

## 兵庫県におけるクリ園の立地条件と凍害発生の関係

水田泰徳・織邊 太

### 要 約

兵庫県下のクリ幼木園の立地条件と凍害発生の関係を2012~2014年に調査した。

- 1 被害程度は、標高150m以上では比較的低い園地が多いのに対して、それ以下では高い園地が多かった。
- 2 凍害発生は、傾斜度別では5°以上の園地で少なかったのに対して、平坦地では被害程度の比較的高い園地が多かった。
- 3 北向きの傾斜地園で凍害の発生は少なかった。
- 4 被害程度は水田転換園で高い園地が多く、枯死樹率は水田転換園や造成地で高い園が多かった。

## Relationship Between Locational Conditions and the Occurrence of Freezing Injuries in Japanese Chestnuts in Hyogo Prefecture

Yasunori MIZUTA and Futoshi ORIBE

### Summary

We investigated the effects of environmental conditions on the frequency and severity of freezing injuries in newly planted Japanese chestnut trees in Hyogo Prefecture from 2012 to 2014.

- (1) The least severe freezing injuries were seen at the orchards located >150 meters above sea level, while many of the injuries seen at the orchards located <150 meters above sea level were more severe.
- (2) The incidence of freezing injuries was lower in the orchards with slopes of >5 degrees than in the orchards grown on flat land.
- (3) No freezing injuries were observed in the orchards on north-facing slopes.
- (4) Severe freezing injuries occurred in the orchards grown on land that had been converted from paddy fields. The frequency of freezing injuries was markedly higher in newly developed fields and those that had been converted from paddy fields.

キーワード：凍害 標高 傾斜度

### 緒 言

近年、渋皮はく皮性に優れた新品種「ぼろたん」の育成、遊休農地の活用および産地の再生等を契機として、全国的にクリの新植が進んでいる。しかし、新植されたクリ樹が幼木期に凍害により衰弱、枯死する事例が多発して問題となっている。凍害により枯損樹が発生する

2014年10月31日受理

\* 兵庫県立農林水産技術総合センター 農業技術センター

と、苗木の購入や養成に要した経費が損失となるだけでなく、成園化が遅れて生産者の栽培意欲にも影響する。果樹の凍害は、古くからリンゴ<sup>12)</sup> やブドウ<sup>19)</sup> などで行われており、最近ではモモ<sup>10)</sup> やイチジク<sup>9)</sup> においても問題となり、その発生要因や対策などが検討されてきた。クリの凍害については、樹齢<sup>5, 6)</sup>、品種<sup>15)</sup>、台木<sup>1)</sup>、施肥<sup>1)</sup>、気温<sup>17)</sup> および土壌水分や地温<sup>18)</sup> などとの関係が調査されてきた。また、最近では堀本らの研究によ

り、同一園地内の被害のバラツキが根の吸水特性の差によることが明らかにされた<sup>6)</sup>。しかし、近年の新植クリ園における凍害発生の実態は明らかでなく、また園地の立地条件と凍害の関係について検討した報告もほとんどない。

クリを新植するにあたって、凍害の発生しやすい立地条件が明らかになれば、園地選定の参考になり、凍害による損失や不要な対策の実施によるコストを抑えることができる。また、発生に関わる要因を検討することで、効果的な凍害対策が明らかになることも期待される。そこで、本研究では現地の幼木園の立地条件と凍害発生状況を調査した。

なお、本研究は「クリ新品種『ぼろたん』の産地拡大の阻害要因である凍害発生の抑制技術の開発」として、平成23～24年度は農水省の「新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業」、平成25年度は「農林水産業・食品産業科学技術推進事業」の支援により、岐阜県中山間農業研究センター、(独)農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所および近畿中国四国農業研究センターと共同で行った。また、現地調査にあたっては、兵庫県立農林水産技術総合センター企画調整・経営支援部および丹波農業改良普及センター、阪神農業改良普及センターに協力を頂いた。ここに、深謝の意を表する。

## 材料および方法

### 1 園地の立地条件

2011年に兵庫県丹波市、篠山市、三田市、猪名川町、宝塚市および川西市において、5年生以下の幼木が10樹以上まとまって植栽され、比較的良く栽培管理されたクリ園24か所を選定した。これらの園地と加西市の所内クリ園について、園地の標高、傾斜の向き、傾斜度、種類を調査した。このうち傾斜の向きについては、平坦地でも日照がほぼ1方向に限られる場合、その向きの園地を含めた。なお、対象園地の主要品種は‘銀寄’、‘筑波’および‘ぼろたん’であった。

### 2 凍害発生状況

2012年～2014年の5～6月に、各園地の幼木を対象に品種をまとめて凍害発生状況を調査した。凍害の被害程度は、0 = 被害なし、1 = 1年生枝が枯死、2 = 主枝、亜主枝の一部が枯死、3 = 穂部の半分以上が枯死、4 = 全体または穂部が枯死、の各被害指数により評価し、被害程度 =  $\sum$ 被害指数  $\times$  n (被害樹数) / 調査樹数として計算した。また、このうち被害程度4の樹数 / 調査樹数  $\times$  100を枯死樹率とした。

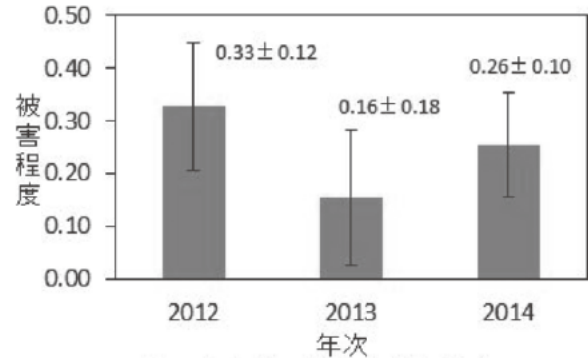


図1 各年次の凍害の被害程度

$\sum$ 被害指数  $\times$  n (被害樹数) / 調査樹数, 被害指数: 0 = 被害なし, 1 = 1年生枝が枯死, 2 = 主枝, 亜主枝の一部が枯死, 3 = 穂部の半分以上が枯死, 4 = 全体または穂部が枯死, 棒上の垂線は標準誤差(n=25), 数値は平均  $\pm$  標準誤差(5%)

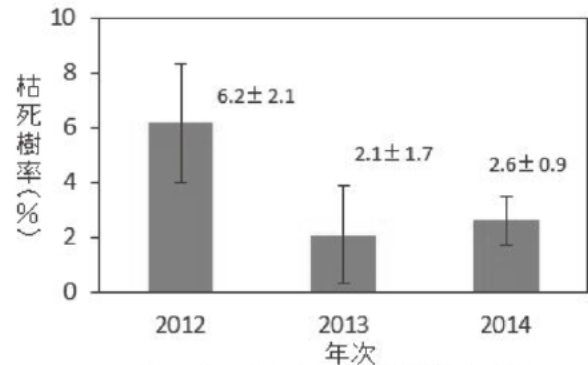


図2 各年次の凍害による枯死樹率

棒上の垂線は標準誤差(n=25), 数値は平均  $\pm$  標準誤差(5%)

## 結果

### 1 各年次の凍害発生

対象園地の凍害発生状況を図1と2に示した。調査した3年間では、被害程度には明らかな差はなかったが、枯死樹率は2012年が他の年次と比べて高かった。

### 2 園地の標高と凍害発生

図3に、園地の標高と3年間の凍害による被害程度との関係を示した。調査園地の標高は73～244mの範囲にあり、このうち100m以下はわずかであった。標高別で見ると、150m以上では被害程度が0に近い園地が多いのに対して、それ以下では被害程度の比較的高い園地がみられた。また、枯死樹率が10%以上であった5園地のうち、4園地は標高150m以下であった(図4)。

### 3 園地の傾斜の向きと凍害発生

表1の被害程度および枯死樹率とも、東、西および南向きでは凍害の発生園地があったが、北向きの園では凍害の発生は認められなかった。

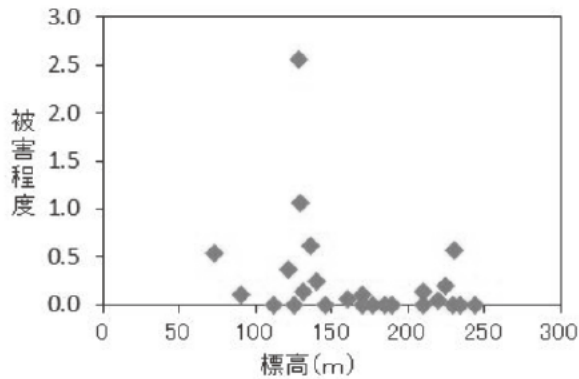


図3 園地の標高と被害程度

$\Sigma$ 被害指数 $\times$ n(被害樹数)/調査樹数, 被害指数:0=被害なし, 1=1年生枝が枯死, 2=主枝, 亜主枝の一部が枯死, 3=穂木部の半分以上が枯死, 4=全体または穂木部が枯死, n=25

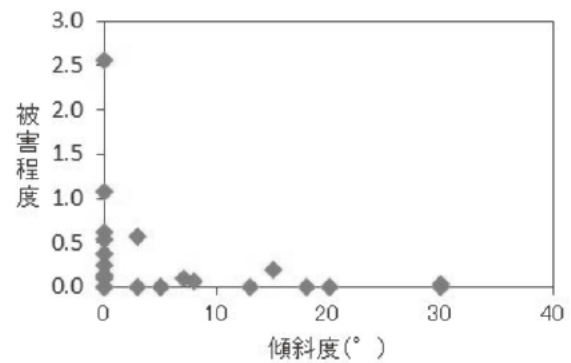


図5 園地の傾斜度と被害程度

$\Sigma$ 被害指数 $\times$ n(被害樹数)/調査樹数, 被害指数:0=被害なし, 1=1年生枝が枯死, 2=主枝, 亜主枝の一部が枯死, 3=穂木部の半分以上が枯死, 4=全体または穂木部が枯死, n=25

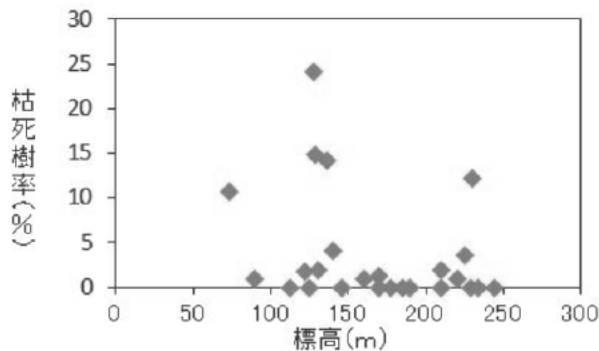


図4 園地の標高と枯死樹率 (n=25)

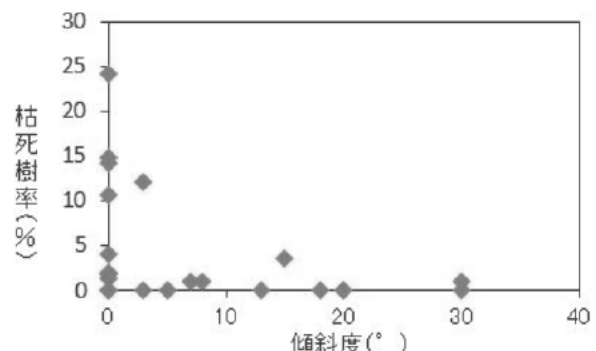


図6 園地の傾斜度と枯死樹率 (n=25)

表1 園地の向きと凍害発生状況

傾斜の向き	被害程度	枯死樹率(%)
東	0.1	3.0
西	0.1	0.7
南	0.1	1.2
北	0.0	0.0

注)被害程度= $\Sigma$ 被害指数 $\times$ n(被害樹数)/調査樹数, 被害指数:0=被害なし, 1=1年生枝が枯死, 2=主枝, 亜主枝の一部が枯死, 3=穂木部の半分以上が枯死, 4=全体または穂木部が枯死

#### 4 園地の傾斜度と凍害発生

調査園地の傾斜度と凍害発生の関係を図5, 6に示した。傾斜度別では, 5°以上の園地では被害程度が0.2以下であったのに対して, 平地では被害程度の比較的高い園地が多かった。また, 枯死樹率も5°以上の園地では5%以下であったが, それ未満の園地では10%以上が5園地あった。

#### 5 園地の種類と凍害発生

園地の種類別の被害程度と枯死樹率の関係を表2に示

表2 園地の種類と凍害発生状況

種類	被害程度	枯死樹率(%)
水田転換園	0.4a	6.5
畑地	0.1ab	1.8
山林	0.0b	0.4
造成地	0.2ab	4.3

注)被害程度= $\Sigma$ 被害指数 $\times$ n(被害樹数)/調査樹数, 被害指数:0=被害なし, 1=1年生枝が枯死, 2=主枝, 亜主枝の一部が枯死, 3=穂木部の半分以上が枯死, 4=全体または穂木部が枯死, 表中の異なるアルファベット間には有意差のあることを示す(Tukey-Kramer法で検定, 5%)

した。水田転換園で被害程度の高い園地が多く, 枯死樹率は水田転換園や造成地で高い園が多かった。

#### 考 察

クリの凍害発生は, 樹齢や品種, 栽培条件などによって大きな差があり, 多くの要因が関係していることが明らかにされてきた<sup>1, 2, 7, 15)</sup>。凍害発生に年次間差が大きいことも認められているが<sup>11)</sup>, 本研究で調査した3年

間でも2012年の枯死樹率は比較的高く、逆に2013年や2014年は低かった。沢野<sup>17)</sup>や中原<sup>11)</sup>が、冬季が温暖な場合に突発的な寒波の襲来により凍害が多発すると述べているように、気温などの気象条件が関係していることが考えられる。今後、年次間の気象条件と凍害発生との関係を検討し、どの時期のどのような気象要因が凍害発生につながりやすいかを明らかにする必要がある。

本研究における調査対象園地の標高は73~244mの範囲内であったが、凍害発生の比較的多い園地は150m以下で多く、逆に150m以上で少ない傾向がみられた。中原は、1974~1978年に兵庫県下における凍害発生状況を調査し、標高150~285mの宝塚市、宍粟郡山崎町（現宍粟市）、佐用郡上月町（現佐用町）、多紀郡今田町（現篠山市）のクリ園で凍害の発生を認めたが、標高400m以上の美方郡村岡町（現香美町）ではみられなかったことを報告している<sup>11)</sup>。また、その要因として高冷地では秋から冬の気温の低下が早く、早期に耐凍性が高まること、厳寒期以降は気温の上昇が遅く、耐凍性の低下も遅延するためとしている。調査年次や地域、地形、標高などが異なり単純には比較できないが、本研究でも標高が低い園地で凍害発生の多い傾向がみられた。この点については、園地の立地条件だけでなく、気温など気象条件と凍害発生の関係についても詳細に調査する必要がある。

園地の向きでは、北向きの園地で凍害の発生が認められなかった。中原の宝塚市における調査でも南東面や南面で被害が多かった<sup>11)</sup>。これらの結果は、園地の傾斜の向きが耐凍性に影響することを示していると考えられる。スギに関する一連の試験の中で、樹体の日照時間が多い、また1日の赤外線照射時間が比較的多い場合に、耐凍性が低下して凍害発生の多いことが指摘されている<sup>13)</sup>。クリにおいても、冬季に日照条件の比較的良好な園地で耐凍性が低下しやすく、凍害発生を助長していることが考えられる。

次に、園地の傾斜度と凍害発生の関係を検討した。その結果、3年間の被害程度や枯死樹率は、傾斜園地に対して平坦地など傾斜度の小さい園地で高くなる傾向がみられたが、園地の種類による差が大きかった。被害程度や枯死樹率の高い園地は水田転換園が最も多く、次いで造成地で、畑地や山林では少なかった。梅宮らは、同一の造成地内でも、新植したクリ樹の凍害枯死樹率が20%以下から80%以上と大きな差があったが、これは造成にともなって表層土の物理性や化学性が著しく不均一になったためと報告している<sup>20)</sup>。さらに具体的には、理化学性の不良な下層土の地表面への露出、機械の土壤圧縮

による土壤硬度の増大や排水不良、可給態窒素の不足による栄養、生育不良が要因であると指摘している。本研究において、水田転換園や緩傾斜園で凍害の発生が多かったが、鋤床が残ったり、地下水位の高いなど同様の要因が影響している可能性がある。今後、土壤水分や排水性等土壤の理化学性と凍害発生との関係をより明らかにする必要がある。

以上のように、クリの凍害発生は標高が比較的低く、傾斜度が小さい水田転換園や造成地で多く、逆に北向きの傾斜園地で少ないことが認められた。したがって、凍害抑制の観点からは、標高が比較的高い北向きの傾斜地を新植園とすることが望ましく、逆に傾斜度の小さい水田転換園や造成地に新植する場合には凍害発生の可能性があり、株ゆるめ処理等<sup>6)</sup>の対策の実施が必要と考えられる。中原は、1970年代に兵庫県内のクリ園において凍害発生状況の調査を行っているが、当時の幼若木園は標高が165~430m、3~10°の緩傾斜地がほとんどであった<sup>11)</sup>。これに対して、本研究の調査対象園は標高が低く、平坦地が多いことから、最近の新植が作業性等の面から平坦地にシフトしており、凍害発生の危険性がより高まっていると考えられる。このため、平坦地での被害程度の違いについて、その要因を明らかにする必要がある。特に、クリの凍害発生には樹体水分が強く関係することが明らかにされており<sup>6, 7)</sup>、今後は水田転換園や平坦地の造成園の環境条件についても精査し、確認する必要がある。また、これらから効果的な凍害対策が明らかになることが期待される。

## 引用文献

- (1) 青木秋広・松浦永一郎 (1973)：クリの台木および施肥条件と凍害発生との関係：栃木農試研報17：107-118
- (2) 荒木 斉・中岡利郎・浜田国彦 (1971)：クリ樹の凍害に関する研究 I 接木と耐凍性の関係：兵庫農試研報19：57-60
- (3) 檜山博也・土井 憲・足立元三 (1968)：クリの凍害防止に関する研究 I 越冬中の幹の温度変化：茨城園試研報3：55-61
- (4) 檜山博也・土井 憲・星野正和 (1969)：クリの凍害防止に関する研究 II 休眠期及び萌芽期の耐凍性：茨城園試研報4：1-10
- (5) 檜山博也・星野正和・土井 憲 (1970)：クリの凍害防止対策：農及園45 (11)：1663-1668
- (6) 堀本宗清・荒木 斉 (1999)：クリの冬・春季の枝水分及び木部圧の経時的変化と凍害の関係：農業気

- 象55(1):25-32
- (7) 堀本宗清・荒木 斉(1999):吸水抑制処理がクリ樹の凍害に及ぼす影響:農業気象55(4):329-336
- (8) 黒田治之(1988):寒冷地果樹の寒害:北海道農試研究資料37:31-40
- (9) 真野隆司・杉浦俊彦・森口卓哉・黒田治之(2011):環状剥皮がイチジクの凍害に及ぼす影響:園学研10(4):573-579
- (10) 宮本善秋・福井博一・若井万里子・梅丸宗男・若原浩司(2004):岐阜県飛騨地方におけるモモの胴枯れ様障害の実態調査:岐阜中山間農技研報4:21-26
- (11) 中原照男(1978):クリ樹の凍害発生に関する実態調査:兵庫林試研報(21):100-126
- (12) 西山保直(1974):リンゴの凍害:園芸学会シンポジウム要旨:1-8
- (13) 酒井 昭(1982):植物の耐凍性と寒冷適応:学会出版センター:240-245
- (14) 沢野 稔・一井隆夫(1957):栗樹の耐寒性に関する研究I 冬季における含水量,呼吸量及び浸透圧の変化:兵庫農大研報3(1):30-32
- (15) 沢野 稔(1968):クリ樹の耐凍性に関する研究IV 品種間の耐凍性の差:神大農研報8(2):89-94
- (16) 沢野 稔(1971):クリ樹の耐凍性に関する研究VI 摘葉が枝条の耐凍性に及ぼす影響:神大農研報9(1,2):15-19
- (17) 沢野 稔(1971):クリ樹の耐凍性に関する研究VII 耐凍性の減少と温度との関係:神大農研報10:45-49
- (18) 沢野 稔(1980):クリ樹の耐凍性に及ぼす土壤水分並びに地温の影響:神大農研報14:31-35
- (19) 柴 寿(1974):ブドウのねむり病:園芸学会シンポジウム要旨:8-17
- (20) 梅宮善章・佐藤雄夫・壽 和夫・小園照雄(1986):造成地土壌の実態とクリ生育の関係:果樹試報A13:51-60