

# 친환경직불제에 따른 농작 선택과 수질오염

김호석\*

Environmental Direct Payments and Water Emissions

Hoseok Kim

국문요약	■
ABSTRACT	■
I. 서론	■
II. 수질오염과 농업부문의 비점오염	■
III. 친환경농업 직접지불제도	■
IV. 친환경농업 직불제에 따른 농가의 작물 선택	■
V. 결론	■
참고문헌	■

## 국문 요약

농산물에 대한 시장수요는 가격탄력성이 작기 때문에 기술진보나 여타 생산성 향상요인에 의해 공급이 확대되면 시장가격이 크게 하락하고 농가의 이윤은 감소한다. 일반적인 경쟁시장 작동원리에 따르면 농업 부문에 투입된 부존자원은 다른 산업으로 조정될 것이다. 하지만 농업부문의 경우 다른 산업으로의 신속적인 자원조정(resource adjustment)이 이루어지지 않기 때문에 농산물의 과다 생산과 낮은 소득수준이 지속된다. 정부가 농업부문 보호를 위해 다양한 정책수단을 도입하는 근본적인 이유는 농업부문이 다른 산업에 비해 취약한 수익구조를 가지고 있어 경쟁시장에서는 식량안보라는 편익을 사회적으로 적절한 수준에서 제공하지 못하기 때문이다.

농업부문 보호를 위해 정부가 취하는 대표적인 정책은 가격지지정책과 소득보조정책이다. 직접지불제는 정부가 농가의 소득을 직접적으로 지지하는 보조금의 한 형태로 농산물의 가격과 교역조건에 직접적인 영향을 미치지 않아 WTO농업협정의 감축대상 보조금에서 제외되어 최근 새로운 농업보호 수단으로 운용되고 있다. 친환경직불제는 환경보전형 농업에 대한 직접지불제로 농약이나 화학비료를 사용하지 않고 생산하는 농가에 대해 일정 보조금을 지급하는 제도이다. 국내에서 1999년부터 시행되고 있는 친환경직불제는 유기농산물의 공급을 확대시키고 농업시장 개방에 대응한 농업부문의 경쟁력 제고방안을 제시하였다는 점에서 긍정적으로 평가되고 있다. 하지만 실제 공급되는 친환경농산물이 저농약이나 무농약농산물이라는 점과 유기질비료 사용을 적절하게 조절하지 못하고 있다는 점에서 '환경보전형 농업'인지에 대해서는 장담할 수 없는 실정이다.

현행 친환경직불제하에서 농약과 화학비료의 투입량이 감소하는 것은 명확하다. 하지만 유기질비료의 투입이 증가한다는 것도 명확하다. 따라서 농약과 화학비료의 감소에 따른 환경질 개선정도가 유기질비료 투입 증가에 의해 상쇄된다면 친환경직불제의 '친환경성'은 보장되지 않는다. 만약 비료에 대한 수요가 큰 농가를 중심으로 친환경농업이 이루어진다면 친환경직불제의 환경오염 저감잠재력은 더욱 취약해질 것이다. 본 논문은 친환경농업으로의 전환에 대한 유인을 정의하고 낮은 토양질의 농가들이 전환에 더 큰 유인을 갖게 됨을 보이고 있다.

**주제어** | 친환경농업, 직접지불제, 유기농산물, 농약, 화학비료, 유기질비료

## Abstract

Types of agricultural policy can be categorized into two general cases: price and income supports. Income supports are any government program designed to provide farmers with higher incomes than they would receive otherwise. These direct cash payments to farmers are known as "deficiency payment" or "direct payment" because they compensate the farmer for the failure of the market to provide farmers with adequate prices. The direct payment to environment-friendly agriculture is a form of income supports

for the agriculture production using less pesticides and chemical fertilizers. Because no significant regulation exists on the use of fertilizers substituting chemical fertilizers for crop, the role of the payment on reducing environmental impacts of agriculture is not entirely clear. This uncertainty is likely to be particularly severe in the case that farmers with low-quality land showing greater demand for fertiliser have an incentive to transition to environment-friendly agriculture. The paper shows the case of the current payment system in Korea.

**Keywords** | environment-friendly agriculture, direct payment, organic agricultural product, pesticide, organic fertilizer

## I 서론

농산물에 대한 시장수요는 가격탄력성이 작기 때문에 기술진보나 여타 생산성 향상요인에 의해 공급이 확대되면 시장가격이 크게 하락하고 농가의 이윤은 감소한다. 일반적인 경쟁시장 작동원리에 따르면 농업부문에 투입된 부존자원은 다른 산업으로 조정될 것이다. 하지만 농업부문의 경우 다른 산업으로의 신속적인 자원조정(resource adjustment)이 이루어지지 않기 때문에 농산물의 과다 생산과 낮은 소득수준이 지속된다. 정부가 농업부문 보호를 위해 다양한 정책수단을 도입하는 근본적인 이유는 농업부문이 다른 산업에 비해 취약한 수익구조를 가지고 있어 경쟁시장에서는 식량안보라는 편익을 사회적으로 적절한 수준에서 제공하지 못하기 때문이다.

농업부문 보호를 위해 정부가 취하는 대표적인 정책은 가격지지정책과 소득보조정책이다. 직접지불제는 정부가 농가의 소득을 직접적으로 지지하는 보조금의 한 형태로 농산물의 가격과 교역조건에 직접적인 영향을 미치지 않아 WTO농업협정의 감축대상 보조금에서 제외되어 최근 새로운 농업보호 수단으로 운용되고 있다. 친환경직불제는 환경보전형 농업에 대한 직접지불제로 농약이나 화학비료를 사용하지 않고 생산하는 농가에 대해 일정 보조금을 지급하는 제도이다. 국내에서 1999년부터 시행되고 있는 친환경직불제는 유기농산물의 공급을 확대시키고 농업시장 개방에 대응한 농업부문의 경쟁력 제고방안을 제시하였다는 점에서 긍정적으로 평가되고 있다.

2005년 현재 전체 친환경농산 인증품 출하량은 797.7천 톤으로 전년 대비 1.73배 증가한 수준이다. 종류별로는 유기농 4.8%, 전환유기농 3.8%, 무농약 30.3%, 저농약 61.1% 등으로 무농약과 저농약이 91.4%를 차지하고 있다. 이는 친환경농가의 농약 사용량은 크게 감소하고 있으나 화학비료 사용의 감소량은 그에 미치지 못함을 의미한다. 전체 친환경농산물에서 무농약과 저농약농산물의 비중이 크다는 것은 현행 친환경직불제하에서 유기농으로의 전환 유인이 크지 않음을 의미하는 것이다. 구체적인 분석에 앞서 이는 두 가지 원인에 기인한 것으로 예상된다. 첫째, 현행 제도하에서는 무농약이나 저농약에 비해 유기농의 수익 증가가 크지 않다는 것이다. 이는 유기농으로 전환할 때 발생하는 수입 감소에 비해 유기농산물의 가격과 보조금 수준이 충분히 크지 않음을 의미하는 것이다. 둘째, 현행 친환경직불제하에서 유기농의 비중이 작다는 것은 농가들이 농약보다는 화학비료에 대한 의존도가 크다는 것을 간접적으로 보여준다.

비료는 토양질이 낮은 수록 생산에 미치는 기여가 큰 반면 농약은 토양질이 높을수록 더 큰 기여를 한다. 비료는 토양질을 개선하여 농업생산을 증가시키는 역할을 하고 농약은 주어진 여건에서 결정되는 농업생산물의 '피해를 막는 생산요소'(damage control factor)이다. 현행 친환경직불제하에서 토양질에 따라 농가의 작물선택이 상이하다면 이는 수질오염에 중요한 함의를 갖는다. 만약 토양질이 낮은 농가들을 중심으로 친환경농업, 특히 저농약 및 무농약농업으로 전환한다면, 이들 농가는 농약과 함께 화학비료 투입을 줄이는 대신 유기질비료의 투입량을 크게 증가시킬 것이다. 유기질비료는 같은 양의 화학비료에 비해 토양질 개선에 미치는 효과가 작다. 따라서 만약 토양질이 낮은 농가들이 친환경농업으로의 전환에 더 큰 유인을 갖는다면 그 반대의 경우에 비해 유기질비료의 사용량과 수질오염 배출량은 더 크게 증가할 것이다.

현행 친환경직불제하에서 농약과 화학비료의 투입량이 감소하는 것은 명확하다. 하지만 유기질비료의 투입이 증가한다는 것도 명확하다. 따라서 농약과 화학비료의 감소에 따른 환경질 개선정도가 유기질비료 투입 증가에 의해 상쇄된다면 친환경직불제의 '친환경성'은 보장되지 않는다. 만약 비료에 대한 수요가 큰 농가를 중심으로 친환경농업이 이루어진다면 친환경직불제의 환경오염 저감잠재력은 더욱 취약해질 것이다. 본 논문은 친환경농업으로의 전환에 대한 유인을 정의하고 낮은 토양질의 농가들이 전환에 더 큰 유인을 갖게 됨을 보이고 있다.

## II 수질오염과 농업부문의 비점오염

4대강 수계의 수질 개선을 위해 지속적인 투자가 이루어졌음에도 불구하고 크게 개선되는 추세를 보이지 않고 있다.<sup>1)</sup> 특히 한강의 경우 BOD는 다소 개선되는 추세를 보이고 있으나 난분해성 유기물, 인, 부유토사 등을 통해 측정된 수질은 오히려 악화되는 추세를 보이고 있으며, 이는 한강 상류로 갈수록 심각한 것으로 조사되고 있다.<sup>2)</sup> 이러한 수질관리 문제의 한 원인으로 비점오염원이 지적되고 있다. 비점오염원은 그 특성상 오염과 그 배출

1) 1993년~2004년 기간 4대강 수계에 투자된 금액은 약 26조 원에 이른다. (환경부, 2005)

2) 최근 한강 상류의 수질변화는 김범철(2003)을 참고.

원 간의 관계를 명확히 밝힐 수 없기 때문에 효과적인 관리가 매우 어렵다. 환경부의 2006년 국정감사 자료에 의하면 4대강 수계에서 비점오염원의 오염부하는 전체 27.5%에 이르는 것으로 추정되며<표1>, 총질소와 총인을 기준으로 할 경우 그 비율은 훨씬 클 것으로 예상된다. 특히 팔당상수원의 경우 전체 BOD의 44.5%가 비점오염원에서 배출되고 있다.

표1 4대강 수계에서의 주요 오염원별 부하량 현황

(BOD, 톤/일)

구 분	4대강 합계	한강(잠실 수중보상류)	낙동강	영산강· 섬진강	금강, 만경· 동진강
계	1,027.6 (100%)	232.7 (100%)	385.4 (100%)	152.5 (100%)	257.0 (100%)
점 오염원	745.2 (66.5%)	161.2 (69.3%)	287.4 (74.6%)	95.4 (62.6%)	201.2 (78.3%)
- 생활하수	473.8	96.3	206.1	58.2	113.2
- 산업폐수	59.8	21.9	15.0	6.2	16.7
- 축산폐수	211.6	43.0	66.3	31.0	71.3
비 점 오염원	282.4 (27.5%)	71.5 (30.7%)	98.0 (25.4%)	57.1 (37.4%)	55.8 (21.7%)

자료: 환경부

우리나라의 주요 비점오염원은 농업부문, 도로상 오염물질, 지표상 퇴적오염물질 등으로 배출지점이 일정하지 않고 배출량이 강우량 및 강우패턴에 따라 달라지기 때문에 체계적 관리에 많은 어려움이 있다. 특히 농업부문에서 배출되는 주요 비점오염물질은 부유물질, 인, 질소, 농약, 축산폐기물 등으로 전체 비점오염물질에서 가장 큰 비중을 차지하고 있는 것으로 알려져 있다. 농업부문의 오염배출량과 배출 비중은 농지의 비옥도, 농작 형태, 농업 기술, 농가의 농작 관행 등에 따라 결정되는데, 문제는 특정 시점과 지역의 수질조사를 통해서 얻은 자료를 통해서는 각 비점오염의 근원과 배출량을 유추해낼 수 없다는 점이다. 정부에도 수환경 관리에 있어서 비점오염원의 중요성을 인식하고 배출량과 관리방안에 대한 조사를 통해 다양한 관리대책 마련을 추진하고 있지만 비점오염원의 특성상 단기에 큰 성과를 기대하기는 어려운 실정이다.<sup>3)</sup>

친환경농산물 생산의 확대는 농업부문의 비점오염물질 배출 증가를 설명하는 한 요인으

3) 김호석 외(2005)

로 지적된다. 본 연구는 최근 한강 상류의 비점오염 배출과 수질변화에 대한 기존 연구인 김범철(2003)과 김호석 외(2005)를 바탕으로 현행 친환경직불제에 농업부문의 비점오염물질 배출 증가요인이 있음을 지적한다.

### Ⅲ 친환경농업 직접지불제도

#### 1. 우리나라의 직접지불제도 운영현황

정부가 농업부문의 효율적인 구조개선과 지속적인 식량안보의 보장을 위한 경제적 유인 수단으로 도입하고 있는 것이 다양한 형태의 직접지불제이다. 직접지불제는 정부가 개별 생산자를 직접 지원하는 소득보조정책으로 농산물의 가격을 지지하는 가격지지정책과 대비되는 제도이다. UR 농업협정은 공정하고 시장지향적인 농산물 무역체제의 수립을 위해 각국의 농업보조와 지원에 대한 개선 및 감축을 약속하였다. UR 농업협정은 국내 농업보조를 국내보조와 수출보조로 구분한다. 또한 농업보조정책을 생산 및 무역왜곡에 미치는 영향 유무에 따라 감축대상정책과 허용대상정책으로 분류하였다. 이중 감축대상보조는 약속된 수준까지 매년 줄여 나가야 한다. WTO에서는 국내보조를 생산과의 연계성 및 허용 여부에 따라 녹색조항(Green box), 청색조항(Blue box), 황색조항(Amber box) 등 3가지로 나누고, 앞의 두 가지는 감축대상에서 제외하고, 황색조항의 보조는 연차적으로 감축할 것을 규정하고 있다. 우리나라에서는 1997년에 '경영이양직불제도'를 도입한 이후 1999년도에 '친환경농업직접지불제', 2001년도에 '논농업직접지불제', 2002년도에 '쌀소득보전직불제', 2003년도에 '쌀생산조정제'가 실시되었다.

직접지불제는 정부가 농가의 소득을 직접적으로 지지하는 보조금의 한 형태로 농업생산물의 가격과 교역조건에 직접적인 영향을 미치지 않아 WTO농업협정에서 감축대상 보조금에서 제외되어 최근 새로운 농업보호의 수단으로 운용되고 있다. 1993년 12월 타결된 UR 농업협상의 결과인 WTO농업협정은 농산물의 수입 금지나 허가제도 등 비관세 수입제한 조치를 폐지하고 관세화하는 한편, 생산이나 수출을 촉진하기 위해 지급하던 보조금도 줄여 나가기로 합의하였다. 특히 국내 농업생산과 관련된 보조금에 있어서 농산물의 생산이나 가격에 영향을 주어 무역을 왜곡하는 효과가 있는 보조금은 점진적으로 감축하기로 합의하였다. 그러나 국내보조금 중에서 생산자극 또는 무역왜곡을 초래하지 않는 것은 감축

대상에서 제외하고 있는데, 여기에 포함되는 항목을 크게 녹색조항(Green Box)과 청색조항(Blue Box)으로 구분한다.

직접지불제는 성격에 따라 소득재분배적 직불제와 시장실패 보완적 직불제로 구분된다. 소득재분배적 직불제는 특정 농가에 소득을 직접적으로 이전시키거나 소득창출 능력을 배양시킴으로써 소득분배를 변화시키는 제도이다. 시장실패 보완적 직불제는 특정 생산물에 대한 시장이 형성되지 않아 자원배분이 왜곡되어 있을 때 경제적 효율성을 높이기 위한 정책으로, 환경보전을 위한 직불, 조건불리지역 직불 등이 이에 해당한다. 우리나라는 1997년 '농산물의 생산자를 위한 직접지불제도 시행규정'을 제정하여 운영하고 있다. 본 규정은 세계무역기구협정의 이행에 관한 특별법 제11조 제2항의 규정에 의한 농산물의 생산자를 위한 소득보조 등 각종 지원제도를 국가경제의 수준, 농업정책의 방향 및 국가재정 등을 감안하여 순차적으로 시행하기 위하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

현재 우리나라가 도입하고 있는 대표적인 직접지불제는 소득보전직불제, 논농업직불제, 경영이양직불제, 조건불리지역직불제, 경관보전직불제, 생산조정보상직불제, 친환경축산 그리고 친환경농업직불제 등이다. 소득보전직불제와 논농업직불제는 우리나라의 장기 식량안보 안정성을 확보하고 논농업 및 농업부문을 보호하기 위해 도입된 것으로 농업부문의 보존이 경제 전체에 미치는 긍정적 외부효과에 대한 부(負)의 조세이다. 경영이양직불제는 한계농가를 농업부문에서 자발적으로 퇴출하도록 유인하여 농업부문의 체질을 강화하기 위한 수단이다. 조건불리지역직불제는 지역재정의 형평성을 제고하고 국토의 균형적인 개발 및 발전을 목적으로 도입된 보조금이다. 경관보전직불제는 경제작물 대신 자연경관이나 관광 등을 목적으로 작물을 재배할 경우 이에 따른 손실을 보전해 주는 제도이다. 경관보전 직불제는 농업의 다원적 기능을 강화하고 해당 농가의 소득을 보전하는 역할을 한다. 생산조정보상직불제는 논농업직불제 해당 농가를 대상으로 벼나 기타 상업적 작물을 재배하지 않을 경우에 3년간 매년 300만 원/ha를 지급하는 제도이다. 쌀생산 조정과 토양의 보전 및 지력 개선을 목적으로 시행되는 제도이며 해당 농가는 녹비작물, 사료작물, 경관작물 등을 재배하거나 휴경을 하게 된다. 친환경축산직불제는 축산분뇨의 발생을 줄이고 분뇨를 재활용해 자원화하도록 유인하기 위해 이에 따른 소득감소분 및 추가비용을 보전해 주는 제도이다. 마지막으로 친환경농업직불제는 고부가치 친환경농업생산물을 생산하도록 유인하여 기존 농업생산물의 수급을 조절하고 유기농산물과 무농약농산물 등 안전한 농산물의 공급을 확대하여 국민 보건을 증진하려는 의도에서 도입되었다.



## 2. 친환경농업 직접지불제도

이들 직접지불제 중에서 친환경농업직불제는 WTO농업협정에서 환경보전을 위한 정부의 지원을 녹색조항(감축면제직접지불: green box)으로 분류하여 각 국가가 환경보전 농업을 유도하기 위한 지원을 할 수 있도록 한 것으로 유기농산물 투입재 지원, 환경농업 관련 시설지원 등을 감축대상 보조금 항목에서 제외하는 것을 골자로 하고 있다. 환경보전을 위한 직접지불제는 선진국에서 이미 많이 도입되고 있으며, 우리나라도 1999년부터 도입하여 시행하고 있다. 친환경농업이란 농업이 가지고 있는 홍수조절, 토양보전 등 공익적 기능을 최대한 실리고, 화학비료와 농약 사용을 최소화하여 생산한 안전한 농산물로 소비자의 건강과 생명을 보장해 주고 농산물을 생산하는 농가의 소득을 보장할 수 있는 농업을 말한다. 그리고 친환경농업직불제는 정부가 정한 일정한 지급요건을 갖춘 농가에게 '친환경농업소득보조금'을 지급하는 직접지불제를 말한다. 현재 우리나라는 '농산물의 생산자를 위한 직접지불제도 시행규정'에 의거하여 농림부장관이 정한 농산물에 대해 환경농업보조금을 지급하고 있다.

친환경농업 직접지불제도는 1997년 개정된 '농산물의 생산자를 위한 직접지불제도 시행규정'에 의거한 제도이다. 동법은 제13조에서 "농림부장관은 친환경농업직접지불제도를 시행하기 위하여 제15조의 규정에 의한 지급요건을 갖춘 농업인 등에게 예산의 범위 안에서 친환경농업소득보조금을 지급한다"고 규정하고 있다. 친환경농업보조금의 지급대상 농산물은 환경보전효과 등을 고려하여 농림부장관이 정한다. 친환경농업 직불제는 친환경농산물 인증농가에 친환경농업 실천에 따른 소득감소분을 보전하기 위해서 보조금을 지원하는 제도로 지원대상은 전국의 유기농산물, 전화기유기농산물, 무농약농산물, 저농약농산물 인증 농가로 1천  $m^2$  이상의 농지를 경작하는 자 또는 농업경영을 통한 농산물의 연간 판매액이 100만 원 이상인 자이다. 친환경농산물은 환경을 보전하고 소비자에게 보다 안전한 농산물을 공급하기 위해 농약과 화학비료 및 사료첨가제 등 화학자재를 전혀 사용하지 아니하거나, 최소량만을 사용하여 생산한 농산물을 말한다. 친환경농산물은 크게 유기농산물, 전환기유기농산물, 무농약농산물, 저농약농산물 등으로 구분된다(농림부, 2003).

- 유기농산물

전환기간 이상을 유기합성농약과 화학비료를 일체 사용하지 않고 재배한 농림산물과 전환기간 이상을 유기적 방법으로 사육한 축산물. (농림산물의 전환기간 : 다년생 작물은 3년, 그 외 작물은 2년, 축산물의 전환기간 : 입식 후 12개월(한우), 생후 6개월(돼지))

- 전환유기농산물

1년 이상 유기합성농약과 화학비료를 일체 사용하지 않고 재배한 농림산물과 전환기간 동안 정해진 방식에 의해 사육된 축산물

- 무농약농산물

유기합성농약은 일체 사용하지 않고, 화학비료는 가급적 권장시비량의 1/3 이내 사용하여 재배된 농산물

- 저농약농산물

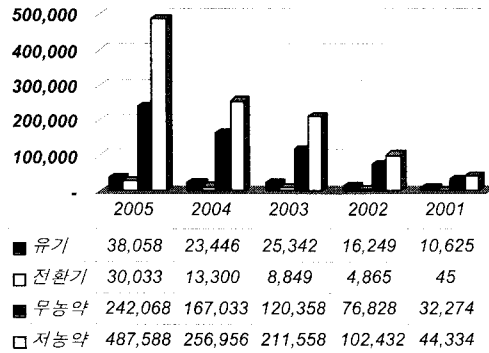
화학비료는 가급적 권장시비량의 1/2 이내 사용하고 농약 살포횟수는 "농약안전사용기준"의 1/2 이하, 그리므로 제초제는 사용하지 않아야 한다. 또한 잔류농약이 식품의약품안전청장이 고시한 "농산물의 농약잔류허용기준"의 1/2 이하이어야 한다.

2005년 현재 친환경농산물 전체 출하량은 797.7천 톤으로 작물별로는 채소류와 과실류가 각각 40.9%와 36.2%로 가장 큰 비중을 차지하고 있다. 종류별로는 저농약이 61.1%로 비중이 가장 크고 무농약, 유기농, 전환기유기농 순이다<표2>. 친환경농산물 중에서 유기농(전환기 유기농 포함)이 차지하는 비중은 8.5%로 그 비중이 매우 작다. 이는 친환경농산물에 대한 일반인들의 인식과는 다소 거리가 있는 것이다. 유기농의 비중은 1999년에는 26.3%에 이르렀으나 점차 감소하는 추세를 보이고 있다<그림1>.

표2 친환경농산물 종류별 인증품 출하량 (톤)

	계	유기	전환기	무농약	저농약
곡 류	93,654	8,022	8,783	34,050	42,799
과 실 류	288,518	1,480	2,575	12,417	272,046
채 소 류	326,020	26,634	16,268	115,876	167,242
서 류	15,651	1,479	1,847	7,226	5,099
특 작 류	73,562	387	519	72,254	402
기 타	342	56	41	245	0
계	797,747	38,058	30,033	242,068	487,588
비 중	100%	4.8%	3.8%	30.3%	61.1%

그림1 친환경농산물 종류별 출하량 추세 (톤)



자료: 농림부.

## IV 친환경농업 직불제에 따른 농가의 작물 선택

### 1. 토양질에 따른 작물 선택과 비점오염 배출

농업생산에 있어서 토양의 영양관리는 비옥도, 생산량, 수익 및 환경에 영향을 미치는 중요한 요소이다. 비옥도(soil fertility)는 토양의 생물학적, 화학적, 물리적 성질의 복잡한 상호작용에 의해서 결정된다. 토양의 밀도, 담수 능력(waterholding capacity), 뿌리의 깊이 등 토양의 물리적 성질은 작물의 성장과 영양분의 공급에 영향을 미친다. 토양의 화학적 성질은 산성도, 질소, 인, 칼리, 황 및 기타 유기물 등에 의해서 결정된다. 토양질에 영향을 미치는 이들 요소는 끊임없이 균형상태를 찾아가는 변화과정을 조절한다. 이러한 특성 때문에 효과적인 토양질 관리를 위해서는 지속적이고 주기적인 영양관리와 시비 및 토양개량 등의 관리가 요구된다. 화학 및 유기비료는 토양의 질소, 인, 칼리 함유를 개선하여 토양의 영양관리와 산출량을 유지시키는 역할을 한다.

농림부에 따르면 2005년 우리나라 친환경농산물 중에서 화학비료를 사용하는 저농약과 무농약의 비중이 각각 60.8%와 30.9%로 전체 친환경농산물의 91.7%를 차지하고 있다. 농림부는 친환경농산물 생산기반을 지역별로 규모화하여 생산 유통기반을 조성하기 위해 1998년부터 '친환경농업 지구조성사업'의 성과를 평가하고 있다. 농림부(2004)에서 발표된

평가자료에 따르면 지구조성사업 이후 농약은 53.5%, 질소비료는 72.7%, 인산비료는 64.9% 수준으로 감소하였다. 반면 유기질비료의 사용량은 174.6%로 증가하였다. 물량으로는 10a당 농약은 2kg, 질소비료는 9.6kg, 인산비료는 2.6kg 감소하였고 유기질비료는 632kg이 증가하였다<표3>.

표3 지구조성사업 이후 농약 및 비료 사용량 변화 (kg/10a)

	사업전	사업후	증감
농 약	43	23	-20
질 소 비 료	13.2	9.6	-9.6
인 산 비 료	7.4	4.8	-2.6
유 기 질 비 료	847	1479	632

자료: 농림부(2004)

## 2. 기본모형

비료는 토양질의 생산성을 보완해 주는 요소이다. 따라서 비료를 사용하지 않을 때 생산성의 감소는 토양질이 낮은 농지에서 더 크게 나타난다. 반면 농약은 주어진 생산물의 '피해를 막는 생산요소'(damage control factor)<sup>4)</sup>이므로 농약을 사용하지 않으면 생산량이 많을수록, 즉 토양질이 좋을수록 더 큰 피해를 입는다. 이때 병충해로 인한 피해는 생산량에 비례한다는 근거가 필요한데, 생태학적 실증분석에 의하면 병충해의 발생 및 이로 인한 피해는 생산량에 비례하는 것으로 알려져 있다. 따라서 토양질이 높은 농가는 농약사용을 포기할 때, 토양질이 낮은 농가는 비료의 사용을 포기할 때 생산량과 수입의 감소가 매우 크게 나타날 것이다.

본 연구에서는 토양질에 따른 농가의 관행농업 및 친환경농업 선택을 묘사하기 위해 다음과 같은 농업생산함수를 설정한다.

$$y = f(e)\delta(x), \quad (f' > 0, f'' < 0, \delta' > 0, \delta'' < 0)$$

4) Lichtenberg and Zilberman (1986)은 생산량의 피해를 막기 위해 투입되는 요소는 표준적인 생산요소로 투입하지 않는 것이 바람직함을 지적하였다.

$f(e)$ 는 ha당 잠재적인 농업생산량,  $\delta$ 는 수확비율,  $e$ 는 ha당 유효투입을 나타낸다. 농업생산량은 투입된 요소의 양과 사용방식에 의해 결정되는 잠재적 생산량과 수확비율에 따라 결정된다. 수확비율은 병충해가 발생하지 않는 경우에는 1이지만, 병충해가 발생하는 경우에 1보다 작은 값을 갖는다. 즉 병충해가 없다면 요소와 기술에 의해 결정되는 최대 생산량이 모두 수확되지만, 병충해가 발생하면 생산량의 일부 손실이 발생한다. 수확비율은 농약 사용량( $x$ )의 함수이며 병충해로 인한 피해는  $(1 - \delta(x))f(e)$ 로 정의된다. 잠재적 생산량을 결정하는 유효투입(effective inputs)은 요소투입과 농작효율성을 통해 다음과 같이 정의된다.

$$e = ah(q), \quad (a \geq 0 \text{이고 } h' > 0 \text{이다})$$

$q$ 는 ha당 복합요소(composite input)를 나타내며,  $h(q)$ 는 농작효율성을 의미한다.  $q$ 는 토양질을 나타내는데  $q$ 가 클수록, 즉 토양질이 우수할수록 농작효율이 높아진다. 즉 동일한 양의 생산요소라도 토양질이 우수할수록 생산에 대한 기여도는 더 크다.

### 3. 농가의 이윤극대화와 요소 및 농약수요

농업생산물의 가격을  $P$ , 농업투입요소의 가격을  $Z$  그리고 농약의 가격을  $W$ 라 하고 모든 시장이 경쟁적임을 가정하며 농가의 이윤은 다음과 같이 정의된다.

$$\Pi = Pf(e)\delta(x) - Za - Wx$$

농가의 이윤은 농업생산물의 판매를 통해 얻은 총수입에서 생산요소와 농약 구입비용을 차감한 것으로 정의된다. 모든 시장이 경쟁적이기 때문에 가격은 주어진 것으로 가정하며, 따라서 농가의 이윤은 요소와 농약 투입량에 따라 결정된다. 농가의 이윤극대화 문제는 다음과 같이 정의된다.

$$\text{Max}_{a,x} \Pi = Pf(e)\delta(x) - Za - Wx = Pf(ah(q))\delta(x) - Za - Wx$$

이윤극대화를 위한 F.O.C는 다음과 같다.

$$\frac{\partial \Pi}{\partial a} = Pf_e h(q) \delta(x) - Z = 0$$

$$\frac{\partial \Pi}{\partial x} = Pf(e) \delta_x - W = 0$$

농약 투입의 증가는 잠재생산량의 수확률을 상승시키며, 따라서 주어진 농산물 가격하에서 수입이 증가한다. 반면 농약 투입의 증가는 농약 구입을 위한 비용을 증가시킨다. 농가의 최적 농약투입량은 농약 사용의 한계생산물가지와 농약 단위당 가격이 같아지는 수준에서 결정된다. 이때 결정되는 최적농약투입량  $x^*$ 는 토양질( $q$ ), 농산물가격( $P$ ) 그리고 농약가격( $W$ )의 함수로 표현되며, 이는 농가의 ha당 농약수요함수를 나타낸다.

$$x^* = x(q, P, W)$$

토양질이 높을수록 유효투입이 커지고 잠재적 생산량이 커지기 때문에 동일한 수준의 병충해로 인한 생산량 손실 역시 토양질이 낮은 경우에 비해 크다. 따라서 토양질이 높을수록 농약에 대한 수요는 커지게 된다. 극단적인 예로 만약 토양질이 매우 낮아 농작효율성  $h(q)$ 가 0에 가까우면 농약투입은 의미가 없으며, 따라서 농약수요 역시 0에 가까워질 것이다. 농약수요는 농산물의 가격이 높을수록 커진다. 주어진 농약가격하에서 농산물의 가격이 상승한다는 것은 병충해로 인한 피해의 화폐적 규모가 증가함을 의미한다. 따라서 농약의 투입이 수확비율을 높이는 한, 즉  $h' > 0$ 인 수준에서 농약수요는 농산물가격에 따라 증가할 것이다. 반면 여타 조건이 일정한 상황에서 농약가격의 상승은 농약에 대한 수요를 감소시킨다.

#### 4. 유기농산물 시장과 농약사용량 결정

##### 1) 보조금을 지급하지 않는 경우

유기농산물 시장이 존재하는 경우를 살펴보자. 소비자는 농약 사용량에 따른 농산물의 유형을 구분할 수 있으며 농약 투입이 작을수록 높은 가격을 지불한다고 가정한다. 현재 우리나라에서는 농약이나 화학비료의 사용여부에 대한 정보를 친환경농산물 인증마크를 통해 표시하고 있다. 본 논문에서는 농산물 유형에 대한 완전한 정보가 있음을 가정하고

있다. 즉 친환경농산물 인증이 정확하게 이루어지고 있음을 의미한다.

이 가정은 두 측면에서 재고의 여지가 있다. 첫째, 친환경농산물의 농약이나 화학비료 사용 여부에 대한 완전한 감시가 이루어지고 있지 않다. 즉 농산물의 유형에 대한 비대칭정보가 존재할 수 있다. 둘째, 현행 친환경농산물은 유기농산물, 전환기유기농산물, 무농약농산물, 저농약농산물 등 4종류로 구분되며 인증표시 역시 각각을 구분하고 있지만 이에 대한 소비자들의 이해는 충분하지 않다. 상당수의 소비자들이 친환경농산물 자체를 유기농산물로 오인하고 있고 이는 현재 친환경농산물의 80% 이상이 무농약 및 저농약농산물임을 감안하면 매우 위험한 현상이다. 소비자들이 저농약농산물을 유기농으로 오인하여 충분히 세척하지 않고 농산물을 섭취할 위험도 있기 때문이다. 인증제도의 문제는 친환경농산물 중에서 유기농산물의 비중이 크지 않은 현황을 설명하는 중요한 요인이다.<sup>5)</sup>

본 논문에서는 농약의 사용량에 따라 농산물을 관행농산물과 유기농산물로 구분하고, 유기농산물은 관행농산물에 비해 농약투입량이 작은 농산물로 정의한다. 즉 ha당 최적 투입량에 비해 농약투입이 작은 농산물을 유기농으로 정의한다.<sup>6)</sup> 유기농산물의 가격은 관행농산물 가격을 의미하는 기본가격( $p$ )과 유기농산물에 대한 가격프리미엄( $r$ )으로 구성된다.

[정의1] 유기농산물 가격 =  $P+r(x)$

가격프리미엄은 농약 사용량이 클수록 작아지며, 만약  $x=x^*$ 이면  $r(x^*)=0$ 이 된다. 즉 농약 사용량이 앞서 정의한 최적 농약투입량과 같은 수준이라면 이는 관행농산물로 분류되어 가격프리미엄은 0이 된다. 만약 가격프리미엄이 농약 사용량에 대한 연속 함수라면  $r' < 0$  이다. 유기농산물이 농약을 전혀 사용하지 않고 재배된 것으로 정의한다면 가격프리미엄  $r(x)$ 는 다음과 같이 결정된다.

$$r(x) > 0 \text{ 만약 } x < 0$$

$$r(x) = 0 \text{ 만약 } x = x^*$$

5) 본 논문의 목적은 토양질에 따른 농약투입 및 유기농산물 생산결정을 설명하는 것이기 때문에 농산물의 유형이나 농약 및 화학비료 투입량에 대한 비대칭정보는 고려하지 않는다. 이는 다음 후속 연구에서 다루어질 것이다.

6) 이는 본 연구에서 모형 설정을 위해 도입한 경제학적 정의이다. 굳이 현 제도와외의 연관성을 설명하자면 이는 농약투입량에 따라 농산물 유형을 구분하는 '친환경농산물'과 유사한 개념이다.

즉 농약을 최적 투입량 수준에서 사용하면 관행농산물로 구분되어 가격프리미엄은 존재하지 않는다. 만약 농약을 투입하지 않으면 유기농으로 구분되어 가격프리미엄은 0보다 큰 값을 갖는다. 이때 결정되는 가격프리미엄을  $r(0)$ 으로 표현한다. 유기농산물 시장이 존재하는 경우에 농가의 최적 농약투입은 다음과 같이 정의된다.

$$\text{Max}_x \Pi = [P + r(x)]f(e)\delta(x) - Za - Wx$$

농가는 주어진 가격 파라미터와 토양질 하에서 이윤극대화 농약투입량을 결정한다. 위 최적화 문제의 FOC는 다음과 같다.

$$[P + r(x)]f(e)\delta_x = W - r_x f(e)\delta(x)$$

위 식의 좌변은 농약 한 단위 투입에 따른 수입을 나타내고 우변은 비용을 나타낸다. 농약을 투입하게 되는 경우 수확비율이 증가하기 때문에 수입이 증가하지만 농약 비용이 증가하고 가격프리미엄이 감소한다. 만약 농약을 전혀 사용하지 않는다면 가격프리미엄은 커지고 농약 비용을 줄일 수 있는 반면 잠재생산량의 수확비율은 낮아질 것이다. 농약을 사용하지 않는 경우, 즉  $x=0$ 인 경우 이윤은 다음과 같다.

$$\Pi_0 = [P + r(0)]f(ah(q))\delta(0) - Za$$

만약 정부가 유기농산물에 별도의 보조금을 지급하지 않는 경우에도 이윤극대화 농약사용량이 0인 농가가 있다면, 즉  $x^*=0$ 이고  $\Pi(x^*) = \Pi_0$ 이라면 유기농산물은 자발적으로 공급될 것이다. 이 경우 정부가 보조금을 지불하지 않아도 유기농산물 공급은 0보다 클 것이고, 보조금은 공급을 확대하는 역할을 할 것이다.7) 모형에서는 보조금이 없는 경우에 유기농산물이 공급되지 않는다고 가정한다. 이 가정은 다음과 같이 요약된다.

7) 주어진 농업기술과 가격하에서  $\Pi_0$ 가 0보다 커지기 위해서는  $r(0)$ 이 충분히 큰 값을 가져야 할 것이다. 즉 유기농에 대한 소비자의 지불용의가격 혹은 수요가 충분히 커야 할 것이다. 이는 친환경적불제에 대해 유용한 함의를 제공한다. 즉 정부가 정책을 통해 수요를 크게 확대할 수 있다면 유기농산물 시장은 자생적으로 발생 및 확대될 것이다.



[가정1] 모든 농가의 토양질( $q$ )에 대해  $\Pi_0 = [(P + r(0))f(ah(q))\delta(0) - Za] < \Pi(x^*)$ 이다.

이 가정은 유기농과 관련된 복잡한 현실을 두 측면에서 단순화하기 위한 가정이다. 첫째는 유기농에 대한 가격프리미엄이 충분히 크지 않다는 점이고, 둘째는 병충해로 인한 생산물 손실이 충분히 크다는 점이다. 이 두 측면은 현행 유기농시장이 크게 활성화되지 않는 이유인 동시에 유기농작에 대한 보조금, 즉 친환경직불제의 도입이 필요한 이유이기도 하다. 위 가정에 따라 농약을 사용하지 않는 경우에 농가의 이윤은 감소한다. 즉 유기농으로의 전환에 따른 손실이 발생한다. '유기농 전환손실'( $D$ )은 다음과 같이 정의된다.

[정의2] 토양질이  $q$ 인 농가의 유기농 전환손실( $D$ )

$$D(q) = \Pi(x^*) - \Pi_0 = f(ah(q))[P\delta(x^*) - P\delta(0) - r(0)\delta(0)] - Wk^*$$

[가정1]에 따라 모든 토양질  $q$ 에 대해  $D(q)$ 는 0보다 큰 값을 갖는다. 따라서 위 정의의 첫 번째 항은 0보다 크고 유기농 전환손실( $D$ )은 주어진 농업기술, 가격, 프리미엄 하에서 토양질  $q$ 가 클수록 커진다. 즉 토양질이 우수할수록 농약을 사용하지 않아 병충해가 발생했을 때 농작물과 이윤의 손실이 커진다.

## 2) 유기농산물에 보조금을 지급하는 경우

[가정1]에 따라 보조금이 없는 경우에는 모든 농가가 관행농작을 선택한다. 정부가 유기농산물 시장의 조성을 위해 보조금을 지급하는 경우를 살펴보자. 정부는 전환손실을 보전하여 농가의 유기농산물 선택을 유인하기 위해 보조금( $k$ )을 지급한다. 이때 보조금  $k$ 는 농약투입량 혹은 농약투입 감소분의 함수이다.

$$k(x^* - x), \text{ 이때 } k > 0 \text{이다.}$$

보조금은 관행농의 경우에 결정되는 최적 농약투입량에 비해 감소한 농약투입량에 비례

하여 지급된다.<sup>8)</sup> 보조금이 존재하는 경우 농가의 이윤극대화 문제는 다음과 같다.

$$\text{Max}_x \Pi = [P + r(x)]f(e)\delta(x) - Za - Wk + k(x^* - x)$$

보조금을 지급하는 경우에 농약 사용은 보조금 수급액을 감소시키므로 농약 투입에 따른 비용은 더욱 커진다. 따라서 농약투입 감소분에 대한 보조금은 농약 포기의 기회비용, 즉 유기농으로의 전환손실을 작게 한다. 바로 이러한 효과를 통해 유기농시장이 확대되는 것이다.

농약투입 감소분에 대해 보조금을 지급하는 경우 앞서 정의한 유기농 전환손실  $D$ 는 감소한다. 하지만 농가의 토양질에 따라  $k > 0$ 가  $D \geq 0$ 을 의미하지 않을 수 있기 때문에 보조금 제도가 유효하기 위한 보조금 수준을 정의할 필요가 있다. 이러한 보조금 수준을  $k$ 라 하자. 즉  $k$ 에서는  $D(k) \geq 0$ 인 농가가 존재하기 위한 최소한의 보조금 수준이다.

[정의3]  $k$ 는  $D(k) \geq 0$ 인 토양질이  $q$ 인 농가가 존재하기 위한 최소값이다.

농가는 토양질( $q$ )로 묘사되고  $k$ 가 0에서 시작되어 점차 커짐에 따라 농가의 일부가 유기농가로 전환한다. 보조금 지급에 따라 어떤 농가들이 유기농으로 전환하는지는 농업부문에서 배출되는 비점오염의 배출량에 중요한 함의가 있다. 현행 친환경농업 직불제하에서 가장 큰 비중을 차지하는 무농약과 비농약농산물 공급 농가들의 토양질이 낮을수록 유기질 비료에 대해 큰 수요를 나타내기 때문에 수질오염을 유발하는 비점오염도 크게 배출된다. 본 논문에서는 앞서의 모형을 이용하여 토양질이 낮은 농가들이 유기농으로의 전환에 더 큰 유인을 갖게 됨을 보이고 있다. 이는 다음 정리를 통해 제시된다.

[정리] 유기농산물에 대해 보조금을 지급하는 경우 낮은 토양질의 농가들부터 유기농으로의 전환할 유인을 갖는다.

(증명)

전환손실( $D$ )은 토양질  $q$ 가 클수록 커진다. 토양질  $q_H$ (高),  $q_L$ (低)에 대해 정의되는 전

8) 현행 친환경농산물 직불제는 농약과 화학비료의 사용방식에 따라 차별적인 보조금을 지급한다. 농약투입 감소에 비례한 보조금 지급은 이러한 제도의 경제학적 표현이다.

환손실은  $D_H > D_L$ 이므로 [정의 3]에 따라  $k_L < k_H$ 이다. (증명 끝)

위 정리는 전환손실과 보조금에 대한 정의를 통해 증명되었다. 정의2는 기존의 관행농가가 유기농으로 전환하는 경우 발생하는 손실을 정의한 것으로, 농가의 토양질이 우수할수록 그 손실이 커짐을 알 수 있다. 즉 토양질이 우수할수록 잠재적 농업생산량이 크기 때문에 병충해로 인한 손실  $(1 - \delta(x))f(e)$  역시 크게 나타난다. 정의3은 일정한 손실이 발생하고 있는 농가를 유기농으로 전환하도록 하기 위해 요구되는 보조금의 최소수준을 정의한 것이다. 따라서 관행농가를 유기농작으로 전환시키기 위해서는 전환손실을 보상할 수 있는 수준의 보조금이 지급되어야 하고, 이 보조금 수준은 전환손실이 클수록, 즉 토양질이 우수할수록 커진다는 것이다. 위 정리는 이를 요약한 것으로 정부가 보조금을 수준을 0에서부터 상승시킬 때 전환손실이 작은 농가, 즉 토양질이 낮은 농가부터 유기농으로 전환함을 보인 것이다.

## V 결 론

현재 운영되고 있는 친환경직불제는 유기농산물의 공급을 확대한다는 측면에서는 긍정적이지만 유기질비료의 사용을 조절하지 못한다는 점에서 '친환경적'이라고 단정할 수 없다. 본 논문은 토양질이 낮을수록 농약 사용을 포기하고 유기농으로 전환할 더 큰 유인을 갖게 됨을 보였다. 이는 현행 친환경직불제 운영과정에서 뚜렷하게 나타나는 두 가지 현상을 설명한다. 첫째, 친환경직불제하에서 많은 농가들이 저농약이나 무농약농산물을 선택한다는 것이다. 만약 이들 농가들이 화학비료나 농약의 투입을 포기한다면 유기농으로 인증되어 더 높은 가격을 받을 수 있을 것이다. 그럼에도 불구하고 유기농산물 공급이 크게 증가하지 않는 이유는 유기농의 가격프리미엄이 화학비료과 농약 투입을 포기하는 기회비용에 비해 충분히 크지 않다는 것을 의미한다. 둘째, 농가들이 저농약과 무농약 중심의 친환경농업으로 전환하는 경우에 화학비료 투입을 포기하는 대신 유기질비료 사용량을 크게 증가시킨다. 같은 양의 화학비료는 유기질비료에 비해 토양질 개선효과가 작기 때문에 화학비료를 유기질비료로 대체하는 경우에는 더 많은 양의 비료를 사용하게 되고, 이는 수질오염 부하를 증가시키는 요인이 된다. 이러한 효과는 토양질이 낮은 농가들이 친환경농업으

로 전환하는 경우 더 심각하게 나타난다.

본 연구는 농약 투입 감소에 대한 보조금 도입은 토양질이 낮은 농가에 더 큰 유인을 제공함을 보이고 있다. 현행 친환경직불제하에서 많은 농가들이 화학비료의 사용을 일부 허용하는 저농약이나 무농약농산물 생산에 집중되는 것은 화학비료의 생산성이 상당히 높기 때문이며 이는 친환경농업으로 전환한 농가들의 토양질이 그리 우수하지 않음을 말해 주는 것이다. 또한 이들 농가들은 화학비료를 일부 포기하는 대신 유기질비료의 투입을 크게 증가시키고 있는데, 이 역시 이들 농가들의 낮은 토양질을 간접적으로 보여 주는 현상이다.

이상의 논의를 통해 다음과 같은 정책적 함의를 얻을 수 있다. 첫째, 현재의 친환경농산물 표시 및 인증제도를 강화하여야 한다. 현재 표시제도하에서는 농가들이 유기농보다는 저농약이나 무농약농산물로의 전환에 더 큰 유인이 있다. 이러한 현상은 현행 제도하에서 유기농의 가격프리미엄이 충분히 크지 않기 때문이며, 이는 유기농에 대한 인지도가 낮거나 저농약 혹은 무농약농산물과 구분되지 않고 있기 때문이다. 만약 유기농에 대한 인식이 개선되고 수요가 증가하면 보다 높은 토양질의 농가들이 유기농으로 전환하거나 친환경농업 보조금의 지급을 줄일 수도 있을 것이다. 둘째, 친환경농산물 인증과정에서 농가의 유기질비료 사용을 조절할 수 있는 제도적 장치가 마련되어야 한다. 친환경농업지구 평가자료에 의하면 친환경농업으로 전환 후 유기질비료 사용량은 632kg/ha가 증가한 것으로 나타났다. 이는 농약과 화학비료 감소량을 모두 합한 것의 44배가 넘는 수치이다. 이러한 유기질비료 사용량 증가는 비점오염물질의 증가에 큰 영향을 미칠 것이다. 친환경농산물 직불제의 목적이 농업부문의 환경부하를 줄이기 위함이고, 유기질 비료 역시 주요한 수질오염원이므로 이를 적절히 관리할 수 있는 제도적 보완이 이루어져야 한다. 셋째, 농업부문에서 유실되는 토양을 관리하여야 한다. 최근 한강 수질의 가장 중요한 변화인 인 농도 증가와 탁도 악화의 주요한 원인은 경사지의 개발과 객토의 유입 및 유실로 지적되고 있다. 따라서 농업부문의 토양 관리 실태 조사와 이를 조절하기 위한 정책 수립이 시급하다.

## 참고문헌

- 국립농산물품질관리원. 2003. "친환경농업 직접지불사업".
- 기획예산처. 2003. 「2003년도 예산개요」
- 김범철. 2003. "한강 상류지역의 비점오염원 유출실태" 강원도내 비점오염원 조사 및 축분퇴비의 적정사용 방안 연구 2차 간담회 환경정의시민연대.
- 김범철 외. 2005. 「한강 수질개선을 위한 비점오염원 관리대책 및 상류하천 보전방안 연구」, 생명의 물살리기 운동본부 연구보고서. 환경정의.
- 김호석, 김범철, 조선주. 2005. "농업보조금과 수질 오염: 친환경직불제의 문제점과 개선 방안" 「동서연구」 17(1)
- 농림부. 2003. "2003년도 친환경농업 육성정책"
- \_\_\_\_\_. 2004. "친환경농업 지구조성으로 농약·화학비료 사용량은 줄이고, 농업소득은 올렸다" 농림부 친환경농업정책과 제공 보도자료.
- 농촌경제연구원. 1998. "직접지불제의 확대" 「동향리포트」 제7호.
- 신기엽. 1998. "쌀농가 소득보상 직접지불제 도입방안" 「CEO Focus」 제31호.
- 이규천. 1999. "환경농업을 위한 직접지불제" 「농촌경제」 22(1).
- 환경부. 2000. "비점오염원 관리요령"
- \_\_\_\_\_. 2005. 「환경백서 2006」
- Christensen, L.A. 2002. "Soil, Nutrient, and Water Management Systems used in U.S. Corn Production." Agriculture Information Bulletin No.774, U.S. Department of Agriculture.
- Dinar, A, M.W. Rosegrant, and R. Meinzen-Dick. 1997. *Water Allocation Mechanisms; Principles and Examples*, World Bank.
- Heinlich, R. 2003. *Agricultural Resources and Environmental Indicators 2003*, U.S. Department of Agriculture.
- Kim, Hoseok. 2004. "Korea's Agricultural Domestic Support and Nonpoint Source Pollution." Korea-Japan Joint Symposium on Agricultural Nonpoint Source Pollution and Water Quality, Kangwon University.
- Lichtenberg, E. and D. Zilberman. 1986. "The Econometrics of Damage Control: Why Specification Matters." *American Journal of Agricultural Economics* 68: 261-73.
- National Research Council. 1993. *Soil and Water Quality: an Agenda for Agriculture*. Committee on Long-Range Soil and Water Conservation, Board of Agriculture. National Academy of Sciences, National Academy Press, Washington, D.C.
- OECD. 2000. *Environmental Indicators for Agriculture: Methods and Results*.