

長野県の伊那谷における果樹の晩霜害 危険温度の再現期間について

佐藤 幸雄

信州大学農学部 果樹園芸学研究室

Return period of critical temperature for late frost damage
of fruit trees at Ina valley in Nagano prefecture

Yukio SATO

I 緒 言

長野県南部の伊那谷は、赤石及び木曾の両山脈の間であって、北から南へ向って天竜川が流れ、その河岸段丘から山ろくにかけてナン、リンゴ、モモ、カキ、ウメなどの果樹園が散在している。果樹園の標高は、低地で約450m、高地では約800mにも及び、その上地形条件がきわめて複雑で、果樹の自然災害の中では、晩霜害が最も発生頻度が高い^{4),5)}。果樹の中でもとくに栽培の主体である二十世紀ナンは、開花期及びその前後に晩霜害を受けることが多く、結実不良のためにしばしば大きな被害を受けてきた。したがって、晩霜害防止対策は、果樹栽培を安定させるための必須条件となっている。本調査は、このような晩霜害が何年に1回の頻度で発生する可能性があるか、つまり晩霜害危険温度の再現期間 (Return period) を推定し、これを晩霜害防止対策に役立てるために行った。

II 調査方法

調査地は上伊那地域として信州大学農学部附属農場(標高760m)を、また下伊那地域として飯田測候所(標高482m)の2か所を選んだ。調査統計期間は、1954年から1983年までの30か年とした。再現期間は、上伊那及び下伊那地域のナン及びリンゴの開花期から幼果期にわたる期間、すなわち4月11日から5月25日までの間を半旬ごとに区切って求めた。

再現期間の求め方には理論的方法と経験的方法の2通りがあるが、ここではつぎの経験式によって経験的再現期間を求めた^{1),3)}。

$$R_i = \frac{2n}{2i-1}$$

すなわち、半旬ごとの最低気温を30年間(n)にわたって抽出し、それに低い順に順位(i)をつけ、その各値について再現期間(R_i)を算出した。つぎに、これらの値を片対数方眼紙にとり、再現期間曲線を描き、これから半旬別に最低気温の再現期間を求めた。

一方、実際の晩霜害発生時の危険温度を知るため、本調査の統計期間内に伊那谷に発生したおもな晩霜害の被害状況、ならびにその時点の調査地点における最低気温についても調査した。

第1表 伊那谷における過去30年間のおもな晩霜害の被害状況及び最低気温

発生年月日 年・月・日	被害地域	被害状況				最低気温	
		全農作物		果樹		信大農場 (°C)	飯田測候所 (°C)
		面積(ha)	額(億円)	面積(ha)	額(億円)		
1954・4・21	上下伊那, 西筑摩	19,628		1,438		-2.9	-1.2
28	県下全域					-3.0	0.1
1956・4・29	"	33,272	27.7	5,241	12.3	-1.0	0.0
30	"					-5.8	-2.1
1957・5・4	"		8.7		3.4	-2.2	2.7
1958・4・15	"	26,900	3.8	900	0.6	-2.4	-1.8
5・13	"(伊那谷南部を除く)	22,875	16.7	2,113	2.5	-1.2	0.9
1964・5・27	南佐久, 諏訪, 上伊那	32,854	32.5	892	1.8	-1.7	3.2
1966・5・18	県下全域	3,785		86		-1.1	2.8
1971・5・9	北中信, 上伊那		1.4		1.3	-0.3	3.3
1972・5・3	県下全域	16,929	29.0	6,000	13.1	-2.0	-0.1
1973・5・12	"	5,671	13.3	818	1.4	-1.8	1.1
1977・4・30	下伊那	102	0.1	57		-1.0	1.8
1979・4・18	県下全域(特に下伊那)		16.7			-4.1	-2.1

注 「長野県(農業)気象月報」(日本気象協会長野支部)による。

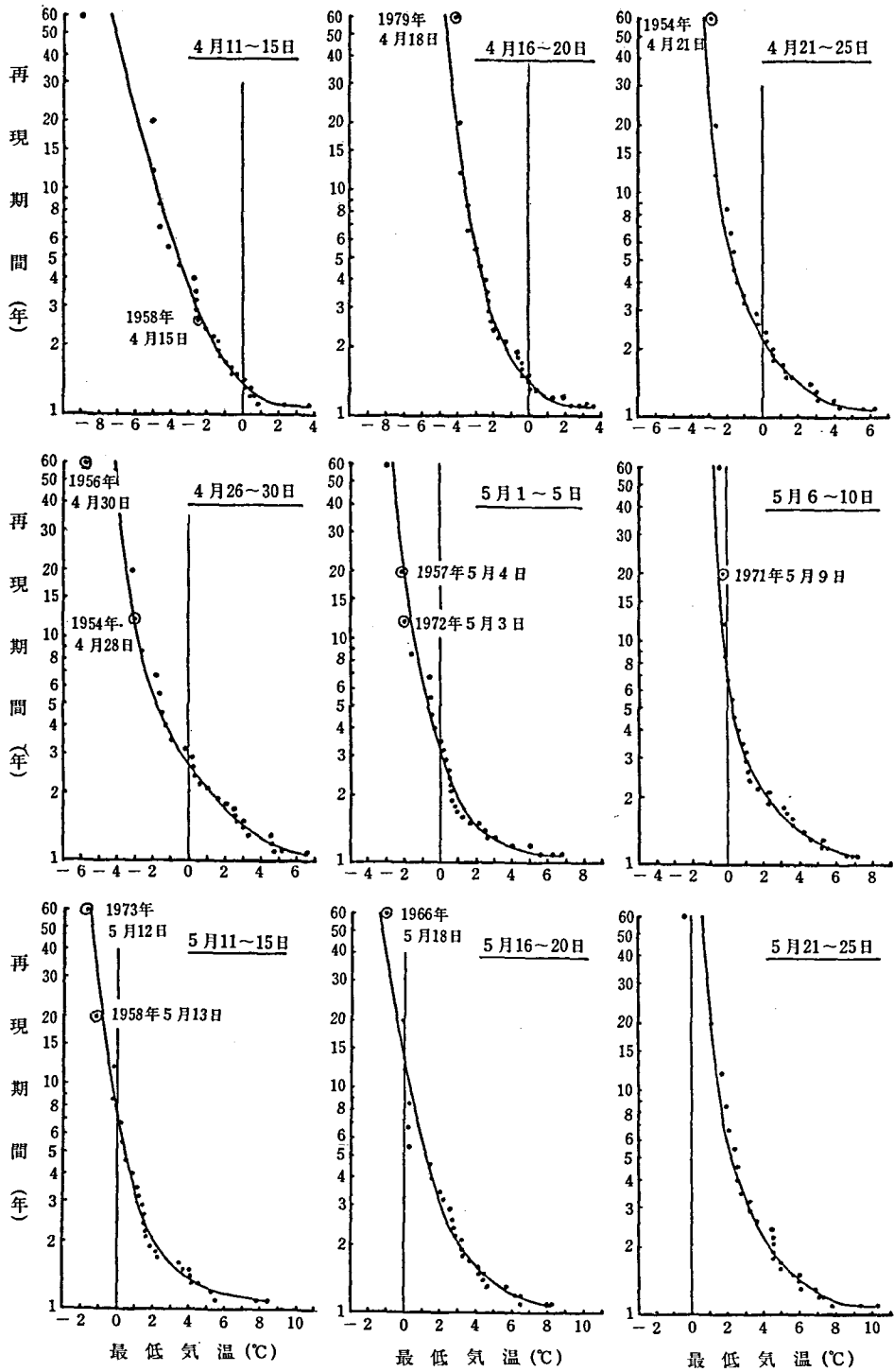
III 結果及び考察

伊那谷における過去30年間のおもな晩霜害の被害状況ならびに調査地点における最低気温は、第1表に示したとおりである。これは長野県下の晩霜害のうち、被害が伊那谷に及んだものを、長野県気象月報⁷⁾から抜粋したものである。過去30年間の伊那谷におけるおもな晩霜害の発生回数は14回で、ほぼ2年に1回の頻度で発生している。これを地域別にみると、上伊那地域が13回で、下伊那地域の11回に比べて若干多くなっている。

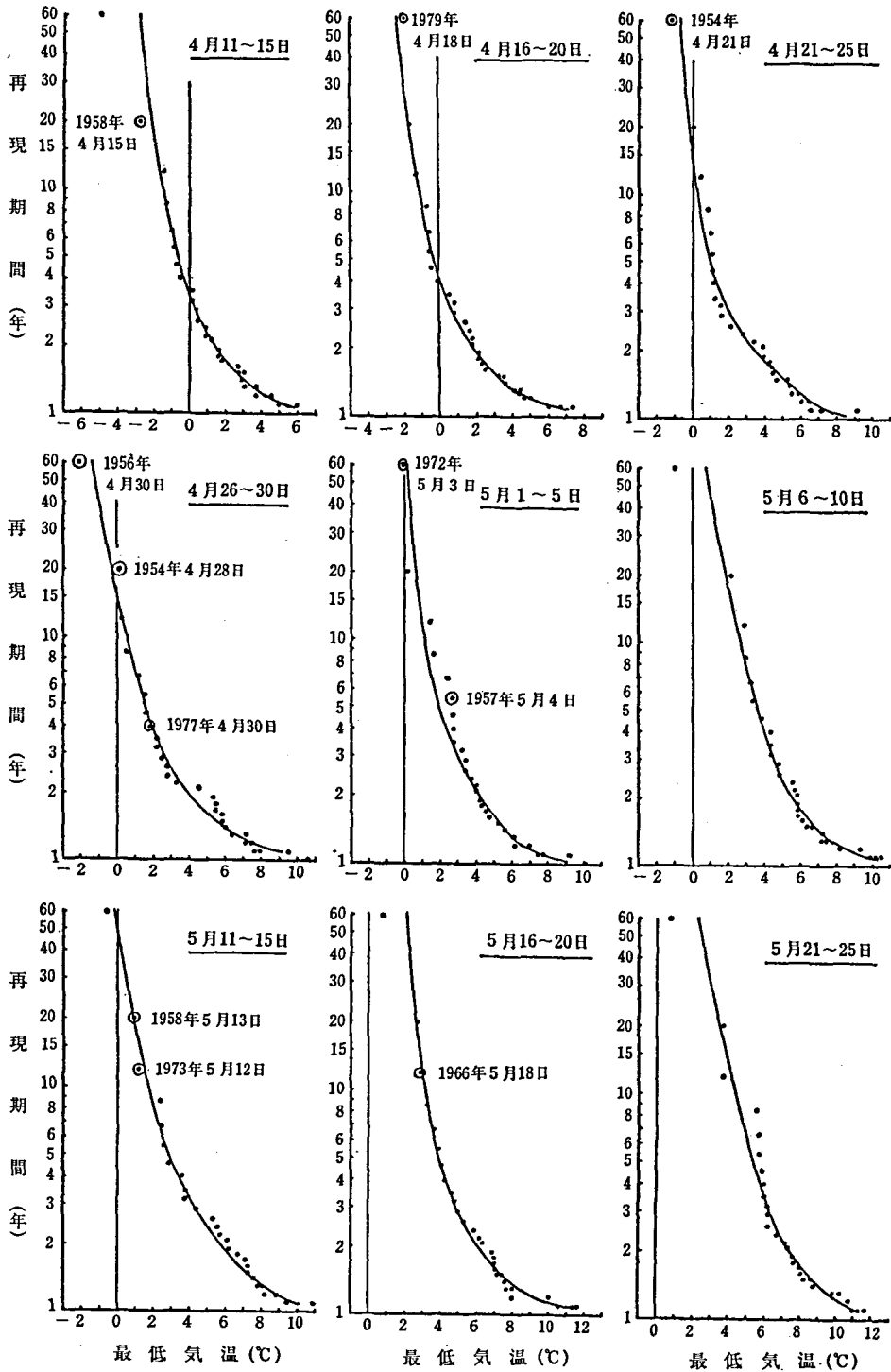
上伊那地域の晩霜害発生時における信州大学農学部附属農場(以下信大農場)の最低気温は、最高が -0.3°C 、最低が -5.8°C で、同地域の晩霜害の大部分は、 -1°C から -3°C の間で発生している。したがって危険温度としては、最高の -0.3°C に近い 0°C を上限としてもよいように思われる。しかしこの -0.3°C は、上伊那地域の果樹に農業統計上問題となるような多額の被害をたらしたときの温度である。この点を考慮すると、危険温度としては、さらに安全を見越して 1°C を上限としたほうが適当と思われる。

次に下伊那地域の晩霜害発生時における飯田測候所の最低気温は、最高が 2.8°C 、最低が -2.1°C で、最高は晩霜害危険温度としてはかなり高温である。また被害が下伊那地域のみに限られた1977年4月30日の晩霜害発生時における飯田測候所の最低気温は 1.8°C でやはり高い値を示している。これは飯田測候所の所在地が下伊那地域でも比較的標高の低い都市部に位置し、果樹園地帯との間に標高や地形に大きな差があるためと思われる。したがって、下伊那地域の晩霜害危険温度としては、飯田測候所の気温で 3°C を上限とするのが適当と思われる。

ナシの開花期における晩霜害危険温度として、山根⁹⁾は植物体温で -2.0°C 、中川⁶⁾は百



第1図 信大農学部附属農場における晩霜害危険温度の再現期間曲線 (●印は晩霜害発生年月日及びその時の最低気温, 縦線は0°Cの位置を示す)



第2図 飯田測候所における晩霜害危険温度の再現期間曲線 (●印は晩霜害発生年月日及びその時の最低気温, 縦線は0°Cの位置を示す)

第2表 信大農学部附属農場及び飯田測候所における晩霜害危険温度の半旬別再現期間(年)

場所	半 旬		温 度 (°C)							
	月	日 ~ 日	3	2	1	0	-1	-2	-3	-4
信大附属農場	4	11 ~ 15			1.2	1.3	1.7	2.2	3.4	6.0
		16 ~ 20			1.2	1.4	1.8	2.6	5.0	16.0
		21 ~ 25			1.7	2.3	3.3	6.8	25.0	—
		26 ~ 30			2.0	2.7	3.6	5.4	12.0	↔
	5	1 ~ 5			2.0	3.0	6.5	25.0	↔	—
		6 ~ 10			3.0	6.8	—	—	—	—
		11 ~ 15			3.4	8.0	23.0	—	—	—
		16 ~ 20			5.1	12.0	46.0	—	—	—
		21 ~ 25			21.0	↔	—	—	—	—
	飯田測候所	4	11 ~ 15	1.4	1.7	2.1	3.3	6.5	25.0	↔
16 ~ 20			1.5	2.0	2.5	4.0	8.0	27.0	—	—
21 ~ 25			2.3	3.1	5.0	14.0	↔	—	—	—
26 ~ 30			2.6	3.8	7.0	15.0	38.0	↔	—	—
5		1 ~ 5	3.0	4.6	10.0	↔	—	—	—	—
		6 ~ 10	7.0	15.0	40.0	↔	↔	—	—	—
		11 ~ 15	5.0	8.5	17.0	38.0	—	—	—	—
		16 ~ 20	9.5	60.0	↔	—	—	—	—	—
		21 ~ 25	30.0	↔	↔	—	—	—	—	—

注 ↔ 再現期間60年以上, — 調査統計期間内に出現せず, 空欄は調査対象外

葉箱内の温度で -1.0°C から -1.5°C , また Ballard ら²⁾ はパートレットで -2.2°C としている。しかし本調査では, 一部を単位とする広域における晩霜害を対象にし, それを一調査地点の温度で示そうとするものである。したがって, これらの温度を危険温度の上限として用いるのは必ずしも適当ではないと思われる。そこで本調査では危険温度の上限を, 上伊那地域では信大農場の百葉箱内で 1.0°C , 下伊那地域では飯田測候所の百葉箱内で 3°C とした。

信大農場及び飯田測候所における4月11日から5月25日までの半旬別最低気温の再現期間曲線は, 第1図及び第2図に示したとおりである。図の中には過去30年間の晩霜害発生日及びそのときの最低気温も同時に示した。この図から明らかのように, 晩霜害は必ずしも半旬の最低気温が最も低いときに発生するとは限らない。これは果樹の晩霜害の発生が種類, 品種, 花器の発育段階などの相違によって異なることはもちろんであるが^{6), 8)}, 一方では危険温度の持続時間も関係するためと思われる。なお, 本調査期間における晩霜害の最終発生日は, 1964年5月27日であったが, 5月の第6半旬の晩霜害はきわめてまれなケースと考えられるので, 再現期間は省略した。

第2表は, 晩霜害危険温度を信大農場では 1°C を, また飯田測候所では 3°C を上限とし, 第1図及び第2図から 1°C 間隔で危険温度の再現期間を求めたものである。

伊那谷で栽培されている果樹のなかで, 晩霜害がとくに問題となるのは二十世紀ナンである。

信大農場における二十世紀ナシの開花期は、年によって多少の変動はあるが、ほぼ4月26日から5月5日の間である。そこで、まず4月26日から30日までの間の再現期間についてみると、危険温度の上限を 1°C とした場合は2.0年、同じく 0°C では2.7年となる。次に5月1日から5日までの間では、危険温度の上限が 1°C の場合の再現期間は2.0年、同じく 0°C では3.0年となる。

飯田測候所については、二十世紀ナシの開花期に関する詳細な資料を欠くが、ほぼ4月11日から20日の間と思われる。そこで危険温度の上限を 1°C とすると、4月11日から15日の間の再現期間は2.1年、また4月16日から20日の間では2.5年となる。次に危険温度の上限を 0°C とすると、4月11日から15日の間の再現期間は3.3年、また4月16日から20日の間では4.0年となる。したがって、同一危険温度では、飯田測候所が信大農場に比べて再現期間が若干長い。これが下伊那地域における過去30年間の晩霜害発生回数が上伊那地域に比べて若干少ないことと関係するように思われる。しかし前述のように、下伊那地域においては、飯田測候所の最低気温が必ずしも低くないのに晩霜害を受ける地域がある。このような地域では、さらに飯田測候所と当該地域の温度差を考慮して再現期間を決定する必要があるだろう。

本調査の再現期間は、過去の気象観測資料から経験的に算出した推定値であり、実際にはかなりの変動をとまなうが、伊那谷における果樹、とくに二十世紀ナシの防霜対策の一資料としての利用が可能と思われる。

IV 摘 要

信大農場（上伊那地域）及び飯田測候所（下伊那地域）の2調査地点を選び、1954年から1983年までの30年間の気象観測資料に基づいて、晩霜害発生時の最低気温及び晩霜害危険温度の半旬別再現期間を調査した。

その結果、過去30年間のおもな晩霜害発生時の最低気温は、信大農場で -0.3°C から -5.8°C 、飯田測候所で 2.8°C から -2.1°C であった。また、信大農場における二十世紀ナシの開花期（4月26日～5月5日）の晩霜害危険温度の再現期間は、危険温度を 1°C とすると2年、同じく 0°C とするとほぼ3年であった。飯田測候所の場合は、再現期間がこれより若干長く、開花期（4月11日～20日）の危険温度を 1°C とすると2年から2.5年、同じく 0°C とすると3年から4年であった。

謝辞：本稿についてご校閲をいただいた熊代教授に対し感謝の意を表する。

引用文献

- 1) 安藤隆夫. 1974. 再現期間の推定方法. 新編農業気象ハンドブック編集委員会編「新編農業気象ハンドブック」pp.806-808. 養賢堂.
- 2) Ballard, J.K., E.L. Proebsting, R.B. Tukey and H. Mills. 1971. Critical temperatures for blossom buds. Wash. Agr. Exp. Circ. Nos. 369-374. (Westwood, M.N. 1978. Temperatezone pomology. W.H. Freeman and company. より引用)
- 3) 羽生寿郎. 1978. 気象の平年値と変動. 羽生寿郎ほか編「農業気象学」pp.82-85. 文永堂.
- 4) 牧田 弘. 1982. 長野県における異常気象に関する諸問題. 園芸学会東海支部第28回シンポジウム資料. pp.5-8. 園芸学会東海支部.

- 5) 三浦小四郎・宮下忠博. 1971. 災害の記録. 伊那の園芸. pp.103-125. 伊那園芸技術振興委員会.
- 6) 中川行夫. 1978. 霜害と寒害. 羽生寿郎ほか編「農業気象学」pp.141-158. 文永堂.
- 7) 日本気象協会長野支部編「長野県(農業)気象月報」第4巻(1954)―第33巻(1983).
- 8) 佐藤幸雄. 1982. ナンの開花前における晩霜害の品種間差異. 信大農学部農場報告. 2:29-34.
- 9) 山根一男. 1959. 落葉果樹の凍霜害とその防除. 農及園. 31:637-641.