

## 夏まき冬どりキャベツの凍害と

## 腐敗病の関係について

五十嵐大造・大林 延夫

Daizo IGARASHI and Nobuo OHBAYASHI

Relation between freezing injury and bacterial head rot in cabbage culture for harvesting in winter.

### I 緒 言

三浦半島のキャベツは、12～3月に収穫される約450haの夏まき冬どりキャベツと、主としてその冬どりキャベツ又はダイコンの間作として作付けられ、4～5月に収穫される約700haの秋まき春どりキャベツに大別できる。冬どりキャベツは、従来、耐寒性の高い、いわゆる寒玉と呼ばれる品種が用いられていたが、1977年ごろから、これに代って品質的に優れる春系の品種（以下早春キャベツと言う）が増加し、現在では大部分が早春キャベツとなっている。このような品種の変遷に伴い、収穫期前後に結球部が軟化腐敗する症状が増加し、特に、'81年の1～2月にかけては、三浦半島全域で被害を受け、その原因の究明と対策の確立が急務となった。その後、陶山・大林<sup>(8)</sup>は、本症状の被害株から2種類の病原細菌を分離同定し、そのうちの1種類は後藤<sup>(3)</sup>がキャベツ腐敗病菌として報告したものであるとして、本症状を腐敗病と同定した。

一方、現地の発生状況については、地元農業改良普及所はじめ、関係諸機関によって、精力的に調査が行われ、腐敗病が、低温によって生ずる凍害との関連が高いことが示唆された。本報告では、これら現地の腐敗病及び凍害発生状況調査の結果と、低温による凍害の発生と

病原細菌のかかりについて検討した結果をとりまとめた。

なお、本研究は、農林水産省総合助成試験中核研究「冬春キャベツの生産安定における阻害要因の解明とその対策技術の確立」の一環として行ったものである。本研究を行うに当たり、種々有益な御指導及び御助言をいただいた北海道大学低温科学研究所の吉田静夫教授、千葉大学園芸学部羽生寿郎教授及び中山敬一助教授に厚く御礼申し上げるとともに、現地ほ場の調査に当たって、多大な御協力をいただいた、横須賀農業改良普及所、神奈川県病害虫防除所、横須賀市・三浦市両農業協同組合の各位に対し、深く感謝の意を表する。

### II 材料及び方法

#### 1. 現地の発生状況調査

'83, '84, 及び'85年に、横須賀市南部並びに三浦市のキャベツ栽培地帯20地区について、各5ほ場を調査した。調査の対象とした早春キャベツの品種は'金春'で、1ほ場につき100株とし、調査項目は、キャベツ結球度、ほ場環境、腐敗病及び凍害の発生状態（'83年は腐敗病のみ）とした。腐敗病及び凍害の調査は、立毛状態での観察とし、発病度を、0（無）、1（微）、2（小）、3（中）、4（甚）の5段階で評価した。結球度は、'83

年は、0（結球ソフトボール大以下）、1（軟結球）、2（収穫適期）、3（収穫末期）の4段階とし、'84~'85年は、0（未結球）、1（結球ソフトボール大以下）、2（軟結球）、3（収穫適期）、4（収穫末期）の5段階とした。ほ場環境は、ほ場の地形上の位置（上位、中位、下位）、通風の良否、排水性の良否、春キャベツ間作の有無、硬盤の有無、株間並びには場の傾斜度及び向き等の各項について調査した。

## 2. キャベツ葉に傷害を与える低温条件の解明

8月18, 21, 24, 27日は種の'金春'を12月12日及び1月17日に収穫し、結球部の最外葉から内側に向かって5枚の葉を実験に供試した。葉は主脈及び葉縁部を避けて直径7.5cmの円形に切り抜き、シャーレに入れ、インクペータ内で $-3^{\circ}\text{C}$ を十分に保持した後、細氷片による植氷を行って細胞外凍結を誘起させた。更に、フリーザー内で $4^{\circ}\text{C}/\text{h}$ の温度降下速度で冷却し、それぞれ、 $-3$ 、 $-5$ 、 $-7$ 、 $-9$ 及び $-11^{\circ}\text{C}$ の葉温で、2.5又は4時間保持した。その後、サンプルを $0^{\circ}\text{C}$ に16時間以上保持した後、室温に戻して、傷害の程度を調査した。低温による傷害を受けると、被害部は半透明となって、組織の壊死が観察され、正常な部分との区別が可能である。凍害程度は、この傷害を受けた部分の面積率を0~10の11段階で表示した。

## 3. 凍害と腐敗病発病の関係

8月19日及び26日は種の'金春'を完全に結球した2月9日に収穫し、その結球部最外葉から内側に向かって6枚の葉を供試した。各葉はビニール袋に入れて密閉し、 $-5$ 、 $-10$ 及び $-15^{\circ}\text{C}$ にそれぞれ24時間保持した。これを腐敗病発病葉を磨砕してろ過した液に数秒間浸した後、ろ紙で湿度を保持したシャーレに入れ、 $25^{\circ}\text{C}$ で10時間培養した。別に腐敗病発病葉の健全部と腐敗部の境界付近から、健全部を短冊状に切り取って、腐敗部を水洗して除去したあと、湿度を保持したシャーレに入れ、5, 10, 15及び $20^{\circ}\text{C}$ の定温器内で10時間培養した。凍害及び腐敗の程度は、傷害を受けて半透明となった部分、もしくは軟化腐敗した部分の面積率を0~10の11段階で表示した。又、腐敗病の進行程度は、病微境界部からの腐敗の進行度を、その程度によって8段階（Ⅰ~Ⅷ）で表示した。

## 4. ほ場気温及び葉温の測定

室内実験で得られた凍害を引き起こす低温条件及び腐敗病発病のための条件が、ほ場でどの程度出現しているかを調べるために、ほ場での気温及びキャベツ結球部の葉温を測定した。

気温は、キャベツ結球頂部とほぼ同じ高さ当たる地上15cmを計測し、当場内のアメダスによる定点観測気温と比較した。キャベツの葉温は、結球部の最外葉とその内側の葉との間に熱電対を挿入して、結球頂部、結球部の南側及び北側の葉温を計測した。計測にはすべて、 $\phi 0.3\text{mm}$ の銅・コンスタンタン熱電対を用いた。又、横須賀市長井の現地で、地形上の位置が上位に当たるほ場（以下台地畑と言う）と下位に当たるほ場（以下下畑と言う）の地上30cmに最高最低温度計を設置し、日最高及び最低気温を測定した。

## III 成績

### 1. 現地の発生状況調査

'83~'85年の調査結果を、それぞれ第1表~第4表に示した。'83年は、キャベツ結球度 $x$ （0~3）と腐敗病発病指数 $y$ との間には、 $y=22.55x-10.60$ （ $r=0.963$ ）の相関が認められた。'84年は、同様に、キャベツ結球度 $x$ （0~4）と腐敗病発病指数 $y$ との間には、 $y=7.79x$

第1表 現地ほ場の環境要因別腐敗病発生状況\*  
(1983年2月1日)

環境要因	状況	発病指数 (A)*	推定発病指数 (B)**	A/B***	結球度 (0~3)
地形上の位置	上位	49.4	50.3	0.98	2.7
	中位	41.3	47.3	0.87	2.6
	下位	55.6	45.8	1.21	2.5
排水性	良好	44.4	46.8	0.95	2.5
	不良	71.2	59.3	1.20	3.1
春キャベツの間作	有	47.3	48.5	0.98	2.6
	無	52.5	47.0	1.12	2.5
硬盤	有	43.9	46.5	0.94	2.5
	無	51.5	51.0	1.01	2.7
株間	33cm以下	55.6	51.8	1.07	2.8
	33cm以上	38.6	43.3	0.89	2.4
ほ場の傾斜度	平坦	49.4	48.0	1.03	2.6
	傾斜	46.8	49.5	0.95	2.7

$$* \text{発病指数} = \frac{\sum \text{発病度}(0\sim4) \times \text{株数}}{\text{調査株数} \times 4}$$

\*\* 発病指数は、結球度との相関が高いため、その回帰式を用いて、項目ごとに結球度から推定される発病指数を求めた。

\*\*\* 結球度から推定した発病指数 (B) に比べ、実際の発病指数が高いとき、その項目は発病を助長していることを示す。

第2表 現地ほ場の環境要因別腐敗病発生状況  
(1984年1月18日)

環境要因	状況	発病指数 (A)*	推定発病指数 (B)*	$\frac{A}{B}$ *	結球度 (0~4)
地形上の位置	上位	22.7	22.9	1.06	2.4
	中位	14.5	23.6	0.74	2.5
	下位	45.1	23.5	1.43	2.5
通風性	良好	23.5	23.6	0.93	2.5
	普通	29.7	23.0	1.28	2.5
	不良	36.5	21.9	1.43	2.3
排水性	良好	27.3	22.2	0.89	2.4
	普通	25.0	24.2	1.26	2.6
	不良	48.2	24.0	1.27	2.6
春キャベツの間作	有	31.6	23.8	1.02	2.6
	無	25.0	22.4	1.11	2.4
硬盤	有	29.7	24.1	0.96	2.6
	無	28.6	21.6	1.12	2.3
株間	33cm以下	35.2	23.6	1.07	2.7
	33cm以上	22.2	22.6	0.94	2.7
ほ場の傾斜方向	平坦	35.0	24.3	1.39	2.6
	東向	10.0	22.6	0.99	2.5
	西向	21.4	21.2	0.89	2.9
	南向	24.1	22.7	0.66	2.7
	北向	34.8	23.4	1.21	2.7

\* 第1表参照

+3.93 ( $r=0.946$ ) の相関が認められ、又、キャベツ結球度 (0~4) と凍害指数  $y$  との間にも、 $y=19.66x-0.60$  ( $r=0.996$ ) の相関が認められた。

環境要因別の発病又は凍害指数が、その項目の平均結球度から推定される指数に比べて高いとき、その環境要因は、腐敗病又は凍害の発生を助長するものと判断した。その結果、腐敗病の多発する傾向が明確に現われた要因として、下畑、通風性不良、排水性不良、ほ場が北向き傾斜、あるいは平坦の4点があげられた。一方、凍害が多発する傾向が明確に現われたのは、下畑、通風性不良、排水性不良、ほ場が北及び西向き傾斜のほ場であった。このように、腐敗病と凍害の環境要因別発生状況は、互いに類似した傾向を示した。

'85年の調査結果は、第4表に示したとおりで、凍害の発生は前年と同等かそれ以上に多かった。しかし、腐敗病の発生は著しく少なく、腐敗病の発生が多い年に

第3表 現地ほ場の環境要因別凍害発生状況  
(1984年1月18日)

環境要因	状況	凍害指数 (A)*	推定凍害指数 (B)*	$\frac{A}{B}$ *	結球度 (0~4)
地形上の位置	上位	40.9	47.4	0.86	2.4
	中位	36.8	49.1	0.75	2.5
	下位	75.0	48.8	1.54	2.5
通風性	良好	45.6	49.0	0.93	2.5
	普通	64.1	47.6	1.35	2.5
	不良	57.7	44.8	1.29	2.3
排水性	良好	43.6	45.6	0.96	2.4
	普通	51.8	50.5	1.03	2.6
	不良	82.1	49.9	1.63	2.6
春キャベツの間作	有	54.3	49.5	1.10	2.6
	無	49.3	46.0	1.07	2.4
硬盤	有	55.9	50.3	1.11	2.6
	無	46.4	44.0	1.05	2.3
株間	33cm以下	55.1	49.1	1.12	2.7
	33cm以上	49.4	46.6	1.06	2.7
ほ場の傾斜方向	平坦	79.4	50.9	1.15	2.6
	東向	58.3	46.6	0.64	2.5
	西向	70.1	42.9	1.33	2.9
	南向	59.5	46.8	0.87	2.7
	北向	69.0	48.6	1.27	2.7

\* 第1表参照

は、凍害も多く見られるが、凍害が多発しても腐敗病の発生しない例があることを示した。又、凍害発生と環境要因の関係は、'83、'84年とも同様な傾向を示した。

## 2. キャベツ葉に傷害を与える低温条件の解明

葉温と凍害の関係を第5表及び第6表に示した。凍害は、葉が $-3 \sim -5^{\circ}\text{C}$ に2.5~4時間遭遇する条件では、いずれの時期、葉位でもほとんど発生しなかったが、 $-7^{\circ}\text{C}$ になると一部に症状が認められ、更に低温になる程、その被害程度が増大した。又、凍害の発生は、葉位による差が顕著で、いずれの時期でも内側の葉程多発した。一方、キャベツ結球度との関連で見ると、同一の調査日では、は種日が早く、生育の進んだもの程凍害が発生しやすかった。又、同程度の結球度と考えられる球重の類似したもの、例えば8月24日は種で12月12日調査のものと、8月27日は種で1月17日調査のものを比較すると、調査日の遅いものに凍害が少なかった。

## 3. 凍害と腐敗病発病の関係

第4表 現地ほ場の環境要因別腐敗病及び凍害発生状況 (1985年1月17日)

環境要因	状況	腐敗病*	凍害*	結球度 (0~4)
		発病指数	発生指数	
地形上の位置	上位	3.2	55.1	2.8
	中位	6.3	65.0	2.5
	下位	10.6	76.9	2.8
通風性	良好	6.0	61.6	2.8
	普通	2.2	63.0	2.8
	不良	4.2	70.8	2.7
排水性	良好	2.9	54.9	2.8
	普通	7.8	62.1	2.6
	不良	10.0	83.8	2.9
春キャベツの間作	有	5.3	61.5	2.8
	無	6.4	64.7	2.7
硬盤	有	4.8	59.8	2.8
	無	10.9	78.1	2.6
株間	33cm以下	7.4	66.2	2.7
	33cm以上	4.1	59.2	2.8
ほ場の傾斜方向	平坦	12.5	80.5	2.7
	東向	0	50.0	2.8
	西向	0	60.4	3.0
	南向	2.1	50.0	2.9
	北向	4.5	61.4	2.5

\* 第1表参照

第7表 異なる低温条件による凍害及び腐敗の発生程度\*

播種日	遭遇温度 (24時間)	事項	葉位*					
			1	2	3	4	5	6
8月19日	-5°C	凍害	0	0	0	1	0	0
		腐敗	0	1	0	1	0	0
	-10°C	凍害	0	1	0	1	1	3
		腐敗	0	0	1	2	1	3
-15°C	凍害	8	10	10	10	10	10	
	腐敗	10	10	10	10	10	10	
8月26日	-5°C	凍害	0	0	1	0	0	0
		腐敗	0	2	1	2	1	0
	-10°C	凍害	0	1	1	3	4	7
		腐敗	0	3	3	3	4	8
-15°C	凍害	9	10	10	10	10	10	
	腐敗	10	10	10	10	10	10	

\* 第5表参照

第5表 異なる低温条件による凍害発生程度\* (1984年12月12日)

播種日	遭遇温度 (2.5時間)	葉位**					結球重 (kg)
		1	2	3	4	5	
8月18日	-3°C	0	0	0	0	0	1.26
	-5°C	0	0	0	0	0	1.30
	-7°C	0	1	1	2	2	1.01
	-9°C	0	0	2	3	9	1.03
	-11°C	8	8	10	10	10	1.10
8月12日	-3°C	0	0	0	0	1	1.13
	-5°C	0	0	0	0	0	0.97
	-7°C	0	0	0	0	4	1.18
	-9°C	0	0	1	9	9	1.09
8月24日	-11°C	4	7	10	10	10	1.14
	-3°C	0	0	0	0	0	1.16
	-5°C	0	0	0	0	0	0.94
	-7°C	0	0	0	1	3	0.86
	-9°C	0	0	3	8	8	0.80
-11°C	3	10	10	10	10	0.73	

\* 凍害発生面積を0~10の指数で表示した。

\*\* キャベツ結球部最外葉を1とし、内側に向って数えた。

第6表 異なる低温条件による凍害発生程度\* (1985年1月17日)

播種日	遭遇温度 (4時間)	葉位*					結球重 (kg)
		1	2	3	4	5	
8月18日	-3°C	0	0	0	0	0	1.39
	-5°C	0	0	0	0	0	1.41
	-7°C	0	0	0	0	2	1.51
	-9°C	0	1	0	1	1	1.49
	-11°C	0	0	2	2	4	1.47
8月21日	-3°C	0	0	0	0	0	1.19
	-5°C	0	0	0	0	0	1.23
	-7°C	0	0	1	0	0	1.34
	-9°C	0	0	0	0	4	1.77
-11°C	1	1	6	5	4	1.29	
8月24日	-3°C	0	0	0	0	0	1.34
	-5°C	0	0	3	0	0	1.01
	-7°C	0	0	1	0	0	1.07
	-9°C	0	0	0	0	2	1.03
-11°C	0	0	0	5	9	0.99	
8月27日	-3°C	0	0	0	0	0	0.95
	-5°C	0	0	0	0	0	0.70
	-7°C	0	0	0	0	1	0.81
	-9°C	0	0	0	0	0	0.93
	-11°C	0	0	0	3	5	0.95

\* 第5表参照

第8表 気温の違いと腐敗病の進行程度\*  
(10時間)

気温	反			復		
	1	2	3	4	5	6
5℃	±	±	—	±	—	—
10℃	—	+	+	卍	+	+
15℃	卍	卍	卍	卍	卍	卍
20℃	卍	卍	卍	卍	卍	卍

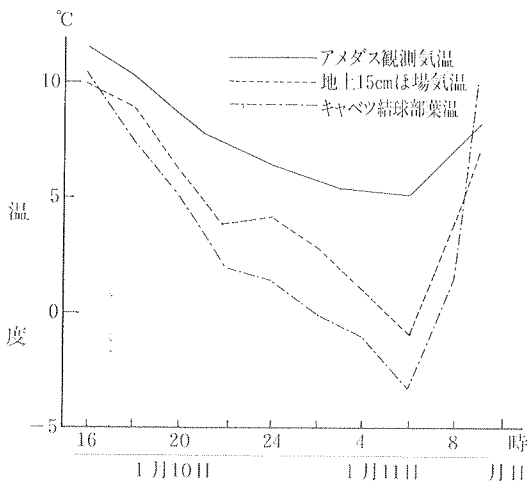
\* 症状なし(—)～全面腐敗(卍卍)

異なる低温条件によるキャベツの凍害程度と腐敗病の発生関係を第7表に示した。キャベツ葉を異なる低温条件に24時間保持したとき、凍害は-5℃では極く軽度であったが、-15℃では大部分が損傷した。これらのキャベツ葉に腐敗病菌を接種して25℃に保温すると、凍害を受けた部分は短時間で軟化腐敗するが、傷害のない葉ではほとんど菌の侵入は見られず、腐敗に至らなかった。しかし、凍害を受けた部分が腐敗すると、その周辺の健全部は次第に腐敗した。

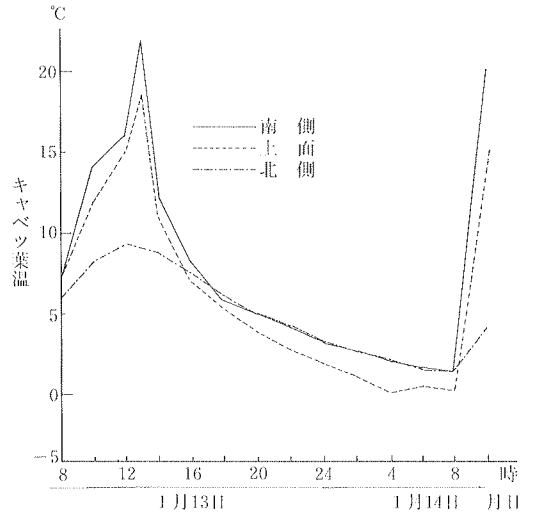
腐敗病の進行は第8表に示したように、温度によって異なり、5℃ではほとんど進行しないが、10℃では徐々に進行した。更に15～20℃と温度が高い程その進行程度は早かった。

4. ほ場気温及び葉温の測定結果

キャベツ栽培ほ場の地上15cmの気温、結球部葉温及びアメダスによる定点観測気温の日変化の例を第1図に、結球部の部位別葉温の日変化の例を第2図に示した。これによると、夜間の地上15cmの気温及び結球頂部の葉温



第1図 気温及びキャベツ葉温の日変化例 (1985年)

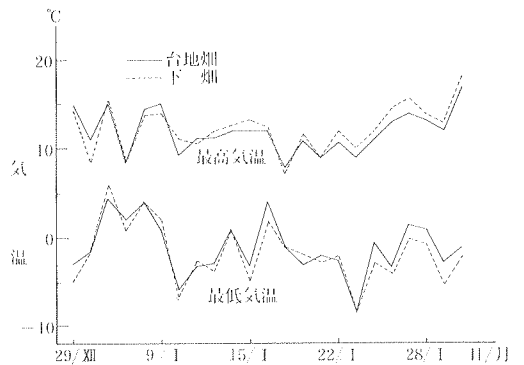


第2図 キャベツの結球部位別葉温の日変化例 (1985年)

は、定点観測気温に比べて約2～8℃下回った。又、部位別葉温の調査では、夜間は結球頂部の葉温が、他の部位に比べ0.5～2℃低くなった。一方日中の葉温は、北側で最高9.4℃であったのに対し、南側では22℃に達していた。

'84年1月10日から2月10日までの結球部葉温の最低温度の出現頻度は、-7℃以下が4日、-5℃～-7℃までが11日であった。

現地の異なるほ場条件での観測気温は、第3図に示し



第3図 台地畑と下畑の気温推移 (横須賀市長井) (1985年)

たとおりで、下畑の方が台地畑よりも低くなる傾向を示した。これに対し、最高気温はおおむね下畑の方が高かった。

#### IV 考 察

本報告でとりあげた早春キャベツの腐敗病は、結球部の表層付近が急激に軟化腐敗する病害で、発病株からは *Pseudomonas viridiflava* と *P. marginalis* の2種の病原細菌が検出されている(8)。しかし、その発生状況は年によって異なり寒波の襲来があると急激に被害が増加すること、又、従来栽培されていた、耐寒性の高い寒玉系の品種に代って、春系の早春キャベツの栽培面積が増加して以後、被害が顕在化して来たことから、寒害との関連が想定されていた。

'83~'85年の現地調査では、腐敗病の発生が、ほ場の環境条件によって異なることを示した。このうち、気温との関連が考えられる項目は、ほ場の地形上の位置、間作の有無、株間、ほ場の向きなどである。実際に発病が多かったのは、下畑及び通風の悪いほ場であった。下畑は、台地畑に比べて冷気が停滞しやすく、横須賀市長井の観測例でも、下畑の気温が低くなる傾向が見られる。又、通風の悪いほ場は、三原(5)が、「風は、植物体にとって温風効果をもたらす」としているように、風による顕熱の供給が少なく、更に放射冷却の影響を受けやすいため、キャベツの体温は低下しやすく、いずれも凍害の発生しやすい条件と言えよう。

キャベツ結球葉に生ずる寒害は、組織の凍結によって生ずる傷害であるが、凍結が起っても必ずしも傷害が発生するとは限らない。傷害を受ける条件を室内実験で検討した結果、 $-3^{\circ}\text{C}$  でいったんキャベツ葉を凍結させてから、 $2.5\sim 4$  時間を経過させても、葉温が $-5^{\circ}\text{C}$  以上では、ほとんど変化が見られないが、 $-7^{\circ}\text{C}$  以下になると顕著な傷害が認められた。又、24時間の低温遭遇では、 $-5^{\circ}\text{C}$  でも傷害が発生した。実際のは場での植物体温の変化は複雑で、日中の昇温と夜間の低温が交互に連続するため比較は難しいが、'84年1月10日~2月10日の1か月間のは場での観測例では、結球部葉温が $-5^{\circ}\text{C}$  以下になった日が11日、 $-7^{\circ}\text{C}$  以下の日が4日あり、傷害が発生する条件にあると言えよう。

凍害の発生は又、キャベツの生育条件によっても、発生の程度が異なる。現地調査の結果では、結球度と凍害の間に高い相関が認められ、室内実験でも、同一の収穫日では、は種日が早く、生育の進んだもの程凍害を受けやすかった。更に、現地調査で、排水性の悪いほ場で凍

害が多く、キャベツの生理的条件の違いによって、耐凍性が異なることがうかがえる。更に、キャベツの収穫日を変えて、同一の結球度のもので比較すると、収穫日が遅く、より低温条件下で生育したものの凍害が少ない。キャベツの耐凍性の変化については、COXら(1)が、低温や少ない吸水量が耐凍性の向上に関与すること、又 KOHN(4)が光合成量と耐凍性との関係について報告しており、これらの場合も耐凍性が向上していることを示したと言えよう。今後、対策を講ずる上で、これらを利用した耐凍性向上の検討が必要となる。

凍害と腐敗病の関係については、SUMNER(7)が、アメリカのジョージア州で冬期に収穫されるキャベツが、凍害によって傷害を受けた後、*Pseudomonas maclicola* や、*P. cichorii* などの細菌によって腐敗する例を報告している。本試験での病原細菌の接種でも、凍害を受けたキャベツ葉では、容易に菌が侵入して軟化腐敗するが、凍害を受けなかった葉では発病せず、凍害の発生が腐敗病発生の条件であることを示した。又、病原菌の増殖には、 $15^{\circ}\text{C}$  以上の気温が必要であるが、ほ場の観測例では、日中のキャベツ葉温は $15\sim 20^{\circ}\text{C}$  以上になり、その条件を十分満たしていたと考えられる。しかし、'85年の現地調査の結果が示すように、凍害が多発しても腐敗病の発生が極めて少ない例もあり、凍害は腐敗病発生のための必要条件であっても、絶対条件ではなく、腐敗病の発生には、更に湿度や菌密度等の条件が関与していることが推察された。

このように、早春キャベツに発生する腐敗病は、低温によるキャベツの凍害が引き金となって、これに病原細菌の侵入及び増殖の条件が加わって発病すること、又、キャベツ葉の凍害は、同じ $-5^{\circ}\text{C}$  でも $2.5\sim 4$  時間の遭遇では発生せず、24時間の遭遇では発生すること、 $2.5\sim 4$  時間の遭遇でも $-7^{\circ}\text{C}$  以下では発生することから、低温の程度及び持続時間が深くかかわっているものと考えられた。腐敗病の防除対策としては、凍害を回避するために、温度条件を人為的に変えるか、耐凍性を向上させるとともに、病原細菌の密度を低下させ、菌の増殖し難い環境を検討する必要があると考えられた。

#### V 摘 要

三浦半島地域で、被害が増加してきた早春キャベツ腐敗病の発生要因を、キャベツ葉が低温傷害を受けるメカニズム、は場での温度状況、及び病原細菌の関与の点から検討した。

1. 腐敗病及び凍害は、地形上の位置が低位で、通風

の悪いほ場で多発した。

2. 環境要因の違いによる、腐敗病と凍害の発生状況は同様の傾向を示したが、凍害が発生したからと言って必ずしも腐敗病は発生しなかった。

3. キャベツ葉の凍害は、 $-5^{\circ}\text{C}$ 以下の低温に24時間以上、あるいは、 $-7^{\circ}\text{C}$ 以下の低温に2.5～4時間以上遭遇すると発生した。

4. 病原細菌を接種すると、凍害を受けたキャベツ葉は腐敗するが、凍害を受けなかったキャベツ葉は腐敗しなかった。

5. 腐敗病の病徴は、 $5^{\circ}\text{C}$ ではほとんど進行せず、 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ では進行程度は早かった。

6. ほ場のキャベツ葉温は、しばしば $-5^{\circ}\text{C}$ 以下になり、 $-7^{\circ}\text{C}$ 以下に低下することもあった。又、日中は、 $22^{\circ}\text{C}$ に達する例も観測され、凍害を受け、菌が侵入、増殖する環境条件を満たしていた。

7. これらの結果から、腐敗病は、凍害を引き金として、病原菌 (*Pseudomonas viridiflava* または *P. marginalis*) が侵入、増殖するものであることが明らかとなった。

tion between growth and frost hardening in cabbage leaves. *Plant physiol.*, 44 : 923-928.

2. ————— (1976). Interrelations between environmental factor and freezing resistance of cabbage leaves. *Ibid*, 57 : 553-555.

3. 後藤正夫(1956). *Pseudomonas marginalis* による甘藍の腐敗病. 農及園 31 (11) : 1547~1548.

4. KOHN H. and J. LEVITT (1965). Frost hardness studies on cabbage grown under controlled condition. *Plant physiol.*, 40 : 476-480.

5. 三原義秋 (1979). 昭和54年度全国大会シンポジウム「霜害と夜間の気象」要旨. 農業気象 35(2) : 101~111.

6. 酒井昭 (1982). 植物の耐凍性と寒冷地適応. 学会出版センター, 469pp.

7. SUMMER, D. R. (1972). Effect of freezing injury on head rot and spot of cabbage. *Phytopathology*, 62 : 322-325.

8. 陶山一雄・大林延夫 (1982). 早春キャベツに発生した腐敗病. 植物防疫 36(2) : 68~71.

## 引用並びに参考文献

1. COX W. and J. LEVITT (1966). Direct rela-

## Summary

The damage of bacterial head rot of cabbages harvested in winter time, which is increasing in the Miura Peninsula, was investigated in condition with mechanism of cold injury to cabbages, temperature conditions in the cabbage field and infection of bacteria. The results obtained as follows:

1. Head rot and cold injury to cabbages occurred more frequently in low-lying fields or the fields with poor air circulation.

2. The environmental conditions of the fields for the inducement head rot and cold injury were similar. However the condition which caused cold injury did not always cause head rot.

3. Cold injury to cabbages occurred in condition of low temperature below  $-5^{\circ}\text{C}$  for 24 hours or  $-7^{\circ}\text{C}$  for 2.5 to 4 hours.

4. When cabbages were inoculated with bacteria (*Pseudomonas viridiflava* or *P. marginalis*) under  $25^{\circ}\text{C}$  condition, the leaves of cabbage which were injured by cold decayed. However, if the leaves were not injured, they did not rot.

5. Although the head rot progressed very little under  $5^{\circ}\text{C}$  condition, it progressed rapidly under the condition of  $15^{\circ}\text{C}$  to  $20^{\circ}\text{C}$ .

6. Leaf temperature of cabbages in the field often fell to less than  $-5^{\circ}\text{C}$ , and occasionally less than  $-7^{\circ}\text{C}$ . However, the temperature in daytime was such that it was possible for bacterial invasion and multiplication.

7. These results indicate that the occurrence of the head rot is due to the invasion and multiplication of bacteria which is enhanced by cold injury.