Journal of Korean Society of Industrial and Systems Engineering
https://doi.org/10.11627/jksie.2023.46.3.041

Vol. 46, No. 3 : 41-58, September 2023
ISSN : 2005-0461 / EISSN : 2287-7975

A Study on the Success Factors of National R&D Commercialization in Agriculture

Yeongheon Song · Jungin Lee · Junki Kim · Euiung Hwang · Inyong Eom†

Department of Venture and Start-up, Korea Agriculture Technology Promotion Agency

농업 분야 국가 R&D 기술이전 사업화 성공 요인 분석

송영헌 · 이정인 · 김준기 · 황의웅 · 엄인용†

한국농업기술진흥원 벤처창업본부

This study identifies the commercialization success factors that can be an important indicator for the transfer and commercialization of national R&D results in the agricultural sector. Unlike other industries, the agricultural sector has a non-systematically scaled and processed industrial structure, and R&D is led by government rather than the private sector. Although the quantitative performance of national agricultural R&D, especially the number of patents and publications, has increased rapidly with the quantitative expansion of the government R&D budget, the technology commercialization of the results of agricultural R&D has been accompanied by difficulties for SMEs.

Therefore, this study summarized the success factors for commercialization of state-owned technologies presented in previous studies, and based on them, analysed the success factors for commercialization specific to the agricultural sector. It also conducted a questionnaire survey using Delphi and focus group interviews (FGI) with experts from academia, research and industry, and a survey of agricultural companies to derive success factors for commercialization in the agricultural sector using logistic regression analysis.

As a result, five indicators with positive correlation and three indicators with negative correlation within technology characteristics, suppliers, adopters, policy and market factors were finally derived as key factors for agricultural commercialization. In the future, it is expected that independent factor analysis of the food and seed sectors, which have independent industry characteristics from the agricultural sector, will be needed.

Keywords : Technology Transfer, Commercialization, National R&D, R&D Results, Success Factors

1. 서 론

2021년 우리나라의 총연구개발비는 102조 1,352억 원으로 세계 5위 수준에 이르고 있으며, 이는 2020년 93조 717억 원 대비 636억 원(9.7%)이 증가한 수준에 이르고 있다. 2021년 우리나라 국가연구개발사업 집행액 또한 26조 5,791억 원으로, 2020년 23조 8,803억 원 대비 11.3%가 증가하였다. 2017년부터 5년간의 국가연구개발사업 집행액은 연평균 8.3%가 증가하는 추세로, 농림수산식품분야 역시 2021년 1조 5,851억 원을 집행하는 등 전체 국가연구개발사업 집행액의 6.3%를 차지하는 등 절대로 적지 않은 금액이 투자되고 있는 것으로 파악된다[29, 30].

농업 분야에 대한 연구 개발은 정부 주도적인 연구 개발이 수행되고 있다. 이는 농업 현장이 구조화 및 생산 집

Received 26 July 2023; Finally Revised 23 August 2023; Accepted 24 August 2023
† Corresponding Author : tradehero@koat.or.kr

약화 되어 있지 못하고, 영농주체의 영농조합법인 또는 농업회사법인 등 기업 설립을 통한 가공품 생산을 비롯한 경제적 부가가치를 유발할 수 있는 생산 규모의 확장에 어려움을 겪고 있기 때문이다[4].

농림수산분야 연구개발비는 우리나라 전체 연구개발비의 약 2.1%의 비중을 차지하고 있는데 공공연구기관의 연구개발비 비율이 6.2%이며, 기업체의 연구개발비 비율이 1.2%로서 전기・전자 부문의 공공연구기관 9.8%, 기업체 30.3%의 비중 등 타 분야와 비교하면 공공분야 연구 개발 비중이 확연히 높은 것을 파악할 수 있다[30].

우리나라에서 농업 연구 개발의 주요 수행 주체는 농촌진흥청으로서 분야별 연구 개발을 위한 국립농업과학원, 국립식량과학원, 국립원예특작과학원, 국립축산과학원을 소속기관으로 두고 있다. 또한, 농촌진흥청 연구개발성과의 확산 및 이전, 농산업 벤처 육성을 위한 창업보육, 농기계와 농자재 시험평가, 종자 보급을 위한 한국농업기술진흥원을 산하기관으로 두고 있다. 그뿐만 아니라 농촌진흥청은 연구사업 이외에도 지도사업을 수행하고 있으며, 지역별 도농업기술원 및 농업기술센터 등 지방농촌진흥기관을 활용 및 연계하여 영농현장에 대한 지도를 수행하고 있다.

농촌진흥청에서는 농촌진흥법 제5조에 따라서 10년 주기로 농업과학기술연구개발계획을 수립하고 있으며, 2018년에는 제7차 농업과학기술연구개발계획이 수립되었다. 제7차 농업과학기술연구개발계획에서는 농업연구개발성과 관리의 고도화를 위하여 현장・정책・산업 중심의 연구성과관리체계 구축을 계획하여 현장 애로 기술 발굴 강화 및 1연구실-1변리사제도 등 농업인과 농산업체에 파급력 강한 우수성과를 창출할 수 있도록 추진전략을 구성하였다[33].

앞서 살펴보았듯이 농업 분야 연구 개발은 현장 중심으로 수행되고 있으며, 정부 주도로 수행되고 있는 국가 R&D 특성상 농산업체와 농업인이 그 기술을 활용하는 것이 연구 개발의 첫 번째 목표가 되어야 할 것으로 보인다. 이러한 흐름에서 접근하였을 때 공공기술의 사업화(commercialization)는 기술・시장 요인에 거쳐 많은 제약요건이 존재하고 있다. 기술적 관점에서 접근하여 보았을 때 실험실 내 진행되었던 연구가 대량생산 조건에서는 구현이 되지 않는 경우도 발생하고 있으며, 사업화 관점에서도 원천기술의 사업화를 위한 준비기간이며 추가적인 자금・인력 등 수급이 절실한 기간인 속칭 '죽음의 계곡(death valley)' 역시 기술사업화에 있어 장애가 되는 대표적인 요인으로 볼 수 있다[35].

국가 R&D의 사업화와 관련해서 그 세부적 성공 요인을 분석하기 위한 연구는 전체적인 국가 R&D 기술사업화[2, 10, 11, 15, 27, 31]뿐만 아니라 해양수산[3, 25], 하이테크산업[26] 등 다양한 개별분야에서 진행되어 온 것이 사실이다. 그러나 상기 서술한 국가중심의 농업 연구개발구조로 인하여 이들 사업화 성공 요인에 관한 연구 결과를 그대로 빌려 농업 분야 기술사업화 현장에 적용하기에는 어려움이 뒤따르고 있다.

이 때문에 R&D 성과를 이전받은 농산업체의 기술사업화에 있어 필요한 핵심 성공 요인을 분석하고 기술이전 활성화 및 사업화 성공률 향상을 위한 정책 방향 도출이 필요한바, 본 연구에서는 분야별 특성이 존재하는 식품 분야와 종자 분야를 제외한 비식품 농업 분야의 사업화 성공 요인 파악을 위하여 델파이(Delphi) 및 집단면접조사(Focus Group Interview) 기법을 활용하여 전문가 대상 탐색적 조사를 수행하고, 이를 기반으로 농산업체를 대상 설문지 조사를 통해 최종 지표를 로지스틱 회귀분석(Logistic Regression)을 통해 도출하는 것을 목적으로 한다. 이를 통해 향후 기술이전 및 사업화에 필요한 주요 정책적 요소를 도출하는 데 있어 주요한 이바지를 할 수 있을 것으로 판단된다.

2. 이론적 배경

2.1 농업 R&D의 주요 특징

농업은 인류가 채집에서 식량 생산으로 전환하기 시작한 이래로 혁신이 지속되어 왔다. 하지만 농업 분야의 R&D 체계의 틀이 잡힌 것은 20세기에 들어서 대학 및 연구실 등에서 연구되었던 기술을 최종 수요자인 농업인에게 전달하기 위한 체계에 대한 필요로부터 비롯된 것이다[12].

농업기술에 대한 혁신은 과학기술의 발전뿐만 아니라 기술 영역 간 장벽이 허물어지면서 점차 고도화되고 있다. 기술에 대한 중요성은 이전부터 강조됐으나, 기술에 대한 속성을 경제적인 효과로 접목한 것은 슘페터(J. Schumpeter)로부터 그 개념이 정립되었다. 기술에 대한 정의는 다양하게 내릴 수 있으나, 주로 산업 분야에서 실용적으로 이용되는 과학적인 지식체계로서 정의된다. 또한, 기술은 결과 달성을 위한 불확실성에 대한 감소 수단 또는 정보 탐색 활동의 결과물로 정의될 수 있다[19].

혁신 활동은 혁신 달성을 위하여 수행될 수 있는 모든 종류의 정책, 프로세스, 절차를 수반하며 제도 단위들은 혁신 개발에 전담 자원을 투입하고 참여한다[8]. 이러한 혁신 활동의 주체는 기업을 중심으로 연구됐으나, 이는 국가, 지역 등 다양한 이해관계자를 중심으로 다양하게 확장되고 있다.

이러한 혁신체계는 결국 체계 내에서의 행위자 간의 교류와 협력이 중점이 된다. 농업혁신체계(Agricultural

Innovation System; AIS) 역시 정부 주도의 농업연구체계에서의 변화를 의미한다. 기존 정부 주도 농업 연구체계가 국립 연구기관을 중심으로 한 기술 보급・이전에 따른 일방적 성과를 중심으로 기술혁신이 이루어졌다면, 농업혁신체계 상에서는 행위자 간의 교류에 기반한 혁신체계를 구성한다. 또한, 이는 농업 지식정보체계(Agricultural Knowledge and Information System)와도 대조되는데, 농업 지식정보체계가 단순히 농업 현장에서의 신규 연구 수요 발굴 및 참여에 머물렀다면, 농업혁신체계에서는 농업인이 혁신 주체로서 기능하기 때문이다[21, 37].

농업 분야 R&D는 농업혁신체계의 주요한 축이 되고 있으며, 사회환경적 요인뿐만 아니라 기후변화 및 국내외 작물 재배, 수급 현황 등 다양한 요소에 의하여 그 중점방향이 변화하고 있다. 특히 농업분야 R&D는 타 분야 R&D에 비하여 공공성이 짙은 분야인데, 이는 식량안보로 대표되는 농업 분야 생산성이 농업 R&D의 제1차적 목표가 되기 때문이다[1].

또한, 타 분야의 R&D 성과가 라이선싱 등 형태로 기술이전 되고 있음에 반하여 농업 분야의 R&D 성과는 최종 수요자인 농업인에게 지도(extension)의 형태로 확산하는 형태이다[33].

연구개발 이후 사업화 기간의 측면에서도, 농업 분야에서 활용되는 기술은 다른 R&D 수행 결과에 비해 매출 시현까지 장기간이 소요된다는 특징이 있다. 타 R&D 분야에서 편익 발생까지의 회임기간(gestation period)이 약 3년에서 5년 정도 발생한다고 추정되지만, 농업 R&D의 경우 회임기간이 5년에서 10년까지로 매우 길다. 즉 농업 R&D 결과물에 대한 전유성(appropriability)이 타 분야 R&D 성과에 비하여 떨어진다[22].

따라서 새로운 기술개발로부터 사업화 성공까지의 기간이 길어짐에 따라 민간 영역에서의 농업 분야의 신규기술 개발이 제한적이어서 공공 분야의 연구개발 성과가 주로 활용된다. NTIS(국가과학기술지식정보서비스) 연구개발비활동조사에 따르면, 2015년부터 2017년까지 평균 국가 R&D 지출 중 민간 비중은 78.2%를 차지하였으나 농림식품 분야는 32.9%에 불과한 것으로 분석된다[32].

또한 농업은 1차산업으로서 규모화된 산업화가 진행되어 있지 못한 분야이다. 농촌인구의 고령화 및 인구 감소에 따라서 농업경영체들의 규모 확장과 생산효율 향상에 제약이 생기고 공공으로부터의 농업 R&D 성과에 대한 수용이 제한적이다[13].

또한 이러한 추세에 따라서 농업혁신체계에서의 행위자로서 일부 농업인은 국가연구개발 결과물 수용에는 수동적 태도를 띄지만, 작목별 선도농가에서는 유튜브 및 밴드 등 SNS를 활용하여 더욱 전문성 있고 다양한 농업 신기술에 대한 수요를 가지게 되었다[32].

농업 분야의 R&D는 농업 각각의 요소가 상호 영향을 미치는 구조로 진행된다. 예컨대 도체의 육질을 향상하기 위한 축산 분야의 R&D를 수행한다고 가정한다면 급이를 위한 사료의 구성, 사료의 주재료가 되는 기호성이 높은 작물에 대한 연구개발, 작물의 성장을 증진하기 위한 토양 연구개발 등 다양한 분야의 연구개발을 수반하게 된다.

최근에는 1차 산업을 벗어난 농업 R&D에 대한 수행이 늘어나고 있다. 대표적으로 농업생명과학기술이 그 예시가 될 수 있다. 새로운 유전자원에 대한 확보와 고부가 형질전환 작물에 대한 신규 개발 등 첨단분야 바이오 기술을 기반으로 농업 분야 R&D 수행이 확대되어 가고 있다. 특히 농촌진흥청에서는 “차세대바이오그린21사업(2011~2020)” 등 연구개발사업을 통하여 국가농업생명공학의 연구 기반 조성에 힘쓰고 있다[16].

마지막으로 농업 분야는 시장재(commodities) 뿐만 아니라 시장에서 거래되지 않는 비시장재(noncommodities)를 생산한다. 이를 ‘농업의 다원적 기능’이라고 한다. 예컨대 농촌은 식량의 생산뿐만 아니라 경관 및 사회적 커뮤니티 제공 등 시장가치로 표현되지 않는 다양한 기능을 제공한다. 따라서 농업 R&D의 가치 창출에는 시장가치뿐만 아니라 비시장적인 가치 또한 내포하는 공익적 기능을 가진다[17].

2.2 기술사업화 과정 및 공공기술이전

「기술의 이전 및 사업화 촉진에 관한 법률」에 따르면, 기술사업화는 기술을 이용하여 제품을 개발・생산 또는 판매하거나 그 과정의 관련 기술을 향상하는 것을 말한다[28]. 통상 기업의 기술혁신은 제품혁신과 공정혁신, 서비스혁신 등으로 나눌 수 있으며 연구 개발부터 기술사업화, 제품생산 및 양산체계 단계에 이르기까지에 있어 폭넓게 진행되는데, Cooper et al.[6]은 123개 사의 252개의 제품개발 과정을 분석한 결과 13개의 프로세스로 진행되고 있음을 분석하였다. 특히, 여러 프로세스 중 기업의 제품개발 이전 단계에서의 시장에 대한 사전 분석이 필요함을 강조하였다.

반면 Jolly(1997)는 기술사업화의 과정을 비연속적인 5단계(Subprocess), 4전이(Mobilizing) 이론모형으로 표현하였다. 5단계는 착상(Imaging), 보육(Incubating), 시연(Demonstrating), 촉진(Promoting), 지속(Sustaining)으로 구성되어 있으며 그 사이의 틈을 이익 및 보증 이전(Mobilizing Interest and Endorsement), 자원을 시연하기 위한 이전(Mobilizing Resources for Demonstration), 시장 구성요소에 대한 이전(Mobilizing Market Constituents), 전달을 위한 보완자산 이전(Mobilizing Complementary Assets for Delivery)의 4개의 전이 요소가 보완하고 있다. 즉, 다

섯 단계의 활동에서는 다양한 요인으로부터의 기능적 투입이 필요하며, 각각의 단계는 독립적인 가치 창출 과정을 나타낸다. 반면 전이 활동에서는 기술사업화에 있어 이해관계자에 대한 협력을 통한 만족감을 유발하는 임무를 수행한다[9].

기술사업화는 기업의 자체 연구 개발로 이루어지는 경우도 많지만, 공공연구기관에서 개발된 기술이 이전되어 수행되는 경우 또한 확대되고 있다. 하지만 공공연구기관의 연구자들은 논문 또는 특허와 같은 정량적인 성과 목표를 기반으로 연구를 수행하고 있어 기업의 연구성과 활용에 있어서 어느 정도의 한계점이 존재할 수밖에는 없다. 이길우 등(2013)은 기술이전의 시스템 실패의 주요 원인을 (1) 기술 가치에 대한 인식 차이로 인한 기술이전 기회 상실, (2) 기술이전 행위자(공공연구기관-연구자/이전인력) 간 정보 비대칭으로 인한 기술이전 및 사업화 의욕 부족, (3) 사업화 유망기술에 대한 집중 관리에 의한 기술이전(거래) 시장의 질적 저하, (4) 기술기업 도입과 연구자 간 이해상충 상황의 네 가지 요인으로 나누어 분석하였다[24].

2.3 국가R&D 사업화 성공 요인 분석

기술사업화에 대한 성공 여부는 기업 내재적인 요인뿐만 아니라 외부 환경 등 다양한 변수들에 의하여 달라질 수 있다. 또한, 연구 개발 주체와 대상기업의 유형, 업종 등 다양한 요인이 연구에 고려되어 있어 단일 연구 결과를 쉽게 일반화할 수 없다. 따라서 국가 R&D 성과를 이전받은 중소기업들의 사업화 성공 요인에 대한 선행연구 분석이 필요하다.

Kim et al.[14]은 이분형 로지스틱 회귀모형을 기반으로 공공연구기관 이전 기술의 민간 기술사업화에 대한 실패요인을 분석하였다. 그 결과, 이전 기술에 대한 기업의 추가 기술개발 추진, 대체 기술의 존재, 목표시장 내 불확실성 요인은 기술사업화의 실패 가능성을 증가시킨 것으로 나타났다. 반면, 보완적 기술의 보유 및 기술 공급자와의 협력, 목표시장 규모, 최고경영자의 추진 의지, 이전 기술과의 경력 관련성, 기업의 핵심기술 확보 역량, 자금조달 역량 등 요인은 기술사업화의 실패 가능성을 감소시킨 것으로 나타났다.

Choi and Oh[3]는 해양수산분야의 연구개발사업에 대하여 기술사업화 성공 요인 분석을 음이항 회귀모형을 기초로 분석하였다. 사업화 성과는 종속변수로서 논문, 특허, 기술이전 계약/사업화 건수를 측정하였으며, 독립변수로는 연구 수행기관 유형과 연구비 규모, 민간 투자 비율, 연구 개발 기간, 기술성숙도를 사용하였다. 그 결과 정부출연연구기관에 비해 대학과 기업이 연구 개발 주체일 때 성과 창출에 유의한 영향을 미치는 것으로 활용하였으며, 연구비, 연구 개발 기간 또한 정의 관계를 미치는 것으로 판단되었다. 반면 민간 투자 규모는 사업화에 영향을 미치지 않는 것으로 파악되었고, 기술성숙도 면에서도 응용연구 대비 개발연구가 기술사업화 성과에 크게 이바지하는 것으로 나타났다.

마지막으로, 정부일 · 현병환(2018)은 내용분석 방법을 적용하여 국내 학술논문 데이터베이스를 활용, 기술사업화 성공 요인 문헌 103건에 대한 정보를 추출하였으며 대그룹으로서 기술 공급자 · 기술 도입자 · 기술 특성 · 환경 요인의 네 가지 그룹을 기반으로 12가지의 세부 요인으로 나누어 정리하였다[10].

하지만 위 제시된 선행연구를 그대로 농업 분야의 사업화 성공 요인으로서 적용하기에는 어려움이 따른다. 이는 앞서 살펴본 바와 같이 농업 분야의 R&D 특성이 타 분야와는 구분되는 특성을 띠기 때문이다. 첫째로, 농업 R&D의 성과물에 대한 사업화는 기술 그 자체의 우수성은 물론, 이전받는 농산업체의 적극적 수용 및 활용이 요구된다. 또한 농업 분야는 연구개발 분야의 스펙트럼이 넓으므로 단일 사업화 성공 사례를 배경으로 성공 요인을 일반화할 수는 없다. 마지막으로, 농업 R&D의 연구성과는 정부 주도로 공급되므로 민간의 연구개발 비중이 높은 일반제조업 분야의 사업화 프로세스와는 일부 차이를 보이기 때문이다.

본 연구에서는 위 기술된 문헌을 포함한 선행문헌 조사를 통하여 국가 R&D 사업화 성공 요인 분석을 위한 후보 지표에 대한 분류를 (1) 기술 특성(Technology Characteristics) 요인, (2) 공급자(Suppliers) 요인, (3) 도입자(Adopters) 요인, (4) 정책 및 환경(Policy and Environment) 요인, (5) 시장(Market) 요인으로 나누어 총 29개의 세부 요인을 <Table 1>과 같이 정리하였다.

<Table 1> Success Factors for National R&D Commercialization Based on Prior Research

Categories	Success Factors
(1) Technology Characteristics (6 factors)	Technology linkages and possession of complementary technologies, technology transfer fidelity, technology readiness level (TRL), technology valuation, promotion of informal technology transfer procedures, and clarity of technical information
(2) Suppliers (7 factors)	Technology discovery and development & improvement, R&D personnel, technology transfer organization, R&D concentration, type of research institute, Duration of R&D, and mutual institutional personnel exchange
(3) Adopters (6 factors)	Ability to utilize and accept technology, willingness and capability of top management, cooperation and interaction with technology providers, resource and financing capacity of the firm, motivation for technology transfer, and proximity of technology transfer departments

Categories	Success Factors
(4) Policy & Environment (5 factors)	Intensity of post-transfer commercialization support, availability of policy support, and cultural differences between counterparties, scale of government research funding, and R&D promotion activities
(5) Market (5 factors)	Market size, new market orientation, market attractiveness, industry, and implementation potential

2.4 델파이(Delphi) 기법

전문가를 대상으로 하는 집단면접조사(FGI)는 다양한 이해관계자의 의견을 짧은 시간 내에 정리할 수 있다는 데에는 강점을 지니지만, 조사자의 발언에 대한 기회가 공정하지 못할 가능성이 존재한다. 델파이 기법은 전문가들을 대상으로 간접적인 상호작용을 유도하는 분석 방법이다[7]. 델파이 분석기법에서는 연구자가 구조화된 설문지를 구성하고 이를 설문 대상자에게 배포하고, 응답지에 대한 분석 결과를 피드백 형태로 다시 전달하는 2회 이상의 라운드(round)로 구성된다. 즉, 설문 대상자는 설문지에 대한 전체 응답을 연구자로부터 전달받고 답변 이외에는 다른 응답자로부터 영향을 받지 않기 때문에 자신의 의견표출 기회를 보장받을 수 있는 특성을 보인다. 또한, 일반적인 설문지기법과 마찬가지로 응답이 비실시간으로 이루어질 수 있으므로 응답자의 편의 또한 향상할 수 있다.

델파이 기법에서의 권장되는 분석 대상 패널 크기는 연구목적과 복잡성, 전문가들의 유형에 따라 달라진다. 만약 전문가들이 공통된 분야에 속하며, 연구 주제 또한 설문대상자가 익숙하다면 15～30명가량의 인원이 적절한 것으로 판단된다. 하지만, 특정 논의 주제에 대하여 서로 다른 분야의 이해관계자가 모일 때는 5～10명이 적절한 것으로 판단한다[5].

2.5 로지스틱 회귀분석(Logistic Regression)

본 연구에서는 각각의 사업화 성공 요인이 실질적인 사업화 성공 및 실패에 어떠한 영향을 미치는지를 밝히고자 한다. 따라서 사업화 성공 요인의 도출을 위해서는 각각의 요인에 의한 비연속적인 결괏값을 도출하여야 하므로 선형회귀(linear regression)와는 다른 분석 방법이 요구된다.

로지스틱 회귀분석은 일반적인 회귀분석과는 달리 종속변수가 이분형(0과 1) 변수일 때 사용할 수 있는 분석 방법론이다. 선형회귀와는 달리 결괏값이 이분형 변수이기 때문에 어느 한 값으로 분류하는 방법론으로 볼 수 있으며, 확률적으로 결괏값이 제약된다. 따라서 확률변수의 범위를 0과 1 이내로 제약하기 위하여 시그모이드(sigmoid) 함수를 이용하여 오즈(odds)비를 로짓변환하여 로지스틱 회귀모형이 구성된다. 오즈비는 결괏값이 1일 확률을 그렇지 않을 확률인 결괏값이 0이 확률로 나눈 값으로서 정의될 수 있다.

$$odds = \frac{P(X)}{1-P(X)}$$

$$logit = \log_e(odds) = \frac{e^{\beta_0+\beta_1 x_1+\cdots+\beta_k x_k}}{1+e^{\beta_0+\beta_1 x_1+\cdots+\beta_k x_k}}$$

또한, 로지스틱 회귀분석에서는 회귀분석의 추정에 있어 확률변수를 사용하기 때문에 선형회귀분석의 최소제곱법을 사용하는 것이 아닌 최대우도법(maximum likelihood)을 사용하여 추정한다.

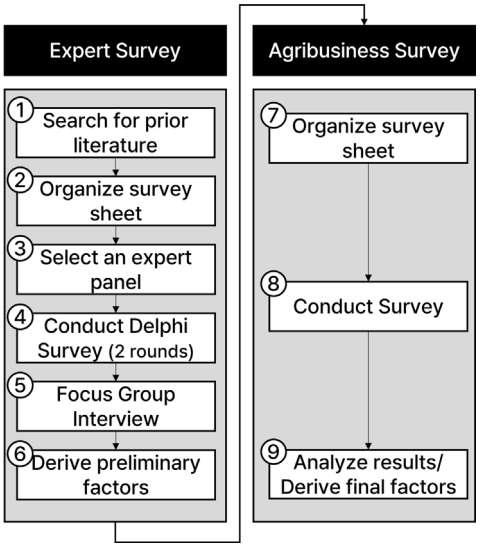
3. 분석 절차 및 방법

3.1 자료수집 대상 및 분석 절차

본 연구에서는 비식품 분야 농업 R&D 기술이전에 대한 사업화 성공 요인 분석을 위하여 <Table 1>에서 제시된 기술사업화 성공 요인 후보 지표를 기반으로 사전적으로 델파이 조사와 심층면접조사를 병행하여 예비 지표를 도출하였다. 델파이 및 심층면접조사는 전문가를 대상으로 수행되었는데, 이는 기존 선행연구에서 제시된 국가 R&D의 사업화 성공 요인인 상기 <Table 1>을 기반으로 농업 분야 국가 R&D 사업화 성공 요인에 대한 예비적 지표를 추출하기 위한 것이다. 또한, 해당 분석이 되는 요인은 일반적인 R&D의 사업화 성공 요인으로서 농업 분야의 특성을 반영하기 위해 델파이 조사 시 각 전문가에 있어 각 범주 내 농업 분야에서 특수하게 고려되어야 할 요소들에 대한 질의 또한 수행되었다.

델파이 및 심층면접조사를 통하여 도출된 예비 지표의 결과를 기반으로 세부 요인별 지표가 문항에 대응될 수 있도록 설문조사를 설계하였다.

예비 지표 도출을 위한 전문가 대상 설문조사 및 면접조사는 비대면으로 진행되었으며, 6인의 학계・연구계・산업계 전문가를 대상으로 조사를 진행하였다. 패널 선정을 위해서 분야별 이해관계를 대변할 수 있는 조사대상자를 선정할 수 있도록 조사 후보자들에 대해서 표본 수집을 진행하였으며, 해당 인원을 대상으로 연구에 참여가 가능한 전문가를 유선 및 전자우편을 활용하여 모집하였다. 그 결과 <Table 2>와 같이 다양한 분야에서 연구를 수행하거나 기술이전 및 사업화 분야에 종사하고 있는 전문가들에 대한 패널 선정이 가능하였다. 이들 패널은 본 연구에서의 설문조사 및 면접조사 과정에 전원이 참여하였다.



<Figure 1> Analysis Procedure

<Table 2> Survey Subject Information

Areas	Subject Biographies
Academia	A - Professor, Animal Science B - Professor, Agricultural Economics
Research	C- Researcher, Technology Commercialization (Government-funded Research Institute) D- Researcher, Technology Commercialization (Public Institution) E- Researcher & Technology Transfer Agent, Technology Commercialization (Public Institution)
Industry	F - Head of a company-affiliated research institute (livestock company)

3.2 델파이 및 FGI 조사

델파이 조사는 총 2회에 거쳐 진행하였으며, 1차 델파이 설문지는 개방형 질문을 중심으로 내용분석을 위한 문항을 설계하였다. 1차 델파이 설문에서는 각 전문가가 설문의 목적과 연구 방향을 인지할 수 있도록 추가적인 관련 내용을 함께 배포하였다.

1차 설문에서 조사한 질문은 (1) 요인 분류에 대한 중요도 조사, (2) 요인별 중요/비중요 세부 요인 선택, (3) 핵심 요인 후보군 상위 10개 항목, (4) 기업 R&D 대비 국가 R&D 성과의 사업화에 필요한 사항, (5) 타 분야 사업화 대비 농식품 분야의 사업화에 필요한 사항에 대한 것이다. 또한, 연구자가 분야별 전문가의 의견을 참고할 수 있도록 질문항목별로 의견 및 근거 작성란을 추가로 작성하였다.

2차 델파이 조사에서는 1차 조사의 결과를 토대로 5개 요인 항목에 대한 21개의 세부요인을 기반으로 중립적인 의견인 0점을 제외한 -2점부터 +2점까지의 4점 리커트(Likert) 척도를 이용하여 세부 요인별 적정성을 조사하였으며, 1차 조사에서 수행되었던 핵심 요인 후보군 상위 10개 항목에 대한 재조사를 수행하였다. 2차 설문 조사지에는 위원별로 취합 받은 1차 설문 응답지를 익명화하여 재구성 후, 설문 대상자가 2차 설문에서 참고할 수 있도록 함께 제공하였다.

2차 설문조사의 결과를 토대로 Microsoft Excel 2019를 이용하여 신뢰도 분석을 위한 Cronbach's alpha 값을 도출한 후, 세부 요인별 평균, 표준편차, 수렴도, 합의도, 안정도, CVR(Content Validity Ratio; 내용타당도) 등 요인을 분석하였다. 전문가집단면접(FGI)에서는 2차 설문조사의 분석 결과를 기반으로 평가위원의 의견이 합의되지 않는 부분에 대한 의견을 청취하고, 최종적으로 세부 요인에 대한 합의를 진행하였다.

Lawshe[18]는 패널 조사에 있어 각 조사항목에 대한 중요도에 대한 일치 여부를 파악하기 위해 CVR(내용타당도) 개념을 제시하였다. CVR은 다음과 같이 계산될 수 있다.

$$CVR = (N_e - (N/2)) \div (N/2)$$

여기서 N은 총 응답 패널 수이며, N_e는 각 항목에 대해 "동의함" 또는 "매우 동의함"으로 응답한 패널 수에 해당한다. 도출된 CVR 수치의 적절성 파악을 위한 유의수준 .05 상 기준은 아래 <Table 3>과 같다.

<Table 3> CVR Minimum Requirements (Lawshe, 1975)

N	5~7	8	9	10	11	12	13	14	15	20	25	30	35
Min (p=.05)	.99	.75	.78	.62	.59	.56	.54	.51	.49	.42	.37	.33	.31

안정도(stability)는 산술평균 대비 표준편차의 비율로 정의되며, 수렴도(convergence)는 사분편차를 이용한다. 또한, 합의도(consensus)는 Q1값과 Q3값의 편차를 중앙값과 비교하여 패널들 사이의 합의 정도를 검증하는 지수를 의미한다[23]. 이들 지표는 아래와 같이 계산될 수 있다.

$$Stability = STDEV \div Avg$$

$$Convergence = (Q_3 - Q_1) \div 2$$

$$Consensus = 1 - (Q_3 - Q_1) \div Mdn$$

2차에 걸친 델파이 설문조사 이후, 델파이 조사내용에 기반을 둔 비식품 분야 농업 R&D의 사업화 성공 요인 후보 지표를 최종 도출하기 위하여 전문가집단면접(FGI)을 하였다. FGI에서는 2차 델파이 조사에서 CVR 값을 기반으로 의견이 합의되지 않은 지표에 대하여 위원별 의견을

상호 교환하여 협의를 끌어 낼 수 있도록 하였으며, 이외에도 농업 현장에서의 기술사업화 과정에 대한 어려움과 국공립 연구기관의 기업 대상 기술이전 및 전주기 지원체계 등에 대하여 의견을 전달받았다.

3.3 농산업체 대상 사업화 성공 요인 조사

최종적인 비식품 분야 국가R&D 기술이전 사업화 성공 요인을 도출하기 위하여 기술이전 농산업체를 대상으로 한 상기 델파이 및 FGI 조사 결과를 활용한 설문지를 작성하였다.

조사 및 분석 대상기업을 확정하기 위하여 한국농업기술진흥원에서 보유하고 있는 2016년부터 2020년까지의 농촌진흥청 국유특허 기술이전 데이터를 활용하여, 비식품 분야 기술을 이전한 기업에 대해 데이터 추출을 진행하였다. 이들 기업을 대상으로 분석 대상 조건에 맞는 특허기술에 대한 분류화를 위하여 이전계약별 농림축수산식품업종분류(소분류 4-digit) 코딩을 진행하였다.

이들 기업을 대상으로 비식품 분야 농업 R&D 기술사업화 성공 요인을 분석하기 위하여 설문 데이터에 기반한 로지스틱 회귀모형을 구성하였으며, (1)전체 요인과 (2)기업 외부요인, (3)기업 대내요인의 세 가지 항목으로 나누어 모형분석을 진행하였다.

기업 외부요인은 (1)기술특성 요인, (2)공급자 요인, (3)정책 및 환경요인으로 구성되며, 기업 대내요인은 도입자 요인으로 구성한 회귀모형을 설계하였다.

로지스틱 회귀분석은 각 변수의 투입 방법을 입력(Enter), 전진선택법(Forward Selection), 후진제거법(Backward Elimination)으로 나눌 수 있는데, 본 연구에서는 전체 변수를 한 번에 투입하여 회귀식을 분석하는 입력 방식과 전체 변수에서 설명력이 낮은 변수를 순차적으로 제거하는 후진제거법의 두 가지 방법을 사용하여 연구 결과를 도출하였다.

4. 분석 결과 및 고찰

4.1 1차 델파이 설문

1차 델파이 설문조사에서는 개방형 질문을 위주로 설문지를 설계하여 전문가 패널을 대상으로 배포하였다. 상기 <Table 1>에서 분석한 다섯 가지 요인 분류에 대하여 중요도를 비교하여 위원별 답변 값에 순위별로 가중치를 부여하여 위원별 의견을 취합하였다. 그 결과 도입자(Adopters) 요인이 가장 중요한 것으로 전문가 사이에는 인식되고 있었으며, 그다음을 시장(Market) 요인, 정책 및 환경(Policy & Environment) 요인, 기술특성(Technology Characteristics) 요인, 공급자(Suppliers) 요인이 뒤따랐다.

이에 대해서는, 같은 기술이라도 실시기업의 역량과 자사 비즈니스에 대한 적합도에 따라 사업화 성공 가능성 및 성과에 대한 차이가 발생할 수 있다는 의견이 그 근거가 될 수 있다. 다만, 도입자 요인 이외에도 시장 상황이 먼저 고려되어야 한다는 의견 또한 존재하였다.

기술특성 요인(Technology Characteristics)에서의 중요 요인과 비중요 요인에 대해 분석한 결과, “기술 연계성 및 보완적 기술의 보유”가 가장 중요한 요인으로 답변한 내용이 가장 많았으며, 이외에도 “기술도입시점의 기술성숙도(TRL)” 및 “기술이전충실도” 또한 중요한 요인으로 답변하였다. 반면, “비공식 기술이전절차의 활성화” 및 “연구개발기간”, “기술평가”의 경우 중요하지 않은 요인으로 평가되었다.

“기술 연계성 및 보완적 기술의 보유” 지표에 대해서는 기업 보유 기술에 따라 이전기술을 연계하여 성과를 낼 수 있는지에 대하여 여부가 중요하다는 의견이 있었으며, “비공식 기술이전절차의 활성화”에 대해서는 비공식적인 기술이전절차는 절차의 간편함은 이끌어낼 수 있지만 차후 문제발생 시 대응이나 사후관리, 전수과정에서의 문제가 발생할 것으로 파악되었다.

공급자 요인(Suppliers)에서는 중요 지표로서 “기술 발굴 및 개발・개량”에 대한 응답이 가장 많았으며, 이외에도 “기술이전 상호기관 인력교류”에 대한 답변 역시 포함되었다. 반면 “연구수행기관 유형”과 “기술이전조직”의 경우 중요하지 않은 요인으로 평가되었는데, “기술이전 상호기관 인력교류”의 경우 비중요 요인으로도 평가받았다.

최근 R&BD에 대한 연구전략 설계가 주요한 정책요인이 되면서 현장 애로사항 도출과 해결책 발견이 연구현장에서도 강조되고 있는 바, 이러한 요인이 응답에 반영된 것으로 판단된다. 반면, 기술도입자의 입장에서는 어느 연구기관에서 개발된 기술인지에 대해서는 자사에서 활용하는데 있어 도움을 주기보다는 기술 그 자체에 대한 특성이 더 큰 영향을 미치는 것으로 파악된다.

도입자 요인(Adopters)에서는 “기술 활용 및 수용 능력”이 중요한 것으로 전원이 응답하였으며, “기술이전 부서의 근접성”에 대해서는 중요하지 않은 지표로 다수가 응답하였다. 이외에도 “기술공급자와 협력 및 교류”에 대해서 중요하지 않다는 의견 또한 존재하였다. 기술도입자에게 있어서 이전받은 기술을 습득하는 능력과 이를 사업화하는 능력은 기술사업화에 있어 중요한 요인으로 인식된다. 선행연구에서 또한 기업부설연구소 보유여부나 기업 CEO의 기술적인 역량에 대하여 사업화 성공 요인 지표로서 분석을 수행한 바 있다[20]. “기술이전 부서의 근접성”에 대해서는 타 요인에 비해 상대적으로 그 중요성이 낮다는 의견이 나타났다.

정책 및 환경요인(Policy & Environment)에 대해서는 “기술이전이후 사업화 지원강도”가 가장 중요한 요인에 대하여 많은 답변을 얻었으며, 이외 “정부연구비 지원규모” 또한 포함되었다. 반면, “거래 당사자 문화적 차이”와 “연구개발 홍보 활동”, “정부연구비 지원규모”에 대해서 중요하지 않다는 응답이 존재하였다. 기술이전기업은 기술이전 이후 양산체계 구축 등을 위하여 추가적인 설비투자와 응용연구가 요구되며, 공정 고도화 등 지원을 통해서 사업화에 대한 전주기체계를 구축하는 것이 기술이전 및 사업화 전략체계에서의 목표이기도 하다. 반면, “거래 당사자 문화적 차이”에 대해서는 공공연구기관의 기술이전 과정에 있어 기술 도입자와 공급자 간에 대면활동을 통한 적극적 개입이 이루어지는 경우는 상대적으로 적기 때문에 그 인식이 상대적으로 중요하지 않은 것으로 파악된다.

시장 요인(Market)에 대해서는 “시장규모”와 “시장매력도”가 중요한 지표로서 응답되었으며, “신규시장지향성”과 “업종”에 대해서는 비중요 요인으로 평가되었다. 기업이 제품이나 용역을 시장에 공급하기 위해서는 생산 이전의 시장경쟁강도와 잠재적 수요발굴전략 수립이 선행되기 마련이다. 따라서 시장에 대한 상황요인이 우선적으로 고려된 것으로 보인다. 반면, “신규시장지향성” 및 “업종”과 같은 지표는 시장의 규모나 경쟁상황에 비해 사업화 성공에 있어서는 주요한 요인으로 판단되지는 않았다.

또한, 설문 응답자로 하여금 비식품 농산업분야의 기술이전 및 사업화 성공에 필요한 10개 요소를 분류와 상관없이 중요도 순으로 응답을 요청하였으며, 선행연구에서는 조사되지 않았으나 설문 응답자의 중요 고려 지표에 대한 응답을 받았다.

그러나 세부요인 이외 설문 응답자가 별도로 기재한 농업 분야 사업화 성공 요인은 수집되지 않았으며 이에 설문 응답 결과를 취합하여 순위별로 항목가중치를 부여하여 위원 응답의 총합을 구하였다. 그 결과 “기술 활용 및 수용 능력”, “기술 발굴 및 개발·개량”, “시장규모” 및 “시장매력도” 등이 중요하게 생각하는 세부요인으로 도출되었다.

또한 기업 내부 R&D 성과물의 사업화와 비교하여 국가 R&D 성과물의 사업화에 필요한 사항을 설문한 결과, 기업은 내부의 핵심역량을 이용하여 스스로 필요하다고 생각하는 기술을 정확하게 목표로 하여 개발을 수행함에 반하여 국가 R&D의 경우 대상 기술을 기업 내에서 사업화할 수 있는지에 대한 여건 파악이 필요하다는 의견이 주를 이루었으며, 기술수요자인 기업을 중심으로 기술거래기관, 투자기관 및 평가기관 등 협력 네트워크 구축과 파트너십이 강화될 때 사업화 여건이 향상 될 것으로 보았다. 우수한 국가 R&D의 성과 확산을 위한 기술 협력과 사업화 지원에 대한 필요성에 대한 의견 또한 제시되었다.

타 분야 사업화 대비 비식품 농산업 분야의 사업화 성공에 필요한 사항에 대해서는 농기계 또는 농자재를 사용하는 비식품 농산업의 목표 시장은 농업법인 또는 농업인에게 있으므로 통상 공산품에 적용되는 온라인 마케팅 전략이 유효하지 않다는 의견이 제시되었다.

이에 농업분야에 차별화된 기업의 마케팅 전략이 요구되며, 그 외에도 정부 지원과 유관기관의 기술 현장적용을 위한 후속기술 개발 지원, 제품 양산시설 구축 및 민간 자본의 투자 확대와 관심이 필요하다는 의견이 제시되었다.

1차 델파이 설문에서는 요인분류별 선호지표와 비선호지표에 대한 조사와 위원별 상위 10개의 선호지표에 대한 조사를 수행하였다. 해당 결과를 취합하여 분석한 결과 <Table 4>와 같이 다섯 개의 요인분류 내 29가지의 세부요인 중 8가지를 축소할 수 있었다. 세부적으로는 기술특성 요인에서 “기술평가”, “비공식 기술이전절차의 활성화”, “연구개발기간”이 해당하였고 공급자 요인에서는 “연구수행기관 유형”이, 도입자 요인의 “기술이전 부서의 근접성”, 정책 및 환경 요인의 “거래 당사자 문화적 차이”, 시장 요인의 “신규시장지향성” 및 “업종”이 해당하였다.

<Table 4> Deleted Factors from the 1st Delphi Survey

Categories	Factors
Technology Characteristics	Technology valuation
	Promotion of informal technology transfer procedures
	Duration of R&D
Suppliers	Type of research institute
Adopters	Proximity of technology transfer departments
Policy & Environment	Cultural differences between counterparties
Market	New market orientation
	Industry

4.2 2차 델파이 설문

2차 델파이 설문조사에서는 리커트 4점 척도(-2점: 매우 부정~2점: 매우 긍정)를 기반으로 1차 설문으로 도출된 5개 분류의 21개 세부 요인을 대상으로 하는 설문지를 설계하였으며, 기존 응답지를 익명화 후 함께 배포하였다. 또한, 1차 설문에서 질의하였던 상위 10개 사업화 성공 세부 요인 항목에 대한 재조사를 수행하였다.

먼저 전체적인 응답의 신뢰도 분석을 위하여 위원별 응답값의 Cronbach’s alpha를 이용하여 평가를 진행하였다. 그 결과 전체 응답값의 신뢰도 계수가 0.879로 나타나고 있어 전체적인 응답에 있어서는 일관성이 있는 것으로 파악되었다.

본 델파이 조사에서는 6명의 위원을 대상으로 조사하였

<Table 5> 2nd Round Delphi Survey Results (n=6)

Categories	Factors	Average	CVR	Convergence	Consensus	Stability
Technology Characteristics	Technology linkages and possession of complementary technologies	3.83	1.00	0.00	1.00	0.10
	Technology transfer fidelity	3.50	1.00	0.50	0.71	0.14
	Technology readiness level (TRL)	3.33	1.00	0.38	0.75	0.14
	Clarity of technical information	3.17	0.67	0.38	0.75	0.22
Suppliers	Technology discovery and development & improvement	3.67	0.67	0.00	1.00	0.20
	R&D personnel	3.00	0.67	0.00	1.00	0.19
	Technology transfer organization	2.83	0.33	0.38	0.75	0.24
	R&D concentration	3.17	0.67	0.38	0.75	0.22
	Mutual institutional personnel exchange	3.17	1.00	0.00	1.00	0.12
Adopters	Ability to utilize and accept technology	4.00	1.00	0.00	1.00	0.00
	Willingness and capability of top management	3.33	1.00	0.38	0.75	0.14
	Cooperation and interaction with technology providers	3.33	0.67	0.00	0.71	0.22
	Resource and financing capacity of the firm	3.67	1.00	0.38	0.81	0.13
	Motivation for technology transfer	3.33	1.00	0.38	0.75	0.14
Policy & Environment	Intensity of post-transfer commercialization support	3.83	1.00	0.00	1.00	0.10
	Availability of policy support	3.67	1.00	0.38	0.81	0.13
	Scale of government research funding	3.17	0.67	0.38	0.75	0.22
	R&D promotion activities	3.00	0.67	0.00	1.00	0.19
Market	Market size	3.83	1.00	0.00	1.00	0.10
	Market attractiveness	3.67	1.00	0.38	0.81	0.13
	Implementation potential	3.33	1.00	0.38	0.75	0.14

으므로 유의수준 .05 하에서 신뢰도 있는 CVR값을 도출하기 위해서는 0.99 이상이 값이 도출되어야 한다. 즉, 한 명이라도 설문에 있어 부정적인 응답을 표출한다면 해당 요인은 0.99보다 낮은 CVR값을 지니게 된다.

설문값의 CVR값과 수렴도, 합의도, 안정도를 분석한 결과 <Table 5>에 따라 수렴도와 합의도, 안정도는 모든 지표에서 적절한 값이 도출되었으나 CVR값에 대해서는 기준인 0.99보다 낮은 8개의 세부지표가 도출되었다. 기술특성 요인에서는 “기술정보의 명확성”이, 공급자 요인에서는 “기술 발굴 및 개발・개량”, “연구개발인력”, “기술이전조직”, “R&D 집중도”의 4개 항목이, 도입자 요인에서는 “기술공급자의 협력 및 교류”가, 정책 및 환경 요인에서는 “정부연구비 지원규모”와 “연구개발 홍보 활동”이 기준치보다 낮은 것으로 확인되었다.

1차 조사에 이어서 비식품 농산업 분야의 기술이전 및 사업화 성공에 필요한 열 가지 세부 요인을 요인 분류와 상관없이 중요도 순으로 재응답을 요청한 결과, “기술 활용 및 수용 능력”, “기술 연계성 및 보완적 기술의 보유”, “시장규모” 및 “시장매력도” 등이 중요하게 생각하는 세부요인으로 도출하였다. 그러나 “기술 발굴 및 개발・개량” 지표의 경우 일부 위원은 매우 중요하게 생각하고 있으나, 일부 위원은 중요하지 않은 요인으로 보고 있어 FGI 내에서의 재검토가 요구되었다.

4.3 전문가 집단면접(FGI)

전문가집단면접에서는 1・2차 델파이 조사 결과를 설문 대상자에게 설명하고 세부지표별 중복여부 및 통합가능성 등을 논의하였다. 특히, 2차 델파이 조사 결과로 도출된 CVR값이 기준보다 낮은 지표에 대하여 위원별 평가의견을 질의하였다.

기술특성 요인을 검토한 결과, 1차 결과를 토대로 판단한 결과 대체적으로 기술 고유 특성에 대하여 세부지표가 충실하게 반영되었으나 “기술정보의 명확성” 세부지표의 경우 “기술이전충실도”와 같은 다른 지표와 그 범위가 유사하거나 개념을 일부 포함하고 있어 조정이 필요한 것으로 도출되었다.

공급자 특성에 대해 살펴본 결과, 본 연구는 비식품 농업 R&D에 대한 연구로서 기술의 사업화주체는 기술수요자로 기술공급자의 역할에 대해서는 어느 정도 한계가 존재할 것으로 보았다. 따라서 “연구개발인력” 및 “R&D 집중도” 등 기술공급자 특성에 대해서는 해당 요인이 기술도입자의 사업화에 있어서는 큰 영향을 끼치지는 못할 것으로 판단된다. 다만 2차 델파이 조사에서 의견이 나뉘었던 “기술 발굴 및 개발・개량” 지표의 경우, 농업 R&D의 특성 상 현장요구기술의 보급이 농촌진흥사업의 주요 목표이므로 R&BD 노력이 반드시 필요하고 이를 위한 기술공급자-기술수요자간 인력교류 역시 큰 도움이 될 것으로 보았다.

도입자 요인에서는 “기술공급자와의 협력 및 교류” 특성이 앞서 살펴본 공급자 요인 상 “기술이전 상호기관 인력교류”와 유사한 지표로 판단되어 하나로 통합되어 관리되어야 할 필요성이 제기되었다.

정책 및 환경 요인에서는 “정부연구비 지원규모” 지표가 해당 요인 내 “기술이전이후 사업화 지원강도” 지표에 포함되는 관계인 것으로 논의되었다. 기술이전 이후 사업화 지원은 기업의 응용연구를 위한 후속 R&D와 자금지원 등 비R&D성 사업으로 나뉘는바 해당 개념을 통합하는 개념이기 때문이다. 또한, “연구개발 홍보 활동” 역시 기술사업화에 있어 기술도입자가 기술공급자로부터 기술이전을 받는 단계에서는 이전대상기술에 대한 탐색 절차가 간소화되기 때문에 중요한 요인이 될 수 있으나, 기술이전 이후의 사업화 성공에 있어서는 주요한 요인이 되지 못하기 때문에 사업화 성공 요인으로서는 부적절한 요인으로 판단되었다.

위와 같은 결과를 토대로 요인 및 세부지표별 적정성 검토를 재수행한 결과, “기술 발굴 및 개발・개량” 지표를 다시 세부요인 지표로 산입하여 <Table 6>과 같이 설문지 작성을 위한 예비 지표로서 5요인 15세부지표가 도출되었다.

<Table 6> Final Preliminary Factors

Categories	Factors
Technology Characteristics	Technology linkages and possession of complementary technologies
	Technology transfer fidelity
	Technology readiness level (TRL)
Suppliers	Technology discovery and development & improvement
	R&D concentration
	Mutual institutional personnel exchange
Adopters	Ability to utilize and accept technology
	Willingness and capability of top management
	Resource and financing capacity of the firm
	Motivation for technology transfer
Policy & Environment	Scale of government research funding
	Availability of policy support
Market	Market size
	Market attractiveness
	Implementation potential

4.4 농산업체 설문기반 로지스틱 회귀분석

농업분야 사업화 성공 요인 분석을 위하여 앞서 살펴본 5요인 15세부지표의 후보 지표를 기반으로 한 설문지 및 요인변수를 설계하였다. 본 설문에서는 총 495개의 농업분야 국유특허 기술이전 기업에 설문지를 배포하였으며, 이 중 152건(30.7%)에 대한 응답이 수집되었다. 이 중 조사 대상에 포함되지 않는 응답 등 2건의 불용 데이터를 삭제하여, 150건의 응답 데이터를 기반으로 분야별 사업화 성공률 및 사업화 성공 요인에 대하여 분석하였다.

앞서 살펴본 바와 같이 농업분야 R&D 성과물은 도출 후 매출을 시현하기까지 회임기간이 긴 특징을 가진다. 그뿐만 아니라 농업분야는 축산, 식량, 기계류 등 다양한 형태의 산업 형태를 포함하고 있으며 최근에는 유전체 분석 및 분자육종 등 첨단 영역에까지 그 영역이 확장되었다. 이에 따라 사업화 성공에 대한 정의 역시 각 분야마다 차이가 있기 때문에 농업분야에서 공통적으로 사용할 수 있는 개념을 확립하는 데에는 추가적인 논의가 필요하다. 이들 요인으로 인하여 한국농업기술진흥원에서는 ‘기술사업화 성공률’의 정의에 대해 기술이전 계약 건 중 그 기술을 이용하여 제품을 생산・판매함으로서 수익(매출)이 발생한 계약 건의 비율로서 정의하고 있다[34].

한편, 통계청의 기업생멸행정통계에 따르면, 2020년 중소기업의 5년 생존율은 33.8%, 7년 생존율은 25.1%로 국가 농업R&D 성과물을 이전받은 기업이 대다수 중소기업인 점을 감안한다면 기술이전 이후 사업화 성과 파악을 세분화하기에는 다소 어려움이 발생할 것으로 예상된다[36]. 따라서 본 연구에서는 다양한 농업의 세부분야와 분석대상 집단의 제약으로 인하여 ‘사업화 성공’을 시장에 재화 또는 용역을 출시하여 사업화 대상의 매출을 시현한 것을 기준으로 판단하였다.

150건의 데이터를 기반으로 분야별 사업화 성공률을 도출한 결과, 57건의 데이터가 성공하여 전체적으로는 38%의 사업화 성공률을 보이는 것으로 추정하였다. 해당 데이터를 <Table 7>에 제시된 바와 같이 농림축수산식품업종분류를 기준으로 크게 다섯 가지의 분류로 나누었다. 그 결과, 작물재배업(011)이 25%(성공 1, 실패 3), 축산업(012)이 40%(성공 6, 실패 9), 농산물 가공품 제조업; 식료품 제외(021)가 27%(성공 7, 실패 19), 농산물 가공 외 농업관련 제조업(022)이 40%(성공 40, 실패 59), 농업 관련 서비스업이 50%(성공 3, 실패 3)의 사업화 성공률을 보였다.

<Table 7> Distribution of Industries Surveyed

Code	Classification	Failure	Success	Rate
011	Growing of Crops	3	1	25%
012	Animal Production	9	6	40%
021	Manufacture of processed agricultural products (exclude foodstuffs)	19	7	27%
022	Agricultural manufacture (exclude agricultural processing)	59	40	40%
023	Support activities for agriculture	3	3	50%
Total		93	57	38%

해당 설문조사에서에서는 <Table 8>과 같이 예비조사에서 도출된 지표를 세분화하여 5가지 요인에 대한 30개의 변수를 사용하여 사업화 성공 요인을 분석하고자 하였다. 각 요인에 대하여 지원여부를 묻는 변수에 대해서는 "예" 또는 "아니오"로 응답받는 이항척도로 구성하였으며, 각 요인의 중요도를 묻는 변수에 대해서는 5점 리커트 척도로 설문항목을 구성하였다.

<Table 8> Descriptive Statistics of Variables

Categories	Variables	Type	AVG	STDEV
Dependent Variable	Commercialization success	Binomial scale (Y/N)	0.38	0.487
Technology Characteristics	Technology relevance	Likert scale (5-point)	3.75	0.891
	Technology applicability		3.72	0.942
	Technology transfer satisfaction		3.72	0.868
	Technology readiness level (TRL)		3.18	1.188
Suppliers	Technology transfer timeliness		3.73	0.866
	Technology transfer Sufficiency		3.65	0.876
	Technology transfer information exchange		3.58	0.964
	Technology transfer personnel exchange		1.91	1.206
Adopters	Technology Acceptance of top management		3.66	0.826
	R&D personnel technology acceptance ability		3.51	0.896
	R&D environment level		3.45	0.824
	Management's willingness for commercialization		3.98	0.823
	Management's commercialization capability		3.79	0.877
	Key business personnel		3.16	0.891
	Financing capability		2.93	0.984
	Market intelligence		3.11	0.949
	Public relations process		3.24	0.932
	Inter-institutional information exchange		3.05	0.850
Policy & Environment	Follow-up R&D support	Binomial scale (Y/N)	0.81	0.391
	Process advancement support		0.80	0.401
	Investment and financing support		0.74	0.440
	Manpower support		0.77	0.424
	Certification support		0.75	0.436
	Consultancy support		0.78	0.416
	Procurement support		0.75	0.433
	Regulatory innovation policy	Likert scale (5-point)	2.75	0.971
	Human resource development policy		2.72	0.977
	Funding policy		2.50	1.002
Market	Market size		3.15	1.064
	Market attractiveness		3.37	0.986
	Business implementation potential		3.60	0.941

먼저 전체 요인에 대한 입력 방식으로의 회귀모형 진단 결과, <Table 9>와 같이 회귀모형의 X^2값은 65.726, 유의확률은 <.001으로 기저모형에 비하여 요인들을 포함한 회귀모형의 설명력이 높았으며, Cox-Snell R^2값은 0.355로 도출되었다. 또한, Hosmer-Lemeshow 검정을 수행한 결과 유의확률이 0.110으로 도출되어 귀무가설을 기각하지 않았으므로 적합도는 수용 가능하다.

<Table 9> Model Test (All factors, Input)

Test type	Chi-square	D.F.	p
Chi-square	65.726	31	<.001
Hosmer-Lemeshow	13.057	8	.110

<Table 10>은 전체 요인에 대한 로지스틱 회귀모형 검정 결과를 나타내고 있는데, 이전받은 기술에 대한 기술성숙도와 기술공급자에게 있어 기술개발의 적시성, 기술이전 기관간 상호교류, 기술이전기업에 대한 인력지원은 정(+)의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 반면, 기술이전기업에 대한 투자 및 융자 지원여부와 기술사업화 제품의 진출예정시장 규모에 대해서는 통계적으로 유의한 수준에서 부(-)의 관계를 갖는 것으로 분석되었다.

또한 모든 독립변수에서 통계적으로 유의하지 않은 변수를 로그우도함수($-2\ln L_m$)를 이용, 단계적으로 제거하는 후진제거법(backward eliminiation)을 이용한 회귀모형 진단을 수행하였다. 후진제거법 외 변수 선택방법으로 전진선택법(forward selection) 등이 있으나, 다중공선성은 줄이면서 예비 지표 중 가장 많은 요인변수를 도출하기 위하여 후진제거법을 사용하였다. 그 결과 총 24단계를 거쳐 8개의 변수가 선택되었으며, 나머지 24개의 변수가 회귀식에서 제거되었다. 후진제거법으로 도출된 최종 회귀모형은 <Table 11>과 같이 X^2 값이 46.133, 유의확률은 <.001으로 도출되어 기저모형에 비하여 회귀모형의 설명력이 높았으며, Cox-Snell R^2값은 0.265로 계산되었다.

<Table 12>와 같이 후진제거법을 활용한 전체 요인에 대한 회귀모형 검정 결과를 살펴보면 이전기술에 대한 기술성숙도와 기술공급자에게 있어 기술개발의 적시성, 기술이전 기관간 상호교류, 기술이전기업에 대한 인력지원은 정(+)의 상관관계를 갖는 것으로 나타났다. 반면, 기술사업화 제품의 진출예정시장 규모에 대해서는 통계적으로 유의한 수준에서 부(-)의 관계를 갖는 것으로 분석되었다.

<Table 10> Regression Model (All factors, Input)

Categories	Variables	B	S.E.	Wald	p	Exp(B)
Technology Characteristics	Technology relevance	0.166	0.456	0.133	0.716	1.181
	Technology applicability	-0.068	0.465	0.021	0.884	0.935
	Technology transfer satisfaction	0.412	0.441	0.873	0.350	1.510
	Technology readiness level (TRL)	**1.073**	**0.260**	**16.973**	**0.000*** **	**2.923**
Suppliers	**Technology transfer timeliness**	**1.463**	**0.665**	**4.836**	**0.028***	**4.320**
	Technology transfer Sufficiency	-0.929	0.610	2.320	0.128	0.395
	Technology transfer information exchange	-0.781	0.409	3.641	0.056	0.458
	Technology transfer personnel exchange	**0.493**	**0.250**	**3.872**	**0.049***	**1.637**
Adopters	Technology Acceptance of top management	-0.865	0.538	2.580	0.108	0.421
	R&D personnel technology acceptance ability	0.284	0.495	0.328	0.567	1.328
	R&D environment level	0.666	0.490	1.848	0.174	1.947
	Management's willingness for commercialization	0.761	0.545	1.947	0.163	2.141
	Management's commercialization capability	-0.105	0.507	0.043	0.836	0.900
	Key business personnel	0.502	0.405	1.535	0.215	1.652
	Financing capability	-0.230	0.365	0.395	0.529	0.795
	Market intelligence	-0.601	0.378	2.528	0.112	0.548
	Public relations process	0.421	0.427	0.972	0.324	1.523
	Inter-institutional information exchange	-0.277	0.495	0.314	0.575	0.758
Policy & Environment	Follow-up R&D support	-0.137	1.187	0.013	0.908	0.872
	Process advancement support	2.700	1.632	2.736	0.098	14.883
	Investment and financing support	**-5.778**	**2.431**	**5.648**	**0.017***	**0.003**
	Manpower support	**2.575**	**1.292**	**3.976**	**0.046***	**13.137**
	Certification support	2.361	1.797	1.726	0.189	10.599
	Consultancy support	-1.740	1.738	1.002	0.317	0.175
	Procurement support	0.644	1.752	0.135	0.713	1.904
	Regulatory innovation policy	-0.732	0.608	1.450	0.228	0.481
	Human resource development policy	0.575	0.531	1.175	0.278	1.777
	Funding policy	-0.075	0.500	0.023	0.880	0.927
Market	**Market size**	**-0.649**	**0.317**	**4.196**	**0.041***	**0.523**
	Market attractiveness	-0.225	0.438	0.264	0.607	0.798
	Business implementation potential	-0.078	0.434	0.032	0.858	0.925
Constant		-5.539	1.696	10.660	0.001	0.004

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

<Table 11> Model test (All factors, Backward Elimination)

Test type	Chi-square	D.F.	p
Chi-square	46.133	8	<.001
Hosmer-Lemeshow	7.893	8	.444

다음으로는 기업의 외부요인에 대한 사업화 성공 요인 파악을 위한 회귀모형을 분석하였다. 전체 요인에 대한 입력 방식으로의 회귀모형은 <Table 13>와 같이 X^2값은 56.259, 유의확률은 <.001으로 나타났으며, 후진제거법을 사용한 모형의 X^2값은 46.133, 유의확률은 <.001으로 나타나 회귀모형의 설명력이 높았다. 두 모형의 Cox-snell R^2 값은 각각 0.313과 0.265로, Hosmer-lemeshow 검정 수행 결과 유의확률이 각각 0.403과 0.444로 도출되어 귀무가설을 기각하지 않았으므로 적합도는 수용 가능한 정도였다.

<Table 12> Regression Model (All factors, Backward eliminiation)

Categories	Variables	B	S.E.	Wald	p	Exp(B)
Technology Characteristics	**Technology readiness level (TRL)**	**1.022**	**0.216**	**22.472**	**<.001*****	**2.778**
Suppliers	**Technology transfer timeliness**	**1.46**	**0.511**	**8.171**	**0.004****	**4.307**
	Technology transfer Sufficiency	-0.834	0.495	2.838	0.092	0.434
	Technology transfer information exchange	-0.505	0.301	2.805	0.094	0.604
	Technology transfer personnel exchange	**0.423**	**0.201**	**4.418**	**0.036***	**1.527**
Adopters	Investment and financing support	-1.518	0.842	3.252	0.071	0.219
	Manpower support	**1.726**	**0.88**	**3.846**	**0.05***	**5.617**
Policy & Environment	**Market size**	**-0.547**	**0.22**	**6.149**	**0.013***	**0.579**
Constant		-3.822	1.209	9.994	0.002	0.022

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

<Table 13> Model test (External factors)

Model	Test type	Chi-square	D.F.	p
Input	Chi-square	56.259	21	<.001
	Hosmer-Lemeshow	8.322	8	0.403
Backward elimination	Chi-square	46.133	8	<.001
	Hosmer-Lemeshow	7.893	8	0.444

기업 외부요인을 기반으로 한 로지스틱 회귀분석 결과인 <Table 14> 및 <Table 15>를 살펴보면 입력 방식의 모델에서는 이전기술의 기술성숙도와 기술공급자의 기술개발의 적시성은 정(+)의 상관관계를 보였다. 반면, 기술공급자의 기술이전 충분성과 기술이전기업의 투자 및 융자 지원여부에 대해서는 통계적으로 유의한 수준에서 부(-)의 관계를 갖는 것으로 분석되었다.

<Table 14> Regression model (External factors, Input)

Categories	Variables	B	S.E.	Wald	p	Exp(B)
Technology Characteristics	Technology relevance	-0.053	0.406	0.017	0.896	0.948
	Technology applicability	0.053	0.403	0.017	0.895	1.055
	Technology transfer satisfaction	0.558	0.403	1.913	0.167	1.747
	Technology readiness level (TRL)	**1.002**	**0.247**	**16.395**	**0.000*****	**2.723**
Suppliers	**Technology transfer timeliness**	**1.638**	**0.571**	**8.240**	**0.004****	**5.146**
	Technology transfer Sufficiency	**-1.120**	**0.550**	**4.154**	**0.042***	**0.326**
	Technology transfer information exchange	-0.563	0.351	2.578	0.108	0.569
	Technology transfer personnel exchange	0.421	0.222	3.601	0.058	1.523
Policy & Environment	Follow-up R&D support	0.126	1.144	0.012	0.912	1.134
	Process advancement support	1.775	1.489	1.421	0.233	5.899
	Investment and financing support	**-4.503**	**2.111**	**4.552**	**0.033***	**0.011**
	Manpower support	1.707	1.210	1.990	0.158	5.511
	Certification support	1.703	1.583	1.158	0.282	5.488
	Consultancy support	-0.990	1.568	0.399	0.528	0.371
	Procurement support	0.866	1.608	0.290	0.590	2.377
	Regulatory innovation policy	-0.589	0.529	1.240	0.265	0.555
	Human resource development policy	0.289	0.478	0.366	0.545	1.335
	Funding policy	-0.046	0.457	0.010	0.919	0.955
Market	Market size	-0.533	0.297	3.215	0.073	0.587
	Market attractiveness	-0.284	0.388	0.534	0.465	0.753
	Business implementation potential	0.146	0.363	0.162	0.688	1.157
Constant		-4.389	1.411	9.677	0.002	0.012

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

<Table 15> Regression Model (External Factors, Backward Elimination)

Categories	Variables	B	S.E.	Wald	p	Exp(B)
Technology Characteristics	**Technology readiness level (TRL)**	**1.022**	**0.216**	**22.472**	**0.000*****	**2.778**
Suppliers	**Technology transfer timeliness**	**1.460**	**0.511**	**8.171**	**0.004****	**4.307**
	Technology transfer Sufficiency	-0.834	0.495	2.838	0.092	0.434
	Technology transfer information exchange	-0.505	0.301	2.805	0.094	0.604
	Technology transfer personnel exchange	**0.423**	**0.201**	**4.418**	**0.036***	**1.527**
Policy & Environment	Investment and financing support	-1.518	0.842	3.252	0.071	0.219
	Manpower support	**1.726**	**0.880**	**3.846**	**0.050***	**5.617**
Market	Market size	-0.547	0.220	6.149	0.013	0.579
Constant		-3.822	1.209	9.994	0.002	0.022

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

후진제거법을 활용한 모델에서는 이전기술의 기술성숙도와 기술공급자의 기술개발의 적시성, 기술이전기관간 인력교류, 기술이전기업에 대한 인력 지원여부에 대해서 통계적으로 유의한 수준에서 정(+)의 상관관계를 갖는 것으로 파악되었다.

기업 외부요인 기반 분석에서는 기술개발기관에서 제공하는 기술의 기술성숙도가 가장 유의한 것으로 드러나 기술수요자의 추가 개발이 적게 소요되고 산업에 쉽게 접목될 수 있는 기술 개발이 중요하다는 것을 보였다. 기술개발의 적시성 역시 정의 관계를 띄는 것으로 분석되어 정부기관에서 농업현장과 소비자 동향을 면밀히 분석하여 실질수요와 연계될 수 있는 기술개발이 요구된다. 기술공급자의 기술개발 충분성에 대해서는 음의 상관관계를 가져 기술이전 사업화 성공 기업으로서는 국립연구기관의 기술을 그대로 산업현장에 이용하기에는 만족스럽지 못한 것으로 볼 수 있다.

마지막으로 기업의 대내요인에 대한 사업화 성공 요인 분석을 위한 로지스틱 회귀모형에서는 전체 요인에 대한 입력 방식으로의 회귀모형은 X^2값은 12.425, 유의확률은 0.258로 나타났으며, 후진제거법을 사용한 모형의 X^2값은 8.935, 유의확률은 0.003으로 나타나 후진제거법 활용 회귀모형의 설명력은 높았다.

두 모형의 Cox-snell R^2 값은 각각 0.079와 0.058로 도출되었으며, Hosmer-lemeshow 검정 결과 <Table 16>과 같이 유의확률이 각각 0.283과 0.925로 도출되어 귀무가설을 기각하지 않았으므로 적합도는 수용가능한 정도였다.

<Table 16> Model Test (Internal factors)

Model	Test type	Chi-square	D.F.	p
Input	Chi-square	12.425	10	0.258
	Hosmer-Lemeshow	9.753	8	0.283
Backward elimination	Chi-square	8.935	1	0.003
	Hosmer-Lemeshow	0.157	2	0.925

기업의 대내요인에 대한 로지스틱 회귀분석 결과, <Table 17> 및 <Table 18>과 같이 경영자의 사업화 의지에 대해서만 정(+)의 상관관계가 나타났다.

<Table 17> Regression Model (Internal factors, Input)

Categories	Variables	B	S.E.	Wald	p	Exp(B)
Adopters	Technology Acceptance of top management	-0.420	0.401	1.098	0.295	0.657
	R&D personnel technology acceptance ability	0.245	0.332	0.547	0.460	1.278
	R&D environment level	0.339	0.350	0.935	0.334	1.403
	Management's willingness for commercialization	**0.839**	**0.377**	**4.960**	**0.026***	**2.313**
	Management's commercialization capability	-0.162	0.361	0.202	0.653	0.851
	Key business personnel	0.086	0.306	0.079	0.779	1.090
	Financing capability	-0.154	0.251	0.374	0.541	0.858
	Market intelligence	-0.122	0.265	0.211	0.646	0.885
	Public relations process	-0.013	0.302	0.002	0.967	0.987
	Inter-institutional information exchange	-0.079	0.340	0.055	0.815	0.924
Constant		-2.910	1.103	6.957	0.008	0.054

*p<0.05, **p<0.01, ***p<0.001.

<Table 18> Regression Model (Internal factors, Backward elimination)

Categories	Variables	B	S.E.	Wald	p	Exp(B)
Adopters	**Management's willingness for commercialization**	**0.662**	**0.235**	**7.952**	**0.005****	**1.939**
Constant		-3.164	0.978	10.471	0.001	0.042

$^{*}p<0.05$, $^{**}p<0.01$, $^{***}p<0.001$.

<Table 19> Success Factors of Agricultural R&D Commercialization

Categories	All factors		External		Internal	
	Input	Backward Elimination	Input	Backward Elimination	Input	Backward Elimination
positive(+) correlation	Technology readiness level (TRL)		Technology readiness level (TRL)	Technology readiness level (TRL)	Management's willingness for commercialization	
	Technology transfer timeliness			Technology transfer timeliness		
	Technology transfer personnel exchange		Technology transfer timeliness	Technology transfer personnel exchange		
	Manpower support			Manpower support		
negative(-) correlation	Investment and financing support	Market size	Technology transfer Sufficiency			
	Market size		Investment and financing support			

본 설문의 주요 대상이 농업분야 국가R&D 기술을 이전받아 사업화하고자 하는 중소 농산업체임을 감안한다면 기업경영의 전략을 수립하고 자사의 사업부문을 정하는 데에는 경영자의 노력이 다른 유형의 기업보다 중요할 것으로 판단된다.

더욱이, 본 설문조사 대상의 종사자규모를 조사한 결과 2인 이상 5인 미만이 전체의 44%(66건)를 차지하였으며, 50인 이상의 기업은 6.7%(10건)에 불과하여 국유특허의 기술이전을 허여받아 이를 사업화하기 위해서는 소기업에서는 경영자의 사업화 의지 없이는 기술사업화가 어려울 것이다.

이상의 분석 결과를 상관관계 요인별로 정리한 도표는 <Table 19>와 같다.

5. 결 론

본 연구에서는 로지스틱 회귀분석을 통하여 비식품분야의 국가R&D 기술이전 사업화 성공 요인을 분석하고자 하였으며, 기술사업화에 대한 '성공'을 이전 기술을 활용한 재화 또는 용역의 매출액 시현으로 보고 이를 종속변수로 한 회귀모형을 구축하였다. 기존의 공공분야 기술사업화 성공 요인 분석에서는 총 연구개발비, 도출 논문 및 특허 수 등 공공연구기관의 R&D 과제의 정량적 투입변수를 이용한 분석을 이용하여 사업화의 성공여부를 판별하였기 때문에 기술수요자에 대한 접근이 어려워 그 한계가 있었다[3, 31]. 더욱이 수요자가 다변화되어 있어 기술수용에 대한 스펙트럼이 넓은 농업환경의 특징 상, 공급자 측면뿐만 아니라 도입자에 대한 분석이 필요하다.

또한, 기존 사례연구는 적은 사례의 기업에 대한 정성적 분석으로 인해 산업별 특성을 반영하기 어렵다는 특징을 지니며, 여러 연구사례에 대한 횡단연구 또한 농업 분야의 특징을 대표할 수는 없다[10, 26]. 따라서 농업 분야의 특성에 맞는 국가 R&D 사업화 성공 요인에 대한 분석이 요구된다.

본 연구에서의 분석 결과 정(+)의 상관관계를 갖는 요인으로 기술성숙도와 기술이전 적시성, 기술이전 인력교류, 인력 지원여부, 경영자의 사업화 의지 5개 요인이 파악되었으며, 부(-)의 상관관계를 갖는 요인으로는 투자 및 융자 지원여부, 기술이전 충분성, 시장규모의 3개 요인이 도출되었다.

정의 상관관계의 요인으로는 앞서 살펴본 바와 같이 기술성숙도가 가장 유효한 것으로 파악되어 기술이전 시 상용화가 가능한 단계까지 개발되는 것이 중요하며, 기술완성도를 높여 기술이전기업이 추가적인 연구개발을 수행하는데 소요되는 기간을 줄이는 것이 사업화 성공을 위한 유효한 전략이 될 것이다. 또한 기술이전 사업화 성공기업에서는 국가연구기관의 기술개발에 대한 적시성에 대해서는 만족하는 경향을 보였으나 충분성에 대해서는 부의 상관관계가 보이는 것으로 드러나 국립연구기관에서의 농산업체 요구 기술에 대한 현장수요 발굴과 공동 연구개발에

대한 필요성이 드러난다.

기술이전 인력교류 역시 정의 상관관계를 보이는 것으로 분석되었는데, 기술이전 이후 기술 개발 연구자와 기술이전수행기관의 적극적인 사업화 현황파악과 상용화를 위한 도움이 요구될 것으로 보인다. 연구기관에서의 기술이전 대상기업에 대한 정기적 지도 및 전수가 수행되더라도 이미 종료된 연구과제에 대한 추가 업무 부담이 생길 수 있으므로, 기술이전기업으로의 일방적 기술이전보다는 실용화를 위한 추가적인 후속 연구개발과제 수행을 통하여 상호간 협력관계를 지속 유지할 필요가 있다. 예컨대, 산업통상자원부와 한국산업기술진흥원 또한 “범부처연계형 기술사업화 이어달리기 사업”을 통하여 국가 R&D 과제 성과물의 활용을 촉진하고, 후속 실용화 단계의 연구과제 비용을 지원함으로써 개발기술이 실험실 규모(lab-scale)에서 구현되는 것이 아닌 실제 생산체계를 통한 상용화가 진행될 수 있도록 도움을 주고 있다.

이외에도 인력 지원여부에 대해서는 정의 상관관계가, 투자 및 융자 지원여부에 대해서는 음의 상관관계를 띄는 것으로 파악되었는데 이는 농산업체에서의 연구개발 및 제품생산 인프라 구축에 대한 어려움을 보여주는 것으로 파악된다. 하이테크 분야의 사업화와 비교하면 기술이전 연계 사업화 추진의지는 공통된 성공요인으로 볼 수 있지만, 하이테크 산업에서는 기술이전 전담 조직의 역량이 중요 요인으로 나타나 인력 지원이 정의 상관관계로 도출된 본 연구의 결과와 비교된다[26]. 이는 농자재 및 농기계 등 다양한 농업의 주변산업에서 요구하는 인력 지원문제와 대응되며, 관련하여 농림수산식품교육문화정보원에서는 ‘농산업 취창업캠프’ 및 일자리 매칭지원 등을 통하여 농업 전공 우수 인력에 대한 농업 현장 인력난 해소를 위한 사업을 운영하고 있다.

또한 투자 및 융자 지원에 대해서는 음의 상관관계가 도출되었는데, 이는 해당 지원이 기술이전 기업에 있어 불필요한 것이 아니라 기업이 국유기술을 사업화하였을 때 성공할 확률이 높은 기업은 투자 및 융자사업의 수혜를 받지 않더라도 이미 재무 기반이 구축되고 동사에 이미 다른 제품군이 판매중인 경우가 많음을 드러내는 것으로 판단된다.

시장규모 지표는 부의 상관관계를 보였는데, 이는 선행연구에서 시장규모가 강한 정의 상관관계를 보이는 것과 대조적인 결과를 나타낸다[31]. 통상 특정제품 수요가 증가하여 시장 규모가 확대되면 소비자 수요가 공급에 비해 높은 시장 확대 초기 상황에서는 제품공급을 통한 매출 시현이 어렵지 않으나 이후 대규모 생산설비를 갖춘 선도업체에서 생산 인프라와 가격경쟁력을 강화하고, 기존 제품의 단점을 개량한 제품을 시장에 출시하면서 당해 시장에 대한 진입 후발주자의 제품수요는 자연히 감소하므로 이러한 결과가 도출된 것으로 보인다. 시장 진입을 위한 마케팅 역량에 대해서도 농업기자재의 경우 일반적인 공산품의 판매 경로와는 달리 농협 계통구매 등 도소매 경로에 대한 확연한 차이가 있기 때문에 오프라인 위주의 마케팅 전략 수립을 필요로 한다.

기업의 대내요인과 관련해서는 무엇보다도 농산업체의 경영자의 이전기술 사업화 의지가 중요한 요인으로 파악되며, 보다 상세한 요인 파악을 위하여 국가R&D 성과물의 기술이전 이후 미실시되고 있는 이전계약에 대한 세부적인 미실시사유 파악이 필요할 것으로 전망된다.

기술이전기업의 국유특허의 기술이전과 사업화에 있어서도 경영자의 전략수립에 기반한 시장수요에 맞는 적절한 기술의 빠른 사업화가 필요하여, 국가연구개발기관에서는 이러한 시장수요를 기반으로 한 수요자 중심형 R&D 체계에 대한 구축이 더욱 요구된다.

본 연구를 통하여 국가연구기관의 R&D 산출물인 비식품 농업분야 기술에 대한 이전 이후 사업화 성공 요인에 대하여 상기에서 살펴본 바와 같이 분석할 수 있었다.

그러나 본 연구는 다음과 같은 한계점을 지닌다. 첫째는 농업 분야 내 세부적인 업종에 대한 시장환경 차이를 고려하지 못했다는 점이다. 예컨대 같은 농업분야에서도 농자재 산업과 농기계 산업은 시장에서 목표로 하는 고객층과 전후방 산업 등에서 큰 차이를 보인다. 또한, 해당 시장에 진입하기 위한 장벽과 구축하여야 하는 제조설비 투자금액 등 다양한 부분에서 차이점이 존재한다. 따라서 식품이나 종자, 종묘 등 농업 내 산업평균과 큰 편차를 보이는 경우 별도의 분리된 조사가 필요할 것으로 생각한다.

둘째로는 보다 넓은 범위의 전문가 확보가 필요하다. 대학 및 연구개발기관, 기술이전 전담기관 등 전문가를 대상으로 기술이전 성공을 위한 지표를 조사하였으나, 실제 기술을 이전받는 농산업체에서 느끼는 애로사항과 성공 요인에 대한 추가적인 조사가 필요할 것으로 보인다. 따라서 기업별 연구개발 담당자 및 대표자 등 면담을 통하여 기술이전 및 사업화 성공률의 개선을 위한 인터뷰 등 질적 자료를 구축하여 이에 기반한 추가적인 검토가 필요할 것으로 판단된다. 마지막으로는 사업화에 대한 성공기준을 매출액 시현으로 규정하고 본 연구를 진행하였지만, 기업이나 산업별 법규제 및 정책적 요인으로 인하여 사업화 소요기간에 차이가 존재하기 때문에 이러한 기준을 모든 분야에 적용하기는 힘들다. 이에 따라 설문지 내 항목에 사업화 준비기간과 연차별 매출액 및 영업이익률 등 세부항목에 대한 조사가 보완되어야 할 필요가 있다. 향후 연구에서는 다양한 세부분야의 특성이 반영된 국가R&D 사업화 성공 요인 및 성공률 향상 방안에 대한 지속적인 연구가 수행되어야 할 것으로 전망한다.

Acknowledgement

This paper is an extended version of the work "Exploring the Factors Affecting Commercialization in National R&D Technology Transfer: Focusing on Non-Food Agriculture Sector" presented at the Fall Conference of the Korea Society of Innovation in 2022.

This work was carried out with the support of “A study of Improvement for Agri. R&D Success Ratio of Commercialization (Project No. RS-2022-RD010152)” Rural Development Administration, Republic of Korea.

References

[1] Alston, J.M., The benefits from agricultural research and development, innovation, and productivity growth, *OECD Food, Agriculture and Fisheries Papers, No. 31*, OECD Publishing, 2010, Paris, pp. 1-27.

[2] Bong, K.H., Shin, Y.M., and Park, J.M., Do Firms’ Efforts Matter? An Innovation Mechanism in Public Technology Commercialization, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 2020, Vol. 69, No. 6, pp. 2987-2996.

[3] Choi, S.S. and Oh, I.H., A Study on Analysis of Success Factors for the Commercialization of National R&D -Focusing on Marine Research & Development Programs-, *Ocean Policy Research*, 2017, Vol. 32, No. 1, pp. 1-31.

[4] Choi, Y.H. and Lim, J.H., Agricultural corporation system and operation status, *Basic research report of Korea Rural Economic Research Institute*, 2019, pp. 1-71.

[5] Clayton, M.J., Delphi: A technique to harness expert opinion for critical decision making tasks in education, *Educational Psychology*, 1997, Vol. 17, No. 4, pp. 373-386.

[6] Cooper, R. G., and Kleinschmidt, E. J., An investigation into the new product process: Steps, deficiencies, and impact, *Journal of Product Innovation Management*, 1986, Vol. 3, No. 2, pp. 71-85.

[7] Fink-Hafner, D., Dagen, T., Doušak, M., Novak, M., and Hafner-Fink, M., Delphi Method: Strengths and Weaknesses, *Advances in Methodology and Statistics*, 2019, Vol. 2, pp. 1-19.

[8] Hong, S.G., An Exploratory Study on the National Science and Technology Innovation Strategies in Response to the Paradigm Shift in Technological Innovation, *STEPI Policy Studies 2016-18*, 2016, pp. 1-59.

[9] Jolly, V.K., *Commercializing New Technologies: Getting From Mind To Market*, Harvard Business Press, 1997, pp. 1-410.

[10] Jung, B.I. and Hyun, B.W., Analysis of Success factors of Technology Transfer and Commercialization through Systematic Literature Review, *Asia-pacific Journal of Multimedia Services Convergent with Art, Humanities, and Sociology*, 2018, Vol. 8, No. 1, pp. 79-90.

[11] Jung, M.J., Lee, Y.B., and Lee, H.S., Classifying and prioritizing the success and failure factors of technology commercialization of public R&D in South Korea: using classification tree analysis, *The Journal of Technology Transfer*, 2015, Vol. 4., pp. 877-898.

[12] Kalaitzandonakes, N., Carayannis, E. G., Grigoroudis, E., and Rozakis, S., *Introduction: innovation and technology transfer in agriculture. From Agriscience to Agribusiness: Theories, Policies and Practices in Technology Transfer and Commercialization*, 2018, pp. 1-10.

[13] Kim, W., Kim, H.K., Yu, Y.S., Noh, J.J., and Chae, Y.W., Analysis on Determinants of Acceptance Intention of New Agricultural Technology: Using Innovation Resistance Model, *Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, 2019, Vol. 20, No, 2, pp. 190-199.

[14] Kim, Y.J., Ahn, S.G., Kim, J.H., and Shin, S.W., An Analysis of Factors Leading into the Failed Commercialization After the Technology Transfer from Public R&D to Private Enterprises, *KISTEP Research Report 2015-011*, 2015, pp. 1-158.

[15] Kim, Y.J., Shin, S.W., and Oh, J.M, Analyzing factors for failure of commercialization of patented technologies transferred from public research institutes, *Proceedings of the Korea Technology Innovation Society 2014 Fall Conference*, 2014, pp. 461-474.

[16] KISTEP, 2014 Business Plan Appropriateness Review Report - Next Generation Biogreen 21 Project, 2015.

[17] Kwon, O.S., The economic and public value of agricultural R&D, *Science and Technology Policy*, 2013, Vol. 23, No. 1, pp. 19-29.

[18] Lawshe, C.H., A Quantitative Approach to Content Validity, *Personnel Psychology*, 1975, Vol. 28, pp. 563-575.

[19] Lee, H.S. and Yi, C.G., New Discussion of the Conceptual Definition of Technology Innovation, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 2021, Vol. 24, No. 4, pp. 777-798.

[20] Lee, J.M. and Jung, S.Y., An Empirical Study on the

Determinants of Technology Commercialization in Korean SMEs, *Proceedings of the Korea Technology Innovation Society 2011 Fall Conference*, 2011, pp. 175-184.

[21] Lee, J.R., Park, D.B., Lim, Y.H., Choo, S.J., Park, E.J., Lee, C.S., Kwon, G.S., Kim, B.M., and Yang, H.J., Evolution and Selection of the Agricultural Innovation System: Cross-national Comparative Study, *STEPI Policy Studies 2016-10*, 2016, pp. 1-204.

[22] Lee, J.R., Understanding the future of agricultural R&D and our choices, *Science and Technology Policy*, 2013, Vol. 23, No. 1, pp. 4-18.

[23] Lee, J.S., Research Methods 21: The Delphi Method, Press of Education Sciences, 2001, Seoul, pp. 1-140.

[24] Lee, K.W., Jung, D.D., Jeon, Y.J., Song, J.M., Yoon, J.H., and Lee, B.R., A Study on Improving Strategies for the Technology Transfer and Commercialization of National R&D in Korea, *KISTEP Research Report 2013-025*, 2013, pp. 1-186.

[25] Lee, Y.K. and Lim, J.G., An Analysis of Critical Success Factors in Commercialization of R&D Outcomes in Ocean Science and Technology －Through Application of Dual Qualitative Research Methodologies－, *Ocean and Polar Research*, 2012, Vol. 34, No. 3, pp. 349-364.

[26] Lim, I.J., Lee, S.M., and Lee, J.H., A Study on the Success Factors of Technology Transfer and Commercialization in the High-Technology Industry: Collaboration between KETI and Probe Card Company, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 2014, Vol. 17, No. 3, pp. 490-518.

[27] Min, J.W. and Kim, Y.J., A Study of Success Factors in Public Technology Transfer: The Implications of Licensee's Motivation, *The Journal of Intellectual Property*, 2015, Vol. 10, No. 2, pp. 225-256.

[28] MOTIE, Technology Transfer And Commercialization Promotion Act, Act No. 17524, Oct. 20, 2020.

[29] MSIT and KISTEP, 2021 National Research and Development Project Survey and Analysis Report, 2022.

[30] MSIT, KISTEP and KOITA, Survey of Research and Development in Korea, 2021, 2023.

[31] Park, J.O., Youn, S.J., and Park B.S., Commercialization Success Factors of Transfer Technology from Public R&D and Enhancing Performance, *Journal of Korea Technology Innovation Society*, 2015, Vol. 18, No.1, pp. 28-48.

[32] Park, J.Y., Lee, M.K., and Kim, B.Y., Agritech innovation, How to make it happen, *Agricultural Outlook 2020 Korea*, 2020, pp. 203-223.

[33] RDA, 7th Mid- and Long-Term R&D Plan for Agricultural Science and Technology (2018-2027), 2018.

[34] RDA, Technology commercialization and concept of commercialization success rate, https://www.rda.go.kr/middlePopOpenPopNongsaroDBView.do?pageNum=2&no=1087, 2023.

[35] Sohn, S.J., Lim, C.Y., Lee, J.C., and Lee. A.J., C&BD Approach for Enhancing Technology Commercialization of Public Research Organizations (PROs), *STEPI Policy Studies 2015-14*, 2015, pp. 1-101.

[36] Statistics Korea, Business Demography Statistics, 2021.

[37] The World Bank, Agricultural innovation systems: An investment sourcebook, The World Bank, 2012, Washington DC, pp. 1-684.

ORCID

Yeongheon Song | http://orcid.org/0000-0002-7579-1113
Jungin Lee | http://orcid.org/0009-0004-4105-4002
Junki Kim | http://orcid.org/0009-0005-0702-5096
Euiung Hwang | http://orcid.org/0009-0007-0873-6492
Inyong Eom | http://orcid.org/0009-0002-0884-637X