

# 浸水處理가 水稻의 生育 및 稔實障害에 미치는 影響

崔 相 鎮 \*

## Effects of Submergence on Growth and Fertility Damages in Rice

Choi, Sang Jin \*

### ABSTRACT

The effects of submergence on major growing characteristics and the fertility were observed with four varieties of rice. The increased duration of submergence resulted in increased abnormal growth of leaf sheath, decreased plant height and number of tiller, and delayed heading days. Indica type varieties showed lower abnormal elongation of leaf sheath during submergence, less restrictions in plant growth and tillering after submergence than those of Japonica. Submergence damage to fertility of rice was the highest at heading in both treatment of clear and muddy water, especially it was severe between just before and right after heading.

### 緒 言

벼는 물을 좋아하는 作物이기 때문에 湛水狀態에서 栽培하지만 지나치게 浸水가 되면 生育이 抑制되고 枯死한다.

우리나라의 浸水被害는 印度나 방글라데시 등에서와 같이 甚한 便은 아니나 벼 生育期間中 거의 每年 일어나는 氣象災害中의 하나다.

浸水에 依한 被害形態는 그 地域의 地形과 물의 質에 따라 다르며 벼의 生育段階에 따라서도 크게 差異가 있다. 그러므로 浸水에 견디는 品種을 選拔하는 데는 그 地域의 作物生態의 特殊性을 어느 程度 考慮해야 될 것이다.

곳에 따라서는 浸水期間이 生育初期부터 收穫期까지에 이르므로 水中 伸長力이 旺盛한 特性을 가진 所謂 浮稻가 알맞으나 우리나라에서는 大部分 集中 豪雨로 江이 氾濫하여 數日間 물이 고였다가 빠지므로 普通品種中에서 比較的 短期間의 浸水에 견디는 品種을 選擇해야 한다.

벼 生育期間中 浸水에 依하여 나타나는 被害形態는 주로 草長과 分蘖數의 減少, 葉과 줄기의 枯死 및 出穗遲延 등으로 나타나며 이들에 品種間 差異가 있는 것으로 報告되고 있다.<sup>4, 15, 16, 17</sup> 이것은 浸水抵抗性으로 나타나며 本來 그 品種이 가진 生理的<sup>8)</sup> 形態的<sup>9)</sup> 및 組織學的<sup>11)</sup>인 特性의 綜合的인 表現이다.

벼의 浸水被害는 浸水時期에 따라 크게 다르다. 分蘖初期의 浸水는 稻體가 쉽게 枯死될 수 있으나 補植으로 被害를 줄일 수 있고 分蘖中期 以後에는 回生할 수 있는 餘力이 있으므로<sup>10)</sup> 가장 被害가 甚한 時期는 幼穗期까지일 것으로 생각할 수 있다. 그리고 이 期間에 나타난 被害形態는 잎과 줄기의 枯死 또는 이삭이나 穎花의 退化 等인데 最終的으로 가장 두드러지게 나타나는 形態는 穎花의 不稔이다. 浸水에 依한 稔實障害는 이삭의 發育段階에 따라 달라서 가장 甚한 時期는 調査者에 따라 穗孕期<sup>5, 12)</sup>, 出穗中期<sup>1)</sup>, 出穗開花期<sup>7, 8)</sup>, 出穗期<sup>14)</sup> 등으로 報告되어 있어 大體로 出穗期 또는 이에 가까운 時期로 볼 수 있다.

本 研究는 우리나라와 같은 浸水條件에서 나타나는 被害形態를 調査하므로써 浸水抵抗性品種 選拔에

\* 木浦大學, \*\* 湖南作物試驗場, \*\*\* 全南大 農大

\* Mogpo National College, Mogpo 580, Korea. \*\* Honam Crop Experiment Station, Iri 510. \*\*\* College of Agriculture, Chonam National Univ., Kwangju 500.

利用될 수 있는지의 여부와 生殖生長期中 浸水에 依한 稔實障害가 가장 敏感하게 나타나는 時點을 좀더 가까이 찾아보기 위하여 實施하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 主要生育形質의 品種間 浸水反應 差異

供試品種은 日/印型에 屬하는 密陽 30號와 密陽 42號 그리고 日本型에 屬하는 道峰벼와 冠岳벼를 使用하였다. 벼는 苗床에서 40日間 生育시킨 後 1/5000a pot에 6月 1日 1本씩 移植하고 施肥量은  $N-P_2O_5-K_2O$ 를 12-8-8kg/10a로 하여 基肥와 分蘖肥로 나누어 施用하였다.

浸水處理는 內徑이 72cm, 높이 78cm의 310ℓ 들이 플라스틱통에 수도물을 채우고 이 속에 各 處理別로 벼 pot에 집어 넣었으며 浸水日數는 無浸水を 標準으로 1日에서 5日까지로 하고 處理別로 每日 午前 6時에 꺼내었다. 處理中 葉先端이 물위로 나올 경우는 가는 鐵綱을 물위에 얹어 벼가 完全히 잠기도록 하였다. 處理期間中 水溫의 上昇을 막기 위하여 물통 1m위에 幕을 쳐서 遮光하였으며 處理期間中 水溫 中間部位의 水溫은 平均 25~27°C가 되도록 하였다. 調查方法에서 浸水中 葉鞘의 異狀伸長은 最上位葉과 次下位葉의 葉耳間長의 增加로 하였으며 이 期間中 새로 나타난 葉耳는 測定에 包含시켰다. 草長과 分蘖數는 生育 時期別 處理區에서 5日間隔으로 5회에 걸쳐 調查하였는데 草長은 1pot에서 生育이 健全한 分蘖 5個씩을 選擇하였다. 出穗期는 4時期의 浸水期間別 處理區에서 浸水日數別로 調查하였다.

### 2. 浸水에 따른 稔實障害

生育段階別 浸水處理에서는 全供試品種을, 開花段階別 處理에서는 密陽 30號, 密陽 42號 및 道峰벼를, 出穗前 日數別 處理에서는 水源 295號, 그리고 濁水處理에서는 八光벼를 使用하였다. 水質은 清水와 濁수로 나누고, 清水는 수도물을 濁水는 徹로 친 黃褐色의 埴壤土를 5倍의 量에 溶어 24時間後까지 沈澱되지 않은 濁탕물을 各 處理에 利用하였다. 濁度決定은 이 濁탕물 5ℓ를 ぬ은 筒形容器에서 陽乾시켜 測定하고 이를 基準으로 濁탕물을 희석하여 定하였다.

清水 浸水中 生育時期別 處理는 出穗前 30日 부터 出穗直前까지 5時期에 걸쳐 1日부터 5日까지 浸水시켰다. 出穗日數別 處理는 總孕期에 있는 各 發育

段階의 分蘖에 매직으로 標識하고 2日間 浸水處理한 後 出穗까지의 日數를 計算하였다. 開花後 日數別 處理는 한 이삭 中에서 每日 夜 11~12時頃에 開花된 穎花의 穎表面에 매직으로 點을 찍어 標識하고 4日 後에 2日間 浸水處理하였다.

이 때 이삭의 下部弱勢花는 利用하지 않았으며, 胚乳發育狀態로 보아 受粉된 것이 確認되면 전부 稔實粒으로 看做하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 主要生育形質의 品種間 浸水反應 差異

#### 1) 浸水中 葉鞘의 異狀伸長

營養生長期間中 浸水에 依한 草長의 異狀伸長은 主로 葉鞘의 伸長에 依하며<sup>3)</sup> 이는 伸長中에 있는 葉에서 顯著하였으므로 늦게 出現한 上位 2個 葉耳 사이의 거리를 測定하여 草長과 葉鞘長의 水中伸長程度를 調查하였다.

移秧後 30日에 浸水處理한 4品種의 葉耳間長의 變化를 보면 그림 1과 같이 浸水期間이 1日에서부터 5日까지 길어짐에 따라 葉耳間長도 점점 길어졌고 品種間 差異도 뚜렷하였으며 2日間 浸水부터는 日本型과 日/印型 사이의 差異가 뚜렷이 나타나기 시작하였다. 즉 5日 浸水에서 密陽 30號가 9cm, 密陽 42號가 14cm인데 比하여 道峰벼와 冠岳벼는 17cm나 되었다. 결국 後者 2品種은 浸水期間中 各各 13cm 의 葉鞘가 伸長한 것이며 이것은 後에 葉을 枯死시킨 原因이 되었다.

Ghosh等<sup>3)</sup>도 浸水日數의 增加에 따라 草長이 增加하였고 日/印型品種內 短稈種보다 長稈種에서 더욱

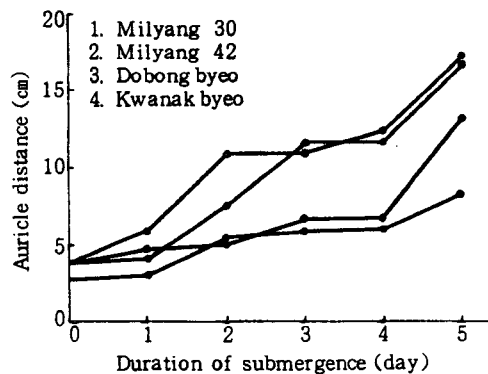


Fig. 1. Increase of the latest auricle distance during treatment in relation to submerging duration.

불하였음을 報告하였다. 浮稻에서는 1日 20cm나 되는 草長伸長을 報告한 바도 있으나<sup>6)</sup> 이는 生態적으로 물위에 잎을 露出시키기 위하여 水中伸長力이 커야하므로 普通벼와는 다른 면에서 浸水抵抗性을 생각해야 할 것이다.

2) 浸水後 草長伸長力의 減少

浸水에 依하여 萎縮되었던 草長이 浸水後 時間의 經過에 따라 回復되어 가는 樣相을 品種別로, 浸水日數別로 比較해 보면 그림 2에서와 같다. 無浸水에 比하여 浸水日數가 많으면 草長伸長이 抑制되었고 이의 品種別 反應은 顯著的 差異를 보였다.

즉 密陽 30號는 浸水日數에 거의 比例하여 伸長이 抑制되었으나 密陽 42號는 3日間 浸水부터 크게 抑制되기 시작하였고 道峰벼와 冠岳벼는 抑制程度가 앞의 2個品種보다 훨씬 커서 2~3日間 浸水부터 잎이 枯死하였으며, 4~5日間 浸水에서는 處理後 25日까지도 浸水前의 草長을 回復하지 못하였다. 이는 浸水 當時 生育中이던 最上葉의 葉鞘가 特別히 異狀伸

長을 하여 軟化된 組織이 技能을 잃고 枯死하였기때 문인 것으로 생각된다.

浸水後 青青벼의 枯死率은 74%이었으나 密陽 30號는 全然 枯死하지 않았다는 報告<sup>4)</sup>와 統一品種은 一般品種보다 浸水後 葉枯死가 적었다는 報告<sup>16)</sup>가 있으며 草長의 水中伸長力이 높은 品種일수록 浸水後 倒伏抵抗力이 弱하다는 報告<sup>17)</sup>도 있다.

窒素質 增施에 따라 草長의 水中伸長力이 커졌고<sup>3)</sup> 浸水抵抗性이 低下한 報告<sup>2)</sup>等을 보더라도 浸水中 異狀伸長은 植物體의 弱化를 가져오게 되고 甚하면 枯死하므로 이는 浸水障害의 尺度가 된다고 본다.

Roy<sup>11)</sup>는 浮稻가 水中에서는 植物體 各部分에서 水分을 吸收하므로 導管組織의 發達이 弱하다고 하였는데 여기에서의 枯死도 通導組織의 未發達로 浸水後에 水分供給이 어려워 일어난 것으로 생각할 수도 있다. 한편 Datta<sup>2)</sup> 등은 浸水後 生存力이 窒素質의 增施에 比例하여 低下하는 理由를 植物體內에 總可用炭水化合物(TCA)의 減少와 이에 따른 에너지源의 不足으로 說明하였다.

3) 浸水後 分蘖力의 減少

浸水後 時間의 經過에 따른 分蘖數의 推移를 4個

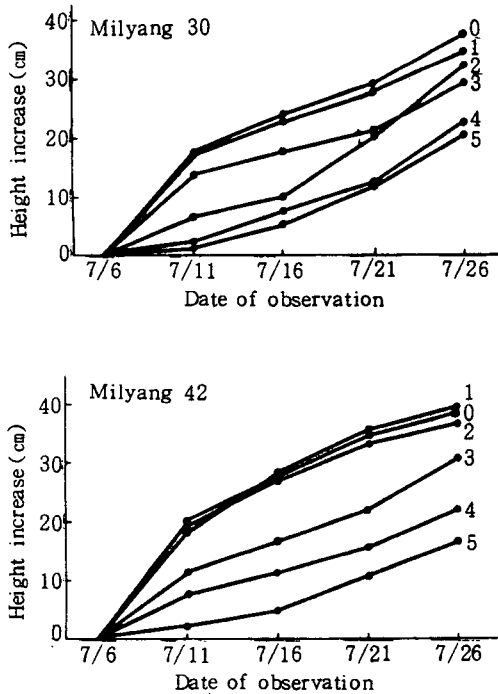
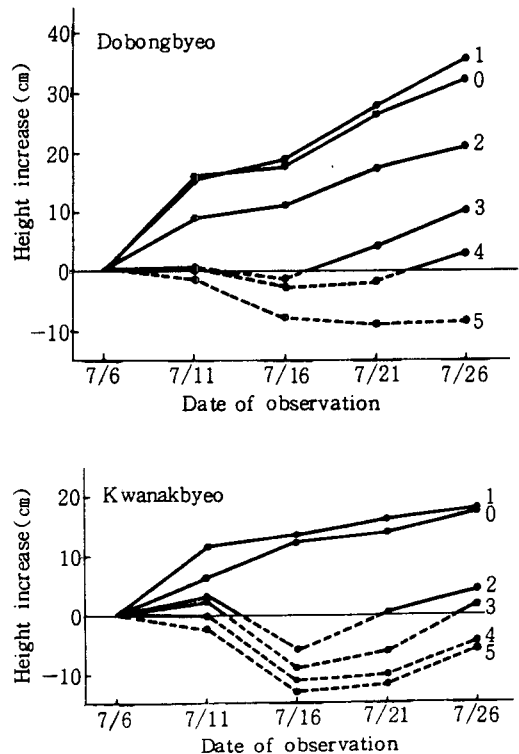


Fig. 2. Difference in increase of plant height after treatment from five different submerging duration.  
Note: Numbers indicate submerging duration in day.



品種의 平均値에서 보면 그림 3에서와 같이 浸水日數가 길어짐에 따라 分蘗力은 떨어지는 傾向이었으나

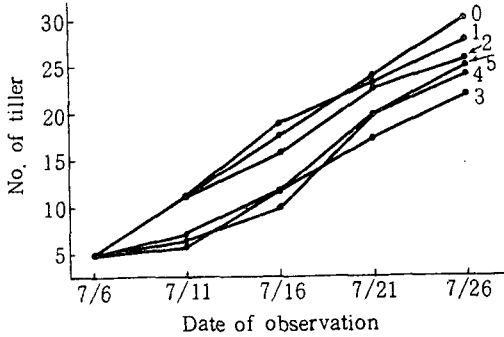


Fig. 3. Difference in increase of No. of tiller after treatment in relation to submerging duration.  
Note: Numbers indicate submerging duration in day.

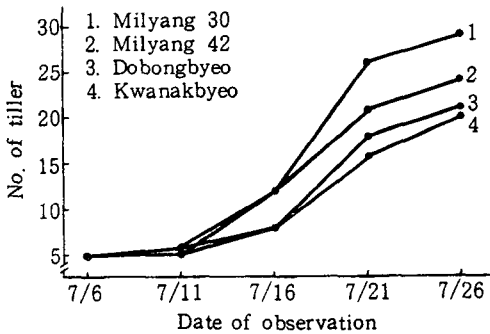


Fig. 4. Varietal difference in number of tiller increased after submergence for five days.

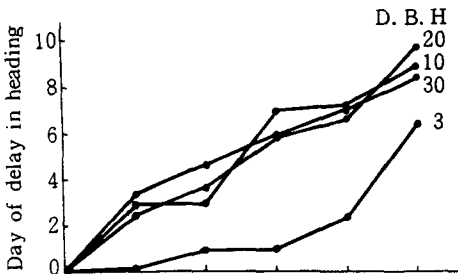


Fig. 5. Relation between days of delay in heading and duration of submergence for growing stages (mean of four varieties).  
Note: D. B. H. indicate the abbreviations of days before heading.

時間이 지남에 따라 無浸水와의 差異가 크게 벌어지지 않고 계속 增加하였다. 5日間 浸水만을 가지고 日數經過에 따른 增加推移를 品種別로 보면 그림 4에서와 같이 浸水後 5日까지는 品種間 差異가 없다가 10日後부터 差異가 점점 커져서 25日後에는 密陽 30號와 冠岳의 分蘗數差異가 10個나 되었다.

앞의 葉耳間長이나 草長伸長에서와 같이 分蘗數에서도 品種間差異가 크게 나타나서 30印型 品種이 日本型 品種보다 浸水抵抗性이 우수하였다. Ghosh<sup>3)</sup> 등에 依하면 長稈에서 보다 短稈種에서 分蘗力이 높다고 하였는데 여기에서도 그러한 傾向을 볼 수 있었다.

#### 4) 浸水에 따른 出穗期의 遲延

供試된 4個品種의 平均出穗遲延 日數를 浸水時期別로 浸水日數에 따라 比較하여 보면 그림 5에서와 같이 어느 時期에서나 浸水日數가 길어지면 出穗도 점점 遲延된다.

生育期間中 出穗遲延度가 가장 적었던 浸水時期는 出穗前 3日로서 2日間 浸水까지는 出穗遲延이 1日 미만이었고 4日間 浸水까지는 2日이었으나 出穗前 10~30日 사이의 浸水區에서는 1日間 浸水에서 3~4日, 4日間 浸水에서 7日, 5日間 浸水에서 9~10日의 出穗遲延日數를 나타내었다. 이로서 浸水에 따른 出穗遲延은 生殖生長期 즉 幼穗分化期初 以後 減數分裂期初에 걸쳐 거의 비슷하게 나타났고 그 以後 出穗期에 가까워짐에 따라 遲延度는 크지 않은 것 같았다.

다시 品種別로 앞의 4時期를 平均하여 浸水日數에 따른 出穗期를 比較하면 표 1과 같이 全品種이 浸水日數가 길어짐에 따라 出穗가 遲延되었다. 이 중 密陽 30號는 出穗期가 無浸水에서 8月 2日이었으나 5日間 浸水에서는 8月 15日로 13日間이나 遲延되었

Table 1. Varietal difference in delay of heading in relation to duration of submergence.

No. of days treated	Heading date			
	Milyang 30	Milyang 42	Dobongbyeo	Kwanakbyeo
0	Aug. 2	Aug. 17	Aug. 4	Aug. 8
1	Aug. 6	Aug. 17	Aug. 5	Aug. 11
2	Aug. 7	Aug. 17	Aug. 7	Aug. 12
3	Aug. 9	Aug. 17	Aug. 8	Aug. 14
4	Aug. 12	Aug. 17	Aug. 8	Aug. 17
5	Aug. 15	Aug. 19	Aug. 13	Aug. 18

으나 密陽 42號는 2日밖에 遲延되지 않아 品種間差異가 顯著하였다. 湖南作試<sup>9</sup>에서는 移秧後 30日에 2日과 4日間 浸水處理한 結果 品種別 出穗遲延日數는 各各 3~10日과 8~19日이었음을 報告하였다.

## 2. 浸水에 따른 稔實障害

### 1) 清水 浸水

出穗前 30日부터 出穗期까지 5회에 걸쳐 1日에서 5日까지 浸水處理한 結果 稔實率은 그림 6에서와 같이 4~5日間浸水에서 부터 떨어지기 시작하였고 時期別로는 出穗前 10日, 20日, 30日의 順으로 낮았다.

한편 出穗前 3日에 浸水된 것은 1日間 浸水에서 부터 稔實率이 크게 떨어져 앞의 것들 보다는 큰 差異를 보였고 出穗期 浸水는 이것 보다 더욱 낮아서 無浸水の 稔實率이 92%인데 比하여 1日間 浸水는 47%, 5日間 浸水는 26%에 不過하였다. 결국 出穗期에 가까울 수록 稔實率은 더 많이 떨어졌는데 趙等<sup>1)</sup>, 김等<sup>2)</sup>, 岡<sup>3)</sup> 및 岡等<sup>4)</sup>도 거의 같은 結果를 報告하였다.

以上的 結果는 pot內의 1株를 調查單位로 한 것이나 한 포기 內에서도 이삭別로 出穗期에 差異가 있으므로 위의 것들을 다시 이삭別로 區分하여 出穗期의 포기를 浸水當時 이미 나온 것과 나오지 않은 것으로 나누고, 穗孕期의 포기를 穗孕期 初中期의 것과 發育이 進展된 末期의 것으로 나누었을 때 稔實率은 그림 7과 같다.

出穗期에 浸水된 포기에서 보면 이미 나온 이삭 보다 나오기 直前의 이삭의 稔實率이 顯著히 낮아 1日間浸水에서는 46%, 5日間浸水에서는 8%로 크게 떨어졌다.

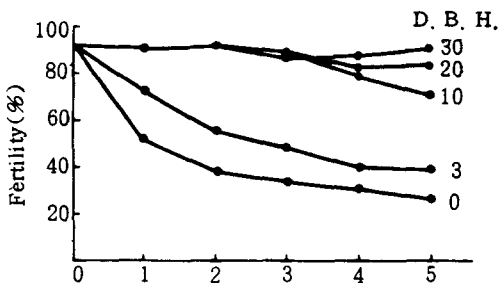


Fig. 6. Difference of fertilities from various duration of submergence at four different growing stages of rice.

Note: D. B. H. means days before heading at submergence.

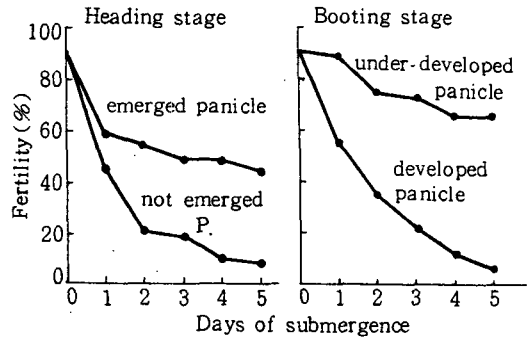


Fig. 7. Difference in fertilities of rice according to degree of panicle development with submergence at each stage of heading and booting.

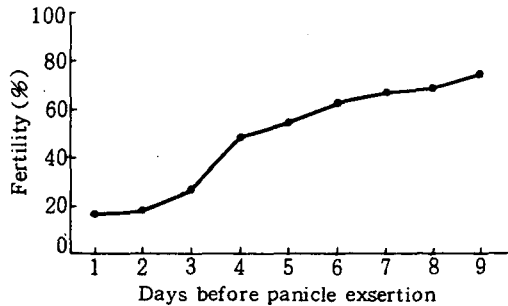


Fig. 8. Variation of fertilities in rice panicle submerged at one to nine days before heading.

다음 穗孕期에 浸水된 포기에서는 初中期의 發育이 덜된 이삭보다 出穗直前의 完成된 이삭의 稔實率이 훨씬 낮아 5日間浸水에서 前者는 66%인데 比하여 後者는 6%에 不過하였다.

稔實率이 가장 낮았던 出穗直前의 이삭을 時期的으로 더 細密히 檢討하기 위하여 出穗前 1日에서 부터 9日까지 浸水處理한 結果는 그림 8과 같다. 出穗 1日前에는 17%의 稔實率로 가장 낮았고 2日, 3日前에서 약간 增加하다가 4日前에는 49%로 急激히 增加하여 9日前 浸水에서는 77%까지 되었다.

다음은 出穗에서 開花受粉 및 胚乳發育初期까지의 過程에 稔實率의 浸水反應을 보기 위하여 穎花別로 開花되지 않은 것, 浸水 當日에 開花된 것, 그리고 開花後 1日에서 4日까지로 區分하여 調查한 結果는 그림 9와 같다.

未開花狀態에서 浸水된 穎花가 25%로 가장 낮고 當日 開花된 것이 54%, 開花 2日에 浸水된 것은 82%의 稔實率을 보였으므로 受情이 完了되면 浸水에 依한 穎花의 發育障害가 적은 것으로 推定된다.

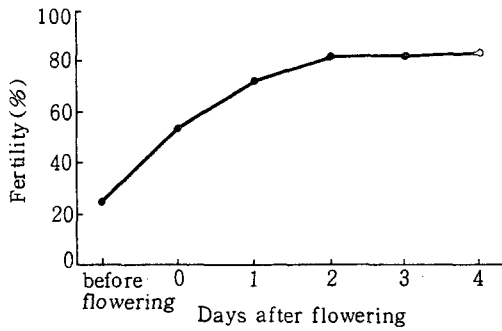


Fig. 9. Change of fertilities of rice grains as submerged for two days at various days after flowering (mean of three varieties).

以上の結果를 綜合하면 穎花가 浸水에 가장 銳敏하게 反應하는 時期는 葉鞘에서 出現하기 1~3 日前부터 出現後 開花前까지이며 그중에서도 開花 1 日前이 더욱 銳敏하였다. 이 時點에서부터 前後로 멀어짐에 따라 稔實率은 增加하였다.

2) 濁水 浸水

自然狀態下에서 浸水는 大部分 濁水로 이루어지기 때문에 糞湯물에 浸水시키고 이삭單位로 稔實率을 調査한 結果는 그림 10에서와 같다. 出穗期보다 穗孕期の 이삭에서 稔實率이 낮아 앞의 清水浸水에서와 같은 傾向이었다. 糞湯물의 濁度を 달리하여 被害形態를 좀더 자세히 觀察하여 보면 표 2에서와 같이 濁水에 clay의 濃도가 높아질수록 稔實率은 점점 떨어져 穗孕期の 경우 清水에서는 35%였으나 Clay 0.6%의 濁水에서는 6%로 떨어졌다.

浸水에 依한 被害形態를 clay濃度別로 比較하면 clay

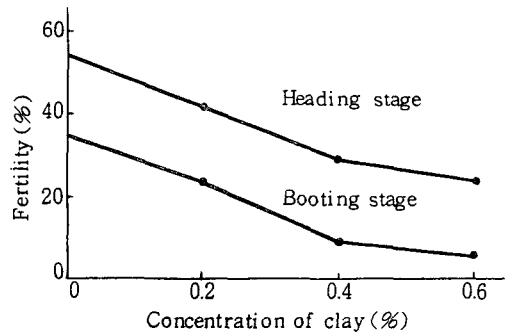


Fig. 10. Effects of clay contents in water on fertilities of rice as submerged at heading and booting stages respectively.

濃도가 높아질수록 葉枯死와 죽은 이삭數가 많아지고 稔實率이 떨어지며 不稔穎의 색깔도 綠色이 줄고 部分白色 또는 完全白色의 것이 增加하였다. 이러한 形態의 被害는 全體의으로 出穗보다 穗孕期の 이삭에서 더욱 많았고, 1.50%와 clay濃度에서는 穗孕期에 處理된 이삭이 全然 나오지 못하였다.

岡等<sup>9)</sup> 및 Palada等<sup>10)</sup>은 苗의 被害가 清水에서 보다 濁水浸水에서 甚하다고 하였고, 다시 Palada等<sup>10)</sup>은 植物體內 窒素, 澱分 및 糖分含量이 濁水區에서 낮았음을 發見하고 이것을 清水에서 보다 浸水抵抗性을 弱화시킨 原因으로 推測하였다.

岡<sup>9)</sup>은 벼가 水中에서 酸素呼吸이 困難하면 稻體內 糖, 澱分 및 可溶性窒素 等を 急速히 分解하여 呼吸基質로 利用하는 所謂 無氣呼吸에 依存하며 이것마저 없어진다면 枯死한다고 하였는데 이 理論에 따르면 clay濃도가 增加됨에 따라 障害가 많았던 것은

Table 2. Effects of clay contents in water on rice panicles and grains as submerged at heading and booting stages respectively.

Stage treated	Clay content	No. of dead leaf / upper 3 leaves	Degree of dead panicle	Fertility	Appearance of sterile grain		
					Green	Partial Gre.	White
	%		0 - 9	%	%	%	%
Heading	0.00	0.0	0	66.3	100.0	0.0	0.0
	0.75	0.0	0	33.5	63.2	3.3	0.0
	1.50	2.9	9	0.0	0.0	0.0	100.0
	2.25	3.0	9	0.0	0.0	0.0	100.0
Booting	0.00	0.0	0	38.7	100.0	0.0	0.0
	0.75	0.3	0	0.0	46.7	22.5	26.5
	1.50	1.8	9	0.0	(not exerted)		
	2.25	2.8	9	0.0	(not exerted)		

酸素含量이 적어 呼吸基質이 쉽게 없어졌기 때문이었다고 본다.

### 摘 要

이 研究에서는 벼 生育期 浸水에서 被害가 가장 뚜렷이 나타나는 主要生育形質의 品種間 差異와 벼의 生殖生長期 浸水에서 被害를 크게 左右하는 稔實障害의 程度가 가장 銳敏하게 나타나는 時點을 찾기 위하여 벼의 포기單位, 이삭單位, 그리고 穎花單位로 清水와 濁水로 處理하여 얻어진 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 浸水日數의 增加에 따라 葉鞘의 異狀伸長量이 많아졌고, 浸水後의 草長伸長量 및 分蘖數는 減少되었으며 出穗遲延日數가 길어졌다.
2. 日/印型 品種은 日本型 品種에 比하여 葉鞘의 異狀伸長量이 적고 浸水後 草長 伸長의 抑制 및 分蘖力의 減少가 적었다.
3. 浸水에 依한 稔實障害가 가장 甚한 時期는 清水와 濁水 모두 出穗期이었으며 特히 出穗前의 穗孕期末에서 出穗後 開花하기 前이었다.

### 引 用 文 獻

1. 趙民新·金元植·金浩錫·李振九(1972) 水稻의 冠水被害에 關한 調查研究. 韓國作物學會誌. 12: 63~69.
2. Datta, S. K., and B. Banerji.(1974) A preliminary report on the flood tolerance of rice varieties under varying levels of nitrogen. Sci. Cult. 40(5):201~203.
3. Ghosh, D. C., and B. N. Chatterjee (1979) Growth of rice in lowlying land with submergence up to 40 and 100cm. Indian J. Agric. Sci. 49(9): 689~702.
4. 湖南作物試驗場(1980) 冠水抵抗性에 關한 試驗. 1980年度 試驗研究報告書. p.170~171.
5. 김유설·유도중(1970) 관수의 정도가 벼생육 및

수량에 미치는 영향. 農事試驗研究報告 13 (作物編):23~30.

6. Nasiruddin, M., and S. B. Siddique(1978) Elongation ability and submergence tolerance of some deep water(floating) rice varieties in Bangladesh. Int. Rice Res. Newsl. 3 (4):11~12.
7. 岡 正(1967) 水稻의 冠水被害と 其의 對策. 農業および園藝 42(6):907~910.
8. 岡 正·窪田忍(1961) 水稻의 冠水對策에 關する 試驗. 第1報. 幼穗伸長期におほる 冠水被害について. 九州農業試驗場報告. 16:52~54.
6. Palada, M. C., and B. S. Vergara. (1972) Environmental effects on the response of rice seedlings to complete submergence. Crop Sci. 12(2):209~212.
10. Richharia, R. H., and N. A. Parasuran(1963) Resistance to submergence in rice. Sci. Cult. 29(3):149~150.
11. Roy, J. K. (1972) Structural adaptation in relation to submergence in rice. Riso 21(2):157~160.
12. 佐藤隆·東海林寬·佐藤勘治·櫻田博(1977) 吸水 シリンダーによる 水稻의 冠水試驗. 農業技術 32(5):219~221.
13. Supapoj, V., D. Hille Ris Lambers, C. Boonwite, and Sakarin(1979) Potential for improving submergence tolerance in rainfed lowland rice. In Rainfed lowland rice. p.165~173. Los Banos, Laguna, IRRI.
14. Vanadevan, V. K., G. B. Manna, and R. N. Pati. (1971) Studies on flooding tolerance of rice. Oryza 8(2):71~74.
15. 嶺南作物試驗場(1979) 統一과 密城의 浸水抵抗性 試驗. 嶺試研究報告書. p.251~257.
16. \_\_\_\_\_ (1972) 品種間 浸水抵抗性에 關한 生理的 研究. 嶺試研究報告書. p.261~287.
17. \_\_\_\_\_ (1974) 浸水 抵抗性 檢正試驗. 嶺試研究報告書. p.170~171.