

慣行栽培と有機栽培によるリンゴ園地の土壌環境と果実品質  
Soil environment and fruit quality in apple orchards under  
conventional and organic cultivation

○甲斐貴光\*、久保 幹\*\*

○Takamitsu KAI\* and Motoki KUBO\*\*

## 1. はじめに

日本のリンゴ栽培の生産現場では、生産者の高齢化の進行、耕作放棄地の増加、化学合成農薬や化学肥料への過度の依存などの課題が生じている。リンゴ栽培では、多くの病害虫が発生することから、一般に生育期には延べ40成分回数以上の化学合成農薬が散布されている。また、化学肥料の投入は、作物成長に必要な栄養分のみを土壌中に補給することができ、しかも化学肥料の多くは水に溶けやすく速効性があるため、効果的な土壌への栄養供給が可能である。そのため、農作物の10a当たりの収量を大幅に増大させるなど一定の成果がもたらされた(久保ら, 2016)。その反面、化学肥料の使用は過剰投与になりやすく、土壌団粒の減少や硬質化、地下水汚染、土壌微生物の減少といった自然環境や生態系の破壊などの問題を引き起こした。近年、みどりの食料システム戦略の策定、消費者の食品に対する安全安心のニーズの高まりから、化学合成農薬と化学肥料の使用量低減の動きが強まっている(Khairuddinら, 2018)。本研究では、慣行栽培と有機栽培によるリンゴ園地の土壌環境と果実品質について調査したので、報告する。

## 2. 調査地の概要と調査項目

本研究では、青森県と長野県において、リンゴ‘ふじ’の慣行栽培(4箇所)と有機栽培(4箇所)の園地でそれぞれ土壌を採取し、リンゴの生産現場で持続可能な資源循環型農業システムである有機農業の普及を実現するために土壌分析・調査をした。測定項目は、コーンペネトロメータによる地耐力測定、および土壌の物理性・化学性・生物性である。特に土壌の生物性においては、総細菌数<sup>1)</sup>、アンモニア酸化活性( $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$ )、および亜硝酸酸化活性( $\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$ )の値を三角形のレーダーチャートで視覚的に示し、土壌が持つ窒素有機物から硝酸態窒素に変換する力を「窒素循環活性評価値」として評価した<sup>2)</sup>。また、植物がリン酸を吸収できるようになるにはフィチン酸(有機態リン酸)からリン酸へ分解される必要がある(フィチン酸分解活性)。そこで、フィチン酸と呼ばれる有機態リン酸を変換する力を「リン循環活性評価値」として評価した<sup>3)</sup>。

## 3. 調査結果および考察

土壌の化学性に関する分析結果について、表1に示す。有機栽培のリンゴ園地

---

所属：\*明治大学黒川農場(Kurokawa Field Science Center, Meiji University), \*\*立命館大学生命科学部(College of Life Sciences, Ritsumeikan University), キーワード：有機栽培, リンゴ, 土壌微生物, 窒素循環活性評価値, リン循環活性評価値

土壌は、慣行栽培と比較して全炭素と全リン酸の各含量が有意に大きかった。また、総細菌数と窒素・リン循環活性評価値に関する分析結果について、表2に示す。有機栽培のリンゴ園地土壌は、慣行栽培と比較して総細菌数と窒素循環活性評価値が有意に大きかった。このことから、有機栽培のリンゴ園地土壌は、慣行栽培と比較して総細菌数が多く、窒素循環活性が活発であることがわかった。

慣行栽培と有機栽培のリンゴ果実の糖度、酸度、糖酸度比に関する結果について表3に示す。慣行栽培と有機栽培に違いによる果実の糖度、酸度、糖酸度比には、有意差が見られなかった。栽培管理方式と果実の乾物重に関する分析結果について、図1に示す。慣行栽培と有機栽培による果実1個あたりの乾物重は、それぞれ61.7g、42.5gであった。慣行栽培の乾物重は、有機栽培と比較して有意に大きかった。慣行栽培と有機栽培によるリンゴの10aあたりの収量がそれぞれ同程度(約3,000kg/10a)であったことから、有機栽培のリンゴ樹1本あたりの着果数は、慣行栽培と比較すると多いことがわかった。

表1 土壌の化学性に関する分析結果  
Table 1. Analysis of soil chemical properties

処理区名	全炭素 (mg kg <sup>-1</sup> )	全窒素 (mg kg <sup>-1</sup> )	全リン酸 (mg kg <sup>-1</sup> )	全カリウム (mg kg <sup>-1</sup> )	C/N <sup>2</sup> 比	EC (mS cm <sup>-1</sup> )	硝酸態窒素 (mg kg <sup>-1</sup> )	可給態リン酸 (mg kg <sup>-1</sup> )	交換性カリウム (mg kg <sup>-1</sup> )
慣行栽培	22,800 ± 9,445 <sup>z</sup> b <sup>y</sup>	1,980 ± 675 a	786 ± 128 b	2,530 ± 809 a	11.3 ± 1.6 a	0.16 ± 0.05 a	19.3 ± 17.5 a	205 ± 116 a	1,720 ± 727 a
有機栽培	61,000 ± 8,239 a	2,970 ± 366 a	2,680 ± 930 a	3,270 ± 1,598 a	12.7 ± 0.8 a	0.23 ± 0.05 a	44.7 ± 4.2 a	2,130 ± 1,397 a	1,690 ± 818 a

<sup>z</sup> 平均値±標準誤差  
<sup>y</sup> t-検定により処理区間の比較を行い、異符号間にp<0.05で有意差あり (n=4)

表2 総細菌数と窒素・リン循環活性評価値  
Table 2. Soil bacterial biomass and evaluation of nitrogen and phosphorus activity

処理区名	総細菌数 (億個 g <sup>-1</sup> )	アンモニア 酸化活性(点)	亜硝酸酸化 活性(点)	窒素循環活性 評価値(点)	リン循環活性 評価値(点)
慣行栽培	6.2 ± 1.1 <sup>z</sup> b <sup>y</sup>	1,980 ± 675 a	786 ± 128 a	40.3 ± 21.2 b	12.3 ± 10.5 a
有機栽培	17.6 ± 6.4 a	2,970 ± 366 a	2,680 ± 930 a	90.0 ± 13.2 a	22.7 ± 6.5 a

<sup>z</sup> 平均値±標準誤差  
<sup>y</sup> t-検定により処理区間の比較を行い、異符号間にp<0.05で有意差あり (n=4)

#### 4. おわりに

今後ともリンゴの高収量・高品質といった生産性向上を目指

すと共に、再現性のあるリンゴの有機栽培を追究していきたい。本研究は、公益財団法人東急財団とJSPS 科研費 22K05891の助成を受けたものです。ここに記して心より御礼申し上げます。

#### 参考文献

- 1) Aoshima, H., Kimura, A., Shibutani, A., Okada, C., Matsumiya, Y., and Kubo, M.: Evaluation of soil bacterial biomass using environmental DNA extracted by slow-stirring method, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, **71**, pp.875~880 (2006)
- 2) 松野敏英, 堀井幸江, 福原優樹, 松宮芳樹, 久保 幹: 農地窒素循環の見える化—物質循環系を考えた土づくり. 土づくりとエコ農業. 6・7月号, pp.50~55 (2012)
- 3) Horii, S., Matsuno, T., Tagomori J., Mukai, M., Adhikari D., and Kubo M.: Isolation and identification of phytate degrading bacteria and their contribution to phytate mineralization in soil. *The Journal of Gen. and Appl. Microbiol.* **59**: 353-360 (2013)

表3 糖度・酸度・糖酸度比に関する分析結果  
Table 3. Analysis of Fruit Brix, acidity, and sugar-acid ratio

処理区名	糖度 (Brix %)	酸度 (%)	糖酸度比
慣行栽培	15.1 ± 0.8 <sup>z</sup> a <sup>y</sup>	0.52 ± 0.16 a	31.4 ± 11.2 a
有機栽培	15.1 ± 1.0 a	0.63 ± 0.13 a	25.2 ± 5.8 a

<sup>z</sup> 平均値±標準誤差  
<sup>y</sup> t-検定により処理区間の比較を行い、異符号間にp<0.05で有意差あり (n=50)

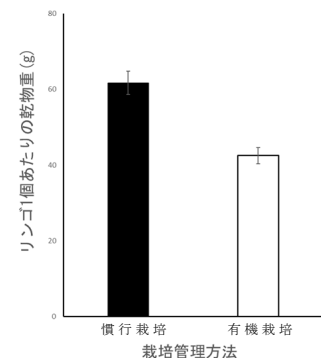


図1 栽培管理方式と乾物重  
Fig. 1 Cultural practice and dry weight