

## リンドウの花弁に発生する着色不良症状の発生要因と対策の方向性

矢島 豊<sup>1</sup>・鈴木安和<sup>1</sup>・山口繁雄<sup>2</sup>・宗方宏之<sup>1</sup>・矢吹隆夫<sup>1</sup>

Elucidation of the Causes of Failure of the Coloring  
of Petal and Direction of Measures in Gentian

Yutaka YAJIMA<sup>1</sup>, Yasukazu SUZUKI<sup>1</sup>, Sigeo YAMAGUCHI<sup>2</sup>  
Hiroyuki MUNAKATA<sup>1</sup> and Takao YABUKI<sup>1</sup>

### Abstract

This study was conducted for the purpose of development of measures and elucidation of the factors that cause failure of the coloring of petal in gentian. It was found that the failure is caused by the heat of the time to petal extract. Environmental conditions that increase the risk of failure in stage sensitive to high temperatures have been estimated. 60% shading was effective in reducing symptoms. However, there was a change in the effect due to differences in the method, there is a need for improved shielding method. High-temperature sensitivity was considered for varietal difference is large, the change of cultivars is going to be an effective measure to reduce the failure.

Key words : gentian, petal, failure

キーワード：リンドウ、花弁、障害

## 1 緒言

近年、リンドウの切り花の生産現場において、花卉の着色不良症状が確認される事例が増加しており、栽培及び販売上の問題として顕在化しつつある。具体的な症状は、花卉の中央付近に白色あるいは赤色の着色不良部が生じるものである(写真1)。症状が重度になると着色不良部が円周状に拡大してくびれが生じ、いわゆる「鉢巻き症状」を呈して外観品質が著しく低下する(写真2)。

着色不良症状について、これまで発生状況を詳しく調査した事例はないが、8月から9月に開花する花色が青紫色系の品種で発生が多いことが経験的に分かっている。さらに、リンドウは高山地帯を自生地とする種が多く、比較的生育適温が低い水準の品目であることから、着色不良症状は夏季の高温の影響による生理的な障害であろうと考えられている。しかし、症状を誘発する環境条件やリンドウの生育ステージや品種毎の感受性の相違、さらに対策方法については、ほとんど研究が進んでいないのが現状である。

そこで、本研究では、リンドウの花弁の着色不良症状を引き起こす要因を明らかにすることを目的として、8月から9月の開花品種を対象として症状の発生動向を調査し、気温や日照時間等の環境条件との関連性の解析、高温に対する感受性が高い花蕾発達ステージの検索を行った。また、対策技術の開発の方向性を

得るため、着色不良症状の軽減化に向けた様々なアプローチを試行し、その効果や品種間差についてデータを整理した。

## 2 試験方法

### (1) 試験1：花卉の着色不良症状の発生条件

#### A 試験の目的と概要

花卉の着色不良症状を引き起こす環境条件及び高温感受性の高い花蕾発達ステージを明らかにすることを目的として試験を行った。

8月から9月の開花品種を調査対象として、露地ほ場で栽培中のリンドウ株における着色不良症状の発生動向を調査し、出蕾後の花蕾発達期間における高温遭遇の履歴との関係を解析した。

#### B 試験年次及び場所

試験は、2009,2010年及び2012年に福島県農業総合センター内の露地ほ場で実施した。

#### C 供試株

##### (A) 供試品種

福島県における民間育成の固定品種「尾瀬の輝」及び「尾瀬の青華」、福島県育成のF<sub>1</sub>品種「ふくしまほのか」の3品種を供試した。

##### (B) 株の履歴

供試株は、露地ほ場に定植して慣行に従って栽培した地植え株とした。「尾瀬の輝」及び「尾瀬の青華」



写真1 典型的な花卉の着色不良症状  
(「尾瀬の輝」)

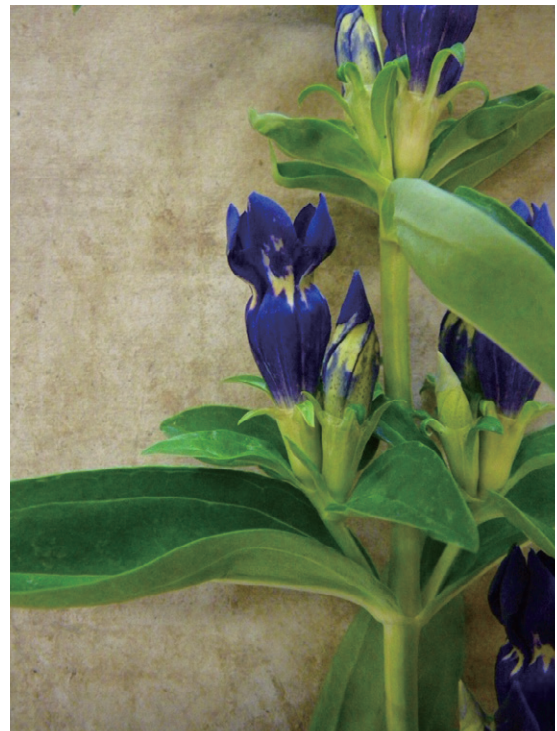


写真2 症状の重度化によりくびれが生じた花卉  
(「尾瀬の輝」)

は、2006年7月5日に定植した4年生株（2009年）、5年生株（2010年）を供試した。「ふくしまほのか」は、2011年5月31日に定植した2年生株（2012年）を供試した。

(C) 栽培管理

萌芽後の芽整理、施肥、かん水、病虫害防除等の一般的な栽培管理は、福島県の慣行に従って実施した。また、試験に関連する処理を除き、試験区間で全て同一の方法で実施した。

D 調査方法

(A) 収穫方法

採花適期（以下、切り前）に達した花茎を地際30cm程度の位置から収穫し、側枝を除去して調査切り花とした。切り前は「頂花の蕾が着色した時点」とし、収穫及び調査は2～3日毎に行った。また、収穫対象は、草丈が概ね90cm以上の花茎とした。

(B) 着色不良症状の発生調査

調査切り花は、着色不良症状が認められる花数及び総着花数を花茎毎に計数した。さらに、花茎内の最大障害程度を記録した。障害程度は、以下の三段階とした（写真3）。

障害程度3（重度）＝着色不良部が花弁面積の3分の1以上

障害程度2（中度）＝3分の1未満

障害程度1（軽度）＝わずかに認められる

(C) 着色不良症状の発生状況の指数化

調査で得られた着色不良症状が認められる花数及び障害程度等の発生状況に関するデータを以下の式により指数化した。

障害花率（％）＝花茎当たり着色不良花数／総着花数×100

障害花茎率（％）＝着色不良花が1花以上ある花茎数／全花茎数×100

障害指数（0～100）＝（Σ障害程度1～3×着色不良花が認められた花茎数）／（最大障害程度3×総花茎数）×100

E 試験規模

試験区の面積は一品種当たり8.0m<sup>2</sup>（うね幅0.8cm×長さ10m）、採植株数は100株とした。

(2) 試験2：遮光・遮熱処理による着色不良症状の軽減の可能性

A 試験の目的と概要

着色不良症状を軽減する対策技術の開発に資する知見の蓄積を目的として試験を行った。

花蕾発達期間において遮光処理あるいは遮熱処理を実施し、植物体への影響及び着色不良症状の軽減効果を調査した。

B 試験年次及び場所

試験は、2010年及び2012年に福島県農業総合センター内の露地ほ場で実施した。

C 供試株

(A) 供試品種

福島県内で民間育成された固定品種「尾瀬の輝」及び「尾瀬の青華」（2010年）、福島県育成のF<sub>1</sub>品種「ふくしまほのか」（2012年）の3品種を供試した。

(B) 株の履歴及び栽培管理

供試株の株齢、履歴及び栽培管理は試験1と同一である。

D 試験区の設定

2010年に、表1に示した試験区の設定により遮光処理と遮熱処理の着色不良症状の軽減効果を評価した（表1）。遮光処理には遮光率が約60%の資材、遮熱処理には遮光率は約20%と低いものの遮熱効果が高い資材を用いた。パイプハウス状に組んだアーチパイプ（高さ約3m×幅5.4m）を用いて、リンドウ株上に供試資材を展張した（写真4）。処理時期は、「尾瀬の輝」では出蕾期、「尾瀬の青華」では出蕾期の35日前に相当する7月1日から開始し、9月21日に終了した。

続いて2012年に、表2に示した試験区の設定により60%遮光処理を行い、遮光期間、面積等の影響を評価した。遮光期間は、出蕾期から花卉抽出期（前半）と



写真3 障害程度別の症状（左から症状なし、軽度、中度、重度、「尾瀬の輝」）



表1 試験区の構成（遮光、遮熱処理の効果、2010年）

試験区	遮光・遮熱処理		
	使用資材 (遮光率)	期間	特徴
遮光	ふあふあ60 (約60%)	7/1~9/21	透過光量を約60%カット
遮熱	明涼20 (約20%)		透過光量を保ちながら主に熱線をカット
無処理	-		-



写真4 遮光・遮熱処理の実施状況（左：60%遮光区、右：遮熱区、2010年）

出蕾期の2週間後から開花始期まで（後半）の2段階とした。南北方向に向いたうねの西側半面が被覆されるように遮光資材を展張した（写真5）。

#### E 調査方法

##### (A) 着色不良症状の発生調査

試験1と同一の方法を用いて着色不良症状の発生状況を調査した。

##### (B) その他の調査

葉面温度は、放射温度計を用いて、陽光面の上位3節目に着生した葉身の表面温度を測定した。供試資材の透光率は、日射計を用いて実測した数値から算出した。

#### F 試験規模

2010年の試験では、試験区の面積は一品種当たり7.2m<sup>2</sup>/区（うね幅0.8cm×長さ9m）とした。採植株数は、遮光区及び無処理区では90株/区、遮熱区では20株/区（他の品種を混植したうねのため）とした。

2012年の試験では、試験区の面積は8.0m<sup>2</sup>/区（うね幅0.8cm×長さ9m）、採植株数は100株/区とした。

### (3) 試験3：高温に対する感受性の品種間差

#### A 試験の目的と概要

着色不良症状に対する耐性の品種間差を把握し、栽

培品種の変更が有効な対策となり得るか確認することを目的として試験を行った。

8月から9月にかけて開花する品種における着色不良症状の発生状況を調査し、高温感受性の品種間差を明らかにした。

#### B 試験年次及び場所

試験は、2012年に福島県農業総合センター内の露地ほ場で実施した。

#### C 供試品種

8月に開花する品種として「ふくしましおん」（2,7年生株）、「尾瀬の輝」（3年生株）、9月に開花する品種として「ふくしまほのか」（2,4年生株）、「尾瀬の愛」（3年生株）、「かせん彼岸」（4年生株）の計5品種を供試した。

#### D 着色不良症状の発生調査

試験1と同一の方法を用いて、露地環境における着色不良症状の発生状況を調査した。調査は概ね5日毎に計5回実施し、1日当たり各10本の花茎を調査した。

#### E 試験規模

試験区の面積は一品種当たり8.0~16.0m<sup>2</sup>（うね幅0.8cm×長さ10m×1~2本）、採植株数は100~200株とした。

表2 試験区の構成（効率的な遮光方法、2012年）

試験区	遮光処理		使用資材 (遮光率)
	方法	時期	
60%遮光 (前半)	南北うねの株上に天	出蕾期～花卉抽出期 (7月8日～8月9日)	ダイオネット (55～60%)
60%遮光 (後半)	頂部から西側に遮光 資材を展張する。	出蕾期2週間後～開 花始期 (7月22日～8 月23日)	
無処理	-	-	-

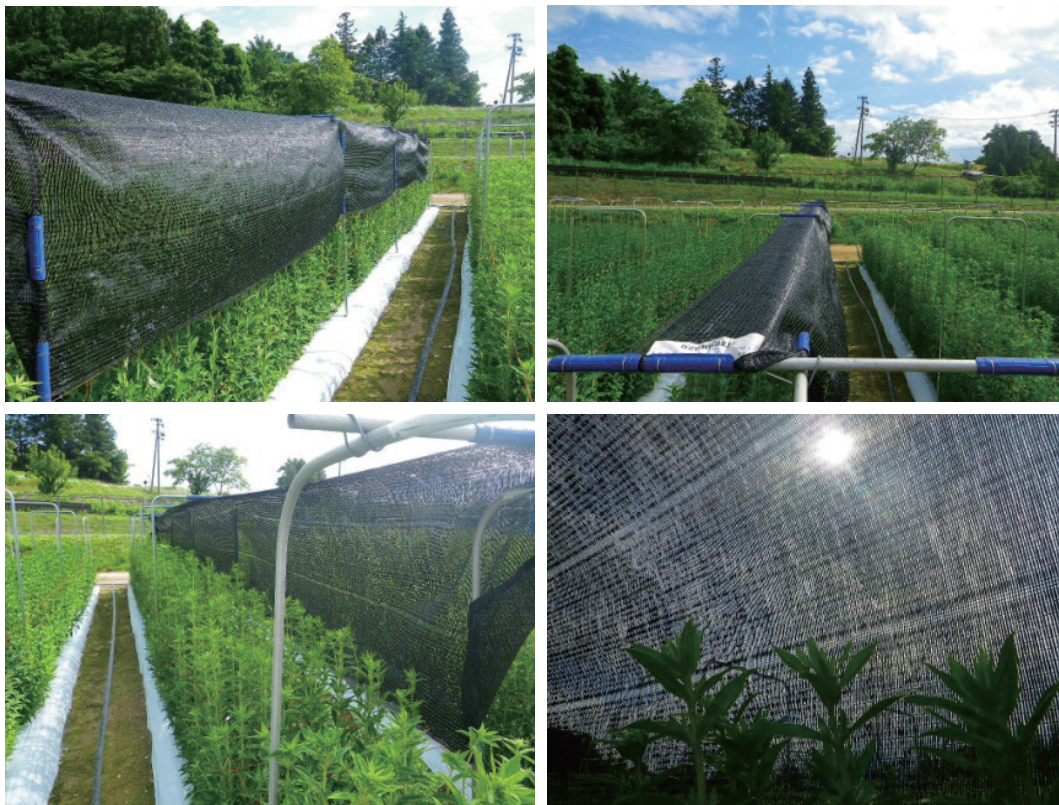


写真5 局所的な遮光処理の実施状況

(左上：うね西側の被覆状況、右上：うね上部の被覆状況、  
左下：うね東側の被覆状況、右下：遮光下の日射状況、2012年)

### 3 試験結果及び考察

#### (1) 試験1

2009年、2010年に「尾瀬の輝」及び「尾瀬の青華」、2012年に「ふくしまほのか」から得られた切り花を用いて、着色不良症状の発生動向を経時的に調査した。

着色不良症状は、発生状況から高温障害であると仮定した場合、出蕾から開花までの花蕾発達期間における高温条件の影響により発生すると考えられる。したがって、着色不良症状の発生動向は、気温の高低や日照時間の増減等の気象条件の推移と近似すると想定し

た。そこで、着色不良症状の発生動向と気象条件の特徴的なピークやその出現間隔が一致する時期を検索し、理論上の着色不良症状の原因日（以下、原因日）の特定を試みた。

2009年における障害花率は、「尾瀬の輝」で8月3日、13日、「尾瀬の青華」で9月4日、15日の計4回の大きいピークが確認された（図1）。ピークの出現間隔は、8月3日から順に10日間、22日間、11日間だった。これに対して、最高気温、最低気温及び日照時間が総じて高い水準だった日は7月15日、26日、8月16日、28日であり、その出現間隔は11日、21日、12

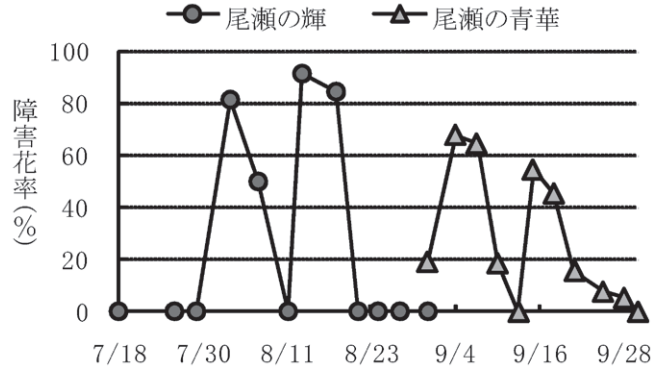


図1 花茎当たり障害花率の日別最高値の推移 (2009年)

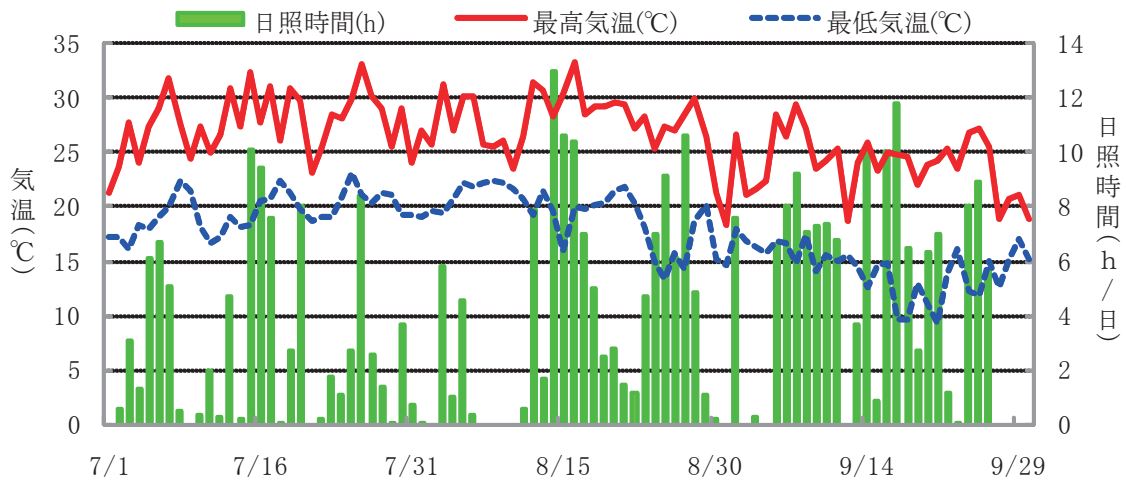


図2 2009年7月～9月の日別気温と日照時間の推移 (AMeDAS郡山)

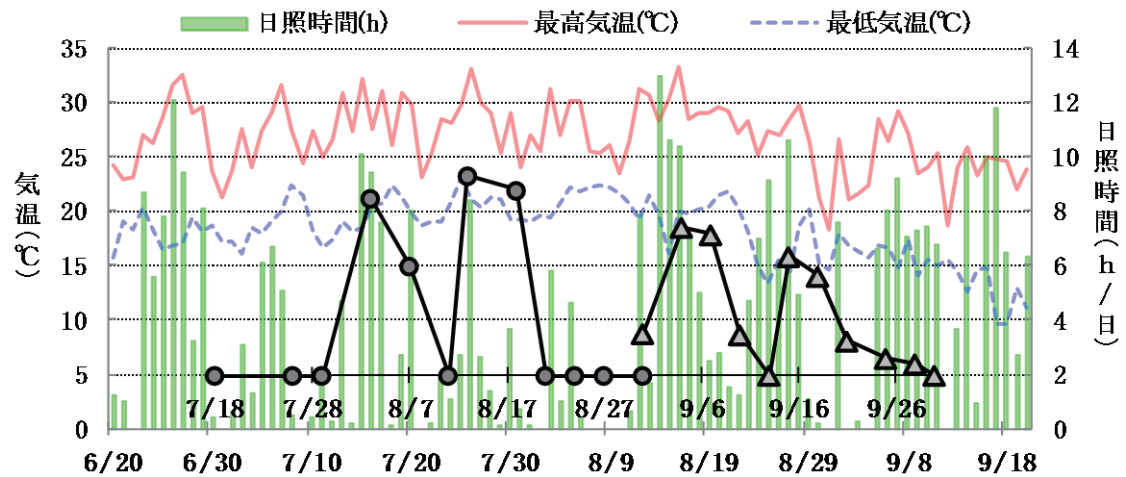


図3 障害花率の推移と気象条件の前歴の類似性 (2009年、AMeDAS郡山)

日となり、障害花率の発生動向とほぼ一致した (図2)。次に、図1と図2を重ねて合わせて、特徴的なピークの間での時期における障害花率と気象条件の推移を比較したところ、概ね近似する傾向が確認された (図3)。以上より2009年の結果からは、原因日は「尾瀬の輝」、「尾瀬の青華」とともに採花18~20日前頃と推

定された。

2010年も引き続き、2009年と同様の調査と解析を行った。なお、2010年からは障害の発生状況をより正確に把握するため、障害程度と発生花茎数から算出した障害指数を用いた。「尾瀬の輝」の障害指数は8月15日、25日、9月18日の計3回のピークが確認され



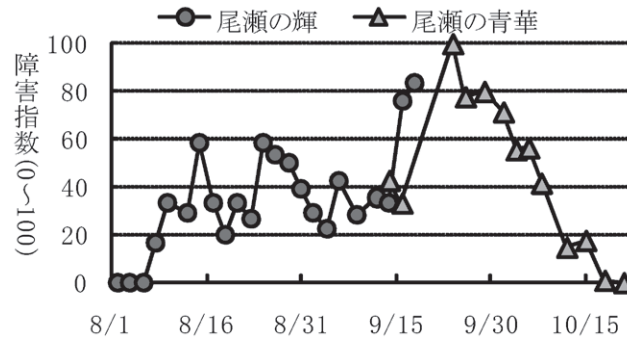


図4 障害指数<sup>2</sup>の推移 (2010年)

$$^2\text{障害指数} = (\sum \text{障害程度} 1 \sim 3 \times \text{発生茎数}) / \text{最大障害程度} 3 \times \text{総花茎数} \times 100$$

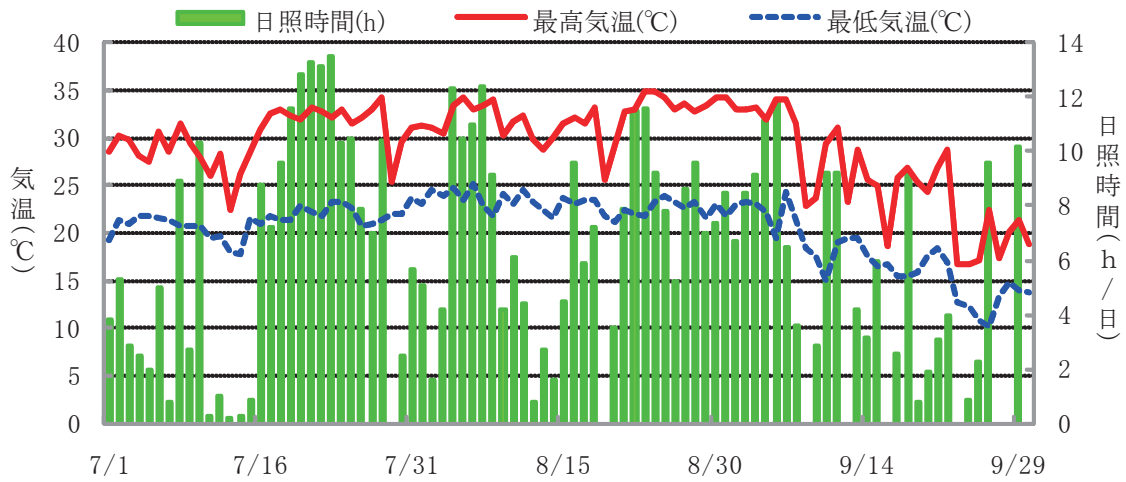


図5 2010年7月～9月の日別気温と日照時間の推移 (AMeDAS郡山)

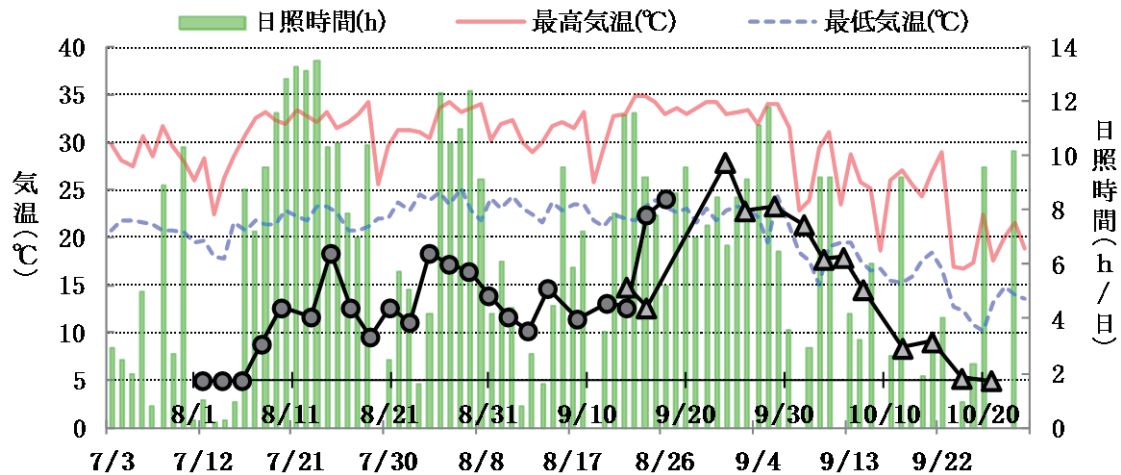


図6 障害指数の推移と気象条件の前歴の類似性 (2010年、AMeDAS郡山)

た (図4)。「尾瀬の青華」のピークは9月24日の1回だったので解析から一旦除外した。「尾瀬の輝」におけるピークの出現間隔は10日間、24日間だった。これに対して、高温多照条件だった日は7月24日、8月4日、25日であり、その出現間隔は11日、21日となり、2009年より数値差がみられたものの障害指数の発生動向と近似した (図5)。次に、期間全体における障害

と気象条件の推移を比較したところ、2009年と同様に一定の近似性が認められた (図6)。以上より2010年の結果からは、原因日は、「尾瀬の輝」は採花21～24日前頃、「尾瀬の青華」は採花23～26日前頃と推定された。

2012年の「ふくしまほのか」を用いた同様の解析では、品種特性により採花期間が短く十分なデータでは

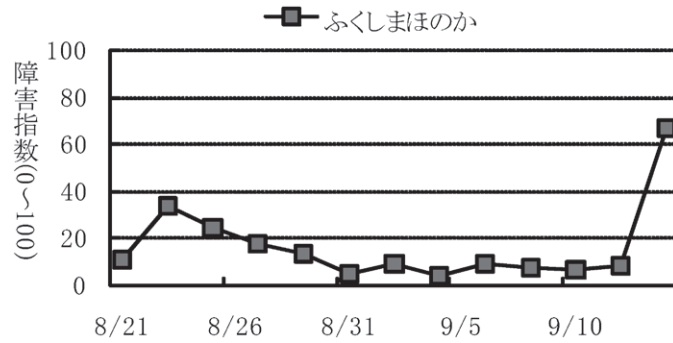


図7 障害指数<sup>2</sup>の推移 (2012年)

<sup>2</sup>障害指数 = (∑障害程度1~3×発生茎数) / 最大発生程度3×総花茎数 × 100

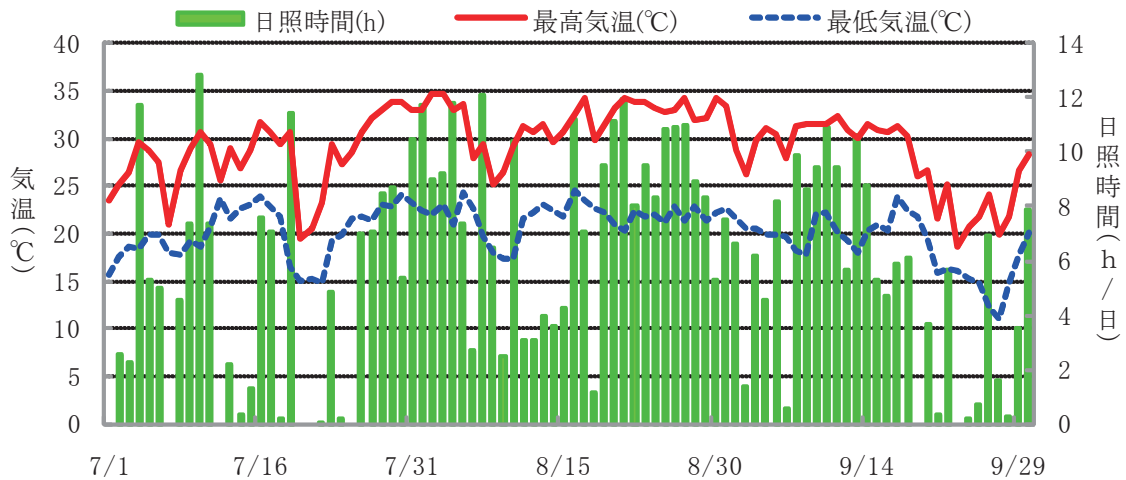


図8 2012年7月~9月の日別気温と日照時間の推移 (AMeDAS郡山)

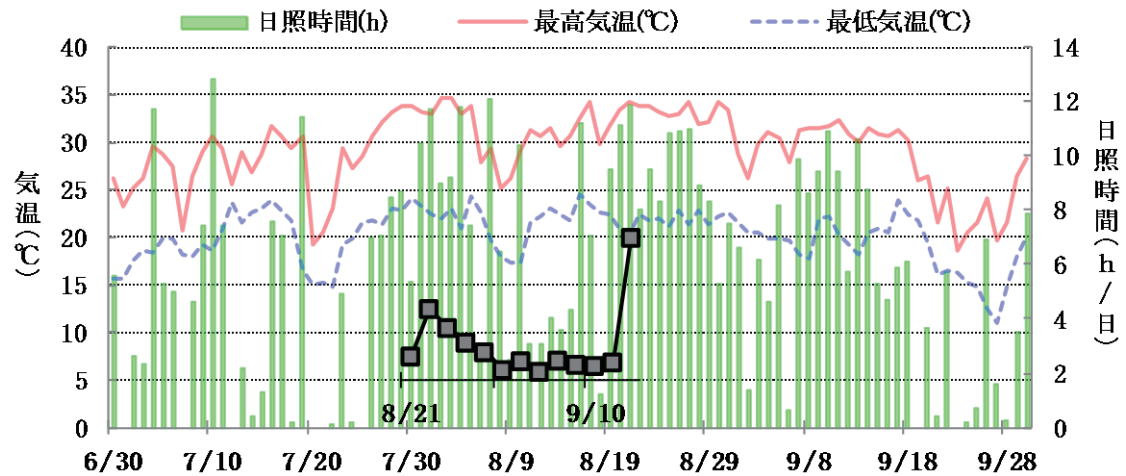


図9 障害指数の推移と気象条件の前歴の類似性 (2012年、AMeDAS郡山)

なかったものの、障害指数と気象条件の近似する時期は過去2年の他品種の試験結果と矛盾しなかった(図7~9)。「ふくしまほのか」では、原因日は採花22~24日前頃と推定された。

「尾瀬の輝」と「尾瀬の青華」において、試験年次で原因日の採花前日数が異なったのは、年次間の気象変動によって生育ステージ間の到達時間に差が生じた

ことに起因すると推察された(表3)。原因日を採花前日数ではなく花卉抽出期を起点とした時期で表したところ、概ね年次間で数値が一致した。すなわち、原因日は、「尾瀬の輝」では2009年が花卉抽出期の8日後頃、2010年が7日後頃、同様に「尾瀬の青華」では2009年が12日前頃、2010年が14日前頃となった。さらに、「ふくしまほのか」では、花卉抽出期2日後頃と



推定された。

以上の試験結果を総合すると、着色不良症状の原因日は、以下に示す時期である可能性が高いと考えられた。到花日数が最短で46日程度の「尾瀬の輝」では花弁抽出7～8日後頃、到花日数が60日程度の「尾瀬の青華」では花弁抽出12～14日前頃、2品種の間に開花する「ふくしまほのか」では花弁抽出2日後頃と考えられた。さらに、障害を引き起こす可能性のある気温及び日照条件を試算した結果、概ね最高気温29℃以上、最低気温20℃以上、日照時間4時間以上の気象条件が重複した場合に障害発生の危険度が高まると推定された(表4)。ただし、「尾瀬の輝」の試験結果に基づく推定値であるため、品種の高温感受性に応じて変動する可能性がある。また、本試験の結果からは、どの程度連続して高温多照条件に遭遇して障害が発生したのかは評価できないため、今後の課題として別途試験する必要があると思われる。

(2) 試験2

2010年において、60%遮光処理及び遮光率を約20%に抑えつつ遮熱性能の高い資材を用いた遮熱処理の着色不良症状に対する軽減効果を検証した。

「尾瀬の輝」における障害指数の推移を図10に示した。無処理区の障害指数は概ね20～60の範囲で推移した。これに対して、60%遮光区は採花期間後期の一時期を除いて、障害指数が20以下に抑制された。遮熱区の障害指数は、60%遮光区と無処理区の間で推移したが、無処理区と同等になる場合もあった。採花期間を通じた障害指数の平均値は、無処理区の34.9に対して60%遮光区が5.5、遮熱区が29.4となり、60%遮光区で明らかに障害軽減効果が高かった。遮熱区は、無処理区比で最大で35.7%軽減する効果がみられたが、効果のバラつきが大きく期間平均では無処理区比で5%程度の軽減効果に留まった。

「尾瀬の青華」における障害指数の推移を図11に示した。採花期間前半に遮熱区の調査標本が得られなかったものの、10月2日～8日では「尾瀬の輝」と同様の傾向で軽減効果が確認された。しかし、60%遮光区の軽減効果は「尾瀬の輝」より小さくなっており、障害指数の水準が高まると軽減効果が低下する可能性が示唆された。また、10月12日以降は9月21日に各処理を終了した影響で障害指数に差がなくなったと推察された。

葉身の表面温度に着目すると、無処理区では外気温

表3 出蕾期以降の生育ステージ到達日

供試品種	試験年次	生育ステージ (月/日)				到花日数 (出蕾～開花)	
		出蕾期 <sup>z</sup>	花弁抽出期 <sup>y</sup>		採花盛期 <sup>x</sup>		
尾瀬の輝	2009年	6/26	(19)	7/15	(27)	8/11	46
	2010年	7/6	(30)	8/5	(30)	9/4	60
尾瀬の青華	2009年	7/23	(53)	9/14	(7)	9/21	60
	2010年	8/10	(49)	9/28	(10)	10/8	59
ふくしまほのか	2012年	7/8	(30)	8/7	(25)	9/1	55

<sup>z</sup>50%超の花茎で蕾のがく片から花弁の抽出が始まった日 (ステージ間の日数)

<sup>y</sup>50%超の花茎で頂花の蕾が認められた日 (ステージ間の日数)

<sup>x</sup>採花率が50%超となった日

表4 着色不良症状の推定原因日前後における気象条件 (2010年)

障害指数 <sup>z,y</sup>	推定原因日のみ			同左前後3日間			同左前後5日間		
	気温 (℃)		日照時間 (hr/日)	気温 (℃)		日照時間 (hr/日)	気温 (℃)		日照時間 (hr/日)
	最高	最低		最高	最低		最高	最低	
100～76	34.6	22.8	9.7	34.1	22.9	9.1	34.0	22.8	9.0
75～51	33.6	23.8	11.0	32.9	23.8	10.6	32.6	23.5	9.7
50～26	31.8	22.8	7.6	31.9	22.6	7.6	31.7	22.7	7.4
25～1	29.2	21.9	4.1	30.7	21.8	5.2	31.1	22.2	6.0
0	28.5	19.4	3.4	27.4	19.8	2.22	7.9	19.8	3.3

<sup>z</sup>障害指数 = (Σ障害程度1～3×発生茎数) / (最大障害程度3×総花茎数) × 100

<sup>y</sup>「尾瀬の輝」の障害指数から算出した。

より最大で7.6℃高くなっており、障害発生の一因となっていると考えられた(図12)。これに対して60%遮光区では2.9℃の上昇に留まっており、障害の軽減効果が得られた要因であると考えられた。遮光及び遮熱資材の遮光性能はカタログに近い性能を概ね発揮していたが、遮熱区で用いた「明涼20」はカタログ性能より遮光率がやや高かった(表5)。

次に2012年において、着色不良症状の軽減効果を得ながら、遮光面積を小さく、実施期間を短くすることを目的として、効率の高い遮光処理方法を検討した。各試験区で得られた障害指数は表6に示した。まず実施期間で比較すると、花卉抽出期以降に遮光処理を行った60%遮光(後半)区で障害指数の低下幅がやや大きかった。この遮光期間には、「ふくしまほのか」において高温感受性が高いと推定された生育ステージが含まれることから、試験1で得られた知見と合致する結果だった。次に列植した条の東西で比較すると、どちらの遮光区も無処理区より障害は軽減されたが、遮光資材で完全に被覆されていない東側では軽減効果が低下した。このことから、本試験で設定した遮光方

法あるいは遮光面積は十分な軽減効果を得るにはやや過小である可能性が高いと考えられた。しかし、無処理区で西側の条の障害指数がやや高くなっていることから、南北うねにおいて西側の条を重点的に遮光資材で保護する方向性は妥当であると思われた。

一方で採花期をみると、遮光区の西側の条で若干開花が遅れる傾向が認められており、実用化に向けては遮光処理による悪影響を考慮する必要があると考えられる(表7)。既に述べた遮光面積の改良と併せて、遮光による悪影響をさらに確認していく必要がある。

(3) 試験3

福島県内で育成された8月から9月にかけて開花する品種について障害の発生状況を調査し、着色不良症状への耐性と言える花蕾の高温感受性を比較した。

供試した5品種の着色不良症状の発生状況を表8に示した。最も障害の発生が軽微だったのは「ふくしましおん」で、次いで「ふくしまほのか」となり、福島県育成品種は着色不良症状への耐性が高いことが明らかとなった。これは、県内では比較的夏季の気温が高

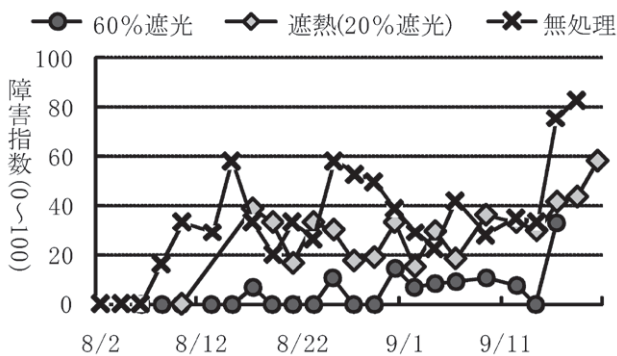


図10 遮光および遮熱処理が障害指数に及ぼす影響 (2010年、「尾瀬の輝」)

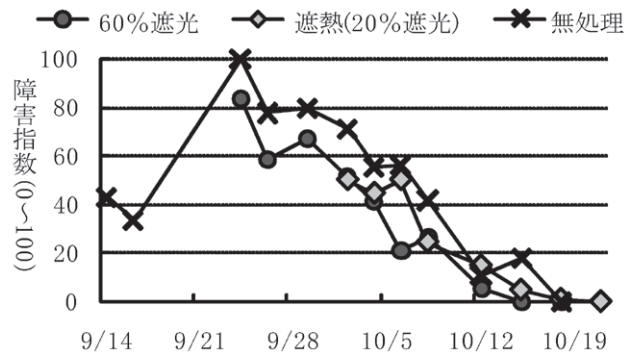


図11 遮光および遮熱処理が障害指数に及ぼす影響 (2010年、「尾瀬の青華」)

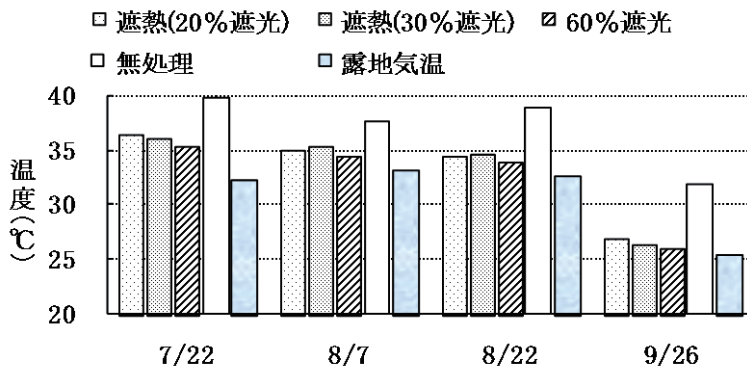


図12 遮光および遮熱処理と葉面温度 (2010年、上位3節目葉身、14時測定)

表5 遮光および遮熱資材の透光率

測定時刻	透光率 (%)		
	ふあふあ60 <sup>z</sup> (60%遮光区)	明涼20 <sup>y</sup> (遮熱区)	明涼30 <sup>y</sup> (参考)
6:00	48.3	80.5	70.1
7:00	44.2	76.2	67.0
8:00	46.8	72.6	66.9
9:00	43.7	73.3	70.3
10:00	42.6	73.9	69.6
11:00	43.1	70.8	62.2
12:00	42.6	66.7	68.3
13:00	41.5	73.3	67.2
14:00	41.8	71.1	66.6
15:00	43.7	70.1	66.7
16:00	42.3	75.0	68.7
17:00	44.2	78.6	70.7
18:00	45.3	83.4	73.6
平均値	43.8	74.3	68.3

<sup>z</sup>2008年6月26日～7月23日の毎正時測定値の平均値

<sup>y</sup>2010年7月23日～8月17日の毎正時測定値の平均値

表6 遮光処理と着色不良症状の発生状況 (2012年)

試験区 <sup>z</sup>	条の方角 <sup>y</sup>	着色不良症状の発生状況		
		障害指数 <sup>x</sup> (0-100)	障害花茎率 <sup>w</sup> (%)	障害花率 <sup>v</sup> (%)
60%遮光 (前半)	東側	9.4	26.8	6.6
	西側	3.7	12.9	4.1
60%遮光 (後半)	東側	5.9	14.7	4.4
	西側	3.8	10.7	1.6
無処理	東側	10.6	27.8	5.9
	西側	18.4	37.2	13.4

<sup>z</sup>各試験区・条毎に10株の開花茎を調査した。

<sup>y</sup>南北向きうね上の2条がそれぞれ面している方角

<sup>x</sup>障害指数= (Σ障害程度0~3×発生花茎数) / (最大障害程度3×総花茎数) ×100

<sup>w</sup>着色不良花が1花以上ある花茎数/総花茎数×100

<sup>v</sup>花茎当たり着色不良花数/総着花数×100

表7 遮光処理と採花期 (2012年)

試験区	条の方角 <sup>z</sup>	採花期 <sup>y</sup> (月/日)		
		始	盛	終
60%遮光 (前半)	東側	8/27	9/2	9/8
	西側	8/27	9/6	9/10
60%遮光 (後半)	東側	8/25	9/2	9/8
	西側	8/27	9/2	9/8
無処理	東側	8/25	8/31	9/6
	西側	8/25	9/2	9/10

<sup>z</sup>南北向きうね上の2条が面している方角

<sup>y</sup>採花始期は採花率10%、盛期は50%、終期は90%に達した日とした。



表8 着色不良症状の品種間差 (2012年)

供試品種 <sup>z</sup>	障害指数 <sup>w</sup> (0-100)	障害花茎 発生率 (%)	障害花発生率 (%)		採花盛期 (月/日)
			全花茎 当たり	障害花茎 当たり	
ふくしましおん <sup>y</sup>	4.0	12.0	2.6	9.7	8/13
尾瀬の輝 <sup>y</sup>	16.7	38.0	12.1	30.0	8/15
ふくしまほのか <sup>x</sup>	8.0	22.0	6.5	29.4	9/5
尾瀬の愛 <sup>x</sup>	37.3	64.0	32.9	48.9	9/10
かせん彼岸 <sup>x</sup>	23.3	58.0	22.1	39.7	9/16

<sup>z</sup>開花茎を10株から1本ずつ概ね5日毎に採取し、調査標本 (n=50) とした。

<sup>y</sup>ふくしましおん、尾瀬の輝は、7/31,8/5,10,15,20に採花した。

<sup>x</sup>ふくしまほのか、尾瀬の愛、かせん彼岸は、8/25,31,9/5,10,15に採花した。

<sup>w</sup>障害指数 = (∑障害程度0~3×発生花茎数)/(最大障害程度3×総花茎数)×100

<sup>v</sup>3 (重度) = 着色不良部が花卉面積の3分の1以上、2 (中度) = 3分の1未満、

1 (軽度) = わずかに認められる、0 (無) = 発生なし

い郡山市で品種開発が行われていることから、系統選抜の段階で着色不良症状により外観品質が劣る系統が除外されていくことが要因の一つとして考えられる。障害指数の品種間差は、同じ開花時期内において最大で4倍以上となっており、着色不良症状への対策として栽培品種の変更も考慮すべき水準であると思われる。

#### 4 総合考察

リンドウの花弁の着色不良症状について、その発生動向を2009年、2010年及び2012年にかけて3品種で経時的に調査し、着色不良症状の起因となる花蕾の発達時期における原因日を推定した。着色不良症状は、出蕾から開花までの花蕾発達期間における高温条件の影響により発生すると考えられたため、着色不良症状の発生の増減傾向と、気象の高温多照条件の出現傾向が一致する時期を検索した。この結果、「尾瀬の輝」では採花の18~24日前の生育ステージにおける高温遭遇により障害が誘発されていると推定された。同様に「尾瀬の青華」では採花18~26日前、「ふくしまほのか」では採花22~24日前推定された。ここで問題となるのは、採花前日数による原因日の推定は、気象の年次変動によって生じる生育速度の差で変動してしまう点である。そこで、先述した原因日に近い生育ステージである花卉抽出期を起点として表すことにした。すなわち、「尾瀬の輝」は花卉抽出期の7~8日後、「尾瀬の青華」は花卉抽出期の12~14日前、「ふくしまほのか」は花卉抽出期の2日後と推定された。品種によって差がみられたが、概ね花卉抽出期前後が高温に対して感受性の高いステージであると考えられた。ま

た、この高温感受性の高いステージにおいて、障害を引き起こす可能性のある気温及び日照条件を試算した結果、概ね最高気温29℃以上、最低気温20℃以上、日照時間4時間以上の条件が重複した場合に障害発生の危険度が高まると推定された。この試算結果は「尾瀬の輝」の障害指数に基づくため、品種の高温感受性に依りて変動すると考えられる。したがって、障害発生の危険度を把握する場合は、後述する高温感受性の品種間差も加味して判断するべきである。以上をもって、リンドウの花弁に生じる着色不良症状は高温多照環境に起因する障害、すなわち高温障害であると結論づけられた。

次に2010年、2012年において、遮光処理や遮熱処理による着色不良症状に対する軽減効果を検証した。本試験で検討した範囲では60%遮光処理の障害軽減効果が比較的高かった。出蕾期から開花期までの全期間を遮光した場合、約30%の軽減が可能だった。この効果は遮光処理によって直射日光による植物体の温度上昇が抑制されたためと考えられ、葉面温度で比較した場合、無処理比で3.4~6.0℃低く抑えていた。この知見に基づいて、障害の軽減効果を得ながら、遮光面積をより小さく、実施期間を短くする遮光処理方法を検討した。遮光処理の実施期間では、花卉抽出期以降に遮光処理を行った60%遮光(後半)区で障害指数の低下幅がやや大きく効果的だった。これは、遮光期間に「ふくしまほのか」において高温感受性が高いと推定された生育ステージが含まれることに起因した結果であると思われる。ただ、花卉抽出期などの生育ステージの定義は50%超の花茎に当該の事象が確認された時期であるため、「ふくしまほのか」の場合は実用場面では最も早い花茎で花卉抽出が確認された時点で

遮光処理を開始することが望ましいと考えられる。しかし、遮光処理による着色不良症状の軽減効果は、遮光資材で完全には被覆されていない東側の条で低下したため、本試験で設定したうねの西側を被覆する遮光方法には改良の余地があると思われた。ただし、試験結果から非陽光面では着色不良症状が発生しにくいことが予想されるため、東西うねにおいては南側の条を局所的に遮光することで、同症状を軽減するという目的に対して十分に実用的な効果が得られると推定される。一方で、確実に遮光されていたと推定される西側の条で若干開花が遅れる傾向が認められており、遮光によって実用上問題のある悪影響が生じないか、さらに確認していく必要がある。

福島県内で育成された8月に開花する品種である「ふくしましおん」、「尾瀬の輝」、同じく9月に開花する品種である「ふくしまほのか」、「尾瀬の愛」、「かせん彼岸」について着色不良症状への耐性を比較した。その結果、福島県育成品種の耐性が高い傾向にあることが明らかとなり、障害指数には最大で4倍以上の品種間差がみられた。これにより、着色不良症状への対策として栽培品種の変更は有効であると考えられた。

## 5 摘要

リンドウの花弁の着色不良症状を引き起こす要因の解明と対策技術の開発を目的として研究を行った。着色不良症状の原因となる高温に対する感受性の高い生育ステージは、採花18～26日前の花弁抽出期前後であると考えられた。さらに、このステージにおいて、着色不良症状の発生危険度が高まる気温及び日照条件を明らかにした。着色不良症状を軽減する対策方法として60%遮光処理が有効だったが、処理方法によって効果に差がみられたため、さらなる検討が必要である。着色不良症状への耐性は品種間差が大きく、栽培品種の変更は有効な対策になり得ると考えられた。

## 謝辞

効率的に研究を遂行する上で研究活動に精通した農場管理員のサポートは不可欠なものであった。農場管理員の諸氏に、この場を借りて感謝申し上げる。