結果

（一）目前已開發出單行及多行式蔬菜田間直播機具之雛形機，機具構造示如圖一，主要分為種子播種機構、播種機行走裝置及四連桿開溝覆土裝置；種子播種機構包括播種機外殼、種子箱、種子分配盤、控制種子配出之毛刷、種子配出導槽、分配盤傳動軸等。行走輪行走於畦床時，藉傳動軸帶動種子分配盤。播種機播種流程如下：（1）於種子箱承裝種子，（上有蓋子以防種子於播種機行動中振動而掉出），（2）種子箱下方裝有種子分配盤，不同種子分配盤可適用不同種子，種子因重力自然落入分配盤穴槽中，（3）在分配盤轉動時，由分配盤上方之毛刷刷去多餘之種子，（4）種子隨著分配盤轉動至播種機下方，再順著播種導槽落入土中，完成播種。

（二）本機多行式播種機主要構造和單行式相同，由多個播種單元組裝在傳動主軸上，以達成可同時播種多行之目的，播種之行距可藉由調整播種機構鎖定螺絲之位置來調整，目前可以播 3 行、4 行、5 行，視需要而定，使用相當方便，調整彈性亦很大，可有效達到農友一機多用途之功用。

（三）蔬菜播種量因不同之蔬菜種類而不同，各種蔬菜種子形狀、大小等性狀又有很大差異，為了進一步瞭解蔬菜種子性狀，以作種子分配盤孔穴大小研發之基礎，本試驗調查了東京小白菜、胡蘿蔔、空心菜之長、寬等性狀結果如表一所示。在種子大小方面，不論長及寬的性狀上胡蘿蔔種子之變異係數分別為 0.1488 及 0.1988，顯示種子間形狀有很大之差異，形狀也很不規則，在分配盤設計時須有特別之規劃。表二為種子發芽率及千粒重之比較，表中結果顯示，不同蔬菜種子千粒重差異很大，如空心菜千粒重達

44.24g，而白莧菜種子千粒重僅 0.68g，在種子分配盤穴槽大小設計時，即須針對不同之種類來作設計；而在發芽率比較上可以看出，供試胡蘿蔔種子發芽率偏低，可增加播種量加以調節。

表一、三種不同蔬菜種子外觀性狀差異

Table 1. The difference of external characters in the three kinds of vegetables.

Vegetables	Characters	Mean（mm）	Standard deviation	Coefficient of Variance (%)
Chinese mustard	Length	1.6101	0.1659	10.30
Carrot	Width	1.4884	0.1563	10.50
	Length	3.5638	0.5304	14.88
	Width	1.7260	0.3432	19.88
	Length	6.0700	0.3688	6.08
Water	Width	3.9780	0.2131	5.35
convoluvlus	Thickness	3.2400	0.2828	8.73

表二、六種不同蔬菜種子之千粒重及發芽率之比較

Table 2. The comparison of 1,000 seed weights and germination rates of six kinds of vegetables.

Vegetables	1000-seed weight（g）	Germination rate（%）
Pak-choi	1.84	98.5
Chinese mustard	1.88	98.0
Chinese spinach	0.68	92.5
Carrot	1.90	60.0
Radish	11.55	93.0
Water convolvulus	44.24	84.5

（四）本機設計採用強制配出之方式播種，種子箱中之種子藉重力作用進入種子分配盤，種子播種量之多少由種子分配盤周圍種子室大小來決定。本機目前針對不同蔬菜種類設計了七種不同之種子分配盤，以供不同蔬菜播種所需，不同種子分配盤有不同大小及形狀之種子室，以滿足各種株距及種子量之需求。目前研發完成供試之種子分配盤其種子室規格如表三。

表三、七種不同種子分配盤之種子室形狀及規格

Table 3. The designed size and shape of groove of seven different seed distributing dishes.

Dishes NO.	Shape of groove	Upper length（cm）	Upper width（cm）	Depth（cm）	Target vegetable	Number of seeds	Interval between seeds (cm)
1	ellipse	1.55	0.67	0.37	radish	4	26.3
2	round	0.69	0.69	0.29	carrot	5	21.0
3	orthogonal	1.50	1.17	0.99	Water convolvulus	12	8.8

4	ellipse	1.59	0.64	0.42	spinach	12	8.8
5	round	0.46	0.46	0.27	Chinese mustard	10	10.5
6	round	0.50	0.50	0.12	celery	15	7.0
7	round	0.50	0.50	0.14	Chinese spinach	8	13.1

（五）經靜態試驗測定，前面五種種子室種子平均每室填裝種子數如表四，蘿蔔平均 5.63 粒、胡蘿蔔 7.5 粒、空心菜 9.3 粒、菠菜 4.8 粒及小白菜 8.3 粒。

表四、前五種種子分配盤每一種子室填裝種子數之比較測定結果

Table 4. The tested result of mean number of seeds per groove among five different seed distributing dishes.

Dishes No.	Target vegetable	Seed number of per groove		
		mean	Standard deviation	Coefficient of variance(%)
1	radish	5.63	1.40	24.87
2	carrot	7.50	2.08	27.73
3	Water convolvulus	9.30	0.60	6.44
4	spinach	4.80	1.27	26.46
5	Chinese mustard	8.30	1.73	20.78

（六）為了測試播種機播種時種子分佈情形，於室內進行動態模擬播種試驗，將種子播種於種子粘貼條帶上，並在播種條帶上取 2 公尺長來調查種子分佈情形，並比較其播種測試結果。蘿蔔及胡蘿蔔播種時一般採用點播，蘿蔔播種株距一般在 25 公分左右，由測試結果顯示，平均每 25 公分播種粒數 5.19 粒，其種子分佈分別如表五、六所示。結果顯示，蘿蔔在株距 25 公分時，種子平均缺播率只有 2.5％；而形狀不規則種子之胡蘿蔔，株距 20 公分，經測試種子平均缺播率 7.5％，平均每 20 公分播種 3.8 粒。

表五、蘿蔔機播，種子分佈於八個區間之測試結果（四重複）

Table 5. Radish seed distribution at 8 segments sown by machine.

Seeding segment(cm)	Replication			
	1	2	3	4
0-25	6	4	6	1
25-50	5	4	8	5
50-75	3	5	7	7
75-100	7	8	6	6
100-125	1	7	6	0
125-150	4	2	3	11
150-175	4	3	5	6
175-200	7	5	10	4
mean	4.7	4.8	6.4	5.0
Total mean	5.2			

Seeding failure	0%	0%	0%	12.5%
Total mean of failure		3.1%		

表六、胡蘿蔔機播，種子分佈於 10 個區間之測試結果（四重複）

Table 6. Carrot seed distribution at 10 segments sown by machine.

Seeding segment(cm)	Replication			
	1	2	3	4
0-20	6	6	6	5
20-40	6	4	2	2
40-60	1	1	3	5
60-80	5	4	2	4
80-100	3	7	5	6
100-120	6	2	2	0
120-140	0	4	7	4
140-160	1	1	5	3
160-180	3	8	1	5
180-200	4	0	8	5
mean	3.5	3.7	4.1	3.9
Total mean		3.8		
Seeding failure	10%	10%	0%	10%
Total mean of failure		7.5%		

（七）使用多行式蔬菜直播機及人工播種方式於田間播種空心菜，播種後二週，調查種子在田間發芽分佈結果，如表七所示。播種一個月後再調查每公尺植株數、植株重量及株高結果示如表八。由表七中可以看出，在機械播種取樣之 1.5m2 內，空心菜在畦長 1 公尺中每一 10 公分區間之苗株在各區間之變異係數分別為 14.9 及 15.37，分佈相當均勻；而在 1.5 m2 之總苗株數方面，機械播種為 432 株，超過人工播種之 347.5 及 319.5 株，在播種量相同之情況下，可能機械播種在覆土，播種深度方面較為一致而有助於種子發芽。

表七、機械與人工播種後兩週，田間調查各小試區段植株數目變異情形

Table 7. Distribution of the seedlings （surveyed after sowing 2 weeks）.

Seeding segment(cm) ／treatments	A1	A2	B1	B2	C1	C2
0-10	36	33	25	40	52	47
10-20	33	32	24	39	34	34
20-30	39	32	31	31	54	42
30-40	32	40	32	36	46	50
40-50	41	33	31	35	39	41
50-60	27	43	48	25	38	34

60-70	31	28	40	26	41	47
70-80	34	35	27	43	49	37
80-90	37	34	17	24	46	48
90-100	28	47	27	38	51	34
Mean	33.8	35.7	30.2	33.7	45	41.4
Coefficient of variance	0.13	0.16	0.15	0.20	0.15	0.15
Mean of C.V.	0.15		0.18		0.15	
Seedlings in 1.5 m^2	338	357	302	337	450	414
Mean of seedling numbers in 1.5m^2	347.5		319.5		432	

A1, A2-sown by hands, 8 rows in a ridge.

B1,B2- sown by hands, 7 rows in a ridge.

C1,C2- sown by machine, 10 rows in a ridge.

表八、空心菜機械與人工播種一個月後，每 1.5 平方公尺植株數、植株重及株高之比較

Table 8. The comparison of plant numbers, weight and height per 1.5m^2 between the machine and manual sowing after one month.

Treatments	Plant number	Plant weight（g）	Plant height（cm）
A	439.5	3732.5	58.32
B	356.0	3409.5	59.35
C	495.5	3947.8	58.40

在播種一個月後，人工與機械播種之植株在株高方面並無明顯差異，但植株數及植株重量方面機械播種均較高；在植株數方面比二週調查值有增加之現象，推估可能是空心菜發芽不整齊，部份種子發芽較慢所致。

（八）以單行式及多行式播種機分別播種蘿蔔、胡蘿蔔、茼蒿、青江白菜、芹菜及菠菜，並測定作業所需時間及種子用量，並換算 0.1 公頃所需時間及種子用量如表九及表十。播種後二週調查田間植株分佈結果如表十一。

表九、人工與機械播種作業時間效率比較

Table 9. The comparison of the efficiency between machine and maunal seeding.

Vegetables	Time of sowing（seconds）		Time of sowing per hectare（minutes）		Index of sowns time（machine/manual）	1-Index（%）
	Manual seeding	Machine seeding	Manual seeding	Machine seeding		
Celery	79	16.75	143	30	21.2	78.8
Spinach	53	23.50	96	43	44.3	55.7
Garland Chrysanthemum	81	27.00	147	49	33.3	66.7

Water Convolvulus	201	20.25	364	37	10.1	89.9
Chinese mustard	44	15.50	80	28	35.2	64.8
radish	172	28.00	312	51	16.3	83.7
carrot	226	14.00	409	25	6.2	93.8

表十、蔬菜種子直播機機械播種與人工播種種子用量比較

Table 10. Seed weights demanded by machine and manual sowing.

Vegetable kinds	Seeding amount（g）		Seeding amount per 0.1 hectare（g）		Index of sowing amount （%）（machine/man）	1-Index（%）
	Manual seeding	Machine seeding	Manual seeding	Machine seeding		
Celery	20.60	2.77	2239	301	13.44	86.56
Spinach	46.50	22.68	5054	2465	48.77	51.23
Garland Chrysanthemum	27.37	32.98	2975	3585	120.49	-20.49
Water Convulvulus	323.31	231.46	35142	25159	71.59	28.41
Chinese mustard	21.38	8.08	2324	878	37.80	62.20
Radish	4.49	6.48	488	704	144.37	-44.37
Carrot	1.89	1.33	205	145	70.37	29.63

田間測試時, 單行式播種機因開溝及覆土裝置尚在研製中, 故仍須另外開溝及覆土作業。在蘿蔔播種試驗中，機械播種作業時間是人工作業時間之 16.3%，胡蘿蔔機播時間為人工作業之 6.2%；在多行式播種機部份目前已有開溝及覆土裝置, 所以從開溝、播種、覆土可一貫作業，故空心菜機械播種時間是人工作業之 10.1%，不論單行式或多行式機械播種均可大幅減少作業時間，明顯提高作業效率。機械播種與人工播種在種子用量方面，蘿蔔及胡蘿蔔一般是點播方式, 機械播種種子用量並不一定會節省, 如蘿蔔機械播種反而比人工播種用量多；一般葉菜類機械播種皆會節省種子用量，約可節省 28.41%至 86.56%，比較特別的是茼蒿, 可能是專用種子盤播種量較大，用量比人工稍多。

在植株田間分佈方面，播種二週後取樣長 2m 寬 0.8m 之小區調查，每小區中再區分為小區段；胡蘿蔔每小區段 20cm，蘿蔔 25cm，其餘種類 10cm，調查各小區段中苗株數量，再比較取樣區中各小區段間之變異。結果顯示除了蘿蔔以外，人工播種均比機械播種苗株數多；而在各小區段植株數之變異係數方面，菠菜及芹菜機械播種變異較大，其餘蔬菜變異情形與人工無顯著差異。

表十一、機械與人工播種二週後田間苗株數與苗株分佈變異數比較

Table 11. The comparison of the seedling number and coefficient variance between machine and manual sowing after 2 weeks.

Vegetables	Seedling number		C.V. of Seedling numbers	
	manual	machine	manual	machine
Carrot	3.43	2.08 *	75.63	81.02 n.s.
Radish	4.04	5.23 *	81.86	57.22 n.s.
Garland chrysanthemum	42.94	20.48 *	30.70	33.82 n.s.
Spinach	22.64	9.50 *	33.17	48.18 *
Chinese mustard	47.74	16.25 *	38.75	30.23 n.s.
Celery	141.63	9.68 *	25.74	45.90 *

＊Significant at 0.05 level ,n.s. not significantly at 0.04 level.