

## 水田における秋冬ブロッコリーの適応性と ブロッコリー連作、後作水稻への影響

内藤健二\*

### Adaptability of Autumn and Winter Broccoli in Paddy Fields and Effects of Continuous Cropping Fields and Succeeding Rice

Kenji NAITO

**要約** 主穀作農家が水田作経営において初めて野菜を導入することを想定し、水田における秋冬ブロッコリーの適応性とブロッコリーの連作や後作水稻への影響について検討した。8月19日植「サマードーム」、8月24日植「おはよう」、9月14日植「グランドーム」、「改良緑炎」の収量性について、いずれも埼玉県主要農作物施肥基準に掲載されている目標収量を上回り、水田における栽培適応性があると考えられた。排水が良好な条件では、水田ほ場でもうね立てせず、平うねで問題なく栽培できることが確認された。基肥と追肥の合計施肥量が多い区で収穫時期が早まり、全重や花蕾重が重くなる傾向が見られたが、品種により花茎空洞の発生が多くなった。ブロッコリーの連作については、前作収穫残渣を搬出する条件では4年連作でも病害による収量への影響は確認されなかったが、前作収穫残渣をすき込んだ条件では連作により軟腐病等による枯死株の発生が多かった。ブロッコリー後作水稻については、前作収穫残渣を搬出する条件において、基肥量を減肥するのがよいと考えられた。

水田作経営において、冬期を中心とした野菜生産を組み込むことは、年間を通じて水田が活用できるとともに、収益性を高め、所得の向上が期待される。また、大規模化に伴う雇用労力の周年活用のためにも野菜の導入は効果的と考えられる。

しかし、水田へ初めて野菜を導入する場合、①主穀作との作業競合、②新たな機械装備、③栽培の困難さ、④販売先の確保、等で問題を生じることが考えられ、これらリスクを軽減し、経営体に合った品目を決定することが重要と考えられる。これらを踏まえ、本県において比較的導入しやすい品目としては秋冬ブロッコリーが考えられる。

秋冬ブロッコリーは主な作業期間が米麦と異なるため競合が回避でき、使用する多くの機械が主穀作のものを利用できるため、新たな機械装備費は比較的少ない。また、比較的栽培しやすく、本県の作付面積は全国2位（農林水産省,2019）で、共販による出荷体制が整っている地域も多い。

そこで、本研究では、主穀作農家が水田作経営に初めて野菜を導入することを想定し、水田における秋冬ブロッコリーの適応性について検討するとともに、主穀作との輪作体系を考える上で問題となるブロッコリーの連作や後作水稻への影響について検討した。

\*水田高度利用担当

## 材料および方法

### 1 水田における秋冬ブロッコリーの適応性

4 品種（3 移植時期）のブロッコリーについて，水田における作付初年目の栽培適応性を検討するとともに，うね立て方法や施肥量の影響について検討した。

#### (1) 試験場所

農業技術研究センター玉井試験場内水田ほ場  
（細粒灰色低地土）

#### (2) 供試品種(移植日)

「サマードーム」(2015 年 8 月 19 日植), 「おはよう」  
(2015 年 8 月 24 日植), 「グランドーム」(2015 年 9 月 14 日植), 「改良緑炎」(2015 年 9 月 14 日植)

#### (3) 試験区の構成

a 8 月 19 日植「サマードーム」, 8 月 24 日植「おはよう」  
(うね立て方法 2 水準, 施肥量(窒素成分)3 水準)

表 1 試験区（うねたて方法および施肥量の影響）

試験区No.	うねたて方法	施肥量(kg/10a N)		
		基肥	追肥	合計
1	高うね	5	10	15
2	高うね	10	10	20
3	高うね	10	20	30
4	平うね	5	10	15
5	平うね	10	10	20
6	平うね	10	20	30

注 1) 高うねはうね高さ 20cm, 肥料は基肥, 追肥（サマードームは定植 27 日後, おはようは定植 22 日後）とも BM 有機 NN188 号を使用

b 9 月 14 日植「グランドーム」, 「改良緑炎」(施肥量(窒素成分)3 水準)

表 2 試験区（施肥量の影響）

品種	基肥量 (kg/10a N)	追肥量 (kg/10a N)
改良緑炎	5	10
改良緑炎	10	10
改良緑炎	10	20
グランドーム	5	10
グランドーム	10	10
グランドーム	10	20

注 1) うね立て方法はすべて平うね

2) 肥料は基肥, 追肥(定植 22 日後)とも BM 有機 NN188 号を使用

#### (4) 栽植密度

うね間 60cm, 株間 35cm

#### (5) 収穫物調査方法

花蕾の直径が 12cm に達したものを収穫適期とみなしてその株全体を収穫し，地上部の全重を測定した。収穫物を花蕾上部から 17cm, 茎葉を花蕾上部から見えない程度に調製して花蕾重等を測定した。また，各試験区内の花蕾直径 12cm のものが 1 割，5 割，9 割に達した日をそれぞれ収穫始期，盛期，終期とした。

### 2 ブロッコリー連作の影響

2015 年にブロッコリーを初めて作付した水田ほ場において，3~4 作連作（年 1 作，収穫残渣は搬出）した際の影響について検討した。また，前作ブロッコリー（品種：おはよう）の収穫残渣の処理方法の違いによる後作ブロッコリーへの影響について検討した。

#### (1) 試験場所

農業技術研究センター玉井試験場内水田ほ場  
（細粒灰色低地土）

#### (2) 試験区の構成

##### a 連作試験

表 3 試験区（ブロッコリー連作の影響）

試験年次	品種	ブロッコリー 連作年数(年)	移植日
2017	おはよう	なし	8月22日
	おはよう	2	
	おはよう	3	
	グランドーム	なし	
2018	グランドーム	2	8月20日
	グランドーム	3	
	おはよう	なし	
	おはよう	4	
	グランドーム	なし	
	グランドーム	4	

注 1) 「なし」区の前年度作物は水稲，小麦

2) 連作ほ場のブロッコリーは年 1 回（秋冬どり）作付

### b 前作ブロッコリー収穫残渣試験

表 4 試験区（前作ブロッコリー収穫残渣処理方法の影響）

試験年次	品種	試験区	移植日
2018	おはよう	前作残渣すきこみ	8月6日
		前作残渣搬出	
		前作作付なし	

#### (3) 栽植密度

うね間 60cm, 株間 35cm

#### (4) 施肥量(窒素成分)

基肥 10kg/10a, 追肥 10kg/10a: 基肥, 追肥とも BM 有機 NN188 号（窒素-リン酸-カリ=10-8-8）を使用

### 3 ブロッコリー後水稻の影響

前作に秋冬ブロッコリー（品種：「おはよう」）を作付したほ場における後作水稻の影響について、水稻の施肥量を変えて検討した。

#### (1) 試験場所

農業技術研究センター玉井試験場内水田ほ場  
(細粒灰色低地土)

#### (2) 供試品種

「彩のきずな」

#### (3) 移植日

2016年6月24日，2018年6月21日

#### (4) 栽植密度

18.2株/m<sup>2</sup>，機械植

#### (5) 前年ブロッコリーの収穫残渣の処理方法

すき込まず，すべてほ場外へ搬出

#### (6) 試験区の構成

2016年は前年ブロッコリーの施肥量（窒素成分）3水準（15，20，30kg/10a），水稻基肥量（窒素成分）2水準（2，5kg/10a）の組み合わせで実施，2018年は水稻基肥量（窒素成分）3水準（0，2，5kg/10a），水稻穂肥量（窒素成分）2水準（0，2kg/10a）の組み合わせで実施

## 結果

### 1 水田における秋冬ブロッコリーの適応性

8月19日植「サマードーム」では基肥と追肥の合計

施肥量が多い区で収穫時期が早く，全重が重くなる傾向がみられた（表5）．合計施肥量が20kg/10a以上の区で花蕾重が重くなったが，合計施肥量が30kg/10a区では花茎空洞が多く発生し，有意差が認められた．うね立て方法では平うね区で収穫時期がやや早かったが，収穫物は高うね区と平うね区で概ね同程度であった．

8月24日植「おはよう」では合計施肥量が多いほど収穫時期が早かった（表6）．基肥量の多い区で全重や花蕾重がやや重い傾向がみられたが，合計施肥量20kg/10aと30kg/10aでは同程度であった．また，合計施肥量が20kg/10aで茎径が太くなる傾向がみられたが，全ての区で花茎空洞は発生せず，花蕾の品質は良好であった．うねたて方法では高うね区と平うね区で収穫期，収量性とも同程度であった．9月14日植の「グラドーム」は合計施肥量が多い区で収穫時期が早まり，合計施肥量30kg/10a区で全重や花蕾重がやや重くなった（表7）．全ての区で花茎空洞の発生が多く，合計施肥量30kg/10a区で著しかった．また，すべての区で12月21日からアントシアンの発生がみられ始め，1月に入るとほとんどの花蕾に発生（観察による）した．「改良緑炎」は合計施肥量が多い区で収穫時期が早く，花蕾重も重くなった．全ての区でアントシアンの発生はみられず，収穫終期まで花蕾の品質は概ね良好であったが，1月下旬まで花蕾の肥大が十分でなかったものは花蕾の緑色が褪せ淡く（観察による）なった．

また，すべての移植期，品種において，算出収量が埼玉県主要農作物施肥基準（埼玉県，2018）に掲載されている目標収量（1200kg/10a）を上回った．

表5 うねたて方法および施肥量がブロッコリー「サマードーム」収穫物に及ぼす影響

試験区No.	収穫時 花蕾径 (cm)	収穫期（月/日）			全重 (g)	花蕾重 (g)	茎径 (cm)	花茎空洞 発生株率 (%)	規格 品率 (%)	算出 収量 (kg/10a)	
		始期	盛期	終期							
1	13.0	10/28	11/2	11/8	1485	333	4.2	4	98	1553	
2	13.3	10/28	11/1	11/6	1765	382	4.3	20	96	1743	
3	12.7	10/24	10/29	11/4	1807	377	4.6	41	98	1760	
4	12.6	10/25	10/30	11/2	1455	303	4.2	0	98	1415	
5	13.4	10/23	10/30	11/3	1613	359	4.2	15	100	1707	
6	12.7	10/23	10/29	11/5	1913	383	4.7	44	96	1750	
[各要因別の平均値]											
うねたて方法	高うね	13.0	10/27	10/31	11/6	1686	364	4.4	22	97	1685
	平うね	12.9	10/24	10/30	11/3	1660	348	4.4	20	98	1624
有意差 (t検定)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
施肥量	合計15kgN	12.8	10/27	11/1	11/5	1470	318	4.2	2 b	98	1484
	合計20kgN	13.4	10/26	10/31	11/5	1689	371	4.3	18 b	98	1725
	合計30kgN	12.7	10/24	10/29	11/5	1860	380	4.6	42 a	97	1755
	有意差(Tukey)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns

注 1) 規格外のものとは不整形および11月15日までに花蕾径12cmに達しなかったもの  
 2) \*は5%水準で有意差があり，nsは有意差がないことを示す（以下同様）  
 3) 値の後ろに異なる英小文字を付した数値間には5%水準で有意差があることを示す（以下同様）  
 4) 算出収量は花蕾重，規格品率，栽植密度から求めた（以下同様）

表6 うねたて方法および施肥量がブロッコリー「おはよう」収穫物に及ぼす影響

試験区No.	収穫時 花蕾径 (cm)	収穫期 (月/日)			全重 (g)	花蕾重 (g)	茎径 (cm)	花茎空洞 発生株率 (%)	規格 品率 (%)	算出収量 (kg/10a)	
		始期	盛期	終期							
1	12.8	10/27	10/30	11/6	1468	400	4.53	0	96	1829	
2	12.8	10/26	10/29	11/2	1515	423	4.72	0	100	2014	
3	12.7	10/22	10/28	11/1	1558	418	4.66	0	100	1990	
4	12.8	10/27	10/31	11/4	1426	389	4.45	0	100	1852	
5	13.1	10/27	10/30	11/4	1627	424	4.58	0	100	2019	
6	13.0	10/22	10/28	11/1	1556	406	4.48	0	96	1933	
[各要因別の平均値]											
うねたて方法	高うね	12.8	10/25	10/29	11/3	1514	414	4.64	0	99	1944
	平うね	13.0	10/25	10/30	11/3	1536	406	4.50	0	99	1935
	有意差 (t検定)	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	
施肥量	合計15kgN	12.8	10/27 b	10/31 b	11/5	1447	395	4.49	0	98	1841 b
	合計20kgN	13.0	10/27 b	10/30ab	11/3	1571	424	4.65	0	100	2017 a
	合計30kgN	12.9	10/22 a	10/28 a	11/1	1557	412	4.57	0	98	1962 a
	有意差(Tukey)	ns	*	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*

注 1) 規格外のものは不整形および11月15日までに花蕾径が12cmに至らないもの

表7 施肥量がブロッコリー「グランドーム」, 「改良緑炎」収穫物に及ぼす影響

品種	基肥+追肥量 (kg/10a N)	収穫時 花蕾径 (cm)	収穫期 (月/日)			全重 (g)	花蕾重 (g)	茎径 (cm)	花茎空洞 発生株率 (%)	花蕾アン トシアン 発生株率 (%)	規格 品率 (%)	算出 収量 (kg/10a)
			始期	盛期	終期							
グランドーム	5+10	12.4	12/14	12/23	1/7	1647	382	4.6	60.0	10.0	96	1743
グランドーム	10+10	12.5	12/13	12/21	1/5	1674	389	4.5	62.5	8.3	98	1814
グランドーム	10+20	12.6	12/10	12/18	1/5	1791	410	4.7	86.4	13.6	96	1873
改良緑炎	5+10	12.3	12/24	1/5	1/12	1377	383	5.1	0.0	0.0	92	1678
改良緑炎	10+10	12.3	12/18	12/28	1/12	1542	421	5.3	4.8	0.0	90	1804
改良緑炎	10+20	12.5	12/16	12/25	1/6	1643	425	5.3	4.8	0.0	94	1902

注 1) 規格外のものは不整形および1月31日までに花蕾径が12cmに至らないもの

## 2 ブロッコリー連作の影響

### (1) 連作試験

前作収穫残渣を搬出する条件において、「おはよう」, 「グランドーム」とも連作3年目までは, 連作年数による収量, 品質は同程度で, 連作の影響はみられなかった(表8). 連作4年目区では全重が軽くなり, 花蕾重もやや軽くなった. 病害については, 花蕾に黒すす病が見られる区と見られない区があったが, 葉ではすべての区で同程度に散見されている(観察による)ため, 作付初年目でも条件によっては黒すす病は発生すると考えられ, 連作による影響は判然としなかった. また, その他の病害虫による生育, 収量への影響は確認されなかった.

### (2) 前作ブロッコリー収穫残渣試験

移植日が8月6日, 収穫期が10月上中旬であったが, 9月の降雨, 台風の接近や, 生育時期が高温で, 特に収穫時期の10月上旬がかなり高温であったこと等により, すべての区で軟腐病等による枯死株がみられた(表9). そのような気象条件において, 特に残渣すきこみ区で枯死株が多かった. また, すべての区で収穫時期の高温による花蕾の障害(黄化)およびそれに起因した細菌病の発生による規格外の花蕾が多くみられた.

表 8 ブロッコリーの連作が収穫物に及ぼす影響

試験年次	試験区		収穫時 花蕾径 (cm)	全重 (g)	花蕾重 (g)	花蕾 黒すす病 発生株率 (%)	規格品率 (%)
	品種	ブロッコリー 連作年数 (年)					
2017	おはよう	なし	12.6	1425	370	0	94
	おはよう	2	12.3	1464	382	0	91
	おはよう	3	12.4	1444	377	3	91
	グランドーム	なし	12.3	1872	405	4	91
	グランドーム	2	12.3	1773	408	5	94
	グランドーム	3	12.3	1860	416	4	89
2018	おはよう	なし	12.6	1317	358	0	96
	おはよう	4	12.6	1160	345	0	94
	グランドーム	なし	12.5	1804	404	0	92
	グランドーム	4	12.5	1683	387	6	85

注 1) 規格外品：花蕾の病害，不整形，及び収穫終期 15 日後頃までに花蕾直径が 12cm に至らないもの

表 9 前作ブロッコリーの収穫残渣処理が収穫物に及ぼす影響

試験区	収穫時 花蕾径 (cm)	全重 (g)	花蕾重 (g)	茎径 (cm)	軟腐病等による 枯死株率 (%)	規格品率 (%)
残渣すきこみ	12.9	1070	352	4.4	22	26
残渣搬出	12.9	1329	369	4.6	4	52
作付なし	13.0	1180	356	4.4	7	50

注 1) 規格外品：花蕾の病障害，不整形，及び 10 月 31 日までに花蕾直径が 12cm に至らないもの

### 3 ブロッコリー後水稻の影響

#### (1) 前年ブロッコリー施肥量

前年のブロッコリー施肥量が 15kg/10a の範囲において，施肥量が多い区で初期の茎数が多かったが，穂数に違いはみられなかった（表 10）。また，有効穂数や千粒重で有意な差が認められたが，前年の施肥量と収量や玄米品質に明らかな傾向はみられなかった（表 11，12）。

#### (2) 水稻基肥量

基肥量が多いほど草丈が高く，茎数が多く推移し，成熟期の稈長は長く，穂数は多くなった。出穂期は基肥 0kg/10a 区で 1 日遅れたが，成熟期の違いはみられなかった（表 10）。また，いずれの区も倒伏は見られ

なかった（データ省略）。基肥量が多いほど有効穂数が多い傾向がみられるが，2016 年では千粒重が軽くなり，基肥 2kg/10a でも 5kg/10a と同程度の収量が得られた。2018 年は基肥量が多いほど登熟歩合は低下したが有効穂数が高まり収量はやや多かった（表 11）。また，2018 年は基肥 5kg/10a 区では蛋白質含量が増加した。基肥量の違いによる外観品質への影響はみられなかった（表 12）。

#### (3) 穂肥量

穂肥量 2kg/10a 区は 0kg/10a 区に比べ穂数が多かったことにより総粒数が多く，収量がやや多かった（表 11）。蛋白質含量の増加はわずかで，穂肥量の違いによる外観品質への影響はみられなかった（表 12）。

内藤：水田における秋冬ブロッコリーの適応性とブロッコリーの連作，後作水稲への影響

表 10 ブロッコリー後水稲の生育

試験年次	項目	試験区	最高分けつ期		出穂期 (月日)	成熟期 (月日)	成熟期			倒伏程度
			草丈 (cm)	茎数 (本/m <sup>2</sup> )			稈長 (cm)	穂長 (cm)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	
2016	前年ブロッコリー施肥量 (kg/10a N)	15	57.1	385 b	8/21	10/6	74.1	20.5	430	0
		20	59.0	427ab	8/21	10/6	72.5	20.3	405	0
		30	57.1	478 a	8/21	10/6	73.0	20.3	426	0
		有意差(Tukey)	ns	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	基肥量(kg/10a N)	2	55.4	398	8/21	10/6	72.1	20.4	406	0
		5	60.0	461	8/21	10/6	74.3	20.4	435	0
		有意差(t検定)	*	*	ns	ns	*	ns	*	ns
		有意差(Tukey)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
2018	基肥量(kg/10a N)	0	46.5 c	387 c	8/15 b	9/22	63.9	21.5ab	420 b	0
		2	53.4 b	523 b	8/14 a	9/22	64.1	21.0 b	456ab	0
		5	55.2 a	624 a	8/14 a	9/22	65.8	21.6 a	466 a	0
		有意差(Tukey)	*	*	*	ns	ns	*	*	ns
	穂肥量(kg/10a N)	0	52.2	509	8/14	9/22	64.1	21.3	422	0
		2	51.1	514	8/14	9/22	65.1	21.3	473	0
		有意差(t検定)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns
		有意差(Tukey)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	*	ns

表 11 ブロッコリー後水稲の収量性

試験年次	項目	試験区	精玄	有効	千粒	登熟	1穂	m <sup>2</sup> 当
			米重 (kg/10a)	穂数 (本/m <sup>2</sup> )	重 (g)	歩合 (%)	籾数 (粒)	籾数 (千粒)
2016	前年ブロッコリー施肥量 (kg/10a N)	15	584	426 a	23.5 a	75.5	76.1	32.4
		20	592	390 b	23.0 b	79.7	74.7	29.1
		30	598	417 a	23.0 b	79.5	71.6	29.8
		有意差(Tukey)	ns	*	*	ns	ns	ns
	基肥量(kg/10a N)	2	587	399	23.3	77.5	73.7	29.4
		5	596	423	23.0	79.0	74.6	31.5
		有意差(t検定)	ns	*	*	ns	ns	ns
		有意差(Tukey)	ns	*	ns	*	ns	ns
2018	基肥量(kg/10a N)	0	473	413 b	22.2	84.1 a	57.5	23.7
		2	480	451ab	22.4	81.4ab	54.6	24.6
		5	496	463 a	22.3	79.6 b	55.3	25.6
		有意差(Tukey)	ns	*	ns	*	ns	ns
	穂肥量(kg/10a N)	0	473	418	22.3	81.7	55.7	23.2
		2	493	467	22.3	81.8	55.9	26.1
		有意差(t検定)	ns	*	ns	ns	ns	*
		有意差(Tukey)	ns	*	ns	ns	ns	*

注 1) 精玄米重，千粒重の値は水分 15%換算値

表 12 ブロッコリー後水稲の玄米品質

試験年次	項目	試験区	蛋白質 含量 (%)	外観品質 (粒比 %)				
				整粒	胴割	白未熟	その他 未熟	その他
2016	前年ブロッコリー施肥量 (kg/10a N)	15	6.8	81.4	0.1	7.8	9.2	1.5
		20	6.8	78.4	0.1	6.9	13.6	1.0
		30	6.7	79.8	0.2	6.0	13.1	0.8
		有意差(Tukey)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	基肥量(kg/10a N)	2	6.7	81.0	0.2	6.8	10.8	1.3
		5	6.8	78.8	0.1	7.1	13.2	0.9
		有意差(t検定)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		有意差(Tukey)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2018	基肥量(kg/10a N)	0	6.7 b	82.8	3.2	3.1	9.1	1.9
		2	6.7 b	82.9	4.1	2.9	8.3	1.8
		5	7.0 a	83.2	3.1	2.5	9.5	1.6
		有意差(Tukey)	*	ns	ns	ns	ns	ns
	穂肥量(kg/10a N)	0	6.8	84.0	3.4	2.6	8.4	1.7
		2	6.9	82.0	3.6	3.1	9.5	1.9
		有意差(t検定)	ns	ns	ns	ns	ns	ns
		有意差(Tukey)	ns	ns	ns	ns	ns	ns

注 1) 蛋白質含量は，近赤外分析計による測定値 (水分 15%換算)

2) 外観品質は，サタケ穀粒判別器による測定値 (粒数比)

## 考 察

8月19日植「サマードーム」、8月24日植「おはよう」、9月14日植「グランドーム」、「改良緑炎」とも算出収量が埼玉県主要農作物施肥基準に掲載されている目標収量(1200kg/10a)を上回り、水田における栽培適応性があると考えられた。また、本試験の実施場所である玉井試験場内水田ほ場は排水が良好であり、そのような条件では、水田ほ場でもうね立てをせず平うねでも問題なく栽培できることが確認された。しかし、県内の水田の多くは排水が良好でないほ場も多く、水田への野菜導入に関して、湿害は最も重要な問題点の1つである(穂積, 1971)。水稻は湛水が確保できるほ場で栽培するため、水田ほ場は畑ほ場に比べて地下水位が高いことや土壌の透水性が悪いことが多い。土壌水分が過剰になると土壌からの酸素の供給量が大きく減少するが、野菜の根は水稻のように地上の酸素を供給する通気組織が発達していないことから湿害を受けやすい。このため、野菜導入には湿害を回避するための排水対策が必須である。排水対策には種々あり、土壌条件や地下水位等により必要な対策が異なるが、地下水位が高いほ場では、うね立てを行うことにより相対的に地下水位が下がり湿害回避に有効と考えられる。

今回供試したブロッコリーは施肥量の増加により収穫時期の早まりや花蕾重の増加傾向がみられたが、「サマードーム」や「グランドーム」では施肥量の増加により花茎の空洞発生が多くなった。花茎の空洞は窒素過多や土壌の過湿、高温等により花茎の肥大が急速に進むと発生しやすくなるとされている。また、品種間差も大きい。「おはよう」は比較的花茎の空洞の発生は少ない品種とされており2015年、2016年、2018年の試験では発生がみられなかったが、2017年に試験した際には50%以上の株で発生がみられており(データ省略)、同一品種でもその年の気象条件等で花茎の空洞の発生程度が大きく異なると考えられる。これらのことから、花茎の空洞が出荷規格で問題となるような場合には品種の選定や過剰施肥にならないよう注意が必要である。

ブロッコリーの連作については、前作ブロッコリーの収穫残渣を搬出した条件では3年連作でも収量や病

害への影響は認められないが、4年連作では全重が軽くなり、花蕾重もやや軽くなった。連作障害の原因として、病原菌や害虫の密度の増加、ある特定の養分欠乏、土のpHなどによることが多い(角田ら, 1998)。病害虫の影響は確認されなかったことから、連作4年目で全重や花蕾重がやや軽くなった要因として、連作による土壌中の養分の偏りが考えられた。一方、前作収穫残渣をすき込んだ条件では、連作により病害による枯死株が多くなった。これは前作残渣が、搬出に比べ、すきこむことで病原菌を保持・増加させ病害が発生しやすくなったと考えられた。本試験において、品種は「おはよう」を供試したが、品種により病害への感受性が異なると思われ、今回確認されなかった病害にも注意する必要があると考えられる。今回の試験では認められなかったが、アブラナ科野菜を連作すると根こぶ病が発生し、4、5年連作で収穫皆無になることもある(渡邊ら, 1999)。また、水田裏作や転換畑など地下水位の高い排水不良の畑で発生しやすい(内記, 1987)。根こぶ病の休眠胞子は水中でも生存可能であり、水稻作による根こぶ病休眠胞子の低下が期待できない。ブロッコリーの収穫残渣について、実際の生産現場ではすき込むことが多く想定される。その場合はブロッコリーの連作はできるだけ行わず、水稻やアブラナ科以外の作物との輪作を行うのがよいと考えられた。

後作水稻については、前作収穫残渣を搬出した条件において、慣行の窒素基肥量5kg/10aに対し、2kg/10aでも収量性が同程度で、玄米タンパク含量の増加が抑えられたことから、基肥を2kg/10a程度に減肥するのがよいと考えられた。これには前作のブロッコリーで施用した肥料の残存が影響していると考えられる。また、前作ブロッコリーの施肥量の影響については、窒素成分で15kg/10a~30kg/10aの範囲において、施肥量が多いほど初期の茎数は多かったが、収量や品質への影響は判然としなかった。前作後の残存養分については、前作の施肥量および生育量(養分吸収量)、前作作付期間および収穫後の気象条件、ほ場の土壌条件、ブロッコリーの連作回数等影響する要因が種々あると考えられる。水稻の高品質安定生産のためには適正な肥培管理が重要であるが、特に野菜あとで初めて水稻を作付する際には、これら残存養分に影響する要因を考慮し、過剰施肥にならないよう注意することが重要

と考えられる。また、穂肥については、施用しない場合m<sup>2</sup>当収数が減少したことから、慣行の2kg/10a程度施用するのがよいと考えられた。本試験では収穫残渣を搬出した条件で実施したが、収穫残渣をすき込んだ条件では、より窒素等の養分が土壌に残存すると思われるため、玄米タンパク含量の増加を抑えるためにはより減肥する必要性も考えられる。また、今回供試した水稲品種「彩のきずな」は耐倒伏性が「やや強」（荒川，2013）であり、多肥条件でも比較的倒伏しにくい品種と考えられるが、倒伏しやすい水稲品種ではその品種の使用を含め、より注意する必要があると考えられる。

主穀作農家が水田経営に新たに野菜を導入するには、労力や所得の面から経営として成立するための計画を設定することが必須と考えられる。そこで、主穀作農家が新たに秋冬ブロッコリーを導入する効果について検討するため、導入した際の労働時間、経営収支を試

算した（表13，14）。

試算から、秋冬ブロッコリーの導入は、主穀作の農閑期である冬期に労働時間が多く、年間を通じた労力分配に有効と考えられる。しかし、定植や収穫・調製に時間を要するので、収穫が同一時期にならないよう播種、定植時期をずらすとともに、熟期の異なる複数の品種を使うことが重要と考えられる。

ブロッコリー導入において使用する多くの機械が水稲、麦で使用しているものを利用できるため、減価償却費の増加は比較的少ない。また、米麦に比べ収益性の高い秋冬ブロッコリーの導入により、合計の所得が水稲、麦のみに比べ増加し、導入効果が高いと考えられる。ただし、この試算については、収穫量が埼玉県主要農作物施肥基準における目標収量並に得られた際の試算である。ブロッコリーは主穀作に比べ収穫量の年次変動が大きいので、安定した収穫量を確保するための栽培管理が重要である。

表13 主穀作と秋冬ブロッコリーの主な作業と労働時間の例

作物		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年合計
水稲 14ha	主な作業	○—△ ×												
	労働時間	93	93	93	112	327	126	126	79	121	93	0	47	1310
小麦 5ha	主な作業	× ○												
	労働時間	10	5	5	0	5	30	0	0	0	38	30	5	128
ブロッコリー 1ha	主な作業	..... × ○ .. ○ △ ... △ — × .....												
	労働時間	66	42	0	0	0	0	45	147	90	54	132	132	708
稲・麦・ブロッコリー 計労働時間		169	140	98	112	332	156	171	226	211	185	162	184	2146

注 1) ○：播種，△：定植，×：収穫

2) 労働時間の数値は各作物の表中の作付面積に対する該当月または年合計の労働時間（h）

表14 主穀作に秋冬ブロッコリーを導入した際の経営収支試算例

	①水稲15ha+麦5ha			②水稲14ha+麦5ha+ブロッコリー1ha			合計
	水稲	小麦	合計	水稲	小麦	ブロッコリー	
	15ha	5ha		14ha	5ha	1ha	
直接生産販売費用	521	108	629	486	108	167	761
減価償却費	475	149	623	459	150	31	640
費用合計	995	257	1,252	945	259	197	1,401
粗収入	1,492	348	1,839	1,392	348	360	2,100
差引所得	496	91	587	448	89	163	699

注 1) 金額の単位：万円，ブロッコリーの出荷量1200kg/10a，販売価格300円/kgで試算

## 引用文献

- 荒川誠ら (2013) : 水稻新品種「彩のきずな」の育成.  
埼玉農総研研報 12, 1-9.
- 穂積清之 (1971) : やさいの耐湿性. 農業技術 268,  
352-357.
- 内記隆 (1987) : アブラナ科野菜根こぶ病菌の生活環  
からみた防除視点. 土と微生物 29, 25-39.
- 農林水産省 (2019) : 平成 30 年産指定野菜 (秋冬野菜  
等) 及び指定野菜に準ずる野菜の作付面積, 収穫量  
及び出荷量.  
[http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou\\_yasai/attach/pdf/index-32.pdf](http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/sakumotu/sakkyou_yasai/attach/pdf/index-32.pdf)  
(2019/10/30 閲覧).
- 埼玉県農林部農業支援課 (2013) : 埼玉県主要農作物  
施肥基準.  
<https://www.pref.saitama.lg.jp/a0903/documents/sehikijyunnh30kaisei.pdf> (2019/10/30 閲覧).
- 角田公正・松崎昭夫・松本重男編 (1998) : 栽培環境  
入門. 16, 実教出版, 東京.
- 渡邊好昭・三浦重典 (1999) : ハクサイ根こぶ病発病  
に及ぼす作付体系の影響. 東北農業研究 52,  
221-222.