

## 高濃度施肥がモモ‘白鳳’果実の核割れ発生に及ぼす影響

池田佳苗<sup>1\*</sup>・賈 惠娟<sup>1\*\*</sup>・舘田葉子<sup>1</sup>・岡本五郎<sup>2</sup><sup>1</sup>岡山大学自然科学研究科 700-8530 岡山市津島中 3-1-1<sup>2</sup>岡山大学農学部 700-8530 岡山市津島中 1-1-1Effect of Fertilizer Application Levels on Pit Splitting in ‘Hakuho’ Peaches (*Prunus persica* Batsch)Kanae Ikeda<sup>1\*</sup>, Huijuan Jia<sup>1\*\*</sup>, Yoko Tateda<sup>1</sup> and Goro Okamoto<sup>2</sup><sup>1</sup>The Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama University, Tsushima-naka 3-1-1, Okayama 700-8530<sup>2</sup>Faculty of Agriculture, Okayama University, Tsusima-naka 1-1-1, Okayama 700-8530

## Summary

Effects of fertilizer application levels on peach fruit growth and pit splitting were investigated using ‘Hakuho’ trees supplied with complete liquid fertilizers containing 80 ppm (normal fertilization) and 160 ppm (higher fertilization) of nitrogen twice a week. Cleavages at the inner endocarp, an early type of the pit splitting, were found 3 weeks after blooming regardless of fertilizer application levels. Anatomical investigation demonstrated that the cleavage might be the result of physical pressure by seed outgrowth. A higher rate of undeveloped fruit was observed in the highly fertilized trees 6 weeks after blooming. In those fruit, the ventral suture had been incompletely united and seed vascular bundles and the seed coat had turned brown. The incomplete union of the ventral suture, producing a crevice between both seed vascular bundles, was found at significantly higher rates in the highly fertilized trees than in normally fertilized trees, suggesting that the crevice along the ventral suture causes pit splitting thereafter. Fruit with pit splitting had larger cheek diameter but lower juice TSS (total soluble solids) and titratable acidity at harvest.

キーワード: 核割れ, 高濃度施肥, モモ, 内縫線

## 緒 言

モモ果実に発生する核割れや, それに伴う生理的落果は, 果実品質の低下や生産の不安定を招き, 栽培上の大きな問題である. 核割れは, その発生時期と形態から, 硬核期前に内果皮内側の胎座部付近に亀裂が入る「胎座部割れ」と, 硬核期以後に果実内部の縫合線である内縫線に隙間が入る「縫合線割れ」の2つに分類されている(三木, 1932; 瓜生ら, 1995b). 胎座部割れの場合には, 内果皮の内側に生じた亀裂の多くはカルスによって癒合し, その後も正常果と同様に成長する. 一方, 縫合線割れが発生した果実の多くは, 内縫線の割裂が大きくなるのに伴って果実の側径(チーク径)が大きくなり(Davis, 1941), 胚の発育停止やガムを生じ(Ragland, 1934), 果実の発育停止や落果に至ることが知られている.

これらの核割れの発生過程やその原因については, 過

剰な果実肥大速度(Claypoolら, 1972; 依田ら, 1980; 福田, 1999)や, 内果皮のリグニン化による内果皮細胞の収縮(黒上, 1956)など, いくつかの見解があるが, 未だ明確ではない.

著者ら(Jiaら, 1999; 2000; Jia, 2002)は, モモ‘白鳳’樹に高濃度の液肥(N:160 ppm)を施与すると, 新しょう生長は促進されるが, 果実の成熟は遅れ, 収穫果実の品質が低下するとともに, 核割れの発生率も高まることを報告した. 本研究では, 液肥濃度の違いによる核割れの発生頻度を比較するとともに, 胎座部割れおよび縫合線割れの発生メカニズムについて検討した.

## 材料および方法

2001年に, 岡山大学農学部実験圃場で根域制限栽培(1樹の土量 220 liter)されている4年生の‘白鳳’(共台, 主幹形, 栽植間隔: 1.7 m × 3.4 m)10樹を供試した. 発芽期(3月14日)から, N濃度を80 ppmと160 ppmの2段階に希釈した大塚ハウス総合液肥(1号+2号)を, 1樹当たり15 liter, 週2回施与した. 硬核期終了後(6月17日)は, 両区とも濃度を1/2とし, 収穫期まで同様に施与した.

2002年5月17日 受付. 2003年2月4日 受理.

本報告の一部は園芸学会平成14年度春季大会で発表した.

\*Corresponding author. E-mail: gokamoto@cc.okayama-u.ac.jp

\*\*現在: 中国浙江大学農業生物技術学院果樹研究所

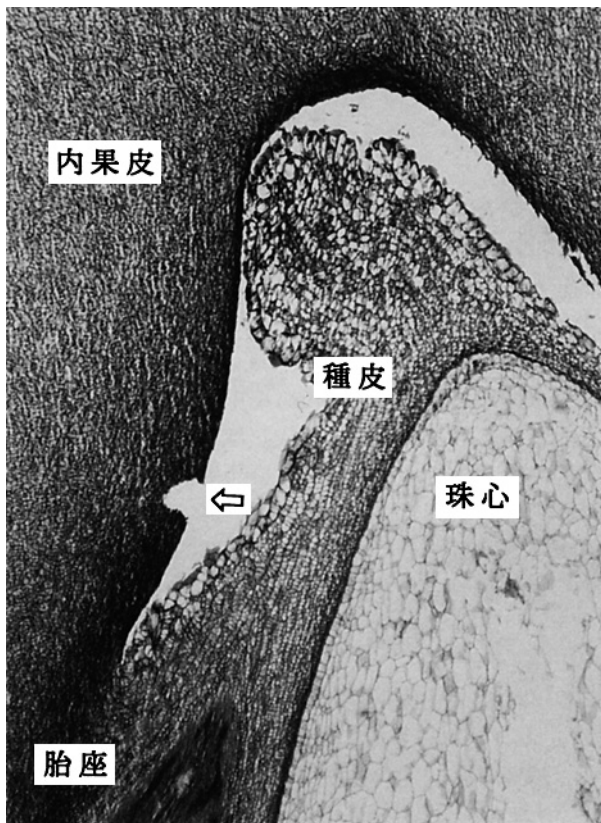
液肥に含まれる各無機成分は、前報 (Jiaら, 1999) に示したとおりで、施与した窒素の合計量 (1 樹当たり) は、80 ppm 区で約 0.11 kg, 160 ppm 区は 0.22 kg であった。また、土壌水分張力が pF 2.2 を越えた場合には、両区に対し同量の灌水を行った。

満開日 (4 月 9 日) から、ラベルした各区 20 果の果実径を 1 週間ごとに調査した。また、10~20 果実を毎週サンプリングし、FAA (ホルマリン: 酢酸: 50% エタノール = 5:5:90) で固定した。これらを実体顕微鏡下で解剖し、核割れの発生を調査するとともに、その発生部位を切り出し、常法により厚さ 10  $\mu$ m のパラフィン切片とした。その後、シッフとアルシアンブルーによる二重染色を行い、光学顕微鏡下で組織形態を観察した。また、第 1 期終了期 (満開 6 週後) に、葉果比が 1 果当たり 30~40 葉になるように摘果し、袋かけを行った。果実の収穫は、各区の樹で最も多くの果実が硬熟した日 (80 ppm 区: 7 月 17 日, 160 ppm 区: 7 月 19 日) に行い、正常果と核割れ果各 20 個について、果実の大きさ、果汁の可溶性固形物含量 (TSS)、滴定酸含量 (TA)、アミノ酸含量を調査した。

## 結果および考察

### 1. 胎座部割れの発生

満開 2 週後までは、両区とも内果皮内側の亀裂は全く認



第 1 図 満開 3 週後にみられるモモ '白鳳' 果実内の胎座部割れ。種皮の上部が内果皮を圧迫し、胎座上部の内果皮内側に亀裂 ( $\Leftarrow$ ) が生じている (4  $\times$  10)

められなかったが、3 週後には両区とも約 40~50% の幼果に胎座部割れの発生が認められ、施肥濃度による差は明らかでなかった。これは、三木 (1932) の満開後 20 日前後に最初の核割れが発生したという報告と一致する。組織形態的には、胎座上部の内果皮の内側に、内縫線に対して垂直方向に亀裂が入っていた。パラフィン縦断切片について観察を行ったところ、亀裂のない部位では珠皮の頂部が内果皮に接する部分は小さいが、亀裂の起きている部位では種皮の頂部が内果皮と広く接し、内果皮が湾曲していた (第 1 図)。このことから、種皮の頂部が内果皮の上部を内側から圧迫したために、亀裂が発生したと推察される。モモの種子は、第 1 期における成長速度が急激で、硬核期までにはほぼ最大の大きさにまで成長する (Tukey, 1936)。そのため、内果皮の成長よりも種子 (種皮) の成長がより急速であった場合に、本実験で見られたように、種子により内果皮が圧迫されると考えられる。なお、胎座部割れ果の大半はその後落果してしまうが、一部はカルスにより、割れた部分が癒合される (三木, 1932)。癒合された果実は正常果と同様に発育し、本実験で調査した収穫果実中にも、80 ppm 区で 8.7%, 160 ppm 区で 4.0% 程度、含まれていた。

### 2. 縫合線割れの発生

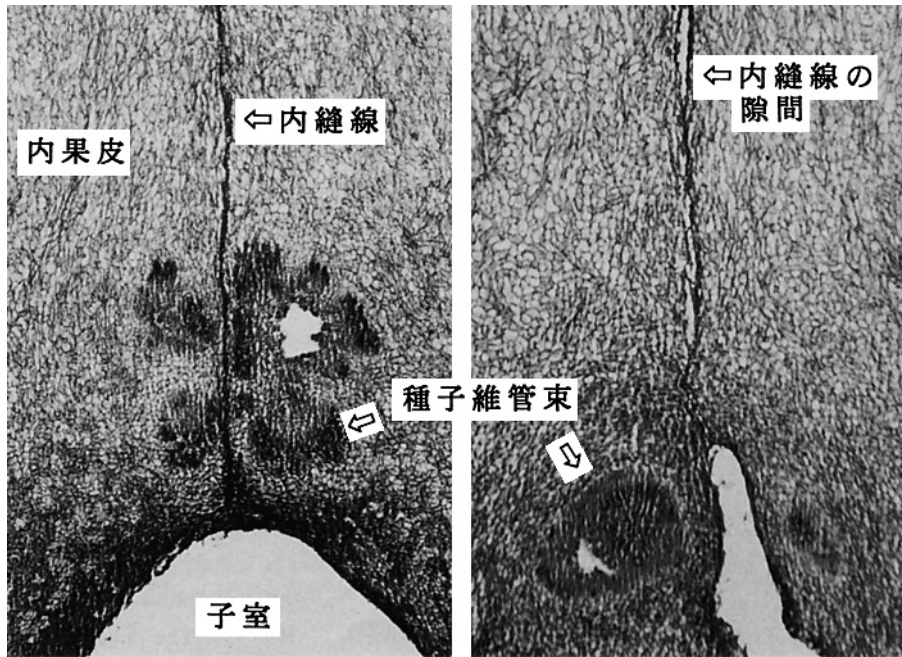
満開 6 週後に、160 ppm 区では発育停止果 (落果せずに樹上で収縮) がみられた (第 1 表)。この発育停止果は、中国地方において、「サル面果」と呼ばれているが、その多くは、種皮および種子維管束が褐変しており、実体顕微鏡で観察したところ、内縫線の結合が不完全であった。そこで、発育停止がまだ見られない満開 5 週後の果実について、パラフィン切片を作成し、内縫線の結合状態を光学顕微鏡下で観察した。その結果、80 ppm 区では 0.85%, 160 ppm 区では 25.3% の果実で、内縫線に隙間が見られ、結合が不完全であることがうかがわれた (第 2 図)。従って、上記の発育停止果は、この時期の内縫線の異常によって、種子維管束が損傷を受けた場合に発生すると推察される。しかし、今回の実験では、満開 5 週後に内縫線の異常が認められたが、それ以前から異常が発生していた可能性もある。従って、その発生時期の特定について、今後さらに調査が必要である。

このような、160 ppm 区における内縫線組織の結合不完全は、満開 6 週後の果実の発育停止を誘起するばかりでなく、硬核期以降の縫合線割れ発生の大きな要因になる

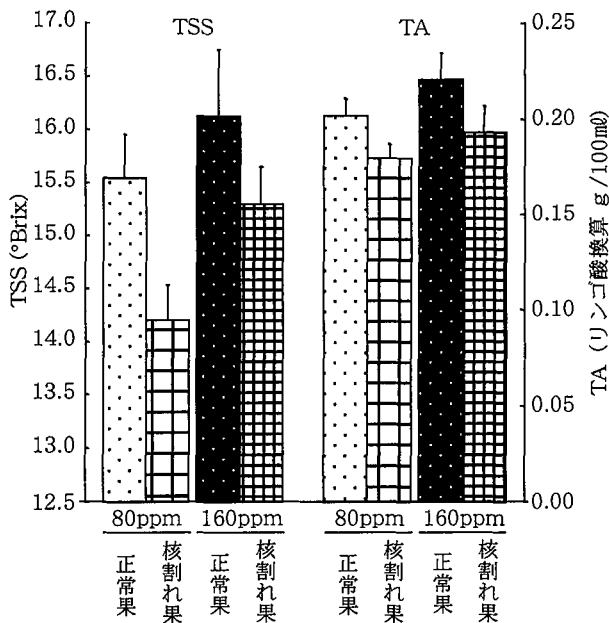
第 1 表 施肥濃度と第 1 期終了期 (満開 6 週後) の発育停止果の発生<sup>2</sup>

施肥濃度 (N ppm)	発育停止果数 (100 果当たり)
80	16.6
160	47.9*

<sup>2</sup>各区 3 樹の全果実 (87~169 個) について調査。\*は 5% 水準で有意 (t 検定による)



第2図 満開5週後のモモ‘白鳳’果実横断面(4×10)  
 左:80ppm区, 内縫線は完全に結合している  
 右:160ppm区, 内縫線の結合が不完全で, 隙間がみられる



第3図 施肥濃度とモモ‘白鳳’の収穫果(正常果および核割れ果)の可溶性固形物含量(TSS), 滴定酸含量(TA)平均値±標準偏差(n=20)

第2表 施肥濃度と収穫果実重および果実径

施肥濃度 (N ppm)	果実重 (g)	縦径 (mm)	横径 (mm)	側径 (mm)	
80	正常果	171.7 ab*	66.4	67.2 b	70.7 b
	核割れ果	168.2 b	65.7	65.0 c	71.6 b
160	正常果	175.8 ab	65.8	69.1 a	71.3 b
	核割れ果	182.4 a	66.8	67.7 ab	75.6 a

\*異なるアルファベットは, ダuncanの多重検定において5%水準で有意差あり(n=40)

り, なぜこのように内縫線の結合が不完全になるのかは不明であり, 他品種との比較や, 発生時期の特定など, 今後さらなる検討が必要である。

### 3. 正常果と核割れ果の果実品質

1樹当たりの平均収量は80ppm区で9.9kg, 160ppm区では10.2kgと, ほぼ同じレベルであった。収穫果実の核割れはほとんどが縫合線割れであり, その発生率は160ppm区(64.5%)では80ppm区(31.3%)よりも有意に高かった(p<0.05)。核割れ果と正常果の果汁成分を比較したところ, TSS, TAはともに核割れ果で低かった(第3図)。これは, 核割れによる果肉中の維管束の損傷(岡山農業総合センター総合調整部, 2001)やエチレン生成(和中, 2001)が原因と考えられる。いずれにしても, 核割れ果は正常果に比べて味がうすい。しかし, アミノ酸含量は160ppm区で全体的に高かったが, 核割れ果と正常果の間に有意な差は認められなかった(データ省略)。また, 果実重と果実の側径(チーク径)は160ppm区の核割れ果で最も大きかった(第2表)。従って, 一般に知られてい

と考えられる。縫合線割れの発生は, 既存の多くの文献において, 主として果実の急速な肥大によって内果皮(核)が外向きに押し広げられるためと考えられている(Davis, 1941; Claypoolら, 1972; 瓜生ら, 1995a)。本研究において, 160ppm区の果実では, 幼果の段階から内縫線組織の結合が不完全であり, 核割れが発生する危険性が高いことが示唆された。しかし, 高濃度施肥によ

るように、核割れ果は果実が側径方向に大きく、正常果に比べ、形が扁平であることが確認された。

このように、核割れによる果実品質の低下には、第2期以降に発生する縫合線割れが大きく関わっている。今回の調査によって、高濃度施肥を行うと内縫線の結合が不完全となり、これがその後の縫合線割れの発生に結びつくことが示唆された。

### 摘 要

モモ‘白鳳’樹に対する高濃度施肥が果実の発育、特に核割れ発生に及ぼす影響とそのメカニズムについて調査した。発芽期から N:80 ppm を含む総合液肥を週2回与える 80 ppm 区と2倍濃度の液肥を与える 160 ppm 区を設けた。

内果皮の内側に亀裂が発生する胎座部割れは、満開3週後から認められたが、その発生率には施肥濃度による差は明らかでなかった。胎座部割れはその初期の発生形態から、種皮が内側から胎座付近の内果皮を圧迫すると推察される。

満開6週後には、160 ppm 区の多くの果実が樹上で発育を停止した。この発育停止果は、内縫線の結合が不完全で、種子維管束や種皮の褐変が認められた。このような内縫線の結合不完全は、満開5週後の160 ppm 区で多く認められ、その後の縫合線割れ多発との関連性が示唆された。縫合線割れの果実は、収穫期の果実の側径が大きく、果汁の TSS, TA が正常果に比べて低かった。

### 引用文献

- Claypool, L. L., K. Uriu and P. F. Lasker. 1972. Split-pit of 'Dixon' cling peaches in relation to cultural factors. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 97: 181-185.
- Davis, L. D. 1941. Split-pit of peaches. Estimation of time when split-pitting occurs. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 39: 183-198.
- 福田文夫. 1999. モモの生理的落果と果実発育との関連. 岡山大学農学部学術報告. 88: 159-163.
- Jia, Huijuan, K. Hirano and G. Okamoto. 1999. Effect of fertilizer levels on tree growth and fruit quality of 'Hakuho' peaches (*Prunus persica*). J. Japan. Soc. Hort. Sci. 68: 487-493.
- Jia, Huijuan, G. Okamoto and K. Hirano. 2000. Effect of amino acid composition on the taste of 'Hakuho' peaches (*Prunus persica* Batsch) grown under different fertilizer levels. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 69: 135-140.
- Jia, Huijuan. 2002. Studies on peach fruit quality affected by orchard practices. Ph. D. Thesis. Okayama Univ., Okayama, Japan.
- 黒上泰治. 1956. 果樹園芸各論上巻. p. 196-197. 養賢堂. 東京.
- 三木泰治. 1932. 桃の果実の成長特に其の核割れの原因に関する研究. 千葉高等園芸学校学術報告. 1: 1-118.
- 岡山県農業総合センター総合調整部 瀬戸内農業技術センター. 2001. 平成12年度実証成果. 1-77.
- Ragland, C. H. 1934. The development of the peach fruit, with special reference to split-pit and gumming. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 31: 1-21.
- Tukey, H. B. 1936. Development of cherry and peach fruits as affected by destruction of the embryo. Bot. Gaz. 98: 1-24.
- 瓜生康之・五井伸明・中野幹夫・片岡丈彦・石田雅士. 1995a. モモ果実における核割れの発生要因. 園学雑. 64(別2): 110-111.
- 瓜生康之・中野幹夫・片岡丈彦・石田雅士. 1995b. モモ果実における核割れの組織学的観察及び核割れと生理的落果との関係. 園学雑. 64(別2): 108-109.
- 和中学. 2001. モモ‘清水白桃’における胚発育と生理的落果との関係. 和歌山県農林水産総合技術センター研究報告. 2(別): 1-86.
- 依田征四・岩田信一・繁田充保・海野孝章. 1980. 岡山県南部地帯における晩生モモの生理的落果. 園学要旨. 昭55秋: 64-65.