

## 施肥量이 油菜 無機養分 吸收 및 油質에 미치는 影響

文 溶 植·林 采 圭

(朝鮮大學校 生物學科)

### The Effects of the Amount of Applied Fertilizer on the Mineral Nutrient Uptake and Oil Quality in Rapes

Moon, Yong Sick and Chae Kyu Lim

(Department of Biology, Chosun University)

#### ABSTRACT

The results obtained from the experiments conducted to investigate Cruciferae plants in rape dependent on the amount of applied fertilizer in aspects of mineral nutrient uptake and on the effects of the composition of oil quality are as follows:

Absorption of mineral nutrients in the respective parts of the plant body was high in nitrogen in the order of leaf and stem < pod < seed, in phosphate in that of leaf and stem = pod < seed; in potassium in that of leaf and stem < seed < pod; and in calcium in that of seed < leaf and stem < pod.

Usage rate of nitrogen for rape was 22.6% in upland fields, and winter cropping on drained paddy fields was 26.1%.

In order to maintain good quality and high yielding of varieties it is important to grow them separately in regional groups. Cultivation in upland fields and winter cropping on drained paddy fields showed no significant correlation in fatty acid and oil content in rape seeds.

Mineral nutrient asorption of plant body and oil quality showed no significant correlation, but in order to produce rape seeds of good quality and high yield, an adequate amount of mineral nutrient supply is necessary.

#### 緒 論

油菜(*Brassica campestris* subsp. *napus* var. *nipo-oleifera* Makino)는 單位面積當 收量이 많을 뿐만 아니라 植物性食用油와 家畜用 飼料를 同時에 얻을 수 있어 매우 有用한 植物이다.

油菜油의 量과 質을 높이는 合理的인 油菜 收穫 適期는 開花後 50~55日이며 (李, 1973) 겨자에 있어서 草長, 分枝數, 穗長, 莢數 등은 窒素施用量이 많을수록 增加되었으나 磷酸, 加里는 일정한 경향치를 찾아 볼

수 없었으며 (李, 方, 1982), 油菜의 收量과 蛋白質은 有意性이 있는 陽의 相關인 반면 蛋白質 含量과 油分 含量間에는 부의 相關을 보였다 (權, 1981). 울무에 있어서 植物體의 N와 K의 吸收는 두 成分間에 相補作用이 있음이 알려졌다 (曺, 張, 崔, 1976). 한 成分만 의 肥料增施는 다른 成分의 결핍 또는 不活性을 誘發 시킨다. 따라서 土壤, 植物, 또는 氣象條件等에 따라 施肥의 時期와 方法을 調節해 줌으로써 施肥效果를 높힐 수 있으며 微量元素 또는 生長調節 物質을 含有한 肥料의 開發이 要望된다고 하였다 (林, 1982). 著者는 油菜에 대한 營養生理에 관한 研究가 많이 이루어져 있

지 양분을 고려하여 우선 N,P,K施肥량을 달리했을 때 植物體 無機養分 吸收 樣相과 이에 대한 油質組成을 밝히고자 栽培 實驗을 實施한 結果 약간의 知見을 얻었기에 報告한다.

### 材料 및 方法

本 實驗에서는 耐寒油菜를 選擇하여 田作地(Upland field)와 畚裏作地(Winter cropping on drained paddy field)의 土壤에 施肥량을 달리하여 栽培試驗을 實施하였다(Table 1).

**Table 1.** Amount of applied fertilizer(kg/10a)

No.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	No.	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1	0	0	0	5	15	0	8
2	10	8	8	6	15	16	8
3	0	8	8	7	15	8	0
4	20	8	8	8	15	8	16

施肥에서는 尿素, 熔成磷肥, 鹽化加里를 使用하였으며 施肥方法은 N는 處理別 該當量의  $\frac{1}{3}$ 은 基肥,  $\frac{2}{3}$ 는 解永期인 2月下旬에 追肥로 施用하였고 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 및 K<sub>2</sub>O는 該當量을 全量基肥로 施用하였다. 田作地 栽培에서는 50 cm 畦幅에 15 cm 株間 距離로 點播하였으며, 畚裏作地에서는 播床 90 cm에 廣散播로, 1982年 10月 上旬 直播하여 1983年 6月 上旬에 收穫하였다.

土壤 pH는 초자전극법으로, 有機物(O.M) 含量은 Tyurin法으로 測定하였으며 有效磷酸은 Lancaster法으로, 치환성 양이온인 K, Ca, Mg은 1N-酢酸암모늄으로 침출하였으며 Atomic absorption spectrophotometer기로 測定하였다.

植物 試料를 濕式法(H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)으로 分解시켜, T-N는 Micro-kjeldal 장치로 蒸溜하여 測定하였고 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>는 Ammonium metavanadate로 比色定量 하였으며 K<sub>2</sub>O, CaO, MgO는 A.A기로 測定하였으며 粗蛋白質은 T-N에 6.25배하여 얻었다.

油分含量은 Soxhlet 장치에서 Ether로 70°C Water Bath上에서 8時間 抽出하여 測定하였으며 脂肪酸은 Gaschromatography(Shimaju, GC 6ATP)를 利用하여 分析하였다.

### 結果 및 考察

油菜栽培後 土壤中 無機養分 含量은 田作地에 비해 畚裏作地 土壤에 있어서 石灰施用에 의해 pH 및 Ca含量이 약간 높은 반면에 有效磷酸 및 有機物 含量이 큰 變化가 없었으나 N施用량이 增加될수록 田作, 畚裏作地 공히 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>의 含量이 감소되는 傾向을 보였다(Table 2). 이는 植物이 窒素를 많이 吸收할수록 生育이 良好하여 磷酸도 그만큼 많이 吸收함으로써 土壤中 殘存된 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>가 적었음을 알 수 있었으며 磷酸 및 加里 施用量間에 있어서는 田作地와 畚裏作地 모두 無施用 栽培區에 비해 多量施用 栽培區에서 土壤中 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 및 K<sub>2</sub>O 含量이 各各 增加되었다. 또한 磷酸 無施用區에 비해 磷酸 施用栽培區에서 양栽培地 공히 土壤中 加里의 含量이 낮았는데 이는 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 施用區에서 油菜의 生育이 良好하여 K<sub>2</sub>O의 吸收가 많았기 때문인 듯 하며 加里 無施用栽培區에 비해 施用區에서 土壤中 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 및 Mg 含量이 높았는데 이는 加里의 과잉으로 油菜의 生育이 不良하여 土壤中 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>를 充分히 吸收하지 못했기 때문이며 土壤中 Mg의 含量이 높은 것은 K의 길항작용 때문인 것으로 보인다(吳, 1962).

收穫期 植物體 分析 結果(Table 3)를 보면 植物體 部位別 無機養分 吸收는 잎 및 줄기 <협>種實順으로 窒素의 含量이 많았고 磷酸의 吸收는 잎 및 줄기=협<種實順으로 많았으며 加里에 있어서는 잎 및 줄기<種實順으로 많았으며 菴黍의 吸收量은 種實<잎 및 줄기>협順으로 많았다. 田作地와 畚裏作栽培에 있어서 收穫期 植物體中 T-N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, CaO, MgO의 無機養分 吸收는 栽培土壤間에 差가 없었지만 K<sub>2</sub>O에 있어서는 畚裏作 栽培區에 비해 田作地 栽培에서 加里의 吸收量이 많았다. 이것은 畚裏作에 비해 田作地에서는 土壤中 水分이 적어 뿌리의 呼吸이 활발하였기 때문으로 생각된다.

N,P,K 施用量間에 있어서 油菜의 無機養分 吸收는 肥料를 增施할수록 N,P,K 공히 吸收量이 많았으며 또한 窒素의 吸收가 많을수록 加里의 吸收도 많았고(曹, 張, 崔, 1976), 加里의 多量施用으로 吸收가 많을수록 植物體中 CaO, MgO의 含量은 적은 傾向이었는데 이것은 길항작용에 의해 Ca 및 Mg의 吸收를 阻害하였기 때문인 것으로 보인다(吳, 1962). 窒素의 利用率은 多施用區에 비해 小肥區에서 높았으며 N 20 kg/10 a를 施用하였을 때 田作地 栽培에 있어서 N의 利用率은 22.6

**Table 2.** Results of soil analysis after experiment

Field	No. of treat	pH (1 : 5H <sub>2</sub> O)	O.M.(%)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (ppm)	Ex-(me/100g)		
					K	Ca	Mg
Upland field	1	5.9	1.59	178	0.87	3.0	1.1
	2	5.9	1.59	168	0.74	3.1	1.2
	3	6.0	1.61	184	0.90	3.3	1.2
	4	5.8	1.74	166	0.76	2.8	1.2
	5	5.9	1.64	159	0.83	3.0	1.2
	6	5.9	1.59	189	0.57	2.8	1.0
	7	5.9	1.71	177	0.57	2.8	1.0
	8	5.8	1.63	186	0.83	2.5	1.3
Winter cropping on drained paddy field	1	6.3	1.59	93	0.77	3.2	1.1
	2	6.2	1.59	70	0.68	4.1	1.1
	3	6.1	1.56	87	1.07	3.8	1.0
	4	6.0	1.55	74	0.95	3.8	1.1
	5	6.0	1.64	79	0.74	3.7	1.0
	6	6.3	1.49	89	0.64	4.0	1.1
	7	6.1	1.52	72	0.54	3.2	1.0
	8	5.9	1.47	81	0.73	3.1	1.2

**Table 3.** Results of analysis of plant body at harvest time(%)

Field	No. of treat	Stem and leaf					Pod					Seed			
		T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO	T-N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
Upland field	1	0.53	0.22	1.00	0.40	0.05	0.75	0.18	2.15	1.81	0.36	3.49	1.54	1.05	0.32
	2	0.51	0.18	0.95	0.36	0.06	0.75	0.20	2.20	1.73	0.30	3.58	1.61	1.19	0.29
	3	0.47	0.19	1.01	0.45	0.06	0.83	0.23	2.24	2.05	0.37	3.55	1.54	1.11	0.31
	4	0.62	0.16	1.29	0.64	0.13	0.62	0.20	2.24	1.87	0.32	3.78	1.60	1.23	0.29
	5	0.45	0.19	1.21	0.74	0.16	0.80	0.20	1.89	1.73	0.29	3.78	1.52	1.18	0.28
	6	0.50	0.23	0.74	0.32	0.05	0.79	0.32	1.22	1.82	0.26	3.20	1.53	1.04	0.28
	7	0.46	0.21	0.73	0.51	0.12	0.89	0.25	1.80	1.65	0.27	3.46	1.60	1.19	0.30
	8	0.76	0.20	1.79	0.30	0.05	0.71	0.28	1.86	1.61	0.26	3.09	1.52	1.20	0.27
Winter cropping on drained paddy field	1	0.43	0.18	0.57	0.48	0.05	0.77	0.23	1.14	2.26	0.33	3.18	1.50	1.01	0.33
	2	0.58	0.17	0.93	0.51	0.06	0.87	0.16	0.84	1.84	0.30	3.46	1.50	1.07	0.32
	3	0.54	0.23	0.49	0.53	0.06	0.75	0.25	1.29	1.88	0.34	3.39	1.50	1.04	0.29
	4	0.78	0.15	1.24	0.35	0.05	0.83	0.27	1.08	1.86	0.29	3.46	1.52	1.13	0.32
	5	0.56	0.24	0.71	0.38	0.06	0.81	0.19	1.21	1.67	0.29	3.49	1.51	1.19	0.28
	6	0.56	0.28	0.77	0.46	0.06	0.82	0.21	1.36	1.75	0.28	3.39	1.51	1.10	0.32
	7	0.58	0.18	0.78	0.49	0.06	0.86	0.26	1.13	2.19	0.33	3.33	1.51	1.01	0.32
	8	0.66	0.16	0.90	0.32	0.05	0.86	0.21	1.39	1.90	0.28	3.49	1.50	1.13	0.32

%이고 番製作 栽培에 있어서 N의 利用率은 26.1%로 番裏作에서 더 높았다. 그러나 土壤中에 많은 量의 磷酸과 加里가 殘存하므로 P, K의 施肥 效率은 매우 낮았다.

田作栽培과 番裏作栽培 사이의 油菜 種實속의 Protein 含有量은 田作栽培區에서 약간 높은 경향을 보였지만 有意性이 없었으며 유분含量 및 Carbohydrate, Crude ash, Fatty acid는 栽培地間에 差異를 찾아 볼 수 없었다(Table 4).

窒素의 施用量이 增加함에 따라 油菜種實속의 T-N의 含量은 增加되는 반면 油分含量은 감소된 경향을 보였지만 有意性은 없었으며 磷酸 無施用區에 비해 磷酸을 多量施用하므로서 油分含量은 약간 增加되는 경향을 보였지만 加里施用區에서는 加里無施用區에 비해 약간 油分含量이 감소되었다.

植物體中 窒素 吸收가 많은 窒素 多施用區에서 Protein 含量이 많아 高度의 有意性( $r=0.85^{**}$ )이 인정되었다(Fig. 1). 磷酸 施用區에서는 磷酸無施用區에 비해 Protein 含量이 약간 떨어진 傾向을 보였지만 加里

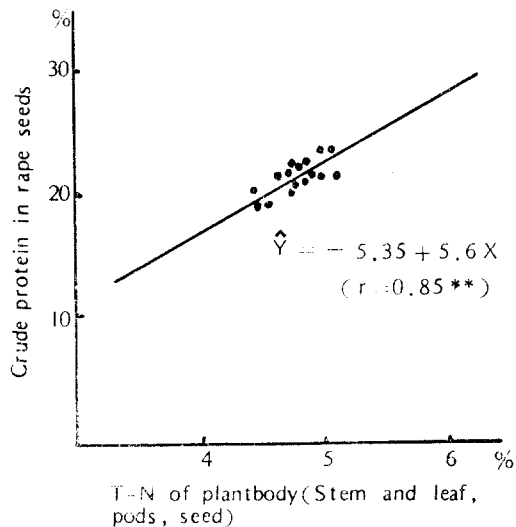


Fig. 1. Correlation between T-N of plantbody and crude protein in rape seeds.

Table 4. Comparison of oil composition in rapeseeds (%)

Field	No. of treat	Oil content	Crude protein	Carbohydrate	Crude ash	Fatty acid composition in oil*							High fatty acid (OLE+LIN)
						PAL.	STE.	OLE.	LIN.	LNL.	EIC.	ERU.	
Upland field	1	41.9	21.8	16.9	4.57	3.86	1.33	46.34	19.99	9.95	10.88	8.10	66.33
	2	39.7	22.4	16.9	4.37	4.00	1.60	46.34	20.47	9.70	9.12	8.77	66.81
	3	42.3	22.2	18.4	4.52	3.84	1.48	47.13	18.93	9.30	11.42	7.90	66.06
	4	38.3	23.6	19.9	4.91	3.77	1.48	48.06	19.59	9.04	10.10	7.96	67.65
	5	39.5	23.6	19.1	4.57	3.71	1.43	47.77	19.40	8.87	10.32	8.50	67.17
	6	40.1	20.0	17.6	4.25	3.95	1.42	48.29	19.63	8.86	9.43	8.42	67.92
	7	38.9	21.6	17.7	4.70	3.84	1.29	46.41	20.38	9.71	10.26	8.11	66.79
	8	37.4	19.3	16.9	4.76	3.78	1.57	47.08	19.83	8.20	11.25	8.29	66.91
Winter cropping on drained paddy field	1	41.4	19.9	17.6	4.41	3.74	1.35	46.21	19.73	8.73	10.67	9.57	65.94
	2	41.6	21.6	16.9	4.29	3.88	1.33	45.87	20.62	10.84	9.08	8.47	66.49
	3	41.7	21.2	16.9	4.41	4.03	1.42	43.97	18.25	12.53	10.04	9.76	62.22
	4	40.0	21.6	16.9	4.40	3.76	1.31	49.42	20.02	9.53	8.08	7.88	69.44
	5	39.4	21.8	19.6	4.73	3.70	1.40	47.89	20.13	8.97	8.46	9.45	68.02
	6	41.7	21.2	18.4	4.53	3.74	1.41	48.24	20.36	8.91	8.70	8.64	68.60
	7	40.6	20.8	17.6	4.64	4.07	1.46	46.99	20.06	8.61	9.63	9.18	67.05
	8	40.2	21.8	16.9	4.72	3.83	1.36	47.53	20.08	9.68	9.40	8.12	67.61

\* Analysis with non-selfing seeds during flowering period

PAL.: Palmitic acid, STE.: Stearic acid, OLE.: Oleic acid, LIN.: Linoleic acid  
LNL.: Linolenic acid, EIC.: Eicosenoic acid, ERU.: Erucic acid

의 施用量間에는 一定한 傾向을 찾아 볼 수 없었다. 한편 油分含量은 protein 含量이 增加하므로써 약간 감소되는 경향을 보였다(權 1981).

窒素施用량과 油菜 種實中 Carbohydrate 含量과는 一定한 傾向을 찾아 볼 수 없었지만 磷酸 및 加里는 無施用區에서 Carbohydrate 量은 各各 약간씩 감소되는 傾向을 보였다.

油菜 種實속의 灰分含量은 窒素 施用量間에 一定한 傾向이 없었으며 磷酸은 無施肥區에 비해 施肥區에서 灰分 含量이 약간 떨어졌지만 加里는 無施用區에 비해 施用區에서 灰分 含量이 약간 增加되는 傾向이었다.

施肥量이 脂肪酸 조성에는 큰 영향을 주지 않았다. 良質油인 Oleic acid 및 Linoleic acid는 N, P, K 施用區에서 뚜렷하지는 않지만 약간 많은 傾向이 있었다.

以上の 結果로 보아 植物體의 無機養分 吸收와 油質과는 有意한 相關이 認定되지 않았지만 良質多收의 油菜 種實 生産을 위해서는 適正量의 無機養分 供給이 必要함을 알 수 있다. 또한 不良油에 속하는 Erucic acid는 10% 미만으므로써 人體에 影響을 주지 않는 정도이며 MS(Male sterile)에 의해 育成된 耐寒油菜는 Selfing된 條件에서는 Non-Erucic acid 品種이지만 노자의

自然狀態에서 여러 品種들과 같이 혼합栽培하므로써 雜種程度가 높아져 상당한 量의 Erucic acid가 檢出되었음은 他家受精 植物인 油菜栽培에 있어서 더욱 고려해야 할 것이다. 따라서 地域別로 單一品種으로 격리 栽培하는 것이 가장 좋을 것이다.

油菜의 生育 및 收量은 開花期 및 成熟期는 施肥量間에 큰 差가 없었지만 無肥料區에서 약간 빠른 傾向이 있었다(Table 5).

草長은 두 土壤 모두 窒素施用量이 많을수록 큰 반면 多量의 磷酸 및 加里를 施用하면 과잉 吸收로 인해 無施用區에 비해 모두 약간 작은 傾向이었으며 畚裏作에 비해 田作에서 生育이 좋았다.

1. 本當分枝數 및 이삭당 籽부리 數는 田作에서 약간 많은 傾向이었으며 無肥料區를 除外한 施肥量間에는 큰 差가 없었다.

油菜 種實 生産量은 畚裏作에 비해 田作栽培에서 다소 나았는데 이는 無肥料區의 收量을 비교하면 田作地의 生産力이 높았다.

또한 두가지 土壤에서 窒素의 施肥量이 많을수록 增收되었으며 施肥反應에 있어서 窒素의 反應이 磷酸, 加里의 施肥反應보다 높았는데 이는 土壤中 磷酸, 加

Table 5. Growth and yield of rape using different fertilizer

Field	No. of treat	Flowering date	Maturing date	Plant height (cm)	Ear length (cm)	No. of branches per plant	Pods per ear (No.)	Seed setting rate (%)
Upland field	1	4.12	6.9	104	11	4	8	81
	2	4.14	6.10	154	30	7	24	90
	3	4.12	6.7	123	21	5	11	93
	4	4.15	6.10	157	30	9	25	90
	5	4.15	6.10	158	28	8	25	89
	6	4.14	6.10	156	28	8	23	86
	7	4.15	6.11	161	29	7	24	93
	8	4.15	6.11	158	31	8	24	83
Winter cropping on drained paddy field	1	4.14	6.11	117	21	2	15	93
	2	4.15	6.10	140	32	6	20	97
	3	4.15	6.10	121	24	4	17	93
	4	4.15	6.10	143	33	5	21	97
	5	4.16	6.11	140	31	5	21	93
	6	4.15	6.10	138	33	6	21	87
	7	4.15	6.11	143	35	5	22	87
	8	4.16	6.10	140	35	6	23	90

**Table 6.** Table of variance analysis depend on rape yields (seeds)

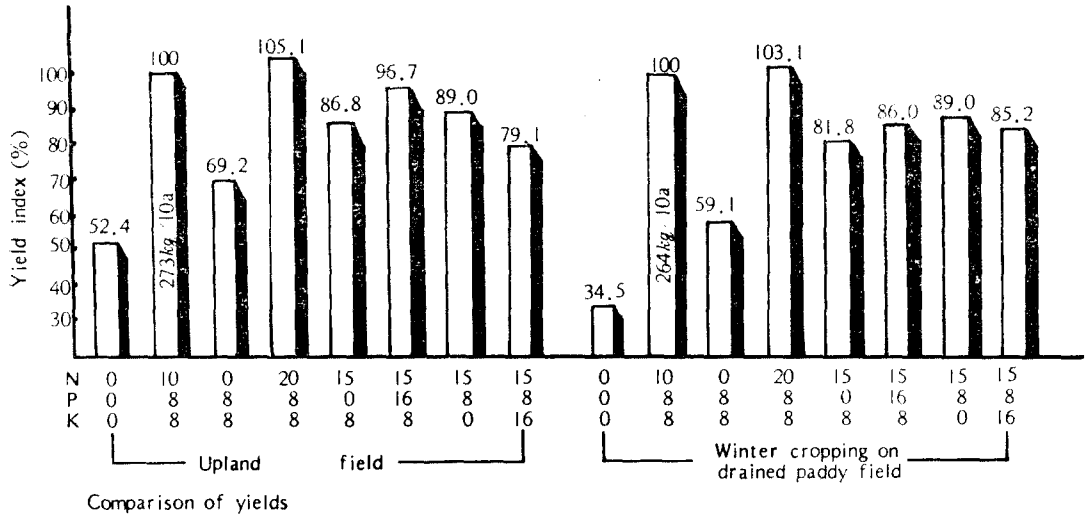
Factor	df	ss	MS	F
Block	2	525.83	262.92	
Soil(A)	1	5125.37	5125.37	130.98**
Error(a)	2	78.25	39.13	
block×A	5	5729.45		
Treat.	7	119602.20	17086.03	570.87**
AB	7	3912.13	558.88	18.67**
Error(b)	28	837.92	29.93	
Sub plot	42	124352.25		
Total	47	130081.70		

C.V { main plot = 2.83  
sub plot = 2.47

L.S.D { main plot { 5% = 21.99  
1% = 50.72  
sub plot { 5% = 9.15  
1% = 12.35

리의 含量이 많기 때문이다.

또한 磷酸 施用區에서 두 土壤 모두 增收되는 傾向을 보였지만 加里에 있어서는 오히려 増施할수록 收量減少를 보였는데 이는 土壤中에 適正量 以上 즉 加里의 과잉에 의한 것으로 思料된다. 이상의 結果로 보아 多收의 油菜 種實을 生産하기 위해서는 適正量의 施肥를 實施해야 될 것이다.



**Fig. 2.** Comparison of yields

**摘 要**

施肥量을 달리하여 油菜를 栽培했을 때, 無機養分 吸收樣相과 油質組成에 미치는 影響을 究明하기 위한 試驗結果를 要約하면 다음과 같다.

植物體 部位別 無機養分 吸收는 窒素에 있어서는 잎 및 줄기 < 根 < 種實 順으로 많았고 磷酸의 吸收는 잎 및

줄기 = 根 < 種實 順이었으며 加里의 吸收는 잎 및 줄기 < 種實 < 根 順이었고 칼슘에 있어서는 種實 < 줄기 및 잎 < 根 順으로 많았다.

油菜의 窒素 利用率은 田作栽培에서는 22.6%, 畚裏作栽培에 있어서는 26.1%였다.

良質 多收의 品種을 維持하기 위해서는 地域別로 單一品種으로 격리 栽培할 必要가 있다.

油菜 種實中 脂肪酸과 油分 含量은 田作 및 畚裏作

栽培 사이에 有意한 相關이 없었다.

植物體의 無機養分 吸收과 油質과는 有意한 相關이 없었다. 良質 多收의 油菜 種實 生産을 위해서는 適正量의 無機養分 供給이 必要하다.

### 參 考 文 獻

Beave, L.L., J.A. Capbell, C.G. Yong and B.M. Craig, 1963. Effects of saturated fat in rates fed rapeseed oil. *Can. J. Biochem. Physiol.*, **41** : 605~612.

Burr, G.O. and M.M. Burr, 1929. A new deficiency disease produced by the rigid exclusion of fat from the diet. *J. Biol. Chem.*, **82** : 345~367.

Holmen, R.T., 1954. Autoxidation of fats and related substance progress in the chemistry of fats and other liquids. **2** : 51~98.

Houba, V.J., G. Eymon, F. Van and E.M. Wittich, 1971. Change in production of organic nitrogen and carboxylates (C-A) in young sugar-beet plants grown in nutrient solutions of different nitrogen composition *Neth J. Agri. Sci.*, **19** : 39~47.

曹晉基·張南日·崔姬, 1976. 輪作栽培에 대한 3要素 施肥適量 試驗. *韓國土壤肥料學會誌*, **9**(4) : 245~250.

Kondra, Z.P. and B.R. Stefansson, 1970. A maternal effect on the fatty acid composition of rapeseed oil (*Braassica napus* L.). *Can. J. Plant Sci.*, **50** : 345~346.

權炳善, 1981. 油菜品種의 收量構成要素와 protein 및 油分含量의 適應性에 관한 研究. *朝鮮大 새마을研究誌*, **32**~43.

李正日, 1973. 開花後 油菜 種實의 發育과 油分含量 및 油質의 조성에 관한 연구. *農事試驗研究報告*, **15**(作物) : 111~118.

李鍾一·方鎮淇, 1982. 各작의 施肥量 差異에 따른 脂肪酸 變

動, 收量形質 및 收量變化에 관한 研究. *尙州農業專問論文 集*, **21** : 73~83.

李鍾一, 1981. 各작품종의 脂肪酸 組成에 관한 研究. *朝鮮大 農業研究*, 39~45.

枕善旭, 1982. 施肥의 合理化의 肥種開發, *韓國土壤肥料學會誌*, **15**(1) : 49~60.

Loebs, R.E. and A.E. Lang, 1967. Nitrogen effect on leaf area, yield and nitrogen uptake of barley under moisture stress. *Agr. J.*, **59** : 219~222.

吳旺根, 1962. 大麥에 대한 3要素의 效果 및 同効果의 土壤分析值와의 關係. *農事試驗研究報告*, **5** : 1~8.

———·柳寅秀·朴蕙·金宇鎭, 1975. 水稻 加里施肥 效率 向上을 위한 追肥方法. *韓國土壤肥料學會誌*, **8**(4) : 199~217.

朴蕙, 1973. 圃場栽培 水稻의 無機營養. I. 3要素 利用率과 養分吸收量, 收量 및 乾物生産量과의 關係. *韓國農化學會誌*, **16** : 99~111.

———, 1974. 圃場栽培 水稻의 無機營養. IV. 3要素 處理別 收量 및 乾物 生産量과의 關係. *韓國農化學會誌*, **7**(4) : 215~220.

———, 申天秀, 1973. 無機營養 II. 3要素 利用率과 氣象圖 및 土壤斷面의 物理, 化學的 性質과의 關係. *韓國土壤肥料學會誌*, **6** : 17~26.

Park, H., 1974. Relationship among grain yield, nitrogen efficiency and nitrogen uptake amount in rice plant. *J. Korean Soc. Soil sci. Ferti.*, **7** : 147~154.

朴蕙·安相培·黃永秀, 1974. 벼의 生産力 分析. IV. 土壤 및 施肥生産力과 施肥效率. *韓國土壤肥料學會誌*, **7** : 35~42.

柳寅秀, 1977. 主要 田作物에 대한 加里成分의 肥効. *韓國土壤肥料學會誌*, **10**(3) : 171~188.

(1984年 7月 15日 接受)