

벼 수확과 동시 보리 파종시 적정 낙수시기

김양길*[†] · 최재성 · 이미자 · 박종철 · 김태수 · 김기종

*농촌진흥청 국립식량과학원 벼맥류부, 전북 익산시 평동로 457

Optimal Drainage Time of Barley Seeding Synchronized with Rice Harvesting in Paddy Field

Yang-Kil Kim*[†], Jae-Seong Choi, Mi-Ja Lee, Jong-Chul Park, Tae-Su Kim and Kee-Jong Kim

*Department of Rice and Winter Cereal Crop, NICS, RDA, Iksan 570-080, Korea

ABSTRACT We have carried out the experiment to investigate optimal drainage time of barley seeding synchronized with rice harvesting in paddy field. Number of emerged barley seedling on moist paddy field was less than that of common paddy field. It is very hard to plow using combine owing to long time to work on wet condition compared to drying condition of paddy field. According to the drainage time, growth and yield of barley were not significantly different. However, late drainage time decreased the spikes per m². Rice yield and 1,000 husked rice grain weight were not significant depending on drainage times at 15 days, 20 days and 25 days before barley seeding. The range of 1,000 husked rice grain weight was 21.7~22.2 g on different drainage conditions. In results, on considering of soil hardness and time of labor, the optimal contents of soil moisture was about 33%. This study reveals that drainage time at 20 days before barley seeding is proper to increase seedlings and yield.

Keywords : barley, drainage time, barley seeding synchronized with rice harvesting

맥류는 대부분 논에서 벼 재배 후 2모작으로 재배가 이루어지고 있으며 벼 수확과 맥류 파종시기에 작업경합으로 인력부족현상을 초래되는 경우가 많다. 또한 잦은 비로 인한 맥류 파종 작업 지연으로 적정 파종시기를 놓치는 경우가 있어 이러한 해결방법 등을 모색하기 위하여 기계개발과 재배기술 연구가 진행되어 왔다(Arakawa *et al.*, 1986; Ryu *et al.*, 1988; Chang *et al.*, 1991; Ju *et al.*, 1993; Kim *et al.*, 1996;

Choi *et al.*, 1997; Lim *et al.*, 1999, Rhee *et al.*, 2000).

벼 수확동시 맥류파종 연구는 논 2모작 체계가 비슷한 일본에서 1970년대 후반에 개발이 이루어졌다. 토지이용형 작물로 수도와 맥류의 2모작체계에서 비용절감, 생력화, 적기파종작업 달성을 쉽게 할 수 있는 수확기술 및 출아율 향상과 입모를 높이기 위한 파종기술 등이 검토된 바 있다(Yoon & Tasaka, 1992; Chang *et al.* 1997). 벼·보리 기계화 작부체계 연구와 맥류 일관작업체계 기술보급을 위한 농가 현장점목 연구가 이루어졌고, 벼 재배에만 이용되던 대형농기계를 보리재배에 겸용함으로써 농기계 이용효율을 높여 노동력 및 생산비 절감으로 보리재배 농가의 소득향상 및 노동력을 분산시키는데 크게 기여하였다. 특히 Park *et al.* (1990)은 맥류의 기계화 집단재배시 인근농가보다 노동력이 10a 당 18.1%(전국평균 43.4%), 경영비는 트랙터부착 세조 파기를 공동이용시 6.6%, 콤바인까지 공동이용시 33.6%가 절감되었다고 하였고, Chang *et al.*(1991)의 보고에 의하면 벼 수확과 동시 호밀파종시 관행(휴립광산파)에 비하여 노력절감 52%, 수량은 17% 증수되었다고 하였다. 또한 재배적으로 Ju *et al.*(1993)은 입모중(벼가 있는 상태) 파종은 파종기때의 강수량, 강우일수 등 기상여건에 상대적으로 많은 영향을 받아 수량성이 떨어진다고 하였으며, 토양수분이 많아 관행 기계 파종작업이 곤란하여 파종지연 및 불가능한 상태가 예상될 때 대체할 수 있는 파종방법이라 하였으며, 벼 수확 및 보리 파종시기에 잦은 비 또는 벼 논이 낙수시기가 늦어 관행 기계파종작업이 어려워 적기에 보리를 파종하지 못하거나 일실하는 경우가 많다. 이러한 피해와 노동력 경합을 최소화하기 위해 고안된 벼 수확동시 보리파종

[†]Corresponding author: (Phone) +82-63-840-2242 (E-mail) kim5yk@korea.kr

<Received 20 April, 2012; Revised 6 August, 2012; Accepted 13 August, 2012>

기계의 작업에 적합한 토양수분조건 및 벼 논 낙수시기를 구명하고자 본 연구를 수행하였다.

재료 및 방법

벼 수확동시 보리파종 전 벼 포장 낙수시기를 구명하기 위하여 호남지역에 가장 많이 분포하고 있는 전북통인 미사질양토에서 시험을 실시하였다. 보리파종기는 국립식량과학원 벼맥류부에서 제작한(그림 1) 3조형 자탈형 콤바인에 탑재한 것으로 주행속도를 감지하는 센서부, 호퍼부, 흡-롤러식 배종장치, 배출된 종자를 균분장치로 공급하는 종자공급관(사각관), 종자공급관으로부터 공급된 종자를 4조(3조식)로 균등 분배하는 균분장치, 균분장치로부터 지면으로 종자를 공급하는 종자관, 파종골 형성을 위한 작구장치, 그리고 주행속도에 비례하여 흡-롤러를 작동시키는 제어부로 구성된 벼 수확과 동시 보리 조파기를 이용하여 파종하였다. 2년동안 수행한 시험으로 보리파종은 벼가 서있는 상태에서 벼를 수확하면서 동시에 보리파종(10월 중순)하는 방법으로 하였다. 벼 낙수는 낙수시기별 3회(보리 파종전 15, 20, 25일)을 실시하였다. 시험 품종은 재해에 강한 내한쌀보리로 하였으며, 시험구 배치는 난괴법 3반복으로 하였다. 파

종량은 ha당 160 kg, 시비량(N-P₂O₅-K₂O)은 195-100-80 kg 하였다. 인산과 가리는 전량기비로 주었으며, 질소는 기비와 추비로 나누어 각각 40 : 60%로 시비하였다. 벧짚은 벼 수확동시 보리파종시 환원하였고, 토양수분은 파종당일 토양시료를 건토중량법으로, 토양경도는 산중식경도계로 측정하였다. 작업시간은 순 파종작업시간으로 하였으며, 정현 비율은 정조(正租)와 현미(玄米)의 무게 비율로 하였다. 기타 조사방법은 농사시험연구 조사기준에 준하였다(RDA, 1995). 이 실험에서 얻어낸 데이터는 SAS Ver. 9.2 program을 이용하여 분산분석을 실시하였으며, Duncan's multiple range test에 의하여 5% 유의수준에서 처리구간의 통계적인 차이를 구하였다. 수분함량에 따른 파종속도 및 입모율, 경도 등의 분석은 최적점을 찾기 위해 2차회귀식을 이용하였다.

결과 및 고찰

관행 휴립광산과 재배는 벼 베기를 끝마치고 논을 말려 기계작업이 용이할 때 작업이 수행되므로 낙수시기에 대한 염려가 적으나 벼 수확동시 보리파종은 바로 작업이 이루어지기 때문에 적절한 토양수분조건에 도달되도록 낙수시기를 조절해야 할 필요가 있다. 벼 낙수시기별 토양수분 함량은 표 1과 같이 표토에서 낙수 후 15일에는 33.6%, 20일에는 32.5%, 25일에는 31.2%로 낙수 후 시간이 경과할수록 토양수분 함량은 감소하였으나 유의성은 없었다. 심토에서는 낙수 후 15일과 20일에 29% 정도로 비슷한 경향이나, 25일에는 25.8%로 3%이상이 감소하는 경향을 나타내었다. 입모율은 토양수분이 많을수록 떨어지는 경향을 나타내었는데(그림 2), 이는 토양수분 함량이 높은 조건에서는 벼 수확동시 보리파종시 형성된 골이 콤바인 궤도에 짓눌려 출아가 불량하기 때문으로 사료된다. 또한 그림 3처럼 진압된 부분에서 종자가 발아하지 못하고 부패하는 경우도 발생하였다. 이러한 작용들이 입모에 미치는 영향이 컸던 것으로 생각되었으며, 출현은 수분함량이 높은 부분에서 빠른 양상을 보

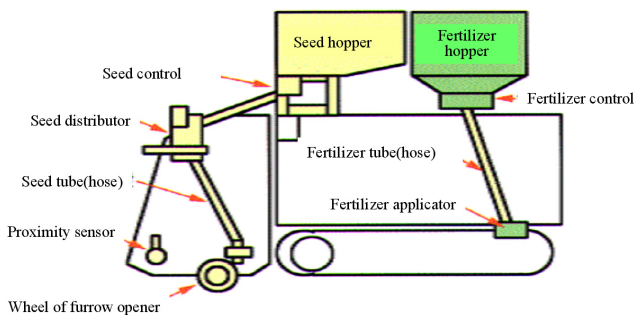


Fig. 1. Schematic diagram of barley drill seeder attached to combine sack-type.

Table 1. Soil moisture contents and seedling stand rate in barley seeding synchronized with rice harvesting following drainage of residual water.

Days after drainage	Soil moisture (%)		No. of seedling stand/m ²	Seedling stand rate (%)	Days from seeding to emergence date	Heading date
	Surface (0~10 cm)	Subsurface (10~20 cm)				
15	33.6 ^a	29.2 ^a	375 ^a	79 ^a	10.5 ^a	Apr. 27
20	32.5 ^a	29.1 ^a	384 ^a	81 ^a	10.5 ^a	Apr. 27
25	31.2 ^a	25.8 ^b	395 ^a	82 ^a	11.0 ^a	Apr. 27

^{a-c}Same letters in a column do not differ at the 5% level Duncan's multiple range test.

였으나 토양수분 함량이 32% 전·후에서는 큰 차이가 없었다. 이는 Park *et al.*(1989)과 같이 식질토에서 토양수분상태에 따른 파종작업의 조잡에 의한 출아불량으로 입모수가 확

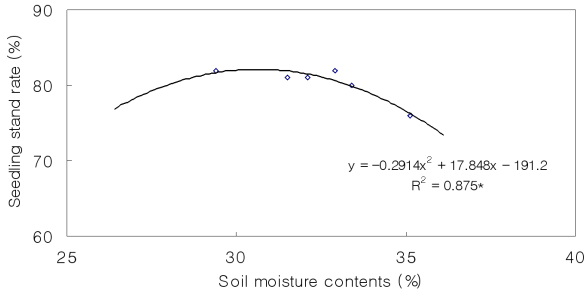


Fig. 2. Regression analysis between seedling stand rate of barley seeding synchronized with rice harvesting and soil moisture contents of surface in paddy field.



Fig. 3. Rotted seeds pressed by crawler of combine.

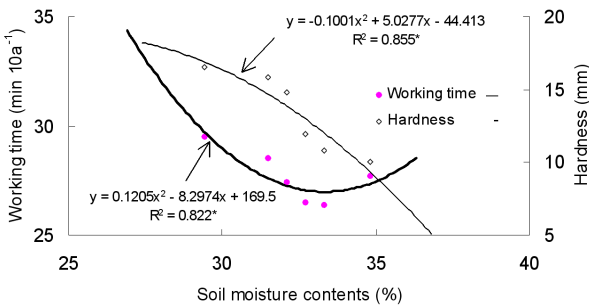


Fig. 4. Regression analysis between working time and soil hardness under the different soil moisture contents in paddy field.

보되지 않거나 복토불량에 의한 동해를 입는 등 재배환경요인에 영향을 주어 감수를 유발하기도 한다는 보고와 일치하는 경향이다. 또한 맥류 파종방법과 토양수분 조건이 출아에 미치는 영향에 대하여 종자를 지표면에 파종하여 노출시킬 경우는 다습조건에서 출아율이 가장 높고, 파종후 복토를 실시할 경우에는 포장용수량 이하에서 출아율이 높았다는 보고와 일치하는 경향이다(Chang *et al.*, 1987). 낙수시기별 출수기는 같은 경향으로 유의성 차이가 인정되지 않았다.

토양수분 함량에 따른 토양경도 및 작업시간은 그림 4와 같이 토양수분이 많을 때에는 경도가 낮으나 파종작업 시간이 길어지는 경향이며, 수분함량이 적을 경우 경도가 증가해 콤팩인 작업시간도 길어지는 경향을 나타내었다. 이와 같은 현상은 벼 수확동시 보리파종시 토양수분이 많을 경우 콤팩인 궤도의 침하정도가 심하여 작업속도가 지연된 것으로 보여지며, 또한 수분이 적을 경우는 경도가 높으므로 벼 수확동시 보리 파종기계의 작구부에 부하가 가중되어 작업시간이 지연된 것으로 판단된다. 이와 같은 결과로 보아 벼 수확동시 보리파종시 적합한 토양수분 함량은 33% 전·후인 것으로 판단되었다.

낙수시기에 따른 보리생육 및 수량은 표 2와 같이 간장, 수장, 1수립수, 천립중, 수량 등은 차이가 인정되지 않았다. 수수는 낙수후 20일과 25일 파종한 구에서는 유의성이 없었으나 15일 구에서는 8~10% 정도 적은 경향을 보였다. 이는 토양수분량이 많아 파종시 콤팩인 궤도에 눌러 출현 입모수가 적어 발생된 현상으로 보여진다.

완전낙수시기에 따른 벼 수량은 표 3과 같이 처리간에 통계적인 유의성은 없었다. 또한 낙수시기별 현미 천립중이 21.7~22.2 g범위로 낙수가 빠를수록 가벼워지는 경향이나 유의성은 인정되지 않았다. Choi *et al.*(1990)의 보고에 의하면 벼 낙수시기를 출수 후 30~40일 경에 실시하는 것이 품질향상을 위한 유리한 조건이라고 하였으며, 또한 출수 후 낙수시기가 늦어짐에 따라 현미의 완전립 비율은 증가하고, 청미와 사미비율은 반대로 감소하는 경향이라고 하였다. 또한 미립의 외관형질의 향상을 위해서는 조기낙수보다는 출수 후 30일 이후가 유리하다고 하여 본 시험과 유사한

Table 2. Yield and yield components at different drainage time in paddy field.

Days after drainage	Culm length (cm)	Spike length (cm)	No. of spike/m ²	No. of grains/spike	1000 grain weight (g)	Yield (MTha ⁻¹)	Index (%)
15	78 ^a	4.6 ^a	457 ^b	45 ^a	30.1 ^a	3.15 ^a	96
20	77 ^a	4.4 ^a	496 ^a	44 ^a	29.1 ^a	3.40 ^a	104
25	78 ^a	4.5 ^a	507 ^a	45 ^a	28.8 ^a	3.28 ^a	100

^{a-c} Same letters in a column do not differ at the 5% level Duncan's multiple range test.

Table 3. Rice yield and 1000 grain weight on different days after drainage.

Days after drainage	1000 grain weight (g)	Rice yield (MT ha ⁻¹)	Rough rice ratio (%)
15	22.2 ^a	5.59 ^a	0.84 ^a
20	21.7 ^a	5.53 ^a	0.83 ^a
25	21.9 ^a	5.27 ^a	0.82 ^a

^{a-c}Same letters in a column do not differ at the 5% level Duncan's multiple range test.

경향으로 낙수시기 20일은 벼 출수 후 30일경이었다.

벼 입모중 파종은 낙수직후의 토양수분, 즉 물이 고이지 않은 상태에서 파습할 수록 출아가 양호하였다는 보고(Ryu *et al.*, 1988)가 있어 벼 수확동시 보리파종시 토양수분 정도는 관행 파종방법보다는 약간 높은 상태가 유리하다고 보며, 기상조건 및 토성에 따라 벼 낙수시기를 약간씩 조절하는 것이 입모율 확보 및 수량 증대에 좋을 것으로 생각되었다.

적 요

벼 수확동시 보리조파 전 적정 낙수시기는 배수가 불량한 전복통인 미사질양토에서

1. 토양수분이 많을수록 입모율이 감소하였다.
2. 토양수분이 많을 경우 콤바인 작업시 궤도의 침하로 작업시간이 길어졌으며, 수분함량이 적을 경우에는 작구부에 부하가 가중되어(경도증가) 작업시간이 길어지는 것으로 나타났다.
3. 낙수시기에 따른 보리생육 및 수량 등은 차이가 없었으나 수수는 낙수시기가 늦을수록 적었다.
4. 벼 수량과 천립중은 통계적인 차이는 인정되지 않았으나, 낙수시기별 현미 천립중이 21.7~22.2 g 범위로 낙수가 빠를수록 가벼워지는 경향을 나타내었다.
5. 이상의 결과에서 배수가 불량한 미사질양토에서는 토양경도와 작업시간을 감안한 적정 토양수분 함량은 33% 정도로 입모율 확보 및 수량증대에 좋을 것으로 판단되었다.

인용문헌

Arakawa, J., N. Togashi, S. Hashimoto. 1986. Combination system of crop harvesting and seed planting operation by combine. Japan Soc. Agric. Machinery North-East Report. 33 : 21-24.

Chang, Y. H., M. E. Park, Y. H. Ryu, Y. W. Ha, and C. S. Park. 1987. The effect of soil moisture under different seeding methods on the emergence of wheat, barley, oat, rye and triticale. Res. Rept. RDA(Crops) 29(1) : 188-192.

Chang, Y. H., Y. H. Ryu, K. B. Youn, and Y. W. Ha. 1991. Study on no-tilled rye seeding method simultaneously with rice harvest by drill seeder attached to combine in paddy soil. Res. Rept. RDA(U&I) 33(1) : 16-21.

Choi, M. G., B. T. Jun, and S. H. Park. 1990. Cultural practices for improving grain quality of rice in southern plain area. Korean J. Crop Sci. 35(6) : 487-491.

Choi, M. G., N. H. Back, S. S. Kim, W. H. Yang, H. T. Shin, S. Y. Cho, and S. Y. Choi. 1997. Studies on direct seeding cultivation of rice with barley harvest. Korean J. Crop Sci. pp. 92-93.

Ju, J. I., B. Y. Ryu, C. H. Kim, C. S. Moon, C. Y. Kim, T. H. Rho, and C. W. Cho. 1993. Comparisons of barley growth and yield as affected by different sowing method of scattering sowing before rice harvest and the drilling on high ridge. RDA. J. Agri. Sci. 35(1) : 71-74.

Kim, D. H., B. Y. Son, S. K. Kim, G. M. Shon, D. J. Kang, and W. K. Shin. 1996. Effect of over-sowing for labour-saving and on growth response as affected by different barley and wheats. RDA. J. Agri. Sci. 38(2) : 106-116.

Lim, S. G., J. M. Ko, D. Y. Suh, and S. P. Hong. 1999. Studies on broadcasted cultivation of barley with rice harvest. Korean Soc. Agri. Machinery. 4(1) : 45-52.

Park, P. S., H. W. Chung, and C. S. Hong. 1990. Economic Analysis on the Mechanized crop cultivation of barley in demonstration project area. Res. Rept. RDA (A. G., S., F. P. V., & F. M.) 32(3) : 73-82.

Park, M. E., Y. W. Ha, and C. S. Park. 1989. Effect of soil moisture at seeding operation on workability and grain yield of barley in the fine clayey paddy soil. Res. Rept. RDA (S & F) 31(4) : 7-15.

RDA. 1995. Standard investigation methods for agricultural experiment.

Rhee, J. Y., Y. Y. Kim, Y. K. Kim, S. L. Park, and M. S. Park. 2000. Development of barley drill seeder attached to combine. Korean Soc. Agri. Machinery. 5(1) : 637-642.

Ryu, Y. H., Y. H. Chang, S. J. Suh, K. B. Youn, Y. W. Ha, and C. S. Park. 1988. Studies on the forage rye production possibilities with the seed-broadcasting method under the rice stands. Res. Rept. RDA(U&I) 30(2) : 49-56.

Yoon, E. B., Tasaka Kouhei. 1992. Direct fluid sowing of rice at the same time of harvesting of wheat and barley using the combine attached with seeder. Korean J. Crop Sci. pp. 92-93.