

체계적인 시비 및 물관리를 통한 고품질 벼 재배기술(2)

신진철 과장

농진청 작물과학원 작물생리생태과

(라) 물 관리

물은 양분공급, 지온 및 식물체의 온도조절, 잡초발생 억제, 농약살포의 효과 증대, 토양의 염류농도 조절 등의 효과가 있어 벼의 생육에 매우 중요한 역할을 한다. 다른 한편, 벼의 생육기간 중 간단관수와 중간낙수는 토양 중 각종 유해한 유기산을 배제시키고, 벼의 근권에 산소를 공급함으로써 뿌리의 활력을 증대시켜 양분과 수분의 흡수를 조장하며, 토양 중 뿌리의 심층분포를 유도하고 식물체 조직을 강건하게 하여 도복 저항성을 증대시키는 효과가 있다. 이와 같이 관개와 배수를 벼의 생육단계에 따라 적절히 조절함으로써 이들의 효과를 극대화하여 벼 생육을 양호하게 하고 쌀 품질을 높이는 것이 중요하다. 일반적으로 벼 생육기간 중 적절한 물 관리 방법 및 그 효과는 [표1]과 같다.

[표1] 벼 생육단계별 물 관리 방법 및 효과

생육단계	물 관리 방법	물깊이 (cm)	효 과
이앙기	얇게 댈 것	2~3	모를 얇게 심어 모도복 경감
활착기	깊게 댈 것	5~7	식상경감, 증산억제, 활착촉진
분얼 성기	얇게 댈 것	2~3	분얼촉진
무효분얼기	중간물떼기(출수 전40~30일) (5~10일간)	0	무효분얼 억제, 유해물질 제거, 도복방지
수잉기	물 걸러대기(출수 전 30~출수기) (3일 관수, 2일 배수)	2~4	뿌리기능 촉진, 유해물질 제거 촉진
출수기	보통으로 댈 것	3~4	꽃가루받이 촉진
등숙기	물 걸러대기 (3일 관수, 2일 배수)	2~3	등숙양호, 뿌리기능 유지, 유해물질 제거
낙수기	완전물떼기 (출수 30~35일 전후)	0	품질 양호, 농작업 편리

출수 후 물떼기 시기에 따른 쌀 품질 및 수량성은 [표2] 와 같다. 물떼기 시기가 너무 빠르면 수량이 감소할 뿐 아니라, 청미와 미숙립 등 불완전미가 증가하여 완전미 비율이 낮아지며, 아밀로스과 단백질 함량이 증가하고 Mg/K 비율이 낮아져 품질이 저하된다. 콤바인 수확을 쉽게 하기 위하여 조기에 물떼기를 하는 경우가 있으나, 이는 수량 확보와 쌀 품질향상을 위해서 지양해야 한다.

(마) 수확

출수 후 벼의 등숙은 유숙기, 호숙기, 황숙기, 완숙 및 고숙기를 거쳐 완성된다. 일반적으로 벼 수확 시기는 이삭이 황색을 띠고, 등숙률이 전체의 90% 이상 황색을 띠는 때이다. 벼의 출수기는 품종의

숙기와 지대 및 지역에 따라 다르기 때문에 등숙이 서로 다른 온도 조건에서 진행되므로 출수 후 수확적기도 품종군에 따라서 달라진다.

출수기에서 수확적기에 도달하기까지의 적산온도는 $1,150 \pm 50^{\circ}\text{C}$ 이며, 조생종은 출수 후 40~45일, 중만생종은 50~55일에 이 적산온도에 도달한다. 적기보다 수확시기가 빠르면 등숙이 완전하게 이루어지지 않아 청미, 미숙립, 동할미가 증가하고, 너무 늦으면 기형립과 피해립이 증가하며 특히, 만기에 콤바인으로 수확하면 동할미나 금간쌀의 발생이 많아지므로 적기에 수확하여야 한다.

[표2] 물떼기 시기에 따른 쌀 품질과 수량

낙수시기	외관특성			이화학적 특성			쌀 수량 (kg/10a)	수확 지수
	완전미 (%)	청미 (%)	미숙립 (%)	아밀로스 (%)	단백질 (%)	Mg/K비 (당량비)		
출 수 기	45.4	1.0	11.9	17.2	8.9	1.32	501	91
출수 후 10일	56.8	3.9	8.4	17.2	8.7	1.33	512	93
출수 후 20일	68.9	10.1	3.0	16.5	8.7	1.36	528	96
출수 후 30일	73.9	6.5	1.4	16.3	8.6	1.38	539	98
출수 후 40일	74.1	6.4	1.3	16.1	8.6	1.43	550	100
중 간 낙 수 + 출수 후 40일째	74.8	6.1	1.3	16.1	8.6	1.44	555	101

※ 품종 : 탐진벼, 5월 30일 이양

[표3] 고품질 쌀 생산을 위한 지역별 최적 수확시기('02~'04, 작물원)

지역 및 지대	출수 후 일수		
	조 생 종	중 생 종	중 만 생 종
중 부 평 야 지	50 (1,133)	53 (1,102)	57 (1,088)
호 남 평 야 지	52 (1,213)	54 (1,204)	60 (1,227)
영 남 평 야 지	50 (1,120)	55 (1,171)	58 (1,221)

※ ()는 출수 후 수확기까지의 적산온도

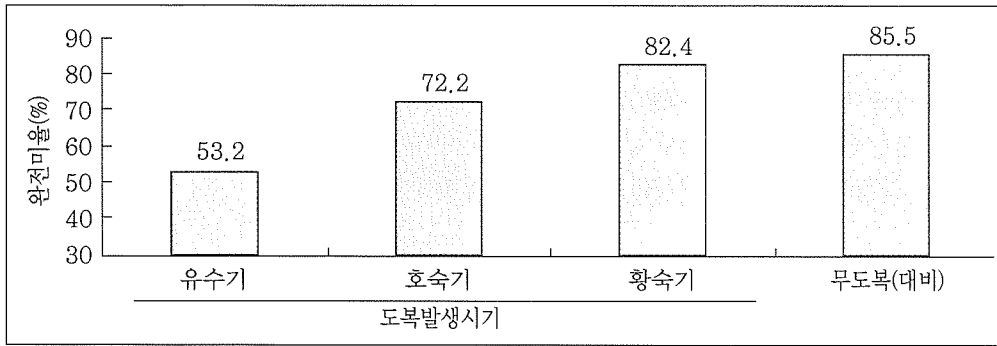
(바) 도복 방지

도복발생은 수량과 쌀 품질 저하에 매우 큰 영향을 미친다. 도복에 관여하는 요인으로는 기상, 품종, 시비, 물 관리 등이 있는데, 등숙기간 중 도복이 빨리 발생할수록 완전미 비율이 급격하게 감소한다(그림 4). 따라서 도복에 강한 품종을 선택하고, 중간낙수를 철저히 실시하여 토양 중 벼 뿌리의 심층분포를 유도하며, 질소 과용을 지양하여 과번무를 억제함으로써 도복발생을 최소화하고 쌀 품질을 높일 수 있다.

(사) 기타

병해충의 발생은 쌀의 품질에 영향을 미치며, 특히 수확기에 가까운 시기에 발생하는 경우에는 미질을 직접적으로 저하시키는 원인이 된다. 우리나라에서 벼에 발생하는 병해충 종류는 170여 종이나 된다. 최

〈그림4. 벼 도복시기와 완전미 비율〉



근 재배 품종의 변천, 재배양식의 변화에 따라 병해충 발생 양상이 다양화되고 있는 실정이다. 병해충 방제는 방제횟수를 줄이면서 효과를 높일 수 있도록 우선 지역별로 빈번히 발생하는 병해충에 저항성을 가진 품종을 선택하고 철저한 예찰을 통해 적기에 종합적 방제가 이루어지도록 하여야 한다.

우리나라는 지형적 특성으로 기상변화가 심하고 지역 및 연차간 변이도 큰 편으로, 벼 생육에 영향을 주는 기상재해는 풍수해, 가뭄, 염해, 냉해 등으로 기상재해에 대한 기술지원 체계와 요인별 발생 전후의 대처방안이 강구되어 있다. 특히 기상은 벼의 품질과 상관성이 높은 벼의 등숙에 큰 영향을 미친다. 출수 후 40일간 일조시간이 많고 햇볕 쬐임이 좋으며 등숙기간 평균기온이 22℃, 밤낮의 기온교차가 10℃, 일조시간 7시간/일 이상일 때 등숙이 양호하게 될 수 있다.

〈벼 등숙 기간 중 적정 기상 조건(출수 후 40일간)〉

일평균기온	적산 온도	기온 교차	일조시간
20 ~ 22℃	2800 ~ 880℃	8 ~ 10℃	7시간/일

획기적인 노력절감의 벼 직파재배 기술

우리나라 벼 농사가 수입개방 개방에 대응하는 방안으로서는 쌀 생산비를 대폭 줄이는 재배기술 개발이 첫 번째 과제가 되어야 할 것이다. 여기에서는 쌀 생산비 절감을 위하여 노력시간을 획기적으로 절감하는 벼 직파재배기술을 소개하고자 한다.

벼 재배기술의 발달은 주로 파종, 육묘, 이앙방법에 따라 구분할 수 있으며, 손 이앙 재배에서부터 기계 이앙재배, 직파재배 및 최근의 부분경운재배(직파, 이앙)기술로 변천되어 가고 있다.

우리나라의 벼 재배는 대부분 한달 정도 상자에서 모를 키워 이앙하는 중모 기계이앙재배가 이루어지고 있고, 볍씨를 논에 직접 파종하는 직파재배는 전체 논 면적의 8~9% 수준에 머무르고 있다. 벼 직파재배는 파종당시 논에 물의 유무에 따라 답수표면직파, 건답직파로 나눌 수 있으며, 건답직파는 파종과 동시에 관배수로를 작성하는 휴립 직파와 평면세조파로 구분할 수 있다. 최근에는 파종기 강우시에 파종이 불리한 건답직파의 단점을 개선한 벼 부분경운 건답직파기술이 개발되었다.

○ 벼 직파재배양식별 장단점

벼 직파재배 유형별 장단점은 매우 다양하다. 답수표면산파는 파종작업이 매우 간편하여 영농규모 확대나 소면적 재배에서 유리하나 새 피해 및 괴불발생으로 입모가 불균일하기 쉬우며, 줄기가 흙 속에 묻히지 않아 도복(쓰러짐)되기 쉬운 단점이 있다. 건답평면세조파는 파종작업의 능률은 높으나 파종 후에 비가 오

면 배수가 어렵고 가뭄 시에는 관수의 어려움이 있어 입모율이 저하되기 쉽다. 한편 건답휴립세조파는 관 배수로 작성으로 초기 입모확보는 용이하나 파종작업의 효율성이 약간 떨어지는 단점이 있다. 그리고 건 답직파(평면, 휴립직파)재배는 공통적으로 토양과습시 파종작업이 어려워 파종기에 비가 오면 파종적기를 놓치기 쉬우며 담수직파보다 잡초성 벼 발생이 많고, 잡초방제가 어려운 단점이 있다.

벼 부분경운건답직파는 무경운 상태의 논에 마른종자를 전용파종기로 파종하는 방법으로 『부분경운+ 파종+복토+배수로설치』 등의 작업이 동시에 수행되어 노력시간을 대폭 줄일 수 있다. 또한 토성에 따라 다르긴 하나, 파종 전 약간의 강우가 있어도 파종작업이 가능한 장점을 갖고 있다. 특히, 벼 부분경운건답 직파는 파종과정에 여러 작업의 동시화로 기존의 중모기계이양보다 36.8%, 건답직파재배보다는 약 11.4%정도 노력시간을 줄일 수 있다.

〈 벼 부분경운건답직파재배의 노력절감정도 〉 (단위 : 시간/1ha)

작업단계	중모기계이양	건답직파	부분경운직파
육묘-이양작업	14.4	4.3	2.5
본답관리	16.3	17.6	16.9
전체노력시간	30.7(100)	21.9(71.3)	19.4(63.2)

※ () 중모기계이양대비 지수

○ 벼 직파재배의 주요기술

- 벼 담수표면직파(산파)

논에 물이 담수된 상태에서 밀거름을 주고 경운, 정지하고 나서 해당 지역별로 파종적기에 싹을 1~2mm 키운 종자를 10a(300평)당 4~5kg을 살분무기나 손으로 파종하며, 5~7일간 물을 배수하여 어린종자의 뿌리가 논바닥 속으로 자랄 수 있도록 한다. 종자가 뿌리를 내리고 잎이 자라기 시작하면 그 후 3~5일간 담수를 하고 파종 후 10~15일경에 적절한 제초제를 사용한다. 벼의 쓰러짐을 방지하기위하여 파종 후 30일, 45일, 60일에 중간낙수를 실시한다.

- 벼 건답직파재배

마른 논에서 밀거름을 주고 경운, 정지하고 나서 해당 지역별로 파종적기에 종자소독 후 수분을 제거한 종자를 10a(300평)당 평면세조파는 5~6kg, 휴립파종은 4~5kg을 전용파종기로 파종한다. 파종 깊이는 2~3cm 정도가 알맞으며, 평면세조파한 경우는 논의 토성과 배수여건 등을 감안하여 2~5m 간격으로 10cm 정도의 도랑을 작성하여 강우시에는 배수로, 가뭄시에는 관수로로 이용하여 입모율 향상과 모생육의 균일도를 높이도록 한다.

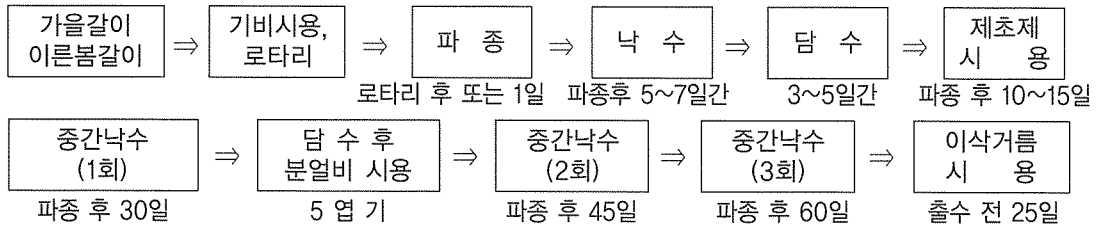
- 벼 부분경운건답직파

파종전의 논은 무경운상태로 두었다가 해당지역별 파종적기에 전용파종기로 『부분경운+파종+비료살포+관배수로작성』 등의 작업이 동시에 수행되어 노력시간을 크게 절감할 수 있다. 부분 경운되는 면적이 전체 논면적이 약 3분의 1정도이며, 나머지 부분은 무경운상태로 남게 된다.

파종 종자는 종자소독 후 수분을 제거하여 사용하며, 파종량은 300평당 사양토는 4~6kg, 식양토는 5~7kg을 기준으로 한다. 비료살포는 완효성비료를 파종 전에 적절한 양을 조절하였다가 파종과 동시에 밀거름으로 사용하도록 한다.

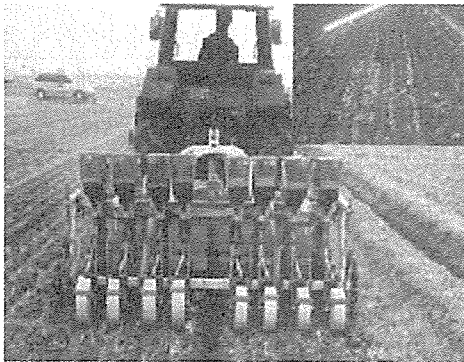
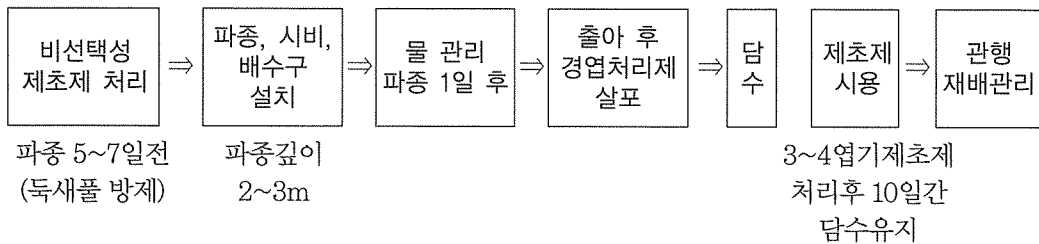
벼 부분경운건답직파의 기술체계는 파종 5~7일전에 비선택성제초제를 처리하고, 파종하고 나서 1일후

〈담수표면산파 재배기술 체계〉

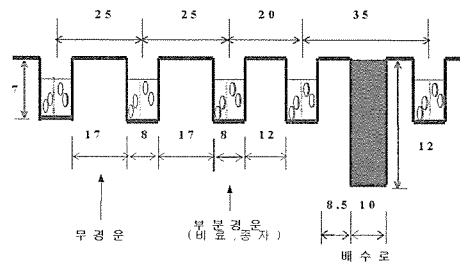


에 1일간 담수하며, 마른 상태에서 초기에는 경엽제초제를 살포하며, 3~4엽기에 담수하고 나서 제초제를 처리한다. 그 이후에는 건답직파재배와 동일하게 관리하도록 한다.

〈부분경운 건답직파의 재배기술체계〉



〈부분경운 건답직파의 파종 및 입모광경〉



〈부분경운 건답직파 모식도 (단위:cm)〉

○ 벼 직파재배의 전망

우리나라의 벼 농사는 주곡의 자급과 식량안보 및 환경유지차원에서 계속되어야 한다. 따라서 국내 벼의 지속적인 재배를 위해서는 국내외 여건을 충분히 고려하여 노력시간 및 생산비를 획기적으로 절감하는 재배기술 개발이 필요하다. 현재 개발된 기술로서는 부분경운건답직파 재배의 농가 보급이 노력절감에 큰 도움이 될 것이다. 금후에는 농촌노동력의 부족이 심해지고 쌀 가격이 저하되면 벼 직파면적이 급격하게 증가될 것으로 전망된다. 벼 직파재배는 노력시간 및 농자재를 줄일 수 있는 장점이 있으나 앞에서 살펴보았던 여러 가지 단점을 미리 파악하고 대비하는 것이 매우 중요하다. 따라서 일반 농가에서 새로운 벼 직파재배를 시작하려면, 가까운 농업기술센터를 방문하여 관련 정보와 기술을 충분히 숙지하도록 해야 한다. ㉞