

논문 2025-3-9 <http://dx.doi.org/10.29056/jsav.2025.09.09>

국내 농업의 디지털 전환 추진 전략 연구 - 제주도 감귤 농업 중심 -

배두환*, 진희채**, 이상묵*, 김도현*†

A Study of Korea Agricultural Digital Transformation Promotion Strategy Focused on Citrus Farming in Jeju Island

Doo-hwan Bae*, Heui-chae Jin**, Sang-Mook Lee*, Do-Hyeun Kim*†

요 약

디지털 기술의 발전은 농업의 생산성과 효율성을 높이고 지속 가능한 발전을 촉진하는 중요한 역할을 한다. 본 논문은 구체적인 농업의 디지털 전환을 추진하고 체계적으로 접근하기 위해 감귤 중심으로 농업 현황 분석, 문제점 분석, 주요 과제 도출, 핵심 과제 도출하여 단계별 농업 디지털 전환 로드맵을 제시한다. 이를 통해 농업의 디지털 전환을 성공적으로 끌어내고 지역 경제의 활성화와 지속 가능한 발전을 도모한다. 디지털 전환을 통해 제주도를 비롯한 한국 농업은 더 혁신적이고 지속 가능한 발전을 이루게 될 것이다.

Abstract

The advancement of digital technology plays a crucial role in enhancing agricultural productivity and efficiency while promoting sustainable development. This study aims to systematically approach the digital transformation of Jeju Island's agriculture by analyzing the current status, identifying problems, deriving alternative tasks, extracting key tasks, and drafting a roadmap to present concrete implementation strategies. Through this, the digital transformation of Jeju Island's agriculture will be successfully achieved, promoting the revitalization of the local economy and sustainable development. With digital transformation, Jeju Island's agriculture will achieve more innovative and sustainable growth.

한글키워드 : 제주도, 농업, 디지털 전환, 4차산업혁명, 감귤

keywords : Jeju Island, Agriculture, Digital Transformation, Fourth Industrial Revolution, Mandarin Orange

1. 서 론

오늘날 1차 산업의 디지털 전환은 4차산업혁

명 시대에 필수적인 과제로 대두되고 있다. 디지털 기술의 발전은 1차 산업의 생산성과 효율성을 높이고, 지속 가능한 발전을 촉진하는 데 중요한

* 제주대학교

** 백석대학교

† 교신저자: 김도현(kimdh@jejunu.ac.kr)

접수일자: 2025.08.03. 심사완료: 2025.08.28.

게재확정: 2025.09.20.

역할을 한다[1]. 이에 4차산업혁명 시대에 농업 분야의 지속적인 발전을 위해 농업 현황 분석, 문제점 분석, 주요 과제 도출, 핵심 과제 도출하여 단계별 농업 디지털 전환 로드맵 등의 체계적 농업의 디지털 전환 추진 방법을 제시한다.

본 논문에서는 이러한 농업의 디지털 전환 추진 방법을 토대로, 농업 현황 분석 단계에서 국내 농업의 디지털 전환 현황을 분석하고, 농업의 현황을 파악하여 주요 문제점과 개선점을 도출한다. 이를 위해 제주 감귤 농업 중심으로 농업 생산 및 유통 구조를 분석하고, 각 분야의 현황을 구체적으로 파악한다.

다음으로, 국내 농업 문제점 분석 단계에서는 농업의 디지털 전환 과정에서 발생하는 문제점을 심층적으로 분석한다. 이를 위해 제주지역 농업 실무자들과의 간담회 및 현장 방문을 통해 현장의 목소리를 반영하고, 실질적인 문제 해결 방안을 도출한다. 이어 문제점 분석 결과를 바탕으로 주요 과제를 도출하고, 평가를 통해 우선순위를 정한다. 이를 통해 효과적인 디지털 전환 방안을 모색하고, 제주 농업에 적용할 수 있는 구체적인 실행 계획을 수립한다.

마지막으로, 감귤 중심의 국내 농업 디지털 전환 로드맵을 제시하기 위해 주요 과제를 종합적으로 평가하고, 적용할 기술과 수행 전략을 로드맵으로 구성한다. 이를 통해 제주도 농업의 디지털 전환을 체계적으로 추진할 수 있는 계획을 마련한다.

본 논문은 이러한 체계적인 국내 농업 디지털 전환 추진 방법을 제시하고, 이를 통해 농업의 디지털 전환을 성공적으로 끌어내고, 제주지역 경제의 활성화와 지속 가능한 발전을 도모한다. 제주 농업 디지털 전환의 추진 전략은 그림 1과 같다.

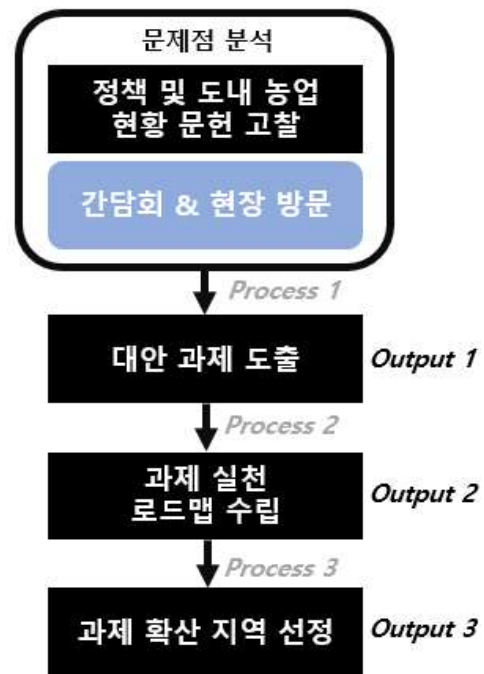


그림 1. 감귤 중심의 국내 농업 디지털 전환 추진 전략

Fig 1. A Strategic Roadmap for the Digital Transformation of Korea's Agriculture: A Citrus-Centered Approach

2. 디지털 전환을 위한 국내 농업의 현황

2.1 농업의 디지털 전환 요구

디지털 전환(Digital Transformation, DX)은 빅데이터, 인공지능(AI), 사물인터넷(IoT) 등의 디지털 기술을 이용해 업무 프로세스를 개선하고, 제품과 서비스, 비즈니스 모델을 전환하며, 조직 문화와 기업 풍토를 개혁해 경쟁 우위를 확보하는 것을 말한다[1].

지역산업의 생산성 향상, 기업규모 제약 극복, 거래비용 절감, 세계 시장 접근성 제고 등으로 디지털 전환이 가속화되고 있다. 디지털 전환은 기존 비즈니스의 프로세스와 기반을 전환하고 새로운 비즈니스 모델을 창출하며 사회 과제를 해

결해 패러다임 전환을 실현한다[2].

일본의 노무라종합연구소는 DX 1.0(기존 비즈니스 프로세스 전환), DX 2.0(새로운 비즈니스 모델 창출), DX 3.0(사회 과제 해결)으로 디지털 전환을 정의했다. 우리나라의 디지털 정책은 전산화, 정보화, 지능 정보화 단계를 거쳐 디지털 심화 단계로 진화하고 있으며, 디지털 전략과 디지털 플랫폼 정부를 추진하고 있다. 디지털 전환은 농업, 축산업, 수산업에도 영향을 미치며, 효율성과 생산성 향상을 위한 중요한 도구로 인식되고 있다[3].

2.2 국내 농업의 디지털 전환 현황

농업에서는 기후 변화, 노동력 부족 등의 문제를 해결하기 위해 자동화 시스템과 데이터 기반 정밀 농업이 필수적 요소로 부상하고 있다. 농업 선진국에서는 드론, 자율주행 농기계 등의 자동화된 장비가 도입되어 농업 현장을 실시간으로 모니터링하고 원격으로 작업을 제어할 수 있게 되었으며, 기온, 토양, 습도, 병해충 예측 등의 환경 데이터를 실시간으로 수집하고 분석해 더 정확하고 빠른 의사결정이 가능해졌다[4].

농림축산식품부는 2024년 디지털 전환 계획을 발표하고, 스마트팜 확산, 농업 데이터 플랫폼 구축, 스마트 기계 보급 등을 목표로 하고 있다[5]. 현재 노지 재배 작물에도 디지털 기술이 적용되고 있으며, 작황 예측, 방제, 관수 기술 등의 적용을 확대하기 위해 지속적인 연구 개발이 진행 중이다. 농촌진흥청은 제8차 농업 과학기술 중장기 연구 개발 계획을 통해 지능형 농업 기술 확산, 농업 자동화, 디지털화를 목표로 하고 있으며, 빅데이터 기반의 농업 혁신을 추진하고 있다[6].

2.3 제주 농업의 디지털 전환 현황

현 제주 농업의 디지털 전환 실태는 농림축산식품부, 농촌진흥청, 도청 등에서 수집한 데이터

를 통합하여 서비스를 제공하는 수준이며, 현장 순회 설명회를 통해 농업인들에게 디지털 전환 사업의 주요 내용을 설명하고 있는 정도다. 따라서 제주 농업이 디지털 전환 수준을 한 단계 더 높이기 위해서는 IoT, 딥러닝, 머신러닝, 인공지능 기술을 이용해 데이터를 분석하고, 이를 농기계, 자동 로봇, 무인 드론 등과 연계해 스마트 1차 산업을 가시화할 필요가 있다[7].

제주도 노지작물 생산 분야의 주요 현안은 생산성 증대, 생산비 절감, 품질향상이다. 생산비 절감의 중요 요소는 인건비 절감과 투입 요소의 적기, 적소, 적량 투입이다. 이를 위해 기온, 토양 수분, 강우 등을 센서로 측정하고, 환경 정보, 생육 정보, 병해충 예찰 정보를 실시간으로 수집하여 처방해야 한다. 인건비 절감 방안으로는 원격 제어장치, 자율주행 농기계, 드론 등을 이용하며, 품질향상을 위해서는 생육 진단, 병해충 자료를 수집·분석하여 자동으로 조절할 수 있는 기술 개발·보급이 필요하다[8].

3. 국내 농업의 문제점 고찰

– 제주도 감귤 중심

3.1 체계적 문헌적 문제 고찰

국내 농업은 고령화, 인건비 상승, 탄소중립 정책, 화학비료 절감 확대, 농업 기술 발전 부족, 기후 변화, 수확 시기 예측 어려움, 과수 선별 작업 비효율성, 공급 과잉 문제 등 다양한 문제에 직면해 있다. 고령화로 인해 젊은 농업 인력의 부족, 농촌 인구 감소, 농촌 공동체 붕괴, 농지 유희화 등이 발생하고 있으며, 이는 제주 농업의 지속 가능성을 위협한다[9-11].

노동력 부족으로 인한 인건비 상승은 외국인 계절근로자 감소, 최저임금 인상, 고령화 심화 등으로 인해 농가 경영의 어려움을 가중하고 있다.

탄소중립 정책 또한 기후 변화 대응과 지속할 수 있는 미래를 위한 필수 과제지만, 농가의 생산비 증가와 기술 도입의 어려움을 초래하고 있다. 화학비료 사용을 줄이는 과정에서 토양 비옥도 저하 등의 문제가 발생할 수 있다[12, 13].

현재 농업의 비중은 점차 줄어들고 성장률 또한 둔화하고 있으며, 특히 제주도의 경우 감귤 산업은 시장 개방과 과잉생산 등의 문제로 경쟁력을 잃어가고 있다. 이러한 상황에서 농촌 인구의 고령화와 기후 변화에 대응하기 위해 ICT와 농업의 융합, 데이터 수집 확대, 정밀 재배를 위한 농업 생산 데이터 확보 및 개방, 클라우드 기반 플랫폼과 오픈 포맷, 메타데이터 도출 및 분석 서비스 개발 등의 디지털 농업 촉진 전략이 요구된다. 다만, 농업의 디지털 기술 발전은 디지털 기술 이용의 어려움, 초기 투자 비용 부담 등의 문제를 초래할 수 있다[14].

3.2 경험적 문제 접근 및 고찰

농업의 경험적 문제를 제주도 실무자 간담회와 현장 방문을 통해 취득하였다. 특히 서귀포시 남원읍에 소재한 감귤 농장의 하우스 감귤과 노지 감귤밭 현장 방문을 통해 감귤 산업 디지털 전환 현황과 문제점을 확인할 수 있었다.



그림 2. 제주 감귤 하우스 내 센서와 데이터 수집
Fig 2. Sensor Deployment and Data Collection in Citrus Greenhouses in Jeju

감귤 산업은 크게 노지와 하우스 감귤로 나눌 수 있는데, 이중 디지털 전환을 피하기 쉬운 것은 하우스 감귤이다. 하우스는 폐쇄된 공간이기에 IoT 장비, 드론, 자동화 장비 등을 설치하거나 운영하기에 적합하지만, 노지는 개방된 환경이라 이러한 기술을 설치 및 유지하는 것이 더 어렵고 비용이 많이 든다. 이와 같은 감귤밭 디지털 전환의 문제점은 디지털 전환 장비 구매에 있어서 비용 문제, 수집한 데이터 이용성에 관한 문제, 투자 대비 감귤 품질 및 향상에 관한 실용성 문제, 지자체나 주변 농업인 교류의 부재 문제 등이 있다. 간담회와 현장 방문을 통한 제주 농업 문제점을 표 1에 정리한다.

표 1. 경험적 제주도 감귤 농업 문제 고찰
Table 1. Empirical Analysis of Issues Facing Citrus Farming in Jeju Province

번호	문제점	문제 고찰
1	유통	- 운송 및 적재 과정에서 감귤의 파손 - 운송 시 품질 저하 및 높은 배송비 - 물류비 해결을 위한 대책 필요
2	육종	제주 고유의 감귤 육종 시급
3	가격	한철 일제 수확으로 인한 가격 폭락
4	노동력	- 노지 및 하우스 관리 인력 필요 - 무인 방제기의 높은 가격으로 인한 도입 어려움, 노지 받은 인력 필수 - 수확 철 노동력 집중 현상으로 인력 및 인건비 관리에 어려움이 있음
5	디지털 데이터 이용	디지털 전환 데이터 이해 및 실제 이용에 어려움이 있음. 이를 해결하기 위한 추가 교육 및 지원이 필요함
6	감귤 생산	고품질 귤 생산을 위한 표준 메뉴얼 확립 필요
7	기후 위기 문제	- 감귤 생산량과 품질이 기후에 크게 영향을 받으며, 디지털 전환이 이를 해결할 수 있으리라는 기대가 있음 - 기후 변화로 인해 새로운 질병 증가

8	당도 우선	감귤 재배 시 당도에만 집중하는 경향이 심화해 품종 다양화에 어려움이 있고, 전체적인 감귤 성분 밸런스에 문제가 발생하고 있음
9	디지털 전환의 현실성	- 감귤은 생육 주기가 길어 디지털 기술 도입이 어려운 경향이 있음. 특히 노지 밭의 경우 고르지 못한 토양과 수목 구성으로 인해 디지털 장비 이용 어려움. 즉, 디지털 전환 이전에 노지 감귤밭은 사전 정비가 필요 - 고가의 디지털 장비 마련 어려움 - 디지털 전환 투자 대비 품질 및 생산력 향상이 비례하는가에 관한 의문
10	정보 교류	- 현장 중심의 실질적 정보 교류 부족 - 정부 기술센터의 정보 신뢰도 부족

4. 국내 농업 문제 해결을 위한 디지털 전환 주요 과제 - 제주도 감귤 중심 -

농업의 디지털 전환 추진을 위한 과제 선정을 위해, 제주 농업 현 종사자들을 대상으로 간담회를 진행하고, 감귤 농장을 방문함으로써 현황과 문제점을 심도 있게 분석하였다. 도출된 문제점을 해결하기 위한 핵심 과제와 로드맵을 수립하기 위해 다양한 방법을 이용하며, 이를 통해 제주 농업의 디지털 전환을 성공적으로 끌어내기 위한 구체적인 전략을 다음과 같이 마련하였다.

4.1 농업 디지털 전환 주요 과제- 감귤 중심

주요 농업 디지털 전환 주요 과제를 감귤 중심으로 도출하기 위해 1, 2차 간담회와 현장 방문을 통해 파악한 제주 농업 문제점을 관련 항목별로 그룹화한다. 이 그룹화 과정을 통해 주요 과제를 파악하고, 이를 효과적으로 해결할 방안을 모색한다. 그룹화한 주요 과제 목록은 다음 표 2와 같다. 이와 같은 주요 과제는 현장에서 필요로 하는 해결책을 제시하는 데 주력한다.

표 2. 농업 문제 해결을 위한 주요 과제
Table 2. Strategic Priorities for Solving Agricultural Issues

주요 과제 목록	
문제점	해결 과제명
5번 : 디지털 데이터 이용 문제	제주 감귤 생육 및 에너지 데이터 통합 플랫폼 및 대응 서비스
	각종 디지털 데이터를 통합하고 알기 쉬운 형태로 제공하거나, 데이터에 대한 의미를 제공하도록 함
4번 : 노동력 문제	제주 감귤 채초 및 수확 과정에서 농장 인력 배치지원 서비스
	농업 구조상 채초 및 수확기, 적과 및 매달기 등에 인력이 집중적으로 필요하게 되며, 인력의 원활한 수급을 위한 인력 수급 서비스
6번 : 고품질 감귤 생산 문제	제주 감귤 수목 건강도와 작물 생육의 균형점 유지 솔루션 개발
	수분조절 등으로 감귤 상품성 향상하는 과정과 수목의 건강도 지키는 균형점을 찾아 지속할 수 있는 농업 환경의 구축
9번 : 디지털 전환의 현실성 문제	제주 농장별 환경을 고려한 최적 감귤 관수 추천 솔루션 개발
	지역적 특성 등에 따라 최적의 관수를 추천하여 농업전환 등을 추진하여 상품성 및 생산성 향상을 도모할 수 있도록 하는 서비스
7, 10번 : 기후 위기 및 교육 문제	실시간 제주 감귤 병충해 정보 제공 및 진단 서비스 개발
	병충해 관련 정보를 손쉬운 방법으로 전달 및 교육할 수 있도록 하고, 실제 발생할 수 있는 병충해 및 발생 병충해를 예측, 진단하는 서비스
1, 3번 : 유통 및 가격 문제	제주 감귤 교차판매 혼란방지를 위한 실시간 유통 모니터링 서비스
	감귤 제품의 유통에서 지역 및 산지, 생산자에 대한 정보 등을 유지하여 유통과정의 혼란 및 교차판매 등을 방지하기 위한 서비스

4.2 디지털 전환 주요 과제의 성과 지표

디지털 전환 주요 과제 성과 지표는 기술 가치

평가와 같은 경제성 분석 방법론을 이용할 수 있다. 경제성 분석 방법론은 프로젝트나 과제가 경제적으로 얼마나 효율적인지를 평가하고 최적화하는 데 사용되는 다양한 방법을 포함한다.

디지털 전환 주요 과제의 편익 분석은 비용과 효과를 정량적으로 분석하는 지표로 사용되며, 투자의 경제적 혜택을 평가하는 과정이다. 예를 들어, 특정 프로젝트가 얼마나 많은 이익을 가져올 수 있는지를 측정한다. 이 과정에서 주로 고려되는 요소는 다음과 같다.

- 직접적 편익 : 프로젝트가 직접적으로 가져오는 재정적 이익. 매출 증가나 비용 절감.
- 간접적 편익 : 프로젝트가 간접적으로 가져오는 이익. 브랜드 가치 상승이나 사회적 혜택.

하지만, 편익 분석의 도출이 어려운 경우, 실질적으로 이용할 수 있는 단순 지표를 사용할 수 있다. 단순 지표는 경제성 분석에서 빠르고 직관적인 평가를 위해 사용된다. 몇 가지 중요한 단순 지표는 다음과 같다.

- 회수 기간: 투자 금액 회수에 걸리는 시간
- 단순 ROI(Return on Investment): 투자 수익을 투자 비용으로 나눈 비율
- NPV(Net Present Value): 미래 현금 흐름의 현재 가치에서 초기 투자를 뺀 값

이런 지표들은 개량적 분석을 통해 투자의 효율성을 평가하기 때문에 현실적으로 본 논문에서 적용하기 어렵기에 편익과 비용을 계산할 수 있는 약식 편익 분석을 수행한다.

대체 지표는 정성적 대체 지표로, 복잡한 정량적 계산 없이도 프로젝트나 과제의 경제적 가치를 평가할 수 있다. 예를 들어, 경제적 혜택을 평가할 때 직접적인 수익 외에도 사회적 영향이나 환경적 혜택을 고려하는 방식이다. 이러한 정성

적 지표를 사용하여 주요 과제를 평가하고, 핵심 과제를 선정한다.

우선, 디지털 전환 주요 과제 발굴 기준을 설정한다. 대상 과제에 대한 효과성, 시급성, 난이도를 평가하여 핵심 과제를 선정하기 위해 현업 종사자들의 의견을 수렴한다. 이 과정에서 종사자들이 직접 겪고 있는 문제점을 반영하여 실질적인 해결 방안을 도출한다.

- 효과성 : 대상 과제가 목표를 얼마나 효과적으로 달성할 수 있는지를 평가한다. 이는 과제가 농업 생산성 향상, 품질 개선, 지속할 수 있는 농업 실현에 얼마나 이바지할 수 있는지를 중심으로 평가된다.
- 시급성 : 대상 과제가 얼마나 빨리 해결해야 하는지를 평가한다. 이는 과제의 긴급성을 나타내며, 즉각적인 조치가 필요한 문제들을 우선순위를 선정한다.
- 난이도 : 대상 과제를 수행하는 데 필요한 자원, 기술, 시간 등을 평가한다. 이는 과제의 실행 가능성과 도전 과제를 나타내며, 과제를 수행하는 데 걸리는 노력과 비용을 반영한다.

디지털 전환 주요 과제의 우선순위를 정하기 위해, 약식 편익 분석 방법을 사용한다. 각 대상 과제에 대한 편익 요소로는 효과성 지표와 시급성 지표를 사용하며, 비용 요소로는 난이도를 이용하여 편익 분석을 수행한다.

디지털 전환 편익 산출 시, 효과성 지표를 시급성 지표보다 비중 있게 다루었다. 이는 효과적인 과제가 시급한 과제보다 우선시 되어야 한다는 원칙에 기반한 것이다. 계산식은 다음과 같이 적용된다.

[약식 편익 지표=(2*효과성 지표+시급성 지표)/난이도 지표]

계산식의 가중치 지표는 정책적 요소에 따라 결정될 수 있다.

4.3 디지털 전환 주요 과제 우선순위

디지털 전환 주요 과제 우선순위를 선정하기 위해 약식 편익 지표를 이용해 주요 과제를 평가한 결과는 <표 3>과 같다. 아래 과제 평가 수치는 5점 척도로 구성하며, 제주 농업 현장 담당자와 제주 농업 분야 전문가 5명을 통한 분석이다.

편익 지표 계산을 통해 각 과제의 경제적 효율성과 최적화를 평가함으로써, 제한된 자원을 가장 효과적으로 배분할 수 있다. 즉, 가장 높은 편익을 가져올 수 있는 과제에 우선해서 자원을 투입함으로써, 제주도 감귤 농업의 발전을 도모할 수 있다.

이와 같은 편익 지표 표는 의사결정 과정을 투명하게 만들고, 객관적인 기준을 통해 과제를 평가함으로써 신뢰성을 높일 수 있다. 이를 통해 이해관계자들과의 협력을 강화하고, 공동의 목표를 달성하는 데 이바지할 수 있다. 또한 가장 중

요한 과제를 먼저 수행하여, 감귤 농업의 생산성과 품질을 향상하고, 지속할 수 있는 농업을 실현할 수 있다.

5. 농업의 디지털 전환 로드맵

- 감귤 과제 중심 -

5.1 디지털 전환 단계

디지털 전환을 위해서는 단계별 발전이 반드시 선행되어야 한다. 단계별 발전은 각 단계의 순서를 명확히 정립하기 위한 중요한 과정이며, 성공적인 제주도 농업의 디지털 전환의 성공을 위한 핵심이다. 블룸버그에 따르면, 디지털 전환 과정은 세 단계로 나눌 수 있다.

- 디지털 최적화 : 이 단계에서는 기존의 프로세스에 디지털 기술을 도입하여 최적화하고 효율성을 높인다. 예를 들어, 수작업을 자동화하거나 데이터를 디지털로 변환하는 것이 이에 해당한다.
- 디지털 통합 : 두 번째 단계에서는 디지털 기술을 조직 전체에 통합하여 디지털 환경을 구축한다. 부서 간의 협업을 촉진하고, 데이터와 시스템을 통합하여 일관된 디지털 경험을 제공하는 것이 목표이다.
- 디지털 변혁 : 마지막 단계에서는 새로운 비즈니스 모델이나 제품을 개발하여 기존의 비즈니스 모델에 혁신을 도모한다. 이는 완전히 새로운 디지털 솔루션을 통해 시장에서의 경쟁력을 강화하고, 고객에게 새로운 가치를 제공하는 것을 의미한다.

이를 요약하면 표 4와 같다.

제주도 농수축산 실무자들이 제시한 문제로부터 도출된 주요 과제들을 디지털 전환의 3단계에 맞춰 구분해 보았다. 디지털 전환의 각 단계를 제주 환경에 맞춰 설명하면 다음과 같다.

표 3. 주요 과제 성과 평가 결과
Table 3. Outcome Review of Strategic Priorities

번호	과제명	효과성	시급성	난이도	편익지표
1	제주 감귤 생육 및 에너지 데이터 통합 플랫폼 대응 서비스	5	3	2	6.5
2	제주 농장별 환경을 고려한 최적 감귤 관수 추천 솔루션 개발	5	3	4	3.25
3	제주 감귤 수목 건강도와 작물 생육 균형점 유지 솔루션 개발	4	4	5	2.4
4	실시간 제주 감귤 병충해 정보 제공 및 진단 서비스 개발	3	3	4	2.25
5	제주 감귤 판매 혼란 방지를 위한 실시간 모니터링 서비스	2	2	3	2
6	제주 감귤 제초 및 수확 과정 농장 인력 배치지원 서비스	2	4	4	2

표 4. 블룸버그의 디지털 전환 단계
Table 4. Bloomberg's Digital Transformation Model

	단계	기술 환경
1단계	디지털 최적화	- 데이터 취합 및 통합 - 모니터링 체계 확립
2단계	디지털 통합	- AI 이용 및 내재화 - 융합기술의 도입
3단계	디지털 변혁	- 자동화 기기의 도입 - 혁신 프로세스의 구축

- 데이터 취합 및 통합 : 현재 다양한 방법으로 측정되고 있는 데이터를 수집하고 관리하며, 사용자에게 편리하게 제공하는 방안이다.
- 모니터링 체계 확립 : 데이터 측정과 함께 이상치를 파악하고 관리하는 기법을 도입하여 상태를 모니터링하는 절차와 과정, 그리고 이를 해석하는 방법을 포함한다.
- 이용 및 내재화 : 집약된 데이터를 이용해 변화하는 환경을 분석하고 진단하며, 탐색과 예측 등에 사용하는 기술이다.
- 융합기술의 도입 : 다양한 데이터와 이기종 기술을 이용해 특정 현상을 분석하고 대응하거나, 이에 반응하는 기술이다.
- 자동화 기기의 도입 : 업무 프로세스 효율화를 위해 특정 기술이나 장비를 개발해 이를 대체하거나 보조적으로 이용하는 과정이다.
- 혁신 프로세스의 구축 : 업무 프로세스 전반에 새로운 변화를 적용해 신개념의 효율적 업무 프로세스를 구축하는 것이다.

5.2 단계별 농업 디지털 전환 로드맵

그림 3은 다양한 유형의 과제들을 디지털 최적화, 디지털 통합, 디지털 변혁의 세 가지 단계로 구분한 것이다. 각 과제는 해당 단계의 특성에 따라 분류되며, 이를 통해 주요 과제 기반 농업 디지털 전환 로드맵을 도출한다. 그러나 최종단

계의 과제를 완성하기 위해서는 대부분은 사전단계의 과정을 거쳐야 한다. 각 과제가 진행되는 단계를 공정 과정을 기준으로 하여 나타내면 그림 4와 같다.

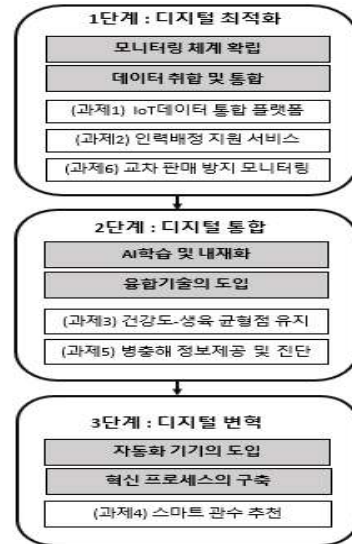


그림 3. 주요 과제 기반 농업 디지털 전환 로드맵
Fig 3. Roadmap for Digitizing Agriculture Grounded in Core Challenges and Solutions



그림 4. 주요 과제별 디지털 전환 추진 로드맵
Figure 4. Task-Specific Roadmap for Agricultural Digital Transformation

디지털 전환 핵심 과제는 편익 분석에서 우수한 결과를 나타내어 우선으로 추진해야 할 과제로, 1차 연도 추진 대상에 적합하다. 과제의 성격에 따라 데이터 구축 및 통합이 필요한 과제가 있으며, 이러한 과제는 해당 기간 데이터화 과정을 선행해야 한다. 또한 과제의 특성에 따라 단기적으로 성과를 볼 수 있는 과제와 중장기적으로 성과를 볼 수 있는 과제를 구분하여, 전체적인 균형을 맞추어 추진하는 것이 필요하다. 이렇게 전체적인 균형을 유지하면서 효율적으로 추진하는 것이 중요하다.

6. 결론

디지털 기술의 발전은 농업의 생산성과 효율성을 높이며 지속 가능한 발전을 촉진하는 중요한 역할을 한다. 본 논문은 농업의 디지털 전환 방안을 체계적으로 접근하기 위해 현황 분석, 문제점 분석, 주요 과제 도출, 핵심 과제 도출, 로드맵 작성의 단계를 통해 구체적인 추진 전략을 제시한다. 이를 통해 제주도 농업의 디지털 전환을 성공적으로 이끌고, 지역 경제의 활성화와 지속 가능한 발전을 도모한다.

먼저 디지털 전환의 필요성과 제주도를 중심으로 디지털 전환 환경을 분석하고, 문헌 고찰을 통해 제주도 농업의 주요 문제점을 도출하였다.

두 번째로, 농업 현장 실무자들과의 두 번의 간담회 및 현장 방문을 통해 도출된 다양한 문제점을 심층적으로 분석하였다. 이렇게 도출된 제주 농업의 주요 문제점으로는 제주 감귤 산업은 유통, 육종, 가격, 노동력, 디지털 데이터 이용, 고품질 생산, 기후 변화, 당도 우선주의, 디지털 전환, 교육 등이 있다.

세 번째로, 농업 실무자 간담회와 현장 방문을 통한 문제점 분석 결과를 바탕으로 이를 해결할 수 있는 실질적인 디지털 전환 주요 과제를 도출하였다.

네 번째, 주요 과제들을 평가하여 핵심 과제를 선정하였다. 본 논문은 효과성, 시급성, 난이도라는 기준을 설정하고, 각 과제의 우선순위를 정하기 위해 약식 편익 분석 방법을 사용하였다.

주요 과제를 평가한 결과, 제주 감귤 생육 및 에너지 데이터 통합 플랫폼 및 대응 서비스(편익 지표 : 6.5), 제주 농장별 환경을 고려한 최적 감귤 관수 추천 솔루션 개발(편익 지표 : 3.25), 제주 감귤 수목 건강도와 작물 생육의 균형점 유지 솔루션 개발(편익 지표 : 2.4)이 높은 편익 지표를 보였다.

제주도 농업의 성공적인 디지털 전환을 위해서는 단계별 발전이 반드시 선행되어야 한다. 블룸버그에 따르면, 디지털 전환 과정은 디지털 최적화, 디지털 통합, 디지털 변혁의 세 단계로 나눌 수 있다. 따라서 제주도 감귤 농업 실무자들이 제시한 문제로부터 도출된 주요 과제들을 세 단계, 총 여섯 개의 카테고리에 맞춰 구분하였다. 예를 들어, 데이터 취합 및 통합, 모니터링 체계 확립, AI 이용 및 내재화, 융합기술의 도입, 자동화 기기의 도입, 혁신 프로세스의 구축이 있다.

마지막으로, 주요 과제와 핵심 과제를 종합적으로 평가하여 디지털 전환을 위한 로드맵을 작성하였다. 이를 통해 단계별로 디지털 전환을 체계적으로 추진할 수 있는 계획을 마련한 것이 주요한 성과이다. 디지털 최적화 단계에서는 기존 프로세스의 디지털화, 디지털 통합 단계에서는 조직 전반의 디지털 기술 통합, 디지털 변혁 단계에서는 새로운 비즈니스 모델 개발 등이 포함된다.

감사의 글

This work was supported by the 2025 education, research and student guidance grant funded by Jeju National University.

참 고 문 헌

- [1] Sungsoo Kim, Byungun Choi, Yoon K. Lew, "Where Is the Age of Digitalization Heading? The Meaning, Characteristics, and Implications of Contemporary Digital Transformation", *Sustainability*, vol.13, no.16, pp.8909, Aug. 2021, DOI: <https://doi.org/10.3390/su13168909>
- [2] Sora Lee, Sungwoo Kang, "Current Status and Policy Direction of Korea's Digital Transformation", *Korea Institute for Industrial Economics and Trade*, Jan. 2024, URL: <https://eiec.kdi.re.kr/policy/domesticView.do?ac=0000188737>
- [3] Kazushige Tsujihashi, Kiyotaka Kobari, "DX in Consumer Goods Companies: DX 3.0 Leaders Will Become Next-Generation Industry Leaders", *Nomura Research Institute*, Mar. 2022, URL: http://www.nri-seoul.com/seoul/insight_assets_202203_3.php
- [4] Yeonjoong Kim, Jiyeon Park, Younggoo Park, Hyungkwon Seo, "Development Strategy for Smart Agriculture in Response to the Fourth Industrial Revolution", *Korea Rural Economic Institute*, Research Report, Dec. 2017, URL: <https://repository.krei.re.kr/handle/2018.oak/22383>
- [5] Ministry of Agriculture, Food and Rural Affairs, "Future Growth through Digital Transformation and Technological Innovation", *Government Policy Briefing*, Jan. 2024, URL: <https://www.mafra.go.kr/2024plan/5572/subview.do>
- [6] Rural Development Administration, "Agricultural Science and Technology R&D Plan", *RDA Official Report*, Jul. 2022, URL: https://www.rda.go.kr/board/board.do?mode=html&prgId=gud_farmscienQuery
- [7] Suhwan Kim, "Field Briefing on Jeju Agricultural Digital Transformation Project", *Jemin News*, Sep. 2024, URL: <https://prt.jemin.com/news/articleView.html?idxno=778469>
- [8] Sungshim Won, "Jeju Agriculture Goes Digital: Establishing a Stable Supply System for Agricultural Products", *Headline Jeju*, Aug. 2024, URL: <https://www.headlinejeju.co.kr/news/articleView.html?idxno=551322>
- [9] Sungwook Kim, Seongbo Ko, "Review of Ordinances Related to Citrus Production and Distribution in Jeju Special Self-Governing Province", *Journal of Korea Academia-Industrial Cooperation Society*, vol.23, no.6, pp.351 - 359, Jun. 2022
- [10] Kyungtaek Kim, "A Study on the Current Status and Problems of Agriculture in Jeju Region", *Unpublished Report*, Dec. 1998
- [11] Seungpyo Kang, "Current Issues and Development Directions of Jeju Agriculture", *Food Today*, Mar. 2023, URL: <http://foodtoday.or.kr/mobile/article.html?no=180346>
- [12] Jungsun Ko, "Status and Implications of Agricultural Labor Utilization in Jeju Region", *Jeju Agricultural Technology Institute*, Future Agriculture Division, Nov. 2022
- [13] Jungho Kim, "Population Outflow from Jeju Spreads Across All Age Groups", *Jeju Sori*, Jan. 2024, URL: <https://www.jejusori.net/news/articleView.html?idxno=425201>

- [14] Jiyeon Park, Daeseok Seo, Jeongmin Lee, "Chapter 6: The Future of Agriculture - Digital Agriculture", Korea Rural Economic Institute, Miscellaneous Research Report, pp.159 - 187, Oct. 2021
- [15] Jooyoung Kim, "Impact of Climate Change on Diversification of Fruit Agriculture in Jeju", Doctoral Dissertation, Jeju National University, Feb. 2021

저 자 소 개



배두환(Doohwan Bae)

2008.2 충남대학교 식품영양학과 졸업
2011.2 건국대학교 생물공학과 석사
2024.8 제주대학교 관광경영학과 박사 수료
<주관심분야> 디지털관광, 커피/와인



이상묵(Sangmook Lee)

2005.2 충남대학교 식품영양학과 졸업
2010.12 Texas Tech Univ 관광경영 석사
2013.5 Texas Tech Univ 관광경영 박사
2014.5 경성대학교 호텔관광외식경영학 교수
2022-현재: 제주대학교 관광경영학 교수
<주관심분야> 음식축제/이벤트, 음식관광, 관광창업/외식창업, 커피/와인



진희채(Heuichae Jin)

1990.2 연세대학교 경영학과 졸업
1992.2 서울대학교 산업공학 석사
1995.2 서울대학교 산업공학 박사
1995.4-2001.2 NCA(현 NIA) 수석
2001.3-현재 백석대학교 교수



김도현(DoHyeun Kim)

1990. 3 국방과학연구원 연구원
2000. 8 경북대학교 전자공학과
(정보통신전공) 박사
1099. 3 천안대학교 컴퓨터공학 조교수
2004. 8-제주대학교 컴퓨터공학과 교수
<주관심분야> 사물인터넷, 분산 인공지능, 디지털트윈 네트워크