

울챙고랭이(*Scirpus juncoides* Roxb.)의 種內 및 種間競合에 관한 研究

具滋玉* · 許祥萬**

Intra- and Inter-specific Competition of Bulrush (*Scirpus juncoides* Roxb.)

Guh, J. O.* and S. M. Huh**

ABSTRACT

In the characteristics of intra-specific competition according to bulrush density, the intra-specific competition in plant height began at 5 and 15% per pot in mixed culture and bulrush monoculture, respectively. The intra-specific competition in the shoot began at 5 plants per pot in both mixed culture and bulrush monoculture. The competition in dry matter weight began at 15 plants per pot in monoculture, and at 10 plants in mixed culture. On the rice density, the plant height, and numbers of shoot and dry matter weight in rice were rapidly increased up to 2.6, and 2.5 plants per pot, respectively. And then the increments were slow. The critical inter-specific competition of bulrush with rice was 2.5 to 3 plants per pot in their traits of rice, and especially the number of shoots and dry matter weights per pot showed significant decrements. In the different transplanting time in rice, the plant heights in both rice and bulrush elongated longer in mixed culture than in monoculture. The plant height of bulrush became shorter but the height of rice longer with late transplanting. The ratio of shoot number in rice to the number in bulrush was about 1:3 in all plots, and shoot numbers became less by late transplanting. The dry matter weight in both species were decreased by late transplanting, and the decrements were more prominent in bulrush than in rice.

緒 言

한 草種의 作物競合樣相을 밝히는 일은 쉽지가 않다. 훨씬 많은 要因들의 相互作用下에서 決定될 뿐만 아니라^{3,4,12,13,15,16,19} 現實의으로도 단순한 單一個體群만으로 作物과 對置되는 群落이란 있을 수 없기 때문이기도 하다.⁴⁾ 異種植物間의 種間競合特性을 좌우하는 要因으로 雜草發生時期, 作物栽植密度 및 施肥條件을 들 수 있다.^{3,14)} 따라서 異種植物間의 生長關係는 서로 다른 樣相의 進展段階가 있어서 發生初期에는 協同(cooperation, positive allometry 또는 優生長) 關係로 출발하여 相補(iso-

metry, zero relation, 等生長) 關係를 거쳐 競合(competition, negative growth, 또는 劣生長) 關係를 보인다고 한다.^{7,18,22)} 또한 地上, 地下部分이나 發芽, 生長, 同化, 異化, 環境要求가 서로 다른 異種植物間의 競合評價는 이들 段階의 이해가 요구되며¹¹⁾ 특히 類似한 植物間에는 同一營養段階가 成立되어 物質生産面에서 더욱 致命的일 수 있으므로 葉長, 草長 등의 形質보다는 葉數, 莖數 등의 形質과 같은 物質生産面의 評價基準이 合理的이라고 한다.

울챙고랭이의 作物競合에 관한 研究가 다소 있는 하지만^{8,10)}, 아직은 잘 알려져 있지 않은 새로운 問題性的의 雜草임에 틀림이 없다. 흔히 隣接한

* 全南大學校 農科大學 Coll., of Agric., Chonnam Nat'l Univ., Kwangju 500-757, Korea

** 順天大學 農學科 Suncheon Nat'l Coll., Suncheon 540-070, Korea

두 植物個體間에는 競合의 關係만 있는 것으로 認識되고 있으나, 보다 精確한 研究에 의하면 競合 以前에 協同(優生長)과 相補(等生長)의 相互作用段階를 거쳐서 競合(劣生長)期에 이르며, 이 때에 競合이 本格化한다고 한다. 이러한 相互關係의 發展段階는 種內에서도 마찬가지로 成立이 된다. 18, 19, 22

日本에서는 岩崎⁸⁾ 등이 3 種類의 高령이類와 다른 雜草種 및 벼 사이의 競合關係를 競爭壓의 計算으로 比較檢討한 바 있고, Kabaki 등¹⁰⁾에 의한 高령이의 窒素吸收力 및 利用率關係를 他雜草와 比較報告한 例가 있다. 우리나라에서는 許 등^{5,6)}에 의한 南部畜地에서의 高령이 優占發生化 傾向과 主要雜草種의 벼와의 競合害 分類에 대한 概略의 研究結果가 있다.

따라서 高령이의 問題性을 우리나라의 立地 下에서 把握하기 위해서는 최소한 既存의 研究結果를 토대로 하고 벼와의 種間競合과 함께 자체의 發生에 따른 種內競合特性을 면밀히 檢討할 필요가 있다. 本研究는 水稻의 作期와 密度에 따른 高령이의 作物競合特性과 함께 高령이 單獨生長時의 種內競合特性을 生態的인 側面에서 把握할 目的으로 遂行되었다.

材料 및 方法

1. 高령이 種內競合

高령이의 競合特性을 把握하기 위하여 高령이 單獨植栽條件과 벼立苗條件下에서의 自體競合에 의한 生長樣相을 比較하였다. 이를 위하여 벼가 植栽되지 않은 條件과 每포트당 4株의 벼를 移秧한 條件下에 高령이를 1, 5, 10, 30 株로 移秧하고 벼 出穗期에 高령이 生育量을 調查하였다. 每포트는 1/2,000 a의 無底每트를 使用하였으며 試驗은

亂塊法 3反覆으로 配置하여 遂行되었고 벼 出穗期까지의 高령이에 대한 每포트당 草長, 莖數, 地上部 乾物重을 調查하였다.

2. 벼에 의한 高령이 種間競合

高령이가 벼에 의하여 반게 되는 種間競合에 의한 競合壓을 把握하기 위하여 每포트당 高령이를 4本植한 處理에 벼를 0, 1, 2, 3, 4, 5本植한 後 벼 出穗期에 一率의으로 高령이와 벼의 生育量을 調查하였다.

한편 벼의 作期移動에 따라 高령이의 벼에 대한 種間競合 影響을 把握하기 위하여 全南大學 畜圃場에서 5월 1일 移秧한 早期栽培區, 6월 1일 移秧한 普通期栽培區 및 7월 1일에 移秧한 晚期栽培區를 설치하고, 각각 벼 및 高령이 單獨移秧區와 벼와 高령이를 m²當 21本植으로 移秧한 混植區를 두고 比較하였다.

또한 m²當 22株의 벼를 植栽한 다음, 高령이 密度를 m²當 11, 22, 33, 44, 55本植으로 달리 한 條件下에서 高령이와 벼間의 種間競合特性을 把握하기 위하여 試驗하였다. 調査는 벼 出穗期에 二供試種의 草長, 莖數(분얼수), 乾物重 및 벼의 穗當穎花數를 調查하였다.

結果 및 考察

1. 高령이 種內競合

벼가 立苗된 條件과 立苗되지 않은 條件下의 每포트에 高령이를 每포트당 1, 5, 10, 15 및 30 株로 移植한 後, 벼의 出穗期에 收穫하여 生長量을 測定·比較하였다(그림 1).

草長은 벼 立苗 有無의 兩條件에서 共通의으로 變異幅이 크지 않았으며, 벼 立苗下보다는 高령이

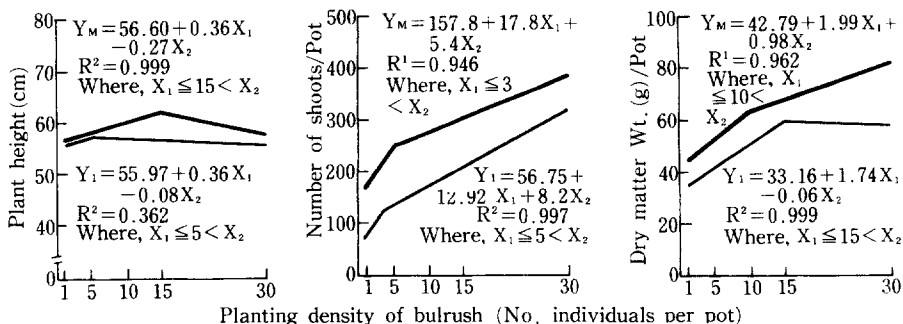


Fig. 1. Comparative growth of intra-specifically competed bulrush under the mono- (Y_M) and inter-rice standina (Y_I).

單植條件에서 오히려 커지는 傾向이었다. 또한 種內競爭에 의한 草長形成의 影響이 벼 立苗下에서는 15株密度부터 始作되었으나 單植區에서는 15株密度부터 始作됨으로써 벼 立苗에 의하여 울챙고랭이의 種內競爭密度가 낮아졌음을 알 수 있었다. 울챙고랭이 뿐만 아니라 混植과 密度增加에 의하여 植物의 草長이 增大되는 傾向은 一般的으로 널리 알려져 있는 事實이다.^{3,4,5)}

本實驗의 경우에는 이런 事實이 認定되지 않았으며 이는 圃場이 아닌 pots, 즉 制限된 面積과 個別的으로 開放된 空間下에서 얻어진 結果이었기 때문에 解析이 된다.

1 pots 당 莖數는 密度增大로 1 pots 당 30株까지 增加하는 傾向이었으며, 벼 立苗下보다는 單植區에서 훨씬 많아지는 結果를 나타내어 岩崎의 結果⁸⁾와 一致하였다. 그러나 두 條件 모두에서 種間競爭이 始作되는 密度는 1 pots 당 5株부터이었으며, 種內競爭 始作密度 이상의 條件에서는 單植보다 벼 立苗下의 條件에서 울챙고랭이의 莖數가 增加되는 傾向이었다. 이는 울챙고랭이가 벼 보다 莖數確保를 容易하게 할 뿐만 아니라¹⁵⁾ 벼에 의한 栽培影響을 적게 받으며⁹⁾, 벼는 固定된 密度였고 울챙고랭이 密度만을 增大시켰던 데 기인하는 것으로 解析이 된다.

反面에 乾物重 즉 物質生産特性에 있어서는 種內競爭의 始發密度가 單植은 10株부터이나 벼 立苗下에서는 오히려 15株부터 始作되어 差異를 보였다. 이는 벼 出穗期 直前까지의 生長速度가 벼보다 울챙고랭이에서 큰 데 대한 相對的인 優位性 때문에 由來된 結果로 보이며^{6,17,20)} 種間競爭 始發부터 兩條件間의 隔差가 甚하게 벌어지는 것은 種內 및 種間競爭壓의 上昇의인 增大에 의한 뿐만 아니라^{3,8)}, 벼의 營養生長期間이 울챙고랭이보다 길기 때문일

것이다.^{4,5,16,19)}

2. 벼에 의한 울챙고랭이 種間競爭

벼의 密度增加에 의한 울챙고랭이의 種間競爭壓을 測定하기 위하여 1 pots 당 벼를 1株부터 5株까지 增大시키면서 一定株數(4本 / pots)의 울챙고랭이를 植栽하고 生長特性을 벼와 對比하여 調査하였다(그림 2).

울챙고랭이 植栽로 인한 벼의 草長은 1 pots 당 벼의 植栽密度가 2.6株부터, 分蘖수는 2.5株부터 다소의 增加率 減少現象이 觀察되었다. 이는 벼의 種內 및 울챙고랭이와의 種間競爭의 相加의 效果로 빚어진 結果이며, 草長이나 分蘖수 確保에는 큰 무리가 없었음에도 乾物重이 增加되므로써 벼의 경우 光이나 空間競爭壓보다 養分競爭에 의한 影響을 크게 받는 特性임을 짐작할 수 있었다.²¹⁾ 또는 分蘖성기의 光不足條件이 草長이나 分蘖수에는 큰 影響을 주지 않지만 강세分蘖이나 草勢를 弱화시킬 수 있다고 한 安¹⁾의 報告와도 類似성이 認定되었다.

反面에 울챙고랭이의 경우, 벼의 植栽密度增加에 따라 生長抑制 및 減退現象이 惹起됨을 알 수 있었다. 대체로 울챙고랭이의 種間競爭은 1 pots 당 벼 2.5~3株의 密度까지 極甚하며, 草長보다는 莖數分化나 乾物生産面에서 현저하였다. 벼 2.5~3株 以上の 密度에서는 벼의 種間競爭에 의한 弱化現象으로 인하여 울챙고랭이의 生育抑制效果는 다소 鈍化되는 傾向이었다. 以上の 結果는 울챙고랭이의 種間競爭能力이 草體는 커도 벼에의 影響은 크지 않거나 오히려 벼의 影響下에서 울챙고랭이의 生長量이 더욱 민감하게 좌우된다고 解析하였던 具 등⁵⁾, Kabaki 등¹⁰⁾의 報告內容과 一致하는 것으로 判斷되었다.

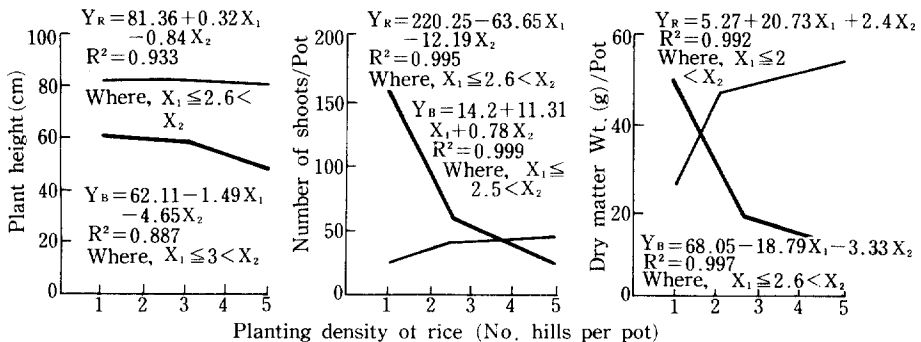


Fig. 2. Comparative growth of inter-specifically competed bulrush (Y_B) and rice (Y_R) as affected by planting density of rice.

3. 벼 作期에 따른 올챙고랭이의 種間競合特性

本研究는 圃場條件에서 벼 作期를 早期, 普通期, 晩期로 달리하여 벼와 올챙고랭이를 각각 單植 혹은 對等한 比率로 混植한 後 生育量을 調査하여 種間競合特性을 檢討한 것이다(表 1).

草長은 두 植物種 모두 單植보다도 混植에서 더욱 커지는 傾向으로서 벼와 올챙고랭이間에 光競合이 있었음을 나타내었다. 그러나 作期가 늦어질수록 올챙고랭이의 平均草長은 짧아지는 傾向인 데 반하여 벼는 오히려 길어지는 結果를 보였다. 또한 混植에서 草長이 增大되는 程度는 벼보다 올챙고랭이가 크므로서 雜草로서의 特性(특히 晩期栽培時)이 나타나고 있는 것으로 보였다.

전반적으로 올챙고랭이의 草長이 벼를 능가하지는 않으므로서 光競合能力은 높지 않음을 짐작할 수 있었다. Kabaki 등¹⁰⁾의 報告에서도 벼와 올챙고랭이 混植으로는 오히려 올챙고랭이가 벼에 의한 遮光의 影響을 받는 것으로 발표된 바 있다. 또한 具 등⁵⁾은 올챙개, 바람하늘지기, 골풀과 함께 올챙고랭이의 草長은 크지만 벼에 대한 影響은 크지 않은 類型으로 分類한 바 있어서 本研究 結果를 뒷받침하는 것으로 생각이 된다. 벼의 分蘖수 및 올챙고랭이 莖數는 大略 1 : 3 程度의 比率를 보이고 있으며 作期가 늦어질수록 두 植物種 모두 減少하는 傾向이었으며, 특히 減少傾向은 晩期の 올챙고랭이에서 極甚하게 나타났다. 또한 單植에 비해 混植에서의 莖數減少 程度는 植物重이나 作期에 관계없이 大略 절반 程度로 減少하는 一律性を 보이고 있었다. 金 등¹⁷⁾은 올챙고랭이의 莖數가 個體當 35 個 程度라고 하였으나 이는 작은 포트(1/5,000 a)의 實驗에 의했기 때문에 本結果와 差異를 나타낸 것이라고 생각되며 金 등¹⁵⁾은 올챙고랭이가 벼의 密度가 커질수록 다른 草種보다 發生優占性을 갖는다고 하였으나, 올챙고랭이가 莖數를 一律性있게 固定시켜

유지시켰던 本研究 結果로 보아 發生優占性은 相對의 概念으로 成立이 可能하며 面積當 絕對 發生本數의 增加로 把握될 問題는 아닐 것으로 생각된다.

地上部 乾物重에 있어서는 單, 混植을 比較할 때, 벼보다 올챙고랭이의 變動率이 더욱 큰 것으로 나타났다. 또한 앞의 莖數에서와 마찬가지로 作期가 늦어질수록 올챙고랭이의 物質生産性은 脆弱性을 드러내는 것으로 판단되었다. 金 등¹⁶⁾은 벼의 後期生育에 의한 雜草被害 回避可能性을, 許 등⁶⁾은 물달개비와 올챙고랭이의 混生에 의한 벼의 雜草競合期間 延長可能性을 각각 提示한 바 있으나 結果적으로 올챙고랭이의 光競合 被害는 크지 않으며⁵⁾ 莖數 및 乾物生産量에 비례한 養分競合도 실제로는 窒素利用率이 낮기 때문에¹⁰⁾ 크게 問題되지 않으며, 이로써 具 등⁵⁾이 提示한 바와 같이 올챙고랭이는 生長에 비하여 被害가 적은 雜草群으로 이해될 수 있을 것이다.

4. 올챙고랭이 密度變動에 의한 벼의 種間競合特性

圃場에서 올챙고랭이의 密度增加에 의한 벼와 올챙고랭이의 種間競合壓을 測定하기 위하여 m²當 올챙고랭이를 11, 22, 33, 44, 55 株로 늘려가며 m²當 22 株로 栽植된 벼의 生長에 대한 影響을 調査하였다(그림 3).

草長은 올챙고랭이의 경우, 密度增加로 다소 增大되는 結果이었으나 벼는 올챙고랭이의 密度가 m²當 28 本까지는 減少하다가 28 本을 基點으로 그후부터 서서히 回復되는 傾向을 보였다.

m²當 28 本 이상에서의 漸進的인 回復은 올챙고랭이의 密度增大에 따른 種內競合의 影響에 기인하는 것으로 解析이 된다. 이들 結果에서도 올챙고랭이 보다는 벼가 遮光을 적극적으로 하는 傾向이었으나 올챙고랭이보다 벼의 優位性이 減少되는 傾向

Table 1. Variation in growth traits of rice and bulrush as affected by their interspecific competition under the different rice cropping seasons.

Cropping season	Plant height (cm)				No. shoots/plant				Shoot dry Wt. (g/plant)			
	Rc*	Rc/Br	Br/Rc	Bulr.	Rc	Rc/Br	Br/Rc	Bulr.	Rc	Rc/Br	Br/Rc	Bulr.
Early	77.0	78.3	75.1	73.0	18.5	10.3	37.1	64.3	24.2	16.5	11.1	18.4
Standard	78.7	82.0	76.5	73.3	16.3	8.3	28.4	61.6	22.4	12.1	9.6	17.7
Late	88.7	84.7	70.2	65.3	12.2	6.7	19.2	38.0	19.9	10.3	4.3	7.7
Mean	81.5	81.7	73.9	70.5	15.7	8.7	28.2	54.6	22.2	13.0	8.3	14.6
LSD 0.05	8.3	NS	4.8	5.2	3.1	3.3	7.6	14.4	4.1	5.3	NS	7.8

* Rc. : Rice-mono, Rc/Br. : Rice in mixed stand with bulrush, Br/Rc. : Bulrush in mixed stand with rice, Bulr. : Bulrush-mono, and NS : Not significant difference, respectively.

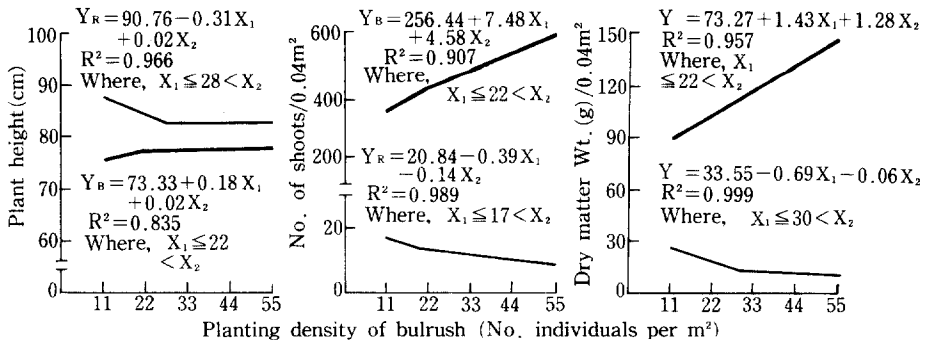


Fig. 3. Comparative growth of inter-specifically competed rice (Y_R) and bulrush (Y_B) as affected by planting density of bulrush.

임을 알 수 있었다. 그러나 莖數와 地上部 乾物重에서는 올챙고랭이와 벼 사이에 極甚한 增減反應을 나타내었다. 本調査는 標準密度(22株/m²)에서 벼 1株가 점유하는 面積(0.046 m²) 單位로 이루어진 것이다. 面積當의 분얼수(또는 莖數)와 地上部 乾物重 變化는 올챙고랭이 栽植本數가 m²當 11本에서 55本까지 增加함에 따라 벼는 거의 直線的으로 減少하는 傾向이었던 데 반하여 올챙고랭이는 增加하는 傾向을 나타내었다.

물론 올챙고랭이의 競合에 따른 生長抑制에 의하여 벼의 분얼수 및 乾物重 減退率도 鈍化되고는 있으나 結果的으로는 1:1 以上の 競合密度比率下에서는 벼의 種間競合 優位性도 認定될 수가 없었음을 意味하는 것으로 判斷된다. 一般的으로 올방개, 올챙고랭이 및 골풀 등과 같은 草型의 雜草에 의한 벼의 種間競合害가 生長面에서는 至大하지 않은 것으로 表現이 되지만(2,5,6,8,10) 出穗以後의 收量構成特性面에서는 벼의 回復力 如何에 따라 致命的인 影響을 받을 수 있는 것으로 報告된 例들도 많다(1,6,12,13,14,20) 이러한 점을 綜合해 볼 때 올챙고랭이의 常習發生地나 發生에 適當한 條件이 附與되는 벼 栽培地帶에서는 積極적인 防除手段이 강구되어야 할 것으로 判斷된다.

摘 要

올챙고랭이의 種內 및 벼와의 種間競合特性을 밝히기 위하여 1/2,000 a 규격의 팻트와 圃場에서 一連의 試驗을 遂行하였다.

1. 올챙고랭이 密度別 種內競合 特性

單植區보다 벼 立苗下에서 올챙고랭이 種內競合 始發密度가 낮아졌으며, 올챙고랭이의 莖數增加에

의한 種內競合은 벼 立苗有無條件 모두에서 팻트當 5株부터 始作되었다. 乾物重은 單植의 경우 팻트當 10株부터, 그리고 벼 立苗下에서는 15株부터 種內競合이 始作되었다.

2. 벼 密度變化에 따른 올챙고랭이의 種間競合 特性

벼의 草長은 팻트當 벼 2.6株, 분얼수는 2.5株 密度부터 減少現象이, 乾物重은 2株의 密度부터 增加率의 鈍化現象이 招來되었고, 올챙고랭이의 致命的인 種間競合은 팻트當 벼 2.5~3株의 密度까지에서 나타났으며, 草長보다는 莖數分化나 乾物生産面에서 有意的이었다.

3. 벼의 作期間變動에 따른 올챙고랭이의 種間競合 特性

草長은 벼와 올챙고랭이 모두 單植보다는 混植에서 增加되었고 作期가 늦어질수록 올챙고랭이의 草長은 짧아졌으나 벼는 길어지는 傾向이었다. 벼의 분얼수와 올챙고랭이 莖數의 比率은 모든 處理에서 1:3程度의 一律性을 보였고, 作期가 늦어질수록 減少傾向이 甚하였으며, 地上部 乾物重 역시 晩期條件에서 떨어졌으며 變動幅은 벼보다 올챙고랭이에서 현저하였다.

4. 올챙고랭이 密度變動에 의한 벼와의 種間競合 特性

올챙고랭이의 密度增加로 올챙고랭이에 대한 벼의 草長優位性(遮光機能)은 減少되는 傾向이었으며 올챙고랭이의 面積當 莖數와 地上部 乾物重은 增加하는 대신 벼의 분얼수와 地上部 乾物重은 減少하는 傾向이었다.

引用文献

1. Ahn, S. B. 1973. Studies on the varietal difference in the physiology of ripening in rice with special reference to raising the percentage of ripened grains. J. Kor. Soc. Crop Sci. 14: 1-40.
2. 荒井正雄, 川良一. 1956. 水耕栽培における雑草害の生態學的研究. I-II. 水稻と雑草の競争機構について. 日作紀 25-2: 115-119.
3. Chisaka, H. 1966. Competition between rice plants and weeds. Weed Res. (Jap) 5: 16-22.
4. Guh, J. O., S. L. Kwon and S. M. Huh, 1983. Differential weed competition of two rice cultivars under various cropping patterns. Kor. J. Weed Sci. 3(1): 57-68.
5. Guh, J. O. and S. M. Huh 1985. Competition-ecological classification of the prominent paddy weed species around bulrush (*Scirpus juncoides*). Kor. J. Weed Sci. 5(2): 96-102.
6. Huh, S. M. and J. O. Guh 1985. Weed emergence and its competition in the differently cropped paddy fields in southern districts. Kor. J. Weed Sci. 5(1): 24-34.
7. Ikusima, I. and M. Numata. 1966. Theoretical consideration on the inter-specific competition among higher plants. Weed Res. (Jap). 5: 1-9.
8. 岩崎柱三, 秋本宏. 1980. ホタルイ, イヌホタルイおよびタイワンヤマイと水稻および他雑草との競争. 雑草研究(日) 25(別): 11-12.
9. Iwasaki, K. 1983. Ecology of paddy-field *Scirpus* weeds, so-called "Hotarui" and their control. Weed Res. (Jap.) 28: 163-171.
10. Kabaki, N. and H. Nakamura. 1984. Differences in nutrient absorption among paddy weed. I. Nitrogen absorption in mixed planting. Weed Res. (Jap.) 29: 147-152.
11. 笠原安夫. 1962. 作物大系. 第14編. 1. 雑草の特性と雑草害. 6章 耕起雑草群落の種類., 生活型組成 および 群落量. pp.19-88.
12. Kim, S. C., S. K. Lee and D. S. Kim. 1962. Competition between transplanted lowland rice and weeds as affected by plant spacing and rice cultivar having different eco-geographic race. Kor. J. Weed Sci. 2(1): 1-6.
13. Kim, S. C. 1979. An ecological approach to controlling weeds in transplanted lowland rice. Ph. D. Theses, Univ. Philipp. LosBanos, Coll., Laguna, Philippines.
14. Kim, S. C. and K. Moody 1980. Effect of plant spacing on competitive ability of rice growing in association with various weed communities at different nitrogen levels. J. Kor. Soc. Crop Sci. 25(4): 17-27.
15. Kim S. C., S. K. Lee and R. K. Park. 1981. Competition between transplanted lowland rice and weeds as affected by plant spacing and rice cultivar having different culm length. Kor. J. Weed Sci. 1(1): 44-51.
16. Kim, S. C., J. K. Kim and D. S. Kim 1982. Competition between transplanted lowland rice and weeds as affected by plant spacing and rice cultivar having different maturity. Kor. J. Weed Sci. 2(1): 7-12.
17. Kim, S. Y., S. G. Song and B. G. Kim. 1985. Emergence and ecology of the *Scirpus hotarui* and *Aneilema japonica* on paddy-field. Kor. J. Weed Sci. 5(2): 109-113.
18. 吉良龍夫. 1978. 植物共同體の分析と總合. 1. 植物生態學. 生態學の大系. pp.380-429.
19. Lee, H. K. and J. O. Guh 1982. Study on competition ecology of a perennial weed *Sagittaria pygmaea* Miquel. in paddy field. Kor. J. Weed Sci. 2(2): 113-121.
20. 松島省三. 1957. 水稻收量の成立と豫察に關する作物學的研究. 日本農技研報告. A-5: 1~271.
21. Noh, C. S., J. O. Guh and S. M. Huh 1983. Interpretation of labour-saving feasibilities in transplanting of two paddy rice cultivars by controlling of planting densities and fertilization levels. Theses of Suncheon Nat'l College. Vol. 2: 53-67.
22. 上田悟. 1972. 農林水産研究の統計的 數理的方法 24. 生長解析. 農林水技會. pp.341-358.