

화학비료 수요의 변화요인 분석과 전망

권 오 상*

Key words: 화학비료(chemical fertilizers), 수요분석(demand analysis), 구조변화(structural adjustment)

ABSTRACT

The purpose of this study is identifying the sources of declining in chemical fertilizer consumption in Korea. Furthermore, this study aims at providing forecasts of fertilizer demands incorporating the impacts of those sources. The study estimates a demand function of fertilizer, and investigates the impacts of reducing fertilizer subsidy on fertilizer demand. The impacts of the policy change on farming cost are estimated by an input-output analysis. The results are combined with those of a time-series estimation of per acre fertilizer consumption and total acreage in order to derive a complete forecast of fertilizer demand in 2013. The paper shows that fertilizer consumption will decline substantially in 10 years, and fertilizers will be over-supplied unless an effective structural adjustment is performed by the industry.

1. 서론
2. 화학비료산업의 현황과 여건변화
3. 비료가격 상승과 수요량 감소
4. 비료보조금 철폐의 가격 및 생산비 파급효과
5. 향후 농업용 비료수요 전망
6. 요약 및 결론

1. 서론

한국의 비료산업은 1960년대 이후 본격

화된 한국 농업의 발전과정에서 농업생산의 필수 투입요소인 비료를 안정적으로 공급하고자 정부주도로 육성되기 시작되었고, 이후 민영화단계를 거쳐 현재에 이르는 동안 한국 농업발전에 많은 기여를 하였으며, 산업 자체 역시 크게 성장해왔다.

그러나 성장일로를 거듭하던 한국 비료

* 서울대학교 농경제사회학부 부교수.
이 연구에 필요한 자료를 정리해준 서울대학교 대학원의 김원희, 허등용 두 학생에게 감사드립니다.

산업은 1990년대 중반 이후 큰 전환기를 맞게 되었다. 우선 경지면적 감소로 인해 비료의 국내 소비가 감소하는 추세로 돌아섰고, 친환경농업의 육성이나 농업 노동력의 감소로 인해 단위 면적당 비료 사용량이 줄어드는 등, 비료의 국내 소비가 감소하고 있다.

뿐만 아니라 중국의 산업화로 인한 국제 원자재 가격의 상승, 주요 수출대상국의 비료 자급화 경향, 국제 유가의 상승 등 각종 생산비 인상요인이 발생하여 비료제조사의 경영수지를 압박하고 있으며, 생산시설의 과잉화가 발생하고 있다.

특히 친환경농업육성 등을 위해 그동안 정부가 농민들에게 보조해 오던 비료 구입 지원자금을 2004년과 2005년에 걸쳐 단계적으로 철폐할 예정이고, 이로 인해 기왕의 비료소비 감소추세가 더욱 가속화될 것으로 예상되는 등, 비료산업의 여건은 한층 악화될 것으로 예상된다.

사정이 이러함에도 불구하고, 한국의 비료산업은 원료물질의 거의 대부분을 해외에서 수입하여 전통적인 복합비료를 생산·공급하는 기존의 체제를 그대로 유지하고 있으며, 이로 인해 산업전체의 비효율화와 제조사의 적자 누적이 예상된다. 특히 한국 비료산업은 친환경성 혹은 고기능성비료에 대한 선호증가와 같이 시장에서 새로이 나타나고 있는 비료수요의 변화추세를 따라가는 데에도 한계를 보이고 있다.

본고는 이와 같은 한국 비료산업의 여건 변화를 특히 수요 측 변화요인을 중심으로

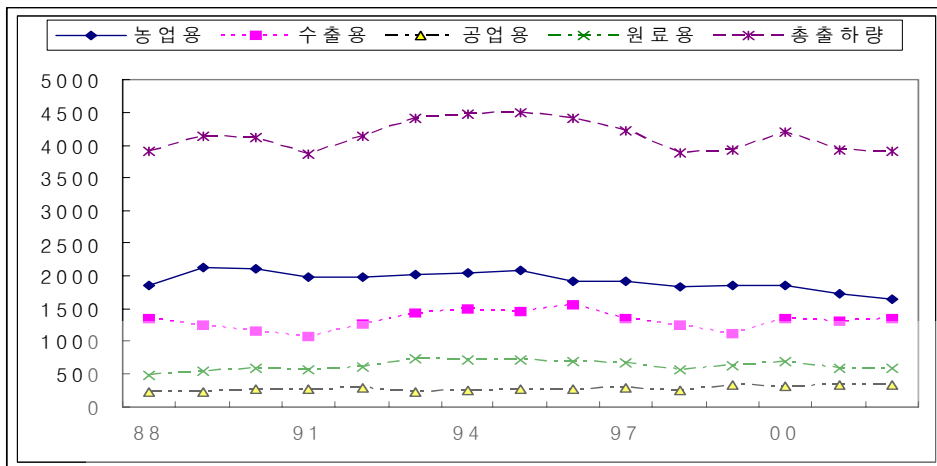
분석하고자 한다. 본고는 먼저 한국비료산업의 현황을 간략히 정리하고, 비료수요 관련 여건변화들을 살펴본다. 특히 친환경농업 육성정책의 일환으로 그동안 화학비료에 대해 적용되어오던 정부보조금이 철폐될 것인바, 이로 인한 수요변화를 분석하고, 이 정책의 효과로 인한 농가 경영비 상승정도를 예측한다. 이러한 정책효과와 더불어 이미 진행되어오고 있는 단위면적당 화학비료 사용량 감소추세를 이용하여 향후의 단위면적당 화학비료 사용량을 추정하고, 여기에 경지면적 감소율 예측치를 적용하여 약 10년 후의 화학비료 소비량 감소정도를 예측한다. 본고는 이러한 실증분석결과에 기초하여 화학비료산업이 최근의 수요 감소에 적응하기 위해서는 보다 적극적인 구조개편이 필요함을 강조한다.¹

보고서는 먼저 제2장에서 화학비료 산업의 현황과 여건변화를 간략히 정리한다. 이어서 제3장은 화학비료의 수요함수를 추정하며, 제4장은 산업연관분석을 통해 화학비료 보조금 철폐가 농산물 가격 및 생산비에 미칠 영향을 계측한다. 제5장은 시계열분석을 통해 향후의 단위면적당 화학비료 사용량을 예측하고, 이어서 마지막 제6장은 분석결과를 요약하고 결론을 내린다.

¹ 급격한 여건변화에도 불구하고 한국 비료산업에 대한 실증분석사례는 매우 드물다. 다만 김창길·김윤식(2001)은 화학비료에 대한 환경세 부과와 경제적 효과를 분석하였고, 최지현(1995)은 비료의 수입과 유통 등에 관한 연구를 수행하였으며, 임수길 외(2001)는 비료의 공급제도 개선방안에 대한 연구를 수행한 바 있다.

그림 1. 비료의 용도별 출하실적

단위: 천톤



자료: 한국비료공업협회, 『비료연감』, 각 연도

3,100천 톤이 복합비료이다.²

2. 화학비료산업의 현황과 여건변화

필수 농업생산요소의 하나인 비료의 절대부족문제를 해결하고자 한국은 1960년대와 70년대에 걸쳐 정부 주도로 화학비료공장을 건립해왔고, 이 과정을 통해 비료의 자급은 물론 수출까지 가능한 생산능력을 가지게 되었다. 이후 1980년대 후반부터는 비료공장의 민영화가 이루어져 현재는 남해화학, 동부한농화학 등의 민간기업이 화학비료를 생산·공급하고 있다.

비료는 질소, 인산, 가리의 단비와 제1종~제4종의 복합비료, 유기질비료, 토양개량제 및 기타비료 등으로 구분할 수 있을 것이다. 이 가운데 한국에서의 비료생산은 주로 복합비료, 그 중에서도 제1종 및 제2종 복합비료 중심으로 이루어지고 있다. 2003년 현재 화학비료 총생산능력은 실증량 기준으로 4,722천 톤인데 이 가운데 66%인

국내 비료의 실제 생산량은 비료생산능력과 함께 지속적으로 증가하여 왔으나, 화학비료의 경우 1990년대 초반에 이미 수요량 감소가 나타나기 시작하였다. 그 결과 비료 생산설비의 가동률은 1975년의 109%에서 하락하기 시작하여 1990년 89%, 2001년 83%, 그리고 2002년 73%에 이르도록 하락하였다.³

화학비료의 생산량 감소는 크게 비용 추요인과 소비 추요인에 의해 설명된다. 화학비료 원료는 거의 전부가 수입되는데, 최근 환율이나 해외원자재 가격 동향이 불리하게 전개되어 생산비 상승요인이 발생하고, 이로 인해 생산량이 줄어들고 있다. 또한 수요측면에서도 국내 소비량 감소와 수출부진이 겹쳐 생산량 감소가 발생하고 있다.

최근 연도에 있어 비료의 용도별 출하실적을 보면 위의 <그림 1>과 같다. 가장 큰

² 한국비료공업협회, 『비료연감』, 각 연도.

³ 한국비료공업협회, 『비료연감』, 각 연도.

비중을 차지하는 농업용의 출하량은 지속적으로 줄어들고 있고, 두 번째로 높은 비중을 차지하는 수출용은 1990년대 초반 반사적으로 출하량이 늘었으나 중국 등 주요 수출대상국의 비료 자급화로 인해 최근에는 다시 감소하고 있다. 그 외 원료용과 공업용의 출하량은 큰 변화를 보이지 않고 있다.

농업용 화학비료 소비량은 질소질 비료의 토양집적도 증가와 비료살포에 필요한 노동력 부족 등의 이유로 인해 단위면적당 사용량이 줄어들고, 또한 경작면적까지 줄어들고 있어 최근 감소하는 경향이 뚜렷하다.⁴ 이와 같이 기왕에 진행되고 있는 비료 소비량 감소추세를 더욱 강화할 수 있는 요인이 최근 발생하고 있는데, 그것은 비료에 대해 지불되던 정부보조금의 철폐, 친환경농업육성책으로 인한 유기질비료 소비의 증가, 완효성비료 등 고기능성/부가가치성 비료의 수요증가, 그리고 해외수출시장에서의 여건 변화 등이다.

한국의 비료산업은 당초 부족한 농업생산요소 가운데 가장 손쉽게 확보할 수 있는 비료를 우선 공급하여 식량안보를 달성하고자 했던 정부의 주도로 발전되었다. 이를 위해 정부는 인위적으로 비료가격을 낮게 유지하는 정책을 꾸준히 사용하여 왔다.

이러한 정책은 정부가 비료회사로부터 상대적으로 비싼 가격에 비료를 매입하여 농가에게 염가로 판매하는 방식이었는데, 이로 인해 '비료계정'의 1962~87년간의 누적적자가 1조 249억원에 달하였다. 이러한 적자문제를 해결하기 위해 정부는 1988년 비료판매 자율화제도를 실행하게 되었고, 이로 인해 농협이 구매 및 판매가격을 결정하고 시가로 비료를 판매하는 방식으로 바뀌었다. 그러나 1990년 걸프전사태로 인해 국제 원자재 가격이 급등함에 따라 비료의 가격인상 폭이 커지자, 정부는 농민의 부담을 줄이기 위해 1991년부터 식량작물용 화학비료에 대해 1987년 이전과 같이 다시 농협을 통해 비료를 구매가격보다 싸게 판매하고, 그 차손을 매년 정부에서 보전('비료판매가격차손보전')하는 제도를 시행해 오고 있는데, 그 규모는 연간 약 1,000억원 정도이다.

그러나 정부는 친환경농업정책을 추진하는 일환으로 이러한 판매가격차손보전을 2004년과 2005년 두 해에 걸쳐 단계적으로 완전 철폐하기로 하였다.

<표 1>은 2004년 7월 1일부로 조정된 비종별 조합인수가격과 대농민 판매가격, 조정률을 나타내고 있다. 표에서 알 수 있듯이 현재 조합이 인수하는 가격이 농민에게 판매하는 가격보다 낮기 때문에 그 차이를 정부의 보조금으로 인식할 수 있다. 또한 위의 조정률은 정부보조가 이미 50% 감축된 상태에서의 가격조정내용이기 때문에 지금까지의 보조율은 <표 1>의 조정율의 2배 정도로 간주할 수 있다. 따라서

⁴ 단위면적당 비료소비량은 1975년의 282kg에서 1990년의 458kg으로 대폭 늘었으나, 이후 감소하여 2002년에는 342kg에 불과하였다. 경지면적 역시 지속적으로 감소하여 2002년의 경지면적은 1975년의 면적의 87%에 불과하다(『비료연감』 각 연도; 『농림수산통계연보』 각 연도).

표 1. 비종별 가격 조정 내역

단위: 포/원, %

비종명	조합 인수가격		대농민 판매가격		조정률
	현행	조정	현행	조정	
황산가리고토	4,687	5,337	3,650	4,900	14.3
21-17-17	5,549	6,147	5,800	6,450	11.2
17-21-17	5,262	5,766	5,500	6,050	10.0
신세대(신)	5,165	5,813	5,400	6,100	13.0
플러스3신	5,165	5,813	5,400	6,100	13.0
고BB	5,167	5,956	5,400	6,250	15.7
고특BB	5,550	6,433	5,800	6,750	16.4
저BB	4,784	5,527	5,000	5,800	16.0
저특BB	5,071	5,861	5,300	6,150	16.0
한아름	4,391	5,051	4,600	5,300	15.2
알찬들	4,391	5,051	4,600	5,300	15.2

자료: 농협중앙회, “화학비료 가격조정내역” 자료, 2004.

2004년 이전까지의 비료가격 보조율은 약 9~37% 정도이었다. 이렇게 지급되던 보조금이 철폐될 경우 비료판매가격은 평균 약 25%의 인상요인을 가지게 되며,⁵ 이로 인해 비료 수요가 감소할 것으로 예상된다.

정부는 1997년에 제정된 ‘친환경농업육성법’에 따라 친환경농업 육성을 위한 다양한 조치를 취하고 있고, 아울러 친환경농산물 표시신고제를 통해 친환경농산물의 표시기준을 강화하고 있다. 이 제도 시행이후 2003년 말 친환경인증 농산물생산농가가 2000년 대비 약 8.5배에 달하는 등, 이 제도에 참여하는 농가 수가 늘고 있으며, 이로 인한 화학비료의 사용량 감소가 나타나고

있다. 정부는 2013년에는 2004년에 비해 화학비료와 유기합성농약의 사용량을 60% 정도로 하락시킬 계획을 가지고 있다.⁶

기존의 화학비료는 분해가 빠른 대신 비료 이용률이 낮아 연간 4~5회씩 살포하여야 하는데, 농가인구의 지속적인 감소와 더불어 진행되고 있는 노령화, 농촌임금의 상승 등으로 인해 농가들의 완효성비료에 대한 관심이 늘어나고 있다. 완효성비료는 1회 살포로 작물을 수확할 때까지 비료효과를 유지할 수 있으며, 염류집적방지, 비료 성분손실의 최소화, 환경오염 경감 등의 부가적 효과까지 가지고 있다. 다만 기존의 화학비료에 비해 가격이 비싸다는 단점을 가지고 있다. 완효성비료에 대한 관심증대로 인해 2004년 9월 남해화학과 KCC가 국산 완효성비료 생산기술을 개발하는 단계에까지 와 있다. 아울러 친환경농업의 증대로 인해 유기질비료에 대한 소비가 급증하

⁵ 2004년부터 비료가격보조가 단계적으로 철폐되면서 2004년 들어 비료의 가수요가 크게 나타나고 있다. 예를 들어 2004년의 월별 비료판매량이 전년대비 약 110~150%까지 증가하였는데, 이는 최근의 비료판매 감소추세를 감안하면 매우 이례적인 현상이다(자료: 한국비료공업협회 홈페이지). 이와 같은 현상은 보조금 철폐가 완료되는 2005년 이후 비료판매량이 급속 감소할 것임을 암시한다.

⁶ 농림부, 『친환경농업육성과 농산물안전성 확보 대책』, 2004.

고 있는데, 2002년 소비량이 1990년의 약 9.4배에 달하고 있다.⁷ 이러한 완효성비료, 유기질비료에 대한 수요증가가 결국은 전통적인 화학비료 소비량 감소추세를 강화하는 요인이 될 것이다.⁸

보조금 철폐로 인한 가격상승, 친환경농업정책, 완효성비료와 유기질비료의 소비증가는 전통적인 화학비료의 국내 소비량을 줄이는 역할을 할 것이다. 아울러 화학비료의 수출역시 그동안 진행되어온 추세와는 달리 향후 감소할 가능성이 농후하다. 우선 한국이 거의 전량 수입에 의존하는 원자재 가격이 최근 급격히 상승하고 있어 가격 경쟁력을 갈수록 잃어가고 있다.⁹ 아울러 인광석과 같은 주요자원의 경우 주요 수출대상국인 중국 내 수요가 증가하고, 중국의 자원무기화 성향으로 인해 원자재 독점화가 진행되고 있어 원료자체의 구입이 어려워지고 있는 것으로 알려지고 있다. 또한 중국 및 동남아 주요 수출대상국의 비료자급화로 인해 수출 감소가 가속화 될 것으로 예상된다.¹⁰

3. 비료가격 상승과 수요량 감소

이상에서 살펴본 바와 같이 비료소비에 미칠 큰 변수 가운데 하나가 정부의 비료 가격보전 철폐에 따른 비료판매가격 상승이다. 본장에서는 이 정책의 예상효과를 검토한다.

비료의 수요는 소비자의 최종 소비재 수요와는 달리 쌀과 같은 최종 산출물을 생산하는 투입재로 사용하기 위해 이루어진다. 이 과정에서 생산자는 주어진 생산량을 최소의 비용으로 생산하거나, 아니면 농업으로부터 얻는 이윤을 극대화하기 위해 비료를 포함하는 각종 투입요소 사용량을 결정한다.

우리 경제를 대표하는 어떤 농민이 있다고 하고, 이 농민이 생산하고자 하는 농산물량이 y 라 하자. 또한 비료의 시장가격은 w_F 이고 비료를 제외한 여타 투입요소의 가격은 w_O 이며, 농산물의 가격은 p 이다. 그리고 t 를 연도를 나타내는 변수라 하자.

만약 이 농민이 목표 수준의 생산량 y 를 최소의 비용으로 생산하기 위해 비료와 여타 투입요소의 사용량을 선택한다면, 비료의 수요함수는 예를 들어 다음과 같이 설정할 수 있다(단, F 는 비료 소비량이고, u 는 조건부 평균이 0이고 관측치 간에 독립인 교란항임).

$$(1) \ln F = \alpha + \beta_F \ln w_F + \beta_O \ln w_O + \gamma_y \ln y + \delta t + u$$

⁷ 농협중앙회, 『비료사업 통계요람』, 2004.

⁸ 권오상·강해정(1999)은 쌀생산비 조사자료를 이용하여 유기질비료와 화학비료 사이에는 통상적인 투입요소간의 대체관계가 성립함을 실증적으로 보여준 바 있다.

⁹ 요소는 170원/kg미만에 형성되던 가격이 2003년 191원/kg까지 상승하였고, 황산암모늄은 2000년 76원/kg에서 2003년 153원/kg으로 가격이 상승하였다(자료: 관세청 홈페이지).

¹⁰ 예를 들어 중국의 경우 과거 5년간 비료 소비는 연평균 11.2% 증가하였으나 비료의 국내 생산은 연평균 19.3% 증가하였다(자료: FAO 홈페이지).

표 2. 복합비료 수요함수 추정결과

파라미터	모형 1	모형 2	모형 3	모형 4
α	-50.900 (-4.02)	9.397 (5.87)	52.791 (2.53)	12.625 (57.80)
β_F	-0.458 (-3.82)	-0.525 (-3.00)	-0.468 (-3.08)	-0.363 (-2.46)
β_O	-0.306 (-1.76)	0.243 (1.27)	0.115 (0.49)	0.192 (0.80)
γ_y	0.690 (2.01)	1.307 (2.79)	N/A	N/A
γ_p	N/A	N/A	0.844 (3.34)	0.528 (2.65)
δ	0.033 (4.78)	N/A	-0.020 (-1.93)	N/A
df	18	19	34	35
R^2	0.852	0.663	0.917	0.908
DW	2.428	1.498	1.903	1.581

한편, 농민이 이윤을 극대화한다고 가정할 경우 이 농민은 보다 장기적인 안목의 의사결정을 하여 투입요소의 양을 선택할 뿐 아니라 생산량까지 선택할 수 있고, 그 결과 비료 수요량은 다음과 같이 산출물 및 투입물의 가격만의 함수가 된다.

$$(2) \ln F = \alpha + \beta_F \ln w_F + \beta_O \ln w_O + \gamma_p \ln p + \delta t + u$$

위의 두 모형은 모두 변수들을 로그 변환하여 사용하기 때문에 각 추정 파라미터는 탄력성을 나타낸다.

분석을 위한 자료는 통계청의 연간자료가 사용되었다. 비료소비량 F 는 1963~2002년간의 복합비료 소비량(M/T)이다. 비료가격과 여타 투입물 가격은 2000년을 기준(=100)으로 하는 농가구입가격지수로부터 얻어졌다. 농산물 생산량 y 는 2000년을 기준연도(=100)로 하는 재배업 생산지수를 통해 계측되도록 하였고,¹¹ 농산물가격 p 는

역시 2000년을 기준연도로 하는 곡물 농가 판매가격지수를 통해 계측되도록 하였다. 몇 가지 추정모형의 추정결과는 위의 표와 같다.

위의 4가지 추정모형 가운데 모형1과 2는 비용최소화를 가정한 모형이고, 모형 3과 4는 이윤극대화를 가정한 모형이다. 모형1과 2, 그리고 모형 3과 4는 각각 시간변수 t 를 포함하는지의 여부로 구분된다.

추정된 4가지 모형 모두에 있어 복합비료의 소비량은 비료가격에 의해 유의한 영향을 받으며, 가격상승은 비료 소비량을 줄이는 것으로 나타났다. 비료 수요의 가격탄력성은 0.363~0.525에 달하는 것으로 추정되었다.¹²

¹¹ 통계청 자료상 재배업 생산지수는 1980년 이후 자료만 이용 가능하여 y 가 모형에 포함될 경우 1980~2002년 자료가 함수추정에 사용되었다.

¹² 김창길·김윤식(2001)은 10a당 생산비자료를 이용해 초월대수 비용함수를 추정하고, 그 결과 화학비료의 수요의 가격탄력성이 0.1457이라 추정하였는데, 본고가 제시하는 탄력성보다는 다소 낮은 수치이다. 본고의 추정모형에 시

비료를 제외한 여타 투입요소의 가격변화가 소비량변화에 미치는 영향은 통계적으로 유의성이 높지 않거나 모형별로 서로 다른 방향을 가져 비교적 불안정한 형태를 보여주었다. 반면 비료 수요는 전체 작물생산량이 늘어나거나, 아니면 작물의 판매가격이 상승할 경우 증가하는 것으로 나타나 예상과 부합되는 결과를 얻었다.

추정 파라미터 δ 는 다른 조건이 불변일 경우 비료 소비량이 시간이 지나면서 증가하는지 아니면 줄어드는지를 보여 준다. 비용최소화를 가정하는 모형 1에서는 시간이 지나면서 비료 소비량이 증가함을 보여주나, 이윤극대화를 가정하는 모형 3에서는 다른 조건이 불변일 경우 비료 소비량이 시간이 지나면서 감소한다는 것을 보여주고 있다.

이상에서 살펴본 바와 같이 모형별로 추정결과가 조금씩 차이가 있으나, 가장 중요한 비료수요의 가격탄력성의 경우 4가지 모형 모두에서 통계적으로 유의하면서 동시에 그 값이 크게 변하지 않아 비교적 신뢰할만하고 안정적인 추정결과를 얻었다고 볼 수 있다.

위의 추정결과로 얻어진 0.363~0.525의 가격탄력성을 산술적으로 적용하면, 다른 조건이 동일할 경우 정부 보조금 철폐로 인해 비료가격이 25% 정도 상승할 때 이

로 인해 소비량은 9.08~13.13% 정도가 감소할 것이라는 결론을 내릴 수 있다.

또 다른 방식으로, 가격변화로 인해 발생할 복합비료 수요량 변화를 예측하고 이를 통해 보조금 삭감의 효과를 추정할 수도 있다. 예를 들어 다음과 같은 모형 1을 통해 가격변화의 효과를 검토해보자.

$$(3) \ln F = \alpha + \beta_F \ln w_F + \beta_O \ln w_O + \gamma_y \ln y + \delta t + u$$

$\hat{\alpha}$ 를 α 의 추정치 등으로 정의할 경우 추정모형으로부터 우리는 복합비료의 로그값 즉 $\ln F$ 의 예측치 $\hat{\ln F}$ 를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$(4) \hat{\ln F} = \hat{\alpha} + \hat{\beta}_F \ln w_F + \hat{\beta}_O \ln w_O + \hat{\gamma}_y \ln y + \delta t$$

교란항 u 의 조건부 평균치가 0이기 때문에 로그값 $\hat{\ln F}$ 의 불편 예측치는 위와 같이 추정 파라미터를 대입하여 구할 수 있다. 그러나 비료수요 자체의 예측치인 $\hat{F}$ 는 단순히 $\exp(\hat{\ln F})$ 와 같이 구해질 수는 없는데, 이는 u 의 조건부 평균치가 0이라 하더라도 $\exp(u)$ 의 조건부 평균치는 1이 아니기 때문이다. 만약 σ^2 을 u 의 분산이라고 한다면 $\exp(u)$ 의 조건부 평균치는 $\exp(\sigma^2/2)$ 가 되고, 따라서 비료의 예측치는 다음과 같이 구해져야 한다.¹³

¹³ σ^2 의 추정치를 잔차의 자승합을 이용해 구할 수 있으나, 이 경우 우리는 교란항이 정규분포를 따른다고 가정하여야 한다.

간을 나타내는 변수 t 의 제곱을 포함하여 시간이 지나면서 비료소비량이 달라지는 형태에 보다 많은 신축성을 부여할 경우 비료수요의 가격탄력성이 약 0.3정도로 하락하였다. 그러나 이 경우 몇몇 추정치의 통계적 신뢰도가 떨어지는 문제가 발생하였다. 비료소비량 자체가 아니라 경지면적당 비료사용량을 회귀분석할 경우에도 <표2>와 유사한 탄력성 수치를 얻었다.

$$(5) \hat{F} = \exp(\sigma^2/2) \exp(\hat{\ln F})$$

혹은 $\hat{\alpha}_0$ 을 $\exp(\sigma^2/2)$ 의 추정치라고 하면, 비료수요의 예측치는 다음과 같이 구해질 수도 있다.

$$(6) \hat{F} = \hat{\alpha}_0 \exp(\hat{\ln F})$$

추정치 $\hat{\alpha}_0$ 를 구하기 위해 먼저 비료수요의 로그값의 예측치 $\hat{\ln F}$ 를 자료를 이용해 구한 후, 이어서 역로그를 취하여 $\hat{m} = \exp(\hat{\ln F})$ 의 값을 구한다. 또한 실제 비료수요량 F 를 $\hat{m}$ 에 대해 회귀분석하되, 상수항을 포함하지 않고 회귀분석을 하면, 그 추정치가 바로 $\hat{\alpha}_0$ 의 값이 된다 (Wooldridge 2003, 207-210).

이상의 방법을 적용한 결과 모형 1 ~ 모형 4에 있어 $\hat{\alpha}_0$ 의 값은 각각 1.000971, 1.004731, 1.002093, 0.9888이 되어 그 값이 1과 큰 차이를 가지지는 않는 것으로 나타났다.

2002년도의 복합비료 소비량은 1,384,983톤이었다. 이상의 절차를 통해 각 모형이 예측하는 2002년도의 복합비료 수요량과 실제 소비량, 그리고 다른 조건은 불변인

채 비료가격만 25% 상승했을 경우의 2002년도에 있어 비료의 예측 수요량을 구해보면 아래의 표와 같다.

4가지 모형은 모두 2002년 실제 비료 수요량을 비교적 잘 예측하고 있으며, 정부의 보조금 철폐에 따라 모형별로 7.8%~11.0%의 비료 수요 감소를 예측하고 있다.

4. 비료보조금 철폐의 가격 및 생산비 과급효과

농민의 비료구입 시 지원되던 정부보조금이 철폐되면 이로 인해 각종 농산물과 여타 공산품의 가격까지 상승하고, 이들 상품의 생산비 역시 상승할 수가 있다. 정부정책의 이러한 과급효과를 분석할 수 있는 방법의 하나로 『산업연관표』를 이용하는 방법이 있다

생산물의 단위가격은 생산물 한 단위당 비용과 이윤의 합이 되는데, 산업연관표상으로 볼 때 비용은 다른 산업으로부터의 중간재투입액이 되고, 이윤은 부가가치가 된다고 볼 수 있다. 즉 생산물의 단위가격은 생산물 한 단위당 중간재 투입액에 생산물 한 단위당 부가가치액을 합한 것과

표 3. 비료 수요의 실제량 및 예측량

구 분	모형 1	모형 2	모형 3	모형 4
2002년 예측치	1,405,816	1,313,194	1,354,656	1,552,582
가격 상승시의 2002년 예측치	1,270,360	1,168,129	1,218,995	1,431,907
가격변화 효과(%)	-9.6	-11.0	-10.0	-7.8

같다.

생산물 단위당 중간생산물 투입액은 다시 각 중간투입재의 투입되는 계수에 투입되는 상품의 가치를 곱한 것의 합으로 표시되고, 부가가치액은 또한 부가가치계수에 부가가치의 단위당 가격을 곱하여 얻을 수 있다. 따라서 경제전체를 3부분으로 나타내면 다음의 가격균형방정식을 세울 수 있다.

$$\begin{aligned} a_{11}p_1 + a_{21}p_2 + a_{31}p_3 + a_1^v p_1^v &= p_1 \\ (7) \quad a_{12}p_1 + a_{22}p_2 + a_{32}p_3 + a_2^v p_2^v &= p_2 \\ a_{13}p_1 + a_{23}p_2 + a_{33}p_3 + a_3^v p_3^v &= p_3 \end{aligned}$$

단, a_{ij} = j 번째 산출 한 단위를 위해 투입되는 i 번째 중간투입재량,

p_i = i 번째 생산물의 가격,

a_i^v = i 번째 생산물의 부가가치계수,

p_i^v = i 번째 부가가치의 단위당 가격.

위의 균형식은 다시 다음과 같이 행렬기호를 사용하여 표현할 수 있다.

$$(8) \quad \begin{pmatrix} a_{11} & a_{21} & a_{31} \\ a_{12} & a_{22} & a_{32} \\ a_{13} & a_{23} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_1^v & 0 & 0 \\ 0 & a_2^v & 0 \\ 0 & 0 & a_3^v \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1^v \\ p_2^v \\ p_3^v \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \end{pmatrix}$$

혹은 $A'P + \hat{A}^v P^v = P$.

이 균형식은 P 에 대해 다음과 같이 풀어진다.

$$A'P + \hat{A}^v P^v = P$$

$$P - A'P = \hat{A}^v P^v$$

$$(I - A')P = \hat{A}^v P^v$$

$$P = (I - A')^{-1} \hat{A}^v P^v$$

예를 들어 2번째 산업부문이 비료산업이

라 하자. 정부가 그 동안 지급하던 보조금을 줄이게 되면 농민입장에서는 비료가격이 상승한 것과 동일한 효과를 얻게 된다. 이러한 p_2 의 상승이 초래하는 다른 부분의 가격상승효과를 분석하고자 한다.

p_2 상승의 파급효과를 분석하고자 할 경우 2번째 산업부문을 다음과 같이 마치 외생부문인 것처럼 처리할 필요가 있다.

$$\begin{aligned} (9) \quad p_1 &= a_{11}p_1 + a_{31}p_3 + a_{21}p_2 + v_1 (= a_1^v p_1^v) \\ p_3 &= a_{13}p_1 + a_{33}p_3 + a_{23}p_2 + v_3 (= a_3^v p_3^v) \end{aligned}$$

혹은

$$(10) \quad \begin{pmatrix} p_1 \\ p_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{31} \\ a_{13} & a_{33} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} p_1 \\ p_3 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} a_{21} \\ a_{23} \end{pmatrix} p_2 + \begin{pmatrix} v_1 \\ v_3 \end{pmatrix}$$

$$P = A'P + A_s' p_s + V.$$

이 경우 P 는 다음과 같이 풀어진다.

$$(11) \quad P = (I - A')^{-1} (A_s' p_s + V)$$

또한 가격변동률은 다음과 같이 표현된다.

$$(12) \quad \dot{P} = (I - A')^{-1} (A_s' \dot{p}_s + \dot{V})$$

만약 부가가치의 변동이 없다면, 즉 $\dot{V} = 0$ 이라면, 위의 가격변동률은 다음과 같이 최종적으로 표현된다.

$$(13) \quad \dot{P} = (I - A')^{-1} A_s' \dot{p}_s$$

본 연구를 위해 한국은행이 발표하는 2000년의 산업연관표를 107개 투입산출부문으로 분류하여 재구성하였다. 107개 부문자료를 사용할 경우 비료산업이 하나의 부문으로 분류된다.

<표 4>는 산업연관표상에 있어 각 농림 산물을 1단위 생산하기 위해 필요한 비료 투입액을 나타낸다. 비료비가 농림산물 생산액에서 차지하는 비중은 두류 및 잡곡이 10% 이상으로 가장 높고, 이어서 밀, 과일, 야채, 벼의 순서로 높은 비중을 차지한다. 전체적으로 비료비는 농림업 생산액의 약 3.3%를 차지한다.

현재 비료에 대한 정부보조가 약 25% 수준이기 때문에 정부가 비료에 대한 보조금 지급을 중단하게 되면 비료가격이 평균적으로 약 25% 상승하게 된다고 볼 수 있다. 따라서 0.25를 <표 4>에 나타나있는 지수에 곱하면 비료보조금 지급으로 인해 농림업 농가의 생산비가 어느 정도나 상승할지를 개략적으로 판단할 수 있다.

농림업 전체로 보면 비료 보조금 삭감으로 인해 농림업 생산액의 약 0.8%에 해당되는 비용 상승 요인이 발생하며, 여기에 산업별 생산액을 곱하여 비용 상승분을 금액으로 환산할 수 있다.

그러나 비료가격이 상승하면, 직접적인 농림업 비용증가요인이 발생할 뿐 아니라

과급효과로 인해 다른 중간투입물의 가격이 상승하게 되고, 이러한 간접효과까지 고려할 경우 보조금 철폐에 따른 가격 상승효과는 더욱 클 것으로 예상된다. 이러한 과급효과를 파악하기 위해 $\dot{P} = (I - A')^{-1} A_s \dot{p}_s$ 와 같이 가격 인상효과를 분석한 후, 그 효과가 큰 순서로 상위 60개 산업의 가격이 상승하는 정도를 보면 아래의 <표 5>와 같이 정리된다.

보조금 철폐로 인해 비료가격이 25% 상승하면 비료를 제외한 106가지 다른 산출물의 가격은 평균적으로 0.3% 상승한다. 산업별로 보면 비료에 대한 의존도가 높은 두류, 잡곡, 밀의 가격 상승률이 가장 높고, 이어서 과일, 보리, 야채의 순으로 높은 가격상승이 이루어진다. 쌀의 경우 0.6%의 가격상승이 발생한다.

한편, 이러한 가격상승효과는 투입재의 가격상승 때문에 발생하기 때문에 달리 표현하면 생산비 증가율이 된다. 특히 농림업 부문의 비용 상승효과를 정리하면 <표 6>과 같다.

표 4. 농림업부문 비료의 투입계수

산업	투입지수	산업	투입지수
벼	0.023433	젓소	0
보리	0.065082	한우	0
밀	0.074902	양축	0
두류	0.117544	가금	0
잡곡	0.115202	기타축산	0
서류	0.018261	양잠	0
야채	0.056936	농업서비스	0.000266
과일	0.073116	육림	0.025748
유지작물	0.018973	임산물	0.029644
기타특용작물	0.024609	평균	0.03388

표 5. 비료가격 25% 상승으로 인한 다른 산업의 가격 상승률

단위: %

산업	가격인상률	산업	가격인상률
비료	25	기타축산	0.25
두류	3.03	제재 및 목제품	0.23
잡곡	2.99	동물성유지	0.22
밀	2.02	고기가공	0.21
과일	1.88	낙농품	0.2
보리	1.72	음식점	0.18
야채	1.48	분류불명	0.18
정맥	1.25	청량음료	0.15
제분	1.22	농약	0.15
식물성유지	0.97	가계외소비지출	0.15
배합사료	0.88	제혁 및 혁제품	0.14
임산물	0.78	사회서비스	0.14
육림	0.73	섬유사	0.12
과일 및 야채가공	0.72	수산양식	0.1
기타특용작물	0.66	연초	0.09
벼	0.6	산업용 기초화합물	0.09
양축	0.57	기타 화학제품	0.09
정미	0.55	주류	0.06
서류	0.53	화학섬유	0.06
한우	0.51	의약품 및 화장품	0.06
유지작물	0.5	고무제품	0.06
기타곡물가공	0.48	섬유직물	0.05
가금	0.46	합성수지제품	0.05
우돈육	0.46	기타제조업 제품	0.05
젓소	0.45	수산가공	0.04
소맥가공	0.39	섬유제품	0.04
기타가공식품	0.39	의복 및 의복장신품	0.04
기타육	0.35	농업서비스	0.03
조미료	0.33	석탄	0.03
과자류	0.32	석탄제품	0.03

표 6. 비료 보조금 철폐로 인한 농림업부문 비용상승 효과

단위: %

산업	상승률	산업	상승률
벼	0.6	젓소	0.45
보리	1.72	한우	0.51
밀	2.02	양축	0.57
두류	3.03	가금	0.46
잡곡	2.99	기타축산	0.25
서류	0.53	양잠	0
야채	1.48	농업서비스	0.03
과일	1.88	육림	0.73
유지작물	0.5	임산물	0.78
기타특용작물	0.66	평균	1.01

비료가격이 보조금 철폐로 인해 25% 상승하면 농림업 전체적으로 평균 1.01%의 비용 상승요인이 발생한다. 이를 2000년 기준비용으로 환산하면 농가당 약 8만원에 해당되는 금액이다.

5. 향후 농업용 비료수요 전망

향후의 농업용 비료소비량이 어느 정도가 될지를 전망하기 위해 가장 우선적으로 사용할 수 있는 자료는 정부의 정책목표치가 반영되어 있는 자료이다. 농림부(2004)의 “친환경농업육성과 농산물안전성 확보대책” 자료에 의하면 정부는 2004년 337kg/ha에 달할 것으로 예상되는 단위 면적당 화학비료 사용량을 2013년에는 225kg/ha로 감소시켜 33.2%의 사용량을 줄일 것을 목표로 하고 있다. 이는 1999년 이래 4년간의 실제 비료 사용량의 40%를 감소시키는 것이며, 이와 같은 목표수준의 단위면적당 화학비료 사용량은 1970년대 중반 수준에 해당된다.

농림부의 이러한 목표치가 어느 정도나 현실성을 가지는지를 확인하기 위해 1965년이래의 시계열 자료를 이용하여 단위면적당 화학비료 사용량이 변하는 추세를 확

인하고, 2013년까지의 면적당 사용량을 예측하여 보았다. 이를 위해 다음과 같은 자기회귀모형(autoregressive model)을 추정할 수 있다.

$$\text{모형 1: } y_t = \phi_0 + \phi_1 y_{t-1} + \epsilon_t$$

$$\text{모형 2: } y_t = \phi_0 + \phi_1 y_{t-1} + \phi_2 y_{t-2} + \epsilon_t$$

이상의 AR(1) 및 AR(2) 모형을 추정한 결과는 <표 7>과 같다.

추정결과에 기초하여 단위면적당 화학비료 사용량의 실측치 및 예측치를 구해보면 <그림 2>와 같다. 모형이 예측하는 단위면적당 화학비료 사용량이 과거 실측치의 변화형태를 비교적 잘 반영하고 있음을 확인할 수 있다.

2013년도에 있어 화학비료의 단위면적당 사용량은 모형 1과 모형 2에 따를 경우 각각 309kg/ha와 318kg/ha로 예측되었다. 비료성분이 토양에 과잉 축적되고 비료살포를 위해 필요한 노동력 부족 등으로 인해 이미 단위면적당 비료 사용량은 감소추세에 들어갔으며, 위의 예측치는 이러한 현상을 반영한다. 모형 1과 모형 2의 예측치는 2004년 예상 사용량에 비해 각각 9.1%와 6.5% 감소한 수치이다. 따라서 실제 사용

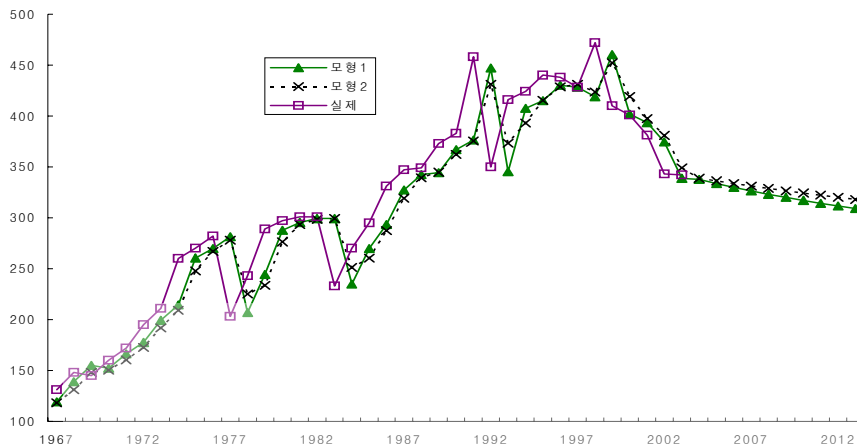
표 7. 자기회귀모형 추정결과

파라미터	모형 1	모형 2
ϕ_0	268.7 (4.11)	258.7 (3.36)
ϕ_1	0.942 (19.35)	0.708 (4.64)
ϕ_2	N/A	0.251 (1.49)
σ	37.42 (9.09)	36.2 (7.83)
$\ln L$	-192.7	-191.4

주: () 안은 t-값임.

그림 2. 단위 면적당 화학비료 사용량

단위: kg/ha



되고 있는 단위 면적당 비료 사용량의 변화추세를 이용할 경우 정부가 목표하고 있는 것처럼 10년 후의 단위면적당 비료 사용량이 33.2%까지 감소하지는 않을 것으로 예상된다.

그러나 이러한 예측은 정부정책 등이 과거와 같이 계속 유지된다는 전제 하에서 이루어지는 것이다. 앞 장에서 비료수요함수의 추정결과 가격차손보전이 없어질 경우 9.08~13.13%의 비료 소비 감소가 발생한다는 결과가 얻어진 바 있다. 따라서 위의 그림이 보여주는 단위면적당 비료 사용량 감소추세와, 보조금 철폐로 인한 가격상승 때문에 발생하는 수요 감소효과를 합하면, 향후 10년 후에는 단위면적당 비료 사용량이 현재보다 15.6~22.2% 감소할 것으로 예상된다. 이러한 수치는 여전히 정부 목표치인 33.2%보다는 낮은 소비 감소율이나, 정부가 유기질비료에 대한 지원사업 등을 통해 친환경농업의 규모를 적극적으로

지원할 경우 화학비료의 단위면적당 비료 사용량이 정부 목표치에 가까운 수준으로 하락할 수도 있을 것이다.

농업용 비료의 최종 사용량은 단위면적당 비료 사용량뿐 아니라 향후 경작면적 변화에 의해서도 발생한다. 향후 경작면적이 어느 정도가 될 것인지를 예측하기 위해서는 WTO에서의 농업관련 협상결과와 여타 경제변수에 대한 다양한 분석이 필요할 것이다.

최근 이태호 등(2003)은 계획모형을 이용하여 우리나라의 필요 경지면적을 예측한 바 있다. 이들의 연구는 최근 각국의 식량자급목표가 열량기준으로 변화되고 있음을 감안하여 변화하는 국제시장 여건 속에서 해외수입과 국내생산을 통하여 가격위험과 조달비용을 최소화하면서 목표 영양권장량을 충족시키는 농산물을 생산하기 위해 2020년에 필요한 경지면적을 추정하였다. 2020년의 인구는 5,000만 명을 가정하였다.

표 8. 시나리오별 필요 농지량

기본 시나리오	세부시나리오	논(천ha)	밭(천ha)	전체(천ha)
DDA 협상에서 선진국으로 분류	개방+쌀 90%자급	642	381	1,023
	개방+열량 45%자급	613	390	1,003
	개방+열량 50%자급	717	439	1,156
	개방+열량 60%자급	952	445	1,397
DDA 협상에서 개도국으로 분류	개방+열량 45%자급	702	419	1,121
	개방+열량 50%자급	714	446	1,160
	개방+열량 60%자급	952	445	1,397
자급 시나리오	최소권장량기준 자급	648	921	1,569
	현재섭취량기준 자급	999	1,137	2,136

자료: 이태호 외(2003).

표 9. 생산설비의 국내 수요 초과분(예상)

단위: 천 톤(실증량), %							
	1970	1980	1990	2000	2003	2008	20131)
생산능력(A)	1,329	3,341	4,032	4,202	4,722	4,722	4,722
국내수요(B)	1,213	1,679	2,365	1,875	1,787	1,501 (1,394)	1,215 (1,019)
초과설비(A/B)	1.10	1.99	1.70	2.24	2.64	3.15 (3.39)	3.89 (4.63)

자료: 한국비료공업협회, 『비료연감』(2004), 이태호 등(2003), 본고의 추정치.

주: 10년간 국내 수요량 감소를 예측치의 하한인 32%를 가정함. 단, 팔호 안은 최대 감소율 43%를 적용한 결과임.

이들의 분석결과는 아래의 <표 8>과 같다.

2002년도 한국의 경지면적은 논과 밭을 합하여 약 1,845천ha에 달하였다. 이태호 등(2003)의 예측에 의하면 DDA협상에서 한국에 가장 유리한 협상결과가 얻어질 경우 인구증가에도 불구하고 2020년의 농지면적이 2002년에 비해 약 25%가 감소하고, 시나리오상의 가장 불리한 협상결과가 얻어질 경우에는 무려 46%의 경작면적 감소가 발생할 수 있다.

한편, 한국농촌경제연구원(2004)은 DDA 협상결과에 따라 2013년의 경지면적이 약 1,635~1,695천ha에 달할 것으로 예측한 바 있는데, 이는 2003년에 비해 11.4~8.1%의 경지면적이 감소하는 것이다.

앞에서 분석한 결과 기존의 단위면적당

사용량 감소추세에 보조금 철폐로 인한 비료가격상승효과까지 감안하면 단위면적당 비료사용량이 향후 10년간 20%전후까지 감소할 수 있다는 전망이 얻어졌다. 만약 이태호 외(2003)의 전망대로 향후 20년간 경작면적이 25~46%감소하고, 따라서 그 절반인 12~23%의 경작면적 감소가 향후 10년간 발생한다면, 결과적으로 농업용 화학비료의 총소비량은 10년 후 32~43%까지 감소할 수도 있다고 하겠다.¹⁴

비료산업의 평균 가동률은 1990년대 말 이미 80%수준까지 떨어진 상황이라 이러한 대규모 국내수요 감소는 결국 비료산업의 과잉설비문제를 크게 심화시킬 것으로

¹⁴ 한국농촌경제연구원(2004)의 경지면적 감소 시나리오를 따를 경우 28~32%의 비료수요 감소가 예상된다.

예상된다. <표 9>는 앞에서 추정된 향후 10년간의 비료 수요 감소가 발생하고, 반면 국내 생산설비는 현 수준으로 유지될 경우에 국내 생산능력이 국내 수요를 초과하게 되는 정도를 보여준다. 해외수요가 늘어나지 않을 경우 초과설비율이 크게 증가할 것임을 알 수 있다.

6. 요약 및 결론

본고는 한국 화학비료산업을 둘러싼 여건변화를 정리하고, 특히 화학비료에 대한 보조금 철폐로 인한 수요 감소효과를 통계 분석을 통해 예측하고자 하였다. 노동력 부족과 질소질 비료의 토양축적 등으로 인해 기왕에 줄어들고 있는 비료사용량 감소에 더하여, 정부의 보조금 철폐로 인한 비료수요 감소, DDA협상 결과에 따른 경지면적 감소로 인한 추가 수요 감소 등을 감안할 때 10년 후 국내 화학비료 소비량은 현재에 비해 32~43%정도 감소할 것으로 예상된다. 화학비료 가격인상에 따른 농가 경영비 인상요인은 가구당 연간 약 8만원 정도로 예상된다.

화학비료에 대한 국내 수요가 감소할 뿐 아니라 전통적으로 한국이 비료를 수출해 왔던 국가들이 비료자급화를 서두르고 있어 비료수출의 감소가 예상되는 물론, 이들 국가들은 원자재 확보를 위한 경쟁 상대국으로까지 부상하고 있는 실정이다. 따라서 이러한 국내외 수요 감소 및 원가상승 요인 등을 감안할 때 화학비료의 설비과잉화

와 이로 인한 국가경제의 손실, 그리고 제조사의 경영수지 악화가 발생할 가능성이 크다 하겠다.

이러한 예상되는 어려움을 극복하기 위해 화학비료 제조사와 관련 정책당국은 한국 화학비료산업의 구조개편의 필요성을 충분히 인정할 필요가 있고, 필요할 경우 국내 기업간의 인수/합병을 통한 설비규모의 감소와 새로운 시장수요에 대한 준비가 필요할 것으로 판단된다.

아울러 국내 수요가 감소되는 상황에서 원료를 해외에서 들여와 다시 완제품을 수출하는 것은 경제성이 높지 않을 것으로 예상되며, 따라서 국내 기업이 중국이나 동남아처럼 원재료와 완제품 시장을 동시에 가진 국가들로 진출하는 것도 적극 검토할 필요가 있을 것이다.

마지막으로, 기존의 복합비료 위주의 생산설비는 줄이되, 친환경성의 제고나 비료의 유실 방지, 시비횟수의 절약 등을 위해 최근 수요가 늘어나고 있는 완효성/기능성 비료에 대한 기술개발 및 생산능력 확보와 고품질의 유기질비료의 공급체계를 갖추는 노력이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

- 권오상, 강혜정. 1999. “쌀생산에 있어 유기질 비료와 화학비료의 대체가능성 추정: 쌍대성원리를 이용한 비모수적 분석”. 『농업경제연구』 40(4): 105-125.
- 김창길, 김윤식. 2001. “화학비료에 대한 환경세 부과와 경제적 효과분석.” 『농업경제연구』 42(1): 25-44.

- 농림부. 2004a. 『2004년 친환경농업 육성정책』.
- _____. 2004b. 『친환경농업육성과 농산물안전성 확보대책』.
- _____. 각 연도. 『농림수산물통계연보』.
- 농협중앙회. 2004. 『비료사업 통계요람』.
- _____. 2004. 『화학비료 가격조정내역』.
- 이태호, 안동환, 강현수. 2003. 『농업환경변화와 농지소요면적에 대한 연구』. 서울대학교 농업생명과학연구원.
- 임수길 등. 2001. 『비료공급제도 개선방안에 관한 연구』. 농림부 용역보고서.
- 최지현. 1995. 『비료 수입개방에 따른 농협의 대응방안 연구』. C95 -8. 한국농촌경제연구원.
- 한국농촌경제연구원. 2004. 『2004 농업대전망』.
- 한국비료공업협회. 각 연도. 『비료연감』.
- 한국은행. 2000. 『산업연관표』.
- Wooldridge, J.M., 2003. *Introductory Econometrics: A Modern Approach*, 2nd ed., Thomson.
- <http://apps.fao.org>
- <http://www.customs.go.kr>
- <http://www.fert-kfia.or.kr>
- <http://www.kita.net>

■ 원고 접수일 : 2005년 1월 10일
원고 심사일 : 2005년 2월 4일
심사 완료일 : 2005년 3월 18일

KREI