

# レタスの1～2月どり無加温ハウス栽培における適品種 および保温方法と品質

河田真澄\*・貝塚隆史・中原正一\*\*・植田稔宏\*\*\*・金子賢一

Selection of Cultivars and the Effect of Heat Insulation by Covering Materials  
in an Unheated Plastic Greenhouse on Lettuce (*Lactuca sativa*)  
for Harvesting in January – February

Masumi KAWATA, Takashi KAIZUKA, Masaichi NAKAHARA, Toshihiro UETA and Kenichi KANEKO

## Summary

We investigated varietal characteristics and methods of heat insulation in lettuce for harvest in mid-winter (from January to February).

1. We selected high-quality cultivars of lettuce, 'DJ Joy Green', 'Leogrand', with little frost damage.
2. Frost damage in lettuce was prevented by adding a curtain to the tunnel in the green house. Similarly, the addition of an aluminium vapour deposition film was able to prevent frost damage.
3. By hastening coated time, deformity rates increased and freezing tolerance ( $T_{EL50}$ ) became lower.

キーワード：レタス, ハウス栽培, 品種選定, 保温

## I. 緒言

茨城県はレタスの栽培面積が3,430ha, 収穫量が90,400t, 産出額が135億円(2009年)で, 長野県に次ぐ全国第2位の産地である。主要な作型は8月～9月に播種し, 10月～12月に収穫する秋どり栽培と, 10月～12月に播種し, トンネルを被覆して3月～4月に収穫する春どり栽培に区分されている。いずれも露地栽培であるため収穫期が限定され, 特に低温の影響で1月～2月に収穫する栽培は困難である。この時期, 首都圏を中心とした東日本地域では, 西南暖地からの供給が主となっている。

しかし, 近年の石油価格高騰に伴う輸送燃料費の価格転嫁や, 長時間の輸送による鮮度低下および地産地消等の観点から, 市場や加工業等の関係者からは, 消

費地近県からの供給を求める声が高まっている。これを受けて, 近年, 県内の一部産地では, パイプハウスを利用したレタスの無加温栽培を導入しつつある。しかし, 凍害だけでなく, 葉が螺旋状に立ち上がり砲弾型に結球するタケノコ球, 肘肋が著しく突出するタコ足球などの生理障害の発生も見られ, 安定生産には至っていない。

そこで, 茨城県におけるレタスの1～2月どり無加温ハウス栽培の適品種を選定するとともに, 実用的な保温方法を開発して, 高品質安定生産技術を構築することを目的に検討したところ, いくつかの知見を得たので報告する。

\* 現 結城地域農業改良普及センター

\*\* 現 農業大学校

\*\*\* 現 エコ農業推進室

## II. 材料および方法

### 試験 1. レタスの1～2月どり無加温ハウス栽培における適品種

所内パイプハウスにおいて、1～2月の2ヵ月間にわたって収穫できるように播種期を3回設定した。球重が大きく、凍害および生理障害の発生が少ない品種を選定した。

供試品種・系統には現地慣行である‘ツララ’、‘レガシィ’等8品種を用いた。市販の育苗培土(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=80-1500-150 mg・L<sup>-1</sup>)を充填した128穴セルトレイに、2009年9月25日、9月30日および10月5日に、いずれもセル当たり1粒播種とした。9月25日播種では10月26日に、9月30日播種では10月27日に、10月5日播種では10月29日に、所内の表層腐植質黒ボク土のビニルハウス(間口4.5m, 奥行き22m)内に定植した。定植圃場の土壌は診断結果を基に、茨城県の施設栽培土壌改善基準(茨城県農林水産部農業技術課, 1997)に従い、土壌改良し、緩効性肥料CDU(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=15-15-15%)を10 kg・a<sup>-1</sup>施用し、N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=2.0-2.0-2.0 kg・a<sup>-1</sup>となるように調整した。高さ10cm, 幅150cmのベッドにライトグリーンマルチ(厚さ0.02 mm)を展張し、株間27 cm, 条間30 cmで1ベッド5条千鳥植えとした。試験規模はいずれも1区20株2反復とした。

2010年1月9日より結球緊度0.3(=結球重/(球高×球径×球径×π)/6)となったものから順次収穫を行い、レタスの重量、凍害被害株率、生理障害(タケノコ球, 肘肋突出(≒タコ足球), 扁形球)および病害発生率を調査した。

### 試験 2. レタスの1～2月どり無加温ハウス栽培における保温資材

品種は‘レオグラント’を用い、2010年10月6日に市販の育苗培土(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=80-1500-150 mg・L<sup>-1</sup>)を充填した128穴セルトレイに1セル1粒播種し、3葉期まで育苗した。10月29日に所内の表層腐植質黒ボク土のビニルハウス(間口5.4 m, 奥行き25 m)内のライトグリーンマルチ(厚さ0.02 mm)を展張したベッドに株間27 cm, 条間は30 cmで1ベッド5条千鳥植えとした。施肥は試験1.と同様に行った。

試験区は、ハウス内トンネル(長さ210cmのト

ンネル支柱を使用)被覆資材として、農ビ1重(0.1 mm厚)区, 農ビ+アルミ蒸着フィルム区, 農ビ+空気緩衝材+アルミ蒸着フィルム区の3区を設け、それらとハウス内張りカーテン(農ビ0.075 mm厚)の設置の有無を組み合わせた。ハウス内気温は、自動換気装置を用いて15～25℃となるよう管理した。現地慣行に従い、結球開始期以降、ハウス内の最低気温が-2℃以下となった12月27日よりトンネル被覆を行った。内張りカーテンおよびトンネル被覆は手動(8時間～16時閉)で閉鎖した。気温の測定は、電動ファンを取り付けた塩ビパイプ筒内に温度計を設置し、地上15 cmの高さに置いて強制通風条件下で行った。

2011年1月19日から収穫を行った。結球緊度0.3程度に生育したものから順次収穫し、レタスの重量、凍害被害株率、生理障害(タケノコ球, 肘肋突出(≒タコ足球), 扁形球)および病害発生率を調査した。



写真1 凍害の様子



写真2 タコ足球

### 試験3. レタスの耐凍性と被覆開始時期

#### 1) 気温の違いがレタス幼苗の耐凍性に及ぼす影響 (ポット試験)

品種は‘レオグラウンド’を用い、2009年4月1日に128穴セルトレイに1セル1粒播種し、4月27日に市販の育苗培土(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=200-800-200 mg・L<sup>-1</sup>)を充填した4号ポットに1ポット1株ずつ移植した。同時に、気温を5℃一定、対照として昼温20℃・夜温15℃(いずれも日長12時間、照度30,000 lux)に設定した人工気象室に、128株ずつ搬入して処理を開始した。

処理開始後3, 7, 15日後に各28株から試料を作製した。電気伝導度法(田村, 2000)により耐凍性を調査した。すなわち、第3葉の肘肋部分を避けた葉身中央部をコルクボーラー(直径12 mm)で打ち抜いたものをプログラムフリーザー(LU-113, ESPEC)に入れ、-1℃で5分予冷した後、脱イオン水をスプレーして氷片を少量加え、さらに-1℃で1時間冷却した。その後、-2.4℃・hr<sup>-1</sup>で冷却し、-2, -4, -6, -8, -10℃に達した時点で試験管を4本ずつ取り出し、4℃の暗黒下で翌朝まで6時間以上かけて緩やかに融解させた。凍結処理の翌日、試験管に15mlの蒸留水を加え、ロータリーシェイカーを用いて4時間暗黒下で振とうし、溶液の電気伝導度を測定した。別に、凍結処理を行わず、暗黒下4℃で保存したものの電気伝導度を0%、20分間煮沸したものを100%とし、次式により電解質が50%漏出する温度を算出した。電解質漏出割合=(各凍結温度でのEC-A)/(B-A) A:暗黒化4℃で保存した非凍結試料のEC(傷害率0%) B:20分間煮沸した試料のEC(傷害率100%)耐凍性の指標として凍結-融解された葉片組織から電解質が50%漏出する温度(Temperature at which 50% of electrolyte leakage from leaf blade tissues occurred, 以下TEL<sub>50</sub>)を用いて耐凍性を評価した。

#### 2) ハウス内トンネル被覆開始時期

品種は‘レオグラウンド’を用い、播種2009年9月24日、定植10月25日とした。施肥および栽植方法は、試験1. に準じて行った。

ハウス内トンネルの被覆開始時期を、慣行区:12月27日に被覆を開始、被覆前進①区:外葉形成期に当たる11月10日より被覆を開始、被覆前進区②:被覆前進①区と同様に被覆前進するものの、低温馴化

のために12月10日から12月27日まで被覆を除去の3区を設け、レタスの重量および耐凍性を調査した。耐凍性の調査は試験3. の1)に従い、結球表葉から2枚目の葉の肘肋部を除いた葉身部を午前8時30分～9時にサンプリングして行った。

### Ⅲ. 結果

#### 試験 1. レタスの1～2月どり無加温ハウス栽培における適品種

9月25日播種では、全重は‘DJジョイグリーン’が最も優れ、‘T-0570’に比べ有意に重かった。調製重も‘DJジョイグリーン’が最も優れ、‘レガシィ’および‘T-0570’に比べ、有意に重かった。凍害による等級の低下は、全ての品種・系統で発生し、‘ツララ’が20%で最も低く、‘T-0570’で最も高く55.2%であった。球の異常による等級の低下は、タケノコ球では‘ツララ’‘シスコF’‘T-0570’‘レオグランド’の4品種・系統で発生した。肘肋の突出では全ての品種・系統で発生した。発生割合は、最も低い‘スティンガー’で26.7%、最も高い‘ツララ’で56.7%であった。扁形球はレオグランドで3.3%等級低下の発生が見られた。

9月30日播種では、全重は‘MK-108’で最も優れ、‘T-0570’に比べ有意に重かった。調製重は‘DJジョイグリーン’で最も重かったが、品種・系統間に有意な差は見られなかった。凍害による等級低下割合は、‘DJジョイグリーン’で最も低く33.3%発生し、最も高い‘レオグランド’および‘MK-108’では70%発生した。球の異常による等級低下は、タケノコ球は全ての品種・系統で見られ

ず、肘肋の突出によるものは全ての品種・系統で発生し、最も低い‘DJジョイグリーン’33.3%で、‘レオグランド’と‘MK-108’で最も高く、63.3%発生した。扁形球では‘DJジョイグリーン’および‘シスコF’で3.3%発生した。

10月5日播種では、全重および調製重は‘レオグランド’が最も重かったが、品種・系統間に有意な差は見られなかった。凍害による等級低下の発生割合は、最も低い‘DJジョイグリーン’および‘ツララ’では20%、最も高い‘スティンガー’では70%だった。球の異常による等級の低下は、タケノコ球は‘レオグランド’のみで発生が見られ、20%であった。肘肋の突出による等級の低下は全ての品種・系統で見られ、‘DJジョイグリーン’および‘スティンガー’、または‘レガシィ’が最も低く33.3%で、最も高い‘MK-108’では83.3%だった。扁形球による等級低下は‘スティンガー’と‘レガシィ’を除く全ての品種・系統で発生し、発生割合は3.3～10%だった。以上より、各播種日において、球重が重く、且つ凍害および生理障害の発生の少ない品種の選定を試みたが、全ての条件を考察すると、品種・系統間の差は判然としなかった。そのため、販売可能なM級以上品の割合が最も高かった‘DJジョイグリーン’または‘レオグランド’を供試品種とし、以後の試験に用いた(表1)。

表1 播種日別の収穫物重量および凍害、または生理障害と病害発生の品種間差

播種日 (定植日)	品種	全重 (g/株)	調製重 (g/株)	凍害被 害株率 (%)	球の異常および病害被害株率				可販品率 (M級以上)	定植から収穫 までの日数	
					タケノコ球 (%)	肘肋突出 (%)	扁形球 (%)	その他 (%)			病害 (%)
9月25日 (10月26日)	DJジョイグリーン	702 ± 4.8 <sup>a</sup>	480 ± 6.0 <sup>a</sup>	23.3	0	46.7	0	0	26.7	43.3	91 ± 4.8
	スティンガー	619 ± 12.5 <sup>ab</sup>	434 ± 8.0 <sup>abc</sup>	46.7	0	26.7	0	0	30.0	23.3	93 ± 3.7
	レオグランド	636 ± 16.0 <sup>ab</sup>	458 ± 29.8 <sup>ab</sup>	46.7	33.3	46.7	3.3	3.3	40.0	16.7	92 ± 4.3
	ツララ	617 ± 41.5 <sup>ab</sup>	400 ± 36.0 <sup>abc</sup>	20.0	6.7	56.7	0	3.3	20.0	23.3	95 ± 2.6
	レガシィ	593 ± 33.8 <sup>ab</sup>	370 ± 13.7 <sup>bc</sup>	33.3	0	36.7	0	0	10.0	16.7	93 ± 3.4
	MK-108	645 ± 3.8 <sup>a</sup>	442 ± 5.5 <sup>abc</sup>	23.3	0	53.3	0	0	16.7	36.7	92 ± 4.1
	シスコF	634 ± 29.7 <sup>ab</sup>	401 ± 5.8 <sup>abc</sup>	48.3	14.3	44.8	0	6.9	27.6	27.6	92 ± 2.3
T-0570	513 ± 11.8 <sup>b</sup>	344 ± 21.4 <sup>c</sup>	55.2	14.3	31.0	0	0	31.0	10.3	89 ± 6.1	
有意差 <sup>1)</sup>		*	*	—	—	—	—	—	—	—	—
9月30日 (10月27日)	DJジョイグリーン	634 ± 2.4 <sup>ab</sup>	472 ± 43.5	33.3	0	50.0	3.3	0	16.7	43.3	95 ± 2.7
	スティンガー	604 ± 38.5 <sup>ab</sup>	421 ± 34.5	53.3	0	33.3	0	0	30.0	10.0	92 ± 4.5
	レオグランド	614 ± 15.3 <sup>ab</sup>	444 ± 21.8	70.0	0	63.3	0	0	43.3	30.0	95 ± 2.7
	ツララ	591 ± 4.5 <sup>ab</sup>	400 ± 23.7	40.0	0	23.3	0	0	30.0	16.7	95 ± 3.0
	レガシィ	608 ± 18.8 <sup>ab</sup>	395 ± 36.7	53.3	0	53.3	0	0	0	17	95 ± 2.9
	MK-108	665 ± 13.0 <sup>a</sup>	456 ± 9.0	70.0	0	63.3	0	0	43.3	3.3	94 ± 2.7
	シスコF	589 ± 25.2 <sup>ab</sup>	403 ± 18.2	43.3	0	40.0	3.3	0	16.7	20.0	93 ± 3.7
T-0570	547 ± 7.0 <sup>b</sup>	389 ± 19.9	53.6	0	50.0	0	0	35.7	14.3	95 ± 1.5	
有意差 <sup>2)</sup>		*	n.s	—	—	—	—	—	—	—	—
10月5日 (10月29日)	DJジョイグリーン	614 ± 21.2	437 ± 25.4	20.0	0	33.3	3.3	0	26.7	30.0	95 ± 2.5
	スティンガー	636 ± 24.0	441 ± 21.8	36.7	0	33.3	0	0	30.0	10.0	94 ± 2.8
	レオグランド	657 ± 17.8	454 ± 4.3	33.3	20.0	46.7	10	0	20.0	43.3	95 ± 3.2
	ツララ	595 ± 44.8	359 ± 35.7	20.0	0	46.7	3.3	0	6.7	13.3	93 ± 2.5
	レガシィ	578 ± 8.0	349 ± 15.8	30.0	0	33.3	0	0	10.0	16.7	94 ± 3.0
	MK-108	617 ± 35.7	403 ± 22.8	33.3	0	83.3	6.7	0	16.7	10.0	94 ± 2.4
	シスコF	581 ± 5.5	359 ± 20.7	27.6	0	41.4	3.4	0	20.7	13.8	93 ± 3.1
T-0570	559 ± 44.8	387 ± 38.7	30.0	0	43.3	6.7	0	26.7	16.7	95 ± 2.3	
有意差 <sup>3)</sup>		n.s	n.s	—	—	—	—	—	—	—	—

<sup>1)</sup>平均値±標準誤差 (n=2)

<sup>2)</sup>\*,\*\*は同一播種日・同列の異なるアルファベット間にTukey多重検定によりそれぞれ5%,1%で有意差があること (P<0.05), n.sは有意差がないことを示し、—は未検定を示す (n=2)

<sup>3)</sup>凍害、球の異常および病害は商品価値に影響が発生した株を被害株として計算した



## 試験2. レタスの1～2月どり無加温ハウス栽培における保温資材

全重および調製重に、被覆方法の違いによる有意差は認められなかった(表2)。慣行の農ビ1重区では、調製球の葉が水浸状になり、症状が進むと表皮が剥離するような凍害が57.5%の株で発生した。ハウス内トンネル被覆では、慣行の農ビ1重区では平均日最低気温が $-1.2^{\circ}\text{C}$ であったのに対し、農ビ1重にアルミ蒸着フィルムを併用すると $0.7^{\circ}\text{C}$ となり、さらに空気緩衝材を併用して3重被覆にすると $2.6^{\circ}\text{C}$ となった。

内張りカーテンを設置すると、農ビ1重トンネル区でも平均日最低気温は $2.6^{\circ}\text{C}$ となり、内張りカーテン無しの3重被覆と同等の保温効果を示した。さらに、内張りカーテンを設置し、農ビとアルミ蒸着フィルムを併用した区では平均日最低気温は $1.0^{\circ}\text{C}$ 、農ビとアルミ蒸着フィルムに空気緩衝材を併用した区では、 $3.9^{\circ}\text{C}$ といずれも内張り無区より高くなった。

一般にレタスに凍害が発生すると言われる $-2^{\circ}\text{C}$ 以下の遭遇時間は、慣行区で33.3時間であったのに対し、その他の全ての区で0時間であった(表3)。

表2 被覆方法の違いと収穫物の重量、凍害、生理障害等の発生

内張りの有無	被覆方法	全重 (g)	調製重 (g)	凍害 被害株率 <sup>x</sup> (%)	球の異常および病害被害株率				
					タケノコ球 (%)	肘肋突出 (%)	扁形球 (%)	その他 (%)	病害 (%)
無	農ビ+アルミ蒸着	707	465 ± 5.1 <sup>z</sup>	0	0	20.0	0	2.5	7.5
	農ビ+空気緩衝材+アルミ蒸着	728	477 ± 5.0	0	12.5	40.0	2.5	0	2.5
	農ビ一重(慣行)	693	443 ± 8.1	57.5	0	0	7.5	0	0
有	農ビ+アルミ蒸着	741	489 ± 48.1	0	5.0	30.0	2.5	0	2.5
	農ビ+空気緩衝材+アルミ蒸着	701	457 ± 21.5	0	10.0	35.0	2.5	0	0
	農ビ一重	761	498 ± 4.9	0	10.0	30.0	5.0	0	7.5
有意差 <sup>y</sup>		n.s	n.s	—	—	—	—	—	—

<sup>z</sup>平均値±標準誤差

<sup>y</sup>\*,\*\*は分散分析にて、それぞれ5%,1%で有意差があること、n.sは有意差がないことを示し、—は未検定を示す(n=2)

<sup>x</sup>凍害、球の異常および病害は商品価値に影響が発生した株を被害株として計算した

表3 被覆方法の違いと気温

内張りの有無	被覆方法	平均気温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	平均日最高気温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	平均日最低気温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	最低極温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	$-2^{\circ}\text{C}$ 以下遭遇時間 (hr)
無	農ビ+アルミ蒸着	21.1	21.0	0.7	-1.1	0
	農ビ+空気緩衝材+アルミ蒸着	20.3	20.2	2.6	1.4	0
	農ビ一重(慣行)	22.3	22.3	-1.2	-3.1	33.3
有	農ビ+アルミ蒸着	23.2	23.2	1.0	-1.0	0
	農ビ+空気緩衝材+アルミ蒸着	21.7	21.6	3.9	1.4	0
	農ビ一重	21.9	22.0	2.6	0.5	0
外気温		14.5	14.2	-6.6	-10.8	234.7

地上15cmの高さにて、強制通風条件下で測定

測定期間：2011年1月6日～2月3日

## 試験3. レタスの耐凍性と被覆開始時期

### 1) 気温の違いがレタス幼苗の耐凍性に及ぼす影響

#### (ポット試験)

終日 $5^{\circ}\text{C}$ 区と $20/15^{\circ}\text{C}$ 区とに置いたレタス幼苗の耐凍性について調べたところ、処理開始後3日目では、終日 $5^{\circ}\text{C}$ 区、対照の $20/15^{\circ}\text{C}$ 区とも $T_{EL50}$ は $-7^{\circ}\text{C}$ であったが、処理後7,15日目には終日 $5^{\circ}\text{C}$ 区が、 $20/15^{\circ}\text{C}$ 処理区よりも $T_{EL50}$ が著しく低かった(表4)。

表4 気温の違いがレタス幼苗の耐凍性に及ぼす影響

気温 ( $^{\circ}\text{C}$ )	$T_{EL50}$ ( $^{\circ}\text{C}$ ) <sup>z</sup> 処理日数		
	3日	7日	15日
5	-7.0	-7.0	-9.5
20/15	-7.0	-3.6	-3.5

<sup>z</sup>50%電解質漏出温度(≒致死温度)

## 2) ハウス内トンネル被覆開始時期

ハウス内トンネル被覆開始時期の違いがレタスの耐凍性に及ぼす影響について検討した。12月10日時点の $T_{EL50}$ は、11月10日に被覆を開始した被覆前進①区および被覆前進②区で、被覆を開始していない慣行区および無被覆区に比べ、耐凍性が低下する傾向が見られたが、収穫期に当たる1月18日時点では、試験区間に大きな差は見られなかった(表5)。

収穫までの日数は被覆前進区でやや少なかったが、結球緊度0.3を目標に収穫を行うと、全重および調製重または結球重に被覆開始時期の違いによる有意な差は見られなかった。

表5 被覆開始時期の違いが耐凍性に及ぼす影響

処理区	$T_{EL50}$ (°C) <sup>y</sup>	
	12/10	1/18
被覆前進①区	-5.9 ± 0.5 <sup>z</sup>	-7.2 ± 2.7
被覆前進②区	-5.8 ± 0.5	-6.2 ± 2.8
慣行区	-7.5 ± 1.1	-7.9 ± 2.3
無被覆区	-7.5 ± 1.1	-7.3 ± 3.7

<sup>z</sup>平均値±標準偏差 (n=3), <sup>y</sup>50%電解質漏出温度 (=致死温度)

表6 被覆時期の違いが収穫までの日数, 球重, 凍害, 生理障害等の発生

被覆方法	全重 (g)	調製重 (g)	収穫までの日数 (日)	凍害被害株率 <sup>y</sup> (%)	球の異常および病害被害株率 <sup>x</sup>			
					タケノコ球 (%)	肘肋突出 (%)	扁形球 (%)	病害 (%)
被覆前進①区	590	371 ± 30.4 <sup>z</sup>	80 ± 3.1	50.0	2.5	70.0	2.5	7.5
被覆前進②区	548	341 ± 26.8	80 ± 3.1	76.9	0.0	56.4	7.7	2.6
慣行区	547	341 ± 10.8	84	75.0	0.0	45.0	5.0	22.5
無被覆区	495	283 ± 8.8	82 ± 1.8	97.4	0.0	48.7	0.0	30.8
有意差 <sup>y</sup>	n. s	n. s	—	—	—	—	—	—

<sup>z</sup>平均値±標準偏差

<sup>y</sup>\*, \*\*は分散分析にて, それぞれ5%, 1%で有意差があること, n. sは有意差がないことを示し, —は未検定を示す (n=2)

<sup>x</sup>凍害、球の異常および病害は商品価値に影響が発生した株を被害株として計算した

## IV. 考 察

レタスは冷温耐性植物であり, 比較的低温に強く, 水温よりも高い低温領域では生育する。しかし, 経済的な生育適温は15~20°Cとされている。8°C~10°Cで生育が停滞(黒川, 1998)し, レタスの凍害について, 渋谷・木下(1970)は0°C~-2°Cの範囲では葉表皮下の凍結および表皮の離脱が認められる程度であるが, -2°C~-12°C位では細胞外凍結で同化組織も凍結し, -12°C以下になると同化組織は細胞内凍結を起こして急速に致死すると報告している。その中で, 幼苗は葉内の糖分や浸透圧が高く越冬性に優れるのに対し, 完全結球した成熟株は耐凍性が劣り,

球の異常による等級低下の発生割合を見ると, タケノコ球の発生により, 被覆前進①区のみで2.5%の株の等級が低下した。さらに, 肘肋の突出では全ての区で等級の低下が発生し, 慣行区で45%なのに対し, 被覆前進①区で70%, 被覆前進②区で56.4%で, 被覆前進した区が慣行区を上回った。扁形球では, 慣行区が5%なのに対し, 被覆前進①区では2.5%でやや低く, 被覆前進②区では7.7%で高かった。無被覆区では扁形球による等級低下の発生は見られなかった。病害は, 慣行区および無被覆区でそれぞれ22.5, 30.8%に対し, 被覆前進①区では7.5%, 被覆前進②区で2.6%と被覆を前進した区で低い傾向にあった(表6)。

凍結を繰り返すうちに衰弱して枯死すると述べている。

県内のレタスの冬どり栽培では, 11月以降は最低気温が生育適温を下回る環境となり, 12~2月は結球したレタスが凍害を受けやすくなる。さらに, 播種~定植期が9~10月の高温期に当たり, ハウス栽培とすることから, タケノコ球やタコ足球と称される異常球が発生しやすい。これらの障害の発生には, 品種間差も大きいと考えられるため, 本研究ではまず品種比較試験を行い, 球重が重く, 且つ凍害および生理障害の発生の少ない品種の選定を試みたが, 全ての条件を考察すると, 品種・系統間の差は判然としなかった。現在, 冬どり用の品種の開発が進んでいることから, より低温条件下での生産に適する品種を今後選定

できる可能性があると考えられた。

本県でレタス栽培に用いられる施設は、主に間口4.5m～5.4mの比較的小型のパイプハウスで、低温期における保温性は十分ではなく、内張りやトンネル被覆などの保温管理上、難点がある。農ビの内張りカーテンとトンネル被覆を併設することで保温性が著しく高まり、特に、アルミ蒸着フィルムや空気緩衝材の実用性が高いことが明らかになった。

夏秋トマトおよび小玉スイカなどの果菜類を栽培するパイプハウスでは、内張りカーテンを設置している場合が多いので、その前後作として、トンネル1重被覆を組み合わせて1～2月どりのレタスを導入することは合理的と考えられた。

白井ら(1995)は、レタスでは全重、球重と結球開始時期の葉面積の間に相関があり、最大葉の同化量が転流に及ぼす影響が大きいと推察している。結球開始時に最大葉の面積を確保するには、外葉形成期の生育の確保が重要である。本県の1～2月どりの作型において、外葉形成期に当たる11月上旬になると、夜間はレタスが生育停滞を生じる8～10℃以下に下がり始める。そこで、夜間のハウス内被覆時期を早めることで外葉形成期の温度を確保することにより、結球の肥大を図れる可能性がある。しかし、本研究では、被覆を早めた区で慣行区に比べ収穫期は早まり、低温に遭遇する期間が短かったためか病害の発生も少なかったものの、全重および調製重に有意な差は認められなかった。さらに、被覆前進区では肘肋突出の発生が多く、結球が進んだ12月10日頃の耐凍性も劣る傾向が認められた。耐凍性の低下や、肘肋の突出など異常球の発生が増加することから、夜間の被覆を早めるのは避けるべきと考えられた。

肘肋の突出は高温期に播種する作型で多く見られることから、夜間の保温あるいは早朝のトンネル内の高温が発生を助長した可能性がある。さらに、野菜の耐凍性の誘導には気温が大きく影響(酒井ら, 1982)し、レタスでも何回か低温に遭遇してハードニング(hardening)の行なわれた苗は、そうでないものに比べ耐凍性が高いと報告されている(渋谷・木下, 1970)。また、試験3.のレタス幼苗を用いたポット試験でも、終日5℃処理区で7日以上処理することにより、20/15℃処理区に比べ耐凍性を示すTEL50が低下したことから、低温遭遇によって耐凍性が向上したものと推察された。

12月10日の時点では、夜間保温を行った被覆前

進区で耐凍性が劣ったが、収穫期に当たる1月18日の耐凍性には処理間に大きな差が見られなかったのは、1月のハウス内トンネル(農ビ1重)の内部では平均最低気温は-1.2℃であり、いずれの処理区でも低温馴化が起こり耐凍性が一様に向上した可能性がある。このように、レタスの低温馴化による耐凍性の獲得と脱馴化による耐凍性低下については、不明な点が多い。キャベツでは獲得された耐凍性が低温馴化に必要な時間よりも短時間で消失し、時間単位の昇温でもある程度の耐凍性低下が生じることが確認されている(Sasakiら, 2001)。ハウレンソウおよびコマツナを用いて秋から早春にかけての耐凍性を測定した田村(2002)の試験でも、耐凍性測定の7日前からの最低気温と耐凍性の間に負の相関が見られたことなどから、耐凍性の低下は一時的な高温や収穫前数日間の最低気温などの生育環境に左右される可能性があることが示唆されている。

レタスの耐寒性に関わる品種特性や耐凍性獲得と脱馴化のメカニズムについて、より詳細に検討することにより、厳寒期の安定生産が可能になると考えられた。

## V. 摘要

レタスの厳寒期無加温ハウス栽培における適品種選定および保温方法について検討した。

1. 適品種選定では、球重が重く、且つ凍害および生理障害の発生が少ない品種の選定を試みたが、全ての条件を考察すると、品種・系統間の差は判然としなかった。
2. 保温方法の検討では、慣行の農ビ1重トンネル被覆にアルミ蒸着フィルムを併用することで、凍害の発生を軽減することができた。
3. さらに、空気緩衝材をトンネルの保温資材として併用することにより、保温性を著しく高められることを明らかにした。
4. 被覆開始時期の検討では、生育促進のためのトンネル被覆の開始時期の違いにより、全重および調製重に有意な差は見られなかった。むしろ、被覆を前進化することにより、耐凍性が低下し、異常球の発生が増加することが懸念された。
5. 保温管理を適切に行うことで、1～2月どりレタスの安定生産が可能になると考えられた。

## 引用文献

- 五十嵐ら. 1993. 冬獲りキャベツの凍害発生および耐凍性獲得に及ぼす気温の影響. 農業気象. 44 (2) : 91-98
- 黒川領太. 1998. 農業技術体系野菜編 6: 追 289-291 農文協. 東京
- 酒井昭. 1982. 植物の耐凍性と寒冷適応. pp469. 学会出版センター
- Sasaki,H., K.Ichimura, S.Imada, and M.Oda.2001. Loss of Freezing tolerance associated with in decrease in sugar concentrations by short-term deacclimation in cabbage seedlings.J.Japan.Soc. Hort.Sci. 70 : 294-298
- 佐々木英和. 2003. キャベツの耐凍性獲得および消失に関する研究. 野菜茶業研究所報告 2 : 213-244
- 渋谷茂. 木下恵介. 1970. レタスの生態に関する研究 -5- レタスの凍害について. 岡山大学農学報. 36 : 35-42
- 白井英清・牛田均・松崎朝浩. 1995. 2～3月どりレタスの時期別生育と全重, 球重の関係. 香川県農試研報. 46 : 39-43
- 田村晃. 2000. コマツナとハウレンソウの個体レベルでの耐凍性評価. 園学雑. 69 (3) : 332-338
- 田村晃. 2002. 無加温パイプハウス栽培におけるハウレンソウとコマツナの秋から早春にかけての耐凍性の変化. 園学雑. 71 (1) : 74-81
- 田村晃. 2005. 積雪寒冷地域における冬期葉菜類栽培に関する研究 特に, ハウレンソウとコマツナの耐凍性, 糖およびアスコルビン酸に注目して. 秋田県農試報. 45 : 1-132