

# 「秋冬ニラとろけ症の原因究明および防止対策技術の確立」

## 試験成績書

(平成11年度 即時対応試験成績書)

平成12年3月

福島県農林水産技術会議

福島県農業試験場

### 目次

#### I はじめに

#### II 試験成績

##### 1 市場における秋冬ニラとろけ症の発生状況

##### 2 秋冬ニラとろけ症の発生原因の究明

(1) 病原細菌の分離および病原性検定

(2) とろけ症病原細菌接種による圃場生育中ニラの病徴

(3) とろけ症の病原細菌および圃場ニラに発生した黄褐色条斑葉の病原細菌の

同定

##### 3 秋冬ニラとろけ症の発生要因の究明

(1) 品種の違いがとろけ症発生におよぼす影響

(2) 温度の違いがとろけ症発生におよぼす影響

(3) 包装形態の違いがとろけ症発生におよぼす影響

(4) 箱詰め方法の違いと振動がとろけ症発生におよぼす影響

#### III 摘要

#### IV とろけ症防止対策

#### 試験担当者

福島県農業試験場	病理昆虫部	部長	大沢	守一
〃	〃	専門研究員	平子	喜一
〃	野菜部	部長	酒井	孝雄
〃	〃	副主任研究員	藤田	祐子

# 秋冬ニラとろけ症の原因究明および防止対策技術の確立

## I はじめに

本県のニラは、秋冬期の代表的な茎葉菜として、中通りを中心に約260haが作付けされており、主に北海道へ出荷されている。北海道市場における本県産ニラの占める位置は高く、特に、12月～1月にかけては流通量の約8割が本県産ニラで占められている。

こうした中、近年、北海道市場において、県産の秋冬ニラにとろけ症が発生し、市場からはその対策が強く求められている。とろけ症は、収穫・調整時には健全に見えるが、市場到着時に切り口や結束部分が悪臭を伴って腐敗する市場病害である。これまで、本症の発生原因が不明であったため、有効な対策を取ることができなかった。そこで、本研究では、県産ニラの品質維持と高い市場評価を引き続き得るため、とろけ症発生の原因を究明し、防止対策技術を早急に確立することを目的とした。

本試験の遂行にあたり、丸果札幌青果株式会社、福島県経済農業協同組合連合会、すかがわ岩瀬農業協同組合、みちのく安達農業協同組合、福島県北海道事務所、須賀川地域農業改良普及センター、安達地域農業改良普及センターには、協力と便宜を図って頂いた。また、静岡大学農学部 瀧川雄一博士、伊藤佐弥香氏には細菌学的性質の検査を行って頂いた、ここに謹んで感謝する。

## II 試験成績

### 1. 市場における秋冬ニラとろけ症の発生状況

#### 【目的】

とろけ症の市場における発生状況および福島県産ニラの輸送形態について調査し、本症対策のための資料を得る。

#### 【材料および方法】

これまでの調査のなかで、輸送中の結露等がとろけ症の発生を助長しているのではと推察されていた。しかし、明確な発生原因・要因については不明であった。そこで、ニラの包装・輸送の形式、鮮度保持袋（以下「鮮度パック」とする）内の結露の状態を中心に、市場調査を行った。また、市場におけるとろけ症の発生状況を調査するとともに、とろけ症ニラのサンプリングを行った。

- (1) 調査場所：北海道・札幌中央卸売市場
- (2) 調査項目：箱詰め方法、鮮度パックの種類、包装方法等
- (3) 調査方法：市場担当者からの聞き取りおよび現地調査
- (4) 調査時期：平成11年12月中旬

#### 【結果および考察】

- (1) 札幌中央卸売市場で確認できたニラの出荷元は、福島県産では7JA（農業協同組合）であった（表1）。他県産は北海道、茨城県、群馬県、高知県、宮崎県であった。
- (2) 県内産ニラは、すべて100g束×10束入袋（鮮度パック）を、ダンボール箱に5袋（5kg）、縦詰めする出荷形態をとっていた（図1）。他県産のものも、ほぼ同様の形態をとっていた。
- (3) 鮮度パックの種類は、従来品である「角切り：袋下部の角ニカ所をカットし、小穴を開けたもの」（7円/袋）、昨年より使用され始めた「メッシュ：袋上部、下部のニカ所に幅約5cmの位置に針穴を開けたもの」（8円50銭/袋）の2種類であった（図2）。
- (4) 新聞紙は、鮮度パック内の結露対策として入れられていた（図4）。
- (5) 鮮度パックの閉じ方には、折り返して止める方法、口を束ねて止める方法、シーラーで止める方法があった（図3）。
- (6) 市場で、セリ前の鮮度パック内の結露状態を調査した結果、「メッシュ」では、結露はほとんど認められなかったが、「角切り」では目立った（表1）。  
両鮮度パックとも、新聞紙の有無による結露の状態に差異は認められなかった。ま

- た、パックの閉じ方が異なっても、結露の状態に差異は見られなかった。
- (7) とろけ症の発生は、JAみちのく安達出荷分での1件（8箱40袋中、20袋）、JA中畑出荷分での1件（2箱10袋の全て）で認められた。鮮度パックの種類は、「角切り」であった（表1）。
- (8) 収穫からとろけ症事故品が発見されるまでの日数は、4～5日であった（図5）。

表1 市場で確認された福島県産秋冬ニラの生産地名と包装形態

荷元JA	鮮度のパック種類	結露の多少	袋の閉じ方	新聞紙の有無	とろけの発生
表郷	メッシュ	少	束ねる	有	無
郡山市	角切り	多	束ねる	無	無
すかがわ岩瀬	メッシュ	少	束ねる	有(一部無)	無
伊達みらい	角切り	多	折り返し	有	無
中畑	角切り	多	折り返し	無	一部に発生
みちのく安達	角切り	多	シーラー	有	一部に発生
矢吹町	角切り	多	束ねる	無	無

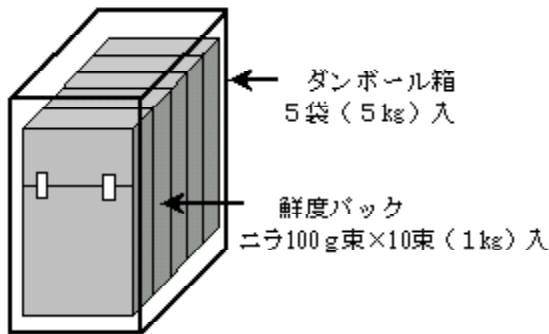


図1 ニラの包装・箱詰め形態

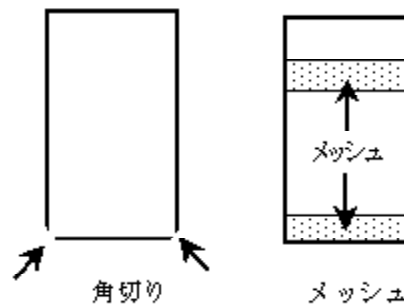


図2 ニラ用鮮度パックの種類



図3 鮮度パックの閉じ方

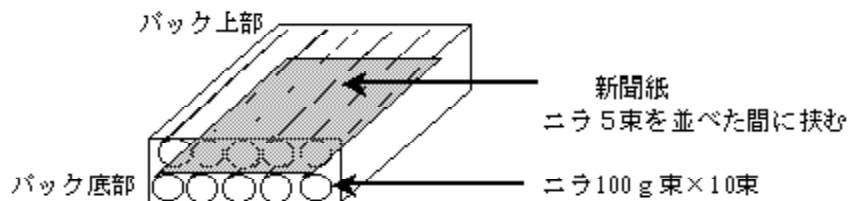


図4 ニラ包装時の新聞紙の入れ方

1日目午後	2日目午前	2日目午後	3日目午前	3日目午後	4日目午前	4日目午後	5日目午前	6日目
収穫→調整 (各生産者)	集荷→予冷 (予冷库)	→→→→ (予冷库)	出発→→→→ (トラック)	→→→→ トラック→船	→→→→ 船→トラック	→→→→ 市場到着 (市場)	せり (仲卸)	事故品返却

図5 秋冬ニラの収穫から市場到着までの日程

## 2. 秋冬ニラとろけ症の発生原因の究明

### (1) 病原細菌の分離および病原性の検定

#### 【目的】

ニラとろけ症の発生原因は、当初、症状の確認ができず、菌の分離が困難であったことなどから、不明であった。ここでは、とろけ症は症状から細菌による病害である可能性が高かったので、細菌の分離を行い、病原を明らかにする。

#### 【材料および方法】

##### (1) 材料

北海道札幌中央卸売市場で採取したとろけ症ニラを供試した。

##### (2) 菌の分離

菌の分離は、試料を80%エタノールで数秒、1%次亜塩素酸ナトリウムで90秒間表面殺菌し、PSA培地を用い、塗末分離法によって行った。

##### (3) 病原性の検定

(ア) 供試菌株：表2に示した。

(イ) 区の構成：1菌株当たりニラ（ワンダーグリーンベルト）2束（100g/束）を供試した。SSA1~5菌株は供試株を1束とした。

(ウ) 接種方法：ニラ束の茎元10cmを、約 $10^8$ /mlに調製した細菌懸濁液に、3分間浸漬し、直ちにニラ用鮮度パック（角切り）に入れ、封をした後、出荷用ダンボール箱に縦詰めにし、12℃暗黒条件下に置いた。無処理は細菌懸濁液に代えて脱塩水に浸漬した。

##### (4) 調査

茎元のとろけ症発生の有無を調査し、発生茎率を求めた。

#### 【結果および考察】

(1) 市場におけるとろけ症の初期症状は、鮮度パック内ニラ（100g/束、10束入り）の一部の茎元が軟化腐敗していた。その後、腐敗が進むと、パック内すべての茎元が腐敗し、パック下部には腐敗が貯まっていた。また、これらの症状にともなって、結束部の傷んだ葉が水浸状に腐敗する症状も認められた。

(2) 茎元の腐敗部分や葉が水浸状に腐敗した部分からは、細菌が分離された。

(3) とろけ症ニラから分離した9菌株を供試して、とろけ症の再現を試みた結果、7菌株がとろけ症を再現し、病原性が認められた（表2）。

(4) 病原性が認められた菌株では、接種3日後からとろけ症が発生し、7日後には供試したニラ茎すべてがとろけ症となった。

以上の結果から、とろけ症発生に細菌が関与していることが明らかとなった

表1 とろけ症ニラからの菌分類および分類菌によるとろけ症の再現

とろけ症ニラ採取場所	ニラの生産地	菌分類部位	分類菌株	とろけ症の再現a)
1. 札幌市中央卸売市場	福島県長沼町	茎とろけ	SS8	+
2.	"	葉水浸状	SS9	+
3.	A 県	茎とろけ	SS10	+
4.	"	葉水浸状	SS11	+
5.	福島県安達町	茎とろけ1	SSA1	-
6.	"	" 2	SSA2	-

7.	''	''	''	3	SSA3	+
8.	''	''	''	4	SSA4	+
9.	''	''	''	5	SSA5	+
10					無処理	-

a) + : 接種試験により、とろけ症が再現された

- : 接種試験で無病徴

## (2) とろけ症の病原細菌接種による圃場生育中ニラの病徴

### 【目的】

ニラとろけ症病原細菌接種による圃場生育中ニラへの感染および病徴を確認し、本細菌の伝染環を明らかにする。

### 【材料および方法】

試験1：とろけ症病原細菌接種による圃場生育中ニラの病徴

- (1) 供試菌株：SS8
- (2) 区の構成：1区当たり14株(茎数100~120本)、2反復
- (3) ニラの耕種概要：品種；ワンダーグリーンベルト、播種；平成11年3月23日、定植；平成11年6月15日、捨て刈り・保温開始日；11月9日
- (4) 接種方法： $1 \times 10^8$ /立方メートルに調製した細菌懸濁液を、ニラを刈り取った株の切り口に噴霧接種した。接種量は1区当たり50mlとした。対照として水道水を噴霧した区を設けた。
- (5) 調査方法：切断面が残っている葉について経時的に病徴観察を行ない、接種20日後に病徴の有無を調査した。  
調査後、病徴を生じた葉を収穫し鮮度パックに詰め、12℃暗黒条件下に置き、とろけ症の発生の有無を調査した。

試験2：現地農家圃場での黄褐色条斑葉の発生実態および分離細菌によるとろけ症の再現

試験1で、とろけ症の病原細菌を圃場生育中のニラに接種すると、黄褐色条斑を生じることが分かったので、現地農家圃場で発生している本症の発生実態を調査した。

さらに、菌の分離を行い、収穫ニラに接種し、とろけ症の再現を試みた。

- (1) 黄褐色条斑葉ニラの採取：長沼町現地農家圃場
- (2) 菌の分離：試料を80%エタノールで数秒、1%次亜塩素酸ナトリウムで90秒間表面殺菌し、PSA培地上で分離した。
- (3) 病原性検定供試菌株：NVP1、NVP2、NVX2、NVP3、NVP4、NVP5、NVE5の7菌株
- (4) 区の構成：1菌株当たりニラ（ワンダーグリーンベルト）2束（100g/束）
- (5) 接種方法：ニラ束の茎元10cmを、 $1 \times 10^8$ /mlに調製した細菌懸濁液に、3分間浸漬し、直ちにニラ用鮮度パックに詰めて密閉し、出荷用ダンボール箱に縦詰めにし、12℃暗黒条件下に置いた。  
無接種区（対照区）は細菌懸濁液に代えて脱塩水に浸漬した。
- (6) 調査方法：茎元のとろけ症状の有無を調査し、発生茎率を求めた。

### 【結果および考察】

試験1

- (1) SS8菌を接種したニラは、接種5日後頃から、葉先の切り口から下方に向かって黄色の淡い条が入りはじめ、その後、葉先から黄褐色の条斑が入り葉が巻いたり屈曲する、黄褐色条斑葉（表3）を生じた。
- (2) 黄褐色条斑葉を鮮度パックに詰め、12℃暗黒条件下に置いたところ、3日後からとろけが発生した。水道水を噴霧した区の無症状葉では、とろけ症は発生しなかった（表3）。

## 試験 2

- (1) 長沼町の現地圃場において、葉先から黄褐色の条斑が入り葉が巻いたり屈曲する症状を確認した。この症状葉から菌の分離を行った結果、表 4 に示した 7 菌株を得た。
  - (2) 7 菌株の中で、NVP1、2、3、4、5 の 5 菌株が、とろけ症を再現した。
- 以上の結果から、とろけ症の病原細菌と圃場生育中のニラに発生する黄褐色条斑葉の病原細菌は同一と推察された。このことから、圃場に発生した黄褐色条斑葉を収穫調整後のニラに混入することは、とろけ症の発生を助長すると考えられた。

表 3 とろけ症病原細菌接種による圃場生育中ニラの病徴

接種細菌	調査葉数	発病葉率	症状	とろけ症の再現a)
1. SS8	221枚	32.6%	黄褐色条斑	+
2. 水道水(対象)	150	0	なし	-

a) + : 接種試験により、とろけ症が再現された

- : 接種試験で無病徴

表 4 現地農家圃場に発生した黄褐色条斑からの菌分離および分離菌によるとろけ症の再現

ニラの病徴	分離菌株No.	とろけ症の再現a)
1. 黄褐色条斑1	NVP1	+
2. 黄褐色条斑2	NVP2	+
3. 黄褐色条斑2	NVP2	-
4. 黄褐色条斑3	NVP3	+
5. 黄褐色条斑4	NVP4	+
6. 黄褐色条斑5	NVP5	+
7. 黄褐色条斑6	NVP6	-
8	無接種	-

a) + : 接種試験により、とろけ症が再現された

- : 接種試験で無病徴

## (3) とろけ症の原因細菌および圃場に発生した黄褐色条斑葉の病原細菌の同定

### 【目的】

とろけ症の発生が細菌感染によることが明らかとなり、また、圃場生育中のニラに発生する黄褐色条斑葉から分離した細菌がとろけ症を発生させることが確認され、両細菌は分類学上同一と推察された。そこで、両細菌の異同を確認するため、細菌学的性質を検査し、菌の同定を行う。

### 【材料および方法】

#### (1) 供試菌

とろけ症の原因細菌 : SS8、SS9、SS10、SS11 の 4 菌株

圃場栽培ニラに発生した黄褐色条斑葉から分離され、とろけ症を再現した細菌 : NVP1、NVP2、NVP4 の 3 菌株

#### (2) 菌の同定

詳細な細菌学的性質の検査は静岡大学農学部へ依頼した。検査は、後藤・瀧川(1984)の方法によって行い、検査項目は表 5 のとおりである。

### 【結果および考察】

- (1) とろけ症関与細菌 4 菌株は P S A 培地上に円形でやや中高、全縁、平滑、湿光を帯びるやや不透明な乳白色の集落を形成した。本細菌は 1 ~ 数本の極鞭毛を有する桿菌で運動性があり、グラム反応陰性、ポリβヒドロキシ酪酸を蓄積せず、グルコースを好氣的に分解して酸を生成し、黄緑色蛍光色素の産生が旺盛であったことから蛍光性 *Pseudomonas* 属細菌と考えられた。黄緑色蛍光色素を産生する *Pseudomonas* 属細菌の

類別法に従えば、供試4菌株はレバン産生、オキシダーゼ活性、ジャガイモ塊茎の腐敗、アルギニンジヒドロラーゼ活性が陽性、タバコ過敏反応が陰性で、LelliottらのIVaに該当し、*Pseudomonas marginalis* に該当した。また、表1に示した既知のシュンギクおよびネギの腐敗病の病原*Pseudomonas marginalis*と比較すると、SS8菌株は、ゼラチン溶解、レシチナーゼ活性、トレハロース・Lバリン・ $\beta$ アラニンの利用性で、SS9菌株はレシチナーゼ活性、トレハロース・Lバリン・ $\beta$ アラニンの利用性で、SS10、SS11菌株はレシチナーゼ活性で異なっていたが、それ以外の細菌学的性質はほぼ一致し（表5）、供試4菌株を*Pseudomonas marginalis* (Brown1918) Stevens1925と同定した。

- (2) 黄褐色条斑葉から分離した3菌株は、PSA培地上での集落形成がとろけ症関与細菌と同様であり、グラム反応やLOPAT試験などの基本的な性質は、とろけ症関与細菌と一致しており、LelliottらのIVaに該当し、*Pseudomonas marginalis* に該当した。

また、表1に示した既知のシュンギクおよびネギの腐敗病の病原*Pseudomonas marginalis*と比較すると、3菌株ともレシチナーゼ活性で異なっていたが、細菌学的性質はほぼ一致し（表5）、供試3菌株を*Pseudomonas marginalis* (Brown1918) Stevens1925と同定した。

- (3) *P. marginalis* によるニラの病害は本邦未報告であるため、既知の病名にならない、とろけ症および現地農家圃場で黄褐色条斑葉を生じる病害をニラ腐敗病と命名した（北日本病害虫研究会報第51号投稿中）。

以上の結果から、ニラ腐敗病菌 *P. marginalis* は、市場病害としてはとろけ症を引き起こし、圃場では黄褐色条斑葉を生じる病原となることが判明した。

表5 ニラとろけ症および黄褐色条斑葉病原細菌の細菌学的性質

細菌学的性質	ニラとろけ症病原細菌				ニラ黄褐色条斑葉病原細菌			既知病害の <i>P. marginalis</i> pv. <i>marginalis</i>	
	SS8	SS9	SS10	SS11	NPV1	NPV2	NPV4	シュンギク腐敗病 (Chr-3)	ネギ腐敗病 (ALP8252)
Gram reaction	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Green fluorescent pigment	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Catalase	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Oxidase	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ptato soft rot	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Tobacco HR	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OF test	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Suc.reducing sbt.	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gluconate oxidation	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Esculin hydrolysis	+	+	+	+	+	+	+	+	+
NO <sub>3</sub> respiration	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Arginine dihydrolase	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Gelatin liquefaction	-	+	+	+	+	+	+	+	+
H <sub>2</sub> S	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indole	-	-	-	-	-	-	-	-	-
growth at 40C	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NO <sub>3</sub> reduction	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Tween 80 hydrolysis	+	+	+	+	+	+	+	-	+
Lecithinase	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Gascin hydrolysis	+	+	+	+	+	+	+	+	+
PHB accumulation	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Levan production	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Utilization									
Glucose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Trehalose	-	-	+	+	+	+	+	+	+
meso-Inositol	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Geraniol	-	-	-	-	-	-	-	±	-
L-Arabinose	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Sucrose	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Sorbitol	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Adonitol	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Propylene glycol	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Erythritol	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Saccharate	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Propionate	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Mesaconate	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Butyrate	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2-keto-gluconate	+	+	+	+	+	+	+	+	+
L-Valine	-	-	+	+	+	+	+	+	+
β-Alanine	-	-	+	+	+	+	+	+	+
L-Arginine	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Ethanol	-	-	-	-	-	-	-	-	-

注) +:陽性 -:陰性

### 3 秋冬ニラとろけ症の発生要因の究明

#### (1) 品種の違いがとろけ症発生におよぼす影響

##### 【目的】

福島県のニラの主要栽培品種は、平成4年頃よりグリーンベルトからワンダーグリーンベルトに変わったが、それ以降、「とろけ症の発生が多くなった」と言われている。

そこで、ここでは、品種の違いによるとろけ症発生の差異について検証する。

##### 【材料および方法】

(1) 供試菌株：SS8

(2) 区の構成：品種は、ワンダーグリーンベルト、サンダーグリーンベルト、スーパーグリーンベルトおよびグリーンベルトの4品種とし、1品種当たり10束(100g/束)を供試した。

(3) 接種方法：ニラ束の茎元10cmを、約10<sup>7</sup>/mlに調製した細菌懸濁液に、3分間浸漬した。無接種区(対照区)は細菌懸濁液に代えて脱塩水に浸漬した。

菌接種の後、直ちに鮮度パック(角切り)に入れ(10束/袋)、封をした後、出荷用ダンボール箱に縦詰めにし、12℃暗黒条件下に置いた。

(4) 調査方法：茎元のとろけ症の有無を調査し、発生茎率を求めた。

##### 【結果および考察】

(1) とろけ症は接種3日後から発生しはじめ、接種5日後までは、いずれの品種も発生茎率の増加は同様の傾向となった。

接種6日後には、ワンダーグリーンベルト、サンダーグリーンベルト、スーパーグリーンベルトの発生茎率は、21~25%と同程度であったが、グリーンベルトは52%と高かった。



なお、各品種とも無接種区にとろけ症の発生は認められなかった（図6）。

以上の結果から、とろけ症の発生は、ニラの品種により若干の差異が認められたが、ワンダーグリーンベルトが他の品種に比較して、特に、とろけ症が発生しやすい品種とはいえなかった。このことから、とろけ症発生の増加要因がワンダーグリーンベルトへの品種転換によるとは考えられなかった。

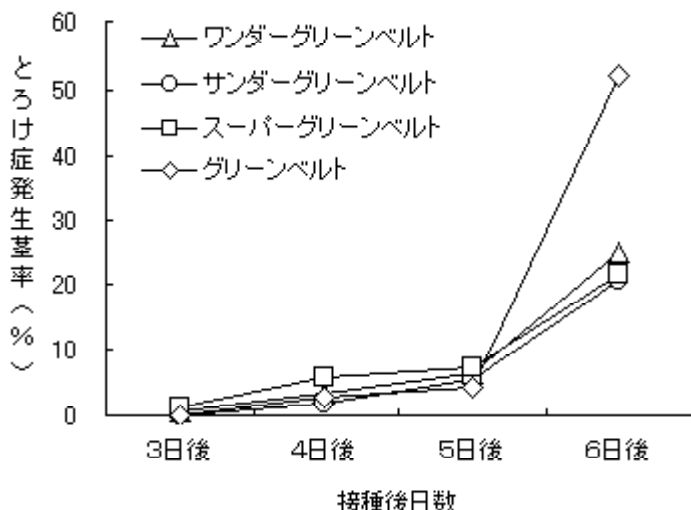


図6 品種の違いがニラとろけ症発生におよぼす影響

## (2) 温度の違いがとろけ症発生におよぼす影響

### 【目的】

ニラは収穫・調整後、鮮度パックに入れられ出荷される。そこで、鮮度パック包装後の保存温度が、とろけ症発生におよぼす影響を調査する。

### 【材料および方法】

(1) 供試菌株：SS8

(2) 区の構成

包装後の処理温度は4、8、12、16および20℃の5段階とし、1処理当たりニラ（ワンダーグリーンベルト）10束（100g/束）を供試した。

(3) 接種方法

ニラ100g束の茎元10cmを、約 $10^8$ /mlに調製した細菌懸濁液に、3分間浸漬した。

菌無接種区（対照区）は細菌懸濁液に代えて脱塩水に浸漬した。

(4) 温度処理

菌接種の後、直ちにニラ用鮮度パック（角切り）に入れ（10束/パック）、封をした後、出荷用ダンボールに縦詰めにし、暗黒条件の各処理温度下に置いた。

(5) 調査方法

茎元のとろけ症の有無を調査し、発生率を求めた。

### 【結果および考察】

(1) 接種3日後には、無接種区（対照区）および4℃を除く区で、とろけ症が発生した。

4日目以降は、すべての処理区でとろけ症が発生した。

(2) 温度が高くなるにつれて、とろけの発生は早まり、発生率も高くなった。6日後には、4℃処理区以外の全ての区で、発生率は100%となった（図7）。

以上の結果から、収穫・調整後から販売時まで、ニラを低温に保つことで、とろけ症の発生が抑えられるものと思われた。しかし、とろけ症は、比較的低温でも一旦発生し始めると急激に増加するため、温度対策以外の対応も重要と考えられた。

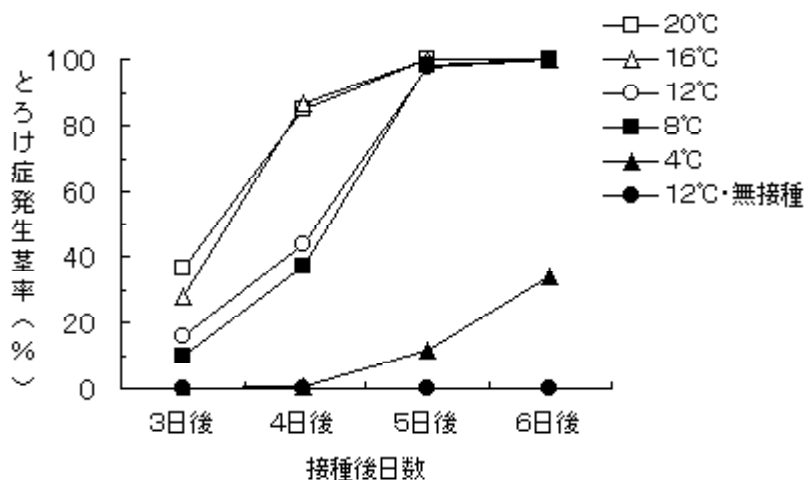


図7 包装後の温度がニラとろけ症発生におよぼす影響

### (3) 包装形態の違いがとろけ症発生におよぼす影響

#### 【目的】

包装形態の違いがとろけ症発生におよぼす影響を調査する。

#### 【材料および方法】

(1) 供試菌株：SS8

(2) 区の構成：鮮度パックは、「角切り」鮮度パック、「角切り」鮮度パック・新聞紙入り、「メッシュ」鮮度パックおよび「メッシュ」鮮度パック・新聞紙入りの4包装形態とした。

1包装形態当たり、ニラ（ワンダーグリーンベルト）10束（100g/束）を供試した。

(3) 接種方法：ニラ束の茎元10cmを、 $4 \times 10^7$ /mlに調製した細菌懸濁液に、3分間浸漬した。無接種区は細菌懸濁液に代えて脱塩水に浸漬した。

菌接種の後、直ちにそれぞれの鮮度パックに入れ（10束/袋）、封をした後、出荷用ダンボール箱に縦詰めにし、12°C暗黒条件下に置いた。

(4) 調査方法：茎元のとろけ症の有無を調査し、発生率を求めた。

#### 【結果および考察】

(1) 「角切り」鮮度パックは、パック底部の2カ所が切られている（図8）が、ニラを詰めるとほぼ密閉状態であった。このためか、パック内部の結露が目立った。これに対し、「メッシュ」鮮度パックは多数の小孔が開けられており（図8）、結露は少なかった。

(2) とろけ症は接種3日後から発生し始めた。角切りが5日後に90%の発生率であったのに対し、「メッシュ」は5%と極めて少発生となり（図10）、「メッシュ」は「角切り」に比較して、とろけ症が発生しにくかった。

(3) 新聞紙は結露を防ぎ、とろけ症の発生を抑える目的で鮮度パック内に入れられている（図9）。しかし、「角切り」、「メッシュ」のどちらの鮮度パックにおいても、新聞紙による結露抑制に差異は認められなかった。

4日後の発生率をみると、「角切り」の41%に対し、新聞紙入りは100%の発生

となり（図10）、新聞紙を入れたことによる発生率の抑制は認められず、むしろ、発生を助長していた。

「メッシュ」でも同様の傾向となり、新聞紙を入れたことによるとろけ症発生の抑制は認められなかった。

なお、無接種区にとろけ症の発生は認められなかった。

以上の結果から、「メッシュ」鮮度パックは、従来、ニラ包装用として用いられてきた「角切り」鮮度パックに比べ、高価（角切り7円/袋に対し8円50銭/袋）であるものの、とろけ症の発生を抑える資材として有効であると思われた。

また、新聞紙は、鮮度パック内の結露を防ぎ、とろけ症発生の抑制効果をねらって入れたものであるが、今回の試験では、逆にとろけ症発生を助長していたため、使用については再考すべきと思われた。

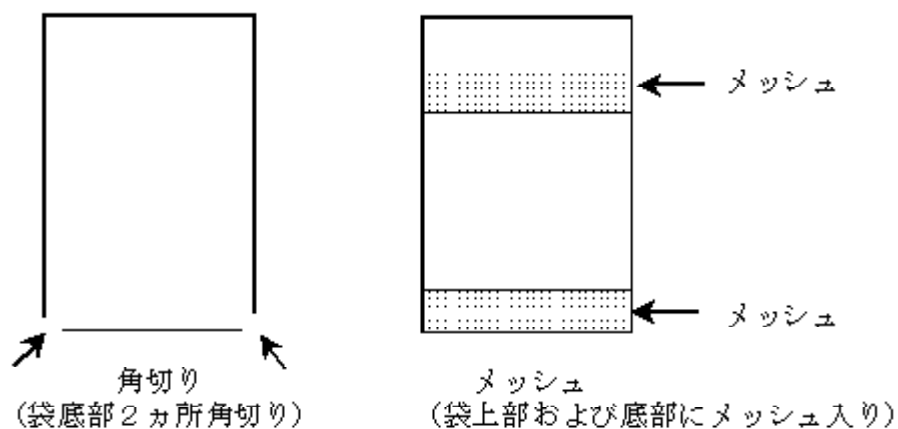


図8 ニラ用鮮度パックの形態

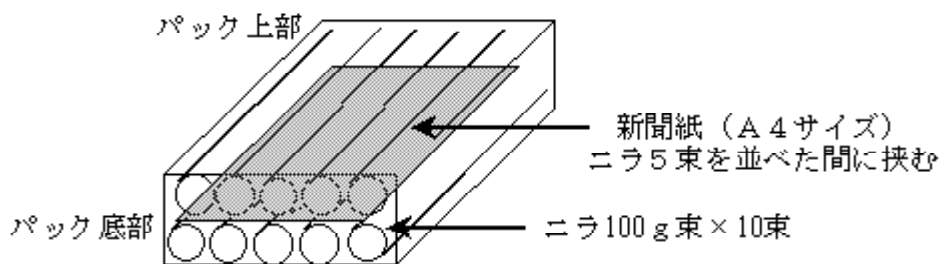


図9 ニラ包装時の新聞紙の入れ方

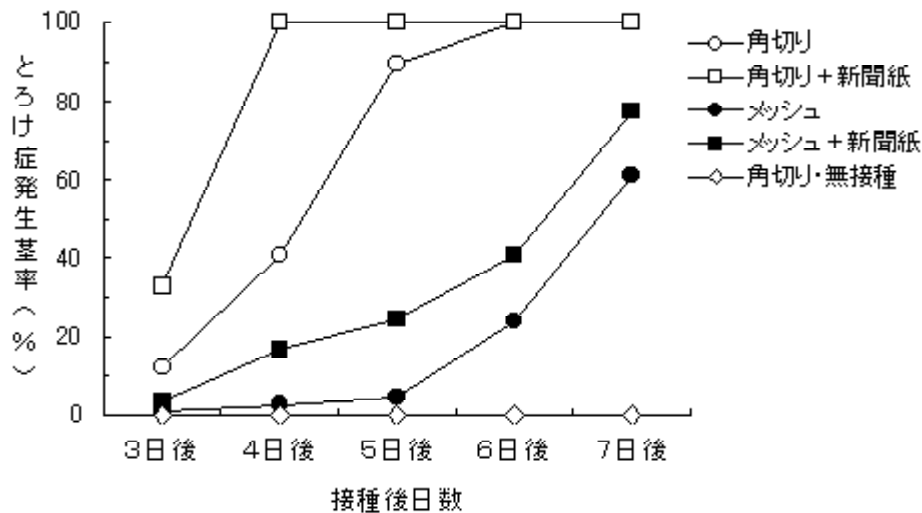


図10 包装形態の違いがニラとろけ症発生におよぼす影響

#### (4) 箱詰め方法の違いと振動がとろけ症発生におよぼす影響

##### 【目的】

従来のニラの輸送形態はダンボールに横詰めにし輸送していたが、現在は、パック詰めしたニラを縦詰め（図11）して輸送している。この縦詰めと輸送時の振動が、とろけ症発生を助長しているのではと疑われた。

そこで、ここでは箱詰め方法の違いおよびニラへの振動がとろけ症発生におよぼす影響を調査する。

##### 【材料および方法】

- (1) 供試菌株：SS8
- (2) 区の構成：1区当たりニラ（ワンダーグリーンベルト）10束（100g/束）を供試した。

- 1区：縦詰め、静置
  - 2区：〃、振とう（縦振とう：1.5時間、振とう数：200回/分、振幅：4cm）
  - 3区：横詰め、静置
  - 4区：〃、振とう（縦振とう：1.5時間、振とう数：200回/分、振幅：4cm）
- 処理中の外気温は15℃であった。

- (3) 接種方法：ニラ束の茎元10cmを、 $1 \times 10^8$ /mlに調製した細菌懸濁液に、3分間浸漬した。無接種区（対照区）は細菌懸濁液に代えて脱塩水に浸漬した。

菌接種の後、直ちに鮮度パック（角切り）に入れ（10束/パック）、封をした後、出荷用ダンボール箱に入れ、振とう区についてはそれぞれの箱詰め状態のまま振とう機にセットし、縦振とうを行った。処理の後、静置区、振とう区とも12℃暗黒条件下に置いた。

- (4) 調査方法：茎元のとろけ症の有無を調査し、発生率を求めた。

##### 【結果および考察】

- (1) とろけ症は、いずれの接種区においても、接種3日後から発生し始めた。縦詰め、横詰めとも振とうを行った区は、静置した区に比べとろけ症の発生が多かった。特に縦詰めして振とうを行った区は、接種6日後でみると、他区が発生率12~31%であったのに対し、100%と、とろけ症の発生が多く、進展も早かった（図12）。横詰めにして振とうを行った区は、結束部の葉が水浸状に腐敗する症状が目立った。

- (2) 縦詰めは、振とう、静置区とも、横詰め比べてとろけ症の発生が多かった。

なお、無接種区にとろけ症の発生は認められなかった。

以上の結果から、縦詰めは、横詰め比べてとろけ症が発生しやすいことが明らかとなった。また、振動を加えると、さらに発生しやすいことがわかった。縦詰め、振動がとろけ症の発生を助長した要因は、(1)縦詰めを行うと、茎元の切り口が鮮度パックのフィルム部分に触れ、切り口に水滴が付いた状態となり、発病しやすくなる、(2)振動が切り口の組織を傷め、発病を助長すると推察された。

これらのことから、現在の出荷形態である縦詰めは、横詰め比べてとろけ症が発生しやすく、また、トラック輸送中の振動もとろけ症発生に大きく関与していると考えられた。

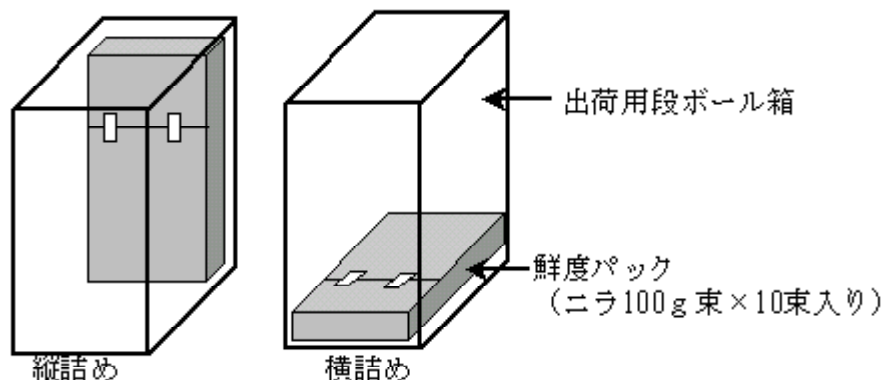


図11 ニラ包装後の鮮度パックの箱詰め方法

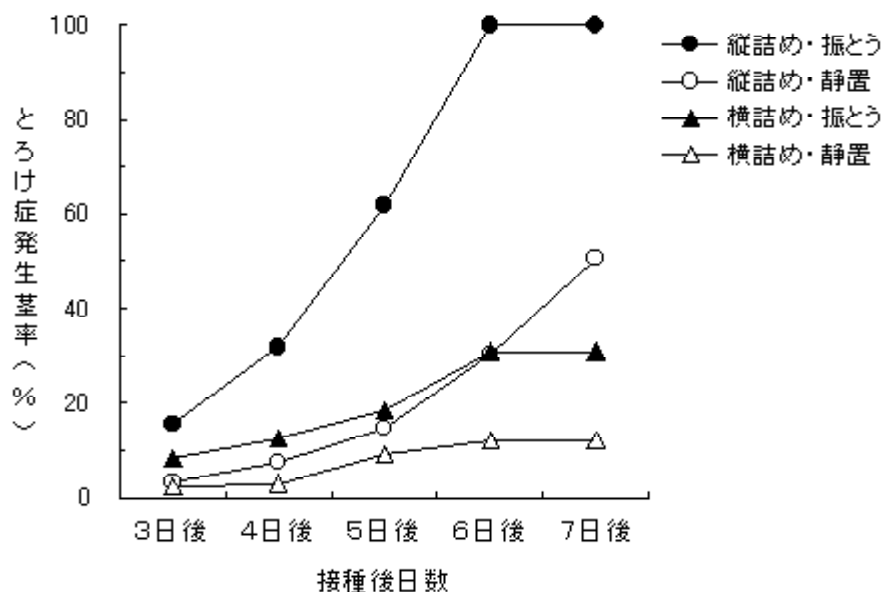


図12 箱詰め方法の違いと振動がニラとろけ症発生におよぼす影響

### Ⅲ 摘要

1. 市場において、セリ前の鮮度パック内の結露状態を調査した結果、「メッシュ」鮮度パックでは、結露はほとんど見られなかったが、「角切り」では目立った。両鮮度パックとも、新聞紙を入れたことによる結露の抑制効果は認められなかった。

とろけ症の発生は2件認め、両ケースとも鮮度パックの種類は「角切り」であった。

収穫からとろけ症事故品が発見されるまでの日数は、4～5日であった。

2. とろけ症ニラからは細菌が分離され、分離細菌の接種により、とろけ症が再現されたため、とろけ症発生の原因が細菌感染によることが明らかとなった。
3. とろけ症の病原細菌を圃場生育中のニラに接種すると黄褐色条斑を生じ、この黄褐色条斑が現地農家圃場においても発生していることが明らかとなった。さらに、現地農家圃場に発生していた黄褐色条斑葉から分離した細菌は、とろけ症を再現した。このことから、とろけ症の病原細菌と圃場生育中のニラに発生する黄褐色条斑葉の病原細菌は同一と考えられた。
4. とろけ症および現地農家圃場に発生した黄褐色条斑葉の病原細菌の細菌学的性質を検査し、両細菌を*Pseudomonas marginalis* (Brown1918) Stevens 1925と同定した。*P. marginalis*によるニラの病害は本邦未報告であるため、既知の病名にならない、とろけ症および現地農家圃場のニラに黄褐色条斑葉を生じる病害をニラ腐敗病と命名した。
5. とろけ症は、温度が高くなるにつれて、発生しやすくなるので、収穫・調整後から販売時まで、ニラを低温に保つことで、とろけ症の発生が抑えられるものと思われた。しかし、とろけ症は、比較的低温でも一旦発生し始める と急激に増加するため、温度対策以外の対応も重要と考えられた。
6. とろけ症の発生は「角切り」鮮度パックに比較して「メッシュ」鮮度パックで極めて少なかったため、「メッシュ」は従来ニラ包装用として用いられてきた「角切り」に比べ、高価（角切り7円/袋に対し8円50銭/袋）であるものの、とろけ症の発生を抑える資材として有効であると思われた。  
新聞紙は結露を防ぎ、とろけ症の発生を抑える目的で鮮度パック内に入れられていたが、新聞紙を入れたことによるとろけ症発生の抑制は認められなかったため、使用については再考すべきと思われた。
7. 縦詰めは、横詰め比べてとろけ症が発生しやすいことが明らかとなった。また、振動を加えると、さらに発生しやすいことがわかった。一方、横詰めは、結束部の葉が水浸状に腐敗する症状が目立つことがわかった。これらのことから、現在の出荷形態である縦詰めは、横詰め比べてとろけ症が発生しやすく、また、トラック輸送中の振動もとろけ症発生に関与していると考えられた。

#### IV とろけ症防止対策

ニラとろけ症は細菌の感染によることが分かったため、一般的に知られている細菌病対策が有効である。しかし、細菌病に対する優れた防除薬剤は見あたらないため、圃場衛生、栽培環境、輸送環境等を考慮し、今回行った試験から導かれる若干の対応を以下に示した。

1. ニラの切り口が乾かない状態は細菌の感染を助長するので、ニラが軟弱に育つ水分過多での栽培を避ける。また、収穫後、切り口の乾燥に心がける。
2. 日数の経過とともに病勢は進展するので、収穫ニラの取り置きは避ける。
3. 黄褐色条斑葉には、とろけ症の病原細菌が存在しているため、調整にあたっては必ず取り除く。
4. 収穫・調整後から販売時までのニラ品温を、できる限り低温に保つ。
5. 結露が少なければ、とろけ症の発生が少なくなるので、結露を少なくできる鮮度パック（メッシュ入り）を選択する。
6. (1)縦詰めは横詰め比べてとろけ症が発生しやすく、また、振動を加える とさらに発生しやすい、一方、(2)横詰めは結束部の葉が水浸状に腐敗する症状が目立つとの結果が得られ、それぞれ一長一短がある。このため、とろけ症対策として、箱詰め形態を考える場合は、経済的要因など他の条件の考慮が必要である。