

# 벼농사에서 저투입 지속성 농업기술의 확립과 적용

이호진

(서울대학교 농업생명과학대학 농학과)

## Application and Adaptation of Low Input Sustainable Agriculture Technology in Rice Farming.

Lee, Ho-Jin

Department of Agronomy, Seoul National University

### Abstract

Rice farming in Korea need to adapt technology of low-input sustainable agriculture for conserving environment and reducing farming cost. One of most laborious work in rice farming is transplanting of seedling which requires preparation of nursery bed and care of seedling.

In this research, direct seeding in dry paddy(DS) was practiced to compare with traditional tansplanting (TP) for rice culture in Suwon and Milyang.

Growth stages in DS were delayed as its planting time was about 36 days later than TP. Heading stage of DS at Suwon was delayed about 15 days as compared to transplanting culture. Rice yield in DS was decreased 8.2%(Suwon) and 0.11%(Milyang),repectively. Working-hour saving in DS was about t 34. 0%(Suwon) and 28.3%(Milyang). Production cost of DS was decreased 26.5%(Suwon) and 28.2%(Milyang). In rice production of a unit amount, DS could saved 28%(Suwon) and 26%(Milyang) in working hour, and 19%(Suwon) and 29%(Milyang) in production cost, respectively. Therefore, DS was decreased little in rice yield, but it saved working hour and production cost, significantly. But, DS needs futher research in fertilizer application, weed control, and water management.

## I. 서 론

벼농사는 우리나라에서 국민의 기본식량을 생산하는 산업이다. 오랜 한민족의 역사를 통하여 벼재배는 식량을 생산하는 작업에 그치지 않고 밥을 중심으로한 식생활의 전통과 농촌문화를 이룩하였고 우리민족 의식의 밑바닥에 소중하고 고귀한것으로 잠재되어 있을 정도이다. 국토중 평탄하고 가장 비옥한곳은 반드시 논을 만들어 벼를 재배하고 있다. 국토의 65%나되는 산지를 제외하고 나머지 국토는 약 14%가 생활용지이고 8%가 밭, 13%가 논농사에 이용되고

있다.

최근 우리나라 벼농사는 위기에 처하였다. 국제적인 농산물개방화는 앞으로 값싼 외국쌀의 도입을 가능하게 할 것이고 국제가격보다 월등히 비싼 국내 쌀은 경쟁력을 상실할 위기에 있다. UR협상에서 대두되는 쌀시장 개방은 전세계 미국 시장의 쌀가격이 국내가격의 1/4에 불과한 실정에서 국내 벼농사농가에 크나큰 위협이 아닐수 없다.

우리나라 벼농사의 문제점은 經營收益性의 악화, 노동력 부족, 생산기반조성의 不備로 집약된다. 이것은 종래의 우리나라 농업발전추진 정책에도 원인이 있는 것으로 食糧의 增産과 自給自足에만 총력을 경주하여 온 탓으로 현재의 벼

농사 收量性은 세계최고에 이르렀으나, 인건비, 농약, 비료 등 營農비용의 급증으로 인하여 벼 생산 농가의 경영채산은 악화일로에 있고 타 산업종사자와의 소득격차도 벌어지기 시작하였다. 이점은 급격한 이농현상으로 나타나고 더 이상 벼농사에만 안주할수 없게 만들었다. 기존의 다수확품종들은 국내소비자에게는 나쁜 米質때문에 불만을 주었고 이들 품종의 다수확에는 농약과 비료의 다량투입이 필수적이어서 環境破壞에 대한 우려가 증대되고 있다.

이러한 현금의 여건아래에서 국내의 농업 중 최대 산업인 벼농사의 활로를 모색하려면 영농방식에서 대전환이 있어야 할것이고 재배법에서도 근본적 재편이 이루어져야 할 것이다.

본 연구에서는 지향하려는 목표는 벼농사에서 기존의 多收性을 지속하면서 경영성을 개선하기 위하여 재배 및 관리에서 低投入과 效率性의 원칙을 고수한다. 종래의 영농법은 농업자재의 과다투입과 집약적관리를 그특징으로 하지만 저투입 지속성농법에서는 농용자재의 適正投入과 省力化로서 영농노력을 절감하고 경영비용을 저하시켜 벼농사의 경영채산성을 확립하고자 한다.

세계 선진 각국에서 활발하게 연구가 진행되고 있는 지속성농업기술을 문헌조사, 기술정보의 획득을 통하여 수집하고 우리의 벼농사에 적용할수 있는 것들을 정리하였다. 나아가 국내 농업지도기관에서 권장하고 있는 벼농사 기술을 저투입 지속성농업기술로서 대체하여 시험하여 그의 성과를 평가하였다.

## II. 재료 및 방법

### 1. 중부 지역 직파 시험

본 실험은 서울대학교 농생대 실험농장 수도 재배포장에서 乾畝直播區 와 機械移秧區 각각 600m<sup>2</sup>의 면적으로 설치하였고 1993년 5월부터 10월 사이에 실시하였다. 시험구의 토양은 사질양토로서 비옥도가 낮은 편이었다.

벼품종은 西安벼로 하였으며 건답직파구는 1993년 5월 24일에 인력으로 종자 6kg/10a를 공간거리를 30cm로 細條播하였다. 시비는 基肥로 N-P-K 를 각각 5-8-8(kg/10a)로 사용하였고 질소는 파종 후 30일에 분얼비로 3kg/10a, 파종 후 60일에 2kg/10a, 穗肥로 3kg/10a를 각각 분시하였다.

물관리는 건답직파구에서는 파종직후 1차관수와 수차에 걸쳐 밭아에 충분한 관수를 실시하였고 본격적인 灌水는

6월 19일부터 시작하였다. 본 시험의 건답직파구는 漏水가 심하여 자주 관수를 해주어야 하였다.

기계이앙구의 이앙시기는 5월 26일로 재식거리 25 × 12.5cm 로 하여 3本植으로 파종 후 40일 묘를 기계이앙하였다. 시비는 기비로 5-8-8(kg/10a)을 사용하였으며 이앙후 2주 경에 복합비료(21-17-17)을 20kg/10a으로 施用하였으며 穗肥로 질소 5kg/10a을 사용하였다.

## 2. 남부지역 직파 시험

남부지역에서는 경남 밀양군 삼랑진읍 거족리 유영돈씨는 1정보에서 건답직파와 기계이앙구를 설정하여 시험을 수행하였다. 논 토양은 미사질 양토, 평택통으로 비교적 비옥한 속답이었다.

벼품종은 영남벼를 0.5정보의 논에 각각 직파와 이앙으로 재배하였으며 처리내용은 다음과 같았다.

구 분	처 리	파종기 또는 이앙기	파종량 (kg/10a)	시비량 (kg/10a) N-P205-K20
건답직파구	휴립세조파	5월 6일	5	16-9-11
기계이앙구	30일 묘	6월 10일	4	12-9-11

시비는 직파구와 이앙구 모두 基肥와 2회 追肥를 분시하였다.

제초는 직파구에서는 2회에 걸쳐 살포했으며 1회째는 마세트유제 (300ml/10a)를 동력분무기로 살포하였고, 2회째는 유나니 입제(3kg/10a)를 인력으로 처리하였다. 이앙구는 유나니 입제를 손으로 1회만 살포하였다.

농약은 직파구와 이앙구 모두 1회째는 후라단 3kg/10a을 인력으로, 2회째는 바리문 액제(150ml/10a) + 다이아톤유제 (150ml/10a) + 파단수용제 (150g/10a)을 동력분무기로 살포하였다.

## III. 결 과

### 1. 중부지역 직파시험

1) 투입된 영농작업과 노력

우리나라 쌀가격이 국제가격의 3~5배에 달하여 국제 경

생력이 매우 낮은편에 속한다. 1992년의 한국쌀 생산비 구성에서 토지용역비가 43.1%를 차지하였고 그다음인 勞力費로서 27.9%를 차지하여 벼농사에서 영농작업들이 아직 큰 비중을 점하고 있음을 알수 있다.

벼농사의 低投入농법은 영농작업의 省力化를 기본으로 하여야 한다. 본 연구에서는 수원지방에서 건답직파를 실시하였고 이앙재배에 투입된 작업과 노동력을 비교하였다. (Table 1)

건답직파구는 무이앙으로 못자리 조성이나 육묘 및 이앙 노력이 생략된 반면 본답에 직접 파종하는 작업이 필요하였다. 본 시험에서는 벼 직파용 파종기를 사용하지 않고 밭 상태에서 손으로 알은 곁을 파고 파종하는 방법을 택하였다. 직파에 소요된 인력은 24.7hrs/man/10a 이었으나 이앙구에서는 37.3hrs/man/10a으로 12.6시간이 감소되어 약 34% 노력 절감의 효과가 있었다.

논 관리 작업은 직파시 비료의 부족으로 노랑게 肥切상태가 나타나 질소비료의 추비를 3회나 주어야 했었고 생육초기의 漏水가 심하여 灌水를 여러번 해주어야 했다. 또 제초제를 2회 살포하였고 손제초 역시 이앙구보다 2회나 더 해주었다. 또 직파시에는 파종후 참새의 피해가 심하였으나 일단 논에 물을 대주어 논토양이 침수된후에는 더 이상 참새가 피해를 주지 않았다.

Table 1. 수원의 벼 건답직파 및 기계이앙 재배에 투입된 작업비교

(단위: hrs/man/10a)

작업	이앙재배	건답직파
파종작업	—	7.1
육묘, 이앙작업	18.55	—
제초작업	10.9	12.1
시비작업	1.0	1.5
병충해방제	4.3	1.5
수확작업	2.5	2.5
계	37.25	24.7

2) 벼의 생육 경과

직파구의 파종작업은 이앙구의 육묘보다 36일이나 늦은 5월 24일에 실시되었다. 논에 직접 파종할때는 저온에서 빠른 시일내에 발아하여 지상으로 출현을 완료하는 것이 긴요

하다. 평균기온이 12도이상 올라가고 지온이 16도 이상될 때 벼종자들은 논에서 출아를 완료할수 있다고 보고되었다 (이, 1993). 직파구 파종당시의 평균기온은 16.2度로 유지되어 발아적온에 충분하였으나 출아소요일수가 15일이나 되어 5월 26일에 이앙된 벼에 비하여 초기생육이 매우 지연되었다. 7월 15일에 조사된 초장은 직파구가 11.3cm나 짧아 생육이 대단히 지연되었음을 알수 있다. 그러나 개체당 분얼수는 별차이 없었다.(Table 2)

수원지방의 직파는 5월 중순에 완료하는 것이 초기 생육 확보에 유리할것으로 생각된다. 특히 1993년 재배기는 저온이 계속되어 중기이후에도 생육회복이 신속하지 못하였다. 출수는 직파구가 이앙구보다 15일이나 늦어졌으며 출수기의 초장은 거의 차이가 없었으나 개체당 총건물중에서는 28g이나 적었다. 특히 뿌리부분의 건물중이 상대적으로 적어 T/R ratio는 이앙구보다 크게 되었고 도복의 가능성이 증대되었다.

Table 2. 건답직파 및 이앙재배 벼의 초기 생육

생육항목	이앙구	건답직파구	LSD.05
입모수(m <sup>2</sup> )	32주	145.8±18.5	
초장(7/15)	49.99cm	38.72cm	2.42*
분얼수/개체 (7/15)	4.0	4.4	ns

Table 3. 출수기의 건답직파 및 이앙재배 벼의 생육

생육항목	이앙구	건답직파구	LSD. 05
출수일	8월 21일	9월 5일	
초장(cm)	83.81	83.07	ns
간장(cm)	65.69	61.53	2.20
수장	19.05	17.38	0.64
개체당 건물중(g)	52.46	48.80	ns
개체당 뿌리중(g)	9.18	6.56	3.48
T/R ratio	4.17	6.44	ns

3) 수량 및 수량구성요소

만숙종인 서안 벼의 최종수량은 직파구가 이앙구보다 8.2% 減收되어 현미수량으로 약 368kg/10a으로 낮은 수량을 나타내었다. 이것은 평년수량에서 약 100kg/10a 가량 감소된 것으로 당년의 이상기온과 직파재배의 생육부진이 반영된 것이었다. 이앙구에 대비하여 減收의 원인을 수량구성요소로서 평가하여 볼때 이삭수나 영화수는 차이가 인정되지 않았으나 천립중이나 등숙율이 감소되었음을 알수있다. 즉 수량의 容量的 要素(Capacity factor)는 확보되었으나 活性的 要素(Activity factor)는 부진하였는데 이것은 직파구의 출수가 15일이나 늦어져 등숙이 불리한 저온조건에 처했기 때문이었다. 직파의 감소요인 중 생육이 지연되는 현상은 중북부지방이나 고지대에서 심하므로 적기파종과 신속한 출아 및 유효생육 촉진이 요청된다. 특히 1993년도는 냉해가 심한 해로서 직파시 냉해의 위험이 예상되었고 본시험의 결과에서 상당한 감소로서 확인되었다.

Table 4. 건답직파 및 기계이앙재배 벼의 수량비교

재배법	정조 수량 (kg/10a)	현미 수량 (kg/10a)	수확지수 (%)
건답직파	469.8	366.4 (91.6)	52.82
기계이앙	502.6 ns	402.2 (100)	54.10 ns
LSD. 05	107.7		3.93

건답직파구의 경우 본답의 정지작업이 제대로 이루어지지 않아 지면의 굴곡이 심했는데 이것은 쇄토작업이 불량했기 때문으로 생각되며, 건답직파재배에서 立毛향상을 위해 정지 및 평탄작업이 매우 중요한 것으로 생각된다. 또한 경

Table 5. 건답직파 및 기계이앙재배 벼의 수량구성요소비교

재배법	이삭수 (m <sup>2</sup> )	이삭당 영화수	등숙률 (%)	천립중 (g)
건답직파	315.3	78.4	84.9	24.04
기계이앙	322.0 ns	72.8 ns	88.9 *	26.26 **
LSD. 05	33.8	7.5	2.9	0.77

운 및 평탄작업의 불량으로 인한 논의 높고 낮음은 담수심의 차이를 유발하고 거의 담수가 이루어지지 않는 부분도 생겨나 입모후 생육 및 잡초발생에도 상당한 영향을 미친 것으로 생각된다.

2. 남부지방 직파시험

1) 투입된 농농작업과 노력

경남 밀양에서 실시된 직파시험구는 평야지에 위치하였고 수리와 지력이 양호한 숙답이었다. 건답직파는 트랙터부착 휴리스제조파기로서 5월 6일에 영남벼의 법씨를 파종하였고 3회의 시비와 2회의 제초제 살포를 실시하였다. 수확은 직파구나 이앙구 모두 콤바인을 사용하였다.

투입된 인력을 비교하면 건답직파구는 13.84시간, 기계이앙구는 29.85시간으로 16시간/10a 을 절약할수 있었고 이것은 약 54%의 노력 절약에 해당된다.

Table 6. 밀양의 벼 건답직파 및 기계이앙 재배에 투입된 작업비교

작업	이앙재배	건답직파
파종작업	—	3.50
유효·이앙작업	20.51	—
제초작업	0.67	1.67
시비작업	4.0	4.0
병충해방제	2.67	2.67
수확작업	2.0	2.0
계	29.85	13.84

2) 벼의 생육 경과

직파구에서 유효가 출아하는데는 약 14일이 소요되었으며 입모수도 171개/m<sup>2</sup> 로서 유효의 확보도 양호한 편이었다. 유수분화기에서 두시험구의 벼 생육을 비교하면 직파구에서 초장은 짧았고 단위 면적당 莖數 확보도 약간 부족하였으나, 엽면적지수에서 차이가 없었다.

따라서 남부지방에서 건답직파는 이앙재배와 별차이없는 중간경과를 보였음을 알수 있다.

Table 7. 유묘 출현 상태

건답 직파 (5. 27)				기계 이앙 (6. 15)			
출현 소요일수	입 모 수	초 장	엽 수	초 장	엽 수	주수/m <sup>2</sup>	立毛數/m <sup>2</sup>
14일	171개/m <sup>2</sup>	6.5cm	2.8매	14.3cm	5.7매	22.2개	67개

Table 8. 유수분화기의 벼 생육 (7/19)

구 분	초장 (cm)	경수 (개/m <sup>2</sup> )	엽면적지수 (LAI)	건물중(g/m <sup>2</sup> )		건물중비율(%)	
				엽신	엽초	엽신	엽초
직 파	60.6	582	3.0	141	214	28.3	15.0
이 앙	69.5	622	2.6	129	235	24.4	18.5

출수기는 직파구가 이앙구보다 단지 2일만 늦어졌고 출수기의 간장은 차이가 적어져 비슷한 신장을 보였고 출수후 등숙경과도 순조로웠다.

Table 9. 출수기의 벼 생육상황 (8/30)

구 분	출수기 (월,일)	간 장 (cm)	수 장 (cm)
직 파	8/29	71	18.1
이 앙	8/27	75	18.4

3) 수량 및 수량구성요소

수원에 비하여 비교적 온화한 기상조건에서 등숙을 진행되어 이삭의 수나 등숙율, 천립중을 비롯한 수량구성요소들은 모두 직파구가 이앙구에 근접하였다. 결과적으로 벼의 수량에서도 차이가 없었고 450kg/10a 정도의 평년수량을 기록하여 직파재배의 결과가 매우 우수하였다.

Table 10. 수량 및 수량구성요소

구 분	현미 수 량	수 수 개/m <sup>2</sup>	등 숙 비율(%)	현 미 천립중(g)
직 파	459kg/10a	93	88	20.2
이 앙	464kg/10a	96	88	21.5

## IV. 고 찰

### 1. 직파재배의 지역간 비교 평가

본 시험 연구의 지역간 결과를 직파방법이나 벼품종, 재배법의 차이로 직접 상호 비교하기는 곤란하다. 그러나 각각의 조건을 고려하여 벼 생육과 수량을 평가함으로써 보다 향상된 재배법을 제안할 수 있다.

직파에서 出芽가 늦어지는 것은 표에서 약 250이상의 일 평균적산온도가 필요하였으나 파종이 늦어진 수원 지방에서 출아에 보다 많은 시일이 소요되었다. 또 출수기까지 소요 적산온도는 밀양의 영남벼는 2450~2480도로 비슷하였으나 수원의 서안벼는 이앙재배에서는 2530도로 충분하였으나 직파에서는 2311도 밖에 되지 않아 매우 부족하였음을 알수 있다.

수원과 같은 중부 지방에서의 직파재배는 남부 지방보다 온도 조건에서 불리하다고 할수 있다. 수원 지방의 직파에서 저수량은 출수에 미달되는 적산온도에 기인하였고 또 재배품종이 만생종임을 고려할때 직파용으로 부적절한 품종 선택이었음을 지적할수 있다. 중부지역의 직파재배는 남부 지방보다 위험성이 더욱 크기 때문에 품종선택에서 조생종을 택하고 직파시기를 가능한한 당겨 5월초순까지 파종을 완료하는 것이 출수지연을 방지하는데 긴요하다.

남부지방은 파종에 적합한 시기가 5월 초부터 6월초순까지 비교적 넓고 가을 등숙기에 온화한 날씨가 늦게까지 계속되므로 직파재배 도입이 보다 유리하다. 그러나 일부지

역에서 다비를 목적으로 질소추비를 과다하게 하였을때 도복발생이 심각해질수 있음에 주의하여야한다. 일부지역에서는 담수직파를 해야 하나 표면직파 경우는 뿌리발육이 표토에 제한되어 도복의 위험성이 매우 커진다. 담수직파시에는 보다 뿌리가 깊이 발육할 수 있는 '무논골뿌림' 방식을 채택할 필요가 있고 이러한 직파재배는 노동력의 절약과 영농비용 절감에 효과적이다.

건답직파에서 파종후 低温 피해와 鳥類의 來襲을 감소시키려면 바로 灌溉를 실시하여 눈에 물을 대주는 것이 필요하다. 또 직파에서 잡초 제거와 병충해 방제는 계속적인 연구가 필요하며 완효성비료의 시용을 포함한 시비법의 검토가 요청된다.

Table 11. 재배방법별 생육단계 외 적산온도

(단위 : 적산 일평균온도, C)

구 분	직 파		이 양
	파종-출아	파종-출수	파종-출수
수원(서안벼)	264.8	2311.6	2530.7
밀양(영남벼)	252.7	2485.9	2457.8

2. 생산량과 생산비의 비교

직파의 저투입효과를 평가하기 위하여 재배 방법별 영농 소요 비용을 추정하여 보았다. 영농비용을 산정하는데는 실질가격에 기준하여야 하나 지역이나 시세에 따라 차이가 심하여 정확한 추정이 어려웠다. 실제 시간당 노임계산은 실행되지 않는 현실에서 인건비는 영농시간에 日當 勞賃을 곱하여 산출하였고 대형농기계에 소요된 사용비와 감가상각비 등은 농촌진흥청 농어촌 소득 평가를 인용하였다. 직파재배로서 영농소요시간이 감소되었고 인건비도 절감효과가 있었고 육묘소요노력이나 육묘상자 비용등이 감소되었다. 반면 비료사용량은 본답기간이 연장되었고 누수로 인하여 증가되었고 관리불비로 제초제 시용이 증가되어 밀양의 직파재배에서는 도리어 소폭 늘어났다. 총소요영농비용은 두지역 모두 직파재배에서 16%에서 18%가량 절감되었다. 한편 수원지역이 밀양보다 높았으나 이것은 재배면적

이 좁았기 때문이었다. 일본에서도 재배면적이 5정보까지 계속 노동시간이 단축되었고 기계화작업에 따라 더욱 효과가 큰것으로 보고되고 있다. (日本 農林水産 統計, 1981)

농업생산성은 단위면적당 생산량으로 표시되지만 영농효율은 일정량의 쌀을 생산하는데 소요된 비용이나 시간으로 평가된다. 직파재배에서 쌀 생산량의 절대량은 수원에서는 약 10%감수였으나 밀양에서는 차이가 없었다. 1994년 영농기간중 냉해의 피해가 있었는데 고위도인 수원에서 상대적으로 피해가 컸으며 직파로 인한 재배위험과 감수정도가 중북부지역보다 남부지역에서 훨씬 적음을 의미한다. 그리고 쌀 1kg를 생산하는데 소요된 생산비용은 직파재배의 수원은 19%, 밀양은 29% 감소되었다. 또 쌀 1kg를 생산하는데 소요된 시간은 직파경우 28%(수원)과 26%(밀양) 감소되었다.

지역별 직파재배 결과의 비교는 정확할수 없지만 밀양의 직파가 다수를 거둘수 있었고 노동생산성도 훨씬 높았다. 이것은 수원지역의 직파에서는 건답직파기를 사용할수 없었고 또 재배면적도 매우 좁았기 때문이었다. 아울러 1993년도 재배기간동안 기온조건이 북부지역에서 상대적으로 불리하였다.

Table 12. 재배방법별 생산비용의 산정

(단위: 원/10a)

항 목	수 원		밀 양	
	직파구	이양구	직파구	이양구
인 건 비	51,975	65,275	22,190	30,940
농기계 사용	37,550	37,550	37,550	53,643
육묘상자	-	14,850	-	14,850
비 료	12,120	14,945	13,250	11,799
농 약	18,150	19,800	12,459	12,459
계 초 계	8,984	6,600	7,875	6,375
합 계	128,779	175,113	93,324	130,066
지 수	73.5%	100%	71.8%	100%

\* 농진청 : 경영개선을 위한 '92농축산물표준소득, 1993. 7 에서 일부 인용.

Table 13. 지역별 직파재배의 생산성 비교

구 분	수 원		밀 양	
	직 파	이 양	직 파	이 양
영농비 (원/10a)	128,779	175,113	93,324	130,066
현미수량 (kg/10a)	366.4	402.2	459.0	464.0
생산비/현미수량(원/kg)	351.5	435.4	203.3	286.8
대비 (%)	80.7%	100.0	70.9%	100.0
영농시간/현미수량(hr/kg)	0.067	0.093	0.028	0.038
대비 (%)	72%	100	74%	100

## V. 결 론

국내 벼농사에서 국제경쟁력을 높이고 농업 생태환경을 보존하려면 영농에 소요되는 경영비를 감소시키고 비료사용과 농약 살포를 줄여 저투입 지속성 농법을 채택하여야 한다.

본연구에서는 벼재배에서 직파를 함으로서 영농시간과 비용에서 큰부분을 차지하여온 이양작업을 생략하였다. 지역간의 직파재배 특성을 알고저 중부지방(수원)과 남부지방(밀양)에서 이양재배와 직파재배를 실시하였고 벼의 생육상태와 수량성을 평가하였다. 아울러 벼재배에 소요된 농작업시간과 비용을 산출하여 경영성과 생산성을 추정하여 보았다.

이양재배에 비하여 파종작업이 36일이나 늦었던 직파재배는 모든 생육단계가 조금씩 지연되었고 특히 냉해가 심하였던 수원지방에서 출수는 약 15일이나 늦어졌다. 직파재배의 현미수량은 이양재배보다 8.2%(수원)와 0.11%(밀양)씩 감소되었으나 소요 영농시간은 34.0%(수원), 28.3%(밀양) 적어졌고, 10a당 생산 소요비용은 26.5%(수원), 28.2%(밀양) 절감되었다. 쌀 1kg을 생산하는데 이양재배에 비하여 직파경우 소요된 영농시간으로는 28%(수원), 26%(밀양) 감소되었고 생산비는 19%(수원), 29%(밀양)의 감소효과가 있었다. 따라서 직파재배가 이양보다 단위면적당 쌀의 수량은 약간 감소되었지만 영농시간과 투입비용을 크게 감소시켰다. 아울러 단위량의 쌀을 생산할 경우에도 직파가 생산비와 영농시간을 절감시켜 효율적임을 확인할수 있었다.

직파재배법에서 수량의 감소를 줄이려면 먼저 저온에서 발아가 빨리 되는 품종을 선택하여야 할것이고 봄철의 파종기를 놓치지 말고 적기에 뿌려야 하겠다. 파종작업에서 보

다 생력화를 이루려면 細條播機나 直播機를 사용하여야 할 것이다. 직파구에서는 비료의 肥切현상이 자주 나타나 추비 회수가 이양 보다 1~2회 증가하였고 잡초발생이 심하여 저 체초제의 적기 시용작업이 확립되어야 하겠다.

직파재배는 異常氣象조건에서 안전성이 문제가 되므로 재배기간동안 보다 따뜻한 남부지역에서 훨씬 잘 보급될수 있다.

## 적 요

벼재배에서도 농업 생태환경을 보존하고 영농에 소요되는 경영비를 감소시키며 비료사용과 농약 살포를 줄일수 있는 저투입 지속성 농법 채택이 필요하다. 본연구에서는 벼재배에서 수원과 밀양에서 이양재배와 직파재배를 실시하였고 벼의 생육상태와 수량성을 평가하였고 토지 및 노동생산성을 비교하였다.

이양재배에 비하여 파종작업이 36일이나 늦었던 직파재배는 모든 생육단계가 조금씩 지연되었고 특히 냉해가 심하였던 수원지방에서 출수는 약 15일이나 늦어졌다. 직파재배의 현미수량은 이양재배보다 8.2%(수원)와 0.11%(밀양)씩 감소되었으나 소요 영농시간은 34.0%(수원), 28.3%(밀양) 적어졌고, 10a당 생산 소요비용은 26.5%(수원), 28.2%(밀양) 절감되었다. 쌀 1kg을 생산하는데 이양재배에 비하여 직파경우 소요된 영농시간으로는 28%(수원), 26%(밀양) 감소되었고 생산비는 19%(수원), 29%(밀양)의 감소효과가 있었다. 따라서 직파재배가 이양보다 단위면적당 쌀의 수량은 약간 감소되었지만 영농시간과 투입비용을 크게 감소시켰다. 아울러 단위량의 쌀을 생산할 경우에도 직파가 생산비와 영농시간을 절감시켜 효율적임을 확인할수 있었다.

직과재배법에서 수량의 감소를 줄이려면 먼저 저온에서 발아가 빨리 되는 품종을 선택하여야 할것이고 시비법과 제초방법과 물관리에서 중점적인 연구가 필요하다.

## 참 고 문 헌

1. Ahn, S. B., T. Motomatsu, Y. S. Kim, K. S. Lee, S. W. Hwang. 1992. Studies on rice productivity and mineral nutrients on the paddy-upland rotation system. J. Kor. Soc. Soil Sci. Fert. **25**:334~341
2. Briggs, D. and Courtney F. 1989, Agriculture and environment. Longman Scientific & Technical
3. Edwards, C. A, et. al. 1990, Sustainable Agricultural Systems. Soil and Water Conservation Society.
4. Francis, C. A., 1990, Sustainable agriculture in temperate zones. Jone Wiley & Sons, Inc.
5. Garbus, L. et. al. 1991, Agricultural Issues in the 1990s, Proceedings of the Eleventh Agriculture Sector Symposium, The World Bank, Washington, D. C.
6. Gliessman, S. R., 1989, Agecology, Researching the ecological basis for sustainable agriculture. Springer-Verlag
7. Han, H. S., Lee, M. H., and Shim, J. S. 1991 Effects of long term fertilization on growth, yield and grain development of rice. Korean J. of Crop Sci. **36**:41~51
8. Hayes, W. A., 1982, Minimum tillage farming. No-till Farmer. Inc., Brookfield, WI
9. Jones, J. B. Jr., B. Wolf, H. Mills. 1991. Plant Analysis Handbook. Micro-Macro Pub. : pp. 213
10. Jung, P. K., M. H. Ko, K. T. Um. 1985. Discussion of cropping management factor for estimating soil loss. J. Kor. soc. Soil Fert. Vol. **18**:7~13
11. Jung, Y. S., J. S. Shin, Y. H. Shin. 1976. Erodibility of soils of Korea. J. Kor. Soc. Soil. Fert. Vol **9**:109~115
12. Jung, Y. S., K. C. Eom. 1992. Changes and problems in soil management for agricultural production and their countermeasures in Korea. Proc. 1992 TASAE, APEID. Univ. Tsukuba:31~43
13. Kim, J. J. 1992. The development of alternative wastewater treatment process for the small scale livestock industry. Part III. Rep. KOSEF **89-0707-01**: 239~334
14. Kim, K. S., B. Y. Kim, J. G. Yoon, K. H. Han. 1989. Survey on Water Quality of Irrigation Water in Water Systems throughout the Country. Research Report 1989. Agr. Sci. Inst:13~28
15. Kim, S. P. 1991. Counterplan for conservation of agricultural environment. Proc. 1992. Symposium on Cons. Agri. Envir. Kor. soc. Environ. Agri. : 191~212
16. Lee, C. H., S. G. Cheon, W. K. Shin, H. S. Ha. 1990. Effects of Silica and Compost Application on the Availability of Accumulated Phosphate in Paddy and Upland Soils. J. Kor. Soc. soil Fert. Vol. **23**:281~286
17. Lee, C. S., H. K. Kwak, Y. J. Lee, Y. D. Kim. 1990. Estimation of optimal rates of N, P, and K fertilizers for vegetable crops based on soil testing in upland soils. Res. Rep. RDA (Soil & Fert.) **32**:32~37
18. Lee, H. J. and Park, K. Y. 1993. Crop production system for low-input sustainable agriculture in Korea. in 'Low-Input Sustainable Crop Production Systems in Asia'. 43~58, Korean Society of Crop Science, Korea.
19. Lee, S. K. et. al. 1992. Transition of rice culture practices during Chosun Dynasty through old refernces. V. Cultivation and cropping patterns. Korean J. of Crop Sci. **37** : 104~115
20. Leopold Center for Sustainable Agriculture. 1990 Farming System for Iowa: Seeking Alternatives, Conference Proceedings., Iowa State Univ.
21. Ministry of Environment. 1991. Korea Environmental Yearbook 1991: pp. 679
22. National Research Council, 1990, Alternative Agriculture. National Academy Press
23. Oh, Y. J., 1983, Effects of N. P. K. and organic matters for 15 years successive application on paddy soil properties, plant growth and yield of rice plant. Korean J. of Crop Sci. **28**:431~438
24. Park Chon-Suh, 1992, Soil fertility status of arableland in Korea and their management practices required. Korean J. of Crop Sci. **37**(4): 383~396
25. Park, Y. D. 1991a. The Present Situation of Using Nitrogen Fertilizer and its Effects on upland crops in Korea. In International Seminar on 'Increasing Nitrogen Efficiency in Upland Crop Production' June 23~30, 1991. RDA-FFTC.



26. Park, Y. D. 1991b. Soil management and fertilization toward the Year 2000. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* **24**(Special issue):29~77
27. Parr, J. F., R. I. Papendick, I. G. Yangberg, R. E. Meyer. 1990. Sustainable Agriculture in the United States. In C. A. Edwards et. al(Ed.). *Sustainable Agricultural System. soil Cons. Soc. Ankeny, Iowa*
28. Pimentel, D. S. Pimentel. 1986. Energy and Other Natural Resources Used by Agriculture and Society. In *New directions for Agriculture and Agricultural Research.* Ed. K. Dahlberg. Rowman & Allanheld Publ:259~287
29. RDA. 1989. The Report on the 10 Year Soil Amendment Project in Korea. Editor in Chief Han, J. H. Rural Development administration:pp. 508.
30. Reganold, J. P., Papendick, R. I, and Parr, J. F. 1990, Sustainable agriculture. *Scientific American* June, 1990, 72~77
31. Rho, Y. D., Lee, J. H., and Cho, J. Y. 1977, Nitrogen responses of rice varieties on grain yield and other agronomic characters. *Korean J. Crop Sci.* 1~15
32. Sleper, D. A., et al. 1991, Plant breeding and sustainable agriculture: considerations for objective and methods. *CSSA Special Publication No. 18* Crop Science Society of America, Inc. Maiseon, WI
33. Smith, R. M., W. L. Stamey. 1965. Determining the range of tolerable erosion. *Soil Sci.* **100**:414~424
34. Son, S. M., K. S. Oh. 1993. Effect of nitrogen application on accumulation of nitrate in edible part of chinese cabbage, radish and cucumber. *Kor. J. Soil Sci. Fert.* **25**:10~19
35. US Sustainable Agriculture Research and Education Program 1990, Proceedings, Sustainable Agriculture in California: A Research Symposium, Univ. of California, pub. 3348
36. Yoo, S. H. 1991. Present status and prospect on soil pollution in Korea. *The Presidential Commission on the 21th Century Report*(In Korean):143~188
37. Yoo, S. H. 1991. Soil Management for Sustainable Agriculture. *Proceedings of Symposium on Conservation of Agriculture.* *Korean Soc. Env. Agr.* :79~95
38. Yoo, S. H., C. Y. Lee. 1980. Cadmium and zinc content in brown rice and soil of the zinc mine affected paddy land. *Rep. Academy of Art and Science. Natural Science* **19**:255~266
39. Yoo, S. H., Y. S. Jung. 1992. Soil management for sustainable agriculture in Korea. *FFTC EB 355*: pp. 13
40. Yoo, S. H. and Jung, Y. S, 1992, Soil management as a component of sustainable agriculture in Korea, in 'The eleventh technical advisory committee meeting on sustainable agriculture for the Asian and Pacific region. May 18~25, 1992' *Rural Development Administration and Food & Fertilizer Technology Center.*
41. Young, H. M. Jr. 1982, No-tillage farming. *No-till Farmer, Inc., Brookfield, WI*