大菜行株距及肥效試驗 (第一報)

趙倫彝　　陸增輝

一 前　　言

大菜 (Raphanus sativus, Linn.)又名菜花，屬十字花科植物，爲本省中北部水田採用最廣之綠肥作物。據1929年之調查，(見參考1) 臺北縣之水田總面積55,939甲中，栽培肥作物者5,295甲，其中栽大菜者佔4,362甲，大菜豌豆混種者203甲，兩計4,565甲，佔綠肥作物總面積之86.2%或水田總面積之8.2%，同年，新竹縣之水田總面積82,269甲中，栽培綠肥者20,076甲，其中栽培大菜者佔13,957甲，大菜豌豆混種者421甲，兩計共有19,378甲，佔綠肥作物總面積之96.5%或佔水田總面積之23.6%，故大菜在本省中北部之綠肥作物中早已佔有極重要之地位。

大菜性强健，生長迅速，能耐酸性土壤，且綠肥生產量高，增加後作水稻之收量，僅次於首蓿，而超過其他豆科綠肥 (前臺灣總督府農事試驗場1910—1914試驗結果，見參考文獻3)，故極適於本省中北部栽培，惟大菜植株生長繁茂，農家多採用點播方法，每穴株數及植株距離，漫無標準，過去亦乏系統試驗，以決定其最適當之播種距離，爰舉行本試驗以測定大菜播種應採用之合理株行距離，以及各種距離對於後作物之影響，茲以第一期試驗業經結束，特將結果報告如次。

二 試驗材料與方法

本試驗所用大菜種子，係以前向農家徵集種子經多年繁殖而得者，經本年試驗結果其種性並不甚純潔，例如黃色花色常有混雜現象，然對於本試驗結果尚無多大影響。

試驗地前作物爲黃麻，在前作物收穫後經過犁及耙各二次，整土作畦，畦長24尺，寬 $7\frac{1}{2}$ 尺，每畦面積3/100畝，於民國36年11月7日播種，每畦用燒土1500g 將種子覆蓋，使發芽較易兼作基肥，條播，採用下列三種不同之行距：—

1. 一尺五寸：—每畦播種五行者；
2. 二尺　　：—每畦播種四行者；
3. 三尺　　：—每畦播種三行者。

種子於十一月十日大部出土於十一月二十六日舉行第一次間拔，十二月十日舉行第二次間拔或定苗；株距則採用下列三種：—

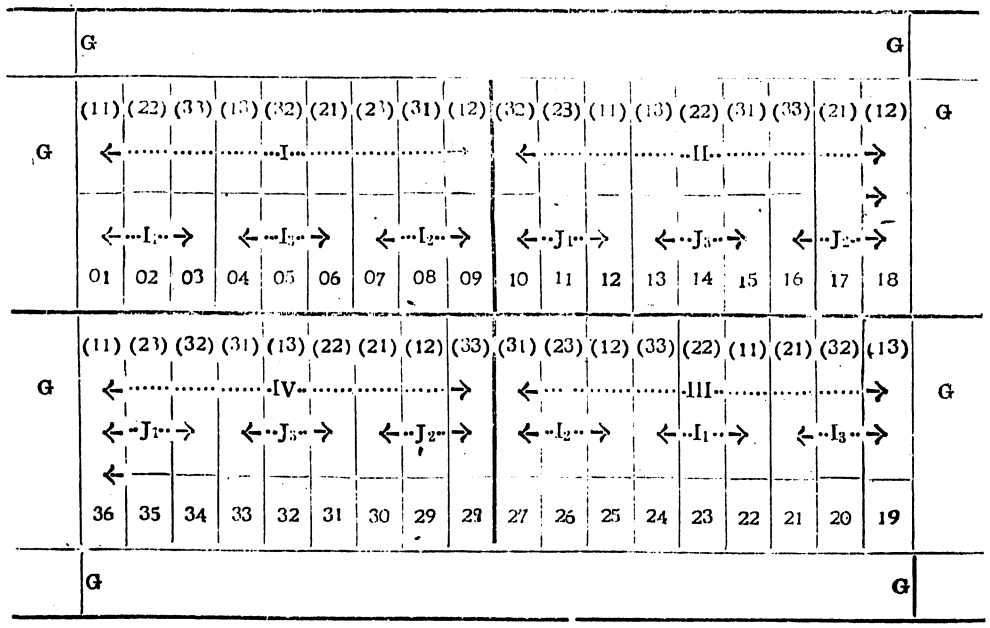
1. 一尺　　：—每行留24株者；
2. 一尺二寸：—每行留20株者；
3. 一尺五寸：—每行留16株者。

以上三種行距及三種株距共組成九種不同之株行距組合，其處理代號如後：

註：大菜行距分三級，如求其最小公倍之畦闊，需地甚廣，乃爲地積所限，畦闊固定爲7½尺者。翻乎以後各邊行與中行之收量比較，差異並不顯著，可知本試驗之結果，可由單位面積之株數推算大區種植，所應有之適當疏密程度，而不一定以株行距推算也。

代號	行距	株距	每畦株數	折合每市畝株數
11	一尺半	一尺	120	4,000
12	一尺半	一尺二寸	100	3,333
13	一尺半	一尺五寸	80	2,667
21	二尺	一尺	96	3,200
22	二尺	一尺二寸	80	2,667
23	二尺	一尺五寸	64	2,133
31	三尺	一尺	72	2,400
32	三尺	一尺二寸	60	2,000
33	三尺	一尺五寸	48	1,600

以上九種處理組合則採用3×3因子式混雜區組設計，將株行距之互作用局部混雜於區組中；全試驗共用四個完全重複，三十六個小區，各重複及每重複內各小區之排列，均由機會決定，其田間排列如下：



註：(1) 每小區底部號碼爲區號，其括弧中號碼則爲處理代號。

(2) 互作用中I之兩自由度在第I第III兩重複中混雜，在第II第IV中保留。

(3) 互作用J之兩自由度在第II第IV兩重複中混雜，在第I第III中保留。

試驗田於十一月廿二日舉行第一次中耕除草，十二月十五日行第二次中耕除草，十二月十七日培土

十一月廿九日施追肥，每畦用三要素混合之化學肥料300克。

十二月四日噴除蟲菊乳劑一次。

卅七年一月廿二日收刈，稱計地上部，地下部重量後，將植科埋入土中，以待腐熟。

三 試驗結果與分析

A. 地上部產量

各小區地上部產量及株數如第1表： (單位：10克)

第1表： 各小區地上部產量 (單位10gr.)

第 I 重 複			第 II 重 複			第 III 重 複			第 IV 重 複			四重複合計		
代號	株數	產 量	代號	株數	產 量	代號	株數	產 量	代號	株數	產 量	代號	株數	產 量
11	119	5,490	32	60	2,857	13	79	4,059	33	48	2,809	11	474	19,451
2	80	3,748	23	63	2,258	32	60	3,315	12	99	4,410	12	398	16,69[illegible]
33	47	2,606	11	120	3,726	21	96	4,563	21	92	4,311	13	315	14,907
13	78	4,090	13	78	2,716	11	118	5,224	22	80	3,450	21	379	16,2[illegible]
3.	59	2,690	22	79	3,3[illegible]	22	80	4,078	13	80	3,542	22	319	14,5[illegible]
21	95	3,893	31	72	,952	33	47	,713	31	70	3,540	23	25[illegible]	1[illegible],798
23	61	3,043	33	48	2,274	12	100	4,450	32	58	2,579	31	239	11,039
31	75	3,505	21	96	3,50[illegible]	23	64	3,254	23	63	3,238	32	237	11,441
12	99	4,119	12	100	3,716	31	72	4,042	11	117	5,011	33	190	10,402
合計	743	33,189		716	27,328		716	35,698		707	32,890		2,852	129,105

第2表： 第1表之各產量減去3,000

I		II		III		IV		合 計	
代號	產 量	代號	產 量	代號	產 量	代號	產 量	代號	產 量
11	2,490	32	-143	13	1,059	33	-191	11	7,451
22	743	23	-742	32	315	12	1,410	12	4,695
33	-394	11	726	21	1,563	21	1,311	13	2,407
13	1,090	13	-284	11	2,224	22	450	21	4,273
32	-310	22	326	22	1,078	13	542	22	2,599
21	893	31	-48	33	-287	31	540	23	-202
23	48	33	-726	12	1,450	32	-421	31	2,039
31	505	21	506	23	254	23	238	32	-559
12	1,119	12	716	31	1,042	11	2,011	33	-1,598
合計	6,189		328		8,698		5,890		21,105

將第一表各區產量減去3000則成第二表。

由第二表可計算得各不完全區組，暨各處理之總產量如下：—

第3表： 各不完全區組產量

重複	I	II	III	IV
不完全區組號	I_1 3,844	J_1 −159	I_3 2,937	J_2 2,530
	I_3 1,673	J_3 −9	I_1 3,015	J_3 1,532
	I_2 1,672	J_2 496	I_2 2,714	J_1 1,828
合計	6,189	328	8,698	5,890

第4表： 各處理產量表(四重複合計)

行距＼株距	1	2	3	合計
1	7,451	4,695	2407	14,553
2	4,273	2,599	−202	6670
3	2,039	−559	−1,598	−118
合計	13,763	6,735	607	21,105

第5表： 各處理產量表(第I,III兩重複總和)

行距＼株距	1	2	3	合計
1	4,714	2,569	2,149	9,432
2	2,456	1,826	302	4,584
3	1,547	5	−681	871
合計	8,717	4,400	1,770	14,887

第6表： 各處理產量表(第II,IV兩重複總和)

行距＼株距	1	2	3	合計
1	2,737	2,126	258	5,121
2	1,817	773	−504	2,086
3	492	−564	−917	−989
合計	5,046	2,335	−1,163	6,218

$J_1=5,021$ $J_2=4344$ $J_3=5,522$ $I_1=2,503$ $I_2=2,114$ $I_3=1,511$

由以上2—6表資料應用變量分析法求得其結果如次：—（第7表）

第7表： 地上部產量變量分析表

變異來源	自由度	平方和	變量	F	1% F
不完全區組	11	4,727,342	429,758.36	4.6119	3.61
株距	2	7,222,930	3,611,465.00	38.7574	6.23
行距	2	8,984,913	4,492,456.00	48.2120	6.23
行株距互作用(局部混什)	4	214,488	53,622.00		
誤差	16	1,490,902	931,813.75		
總計	35	22,640,575			

由第7表分析結果可見株距行株之變量由於機會發生者不及1%，故二者之變量均極顯著故進而分析如下：

$$\hat{m}=\sqrt{\frac{93,181.375}{12}}=\sqrt{7765.1146}$$

兩平均數相差之顯著標準 (L) $=\sqrt{2}\,\delta m \cdot t$

$$=\sqrt{2}\quad\sqrt{7765.1146}\cdot 2.12=264.32$$

試從第4表；查得三種株行距之平均產量及其相差數如下：(第8表)

第8表(a)： 各種株距地上部之平均產量

株距	一尺	一尺二寸	一尺五寸	平均
總產量	13,763	6,735	607	—
平均產量	1,146.91	561.25	50.58	586.25
實在平均產量(10gr.)	4,146.91	3,561.25	3,050.58	3,586.25

5%相差顯著標準=264.32(10gr.)

第7表(b)： 各種行距地上部之平均產量

行距	一尺五寸	二尺	三尺	平均
總產量	14,553	6,670	-118	—
平均產量	1,212.75	555.83	-9.83	586.25
實在平均產量(10gr.)	4,212.75	3,555.83	2,990.17	3,586.25

5%相差顯著標準=264.32(10gr.)

由第8表之平均產量可知用一尺株距者產量確較用一尺二寸株距者之產量爲高，用一尺二寸株距者又較用一尺五寸株距者之產量爲高。至於行距則以用一尺五寸者較用二尺者產量爲高，用二尺者又較用三尺者之產量爲高，是故由以上結果觀之，以用較小株行距爲優。

B. 地下部產量

各小區地下部產量暨株數列如第 表

第9表： 各小區地下部產量 (單位10gr.)

第 I 重複			第 II 重複			第 III 重複			第 IV 重複			合計		
代號	株數	產量	代號	株數	產量	代號	株數	產量	代號	株數	產量	代號	株數	產量
11	119	1.196	32	60	625	13	79	918	33	48	712	11	474	5.104
22	80	806	23	63	724	32	60	708	12	99	1,120	12	398	3,986
33	47	652	11	120	1,145	21	96	1,150	21	92	1,094	13	315	3,568
13	78	854	13	78	854	11	118	1,481	22	80	1,218	21	379	3,898
32	59	744	22	79	974	22	80	1,202	13	80	942	22	319	4,200
21	95	842	31	72	811	33	47	723	31	70	914	23	251	3,723
23	61	801	33	48	538	12	100	1,176	32	58	942	31	289	3,650
31	75	789	21	96	812	23	64	1,086	23	63	1,112	32	237	3,019
12	99	944	12	100	746	31	72	1,136	11	117	1,282	33	190	2,625
合計	713	7,628		716	7,229		716	9,580		707	9,336		2,852	33,773

第10表： 第9表各區產量減去900

I		II		III		IV		合計	
代號	產量	代號	產量	代號	產量	代號	產量	代號	產量
11	296	32	-275	13	18	33	-188	11	1.504
22	-94	23	-176	32	-192	12	220	12	386
33	-248	11	245	21	250	21	194	13	-32
13	-46	13	-46	11	581	22	318	21	298
32	-156	22	74	22	302	13	42	22	600
21	-53	31	-89	33	-177	31	14	23	123
23	-99	33	-362	12	276	32	42	31	50
31	-111	21	-88	23	186	23	212	32	-581
12	44	12	-154	31	236	11	382	33	-975
合計	-472		-871		1,480		1,236		1,373

將第9表各區產量減去900則成第10表，由第10表資料再可求得處理及各不完全區組之產量如下：(第11，12，13各表)

第11表： 各處理產量(四重複總和)

株行	1	2	3	合計
1	1,504	386	-32	1,858
2	298	600	123	1,021
3	50	-581	-975	-1,506
合計	1,852	405	-884	1,373

第12表： 各不完全區組和

I	II	III	IV
-46	-206	76	226
-260	-61	706	374
-166	-604	698	636

第13表： 各處理產量表

(a) 第I, III重複總和

株行	1	2	3	合計
1	877	320	-28	1.169
2	192	208	87	487
3	125	-348	-425	-648
合計	1,194	180	-366	1,008

$J_1=305$, $J_2=616$, $J_3=87$；

(b) 第II, IV重複總和

株行	1	2	3	合計
1	627	66	-4	689
2	106	392	36	534
3	-75	-233	-550	-858
合計	658	225	-518	365

$I_1=469$, $I_2=131$, $I_3=27$。

由以上第10—13各表可應用變量分析法求得其結果如第14表：

第14表： 地下部產量變量分析表

變異來源	自由度	平方和	變量	F	5% F
不完全區組	11	646,004.98	58,727.73	1.7104	2.42
行距	2	51,118.73	25,559.37		
株距	2	342,250.73	171,125.37	4.9577	3.63
互作用(局部混什)	4	55,800.78	13,950.20		
機誤	16	552,279.09	34,517.44		
總和	35	1,647,454.31			

由第14表，可見除株距之變量爲顯著外，餘皆不顯著。茲再進而分析如次：

$$\delta m=\sqrt{\frac{34517.44}{12}}$$

兩平均數相差之顯著標準：

$$L=\sqrt{2}\cdot\delta m\cdot t=\sqrt{\frac{34517.44}{6}}\cdot 2.12=160.8$$

再由第15表求得各種株距之平均產量如下：

第15表： 各種株距之地下部產量 (單位：10gr.)

株距	一尺	一尺二寸	一尺五寸	平均
總產量	1,632	405	884	—
平均產量	1,543	329	753	37.30
實在平均產量	1,054.3	932.9	824.7	937.30

5%相差顯著標準＝160.8

故就地下部產量言，則採用一尺株距者確較用一尺五寸株距者之產量爲高；惟其他各種株距之間則無顯著之差別。

四 討 論

考作物栽培之行株距與產量之關係，決定於兩種因素，即單位面積種植之株數，以及每株之平均產量，每種處理行株距之總產量，即等於以上兩因素之乘積。在行株距較小之密植情形之下，即單位面積種植之株數增多而每株之平均產量恒較低，在行株距較大之疏植情形下，則每單位面積種植之株數減少，而每株之平均產量恒較高。作物最有利之行株距，則在以上兩因素能維持相當之平衡，即每單位面積株數增加至適當限度而不減少每株平均產量，或每株平均產量提高至

某種限度而不減少單位面積之株數。以上兩因素之平衡之決定，則依作物之種類，土壤之性質，肥力之高低，氣候之順逆等等而有不同。

就大菜作物本身而論，大菜植株生長雖甚繁茂，而油菜以後則漸向垂直空間發展，故平面空間之競爭遂不重要，再則大菜根部較小，土壤內養分之競爭或亦不著，他如大菜生長之頑健適應力之强大亦可說明本試驗之結果，密植優於疏植，茲再摘錄本試驗中一部資料以說明以上之事實：(第16表)

第16表： 各種行株距之株數與平均每株之產量

處理代號	四區株數	四區總產量(克)		平均每株產量(克)		指數			
						地上部		地下部	
		地上部	地下部	地上部	地下部	株數	每株產量	株數	每株產量
11	474	194,510	5,104	410.35	10.77	100	100	100	100
12	398	166,950	3,986	419.47	10.02	84.0	102.2	84.0	93.0
13	315	144,070	3,568	457.36	11.33	66.5	111.4	66.5	105.2
21	379	162,730	3,898	429.37	10.28	79.9	104.6	79.9	95.4
22	319	145,990	4,200	457.65	13.17	67.3	111.5	67.3	122.3
23	251	117,980	3,723	470.04	14.83	53.0	114.5	53.0	137.7
31	289	140,390	3,650	485.78	12.63	61.0	118.4	61.0	117.3
32	237	114,410	3,019	482.74	12.74	50.0	117.6	50.0	118.3
33	190	104,020	2,625	547.47	13.81	40.1	133.4	40.1	128.2

由上表指數一項而觀，如以最小行距與株距之株數與每株產量爲 100，則株數減至 40.1% (即株數之密度減少二倍半) 而每株地上部平均產量僅增加 33.4%，而地下部平均產量則僅增加 28.2%。是故根據以上資料吾人不妨作以下之推論：即大菜利於密植者，在密植能增加單位面積之植株數目，而同時每株平均產量，未成比例下降。

關於試驗技術方面亦有一點值得討論者：即各試區之行距不一，邊行各行難免發生邊行生長競爭(即田間試驗通常發生之邊際影響 Border effect)，若如此，則邊行之產量難免發生偏袒(Bias)，而祇能採用中行之產量以分析結果。本試驗分析之初，即選用四行區之兩中行地上部平均產量與距寬行距及與距狹行距兩邊行之地上部產量配對比較，發現其差異並不顯著，此足以指示本試驗邊行影響並不嚴重，概言之，各邊行生長競爭，并不嚴重。其結果列如第17表：—

大菜之花作綠肥作物有異於一般豆科綠肥作物，其養分能償還土壤中者，是否與其地上部或地下部產量作適當之比例，則有待於後作物之產量，以測定其肥效。再則作物行距株距亦受氣候

第17表： 四行區中行與邊行地上部產量比較

區號	四行區兩中行平均產量(A)	四行區距三行區邊行產量(B)	B－A＝D	區號	四行區兩中行平均產量(A)	四行區距五行區邊行產量(B)	B－A＝D
02	926	894	-32	02	925	1,002	76
06	888	1,159	271	11	545	548	3
07	789	695	-94	14	807	839	32
11	545	620	75	17	841	1,055	214
14	807	870	63	21	1,034	1,295	261
17	841	768	-73	23	997	977	-20
21	1,034	1,200	166	26	828	826	-2
23	997	1,107	110	30	1,036	1,094	58
26	823	771	-57	31	862	952	90
35	781	836	55	35	781	841	60
			ΣD＝484				ΣD＝742
	MD＝48.4	δmd＝31.63			MD＝74.2	δmd＝29.17	
	t＝1.321		P＝0.2-0.3		t＝2.646		P＝0.02-0.05

及肥料等因子所左右，因此擬將本試驗再繼續一二年，並加入肥料等項目一併試驗，則所得結論，當更爲確切。

五 結 論

大菜爲本省中北部水田採用最廣之綠肥作物，惟其行株距迄今尚無標準，爰舉行本試驗，以決定大菜播種應採用之合理距離。試驗處理計有三種行距，一尺五寸，二尺，三尺及三種株距：一尺，一尺二寸，一尺五寸，共組成九種不同之株行距組合，採用3×3因子式混什區組設計，將縱行距之互作用局部混什於區組中，全試驗共用四個完全重複。將地上部及地下部產量分別應用株量分析法分析其結果，所得結論如下：

(一)以大菜地上部(莖葉部)產量而論，採用一尺株距者產量確較一尺二寸株距者之產量爲高，用一尺二寸株距者又較用一尺五寸者之產量爲高，採用一尺半行距者較用二尺者之產量爲高，用二尺行距者，又較用三尺者之產量爲高。即以用較小之行株距爲有利。

(二)以地下部(根部)產量而論，採用一尺株距者之產量，確較用一尺五寸株距者爲高，惟用一尺株距者與用一尺二寸株距者及用一尺二寸株距者與用一尺五寸株距者間之產量相差則不顯著。三種行距間之相差亦不顯著。

(三)推論大菜利於密植者，在密植可以增加每單位面積內之株數，同時每株平均產量未成比例的下降。由本試驗結果指示株數由最密區之100%減至最疏區之40.1%，而每株地上部平均產量祇增加33.4%，地下部平均產量祇增加28.2%。

(四)就本試驗地上部產量資料測定各區之邊際影響並不顯著，故各畦近邊行產量均加入分析結果。

參 考 文 獻

(一)安倍輝吉：「臺灣北部水田裡作綠肥——首蓿及青皮豆」(p.p.18—19)
臺灣總督府中央研究所農業部彙報第87號，1931.

(二)臺灣農友會：「臺灣農家便覽」(第6版) (p.p.803—804)，1944.

(三)九尾鉞六 佐藤弘毅：「綠肥法」(p.94，p.340)，1921.