

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 24 日現在

機関番号：32682

研究種目：若手研究

研究期間：2019～2021

課題番号：19K15937

研究課題名(和文)有機農法と慣行農法で栽培されたリンゴ生産と農地環境の関係解析に関する研究

研究課題名(英文)Effect of organic and conventional cultivation methods on apple production and the orchard environment

研究代表者

甲斐 貴光(KAI, TAKAMITSU)

明治大学・農場・特任准教授

研究者番号：00806226

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：青森県と長野県のリンゴ園で自然栽培(無肥料、無農薬)、有機栽培(JASの有機認証システムで承認された有機肥料と農薬)、ハイブリッド栽培(有機・化学肥料の併用、減農薬)、慣行栽培から土壌を採取し、土壌の生化学的特性を比較した。その結果、有機栽培土壌は、他の管理システムの土壌と比較して全炭素、全窒素、全リン酸、硝酸態窒素、可給態リン酸の含量と総細菌数、窒素循環活性評価値、リン循環活性評価値が大きかった。また、窒素循環活性評価値とリン循環活性評価値は、有機栽培で最も大きく慣行栽培で最も小さかった。有機栽培の土壌は微生物が活性化しやすい環境にあり、窒素循環活性とリン循環活性が活発であることがわかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究によって、資源循環型農業の栽培技術の開発、環境負荷の軽減と生産性向上に役立てる。このことは国の施策である、みどりの食料システム戦略に合致し、畑地と樹園地の高機能化などの基盤整備への提言、有機農業の推進が期待される。

研究成果の概要(英文)：Soil samples were analyzed biochemical properties from 12 apple orchard soils in Aomori and Nagano prefectures. The orchards comprised natural cultivation (no fertilizers or pesticides), organic cultivation (organic fertilizers and pesticides approved by the JAS organic certification system), hybrid cultivation (both organic and chemical fertilizers, with reduced pesticides), and conventional cultivation. The results showed that the soils in the organically cultivated orchards had the higher concentrations of total carbon, total nitrogen, and total and available phosphate than soils in the other cultivation systems, as well as greater bacterial biomass and nitrogen and phosphorus circulation activity. The lowest nitrogen and phosphorus circulation activities were in the conventionally cultivated orchard soils. These results indicate that organically cultivated soils provide the most conducive environment for microbial activity, which promotes nitrogen and phosphorus circulation.

研究分野：農業土木学、植物栄養学

キーワード：リンゴ 有機栽培 土壌微生物 窒素循環活性評価値 リン循環活性評価値 土壌肥沃度

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) リンゴ栽培は、リンゴ種子の改良や肥料施肥技術の改良・開発等でリンゴ生産性を向上させてきた。リンゴ栽培の特徴として、化学肥料や農薬を利用した栽培がおこなわれていること、多くの病気が発生しやすいこと、害虫がつきやすいことが挙げられる(小池, 2006)。このように、リンゴ栽培は有機的な栽培手法が確立されていないのが現状である。日本のリンゴ(ふじ)栽培の全国平均収量は 2,000 kg/10a であり(農林水産省, 2018)、リンゴ生産目標が 4,000 kg/10a(長野県, 2012)であることから、日本のリンゴ栽培は未だ改善の余地があることが挙げられる。現在の有機農法において、有機肥料の使用は植物栄養のためであって、微生物の増殖が目的ではない。したがって、リンゴ生産性を向上させるためには、土壤微生物の活性化と植物への栄養供給が円滑に行われる良好な土壤環境下で、物質循環を向上・改善させることが必要である。

(2) リンゴの木の落ち葉には、約 30 kg/ha もの窒素が含まれている調査報告(Haynes and Goh, 1980)や大量の落ち葉が土壤中で分解されることで、リンゴ園の土壤中に栄養成分が蓄積されていく可能性を示唆した研究報告例は見られる。しかし、気候帯の異なる産地で、しかも微生物数や微生物による窒素循環活性、リン循環活性を調査した研究例は見当たらない。土壤へのミネラル供給を効率的に行うという観点でみると、落ち葉は完全には取り除かず、ミネラルの供給源として活用することが理にかなっていると考えるが、落ち葉がリンゴ園土壤へ還元され、リンゴ果実へミネラル供給を考慮に入れたリンゴ園土壤の窒素循環とリン循環を明らかにした研究例は皆無と言って良い状況である。

(3) リンゴの自然栽培(無肥料、無農薬)、有機栽培(JASの有機認証システムで承認された有機肥料と農薬)、ハイブリッド栽培(有機・化学肥料の併用、減農薬)、慣行栽培から土壤を採取し、土壤の生化学的特性を比較した。

2. 研究の目的

本研究では、日本の主なリンゴ生産地である青森県、長野県に加えて、有機農業の推進に力を入れる山梨県の気候帯の異なる3産地を研究対象として、自然栽培、有機栽培、ハイブリッド栽培および慣行栽培のリンゴ園の土壤分析と果実の成分分析の比較や、種々の環境因子の測定、炭素収支の測定解析から、リンゴの有機農法でも高収量・高品質が維持され、かつ持続可能な循環型農業を実現する最適な土壤条件を提言することを目的とする。

3. 研究の方法

(1) 調査圃場において、自然栽培、有機栽培、ハイブリッド栽培および慣行栽培のリンゴ園を設ける。土壤と葉の採取は、開花前の3月、微生物の活動が活発な7月、収穫期の11月下旬の3回実施する。果実の採取は収穫期の11月下旬に実施する。

(2) 土壤分析については、物理的特性(自然含水比、最大保水容量)、化学的特性(全炭素、全窒素、全リン、全カリウム、C/N比、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、水溶性リン酸、水溶性カリウム、カルシウム、マグネシウム、亜鉛、鉄、マンガン、pH、EC)及び生物的特性(総細菌数、窒素循環活性評価、リン循環活性評価)を実施し、微生物数、バイオマス量、窒素循環やリン循環を評価する。

(3) 葉については、全炭素、全窒素、全リン、全カリウムを実施し、葉の無機成分量を把握する。

(4) 果実については、糖度、酸度、糖酸度比、カルシウム、マグネシウム、亜鉛、鉄、マンガンを実施し、果実中の栄養成分を評価する。

(5) 堆肥・有機資材の分析(全炭素、全窒素、全リン、全カリウム、C/N比、硝酸態窒素、アンモニア態窒素、水溶性リン酸、水溶性カリウム、含水率、総細菌数)を実施する。

(6) 環境因子(風向風速、温湿度、土壤温度、日射量)の経時的な測定をする。

(7) リンゴ園における土壤面の炭素収支の測定(植物量調査、落ち葉分解調査)を実施し、微生物の挙動解析等の知見から、気候帯の異なる3産地のリンゴ園(樹園地)の特殊な土壤環境機構を明らかにする。

4. 研究成果

(1) 有機栽培土壤は、他の管理システムの土壤と比較して全炭素、全窒素、全リン酸、硝酸態窒素、可給態リン酸の含量と総細菌数、窒素循環活性評価値、リン循環活性評価値が大きかった。

(2) また、窒素循環活性評価値とリン循環活性評価値は、有機栽培で最も大きく慣行栽培で最も小さかった。有機栽培の土壌は微生物が活性化しやすい環境にあり、窒素循環活性とリン循環活性が活発であることがわかった。

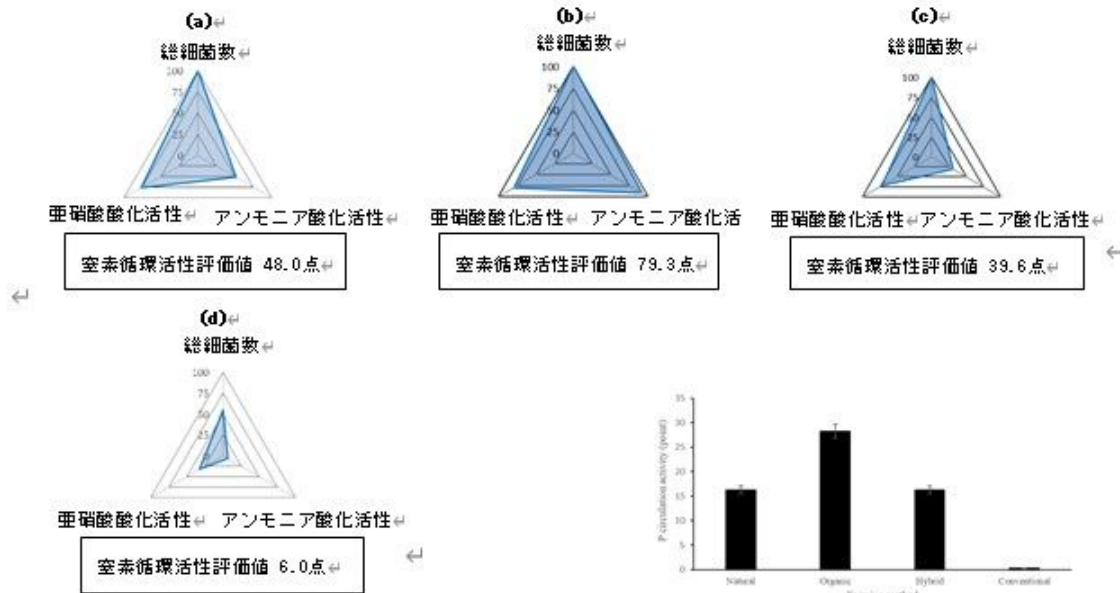


図2 窒素循環活性評価値のレーダーチャート
(a)自然栽培、(b)有機栽培、(c)ハイブリッド栽培、(d)慣行栽培

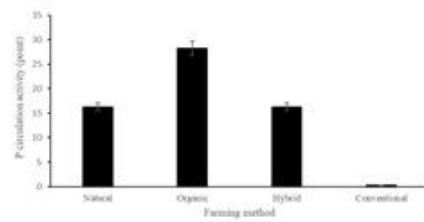


図3 リン循環活性評価値

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計6件（うち査読付論文 5件/うち国際共著 4件/うちオープンアクセス 4件）

| | |
|--|-----------------------|
| 1. 著者名 Pitchayapa Pholkaw, Quoc T. Tran, Takamitsu Kai, Taiki Kawagoe, Kenzo Kubota, Kiwako S. Araki, Motoki Kubo | 4. 巻 9(3) |
| 2. 論文標題 Characterization of orchard fields based on Soil Fertility Index (SOFIX) | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Agricultural Chemistry and Environment | 6. 最初と最後の頁 159-176 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.4236/jacen.2020.93014 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 該当する |
| 1. 著者名 Takamitsu Kai, Dinesh Adhikari | 4. 巻 5(1) |
| 2. 論文標題 Influence of natural, organic and chemical management systems on biochemical properties of upland agricultural fields with special reference to nutrient cycling activities | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Trends in Technical & Scientific Research | 6. 最初と最後の頁 1-5 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.19080/TTSR.2021.05.555655 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 該当する |
| 1. 著者名 Takamitsu Kai, Dinesh Adhikari | 4. 巻 88(2) |
| 2. 論文標題 Effect of organic and chemical fertilizer application on apple nutrient content and orchard soil condition | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 Agriculture | 6. 最初と最後の頁 313-321 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/agriculture11040340 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である） | 国際共著 該当する |
| 1. 著者名 甲斐貴光 | 4. 巻 76(9) |
| 2. 論文標題 長野県のリンゴ園を事例とした後継者の現状 | 5. 発行年 2021年 |
| 3. 雑誌名 果実日本 | 6. 最初と最後の頁 42-46 |
| 掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし | 査読の有無 無 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

| | |
|---|-------------------------|
| 1. 著者名 Kai Takamitsu, Kubo Motoki | 4. 巻 9 |
| 2. 論文標題 Chemical and Biological Properties of Apple Orchard Soils under Natural, Organic, Hybrid, and Conventional Farming Methods | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 Journal of Agricultural Chemistry and Environment | 6. 最初と最後の頁 134 ~ 146 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.4236/jacen.2020.93012 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスとしている (また、その予定である) | 国際共著 該当する |

| | |
|---|-----------------------|
| 1. 著者名 甲斐貴光 | 4. 巻 88 |
| 2. 論文標題 長野県のリンゴ農園を事例とした新規就農者の現状と課題 | 5. 発行年 2020年 |
| 3. 雑誌名 水土の知 (農業農村工学会誌) | 6. 最初と最後の頁 201-204 |
| 掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.11408/jjsidre.88.3_201 | 査読の有無 有 |
| オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難 | 国際共著 - |

[学会発表] 計9件 (うち招待講演 1件 / うち国際学会 5件)

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takamitsu Kai, Motoki Kubo |
| 2. 発表標題 Chemical and Biological Properties of Apple Orchard Soils under Natural, Organic, Hybrid, and Conventional Farming Methods |
| 3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2021 (招待講演) (国際学会) |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takamitsu Kai, Motoki Kubo |
| 2. 発表標題 Chemical and Biological Properties of Apple Orchard Soils under Natural, Organic, Hybrid, and Conventional Farming Methods |
| 3. 学会等名 ASA, CSSA, SSSA International Annual Meeting (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|------------------------------|
| 1. 発表者名 甲斐貴光、矢崎友嗣 |
| 2. 発表標題 気象とリンゴ生産に関する研究 |
| 3. 学会等名 日本農業気象学会2020年全国大会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 甲斐貴光、久保幹 |
| 2. 発表標題 自然農法、有機農法、ハイブリッド農法、慣行農法でのリンゴ園土壌の生化学的的特性の分析 |
| 3. 学会等名 2020年度農業農村工学会大会講演会 |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takamitsu Kai and Motoki Kubo |
| 2. 発表標題 Analysis of chemical and biological properties of apple orchard soils under four farming methods |
| 3. 学会等名 JpGU-AGU Joint Meeting 2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|---|
| 1. 発表者名 Takamitsu Kai and Motoki Kubo |
| 2. 発表標題 Analysis of chemical and biological properties of apple orchard soils under natural, organic, hybrid, and conventional farming methods |
| 3. 学会等名 2020 ASA, CSSA & SSSA International Annual Meetings (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 甲斐貴光, 久保 幹 |
| 2. 発表標題 自然農業、有機農業、ハイブリッド農業、慣行農業で栽培したリンゴ畑の土壌環境について |
| 3. 学会等名 日本有機農業学会大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|----------------------------------|
| 1. 発表者名 山崎 咲果, 鈴木 純, 甲斐 貴光 |
| 2. 発表標題 氾濫の後に泥土が堆積したリンゴ畑の根圏環境 |
| 3. 学会等名 農業農村工学会関東支部大会 |
| 4. 発表年 2021年 |

| |
|--|
| 1. 発表者名 Takamitsu Kai |
| 2. 発表標題 Case study of current status and issues of new entrant apple farmers in Nagano Prefecture |
| 3. 学会等名 Japan Geoscience Union Meeting 2020 (国際学会) |
| 4. 発表年 2020年 |

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

| 氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号) | 所属研究機関・部局・職 (機関番号) | 備考 |
|---------------------------|-----------------------|----|
|---------------------------|-----------------------|----|

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8 . 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

| 共同研究相手国 | 相手方研究機関 | | | |
|---------|------------------------------------|--|--|--|
| 米国 | Compass Minerals Innovation Center | | | |