

[分類] 普及技術

[成果名] ブロッコリーの養分吸収特性に基づいた肥培管理法

[要約] ブロッコリーの窒素吸収は出蕾期前後にピークがあり、収穫期にかけて低下するため、窒素の肥効は出蕾期までに高める。窒素施用量が過剰の場合、ホローステムの発生が増加するため、過剰な窒素施用は行わない。緩効性肥料と速効性肥料で収量・品質に差がないことから、経費面で速効性肥料が有利である。

[担当] 野菜花き試験場佐久支場・環境部

[部会] 土壌肥料部会、野菜花き部会

## 1 背景・ねらい

ブロッコリーの高品質・多収生産は「充実した外葉の生育と緩慢な花蕾形成で決まる」といわれているが、ブロッコリーが「いつ」、「どのくらい」養分を吸収するかが解明できれば、養分吸収特性に基づいた肥培管理が可能になる。ブロッコリー栽培では施肥が花蕾品質に与える影響が大きく、養分吸収特性の把握は品質の向上にもつながる。

また、ブロッコリー残さ中には多くの養分が含まれ、鋤き込まれた残さから溶出する養分量や溶出パターンを把握する必要がある。

そこで、ブロッコリーの経時的養分吸収量や残さ中の養分含有量の調査を行ったところ、肥培管理に資する結果が得られたことから、普及技術として提案する。

## 2 成果の内容・特徴

- (1) ブロッコリーは相対的に乾物重の増加より早く窒素を吸収するので、目に見える生長に先行して窒素を供給する必要がある。窒素吸収のピークは出蕾期前後にあるため、この時期までに十分な窒素の供給を行い、早めに窒素の肥効を高める。  
一方、収穫期にかけ窒素吸収量は減少するため、収穫期前には窒素の肥効を高める必要はない。
- (2) ブロッコリー栽培では、緩効性肥料と速効性肥料で収量、品質に差がないため、価格の安い速効性肥料が経費面で有利である。
- (3) 収穫時にブロッコリーの花茎髓部が空洞となるホローステムは、窒素施用量が過剰の場合に発生が増加する。過剰に窒素を施用しても残さが増加し、花蕾重や花蕾径は増加しないため、過剰な窒素施用は行わない。
- (4) 外葉と根を合わせた残さ部の成分量は、窒素が吸収量全体の 2/3 程度、リン酸とカリが吸収量全体の 1/2 程度であり、ブロッコリー連作時は、残さ由来養分の蓄積に注意する。
- (5) 鋤き込まれたブロッコリー残さから窒素、カリは速効的に、リン酸はやや緩効的に溶出する。

## 3 利用上の留意点

- (1) 標準的な施用量、生育条件で栽培した際の養分吸収量を示したものであり、栽培条件によっては養分吸収量が変化する。
- (2) ブロッコリー残さを腐熟させるため、鋤き込んでから後作の定植をするまで最短でも 10 日から 2 週間必要である。残さの分解は地温が低いほど遅く、残さの肥効は、残さを鋤き込んでから後作の定植をするまでの期間が長いほど、また降雨が多いほど低下する。

## 4 対象範囲

県下全域

## 5 具体的データ

### (1) ブロッコリーの経時的養分吸収特性

平成 21 年にブロッコリーを、定植後 1 週から収穫まで 1 週間おきに採取し株全体の養分吸収量を求めた。春まき作型で、生育は初期は低温のため緩やかで苗定植から収穫までの在ほ期間は 9 週間であった。花芽分化（目視による）は定植後 6 週、出蕾は定植後 7 週であった。

ア ブロッコリーの養分含有率、養分吸収量の推移

ブロッコリーの窒素含有率は定植後高まり、出蕾以降は低下した。リン酸含有率は定植時に高く、収穫に向け低下した。カリ含有率は花芽分化、出蕾以降低下した(表1)。

表1 養分含有率、養分吸収量の推移(平成21年、野菜花き試験場佐久支場)

定植後 週数	乾物重 kg/10a	養分含有率 乾物%			積算養分吸収量 kg/10a		
		窒素	リン酸	カリ	窒素	リン酸	カリ
定植時	0.97	3.27	0.99	4.20	0.03	0.01	0.04
1週	1.30	4.09	0.72	3.39	0.05	0.01	0.04
2週	2.51	4.73	0.60	3.25	0.12	0.02	0.08
3週	7.60	3.70	0.52	4.17	0.28	0.04	0.32
4週	24.9	4.56	0.63	4.95	1.14	0.16	1.23
5週	71.5	3.96	0.52	4.54	2.83	0.37	3.25
6週	169	3.96	0.59	4.74	6.69	1.00	8.01
7週(出蕾)	385	3.70	0.51	3.68	14.2	1.96	14.2
8週	636	3.08	0.46	3.36	19.6	2.93	21.4
9週(収穫)	761	2.79	0.47	3.38	21.2	3.60	25.7

試験場所：野菜花き試験場佐久支場 表層腐植質黒ボク土  
 耕種概要：供試品種「ピクセル」、128穴トレイ育苗、平成21年4月23日定植、7月6日収穫調査  
 畝間55cm×株間35cm 5,195株/10a マルチ栽培、反復無  
 施肥条件：窒素-リン酸-カリ 20-20-20kg/10a 施用  
 成分分析：4株/回分析(地下部含む)

イ 乾物増加と窒素吸収パターン

窒素吸収のピークは出蕾期にあり、乾物重増加のピークより1週間早かった。一方、出蕾期以降の窒素吸収は乾物増加よりも早く低下した(図1)。

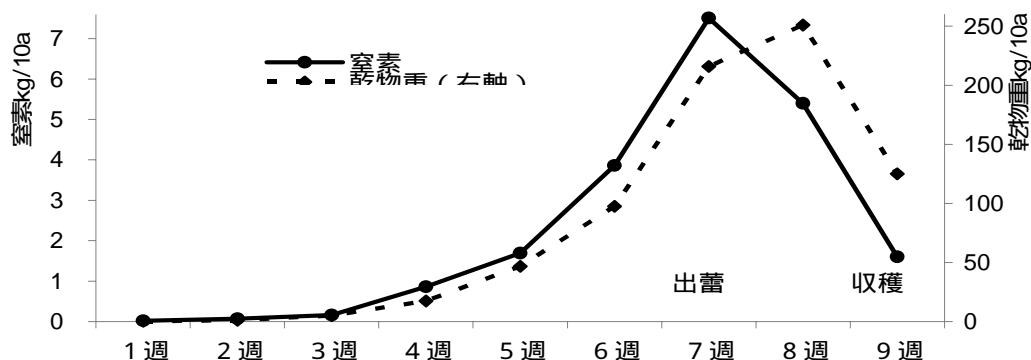


図1 1週間当たりの乾物増加と窒素吸収のパターン(平成21年、野菜花き試験場佐久支場)  
 注) 試験場所、耕種概要は表1と同じ。

ウ 三要素吸収の推移

リン酸吸収は、他の要素と比較して、出蕾期以降収穫までコンスタントに続いた(図2)。カリ吸収のピークは、出蕾期以降にあり、乾物量増加のパターンと類似した(図2)。

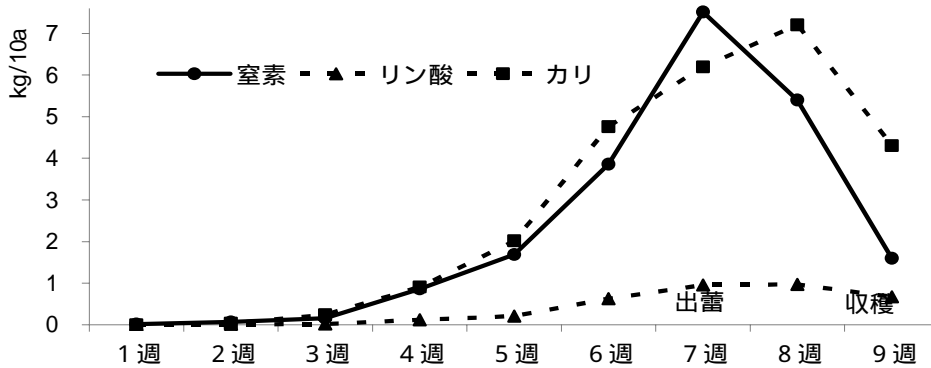


図2 1週間当たりの三要素吸収の推移(平成21年、野菜花き試験場佐久支場)  
注) 試験場所、耕種概要は表1と同じ。

(2) 窒素施用量がホローステムの発生に与える影響

ア 窒素施用量とホローステム発生度の関係

基肥の標準窒素施用量を20kg/10aとして、基肥窒素施用量を変えて試験を行った結果、収穫期のホローステムの発生株率および発生度は窒素施用量が最も少ない10kg/10a区で低く、窒素施用量が増えるにしたがって増加した(図3)。ホローステムの発生を低減するには過剰な窒素施用量を減らすことが有効であると考えられた。

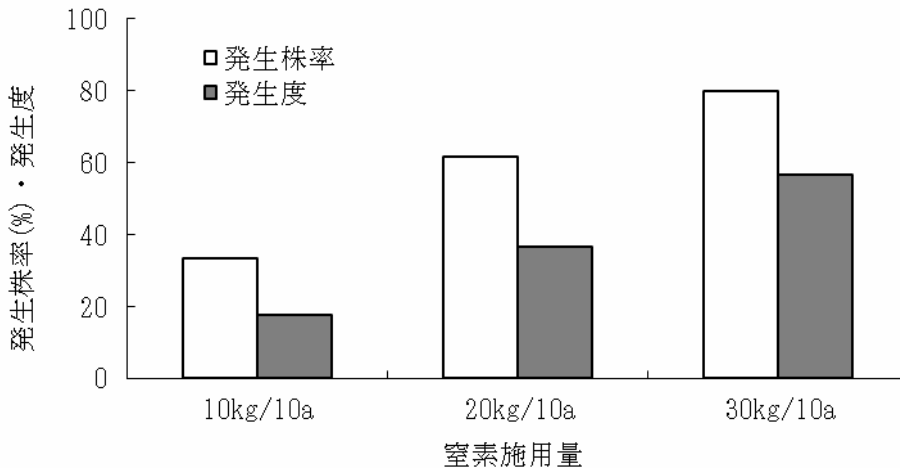


図3 窒素施用量とホローステム発生度の関係(平成18年、野菜花き試験場佐久支場)

試験場所: 野菜花き試験場佐久支場 表層腐植質黒ボク土

耕種概要: 供試品種「ビクセル」 4月7日播種 5月9日定植 無マルチ栽培 畝間55cm×株間35cm、5,195株/10a  
施肥条件: BB N552を全量基肥として施用。リン酸およびカリは各区で窒素施用量と同等になるよう重焼燐2号および塩化加里で調整

反復数: 3反復

調査方法: 7月4~12日にホローステムの発生を以下の程度別に調査し発生度を算出した。

0: 発生無し 1: 空洞の最大径が花茎最大径の10%以下 2: 空洞の最大径が花茎最大径の50%以下

3: 空洞の最大径が花茎最大径の50%以上

発生度 = (発生株数 × 指数) / (個体数 × 3) × 100

イ 各試験区の収量を比較した結果、全重は窒素施用量が増えるにしたがって増加したものの、花蕾重および花蕾径はいずれの区でもほぼ同等であった（図4）。

このことから、ホローステムの発生を低減するために過剰な窒素施用量を減らしても収量を確保できると考えられた。

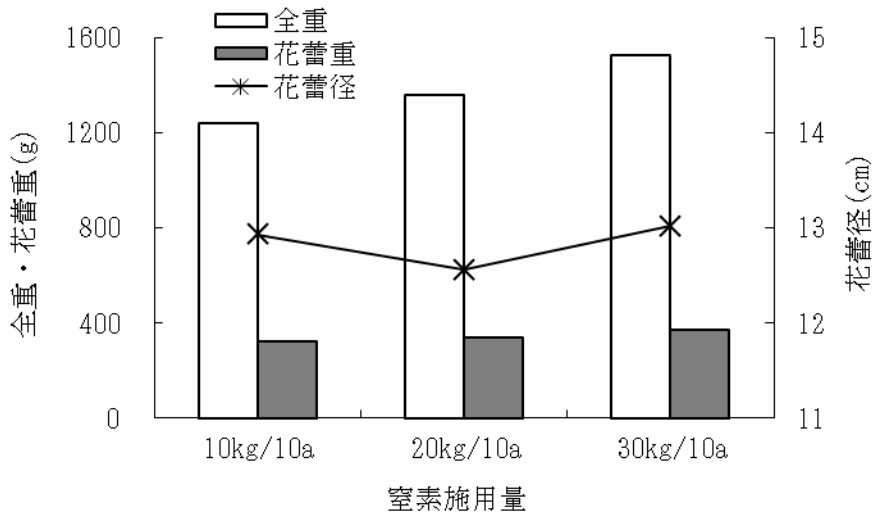


図4 窒素施用量が収量に及ぼす影響（平成18年、野菜花き試験場佐久支場）  
注）試験場所、耕種概要は図3と同じ。

### （3）ブロッコリー栽培に適応する肥料

ア 平成20～22年にかけてブロッコリーに対する緩効性肥料の効果について試験を行った。春まき作型の全重は、速効性肥料の慣行区は緩効性肥料のLP40区と同等であり、LPS40区には優っていた。試験区間で花蕾重、ホローステムの発生率に有意な差は認められなかった（表2）。なお、平成22年は夏期の高温のため、空洞症の発生率が全体に高かった。

表2 肥料の違いがブロッコリーの収量・品質に及ぼす影響（春まき作型）  
（平成20年～22年、野菜花き試験場）

作型	試験年度	試験区名	全重 g/株	花蕾重 g/株	ホローステム 発生株率%
春まき	平成20年	LPS40	1510 b	319	1.9
		LP40	1582 a	339 n.s.	0 n.s.
		慣行	1597 a	346	0
	平成21年	LPS40	1475 b	345	27
		LP40	1575 a	364 n.s.	30 n.s.
		慣行	1618 a	364	33
	平成22年	LPS40	1331 b	261	70
		LP40	1321 b	264 n.s.	65 n.s.
		慣行	1411 a	260	77

\* n.s. は分散分析で有意差なし。異なる英文字間では5%の水準で有意差あり（Tukey-Kramer法）。

試験場所：平成20、21年は長野市松代町野菜花き試験場内ほ場、灰色低地土

平成22年は塩尻市宗賀野菜花き試験場内ほ場、表層腐植質黒ボク土

耕種概要：品種は「ピクセル」 栽植距離は畦幅45cm 株間37.5～38cm マルチ栽培

平成20年は4月23日定植6月20日～25日収穫、平成21年は5月8日定植7月1日～8日収穫

平成22年は5月12日定植7月2～20日収穫、1区3.6m×4.5m16.2m<sup>2</sup> 2反復

施肥条件：窒素20kg/10aを全量基肥

窒素成分の速効性と緩効性の比率：慣行区は100：0、LP40区は50：50、LPS40区は50：50

調査方法：花蕾径12～13cmに達した株を採取、花蕾は蕾頂から15cmの茎部分で切断

イ 夏まき作型では速効性肥料区は緩効性肥料区に比べて、全重及び花蕾重で同等もしくはやや優れていた。試験区間でホローステムの発生率に有意な差は認められなかった（表3）。春まき及び夏まき作型で緩効性肥料の速効性肥料に対する優位性は認められなかった。

表3 肥料の違いがブロッコリーの収量・品質に及ぼす影響（夏まき作型）  
（平成20年～22年、野菜花き試験場）

作型	試験年度	試験区名	全重 g/株	花蕾重 g/株	ホローステム 発生株率%
夏まき	平成20年	LPS40	1802	347 a	16
		LP40	1788 n.s.	321 b	16 n.s.
		慣行	1828	355 a	18
	平成21年	LPS40	1692 b	317 b	0
		LP40	1820 a	333 a	2 n.s.
		慣行	1850 a	333 a	2
	平成22年	LPS40	1642	274	0
		LP40	1617 n.s.	268 n.s.	0
		慣行	1646	267	0

\* n.s. は分散分析で有意差なし。異なる英文字間では5%の水準で有意差あり（Tukey-Kramer法）。  
耕種概要：平成20年は8月28日定植10月27日～11月10日収穫  
平成21年は8月26日定植10月31日～11月13日収穫、平成22年は8月11日定植10月4～18日収穫、  
その他耕種概要は表2と同じ

#### ウ 肥料コスト

速効性肥料、緩効性肥料ともに様々な種類があり、一概に算定できないが、野菜栽培に広く使われている速効性肥料と被覆肥料が数十パーセント含まれる野菜用の緩効性肥料により、全量基肥施用した場合の肥料コストを試算した。その結果、速効性肥料は緩効性肥料に比べて、10a当たり1,000円程度コストを低減できると考えられた（表4）。

表4 肥料コスト試算の一例

タイプ	容量 (kg)	価格 (円)	施用量 (kg/10a)	価格 (円/10a)	備考
速効性肥料	20	2,133	167	17,811	一般的な化成肥料
緩効性肥料	20	2,815	134	18,861	速効性 + 被覆肥料

#### (4) ブロッコリーの部位別養分吸収量

ア ブロッコリーの養分吸収量は、マルチの有無により一定の傾向は認められなかった（表5）。外葉と根を合わせた残さ部の養分吸収割合は窒素は吸収量全体の2/3程度、リン酸とカリは吸収量全体の1/2程度であった（表5）。ブロッコリー連作時は収穫残さ由来養分の蓄積に注意する必要がある。

表5 収穫時の部位別養分吸収量と部位別養分吸収割合（平成17年 野菜花き試験場）

成分	養分吸収量 (kg/10a)				養分吸収割合 (%)			
	マルチ有		マルチ無		マルチ有		マルチ無	
	収穫部	残さ部	収穫部	残さ部	収穫部	残さ部	収穫部	残さ部
窒素	8.9	17.0	10.0	16.3	34	66	38	62
リン酸	3.2	4.8	3.4	4.2	40	60	45	55
カリ	17.0	18.6	19.1	19.9	48	52	49	51

試験場所：野菜花き試験場 灰色低地土  
耕種概要：供試品種は「ハイツ」、「ピクセル」、「フォレスト」で表中の数値は3品種の平均値  
窒素-リン酸-カリは25-25-25kg/10a 施用 畝間45cm×株間35cm、6,349株/10a 白黒ダブルマルチ使用  
平成17年6月29日は種、7月29日定植、9月22日～10月11日調査 2反復

(5) 残さからの養分の溶出

ア 残さからの経時的養分溶出特性

5 cm 程度に細断した残さを網袋に入れ深さ 10cm 位置に埋設し、2 週、4 週、6 週間後に回収し、残存養分量を分析することにより、残さからの経時的養分溶出率を求めた。

残さは埋設後の 1 週間で水浸状に腐り、6 週後では芯の木質部と繊維が残った。窒素とカリのほとんどは、埋設後 2 週間で残さから溶出した(図 5)。リン酸は埋設後 6 週で 80% が残さから溶出した(図 5)。鋤き込まれたブロッコリー残さから窒素、カリは速効的に溶出し、リン酸はやや緩効的に溶出した。

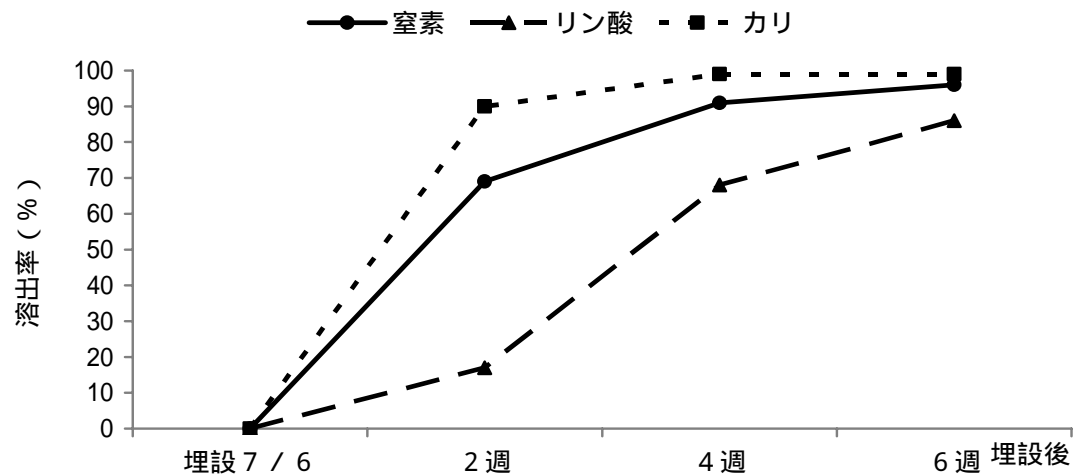


図 5 残さからの養分溶出率 (平成 19 年、野菜花き試験場佐久支場)

平成 19 年 7 月 6 日埋設 品種「ピクセル」 表層腐植質黒ボク土  
埋め込み時の残さ重 997g/株 乾物重 147g/株 乾物率 14.7%

残さ埋め込み量 窒素-リン酸-カリ 18.4-6.0-37.4kg/10a 相当 4 袋/回分析

6 特記事項

[ 公開 ] 制限なし。

[ 課題名、研究期間、予算区分 ]

- ・ブロッコリーの養分吸収特性に基づいた減肥高品質栽培技術の確立、平成 20～22 年度 (2008～2010 年度)、県単プロジェクト
- ・東信地域に適する葉菜類の持続的安定生産技術の確立と新規導入品目の選定、平成 18～22 年度 (2006～2010 年度)、県素材開発
- ・主要野菜の栽培技術改善、平成 15～17 年度 (2003～2005 年度)、県素材開発