

농식품 R&D 성과 요인 분석과 시사점

위탁연구진

권오상 서울대학교 교수
김영희 서울대학교 박사과정
허혜진 서울대학교 석사과정

총괄 및 분석
분석
자료 정리

머 리 말

정부는 농업의 신성장산업화와 농산물시장 개방에 대응하여 한국농업의 경쟁력을 강화하고자 농림식품 R&D 투자를 지속적으로 확대해 오고 있다. 농림식품 R&D 외연적 투자규모가 증대함에 따라 R&D 투자의 성과에 대한 관심과 중요성이 증가하고 있다.

정부는 다양한 성과지표 설정을 통해 연구개발사업 성과 수준을 측정·관리함으로써 농업 R&D의 투자효율성을 제고하고자 한다. 하지만 농업 R&D 생산성에 대한 기존의 연구는 농림연구개발의 내부수익률 또는 공공부문 R&D 지출이 생산성에 미친 영향 분석에 국한되어 있는 등 개별 연구과제의 특징이 성과에 어떠한 영향을 미치는지에 대한 연구가 부족한 실정이다. 따라서 농림식품 연구사업 특성별 및 성과지표별로 성과 결정요인을 객관적으로 분석할 필요가 있다.

본 연구는 「농업 R&D 거버넌스 효율성 제고 및 민간 투자 활성화 방안」에 관한 2년 연구과제의 1년차 연구 결과물 중 외부 위탁연구(서울대학교 산학협력단)내용을 수록한 것이다. 본 연구에서는 다양한 과제특성자료를 토대로 계량 분석 모형을 이용하여 사업별 성과의 결정요인을 개별적·통합적 방법으로 접근하여 분석하였다.

아무쪼록 이 연구가 농림식품 국가연구개발사업 효율성 제고에 있어 유용한 기초자료로 활용되기를 기대한다. 마지막으로 자료의 부족함에도 불구하고 의미 있는 결과를 도출한 연구진에게 감사드린다.

2014. 12.

한국농촌경제연구원장 최 세 균

요 약

농림식품 분야 R&D 투자가 지속적으로 증가함에 따라 R&D 투자의 성과에 관심과 중요성이 증가하고 있다. 농업 R&D 투자액과 농업생산액 또는 생산성 간의 관계와 같은 거시적인 분석과 함께 개별 연구과제의 성과 제고를 위한 연구과제의 특성을 분석할 필요가 있다.

정부는 다양한 성과지표를 통해 연구개발사업의 성과 수준을 측정·관리함으로써 농업 R&D의 투자효율을 제고하려고 노력하고 있으나, 개별 연구개발과제의 특징이 성과에 어떠한 영향을 미치는가에 대한 연구는 부족한 실정이다.¹

따라서 본 연구는 농림식품 R&D 분야의 두 축인 농림축산식품부, 농촌진흥청 2개 부청의 통합된 국가 R&D 자료를 분석하고 사업별 성과달성에 관한 계량 분석 모형을 제시하였다. 또한 개별 성과지표의 결정요인을 분석함으로써 성과지표에 영향을 미치는 연구특성을 발굴함과 동시에 통합적 성과지표를 제시하고, 이에 대한 특성요인을 분석함으로써 농림연구개발 전반에 대한 성과증진의 함의를 도출하고자 하였다.

본 연구의 구성은 다음과 같다. 제1장에서는 연구의 필요성 및 목적 등을 제시하였다. 제2장에서는 사용 자료와 변수를 설명하고 연구개발 투자 및 성과 현황을 제시하였다. 제3장에서는 count data 모델을 이용하여 성과의 결정요인을 분석하였다. 성과는 논문이나 특허 등 개별성과도 중요하지만 농업생명과학의 다원적 특성상 다분야의 성과발생도 중요하므로 개별성과에 대한 결정요인과 다분야 성과발생의 결정요인의 2단계 분석을 수행하였다. 제4장에서는 다

¹ 농업 R&D의 경우 권오상·한귀덕(2006 a, b), 정진화 외(2008)가 각각 농림기술관리센터(ARPC)와 농촌진흥청이 관리하던 연구개발사업을 대상으로 분석을 시행한 바 있음. 그러나 이들 연구들은 성과자료가 체계적으로 정리되기 시작한 초기의 연구들로 다양한 성과지표를 총체적으로 평가하지 못하고 1~2가지의 지표에 국한된 평가를 시행했다는 한계가 있음.

양한 성과가 발생하는 연구개발과제의 효율성을 MIP 기법을 통해 통합적으로 산출하고 이에 따른 성과발생의 특성요인을 양측 Tobit을 이용해 분석하였다. 이로써 단순히 1~2가지 성과지표에 대한 것이 아니라 농림연구개발과제 통합 성과효율의 객관적 도출이 가능하며 연구과제의 총체적 결정요인 분석이 가능하였다. 마지막으로 제5장에서는 결론 및 시사점을 제시하였다.

분석결과 연구사업별로 성과의 차이가 매우 크다는 것이 확인된다. 또한 개별 성과지표별로 각 성과결정요인이 미치는 영향도 달라 연구사업의 주 성과 목표에 따라 차등화된 평가와 성과관리의 필요성도 제기된다. 전체적으로 보면 SCI 논문의 수가 모든 성과항목을 통합하는 통합지표에서 차지하는 비중이 크다는 것이 확인되어 단일 지표로서는 가장 높은 중요성이 부여된다.

통합성과지표를 기준으로 할 때 연구과제의 기간이 길수록 평균 비용 대비 성과가 높아 연구기간 측면에서 볼 때 일종의 규모의 경제성이 존재함을 확인할 수 있다. 아울러 기초단계의 연구가 응용이나 개발, 그리고 여타 단계의 연구보다 성과가 높는데, 이는 역시 통합성과에서 가장 높은 비중을 차지하는 논문발표 건수 면에서 기초연구가 유리하기 때문에 발생하는 현상인 것으로 판단된다. 연구주체는 국공립연구원의 성과가 가장 높지만 참여기관으로는 국공립연구원보다는 대학이나 외국기관 등의 생산성이 더 높다는 것이 확인된다. 마지막으로 7대사업 분류기준에 따른 연구 분야 구분이 연구생산성에 미치는 영향은 기대만큼 크지는 않은 것으로 나타났는데, 생산시스템 분야 연구가 여타 연구 분야에 비해 비교적 높은 생산성을 보여주었다.

차 례

제1장 서론

- 1. 연구 필요성 및 목적 1
- 2. 선행연구 3
- 3. 연구의 구성 5

제2장 분석자료 설명 및 현황

- 1. 분석자료 및 변수의 설명 7
- 2. 자료 현황 13

제3장 농림식품연구개발 성과의 결정요인 분석

- 1. 성과발생 현황 및 분석모형 21
- 2. 분석결과 26

제4장 IDEA를 이용한 R&D 사업 성과분석

- 1. 분석모형 45
- 2. 분석결과 51

제5장 결론 및 시사점

- 결론 및 시사점 57

참고 문헌 59

부록. 성과지표의 NBR 분석결과 61

표 차례

제2장

표 2- 1.	중속변수의 기초 통계량	9
표 2- 2.	설명변수의 기초통계량	11
표 2- 3.	부청별 과제 참여기관 비율	12
표 2- 4.	부청별 과제 종료년	13
표 2- 5.	부청별 연구개발단계	14
표 2- 6.	부청별 연구수행주체별 과제	14
표 2- 7.	부청별 7대 산업부문	15
표 2- 8.	투자주체별 연구비	15
표 2- 9.	기관별 연구비 투자현황	16
표 2-10.	연구인력	16
표 2-11.	부청별 SCI 성과	17
표 2-12.	부청별 특허성과	18
표 2-13.	부청별 기술이전 성과	18
표 2-14.	각 부청의 성과발생연도별 사업화성과	19

제3장

표 3- 1.	성과지표의 분포특성	23
표 3- 2.	성과지표 간 상관관계	24
표 3- 3.	각 성과의 Negative Binomial Regression Coefficient	28
표 3- 4.	SCI 논문의 IRR	30
표 3- 5.	특허의 IRR	32
표 3- 6.	기술이전의 IRR	34
표 3- 7.	창업사업화의 IRR	36

표 3- 8. 기타 사업화의 IRR	37
표 3- 9. 다분야 성과발생 결정요인 분석결과	40
표 3-10. 주요 변수들이 각 성과지표에 미치는 효과 비교	42

제4장

표 4- 1. 산출물거리함수 추정결과	52
표 4- 2. 통합성과의 결정요인	55

그림 차례

제3장

그림 3- 1. 부청별 성과발생 현황	22
그림 3- 2. 기타 사업화를 제외한 다분야 성과발생 구성비	25

제4장

그림 4- 1. 커널밀도함수 추정결과	52
----------------------------	----

부록 차례

부록 1. 성과지표의 NBR 분석결과

부표 1.	2010년 발생한 SCI 성과 분석결과	61
부표 2.	2011년 발생한 SCI 성과 분석결과	62
부표 3.	2012년 발생한 SCI 성과 분석결과	63
부표 4.	3년간 발생한 SCI 성과합 분석결과	64
부표 5.	2010년 발생한 특허 성과 분석결과	65
부표 6.	2011년 발생한 특허 성과 분석결과	66
부표 7.	2012년 발생한 특허 성과 분석결과	67
부표 8.	3년간 발생한 특허 성과합 분석결과	68
부표 9.	2010년 발생한 기술이전 성과 분석결과	69
부표 10.	2011년 발생한 기술이전 성과 분석결과	70
부표 11.	2012년 발생한 기술이전 성과 분석결과	71
부표 12.	3년간 발생한 기술이전 성과합 분석결과	72
부표 13.	2010년 발생한 창업사업화 성과 분석결과	73
부표 14.	2011년 발생한 창업사업화 성과 분석결과	74
부표 15.	3년간 발생한 창업사업화 성과합 분석결과	75
부표 16.	2010년 발생한 기타 사업화 성과 분석결과	76
부표 17.	2011년 발생한 기타 사업화 성과 분석결과	77
부표 18.	3년간 발생한 기타 사업화 성과합 분석결과	78

제 1 장

서 론

1. 연구 필요성 및 목적

한국농업은 UR 협상 이후 기술 혁신을 통한 비용절감과 농산물 품질향상, 새로운 농업 관련 상품의 개발을 위한 주요 수단으로서 국가 주도로 R&D 투자를 늘려왔다. 최근에는 FTA 등 시장개방 확대 및 농림업의 저성장 구조가 지속되면서 장기대책으로 농업과 과학기술의 융합 등 농림식품 R&D 사업에 투자 속도를 높이고 있다.²

농림식품분야 R&D 투자가 지속적으로 증가함에 따라 R&D 투자와 농업생산성에 대한 기여도가 주목되어 왔다. 그러나 최근에는 농업생명과학분야 연구사업의 특성과 환경변화로 인해 연구성과분석 방향의 변화가 강조되고 있다. 과거에는 R&D의 성과물이 일종의 공공재로 간주되었으므로 국제기구나 각 국가의 공공연구기관에서의 연구결과가 농업 생산자로 전파되어 실제 생산성 증대로 연결되는 구조였다. 그러나 최근에는 농업생명과학분야 연구가 농업생산은 물론 다양한 생명과학산업과도 연계되고, 연구성과물 자체가 특허나 종자

² 농림축산식품부. 2013. “농림식품 과학기술 육성 중장기 계획(안) - 농업·농촌 발전을 견인하는 손에 잡히는 R&D 중장기 로드맵.”

등록 등 재산권의 형태로 보호되며, 연구개발에 있어 민간기업의 역할이 증대되는 등 중대한 변화가 발생하였다(Alston et al. 1999). 이러한 변화 속에 공공재로 간주되던 농림 R&D 사업도 연구생산성이 강조되고 있는 것이다. 따라서 이미 다수의 연구사례를 통해 입증된 농림연구개발의 내부수익률 또는 공공부문 R&D 지출이 생산성에 미친 영향을 분석하기보다는 연구사업 특성별, 성과지표별로 성공요인을 객관적으로 분석하는 것이 필요하다.

농업분야 연구개발 투자의 성과를 분석한 연구들이 있으나 이들 연구들은 연구개발사업 성과자료가 체계적으로 정리되기 시작한 초기의 연구들로 연구종료 후 연구성과가 충분히 실현될 정도의 시간적 여유가 부족한 관계로 단기 성과 위주의 평가를 시행할 수밖에 없었던 한계가 있었다. 아울러 학술논문 발표, 산업재산권 획득, 기술이전 계약, 사업화 달성 등과 같은 다양한 성과지표를 총체적으로 평가하지 못하고 1~2가지의 지표에 국한된 평가를 시행했다는 한계도 있다.

따라서 R&D 사업의 성공요인을 축적된 자료를 이용해 엄밀히 분석하되, 성과가 나타나는 시차를 명시적으로 감안하면서, 다수의 지표를 동시에 반영하는 분석법을 개발·적용하는 연구가 필요하다.

본 연구는 농림식품 R&D 분야의 두 축인 농림축산식품부, 농진청 2개 부청의 통합된 국가 R&D 자료를 분석하고 사업별 성과달성에 관한 계량 분석 모형을 제시하고자 한다. 또한 개별 성과지표의 결정요인을 분석함으로써 성과지표에 영향을 미치는 연구특성을 발굴함과 동시에 통합적 성과지표를 제시하고 이에 대한 특성요인을 분석함으로써 농림연구개발 전반에 대한 성과증진의 함의를 도출하고자 한다.

2. 선행연구

농업 연구 및 기술개발을 국가의 역할로 생각하고 공공재로 간주해온 문화적 특성으로 연구개발 투자에 의한 농업생산성 증가 및 내부수익률에 대한 연구가 다수 수행되었으며 일반적으로 농림연구개발에 의한 내부수익률은 매우 높은 것으로 알려져 있다(박정근 2007; 유명봉 1993; 권오상·김용택 2000; 권오상 2010).

과거 식량생산에 국한되던 농림업의 위상이 다각화되면서 생산기술에만 집중되던 연구개발 또한 농촌개발, 환경친화, 식품안전, 유통 등 다양한 분야로 확대되었다. 이에 따라 한정된 연구자원을 여러 분야에 배분하는 과정에서 성과의 투자 효율성이 요구됨에 따라 이의 결정요인 분석이 행해졌다. 연구개발 사업 성과의 결정요인을 계량적으로 분석한 연구가 많지는 않으나 개별성과에 대한 결정요인을 분석한 연구와 농업생산성 이외의 지표를 통해 통합성과를 고려한 연구로 구분할 수 있다.

개별성과의 결정요인을 분석한 연구로 권오상·한귀덕(2006a)은 농림기술개발사업이 산업화를 통해 부가가치 창출로 연결되는 것이 중요하다는 전제하에 농림기술개발사업의 산업화 여부와 산업화 유형에 관한 분석을 실시하였다. 농림기술관리센터(ARPC)가 관리하던 연구과제를 대상으로 분석한 결과, 산업화 여부와 산업화 유형 모두 연구소나 기업이 연구주체일 때의 확률이 높게 나타났다. 연구개발 기간이 길수록 오히려 산업화 확률이 낮아짐을 밝혔다. 권오상·한귀덕(2006b)은 기술이전 성과의 결정요인을 분석하면서 톤퀴비스트 지수를 이용하여 생산성을 계측하고 쌍대성을 이용해 비용함수를 추정한 후 기술이전 성과에 의한 규모효과와 생산성 증가효과의 기여도를 분석하기도 하였다. 이러한 연구들은 비교적 초기에 연구성과의 결정요인을 분석한 연구로서 중요한 의미가 있으나 성과지표가 기술이전이나 사업화에 한정되어 있어 농림연구개발 성과 전반에 대한 총체적 결정요인을 보여주지는 못했다.

여러 성과지표를 대상으로 연구과제의 특성요인을 도출한 연구로는 정진화

외(2008)의 연구가 있다. 이 연구에서는 특히, SCI 논문, 기술이전, 영농활동을 성과지표로 하여 결정요인 분석을 한 결과, 연구비와 투입인력 등의 변수들은 논문 등의 특정 성과지표에만 영향을 미치고 성과지표에는 공통적 영향을 미치지 못하였으며, 공통 영향 인자는 연구인력의 질적 수준이라고 분석한 바 있다. 그러나 이 연구는 다양한 성과를 고려한 반면, 자료의 한계로 투자액과 투입인원 및 연구인력의 질적 수준 등 한정적 투입변수만 사용함으로써 결정적인 연구개발 과제의 특성을 도출함에 있어 한계가 있다. 김관수 외(2010)는 농림기술개발사업을 대상으로 한 연구에서 AHP 기법을 통해 논문과 특허, 기술이전과 교육·홍보 등의 성과에 대한 가중치를 도출하여 경제적 가치를 산출하기도 하였으나 성과 간 가중치를 도출함에 있어 전문가집단의 주관적 평가가 반영되는 AHP 기법상 자의성이 논란이 되기도 한다.

성과분석에 대한 중요성에도 불구하고 이 분야의 연구가 미흡한 것은 자료이용의 어려움 때문이기도 하였다. 2009년에야 비로소 농림기술정책의 컨트롤 타워로서 농림수산물식품과학기술위원회(이하 농과위)가 출범하여 연구개발을 총괄하게 되었고, 이어서 농림수산물식품기술평가원(이하 농기평)이 설립됨으로써 기존 각 기관이 따로 관리하던 연구개발 자료의 통합과 성과추적이 가능해졌기 때문이다(최정남 2012).

이러한 자료의 한계로 기존 연구들은 농식품부나 농진청 등 어느 한 관리기관의 자료만을 분석하여 농림연구개발 전반의 성과발생에 미치는 영향을 파악하지 못했다. 또한 어느 특정기간에 발생한 성과만을 분석하였기 때문에 연구비와 투입인력 등의 주요변수를 제외하고는 과제의 특성을 보여줄 수 있는 개별과제의 미시적 자료를 이용하지 못하여 뚜렷한 성과요인을 도출하지 못하였다. 또한 연구시작시점과 관계없이 특정 기간 동안에 발생한 성과만 분석하다 보니 발주된 연구과제 중 어느 정도나 성과가 발생했는지 파악하기 어렵고 성과가 발생한 연구과제만으로 분석을 진행하는 표본선택(sample selection)의 문제가 내재되어 있었다.

자료의 문제 외에도 연구개발사업의 통합성과에 대한 연구가 이처럼 최소한 것은 농림연구사업의 성과가 여타 산업분야처럼 매출액 등 한 가지 지표로 측

정될 수 있는 성질의 것이 아니고 성과가 여러 형태로 발현되고 측정되다보니, 여러 성과를 통합하여 연구개발사업을 총체적으로 평가할 수 있는 분석모형의 구축이 어렵기 때문이기도 하다.

본 연구는 농림수산기술기획평가원(IPET, 이하 농기평)이 자료관리를 시작한 2010년에 수행된 연구개발과제의 성과를 2012년까지 추적하여 한 기관이 아닌 농업분야 전체의 국가연구개발과제의 성과발생 결정요인을 분석함에 의의를 가진다. 추적연구를 통해 연구과제의 특성을 설명해줄 다양한 과제특성자료(micro data)를 이용함으로써 성과발생 요인을 보다 다양한 각도에서 면밀히 살필 수 있을 뿐만 아니라 해당과제의 3년간 성과를 분석함으로써 각 성과가 시차에 어떻게 반응하는지 분석할 수 있다. 또한 통합성과지표에 대한 결정요인을 분석함에 있어 output이 다수인 경우의 계량모형을 통해 성과의 가중치를 도출함으로써, 여러 성과들의 객관적 통합지표를 도출한 후 연구개발사업의 통합성과 결정요인을 분석하고자 한다.

3. 연구의 구성

본 연구는 연구과제에 대한 3년간의 성과를 추적한 연구로서 자료가 중요하므로 2장에서는 사용 자료와 변수를 설명하고 연구개발 투자 및 성과 현황을 개략한다.

3장에서는 count data 모델을 이용하여 성과의 결정요인을 분석한다. 성과는 논문이나 특허 등 개별성과도 중요하지만 농업생명과학의 다원적 특성상 다분야의 성과발생도 중요하므로 개별성과에 대한 결정요인과 다분야 성과발생의 결정요인의 2단계 분석을 수행한다.

4장에서는 다양한 성과가 발생하는 연구개발과제의 효율성을 MIP 기법을 통해 통합적으로 산출하고 이에 따른 성과발생의 특성요인을 양측 Tobit을 이용해 분석한다. 이로써 단순히 1~2가지 성과지표에 대한 것이 아니라 농림연

구개발과제 통합성과효율의 객관적 도출이 가능하며 연구과제의 총체적 결정 요인 분석이 가능해진다.

마지막으로 5장에서는 결론 및 시사점을 제시한다.

제 2 장

분석자료 설명 및 현황

1. 분석자료 및 변수의 설명

본 연구는 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에 입력된 2010년 국가연구개발사업의 과제정보 및 2010~2012년 3개년간 해당 과제의 성과정보를 활용함으로써 2010년에 수행된 농림축산식품 분야 2,190건의 연구개발과제(농림축산식품부 645건, 농진청 1,545건)를 대상으로 3개년간 발생한 성과를 추적하였다.

농림축산식품 분야는 농기평이 국가 R&D 사업 자료관리를 총괄한다. 국가연구개발사업을 수행하는 각 기관들이 국가과학기술지식정보서비스(NTIS)에 입력한 자료가 확정되면 농기평이 이를 농림식품 연구개발사업 통합정보시스템(FRIS)에 적재하게 된다. FRIS는 2009년 중반 이후부터 농림축산식품분야의 R&D 분야 자료를 관장하므로 2010년부터 자료확보가 가능하다.

본고는 2010년에 수행된 농림연구과제의 성과를 3년간 추적함을 특징으로 하므로 변수설정이 중요하다. 예를 들어 2010년에 시작해 3년간 계속되는 과제의 2010년부터 2012년까지의 3년간 성과를 분석한다고 하자. 계속 과제의 경우 연구 첫 연도는 기획 및 기반작업이 이루어지므로 연구비나 인력이 적게 투입되는 경향이 있다. 그러나 과제 초년 적게 산정된 투입만으로는 3년에 걸쳐 발생하는 성과에 대한 연구 규모를 충분히 반영하기 어렵다. 따라서 본 연구에

서는 투입물인 연구비와 인력은 평균하여 과제 규모를 반영할 수 있도록 하고 결과물인 3년간의 성과는 합산함으로써 2010년에 수행 중인 과제의 2010년에서 2012년에 발생한 성과를 추적하도록 설계하였다.³

<표 2-1>은 종속변수의 기초통계량을 보여준다. 결정요인 분석이 개별 성과 지표에 대한 것과 다분야 성과발생에 대한 것, 두 부분으로 이루어지므로 종속 변수도 두 종류로 구분된다. 우선 개별 성과지표⁴에 대한 결정요인 분석에 이용되는 종속변수는 SCI⁵, 특허⁶, 기술료, 사업화⁷(창업사업화와 기타 사업화)의 각 연도 발생성과 건수와 3년간 발생한 성과 건수의 총합이다. 기초통계량을 보면 평균값은 매우 낮으나 최대값은 매우 크고 다양함을 알 수 있다. 이는 소수의 과제에서만 성과가 발생하나, 성과가 발생한 과제에서의 성과 건수의 분포는 매우 상이함을 의미한다.

두 번째로, 다분야 성과발생에 대한 분석의 종속변수는 기타 사업화를 제외한 발생 성과분야의 수로 설정하였다. 각 지표의 성과발생 더미의 합이므로 영역별 발생건수와 상관없이 0~4의 값을 갖는다.

3 계속과제의 경우, 농식품부의 과제처리 시스템이 2011년까지는 연도가 바뀌어도 같은 과제번호를 유지하는 대과제 기준이었으나, 2012년부터는 같은 대과제라도 연도가 바뀌면 새로운 과제번호가 부여되는 세부과제 기준으로 변경되었음. 따라서 2012년 이후 동일 과제 추적이 어려워 2012년 자료를 사용하지 못하므로 본고의 투입자료는 부득이 2010년과 2011년의 자료만을 평균하였음.

4 NTIS 제공 성과자료 중 기술료는 감면율이 높아 금액으로 평가하기 어렵고 사업화 시 발생하는 매출액도 농림기업의 영세성으로 연구개발의 가치가 적절히 반영되었다고 보기 어려우므로 성과지표는 일률적으로 발생건수를 기준으로 산출됨.

5 NTIS는 SCI 논문만을 조사검증 대상으로 하고 비SCI 논문은 공식통계자료로 사용할 수 없다 밝히고 있으므로 본 연구의 분석대상으로서 논문은 SCI 논문에 한정함.

6 특허는 출원 이후 등록까지 통상 2년의 시간이 걸리는 점을 감안하여 본 연구에서는 특허의 출원 건수만을 분석대상으로 함.

7 사업화는 5개 세부항목 - (1) 연구책임자 창업 (2) 기술이전 창업 (3) 창업지원 (4) 기존업체 상품화 (5) 기타 - 으로 구분된다. 5개 세부항목 중 (1)~(4)는 창업 관련 사항인 데 반해 (5) 기타 사업화는 영농지도·활용, 정책건의·제안, 품종등록, 기술이전, 종자등록 등으로 양자의 성격이 다르므로 전자는 '창업사업화'라 하고 후자는 '기타 사업화'로 구분함.

표 2-1. 종속변수의 기초 통계량

구분	종속 변수	성격	obs	mean	std.	min	max	
분석1	sci	sci_10	정수	2190	0.4228	1.4039	0	32
		sci_11	정수	2190	0.3123	1.1107	0	16
		sci_12	정수	2190	0.2059	1.0098	0	18
		sci 합	정수	2190	0.9411	2.5834	0	46
	특허	pa_10	정수	2190	0.3411	1.0048	0	12
		pa_11	정수	2190	0.3283	1.3174	0	25
		pa_12	정수	2190	0.1790	0.6656	0	11
		pa 합	정수	2190	0.8484	1.9777	0	30
	기술 이전	tec_10	정수	2190	0.1594	1.4630	0	43
		tec_11	정수	2190	0.1648	2.8690	0	130
		tec_12	정수	2190	0.0635	0.6512	0	25
		tec 합	정수	2190	0.3877	3.9239	0	157
	창업 사업화	bus_10	정수	2190	0.0411	0.3966	0	10
		bus_11	정수	2190	0.0306	0.2643	0	6
		bus_12	정수	2190	0.0009	0.0302	0	1
		bus_t	정수	2190	0.0726	0.5019	0	11
기타 사업화	etc_10	정수	2190	0.4685	1.9181	0	38	
	etc_11	정수	2190	0.7265	2.8104	0	103	
	etc_12	정수	2190	1.0662	0.8069	0	2	
	etc 합	정수	2190	2.2612	3.7488	0	104	
분석2	성과 분야 수	out4	정수	2190	0.8150	0.8921	0	4

<표 2-2>는 설명변수의 기초통계량이다. 8개 영역의 설명변수는 과제일반 특성, 종료더미, 연구개발단계, 연구수행주체, 참여기관, 연구비, 연구인력, 7대 산업구분으로 구성된다. 앞에서 설명한 대로 연구과제의 투입물(연구비와 투입 인력)은 2010년과 2011년 자료를 평균하였다.

농진청이 관리하는 과제가 전체 건수의 71%로 농식품부보다 많다. ‘2010년 이전⁸⁾’ 변수는 과제가 2010년 이전에 시작되어 2010년까지 지속된 연수를 의

8 과제당 총연구기간은 평균 41개월, 중앙값 36개월로 과제의 평균 연구기간이 3년으로

미하며 이 값이 0인 경우 2010년에 신규로 시작된 과제를 의미한다. 평균값이 1.15년으로 2008~2009년에 시작된 연구과제가 많으나 최장 48년 전부터 지속 되어온 과제도 있음을 알 수 있다.

연구성과는 연구종료년에 가장 많은 것으로 알려져 있으므로 연구종료년 변수는 매우 중요한 과제특성이다. 연구종료년에 따른 성과발생의 시차를 분석하기 위하여 각 연도별 종료더미를 설정하였다. 2010년에 종료된 과제를 기준으로 2011년 종료과제는 전체의 33%, 2012년 종료과제가 21%, 2013년 이후 종료과제는 38%이므로 2010년 현재 진행되는 과제 중 2013년 이후에도 계속되는 과제가 가장 많은 비중을 차지한다.

연구개발 단계를 보면 기초연구 28%, 응용연구 33%, 개발연구가 35%로 기초연구의 비중이 조금 낮으나 단계별로 고르게 분포함을 알 수 있다. ‘실용화 여부’는 연구과제 등록 당시 해당 과제에 대한 담당자의 실용화 여부에 대한 판단을 나타내는 것으로 전체 과제의 35%가 연구개발 후 실용화가 가능할 것으로 판단된 과제들이다.

연구수행 주체의 경우 기준이 되는 국공립연구원의 과제 주체 수행률이 54%로 과반수 이상의 연구과제가 국공립연구원의 주체로 이루어지며, 그 다음으로 대학이 28%, 중소기업이 7%, 출연연이 5%이며 대기업이 주체를 수행하는 경우는 오직 1%인 것으로 나타났다.

분석되었으나 ‘2010년 이전’ 연구계속 기간과 총연구기간과의 상관성이 커 총연구기간은 과제특성변수에 포함되지 않음.

표 2-2. 설명변수의 기초통계량

구분	변수명	영문명	성격	obs	mean	std.	mi n	max
과제 일반	농진청 2010년 이전	bru	더미	2190	0.705	0.456	0	1
		bef2010	정수	2190	1.149	1.890	0	48년
종료년 (2010)	2011년	fini_11	더미	2190	0.326	0.469	0	1
	2012년	fini_12	더미	2190	0.211	0.408	0	1
	2013년 이후	fini_13	더미	2190	0.381	0.486	0	1
연구 개발 단계 (기초)	응용	step2	더미	2190	0.327	0.469	0	1
	개발	step3	더미	2190	0.350	0.477	0	1
	기타	step4	더미	2190	0.043	0.204	0	1
	실용화 여부	practical	더미	2190	0.348	0.476	0	1
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	agent2	더미	2190	0.045	0.207	0	1
	대학	agent3	더미	2190	0.278	0.448	0	1
	대기업	agent4	더미	2190	0.013	0.112	0	1
	중소기업	agent5	더미	2190	0.077	0.267	0	1
	정부부처	agent6	더미	2190	0.023	0.149	0	1
	기타	agent7	더미	2190	0.023	0.149	0	1
참여 기관	기업	company	더미	2190	0.279	0.449	0	1
	대학	uni	더미	2190	0.483	0.500	0	1
	국공립/출연연	public	더미	2190	0.299	0.458	0	1
	외국	foreign	더미	2190	0.017	0.131	0	1
	기타	part_etc	더미	2190	0.161	0.367	0	1
연구비	총연구비	exp_total	연속	2190	185.9	262.1	3	6,093백만
	매칭투자	matching	더미	2190	0.233	0.423	0	1
인력	박사	phd	연속	2190	9.294	17.84	0	509.5
	석사	master	연속	2190	2.422	3.478	0	37
	학사 이하	bat	연속	2190	3.476	8.522	0	134
7대20 (기타)	생산시스템	ind1	더미	2190	0.095	0.293	0	1
	자원환경생태	ind2	더미	2190	0.083	0.276	0	1
	생산가공	ind3	더미	2190	0.124	0.330	0	1
	유통식품	ind4	더미	2190	0.094	0.291	0	1
	바이오	ind5	더미	2190	0.053	0.224	0	1
	IBT융합	ind6	더미	2190	0.016	0.125	0	1
	문화	ind7	더미	2190	0.007	0.085	0	1

과제수행 주체는 국공립연구원이 과반수를 차지하나 참여기관을 보면 대학이 참여한 과제가 거의 50%에 달하고, 국공립/출연연 참여율은 30%, 기업의 참여율도 28%로 나타났다. 외국의 참여는 2% 미만이다. 연구 참여기관은 부청별로 차이가 큰데 <표 2-3>을 보면, 농식품부는 전체 과제의 63%에 기업이 참여하고 69%의 과제에 대학이 참여하는 데 반해 농진청은 전체 과제의 17%만 기업이 참여하고 40% 과제에 대학이 참여하는 것으로 나타나 농진청 과제의 자체 수행비중이 상당히 높은 것을 알 수 있다.

표 2-3. 부청별 과제 참여기관 비율

구분	기업 참여	대학 참여	국공립/ 출연연 참여	외국 참여	기타 참여
농식품부	63%	69%	32%	2%	27%
농진청	14%	40%	29%	2%	12%

연구비는 평균 1억 8,600만 원이며 총연구비가 최소 300만 원부터 최대 60억 9,300만 원으로 분포가 상이함을 알 수 있다. 총연구비 중 일부를 기업이나 대학, 지방정부 등이 투자한 매칭투자는 전체의 23%로 나타났다.

투입인력의 경우 박사는 평균 9.3명, 석사는 2.4명, 학사 이하는 3.5명으로 나타났다. 박사의 평균 투입인원이 9.3명으로 많아 보이나 이는 자체 연구수행 비율이 높은 농진청의 특성에 기인한 것으로 생각된다. 부청별로 평균 투입인력을 분석하면 농림부의 평균 투입인원은 박사 4.6명, 석사 3.9명, 학사 9.7명인데 반해, 농진청의 경우 박사 11.3명, 석사 1.8명, 학사 0.9명으로 나타나 농진청의 경우 박사의 투입은 많고 석사나 학사의 투입은 적은 데 반해 농식품부는 학사이하의 인력투입이 박사나 석사에 비해 더 많은 것으로 나타났다.

연구과제를 7대 연관산업으로 분류할 경우 55%의 과제가 기타에 해당하며 바이오, IBT, 문화 산업을 제외한 4개 산업이 각 10% 내외의 비중을 차지한다.

2. 자료 현황⁹

2.1. 과제 특성자료 현황¹⁰

일반적으로 연구성과는 과제 종료년에 많이 발생하는 것으로 알려져 있다. 따라서 성과를 분석함에 있어 과제 종료년은 중요 설명변수라고 할 수 있다. <표 2-4>의 2010년에 종료된 과제를 기준으로 살펴보면 농진청은 2012년 이후 종료된 과제 비율이 42%로 높으며, 농식품부의 경우 이듬해인 2011년에 종료된 과제가 많았다. 2010년에 종료된 과제는 양 부청 모두 전체 과제 중 8% 정도로 비슷했다.

표 2-4. 부청별 과제 종료년

부청 구분	농식품부		농진청		총과제 수
	과제(건)	비중(%)	과제(건)	비중(%)	
2010년 종료	52	8.1	129	8.3	191
2011년 종료	210	32.6	504	32.6	714
2012년 종료	194	30.1	267	17.3	461
2013년 이후 종료	189	29.3	645	41.7	834
합계	645	100	1,545	100	2,190

<표 2-5>는 부청의 연구개발단계별 과제건수를 보여준다. 농식품부의 경우 기타의 비중이 가장 높으며 농진청은 기초와 응용, 기타의 비중이 비슷하게 나타났다. 실용화 여부는 농진청의 과제 비중이 4% 이상 높은 것을 알 수 있다.

⁹ 농식품부가 2010년에 수행한 국가연구개발사업은 645건, 농진청은 1,545건으로 과제 건수의 차이가 크므로 양자의 비교를 위해 과제건과 함께 비율을 제시함.

¹⁰ 본고의 분석 과제건수는 농식품부와 농진청의 과제기준을 맞추기 위해 대과제 기준으로 분류한 것이므로 농기평이 매년 발간하는 “국가연구개발사업 투자·성과 보고서”와 다를 수 있음.

표 2-5. 부청별 연구개발단계

부청 구분	농식품부		농진청		총합계 (건)
	과제(건)	비중(%)	과제(건)	비중(%)	
기초	102	15.8	510	33.0	612
응용	187	29.0	529	34.2	716
기타	347	53.8	420	27.2	767
실용화 여부	9	1.4	86	5.6	95

기타는 시설, 인력, 장비 등을 나타내므로, 농식품부는 뚜렷한 연구개발단계를 설정하지 않은 과제가 많다고 할 수 있다.

<표 2-6>의 연구수행주체별 과제비교 시, 국공립연구원이 수행한 과제가 전체의 54% 이상을 차지하며, 다음으로 대학 28%, 중소기업이 8% 순으로 나타났다. 농진청의 경우 70% 정도의 과제가 국공립연구원에서 수행되었으며, 농식품부는 대학에서 수행된 과제가 43%로 가장 많았다.

표 2-6. 부청별 연구수행주체별 과제

부청 구분	농식품부		농진청		총합계	
	과제(건)	비중(%)	과제(건)	비중(%)	과제(건)	비중(%)
국공립	114	17.7	1072	69.4	1,186	54.2
출연연	65	10.1	33	2.1	98	4.5
대학	277	42.9	332	21.5	609	27.8
대기업	26	4.0	2	0.1	28	1.3
중소기업	140	21.7	29	1.9	169	7.7
정부부처	1	0.2	49	3.2	50	2.3
기타	22	3.4	28	1.8	50	2.3

<표 2-7>의 7대 산업부문을 보면 농진청은 기타의 비중이 68%였으며, 농식품부는 유통식품 비중이 22%로 가장 높았다. 농식품부는 유통, 생산시스템의 비중이 높으며, 농진청은 기타를 제외하고 생산·가공의 비중이 높은 것으로 나타났다.

표 2-7. 부청별 7대 산업부문

부청 구분	농식품부		농진청		총과제 수
	과제(건)	비중(%)	과제(건)	비중(%)	
생산시스템	122	18.9	86	5.6	208
자원·환경생태 기반	78	12.1	104	6.7	182
생산·가공	80	12.4	192	12.4	272
유통식품	140	21.7	65	4.2	205
바이오	86	13.3	30	1.9	116
IBNT 융합	31	4.8	4	0.3	35
문화	3	0.5	13	0.8	16
기타	105	16.3	1,051	68	1,156

2010년에 농림식품분야 2개 부청이 수행한 과제 2,190개의 총연구비는 4,070억 원이었다. 이 중 정부투자연구비가 3,960억 원으로 전체의 97%의 비중을 차지하고 대기업이 1.4%, 중소기업이 0.6% 차지한다. 대학이나 출연연구소, 기타의 투자금은 미미하다<표 2-8 참조>.

표 2-8. 투자주체별 연구비

구분	정부 투자비	출연 연구소	대학	대기업	중소 기업	기타	합계
금액(백만 원)	396,130	912	815	5,580	2,583	993	407,012
비중(%)	97.3	0.2	0.2	1.4	0.6	0.2	100.0

<표 2-9>를 보면, 연구비가 가장 많이 투입된 과제는 농식품부의 경우 29억 원, 농진청은 61억 원이었으며, 최소 연구비는 300만 원으로 편차가 매우 크게 나타났다. 정부 외의 기관이 연구비를 투자한 매칭투자 과제는 전체의 23%이다.

표 2-9. 기관별 연구비 투자현황

구분	투자 기관	mean	std. dev.	min	max
기관별 연구투자비 (단위:백만 원)	국공립연구소	180.920	255.545	3	6,093
	출연연구소	0.416	8.209	0	245
	대학	0.372	5.824	0	200
	대기업	2.556	13.418	0	324
	중소기업	1.183	8.982	0	230
	기타	0.453	8.339	0	250
	합계	185.9	262.056	3	6,093
매칭투자 비중(%)		0.233	0.423	0	1

연구인력 또한 박사의 경우 0명에서 509명으로 편차가 컸으며, 석사급 전문 인력보다 학사의 참여 비율이 높은 것이 특징이다. <표 2-10>은 각 부처별로 참여연구인원을 보여주는데, 농진청의 경우 과제1건당 박사인력 비중이 가장 높았으며 농식품부의 경우 과제 1건당 학사 비중이 높았다.

표 2-10. 연구인력

부처 구분	농식품부		농진청	
	총인원(명)	평균인원(명)	총인원(명)	평균인원(명)
박사	2936.5	4.6	17416.5	11.3
석사	2504	3.9	2801	1.8
학사 이하	6243	9.7	1368.5	0.9

2.2. 성과 자료 현황¹¹

본고의 분석대상인 성과는 NTIS에서 고지하는 SCI 논문, 특허, 기술이전, 사업화(창업사업화, 기타 사업화)의 5가지 지표이다.

<표 2-11>의 부처별 SCI 성과를 비교해보면 농식품부의 평균 논문건수는 1.49건이고 농진청의 평균 논문건수는 0.71건으로 농식품부의 평균 논문건수가 약 2배 높은 것으로 나타났다.

발생연도별 SCI¹² 논문 건수를 보면, 농진청은 2010년에 게재된 논문편수가 많고 농식품부는 2012년에 발생한 논문편수가 많아 두 기관의 논문성과 시차가 상당히 있음을 알 수 있다. 농진청은 2010년에 다수 발생한 후 논문건수 증가 속도가 느려지는 반면, 농식품부는 초반의 논문 게재건은 적으나 후반으로 갈수록 성과가 많아지는 것을 알 수 있다.

표 2-11. 부처별 SCI 성과

부처 구분	농식품부				농진청				논문 합계
	논문 건수	(%)	누적 건수	누적 평균	논문 건수	(%)	누적 건수	누적 평균	
2010년	234	24.3	234	0.36	692	63.0	692	0.45	926
2011년	355	36.9	589	0.91	329	29.9	1,021	0.66	684
2012년	373	38.8	962	1.49	78	7.1	1,099	0.71	451
합계	962	100.0	962	1.49	1,099	100.0	1,099	0.71	2,061

¹¹ 본고의 분석대상인 성과는 2010년에 수행 중인 과제의 성과에 한정함. 농기평이 매년 발간하는 “국가연구개발사업 투자·성과 분석 보고서”의 성과는 당해년에 발생한 성과를 집계한 것이므로 본고의 2010년, 2011년, 2012년 성과의 수와 농기평 보고서의 성과 수는 다름.

¹² 논문 성과는 게재연도 기준.

특허¹³의 경우 농식품부의 평균 특허 수는 1.38이고 농진청의 평균 특허 수는 0.63으로 논문과 마찬가지로 농식품부의 성과가 2배 이상 높다. 농진청은 55%가 2010년에 출원되었고 농식품부는 48%가 2011년에 집중적으로 발생했다.

표 2-12. 부청별 특허성과

부청 구분	농식품부				농진청				특허 합계
	특허 건수	(%)	누적 건수	누적 평균	특허 건수	(%)	누적 건수	누적 평균	
2010년	212	23.8	212	0.33	535	55.2	535	0.35	747
2011년	422	47.5	634	0.98	297	30.7	832	0.54	719
2012년	255	28.7	889	1.38	137	14.1	969	0.63	392
합계	889	100.0	889	1.38	969	100.0	969	0.63	1858

기술이전 계약건수는 SCI나 특허와는 달리 농진청의 성과가 농식품부보다 높았다. 농식품부의 평균 기술이전 계약건수는 0.28이고, 농진청은 0.43으로 농진청이 농식품부보다 많다.

표 2-13. 부청별 기술이전 성과

구분	농식품부				농진청				기술 이전 합계
	기술 이전	(%)	누적 건수	누적 평균	기술 이전	(%)	누적 건수	누적 평균	
2010년	10	5.6	10	0.02	339	50.7	339	0.22	349
2011년	61	33.9	71	0.11	300	44.8	639	0.41	361
2012년	109	60.6	180	0.28	30	4.5	669	0.43	139
합계	180	100.0	180	0.28	669	100.0	669	0.43	849

13 특허 성과는 출원 수이며, 출원년입력 기준.

마지막 성과지표인 사업화는 5개 세부항목 - (1) 연구책임자 창업 (2) 기술이전 창업 (3) 창업지원 (4) 기존업체 상품화 (5) 기타 - 으로 구분된다. 5개 세부항목 중 (1)~(4)는 창업 관련 사항인데 반해 (5) 기타 사업화는 영농지도·활용, 정책건의·제안, 품종등록, 기술이전, 종자등록 등을 포함하므로 양자의 성격이 다르다. 따라서 (1)~(4)의 창업 관련 사업화는 ‘창업사업화’로, (5)의 사업화는 ‘기타 사업화’로 구분하기로 한다.

<표 2-14>의 부청별 사업화 성과현황에도 나타나듯, 창업사업화와 기타 사업화는 성격이 다를 뿐만 아니라 기관별 발생상황도 대별된다. 농식품부는 사업화 성과의 86%가 창업사업화에 발생하였고, 농진청은 99% 이상이 기타 사업화에 발생하였음을 알 수 있다. 농촌진흥청은 연구개발과 함께 농산업현장에 대한 기술보급 및 교육을 주된 사업으로 수행하기 때문에 농촌진흥청의 기타 사업화 성과가 매우 높게 나타난다고 할 수 있다.

또한 농식품부의 창업사업화는 2010년과 2011년에 성과가 발생한 반면, 농진청의 기타 사업화는 2012년에 다수가 발생하였음을 알 수 있다.

표 2-14. 각 부청의 성과발생연도별 사업화성과

구분		농식품부	농진청	총합계
창업사업화	2010년	83	7	90
	2011년	60	7	67
	2012년	0	2	2
	합계	143	16	159
기타 사업화	2010년	16	1,010	1,026
	2011년	8	1,583	1,591
	2012년	0	2,335	2,335
	합계	24	4,928	4,952
총 합 계		167	4,944	5,111

제 3 장

농림식품연구개발 성과의 결정요인 분석

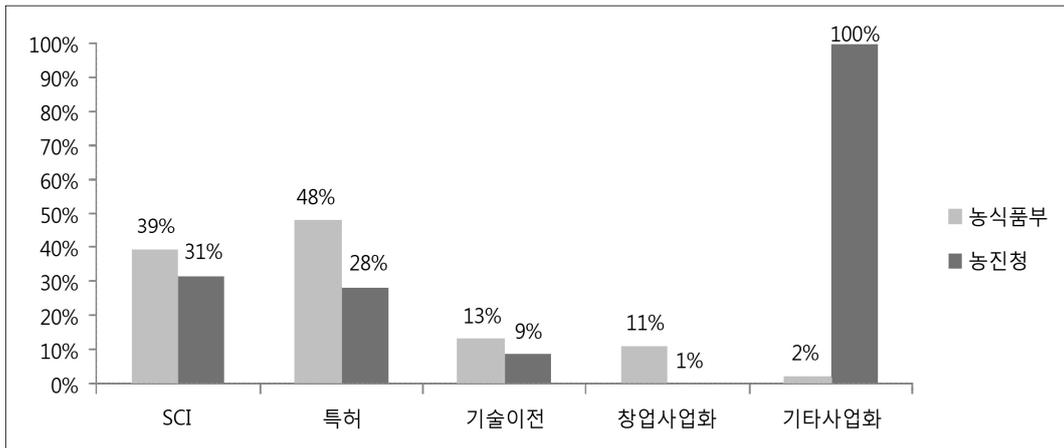
1. 성과발생 현황 및 분석모형

본 연구는 농기평이 자료관리를 시작한 2010년에 수행된 연구개발과제의 성과를 2012년까지 추적하여 결정요인을 분석함에 의의를 가진다. 추적연구를 통해 다양한 과제특성자료(micro data)를 이용함으로써 성과발생 요인을 보다 다양한 각도에서 면밀히 살필 수 있을 뿐만 아니라 해당과제의 3년간 성과를 분석함으로써 각 성과가 시차에 어떻게 반응하는지 분석할 수 있다. 또한 기술에 보수적인 농림업의 특성상 기술의 개발뿐만 아니라 확산이 중요하므로(유승우·장승동 2003) 개별적 성과뿐만 아니라 성과의 확산과 활용을 보여줄 다분야 성과발생에 대한 분석도 필요하다.

이와 같은 문제의식에 근거하여 본 연구에서는 결정요인 분석을 2단계로 수행하고자 한다. 우선 개별 성과지표의 성과발생 결정요인을 분석한 후, 어떤 특성들이 다분야 성과에 이르게 하는지 분석하도록 한다.

성과의 결정요인 분석방법을 설정하기 위해서는 성과발생의 특징을 살펴볼 필요가 있다. <그림 3-1>을 보면 농식품부 과제가 5개 성과지표 중 기타 사업화를 제외한 모든 지표에서 성과가 높은 것으로 나타났다. 이에 반해 농진청은 기타 사업화에 성과발생이 집중됨을 보여준다.

그림 3-1. 부처별 성과발생 현황



<표 3-1>은 각 성과지표의 분포를 보여준다. 전체 과제 중 SCI 및 특허가 발생한 과제비중은 34%이고 기술이전 발생과제는 10%, 창업사업화 발생과제는 4%이므로 기술이전과 창업사업화의 성과발생률이 극히 낮음을 알 수 있다. 전체 과제가 아니라 성과가 발생한 과제만을 기준으로 할 경우 평균값은 과제당 2~3건, 최대값은 기타 사업화 104건, 기술이전 157건으로 과제당 해당 성과발생 건수가 상이하며 왼쪽으로 치우친 분포를 갖는다. 이는 소수의 과제가 다수의 성과를 내며 대부분은 성과발생이 희박함을 의미한다.

이와 같이 종속변수가 정수이며 발생이 희박한 경우 포아송 회귀분석을 이용하기도 하나 본 자료와 같이 분산이 평균에 비해 큰 과분산일 때 평균과 분산의 균등성을 전제로 한 포아송 회귀분석을 이용하면 모형의 설명력과 변수의 신뢰도가 급격히 상승하는 등의 문제가 발생할 수 있으므로(Gujarati 2011), 본고의 개별 성과지표 결정요인 분석에서는 음이항모형(negative-binomial regression)을 통해 성과의 결정요인을 분석한다.

표 3-1. 성과지표의 분포특성

과제기준 구분	전체 과제 기준				성과발생 과제 기준	
	발생과제율	mean	std	max	mean	median
sci 합	34%	0.94	2.58	46	2.79	2
특허 합	34%	0.85	1.98	30	2.49	2
기술이전 합	10%	0.39	3.92	157	3.8	1
창업사업화 합	4%	0.07	0.50	11	2.04	1
기타 사업화 합	71%	2.26	3.75	104	3.18	2

주: 농식품부의 기타 사업화 발생률은 지극히 낮고 전체 과제의 71%를 차지하는 농진청 과제 모두에서 기타 사업화가 발생하였으므로 기타 사업화 발생률은 71%임.

포아송 분포 확률변수에서 평균과 분산의 균등성을 가정한 것이 중요한 결점이라면 음이항 분포에서 모수의 특징은 다음과 같다.

$$(1) \quad \sigma^2 = \mu + \frac{\mu^2}{r} \quad (\mu > 0, \quad r > 0)$$

여기서 σ^2 은 분산, μ 는 평균, r 은 모형의 모수인 성과건수를 의미함.

음이항 모형의 회귀계수는 식 (2)와 같이 설명변수 한 단위가 추가될 때의 로그값의 차이이다. 로그의 차는 비율로 변환할 경우 결과해석이 용이해지는데, 이를 Incidence Rate Ratio(이하 IRR)라 한다. 본 연구에서는 성과지표별로 2010~2012년 연도별 발생성과의 IRR을 통해 결정요인이 미치는 영향을 면밀히 분석함과 동시에 각 성과의 시차 민감성을 살펴보도록 한다.

$$(2) \quad \beta = \log(\mu_{x0+1}) - \log(\mu_{x0})$$

$$\log(\mu_{x0+1}) - \log(\mu_{x0}) = \log(\mu_{x0+1}/\mu_{x0})$$

다음으로 연구개발 결과의 확산과 활용을 가늠하기 위한 다분야 성과발생의 결정요인 분석방법에 대해 생각해보자.

농림연구는 다원적 특성상 한 분야에서만 성과가 발생하는 것이 아니고 한 과제로부터 논문, 특허, 기술료, 사업화 등 다양한 형태로 성과가 발생한다. 예를 들어 광우병 방지 유전기술은 논문게재, 특허출원 후 업체로의 기술이전 및 창업으로 이어지거나 농민들에게 영농지도 될 수 있으므로, 한 과제당 여러 분야에서 성과가 나타날 수 있다.

<표 3-2>는 성과들의 유기성을 살펴보기 위해 성과지표 간 상관관계를 분석한 것이다. 논문과 특허의 상관성이 다소 높으나 그 외의 지표들 간 상관성은 낮아 각 성과지표의 영역이 중복되지 않음으로 생각된다. 그러나 기타 사업화는 다른 성과지표들과 반대의 성향을 가지고 있음을 알 수 있다.

기타 사업화의 경우 다른 성과들과 성격이 다른데다 농식품부에서는 거의 발생하지 않으면서 농진청 모든 과제에서는 100% 발생하는 특이성을 보이고 있다. 따라서 농림기술의 확산정도를 가늠하기 위한 다중영역의 복수성과 비교 시에는 기타 사업화를 제외한 4개 영역에 대하여 분석하기로 한다.

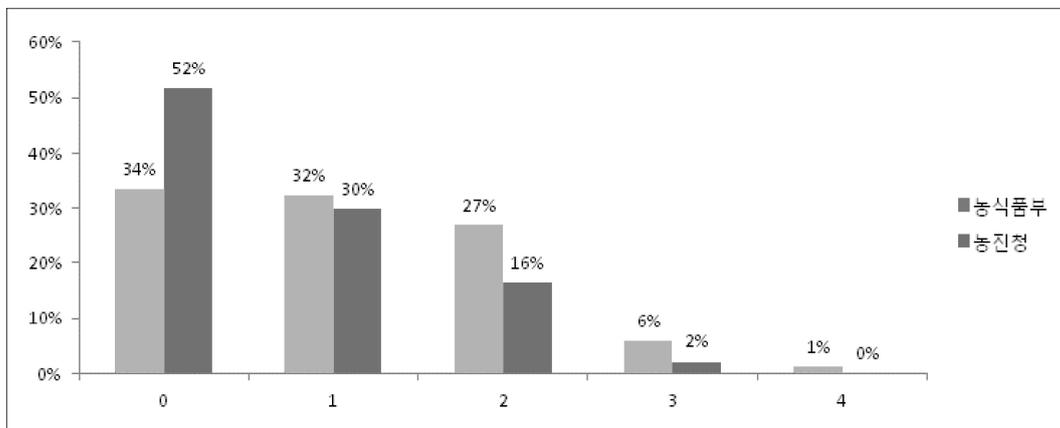
표 3-2. 성과지표 간 상관관계

	SCI	특허	기술이전	창업사업화	기타 사업화
SCI	1				
특허	0.3733	1			
기술이전	0.0173	0.0194	1		
창업사업화	0.0632	0.1308	0.0003	1	
기타 사업화	-0.0517	-0.0587	0.029	-0.0693	1

<그림 3-2>는 기관별로 여러 영역의 성과가 발생한 과제의 구성비를 보여준다. 0은 기타 사업화를 제외한 4개 영역에서 성과가 발생하지 않은 과제를, 나머지 1, 2, 3, 4는 한 과제가 4개 성과영역 중 몇 개의 영역에서 성과가 발생했는지를 나타낸다. 2개, 3개, 4개의 복수영역 성과발생의 경우 농진청의 비율이

낮아 전반적으로 농식품부 과제가 개별 성과도 높고 다분야 성과발생 과제도 많음을 알 수 있다.

그림 3-2. 기타 사업화를 제외한 다분야 성과발생 구성비



주: 성과가 0이라는 것은 2010년부터 2012년 3년 동안 NTIS에서 제공하는 성과(SCI, 특허, 기술이전, 사업화)가 발생하지 않음을 의미하므로 성과가 전무함을 나타내는 것은 아님. 2012년 후에 성과가 발생했을 수도 있고 SCI 논문이 아닌 일반논문이나 학술대회, 교육, 홍보 등 NTIS가 제공하지 않는 다른 성과가 존재할 수 있음.

본고에서는 기타 사업화를 제외한 성과 영역에서의 다분야 성과발생의 결정요인을 분석함으로써 농림연구개발 성과의 확산을 위한 함의를 도출하고자 한다.

이 분석의 종속변수는 기타 사업화를 제외한 4개 성과분야에서 발생한 분야 수를 의미하므로 개별 성과에서의 발생건수와 상관없이 어느 영역에서도 성과가 발생하지 않은 경우는 0의 값을 갖고, 4개 항목 모두에서 성과가 발생한 경우는 4의 값을 갖는다. 정수인 종속변수의 분포가 0~4로 넓지 않고 농식품부 과제의 34%, 농진청 과제의 52%가 0의 값을 가지므로 0이 다수인데다 평균과 분산이 비슷한 특성을 고려하여 poisson regression을 이용하여 분석하였다.

이산확률변수 Y 가 포아송 분포를 따른다면, 이때의 확률밀도함수(PDF)는 식(3)과 같다. 여기서 $f(Y|y_i)$ 는 이산확률변수 Y 가 음수가 아닌 정수 y_i 값을 취할 확률을 나타내고, λ 은 포아송 분포의 모수를 나타낸다. 평균과 분산이라는 2개의 모수를 갖는 정규분포와는 다르게 포아송 분포는 하나의 모수를 가진다.

$$(3) \quad f(Y|y_i) = \Pr(Y = y_i) = \frac{e^{-\lambda_i} \lambda_i^{y_i}}{y_i!}, \quad y_i = 0, 1, 2, \dots$$

포아송 회귀분석의 계수는 식(4)와 같이 지수의 의미를 갖는다. 따라서 계수에 로그를 취한 IRR(Incidence Rate Ratio)을 통해 변수의 영향력을 탄력성 개념으로 변환함으로써 해석이 용이해진다(Gujarati 2011). 따라서 IRR 변환을 통해 각 변수의 영향력의 차이를 비교하고자 한다.

$$(4) \quad y_i = E(y_i) + u_i = \lambda_i + u_i$$

$$\lambda_i = E(y_i|X_i) = \exp[\beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \dots + \beta_k X_{ki}] = \exp(\beta X)$$

$$\ln \hat{\lambda}_i = \hat{\beta} X$$

2. 분석결과

2.1. 성과지표별 결정요인 분석결과

2.1.1. NBR 모형의 회귀계수 분석결과

<표 3-3>의 회귀분석 결과를 통해 주요변수들의 성과 증감효과를 살펴보자(세부 사항 부록 참조). 농식품부가 농진청에 비해 논문이 많은 반면, 농진청은 기타 사업화에 강점이 있는 것으로 나타났다. 2010년 이전에 과제가 계속된 기간이 길수록 논문과 기술이전은 증가하는 데 반해, 특허는 오히려 줄어들어 특허는 연구시작 초기에 많이 발생하는 것으로 보인다.

연구단계로 볼 때 논문과 특허는 기초단계에서 많이 발생하는 반면, 창업사

업화와 기타 사업화는 응용, 개발, 기타 단계에서 발생건수가 증가하며 기술이전은 개발 단계에서 발생건수가 늘어나는 것으로 분석되었다. 이에 따라 연구개발 단계마다 적합한 성과지표가 존재함을 알 수 있다. 또한 실용화여부는 논문과 특허, 기타 사업화에는 (-)의 영향을, 창업사업화에는 (+)의 영향을 미치는 것으로 나타나 연구결과가 창업이나 상품출시로 이어지는 창업사업화는 연구시작 단계에서 어느 정도 예측이 가능할 것으로 생각된다.

국공립 대비 출연연이나 대학이 수행주체를 맡는 경우 논문이 증가하는 반면 기업이나 정부부처인 경우에는 줄어든다. 특허는 출연연과 대학이 주체일 경우 유의하게 증가하며, 기술이전은 국공립이 수행주체인 경우 성과가 늘어난다. 또한 대학과 외국기관이 참여하면 논문이 많아지고, 국공립/출연연이 참여한 경우 논문은 감소하고 기술이전 성과는 높아지는 것으로 나타나 수행주체나 참여기관에 따라 선호하는 성과가 있는 것으로 보인다.

총연구비가 늘어날수록 창업사업화를 제외한 모든 성과가 늘어나지만 매칭투자는 창업사업화 성과를 증가시키는 요인으로 나타났다.

표 3-3. 각 성과의 Negative Binomial Regression Coefficient

구분	변수명	SCI	특허	기술이전	창업사업	기타사업
과제 일반	농진청	-0.516				4.351
	2010년 이전 계속	0.077	-0.077*	0.258*		
종료년 (2010)	2011년 종료	0.348*	0.913			
	2012년 종료	0.880	1.335	1.125	2.407	
	2012년 이후 종료	0.853	1.267	1.069		0.346
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.338	-0.325	-0.448*	1.634	0.128
	개발	-0.452		0.482*	1.323	0.181
	기타	-0.600	-0.804	-1.992	1.926	
	실용화 여부	-0.524	-0.321		1.628	-0.198
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	0.396*	0.883	-2.418		-0.574
	대학	0.620	0.441	-2.086		-0.383
	대기업	-1.590		-4.183		-1.334*
	중소기업	-0.606		-1.904		
	정부부처	-1.140				
	기타	-0.743*		-3.531		
참여 기관	기업					
	대학	0.405				
	국공립/출연연	-0.183*		0.753		
	외국	0.672				
	기타					0.161
연구비	총연구비	0.001	0.001	0.004		0.000
	매칭투자				2.139	
인력	박사	-0.009*	-0.011	-0.058		-0.004
	석사	0.042	0.025*			0.037
7대20 (기타)	생산시스템					
	자원환경생태				-1.317*	0.211
	생산가공		-0.389		-2.417	0.259
	유통식품				-1.207	0.323
	바이오				-1.039*	
	IBT 융합				-2.474	
	문화					0.376*
	상수항	-0.774	-1.316	-2.227	-7.584	-3.414
	R2	0.075	0.051	0.067	0.225	0.240

주: 표시된 계수는 5% 유의수준에서 의미있는 변수임(*표: 10% 유의수준).

2.1.2. NBR모형의 IRR(Incidence Rate Ratio) 분석결과

(1) SCI 논문

5% 유의수준에서 SCI 결정요인의 IRR을 살펴보자<표 3-4 참조>. 농진청 과제는 농식품부 대비 논문 성과가 40% 낮고, 2010년 이전에 과제가 계속된 기간이 길어질수록 3년간 게재된 SCI 총편수는 약 8%씩 증가한다.

2010년 현재 진행 중인 과제로서 2010년 당해년의 논문성과를 보면 2011년 종료과제는 2010년 당해년 종료과제의 1.9배, 2012년 종료과제는 4.1배, 2013년 이후 종료과제는 3.3배가 높아 논문 성과는 연구초기에도 많이 발생하는 것으로 보인다.

논문은 기초 연구단계에서 발생하는 성과로, 총논문 편수에서 응용단계는 70%, 개발단계의 연구는 54%, 기타 단계는 기초 연구의 55% 수준에 그침을 알 수 있다. 연구기획 시 실용화가 예상되는 연구과제는 그렇지 않은 과제에 비해 논문 수가 45% 낮아 논문은 기초적이며 학문적인 과제에서 주로 발생하는 것을 확인할 수 있다.

출연연과 대학이 연구수행주체인 경우 국공립연구소 대비 논문 수가 각각 1.5배, 1.9배 많다. 그러나 대기업은 국공립연구소의 20%, 정부부처 32%, 중소기업은 55%에 불과한 것으로 나타나 수행주체에 따라 목적하는 연구 성과가 있을 것으로 생각된다.

대학이 참여한 과제는 논문 성과가 1.5배 높고 외국이 참여한 연구는 그렇지 않은 과제에 비해 논문 편수가 2배 많은 것으로 나타났다. 논문은 연구 초기부터 발생하는 성과로 2010년 당해년에 발생한 논문 건수에 대해서도 대학 참여 과제는 그렇지 않은 과제에 비해 1.3배, 외국 참여 과제는 2.5배 높게 나타났다.

표 3-4. SCI 논문의 IRR

		SCI_10	SCI_11	SCI_12	SCI 합
과제 일반	농진청		0.522	0.152	0.597
	2010년 이전 계속	1.323		0.773	1.080
종료년 (2010)	2011년 종료	1.885		2.898	1.417
	2012년 종료	4.105		2.803	2.410
	2013년 이후	3.287		3.356	2.348
연구 개발 단계 (기초)	응용	0.559			0.713
	개발	0.615		0.632	0.636
	기타	0.376			0.549
	실용화 여부	0.333	0.587		0.592
연구 수행 주체 (국공립)	출연연				1.486
	대학	1.792	1.629		1.859
	대기업	0.142		0.157	0.204
	중소기업	0.464	0.498	0.243	0.546
	정부부처	0.016			0.320
	기타			0.318	0.476
참여 기관	기업			2.150	1.499
	대학	1.301	1.508		0.833
	국공립/출연연		0.727		1.958
	외국	2.463			
	기타				
연구비	총연구비	1.001	1.001	1.002	1.001
	매칭펀드				
인력	박사	0.988			0.991
	석사	1.046		1.051	1.043
7대20 (기타)	생산시스템				0.960
	자원환경생태				0.975
	생산가공	0.485			0.872
	유통식품			1.950	1.086
	바이오			1.811	1.321
	IBT 융합	2.123		2.383	1.657
	문화				1.053
상수항	0.119	0.267	0.066	0.461	

주: 표시된 계수는 5% 유의수준에서 의미있는 변수임(*표: 10% 유의수준).

(2) 특허

<표 3-5>는 특허의 IRR을 정리한 것이다.

논문과 마찬가지로 특허도 연구초기에 발생하는 성과로 분석되었다. 2010년 이전에 과제 계속 연수가 길어질수록 3개년 특허성과의 합이 낮아지고 2011년과 2012년에 발생한 특허 성과가 줄어들 뿐만 아니라 종료년 기준으로 볼 때에도 2012년 종료과제의 2010년 특허성과가 2010년 당해년 종료과제에 비해 4.2배 이상 높다는 것은 이와 같은 사실을 뒷받침한다.

특허는 논문과 같이 기초단계 과제에서의 성과발생이 높은 지표로 3개년 특허 총합을 볼 때 응용단계는 기초단계에 비해 특허 건수가 28% 낮고 기타단계는 55% 낮아진다. 이와 같이 특허는 일반적으로 기초단계의 연구 분야에서 연구 초기부터 발생하는 특징이 있으나 2012년에 발생한 성과를 보면, 응용과 개발 단계의 특허 성과가 기초 단계보다 각각 1.4배, 1.8배 이상 높은 것으로 나타났다. 따라서 응용 및 개발 단계 과제의 특허 발생 시차는 기초 단계보다 다소 긴 것으로 생각된다.

실용화가 예상된 과제의 성과가 그렇지 않은 과제에서의 성과보다 27% 낮은 것으로 나타나 실용화 판단 여부가 특허에 긍정적인 영향을 미치는 것은 아닌 것으로 판단된다.

출연연이 연구수행 주체를 맡은 과제는 국공립연구소 주체 과제에 비해 총 특허 수가 2.4배 많고 대학이 주체인 경우에는 특허 수가 국공립연구소 대비 1.6배 증가해 출연연과 대학이 주체를 맡을 때 특허 성과가 증가하는 것으로 분석되었다.

총연구비가 증가할수록 특허건수가 증가하고, 박사인력 투입이 많을수록 성과가 감소하며 석사인력이 성과증가에 영향을 미침은 다른 성과들과 같은 양상을 보여준다.

표 3-5. 특허의 IRR

		pa_10	pa_11	pa_12	pa_합계
과제 일반	농진청		0.503	0.512	
	2010년 이전 계속	1.108	0.829	0.535	0.926*
종료년 (2010)	2011년 종료	2.273	1.855*	6.244	2.492
	2012년 종료	4.182	2.456	6.679	3.801
	2013년 이후	2.751	3.738	5.598	3.550
연구 개발 단계 (기초)	응용	0.603	0.728*	1.414*	0.723
	개발			1.783	
	기타	0.368	0.391		0.447
	실용화 여부	0.534			0.725
연구 수행 주체 (국공립)	출연연		3.947		2.417
	대학	1.545	1.620		1.555
	대기업			0.482	
	중소기업				
	정부부처	0.193			
	기타		2.838		
참여 기관	기업				
	대학				
	국공립/출연연			1.357*	
	외국			2.680*	
	기타	0.646			
연구비	총연구비			1.001	1.001
	매칭펀드	1.660*			
인력	박사	0.986*			0.989
	석사				1.025*
7대20 (기타)	생산시스템	1.590			
	자원환경생태				
	생산가공		0.520		0.678
	유통식품				
	바이오				
	IBT 융합			2.220*	
	문화				
상수항		0.076	0.189	0.027	0.268

주: 표시된 계수는 5% 유의수준에서 의미있는 변수임(*표: 10% 유의수준).

(3) 기술이전

<표 3-6> 기술이전의 IRR을 보면 2010년 이전에 과제 계속연수가 길어질수록 2010년부터 2012년까지 발생한 기술이전의 총건수가 30% 증가하는 것으로 보아 발생시차가 다소 긴 것으로 판단된다. 2012년 종료과제와 2013년 이후 종료과제인 경우 3년간 기술이전 총건수가 2010년 종료과제에 비해 약 3배가 증가하는 것으로 보아 기술이전은 과제 수행 기간이 길수록 많이 발생하는 것으로 판단된다.

연구개발단계를 기준으로 기타 단계의 연구는 기초 단계의 14% 수준으로 특히 발생률이 낮고, 다음으로 응용, 기초, 개발 단계의 순으로 기술이전 건수가 발생하므로 기술이전은 개발 단계의 연구에서 주로 발생하는 것을 알 수 있다. 이는 논문과 특허가 기초 단계 연구에서 주로 발생하는 것과 대비된다. 또한 기타 단계의 발생건수가 확연히 낮은 것으로 보아 기술이전 성과가 발생하는 과제는 과제 단계를 확정하기 모호한 분야가 아니라 개발연구임이 확실한 목적 지향적 연구라고 판단된다.

기술이전에서는 국공립연구소 주체 과제의 성과가 탁월한데 이는 기술이전을 통한 사업화를 활성화하기 위한 농업기술실용화재단의 설립·운영 등의 효과가 나타난 것으로 볼 수 있다. 참여기관 기준으로 국공립/출연연 참여 과제의 성과가 그렇지 않는 과제에 비해 2배 이상 높음은 이를 확인한다.

(4) 창업사업화

창업사업화는 발생건수가 가장 낮은 성과지표이며 총 159건 발생건수 중 143건이 농식품부 관리 과제에서 발생하였다.¹⁴

¹⁴ 2010년 수행과제 중 2010년부터 2012년까지 발생한 창업사업화 159건 중 2건만이 2012년에 발생하여 본 연구에서는 2010년, 2011년의 성과와 성과 합만을 분석함.

표 3-6. 기술이전의 IRR

		tec_10	tec_11	tec_12	tec_t
과제 일반	농진청 2010년 이전 계속			0.172	1.295*
종료년 (2010)	2011년 종료 2012년 종료 2013년 이후		4.472*		3.080 2.912
연구 개발 단계 (기초)	응용	0.402		2.153*	0.639
	개발		2.340	2.557	1.620
	기타	0.030			0.136
	실용화 여부		2.869		
연구 수행 주체 (국공립)	출연연		0.084	0.035	0.089
	대학	0.191	0.053	0.142	0.124
	대기업		0.047*	0.005	0.015
	중소기업		0.076	0.140	0.149
	정부부처				
	기타		0.033	0.040	0.029
참여 기관	기업				
	대학				
	국공립/출연연	2.337	2.275	2.538	2.124
	외국				
	기타				
연구비	총연구비 매칭펀드	1.004	1.004	1.002	1.004
인력	박사 석사		0.914	0.931	0.944
7대20 (기타)	생산시스템 자원환경생태 생산가공 유통식품 바이오 IBT 융합 문화	0.175	2.802*	2.975	
상수항		0.027	0.013	0.018	0.108

주: 표시된 계수는 5% 유의수준에서 의미있는 변수임(*표: 10% 유의수준).

<표 3-7>은 창업사업화 건수에 대한 결정요인들의 IRR을 정리한 것이다. 창업사업화는 응용, 개발, 기타 단계에서의 성과발생이 높았는데 응용은 기초의 5.1배, 개발은 기초의 3.8배, 기타는 기초의 6.9배에 해당하는 성과증가가 있다. 실용화가 예상되는 경우 그렇지 않은 경우에 비해 성과가 5배 높은 것으로 나타났다. 매칭투자인 경우 그렇지 않은 경우에 비해 8.5배의 성과 증가 효과가 있어 기업 등의 참여가 중요한 것으로 생각된다.

창업사업화는 5개 성과지표 중 발생건수나 발생 과제 수가 가장 적었는데 이는 상수항의 IRR(0.001)을 통해서도 확인할 수 있다. 모든 설명변수가 0인 경우의 값을 나타내는 상수항의 의미를 살펴보자. 이는 다른 조치를 취하지 않으면 평균 성과의 0.1%의 성과만 발생한다는 것을 의미한다. 따라서 특별한 관리가 수반되지 않으면 성과 유도가 어려운 해당 성과지표에 대한 다각적 관리가 필요할 것으로 생각된다.

(5) 기타 사업화

창업사업화 대부분이 농식품부 관리과제에서 발생하는 것과는 대조적으로 기타 사업화는 모든 농진청 과제에서 발생할 뿐만 아니라 3년간 건수도 4,952건으로 매우 많다.¹⁵

<표 3-8>의 기타 사업화의 IRR을 보자. 2010년 이전의 과제 계속연수는 유의한 영향을 미치지 않고 2010년 발생한 기타 사업화 성과에서 2011년 및 2012년 종료과제가 2010년 종료과제에 비해 성과가 약 50%밖에 발생하지 않음은 기타 사업화는 과제 후반기에 성과가 많이 발생함을 의미한다. 또한 2013년 이후 종료과제가 2010년 종료과제에 비해 성과가 1.4배 많은 것을 보아 과제기간이 길어질수록 성과가 많아지는 것으로 나타났다.

¹⁵ 농식품부 과제의 2012년 기타 사업화 발생건수가 없으므로 2010년과 2011년에 발생한 성과와 기타 사업화 합계만 분석하도록 한다.

표 3-7. 창업사업화의 IRR

		bus_10	bus_11	bus_t
과제 일반	농진청 2010년 이전 계속			
종료년 (2010)	2011년 종료 2012년 종료 2013년 이후			11.106
연구 개발 단계 (기초)	응용	6.084*	9.699	5.125
	개발 기타	25.411*		3.755 6.865
	실용화 여부		1.902	5.094
연구 수행 주체 (국공립)	출연연			
	대학 대기업 중소기업 정부부처 기타		0.106*	
참여 기관	기업			
	대학 국공립/출연연 외국 기타	0.298*	2.615*	3.295
연구비	총연구비 매칭투자	24.315	8.331	8.487
인력	박사 석사			
7대20 (기타)	생산시스템			0.268*
	자원환경생태			0.089
	생산가공		0.183	0.299
	유통식품	0.217*	0.218*	0.354*
	바이오 IBT 융합 문화			0.084
상수항		0.000		0.001

주: 표시된 계수는 5% 유의수준에서 의미있는 변수임(*표: 10% 유의수준).

표 3-8. 기타 사업화의 IRR

		etc_10	etc_11	etc_t
과제 일반	농진청 2010년 이전 계속	61.116	55.661	77.554
종료년 (2010)	2011년 종료	0.427		
	2012년 종료	0.535		
	2013년 이후		2.111	1.414
연구 개발 단계 (기초)	응용		1.710	1.137
	개발		1.634	1.198
	기타	0.340		
	실용화 여부		0.467	0.820
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	0.340	0.172	0.564
	대학	0.525	0.501	0.682
	대기업			0.263*
	중소기업			
	정부부처		0.387	
	기타			
참여 기관	기업			
	대학			
	국공립/출연연			
	외국	0.235		
	기타	1.925		1.174
연구비	총연구비	0.999		1.000
	매칭투자	2.391		
인력	박사		0.987	0.996
	석사		1.133	1.038
7대20 (기타)	생산시스템			
	자원환경생태			1.234
	생산가공	1.499		1.295
	유통식품	2.755		1.382
	바이오			
	IBT 융합			
	문화		2.559*	1.456*
상수항		0.015	0.009	0.033

주: 표시된 계수는 5% 유의수준에서 의미있는 변수임(*표: 10% 유의수준).

연구개발 단계상으로는 기초에 비해 응용과 개발 단계에서 약간 높은 성과를 보이거나 실용화가 예상되는 연구과제에서 오히려 성과가 18% 저하되는 것으로 나타나 실용화 변수가 중요한 영향을 미친 창업사업화와 구분된다.

국공립기관이 주체인 경우 성과가 높은 것으로 나타났는데 이는 농진청을 비롯한 국공립기관이 농업 현장에 대한 기술지도 사업을 수행하고 품종개발 연구를 다수 수행하기 때문으로 보인다.

연관 산업별로는 자원환경생태, 생산가공, 유통식품, 문화 산업에서 기타 사업화 건수가 증가하며 이 중 유통식품 산업은 전체 분류 중 50% 이상을 차지하는 기타에 비해 성과가 38% 증가하고, 문화 산업은 46%가 증가해 두 산업군이 기타 사업화 성과를 증가시키는 주요 산업으로 보인다.

2.2. 다분야 성과발생의 결정요인 분석결과

<표 3-9>는 poisson regression을 이용한 다분야 성과발생 결정요인 분석의 결과를 보여준다. 우선 (-)의 영향을 미치는 변수를 살펴보자. 농진청 관리과제는 다분야 성과발생이 낮고, 기초연구 대비 응용과 기타 단계에서 성과발생 영역의 수가 줄어드는 것으로 나타났다. 또한 실용화가 예상되는 과제와 대기업 및 정부부처가 수행주체를 맡는 과제, 생산가공 산업에서의 성과분야 수가 적어진다.

(+)의 영향을 미치는 변수들을 보자. 2010년 종료과제 대비 11년, 12년 및 그 이후 종료과제의 경우 모두 성과분야 수가 늘어나 기간이 길어질수록 성과수가 늘어날 수 있음을 보여주고 국공립연구원 대비 출연연이 수행주체를 맡는 과제와 국공립/출연연과 외국이 참여하는 과제의 성과가 다양해질 수 있고 연구비 총액이 많을수록, 매칭투자이고 유통식품 산업인 경우 성과분야 수가 많아지는 것으로 분석되었다.

매칭투자의 효과를 자세히 보기 위해 모델 2를 보자. 정부 이외의 기관이 농림연구개발에 참여하기 위해서는 정해진 비율의 연구비를 부담해야 하므로 참여기관 변수와 투자연구비 변수 간에 상관관계가 크게 나타났다. 따라서 모델

1은 연구 참여기관 더미를 변수로 하여 분석하였고 모델 2는 기관별 투자연구비를 독립변수로 하여 분석한 것이다. 모델 2에서 투자연구비의 효과를 보면 대기업의 연구 투자비가 많아질수록 성과가 증가하는 것을 알 수 있다.

중요 과제특성 변수들의 발생비(IRR)를 살펴보자. 농진청 관리과제인 경우 농림부 과제인 경우에 비해 성과분야 수가 30% 낮아 농진청에 비해 농림부의 다분야 성과발생이 많음을 알 수 있다.

연구종료년을 기준으로 볼 때 2011년 종료과제는 2010년 종료과제에 비해 1.7배, 2012년 및 그 이후 종료과제는 2010년 종료과제에 비해 2.2배 이상의 증가 효과가 있는 것으로 나타나 기간이 길어질수록 다분야 성과도 증가하는 것으로 나타났다.

응용 단계의 연구는 기초 단계에 비해 다분야 성과 수가 12% 낮아지고 기타 단계의 연구는 기초 단계에 비해 40%가 낮아지는데 이는 기초 단계에서 논문과 특허의 성과가 발생하며 이러한 성과가 기술이전이나 창업사업화 등으로 연결되기 때문으로 생각된다.

실용화 여부가 예상되는 과제와 대기업이 연구수행 주체인 과제는 다분야 성과 수가 줄어드는 것으로 나타났다. 이런 과제들은 목적성과가 뚜렷하므로 성과분야 수는 적을 것으로 판단된다. 또한 매칭투자인 경우, 특히 대기업이 연구비를 투자하여 참여한 과제의 성과분야가 증가하는 것으로 분석되었다.

이상의 결과, 농림부 관리과제로서 출연연이 연구주체를 수행하는 기초 단계의 연구로서 외국이 참여하거나 대기업의 연구비 투자가 큰 과제가 다분야 성과발생의 강점이 있는 것으로 나타났다.

표 3-9. 다분야 성과발생 결정요인 분석결과

		1			2		
		coef	irr	p	coef	irr	p
과제 일반	농진청	-0.316	0.729	0.002	-0.367	0.693	0.000
	2010년 이전 계속	0.015	1.016	0.325	0.018	1.018	0.246
종료년 (2010)	2011년 종료	0.510	1.665	0.000	0.516	1.675	0.000
	2012년 종료	0.847	2.333	0.000	0.873	2.393	0.000
	2013년 이후	0.759	2.136	0.000	0.799	2.223	0.000
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.121	0.886	0.054	-0.126	0.882	0.045
	개발	-0.007	0.993	0.913	-0.003	0.997	0.968
	기타	-0.514	0.598	0.003	-0.555	0.574	0.001
	실용화 여부	-0.207	0.813	0.011	-0.128	0.880	0.093
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	0.102	1.108	0.385	0.236	1.266	0.036
	대학	0.080	1.084	0.259	0.151	1.163	0.024
	대기업	-0.566	0.568	0.017	-0.535	0.586	0.024
	중소기업	-0.177	0.838	0.115	-0.094	0.910	0.380
	정부부처	-0.512	0.599	0.042	-0.518	0.595	0.038
	기타	-0.226	0.798	0.251	-0.245	0.783	0.208
참여 기관	기업	0.016	1.017	0.819			
	대학	0.081	1.084	0.151			
	국공립/출연연	0.105	1.111	0.049			
	외국	0.411	1.508	0.010			
	기타	-0.099	0.906	0.170			
연구비	총연구비	0.000	1.000	0.006	0.000	1.000	0.044
	매칭투자	0.230	1.259	0.033			
	지방정부투자금				0.003	1.003	0.126
	대학투자금				-0.002	0.998	0.589
	대기업투자금				0.003	1.003	0.025
	중소기업투자금				0.001	1.001	0.703
	기타투자금				0.002	1.002	0.329
인력	박사	-0.004	0.996	0.107	-0.003	0.997	0.218
	석사	0.005	1.005	0.536	0.004	1.004	0.612
7대20 (기타)	생산시스템	0.101	1.106	0.246	0.122	1.130	0.163
	자원환경생태	-0.118	0.889	0.242	-0.141	0.869	0.164
	생산가공	-0.183	0.833	0.040	-0.215	0.807	0.017
	유통식품	0.167	1.182	0.063	0.201	1.222	0.025
	바이오	0.092	1.097	0.389	0.111	1.117	0.304
	IBT 융합	0.145	1.157	0.383	0.160	1.173	0.338
	문화	0.221	1.247	0.417	0.213	1.237	0.433
상수항		-0.716	0.489	0.000	-0.648	0.523	0.000

2.3. 분석결과 요약

우선 개별 성과를 증가시키는 요인을 살펴보자<표 3-10 참조>.

농식품부 관리과제는 논문 건수가 많고, 농진청 관리과제는 기타 사업화 실적 이 탁월하다. 논문과 특허는 연구초기부터 발생하므로 시차가 짧고 기타 사업화 성과는 연구종료년에 주로 발생하는 것으로 보인다.

논문과 특허는 기초 단계 연구에서 주로 발생하고 기술이전은 개발단계, 창업사업화는 응용과 기타 단계, 기타 사업화는 응용과 개발 단계의 과제에서 성과도출이 용이한 것으로 분석되었다. 이렇게 연구개발 단계에 따라 성과의 발생건수가 크게 달라진다는 것은 연구기획 단계에서 논문을 기초연구(논문, 특허), 개발연구(기술이전), 응용연구(창업사업화, 기타 사업화) 등 그 단계별로 목적에 맞는 성과체계가 제시될 수 있다는 가능성을 시사한다.

실용화 여부는 논문, 특허, 기타 사업화에는 (-)의 영향을 미치고 창업사업화에는 (+)의 영향을 미쳐, 창업사업화의 경우 실용화가 예상되는 과제는 그렇지 않은 과제에 비해 창업사업화 성과가 5배 증가하는 것으로 나타났다. 이를 통해 연구자가 생각하는 실용화란 창업이나 상품화 등의 상업화 또는 산업화를 의미하는 것으로 상업화 가능성이 떨어지는 연구개발 결과는 교육이나 홍보 등의 영농지도 활동으로 이어지는 것으로 생각된다.

논문과 특허는 출연연과 대학이 연구를 주체할 때 성과가 증가하고, 기술이전과 기타 사업화는 국공립이 수행주체일 때 성과가 증가하는 것으로 보아 수행주체별로 선호하는 성과지표가 있는 것으로 보인다. 논문의 경우 대학과 외국기관이 참여하면 성과가 높아지고, 기술이전은 국공립/출연연이 참여하는 경우, 기타 사업화는 기타 참여 시 성과가 증가하는 것으로 나타났다. 총연구비가 증가할수록 성과가 증가하며 매칭투자인 경우 창업사업화가 8배나 높아지는 것으로 나타나 창업사업화를 위해서는 정부 이외 기관 참여가 매우 중요한 것으로 생각된다.

표 3-10. 주요 변수들이 각 성과지표에 미치는 효과 비교

구분	SCI	특허	기술이전	창업사업화	기타 사업화
관리기관	농식품부				농진청
성과발생시기	연구초기	연구초기	시차 김		연구종료년
연구개발단계	기초	기초	개발	응용, 기타	응용, 개발
실용화 여부	(-)	(-)		(+)	(-)
수행주체	출연연, 대학	대학, 출연연	국공립		국공립
참여기관	대학, 외국		국공립, 출연연		기타
총연구비	(+)	(+)	(+)		(+)
매칭투자				(+)	
박사	(-)	(-)	(-)		(-)
석사	(+)	(+)			(+)
상수항 IRR	0.461	0.268	0.108	0.001	0.033

또한 연구기간이 긴 기초단계 과제로 출연연이 연구수행 주체를 맡으며 매칭투자이고 연구비 총액이 많을수록 다분야 성과발생이 많아지는 것으로 분석되었다.

지금까지의 농업 R&D 성과의 결정요인 분석 결과로부터 몇 가지 정책적 시사점을 도출하면 다음과 같다. 첫째, 다양한 연구기관이 함께 참여하여 연구를 수행했을 때 논문, 기술이전, 기타 사업화 등 전반적인 성과가 향상되는 것으로 나타났으므로 산학연 협력 연구를 보다 확대할 필요가 있다. 둘째, 기초·응용·개발 등 연구개발 단계에 따라 많이 발생하는 성과가 다르므로 연구단계에 따라 차별화된 성과지표 설정과 관리가 마련되어야 한다. 셋째, 연구개발이 창업 및 상품개발로 연결됨으로써 경제적 효과를 높이기 위해서는 다양한 연구기관, 특히 대기업의 매칭투자를 확대할 필요가 있다. 넷째, 연구인력과 관련하여 박사인력의 증가가 성과 증가에 있어 부(-)의 영향을 미치는 것으로 나타난 점은 보다 효과적인 연구인력 투입과 구성이 필요함을 보여준다고 할 수 있다. 다섯

째, 국공립연구기관이 주체인 경우 기술이전이 증가한다는 결과는 농업기술실용화재단의 설립·운영 등 기술이전을 통한 사업화 강화 노력이 어느 정도 성과가 있었다는 것을 의미하므로 이와 관련된 정책적 노력을 지속적으로 강화할 필요가 있다. 여섯째, 출연연과 대학이 연구 수행 주체일 때 SCI 논문과 특허 성과는 많이 발생하나, 기술이전 및 사업화 성과는 낮으므로, 출연연과 대학의 기술이전 및 사업화 성과를 높이기 위한 정책 마련이 필요하다.

제 4 장

IDEA를 이용한 R&D 사업 성과분석

1. 분석모형

농림부문 R&D 사업의 성과지표에는 논문발표건수나 사업화 정도 등, 다양한 세부지표가 있으며, 따라서 이들 지표들을 통합하는 성과평가방법이 필요하다. 이들 성과들은 서로 유사하기도 하고 대체관계를 형성하기도 하며, 그 측정단위나 중요도 등에 있어서도 차이가 있기 때문에 모든 성과를 동시에 반영하는 평가지표가 필요하다. 이 경우 이들 성과들은 모두 R&D 사업의 산출물이기 때문에 다수의 산출물이 생산될 때의 성과지표 평가법을 활용할 수가 있다.

다수 산출물의 성과지표 평가는 산출물거리함수(output distance function)와 같이 다수 산출물의 생산기술 특성을 여전히 스칼라(scalar) 값으로 표시할 수 있는 함수를 추정함으로써 이루어지는데(Färe 1988), 이 함수의 추정방법은 크게 모수적 분석법과 비모수적 분석법 두 가지로 대별된다(Kumbhakar and Lovell 2000).

$x \in R_+^N$ 를 R&D 사업에 투입된 투입요소의 벡터라 하고, 성과지표가 논문발표건수처럼 하나뿐이어서 $y \in R_+$ 을 R&D 사업이 얻은 성과라 한다면, 모수적

거리함수 추정법은 다음과 같은 확률경계모형(stochastic frontier model)을 추정한다.

$$(1) \quad y_i = f(x_i; \beta) + v_i - u_i$$

수식 (1)에서 v_i 는 통상적인 정규분포를 따르는 확률변수로서 순수한 확률효과를 반영하고, u_i 는 반정규분포(half-normal distribution), 지수분포(exponential distribution), 절단정규분포(truncated normal distribution)와 같은 양(+)의 방향으로만 분포하는 확률분포인데, 각 관측치에서의 기술적 효율성을 나타낸다. 즉 u_i 는 전체 표본을 감안할 때 얻을 수 있는 최대한의 성과 $f(x_i; \beta)$ 와 i 번째 연구사업이 실제로 얻은 성과 y_i 간의 격차를 나타내며, 그 값이 클수록 이 사업의 성취도가 상대적으로 낮다는 것을 의미한다.

만약 $y \in R_+^M$ 이어서 성과항목 자체가 많은 경우에는 수식 (1)과 같은 생산함수는 직접 정의되지 않는다. 이 경우 다음과 같은 기술집합(technology set)을 정의할 수 있는데, 이는 기술적으로 가능한 모든 투입-산출의 결합을 나타낸다.

$$(2) \quad T = \{(x, y) \mid x \in R_+^N \text{으로 } y \in R_+^M \text{ 생산 가능}\}$$

아울러 i 번째 연구사업의 산출물거리함수를 다음과 같이 정의한다.¹⁶

$$(3) \quad D_o(x_i, y_i) = \inf\{\theta > 0 : (y_i/\theta, x_i) \in T\}$$

즉, 산출물거리함수의 값 θ 는 모든 산출물을 동시에 어느 정도까지 비례적으로 늘려주는 것이 기술적으로 가능한지를 보여준다($\theta \leq 1$). 이렇게 정의되는 산출물거리함수를 모수적으로 추정하고자 한다면 다음과 같이 정의되는 거리함수 값을 추정해야 한다.

¹⁶ 기술집합의 여러 특성과 산출물거리함수의 특성에 대해서는 각각 Chambers(1988)와 Färe(1988)에서 확인할 수 있음.

$$(4) \quad D_o(x_i, y_i) = \exp(v_i - u_i)$$

산출물거리함수의 값은 $0 \leq D_o(x_i, y_i) \leq 1$ 의 범위이며, 기술적으로 가장 효율적일 경우 그 값이 1이다. 실제자료에서는 산출물거리함수의 값 $D_o(x_i, y_i)$ 가 자료로 관측이 되지 않기 때문에 산출물거리함수가 산출물에 대해 선형동차라는 성질을 대입하여 추정작업을 진행한다. 예를 들어 k 번째 산출물 y_i^k 로 모든 산출물들의 생산량을 나눈다고 하자. 이 경우 다음의 관계를 얻는다.

$$(5) \quad D_o(x_i, y_i) = y_i^k D_o(x_i, y_i / y_i^k)$$

식 (4)와 식 (5)를 결합하고 양변을 로그변환하며, v_i 는 대칭적인 분포를 따른다는 성질을 활용하면 다음의 관계식을 얻는다.

$$(6) \quad -\ln y_i^k = \ln D_o(x_i, y_i / y_i^k) + v_i + u_i$$

따라서 실제 추정 시에는 산출물 가운데 하나의 로그값을 취한 후 좌변으로 이동시키고, 나머지 산출물들은 좌변으로 이동시킨 산출물로 나누어준 후 거리함수전체의 로그를 취한다. 파라미터의 추정에는 최우추정법(MEL)이 사용된다.¹⁷ $\ln D_o(x_i, y_i / y_i^k)$ 의 구체적 형태로는 Cobb-Douglas형이나 초월대수(translog)형이 흔히 적용된다.

구체적 형태의 함수추정 없이 효율성지표나 산출물거리함수의 값을 구하는 비모수적 방법의 대표적인 분석법은 DEA(data envelopment analysis) 방법이다. 전체 K 개의 연구사업이 관측이 된다면, 수식 (2)의 기술집합은 DEA 기법에 의해 다음과 같이 근사된다.¹⁸

¹⁷ 이러한 추정절차가 적용된 국내 사례로 권오상·홍종호(2006)의 연구가 있음.

¹⁸ 단, 아래의 수식은 생산기술이 규모에 대한 가변성(VRS)을 가짐을 전제함. 만약 규

$$(7) \quad T_{DEA} = \left\{ (x, y) \mid \begin{cases} \sum_{k=1}^K x_k \lambda_k \leq x, & \sum_{k=1}^K y_k \lambda_k \geq y, \\ \sum_{k=1}^K \lambda_k = 1, & \lambda_k \in R_+, \quad k = 1, \dots, K \end{cases} \right\}$$

따라서 DEA 기법에서는 i 번째 사업의 효율성지표는 다음과 같은 선형계획법을 통해 얻어진다.

$$(8) \quad \begin{aligned} Eff(x_i, y_i) &= \max_{\tau, \lambda} \tau \\ \sum_{k=1}^K x_k^n \lambda_k &\leq x_i^n, \quad n = 1, \dots, N \\ \sum_{k=1}^K y_k^m \lambda_k &\geq \tau y_i^m, \quad m = 1, \dots, M \\ \sum_{k=1}^K \lambda_k &= 1, \quad \lambda_k \in R_+, \quad k = 1, \dots, K. \end{aligned}$$

수식 (8)에서 얻어지는 해 $\hat{\tau}$ 는 DEA 기법을 이용해 생산기술 T 를 근사할 때 얻어지는 산출물거리함수의 값 $\hat{\theta}$ 의 역수에 해당되며, 따라서 그 값이 1 이상이다.

수식 (6)과 같은 확률경계모형이나 수식 (8)과 같은 DEA 모형을 본 연구의 자료에 적용하려고 하면 큰 문제가 하나 발생하는데, 그것은 본 연구가 사용할 수 있는 산출물 자료들이 모두 이산변수(discrete variables)이거나 정수(integers)라는 점이다. 논문발표건수나 사업화건수는 많은 연구사업에 있어 0이거나 0이 아니라도 작은 수의 정수 값으로 계측이 된다. 특정 산출물의 값이 0이라면 수식 (6)의 로그변환이 불가능하며, 또한 수식 (8)의 DEA에 있어서도 0을 τ 배하면 여전히 0이기 때문에 모든 산출물의 값을 비례적으로 변화시키는 것이 매우 제한적인 의미만 가지게 된다. 아울러 이상 모든 경우에 있어 투입물벡터 x 와 산출물벡터 y 는 연속적인 실수라고 가정한 반면 실제 변수들이 0에서 크게 벗어나지 않는 정수 값만 가진다면 DEA의 해를 구함에 있어 근사오차가 상당히

모수익불변을 가정한다면 $\sum_{k=1}^K \lambda_k = 1$ 의 조건은 불필요하고, $\lambda_k \in R_+$ 의 조건만 필요함.

Färe(1988)은 아래의 T_{DEA} 가 수식 (2)의 기술집합 T 의 성질을 모두 가짐을 보여줌.

클 수가 있다.

최근 Lozano and Villa(2005), Kuosmanen and Kazemi Matin(2009), Kuosmanen et al.(2014) 등에 의해 변수들이 정수나 이산변수들일 때 적용될 수 있는 DEA 기법들이 제시되고 있다. 본 연구는 이를 IDEA(integer DEA)라 부르기로 하는데, 가장 최근의 연구인 Kuosmanen et al.(2014)이 제시하는 방법을 주로 사용한다.

이제 R&D 사업의 투입요소를 정수벡터 $x \in Z_+^N$ 로 표시하고 산출물을 역시 정수벡터 $y \in Z_+^M$ 으로 표시하자. 이어서 수정된 형태의 효율성지표 계산모형을 다음과 같은 혼합정수계획법(mixed integer programming: MIP)으로 구축한다.

$$(9) \quad \begin{aligned} IEff(x_i, y_i) &= \max_{\tau, \lambda, \tilde{y}} \tau \\ \sum_{k=1}^K x_k^n \lambda_k &\leq x_i^n, \quad n = 1, \dots, N \\ \sum_{k=1}^K y_k^m \lambda_k &\geq \tilde{y}^m, \quad \tilde{y}^m \in Z_+, \quad m = 1, \dots, M \\ y_i^m &\geq \tau y_i^m, \quad m = 1, \dots, M \\ \sum_{k=1}^K \lambda_k &= 1, \quad \lambda_k \in R_+, \quad k = 1, \dots, K. \end{aligned}$$

즉, IDEA에서는 산출물과 관련된 제약식이 두 가지로 구성되는데, 먼저 $\sum_{k=1}^K y_k^m \lambda_k \geq \tilde{y}^m$ ($m = 1, \dots, M$)의 조건에 의해 관측치들의 불록결합보다 크지 않은 정수 산출물 \tilde{y}^m 들을 찾아내어야 하고, 이어서 i 번째 연구사업의 실제 (정수) 산출 y_i^m 을 최대한 어느 정도까지 늘려주어도 \tilde{y}^m 보다 커지지 않는지를 파악한다. 이렇게 함으로써 산출물들이 정수라는 특성을 반영하여 효율성지수를 구할 수 있다.¹⁹

¹⁹ 투입요소 x 들도 정수일 수 있지만 산출물을 기준으로 효율성지수를 구하고자 할 경우에는 투입요소에 대해서는 실수일 때와 같은 방법으로 DEA를 구성하여도 결과에 영향을 미치지 않음(Kuosmanen et al. 2014). 본 연구의 주요 투입물 중 하나인 연구비는 정수라 볼 수 없음.

Kousmanen et al.(2014)은 수식 (9)와 같은 IDEA가 실수인 투입요소와 산출물에 대해 통상적으로 적용하는 볼록성(convexity)과 처분가능성(disposability) 가정을 변수들이 정수일 때에도 충족하도록 하며, 아울러 $\sum_{k=1}^K \lambda_k = 1$ 조건은 변수들이 정수일 때에도 규모수익가변을 허용함을 보여주고 있다.

수식 (9)의 MIP 모형을 통해 각 연구사업의 효율성지수 τ 가 구해지면 이 수치가 각 사업이 가지는 특성들의 벡터 z 에 의해 어떤 영향을 받는지를 확인 할 필요가 있다. 이 때 도출되는 τ 의 값은 $\hat{\tau} \in [1, +\infty)$ 의 범위를 가지기 때문에 Tobit 모형을 이용해 특성변수 z 가 IDEA에서 도출된 $\hat{\tau}$ 의 값에 미치는 영향을 평가할 수 있을 것이다. 그러나 이러한 분석을 시행함에 있어 한 가지 문제는 수식 (9)의 MIP 모형이 모든 산출물 y 의 값이 모두 0인 연구사업의 경우 문제가 유계(bounded)가 되지 못해 해 $\hat{\tau}$ 의 값이 무한대로 발산한다는 점이다. 본고 성과지표로 활용하는 4가지 지표 모두에 있어 성과가 한 건도 없는 연구사업이 전체 2,190건의 46%인 1,090건에 달해 이들의 $\hat{\tau}$ 값을 모두 무한대로 두어야 하며, 따라서 이들 사업은 Tobit 모형분석에 반영할 수 없는 문제가 발생한다.

이 문제는 τ 의 해 $\hat{\tau}$ 를 그 역수 즉 해에서의 산출물거리함수 값인 $\hat{\theta}$ 로 전환하여 해결할 수 있다. $\hat{\theta}$ 의 값은 통상적인 경우 0보다 크고 1 이하인 분포를 가지지만 수식 (3)의 정의가 보여주듯이 산출물거리함수는 수식 (3)을 충족하는 0보다 큰 θ 의 최소값(min)이 아니라 하계(inf)이므로 0의 값을 가질 수도 있다. 따라서 $\hat{\tau}$ 가 무한대인 경우 θ 의 하계는 0의 값을 가지도록 하며, 각 연구사업의 산출물거리함수 추정치는 $\hat{\theta} \in [0, 1]$ 의 분포를 가지게 한다. 따라서 연구사업의 특성변수가 통합 성과지표 $\hat{\theta}$ 에 미치는 영향은 다음과 같은 양측 Tobit 모형 (two-limit Tobit model 혹은 doubly censored Tobit model)을 통해 분석된다.

$$(10) \quad \hat{\theta}_i = \begin{cases} 0 & \text{if } \theta_i^* \leq 0 \\ \theta_i^* & \text{if } 0 < \theta_i^* < 1 \\ 1 & \text{if } \theta_i^* \geq 1 \end{cases}$$

단, θ^* 는 직접 관측되지 않는 잠재(latent)변수

아울러 수식 (10)과 같은 분포를 가지는 $\hat{\theta}_i$ 에 대해 연구사업의 특성 z_i 가 미치는 영향은 다음과 같은 로그-우도함수를 극대화하여 구할 수 있다.

$$(11) \quad \ln L = \sum_{i \in \{0 < \hat{\theta}_i < 1\}} \ln \left[\phi \left(\frac{\hat{\theta}_i - z_i' \delta}{\sigma} \right) / \sigma \right] + \sum_{i \in \{\hat{\theta}_i = 1\}} \ln \left[\Phi \left(- \frac{1 - z_i' \delta}{\sigma} \right) \right] \\ + \sum_{i \in \{\hat{\theta}_i = 0\}} \ln \left[\Phi \left(\frac{0 - z_i' \delta}{\sigma} \right) \right]$$

2. 분석결과

IDEA 분석에 있어 산출물은 총 4가지로 SCI 논문건수, 특허, 기술이전, 창업 사업화이다. 정책건의 등의 여타 성과지표는 연구비 관리 기관별로 집계방식이 달라 산출지표에서 배제되었다. 연구사업의 투입물은 9가지로 정부연구비, 지방정부 연구비, 대학투자, 대기업투자, 중소기업투자, 연구비기타, 박사인력, 석사인력, 학사인력 등이다.

총 2,190건의 연구사업결과를 이용한 IDEA 분석을 통해 얻어진 산출물거리 함수 $\hat{\theta}$ 의 추정결과는 <표 4-1>과 같다.²⁰ 실적이 전무한 사업에 0의 산출물거리 함수 값을 배정할 때와 이들을 모두 배제할 때의 산출물거리 함수 추정결과를 보여주는데, 사업별로 상당한 정도의 실적 차이가 있으며, 두 경우에 있어 평균적인 성과는 양호한 성과의 약 13%와 25%에 불과함을 알 수 있다. 실적이 양호하여 산출물거리 함수의 값이 1인 연구사업은 전체의 약 3%인 65개였다.

²⁰ IDEA 모형은 GAMS 23.7.4를 이용해 해를 구하였으며, solver로 COINCBC를 사용하였음.

표 4-1. 산출물거리함수 추정결과

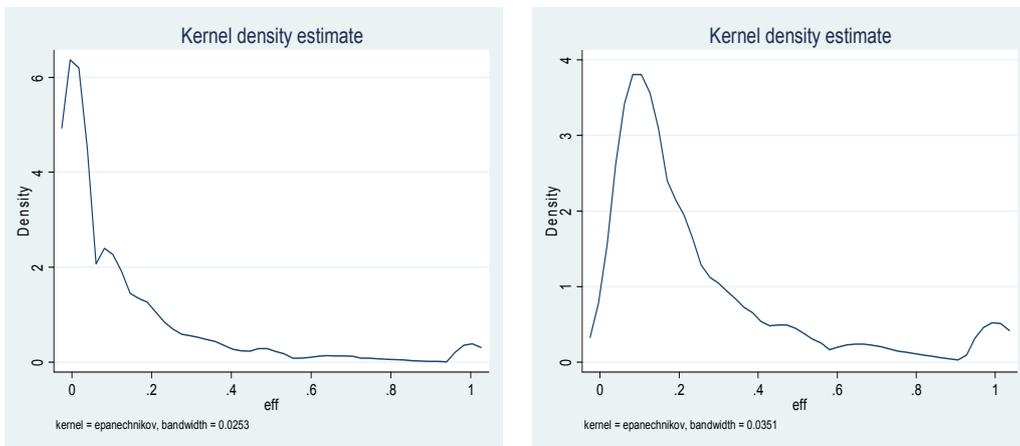
구분	관측치 수	평균	표준편차	최소	최대
실적전무사업 포함	2190	0.134	0.220	0	1
실적전무사업 배제	1181	0.249	0.247	0.01	1

<그림 4-1>은 <표 4-1>의 산출물거리함수 추정치의 분포를 실적이 전무한 경우를 포함할 때와 배제할 때 두 경우에 있어 커널확률밀도함수(kernel density function)로 구해본 것이다.

그림 4-1. 커널밀도함수 추정결과

<a> 실적전무사업 포함

 실적전무사업 배제



전자의 경우 커널밀도함수가 반정규분포(half-normal distribution)에 가까운 분포를 보여 0에서 가장 높은 밀도함수 값을 보이고 이후 감소하지만, 효율적인 관측치들이 몰려있는 1부근에서 소폭 상승하는 모습을 보인다. 후자의 경우에는 커널밀도함수가 전체적으로 절단정규분포(truncated normal distribution)에 가까운 형태를 지니는데, 산출물거리함수의 평균치부근에서 피크값을 보이다 이후 감소하지만 역시 효율적인 관측치들이 몰려있는 1부근에서 작은 피크를 다시 만든다.

이어서 양측 Tobit 모형을 이용해 사업의 특성이 통합성과지표에 미치는 영향을 분석하며, 그 결과는 <표 4-2>에 정리하였다. Tobit 모형을 추정함에 있어 먼저 앞의 개별 지표별 성과결정요인 분석모형과는 달리 IDEA 추정과정에서 연구비와 참여인력은 투입요소로 이미 반영이 되었기 때문에 이들 변수들은 Tobit 모형의 설명변수에서는 제외하여야 한다. 아울러 1960년대 이후 지속되었던 ‘농업시험 및 검정’과 같은 장기 과제 6건은 다른 과제와의 성격 차이를 감안해 분석에서 제외하였다.

<표 4-2>의 모형 1은 이용가능한 전체 설명변수를 반영한 분석결과이고, 모형 2는 단계적 추정법(stepwise method)을 적용해 통계적으로 유의하지 않은 설명변수는 제거한 추정결과이다. 과제 관리기관 중 농촌진흥청이 관리하는 과제의 통합성과지표가 상대적으로 낮은 것으로 나타났는데 이는 두 기관이 관리하는 과제의 성격차이 때문에 발생한 것으로 보인다. 아울러 농촌진흥청 관리 과제들이 많은 성과를 보이는 영농활용이나 정책건의와 같은 기타 성과를 산출물에 반영하지 않은 것 역시 이러한 결과에 영향을 미쳤을 것이다.

본 연구가 이용가능한 자료의 연수가 한정되어 있음을 감안하여 2010년 이전까지 몇 년 동안 지속되었던 과제인지를 설명변수로 반영하였는데, 과제 지속기간이 긴 과제일수록 본 연구가 성과를 집계한 기간 동안의 성과가 높은 것으로 나타났다. 아울러 2010년에 종료된 과제보다는 2011년, 2012년 혹은 2012년 이후에 종료되는 과제일수록 성과지표가 높게 나타나, 역시 연구기간이 길수록 통합성과가 높게 나타난다는 것을 확인할 수 있어, 연구기간 측면에서는 일종의 규모의 경제성이 작용하는 것으로 보인다.

연구개발단계 특성을 보면 기초단계에 비해 응용이나 여타 단계의 생산성이 낮은 것으로 확인되어, 기초단계에 있어서의 논문발표 실적 등이 전체 평가지표에서 큰 비중을 차지함을 확인할 수 있다.

연구수행주체의 경우 국공립연구소에 비해 기업이나 정부부처의 실적이 상대적으로 더 낮은 것으로 평가된다. 그러나 연구의 참여기관으로는 국공립/출연연보다도 오히려 대학이나 외국기관, 기업의 참여가 성과를 더 높이는 것으로 나타나, 국공립연구소가 연구주체가 되고 대학, 기업이나 외국기관 등이 참

여하는 연구의 성과가 비교적 높다는 점을 확인할 수 있다.

마지막으로 7대사업 분류기준이 미치는 영향은 통계적 유의성이 높지 않은 것으로 나타났는데, 생산시스템분야 연구는 통합 성과지표가 높은 반면 생산가공분야는 상대적으로 낮은 것으로 나타났다.

다수 산출물 다수 투입물을 반영하여 비모수적 분석법으로 분석한 이상의 통합성과지표 분석결과는 제4장에서 개별지표별로 분석한 결과들과 어느 정도의 일관성을 유지하고 있다. <표 3-3>의 개별 사업별 성과요인 분석결과와 <표 4-2>의 통합지표의 성과요인 분석결과를 비교하면, 특히 SCI 논문 발표건수를 결정하는 요인과 통합성과의 결정요인이 상당히 유사하여, SCI 논문 실적이 전체 통합지표에서 차지하는 비중이 상대적으로 크다는 것을 간접 확인할 수 있다.

<표 4-2>의 통합성과 결정요인 분석결과는 또한 다분야에서 성과가 발생하는지의 여부를 분석한 <표 3-9>의 분석결과와도 상당히 유사하여, 성과가 발생하는 항목의 수가 많고 적음을 결정하는 요인과 각 항목별 실제 발생건수의 많고 적음까지 결정하는 요인이 서로 유사하다는 것도 확인할 수 있다.

표 4-2. 통합성과의 결정요인

구분	변수명		성격	모형 1		모형 2	
				파라미터	t-값	파라미터	t-값
과제 일반	농진청 2010년 이전 계속	bru	더미	-.1891	-7.05***	-.2043	-8.55***
		bef2010	정수	.0331	3.78***	.0351	4.23***
종료년 (2010)	2011년 종료	fini_11	더미	.1219	3.58***	.1238	3.63***
	2012년 종료	fini_12	더미	.2197	6.11***	.2222	6.17***
	2012년 이후	fini_13	더미	.2006	5.88***	.2026	5.94***
연구 개발 단계 (기초)	응용	step2	더미	-.0369	-1.74*	-.0389	-1.84*
	개발	step3	더미	-.0400	-1.82*	-.0434	-1.98**
	기타	step4	더미	-.0825	-1.73*	-.0857	-1.80*
	실용화 여부	practical	더미	-.0565	-2.26**	-.0530	-2.23**
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	agent2	더미	.0078	0.18		
	대학	agent3	더미	.0276	1.21		
	대기업	agent4	더미	-.1037	-1.39	-.1265	-1.75*
	중소기업	agent5	더미	-.0575	-1.52	-.0752	-2.24**
	정부부처	agent6	더미	-.1352	-2.00**	-.1409	-2.09**
	기타	agent7	더미	-.0775	-1.27		
참여 기관	기업	company	더미	.0357	1.58	.0444	1.99**
	대학	uni	더미	.0615	3.26***	.0708	3.88***
	국공립/출연연	public	더미	.0120	0.66		
	외국	foreign	더미	.1910	3.15***	.1835	3.03***
7대20 (기타)	생산시스템	ind1	더미	.0902	2.99***	.0751	2.70***
	자원환경생태	ind2	더미	-.0109	-0.34		
	생산가공	ind3	더미	-.0741	-2.65***	-.0825	-3.14***
	유통식품	ind4	더미	.0099	0.32		
	바이오	ind5	더미	.0604	1.56		
	IBT 융합	ind6	더미	.0722	1.13		
	문화	ind7	더미	-.0049	-0.05		
상수항				-.0609	-1.25	-.0417	-0.93
σ				0.342		0.343	
관측치수				2184		2184	
R2				0.109		0.106	
lnL				-1134.71		-1138.93	

제 5 장

결론 및 시사점

본 연구는 한국농업의 향후 생산성 및 품질 향상과 신제품 개발 등에 있어 중요한 기여를 하여야 할 농식품부문 R&D 사업의 성과를 개별 사업별 미시자료를 이용해 분석하였다. 2010년에 수행된 연구개발과제의 성과를 2012년까지 추적하여 다양한 부문별 성과를 지표화하여, 현재 이용가능한 최대한의 자료원을 활용하였다.

연구사업의 성과로는 SCI 논문, 특허, 기술이전, 창업사업화, 기타 사업화 등이 반영되었고, 사업의 비용으로는 연구비 규모와 참여 인력이 반영되었다. 또한 연구가 지속된 횟수, 연구개발 단계, 연구수행주체, 참여기관, 연구분야 등의 변수가 개별 성과와 통합성과에 미치는 영향을 분석하였다.

개별 항목별 성과 결정요인 분석은 자료의 특성을 반영하여 카운트 자료(count data) 회귀분석모형을 이용해 이루어졌다. 또한 모든 성과항목을 포괄하는 통합성과지표는 역시 자료의 성격을 반영하여 정수 DEA(integer data envelopment analysis) 모형을 적용하여 구축되었고, 성과의 결정요인 분석은 양측 Tobit 모형(two-limit Tobit model)을 적용하여 이루어졌다.

분석결과를 보면, 일단 연구사업별로 성과의 차이가 매우 크다는 것이 확인된다. 또한 개별 성과지표별로 각 성과결정요인이 미치는 영향도 달라 연구사업의 주 성과목표에 따라 차등화된 평가와 성과관리의 필요성도 제기된다.

전체적으로 보면 SCI 논문의 수가 모든 성과항목을 통합하는 통합지표에서

차지하는 비중이 크다는 것이 확인되어 단일 지표로는 가장 높은 중요성이 부여된다.

통합성과지표를 기준으로 할 때 연구과제의 기간이 길수록 평균 비용 대비 성과가 높아 연구기간 측면에서 볼 때 일종의 규모의 경제성이 존재함을 확인할 수 있다. 아울러 기초단계의 연구가 응용이나 개발, 그리고 여타 단계의 연구보다 성과가 높는데, 이는 역시 통합성과에서 가장 높은 비중을 차지하는 논문발표 건수 면에서 기초연구가 유리하기 때문에 발생하는 현상일 것이다.

연구주체는 국공립연구원의 성과가 가장 높지만 참여기관으로는 국공립연구원보다는 대학이나 외국기관 등의 생산성이 더 높다는 것이 확인된다.

마지막으로 7대사업 분류기준에 따른 연구분야 구분이 연구생산성에 미치는 영향은 기대만큼 크지는 않은 것으로 나타났는데, 생산시스템 분야 연구가 여타 연구분야에 비해 비교적 높은 생산성을 보여주었다.

이상의 분석결과는 그동안 체계적으로 관리되어온 농식품부문 연구사업의 성과현황과 그 결정요인을 현재 이용가능한 가장 풍부한 미시자료를 이용해 도출한 결과이고, 분석기법에 있어서도 자료의 특성을 잘 반영할 수 있는 기법이 적용된 결과이다. 그러나 아직은 이용할 수 있는 자료의 축적기간이 짧으며, 연구사업 관리기관별로 연구과제 분류방식이나 성과지표의 구분방식 등에 있어 차이가 있는 것도 한계로 작용한다. 따라서 향후 보다 정교한 성과분석을 위한 조치로서 이들 자료구축 및 관리방식에 대한 개선도 필요할 것으로 보인다.

참고 문헌

- 권오상·김용택. 2000. “한국 농업의 생산성 변화 요인 분석.” 『농업경제연구』 41(2): 25-48.
- 권오상·한귀덕. 2006a. “농림기술개발사업의 산업화 여부와 산업화 유형에 관한 분석.” 『농업경제연구』 51(2): 67-88.
- _____. 2006b. “농림기술개발사업의 기술이전 성과 결정요인 분석.” 『농촌경제』 29(3): 51-65.
- 권오상·홍종호(2006), “수도산업의 규모탄력성 및 기술효율성 분석.” 『산업조직연구』 14(3): 61-84.
- 김관수 외. 2010. “미시적 접근법을 이용한 농림 R&D 투자성과분석-농림기술개발사업을 중심으로.” 『농업경영·정책연구』 37(1): 30-54.
- 박정근. 2009. 『농업연구개발정책』. 박영사.
- 오세익·강창용. 2000. “농업기술보급체계 및 현장영향평가.” 한국농촌경제연구원.
- 유영봉. 1993. “한국농업의 기술변화에 대한 생산물 편향성 분석.” 『농업경제연구』 34: 163-79
- 유승우·장승동. “농림기술개발사업의 연구성과 확산 촉진방안.” 『농촌경제』 26(2): 77-92.
- 임승빈·이영재. 2009. “농업 R&D·보급 성과확산사업의 비용편익 분석.” 『서울행정학회 동계 학술대회 발표 논문집』 395-428.
- 정진화·노재선·조현정. 2008 “농업연구개발의 기술적 성과 결정요인: 농촌진흥청 연구개발을 중심으로.” 『농업경제연구』 49(2): 73-98.
- 정희종·고정호. 2006. “성과분석에 근거한 농업부문 연구개발사업의 개선방안.” 『한국기술혁신학회』 9(4): 759-775.
- 최정남(2012). “농업 부문 R&D투자 개선 방안.” 『농어촌희망가꾸기포럼』 발표자료.
- 농림축산식품부. 2013. “(2013~2011) 농림식품 과학기술 육성 중장기 계획(안)-농업·농촌 발전을 견인하는 손에 잡히는 R&D 중장기 로드맵.”
- 농림수산식품기술기획평가원. 2012. “2011년 농림수산식품 국가연구개발사업 투자·성과 분석 보고서.”
- _____. 2013. “2012년 농림수산식품 국가연구개발사업 투자·성과 분석 보고서.”
- Alston, J., B. J. Craig, and P. G., Pardey. 1998. Dynamics in the creation and depreciation of knowledge, and the returns to research. EPTD Discussion Paper No.35. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C. (revised 1999)

- Chambers, R. G. 1988. *Applied Production Analysis: A Dual Approach*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Färe, R., S. 1988. *Fundamentals of Production Theory*. Berlin, Springer-Verlag.
- Gujarati, D. 2011. *Econometrics by Example*. Sigma Press, Inc.
- Kuosmane, T., A. Keshvari, and R. Kazemi Matin. 2014. "Discrete and Integer Valued Inputs and Outputs in Data Envelopment Analysis." Aalto University School of Business, Helsinki, Finland.
- Lozano, S. and G. Villa 2006. "Data Envelopment Analysis of Integer-Valued Inputs and Outputs." *Computers and Operations Research* 33: 3004-3014.
- Kuosmane, T. and R. Kazemi Matin. 2009. "Theory of Integer-Valued Data Envelopment Analysis." *European Journal of Operational Research* 192: 658-667.
- Ridout, M. 1989. *Models for Count Data with Many Zeros*. International Biometric Conference.
- World Bank. 2008. *Agricultural Innovation Systems: From Diagnostics toward Operational Practices*. Agricultural and Rural Development.
- Kumbhakar, S. C. and C. A. K. Lovell. 2000. *Stochastic Frontier Analysis*. Cambridge University Press.

부 록

성과지표의 NBR 분석결과

부표 1. 2010년 발생한 SCI 성과 분석결과

SCI_10		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-0.071	0.932	0.781
	2010년 이전 계속	0.280	1.323	0.000
종료년 (2010)	2011년 종료	0.634	1.885	0.040
	2012년 종료	1.412	4.105	0.000
	2013년 이후	1.190	3.287	0.000
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.582	0.559	0.000
	개발	-0.486	0.615	0.002
	기타	-0.978	0.376	0.007
	실용화 여부	-1.099	0.333	0.000
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	0.217	1.242	0.497
	대학	0.584	1.792	0.001
	대기업	-1.952	0.142	0.077
	중소기업	-0.769	0.464	0.024
	정부부처	-4.157	0.016	0.034
	기타	-0.980	0.375	0.134
참여 기관	기업	0.123	1.131	0.527
	대학	0.263	1.301	0.052
	국공립/출연연	-0.182	0.834	0.181
	외국	0.902	2.463	0.015
	기타	-0.053	0.949	0.773
연구비	총연구비	0.001	1.001	0.024
	매칭투자	0.111	1.117	0.707
인력	박사	-0.012	0.988	0.093
	석사	0.045	1.046	0.066
7대20 (기타)	생산시스템	0.301	1.352	0.175
	자원환경생태	-0.241	0.786	0.319
	생산가공	-0.725	0.485	0.004
	유통식품	-0.132	0.876	0.625
	바이오	0.403	1.496	0.151
	IBT 융합	0.753	2.123	0.091
	문화	-1.307	0.271	0.257
상수항	-2.128	0.119	0.000	
pseudo_R2		0.093		
lnL		-1493.7689		

부표 2. 2011년 발생한 SCI 성과 분석결과

SCI_11		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-0.651	0.522	0.017
	2010년 이전 계속	0.025	1.025	0.662
종료년 (2010)	2011년 종료	-0.087	0.916	0.773
	2012년 종료	0.019	1.019	0.952
	2013년 이후	0.327	1.386	0.270
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.037	0.964	0.837
	개발	-0.195	0.823	0.292
	기타	0.158	1.171	0.657
	실용화 여부	-0.533	0.587	0.018
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	0.000	1.000	1.000
	대학	0.488	1.629	0.012
	대기업	-17.440	0.000	0.993
	중소기업	-0.698	0.498	0.045
	정부부처	-0.544	0.581	0.354
참여 기관	기타	-0.877	0.416	0.165
	기업	-0.193	0.825	0.384
	대학	0.411	1.508	0.011
	국공립/출연연	-0.319	0.727	0.055
	외국	0.148	1.159	0.768
연구비	기타	-0.006	0.994	0.975
	총연구비	0.001	1.001	0.007
인력	매칭투자	0.342	1.408	0.306
	박사	-0.005	0.995	0.453
7대20 (기타)	석사	0.033	1.033	0.171
	생산시스템	-0.243	0.784	0.393
	자원환경생태	0.118	1.125	0.665
	생산가공	0.081	1.084	0.738
	유통식품	0.225	1.253	0.409
	바이오	0.340	1.405	0.271
	IBT 융합	0.558	1.747	0.257
문화	0.284	1.328	0.712	
	상수항	-1.321	0.267	0.001
	pseudo_R2	0.053		
	lnL	-1286.6405		

부표 3. 2012년 발생한 SCI 성과 분석결과

SCI_12		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-1.881	0.152	0.000
	2010년 이전 계속	-0.257	0.773	0.007
종료년 (2010)	2011년 종료	1.064	2.898	0.062
	2012년 종료	1.031	2.803	0.074
	2013년 이후	1.211	3.356	0.032
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.146	0.864	0.477
	개발	-0.459	0.632	0.033
	기타	-0.724	0.485	0.218
	실용화 여부	0.295	1.343	0.220
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-0.481	0.618	0.237
	대학	-0.388	0.679	0.174
	대기업	-1.853	0.157	0.008
	중소기업	-1.414	0.243	0.000
	정부부처	-0.339	0.712	0.723
	기타	-1.145	0.318	0.080
참여 기관	기업	-0.174	0.840	0.479
	대학	0.765	2.150	0.000
	국공립/출연연	0.255	1.290	0.143
	외국	0.513	1.670	0.347
	기타	-0.099	0.905	0.644
연구비	총연구비	0.002	1.002	0.000
	매칭투자	0.182	1.200	0.574
인력	박사	-0.005	0.995	0.363
	석사	0.050	1.051	0.026
7대20 (기타)	생산시스템	0.198	1.219	0.493
	자원환경생태	0.440	1.553	0.143
	생산가공	0.436	1.547	0.103
	유통식품	0.668	1.950	0.014
	바이오	0.594	1.811	0.044
	IBT 융합	0.868	2.383	0.042
	문화	0.755	2.127	0.404
	상수항	-2.716	0.066	0.000
pseudo_R2		0.185		
lnL		-812.58112		

부표 4. 3년간 발생한 SCI 성과합 분석결과

SCI_total		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-0.516	0.597	0.002
	2010년 이전 계속	0.077	1.080	0.048
종료년 (2010)	2011년 종료	0.348	1.417	0.090
	2012년 종료	0.880	2.410	0.000
	2013년 이후	0.853	2.348	0.000
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.338	0.713	0.002
	개발	-0.452	0.636	0.000
	기타	-0.600	0.549	0.012
	실용화 여부	-0.524	0.592	0.000
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	0.396	1.486	0.080
	대학	0.620	1.859	0.000
	대기업	-1.590	0.204	0.004
	중소기업	-0.606	0.546	0.005
	정부부처	-1.140	0.320	0.009
	기타	-0.743	0.476	0.054
참여 기관	기업	-0.093	0.911	0.498
	대학	0.405	1.499	0.000
	국공립/출연연	-0.183	0.833	0.061
	외국	0.672	1.958	0.019
	기타	-0.037	0.964	0.769
연구비	총연구비	0.001	1.001	0.000
	매칭투자	0.130	1.139	0.521
인력	박사	-0.009	0.991	0.051
	석사	0.042	1.043	0.007
7대20 (기타)	생산시스템	-0.041	0.960	0.799
	자원환경생태	-0.025	0.975	0.882
	생산가공	-0.137	0.872	0.378
	유통식품	0.083	1.086	0.635
	바이오	0.278	1.321	0.151
	IBT 융합	0.505	1.657	0.100
	문화	0.052	1.053	0.924
상수항		-0.774	0.461	0.001
pseudo_R2		0.075		
lnL		-2499.6168		

부표 5. 2010년 발생한 특허 성과 분석결과

pa_10		coef	irr	p
과제 일반	농진청	0.371	1.449	0.180
	2010년 이전 계속	0.103	1.108	0.046
종료년 (2010)	2011년 종료	0.821	2.273	0.013
	2012년 종료	1.431	4.182	0.000
	2013년 이후	1.012	2.751	0.002
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.505	0.603	0.001
	개발	-0.012	0.988	0.938
	기타	-1.001	0.368	0.013
	실용화 여부	-0.627	0.534	0.003
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	0.473	1.604	0.131
	대학	0.435	1.545	0.011
	대기업	-0.494	0.610	0.395
	중소기업	-0.246	0.782	0.406
	정부부처	-1.645	0.193	0.040
	기타	-0.620	0.538	0.250
참여 기관	기업	-0.018	0.982	0.924
	대학	0.186	1.205	0.162
	국공립/출연연	0.083	1.087	0.537
	외국	0.439	1.550	0.333
	기타	-0.436	0.646	0.022
연구비	총연구비	0.000	1.000	0.206
	매칭투자	0.507	1.660	0.085
인력	박사	-0.014	0.986	0.081
	석사	0.034	1.035	0.118
7대20 (기타)	생산시스템	0.464	1.590	0.031
	자원환경생태	-0.114	0.893	0.648
	생산가공	-0.201	0.818	0.362
	유통식품	0.251	1.286	0.302
	바이오	0.200	1.222	0.491
	IBT융합	-0.008	0.992	0.987
	문화	0.001	1.001	0.999
상수항	-2.571	0.076	0.000	
pseudo_R2		0.050		
lnL		-2499.6168		

부표 6. 2011년 발생한 특허 성과 분석결과

pa_11		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-0.687	0.503	0.018
	2010년 이전 계속	-0.188	0.829	0.028
종료년 (2010)	2011년 종료	0.618	1.855	0.075
	2012년 종료	0.899	2.456	0.010
	2013년 이후	1.319	3.738	0.000
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.318	0.728	0.079
	개발	-0.225	0.798	0.214
	기타	-0.940	0.391	0.029
	실용화 여부	-0.268	0.765	0.288
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	1.373	3.947	0.000
	대학	0.482	1.620	0.021
	대기업	0.399	1.490	0.500
	중소기업	0.350	1.420	0.264
	정부부처	0.611	1.842	0.268
	기타	1.043	2.838	0.022
참여 기관	기업	0.111	1.118	0.592
	대학	-0.039	0.961	0.805
	국공립/출연연	-0.017	0.983	0.918
	외국	-0.037	0.963	0.948
	기타	-0.137	0.872	0.497
연구비	총연구비	0.001	1.001	0.133
	매칭투자	0.098	1.103	0.753
인력	박사	-0.006	0.994	0.369
	석사	0.024	1.024	0.259
7대20 (기타)	생산시스템	0.021	1.021	0.934
	자원환경생태	-0.228	0.796	0.425
	생산가공	-0.653	0.520	0.012
	유통식품	0.250	1.284	0.341
	바이오	0.223	1.250	0.466
	IBT 융합	0.336	1.399	0.494
	문화	-0.348	0.706	0.686
상수항		-1.665	0.189	0.000
pseudo_R2		0.057		
lnL		-1312.2801		

부표 7. 2012년 발생한 특허 성과 분석결과

pa_12		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-0.669	0.512	0.035
	2010년 이전 계속	-0.625	0.535	0.000
종료년 (2010)	2011년 종료	1.832	6.244	0.002
	2012년 종료	1.899	6.679	0.002
	2013년 이후	1.722	5.598	0.004
연구 개발 단계 (기초)	응용	0.346	1.414	0.096
	개발	0.578	1.783	0.005
	기타	0.129	1.138	0.805
	실용화 여부	-0.021	0.980	0.929
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-0.372	0.689	0.332
	대학	-0.218	0.804	0.371
	대기업	-0.632	0.532	0.242
	중소기업	-0.731	0.482	0.034
	정부부처	-0.337	0.714	0.664
	기타	-1.098	0.334	0.102
참여 기관	기업	0.405	1.500	0.056
	대학	0.281	1.324	0.118
	국공립/출연연	0.305	1.357	0.065
	외국	0.986	2.680	0.067
	기타	0.094	1.099	0.659
연구비	총연구비	0.001	1.001	0.000
	매칭투자	0.302	1.353	0.370
인력	박사	-0.013	0.987	0.206
	석사	0.010	1.010	0.668
7대20 (기타)	생산시스템	0.294	1.342	0.245
	자원환경생태	-0.494	0.610	0.114
	생산가공	-0.133	0.876	0.580
	유통식품	0.091	1.096	0.724
	바이오	0.264	1.302	0.373
	IBT융합	0.798	2.220	0.086
	문화	-0.779	0.459	0.489
	상수항	-3.599	0.027	0.000
pseudo_R2		0.113		
lnL		-893.99213		

부표 8. 3년간 발생한 특허 성과합 분석결과

pa_total		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-0.237	0.789	0.194
	2010년 이전 계속	-0.077	0.926	0.070
종료년 (2010)	2011년 종료	0.913	2.492	0.000
	2012년 종료	1.335	3.801	0.000
	2013년 이후	1.267	3.550	0.000
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.325	0.723	0.003
	개발	-0.059	0.943	0.600
	기타	-0.804	0.447	0.003
	실용화 여부	-0.321	0.725	0.026
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	0.883	2.417	0.000
	대학	0.441	1.555	0.000
	대기업	-0.066	0.936	0.860
	중소기업	-0.031	0.970	0.877
	정부부처	-0.109	0.897	0.779
	기타	0.240	1.271	0.439
참여 기관	기업	0.152	1.165	0.241
	대학	0.121	1.129	0.207
	국공립/출연연	0.038	1.039	0.694
	외국	0.337	1.400	0.310
	기타	-0.195	0.823	0.125
연구비	총연구비	0.001	1.001	0.001
	매칭투자	0.197	1.218	0.318
인력	박사	-0.011	0.989	0.028
	석사	0.025	1.025	0.076
7대20 (기타)	생산시스템	0.171	1.186	0.266
	자원환경생태	-0.236	0.790	0.178
	생산가공	-0.389	0.678	0.011
	유통식품	0.197	1.218	0.228
	바이오	0.204	1.226	0.292
	IBT 융합	0.211	1.235	0.507
	문화	-0.209	0.812	0.692
	상수항	-1.316	0.268	0.000
pseudo_R2		0.051		
lnL		-2502.0311		

부표 9. 2010년 발생한 기술이전 성과 분석결과

tec_10		coef	irr	p
과제 일반	농진청	1.444	4.237	0.085
	2010년 이전 계속	0.328	1.388	0.215
종료년 (2010)	2011년 종료	-0.102	0.903	0.881
	2012년 종료	0.404	1.497	0.601
	2013년 이후	0.689	1.992	0.318
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.912	0.402	0.017
	개발	0.329	1.389	0.412
	기타	-3.519	0.030	0.017
	실용화 여부	-0.098	0.907	0.855
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-1.343	0.261	0.200
	대학	-1.655	0.191	0.002
	대기업	-18.013	0.000	0.997
	중소기업	-1.928	0.145	0.091
	정부부처	-36.523	0.000	0.982
	기타	-18.025	0.000	0.996
참여 기관	기업	-0.551	0.576	0.232
	대학	-0.139	0.870	0.700
	국공립/출연연	0.849	2.337	0.018
	외국	0.290	1.336	0.822
	기타	-0.792	0.453	0.113
연구비	총연구비	0.004	1.004	0.000
	매칭투자	-1.075	0.341	0.231
인력	박사	-0.045	0.956	0.068
	석사	0.011	1.011	0.859
7대20 (기타)	생산시스템	-0.910	0.403	0.162
	자원환경생태	-1.741	0.175	0.016
	생산가공	0.023	1.023	0.960
	유통식품	-0.280	0.756	0.701
	바이오	0.622	1.862	0.486
	IBT융합	-17.619	0.000	0.997
	문화	-18.937	0.000	0.998
상수항		-3.613	0.027	0.000
pseudo_R2		0.109		
lnL		-528.66644		

부표 10. 2011년 발생한 기술이전 성과 분석결과

tec_11		coef	irr	p
과제 일반	농진청	0.722	2.058	0.343
	2010년 이전 계속	0.062	1.064	0.777
종료년 (2010)	2011년 종료	1.110	3.035	0.157
	2012년 종료	-0.168	0.845	0.852
	2013년 이후	1.498	4.472	0.059
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.205	0.815	0.573
	개발	0.850	2.340	0.035
	기타	-1.663	0.190	0.154
	실용화 여부	1.054	2.869	0.039
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-2.474	0.084	0.011
	대학	-2.933	0.053	0.000
	대기업	-3.053	0.047	0.056
	중소기업	-2.582	0.076	0.004
	정부부처	-35.186	0.000	0.941
	기타	-3.407	0.033	0.031
참여 기관	기업	-0.285	0.752	0.572
	대학	0.172	1.187	0.621
	국공립/출연연	0.822	2.275	0.013
	외국	1.045	2.842	0.257
	기타	-0.372	0.689	0.399
연구비	총연구비	0.004	1.004	0.000
	매칭투자	1.073	2.926	0.268
인력	박사	-0.090	0.914	0.007
	석사	-0.083	0.920	0.216
7대20 (기타)	생산시스템	0.228	1.256	0.677
	자원환경생태	0.460	1.583	0.395
	생산가공	0.122	1.129	0.776
	유통식품	1.030	2.802	0.059
	바이오	-0.122	0.885	0.868
	IBT 융합	-0.351	0.704	0.810
	문화	0.800	2.225	0.564
상수항		-4.320	0.013	0.000
pseudo_R2		0.109		
lnL		-543.83324		

부표 11. 2012년 발생한 기술이전 성과 분석결과

tec_12		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-1.759	0.172	0.010
	2010년 이전 계속	0.147	1.159	0.380
종료년 (2010)	2011년 종료	1.169	3.218	0.198
	2012년 종료	1.602	4.964	0.083
	2013년 이후	0.707	2.029	0.442
연구 개발 단계 (기초)	응용	0.767	2.153	0.080
	개발	0.939	2.557	0.031
	기타	-0.562	0.570	0.678
	실용화 여부	0.298	1.347	0.553
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-3.353	0.035	0.001
	대학	-1.955	0.142	0.005
	대기업	-5.337	0.005	0.007
	중소기업	-1.963	0.140	0.014
	정부부처	-20.098	0.000	0.970
	기타	-3.231	0.040	0.025
참여 기관	기업	-0.054	0.948	0.913
	대학	-0.261	0.770	0.494
	국공립/출연연	0.932	2.538	0.003
	외국	0.575	1.777	0.529
	기타	-0.124	0.883	0.770
연구비	총연구비	0.002	1.002	0.002
	매칭투자	0.716	2.047	0.365
인력	박사	-0.071	0.931	0.033
	석사	0.054	1.056	0.241
7대20 (기타)	생산시스템	0.396	1.485	0.466
	자원환경생태	0.206	1.229	0.733
	생산가공	1.090	2.975	0.014
	유통식품	0.586	1.796	0.278
	바이오	-0.389	0.678	0.567
	IBT융합	-1.062	0.346	0.402
	문화	-15.280	0.000	0.996
	상수항	-4.013	0.018	0.000
pseudo_R2		0.160		
lnL		-338.46029		

부표 12. 3년간 발생한 기술이전 성과합 분석결과

tec_total		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-0.011	0.989	0.983
	2010년 이전 계속	0.258	1.295	0.081
종료년 (2010)	2011년 종료	0.795	2.214	0.105
	2012년 종료	1.125	3.080	0.032
	2013년 이후	1.069	2.912	0.032
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.448	0.639	0.089
	개발	0.482	1.620	0.075
	기타	-1.992	0.136	0.011
	실용화 여부	0.557	1.745	0.124
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-2.418	0.089	0.000
	대학	-2.086	0.124	0.000
	대기업	-4.183	0.015	0.002
	중소기업	-1.904	0.149	0.001
	정부부처	-32.680	0.000	0.962
	기타	-3.531	0.029	0.001
참여 기관	기업	-0.271	0.763	0.398
	대학	-0.035	0.965	0.885
	국공립/출연연	0.753	2.124	0.001
	외국	0.364	1.439	0.614
	기타	-0.434	0.648	0.172
연구비	총연구비	0.004	1.004	0.000
	매칭투자	0.151	1.163	0.794
인력	박사	-0.058	0.944	0.002
	석사	0.003	1.003	0.938
7대20 (기타)	생산시스템	-0.236	0.790	0.548
	자원환경생태	-0.230	0.794	0.573
	생산가공	0.128	1.136	0.679
	유통식품	0.563	1.756	0.168
	바이오	-0.313	0.732	0.510
	IBT 융합	-1.114	0.328	0.282
	문화	-0.074	0.928	0.950
	상수항	-2.227	0.108	0.001
pseudo_R2		0.067		
lnL		-1068.6937		

부표 13. 2010년 발생한 창업사업화 성과 분석결과

bus_10		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-1.177	0.308	0.335
	2010년 이전 계속	0.194	1.214	0.446
종료년 (2010)	2011년 종료	1.703	5.492	0.242
	2012년 종료	1.759	5.804	0.243
	2013년 이후	0.391	1.478	0.791
연구 개발 단계 (기초)	응용	1.806	6.084	0.070
	개발	1.552	4.719	0.115
	기타	3.235	25.411	0.051
	실용화 여부	1.893	6.638	0.056
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-1.422	0.241	0.220
	대학	0.658	1.932	0.419
	대기업	-0.822	0.439	0.568
	중소기업	0.663	1.940	0.454
	정부부처	-17.951	0.000	0.983
	기타	-0.624	0.536	0.644
참여 기관	기업	-0.548	0.578	0.477
	대학	-1.212	0.298	0.068
	국공립/출연연	-0.243	0.784	0.665
	외국	-16.336	0.000	0.999
	기타	-1.149	0.317	0.145
연구비	총연구비	0.001	1.001	0.398
	매칭투자	3.191	24.315	0.010
인력	박사	0.017	1.017	0.344
	석사	0.038	1.039	0.521
7대20 (기타)	생산시스템	-0.792	0.453	0.388
	자원환경생태	-1.624	0.197	0.146
	생산가공	-19.711	0.000	0.995
	유통식품	-1.526	0.217	0.097
	바이오	-1.439	0.237	0.142
	IBT융합	-21.136	0.000	0.998
	문화	-1.736	0.176	0.509
	상수항	-8.008	0.000	0.000
pseudo_R2		0.251		
lnL		-190.70425		

부표 14. 2011년 발생한 창업사업화 성과 분석결과

bus_11		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-1.792	0.167	0.234
	2010년 이전 계속	0.082	1.085	0.700
종료년 (2010)	2011년 종료	-0.545	0.580	1.000
	2012년 종료	16.756	18900000.000	0.987
	2013년 이후	15.772	7076357.000	0.988
연구 개발 단계 (기초)	응용	2.272	9.699	0.006
	개발	1.209	3.352	0.124
	기타	2.215	9.158	0.154
	실용화 여부	0.643	1.902	0.610
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-0.797	0.451	0.460
	대학	-1.254	0.285	0.152
	대기업	-1.945	0.143	0.179
	중소기업	-0.239	0.787	0.802
	정부부처	-18.732	0.000	0.994
	기타	-2.247	0.106	0.093
참여 기관	기업	-0.427	0.652	0.455
	대학	0.961	2.615	0.092
	국공립/출연연	-0.062	0.940	0.890
	외국	-14.673	0.000	0.997
	기타	1.192	3.295	0.009
연구비	총연구비	0.001	1.001	0.132
	매칭투자	2.120	8.331	0.028
인력	박사	-0.004	0.996	0.913
	석사	-0.066	0.936	0.197
7대20 (기타)	생산시스템	-0.309	0.734	0.665
	자원환경생태	-1.465	0.231	0.125
	생산가공	-1.697	0.183	0.043
	유통식품	-1.522	0.218	0.057
	바이오	-0.872	0.418	0.266
	IBT 융합	-1.121	0.326	0.350
	문화	-18.171	0.000	0.998
상수항	-21.499	0.000	0.983	
pseudo_R2		0.325		
lnL		-173.68072		

부표 15. 3년간 발생한 창업사업화 성과합 분석결과

bus_total		coef	irr	p
과제 일반	농진청	-0.651	0.522	0.400
	2010년 이전 계속	0.111	1.117	0.475
종료년 (2010)	2011년 종료	1.833	6.252	0.123
	2012년 종료	2.407	11.106	0.044
	2013년 이후	1.737	5.680	0.145
연구 개발 단계 (기초)	응용	1.634	5.125	0.004
	개발	1.323	3.755	0.019
	기타	1.926	6.865	0.049
	실용화 여부	1.628	5.094	0.006
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-0.778	0.459	0.289
	대학	-0.146	0.864	0.779
	대기업	-1.138	0.320	0.237
	중소기업	0.438	1.550	0.452
	정부부처	-19.685	0.000	0.998
	기타	0.246	1.279	0.768
참여 기관	기업	-0.042	0.959	0.922
	대학	-0.204	0.816	0.587
	국공립/출연연	0.001	1.001	0.999
	외국	-18.520	0.000	0.999
	기타	0.457	1.580	0.261
연구비	총연구비	0.001	1.001	0.213
	매칭투자	2.139	8.487	0.002
인력	박사	0.009	1.009	0.353
	석사	-0.015	0.985	0.638
7대20 (기타)	생산시스템	-0.589	0.555	0.284
	자원환경생태	-1.317	0.268	0.060
	생산가공	-2.417	0.089	0.001
	유통식품	-1.207	0.299	0.035
	바이오	-1.039	0.354	0.081
	IBT 융합	-2.474	0.084	0.021
	문화	-0.652	0.521	0.680
	상수항	-7.584	0.001	0.000
pseudo_R2		0.225		
lnL		-345.26293		

부표 16. 2010년 발생한 기타 사업화 성과 분석결과

etc_10		coef	irr	p
과제 일반	농진청	4.113	61.116	0.000
	2010년 이전 계속	-0.058	0.944	0.385
종료년 (2010)	2011년 종료	-0.852	0.427	0.005
	2012년 종료	-0.626	0.535	0.047
	2013년 이후	0.049	1.050	0.863
연구 개발 단계 (기초)	응용	-0.052	0.950	0.781
	개발	0.168	1.183	0.405
	기타	-1.079	0.340	0.009
	실용화 여부	0.156	1.169	0.488
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-1.080	0.340	0.043
	대학	-0.644	0.525	0.002
	대기업	-17.613	0.000	0.997
	중소기업	-0.281	0.755	0.496
	정부부처	0.564	1.758	0.227
	기타	-0.272	0.762	0.606
참여 기관	기업	0.280	1.323	0.193
	대학	-0.065	0.937	0.689
	국공립/출연연	0.153	1.165	0.362
	외국	-1.446	0.235	0.066
	기타	0.655	1.925	0.002
연구비	총연구비	-0.001	0.999	0.019
	매칭투자	0.872	2.391	0.052
인력	박사	-0.003	0.997	0.464
	석사	0.027	1.028	0.434
7대20 (기타)	생산시스템	-0.269	0.764	0.399
	자원환경생태	0.279	1.322	0.316
	생산가공	0.405	1.499	0.067
	유통식품	1.014	2.755	0.002
	바이오	-0.379	0.685	0.434
	IBT융합	-1.355	0.258	0.272
	문화	-0.140	0.869	0.883
상수항	-4.216	0.015	0.000	
pseudo_R2		0.090		
lnL		-1453.6302		

부표 17. 2011년 발생한 기타 사업화 성과 분석결과

etc_11		coef	irr	p
과제 일반	농진청	4.019	55.661	0.000
	2010년 이전 계속	-0.030	0.970	0.501
종료년 (2010)	2011년 종료	0.338	1.403	0.150
	2012년 종료	0.162	1.176	0.520
	2013년 이후	0.747	2.111	0.001
연구 개발 단계 (기초)	응용	0.536	1.710	0.000
	개발	0.491	1.634	0.001
	기타	0.307	1.359	0.296
	실용화 여부	-0.762	0.467	0.000
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-1.759	0.172	0.001
	대학	-0.691	0.501	0.000
	대기업	-18.196	0.000	0.998
	중소기업	-0.037	0.964	0.928
	정부부처	-0.950	0.387	0.015
	기타	-0.443	0.642	0.316
참여 기관	기업	-0.212	0.809	0.234
	대학	-0.043	0.958	0.720
	국공립/출연연	0.192	1.211	0.125
	외국	0.175	1.191	0.691
	기타	0.182	1.200	0.270
연구비	총연구비	-0.001	0.999	0.127
	매칭투자	-0.213	0.808	0.597
인력	박사	-0.013	0.987	0.006
	석사	0.125	1.133	0.000
7대20 (기타)	생산시스템	-0.214	0.807	0.391
	자원환경생태	0.116	1.123	0.590
	생산가공	0.166	1.181	0.323
	유통식품	0.287	1.333	0.297
	바이오	-0.437	0.646	0.288
	IBT 융합	-18.907	0.000	0.997
	문화	0.940	2.559	0.089
	상수항	-4.675	0.009	0.000
pseudo_R2		0.124		
lnL		-1927.1771		

부표 18. 3년간 발생한 기타 사업화 성과합 분석결과

etc_total		coef	irr	p
과제 일반	농진청	4.351	77.554	0.000
	2010년 이전 계속	-0.020	0.981	0.135
종료년 (2010)	2011년 종료	0.066	1.068	0.456
	2012년 종료	-0.153	0.858	0.113
	2013년 이후	0.346	1.414	0.000
연구 개발 단계 (기초)	응용	0.128	1.137	0.012
	개발	0.181	1.198	0.001
	기타	-0.141	0.868	0.197
	실용화 여부	-0.198	0.820	0.002
연구 수행 주체 (국공립)	출연연	-0.574	0.564	0.001
	대학	-0.383	0.682	0.000
	대기업	-1.334	0.263	0.085
	중소기업	-0.085	0.918	0.575
	정부부처	-0.009	0.992	0.950
	기타	-0.238	0.789	0.162
참여 기관	기업	0.009	1.009	0.894
	대학	-0.016	0.984	0.720
	국공립/출연연	0.071	1.074	0.123
	외국	-0.138	0.871	0.421
	기타	0.161	1.174	0.010
연구비	총연구비	0.000	1.000	0.039
	매칭투자	0.078	1.082	0.561
인력	박사	-0.004	0.996	0.018
	석사	0.037	1.038	0.000
7대20 (기타)	생산시스템	-0.025	0.976	0.784
	자원환경생태	0.211	1.234	0.008
	생산가공	0.259	1.295	0.000
	유통식품	0.323	1.382	0.001
	바이오	-0.093	0.912	0.527
	IBT 융합	-0.600	0.549	0.142
	문화	0.376	1.456	0.061
	상수항	-3.414	0.033	0.000
pseudo_R2		0.240		
lnL		-3345.7019		

R723 연구자료-1

농식품 R&D 성과 요인 분석과 시사점

등 록 제6-0007호(1979. 5. 25.)

인 쇄 2014. 12.

발 행 2014. 12.

발행인 최세균

발행처 한국농촌경제연구원

130-710 서울특별시 동대문구 회기로 117-3

02-3299-4000 <http://www.krei.re.kr>

인 쇄 세일포커스(주)

전화 02-2275-6894 <http://www.seilfocus.com>

ISBN 978-89-6013-701-1 93520

- 이 책에 실린 내용은 한국농촌경제연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.
 - 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다. 무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.
-