

委託試験成績（平成27年度）

担当機関名 部・室名	長野県野菜花き試験場 野菜部・環境部
実施期間	平成27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 内津 政直 環境部 主任研究員 出澤 文武
<p>試験1.「加工・業務用キャベツの減肥生産技術」</p> <p>(1) 夏どりおよび秋どり作型減肥栽培</p> <p>1) 試験場所：長野県野菜花き試験場（長野県塩尻市）場内ほ場（標高750m） 長野県伊那市東春近 現地圃場（標高700m）</p> <p>2) 試験方法</p> <p>ア. ほ場条件 土質 場内：表層腐植質黒ボク土 現地：灰色低地土(旧水田)</p> <p>イ. 栽培の概要</p> <p>供試品種： 場内 春まき夏どり「信州868」（トーホク） 現地 夏まき秋どり「YR晴信」（雪印種苗）</p> <p>場内 は種；4月17日、施肥・うね立て・定植；5月26日 収穫・調査；8月5日 現地 は種；7月2日、施肥・うね立て・定植；8月4日 収穫・調査；10月21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：5,556株/10a（うね間60cm×株間30cm）</p> <p>施肥 粒状全量基肥：BB-N552（N:P:K）=(15:15:12) ペースト全量基肥：くみあい尿素高度液状複合肥料588号（N:P:K）=(15:8:8)</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） ②20%減肥 粒状肥料うね内局所施肥（①に同じ） ③20%減肥 ペースト肥料うね内局所施肥（春まき夏どり作型のみ） （①に同じ、ただしペースト用施肥ロセット使用） 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） ⑤無施肥（ただし場内は春先に全区堆肥を散布）</p> <p>区制 場内：1区 24㎡(2.4×10m) 2反復（ペースト区は2.4×18m反復なし、 無施肥区は2.4×2mの反復なし） 現地：1区 ①,②;64.8㎡(2.4×27m)、④;30㎡(1.2×25m)、⑤：4.8㎡(2.4×2m) 反復なし</p> <p>機械管理 ヤンマー社製うね立て同時施肥(RC2USG)、機械定植(RF2R)、機械収穫(HC141)</p>	

試験2 「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」

(1) 試験場所：長野県野菜花き試験場（長野県塩尻市）場内ほ場（標高 750m）

(2) 試験方法

ア. ほ場条件 土質 表層腐植質黒ボク土

イ. 栽培の概要

供試品種

- 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）
- ② 疎植により“大玉”、“増収”、“揃いの改善”が期待できる品種
「おきな」（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
「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
「YR 晴信」（雪印種苗）

作 型 は種：4月17日 定植：5月26日 収穫：8月5日

育 苗 200穴セルトレイ・黒（培土 与作@N-25）

栽植密度 5,556株/10a（うね間60cm×株間30cm）

施 肥 全量基肥：BB-N552（15：15：12）N 25kg/10a

区 制 1区18㎡（1.8×10m） 2反復

機械管理 ヤンマー社製うね立て同時施肥(RC2USG)、機械定植(RF2R)、機械収穫(HC141)

試験3 作業時間調査

試験1および2の中でうね立て施肥、定植、収穫の作業スピードを測定する。

3. 試験結果

<試験1-1 夏どり>

(1) 減肥試験の結果、対照区に比べて30%減肥区は減収し、全重で対照対比85%、調整重は同80%となった。26年度も対照対比90~95%のため局所に施肥しても通常の肥料では30%減肥すると慣行同等の収量は得られないと判断された。一方通常肥料の20%減肥区は全重、調整重とも対照対比103,102と同等の収量が得られた(表1)。しかし想定減肥率より実減肥率が1割ほど高くなったため適正減肥率の判断は難しく、30%減肥栽培も容認できる可能性があり再検討が必要である。

(2) 養分分析の結果、30%減肥区で窒素含有率あるいは窒素吸収量が他の区より低く、減肥した影響が見られた(表2)。窒素の実投入量との関係では減肥区はいずれもN施肥量<N吸収量で、対照区はN施肥量>N吸収量であった。

<試験1-2 秋どり>

(1) 現地水田跡秋どり作型では、30%まで減肥しても対照同等以上の結球重が得られた(表4)。玉の形は変わらなかったため、施肥量の特段の考慮は必要ない。しかし今回施肥機の不具合で施肥ムラがかなり出てしまったと思われ、効果の正確な判定はできずおおまかな傾向が判断できるにとどまる。20%程度なら局所施肥法を採用すれば問題はない感触も得られた。

(2) 窒素含有率は各処理間でそれほど差はなく、吸収量も差もあまり大きくなかった(表5)。

<試験2－品種検索>

(1) 機械栽培体系に適した品種を昨年の15品種の中から有望と思われる5品種に絞り込んで春まき夏どり栽培で検討した。「信州868」が他の品種より成熟が早く、これあわせて調査したため他品種は全体に小さかった。

機械収穫に影響すると思われる玉の形状は「信州868」がもっとも扁平で、もっとも丸に近いのが「おきな」であった。

外茎長は「おきな」が最も長く、次に「青琳」で逆に最も短かったのが「信州868」であった。

倒伏方向、倒伏程度を調査の結果、「おきな」の倒伏程度が一番大きく、次に「YR晴信」、もっとも倒伏しにくいのは「信州868」であった。うねと直角方向に倒れる程度が高いのが「みくに」で、次に「おきな」、うねとの角度が小さいのは「信州868」と「YR晴信」であった。傾きの角度は「YR晴信」が一番大きく、一番少ないのが「信州868」で他はほぼ同程度であった。しかし25度以上傾くような個体は少なく15度前後のものが多かった。

昨年度25PSの収穫機では機械の刃による玉の損傷がかなり発生し、品種によっては可販物率が50%程度とかなり低かったが、本年度の41PSの大型収穫機ではほぼ順調に収穫できた。ただしもっとも扁平な「信州868」では本年度も若干廃棄となる損傷程度の個体が発生した。その他の品種は販売上問題のない程度であった。

<試験3－作業時間調査>

それぞれの機械作業で4m長もしくは一定株数の処理に要した時間を複数回測定し面積換算したものが表9～12である。うね立て施肥作業は1aあたり3分半から4分半で、現地水田跡の方が普通畑より短かったが、土壌による違いは感じられなかった。定植作業は1aあたり4～5分で乗用型であれば土壌の違いによる速度の違いはなかった。

収穫作業は1aあたり場内では17分/a、現地では15～25分とかなり幅があった。現地試験区間でかなり差が出た原因ははっきりしない。場内で品種別に収穫時間を測定したが、扁平度の高い「信州868」とうねと直角方向へ倒伏する割合が比較的高かった「おきな」、倒伏の程度が大きい「YR晴信」が時間のかかる上位3品種であったが、「おきな」と同じ傾向のある「みくに」はそれほどでもなく、全体に大きな差はないと思われる。

4. 主要成果の具体的データ

表1 場内夏どり減肥栽培キャベツの生育量

試験区	全重 (g)	調整重 (g)	変動係数	球径 (cm)	球高 (cm)	縦横比	芯長 (cm)	芯幅 (cm)
30%減肥	2027.5	1183.0	0.23	17.1	11.0	0.64	2.9	6.8
20%減肥	2456.5	1510.5	0.20	18.7	11.8	0.63	3.1	7.6
ペー スト減肥	1967.5	1165.0	0.16	17.1	10.6	0.62	6.2	3.0
対照	2388.0	1478.5	0.18	18.7	11.7	0.63	3.0	7.8

表2 場内試験キャベツの養分含有率、養分吸収量

試験区	含有率 乾物%			吸収量 kg/10a		
	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ
粒状局所30%減	1.89	0.96	2.94	16.9	8.6	26.3
粒状局所20%減	2.12	1.05	3.02	21.9	10.9	31.2
ペー スト局所30%減	2.17	1.07	3.05	18.4	9.1	25.9
粒状全面	2.19	0.98	3.10	21.3	9.5	30.1
無施肥	1.80	0.71	2.80			

表3 場内作付け後土壌の分析結果

試験区	(H ₂ O)		mg/100g						
	pH	mS/cm EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	無機-N	T-P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
粒状局所30%減	6.3	0.14	2.5	1.9	4.4	13	35	416	61
粒状局所20%減	6.2	0.14	2.6	1.4	3.9	16	46	353	56
ベスト局所30%減	6.3	0.11	2.3	1.2	3.5	12	32	387	51
粒状全面	6.2	0.17	3.5	1.6	5.1	12	37	481	66
無施肥	6.3	0.10	3.1	1.6	4.7	14	35	436	66

表4 現地秋どり減肥栽培キャベツの生育量

試験区	全重 (g)	調整重 (g)	変動係数	球径1 (cm)	球径2 (cm)	球高 (cm)	縦横比	芯長 (cm)
30%減肥	2643.9	1309.8	0.28	19.7	19.3	11.4	0.58	5.0
20%減肥	2956.4	1528.9	0.14	21.0	20.3	12.8	0.62	6.3
対照	2452.2	1348.4	0.26	20.4	20.3	11.9	0.58	6.4

表5 現地試験キャベツの養分含有率、養分吸収量

試験区	含有率 乾物%			吸収量 kg/10a		
	窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ
粒状局所30%減	3.45	0.86	4.30	36.5	9.1	45.5
粒状局所20%減	3.23	0.75	4.05	32.1	7.4	40.2
慣行	3.20	0.75	5.30	36.0	8.5	59.6
無施肥	3.41	0.73	4.12	28.1	6.0	33.9

表6 現地作付け後土壌の分析結果

試験区	(H ₂ O)		mg/100g						
	pH	mS/cm EC	NH ₄ -N	NO ₃ -N	無機-N	T-P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
粒状局所30%減	6.0	0.09	0.5	1.7	2.2	39	55	199	38
粒状局所20%減	6.1	0.10	0.3	1.1	1.4	24	40	145	22
慣行	6.1	0.11	0.5	1.7	2.1	22	32	105	15
無施肥	6.1	0.08	0.6	0.9	1.5	26	32	129	19

表7 場内夏どり機械適正品種検索キャベツの生育量

品種	全重 (g)	調整重 (g)	変動係数	球径 (cm)	球高 (cm)	縦横比	芯長 (cm)	芯幅 (cm)	外茎長 (cm)
青琳	1885.5	1047.0	0.16	16.1	11.2	0.70	5.9	3.3	3.1
YR晴信	1796.5	919.5	0.23	15.2	10.6	0.70	6.1	3.3	3.0
信州868	2459.0	1437.5	0.18	18.8	11.8	0.63	7.3	2.9	2.3
みくに	1763.5	892.0	0.12	15.3	10.9	0.71	6.5	2.8	3.0
おきな	2027.0	949.5	0.20	15.4	11.3	0.73	6.2	3.4	4.3

表8 機械収穫時のキャベツ品種別損傷程度(%)

	無傷	かすり傷	小損傷	中損傷	大損傷	指数	可販物率
青琳	40	60	0	0	0	15	100
YR晴信	80	20	0	0	0	5	100
信州868	0	60	40	0	0	35	60
みくに	80	20	0	0	0	5	100
おきな	100	0	0	0	0	0	100

※1 連続5株調査

※2 指数は無傷0~大損傷4まで数値を割り振りそれぞれの個体数をかけて計算

※3 かすり傷まで可販物(ただし今回重量は考慮せず)

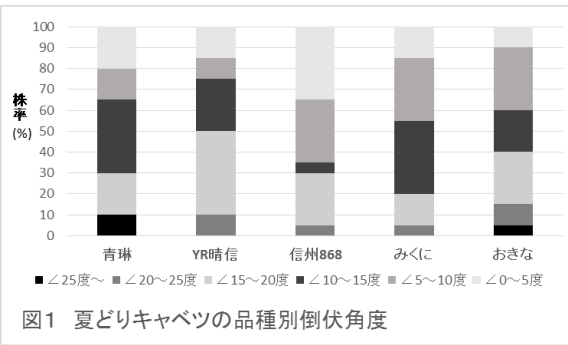


図1 夏どりキャベツの品種別倒伏角度

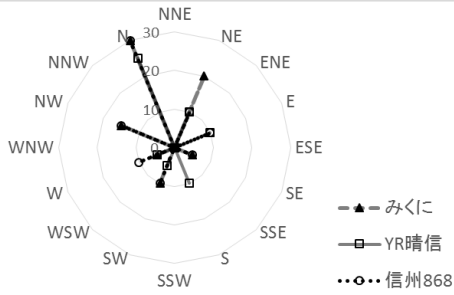


図2 夏どりキャベツの品種別倒伏方向 (1)

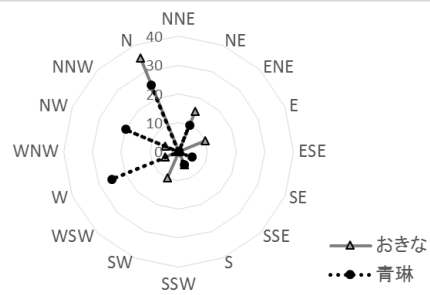


図3 夏どりキャベツの品種別倒伏方向 (2)

表9 機械利用時のキャベツ畑1a当たりのうね立て施肥作業時間

試験区	場内夏どり (普通畑)	現地秋どり (水田転換畑)
粒状肥料	4分38秒	3分32秒
ペースト肥料	4分31秒	—

※4m長の実測値から面積換算(以下同じ)

表10 機械利用時の1a当たりのキャベツ定植作業時間

試験区	場内夏どり (普通畑)	現地秋どり (水田転換畑)
乗用定植	4分20秒	4分48秒
歩行定植	5分5秒	—
(参)人力定植	24分30秒	—

(参)は2014年のデータ

表11 機械利用時の1a当たりのキャベツ収穫作業時間

試験区	場内夏どり (普通畑)	現地秋どり (水田転換畑)
30%減肥	—	25分36秒
20%減肥	16分58秒	20分10秒
対照	—	15分22秒

表12 機械利用時の品種別1a当たりの収穫作業時間

	青琳	YR晴信	信州868	みくに	おきな
作業時間	11分27秒	12分43秒	12分36秒	11分50秒	13分23秒

6. 経営評価

もっとも労力のかかる収穫作業では、人力の場合、現地栽培法人では10人で15aをこなすのに4時間ほどかかるとしている。労働賃金等を考えると機械導入で大幅な面積拡大、人件費抑制が図られ継続的に安定した農業経営が可能になると考える。

7. 利用機会評価

収穫機に関し、小型機使用時の低い可販率を適正品種の検索だけで改善できるか、切り取り部の安定性の改良を検討してもよいのか課題である。しかし収穫時間の大幅な短縮は栽培者の評価が非常に高く、本県でも導入を検討しているところがある。

8. 考察

1) 30%減肥栽培は調整重が対照の約 80%となり厳しい。20%減肥では対照とほぼ同等であり問題がないと思われる。ただし今回実減肥量が想定減肥量とは異なったため、30%減肥でも許容できる結果となる可能性もあるため再検討が必要である。窒素の施用量と吸収量を見ると減肥栽培ではN施用量<N吸収量となる可能性が高い。水田に再転換する可能性のある栽培では、水稻の倒伏を避けるため施用窒素の残存は極力少なくしたい。そのため減肥栽培は理想的である。しかし減肥栽培を続けると地力窒素が減っていくことが予想されるため、定期的な土壌診断を行う必要があると考える。

2) 機械化一貫体系への適品種選定では、今回「青琳」、「YR 晴信」、「信州 868」、「みくに」、「おきな」の 5 品種を供試した。収量は「信州 868」が最も優れたが、成熟までの期間の差によるものと思われる。定植時期を考慮すればいずれも栽培は可能であると考えられた。

機械収穫しにくいと思われるうねと直角に近い方向に倒れる個体は「みくに」で比較的多かったが、その他の品種はうね方向に近く、いずれを選択しても問題ないと考えられた。倒伏角度は「YR 晴信」で大きく、「信州 868」で小さかったが、倒伏角度が 25 度超えるような個体は少なく、いずれを選択してもあまり問題はないと考えられた。倒伏にもっとも影響するのはキャベツの玉の形状だろうと思われ、扁平なものの方が倒伏しにくい、切り取りやすさ、刃による株の損傷との兼ね合いになる。

エンジン出力 30.2kw/3000rpm の大型収穫機なら扁平度の強い品種でなければ、ほぼどの品種でもそれほどのロスなく収穫できると思われる。これよりエンジン出力が小さいものは、昨年の結果からみても品種には慎重な選択が必要かもしれない。この点はさらに検討が必要である。作業スピードを優先するかロスを 0 にするべく慎重な運転を優先するかは損傷程度が左右されることは容易に想像される。

3) 機械での作業時間に関しては、施肥うね立ては水田転換畑の方が普通畑より短かったが、土壌による違いは感じられなかった。キャベツの状態が変わってくると思われる。

定植作業も乗用タイプの場合は土壌の違いは作業のスピードにほとんど影響を与えていないと思われる。歩行型との差が意外に小さかったが、乗用型のタイプの方は植え付け部とオペレータの目の位置の間に距離があるため視認しにくく、より慎重になるからと思われる。本年度は人力定植との比較を行っていないが、昨年度の人力定植データ(24分30秒/a)を参考にすると乗用型で5倍以上早い。現地減肥試験で収穫作業時間に差が出たが理由ははっきりしない。その場所の整地具合、機械の調子等様々な要因が絡んでいると考える。品種による収穫時間の差はほとんどなかったので大型収穫期であればほぼ品種は問われないと考える。

4) 以上のことから本年度の試験で限定して言えば、環境負荷軽減をねらった減肥栽培を行う場合、減肥率は 20%、肥料は粒状肥料で行う。品種は収量性、倒伏程度、作業時間のどの項目でも平均的なものを選択するとすれば「青琳」があげられる。

9. 問題点と次年度の計画

1) 機械の設定上限界はあるが、なるべく設計どおり施肥が行われるようにし、減肥率が 30%となる減肥栽培試験が再度必要である。また水田転換畑の栽培事例ももう一年必要とする。地力の低い水田転作での安定生産と水田に戻ったときのため肥料をなるべく持ち越さない施肥量の両者を満足させる減肥率の検討が不可決である。

2) 品種に関しては大型収穫機であればどの品種でも栽培可能と思われるが、小型のエンジン出力 18.4kw/2800rpm 収穫機でも支障のない品種の検索が必要である。

