

秋田県北部における1987年の晩霜害実態調査

柴田雄喜・水野昇

目次

I. 緒言	37
II. 1987年春季の気象	37
III. 晩霜害の実態調査	39
1. 県北部における晩霜害実態調査	39
2. 中心果結実率及び摘果後の 中心果残存率調査	40
3. 品種、地上高、台木別晩霜害調査	41
4. 防風林の影響調査	44
5. 各器官における晩霜害症状調査	44
6. 晩霜害によるサビ果の形成調査	44
7. 果叢内着果位置及び花芽別 果実品質調査	45
IV. 県北部における過去の低温と 晩霜害の発生	46
1. 材料と検討方法	46
2. 検討結果と考察	46
V. 総合考察	48
VI. 摘要	49
VII. 引用文献	49

I. 緒言

1987年の春季は近年稀にみる低温の来襲により、全国的規模で各樹種に被害をもたらした(18)。秋田県においても例外ではなく、県北部の果樹を中心として晩霜害により約5億円の被害が報じられた(秋田県農政部1987年5月8日発表)。

開花期を中心とする春季の気象は収穫量を左右する大きな要因になっており、晩霜害による初期生育のつまづきは栽培者にとって経済的、精神的に打撃を与えるため以前から国内外で晩霜害に関する研究は行われ、その防止対策として危険地回避、危険期回避(他樹種の

混植、リンゴ樹の生態操作)、加熱法、送風法、氷結法等があげられている(8、9、23、24)。天気予報と防止対策の組み合わせにより、晩霜害防止は可能と思われるものの、本県においては過去数回被害が出ているように、実際にはなんら対策は講じられていないのが現状である。

本調査は、1987年に秋田県北部リンゴ産地で発生した晩霜害の被害状況について報告する。

本調査を遂行するに当たり御指導と助言をいただいた鈴木宏場長、調査に協力していただいた分場職員各位、並びに、現地調査の樹園地を心よく提供して下さいました農家各位に深く感謝の意を表します。

また、農林水産省果樹試験場盛岡支場栽培研究室、工藤和典主任研究官には多くの資料を提供していただき感謝を申し上げます。

II. 1987年春季の気象

(1) 調査方法

1987年春季における最低気温の推移について、発芽期から落花期を中心に調査した。また、晩霜害発生に影響したと思われる日の降霜時の気温変化について飯尾電機製打点式農業気象総合記録装置から読みとった。なお、これらの気象データは鹿角分場気象観測調査値を引用した。

(2) 調査結果と考察

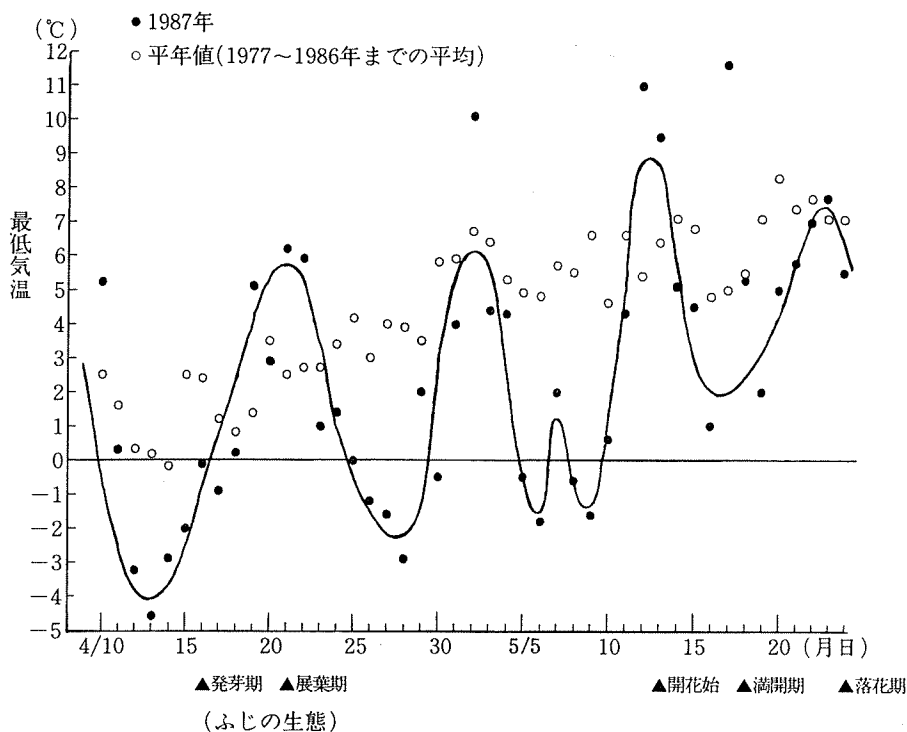
春季の最低気温の推移を第1図に示した。この時期における最低気温の経時変化は、4月13日、4月28日、5月6日、5月9日及び5月16日を最下点とする波状推移の傾向がみられた。低温の程度と生態の進み方からみて、晩霜害発生の危険気温に達しているのは、4月27～28日、5月6日及び5月9日であった。ただし、5月6日の時点で晩霜害による被害花が多数見られたことからし

て、晩霜害発生に影響したのは4月27日～28日と5月6日の低温と思われた。これらの日の気温変化を第2図に示した。

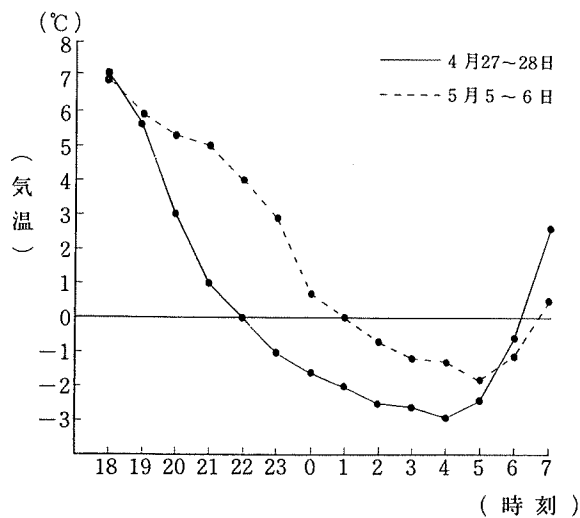
4月27日～28日は、27日22:00～28日6:20まで

0°C以下で推移し、最低気温は4:00に-2.9°Cであった。

5月6日は、1:00～6:30まで0°C以下で推移し、最低気温は5:00に-1.8°Cであった。



第1図 1987年春季における最低気温の推移



第2図 降霜時の気温の変化

Ⅲ. 晩霜害の実態調査

1. 県北部における晩霜害実態調査

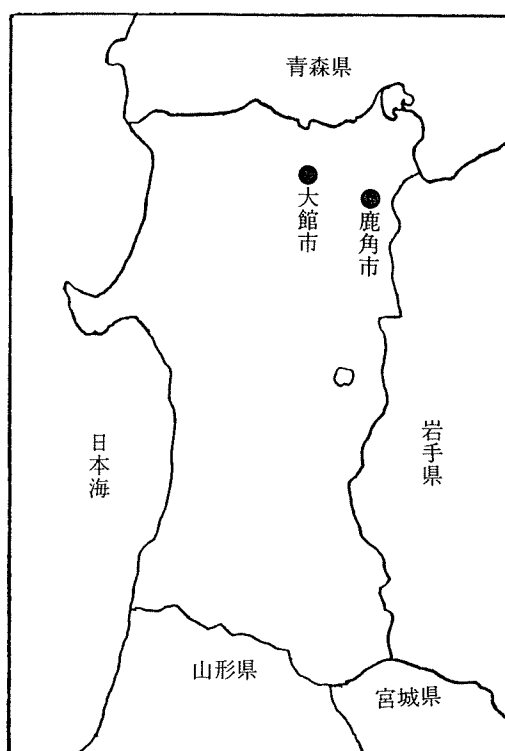
(1) 調査方法

1987年5月18日～19日、県北部における晩霜害実態調査を行った。つがる、王林、ふじ(台木はマルバカイドウ、一部地区においてはM.26)を調査品種とし、1品種3樹、1樹80花叢(地上高1～2m、4方向)について開花期に雌ずいの褐変の有無を外見で判断した。

なお、調査地点は、鹿角市7ヶ所(上花輪、西町、東町、寺坂、錦木、関上、大湯)、大館市2ヶ所(曲田、真中)の9ヶ所である(第3図)。

(2) 調査結果と考察

県北部における晩霜害実態調査結果を第1表に示した。ふじにおける中心花被害率は最低16.3%、最高97.5%、王林では最低12.9%、最高97.5%、つがるでは最低7.1%、最高55.3%であり、リンゴ栽培地域が比較的近距離でありながら被害程度の幅は広く、特に西町と東町地区の被害が大きかった。県北部全体における被害の品種間差は、被害の大きい順にふじ>王林>つがるであった。



第3図 秋田県北部調査地点

第1表 県北部晩霜害実態調査

調査地点	(品種名) ふ じ						王 林						つ が る					
	調 査	花 叢	花 叢	花 叢	花 叢	花 叢	調 査	花 叢	花 叢	花 叢	花 叢	花 叢	調 査	花 叢	花 叢	花 叢	花 叢	花 叢
	花叢数	被害率	害 率	被害率	被害率	全花全	花叢数	被害率	害 率	被害率	被害率	全花全	花叢数	被害率	害 率	被害率	被害率	全花全
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	減率%	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	減率%	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)	減率%
上 花 輪	240	18.8	4.5	16.3	1.4	0	240	17.1	4.4	12.9	1.9	0	240	10.8	2.1	7.1	1.0	0
西 町	240	98.3	82.3	97.5	78.4	51.7	240	94.2	58.7	92.5	49.1	25.8	240	64.2	19.3	55.3	10.4	0
東 町	240	94.2	54.2	91.3	44.9	13.3	240	97.5	50.5	97.5	34.0	15.8	240	64.6	22.5	52.5	15.2	0.4
寺 坂	240	81.7	35.4	77.0	24.9	6.3	240	45.8	14.5	37.1	8.4	0.4	240	29.6	7.0	17.5	4.3	0
錦 木	240	40.4	9.7	35.8	3.2	0	240	55.0	16.7	52.9	5.8	0.4	240	20.0	4.3	12.9	2.2	0
関 上	240	44.2	15.7	35.0	11.0	0.8	240	79.6	37.0	76.3	25.9	6.3	240	43.3	10.9	29.2	6.6	0.8
大 湯	240	37.1	10.7	27.9	6.3	0.4	240	42.9	12.0	32.1	6.4	0	240	33.8	11.5	22.1	4.7	0
曲田(M.26)	240	80.0	36.8	73.8	27.4	3.8	240	25.4	6.5	22.1	2.1	0	240	23.3	6.6	17.5	4.1	0
真 中	240	69.6	32.5	61.7	24.8	9.2	240	44.2	12.8	39.6	4.5	0	240	35.8	9.9	23.8	8.1	0
平 均	2160		31.3	57.2			2160		23.4	51.4			2160		10.4	26.4		

2. 中心果結実率及び摘果後の中心果残存率調査

(1) 調査方法

晩霜害程度と摘果後の中心果残存率との関係を調べるため、下記の方法で調査した。

a) 中心果結実率調査

1987年5月28日～6月3日に県北部の主要な栽培地域のふじ及び王林を調査品種とし、1品種2樹、1樹100頂芽(地上高1～2m、4方向)について中心果結実の有無を調査した。

なお、調査地点は、鹿角市9ヶ所(上花輪、西町、東町、中屋布、錦木a、b、関上、桃枝、高屋)、大館市2ヶ所(中山、真中)の11ヶ所である。

b) 摘果後の中心果残存率調査

摘果作業が終了した1987年7月13日～15日に、上記a)と同一地域のふじ及び王林を調査品種とし、1品種3樹、1樹100果(地上高1～2m、4方向)について中心果残存の有無を調査した。

(2) 調査結果と考察

摘果後の中心果残存率調査結果を第2表に示した。ふじについて被害程度別に3グループに分類した。

Aグループ(中心果結実率<30%、西町、東町、中屋布)は被害が大きかった地区であり、摘果後の中心果残

存率(12.7～20.0%)は中心果結実率と同様に低く、摘果技術で中心果残存率を高めることは困難であった。

Bグループ(30%≤中心果結実率<60%、桃枝、高屋、関上、真中、錦木(a))は、中心果結実率はそれほど高くないが、摘果後の中心果残存率(59.3～87.7%)は良好に向上していた。摘果技術で有意に中心果残存率を高めることができる範囲と思われた。

Cグループ(60%≤中心果結実率、錦木(b)、中山、上花輪)は被害が小さかった地域であり、摘果後の中心果残存率(69.3～94.0%)は中山地区以外で中心果結実率と同様に高かった。

王林については、調査地点が少なく具体的な結果を導くまでに至らなかったが、摘果後の中心果残存率がふじほど多くなかった。これは、雌ざい及び胚珠褐変に至らなかった被害の軽い中心果が、生育初期に生理落果したものと思われた(25)。

晩霜害による被害程度と減収率の間には指数回帰がみられ、花被害率または被害頂芽率の増加に伴い減収率は著しく増加することが報告されている(15、16)。収穫後、関係機関の報告によると被害が著しかったAグループの地域においては約2割の減収であり、他の地域においては減収はみられなかったとしていた。

第2表 摘果後の中心果残存程度

調査地点	(品種名) ふ		じ		王		林	
	調査頂芽数	中心果結実率(%)	調査果数	摘果後の中心果残存率(%)	調査頂芽数	中心果結実率(%)	調査果数	摘果後の中心果残存率(%)
西 町	200	4.0	300	12.7	200	13.8	300	16.4
東 町	200	10.8	300	20.0				
中 屋 布	200	17.7	300	15.7	200	49.5	300	60.3
桃 枝	200	36.2	300	63.0	200	59.2	300	58.3
高 屋	200	36.5	300	59.3	200	19.8	300	22.3
関 上	200	41.6	300	81.0				
真 中	200	42.7	300	64.7				
錦木(a)	200	57.8	300	87.7				
錦木(b)	200	74.5	300	89.0				
中 山	200	75.2	300	69.3				
上 花 輪	200	77.4	300	94.0	200	81.8	300	96.0

3. 品種、地上高、台木別晩霜害調査

(1) 調査方法

1987年5月8日、場内圃場に栽植されている次の主要品種を調査した。

つがる (M.26台樹12年生、マルバ台樹11年生)
 スターキング (M.26台樹12年生、マルバ台樹11年生)
 ジョナゴールド (M.26台樹12年生、マルバ台樹11年生)

陸奥 (M.26台樹12年生、マルバ台樹11年生)
 王林 (M.26台樹12年生、マルバ台樹10年生)
 ふじ (M.26台樹12年生、マルバ台樹12年生)
 千秋 (M.26台樹8年生、マルバ台樹10年生)

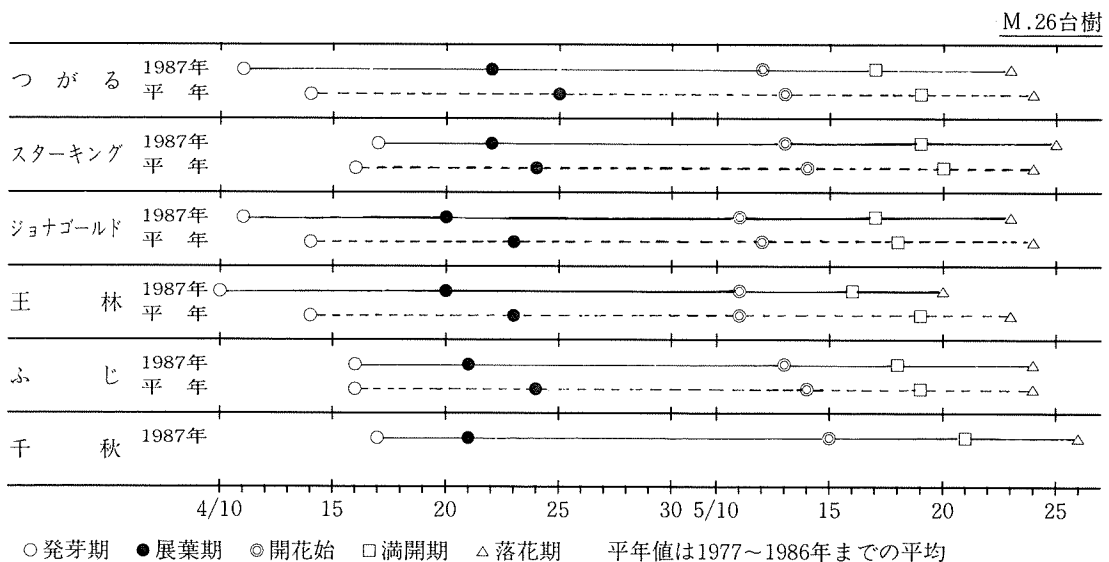
地上高については、M.26台樹で地面より70cm(下部)、170cm(中部)、270cm(上部)、マルバ台樹で100cm(下部)、200cm(中部)、300cm(上部)部位において、1品種2樹、1樹30花叢(上、中、下部、各10花叢ずつ4方向よりサンプリング)について花蕾内部をメスで切断して雌ずい及び胚珠の褐変を調査した。

(2) 調査結果と考察

1987年のリンゴの生態は第4図に示したように、発芽期の平年差は品種によりばらつきがみられたが、展葉期は約3日、開花始めは約1日平年よりも進んでいた。

品種、地上高、台木別の被害状況を第3表に示した。中心花と側花の被害率を比較すると、第1表と同様に中心花の被害が大きかった。これは、中心花の発育段階が進んでいるためと思われた。品種間については、M.26台樹とマルバ台樹を平均した中心花被害率について高い順に、千秋>ふじ>陸奥>スターキング>ジョナゴールド>王林>つがるであった。開花の遅い品種でも被害が大きかった(写真1)。品種を平均した地上高別の花被害率は、両方の台木樹とも高い順に、下部>中部>上部であった。品種を平均した地上高別の中心花被害率は、両方の台木樹とも高い順に、中部>下部>上部であった。品種を平均した地上高別の側花被害率は、両方の台木樹とも高い順に、下部>中部>上部であった。ただし、中部と下部の被害数値は似かよっており、地上高別の被害花程度は、下部≒中部>上部であり地上高1、2m部位では被害に大差がなかった。

台木間における平均中心花被害率は、M.26台樹、38.6%、マルバ台樹、58.8%であり、一見マルバ台木樹がM.26台樹より被害が大きいように見えるが、次項の防風林の影響調査に示すように、栽植位置(環境)の違いによる差が大きく、台木による被害の発生差は小さいと思われる。



第4図 リンゴ生態調査

第3表 品種、地上高、台木別晩霜害調査

品 種 名 / 台 木	地上高 70cm (下部)						170cm (中部)					
	調 査 花叢数	花 叢 被害率 (%)	花 被 害 率 (%)	中心花 被害率 (%)	側 花 被害率 (%)	花叢内 全花全 減率(%)	調 査 花叢数	花 叢 被害率 (%)	花 被 害 率 (%)	中心花 被害率 (%)	側 花 被害率 (%)	花叢内 全花全 減率(%)
つ が る/M.26	20	35.0	11.5	15.0	10.5	0	20	25.0	5.5	15.0	3.4	0
スターキング/M.26	20	45.0	16.7	30.0	13.2	0	20	75.0	37.5	65.0	31.0	10.0
ジョナゴールド/M.26	20	80.0	37.8	45.0	35.9	0	20	65.0	27.0	30.0	26.3	0
陸 奥/M.26	20	70.0	25.0	40.0	20.3	0	20	55.0	15.6	50.0	5.7	0
王 林/M.26	20	50.0	14.9	35.0	9.0	0	20	30.0	6.8	25.0	1.5	0
ふ じ/M.26	20	85.0	42.9	45.0	42.4	10.0	20	70.0	34.3	50.0	30.5	10.0
千 秋/M.26	20	95.0	55.1	70.0	51.3	15.0	20	95.0	31.3	90.0	15.8	0
平 均	140		29.6	40.0	26.9		140		22.8	46.4	16.8	
	地上高 100cm (下部)						200cm (中部)					
	調 査 花叢数	花 叢 被害率 (%)	花 被 害 率 (%)	中心花 被害率 (%)	側 花 被害率 (%)	花叢内 全花全 減率(%)	調 査 花叢数	花 叢 被害率 (%)	花 被 害 率 (%)	中心花 被害率 (%)	側 花 被害率 (%)	花叢内 全花全 減率(%)
つ が る/マルバ	20	35.0	9.9	10.0	9.9	0	20	30.0	7.4	15.0	5.7	0
スターキング/マルバ	20	70.0	26.7	60.0	17.1	0	20	75.0	24.5	70.0	12.8	0
ジョナゴールド/マルバ	20	80.0	26.7	70.0	16.0	0	20	50.0	21.7	40.0	17.4	0
陸 奥/マルバ	20	85.0	33.7	70.0	23.5	10.0	20	90.0	39.1	85.0	26.4	0
王 林/マルバ	20	75.0	25.3	50.0	17.9	0	20	75.0	26.1	70.0	13.2	0
ふ じ/マルバ	20	100.0	46.9	90.0	35.5	10.0	20	90.0	48.8	85.0	39.2	10.0
千 秋/マルバ	20	95.0	52.0	85.0	43.6	20.0	20	95.0	49.0	90.0	38.8	15.0
平 均	140		31.6	62.1	23.4		140		30.5	65.0	21.8	

品 種 名 / 台 木	270cm (上部)						平 均					
	調 査	花 叢	花 被	中心花	側 花	花叢内	調 査	花 叢	花 被	中心花	側 花	花叢内
	花叢数	被害率 (%)	害 率 (%)	被害率 (%)	被害率 (%)	全花全 減率(%)	花叢数	被害率 (%)	害 率 (%)	被害率 (%)	被害率 (%)	全花全 減率(%)
つ が る/M.26	20	20.0	3.6	5.0	3.3	0	60	26.7	6.6	11.7	5.5	0
スターキング/M.26	20	25.0	8.8	25.0	4.9	0	60	48.3	21.2	40.0	16.5	3.3
ジョナゴールド/M.26	20	45.0	10.5	20.0	8.5	0	60	63.3	24.4	31.7	22.6	0
陸 奥/M.26	20	70.0	19.6	30.0	16.7	0	60	65.0	20.0	40.0	14.1	0
王 林/M.26	20	30.0	8.6	25.0	4.1	0	60	36.7	10.1	28.3	4.8	0
ふ じ/M.26	20	40.0	10.0	30.0	5.6	0	60	65.0	28.7	41.7	25.7	6.7
千 秋/M.26	20	80.0	29.2	70.0	18.4	0	60	90.0	38.6	76.7	28.7	5.0
平 均	140		12.5	29.3	8.5		420		21.4	38.6	17.1	
	300cm (上部)						平 均					
	調 査	花 叢	花 被	中心花	側 花	花叢内	調 査	花 叢	花 被	中心花	側 花	花叢内
	花叢数	被害率 (%)	害 率 (%)	被害率 (%)	被害率 (%)	全花全 減率(%)	花叢数	被害率 (%)	害 率 (%)	被害率 (%)	被害率 (%)	全花全 減率(%)
つ が る/マルバ	20	10.0	1.8	5.0	1.1	0	60	25.0	6.3	10.0	5.4	0
スターキング/マルバ	20	55.0	10.9	45.0	2.5	0	60	66.7	20.4	58.3	10.5	0
ジョナゴールド/マルバ	20	65.0	26.2	40.0	23.0	0	60	65.0	24.8	50.0	18.9	0
陸 奥/マルバ	20	90.0	31.0	90.0	13.4	0	60	88.3	34.7	81.7	21.3	3.3
王 林/マルバ	20	35.0	13.6	15.0	13.1	0	60	61.7	21.9	45.0	17.2	0
ふ じ/マルバ	20	90.0	41.7	85.0	31.6	0	60	93.3	45.7	86.7	35.5	6.7
千 秋/マルバ	20	60.0	14.7	60.0	3.7	0	60	83.3	38.3	78.3	28.3	11.7
平 均	140		19.6	48.6	12.3		420		27.4	58.8	19.1	
品 種 名	花蕾の発育状態					M.26, マルバ台樹の平均						
						調 査	花 叢	花 被	中心花	側 花	花叢内	
						花叢数	被害率 (%)	害 率 (%)	被害率 (%)	被害率 (%)	全花全 減率(%)	
つ が る	全花蕾着色					120	25.8	6.4	10.8	5.4	0	
スターキング	グリーン～中心花蕾着色					120	57.5	20.8	49.2	13.6	1.7	
ジョナゴールド	中心花蕾着色					120	64.2	24.6	40.8	20.8	0	
陸 奥	中心花蕾着色～2,3ヶ側花蕾着色					120	76.7	27.3	60.8	17.7	1.7	
王 林	全花蕾着色					120	49.2	15.8	36.7	10.3	0	
ふ じ	中心花蕾着色 (初期)					120	79.2	36.8	64.2	30.3	6.7	
千 秋	グリーン					120	86.7	38.5	77.5	28.5	8.3	
平 均						840		24.3	48.6	18.2		

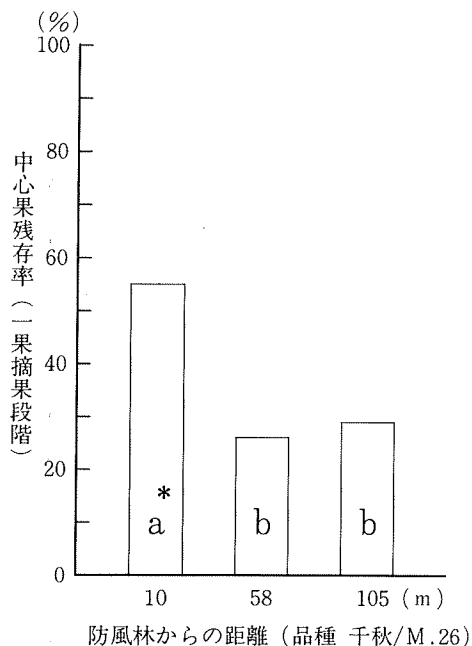
4. 防風林の影響調査

(1) 調査方法

1987年6月26日、場内圃場の一果摘果作業を行った千秋/M.26について、防風林から、10、58、及び105mの距離ごとに、1地点につき3樹、1樹80果（地上高1～2m、4方向）について中心果残存率を調査した。なお、圃場は台地上の平地にあり、防風林は圃場の北西側に位置しており、樹高は約10mである。

(2) 調査結果と考察

防風林からの距離別晩霜害発生状況を第5図に示した。中心果残存率は、10m地点では55.0%、58m地点で、26.7%、105m地点で、29.2%であり、防風林の近くで中心果残存率が高いが58、105mと離れると低くなっていた。1圃内における同一品種の中心果残存率に有意差があることは、被害程度に環境要因（防風林と冷気の流れ）が影響していることを示していると思われる。樹園地周囲の地形にもよるが、防風林が強風被害のみならず防霜にも有効であると考えられる。しかし、防風林の効果が及ぶ距離は比較的短かった。



* 異符号はダンカン検定5%レベルで有意差あり

第5図 防風林からの距離別中心果の残存

5. 各器官における晩霜害症状調査

(1) 調査方法

場内圃場のリンゴについて品種別に被害発生直後から開花期にかけて花器を採取して切断観察すると共に、随時樹体を観察し写真に記録した。

(2) 調査結果と考察

花器においては胚珠及び花柱基部が犯されやすく、さらに被害が強い場合は雄ずい褐変していた（写真2、3）。品種間における花器内部の被害は千秋、陸奥、ジョナゴールドで大きかった。中心花が側花よりも被害が大きかった。

開花期に開花しない中心花が少数見られた。また、被害花で花弁異常（しなびた花弁、未発達の花弁）が見られた（写真7、8）。

被害花の花梗はその後生育が鈍化し、正常花に比べて短かった。花梗長は花器組織の生存と関係がみられ、花梗長の長い順に、正常花＞雌ずい褐変及び雄ずい約半数生存花＞雌ずい褐変及び雄ずい全滅花であった（写真9）。被害花は一見正常花のように開花するが、後に結実せずに落花した（写真10）。縮葉は晩霜害時展葉していた生育途中の葉（花叢葉等）に生じ、それ以降発生した新梢葉には生じなかった。縮葉及びこれに伴う7月中旬の黄変、落葉程度について紅玉、ジョナゴールド、陸奥の被害が大きく、特に紅玉で著しい被害を受けたことは、栗生ら(9)の報告と同様であった。（写真4）。

6. 晩霜害によるサビ果の形成調査

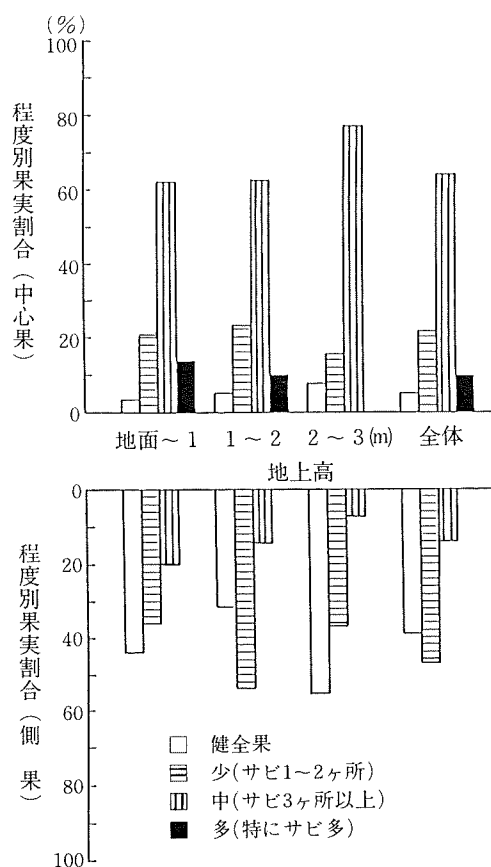
(1) 調査方法

場内圃場の果実について品種別にサビ発生状況を経時的に観察した。また、ジュライレッド/M.26（10年生）、1樹について1987年6月25日（未摘果段階）に地上高別に中心果、側果で、ていあ部に形成されたサビ程度を調査した。

(2) 調査結果と考察

晩霜害を受けた時のリンゴの生育時期が開花前であったためか、サビ果が多い品種はジュライレッドのみで他の品種では少なかった。晩霜害によると思われるサビを形成した品種は、比較的開花期が早いつがると

ジュライレッドであり、つがるでは6月上旬（落花後10日、6月2日確認）梗あ部にリング状のサビを呈し、肥大にともないサビは赤道部方向に広がっていた。収穫時には帽子状、舌状のサビとなり果実を覆っていた。ただし、被害果は少数であり、収量には影響はなかった（写真5、11）。ジュライレッドでは6月中旬の観察で、ていあ部にサビが円周上に点在していた。なお、強く被害を受けた果実は、サビがリングに近い状態になっていた（写真6、12）。ジュライレッドにおけるサビ果発生調査結果を第6図に示した。サビ果発生程度は中心果が側果より多く（写真13）、健全果をみると中心果4.9%、側果39.1%であった。また、地上高別では高くなるにつれてサビ果の発生が少なくなった。



第6図 ジュライレッド/M.26における地上高別サビ果発生程度

7. 果叢内着果位置及び花芽別果実品質調査

(1) 調査方法

場内外の晩霜害調査で中心花被害が比較的多かった品種について、場内は場のM.26台樹の千秋、王林、ふじを調査品種とし、1品種3樹、1樹につき、中心果、上位側果（1～2位）、下位側果（3～5位）、及び腋花芽の中心果（以下腋花芽果）に区別し各20果を供試した。ただし、腋花芽果について千秋は未調査、王林は10果を供試した。なお、側果は中心果の欠落した果叢より供試した。側果位置は中心果の次を側果第1位とし、包葉の有無及び2/5の展開より判断した。摘果は6月中旬に完了し、収穫時に果実品質を調査した。なお、糖度（Brix）、酸度、硬度に関する分析は常法に従い、1処理1樹10果、3反復で行った。

(2) 調査結果と考察

中心果、側果、腋花芽果の果実品質調査結果を第4表に示した。

果重について重い順に、千秋では、中心果>下位側果>上位側果、王林では、腋花芽果>中心果>上位側果>下位側果、ふじでは、下位側果>中心果>上位側果>腋花芽果であった。

梗あ部のサビ（つるサビ）発生程度については、各品種（千秋は腋花芽果未調査）ともサビが多い順に側果>腋花芽果>中心果であった。特に千秋は側果でサビが著しく多かった。

果径指数（縦径/横径）については、王林とふじの中心果と側果で果径指数が大きい順に中心果>上位側果>下位側果であり、果叢内着果位置の基部に近づくほど扁平傾向が見られた。腋花芽果は側果よりも腰高であった。一方、千秋では果径指数が大きい順に下位側果>上位側果>中心果であった。

ミツ入りについては、ふじの腋花芽果で少なく、ミツ入り指数0～1の果実が35.8%に及んだ。

果梗部の裂果については、千秋の側果で発生率が高かった。ふじは中心果、側果とも発生率が高かった。

一般に果重等について中心果が側果よりも勝ることが知られているが、晩霜害の被害が大きかった品種については弱小芽に起因した中心果が多かった可能性が

考えられる。また、これら果実品質については年次により変動があると言われている (11)。

単年の調査結果ではあるが、中心果が被害を受けた場合の側果及び腋花芽果の利用については、つるサビ

が多いなどある程度の品質低下はあるものの、晩霜害等により中心果が欠落した場合は側果や腋花芽果を積極的に利用することにより減収を軽減できるものと思われる。

第4表 果実品質調査

(品 種 名)	調 査	* * *				* *				* *				* *				糖 度	酸 度	硬 度	
		果 重	着色	地 色	サビ	サビ程度別分布 (%)				縦 径	横 径	果 径	ミ ツ	障 害	部位別裂果 (%)						
						0	1	2	3						梗あ	肩	つる				割れ
部 位	果数	(g)	(%)		程 度					(㎝)	(㎝)	指 数	指 数	果物					(B r i x)	(%)	(lb)
(千秋/M26)																					
中 心 果	56	302.9	67.0	2.9	0.3	76.8	19.6	3.6	0	7.92	9.03	0.877	0	5.4	0	0	3.6	5.4	13.3	0.617	13.3
上 位 側 果	57	277.0	71.8	3.2	2.1	14.0	12.3	26.3	47.4	7.78	8.75	0.889	0.1	36.8	1.8	5.3	10.5	33.3	13.6	0.624	12.5
下 位 側 果	58	288.1	68.6	3.1	1.7	13.8	20.7	48.3	17.2	7.89	8.83	0.893	0.1	25.9	3.4	3.4	10.3	20.7	13.4	0.582	12.5
(王林/M26)																					
中 心 果	59	272.3		3.0	0.3	69.5	28.8	1.7	0	8.16	8.40	0.971	0.1	0					14.5	0.267	15.5
上 位 側 果	50	243.2		2.9	1.0	22.0	54.0	22.0	2.0	7.71	8.14	0.946	0	0					14.5	0.276	15.9
下 位 側 果	53	234.0		3.0	1.2	9.4	77.4	13.2	0	7.60	8.08	0.940	0	0					15.0	0.277	15.9
腋 花 芽 果	28	294.6		2.9	0.7	42.9	42.9	14.2	0	8.32	8.76	0.950	0	0					14.8	0.277	14.9
(ふじ M26)																					
中 心 果	59	309.4	73.2	3.2	0.2	88.1	8.5	3.4	0	7.93	8.96	0.885	2.9	35.6			28.8	35.6	13.9	0.401	14.8
上 位 側 果	56	285.9	67.1	3.1	1.6	3.6	37.5	55.3	3.6	7.68	8.77	0.875	3.2	35.7			8.9	35.7	14.3	0.474	15.5
下 位 側 果	55	327.5	64.7	3.1	1.4	3.6	61.9	30.9	3.6	8.04	9.20	0.873	3.3	43.6			18.2	43.6	14.2	0.448	15.1
腋 花 芽 果	53	284.3	66.4	2.8	0.9	26.4	60.4	13.2	0	7.79	8.74	0.890	1.9	11.3			0	11.3	14.4	0.434	15.4
* 着色 0 (不良) ～100 (良)															* 果径指数 縦径／横径						
* 地色 1 (緑) ～4 (黄)															* ミツ指数 0 (無) ～4 (多)						
* サビ(つるサビ) 0 (無) 1 (少) 2 (肩部以内) 3 (肩部以上)															* 部位別裂果は、重複を含む						

IV. 県北部における過去の低温と

晩霜害の発生

1. 材料と検討方法

1963年5月から1987年5月までにおいて、展葉期以降(展葉期以降、耐凍性が低下する(9)。)の気温が0°C未満になった日について調査した。また、中心花安全限界温度(以下To)を、展葉期-3.5°C、Green cluster期-1.5°C、中心花蕾着色期-1.0°C、開花期-1.5°C(10)とし、過去の晩霜害発生危険年及び実際発生した年について秋田県農業気象週報(秋田地方気象台)、秋田県果樹試験場業務報告を参考にした。な

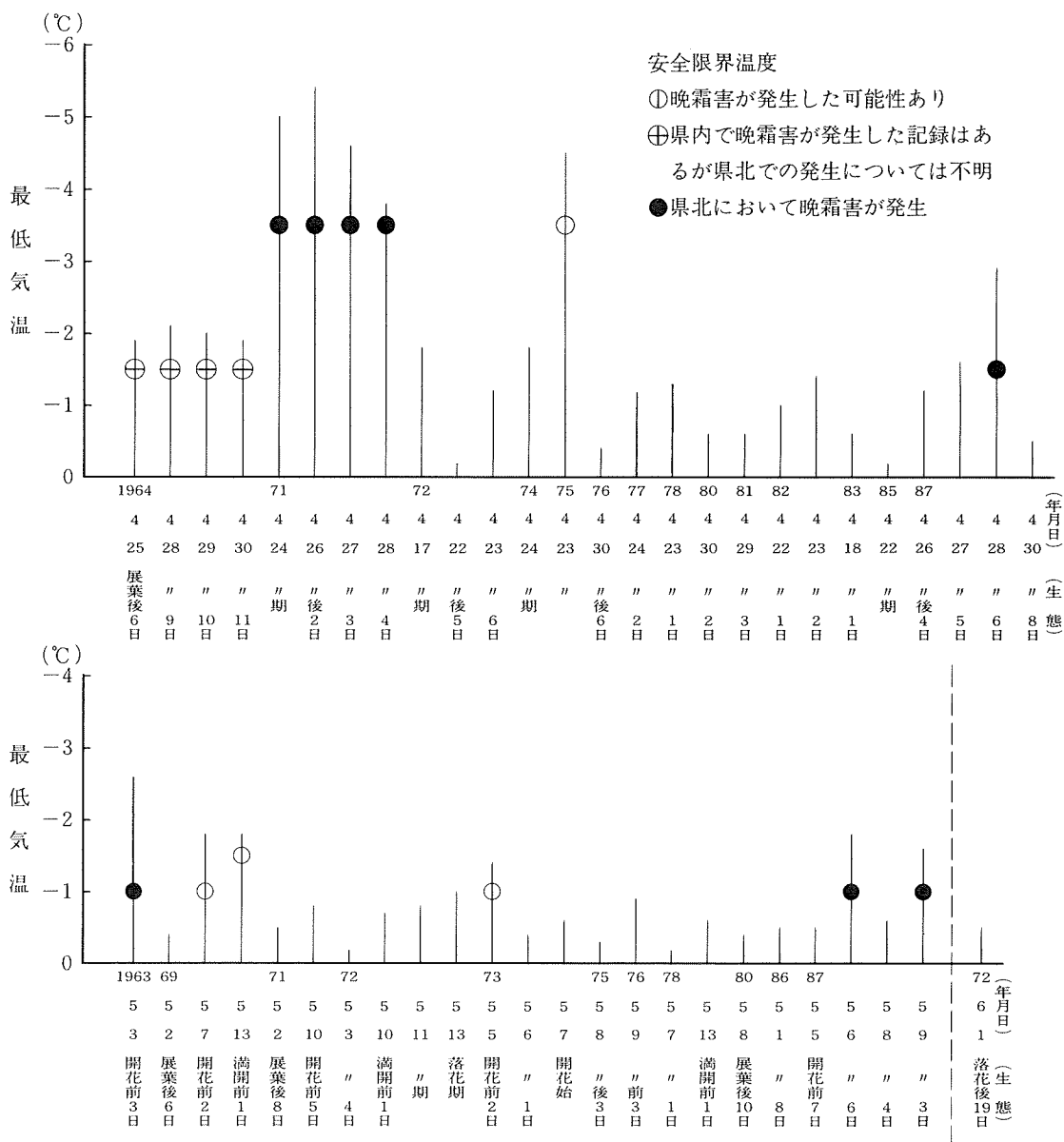
お、リンゴの生態について1963~1972年は紅玉、1973~1979年は印度、1980~1987年はつがるに基づき、気温について1963年5月~1965年は秋田地方気象台(花輪)、1966~1987年は鹿角分場気象観測調査値を引用した。To以下の出現頻度については、(最後の晩霜害年-最初の晩霜害年)/(To以下になった年数-1)、被害の大きい晩霜害の出現頻度については、(最後の晩霜害年-最初の晩霜害年)/(被害の大きい晩霜害年数-1)として計算した。

2. 検討結果と考察

県北部における過去の低温と晩霜害発生について、

第7図に示した。Toを下回った年は1963、1964、1969、1971、1973、1975、及び1987年であったが、県北部において記録に残っている被害の大きい晩霜害が発生したのは1963、1971、及び1987年であった（3、4）。1963年の晩霜害実態調査では、猿ヶ平地区の国光で被害が大きかった。

開花期にToを下回った年について1969年があげられるが、県北部では概ね展葉期から開花前に当たる4月下旬から5月上旬が晩霜害の危険期間と予想された。To以下の出現頻度は4.0年に1回、被害の大きい晩霜害の出現頻度は12.0年に1回であった。



第7図 県北部における過去の低温と晩霜害発生

V. 総合考察

頂芽数1000芽、花芽分化率70%のリンゴ樹があり、これを中心果で5頂芽1果にすると仮定すると、ここにおいて必要果数は200果なので、71.4%の中心果は摘果されることになる。極論として、晩霜害で約70%の中心花被害は安心と思われるかもしれない。しかし、実際には、1樹において下部から中部で被害が大きいため、適正着果、果実間隔等の制約により摘果後の中心果残存率は被害の大きい地区で著しく低下した(第2表)。また、被害の大きい地区及び品種においては、側果を代用しているため千秋、ふじのように側果ではつるサビ、または、裂果が増加する品種では、著しい品質低下がみられた(第4表)。阿部らは、1953年、南秋田郡で発生した晩霜害を調査し、主に和梨について被害が大きかった園地での著しい収量低下、及び、無種子に伴う小玉果の増加による商品価値の低下を報告した(2)。なお、1987年収穫後、関係機関の報告によると、被害の大きかった地域では減収を免れることはできなかったが他の地域においては減収はみられなかったとし、春季の予想より減収が少なかった。これは1987年の花芽分化率(ふじの秋田県平均64.6%)が良好で豊作型であったこと、そして、晩霜害発生により花被害が報じられたため、栽培者が減収を懸念してやや多めに果実をつけた可能性があることに起因していると思われる。

当场で晩霜害によるとみられるサビ果がみられたのは、比較的開花期が早いつがるとジュライレッドであり、つがるについては収量に影響するほどの発生量ではなかった。このことについては降霜時期が開花前であったためと思われる。ただし、阿部ら(1)とSimonsら(20)は開花始め前での降霜によるサビ果または奇形果の増加を報告しており、栗生ら(9)は展葉期での降霜によるサビ果及び奇形果の増加を報告している。このように、サビ果、奇形果が発生しやすい時期については不明な点も多く、品種、花蕾の発育段階、最低気温等が微妙に関連して被害に結びついていることが予想される。

また、果実品質に生育期間中の種々の要因が影響し

ていることが指摘されており、果実品質への影響を単に晩霜害だけと考えることはできないが、晩霜害事後処理として結実確保のための人工受粉や、サビ果発生を確認(つがるで落花後10日、6月2日に確認)してから摘果等が必要であると考えられた。

当场の品種、地上高、台木別晩霜害調査(第3表)で、工藤ら(13)の報告と同様に千秋の被害が最も大きかったが、調査品種中で開花期の生態が最も遅いことから意外であった。工藤ら(12)は品種間の被害程度を遺伝の面から調査し、印度グループが最も弱く次いでデリシャスグループが弱く、晩霜害感受性は優性遺伝するものと推定した。千秋は前代に印度、デリシャスを交配親に持つことから、千秋の晩霜害感受性は、印度とデリシャスの晩霜害感受性を遺伝した可能性が考えられる。

ただし、晩霜害は県単位の広い地域から、傾斜地の上下部、また、1樹における上下部、東西南北方向という単位にまで種々の要因が影響している(9、14、18、21)。このため、圃場における実態調査では生態との絡みで、時と場所が変われば品種間差の結果に違いを生じるものと思われるので、千秋の晩霜害感受性については、さらに調査する必要がある。

晩霜害発生限界温度について、国内外で研究されている(5、6、7、15、19)が日本独特のリンゴの栽培性及び立木、切枝の調査方法の違い等により工藤ら(10)の報告をToの参考とした。

晩霜害の出現頻度について単純な計算方法であったが、To以下の出現頻度は4.0年に1回、被害の大きい晩霜害の出現頻度は12.0年に1回であり、秋田県北部は予想以上に晩霜害危険地域であることが解る(第7図)。過去の晩霜害実態調査と照らし合わせると鹿角市において、猿ヶ沢、西町、東町、及び中屋布地区が晩霜害の危険地域と思われた。なお、上記地区はいずれも接近しており、比較的開花期が早い特徴がある。この原因として、鹿角市が内陸に位置した盆地地形であること、そして、被害が大きい地区は冷気が溜りやすい山裾に樹園地が多いためと考えられる。

なお、晩霜害危険地を推定するに当たって、より細

かな低温の再現期間調査(17、22)が必要である。

VI. 摘 要

1987年、秋田県北部のリンゴ産地で発生した晩霜害を、被害の地域間差、品種間差、晩霜害の出現頻度等について調査した。

1. 発芽期から落花期に当たる春季の最低気温の経時変化に波状推移の傾向がみられた。
2. 地域別で、ふじにおける中心花被害率は最低16.3%、最高97.5%であり、比較的狭い地域ながら被害の幅は広がった。また、過去の晩霜害実態調査結果(1963、1987年)と照らし合わせて、猿ヶ平、西町、東町、及び中屋布地区(これらの地区は、いづれも接近している)が晩霜害の危険地区と推定された。
3. ふじにおける中心果結実率と摘果後の中心果残存率について、3グループに分類した。

Aグループ(中心果結実率<30%)……被害が非常に大きかったため、摘果後の中心果残存率は著しく低かった。

Bグループ(30%≤中心果結実率<60%)……中心果結実率はそれほど高くはないが、摘果後の中心果残存率は高かった。

Cグループ(60%≤中心果結実率)……被害が小さかったため、摘果後の中心果残存率は高かった。

4. 品種別の中心花被害率は高い順に、千秋>ふじ>陸奥>スターキング>ジョナゴールド>王林>つがるであった。千秋は花蕾の発育が最も遅いにもかかわらず、被害が大きかった。
5. 地上高別の花蕾被害程度は大きい順に、下部≒中部>上部であり地上高1、2m部位では、被害に大差はなかった。
6. 千秋/M.26において、防風林からの距離10m、58m、及び105m地点で中心果残存率が、55.0%、26.7%、29.2%であり、防風林が被害程度に影響していた。
7. 縮葉は紅玉で著しかった。つがるについては梗基部、ジュライレッドについてはていあ部にサビを呈した。また、千秋、ふじにおいて側果利用のため、つるサビの増加による品質低下がみられた。

8. 秋田県北部において、展葉期から開花前に当たる4月下旬から5月上旬が晩霜害の危険期間と推定され、To以下の出現頻度は4.0年に1回、被害の大きい晩霜害の出現頻度は12.0年に1回であった。

VII. 引用文献

1. 阿部三郎・鈴木 宏・小川隆司(1953) 今春の果樹の凍霜害(南秋田郡における調査) 秋田県農業試験場六部会(時報)20:12-14
2. ———・—————(1954) 凍害による和梨の無種子果実について 秋田県農業試験場六部会(時報)21(3):7-9
3. 秋田県果樹試験場(1964) 霜害調査 昭和38年度業務報告:196-197
4. —————(1972) 凍霜害に関する調査および試験 昭和46年度業務報告:141-148
5. Hammer, P. J. C(1981) The effects of evaporative cooling on apple bud development and frost resistance. Jour. Hort. Sci. 56(2):107-112
6. Hewett, E. W, K. Young, E. L. Proebsting and H. H. Mills(1978) Modification of critical temperatures in fruit buds by elevated tissue water content. HortScience. 13(3):247-249
7. 本條 均・中川行夫(1978) リンゴ花芽の霜害発生限界温度に関する研究 園芸学会 昭和53年度秋季大会発表:26-27
8. 小林 章(1975) 晩霜害 果樹環境論 養賢堂:32-42
9. 栗生和夫・山田 隆・市川俊一・高橋正治(1977) 青森県における1975年のリンゴの霜害実態調査 青畑園試研報2:45-85
10. 工藤和典・西山保直・久保田貞三(1983) リンゴの晩霜害に関する研究 第1報 リンゴ花器、幼果の晩霜害発生限界温度 果樹試報告C(10):23-34
11. —————・久保田貞三・榎村芳記・瀧下文孝・

- 西山保直・福田博之(1986)リンゴの晩霜害に関する研究 第2報 果そう内着果位置及び花芽の違いが果実形質に及ぼす影響
果樹試報C(13):19-30
12. 工藤和典・西山保直・榎村芳記・瀧下文孝・福田博之(1987)リンゴの晩霜害に関する研究 第3報 リンゴの花器耐凍性の品種間差異
果樹試報C(14):11-25
13. ———・榎村芳記・瀧下文孝・福田博之(1987)リンゴのピンク期晩霜害における花器被害の品種間差異 園芸学会 昭和62年度秋季大会発表:769
14. 真木太一(1987)各種の風害とそれらの防止方法(6) 農及園62(5):633-637
15. 中川行夫・角田篤義(1969)果樹の気象的適地条件に関する研究 (7)落葉果樹の霜害限界温度 園芸試験場報告A(8):95-105
16. 西山保直(1981)リンゴの霜害とその対策 寒冷気象と作物生産 農林水産技術情報協会:39-40
17. ———・工藤和典・久保田貞三(1982)リンゴの現存産地における晩霜害限界気温の発生頻度 果樹試報C(9):31-48
18. 農林水産省果樹試験場(1987)昭和62年春季霜害の調査結果(アンケート調査から):1-82
19. Proebsting, E. L. Jr and H. H. Mills (1978) Low temperature resistance of developing flower buds of six deciduous fruit species. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 103(2):192-198
20. Simons, Roy K and C. C. Doll(1976) Morphological and anatomical response of apples to a late spring frost in relation to stage of fruit development. J. Amer. Soc. Sci. 101(3):315-320
21. 瀧下文孝・工藤和典・榎村芳記・福田博之(1987)ピンクステージにおけるリンゴの霜害発生状況 園芸学会 昭和62年度秋季大会発表:768
22. 坪井八十二(1986)気象技術の策定実習 気象と農業生産 養賢堂:241-250
23. 津川 力(1984)霜害 新編リンゴ栽培技術 養賢堂:362-365
24. 山根一男・原田良平(1959)果樹凍霜害防止の理論と実際 改良普及員叢書 農業技術編30 農林省振興局:1-71
25. 渡辺政弘(1982)凍霜害、農業技術大系 果樹編1-Ⅱリンゴ 農文協:技412-416

Survey of the Late Frost Damage of Apples in Northern Part of Akita Prefecture, 1987

Yuki Shibata and Noboru Mizuno

Summary

In 1987, this survey was examined in the frequency of occurrence of the critical temperatures, difference in the regions and cultivars, and what not, for the late frost damage on the apple growing areas in northern part of Akita prefecture.

1. It was observed that the change with the passage of days of the lowest temperatures tended to wave in spring from the bud break stage to the petal fall stage.

2. In "Fuji", percentage of the central flowers injured among the regions were the maximum 97.5 % and minimum 16.3%, which was shown that there were the regional difference for the late frost damage. The regions of Sarugatai, Nishimachi, Higashimachi and Nakayashiki were suggested the dangerous regions for the late frost damage according to the surveys in 1963 and 1987.

3. In "Fuji", the relation between percentage of the central fruits set and percentage of the central fruits remained after the fruit thinning were divided into the following 3 groups.

A group (percentage of the central fruits set < 30%)

Percentage of the central fruits remained after the fruit thinning were very low the same as percentage of the central fruits set because of the frost damage received severely.

B group ($30\% \leq$ percentage of the central fruits set < 60%)

percentage of the central fruits set weren't so much high. However, percentage of the central fruits remained after the fruit thinning were high.

C group ($60\% \leq$ percentage of the central fruits set)

Percentage of the central fruits remained after the fruit thinning were very high the same as percentage of the central fruits set because of the frost damage received slightly.

4. Percentage of the central flowers injured about the difference in the cultivars were in order of "Sensyu" > "Fuji" > "Mutsu" > "Starking Delicious" > "Jonagold" > "Orin" > "Tsugaru".

"Sensyu" received severely the late frost damage in spite of the stage of the flower buds development was the most delayed in any other cultivars.

5. Percentage of the flowers injured about difference of the height over the ground for the tree were in order of the lower part $\doteq$ the middle part > the upper part. As compared with 1m, 2m parts, the degree of the flowers injured between two parts were similar.

6. In "Sensyu/M.26" 10m, 58m, 105m, places from the windbreak trees were in order of 55.0%,

26.7%, 29.2%, which was suggested that the windbreak trees influenced the degree of the late frost damage.

7. The leaves of "Jonathan" were caused severely rugose. The stalk cavity part of the fruit in "Tsugaru" and the calyxend part of the fruit in "Julyred" were caused frost russet. It was observed that the fruits quality were reduced by the increase in russet of surround stalk with substitution of the lateral fruits for the central fruits in "Sensyu" and "Fuji".

8. In northern part of Akita prefecture, it was estimated that the critical period for the late frost damage was from late April (the mouse ear stage) to early May (before the bloom stage), and the frequency of occurrence of the critical temperature under To (temperature at which the damage had just begun) for the late frost damage on the stages during the flower buds development was once during 4.0 years, and frequency of occurrence of the severe late frost damage was once during 12.0 years.



▲写真1 1987年5月9日
品種別花蕾の発育程度(1花叢)
中央：中心花 その他：側花



▲写真4 1987年7月21日
紅玉 縮葉及び黄変について
果叢葉：縮葉及び黄変
果台枝葉：正常



▲写真2 1987年5月9日
王林 褐変部位(中心花)
左：雌ずい及び胚珠褐変
中央：雌ずい基部及び胚珠褐変
右：正常



▲写真3 1987年5月9日
ふじ 中心花内部の被害程度
正常←————→被害大



▲写真5
つがるサビ果(収穫期)
梗あ部でサビが広がっている



▲写真6
ジュライレッドサビ果(収穫期)
ていあ部でサビが広がっている



▲写真7 1987年5月16日
陸奥 花卉異常(中心花)



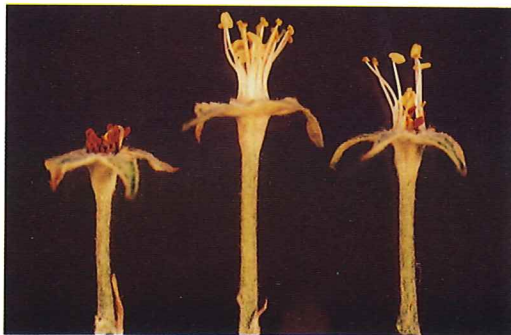
▲写真10 1987年5月16日
陸奥 1花叢内5花全滅(すべて結実せず落花)



▲写真8 1987年5月18日
ふじ 花卉異常(中心花)



▲写真11 1987年6月3日
つがる 梗あ部におけるリング状のサビ(幼果期)



▲写真9 1987年5月16日
陸奥 花器内部の生存と花梗長について(中心花)
左 : 雌ずい褐変及び雄ずい全滅
中央 : 正常
右 : 雌ずい褐変及び雄ずい約半数生存



▲写真12 1987年6月23日
ジュライレッド ていあ部におけるサビ(幼果期)



写真13 1987年6月23日 ▶
ジュライレッド 中心果の被害が著しい
左 : 中心果
右 : 側果