기오염 감소로 이어지게 된다(Fig. 1). 따라서, 본 논문에서 양분수지 개선의 공익적 기능은 토양보전 및 정화, 수질정화, 대기질 개선으로 정의하여 가치평가를 했다.

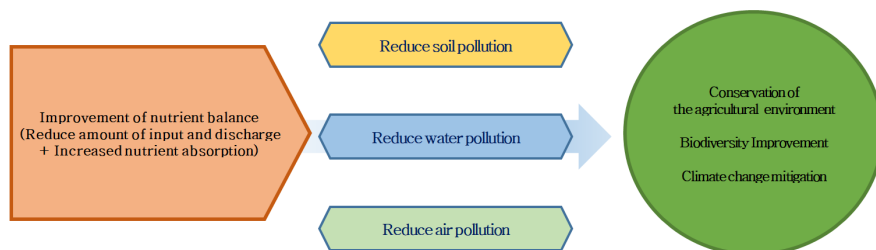


Fig. 1. The public function of improving the nutrient balance.

4) 지표의 물이 점차로 모여서 같은 물줄기를 이루는 계통.

5) 인이나 질소 따위를 함유하는 더러운 물이 호수나 강, 연안 따위에 흘러들어, 이것을 양분 삼아 플랑크톤이 비정상적으로 번식하여 수질이 오염되는 일.

2. 설문조사 개요

본 조사는 양분수지 개선의 공익적 가치에 대한 설문조사를 진행했다. 조사는 2021년 10월부터 11월까지 ‘토양 양분관리와 공익가치에 대한 소비자 인식 조사’를 제목으로, (주)글로벌리서치를 통해 인터넷 설문을 진행했다. 설문조사는 전국에 거주하고 있는 600명이 응답했다. 전체 응답자 중 성실하게 응답한 599개의 응답자의 인구 통계적 특성은 Table 1과 같

Table 1. Demographic characteristics

(Unit: persons, %)

Variables		Frequency	Ratio
Total		599	100.0
Gender	Male	307	51.3
	Female	292	48.7
Age	20	133	22.3
	30	133	22.2
	40	161	26.8
	50	172	28.7
Education	Middle School	5	0.8
	High School	90	15.0
	University	437	73.0
	Master	67	11.2
Income	Under 100 million won	24	4.0
	100 ~ 200 million won	28	4.7
	200 ~ 300 million won	77	12.8
	300 ~ 400 million won	106	17.7
	400 ~ 500 million won	95	15.8
	500 ~ 600 million won	89	14.8
	600 ~ 700 million won	57	9.3
	700 ~ 800 million won	39	6.5
	Over 800 million won	86	14.3
Job	Housewife	62	10.3
	Student	28	4.7
	Blue-collar worker	86	14.3
	White-collar worker	365	61.0
	Unemployed / etc.	58	9.7

다. 남성이 307명으로 51.3%, 여성이 292명으로 48.7%의 비율을 보였다. 연령대별로, 20대, 30대가 각각 22.3%, 22.2%로 나타났으며, 40대는 26.8%, 50대는 28.7%를 차지했다.

조사 과정에서 ‘양분’과 ‘양분과잉’, ‘양분관리’에 대한 정의에 대해 글로 설명한 뒤, 양분 관리의 필요성과 양분관리제에 대한 설명을 환경부의 카드 뉴스를 활용하여, 한국의 질소 수지는 1위, 인 수지는 2위로 조사되었다는 것을 알렸다. 높은 양분수지는 농경지 등에 과잉 투입된 양분이 토양환경, 수질환경, 대기환경 등에 위해를 끼칠 가능성이 높다는 것을 의미하며, 환경오염 개선을 위해서는 양분관리가 필요하다는 것을 설명하였다. 이후, 양분, 양분관리, 양분수지에 대한 인식을 조사하고, 양분수지를 개선하게 된다면, 토양·수질·대기오염이 감소하여, 농업 환경보전과 생물다양성 등 사회가 요구하는 공익이 창출되며, 양분투입량의 조절로 인해 농가의 생산량에 대한 잠재적인 우려가 있으며, 추가적 노력이 들어간다는 것을 그림을 통해 설명했다. 이를 바탕으로 응답자에게 양분투입 감소에 대한 편익 증대와 농업생산량 유지 중 어느 것이 더 중요하게 생각하는지, 공익창출의 보상 필요 유무 및 보상 정도에 대해 질문하였다.

3. 지불수단 및 제시금액

본 조사에서는 가상적 편익을 제거하기 위해 다음 세 가지를 고려하여 선정했다. 첫째, 소비자가 가장 거부감 없이 지불의사를 표현할 수 있는가, 둘째, 응답자가 지불의사를 결정하는 과정을 단순화할 수 있는가, 셋째, 응답자의 일상과 밀접한 지불수단인가이다. 이를 통해, 응답자가 진정한 가치를 밝히며, 가상의 시장을 현실적으로 인지할 수 있도록, 마지막으로 가상편익을 해결하기 위한 방법을 선정하고자 했다. 선행연구와 같이 세금, 기부금 형식의 지불수단이 많이 활용되어왔다. CVM분석지침개선(2014)과 Hong 등(2011)에 따르면 중립성과 접근이 쉬운 방법이 세금이지만, 응답자가 추가세금을 내야 한다는 것에 거부반응을 보일 가능성이 있다. 따라서, 응답자들이 최대한 일상적인 환경에서 거부감 없는 응답과 가상편익을 줄이기 위해 직접 가상의 상품을 구매하는 방식을 채택했다.

양분수지 개선을 통해 기존 오염감소에 기여하며, 일반 마트에서 구매할 수 있는 제품들과 같은 가상의 유형 상품(토양오염 감소상품, 수질오염 감소상품, 대기오염 감소상품)을 각각 1년에 한 번씩 구매할 수 있다고 가정했다. 제품을 구매할 때 세 가지의 환경개선에

6) 양분수지 개선에 따른 환경개선 효과나 생산량 변화의 구체적인 근거는 현재 실험연구를 진행하고 있는 단계임. 양분수지를 개선한다는 것은 농작물의 양분흡수량에 비해 과잉투입되는 양분의 투입량을 줄이는 의미이므로, 농가의 생산량에 미치는 영향은 미미할 것이라는 것이 연구진의 시각임. 그럼에도 불구하고 농업인들은 관행적인 양분투입량을 감소시킬 경우, 생산량이 감소할 것이라는 막연한 두려움이 있음. 따라서, 양분투입량 감소에 따른 생산량 영향은 잠재적인 우려가 있다는 수준에서 소비자에게 알리고 설문조사를 진행함.

기여가 가능하다고 가정했다.

세 가지의 개별상품에 대한 지불의사를 지불카드법으로 질문을 하고 이후, 종합개선 상품(토양·수질·대기오염 감소상품)으로 다시 질문했다. 각각의 환경개선 효과는 서로 양의 상관관계를 가지고 있기 때문에, 개별 공익적 가치를 단순히 합산할 경우, 과대평가 될 수 있는 우려가 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 세 가지 개별 공익적 기능을 하나의 종합 세트 상품으로 구매하게 함으로써 개별 공익기능에 대한 중복 지불로 인한 과대평가가 문제를 해결하고자 했다. ‘양분수지 개선을 통해 각종 오염감소에 기여할 수 있는 세 가지 상품(토양오염 감소상품, 수질오염 감소상품, 대기오염 감소상품)을 각각 1년에 한 번씩 구매할 수 있다고 한다면, 얼마까지 지불할 의향이 있으십니까?’라고 질문했으며, 개별상품의 제시액은 ‘구매하지 않음’을 시작으로 1,000원부터 10,000원까지 1,000원 단위로 11개의 선택지를 제시했다. 개별상품에 대해 구매의사를 표시한 응답자를 대상으로 세 가지 종합개선 상품은 1,000원부터 30,000원까지 1,000원 단위로 30개의 선택지를 제시하였다. 제시액 범위는 제시액 범위는 EVIS에서 제공하는 농경지 대상 공익가치 논문의 선행연구와 Han 등(2022)의 선행연구 결과를 참고하여 지불의사액의 범위를 설정하였다.

4. 조사결과

한국의 양분과잉 인지도 조사결과, ‘그렇지 않다’가 35.8%, ‘전혀 그렇지 않다’가 18.2%로 응답자의 54%가 한국이 양분과잉 상태임을 인지하지 못한 것으로 나타났다. 반면, 양분과잉투입에 따른 환경오염 인지도는 총응답자의 46.7%가 양분 과잉투입에 대한 환경오염 발생에 대해 인지하고 있었으며, 26.8%는 양분투입에 대한 환경오염 발생에 대해 인지하지 못하고 있는 것으로 나타났다. 농업 활동에서 양분관리의 필요성 공감 정도 조사 결과, 76.7%의 사람들이 ‘그렇다’(그렇다+ 매우 그렇다)라고 응답하여 농업 활동에서 양분관리는 필요한 것으로 인지하고 있다(Table 2).

Table 2. Awareness of nutrient excess

(Unit: %)

Variables	Strongly disagree	Disagree	Neutral	Agree	Strongly agree
Awareness of nutrient excess in Korea	18.2	35.8	24.8	18.2	3.0
Awareness of environmental pollution caused by excessive use of nutrients	6.8	20.0	26.5	40.7	6.0
Degree of consensus on the need for nutrient management	0.5	2.0	20.8	55.2	21.5

‘양분투입 감소에 의한 편익 증대’와 적정 ‘농업생산량을 유지’ 중 무엇이 더 중요한지 조사한 결과 57.2%는 공익창출이 더 중요하다고 응답했으며, 11%는 생산량 유지, 31.8%는 균형을 이루어야 한다고 응답하여, 현재의 생산량을 유지하는 것보다 양분투입 감소에 의한 편익 증대가 더 중요하다고 응답하였다(Fig. 2). 양분수지가 개선된다는 것은 과잉투입된 양분을 줄이는 의도이기 때문에 소비자들이 양분투입 감소에 따른 생산량 감소에 대한 우려보다는 환경개선을 통한 공익창출을 더 높이 평가한 것으로 볼 수 있다.

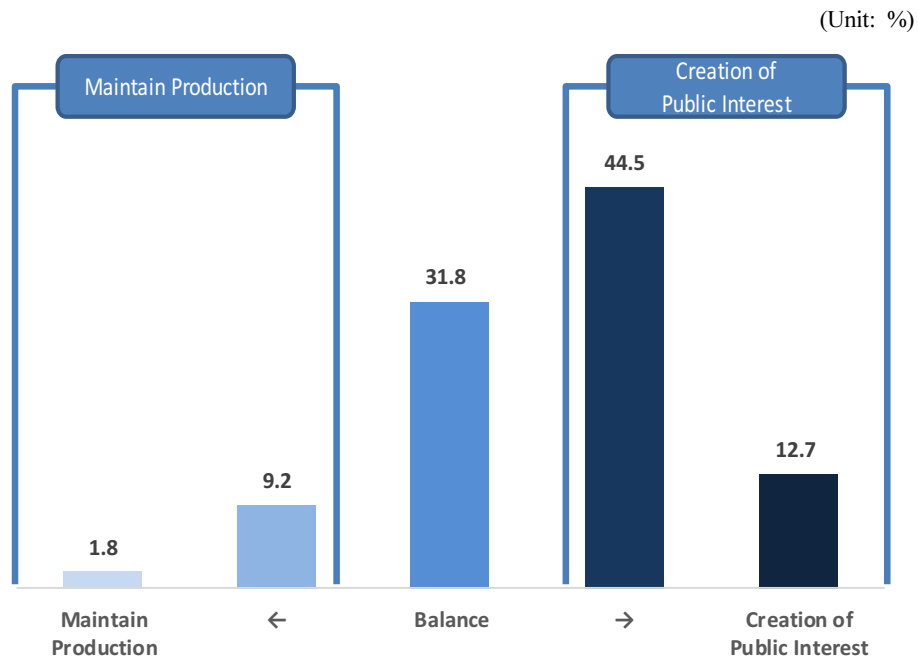


Fig. 2. Increasing benefits by reducing nutrient input vs. Maintaining optimal agricultural production.

농업인의 양분수지 개선을 통해 얻는 ‘공익창출에 대한 경제적 보상 필요 유무 및 정도’에 대해 응답자의 68.5%가 ‘공익창출에 대한 경제적 보상이 필요’라고 응답했다(Fig. 3-a). 이 중 ‘환경개선만큼 보상’은 69.8%, ‘생산량 감소분만큼 보상’이 26.2%로 응답했다(Fig. 3-b).

토양·수질·대기오염을 양분수지 개선을 통해 각종 오염감소에 기여 가능한 세 가지 상품을 구매하겠다는 응답자는 전체 응답자 중 64%였다. 지불을 거부한 이유로 전체의 13.0%의 응답자가 ‘본인이 지불할 필요가 없다’, 9.0%는 ‘경제적 부담이 크다’로 응답했다. 이외에 19.4%는 ‘기존 예산으로 문제를 해결해야 한다’고 응답했다(Table 3).

양분수지 개선 상황에 대한 객관적 자료가 부족한 상황에서 개선에 대한 효과를 추정하기 위해, 지불의사를 밝힌 응답자를 대상으로 본인의 지불의사금액이 양분수지가 지불하기

(Unit: %)

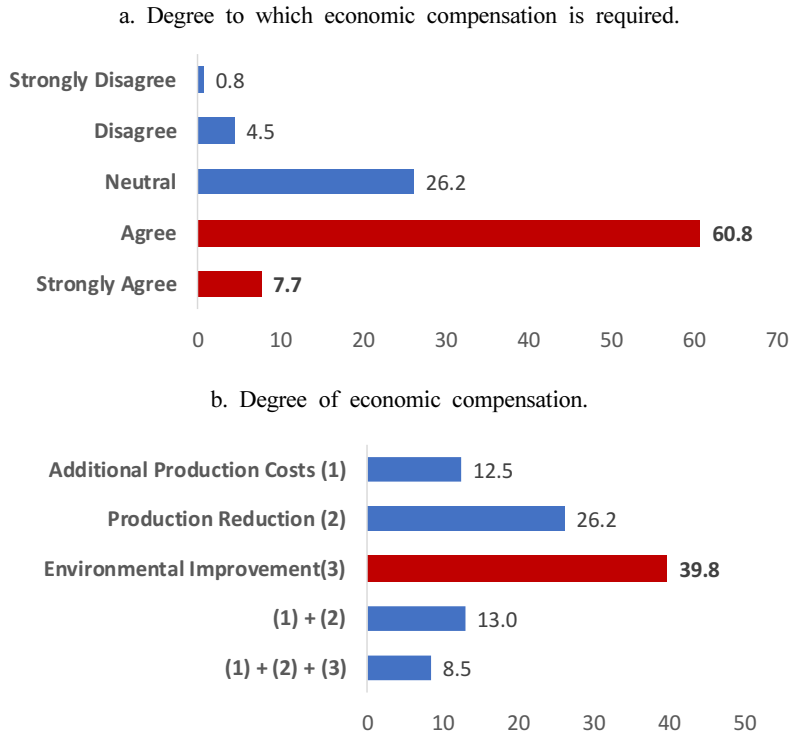


Fig. 3. Economic compensation needs and degree of compensation.

Table 3. Intention to purchase nutrient balance improvement products

(Unit: %)

Variables		Ratio
Yes		64.0
No	I don't need to pay	13.0
	The financial burden is too high	9.0
	Need to be addressed with existing budget	7.0
	Must be paid by farmers themselves	4.0
	Payment must be made somewhere other than the nutrient balance	2.0
	Failure to sympathize with the need for nutrient management	1.0
	Total	36.0

이전보다 얼마나 개선되기를 기대하는지를 물어봤다. ‘개선 기대치’를 조사한 결과, 평균 ‘개선 기대치’는 50.3%로 나타났으며, 응답자의 이전보다 양분수지가 40~60% 정도 개선은

32.3%로 나타났으며, 20~40% 개선이 25%로 나타났다. 이는 응답자의 지불의사금액이 양분수지가 이전보다 약 50% 정도 개선되는 것을 기대하며 지불했다는 것을 의미한다(Table 4).

Table 4. Expectations of improvement in payments

(Unit: %)

Variables	Less than 20%	Less than 20% to 40%	Less than 40 to 60%	Less than 60 to 80%	More than 80%	Average
Expectations of improvement in payments	6.8	25	32.3	22.9	13.0	50.3

Ⅲ. 분석모형

양분수지 개선의 공익적 가치를 추정하기 위해 2단계 Heckman 모형을 활용했다. 2단계 Heckman 모형의 활용은 응답자의 양분수지 개선상품 구매 결정에 미치는 요인과 구매 결정 이후, 지불의사금액을 결정하는 과정이 서로 상이하다는 가정에 근거하고 있다. 1단계 양분수지 개선상품에 대한 구매 결정 요인 분석과 2단계 지불의사금액에 영향을 미치는 요인으로 분리하여 분석했다.

2단계에서 지불의사금액 분석은 1단계에서 양분수지 개선상품에 대해 지불의사를 표시한 응답자만을 대상으로 진행하게 된다. 다양한 종속변수의 값을 0으로 관측되었을 때, 이 값을 무응답으로 처리할 것이 아닌, 응답자의 지불의사가 반영된 의사결정의 결과이다. 또한, 0인 관측치를 검열시켜 분석에 제외할 것이 아닌, 지불행동에 대한 의사표명의 결과로 판단해야 한다. 만약 분석에서 제외된 지불하지 않겠다고 응답한 응답자의 속성을 반영하지 않는다면, 반영 못함으로 인한 표본선택편의(sample selection bias) 문제가 발생할 수 있다. 그런데 2단계 Heckman 모형은 위와 같은 문제를 해결할 수 있는 장점이 있다.

지불의사금액의 잠재변수는 양분수지 개선상품에 대한 지불의사를 나타내는 잠재변수와 지불의사금액을 결정하는 잠재변수로 분리할 수 있으며, 이는 다음 식과 같이 표현된다.

$$w_l^* = x_{1l}B_1 + u_{1l} \quad (1)$$

$$y_l^* = x_{2l}B_2 + u_{2l} \quad (2)$$

$$y_l = \begin{cases} y_i^* & \text{if, } w_l^* > 0 \\ 0 & \text{if, } w_l^* \leq 0 \end{cases} \quad (3)$$

여기서 x_{1l} 과 x_{2i} 는 각각 설명변수의 벡터를 의미하며, y_i^* 는 지불의사금액을 의미하며, w_i^* 는 지불의사를 의미한다. y_i^* 는 w_i^* 의 값이 양(+)인 경우에 관측되며, 음(-)의 경우 관측되지 않는다. 본 논문에서 x_{1l} 과 x_{2i} 에 활용한 공통 변수로는 응답자의 특성, 세금 부담의 찬반, 응답자의 소비 특성, 양분수지에 대한 인지도, 농업 관련 특성이 있다. 하지만, x_{1l} 에는 지불판단 영향변수인 생산량과 공익창출 중 어떤 것이 더 중요한지, 공익창출에 의한 경제적 보상의 필요성에 대한 변수를 추가했으며, 지불의사금액을 묻는 식 (2)의 x_{2i} 에는 농식품 구매 시 중요한 고려요인과 양분관리 필요에 대한 공감 정도, 지불의사금액으로 인한 양분수지 개선 기대치를 추가했다.

본 모형은 특정 행동을 발생시킴에 있어, 2단계의 의사결정이 필요한 사례분석 방법으로 유용하게 이용하고 있다. Lee 등(2003)은 농촌의 다원적 기능에 대한 가치평가를 진행하는데, 있어 기금의 지불의사금액에 2단계 Heckman 모형을 적용하여, 1단계에서는 기금에 대해 지불 할 것인지를 판단하는 것과 2단계에서는 지불의사금액을 판단하는 것을 나누어 분석을 진행했다.

따라서 본 논문에서 사용한 모형은 1단계에서 양분수지 개선상품(토양·수질·대기·종합)에 대해 지불할 것인지를 판단하고, 2단계에서는 이에 대한 지불의사금액을 판단하는 것으로 설정했다.

1단계는 식 (1)에 해당하며, w_i^* 가 양(+)인 경우 지불하고 음(-)인 경우 지불하지 않는다. 따라서 식 (1)은 지불의사에 대한 이항선택모형이 될 수 있다. 두 번째 판단을 결합하게 되면 식 (3)과 같이 $w_l^* > 0$ 이 되며 이는 지불의사가 있다는 응답자만 지불의사금액 y_i^* 를 관측할 수 있다.

본 모형에서는 지불의사여부와 지불의사금액에 대한 판단은 독립적으로 이루어지지 않는다. 따라서 지불의사가 있는 응답자의 지불의사금액은 언제나 0보다 크게 나타나는데, 이는 식 (1)의 오차항 u_{1i} 와 식 (2)의 u_{2i} 은 서로 상호 간에 상관되어 있다고 가정된다. 이들의 평균은 0, 분산이 σ_1^2 , σ_2^2 공분산 σ_{12} 의 2차원 정규분포를 따른다고 가정했을 경우, $w_i^* = 1$ 이 된다. 결국, $y_i > 0$ 인 응답자의 조건부기대치 $E(y_l | w_i^* = 1)$ 는 다음 식 (4)와 같다.

$$E(y_l | w_i^* = 1) = x_{2l}\beta_2 + \sigma_{12}\lambda(x_{1i}\beta_1) \tag{4}$$

$$\lambda(z) = \phi(z)/\Phi(z) \tag{5}$$

여기서 $\lambda(z)$ 는 정의 값을 가지게 되는 z 의 단조감소함수이며, 또한 $\lambda(-\infty) = \infty$ 이며, $\lambda(\infty) = 0$ 이 된다. 만약 지불의지가 클수록 지불의사금액이 크다고 가정하면, 식 (4)에서 $\sigma_{12} > 0$ 이 되며 $E(y_l | w_i^* = 1)$ 는 $x_{2l}\beta_2$ 보다 크다. 이에 따라 $y_l > 0$ 인 응답자는 식 (6)과 같다.

$$y_l = x_{2i}\beta_2 + \sigma_{12}\lambda(x_{1i}\beta_1) + \varepsilon_1 \quad (6)$$

$$E(\varepsilon_i \mid y_l > 0) = 0 \quad (7)$$

2단계 추정법은 식 (6)의 관계를 활용하여, β_2 를 추정하는 방법이다. 식 (1)은 w_l^* 가 1(지불의사 있음) 또는 0(지불의사 없음)을 결정하는 이항선택의 모형이다. 이는 이항선택모형 추정에 이용되는 프로빗 최우추정법을 이용해서 식 (1)의 β_1 을 예상한다. 이후, 프로빗 최우추정량 $\hat{\beta}_1$ 을 활용하여 $\lambda(x_{1i}\beta_1)$ 의 추정량 $\lambda(x_{1i}\hat{\beta}_1)$ 를 구하고 λ_1 를 식 (6)에 대입하면 식 (8)로 유도된다. $y_i > 0$ 응답자의 자료만 활용해 $\hat{\beta}_2$ 를 추정하게 된다. 이때의 $\hat{\beta}_2$ 는 일치추정량이 된다.

$$y_l = x_{2i}\beta_2 + \sigma_{12}\lambda_i + \varepsilon_1^* \quad (8)$$

$$\varepsilon_1^* = \varepsilon_1 + \sigma_{12}[\lambda(x_{1i}\beta_1) - \lambda_i] \quad (9)$$

IV. 분석 결과

1. 활용 변수

본 논문에서 사용된 변수는 Table 5와 같다. 1단계 종속변수는 양분수지 개선상품에 대해 지불의향여부이며, 2단계 종속변수는 양분수지 개선상품에 대한 지불의사금액을 이용했다.

독립변수는 응답자의 지불영향판단변수, 응답자의 특성, 세금, 소비 특성, 양분수지에 대한 인지도 및 공감도, 농업 관련 특성, 기대치로 구분하여 선정했다. 지불판단영향변수의 경우 농업의 생산량 유지와 양분투입 감소에 의한 편익 증대 중 무엇이 중요한지와 농업인의 공익창출에 대한 보상의 필요성으로 2가지 변수를 선정했다. 또한, 응답자의 특성과 관련된 변수로, 거주지역, 연령, 학력, 월 소득을 변수로 선정했다. 세금의 경우 공익적 기능에 대한 세금 부담에 대한 찬반을 선정했다. 응답자의 소비 특성 변수로는 친환경적인 소비자, 가성비를 추구하는 소비자, 사회·윤리적 소비를 추구하는 소비자 마지막으로 농식품 구매 시 가장 중요하게 고려하는 요인으로, 농업 관련 특성으로는 응답자의 농업에 대한 관심, 농업에 대한 이미지, 농촌에 1년 이상 거주 경험을 선정했다.

분석에서 활용한 변수 중 기대치는 응답자가 양분수지 개선상품을 구매했을 경우, 현 상황에 비해 본인이 응답한 지불의사금액이 양분수지 개선에 얼마나 도움을 줄 수 있을지에 대한 기대치를 의미한다. 기대치 변수의 경우, 현재 양분수지가 개선 이후 수준 및 결과에

Table 5. Variables used in analysis

Variables		Explanation
WTP (Won)		Soil · Water · Air: 1,000~10,000 / 10 stage Payment card method Mix : 1,000~30,000 / 30 stage Payment card method
Willingness to pay		0: No 1: Yes
Respondent characteristics	Residential area	Seoul, Gyeonggi / Incheon, Daejeon / Sejong / Chungcheong, Gwangju / Jeolla, Daegu / Gyeongbuk, Busan / Ulsan / Gyeongnam, Gangwon / Jeju
	Age	Age
	Education	0~3: Middle, High, College, Master
	Income (million won)	0~2: 300, 300~600, over 600
Pay judgment impact variable	Production vs. Public Interest Creation	
	Need for compensation for creating public interest	
Tax (Compensate for the creation of the public benefits)		0: Disagree 1: Agree
Consumption characteristics	Eco-friendly consumer	0: Non eco-friendly consumer 1: Eco-friendly consumer
	Cost-effective consumer	0: Non cost-effective consumer 1: Cost-effective consumer
	Social ethical consumer	0: Non Social ethical consumer 1: Social ethical consumer
	Factors to consider when purchasing food	Quality, Price, Freshness, Safety, Eco-friendly, Health, Animal welfare, Fair trade, Low-carbon
Awareness and empathy	Awareness of environmental pollution caused by excessive use of nutrients	Five-point scale
	Awareness of nutrient excess in Korea	0: Aware of nutrition overload 1: Oblivious to nutrition overload
	Degree of consensus on the need for nutrient management	Five-point scale
Agricultural characteristics	Interest in agriculture	Policy and issue interest in agriculture
	Image of agriculture	0: Negative 1: Positive
	Experience living in rural areas (over 1 year)	0: Have experience living in the countryside 1: Don't have experience living in the countryside
Expectations	WTP help expectations	Percentage: How much will it help improve the nutrient balance

대한 과학적인 자료가 부족한 한계점을 보완하기 위해 응답자로부터 본인의 지불의사금액을 통해 개선에 대한 기대치를 제시하게 했으며, 양분수지에 대해 응답자가 원하는 개선의 수준을 나타낸다.

2. 지불판단의사 분석 결과(1단계)

양분수지 개선상품 구매 여부에 영향을 미치는 요인을 분석 한 결과, 지불판단영향변수 중 적정 농업생산량의 유지보다 양분투입 감소에 의한 편익 증대가 더 중요하게 여길 때, 농업인의 공익창출에 대한 보상이 필요하다고 생각하는 경우, 지불확률이 높았다. 이외에 공익적 기능 유지를 위한 세금 부담에 대해 반대하는 응답자보다 찬성하는 응답자가 지불확률이 높게 나타났으며, 농업에 대한 정책·이슈의 관심 정도가 높을수록, 농촌에서 1년 이상 거주한 경험이 있는 응답자일수록 지불확률이 높았다. 응답자의 소비 특성 중 사회·윤리적 소비를 추구하는 소비자일수록 지불확률이 높았다. 또한, 가성비를 추구는 응답자일수록 지불확률이 높았는데, 이는 양분수지 개선상품을 구매하는 것이 가성비를 추구하는 응답자들에게 양분수지를 개선하는 방법 중 가성비 있는 선택일 가능성이 있다. 반면, 양분수지에 대한, 인지도 및 공감 정도 특성에서는 양분과잉으로 인한 환경오염 인지도와 한국의 양분과잉 인지도의 경우 유의하지 않았다. 이는 양분수지의 인지도와 한국의 양분과잉 인지도가 높지 않은 것이 원인으로 추정된다(Table 6).

Table 6. Payment intention analysis results

Variables		Coefficient	Standard error	
Respondent characteristics	Residential area	-0.256	(0.222)	
	Age	0.002	(0.006)	
	Education	High	-1.064	(0.82)
		College	-1.03	(0.809)
		Master	-0.943	(0.829)
	Income (million won)	300~600	-0.165	(0.156)
Over 600		-0.213	(0.172)	
Pay judgment impact variable	Production vs. Public Interest Creation	0.196***	(0.07)	
	Need for compensation for creating public interest	0.324***	(0.09)	
Tax		0.92***	(0.126)	
Consumption characteristics	Eco-friendly consumer	-0.055	(0.14)	
	Cost-effective consumer	0.343***	(0.128)	
	Social ethical consumer	0.32**	(0.134)	

Variables		Coefficient	Standard error
Awareness and empathy	Awareness of environmental pollution caused by excessive input of nutrients	0.044	(0.067)
	Awareness of nutrient excess in Korea	-0.215	(0.141)
Agricultural characteristics	Interest in agriculture	0.23***	(0.085)
	Image of agriculture	-0.087	(0.143)
	Experience living in rural areas (over 1 year)	-0.404***	(0.147)
Number of observations	599		

Note: Single, double, and triple asterisks (*) denote significance at 10%, 5%, and 1% level respectively.

3. 토양·수질·대기·환경 개선 지불의사금액 분석 결과(2단계)

토양개선의 분석 결과, 응답자의 특성에서 연령이 높을수록 토양개선에 대한 지불의사는 낮았으며, 월 소득의 경우 역 U자 형태로 지불의사가 높아졌다가 소폭 낮아졌다. 소비 특성에서는 친환경적 소비자로 응답한 경우가 아닌 경우보다 지불의사 금액이 낮았다. 하지만, 농식품 구매 시 중요 고려요인 중 안전성과 저탄소인 경우 품질인 경우보다 지불의사가 높았다. 개선 기대치는 높을수록 지불의사가 높았다. 수질개선의 경우, 토양개선과 유의한 변수가 동일했다. 하지만, 응답자의 특성 중 월 소득이 높을수록 지불의사금액이 토양개선과 달리 지불의사금액이 증가했다(Table 7).

Table 7. Results of soil and water quality improvement analysis

Variables		Soil improvement		Water quality improvement		
		Coefficient	Standard error	Coefficient	Standard error	
Respondent characteristics	Residential area	-150.262	(412.389)	305.383	(418.154)	
	Age	-27.978**	(12.521)	-34.766***	(12.699)	
	Education	High	730.455	(1356.142)	-730.595	(1374.953)
		College	507.723	(1319.531)	-1178.49	(1337.762)
		Master	572.03	(1358.946)	-1265.986	(1377.724)
	Income (million won)	300~600	906.542**	(357.443)	765.807**	(362.573)
		Over 600	695.63*	(394.771)	786.258**	(400.445)
Tax	Agree	787.841	(525.423)	945.065*	(533.142)	

Variables		Soil improvement		Water quality improvement		
		Coefficient	Standard error	Coefficient	Standard error	
Consumption characteristics	Eco-friendly consumer	-1093.818***	(326.775)	-766.049**	(331.49)	
	Cost-effective consumer	-88.481	(314.139)	183.553	(318.639)	
	Social ethical consumer	-112.755	(338.449)	-358.86	(343.339)	
	Factors to consider when purchasing food	Price	-164.69	(417.978)	-239.464	(424.546)
		Freshness	239.575	(367.177)	411.31	(372.914)
		Safety	830.591**	(390.564)	995.492**	(396.578)
		Eco-friendly	34.34	(505.275)	555.097	(513.124)
		Health	151.098	(703.346)	254.619	(714.226)
Animal welfare		-554.641	(1301.709)	-1284.51	(1321.194)	
	Low-carbon	6844.436***	(2581.888)	7040.034***	(2624.124)	
Awareness and empathy	Awareness of nutrient excess in Korea	-119.861	(321.236)	29.584	(325.825)	
	Awareness of environmental pollution caused by excessive input of nutrients	-169.665	(149.644)	-237.692	(151.786)	
	Degree of consensus on the need for nutrient management	182.084	(211.705)	144.49	(214.997)	
Agricultural characteristics	Interest in agriculture	343.053	(226.882)	329.52	(230.175)	
	Image of agriculture	-583.971*	(326.823)	-811.387**	(331.535)	
	Experience living in rural areas (over 1 year)	-91.521	(331.559)	-119.641	(336.259)	
Expectations	WTP help expectations	23.894***	(5.736)	23.725***	(5.826)	
Constant number		1879.183		3248.551		
λ		360.128	(902.753)	246.603	(916.327)	
ρ		0.144		0.0978		
σ		2486.925		2519.646		
Number of observations		383				

Note: Single, double, and triple asterisks (*) denote significance at 10%, 5%, and 1% level respectively.

대기개선의 분석 결과, 응답자 특성 중 연령이 증가할수록 지불의사금액이 낮았다. 소비 특성 중 친환경적 소비자일 경우, 지불의사금액이 낮게 나타났다. 농식품 구매 시 중요 고려요인이 저탄소일 경우 지불의사금액이 높았다. 인지도 및 공감도 특성 중 양분관리 공감

정도가 높을수록 지불의사금액이 높은 것으로 나타났다. 기대치의 경우 지불의사금액으로 인한 개선 기대가 높을수록 지불의사금액이 높은 것으로 나타났다.

종합개선의 경우, 응답자 특성에서 토양·수질·대기와 같이 연령이 높을수록 지불의사금액이 낮아지는 것으로 나타났다. 월 소득은 높을수록 지불의사금액이 높은 것으로 나타났다. 소비 특성에서는 친환경적 소비자 유무의 경우, 토양·수질·대기와 동일하게 나타났다. 농식품 구매 시 중요 고려요인 중 안정도를 고려하는 경우, 지불의사금액이 높은 것으로 나타났다. 농업 관련 특성과 기대치에서는 토양·수질·대기와 유사하게 나타났다. 이는 개별 기능에 대한 지불의사금액에 대한 편이가 있는지 확인하고자 하였으며, 종합개선은 토양·수질·대기와 유사하게 나타났다. 특히, 지불의사금액을 통해 양분수지가 얼마나 개선하는지에 대한 기대치가 높을수록 지불의사금액이 높아지는 것으로 나타났다(Table 8).

Table 8. Air and Soil · Water · Air Mix Improvement Analysis Results

Variables		Air quality improvement		Soil · Water · Air Mix		
		Coefficient	Standard error	Coefficient	Standard error	
Respondent characteristics	Residential area	472.242	(421.669)	738.42	(1169.976)	
	Age	-32.944**	(12.808)	-60.583*	(35.503)	
	Education	High	-556.003	(1386.427)	-4480.96	(3848.526)
		College	-1054.069	(1348.885)	-4167.235	(3745.143)
		Master	-920.183	(1389.181)	-4858.28	(3856.986)
	Income (million won)	300~600	426.37	(365.696)	1792.037*	(1013.15)
		Over 600	300.079	(403.898)	2245.913**	(1118.899)
Tax	Agree	682.717	(537.834)	1111.163	(1488.02)	
Consumption characteristics	Eco-friendly consumer	-759.475**	(334.359)	-1739.419*	(926.05)	
	Cost-effective consumer	-71.664	(321.378)	-1004.704	(890.474)	
	Social ethical consumer	58.188	(346.315)	-821.44	(959.078)	
	Factors to consider when purchasing food	Price	-124.262	(428.524)	539.42	(1180.682)
		Freshness	148.42	(376.389)	89.163	(1037.42)
		Safety	708.432	(400.225)	2247.607**	(1104.122)
		Eco-friendly	20.829	(517.881)	-10.365	(1427.922)
		Health	461.142	(720.821)	688.992	(1988.008)
Animal welfare		-1985.794	(1333.027)	-3086.74	(3683.912)	
Low-carbon	5772.296**	(2649.65)	2268.676	(7281.32)		

Variables		Air quality improvement		Soil · Water · Air Mix	
		Coefficient	Standard error	Coefficient	Standard error
Awareness and empathy	Awareness of nutrient excess in Korea	81.008	(328.619)	-511.307	(910.679)
	Awareness of environmental pollution caused by excessive input of nutrients	-117.717	(153.091)	-322.574	(424.194)
	Degree of consensus on the need for nutrient management	379.494*	(216.992)	497.628	(598.262)
Agricultural characteristics	Interest in agriculture	238.106	(232.178)	648.526	(642.824)
	Image of agriculture	-679.392**	(334.403)	-1843.161**	(926.205)
	Experience living in rural areas (over 1 year)	-64.124	(339.122)	-267.185	(940.198)
Expectations	WTP help expectations	30.221***	(5.88)	73.357***	(16.211)
Constant number		1741.069		9957.316**	
λ		143.085	(924.568)	-1575.281	(2554.417)
ρ		0.056		-0.222	
σ		259.667		7070.07	
Number of observations		383			

Note: Single, double, and triple asterisks (*) denote significance at 10%, 5%, and 1% level respectively.

각 항목의 평균지불의사금액은 토양, 수질, 대기가 각각 인당 연 2,321.1원, 2,391.2원, 2,377.9원, 종합개선은 6,002.3원으로 추산되었다. 이를 국가 기준에서 양분수지 개선의 공익적 가치는 토양이 연 859억 원, 수질이 885억 원, 대기가 880억 원, 종합개선 가치는 2,222억 원으로 추산되었다(Table 9, 10).

Table 9. Amount of WTP for Soil, Water, and Air per year

(Unit: won)

Target	Average WTP	95% confidence interval	
		Sub-amount	Upper amount
Soil	2,321.1	508.3	10,000
Water	2,391.2	487.8	10,000
Air	2,377.9	908.5	10,000
Total	7,090.2	·	
Soil · Water · Air Package	6,002.3	1,027.2	18,462.1

Table 10. Estimation of the public benefit value of the improvement nutrition balance per year

(Unit: one hundred million won)

Target	Public benefit value	95% confidence interval	
		Sub-amount	Upper amount
Soil	859	188	3,703
Water	885	180	3,703
Air	880	336	3,703
Total	2,625	·	
Soil · Water · Air Package	2,222	380	6,836

Note: The amount of consumer WTP due to the improvement of the nation's overall nutrient balance was calculated using the production-age population (37,030,000 people, Statistics Korea) in 2021.

V. 요약 및 결론

한국은 2019년 기준 OECD 34개 회원국 가운데 가장 높은 질소수지(228 kg/ha) 국가가 되어 ‘양분 과다사용국’이라는 오명을 가지게 되었다. 이에 대해 여러 대책과 양분수지 지표에 대해, 많은 연구가 존재하지만, 양분수지 개선에 대한 정책지원의 정당성 평가를 위한 국민 인식 조사 및 공익적 가치평가가 필요하나 관련 연구 및 신뢰할 수 있는 객관적 자료의 부족한 상황이다.

이에 본 논문은 양분수지 개선의 공익적 가치에 대한 평가를 위해, 국내 양분수지에 대한 인식과 양분수지 개선의 공익적 가치에 대한 설문조사를 진행했다. 양분수지 개선의 공익적 기능의 경우 양분수지 개선을 통해 얻을 수 있는 환경개선 효과로 규정하였으며, 이때 환경개선을 토양·수질·대기의 개선으로 판단했다.

이전 연구에서 논의가 적었던 양분수지 개선의 공익적 가치를 토지·수질·대기로 나누어 개선 가치에 대해 질문했으며, 지불수단을 세금 또는 기부금이 아닌, 응답자가 직접 가상의 상품을 구매하는 것으로 설정해 응답자가 거부감 없이 응답하도록 유도했으며, 토양·수질·대기에 대해 각 3가지의 개별상품을 제시했다. 각각의 환경개선 효과는 서로 양의 상관관계를 가지고 있기 때문에, 개별 공익기능의 가치를 단순히 합산할 경우, 과대평가 될 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해, 세 가지 개별 공익기능을 종합개선 상품으로 구매하게 함으로써 개별 공익기능에 대한 중복 지불로 인한 과대평가 문제를 해결하고자 하였다. 이후 응답자의 지불의사금액에 대한 양분수지 개선 기대치를 통해, 지불의사금액으로 현재보다 얼마나 양분수지가 개선되기를 원하는지 물어봤다는 점에서 선행연구와 차별성이 있다.

조사결과를 바탕으로 양분수지 개선의 공익적 가치를 추정하기 위해, Heckman의 모형을 이용하여 양분수지 개선상품에 대한 지불행동을 2단계로 나누어 분석을 진행하였다. 이를 통해 표본선택편의를 방지하고자 하였다. 분석 결과는 다음과 같다.

첫째, 현재 한국의 양분과잉에 대한 인지도는 응답자의 54%가 인지하지 못하고 있었으며, 양분과잉에 의한 환경오염 발생에 대해서는 46.7%의 응답자가 인지하고 있었다. 농업 활동에서 양분관리 필요성에 대한 공감 정도는 76.7%로 나타났다. 양분과잉으로 인하여 환경오염이 발생한다는 것과 현재 한국이 양분과잉 상태임을 다수가 인지하지 못하고 있다. 따라서, 현재 양분수지 상황과 관련 정보에 대한 공감대 형성을 위해 홍보가 부족한 것으로 판단된다.

둘째, 지불의사에 영향을 주는 변수로는 생산량과 공익창출 중 공익창출이 중요할수록, 공익창출에 대한 보상 필요성에 공감도가 클수록, 세금 부담에 찬성할수록 지불의사 확률이 높았다. 또한, 가성비를 추구하거나, 사회·윤리적 소비를 추구할수록, 농업에 관심이 많을수록, 농촌에 1년 이상 거주한 경험이 있는 경우 지불의사 확률이 높았다.

셋째, 지불의사금액에 영향을 주는 요인을 분석한 결과, 토양·수질·대기개선, 환경개선 모두 연령, 친환경 소비자 유무, 농업의 이미지, 기대치 변수가 유의했다. 연령이 높을수록, 친환경 소비자 유무, 농업의 이미지가 좋을수록 지불의사금액이 낮아졌다. 친환경적 소비자 유무의 경우, 양분수지에 대한 인식의 부족으로 지불의사금액 낮게 나타난 것으로 추정되며, 농업의 이미지의 경우, 이미지가 부정적인 응답자가 개선의 의지가 큰 것으로 추정된다. 지불의사금액을 통해 양분수지가 현재보다 얼마나 개선될 수 있는지에 대한 기대치의 경우, 기대치가 높을수록 지불의사금액이 높은 것으로 나타났다.

지불의사금액을 추정한 결과, 토양이 인당 연 2,321.1원, 수질이 인당 연 2,391.2원, 대기가 인당 연 2,377.9원, 종합개선이 6,002.3원이었다. 이를 국가 기준에서 양분수지 개선의 공익적 가치는 토양이 연 859억 원, 수질이 885억 원, 대기가 880억 원, 종합개선에 대한 구매가 2,222억 원으로 추정된다.

본 연구에서는 아직 양분수지 개선에 따른 농경지 주변의 환경개선 효과에 대한 객관적이고 정량적인 정보가 제공되지 않은 상태에서, 지불카드법을 통해, 개선효과에 대한 지불의사금액을 물어봤다. 가상편의와 과대추정이 발생할 가능성이 있다는 한계점이 있다. 하지만, 응답자로부터 개선에 대한 기대치를 물어보고, 개별 개선을 다시 종합개선으로 물어봄으로써, 한계점을 보완하고자 했다.

‘양분과다 사용국’이라는 오명을 벗어나기 위해, 여러 제도, 정책을 통해 노력하고 있는 상황에서, 환경 및 공익적 기능의 가치판단 연구가 현재도 진행 중이다. 하지만, 양분수지에 대한 국민적 인식, 양분수지 개선의 기준 및 공익적 가치에 대한 연구, 개선 시 효과에 대한 과학적 근거가 부족해, 당위성 및 기대효과 제시에 어려움이 있다. 현재, 진행 중인 연구에서 양분수지 개선의 실질적인 환경개선 효과에 대해, 과학적 검토가 진행되고 있다. 이

를 바탕으로 후속 연구에서 객관적이고 과학적인 근거를 바탕으로 양분수지 개선의 공익적 가치를 추정할 예정이다.

앞으로 양분수지 개선의 공익적 기능에 대한 정의, 개선 후 얻을 수 있는 환경적 효과 및 공익적 가치에 대한, 추가적인 연구가 필요하며, 국민을 대상으로 한국 양분수지에 대한 상황과 개선이 필요한 이유에 대해 적극적인 홍보가 병행되어야 한다. 본 논문에서 추정한 양분수지 개선의 공익적 가치는 향후, 한국에서 양분수지 관리를 위한 정책 및 제도를 수립하는데, 객관적인 자료로 활용이 가능할 것이며, 양분수지 개선에 대한 국민적 관심과 인지도를 올리기 위한 시작이 될 것이라 기대한다.

[Submitted, April. 23, 2023; Revised, August. 12, 2023; Accepted, August. 20, 2023]

References

1. Bae, M. S. 2007. Measures for Management and Use of Livestock Excreta. The National Archives.
2. Han, D. G., S. B. Lee, G. W. Kim, and T. Y. Kim. 2022. Estimation of Public Benefit Value of Nutrient Balance Improvement Using Meta-analysis. *Agricultural Life Sciences Research*. 56(3): 129-136.
3. Han, K. H., K. H. Jung, H. R. Cho, H. S. Lee, J. H. Ok, Y. Z. Zhang, G. S. Kim, and Y. H. Seo. 2005. Effect of Crop Yield and Soil Physical Properties to Application of Organic Resources in Upland. *Journal of the Korea Organic Resources Recycling Association*. 25(4): 15-22.
4. Hong, J. H. and Y. S. Eom. 2011. Estimating Demand for Public Goods Using Survey Methods: Issues and Application to the Valuation of Environmental Satellite Project. *Journal of Korean Economic Analysis*. 17(1): 1-72.
5. Hong, S. P. and J. H. Kim. 1996. Economic Value Evaluation of Air Environment by Conditional Value Measurement Method. *Economic Discussion*. 12: 65-75.
6. Jang, J. K., H. J. Lee, S. J. Cho, M. S. Min, Y. S. Eom, Y. J. Kim, J. S. Lee, O. S. Kwon, J. O. Kim, Y. C. Shin, S. H. Yoo, Y. S. Eom, and Y. Seo. 2012. A Study on the Improvement of CVM Analysis Guidelines for Preliminary Feasibility Study: 2012 Preliminary Feasibility Study Report. KDI Public Investment Management Center and Korea Environmental Economic Association. 32-57.

7. Jeong, H. K., J. J. Kim, and C. G. Kim. 2015. Evaluating the Economic Value of Environmentally Sound Functions of Environment-Friendly Agriculture. *Journal of Rural Development*. 38(3): 61-82.
8. KDI Public Investment Management Center. 2015. Improvement of CVM (Conditional Value Measurement) Analysis Guidelines. pp. 6-8.
9. Kim, K. H. 2004. Comparison of WTPs By Using Contingent Valuation Method. *Journal of Korean Administration*. 38(3): 301-322, 334.
10. Kim, S. S., J. H. Sung, W. J. Cho, M. K. Lee, and S. M. Lee. 2018. A multidisciplinary functional valuation of agriculture. Policy Research Report of the Korea Rural Economic Research Institute. 1-94.
11. Kong, K. S., D. H. Park, and J. C. Yoo. 2008. Estimating of Social Preference of the Watershed Resident about the Anyangcheon Watershed Water Quality Improvement. *Journal of Korea Water Resources Association*. 41(3): 315-324.
12. KOSIS. 2022. Future Population Estimation.
13. Kwon, K. H. and I. S. Seo. 2010. Estimating the Value of Air Quality in Seoul Metropolitan City: Measure of WTP utilizing CVM & Weibull Distribution Function. *Journal of the Society for Policy Analysis and Evaluation*. 20(2): 185-208.
14. Kwon, Y. J., S. H. Park, and S. J. Jin. 2020. Economic Feasibility Analysis of Restoration Project of the Bunam Lake in Cheonsu Bay. *Journal of Environmental Policy and Administration*. 20(2): 163-183.
15. Lee, S. Y., Y. K. Shin, and Y. Kim. 2003. An analysis on the WTP for Multi-functionality of Rural Areas. *Agricultural management and policy studies*. 30(3): 524-535.
16. National Institute of Korean Language Standard Dictionary. 2023.
17. Nongsaro. 2023. Dictionary of agricultural terms.
18. OECD. 2022. Nutrient balance (indicator).
19. Oh, H. K., H. C. Lee, and Y. J. Cha. 2015. Estimating the Value of Water Quality Improvement Using the Contingent Valuation Method: A Case Study on Bloom Forming Algae. *Environmental Policy*. 23(4): 115-135.
20. Shin, Y. C. 1997. Measuring the Venefits of Water Quality Improvement in Han Rive Using CV Data from a DCF Questionnaire. *Resource and Environmental Economy Research*. 6(1): 171-192.
21. Son, M. S. and H. S. Kim. 2014. A comparative study of bias controlled benefit estimation for contaminated soil purification: case in Sihwa national industrial complex. *National Territory Planning*. 49(5): 305-319.

22. Son, M. S., H. S. Lee, and H. S. Kim. 2009. Economic Valuation Method For Soil and Groundwater. *Regional Studies*. 25(2): 63-82.
23. Yang, H. Y., J. K. Kim, B. W. Oh, and I. H. Seo. 2020. Improvement of Nutrient Balance using Feed Crops for Regional Nutrient Management. *Protected horticultural and plant factory*. 29(1): 89-95.
24. Yoo, S. H. and J. S. Lee. 2010. Estimation of Household's Willingness to Pay for Ground Water Pollution Improvement. *Journal of Korea Water Resources Association*. 43(9): 8.