

氏名	ゴンロドブ ニオン ブアンラ マリエッタ GONROUODOBOU GNON BOUANRA MARIETTA
本籍（国籍）	ベナン共和国
学位の種類	博士（農学）
学位記番号	連研第 826 号
学位授与年月日	令和 4 年 9 月 2 6 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 1 項該当課程博士
研究科及び専攻	連合農学研究科 生物生産科学専攻
学位論文題目	Effect of boron on the microcracking of tomato fruit (トマトにおけるつやなし果の発生にホウ素が与える影響)
学位審査委員	主査 山形大学教授 渡辺 昌規 副査 山形大学准教授 鍋島朋之 副査 岩手大学准教授 立澤文見 副査 弘前大学教授 前田 智雄

## 論文の内容の要旨

Microcracking (MC) downgrades the quality of tomato fruits (*Solanum lycopersicum*) because it allows entry of fungi, and reduces the shelf life of the fruits by damaging the fruit cuticle membrane (CM). Boron sprayed at early fruit developmental stages reduces MC in common tomato fruit and MC incidence has been thought to be influenced by climatic conditions. However, the mechanism of how B affects the incidence of MC in cherry tomatoes is still unknown. This study was therefore initiated to investigate the effect of B on the occurrence of MC on cherry tomato, using a susceptible and non-susceptible cultivar of cherry tomato. In the first study, Cherry tomato ‘Chika’ seedlings were grown under three different B concentrations (C5: 4.5 mg·L<sup>-1</sup>, C90: 90 mg·L<sup>-1</sup>, C0: 0 mg·L<sup>-1</sup>) during summer. Each truss was harvested when the fruit at proximal position became full ripe stage. Fruits at middle to distal position were still orange (O) to green (G). C90 reduced both fruit size and MC incidence and the MC was also found to appear at G stage. Thus, B treatment was effective for the inhibition of MC when it was applied at 90 ppm in early growing stage. However, it was not yet clear if the inhibition of MC under B excess treatment is the result of reduction of fruit growth or B directly blocks the occurrence of MC. Therefore, in the second study, we try to clarify the relationship between fruit growth, B deficiency and MC in tomato fruit. Experiments were conducted to evaluate the effect of boron (B) deficiency on MC in tomato fruits. Seedlings of two cherry tomato that differ in their susceptibility to MC— ‘Regina’, an MC-resistant cultivar, and ‘Chika’, an MCsusceptible cultivar were grown hydroponically and treated with 0, 5 and 10 mg·L<sup>-1</sup> of B in summer and autumn. ‘Regina’ fruit that were B deficient showed a higher incidence of MC than fruit treated with B 15 Days After Anthesis (DAA). While no significant difference was observed in ‘Chika’ fruit under the same treatment, we found them to be susceptible to B deficiency when treated at an earlier stage (0 DAA). In both

cultivars, B treatment did not affect CM deposition or fruit size. However, under B deficiency, MC incidence, and cell enlargement increased, especially in summer, when fruit growth rate was high. This indicates that the additive effects of fruit growth rate and B deficiency on the CM increased the incidence of MC in tomato fruit during summer.

(和訳) トマト (*Solanum lycopersicum*) の果実に発生する生理障害であるつやなし果では、果実表面のクチクラ膜に微細な亀裂 (MC) が生じる。つやなし果では水分の損失が促進され、また病原体の侵入を許しやすくなることから棚持ちが著しく悪くなる。これまでに、果実の発達初期段階においてホウ素を葉面散布することで大玉品種におけるつやなし果発生が低減されることが明らかになっているが、ミニトマトにおけるホウ素処理の影響や、ホウ素がつやなし果発生を抑制する機構は明らかになっていない。本研究では、つやなし果が発生しやすい品種と発生しにくい品種を材料とし、ホウ素処理を施すことでミニトマトのつやなし果発生にホウ素が与える影響を検討した。実験 1 では、つやなし果が発生しやすい‘千果’を 3 つのホウ素濃度条件で水耕栽培した (C5: 4.5 mg·L<sup>-1</sup>, C90: 90 mg·L<sup>-1</sup>, C0: 0 mg·L<sup>-1</sup>)。C90 では果実サイズおよび MC 発生率が対照区 (C5) と比較して減少したことから、ミニトマトでもホウ素処理がつやなし果発生率に影響を与えることが確認された。実験 2 では、‘千果’および、つやなし果が発生しにくい‘レジナ’を用い、0, 5 および 10 mg·L<sup>-1</sup> のホウ素濃度で水耕栽培することで、ホウ素欠乏がつやなし果発生に与える影響をさらに検討した。夏作の‘レジナ’では、ホウ素欠乏処理 (R0) を開花 15 日後 (15DAA) に開始した際に対照区 (R5) よりもつやなし果発生率が上昇した。夏作の‘千果’では、15DAA にホウ素欠乏処理を開始してもつやなし果発生率に影響が出なかったものの、0DAA に処理を開始すると C0 でつやなし果発生率が減少し、C10 で上昇した。一方で、秋栽培では両品種において、ホウ素処理はつやなし果発生率に影響を与えなかった。夏栽培では、ホウ素処理は両品種の果実サイズおよび単位面積あたりのクチクラ沈着量に影響を与えなかったが、ホウ素欠乏処理の果実では果実表皮細胞のサイズが増加していた。ホウ素欠乏処理は、果実表皮細胞の肥大促進を通じてクチクラ膜にストレスを与えていることが示唆され、特にその影響は果実肥大速度の高い夏作において顕著になると考えられた。

## 論文審査の結果の要旨

トマト (*Solanum lycopersicum*) の果実に発生する生理障害であるつやなし果では、果実表面のクチクラ膜に微細な亀裂 (MC) が生じる。つやなし果では水分の損失が促進され、また病原体の侵入を許しやすくなることから棚持ちが著しく悪くなる。これまでに果実の発達初期段階においてホウ素を葉面散布することで大玉品種におけるつやなし果発生が低減されることが明らかになっているが、ミニトマトにおけるホウ素処理の影響や、ホウ素がつやなし果発生を抑制する機構は明らかになっていない。本研究では、つやなし果が発生しやすい品種と発生しにくい品種を材料とし、ホウ素処理を施すことでミニトマトのつやなし果発生にホウ素が与える影響を検討した。実験 1 では、つやなし果が発生しやすい‘千果’を 3 つのホウ素濃度条件で水耕栽培した (C5: 4.5 mg·L<sup>-1</sup>, C90: 90 mg·L<sup>-1</sup>, C0: 0 mg·L<sup>-1</sup>)。C90 では果実サイズおよび MC 発生率が対照区 (C5) と比較して減少したことから、ミニトマトでもホウ素処理がつやなし果発生率に影響を与えることが確認された。実験 2 では、‘千果’および、つやなし果

が発生しにくい‘レジナ’を用い、0, 5 および 10 mg·L<sup>-1</sup>のホウ素濃度で水耕栽培することで、ホウ素欠乏がつやなし果発生に与える影響をさらに検討した。夏作の‘レジナ’では、ホウ素欠乏処理 (R0) を開花 15 日後 (15DAA) に開始した際に対照区 (R5) よりもつやなし果発生率が上昇した。夏作の‘千果’では、15DAA にホウ素欠乏処理を開始しても、つやなし果発生率に影響が出なかったものの、0DAA に処理を開始すると C0 でつやなし果発生率が減少し、C10 で上昇した。一方、秋栽培では両品種において、ホウ素処理はつやなし果発生率に影響を与えなかった。夏栽培では、ホウ素処理は両品種の果実サイズおよび単位面積あたりのクチクラ沈着量に影響を与えなかったが、ホウ素欠乏処理の果実では果実表皮細胞のサイズの増加が認められた。よって、ホウ素欠乏処理は、果実表皮細胞の肥大促進、クチクラ膜へのストレスと関連していることが明らかとなった。また、その影響は果実肥大速度の高い夏作において顕著であることが示唆された。

これらの成果は、品種、栽培時期ごとに栽培レベルで適切なホウ素処理により、つやなし果の発生抑制を可能にし、トマト生産・流通者に与えるインパクト、メリットは非常には大きいと考えられる。

以上より、本審査委員会は、「岩手大学大学院連合農学研究科博士学位論文審査基準」に則り審査した結果、本論文を博士（農学）の学位論文として十分価値のあるものと認めた。

学位論文の基礎となる学術論文

Gnon Bouanra Marietta GONROUODOBOU, Tomoyuki NABESHIMA, Takashi NISHIZAWA, Masanori WATANABE (2022) Boron deficiency enhances microcracking in tomato fruit during summer. *Chiang Mai Journal of Science*, 49(4), 1040-1049.