

越冬前 및 初春에 播種한 栽培벼, 雜草性벼 및 피의 出現特性*

권용웅 · 이변우 · 김도순**

Seedling-Emergence of Rice, Weedy Rice, and *Echinochloa* species Sown before Wintering and in the Early Spring*

Kwon, Y.W., B.W. Lee, and D.S. Kim**

ABSTRACT

In recent years dry direct-seeding of rice has been encouraged by the government and increasingly practiced by farmers in Korea. This has been bringing up an increased occurrence of weedy rices. Some farmers in the southern region dare to sow the rice before winter after harvest, while most farmers wish to sow as early as possible in the spring to secure the growing period, and to disperse the intensive labor in early May. The purpose of this study was to determine the feasibility of moving the sowing of rice to an earlier date under dry direct-seeding, and to elucidate the nature of emergence of an old strain of rice, weedy rices, and barnyardgrasses under this farming practice and their adaptive competence over present cultivars.

The presently recommended rice cultivar, Dongjinbyo and an old rice strain, Dadajo which prevailed in early 1900s, almost could not emerge from soil deeper than 6cm, and could emerge to only 5.3% at best from 1cm deep loamy soil field when the seeds were sown on Nov. 28. However, two strains of weedy rices being weedy for over 200 years emerged by 17.0 to 63.0% from the loamy and sandy clay loam field 1 to 6cm deep. Emergence of the weedy rices was greater in the loamy soil and at a shallow depth, and negligible from the soil depth of 9cm. Barnyardgrasses sown on Nov. 28 emerged by 13.4 to 51% from the 1 to 3cm deep loamy soil, and 8.6 to 46.7% from the 1cm deep sandy clay loam. *Echinochloa crus-galli* var. *crus-galli* emerged more than var. *pratensis*, and var. *oryzicola* least. Most of the non-emerged barnyardgrasses seem to have entered secondary dormancy.

Seeding rice a month earlier than the season lowered the emergence of Dongjinbyo by ca. 10, 18, and 26%, respectively at 1, 3, and 6cm soil depths, indicating that moving the seeding date a month earlier is impractical. The old strain, Dadajo sown in the soil at a depth of 6cm responded similarly. However, the strain has shown a significantly higher ability in emergence from 9cm deep

* 이 논문은 1993년도 한국학술진흥재단의 자유공모과제 연구비에 의하여 연구되었음(This paper was supported in part by NON DIRECTED RESEARCH FUND, Korea Research Foundation)

** 서울대학교 농업생명과학대학 농학과(Dept. of Agronomy, Seoul National University, Suwon 441-744, Korea)

<1996. 1. 30 접수>

soil. Weedy rices sown a month earlier A month earlier sown weedy rices have shown very similar emergence rates at various soil depths to those sown on May 1. Barnyardgrasses have also shown similar emergence rates when sown between April 3 and May 1. Like barnyardgrasses, the old strain and weedy rices apparently possessed a greater adaptability to emerge under lower temperatures, and from deeper soil ; Dongjinbyo < Dadajo < weedy rices \leq *Echinochloa* species in that order. However, emergence- speed under lower temperature(sown on April 3) was faster in the order of weedy rice < Dongjinbyo < Dadajo < *Echinochloa* species.

Key Words : direct-seeding, overwintering, emergence, rice, weedy rice, barnyardgrass, *Echinochloa* spp.

緒 言

直播栽培에 있어서 播種時期 決定은 適正立毛數와 安全生育期間 확보 측면에서 가장 중요한 사항중 하나이다. 일반적으로 直播栽培에서는 파종이 빠를수록 生育期間의 연장에 따른 안전생육기간이 연장되어 유리하나 발아 및 출아적온보다 낮은 온도에서는 種子活力이 감소할 수 있고 출아가 불균일하며 初期生育이 불량해질 수 있다.

현재 우리 나라에서 農村振興廳이 권장하고 있는 乾畚直播栽培의 播種適期는 中北部의 경우 4월 20일~5월 15일, 中部는 4월 20일~5월 20일, 南部는 4월 20일~5월 25일¹⁸⁾로서 그 地域의 평균기온이 13℃ 이상 되는 날부터 가능하다고 알려져 있다. 이와 관련하여 崔 등³⁾은 지난 20년동안 日平均氣溫의 13℃ 平均出現初日과 80% 출현시기를 기준으로 播種早限期를 결정할 경우 중북부는 4월 25일~4월 30일, 중부지방은 4월 20일~4월 25일, 남부지역은 4월 12일~4월 20일이 적당하고 특히 水原지방의 경우 4월 26일~5월 2일까지가 적당하다고 하였다.

건담직파재배에서 播種晚限期는 벼의 安全生育期間을 확보하기 위하여 각 品種의 熟期에 따라서 반드시 준수되어야 하지만 벼의 立毛 및 初期生育에 커다란 문제가 없다면 파종시기를 가급적 앞으로 당기는 것이 栽培管理 및 勞動力 이용에 있어 이로울 것이다. 특히

栽培品種이 재배포장의 土中 자연조건하에서 월동 후에도 높은 生存力을 갖는다면 播種時期를 혁신적으로 앞으로 당길 수 있겠으나 파종후 氣溫이나 土壤溫度, 土壤水分條件이 種子의 生存力은 물론 出芽와 立毛에 영향을 주며 低溫障害로 인하여 初期生育이 불량해질 수 있다. 또한 立毛時期와 立毛率은 播種深度에도 영향을 크게 받는다.

한편 최근 乾畚直播栽培가 수년간 지속되어 온 포장의 경우 다년간 深土中에서 休眠狀態에 있었던 앵미(샤레벼)가 출현하고 농가의 범씨 중에 혼입되어있던 脫粒性이 큰 在來稻나 휴면성이 강하고 冷溫에 강한 일부 범씨들이 수확전이나 수확시 또는 수확후 건조 중에 탈립되어 익년에 발생하는 事例가 증가하고 있다. 이들 雜草性벼는 재배종에 비하여 휴면성이 다양하고 탈립성이 강하며 수확시 혼입되어 벼의 품질을 저하시킬 뿐만 아니라 出穗期까지는 식별이 불가능하여 방제에 어려움이 있다. 최근에는 강한 生存力과 出芽力을 갖고 있는 이들을 乾畚直播 適應性 품종의 개발에 활용하기 위한 연구도 진행되고 있다.

본 研究는 乾畚直播栽培에서 최근 극히 일부 農家에서 시도되기도 하는 破格的인 早期播種에 대한 실효성 여부와 건담직파답에서 최근 급증하고 있는 雜草性벼와 벼 直播栽培에서 제일 問題雜草인 피의 出現特性을 파악하기 위하여 直播適應性이 비교적 큰 장려品種인 동진벼, 江華와 金浦地域에서 많이 발생하는 오랜동안 雜草性벼인 샤레벼 및 피를 前年

度 늦가을 土壤 凍結時期前에 露地에 播種한 경우와 一般的인 播種適期보다 약 1개월 빠른 시기 및 정상적인 파종시기에 파종하여 그들의 出芽, 立毛特性을 調査研究한 것이다.

材料 및 方法

본 實驗은 1994년 11월 28일 부터 1995년 5월 말까지 서울大學校 부속실험농장내 논에서 실시하였다.

供試草種은 일반계 獎勵品種인 동진벼, 在來稻인 다다조, 그리고 雜草性 野生벼인 갈색까락샤래와 갈색쌀샤래 4종의 벼와 건담직파재배에서 가장 문제시되고 있는 강피(*Echinochloa oryzicola* Vasing.), 물피(*E. crus-galli* (L.) Beauv. var. *crus-galli*), 돌피(*E. crus-galli* (L.) Beauv. var. *praticola* Ohwi) 3초종의 피였다. 種子는 1994년도 가을에 채종하여 常溫에 건조저장하였다가 사용하였다. 播種時期는 월동후 벼와 피의 출현특성을 파악하고자 월동전인 1994년 11월 28일, 건담직파시 수원의 파종적기 보다 약 1개월 빠른 시기로서 토양이 解凍후 경운로타리작업이 본격적으로 시작되는 1995년 4월 3일, 수원지방의 파종적기인 1995년 5월 1일 등 3時期였으며, 토양의 특성에 따라 출현특성을 파악하고자 壤土와 砂質壤土인 두 圃場의 土深 1cm, 3cm, 6cm, 9cm에 초종당 100립씩 파종후 覆土하였다.

出芽調査는 최초 출아후 2일 간격으로 실시하였으며, 土壤水分含量은 건토중당 수분함량을 토심 0~3cm와 5~9cm에 대하여 3일 간격으로 조사하였다. 그리고 降雨 후 日射에 의해 土壤表面에 皮膜이 형성되어 입모에 지장을 주거나 降雨不足으로 土壤이 건조하여 硬度가 커지는 문제점을 알기 위해 作土面에서의 硬度를 측정하였는데 기존의 土壤硬度計는 측정범위가 1.0kg/cm² 이상(山中式)으로 실제 건담포장에서의 土壤硬度를 정확히 측정할 수 없어서 측정범위가 0~1.0kg/cm²가 되도록 實驗室에서 考案 製作한 土壤硬度計와 기존의 경도계(pocket penetrometer, CL-700, Soil Test Inc.

U.S.A)를 사용하여 매 3일 간격으로 각 포장별로 토양경도를 조사하였다. 土壤溫度와 大氣溫度 및 降水量은 水原氣象臺의 기상자료를 인용하였다.

結果 및 考察

1994년 11월 28일 파종후 월동기간중의 氣溫을 살펴보면 1994년 12월의 平均氣溫은 1.2℃, 1995년 1월은 -2.4℃, 2월은 1℃, 3월은 5.7℃로서 예년의 평균기온보다 2.3℃~5.3℃ 높았으며, 1995년 4월 4일 最低溫度가 -1.5℃로서 이때까지는 日最低溫度가 영하로 내려갔으며 이후로 零上溫度를 나타내었다. 土深 5cm의 地溫은 대기온도에 비하여 1.2℃정도 높았다. 降水量은 1994년 11월 파종후 1995년 4월 2일까지 90.8mm로서 예년의 126.1mm에 비하여 36.7mm가 적었으며, 4월 3일 이후 5월 20일까지의 강수량도 92.7mm로서 예년 平均降水量 156.3mm에 비하여 63.6mm가 적었다. 따라서 본 실험이 진행된 기간중의 溫度는 예년에 비하여 약간 높고 降水量은 부족함으로 土壤水分含量은 다소 부족한 상태에서 生存, 發芽, 立毛하는 條件이었다.

그림 2에서 보는 바와 같이 4월 3일 이후 土壤水分含量은 砂質壤土포장과 壤土포장에서 조사한 결과 同一土深에서는 壤土포장의 土壤水分含量이 砂質壤土포장 보다 평균적으로 약 2.7%(重量比) 높았다. 이는 壤土포장이 毛細管作用이 활발하고 保水力이 높기 때문인 것으로 생각되는데 地溫은 土壤과 水分含量에 크게 영향받으므로^{6,11)} 이러한 차이는 地溫에 영향했을 것으로 생각된다. 土壤硬度는(그림 3) 1994년 11월 파종한 경우 사질식양토포장은 最大 1.85kg/cm², 양토포장은 2.05kg/cm²까지 증가하였으며, 1995년 4월 3일에 파종한 경우 사질식양토포장은 1.12kg/cm², 양토포장은 1.7kg/cm²까지 증가하여 양토포장의 토양경도가 약간 높은 경향이었는데, 건담직파에서 파종후 14일의 토양경도가 2.5kg/cm²까지 증가하였다¹²⁾는 보고와 거의 비슷하였으며 포장간의 경도차는

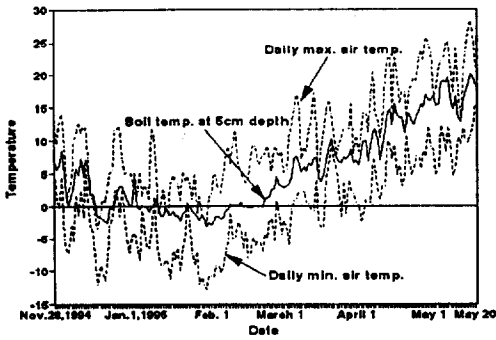


Fig. 1. Air and soil temperature from November 28, 1994 to May 20, 1995 in Suwon.

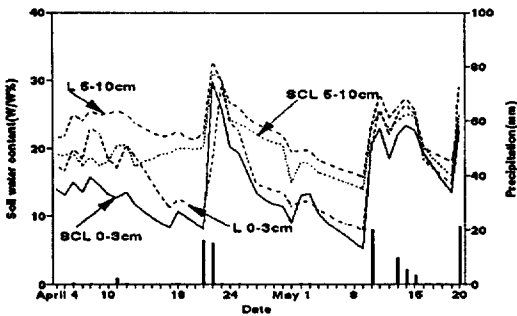


Fig. 2. Soil water content and precipitation from April 4 to May 20 in 1995.

<Note>

L : loam soil field, SCL : sandy clay loam soil field. 0-3cm and 5-10cm indicate the depth of soil from surface.

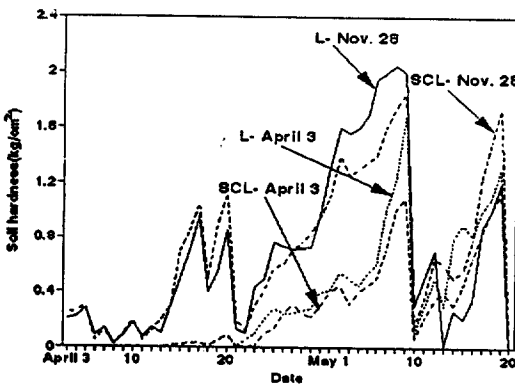


Fig. 3. Soil hardness from April 3 to May 20 in 1995.

<Note>

L : loam soil field, SCL : sandy clay loam soil field. Nov. 28 and April 3 indicate the sowing date.

土性和土壤水分含量차이 때문에 일어나는 것으로 판단된다. 벼의 出芽와 硬度的 관계에 있어서 覆土深을 5cm로 하였을 경우 indica型인 Salipe와 陸稻인 農林21호는 경도가 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ 에서, japonica인 農林18호는 $1.6\text{kg}/\text{cm}^2$ 에서 전혀 出芽하지 못하였으며⁷⁾, japonica型인 農林29호를 토심별로 파종후 覆土의 硬도를 $4\text{kg}/\text{cm}^2$ 로 하였을 경우 1cm에서는 出芽율이 저하하지 않았으나 파종심이 깊어질수록 出芽율이 저하하였다¹⁰⁾고 한다. 따라서 본 실험이 수행된 전기간 동안 土壤硬도가 일정하지는 않았으나 草種과 播種深度에 따라서 각 포장의 土壤硬도의 영향을 적지 않게 받았을 것으로 생각된다.

1. 벼와 雜草性벼 및 피의 出現率

乾畚直播栽培에서 비록 同一地域에서 播種時期를 같이하여 氣象環境은 같아도 그림 2에서와 같이 土壤의 특성에 따라서 土壤水分含量이 달라지게 된다. 그리고 地溫은 土壤의 比熱, 熱傳導度 및 熱擴散度에 의해 결정되는데⁵⁾ 이들은 土壤水分含量에 따라 변하므로 결국 달라진 土壤水分含量은 직접적으로 地溫에 영향을 것이다. 따라서 서로 다른 土性인 두 포장에 벼와 피를 越冬前과 越冬後 4월 3일, 5월 1일에 각각 파종하여 얻은 出現率 成績을 砂質壤土포장에서의 것은 표 1에, 壤土포장에서의 것은 표 2에 나타내었다.

獎勵品種인 동진벼는 越冬前에 파종하였을 경우 1cm 토심에서도 砂質壤土 포장에서는 2.7%, 壤土 포장에서는 5.3%만이 出芽하였으며 3cm 이상의 토심에서도 5% 미만이 出芽하여 대부분의 종자들이 월동 중에 貯藏養分이 流出되거나 變性되어 活力을 상실한 것으로 판단된다. 在來稻種에 出芽速度가 빠르고 出芽率도 비교적 높다고 알려진 다다조도 동진벼와 마찬가지로 1cm 및 3cm 토심에서 사질식양토에서 3.7%, 양토에서 4%와 5%만이 出芽하였다. 포장에 脫粒된 벼 種子의 時間經過에 따른 發芽率은 시간이 경과할수록 낮아져 익년 4월 말 10% 내외만이 발아가능하며¹⁶⁾, 월동후 품종에 따른 發芽率은 4.3-14.2%에 달한다¹⁴⁾고

Table 1. Emergence rate(%) of rice, weedy rice and *Echinochloa* spp. sown in the sandy clay loam field according to the sowing depth and sowing date in the dry direct-seeding.

Sowing depth (cm)	Sowing date	Recommended rice cultivar	Old rice strain	Weedy rices		<i>Echinochloa crus-galli</i> var.		
		Dongjin	Dadajo	Galgga	Galssal	<i>oryzicola</i>	<i>crus-galli</i>	<i>praticola</i>
1	Nov.28.94	2.7f	3.7d	17.0cd	26.3cd	8.6d	46.7ab	25.0a
	Apr. 3.95	79.3b	79.7a	81.7ab	85.3ab	20.0ab	39.7bc	23.8ab
	May 1.95	90.3a	93.3a	79.2ab	95.3a	29.3a	42.2bc	21.5ab
3	Nov.28.94	1.7f	3.7d	0.0d	9.3de	0.0e	3.3e	2.0d
	Apr. 3.95	68.3c	80.3a	90.0a	81.3ab	10.0cd	53.3a	26.3a
	May 1.95	86.0ab	88.0a	67.5b	99.7a	14.7bc	53.5a	23.5ab
6	Nov.28.94	0.0f	0.0d	0.0d	0.0e	0.0e	0.0e	0.0d
	Apr. 3.95	56.3d	49.0b	70.0ab	71.3b	13.3bc	17.7d	10.8c
	May 1.95	82.0ab	89.0a	64.2b	92.7a	18.7b	44.8ab	18.1bc
9	Nov.28.94	0.0f	0.0d	0.0d	0.0e	0.0e	0.0e	0.0d
	Apr. 3.95	14.7e	25.3c	25.8c	32.0c	2.7de	5.0e	1.3d
	May 1.95	14.0e	48.7b	5.8d	38.7c	13.7bc	33.7c	12.5c

* ; Galgga : Galsaekggarakshare, Galssal : Galsaekssalshare.

** ; Means within a row followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

Table 2. Emergence rate(%) of rice, weedy rice and *Echinochloa* spp. sown in the loam field according to the sowing depth and sowing date in the dry direct seeding.

Sowing depth (cm)	Sowing date	Recommended rice cultivar	Old rice strain	Weedy rices		<i>Echinochloa crus-galli</i> var.		
		Dongjin	Dadajo	Galgga	Galssal	<i>oryzicola</i>	<i>crus-galli</i>	<i>praticola</i>
1	Nov.28.94	5.3b	4.0bc	63.0b	59.5abc	38.6a	51.3a	47.0a
	Apr. 3.95	62.7a	66.3a	90.8a	88.5a	20.0ab	50.0a	25.3ab
3	Nov.28.94	4.3b	5.0bc	53.7b	62.0abc	13.4bc	30.3ab	23.3ab
	Apr. 3.95	61.3a	60.7a	49.2bc	80.7ab	5.6c	31.7ab	16.1bc
6	Nov.28.94	4.3b	3.3bc	18.0de	49.3bcd	13.4bc	6.7c	6.7c
	Apr. 3.95	61.3a	20.3b	26.3cd	32.0cd	5.6c	12.7bc	4.7c
9	Nov.28.94	0.7b	0.7c	5.7de	25.3de	1.7c	1.3c	
	Apr. 3.95	0.0b	0.0c	0.0e	0.0e	0.0c	1.3c	0.0c

* ; Galgga : Galsaekggarakshare, Galssal : Galsaekssalshare

** ; Means within a row followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by DMRT.

하며 본 실험에서 동진벼와 다다조의 월동후 익년의 出芽率과 비슷하였다.

雜草性벼인 갈색까락사레와 갈색쌀사레는 各 砂質壤土포장 토심 1cm에서 17%, 26.3% 와 壤土포장의 1cm 토심에서 63%, 59.5%가 출아하였는데 이는 越冬後 4월 3일 파종시 사질

식양토포장의 81.7%, 85.3%와 양토포장의 90.8%, 88.5% 보다는 낮지만 동진벼에 비하여 사질식양토포장에서는 6.3배, 9.7배가, 양토포장에서는 11.9배, 11.3배가 높았다. 특히 양토포장에서는 3cm 토심 이상에서는 4월 3일에 파종한 것의 출아율과 비슷하였으며, 토심 9cm에서도 출아

하여 이들 갈색사레가 월동기간중에도 種子活力이 온전히 유지됨을 알 수 있다. 이는 赤米가 栽培稻에 비하여 穎의 不透水性에 의하여 休眠性이 강하고¹⁷⁾, 수확후 低溫貯藏條件下에서 수년간 높은 휴면성을 가지며⁴⁾, 휴면이 打破된 赤米는 低溫發芽性이 높아 早播할수록 發生量이 증가하며¹⁾, 또한 土壤의 pH, 溫度 및 鹽分濃度에도 크게 영향받지 않고 埋沒深度가 깊어도 出芽力이 높다¹³⁾는 보고와 일치한다.

越冬後 4월 3일에 砂質植壤土포장에 파종한 동진벼의 出芽率은 토심 6cm까지는 56.3%~79.3%가 출아하였으며 壤土포장에서는 61.3%~62.7%가 출아하여 포장간의 차이가 크지 않았으나 砂質植壤土 9cm 토심에서는 14.7%가 출아하여 대체로 砂質植壤土포장에서 출아율이 약간 높은 경향이었다. 在來稻인 다다조와 雜草性벼인 갈색까락사레와 갈색쌀사레도 砂質植壤土포장에서는 9cm 토심에서도 각각 25.3%, 25.8%, 32%가 출아하였으며 동진벼와 마찬가지로 壤土포장에서보다는 砂質植壤土포장에서 비교적 출아율이 높았다. 이는 土성과 土壤水分含量이 다르고 아울러 土壤硬度가 다르기 때문으로 생각되는데 乾畚狀態에서 適溫下에서 다른 土壤에 파종하였을 경우 砂質植壤土 > 壤土 > 植壤土의 순으로 출현율이 높았다⁸⁾는 보고와 일치하였다.

1995년도에 水原地方의 播種適期인 5월 1일에 砂質植壤土포장에 파종한 경우 동진벼는 播種深度 6cm까지 82% 이상이 출현하였으며 다다조와 갈색까락사레, 그리고 갈색쌀사레도 6cm까지 각각 82%, 64%, 92% 이상이 출현하였으나 이보다 28일 빨리 파종한 경우 갈색까락사레를 제외하고 5월 1일 파종보다 동진벼는 11~25.7%, 다다조 7.7~40%, 갈색쌀사레 10~21.4%씩 출현율이 낮았다. 건답직파재배시 벼의 發芽 最低溫度는 10~13℃이므로 10℃ 또는 13℃를 播種期 결정의 基準으로 삼고 있는데 日平均氣溫의 地域別 出現特性 분석에 의하여 벼 건답직파의 播種早限期를 日平均氣溫 10℃ 出現初日부터 80% 出現時期까지로 할 경우 水原의 경우 4월 11일~4월 23일까지이며²⁾,

13℃를 기준으로 할 경우는 中北部 4월 25일~4월 30일, 中部 4월 20일~4월 25일로서 수원의 경우는 4월 26일~5월 2일이라고 한다³⁾ 따라서 播種早限期 이전에 栽培벼를 파종할 경우 勞動力의 分散과 安全生育期를 확보할 수 있지만 출아율이 低下될 위험이 커서 일정 溫度 이상이 되어 發芽 및 出芽에 障害가 없도록 播種期를 결정해야 하며 早期播種에 따른 출아율 감소를 고려하여 播種量을 增加시켜야 할 것이다.

한편 피를 越冬前에 파종하여 越冬後 1995년에 출아율을 조사한 결과 砂質植壤土 포장에서는 1cm 土深에 파종한 물피는 46.7%가, 돌피는 25%가 출현하여 1995년 4월 3일 파종한 것과 有意的 差異가 없었으나 강피는 8.6%만이 출현하여 越冬後 파종의 출현율에 비하여 현저히 낮아졌는데, 壤土포장 1cm 토심에서는 물피는 51.3%, 돌피 47%, 강피 38.6%가 출현하여 4월 3일 파종시 출아율과 비슷하였다. 播種深度 3cm 이상의 砂質植壤土 포장에서는 1995년 4월 3일 파종에 비하여 출현율이 현저하게 낮아져 파종심도 3cm에서 물피와 돌피가 3.3%, 2%만이 출현하였을 뿐 전혀 출현하지 못하였으나 壤土 포장에서는 越冬前 파종한 것과 1995년 4월 3일에 파종한 것과 유의적인 차이없이 비슷하여 월동전 파종한 강피, 물피, 돌피의 출현율이 3cm 토심에서 13.4%, 30.3%, 23.3%가 출현하여 4월 3일에 파종한 것의 출현율과 비슷하거나 약간 높았다. 따라서 越冬前에 양토포장에 埋立된 피의 출현율이 사질식 양토포장에서의 출현율보다 높다고 할 수 있는데 이는 피는 越冬時 항시 湛水狀態에서 종자의 生存期間이 길고 1次休眠打破된 종자에 乾燥處理후 濕潤貯藏은 90% 이상의 발아율을 나타내었으나 風乾貯藏시 10% 미만의 발아율을 나타내었다¹⁵⁾는 보고와 같이 越冬期間中에 양토포장의 수분함량이 사질식양토포장보다 높았기 때문인 것으로 판단된다. 砂質植壤土 포장에 5월 1일에 파종한 경우는 4월 3일에 파종한 것과 파종심도 3cm까지는 유의적 차이없이 물피는 39.7%~53.5%, 돌피가 21.5%~26.3%,

강피는 10%~29.3%가 출현하였으나 播種深度 6cm 이상에서는 5월 1일에 파종한 경우의 出芽率이 높았다. 이상에서 살펴본 바 피의 出現率은 土中 埋沒時期, 埋沒深度 및 土性에 따른 차이가 컸는데 土壤 表層 1cm정도에 埋沒된 것은 越冬中 건조되던 2次休眠에 돌입하고, 發芽溫度가 확보된 시기에는 토중 깊이 埋沒된 것보다 빨리 출현하며, 發芽溫度가 부족한 때에 6cm보다 깊이 埋沒된 종자들은 2次休眠에 돌입하는 種子比率이 높아지는 것으로 생각된다.

2. 벼, 雜草性벼 및 피의 出芽開始日

표 3에서 보는 바와 같이 越冬前 또는 4月初에 砂質壇壤土 1cm와 3cm에 播種한 경우 1cm에서는 播種時期間의 차이가 거의 없었으나 3cm에서는 월동전 파종에 비하여 4월 3일에 파종한 것의 出芽開始日이 빨라 동진벼는 9일 빨리 출아했으며 다다조와 갈색쌀샤레는 3일, 물피와 돌피는 7일 빨리 출아가 시작되었다. 壤土포장에서 播種深度 1~6cm에서의 동진벼의 出芽開始日은 1994년 11월에 파종한 경우 5월 3일~5월 11일, 1995년 4월 3일에 파

종한 경우 4월 30일~5월 8일로서 4월 3일에 파종한 것이 3일정도 빨랐으며, 다다조는 0~7일이 갈색까락샤레와 갈색쌀샤레는 5~7일 정도 빨리 출아를 시작하였다(표 4). 이러한 현상은 동진벼, 재래도, 샤레벼 모두 越冬中에 種子活力이 감소되어 土深 1cm 깊이 보다는 3cm 깊이에서 출현하는 데에 時間이 더 걸린 것으로 생각되며, 越冬前에 사질식양토에 파종한 동진벼, 다다조, 샤레벼 모두 토심 6cm 및 9cm에서는 모두 출현하지 않았는데 이는 월동기간중 種子活力減少가 더 많았기 때문인 것으로 생각된다.

그러나 피의 경우는 1cm에 파종한 경우 草種과 播種日에 상관없이 4월 22일에 최초로 출아를 시작하였으며, 3cm에서는 4월 24일에 출아를 시작하였다. 대체로 越冬前 파종시 동진벼의 出芽開始日은 토심이 1~3cm일 경우 砂質壇壤土에서 4월 30일~5월 9일, 壤土에서 5월 3일~5월 6일이었으며 피는 4월 22일~5월 1일과 4월 22일~4월 24일로서 피가 벼 보다 砂質壇壤土에서는 8일, 壤土포장에서는 11~12일 정도 빨리 출아하였고, 1995년 4월 3일에 파종한 경우 동진벼는 播種深度 1~6cm의 砂

Table 3. Date of the first emergence of rice, weedy rice and *Echinochloa* spp. sown in the sandy clay loam field according to the sowing depth and sowing date in the dry direct seeding.

Sowing depth (cm)	Sowing date	Recommended rice cultivar		Old rice strain		Weedy rices		<i>Echinochloa crus-galli</i> var.		
		Dongjin	Dadajo	Galgga	Galssal	<i>oryzicola</i>	<i>crus-galli</i>	<i>praticola</i>		
1	Nov.28.94	4.30	4.30	5.01	5.03	4.24	4.22	4.22		
	Apr. 3.95	4.30	4.29	5.01	5.01	4.22	4.22	4.22		
	May 1.95	5.20	5.20	5.20	5.20	5.18	5.14	5.14		
3	Nov.28.94	5.09	5.03	-	5.06	-	5.01	5.01		
	Apr. 3.95	4.30	4.29	4.30	5.03	4.24	4.24	4.24		
	May 1.95	5.18	5.18	5.18	5.18	5.10	5.10	5.10		
6	Nov.28.94	-	-	-	-	-	-	-		
	Apr. 3.95	5.03	5.01	5.03	5.03	4.27	4.25	4.25		
	May 1.95	5.18	5.18	5.18	5.18	5.14	5.14	5.14		
9	Nov.28.94	-	-	-	-	-	-	-		
	Apr. 3.95	5.08	5.06	5.08	5.06	5.03	4.29	5.03		
	May 1.95	5.20	5.20	5.20	5.20	5.14	5.14	5.14		

* Galgga : Galsaeckgarakshare, Galssal : Galsaeckssalshare

Table 4. Date of the first emergence of rice, weedy rice and *Echinochloa* spp. sown in the loam field according to the sowing depth and sowing date in the dry direct seeding.

Sowing depth (cm)	Sowing date	Recommended rice cultivar	Old rice strain	Weedy rices		<i>Echinochloa crus-galli</i> var.		
		Dongjin	Dadajo	Galgga	Galssal	<i>oryzicola</i>	<i>crus-galli</i>	<i>praticola</i>
1	Nov.28.94	5.03	4.30	5.06	5.06	4.22	4.22	4.22
	Apr. 3.95	4.30	4.30	5.01	4.30	4.22	4.22	4.22
3	Nov.28.94	5.06	5.08	5.10	5.10	4.24	4.24	4.24
	Apr. 3.95	5.06	5.02	5.06	5.06	4.27	4.24	4.24
6	Nov.28.94	5.11	5.13	5.15	5.15	4.25	4.27	4.25
	Apr. 3.95	5.08	5.06	5.08	5.08	5.02	4.29	4.27
9	Nov.28.94	5.13	5.15	5.15	5.15	5.03	5.06	5.03
	Apr. 3.95	-	-	-	-	-	5.06	-

* Galgga : Galsaekgarakshare, Galssal : Galsaekssalshare

質壤土포장에서 4월 30일~5월 3일, 壤土에서 4월 30일~5월 11일이었는데 피는 土성에 관계없이 4월 22일~4월27일 사이였고 벼보다 8~14일 빨랐다. 이와 같은 결과는 피가 獨立營養生長可能時期에 도달하는 시기가 벼보다 4~5일 빠르고⁹⁾, 사질식양토 2.5cm 토심에서 피의 出現速度가 벼보다 5.5~7.4일 빠르다⁸⁾는 보고와 일치한다. 1995년 5월 1일에 砂質壤土포장에 파종한 경우에 동진벼와 나머지 다른 벼는 5월 18일~5월 20일에 출아가 시작되었는데 피의 出芽開始日은 1cm 토심에서 강피가 5월 18일에 출아한 것을 제외하고 5월 10일~5월 14일로서 피가 6~8일 정도 빨리 출아하였다.

건답직파시 일반적인 벼의 播種深度는 3~6cm이며, 일반 乾畚에서 발생하는 피는 平均出現深度는 2.5cm⁸⁾로서 대부분 1cm에서 3cm 사이에 분포하므로 벼는 3cm 토심에서의 출아개시일을, 피는 1cm 또는 3cm 토심에서 출아개시일을 바탕으로 出芽와 溫度關係를 추정할 수 있을 것이다. 이미 언급한 바와 같이 동진벼의 가장 빠른 出芽開始日은 사양토포장 3cm 토심에서 4월 30일이었고, 피는 사양토 및 양토포장 1cm 토심에서 4월 22일이었으므로 이 시기가 自然條件下에서 最初 出芽開始日일 것이다. 파종후 출아개시일까지의 日均氣溫의 平均은 동진벼의 경우 11.4℃이었고 피의 경우는

10.4℃로서 벼의 출아개시일까지의 日平均溫度가 1℃ 높았다. 따라서 파종후 각 출아개시일까지 有效積算溫度를 계산하기 위하여 동진벼는 日平均溫度 11℃ 이상을, 피는 日平均溫度 10℃ 이상인 日字들의 日平均氣溫만을 積算하면 출현유효적산온도는 벼가 214.7℃·日, 피는 147.8℃·日이었다. 그리고 동진벼는 파종후 출아개시일까지 11℃ 이상인 날이 출현한 日數가 16일이었고, 피는 10℃ 이상인 날이 출현한 日數가 12일이었는데 각 有效積算溫度를 基準溫度 이상이 出現한 日數로 나누어 平均溫度를 계산한 결과 동진벼는 13.4℃, 피는 12.3℃였다. 따라서 피는 12℃ 이상, 벼는 13℃ 이상의 온도가 발아 및 출아에 有效한 最低溫度인 것으로 판단된다.

3. 벼, 잡초성벼 및 피의 出現所要日數

벼, 잡초성벼 및 피의 出芽開始日은 1994년 11월에 파종한 것과 1995년 4월 3일에 파종한 것과 거의 같았다. 앞서 고찰한 바와 같이 이는 發芽 및 出芽에 필요한 最小溫度가 벼 13℃, 피 10℃이었는데 10℃와 13℃가 최초로 나타난 시기는 그림 1에서와 같이 4월 8일로 이때의 氣溫이 14.8℃였는데 越冬前에 파종한 것이나 4월 3일에 파종한 것 모두 동일한 溫度環境에 있었다고 할 수 있다. 따라서 1994년 11월 파종의 有效出現所要日數를 1995년 4월 3

일 이후를 기준으로 계산하였고 砂質埴壤土에서의 有效出現所要日數는 표 5에, 壤土에서의 有效出現所要日數는 표 6에 나타내었다. 동진벼의 播種深度 1~6cm에서의 出現所要

日數는 砂質埴壤土에서 1994년 11월에 파종한 경우 31.8~36일이었고 1995년 4월 3일 파종은 33~34.8일로서 거의 비슷하였으며, 5월 1일 파종은 19.8~20.4일이 소요되었다. 壤土에서는

Table 5. Days required to average emergence of rice, weedy rice and *Echinochloa* spp. sown in the sandy clay loam field according to the sowing depth and sowing date in the dry direct seeding.

Sowing depth (cm)	Sowing date	Recommended rice cultivar	Old rice strain	Weedy rices		<i>Echinochloa crus-galli</i> var.		
		Dongjin	Dadajo	Galgga	Galssal	<i>oryzicola</i>	<i>crus-galli</i>	<i>praticola</i>
1	Nov.28.94	31.8	30.9	35.4	35.2	30.2	25.1	25.6
	Apr. 3.95	34.3	33.0	33.1	33.7	29.7	28.6	25.8
	May 1.95	20.4	19.4	21.4	21.3	20.4	18.3	19.1
3	Nov.28.94	36.0	35.3	-	35.8	-	29.5	31.1
	Apr. 3.95	33.0	30.8	33.9	34.9	28.6	23.9	25.0
	May 1.95	19.8	19.1	19.5	18.9	16.6	15.0	15.1
6	Nov.28.94	-	-	-	-	-	-	-
	Apr. 3.95	34.8	34.3	36.4	36.1	29.0	32.7	32.0
	May 1.95	20.6	18.7	19.5	19.7	16.8	15.3	15.5
9	Nov.28.94	-	-	-	-	-	-	-
	Apr. 3.95	41.0	38.2	40.4	38.8	34.3	32.7	34.8
	May 1.95	24.6	22.3	22.6	22.9	17.9	17.1	17.4

* Since the rices, weedy rices and barnyardgrasses sown on November 28, 1994 were not at all faster in emergence within a reasonable variation than those sown on April 3, 1995, the days to emergence for those sown on November 28, 1994 were calculated from April 3 as the start date.

** Galgga : Galsaeckgarakshare, Galssal : Galsaeckssalshare

Table 6. Days required to average emergence of rice, weedy rice and *Echinochloa* spp. sown in the loam field according to the sowing depth and sowing date in the dry direct seeding.

Sowing depth (cm)	Sowing date	Recommended rice cultivar	Old rice strain	Weedy rices		<i>Echinochloa crus-galli</i> var.		
		Dongjin	Dadajo	Galgga	Galssal	<i>oryzicola</i>	<i>crus-galli</i>	<i>praticola</i>
1	Nov.28.94	32.8	32.7	38.4	37.2	26.2	26.1	25.9
	Apr. 3.95	32.2	31.3	32.8	32.5	26.3	23.8	22.7
3	Nov.28.94	36.0	37.5	40.5	41.0	29.0	26.4	26.6
	Apr. 3.95	34.3	33.9	35.3	34.1	28.0	25.4	25.7
6	Nov.28.94	38.0	40.0	42.0	45.0	28.1	30.6	27.2
	Apr. 3.95	36.1	36.1	36.2	36.9	32.4	32.4	30.2
9	Nov.28.94	40.0	42.0	44.0	47.0	30.0	33.7	30.0
	Apr. 3.95	-	-	-	-	-	35.0	-

* Since the rices, weedy rices and barnyardgrasses sown on November 28, 1994 were not at all faster in emergence within a reasonable variation than those sown on April 3, 1995, the days to emergence for those sown on November 28, 1994 were calculated from April 3 as the start date.

** Galgga : Galsaeckgarakshare, Galssal : Galsaeckssalshare

1994년 11월 파종은 32.8~38일로서 1995년 4월 3일 파종의 32.2~36.1일에 비하여 0.6~1.9일 정도 길었다. 다다조와 갈색까락사레 및 갈색쌀사레는 砂質埴壤土에서 1994년 11월 파종시 30.9~35.3일, 35.4일, 35.2~35.8일, 1995년 4월 3일 파종시 30.8일~34.3일, 33.1일~36.4일, 33.7~36.1일, 5월 3일 파종시 18.7~19.4일, 19.5~21.4일, 18.9일~21.3일이 소요되었다. 壤土에서는 다다조는 1994년 11월 파종시 32.7~40일로서 1995년 4월 3일에 비하여 1.4~3.9일 더 길었고 갈색까락사레와 갈색쌀사레도 1994년 11월 파종시 1995년 4월 3일 파종보다 각각 5.2~5.8일, 4.8~8.1일씩 더 소요되었다.

피를 砂質埴壤土에 1994년 11월 28일 파종한 경우 土深 1cm에서의 出現所要日數는 1994년 11월 파종의 경우 강피, 물피, 돌피 각각 30.2일, 25.1일, 25.6일, 1995년 4월 3일 파종의 경우는 29.7일, 28.6일, 25.8일이었고, 壤土에서는 1994년 11월에 파종한 경우 1cm 토심에서 강피, 물피, 돌피 각각 26.2일, 26.1일, 25.9일이, 1995년 4월 3일에 파종한 경우는 26.3일, 23.8일, 22.7일이었는데 비교적 양토포장에서 빨랐으며 이는 土壤水分含量이 壤土포장에서 높았기 때문으로 생각된다. 砂質埴壤土포장 토심 3cm에 1995년 4월 3일 파종한 경우 出現所要日數는 28.6일, 23.9일, 25일, 1995년 5월 1일 파종한 경우는 16.6일, 15일, 15.1일이 각각 소요되었다. 따라서 피의 종류간의 출현소요일수는 이미 알려진 바와 같이 물피=돌피<강피의 순으로 길었는데 그 차이가 파종시기가 빠른 경우 커지는 것은 물피와 돌피의 低溫發芽性이 강피보다 크기 때문인 것으로 생각되며, 砂質埴壤土포장보다는 壤土포장에서, 그리고 토심이 증가할수록 차이가 작아지는 것은 강피가 밭아 및 출아시 水分要求度가 크기 때문인 것으로 생각된다.

乾畝直播栽培시 벼의 播種深度는 3~6cm이며, 피의 自然圃場에서 平均出現深度가 2.5cm前後라고 한다. 따라서 벼와 피의 출현시기의 비교는 동진벼를 토심 3~6cm에, 피를 토심 1~3cm에 파종하여 얻어진 결과를 바탕으로 하

는 것이 합리적일 것이다. 1995년 4월 3일에 砂質埴壤土포장에 파종한 동진벼의 토심 3~6cm에서의 平均出現所要日數는 33.9일로서 토심 1~3cm에 越冬前에 파종한 강피, 물피, 돌피에 비하여 각각 3.7일, 8.8일, 8.3일이, 1995년 4월 3일에 파종한 것에 비하여는 각각 4.7일, 7.6일, 9.4일이 더 길었으며, 壤土포장에서는 越冬前에 파종한 피에 비하여 각각 7.6일, 8.9일, 8.9일이, 1995년 4월 3일 파종한 것에 비하여는 8일, 10.6일, 11일이 더 길었다. 따라서 1995년 4월 3일 파종한 동진벼가 平均出現日까지 걸리는 기간이 강피에 비하여는 4.2일~7.8일, 물피에 비하여는 8.2일~9.7일, 돌피에 비하여는 8.9일~10일씩 더 소요되는 것을 알 수 있다. 그런데 播種適期인 5월 1일에 砂質埴壤土포장에 파종하였을 경우 동진벼의 出現所要日數는 약 20.2일로서 강피, 물피, 돌피에 비하여 각각 1.7일, 3.5일, 3.1일 길어 그 차이가 4월 3일에 파종한 경우 컸으며 따라서 조기파종시 벼와 피의 출현시기간의 차이가 커짐을 알 수 있다.

또한 砂質埴壤土포장에서 出芽開始後 平均出現所要日까지 소요되는 기간을 살펴보면 4월 3일에 파종한 경우 토심 3~6cm에서 동진벼는 5.4일, 토심 1~3cm에서 강피는 9.2일, 물피 6.3일, 돌피 5.4일이 각각 소요되었다. 그러나 5월 3일에 파종한 경우에는 동진벼 3.2일, 강피 5.5일, 물피 5.7일, 돌피 6.1일이 각각 소요되어 播種時期를 앞으로 당길 경우 벼는 출아개시후 適正立毛에 도달하는 시기가 길어질 것으로 생각된다.

따라서 벼를 適期보다 조기에 파종하였을 경우 벼와 피의 出現時期間的 차이가 커져 피를 防除하는데 어려움이 커지고, 벼의 생육에 있어서도 早期播種時 벼의 出現所要日數가 길어지고 出芽開始後 適正立毛까지의 기간이 길어져 생육이 不均一해져 雜草防除, 施肥, 灌溉 등의 栽培管理上의 어려움이 증대하리라 생각된다.

以上에서 살펴본 바와 같이 동진벼와 다다조의 露地越冬後 出芽率은 현저히 감소하여

월동이전 파종은 불가능한 것으로 생각된다. 그러나 雜草性벼인 갈색까락샤레와 갈색쌀샤레, 그리고 피는 월동후 출아율이 매우 높아 越冬性이 크며, 乾畚直播畚에서 이들의 自然發生에 따른 문제점은 클 것으로 생각된다.

播種適期보다 약 1개월 빨리 파종한 경우에 파종적이인 5월 1일에 파종한 경우에 비하여 播種深度가 깊어질수록 출아율의 감소정도가 컸으며, 適正土深 3~6cm에 4월 3일에 파종한 동진벼의 출아율은 5월 1일에 파종한 것에 비하여 약 20% 정도 출아율이 낮아 早期播種時 適正立毛數를 확보하기에 어려움이 예상된다. 또한 4월 3일에 파종한 경우 동진벼와 피의 出現所要日數間의 차이가 適期播種에 비하여 약 6일정도 컸는데 이는 앞서 살펴본 바와 같이 동진벼와 피의 自然發生時期가 각각 4월 30일과 4월 22일로서 이를 기준으로 계산한 出芽有效平均溫度가 동진벼는 13.4℃, 피는 12.3℃로서 피가 약 1℃정도 낮기 때문인 것으로 생각된다. 또한 동진벼의 出芽開始後 平均出現日까지의 기간이 5월 1일 파종에 비하여 4월 3일에 파종한 경우 길어졌다. 따라서 4월 3일에 파종할 경우 피의 生育速度가 빨라지고 벼의 生育이 不均一해질 우려가 있다. 건답직파재배시 耕耘時期를 늦게 할수록 피의 경운후 發生量이 감소한다⁹⁾고 하는데 피의 자연발생시기가 1995년의 경우 4월 22일이었으므로 4월 3일에 파종한 경우 파종적기에 파종한 경우에 비하여 피의 自然發生量은 증가하리라 생각된다. 이는 피의 自然發生時期 이후에 耕耘을 할 경우 이미 出芽하였거나 출아중인 것은 耕耘作業으로 防除가 되므로 이후 自然圃場에 남아있는 潛在的인 피의 發生可能性은 그만큼 감소하지만 自然發生時期 이전에 경운할 경우에는 그렇지 못하기 때문이다. 따라서 播種時期를 벼의 適正立毛數와 균일한 生育을 확보할 수 있고 가급적 雜草의 發生을 最小化하고 競合을 회피할 수 있어 파종기 이후 栽培管理가 용이하도록 결정하여야 할 것으로 생각된다.

摘 要

본 研究는 乾畚直播栽培에서 최근 시도되고 있는 破格的인 早期播種에 대한 实效性 여부와 건답직파답에서 최근 급증하고 있는 雜草性벼와 피의 出現特性을 파악하기 위하여 장려품종인 동진벼, 在來稻인 다다조, 雜草性벼인 샤레벼, 그리고 피를 1994년 越冬前과 越冬後 播種適期보다 약 1개월 빠른 시기 및 정상적인 파종시기에 서울大學校 부속실험농장내 砂質土壤土포장과 壤土포장에서 실시하였으며 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 越冬前에 파종한 동진벼와 다다조는 6cm 이상에서는 전혀 출아하지 못했으며, 토심 1cm에서도 5.3%만 출아하였다. 그러나 雜草性벼인 갈색까락샤레와 갈색쌀샤레는 17-63%가 출아하였으며, 砂質土壤土포장보다는 壤土포장에서, 覆土深은 얇을수록 出芽率이 높았다.
2. 이른봄인 4월 3일에 早期播種한 동진벼의 出芽率은 5월 1일에 파종한 것보다 11~26% 낮았으나 갈색까락샤레와 갈색쌀샤레는 거의 같았다.
3. 越冬前에 토심 1cm에 파종한 피는 砂質土壤土포장에서 8.6~46.7%, 壤土포장에서 38.6~51.3%가 出芽하였으며, 越冬後 4월 3일에 파종한 것과 5월 1일에 파종한 것과의 出芽率은 거의 같았다. 피의 종류간에는 물피 > 돌피 > 강피의 순으로 출아율이 높았다.
4. 자연조건에서 最初出芽開始日은 동진벼는 4월 30일, 피는 4월 22일이었으며, 동진벼는 11.4℃, 피는 10.4℃ 이상이 出芽限界溫度이었고, 出芽開始日까지의 限界溫度以上이었던 기간의 평균온도는 동진벼 13.4℃, 피 12.3℃였다.
5. 平均出現日數는 4월 3일에 파종한 경우 동진벼에 비하여 강피가 4.2일, 물피 8.2일, 돌피 8.9일 빨랐으나 5월 1일에 파종한 경우는 각각 1.7일, 3.5일, 3.1일 빨라 4월 3일에 파종한 경우 벼와 피의 出芽速度의 차이가

켜졌다.

6. 동진벼의 出芽開始後 平均出現日까지의 시간은 4월 3일에 파종한 경우 5.4일이었으나 5월 1일에 파종한 경우 3.2일에 비하여 길었는데 이는 파종을 빨리 할수록 出芽開始後 立毛까지 所要時間이 길어져 全體生育이 不均一해짐을 시사한다.

따라서 播種時期는 벼의 適正立毛數와 균일한 生育을 확보하기 위한 것 뿐만 아니라 피의 발생시기를 고려하여 피의 發生을 最小化하고 競合을 줄일 수 있도록 결정되어야 할 것으로 생각된다.

引用 文 獻

1. 崔忠惇·文炳喆·金純哲·吳潤鎮. 1995. 直播栽培畚에서의 雜草 및 赤米 發生生態. 韓雜草誌 15(1) : 39-45.
2. 崔燉香. 1994. 日平均氣溫의 地域別 出現特性 分析에 의한 벼 乾畚直播 出芽早限의 播種期決定. 韓作誌 39(5) : 437-443.
3. 崔燉香. 1994. 벼 乾畚直播栽培의 播種早限期에 의한 農業氣候地帶 區分. 韓作誌 39(5) : 444-452.
4. Cohn, M.A. and J.A. Hughes. 1981. Seed dormancy in red rice. I. Effect of temperature on dry-after-ripening. Weed Sci. 29 : 402-404.
5. Hillel, D. 1982. Introduction to soil physics. Academic press. pp.155-175.
6. 玄炳根. 1995. 土壤水分과 粒團크기가 直播 벼의 出芽에 미치는 影響. 慶熙大 碩士學位論文.
7. 井之上準·伊藤健次. 1969. 作物의 出芽에關する研究. イネ科數種作物の幼芽の抽出力と出芽力および出芽能力の關係について. 日作紀 38 : 38-42.
8. 金都淳. 1993. 벼 直播栽培條件에서 피와 벼의 出現 및 初期生長特性. 서울대 碩士學位論文.
9. 金純哲·키이쓰무디. 1989. 벼와 피의 發芽 및 幼苗發達樣相. 韓雜草誌 9(2) : 108-115.
10. 川廷謹造·星川清親·高島好文. 1963. 乾田直播における水稻の苗立ちの良否と幼植物の形態について. 日作紀 31 : 267-271.
11. 이변우·명을재. 1994. 乾畚直播에서 土壤水分條件에 따른 벼 品種의 出芽特性. 韓作誌 39(5) : 502-511.
12. 이변우·명을재. 1995. 乾畚直播에서 播種深度와 灌溉條件에 따른 벼 品種들의 出芽特性. 韓作誌 40(1) : 59-68.
13. 李東右·洪有基·金在鐵·金英浩·宋曉聖·金熙東. 1984. 環境條件이 赤米의 發芽 및 出芽에 미치는 影響. 韓雜草誌 4(2) : 143-148.
14. 李承弼·金相慶·尹榮錫·李光錫·崔大雄. 1991. 콤바인 收穫畚에서 벼 異型株 發生樣相. 韓作誌 36(4) : 305-309.
15. 宮原益次. 1965. ノビエの個生態. 雜草研究 4 : 11-19.
16. 宋泳柱·權寧立·吳南起·高福來·黃昌周·朴建鎬. 1992. 논 表面 脫粒 벼 種子의 越冬中 發芽力變化와 越冬後 圃場 出現 및 生育. 韓作誌 37(1) : 37-43.
17. 柳島純雄. 1965. 雜草의立場からみた赤米の越冬と出芽について. 雜草研究 4 : 67-70.
18. 벼 直播栽培技術. 1994. 農村振興廳