

委託試験成績（平成26年度）

担当機関名 部・室名	長野県野菜花き試験場 野菜部
実施期間	平成26年度（計画：平成26年度～28年度）
大課題名	IV 環境保全を配慮した生産技術の評価・確立
課題名	加工・業務用キャベツ栽培における減肥栽培技術の検討と定植および収穫機械体系の評価
目的	加工・業務用キャベツの需要が拡大しており、より低コスト、省力な栽培技術が求められている。キャベツは施肥による増収効果が大きいため、多肥による肥料残留を招きやすい品目であり、後作では残留肥料により水稻などの倒伏等が助長され減収になる要因ともなっている。畑作および転作田における減肥栽培技術を検討するとともに、低コスト省力栽培に有効と考えられる機械化体系によるコスト、作業効率、省力性を検証する。
担当者名	野菜部 研究員 北林 聡 環境部 主任研究員 出澤 文武
<p>1. 試験場所：長野県野菜花き試験場（長野県塩尻市）場内露地ほ場</p> <p>2. 試験方法</p> <p>1) <試験1> 「加工・業務用キャベツの減肥生産技術」</p> <p>ア. ほ場条件 土質 表層腐植質黒ボク土、排水性やや良、北東向きの緩傾斜</p> <p>イ. 栽培の概要</p> <p>供試品種：「信州 868」（トーホク） 作型：「春まき夏どり」</p> <p>は種：4月16日、施肥・うね立て・定植：5月23日 収穫・調査：7月24日</p> <p>育苗：200穴セルトレイ・黒（培土 与作@N-25）</p> <p>栽植密度：5,555株/10a（うね間60cm×株間30cm）</p> <p>肥料 粒状 : BB-N552 (N:P:K)=(15:15:12) ペースト：園芸サスペンション1号 (N:P:K)=(15:10:12)</p> <p>試験構成 ①30%減肥 粒状肥料うね内局所施肥 (2畦整形ロータリ+施肥機(うね内・局所);RC2USG,FTMA(化成用))</p> <p>②30%減肥 ペースト肥料うね内局所施肥 (2畦整形ロータリ+施肥機(局所);RC2U,PF22)(ペースト用))</p> <p>③30%減肥 粒状肥料 うね内局所施肥+うね内施肥 併用(①と同機械)</p> <p>④全面全層施肥 慣行対照区(N20kg/10a)(①と同機械・施肥は手散布)</p> <p>⑤無施肥</p> <p>区制 1区 43.2㎡(2.4m×18m) 2反復</p> <p>2) <試験2・3> 「加工・業務用キャベツの機械化一貫体系に適した品種検索」 「機械化一貫体系による省力化の検証」</p> <p>ア.ほ場条件 <試験1>に準ずる。</p> <p>イ. 栽培の概要</p> <p>供試品種</p> <p>① 標準品種 生食用として実績のある品種 「みくに」(カネコ種苗)、「信州 868」(トーホク)</p>	

- ② 疎植により“大玉”、“増収”、“揃いの改善”が期待できる品種
「YRSE」・「SE」（長野県原種センター）、「さつき女王」・「きよはる（C-71）」（日本農林社）、
「いろどり」（カネコ種苗）、「おきな」・「YR 天空」（タキイ種苗）
- ③ “腰高”“倒伏小”“コマ型形状”等、機械収穫に適すると思われる品種
「TCA-490」（タキイ種苗）、「青琳」（サカタのタネ）
- ④ 加工・業務用として県内導入済み品種
「陵山 2 号」（トーホク）、「秋徳 SP」（タキイ種苗）、「YR 晴信」（雪印種苗）、
「輝吉」（日本農林社）

作 型 「春まき・品種粗選別」 は種：3月10日 定植：4月15日 収穫：6月30日
「初夏まき・機械的性評価」は種：7月14日 定植：8月5日 収穫：11月10日

管 理 品種粗選別は慣行栽培、機械的適正評価は「機械化一貫体系（施肥・うねたて・
定植・中耕・収穫）」による栽培

育 苗 200 穴セルトレイ・黒（培土 与作®N-25）

栽植密度 5,555 株/10a（うね間 60 cm×株間 30 cm）

肥 料 地域慣行 基 肥：BB-N552（15：15：12）N 25kg/10a

区 制 「春まき」1区 7.2 m²×2 反復 「初夏まき」1区 24 m²×2 反復

3. 試験結果

<試験 1>

- 1) 施肥方法の違いによる収量を7月24日に調査したところ、「局所施肥 30%減肥」では「全面全層施肥」に対して94%、「ペースト肥料局所施肥 30%減肥」では85%、「局所施肥+畝内施肥 30%減肥」では93%の収量であった（表1）。
- 2) 結球の揃いの指標となる変動係数は「局所施肥+畝内施肥 30%減肥」が最も低かった。他の3試験区の変動係数は概ね同等であった（表1）。
- 3) 施肥精度は「ペースト肥料局所施肥 30%減肥」、「局所+畝内施肥 30%減肥」がほぼ100%であった。「局所施肥 30%減肥」は施肥精度が111%で実質減肥率は23%である（表1）。
- 4) 試験区の一部で中耕管理を行わず、うね間の雑草発生状況を調査した。3試験区ともに対照区にくらべ雑草生重が少ない結果となった。雑草本数は「全面全層施肥」区が最も少なかったが、生重は最も重いことから減肥区では雑草の初期生育が抑制されたと考えられる（表2）。尚、慣行管理として処理したフィールドスター乳剤はアカザには効果が劣る薬剤である。
- 5) 施肥方法による養分吸収量は概ね同等であったが、施肥利用率を見ると「局所+畝内 30%減肥」がやや低かった。「ペースト施肥 30%減肥」では乾物中の窒素濃度がやや高く、窒素が遅ぎきした傾向が見られた（表3）。

<試験 2、3>

- 1) キャベツ品種の苗の揃いは重量で「さつき女王」がやや変動が大きかったが、全品種概ね同等であった。生育の不良は「みくに」「青琳」「秋徳 SP」「YR しぶき 2 号」「若峰」で若干の発生が見られた。
- 2) 「春まき作型」では「信州 868」「きよはる（C-71）」「秋徳 SP」の調整重が重かった。裂球の発生は「信州 868」「きよはる（C-71）」「YR 天空」「TCA-490」「秋徳 SP」で見られた（表5）。倒伏は「みくに」「TCA-490」で少ない傾向であった（表6）。倒伏は品種によ

りある程度の傾向が見られた（図1,2）。以上の結果から肥大の良い「信州868」「きよはる（C-71）」、倒伏の少ない「みくに」「TCA-490」、県外で実績のある「おきな」を夏まき試験の品種として選定した。

- 3) 機械化一貫体系による「夏まき試験」において、キャベツの根ばりの指標となる引き抜き抵抗を測定したところ「おきな」「TCA-490」は高かった。肥大は比較的早生である「信州868」「きよはる（C-71）」の調整重が重かった（表7）。葉長は「おきな」が最も長く、茎長（結球の地上からの高さ）は「きよはる（C-71）」が長かった。茎の曲りは「信州868」が最も曲がっていた（表8）
- 4) 「夏まき試験」における倒伏度は結球頂部の“傾き”を計測した。「TCA-490」が最も低く、「みくに」が途中で「信州868」「おきな」「きよはる（C-71）」が高い傾向である（表9）。
- 5) 「夏まき試験」における可販物率（刈り取り時の傷が“無し”または“ごく軽微”なもの）は「きよはる（C-71）」が高く「信州868」「おきな」が同等で「TCA-490」で低かった。「みくに」は収穫の反復で結果が大きく異なった（図3）。
- 6) 定植作業の効率化は「人力定植」にくらべ「歩行型全自動定植機」で概ね4倍、乗用全自動野菜移植機で概ね8倍の作業効率となった（表10）。定植品質は歩行型で99%、乗用型で94%であった。
- 7) ミッドマウント式作業機による中耕作業は、慣行である一輪管理除草機に比べ、概ね4倍から8倍の作業能率であった（表12）。

4. 主要成果の具体的データ

表1 施肥方法の違いによるキャベツの収量・一般特性（7月24日）

試験区名	設計	設計	施肥	実減	施用	全重	調整重	同左	標準	葉長	縦	横
	減肥率	窒素	精度	肥率	窒素							
	(%)	(kg/10a)	(%)	(%)	(kg/10a)	(g)	(g)	CV	対比	(cm)	(cm)	(cm)
局所施肥	30%	14	111%	23	15.5	2740	1570	15	94	44	12.0	19.9
ペースト肥料局所施肥	30%	14	100%	30	14.0	2602	1428	14	85	44	11.7	19.6
局所施肥 + 畝内施肥	30%	14	102%	32	13.7	2653	1554	9	93	41	11.9	19.5
全面全層施肥	0	20	100%	0	20	2855	1675	12	100	42	12.0	20.0
無施肥	無施肥	0	-	-	-	2368	1325	8	79	40	11.7	18.5

試験区：1区43.2m²（2.4m×18m）×2反復 調査：24株、6株調査を1試験区あたり2箇所調査×2反復
 品種：信州868 施肥：うねたて・定植：5月23日 収穫：7月24日、収量調査は手収穫にて実施
 C.V(Coefficient of Variation 変動係数) = 標準偏差/平均値×100（以下同様）

表2 施肥方法の違いによる雑草の発生状況（7月15日）

処理	生重 (g/m ²)	草種別発生本数 (本/m ²)				
		アカザ	スベリヒユ	ハキダメギク	イネ科	その他
局所施肥	736	18	2	6	22	0
ペースト	840	36	4	16	50	0
局所+畝内	600	28	4	12	6	6
全面全層	1,168	10	0	5	2	2
無施肥	196	34	0	16	0	0

ほ場前歴 平成25年度 大豆 → ライムギ
 除草剤 5月24日 フィールドスター乳剤（水1000・100m²）散布<慣行>
 調査は0.5m四方の調査枠を用いた2回の調査から算出

表3 施肥方法と施肥利用率

試験区	乾物 (%)			乾物率 (%)	全重 (kg)	養分吸収量 (kg/10a)			施肥利用率 (%)		
	N	P ² O ⁵	K ₂ O			N	P ² O ⁵	K ₂ O	N	P ² O ⁵	K ₂ O
局所施肥	2.53	0.79	4.62	7.40	2.81	29.3	9.1	53.4	23.2%	6.8%	107.2%
ペースト施肥	2.72	0.76	3.55	7.36	2.57	28.6	8.0	37.3	20.0%	1.0%	6.4%
(畦内+局所)施肥	2.48	0.76	4.03	7.34	2.65	26.8	8.3	43.6	11.0%	2.4%	45.5%
全面全層施肥	2.63	0.71	4.02	7.30	2.80	29.9	8.1	45.6	26.2%	1.5%	58.1%
無施肥	2.07	0.66	3.05	9.04	2.37	24.6	7.8	36.3	0.0%	0.0%	0.0%

品種：栽植密度 5,555株/10a（うね間30cm×株間60cm）

表4 キャベツ品種における苗の揃い (5月21日 は種後35日)

品種	平均草丈 (mm)	同左C.V.	平均苗重量 (g)	同左C.V	不良苗率 (%)	Lot No.	入手年
みくに	67.8	15	11.5	15	8.3%	23-13	2010
信州868	73.3	14	12.0	10	2.1%	4011813 6081/6725	2013
YRSE	57.2	8	11.8	9	6.3%	A2516	2013
さつき女王	69.8	14	10.2	21	4.2%	3002	2014
いろどり	66.7	16	11.2	18	4.2%	30317	2013
きよはる (C-71)	76.3	11	12.0	12	0.0%	3008	2014
おきな	77.1	17	11.8	15	4.2%	D395	2014
YR天空	75.9	8	11.9	15	0.0%	D410	2014
TCA-490	65.3	15	12.1	14	2.1%	W469	2013
青琳	72.1	13	11.5	16	8.3%	Q0615	2013
陵山2号	75.2	10	12.1	11	4.2%	167837	2014
秋徳SP	73.4	12	11.8	14	10.4%	R438	2009
YR晴信	63.8	12	12.2	8	0.0%	18GA1320/B1712	2010
輝吉	81.9	17	12.3	14	0.0%	-	2014
YRしぶき2号	64.3	9	10.0	14	4.2%	P1103	2009
若峰	66.5	7	11.5	12	6.3%	X339	2010

200穴トレイ黒 1品種10株2列は種 調査 1区16株×3反復 (トレイ外周を除いた16株について調査)
は種4月16日 苗重量は根鉢重量を含む

C.V. (coefficient variation); 変動係数 = (標準偏差/平均値) × 100
不良株率; 生育不良および明らかな異系として除去した株の割合

表5 キャベツ機械化一貫体系 適品種粗選別一般特性 (6月30日)

分類	品種	調整重量 (g)	同左変動係 数 C.V.	反収 (kg/10a)	球の形状			芯の長さ (mm)	裂球発生率 (%)
					縦 (cm)	横 (cm)	縦/横		
1	みくに	1896	13	10534	13	20	0.66	85	0
	信州868	2296	10	12753	14	21	0.69	73	27
2	YRSE	1940	16	10774	13	20	0.64	80	0
	SE	1884	21	10468	13	20	0.62	67	0
	さつき女王	1526	17	8474	11	20	0.56	68	0
	いろどり	2093	16	11628	16	19	0.83	80	4
	きよはる (C-71)	2318	16	12875	13	21	0.59	81	15
	おきな	1771	32	9837	13	20	0.65	63	0
	YR天空	2185	17	12139	12	23	0.54	58	19
3	TCA-490	2083	16	11573	14	21	0.66	80	15
	青琳	1792	10	9955	15	18	0.80	64	0
4	陵山2号	2004	13	11130	15	19	0.75	101	0
	秋徳S P	2246	13	12478	16	19	0.85	111	23
	Y R晴信	1889	15	10493	13	20	0.66	66	0
	輝吉	1894	14	10524	13	20	0.66	88	0

調査: 13株×2反復 芯の長さは3株×2反復を調査

分類 1: 生食用として実績のある品種 2: 疎植等により多収が期待できる品種

3: "高さ" や "形状"、"耐倒伏性" などが機械収穫に適すると思われる品種。 4: 加工・業務用としてすでに導入のある品種

栽植密度 5,555株/10a (うね間 60cm×株間30cm) は種: 3月10日 定植: 4月15日 収穫調査: 6月30日

育苗 200穴トレイ 黒 培土: 与作N-25 施肥 N25kg/10a(BB-N552 N:P:K 15:125:12)

表6 キャベツ品種の軸の高さ、芯の太さと結球の傾き

分類	品種	軸の高さ (cm)	芯の太さ (mm)	結球の傾き (%)			
				0° ~10° 以下	10~20° 以下	20° ~30° 以下	30° ~40° 以下
1	みくに	6.0	38.0	80%	20%	0%	0%
	信州868	6.2	36.0	45%	45%	5%	5%
2	YRSE	8.5	44.5	40%	55%	5%	0%
	SE	6.2	44.5	37%	42%	26%	0%
	さつき女王	6.0	42.2	60%	25%	15%	0%
	いろどり	5.2	37.7	55%	40%	5%	0%
	きよはる (C-71)	6.6	43.2	65%	25%	10%	0%
	おきな	7.3	38.0	32%	32%	26%	16%
	YR天空	5.9	41.5	45%	55%	0%	0%
3	TCA-490	6.7	40.7	60%	40%	0%	0%
	青琳	6.4	39.8	55%	25%	15%	5%
4	陵山2号	6.3	39.0	70%	25%	5%	0%
	秋徳S P	7.0	41.0	65%	25%	10%	0%
	Y R晴信	7.0	41.8	20%	40%	35%	5%
	輝吉	7.7	39.5	25%	70%	5%	0%

結球の傾き: 1区10株×2反復 結球頂部の水平に対する傾きを傾斜計を用いて測定

軸の高さ・芯の太さ: 1区3株×2反復 軸の高さ: 地際から気球部までを外葉を取り除いて測定

芯の太さ: 調整後の茎切り口外径を測定

分類 1: 生食用として実績のある品種 2: 疎植等により多収が期待できる品種

3: "高さ" や "形状"、"耐倒伏性" などが機械収穫に適すると思われる品種

4: 加工・業務用としてすでに導入のある品種

耕種概要は表5に準ずる。

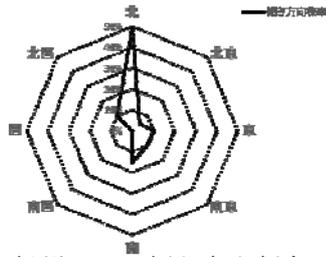


図1 信州 868 の傾き方向割合
(1区10株 2反復)

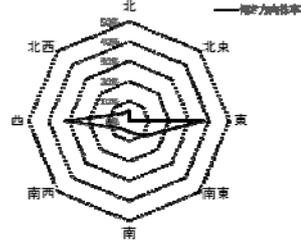


図2 SEの倒伏方向割合
(1区10株 2反復)

表7 機械収穫適品種選定 品種別 引き抜き抵抗・一般特性

品種	引き抜き抵抗 (N)	同左 C.V.	調整重 (kg)	同左 C.V.	球の形状			結球緊度 (g/cm ³)
					縦 (cm)	横 (cm)	縦/横	
信州868	180.8	16	2.40	14	12.9	22.7	0.57	0.69
みくに	154.5	15	2.13	19	12.0	22.2	0.54	0.68
TCA-490	208.9	17	1.77	47	11.6	22.9	0.51	0.56
おきな	217.3	22	2.07	34	13.6	21.1	0.64	0.65
C-71	176.8	24	2.37	38	12.8	21.9	0.58	0.74

長野県野菜花き試験場 場内圃場 標高750m 表層腐植質黒ボク土

栽植密度：5,500株 うね間60cm×株間30cm 面積・区制：1区36㎡から2箇所抽出調査

育苗：200穴トレイ(白)、培土 与作N-25 基肥：BB-N552 (15、15、12) N 25kg/10a

うね立て・定植：8月5日 2畝同時うね立て施肥機・全自動収穫機による。 収穫期調査：11月10日 手収穫 機械収穫11月13日

引き抜き試験はキャベツ下部に2本のロープをまわし、フッシュブルゲージを用いて鉛直方向への引き抜きにかかる力を計測した。

C.V(Coefficient of Variation 変動係数) = (標準偏差/平均値) × 100

結球緊度 = 調整重 ÷ π/6 × (縦 × 横²) で算出

表8 機械収穫適品種選定 品種別 一般特性

品種	最大葉長 (cm)	茎長 (mm)	茎の曲り 程度別指数	裂球発生 程度別指数	アントシアニン 発生程度別指数 (外葉)	アントシアニン 発生程度別指数 (結球)
信州868	35.9	73.8	63	29	0	17
みくに	37.2	81.3	54	13	67	38
TCA-490	38.8	76.9	46	0	16.7	4
おきな	43.3	89.1	46	0	100	25
C-71	38.7	98.8	46	13	67	29

耕種概要は表1に準ずる。

発生程度指数 = 発生度 Σ ÷ (調査株数 × 3) × 100

茎の曲り 0；無 1；小 0° ~ 30° 2；30° 以上 ~ 60° 3；60° 以上

裂球 0；無 1；裂皮 2；裂球小 3；裂球大

アントシアニン 0；無 1；小 (ほんのり色づく程度) 2；中発生 3；大

表9 キャベツの収穫時における品種別倒伏程度

品種	試験区	調整重量 (kg)	同左C.V	扁平率 縦/横	倒伏方向 (%)								倒伏度 (%)		
					北	北東	東	南東	南	南西	西	北西	30° 以下	30° ~ 60°	60° 以上
信州868	A2	2.44	19.6	0.60	8%	8%	4%	2%	0%	2%	2%	60%	19%	37%	44%
	A3	2.50	16.9	0.60	4%	12%	28%	6%	6%	18%	18%	22%	24%	50%	26%
みくに	B2	-	-	-	4%	4%	19%	15%	0%	33%	33%	21%	13%	52%	35%
	B3	2.19	14.7	0.56	6%	6%	36%	8%	2%	14%	14%	20%	24%	39%	37%
TCA-490	C2	-	-	-	13%	6%	6%	13%	17%	17%	17%	17%	63%	28%	9%
	C3	1.85	21.4	0.54	4%	15%	30%	19%	7%	13%	13%	9%	61%	31%	7%
おきな	D2	-	-	-	4%	0%	29%	11%	15%	16%	16%	20%	13%	28%	59%
	D3	1.97	30.5	0.62	0%	4%	48%	15%	6%	13%	13%	9%	7%	39%	54%
きよはる (C-71)	E2	-	-	-	0%	0%	14%	18%	5%	39%	39%	20%	6%	46%	48%
	E3	2.25	27.6	0.57	4%	2%	11%	9%	7%	37%	37%	28%	7%	37%	56%

耕種概要は表7に準ずる。

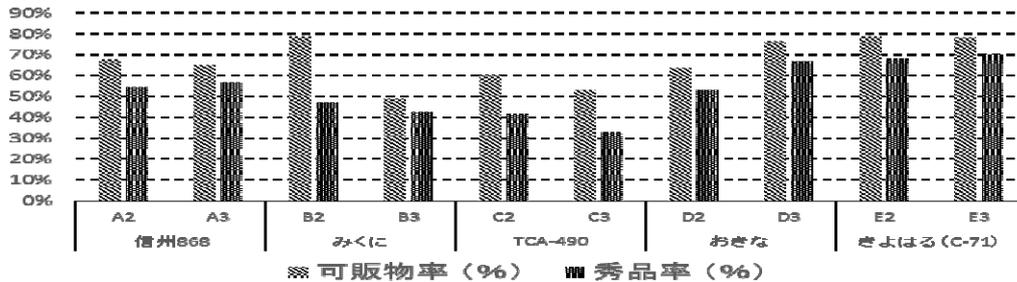


図3 機械収穫におけるキャベツの刈り取り精度 品種比較

収穫物の収穫機による損傷を 0：無傷 1：かすった程度の傷 2：小さな損傷 3：大きな損傷 で評価

“0”：を秀品 “0” + “1”：を可販物 とし、収穫全体に占める割合によって刈り取り制度の指標とした。

表10 定植作業効率の比較

定植方法	被験者 機種名	設定	定植株数		平均作業時間 (sec)	1株当り (sec)	10aあたりの作業時間 (hour)
人力定植	生産者A	-	60	3畝×20株	158.5	2.6	4時間05分
歩行型 全自動定植機	PF1	スロットル2/5	60	1畝×18m	40.2	0.7	1時間02分
乗用全自動 野菜移植機	PF2R		120	2畝×18m	42.6	0.4	33分

平均作業時間は同一観測者2名による測定を2反復実施。

10aあたりの作業時間は苗の供給、畝端部での展開などを含まない理論値を10aあたりの定植数から算出

表11 機械定植機 定植品質

定植機	定植				”良” 定植率	”良” 平均定植率
	良	浅植え	欠株	合計		
乗用定植機 PF1	57	1	1	59	97%	94%
	56	2	0	58	97%	
	52	1	6	59	88%	
	53	3	1	57	93%	
歩行型定植機 PF2R	58	0	0	58	100%	99%
	57	1	0	58	98%	
	58	0	0	58	100%	
	57	1	1	59	97%	

品種：信州868

表12 中耕除草作業 作業速度の比較

機械種別	機種	スロットル	設定	作業条数	平均速度 (km/h)	理論作業量 (ha/h)
1 輪管理除草機 (慣行)	マメトラ	7割	1 速正転	1 (3畝2往復)	1.45	0.07
	MC-A II		2 速正転		2.26	0.10
ミッドマウント管理機 +	ヤンマーMD-20 +	全開	車速シフト：7割	4 (3畝片道)	2.46	0.44
			車速シフト：7割		2.26	0.41
除草カルチ 4条	キューホー除草カルチ	中間	車速シフト：全速		4.63	0.83

理論作業量は1ha(3畝)うね間60cm) 走行距離として畝間4条×延長5555.55mを仮定して算出

8. 考察

- 1) 「局所施肥」、「ペースト局所施肥」、「局所+畝内施肥」による30%の減肥栽培は「全面全層施肥」にくらべ調整重量が85%~93%となり、収量はやや劣るが栽培期間が長くなる程度と考えられ実用可能である(表1)。雑草の発生は3試験区ともに全面全層施肥に比べ少なかった。ペースト施肥は肥効が遅れる傾向がみられ(表3)、追肥作業の省略や晩生品種への適用などでは有用であると考えられた。
- 2) 機械化一貫体系への適品種選定では、「信州868」「おきな」「きよはる(C-71)」などの品種で可販物率が65%~79%であった。倒伏を発生させるため、取り遅れ条件で試験実施したが、キャベツ収穫機HC-125が結球の倒伏に対してはかなり対応できると考えられた。比較的倒伏の少ないと考えられる「TCA-490」では収穫精度が低い傾向となり、同様に比較的倒伏の少ない「みくに」では収穫精度に反復で大きな差が見られた(図3)。「TCA-490」「みくに」はともに結球底部が引っ込み気味な品種であることから考えると、軸長がある程度あり、底部があまりくぼんでいない品種と倒伏させない栽培方法がロス軽減に有効と考えられた。

9. 問題点と次年度の計画

- 1) 減肥技術の現地検証が必要である。特に加工・業務用キャベツは水田地帯で増加しているため、地力の低い水田転作で安定生産と減肥を実現する技術の検討が不可欠である。
- 2) 可販物率向上のため、軸の長い品種を倒伏させずに作る栽培方法検討が必要である。