

Weed & Turfgrass Science was renamed from formerly both Korean Journal of Weed Science from Volume 32(3), 2012, Korean Journal of Turfgrass Science from Volume 25(1), 2011 and Asian Journal of Turfgrass Science from Volume 26(2), 2012 which were launched by The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea found in 1981 and 1987, respectively.

벼 수확전 청보리 파종 재배시 친환경적 독새풀 관리

임일빈^{1*} · 임보혁¹ · 박재현¹ · 장준형¹ · 오영진² · 장윤우²

¹(주)바이오식물환경연구소, ²국립식량과학원

Eco-Friendly Control of Water Foxtail (*Alopecurus aequalis*) on Cultivation Fields of Forage Barley Sowed before Rice Harvest

Il-bin Im^{1*}, Bo-Hyeok Im¹, Jea-Hyeon Park¹, Jun-Hyeong Jang¹, Young-Jin Oh², and Un-woo Jang²

¹Bio-Plant Environment Research Center, BI center, Honam University, Kwangju 506-714, Korea

²National Institute of Crop Science RDA, Iksan 570-080, Korea

ABSTRACT. This study was conducted to develop an eco-friendly control method for water foxtail in the field sowing barley seeds before rice harvesting. When sea water was applied pre-emergent, 1 and 2 leaves, little injury was observed on barley. Percent of water foxtail control with sea water (100%) was more than 50% at 1 leaf application timing. When sodium chloride was applied 400, 800 and 1,600 kg ha⁻¹, little injury was observed on barley. Percent of water foxtail control with sodium chloride was 36-44% at 30 days after sowing. When ferrous sulfate was applied at 400, 800 and 1,600 kg ha⁻¹, emergent injury was observed 35-50% on barley. Percent of water foxtail control with ferrous sulfate was 48-79% at 30 days after sowing. When barley was sowed at 200, 300 and 400 kg ha⁻¹, seeding rate standing plants have many of the more crops, water foxtail occurrence was low. And, Forage yield of 300 kg ha⁻¹ seeding in the highest. Based on the results, it is possible to control water foxtail in the field sowing barley seeds before rice harvesting more than 50%.

Key words: Barley, Eco-friendly control, Inorganic salts, Water foxtail

Received on Feb. 04, 2014; Revised on Feb. 26, 2014; Accepted on Mar. 03, 2014

*Corresponding author: Phone) +82-62-945-5031, Fax) +82-62-945-5032; E-mail) imweed@hanmail.net

© 2014 The Korean Society of Weed Science and The Turfgrass Society of Korea

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License & #160; (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, & #160; and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

서 론

맥류의 벼 수확 전 파종 재배는 파종기에 강우로 인한 벼 수확이 지연되거나 토양의 과습으로 인한 기계파종이 곤란할 경우에도 적기에 파종할 수 있는 재배방법이다. 벼 수확 10일 전에 보리를 210 kg ha⁻¹ 파종하고 벼 수확 후 벗짚 피복 후 질소 추비를 50% 증비(135 kg ha⁻¹)시 관행 산파재배와 수량이 대등하며(Ju et al., 1993), 사료용 호밀을 벼 입모중으로 250 kg ha⁻¹ 파종은 파종 비용을 60% 절감할 수 있다고 하여(Ryu et al., 1988) 벼 입모중으로 맥류 파종재배가 벼 수확 후 산파보다 생력적인 재배방법이라고 하였다.

벼 입모중 맥류 파종 재배시 가장 문제가 되는 것은 우점 잡초인 독새풀이다. 독새풀은 벼 수확전 보리 파종 재배시 발생된 잡초 중 95% 정도 차지한다(Kim et al., 1996; Ahn et al., 1997). 또한 독새풀은 벼 수확 전에 대부분 발생하여 작물과의 경합력이 매우 크며, 논에서 벼 후작으로 맥류 재배시 가장 피해가 큰 잡초라고 하였다(Chin et al., 1977; Kim et al., 1975; Kim et al., 1998; Im et al., 1998). 1980년대에도 동계에 보리와 밀 재배지에서 우점도가 가장 높은 잡초이고(Ha et al., 1983), 1990년대에도 동계 논과 밭에서 우점도가 매우 높은 잡초이며(Chang et al., 1990), Im et al. (2004)의 조사에서도 전체 밭작물 포장 및 동계작물 재배 포장에서 최 우점 잡초는 독새풀이

라고 하여 동계 작물 재배지에서 가장 우점 잡초임을 확인하였다. 따라서 뚝새풀은 보리 등 월동작물 재배 논에서 지속적으로 문제가 되고 있는 잡초임을 보여주고 있다.

이러한 뚝새풀은 15°C 부근에서 발아가 잘되고, 생육에는 인산이 절대적으로 필요하며(Im et al., 1994, 1998), 실온에서 습윤상태로 2개월 정도 경과하면 휴면이 타파된다(Kim et al., 1996). 과원에서 뚝새풀의 초생재배로 다른 잡초의 발생을 억제시킬 수도 있다고 하는(Jung et al., 1998) 등 생리 생태에 대한 연구도 꾸준히 진행되어 왔다. 벼 수확동시 맥류 파종재배의 경우 뚝새풀의 방제는 밀 재배시 butachlor+glyphosate 처리로 92% 이상(Kim et al., 1998), 보리 재배시 thifensulfuron-methyl 처리로 90% 이상(Im et al., 2005) 뚝새풀을 방제할 수 있다고 했다. 또한 보리 재배시 후기에 광엽잡초는 bentazone의 처리로 방제할 수 있다고 하여(Chang et al., 1990) 보리 재배시 화학적 잡초방제 체계를 확립하려는 연구도 이루어 졌다. 벼 수확전 입모중 맥류 파종 재배시 제초제처리에 의한 뚝새풀의 방제 연구도 오래 전부터 진행되었으며, 벼 입모중 보리 파종 재배시 벼 출수 후 20~30일에 butachlor처리에서 벼 수량에 영향이 없고 뚝새풀의 방제효과가 양호하다고 하였다(Lee et al., 1975). 또한 벼 수확전 입모중 호밀 파종 재배시도 파종 후 5일에 butachlor처리에서 뚝새풀 방제효과가 양호하며(Shin and Jung, 1987), 파종 후 5~10일에 thiobencarb 및 butachlor처리에서 잡초발생이 85~89% 정도 억제할 수 있다고 하였다(Ryu et al., 1988). 비화학적 방법으로 뚝새풀을 관리할 수 있는 방법을 모색하고자 하는 연구도 수행된 바 있는데 뚝새풀은 벼짚 추출물에 의하여 발아 등 초기 생육이 억제되며(Lee et al., 1998), 벼와 콩 등 답전윤환재배로도 발생이 현저히 감소한다고 하였다(Yoo et al., 1995). 밀 재배시 파종전 로타리경운 후 파종 재배하면 뚝새풀의 발생이 85% 정도 감소한다고 했다(Kim et al., 2010). 이들은 또한 파종시기를 늦게하면 발생을 더 줄일 수 있다고도 했다. 그러나 친환경적인 뚝새풀의 방제기술은 아직도 미흡한 편이다. 따라서 본 연구는 벼 수확전 입모중 사료맥류 파종 재배시 뚝새풀을 친환경적으로 방제할 수 있는 가능성을 모색해보고자 수행되었다.

재료 및 방법

해수처리가 청보리 및 뚝새풀에 미치는 영향

해수 처리가 청보리 및 뚝새풀에 미치는 영향을 검토하기 위하여 해수를 전남 영광군 법성포 해안에서 채취하여 사용하였다. 사료용 작물은 10월 1일에 35×28×30 cm 사각 포트에 토양(미사질식양토)을 25 cm 충전하고 표면에

종자를 파종하고, 뚝새풀의 발생 전, 1엽 그리고 2엽기에 30, 50 및 100%의 해수를 각각 1,200 L ha⁻¹ 처리하였다. 시험은 완전임의배치 3반복으로 수행되었다. 처리 후 20일에 작물의 출현수를 조사하였으며, 뚝새풀은 처리 후 50일에 생체중을 조사하여 방제효과를 산출하였다.

청보리 재배시 무기염류처리가 생육 및 뚝새풀에 미치는 영향

벼 입모중 사료용 청보리 재배시 무기염류처리가 작물에 미치는 영향과 뚝새풀의 방제효과를 검토하기 위하여 sodium chloride와 ferrous sulfate를 사료작물 파종 전 5일에 400, 800, 1,600 kg ha⁻¹ 농도로 처리하고 청보리를 10월 1일에 35×28×30 cm 사각 포트에 토양(미사질식양토)을 25 cm 충전하고 표면에 종자를 파종하였다. 시험은 완전임의배치 3반복으로 수행되었다. 파종 후 20일에 사료용작물의 출현수를 조사하였으며, 생육은 파종 후 30일에 초장, 엽수, 분얼수를 조사하였다. 뚝새풀은 처리 후 50일에 발생억제 정도를 조사하였다. 통계분석은 R Project (R version 3.0.2)를 사용하였다.

벼 수확전 청보리 파종재배시 경종적 방법에 의한 뚝새풀 제어

벼 수확 전 입모중 사료용 청보리 재배시 경종적방법에 의한 뚝새풀의 관리를 위하여 영양보리를 10월 18일에 각각 200, 300, 400 kg ha⁻¹ 파종하였으며, 벼는 보리 파종 후 3일에 수확하였고, 파종 직후에 25 cm 깊이의 배수로 작성하여 복토하였다. 시험 환경은 시험포장의 토성이 미사질식양토로 배수가 불량하였으며, 기상은 파종 후 1일에 53 mm, 7일에 29.5 mm의 강우가 있었다(Fig. 1). 작물의 입모율은 파종 후 18일에 50×50 cm 격자를 이용하여 입모수를 조사하여 환산하였다. 잡초 방제효과는 4월 1일에 50×50 cm 격자를 이용 뚝새풀을 채취한 후 80°C의 건조기에서 72시간 건조 후 평량하여 m²당 발생량으로 환산하여 구하였다. 조사료의 수량은 맥류의 황숙기에 2 m²를

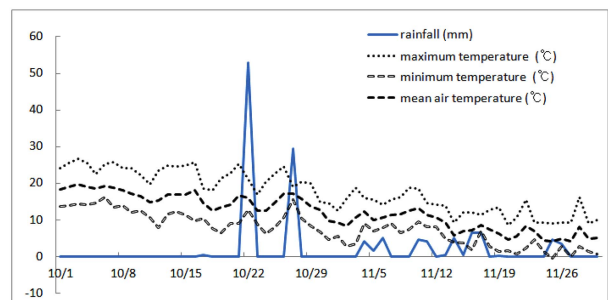


Fig. 1. Mean daily air temperature for maximum, minimum, average and total daily rainfall from October to November, 2012.

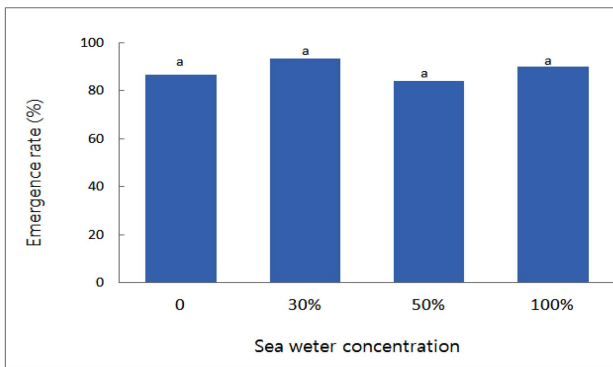


Fig. 2. Effects for emergence of barley according to the application concentration of sea water. Sea water was applied foliar on pre-emergence of barley. Data collection was on Oct. 20, 2012. Means with the same letters within the bars are not significantly different at $p = 0.05$ level in DMRT test.

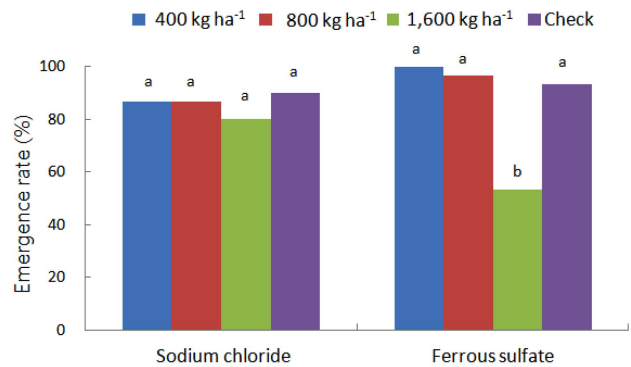


Fig. 4. Effects for emergence of barley according the application rate of sodium chloride and ferrous sulfate application. Sodium chloride and ferrous sulfate was applied on 5 days before sowing of barley (Apr. 13). Data collection was on Oct. 20, 2012. Means with the same letters over the bars are not significantly different at $p = 0.05$ level in DMRT test.

예취하여 자연 건조시킨 후 평량하여 조사하였다. 통계분석은 R Project (R version 3.0.2)를 사용하였다.

처리에 의한 독새풀의 방제는 사용 폭이 매우 제한적이라고 판단된다.

결과 및 고찰

해수처리가 청보리 및 독새풀에 미치는 영향

청보리 재배시 해수처리가 생육 및 독새풀의 방제효과를 검토하기 위하여 독새풀의 발생전, 1엽 그리고 2엽기에 처리한 결과, 해수 30, 50, 100%처리 모두 청보리의 출현에는 영향이 없었다(Fig. 2). 해수처리에 의한 독새풀은 1엽기에 100%처리에서 50% 정도 억제되는 편이었으며, 독새풀의 발생 전과 2엽기의 처리에서는 억제효과가 거의 없는 경향이 있었다(Fig. 3). Lee et al.(2012)은 해수 40% 이상의 농도처리로 과원잡초(바랭이, 개기장, 개비름, 피, 어저귀, 가는털비름, 제비꽃, 명아주 등)의 발아가 억제되었다고 하였다. 따라서 벼 수확전 청보리 파종 재배시 해수

청보리 재배시 무기염류처리에 의한 독새풀 방제

청보리 파종 전에 토양표면에 sodium chloride, ferrous sulfate를 400, 800, 1,600 kg ha⁻¹ 처리한 결과, 청보리의 출현은 sodium chloride 처리에서는 모든 처리량에서 무처리와 유사한 경향이었으나, ferrous sulfate의 1,600 kg ha⁻¹ 처리는 무처리보다 유의적으로 낮은 편이었다(Fig. 4). Sodium chloride의 처리시 청보리의 초장은 무처리와 유사하였으나, ferrous sulfate의 처리는 짧아지는 경향이 있었다(Table 1). 독새풀 발생 전에 토양표면에 sodium chloride와 ferrous sulfate를 400, 800, 1,600 kg ha⁻¹ 처리한 결과, 독새풀의 발생억제 효과는 sodium chloride의 처리는 36~44% 정도이었으며, 처리량 간에는 유의차가 없었다. Ferrous sulfate

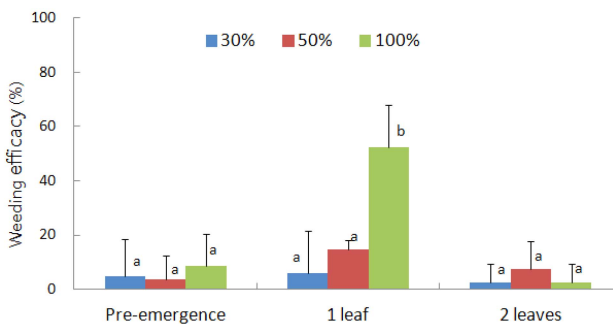


Fig. 3. Weeding efficacy according the dilution concentration of sea water on growth stage of water foxtail. Data collection was on Nov. 19, 2012. Error bars indicated standard deviation and different letters indicate significant different at $p = 0.05$ level according to DMRT test.

Table 1. Growth of barley according to application rate of sodium chloride and ferrous sulfate.

Application	Rate (kg ha ⁻¹)	plant height (cm)	Leaf number (No)	Tillers (no/plant)
Sodium chloride	400	13.6 a*	3.9 a	1.1 a
	800	11.2 abc	3.9 a	1.1 a
	1,600	12.0 abc	3.9 a	1.1 a
Ferrous sulfate	400	11.8 abc	3.7 ab	1.1 a
	800	10.1 bc	3.3 ab	1.0 a
	1,600	8.8 c	3.1 b	1.1 a
Control		12.4 ab	3.8 a	1.3 a

* Means with the same letters within the columns are not significantly different at $p = 0.05$ level in DMRT test.

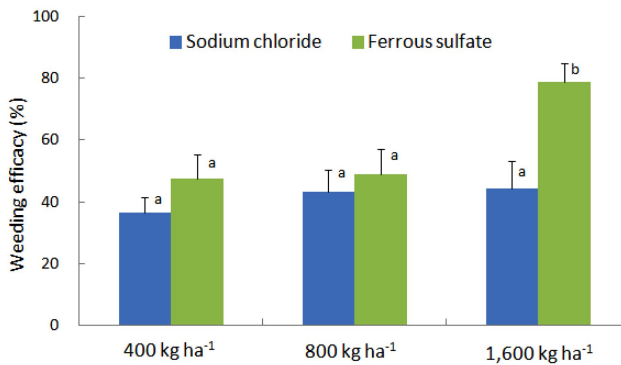


Fig. 5. Weeding efficacy according to application rate of sodium chloride and ferrous sulfate. Data collection was on Nov. 19, 2012. Error bars indicated standard deviation and means with the same letters within the bars are not significantly different at $p = 0.05$ level in DMRT test.

처리에서는 47.5~78.8% 정도 뚝새풀의 발생이 억제되었으며, 400 및 800 kg ha⁻¹의 처리는 유의차가 없었으며, 1,600 kg ha⁻¹처리에서는 유의적으로 효과적이었다(Fig. 5). Lee et al.(2012)도 천일염 300 kg 800 kg ha⁻¹ 처리에서 잡초의 발생밀도와 발생량이 감소되었다고 하였다.

벼 수확전 청보리 파종 재배시 경종적방법에 의한 뚝새풀 제어

벼 수확전 사료용 맥류 파종 재배시 경종적방법에 의한 뚝새풀의 방제를 위하여 청보리를 10월 18일에 200, 300, 400 kg ha⁻¹ 파종하였으며, 벼는 맥류 파종 3일 후인 10월 21일에 수확하였다. 파종 직후 복토량을 배수로 깊이를 25 cm로 작성하여 시험한 결과를 보면, 청보리의 입모수는 파종량이 많을수록 많았으며(Fig. 6), 뚝새풀의 발생량은 파종량이 많을수록 유의적으로 낮은 경향이었다(Fig. 7). Kim et al.(2010)은 이모작 밀 재배시 10월 16일 및 26

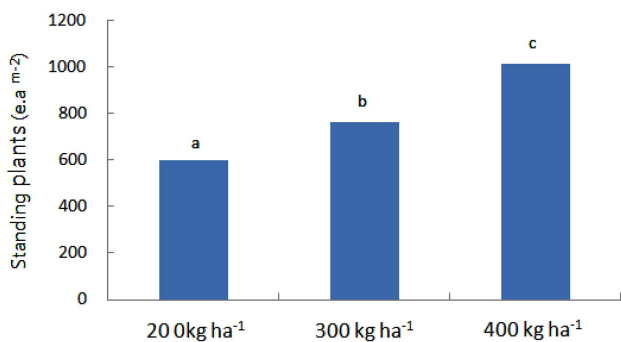


Fig. 6. Standing plants of crop according to seeding rate on cultivation fields of forage barley sowed before rice harvest. Data collection was on Nov. 7, 2012. Means with the same letters over the bars are not significantly different at $p = 0.05$ level in DMRT test.

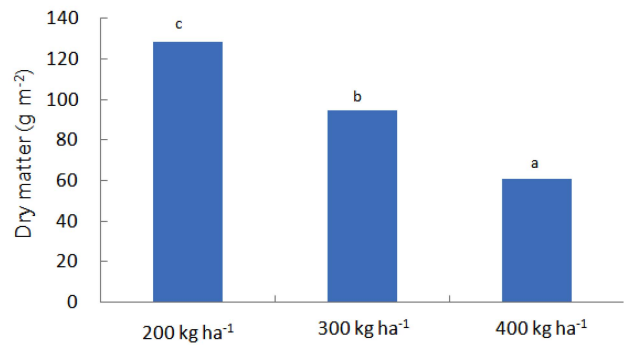


Fig. 7. Water foxtail according to seeding rate in cultivation fields of forage barley sowed before rice harvest. Data collection was on Apl. 1, 2013. Means with the same letters within the bars are not significantly different at $p = 0.05$ level in DMRT test.

Table 2. Yield of forage according to seeding rate in the field sowing barley seeds before rice harvesting.

Sowing rate (kg ha ⁻¹)	Heading	Yellow ripe stage	Lodging (0-9)	Dry weight (kg ha ⁻¹)
200	May 3	May 29	0	8,570 b
300	May 3	May 29	2	10,500 a
400	May 2	May 28	4	9,570 ab

* Means with the same letters within the columns are not significantly different at $p = 0.05$ level in DMRT test.

일 파종시 파종량이 150 kg ha⁻¹에서 250 kg ha⁻¹으로 많을수록 뚝새풀의 발생이 적다고 하였다. 파종량에 따른 작물의 생육은 400 kg ha⁻¹ 파종에서는 출수가 1일 정도 빠른 경향이었으며, 밀파에 의한 도복이 있었다. 조사료의 수량은 200 kg ha⁻¹ 파종에서 가장 낮았으며, 300 kg ha⁻¹ 파종에서 가장 높은 경향이었다. 400 kg ha⁻¹ 파종은 도복으로 인하여 낮아지는 경향이었다(Table 2). Chin et al.(1977)도 뚝새풀의 발생량과 수량은 고도의 부의 상관관계가 있다고 하여 뚝새풀의 발생은 수량에 크게 영향을 준다고 하였다. Kim et al.(2006)도 총체보리는 파종량이 160 kg에서 220 kg ha⁻¹까지 많을수록 생산성이 좋았다고 하였다. 따라서 청보리 재배시 화학적 방제를 배제하고 경종적으로 뚝새풀을 관리할 경우 파종량을 300 kg ha⁻¹ 이상으로 증파하면 뚝새풀의 발생과 생육을 어느 정도 억제하여 친환경적으로 조사료를 생산할 수 있다고 판단된다.

요 약

본 연구는 벼 수확 전에 사료맥류를 파종 재배할 경우 뚝새풀의 친환경적 방제 가능성을 검토하고자 수행되었다. 해

수를 독새풀 발생전, 1엽 그리고 2엽기에 30, 50, 100% 농도로 처리한 결과, 독새풀은 1엽기에 100% 처리에서 50% 정도 억제되었다. 또한 무기염류 처리에 의한 보리 생육과 독새풀의 방제효과를 검토한 결과 보리의 출현율은 sodium chloride 처리에서는 영향이 없으나, ferrous sulfate의 처리에서는 35~50% 정도 낮았으며, 독새풀은 sodium chloride 처리에서 36~44%, ferrous sulfate의 처리에서 47.5~78.8% 정도 억제되었다. 작물 파종량 증가에 의한 독새풀의 발생억제 효과를 검토한 결과, 보리의 파종량이 많을수록 입모수가 많고, 독새풀의 발생량은 유의적으로 낮았으며, 조사료 수량은 300 kg ha⁻¹ 파종에서 가장 높았다. 결과적으로 벼 수확전 입모중 사료맥류 재배시 독새풀의 친환경적인 방제는 50% 정도의 수준은 가능한 것으로 판단되었다.

주요어: 독새풀, 무기염류, 청보리, 친환경

Acknowledgement

This study was financially supported by the Rural Development Administration, Republic of Korea (PJ008493).

References

- Ahn, D.J., Park, S.G., Son, C.K., Kim, C.R., Choi, B.S. et al. 1997. Growth characteristics and yield of wheat as affected by sowing methods of seed broadcasting over rice plants and rotavating after seed broadcasting. RDA. J. Crop Sci. 39(2):20-26. (In Korean)
- Chang, Y.H., Hong, S.C., Ryu, Y.H. and Youn, K.B. 1990. Effect of post-emergence herbicide bentazon on weed control and 1st application methods in barley field. Res. Rept. RDA. 32(1):10-14. (In Korean)
- Chang, Y.H., Kim, C.S. and Youn, K.B. 1990. Weed occurrence in upland crop fields of Korea. Korean J. Weed Sci. 10(4):294-304. (In Korean)
- Chin, M.S. Park, C.S. and Ham, Y.S. 1977. Ecological analysis of the water foxtail (*Alopecurus aequalis*) damage in barley cultivation on drained paddy fields. RDA. J. Crop Sci. 19:157-170. (In Korean)
- Ha, Y.W., Nam, Y.I., Park, M.E. and Cho, C.H. 1983. Distribution of weed population in the winter wheat and barley field in Korea. Korean J. Weed Sci. 3(2):120-128. (In Korean)
- Im, I.B., Back, N.H. and Huh, S.M. 1998. Physio-ecological characteristics and control of *Alopecurus aequalis* Sobol. var. *amurensis* (Kom.) Ohwi. 2. Growth response on fertilizer three factors. Korean J. Weed Sci. 18(2):122-127. (In Korean)
- Im, I.B., Lee, S.Y. and Huh, S.M. 1994. Physio-ecological characteristics and control of *Alopecurus aequalis* Sobol. var. *amurensis* (Kom.) Ohwi. 1. Germination and emergence under several environment. Korean J. Weed Sci. 14(4):239-244. (In Korean)
- Im, I.B., Kang, J.K. and Kim, S. 2004. Weed survey in crop fields of Honam area. Honam Exp. & Res. Report 452-515. (In Korean)
- Im, I.B., Kim, Y.G., Lee, J.J. and Kang, J.G. 2005. Weed control system in the cultivation paddy of barley seeded at the same time with rice harvesting. Korean J. Weed Sci. 25(1):23-27. (In Korean)
- Ju, J.I., Ryu, B.Y., Kim, C.H., Moon, C.H., Kim, C.Y., Rho, T.H. and Cho, C.W. 1993. Comparisons of barley growth and yield as affected by different sowing method of scattering sowing before rice harvest and drilling on high ridge. RDA. J. Agri. Sci. 35(1):71-74. (In Korean)
- Jung, J.S., Lee, J.S., Choi, C.D. and Cheung, J.D. 1998. A study on sod culture using water foxtail in apple orchard. Korean J. Weed Sci. 18:128-135. (In Korean)
- Kim, D.H., Kim, S.K., Kim, E.S., Son, B.Y. and Kang, D.J. 1998. Weed occurrence and control in simultaneous wheat sowing culture with rice harvest under no-tilled paddy field. Korean J. Weed Sci. 18:186-190. (In Korean)
- Kim, D.H., Son, B.Y., Kim, S.K., Shon, G.M., Kang, D.J. et al. 1996. Effect of over-sowing for labor-saving and on growth response as affected by different barley and wheat. RDA. J. Crop Sci. 38(2):106-116. (In Korean)
- Kim, S., Ahn, S.H., Im, I.B., Cheong, Y.K. and Kim, S.J. 2010. Effects of seeding methods to the growing *Alopecurus aequalis* Sobol. var. *amurensis* in wheat field of rice-wheat cropping system. Korean J. Weed Sci. 30(3):252-257. (In Korean)
- Kim, S.C. Sull, H.S. and Chung, K.Y. 1975. Studies on weed control in barley and wheat field. Res. Rept. RDA. 17:131-142. (In Korean)
- Kim, W.H., Seo, S., Shin, J.S., Lim, Y.C., Jung, M.W. et al. 2006. Effect of seeding date and rate on the agronomic characteristics and yield of forage barley. J. Korean. Sci. 26(3):155-158. (In Korean)
- Lee, C.W., Kim, Y.W., Yoon, E.B. 1998. Influence of rice straw extract on growth of barley and water foxtail. Korean J. Weed Sci. 18(1):48-53. (In Korean)
- Lee, J.Y., Gho, K.I. and Rhu, D.j. 1975. Control of *Alopecurus aequalis* by herbicides application on rice standing in barley sowing cultivation field. Honam Exp. & Res. Report 312-315. (In Korean)

- Lee, S.B., Nam, H.S., Kang, C.K., Lee, Y.K. and Jee, H.J. 2012. Effects on weed control in the orchard by seawater(salt) treatment. Korean J. Weed Sci. 32 (Sup. 1):81-82. (In Korean)
- R Project for Statistical Computing(<http://www.r-project.org>)
- Ryu, H.R., Chang, Y.H., Suh, S.J., Youn, K.B., Ha, Y.W. et al. 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. (In Korean)
- Shin, Y.K. and Jung J.W. 1987. Weed control on rye sowing cultivation before rice harvest. Joenbuk Exp. & Res. Report 147-149. (In Korean)
- Yoo, G.H., Yang, C.H., Kim, J.G., Rhee, G.S and Han, S.S. 1995. Effect of the alternation of lowland-upland field and the cropping pattern on weed population. Korean J. Weed Sci. 15(4):298-304. (In Korean)