

環境條件이 赤米(사레 : *Oryza sativa* L.)의 發芽 및 出芽에 미치는 影響

李東右 · 洪有基 · 金在鐵 · 金永浩 · 宋堯聖 · 金熙東*

Effect of Environmental Conditions on Germination and Emergence of Red Rice (Sare : *Oryza sativa* L.)

Ree, D. W., Y. K. Hong, J. C. Kim, Y. H. Kim, Y. S. Song and H. D. Kim

ABSTRACT

Experiments were carried out to study the germination and emergence of the red rice(sare) as a weed, Monggeun sare, Sal sare, Ginkarag sare, Galsaegsal sare, Galsaegkarag sare.

The germination and emergence of red rice were not greatly affected by soil salinification, soil pH and air temperature. Especially, in deep molding volume, emergence of red rice was greater than rice cultivar. It was considered to be due to the vitality of the mesocotyl. Submergence was expected to be a better way to control the red rice because germination rate of red rice was low under submergence.

Key words: red rice, germination, emergence.

緒 言

種子の發芽는 種皮의 破裂에 依한 幼植物의 出芽로 胚의 活性的 生長이 再開되는 것을 말한다. 中山⁵⁾는 種子が 發芽하려면 適當한 溫度, 水分, 酸素 및 光이 必要하며 여러 作物 中에서 酸素의 要求度가 比較的 적은 벼 種子の 發芽는 주로 溫度와 水分에 의 해 左右되며 水分은 醱酵菌(Zymogen)을 活性化시켜 貯藏物質을 分解하고 轉流을 促進하여 發芽를 誘導한 다고 하였다. Copeland⁹⁾에 의하면 作物에 따라 發芽에 必要한 水分要求가 달라 옥수수 種子是 種子重量의 30.5%, 콩은 50%의 水分을 吸水하였을 때 發芽가 始作되고 벼는 26.5%일때 發芽가 始作된다고 하였다. 一般의으로 벼 種子の 發芽에는 吸收期(phase A)와 發芽期(生理的 活動期 phase B) 그리고 生

長期(phase C)의 3段階가 있고 發芽速度는 주로 phase A와 phase B에 의하여 決定되며 phase A를 支配하는 要因은 種子 殼質의 性質이며, phase B는 糊粉層의 活動과 胚乳의 貯藏養分 分解에 의하여 支配받는 것으로 알려져 있다.⁵⁾ 또 種子の 發芽에 必要한 모든 條件을 充分히 갖추어 주더라도 發芽하지 못하는 境遇가 있는데 이를 休眠이라 하며 이 休眠 現象은 여러가지 環境要因에 의해서도 影響을 받으나 品種 自體의 固有特性과 더 關聯이 있으며 休眠의 原因은 胚의 未成熟과 물이나 酵素 通過를 制限하는 種子 殼質의 特性 및 發芽沮害物質의 含有等이 主要因이 되는데 벼에 있어서는 주로 內外穎 속에 發芽 抑制物質인 Salicylic acid와 Coumarin等이 含有되어 있기 때문인 것으로 알려져 있다.⁵⁾

大體로 赤米의 發芽率은 一般 水稻에 比하여 顯著히 낮으며 柳島¹⁰⁾는 發芽率이 낮은 原因이 穎의 不透

* 京畿道 農村振興院.

* Kyounggi Provincial Office of Rural Development, Hwasoung 170, Korea.

水性에 있다 하였으며 柳島¹⁰⁾, Cohn 等¹¹⁾은 이와 같이 낮은 발아율은 穎을 除去하거나 機械的인 損傷에 의하여 높일 수 있다고 하였다. Cohn 等¹¹⁾은 赤米種子를 30℃에 處理하였을 때 正粗는 30% 内外의 낮은 발아율을 나타냈으나 穎을 除去하였을 때는 90% 内外의 높은 발아율을 나타냈고 또한 30℃보다는 20℃에서 多少 발아율이 낮은 傾向이라 하였으며, 收穫後 -15℃에 貯藏하였을 때는 1年 동안 높은 休眠을 갖는다고 報告하였다. 따라서 收穫期에 脫粒된 種子가 土壤中에 매몰되어 越冬될 때 休眠期間 및 發芽의 不確實性은 赤米防除에 問題點이 되고 있다. 이와 같은 赤米種子의 休眠은 生長調整劑에 依하여 打破가 可能하며 Cohn 等¹²⁾은 赤米의 玄米를 10^{-3} M Kinetin에 處理하여 30℃에 放置하였을 때 80~90%의 높은 발아율을 나타냈고 無處理(水分) 狀態에서는 발아율이 10% 内外로 極히 낮아 Kinetin (10^{-3} M) 處理가 赤米의 玄米種子 休眠을 打破한다고 報告하였다.

따라서 本試驗은 赤米種子의 環境條件에 따른 發芽 및 出芽狀態를 調査하여 一部 乾畚直播 地域에 問題가 되고 있는 赤米 防除의 基礎資料를 얻고자 試驗하였던 바 몇가지 結果를 얻었기에 이에 報告하는 바이다.

材料 및 方法

本試驗은 1982年 京畿道 農村振興院에서 生産된 赤米(사레) 種子 5品種(몽근사레, 쌀사레, 긴카락사레, 갈색쌀사레, 갈색까락사레)⁷⁾을 供試하여 1983年 3月~6月 사이에 水分狀態, 種子의 傷處有無, 溫度, 覆土深, 鹽分濃度, 土壤의 pH를 달리하였을 때 赤米種子의 發芽 및 出芽狀態를 調査하였다.

水分狀態에 따른 發芽율은 細砂를 넣은 鉢에 3月 20日 赤米種子를 播種한 후 常溫狀態로 室內에 配置하여 土壤水分을 濕潤狀態와 湛水狀態로 維持시킨 후 發芽율을 調査하였다. 傷處條件에 따른 發芽율은 正粗인 赤米種子와 胚의 反對쪽 穎, 즉 稃先部位를 一部 除去하여 玄米가 보이도록 處理한 種子를 petri dish에 濾過紙(No. 6)를 깔고 7月 18日에 播種 適濕을 維持시킨 후 調査하였다. 溫度에 따른 發芽率 調査는 赤米의 正粗와 玄米를 petri dish에 濾過紙(No. 6)를 깔고 播種한 후 適濕狀態로 20, 30℃인 恒溫器에 넣어 遂行하였고, 覆土深別 出芽率 調査는 pH 5인 土壤을 1/2,000a pot에 覆土深을 各各 1, 3, 5, 7cm 깊이로 6月 25日 播種한 후 調査하였다. 土壤의 鹽分濃度別 出芽率 調査는 鹽分濃도가 0.03

%인 土壤을 採取하여 乾土에 對한 NaCl 比率로 鹽分濃度를 各各 0, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4%로 調節한 후 實施하였으며 이때의 pH는 5.2이었다. pH에 따른 出芽率 調査는 pH가 5.2인 土壤을 HCl 과 NaCl 로 pH를 5, 6, 7로 調節, 鹽分濃度 處理와 함께 6月 25日에 播種 遂行하였다. 上記 各試驗은 品種別로 處理當 100粒씩 播種하였고 試驗區 配置는 完全任意 配置 2反復으로 하였으며 播種 다음날부터 每日 發芽率 및 出芽율을 調査하였다.

結果 및 考察

1. 水分條件에 따른 發芽率

그림 1은 赤米種子를 濕潤과 湛水狀態로 處理하였을 때 發芽率의 經時的 變化를 調査한 것이다. 供試된 品種 모두 濕潤狀態보다는 湛水狀態에서 發芽率이 顯著하게 낮았으며 湛水에서는 一般 栽培 벼인 秋晴벼를 除外하고 全品種이 播種 20日後까지도 30%이하의 極히 낮은 發芽율을 보였다.

柳島¹⁰⁾는 赤米種子를 물 속에서 發芽시켰을 때 132日이 經過하여도 發芽率이 겨우 15% 程度라고 報告한 바 있는데, 本試驗에 있어서도 湛水狀態에서 赤米種子의 發芽率이 極히 낮은 것은 이들 品種이

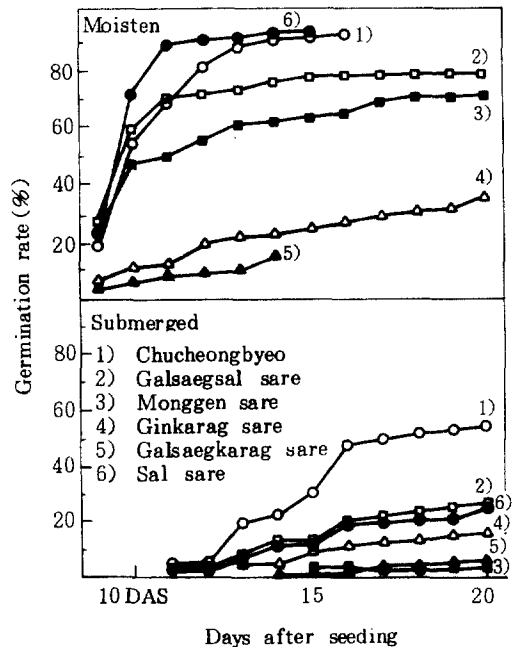


Fig. 1. Effect of water condition on germination of red rice.

好氣發芽性인 것으로 推測되며 赤米防除의 한가지 方法으로 利用될 수 있을 것으로 생각된다. Sonnier⁸는 直播栽培時 물管理方法에 依한 赤米 防除試驗에서 播種 當時는 排水處理하고 活着後 段階的으로 澁水處理할 때 赤米發生이 적어 물管理에 依한 赤米防除方法을 報告한 바 있다.

濕潤 狀態에서는 쌀사레, 갈색쌀사레, 몽근사레가 70% 이상의 높은 發芽率을 보였고 긴가락사레, 갈색가락사레는 20~40%의 극히 낮은 發芽率을 보였다. 이와 같이 品種間 發芽率의 差異가 顯著한 것은 種子의 休眠期間과 연관하여 檢討가 必要한 것으로 생각된다. 特히 쌀사레는 一般벼인 秋晴벼 보다 發芽率이 높았는데 이 結果는 濕潤狀態, 즉 乾畚直播栽培에서 栽培稻보다 一部 赤米의 發芽 및 生長力이 優勢할

것으로 생각된다.

2. 穎의 損傷程度에 따른 發芽率

胚의 반대쪽 穎을 칼로 玄米가 보이도록 切斷하였을 때 穎을 傷處내지 않은 無處理에 비해 栽培稻인 秋晴벼는 發芽率에 큰 差異가 없었으나 赤米 全品種은 發芽率이 높아졌다(表 1). 이와 같은 結果는 이미 언급된 水分條件에 따른 試驗結果와 연관하여 볼 때 一部 赤米 品種의 穎의 透水性이 낮은 것이 아닌가 推測된다. 柳島¹⁰는 赤米의 種子는 粒의 部位에 따라 水分의 삼투압 差異가 있어 胚部가 제일 크고 胚와 멀리 떨어질수록 水分의 吸收가 낮아 傷處部位別 發芽率이 다르다고 하였는데 本試驗의 結果도 柳島¹⁰의 報告와 一致한다.

Table 1. Germination rate of red rice.

(Unit : %)

Treatment	Red rice				Cultivar	
	Monggeun sare	Sal sare	Ginkarag sare	Galsaegsal sare	Galsaegkarag sare	Chucheong byeo
Unhulled	23.0 ^a	56.5 ^a	64.0 ^a	43.5 ^a	12.0 ^a	96.0 ^a
Injury around apiculus	27.5 ^a	76.5 ^b	75.5 ^a	59.5 ^b	50.5 ^b	93.0 ^a

Note : In a column means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

3. 溫度에 따른 發芽率

赤米 品種中 比較的 發芽率이 높은 갈색쌀사레의 處理溫度別 發芽率은 그림 2에서 보는 바와 같다. 穎을 除去하지 않은(正租) 갈색쌀사레는 20, 30°C 兩處理에서 30% 이하로 낮은 發芽率을 나타내어 溫度에 별로 影響을 받지 않았고, 穎을 除去하였을 때(玄米)에는 20, 30°C 處理에서 秋晴벼와 같이 80% 이상의 높은 發芽率을 보였는데 20°C와 30°C의 溫度에서는 溫度에 對한 影響보다는 穎의 除去에 따른 發芽率의 差異가 더욱 컸다. 이와 같이 穎의 除去에

의한 發芽率의 增加는 赤米의 穎에 發芽 抑制物質이 存在하거나 穎의 水分吸收가 어려운 것으로 생각되는데 表 1의 穎의 傷處에 따른 發芽率과 연관하여 볼 때 穎의 透水性이 낮기 때문이라 생각할 수 있다. 本試驗의 30°C의 處理에서 秋晴벼 玄米가 正租 및 갈색쌀사레 玄米보다 發芽率이 다소 낮은 것은 秋晴벼 玄米에서 腐敗粒이 發生된 데에 原因이 있었다.

4. 覆土深에 따른 出芽率

覆土深別 出芽率(表 2)은 覆土深이 깊어짐에 따라

Table 2. Emergence rate of red rice on molding volume.

(Unit : %)

Molding volume (cm)	Red rice				Cultivar	
	Monggeun sare	Sal sare	Ginkarag sare	Galsaegsal sare	Galsaegkarag sare	Chucheong byeo
1	44 ^a	62 ^{ab}	66 ^a	44 ^a	20 ^a	86 ^a
3	28 ^b	74 ^a	60 ^a	50 ^a	13 ^b	80 ^a
5	32 ^{ab}	62 ^{ab}	54 ^a	43 ^a	12 ^b	77 ^a
7	21 ^b	41 ^b	50 ^a	38 ^a	13 ^b	42 ^b

Note : In a column means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

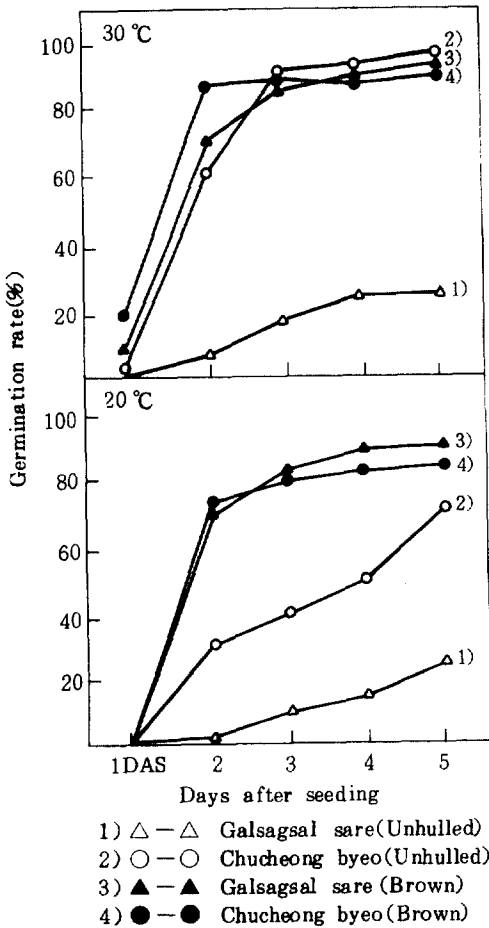


Fig. 2. Germination of red rice under 20°C and 30°C constant temperatures.

낮은 傾向인데 栽培稻인 秋晴벼와 赤米인 몽근사래, 쌀사래, 갈색까락사래는 覆土深이 깊어짐에 따라 出芽率이 급격히 낮아졌으나 其他 긴까락사래, 갈색까락사래는 7cm 깊이에서도 統計的 有意差 없는 높은 出芽率을 보였다. 또한 平均出芽日數(그림 3)는 1cm의 覆土에서는 平均 6日로 栽培稻인 秋晴벼

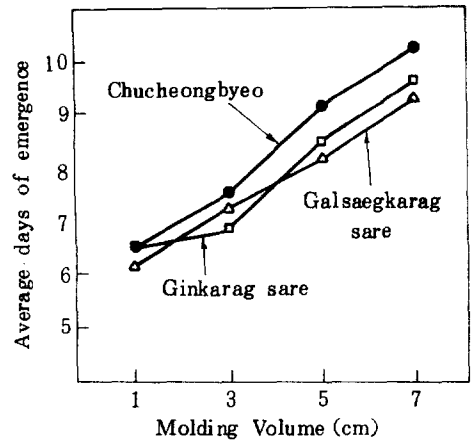


Fig. 3. Average days of emergence on molding volume.

와 赤米가 비슷하였으나 覆土深이 깊어질수록 1日의 差를 보였는데 覆土深이 깊은 土壤에서 赤米가 높은 出芽力을 보이면서 出芽가 빠른 것을 알 수 있다. 이와 같이 깊은 覆土에서 높은 出芽力을 보이는 것은 地中莖의 發生과 密接한 關係가 있을 것으로 생각되는데 安江⁹⁾은 禾本科作物 地中莖의 發生은 幼芽를 地上에 伸長시키는 役割을 한다고 報告한 바 있다. 表 3은 赤米의 覆土深別 地中莖의 發生을 調査한 것인데 7cm 깊이에서도 赤米는 平均 2cm 이상으로 地中莖의 發生을 볼 수 있었다. 이와 같은 結果는 安江⁹⁾의 報告와 같이 赤米의 出芽에 큰 影響을 미칠 것으로 생각된다.

5. 塩分濃度에 따른 出芽率

塩分에 의한 發芽 低害原因은 種子의 吸收 遲延과 種子의 塩分 吸收量의 過多로 볼 수 있는데⁹⁾ 本試驗에서도 塩分濃度가 높을수록 一般 栽培벼나 赤米의 出芽率은 대체로 낮아지는 傾向이었으나 갈색까락사래는 塩分濃度에 크게 影響하지 않았다(表 4). 塩分

Table 3. Mesocotyl formation on molding volume. (Unit : cm)

Variety	Molding volume (cm)				
	1	3	5	7	
Monggeun sare	1.1	2.3	2.1	2.4	
Sal sare	1.0	1.6	2.2	2.4	
Red rice	Ginkarag sare	1.1	1.3	2.0	2.1
	Galsaeqsal sare	0.8	1.8	1.6	2.5
	Galsaeqkarag sare	1.0	1.7	2.3	2.4
Cultivar	Chucheong byeo	0.1	0.2	0.3	0.5

Table 4. Emergence rate of red rice under saline conditions.

(Unit : %)

Salinity (%)	Red rice					Cultivar
	Monggeun sare	Sal sare	Ginkarag sare	Galsaegsal sare	Galsaegkarag sare	Chucheong byeo
0	27.5 ^a	58.5 ^a	65.5 ^a	51.5 ^a	17.0 ^a	96.0 ^a
0.1	18.0 ^b	55.5 ^a	57.0 ^a	45.5 ^a	7.0 ^b	91.0 ^a
0.2	16.0 ^b	56.0 ^a	53.5 ^a	49.5 ^a	13.5 ^{ab}	90.0 ^a
0.3	5.5 ^c	50.5 ^a	65.0 ^a	44.0 ^a	20.5 ^a	93.0 ^a
0.4	5.5 ^c	44.5 ^a	60.0 ^a	41.0 ^a	16.5 ^a	88.0 ^a

Note : In a column means followed by the same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

鹽度에 가장 敏感한 몽근사레는 鹽分濃도가 增加함에 따라 급격히 出芽率이 낮아졌으나 몽근사레를 除外한 다른 赤米들은 鹽分濃도에 따른 出芽率은 比較的 큰 差異가 없었는데 이러한 이유로 인하여 우리나라 赤米發生地域⁷⁾이 오래 전에 造成된 干拓地로서 灌水施設이 貧弱하기 때문에 계속해서 乾畝直播栽培가 遂行되어왔고 따라서 赤米發生의 좋은 條件이 된 때문이라고 생각되며 多少의 鹽분이 있어도 出芽率에 큰 影響이 없기 때문에 계속 赤米가 發生할 수 있었던 것으로 생각할 수 있다.

6. pH에 따른 出芽率

星川⁴⁾은 벼 種子 發芽는 pH 3~4에서 最高의 發芽率을 얻을 수 있고 出芽後 初期生長에서는 pH 5가 좋다고 하였다. 本試驗에서 pH가 낮을수록 赤米의 出芽率은 대체로 떨어지는 傾向인데(表 5) 반하여 對比品種인 秋晴벼는 反對의 傾向을 나타내었다. 이와 같은 結果는 西部 海岸地帶의 乾畝直播 地域에서 赤米는 鹽分濃도와 높은 pH等 一般栽培稻에는 不利한 環境에서도 發芽와 生育에 크게 影響을 받지 않고 生存할 수 있는 能力을 갖고 있음을 암시한다고

Table 5. Emergence rate under different pH conditions.

(Unit : %)

pH	Red rice					Cultivar
	Monggeun sare	Sal sare	Ginkarag sare	Galsaegsal sare	Galsaegkarag sare	Chucheong byeo
5	23.0 ^a	56.5 ^a	64.0 ^a	43.5 ^a	12.0 ^b	96.0 ^a
6	24.5 ^a	49.0 ^a	63.5 ^a	48.5 ^a	16.5 ^b	94.5 ^{ab}
7	24.0 ^a	63.0 ^a	63.5 ^a	48.0 ^a	23.0 ^a	90.0 ^b

Note : In a column means followed by a same letter are not significantly different at 5% level by Duncan's multiple range test.

생각된다.

摘 要

雜草로서 問題視되고 있는 赤米(사레) 5品種을 供試하여 發芽 및 出芽特性을 究明코자 調査한 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 赤米는 濕潤狀態보다 湛水狀態에서 發芽率이 顯著하게 낮았다.
2. 赤米의 籾에 一部 傷處를 내면 發芽率이 높아졌고 籾을 完全히 除去하므로써 發芽率이 더 높아졌다.
3. 赤米는 栽培稻인 秋晴벼에 比하여 깊은 覆土深에서도 높은 出芽率을 나타냈으며 平均 出芽日數도

秋晴벼 보다 빨랐다. 이는 赤米에서 地中莖이 긴 때문인 것으로 보인다.

4. 鹽分濃도에 따른 發芽率은 0~0.4% 사이에서는 몽근사레를 除外하고 큰 差異가 없었다.

5. 갈색가라사레는 pH가 높을수록 出芽率이 높은 傾向이고 其他 品種은 pH에 크게 影響을 받지 않았다.

6. 赤米 發芽는 土壤의 pH, 溫度, 鹽分濃도에 크게 影響을 받지 않았으며 깊은 覆土深에서도 쉽게 出現되어 不良環境에 適應하는 能力이 강한 것으로 나타났다. 그러나 湛水 狀態에서는 發芽率이 낮으므로 初期 水管理方法으로 赤米發生을 輕減시킬 수 있는 것으로 생각된다.

引用文献

1. Cohn, M. A. and J. A. Hughes. 1981. Seed dormancy in red rice (*Oryza sativa*). I. Effect of temperature on dry-after-ripening. Weed Sci. 29 : 402~404.
2. Cohn, M. A. and Denise L. Butera. 1981. Seed dormancy in red rice (*Oryza sativa*). II. Response to Cytokinins. Weed Sci. 30 : 200~205.
3. Copeland, L. O. 1976. Principles of seed Science and technology. Burgess publish Co, Minnesota. 369 p.
4. 星川清親. 1973. 水稻育苗の理論と技術(8). 農及園 48(11) : 116~126.
5. 中山包. 1966. 発芽生理學. 3~10.
6. 太田勝一, 安江多輔. 1958. 農作物の塩害に関する研究. 第12報. 水稻種子の発芽力に及ばず塩分の影響. 日作紀 27(2) : 223~225.
7. 李東右, 洪有基, 金在鐵, 金永浩. 1983. 赤米(自生稻 俗名 "사레")의 生態的 特性 및 벼와의 競合要因. 韓雜草誌 3(2) : 143~150.
8. Sonnier, E. A. 1977. Red rice studies. Water management experiment. 69th Annual Progress Report. Rice experiment Station Louisiana State University.
9. 安江多輔, 藤井和弘. 1979. イネ科作物の中莖及び葉鞘の伸長に関する比較作物學的研究. 第1報. 中莖と子葉鞘の伸長比について. 日作紀 48(3) : 356~364.
10. 柳島純雄. 1965. 雜草の立場かうみた赤米(トゥコン)の越冬と出芽について. 雜草研究 No. 4 : 67~70.