

水稻品種間競合에 관한 研究

서울대학교 農科大學

蔡永岩, 李殷雄, 許文會

Competition Studies in Rice (*Oryza sativa* L.)

by Y.A. Chae, E.W. Lee and M.H. Heu

College of Agriculture, Seoul National University.

SUMMARY

In order to investigate varietal competition effects on yield of rice, two experiments were conducted under paddy field condition. In experiment I, two leading varieties were grown in pure and mixed stands and examined the influence of spacings and nitrogen levels on the varietal competition effects and competitive ability of two varieties. In experiment II, three leading varieties were grown in pure and mixed stands with different combinations and examined the competition effects on yield in different combinations.

The results are summarized as follows:

1. No significant differences were found in grain yield between varietal mixture and pure stands, though the level of nitrogen and spacings affected plot yield.
2. In the mixture of Suwon #82 and Shin #2, Suwon #82 appeared to be a better competitor to the Shin #2 in terms of grain yield.
3. The performance of mixtures were determined by the balance of the increment of better competitor and the decrement of poorer competitor. Here, the increment of Suwon #82 due to competition did not much exceeded the decrement of Shin #2.
4. Spacings and Nitrogen levels, tested here, did not affect significantly to the varietal competition effects.
5. Jaekun, Paltal and Norin #6 showed no varietal difference in competing ability.

競合(Competition)이란 一定地域에서 集團을 構成하고 있는 個體間的 相互作用을 總稱하게 되는데 좁은 意味로는 遺傳型이 서로 다른 個體間的 相互作用을 Competition 이라고 定義하고 있다(11).

遺傳型이 서로 다른 品種을 混植하는 경우 品種間 競合이 일어나고 이 競合作用의 方向은 positive 또는 negative 로 나타날 수 있는 것이다. 이 點에 着眼하여 近來에 와서 穀實 또는 飼料作物에서 增收나 選拔效率을 높이기 爲한 한 手段으로 品種間混植의 得失에 對하여 자주 논의되어 왔는데 많은 研究者들은 混植이 單植보다 收量이 많다(6,7,8,18)고 한 반면 混植과 單植間에 收量差異가 없다고도 報告하고 있다(2,3,4,5,11,17).

水稻에 관한 報告(9,10,11,12,13,14,15,16)를 綜合하면 同種의 二倍體는 四倍體보다 穗重, 穗數, 粒重에서

競合能力이 높고, 紫稻는 陸稻보다 粒數, 種實重, 穗數에서 競合能力이 높으며 第一代 雜種은 그들의 兩親보다 競合能力이 높다고 하였다. 그러나 水稻의 經濟品種間 混植에 관한 報告는 거의 없다.

여기서는 經濟品種間 混植이 收量과 收量構成要素에 미치는 영향을 分析하고자 1966~1967 년 2 년에 걸쳐 施行한 實驗結果를 報告한다.

實 驗 I

材料 및 方法

供試品種은 장려 品種인 水原 82 號와 新 2 號를 使用하였고(表 1-1) 포장설계는 施肥量을 主區로, 두 品種

의 單植과 混植區를 細區로, 栽植密度를 細區로 한 細區法 三反復으로 配置하였다. 肥料는 普肥(8:7:7 kg/10a)와 1.5 倍肥(12:7:7 kg/10a)로 施肥하였고 栽植密度는 20cm×15cm, 25cm×15cm 및 30cm×15cm 로 하여 4월 10일 播種, 5월 26일에 1株 4本으로 하여 栽植하였다. 混植區는 各各 2本씩으로 하여 株當苗數를 같게 하였다.

區當 30株에 對하여 收量과 收量構成要素를 調査하였다. 混植區는 稈先色(appiculus color)으로 水原 82號(褐色)와 新 2號(黃白)를 區別하여 各各에 對하여 收量과 收量構成要素를 調査하고 品種間 競合能力을 比較하였다.

Table 1-1. Tested Varieties. Their average culm length, No. of panicles per hill and heading date.

Variety	Culm length (cm)	No. of panicles/hill	Heading date in August
Shin #2	74.4	12.1	12
Suwon #82	73.3	13.3	6

結 果

收量과 收量構成要素 및 競合能力을 比較한 것은 그림 1-1 과 表 1-2 에 나타내었다. 混植의 效果는 單植區의 平均으로 混植區의 平均을 나누어 百分率로 表 1-2 에 表示하였다.

1) 收 量 : 區當 正租重은 混植과 單植間에 有意差가 없으며 普肥에서 栽植密度가 減少함에 따라 收量은 增加되었고 1.5倍肥에서는 一定하지 않았다. 그러나 密度間에 收量差異는 認定되지 않았으며 增肥의 效果도 顯著하지 않았다.(그림 1-1-A)

2) 穗 數 : 混植區는 單植區보다 增加하였고 密度가 減少함에 따라 減少되었으며 增肥의 效果는 顯著하지 않았다. 單植과 混植間에 有意差는 없었다.(그림 1-1-B)

3) 粒 數 : 大體로 混植區에서 單植區보다 增加되었으며 增肥의 效果는 크지 못하였다.(그림 1-1-C)

4) 稈實率 : 密度가 減少함에 따라 多少 增加하였다. 普肥에서는 多少 低下되어 나타났으나 混植과 單植間 差異는 없었다.(그림 1-1-D)

5) 千粒重 : 栽植密度, 增肥에 關係없이 大體로 混植區는 單植區보다 減少되어 나타났다.(그림 1-1-E)

6) 競合能力 : 千粒重을 除外한 其他 收量構成要素와 收量에서 언제나 水原 82號의 競合能力이 높았으며 收量에 對한 競合能力은 大體로 56:44 로 되었다.(表 1-2 및 그림 1-2)

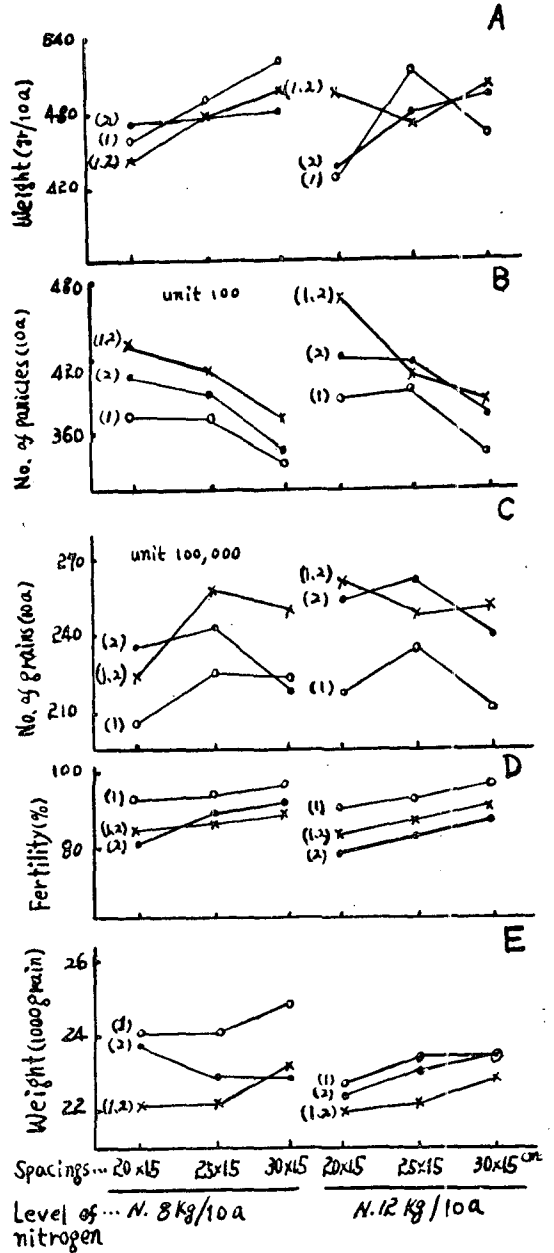


Fig. 1-1 The effect of competition on Yield (A), No. of panicles (B), No. of grains (C), Fertility (D) and Grain weight (E) under different spacings and levels of nitrogen. Numbers in parentheses refer to varieties (1) Shin #2, (2) Suwon #82 and their mixture (1,2).

考 察

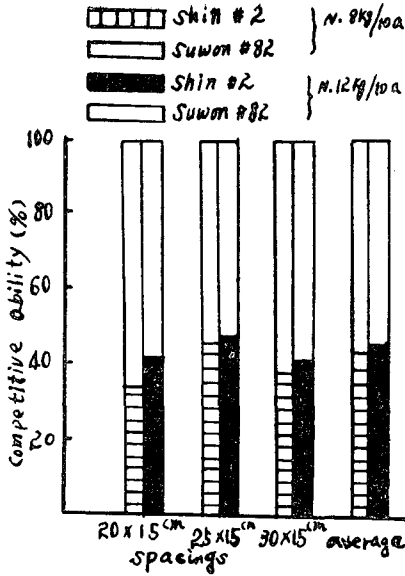


Fig. 1-2 Competition ability on yield when two varieties competed in a hill under different spacings and levels of nitrogen.

1) 競合效果: 混植區에서 稈先色으로 區別한 水原 82 號와 新 2 號의 收量과 收量構成要素의 平均을 그들 各 各의 單植區平均으로 나누어 競合으로 因한 增減을 百分率로 表示한 것이 表 1-2 이다. 여기서 보면 栽植密度, 施肥量에 따라 收量에 多少 差異는 있으나 混植區의 收量은 單植區에 비해 顯著하게 增加도 減少도 없었다. 이것을 收量構成要素의 變異로 보면 穗數나 粒數는 增加한 반면 稔實率, 千粒重은 減少되었고, 또 이들 增減의 差가 크지 못하여 이들의 總和인 收量의 增減도 큰 差異가 없는 것이라 생각된다. 다시 이 原因을 競合能力으로 考察하면 모든 收量構成要素에 있어서 水原 82 號는 競合으로 因하여 增加하고 新 2 號는 減少되었고 또 이들 增減量의 差도 크지 않았다. 많은 研究者(3, 4, 5, 11, 17)들이 報告한 補償作用이 水稻混植에서도 일어나고 있음을 알 수 있다. 이러한 點에서 볼 때 混植의 效果는 競合으로 因한 한 品種의 增加量과 다른 品種의 減少量의 差로서 表現된다고 생각된다.

Table 1-2. Competitive ability and competition effect on yield and its components. (%)

Characters		N. 8kg/10a			N. 12kg/10a		
		20×15cm	25×15cm	30×15cm	20×15cm	25×15cm	30×15cm
Grain weight/10are	Shin #2	71.9	90.2	78.0	93.8	80.5	89.7
	Suwon #82	119.5	109.9	123.9	136.3	108.0	118.0
	mean	95.7	100.1	101.0	115.1	94.3	103.9
	S.#2	86.2	94.5	88.5	99.2	87.8	90.1
No. of panicles/10 are	S.#82	132.2	122.4	134.1	132.8	114.8	119.3
	mean	109.2	108.5	111.3	116.0	101.3	104.7
	S.#2	88.1	96.8	89.6	104.5	90.6	97.9
	S.#82	111.1	123.2	130.6	112.4	108.3	116.5
No. of grains/10 are	mean	99.6	110.0	110.1	108.5	99.5	107.2
	S.#2	88.1	92.5	93.7	91.9	92.2	97.1
	S.#82	104.9	99.2	99.6	103.4	102.0	104.1
	mean	96.5	95.9	96.7	97.7	96.1	100.6
Fertility (%)	S.#2	95.9	95.9	95.2	96.5	97.9	102.1
	S.#82	89.5	93.0	98.7	98.2	91.8	95.3
	mean	92.7	94.5	97.0	97.4	94.9	98.7

2) 混植의 問題點: Better competitor 인 水原 82 號와 poorer competitor 인 新 2 號의 選拔係數 (1)를 計算한 結果 水原 82 號 1.0에 對하여 新 2 號는 0.644(普肥)와 0.675(1.5 倍肥)로 되어 世代가 進前함에 따라 新 2 號는 점점 混植集團에서 除去되어 12 世代 以後는 1% 미만으로 줄어들 것이다. 그림 1-3 은 이 두 품종이 一定地

域에서 競合할 때 每世代 1/2 이 混植이 된다고 假定(이 예 水原 82 號가 新 2 號와 混植되는 比率는 集團內에서 新 2 號가 차지하는 比率에 따라 左右되며 점점 混植되는 量은 줄어든다. 왜냐하면 poorer competitor 인 新 2 號는 世代가 進前함에 따라 除去되어 가기 때문이다.) 하고 選拔係數를 基礎로 하여 收量期待值을 算出하여

better competitor 인 水原 82 號 單植收量으로 나누어 世代進前에 따른 收量의 變異를 表示한 것이다.

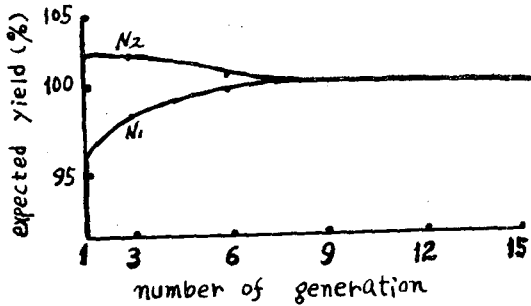


Fig. 1-3 A theoretical curve of expected yield as compared with yield of better competitor in pure stand when two varieties competed in a hill. $N_1=8\text{kg}/10\text{a}$, $N_2=12\text{kg}/10\text{a}$.

여기서 보면 世代가 進前함에 따라 普肥에서는 減少에서 增加로, 1.5 倍肥에서는 增加에서 減少로 移動하였으나 12 世代以後는 모두 水原 82 號 單植區와 같아 100% 線으로 合致되고 있다. 이것은 12 世代以後는 新 2 號의 比率이 1% 미만으로 되어가기 때문이며 더우기 better competitor 인 水原 82 號의 收量이 新 2 號 보다 많기 때문이다. 이것은 重要한 事實로 better competitor 가 언제나 poorer competitor 보다 收量이 많은 것은 아니기 때문이다. 大麥에서도 競合能力和 收量과의 相關은 낮다고 報告하였다(13). 이 두 曲線의 Gap은 增肥의 效果로 나타난 것이며 특히 增肥함으로 新 2 號의 競合能力이 높아짐과 同時에 收量도 增加된 때문이다.

이 그림에서 앞으로 混植을 論議할 때 比較檢討되어야 할 몇가지 點을 指摘하여 둔다. 즉 ① 品種의 競合能力 ② 混植比率 ③ 競合能力和 收量과의 關係 ④ 混植 첫 世代의 收量 ⑤ 世代進前과 混植區의 實際 收量의 變異 등이다.

實 驗 II

材料 및 方法

混植組合에 따른 混植效果의 變異를 알코자 障려品種인 再建, 八達, 農林 6 號 3 品種의 모든 混植組合을 만들었다.(表 2-1) 圃場設計는 半肥(4:4:4 kg/10a)와 普肥(8:8:8 kg/10a)를 主區로 混植組合(1,2), (1,3), (2,3) 및 (1,2,3)을 細區로 한 分割區法의 4 반복으로 配置하였다. 4 月 25 日 播種하여 6 月 9 日에 1 株 6 本植으로 하여 30cm×15cm 로 栽植하였다. 2 品種間 混植

區는 3 苗씩, 3 品種間 混植區는 2 苗씩으로 하여 1 株 苗數를 6 本이 되도록 하였다. 區當 30 株에 對하여 收量과 收量構成要素를 調査하였다.

Table 2-1. Tested Varieties. Their average culm length, No. of panicles per hill and heading date.

Variety	Culm length (cm)	No. of panicles per hill	Heading date in August
Jaekun	74.7	12.3	22
Paltal	83.5	9.3	22
Norin #6	80.1	13.3	30

結 果

收量과 收量構成要素에 對한 競合效果를 比較한 것이 表 2-2 와 그림 2-1 이다.

1) 收 量: 모든 混植組合에서 段當 正比重은 各組合의 單植區에 比해 顯著한 增加도 減少도 없었으며 半肥보다 普肥에서 이들 差異는 더욱 작아졌다. 그리고 混植組合들간의 收量差異는 有意差를 認出來 크지 않았다(그림 2-1-A)

2) 穗 數: 各 混植組合 共히 半肥보다 普肥에서 顯著히 增加하였는데 同一 肥料水準에서 모든 單植과 混植間 差異는 모두 認定되지 않았으며 混植組合들간의 差異도 없었다(그림 2-1-B)

3) 粒 數: 大體로 各 組合 모두 混植區는 單植區보다 減少하였고 특히 八達 + 農林 6 號 組合에서 顯著히 減少되었다.(그림 2-1-C)

4) 稔實率: 肥料水準, 組合에 따른 變異가 컸으며 八達 + 農林 6 號 組合에서는 單植區보다 增加하였는데 이것은 粒數의 減少에서 相對적으로 온 것이라고 생각된다(그림 2-1-D).

5) 千粒重: 모든 混植組合이 半肥에서는 單植平均보다 減少하였고 普肥에서는 增加하였으며 混植組合間 差異는 없었다.(그림 2-1-E)

考 察

單植區 平均으로 混植區 平均을 나누어 混植效果를 百分率로 나타낸 것이 表 2-2 인데 收量은 半肥에서는 모든 混植組合이 그들의 單植區보다 多少 減少되었고 普肥에서는 八達 + 農林 6 號의 2% 減少된 것을 除外하고는 모두 單植區와 거의 같았다. 이것은 實驗 I 에서와 같이 品種間 競合能力을 比較하지 못하였지만 競合能力의 差異에서 오는 品種間 增減量의 差異가 크지 않았으며

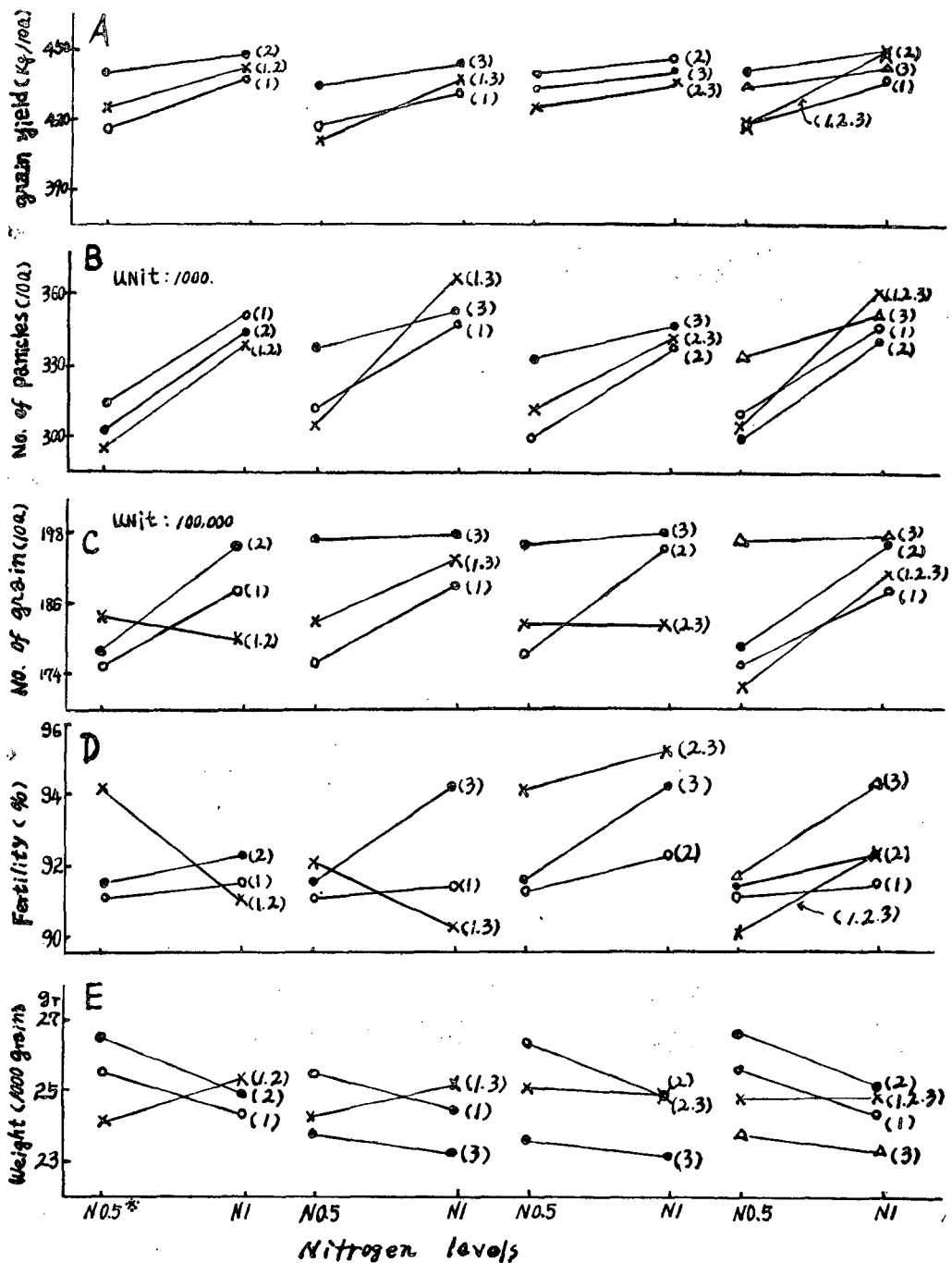


Fig. 2-1 The effect of competition on Yield (A), No. of panicles (B), No. of grains (C), Fertility (D) and Grain weight (E) in various varietal mixtures that is Jaekun (1) and Paltal (2) in 1st column, Jaekun (1) and Norin #6 (3) in 2nd column, Paltal (2) and Norin #6 (3) in 3rd column and Jaekun (1), Paltal (2) and Norin #6 (3) in last column.

* N 0.5 = N. 4kg/10a, N₁ = N. 8kg/10a.

Table 2-2. Competition effect on yield and its components under various varietal mixtures.

Character	* J+P		J+N		P+N		J+P+N	
	N 0.5	N ₁	N 0.5	N ₁	N 0.5	N ₁	N 0.5	N ₁
Grain weight/10 are	99.3	99.3	96.5	100.0	97.3	98.0	96.5	100.7
No. of panicles/10 are	95.6	97.9	94.1	105.3	98.0	99.7	96.2	104.1
No. of grains/10 are	105.5	94.1	98.4	99.1	95.5	89.6	94.1	97.6
Percentage of fertility	103.3	99.2	100.9	96.9	102.7	102.0	98.4	99.5
Grain weight (1000 seeds)	91.9	102.8	97.3	105.7	99.6	103.6	97.5	102.1

* J, P and N mean varieties Jaekun, Paltal and Norin #6, respectively.

混植區는 이들 增減量의 平均으로 나타나 結局 收量에도 差異가 없었다고 생각된다. 收量構成要素들의 增減은 混植組合, 肥料水準에 따라 多少 다르게 나타났다. (表 2-2)

綜合 考察

品種을 混植할 때 空間이나 榮養 및 光에 對하여 品種間 또는 그 構成個體間에 競合이 일어나고 이로 인하여 收量構成要素는 單植과는 다르게 變異가 일어나고 最終產物인 收量도 變化시키게 된다. 이 變化量을 混植의 效果로 볼 수 있는데 이 原因을 究明하기 위하여 實驗 I에서는 栽植密度 施肥量을 달리하였고 實驗 II에서는 서로 다른 品種으로 組合를 달리하여 混植效果와 收量構成要素의 變異 및 品種의 競合能力을 比較하였는데 本實驗의 施肥量間에는 顯著한 差異가 없었으나 增肥에 關한 追試가 要求되며,

栽植密度와 施肥量 및 混植組合에 따라 多少 差異는 있었으나 混植區의 收量(混植效果)은 單植區 平均에 비해 顯著한 增加도 減少도 없었는데 이것은 收量構成要素間에 또 品種間에 補償作用이 일어나고 이들 增加量과 減少量의 差異가 적은데 基因한 것이라 믿어지며 이 補償作用은 어느 限界線內에서 相對的으로 움직이는 것 같다.

混植組合에 따른 收量差異가 적은 것으로 보아 적어도 本實驗에 供試하였던 再建, 八達, 農林 6 號들은 競合能力이 서로 비슷한 것이라 생각된다.

摘 要

混植의 效果와 그 原因을 檢討하기 위하여 栽植密度, 施肥量 및 混植組合를 달리하여 實驗을 하였던 바 그 結果를 要約하면 다음과 같다.

1. 混植區의 收量은 栽植密度, 施肥量 및 混植組合에 따라 多少 差異는 있었으나 顯著하지 못하였다.

2. 栽植密度, 施肥量에 關係없이 水原 82 號가 新 2 號보다 競合能力이 높았다.

3. 混植의 效果는 競合으로 인한 收量構成要素들間의 增減의 差와 競合能力의 差로 인한 混植된 品種의 增加量과 減少量의 差로 表現되었다.

4. 混植을 論議할 때 檢討되어야 할 몇가지 점을 指摘하였다.

引用 文獻

- Allard, R.W. Principle of plant breeding. John Wiley & Sons, Inc. pp. 130-139.
- Eberhart, S.A., L.H. Penny, and C.F. Sprague. Intraplot competition among maize single crosses. Crop Sci. 4:467-471, 1964.
- Frankel, O.H. Analytical yield investigations on New Zealand wheat. IV. Blending varieties of wheat. J. Agr. Sci. 29:249-261, 1939.
- Hanson, W.D., C.A. Brim, and K. Hinson. The design and analysis of competition studies with an application to field plot competition in the sorghum. Crop Sci. 1:255-258, 1961.
- Hinson, K. and W.D. Hanson. Competition studies in soybeans, Crop Sci. 2(2):117-123, 1962.
- Jensen, N.E. and W.T. Federer. Adjacent row competition in wheat. Crop Sci. 4(6):641-645, 1964.
- _____ and _____. Competing ability in wheat. Crop Sci. 5(5):449-452, 1965.
- Mumaw, C.R., and C.R. Weber. Competition and natural selection in soybean varietal composites. Agron. J. 49:154-160, 1947.
- Oka, H.E. Phylogenetic differentiation in cultivated rice. XIX. Variation in competitive ability among rice varieties. Jap. J. Breeding 10:61-68, 1960.

10. _____ and K.I. Sakai. Variation in competitive ability among varieties and hybrid strains of rice. *Annu. Repts. Natl. Inst. Genetics (Jap.)* No. 6:83-85, 1956.
11. Sekai, K.I. Competition in plants and its relation to selection *Cold Spring Harbor Symp.* 20:137-157, 1955.
12. _____. Further note on the effect of competition of varying number of competing and non-competing individuals. *Annu. Rept. Natl. Inst. Genetics* No. 6: 79-80, 1956.
13. _____ and S.Y. Iyama. Studies on competition in plants and animals. XI. Competitive ability and density response in barley. *Jap. J. Breeding* 16(1):1-9, 1966.
14. _____, S. Iyama, and T. Meguro. Competitive ability of thirty varieties of upland rice against the so-called "red rice." *Annu. Rept. Natl. Inst. Genetics* No. 4(1953), 1954.
15. Sakai, K.I., and H. Utiyama. Studies on competition in plants. VIII. Chromosome number, hybridity, and competitive ability in *Oryza sativa* L.J. *Genetics* 55:235-240, 1957.
16. _____ and Y. Suzuki. Competition studies on diploid and autotetraploid plants of rice. *Annu. Rept. Natl. Inst. Genetics* No. 4(1953), 1954.
17. Stringfield, G.H. Performance of corn hybrids in mixture. *Agron. J.* 51:472-473, 1959.
18. Weber, C.R., R.M. Shibles, D.E. Byth. Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. *Agron. J.* 58(1):99-102, 1966.