

저투입지속농업 측면에서 검토한 수도작용 농업기계화 체계[†]

Agricultural Mechanization System for Rice Production in Korea viewed from the point of Low Input Sustainable Agriculture

이중용* 김철수*
정희원 정희원
J. Y. Rhee C. S. Kim

1. 서론

저투입지속농업(Low Input Sustainable Agriculture, 오세익 외 1인, 1993)이란 용어는 관행적인 증수를 목표로 하는 재배기술과 이에 대응하는 유기농업의 중간적인 입장을 대변하는 재배기술을 뜻하며 흔히 환경조화형 농업이라고도 불려진다. 환경친화형 농업은 우리나라 농업 정책의 기본적인 하나의 방향으로 제시되었다. 새로운 재배기술이란 농업기술체계의 전반적인 변화를 의미하며 농업기계도 이에 예외일 수는 없다.

우리 농업에서 기계화체계를 검토하는데 있어서 빼놓을 수 없는 중요한 배경은 WTO의 출범과 3D현상으로 노동력부족이 심각해지면서 직파가 크게 보급되고 있으며 이는 수도작용 농업기계에 있어서 중요한 변화를 초래하고 있다 (양환승외 3인, 1995).

지금까지의 우리나라 농업은 수도작 중심의 기계화였다는 보고(이영렬, 1991, 박원규, 1994)가 많이 있으나 이를 엄밀히 말하면 증수를 목표로 비료와 농약을 많이 사용하는 관행적 재배기술체계에 적합한 농업기계화체계의 구축이었다. 과도한 자체투입은 전소비료 사용량으로 알 수 있는데 ha당 우리나라는 320kg, 일본은 250kg (Yoshio, 1995), 미국은 120kg 수준임을 볼 때, 우리의 사정이 더욱 심각함을 알 수 있다.

저투입지속농업이 현실이 되기 위해서는 새로운 재배법에 적합한 농업기계화체계가 구축될 필요가 있다. 농림수산부에서 발표했던 벼농사의 기계화방향(박원규, 1994)에 의하면 무인트랙터를 이용한 경운 또는 무경운 파종, 무인헬리콥터를 이용한 농약 살포와 비료 시용, 무인 대형콤바인에 의한 수확-산물형태로 미곡종합처리장에서 처리라는 새로운 기계화 체계를 제시하고 있다. 이것은 환경친화성보다는 우리의 긴급한 현안인 쌀 생산비의 경쟁력제고와 생력화에 초점이 맞추어져 제시된 것이다. 아직까지 저투입지속농업형 벼농사 기계화체계가 아직까지 발표된 것이 없다.

본 연구는 우리나라 수도작용 농업기계화체계의 현실을 방문-설문 조사를 통하여 밝히고 저투입지속농업기술의 개발현황과 추진방향, 직파재배의 보급확산, 재경지정리와 같은 환경의 변화를 고려하여 수도작 농업기계화체계의 문제점과 개선점 등을 밝히고 미흡하지만 저투입지속형 벼재배 기계화체계를 제시하고자 수행되었다.

2. 재료 및 방법

본 연구에서는 쌀생산의 기계화재배체계를 파악하기 위하여 중산간지인 정읍시 흑암동 상록마을과 평야지인 김제시 죽산면 죽동 마을을 대상으로 기계보유실태와 영농작업현황을 방문 조사하였다.

+ 본 연구는 1994년도 교육부 농업과학 학술연구조성비를 지원받아 수행되었음

* 전북대학교 농과대학 농업기계공학과

또한 유기농업을 실시하는 곳을 방문하여 작업방법과 그 중에서 고되거나 기계화가 가능하지 만 기계가 없는 작업 등을 조사하였다. 유기재배 농가는 희귀하기 때문에 김제시와 정읍시 전지역 에서 선별되었다.

이상의 농가 조사에서 파악된 쌀생산작업체계를 몇가지 유형으로 구분하고 각 유형별로 어떤 기계가 사용되며 그에 적합한 기계가 있는지를 밝혔다. 또한 영농에 기계의 이용실태를 조사하여 이것이 기계화체계와 어떤 관계가 있는지를 분석하였으며 이상의 결과를 종합하여 소규모가 아닌 대규모 농가에 적용할 수 있는 저투입지속형 벼생산 농업기계화체계를 제시하였다.

재배기술을 구분하는 기준으로는 관행재배와 환경친화형 재배, 수도 단작과 이모작, 벼농사 위주와 축산과의 복합영농 마지막으로 직파와 이앙을 삼았으며 그 결과 16가지 유형으로 구분할 수 있었다.

3. 결과 및 고찰

가. 벼 농사의 작업체계

벼 농사는 본논준비-종자/묘준비-이앙/직파-식물보호 및 시비-물관리-수확-저장/가공의 주요 작업을 포함한다. 본 연구에서는 저장/가공 단계는 고려하지 않았다. 관행재배법은 이앙재배법으로 종자준비에서 이앙까지의 작업단계가 매우 복잡하다 (Rhee and Lee, 1993). 각 작업공정을 표로 나타내면 다음과 같다.

표 1. 벼농사의 작업단계별 작업수순의 형태

작업단계 이름	작업수순
본논준비	A1: 추경/이른봄 경운-물대기-로터리-정지 A2: 벧짚대우기-늦은봄 경운-물대기-로터리-정지 A3: 객토(퇴비사용)-경운-물대기-로터리 2회-정지 A4: 요소살포-추경-물대기-로터리-정지
종자/묘 준비	B1F: 상토채취-운반-건조-분쇄-채질-소독-파종상자에 흙담기-진압-파종-복토-물주기-묘자리에 배치-묘자리 덮기-육묘관리(물, 온도, 병해충) B1S: 선종-침종(소독) B2: 선종-침종(소독)-취아-건조
이앙/직파	C1F: 묘판떼기-묘판운반/배치-이앙작업-묘판갈기 C1S: 묘자리 철거-로터리-정지 C3: 파종
식물보호	D1: 경운전 제초제-초기제초제-초기방제-중기제초제-중기방제 (이앙) D2: 파종전제초제-발아전제초제-초기방제-발아후제초제-중기제초제-중기방제 (직파)
시비	E1: 밑거름-가지치기거름-이삭거름-알거름 E2: 객토-퇴비사용-밑거름-이삭거름-알거름
물관리	F1: 로터리시 물관리-초기물관리-중기물관리-후기물관리 (이앙) F2: 로터리시 물관리-물고랑내기-눈그누기-초기물관리-중간낙수/물관리-후기물관리 (담수산파, 무논풀뿌림) F3: 물고랑관수-물대기-중간낙수/물관리-후기물관리 (건답직파)
수확	G1: 낙수-개자리베기-수확-운반-건조(떨치기-뒤집기-자루담기) G2: 낙수-개자리베기-수확-산물운반-건조

나. 벼 농사작업체계의 유형

우리나라의 벼 농사작업체계를 16가지 유형으로 나누어 작업체계를 조사한 결과 조사생필은 표 2와 같이 나타났다. 유형을 인위적으로 나누었기 때문에 이 중에서는 실제 수행하는 농가를 찾을 수 없는 경우가 있었다.

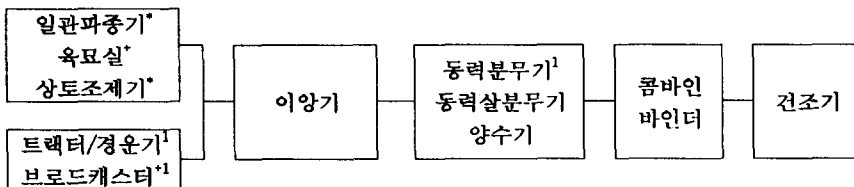
표 2. 조사대상 농가의 제배유형별 분포

제 배 유 형	구 분 기 준				능 가 수
	환경보전	이모작 여부	복합영농	직파 여부	
CS1	관행	단작	단순	이앙	15
CS2	관행	단작	단순	직파	14
CS3	관행	단작	복합	이앙	2
CS4	관행	단작	복합	직파	1
CS5	관행	이모작	단순	이앙	8
CS6	관행	이모작	단순	직파	2
CS7	관행	이모작	복합	이앙	0
CS8	관행	이모작	복합	직파	1
CS9	환경친화	단작	단순	이앙	4
CS10	환경친화	단작	단순	직파	2
CS11	환경친화	단작	복합	이앙	1
CS12	환경친화	단작	복합	직파	1
CS13	환경친화	이모작	단순	이앙	1
CS14	환경친화	이모작	단순	직파	0
CS15	환경친화	이모작	복합	이앙	1
CS16	환경친화	이모작	복합	직파	0
계					53

다. 조사지역의 작업체계 유형별 기계화 체계

벼농사의 작업체계 유형별로 기계화 체계를 나누는 것은 사실상 거의 불가능하다. 그 이유는 우선 우리나라의 면적이 작고 기후적 차이가 크지 않기 때문에 지역에 따른 농사기술의 차이가 크지 않고 공급되는 농업기계의 종류도 제한되어 있기 때문이다.

우리나라에서 벼 농사에 사용되는 기계나 시설은 트랙터, 경운기, 상토조제기, 육묘실, 이앙기, 직파기, 동력분무기, 동력살분무기, 트랙터 부착형 비료살포기(broadcaster), 콤팩트 바인더, 기타 경운작업기(플라우, 쟁기, 로타리) 등이다. 따라서 작업체계 유형이 다르다 하더라도 기계의 기종은 유사한 특징이 있으나 그 가운데에서도 몇가지 차이를 발견할 수 있다.



* 거의 사용되지 않는 기계나 시설

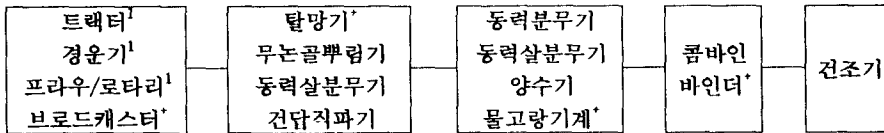
+ 일부에서 사용되는 기계나 시설

그림 1. 관행의 기계이앙(일관작업 기계화체계)

관행 기계화시스템은 일관성 있으나 농가에서 완벽한 기계화 시스템을 발견하기는 힘들다. 육묘실을 이용하는 육묘보다는 논에다 못자리를 마련하는 경우가 압도적이나 육묘실 육묘는 점차 확대될 전망이다. 이 기계화시스템의 문제는 다양한 기계가 사용된다는 점이며 기계비용이 높다. 또한 이 기계화 시스템은 환경친화성이 낮고 특히 방제방법은 작업자 안전성에서도 문제가 있다.

유기농업을 수행하는 농가에서도 관행이양재배 기계화 시스템을 갖추고 있으며 단지 동력분무기가 동력살분무기로 화학물질대신에 천연물질을 살포한다는 차이점이 있다. 유기재배 농가에서 가장 큰 애로사항은 퇴비의 제조와 퇴비의 살포, 제조작업으로서 적합한 기계가 개발되어 있지 않으므로 유기농법을 이용한 수도재배가 소규모에 머물게 하는 요인이 되고 있다. 유기재배 농가 중에는 논에 오리, 우렁이 양식을 겸하는 경우가 있으나 집중적인 논 관리가 필요해지므로 이러한 방법은 조방화하기에 부적합하다.

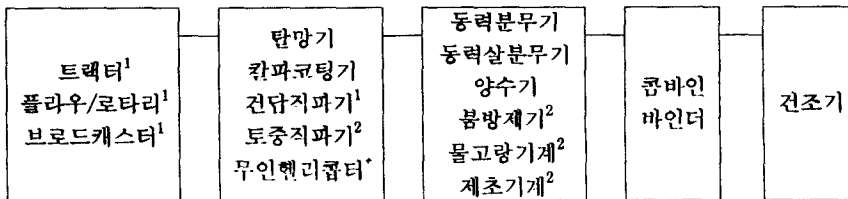
관행 이양재배를 위한 기계화체계는 2모작 지대에서 많이 채택되며 그 중요한 이유는 직파재배의 경우 본논재배기간이 길기 때문에 본논재배기간이 짧은 이양재배를 택하는 것으로 기계 자체의 차이에 의한 것은 아니다.



- * 거의 사용되지 않는 기계나 시설
- + 일부에서 사용되는 기계나 시설

그림 2. 직파재배 일관 기계화체계

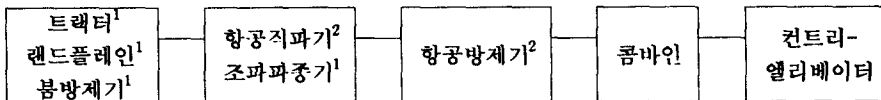
직파재배 기계화시스템은 이양재배와 큰 차이는 없으나 이양기 대신에 직파재배 유형별로 진단직파기, 무논골뿌림기, 동력살분무기(담수산파)가 사용되며, 특기할 것은 물고랑의 개설과 활용이 중요한 작업으로 대두되고 있으나 적합한 기계가 개발/보급되고 있지 않다. 직파재배도 이양재배와 마찬가지로 환경친화성은 떨어지나 담수산파나 무경운 직파에서는 환경친화성을 크게 증가시킬 수 있다. 직파는 대규모 수도작 재배농가에서 선호되고 있기 때문에 생력성을 극대화하기 위해 기비살포시 트래터 부착형브로드캐스터나, 로타리 겸용 브로드캐스터가 사용되고 있다.



- 숫자: 같은 원동기를 사용하는 작업기계
- + 일부에서 사용되는 기계나 시설

그림 3. 일본의 직파재배 일관 기계화체계

일본의 직파재배 일관 기계화체계는 우리의 기계화체계와 유사하나 최근 식물보호와 시비작업을 직파기와 본체를 공유하는 논관리가 개발되어 보급되는 단계에 있으며 논관리는 직파재배 외에 이양재배에서도 사용이 가능하며 제조기를 장착할 수 있다.



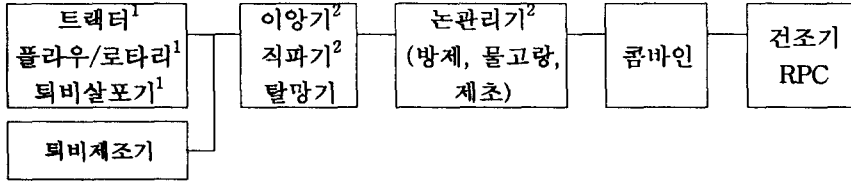
- 숫자: 같은 원동기를 사용하는 작업기계

그림 4. 미국의 직파재배 일관 기계화체계

미국의 벼농사는 직파로 전부 이루어 지고 있으며 진단직파에서는 대형 조파파종기, 담수직파에서는 항공기가 이용된다. 특징은 친환경성 보다는 생력성의 극대화에 초점이 맞추어져 있으며 원동기도 트래터, 항공기, 콤파인으로 단순화되어 기계의 이용율이 높은 것이 특징이다. 친환경성에서 문제가 되는 것은 벗짚치리로 알려져 있다.

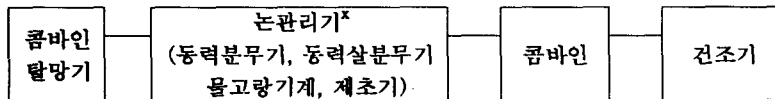
다. 현 기계화 체계의 문제점 분석과 저투입지속형 기계화체계의 제시

현재 관행체계의 문제점은 첫째, 다양한 기계가 필요하여 기계이용율이 낮으며 기계비용이 크다는 점이며, 둘째로는 친환경성을 증가시킬 여지가 작다는 점이다. 일본에서 개발 보급 중인 논관리를 도입할 수는 있으나 근본적으로 퇴비를 사용할 수 있는 여지가 작다.



숫자: 같은 원동기를 사용하는 작업기계
그림 5. 저투입지속형 기계화체계

저투입지속형 기계화체계를 제시하면 현재 유기농업에 문제가 되는 퇴비제조, 퇴비살포, 제조 작업기계를 도입해야 하며 직파재배에서 중요하게 인식되는 물고랑 개설은 물관리 시간의 축소를 위해서라도 모든 수도재배에 도입될 만하다. 이러한 방법은 생력성에서 관행 재배에 비해 다소 떨어지나 이앙대신 직파재배를 도입한다면 유기농업기술을 활용하더라도 생력성은 다소 향상시킬 수 있을 것이다. 또한 이앙의 경우에는 완료성 비료를 축조시비할 수 있는 형태로 발전되어야 비료의 이용율을 높이고 환경의 부담을 줄일 수 있다.



x: 우리 나라에 보급/개발되지 않은 기계
그림 6. 미맥수확동시파종 재배 일관 기계화시스템

한편 2모작 지대에서 환경친화성을 향상시키는 방법으로 미맥수확동시파종 재배 시스템을 제시할 수 있다. 현재 개발 중인 이 방법은 벼를 수확하면서 보리나 밀을 파종하고, 보리를 수확하면서 벼를 직파하는 방법이다.

4. 요약 및 결론

1. 현재의 쌀농사를 위한 농업기계체계는 기계의 이용율이 지조하고, 기계비용이 높으며, 환경친화성이 낮으므로 개선될 필요가 있다. 쌀 농사의 재배유형은 지역에 따라서 차이는 있지만 대동소이하고 공급되는 기계가 제한되어 있다.

2. 투입지속농업을 수행하는데 있어서 방제 부문과 비료 및 퇴비 살포, 제조작업을 수행하는데 부적합하므로 저투입지속농업에 적합한 상기 작업용 농업기계의 개발이 시급하다. 특히 물고랑, 제초, 농약살포, 비료살포, 이앙, 직파가 가능한 논관리기의 개발 및 보급이 절실하다. 이모작 지대에서는 미맥수확동시 파종기를 중심으로 한 기계화체계가 생력성이 높을 것으로 예상된다.

5. 참고문헌

1. 박원규. 1994. 국제화시대의 농업기계화 정책방향. 심포지엄 SIEMSTA '94. "농업과학 기계기술", 농업기계학회
2. 양환승, 박정근, 김진기, 이중용. 1995. 벼 직파재배기술의 체계화를 위한 연구개발. 연구보고서 전라북도.
3. 오세익, 강창용. 1993. 환경보전과 농업발전을 위한 기초연구. 연구보고 No. 283, 한국농촌경제연구원
4. 이영열. 1991. 농업기계화현황과 추진방향 -전작을 중심으로 -, 한일합동심포지엄 "전작-시설원예의 기계화현황 및 추진방향", 농업기계학회