

스마트 온실 로봇 적용을 위한 경제성 분석연구

강예지*, 서다솜*, 홍영기*, 최인찬*, 김국환*, 권경도*, 김경철*
 *국립농업과학원 스마트팜개발과
 e-mail:kkcmole@korea.kr

Economic Analysis of using transport robot in smart farm.

Yeji Kang*, Dasom Seo*, Youngki Hong*, Inchan Choi*,
 Gookhwan Kim*, Kyungdo Kwon*, KyoungChul Kim*

*Division of Smart Farm Development, National Institute of Agricultural Science.

요약

식량 생산 기능을 담당하던 농업이 패러다임의 변화로 다원적 기능이 강조되고 있다. 다원적 기능을 수행하기 위해서 농업 인력의 효율적 활용이 필수적이며 대안 중 하나로 로봇을 농작업에 활용하는 방법이 있다. 현재 다양한 산업 분야에서 로봇의 실용화가 이루어지고 있으며, 농업 분야에도 로봇을 접목한 연구가 진행 중이다. 그 중 이송 로봇은 실용화 단계에 있다. 실용화를 위한 경제성 분석은 필수적이며, 본 논문에서는 이송 로봇과 작업자의 비용을 비교하였다. 5,000 m² 기준으로 시뮬레이션하였으며, 작업내용과 시간은 숙련자 기준으로 선정하였다. 비용 비교분석을 위하여 B/C분석 기법을 활용하였다.

1. 서론

농업의 패러다임 변화로 농업인구의 효율적 활용이 중요시 되고 있다. 최근까지 농업의 목적은 식량 생산 기능이었다면 앞으로의 농업의 목적은 다원적 기능 수행이다. 더 이상 농업 인구는 농사만을 수행하는 인력이 아니라는 뜻이다. 목적에 걸맞게 현대 농업은 지속 가능한 형태로 변화하고 있으며, 농업을 둘러싼 전·후방 산업의 역시 문화적, 환경적 요인을 배제할 수 없게 되었다. 이러한 이유로 스마트팜 도입, 농작업 자동화, 로봇 농작업기 도입과 같은 지능형 농업의 활성화를 통해 농업 인력 효율성을 상승시키고자 한다. 본 논문에서는 이송 로봇의 실용화를 위하여 기존 작업자 대비 로봇 농작업기가 갖는 가치를 비교 분석하여 로봇 농작업기의 효율성에 대하여 계량화하고자 한다.

2. 조건 수립 및 분석

이송 로봇과 작업자가 동일 조건에서 작업을 수행하였을 때 발생하는 시간과 비용에 대해 비교하기 위해 5,000m² 온실에서 시뮬레이션하였다. 이송 로봇 실험환경은 그림 1과 같다. 동일 조건에서 실험을 시행하여야 하므로 라인별 정식 된 작물의 수, 수확 가능

한 작물의 개체 수를 동일하게 관리하였다.



[그림 1] 스마트 온실 환경

2.1 이송 로봇 감가상각

이송 로봇의 예상가격은 대당 1,500만원이며 내용연수는 5년, 잔존가액은 900만원으로 설정하였다.

[표 1] 이송 로봇 감가상각비와 현재가치

(단위:원)

	감가상각비	이송 로봇 현재가치
1년 차	750,000	15,000,000
2년 차	712,500	14,250,000
3년 차	676,875	13,537,500
4년 차	673,031	12,860,625
5년 차	610,879	12,217,594

표1과 같이 감가상각 방법은 정률법을 적용하였으

며 비율은 취득원가의 5%로 설정하였다.

5,000㎡ 온실은 5개 실로 분리된 구조이며 1개 실은 1,000㎡ 규모이다. 1실에 정식 되는 토마토는 총 2,480주이다. 1화방에 4개를 작과시킨다고 했을 때 9,920개의 토마토를 1주일에 수확한다. 주 5일 근무 기준 1일 토마토 수확 개수는 1,984개이며, 1일 수확하는 토마토의 총무게는 약 238kg 이다. 이송 로봇과 작업자 모두 1회 운반 가능 최대무게는 300kg이며, 1일 근무시간은 8시간 기준으로 하였다. 1실에서 수확되는 토마토는 작업자가 1회에 걸쳐 운반하면 작업이 완료된다. 그림 2는 토마토를 이송 로봇이다.



[그림 2] 이송 로봇

[표 2] 작업자 임금

(단위:원)

	일당계산법	최저임금법
1년 차	16,800,000	21,869,760
2년 차	17,169,600	22,350,895
3년 차	17,547,331	22,842,614
4년 차	17,933,372	23,345,152
5년 차	18,327,906	23,858,745

작업자 임금은 표 2와 같이 최근 3년간 최저임금 상승률 평균값 2.2% 적용. 작업 시기에 따라 작업량이 결정되므로 일반적으로 농가에서는 일당계산법을 사용하여 선택적으로 작업자를 고용하는 형태가 관행적으로 이루어지고 있다.

2.2 비용편익분석

인력 절감으로 얻는 편익을 산정할 때 기간은 표 3과 같이 1년 단위로 산정하였으며 이송 로봇, 작업자 모두 1단위에 대한 이익을 산출하였다.

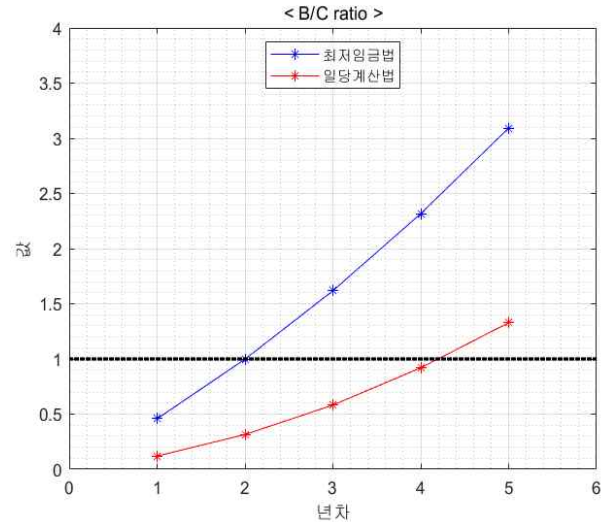
[표 3] 로봇 구매 시 인력 절감 편익

(단위:원)

	일당계산	최저임금법
1년 차	1,800,000	6,869,760
2년 차	4,719,600	14,970,655
3년 차	8,729,431	24,275,769
4년 차	13,802,178	34,760,296
5년 차	19,912,490	46,401,447

3. 분석 결과 및 결론

그림 3과 같이 감가상각 때 정률법과 내용년수를 적용하여 비교분석을 시행하여 연차별 값을 산출하였다.



[그림 3] 작업자 임금에 따른 B/C ratio

최저임금법 적용 시 2년 차부터, 일당계산법 적용할 때 4년 차 이후로 1 값을 넘겼다. 이송 로봇의 감가상각에 따른 내용년수는 5년, 일반적인 로봇의 내구연수는 8년으로 두 조건 모두 만족하므로 도입할 수 있다.

본 연구에서는 이송 로봇 도입을 위한 손익분기점 도출을 위한 비용분석을 시행하였다. 작업효율과 로봇 유지보수 항목 등을 추가하여 고도화할 계획이다.

후기

본 연구는 농촌진흥청 연구사업(과제번호:PJ015875)의 지원을 받아 연구되었음

참고문헌

- [1] Boadway, R. W. and D. E. Wildasin, Public Sector Economics, 2nd ed.,1984, Little, Brown and Company.
- [2] 권오상, “환경경제학” 4판, 2020, 박영사, pp.343-353.
- [3] 장인훈, 양승환, 이덕연, 최동운, “무인이송로봇을 이용한 작업 데이터 실시간 획득 기반 농작업 관리시스템 개발”, 제어로봇시스템학회 논문지, 제 24권 11호, pp. 1014-1019, 11월, 2018년.
- [4] 정우석, 김성섭, “망고 초밀식 화분재배 도입 시설농가의 경제성 평가”, 한국산학기술학회논문지, 제 22권 3호, pp. 279-290, 2021.