

露地リンドウの施肥改善のための研究
第2報 早生種の窒素吸収の特徴と窒素施肥法

大竹真紀・佐藤紀男¹

Studies on the Improvement of Fertilizer Application to Gentian in Open Field
II Nitrogen Absorption Pattern of Early Maturing Cultivar
and Application Method of Nitrogen Fertilizer

Maki OTAKE and Norio SATO¹

Abstract

Nitrogen absorption pattern of early maturing gentian cultivar 'Fukushimamiyabi' and the effects of one time application of controlled-release nitrogen fertilizer on cut flower quality were examined. Nitrogen absorption of 2, 3 and 4 year old gentian at blooming stage was 14, 18 and 16g/m², respectively. Two time application of rapid acting nitrogen fertilizer, 4kg/10a at early April and 6kg at late May, separately, was more effective to high cut flower quality gentian production than one time application of 10kg/10a at early April. Nitrogen fertilizer controlled to release same quantity from lateral budding stage to blooming stage was more effective to improvement of plant height and flower step number than that to release more nitrogen after bud forming stage. Appropriate application of controlled-release nitrogen fertilizer realized high quality cut flower production under the soil condition cut down by 20% of standard nitrogen level (10kg/10a), because of large quantity nitrogen conversion from soil in the experimental field derived from the fertile paddy soil in Aizu basin.

Key words : controlled-release fertilizer, gentian, improvement of fertilizer application

キーワード : 施肥改善、肥効調節型肥料、リンドウ

1 緒言

近年、福島県では、リンドウの窒素施肥については、溶出140日タイプの被覆尿素を窒素成分として5割配合したリンドウ専用肥料を推奨してきた。これは、窒素の一回施肥をねらいとして、定植時の基肥や2年目以降の春肥として使用するものである。一方、萌芽から開花までの生育期間が短い早生種では、植物体の窒素要求量とリンドウ専用肥料からの窒素供給量にずれがある^{5) 13)}ことから、分施による施肥体系が行われている現状にある。しかし、これまで早生種に対する分施時期の検討はなされておらず、施用時期のずれや施肥量の過不足による切り花の品質低下が懸念される。また、本県で最近育成された品種は生育が旺盛であり、さらにジベレリン処理による株養成の促進を図っている^{1) 2)}が、これらに対応した適正な施肥量は明らかになっていない。これまで、リンドウについては、慣行施肥法による窒素施肥量の検討^{7) 11)}や肥効調節型肥料を用いた施肥法の検討^{6) 12)}がなされているが早生種に対する研究事例は少なく、施肥基準となる肥効の時期と植物体への発現を明らかにした十分な知見はない。そのため、生育時期別の窒素吸収量を把握し、吸収の実態に合った合理的な施肥法を提案する必要がある。

本研究では、県育成の早生種を用いて露地栽培における窒素吸収の実態を明らかにするとともに、分施を省略できる肥効調節型肥料を用いた切り花品質を高めるための窒素施肥法について試験を行った。さらに、肥効調節型肥料を用いることで減肥が期待されることから施肥量の試験を行った。ここで得られた結果は、施肥基準の基礎資料になると考えられるので報告する。

2 試験方法

(1) 試験場所

本試験は、福島県農業総合センター会津地域研究所（会津坂下町、標高：186m）露地ほ場で実施した。本ほ場は水田からの転換畑であり、土壌は細粒灰色低地土に分類される。

(2) 供試品種

2004年11月8日に品種登録された県育成F1品種「ふくしまみやび」を供試した。試験場所における開花期は8月上旬の早生種である。この品種の特性は、生育旺盛で茎立ち本数が多く、草丈は定植3年目で100cm前後となる。また、開花期の揃いがよく、花段数は6段前後で切り花としてボリューム感があることなどがあげられている¹⁴⁾。

(3) 供試肥料

本試験では、慣行栽培で使用されている粒状緩効性肥料であるリンドウ・トルコギキョウ専用S826（以下、826）及び粒状ジャンプ067号（以下、067）と、ポリオレフィン樹脂で被覆し窒素成分の溶出をコントロールした肥効調節型肥料であるエムコートL30（以下、L30）、エムコートL40（以下、L40）及びエムコートS60H（以下、S60）を供した（表1）。肥効調節型肥料の選定に当たっては、溶出日数が比較的短いものを選択した。

(4) 試験区の処理と調査方法

A 試験1（窒素の分施時期 2007年）

2005年6月16日にセル苗を床幅60cm、通路60cm、株間20cm、条間30cm、2条で定植し養成した3年生株を用い、窒素施用量を10kg/10aとして窒素の施用時期を変えた試験を2007年に実施した。

表1 本試験に供した肥料

肥料名	窒素含有率 (%)	材料及び特性	本試験における略称
リンドウ・トルコギキョウ専用S826	8	窒素成分内訳：尿素及び有機態窒素（50%）、LPコート140（50%）	826
粒状ジャンプ067号	10	化成肥料及び有機質肥料	067
エムコートL30	41	被覆尿素肥料（リニア型）、80%溶出日数約30日	L30
エムコートL40	41	被覆尿素肥料（リニア型）、80%溶出日数約40日	L40
エムコートS60H	41	被覆尿素肥料（シグモイド型）、80%溶出日数約60日（うち溶出抑制期間約25日）	S60

80%溶出日数：地温25℃で窒素成分の80%が溶出するおおよその日数。

試験区は、窒素を826で4月2日に全量施肥した区（以下、1回施肥区）、窒素を826で4月2日に4割、067で4月26日に6割分施した区（以下、4月分施肥区）、窒素を826で4月2日に4割、067で5月25日に6割分施した区（以下、5月分施肥区）の3区を設けた（表2）。

試験規模は1区14株の2反復とし1区当たり7株（2反復）を調査対象とした。

切り花調査は、草丈60cm以上の花茎を地際から10cmのところまで切り取り、切り花長、切り花重、葉長、節数、茎径、花段数を測定した。

植物体窒素分析は、株ごとにまとめた切り花を花蕾、葉、茎に分別して試料とした。試料は、80℃の通風乾燥機で3日間乾燥した後粉碎した。この試料に含まれる硝酸態窒素をCataldoの方法¹⁵⁾により分析した結果、硝酸態窒素含量は側芽発生期、着蕾期及び開花期のいずれにおいても0.1mg/kg未満と極めて微量であったことから、硝酸態窒素の存在は無視し、硫酸-過酸化水素水による湿式分解を行いケルダール法¹⁵⁾により窒素含有率を分析した。

B 試験2（肥効調節型窒素肥料の組合わせ 2008年）

2007年6月11日にセル苗を床幅70cm、通路70cm、株間20cm、条間30cm、2条で定植し、4週間後にジベレリン100ppm水溶液を茎葉処理して養成した2年生株を用い、窒素施用量を10kg/10aとして、窒素溶出パターンの異なる肥効調節型肥料の組み合わせにより最適な窒素溶出時期について検討した。

試験区は、2008年に窒素を826で4月7日に4割、067で5月21日に6割分施した区（以下、分施肥区）、L30を6割、S60を4割配合した肥料を4月7日に全量施肥した区（以下、全量春肥A区）、L40を5割、S60を5割配合した肥料を4月7日に全量施肥した区（以下、全量春肥B区）及び無窒素区の4区を設けた（表3）。

全量春肥Aでは窒素溶出が側芽発生期から一定量になること、全量春肥Bでは窒素溶出のピークが着蕾期以降になることを目標に配合割合を決定した。

施肥は床面に施し、敷きわらマルチを行った。試験

規模は1区2.3m² 34株の3反復とした。

生育調査は、1区当たり10株（3反復）を対象に行い、生育量がほぼ最大となった9月5、8、9日に総茎立数及び草丈65cm以上で花段数が3段以上の茎の草丈、花段数、側枝数、茎数を測定した。

植物体窒素分析は、1区当たり2株の地上部を地際より採取したものと生育調査後の株から1株あたり草丈が上位3、4位の2本の切り花を採取したもの（1区当たり20本）をまとめて乾燥・粉碎し、ケルダール法¹⁵⁾により実施した。この植物体窒素分析は3反復で実施した。

また、2008年に上記試験とは別に、リンドウを植栽した同ほ場内でL30、L40及びS60の肥効調節型肥料の埋設試験を行い、窒素溶出率を経時的に調査した。方法は、肥料を床面に施す実際の施肥状況と近似した環境が得られるように、4月7日に肥料をナイロン繊維シートで作成した袋に入れ床面から深さ1cmに埋設して、4月15日～8月26日まで10～30日間隔で7回試料を袋ごと採取し残存量を分析した。埋設試験は2反復とした。

埋設前の土壌条件はpH5.6、EC 0.12mS/cm、無機態窒素量はアンモニア態窒素0.07mg/100g乾土、硝酸態窒素0.39mg/100g乾土であった。地温は床面から深さ10cmのところを測定し、降水量は所内の観測装置のデータを使用した。

C 試験3（肥効調節型窒素肥料の施肥量 2009～2010年）

2009年及び2010年に肥効調節型肥料を使用した場合における窒素施用量の検討を行った。

供試株として、2007年6月11日及び2008年5月29日にセル苗を床幅70cm、通路70cm、株間20cm、条間30cm、2条で定植し、4週間後にジベレリン100ppm水溶液を茎葉処理し養成した株を、2009年から2か年継続して使用した。

試験区は、L30を6割、S60を4割の配合割合とした肥効調節型肥料を使用して、窒素施用量を10、8、6kg/10aとする区及び無窒素区を設けた。

表2 窒素の施肥時期及び施肥量
(試験1 2007年) (kg/10a)

区名	施肥時期 (供試肥料)		
	4月2日 (826)	4月26日 (067)	5月25日 (067)
1回施肥	10	-	-
4月分施	4	6	-
5月分施	4	-	6

表3 肥効調節型窒素肥料の組み合わせ (試験2 2008年)

区名	供試肥料 (窒素比率)	窒素施用量 (kg/10a)		想定される最大 窒素溶出時期
		4月7日	5月21日	
分施	826 + 067 (4:6)	4	6	4月下旬～6月下旬
全量春肥A	L30 + S60 (6:4)	10	-	4月下旬以降
全量春肥B	L40 + S60 (5:5)	10	-	6月下旬以降
無窒素	-	-	-	-

最大溶出時期:2007年会津地域研究所ほ場気温により推定。

2009年は4月2日、2010年は4月1日に肥料を床面に全量施用し敷きわらマルチを行った。

試験規模は、定植年ごとに1区2.3m² 34株の3反復とした。

生育調査は、2009年では1区当たり12株（3反復）、2010年では1区当たり6株（3反復）の全茎を対象に行った。側芽発生期、着蕾期に草丈、茎径を調査し、開花期（最大生育期：株の全茎の頂花が満開状態）には草丈、花段数、側枝数、茎径を測定した（表4）。茎径は、地際より3cmの高さで長径を測定した。3、4年生株では側芽発生期生育調査後に弱小茎の芽整理を実施した。

乾物重の測定は、第1報で有効性を確認した以下の手法¹⁰⁾を用いた。

区の生育調査株の生育指数（GI：平均草丈（cm）×平均茎径（cm）×株当たり茎数）を測定して1次標本のGIとし、全伐した株を2次標本として乾物重とGIを測定した。次いで（試験区の株当たりの乾物重＝2次標本の乾物重/2次標本のGI×1次標本のGI）により試験区の株当たりの乾物重を求め、a当たり700株植栽としてm²当たりの乾物重を算出した。

植物体窒素分析は、側芽発生期、着蕾期、開花期に株齢ごとに1区あたり2株（3反復）の地上部を地際より採取し、株ごとにまとめて乾燥・粉碎しケルダール法¹⁵⁾により実施した。

3 試験結果

(1) 試験1（窒素の分施肥時期 2007年）

部位別の窒素含有率は、葉では3%前後、茎では0.55%程度であり区間に有意差は認められなかったが、花蕾の窒素含有率は5月分施肥区で最も高くなった（表5）。

切り花の品質は、葉長を除き、切り花長、切り花重、節数、茎径、花段数において4月分施肥区及び5月分施肥区で1回施肥区より有意に優れた（表6）。

切り花の規格別割合については、70規格（長さ70cm、花段数4段以上）以上の割合が、5月分施肥区＞4月分施肥区＞1回施肥区の順に高くなった（図1）。

(2) 試験2（肥効調節型窒素肥料の組合わせ 2008年）

窒素含有率は、株の地上部全体では分施肥区が1.72%と有意に高く、続いて全量春肥B区と全量春肥A区が1.5%程度でほぼ同等で、無窒素区が1.38%で最も低かった（表7）。切り花では分施肥区と全量春肥A区が1.55%程度でほぼ同等となり、全量春肥B区と無窒素区で低い傾向が認められた（表7）。

地上部の生育では、草丈、側枝数は全量春肥B区と無窒素区で低い傾向であった（表8）。

開花時の規格別茎数では、80規格（長さ80cm、花段数5段以上）以上のものは5月下旬に窒素の最大溶

表4 肥効調節型窒素肥料の施肥量試験における生育調査時期（試験3）

試験年次	株齢	調査日		
		側芽発生期	着蕾期	開花期（最大生育期）
2009年	2年生	5月8日	6月22、23、24日	8月25、26、27日
	3年生	5月12、13、14日	6月28、29、7月2日	9月7、8、9日
2010年	3年生	5月11、12日	6月21、22日	8月27、30、31日
	4年生	5月12、13、14日	6月25、28日	8月24、25日

表5 窒素の施肥時期と部位別窒素含有率（試験1 2007年）

試験区	部位別窒素含有率（%）		
	花蕾	葉	茎
1回施肥	1.66 b*	2.97	0.53
4月分施	1.77 ab	2.95	0.55
5月分施	1.88 a	3.05	0.55

供試品種：リンドウ「ふくしまみやび」。3年生株。n=14。
*Tukeyの多重比較により、異符号間に5%水準で有意差あり。

表6 窒素の施肥時期と切り花品質（試験1 2007年）

試験区	切り花長 (cm)	切り花重 (g)	葉長 (cm)	節数 (節)	茎径 (mm)	花段数 (段)
1回施肥	66.1 b*	33.2 b	6.1	18.0 b	4.1 b	5.6 b
4月分施	70.2 a	41.4 a	6.4	19.5 a	4.6 a	6.0 a
5月分施	72.4 a	40.6 a	6.4	19.6 a	4.6 a	6.4 a

供試品種：リンドウ「ふくしまみやび」。3年生株。
*Tukeyの多重比較により、異符号間に5%水準で有意差あり。

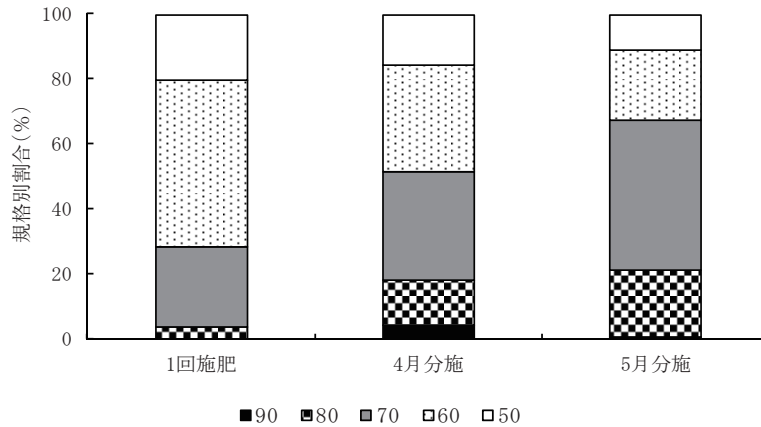


図1 窒素の分施肥時期の違いと切り花の規格別割合 (試験1 2007年)

規格：福島県青果物標準出荷規格リンドウ階級区分による
 90 (長さ90cm花段5以上)、80 (長さ80cm花段5以上)、70 (長さ70cm花段4以上)、
 60 (長さ60cm花段3以上)、50 (規格外)

出が見込まれる分施肥区と全量春肥A区ではほぼ同等となり、全量春肥B及び無窒素区を上回った (図2)。

地温及び降水量については、ほ場の地表下10cmの日平均地温は4月1日では5℃程度であったが、6月下旬以降に20℃を超えた。日降水量は4月では18日に5月では20日に20mm程度、6月では上旬に10mm程度と29日に30mm程度の降雨があった以外ほとんど

なく、7月では12日及び14日に20mm程度、8月では19日に50mm程度の降雨があったが、7月27日から8月15日まではわずかであった (図3)。

図4に試験ほ場に4月7日に埋設したL30、L40、S60の溶出率の推移を示した。累積窒素溶出率は、L30では約80日、L40では約100日で80%となり、4月の溶出はやや緩慢であったものの地温の上昇とともに

表7 肥効調節型窒素肥料の組合わせと窒素含有率 (試験2 2008年)

試験区	窒素含有率 (%)	
	株 (地上部全体)	切り花
分施	1.72 a*	1.58 ± 0.05
全量春肥A	1.52 b	1.55 ± 0.08
全量春肥B	1.54 b	1.46 ± 0.05
無窒素	1.38 c	1.38 ± 0.11

供試品種：リンドウ「ふくしまみやび」。2年生株。株はn=6、切り花はn=3。±の右記は標準偏差。
 *Tukeyの多重比較により、異符号間に5%水準で有意差あり。

表8 肥効調節型窒素肥料の組合わせとリンドウ2年生株の生育 (試験2 2008年)

試験区	草丈65cm以上花段3段以上				総茎立数 (本/株)
	草丈 (cm)	花段数 (段)	側枝数 (本)	茎数 (本/株)	
分施	86.5±1.9	5.5±0.3	4.7±0.3	10.9±0.2	13.8±1.0
全量春肥A	88.1±2.4	5.6±0.2	4.2±0.5	10.7±0.6	15.2±0.7
全量春肥B	85.3±0.3	5.4±0.1	3.6±0.5	10.8±0.7	15.6±0.5
無窒素	85.0±2.0	5.4±0.1	3.9±0.4	9.5±0.1	13.5±0.4

供試品種：リンドウ「ふくしまみやび」。9月5、8、9日調査。±の左記は平均値を、右記は標準偏差を示す (n=3)。Tukeyの多重比較により非有意。

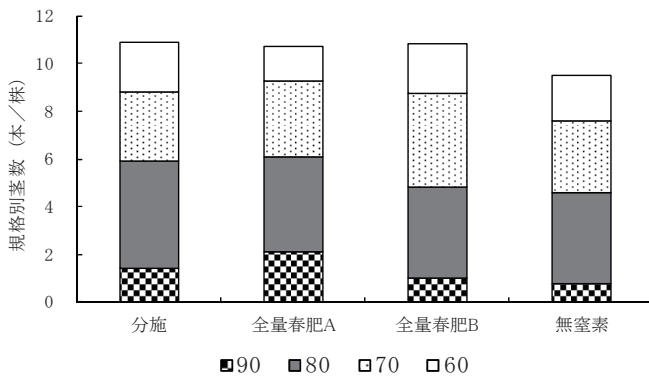


図2 肥効調節型窒素肥料の組合わせと2年生株の規格別茎数 (試験2 2008年)

規格：福島県青果物標準出荷規格リンドウ階級区分による90 (長さ90cm花段5以上)、80 (長さ80cm花段5以上)、70 (長さ70cm花段4以上)、60 (長さ60cm花段3以上)

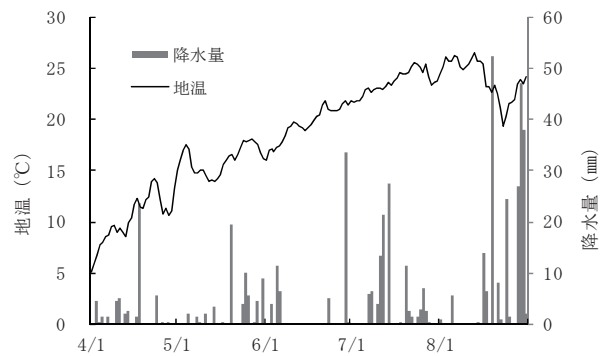


図3 日平均地温と日降水量の推移 (2008年) 会津地域研究所ほ場 (地表下10cm)。

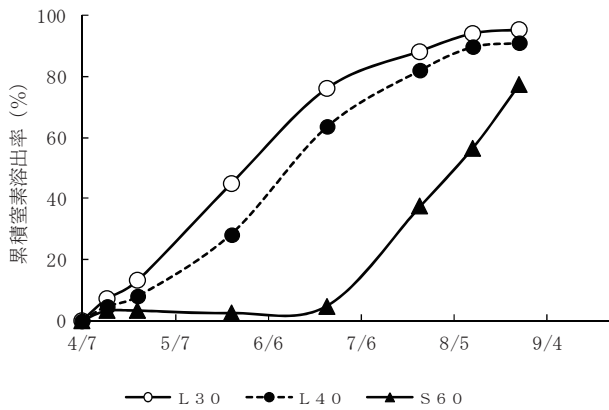


図4 肥効調節型窒素肥料の累積窒素溶出率の推移 (試験3 2008年)
会津地域研究所ほ場

ほぼ直線的に溶出した。S60は6月25日頃までは溶出が抑制されたが、6月25日頃から約60日間で約80%が直線的に溶出しており、肥料特性と一致することが確認された。

この結果から、肥料の組合わせによる試験区ごとの期間別の窒素溶出率を図5に示した。窒素溶出率は当初の想定どおり、全量春肥Aでは4月25日から8月25日までほぼ一定となり、全量春肥Bでは6月下旬の着蕾期以降がピークとなった。

(3) 試験3 (肥効調節型窒素肥料の施肥量 2009~2010年)

試験ほ場における地表下10cmの日平均地温は、2010年では4~5月における地温の変化が大きく、特に4月中旬の地温が低かった(図6)。日平均地温が20℃を超えた日は、2010年では6月11日であったが、2009年では6月21日となり、2009年では6月中旬以降の地温が2010年より低く経過した。

肥効調節型窒素肥料の施肥量と株齢の違いによる窒素含有率は、表9に示すように、2009年の2年生では側芽発生期が2.94~3.04%、着蕾期が1.44~1.55%とほぼ半分に低下し、開花期が1.49~1.51%とほぼ横ばいであった。2010年の3年生では、側芽発生期が3.43~3.74%、着蕾期が1.87~1.96%、開花期が1.47~1.63%でいずれも2009年の2年生よりやや高かった。2010年の4年生では、側芽発生期が3.34~3.57%、着蕾期が1.69~1.79%、開花期が1.31~1.47%で同年の3年生よりはやや低く、2009年の3年生よりはやや高い傾向にあった。また、窒素施肥量の違いをみると、2009年、2010年ともに3年生では6kg区の着蕾期がやや低く、4年生では8kg区と6kg区で着蕾期と開花期の窒素含有率が低下する傾向が認められた。無窒素区の窒素含有率を各施肥区と比較して、有意に窒素含有率が高

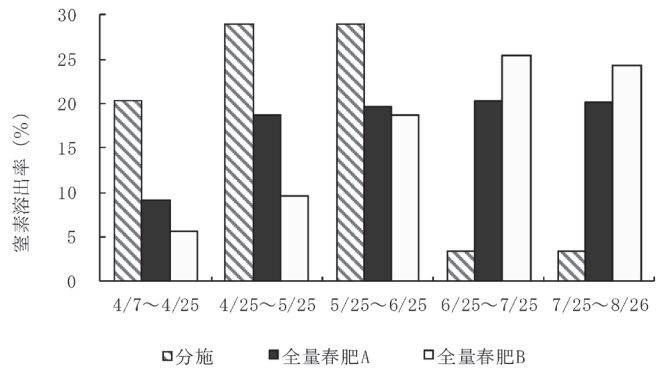


図5 肥効調節型窒素肥料の組合わせと期間別窒素溶出率 (試験5 2008年)

L30、L40、S60は会津地域研究所ほ場実測値による。826、067は窒素溶出シミュレーション、カタログ等から算出。

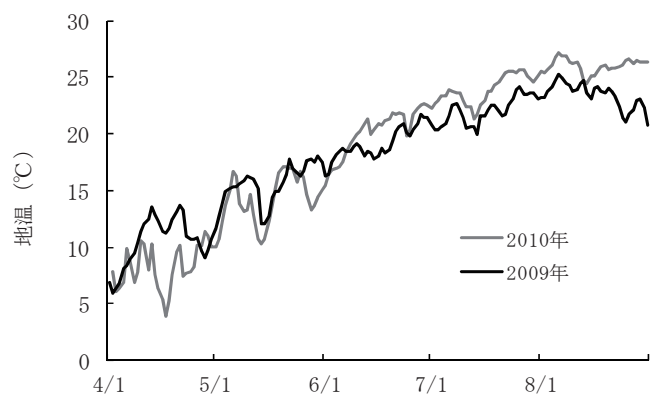


図6 試験ほ場の日平均地温の推移 (試験3)
会津地域研究所ほ場 (地表下10cm)

かった窒素施肥量と生育期の組み合わせは半数未満にとどまり、無窒素で株齢が上がっても比較的高い窒素含有率に維持されたことが特徴的であった。

地上部の窒素吸収量の推移を図7に示した。窒素吸収量を側芽発生期-着蕾期-開花期の順に示すと、2年生では4-8-14 (g/m²)、3年生では8-12-18 (g/m²)、4年生では9-13-16 (g/m²)程度であった。3年生の窒素吸収量は、各時期ともに2年生の窒素吸収量を4g/m²上回ったが、4年生の窒素吸収量との差は小さかった。

無窒素区の窒素吸収量を土壌窒素吸収量として、施肥区の窒素吸収量を土壌窒素吸収量と施肥窒素吸収量とに分けてみると、3年生の開花期における窒素吸収量は施肥窒素由来が約4g/m²、土壌窒素由来が約14g/m²となり、土壌窒素に対する依存度が大きいことが明らかとなった。

本試験ほ場におけるリンドウの生育は、「ふくしまみやび」の品種特性¹⁴⁾がよく現れており、良好であった。

肥効調節型肥料を用いて窒素施肥量を減らした場合

の生育期間中の草丈及び茎径は、2～4年生のいずれの株齢でも施肥区間に有意な差は認められなかった。株齢ごとの生育期別のGIは、2年生から3年生にかけて大きく増大したが、3年生から4年生にかけての増加程度は小さかった(図8)。生育時期ごとのGIは、側芽形成期から着蕾期にかけて増大し、着蕾期から開花

期までは緩やかに増加した(図8)。

表10に開花期における草丈65cm以上花段3段以上の花茎の草丈、花段数、側枝数、茎径、茎数について示した。いずれの株齢においても窒素施用量による有意差は認められなかった。この花茎の草丈と花段数は、3年生が100.7～105.7cm、5.0～5.7段で最も大きく、

表9 窒素施用量と株齢の違いによる窒素含有率(試験3)

試験年次	株齢	窒素施用量(kg/10a)	窒素含有率(%)								
			側芽発生期			着蕾期			開花期		
2009	2年生	10	2.94	±	0.14	1.44	±	0.08	1.49	±	0.09
		8	3.01	±	0.13	1.55	±	0.24	1.49	±	0.11
		6	3.04	±	0.10	1.55	±	0.15	1.51	±	0.12
		無窒素	2.85	±	0.12	1.37	±	0.13	1.37	±	0.12
	3年生	10	2.55	±	0.35	1.76	±	0.27 *	1.31	±	0.07
		8	2.57	±	0.25	1.76	±	0.31 *	1.29	±	0.15 *
		6	2.42	±	0.37	1.63	±	0.24	1.30	±	0.12 *
		無窒素	2.38	±	0.23	1.33	±	0.09	0.99	±	0.08
2010	3年生	10	3.45	±	0.23	1.96	±	0.17	1.63	±	0.09
		8	3.74	±	0.43 *	1.95	±	0.12	1.47	±	0.12
		6	3.43	±	0.13	1.87	±	0.08	1.55	±	0.16
		無窒素	3.33	±	0.19	1.70	±	0.14	1.44	±	0.06
	4年生	10	3.34	±	0.19 *	1.79	±	0.28 *	1.47	±	0.12 *
		8	3.57	±	0.21 *	1.69	±	0.14	1.31	±	0.20
		6	3.38	±	0.43 *	1.69	±	0.25	1.32	±	0.20
		無窒素	2.51	±	0.27	1.40	±	0.19	1.02	±	0.07

供試品種：ふくしまみやび。
肥効調節型肥料(エムコートL30+エムコートS60H配合比6:4)を使用。
n=6。±の右記は標準偏差。*はt検定により無窒素と比較しP値0.05≧。

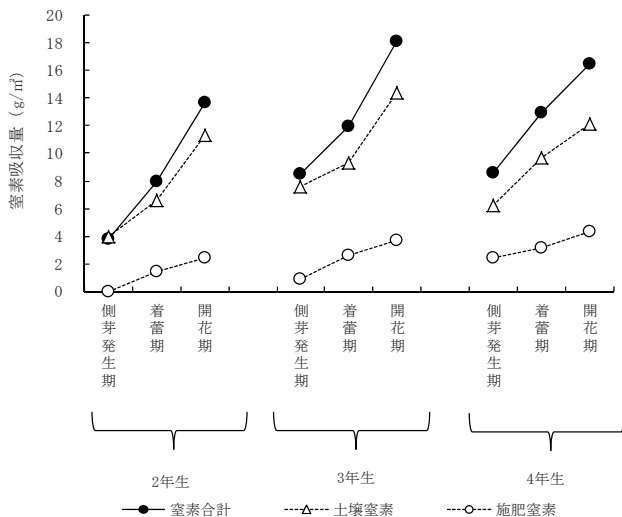


図7 リンドウの株齢と生育時期別の窒素吸収量の推移(試験3 2008年)

2年生:2009年、3年生:2009年、2010年平均、4年生:2010年調査。
供試品種：リンドウ「ふくしまみやび」。
無窒素区の窒素吸収量を土壌由来窒素として、差引きにより施肥窒素吸収量を算出した。

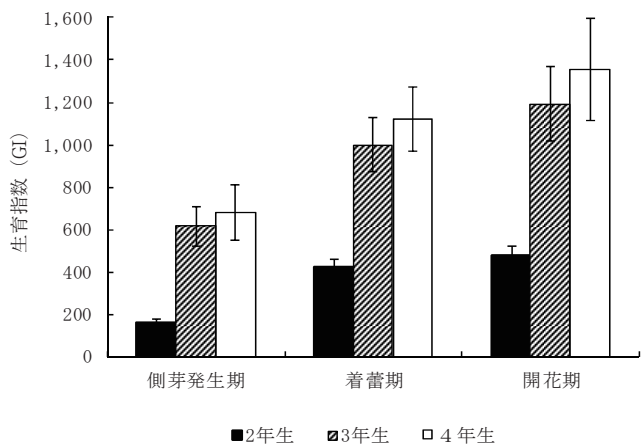


図8 リンドウの株齢と生育時期別の生育量(GI)の推移(試験3)

2年生2009年、3年生2009、2010年平均、4年生2010年調査。
生育指数(GI)=草丈(cm)×茎径(cm)×茎数
供試品種：リンドウ「ふくしまみやび」,n=9。エラーバーは標準偏差。

4年生では97.6~106.8cm、4.1~4.5段とやや低下した。総茎立数は、株齢とともにほぼ倍増し、6kg区ではやや減少する傾向がみられた。

開花時の規格別割合については、2年生及び4年生では窒素施用量が少ない区において80規格（長さ80cm、花段数5段以上）以上の割合が高まったが、3年生では8kg区でやや高い傾向を示した（図9）。

4 考察

(1) 窒素吸収特性

花きにおいて窒素施肥の根拠とするための窒素吸収量の測定結果が記載された報告は少なく、リンドウでは2、3の報告例があるに過ぎない。岩手県の試験研究成果をみると、早生種「マシリィ」の窒素吸収量と花段数には正の相関があり、花段数4.5段以上を確保するためには、13kg/10a以上の窒素吸収量が必要であることを報告⁷⁾している。高濱らが行った経年的調査では、「スカイブルーながの」の窒素吸収量の最大値は、

表10 窒素施用量の違いによるリンドウ2、3、4年生株の開花期の生育（試験3）

試験年次	株齢	窒素施用量 (kg/10a)	草丈65cm以上花段3段以上				茎数 (本/株)	総茎立数 (本/株)
			草丈 (cm)	花段数 (段)	側枝数 (本)	茎径 (mm)		
2009	2年生	10	81.6 ± 3.3	5.1 ± 0.1	6.2 ± 0.7	5.1 ± 0.2	10.4 ± 1.1	15.0 ± 2.0
		8	83.6 ± 0.6	5.2 ± 0.3	6.5 ± 1.0	5.1 ± 0.3	9.7 ± 1.3	13.5 ± 1.9
		6	84.2 ± 2.4	5.4 ± 0.0	6.6 ± 0.3	5.2 ± 0.2	9.6 ± 0.7	12.8 ± 0.5
	3年生	10	102.4 ± 2.8	5.0 ± 0.2	1.1 ± 0.3	5.7 ± 0.4	15.2 ± 3.1	26.9 ± 4.6
		8	105.7 ± 1.7	5.2 ± 0.5	1.2 ± 0.1	5.8 ± 0.1	14.6 ± 5.5	25.6 ± 4.6
		6	102.5 ± 1.0	5.1 ± 0.5	1.2 ± 0.4	5.8 ± 0.2	14.4 ± 2.2	24.6 ± 3.9
2010	3年生	10	100.7 ± 4.0	5.6 ± 0.2	2.6 ± 0.5	5.6 ± 0.2	14.0 ± 2.8	34.7 ± 5.6
		8	103.4 ± 1.8	5.7 ± 0.5	3.4 ± 0.2	5.8 ± 0.3	14.1 ± 0.6	32.4 ± 6.6
		6	104.5 ± 8.4	5.7 ± 0.5	3.3 ± 0.8	5.7 ± 0.3	14.8 ± 2.3	36.5 ± 8.0
	4年生	10	97.6 ± 6.8	4.1 ± 0.6	1.5 ± 0.3	5.5 ± 0.1	15.5 ± 3.4	47.5 ± 6.1
		8	106.8 ± 3.2	4.4 ± 0.2	1.9 ± 0.4	5.9 ± 0.4	14.7 ± 5.2	47.4 ± 9.6
		6	98.5 ± 9.5	4.5 ± 0.3	1.8 ± 0.4	6.0 ± 0.3	13.7 ± 6.6	40.3 ± 5.8

肥効調節型肥料（エムコートL30+エムコートS60H配合比6:4）を使用。

2009年：2年生株8月25、26、27日3年生株9月7、8、9日調査。2010年：3年生株8月27、30、31日4年生株8月24、25日調査。

供試品種：リンドウ「ふくしまみやび」。n=3。±の右記は標準偏差。Tukeyの多重比較により非有意。

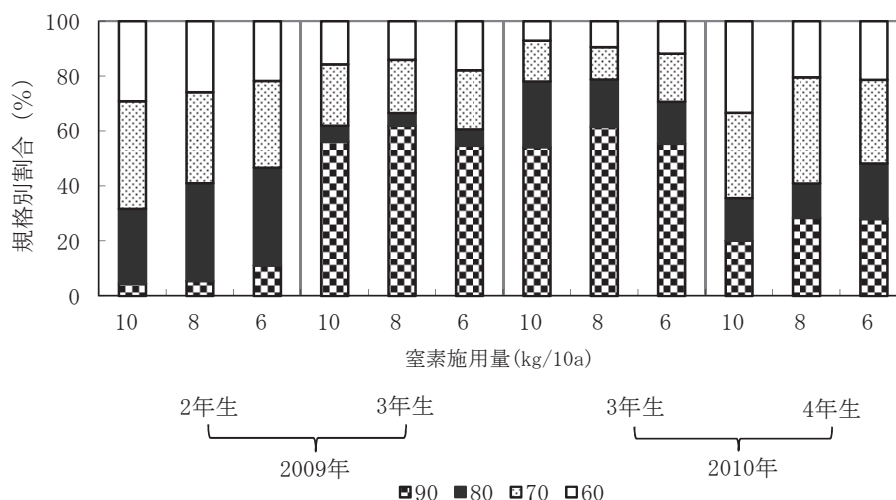


図9 窒素施用量と株齢の違いによる規格別割合（試験3）

規格（草丈65cm花段3段以上を対象）：90（長さ90cm花段5以上）、80（長さ80cm花段5以上）、70（長さ70cm花段4以上）60（長さ60cm花段3以上）。供試品種：リンドウ「ふくしまみやび」

定植2年目では約13kg/10a、3年目では約22kg/10a、4年目では約15kg/10aであったと報告¹³⁾している。

本試験における開花期の窒素吸収量は、2年生では約14g/m²、3年生では約18g/m²、4年生では約16g/m²であり、先行研究と類似した結果となった。2年生より3年生で窒素吸収量が増加したが、3年生と4年生では明瞭な差が認められなかった。これは、2年生では、株が大きく成長する過程にあるが、3年生では株の成長がほぼ限界に達して安定成長期に入るためと考えられる。図7から、各株齢において側芽発生期から着蕾期、着蕾期から開花期にかけて直線的に窒素吸収量が増加しており、リンドウを健全に生育させるためには、側芽発生期から開花期まで窒素吸収が停滞することなく持続することが重要と考えられた。

本試験においては、土壌窒素の吸収に大きく依存していることが特徴的であった。本試験ほ場に隣接した水田の分析結果によると、全窒素、窒素無機化量はともに高く窒素肥沃度が高いことが確認されており³⁾。今回のリンドウの施肥試験においても土壌に由来する窒素が多く供給されたことが推察された。会津盆地には阿賀川近くの氾濫平野に分布する砂礫質土壌や砂質土壌を除き、広く肥沃度の高い水田が分布しており⁴⁾、このような肥沃土の高いほ場においてリンドウを栽培すると、施肥窒素を削減することが可能と考えられた。

(2) 窒素施肥法

本試験では、4月上旬に窒素成分で4kg/10aの春肥を施したリンドウ早生種に対して、5月下旬に6kg/10aの分施することにより、切り花の上位等級率が高まる結果となった。

小林によると、リンドウの花芽分化は展開葉節が18~20節に伸長した頃から開始する⁸⁾としており、これまでの本県の試験結果からは、早生リンドウの花芽分化期は5月中旬から6月上旬で側芽発生期とほぼ一致すると考えられている。

これらのことから、この時期の肥効が花蕾の発達に関与すると推察された。

高濱らは、北海道で「スカイブルーながの」を用いた2年目以降の施肥について、窒素を4月に10kg/10a、6月に5kg/10a施用した場合、採花後の追肥や増肥は不要であることを報告¹³⁾している。本試験では高濱らの試験より春肥と分施の時期がやや早いですが、春肥から分施までの間隔と分施の窒素施用量はほぼ一致していた。

5月から8月の窒素の溶出がほぼ一定になるように配合した肥効調節型肥料と、6月から8月に窒素の溶出量が増加するように配合した肥効調節型肥料を供試

した結果、草丈、花段数、側枝数において前者が優れたことから、図7に示した窒素吸収パターンに適合するのは、5月から8月の窒素の溶出がほぼ一定になる肥効調節型肥料であると考えられた。また、切り花の上位等級率において、5月下旬に窒素6kg/10a分施した場合と同等以上の品質が得られたことから、生育に合致した溶出パターンであると考えられた。

奥村らは、被覆肥料の溶出に及ぼす土壌の種類や降水量（土壌水分）の影響は小さく地温からおおよその窒素溶出率を予測できると報告⁹⁾しているが、本試験において使用した肥効調節型肥料については想定どおりの窒素溶出結果となり、露地リンドウ栽培にも適応できると考えられた。

5月から8月の窒素の溶出がほぼ一定になるようにL30とS60を6:4で配合した肥効調節型肥料を使用し、春肥1回施肥の窒素施用量を減らした場合の生育量及び切り花品質について検討した結果、窒素8kg/10a施用は10kg/10a施用と生育及び切り花品質において同等の結果が得られ、減肥が可能と判断された。

一方、岩手県で実施した早生種「マシリィ」に対する施肥法の検討では、品質に優れた切り花を得るためには20kg/10aの施肥量が必要⁷⁾としている。この違いは、本試験が肥沃な会津盆地の水田転換畑で実施され土壌に由来する窒素吸収量が多かったことによるものと考えられた。

大塚は、リンドウの施肥の目安は10~20kg/10aの範囲が良いが、根が浅くて多肥により痛みやすく株の寿命が短くなるため、地力に応じて控える必要がある¹¹⁾としている。本試験の結果からも、窒素施肥量の決定に際しては、ほ場の窒素肥沃度を考慮して減肥することが重要であると考えられた。

5 摘 要

福島県育成早生リンドウ「ふくしまみやび」を用いて、露地栽培における定植2年目以降の窒素吸収の実態を調査するとともに、品質の高い切り花が得られる窒素施肥法について検討した。

- (1) 窒素吸収量は側芽発生期から開花期まで直線的に増加し、開花期の窒素吸収量は、2年生では約14g/m²、3年生では約18g/m²、4年生では約16g/m²であった。
- (2) 4月上旬の全量春肥による窒素10kg/10aの施肥と比較して、春肥を4kg/10aとし5月下旬に6kg/10aを分施することにより切り花品質が向上した。
- (3) 窒素溶出が着蕾期以降に増加する肥効調節型肥料

と比較して、側芽発生期から一定量溶出する肥効調節型肥料によりリンドウの草丈と花段数が増加した。

- (4) 窒素肥沃土の高い会津盆地の水田転換畑で本試験を実施した結果、土壌由来窒素の吸収量が多く、側芽発生期から一定量溶出する肥効調節型肥料を使用した春肥1回施肥において、窒素施用量を8kg/10aまで減肥することが可能であった。

謝 辞

本試験の実施にあたり、被覆肥料の埋設試験に御協力いただいた元三菱化学アグリ(株)高橋信夫氏、ほ場の管理を担当された渡邊康雄氏をはじめ、生育調査や分析等に御協力いただいた多くの皆様に感謝いたします。

引用文献

- 1) 阿部潤・西村林太郎.2001.ジベレリン利用によるリンドウの株養成促進技術.東北農業研究54:233-234.
- 2) 土居典秀.2005.暖地におけるエゾ系リンドウの生育に及ぼすジベレリン処理の効果.園芸学会雑誌別冊74(2):670.
- 3) 福島県農業試験場.1988.土壌保全対策事業成績書:80-81.
- 4) 福島県.1978.地力保全基本調査総合成績書:136-137.
- 5) 福島県農業試験場.1991.平成2年度花き試験成績概要集:178-179.
- 6) 葉上恒寿・高橋好範・佐々木洋一・多田勝郎.2008.リンドウ株養成時の省力的な施肥法の開発 第2報 肥効調節型肥料を用いた定植2年目(株養成期間)の生育.土肥要旨集54:148.
- 7) 岩手農研セ.2006.りんどうの露地栽培における養分吸収の実態と窒素施肥法.平成17年度試験研究成果書
- 8) 小林隆.1994.農業技術体系花卉編9:509-512.
- 9) 奥村正敏・三木直倫・美濃健一・長谷川進・林哲央.1999.北海道における被覆肥料の窒素溶出特性.北海道立農試集報76:9-15.
- 10) 大竹真紀・佐藤紀男.2012.露地リンドウの施肥改善のための研究 第1報 生育指数(GI)と乾物重の関係.福島県農業総合センター研究報告4:59-64.
- 11) 大塚文夫.1972.リンドウの三要素施肥量に関する試験.長野県園芸試験場報告10:20-24.
- 12) 佐藤喬・新毛晴夫・多田勝郎・島輝夫・田村和彦.1998.肥効調節型肥料によるリンドウ基肥1回施肥.東北農業研究51:259-260.
- 13) 高濱雅幹・藤倉潤治・藤田寿雄・高宮泰宏・堀田治邦・加藤俊介・桃野寛・兼平修・田丸誠.2006.リンドウの育苗法と施肥法の改善,および半促成作型の導入効果.北海道立農試集報90:71-75.
- 14) 遠山芳弘・遠藤亮子.2001.平成13年度福島県農業試験場試験成績概要:63-64.
- 15) 財団法人日本土壌協会.2001.作物体分析法.土壌機能モニタリング調査のための土壌、水質及び植物体分析法:247-255.