韓作誌(Korean J. Crop Sci.) 33(2) : 195~200(1988)

# 벼 冠水에 따른 生育段階別 被害 및 高位節 分蘖 이삭에 의한 收量補償力

姜良淳*·梁義錫*·李成煥**

# Flooding Injury of Rice Plant according to Growing Stages and Yield Compensating Ability by Uppernode Tillering

Yang Soon Kang*, Euy Seog Yang* and Sung Hwan Lee**


## ABSTRACT

This experiment was carried out to evaluate the flooding injury and yield compensating ability by uppernode tillers formed during the recovery periods. Rice plants grown in experimental field transplanted on 1st, June were completely flooded for 3 days by the artificial flooding device in each different growth stage such as middle tillering stage (20 days after transplanting), young panicle formation stage, meiotic stage and heading stage. And the farmer's rice fields which had various transplanting dates were completely flooded for 3 days by typhoon 'Thelma' from 16th to 18th, July, 1987.

Percent of dead leaves and yield reduction of rice in experimental field flooded at the different growth stages were resulted that the earlier growth stages were the lower damage because of the low temperature in the earlier growth stage, but it showed opposite tendency in farmer's rice field flooded in high temperature season by typhoon 'Thelma'.

Rice yield compensating ability attained to 66% of check plot yield was greatly depend on uppernode panicles induced after damage of original young panicles.

Uppernode panicle produced 236 kg per 10a in polished rice by securing 690℃ of accumulated mean temperature and 210 hours of sunshine during the ripening periods when headed up to 15th of September.


## 緖 言

벼의 浸冠水 被害는 冠水條件, 冠水當時 氣象 및 冠水될 稻體의 狀態 等이 複合的으로 作用될 것이므로 그 被害樣相 및 回復이 相異할 것이다. 特히 農家畓에서는 벼의 栽培時期가 多樣할 뿐만아니라 冠水條件이 不明確하므로 被害解析이 쉽지 않고 또한 圃場狀態와 같은 結果를 再現시킬 수 있는 試驗 遂行도 어렵기 때문에 被害에 對한 輕減策이 未洽한 實情이므로 浸冠水 被害常習地에서는 水稻 栽培 管理가 소홀해지고 있다. 벼 生育段階別 冠水被害는 大部分의 硏究[1,2,5,6,7,9,12,14,16,17,19,20] 結果에서 穗孕期 및 出穗期에 被害가 큰 것으로 報告되어 있다. 그러나 農家 圃場 浸冠水 被害實態를 보면 어린 生育段階에서도 심한 被害를 받는 경우가 觀察되기도 하며 반면에 生殖生長期에 冠水되어 莖葉이나 幼穗가 죽은 경우에도 上位節로부터 再生莖이삭이 나와 어느 程度의 收量 補償이 期待되는 境遇가 있다.[13,30] 따라서 벼 冠水當時 生育段階別 冠水 被害 解析이 어려운 實情이므로 本 硏究에서는 移秧期가 一定한 圃場에서 各 生育段階마다 冠水處理한 경우와, 移秧

* 嶺南作物試驗場 (Yeongnam Crops Experiment Station, Milyang 628-800, Korea)
** 密陽農蠶專門大學 (Mirang National Junior College of Agriculture and Sericulture, Milyang 628-800, Korea)
〈88. 5. 2 接受〉

期가 달라 生育段階가 多樣한 農家圃場에서 實際로 浸冠水된 두 境遇의 被害樣相을 벼 生育段階와 關聯하여 檢討함과 아울러 이때 被害莖으로부터 發生되는 高位節分蘖의 發生樣相과 이것에 의한 收量 補償力을 檢討하였다.

## 材料 및 方法

### 1. 水稻 生育段階別 冠水處理 試驗

三刪벼를 1984年 6月 1日 移秧하여 栽培中에 生育段階(移秧後 20日 : 分蘖中期, 幼穗形成期, 減數分裂期 및 出穗期)別로 人爲的으로 冠水處理하였다. 冠水處理는 圃場에서 栽培中의 稻體에 無低圓筒(깊이 1.5m×直徑 2m)을 덮고 揚水機로 灌水하여 3日間 完全 冠水시켰다. 冠水中에는 葉先과 水面이 10cm 깊이가 維持되도록 물을 補充하여 調節하였다. 出穗期 冠水時에는 葉先의 水面 露出을 막기 위하여 網紗를을 水面으로부터 10cm 깊이로 圓筒에 끼웠다. 이때 自動 溫度測定 裝置를 畓面과 冠水施設內에 同時 設置하였고 冠水 2日後에는 물의 濁度를 알기 위하여 比色計로 물의 透光率을 測定하였다. 벼 生育段階別 冠水施設內의 水溫과 濁度는 畓面水(無冠水區)를 對照로 하여 各各 測定하였다. 被害株는 解剖하여 生存 與否를 確認하였고 冠水 7日後에는 自動葉面積計(Li-3100)로서 先葉部分面積을 測定하여 葉身枯死面積率(葉身枯死率)로 換算하였으며, 再生莖의 分蘖樣相을 調査하였다. 施肥量 및 其他 栽培法은 嶺南作物試驗場의 標準에 따랐다.

### 2. 農家圃場에서의 實際 冠水被害 調査

'87年 颱風 "Thelma 號"와 "Dinah 號" 來襲時 品種 및 移秧期가 多樣하면서 道路와 堤防으로 둘러싸여 比較的 濁水가 停滯된 條件으로 冠水되었던 農家圃場(慶南 咸安郡 山仁面)을 試驗區로 設定諸 特性을 調査하였다.

"Thelma 號" 來襲時(7月 16～18日)에는 濁水(透光率 : 43.7%)가 1.5cm 깊이로 3日間 冠水되었고 이때 晩期 移秧된 벼의 葉先은 水面으로부터 1m 程度 冠水되었으며 幼穗形成期中의 벼에서는 40cm 깊이로 冠水되었다. "Dinah 號" (8月 30日～9月 1日) 時에는 河川水가 스며들어 透光率 70.3%의 淸水가 2.5日間 約 1.5m 깊이로 冠水되었다. 調査圃場은 蟾津벼, 東津벼, 洛東벼 等 49筆地를 對象으로 하였다.

## 結果 및 考察

### 1. 冠水 被害樣相

普通期 栽培된 벼를 主要 生育時期마다 冠水處理하여 被害樣相을 본 結果는 그림 1에서와 같다. 移秧後 20日의 營養生長期 冠水에서는 冠水中에 葉身이 多少 伸長되었고 排水後의 一時的 水分 奪取로 葉身이 말렸다가 몇 時間後에는 回復되는 程度이었다. 그러나 幼穗形成期 以後의 生育段階 冠水에서는 葉身말림의 回復이 느렸고 葉先枯死가 多少 일어났으며 特히 水分要求量이 많은 生育時期인 減數分裂

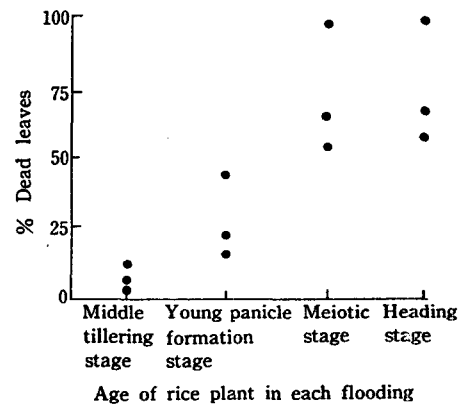


Fig. 1. The relationship between the rate of dead leaves and the age of the rice plant after flooding for 3 days in each different growth stage.

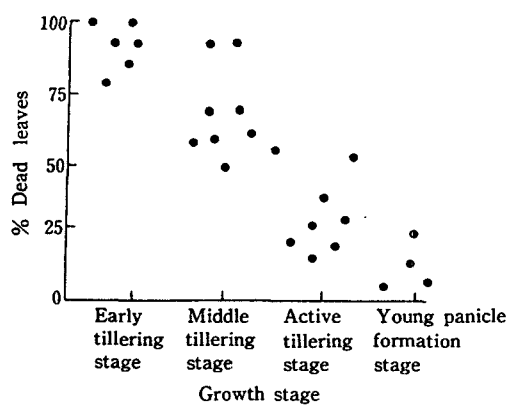


Fig. 2. The relationship between rate of dead leaves and growth stage of rice plant when flooded for 3 days by typhoon 'Thelma' on 16th, July, 1987.

期와 出穗期 冠水에서는 反復에 따라서는 葉身이 完全枯死하여 벼 生育段階가 進展된 冠水區 일수록 葉身枯死率이 높았다. 反面에 移秧期가 相異하여 冠水 當時 여러 生育段階가 處해진 農家圃場의 境遇에서는 그림 2에서와 같이 하우스 後作 等 2毛作으로 晩期 移秧되어 颱風에 의한 冠水時 分蘖初期 生育段階의 前後로 있었던 圃場의 벼 포기들은 葉身 또는 苗포기 全體가 完全枯死에 가까운 狀態에 이르렀고 1毛作으로 早期移秧되어 幼穗形成期까지의 生育이 進展된 筆地에서는 葉身枯死가 輕微하여 冠水時 進展된 生育段階 일수록 被害가 적어서 그림 1과는 反對였다. 그리고 이러한 傾向은 그림 3, 4에서와 같이 收量과도 直結되었다(그림 3, 4). 이러한 結果는 그림 1과 2의 두 境遇에서 冠水當時의 生育段階가 같을지라도 冠水된 時期가 다르기 때문에 올 수 있는 水溫이나 濁度 等 冠水條件의 差異로 생각되므로 表 1에서는 普通期 벼 栽培期間中 冠水時期에 따른 濁度와 水溫을 檢討하였다. 그 結果 벼 生育段階가 進展된 時期에 冠水될수록 즉 季節的으로 高溫期에 가까울수록 冠水된 물의 透光率이 높아 濁度가 낮아졌으나 水溫이 높아졌다. 낮은 濁度는 冠水中 稻體의 光合成面으로는 有利하겠으나[15] 높은 水溫은 溶存酸素의 飽和度를 낮게 할 것이므로 그림 1과 3의 結果에서처럼 벼의 어린時期 冠水被害보다 生育이 進展된 時期 冠水被害가 크게 나온 것으로 볼 수 있었다(表 1). 한편 그림 2, 4의 移秧期가 多樣하여 여러 生育段階가 存在하는 7月 中旬의 高溫期에 冠水된 農家圃場에서는 高溫으로 溶存酸素가 낮게 될 條件이긴 하지만 生育이 進展된 稻體일수록 通氣組織 發達로 冠水中 酸素의 貯藏力과 呼吸基質面에서 有利할 것이므로[18] 冠水被害가 적었다고 볼 수 있다.

### 2. 高仁節分蘖이삭의 收量 補償力

冠水被害에 의한 收量 減少는 受冠水後 稻體 部位의 被害程度로 判斷할 수도 있겠으나 排水後 被

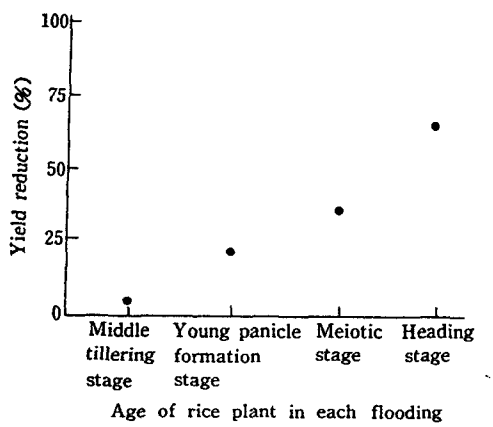


Fig. 3. The relationship between the percent of yield reduction and ages of rice plant after flooding for 3 days in each different growth stage.

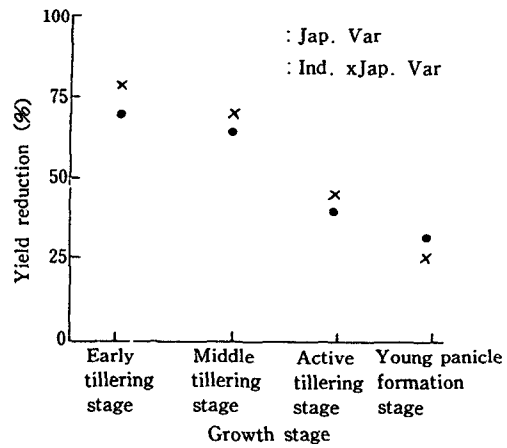


Fig. 4. The relationship between percent of yield reduction and growth stage of rice plant when flooded for 3 days by typhoon 'Thelma' on 16th, July, 1987.

Table 1. The turbidity and temperature of water during flooding in flooding tank and paddy owing to the each different growth stage of rice plant.

| Growth stage | In flooding tank water | | In paddy water | |
|---|---|---|---|---|
| | *LTR(%) | *Temp.(℃) | LTR(%) | Temp.(℃) |
| 20 DAT (Jun.21) | 56.8 | 21.7 | 72.0 | 25.2 |
| Young panicle formation stage (Jul.16) | 57.7 | 28.4 | 86.9 | 27.4 |
| Meiotic stage (Jul.29) | 63.2 | 30.8 | 95.1 | 28.0 |
| Heading stage (Aug.6) | 68.8 | 30.5 | 97.9 | 27.0 |

* LTR and Temp. stand for abbreviation of 'Light Transmittance Rate' and 'Temperature' respectively.

**Table 2.** Tillering behavior of rice plant from uppernode after flooding injuries.

| Flooding time | No. of panicles/hill | | | Characteristics of uppernode tiller produced | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | From survived tiller | | | From tiller with dead panicle | | |
| | From survived tiller | From uppernode tiller | Total | Q'uty of tiller | Position from topnode | Q'uty of leaves | Q'uty of tiller | Position from topnode | Q'uty of leaves |
| Control (Non-flooded) | 10.7 | 0 | 10.7 | – | – | – | – | – | – |
| Middle tillering stage (20 DAT) | 10.7 | 0 | 10.7 | – | – | – | – | – | – |
| Young panicle formation stage | 4.3 | 12.8 | 17.1 | 0.1 | 3.5 | 3.2 | 2.2 | 3.1 | 3.1 |
| Meiotic stage | 3.1 | 15.3 | 18.4 | 1.7 | 3.2 | 3.1 | 2.0 | 3.2 | 3.0 |
| Heading stage | 3.0 | 12.5 | 15.5 | 0 | 2.4 | 2.7 | 1.7 | 2.7 | 2.8 |

害가 回復되는 程度에 따라서도 다를 것이므로 浸冠水 直後 減收率 推定은 막연할 경우가 있을 수 있다. 表 2는 冠水 被害株의 被害 回復 樣相을 본것으로서 幼穗形成期 以後 生育段階에 冠水處理 되면 稻體는 莖葉이 살아 남아도 幼穗는 大部分 죽어 버리고 幼穗가 죽은 莖의 上位 第2～4節에서 2～4枚의 葉을 갖는 高位節分蘖이 1～3個 程度가 發生되었다. 特히 幼穗形成期 稻體는 莖葉이 完全히 살아남았는 데에도 半 以上 幼穗가 죽었고 減數分裂期 被害 稻體는 葉이 完全枯死하여도 幼穗가 約 30% 程度 살아남았으나 穎花는 全部 不稔이 되었다. 또한 出穗期 被害 稻體는 이삭이 約 30% 程度 살아남아서 稔實이 多少 이루어졌으나 이것들은 冠水處理 前에 이미 受精이 完了된 穎花로 推定되었다. 따라서 벼의 生殖生長期 浸冠水時 冠水 直後에는 幼穗가 죽지 않았을지라도 被害가 回復되는 途中에 幼穗의 勢力이 弱해지면서 高位節로부터 分蘖枚가 나오게 되면 幼穗는 죽거나 살아도 不稔이 되어 버리고 高位節分蘖이삭은 正常이삭이 되었다(그림 3). 이때 高位節分蘖 發生은 冠水被害 後 幼穗가 살아남았는 莖에서 보다는 죽었던 莖의 高位節에서 分蘖數가 더 많았고 發生時期도 더 빨랐다. 또한 被害株의 收量補償力은 表 3에서와 같이 移秧後 20日 冠水區에서는 處理 當時의 莖이 모두 生存하였고 無冠水區보다 出穗는 2日 늦었으나 收量 減少는 없었다. 幼穗形成期 冠水에서는 幼穗가 살아남은 莖은 出穗가 4日 遲延되었으나 幼穗가 죽은 莖의 高位節分蘖이삭은 6日 程度 늦어 15% 減收되었다. 幼穗形成期 以後의 生育段階 冠水處理에서는 冠水時期가 늦어질수록 減收는 컸으나 枯死된 幼穗를 가진 莖의 高位節로부터 나온 새로운 分蘖枚이삭으로 收量이 補償되었다. 特히 冠水處理 後 葉身枯死가 심했던 減數分裂期 處理에서는 無冠水區 收量의 66%까지, 出穗期 處理에서는 42%까지 補償되었다. Gomostra et al.[3] 은 깊은 水深에서 잘 자라는 浮稻에서도 主莖이 障害를 받으면 水中莖(Aquatic tiller)으로부터 發生한 高位節이삭에 의해서 48%까지 收量 補償이 可能하다고 하였고 Thakur[15] 도 Aquatic tiller 의 收量 補償力이 88%

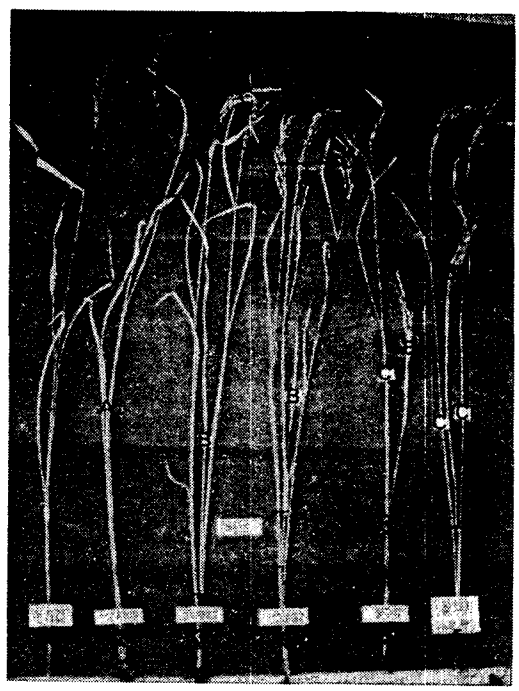

Fig. 3. Occurring of panicles from uppernode of the dead tiller by the damage of flooding when flooded in different growth stages.
1. Control (Nonflooded)
2. 20 days after transplanting
3. Young Panicle formation stage
4. Meiotic stage
5. Heading stage
A : Healthy panicle
B : Panicle damaged by flooding
C : Panicle induced from uppernode after original tiller damaged by flooding

**Table 3.** Rice yield and its components produced from both of the uppernode tiller and survived panicles after flooding.

| Flooding time | Heading date | | No.of grain /panicle | | Ripened grain rate(%) | | Polished rice yield (kg/10a) | | Yield index |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | **S.t | U.t | S.t | U.t | S.t | U.t | S.t | U.t | |
| Control (non-flooded) | Aug. 6 | – | 129.0 | – | 87.8 | – | 559 | – | 100 a* |
| 20 DAT | Aug. 8 | – | 146.0 | – | 83.0 | – | 588 | – | 105 a |
| Y.P.F.S | Aug.10 | Aug.12 | 160.1 | 79.9 | 77.8 | 80.4 | 135 | 338 | 85 b |
| Meiotic Stage | Aug.10 | Aug.30 | 0 | 60.4 | 0 | 90.6 | 0 | 367 | 66 c |
| Heading Stage | Aug. 6 | Sept.15 | 113.8 | 75.6 | 15.1 | 77.5 | 52 | 236 | 52 c |

* Speration of means in a column by Duncan's multiple range test at the 5% levels.
** S.t : Survival tiller, U.t : Uppernode tiller, DAT : Days after transplanting, YPFS : Young panicle formation stage.

나 된다고 하였다. 姜 等[4] 도 日本型品種인 極早生種 "후지히까리"가 晩植되어 高溫期 冠水에 의한 被害莖의 地下伸長節로부터 發生된 이삭에서 225 kg/10 a의 收量을 얻을 수 있었다고 하였다. 高位節分蘖枝이삭은 穗當粒數가 적었기 때문에 登熟이 높은 同時에 登熟速度가 빨랐는데 出穗期 冠水區의 高位節分蘖이삭이 9月 15日 出穗에서도 77.5%의 높은 登熟率을 보였다. 이러한 出穗狀態에 따른 登熟은 벼 登熟後期 氣象狀態에 따라 收量 補償에 差異가 있을 것이다.

송·김[13] 은 冠水 被害株로부터 2～3個의 高位分蘖枝를 確認하였고 岡[6] 는 幼穗伸長期 冠水處理에서 2～3個의 高位節分蘖이 發生되었으나 登熟이 困難하다고 하였다. 그리고 農振廳[10] 의 벼 被害減數 推定 基準에서도 벼 冠水 被害 後 2段이삭은 登熟不良으로 收量 補償이 미미한 것으로 되어 있다. 그러나 密陽地方에서는 9月 15日 出穗될 때 積算登熟溫度가 690℃이었고 積算日照時間은 210時間 確保되었다.(表 5). 이러한 氣象條件은 統一型品種의 登熟積算 所要溫度 880℃에 비하여 190℃가 낮지만 高位節分蘖이삭의 登熟이 可能하여 收量 補償力이 있었다. 이것은 前述한 바와 같이 再生分蘖된 高位節分蘖이삭은 穗當粒數가 적었던 點에서 原因이 있겠으나 한편으로는 高位分蘖된 이삭의 葉은 正常出穗時(8月 6日)의 葉보다 新葉이기 때문에 Source activity(給器)가 높지 않을까 注目되고 이 點에 對해서는 今後 더욱 硏究를 要한다고 볼 수 있었다. 一般的으로 冠水被害는 退水 直後 莖葉 枯死 程度로서 判定하기 쉽고 莖葉枯死率이 높으면 栽培를 抛棄한 狀態로 冠水後의 管理가 소홀해진다든가 벼의 生育 初期 때에는 再移秧 判斷을 내릴 때가 많다. 그러나 本 試驗에서 밝혀진 바와 같이 減數分裂期에서나 出穗期에서 冠水被害로 葉身이 거의 完全枯死하였을 境遇에라도 줄기는 살아서 곧 줄기의 高位節로부터 3～4枚의 葉을 갖는 高位節分蘖이삭에 의한 쌀 236 kg/10 a의 收量確保가 可能하였던 點으로 보면 冠水 後의 被害가 다소 크더라도 事後管理가 잘 이루어져야 함을 示唆하고 있다.

**Table 5.** Accumulated average temperature and sunshine hours during ripening period (up to 40 days after heading) of the different heading seasons in Milyang.

| Year | Accumulated average air temp.(℃) | | | Accumulated sunshine hours | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Aug.10-Sept.18 | Aug.30-Oct.8 | Sept.15-Oct.23 | Aug.10-Sept.18 | Aug.30-Oct.8 | Sept.15-Oct.23 |
| Exp.year('85) | 1001.1 | 840.2 | 690.6 | 233.6 | 218.0 | 210.4 |
| Average('73-'86) | 950.3 | 798.7 | 669.5 | 271.4 | 268.0 | 281.0 |

## 摘 要


벼를 普通期에 同一하게 移秧하여 移秧後 20日, 幼穗形成期, 減數分裂期 및 出穗期의 生育時期別로 圃場狀態에서 3日間씩 冠水處理한 境遇와 品種, 移秧期 및 栽培條件이 多樣한 農家圃場에서 颱風 "T-helma 號"('87年 7月 16～18日)에 의해 3日間 冠水된 境遇에 生育段階別 被害狀態와 被害株의 高位分蘖이삭의 發生에 의한 收量 補償力을 檢討한 結果는 다음과 같다.

1. 普通期 移秧된 벼의 生育時期別 冠水處理에서는 生育이 進展될수록 冠水된 水溫이 높아져 被害가 컸으나 高溫期에 여러 生育段階를 갖는 農家圃場이 一時에 冠水되면 어린 生育段階일수록 被害가 컸다.

2. 生殖生長 冠水 被害株의 收量補償은 高位節分蘖이삭에 依存하였고 高位節分蘖이삭이 9月 15日 出穗되어 登熟積算溫度가 690℃, 登熟日照時間

이 210時間이 確保되었을 때 쌀 236 kg/10a을 補償하였다.

## 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 調査研究. 韓作誌 12 : 63～69.
2. 崔相鎭. 1983. 浸水處理가 水稻의 生育 및 稔實障害에 미치는 影響. 韓作誌 28(1) : 100～106.
3. Gomosta, A.R., M.M. Hossain and M.Z. Haque. 1981. Yield compensating ability by aquatic tillers in deepwater rice. Proceeding of the 1981 intl. deepwater rice workshop. IRRI. 293－298.
4. 姜良淳·梁義錫·南玟熙·鄭鍊泰. 1988. 浸冠水 被害輕減을 위한 栽培的 措處效果. 韓作誌 33(1) : 40～41.
5. 金一柱·金永信·裵顯錫. 1986. 水稻 生育 Stage別 冠水處理가 生育 및 收量 構成要素에 미치는 影響. 全南農業技術研究 1 : 49～58.
6. 岡正. 1967. 水稻の冠水被害とその對策. 農及園 42(6) : 907～910.
7. _____·堤田忍. 1961. 水稻の冠水對策に關する試驗. 第1報. 幼穗伸長期におほる 冠水被害にていて. 九州農試報告書 16 : 52～54.
8. Palada, M. 1970. Survival of completely submerged rice plants. Uni. of Philippines, college of Agr., Los Banos, Laguna, Philippines.
9. 朴來敬·李壽寬·金純哲·徐廷魯. 1982. 水稻作畓 浸冠水의 時期 및 樣相이 벼 生育 및 收量에 미치는 影響. 農試報告 (作物) 24 : 75～86.
10. 農村振興廳. 1972. 벼 被害減收 推定基準. 22～48.
11. Roy, J.K. 1972. Structnal adaption in relation to submergence in rice. Riso. 21 : 157－160.
12. 孫洋·金純哲·李壽寬·鄭根植. 1987. 벼 冠水 抵抗性의 品種間 差異와 被害輕減에 關한 研究. 農試論文集(作物) 29(1) : 81～91.
13. 송근우·김병현. 1983. 침관수 피해경감을 위한 생장조절제 효과 구명시험. 경남농진보고서 143～152.
14. Supapoj, N., C. Prechachat and K. Kupkanchanakul. 1978. Screening for flood tolerance in the field. Proceeding of the 1978 international deepwater rice workshop. IRRI. Los Banos, Laguna, Philippines. p. 135－138.
15. Thakur, R. 1981. Deepwater rice yield in BIHAR, INDIA. Proceeding of the 1981 intl. deepwater rice workshop. IRRI. 149－156.
16. Vanadevan, V.K., G.B. Mauna and R.N. Pati. 1971. Studies on flooding tolerance of rice oryza. 8(2) : 71－74.
17. Weerapat, P. and P. Woraniman. 1974. Varietal difference in ability of 10－day old rice seedling to survive submergence. SABRAO. J. 6(2) : 147－150.
18. Yamada, N. 1959. Physiological basis of resistance of rice plant against overhead flooding. Bul. Nat. Inst. Agr. Sci., Ser. D (8) : 1－112.
19. 嶺南作物試驗場. 1983. 水稻 主要生育時期別 冠水가 生育 및 收量에 미치는 影響. 嶺南作物試驗場 報告書(水稻·植物環境研究) 692～697.
20. 嶺南作物試驗場. 1984. 水稻 및 種孕期 營養狀態가 浸水被害 輕減에 미치는 影響. 嶺南作物試驗場 報告書(植物環境研究) 484～487.