

# 野菜の機械移植に伴う栽培管理技術の確立

小西信幸、田中一久、磯崎真英、戸谷 孝\*

園芸グループ・自然循環・病虫害制御グループ\*

## 要 旨

三重県ではキャベツやブロッコリーの栽培は主に水田で行われている。セル成型苗を用いる機械定植体系の導入は省力化のために有効である。そこで機械定植体系導入のためのほ場の土質・土壤水分、畝幅と植え付け条数の違い、セル苗の定植姿勢の不良及び定植後の施肥・除草管理技術を検討した。

粘質土壤の水田においては、耕起による細土率が低いと初期生育が劣り、3回の耕起で収穫物重(球重、花らい重)が最大となった。粘質土壤水田においてはキャベツ・ブロッコリーの地上部生育は1畦1条より2条の方が優れていた。特にキャベツでは、1畦1条では結球位置のずれが大きくなった。定植後の初期生育は定植時の株の姿勢に影響され根鉢を地中に埋めた方が早い。定植から20日頃(第1回目の追肥時)までに中耕・土寄せを行うと生育の遅延はみられなくなった。

水田における9月中旬定植・年明け獲りの作型の栽培では、基肥1回施用では満足すべき収量は得られなかった。また、除草は中耕により十分抑えられた。

キーワード：キャベツ、ブロッコリー、水田、セル成型苗、機械定植

## 結 言

本県の野菜栽培面積は6,030haあり、露地野菜は約87%を占めているが、農家の高齢化にともない重量野菜を中心に面積が減少しており、機械化を中心とした省力化技術開発が求められている。近年、キャベツ等の重量野菜ではセル成型苗を利用した野菜生産の機械化が注目を集めている。セル成型苗は自家育苗や共同育苗のほかにも育苗センター等で大量生産が可能であり、苗生産コストの低減や、育苗とほ場での栽培の分業化を可能にし、大幅な省力化が期待されている。

キャベツの機械化については、これまで大産地で早くから研究が進められてきたが、多くは畑作地帯であり、機械の開発もこれらの地域で適用できるものを中心に進められてきた。しかし、本県は粘質土壤の水田地帯が多く、主要な作型である年内～年明けどりキャベツの定植時期が9月の降雨期と重なる。しかも、水田と畑地では土質、土壤水分が異なり、露地野菜の機械化栽培においては、このような水田における生産上の生理特性を把握する必要がある。

また、省力化のためには移植機の利用が前提となるが、

さらに機械化を進めるためには、収穫時期を揃え、収穫時の個体間差を少なくする必要がある。そのためには初期生育の差を小さくすることが有効と考えられる。実際の圃場においては、圃場の碎土率、うね表面の均平度はばらつきがあり、土質、土壤水分が異なるため、水田と畑地では定植後の初期生育および収量への影響も異なる。そこで、水田に適する畝の形状、移植条件等の解明が必要である。

さらに、機械化を進める上では、水田における定植後の施肥、除草管理技術が生育、収量に及ぼす影響についても検討する必要がある。

そこで、本報告では以上の内容を検討した結果、三重県の水田地帯に適し、本県の気象条件にも対応できる露地野菜の機械移植栽培技術を開発した。

## 材料および方法

### 1 圃場環境が生育・収量に及ぼす影響(水田と畑地の比較)

試験圃場は水田は農業技術センター内水田圃場(細粒灰色低地土)、畑地は野菜圃場(表層腐植質黒ぼく土)で

実施した。作物及び品種はキャベツ‘松波’と、ブロッコリー‘グリーンフェイス’を供試した。試験規模は1区4.2㎡、1区20株、調査は各区10株、2反復とした。栽培概要は、1996年8月19日にY社野菜育苗培土を用いて128穴セルトレイには種した。9月20日に畝幅1.2m、株間35cm、条間60cm、2条植えで、歩行型全自動移植機（Y社ACP-1W）により定植した。基肥は定植前にN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=20:25:20kg/10a、苦土石灰100kg/10aを施肥し、追肥はN:K<sub>2</sub>O=5:5kg/10aを10月16日と11月21日に施肥した。収穫は水田は3月13日、畑地は1月29日に行った。土壌水分は畝立て後、定植前に畝上面から5cm下の土壌100gを採取し、105℃で6時間通風乾燥し、デシケーターで冷却後、重量を測定した。碎土率は同様に採取した土壌10kgを20mmのマス目の篩を通し、通過した土壌の重量割合を求めた。

根量は、キャベツの定植位置が正方形の対角線の交点に来る位置にとり、正方形の縦、横各30cm、深さ20cmの立方体を掘り取り、根を水洗後、主根、2次根、3次根に分けて新鮮重を測定した。

## 2 定植前の耕起回数が生育・収量に及ぼす影響

上記試験と同じ方法により、農業技術センター内水田圃場（細粒灰色低地土）で実施した。試験区は畝立て前耕起回数2回耕起区、3回耕起区、4回耕起区を設けた。畝立てはロータリー耕で設定回数耕起後、成型板を付けたトラクターで行った。上記試験と同じ方法で1996年8月19日には種し、9月20日に定植した。収穫は3月31日に行った。

## 3 1畝1条植えと2条植えが生育・収量に及ぼす影響

試験①：1条畝あるいは2条畝に定植したときのキャベツの結球中心点と畝中心線のズレの程度を調べた。同様にブロッコリーについては、畝幅と定植条数との違いによる生育、収量を比較した。試験は農業技術センター内水田圃場（細粒灰色低地土）で実施し、品種はキャベツ‘松

波’とブロッコリー‘グリーンフェイス’を供試した。試験区は畝幅60cmの1条畝と畝幅120cmの2条畝を設けた。1条畝の畝立ては乗用管理機（I社JK11）により行い、2条畝は成型板を付けたトラクターで行った。試験規模は1区4.2㎡、1区20株、各区調査は10株で2反復とした。栽培概要は、1997年8月11日にY社野菜育苗培土を用いて128穴セルトレイには種した。9月12日に1条畝、2条畝とも株間は35cm、2条畝は条間60cm植えで、共に歩行型全自動移植機（Y社ACP-1W）により定植した。基肥は移植前にN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=20:25:20kg/10a、苦土石灰100kg/10aを施肥し、追肥はN:K<sub>2</sub>O=5:5kg/10aを9月26日と10月24日に施肥した。収穫は1月6日に行った。

試験②：一志郡一志町其村M氏水稲跡水田圃場（細粒灰色低地土）で、キャベツ‘彩ひかり’及び‘如春’を供試し、畝幅60cmの1条畝と畝幅120cmの2条畝栽培比較試験を行った。試験規模は1条畝は90㎡、428株、2条畝は60㎡、285株を栽培し、調査は1区10株、2反復とした。栽培概要は、彩ひかり’は1997年8月15日にY社野菜育苗培土を用いて128穴セルトレイには種した。‘如春’は8月21日に同様には種した。定植は‘彩ひかり’は9月22日、‘如春’は9月25日に、1条畝2条植え共に株間は35cm、2条畝は条間60cmで、共に歩行型全自動移植機（Y社ACP-1W）により定植した。1条畝の畝立ては乗用管理機（I社JK11）により行い、2条畝は成型板を付けたトラクターで行った。基肥は定植前にN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=21:18:20kg/10a、苦土石灰100kg/10aを施肥し、追肥はN:K<sub>2</sub>O=5:5kg/10aを9月26日と10月24日に施肥した。収穫は‘彩ひかり’は3月2日、‘如春’は2月6日に行った。

## 4 定植時の植え付け深さが生育・収量に及ぼす影響

試験区の構成は、ほ場を乾燥土壌を想定した畑地と多湿粘質土壌の水田とし、植え付けの深さ（図1）を浅植え（±0cm＝根鉢表面と畑地表面が同じ）と深植え（-2cm＝子葉が地中に隠れる）とした。



図1 左より表9の植付け指標1、2、4の状態とした定植時のセル苗の状態  
（左より +2cm、±0cm、-2cmの深さ）

育苗方法及び供試品種については上記試験1と同じ方法・品種で行った。1区5.7㎡、各区10株調査、2反復で行った。1996年8月19日には種し、定植は9月20日に畑地では手による移植、水田では全自動歩行型移植機（Y社ACP-1W）により行った。栽植密度はうね幅120cmの1畝に2条、条間60cm、株間35cm、とした。元肥はN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=20:25:20kg/10aとし、追肥をN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=5:0:5kg/10aを10月16日と11月21日に施肥した。収穫は水田は3月31日、畑地は1月31日に行った。

5 定植後の中耕管理が生育・収量に及ぼす影響

育苗方法及び供試品種については上記試験1と同じ方法・品種で行った。1区5.7㎡、各区20株調査、2反復で行った。1997年8月6日には種し、定植は9月12日に手による移植により行った。元肥はN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=20:25:20kg/10a、追肥はN:P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>:K<sub>2</sub>O=5:0:5kg/10aを2回に分けて分肥した。畝形状、植栽密度は1畦1条、株間35cm、条間65cmとし作業はI社乗用管理作業車（JK-11）、中耕はM社歩行型うねたて機により行った。

中耕回数は定植後21日目と42日目の計2回行う区を対照区として、14日目と35日目に追加した影響を調べた（下図参照）。

定植後日数(日)	0	10	14	20	21	30	35	40	42
中耕作業			○ <sub>1</sub>		○ <sub>2</sub>		○ <sub>2</sub>		○ <sub>3</sub>
1区					○ <sub>1</sub>				○ <sub>3</sub>
2区					○ <sub>1</sub>		○ <sub>2</sub>		○ <sub>3</sub>
3区		○ <sub>1</sub>			○ <sub>1</sub>		○ <sub>1</sub>		○ <sub>4</sub>
対照区					○ <sub>1</sub>				○ <sub>2</sub>
追肥作業					●				●
生育調査		◎		◎		◎		◎	

また、植え付け深さについても±0cm（根元と地際部が同じ）、-2cm（子葉が地際部に隠れる）の2処理を行った。中耕の回数と時期は、

1区(3回・前)=2回の追肥時と定植後～1回目の追肥までに1回中耕を行う。

表1 圃場の違いによるキャベツ、ブロッコリーの初期生育量

品目	圃場	定植10日後				定植1ヶ月			
		草丈 cm	葉数 枚	葉長 cm	活着 程度*	葉数 枚	葉長 cm	葉幅 cm	株幅 cm
キャベツ	水田	10.4	4.9	10.9	3.9	11.8	25.1	18.5	43.6
	畑地	10.2	5.3	12.0	4.9	11.8	28.5	20.3	46.6
	有意差	NS	*	**	**	NS	**	*	NS
ブロッコリー	水田	10.9	4.1	8.3	4.2	8.6	23.1	11.7	37.9
	畑地	9.3	5.1	11.0	5.0	8.4	31.8	14.5	46.4
	有意差	**	**	**	**	NS	**	**	**

\*活着程度は地表から第1葉基部までの距離と軽く手で苗を持ち上げた時の第1葉基部と地表との距離の差を求め、以下の指標から分類した。10ミリ以上動くものは指標1と2により区別した。指標1:苗がすぐ抜ける。 2:根が数本つながる。 3:苗上下動10ミリ以内。 4:苗上下動5ミリ以内。 5:ほとんど苗が動かない。  
\*\*1%、\*5%で有意差あり。

2区(3回・後)=2回の追肥時と1回目と2回の追肥の間に1回中耕を行う。

3区(4回)=2回の追肥時と定植後～1回目の追肥までに1回目と2回の追肥の間にも1回中耕を行う。

対照区(2回)=2回の追肥時に行う。

生育調査は、定植後10, 20, 30, 40日目に葉数及び開帳を測定した。収穫調査は畑地については1997年12月15日、水田については1998年1月22日に結球重、茎径及び茎の曲がり程度を測定した。

6 定植後の管理技術が生育・収量に及ぼす影響

試験1と同じ方法により、農業技術センター内水田圃場（細粒灰色低地土）で実施した。作物及び品種はキャベツ‘松波’を供試した。試験区はL8直交表による割付を行い、①追肥施用の有無、②中耕の有無、③除草剤の散布と無散布を設けた。追肥の無施用区は全量基肥とし、中耕は手作業で行い、除草剤は定植前にトレファノサイド粒剤3kg/10aを散布した。栽培概要は、試験1と同じで、収穫は3月31日に行った。

結果及び考察

1 圃場環境が生育・収量に及ぼす影響(水田と畑地の比較)

定植10日後の生育は、水田においては畑地に比べて活着が劣り、キャベツ、ブロッコリーとも畑地は完全に活着しているのに対し、水田では苗の上下動が5mm程度みられた（表1）。また、水田では初期の生育が劣り、葉数が少なく、葉長が短かった。定植1ヶ月後においては、キャベツ、ブロッコリーとも葉数は圃場間で差がみられなくなったが、株の大きさはいずれも水田で劣り、特にブロッコリーにおいて差が大きかった。

収穫時の生育は、キャベツ、ブロッコリーともに畑地と水田の生育差が大きく、畑地では1月29日に収穫できるのに対して、水田では収穫期は3月13日になった（表2、3）。これは低温によって生育が停滞したためと思われる。また、水田と畑地の生育差はキャベツよりブロッコリーで大きくなった。

土壌の条件は、土壌水分は水田が25.9%、畑地は21.6%

であり、砕土率は水田は55.6%、畑地が98.4%であった（表4）。特に水田と畑地の砕土率の差が大きく、定植後の活着、初期生育に大きな影響を与えていると思われる。

また、キャベツの根量は2次根、3次根は水田と畑地において大きな差がみられ、水田では2次根は多いが吸収根である3次根が少なくなった（表5）。

表2 圃場の違いによるキャベツの収穫時の生育量

圃場	株開帳		外葉数 枚	全重 g	外葉重 g	最大葉		球の大きさ			球重 g
	最大 cm	最小 cm				葉長 cm	葉幅 cm	長径 cm	短径 cm	球高 cm	
水田	52.7	45.0	11.3	1606	541	21.3	27.0	16.4	15.5	11.4	1002
畑地	83.9	75.4	12.2	2263	992	42.4	36.1	18.4	18.1	12.1	1162

表3 圃場の違いによるブロッコリーの収穫時の生育量

圃場	草丈 cm	開帳最大 cm	葉数 枚	最大葉		花蕾の大きさ		花蕾重 g
				葉長 cm	葉幅 cm	長径 cm	短径 cm	
水田	30.1	66.1	9.0	34.6	15.0	13.3	13.1	287
畑地	56.9	108.5	17.3	59.1	23.6	12.5	11.2	384

表4 水田と畑地の土壌条件

圃場	土壌水分 %	砕土率*1 %
水田	25.9	55.6
畑地	21.6	98.4
有意差	NS	*

\*1: 直径20mm以下の土塊重量割合  
\*5%で有意差あり。

表5 キャベツの根量\*1

圃場	主根 g	2次根 g	3次根 g
水田	21.2	60.1	4.4
畑地	26.2	25.3	10.1
有意差	NS	*	*

\*1: 新鮮重  
\*5%で有意差あり。

このことから、9月中旬以後に定植する年明け穫りの作型においては、水田と畑地において生育に大きな差がみられ、特に水田のブロッコリーにおいて生育の停滞が大きくなった。これらは水田における土質及び土塊の大きさ等により活着、初期生育への影響が大きいと考えられる。

## 2 定植前の耕起回数が生育・収量に及ぼす影響

定植10日後の初期生育は、キャベツ、ブロッコリーともに、ロータリー耕で3回耕起した後に成型板で畝立てした区が最も良好であった（表6）。定植1ヶ月後についても、キャベツ、ブロッコリーとも3回耕起区が最も生育が良かったが、ブロッコリーでは耕起回数間での有意差が見ら

れないのに対して、キャベツではその差が大きくなり、特に4回耕起で生育が劣った。

収穫時の生育は、キャベツの株の生育は2回および3回耕起区が同程度であったが、4回耕起区では生育が低下した（表7）。球重は3回耕起区が最も大きくなったが、4回耕起区では著しく軽く1/2程度となった。ブロッコリーは耕起回数による差が少なく、花蕾重は3回耕起区で最も大きくなった（表8）。

機械移植による植え付けの精度は、耕起回数が多いほど植付け指数は高くなった（表9）。また、砕土率は耕起回数が多いほど高くなった。しかし、粘土の多い水田であるため、耕起回数が4回になると土塊が練られた状態となり、特にキャベツにおいて初期の生育が低下した。

表6 耕起回数とキャベツ及びブロッコリーの初期生育量

品目	耕起回数	定植10日後				定植1ヶ月後			
		草丈 cm	葉数 枚	葉長 cm	活着 程度*	葉数 枚	葉長 cm	葉幅 cm	株幅 cm
キャベツ	2回	8.6 <sup>a</sup>	4.5 <sup>ab</sup>	9.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	11.0 <sup>a</sup>	23.4 <sup>a</sup>	17.6 <sup>a</sup>	41.4 <sup>a</sup>
	3回	10.4 <sup>b</sup>	4.9 <sup>a</sup>	10.9 <sup>b</sup>	3.9 <sup>a</sup>	11.8 <sup>a</sup>	25.1 <sup>b</sup>	18.5 <sup>a</sup>	43.6 <sup>a</sup>
	4回	9.7 <sup>ab</sup>	4.5 <sup>b</sup>	9.8 <sup>a</sup>	3.8 <sup>a</sup>	11.0 <sup>a</sup>	20.3 <sup>a</sup>	14.8 <sup>b</sup>	35.8 <sup>b</sup>
ブロッコリー	2回	9.8 <sup>a</sup>	3.6 <sup>a</sup>	7.9 <sup>a</sup>	3.7 <sup>a</sup>	8.4 <sup>a</sup>	23.4 <sup>a</sup>	11.9 <sup>a</sup>	36.7 <sup>a</sup>
	3回	10.9 <sup>a</sup>	4.1 <sup>b</sup>	8.3 <sup>a</sup>	4.2 <sup>a</sup>	8.6 <sup>a</sup>	23.1 <sup>a</sup>	11.7 <sup>a</sup>	37.9 <sup>a</sup>
	4回	10.3 <sup>a</sup>	3.8 <sup>ab</sup>	8.1 <sup>a</sup>	3.9 <sup>a</sup>	8.2 <sup>a</sup>	23.7 <sup>a</sup>	11.6 <sup>a</sup>	37.6 <sup>a</sup>

\*活着程度は表1と同じ。 異符号間にScheffe'sによる5%の有意差あり。  
活着程度の検定は Kruskal-Wallis testによる。

表7 耕起回数とキャベツの収穫時の生育量

耕起回数	株開帳		外葉 枚	全重 g	外葉 重 g	最大葉		球の大きさ			球重 g
	最大 cm	最小 cm				葉長 cm	葉幅 cm	長径 cm	短径 cm	球高 cm	
2回	53.0 <sup>a</sup>	45.7 <sup>a</sup>	13.5 <sup>a</sup>	1528 <sup>a</sup>	622 <sup>a</sup>	25.1 <sup>a</sup>	25.8 <sup>ab</sup>	14.4 <sup>a</sup>	14.1 <sup>a</sup>	10.9 <sup>a</sup>	798 <sup>ab</sup>
3回	52.7 <sup>a</sup>	45.0 <sup>a</sup>	11.3 <sup>b</sup>	1606 <sup>a</sup>	541 <sup>b</sup>	21.3 <sup>b</sup>	27.0 <sup>a</sup>	16.4 <sup>b</sup>	15.5 <sup>a</sup>	11.4 <sup>a</sup>	1002 <sup>a</sup>
4回	48.3 <sup>b</sup>	43.3 <sup>a</sup>	13.5 <sup>a</sup>	1154 <sup>b</sup>	555 <sup>ab</sup>	20.2 <sup>b</sup>	24.2 <sup>b</sup>	13.0 <sup>a</sup>	12.3 <sup>b</sup>	10.0 <sup>b</sup>	551 <sup>b</sup>

異符号間にScheffe'sによる5%の有意差あり。

表8 耕起回数とブロッコリーの収穫時の生育量

耕起回数	草丈 cm	開帳 最大 cm	葉数 枚	最大葉		花蕾の大きさ		花蕾 重 g
				葉長 cm	葉幅 cm	長径 cm	短径 cm	
2回	29.5 <sup>a</sup>	58.9 <sup>a</sup>	9.2 <sup>a</sup>	33.9 <sup>a</sup>	14.7 <sup>a</sup>	12.6 <sup>a</sup>	12.5 <sup>a</sup>	232 <sup>a</sup>
3回	30.1 <sup>a</sup>	66.1 <sup>b</sup>	9.0 <sup>a</sup>	34.6 <sup>a</sup>	15.0 <sup>a</sup>	13.3 <sup>a</sup>	13.1 <sup>a</sup>	287 <sup>b</sup>
4回	29.9 <sup>a</sup>	68.8 <sup>b</sup>	9.7 <sup>a</sup>	36.3 <sup>a</sup>	16.0 <sup>a</sup>	13.5 <sup>a</sup>	13.3 <sup>a</sup>	274 <sup>ab</sup>

異符号間にScheffe'sによる5%の有意差あり。

表9 耕起回数と植付け指数及び土壌条件

耕起回数	植付け指数* <sup>1</sup>	土壌水分 %	砕土率* <sup>2</sup> %
2回	40.8 <sup>a</sup>	27.6 <sup>a</sup>	42.4 <sup>a</sup>
3回	42.9 <sup>a</sup>	25.9 <sup>b</sup>	55.6 <sup>a</sup>
4回	50.1 <sup>a</sup>	28.5 <sup>a</sup>	57.5 <sup>a</sup>

\*1: 機械による植え付け直後の苗及び苗鉢の状況により次の5段階の植付け指標を設定し、下式から求めた。

指標0: 苗が横に倒れる。 1: 苗鉢が外に出る。

2: 苗鉢上部面が畝面と同じ深さ。

3: 子葉が畝面と同じ深さ。 4: 子葉が畝に埋まる

植付け指数 =  $\sum(\text{植付け指標} \times \text{個体数}) \times 100 / (n \times 4)$

\*2: 直径20mm以下の土塊重量割合

異符号間にScheffe'sによる5%の有意差あり。

このことから、粘土の多い水田では3回以内の耕起で、初期の生育を促進する必要があり、特にキャベツにおいてその影響が大きいことが明らかとなった。

### 3 1畝1条植えと2条植えが生育・収量に及ぼす影響

**試験①:** 畝幅を変え、1畝当たりの植え付け条列数を変えた場合、キャベツの結球位置に差が見られた。1条畝では畝の中心からのずれは4.4~9.1cmであったのに対して、2

条畝では1.3~2.9cmであった（図2）。1条畝では畝が狭いため定植位置が少しずれるだけで収穫時のキャベツの球の傾きが大きくなるのに対して、2条畝では畝の中心に向かって少しずれ、球の傾きは小さかった。

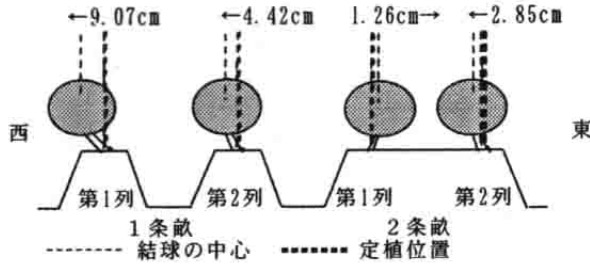


図2 畝の形状がキャベツの結球位置に及ぼす影響

ブロッコリーの定植後32日までの初期生育は、2条畝が1条畝を大きく上回った（表10）。さらに、収穫時の生育では、草丈は1条畝の方が高かったが、他の項目では有意差は見られなかった（表11）。また、花蕾の大きさ、花蕾重は2条畝の方が大となった。

表10 水田における畝の形状とブロッコリーの初期生育量

処理区	葉数 枚	葉長 cm	葉幅 cm	株開張 cm
1条畝	7.4	17.0	8.7	26.7
2条畝	8.4	25.9	12.1	36.5
有意差	**	**	**	**

10/14調査（定植後32日） \*\*1%で有意差あり。

表11 水田における畝の形状とブロッコリーの収穫物の生育量

処理区	草丈 cm	株開張 最大 cm	葉数 枚	葉長 cm	葉幅 cm	全重 g	花蕾の大きさ			花蕾重 g	莖径 cm
							長径 cm	短径 cm	高さ cm		
1条畝	52.6	82.1	16.0	46.2	20.5	1071	10.9	10.4	4.6	323.3	4.3
2条畝	47.5	85.5	16.5	47.1	20.5	1156	12.0	11.2	5.5	367.0	4.2
有意差	**	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	**	*	NS

収穫日：1/6 \*\*1%、\*5%で有意差あり。

このことから、キャベツにおいては、畝幅の狭い1条畝では定植の位置の僅かな差によりキャベツの球の結球位置のずれが大きくなり、定植後収穫までの管理作業の能率低下の原因となっていると考えられる。

また、ブロッコリーにおいては初期生育、収穫時の花蕾の生育が共に2条畝において優れた。

試験②：場外の現地で1条畝と1条畝の栽培試験を行った結果、初期生育は、‘彩ひかり’は畝の形状の違いに

よる差はみられなかったが、‘如春’では生育差がみられた（表12）。その後は‘彩ひかり’は‘如春’よりも生育が遅れた。

収穫時においては、‘如春’の生育は1条畝よりも2条畝の方が株開張、外葉数、全重、葉幅等においてみられるように優れていた。‘彩ひかり’は葉幅以外は有意差は見られなかった（表13）。さらに、両品種とも球の大きさは2条畝の方がやや優れ、球重では‘彩ひかり’は30%、‘如春’では11%重かった。

表12 畝形状の異なる水稲跡大区画水田におけるキャベツの初期生育量\*1

畝形状	‘彩ひかり’				‘如春’			
	葉数 cm	葉長 cm	葉幅 cm	株幅 cm	葉数 cm	葉長 cm	葉幅 cm	株幅 cm
1条畝	11.7	31.4	22.4	55.3	7.7	27.1	25.9	51.0
2条畝	11.7	30.4	21.3	56.7	9.3	23.8	24.5	45.8
有意差	NS	NS	NS	NS	**	**	NS	*

\*1 定植30日後調査

‘彩ひかり’：は種；8/15、定植；9/22、

‘如春’：は種；8/21、定植；9/25、

\*\*1%、\*5%で有意差あり。

表13 畝形状の異なる水稻跡大区画水田におけるキャベツの収穫時の生育量

品種	畝形状	株開帳		外葉数 枚	全重 g	外葉重 g	最大葉		球の大きさ			球重 g
		最大 cm	最小 cm				葉長 cm	葉幅 cm	長径 cm	短径 cm	球高 cm	
如春	1条畝	64.0	46.5	7.5	1954	708	40.8	40.6	16.4	15.4	15.5	1166
	2条畝	71.7	47.4	8.4	2240	829	42.4	42.6	16.7	15.9	16.0	1281
	有意差	**	NS	*	**	*	NS	*	NS	*	NS	*
彩ひかり	1条畝	69.7	43.7	13.6	2064	855	41.5	31.2	17.3	16.8	11.7	1042
	2条畝	66.5	48.4	13.3	2428	916	42.8	35.2	17.5	17.0	12.6	1361
	有意差	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	*

収穫日：如春2/6、彩ひかり3/2      \*\*1%、\*5%で有意差あり。

このことから、水田でのキャベツ栽培の畝の形としては、1条畝よりも2条畝の方が適していると考えられる。

4 定植時の植え付け深さが生育・収量に及ぼす影響

水田において定植機による植え付けの状態を調査したところ±0cm(浅植え区)は植え付け指数が59.1、-

2cm(深植え区)の指数は67.7となった。植え付け深さを深く設定することにより植え付け指数は大きくなった(表14)。耕起回数、土壌条件は異なるが同様の植え付け状態の調査を現地ほ場で行ったところ慣行の栽培では65.9であった(表14)。また、移植精度は98%が正常に植わっており、7%が根鉢が地面に露出している状態であった(図3)。

表14 表9の植付け指標2、4の状態と設定した機械定植時のセル苗の状態

	植付け指標	植付深さ設定 ±0cm区	植付深さ設定 -2cm区	現地慣行 植付深さ
子葉がうね地面に埋まる	4	7	11	7
子葉がうね地面と同じ深さ	3	29	29	29
苗鉢上部面がうね地面と同じ	2	11	15	17
苗鉢がうね地面より外にでる	1	19	7	5
植え付け指数*		59.1	67.7	66.4

表9と同様の調査方法により算出

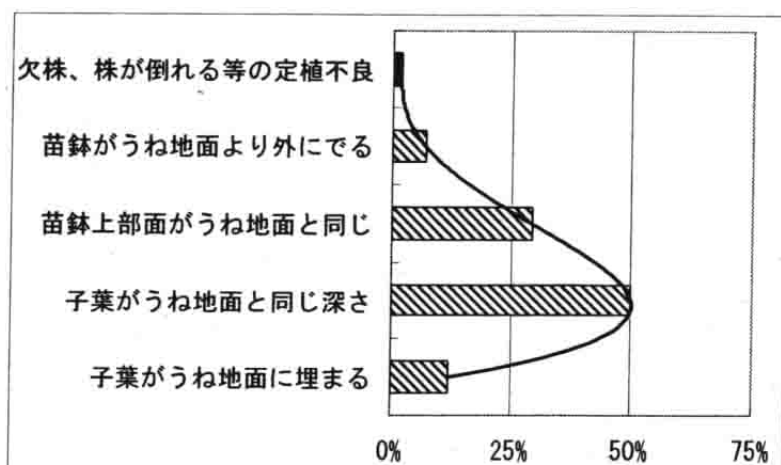


図3 現地ほ場における慣行の植え付け深さ設定での植え付け状態の分布

水田において定植後13日目の葉数は±0cm(浅植え)区は6.6枚に対して±0cm(浅植え)区は10.3枚と葉の展開は遅れたが、開帳は逆に-2cm(深植え区)の21.8cmに対して±0cm(浅植え)区は19.3cmと深植えしたほうが大きか

った。その後の定植後24日、31日目には深植え区のほうが浅植え区と比べると有意に展開葉数は多く、開帳は大きかった(表15)。畑地でも同様な結果を示し31日目の葉数・開帳はそれぞれ-2cm(深植え)区の14.2枚・45.5cm

に対して±0cm(浅植え)区は13.2枚・36.7cmであった。以上のことから定植から約1ヶ月後の初期生育は植え付けの深さに影響され、根鉢が地中に隠れる方が初期生育に優れることが明らかになった。

収穫期の調査では、水田における球重は-2cm(深植え)区の839gに対して±0cm(浅植え)区は1,035gとなった。これは水田では深植えされたキャベツに対して結球期の排水不良がより影響を与えたためと思われる。一方、土

壌が乾燥しやすい畑地では-2cm(深植え)区の829gの方が±0cm(浅植え)区の581gより重くなった(表15)。これは根域の水分環境が深植えする事により好条件となったためと思われる。ただし、水田の収穫適期は畑地に比べ非常に遅れた(表16)。この遅れは初期生育に差が見られなかったことから結球開始から以後の条件によるものと考えられた。

表15 圃場条件と植付深さが初期生育に及ぼす影響(キャベツ)

圃場条件	植付け深さ	定植後13日目(10/3)		定植後24日目(10/14)		定植後31日目(10/21)	
		葉数	開帳	葉数	開帳	葉数	開帳
水田	-2cm	6.6	21.8	10.4	35.8	13.6	41.7
	±0cm	10.3	19.3	10.0	31.8	13.3	39.8
畑	-2cm	7.3	24.3	10.6	38.8	14.2	45.5
	±0cm	6.6	19.4	10.0	31.4	13.2	36.7

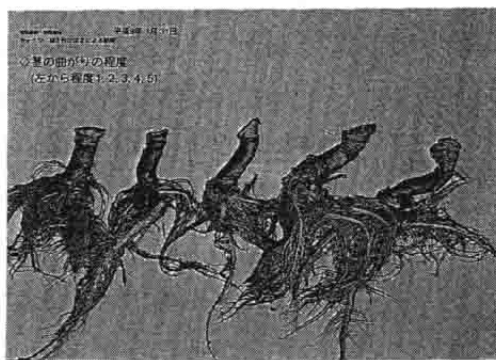
表16 圃場条件と植付深さが収量に及ぼす影響

圃場条件	植付け深さ	球重	茎径		曲がり
			g	mm	
水田	-2cm	839	19.4	2.7	
	±0cm	1,035	18.5	3.5	
畑	-2cm	829	19.5	1.5	
	±0cm	581	18.1	3.5	

収穫調査日は、水田 3/31、畑 1/31



図4 収穫調査時のキャベツの草姿及び収穫時における茎の曲がりの程度



- 左より ほぼ曲がりなし 1  
 やや曲がる 2  
 45° 程度傾く 3  
 さらに傾く 4  
 S字状に曲がる 5

$$\text{曲がり指数} = \frac{\sum (\text{曲がり指標} \times \text{個体数}) \times 100}{(n \times 5)}$$

収穫期の結球位置のずれにつながる茎の曲がりの程度を図4のとおり決め調査したところ水田、畑地ともに深植えする事により茎の曲がり小さくなり水田では-2cm(深植え)区の2.7に対して±0cm(浅植え)区は3.5、畑

地では-2cm(深植え)区の1.5、±0cm(浅植え)区の3.5となった(表16)。これは深植えする事により生育初期の横風などに対して苗の安定性が増したためと思われる。



5 定植後の中耕管理が生育・収量に及ぼす影響

植え付け深さの違いによる10日目の開帳での生育差は深植えが24.1cm、浅植えが23.0cmとなった(表17)。定植後40日目の初期生育において中耕の回数、時期の違いにより開帳に差がみられた。対照区(中耕1回\_追肥時)の48.3cmに対して、1区(中耕2回\_追肥前+追肥時)、3区(中耕3回\_追肥前+追肥時+追肥後)と追肥前の中耕の効果が大きく、それぞれの開帳は54.1cm、55.8cmであった(表17、図5)。

表17 中耕回数、植え付け深さの違いによる開帳への影響

定植後(日)	10	40
	cm	cm
対照(中耕1回)	21.5	48.3
1区		
追肥前(中耕2回)	24.9	54.1
2区		
追肥後(中耕2回)	23.8	51.4
3区		
追肥前後(中耕3回)	24.1	55.8
深植え(-2cm)	24.1	53.4
浅植え(±0cm)	23.0	51.2

注) 開帳の調査は追肥直前の'97/9/22、'97/10/22に行った。

中耕の回数、時期の違いにより、対照区の1,049gに対して追肥前および後での中耕により球重増大の効果が大きかった(表18)。茎の曲がりの程度は浅植え区より深植え区することにより明らかに曲がりの程度が小さくなった(表18)。浅植えによる初期生育不良は、中耕により改善されたが、球重では深植には及ばなかった(図6)。

以上のことから、初期の中耕による効果によりその後の生育が促進されることから、球重の増加効果が期待できる。

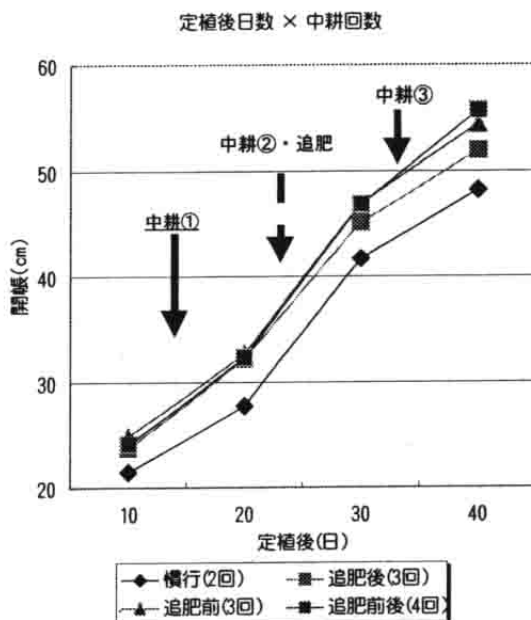


図5 中耕回数、時期の違いによる開帳への影響

表18 中耕回数、植え付け深さの違いによる球重への影響

	球重	茎の曲がり
	g	
対照(中耕2回)	1049	2.3
1区		
追肥前(中耕3回)	1398	2.0
2区		
追肥後(中耕3回)	1219	3.1
3区		
追肥前後(中耕4回)	1391	2.4
深植え(-2cm)	1328	2.0
浅植え(±0cm)	1200	3.0

注) 収穫調査は'98/1/22に行った。曲がりの程度は上記試験4と同様の方法で行った

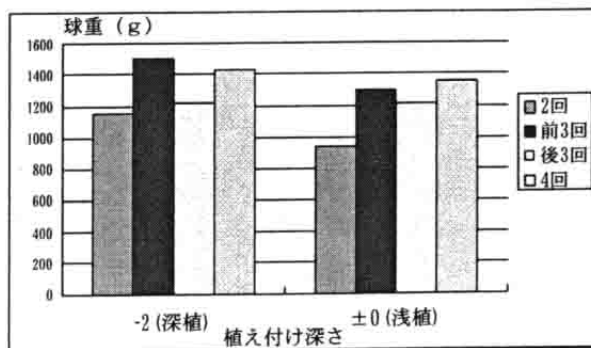


図6 中耕回数、植え付け深さの違いによる球重への影響

## 6 定植後の管理技術が生育・収量に及ぼす影響

定植20日後（追肥前）及び40日後（追肥後）までは追肥、中耕、除草剤のいずれの組合せ処理においても生育に有意差はみられなかった（表19）。しかし、外観上、第2回追肥後（定植2ヶ月後）には、全量元肥区は葉色がうすくなり、肥料不足が観察された。また、初期の雑草の発生量は少なく、雑草による生育への影響はみられなかった。

収穫時には、追肥の影響は調査の各項目で有意差がみられた（表20）。また、中耕については外葉重、最大葉では有意差がみられたが、除草剤の処理については有意差はみられなかった。

収穫時の雑草は、タネツケバナ、スズメノカタビラ、スズメノテッポウ、ハルジオン等が主要なもので、いずれも発生量は少なく、キャベツの生育抑制はみられなかった（表21）。また、中耕区では30%ほど雑草の発生が抑えられた。

このことから、水田における9月中旬定植の作型においては、追肥施用が必要であり、雑草については、水田では畑地より雑草の発生が少なく、初期の中耕管理で実用上十分であると考えられる。

表19 定植後の管理技術とキャベツの初期生育量\*1

区	試験区			定植20日後			定植40日後		
	追肥	中耕	除草剤	葉数 枚	葉長 cm	葉幅 cm	葉数 枚	葉長 cm	葉幅 cm
1	有	有	有	14.3	7.8	14.2	12.7	25.8	19.7
2	有	有	無	14.0	7.9	15.2	12.5	26.4	19.8
3	有	無	有	13.1	7.2	14.6	12.5	23.8	18.6
4	有	無	無	14.0	7.1	14.5	12.6	25.5	19.7
5	無	有	有	15.1	7.3	15.6	12.3	26.3	20.4
6	無	有	無	13.2	7.4	15.4	12.4	26.0	19.9
7	無	無	有	13.6	7.5	14.7	12.7	24.9	19.0
8	無	無	無	14.4	8.0	15.7	12.9	27.0	20.7
有意差*2			追肥	NS	NS	NS	NS	NS	NS
			中耕	NS	NS	NS	NS	NS	NS
			除草剤	NS	NS	NS	NS	NS	NS

\*1: 第1回追肥、中耕：10/16（定植26日目） \*2: L8直交表による割付

表20 定植後の管理技術とキャベツ収穫時の生育量

区	試験区			株開帳		外葉 数 枚	全重 g	外葉 重 g	最大葉		球の大きさ			球重 g
	追肥	中耕	除草 剤	最大 cm	最小 cm				葉長 cm	葉幅 cm	長径 cm	短径 cm	球高 cm	
1	有	有	有	73.4	54.5	15.1	1864	766	32.4	30.5	18.2	17.3	12.8	1066
2	有	有	無	60.6	52.0	15.4	2048	758	31.5	30.7	19.0	17.9	13.6	1156
3	有	無	有	62.3	52.1	16.0	1841	706	30.2	29.5	17.6	17.0	12.4	1027
4	有	無	無	61.9	54.6	14.9	1956	736	29.8	28.9	18.1	17.3	13.1	1126
5	無	有	有	51.2	44.6	19.1	1161	511	27.2	25.9	14.0	13.4	11.4	534
6	無	有	無	52.0	47.2	18.2	1213	524	26.6	25.4	14.5	13.9	11.4	616
7	無	無	有	55.2	46.6	15.2	1218	496	25.7	26.0	14.9	14.6	11.5	643
8	無	無	無	52.9	47.3	16.2	1149	509	26.9	25.7	14.6	14.0	11.8	596
有意差*1			追肥	*	*	*	**	**	**	*	**	**	**	**
			中耕	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	NS	NS
			除草剤	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

\*1: L8直交表による割付、\*\*1%、\*5%で有意差あり。

表21 定植後の管理技術と水田雑草の発生量

試験区		雑草量											
中耕	除草剤	タネツケハナ		スズメノカタビラ		スズメノテッポウ		ハルジオン		その他		合計	
		本	g	本	g	本	g	本	g	本	g	本	g
有	有	32	102	10	6	1	4	21	10	11	48	75	170
有	無	45	128	18	30	4	2	15	6	1	8	83	174
無	有	64	126	20	56	2	42	37	10	0	0	123	234
無	無	22	152	44	96	15	6	0	0	8	2	89	256

### 総括

水田で9月中旬定植の年明け穫りの作型においては、畑地との間において定植後の活着程度に有意差がみられた。一般に、水田でも土質によって条件は大きく異なり、碎土率が85～93%に達する様な畑地に近い条件の水田では、畑地と同じような生育が見られる<sup>1)</sup>。しかし、本試験のような粘質土壌で碎土率の低い水田においては、初期生育への影響が大きかった。これは土塊が畑に比べて大きく、根域の土壤水分のばらつきにより根の生育が悪く、特に養分吸収に関わる細根の生育に大きく影響を及ぼしていると考えられる。

また、粘土の多い水田では、3回の耕起が収穫物重(球重・花らい重)が最も大となった。耕起回数が多い方が碎土率は高くなるが、粘質土壌の場合には降雨などにより団粒構造が壊れやすく気相が少なくなり根の生育が阻害されると考えられる。そのため初期の生育を促進するためには気相の減少を少なく保つ耕起が必要となり、特にキャベツにおいてその影響が大きいことが明らかとなった。

一般に畑作地帯のキャベツ栽培では畝幅60cmの1条畝において十分な生育をし<sup>2)</sup>、既に普及している。また、水田の場合でも、比較的水はけの良い土質の場合は1条畝においても収量の高い、揃いの良い結球が期待される<sup>3)</sup>。また、最近普及しつつある乗用管理機を活用すると畝立て、追肥、中耕、防除を1台で行うことができるため、機械化を進める上で1条畝は効率的である。しかし、本県に多くみられる粘質土壌の水田では、畑地や条件の良い水田で利用できる技術がそのまま適用できるとは限らない。粘質土壌の水田において実施した本試験の結果では、キャベツは、1条畝では定植時の植え付け位置がずれると結球位置のずれが大きくなりやすく、株が畝間に傾いて、圃場での中耕管理、機械による収穫・運搬等の作業能率の低下、未収穫物の損傷の原因となり易い。また、水田において碎土が不十分な場合などで、植え付けが浅いとキャベツの主軸が伸びて収穫物が更に傾きやすくなる事が明らかとなった。また、キャベツの収穫時の地上部の

生育は、1条畝よりも2条畝の方が全重、葉長、葉幅、収穫物等において優れていることから、粘質土壌水田においては2条畝が好ましいと考えられる。ブロッコリーについては、キャベツに比べ過湿による生育低下が大きく、粘質土壌水田においては畝の高い2条畝が好ましいと考えられる。

また、水田・畑地ともに定植後の初期生育は植え付け深さに影響を受け根鉢が地中に隠れる方が初期生育に優れることが明らかになった。藤原ら<sup>4)</sup>によるとこれは定植直後の活着時に根鉢が地表面に露出していると根鉢の含水量が低下し速やかな発根が抑制されるためとしている。しかし収穫時の結球重については水田では浅植え区のほうが重くなった。これは水田における結球期の排水不良により深植区のほうが悪影響を受けたためと思われる。一方、土壌が乾燥しやすい畑地は±0cm(浅植え区)に対して-2cm(深植え区)のほうが重くなった。これは根域の水分環境が深植えする事により好条件になるためと思われる。ただ、水田の収穫適期日は畑地に比べて非常に遅れた結果となったのは初期生育調査時に生育遅延等の差が生じなかったことから結球開始から以後の条件によるものと考えられた。

活着・初期生育を良くするためには根鉢部分が地表面に露出しないように定植することが必要であるが、さらなる対策の一つに定植直前のセル成型苗にかん水を行い根鉢含水率を増加させておくことも有効である<sup>5)</sup>。定植直後から第1回目の追肥時までには中耕を行うことで生育の後れ・差が少なくなり、その後の生育が促進されることから、球重の増加効果が期待できる。

9月初旬定植の年内穫りにおいては、基肥1回施用による栽培が可能である<sup>6,7)</sup>。しかし、水田における9月中旬定植の年明け穫りの作型においては、基肥1回施用による栽培では不十分であり、追肥施用が必要である。また、畑地に比べ雑草の発生が少ないので、中耕を行えばキャベツの生育を促し、雑草の発生も抑えられる。従って特に除草剤を用いなくても、初期の中耕管理を適期に行えば実用上十分であると考えられる。

### 謝 辞

本研究を行うにあたり、多くの御助言と御指導をいただいた、農水省野菜茶業試験場の作型開発研究室吉岡室長、現地試験においてご協力いただいた、大倉菊男氏、中條隆一氏、中谷秀二氏、及び其村農事組合、農水省農業研究センター、一志町、JA三重経済連、JA三重中央、津一志地域農業改良普及センターの関係各位に厚く御礼申し上げます。

### 引用文献

- 1) 高浦裕司、鈴木敏征、内藤重之、森川信也（1999）：都市近郊野菜産地における機械化作業体系の現地実証、地域基幹農業技術体系化促進研究成果報告、移植・播種の機械化による多品目高品質野菜生産技術（平成6年度～10年度）、135-139
- 2) 上杉壽和、小澤智美、小松和彦（1998）：キャベツの機械化一貫作業体系における収量・品質、平成9年度野菜・花き試験成績概要集（公立）、関東東海（Ⅱ）、長野県-5、94-95
- 3) 藤原隆広・吉岡宏・佐藤文生（1999）：水田における露地野菜機械化一貫技術体系の確立、平成10年度野菜・茶業試験場生理生態部研究年報、16-17
- 4) 藤原隆広・吉岡宏・四方 久・佐藤文生（1996）：キャベツセル成型苗の定植の深さが活着および結球重とその斉一性に及ぼす影響、平成7年度野菜・茶業試験場生理生態部研究年報、22-23
- 5) 藤原隆広・吉岡宏・四方 久・佐藤文生（1996）：定植直前の苗への灌水がキャベツセル成型苗の活着および生育の斉一性に及ぼす影響、平成7年度野菜・茶業試験場生理生態部研究年報、24-25
- 6) 肥培管理システムの策定(2)、全量基肥の施肥位置がキャベツの生育と施肥窒素利用率に及ぼす影響、平成9年度野菜・花き試験成績概要集（国立）、野菜茶業試験場環境部、24-09
- 7) 青久（1999）：肥効調節肥料を用いた露地野菜の省力施肥法、地域基幹農業技術体系化促進研究成果報告、移植・播種の機械化による多品目高品質野菜生産技術（平成6年度～10年度）、78-79

## Studies on Cultivation and Management Techniques of Mechanical Transplanted Vegetables

Nobuyuki KONISHI, Kazuhisa TANAKA, Masahide ISOZAKI, Takashi TOYA

### Abstract

The cultivation of the cabbage and broccoli in Mie prefecture is mainly carried out in paddy fields. The introduction of machine planting system using plug seedlings is effective to save labor. Then we examined the clod size and water content of crushed paddy soil, the row number to be planted in a wide row, planting depth of plug seedlings. The skills of fertilizer application and controlling weeds after the transplanting.

In paddy fields of clayey soil, the initial and early growth were retarded under low harrowing rate mainly due to the reduction of gaseous space in the soil. The crop yields (the weight of head in cabbage and buds in broccoli) were improved greatly 3 times of plowing. Two row planting a ridge was more excellent the growth of cabbage and broccoli than the single row planting in clay soil paddy fields. Especially, the slippage of the head position cabbage plants increased when planted in one row. Although a vigorous plant growth was expectable when plug seedlings were transplanted to the paddy field so as to bury into the soil, the intertillage and the earthing up by about 20 days from the planting made is possible to overcome the growth retardation.

In paddy field, the cultivation with only basal application of fertilizer is unsuitable in cropping type of planting on the middle of September and the harvesting on the beginning of following year. Weeds were controlled by the intertillage.

Key word: cabbage, broccoli, paddy fields, machine planting, plug seedlings