

농업진흥지역 밖 농지의 보전 적지 분석: 환경성과 생산성 중심으로*

Analysis on the Conservation of Farmland outside Agricultural Promotion Areas: Focusing on Environmental Value and Productivity

성재훈(JaeHoon Sung)** · 채광석(GwangSeok Chae)***

Abstract

Agricultural promotion areas are designated based on the efficiency of the investment on agricultural production infrastructure, and thus large and collectivized farmland is mainly included in agricultural promotion areas. However, Fields outside agricultural promotion areas would be necessary to be conserved and managed more actively when they are productive and environmentally valuable. This study evaluated fields outside agricultural promotion areas based on their productivity and environmental value. To be specific, slope and the land suitability index for paddy, upland, and orchard were used as proxy variables representing fields' productivity. The national environmental zoning map of Korea Environment Institute was incorporated for the environmental index. In addition, to aggregate the indices and evaluate each field, three methodologies were used: 1) intersection method 2) human development index of UNDP 3) Data Envelopment Analysis. The results show that, with respect to environmental conditions, the difference between fields in agricultural promotion areas and fields outside agricultural promotion areas would be insignificant. Also, when intersecting all indices together, 15.8% of fields outside agricultural promotion areas would satisfy criteria for the productivity and environmental conditions. The results thus imply that the productive and environmentally valuable fields should be considered as agricultural conservation areas, and managed them more carefully.

Key words: Agricultural Promotion Areas, Nonparametric Frontier Approach, HDI, Intersection Method

* 본 연구는 한국농촌경제연구원 연구보고서 「농지의 체계적 관리를 위한 농업진흥지역 지정·운영 개선 방안」(2018. R846)의 일부를 발췌하고 논의를 덧붙여 작성하였고, 2019년 하계 한국농업경제학회에서 발표된 논문을 수정·보완한 것임.

** 한국농촌경제연구원 부연구위원

*** 한국농촌경제연구원 연구위원(교신저자: gschae@krei.re.kr)

1. 서론

문재인정부가 들어서면서 지속가능한 농업·농촌을 위한 새로운 농정 패러다임이 핵심과제로 대두되고 있다. 학계뿐만 아니라 정부부처 내에서도 지금까지 생산성·효율성 위주의 농정에서 환경보전, 먹거리보장, 농촌생태경관·어메니티(amenity) 등 국민과 사회의 다양한 요구에 대응하는 농정으로의 패러다임 전환이 활발히 논의되고 있다(농정개혁 TF 9차 내부 회의자료). 이와 더불어 직접지불제도도 농지유지·관리뿐만 아니라 환경보호 등을 제고하는 방향으로 정책이 전환되고 있다. 최근 직접지불제 개편 논의가 진행되면서 쌀고정직불과 밭농업직불을 공익형 직불제(가칭)로 통합하는 방안이 논의되고 있다. 공익형 직불제(가칭)는 품목별 시세에 따른 보상이 아닌 농업의 생태적·다원적 가치와 환경보전 역할에 초점이 맞춰져, 공익적 가치를 수행하는 경작자에게 국가가 지원하는 형태이다. 농지보전 제도도 이러한 농정 패러다임의 전환에 기여하는 방향으로 제도 개선이 이루어져야 한다.

지속가능한 농업에 대한 다양한 정의들이 가지고 있는 공통점은 농지 관리를 위해선 기존의 생산성뿐만 아니라 농지의 생산성에 영향을 주는 농지 주변 환경여건도 고려할 필요가 있다는 것이다(Binder et al. 2010; Giovannucci et al. 2012; 김창길 외 2013; 이명기 외 2017).

본 연구에서는 환경성과 지속가능성을 강조하는 새로운 농정기조를 고려하여 생산성과 환경성을 만족시키는 우량농지 또는 보전대상 농지의 규모를 제시하고, 보전대상 농지의 관리 방안에 관한 정책적 함의를 도출하고자 한다. 단, 농업진흥지역은 다음과 같은 이유로 분석 대상에서 제외하였다. 채광석 외(2017)의 연구 결과에 의하면, 2025년 설정된 식량자급률을 포함한 전체 품목자급률을 달성하기 위해 필요한 경지면적은 약 165만 ha인 것으로 나타났다. 하지만 농업진흥지역 지정 면적은 2004년 92만 2,000ha를 정점으로 계속적으로 감소하여 2017년에는 77만 7,000ha 수준에 머물고 있다. 또한 현행 「농지법」 제3조 제1항은 “농지는 국민에게 식량을 공급하고 국토환경을 보전(保全)하는 데에 필요한 기반이며 농업과 국민경제의 조화로운 발전에 영향을 미치는 한정된 귀중한 자원이므로 소중히 보전되어야 한다”라고 규정되어 있다. 이는 농지보전에 있어 국민에게 식량 공급과 국토환경 보전이라는 관점이 서로 조화되어야 함을 의미한다. 따라서 본 연구에서는 다기능성 및 지속가능성을 추구하는 농정기조 하에서도 생산성 중심으로 지정된 농업진흥지역은 식량안보 측면에서 반드시 유지·보전되어야 할 필요가 있다고 판단하였으며, 이에 농업진흥지역 내 필지는 환경성과 생산성을 동시에 고려한 보전적지 분석에서 제외하였다.

지금까지 농지 보전 및 농업진흥지역제도 개선 방안에 대한 연구는 지속적으로 이루어져 왔다(김운근 외 1985; 김운근·허영구 1985; 박호정·황의식 2003; 김홍상 2006; 박석두 2006; 김수석

외 2009; 채광석·김홍상 2015). 하지만 기존의 연구들은 주로 당위론적인 적정 농지 확보 및 농업진흥지역 손실보상 필요성¹⁾ 등을 강조하였다. 그리고 정책 제언도 제한적 범위에서 이루어졌으며, 통계 및 공간자료 분석에 기초한 구체적인 연구는 미흡하였다(황한철·최수명 1997; 황희연·오용준 2005).

본 연구에서는 이러한 기존연구의 한계점을 극복하기 위해 국토교통부의 지적도 GIS 원자료, 농촌진흥청 토폴라프 GIS 원자료, 환경부 국토환경성평가지도 GIS 원자료, 한국농어촌공사의 농업진흥지역 필지 원자료를 중첩 혹은 통합하여 농업진흥지역 밖의 보전적지를 분석하였다. 또한 지표의 정규화(normalization)와 통합(aggregation)은 구축된 지수의 해석과 크기에 큰 영향을 주기 때문에(Pollesch & Dale 2015, 2016), 본 연구에서는 지수를 구축하는 방법론이 보전대상 농지를 선정에 미치는 영향을 통제하고 분석결과의 강건성을 검증하기 위해 교차법, 인간개발지수(human development index), 마지막으로 모수프론티어 접근법(nonparametric frontier approach)인 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA)을 통해 농업진흥지역 밖의 농지를 평가하였다²⁾.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 먼저 제2장에서는 생산성과 환경성을 나타내는 지표에 대해 논의한다. 제3장에서는 본 연구에서 사용한 분석 방법과 자료에 대해 살펴본다. 제4장에서는 분석결과를 제시하며, 제5장에서는 분석결과를 요약하고 이에 대한 정책적 함의를 제시한다.

II. 농업진흥지역 밖 농지관리를 위한 지표 선정

1. 생산성 관련 지표

농지적성평가는 일반적으로 토지의 생산성 측면에 그 뿌리를 두고 있다. 우리나라의 농지적성등급은 토양도에 기초하여 구분된 토양적성등급으로서 토지의 잠재생산력과 생산저해의 정도를 표시한다. 현재 농촌진흥청에서는 토양의 형태적·물리적·화학적 특성을 바탕으로 농지의 토

1) 농업진흥지역 손실보상 필요성은 농업진흥지역 지정 여부에 따른 농지가격 차이를 바탕으로 다수의 연구에서 논의되었다(채광석 2007; 권오상 2008; 권오상·박호정 2009).

2) 인간개발지수는 가중평균을 이용한 방법에 속한다. 지속가능성 지수 계측을 위해 가중평균과 DEA는 매우 광범위하게 사용되어져 왔다. 예를 들어, Daiz-Balteiro et al.(2017)은 지속가능성을 계측한 271개 연구자료(학술논문, 국제기구 보고서 등)에서 사용한 방법론을 분석하였다. 분석결과, 93편의 연구가 가중산술평균 혹은 가중기하평균을 이용한 것으로 나타났으며, 7편의 연구가 DEA를 이용한 것으로 나타났다. 또한 DEA는 다양한 기준을 바탕으로 한 의사결정 방법(multi-criteria decision making techniques)으로서 다수의 연구에서 활용되었다(Stewart 1996; Korhonen and Syrjänen 2004; Cooper 2005).

양특성지도를 제공한다. 특히, 필지별로 논, 밭, 과수원 적성등급을 1등급(매우 우수)에서 5등급까지 구분하여 제공하고 있으며, 이를 통해 작물 재배적지 선정에 활용할 수 있다. 재배적지는 기존의 토양 고유성질뿐만 아니라 토지이용을 제한하는 환경인자(기후 요인)를 기준으로 분류하고 있다(<표 1> 참조).

〈표 1〉 작물 재배적지 기준(한라봉 예시)

구분	적지	가능지	저위생산지
토성	석양질, 사양질, 식양질, 미사식양질	식질	사질, 역질, 사력질
경사(%)	< 15	15 ~ 30	> 30
자갈함량(%)	< 35	> 35	-
배수등급	양호, 매우 양호	약간 양호	약간 불량, 불량, 매우 불량
유효토심(cm)	> 50	20 ~ 50	< 20
표토토색	갈색	흑색, 적색	백색, 회색
침식정도	없음, 있음	심함	매우 심함
기후 요인	연평균기온 극최저기온	16.5 이상 -6.0 이상	15.0 이상 -8.0 ~ -6.0
제한 요인	<ul style="list-style-type: none"> - 최대저해인자법 적용, 제주도 지역만 분석함. - 협곡침식(gully erosion)과 토지이용추천이 산림, 간이초지인 곳은 기타 지역으로 함. - 현토지이용이 묘지(CEN), 도시(U,L), 불모지(X), 인위토(Z), 물(W)인 곳은 기타 지역으로 함. 		
재배적지 판단방법	<ul style="list-style-type: none"> - 토양 요인 기준에 의한 재배적지 등급과 기후 요인에 의한 재배적지 등급 중에서 낮은 등급을 대표값으로 결정하는“최대저해인자법”을 적용하여 해당 지역의 최종 재배적지 등급이 됩니다. - 예를 들어, 특정 지역의 토양 요인 기준은 “적지”, 기후 요인 기준은 “가능지”이면, 최종적으로 “가능지”로 판단합니다. 		
출처	<ul style="list-style-type: none"> - 토양 요인: 토양환경정보시스템(흙도람 - soil.rda.go.kr) - 기후 요인: 과수재배 ONE-STOP 종합서비스(u-fruit.nihhs.go.kr) 		

자료: 농촌진흥청 흙도람(<https://weather.rda.go.kr:2360/information/ftHalaBongHelp.jsp?kind=>)(검색일: 2018. 10. 18.).

2. 환경성 관련 지표

환경정책평가연구원은 「환경정책기본법」 제23조(환경친화적 계획기법 등의 작성·보급) 및 「환경정책기본법 시행령」 제11조의 2(환경성 평가지도의 작성)에 의거하여 국토환경성평가지도를 구축하여 제공하고 있다. 국토환경성평가지도는 전 국토를 57개의 법제적 평가항목과 8개의 환경·생태적 평가항목을 최소지표법, 즉 65개 평가항목 중 가장 높은 등급이 최종등급으로 선정될 수 있도록 평가하고 이를 5개 등급(보전가치가 높은 경우 1등급)으로 구분하고 있다(<표 2>

참조). 국토환경성평가지도에는 단순히 생태자연도 지표와 같은 환경적 평가요소 뿐만 아니라 타 용도로의 전용압력 등을 나타내는 기타환경부문(예, 개발제한구역, 생태계보전지역 등)도 같이 고

〈표 2〉 국토환경성지도 평가체계

토지의 보전가치 평가	→	보전지역/개발가능 지역 구분
○ 총 65개의 평가 항목 - 법적 평가항목(57) 상수원보호구역, 생태경관보전지역 등 - 환경·생태적 평가항목(8): 종 다양성, 희귀성, 자연성 등	산림, 농경지, 도시지역별 평가기준 적용	○ 5개 등급으로 구분 - 1~5등급(보전가치가 높은 경우 1등급)

65개 주제를 중첩하여 가장 높은 등급을 최종 평가등급으로 결정

법제적 평가항목				환경·생태적 평가항목
자연환경 부문	물환경 부문	기타 환경 부문		
생태경관보전지역	수변구역	자연환경보전지역	상대보전지역	다양성
시·도생태경관 보전지역	하천구역	녹지지역 (보전녹지)	관리보전지역 (지하수자보전)	자연성
자연유보지역	홍수관리구역 (기존 연안구역)	녹지지역 (생산녹지)	관리보전지역 (생태계보전)	풍부도
습지보호지역	소하천구역	녹지지역 (자연녹지)	관리보전지역 (경관보전)	희귀성
습지주변관리지역	하천구간도수질 적용등급	경관지구	보전산지 (임업용산지)	허약성
습지개선지역	상수원호소 (기존 지정호소)	보존지구 (생태계보존지구)	보전산지 (공익용산지)	잠재적 가치 (연구 중)
야생동·식물 보호구역	공공수역 (기존 호소수질보전구역)	보존지구 (문화재보존지구)	산림유전 자원보전림	군집구조의 안정성
토양보전대책지역	지하수보전구역	개발제한구역	천연보호구역	연계성
특정도서	광역상수도 상수원보호구역	생활권공원 (어린이공원)	천연기념물 지정지역	
공원자연보존지구	지방상수도 상수원보호구역	생활공원 (근린공원)	농업진흥지역 (농업진흥구역)	
공원자연환경지구	향후 상수원 이용 예정지역	도시자연 공원구역	농업진흥지역 (농업보호구역)	
공원마을지구		주제공원 (모지공원)	대구환경지정리구역	
공원문화유산지구		주제공원 (체육공원)	일반경지정리구역	
공원보호구역		완충녹지	간이경지정리구역	
백두대간보호구역 (핵심/완충)		경관녹지	한계농지	
		절대보전지역		

자료: 환경부(<https://ecvam.kei.re.kr/contents/contents03.do>) (검색일: 2018. 10. 18.).

려하고 있다. 따라서 국토환경성평가 지표는 환경적 평가요소와 지역별 여건(전용 압력 등)을 종합적으로 고려한 지표라 할 수 있다.

Ⅲ. 농업진흥지역 밖 농지의 보전적지 분석

1. 분석방법 및 자료

본 연구에서는 농지의 생산성을 나타내는 토지적성등급도, 경사도, 그리고 환경적 가치를 나타내는 국토환경성평가를 바탕으로 농업진흥지역 밖 농지를 세 가지 방법으로 평가하였다. 우선, 농업생산성 등급과 환경성 등급을 동시에 만족시키는 농지만을 보전적지로 구분하였다(이하 교차법). 구체적으로 논(밭, 과수원) 적성등급이 3등급(3등급) 이하, 기울기가 2등급(3등급) 이하, 국토환경성평가 지수가 3등급(3등급) 이하인 경우에만 보전적지로 설정하였다. 하지만 이러한 교차법은 지표 간의 대체관계를 허락하지 않는 보수적인 방법이다.

본 연구에서 두 번째로 이용한 방법은 UNDP의 인간개발지수이다. 인간개발지수는 UNDP에서 발표되는 인간개발보고서(Human Development Report)에서 인간의 삶의 질을 측정할 때 사용되는 지표이다(UNDP 2018). 인간개발지수의 구축은 세 단계로 이루어진다. 첫 번째 단계는 범주(dimension)별 지수 구축을 위해 아래 식 (1)과 같이 분석에 사용 변수들을 정규화시킨다. 두 번째 단계는 정규화된 지표들을 산술 평균하여 범주별 지수를 구축한다. 예를 들어, 본 연구에서는 토지 생산성이란 범주별 지수 구축을 위해 토지적성등급과 경사도 등급을 표준화하여 산술 평균하였다. 마지막 단계는 범주별 지수들을 기하 평균하여 보전적지 지수를 계측하는 단계이다.

$$x^{normal} = \frac{\text{실제값}(x) - \text{최소값}}{\text{최대값} - \text{최소값}} \quad (1)$$

하지만 인간개발지수는 암묵적으로 지표 간의 완전한 대체관계를 가정한다. 즉, 토지생산성 지표 구축에 사용된 토지적성등급과 경사도등급이 완전대체 가능하다는 가정을 바탕으로 하고 있다. 하지만 이러한 완전대체관계에 대한 가정은 지표 간의 상대적인 중요도를 고려하지 못하는 단점을 가지고 있다(Hinkel 2011)

이를 극복하기 위한 방안으로 AHP(Analytic Hierarchy Process)와 같이 전문가들의 의견(expert judgment)을 가중치로 이용하는 방법을 사용할 수 있다. 하지만 전문가들의 의견(expert judgment)

을 가중치 사용할 경우, 전문가들의 구성과 시기에 따라 지수의 값이 달라질 수 있다(Hinkel 2011; Willges et al. 2017). 완전대체가정을 극복하는 또 다른 방법은 주성분분석(Principle Component Analysis)과 같은 통계적인 방법을 통해 가중치를 설정하는 방법이다. 통계적 방법을 이용한 접근법은 전문가 의견을 이용하는 방법과는 달리 설문조사와 같은 추가적인 자료를 필요로 하지 않으며, 일관된 기준으로 지수를 계측한다는 장점이 있다. 하지만 통계적 접근법으로 구축된 지표들의 가중치는 실제 지표들의 중요도와는 거리가 있을 수 있다.

앞선 한계점을 극복하는 방안으로 Zhou et al.(2017)는 자료포락분석(Data Envelopment Analysis: DEA)을 이용하여 지표 간의 대체관계를 가정하지 않고 지표들을 통합하는 방법을 제시하였다.

$$\begin{aligned}
 & \max_{[z_k, s_i^-, s_r^+]} \frac{1}{m+s} \left(\sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{R_i^-} + \sum_{r=1}^s \frac{s_r^+}{R_r^+} \right) \\
 & s.t. \sum_{k=1}^K x_{ki} z_k + s_i^- = x_{qi}, \quad i = 1, \dots, m \\
 & \quad \sum_{k=1}^K y_{kr} z_k - s_r^+ = y_{qr}, \quad r = 1, \dots, s \\
 & \quad \sum_{k=1}^K z_k = 1 \\
 & \quad z_k \geq 0, s_i^- \geq 0, s_r^+ \geq 0, q \in \{1, \dots, K\}
 \end{aligned} \tag{2}$$

구체적으로 Zhou et al.(2017)가 이용한 범위 조정 DEA(range adjusted DEA)는 식 (2)와 같다. 여기서 $x_{qi}, i = 1, \dots, m$ 와 $y_{qr}, r = 1, \dots, s$ 은 각각 q 번째 개체(entity, 본 연구에서는 시·군)의 투입요소와 산출요소를 뜻한다. 여기서의 산출요소는 많을수록 좋은 것이고, 투입요소는 적을수록 좋은 것을 뜻한다. z_k 는 가중치, s_i^- 는 투입여유변수(input slack variable), s_r^+ 는 산출여유변수(output slack variable)를 나타낸다. 마지막으로 $R_i^- = \max[x_{ki}, k = 1, \dots, K] - \min[x_{ki}, k = 1, \dots, K]$ 이며 투입요소 i 의 범위를 나타내며, $R_r^+ = \max[y_{kr}, k = 1, \dots, K] - \min[y_{kr}, k = 1, \dots, K]$ 는 산출요소 r 의 범위를 나타낸다.

식(2)의 목적함수는 여유변수의 산술평균이며, 그 형태 또한 식(1)과 유사하다. 하지만 식(2)는 지표 간의 대체보다는 각 지표들에 대응되는 여유변수간의 대체를 가정한다. 또한 이러한 여유변수간의 대체는 한 개체가 보전적지 포락선(frontier)에 도달하는 방법이 다양함을 의미할 뿐 지표 간의 대체를 의미하지는 않는다. 마지막으로 식(2)를 통해 계측된 최적 여유변수들은 각 개체의 지표들과 보전적지 포락선과의 거리를 나타낸다. 또한 범위조정 DEA를 바탕으로 구축된 지수는

지표들의 단위 등이 변하더라도 각 개체 간의 순위뿐만 아니라 상대적인 차이를 보전하는 장점을 가지고 있다(Zhou et al. 2017)³⁾.

하지만 이러한 범위조정 DEA는 분석이 용이하지 않으며, 지수의 동태적 변화를 분석하기에는 부적절하다는 단점이 있다. 즉, 매년 보전 최적지를 나타내는 포락선이 일정하지 않을 경우, 보전 적지 지수들 간의 연도별 비교는 불가능하다.

마지막으로 본 연구에서는 현재 사용 가능한 농지관련 자료, 구체적으로 국토교통부의 지적도 GIS 원자료, 농촌진흥청 흙토람 GIS 원자료, 환경부 국토환경성평가지도 GIS 원자료, 한국농어촌공사의 농업진흥지역 필지 원자료를 이용하였다. 하지만 공간분석 결과 국토교통부의 지적도 공간자료와 한국농어촌공사의 농업진흥지역 밖 필지 지번과 일치하지 않는 필지(약 8%)가 발생하여 이들 필지는 연구에서 제외하였다⁴⁾.

2. 분석결과

우선, 교차법을 바탕으로 한 보전적지 시나리오 분석은 <표 3>과 같다. 앞서 언급하였듯이 본 연구에서는 논(밭, 과수원) 적성등급이 3등급(3등급) 이하, 기울기가 2등급(3등급) 이하, 국토환경성평가 지수가 3등급(3등급) 이하인 경우에만 보전적지로 설정하였다. 분석 결과, 분석 대상 농업진흥지역 밖 농지의 약 53.6%인 537,574ha가 농업생산성을 충족시키는 것으로 나타났다. 생산성 기준을 충족하는 논(밭)의 면적은 약 232,815ha(292,288ha)로 농업진흥지역 밖 전체 논(밭) 면적의 54%(54%)를 차지하는 것으로 나타났다. 농업생산성과 환경성을 모두 충족시키는 농업진흥지역 밖 보전적지는 분석 대상 농지의 약 15.8%인 158,114ha인 것으로 나타났다. 보전적지 논은 전체 농업진흥지역 밖 논의 15.2%인 65,641ha를 차지하는 것으로 나타났으며, 보전적지 밭은 전체 농업진흥지역 밖 밭의 16.5%인 89,613ha로 계측되었다.

용도지역별 보전적지 분포를 분석한 결과는 <표 4>과 같다. 분석 결과 농업진흥지역 밖 농지의 65.9%인 661,060ha가 관리지역에 속하며, 녹지지역(15.0%, 150,346ha)과 농림지역(7.5%, 74,929ha)이 그 뒤를 따르는 것으로 나타났다. 보전적지 역시 관리지역(61.9%, 97,813ha)에 가

3) Zhou et al.(2017)는 이러한 지수의 특징을 서수적 의미성(ordinal meaningfulness), 기수적 의미성(cardinal meaningfulness)이라 표현하였다. 지수의 서수적 의미성과 기수적 의미성에 관한 보다 구체적인 내용은 Elbert & Welsch(2004)와 Zhou et al.(2017)을 참고하기 바란다.

4) 본 연구에서는 자료의 중첩 과정을 간소화하고 중첩과정에서 드는 시간을 줄이기 위해 필지 좌표를 바탕으로 중첩을 진행하였다. 즉, 한 필지의 국토환경성 등급, 경사도 등급, 토지적성등급은 필지의 중심 좌표의 국토환경성 등급, 경사도 등급, 토지적성등급과 같은 것으로 가정하였다. 하지만 이러한 접근법은 필지내의 이질성을 충분히 반영하지 못한다. 이는 본 연구의 한계점이다.

〈표 3〉 시나리오별 보전적지 면적 산출: 교차법 기준

단위: ha, (%)

지목	전체 면적	토지생산성 충족농지	국토환경성평가			
			1급지	2급지 이하	3급지 이하	4급지 이하
논	430,971 (100)	232,815 (54.0)	21,243 (4.9)	62,427 (14.5)	65,641 (15.2)	144,666 (33.6)
밭	541,818 (100)	292,288 (54.0)	29,126 (5.4)	82,250 (15.2)	89,613 (16.5)	182,320 (33.7)
과수	29,862 (100)	12,471 (41.8)	934 (3.1)	2,703 (9.1)	2,861 (9.6)	7,242 (24.3)
전체	1,002,651 ³⁾ (100)	537,574 (53.6)	51,303 (5.1)	147,380 (14.7)	158,114 (15.8)	334,228 (33.3)

주 1) 토지생산성 충족농지는 토지 적성등급이 3등급 이하, 기울기가 2등급(밭 혹은 과수원일 경우 3등급) 이하인 농지를 뜻함.

2) 지적도 공간자료에 포함되어 있지 않은 지번 필지는 자료의 한계로 인해 본 연구에서 제외됨.

3) 본 연구에서는 토지대장을 근거로 등록된 농지조서를 기초로 면적을 산출하여 통계청에서 발표한 농업진흥지역 밖의 면적과 일치하지 않음.

자료: 농촌진흥청 휴토람 GIS 원자료와 환경부 국토환경성평가지도 GIS 원자료 분석.

〈표 4〉 시나리오별 용도지역별 보전적지 면적 산출: 교차법 기준

단위: ha, (%)

용도지역	전체 면적	토지생산성 충족농지	국토환경성평가			
			1급지	2급지 이하	3급지 이하	4급지 이하
주거	28,080 (2.8)	19,217 (3.6)	1,064 (2.1)	3,712 (2.5)	3,873 (2.5)	6,036 (1.8)
상업	1,354 (0.1)	907 (0.2)	112 (0.2)	251 (0.2)	258 (0.2)	375 (0.1)
공업	7,108 (0.7)	4,339 (0.8)	142 (0.3)	670 (0.5)	793 (0.5)	2,417 (0.7)
녹지	150,346 (15.0)	94,263 (17.5)	6,845 (13.3)	21,535 (14.6)	22,967 (14.5)	53,769 (16.1)
관리	661,060 (65.9)	318,477 (59.2)	32,194 (62.8)	90,835 (61.6)	97,813 (61.9)	201,897 (60.4)
농림	74,929 (7.5)	55,551 (10.3)	6,945 (13.3)	18,878 (12.8)	19,202 (12.1)	40,158 (12.0)
자연환경보전	19,825 (2.0)	6,711 (1.3)	1,196 (2.3)	2,331 (1.6)	2,467 (1.6)	4,560 (1.4)
개발제한	59,606 (6.0)	37,955 (7.1)	2,794 (5.5)	9,131 (6.2)	10,699 (6.8)	24,929 (7.5)
전체	1,002,651 (100)	537,574 (100)	51,303 (100)	147,380 (100)	158,114 (100)	334,228 (100)

주 1) 토지생산성 충족농지는 토지 적성등급이 3등급 이하, 기울기가 2등급(밭 혹은 과수원일 경우 3등급) 이하인 농지를 뜻함.

2) 지적도 공간자료에 포함되어 있지 않은 지번 필지는 자료의 한계로 인해 본 연구에서 제외됨.

3) 본 연구에서는 토지대장을 근거로 등록된 농지조서를 기초로 면적을 산출하여 통계청에서 발표한 농업진흥지역 밖의 면적과 일치하지 않음.

자료: 농촌진흥청 휴토람 GIS 원자료와 환경부 국토환경성평가지도 GIS 원자료 분석.

장 많이 분포해 있으며, 녹지지역(14.5%, 22,967ha)과 농림지역(12.1%, 19,202ha)이 그 뒤를 따르는 것으로 계측되었다. 이는 농업진흥지역 밖 농지의 보전적지 관리를 위해서는 관리지역에 속한 농지 관리가 필수적임을 의미한다.

관리지역을 보다 세분화하여 분석한 결과는 아래 <표 5>과 같다. 보전적지를 기준으로 할 경우, 계획관리지역과 생산관리지역이 전체 관리지역 보전적지의 80.7% 정도를 차지하는 것으로 나타났다. 구체적으로, 계획관리지역은 관리지역 전체 보전적지의 50.9%인 49,769ha를 차지하는 것으로 나타났으며, 생산관리지역은 전체 관리지역 보전적지의 29.8%인 29,167ha를 차지하는 것으로 나타났다. 분석결과 중 주목해야 할 점은 개발적성평가를 바탕으로 구분되는 계획관리지역에 위치한 보전적지 면적이 농업진흥지역 밖 보전적지의 약 31.4%에 이른다는 점이다. 계획관리지역은 도시지역으로 편입이 예상되거나 자연환경을 고려하여 제한적인 이용·개발을 하려는 지역으로 생산관리지역이나 보전관리지역에 비해 상대적으로 개발수요가 높은 지역이다. 따라서 계획관리지역 농지에 대한 보전적지 선정과 집행이 계획관리지역 농지 소유주와의 갈등을 유발할 수 있으며, 이는 농업진흥지역 밖 농지의 전체 보전적지 관리의 큰 걸림돌로 작용할 수 있음을 의미한다. 또한 본 연구 결과는 농지보전을 위한 토지적성평가기법의 개선이 필요함을 의미한다. 즉, 현행 토지적성평가 시스템은 농업용 토지의 적성이 잘 반영되지 않고 있다(이병기, 2016). 계획관리지역에 보전적지로 구분된 농지가 가장 많이 분포되어 있는 것 역시 이러한 토지적성평가의 한계점이 반영될 결과라 할 수 있다.

<표 5> 시나리오별 관리지역 보전적지 면적 산출: 교차법 기준

단위: ha, (%)

용도지역	전체 면적	토지생산성 충족농지	국토환경성평가			
			1급지	2급지 이하	3급지 이하	4급지 이하
관리지역미설정	985 (0.2)	487 (0.2)	84 (0.3)	173 (0.2)	180 (0.2)	349 (0.2)
보전관리지역	127,969 (19.4)	45,267 (14.2)	6,803 (21.1)	17,014 (18.7)	18,698 (19.1)	33,397 (16.5)
생산관리지역	194,191 (29.4)	95,655 (30.0)	9,530 (29.6)	27,190 (29.9)	29,167 (29.8)	66,219 (32.8)
계획관리지역	337,915 (51.1)	177,069 (55.6)	15,777 (49.0)	46,458 (51.2)	49,769 (50.9)	101,932 (50.5)
전체	661,060 (100)	318,477 (100)	32,194 (100)	90,835 (100)	97,813 (100)	201,897 (100)

주 1) 토지생산성 충족농지는 토지 적성등급이 3등급 이하, 기울기가 2등급(발 혹은 과수원일 경우 3등급) 이하인 농지를 뜻함.

2) 지적도 공간자료에 포함되어 있지 않는 지번 필지는 자료의 한계로 인해 본 연구에서 제외됨.

3) 본 연구에서는 토지대장을 근거로 등록된 농지조서를 기초로 면적을 산출하여 통계청에서 발표한 농업진흥지역 밖의 면적과 일치하지 않음.

자료: 농촌진흥청 휴토파 GIS 원자료와 환경부 국토환경성평가지도 GIS 원자료 분석.

지표 간의 대체관계를 허용한 인간개발지수를 적용하여 분석한 결과는 <표 6>과 같다. 우선 인간개발지수를 이용하여 구축된 보전적지 지수 상위 10% 이상의 면적은 123,323ha로 계측되었다. 이는 인간개발지수로 구축한 보전적지 지수 상위 10%의 필지만으로도 식량자급률 목표치를 달성하기 위해 추가적으로 필요한 농업진흥지역 면적의 대부분을 확보할 수 있음을 의미한다.⁵⁾ 또한 분석대상 농업진흥지역 밖 농지 중 논·밭의 10분위 수 이하 누적면적이 차지하는 비중은 16.2%로 밭(9.3%)이나 과수원(11.2%)에 비해 큰 것으로 나타났다.

<표 6> 시나리오별 보전적지 면적 산출: 인간개발지수 기준

단위: ha

구분	논	밭	과수	전체
10 분위수 이하	69,761 (16.2)	50,128 (9.3)	3,334 (11.2)	123,223 (12.3)
10~20 분위수	30,530 (7.1)	80,006 (14.8)	2,199 (7.4)	112,735 (11.2)
20~40 분위수	133,260 (30.9)	75,881 (14.0)	5,492 (18.4)	214,634 (21.4)
40~60 분위수	71,292 (16.5)	157,267 (29.0)	7,607 (25.5)	236,166 (23.4)
60~80 분위수	59,971 (13.9)	81,957 (15.1)	4,579 (15.2)	146,507 (14.6)
80~90 분위수	37,881 (8.8)	35,787 (6.6)	3,308 (11.1)	76,976 (7.7)
전체 면적	430,971 (100)	541,818 (100)	29,862 (100)	1,002,651 (100)

주: 1) 지적도 공간자료에 포함되어 있지 않는 지번 필지는 자료의 한계로 인해 본 연구에서 제외됨.

2) 본 연구에서는 토지대장을 근거로 등록된 농지조서를 기초로 면적을 산출하여 통계청에서 발표한 농업진흥지역 밖의 면적과 일치하지 않음.

자료: 농촌진흥청 휴토람 GIS 원자료와 환경부 국토환경성평가지도 GIS 원자료 분석.

인간개발지수를 바탕으로 한 보전적지 지수의 분위수 값과 분위수 구간별 국토환경평가등급, 재배적지등급 그리고 경사도등급의 평균은 <표 7>과 같다. 구체적으로 보전지수 상위 10%안에 포함되는 논은 평균적으로 국토환경평가 지수 2.0, 토지적성등급 2.1, 그리고 경사도 등급 1.4로 나타났다. 보전지수 상위 10%안에 포함되는 밭은 논에 비해 국토환경성평가등급, 토지적성도와 경사도 등급이 조금 떨어지는 것으로 나타났다. 구체적으로 보전지수 상위 10%안에 포함된 밭의

5) 채광석 외(2017)의 연구보고서에 의하면, 식량자급률 목표치를 달성하기 위해 필요경지면적은 93.8만 ha로 나타났다. 2018년 기준 농업진흥지역 면적은 약 81만 ha 수준이다.

국토환경평가지수는 2.2이고, 토지적성등급은 2.2, 그리고 경사도 등급은 1.6으로 계측되었다. 마지막으로 과수원은 국토환경성지수보다는 생산성지수가 분위수 결정에 더 큰 영향을 미친 것으로 나타났다. 구체적으로 과수원의 국토환경성지수는 앞선 교차법의 기준과 비슷한 2.9인 반면, 생산성을 나타내는 경사도와 재배적지등급은 모두 1.7보다 높은 것으로 나타났다.

〈표 7〉 분위수 구간별 보전적지 지수와 관련 지표들의 평균: 인간개발지수

지목	100분위	국토환경평가등급	재배적지등급	경사도등급	보전적지지수(분위수)
논	10 분위수 이하	1.968	2.129	1.438	0.224
	10~20 분위수	3.315	2.312	1.373	0.316
	20~40 분위수	3.689	2.674	2.143	0.447
	40~60 분위수	4.152	3.375	2.192	0.548
	60~80 분위수	3.906	4.051	2.984	0.707
	80~90 분위수	4.240	4.474	3.608	0.775
밭	10 분위수 이하	2.193	2.162	1.625	0.224
	10~20 분위수	2.523	2.731	2.535	0.274
	20~40 분위수	3.971	2.681	2.347	0.387
	40~60 분위수	4.042	3.318	3.101	0.500
	60~80 분위수	3.251	4.433	3.988	0.612
	80~90 분위수	4.639	4.254	4.108	0.707
과수	10 분위수 이하	2.901	1.671	1.566	0.224
	10~20 분위수	3.440	1.866	2.347	0.316
	20~40 분위수	3.470	2.617	2.680	0.387
	40~60 분위수	4.294	2.974	3.139	0.500
	60~80 분위수	4.212	3.767	3.264	0.632
	80~90 분위수	4.239	4.227	4.140	0.707

주: 1) 지적도 공간자료에 포함되어 있지 않는 지면 필지는 자료의 한계로 인해 본 연구에서 제외됨.

2) 본 연구에서는 토지대장을 근거로 등록된 농지조서를 기초로 면적을 산출하여 통계청에서 발표한 농업진흥지역 밖의 면적과 일치하지 않음.

자료: 농촌진흥청 휴토람 GIS 원자료와 환경부 국토환경성평가지도 GIS 원자료 분석.

Zhou et al.(2017)를 이용한 보전적지 시나리오 분석 결과는 <표 8>과 같다. 지수의 값이 10% 분위수 이하인 필지의 면적은 123,398ha로 전체 면적의 12.3%를 차지하는 것으로 계측되었다. 흥미로운 점은 보전적지 지수가 상위 10% 이상인 논과 밭의 총 면적은 인간개발지수 기준 보전적지 상위 10%의 총 면적(123,323ha)과 거의 비슷하다는 점이다. 특히 논을 경우, Zhou et al.(2017)를 이용하여 계측한 상위 10%의 보전적지 논 면적과 인간개발지수를 이용하여 계측한 상위 10%의 보전적지 논 면적이 일치하는 것으로 나타났다. 이는 보전적지 상위 10%에

위치한 논·밭의 면적은 분석방법에는 덜 민감함을 의미한다.

〈표 8〉 시나리오별 보전적지 면적 산출: Zhou et al.(2017)

단위: ha

구분	논	밭	과수	전체
10 분위수 이하	69,761 (16.2)	51,060 (9.4)	2,577 (8.6)	123,398 (12.3)
10~20 분위수	34,309 (8.0)	74,119 (13.7)	2,547 (8.5)	110,974 (11.1)
20~40 분위수	130,529 (30.3)	80,836 (14.9)	5,636 (18.9)	217,001 (21.6)
40~60 분위수	43,165 (10.0)	117,681 (21.7)	5,320 (17.8)	166,167 (16.6)
60~80 분위수	83,079 (19.3)	119,769 (22.1)	7,972 (26.7)	210,820 (21.0)
80~90 분위수	31,798 (7.4)	54,133 (10.0)	2,213 (7.4)	88,144 (8.8)
전체 면적	430,971 (100)	541,818 (100)	29,862 (100)	1,002,651 (100)

주: 1) 지적도 공간자료에 포함되어 있지 않는 지번 필지는 자료의 한계로 인해 본 연구에서 제외됨.

2) 본 연구에서는 토지대장을 근거로 등록된 농지조서를 기초로 면적을 산출하여 통계청에서 발표한 농업진흥지역 밖의 면적과 일치하지 않음.

자료: 농촌진흥청 휴토람 GIS 원자료와 환경부 국토환경성평가지도 GIS 원자료 분석.

<표 9>는 Zhou et al.(2017)를 이용하여 계측한 보전적지 지수의 분위수 값과 분위수 구간별 국토환경평가등급, 재배적지등급 그리고 경사도등급의 평균을 나타낸다. 분석 결과 보전지수 상위 10% 안에 포함되는 논은 평균적으로 국토환경평가 지수 2.0, 토지적성등급 2.1, 그리고 경사도 등급 1.4로 나타났다. 이는 인간개발지수를 이용하여 보전적지 지수를 구축하였을 때와 유사한 결과이다. 하지만 보전지수 상위 10% 안에 포함되는 밭의 경우, 인간개발지수를 기준으로 한 경우에 비해 토지적성도와 경사도 등급이 떨어지는 것으로 나타났으나 국토환경성평가는 높은 것으로 나타났다. 구체적으로 보전지수 상위 10%안에 포함된 밭의 국토환경평가지수는 1.5이고, 토지적성등급은 2.4, 그리고 경사도 등급은 2.1으로 계측되었다.

세 가지 분석방법을 이용하여 농업진흥지역 밖 보전적지를 분석한 결과, 보전적지 면적은 큰 차이가 없었으며, 보전적지 보전을 통해서 식량자급률 목표치를 달성하기 위해 추가적으로 필요한 농업진흥지역 면적의 상당부분을 확보할 수 있는 것으로 분석되었다. 하지만 보전적지 면적과는 달리 분석 방법의 특징에 따라 지표들이 보전적지 선정에 미치는 영향은 차이가 있는 것으로 나타났다. 구체적으로 비모수프론티어를 이용하여 보전지수를 계측할 경우, 보전지수 상위 10%

〈표 9〉 분위수 구간별 보전적지 지수와 관련 지표들의 평균: Zhou et al.(2017)

지목	100분위	국토환경평가등급	재배적지등급	경사도등급	보전적지지수(분위수)
논	10 분위수 이하	1.968	2.129	1.438	0.750
	10~20 분위수	3.037	2.394	1.569	0.667
	20~40 분위수	3.752	2.676	2.132	0.517
	40~60 분위수	3.717	3.550	2.276	0.450
	60~80 분위수	4.249	3.721	2.610	0.350
	80~90 분위수	4.103	4.372	3.471	0.283
밭	10 분위수 이하	1.505	2.363	2.088	0.700
	10~20 분위수	2.881	2.580	2.296	0.600
	20~40 분위수	4.002	2.674	2.257	0.500
	40~60 분위수	3.271	3.655	3.265	0.383
	60~80 분위수	4.054	3.747	3.636	0.300
	80~90 분위수	4.420	4.334	4.027	0.217
과수	10 분위수 이하	1.840	1.853	2.137	0.700
	10~20 분위수	3.284	2.061	1.953	0.617
	20~40 분위수	3.915	2.234	2.493	0.517
	40~60 분위수	4.273	3.026	2.641	0.417
	60~80 분위수	4.127	3.591	3.633	0.300
	80~90 분위수	4.242	4.189	4.099	0.233

주: 1) 지적도 공간자료에 포함되어 있지 않는 지면 필지는 자료의 한계로 인해 본 연구에서 제외됨.

2) 본 연구에서는 토지대장을 근거로 등록된 농지조서를 기초로 면적을 산출하여 통계청에서 발표한 농업진흥지역 밖의 면적과 일치하지 않음.

자료: 농촌진흥청 휴토람 GIS 원자료와 환경부 국토환경성평가지도 GIS 원자료 분석.

안에 포함되는 밭의 토지적성도와 경사도 등급은 인간개발지수를 기준으로 한 경우에 비해 떨어지는 것으로 나타났으나 국토환경성평가는 인간개발지수를 기준으로 한 경우에 비해 높은 것으로 나타났다. 이는 밭의 경우, 지표를 통합하는 방법에 따라 보전적지의 분포가 상당히 바뀔 수 있음을 뜻하며, 보전적지 선택에 있어서 지표 선정뿐만 아니라 지표를 통합하는 과정 역시 매우 중요함을 의미한다.

IV. 결론 및 시사점

농업진흥지역제도의 근간은 1972년 「농지의 이용 및 보전에 관한 법률」로 농지를 절대농지와 상대농지로 구분하였다. 당시 식량증산을 위한 농지 보전 시책이 강화되면서, 공공투자에 의하여

조성된 농지, 농업기반이 정비된 농지, 집단화된 농지가 우선적으로 절대농지로 지정되었다. 이후 1990년대 초 UR이 타결되면서, 시장개방 확대에 대응하여 경쟁력 있는 농업을 목표로 구조조정 정책이 일관되게 추진되었다. 이러한 농정 목표에 대응하여 농지보전 제도도 구조개선 관점에서 과거의 수리시설, 경지정리 등 생산성 향상을 위한 기반정비사업 투자가 어려운 절대농지 제도에서 권역별 광역투자가 가능한 농업진흥지역 제도로 전환되었고, 20년이 지난 현재까지도 생산성 및 효율성 제고를 위한 농업 구조조정 정책은 일관되게 추진되고 있다.

하지만 EU 등 주요 선진국은 환경보전 관점이 강조된 ‘지속가능한 발전’이라는 새로운 농정 패러다임으로 전환하고 있다. 대만에서도 우리의 농업진흥지역과 같은 특정농업구 지정에 있어서 농업생산, 농촌생활, 생태환경 등을 고려하고 있다. 늦었지만, 우리나라도 생산주의와 효율성에 중심을 둔 농정기조에서 환경성과 안정성 강화를 기반으로 하는 지속가능한 농정으로의 전환이 시도되고 있으며 이에 따라 농지보전 정책도 패러다임 전환이 필요한 시점이다. 단, 지속적으로 감소하고 있는 경지면적을 감안한다면, 지속가능성을 추구하는 농정기조 하에서도 생산성 중심으로 지정된 농업진흥지역 역시 식량안보 측면에서 반드시 유지·보전되어야 할 필요가 있다.

본 연구에서는 농업진흥지역 밖의 필지들을 대상으로 생산성과 환경성을 만족시키는 보전적지의 규모를 분석하였다. 보전적지 분석 결과, 비록 분석방법에 따라 조금의 차이는 있지만 농업진흥지역 밖 농지에서 보전적지 지수 상위 10%에 속하는 필지만으로도 2022년 식량자급률 55.4%를 달성하기 위해 추가적으로 필요한 농업진흥지역 면적의 대부분을 확보할 수 있는 것으로 나타났다. 특히, 교차법을 기준으로 하였을 경우, 관리지역 내 농지 중 농업생산성과 환경성 기준을 모두 충족하는 농지가 약 9.7만 ha인 것으로 나타났다. 따라서 식량안보와 효율적 농지 관리를 위해서 농업진흥지역 밖의 농지라도 농업생산성과 환경성이 우수하면 적극적으로 보전·관리하는 것이 필요하다. 특히 농지법 제76조 제6항에 관리지역 중 보전관리지역이나 생산관리지역에 대하여 농림축산식품부 장관은 농지보전에 필요하다고 인정하는 경우에 「농지법」에 따라 건축물이나 그 밖의 시설의 용도·종류 및 규모 등을 제한할 수 있다고 명시하고 있다. 이는 보전적지를 많이 포함하고 있는 관리지역 내 농지에 대한 특별한 관리가 필요함을 의미한다.

2002년 국토계획법이 새로이 제정되면서 토지적성평가 제도가 도입되었다. 토지적성평가 지침에 의하면 토지적성은 개발적성과 보전적성 점수로 결정된다. 하지만 현행 토지적성평가 시스템은 농업용 토지의 적성을 적절히 반영하지 못하고 있는 실정이다(이병기, 2016). 계획관리지역에 가장 많은 보전적지가 분포되어 있는 분석결과는 이러한 토지적성평가의 한계점이 반영된 결과이다. 따라서 보전적지의 효과적인 관리를 위해서는 토지 자체가 갖는 정확한 적성을 파악하고, 농지적성을 적절하게 고려한 토지적성평가 기법이 마련되어야 한다(황한철·최수명 1997).

본 연구의 가장 큰 한계는 자료의 부족과 관련이 있다. 즉, 공간분석 결과 지적도의 약 8%의 필지의 지번이 한국농어촌공사의 농업진흥지역 밖 농지의 필지 지번과 농지조서에 있는 필지 지번과 일치하지 않는 것으로 나타났다. 이는 변경된 지번을 반영해 주지 않은 것이 가장 큰 원인으로 생각된다. 이러한 자료의 부족과 불일치는 향후 더욱더 충분한 자료의 구축을 통해 극복할 수 있을 것이라 생각된다. 또한 필지의 중심좌표만을 이용하여 GIS자료를 중첩한 것 역시 본 연구의 한계점이다. 이러한 접근법은 지적도와 다른 자료 간의 공간적 불일치 문제를 해결할 수 있으나, 필지 내 이질성을 충분히 고려하지 못하는 단점을 가지고 있다.

참고문헌

- 농정개혁 TF(2018), 『9차 내부 회의자료』.
- 권오상(2008), “농지가격의 지역별, 농지유형별 변동형태 분석”, 『농업경제연구』, 49(3), 53-76.
- 권오상 · 박호정(2009), “한국 농지의 옵션가치와 농지가격”, 『농업경영 · 정책연구』, 36(1), 100-116.
- 김수석 · 김정호 · 김창호(2009), 『농지보전과 농업진흥지역제도 개선방안』, 한국농촌경제연구원.
- 김운근 · 허영구(1985), “국토이용관리제도와 농지보전 정책의 기본방향 -일본의 농지관리제도와 비교를 중심으로-”, 『농업경영 · 정책연구』, 12(1), 33-51.
- 김운근 · 허영구 · 김태곤(1985), “농지보전과 토지정책: 일부 사례지역을 중심으로”, 『농촌경제』, 8(1), 41-57.
- 김창길 · 정학균 · 김윤희 · 김종진 · 문동현(2013), 『지속가능한 농업시스템 구축 연구(1/2차 연도)』, 한국농촌경제연구원.
- 김홍상(2006), “경자유전 원칙에 관한 소고: 헌법과 법률 내용을 중심으로”, 『농촌경제』, 29(2), 141-160.
- 박석두(2006), 『농업진흥지역 관리 방안 연구』, 한국농촌경제연구원.
- 박호정 · 황의식(2003), “실물옵션 모형을 이용한 농지보전 프로그램의 농업투자 효과분석”, 『농업경제연구』, 44(4), 121-139.
- 이명기 · 유찬희 · 허정희 · 우성휘(2017), 『OECD 정책분석틀을 적용한 한국 농식품 분야의 현식, 생산성 및 지속가능성 연구』, 농림축산식품부.
- 이병기(2016), “농지제도의 문제점: 이원화와 부조화 문제”, 『농촌지도와 개발』, 23(4), 405-418.
- 채광석(2007), “농지가격 변동요인에 관한 실증 분석”, 『농업경제연구』, 48(3), 91-108.
- 채광석 · 김홍상(2015), 『우량농지 보전을 위한 정책프로그램 개발』, R761, 한국농촌경제연구원.
- 채광석 · 서홍석 · 김용규(2017), 『중장기 국가 적정 농지면적 산출을 위한 연구』, 한국농촌경제연구원.
- 황한철 · 최수명(1997), “농지이용계획의 합리적 책정을 위한 농지적성 평가기법의 개발”, 『농촌계획』, 3(2), 102-111.
- 황희연 · 오용준(2005), “지역특성을 반영한 토지적성평가지표 개발과 효과분석-농산촌 지역을 중심으로”, 『국토계획』, 40(2), 93-107.
- Binder, C.R., G. Feola, and J.K. Steinberger(2010), “Considering the normative, systemic and procedural dimensions in indicator-based sustainability assessments in agriculture,” *Environmental Impact Assessment Review*, 30(2), 71-81.
- Cooper, W.W.(2005), “Origins, uses of, and relations between goal programming and data envelopment analysis,” *Journal of Multi-Criteria Decision Analysis*, 13(1), 3-11.
- Diaz-Balteiro, L., J. González-Pachón, and C. Romero(2017), “Measuring systems sustainability with multi-criteria methods: A critical review,” *European Journal of Operational Research*, 258(2), 607-616.

- Ebert, U., and H. Welsch(2004), "Meaningful environmental indices: a social choice approach," *Journal of Environmental Economics and Management*, 47(2), 270-283.
- Giovannucci, D., S. Scherr, D. Nierengerg, C. Hebebrand, J. Shapiro, J. Milder, and K. Wheeler(2012), *Food and Agriculture: the future of sustainability*, New York: United Nations.
- Hinkel, J.(2011), "Indicators of vulnerability and adaptive capacity: Towards a clarification of the science-policy interface," *Global environmental change*, 21, 198-208.
- Korhonen, P., and M. Syrjänen(2004), "Resource allocation based on efficiency analysis," *Management Science*, 50(8), 1134-1144.
- Pollesch, N., and V.H. Dale(2015), "Applications of aggregation theory to sustainability assessment," *Ecological Economics*, 114(C), 117-127.
- Pollesch, N., and V.H. Dale(2016), "Normalization in sustainability assessment: Methods and implications," *Ecological Economics*, 130, 195-208.
- Stewart, T.J.(1996), "Relationships between data envelopment analysis and multicriteria decision analysis," *Journal of the operational research society*, 47(5), 654-665.
- UNDP(2018), *Technical notes of Human Development Indicators and Indices: 2018 Statistical Update*, the United Nations Development Programme, NY, USA.
- Williges, K., R. Mechler, P. Bowyer, and J. Balkovic(2017), "Towards an assessment of adaptive capacity of the European agricultural sector to droughts," *Climate Services*, 7, 47-63.
- Zhou, P., M.A. Delmas, and A. Kohli(2017), "Constructing meaningful environmental indices: A nonparametric frontier approach," *Journal of Environmental Economics and Management*, 85, 21-34.

<참고한 인터넷 사이트>

환경부 국토환경성평가지도. <<https://ecvam.kei.re.kr/contents/contents03.do>>. 검색일: 2018.10.18.

농촌진흥청 홀토람. <<https://weather.rda.go.kr:2360/information/ftHalaBongHelp.jsp?kind=>>>. 검색일: 2018.10.18.

논문접수일	2019년 07월 19일
1차 수정일	2019년 08월 22일
게재확정일	2019년 09월 03일