

委託試験成績（令和元年度）

担当機関名 部・室名	島根県農業技術センター 栽培研究部 野菜科
実施期間	令和元年度～令和2年度、新規
大課題名	Ⅱ 高品質・高付加価値農産物の生産・供給技術の確立
課題名	水田転作におけるブロッコリーの省力・低コスト化技術の実証
目的	ブロッコリーは、島根県が「水田を活用した園芸振興」を進めるために設定した推進品目の一つである。しかし、現在の作業体系では畝立て・肥培管理に時間を要するため、大規模水田での生産が困難である。そこで、施肥をバルクブレンド肥料（BB 肥料）による全量基肥とし、畝立て同時局所施肥とすることで、ブロッコリーが省力的に生産可能であるか確認する。
担当者名	主任研究員 佐々木真一郎
<p>1. 試験場所</p> <p>島根県農業技術センター水田4号ほ場（出雲市芦渡町）</p> <p>2. 試験方法</p> <p>(1) 供試機械名</p> <p>ア. トラクター：ヤンマー社製 25馬力トラクター YT225</p> <p>イ. 作業機：ヤンマー社製 ベッドマイスター BM160CX</p> <p>ウ. 施肥機：ジョーニシ社製 GPS車速連動サンソワー G-R10N</p> <p>(2) 試験条件</p> <p>ア. 圃場条件：水田転換畑ほ場（細粒グライ土、透水性不良、畑地転換16年）</p> <p>イ. 栽培概要</p> <p>1) 供試品種：‘おはよう’中早生品種（サカタ）、‘アーサー’中生品種（プロリード）</p> <p>2) 試験区</p> <p>①慣行施肥区（対照区）基肥を全面全層施肥後に畝を立て、追肥を1回行う</p> <p>②局所施肥区 バルクブレンド肥料を局所施用し、分量は慣行と同様とする</p> <p>③局所施肥減肥区 バルクブレンド肥料を局所施用し、分量を慣行の70%とする</p> <p>3) 施肥方法：ユートップ化成20号（慣行施肥区）、ブロッコリー秋作一発（局所施肥区） 分量はN:P₂O₅:K₂O=28:8:17(kg/10a)とした</p> <p>4) 栽植方法：畝幅160cm、株間35cm、2条植えとした（3571株/10a）</p> <p>5) 播種：培養土は与作N-150を用い、8月12日に128穴セルトレイへ播種</p> <p>6) 定植：全自動野菜移植機を用いて9月13日に定植</p> <p>ウ. 調査項目</p> <p>(1) 作業省力化・肥料コスト低減化の実証 作業速度、施肥コスト</p> <p>(2) 作業の省力化が植物体生育、収量と品質に及ぼす影響の検証 地上部生育、収量および品質、規格別収穫個数、収穫時期</p> <p>(3) 肥効発現の検証 培土時、収穫終了時</p>	

3. 試験結果

(1) 作業省力化・肥料コスト低減化の実証

42m の畝立て時間を 3 回計測した結果、畝立て同時施肥の平均作業速度は 0.5km/h であった。作業速度から推計した 10 a 当たりの作業時間は 1.6 時間であり、作業時間は慣行比 40% であった (表 1)。10a 当たりの肥料コストは慣行比で局所施肥区が 94%、局所施肥減肥区が 67% であった (表 2)。

(2) 作業の省力化が植物体生育、収量と品質に及ぼす影響の検証

ア. 定植 13 日後の生育

‘おはよう’ の葉身長は、慣行施肥区より局所施肥減肥区が小さかった。葉数および葉色は、施肥方法による差はみられなかった。‘アーサー’ の葉身長は、局所施肥減肥区が他の 2 区より小さかった。葉数および葉色は、施肥方法による差はみられなかった。(表 3)

イ. 定植 32 日後の生育と花芽分化

‘おはよう’ の地上部生育および花芽分化度に施肥方法による差はみられなかった。‘アーサー’ の地上部全重は局所施肥減肥区が他の 2 区より小さかった。また、‘アーサー’ の葉身長、葉数、茎径は施肥方法による差はみられなかった。‘アーサー’ の花芽分化度は慣行施肥区より局所施肥減肥区が低かった。(表 4 図 1 写真 1)

ウ. 収穫時の地上部生育

‘おはよう’ および ‘アーサー’ の地上部全重および葉長は局所施肥減肥区が他の 2 区より小さかった (表 5)。

エ. 収量と花蕾品質

‘おはよう’ および ‘アーサー’ の花蕾重は局所施肥減肥区が他の 2 区より軽く、単収は低かった。花蕾長径および花蕾品質には施肥方法による差はみられなかった。(表 6)

オ. 規格別収穫個数

‘おはよう’ および ‘アーサー’ の L 品数は局所施肥減肥区が他の 2 区より低かった (表 7)

カ. 収穫時期

‘おはよう’ の局所施肥減肥区は慣行施肥区より収穫終期が 3 日遅かった。‘アーサー’ の局所施肥減肥区は他の 2 区より収穫盛期および収穫終期が 10 日以上遅かった。(表 8 図 2、3)

(3) 肥効発現の検証

中耕培土時、栽培終了後の土壌について、現在分析中である。

4. 主要成果の具体的データ

表1 作業体系の違いが作業時間に及ぼす影響

施肥方法	作業	使用機械	作業時間 ² (時間/10a)	慣行比 (%)
慣行施肥	基肥散布	トラクター、ライムソワー	1.0	-
	畝立て	トラクター、ロータリー	2.5	-
	追肥	肥料散布機(背負い式)	0.5	-
局所施肥	畝立て同時施肥	トラクター、ロータリー、施肥機	1.6	40

¹慣行施肥：島根県農業経営指導指針から推計
局所施肥：42m×3回の畝立て作業時間から推計

表2 10aあたりの肥料コスト

施肥方法	肥料名	施肥量 (kg/10a)	肥料コスト ² ト	慣行比 (%)
慣行施肥	ユートップ化成20号	140	23.8	-
	燐硝安加里S604	20	3.0	-
局所施肥	ブロッコリー秋作一発	140	25.2	94
局所施肥30%減肥	ブロッコリー秋作一発	100	18.0	67

²令和元年購入価格から計算

表3 施肥方法の違いが定植13日後の生育に及ぼす影響

品種	施肥方法	葉身長 (mm)	葉数 (枚)	葉色 SPAD
おはよう	慣行施肥	89.0 ± 1.2 a ²	5.8 ± 0.1	53.8 ± 0.8
	局所施肥	84.7 ± 1.3 ab	5.8 ± 0.1 ns	51.9 ± 0.7 ns
	局所施肥30%減	78.9 ± 1.7 b	5.4 ± 0.1	51.1 ± 0.6
アーサー	慣行施肥	77.8 ± 2.1 a	4.3 ± 0.1	50.9 ± 0.9
	局所施肥	83.0 ± 2.0 a	4.7 ± 0.1 ns	49.6 ± 0.7 ns
	局所施肥30%減	56.4 ± 2.6 b	4.1 ± 0.1	49.9 ± 1.3

平均±標準誤差 (n=18)

²同一列の異符号間はtukey検定で5%水準の有意差があり、nsは有意差なしを示す

表4 施肥方法の違いが定植32日後の生育と花芽分化に及ぼす影響

品種	施肥方法	地上部全重 (g FW)	葉身長 (mm)	葉数 (枚)	茎径 (mm)	花芽分化度 ²
おはよう	慣行施肥	182.2 ± 10.1	227.3 ± 7.8	13.5 ± 0.2	19.1 ± 0.4	3.0 ± 0.0
	局所施肥	176.3 ± 11.7 ns ³	221.8 ± 5.6 ns	13.5 ± 0.3 ns	19.1 ± 0.5 ns	2.9 ± 0.1 ns
	局所施肥30%減	156.3 ± 13.3	225.2 ± 7.1	12.2 ± 0.6	18.4 ± 0.6	2.9 ± 0.1
アーサー	慣行施肥	125.3 ± 10.8 a	198.8 ± 8.5	10.5 ± 0.5	17.8 ± 0.6	2.2 ± 0.2 a
	局所施肥	135.5 ± 9.2 a	228.8 ± 4.0 ns	10.8 ± 0.4 ns	18.6 ± 0.7 ns	2.0 ± 0.1 ab
	局所施肥30%減	94.3 ± 5.6 b	184.8 ± 4.2	10.0 ± 0.3	16.2 ± 0.5	1.3 ± 0.2 b

平均±標準誤差(n=6)

²(0)未分化 (1)膨大期 (2)花蕾形成前期 (3)同中期 (4)同後期 (5)かく片形成期で評価した

³同一列の異符号間はtukey検定で5%水準の有意差があり、nsは有意差なしを示す

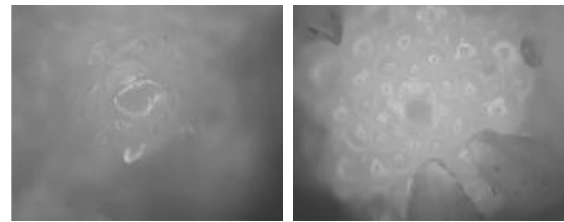
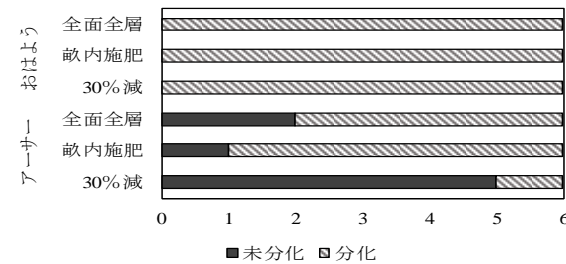


図1 施肥方法の違いが定植32日後の花芽分化に及ぼす影響

写真1 ブロッコリーの生長点 (左:未分化 右:分化)

表5 施肥方法の違いが収穫時の地上部生育に及ぼす影響

品種	施肥方法	地上部重 (g)	葉長 (mm)	葉数 (枚)
おはよう	慣行施肥	1389.8 ± 64.8 a ²	641.9 ± 13.0 a	20 ± 0.4
	局所施肥	1453.5 ± 32.1 a	661.3 ± 7.0 a	19 ± 0.2 ns
	局所施肥30%減	1337.0 ± 43.6 b	631.4 ± 7.6 b	19 ± 1.3
アーサー	慣行施肥	1724.2 ± 12.4 a	701.9 ± 8.8 a	19 ± 0.2 a
	局所施肥	1705.7 ± 41.7 a	705.8 ± 2.9 a	18 ± 0.1 b
	局所施肥30%減	1313.2 ± 70.3 b	599.2 ± 25.0 b	17 ± 0.3 c

平均±標準誤差(n=3)

²同一列の異符号間はtukey検定で5%水準の有意差があり、nsは有意差なしを示す

表6 施肥方法の違いが収量と花蕾の品質に及ぼす影響

品種	施肥方法	単収 (kg/10a)	花蕾重 (g)	花蕾長径 (mm)	花茎径 (mm)	花蕾の品質 ^γ			
						トーム 形状	粒揃	凹凸	リーフィ
おはよう	慣行施肥	1153.4 ± 24.9 a ^z	323.0 ± 7.0 a	117.9 ± 1.4	40.7 ± 0.2	4.5	4.4	4.0	3.5
	局所施肥	1167.7 ± 20.9 a	327.0 ± 5.9 a	115.4 ± 0.6 ns	41.3 ± 0.6 ns	4.5 ns	4.1 ns	4.2 ns	3.5 ns
	局所施肥30%減	1082.1 ± 52.4 b	303.0 ± 14.7 b	112.5 ± 2.6	40.6 ± 0.8	4.5	4.3	4.4	3.5
アーサー	慣行施肥	1332.1 ± 18.8 a	373.0 ± 5.3 a	119.1 ± 1.4	46.4 ± 0.4	4.5	4.8	5.0	5.0
	局所施肥	1363.1 ± 31.1 a	381.7 ± 8.7 a	117.6 ± 1.2 ns	46.8 ± 0.2 ns	4.7 ns	4.7 ns	5.0 ns	5.0 ns
	局所施肥30%減	1249.5 ± 11.8 b	349.9 ± 9.9 b	114.2 ± 1.4	45.2 ± 0.9	4.7	4.8	4.9	5.0

平均±標準誤差(n=3)

^z同一列の異符号間はtukey検定で5%水準の有意差があり、nsは有意差なしを示す

^γ下記基準により評価した

トーム形状：悪(1)並(3)良(5) 粒揃い：悪(1)並(3)良(5) 凹凸：甚(1)並(3)無(5) リーフィ：甚(1)少(3)無(5)

表7 施肥方法の違いが規格別収穫割合に及ぼす影響

品種	施肥方法	規格別収穫割合(%) ^z			
		S	M	L	2L 計
おはよう	慣行施肥	0	27	63	10 100
	局所施肥	0	23	77	0 100
	局所施肥30%減	0	50	47	3 100
アーサー	慣行施肥	0	7	90	3 100
	局所施肥	0	17	83	0 100
	局所施肥30%減	0	27	73	0 100

^z花蕾長径により以下の規格の個数を求めた

S 80-89mm M 90-109mm L 110-129mm 2L 130-150mm

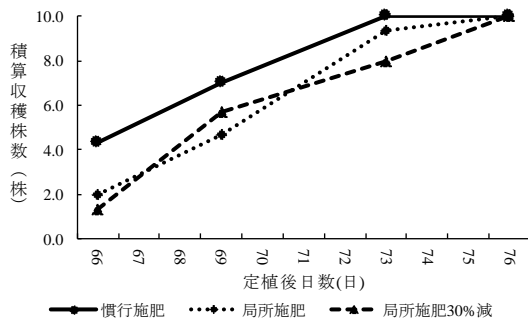


図2 施肥方法の違いが収穫時期に及ぼす影響 (おはよう)

表8 施肥方法の違いが収穫時期に及ぼす影響

品種	施肥方法	定植後日数(日) ^z		
		始期	盛期	終期
おはよう	慣行施肥	66.0	69.3	73.0 a
	局所施肥	66.0 ns	71.7 ns	74.0 ab
	局所施肥30%減	66.0	70.3	76.0 b
アーサー	慣行施肥	80.0	82.3 a	93.7 a
	局所施肥	77.3 ns	78.7 a	90.0 a
	局所施肥30%減	81.0	96.0 b	104.0 b

^z始期：収穫を開始した日

盛期：収穫期間中最も収穫量が多い日

終期：収穫を終えた日

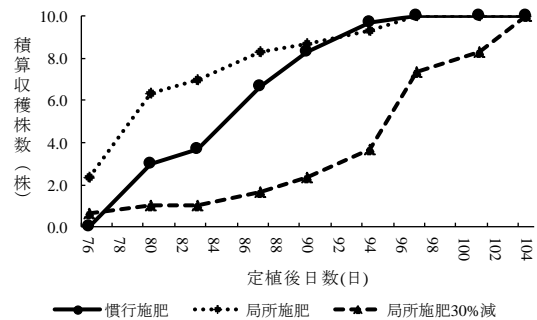


図3 施肥方法の違いが収穫時期に及ぼす影響 (アーサー)

5. 経営評価

慣行施肥について作業時間の具体的なデータ収集を行っていないため、平成30年度版島根県農業経営指導指針に記載の作業体系、作業時間を参考に評価した。10アール当たりの畝立て施肥作業時間は、慣行施肥の元肥散布1.0時間、畝立て2.5時間、追肥0.5時間の計4.0時間に対し、畝立て同時局所施肥でバルクブレンド肥料を使用した全量基肥では1.6時間であり、慣行比で60%の削減となる。10アール当たりの肥料コストは慣行の26.8千円に対し、畝立て同時施肥全量基肥では25.2千円、30%減肥すると18.0千円であり、慣行比でそれぞれ6%、33%の削減となる。

粗収益は、単価を410円/kgとすると、「おはよう」の慣行施肥が472千円、局所施肥が478千円、局所施肥30%減が443千円となり、「アーサー」の慣行施肥が546千円、局所施肥が558千円、局所施肥30%減が512千円となる。

局所施肥による減肥は肥料コストが削減可能であるが、削減した肥料コスト以上に粗収益が低下する。

6. 利用機械評価

ベッドマイスターBM160CXにより畝高を300mmに設定して畝立てを行った結果、透水性不良の試験ほ場で良好な生育がみられた。GPS車速連動センサーG-R10Nはトラクターの速度に応じた施肥が可能であり、肥料を均一に散布できた。これらの機種は水田ほ場でのブロッコリー栽培に有効であると考えられる。

7. 成果の普及

9月13日の畝立て・定植時に農業普及員を参集し、作業の実演を行った。収穫開始後の11月18日にJA出雲ブロッコリー部会役員を参集し、試験概要を説明した。今後は同部会の秋作反省会で情報提供を行い、水田ほ場での畝立て同時施肥を含めた機械化体系の普及を図る予定である。

8. 考察

- (1) 畝立てをした9月は天候もよく、良好なほ場の状況であったため、畝立て時のトラクターの作業速度は、通常の水田転換ほ場での畝立てよりも速かった。
- (2) 定植から収穫までの地上部生育は、慣行施肥区と局所施肥区に差がみられなかったことから、施肥位置が地上部生育に及ぼす影響はないと考えられた。しかし、局所施肥減肥区の‘アーサー’では地上部生育が慣行施肥区より抑制され、花芽分化の遅延がみられた。このことから、肥料不足による生育遅延は中早生品種より中生品種で花芽の分化に影響を及ぼすことが示唆された。
- (3) 収量・品質・規格別収穫個数・収穫時期は、慣行施肥区と局所施肥区に差がみられなかったことから、施肥位置が地上部生育に及ぼす影響はないと考えられた。しかし、局所施肥減肥区では両品種とも慣行施肥区より花蕾重が小さく、L品率が低かった。また、‘アーサー’では収穫時期の遅延がみられたことから、減肥は花蕾重の低下と商品性の高いL品率の低下を引き起こし、中早生品種では花芽の分化の遅延により収穫時期の遅延が起こることが示唆され、今回用いたバルクブレンド肥料では減肥栽培は適切ではないと考えられた。
- (4) 以上のことから、水田転作ほ場におけるブロッコリーの作業を省力化し、肥料コストの低減を図るには、緩効性のバルクブレンド肥料を用いて慣行と同量の窒素分量を畝立て同時局所施肥することが有効であると考えられた。この方法により、慣行と同等の収量を得つつ、作業時間を65%、肥料コストを6%削減することが可能である。

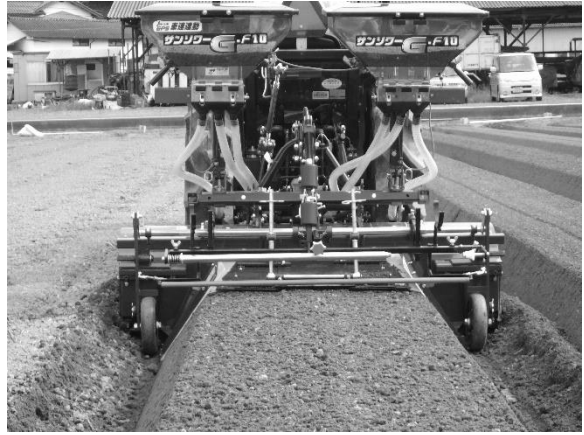
9. 問題点と次年度の計画

今年度の試験では、畝立て同時局所施肥とバルクブレンド肥料による全量基肥栽培の省力・低コスト化が確認できた。次年度はバルクブレンド肥料の緩効性肥料の配合割合を改良し、施肥量を低減することで、環境に配慮した施肥方法について検討を行う。

10. 参考写真



畝立て同時施肥作業 9月13日撮影



供試機械（ロータリー、施肥機）



栽培風景（培土時期） 10月7日撮影



生産者と生育の確認 11月18日撮影



収穫物‘おはよう’ 11月25日撮影



収穫物‘アーサー’ 12月2日撮影