

## 学位論文全文に代わる要約 Extended Summary in Lieu of Dissertation

氏名： 和田 絵理子  
Name

学位論文題目： ニラの施設栽培における安定多収技術に関する研究  
Title of Dissertation

学位論文要約：  
Dissertation Summary

### 第1章 緒論

高知県におけるニラ (*Allium tuberosum* Rottler ex Spreng.) の栽培では、主に高単価期である冬季に出荷することを目的とした施設栽培が盛んである。しかし、冬季の短日・低温条件はニラにとって生育が停滞する時期であり、生産量および品質を向上するための技術開発を続けている。その一つは炭酸ガス施用であるが、増収効果は得られたものの厳寒期に葉先枯れが多発した。そのため、葉先枯れの要因を解明し対策を講じなければならない。また、別の技術として電照栽培が導入され、草丈の伸長促進効果が得られたが、早春に抽だいが発生し減収と摘除労力がかかっている。抽だいは、夏秋期に収穫する栽培体系でも問題となっている。そのため、抽だいを引き起こす生理的条件や環境条件を明らかにし、抽だいを抑制する栽培管理方法を開発する必要がある。

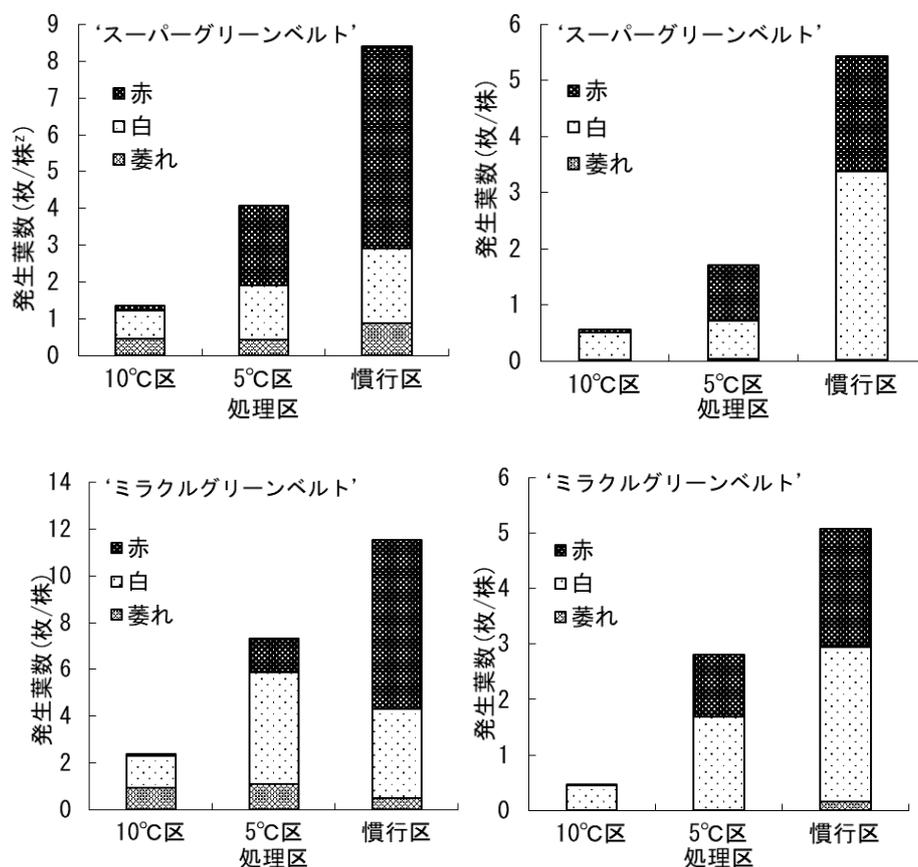
そこで本研究では、ニラの施設栽培における安定多収技術の確立を目的とし、第2章では炭酸ガス施用下における葉先枯れ抑制技術、第3章では夏秋期における抽だいと育苗条件、抽だいと日長との関係を明らかにするとともに、抽だい抑制技術の可能性について検討した。

### 第2章 炭酸ガス施用ハウスにおける温度管理の違いがニラの葉先枯れ、生育および収量に及ぼす影響

炭酸ガス施用ハウスにおいて、葉先枯れの発生、特に赤色を呈する症状は低温や日温度較差が関与していることが考えられる。高知県内では、ニラの栽培は無加温もしくは5°C程度の加温とする場合が多く、一般的に夜温が低い。さらに、草丈の伸長を促す目的で、日中は換気をせず気温を高め管理するため、日較差が大きい傾向がある。このような温度管理が葉先枯れ発生を助長しているものと推察される。そこで、前述の生産現場での温度管理を参考とした慣行区に対して、慣行区よりも夜温が高く、午前中の温度が緩やかに上昇する管理を処理区として、葉先枯れの発生する気象条件および期間、発生症状について調査した。また、高知県内の主要2品種について、葉先枯れ抑制を目的とした温度管理が葉先枯れ、生育および収量に及ぼす影響について検討した。

ニラの炭酸ガス施用ハウスにおける葉先枯れは、前回の収穫時から20日目以降に初発を確認した。気象条件は、曇雨天後に天気が回復する条件、外気温が氷点下となる条件、日射量が増加してハウス内の高温が続く条件で発生しやすかった。曇雨天後の晴天は、放射冷却により外気温が氷点下を下回り、外日射は相対的に強くなる。葉先枯れは、前述の数日内で日射や気温の顕著な高低差があると、葉先枯れの初期症状である萎凋が認められ、その数日後には白化、黄白化や赤色を呈するように変化した。葉先枯れの症状は‘スーパーグリーンベルト’の5°C区と慣行区、‘ミラクルグリーンベルト’の慣行区では1月に赤、2月に白が多かったが、10°C区では両調査期間・両品種とも他の2区と比較して赤の割合が著しく低かった(第1図)。また、‘スーパーグリーンベルト’では2および3回目収穫のいずれも葉位が若い葉で発生が多く(第1表)、20日目以降に新葉が群落表面上から突出し伸長し始める

時期に、ハウス内環境の急激な変化の影響により葉が障害を受けた可能性が大きいと示唆された。



(a) 1月3-5日調査

(b) 2月9-10日調査

第1図 1月3-5日および2月9-10日における葉先枯れの症状別の株<sup>2</sup>あたりの発生葉数

<sup>2</sup> 1つの植穴に定植した株数に関わらず、1植穴にあるニラ全体を1株と表現した。

第1表 収穫時における葉先枯れ発生葉位<sup>2</sup> (2016)

品 種	処理区	2回目収穫			3回目収穫		
		萎れ	白	赤	萎れ	白	赤
スーパー グリーンベルト	10°C区	2.5	3.0	3.5	2.2	2.8	3.3
	5°C区	2.6	3.2	3.0	2.0	3.1	3.4
	慣行区	2.1	2.9	2.9	2.3	2.9	3.5
ミラクル グリーンベルト	10°C区	3.5	3.0	2.9	— <sup>y</sup>	3.0	3.1
	5°C区	2.6	3.2	2.8	—	3.1	3.2
	慣行区	2.3	3.0	2.8	—	3.1	3.3

<sup>2</sup> 各区12株の反復を収穫後、1茎当たりの葉数を3.5~4.5枚として出荷調製し、1茎ずつ萎れ、白および赤の葉先枯れが発生している葉位を調査し、平均値葉位を算出

<sup>y</sup> 収穫時の調査では無し

炭酸ガス施用により赤色を呈する葉が増えたことは、アントシアニン色素の発現によるものと考えられた。アントシアニン発現には糖含量、温度および光が関与しているが、炭酸ガス施用ハウスでは無施用ハウスと比べてニラの葉内の糖濃度が高くなる傾向が明らかとなっている。また、炭酸ガス施

用下における葉先枯れと葉の糖度には正の相関がある。炭酸ガス施用により糖濃度が葉に蓄積した状態で、低温やハウス内環境の急変に遭遇して葉が損傷を受けた際に、過剰なエネルギーによる損傷を抑制するために、アントシアニンが発現したことが示唆された。

ハウス内の温度管理を夜温5°C、日中の最高気温26°Cとした慣行区に比べ、夜間10°C以上で加温し、日中の最高気温を24°Cとして日の出から段階的に温度を上昇させる処理区では、葉先枯れの発生が抑制されることが判明した。夜温10°Cもしくは6時から10°Cで早朝加温したハウスでは、慣行の温度管理よりも葉内の糖濃度が低く、窒素濃度が高まったことが報告されている。ニラは葉で生成した同化産物を貯蔵器官である鱗茎と根に転流・蓄積する。ハウス内の夜温を8°C以上に保つことで鱗茎や根の働きが活性化し、同化産物の転流が促進された可能性が示唆された。

前述の条件により、1~3月収穫時では葉先枯れ発生が抑制されたことで上品率が高くなることが認められた。また、‘スーパーグリーンベルト’では夜間10°C、‘ミラクルグリーンベルト’では夜間8°Cで加温設定している場合に、草丈の伸長が促進されていた。そのため、夜温の確保ならびに午前中の気温を緩やかに変化させる温度管理は、葉先枯れ抑制効果とともに増収効果が高い栽培技術となる可能性がある。

### 第3章 育苗条件および定植後の日長処理がニラの抽だいに及ぼす影響

ニラは、露地栽培やハウス夏作において収穫時期にあたる7~9月にかけて、一般的に抽だいが認められる。従来は、12月に播種した苗を4~5月に定植することから、育苗日数が長く苗の充実度が大きいこと、育苗期間に低温に遭遇していること等が抽だいに影響を与えていると考えられている。しかし、年によって抽だい期間の長短、花茎数の多少に一定の傾向は認められず、調査された事例も少ない。そのため、抽だいと育苗条件および定植時期の関係を解明することが求められている。また、ニラは長日・高温条件で花芽分化し抽だいをするため、日長や温度を調節することで抽だいの発生を軽減できる可能性が考えられた。定植後の夏季におけるハウス内で温度を調節することは困難であるが、育苗時はセルトレイのため栽培管理面積が狭く、温度管理を調整することは可能である。また、育苗時における低温遭遇の有無が抽だいに及ぼす影響は不明である。

そこで、播種日、定植日、苗齢および育苗時の夜間の温度管理と抽だいとの関係、定植後の日長と抽だいとの関係ならびに抽だい抑制技術の可能性について検討した。

‘ミラクルグリーンベルト’を12~2月に播種して育成した苗を4~5月に定植した場合、抽だい株率や発生時期に差はなく、花茎率についても播種日の違いによる差は認められなかった。一方で、2月播種・6月定植や3月播種・5月定植では抽だいが抑制されることが明らかになった。また、12~2月に播種した苗を最低夜温10°Cで育成し、4月2日および29日に定植した場合、4月2日定植では、1月播種および2月播種で10°C区の花茎率が低かった。しかし、12月播種および4月29日定植では同様の傾向がなかった。このことから、ニラの抽だいは播種時期、育苗日数や育苗時期の低温遭遇よりも、定植日との関わりがより深いと示唆された。

日長条件では、‘タフボーイ’を12、13、14および15時間で夜明け前に日長延長処理した場合に、12および13時間では抽だいの発生が認められなかった。本研究に用いた品種では、限界日長が13~14時間の間にあり、日長によって抽だい抑制が可能であることが示唆された。そこで、12月および2月播種を4月に定植、2月および3月播種を5月に定植し、5月から遮光シートにより日長を調節した場合に、抽だいならびに生育、収量に及ぼす影響について検討した。5月定植では苗齢が若い場合に抽だいが抑制されることが明らかになった一方で、4月定植では12月播種と比べて2月播種では抑制できなかった。しかし、遮光率100%の資材を用いて5月から9月まで日長13時間として栽培した結果、両定植日とも抽だいが抑制されることが明らかとなった(第2~5表)。

## (様式5) (Style5)

第2表 播種日および日長がニラの生育、可販収量および花茎率に及ぼす影響 (4/6 定植・収穫2回目)

播種日	処理区	収穫日 (月/日)	草丈 (cm)	総茎数 (本/株)	葉厚 (mm)	葉色 (SPAD 値)	乾物率 (%)	可販収量 (t/10a)	花茎率 (%)
12月	13時間	8/23	51.5	35.4	0.83	59.0	7.6	1.6	0
	無処理		48.2	31.2	0.97	61.3	8.2	1.6	10
2月	13時間	8/24	54.3	30.8	0.86	61.3	7.6	1.6	0
	無処理		47.6	29.1	0.97	62.9	8.2	1.2	10
分散 <sup>2</sup> 分析	日長(A)		***	ns	***	*	**	*	***
	播種(B)		ns	*	ns	*	ns	*	ns
	交互作用(A×B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns

<sup>2</sup> nsは有意差なし, \*\*\*は0.1%水準, \*\*は1%水準, \*は5%水準で有意差あり (n=12)

第3表 播種日および日長がニラの生育、可販収量および花茎率に及ぼす影響 (4/6 定植・収穫3回目)

播種日	処理区	収穫日 (月/日)	草丈 (cm)	総茎数 (本/株)	葉厚 (mm)	葉色 (SPAD 値)	乾物率 (%)	可販収量 (t/10a)	花茎率 (%)
12月	13時間	10/6	53.6	36.5	0.89	63.8	7.8	1.8	0
	無処理		51.3	30.7	1.01	66.4	9.0	1.3	40
2月	13時間	10/7	56.5	34.0	0.89	63.8	7.5	1.9	0
	無処理		53.9	29.1	1.11	67.5	7.7	1.5	22
分散 <sup>2</sup> 分析	日長(A)		***	**	***	***	**	*	***
	播種(B)		***	ns	ns	ns	**	ns	***
	交互作用(A×B)		ns	ns	ns	ns	*	ns	***

<sup>2</sup> nsは有意差なし, \*\*\*は0.1%水準, \*\*は1%水準, \*は5%水準で有意差あり (n=12)

第4表 播種日および日長がニラの生育、可販収量および花茎率に及ぼす影響 (5/24 定植・収穫1回目)

播種日	処理区	収穫日 (月/日)	草丈 (cm)	総茎数 (本/株)	葉厚 (mm)	葉色 (SPAD 値)	乾物率 (%)	可販収量 (t/10a)	花茎率 (%)
2月	13時間	8/31	51.3	12.3	1.12	66.7	9.1	0.8	0
	無処理		50.3	12.4	1.22	70.8	9.3	0.7	21
3月	13時間	9/1	48.0	10.6	1.11	65.1	9.2	0.6	0
	無処理		47.0	10.3	1.15	69.8	9.5	0.7	1
分散 <sup>2</sup> 分析	日長(A)		ns	ns	ns	***	ns	ns	***
	播種(B)		***	***	ns	ns	ns	ns	***
	交互作用(A×B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	***

<sup>2</sup> nsは有意差なし, \*\*\*は0.1%水準, \*\*は1%水準, \*は5%水準で有意差あり (n=12)

第5表 播種日および日長がニラの生育、可販収量および花茎率に及ぼす影響 (5/24 定植・収穫2回目)

播種日	処理区	収穫日 (月/日)	草丈 (cm)	総茎数 (本/株)	葉厚 (mm)	葉色 (SPAD 値)	乾物率 (%)	可販収量 (t/10a)	花茎率 (%)
2月	13時間	10/19	53.5	18.8	1.11	65.1	7.9	1.3	0
	無処理		52.1	20.3	1.14	67.1	8.1	1.5	10
3月	13時間	10/20	47.1	16.2	1.13	68.5	8.3	0.9	0
	無処理		50.7	16.7	1.13	67.6	8.5	1.3	1
分散 <sup>2</sup> 分析	日長(A)		***	ns	ns	ns	ns	**	***
	播種(B)		*	*	ns	ns	ns	**	***
	交互作用(A×B)		ns	ns	ns	ns	ns	ns	***

<sup>2</sup> nsは有意差なし, \*\*\*は0.1%水準, \*\*は1%水準, \*は5%水準で有意差あり (n=12)

#### 第4章 総括

炭酸ガス施用ハウスで発生するニラの葉先枯れは、温度管理によって抑制できた。葉先枯れは、特に刈り取り20日目以降の若葉で発生しやすい。数枚の葉の先端にわずかに出た葉先枯れであれば、傷んだ箇所を除去することで出荷可能である。しかし、葉先枯れはハウス内の群落全体に発生し、萎れは徐々に進行して先端から5cm以上に枯死する症状が多く、出荷できず刈り捨てる場合もある。被害が少ない場合でも、そぐり時に葉先を切除する手間がかかるため、作業能率が低下する。そのため、ニラの葉先枯れの発生は、被害の大小に関わらず生産者にとって大きな損益となる。本研究結果により、夜温の確保ならびに午前中は緩やかに気温変化させる施設温度管理技術は、高単価期における出荷量の増加と高品質維持が可能となる。

抽だいについては、播種、定植を慣行よりも遅らせることで軽減し、定植後に日長を13時間に調節することで抑制できた。そのため、育苗日数の長短や低温遭遇などの条件よりも、定植時期や定植後の長日による影響が大きいと考えられた。一方、定植を遅らせると初期の総莖数が低下して減収する可能性が示唆された。遮光による日長制御は効果が高いが、手動では毎日の作業が増え農家への負担が大きく、自動化するとコストがかかる。しかし、遮光による抽だい抑制は、花茎除去の労力を大幅に削減できるため、省力や人件費を抑える効果が大きく、生産現場にとっては有益と思われる。今後、さらに気象条件とニラの抽だいに関する解析を進め、炭酸ガス施用と電照を利用した施設栽培におけるニラの安定的な多収栽培技術に繋げていく必要がある。

(注) 要約の文量は、学位論文の文量の約10分の1として下さい。図表や写真を含めても構いません。

(Note) The Summary should be about 10% of the entire dissertation and may include illustrations