

올방개塊莖形成特性에 관한研究

金熙東·朴仲洙·朴景烈·崔榮眞·俞昶在·沈相雨*·盧泳德**·權容雄***

Studies on Tuberization Characteristics of Water Chestnut(*Eleocharis Kuroguwai Ohwi*)

Kim, H.D, J.S. Park, K.Y, Park, Y.J. Choi, C.J. Yu, S.W. Shim*, Y.D. Rho** and Y.W. Kwon***

ABSTRACT

This study was carried out to determine distribution and tuberization characteristics of tubers of water chestnut(*Eleocharis Kuroguwai Ohwi*) which is a dominant weed species and difficult to control during 1993 to 1994.

By early planting of *E. kuroguwai* tubers, more and heavier tubers were developed, but the tubers were tended to distribute at the upper soils. Large proportion of tubers was remained at the upper 0 to 10cm soil layer and a few tubers were formed below 20cm. Tubers developed earlier tended to be at deeper layer, while later developed tubers were at upper layers. Tuber weight was increased from the surface to 20cm soil depths, but that formed below 20cm was almost same.

No tillage resulted in more tuber formation which were distributed at upper soil layers when compared to conventional tillage. Cool water irrigation pumped from ground water resulted in less tuberization but smaller tubers when compared to control. Shading with color cellophan films resulted in smaller tuber formation with lower in sprouting percentage. Among the films tested, the most significant effect was obtained with green color.

Key words : *Eleocharis kuroguwai*, tuberization

緒 言

올방개는 논이나 濕地에 發生하는 多年生 雜草로, 주로 塊莖으로 繁殖하는데, 이 塊莖의 出芽는 發生深度, 休眠性 等に 따라 多樣하여

發生期間이 只뿐 아니라, 既存 除草劑들에 의 한 防除價도 높지 않아 앞으로 이 雜草에 의 한 被害가 더욱 늘어날 것으로 展望된다.

올방개의 塊莖形成은 出芽時期, 벼의 栽植密度뿐만 아니라 耕土의 깊이, 土壤의 乾濕에 따라 다르나, 보통 日中 最低·最高溫度가 降下

* 京畿道農村振興院 Kyonggi Provincial Rural Development Administration, Hwasong, Korea

** 慶熙大學校 Kyunghee University, Yongin, Korea

*** 서울大學校 農業生命科學大學 Dept. of Agronomy, Seoul National University, Suwon, Korea

<1996. 8. 26 접수>

되는 時期에 始作되는데^{5,21,22,27,31}, 우리 나라에서는 移秧後 60~80일경 즉 8월 初·中旬에 塊莖形成이 始作되는 것으로 알려져 있다^{5,27}. 괴경의 형성은 溫度, 日長, 光度 및 作期에 따라 反應이 다르며, 이들 要因 가운데 遮光과 高溫에 의해 塊莖形成의 抑制 程度가 크고 또한 日長에 의한 反應은 短日에는 현저히 促進되나 長日條件에서는 塊莖形成이 抑制되며 出芽 時期가 늦을수록 塊莖形成까지의 期間이 짧아진다^{8,29}. 또한 올방개 塊莖形成은 6시간 또는 8시간의 短日條件에서 현저히 促進된다고 하였으나^{28,30} 金과 諸⁹는 短日條件에서 11시간까지는 塊莖形成에 差異가 없고, 塊莖形成을 위한 短日處理의 誘導期間은 10일이라고 하여 短日處理에 대한 反應이 多少 差異가 있었다. 한편 塊莖形成은 氣溫變化와도 關係가 있어 高溫條件에서는 抑制되며^{6,16,30}, 特別히 晝夜溫度가 높으며 氣溫 較差가 큰 條件에서 많으며^{8,30}, 塊莖形成은 短日에 의해 促進되나 短日高溫條件에서는 形成이 阻害되어 日長이 溫度보다 重要하다고 하였고⁶, 溫度에 대한 反應으로 具等¹⁸은 晝夜氣溫이 25/20℃에서 塊莖 形成이 많았으며 이보다 높거나 낮으면 阻害된다고 하였다.

雜草는 種內 혹은 種間의 植物들이 같은 場所에서 자랄 때 光, 水分, 炭酸가스 등의 獲得을 위한 競爭에서 競爭이 이루어지고 일부 作物體間에 Allelopathy가 存在하는 것으로 알려져 있으며, 벧짚은 一年生 雜草인 피와 독새풀에 대한 抑制 效果가 있다고 하였다¹⁹. 한편 草薙와 高村¹⁵은 벧와의 競爭下에서 올방개의 塊莖形成은 養分보다는 光에 대한 競爭이 더 重要하다고 하였으며, 遮光에 의해 株數의 增加가 抑制되고, 그 程度는 遮光率이 높을수록 크며, 梁 等²⁵은 他作物과의 競爭이 없는 圃場條件에서 生育된 올방개의 水平分布範圍는 2.3×2.4m였으며, 한개의 塊莖이 生産한 塊莖數는 1,642個나 된다고 하여 防除가 이루어지지 않을 경우 塊莖數는 幾何級數의 增加될 수 있음을 報告하였다.

올방개 塊莖의 構成 成分은 塊莖乾物 100g

當 糖質 78.9g, 蛋白質이 4.9g, 灰分 4.4g, 脂肪이 0.6g이며 主成分으로는 澱粉 16.8mg, 인산 77mg, 칼슘 2mg, Niacin 1.3mg으로서 주로 炭水化合物로 이루어지며 철을 많이 含有하고 있는 것으로 알려져 있으며⁷, 일부 雜草種子 發芽過程의 新陳代謝에는 Pentose Phosphate Pathway가 깊게 關聯된 것으로 밝혀져 이에 關한 研究가 활발히 이루어지고 있다²⁴.

材料 및 方法

1. 벧 移秧期別 塊莖形成量과 土深別 分布

雜草群落 程度에 따른 移秧期別 塊莖形成量과 土深別 分布를 調査코자 1-2項의 올방개 本畝에서의 發生程度 調査圃場을 利用하여 1993년 벧 收穫後 直徑 20cm 플라스틱 파이프(넓이 314cm²)를 使用하여 土深을 5 間隔으로 區分하여 塊莖分布를 調査하였다.

2. 올방개 移植期別 分株體系 및 塊莖形成量의 差異

올방개의 生育과 分株 體系 및 塊莖의 形成程度를 究明하기 위하여 5월 15일, 5월 30일, 6월 15일, 6월 30일에 각각 0.6~1.0g인 中程度의 塊莖을 萌芽시켜 1m×1m plot에 1粒씩 移植하였다. 施肥量은 10a當 N-P₂O₅-K₂O를 各各 11-7-8kg 水準으로 하여 土壤과 混合하여 基肥로 施用하였다. 한편 分株節位別 塊莖形成程度를 究明코자 播種後 主莖, 主莖과 1次, 主莖과 1,2次 分株만 殘存시키고 이후 發生分은 모두 除去하여 栽培後 11월에 分株數와 分株位 位置別 塊莖 形成量을 調査하였다.

3. 時期, 土深別 塊莖分布 및 塊莖 무게의 差異

自然圃場狀態下에서 時期別 休眠塊莖의 分布와 올방개 塊莖의 形成狀態를 究明코자 1993년 5월 30일에 圃場에 논 높이와 같게 埋設된 1m² 圓形 플라스틱 pot에 올방개를 50個씩 播種하여 群落을 造成시킨 후 1994년에도 自然 放置하여 塊莖 形成時期인 8월 5일부터 10월 말

까지 5일 間隔으로 土深을 5cm 間隔으로 30
까지의 塊莖을 採取하여 塊莖數와 個體別로
무게를 調査하였다.

4. 耕耘 整地 方法의 差異에 따른 塊莖形成量

벼 栽培畝에서의 耕耘 整地方法別 塊莖 分
布狀態를 究明코자 耕耘整地 方法으로 慣行인
每年耕耘整地와 2년 1회 耕耘整地, 2년 無耕耘
整地 그리고 2년 無耕耘移秧 等으로 區分하여,
5월 20일에 一品벼를 어린모로 育苗하여 栽植
距離 30×14cm로 移秧 하였다. 施肥量은 側條
施肥用 緩效性 肥料를 利用 N-P₂O₅-K₂O를 10a
당 11-7-8kg 水準으로 하여 全量 基肥로 施用
한 後 栽培하였다. 雜草 防除는 移秧後 10일에
10a當 Butachlor+Pyrazolate입제 3kg과 移秧後
25일에 Butachlor+Bensulfuron-methyl입제 3kg
을 2년 連續 體系 處理한 後 收穫後 直徑
20cm 플라스틱 파이프(넓이 314cm²)로 利用 깊
이 40cm까지 採取하여 土深을 5cm 間隔으로
30 까지의 塊莖 分布를 調査하였다.

5. 塊莖形成期 灌溉水溫 條件別 塊莖形成量

벼 栽培畝의 灌溉는 農組水를 利用하거나
地下水를 펌핑하여 灌溉하는것이 普通인데, 灌
溉水溫 條件別 塊莖 形成 程度를 究明코자 올
방개를 1994년 6월 1일에 30cm×40cm×15cm
vat를 使用 10個씩 萌芽시킨후 移植하였다. 施
肥量은 vat 當 N-P₂O₅-K₂O를 各各 4-4-4g 水準
으로 全量基肥로 施用하였고, 塊莖形成期前까
지는 地下水를 揚水하여 貯水시킨후 灌溉하여

生育시켰다. 塊莖形成期인 8월 10일 이후는 地
下水 깊이가 다른 灌井을 利用하여 水溫이 大
체로 22±5℃, 18±5℃ 灌井水와 汚染이 안된
貯水池물과 다소 汚染된 農組水(水華農地改良組
合: 24±2℃) 等の 灌溉水를 使用하였고 올방
개 生育程度가 均一한 vat를 5反復씩 9월말까
지 바트체로 담가 5~10cm 水深을 維持하여 處
理하여 11월말에 塊莖形成 程度를 調査하였다.

6. 有色遮光에 따른 塊莖形成量과 萌芽率

올방개의 有色遮光程度에 따른 塊莖形成 程
度를 究明코자 3-5項과 同一한 方法으로 生育
시킨 올방개를 8월 15일에 對照區와 靑色, 赤
色, 黃色, 綠色 셀로판지를 利用하여 9월말까
지 遮光 栽培하였다. 各 필름의 300~700nm 사
이의 光透過程度는 赤色은 34.4%, 靑色 15.1%,
黃色 61.3%, 綠色은 13.5% 程度인 것을 使用하
였으며 塊莖形成은 11월초에 調査하였고, 萌芽
率은 이와같이 栽培後 採取한 塊莖을 5℃ 低
溫貯藏庫에 保管하였다 6월 1일에 Petri dish當
10個씩 3反復으로 하여 20℃에서 萌芽시켜 調
査하였다.

結果 및 考察

1. 벼 移秧期別 塊莖形成量과 土深別 分布

1992~1993년 2년간에 걸쳐 올방개 群落造
成 圃場에서 1993년 11월에 地下部 塊莖 分布
狀態를 調査한 結果를 表 1에 나타냈는데 移
秧期가 늦을수록 地下部 塊莖形成量이 현저히

Table 1. The tuberization of *E. kuroguwai* in rice fields from different transplanting times of rice and different levels of the weed infestation in 1993.

| Trans planting date | Occurre -nce level | No. of tuber per m ² | Soil depth() | | | | | | Soil depth() | | | | | |
|---------------------------|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------|------|-------|-------|-------|-------|------------------------------------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 0~5 | 5~10 | 10~15 | 15~20 | 20~25 | 25~30 | 0~5 | 5~10 | 10~15 | 15~20 | 20~25 | 25~30 |
| | | | -Tuber weight(g/tuber)- | | | | | | -Percentage of tuber distribution- | | | | | |
| May 15 | Heavy | 567 | 0.40 | 0.55 | 0.60 | 0.93 | - | - | 35.1 | 35.1 | 16.8 | 13.0 | - | - |
| | Low | 853 | 0.18 | 0.38 | 0.72 | 1.07 | - | 0.34 | 40.0 | 32.3 | 13.7 | 11.8 | 1.2 | 0.6 |
| May 30 | Heavy | 387 | 0.22 | 0.34 | 0.58 | 0.91 | 1.26 | - | 21.9 | 31.5 | 26.0 | 12.3 | 8.3 | - |
| | Low | 313 | 0.22 | 0.29 | 0.78 | 1.0 | 0.29 | - | 22.0 | 47.5 | 15.3 | 6.8 | 5.1 | 3.3 |
| June 15 | Heavy | 249 | 0.24 | 0.25 | 0.50 | 0.15 | 1.15 | - | 21.3 | 34.6 | 10.6 | 19.1 | 14.9 | - |
| | Low | 202 | 0.16 | 0.37 | 0.62 | 1.20 | 1.20 | - | 28.1 | 49.1 | 15.8 | 7.0 | - | - |

減少하였다. 5월 15일 벼 移秧區에 있어서 前年度에 올방개 發生이 많았던 곳에서 올방개 發生이 m²當 388株로 最高 많았던 곳의 塊莖形成量은 m²當 567個이었으나 올방개 發生株數가 m²當 250~290株로 發生이 多少 적었던 곳의 塊莖形成量이 m²當 853個으로 오히려 많았다. 한편 5월 30일 移秧區의 올방개 發生이 많았던 곳은 地上部 發生量이 m²當 230株였으나 地下部 塊莖形成量은 387個 程度로 5월 15일 移秧의 올방개 發生이 적었던 곳과 發生量이 비슷하였으나 이처럼 地上部 發生量이 비슷하더라도 移秧期 差異에 따라 塊莖形成은 현저히 다르게 나타났다. 기타 올방개 發生이 中程度이거나 적었던 곳은 地下部 塊莖形成이 m²當 300個 內外였으며, 6월 15일 移秧區는 올방개 發生이 m²當 103株로 비슷하였는데 이때 地下部 塊莖形成量은 m²當 202~249個 程度로 비슷하였는데 以上에서와 같이 地上部の 過度한 營養繁殖 때문에 地上部和 地下部の 營養不均衡으로 一定 群落內에서 塊莖形成이 많았다고 생각된다.

한편 이들을 5cm 間隔 土深別로 塊莖의 무게 調査 結果 表層으로부터 土深 20cm까지는 深度가 깊어질수록 塊莖무게가 增加하는 傾向이었으나 土深 20~30cm 部分에서는 윗부분과 大差없었는데 이제까지 pot 栽培時 土壤深度가 깊어질수록 塊莖重이 크다는 結果^{10,17,27)}와 비슷하였는데 올방개 塊莖形成環境 즉 벼와의 競合조건과 올방개 單獨 自然圃場 群落으로 이루어진 곳에서의 塊莖의 土深別 分布狀態는 비슷하였으며 早植할수록 塊莖이 表層에 分布하는 傾向이었다.

2. 올방개 移植期別 分株體系 및 塊莖形成 量의 差異

올방개의 塊莖形成能力을 究明코자 萌芽시켜 移植시킨 다음 出現後 主莖, 主莖과 1次 分株, 主莖과 1, 2次 分株만을 각각 生長시켜 形成塊莖數와 무게 등을 調査한 結果를 表 2에 나타냈다.

主莖만을 生育시킨 것은 대체로 葉數는 42개, 塊莖形成數는 37個 內外였으며, 塊莖 平均 무게는 1.64g이고 塊莖莖長은 14.1cm 程度였다.

그리고 主莖과 1次 分株만을 生育시켰을 경우는 主莖만 生育시켰을 때보다 主莖에 달린 塊莖數는 11.1個로 현저하게 減少하였고 塊莖當 무게도 1.02g으로 가벼웠으며 塊莖莖長도 11.1cm로 작았다. 主莖에서 發生하는 1次 分株數는 9個 內外이고 分株當 葉數는 35個로 主莖의 것과 비슷하였으며 形成塊莖數는 5.3個로 主莖보다 적었으나, 塊莖當 무게는 1.25g으로 主莖에서 形成된 것보다 다소 가벼웠고 塊莖莖長은 14.2 로 主莖의 것과 비슷하였으며 1次 分株長은 15.5cm 程度였다. 따라서 主莖만 生育시켰을 境遇보다 主莖과 1次 分株를 生育시킨 경우 總形成塊莖數는 主莖과 1次 分株를 生育시킨 區에서 主莖에 形成되는 塊莖數는 적으나 1次 分株에서의 塊莖數가 增加하여 分株 發生에 따라 塊莖形成數가 59% 增加한 것으로 나타났다.

主莖과 1次 및 2次 分株까지 生育시킨 結果 主莖에서 形成된 塊莖數는 4個 程度이고, 塊莖當 무게는 0.63g이었으며 塊莖莖長은 10.6cm로 앞에서 主莖이나 主莖과 1次 分株만을 生育시켰을 때보다 짧아져 分株가 늘어감에 따라 主

Table 2. Growth and tuberization of *E. kuroguwai* when offshoots were removed.

| Shoot Growth | Main shoot | Main and 1st offshoot remained | | Main, 1st and 2nd offshoot remained | | |
|---------------------------|------------|--------------------------------|------|-------------------------------------|------|------|
| | | Main | 1st | Main | 1st | 2nd |
| No. of offshoot per tuber | - | - | 9 | - | 9.0 | 36.5 |
| No. of leaf per shoot | 42 | 37 | 35 | 36 | 26 | 18 |
| Tuberization per shoot | 37 | 11.1 | 5.3 | 4.0 | 3.4 | 2.6 |
| Tuber weight (g/tuber) | 1.64 | 1.02 | 1.25 | 0.63 | 0.80 | 0.77 |
| Rhizome length (cm) | 14.1 | 11.1 | 14.2 | 10.6 | 9.9 | 10.2 |
| Runner length (cm) | - | - | 15.5 | - | 16.0 | 13.8 |

莖에 形成되는 塊莖수도 적어질 뿐만 아니라 塊莖의 무게도 크게 가벼워지고 地下莖長은 大差없으나 多少 짧아지는 傾向이었다. 또한 1次 分株數는 9株 程度, 2次 分株數는 總 36.5株로서 1次 分株에서 2次 分株는 平均 4.1株 程度 發生하였으며 形成塊莖數도 1次 分株에서 3.4個, 2次 分株數에서 2.6個로 形成塊莖數는 主莖만 殘存 > 主莖과 1次 分株 殘存 > 主莖과 1, 2次 分株 殘存 等 순으로 分株數가 增加함에 따라 主莖 또는 1次 分株에 形成되는 塊莖數는 減少하나 2次 分株數의 增加로 여기에서 形成되는 塊莖數가 많아 全體的으로 分株數가 增加함에 따라 總 塊莖形成數가 增加하는 것으로 나타났다. 그리고 塊莖重과 塊莖莖長은 主莖, 主莖과 1次 分株 및 主莖과 1·2次 分株를 달리 生育시킨 境遇 次位分株에서 形成된 塊莖重은 가벼워졌다. 塊莖莖長은 10cm 內外로 主莖, 主莖과 1次 分株만을 生育시킨 境遇보다 多少 작은 傾向이었으나, 主莖과 1次, 2次 分株만 生育시켰을 경우 모두 비슷하였고 地下莖長은 1次 分株보다 2次 地下莖長

이 多少 짧았다.

올방개의 分株體系와 塊莖形成數를 究明하기 위해 移植을 달리하여 分株程度와 塊莖形成數를 調査한 結果를 表 3에 나타냈다.

올방개의 發生程度는 移植期에 따라 多少 差異가 있어 5월 15일과 5월 30일 移植時에는 6次 分株까지 나타났으나 6월 15일과 6월 30일 移植에서 5次 分株까지 發生되었다. 6월 15일과 6월 30일의 5次 分株 發生量도 5월 15일과 5월 30일의 것보다 發生數가 顯著히 적어 移植이 늦을 境遇 生育期間이 짧아 分株에 必要한 生育期間이 不足함을 알 수 있었고, 한개의 塊莖에서 發生되는 分株數가 播種期가 늦어짐에 따라 減少하였다. 전체 올방개 發生狀態는 分株世代別로 볼 때 2~4次 分株數가 大部分을 차지하였으며 主莖과 各 分株에서 發生하는 葉數는 分株世代가 經過됨에 따라 적어지는 傾向이었다.

올방개는 地上莖의 基部로부터 새로운 節이 있는 地下莖이 水平方向으로 伸長하며 보통 3~5節目이 약간 肥大하여 1次 分株가 생기며,

Table 3. Growth characteristics and offshoot orders of *E. kuroguwai* by different planting dates.

| Planting date | Growth characters | Main shoot | Offshoot | | | | | |
|---------------|---------------------------|------------|----------|------|------|------|------|------|
| | | | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 5th | 6th |
| May 15 | No. of offshoot per tuber | - | 10 | 37 | 64 | 53 | 29 | 6 |
| | No. of leaf per shoot | 19.0 | 18.6 | 12.3 | 9.7 | 8.1 | 5.6 | 3.8 |
| | Rhizome length(cm) | 10.3 | 8.3 | 8.4 | 7.8 | 7.9 | 7.1 | 5.4 |
| | Runner length(cm) | - | 18.9 | 17.0 | 19.1 | 18.0 | 21.0 | 16.7 |
| May 30 | No. of offshoot per tuber | - | 8 | 26 | 39 | 43 | 31 | 16 |
| | No. of leaf per shoot | 21.0 | 16.8 | 16.7 | 14.2 | 12.1 | 9.3 | 8.8 |
| | Rhizome length(cm) | 12.4 | 10.5 | 9.0 | 6.3 | 5.7 | 5.3 | 3.2 |
| | Runner length(cm) | - | 16.5 | 17.9 | 18.2 | 12.1 | 9.3 | 20.2 |
| June 15 | No. of offshoot per tuber | - | 6 | 19 | 22 | 10 | 3 | - |
| | No. of leaf per shoot | 17.0 | 9.4 | 7.8 | 9.4 | 5.8 | 3.9 | - |
| | Rhizome length(cm) | 10.5 | 10.5 | 9.9 | 9.1 | 7.9 | 6.0 | - |
| | Runner length(cm) | - | 14.5 | 18.5 | 18.7 | 18.4 | 17.3 | - |
| June 30 | No. of offshoot per tuber | - | 5 | 15 | 20 | 18 | 9 | - |
| | No. of leaf per shoot | 13.0 | 13.1 | 11.2 | 8.0 | 7.5 | 6.9 | - |
| | Rhizome length(cm) | 11.2 | 8.7 | 8.1 | 6.8 | 7.2 | 6.6 | - |
| | Runner length(cm) | - | 14.8 | 16.1 | 17.3 | 17.2 | 17.5 | - |

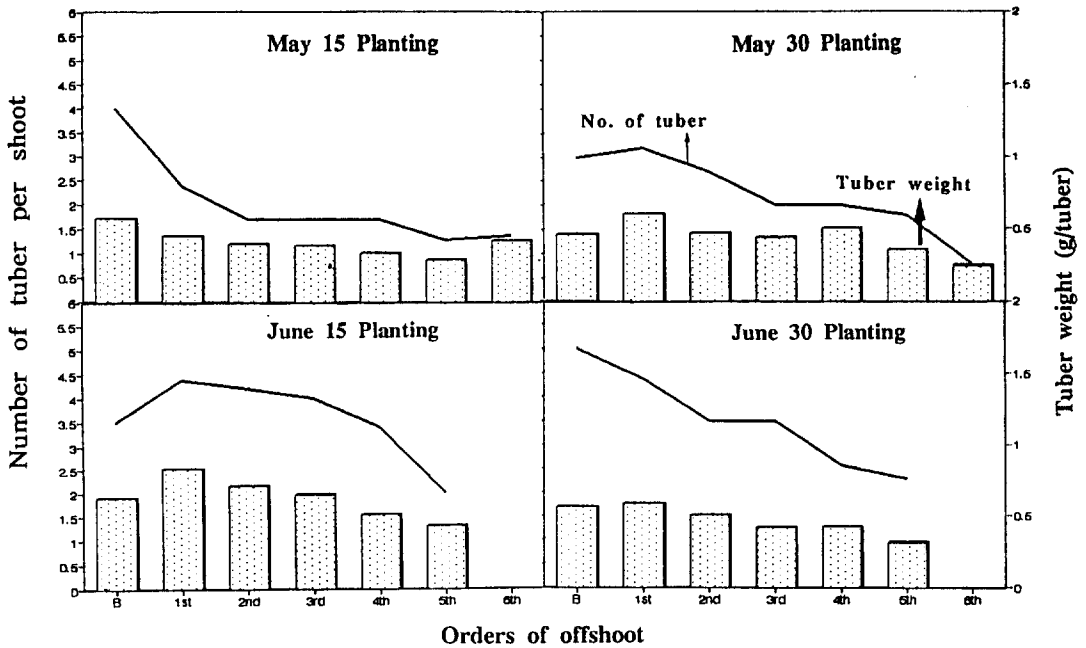


Fig. 1. The number and weights of tubers developed from offshoots at different transplanting date.

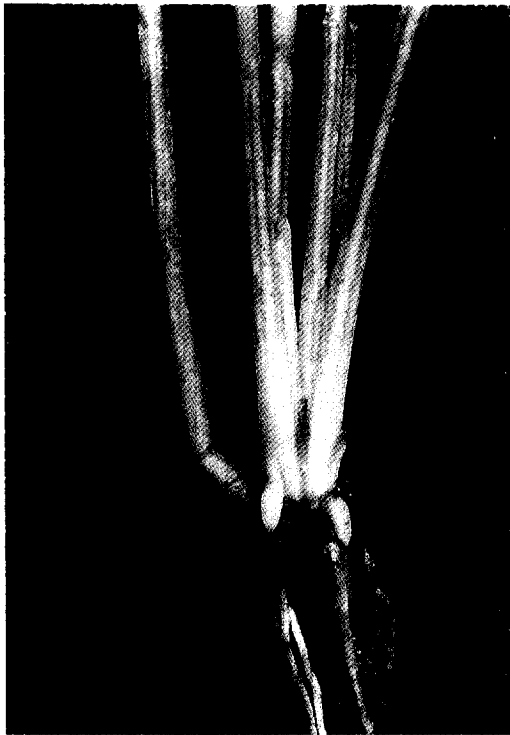
1次 分株로부터 伸長한 地下莖에 2次莖이 發生한 순서로 통상 4~5次 分株가 생긴다고 하였다^{25,28}.

한편 올방개 移植期別 主莖과 分株當 形成 塊莖數와 塊莖무게는 그림 1과 같다. 主莖에 形成된 塊莖數는 각 移植期 모두 대차없이 3~5個로 비슷하였다. 塊莖의 무게는 移植期別로 0.47~0.64g으로 비슷하였으나 5월 15일 移植이 5월 30일 以後 移植보다 多少 가벼웠는데 이는 地上部 分株多發 等으로 地上部가 地下部에 影響하여 나타난 結果로 여겨진다. 分株當 形成塊莖數는 移植이 比較的 빠른 5월 15일과 5월 30일 移植에서는 分株數가 많았던 關係로 分株當 形成 塊莖數가 적었으나 6월 15일과 6월 30일 移植은 發生 分株數가 적어 分株當 塊莖形成이 多少 많았으며, 分株世代가 經過함에 따라 減少하였다.

塊莖重은 大體로 主莖과 1次 分株에서 形成된 것이 2次 以後 分株에서 形成된 塊莖보다 多少 무거웠으며 塊莖形成始 原體의 分化 過程과 分株 體系 및 塊莖 形成狀態를 寫眞 1, 2에 各各 나타냈는데, 올방개의 塊莖 形成은 일

마다 形成 可能한 것으로 여겨지며 寫眞 1과 같이 때로는 한개의 앞에서 2~3個의 塊莖形成이 可能한 것으로 나타났다. 表 3에서 塊莖이 形成된 塊莖莖長을 살펴볼 때 主莖에서 形成된 塊莖莖長은 移植期 모두 10.3~12.4cm로 비슷하였고 1次 分株長은 8.3~10.5 였으며 主莖에서 分株世代가 經過함에 따라 짧아지는 傾向이었다. 따라서 本試驗의 結果와 이미 報告^{5,22}된 土深別 塊莖分布와 塊莖中에서 土深이 깊을수록 塊莖 分布比率이 적으나 塊莖重이 多少 무거운 것은 深土에 形成된 것이 主莖 또는 1~2次 分株가 形成時期가 가장 빠르고 塊莖莖長도 가장 길기 때문에 塊莖形成時 이러한 것에서 形成된 塊莖들이 深土에 分布한 것이라고 생각되며, 稻村⁴은 地上部 草長이 地下部 塊莖 形成 深度를 支配하는 塊莖莖長에 가장 큰 影響을 미치며 또한 塊莖莖長은 塊莖의 直徑과 무게에 影響한다고 하였다.

한편 主莖으로부터 發生되는 分株의 地下莖長은 9.3~21.0cm로 移植期와 分株 世代別로 一定한 傾向은 없었으나 6월에 移植한 것에서 3~5次 分株長이 1~2次 地下莖長보다 긴 傾



I (One tuberization per leaf)



II (Two or three tuberization per leaf)

Photo. 1. Initial shape of tuberization *E. kuroguwai*.

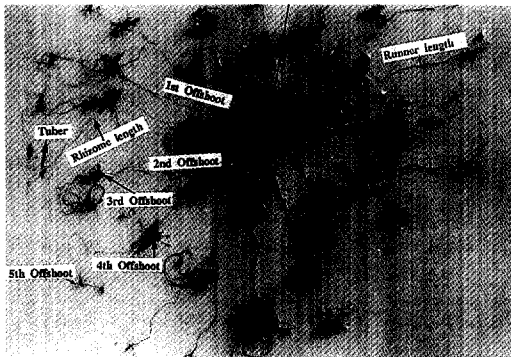


Photo. 2. The diagram of *E. kuroguwai* for offshoot occurrence and tuberization.

向이었다. 따라서 한개의塊莖에서形成되는分株數가 많기 때문에地上被覆度는 상당히 넓을 것으로推定되는데梁等²⁵⁾은 한개의塊莖에서發生되는올방개分布面積은 $2.3 \times 2.4\text{m}$ 이고塊莖形成數도 1,642個나 된다고 한 바 있다.

한편移植期의差異에 따른分株位置別로形成된塊莖의萌芽程度를調査한結果는表 4

와 같다. 5월 15일, 5월 30일, 6월 15일移植時形成된塊莖들의萌芽率은各分株世代別로 거의 모두 70% 이상으로 높았다. 6월 30일移植에서形成된塊莖 가운데서는 3~4次分株에서形成된塊莖의萌芽率은 70% 이상으로 높았으나 1, 2, 5次分株에서形成된塊莖의萌芽率은 낮아分株位置別로萌芽率이 다를 수 있는데 이는塊莖의形成時期가 늦을 경우充分的塊莖의肥大成熟 등이 이루어지지 않은結果로 생각되며 이것은 또한地上部の生育이地下部の生長量은 물론後에塊莖의萌芽率과도 크게關聯이 있지 않나 생각된다.地上部の生育抑制가地下部の塊莖形成期를遲延시켜同化産物의轉流를減少시키며 또한塊莖의萌芽에影響하여塊莖重에影響을 준다고報告하였고⁴⁾, 올방개防除는塊莖形成期の地上部切除가 가장效果的이라고 하였다⁵⁾.

Table 4. Sprouting percentage of *E. kuroguwai* tubers by orders by offshoots in different planting time.

| Planting date | Main shoot | Orders of offshoot | | | | | |
|---------------|------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | 1st | 2nd | 3rd | 4th | 5th | 6th |
| May 15 | 73.3a | 76.7a | 63.3b | 73.3a | 76.7a | 80.0a | 76.7a |
| May 30 | 70.0a | 83.3a | 86.7a | 73.3a | 80.0a | 76.7a | 73.3a |
| June 15 | 80.0a | 90.0a | 96.7a | 83.3a | 90.0a | 93.3a | - |
| June 30 | 70.0a | 50.0b | 53.3b | 83.3a | 70.0a | 43.3b | - |

* Means with the same letter in each column are not significantly different at the 5% level based on Duncan's multiple range test.

3. 時期, 土深別 塊莖分布 및 塊莖무게의 差異

벼를 栽培하지 않은 裸地狀態의 條件에서 形成되었던 塊莖이 이듬해 萌芽되지 않고 存在하는 塊莖 調査結果 올방개 괴경의 萌芽特性和 本답에서의 發生에 관한 研究 I-6項에서 說明한 바대로 萌芽되지 않은채 많은 塊莖들이 묻혀 있었다. 또한 올방개 괴경의 萌芽特性和 本답에서의 發生에 관한 研究에서 說明한 바와 같이 新塊莖의 形成은 8월 上旬부터 始作되어 대체로 9월 15일경까지는 大部分 形成되는 것으로 나타났으며 塊莖形成數는 1993년에 m²당 820個로 1992년과 똑같은 群落이 形成되었음에도 1992년 1,278個에 비해 1993년에는 塊莖形成量이 前年보다 적었는데 이는 1-6項에서 說明한 바와 같이 올방개 自體內 競合 또는 腐敗 등의 原因으로 形成數가 적어진 것이 아닌가 생각되며 今後 이 分野에 대한 研究가 좀 더 進行되어야 할 것이다.

한편 土深別 研究괴경의 時期別 分布狀態 調査 結果는 그림 2와 같다. 塊莖數는 新塊莖과 舊塊莖 모두 土深이 깊어짐에 따라서 減少하였는데 舊塊莖은 9월 以後 殘存個體가 적었는데 대부분의 殘存塊莖은 각 土深別로 고르게 分布하고 있었다. 新塊莖은 表層 10 以內에 分布하는 것이 가장 많았으며 大部分 20cm 以內의 土壤에 分布였으며 20 以下에서는 10% 內外가 分布하였다. 올방개는 土深 6~10cm에 많이 分布한다고 하였으며^{11,20,27)}, 小林과 植木¹¹⁾은 塊莖形成數가 m²당 450~500個인 경우는 表層分布가 많으나 m²당 250個 以下일 때는 深土에서 分布가 增加하나, 벼 栽培有無에 따라 달라질 수 있다고 하였다.

新塊莖을 時期別로 볼 때 土深 10 以內에 分布하는 것은 時間이 經過함에 따라 多少 增加하나 深土에 分布하는 것은 거의 비슷하여 後期에 形成되는 塊莖은 大部分 表層에 形成되는 것으로 생각된다. 稻村⁴⁾은 地上部生育量이 地下部生育에 影響하며, 申과 奎²⁷⁾은 土深別 分布에서 初期에 形成된 것일수록 深土에 分布하며 塊莖重도 무겁다고 하였는데 이처럼 土深別 分布가 다른 것은 栽培法, 調査地, 前歷條件, 土性이 같지 않고 塊莖의 生産力과 塊莖形成을 이루는 塊莖莖長의 길이가 다르기 때문이라고 하였다^{12,13)}. Pot 試驗과 圃場條件 모두 塊莖의 分布는 地上部の 生育程度, 塊莖의 形成位置, 根莖長, 土壤硬度, 土壤條件 등의 複合의 結果에 따라 다르게 나타나는 것으로 생각된다.

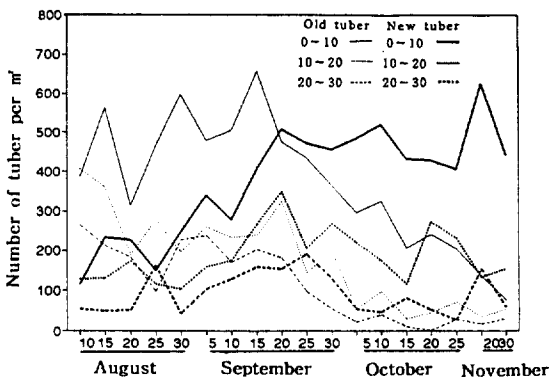


Fig. 2. Seasonal development of *E. kuroguwai* tubers in different soil depths.

또한 新塊莖의 時期別 土深別 무게를 그림 3에서 보면 表層에서 土深 20cm까지는 土深이

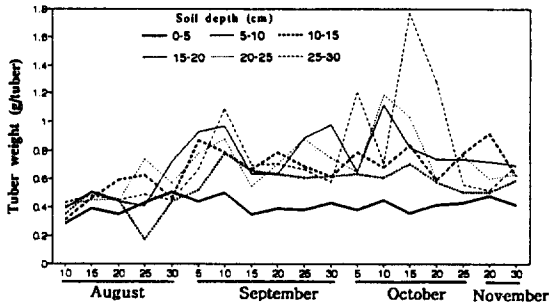


Fig. 3. Seasonal changes in the weight of *E. kuroguwai* tubers by different soil depths.

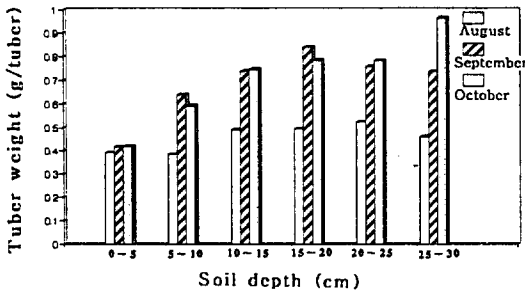


Fig. 4. Difference of tuber weight at different time in various soil depth.

깊어질수록 무게가 무거워지는 傾向이었으며 20 以下の 것은 20cm까지의 것과 비슷하였으며 表層 0~10 에 分布하는 塊莖의 무게는 時期別로 變異幅이 적은 것으로 나타났다.

또한 時期別 塊莖의 무게變化를 塊莖形成期, 塊莖肥大期, 塊莖完熟期 등으로 區分하여 調査한 結果는 그림 4와 같다. 8월의 初期 塊莖形成期에는 各 土深 모두 0.35~0.50g으로 多少 가볍고 깊이간에 大差없었으나 9월 塊莖肥大期에는 表層 0~5 의 괴경은 8월의 塊莖形成

期나 10월의 塊莖完熟期 때와 비슷하여 무게變化가 크지 않았으나 5~20 까지는 土深이 깊을수록 塊莖무게가 무거워졌고 그 以下에서는 表層 15~20 깊이의 것과 비슷한 것으로 나타났다. 한편 塊莖完熟期에 해당하는 10월에는 土深이 깊어짐에 따라 계속 塊莖重이 增加하여 25~30 의 塊莖들이 가장 무거운 것으로 나타났다.

4. 耕耘整地方法의 差異에 따른 塊莖形成量

塊莖의 土深別 分布狀態가 土壤의 耕耘·整地 條件과 關係가 있는지 알고자 實驗하였는데, 土壤條件은 表 5에서와 같다.

耕耘·整地方法別 土壤의 硬度和 空隙率은 2년동안 每年 耕耘·整地하는 慣行區, 2년 1회 耕耘·整地區, 2년간 無耕耘·整地區, 2년간 無耕耘·無整地區에 있어서 모두 土深이 깊을수록 土壤의 硬도가 높아진 반면 土壤 孔隙率은 적어졌는데, 이러한 傾向은 慣行區보다 無耕耘·無整地區에서 뚜렷하였다.

이러한 圃場條件에서 塊莖의 分布狀態 調査 結果를 表 6에 나타났다. 形成塊莖數는 慣行, 2년 1회 耕耘·整地區 및 2년간 無耕耘·整地區는 m^2 當 239~268個으로 大差 없었으나 無耕耘 無整地區에서는 542個으로 慣行區와 비교하였을 때 倍以上으로 많이 형성되었다. 이러한 結果는 秋耕으로 塊莖의 露出에 따른 乾燥 또는 低溫에 의한 死滅과 로타리 作業時 塊莖의 表面으로의 露出로 圃場으로의 移動과 乾燥 또는 破壞 등으로 塊莖數가 減少된다는 報告¹⁴⁾와 大塊莖은 小塊莖보다 低溫에 敏感하

Table 5. Differences in soil solidity and porosity after rice harvest due to different tillage practices.

| Treatent | Soil depth(cm) | | | | | |
|--|--------------------|-------|-------|-------------|-------|-------|
| | Soil solidity(mm)* | | | Porosity(%) | | |
| | 0~10 | 10~20 | 20~30 | 0~10 | 10~20 | 20~30 |
| Control(Every year plowing and rotary) | 11.5 | 14.1 | 21.0 | 57 | 51 | 44 |
| Each other year plowing and rotary | 12.4 | 16.4 | 20.6 | 54 | 46 | 41 |
| Only plowing and rotary | 12.2 | 16.8 | 21.4 | 48 | 43 | 41 |
| No tillage | 15.6 | 18.1 | 23.2 | 48 | 40 | 38 |

* 山中式 硬度計

Table 6. Difference of tuberization and tuber distribution of *E. kuroguwai* by different tillage practices.

| | Treatments | No. of tuber per m ² | Soil depth() | | | | | | |
|----------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | | 0~5 | 5~10 | 10~15 | 15~20 | 20~25 | 25~30 | Mean |
| Distribution of tubers (%) | Control(Each year plowing and rotary) | 249b* | 30.8 | 46.2 | 10.2 | 12.8 | - | - | - |
| | Each other year plowing and rotary | 239b | 19.4 | 46.1 | 25.4 | 7.5 | 1.6 | - | - |
| | Only rotary for two years | 268b | 17.0 | 51.2 | 17.0 | 12.3 | 2.5 | - | - |
| | No tillage | 542a | 30.7 | 45.6 | 22.5 | 1.2 | - | - | - |
| Tuber weight (g/tuber) | Control(Each year plowing and rotary) | 249b | 0.42 | 0.58 | 0.58 | 0.80 | - | - | 0.56a |
| | Each other year plowing and rotary | 239b | 0.34 | 0.51 | 0.68 | 1.16 | 0.14 | - | 0.60a |
| | Only rotary for two years | 268b | 0.38 | 0.52 | 0.75 | 0.81 | 0.46 | - | 0.63a |
| | No tillage | 542a | 0.29 | 0.54 | 0.93 | 0.77 | - | - | 0.55a |

* Means with the same letter in each column are not significantly different at the 5% level based on Duncan's multiple range test.

고 表層에 存在하는 塊莖이 深土에 存在하는 것보다 低溫抵抗性이 敏感하여 殘存率이 높다고 한 報告²⁶⁾ 등을 綜合할 때, 無耕耘·無整地區에서는 塊莖이 벗길에 의한 보습 保溫과 耕耘으로 인한 塊莖 露出로 인한 乾燥·低溫 등으로 死滅原因이 적었기 때문에 사료된다¹⁴⁾. 또한 乾畚直播에서는 올망개 發生量이 耕耘有無에 關係없이 일정하다고 하여¹⁾ 本 結果와는 다르게 報告하였다.

土深別 塊莖分布를 보면 各 耕耘·整地方法의 모든 區에서 15cm 以內에 大部分 分布하였고 25cm 以下에서는 거의 分布하지 않았다. 特히 慣行區와 2년 1회 耕耘·整地區와 無耕耘·整地區의 圃場에서는 15~20cm 깊이에 7.5~12.8% 程度 分布하였고 一部는 20~25cm에서도 分布하였으나 無耕耘·無整地區에서는 15 以內에 98.8% 程度 分布하고 15~20 에는 1.2%가 分布하여 耕耘 整地 方法間에 塊莖 分布 狀態가 크게 다르게 나타났다. 이러한 原因中 하나는 土壤 深土의 硬度가 높고 空率率이 적어짐에 따라 深土에서의 塊莖莖長의 伸

長이 이루어지지 못해 塊莖의 分布가 顯著히 작은 것으로 생각된다.

또한 土深別 塊莖의 무게는 各 耕耘·整地方法 모두 土深 0~5cm 깊이에서 形成된 塊莖의 무게는 土深 5cm 이하에서 形成된 塊莖보다 무게가 크게 가벼웠으며 慣行, 2년 1회 耕耘·整地區와 無耕耘·整地區에서 形成된 塊莖의 무게는 20cm까지, 無耕耘·無整地에서는 土深 15cm까지 土深이 깊어질수록 무게가 增加하였으나 그 以下의 深土에 分布하는 塊莖의 무게가 무겁지 않았다. 塊莖의 무게와 分布比率는 耕耘·整地狀態에 따라 서로 다르며 3-3項의 올망개 單獨群落이나 여기서 說明한 바대로 벼와의 競合下에 이루어진 群落에서 深土가 깊어질수록 一定한 깊이에서는 무게가 增加하였으나 深土에서 形成된 塊莖은 무게가 크지 않아 pot 條件의 結果와는 多少 差異가 있음을 알 수 있었다.

5. 塊莖形成期 灌溉水溫 條件別 塊莖形成量
本 試驗은 最近 水利安全畚에서도 地下 灌

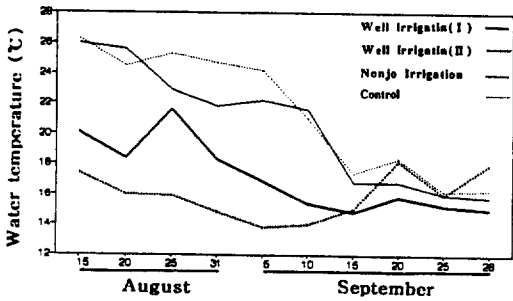


Fig. 5. Changes of water temperature during the growing season for *E. kuroguwai*.

井을 利用하는 耕地面積이 늘어나고 있는데, 灌溉水의 水溫이 상당히 낮으나 直接 논에 灌溉하는 것이 大部分으로 灌溉水의 水溫別 塊莖形成程度를 究明코자 실험을 실시하였다. 올방개 塊莖形成期 以後 處理한 水溫의 變化는 그림 5와 같다.

對照區로 汚染되지 않은 地下水를 貯藏하였다 사용한 貯水池물과 多少 汚染된 水화농조수를 灌溉하였던 것의 塊莖形成期인 8월 15일부터 9월 15일까지의 水溫 18~26°C에 比하여 地下灌井을 利用 灌溉하였던 것은 13~20°C 內外로 크게 낮았으나 塊莖肥大期 以後에는 氣溫의 低下로 灌溉方法間 水溫이 15~18°C 內外로 大差없이 經過되었다.

自然條件에서 貯水池물을 관개하여 生育시킨 올방개를 塊莖 形成期 以後에 地上部는 自然狀態로 둔채 地下部의 水溫을 달리 관개하

Table 7. Effects of irrigation water temperature on tuberization and tuber weight of *E. kuroguwai*.

| Treatments | No. of tuber per vat(0.12 m ²) | Tuber weight (g/tuber) |
|--|--|------------------------|
| Control | 70b* | 0.60a |
| Nonjo irrigation | 78b | 0.52ab |
| Wells Irrigation I (Water temperature :22±5°C) | 108a | 0.38bc |
| Wells Irrigation II (Water temperature :18±5°C) | 87a | 0.29c |

* Means with the same letter in each column are not significantly different at the 5% level based on Duncan's multiple range test.

여 試驗한 結果를 表 7에 나타냈다. 水當 形成된 塊莖數에 있어서 對照區와 農組水는 地下水 灌溉 I~II와 有意差가 있는 生育相을 보였으며 塊莖形成初期 水溫이 多少 높은 對照區인 貯水池물을 灌溉하거나 農組水を 灌溉하였던 區보다 多少 灌溉水溫이 낮은 狀態로 維持되었던 地下灌井 利用區에서 많이 形成되는 傾向이었다.

塊莖의 무게는 反對로 慣行區보다 溫度가 낮은 地下水灌溉區의 것은 0.29~0.38g으로 慣行區의 0.52~0.60g에 比하여 顯著히 작아졌는데, 이러한 結果는 地上部 草長은 水溫, 莖數와 乾物重은 氣溫의 影響을 크게 받고 괴경수와 塊莖重은 氣溫과 水溫의 晝夜較差가 큰 18/28°C와 28/18°C에서 무겁고 많으며 低氣溫/低水溫(18/28°C) 또는 高氣溫/高水溫(28/28°C) 條件에서 塊莖形成이 阻害한다고한 報告¹⁷⁾ 및 20°C 恒溫區에서 塊莖形成數는 많으나 무게는 작다는 報告²⁸⁾와 類似한 結果였으며 本畚에서의 올방개 發生과 塊莖形成에 있어서 灌溉方法이 多少 影響을 받을 수 있음을 알 수 있었다.

6. 有色遮光에 따른 塊莖形成量과 萌芽率

本 研究는 셀로판필름을 利用 올방개의 塊莖 形成에 대한 빛 透過量에 대한 影響을 檢討코자 遮光色을 달리하여 試驗한 것으로 그림 6은 遮光色別 平均氣溫調查 結果로서 對照區에 比하여 각 遮光色別로 平均氣溫이 같거

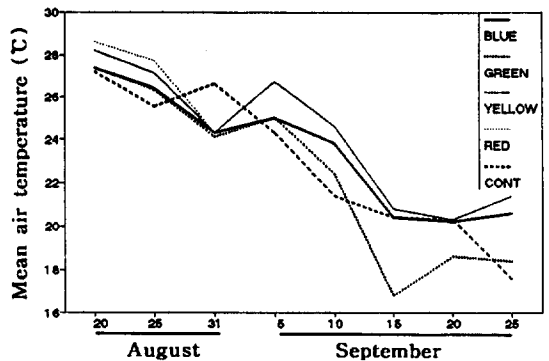


Fig. 6. Changes of mean air temperature by different color shading on growing of *E. kuroguwai*.

Table 8. Effects of various colors of cellophans film for shading on tuberization, weight and sprouting of *E. kuroguwai*.

| Treatment | No. of tuber per vat(0.12m ²) | Tuber weight(g/tuber) | Sproutingpercentage(%) |
|----------------------|---|-----------------------|------------------------|
| Control | 82a* | 0.60a | 73.3a |
| Bule color shading | 90a | 0.35b | 56.7a |
| Yellow color shading | 81a | 0.52ab | 53.3a |
| Red color shading | 68a | 0.51ab | 56.7a |
| Green color shading | 5b | 0.31b | 56.7 |

* Means with the same letter in each column are not significantly different at the 5% level based on Duncan's multiple range test.

나 약간 높게 나타났으며 녹색遮光區만이 9월 中旬 以後 낮은 狀態로 經過되었다.

遮光材料의 色相別 形成塊莖數와 塊莖무게를 調査한 結果는 表 8과 같다.

形成塊莖數는 無遮光인 對照區는 青色, 黃色·赤色 遮光과는 有意性이 없는 塊莖의 形成을 보였고, 綠色遮光時는 地上部의 枯死로 거의 塊莖形成이 되지 않아서 모든 處理區와 有意性이 있는 生育 結果를 보였다.

한편 塊莖의 무게는 對照區 0.60g 보다 다른 處理區에서 대체로 가벼웠는데 이 가운데 青色과 綠色 遮光區에서 크게 減少하여 塊莖形成과 塊莖 무게에 미치는 색깔별 遮光效果는 각기 다른 反應을 나타냈다. 許³⁾는 올방개와 類似한 올챙이고랭이에 대한 色相別 遮光效果에서 地上부와 地下部 物質生産能力은 透明필름이나 黃色필름에서 높았고 赤色과 黑色, 綠色 필름遮光時 顯著히 떨어진다고 하여 本試驗 結果와 일부 색상은 類似한 結果를 報告한 바 있다.

한편 이와같은 遮光條件에서 形成된 塊莖들의 萌芽率은 遮光 方法間에는 有意性은 없었으나 對照區 73.3%에 比하여 多少 낮은 것으로 나타났는데 이는 塊莖의 形成時 養分의 진류 또는 증진과 관계가 있지 않나 사료되며 今後 繼續 檢討되어야 할 것으로 여겨진다.

崔 等²⁾은 올방개 塊莖形成은 黑色필름에서 塊莖形成의 抑制가 심하였고 色相別로는 朱黃色, 青色, 赤色 順이었으며, 塊莖形成 抑制程度는 出現後 初期 遮光보다는 後期遮光에서 심하게 나타났으며, 有色필름遮光의 雜草地上部

生育이 顯著히 抑制된다고 하였다²³⁾.

摘 要

本 研究는 最近 優占化되어 防除가 어려운 多年生雜草 올방개의 防除體系를 確立하기 위한 일환으로 괴경의 分布 및 괴경 形成特性을 究明하여 1993~1994에 試驗한 結果이다.

1. 올방개는 早植할수록 塊莖形成數가 增加하고 塊莖重도 增加하는 傾向이었으나, 이들 塊莖은 주로 表層에 分布하였다.
2. 塊莖의 土中分布는 0~10cm의 表層에 가장 많았고, 20cm 以下の 深土에는 10% 内外의 塊莖이 分布하였는데, 後期에 形成된 塊莖들은 주로 表土에 分布하는 傾向이었다.
3. 耕耘 作業을 省略한 無耕耘 整地 및 無耕耘 無整地區에서 塊莖形成이 많아졌고, 無耕耘 整地の 경우 0~10cm의 表層에서의 分布比率이 높았다.
4. 地下管井으로부터의 冷水灌溉에 의하여 形成 塊莖數는 약간 增大되는 傾向이었으나, 塊莖의 크기는 현저히 減少되는 것으로 나타났다.
5. 着色 셀로판 필름을 利用한 遮光은 塊莖重과 萌芽率의 減少로 나타났는데, 특히 綠色의 경우 塊莖數의 減少도 현저하여 遮光效果가 가장 크게 나타났다.

引 用 文 獻

1. 千坂英雄. 草薙得一. 1978. 水畜の不耕記乾

- 田直播栽培における雑草の發生消長と防除. 雑草研究 23 : 35~39.
2. 崔忠惇・金純哲・李壽寬. 1988. 多年生 雜草의 出芽 및 塊莖生成에 미치는 諸要因. 韓國雜草學會誌. 8(2) : 158~163.
 3. 許祥萬. 1987. 올챙이고랭이(*Scirpus juncooides* Roxb.)의 生態的 特性에 水分條件의 研究. 全南大學校 博士學位 論文.
 4. 稻村達也. 1984. 除草劑の連用施用下におけるクログワイの個體群動態とその效果的防除に関する研究. 奈良縣農業試驗場研究報告 : 1~95.
 5. 任日彬・沈利星・李善龍・朴錫洪. 1989. 올방개(*Eleocharis Kuroguwai Ohwi*)의 塊莖形成時期와 防除에 關한 研究. 韓國雜草學會誌 9(1) : 34~38.
 6. 伊藤夫仁・疲邊泰. 1982. 地下水位の差異がクログワイの生育におよぼす影響. 雑草研究 27 : (別) 13~14.
 7. 金在鐵・孫錫龍・柳吉林・尹鐘善. 1989. 塊莖의 크기 및 切除가 올방개의 生育에 미치는 影響. 韓國雜草學會誌 9(1) : 28~33.
 8. 金吉雄・李秉旭. 1976. 多年生 雜草 올방개(*Eleocharis kuroguwai*)의 生態에 關한 研究. 慶北大 農業開發研究所 研究報告 4 : 60~63.
 9. 金吉雄・諸商津. 1977. 논에 發生하는 主要 多年生 雜草生態에 關한 研究. 日長處理가 地下莖 形成에 미치는 影響과 地下莖 切斷程度別, 水分 條件別, 土深別에 따른 萌芽 發生力에 關한 研究. 韓國作物學會誌 22(1) : 70~79.
 10. 小林央往. 1984. 水田多年生雜草クログワイの生態と變異. 雜草研究 29(2) : 95~109.
 11. ———・植木那和. 1977. クログワイ塊莖の生産と土中分布様式について. 雜草研究 22 (別) : 114~117.
 12. ———・———. 1980. クログワイの窒素反應について. 雜草研究 25 : 89~90.
 13. ———・———. 1981. クログワイの變異とその諸特性. 雜草研究. 26(別) : 51~52.
 14. 草薙得一・服部金次郎. 1973. 冬期間の耕起法および水管理の差異がクログワイ塊莖の生存・出芽に及ぼす影響. 日本雜草防除研究會第12回 講演要旨 12 : 41~43.
 15. ———・高村燒夫. 1975. 水稻多年生雜草の種子および營養繁殖機管の形成時期, 形成量とこよび關する環境要因. 雜草研究 20 (別) : 78~81.
 16. ———・高村燒夫. 1984. 水田多年生雜草の繁殖特性の解明と防除に關する研究. 雜草研究 29 : 255~267.
 17. 具然忠. 1989. 올방개(*Eleocharis Kuroguwai Ohwi*)의 生長과 競合에 關한 研究. 忠北大學校 博士學位 論文.
 18. ———・朴錫洪・權圭七・李鍾薰. 1984. 主要 多年生雜草에 대한 播種深度別 雜草發生狀態에 關한 研究. 韓國雜草學會誌 4(2) : 130~134.
 19. 李春雨・金昌錫・張映熙・延圭復. 1991. 雜草生長에 미치는 芻草, 보리짚의 Allelopathic Effect. 韓國雜草學會誌 11(2) : 122~127.
 20. 松原秀夫・中村弘. 1969. 多年生雜草クログワイの防除に關する2,3の試驗. 雜草研究 8 : 56~61.
 21. 宮原益次・高林臭. 1982. ウリカワ ミズガヤツリ および クログワイ營養繁殖器官からの出芽の年次消長. 雜草研究 27(別) : 15~16.
 22. 吳潤鎮・具然忠・李鍾薰・咸泳秀. 1981. 最近 韓國의 논 雜草分布에 關하여. 韓國雜草學會誌 1(1) : 21~29.
 23. 卞鍾英. 1985. 着色 폴리 에틸렌 필름 멀칭이 雜草의 發芽, 發生 및 生長에 미치는 影響. 韓國雜草學會誌 5(1) : 19~23.
 24. Roberts, E.H. and R.D Smith. 1977. Dormancy and the pentose phosphate pathway. Pages 385~411 in A.A. Khan, ed. The Physiology and Biochemistry of Seed Dormancy and Germination. Elsevier/North-Holland Biomedical Press. New York.
 25. 梁桓承・金茂基・全載哲. 1976. 畚多年生

- 雜草의 生態에 關한 研究. 韓國作物學會誌 21(1) : 24~34.
26. 申鉉承・全載哲. 1991. 올방개 塊莖의 低溫 抵抗性 發現에 關한 研究. 韓國雜草學會誌 11(3) : 205~211.
27. ———・全載哲. 1993. 올방개 塊莖形成에 關한 生物學的 特性. 韓國雜草學會誌 13(2) : 132~137.
28. 植木那和・中村安夫・小野誠一. 1969. 多年生雜草クログワイの防除に關する基礎的研究. 第一報. 繁殖の生理生態學的特性について. 雜草研究 8 : 50~56.
29. 山岸淳・武市義雄. 1975. クログワイの生態主として發生生態. 雜草研究 14(別) : 54~56.
30. ———・———. 1979. 水田多年生雜草に關する研究. 第Ⅷ報. クログワイの生理生態特性について. 千葉縣農業試驗場報告 19 : 191~217.
31. ———・———. 1980. 水田多年生雜草に關する研究. 第Ⅸ報. クログワイの耕種操作に關する防除法. 千葉縣農業試驗場報告 21 : 109~117.