

발 간 등 록 번 호

11-1543000-003081-01

© 2019-73-3 | 2019. 12. |

농기계 임대사업 평가 및 컨설팅(2019)

농기계 임대사업 목적에 맞는 성과지표 발굴

연구기관

한국농촌경제연구원

A large, stylized graphic of a gear or circular mechanism with concentric circles and radial lines, partially overlapping the KREI text.

KREI



농림축산식품부

연구 담당

안병일 | 고려대학교 | 연구 총괄, 제1장~제7장 집필

수탁연구보고 C2019-73-3

농기계 임대사업 평가 및 컨설팅(2019)

농기계 임대사업 목적에 맞는 성과지표 발굴

등 록 | 제6-0007호(1979. 5. 25.)

발 행 | 2019. 12.

발 행 인 | 김홍상

발 행 처 | 한국농촌경제연구원
우) 58321 전라남도 나주시 빛가람로 601
대표전화 1833-5500

인 쇄 처 | 동양문화인쇄포럼

※ 이 책에 실린 내용은 한국농촌경제연구원의 공식 견해와 반드시 일치하는 것은 아닙니다.

※ 이 책에 실린 내용은 출처를 명시하면 자유롭게 인용할 수 있습니다.

무단 전재하거나 복사하면 법에 저촉됩니다.

제1장 서론

- 1. 연구의 배경 1
- 2. 연구의 목적 및 필요성 3

제2장 농업 기계화 및 노동투입

- 1. 농기계 보유 현황 5
- 2. 농작업 기계화율 6
- 3. 주요 밭작물 생산 현황 및 노동투입 8

제3장 농업기계 임대사업 추진 현황

- 1. 농업기계 임대사업 연도별 재정투입 15
- 2. 농업기계 임대사업의 시행 현황 16

제4장 평가지표 개발

- 1. 밭농업 기계화율 평가지표 개발 19
- 2. 생산비 절감효과 평가지표 개발 24

제5장 밭농업 기계화율 평가지표 실증 분석

- 1. 가중치 적용 35
- 2. 분석 결과 43

제6장 농기계 임대사업의 비용절감 효과 분석

- 1. 분석자료 49
- 2. 비용절감 효과 및 절감률 분석 결과 52

제7장 요약 및 결론	59
부록	63
참고문헌	67

제1장

〈표 1-1〉 농기계 지원사업의 효과 3

제2장

〈표 2-1〉 주요 농업기계 보유대수 6
 〈표 2-2〉 연도별 벼농사 기계화율 7
 〈표 2-3〉 연도별 밭농사 기계화율 8
 〈표 2-4〉 전국 밭 경지면적 8
 〈표 2-5〉 주요 발작물 생산 현황(식량작물) 9
 〈표 2-6〉 주요 발작물 생산 현황(원예작물) 10
 〈표 2-7〉 연도별 농업노동임금 14

제3장

〈표 3-1〉 농업기계 임대사업 연도별 재정투입 계획 15
 〈표 3-2〉 농업기계 임대사업 본소 및 분소 현황 16
 〈표 3-3〉 연도별 단기임대 농업기계 보유대수 17
 〈표 3-4〉 임대용 농업기계 용도별 구입대수 및 비율 18

제4장

〈표 4-1〉 지역별 표본수 20
 〈표 4-2〉 투입량과 투입비율 관계 예시 29

제5장

〈표 5-1〉 주요 발작물 품목별 생산 현황 및 가중치 36
 〈표 5-2〉 주요 발작물 노동투입량(시간/ha) 38

〈표 5-3〉 환산계수 도출	41
〈표 5-4〉 환산계수1(10.2)적용 최대 노동시간 및 가중치	42
〈표 5-5〉 환산계수3(30)적용 최대 노동시간 및 가중치	42
〈표 5-6〉 환산계수3(30)적용 최대 노동시간 및 가중치	44
〈표 5-7〉 농작업 및 품목별 가중치 적용 발농업 기계화율	45
〈표 5-8〉 농작업 단계의 기계화율 상승에 따른 발농업 기계화율 변화	46

제6장

〈표 6-1〉 농작업 단계의 기계화율 상승에 따른 발농업 기계화율 변화	50
〈표 6-2〉 농기계 작업료 산출 결과	50
〈표 6-3〉 작목별 최대 농기계 투입시간(시간/ha)	51
〈표 6-4〉 작목별 기계화율(%)	52
〈표 6-5〉 시나리오별 생산비 절감액 분석 결과(원/ha)	55
〈표 6-6〉 생산비 절감률 분석 결과(시나리오1, 시나리오2)	56
〈표 6-7〉 생산비 절감률 분석 결과(시나리오3 시나리오4)	57

부록

〈부표 1〉 생산비 절감액 및 절감률 분석결과(시나리오1)	63
〈부표 2〉 생산비 절감액 및 절감률 분석결과(시나리오2)	64
〈부표 3〉 생산비 절감액 및 절감률 분석결과(시나리오3)	65
〈부표 4〉 생산비 절감액 및 절감률 분석결과(시나리오4)	66

제2장

〈그림 2-1〉 주요 밭작물별 노동투입 요소 및 투입시간(식량작물) 11
〈그림 2-2〉 주요 밭작물별 노동투입 요소 및 투입시간(원예작물) 13

제4장

〈그림 4-1〉 밭농업 기계화율 설정 및 계산 방법 24
〈그림 4-2〉 농기계 임대사업 시행을 통한 비용감소 효과 27

제5장

〈그림 5-1〉 농작업 단계별 통합 37
〈그림 5-2〉 주요 밭작물 작업별 노동투입 비율 38
〈그림 5-3〉 농작업 단계의 기계화율 상승에 따른 밭농업 기계화율 변화 48

1

서론

1. 연구의 배경

- 정부는 고령화, 탈농 등 농촌 노동력 문제에 대한 대안이자 농업 생산성 향상을 위해 농업기계화를 주요 정책목표로 추진하고 있음.
 - 우리나라는 정부주도로 농기계 보급 정책을 추진함으로써 농업기계화가 빠르게 진행되고 있음.
 - 이제 농업·농촌에서의 농업기계화는 단순히 농업노동력 대체 수단을 넘어 농업인의 삶의 질을 향상시키는 역할도 수행함.
- 정부에서 추진하고 있는 농기계 관련 제도는 대표적으로 '농업기계 구입지원 사업', '농기계 생산 및 사후관리지원 사업', '농기계 임대사업' 등이 있음.
 - 농업기계 구입지원 사업: 농기계를 구입하는 농가에 구입비 용자지원
 - 농기계 생산 및 사후관리 지원 사업: 농기계 생산 업체 용자지원
 - 농기계 임대 사업: 임대사업소를 설치하여 생산농가에 농기계 임대

- 농업의 특수성으로 인해 특정 농기계 사용량이 연중 일정하지 않고 특정 계절 및 작업에 특화된 경우가 많음.
- 또한, 소규모 농가의 경우 지속적으로 상승하는 농기계 구입가격에 대한 부담이 증가하고 있으며, 인건비 상승 등으로 인한 비용도 상승하고 있는 상황임.
- 이러한 여건을 고려할 때 정부에서 시행중인 농기계 관련 제도는 올바른 방향의 정책이라 할 수 있으며, 특히 농기계 임대사업은 농업의 특수성을 고려한 제도로 소규모 농가 뿐만 아니라 생산의 계절성이 존재하는 품목을 재배하는 농가에 큰 도움을 주고 있음.
- 농기계 임대사업은 2003년부터 시행해 오고 있는 핵심적인 사업으로, 임대사업은 농업 기계화율 향상에 큰 영향을 미치고 있음.
- 농업기계의 보급 확대로 벼농사의 기계화율은 거의 100% 수준에 달하고 있으나, 밭농업 기계화율은 약 60% 이하 수준에 머물러 있음.
 - 밭농업은 재배작목과 작업공정이 다양하고, 필지의 면적이 상대적으로 적고 분산되어 있기 때문에 기계화 진행이 느림.
 - 뿐만 아니라, 이러한 밭농업의 특수성으로 인해 농가 스스로 밭농업에 필요한 농기계를 구입하기에도 현실적 문제가 다수 존재함.
 - 따라서 밭농업 기계화율 향상에 정책 역량이 집중될 필요가 있음
- 농림축산식품부에 따르면, 2017년 밭농사 기계화율은 58.3%로 벼농사의 97.9% 대비 현저히 낮은 수준을 보이고 있음.
- 이로 인해 임대사업의 국가 수행 필요성, 사업의 효과, 성과평가의 객관성 등에 의문을 제기하고 있음.

표 1-1 농기계 지원사업의 효과

지표	2018 목표치	최근 3개년 실적			측정방식
		'15	'16	'17	
■ 벼농사 기계화율(%)	98.0	94.1	97.8	97.9	벼농사를 기계로 작업한 면적을 조사
■ 밭농사 기계화율(%)	60.0	55.7	56.3	58.3	밭농사를 기계로 작업한 면적을 조사
■ 농업노동력투하시간 절감 비율(%)	34.0	42.8	39.8	36.4	'17년 노동력 투입시간 / '00년 벼농사 10a당 투입 노동시간 × 100

자료: 2018 농림축산사업 시행지침

2. 연구의 목적 및 필요성

- 정부에서는 농업기계화촉진법에 근거한 “제5차 농업기계화 기본계획(2002~2006)”에서 농업기계공동이용을 통한 농기계 구입비용 경감 및 농작업 기계화율 제고를 위해 2003년부터 농업기계 임대사업을 시행하고 있음.
- 그동안 농업기계 임대사업은 농업 경영비 절감에 매우 중요한 역할을 수행해 왔다고 평가할 수 있으며, 고령화와 농업 노동력 부족을 해결하는 데 기여했음.
- 그러나 현재 임대사업 초기에 구입한 농기계의 내구 년수가 한계에 다다르고, 지자체 운영의지 또한 지역에 따라 달라 여러 가지 문제가 발생하고 있음.
 - 특히, 농업기계 임대사업을 통해 임대사업소 자체적으로 수익을 확보하고 이를 이용하여 대체농기계를 구입해야 하지만 임대료가 매우 낮게 형성되어 있거나, 이용률이 특정 계절이 국한되어 사업의 운용비를 충당하기도 힘든 실정임.
- 농기계 임대사업에 대한 평가를 항목 중 임대사업소 사업수행 평가를 시행하고 있어, 사업을 통한 수입 확보를 위해 임대료를 높인다면, 임대사업 이용농가의 비용부담은 증가하게 되는 상반된 결과가 나타남.

- 즉, 현재의 평가지표는 형평성에 중점을 두고 설정되어 지역적인 특징을 반영하지 못한
다는 의견과 농업기계 임대사업의 본 목적인 농기계 구입부담 경감과 발농업 기계화 촉진에 관한 지표가 명확히 설정되지 않았다는 지적이 있음.

- 이러한 배경에서 본 연구에서는 농업기계 임대사업의 본 목적인 농기계 구입부담 경감
(비용 절감)효과와 발농업 기계화 촉진을 평가할 수 있는 지표를 개발하고자 함.

2

농업 기계화 및 노동투입

1. 농기계 보유 현황

- 국내 주요 농기계의 보유량은 2000년을 정점으로 점차 감소세를 보이고 있는데, 특히 벼농사에 사용되는 이앙기와 콤바인의 보유대수가 2000년을 기준으로 지속적으로 감소해온 것을 확인할 수 있음.
 - 대형·고성능 농업기계의 공급으로 인해 농가들은 기존 농업기계들을 대체하여 단수를 유지하면서도 보유대수를 낮춘 것으로 볼 수 있음.
 - 밭농업에 주로 사용되는 트랙터와 경운기의 경우 트랙터는 지속적으로 증가세를 보이는 반면, 경운기는 2000년을 기점으로 증가세가 꺾이는 것으로 나타나는데 이는 작업능력이 높은 트랙터가 상대적으로 작업능력이 낮은 경운기를 대체해온 것으로 볼 수 있음.

- 이와 같은 추세를 감안할 때, 벼농사에 비해 규모화가 쉽지 않고 상대적으로 기계화가 더딘 밭농사에 주로 이용되는 농기계에 대한 수요는 향후에도 지속적으로 증가할 것을 예상할 수 있음.

표 2-1 주요 농업기계 보유대수

단위: 천 대

구분	농업기계 보유대수				'합계
	경운기	트랙터	이앙기	콤바인	
1980	289.8	2.7	11.1	1.2	304.8
1990	756.5	41.2	138.4	43.6	979.7
2000	939.2	191.6	342.0	87.0	1560.7
2005	819.7	227.9	332.4	86.8	1466.6
2010	698.1	264.8	276.3	75.9	1515.5
2016	582.0	286.0	202.0	79.0	1149.0

자료: 2016농기계 임대사업 가이드와 통계청 자료를 수정.

2. 농작업 기계화율

○ 17년을 기준으로 벼농사의 기계화율은 98.4%임.

- 국내의 농업기계화는 식량 안보를 목적으로 쌀의 안정적인 기반을 확보하기 위하여 벼농사를 위주로 진행됨.
- 벼농사에 비해 상대적으로 영세한 경영규모의 농가가 많은 밭농사의 경우 농기계를 구입하기 힘들기 때문에 더딘 기계화율을 보이는 것으로 판단할 수 있음.

○ 벼농사의 경우 현재 건조 작업(93.9%)을 제외하고 모든 작업에서 99% 이상의 기계화율을 보임.

- 뿐만, 아니라 방제를 제외하면, 대부분의 기계화는 승용으로 이루어져 효율 및 생산 부분에서도 매우 높을 것으로 예상됨.

표 2-2 연도별 벼농사 기계화율

단위: %

연도	경운정지	이앙	방제	수확	건조	평균	
2000	98.5	98.2	98.9	98.4	42.1	87.2	
2004	99.1	98.4	99.5	99.4	53.2	89.9	
2007	100	99.0	98.4	99.6	55.3	90.5	
2009	99.9	99.8	99.3	100.0	58.5	91.5	
2011	99.9	99.8	99.7	99.9	71.6	94.2	
2013	100	99.9	99.0	99.9	90.1	97.8	
2015	99.0	99.9	99.0	99.1	92.6	97.9	
2017	보행	1.3	7.2	56.9	0.1	-	13.1
	승용	98.7	92.8	41.2	99.9	93.9	85.3
	계	100	100	98.1	100	93.9	98.4

자료: 농촌진흥청, 2017농업기계 이용실태 조사(2018)

- 농촌진흥청에서 조사한 자료에 따르면, 2017년 기준 밭농업 기계화율은 60.2%로 나타남.
- 밭농사의 경우, 벼농사와 같은 농기계를 사용할 수 있는 경운정지나 방제 작업은 현재 90% 이상의 높은 기계화율을 보임.
 - 경운정지작업 기계화율: 99.8%
 - 방제작업 기계화율: 93.7%
- 하지만, 노동력이 투입되어야 하는 파종정식과 수확의 경우 30% 미만의 기계화율을 보임.
 - 파종정식작업 기계화율: 9.5%
 - 수확작업 기계화율: 26.8%
 - 기계화율이 낮은 농작업의 기계화율 제고를 통해 생산성 향상 및 노동비 절감 효과를 기대할 수 있음.
- 기계화 및 노동력과 관련하여 벼농사는 더 이상 이슈가 되지 않음. 따라서 본 연구에서는 현황분석 및 분석을 밭농업을 중심으로 수행함.

표 2-3 연도별 밭농사 기계화율

단위: %

		콩	감자	고구마
2017년	생산량(톤)	85,644	466,755	324,960
	재배면적(ha)	45,556	20,974	21,684
	생산액(억 원)	3,939	5,531	5,108
2018년	생산량(톤)	106,082	548,065	305,304
	재배면적(ha)	50,638	23,402	20,948
	생산액(억 원)	4,268	9,153	6,741
증감율(%)	생산량(톤)	23.9	17.4	-6.0
	재배면적(ha)	11.2	11.6	-3.4
	생산액(억 원)	8.4	65.5	32.0

자료: 농촌진흥청, 2017농업기계 이용실태 조사(2018)

3. 주요 밭작물 생산 현황 및 노동투입

3.1. 주요 밭작물 생산 현황

○ 전국의 밭 경지면적은 2003년 719,271 ha에서 2015년 770,829 ha로, 약 7% 증가하였으나, 이후 2018년에는 751,349ha까지 감소하였음.

○ 2017년, 농림축산 식품부가 2022년까지 밭농업 기계화 촉진을 위해 3,967억 원의 투자 계획을 밝히는 등 정부의 밭농업 기계화 제고 노력에도 불구하고 감소하는 농업인구에 따른 노동력 부족으로 밭농업 재배면적은 감소 추세를 보임.

표 2-4 전국 밭 경지면적

단위: ha

연도	2003	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
면적	719,271	738,126	763,905	747,560	757,498	770,829	747,860	755,931	751,349

자료: 통계청, 전국(도별) 논밭별 경지면적

○ 국내 대표적인 밭작물은 식량작물에 콩, 감자, 고구마가 있으며, 원예작물로는 무, 배추, 마늘, 양파, 고추가 있음.

○ 주요 식량작물 중 재배면적 및 생산량은 콩, 생산액은 감자가 가장 컸으며, 2017년 대비 2018년 고구마 생산량 및 재배면적은 감소하고 생산액은 증가하였음.

- 2018년 콩 생산량, 재배면적, 생산액은 2017년 대비 각각 23.9%, 11.2%, 8.4% 증가함.
- 2018년 감자 생산량, 재배면적, 생산액은 2017년 대비 각각 17.4%, 11.6%, 65.5% 증가함.
- 2018년 고구마 생산량, 재배면적 2017년 대비 각각 6.0%, 3.4% 감소, 생산액은 32.0% 증가함.

표 2-5 주요 밭작물 생산 현황(식량작물)

단위: %

		콩	감자	고구마
2017년	생산량(톤)	85,644	466,755	324,960
	재배면적(ha)	45,556	20,974	21,684
	생산액(억 원)	3,939	5,531	5,108
2018년	생산량(톤)	106,082	548,065	305,304
	재배면적(ha)	50,638	23,402	20,948
	생산액(억 원)	4,268	9,153	6,741
증감율(%)	생산량(톤)	23.9	17.4	-6.0
	재배면적(ha)	11.2	11.6	-3.4
	생산액(억 원)	8.4	65.5	32.0

○ 2018년 기준 주요 원예작물 중 생산량은 배추가 가장 많았고, 무, 양파, 마늘, 고추 순이었음.

- 재배면적은 고추, 배추, 마늘, 양파, 무 순
- 생산액은 고추, 마늘, 배추, 양파, 무 순
- 2018년 무 생산량, 재배면적, 생산액 모두 2017년 대비 증가

- 배추는 생산량은 비슷한 수준이었으나, 재배면적은 감소, 생산액 증가
- 마늘은 생산량과 재배면적은 증가하였으나, 생산액은 감소
- 양파는 생산량과 재배면적은 큰 폭으로 증가하였으나, 생산액은 큰 폭으로 감소함.
- 고추는 생산량과 재배면적, 생산액 모두 증가

표 2-6 주요 밭작물 생산 현황(원예작물)

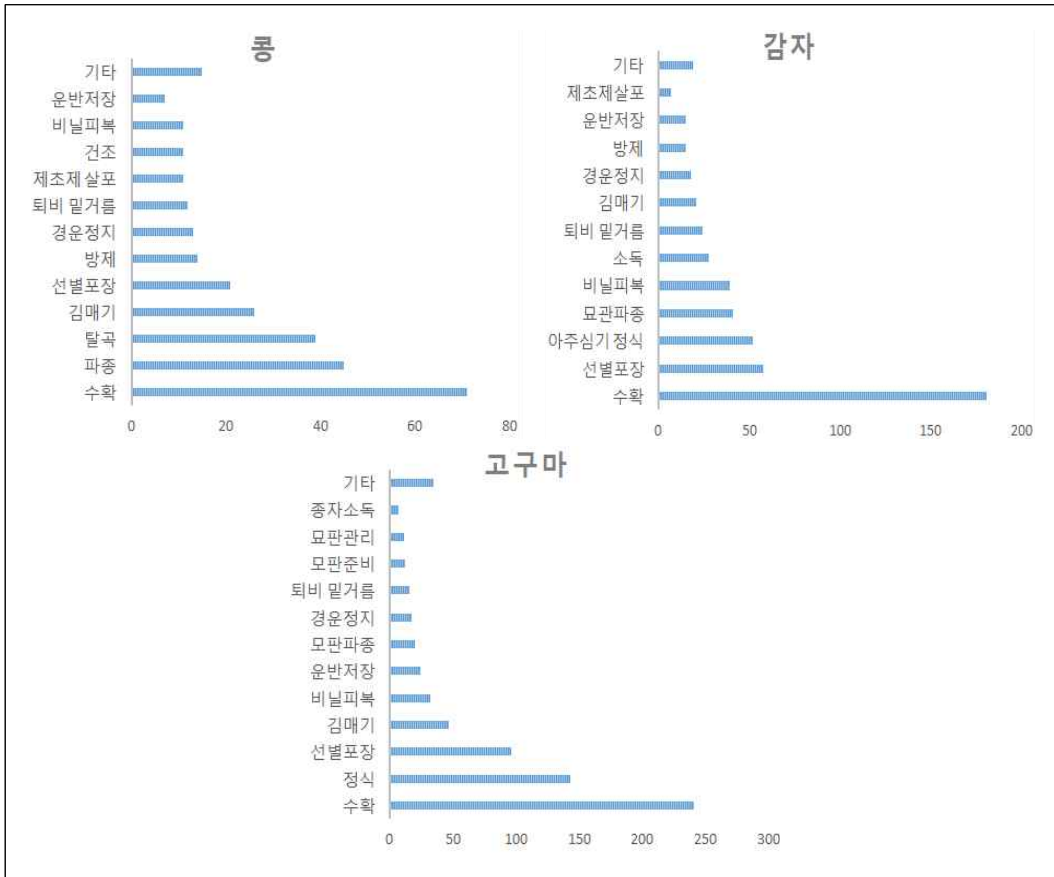
		무	배추	마늘	양파	고추
2017년	생산량(톤)	1,158,979	2,395,686	303,578	1,144,493	241,946
	재배면적(ha)	22,728	32,416	24,864	19,538	32,865
	생산액(억 원)	4,768	8,934	11,169	11,193	11,837
2018년	생산량(톤)	1,234,561	2,391,946	331,748	1,520,969	265,254
	재배면적(ha)	23,406	31,143	28,351	26,425	33,630
	생산액(억 원)	5,626	9,370	10,151	9,141	16,317
증감율 (%)	생산량(톤)	6.5	-0.2	9.3	32.9	9.6
	재배면적(ha)	3.0	-3.9	14.0	35.2	2.3
	생산액(억 원)	18.0	4.9	-9.1	-18.3	37.8

자료: 통계청

3.2. 주요 밭작물별 노동 투입

- 밭작물의 주요 농작업은 수확, 파종정식, 방제, 비닐피복, 김매기, 운반, 선별포장 등으로 구성됨.
- 기계화율이 높은 경운정지, 방제, 비닐피복에 대한 노동투입시간은 상대적으로 적은 반면, 기계화율이 낮은 수확, 파종, 정식 등의 노동투입시간이 큰 것으로 나타남.

그림 2-1 주요 발작물별 노동투입 요소 및 투입시간(식량작물)



자료: 이규승 외(2016) 자료를 활용하여 재정리함.

○ 식량작물의 주요 노동 투입시간을 살펴본 결과, 3품목 모두 수확에 투입되는 노동시간이 가장 많은 것으로 나타났음.

- 콩의 총 노동투입시간 296시간/ha 중, 투입시간이 가장 큰 작업은 수확이었으며, 다음으로 파종, 탈곡, 김매기, 선별포장, 방제 등의 순이었음.
- 감자의 총 노동투입시간 518시간/ha 중, 투입시간이 가장 큰 작업은 수확이었으며, 다음으로 선별포장, 아주심기, 모관파종, 비닐피복, 소독, 퇴비 밀거름, 김매기, 경운정지 방제 등의 순이었음.
- 고구마의 총 노동투입시간 701시간/ha 중, 투입시간이 가장 큰 작업은 수확이었음.

며, 다음으로 정식, 선별포장, 김매기, 비닐피복, 운반저장, 모판파종, 경운정지 등의 순이었음.

○ 원예작물의 주요 노동 투입시간을 살펴본 결과, 식량작물과 마찬가지로 수확에 투입되는 노동시간이 가장 많은 것으로 나타났음. 단, 양파의 경우에는 정식에 대한 노동시간이 가장 컸음.

- 무의 총 노동투입시간 493시간/ha 중, 투입시간이 가장 큰 작업은 수확이었으며, 다음으로 모판파종, 방제, 퇴비 밑거름, 선별포장, 비닐피복, 김매기, 운반저장, 경운정지 등의 순이었음.

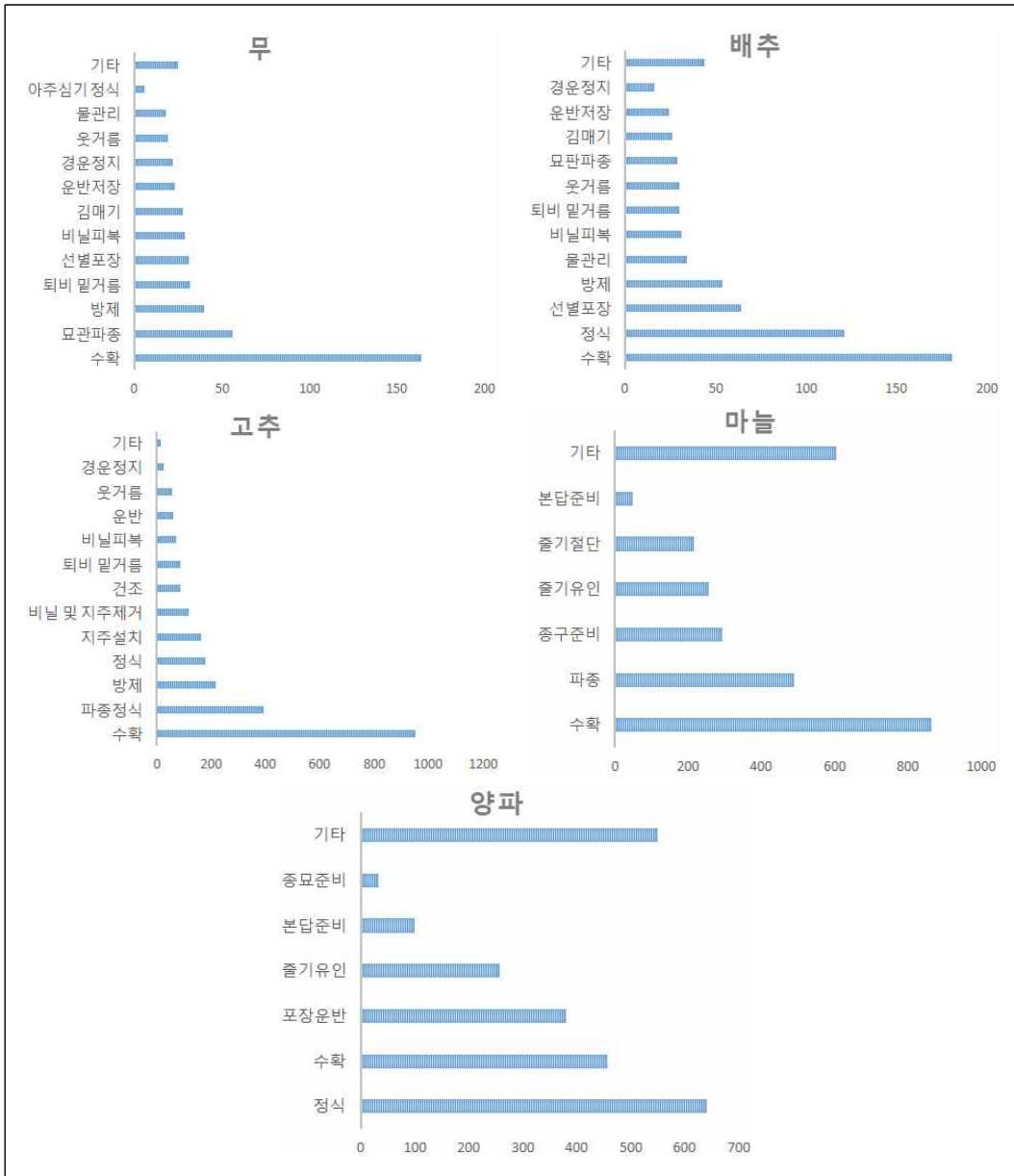
- 배추의 총 노동투입시간 684시간/ha 중, 투입시간이 가장 큰 작업은 수확이었으며, 다음으로 정식, 선별포장, 방제, 물 관리, 비닐피복, 퇴비 밑거름, 웃거름, 모판파종, 김매기, 운반저장, 경운정지 등의 순이었음.

- 고추의 총 노동투입시간 2436시간/ha 중, 투입시간이 가장 큰 작업은 수확이었으며, 다음으로 파종, 방제, 정식, 지주설치, 비닐 및 지주제거, 건조, 퇴비 밑거름, 비닐피복, 운반, 경운정지 등의 순이었음.

- 마늘의 총 노동투입시간 2775시간/ha 중, 투입시간이 가장 큰 작업은 수확이었으며, 다음으로 파종, 종구준비, 줄기유인, 줄기절단, 본답준비 등의 순이었음.

- 양파의 총 노동투입시간 2412시간/ha 중, 투입시간이 가장 큰 작업은 정식이었으며, 다음으로 수확, 포장운반, 줄기유인, 본답준비, 종묘준비 등의 순이었음.

그림 2-2 주요 발작물별 노동투입 요소 및 투입시간(원예작물)



자료: 이규승 외(2016) 자료를 활용하여 재정리함.

3.3. 농업 노동임금

○ 1985년부터 최근 2016년까지, 농업 노동임금은 1985년부터 2016년까지 남자의 경우 9,695원에서 105,510원으로, 여자의 경우 6,939원에서 69,874원까지 지속적으로 증가해 왔음을 확인할 수 있음.

- 이는 농가의 고령화와 더불어 지속적인 농업 인구의 감소로부터 기인한 것이라 추측할 수 있음.
- 따라서 이러한 농업 노동임금의 증가 추세 역시 밭농사에 종사하는 농업인들의 농기계에 대한 의존도를 높일 것이라 예상할 수 있음.

표 2-7 연도별 농업노동임금

단위: 원/일

구분	1990	1995	2000	2005	2010	2015	2016	2017
남자	18,563	33,237	48,040	58,955	76,172	101,220	105,510	110,141
여자	13,224	23,791	32,292	40,043	49,265	66,968	69,874	73,010

자료: 통계청, 농가판매 및 구입가격 조사

3

농업기계 임대사업 추진 현황

1. 농업기계 임대사업 연도별 재정투입

- 농업기계 임대사업은 2003년부터 2017년까지 총 4,309억 원을 지원하였으며, 2018년과 2019년에도 각각 580억 원의 재정투입 계획이 수립되어 있음.
- 농업기계 임대사업의 주요 지원 정책으로는 ‘농기계임대사업소 설치 지원’, ‘여성친화형 농기계 지원’, ‘주산지 일관 기계화 지원’, ‘노후 농기계 대체 지원’이 있음.
 - 여성친화형 농기계 지원과 주산지 일관 기계화 지원은 2016년에 시작된 정책이며, 노후 농기계 대체 지원은 2017년부터 지원하고 있음.

표 3-1 농업기계 임대사업 연도별 재정투입 계획

단위: 원/일

	2015년까지	2016년	2017년	2018년	2019년 이후
농기계임대사업소 설치 지원	324,880	52,000	42,000	32,000	32,000
여성친화형	-	6,000	6,000	6,000	6,000
주산지 일관	-	4,000	4,000	10,000	10,000
노후농기계 대체 지원	-	-	2,000	10,000	10,000
합 계	324,880	52,000	54,000	58,000	58,000
국 고	159,780	26,000	27,000	29,000	29,000
지방비	165,100	26,000	27,000	29,000	29,000

자료: 농림축산식품부, 2018년 사업시행지침

2. 농업기계 임대사업의 시행 현황

2.1. 임대사업소 현황

○ 농기계 임대사업은 각 시·군별로 본소와 분소의 형태로 운영되고 있으며 농업인들의 편의 및 활용성 제고를 위해 분소를 늘려가고 있음.

○ 현재 농기계 임대사업은 2016년 기준으로 전국 시·군에 본소만 가진 시·군은 64곳, 본소 외 한 개의 분소를 가진 시·군은 38곳, 두 개의 분소를 가진 시·군은 19곳, 3개는 7곳, 4개는 4곳, 그리고 4개의 분소 이상을 가진 시·군은 1곳으로 집계됨.

표 3-2 농업기계 임대사업 본소 및 분소 현황

단위: 시·군, %

구분	임대사업소(본소+분소) 개소별 시·군 수						
	1개소	2개소	3개소	4개소	5개소	5개소 이상	
계	134 (100)	64 (47.8)	38 (28.4)	19 (14.2)	7 (5.2)	4 (3.0)	2 (1.5)
광역시	5 (100)	4 (80.0)	-	-	1 (20.0)	-	-
경기	15 (100)	15 (100)	-	-	-	-	-
강원	16 (100)	6 (37.5)	3 (18.8)	5 (31.3)	-	2 (12.5)	-
충남	14 (100)	5 (35.7)	5 (35.7)	3 (21.4)	1 (7.1)	-	-
충북	11 (100)	3 (27.3)	4 (36.4)	2 (18.2)	-	1 (9.1)	1 (9.1)
전남	18 (100)	7 (38.9)	6 (33.3)	3 (16.7)	1 (5.6)	-	1 (5.6)
전북	13 (100)	4 (30.8)	5 (38.5)	2 (15.4)	2 (15.4)	-	-
경남	16 (100)	9 (56.3)	4 (25.0)	2 (12.5)	2 (6.3)	-	-
경북	22 (100)	7 (31.8)	11 (50.0)	2 (9.1)	1 (4.5)	1 (4.5)	-
제주	4 (100)	4 (100)	-	-	-	-	-

자료: 농촌진흥청, 농업기계 임대사업 운영가이드(2016)

2.2. 임대기계 보유대수 현황

○ 단기임대사업을 추진 중인 시·군의 개수와 해당 사업소들에서 임대 가능한 농업기계 보유대수는 2010년부터 지속적으로 증가하는 추세로 나타남.

- 임대 농기계 보유대수는 2010년 시·군당 199대에서 2015년 365대로 5년 간 연평균 13.0% 증가

표 3-3 연도별 단기임대 농업기계 보유대수

단위: 개

구분	연도별 임대사업 운영 시군 및 농업기계 보유대수					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015
시군	95	107	113	118	125	134
대수 (대/시군)	199 -	218 (9.8)	249 (14.1)	300 (20.4)	333 (11.0)	365 (9.6)

주: ()는 전년 대비 증가율(%)

자료: 농촌진흥청, 농업기계 임대사업 운영가이드(2016)

○ 농기계 임대사업소에서 2008년부터 2014년까지 구입한 임대 농기계의 용도별 구입비율을 살펴보면, 벼농사용 농기계 구입은 감소추세를 보이는 반면 밭농사용 농기계는 증가추세를 보임.

- 벼농사용 농기계 구입비율은 2008년 22.3%에서 2014년 12.7%로 하락
- 밭농사용 농기계 구입비율은 2008년 39.8%에서 2014년 57.6%로 상승
- 과수용 농기계 구입비율은 2008년 8.5%에서 2014년 5.2%로 하락
- 축산용 농기계 구입비율은 2008년 6.6%에서 2014년 2.5%로 하락
- 공용 농기계 구입비율은 2008년 22.8%에서 2014년 22.0%로 비슷한 수준

표 3-4 임대용 농업기계 용도별 구입대수 및 비율

		계	벼농사용	밭농사용	과수용	축산용	공용
2008년	구입대수	5748	1282	2288	489	379	1311
	비율(%)	100	22.3	39.8	8.5	6.6	22.8
2009년	구입대수	5864	915	2586	498	493	1372
	비율(%)	100	15.6	44.1	8.5	8.4	23.4
2010년	구입대수	5552	700	2587	577	350	1344
	비율(%)	100	12.6	46.6	10.4	6.3	24.2
2011년	구입대수	3984	685	1912	347	167	872
	비율(%)	100	17.2	48	8.7	4.2	21.9
2012년	구입대수	4876	614	2843	322	219	883
	비율(%)	100	12.6	58.3	6.6	4.5	18.1
2013년	구입대수	8296	937	4853	506	282	1717
	비율(%)	100	11.3	58.5	6.1	3.4	20.7
2014년	구입대수	6395	812	3684	333	160	1407
	비율(%)	100	12.7	57.6	5.2	2.5	22

자료: 농촌진흥청, 농업기계 임대사업 운영가이드(2016)

4

평가지표 개발

1. 밭농업 기계화율 평가지표 개발

1.1. 평가지표 개발의 필요성

- 현재 정부에서 농업기계 임대사업의 성과지표 중 하나로 사용하고 있는 밭농업 기계화율은 농촌진흥청에서 수행하는 ‘농업기계 이용실태 조사’ 결과임.
 - 농업기계 이용실태 조사는 층화집락다단계추출법을 통해 우선 150개 동/읍/면을 추출하고, 각 동/읍/면별 2개 마을, 마을에서 5개 가구를 추출하여 총 1,500개 표본 농가를 대상으로 조사를 실시하고 있음.

- 해당 조사에서는 5개 농작업, 8개 밭작물에 대해 조사를 실시하고 있음.
 - 5개 농작업: 경운정지, 파정정식, 비닐피복, 방제, 수확
 - 8개 품목: 콩, 감자, 고구마, 무, 배추, 마늘, 양파, 고추

- 농작업 기계는 보행, 승용으로 나누어 조사하고 있으며, 품목의 영농주 연령별, 재배규모별 기계화율을 조사함.

- 매우 체계적이고 세밀한 조사가 이루어지고 있기 때문에 조사결과에 대한 신뢰도 및 활용성이 매우 높다고 판단할 수 있음.

표 4-1 지역별 표본수

지역	표본 동/읍/면 수	표본 행정리 수	표본 농가수
강원	9	18	90
경기	25	50	250
경남	20	40	200
경북	25	50	250
전남	23	46	230
전북	17	34	170
충남	14	28	140
충북	12	24	120
제주	5	10	50
합계	150	300	1500

자료: 농촌진흥청, 2017 농업기계 이용실태 조사(2018)

- 다만, 발작물별 기계화율을 계산하는 과정에서 5개 농작업별 기계화율을 단순히 산술 평균하고, 품목별 기계화율을 합산하는 과정에서는 재배면적을 기준으로 가중 평균하여 산정하고 있음.
- 이 경우, 품목의 특성은 반영될 수 있으나, 농작업에 대한 특성이 반영되지 못하는 단점이 존재함.
 - 기계화의 경우, 특정 농작업에 따라 요구되는 농기계가 다르며, 이에 따라 활용률도 매우 상이하게 나타날 가능성이 높음.
 - 또한, 농작업별 난이도와 노동 투입시간 등에서도 차이가 발생함으로 이에 대한 가중치가 부여되어야 하며, 현재 조사는 시행하고 있지만 종합적인 기계화율 계산에서 배제되어 있는 제조작업도 포함하여야 함.
- 따라서 품목 및 농작업의 특성을 반영한 발농업 기계화율 평가 지표를 좀 더 명확히 설정해야 함.

- 이를 통해 품목 및 작업단계별 기계화율 변화가 전체 밭농업 기계화율에 미치는 영향을 구분할 수 있으며, 이러한 영향의 크기와 중요도를 고려하여 보다 효율적인 정책을 수립할 수 있을 것으로 기대됨.

1.2. 평가지표 도출 방법

- 먼저, 밭농업 기계화율은 품목의 특성에 따라 다르게 나타날 수 있기 때문에 품목별 가중치를 부여해야 함.
 - 생산 비중이 높은 품목에는 높은 가중치를 부여하고 상대적으로 생산 비중이 낮은 품목은 낮은 가중치 부여
- 이에 따라 품목별(i) 가중치(w)를 적용한 밭농업 기계화율(R)은 식(1)과 같이 표현할 수 있음.

$$(1) \dots\dots\dots R = R_1w_1 + R_2w_2 + \dots + R_nw_n$$

$$R = \sum_{i=1}^n R_iw_i, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

- 여기서 R 은 밭농업 기계화율, R_i 는 i 품목의 밭농업 기계화율, w_i i 품목에 대한 가중치임.
 - 품목 i 는 주요 밭작물인 콩, 감자, 고구마, 무, 배추, 마늘, 양파, 고추 등을 고려할 수 있음.
 - 밭농업 기계화율에 활용한 품목(기준 품목)별 가중치의 합은 1이 됨.
- 품목별 가중치는 생산 품목의 수량에 중점을 둔 생산량 비중, 작업량 및 시간에 비중을 둔 재배 면적 기준, 생산량과 가격을 동시에 고려한 생산액 기준 등을 고려할 수 있음.
 - ① 생산량 비중: 기준 품목 전체 생산량 대비 해당 품목 i 의 생산량 비중

- ② 재배 면적 비중: 기준 품목 전체 재배 면적 대비 해당 품목 i 의 재배 면적 비중
- ③ 생산액 비중: 기준 품목 전체 생산액 대비 해당 품목 i 의 생산액 비중

$$(2) \dots\dots\dots w_i = \frac{Q_i}{\sum_{i=1}^n Q_i}$$

- w_i 는 i 품목에 대한 가중치이며, Q_i 는 i 품목의 가중치 적용 기준(생산량, 재배면적, 생산액 등) 임.

○ i 품목의 기계화율(R_i)은 해당품목 생산의 주요 농작업 단계(생산단계)에 따라 기계화의 중요도 및 노동 투입량, 비용 투입 등이 다르게 나타날 수 있음.

○ 따라서 생산단계별 가중치(α_{ij})를 고려한 i 품목의 기계화율(R_i)은 식(3)과 같이 나타낼 수 있음.

$$(3) \dots\dots\dots R_i = \alpha_{i1}R_{i1} + \alpha_{i2}R_{i2} + \dots + \alpha_{im}R_{im}$$

$$R_i = \sum_{j=1}^m \alpha_{ij}R_{ij}, \quad \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} = 1$$

- 여기서 R_i 는 i 품목의 밭농업 기계화율, α_{ij} 는 i 품목의 주요 생산단계 j 에 대한 가중치임.
- 밭농업 생산단계는 경운·정지, 파종·정식, 비닐·피복, 방제, 수확 등으로 구분할 수 있음.
- i 품목의 생산단계별 가중치의 합은 1이 됨.

○ 생산의 주요 농작업 단계별 가중치는 작업시간 또는 해당 작업비용의 생산단계별 비중을 고려할 수 있음.

- ① 작업시간 비중: i 품목 생산에 소요되는 전체 작업시간 대비 생산단계 j 의 작업시간 비중
- ② 작업비용 비중: i 품목 생산에 소요되는 전체 작업비 대비 생산단계 j 의 작업비 비중

$$(4) \dots\dots\dots \alpha_{ij} = \frac{T_{ij}}{\sum_{j=1}^m T_{ij}}$$

- α_{ij} 는 i 품목의 생산단계 j 에 대한 가중치이며, T_{ij} 는 i 품목의 생산단계 j 의 가중치 적용 기준(작업시간, 작업비용 등) 임.

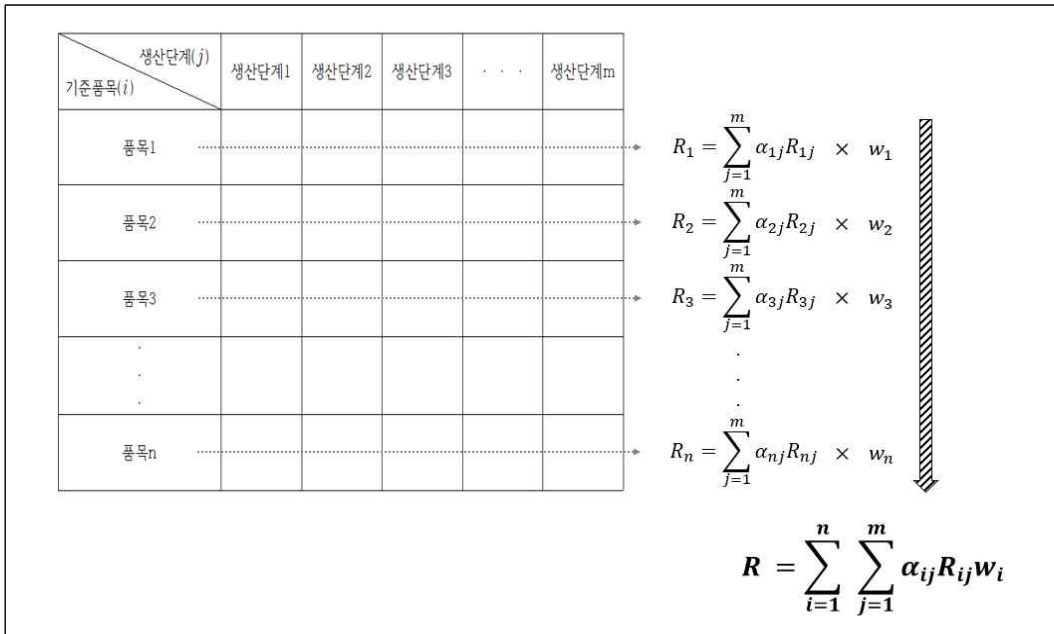
○ 전술한 품목별 가중치와 주요 생산단계별 가중치를 동시에 고려하여 식(1)과 식(3)을 재구성하면 식(5)와 같이 표현할 수 있으며, 이때 가중치에 대한 제약조건(합산한 값이 1이 되어야 함)은 동일함.

$$(5) \dots\dots\dots R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} R_{ij} w_i$$

$$\sum_{j=1}^m \alpha_{ij} = 1, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

- 따라서 발농업 기계화율을 평가하기 위한 발농업 기계화율 성과지표는 식(5)와 같이 도출할 수 있음.
- 이때 생산단계(j)와 기준품목(i)에 대한 설정이 필요하며, 이에 따라 발농업 기계화율은 서로 다른 값으로 계산될 것임.
- 발농업 기계화율 성과지표의 설정 및 계산 방법을 그림으로 표현하면 <그림 4-1>과 같음.

그림 4-1 발농업 기계화율 설정 및 계산 방법



2. 생산비 절감효과 평가지표 개발

- 농업기계 임대사업의 주요 목표 중 하나인 농가의 생산비 절감에 대한 성과를 평가하기 위해 생산비 절감 효과를 분석하고, 이를 평가할 수 있는 평가지표 개발이 요구됨.
- 생산비 절감은 기준연도 대비 평가연도의 생산비 변화로 산정할 수 있으며, 이를 통해 절감률을 계산할 수 있음.
 - 단, 생산비 변화는 기계화뿐만 아니라 다양한 원인에 의해 발생할 수 있기 때문에 기계화율에 의한 효과를 명확히 구분할 수 있어야 함.
- 따라서 본 연구에서는 평가지표 개발을 위해 발작물 생산농가의 비용함수를 수립함.
 - 이를 토대로 산출된 생산비 절감액 및 절감률을 성과지표로 활용할 수 있을 것임.

2.1. 생산비 절감 효과 분석 방법

- 농업기계 임대사업의 비용절감 효과는 농기계 투입가능 생산단계로 구분하고, 농기계와 노동력의 대체로 인한 생산비 절감 또는 민간 농기계 대여와 국가 임대사업 활용의 차액에 따른 생산비 절감에 의해 결정됨.
- 본 연구에서는 농산물 각 단계별 생산비는 노동력 투입과 기계 투입 외 기타투입요소의 비용은 일정한 것으로 가정하고, 개별 품목의 1ha 당 평균 생산량은 주어진 것으로 가정함.
- 농산물의 생산 단계는 경운 정지, 파종 이식, 비닐 피복, 방제, 제초, 수확으로 구분할 수 있으며, 각 생산 단계별 투입요소의 단가 및 투입량, 고정비용으로 분류할 수 있음.
 - 생산단계별 다양한 투입요소에 의해 비용이 결정됨.
 - 다만, 본 연구에서는 노동투입과 농기계투입에 중점을 두고 분석을 진행함.
- 이에 따라 노동투입과 기계투입에 의한 비용을 제외한 나머지 비용을 고정비로 가정한 비용함수는 식(6)과 같이 도출할 수 있음.

$$(6) \dots\dots\dots C_j(L, M) = w_{L_j}L_j + w_{M_j}M_j + FC_j, \quad s.t. Q = f(L, M)$$

- 여기서 C_j 는 j 단계의 농산물 생산비이며, w_{L_j} 는 j 단계에 투입되는 시간당 노임, L_j 은 j 단계 노동 투입량(1ha당 j 단계 작업을 위해 투입되는 노동 시간), w_{M_j} 는 j 단계 농기계 이용 단가, M_j 는 j 단계 농기계 투입량(1ha당 j 단계 작업을 위해 투입되는 농기계 이용 시간), FC_j 는 j 단계의 기타 투입요소 비용임.
- 이때 1ha당 생산량(Q)은 주어져 있다고 가정하고, 노동(L_j)과 기계 투입량(M_j)제외하고 타 요소의 투입량 및 비용은 변화하지 않는 것을 가정함.
- 기계화에 따른 생산비 변화에 영향을 미치지 않는 변수인 고정비용(FC_j)은 식에서 제외함.

○ 생산 제약하의 비용 최소화문제를 풀기 위해 라그랑지함수를 (식 7)과 같이 설정할 수 있음.

$$(7) \dots\dots\dots \text{Min}_{L,M} C_j(L, M), \quad \text{s.t. } Q = f(L, M)$$

$$\mathcal{L}_j = w_{Lj}L_j + w_{Mj}M_j - \lambda_j(f(L, M) - Q)$$

○ 주어진 생산량(Q)을 생산하기 위한 노동과 기계의 투입량은 동일한 생산량 곡선(등량곡선)상에 존재해야 하는데, 이때 노동과 농기계 투입의 교환비율인 한계기술대체율 (marginal rate of technical substitute; $MRTS_{L,M}$)은 노동이 기계로 대체되는 비율 ($\Delta M / \Delta L$: 등량곡선의 기울기)임.

○ 농기계사용과 노동사용이 비용을 최소화하는 비율에서 이루어지고 있다면, 등량곡선과 비용곡선의 접점에서 노동과 농기계 투입이 이루어져야 함. 한계대체율은 두 생산요소의 한계 생산비율과 같으며, 이를 통해 비용곡선과 등량곡선의 접점을 구할 수 있음.

○ 식(7)을 노동과 기계 투입량에 대해 미분하여 비용곡선의 가격비율(기울기)이 두 투입 요소의 한계 생산비율과 같을 때 비용을 최소 비용이 달성됨(식 8).

$$(8) \dots\dots\dots \mathcal{L}_j = w_{Lj}L_j + w_{Mj}M_j - \lambda_j(f(L, M) - Q)$$

$$1) \frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial L_j} = w_{Lj} - \lambda_j f_{Lj} = 0$$

$$2) \frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial M_j} = w_{Mj} - \lambda_j f_{Mj} = 0$$

$$3) \frac{\partial \mathcal{L}_j}{\partial \lambda_j} = w_{Lj} - \lambda_j f_{Lj} = 0$$

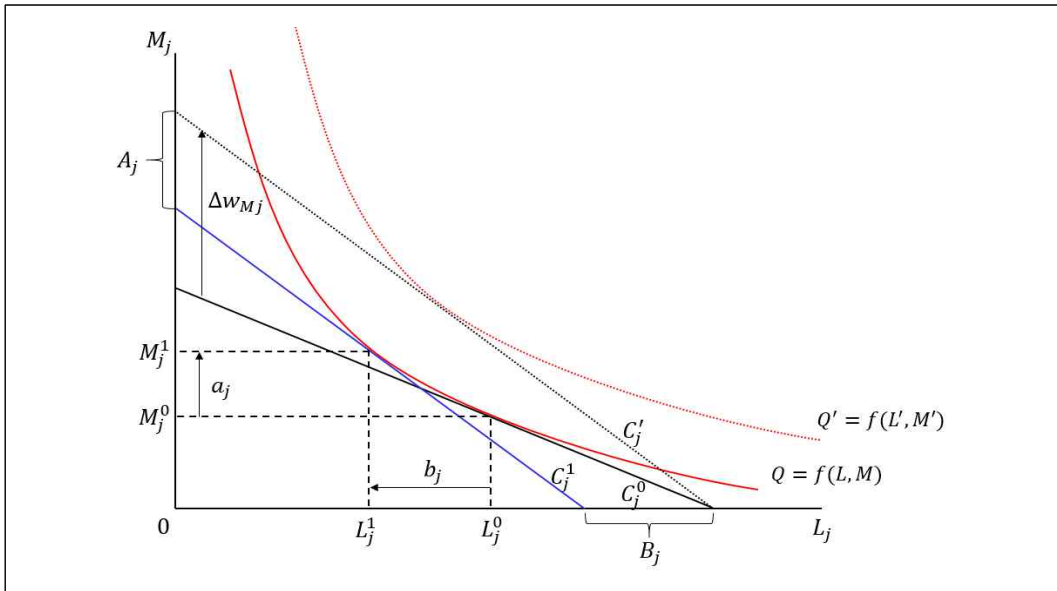
$$MRTS_j = MRTS_{L,M} = -\frac{\Delta M_j}{\Delta L_j} = \frac{MP_L}{MP_M} = \frac{w_{Lj}}{w_{Mj}}$$

○ 이때 <그림 4-2>와 같이 농기계 임대사업의 시행으로 농기계 이용단가가 w_{Mj}^0 에서 w_{Mj}^1 으로 하락할 경우, 생산농가는 동일한 비용($C_j^0 = C_j^1$)으로도 생산량을 증가시킬 수 있음.

- 다만, 본 연구의 목적은 동일한 생산 수준에서 비용감소(decreasing cost; DC) 효과를 평가하는 것임. 따라서 투입요소의 투입비율 변화를 통해 동일한 생산량을 유지하는 최소 비용수준을 도출하고 이를 이용하여 생산비 감소효과를 추정할 수 있음 ($C_j^0 - C_j^1 = w_{Mj}^1 A_j$, $w_{Mj}^1 A_j = w_{Lj} B_j$).

- 이때 노동력 투입 감소량은 b_j 이며, 농기계 투입 증가량은 a_j 가 됨.

그림 4-2 농기계 임대사업 시행을 통한 비용감소 효과



○ 농기계 임대사업 시행을 통한 생산비 절감 효과는 기준 연도(사업시행 이전, 전년 등) 비용(C_j^0)과 농기계 임대사업 시행 이후 평가 연도 비용(C_j^1)을 수식(9)와 같이 설정하고 농기계 임대사업 시행을 통한 효과를 계산할 수 있음(식 10).

- 이때 기준연도의 설정에 따라 생산비 감소 효과는 다르게 계산될 수 있기 때문에 기준연도는 최초 설정 이후 변화하지 않아야 생산비 절감효과 비교에 용이함.

$$(9) \dots\dots\dots \text{기준연도 생산비: } C_j^0 = w_{L_j}^0 L_j^0 + w_{M_j}^0 M_j^0$$

$$\text{평가연도 생산비: } C_j^1 = w_{L_j}^1 L_j^1 + w_{M_j}^1 M_j^1$$

$$(10) \dots\dots\dots DC = C_j^0 - C_j^1$$

$$= (w_{L_j}^0 L_j^0 + w_{M_j}^0 M_j^0) - (w_{L_j}^1 L_j^1 + w_{M_j}^1 M_j^1)$$

$$= w_{M_j}^1 A_j = w_{L_j} B_j$$

○ 식(10)에서 $w_{M_j}^1 A_j$ 는 생산비 절감효과를 <그림 4-2>의 세로축을 기준으로 평가한 것으로, 변화된(절감된) 농기계 이용단가($w_{M_j}^1$)기준으로 최대 농기계 투입량을 나타내는 Y절편의 사업시행 이전과 이후의 차이 즉, A_j 를 평가한 것임. 반면, $w_{L_j} B_j$ 는 생산비 절감효과를 <그림 4-2>의 가로축을 기준으로 평가한 것으로, 변화가 없는 노임(w_{L_j}) 기준으로 최대 노동력 투입량을 나타내는 X절편의 사업시행 이전과 이후의 차이 즉, B_j 를 평가한 것임.

○ 기계화율을 고려한 비용감소 효과를 고려하기 위해 노동투입량(L_j)과 농기계투입량(M_j)을 1ha당 최대 투입량($L_{\max j}, M_{\max j}$)과 투입비율(S_{L_j}, S_{M_j})로 나타내면 식(11)과 같음.

$$(11) \dots\dots\dots C_j = w_{L_j} L_{\max j} S_{L_j} + w_{M_j} M_{\max j} S_{M_j}$$

- 여기서 S_{L_j} 는 최대 노동투입 가능량 대비 실제 노동투입량 비율이며, S_{M_j} 은 최대 농기계투입 가능량 대비 실제 농기계투입량 비율임.

○ 최대 농기계 투입량은 1ha를 농기계만을 이용하여 작업할 때 소요되는 시간이며, 최대 노동 투입량은 1ha를 노동력만으로 작업할 때 소요되는 시간임.

○ 노동과 농기계 투입 외 변수는 고정비용으로 제외하였으므로 두 투입요소의 대체율에 따라 투입비율의 합은 1(100%)가 됨.

- 예를 들어, 밭 1ha의 경운 정지 작업을 노동력만으로 실시한다면, 100시간이 소요되고, 농기계로만 실시한다면, 10시간이 소요된다고 할 경우, 이때 최대 노동 투입량 ($L_{\max j}$, $j =$ 경운 정지)은 100이되고, 최대 농기계 투입량($M_{\max j}$)은 10이 됨.
- 만약 농기계를 5만큼 투입한다면, 노동력은 50이 투입되어야 동일한 생산 수준을 유지 할 수 있음. 따라서 이 경우, 농기계투입과 노동투입 비율은 각각 0.5가 됨.
- 만약 농기계를 1 투입하면, 노동력은 90가 투입되어야 동일한 생산 수준을 유지 할 수 있음. 따라서 이 경우, 농기계투입과 노동투입 비율은 각각 0.1, 0.9가 됨.

표 4-2 투입량과 투입비율 관계 예시

노동 투입량 ($L_j = L_{\max j} S_{Lj}$)	농기계 투입량 ($M_j = M_{\max j} S_{Mj}$)	노동 투입 비율 (S_{Lj})	농기계 투입 비율 (S_{Mj})
100 (최대 노동 투입량)	0	1	0
90	1	0.9	0.1
80	2	0.8	0.2
⋮	⋮	⋮	⋮
50	5	0.5	0.5
⋮	⋮	⋮	⋮
0	10 (최대 농기계 투입량)	0	1

○ 앞의 그림에서와 같이 선형으로 표시되는 등비용곡선상에서의 요소 간 대체라고 하면, 식(12)와 같이 ‘노동 투입 비율’은 ‘1-농기계투입 비율’로 표현할 수 있음.

$$(12) \dots\dots\dots C_j = w_{Lj} L_{\max j} (1 - S_{Mj}) + w_{Mj} M_{\max j} S_{Mj}$$

$$S_{Lj} + S_{Mj} = 1$$

○ 다만, 기계화율은 농작물을 생산과정에 농기계를 사용한 비율을 나타내는 결과로 농기계 임대사업을 통한 농기계 비율(S_{Mj1})과 기타(S_{Mj2})로 구분할 수 있으며 기타는 민간

임대(S_{Mj3}), 개인 소유 농기계 비율(S_{Mj4})을 포함하고 있음. 그리고 농기계 투입 단가(w_{Mj})는 기계화 비율에 따라 가중평균하여 사용할 수 있음.

- 개인이 농기계를 소유하는 것은 민간 임대비용(w_{Mj3})보다 개인 소유 농기계 사용 단가(w_{Mj4})가 낮기 때문으로 최대 사용 단가가 임대비용보다 낮거나 같을 것임 ($w_{Mj3} \geq w_{Mj4}$).

○ 이에 따라 본 연구에서는 개인 소유 농기계 비율과 민간 임대비용은 동일 단가(w_{Mj2})를 적용하고 기계화율의 결과도 임대사업 기계 비율(S_{Mj1})과 기타(S_{Mj2})로 구분하였음.

$$(13) \dots\dots\dots S_{Mj} = S_{Mj1} + S_{Mj2}$$

$$S_{Mj2} = S_{Mj3} + S_{Mj4}$$

$$w_{Mj} = S_{Mj1}w_{Mj1} + S_{Mj2}w_{Mj2}$$

○ 식(14)는 한계기술대체율($MRTS_j$)를 적용하여 노동력 투입량을 농기계 투입량으로 전환할 수 있음을 나타낸 것임.

$$(14) \dots\dots\dots L_{\max j} = \frac{1}{MRTS_j} M_{\max j}$$

$$MRTS_j = - \frac{\Delta M_j}{\Delta L_j} = \frac{w_{Lj}}{w_{Mj}}$$

○ 농기계 임대사업을 이용할 경우, 생산자가 농기계를 직접 운행해야함. 따라서 농기계 투입량(시간)에 대한 본인의 노임이 발생하는 것을 고려하였음.

- 또한, 민간 임대는 경우에 따라 운행까지 대행할 수 있기 때문에 이때 발생하는 임대 비용은 대행 운행비를 본인의 노임으로 대체하고 순수 기계 임대료로 환산하여 계산함.

$$(15) \dots\dots\dots C_j = w_{Lj} \frac{1}{MRTS_j} M_{\max j} (1 - S_{Mj}) + (w_{Mj} + w_{Lj}) M_{\max j} S_{Mj}$$

○ 따라서 농기계 임대사업 시행에 따른 생산단계 j 의 생산비 절감 효과(DC_j)는 주어진 최대 농기계 투입량($M_{\max j}$)과 노임(w_{Lj})조건 하에서 농기계 이용 단가(w_{Mj})와 기계화율(S_{Mj}) 변화에 의해 결정됨.

$$(16) \dots\dots\dots DC_j = C_j^0 - C_j^1$$

$$\begin{aligned} C_j^0 &= w_{Lj} \frac{1}{MRTS_j^0} M_{\max j}^0 (1 - S_{Mj}^0) + (w_{Mj}^0 + w_{Lj}) M_{\max j}^0 S_{Mj}^0 \\ &= w_{Mj}^0 M_{\max j}^0 (1 - S_{Mj}^0) + (w_{Mj}^0 + w_{Lj}) M_{\max j}^0 S_{Mj}^0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} C_j^1 &= w_{Lj} \frac{1}{MRTS_j^1} M_{\max j}^1 (1 - S_{Mj}^1) + (w_{Mj}^1 + w_{Lj}) M_{\max j}^1 S_{Mj}^1 \\ &= w_{Mj}^1 M_{\max j}^1 (1 - S_{Mj}^1) + (w_{Mj}^1 + w_{Lj}) M_{\max j}^1 S_{Mj}^1 \end{aligned}$$

$$MRTS_j^0 = - \frac{\Delta M_j^0}{\Delta L_j^0} = \frac{w_{Lj}}{w_{Mj}^0}$$

$$MRTS_j^1 = - \frac{\Delta M_j^1}{\Delta L}$$

2.2. 생산비 절감률 지표 개발

○ 도출한 생산단계별 생산비 절감액을 통해 품목별 총 생산비 절감액과 절감률을 계산할 수 있으며, 품목별 가중치를 적용하여 농기계 임대사업을 통한 생산비 절감률을 계산할 수 있음.

- 생산비 절감률은 기준연도 대비 추정연도의 차이를 기준연도의 생산비 합으로 계산

할 수 있음.

- 생산비 절감률(%) = 생산비 절감액/기준연도 생산비*100
- 생산비 절감액 = 평가연도 생산비-기준연도 생산비
- 이때, 생산 단계별 생산비 절감액을 계산하지 못하고 품목별 총 생산비 절감액을 계산한다면, 앞의 기계화율과 같이 생산단계별 가중치를 적용하여 계산할 수 있음.

○ 앞서 도출한 생산단계별 생산비 절감효과(DC_{ij})를 품목 구분을 포함하여 식(17)과 같이 표현할 수 있음.

○ 이때 i 품목의 생산단계 j 의 생산비 절감률은 식(18)과 같음.

$$(17) \dots\dots\dots DC_{ij} = C_{ij}^0 - C_{ij}^1$$

$$(18) \dots\dots\dots RDC_{ij} = \frac{C_{ij}^0 - C_{ij}^1}{C_{ij}^0} \times 100$$

○ 이를 통해 품목별 농기계 임대사업으로 인한 생산비 절감액을 계산할 수 있는데, 이때 품목 i 의 총 생산비 절감액은 생산단계별 생산비 절감액의 합임(식 19).

$$(19) \dots\dots\dots DC_i = \sum_{j=1}^m DC_{ij} = \sum_{j=1}^m (C_{ij}^0 - C_{ij}^1)$$

$$C_i^0 = \sum_{j=1}^m C_{ij}^0$$

- 여기서 m 은 농작업 단계이고, C_i^0 는 i 품목의 기준연도 생산비로 각 농작업 단계별 생산비를 합산한 것임.

○ 농기계 임대사업을 통한 i 품목의 생산비 절감률(RDC_i)은 품목별 생산비 절감액이 기준연도 i 품목 생산비에서 차지하는 비중으로 표현할 수 있음(식 20).

$$(20) \dots\dots\dots RDC_i = \frac{DC_i}{C_i^0} = \frac{\sum_{j=1}^m DC_{ij}}{\sum_{j=1}^m C_{ij}^0} = \frac{\sum_{j=1}^m (C_{ij}^0 - C_{ij}^1)}{\sum_{j=1}^m C_{ij}^0}$$

- 발농업 기계화율의 경우, 생산단계(j)별 기계화율을 구하고 이를 단계별 가중치(α_{ij})를 적용하여 i 품목의 기계화율을 계산하였음. 하지만, 생산비 절감률의 경우, 각 단계의 절감액을 합하는 방식으로 계산되기 때문에 생산단계별 가중치를 적용하지 않음.

○ 따라서 농기계 임대사업을 통한 생산비 절감률 지표(RDC)는 대상 품목의 기준 생산비 대비 생산액 절감률로 식(21)과 같이 계산할 수 있음.

$$(21) \dots\dots\dots RDC = \frac{\sum_{i=1}^n DC_i}{\sum_{i=1}^n C_i^0} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m DC_{ij}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij}^0} = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (C_{ij}^0 - C_{ij}^1)}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij}^0}$$

5

발농업 기계화율 평가지표 실증 분석

1. 가중치 적용

1.1. 품목별 가중치

- 품목별 가중치는 생산량, 재배면적, 생산액 등 기준에 따라 달라질 수 있음. 이에 따라 본 연구에서는 세 가지 기준을 모두 적용하여 평가지표를 실증 분석하였음.
- 가중치 계산은 통계청의 2017년 기준 품목별 생산량, 재배면적, 생산액 자료를 활용하였음.
 - 본 연구의 실증은 주요 발작물인 콩, 감자, 고구마, 무, 배추, 마늘, 양파, 고추를 중심으로 분석하였음.
- 분석에 사용한 8개 품목의 총합을 기준으로 각 품목의 가중치를 계산하였음.
 - 시점은 기계화율 등 타 자료와 일관성을 유지하기 위해 2017년을 기준으로 계산함.
- 가중치는 품목의 특성에 따라 상이하게 나타남. 넓은 면적을 요구하는 품목, 생산물의 무게가 무거운 품목, 품목의 단가가 높은 품목에 따라 가중치가 다르게 나타남.

- 생산량 기준(가중치1): 배추(0.391)가 가장 높았으며, 다음으로 무(0.189), 양파(0.187) 순이었음.
- 재배면적 기준(가중치2): 콩(0.206)이 가장 높았으며, 다음으로 고추(0.149), 배추(0.147) 순이었음.
- 생산액 기준(가중치3): 고추(0.189)가 가장 높았으며, 다음으로 마늘(0.179), 양파(0.179) 순이었음.

표 5-1 주요 발작물 품목별 생산 현황 및 가중치

	생산량		재배면적		생산액	
	톤	가중치1 (w_i)	ha	가중치2 (w_i)	억	가중치3 (w_i)
콩	85644	0.014	45556	0.206	3939	0.063
감자	466755	0.076	20974	0.095	5531	0.089
고구마	324960	0.053	21684	0.098	5108	0.082
무	1158979	0.189	22728	0.103	4768	0.076
배추	2395686	0.391	32416	0.147	8934	0.143
마늘	303578	0.050	24864	0.113	11169	0.179
양파	1144493	0.187	19538	0.089	11193	0.179
고추	241946	0.040	32865	0.149	11837	0.189
전체	6122041	1	220625	1	62479	1

자료: 통계청

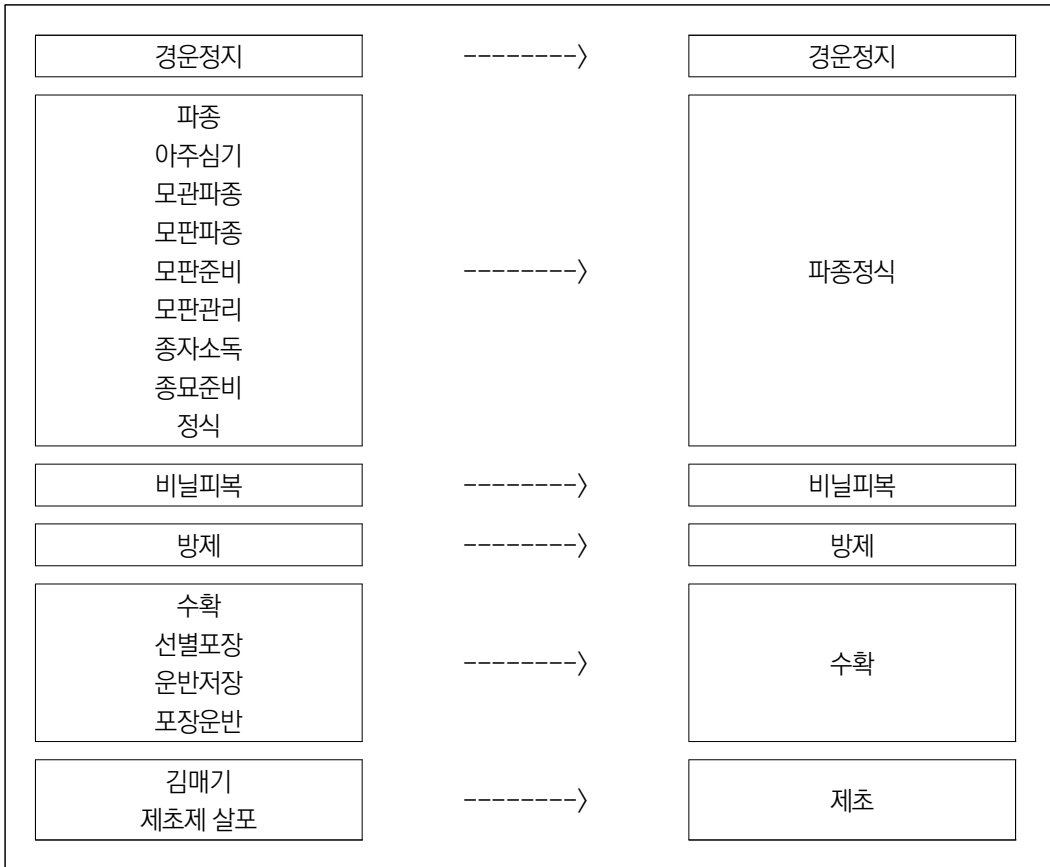
1.2. 농작업별 가중치

- 농작업별 가중치는 해당 농작업에 투입되는 노동시간으로 결정하였음.
- 농작업의 경우, 품목에 따라 투입시간, 조사기관 및 조사목적이 다르기 때문에 일정 기준을 설정하여 자료를 통합하는 과정을 거침.
 - 본 연구에서 활용한 품목별 밭농업 기계화율 자료의 경우, 농작업을 6단계 경운정지, 파종정식, 비닐피복, 방제, 수확, 제초로 구분하고 있음.

- 하지만, 품목별 노동투입시간은 단순히 6개 농작업이 아니라 품목별 10개 이상의 농작업에 대한 노동투입시간을 제시하고 있음.

○ 따라서 제시된 다양한 농작업을 6단계로 통합하였음.

그림 5-1 농작업 단계별 통합



자료: 이규승 외(2016) 자료를 활용하여 재정리함.

○ 농작업을 6단계로 통합하여 품목별 노동시간을 계산하여 아래 <표5-2>에 제시함.

- 품목별로 차이는 있으나, 전반적으로 경운정지와 비닐피복, 방제, 제초에 투입되는 노동시간은 상대적으로 적고, 수확, 파종정식에 투입되는 노동시간이 큰 것으로 나타남.
- 대부분의 품목은 수확에 가장 많은 노동력이 투입되고 있는 것으로 조사되었으며, 파

종정식, 방제 순으로 노동력 투입량이 많은 것으로 나타났음.

○ 또한, 일부 품목의 경우에 기준으로 설정한 작업시간을 기타로 처리하거나, 조사되지 않았음.

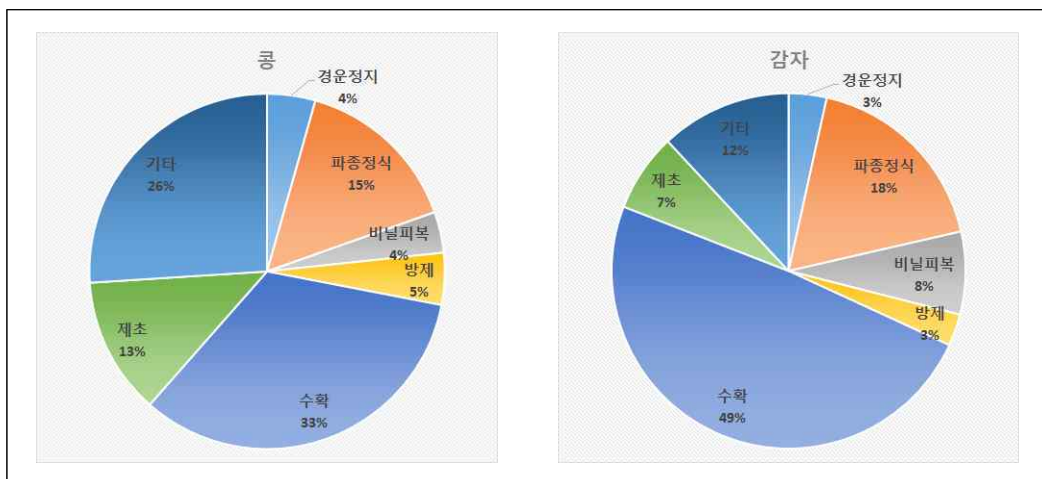
- 고구마의 방제, 마늘과 양파의 경운정지, 비닐피복, 방제, 제초 작업에 대한 조사결과가 없음.
- 따라서 해당 작업시간은 타 작목 작업시간의 평균으로 대체하였음.

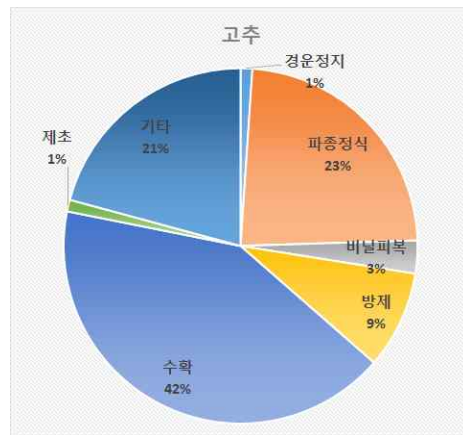
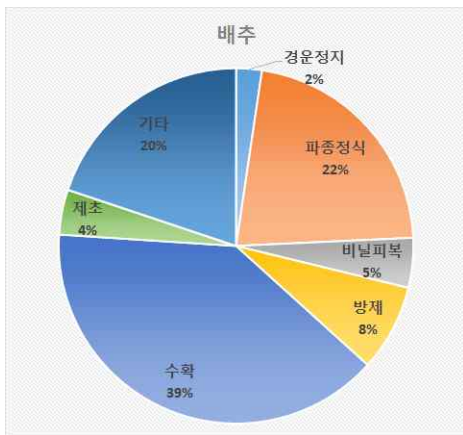
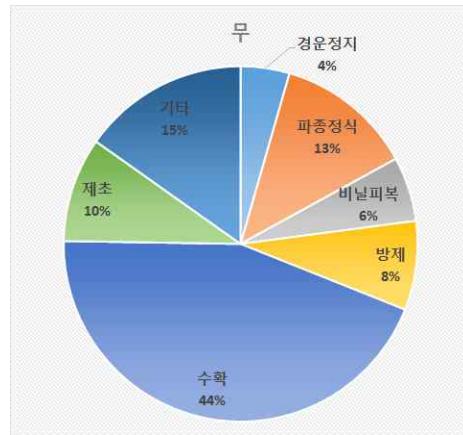
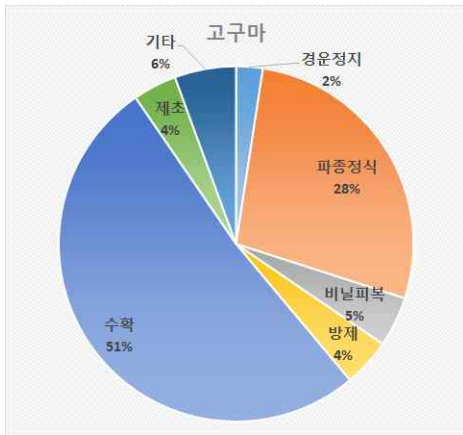
표 5-2 주요 밭작물 노동투입량(시간/ha)

	경운정지	파종정식	비닐피복	방제	수확	제초	기타	계
콩	13	45	11	14	99	37	77	296
감자	18	93	39	15	254	37	62	518
고구마	17	193	32	31	361	28	39	701
무	22	62	29	40	218	47	75	493
배추	16	150	31	54	269	28	136	684
고추	26	571	73	217	1016	26	507	2436
마늘	19	490	36	31	866	34	1300	2775
양파	19	672	36	31	835	34	786	2412

자료: 이규승 외(2016) 자료를 활용하여 재정리함.

그림 5-2 주요 밭작물 작업별 노동투입 비율





자료: 이규승 외(2016) 자료를 활용하여 재정리함.

○ 하지만 주어진 자료는 농기계작업과 구분되지 않은 노동시간으로 해당 농작업의 순수 노동시간을 계산하고 이에 대한 가중치를 적용해야 함.

○ 농작업별 노동투입시간과 농기계 기계화율을 활용하여 해당 작업의 최대 노동투입시간을 식(22)와 같이 계산함.

- 최대 노동투입시간은 1ha 면적의 품목별 해당 작업을 노동력만으로 수행할 경우 요구되는 노동투입시간임.

○ 최대 노동투입시간(L_{maxj})은 현재 노동투입시간(L_j^*)과 기계투입시간(M_j^*)을 노동투입시간으로 환산한 값의 합으로 표현할 수 있으며, 각 농작업 단계별 최대 노동투입시간의 합을 기준으로 가중치(α_j) 부여함

$$(22) \dots\dots\dots L_{maxj} = L_j^* + \delta_j M_j^*$$

$$L_j = L_j^* + M_j^* , M_j^* = S_j L_j , L_j^* = (1 - S_j) L_j$$

$$\alpha_j = \frac{L_{maxj}}{\sum_{j=1}^m L_{maxj}}$$

- 여기서 L_{maxj} 는 1ha 기준 j 농작업을 노동력만으로 수행할 때 노동투입시간이며, L_j^* 는 노동투입시간, M_j^* 는 농기계 투입시간, δ_j 는 j 농작업 수행에 대한 농기계 투입시간 대비 노동투입시간을 나타내는 환산계수이며, S_j 는 기계화율임.

- 가중치 α_j 는 앞의 식(4)와 동일한 것으로 가중치 적용 기준을 노동시간으로 계산한 것임.

○ 환산계수는 품목별 농촌진흥청의 '농업기계 임대사업 운영가이드'에서 제시하고 있는 품목별 관행작업 대비 기계작업 시간을 적용함.

- 품목의 관행 및 농기계 농작업이 시간이 존재하는 경우에는 해당 수치를 이용한 환산계수를 적용하고, 해당 농작업 시간이 존재하지 않는 경우에는 평균값을 적용하였음.
 - 다만, 수확 및 정식은 농기계 작업 효율성이 낮은 작업으로 모든 환산계수에 평균값을 적용할 경우, 특정 작업에 대한 가중치가 과소 추정될 가능성 존재함
 - 따라서 수확과 정식을 제외한 파종의 환산계수 평균(26.9)를 고려하여 평균 환산계수를 20, 30으로 적용하여 결과 값을 비교하였음

표 5-3 환산계수 도출

	경운 정지	파종 정식	비닐 피복	방제	수확	제초	기타	계
콩	13	45	11	14	99	37	77	296
감자	18	93	39	15	254	37	62	518
고구마	17	193	32	31	361	28	39	701
무	22	62	29	40	218	47	75	493
배추	16	150	31	54	269	28	136	684
고추	26	571	73	217	1016	26	507	2436
마늘	19	490	36	31	866	34	1300	2775
양파	19	672	36	31	835	34	786	2412

자료: 농촌진흥청, 농업기계 임대사업 운영가이드(2016)

- 농작업에 대한 환산계수가 존재하지 않는 품목 및 농작업에 대해서는 10.2(환산계수1) 또는 20(환산계수2) 또는 30(환산계수3)을 적용함
 - 일반적으로 최대 노동력 투입시간이 큰 작업에 높은 가중치가 부여됨을 확인할 수 있음.
- 단, 환산계수에 따라 품목의 농작업별 가중치가 달라짐.
 - 최대 노동력 투입시간이 큰 작업에 높은 가중치가 부여되는 것은 변하지 않았으나, 수확과 파종정식 외 타 농작업에 적용된 가중치가 커지면서, 가중치 결과값이 달라짐.
 - 즉, 농작업별 가중치1보다 농작업별 가중치3의 경운정지 가중치는 커지고, 수확 및 파종정식의 가중치는 작아짐.
 - 아래 결과는 농작업별 가중치 계산에, 품목의 농작업별 총 노동시간을 기준으로 가중치를 적용한 것임.

표 5-4 환산계수1(10.2)적용 최대 노동시간 및 가중치

		경운정지	파종정식	비닐피복	방제	수확	제초	계
최대노동 투입 시간	콩	133	188	82	137	272	258	1069
	감자	184	142	318	144	2466	273	3528
	고구마	174	193	271	307	516	199	1660
	무	225	62	278	403	504	312	1783
	배추	163	150	270	523	269	171	1546
	마늘	191	3537	191	296	4151	217	8582
	양파	191	1458	289	307	4097	228	6570
	고추	265	571	393	1873	1016	136	4255
농작업별 가중치1	콩	0.124	0.176	0.077	0.128	0.254	0.241	1.000
	감자	0.052	0.040	0.090	0.041	0.699	0.077	1.000
	고구마	0.105	0.116	0.164	0.185	0.311	0.120	1.000
	무	0.126	0.035	0.156	0.226	0.282	0.175	1.000
	배추	0.106	0.097	0.175	0.338	0.174	0.111	1.000
	마늘	0.022	0.412	0.022	0.035	0.484	0.025	1.000
	양파	0.029	0.222	0.044	0.047	0.624	0.035	1.000
	고추	0.062	0.134	0.092	0.440	0.239	0.032	1.000

주: 볼드체는 고정적 환산계수 적용

표 5-5 환산계수3(30)적용 최대 노동시간 및 가중치

		경운정지	파종정식	비닐피복	방제	수확	제초	계
최대노동 투입 시간	콩	389	188	235	399	272	732	2215
	감자	539	142	917	420	2466	780	5265
	고구마	509	193	785	899	516	565	3467
	무	659	62	811	1181	1116	880	4709
	배추	479	150	783	1528	269	479	3687
	마늘	559	3537	522	865	4151	608	10243
	양파	559	1458	833	898	4097	645	8490
	고추	778	571	1078	5424	1016	373	9240
농작업별 가중치3	콩	0.176	0.085	0.106	0.180	0.123	0.330	1.000
	감자	0.102	0.027	0.174	0.080	0.468	0.148	1.000
	고구마	0.147	0.056	0.226	0.259	0.149	0.163	1.000
	무	0.140	0.013	0.172	0.251	0.237	0.187	1.000
	배추	0.130	0.041	0.212	0.414	0.073	0.130	1.000
	마늘	0.055	0.345	0.051	0.084	0.405	0.059	1.000
	양파	0.066	0.172	0.098	0.106	0.483	0.076	1.000
	고추	0.084	0.062	0.117	0.587	0.110	0.040	1.000

주: 볼드체는 고정적 환산계수 적용

2. 분석 결과

2.1. 밭농업 기계화율 분석 결과

- 본 연구에서 평가한 밭농업 기계화율 분석결과, 가중치에 따라 기계화율(재배면적 기준)이 50.1%, 55.9%, 58.9%로 계산됨.
 - 작목별 가중치1을 적용했을 경우에는 밭농업 기계화율이 현행보다 낮게 분석되었으며, 작목별 가중치2와 3을 적용했을 경우에는 밭농업 기계화율이 현행보다 높은 것으로 분석됨.

- 농작업별 가중평균 결과를 품목별로 살펴보면, 현재 농촌진흥청에서 제시한 결과와 유사한 품목도 존재하지만 다소 차이를 보이는 품목이 존재함.
 - 농촌진흥청에서는 제조작업을 포함하지 않은 밭농업 기계화율을 제시하고 있으나, 본 연구에서는 제조작업을 포함하여 분석을 진행하였음.
 - 제조작업의 기계화율이 높지 않기 때문에 이를 포함할 경우, 현행 품목별 밭농업 기계화율은 하락함.

- 제조작업을 포함한 현행 기계화율과 본 연구에서 농작업별 가중치를 적용한 결과를 비교하면, 콩, 마늘, 양파는 본 연구의 기계화율이 더 낮게 평가되고, 감자, 고구마, 무, 배추, 고추의 경우에는 본 연구의 기계화율이 더 높은 것으로 평가됨.
 - 이와 같은 결과는 작업별 가중치 적용 방법에 관계없이 나타났으며, 전반적으로 기계화율이 낮은 파종정식, 수확의 가중치가 높기 때문인 것으로 해석할 수 있음.

- 농작업별 가중평균 결과를 대상으로 품목별 가중평균을 적용하여 밭농업 전체 기계화율을 평가한 결과, 전반적으로 현행 밭농업 기계화율보다 높은 것으로 평가되었음.
 - 현행의 경우, 재배면적 기준으로 가중치를 적용하고 있기 때문에 본 연구의 재배면적

기준 결과와 비교해보면, 기계화율이 증가한 품목은 더 많이 나타나, 밭농업 기계화율이 높게 나타남.

- 다만, 작업별 가중치1을 적용한 결과는 낮은 기계화율 평가 결과를 보임.
- 전반적으로 기계화율이 높은 품목의 생산량이 많아, 생산량 기준으로 가중치를 적용한 경우의 기계화율이 가장 높게 나타남.
- 상대적으로 기계화율이 낮은 품목의 생산액이 커, 생산액 기준으로 가중치를 적용한 경우의 기계화율이 가장 낮은 것으로 평가됨.

○ 농작업별 가중평균을 적용하지 않을 경우, 작업별로 동일한 가중치가 적용되기 때문에 품목별로 노동력 투입이 많은 작업에 대한 중요도가 잘 반영되지 못하는 한계점이 있음.

표 5-6 환산계수3(30)적용 최대 노동시간 및 가중치

		경운정지	파종정식	비닐피복	방제	수확	제초	계
최대노동 투입 시간	콩	389	188	235	399	272	732	2215
	감자	539	142	917	420	2466	780	5265
	고구마	509	193	785	899	516	565	3467
	무	659	62	811	1181	1116	880	4709
	배추	479	150	783	1528	269	479	3687
	마늘	559	3537	522	865	4151	608	10243
	양파	559	1458	833	898	4097	645	8490
	고추	778	571	1078	5424	1016	373	9240
농작업별 가중치3	콩	0.176	0.085	0.106	0.180	0.123	0.330	1.000
	감자	0.102	0.027	0.174	0.080	0.468	0.148	1.000
	고구마	0.147	0.056	0.226	0.259	0.149	0.163	1.000
	무	0.140	0.013	0.172	0.251	0.237	0.187	1.000
	배추	0.130	0.041	0.212	0.414	0.073	0.130	1.000
	마늘	0.055	0.345	0.051	0.084	0.405	0.059	1.000
	양파	0.066	0.172	0.098	0.106	0.483	0.076	1.000
	고추	0.084	0.062	0.117	0.587	0.110	0.040	1.000

주: 볼드체는 고정적 환산계수 적용

표 5-7 농작업 및 품목별 가중치 적용 발농업 기계화율

		현행 (제초 제외)	현행 (제초 포함) (A)	작업별 가중 치1 적용 (B)	작업별 가중 치2 적용 (C)	작업별 가중 치3 적용 (D)	A-B	A-C	A-D
농작업별 가중평균 적용결과	콩	64.8	57.3	47.6	52.4	54.8	-9.6	-4.8	-2.4
	감자	69.3	57.9	63.3	63.1	62.9	5.4	5.2	5.1
	고구마	66.2	55.7	58.4	63.9	66.6	2.7	8.2	10.9
	무	61.1	62.2	65.2	69.2	70.7	3.0	7.0	8.5
	배추	55.5	47.5	57.8	66.8	70.6	10.3	19.3	23.2
	마늘	58.6	53.3	31.4	34.8	37.7	-21.9	-18.5	-15.6
	양파	62.2	60.9	30.7	37.2	42.4	-30.2	-23.6	-18.4
	고추	46.0	39.1	47.2	57.7	62.7	8.1	18.6	23.6
품목별 가중평균	생산량	-	-	52.7	59.1	62.4			
	재배면적	60.2	53.7	50.1	55.9	58.9	-3.7	2.1	5.1
	생산액	-	-	46.7	52.8	56.2			

2.2. 발농업 기계화율 변화 시뮬레이션

- 특정 농작업의 기계화율 상승이 발농업 기계화율에 어떠한 영향을 미치는지 분석하였음.
- 이미 기계화가 상당부분 진행된 경운정지, 비닐피복, 방제를 제외하고 제초, 파종정식, 수확 작업의 기계화율을 각각 10%p 상승시킬 경우 발농업 기계화율 변화를 비교해 보았음.
 - 기준은 본 연구에서 제안한 발농업 기계화율 평가 방법을 통해 도출한 결과임.
 - 표에 제시된 평균은 재배면적을 기준으로 가중평균한 결과임.
 - 농작업의 기계화율 상승 변화는 작업별 가중치 적용 방법에 따라 결과를 도출하여 비교하였음.
- 제초, 파종정식, 수확 작업의 기계화율은 낮고, 가중치는 높은 품목의 발농업 기계화율 상승이 높게 나타남.

○ 작업별 가중치1을 적용하였을 경우,

- 제초작업의 기계화율이 10%p 상승하면, 평균 기계화율은 1.1%p 상승
- 파종정식작업의 기계화율이 10%p 상승하면, 평균 기계화율은 1.6%p 상승
- 수확작업의 기계화율이 10%p 상승하면, 평균 기계화율은 3.5%p 상승함.

○ 작업별 가중치2을 적용하였을 경우,

- 제초작업의 기계화율이 10%p 상승하면, 평균 기계화율은 1.4%p 상승
- 파종정식작업의 기계화율이 10%p 상승하면, 평균 기계화율은 1.2%p 상승
- 수확작업의 기계화율이 10%p 상승하면, 평균 기계화율은 2.7%p 상승함.

○ 작업별 가중치3을 적용하였을 경우,

- 제초작업의 기계화율이 10%p 상승하면, 평균 기계화율은 1.6%p 상승
- 파종정식작업의 기계화율이 10%p 상승하면, 평균 기계화율은 1.0%p 상승
- 수확작업의 기계화율이 10%p 상승하면, 평균 기계화율은 2.2%p 상승함.

표 5-8 농작업 단계의 기계화율 상승에 따른 밭농업 기계화율 변화

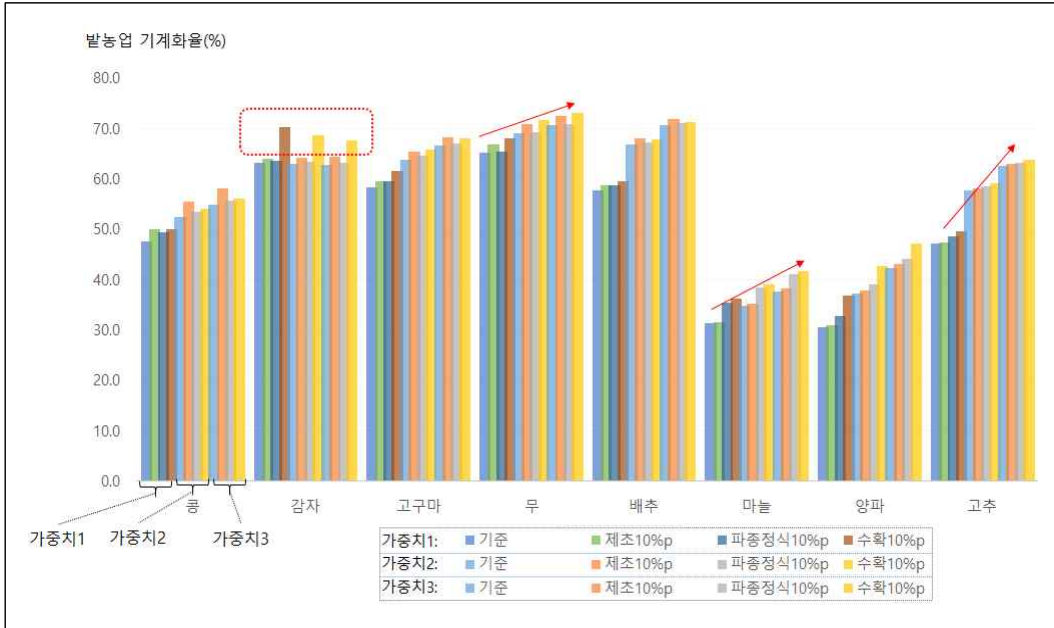
		기준 (A)	제초10%p 상승 (B)	파종10%p 상승 (C)	수확10%p 상승 (D)	A-B	A-C	A-D
작업별 가중치1 적용	콩	47.6	50.0	49.4	50.2	2.4	1.8	2.5
	감자	63.3	64.0	63.7	70.2	0.8	0.4	7.0
	고구마	58.4	59.6	59.6	61.5	1.2	1.2	3.1
	무	65.2	67.0	65.6	68.0	1.7	0.3	2.8
	배추	57.8	58.9	58.7	59.5	1.1	1.0	1.7
	마늘	31.4	31.7	35.5	36.3	0.3	4.1	4.8
	양파	30.7	31.0	32.9	36.9	0.3	2.2	6.2
	고추	47.2	47.5	48.5	49.6	0.3	1.3	2.4
	평균	50.1	51.2	51.6	53.6	1.1	1.6	3.5
작업별 가중치2 적용	콩	52.4	55.5	53.6	54.1	3.0	1.2	1.7
	감자	63.1	64.3	63.4	68.7	1.2	0.3	5.6
	고구마	63.9	65.4	64.7	65.9	1.5	0.8	2.0

		기준 (A)	제초10%p 상승 (B)	파종10%p 상승 (C)	수확10%p 상승 (D)	A-B	A-C	A-D
작업별 가중치2 적용	무	69.2	71.0	69.4	71.7	1.8	0.2	2.5
	배추	66.8	68.0	67.4	67.8	1.2	0.6	1.0
	마늘	34.8	35.2	38.5	39.2	0.4	3.8	4.4
	양파	37.2	37.8	39.2	42.7	0.6	1.9	5.4
	고추	57.7	58.1	58.6	59.3	0.4	0.8	1.5
	평균	55.9	57.3	57.0	58.6	1.4	1.2	2.7
작업별 가중치3 적용	콩	54.8	58.1	55.7	56.1	3.3	0.8	1.2
	감자	62.9	64.4	63.2	67.6	1.5	0.3	4.7
	고구마	66.6	68.2	67.2	68.1	1.6	0.6	1.5
	무	70.7	72.6	70.9	73.1	1.9	0.1	2.4
	배추	70.6	71.9	71.1	71.4	1.3	0.4	0.7
	마늘	37.7	38.3	41.1	41.7	0.6	3.5	4.1
	양파	42.4	43.2	44.1	47.2	0.8	1.7	4.8
	고추	62.7	63.1	63.3	63.8	0.4	0.6	1.1
평균	58.9	60.4	59.8	61.1	1.6	1.0	2.2	

○ 작업 단계의 기계화율 상승에 따른 품목의 기계화율 변화를 살펴보면, 작업별 가중치 변화에 민감하게 반응하는 품목과 작업별 기계화율 변화에 민감하게 반응하는 품목으로 구분됨.

- 감자의 경우, 작업별 가중치에 따른 변화는 크지 않은 반면 수확작업의 기계화율 변화에 민감하게 반응함.
- 감자를 제외한 타 밭작물은 작업별 가중치에 따라 기계화율 변화를 보이며, 고추, 배추, 양파가 상대적으로 변화폭이 큰 것으로 나타남.

그림 5-3 농작업 단계의 기계화율 상승에 따른 밭농업 기계화율 변화



6

농기계 임대사업의 비용절감 효과 분석

1. 분석자료

- 농기계 임대사업의 비용절감 효과를 분석하기 위해서는 시간당 노임(w_{Lj}), 시간당 농기계 이용단가(w_{Mj} : 임대사업과 민간임대 가중평균), 최대 농기계 투입시간($M_{\max j}$), 기계화율(S_{Mj})에 대한 품목별, 농작업별 자료가 필요함.
 - 다만, 현재 자료는 품목별, 농작업별로 구체화된 자료는 존재하지 않음.
 - 따라서 본 연구에서는 가용한 자료를 최대한 활용하여, 본 연구에서 제시한 비용절감 효과 분석 및 절감률을 평가하였음.

- 농기계 임대사업 시행 2년차인 2004년을 기준연도, 2017년을 평가연도로 설정함.

- 2004년 농업노임은 일 평균 47,891만원, 시간당 5,986원이었으며, 2017년 일 평균 91,576원, 시간당 11,447원까지 상승하였음.
 - 기계화율에 따른 비용절감 효과를 보다 정확히 분석하기 위해 2004년 노임을 2017년과 동일한 가치로 환산하였음.
 - 소비자물가지수 연 평균 2.26% 상승 적용

표 6-1 농작업 단계의 기계화율 상승에 따른 밭농업 기계화율 변화

			1일(8시간)	1시간
농업노임	2004년	남	57467	7183
		여	38314	4789
		평균	47891	5986
	2004년 (현재가치)	남	76885	9611
		여	51260	6408
		평균	64073	8009
	2017년	남	110141	13768
		여	73010	9126
		평균	91576	11447

자료: 농촌진흥청, 2018 농업과학기술 경제성 분석 기준자료집 재구성

○ 농기계 작업비는 2004년 ha당 444,760원에서 2017년 633,100원까지 상승하였음.

- 농기계 작업비 또한 현재가치로 환산하여 적용하였음.

○ 전체 농기계 사용시간 임대사업의 활용 비율은 5.53%를 적용하였음.

- 2002년부터 2017년까지 임대사업 농기계 수가 연 평균 13%(농촌진흥청, 농기계 임대사업 운영가이드) 증가한 연구결과를 기준으로 환산하였음.

- 민간임대 비용 대비 임대사업 활용 비용 수준은 1ha 기준 27%(농촌진흥청, 농기계 임대사업 운영가이드) 수준 가정

- 이러한 수치를 고려하여 산출한 ha당 농기계 작업비는 2004년 590,145원, 2017년 607,569원 임.

표 6-2 농기계 작업료 산출 결과

	농기계 기준 작업료(원/ha)	농기계 적용 작업료(원/ha)
2004년	444760	-
2004년(현재가치)	595044	590145
2017년	633100	607569

주: 농기계 적용 작업료는 기준 작업료에 민간임대 비용 대비 임대사업 활용 비용 수준과 임대사업 농기계 활용율 5.53%를 적용하여 가중평균한 수치임.

자료: 농촌진흥청, 2018 농업과학기술 경제성 분석 기준자료집 재구성

○ 작목별 ha당 최대 농기계 투입시간과 작목별 기계화율, ha당 작업비를 고려하여 시간당 농기계 작업비를 산출하였으며, 순수 농기계 이용단가를 고려하기 위해 작업시간 만 큼 1인에 대한 인건비를 감액하였음.

- 최대 농기계 투입시간은 앞의 최대 노동력 투입시간과 환산계수를 이용해 도출함.
- 단, 연도별 농기계 기술이 1% 발전하는 것을 고려하여 농기계 투입시간을 가정하였음.
- 작목별 기계화율의 경우, 고구마와 양파의 2004년 기계화율이 존재하지 않아, 타 품 목의 연평균 증감률을 적용하여 가정함.

표 6-3 작목별 최대 농기계 투입시간(시간/ha)

		경운정지	파종정식	비닐피복	방제	수확	제초	계
2004년	콩	14.8	7.2	8.9	15.2	10.3	27.8	84.2
	감자	20.5	5.4	34.8	16.0	93.7	29.6	200.1
	고구마	19.3	7.3	29.8	34.2	19.6	21.5	131.8
	무	25.1	2.4	30.8	44.9	42.4	33.4	179.0
	배추	18.2	5.7	29.7	58.0	10.2	18.2	140.1
	마늘	21.3	40.3	19.8	32.9	47.3	23.1	184.8
	양파	21.3	16.6	31.6	34.1	46.7	24.5	174.9
	고추	29.6	6.5	40.9	206.1	11.6	14.2	308.9
2017년	콩	13.0	6.3	7.8	13.3	9.1	24.4	73.8
	감자	18.0	4.7	30.6	14.0	82.2	26.0	175.5
	고구마	17.0	6.4	26.2	30.0	17.2	18.8	115.6
	무	22.0	2.1	27.0	39.4	37.2	29.3	157.0
	배추	16.0	5.0	26.1	50.9	9.0	16.0	122.9
	마늘	18.6	35.4	17.4	28.8	41.5	20.3	162.1
	양파	18.6	14.6	27.8	29.9	41.0	21.5	153.4
	고추	25.9	5.7	35.9	180.8	10.2	12.4	271.0

표 6-4 작목별 기계화율(%)

		경운정지	파종정식	비닐피복	방제	수확	제초
2004년	콩	94.5	5.1	40.4	65.9	6.5	16.6
	감자	96.0	2.1	60.5	96.1	55.5	46.9
	고구마	96.2	0.0	41.5	90.7	0.0	4.3
	무	97.6	11.9	71.2	92.8	0.0	27.6
	배추	97.3	0.0	56.6	95.2	0.0	22.3
	마늘	97.6	4.6	15.4	92.3	5.7	58.5
	양파	96.3	0.0	39.2	90.6	0.0	53.9
	고추	95.1	0.0	37.2	79.0	0.0	13.6
	평균	96.4	4.0	46.9	86.9	11.3	30.9
2017년	콩	99.7	25.8	70.2	94.9	33.2	19.7
	감자	99.8	8.7	77.6	93.2	67.0	0.9
	고구마	99.8	0.0	81.1	97.4	52.5	3.3
	무	99.9	0.0	93.0	98.4	14.2	67.9
	배추	99.8	0.0	83.6	94.1	0.0	7.3
	마늘	99.9	15.9	46.8	93.6	36.6	26.9
	양파	99.9	13.1	76.7	97.3	24.2	53.9
	고추	99.8	0.0	47.5	82.8	0.0	4.8
	평균	99.8	8.4	69.8	92.8	25.2	21.3

2. 비용절감 효과 및 절감률 분석 결과

2.1. 시나리오 구성

- 앞의 식(16)을 통해 기준연도(2004년) 비용과 평가연도(2017년) 비용의 차를 구할 수 있음.
- 임대사업의 효과만을 고려하기 위해 노임은 변화하지 않은 것으로 가정
 - 이때, 노임은 기준연도와 평가연도 중 선택할 수 있으며, 이로 인한 차이는 존재함.
 - 본 연구에서는 두 연도를 모두 적용하여 비교하였음.

- 또한, 최대 농기계 투입시간의 경우, 농기계의 기술발전과 연관되어 있기 때문에 동일한 수준으로 가정할 수 있으나, 임대사업을 통해 최신 농기계가 지속적으로 보급되는 점을 고려하여 기술발달로 인한 최대 농기계 투입시간 단축도 고려하여 분석을 진행하였음.
- 따라서 노임 기준에 따른 결과(2개)와 기술발전에 따른 결과(기술발전 고려, 비고려)로 총 4개 시나리오를 비교하였음.
 - 시나리오1: 2004년 기준 노임(현재가치 환산) + 2004년 ha당 최대 농기계 투입시간, 농기계 기술 발전 비고려(발농업 기계화율에 따른 비용 변화)
 - 시나리오2: 2017년 기준 노임(현재가치 환산) + 2017년 ha당 최대 농기계 투입시간, 농기계 기술 발전 비고려(발농업 기계화율에 따른 비용 변화)
 - 시나리오3: 2004년 기준 노임(현재가치 환산) + 2004-2017년 ha당 최대 농기계 투입시간 변화, 농기계 기술 발전 고려(발농업 기계화율+기술발전에 따른 비용 변화)
 - 시나리오4: 2017년 기준 노임(현재가치 환산) + 2004-2017년 ha당 최대 농기계 투입시간 변화, 농기계 기술 발전 고려(발농업 기계화율+기술발전에 따른 비용 변화)

2.2. 생산비 절감액 분석 결과

- 시나리오별, 작목별, 품목별 생산비 절감효과($C_{ij}^0 - C_{ij}^1$)를 아래 <표 6-5>에 제시함.
 - 기준연도 비용(C_{ij}^0)과 평가연도 비용(C_{ij}^1)은 부표 참고
- 농기계 기술 발전을 고려하지 않은 시나리오1과 시나리오2에서는 품목과 농작업에 따라 비용이 증가한 항목도 존재함. 이는 기계화율 변화와 농작업 시간에 의한 결과임.
- 농기계 기술 발전을 고려한 시나리오2와 시나리오3에서도 일부 비용이 증가한 항목이

존재함. 다만, 대부분의 항목에서 비용절감 효과가 나타나는 것을 알 수 있음.

○ 시나리오1의 생산비 절감액은 평균 19만 6천 원/ha

- 고추의 생산비 절감액이 약 62만 원으로 가장 컸으며, 다음으로 감자 34만 원, 배추 25만 원 순이었음.
- 콩의 경우, 비용이 ha 당 약 5천 원 증가한 것으로 분석됨.

○ 시나리오2의 생산비 절감액은 평균 11만 4천 원/ha

- 고추의 생산비 절감액이 약 50만 원으로 가장 컸으며, 다음으로 감자 28만 원, 배추 20만 원 순이었음.
- 콩의 경우, 비용이 ha 당 약 5천 원 증가한 것으로 분석됨.
- 시나리오2는 시나리오1에 비해 높은 노임 수준에서 생산비 변화를 분석하기 때문에 절감액이 다소 감소하였음.

○ 시나리오3의 생산비 절감액은 평균 52만 8천 원/ha

- 고추의 생산비 절감액이 약 88만 원으로 가장 컸으며, 다음으로 감자 66만 원, 배추 61만 원 순이었음.
- 시나리오1과 시나리오2에서 생산비가 증가한 것으로 분석되었던 콩의 경우에도 ha 당 38만 원의 비용이 감소하였음. 증가한 것으로 분석됨.
- 시나리오3은 농기계 기술 발전으로 최대 농기계 투입시간 감소를 고려하면서 생산비 절감액이 크게 나타남.

○ 시나리오4의 생산비 절감액은 평균 51만 8천 원/ha

- 고추의 생산비 절감액이 약 93만 원으로 가장 컸으며, 다음으로 감자 70만 원, 배추 63만 원 순이었음.

표 6-5 시나리오별 생산비 절감액 분석 결과(원/ha)

		경운정지	파종정식	비닐피복	방제	수확	제초	계
시나리오1	콩	27123	-10008	-11993	-2274	-16073	8498	-4727
	감자	46646	-2758	31700	38660	117878	109982	342108
	고구마	43412	0	-25561	79229	-56209	3637	44508
	무	64030	2245	28527	114591	-29992	-41698	137705
	배추	41426	0	6595	176508	1	25145	249675
	마늘	51691	-17223	-26130	86090	-63944	75206	105691
	양파	49487	-12234	-24839	79052	-55880	35991	71577
	고추	72973	1	24912	510074	1	11487	619448
	평균							
시나리오2	콩	19342	-13795	-20045	-17295	-23119	4433	-50479
	감자	36435	-3683	8184	33315	69466	137581	281299
	고구마	33851	0	-59761	60550	-81477	3788	-43049
	무	52291	2815	2770	90832	-44767	-78660	25282
	배추	32831	1	-20217	154744	1	30128	197488
	마늘	41731	-29189	-42711	72225	-100968	87426	28514
	양파	38968	-17578	-59174	60412	-83620	30418	-30574
	고추	57683	1	8181	422352	1	13734	501952
	평균							
시나리오3	콩	95467	57020	56720	65390	48885	57115	380597
	감자	112586	64843	86748	105774	134855	153466	658272
	고구마	109834	65260	32897	138860	3880	55454	406185
	무	128049	72402	88767	169813	4465	12090	475586
	배추	108329	66868	65565	224565	62421	80630	608378
	마늘	117315	19530	33042	145501	-27506	129007	416889
	양파	115112	45394	31774	138677	-22482	92940	401415
	고추	135060	66072	69035	477331	61083	70510	879091
	평균							
시나리오4	콩	99045	52710	50220	56342	40859	56464	355640
	감자	118539	63814	77683	113653	124313	200461	698463
	고구마	115596	65260	2517	145088	-27167	56515	357808
	무	136636	73366	77768	179821	-13689	-24645	429258
	배추	114435	66868	48458	249822	62421	90570	632575
	마늘	124601	6572	15543	157027	-70461	156749	390030
	양파	121451	38828	1275	144892	-56566	98514	348394
	고추	142744	66072	62809	522771	61083	75084	930564
	평균							

2.3. 생산비 절감률

○ 시나리오1의 주요 발작물(8개 품목) 생산비 절감률은 6.7%

- 시나리오1에서 콩의 생산비가 상승한 것으로 나타남.
- 생산비 절감률이 가장 큰 품목은 고추(22.7%)였으며, 다음으로 감자(11.7%), 배추(7.9%) 순이었음.

○ 시나리오2의 생산비 절감률은 3.5%로 분석됨.

- 시나리오2에서는 3품목(콩, 고구마, 양파)의 생산비가 상승한 것으로 분석되었음.
- 생산비 절감률이 가장 큰 품목은 고추(14.5%)였으며, 다음으로 감자(8.4%), 배추(5.6%) 순이었음.

표 6-6 생산비 절감률 분석 결과(시나리오1, 시나리오2)

	기준연도 생산비 (천 원/ha)		평가연도 생산비 (천 원/ha)		생산비 절감액 (천 원/ha)		절감률(%)	
	시나리오1 (A)	시나리오2 (B)	시나리오1 (C)	시나리오2 (D)	A-B	C-D	(A-B)/A *100	(C-D)/C *100
콩	3,133	3,283	3,138	3,334	-5	-50	-0.2	-1.5
감자	2,917	3,362	2,574	3,080	342	281	11.7	8.4
고구마	2,990	3,247	2,945	3,290	45	-43	1.5	-1.3
무	2,889	3,263	2,751	3,238	138	25	4.8	0.8
배추	3,171	3,499	2,921	3,302	250	197	7.9	5.6
마늘	2,640	2,968	2,534	2,940	106	29	4.0	1.0
양파	2,757	3,086	2,686	3,117	72	-31	2.6	-1.0
고추	2,734	3,460	2,114	2,959	619	502	22.7	14.5
합계	23,229	26,169	21,663	25,258	1,566	910	6.7	3.5

○ 시나리오3의 생산비 절감률은 18.2%로 나타남.

- 농기계 임대사업 시행으로 모든 품목에서 생산비를 10% 이상 절감한 것으로 분석되었음.

- 생산비 절감률이 가장 큰 품목은 고추(32.2%)였으며, 다음으로 감자(22.6%), 배추(19.2%), 무(16.5%), 마늘(15.8%), 양파(14.6%), 고구마(13.6%), 콩(12.1) 순이었음.

○ 시나리오2의 생산비 절감률은 16.0%로 분석됨.

- 생산비 절감률이 가장 큰 품목은 고추(27.0%)였으며, 다음으로 감자(20.9%), 배추(18.1%), 마늘(13.5%), 무(13.3%), 양파(11.5%), 고구마(11.2%), 콩(11.0) 순이었음.

○ 분석결과를 농기계 임대사업의 성과지표로 활용할 수 있을 것으로 기대되며, 기준연도를 전년 혹은, 3년 평균으로 설정하여 지속적인 증감을 체크할 수 있음.

- 또한, 본 연구에서 실증한 바와 같이 과거 특정 시점을 기준으로 평가하는 방법도 고려할 수 있음.

표 6-7 생산비 절감률 분석 결과(시나리오3 시나리오4)

	기준연도 생산비 (천 원/ha)		평가연도 생산비 (천 원/ha)		생산비 절감액 (천 원/ha)		절감률(%)	
	시나리오3 (A)	시나리오4 (B)	시나리오3 (C)	시나리오4 (D)	A-B	C-D	(A-B)/A *100	(C-D)/C *100
콩	3,133	3,247	2,752	2,891	381	356	12.1	11.0
감자	2,917	3,336	2,258	2,638	658	698	22.6	20.9
고구마	2,990	3,206	2,583	2,848	406	358	13.6	11.2
무	2,889	3,224	2,413	2,795	476	429	16.5	13.3
배추	3,171	3,493	2,562	2,861	608	633	19.2	18.1
마늘	2,640	2,888	2,223	2,498	417	390	15.8	13.5
양파	2,757	3,022	2,356	2,674	401	348	14.6	11.5
고추	2,734	3,449	1,855	2,519	879	931	32.2	27.0
합계	23,229	25,867	19,003	21,724	4,226	4,143	18.2	16.0

7

요약 및 결론

- 정부는 고령화, 탈농 등 농촌 노동력 문제에 대한 대안이자 농업 생산성 향상을 위해 농업기계화를 주요 정책목표로 추진하고 있음.
- 농기계 임대사업은 2003년부터 시행해 오고 있는 핵심적인 사업으로, 임대사업은 농업기계화율 향상에 큰 영향을 미치고 있음.
- 농업기계의 보급 확대로 벼농사의 기계화율은 거의 100% 수준에 달하고 있으나, 밭농업 기계화율은 약 60% 이하 수준에 머물러 있음.
 - 2017년 밭농사 기계화율은 58.3%로 벼농사의 97.9% 대비 현저히 낮은 수준을 보이고 있음.
- 임대사업의 국가 수행 필요성, 사업의 효과, 성과평가의 객관성 등에 대한 면밀한 평가 요청이 제기되고 있음.
- 농기계 임대사업에 대한 평가 항목 중 임대사업소 사업실적 평가를 시행하고 있는데, 이로 인해 사업을 통한 수입 확보를 위해 임대료를 높인다면, 임대사업 이용농가의 비용부담은 증가하게 되는 상반된 결과가 나타남.
 - 즉, 현재의 평가지표는 형평성에 중점을 두고 설정되어 지역적인 특징을 반영하지 못

한다는 의견과 농업기계 임대사업의 본 목적인 농기계 구입부담 경감과 발농업 기계화 촉진에 관한 지표가 명확히 설정되지 않았다는 지적이 있음.

- 따라서 본 연구에서는 농업기계 임대사업의 본 목적인 농기계 구입부담 경감(비용 절감)효과와 발농업 기계화 촉진을 평가할 수 있는 지표를 개발하였음.
- 현재 발작물별 기계화율을 계산하는 과정에서 5개 농작업별 기계화율을 단순히 산술평균하고, 품목에 대해서는 재배면적을 기준으로 가중하여 산정하고 있음.
- 이 경우, 품목의 특성은 반영될 수 있으나, 농작업에 대한 특성이 반영되지 못하는 단점이 존재함.
 - 기계화의 경우, 특정 농작업에 따라 요구되는 농기계가 다르며, 이에 따라 활용률도 매우 상이하게 나타날 가능성이 높음.
 - 또한, 농작업별 난이도와 노동 투입시간 등에서도 차이가 발생함으로 이에 대한 가중치가 부여되어야 하며, 현재 조사는 시행하고 있지만 종합적인 기계화율 계산에서 배제되어 있는 제초작업도 포함하여야 함.
- 따라서 품목 및 농작업의 특성을 반영한 발농업 기계화율 평가 지표를 좀 더 명확히 설정함.

○ 발농업 기계화율 평가지표: $R = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m \alpha_{ij} R_{ij} w_i$

$$\sum_{j=1}^m \alpha_{ij} = 1, \quad \sum_{i=1}^n w_i = 1$$

- 여기서 R 은 품목 및 농작업별 가중평균한 발농업 기계화율이며, R_{ij} 는 i 품목 j 농작업의 기계화율, α_{ij} 는 i 품목 j 농작업 가중치, w_i 는 품목별 가중치임.

○ 본 연구에서 평가한 발농업 기계화율은 가중치에 따라 기계화율(재배면적 기준)이 50.1%, 55.9%, 58.9%로 계산됨. 이는 현행 발농업 기계화율인 53.7(제초작업 포함)과 유사함.

- 전체를 가중평균한 값은 큰 차이를 보이지 않지만, 품목별 기계화율은 농작업별 가중치 적용으로 인해 큰 차이를 보이는 품목도 존재함.

○ 이와 같은 결과를 통해 기존 기계화율보다 더 정교한 계산을 적용한 본 연구의 기계화율 평가방법은 충분히 활용될 수 있을 것으로 기대됨.

○ 본연구에서는 농업기계 임대사업의 또 다른 주요 목표인 농가의 생산비 절감에 대한 성과를 평가하기 위해 생산비 절감 효과를 분석하고, 이를 평가할 수 있는 평가지표를 개발하였음.

- 농업기계 임대사업을 통한 비용절감: $DC_{ij} = C_{ij}^0 - C_{ij}^1$

- 여기서 DC_{ij} 는 i 품목 j 농작업의 생산비 절감액이며, C_{ij}^0 는 기준연도 i 품목 j 농작업 비용, C_{ij}^1 는 평가연도 i 품목 j 농작업 비용임.

○ 농업기계 임대사업 평가지표(비용 절감율): $RDC = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m (C_{ij}^0 - C_{ij}^1)}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m C_{ij}^0}$

- 여기서 RDC 는 비용 절감률이며 품목별, 작업별 비용절감액의 합을 기준연도로 나눈 것임.

○ 농업노임 기준단가와 기술발달에 적용여부에 따라 4개 시나리오를 구성하여 농업기계 임대사업의 비용절감 효과와 절감률을 계산하였음.

- 기준연도는 2004년, 평가연도는 2017년

○ 그 결과, 시나리오1의 평균 절감액은 약 20만 원/ha, 절감률은 6.7%

- 시나리오2의 평균 절감액은 약 11만 원/ha, 절감률은 3.5%
- 시나리오3의 평균 절감액은 약 53만 원/ha, 절감률은 18.2%
- 시나리오4의 평균 절감액은 약 52만 원/ha, 절감률은 16.0%로 분석됨.
- 본 연구에서는 제시한 방법은 가용한 데이터를 최대한 활용하여 평가지표를 만들었기 때문에 품목 및 농작업의 특성을 충분히 반영할 수 있다고 판단됨.
- 또한, 특정 품목, 농작업의 기계화율 변화가 밭농업 기계화율에 미치는 영향도 고려할 수 있기 때문에 향후, 정책의 효율적 수립 및 정책 목표, 방향 설정 등에도 기여할 수 있을 것으로 기대됨.
- 농업기계 임대사업의 비용절감액과 절감률의 경우에도 평가지표로 활용하는 데 무리가 없을 것으로 판단됨.
- 뿐만 아니라 농업기계 임대사업의 필요성 및 중요성, 효과 등을 평가하고, 그 결과를 홍보하여 정책시행의 당위성을 제공할 수 있음.
- 다만, 본 연구의 실증분석에서 비용절감액 및 절감률을 구하기 위해 농기계 작업료를 산출하여 농작업별로 동일하게 적용한 것은 한계점이라 할 수 있음.
 - 즉, 농기계 작업의 경우, 작업 유형에 따라 비용이 크게 달라질 수 있으나, 자료의 한계로 그 점을 반영하지 못하였음.
- 그럼에도 불구하고 산정된 결과값이 현실과 크게 동떨어진 결과가 아니기 때문에 향후, 해당 자료에 대한 조사가 시행된다면, 더 정확하고 객관적인 분석 및 평가를 수행할 수 있을 것이라 판단됨.

부 록

부표 1 생산비 절감액 및 절감률 분석결과(시나리오1)

단위: 천 원

		경운 정지	파종 정식	비닐 피복	방제	수확	제조	계
기준 연도 (2004)	콩	584	536	548	549	513	404	3133
	감자	584	548	480	585	256	464	2917
	고구마	584	531	450	565	433	426	2990
	무	585	574	519	564	251	396	2889
	배추	586	544	487	568	508	477	3171
	마늘	586	282	456	570	233	513	2640
	양파	584	457	436	565	216	500	2757
	고추	579	538	384	243	497	492	2734
	계(A)	4671	4010	3760	4209	2907	3672	23229
평가 연도 (2017)	콩	557	546	560	551	529	396	3138
	감자	537	550	448	546	138	354	2574
	고구마	541	531	476	486	489	422	2945
	무	521	571	491	450	281	438	2751
	배추	545	544	480	391	508	452	2921
	마늘	534	299	482	484	297	438	2534
	양파	534	469	461	486	272	464	2686
	고추	506	538	359	-267	497	481	2114
	계(B)	4275	4050	3757	3127	3011	3444	21663
생산비 절감액	콩	27	-10	-12	-2	-16	8	-5
	감자	47	-3	32	39	118	110	342
	고구마	43	0	-26	79	-56	4	45
	무	64	2	29	115	-30	-42	138
	배추	41	0	7	177	0	25	250
	마늘	52	-17	-26	86	-64	75	106
	양파	49	-12	-25	79	-56	36	72
	고추	73	0	25	510	0	11	619
	계(C)	397	-40	3	1082	-104	228	1566
절감률(C/A*100)		8.5	-1.0	0.1	25.7	-3.6	6.2	6.7 (평가지표)

부표 2 생산비 절감액 및 절감률 분석결과(시나리오2)

단위: 천 원

		경운 정지	파종 정식	비닐 피복	방제	수확	제초	계
기준 연도 (2004)	콩	627	544	564	584	524	441	3283
	감자	644	553	557	632	454	521	3362
	고구마	641	539	505	661	452	449	3247
	무	660	576	594	693	292	448	3263
	배추	640	550	550	737	518	503	3499
	마늘	649	325	481	664	285	564	2968
	양파	646	473	493	661	262	551	3086
	고추	665	544	455	777	509	510	3460
	계(A)	5171	4105	4199	5410	3297	3986	26169
평가 연도 (2017)	콩	607	557	584	601	548	437	3334
	감자	607	557	549	599	385	384	3080
	고구마	607	539	565	601	534	445	3290
	무	607	574	591	602	337	527	3238
	배추	607	550	570	582	518	473	3302
	마늘	607	355	524	592	386	476	2940
	양파	607	491	552	601	346	520	3117
	고추	607	544	447	355	509	496	2959
	계(B)	4858	4167	4382	4533	3561	3757	25258
생산비 절감액	콩	19	-14	-20	-17	-23	4	-50
	감자	36	-4	8	33	69	138	281
	고구마	34	0	-60	61	-81	4	-43
	무	52	3	3	91	-45	-79	25
	배추	33	0	-20	155	0	30	197
	마늘	42	-29	-43	72	-101	87	29
	양파	39	-18	-59	60	-84	30	-31
	고추	58	0	8	422	0	14	502
	계(C)	313	-61	-183	877	-264	229	910
절감률(C/A*100)		6.1	-1.5	-4.4	16.2	-8.0	5.7	3.5 (평가지표)

부표 3 생산비 절감액 및 절감률 분석결과(시나리오3)

단위: 천 원

		경운 정지	파종 정식	비닐 피복	방제	수확	제초	계
기준 연도 (2004)	콩	584	536	548	549	513	404	3133
	감자	584	548	480	585	256	464	2917
	고구마	584	531	450	565	433	426	2990
	무	585	574	519	564	251	396	2889
	배추	586	544	487	568	508	477	3171
	마늘	586	282	456	570	233	513	2640
	양파	584	457	436	565	216	500	2757
	고추	579	538	384	243	497	492	2734
	계(A)	4671	4010	3760	4209	2907	3672	23229
평가 연도 (2017)	콩	488	479	491	483	464	347	2752
	감자	471	483	393	479	121	311	2258
	고구마	474	466	418	426	429	370	2583
	무	457	501	430	394	246	384	2413
	배추	478	478	421	343	446	396	2562
	마늘	469	263	423	424	260	384	2223
	양파	469	412	404	426	239	407	2356
	고추	443	472	315	-234	436	422	1855
	계(B)	3750	3553	3295	2743	2642	3021	19003
생산비 절감액	콩	95	57	57	65	49	57	381
	감자	113	65	87	106	135	153	658
	고구마	110	65	33	139	4	55	406
	무	128	72	89	170	4	12	476
	배추	108	67	66	225	62	81	608
	마늘	117	20	33	146	-28	129	417
	양파	115	45	32	139	-22	93	401
	고추	135	66	69	477	61	71	879
	계(C)	922	457	465	1466	266	651	4226
절감률(C/A*100)		19.7	11.4	12.4	34.8	9.1	17.7	18.2 (평가지표)

부표 4 생산비 절감액 및 절감률 분석결과(시나리오4)

단위: 천 원

		경운 정지	파종 정식	비닐 파복	방제	수확	제초	계
기준 연도 (2004)	콩	632	537	560	583	515	420	3247
	감자	651	548	552	638	435	512	3336
	고구마	648	531	493	671	433	429	3206
	무	669	574	594	707	251	428	3224
	배추	647	544	545	758	508	491	3493
	마늘	657	288	466	674	242	560	2888
	양파	654	457	479	671	216	545	3022
	고추	675	538	437	803	497	499	3449
	계(A)	5234	4019	4126	5506	3098	3883	25867
평가 연도 (2017)	콩	533	484	510	527	474	364	2891
	감자	533	484	475	524	311	311	2638
	고구마	533	466	490	526	460	372	2848
	무	533	501	517	528	264	453	2795
	배추	533	478	496	508	446	400	2861
	마늘	533	282	451	517	312	403	2498
	양파	533	418	478	526	273	447	2674
	고추	533	472	374	281	436	424	2519
	계(B)	4261	3586	3790	3937	2977	3174	21724
생산비 절감액	콩	99	53	50	56	41	56	356
	감자	119	64	78	114	124	200	698
	고구마	116	65	3	145	-27	57	358
	무	137	73	78	180	-14	-25	429
	배추	114	67	48	250	62	91	633
	마늘	125	7	16	157	-70	157	390
	양파	121	39	1	145	-57	99	348
	고추	143	66	63	523	61	75	931
	계(C)	973	433	336	1569	121	710	4143
절감률(C/A*100)		18.6	10.8	8.1	28.5	3.9	18.3	16.0 (평가지표)

참고문헌

- 농촌진흥청, 2016 농축산물소득자료집, 연구보고서, 2017.8
- 농촌진흥청, 2016 농업기계 임대사업 운영가이드, 연구보고서, 2016.3
- 농촌진흥청, 2018 농업과학기술 경제성 분석 기준자료집, 연구보고서, 2018.10
- 농촌진흥청, 2017 농업기계 이용실태 조사, 연구보고서, 2018.12
- 이규승·조영길·조성찬·박준걸·김상헌·홍성하. “밭작물 경영규모별 농기계 이용형태 및 경영비 상관분석을 통한 농기계 운영방안 연구”, 농림축산식품부 연구보고서, 2016. 1