

露地 및 P. E. film 被覆下에서 除草時期와 期間이 땅콩의 生育 및 收量에 미치는 影響

姜光熙* · 李錫淳* · 李啓洪** · 黃亨白*** · 李相百*** · 芮炳德*

Growth and Yield of Peanuts Affected by Weeding Time and Periods in Bare Soil and Under the P.E.film Mulch

K. H. Kang*, S. S. Lee*, K. H. Lee**, H. B. Hwang***, S. B. Lee*** and B. D. Ye*

ABSTRACT

To know the effects of weeding periods (weeding from 12 days, 28 days and 42 days after seeding to harvest, and weeding from seeding to 14 days, 28 days and 42 days after seeding) and growing conditions such as transparent polyethylene film mulch (P.E. mulch) and bare soil on growth and yield of peanuts, "Yeongho-Tangkong" was planted on May 10, 1984.

Under P.E. mulch, the number of weeds was higher, but the weed dry weight was lower than in bare soil by the middle of July. Sixty days after seedings, the length of main stems in weedy check plots was longer, but shoot dry weight was lower compared to weed free plot. In the correlation coefficients between weed dry weight and the shoot dry weight of peanut on July 14, the growth retardation of peanuts due to weeds was showed earlier under P.E. mulch than in bare soil.

Shoot dry weight, shelling ratio, number of seeds per pod, 100 pod weight, and seed yield were higher under P.E. mulch compared to bare soil. But weed dry weight, length of branches, number of pod bearing branches, number of pods per square meters, and pod yield were similar between P.E. mulch and bare soil.

Shoot dry weight of peanuts, length of branches, number of pod bearing branches, number of pods per square meters, pod yield, 100 pod weight, 100 seed weight, and seed yield in weed free plots from 28 days after seeding to harvest (28 DAS-Harvest) were higher compared to weed free plots from 42 DAS-Harvest. However, in the weed free plot from seeding to 42 days after seeding seed yield was lower than that of the continuous weeding plot due to lower number of pod bearing branches and number of pods per square meters.

When weed was not controlled at the later growth stages of peanuts, reduction in seed yield due to weeds was greater in bare soil than that under P.E. mulch.

摘 要

땅콩 種實收량을 높이기 爲한 P.E. film 被覆栽培

는 P.E. film 을 被覆함으로서 地温上昇을 誘發하고, 土壤水分을 維持 保存하며^{4,6)} 土壤의 硝酸態 窒素의 保存, 罹病率의 減少, 養分吸收의 增加, 過多한 地表水의 流去에 依한 過濕防止 등으로 發芽環境을

* 嶺南大學校 農學科 Dept. of Agronomy, Young Nam Univ.

** 몬산토 코리아 Monsanto Korea, Inc. Seoul Branch

*** 慶尙北道 農村振興院 Kyung Buk PRDA

良好하게 하며 또한 作物의 生育을 助長시킨다.⁵⁾ 이러한 P. E. film 被覆의 効果는 作物 뿐만 아니라 雜草의 發芽 및 生育環境에도 影響함으로서 作物과 雜草와의 競合關係가 露地에서와 差異가 있을 것으로 생각한다.

作物과 雜草와의 競合關係는 作物과 雜草의 種類, 雜草의 發芽時期 및 雜草 發生量에 따라 差異가 있어 定量的으로 解析하기는 어렵다.^{3,9,10)} 그러므로 同一한 播種期에 P. E. film 을 被覆하고 또 하지 않은 露地條件에서 땅콩과 雜草와의 競合關係를 比較 檢討하여 땅콩의 合理的인 除草方法을 究明하고자 하였던 바 그 結果를 報告한다.

材料 및 方法

本 試驗은 1983年 慶尙北道 農村振興院 特用作物 試驗圃에서 實施하였는데, 土壤은 壇壤土이었다. 「嶺南땅콩」을 供試하여 5月 10日 播種하고 P. E. film 被覆 및 無被覆區에서 各各 除草期間을 달리하는 處理를 하였다. 施肥는 炭酸石灰를 100kg/10a 土壤에 全面撒布하고 회전쇄토기로 土壤과 잘 섞이 지게 한 후 幅이 1.5m인 畦를 만들고 N-P₂O₅-K₂O 를 各各 3-7-10kg/10a을 全面撒布한 후 播種覆土하였다. 栽植密度는 畦幅 50cm, 株間距離 20cm로 2粒씩 點播하고 2~3葉期에 1株 1本이 되도록 숙아 주었다. 處理는 表 1과 같이 被覆 및 無被覆에서 各各 除草時期와 期間을 달리하였다. 試驗區의 크기는 幅 1.5m, 長 7m로 面積은 10.5m²이었다. 試驗區 配置는 0.03mm 透明 P. E. film 被覆과 無被覆을 主區, 除草期間을 細區로 한 分割區 配置 4 反復이었다.

땅콩 生育調査는 作物試驗場 땅콩 標準調査法에 準하였는데 땅콩 地上部 乾物重과 種實收量은 中間 2畦를 對象으로 하였다. 雜草發生量은 調査時期別

Table 1. Treatment of the experiment.

Main plot	Sub-plot (weed free period)
Transparent	14 DAS* - Harvest (14 DAS-)
P. E. mulch	28 DAS - Harvest (28 DAS-)
Bare soil	42 DAS - Harvest (42 DAS-)
	Seeding - 14 DAS (-14 DAS)
	Seeding - 28 DAS (-28 DAS)
	Seeding - 42 DAS (-42 DAS)
	Continuous weeding
	No-weeding

* DAS: Days after seeding

로 50cm×20cm 面積에서 廣葉과 禾本科 雜草로 區分하여 調査하였고, 乾物重은 風乾後 다시 80℃에서 48時間 乾燥한 다음 測定하였다.

一定期間中에 雜草發生量은 除草區가 포함될 경우 그 期間에 發生한 雜草量을 累積 合算하였고, 除草區에서 雜草乾物重은 平均値를 求하였다. 雜草 發生量과 땅콩 生育量과의 相關値는 各 處理의 平均 값으로 計算하였다.

播種前 10日부터 6月 中旬까지는 快晴한 날씨가 繼續되어 氣溫은 平年보다 높고 乾燥한 狀態로 經過하였으며, 7月 中旬부터 雨期로 접어 들면서 圃場 一部는 過濕狀態로 되었다. 被覆은 7月 20日까지 大部分 維持되었으나 그 以後 特히 無除草區는 雜草가 P. E. film 을 들고 일어나 7月 中旬 以後에 상당 部分의 P. E. film 은 破損되었다.

結果 및 考察

1. 땅콩 初期生育과 雜草發生

땅콩의 出現期는 透明 P. E. film 被覆區에서 5月 18日로 慣行無被覆區의 5月 27日보다 9日이 빨랐다. 本 試驗에서 被覆區가 發芽가 빠르고 出現이 고른 것은 被覆에 따른 溫度上昇效果^{4,5,6)}도 있겠으나, 播種 前後의 旱魃을 勘案하면 被覆에 依한 土壤 水分의 蒸發抑制로 土壤水分을 維持할 수 있었기 때문이라고 생각한다.

땅콩 播種後 60日에 땅콩의 主莖長과 地上部 乾物重을 보면 表 2와 같다. 被覆한 除草區의 主莖長이 14cm로서 無被覆의 除草區에서 主莖長 9cm에 比하여 5cm가 더 成長되어 被覆에 依하여 生育이

Table 2. Length of main stem and shoot dry weight of peanuts affected by weed free periods under the P.E. mulch and in bare soil 60 days after seeding.

Weed free	Main stem length (cm)		Shoot dry wt. (gr./5 pts)	
	Mulch	Bare	Mulch	Bare
14 DAS - Harvest	14.0	11.5	99.7	43.6
28 DAS - Harvest	13.0	9.0	95.7	50.5
42 DAS - Harvest	24.0	21.0	70.0	25.5
Seeding - 14 DAS	18.0	16.0	103.6	39.5
Seeding - 24 DAS	15.0	11.0	131.0	73.3
Seeding - 42 DAS	12.0	10.0	142.2	68.1
Continuous weeding	14.0	9.0	109.1	71.7
No weeding	27.0	23.0	67.0	19.4

Table 3. Differences of weed dry weight in the different weed free periods during the peanut cultivation under P.E. mulch and in bare soil.

Weed free period	Growing condition	Dates of observed					
		May 24	June 7	June 24	July 24	Aug. 24	Harvest
No weeding	Mulch	0.4	9.3	41.4	126.4	148.7	529.6
	Bare	0.7	26.0	66.5	98.1	142.9	514.4
Seeding - 14 DAS	Mulch	-	1.8	10.9	79.8	146.3	365.6
	Bare	-	3.3	15.9	100.0	132.4	360.0
Seeding - 28 DAS	Mulch	-	-	3.0	16.5	83.9	144.0
	Bare	-	-	4.2	23.1	86.6	176.8
Seeding - 42 DAS	Mulch	-	-	-	8.8	28.5	111.2
	Bare	-	-	-	12.4	47.6	108.0

Unit : gr./0.1m²

促進되었다. 한편 除草 始期가 늘거나 除草하지 않은 區는 雜草와의 競爭이 甚하고 그 程度가 甚할수록 主莖長이 긴 傾向으로, 無除草區와 除草時期가 늦은 播種後 42日부터 收穫期까지 除草區(42DAS-區)는 24~27cm로 主莖長이 全期間 除草區보다 越等하게 크다. 無除草區와 42DAS-區에서 땅콩의 地上部 乾物重은 被覆, 無被覆區가 各各 67~70g, 20g 内外로 全期間을 除草한 被覆區의 100~130g 및 無被覆의 40~70g에 比하여 1/2~1/3 程度로 顯著하게 떨어졌다. 播種後 28日부터 收穫까지 除草區(28DAS-區)는 60日즈음이 되면 全期間 除草區의 水準까지 땅콩의 生育이 回復되었으나 42DAS-區는 땅콩이 徒長하여 主莖長은 길게 자랐으나 땅콩의 乾物重은 오히려 낮아진 狀態로서 雜草의 被害가 컸었던 것으로 생각된다.

被覆 및 無被覆에서 雜草發生은 表 3과 같다. 本試驗에서 調查된 7月까지의 雜草 乾物重은 無被覆區가 被覆區보다 越等하게 더 높았고, 한편 無除草區에서 雜草 發生數는 被覆區가 無被覆區보다 더 많은 傾向을 보였다. 이러한 現象은 P. E. film 被覆下에서 土壤水分이 適切하게 維持됨으로서 雜草의 發生은 많았으나 film 下에서 發育은 抑制됨으로서 오히려 生育量이 낮아진 것으로 생각된다.

7月 以後에는 被覆區에서도 雜草가 P. E. film 을 밀고 올라오며 成長하거나 땅콩 出現 때에 쭈어 놓은 구멍을 통하여 film 밖으로 나오며, 除草過程中 film 이 破損되는 등 被覆 與否가 雜草量에 미친 영향의 差異는 없었을 것으로 생각된다.

被覆, 無被覆에서 除草時期를 달리한 各 處理의 平均值로서 求한 各各의 時期의 雜草 乾物重과 땅콩 乾物重과의 相關關係는 表 4 와 같다. 各各의 雜

Table 4. Correlation coefficients between the shoot dry weight of peanuts on July 14 and weed dry weight at the different time under P.E. mulched and in bare soil.

Growing condition	May 24	June 7	June 24
P. E. mulch	-0.0867	-0.7859*	-0.8505**
Bare soil	-0.0878	-0.7002	-0.8572**

* : Significant at 5% level

** : Significant at 1% level

草 乾物重은 處理別로 調查時期에 따라 累積한 값으로 하였고, 땅콩은 7月 14日 採取하여 乾燥한 乾物重으로서 相關을 求하였다. 被覆 無被覆 모두 負의 값을 보였는 때 5月 24日까지 發生하였던 雜草는 땅콩 生育에 미친 영향은 認定되지 않았고, 6月 24日까지 發生된 雜草는 被覆, 無被覆 모두 高度로 有意하게 땅콩 生育에 負의 영향을 미쳤다. 한편 6月 7日 調查에서는 被覆區에서만 有意하여 時期에 따라 雜草와 땅콩과의 競爭關係가 差異 있을 을 나타내었고 被覆區는 그 競爭關係가 빠르게 나타난다고 할 수 있다. 땅콩은 生育初期에 葉의 展開가 他 作物에 늦은 便인데³⁾ P. E film 被覆에 依하여 生育이 促進됨으로서 雜草와의 競爭關係가 빠르게 나타난 것이라고 생각된다.

2. 雜草發生時期와 땅콩 收量 聯關特性

被覆 및 無被覆 땅콩 栽培에서 除草時期를 달리하였을 때 땅콩 收量 및 그 聯關特性과 땅콩 地上部 乾物重, 收穫時 殘草重에 對한 分散分析表는 表 5와 같다.

被覆效果가 有意하게 認定된 特性은 땅콩의 乾物

Table 5. Analysis of variance for the agronomic characters and yield of peanut under P.E. mulched and in bare soil in different weed free period.

Source of variation	df	Mean square										
		Dry wt. of weed	Branch length	No. of pod bearing branches	Dry wt. of shoot	No. of pods per m ²	Pod wt.	No. of seeds per pod	100 pod wt.	100 seed wt.	shelling ratio	Seed yield
Main plot												
mulch(A)	1	ns	ns	ns	**	ns	ns	*	**	**	*	**
Sub-plot												
Weed free period (B)	7	**	*	**	**	**	**	*	**	**	**	**
Interaction (AxB)	7	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns

重(莢實 除外), 莢當 種實數, 100莢實重, 100種實重, 莢實重比率 및 種實의 收量이었다. 그러나 收穫時 殘草重, 1m²當 莢數 및 莢實重은 被覆에 따른 差異가 認定되지 않았다. 7月 中旬 以後가 되어서 雜草는 P. E. film을 전체적으로 밀어 올리고 또 한 뚫어진 film 구멍으로도 雜草가 成長하였고 除草作業 過程에서 film 自體가 상당히 破損되었기 때문에 收穫時期에 도달하여서는 殘草重이나 방공의 分枝長 및 有效分枝數 等 特性은 被覆에 따른 差異가 나타나지 않은 것으로 생각된다. 그러나 1m²當 莢數 및 莢實重은 除草時期別로 不規則的인 相反된 內容을 나타내기 때문에 앞으로 檢討가 必要하다. 莢實重比率만이 被覆과 除草時期間에 相互作用效果가 認定되었는데 이것은 莢實重과 種實重의 相對的인 比率이므로 莢數가 적고 種實이 完熟된 경우와 莢數가 많고 種實의 成熟이 相對的으로 低下되었기 때문이라 생각된다.

被覆與否와 除草時期에서 相互作用效果가 없었던

諸 特性의 平均値는 表 6과 같다. 全期間 除草區에서 방공 乾物重은 280kg/10a인데 對하여 無除草區는 32kg/10a에 不過하였으나, 分枝長은 無除草區가 55cm로 오히려 14cm가 더 긴 편이다. 有效分枝數는 全期間 除草區에서 8.5個이었으나 無除草區에서는 1.4個로 子葉節位分枝에서도 着莢되지 않은 것이 많았으며 줄기는 徒長되고 分枝數가 적어 生育量은 적었다.

除草 時期別로 보면 방공 乾物重은 播種 14日 以後 收穫期까지 除草區(14DAS-區)와 播種 28日 以後 收穫期까지 除草區(28DAS-區)는 全期間 除草區와 差異가 없으나 播種後 42日 以後 收穫期까지 除草區(42DAS-區)는 28DAS-區보다 顯著하게 낮았다. 即 除草始期의 早晚에 따라 방공 生育에 미친 除草效果의 差異가 크다는 것을 나타내었다. 이와 同一한 傾向을 보인 特性은 방공의 分枝長, 有效分枝數 및 收量構成特性中에는 1m²當 莢數, 莢實重, 100莢實重, 100種實重 및 種實收量이었다. 42DAS-區

Table 6. Mean values of main plot for the agronomic characters and yield components of peanut in different weed free period.

Weed free period	Dry wt. of weed (g/0.1m ²)	Branch length (cm)	No. of pod bearing branches	Dry wt. of shoot (kg/10a)	No. of pods per m ²	Pod wt. (kg/10a)	No. of seeds per pod	100 pod wt. (g)	100 seed wt. (g)	Seed yield (kg/10a)
14 DAS-Harvest	47.6 a ^{1/}	38.5 a	7.7 ab	250 a	207 a	233 a	1.40 bc	109 b	51.8 b	161 ab
28 DAS-Harvest	34.0 a	37.5 a	7.8 ab	239 a	214 a	248 a	1.46 ab	110 b	52.1 b	174 a
42 DAS-Harvest	65.6 a	35.8 a	4.0 c	140 b	108 b	110 bcd	1.37 bc	90 c	41.1 c	57 cde
Seeding-14 DAS	362.8 bc	55.1 c	3.0 c	90 bc	38 c	42 de	1.40 bc	120 ab	57.1 ab	30 de
Seeding-28 DAS	160.4 ab	49.4 bc	6.5 b	233 a	105 b	128 bc	1.60 a	138 a	63.5 a	89 cd
Seeding-42 DAS	109.6 a	35.7 a	6.9 b	235 a	108 b	147 b	1.39 bc	115 ab	56.6 ab	110 bc
Cont. weeding	35.2 a	40.9 bc	8.5 a	280 a	232 a	283 a	1.50 ab	118 ab	54.2 ab	196 a
No. weeding	50.6 c	54.5 c	1.4 c	32 c	15 c	15 e	1.27 c	86 c	51.8 b	11 e

1/ : Means within a column followed by the same letter are not significantly different at the 5% level by Duncan's New Multiple Range Test.

에서 땅콩의生育이나收量이 낮은原因은 땅콩生育이 상당히進展된 6月 24日에除草가始作되어 땅콩은 이미徒長하였기 때문이라고 생각한다. 또한 100莢重, 100種實重이 낮은 것은着莢始期가 늦었거나,莢實 및 子實의發育遲延, 그리고 두가지 경우 모두를 생각할 수 있었다.

땅콩播種後一定期間除草以後放任한 경우는放任時期가 빨라질 수록 땅콩의生育은低調하였다.播種後 14日까지除草區(-14DAS區)는-28DAS區에比하여有効分枝數, 땅콩乾物重, 1m²當莢數, 莢當粒數, 種實收量이 낮았고, 無除草區와比較하면 100莢實重을除外한 모두特性的差異가認定되지 않았다. -42DAS區는全期間除草區와比較하여分枝長, 有効分枝數, 1m²當莢實數, 莢實重 및 種實收量이 낮아졌으나其他特性은 그差異가認定되지 않았다. -42DAS區에서有効分枝數, 1m²當莢實數가顯著하게 낮아짐으로收量低下의原因이되었는 데 이것은 땅콩生育後期에 땅콩과雜草와의競爭에서收量이 낮아진 것으로 생각한다. 따라서 땅콩의 경우는生育前半期의除草만으로는後期에 나타나는雜草의被害까지 감당할 수 없어收量低下의原因이 된다고 할 수 있다.大豆나 수수와 같은生育初期에 canopy 發達이 빠른作物에서는播種後 4週間の除草로서도雜草로因한收量減少^{1,2)}가 적으나本試驗에서播種後 6週間除草하고 그後에는放任하였을 때도收量減少가 큰 것은 땅콩은葉의展開가 늦고 따라서植物體의地面被覆時期가 늦으며, 主莖長도大豆보다 작아相對的으로大豆나 수수보다雜草와의競爭力이 떨어지기 때문이라 생각된다.

被覆 및 無被覆에서除草時期別 땅콩收量은 그림 1과 같다.除草時期의長·短 및 早·晩에關係없이 無被覆區보다被覆區에서顯著하게收量이 높아被覆效果가 크게認定되었다.

땅콩生育初期부터 계속除草한 14DAS區 및 28DAS-區는 10a當種實收量이被覆區에서 174-196kg, 無被覆區 147-153kg로各各의全期間除草區의收量 223kg 및 150kg 보다 다소 낮으나 그差異는有意하지 않았다. 그러나 42DAS區는被覆·無被覆 모두收量이顯著하게 낮아져各各 80kg, 30kg에不過하였다.

播種後一定期間除草以後放任한 경우除草를 일찍中斷할 수록收量減少가 크게 나타났으며 그減收程度는被覆區보다無被覆區에서 더욱甚하게 나타났다.被覆區는 땅콩의初期生育이促進되었을 뿐만 아니라開花도 빨라져相對的으로雜草와의競爭關係가深化되기前에 땅콩의生育이進展하였기 때문이라고 생각된다.

本試驗은被覆栽培에서 땅콩收量이 높은 것은기왕의報告^{4,6)}와一致하나, 生育初期 4週間の雜草防除의效果가 크다는大豆나 수수에서의事實과는差異가 있는데作物間生育習性的差異에基因한다고 생각된다.本試驗에서 7月 14日의 땅콩生育量(乾物重)과 땅콩收量과의相關係에서도被覆·無被覆各各 0.5229, 0.4406의正의 값을 나타내었으나有意하지 않았는데 이러한事實을勘案하여도 땅콩栽培에서雜草와의競爭關係는 땅콩全生育期間을考慮하여야 하는難點을 보이고 있다.

摘 要

P. E.被覆 및 慣行 無被覆의露地狀態에서除草始期와除草期間을 달리하여雜草發生과 땅콩生育 및 收量과의關係를檢討한結果는 다음과 같다.

1. 雜草出現數는被覆區에서無被覆區보다 많았으나, 雜草乾物重은 7月 中旬까지 無被覆區에서被覆區보다 높았다.

2. 播種後 60日에 땅콩生育을 보면被覆, 無被覆 共히 無除草區와播種後 42日以後除草區에서慣行除草區보다主莖長은 길었으나乾物重은反對로 1/3 程度이었다.

3. 雜草乾物重과 7月 14日 땅콩乾物重과의相關係를 보면 땅콩과雜草間的競合은無被覆區보다 빨리 나타났다.

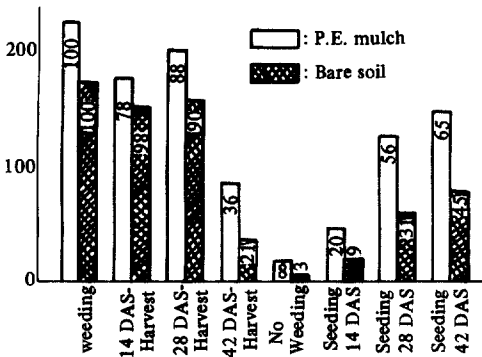


Fig. 1. Peanut seed yields in the different weed free period under P. E. mulch and in bare soil (Number means the yield index).

4. 被覆區에서 땅콩 地上部 乾物重, 莢實重 比率, 莢當 種實數, 100 莢重, 100 種實重 및 種實收量이 無被覆區에 比하여 높았으나, 殘草重, 分枝長, 有効分枝數, 1 m² 當 莢數 및 莢實重은 被覆, 無被覆間에 差異가 없었다.

5. 땅콩 地上部 乾物重, 分枝長, 有効分枝數, 1m² 當 莢數, 莢實重, 100 莢實重, 100 種實重 및 種實收量은 播種 28 日 以後 除草區에서 播種 42 日 以後 除草區보다 顯著하게 높았다. 그러나 播種後 42 日 以後 放任區는 有効分枝數, 1 m² 當 莢數가 全期間 除草區에 比하여 顯著하게 낮아 種實收量의 減少 原因이 되었다.

6. 땅콩 生育後期에 雜草가 放任될 경우 無被覆은 被覆區보다 雜草에 依한 收量減少 程度가 더 컸다.

引 用 文 獻

1. 卞鍾英·金暎來. 1978. 大豆와 一年生 雜草와의 競合에 관한 研究. I. 大豆와 雜草와의 競合時期가 大豆의 生育 및 收量에 미치는 영향. 韓作誌 23(1): 86-89.
2. . 1978. 大豆와 一年生 雜草와의 競合에 관한 研究. II. 雜草防除時期의 差異가 大豆의 生育 및 收量에 미치는 영향. 韓作誌 23(2): 150-153.
3. Buchmann G. A., D. S. murray and E. W.

Hauser 1982. Weed and their control in Peanut. Peanut Science and Technology P. 207.

4. 姜光熙·朴替浩·鄭奎鎔·咸泳洙. 1982. 땅콩의 收量制限要因과 비닐被覆栽培의 效果. 月堂 朴替浩博士 回甲紀念論文集 26-32.
5. 李啓洪·李殷雄. 1983. 田地와 콩밭에 있어서 雜草의 發生 및 競合에 관한 調査研究. 韓作誌 2(2): 75-113.
6. 李錫淳·姜光熙·白俊鎬·李啓洪·鄭相煥·崔大雄. 1984. Alachlor 와 P.E. 被覆이 땅콩의 生育과 收量에 미치는 影響. 韓雜草誌 4(1): 79-87.
7. 野口勝可·中山兼德. 1983. 그레이ン솔가ム畑의 雜草防除에 關する 研究. 2. 雜草의 樣相と 除草必要期間의 實證. 雜草研究. Vol. 28. 129-134.
8. Rao, A. N., & S. V. R. Shetty 1983. Weed Competition in Sorghum under two moisture regions. Proceedings of the ninth conference of the Asia-Pacific weed Science Society. 261-270.
9. Thomas J. Mijick, 1970. Weed biology and Control p. 60.
10. Wiley, R. W. and S. B. Heath (1970). The quantitative relationships between plant population and crop yield. Advance in Agronomy 23: 281-321.