creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

경제학석사학위논문

농업부문 R&D투자에 따른 소비자 후생효과 분석

2018년 2월

서울대학교 대학원
농경제사회학부
반경훈

농업부문 R&D투자에 따른 소비자 후생효과 분석

지도교수 권 오 상

이 논문을 경제학석사학위논문으로 제출함

2018년 02월

서울대학교 대학원

농경제사회학부 농업·자원경제학 전공

반 경 훈

반경훈의 석사학위논문을 인준함

2018년 01월

위 원 장 _____ (인)

부 위 원 장 _____ (인)

위 원 _____ (인)

국문초록

농업부문 R&D투자에 따른 소비자 후생효과 분석

서울대학교 대학원
농경제사회학부 농업・자원경제학 전공
반경훈

본 연구는 한국 농업분야에 이루어진 연구개발투자의 성과를 농식품 소비자의 후생변화 측면에서 분석한다. 이를 위해 1975년부터 2015년까지 집계되는 농업부문 연구개발비 투자 시계열 자료를 이용하여 농업부문 지식스톡을 추계하였으며, 농산물 가격함수 추정을 통해 지식스톡이 농산물 가격에 미치는 영향을 파악하고자 하였다. 또한 균형대체모형(Equilibrium displacement model, EDM)을 이용하여 R&D투자에 따른 농산물 가격변화가 농식품 시장에 미치는 영향을 분석하고, 소비자이론에 근거하여 농식품 소비자의 후생변화를 도출한다. 특히 지식스톡의 추계 과정에서 기존에 널리 사용되던 영구재고법과 시차구조법을 비교하여 적용하였으며, 이에 따른 분석결과의 민감도를 함께 분석하였다.

농산물 가격함수 추정결과 지난 10년간의 R&D투자는 농가의 생산기술에 영향을 미침으로써 두류/잡곡류를 제외한 모든 농산물 품목에서 균형가격을 낮추는 효과를 가져왔으며, 특히 과실류와 채소류에 그 효과가 집중된 것으로 나타났다. 본 연구에서는 가격함수 추정결과를 바탕으로 현재 농업분야 지식스톡이 10년 전 수준으로 되돌아 갈 경우를 상정하고 이에 따른 소비자후생손실분을 분석하였다.

지식스톡 후퇴로 인한 가격상승 충격은 농산물을 원료로 삼는 농식품 시장으로 전이되는데, 본 연구에서 사용하는 균형대체모형을 통해 농식품 시장의 균형변화를 추정할 수 있다. 농식품 시장의 가격변화폭은 농산물 시장에 비해 전반적으로 줄어들긴 하였으나, 대부분의 품목에서 큰 폭의 가격상승이 발생하는 것으로 나타났으며, 특히 그 효과는 과일과 채소 및 해조류 등의 품목에 집중되었다. 가격상승은 대부분 품목의 수요를 감소시켰지만 품목간의 대체 및 보완관계로 인해 우유·치즈 및 계란과 같은 일부 예외 품목들의 수요 증가도 예측되었다.

위와 같이 도출된 농식품 시장의 균형변화와 함께 별도로 추정된 준이상수요체계(Almost Ideal Demand System, AIDS)모형을 이용하여 지식스톡 후퇴 시의 소비자의 후생손실분을 추정하면, 2015년 실질가격 기준 가구당 월 평균 1만 2천원에서 2만 4천원 사이에 위치하는 것으로 나타났다. 이는 국가 전체로 볼 때 연간 3조원에서 5조 5천억 원에 달하는 금액으로, 연간 농업부문 연구개발 투자비를 상회하는 수준임을 확인하였다.

또한 본 연구는 기존에 존재하는 AIDS 모형을 변형시켜 각 가구의 개별 특성변수를 포함할 수 있도록 하였으며, 집계가능성조건을 확인함으로써 소득을 비롯한 각 가구유형별 후생분석을 진행할 수

있음은 물론, 국가전체 수요의 특성까지 성공적으로 파악하였다. 추정된 수요함수체계를 이용하여 소득 분위별 후생손실액을 별도로 추정하여 비교해본 결과, 저소득층의 경우 가구당 월 평균 후생손실금액이 약 9천원에서 1만 7천원 수준인 반면 고소득층의 경우 1만 5천원에서 2만 9천원 수준인 것으로 나타났다. 그러나 월평균소득대비 후생손실분의 비중을 비교한 결과 소득분위가 올라갈수록 그 비중이 저소득층에 비해 작아지는 것을 확인하였으며, 따라서 지난 10년간의 농업부문 연구개발투자는 소득 분배에 순행하는 형태로 이루어졌다고 볼 수 있다.

마지막으로 서로 다른 두 가지의 지식스톡 시계열을 이용하여 분석을 진행함으로써, 지식스톡의 추계방법에 있어서 지식스톡의 노후로 인한 감쇠보다 새로운 기술의 개발로 인한 지식스톡의 산입이 경제분석결과에 더욱 큰 영향을 미침을 발견하였다. 또한 실제 연구개발 투자의 성과가 확률적으로 발현되고 시차를 가짐을 고려한다면 영구재고법보다 종형의 모양을 갖는 Almon구조모형이 더욱 적절할 수 있음을 보였으며, 영구재고법을 이용할 경우의 후생분석 결과는 Almon구조모형을 이용한 경우에 비하여 과대추정된 것으로 나타났다.

주요어 : 농업부문 연구개발투자, 지식스톡, 균형대체모형, 준이상수요체계, 소비자 후생분석

학 번 : 2016-21481

< 목 차 >

제 1 장 서 론 ····· 1
제 1 절 연구 배경 및 필요성 ····· 1
제 2 절 선행연구 ····· 3
제 3 절 연구 목적 및 연구 방법 ····· 5
제 4 절 논문의 구성 ····· 6

제 2 장 연구 방법 ····· 7
제 1 절 농업 지식스톡의 추계 ····· 8
1. 영구재고법 ····· 10
2. 다항시차구조모형 ····· 12
제 2 절 농산물 가격함수 ····· 14
제 3 절 균형대체모형 ····· 19
1. 균형대체모형의 구축 ····· 19
2. 자료구축 ····· 28
제 4 절 농식품 수요함수 ····· 31
1. NL-AIDS 모형 ····· 32
2. 추정 자료 ····· 36

제 3 장 분석 결과 ····· 39
제 1 절 농업 지식스톡의 추계결과 ····· 39
1. 영구재고법을 이용한 지식스톡추계 ····· 40
2. 다항시차구조모형을 이용한 지식스톡추계 ····· 43
제 2 절 농산물 가격함수 추정결과 ····· 45
제 3 절 농식품 수요함수 추정결과 ····· 51

제 4 절 농식품 소비자의 후생변화 분석 ····· 54
1. 영구재고법과 시차구조법의 비교 ····· 54
2. 소득계층별 분석 ····· 57
3. 민감도 분석 ····· 59

제 4 장 요약 및 결론 ····· 64

참 고 문 헌 ····· 68
부 록 ····· 71
Abstract ····· 78

<표 목차>

<표 2-1> 연도별 농업부문 명목 R&D 투자액 자료 출처 ····· 9
<표 2-2> 농산물의 분류 ····· 16
<표 2-3> 농산물생산의 투입요소 ····· 16
<표 2-4> 산출물군별 상품코드 분류 ····· 17
<표 2-5> 가정에 따른 균형대체모형의 해 ····· 28
<표 2-6> 균형대체모형의 자료구축 ····· 28
<표 2-7> 농산물 공급탄력성 추정치 ····· 29
<표 2-8> EDM-산업연관표 연결표 ····· 31
<표 2-9> 농식품 소비지출 항목 구분 ····· 36
<표 2-10> 수요함수 개인특성변수 구분 ····· 37
<표 3-1> 연도별 명목 및 실질 R&D 투자액 ····· 39
<표 3-2> 농업부문 지식스톡의 추계 (영구재고법) ····· 42

<표 3-3> 다항시차구조모형 전환계수 ····· 43
<표 3-4> 농업부문 지식스톡의 추계(다항시차구조모형) ····· 44
<표 3-5> 농산물별 수입개방지수 ····· 45
<표 3-6> 농산물 가격함수 추정결과 (H30) ····· 47
<표 3-7> 농산물 가격함수 추정결과 (HA) ····· 48
<표 3-8> 농업부문 R&D 정체 시의 예상 가격변화 ····· 50
<표 3-9> AIDS모형 추정결과 (Non-linear FIML) ····· 51
<표 3-10> 통상수요의 교차가격 및 지출액 탄력성 추정결과 ····· 53
<표 3-11> R&D스톡 정체 시 농산물 시장의 균형변화 ····· 55
<표 3-12> R&D스톡 정체 시 농식품 시장의 균형변화 ····· 56
<표 3-13> R&D스톡 정체 시 후생손실 추정액 ····· 57
<표 3-14> R&D스톡 정체 시 소득분위별 후생손실 추정액 ····· 58
<표 3-15> R&D스톡 정체 시 소득분위별 소득대비 후생손실 비중 ····· 58
<표 3-16> 농산물 공급탄력성에 따른 농식품 시장의 균형변화 (HA) ·· 59
<표 3-17> 농산물 공급탄력성에 따른 소득분위별 후생손실 추정액 (HA) · 60
<표 3-18> 영구재고법 감모율에 따른 농식품 시장의 균형변화 (S.high) ····· 61
<표 3-19> 영구재고법 감모율에 따른 소득분위별 후생손실 추정액 (S.high) ·· 61

<그림 목차>

<그림 2-1> 농업부문 연구개발투자효과의 파급경로 ····· 7

<부표 목차>

<부표 1> 농산물 가격함수 추정결과 (H10) ····· 71
<부표 2> 농산물 가격함수 추정결과 (H50) ····· 72
<부표 3> 지식스톡별 농업부문 R&D 정체 시의 예상 가격변화 ·· 73
<부표 4> 농식품별 농산물 사용비율 () 추정결과 ····· 74
<부표 5> 농산물별 농식품 투입비율 () 추정결과 ····· 74
<부표 6> 농산물 시장의 균형변화 (S.inf) ····· 75
<부표 7> 농식품 시장의 균형변화 (S.inf) ····· 75
<부표 8> 농산물 시장의 균형변화 (S.high) ····· 76
<부표 9> 농식품 시장의 균형변화 (S.high) ····· 76
<부표 10> 농산물 시장의 균형변화 (S.low) ····· 77
<부표 11> 농식품 시장의 균형변화 (S.low) ····· 77

제 1 장 서 론

제 1 절 연구 배경 및 필요성

2016년 기준 국내 총 연구개발(research and development, R&D) 투자액은 전년대비 3조 4,462원(5.2%) 증가한 69조 4,055억 원 규모로, 이는 국내총생산의 4.24%를 차지하여 비중 기준으로 경제협력개발기구(OECD)의 회원국 중 2위에 해당하며 금액 기준으로도 세계 5위 수준을 기록하였다(한국과학기술정보통신부, 2017). 특히 이는 농림어업 국내총생산액의 약 2배 규모에 해당하는 수준이며, 이와 같은 추세는 매년 꾸준히 지속되고 있다.

전체 연구개발 투자금액에서 농업 R&D투자가 차지하는 비중은 2011년 2.6%에서 2015년 2.13%로 점차 줄어들고 있으나, 투자액은 2011년 1조 2,978억 원에서 2015년 1조 4,018억 원으로 소폭 증가하였다. 전체 국가 GDP에서 농업이 차지하는 비율이 2% 수준에서 지속적으로 하락하고 있음을 감안했을 때, 농업 R&D투자의 중요성이 지속적으로 인정되고 있음을 의미하며, 따라서 농업 R&D투자의 한계수익성에 대한 정확한 계측을 통해 이러한 현상에 대한 분석이 선행되어야 한다.

특히 농업부문 연구개발 투자는 새로운 품종을 만들어내어 소비자들의 선택의 폭을 넓혀주거나 품종을 개량하여 소비자들의 만족도를 높여주는 등의 방법을 통해 우리 생활 깊숙하게 관여하고 있다. 무엇보다 일부 수요계층에게 국한되는 타 산업의 상품과는 달리, 생활필수재로서의 성격이 강한 농식품 산업의 R&D투자 성과는 모든 소비자들에게 파급된다는 점에서 그 중요성이 높다고 할 수

있다.

무엇보다 농업 R&D투자는 농업생산기반에 투자되어 농산물 생산의 효율성을 증대시킴으로서 낮은 비용으로 더 많은 공급을 가능하게 한다. 이는 궁극적으로 소비자들이나 농식품기업이 구매하게 되는 농산물의 가격을 낮추게 되고 최종소비자의 후생증대로 이어지게 된다는 점에서, 그 효과의 규모나 범위가 명확히 규명될 필요가 있다. 특히 여러 가지 농식품 생산에는 다양한 농산물이 복합적으로 투입되므로, 이를 반영하여 농산물 시장에서의 가격변화에 따른 농식품 시장의 균형변화를 포착하고 정확한 경제이론에 근거하여 소비자후생변화를 분석하는 것이 필요하다.

그러나 연구개발투자의 성과는 명시적으로 계측되기 어렵고, 따라서 많은 선행연구들이 '지식스톡(knowledge stock)'의 개념을 도입하여 그 시간에 따른 변화를 추계하고 그 효과를 계량적으로 추정하고자 시도하였다. 하지만 지식스톡은 본질적으로 실체를 가지고 존재하는 것이 아니기 때문에, 계측 방법에 따른 추계결과의 편차가 존재할 수밖에 없고 이는 곧 최종적인 연구의 분석결과에까지 영향을 미치게 된다. 특히 연구자가 선택하는 지식스톡 추계방법과 실제 연구개발투자의 성과축적방식 사이에 괴리가 존재할 경우, 분석 결과의 신뢰성까지 위협받게 된다.

따라서 본 연구는 상술한 농업부문 R&D투자의 생산성증대효과에 집중하며, 생산성 증대가 소비자 후생변화로 이어지는 경로를 최대한 명확히 설정함으로써 정확한 후생분석을 실시하는 것을 목표하되, 추가적으로 지식스톡의 추계방법의 개선방법과 그 필요성을 함께 제시하는 것을 목표한다.

제 2 절 선행연구

농업부문 R&D투자의 경제적 효과를 분석하는 연구는 지금까지 주로 농가의 생산성증가 측면에서 실시되었다. 연구개발투자로 인한 신품종의 개발이나 상품의 질 개선에 따른 소비자의 후생변화에 관한 연구는 국내·외를 막론하고 찾아보기 힘들며, 다만 권오상 외(2017)의 연구에서 지난 11년간 딸기와 사과, 복숭아 품종에서 신품종 도입으로 인한 소비자 비용절감효과가 있음을 밝혀내었다.

한편 농가의 생산성증대로 인한 파급효과를 분석하는 논문은 ①소비자의 후생변화를 집중적으로 분석하는 연구와 ②생산자의 비용절감효과를 분석하는 연구로 크게 나누어서 진행되어 왔으며, 부분적으로 농가의 규모나 소득분포와 R&D투자 사이의 관계에 주목한 연구들도 존재한다.

우선 ①소비자의 후생변화를 분석한 연구로는 대표적으로 1)Alston et al.(2013)이 있다. Alston et al.(2013)은 감마분포를 응용한 연구생산함수를 가정하는 간접추계법을 사용하여 R&D투자 시계열을 지식스톡으로 추계함으로써 궁극적으로 R&D투자가 유발하는 비만도 변화에 따른 사회적 비용 등을 추정하였다. 2)이승완·정경수(2001)는 지식스톡을 별도로 추계하지 않고 연구개발투자의 효과를 축산(쇠고기·돼지고기) 시장에서 직접 계측하였으며, 3)이한빈·권오상(2015)은 영구재고법(perpetual inventory method, PIM)의 일종인 정률법을 사용하여 지식스톡을 추계한 후 연산일반균형(CGE)모형을 이용하여 소비자 및 농가의 후생효과를 함께 분석하였다.

②생산자의 비용절감효과를 분석한 연구로는 1)김은순(1986)이 있으며, 단일산출물 이윤함수를 이용하여 농업연구와 농촌보급사업

의 효과를 분석하였다. 특히 농업연구의 경우 3-7년차까지 고정적으로 효과가 발생한다고 가정하고, 농촌보급사업의 경우 0-1년차까지 효과를 가진다고 가정함으로써 실제 연구개발 투자로부터 성과의 발현까지 존재하는 시차를 반영하여 분석하였다. 또한 2)Alston et al.(2000)은 메타분석을 통해 농업 R&D투자의 수익률(rate of return)과 이에 영향을 줄 수 있는 요인들을 분석하였으며, 3)강경하 외(2000)은 VAR모형을 이용하여 원예부문 연구·지도 사업 투자충격에 따른 생산의 반응의 시차를 분석하고, 사업에 따른 소비자잉여 변화분을 계산하여 내부수익률을 도출하였다.

또한 지식스톡을 투입요소로 포함하는 비용함수를 추정함으로써 R&D투자의 효과를 분석하고자 한 연구는 4)노재선 외(2004)와 5)권오상(2010)이 있다. 두 연구 모두 간접추계법을 이용하여 지식스톡을 추계하였으나, 전자의 경우 Almon구조(또는 다항시차분포구조)를 사용한 반면 후자의 경우 정률법을 이용하여 지식스톡을 추계하였다는 점에서 차이를 가진다.

그밖에도 생산자 규모나 소득분포와 농업R&D투자 사이의 관계를 분석한 연구들도 이루어졌다. 김재경·김한호(2011)는 소득불균등지수(지니계수 등)를 분해하여 이를 농업지식스톡을 포함하는 여러 결정요인으로 회귀분석 하였고, 이를 통해 농업지식스톡이 불평등도를 해소하는 효과가 있음을 보여주었다. 또한 김재경(2013)은 농가경제조사 자료를 이용하여 약 2,000여개의 농가의 효율성지수를 자료포락기법(DEA)을 통해 추정하고 이를 분위(quantile) 회귀분석 하여 R&D스톡의 효과를 분석하였다. 그 결과 표면적으로는 저소득 농가에게 R&D투자의 효과가 집중되는 것처럼 보이지만 경영주 연령 등과 같은 농가적응성요인을 통제할 경우 R&D투자 효과가 역진성을 가짐을 보인 바 있다. 앞의 두 연구는 모두 지식스톡을 추계하

여 분석에 활용하였고, 정률법을 사용하여 지식스톡 시계열을 구축하였다.

선행연구 검토를 통해 확인할 수 있는 사실은, 각 연구별로 R&D 투자의 성과를 모형 내에 반영하는 방법은 다양하고 특히 지식스톡을 추계하여 연구에 활용하는 경우라도 각 연구별로 상이한 방법을 사용해왔다는 것이다. 이는 지식스톡이 눈에 보이거나 계측 가능한 형태로 존재하는 것이 아니므로 직접조사법(direct survey method)을 사용할 수 없으며, 계측되는 유량(flow)변수인 'R&D투자'를 기반으로 하여 사전적 정보나 가정을 통해 추계하는 간접추계법(indirect estimation method)을 사용할 수밖에 없기 때문이다. 따라서 본 연구는 다양한 지식스톡 추계방법별로 지식스톡의 변화가 어떻게 달라지고, 이를 이용한 경제 분석 결과가 얼마나 민감하게 달라지는지를 살펴보고자 한다.

제 3 절 연구 목적 및 연구 방법

본 논문은 다음 두 가지의 연구 목적을 가진다. 우선 첫 번째로, 매년 이루어지는 농업부문 연구개발 투자로 인한 농식품 시장의 균형변화가 유발하는 소비자 후생변화의 경제적 가치를 분석하고자 한다. 다음으로, 기존 연구들에서 사용하는 지식스톡의 추계법들을 서로 비교하고 각각의 방법을 사용하여 지식스톡을 추계함으로써, 이들 지식스톡의 추계방법이 분석결과에 대해 가지는 민감도를 분석하고자 한다.

첫 번째 목적을 위하여 본 연구는 균형대체모형(equilibrium

displace model, EDM)을 구축하되, 단일시장 EDM이 가지는 단점을 극복하기 위해 다수의 농산물 시장과 다수의 농식품 시장을 수직적으로 결합시켜 모형을 구성한다. 따라서 일반적인 EDM이 가지는 한계를 넘어, 농산물 시장의 균형변화가 농식품 시장 균형에 미치는 영향을 정확하게 분석할 수 있을 것으로 기대된다.

또한 지식스톡 추계방법의 개선을 위하여 선행연구를 통해 기술발현 시차를 포함하는 농업 연구개발투자의 특성을 파악하고 이를 반영하여 지식스톡을 새롭게 추정함으로써, 분석결과를 개선함과 동시에 기존 지식스톡 시계열을 이용한 분석결과와의 비교를 목표로 한다.

제 4 절 논문의 구성

본 논문은 다음과 같이 구성된다.

제 1 장은 서론으로서 연구 배경 및 필요성, 선행 연구, 연구 목적 및 연구 방법을 밝힌다.

제 2 장에서는 본 연구에서 사용하는 모형들을 구축하고 분석에 사용되는 자료를 정비한다.

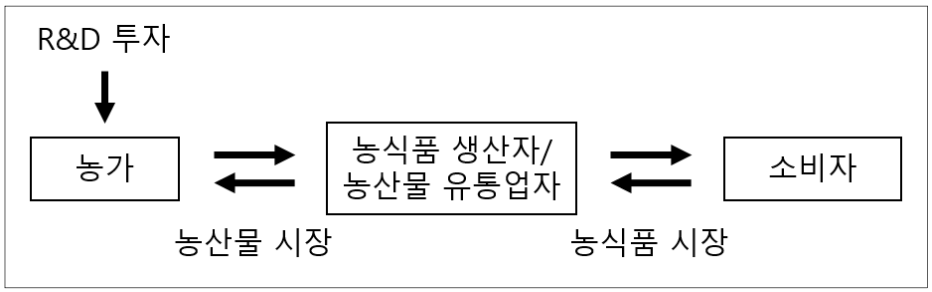
제 3 장에서는 각 모형의 추정결과를 정리하고 최종적으로 소비자의 후생분석 결과를 제시한다.

제 4 장은 요약 및 결론을 통해 연구의 의의와 한계점 및 개선방향을 제안한다.

제 2 장 연구 방법

본 연구는 농업부문 연구개발투자에 따른 소비자후생변화의 효과를 파악하는 것을 목적으로 하며, 다음과 같은 경로를 따라 그 효과가 파급된다고 가정하여 분석을 진행한다.

<그림 2-1> 농업부문 연구개발투자효과의 파급경로



<그림 2-1>에서 볼 수 있듯이 농업부문 R&D투자는 농가의 생산기술을 개선시켜 농산물시장의 균형에 영향을 미치고[1], 이는 농산물을 원료로 삼는 농식품 시장의 균형까지 변화시켜 최종적으로는 이를 구매하는 소비자의 후생을 변화시키게 된다.

따라서 본 연구는 적절한 경제이론 및 모형을 활용하여 경로의 각 부분별 파급효과를 분석하고자 한다. 구체적으로 1. 농업부문 지식스톡을 추계하여 R&D투자가 만들어내는 무형의 성과물을 계측하고, 2. 농산물 가격함수모형을 추정함으로써 농업부문 지식스톡이 농산물 시장 균형에 미친 영향을 분석하며, 3. 균형대체모형을 통해 농산물 시장의 균형변화가 농식품 시장에 미치는 영향을 파악하고,

1) 서론에서도 언급하였듯이 연구개발투자로 인한 농가의 생산비 절감 및 공급량 증가는 농가의 생산자잉여 또한 변화시키나, 본 연구에서는 농식품을 구매하는 소비자의 후생변화에 집중하여 그 효과를 분석한다.

4. 농식품 수요함수를 추정하여 소비자의 효용체계를 완전히 식별함으로써 소비자의 후생변화효과를 추정한다.

제 1 절 농업 지식스톡의 추계

농업부문에 투자되는 공공 연구개발비는 매년 유·무형의 성과로 이어지고, 이는 지속적으로 농업생산기술에 영향을 주게 된다. 따라서 매년 투자되는 연구개발비 규모를 해당 연도의 기술수준으로 사용하는 것은 적절하지 못하며, 실제 연구 성과를 지표화하여 그 중 농산물의 생산행위에 반영되는 부분을 계측하는 것이 필요하다. 그러나 실제 개발된 모든 기술들의 가치를 개별적으로 평가하여 하나의 단일한 지표를 만들어내는 것은 현실적으로 불가능에 가깝고, 따라서 지식스톡 개념을 도입하여 이와 같은 한계를 극복하고 연구개발투자의 효과를 분석한다.

지식스톡은 연구개발노력에 의해 형성된 '지적자본(knowledge capital)'을 의미하며(Griliches 1998, p.25), 매년 지출되는 연구개발투자비를 이용하여 간접추계법(indirect estimation method)을 통해 계측하게 된다. 앞서 언급한 바와 같이 R&D 지출이 구체적인 성과로 이어지는 데는 시간이 소요되고, 일단 만들어진 성과는 지속적으로 지식스톡에 기여하므로, 연구개발투자와 지식스톡의 양자 사이에 존재하는 동태적인 관계를 반영하여 지식스톡을 추계하는 것이 매우 중요하다.

지식스톡의 추계방법은 여러 문헌들에서 연구·발전되고 있으며, 본 연구에서는 가장 널리 이용되면서도 서로 다른 특성을 가지고

있는 1. 영구재고법과 2. 다항시차구조법을 이용하여 지식스톡을 각각 추계하여 분석에 활용한다.

지식스톡 추계에 필요한 연도별 농업부문 명목 R&D 투자액은 아래의 자료원들로부터 얻을 수 있으며, GDP 디플레이터를 통해 2010년의 실질금액으로 환산하여 지식스톡 추계에 사용하였다.

<표 2-1> 연도별 농업부문 명목 R&D 투자액 자료 출처

연도	자료원	항목
1975-1987	『과학기술연감』	연구개발비[2]
1985-1995	『과학기술연구개발활동조사보고서』	연구개발비
1996-2007	『과학기술연구개발활동조사보고서』	'사회경제적 목적별 현황표' 내 '농림수산'
2008-2011	『과학기술연구개발활동조사보고서』	'사회경제적 목적별 현황표' 내 '농업'[3]
2003-2015	국가과학기술지식정보서비스(NTIS)	'OECD 경제사회목적 연구개발비'의 '농업'

각 자료원들로부터 얻은 농업부문 명목 R&D 투자액은 서로 중복되는 기간에서 값이 일치하였으며, 따라서 모든 자료들을 연결하여 41년 동안의 (1975-2015) R&D 투자액 시계열을 구축하여 지식스톡 추계에 사용하였다.

2) 연구기관, 대학, 기업체별 농림수산 연구비를 합산하여 도출
3) OECD Frascati Manual(2015)에 따르면, '농업' 항목은 농업, 임업, 어업 및 식료품 생산의 증진에 대한 모든 연구를 포괄.

1. 영구재고법

영구재고법은 간접추계법 중 가장 널리 쓰이는 방법이며, 과거에 투자된 자산을 누적하여 스톡으로 만들되 자산의 내용연수나 효율감소(decay)를 고려하여 추계하는 방식이다(한국은행, 2014). 따라서 영구재고법은 자산의 효율감소 형태 등에 따라서 다시 여러 가지로 분류될 수 있다. 특히 본 연구에서 사용하고자 하는 정률법은 축적된 지식스톡의 노후화가 진행될 때 그 효율성이 지수적(exponential)으로 감소한다고 가정하며(Coe and Helpman 1995; Park 1995; Jovanovic and Nyarko 1998), 이론적인 정합성이나 추계의 용이성 때문에 자본스톡을 추계할 때 사용하도록 OECD에서 권고하는 방법이다(한국은행, 2014).

정률법을 사용하는 지식스톡의 추계방법은 첫해의 R&D지출액이 손실 없이 모두 지식스톡으로 구성된다고 가정해야하고[4], 지식스톡의 감모율(decay rate)을 자의적으로 가정해야하는 문제점이 존재한다. 그러나 관측치의 손실 없이 R&D지출액을 지식스톡으로 바꿀 수 있고 내구연수가 무한한 지식자본의 특성을 잘 반영한다는 장점이 존재하여, 지식스톡을 추계하는 데 널리 이용되어 왔다(권오상, 2010; 김재경, 2013; 김재경·김한호, 2011; 이한빈·권오상, 2015).

영구재고법을 이용한 지식스톡의 추계는 구체적으로 아래와 같은 식으로부터 출발한다.

$$
\begin{aligned}
H_t &= R_t + (1-\delta)H_{t-1} \\
&= R_t + (1-\delta)R_{t-1} + (1-\delta)^2 R_{t-2} + \ldots
\end{aligned} \tag{1}
$$

4) 또는 특정한 전환비율을 가정할 수 있으나, 이 값 역시 자의적으로 설정해야 한다는 점에서 여전히 문제점이 존재한다.

이때 H_t는 t년의 지식스톡량을 나타내고, R_t는 t년의 실질 R&D 투자액, δ는 지식스톡의 감모율을 의미한다.

특히 이용 가능한 자료의 시계열이 한정적일 경우 첫 해(t_0)의 지식스톡량(H_{t_0})을 추정하는 절차가 필요한데, 이는 첫 해 이전의 무한한 기간 동안 지식스톡이 g의 성장률로 증가해왔다고 가정함으로써 아래의 식과 같이 추정할 수 있다(농촌진흥청/농업경영정보관실, 2006).

$$
\begin{aligned}
H_{t_0} &= R_{t_0} + (1-\delta)R_{t_0-1} + (1-\delta)^2 R_{t_0-2} + \ldots \\
&= R_{t_0} + (\frac{1-\delta}{1+g})R_{t_0} + (\frac{1-\delta}{1+g})^2 R_{t_0} + \ldots \\
&\fallingdotseq (\frac{1+\delta}{g+\delta})R_{t_0}
\end{aligned} \tag{2}
$$

추가적으로 R&D투자 시점과 효과 발현시점 존재하는 시차[5]를 반영할 수 있으며, 개발기간을 m이라 하면 지식스톡의 산출식과 첫 해의 지식스톡 추정량은 아래와 같이 변형된다(Esposti and Pierani, 2003).

$$H_t = R_{t-m} + (1-\delta)H_{t-1} \tag{3}$$

$$H_{t_0} \fallingdotseq (\frac{1+\delta}{g+\delta})R_{t_0-m} \tag{4}$$

본 연구에서는 g 값으로 R&D 투자액 자료가 존재하는 1975년 이후 10년간의 평균 R&D 투자액 증가율의 절반 수준인 10%를 적

5) 개발기간(gestation period)으로도 정의되며, 연구개발투자가 지식스톡으로 산입되기까지의 시차를 의미한다.

용하여 초기지식스톡을 추계한다. 또한 R&D투자지출이 연구개발 성과로 이어지고 농업 생산구조에 반영되는 기간을 고려하되, 개발기간이 경과하기 전까지는 투자지출이 지식스톡으로 산입되지 않는다고 가정하는 모형의 경직성을 함께 고려하여 개발기간 m을 1로 가정하여 지식스톡을 추계한다.

2. 다항시차구조모형

다항시차구조모형은 Almon구조모형으로도 불리며, 연구개발투자의 효과가 개발이 완료된 첫 해에 가장 크고 이후 지속적으로 감소한다고 가정하는 정률법과는 달리, 연구개발투자의 효율곡선(efficiency profile)이 다항함수의 형태를 나타낸다고 가정하는 방법이다. 따라서 선험적인 지식을 통해 다항식의 차수나 형태에 대한 구체적인 가정이 필요하다는 단점이 존재하나[6], 더욱 유연한 형태로 지식스톡을 추계할 수 있다는 장점을 갖는다.

지식스톡은 자본스톡과 다르게, 연구개발 투자가 실제 연구개발의 효과까지 100% 확실하게 이어진다고 간주하기 어려우며, 그 발현시간(또는 개발기간 m) 역시 확정적인 값을 가진다고 보기 어렵다(Esposti and Pierani, 2003). 따라서 이를 고려하면 지식스톡은 종형(bell-shaped)의 효율곡선(efficiency profile)을 갖는다고 보는 것이 타당하며[7], 따라서 본 연구에서는 이를 반영할 수 있는 다항시차

6) 다항식의 차수에 대한 최소한의 가정만으로 구체적인 파라메터를 직접 추정하는 방법을 적용할 수도 있다(노재선 외, 2004).

7) Esposti and Pierani(2003)은 본문에 서술된 확률변수들의 분포에 따른 선험적인 가정을 통해 효율곡선을 직접 도출하는 방법을 제안하고 있으나, 밝혀지지 않은 사실에 대한 자의적인 가정이 분석결과에 영향을 미칠 수 있으므로, 본 연구에서는 선행연구결과를 이용하여 종형의 효율곡선을 갖는 지식스톡을 추계할 수 있는 다항시차구조모형을 채택하였다.

모형을 이용하여 지식스톡을 추가적으로 추계한다.

다항시차모형의 구체적인 지식스톡 추계식은 다음과 같다.

$$(5) \qquad H_t = \prod_{r=0}^{L_R} R_{t-r}^{\lambda_r}$$

여기서 L_R은 지식스톡으로 전환된 연구개발투자비의 내구연한을 의미하고, λ_r은 전환으로부터 r기가 지난 뒤 지식스톡의 효율계수를 의미한다.

또한 본 연구에서는 효율곡선이 일반적인 2차 다항식의 형태를 가짐을 가정하고 다음과 같이 정의하였다.

$$(6) \qquad \lambda_r = \alpha_0 + \alpha_1 r + \alpha_2 r^2, \;\; r = 0, \cdots, L_R$$

노재선 외(2004)는 효율곡선이 내구기한의 양 끝점에서 0의 효율을 가지도록 ($\lambda_{-1} = \lambda_{L_R+1} = 0$) 제약함으로써 식 (7)과 같이 파라메터 하나(α_2)로 결정되는 단순한 식을 도출하였으며,

$$(7) \qquad \lambda_r = \alpha_2 (r^2 - L_R r - L_R - 1)$$

이를 비용함수에 포함시켜 추정하여 가장 통계적으로 유의한 α_2의 추정치와 이때의 내구연한 L_R이 각각 $\alpha_2 = -0.004589$와 $L_R = 7$임을 밝혀내었다.

따라서 본 연구에서는 수식 (5)를 이용하여 지식스톡을 추계하되, 노재선 외(2004)의 분석결과를 따라 수식 (7)을 바탕으로 다항식의 형태를 가정하여, 앞서 논의한 것과 같이 종형의 효율곡선을 가지는

지식스톡의 특성을 반영하고자 한다.

제 2 절 농산물 가격함수

앞 절에서 추정한 지식스톡은 농가의 생산기술에 영향을 주고, 이는 농산물 공급량을 변화시켜 결국 농산물 시장의 균형가격에 영향을 미치게 된다. 따라서 본 절에서는 농산물 가격함수를 추정함으로써 지식스톡이 유발하는 가격효과의 크기를 규명하고, 이를 통해 지난 10년간의 지식스톡 증가가 가져온 농산물 가격효과를 계측하고자 한다. 이와 같은 접근법은 Alston et al.(2013)과 이한빈·권오상(2015)등에서 이미 시도된 바 있으며, 본 연구 역시 유사한 모형을 통해 지식스톡의 효과를 계측하고자 한다.

본 연구에서 추정하고자 하는 농산물 가격함수로는 콥-더글라스(Cobb-Douglas)함수의 형태를 가정하였으며, 구체적으로 아래 식과 같이 모형을 구성하였다.

$$\ln W_{lt} = \alpha_0 + \sum_{i=2}^{L} \alpha_i D_i + \sum_{i=1}^{L} \beta_i D_i \ln H_t + \rho \ln O_{lt} + \gamma_{Kt} \ln PK_t + \gamma_{Lt} \ln PL_t + \gamma_{At} \ln PA_t + \gamma_{Mt} \ln PM_t + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

단, $l = 1, \cdots, L,\ t = 1, \cdots, T,\ \gamma_K + \gamma_L + \gamma_A + \gamma_M = 1$

이때 W_{lt}는 t시점의 i번째 농산물의 가격을 의미하며, L과 T는 농산물의 수와 시계열자료의 길이를 나타낸다. W_{lt}에 영향을 주는 변수로 t시점의 지식스톡량 H_t와 각 농산물별 수입개방지수 O_{it}, 그리고 농산물 생산에 사용되는 투입물인 자본, 노동, 토지, 중간재의

가격 W_{Kt}, W_{Lt}, W_{At}, W_{Mt}를 선정하였다.

가능하다면 각 산출물 생산에 사용되는 지식스톡의 양을 따로 계측하여 분석하는 것이 바람직하나, 이용 가능한 자료의 한계로 인해 단일 농업분야에 대한 지식스톡을 추계하였고, 이와 같은 한계를 극복하고자 더미변수를 이용하여 각 산출물 가격별로 농업지식스톡이 미치는 영향을 다르게 추정한다.

투입물가격 역시 산출물별로 미치는 영향이 다르다고 가정하는 것이 바람직하나, 이용가능한 관측치 수($320=8\times40$)의 제약으로 인해 각 투입물가격의 영향은 산출물별로 동일하다고 가정하였으며, 투입물가격이 2배가 되면 산출물 가격도 2배가 되는 동차성조건(homogeneity condition)을 부여하여 추정하였다.

농산물별 수입개방지수는 아래와 같이 정의된다.

$$O_{lt} = \frac{IM_{lt}}{V_{lt}} \times 100, \ \forall l = 1, \cdots, L \tag{9}$$

이때 IM_{lt}는 l번째 품목의 t년도 수입액, V_{lt}는 l번째 품목의 t년도 생산액을 의미한다. 수입개방지수는 각 농산물별로 다른 값을 가지며, 다만 각 수입개방지수가 각 농산물가격에 미치는 영향의 크기는 ρ로 동일하다고 가정하여 추정한다.

분석에 사용되는 농산물 가격지수와 농산물생산의 투입요소가격지수는 권오상 외(2015)에서 구축한 한국 농업 KLAM자료를 이용하였으며, 농산물의 분류는 다음의 8가지로 구성된다.

<표 2-2> 농산물의 분류

농 산 물	세 부 품 목
미 곡	미곡
맥 류	맥류(겉보리, 쌀보리, 맥주보리, 밀, 호밀)
두 류/ 잡곡류	두류(콩, 팥, 녹두, 기타두류(강낭콩, 동부 등)), 잡곡류(조, 수수, 옥수수, 메밀)
서 류	서류(감자, 고구마)
과실류	과실류(사과, 배, 감, 포도, 복숭아, 감귤)
채소류	채소류(무, 배추, 양배추, 파, 생강, 양파, 마늘, 오이, 호박, 참외, 수박, 토마토, 고추, 시금치, 당근, 딸기, 상추, 가지, 미나리, 우엉, 토란)
축 산	가축(한우, 젖소, 비육우, 돼지, 염소, 사슴, 양, 토끼, 닭, 오리, 메추리, 말), 축산물(계란, 기타란(오리알, 메추리알 등), 우유, 벌꿀, 산양유, 녹용)
기타농산물	특용작물(면화, 참깨, 들깨, 유채, 땅콩, 양송이), 전매작물(엽연초, 인삼), 잠견, 화훼

또한 농산물의 투입요소 4가지의 세부항목은 아래의 표로 정리되어 있다.

<표 2-3> 농산물생산의 투입요소

투 입 물	세 부 항 목
노동	성별, 고용형태별(자가, 고용) 노동 시간
자본	건물 및 시설, 대동물, 대식물, 대농구
토지	농지 면적
중간투입물	비료, 사료, 농약, 종자

해당 자료는 국가통계자료를 기반으로 Törnqvist지수[8]를 사용하

8) Törnqvist지수는 초월대수(translog)함수형태의 생산함수와 일치성을 가지면서(=exact), 생산기술에 대해 불필요한 제약을 가하지 않는다는(=superlative) 장점을 지닌다는 것이 알려져 있다(Diewert, 1976).

여 구축된 한국 농업의 투입산출자료이며, 암묵적 가격지수(implicit price index)를 함께 제공하고 있기 때문에 이를 이용하여 가격함수를 추정하는 것이 가능하다.

산출물군별 수입개방지수를 구축할 때 사용되는 수입액은 UNComtrade의 자료를 활용하였으며, 각 산출물군별 상품코드는 Standard International Trade Classification, Rev.4 (SITC Rev.4)에 따라 아래와 같이 분류하여 자료를 구축하였다[9].

<표 2-4> 산출물군별 상품코드 분류

산출물 분류	SITC code	Name
미곡	0421	Rice in the husk or not,not further prepared
	0422	Rice,glazed or polished,not further prepared
맥류/잡곡류	0410	Wheat and meslin,unmilled
	0430	Barley,unmilled
	0451	Rye,unmilled
	0452	Oats,unmilled
	0459	Cereals,unmilled,nes
	0460	Meal and flour of wheat or of meslin
	0470	Meal & flour of cereals exc.wheat or meslin
	0481	Cereal grains,flaked,pearled
	0482	Malt including malt flour
	0440	Maize (corn),unmilled
두류/서류	0542	Beans,peas,lentils & leguminous vegetab.,dried
	2214	Soya beans
	0541	Potatoes, fresh, not including sweet potatoes
과수	0511	Oranges, tangerines and clementines
	0512	Other citrus fruit
	0513	Bananas including plantains ,fresh
	0514	Apples, fresh
	0515	Grapes,fresh
	0517	Edible nuts,fresh or dried
	0519	Fresh fruit,nes
	0520	Dried fruit,dehydrated artificially
	0536	Fruit,temporarily preserved
	0539	Fruit & nuts,prepared or preserved,nes
채소	0544	Tomatoes, fresh
	0545	Other fresh vegetables

9) 본 자료 및 상품분류는 서울대학교 농경제사회학부 농업·자원경제학 전공 박사과정 조현경 학생의 학위논문(작성중)을 참조한 것임을 밝힌다.

산출물 분류	SITC code	Name
	0546	Vegetables,frozen or in temporary preservative
	0551	Vegetables,dehydrated excl.leguminous vegetab.
	0555	Vegetables preserved or prepared,nes
축산	0111	Meat of bovine animals,fresh,chilled or frozen
	0112	Meat of sheep & goats, fresh, chilled or frozen
	0113	Meat of swine,fresh,chilled or frozen
	0114	Poultry,incl.offals ex.liver fresh,chilled,froz
	0115	Meat of horses,asses,mules & hinnies,fr.ch.fro.
	0116	Edible offals of animals,fresh,chilled,frozen
	0118	Other fresh,chilled,frozen meat & edible offals
	0221	Milk & cream evaporated or condensed
	0222	Milk & cream in solid form,blocks or powder
	0223	Milk & cream fresh
	0230	Butter
	0240	Cheese and curd
	0250	Eggs
기타	2211	Groundnuts peanuts green, ex.flour and meal
	2212	Copra, ex.flour and meal
	2213	Palm nuts & kernels
	2215	Linseed
	2216	Cotton seed
	2217	Castor oil seed
	2218	Oil seeds,oil nuts & oil kernels,nes
	2219	Flour & meal of oil seeds,nuts,kernels, fat
	2631	Raw cotton, other than linters
	2632	Cotton linters
	2633	Cotton waste, not carded or combed
	2927	Cut flowers & foliage

또한 UNComtrade의 자료는 명목 USD로 제공되므로 OECD로부터 KRW/USD환율시계열을 확보하여 명목원화로 환산한 후 GDP 디플레이터로 실질화하여 IM_{lt}시계열을 구축하였으며, 생산액 자료는 권오상 외(2015)가 제공하는 KLAM자료의 산출물군별(농산물별) 생산액 자료를 본 분류에 맞게 조정하여 사용하였다.

제 3 절 균형대체모형

본 연구에서 이용하는 균형대체모형은 Okrent and Alston(2012)[10]에 의해서 개발되고 Alston et al.(2013) 등에 의해 활용되고 있는 모형으로서, L개의 투입요소 시장과 N개의 산출물 시장이 수직적으로 결합되어 균형을 이루고 있을 때 각 시장에 가해지는 충격이 다른 시장으로 어떻게 전이되는지를 살펴보는 데 매우 유용하다. 따라서 본 연구에서는 한국에서 생산되는 농산물과 이를 투입요소로 사용하여 생산되는 농식품 시장을 분석대상으로 하여 균형대체모형을 적용하며, 이를 통해 농산물 시장에서 발생하는 공급충격에 따른 균형가격 변화가 농식품 시장의 균형가격에 미치는 영향을 규명하고자 한다.

1. 균형대체모형의 구축

본 연구의 대상이 되는 $L+N$개의 시장의 균형은, 아래와 같은 4개의 식으로부터 도출할 수 있다.

(10) $Q^n = \mathrm{Q}^n(\boldsymbol{P}, A^n),\ \forall n = 1, \cdots, N$

(11) $C^n = \mathrm{c}^n(\boldsymbol{W})Q^n,\ \forall n = 1, \cdots, N$

(12) $X_l = \mathrm{f}_l(\boldsymbol{W}, B_l),\ \forall l = 1, \cdots, L$

(13) $P^n = \mathrm{c}^n(\boldsymbol{W}),\ \forall n = 1, \cdots, N$

수식 (10)은 N개의 산출물인 농식품의 수요함수(Q^n)를 나타내며,

10) 본 절에서는 해당 문헌에서 개발된 모형을 동일한 방법으로 도출하고 있음을 밝히며, 원문에 존재하는 표기오류 등을 수정하여 보완하였다.

Q^n은 n번째 농식품의 균형수요량(또는 균형수량)을 나타내고, $\boldsymbol{P}$는 N개의 농식품가격으로 이루어진 가격벡터를, A^n은 n번째 농식품의 수요에 영향을 주는 외부요인을 의미한다.

수식 (11)는 농식품의 비용함수를 나타내며, C^n은 비용최소화조건(cost-minimization condition)이 반영된 총비용을 의미한다. 이때 비용함수는 규모수익불변(constant returns to scale, CRS)의 가정을 통해 단위산출물비용함수 $\mathrm{c}^n(\boldsymbol{W})$와 농식품의 균형공급량(또는 균형수량) Q^n의 곱으로 표현되며, $\boldsymbol{W}$는 투입요소인 L개의 농산물 가격으로 이루어진 가격벡터를 의미한다.

수식 (12)은 농산물의 공급함수(f_l)를 나타내며, X_l은 l번째 농산물의 균형공급량(또는 균형수량)을 의미하고, B_l은 l번째 농산물의 공급에 영향을 주는 외부요인을 의미한다.

수식 (13)는 농식품 소비시장에 가격왜곡이 없는 완전경쟁시장균형(competitive market equilibrium)을 가정함으로써 얻는 조건이며, n번째 농식품에 대해 균형 산출물가격(P^n)과 단위산출물비용 $\mathrm{c}^n(\boldsymbol{W})$가 일치함을 의미한다.

이때 수식 (11)는 간접목적함수(indirect objective function)로서 정의된 비용함수이므로, N개의 각 식에 쉐퍼드의 보조정리(Shephard's lemma)를 적용하면 다음의 요소수요함수를 얻을 수 있다.

$$(14) \qquad \begin{aligned} X_l^n &= \left(\frac{\partial \mathrm{c}^n(\boldsymbol{W})}{\partial W_l}\right) Q^n \\ &= \mathrm{g}_l^n(\boldsymbol{W}) Q^n \qquad , \forall n = 1, \cdots, N; \forall l = 1, \cdots, L \end{aligned}$$

$g_l^n(\boldsymbol{W})$는 n번째 농식품 생산에 소요되는 l번째 농산물의 요소수요함수를 의미하며, 수식 (14)를 각 n에 대하여 합하면 아래의 총 요소수요함수를 얻을 수 있다.

$$(15) \qquad X_l = \sum_{n=1}^{N} g_l^n(\boldsymbol{W}) Q^n, \ \forall l = 1, \cdots, L$$

이때 총 요소수요량은 농산물시장의 균형수량(X_l)과 일치한다.

이와 같이 도출된 수식 (10), (12), (13), (15)은 농산물시장과 농식품 시장의 균형을 나타내고, 이들 식을 각각 전미분하여 식을 정리함으로써 변화율($\hat{X} = dX/X$)에 관한 4개의 식을 각각 도출하여 균형대체모형을 구성할 수 있다.

먼저 수식 (10)을 전미분하여 정리하면 아래의 수식 (16)을 얻을 수 있다.

$$(16) \qquad \widehat{Q^n} = \sum_{k=1}^{N} \varepsilon^{nk} \widehat{P^k} + \alpha_n, \ \forall n = 1, \cdots, N$$

이때 ε^{nk}는 n번째 농식품의 k번째 농식품 가격탄력성을 의미하고 아래와 같이 정의된다.

$$(17) \qquad \varepsilon^{nk} = \frac{\partial \mathrm{Q}^n(\boldsymbol{P}, A^n)}{\partial P^k} \frac{P^n}{Q^n}, \ \forall n, k = 1, \cdots, N$$

수식 (16)의 α_n은 아래의 식과 같이 정의되고, 외생적인 충격으로 인한 n번째 농식품의 수요량변화율을 의미한다.

$$(18) \qquad \alpha^n = \frac{\partial Q^n(\boldsymbol{P}, A^n)}{\partial A^n} \frac{A^n}{Q^n} \widehat{A^n}, \ \forall n = 1, \cdots, N$$

또한 수식 (13)를 전미분하여 아래의 관계

$$(19) \qquad \widehat{P^n} = \sum_{l=1}^{L} \frac{\partial c^n(\boldsymbol{W})}{\partial W_l} \frac{W_l}{c^n(\boldsymbol{W})} \widehat{W_l}, \ \forall n = 1, \cdots, N$$

를 얻을 수 있으며, 이때 아래의 관계[11)]

$$(20) \qquad \frac{\partial c^n(\boldsymbol{W})}{\partial W_l} = \frac{X_l^n}{Q^n}, \ \forall n = 1, \cdots, N; \forall l = 1, \cdots, L$$

와 수식 (13)를 이용하여 다음을 얻을 수 있다.

$$(21) \qquad \widehat{P^n} = \sum_{l=1}^{L} SR_l^n \widehat{W_l}, \ \forall n = 1, \cdots, N$$

이때 SR_l^n은 다음과 같이 정의되며,

$$(22) \qquad SR_l^n = \frac{X_l^n W_l}{Q^n P^n}, \ \forall n = 1, \cdots, N; \forall l = 1, \cdots, L$$

이는 n번째 농식품 판매수입(또는 생산액)에서 l번째 투입요소 투입액이 차지하는 비중을 의미한다.

---

11) 단위산출물비용함수 또는 비용함수에 포락선정리(envelope theorem)를 적용함으로써 얻을 수 있다.

한편 수식 (15)을 전미분하면 다음을 얻을 수 있는데,

$$(23) \qquad dX_l = \sum_{n=1}^{N}\sum_{m=1}^{L}\frac{\partial g_l^n(\boldsymbol{W})}{\partial W_m}Q^n dW_m + \sum_{n=1}^{N} g_l^n(\boldsymbol{W})dQ^n,\ \forall l=1,\ \cdots, L$$

위 식의 양 변을 다시 X_l로 나누어줌으로써 아래를 얻을 수 있다.

$$(24) \qquad \begin{aligned} \widehat{X_l} &= \sum_{n=1}^{N}\frac{X_l^n W_l}{X_l W_l}\left[\sum_{m=1}^{L}\frac{\partial g_l^n(\boldsymbol{W})Q^n}{\partial W_m}\frac{W_m}{X_l^n}\frac{dW_m}{W_m} + \frac{g_l^n(\boldsymbol{W})Q^n}{X_l^n}\frac{dQ^n}{Q^n}\right] \\ &= \sum_{n=1}^{N} SC_l^n\left[\sum_{m=1}^{L} e_{lm}^n \widehat{W_m} + \widehat{Q^n}\right] \qquad ,\ \forall l=1,\ \cdots, L \end{aligned}$$

이때 SC_l^n은 다음과 같이 정의되며,

$$(25) \qquad SC_l^n = \frac{X_l^n W_l}{X_l W_l},\ \forall n=1,\ \cdots, N;\ \forall l=1,\ \cdots, L$$

l번째 농산물의 총가치(총투입액) 중 n번째 농식품 생산에 투입되는 금액이 차지하는 비중을 의미한다. 또한 e_{lm}^n은 n번째 농식품 생산에 투입되는 l번째 농산물수요의 m번째 농산물 가격탄력성을 의미하며[12], 따라서 다음과 같은 관계

$$(26) \qquad e_{lm} = \sum_{n=1}^{N} SC_l^n e_{lm}^n,\ \forall l, m=1,\ \cdots, L$$

에 의해 수식 (24)는 최종적으로 다음과 같은 식으로 변형된다.

12) 일종의 힉스탄력성(Hicksian elasticity)이므로 기호를 구분하여 표기하였다.

(27) $\widehat{X_l} = \sum_{m=1}^{L} e_{lm} \widehat{W_m} + \sum_{n=1}^{N} SC_l^n \widehat{Q^n}, \forall l = 1, \cdots, L$

마지막으로, 수식 (12)을 전미분하고 정리함으로써 다음을 얻을 수 있고,

(28) $\widehat{X_l} = \sum_{j=1}^{L} \varepsilon_{lj} \widehat{W_j} + \beta_l, \forall l = 1, \cdots, L$

이때 ε_{lj}와 β_l은 각각 농산물 공급의 가격탄력성과 외생적 충격으로 인한 공급량변화율을 의미하고 아래의 식과 같이 정의된다.

(29) $\varepsilon_{lj} = \frac{\partial \mathrm{f}_l(\boldsymbol{W}, B_l)}{\partial W_j} \frac{W_j}{X_l}, \forall l, j = 1, \cdots, L$

(30) $\beta_l = \frac{\partial \mathrm{f}_l(\boldsymbol{W}, B_l)}{\partial W_j} \frac{W_j}{X_l}, \forall l = 1, \cdots, L$

위와 같이 도출된 수식 (16), (21), (27), (28)을 통해 기본적인 균형대체모형을 구성하는 것이 가능하며, 수량충격 이외에도 외생적인 가격충격(또는 왜곡)을 모형 내에 포함시키기 위하여 다음의 두 식을 추가적으로 사용한다.

(31) $\widehat{P^{D,n}} = t^n + \widehat{P^{S,n}}, \forall n = 1, \cdots, N$

(32) $\widehat{W_{S,l}} = s_l + \widehat{W_{D,l}}, \forall l = 1, \cdots, L$

여기서 첨자 D와 S는 각 시장에서의 수요자와 공급자, t^n은 n번

째 농식품 시장 공급자에게 부과되는 세율, s_l은 l번째 농산물시장 공급자에게 지원되는 보조금비율을 나타낸다. 본 모형에서는 $\widehat{P^{S,n}}$과 $\widehat{W_{D,l}}$을 내생변수로서 풀어내고자 하며, $\widehat{P^{D,n}}$와 $\widehat{W_{S,l}}$는 위의 식을 통하여 계산하는 것이 가능하다. 위의 수식 (31)와 (32)을 앞서 도출한 수식 (16)과 (28)에 대입함으로써 다음을 얻을 수 있다.

$$\widehat{Q^n} = \sum_{k=1}^{N} \varepsilon^{nk} \widehat{P^{S,k}} + \sum_{k=1}^{N} \varepsilon^{nk} t^k + \alpha_n, \ \forall n = 1, \cdots, N \tag{33}$$

$$\widehat{X_l} = \sum_{j=1}^{L} \varepsilon_{lj} \widehat{W_{D,j}} + \sum_{j=1}^{L} \varepsilon_{lj} s_l + \beta_l, \ \forall l = 1, \cdots, L \tag{34}$$

최종적으로 수식 (21), (27), (33), (34)가 총 $2(L+N)$개의 식으로 균형대체모형을 구성하게 되며, 식에 포함된 외생변수값과 탄력성이 주어지면 미지수에 해당하는 $2(L+N)$개의 내생변수변화율에 대해 풀어내는 것이 가능하다.

구성된 모형이 모든 내생변수에 대해 선형으로 구성되어 있으므로 대수적인 폐형해(closed-form solution)를 도출하는 것이 가능하며, 모형의 해를 명확히 도출하기 위하여 다음과 같이 행렬의 형태로 주어진 연립방정식을 재구성할 수 있다.

$$\begin{bmatrix} I^N & \varepsilon^N & 0^{NL} & 0^{NL} \\ 0^{NN} & I^N & 0^{NL} & -SR \\ -SC & 0^{LN} & I_L & -e_L \\ 0^{LN} & 0^{LN} & I_L & -\varepsilon_L \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \hat{Q} \\ \widehat{P^S} \\ \hat{X} \\ \widehat{W_D} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha + \varepsilon^N t^N \\ 0^{N1} \\ 0^{L1} \\ \beta + \varepsilon_L s_L \end{bmatrix} \tag{35}$$

이때 행렬의 각 원소들은 행렬 또는 벡터이며, 이는 다음과 같이 풀이될 수 있다.

$$(36)\quad \begin{bmatrix} \hat{Q} \\ \widehat{P^S} \\ \hat{X} \\ \widehat{W_D} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I^N - \varepsilon^N SRf^{-1}SC & \varepsilon^N SRf^{-1} \\ -SRf^{-1}SC & SRf^{-1} \\ \left(I_L - \left(e_L + SC\varepsilon^N SR\right)f^{-1}\right)SC & \left(e_L + SC\varepsilon^N SR\right)f^{-1} \\ -f^{-1}SC & f^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \alpha + \varepsilon^N t^N \\ \beta + \varepsilon_L s_L \end{bmatrix}$$

단, $f^{-1} = \left(-\varepsilon_L + e_L + SC\varepsilon^N SR\right)^{-1}$

본 연구에서는 이용 가능한 자료의 제약을 고려하고, 해의 형태를 단순화시키기 위해서 두 가지 가정 및 제약을 부과한다. 첫 번째는 농식품 생산기술이 레온티에프(Leontief)생산기술을 나타내 투입요소의 결합비율이 변하지 않는다(fixed input proportion)는 가정으로(A1), 이는 생산요소간 대체탄력성(elasticity of substitution)[13]을 이용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$(37)\quad \sigma_{ij}^n = 0,\ \forall n = 1, \cdots, N;\ \forall i, j = 1, \cdots, L$$

이때 농식품생산기업의 비용최소화조건과 규모수익불변가정을 반영하면 아래와 같은 관계를 얻을 수 있고,

$$(38)\quad \begin{aligned} e_{ij}^n &= \sigma_{ij}^n \frac{X_i^n W_i}{\Sigma_l X_l^n W_l} = \sigma_{ij}^n \frac{X_i^n W_i}{Q^n P^n} \\ &= \sigma_{ij}^n SR_i^n \qquad\qquad ,\ \forall n = 1, \cdots, N;\ \forall i, j = 1, \cdots, L \end{aligned}$$

13) 다중투입물 생산기술에서 정의되는 대체탄력성이므로, 알렌(Allen) 대체탄력성을 의미한다.

이를 통해 최종적으로 다음의 제약식을 얻을 수 있다.

$$(39)\quad \begin{aligned} e_{ij} &= \sum_{n=1}^{N} SC_i^n e_{ij}^n \\ &= \sum_{n=1}^{N} SC_i^n \sigma_{ij}^n SR_i^n = 0,\ \forall i, j = 1, \cdots, L \end{aligned}$$

두 번째 가정은 농산물의 공급탄력성에 관한 가정이며, 우선 교차가격탄력성은 0으로 가정하되 농식품 기업이 외생적인 농산물가격을 받아들이는 경우($\varepsilon_{ll} = \infty$)를 추가적으로 상정한다(A2). 이를 가정할 경우, 수식 (34)는 다음과 같이 변형되며,

$$(40)\quad -\widehat{W_{D,l}} = \overline{\beta_l} + s_l,\ \forall l = 1, \cdots, L$$

이때 $\overline{\beta_l}$는 외생적 충격으로 인한 가격변화율을 의미한다.

따라서 본 연구의 EDM은 외생적 농산물가격에 관한 가정을 적용한 상황과 그렇지 않은 상황 모두를 분석할 수 있으며[14], 후자의 경우 선행연구로부터 획득한 농산물 공급의 자기가격탄력성을 활용하여 분석을 진행한다. 이와 같은 가정을 반영하면 아래와 같이 해를 새롭게 구할 수 있다.

14) 비록 본 연구의 분석이 다년간에 걸쳐 축적된 지식스톡의 효과를 확인하는 것이긴 하나, 일반 재화에 비해 상대적으로 비탄력적인 공급을 가지는 농산물의 특성을 감안하면 완전히 탄력적인 공급곡선은 다소 무리한 가정으로 간주될 여지가 존재한다.

<표 2-5> 가정에 따른 균형대체모형의 해

	A1 ($\sigma_{ij}^{n}=0$)	A1 및 A2 ($\sigma_{ij}^{n}=0$ & $\varepsilon_{ll}=\infty$)
EQ	$(I^N-\varepsilon^N SRf^{-1}SC)\widehat{X^\alpha}+\varepsilon^N SRf^{-1}\widehat{X_\beta}$	$\overline{X}^\alpha-\varepsilon^N SR\overline{X}_\beta$
EP^S	$SRf^{-1}SC\widehat{X^\alpha}+SRf^{-1}\widehat{X_\beta}$	$-SR\overline{X}_\beta$
EX	$(I_L-SC\varepsilon^N SRf^{-1})SC\widehat{X^\alpha}+SC\varepsilon^N SRf^{-1}\widehat{X_\beta}$	$SC\overline{X}^\alpha-SC\varepsilon^N SR\overline{X}_\beta$
EW_D	$f^{-1}SC\widehat{X^\alpha}+f^{-1}\widehat{X_\beta}$	$-\overline{X}_\beta$

단, $f^{-1}=(-\varepsilon_L+SC\varepsilon^N SR)^{-1}$, $\widehat{X^\alpha}=\overline{X}^\alpha=\alpha+\varepsilon^N t^N$, $\widehat{X_\beta}=\beta+\varepsilon_L s_L$, $\overline{X}_\beta=\overline{\beta}+s_L$

2. 자료구축

본 연구에서 구축한 EDM을 구성하는 변수들은 다음과 같이 정리된다.

<표 2-6> 균형대체모형의 자료구축

명칭	기호	크기	자료원	위치
농식품 수요탄력성	ε^N	$N\times N$	직접추정	<표 3-10>
농산물 공급탄력성	ε_L	$L\times L$	Chavas and Cox(1995)	<표 2-8>
농식품별 농산물 사용비율	SR	$L\times N$	한국은행 2010년 산업연관표 기반 추정	<부표 4>
농산물별 농식품 사용비율	SC	$L\times L$	한국은행 2010년 산업연관표 기반 추정	<부표 5>
농산물 수요탄력성	e_L	$L\times L$	레온티에프 생산기술 가정	-
농산물 가격충격	s_L	$L\times 1$	직접추정	<표 3-8>
농식품 가격충격	t^N	$N\times 1$	미반영	-

본 연구는 국가에서 제공하는 농산물 가격지수의 분류에 맞추어 8가지의 농산물 분류를 선정하였으며, 역시 마찬가지로 국가에서 제공하는 소비자물가지수의 분류에 맞추어 8가지의 농식품 분류를 선정하였다. 다만 농식품 생산과정에서 비농산물 투입이 존재하므로 이를 포함하여 총 9개의 투입재를 이용하여 EDM을 구성하게 된다.

농식품의 수요탄력성은 본 연구에서 직접 추정하여 사용하였으며, 농산물의 공급탄력성은 교차가격탄력성은 모두 0으로 두고 자기가격탄력성은 Chavas and Cox(1995)의 논문을 참고하여 다음과 같이 추정하였으며, 다만 기타투입물의 경우 매우 탄력적임을 가정하였다(Okrent and Alston, 2012).

<표 2-7> 농산물 공급탄력성 추정치

농산물 분류	참조 항목	최소	최대
미곡	Small grains	0.59	2.93
맥류	Small grains	0.59	2.93
두류/잡곡류	Small grains	0.59	2.93
서류	Other field crops	0.6	1.31
채소류	Vegetables	0.42	1.77
과실류	Fruits	0.44	1.65
축산	Animal products	0.81	1.61
기타작물	Other field crops	0.60	1.31
기타투입물	-	1000	1000

농산물의 공급은 생산구조에 내재되어있는 생산의사결정과 생산물공급 사이에 존재하는 시차구조로 인해 비탄력적임이 알려져 있으나, 본 연구의 분석대상기간이 10년임을 감안하여 <표 2-7>의 최대 공급탄력성수치를 이용한다. 다만 본 연구에서 사용하는 EDM모

형의 특성상 농산물의 공급탄력성이 무한한 경우와(A2) 그렇지 않은 경우를 모두 가정하여 분석할 수 있기 때문에, 각 탄력성 값에 따른 민감도분석(sensitivity analysis)을 실시할 수 있다. 이때 공급탄력성이 무한한 경우를 S.inf라 부르고, 유한한 경우 중 <표 2-7>의 최댓값을 가지는 경우를 S.high, 최솟값을 가지는 경우를 S.low라 부르기로 한다.

한편 생산기술을 반영하는 농식품별 농산물 사용비율(***SR***)과 농산물별 농식품 투입비율(***SC***)의 추정에는 한국은행에서 제공하는 2010년기준 산업연관표를 사용하여 산업분류를 재조정하였다. 특히 산업이 분할되는 경우 하위산업이 각각 동일한 생산기술을 가진다고 가정하여 별도의 기준에 따라 비례적으로 분배하였다. 투입물의 경우 '맥류'와 '잡곡류'가 모두 '002. 맥류 및 잡곡'에 속하여, 2010년 국내 생산액[15] 기준으로 분배하였으며, 산출물의 경우 '051. 과실 및 채소 가공품'이 '과일'과 '채소 및 해조'로 분할될 필요가 있기 때문에 해당 산업에 투입되는 '006. 과실'과 '005. 채소'의 비율대로 분배하였다. 여타 산업분류는 아래의 표와 같이 재조정하였다.

15) 『농림수산식품주요통계』 참고

<표 2-8> EDM-산업연관표 연결표

번호	명칭	산업연관표 항목 (2010년기준 기본부문)
X01	미곡	001. 벼
X02	맥류	002. 맥류 및 잡곡
X03	두류/잡곡류	002. 맥류 및 잡곡, 003. 콩류
X04	서류	004. 감자류
X05	채소류	005. 채소
X06	과실류	006. 과실
X07	축산	014. 낙농, 015. 육우, 016. 양돈, 017. 가금, 018. 기타 축산, 038. 우유, 039. 낙농품
X08	기타작물	007. 약용작물, 008. 기타 식용작물, 009. 잎담배, 010. 화훼작물, 011. 천연고무
X09	기타투입물	그 외 항목
Y01	빵 및 곡물	002. 맥류 및 잡곡, 003. 콩류, 042. 정곡, 043. 제분, 046. 전분 및 당류, 047. 떡, 빵 및 과자류, 048. 면류
Y02	육류	035. 도축육, 036. 가금육, 037. 육가공품
Y03	어류 및 수산	023. 수산어획, 024. 수산양식, 040. 수산물 가공품, 041. 수산동물 저장품
Y04	우유·치즈 및 계란	038. 우유, 039. 낙농품
Y05	과일	006. 과실, 051. 과실 및 채소 가공품
Y06	채소 및 해조	004. 감자류, 005. 채소, 021. 식용임산물, 051. 과실 및 채소 가공품
Y07	기타식품	044. 원당, 045. 정제당, 049. 조미료 및 첨가용식품, 050. 유지, 052. 커피 및 차류, 053. 인삼 및 건강보조식품, 054. 기타 식료품, 060. 비알콜음료 및 얼음
Y08	음식서비스	318. 일반음식점, 320. 기타음식점

제 4 절 농식품 수요함수

본 연구에서 농식품 수요함수를 직접 추정하는 이유는 다음의 두 가지이다. 우선 첫째로 균형대체모형에서 사용할 탄력성을 직접 추정함으로써 분석결과의 신뢰성을 높일 수 있으며, 둘째로 소비자의 효용체계를 완전히 파악함으로써 정확한 후생효과분석이 가능해지

기 때문이다.

본고에서 추정하고자 하는 수요체계는 준이상수요체계(Almost Ideal Demand System, AIDS)로서 Deaton and Muellbauer(1980)에 의해서 제안되었으며, PIGLOG계열[16]에 속하기 때문에 이후에 개발된 모형들보다는 신축성이 다소 떨어진다는 단점이 존재하지만 LES(linear expenditure system; Stone, 1954b)보다는 신축적이고 이론적으로도 정합적인(theoretically plausible)[17] 수요체계이므로 정확한 후생효과분석을 실시할 수 있다는 장점이 존재한다[18].

1. NL-AIDS 모형

선형근사되지 않은 ADIS모형은 NL-AIDS모형으로도 불리며, 상술한 바와 같이 PIGLOG계열에 속한다. Muellbauer(1975)는 이론적으로 정합적인 PIGLOG 수요체계를 다음과 같이 제안하였으며,

(41) $v(\boldsymbol{P}, m) = c(\boldsymbol{P})[\ln m - \ln g(\boldsymbol{P})]$

단, $c(\boldsymbol{P})$와 $g(\boldsymbol{P})$는 각각 $\boldsymbol{P}$에 대해 0차동차함수, 1차동차함수, $\boldsymbol{P}$는 가격벡터, m은 소득 또는 농식품지출액을 의미

본 연구에서 AIDS모형은 개인특성변수벡터 $\boldsymbol{q}$와 함께 다음과 같은 구체적인 형태로서 정의된다.

---

16) 각 소비재의 지출액비중이 전체 지출액의 로그값($\ln m$)의 선형함수라고 제약하게 된다.

17) 개인의 효용극대화문제로부터 도출된 수요함수가 지녀야할 성질을 가지고 있음을 의미한다.

18) 다만, Deaton and Muellbauer(1980)이 제안한 것처럼 Stone(1954a)의 가격지수를 이용하여 AIDS모형을 선형 근사하게 되면(LA-AIDS), 정확한 후생효과분석은 불가능하다.

$$(42) \qquad c(\boldsymbol{P}) = \prod_{n=1}^{N} P_n^{-\gamma_n}, \qquad \Sigma_n \gamma_n = 0$$

$$(43) \qquad \ln g(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q}) = \alpha_0 + \sum_{n=1}^{N} \alpha_n \ln P_n + \frac{1}{2} \sum_{n=1}^{N} \sum_{m=1}^{N} \beta_{nm} \ln P_n \ln P_m + \sum_{k=1}^{K} \sum_{n=1}^{N} \delta_{kn}\, q_k \ln P_m$$

단, $\beta_{nm} = \beta_{mn}$, $\Sigma_m \beta_{nm} = 0, \forall n$, $\Sigma_n \alpha_n = 1$, $\Sigma_n \delta_{kn} = 0, \forall k$

이때 N은 소비자가 구매하는 상품의 개수이며, K는 개인특성변수의 수를 의미한다. $g(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q})$가 여전히 $\boldsymbol{P}$에 대해 1차동차함수임을 보장하기 위하여 $\Sigma_n \delta_{kn} = 0$, $\forall k$의 제약식이 추가로 반영된다.

이때 로이의 항등식(Roy's identity)를 이용하면 다음의 비중방정식을 얻을 수 있으며,

$$(44) \qquad \begin{aligned} w_n(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q}, m) &= \frac{\partial g(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q})}{\partial \ln p_n} - \frac{\partial c(\boldsymbol{P})}{\partial \ln p_n} [\ln m - \ln g(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q})] \\ &= \alpha_n + \sum_{j=1}^{N} \beta_{nj} \ln p_j + \sum_{k=1}^{K} \delta_{kn} q_k + \gamma_n \ln\left(\frac{m}{g(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q})}\right) \\ &\quad , \ n = 1, \cdots, N \end{aligned}$$

이를 이용하여 식을 구성하는 모든 파라메터를 추정하는 것이 가능하다.

추정된 파라메터를 활용하면 통상수요탄력성(ε_{ij})과 농식품지출액탄력성(η_i)[19]을 다음 식과 같이 계산할 수 있으며,

19) 본 연구에서는 소비자의 효용함수가 일종의 분리성을 갖는다고 가정되어 농식품 전체에 대한 지출액을 결정한 후 각 농식품별 지출비중을 결정한다고 이해할 수 있다. 따라서 본 모형에서 추정된 소득탄력성은 농식품 지출액 탄력성으로 해석할 수 있다.

$$(45) \qquad \varepsilon_{ij} = \frac{1}{w_i(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q}, m)} \left[\beta_{ij} - \gamma_i (\alpha_j + \sum_{k=1}^{N} \beta_{jk} \ln p_k + \sum_{k=1}^{K} \delta_{kj} q_k) \right] - \delta_{ij}$$

$$, \quad i, j = 1, \cdots, N$$

단, $\delta_{ij} = \begin{cases} 1 \ (i = j) \\ 0 \ (i \neq j) \end{cases}$는 크로네커 델타(Kronecker delta)

$$(46) \qquad \eta_i = 1 + \frac{\gamma_i}{w_i(\boldsymbol{P}, m)}, \quad i = 1, \cdots, N$$

특히 식 (45)을 통해 도출되는 통상수요탄력성을 이용하여 균형대체 모형을 구성하는 것이 가능하다.

한편 본 연구에서 사용하는 AIDS모형은 집계가능성을 만족함을 보일 수 있는데, 각 가구유형을 $h = (1, \cdots, H)$라 하고 국가 전체 지출액을 $M = \Sigma_h m^h$라고 두면, n번째 농식품의 국가전체 수요량은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$(47) \qquad \begin{aligned} \overline{X_n} &= \sum_{h=1}^{H} x_n^h (\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q}^h, m^h) \\ &= \frac{\Sigma_h m^h}{p_n} \left[\alpha_n + \sum_{j=1}^{N} \beta_{nj} \ln p_j + \sum_{k=1}^{K} \delta_{kn} q_k^h + \gamma_n \ln \left(\frac{m^h}{g(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q}^h)} \right) \right] \\ &= \frac{M}{p_n} \left[\sum_{h=1}^{H} \frac{m^h}{M} \alpha_n + \sum_{j=1}^{N} \beta_{nj} \sum_{h=1}^{H} \frac{m^h}{M} ln p_j \right. \\ &\qquad \left. + \sum_{k=1}^{K} \delta_{kn} \sum_{h=1}^{H} \frac{m^h}{M} q_k^h + \gamma_n \sum_{h=1}^{H} \frac{m^h}{M} ln \left(\frac{m^h}{g(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q}^h)} \right) \right] \end{aligned}$$

따라서 국가 전체의 n번째 농식품에 대한 지출비중은 아래와 같이 나타낼 수 있고,

$$
\begin{aligned}
\overline{w_n} &= \frac{p_n \overline{X_n}}{M} \\
&= \alpha_n + \sum_{j=1}^{N} \beta_{nj} \ln p_j + \sum_{k=1}^{K} \delta_{kn} \left(\sum_{h=1}^{H} \frac{m^h q_k^h}{M} \right) \\
&\quad + \gamma_n \left[\left(\sum_{h=1}^{H} \frac{m^h \ln m^h}{M} \right) - \left(\sum_{h=1}^{H} \frac{m^h g(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q}^h)}{M} \right) \right] \\
&= w_n(\boldsymbol{P}, \bar{\boldsymbol{q}}, \overline{m})
\end{aligned} \tag{48}
$$

단, $\overline{q_k} = \sum_{h=1}^{H} \frac{m^h q_k^h}{M}$, $\ln \overline{m} = \sum_{h=1}^{H} \frac{m^h \ln m^h}{M}$

따라서 집계가능성이 충족됨을 확인할 수 있다[20].

이렇게 통상적인 AIDS모형에 개인특성변수를 반영하고 집계가능성 조건이 만족됨을 확인함으로써, 추정에 사용되는 관측치의 수를 획기적으로 늘리면서 각 개인특성변수의 변화에 따라 반응하는 수요체계를 식별하는 것이 가능함은 물론, 추정된 수요체계를 이용하여 국가전체의 수요특성을 분석하는 것 또한 가능하다(권오상, 2015). 구체적으로, 각 가구유형별 가구 수 또는 가중치가 제공된다면, $\bar{q}$, $\overline{m}$과 같은 변수를 새로 만드는 간단한 절차를 통해 이미 추정된 수요함수를 이용하여 국가 전체 수요를 분석할 수 있는 것이다.

마지막으로, 가격변화에 따른 후생변화를 계측하기 위하여 간접효용함수를 통해 보상변화(Compensating Variation, CV)와 동등변화(Equivalent Variation, EV)를 다음과 같이 정의할 수 있으며,

$$
v(\boldsymbol{P}^0, \boldsymbol{q}, m^0) = v(\boldsymbol{P}^1, \boldsymbol{q}, m^1 - CV) = u^0 \tag{49}
$$

---

20) $\because \sum_{h=1}^{H} \frac{m^h g(\boldsymbol{P}, \boldsymbol{q}^h)}{M} = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{N} \alpha_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} \beta_{ij} \ln p_i \ln p_j + \sum_{k=1}^{K} \sum_{i=1}^{K} \delta_{ki} \ln p_i \left(\sum_{h=1}^{H} \frac{m^h q_k^h}{M} \right)$

(50) $v(\boldsymbol{P}^0, \boldsymbol{q}, m^0 + EV) = v(\boldsymbol{P}^1, \boldsymbol{q}, m^1) = u^1$

PIGLOG 수요체계에서는 다음과 같이 정리할 수 있으므로,

(51) $$CV = m^1 - g(\boldsymbol{P}^1, \boldsymbol{q})\left(\frac{m^0}{g(\boldsymbol{P}^0, \boldsymbol{q})}\right)^{\frac{c(\boldsymbol{P}^0)}{c(\boldsymbol{P}^1)}}$$

(52) $$EV = g(\boldsymbol{P}^0, \boldsymbol{q})\left(\frac{m^1}{g(\boldsymbol{P}^1, \boldsymbol{q})}\right)^{\frac{c(\boldsymbol{P}^1)}{c(\boldsymbol{P}^0)}} - m^0$$

수식 (42) 및 수식 (43)를 활용하여 구체적인 값을 계산하는 것이 가능하다.

2. 추정 자료

추정에 사용되는 자료의 가공은 기본적으로 권오상(2015)의 지침을 따랐으며, 2003부터 2016년까지 「가계동향조사」의 가구 유형별 월평균 지출액자료(분기)를 다음과 같이 정리하여 사용하였다.

<표 2-9> 농식품 소비지출 항목 구분

기호	명칭	가계동향조사 구분
x_1	빵 및 곡물	곡물, 곡물가공품, 빵 및 떡류
x_2	육류	육류, 육류가공품
x_3	어류 및 수산	신선수산동물, 염건수산동물, 기타수산동물가공
x_4	우유·치즈 및 계란	유제품 및 알
x_5	과일	과일 및 과일가공품
x_6	채소 및 해조	채소 및 채소가공품, 해조 및 해조가공품
x_7	기타식품	유지류, 당류 및 과자류, 조미식품, 기타식품, 커피 및 차, 쥬스 및 기타음료
x_8	음식서비스	식사비

가격지수로는 통계청의 「지출목적별 소비자물가지수(분기)」를 사용하였으며 기타식품(x_7)을 제외하고는 본고에서 사용하는 명칭과 동일하다. 새롭게 만든 품목군인 기타식품(x_7)의 가격지수는 통크비스트(Törnqvist)지수를 이용하여 하위분류의 지수를 기반으로 통합·산출하였으며, 식용유지, 과자·빙과류 및 당유, 기타 식료품, 커피·차 및 코코아, 생수·청량음료·과일주스 및 채소주스가 이에 해당된다. 이 과정에서 「가계동향조사」 자료의 전국 평균 가계 지출액을 가중치 지출액비중으로 사용하여 도출하였다.

「가계동향조사」는 근로자가구여부(근로자가구 또는 비근로자가구)와 소득분위별(10분위)로 월평균 지출액자료를 제공하며, 이를 활용하여 소득계층을 3개로 구분한다[21]. 또한 분기더미를 추가하였으며, 연도를 나타내는 변수를 모두 포함하여 아래의 <표 2-10>과 같이 7개의 개인특성변수를 선정하였다.

<표 2-10> 수요함수 개인특성변수 구분

변수	명칭	설명
q_1	저소득층 더미	저소득층(1-3분위)이면 1, 아니면 0
q_2	고소득층 더미	고소득층(8-10분위)이면 1, 아니면 0
q_3	근로자가구 더미	근로자가구이면 1, 아니면 0
q_4	2분기 더미	2분기 자료이면 1, 아니면 0
q_5	3분기 더미	3분기 자료이면 1, 아니면 0
q_6	4분기 더미	4분기 자료이면 1, 아니면 0
q_7	시간추세	2003년=1

가계동향조사는 가구분포자료를 함께 제공하므로 각 가구유형별 농식품 지출액자료와 함께 활용하여 국가전체의 수요탄력성을 계산

21) 저소득층은1-3분위, 중소득층은 4-7분위, 고소득층은 8-10분위로 분류하였다.

할 수 있으며, 이는 집계가능성조건 덕분에 가능하다.

제 3 장 분석 결과

제 1 절 농업 지식스톡의 추계결과

제2장에서 명기한 자료원을 이용하여 농업부문 명목 및 실질 연구개발투자액 시계열을 구축한 결과는 <표 3-1>과 같다.

<표 3-1> 연도별 명목 및 실질 R&D 투자액

(단위: 백만 원)

년도	명목R&D	GDP 디플레이터 (2010=1)	실질 R&D
1975	13,831	9.678	142,912
1976	14,132	11.739	120,385
1977	19,052	13.434	141,819
1978	27,124	16.386	165,532
1979	38,559	19.422	198,533
1980	41,555	24.206	171,672
1981	38,511	28.222	136,457
1982	52,783	30.049	175,656
1983	47,182	31.506	149,756
1984	58,006	32.899	176,315
1985	60,572	34.213	177,044
1986	76,038	35.908	211,758
1987	85,217	37.685	226,130
1988	96,869	40.363	239,995
1989	84,162	42.802	196,631
1990	109,642	47.128	232,647
1991	121,640	51.598	235,746
1992	161,003	55.594	289,605
1993	256,105	59.039	433,790
1994	262,214	63.823	410,846
1995	322,425	68.252	472,404
1996	406,185	71.157	570,829
1997	534,613	74.049	721,972
1998	507,142	77.468	654,647
1999	512,430	76.55	669,406
2000	488,907	77.382	631,810
2001	633,396	80.207	789,702

(단위: 백만 원)

년도	명목R&D	GDP 디플레이터 (2010=1)	실질 R&D
2002	503,672	82.661	609,322
2003	549,607	85.468	643,056
2004	565,345	88.018	642,306
2005	542,166	88.926	609,682
2006	616,991	88.802	694,794
2007	776,001	90.931	853,395
2008	920,927	93.619	983,697
2009	996,198	96.935	1,027,697
2010	1,071,621	100.000	1,071,621
2011	1,297,842	101.585	1,277,592
2012	1,252,418	102.645	1,220,145
2013	1,275,324	103.521	1,231,947
2014	1,464,227	104.142	1,405,991
2015	1,401,845	106.636	1,314,608
1975-2015	12.24%	6.18%	5.70%
2005-2015	9.97%	1.83%	7.99%

농업부문 명목 연구개발 투자액은 1975년에는 138억 원 규모였으나 2010년 1조원을 넘어섰으며, 2015년에는 약 1조 4천억 원이 투자되었음을 알 수 있다. 이는 연평균 12%가 넘는 속도로 증가해 온 것이며, 실질 투자액으로도 살펴보더라도 연 평균 6%에 가까운 속도로 증가해온 것을 알 수 있다.

1. 영구재고법을 이용한 지식스톡추계

영구재고법을 이용하여 지식스톡을 추계하는 경우, 선험적인 지식에 기반하여 지식스톡의 감모율에 대해 가정하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 선행연구를 참고하여 0.3의 감모율을 선택하여 지식스톡을 추계하였으며(권오상, 2010; 권오상·이한빈, 2015)[22], 민감도

22) 권오상(2010)은 생산자의 비용함수를 추정하는 과정에서 지식스톡을 고정투입요소로 활용하였으며, 이 때 0.3의 감모율을 가정하여 추계한 지식스톡을 이용할 때 통계적으로 가장 많은 수의 유의한 비용함수 파라메터 추정치를 도출함을

분석을 위해 0.1과 0.5의 감모율에 대해서도 지식스톡을 추계하였다. 앞으로 각각의 지식스톡 시계열의 감모율을 따서 이들을 H10, H30, H50으로 부르기로 하며, 지식스톡 추계결과는 아래의 <표 3-2>로 정리된다.

감모율을 0.1로 가정할 경우(H10) 1980년의 지식스톡은 약 1조 원으로 추계되며, 지속적으로 R&D투자가 이루어져 2016년의 지식스톡은 약 9조 원에 이른 것으로 추계되었다. 반면 감모율을 0.3으로 가정할 경우 1976년의 지식스톡은 약 5천억 원으로 추계되고, 2016년에는 약 4조 원을 넘어선 것으로 추계되었다[23].

보였다.

23) 본 연구에서 지식스톡의 절대적인 크기는 분석결과에 영향을 미치지 않으며, 다만 각 지식스톡 시계열간의 시간에 따른 축적형태의 차이가 분석결과의 차이를 가져오게 된다. 이는 본 연구에서 가정하는 가격함수모형이 가지는 특징이며, 따라서 후술될 다항시차구조모형을 이용하여 추계된 지식스톡과 본 항의 지식스톡 간의 크기차이 역시 문제되지 않는다.

<표 3-2> 농업부문 지식스톡의 추계 (영구재고법)

(단위: 백만 원)

감모율 / 연도	0.1	0.3	0.5
1976	786,015	464,463	357,279
1977	827,798	445,509	299,025
1978	886,838	453,676	291,332
1979	963,685	483,105	311,197
1980	1,065,850	536,706	354,131
1981	1,130,937	547,366	348,738
1982	1,154,301	519,614	310,826
1983	1,214,527	539,386	331,070
1984	1,242,830	527,326	315,290
1985	1,294,862	545,444	333,961
1986	1,342,420	558,854	344,024
1987	1,419,936	602,956	383,770
1988	1,504,072	648,199	418,015
1989	1,593,659	693,734	449,002
1990	1,630,924	682,245	421,132
1991	1,700,479	710,218	443,213
1992	1,766,177	732,899	457,352
1993	1,879,164	802,634	518,281
1994	2,125,037	995,633	692,930
1995	2,323,379	1,107,789	757,311
1996	2,563,445	1,247,856	851,059
1997	2,877,930	1,444,328	996,359
1998	3,312,109	1,733,002	1,220,151
1999	3,635,545	1,867,748	1,264,723
2000	3,941,396	1,976,829	1,301,767
2001	4,179,066	2,015,590	1,282,693
2002	4,550,861	2,200,615	1,431,048
2003	4,705,097	2,149,753	1,324,847
2004	4,877,644	2,147,883	1,305,479
2005	5,032,185	2,145,824	1,295,046
2006	5,138,649	2,111,759	1,257,205
2007	5,319,578	2,173,025	1,323,397
2008	5,641,016	2,374,513	1,515,094
2009	6,060,611	2,645,856	1,741,244
2010	6,482,247	2,879,796	1,898,319
2011	6,905,643	3,087,478	2,020,780
2012	7,492,671	3,438,827	2,287,982
2013	7,963,549	3,627,324	2,364,136
2014	8,399,141	3,771,074	2,414,015
2015	8,965,218	4,045,743	2,612,999
2016	9,383,304	4,146,627	2,621,107

2. 다항시차구조모형을 이용한 지식스톡추계

앞 장에서 언급한 바와 같이 본 연구에서는 노재선 외(2004)의 추정결과를 바탕으로 다항시차구조모형을 적용하며, 영구재고법의 지식스톡시계열과 구분하여 HA라 부르기로 한다.

앞서 서술하였듯이 실질 R&D투자가 지식스톡에 영향을 주는 최대시차는 7이고 각 시차별로 적용되는 전환계수는 제2장의 수식 (7)에 의해 아래와 같이 산출되었다.

<표 3-3> 다항시차구조모형 전환계수

r	λ_r
0	0.036712
1	0.064246
2	0.082602
3	0.09178
4	0.09178
5	0.082602
6	0.064246
7	0.036712

<표 3-3>의 계수와 제2장의 수식 (5)를 이용하면 농업부문 지식스톡을 추계할 수 있으며, 그 결과는 다음과 같이 정리할 수 있다.

<표 3-4> 농업부문 지식스톡의 추계(다항시차구조모형)

연도	지식스톡 (단위: 원)
1982	726,555,288
1983	735,140,784
1984	744,876,451
1985	748,548,168
1986	753,980,271
1987	765,658,800
1988	789,903,556
1989	814,977,946
1990	836,210,977
1991	859,411,366
1992	882,531,379
1993	920,386,324
1994	965,046,744
1995	1,023,065,982
1996	1,099,420,718
1997	1,201,072,860
1998	1,303,759,397
1999	1,402,689,557
2000	1,479,078,242
2001	1,541,750,493
2002	1,588,364,050
2003	1,611,464,426
2004	1,613,631,183
2005	1,601,094,010
2006	1,597,941,394
2007	1,609,594,614
2008	1,642,619,148
2009	1,690,570,735
2010	1,767,582,723
2011	1,862,062,859
2012	1,964,564,717
2013	2,064,300,908
2014	2,152,714,151
2015	2,218,752,240

Almon구조모형을 사용할 경우 영구재고법과 달리 초기 7개년(1975-1981)의 지식스톡 추계치를 구할 수 없으며, 따라서 총 34개년에 대해서 지식스톡 시계열을 구축하게 된다.

제 2 절 농산물 가격함수 추정결과

본 절의 가격함수 추정과정에서는 H10, H30, H50, HA의 네가지 지식스톡 시계열을 사용하였으나, 본문에는 H30과 HA의 두 지식스톡 시계열을 이용한 분석결과를 위주로 수록하였으며, 나머지 결과들은 부표로 정리하였다.

우선 추정과정에 사용되는 각 농산물별 수입개방지수는 다음과 같다.

<표 3-5> 농산물별 수입개방지수

연도	미곡	맥류	두류/잡곡류	서류	채소류	과실류	축산	기타
1975	8.71	84.60	71.28	0.00	0.11	1.27	2.11	69.17
1976	1.56	56.26	84.87	0.00	0.09	0.84	1.66	64.13
1977	0.37	95.09	74.96	0.00	0.07	0.91	2.68	68.71
1978	0.01	41.73	111.88	0.09	0.80	1.38	4.33	72.72
1979	1.28	40.33	184.50	0.17	0.65	2.41	7.03	73.17
1980	9.11	84.78	192.26	0.15	0.17	3.21	1.52	104.91
1981	20.88	84.20	142.37	0.06	0.49	3.16	3.34	104.07
1982	2.09	76.45	170.60	0.08	0.69	1.98	5.00	67.02
1983	1.10	69.45	252.20	0.06	0.40	2.32	3.98	69.54
1984	0.00	105.82	222.25	0.05	0.79	2.27	2.22	74.99
1985	0.00	148.24	224.01	0.03	0.56	1.77	0.83	65.07
1986	0.00	160.69	208.34	0.02	0.28	1.91	0.62	41.39
1987	0.00	129.89	177.86	0.01	0.46	2.49	0.63	44.11
1988	0.00	125.13	183.71	0.00	0.57	2.57	1.81	52.71
1989	0.01	98.00	246.96	0.02	0.96	3.24	5.01	48.38
1990	0.01	110.65	258.43	0.00	1.26	4.62	6.48	53.25
1991	0.01	149.21	268.55	0.08	1.44	14.43	9.81	51.35
1992	0.01	155.43	327.03	0.03	1.59	8.89	9.88	38.89
1993	0.00	179.61	264.70	0.06	1.56	7.54	6.99	32.28
1994	0.01	275.82	284.47	0.08	2.41	5.73	9.85	34.07
1995	0.00	166.30	337.03	0.04	1.57	5.66	11.16	42.22
1996	0.47	255.78	429.12	0.13	2.32	8.24	10.31	42.69
1997	0.11	304.07	446.06	0.59	2.95	8.78	12.80	43.01
1998	0.33	493.94	486.38	0.81	2.59	8.28	9.88	55.78
1999	0.64	249.69	343.55	1.42	3.13	9.03	13.62	41.15

연도	미곡	맥류	두류/잡곡류	서류	채소류	과실류	축산	기타
2000	0.50	314.98	377.73	1.31	3.12	13.38	17.78	31.63
2001	0.32	217.61	437.83	1.09	3.46	20.58	15.51	39.52
2002	0.58	292.49	457.04	1.76	3.83	18.09	19.61	28.45
2003	0.65	388.61	469.09	4.55	4.58	24.12	21.77	32.36
2004	0.95	362.35	416.52	2.94	5.75	21.95	12.99	31.20
2005	0.62	304.81	293.06	2.28	5.71	21.32	14.92	22.05
2006	1.35	365.28	396.59	1.85	6.89	25.10	16.49	20.00
2007	1.61	413.69	610.96	1.78	7.60	29.76	19.62	18.78
2008	2.28	758.28	786.92	1.82	9.51	33.14	19.71	26.56
2009	3.72	765.97	568.75	1.53	9.07	29.64	15.50	27.72
2010	4.24	1149.57	547.57	2.87	11.58	35.00	16.65	30.17
2011	6.03	1469.70	489.41	3.56	12.48	42.33	30.83	51.33
2012	2.34	1982.16	515.67	2.65	10.30	50.36	24.54	45.30
2013	6.24	1926.60	383.50	3.15	11.04	50.07	22.86	48.13
2014	3.92	1133.59	620.13	2.66	11.34	64.21	24.86	44.47
2015	4.88	964.98	746.31	4.49	14.02	69.13	22.76	41.86

수입개방지수는 맥류가 가장 큰 폭으로 증가하고 가장 큰 값을 기록하였으며, 두류/잡곡류가 그 뒤를 잇는 것으로 나타났다. 이는 두 품목군 모두 국내 생산액이 크지 않기 때문이며, 맥류의 경우 국내생산액이 급격히 감소하고 수입액이 늘어나면서 수입개방지수가 급격히 증가한 것으로 분석된다. 또한 품목군별 수입개방지수가 감소한 품목군은 기타 부류가 유일하며, 나머지 품목군들은 시간이 흐르면서 지속적으로 증가해 온 것을 확인할 수 있다.

이와 같이 산출된 지식스톡 추계치와 농산물별 수입개방지수, 가격지수자료를 모두 이용하여 수식 (8)과 같이 농산물 가격함수를 추정할 수 있으며, 그 결과는 아래와 같이 정리할 수 있다.

<표 3-6> 농산물 가격함수 추정결과 (H30)

$\gamma_K+\gamma_L+\gamma_A+\gamma_M=1$

파라메터	추정치	파라메터	추정치
α_2	−1.3117* (0.742)	β_1	−0.2561*** (0.038)
α_3	−5.8154*** (0.611)	β_2	−0.1509*** (0.052)
α_4	0.2183 (0.586)	β_3	0.1247*** (0.041)
α_5	0.6463 (0.586)	β_4	−0.2871*** (0.038)
α_6	2.5113*** (0.586)	β_5	−0.3146*** (0.038)
α_7	−2.0053*** (0.586)	β_6	−0.4290*** (0.038)
α_8	−2.2230*** (0.586)	β_7	−0.1406*** (0.038)
γ_K	0.1977*** (0.030)	β_8	−0.1246*** (0.038)
γ_L	0.3344*** (0.039)	ρ	−0.0003*** (0.000)
γ_A	0.1003** (0.048)	α_0	4.0248*** (0.540)
γ_M	0.3676*** (0.047)	Observations	320
		RMSE	0.136

주1 : 추정치에 병기된 별은 각각 0.10(*), 0.05(**), 0.01(***)의 유의수준에서 유의함을 의미하며 표준편차는 각 추정치의 하단에 괄호 속에 표기함

주2 : 파라메터의 하첨자는 순서대로 (1)미곡, (2)맥류, (3)두류/잡곡류, (4)서류, (5)채소류, (6)과실류, (7)축산, (8)기타농산물을 의미

<표 3-7> 농산물 가격함수 추정결과 (HA)

$\gamma_K+\gamma_L+\gamma_A+\gamma_M=1$

파라메터	추정치	파라메터	추정치
α_2	−1.1048 (0.738)	β_1	−0.4077*** (0.088)
α_3	−5.4093*** (0.618)	β_2	−0.2282** (0.109)
α_4	0.5141 (0.604)	β_3	0.2916*** (0.091)
α_5	−0.6812 (0.604)	β_4	−0.5101*** (0.088)
α_6	1.5808*** (0.604)	β_5	−0.3428*** (0.088)
α_7	−2.3310*** (0.604)	β_6	−0.6245*** (0.088)
α_8	−2.1151*** (0.604)	β_7	−0.1335 (0.088)
γ_K	0.2438*** (0.036)	β_8	−0.1615* (0.088)
γ_L	0.2425*** (0.070)	ρ	−0.0003*** (0.000)
γ_A	0.0486 (0.048)	α_0	3.2643*** (0.644)
γ_M	0.4652*** (0.077)	Observations	272
		RMSE	0.129

주1 : 추정치에 병기된 별은 각각 0.10(*), 0.05(**), 0.01(***)의 유의수준에서 유의함을 의미하며 표준편차는 각 추정치의 하단에 괄호 속에 표기함

주2 : 파라메터의 하첨자는 순서대로 (1)미곡, (2)맥류, (3)두류/잡곡류, (4)서류, (5)채소류, (6)과실류, (7)축산, (8)기타농산물을 의미

<표 3-6>과 <표 3-7>은 각각 H30과 HA의 지식스톡에 대하여 추정된 결과를 정리한 것이며, H10과 H50을 이용한 추정결과는 부표로 수록하였다(부표 1, 부표 2). HA의 경우 지식스톡 추계치가 1982년부터 존재하기 때문에 관측치의 수가 다른 모형에 비해 조금 적다.

두류/잡곡류를 제외한 모든 농산물에 있어서 지식스톡량의 증가가 농산물가격을 하락시키는 효과가 있음을 확인하였으며, 두류/잡곡류의 경우 지식스톡이 증가함에 따라 가격이 상승한 것으로 추정

되었다($\beta_3 > 0$). 그러나 실제로 지식스톡의 증가가 농산물 시장의 균형가격을 상승시키는 방향으로 작용하였다고 보기는 어려우며, 이는 농산물 유형별로 지식스톡을 별도로 추계하지 못해 더미변수를 이용하여 추정을 진행하였기 때문인 것으로 추정된다. 따라서 이후의 분석에서는 지식스톡의 증가가 두류/잡곡류의 균형가격에는 영향을 미치지 않는다고 가정하여 분석을 진행한다.

가장 큰 가격하락효과를 보인 품목은 두 모형에서 공통적으로 과실류인 것으로 나타났으나, 영구재고법 모형(H30)에서는 채소류와 서류가 그 뒤를 따르는 것으로 파악된 반면 Almon구조모형(HA)을 이용하여 지식스톡을 추계한 경우 과실류, 서류, 미곡의 순인 것으로 추정되었다.

토지를 제외한 투입요소가격의 경우 지식스톡 시계열에 관계없이 모두 1%유의수준에서 유의하게 산출물 가격을 상승시키는 것으로 나타났으며, 토지의 경우(γ_A) 감모율이 높은 모형일수록 그 통계적 유의성이 떨어지는 것으로 나타났으며, HA의 경우 10% 유의수준에서도 유의하지 않았다.

수입개방지수의 경우 그 값이 증가할수록 각 품목군의 가격을 떨어뜨리는 것으로 나타났으며, 두 모형에 대해서 모두 1% 유의수준에서 통계적으로 유의미한 것으로 나타났다.

이제 각 모형별로 농산물 가격의 지식스톡탄력성을 도출하였으므로, 추정결과를 이용하여 지식스톡의 크기가 2005년 수준으로 정체되었을 때 2015년의 산출물 가격이 어떻게 변화되었을 지를 추정하는 것이 가능하다. 이를 위해 각 지식스톡 모형별로 2005년 이후 10년간의 지식스톡의 증가율을 측정하고, 가격함수로부터 도출된 가격의 지식스톡 탄력성을 이용하여 10년간의 각 품목별 가격변화율을 추정하였다. H30과 HA를 이용하여 측정한 결과는 아래의 <표 3-

8>에 정리하였으며, H10과 H50에 대한 결과는 <부표 3>으로 수록하였다.

<표 3-8> 농업부문 R&D 정체 시의 예상 가격변화

	H30	HA
2005-2015 지식스톡 증가율 (연평균 증가율)	88.54% (6.55%)	38.58% (3.32%)
2005 수준 유지 연간 투자액 (억 원)	6,437	6,592
2005-2015 실제 연평균 투자액 (억 원)	10,628	
미곡	22.7%	15.7%
맥류	13.4%	8.8%
두류/잡곡류	(-11.0%)	(-11.2%)
서류	25.4%	19.7%
채소류	27.9%	13.2%
과실류	38.0%	24.1%
축산	12.4%	5.2%
기타농산물	11.0%	6.2%

H30기준으로 지난 10년간 지식스톡은 약 88.54% 증가하였으며(연평균 약 6.55%), 이를 위해 지식스톡이 정체되는 시나리오보다 연평균 약 4천억 원[24]의 R&D투자가 더 실시된 것으로 추정되었다. 한편 Almon구조모형을 이용하여 지식스톡을 추계한 경우(HA), 영구재고법을 이용한 모형들에 비해 전반적으로 가격상승효과의 크기가 작게 추정되었음을 확인할 수 있다.

영구재고법을 이용한 모형(H30)의 경우 과실류의 가격상승폭이 가장 크며 채소류와 서류가 그 뒤를 잇는 것으로 나타났으며, HA의 경우 과실류, 서류, 미곡의 순으로 추정되었다.

24) 2015년 실질가격 기준 4,469억 원(H30) 및 4,304억 원(HA).

제 3 절 농식품 수요함수 추정결과

2장에서 도출한 AIDS모형의 비중방정식과 구축한 자료를 함께 이용하여 파라메터들을 추정하는 것이 가능하며, 각 비중방정식에 다변량정규분포를 따른다고 가정되는 오차항을 추가하여 비선형 완전정보최우추정법(Non-linear FIML Estimation Method)으로 비중방정식을 추정하였다[25]. 이때 1번 비중방정식(빵 및 곡물)을 제외하고 나머지 7개의 비중방정식만을 이용하여 추정하였으며, 이를 통해 모든 파라메터를 식별하는 것이 가능하다[26].

<표 3-9> AIDS모형 추정결과 (Non-linear FIML)

파라메터	추정치	t 값	Approx. Pr >|t|	파라메터	추정치	t 값	Approx. Pr >|t|
a1	0.9228	36.40	<.0001	d11	0.0022	2.15	0.0317
a2	0.3935	18.91	<.0001	d12	−0.0011	−1.30	0.1944
a3	0.6159	28.72	<.0001	d13	0.0017	1.94	0.0523
a4	0.1573	14.98	<.0001	d14	−0.0009	−2.18	0.0295
a5	0.2540	12.08	<.0001	d15	−0.0002	−0.23	0.8190
a6	0.9139	32.53	<.0001	d16	0.0023	1.96	0.0503
a7	0.4900	20.73	<.0001	d17	0.0017	1.72	0.0864
a8	−2.7475	−30.95	<.0001	d18	−0.0057	−1.63	0.1043
b11	0.0198	2.05	0.0402	d21	0.0051	5.41	<.0001
b12	−0.0302	−5.33	<.0001	d22	0.0028	3.72	0.0002
b13	−0.0361	−6.49	<.0001	d23	0.0065	8.67	<.0001
b14	−0.0014	−0.34	0.7346	d24	−0.0029	−7.10	<.0001
b15	−0.0169	−6.17	<.0001	d25	0.0041	5.74	<.0001
b16	−0.0541	−13.73	<.0001	d26	0.0083	7.94	<.0001
b17	0.0124	1.72	0.0849	d27	−0.0021	−2.27	0.0231

25) 추정은 SAS 9.4의 MODEL Procedure를 활용하여 이루어졌으며, 모형의 수렴을 위해 추가적으로 $\alpha_0 = 0$의 제약을 부과하여 추정하였다.

26) γ_1은 동차성조건을 활용하여, 추정작업이 완료된 후 산출가능하다.

파라메터	추정치	t 값	Approx. Pr >|t|	파라메터	추정치	t 값	Approx. Pr >|t|
b18	0.1065	6.27	<.0001	d28	−0.0219	−7.10	<.0001
b22	0.0013	0.21	0.8307	d31	−0.0061	−8.19	<.0001
b23	0.0084	1.94	0.0531	d32	−0.0091	−17.34	<.0001
b24	−0.0037	−1.16	0.2481	d33	−0.0122	−21.76	<.0001
b25	−0.0174	−8.46	<.0001	d34	0.0036	13.01	<.0001
b26	−0.0233	−7.97	<.0001	d35	−0.0063	−12.15	<.0001
b27	−0.0036	−0.66	0.5078	d36	−0.0125	−15.55	<.0001
b28	0.0685	5.34	<.0001	d37	−0.0023	−3.71	0.0002
b33	−0.0375	−6.71	<.0001	d38	0.0449	19.37	<.0001
b34	−0.0092	−2.80	0.0052	d41	−0.0084	−8.20	<.0001
b35	−0.0116	−5.51	<.0001	d42	−0.0166	−22.41	<.0001
b36	−0.0339	−10.82	<.0001	d43	−0.0162	−25.83	<.0001
b37	0.0204	3.26	0.0011	d44	0.0019	4.90	<.0001
b38	0.0995	8.11	<.0001	d45	−0.0096	−15.04	<.0001
b44	0.0408	11.10	<.0001	d46	0.0177	20.08	<.0001
b45	0.0011	1.00	0.3154	d47	0.0044	4.34	<.0001
b46	0.0028	1.61	0.1069	d48	0.0268	9.99	<.0001
b47	−0.0020	−0.39	0.6984	d51	−0.0036	−3.48	0.0005
b48	−0.0285	−4.22	<.0001	d52	−0.0018	−2.73	0.0064
b55	0.0125	6.28	<.0001	d53	−0.0080	−12.40	<.0001
b56	−0.0172	−8.12	<.0001	d54	−0.0011	−3.07	0.0022
b57	0.0048	1.77	0.0762	d55	0.0063	11.07	<.0001
b58	0.0447	5.31	<.0001	d56	0.0060	5.92	<.0001
b66	−0.0166	−3.84	0.0001	d57	0.0254	31.53	<.0001
b67	−0.0214	−6.14	<.0001	d58	−0.0232	−8.71	<.0001
b68	0.1637	12.34	<.0001	d61	0.0158	18.72	<.0001
b77	−0.0069	−0.65	0.5186	d62	−0.0140	−21.18	<.0001
b78	−0.0035	−0.25	0.8055	d63	−0.0039	−6.52	<.0001
b88	−0.4510	−8.24	<.0001	d64	−0.0029	−8.48	<.0001
g1	−0.0597	−	−	d65	−0.0128	−22.05	<.0001
g2	−0.0219	−14.12	<.0001	d66	0.0156	18.68	<.0001
g3	−0.0392	−24.54	<.0001	d67	0.0117	13.05	<.0001
g4	−0.0075	−9.43	<.0001	d68	−0.0096	−3.73	0.0002
g5	−0.0140	−8.93	<.0001	d71	−0.0025	−12.55	<.0001
g6	−0.0620	−29.49	<.0001	d72	0.0011	6.45	<.0001
g7	−0.0289	−16.23	<.0001	d73	−0.0019	−12.24	<.0001

파라메터	추정치	t 값	Approx. Pr >|t|	파라메터	추정치	t 값	Approx. Pr >|t|
g8	0.2331	34.93	<.0001	d74	−0.0009	−8.35	<.0001
d75	0.0004	4.37	<.0001	d76	−0.0020	−15.31	<.0001
d77	0.0000	0.12	0.9025	d78	0.0057	11.69	<.0001

다음으로 <표 3-9>의 추정치와 앞 장의 식 (45), (46) 및 집계가능성 조건을 이용하여 2015년 기준 전체 소비자의 통상수요탄력성과 농식품지출액탄력성을 구할 수 있으며, 그 결과는 아래와 같다[27].

<표 3-10> 통상수요의 교차가격 및 지출액 탄력성 추정결과
(2015년, 가구평균)

	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	x_8
p_1	−0.142	−0.109	−0.025	0.116	−0.068	0.017	0.347	−0.207
p_2	−0.078	−0.899	0.462	−0.016	−0.185	0.019	0.071	−0.048
p_3	−0.018	0.214	−1.288	−0.106	−0.054	0.035	0.338	−0.073
p_4	0.087	−0.005	−0.067	−0.085	0.050	0.202	0.020	−0.128
p_5	−0.020	−0.121	−0.033	0.066	−0.750	−0.026	0.110	−0.029
p_6	−0.009	−0.038	0.022	0.207	−0.073	−0.338	0.040	−0.092
p_7	0.496	0.075	0.775	0.037	0.184	0.162	−0.932	−0.246
p_8	−0.613	0.105	−0.086	−1.056	0.117	−0.014	−0.732	−0.655
m	0.297	0.777	0.240	0.837	0.781	−0.056	0.736	1.478

주 : 변수의 하첨자는 순서대로 (1)빵 및 곡물, (2)육류, (3)어류 및 수산, (4)우유·치즈 및 계란, (5)과일, (6)채소 및 해조, (7)기타식품, (8)음식서비스를 의미함

위와 같이 도출된 통상수요탄력성은 행렬 $\boldsymbol{\varepsilon}^{\boldsymbol{N}}$로서 균형대체모형의

27) 추정된 수요체계모형은 동차성조건($\sum_{j=1}^{N}\varepsilon_{ij}+\eta_i=0$), Engel 집계조건($\sum_{i=1}^{N}w_i\eta_i=1$), 및 Cournot 집계조건($w_i+\sum_{j=1}^{N}w_j\varepsilon_{ji}=0$)이 만족됨을 확인할 수 있다.

구축에 사용된다. 이는 앞서 살펴본 것과 같이 본 연구의 AIDS모형이 집계조건을 만족하기 때문에 가능하며, <표 3-10>의 탄력성은 모든 유형의 가구가 모여 반응하는 시장 전체 수요의 탄력성으로 이해할 수 있다.

제 4 절 농식품 소비자의 후생변화 분석

우선 산업연관표를 통해 추정된 농식품별 농산물 사용비율(*SR*)과 농산물별 농식품 투입비율(*SC*)은 부표로 수록하였으며(부표 4, 부표 5), 본 절에서는 EDM모형을 이용하여 도출되는 농산물시장과 농식품 시장의 균형변화와 그에 따른 소비자 후생변화분석 결과에 집중한다.

1. 영구재고법과 시차구조법의 비교

아래의 <표 3-11>은 지식스톡이 10년 전 수준으로 정체되었을 때 발생하는 농산물 시장의 균형변화를 나타내며, 지식스톡의 추계방법(H30, HA)에 따라 서로 다른 균형변화를 유발한다는 것을 확인할 수 있다.

<표 3-11> R&D스톡 정체 시 농산물 시장의 균형변화

단위: %

모형	H30		HA	
변수	EP^S	EQ	EP^S	EQ
미곡	22.1612	−1.5059	15.4064	−0.9421
맥류	12.9896	−1.0874	8.5827	−0.6464
두류/잡곡류	0.0962	0.2819	0.1014	0.2970
서류	23.0578	−3.0943	18.3799	−1.7009
채소류	26.0809	−3.1397	12.2695	−1.6899
과실류	31.5318	−10.6457	20.2369	−6.3601
축산	8.7965	−5.8801	3.4428	−2.7487
기타작물	12.6062	2.0620	7.4030	1.5364
기타투입물	−0.0026	−2.5681	−0.0014	−1.4310

구체적으로 살펴보면 지식스톡 추계방법에 관계없이 두류/잡곡류와 기타작물을 제외한 모든 품목에서의 공급량 감소를 나타내었으며, 그 크기는 영구재고법을 이용할 경우(H30)가 Almon구조모형을 이용할 경우(HA)에 비해서 더 큰 것을 확인할 수 있다.

특히 과실류와 축산부문의 충격이 상당부분 균형수량의 변화로 인해 완화된 것을 확인할 수 있고[28], 이는 공급탄력성의 차이보다는 이를 이용하는 농식품 생산기술과 농식품 수요의 특성에 기인하는 것으로 볼 수 있다.

28) 앞 장의 <표 3-8>을 참고하여 실제로 가해지는 가격충격과 비교할 수 있다.

<표 3-12> R&D스톡 정체 시 농식품 시장의 균형변화

단위: %

모형	H30		HA	
변수	EP^S	EQ	EP^S	EQ
빵 및 곡물	8.2987	−1.4926	5.6573	−0.9362
육류	6.0508	−8.0843	2.3713	−3.8027
어류 및 수산	0.0042	3.5125	0.0019	1.4283
우유·치즈 및 계란	2.9701	2.3481	1.1751	1.4676
과일	13.5477	−11.9130	8.3974	−7.1503
채소 및 해조	9.3521	−2.3738	4.5335	−1.2205
기타식품	1.8832	2.6821	1.0018	1.9313
음식서비스	1.1007	−4.8303	0.5479	−2.7044

<표 3-12>은 마찬가지로 지식스톡이 10년 전 수준으로 정체되었을 때 소비자들이 구매하는 농식품 시장에 나타날 균형변화를 의미하며, 영구재고법을 이용한 모형(H30)이 Almon구조모형을 이용한 모형(HA)에 비해 전반적으로 큰 균형변화를 유발하는 것을 확인할 수 있다.

가장 큰 가격상승이 예상되는 품목은 두 모형 모두에서 과일이었으며, H30의 경우 채소 및 해조와 빵 및 곡물, 육류가 그 뒤를 이었으나, HA의 경우 빵 및 곡물이 채소 및 해조를 근소하게 앞선 것을 확인할 수 있었다. 그러나 전반적인 순위는 두 모형에서 유사하였다.

다음으로 EDM을 통해 도출된 농식품 시장의 균형변화를 이용하여 소비자의 후생변화를 분석하면 다음 <표 3-13>으로 정리할 수 있다.

<표 3-13> R&D스톡 정체 시 후생손실 추정액

단위: 원

		H30	HA
가구 (원/월)	CV	−23,754	−12,943
	EV	−23,203	−12,783
국가 전체 (억 원/년)	CV	−55,757	−30,381
	EV	−54,464	−30,006

<표 3-13>을 살펴보면 H30을 이용하여 추정한 후생손실액이 HA를 이용한 추정치보다 약 1.8배 큰 것을 확인할 수 있다. 보상변화와 동등변화 사이에는 큰 격차가 존재하지 않았으며, H30의 경우 가구당 월 평균 약 2만 3천원[29]의 손실이, HA의 경우에는 가구당 월 평균 약 1만 2천원의 손실이 매달 발생하는 것으로 추정되었다. 이를 전국단위로 환산하면[30] 매년 약 3조원에서 5조 5천억 원에 해당하며, 이는 지식스톡을 10년 전 수준에서 정체시키지 않고 현재 수준으로 유지하는데 드는 비용차액인 연간 4천억 원에 비하면 7배에서 13배 이상 큰 값임을 확인할 수 있다.

2. 소득계층별 분석

한편, 본 연구에서 추정한 수요체계는 소득분위별 개인특성변수를 반영하여 추정하였기 때문에 소득계층별로 후생변화가 어떻게 달라지는지 역시 분석할 수 있으며[31], 그 결과는 아래 표와 같이 정리할 수 있다.

29) 2015년 실질가격 기준.
30) 통계청 「인구총조사」의 2015년 기준 총가구 수(19,560,603가구)를 이용하여 산출하였다.
31) 근로자가구와 비근로자가구 사이의 후생변화차이 역시 분석할 수 있으나, 분석대상을 소득계층으로 한정하여 각 소득계층별 평균후생손실분을 제시한다.

<표 3-14> R&D스톡 정체 시 소득분위별 후생손실 추정액

단위: 원

		H30	HA
저소득층 (원/월)	CV	−17,169	−9,419
	EV	−16,704	−9,281
중소득층 (원/월)	CV	−22,906	−12,469
	EV	−22,381	−12,317
고소득층 (원/월)	CV	−28,977	−15,738
	EV	−28,352	−15,559

<표 3-14>를 살펴보면 소득분위에 따라 중소득층 기준으로 약 25%의 후생손실액 차이를 보여주었으며, H30모형에서 그 격차(비율)가 근소하게 큰 것을 확인할 수 있었다. 구체적으로 HA모형을 가정할 경우 저소득층의 후생손실은 약 9천원이나 고소득층의 경우 약 1만 5천원으로 약 70% 이상 큰 후생손실을 보는 것으로 나타났다.

<표 3-15> R&D스톡 정체 시 소득분위별 소득대비 후생손실 비중

		H30	HA
저소득층	CV	0.90%	0.49%
	EV	0.88%	0.49%
중소득층	CV	0.57%	0.31%
	EV	0.56%	0.31%
고소득층	CV	0.40%	0.22%
	EV	0.39%	0.21%

그러나 <표 3-15>와 같이, 각 가구의 소득 대비 후생손실 비중을 살펴보면 소득이 낮아질수록 소득에서 차지하는 후생손실 비중이 두 모형 모두에서 커지는 것을 확인할 수 있다. 따라서 지난 10

년간 이루어진 농업부문 연구개발투자는 소득분배에 순행하는 형태로 효과가 나타났음을 알 수 있다.

3. 민감도 분석

본 연구의 분석결과는 크게 1. 농산물 공급탄력성에 대한 가정(S.inf, S.high, S.low)과 2. 지식스톡의 추계방법(H10, H30, H50, HA)에 따라서 달라질 수 있으며, 본 항에서는 두 가지 경우에 대해 분석 결과가 얼마나 민감하게 달라지는지를 분석하고자 한다.

모든 12가지 모형에 대한 EDM 분석결과는 부표로 수록하였으며(부표 6 - 11), 본 항에서는 서술에 필요한 모형 및 해당 분석결과만을 제시한다.

우선 알몬시차구조모형의 지식스톡시계열(HA)을 이용하되, 농산물 공급탄력성을 다르게 가정함(S.inf, S.high, S.low)에 따라 달라지는 농식품 시장의 균형변화를 분석하면 아래와 같이 정리할 수 있다.

<표 3-16> 농산물 공급탄력성에 따른 농식품 시장의 균형변화 (HA)

단위: %

모형	S.inf		S.high		S.low	
변수	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ
빵 및 곡물	5.814	−1.080	5.657	−0.936	5.284	−0.762
육류	3.540	−5.059	2.371	−3.803	1.765	−2.891
어류 및 수산	0.003	1.886	0.002	1.428	0.002	1.213
우유·치즈 및 계란	1.744	1.508	1.175	1.468	0.874	1.236
과일	9.909	−8.498	8.397	−7.150	5.832	−5.066
채소 및 해조	4.906	−1.246	4.533	−1.220	3.726	−0.966
기타식품	1.015	2.189	1.002	1.931	0.950	1.565
음식서비스	0.631	−3.002	0.548	−2.704	0.440	−2.326

<표 3-16>을 분석하면, 공급탄력성에 대한 가정에 상관없이 전반적으로 비슷한 농식품 시장의 균형변화를 가져다주는 것을 확인할 수 있으나, 과일의 균형가격 변화율에서 다소 차이를 보임을 알 수 있다.

<표 3-17> 농산물 공급탄력성에 따른 소득분위별 후생손실 추정액 (HA)

단위: 원

		S.inf	S.high	S.low
가구 (원/월)	CV	-15,001	-12,943	-10,486
	EV	-14,780	-12,783	-10,384
국가 전체 (억 원/년)	CV	-35,211	-30,381	-24,613
	EV	-34,692	-30,006	-24,375

<표 3-17>을 통해 공급탄력성에 따른 후생손실액 변화를 살펴보면 각 탄력성 가정별로 다소 차이를 보임을 알 수 있다. 공급탄력성이 탄력적이라고 가정할수록 소비자들의 후생손실이 커짐을 알 수 있으나, 극단적으로 무제한의 공급탄력성(S.inf)을 가정하더라도 분석 결과에 아주 큰 차이를 가져오지는 않았다.

다만 선행연구에 근거하여 가정할 수 있는 가장 낮은 공급탄력성(S.low)을 가정할 경우 후생손실분이 19% 가까이 줄어들며, 따라서 분석 결과를 해석할 때 본 연구의 결론이 전반적으로 R&D투자의 효과를 과대평가하고 있을 가능성을 고려해야 한다.

한편, 영구재고법을 이용한 지식스톡추계과정에서 감모율을 다르게 할 경우 EDM을 이용한 균형분석결과가 어떻게 달라지는지 역시 분석할 수 있으며, 그 결과는 아래의 <표 3-18>로 정리할 수 있다.

<표 3-18> 영구재고법 감모율에 따른 농식품 시장의 균형변화 (S.high)

단위: %

모형	H10		H30		H50	
변수	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ
빵 및 곡물	8.591	−1.510	8.299	−1.493	8.762	−1.604
육류	6.739	−8.701	6.051	−8.084	6.375	−8.552
어류 및 수산	0.004	3.912	0.004	3.512	0.004	3.669
우유·치즈 및 계란	3.301	2.328	2.970	2.348	3.130	2.504
과일	13.325	−11.859	13.548	−11.913	14.500	−12.736
채소 및 해조	9.494	−2.310	9.352	−2.374	9.978	−2.554
기타식품	2.016	2.672	1.883	2.682	1.952	2.884
음식서비스	1.133	−5.027	1.101	−4.830	1.170	−5.110

표를 통해 확인할 수 있듯이 서로 다른 감모율 가정에 따른 균형변화의 차이는 미미한 수준임을 알 수 있으며, 이와 같은 결과는 아래의 후생손실 추정액 비교에서도 나타난다.

<표 3-19> 영구재고법 감모율에 따른 소득분위별 후생손실 추정액 (S.high)

단위: 원

		H10	H30	H50
가구 (원/월)	CV	−24,631	−23,754	−25,165
	EV	−24,037	−23,203	−24,548
국가 전체 (억 원/년)	CV	−57,815	−55,757	−59,070
	EV	−56,422	−54,464	−57,620

<표 3-19>를 확인하면 각 감모율 모형에 따른 후생손실액 차이가 1,411원(CV)과 1,344원(EV)에 불과하여, 큰 차이가 없는 것을 확인할 수 있다. 국가 전체로 비교하여도 이는 연간 3천억 원 수준임을 알 수 있으며, 이와 같은 결과는 앞서 1항에서 영구재고법을 사

용한 모형(H30)과 Almon구조모형을 사용한 모형(HA) 간의 추정치 괴리가 1.8배 정도로 나타났던 사실과 대조된다.

영구재고법의 경우 감모율이 높아질수록 효율곡선의 꼬리가 짧아진다는 특징이 있고, Almon구조모형의 경우 꼬리가 유한하며 효율곡선이 종형을 가진다는 특징이 있다. 이를 고려해 볼 때 분석 결과에 큰 영향을 주는 부분은, 지식스톡의 효율이 투자 및 발현 직후부터 최고점을 가지느냐의 여부[32]인 것으로 판단된다.

그러나 앞서 Esposti and Pierani(2003)의 연구를 통해 지적하였듯이, 실제 연구개발의 사례를 살펴볼 때 모든 연구가 투자 직후 바로 개발되어 유용성을 가진다고 간주하는 것은 현실적이지 못하며, 여러 연구개발 사업들을 모두 고려할 때 R&D투자의 성과발현은 평균적으로 종형의 분포를 가진다고 보는 것이 더욱 합리적이다[33]. 다만 본 연구에서 사용한 Almon구조모형은 성과 발현 후 그 유용성이 급격하게 감소함을 가정함으로써 내구연한이 무한한 지식스톡의 특성을 잘 살리지 못할 수 있으나, 영구재고법을 이용한 모형에서의 추정결과가 감모율 변화에 민감하지 않으므로, Almon구조모형이 조금 더 타당한 것으로 판단된다[34].

따라서 영구재고법을 이용하여 연구개발투자의 효과를 분석하는 경우 이를 과대평가하고 있을 우려가 있다. 나아가 지식스톡의 추계방법에 따라 분석 결과가 크게 달라질 수 있음을 고려한다면, 다른

---

32) 본 연구에서 사용된 Almon구조모형의 경우 투자 후 3년이 경과하는 시점에서 최고의 효율을 가짐을 가정하는 반면, 영구재고법의 경우 투자가 이루어진 다음해에 곧바로 최고의 효율을 가짐을 가정한다.

33) 영구재고법은 본래 자본스톡의 추계방법으로 널리 사용되던 방법이며, 자본스톡의 경우 구매 직후 최고의 효율을 낸다고 보는 것이 타당할 수 있다.

34) 지식스톡의 효과를 추정하는 가격함수모형을 이용하여 H30모형과 HA모형간의 Non-nested Hypothesis Tests(또는 J-test; Davidson and MacKinnon, 1981)를 실시하였으나, 서로의 모형이 서로를 기각하여 통계적으로는 하나의 모형을 특정할 수 없었다.

방법을 통해 지식스톡을 추계하는 경우에도 연구개발투자가 지식스톡으로 산입되는 과정을 적절하게 모형화하는 문제가 더욱 중요하다고 할 수 있다.

제 4 장 요약 및 결론

본 연구는 크게 두 가지 목적을 가지고 수행되었다. 첫째는 매년 적지 않은 금액으로 이루어지는 농업부문 공공 연구개발투자가 전국의 소비자들에게 어느 정도의 경제적 파급효과를 지니고 있는지를 분석하고자 하는 것이고, 둘째는 R&D투자와 관련된 분석 과정에서 필수적인 절차인 지식스톡의 추계법의 개선을 도모하고 이를 이용한 분석결과와 기존의 결과를 비교하여 시사점을 도출하는 것이다.

특히 본 논문은 농업부문에 투자되는 연구개발비의 편익 또는 효과가 직접적인 정책의 대상이 되는 일반농가들에게만 국한되지 않고, 농식품을 소비하는 모든 국민에게 나타나고 있음을 밝히고 그 크기를 명확히 추정하였다는 점에서 의의를 갖는다. 또한 지식스톡 추계방법에서 전통적으로 널리 사용되어오던 영구재고법의 경우, 함께 사용된 다항시차구조에 비해 연구개발투자의 효과를 과대평가할 수 있음을 실증적으로 보임으로써, 지식스톡 추계과정의 중요성 및 앞으로의 연구들이 유의해야할 점 등을 지적하였다.

분석 결과를 구체적으로 살펴보면, 우선 지난 10년간 이루어진 농업부문 R&D투자는 농가의 생산기술에 영향을 미침으로써 대다수 농산물 시장의 균형가격을 하락시켰으며, 그 효과는 주로 채소와 과일 부문에 집중되어서 나타난 것으로 파악되었다. 또한 균형대체모형을 통해 분석한 농식품 시장의 균형변화의 경우, 전반적으로 가격변화폭이 농산물 시장에 비해 줄어들긴 하였으나 여전히 대부분의 품목에 대해 큰 폭의 가격상승을 유발하는 것으로 나타났으며, 그 효과는 과일과 채소 및 해조류 등의 품목에 집중된 것으로 분석되

었다. 특히 우유·치즈 및 계란의 경우 가격상승이 유발됨에도 불구하고 소비량도 소폭 증가하는데, 이는 과일, 채소 및 해조 분류와 동시에 대체 관계를 이루고 이들 품목들의 가격상승이 더욱 크기 때문인 것으로 분석되었다.

위와 같이 도출된 농식품 시장의 균형변화를 이용하여 R&D투자가 정체될 경우의 소비자의 후생손실분을 추정하면, 가구당 월 평균 1만 2천원에서 2만 4천원 사이에 위치하는 것으로 나타났다. 한 가구당 후생손실분은 가구의 월평균소득의 1%에도 미치지 못하는 적은 금액이지만, 국가 전체적으로 볼 때는 연간 3조원에서 5조 5천억원에 달하는 금액으로서 연간 농업부문 연구개발 투자비를 상회하는 수준임을 확인하였다.

또한 추정된 수요함수체계를 이용하여 소득 분위별 후생손실을 별도로 추정하여 비교해본 결과, 저소득층의 경우 가구당 월 평균 후생손실금액이 약 9천원에서 1만 7천원 수준인 반면 고소득층의 경우 1만 5천원에서 2만 9천원 수준인 것으로 나타났다. 그러나 후생손실분을 각 소득계층의 월평균소득대비 비중으로 산출해보면 소득분위가 올라갈수록 그 비중이 줄어듦을 알 수 있었으며, 다시 말해 저소득층일수록 월평균 소득 대비 농업 R&D투자의 효과가 컸음을 의미한다. 따라서 지난 10년간의 농업부문 연구개발투자는 소득분배에 순행하는 형태로 이루어졌다고 볼 수 있다.

마지막으로 지식스톡 추계방법에 있어서 지식스톡의 노후로 인한 감쇠보다 새로운 기술의 개발로 인한 지식스톡의 산입이 경제분석 결과에 더욱 큰 영향을 미침을 발견하였으며, 추가적으로 실제 연구개발 투자의 성과가 확률적으로 발현되고 시차를 가짐을 고려한다면 영구재고법보다 종형의 모양을 갖는 Almon구조모형이 더욱 적절할 수 있음을 보였다. 또한 영구재고법을 이용할 경우의 후생분석

결과는 Almon구조모형을 이용한 경우에 비하여 과대추정된 것임을 확인하였다.

그러나 본 연구는 다음과 같은 한계점을 가지고 있다. 첫째, 본 연구에서 구축한 모형이 대부분의 농산물과 농식품을 포함하고 있으나, 부분균형모형의 일종인 균형대체모형의 특성상 모든 경제주체와 연관시장을 모형 내로 포함하는데 제약이 따른다. 따라서 본 연구에서 도출된 결과는 이러한 한계를 인식한 상태에서 받아들여져야 하며, 특히 효용함수의 약분리성 가정이 깨어지는 경우를 고려하여야 한다. 구체적으로 농산물 시장에서 발생한 가격변화가 농식품 이외의 시장에도 영향을 줄 수 있으며, 농식품 시장의 가격변화가 소비자의 농식품 총지출액에 변화를 주어 소비자의 실제 구매행위가 모형 내에서 분석된 것과 달라질 가능성을 배제할 수 없다는 문제점이 존재한다.

둘째, R&D 투자는 스필오버(Spillover)효과가 크기 때문에 농업 R&D 투자가 타 산업의 R&D투자와의 상호작용하여 두 산업 모두에게 추가적인 효과를 발생시키지만, 본 연구에서 구축한 모형으로는 이러한 효과를 계측하지 못한다는 한계점이 존재한다. 따라서 본 연구에서 도출한 소비자 후생효과는 실제보다 과소추정(underestimated)되어있을 수 있음을 인지하여야 한다.

마지막으로 본 연구는 R&D 투자가 유발하는 공급측면의 변화만을 전달경로로 고려하고 있으나, 연구개발 투자를 통해 새로운 품종의 도입이나 기존에 존재하던 농산물의 질(quality)변화로 이어지는 경우를 고려하지 못한다는 단점이 있다. 특히 최근 신품종 도입의 경제적 효과를 실제로 분석한 권오상 외(2017) 등의 연구를 고려하면, 본 연구의 분석은 농산물의 생산성증대로 인한 효과만을 주목하고 있다는 한계를 가진다.

따라서 상술한 요소들을 고려하여 R&D투자가 유발하는 다른 경제적인 효과를 여타 모형들을 통해 분석할 필요가 있으며, 이때에도 지식스톡 추계법에 관한 본 연구의 발견이 유효한지에 대한 검증이 요구된다.

참 고 문 헌

강경하·이민수·최영찬 (2000). “원예부문 연구 및 지도 사업의 투자효과 분석.” *농촌지도와 개발* 7: 257-277.

권오상 (2010). “한국 농업의 생산성 변화에 있어 규모효과와 R&D 투자효과.” *농업경제연구* 51(2), 67-88.

권오상 (2015). “가계동향조사 자료를 이용한 농식품 수요 및 생계비지수 분석.” *농업경제연구* 56(4), 1-30.

권오상·반경훈·윤지원 (2015). “한국 농업 KLAM자료의 구축과 생산성 변화 요인 분석.” *농업경제연구* 56(3): 69-103.

권오상·윤지원·이승호 (2017). “Feenstra-UPI 지수를 이용한 과채류 신품종 도입의 소비자 후생효과 분석.” *농업경제연구,* 58(1): 1-22.

김은순 (1986). “이윤함수접근법에 의한 농업연구, 보급사업의 효과분석.” *농촌경제* 9(3): 81-96.

김재경 (2013). “농업 R&D투자의 형평성 분석: 농가단위 효율성에 미치는 영향의 소득계층별 차이를 중심으로.” *기술혁신연구* 21(1): 27-57.

김재경·김한호 (2011). “농업 R&D투자의 농가소득 불균등 개선효과,” 농업경제연구 52(3): 51-74.

노재선·홍준표·권오상 (2004), “한국 농업의 연구개발투자 효과분석,” 농업경영·정책연구 31(2): 311-328.

농촌진흥청/농업경영정보관실 (2006), *농업과학기술 개발 보급 성과 및 기술수요분석.*

이승완, & 정경수. (2001). “축산부문의 연구개발 투자효과.” *농업경제연구*, 42(1): 85-98.

이한빈·권오상 (2015). “농업부문 연구투자의 후생효과: 다가구 CGE 모형 분석.” *농업경제연구* 56(4): 109-138.

한국과학기술정보통신부 (2017), *2016 연구개발활동조사.*

한국은행 (2014). *한국의 국민대차대조표 해설*
한국은행경제통계시스템 http://ecos.bok.or.kr/
Alston, J. M., Marra, M. C., Pardey, P. G. and Wyatt, T. J. (2000). "Research Returns Redux: A Meta-analysis of the Returns to Agricultural R&D." *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics* 44: 185 - 215.
Alston, J. M., Okrent, A. M., and Parks, J. (2013). "Effects of U.S. Public Agricultural R&D on U.S. Obesity and its Social Costs." University of California at Davis, Robert Mondavi Institute, Center for Wine Economics.
Chavas, J. P. and Cox, T. L. (1995). "On Nonparametric Supply Response Analysis". *American Journal of Agricultural Economics* 77(1): 80-92.
Coe, D. T. and E. Helpman (1995). "International R&D Spillovers." *European Economic Review* 39: 859-887
Davidson, R., and MacKinnon, J. G. (1981). "Several Tests for Model Specification in the Presence of Alternative Hypotheses." *Econometrica: Journal of the Econometric Society*: 781-793.
Deaton, A., and Muellbauer, J. (1980). "An Almost Ideal Demand System." *The American Economic Eeview* 70(3): 312-326.
Diewert, W. E. (1976). "Exact and Superlative Index Numbers." *Journal of Econometrics* 4: 115-145.
Esposti, R., and Pierani, P. (2003). "Building the Knowledge Stock: Lags, Depreciation, and Uncertainty in R&D Investment and Link with Productivity Growth." *Journal of Productivity Analysis* 19(1): 33-58.
Griliches, Z. (1998), *R&D and Productivity: The Econometric Evidence*, Chicago University Press.
Jovanovic, B. and Nyarko, Y. (1998), "Research and Productivity,"

in B. Navaretti, G., Dasgupta, P., Mäler, K.-G. and Siniscalco, D., eds., *Creation and Transfer of Knowledge*, Berlin, Springer Verlag.

Muellbauer, J. (1975), "Aggregation, Income Distribution and Consumer Demand," *Review of Economic Studies* 41: 493-504.

OECD Frascati Manual(2015)

Okrent, A. M., and Alston, J. M. (2012). "The Effects of Farm Commodity and Retail Food Policies on Obesity and Economic Welfare in the United States." *American Journal of Agricultural Economics*, 94(3): 611-646.

Park, W. G. (1995). "International R&D Spillovers and OECD Economic Growth." *Economic Inquiry* 33: 571-591.

Stone, R. (1954a). *The Measurement of Consumer's Expenditure and Behaviour in the United Kingdom, 1920-1938*. Cambridge University Press (Deaton and Muellbauer, 1980에서 재인용).

Stone, R. (1954b). "Linear Expenditure Systems and Demand Analysis: An Application to the Pattern of British Demand." *The Economic Journal*. 64(255): 511-527.

UNComtrade http://www.uncomtrade.org/

부 록

<부표 1> 농산물 가격함수 추정결과 (H10)

$\gamma_K+\gamma_L+\gamma_A+\gamma_M=1$

파라메터	추정치	파라메터	추정치
α_2	−1.4297* (0.737)	β_1	−0.2978*** (0.038)
α_3	−6.0073*** (0.609)	β_2	−0.1901*** (0.052)
α_4	0.1632 (0.583)	β_3	0.0759* (0.041)
α_5	0.7718 (0.583)	β_4	−0.3235*** (0.038)
α_6	2.7407*** (0.584)	β_5	−0.3617*** (0.038)
α_7	−2.1916*** (0.583)	β_6	−0.4771*** (0.038)
α_8	−2.3919*** (0.584)	β_7	−0.1758*** (0.038)
γ_K	0.1577*** (0.030)	β_8	−0.1618*** (0.038)
γ_L	0.3961*** (0.042)	ρ	−0.0003*** (0.000)
γ_A	0.1380*** (0.046)	α_0	4.8811*** (0.578)
γ_M	0.3082*** (0.048)	Observations	320
		RMSE	0.131

주1 : 추정치에 병기된 별은 각각 0.10(*), 0.05(**), 0.01(***)의 유의수준에서 유의함을 의미하며 표준편차는 각 추정치의 하단에 괄호 속에 표기함

주2 : 파라메터의 하첨자는 순서대로 (1)미곡, (2)맥류, (3)두류/잡곡류, (4)서류, (5)채소류, (6)과실류, (7)축산, (8)기타농산물을 의미

<부표 2> 농산물 가격함수 추정결과 (H50)

$\gamma_K+\gamma_L+\gamma_A+\gamma_M=1$

파라메터	추정치	파라메터	추정치
α_2	−1.2082* (0.732)	β_1	−0.2359*** (0.037)
α_3	−5.5930*** (0.600)	β_2	−0.1351** (0.052)
α_4	0.1463 (0.576)	β_3	0.1407*** (0.040)
α_5	0.5909 (0.576)	β_4	−0.2626*** (0.037)
α_6	2.3091*** (0.576)	β_5	−0.2922*** (0.037)
α_7	−1.8391*** (0.576)	β_6	−0.3995*** (0.037)
α_8	−2.1362*** (0.576)	β_7	−0.1290*** (0.037)
γ_K	0.2092*** (0.031)	β_8	−0.1066*** (0.037)
γ_L	0.3054*** (0.037)	ρ	−0.0003*** (0.000)
γ_A	0.0873* (0.049)	α_0	3.6221*** (0.513)
γ_M	0.3981*** (0.046)	Observations	320
		RMSE	0.139

주1 : 추정치에 병기된 별은 각각 0.10(*), 0.05(**), 0.01(***)의 유의수준에서 유의함을 의미하며 표준편차는 각 추정치의 하단에 괄호 속에 표기함

주2 : 파라메터의 하첨자는 순서대로 (1)미곡, (2)맥류, (3)두류/잡곡류, (4)서류, (5)채소류, (6)과실류, (7)축산, (8)기타농산물을 의미

<부표 3> 지식스톡별 농업부문 R&D 정체 시의 예상 가격변화

	H10	H30	H50	HA
2005-2015 지식스톡 증가율 (연평균 증가율)	78.16% (5.94%)	88.54% (6.55%)	101.77% (7.27%)	38.58% (3.32%)
2005 수준 유지 연간 투자액 (억 원)	5,032	6,437	6,475	6,592
2005-2015 실제 연평균 투자액 (억 원)	10,628			
미곡	23.3%	22.7%	24.0%	15.7%
맥류	14.9%	13.4%	13.7%	8.8%
두류/잡곡류	(-5.9%)	(-11.0%)	(-14.3%)	(-11.2%)
서류	25.3%	25.4%	26.7%	19.7%
채소류	28.3%	27.9%	29.7%	13.2%
과실류	37.3%	38.0%	40.7%	24.1%
축산	13.7%	12.4%	13.1%	5.2%
기타농산물	12.6%	11.0%	10.8%	6.2%

<부표 4> 농식품별 농산물 사용비율 (*SR*) 추정결과

	빵 및 곡물	육류	어류 및 수산	우유·치즈 및 계란	과일	채소 및 해조	기타식품	음식서비스
미곡	0.32137	0.00000	0.00000	0.00000	0.00041	0.00300	0.00000	0.00000
맥류	0.04997	0.00000	0.00000	0.00000	0.00004	0.00001	0.00667	0.00036
두류/잡곡류	0.04782	0.00011	0.00010	0.00041	0.00002	0.00113	0.04055	0.00052
서류	0.00451	0.00000	0.00000	0.00000	0.00009	0.01198	0.00013	0.00262
채소류	0.00734	0.00148	0.00023	0.00140	0.06541	0.33604	0.02718	0.02649
과실류	0.00052	0.00001	0.00000	0.00126	0.37446	0.00612	0.00484	0.00435
축산	0.02043	0.68349	0.00000	0.32915	0.00271	0.00612	0.02234	0.02227
기타작물	0.00261	0.00003	0.00007	0.00003	0.00001	0.00000	0.05821	0.00112
기타투입물	0.54543	0.31488	0.99961	0.66776	0.55684	0.63560	0.84008	0.94227

<부표 5> 농산물별 농식품 투입비율 (*SC*) 추정결과

	빵 및 곡물	육류	어류 및 수산	우유·치즈 및 계란	과일	채소 및 해조	기타식품	음식서비스
미곡	0.99093	0.00000	0.00000	0.00000	0.00055	0.00851	0.00000	0.00000
맥류	0.86332	0.00000	0.00000	0.00000	0.00030	0.00013	0.11491	0.02133
두류/잡곡류	0.52331	0.00100	0.00084	0.00147	0.00009	0.01141	0.44246	0.01942
서류	0.18301	0.00000	0.00000	0.00000	0.00153	0.44686	0.00509	0.36351
채소류	0.01580	0.00266	0.00039	0.00098	0.06157	0.66514	0.05834	0.19512
과실류	0.00275	0.00005	0.00000	0.00216	0.86175	0.02960	0.02540	0.07830
축산	0.02539	0.70993	0.00000	0.13385	0.00147	0.00700	0.02768	0.09468
기타작물	0.04043	0.00043	0.00083	0.00014	0.00009	0.00004	0.89870	0.05935
기타투입물	0.08123	0.03920	0.11875	0.03255	0.03626	0.08705	0.12476	0.48020

<부표 6> 농산물 시장의 균형변화 (S.inf)

단위: %

모형	H10		H30		H50		HA	
변수	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ
미곡	23.28	−1.78	22.68	−1.76	24.01	−1.89	15.73	−1.09
맥류	14.86	−1.30	13.36	−1.27	13.75	−1.36	8.80	−0.75
두류/잡곡류	0.00	0.30	0.00	0.32	0.00	0.35	0.00	0.33
서류	25.28	−3.40	25.42	−3.36	26.72	−3.58	19.68	−1.85
채소류	28.27	−3.37	27.85	−3.38	29.74	−3.62	13.22	−1.84
과실류	37.29	−12.70	37.98	−12.71	40.66	−13.57	24.09	−7.54
축산	13.74	−8.36	12.45	−7.77	13.13	−8.22	5.15	−3.66
기타작물	12.65	2.38	11.03	2.40	10.85	2.58	6.23	1.74
기타투입물	0.00	−2.96	0.00	−2.88	0.00	−3.06	0.00	−1.60

<부표 7> 농식품 시장의 균형변화 (S.inf)

단위: %

모형	H10		H30		H50		HA	
변수	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ
빵 및 곡물	8.88	−1.77	8.58	−1.75	9.06	−1.87	5.81	−1.08
육류	9.43	−11.47	8.55	−10.68	9.02	−11.30	3.54	−5.06
어류 및 수산	0.01	5.04	0.01	4.55	0.01	4.76	0.00	1.89
우유·치즈 및 계란	4.61	2.34	4.18	2.38	4.41	2.54	1.74	1.51
과일	15.86	−14.23	16.09	−14.26	17.22	−15.24	9.91	−8.50
채소 및 해조	10.18	−2.28	10.04	−2.37	10.71	−2.55	4.91	−1.25
기타식품	2.09	3.10	1.95	3.10	2.02	3.34	1.01	2.19
음식 서비스	1.30	−5.65	1.26	−5.43	1.34	−5.74	0.63	−3.00

<부표 8> 농산물 시장의 균형변화 (S.high)

단위: %

모형	H10		H30		H50		HA	
변수	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ
미곡	22.76	−1.52	22.16	−1.51	23.46	−1.62	15.41	−0.94
맥류	14.48	−1.11	12.99	−1.09	13.35	−1.17	8.58	−0.65
두류/잡곡류	0.09	0.27	0.10	0.28	0.10	0.31	0.10	0.30
서류	22.89	−3.14	23.06	−3.09	24.21	−3.30	18.38	−1.70
채소류	26.50	−3.13	26.08	−3.14	27.84	−3.36	12.27	−1.69
과실류	30.86	−10.61	31.53	−10.65	33.76	−11.38	20.24	−6.36
축산	9.80	−6.34	8.80	−5.88	9.27	−6.22	3.44	−2.75
기타작물	14.20	2.04	12.61	2.06	12.55	2.22	7.40	1.54
기타투입물	0.00	−2.63	0.00	−2.57	0.00	−2.73	0.00	−1.43

<부표 9> 농식품 시장의 균형변화 (S.high)

단위: %

모형	H10		H30		H50		HA	
변수	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ
빵 및 곡물	8.59	−1.51	8.30	−1.49	8.76	−1.60	5.66	−0.94
육류	6.74	−8.70	6.05	−8.08	6.37	−8.55	2.37	−3.80
어류 및 수산	0.00	3.91	0.00	3.51	0.00	3.67	0.00	1.43
우유·치즈 및 계란	3.30	2.33	2.97	2.35	3.13	2.50	1.18	1.47
과일	13.33	−11.86	13.55	−11.91	14.50	−12.74	8.40	−7.15
채소 및 해조	9.49	−2.31	9.35	−2.37	9.98	−2.55	4.53	−1.22
기타식품	2.02	2.67	1.88	2.68	1.95	2.88	1.00	1.93
음식 서비스	1.13	−5.03	1.10	−4.83	1.17	−5.11	0.55	−2.70

<부표 10> 농산물 시장의 균형변화 (S.low)

단위: %

모형	H10		H30		H50		HA	
변수	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ
미곡	21.20	−1.22	20.62	−1.21	21.80	−1.30	14.43	−0.77
맥류	13.33	−0.90	11.86	−0.88	12.14	−0.95	7.91	−0.53
두류/잡곡류	0.32	0.19	0.34	0.20	0.37	0.22	0.40	0.24
서류	20.90	−2.63	21.11	−2.58	22.14	−2.75	17.32	−1.42
채소류	22.27	−2.52	21.86	−2.52	23.33	−2.69	10.05	−1.33
과실류	20.23	−7.51	20.84	−7.54	22.33	−8.06	13.78	−4.54
축산	7.64	−4.94	6.82	−4.56	7.18	−4.82	2.56	−2.10
기타작물	15.28	1.58	13.70	1.60	13.73	1.73	8.29	1.24
기타투입물	0.00	−2.17	0.00	−2.11	0.00	−2.24	0.00	−1.18

<부표 11> 농식품 시장의 균형변화 (S.low)

단위: %

모형	H10		H30		H50		HA	
변수	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ	EP^S	EQ
빵 및 곡물	7.96	−1.21	7.68	−1.20	8.09	−1.29	5.28	−0.76
육류	5.26	−6.76	4.69	−6.25	4.94	−6.61	1.77	−2.89
어류 및 수산	0.00	3.30	0.00	2.96	0.00	3.09	0.00	1.21
우유·치즈 및 계란	2.57	1.96	2.30	1.97	2.42	2.10	0.87	1.24
과일	9.06	−8.32	9.26	−8.38	9.92	−8.96	5.83	−5.07
채소 및 해조	7.97	−1.89	7.83	−1.94	8.35	−2.09	3.73	−0.97
기타식품	1.87	2.10	1.74	2.11	1.80	2.27	0.95	1.56
음식 서비스	0.92	−4.29	0.89	−4.11	0.95	−4.35	0.44	−2.33

Abstract

The Effects of Agricultural R&D Investments on Consumer Welfare

Kyunghoon Ban
Dept. of Agricultural Economics and Rural Development
The Graduate School
Seoul National University

This study analyzes the achievements of research and development (R&D) investment in Korean agriculture sector in terms of welfare change of agri-food consumers In Particular, we estimate the knowledge stock in the agricultural sector using the time series of R&D investment expenditure from 1975 to 2015, and examine how theknowledgestock affected the price of agricultural products using an agricultural price function model. After that, we analyze the effects of agricultural product price change on agri-food market by R&D investment using the Equilibrium Displacement Model (EDM) and derive welfare

change of agri-food consumer based on consumer theory. In particular, we used the persistent inventory method and the Almon lag structure method, which were widely used in the estimation of knowledge stock estimation, and analyzed the sensitivity of the results.

Estimation results of the agricultural price function have shown that R&D investment over the past decade has affected the production techniques of farms, causing a reduction in the prices of almost all agricultural products with strong decrease of prices offruits and vegetables. Based on the estimation results of the price function, this study estimates the losses in consumer welfare when the current agricultural knowledge stock would return to the levels of 10 years ago.

The impact of the knowledge stock recession spreads to agri-food markets using agricultural products as inputs, and the equilibrium changes in the agri-food markets can be estimated from the EDM. It was discovered that the price changes in the food markets would be large enough to make demandschanges,although the price changes are reduced compared to the agricultural products market, and the price changes were concentrated in fruits and vegetables. According to the model, the price increases would decrease the food demand for most items, but increases in demand would also be induced for some exceptions, such as milk, cheese and eggs, which is due to substitution and complementary relations between items.

By estimating an Almost Ideal Demand System (AIDS) and

applying it along with the changes in the agri-food market derived above, this study estimates welfare losses of consumers in terms of compensating variation (CV) or equivalent variation (EV), and it is found that the monthly average loss of 13,000 to 24,000 won per household was made in 2015 real price. This was confirmed to be equivalent to 3 trillion to 5.5 trillion won per year for the entire households in South Korea, exceeding the annual R&D investment in the agriculture sector.

Moreover, this study extended the original AIDS model to incorporate individual characteristic variables of each household type, and verified conditions for demand aggregation so as to analyze differences of welfare losses between the different income groups as well as the nature of the national aggregate demand. Using the estimated demand system, the monthly welfare losses by income differences were separately assessed, where the monthly loss per low-income household was about 9,000 to 17,000 won, compared to the average loss of 15,000 to 29,000 won for high-income household. However, when considering the proportion of the loss to the monthly income of each household, it was found that the share of the loss was smaller as the level of income was raised, and thus the R&D investment in agriculture over the past 10 years has contributed to the income distribution.

Finally, by comparing two different knowledge stock time series, -the Permanent Inventory Method (PIM) and the Almon structural model -it is found that evaluating accumulation process

due to new technology development from the investment is more influential than attenuation process due to the depreciation of existing knowledge stock when it comes to estimating the knowledge stock. In addition, it was shown that the Almon model with a bell-shaped restriction is more suitable when the gestation period of actual R&D investment is described as a stochastic process, and the results of the welfare analysis grounded on PIM are overestimated compared to the Almon model.

keywords : Agricultural R&D Investment, Knowledge Stock, Equilibrium Displacement Model (EDM), Almost Ideal Demand System (AIDS), Welfare Analysis

Student Number : 2016-21481