



연구논문

스마트팜 ODA 사업을 위한 수원국 정보통신기술 기반 분석 및 향후 예측: 중앙아시아 및 동남아시아 주요 농업 개발협력 국가를 중심으로

강지운*

요약

지구촌 변화의 과정속에서 한국은 원조의 중추국가로서 수원국에 스마트팜 무상원조 사업을 꾸준히 펼쳐나가야 할 전망이다. 농업분야 ODA 사업은 기후 및 환경, 법제도 및 인적요소 등 성패에 영향을 주는 요인이 다양하고 가변적인 경향이 있어 다면적 분석을 통해 접근하고 있다. 특히, 물 접근성, 전력시설 접근성 등은 때로는 농업사업의 성패를 좌우하는 중요한 요인이 되기도 한다. 디지털 인프라는 이전의 농업사업에서는 잘 고려되지 않았던 요인이다. 그러나 스마트팜 도입을 위해서는 중요한 기반이라고 할 수 있으므로 이에 대한 분석은 필수적이다. 본 고에서는 주요 농업분야 개발협력 파트너 국가를 대상으로 정보통신기술(Information and Communications Technology, ICT) 환경을 분석한 결과, 중앙아시아 국가를 중심으로 상당한 디지털 환경이 구축되어 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 시계열 분석을 통한 향후 예측 결과, 중앙아시아와 동남아시아 지역에서 지속적인 디지털 환경의 개선이 예상된다. 이러한 분석 결과는 스마트팜 개발협력 사업에 대한 전략 수립 및 향후 방향 결정에 활용 가능하다고 볼 수 있다.

주제어: 스마트팜, 디지털 농업, ICT(Information and Communications Technology)

* **Corresponding author:** 서울대학교 농업자원경제학 박사과정 / jiun0520@snu.ac.kr

© Copyright Korea International Cooperation Agency. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

I. 서론

국내외 다양한 분야에서 디지털 전환(Digital Transform, DT)이 활발하게 이행되고 있는 2023년 현재, 농업 국제개발협력 분야에서도 디지털과 접목한 신기술 도입에 관한 관심이 높아지고 있다. 특히 현대의 최신 기술과 맞닿아 있는 ‘스마트팜(smart farm)’사업에 대한 수원국의 관심과 수요도 점차 커지고 있다. 한국의 무상원조를 통한 스마트팜 사업은 지난 2019년 이후부터 본격 추진되었다. 농림축산식품부 및 농촌진흥청은 우즈베키스탄, 베트남 등에서 스마트팜 시범사업을 추진하였고, 무상원조 대표기관인 KOICA에서도 민관협력 사업을 통해 베트남과 인도네시아 등 일부 국가에 스마트팜 사업을 추진한 바 있다(한국국제협력단, 2018, 2020). 이러한 사례들은 점차 확대되어 2022년도 이후 KOICA는 국별협력 프로젝트 사업으로 스마트팜 분야 사업들을 추진 중이다.

최근 몇 년간의 스마트팜 무상원조 사업의 증가는 변화하는 국제농업개발협력 분야의 트렌드와 국내외 이해관계, 수원국의 수요 증가 등이 반영된 것이다. 또한 개발도상국도 도시화가 지속되며 농촌지역의 생산 인력이 예전과 같이 충분한 상황이 아니라는 점도 수요 증가와 연관되어 있다(국제개발협력단, 2023). 본 연구에서는 스마트팜 사업 추진을 위한 여러 조건 중 하나인 정보통신기술 기반에 대해 고찰해 보고자 하였다. 이미 다수의 선행연구에서 주요 수원국의 정보통신기술 기반 현황을 연구한 바 있으나, 증가하는 스마트팜 사업 수요에 대응하고 향후 대응 방안을 마련하기 위해서는 수원국의 현황 파악뿐만 아니라, 향후 변화를 예측해 볼 필요가 있다. 예측을 통해 향후 수원국의 기반시설 변화를 추정해 볼 수 있고, 이를 통해 스마트팜 무상원조 사업의 타당성을 제고할 수 있을 것이다.

II. 스마트팜의 정의 및 국내외 현황

1. 스마트팜과 디지털 농업의 정의

4차 산업혁명과 디지털 데이터 경제의 등장에 따라 농업 또한 이러한 변화에 대응하기 위해 과학기술화와 디지털화가 진행 중이다. 스마트팜을 정의하기 위해서는 이러한 과학기술 및 디지털화와 관련된 디지털 농업(digital agriculture), 스마트 농업(smart agriculture) 등 연관 개념들을 함께 이해하고 범주화할 필요가 있다.

역사적으로 농업은 전통의 노동집약적 농업(Agriculture 1.0)에서 1950년대 비료와 농기계 활용 등을 통해 생산성을 획기적으로 올린 녹색혁명 농업(Agriculture 2.0)으로, 그리고 1990년대 이후의 정밀농업(Agriculture 3.0)으로 발전해왔다. 정밀농업(precision agriculture)이란, 컴퓨터와 GPS의 등장으로 농업의 자동화를 이루고, 품질의 개선과 함께 품종의 다양화를 이루는

농업을 말한다. 정보통신기술(Information and Communications Technology, ICT), 빅데이터, 사물인터넷(Internet of Things, IoT), 클라우드 등 모바일 네트워크를 기반으로 하는 4차 산업혁명 이후의 농업은 스마트 농업(Agriculture 4.0)이라 할 수 있다(김나리, 2022).

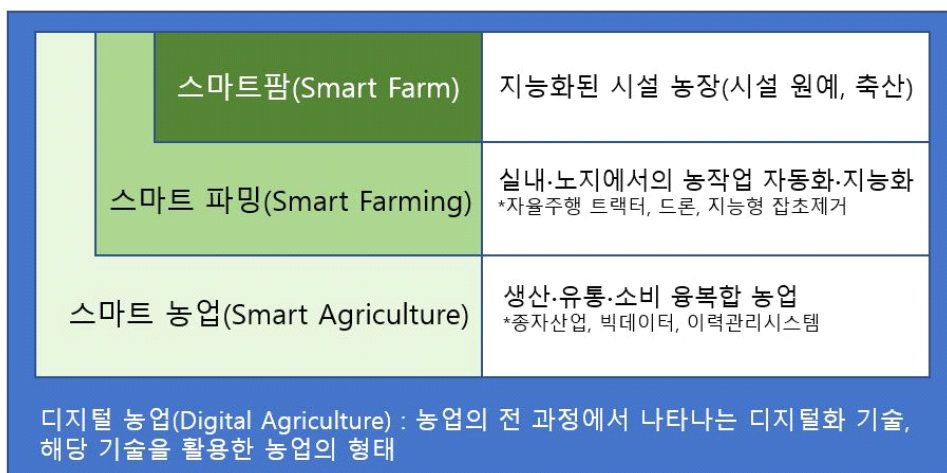
스마트 농업은 기존의 정밀농업을 기반으로 4차 산업혁명 기술을 접목, 농업 데이터를 수집하고 활용함으로써 고효율·저투입 농업을 목표로 하는 농업이다. 스마트 농업을 통해 정부와 농민은 농업기술을 디지털 기술로 전환하고, 농업 관계자는 농업 가치사슬의 통합을 도모할 수 있다. 스마트 농업은 기존의 농업이 농민의 지식과 경험에 의존했다면 이제는 데이터와 인공지능(Artificial Intelligence, AI)에 기반을 둔 농업으로 변모한 것이라고 할 수 있다(김나리, 2022). 스마트 농업은 농업의 생산 및 부가가치를 높이고 안정적인 농산업 생산체계를 구축하여 기후변화에 대응할 수 있을 뿐만 아니라, 농산물 수급 악화 및 농촌 인력 부족 등의 문제해결을 위한 현안으로 주목받고 있다(권현정·최종인, 2023).

이러한 스마트 농업 시장은 전 세계적으로도 점점 확대되는 추세에 있다. 2020년 138억 달러에서 2025년 220억 달러로 연평균 9.8%의 성장률로 지속적으로 증가될 것으로 예측하고 있다. 국내 스마트농업 시장은 2020년 기준으로 2.4억 달러에 이른다. 전 세계 스마트농업 시장을 지역별로 살펴보면, 북아메리카(40%), 유럽(30%), 아시아·태평양(23%), 기타(7%)의 비율로 점유하고 있다(김연중 외, 2020).

스마트팜은 일반적으로 농작물과 가축 및 수산물 등의 생육환경을 적절히 유지·관리하고 사물인터넷을 통해 원격으로 자동 관리할 수 있는 시스템을 말한다. 협의의 스마트팜은 작물과 가축의 생육정보와 환경정보 등에 대한 정확한 데이터를 기반으로 언제 어디서나 농작물과 가축의 생육환경을 점검하고, 적기 처방을 함으로써 노동력, 에너지, 양분 등을 종전보다 덜 투입하고도 농산물의 생산성과 품질제고가 가능한 시설 원예 등의 농장형태를 말한다(강덕봉 외, 2020). 스마트팜은 주로 농작물과 가축 및 수산물 등의 생육환경을 적절히 유지·관리하고 사물인터넷을 통해 원격으로 자동 관리할 수 있는 시스템을 갖춘다. 스마트팜은 스마트 농장, 스마트 온실, 스마트 축사, 스마트 양식장 등 적용 분야에 따라 여러 이름으로 사용되고 있기도 하다. 관련하여 스마트 파밍, 스마트 팩토리 등 유사한 개념들이 사용되기도 한다.

한편 디지털 농업은 GPS와 데이터를 기반으로 하는 정밀농업과도 관련이 있지만 빠르게 발전한 디지털 기술과 함께 정밀농업 이후 등장한 스마트 농업과도 관련이 있는 개념으로 볼 수 있다. 스마트 농업 또한 전 과정에서 디지털 기술이 필요하기 때문이다. 그래서 디지털 농업은 농업의 공정별 디지털화를 뜻하기도 한다(농수축산신문, 2022). 디지털 농업은 농업 현장에서 발생하는 현상을 디지털화하여 농업 활동의 편의성과 생산성을 향상시킬 수 있는 기술이라고 보기도 한다(정민우·강순주, 2022). 농촌진흥청에서는 농업 현장을 데이터로 진단하고 인공지능으로 처방해 작목을 추천, 정밀재배, 스마트한 유통·관리로 농업분야의 편리성과 생산성을 구현하는 것을 뜻한다고 말한다(허승오, 2021). 디지털농업은 인공지능이나 클라우드 등 신기술과 고도화된 ICT 기기를 융합하여 농업가치사슬 내에 있는 농업인뿐만 아니라 이해관계자들

〈그림 1〉 스마트팜-파밍-농업 및 디지털 농업 개념의 구분



출처: 조용빈(2019)에서 저자 재구성.

또한 편의를 제공받는 고효율 지향의 농업 형태라고 할 수 있다(이현동, 2020). 농업에 적용되는 디지털 기술은 농업 전반에서 소농이 참여자가 되어 정보의 접근성, 투명성, 효율성을 제고할 수 있다는 점에서 의의가 크다(이효정 · 김은주, 2018).

상기의 스마트팜 관련 주변 용어들을 하나로 정리해보면 〈그림 1〉과 같다.

2. 스마트팜 확산 관련 우리 정부의 정책

한국 정부는 농업의 성장동력 부재와 농업 · 농촌인구 감소 및 고령화에 대응하기 위해서, 또 식량안보 이슈와 식품산업 경쟁력 제고 등 변화하는 외부 환경에 대응하기 위해 적극적인 스마트팜 확산 정책을 추진하고 있다.

농림축산식품부는 제2차 농림식품과학기술 육성 종합계획(2015~2019)을 통해 스마트팜 관련 첨단자재 산업화 기술 개발 등의 계획발표를 시작으로 이어 「스마트팜 확산 대책(농림축산식품부, 2015)」, 「스마트팜 확산 가속화 대책(농림축산식품부, 2016)」을 통해 1세대 스마트팜 기술 보급사업을 시작했다.

2018년에 관계부처 합동으로 발표한 “스마트팜 확산 방안(관계부처합동, 2018)”에서는 스마트팜 혁신밸리를 거점으로 농업의 전 · 후방 산업을 발전시키고 스마트팜에 청년농 진출을 촉진할 계획임을 밝혔다(이명기, 2020). 2021년 12월에는 “빅데이터 · 인공지능 기반 스마트농업 확산 종합대책(관계부처 합동, 2021)”에서 한국 정부가 스마트팜의 확산 및 고도화를 통해 농업 혁신을 가속화 할 예정임을 알리고, 5년 주기로 스마트 농업 육성계획을 수립하여 시행할 예정이라고 한 바 있다. 2022년에 농림축산식품부는 “스마트농업 확산을 통한 농업혁신 방안(농림축산식품부, 2022)”을 통해 관련 전문인력 양성 및 품목확산, R&D 강화에 노력 계획을

발표하였다. 농촌진흥청 또한 2021년 3월 “디지털 농업 촉진 기본계획”을 심의·의결하여 농업 데이터 전면 개발과 다양한 AI 서비스 도입을 통해 디지털 혁신을 주도할 것으로 밝혔다. 농촌진흥청의 디지털 농업 기본계획에 따르면 ① 데이터 생태계 구축, ② 농업생산기술데이터 디지털 혁신, ③ 유통·소비·지원 3대 분야 내 10대 추진과제를 2025년까지 추진할 예정이다. 이어 2022년 3월에도 농촌진흥청은 데이터와 인공지능 기술을 농업분야에 활용하는 10대 핵심 추진과제를 선정하여 발표하는 등 관계기관도 활발히 움직이고 있는 추세이다.

3. 한국의 스마트팜 무상원조 사업의 추진 현황

한국의 농림식품 기술 수준은 2022년 기준 최고 기술국(미국) 대비 84.3%에 이르는 수준이다(농림식품기술기획평가원, 2023). 한국의 ICT(정보통신기술) 수준은 국제 정보통신 연합(International Telecommunication Union, ITU)에서 발표하는 ICT 개발 지수(Global ICT Development Index, GIDI)를 기준으로 세계 6위(2021년)에 이른다¹⁾. 이러한 기술력을 바탕으로 한국의 스마트팜 기술 또한 무상원조 사업으로써도 강점을 가진 분야로 떠오르고 있으며, 관련한 수원국의 수요 또한 꾸준히 증가하는 추세이다.

2023년 현재 우리 정부가 추진 중인 스마트 농업 또는 스마트팜 관련 무상원조 사업은 총 21개 사업²⁾이며, 총 예산은 약 1,199억 원 규모에 이른다(〈표 1〉 참조). KOICA의 경우 필리핀, 우즈베키스탄을 중심으로 종자 및 종묘 생산을 위한 스마트팜 구축 사업을 실시하고 있으며, 예산은 약 524억 원 규모이다. 각 부처 단위에서도 관련 무상원조 사업을 추진하고 있는데, 농림축산식품부는 베트남, 캄보디아, 필리핀, 인도네시아, 우즈베키스탄을 중심으로 원예 시설 중심의 스마트팜 사업을 추진 중에 있고, 해양수산부에서는 인도네시아 등에서 스마트 양식장 사업 등을 추진하고 있다.

〈표 1〉 2023년 현재 추진중인 스마트 농업(스마트팜) 관련 무상원조 사업

시행기관		총 사업기간	총 사업 예산 (억 원)
KOICA(한국국제협력단)			524.4
1	필리핀 기마라스주 지속가능한 스마트 수산양식장 구축 사업 ('22~'26/1,000만 불)	2022~2026	113.00
2	필리핀 스마트농업 마스터플랜 수립 및 모델팜 구축 사업 ('22~'26/800만 불)	2022~2026	90.40
3	르완다 스마트 농산물 가치사슬 지원사업('22~'26/950만 불)	2022~2026	107.35
4	우즈베키스탄 타슈켄트주 스마트 기술기반 산림 도시녹화 역량강화사업 ('23~'28/770만 불)	2023~2028	87.01

1) 1위는 덴마크, 2위는 스위스, 3위는 스웨덴, 4위는 네덜란드, 5위는 영국.

2) 개발컨설팅 사업, 연수사업은 제외하였음.

〈표 1〉 계속

시행기관		총 사업기간	총 사업 예산 (억 원)
KOICA(한국국제협력단)			524.4
5	키르기스공화국 포괄적 스마트 축산물이력제도 운영을 통한 축산물안전성 강화사업('22~'26/550만 불)	2022~2026	62.15
6	GGGI 네팔 테라이 홍수평야 기후스마트농업을 통한 기후복원력 제고 및 경제적 실향민 재통합 사업('22~'25, 533만 불)	2022~2025	64.49
농림수산식품부			296.06
1	베트남 남부지역 스마트 생산 및 신선 유통 체계 구축 시범사업	2021~2024	35.00
2	베트남 닌빈성 양돈 고품질화 스마트팜 사업	2022~2024	35.00
3	캄보디아 칸달주 고품질 채소·과채류 스마트팜 사업	2021~2024	49.20
4	필리핀 적정기술을 활용한 지속가능 스마트 농업(딸기, 파프리카) 구축	2020~2023	31.50
5	인도네시아 K-스마트팜 도입을 통한 밀레니얼 농업인소득개선사업	2021~2025	57.00
6	우즈베키스탄 타슈켄트 과채류 고품질화 스마트팜 사업	2022~2026	45.00
7	세네갈의 기후스마트농업 및 지속가능한 가치사슬(GGGI)	2022~2024	43.36
산업통상자원부			177.00
1	우즈베키스탄 스마트팜 산업기술혁신센터 조성 지원	2022~2026	17.00
2	필리핀 스마트농업 산업기술개발센터 조성	2023~2027	160.00
해양수산부			195.00
1	스마트 기술을 이용한 지속가능한 양식 산업 개발 지원 사업	2020~2025	50.00
2	인도네시아 양식생산성 향상을 위한 스마트 기술지원	2023~2027	70.00
3	그린스마트 해양수산과학 교육센터 설립 및 역량강화 사업	2023~2027	75.00
과학기술정보통신부			15.85
1	지식재산 활용 과학기술 지원(공동연구): 인도네시아 과학농업 기술 향상을 위한 스마트팜 기술 지원 사업(스마트팜 생산성 향상 및 환경부하 최소화 기술)	2022~2025	15.85
특허청			2.13
1	적정기술·브랜드 개발 지원: 키르기스스탄 스마트제어기, 수경재배 가능 온실 및 브랜드 개발 사후관리 사업	2023	0.63
2	지식재산활용 과학기술지원: 인도네시아 과학농업 기술 향상을 위한 스마트팜 기술 지원 사업	2022~2024	1.50

출처: 관계부처합동. (2023). 2023년 국제개발협력 종합시행계획(안).

주: GGGI, Global Green Growth Institute.

4. KOICA 스마트팜 사업 관련 전략 및 계획

무상원조 대표기관인 KOICA는 10대 중점분야 및 범분야³⁾에 대한 「분야별 중기전략(2021~2025)」을 수립하였고 각 전략별 전략목표 및 프로그램을 갖추고, 성과관리 프레임워크를 통해 분야별 성과관리를 하고 있다.

3) KOICA 12개 분야: 교육, 보건, 거버넌스·평화, 농촌개발, 물, 에너지, 교통, 도시, 과학기술혁신, 기후행동, 성평등, 인권.

그 중 「농촌개발 전략(2021~2025)」에서는 안정적이고 풍요로운 농촌주민의 삶 실현이라는 비전 아래 세 가지 전략 목표를 제시하고 있는데, ① 농업 생산성 및 가치사슬 강화, ② 포용적이고 지속가능한 농촌개발, ③ 기후변화 대응 등이다(한국국제협력단, 2021a). 스마트팜 사업 관련 전략은 농업 생산성 전략으로서 수원국 내 스마트팜 구축 시 기대할 수 있는 투입 대비 생산량의 증가 성과목표와 연계된다. 또한, 스마트팜 구축과 관련한 기자재 지원 및 관련 기술 전수는 농업 관련 기자재, 농업 관련 역량강화 전수와 같은 산출지표들과 관련이 있다고 볼 수 있다.

KOICA는 또한 국제개발협력위원회의 「과학기술 · ICT ODA 추진전략(2022.1)」 수립에 앞서 「KOICA 디지털 ODA 사업 추진전략(2021~2025)」을 수립한 바 있다(한국국제협력단, 2021b). KOICA의 디지털 전략은 ① 디지털 주류화 확대, ② 디지털 핵심사업⁴⁾ 추진, ③ 생태계 조성 및 추진기반 구축의 3대 전략 방향을 제시하고 있다. 농업은 특히 디지털 분야에 접목가능한 분야로 디지털 주류화 적용의 주요 사례 중 하나이다. 전략에 따르면 스마트 농촌개발 및 농업정보체계 구축을 통해 가치사슬 전 과정의 생산성 제고를 지원하는 방향으로 디지털 기술을 적용한다. 이를 통해 SDG2.3.2 소규모 식량 생산업자의 평균소득 제고에 기여할 것으로 기대하고 있다.

KOICA는 또한 한국 정부의 국별 CPS(국가협력전략, Country Partnership Strategy)와 수원국 정책 분석을 토대로 하는 CP(국가지원계획, Country Plan)를 수립한 바 있다. CP는 KOICA 해외 사무소가 설치된 46국을 대상으로 수립되었다. CP에 따라 수원국의 국별 강점 및 환경을 분석하여 우선 지원할 사업 분야와 순위를 정하였고, 이에 따른 KOICA 사업의 예산 분배도 이루어지고 있다. 2023년 기준으로 CP상 농촌개발 분야 관련 국별 프로그램을 가지고 있는 국가는 24개국이며, 디지털 분야의 국별 프로그램을 가지고 있는 국가는 14국에 이른다. 농촌개발과 디지털 분야 둘 다 가지고 있는 국가는 5개국으로 네팔, 베트남, 필리핀, 에티오피아, 키르기스스탄이다. 이 중 아프리카 대륙인 에티오피아를 제외하면 4개국 모두 이미 스마트팜 관련 프로젝트가 추진되었거나 추진할 예정인 국가이다(〈표 2〉 참조).

〈표 2〉 KOICA CP 분석: 농촌개발분야 및 디지털분야 CP 보유 국가

국가명	농촌개발분야	디지털분야	스마트팜(농업) 사업 추진현황 및 계획
네팔	O	O	국별협력 프로젝트 추진 중
동티모르	O	X	
라오스	O	X	
미얀마	O	X	
몽골	O	X	
방글라데시	X	O	
베트남	O	O	IBS 사업 추진
스리랑카	O	X	

4) 4대 핵심사업: 디지털 정부, 디지털 접근성, 디지털 경제, 디지털 안전.

〈표 2〉 계속

국가명	농촌개발분야	디지털분야	스마트팜(농업) 사업 추진현황 및 계획
인도네시아	X	O	CTS 사업 추진
캄보디아	O	X	
필리핀	O	O	국별협력 프로젝트 추진 중
인도	O	X	
DR콩고	O	X	
가나	O	X	
나이지리아	X	O	
르완다	O	X	국별협력 프로젝트 추진 중
세네갈	O	X	
에티오피아	O	O	
우간다	O	X	
이집트	X	O	
카메룬	X	O	
케냐	O	X	
탄자니아	O	X	
튀니지	O	X	
아제르바이잔	X	O	
우즈베키스탄	X	O	국별협력 프로젝트 추진 중
키르기스스탄	O	O	국별협력 프로젝트 추진 중
타지키스탄	O	X	예비조사 실시 중
과테말라	O	X	
볼리비아	O	X	예비조사 실시 중
엘살바도르	X	O	
파라과이	O	X	
페루	X	O	

출처: KOICA. (2023). 국별협력계획(CP).

III. 스마트팜 도입을 위한 수원국의 정보통신기술 기반 현황

불과 10여 년 전의 한국에서조차 농촌의 ICT와 디지털 리터러시(literacy, 문해율)에 대한 우려가 있었다. 도시에서는 이미 모바일 네트워크 환경이 구축되어 활발히 이용하고 있는 반면, 농촌은

환경이 구축되지 않았기 때문이었다. 농촌의 정보 매체 보급과 각종 정보 서비스의 소외로 인한 접근성의 불평등으로 인해 도·농간 ICT 리터러시 격차는 더 벌어질 수 있다(박성열 외, 2009).

수원국을 대상으로 효과적이고 지속 가능한 스마트팜 무상원조 사업의 도입을 위해서는 수원국의 농업기술 수준이나, 기후환경 등 태생적인 요인은 물론이고, 전기와 물, 통신시설 등의 공급 또한 중요한 사업 기반이 된다. 특히 스마트팜의 도입 및 운영을 위해서는 정보통신기술 기반이 필수적이다. 스마트팜에서 가장 필수적인 요소는 데이터를 기반으로 한 네트워킹으로 보고 있기 때문이다(이주량 외, 2018).

연구에서는 일반적인 농업과 관련한 요인 이외의 환경, 특히 스마트팜 도입을 위한 수원국의 ICT(정보통신기술) 기반 현황을 파악하기로 하였다. 2016년에 개발이 완료된 한국형 1세대 스마트팜 모델은 비닐하우스와 유리온실 형태로 개발되었고, 주요 기능은 원격 시설제어로 핵심적인 기능을 정보통신기술에 두고 있다(남기포, 2020). 현재도 인공지능 기반의 2세대 스마트팜, 지능형 로봇이 제어하는 3세대 스마트팜 등 다양한 기술이 연구되고 있지만, 수출형 K-스마트팜의 주요 기술은 1세대 기술이라고 볼 수 있어 정보통신기술 기반이 중요하다고 보았기 때문이다.

정보통신기술 현황과 관련하여 국제전기통신연합(ITU)가 발표하는 순위를 살펴볼 필요가 있다. ITU는 ICT 개발과 관련된 인프라 접근성, 활용, 스킬 등 3대 11개 지표를 합한 종합지수를 개발하여, ICT 개발지수인 IDI(ICT Development Index)를 발표하고 있다. 주요지표는 고정식 브로드밴드 가입자 수, 컴퓨터 보유 가구, 인터넷 사용 가구, 모바일 네트워크 사용가능 인구 비율, 휴대폰 소유 인구 비율 등이다. IDI는 ICT 개발과 모니터링과에 관해 국별 및 시기별 비교에 효과적으로 활용할 수 있고, 한국과의 ICT 개발의 시기별 수준과 발전 정도를 측정한다(김지현 외, 2022). 2017년에 공시된 순위 중 우리나라 농업분야 무상원조 주요 수원국의 순위는 <표 3>과 같다. ITU는 2023년에 IDI 순위를 새로 업데이트할 계획에 있다.

<표 3>의 IDI 순위에 따르면 농업분야 주요 협력국 중 우크라이나, 몽골, 우즈베키스탄 등 중앙아시아 국가들이에서 비교적 높은 ICT 기반을 갖추고 있는 것으로 파악된다. 필리핀, 베트남, 인도네시아 등 동남아시아 국가들은 중하위권 순위에 집중적으로 분포되어 있음을 확인할 수 있다. 아프리카 국가들은 하위권에 분포하였다.

<표 3> 국제전기통신연합 IDI 순위: 2017년

순위	국가명	IDI
1	아이슬란드	8.98
2	대한민국	8.85
...		
65	아제르바이잔	6.20
79	우크라이나	5.62

〈표 3〉 계속

순위	국가명	IDI
91	몽골	4.96
95	우즈베키스탄	4.90
96	페루	4.85
99	튀니지	4.82
101	필리핀	4.67
108	베트남	4.43
109	키르기즈스탄	4.37
111	인도네시아	4.33
112	볼리비아	4.31
116	가나	4.05
117	스리랑카	3.91
122	동티모르	3.57
125	과테말라	3.35
128	캄보디아	3.28
134	인도	3.03
135	미얀마	3.00
138	케냐	2.91
139	라오스	2.91
140	네팔	2.88
142	세네갈	2.66
143	나이지리아	2.60
147	방글라데시	2.53
149	카메룬	2.38
152	우간다	2.19
153	르완다	2.18
165	탄자니아	1.81
170	에티오피아	1.65
171	DR 콩고	1.55
...		
176	에리트레아	0.96

출처: ITU 홈페이지, (2017).

주: IDI, ICT Development Index.

IV. 시계열 분석을 활용한 개도국 정보통신기술(ICT) 기반 예측

1. 분석자료 정의 및 범위

동 연구를 위한 데이터로 비교적 최신 데이터를 제공하고 있는 WB(World Bank) 통계포털의 국가별 통계자료⁵⁾를 활용하였다. 해당 사이트에서는 2023년 상반기를 기준으로 2021년도까지의 데이터를 공개하고 있다. 동 연구에서는 <표 3>의 IDI 순위에서 뚜렷한 차이를 보였던 중앙아시아 및 동남아시아 국가들을 분석해보고자 하였다. 해당 대륙에서 무상원조 수원국에 해당하며, 농업 분야에서 다수의 사업이 추진되고 있는 국가를 아래와 같이 선정하였다.

- 중앙아시아: 키르기스스탄, 우즈베키스탄
- 동남아시아: 베트남, 캄보디아, 라오스, 필리핀, 네팔

중앙아시아 및 동남아시아 국가 중 우리나라 중점협력국가이면서 비교적 데이터가 안정적인 국가를 선별하였다. 내전 중인 미얀마, 우크라이나는 제외하였다. 동 연구에서 데이터의 기간은 일부 국가의 데이터가 2020년까지만 공시되고 있어 2003년부터 2020년까지로 설정하였다.

동 연구에서는 정보통신기술의 기반 현황을 3가지 지표를 통해 알아보려고 하였다. 첫 번째 지표는 100명당 고정적인 브로드밴드 가입률(fixed broadband subscriptions)이며, 100명당 고속 광대역 가입자 수로 정의한다. 두 번째는 인터넷 사용 분율(internet subscriptions)이며, 3개월 내에 어느 장소에서건 인터넷을 사용한 개인의 분율로 정의된다. 세 번째는 100명당 모바일 셀룰러 구독자 수(mobile cellular subscriptions)이다.

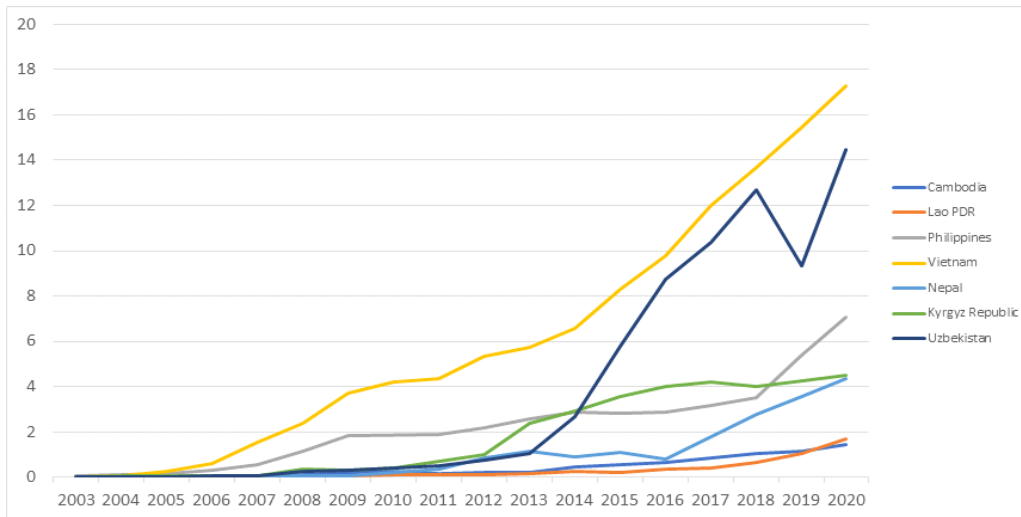
2. 현황 분석

1) 100명당 브로드밴드 구독자 수

분석대상 국가들의 2003년부터 2020년까지의 100명당 브로드밴드 구독자 수 추이를 분석한 결과, 2020년 기준으로 베트남(17.27), 우즈베키스탄(14.48)이 다른 국가들에 비해 높은 수치를 나타냈다. 그 외 국가들은 필리핀(7.07), 키르기스스탄(4.49), 네팔(4.32), 라오스(1.67), 캄보디아(1.42) 순으로 나타났다. 같은 2020년 기준 한국은 43.07로 차이가 상당함을 알 수 있다(<그림 2> 참고).

5) World Bank 통계포털(<https://data.worldbank.org/> 접속일: 2023.05.05).

〈그림 2〉 100명당 브로드밴드 구독자 수(2003~2020)

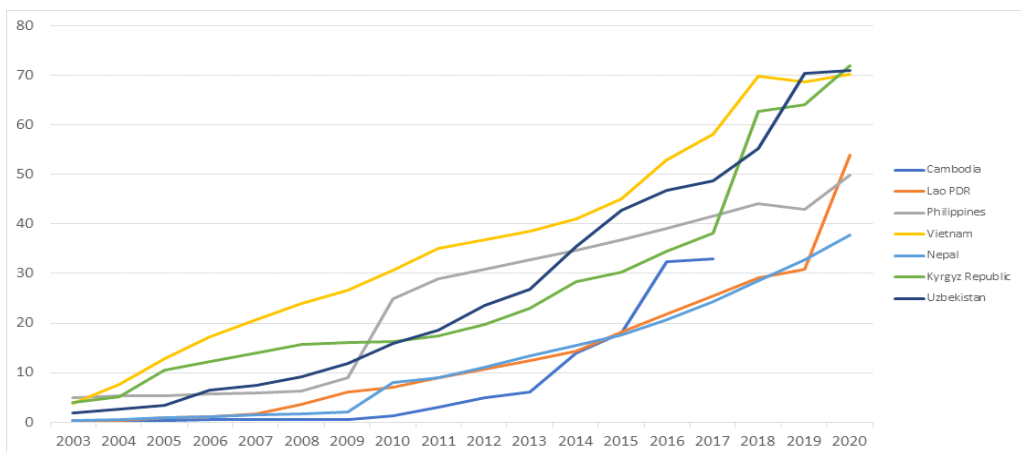


출처: World Bank 통계포털(<https://data.worldbank.org/> 접속일: 2023.05.05).

2) 인터넷 사용 분율

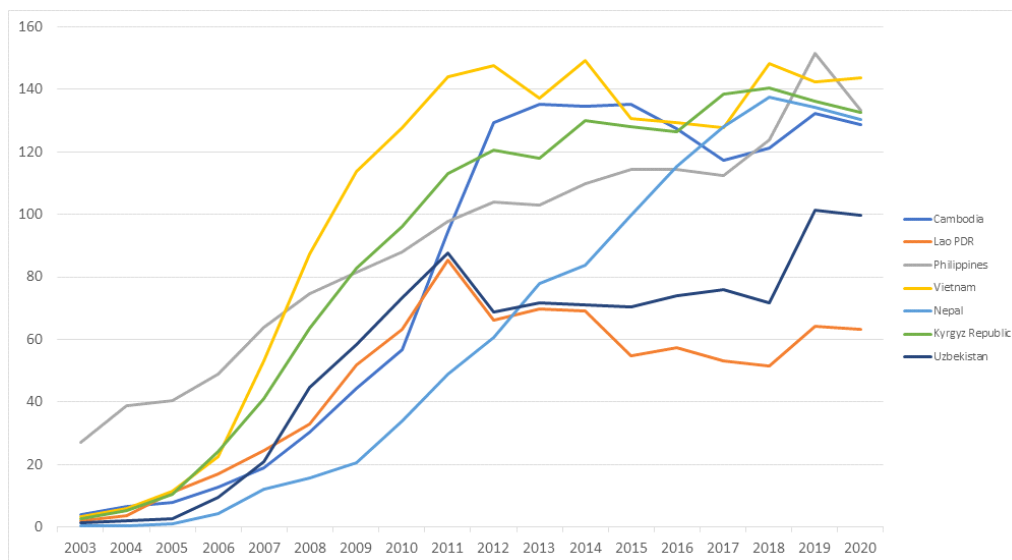
분석대상 국가들의 2003년부터 2020년까지의 인터넷 사용 분율 추이를 분석한 결과 2020년 기준으로 키르기스스탄(72%), 우즈베키스탄(71.1%), 베트남(70.3%) 수준으로 나타났다. 라오스(54%), 필리핀(49.8%), 네팔(37.7%) 순으로 나타났다. 같은 2020년을 기준으로 한국은 96.5%이다(〈그림 3〉 참고).

〈그림 3〉 인터넷 사용 분율 추이(2003~2020)



출처: World Bank 통계포털(<https://data.worldbank.org/> 접속일: 2023.05.05).

〈그림 4〉 100명당 모바일 셀룰러 구독자 수(2003~2020)



출처: World Bank 통계포털(<https://data.worldbank.org/> 접속일: 2023.05.05)

3) 100명당 모바일 셀룰러 구독자 수

분석대상 국가들의 2003년부터 2020년까지의 모바일 셀룰러 구독자 수 추이를 분석한 결과 2020년 기준으로 상위그룹은 베트남(143.75), 필리핀(133.32), 키르기스스탄(132.46), 네팔(130.20), 캄보디아(128.60) 순이었다⁶⁾. 우즈베키스탄(99.58)과 라오스(63.34)은 100 이하로 나타났다. 같은 2020년을 기준으로 한국은 136.01이다(〈그림 4〉 참고).

3. 분석 모형

연구에서는 시계열 분석(time series analysis) 모형 중 하나인 ARIMA(자기회귀누적이동평균, autoregressive moving average) 모형을 활용하여 신남방 및 신북방 주요 수원국의 향후 정보통신기술 기반 정도를 예측하고자 하였다. ARIMA 모형은 자기회귀(Autoregression, AR), 누적이동평균(Moving Average, MA) 및 차분(differencing) 모형을 결합한 모형이다.

시계열분석은 분석 대상 변수로 시계열 자료를 활용한다. 시계열 자료는 시간의 흐름에 따라 기록된 자료라고 볼 수 있다. 시계열 데이터는 정상성 구분 측면에서 정상 시계열(stationary time series)과 비정상 시계열(non-stationary time series)로 구분되는데, 시계열 자료가 조건의 식을 만족하는 경우 정상성이 있는 것으로 판단한다. 예측을 수행하기 위해서는 비정상 시계열 자료를 정상 시계열로 변환해야 한다. 비정상 시계열에 대해 n 차 차분(difference)을 수행한다. 주기성이 존재하는 경우는 분해(decompose)를 통해 정상성을 확보한다.

6) 동 지표가 100명당 구독자 수이기 때문에, 결과값이 100을 넘으면 사실상 모바일 폰 공급은 거의 대부분 이루어졌다고 추정해야 할 것이다.

ARIMA(p, d, q) 모형은 아래와 같다.

$$y'_t = c + \phi_1 y'_{t-1} + \phi_2 y'_{t-2} + \dots + \phi_p y'_{t-p} + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q} + \varepsilon_t$$

여기서 p는 자기회귀 모형의 차수(AR order), q는 이동평균 모형의 차수(MA order), d는 차분(difference)의 차수를 나타낸다. ARIMA 모형을 적용하기 위해서는 먼저 시계열 데이터의 정상성을 검정하고, 필요한 경우 차분 작업을 수행한다. 그리고 최적의 p, d, q 값으로 모형을 구성하고, 모형 진단을 통해 적합한 모형을 선택하였다. 마지막으로, 적합한 모형을 사용하여 미래의 값을 예측하기로 한다. 데이터의 분석은 R 프로그램을 활용하였다.

4. 향후 ICT 기반 예측 결과

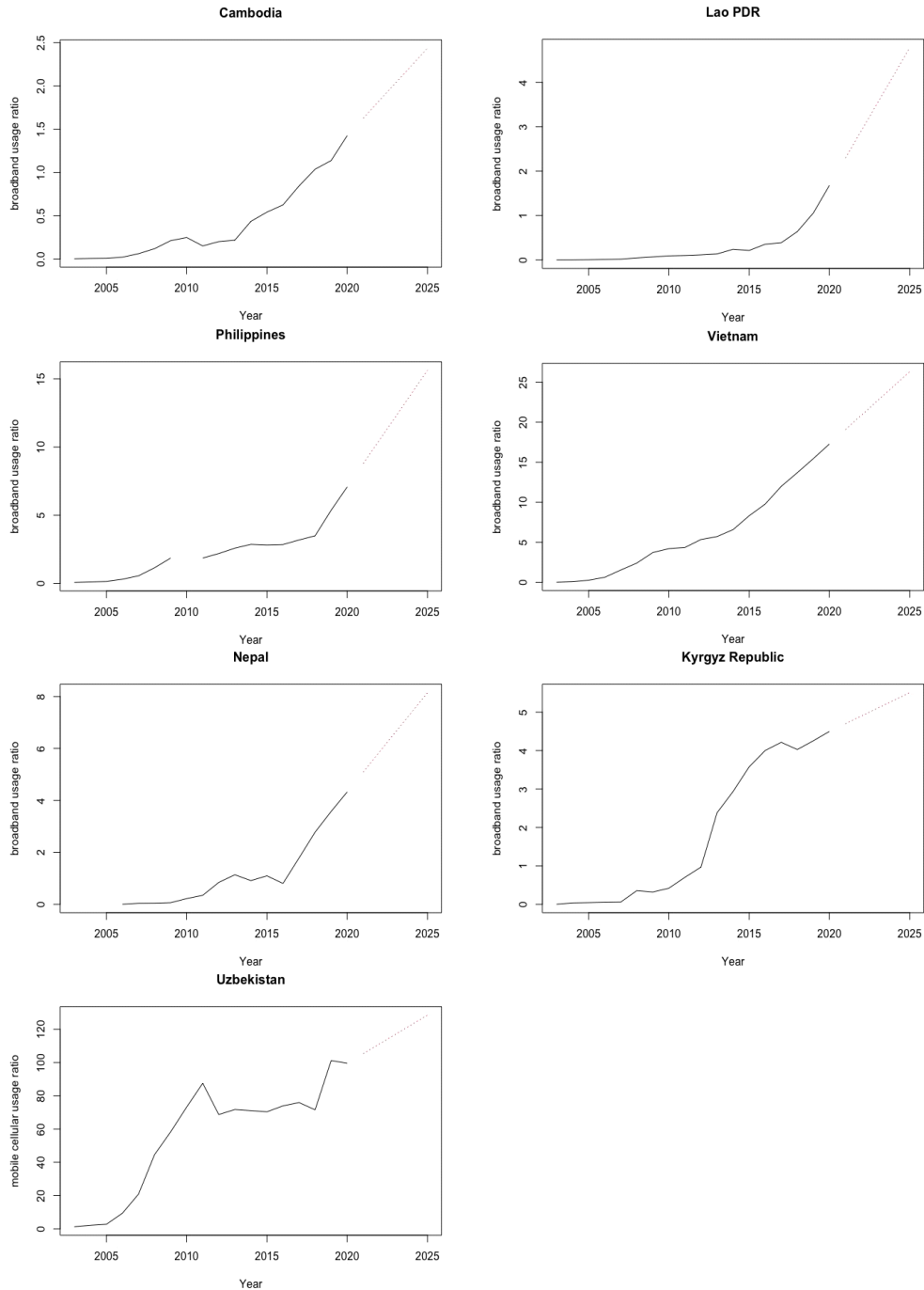
1) 100명당 브로드밴드 구독자 수 예측

100명당 브로드밴드 구독자 수에 대해 2025년까지 예측한 결과 2025년 기준으로 캄보디아는 2.434명, 라오스는 4.774명, 필리핀은 15.622명, 베트남은 26.312명, 네팔은 8.147명, 키르기스스탄 5.506명, 우즈베키스탄은 21.717명으로 예측되었다. 증가폭의 차이가 있었지만 브로드밴드의 구독자 수는 모든 국가에서 현재보다 증가할 것으로 예측되었다. 2020년 대비 가장 빠르게 증가할 것으로 예측되는 나라는 라오스였으며, 그 다음으로는 필리핀이었다(〈표 4〉, 〈그림 5〉 참고).

〈표 4〉 100명당 브로드밴드 구독자 수 예측 결과(2021~2025)

	2021	2022	2023	2024	2025	증가율 (%, 마지막 연도 대비)
Cambodia	1.627	1.829	2.031	2.232	2.434	170.7
Lao PDR	2.297	2.916	3.536	4.155	4.774	284.5
Philippines	8.783	10.493	12.202	13.912	15.622	220.8
Vietnam	19.085	20.892	22.699	24.506	26.312	152.3
Nepal	5.091	5.855	6.619	7.383	8.147	188.3
Kyrgyz Republic	4.699	4.901	5.102	5.304	5.506	122.4
Uzbekistan	15.932	17.378	18.824	20.271	21.717	149.9

〈그림 5〉 100명당 브로드밴드 구독자 수 예상 추세선(2021~2025)

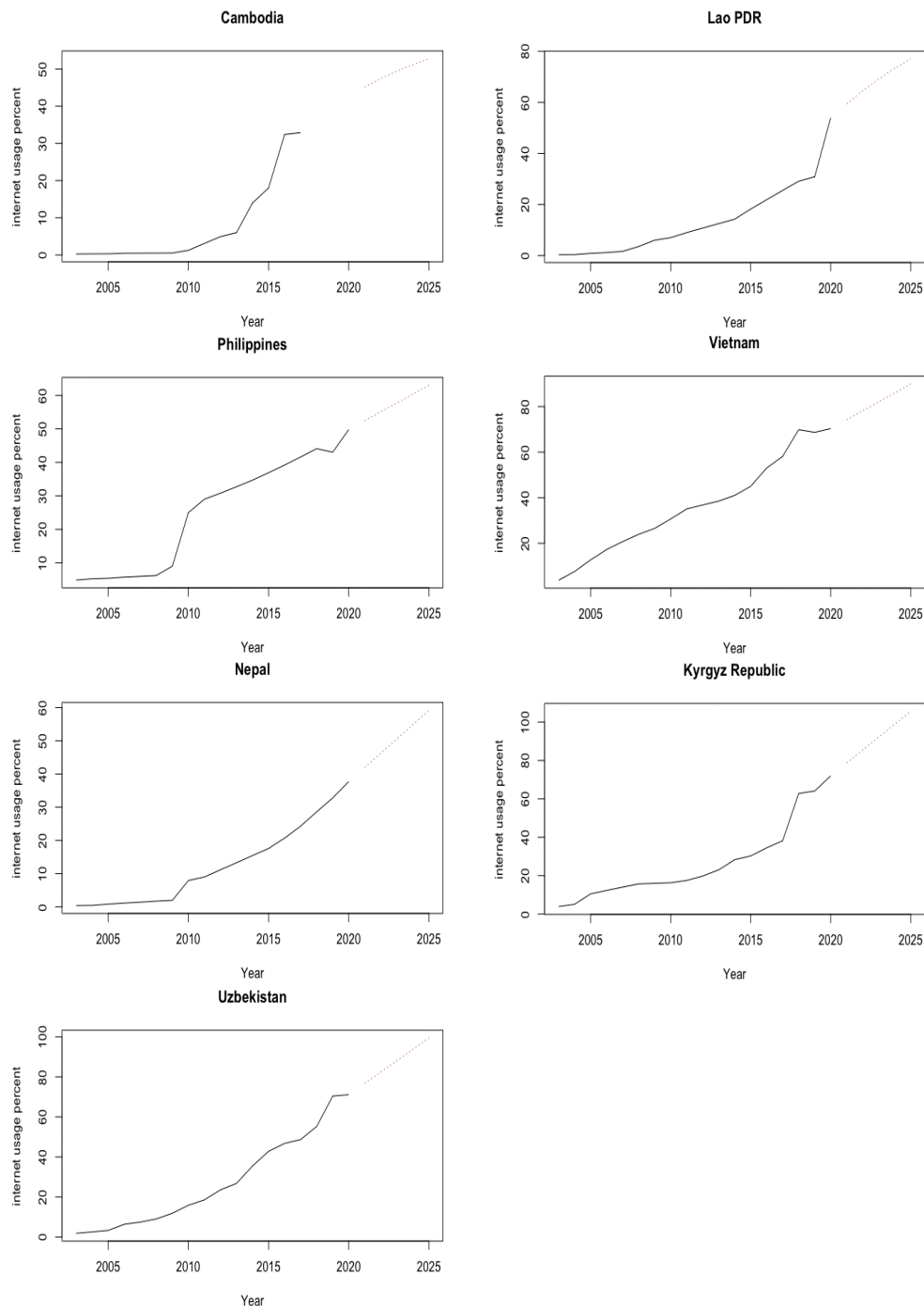


2) 인터넷 사용 분율

인터넷 사용 분율을 2025년까지 예측한 결과 2025년 기준으로 캄보디아는 52.761%, 라오스는 76.981%, 필리핀은 63.018%, 베트남은 89.864%, 네팔은 59.164%, 키르기스스탄

105.627%, 우즈베키스탄은 99.391%로 예측되었다. 2020년 대비 가장 빠르게 증가할 것으로 예측되는 나라는 네팔이었으며, 그 다음으로는 라오스였다(〈그림 6〉, 〈표 5〉 참조).

〈그림 6〉 인터넷 사용 분율 추세선(2021~2025)



〈표 5〉 인터넷 사용 분율 예측 결과(2021~2025)

	2021	2022	2023	2024	2025	증가율 (%, 마지막 연도 대비)
Cambodia	45	47,417	49,416	51,188	53	116.8
Lao PDR	59.4	64.467	69.128	73.319	76.981	142.6
Philippines	52.443	55.087	57.731	60.374	63.018	126.5
Vietnam	74.212	78.125	82.038	85.951	89.864	127.8
Nepal	41.992	46.285	50.578	54.871	59.164	156.9
Kyrgyz Republic	79,725	85,451	92,176	98,902	106	146.7
Uzbekistan	76.758	82.416	88.074	93.732	99.391	139.8

3) 100명당 모바일 셀룰러 구독자 수

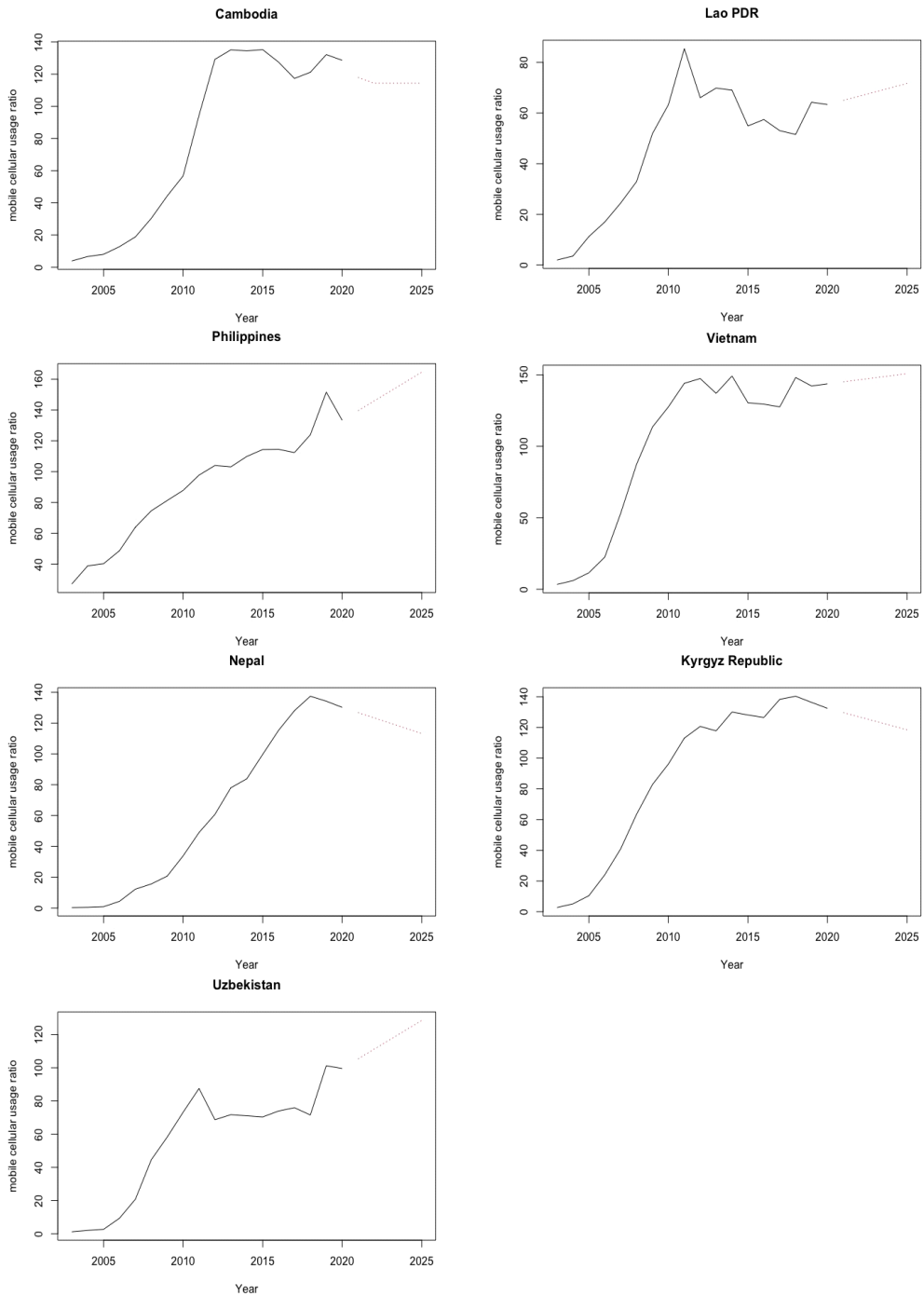
100명당 모바일 셀룰러 구독자 수를 2025년까지 예측한 결과, 2025년 기준으로 캄보디아는 114.37명, 라오스는 71.679명, 필리핀은 164.557명, 베트남은 150.854명, 네팔은 113.233명, 키르기스스탄 118.503명, 우즈베키스탄은 128.508명으로 예측되었다. 현재 대비 가장 빠르게 증가할 것으로 예측되는 나라는 우즈베키스탄이었으며, 그 다음으로는 필리핀이었다(〈표 6〉, 〈그림 7〉 참조).

캄보디아, 네팔, 키르기스스탄의 경우 2020년보다 감소된 수치가 예측되었다. 그러나 캄보디아, 네팔, 키르기스스탄은 2020년을 기준으로 데이터 수치가 이미 100이 넘어 개인의 모바일 폰 보급이 대부분 이루어졌다고 판단할 수 있었기 때문에 하락 추세에 대한 예측은 의미가 없다고 판단할 수 있다.

〈표 6〉 100명당 모바일 셀룰러 구독자 수 예측 결과(2021~2025)

	2021	2022	2023	2024	2025	증가율 (%, 마지막 연도 대비)
Cambodia	117.918	114.37	114.37	114.37	114.37	88.9
Lao PDR	65.014	66.68	68.347	70.013	71.679	113.2
Philippines	139.572	145.818	152.064	158.31	164.557	123.4
Vietnam	145.172	146.593	148.013	149.434	150.854	104.9
Nepal	126.809	123.4155	120.021	116.627	113.233	87.0
Kyrgyz Republic	129.676	126.883	124.09	121.296	118.503	89.5
Uzbekistan	105.368	111.153	116.938	122.723	128.508	129.0

〈그림 7〉 100명당 모바일 셀룰러 구독자 수 예상 추세선(2021~2025)



V. 결론 및 제언사항

증가하고 있는 인구에 비해 줄어들고 있는 농업생산 인구, 빠른 속도로 다가오고 있는 기후 변화, 분쟁과 팬데믹 등으로 인해 전 세계적으로 식량수급이 불안정할 것으로 예측하고 있으며, 이로 인해 식량안보에 대한 중요성은 높아지고 있다. 이 와중에, 빠른 속도로 디지털화 되는 농업은 식량안보와 농촌의 지속가능성 측면에서 희망적인 소식이 아닐 수 없다. 인공지능 로봇이 컨트롤 하는 스마트팜, 수직농장, 수경재배 등 미래세대의 농업은 이제까지 예견하지 못한 형태로 확산 및 대체될 가능성이 높으며, 이를 통해 변화하는 외부환경에 대응할 수 있을 것으로 보인다.

이러한 시대적 변화의 과정 속에서 한국은 원조 중추국가로서 수원국에 스마트팜 무상원조 사업을 꾸준히 펼쳐나갈 것으로 기대된다. 4차 산업혁명 이후 농업분야에서도 스마트 농업으로의 전환은 거스르기 어려운 흐름이기 때문이다. 이미 국내 연구개발을 통해 상품화된 스마트팜 기술은 해외로 수출되고 있어 상품성을 갖췄으며, 관련한 정부 지원 정책 또한 지속되고 있다. 수원국에서도 스마트 농업 및 스마트팜 무상원조 사업 추진을 위해 관련 전략 수립 등 정책적인 노력을 펼치고 있다.

농업분야 ODA 사업은 협력국의 농업 기술수준, 기후 및 환경, 법제도 및 인적요소, 현지의 농산물 수요 등 사업 성패에 영향을 주는 요인이 다양하고 가변적인 경향이 있어 다면적 분석을 통해 접근한다. 특히, 기반시설을 분석하는 것은 사업의 타당성 분석에서 중요한 부분이다. 현지의 물 접근성, 전력시설 접근성, 도로 접근성 등은 때로는 사업 전체에 걸쳐 영향을 주는 주요 요인이기 때문이다. 정보통신기술 기반이 필수적인 스마트팜의 경우에는 이러한 일반적인 요소 외에도 디지털 인프라의 확인이 중요하다고 할 수 있다. 정보통신기술 인프라는 이전의 농업분야 무상원조 사업에서는 잘 고려되지 않았던 요인이나, 스마트팜에 있어서는 가장 핵심적인 부분이라고 할 수 있는 바 이에 대한 분석 단계가 필수적일 수 있다.

연구에서는 분석을 통해 중앙아시아를 중심으로 이미 높은 정보통신기술 환경이 구축되어 있음을 확인할 수 있었다. 그리고 시계열 분석을 통해 분석대상 7개국의 데이터를 2025년까지 예측한 결과, 지속적이고 가파른 속도의 정보통신기술 환경의 발전이 예상되었다. 광대역 가입자수는 2025년에도 선진국에 비하면 다소 미약한 수준일 수 있다. 그러나 7개의 협력국내 개 개인의 인터넷 활용이나 모바일 폰의 보급은 2025년에는 대부분 이루어질 것으로 예측되었다. 특히, 인터넷 사용 분율의 경우 중앙아시아 국가들이 향후 선진국 수준에 도달할 수 있을 것으로 예측되었다. 이러한 예측은 향후 스마트팜 보급을 위한 사업전략 수립 및 기획 방향을 결정하는데 활용 가능할 여지가 있을 것이다.

그러나 연구에서는 정보통신기술 인프라가 구축이 되었다고 해도 관련 스마트 농업 기술을 교육받은 농민의 숫자가 얼마나 있으며 교육의 기회는 어떻게 확보되는지 등 수요자 측면의 현

황을 분석하지 못하였다. 국내와 마찬가지로 협력국에서도 현지 농민의 사업 관심도와 역량은 스마트팜 사업 도입의 중요한 요소이다. 관련하여 국제기구를 중심으로 디지털 리터러시 교육의 중요성도 조명되고 있는 바, 향후에는 수원국 농민을 대상으로한 디지털 문해율 조사도 필요하다 할 것이다.

참고문헌

- 강덕봉, 장광진, 이양규, 정민욱. (2020). 스마트팜 도입여건 변화가 농업인의 수용의사에 미치는 영향 연구. *한국유기농업학회지*, 28(2), 119-138.
- 관계부처합동. (2018). *스마트팜 확산 방안*. 세종: 관계부처합동.
- 관계부처합동. (2021). *빅데이터 인공지능 기반 스마트농업 확산 종합대책*. 세종: 관계부처합동.
- 관계부처합동. (2023). *2023년 국제개발협력 종합시행계획(안)*. 세종: 관계부처합동.
- 권현정, 최종인. (2023). 스마트팜 기술의 글로벌 기술사업화 추진 전략에 관한 사례 연구. *KBM Journal*, 7(1), 177-201.
- 김나리. (2022). 스마트농업의 주요 정책 동향과 지리적 시사점. *한국경제지리학회지*, 25(3), 397-419.
- 김연중, 서대석, 박지연, 추성민, 김의준, 문지혜. (2020). *스마트농업 육성방안 연구*. 나주: 한국 농촌경제연구원.
- 김지현, 김왕동, 임덕순, 김용기, 장완석, 김은주, 안지용, 김지은, 윤서희. (2022). *개도국 SDGs 이행 촉진을 위한 디지털 지원전략: 주요국 분석과 협력방안*. 세종: 과학기술정책연구원.
- 남기포. (2020). 국내 스마트 농업의 발전과 농협의 추진방향. *협동조합경제경영연구*, 53, 59-81.
- 농림식품기술기획평가원. (2023). *2022 농림식품 기술수준 평가*. 서울: 농림식품기술기획평가원.
- 농림축산식품부. (2015). *스마트팜 확산 대책*. 서울: 농림식품기술기획평가원.
- 농림축산식품부. (2016). *스마트팜 확산 가속화 대책*. 서울: 농림식품기술기획평가원.
- 농림축산식품부. (2022). *스마트농업 확산을 통한 농업혁신 방안*. 서울: 농림식품기술기획평가원.
- 농수축산신문. (2022). 디지털농업과 스마트농업의 차이는? <https://www.aflnews.co.kr/news/articleView.html?idxno=227887>
- 박성열, 최승철, 차승봉, 김학섭, 임종훈. (2009). 농업인 ICT 리터러시 향상을 위한 정보화 교육 개선 방안. *농업경영·정책연구*, 36(4), 1045-1064.
- 이명기. (2020). 농업의 스마트화: 스마트화 확산 정책을 중심으로. *농정연구*, 72, 80-93.
- 이주량, 추수진, 임영훈, 박동배, 심상철, 김가은. (2018). *스마트농업 현장 착근을 위한 기술정책 제고방안*. 세종: 과학기술정책연구원.
- 이현동. (2020). *디지털농업혁신_한국형 스마트팜 연구 개발과 현장 실증*. 제2차 디지털 스마트팜

- 최신분석과 연계 사업모델 구현 및 실증사례 세미나, 산업교육연구소, 서울.
- 이효정, 김은주. (2018). 개발도상국 농업 가치사슬을 확대하기 위한 디지털 기술의 적용. *국제개발협력*, 13(3), 113-130.
- 정민우, 강순주. (2022). 디지털 농업을 위한 피드백 기반 스마트 관개 시스템. *한국통신학회논문지*, 47(10), 1735-1745.
- 조용빈. (2019). *빅데이터 활용 스마트팜 생산성 향상 기술*. 2019 한국농업경제학회 연례학술대회, 제주.
- 허승오. (2021). 디지털농업, 우리 농업의 미래를 책임지다, 그린매거진, 3월호.
- 한국국제협력단. (2018). *인도네시아 연중 딸기 생산용 컨테이너 스마트팜 개발 사업(KOICA 혁신적 기술 프로그램, 2018-2020)*. 성남: 한국국제협력단.
- 한국국제협력단. (2020). *한국 스마트 농업기술에 기반한 베트남 북부 소수민족 지역 고부가가치 딸기 재배 및 가치사슬 구축사업(KOICA 포용적 비즈니스 프로그램, 2020-2026)*. 성남: 한국국제협력단.
- 한국국제협력단. (2021a). *농촌개발 전략(2021-2025)*. 성남: 한국국제협력단.
- 한국국제협력단. (2021b). *KOICA 디지털 ODA 사업 추진전략(2021-2025)*. 성남: 한국국제협력단.
- 한국국제협력단. (2022). *KOICA Country Plan Overview(2022-2025)*. 성남: 한국국제협력단.
- 한국국제협력단. (2023). 제3장 농촌개발. In *국제개발협력 심화편* (p. 249). 성남: 아이스크림미디어.
- ITU. (2017). *The ICT Development Index*. ITU. Retrieved from <https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/page/IDI>

논문 접수일: 2023.5. 9.
수정논문 접수일: 2023.6. 2.
게재 확정일: 2023.6.20.

Analysis and Forecast of Information and Communication Technology of the Recipient Country for Smart Farm ODA Projects: Focusing on the Key Agricultural Development Cooperation Countries in Central Asia and Southeast Asia

Jiun Kang*

Abstract

Korea aims to expand smart farm grant aid projects to recipient countries amidst global crises and climate change. A multilateral analysis is used to assess various factors, including climate, environment, legal system, and human factors, that influence the success of agricultural businesses. Access to water and power facilities is crucial, but the significance of digital infrastructure, often overlooked in traditional farming practices, is paramount. Therefore, analyzing the digital infrastructure is essential for smart farm success. The analysis confirmed that a highly digital environment has already been established, especially in Southeast and Central Asia. Therefore, continuous improvement of the digital environment is expected based on future predictions through time series analysis. This analysis can determine the direction of the spread of smart farm aid projects.

Key words: Smart Farm, Digital Agriculture, Information and Communications Technology (ICT)

* **Corresponding author:** Ph.D. Student, Agriculture & Resource Economics, Seoul National University /
jiun0520@snu.ac.kr