

氏名	(ほんじょう もとむ) 本庄 求
授与学位	博士 (生物資源科学)
学位授与年月日	平成28年3月23日
学位授与の根拠法規	学位規則第4条第1項
研究科専攻	秋田県立大学大学院生物資源科学研究科 博士後期課程 生物資源科学専攻
学位論文題目	寒冷地におけるネギの無加温ビニルハウスでの越冬育苗 による夏どり栽培に関する研究
指導教員	教授 金田 吉弘
論文審査委員	主査 教授 金田 吉弘 副査 准教授 吉田 康徳 准教授 佐藤 孝

論 文 内 容 要 旨

【研究の背景と目的】 寒冷地である秋田県におけるネギの主な作型は、2月上旬～4月中旬に播種し、葉鞘径2 mm程度の小苗を定植して、8月中旬～9月まで収穫する夏秋どりと10～12月まで収穫する秋冬どりが中心である。近年、県内の産地からは、長期の出荷体系を確立するため、現在の8月より早い、7月から収穫できる夏どり栽培の開発が強く求められている。筆者らは、当初、定植から収穫までの期間を短縮するため、無加温のビニルハウスを活用した地床での秋まき越冬育苗によって、苗の生育を促進させて定植する栽培法を検討した。すなわち、10月上旬に播種し、葉鞘径9 mm程度の大苗を定植すると、夏どり栽培で問題となる抽苔の発生を抑制し、かつ7月下旬から収穫できることを明らかにしたが、収量が目標とする300 kg・a⁻¹に達しなかった。これは、大苗を育苗するのに適するとされた地床育苗では、定植時の苗床から苗を掘り上げる際の断根と倒伏防止のための剪葉によって、定植後の生育が一時的に停滞することが原因であると推察した。

そこで、本研究では、新たな夏どり栽培法を確立することを目的とし、はじめに、定植時の断根と剪葉を回避できるセル育苗による夏どり栽培を検討し、その成立要因および夏どり栽培の実用性を検討した(試験1)。次いで、セル育苗で開発した技術をネギの栽培で普及している連結紙筒育苗へ応用し、夏どり栽培の実用化を検討した(試験2)。

【試験1】セル育苗による夏どり栽培の開発

1-1. 夏どり栽培に向けたセルの育苗条件の検討

【目的】 セル育苗で、異なる生理生態的特性を有する2つの品種を用いて、播種期および1穴当たり株数を組み合わせて夏どり栽培に適する苗(実用性のある苗)の育成を検討した。さらに、実用性のある苗を定植し、生育および収量に及ぼす影響を検討した。

【材料および方法】 供試圃場は、前年に緑肥(ソルガム)を栽培し、土壌タイプは表層多腐植質多湿黒ボク土である(以下の試験も同条件で実施)。供試品種は、晩抽性品種の‘羽緑一本太’、耐暑性品種の‘夏扇パワー’とした。2008年9/1, 16, 10/1, 15, 11/4の合計5回、128穴セルと200穴セルに播種し、無加温ビニルハウスで育苗した。1穴当たりの株数は1本(1本区)と2本

(2本区)とした。定植期に苗の実用性の判定を行い、育苗中の剪葉が不要であること、花芽未分化および葉鞘径が概ね6mm以上の苗であることを判定の基準とした。実用性ありの苗を2009年4/17に定植し、7/14に収量を調査した。

【結果および考察】 実用性ありと判定された播種期、セルレの規格、1穴当たり株数の組み合わせは、‘羽緑一本太’の場合10/1・128穴・2本、10/1・200穴・1本、10/15・128穴・1本、10/15・128穴・2本および10/15・200穴・1本の5組であり、‘夏扇パワー’の場合10/15・128穴・1本、10/15・128穴・2本および10/15・200穴・1本の3組であった(第1表)。実用性ありと判定された苗を定植した結果、生育に停滞は認められず、慣行より1か月程度早い7/14であっても、収量は‘羽緑一本太’の10/15・128穴・1本を除き、目標とする300kg・a⁻¹を上回った(第2表)。また、晩抽性品種より耐暑性品種の方が夏どり栽培に適すること、いずれの播種期においても2本区より1本区で収穫調製後の規格別比率で2Lが高いことを明らかにした。

以上より、無加温ビニルハウスでのセルレ育苗で、播種期と1穴当たり株数を組み合わせた実用性のある苗を定植することで、目標収量を上回る新たな夏どり栽培法を開発した。

1-2. セルレ育苗による夏どり栽培の成立要因の解明

1) 定植時の剪葉と剪根が生育、窒素吸収量、収穫時期および収量に及ぼす影響

【目的】 セルレ育苗において断根を回避し、剪葉しない大苗を用いた優位性を明らかにするため、剪葉と剪根が生育、窒素吸収量、収穫時期および収量に及ぼす影響を検討した。

【材料および方法】 供試品種は、‘夏扇パワー’とした。2012年10/19に、128穴セルレに播種した。1穴当たり株数は、1本とした。2013年4/22の苗に剪葉処理と剪根処理を行った。剪葉は、地際部から高さ20cmの位置で剪除し、剪根は、盤茎の基部に根を1cm残して剪除した。無処理区、剪葉のみの剪葉区、剪根のみの剪根区および剪葉と剪根を実施した剪葉+剪根区の計4区とし、4/22に定植した。草丈、地上部重、根数および窒素吸収量を経時的に調査し、7/19、8/5、8/20に収量を調査した。

【結果および考察】 草丈は、剪葉区で定植1か月後の5/22頃に、剪根区と剪葉+剪根区でも2か月後の6/21頃にほぼ同程度の大きさに達したが、地上部重は、一部を除き、収穫時まで有意に小さかった(第1図)。剪根区と剪葉+剪根区では根数が少なく、窒素吸収量が少なかった(第2、3図)。7/19には、各処理区とも出荷可能な草丈に達したが、目標収量である300kg・a⁻¹に達した時期は、無処理区では7/19に対し、剪葉区では8/5と遅れ、剪根区と剪葉+剪根区では8/20まで遅れた(第3表)。

以上より、慣行栽培では、定植時の剪葉と剪根は生育に大きな影響を及ぼさないと考えられていたが、本研究によって、それらは生育を抑制する重要な要因であり、夏どり栽培の収量を低下させる要因の一つであることを初めて明らかにした。すなわち、夏どり栽培における剪葉や剪根を回避できるセルレ育苗の優位性を示すことができた。

2) セルレ育苗による夏どり栽培における花芽分化特性の解明

【目的】 夏どり栽培では、育苗と定植時に低温に遭遇するため、花芽分化する危険が高い。花芽分化すると抽苔が発生し、栽培管理上大きな課題となる。

そこで、本研究では、育苗時と定植後の温度管理が抽苔と収量に及ぼす影響を検討した。

【材料および方法】 供試品種は、‘夏扇パワー’とした。2012年10/5に128穴セルレに播種した。1穴当たりの株数は1本とし、無加温ビニルハウスで育苗した。2013年2/20から育苗時の変温処理を開始した。処理の期間を前期2/20~3/11、中期3/11~4/1および後期4/1~18の3区ならびに常時ビニルハウスを開放した低温区と換気の開始温度を27.5℃とした高温区との2区とし、これらを組み合わせた6区を設けた(第4表)。4/18に定植し、4/19~5/27までトンネル被覆した

高温区と無被覆の低温区を設け、7/19に収量を調査した。

【結果および考察】 育苗時の中期(3/11~4/1)と後期(4/1~4/18)の低温および定植後の低温で抽苔が発生した(第4表)。しかし、その時期を高温で管理すると抽苔が抑制された。

以上より、セルトレー育苗による夏どり栽培において、花芽分化が起因となる抽苔は育苗期の中期と後期ならびに定植後の低温によって発生すること、また、その時期の高温管理によって抽苔を回避できることを明らかにした。

1-3. セルトレー育苗による夏どり栽培技術の開発

【目的】 セルトレー育苗による夏どり栽培では、長期にわたる育苗となるため、実用性がある大苗を安定して供給するための育苗方法の確立が必要である。

そこで、本研究では、効率的な施肥技術と温度管理方法を検討した。

【結果および考察】 施肥技術として、2月上旬から追肥を開始すること、液肥(N:P₂O₅:K₂O=10:4:8)を50倍で希釈し、苗箱(60cm×30cm)1箱当たり500mL施用すること、施用時期は2月上旬、3月上旬と下旬および4月上旬とすることを明らかにした。温度の管理方法として、換気開始の気温を秋冬期(11月~12月)は10℃程度とすること、冬春期(2月~4月)は12.5℃以上とすることを明らかにした。同時に、抽苔の発生を抑制し、目標収量を上回る夏どり(7月中旬)を可能とする生育指標を明らかにし、育苗時期別の出葉数と葉鞘径を示した(第4図)。

以上より、夏どり栽培の実用化と安定化に必要なセルトレー育苗における施肥技術と温度管理方法を明らかにした。

【試験2】連結紙筒育苗による夏どり栽培の開発

2-1. 夏どり栽培に向けた連結紙筒育苗条件の検討

【目的】 無加温ビニールハウスのセルトレー育苗で夏どり栽培を可能としたが、ネギで広く用いられている連結紙筒育苗(264穴)でも夏どり栽培を開発するため、播種期と1穴当たり株数を組み合わせて生育と収量に及ぼす影響を検討した。

【材料および方法】 供試品種は、‘夏扇パワー’とした。2010年10/18、11/1、2011年2/14(慣行)に連結紙筒に播種した。1穴当たりの株数は、10/18播種は1本、11/1播種は1本と2本、2/14播種は2本とした。2011年4/18に定植し、7/26に収量を調査した。

【結果および考察】 定植期の10/18播種の1本区は、2/14播種の2本区より、出葉数で2.2枚、地上部重で4倍大きい苗となった(第5表、第5図)。10/18播種の1本区は、慣行の8月中旬収穫より早い、7/26に目標収量の300kg・a⁻¹を上回った(第6表)。

以上より、連結紙筒育苗でも、同様に夏どり栽培が可能であることを明らかにした。

2-2. 連結紙筒の1穴当たり株数と定植後の窒素施肥量が生育、相対照度、窒素吸収量および収量に及ぼす影響

【目的】 連結紙筒育苗による8月どり栽培で、太く、重量の大きい規格のネギを収穫することを目的に、連結紙筒の1穴当たり株数と定植後の窒素施肥量を検討した。

【結果および考察】 連結紙筒の1穴当たり株数を減らすことで、相対照度が高まり、1穴当たりの窒素吸収量と地上部重が増加することから、8月どり栽培において、労働生産性の向上につながる、大きい規格のネギの割合を高めることが可能であることを明らかにした。

【総括】 本研究の成果によって、これまで困難とされた寒冷地の秋田県において、無加温ビニールハウスおよびセルトレーと連結紙筒を活用した越冬育苗により、有利販売を可能とする新たな夏どり栽培技術を開発した(第6図)。

第1表 ‘羽緑一本太’，‘夏扇パワー’の播種期，セルトレーの規格および1穴当たりの株数の違いが定植期の生育に及ぼす影響と苗の実用性の判定

品種名	育苗条件		育苗中		定植期の生育(4/21)				苗の実用性判定 ^a	
	播種期	セルトレー	1穴当たりの株数	の剪葉回数(回)	花芽 ^z 分化率(%)	出葉数 ^y (枚)	草丈(cm)	地上部重(g)		葉鞘径(mm)
羽緑一本太	9/1	128穴	1本	2	0	7.1±0.3 ^w	49.5±4.0	15.6±1.4	7.7±0.3	×
			2本	2	0	6.4±0.2	48.3±3.6	9.6±2.4	6.2±0.7	×
	200穴	1本	2	0	6.9±0.2	43.3±2.7	9.5±1.0	6.3±0.3	×	
		2本	2	0	6.4±0.2	42.5±3.5	4.7±1.1	4.8±0.5	×	
	9/16	128穴	1本	1	10	6.0±0.2	50.3±4.4	16.6±1.5	8.0±0.3	×
			2本	1	0	5.6±0.1	41.1±2.6	8.9±1.2	6.3±0.4	×
	200穴	1本	1	0	5.8±0.2	51.1±4.8	12.6±1.1	6.8±0.4	×	
		2本	1	0	5.5±0.2	43.4±3.2	5.2±0.9	4.8±0.3	×	
	10/1	128穴	1本	0	10	4.3±0.1	49.9±2.8	20.8±1.8	8.7±0.4	×
			2本	0	0	4.9±0.2	42.3±3.3	11.0±2.1	6.7±0.5	○
	200穴	1本	0	0	4.9±0.2	45.8±2.1	12.1±1.2	6.9±0.4	○	
		2本	0	0	4.7±0.2	33.1±2.8	4.4±0.8	5.1±0.4	×	
	10/15	128穴	1本	0	0	4.2±0.1	35.8±1.8	9.8±1.4	7.1±0.5	○
			2本	0	0	3.8±0.2	35.9±2.6	7.5±1.5	5.9±0.3	○
	200穴	1本	0	0	4.2±0.2	45.9±2.9	10.2±1.3	6.3±0.3	○	
		2本	0	0	3.6±0.2	38.8±3.7	5.3±0.7	5.0±0.3	×	
	11/4	128穴	1本	0	0	3.2±0.1	30.0±1.8	4.3±0.4	5.2±0.3	×
			2本	0	0	3.0±0.1	28.0±2.7	3.5±0.7	4.9±0.4	×
	200穴	1本	0	0	3.0±0.1	28.6±0.7	3.4±0.2	4.8±0.1	×	
		2本	0	0	2.9±0.1	25.8±1.4	2.1±0.3	3.8±0.3	×	
	分散分析 ^v		播種期(A)			**	**	**	**	
			セルトレー(B)			**	ns	**	**	
			1穴当たりの株数(C)			**	**	**	**	
			A×B			ns	*	*	*	
		A×C			ns	ns	*	*		
		B×C			ns	ns	ns	ns		
		A×B×C			ns	ns	ns	ns		
夏扇パワー	9/1	128穴	1本	3	10	7.6±0.2	46.7±3.9	15.0±2.0	7.5±0.6	×
			2本	3	0	6.6±0.4	45.5±2.7	8.1±1.5	5.9±0.4	×
	200穴	1本	3	0	6.8±0.3	44.4±5.4	10.8±0.8	6.9±0.3	×	
		2本	3	0	6.3±0.3	38.2±1.6	4.0±0.7	4.5±0.3	×	
	9/16	128穴	1本	1	40	6.0±0.3	54.0±3.9	17.0±3.2	7.5±0.5	×
			2本	1	0	5.5±0.2	51.9±2.7	10.9±1.6	6.2±0.4	×
	200穴	1本	1	0	5.6±0.2	49.9±2.3	11.8±1.2	6.5±0.4	×	
		2本	1	0	5.3±0.2	49.5±1.9	6.1±0.8	4.8±0.4	×	
	10/1	128穴	1本	0	40	4.8±0.2	48.1±3.4	18.7±2.5	8.4±0.5	×
			2本	1	0	4.5±0.1	41.5±1.4	10.6±1.2	7.1±0.3	×
	200穴	1本	1	10	4.6±0.2	46.1±1.2	12.8±0.6	6.9±0.3	×	
		2本	1	0	4.4±0.2	44.1±2.3	7.3±1.1	5.6±0.2	×	
	10/15	128穴	1本	0	0	4.1±0.1	43.9±4.1	13.5±2.3	8.1±0.6	○
			2本	0	0	3.8±0.2	49.2±2.2	10.4±1.3	6.6±0.3	○
	200穴	1本	0	0	3.8±0.2	45.7±3.9	9.1±1.1	6.2±0.4	○	
		2本	0	0	3.5±0.1	47.4±2.9	7.0±0.8	5.4±0.3	×	
	11/4	128穴	1本	0	0	3.2±0.1	30.7±1.8	4.2±0.5	5.5±0.4	×
			2本	0	0	3.1±0.1	29.5±1.8	2.6±0.3	4.2±0.3	×
	200穴	1本	0	0	3.1±0.1	30.1±1.2	3.2±0.2	4.8±0.3	×	
		2本	0	0	2.9±0.1	27.5±2.1	2.2±0.4	4.1±0.3	×	
	分散分析		播種期(A)			**	**	**	**	
			セルトレー(B)			**	ns	**	**	
			1穴当たりの株数(C)			**	ns	**	**	
			A×B			ns	ns	*	ns	
		A×C			ns	ns	**	ns		
		B×C			ns	ns	ns	ns		
		A×B×C			ns	ns	ns	ns		

^z4/8の調査結果

^y4/14の調査結果

^a育苗中に剪葉処理が不要で，定植期に花芽が未分化で葉鞘径が概ね6mm以上の処理区を実用性あり(○)とし，その条件にひとつでも該当しない場合があった処理区を実用性なし(×)とした

^w平均値±標準偏差

**は1%，*は5%水準で有意差あり，nsは有意差なし(3元配置分散分析)

第2表 セルレ育苗における播種期、セルレの規格および1穴当たり株数の違いが収量に及ぼす影響

品種	播種期	セルレ 1穴当た 株数	抽苔 率 (%)	調製後 規格別比率 ^y				収量 (kg・a ⁻¹)			
				地上部重 ^z	2L	L	M		S	外	
10/1	128穴	2本	0	120±17 ^x	0	50	47	3	0	480	
	200穴	1本	0	168±18	a	23	77	0	0	336	
羽緑一本太	128穴	1本	0	149±22	b	10	78	7	0	5	287
	10/15	2本	0	117±20	c	0	46	46	5	3	458
夏扇パワー	128穴	1本	0	207±27	a	86	14	0	0	0	414
	10/15	2本	0	146±19	c	2	88	10	0	0	584
	200穴	1本	0	183±21	b	57	43	0	0	0	366

^z7/14の調査結果、葉数2.5~3.5枚、長さ60cmに調製
^y2L, L, M, Sは、それぞれ調製後の地上部重180g以上、
 120g以上180g未満、80g以上120g未満、80g未満
^x平均値±標準偏差 ^y品種ごとの異なる英文字間には5%水準で有意差あり
 (Tukey法)



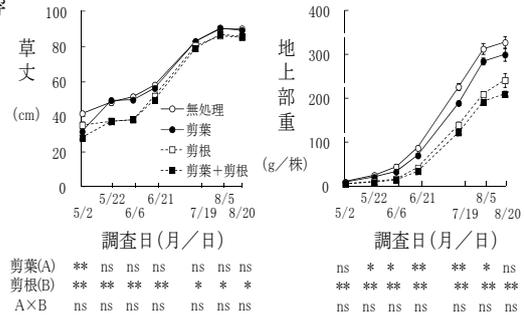
剪葉 剪根 剪葉 無処理 無処理 剪根

第3図 定植45日目(6/6)の生育

第3表 定植時の剪葉と剪根が収穫時期および収量に及ぼす影響

試験区	7/19				8/5				8/20						
	収量 ^z (kg・a ⁻¹)	規格別比率 ^y (%)				収量 (kg・a ⁻¹)	規格別比率 (%)				収量 (kg・a ⁻¹)	規格別比率 (%)			
		2L	L	M	S		2L	L	M	S		2L	L	M	S
無処理	320±16 ^x	14	86	0	0	404±3	90	10	0	0	405±10	90	10	0	0
剪葉	279±9	0	81	19	0	374±14	62	38	0	0	386±15	57	43	0	0
剪根	214±17	0	29	71	0	297±5	0	95	5	0	335±15	29	67	5	0
剪葉+剪根	192±11	0	10	76	14	266±7	0	86	14	0	306±9	5	95	0	0
剪葉(A) ^w	*	-				**	-				ns	-			
剪根(B)	**	-				**	-				**	-			
A×B	ns	-				ns	-				ns	-			

^z葉数2.5~3.5枚、長さ60cmに調製
^y2L, L, M, Sは、それぞれ調製後の地上部重180g以上、120g以上180g未満、80g以上120g未満、80g未満
^x平均値±標準偏差 (n=3) *調査日ごとに**は1%、*は5%水準で有意差あり、nsは有意差なし(2元配置分散分析)、
 -は統計処理なしを示す

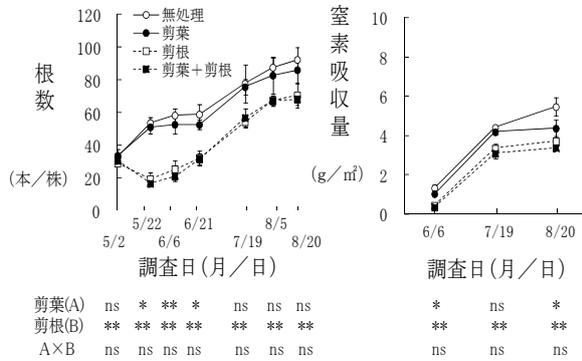


第1図 定植時の剪葉と剪根が地上部の生育に及ぼす影響

図中のエラーバーは標準誤差を示す (n=3)

調査日ごとに**は1%、*は5%水準で有意差あり、

nsは有意差なしを示す(2元配置分散分析)



第2図 定植時の剪葉と剪根が根数と窒素吸収量に及ぼす影響

図中のエラーバーは標準誤差を示す (n=3)

調査日ごとに**は1%、*は5%水準で有意差あり、

nsは有意差なしを示す(2元配置分散分析)

第4表 育苗時と定植後の温度管理の違いが抽苔の発生と収量に及ぼす影響

試験区		抽苔率 ^z	調製後	収量	規格別比率 ^x				
育苗	処理期間	定植後処理	地上部重 ^y	(kg/a)	2L	L	M		
処理	前期	中期	後期	(%)	(g)	(%)	(%)		
1	低	低	低	7	135	251	0	85	15
2	低	低	高	1	157	312	10	90	0
3	低	高	高	2	154	301	10	90	0
4	高	高	高	4	159	305	5	95	0
5	高	高	低	5	160	304	20	80	0
6	高	低	低	12	151	265	10	90	0
1	低	低	低	4	161	309	0	100	0
2	低	低	高	0	177	354	50	50	0
3	低	高	高	0	182	364	60	40	0
4	高	高	高	0	184	369	60	40	0
5	高	高	低	0	194	388	80	20	0
6	高	低	低	4	163	313	10	90	0
育苗処理		1. 低・低・低	-	143	c ^w	-	-	-	-
(A)		2. 低・低・高	-	164	a	-	-	-	-
		3. 低・高・高	-	163	a	-	-	-	-
		4. 高・高・高	-	167	a	-	-	-	-
		5. 高・高・低	-	171	a	-	-	-	-
		6. 高・低・低	-	155	b	-	-	-	-
定植後処理		低温	-	153	b	-	-	-	-
(B)		高温	-	177	a	-	-	-	-
育苗処理 ^v		-	-	**	-	-	-	-	-
定植後処理		-	-	**	-	-	-	-	-
A×B		-	-	ns	-	-	-	-	-

^z6/4~7/16の調査結果 ^y7/19の調査結果, 葉数 2.5~3.5枚, 長さ 60 cm に調製

^x2L, L, M は, それぞれ調製後の地上重 180 g 以上, 120 g 以上 180 g 未満, 80 g 以上 120 g 未満 ^w*異なる英文字間に 5%水準で有意差あり (Tukey 法)

^v**は 1%水準で有意差あり, ns は有意差なしを示す (2元配置分散分析),

-は検定なしを示す



第5図 連結紙筒育苗の定植期の生育

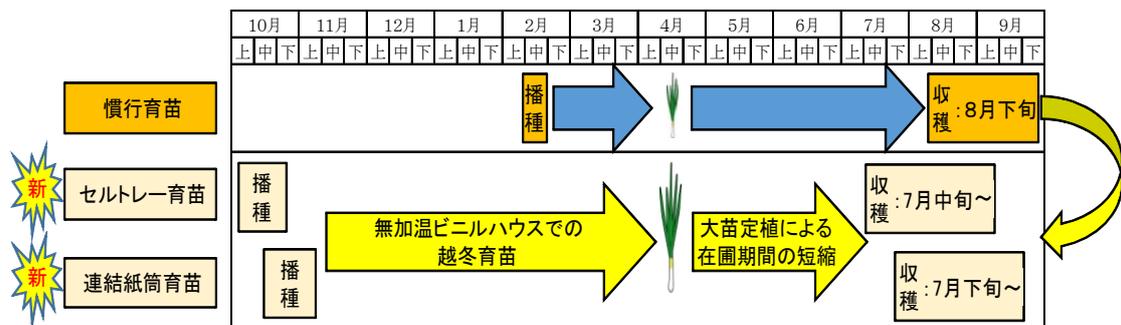
A:10/18 播種+1本, B:11/1 播種+2本, C:11/1 播種+2本, D:2/14 播種+2本(慣行)

第6表 連結紙筒育苗における播種期と1穴当たり株数の違いが収量に及ぼす影響

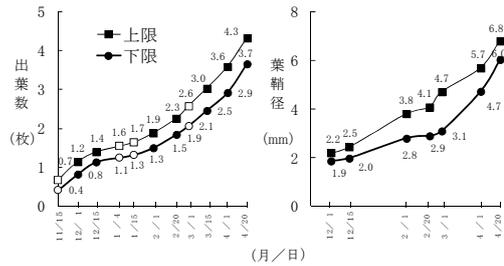
試験区	調製後	収量	規格別比率 ^y					
播種日	1穴当たり株数	地上部重 ^z	2L	L	M	S	外	
(g/株)	(kg・a ⁻¹)	(%)						
10/18	1	188±21 ^x	347	65	35	0	0	0
11/1	1	178±31	312	46	49	0	0	5
2/14	2	-	-	-	-	-	-	-

^z7/26の調査結果, 葉数 2.5~3.5枚, 長さ 60 cm に調製

^y2L, L, M, S は, それぞれ調製後の地上重 180 g 以上, 120 g 以上 180 g 未満, 80 g 以上 120 g 未満, 80 g 未満 ^x平均値±標準偏差



第6図 本研究で新たに開発された, セルトレー育苗と連結紙筒育苗による夏どり栽培



第4図 セルトレー育苗による夏どり栽培における抽苔回避と7月中旬どりが可能な育苗時の生育指標

第5表 連結紙筒育苗における播種期と1穴当たり株数が定植期の生育に及ぼす影響

試験区	出葉数	地上部重	葉鞘径	草丈	
播種日	1穴当たり株数	(枚)	(g/株)	(mm)	(cm)
10/18	1	3.9±0.2 ^z	2.9±0.5	4.6±0.4	25±2
11/1	1	3.3±0.1	2.6±0.4	4.4±0.2	28±3
	2	3.1±0.2	1.5±0.4	3.3±0.3	24±3
2/14	2	1.7±0.1	0.7±0.1	2.5±0.2	22±1

^z平均値±標準偏差

論文審査結果要旨

秋田県のような寒冷地で積雪量が多い地域におけるネギの栽培は、8月中旬～9月まで収穫する夏どりと10～12月まで収穫する秋冬どり栽培が中心である。暖地や温暖地では、秋まき年内定植、または秋まき露地育苗により夏どり栽培を実施しているが、秋田県では、いずれの実施も困難であるため、これまでは7月または8月から収穫する夏どり栽培は困難とされてきた。一方、秋田県の園芸振興の観点および県内の産地からは、経営規模の拡大と長期出荷体系を確立するため、現在よりも早い7月から収穫できる夏どり栽培の開発が求められている。

そこで、本研究では、夏どり栽培における諸課題を解決し、実用性の高い栽培技術を開発するため、無加温ビニルハウスでの越冬苗による新たなネギの夏どり栽培技術の開発を目的とした。本論文は2部4章からなり、第1章では、大苗を育苗する方法として、定植時の断根を回避できるセルトレーによる育苗を採用し、夏どり栽培に向けたセルトレー育苗条件を検討した。第2章では、第1章で夏どり栽培が可能となった要因として考えられる、セルトレー育苗で剪葉と剪根を回避したことの影響を評価するとともに、本栽培における花芽分化特性を検討した。第3章では、セルトレー育苗による夏どり栽培における、育苗時の追肥方法と温度管理方法を検討した。さらに、第4章では、第1～3章で得られたセルトレー育苗による夏どり栽培の手法を、ネギの栽培で広く用いられている連結紙筒での育苗に応用し、連結紙筒育苗による夏どり栽培を検討した。

第1章では、無加温ビニルハウスでのセルトレー育苗において、播種日および1穴当たり株数を調整することで夏どり栽培に必要な実用性のある大苗（花芽が未分化でかつ葉鞘径が6 mm以上、以下は大苗と略記）を育苗する技術を確立し、その苗を定植することで、目標収量 $300 \text{ kg} \cdot \text{a}^{-1}$ を上回る収量が得られることを実証した。これらの知見は秋田県での諸課題を解決し、ネギの夏どり栽培が可能にした画期的な成果であると高く評価できる。

第2章では、セルトレー育苗による夏どり栽培の成立要因を検討した結果、セルトレー育苗により、剪葉や剪根を回避したことで定植後の生育を促進し、在圃期間を短縮できたことが大きな要因であることを明らかにした。また、セルトレー育苗時の3月中旬～4月中旬と定植後の4月中旬～5月中旬は、低温感受性を獲得するステージである成熟栄養成長相であり、低温感受性によって花芽分化（春化）のリスクが高まるが、同時にその時期は、昼間の高温による脱春化によって花芽分化を回避していることを明らかにし、夏どり栽培の成立要因を科学的な裏付けとして生理生態的特性から解明できたことは重要な成果であると評価できる。

第3章では、セルトレー育苗による7月どり栽培技術の確立に向けて、実用性のある大苗を育成する育苗時の追肥方法と温度管理方法を検討した結果、実用的な追肥方法および温度の管理方法を明らかにした。さらに、抽苔の発生を抑制し、収量が $300 \text{ kg} \cdot \text{a}^{-1}$ 以上で7月中旬からの収穫が可能となる、出葉数と葉鞘径の生育指標を作成したことで、気象条件に年次間差があっても、実用性のある苗を育成できる重要な知見であると評価できる。

第4章では、セルトレー育苗技術を従来のネギ栽培で広く用いられている連結紙筒育苗に応用した夏どり栽培を検討した結果、連結紙筒育苗においても、セルトレー育苗と同様に、10月中旬に播種し、連結紙筒の1穴当たり株数を1本として育苗した苗を定植すると、7月下旬から収穫できる夏どり栽培が可能であることを明らかにした。この普及性の高い連結紙筒でも夏どり栽培を可能にしたので、今後の面積拡大に結びつく重要な知見であると評価できる。

以上の審査結果より、本研究の目的である寒冷地である秋田県において、無加温ビニルハウスを活用したセルトレー育苗と連結紙筒育苗による越冬育苗で新たな夏どり栽培技術を開発したことから、十分に本研究の目標を達成している。本研究の成果を活用し、秋田県の夏どり栽培は、2015年で30 haと順調に増加してきており、秋田県のネギの生産振興の一翼を担い、米に偏重した生産構造の改善に寄与することが期待される。

本論文の審査会は平成28年2月17日に実施した。15分程度の質疑応答では、質疑に対して十分な応答を行うことができた。提出された論文も十分な内容を有しており、博士の学位の授与に妥当と認定した。