

論 説

マルチスピーシーズ・キャンパスに向けた循環型畑づくり －土壌分析からみた有機資源活用の可能性と課題－

島 上 宗 子* (地域資源マネジメント学科)

甲 斐 貴 光 (人間環境大学総合環境学部フィールド自然学科)

笠 松 浩 樹 (地域資源マネジメント学科)

ルプレヒト・クリストフ (環境デザイン学科)

竹 島 久美子 (地域資源マネジメント学科)

* 責任著者

Growing a Multispecies Campus through Circular Farming:
Soil Analysis Reveals Potential and Challenges of Organic Resource Utilization

Motoko SHIMAGAMI* (Regional Resource Management)

Takamitsu KAI (Department of Field Natural Science, Faculty of Sustainability
Studies, University of Human Environments)

Hiroki KASAMATSU (Regional Resource Management)

Christoph D.D. RUPPRECHT (Environmental Design)

Kumiko TAKESHIMA (Regional Resource Management)

* Corresponding author

キーワード：マルチスピーシーズ、持続可能性、堆肥化、エディブル・キャンパス

Keywords: multispecies, sustainability, composting, edible campus

【原稿受付：2025年7月14日 受理・採録決定：2025年8月1日】

要旨

愛媛大学では、2022年から「マルチスピーシーズ・キャンパス」をビジョンに掲げた取組を実施している。本稿は、その取組の一つである、キャンパスでの循環型畑づくり（エディブル・キャンパス）をめぐるこれまでの取組を整理し、特に有機資源の堆肥化を通じた可能性と課題を、土壌分析の結果に基づいて考察することを目的とする。

土壌分析により、有機資源（雑草、生ごみ）の堆肥化が土壌の化学性・生物性を向上させる効果が科学的に実証された。特に、雑草堆肥は有機物・カリウム・リン酸を、生ごみ堆肥は窒素・微生物活性を供給し、両者の組み合わせが土壌改善に有効であることが示唆された。

以上を踏まえ、これまでの実践から見てきた可能性として、循環型畑づくりの実践は、専門性や立場を超えた協働を生み出し、学際・超学際を促すバウンダリー・オブジェクトとして機能しうることを示した。今後の課題として、慣行栽培と有機栽培の比較実験、キャンパス内外の有機資源のさらなる堆肥化実験、コモンズとしての畑の持続的な管理のしくみ構築が必要であることを指摘した。

1. はじめに

気候変動、自然災害、生物多様性の減少、マイクロプラスチック汚染など、私たちの環境をめぐる状況は、その深刻さと複雑さを増している。地球環境問題を論じる際に常に掲げられてきた「持続可能性（サステナビリティ）」の概念は、はたして現代において有効なのか。単一種としての人類が地球環境を著しく変容させたことへの危機感から、人類以外のあらゆる生物種との関係性と相互作用を視野に入れた「マルチスピーシーズ」研究が進められてきた（Haraway 2007：Kohn 2013：Tsing 2015：奥野編 2021）。ルプレヒトらは、従来の「持続可能性」は人間中心の偏狭な資源利用主義に基づく考え方とし、人類以外の多様な生物種との関係性や行為主体性を重視する「マルチスピーシーズ・サステナビリティ」を提唱している。マルチスピーシーズ・サステナビリティは「現在のすべての種が多様で、変化し、相互依存的なことを認識し、互いの不可分のニーズを満たすと同時に、すべての種の将来世代が自らのニーズを満たす能力を高めること」と定義される（Rupprecht et al. 2020）。

愛媛大学では、ルプレヒトらを中心に、2022年から「愛大マルチスピーシーズ・キャンパス」を目指した取組を実施している。「全ての生き物が共に創る、全ての生き物が共生できるキャンパス」づくりに取り組むことで、「地域の灯台」として持続可能な未来社

会のシンボルを地域に示すことを目指し、全学的に導入されたビジョンである（図1）。

具体的な取組としては、本稿で取り上げるエディブル・キャンパスの実践の他、キャンパス内の微気象調査、植生調査、生き物調査、蜜源調査、ニホンミツバチの巣箱設置（愛媛大学附属高等学校との連携）、様々なワークショップやフォトコンテストの実施、「木と話そう」プロジェクト、インセクトホテルの設置（松山しのめ認定こども園との連携）、マルチスピーシーズ・キャンパスのデザイン・ビジョンの作成（アオイランドスケープデザイン合同会社との協働）、ビオトープづくり（農学部食堂裏の池）、さらには他大学・団体へのフィールド調査（兵庫県淡路景観園芸学校、牧野植物園、香川大学、武蔵野大学有明 rooftop コモンズ、せせらぎ農園、循環生活研究所、菌ちゃんふぁーむ他）など、多岐にわたる活動が展開されている（ルプレヒト研究室 HP：Yoshida and Rupprecht 2025）。

本稿では、マルチスピーシーズ・キャンパスを目指した活動の一つである「エディブル・キャンパス」、すなわちキャンパス内外の有機資源を活かした循環型畑づくりの取組を取り上げる。社会共創学部の農山漁村マネジメントコースの教員・学生らが2020年に開始した本活動は、マルチスピーシーズ・キャンパス構想との連動を機に、学科・学部を超えた取組へと拡が



図1 2022年に全学的に導入された「愛大マルチスピーシーズ・キャンパス」ビジョン

り、多様な連携を生み出し始めている。

本稿の目的は、キャンパスでの循環型畑づくりをめぐるこれまでの取組を整理し、特に有機資源の堆肥化を通じた可能性と課題を、土壌分析の結果に基づいて考察することである。

以下、まず第2節で、これまでのキャンパスにおける循環型畑づくりの取組を城北キャンパス・プール南側での実践を中心に整理する。第3節では堆肥づくりの概要について述べ、第4節で土壌と堆肥の比較分析の内容と結果を論じる。以上を踏まえ、これまでの取組から見えてきた課題と可能性を整理し、結びとしたい。

2. キャンパスでの循環型畑づくり：プール南側の実践地を中心に

2-1. キャンパスに実践地を確保する

循環型畑づくりを目指した試みは、「マルチスピーシーズ・キャンパス」が始動する2年前の2020年度に遡る。新型コロナの拡大により、キャンパスへの入構制限がかかり、全面オンライン授業となる中、社会共創学部地域資源マネジメント学科農山漁村マネジメントコースの教員らが、資源循環と自給を実践的に学ぶ教育の場づくりとして、農学部演習林東野試験地の一角の使用許可を受け、大豆栽培を開始した。対面授業が叶わない中、前期は主に教員らが自主的に栽培を続けた。対面授業や実習が可能となっていた後期は、「農山村資源管理実践」科目（3年次）での大豆の発酵食品づくり（味噌、テンペ、納豆）、「農山漁村概論」（1、2年次）の一部のコマを活用した大麦・裸麦栽培を東野試験地にて行った。

東野試験地は城北キャンパスから4キロ弱の距離にあり、学生が随時観察し、作業するには不便であることから、城北キャンパス内での畑づくりの可能性を探

り、2021年度からは、城北キャンパスの北西角にあるプールの南側空き地の一角を実践地とした。プールの南側空き地は、毎年前期、教育学部が授業の一環で野菜栽培（化学肥料を使った慣行栽培）をしており、その西側半分（以下、プール南西実践地）を使用できることとなった。

プール南西空き地は、ミント、ドクダミ、ヨモギ、ヤブカラシなどが繁茂し、草を刈り、耕すと土中から防草シート、石、陶器、ガラスの欠片などが現れた（写真1）。2021年度は、ここに畝を立て、化学肥料等の施肥は行わず、刈り取った草を敷く形のみで、どこまで栽培が可能かを試みた（写真2）。

教育学部による野菜栽培は、前期で終了するため、後期は東側半分（以下、プール南東実践地）も借り受け、秋冬作の栽培を行った。

第4節で取り上げる土壌分析は、このプール南西と南東の実践地を対象としている。

2.2 作物栽培

プール南西実践地では、原則として以下の方針で畑づくりを進めた。1）化学肥料、農薬、除草剤は使用しない、2）固定種の種を可能な限り手に入れ、種から育て、採種も実践する、3）キャンパス内外にある身近な有機物（雑草、落ち葉、生ごみ等）を活用し、堆肥化を試みる。これらを通じて、持続可能な資源循環と自給を実践的に学ぶ場とすることを目指した。

2021年度は、「農山漁村概論」の履修学生らが栽培計画を立て、ヒマワリ、神田四葉胡瓜、ベニイロ赤オクラ、ホーリーバジル、鷹の爪とうがらし、大豆（アオジ）、カブ、フレンチマリーゴールドを播いた。また、熱帯作物であるパパイヤとバナナの苗も環境適応性の観察を目的として植え付けた。

ヒマワリ、胡瓜、オクラ、バジルはまずまずの出来



写真1 プール南西実践地、初期の状況（2021/5/19）



写真2 プール南西実践地、草刈後（2021/6/3）

写真右側の畝とナスは教育学部学生が栽培中のもの



写真3 ヒマワリ、オクラ、バナナなどが成長したプール南西実践地の様子（2021/9/9）

となったが、その他は、ほぼ収穫には至らなかった。パパイアは枯れたが、バナナは冬越しし、実をつけ、現在にいたるまで株を増やしている（写真3、4）。

後期は、「農山漁村概論」の履修学生らが教育学部の栽培跡地（プール南東側）も畝立てし、秋冬作物（みの早生大根。ミズナ紅法師、イタリアンパセリ、ニューアジアほうれん草、時なし三寸にんじん、亀戸大根、愛知白菜、浅黄九条ネギ、じゃがいも）を播種した（写真5）。



写真5 秋冬はプール南東側も借りて実践（2021/10/8）

2.3. レイズドベッドの導入と堆肥づくり

プール南側実践地は、「農山漁村概論」の履修学生計約30名が作業するには手狭であり、キャンパス内に新たな実践地を探した。2022年度からは「マルチスピーシーズ・キャンパス」が始動し、社会共創学部棟南側にも実践地が得られた。プール南側空き地での1年間の実践結果から、キャンパスの空き地で化学肥料を使わずに野菜栽培をするには、何らかの有機堆肥



写真4 実をつけたバナナ（2024/8/16）

を活用した土づくりが不可欠と思われた。

そこで、雑草や落ち葉などキャンパス内の有機資源を活かした堆肥づくりを実験しつつ、堆肥が完成するまでの当面の対応として、実践地ではレイズドベッドを使った栽培を試みることにした。約1メートル四方の木枠を学生たちと作成し、その中に、園芸用土と腐葉土を混ぜこんだ土を入れた。園芸用土には天然の有機資源のみで作られているという「金の土」（株式会社カネア）を使用した（写真6）。

2022年度以降の栽培は表1のとおりである。いずれも収穫まで至ったものの、夏休みに入ると管理が滞り、放置されるという課題も残った。なお、購入した園芸用土を入れたのは2022年度のみで、以降は、自分たちで作成した堆肥を混ぜ込む形で栽培した。



写真6 2022年度はレイズドベッドで栽培（写真手前側）。写真奥側は教育学部の学生たちの畝（2022/6/27）

表1 城北キャンパス・プールの南側実践地での野菜栽培

	プール南東実践地（「慣行栽培区」）	プール南西実践地（「有機栽培区」）
2021 年度 春夏	慣行栽培（教育学部学生らがトマト、ナスなどの野菜を栽培）	無肥料・無農薬栽培（バナナ、パパイヤ、ヒマワリ、キュウリ、オクラ、バジル、トウガラシ、ダイズ）
秋冬	無肥料・無農薬栽培（ダイコン、ミズナ、ホウレンソウ、ニンジン、ハクサイ、ネギ、ジャガイモ、他）	
2022 年度 春夏	慣行栽培（教育学部学生らがトマト、ナスなどの野菜を栽培）	園芸用土と腐葉土を混ぜたレイズドベッドで栽培（スイカ、キュウリ、パッションフルーツ、スティックセニョール、バジル、シカクマメ、他）
秋冬	学生が区画を分けて個別にそれぞれの方法で栽培（ダイコン、シュンギク、ハクサイ、等）。一部は鶏ふん、油粕などの有機肥料をいれる。	
2023 年度 春夏	慣行栽培（教育学部学生らがトマト、ナスなどの野菜を栽培）	一部、雑草堆肥をいれて栽培（ダイコン、とうもろこし、ミニトマト、キュウリ、ナス、ネギ、サニーショコラ、シソ、他）
秋冬	一部、雑草堆肥を入れて栽培（ハクサイ、ホウレンソウ、ネギ、ダイコン、ラディッシュ、コマツナ、シュンギク）	
2024 年度 春夏	慣行栽培（教育学部学生らがトマト、ナスなどの野菜を栽培）	一部、雑草堆肥をいれて栽培（キュウリ、ナス、バジル、ヒマワリ）
秋冬	一部、雑草堆肥をいれてアカソラマメを栽培	
2025 年度 春夏	慣行栽培（教育学部学生らがトマト、ナスなどの野菜を栽培）	雑草堆肥、腐葉土などを混ぜて栽培（ミニトマト、エゴマ、バジル、ヒマワリ、トウガラシ、他）

3. 堆肥づくり実験

3-1. 雑草堆肥

最初にとりかかったのは、プール南西実践地で刈り集めた雑草を活かした雑草堆肥づくりである。2021年度から開始した。日本の農山村にはかつて「草の口あけ」という言葉が存在したほど野山の草は重視され、堆肥としても活用されていた（島上 2022）。そうした経験をより深く理解するとともに、除草剤が定期的に散布され、廃棄物として処分されているキャンパスの雑草を堆肥化することで畑に循環させて活かしたいと考えた。無農薬、無肥料、除草剤不使用を原則とする自然農、自然栽培の実践者の間では「雑草堆肥」は比較的広く実践されており、さまざまな方法が動画等で発信されていた。それらを参考に、筆者らは以下のようになすめた。

- (1) 学生たちと刈り取った草を木枠の中に集め、足で踏み込む。ジョウロで軽く水をかけ、米ぬかをふりかける。
- (2) その上にさらに草を載せて踏み込み、(1) 同様の作業を2～3回繰り返す、草と米ぬかを層状にする。
- (3) 枠の高さ近くまで踏み込んだら、草が隠れる程

度に土をかけ、ビニールシートをかぶせ、雨を避け水分が安定するようにする。

- (4) 2週間程度たったら、全体を切り返し、空気をいれる。その後1カ月ごとに様子を見ながら切り返し、全体が土状に分解されるまで繰り返す。

2021年6月に始めた際は、3日後にはビニールシートの裏側に水滴がつき、中心部の温度は60度近くまでに上がっていた。2週間後、切り返した際には、白



写真7 刈った草を木枠の中に集め、踏み込む



写真8 2週間ほどすると、中心部は60度弱まで温度が上がり、白いカビ状のものが観察された



写真9 半年ほどすると分解が進み、土状になった

いカビがついていることが確認され、木枠にはワラジムシが大量に発生していた。その後、月1回程度2～3カ月切り返した後はビニールシートをかけたまま放置した。翌年3月には土状になっていた（写真7、8、9）。

こうした雑草堆肥づくりを草刈の後、草がたまると随時行った。土状になった雑草堆肥は適宜、畑に加える形で活用した。

3-2. 生ごみ堆肥（ダンボール・コンポスト）

家庭や生協の食堂から廃棄される生ごみ（食品残渣）も循環しうる有機資源である。キャンパス内の資源循環という意味では、生協食堂からの生ごみの堆肥化が望まれるが、まずは、小規模で家庭でも手軽にできるダンボール・コンポストで、生ごみの堆肥化を試みた。

ダンボール・コンポストも様々な方法がインターネット等で公開されている。筆者らは、神奈川県相模原市が公開している資料を参考に以下のように行った（相模原市資源循環推進課）。

- (1) ダンボール箱（10キロ用みかん箱のような厚いもの）のふたを立て、四隅をガムテープで補強し、ダンボール箱の底に新聞紙を敷く。
- (2) 腐葉土（約10リットル）と米ぬか（約1キロ）、あればもみ殻燐炭（約100グラム）をよく混ぜ、ダンボールに投入する（攪拌を容易にするため、筆者らは大きめの洗濯ネットに入れてからダンボールに入れた）
- (3) ベランダなどの雨の当たらない場所にブロックなどを土台にして、ダンボールをおく（風通しをよくする）
- (4) 日々、生ごみ（肉の骨や貝殻は除く）を入れてかき混ぜる。温度が上がらない場合は、米ぬか



写真10 ダンボールコンポスト



写真11 生ごみ堆肥

節で比較素材としたのは、こうして作成した雑草堆肥と生ごみ堆肥（ダンボール・コンポスト）である。

3-3. キャンパス内の落ち葉からの腐葉土

キャンパス内に溢れる落ち葉活用の可能性を検討していたところ、本学の業務支援室が、キャンパス内の落ち葉を集め、プールの北側の空き地にて腐葉土をつくっていることがわかった。

業務支援室職員と学生補助員らがキャンパス内の落ち葉および刈草を集めて運び入れ、山状に積み上げ、農学部附属農場から出た米ぬかを混ぜ、ビニールシートを被せて時折攪拌しながら熟成させていた。山状の底辺・中心部はすでに分解が進み、黒い腐葉土となっていた（写真 12）。2024 年度からはこの腐葉土をプール南側実践地での堆肥づくり、土づくりに活用している。また、農学部附属農場の米ぬかを一部わけてもらったこととなった。



写真 12 キャンパス内の落ち葉を積んで熟成中の腐葉土

3-4. 愛大周辺のその他の有機物の活用

愛大にある有機物として、馬術部の馬糞を活用した堆肥づくりを学生が検討し、2024 年度に実践した。馬糞、腐葉土、米ぬかを混ぜ、稲藁で覆い、その上からビニールシートをかけ、時折切り返す方法をとっていた。冬場はなかなか温度が上がらず、発酵・分解が進んでいなかったが、半年あまりたった現在は、かなり分解が進んでいる。

この他、コーヒーかす、河川敷のカヤ等の活用などの実験も進行中である（徳島剣山世界農業遺産支援協議会編 2018）。

これらの作成した堆肥の効果について、なんらかの計測・評価方法がないかと検討する中で、資源循環型農業と土壌分析を専門とする甲斐貴光（人間環境大学）の協力を得ることができ、土壌と堆肥成分の比較分析を実施した。次節では、その分析内容と結果をみていきたい。

4. 土壌および堆肥の比較分析

4-1. 土壌分析

本稿で分析の対象とするのは、有機資材（雑草堆肥など）のみを投入して野菜栽培してきた「プール南西実践地」と、主に慣行農法で野菜栽培をしてきた「プール南東実践地」から採取した土壌（主な履歴については表 1 参照）、および、「雑草堆肥」と「生ごみ堆肥」である。2024 年 10 月 16 日、春夏作が終わった後の土壌と、堆肥を採取した。

環境負荷を低減しつつ持続可能な農業を実現するための取り組みが求められている中、有機資材の利用は、土壌の化学性や肥沃度を改善し、化学肥料に依存しない栽培方法を確立するための有力な手法として注目されている。しかし、有機資材の施用が土壌の性質に具体的にどのような影響を与えるのかについては、十分に解明されていない点が多い。特に、土壌中の化学性（栄養塩類の濃度や pH など）および生物性（土壌微生物の活動や窒素循環の活性）の変化に関する研究は限定的である。本節では、雑草堆肥を使用した「プール南西実践地」（以下、「有機栽培区」）と化学肥料を使用した「プール南東実践地」（以下、「慣行栽培区」）の土壌の化学性と生物性の違いを比較し、堆肥施用が土壌の肥沃度および栽培環境に及ぼす影響を明らかにする。また、生ごみ堆肥については、雑草堆肥との成分比較を通じて、将来的な利用の可能性を検討する。これにより、持続可能な農業における土壌管理のための指針を提供することを目指す。

4-2. 材料と方法

1) 土壌の化学性

「慣行栽培区」と「有機栽培区」の畑地の土壌サンプルについては、地表面から数センチメートルの土壌を削り取った後、深さ 15 センチメートルまでの土壌を採取した。土壌の化学性に関する測定項目は、全炭素（Total Carbon：TC）、全窒素（Total Nitrogen：TN）、全リン（Total Phosphorus：TP）、全カリウム（Total Potassium：TK）、C/N 比、硝酸態窒素（NO₃⁻-N）、アンモニア態窒素（NH₄⁺-N）、可給態リン酸、交換性カリウム、pH、電気伝導率（Electrical Conductivity：EC）、体積含水率である。各項目の測定は標準的な分析手法に基づいて実施した。たとえば、TC および TN は元素分析装置を用いて測定し（Jones, 2015）、可給態リン酸および交換性カリウムはブレイ法に従って抽出・測定した（Blake & Hartge, 1986）。また、pH および EC は、土壌懸濁液（1：5、土壌：水）を用いて測定した（Hendershot et al., 2008）。

2) 土壌の生物性

土壌の生物性に関する測定項目は、総細菌数、アンモニア酸化活性 ($\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_2^-$)、亜硝酸酸化活性 ($\text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$)、窒素循環活性評価値、リン循環活性評価値である。土壌中の窒素有機物は、土壌微生物の働きにより以下の分解過程を経て硝酸態窒素に変換されることが知られている。タンパク質 $\rightarrow$ ペプチド $\rightarrow$ アミノ酸 $\rightarrow$ アンモニア態窒素 (NH_4^+) $\rightarrow$ 亜硝酸態窒素 (NO_2^-) $\rightarrow$ 硝酸態窒素 (NO_3^-) である。本研究では、この過程のうち、アンモニア酸化活性および亜硝酸酸化活性を測定することで、土壌中の窒素循環の進行状況を評価した。総細菌数の測定には、土壌中から微生物の DNA を抽出し、環境 DNA (eDNA) 解析法を用いて正確かつ簡便に測定した (Aoshima et al., 2006)。

さらに、アンモニア酸化活性、亜硝酸酸化活性、総細菌数の値を基に三角形のレーダーチャートを作成し、土壌が持つ窒素有機物から硝酸態窒素へ変換する能力を「窒素循環活性評価値」として定量化した。このレーダーチャートでは、三角形の面積が大きいほど土壌中の窒素循環が活発であることを示し、逆に面積が小さい場合は微生物数が少なく、分解が進んでいないことを示す。また、リン循環活性評価は、土壌中のリンの変換能力を評価するため、特に微生物の影響を考慮し、フィチン酸を代表とする有機リン化合物の分解活性を基に実施した。

3) 雑草堆肥と生ごみ堆肥

本稿 3-1、3-2 にある手順で製造された雑草堆肥および生ごみ堆肥の成分分析を実施し、測定項目として全炭素 (TC)、総細菌数、全窒素 (TN)、全リン (TP)、全カリウム (TK)、および炭素と窒素の比率 (C/N 比) を設定した。分析には標準的な測定手法を採用し、成分の比較を通じて、それぞれの堆肥の特性を明らかにした。

4-3. 結果

1) 土壌の化学性の結果

土壌の化学性に関する分析結果を表 2 に示す。「有機栽培区」の土壌における全炭素 (Total Carbon : TC)、全窒素 (Total Nitrogen : TN)、全リン (Total Phosphorus : TP) の各含量は、「慣行栽培区」と比較して、それぞれ約 4.0 倍、約 3.5 倍、約 1.5 倍高い値を示した。また、「有機栽培区」の可給態リン酸、交換性カリウム、電気伝導率 (Electrical Conductivity : EC) の各含量は、「慣行栽培区」に比べて、それぞれ約 1.6 倍、約 8.0 倍、約 1.8 倍高かった。

これらの結果は、「有機栽培区」で施用された雑草

表 2 土壌の化学性に関する分析結果

測定項目	「慣行栽培区」	「有機栽培区」
全炭素 (TC) (mg/kg)	12,400	49,800
全窒素 (TN) (mg/kg)	884	3,060
全リン (TP) (mg/kg)	1,110	1,720
全カリウム (TK) (mg/kg)	3,790	3,690
C/N 比	14.0	16.3
硝酸態窒素 (mg/kg)	0	1
アンモニア態窒素 (mg/kg)	1	1
可給態リン酸 (mg/kg)	745	1,190
交換性カリウム (mg/kg)	56	450
pH	6.8	6.4
EC (mS/cm)	0.08	0.14
体積含水率 (%)	11	19

堆肥が、土壌中の有機物量を増加させるとともに、栄養塩類 (特にカリウムとリン酸) の供給源として機能したことを示唆している。特に、交換性カリウムの大幅な増加は、堆肥中に含まれるカリウム成分の直接的な供給による可能性が高い。一方、「慣行栽培区」の低い値は、堆肥を施用しない条件下での栽培による影響と推察される。さらに、「有機栽培区」での EC 値の増加は、堆肥の施用に伴う土壌溶液中の溶解塩濃度の上昇を反映している可能性がある。このことは、有機栽培において適切な施肥量と施肥方法を選択する重要性を示している。

これらの結果は、有機資材の施用が土壌の化学性に与える具体的な影響を明らかにするものであり、持続可能な農業における土壌管理の一助となる知見を提供するものである。特に、雑草堆肥の利用は、土壌の肥沃度を向上させる有効な手法であることが示された。

2) 土壌の生物性の結果

総細菌数および窒素・リン循環活性評価に関する分析結果は、表 3 に示す。また、「慣行栽培区」と「有機栽培区」における窒素循環活性の比較を示すレーダーチャートは図 2 に、リン循環活性評価値の比較は図 3 に示す。「有機栽培区」の土壌における総細菌数、窒素循環活性評価値、リン循環活性評価値は、「慣行栽培区」と比較して、それぞれ約 1.7 倍、約 3.2 倍、

表 3 総細菌数と窒素・リン循環活性評価に関する分析結果

	「慣行栽培区」	「有機栽培区」
総細菌数 (億個/g)	1.5	2.5
アンモニア酸化活性 (点)	76	63
亜硝酸酸化活性 (点)	13	75
窒素循環活性評価値 (点)	11	35
リン循環活性評価値 (点)	3	15

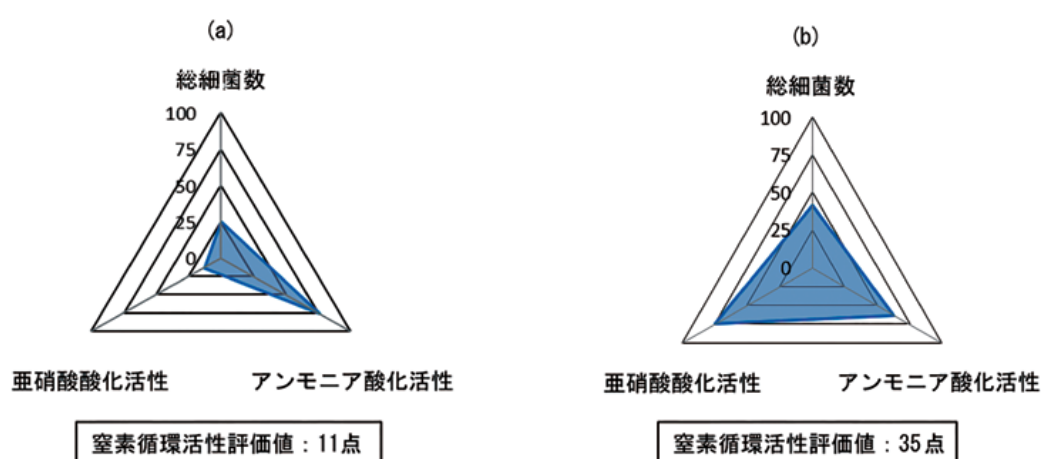


図2 窒素循環活性のレーダーチャート

(a)「慣行栽培区」、(b)「有機栽培区」

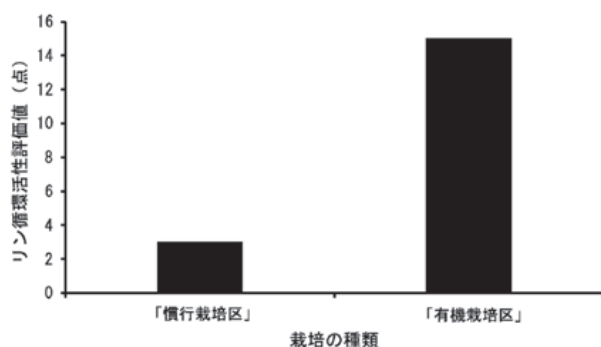


図3 リン循環活性評価値

約 5.0 倍高い値を示した。これらの結果は、「有機栽培区」における雑草堆肥の施用が、土壤中の有機物量を増加させ、それが微生物の活性を促進したことを示唆している。特に、窒素循環活性評価値の大幅な上昇は、堆肥中の有機窒素が微生物活動を通じて効率的に硝酸態窒素へ変換されていることを示している。また、リン循環活性評価値が高い値を示したことは、堆肥中の有機リンが土壤微生物の作用により無機リンに変換され、植物が利用可能な形態として供給されている可能性が高い。一方で、「慣行栽培区」の土壤では、総細菌数および循環活性評価値が低い結果となった。これは、化学肥料中心の施肥により、土壤中の有機物供給が限定的であったため、微生物の活動が制限されたことが原因と考えられる。また、微生物が利用可能な炭素源が不足することで、窒素およびリンの循環が十分に進行しなかったことが示唆される。

これらの結果は、有機栽培における堆肥施用が、土壤中の微生物多様性および機能を活性化し、土壤の生物性を向上させることを示している。また、窒素およびリンの循環活性が高いことは、持続可能な土壌管理

の観点からも重要であり、有機栽培が化学肥料依存型の栽培に比べて環境に優れた選択肢である可能性を示唆している。

3) 雑草堆肥と生ごみ堆肥

雑草堆肥と生ごみ堆肥に関する分析結果を表4に示す。生ごみ堆肥の総細菌数、および全炭素、全窒素、全リン、全カリウムの各含量は、雑草堆肥と比較してそれぞれ約 11.1 倍、約 4.4 倍、6.8 倍、5.4 倍、約 5.9 倍と高い値だった。成分分析の結果、雑草堆肥は全炭素、全窒素、全リン、全カリウムの各含量が生ごみ堆肥と比較して低い値を示した。一方で、C/N 比は雑草堆肥の方が高く、これは堆肥化過程において炭素の分解が進んでいないことを示唆している。総細菌数は生ごみ堆肥で高い値を示し、発酵促進剤として添加した米ぬかが微生物活性を向上させた可能性が考えられる。

これらの結果から、雑草堆肥は炭素含量が高く、土壤の有機物供給源として有効である一方、生ごみ堆肥は窒素や微生物活性が豊富で、速効性の肥料として利用可能であることが示唆された。これにより、両者を適切に組み合わせることで、土壤の化学性および生物

表4 雑草堆肥と生ごみ堆肥に関する分析結果

測定項目	雑草堆肥	生ごみ堆肥
総細菌数(億個/g)	3.1	34.4
全炭素(TC)(mg/kg)	60,000	264,000
全窒素(TN)(mg/kg)	3,590	24,400
全リン(TP)(mg/kg)	2,730	14,700
全カリウム(TK)(mg/kg)	3,740	22,000
C/N 比	16.7	10.8

性を効果的に改善する可能性があると考えられる。

4-4. 考察

本研究の結果から、雑草堆肥と生ごみ堆肥が土壌の化学性および生物性に与える影響について、いくつかの重要な知見が得られた。まず、雑草堆肥を施用した「有機栽培区」では、土壌中の有機物量（全炭素、全窒素、全リン）や栄養塩類（可給態リン酸、交換性カリウム）が顕著に増加したことが確認された。この結果は、雑草堆肥が土壌の肥沃度を向上させる有効な手段であることを示唆しており、特にカリウムとリン酸の供給源として機能したことが分かる。特に、交換性カリウムの大幅な増加は、堆肥中に含まれるカリウム成分が直接的に供給されたことを反映しており、堆肥施用が土壌の栄養供給において重要な役割を果たすことを示している。

土壌の生物性に関しても、「有機栽培区」での窒素循環活性およびリン循環活性の向上が観察された。これにより、雑草堆肥が土壌中の微生物活動を活性化し、窒素やリンが効率的に循環していることが示された。特に窒素循環活性の向上は、堆肥中の有機窒素が微生物の活動を通じて硝酸態窒素に変換される過程が効率的に進行していることを示しており、これにより作物が利用できる形態で栄養素が供給される可能性が高い。

一方で、生ごみ堆肥は、総細菌数や窒素、リン、カリウムの各含量が雑草堆肥よりも高いことが確認された。これは、生ごみ堆肥が窒素や微生物活性が豊富であり、速効性の肥料として利用可能であることを示している。さらに、C/N比が雑草堆肥よりも低いことから、生ごみ堆肥の炭素はすでにある程度分解されており、速やかに土壌に供給されることが予想される。雑草堆肥は炭素含量が高く、土壌の有機物供給源として有効であり、長期的な土壌改良に寄与する可能性が高い。

また、雑草堆肥と生ごみ堆肥の適切な組み合わせにより、土壌の化学性および生物性を効果的に改善できる可能性がある。雑草堆肥は長期的な土壌改良を促進し、生ごみ堆肥は速効性の肥料として即効的な栄養供給を行うため、両者を組み合わせることで、よりバランスの取れた土壌管理が可能となると考えられる。

5. おわりに

本稿では、「愛大マルチスピーシーズ・キャンパス」の実現に向けた取り組みの一つとして、循環型畑づくり（エディブル・キャンパス）に焦点を当てた。特に、キャンパス内外の有機資源を堆肥化する可能性と課題について、土壌分析の結果に基づいて考察した。

土壌分析では、雑草堆肥と生ごみ堆肥が土壌の化学

性および生物性に与える影響を比較し、堆肥施用が土壌の肥沃度および微生物活性を向上させる効果があることを確認した。具体的には、雑草堆肥は土壌中の有機物量を増加させ、特にカリウムとリン酸の供給源として機能し、土壌の肥沃度を向上させることが示された。一方、生ごみ堆肥は速効性の肥料として、窒素や微生物活性が豊富であり、土壌の即効的な栄養供給を促進することが確認された。両者を適切に組み合わせることで、土壌の化学性および生物性を効果的に改善できる可能性があり、持続可能な農業における土壌管理において有効な手法となりうると示唆された。

試行錯誤で進めてきたキャンパス内外の有機資源の堆肥化が、土壌分析から効果があることが科学的データで実証され、雑草堆肥と生ごみ堆肥の特性と活用方法が示されたことは、今後の実践の指針となった。

以上の知見を踏まえ、これまでの循環型畑づくり実践から見えてきた可能性と課題を整理し、本稿の結びとしたい。

第一に、学際的・超学際的連携を促す「バウンダリー・オブジェクト」としての循環型畑づくりの可能性である。農山漁村マネジメントコースの授業の一環としてはじめて循環型畑づくりは、マルチスピーシーズ・キャンパス構想へと連動し、学科・学部を超えた全学的な取組へとつながった。土壌分析を専門とする甲斐との共同研究も、この循環型畑づくりが異なる背景や専門性を持つ個々人が共通の目的のために協力し、相互理解を深める効果的な「バウンダリー・オブジェクト」(Star and Griesemer 1989)として機能することを示している。本稿では触れていないが、これまでの取組を通じて、愛媛県内外の農家、近隣の幼稚園や小学校・高校との連携、そして同様の取組を進める他大学とのネットワークが生まれている。さらに、堆肥づくりの実践過程は、通常であれば嫌悪もしくは関心を向けないムシや雑草や微生物が役割を果たしていることを実感する場となった。その意味において、本活動は学際・超学際といった領域を超え、「マルチスピーシーズ」な連携をも促しうるバウンダリー・オブジェクトとみなせるだろう。つまり本取組が、異なる専門性・関心をもつ人々、さらには多様な生き物を橋渡しする象徴的な実践になりつつあるといえる。

第二に、身近な有機資源の堆肥化のさらなる実践と栽培実験の必要性である。土壌分析により、有機資源の堆肥化の効果が明らかとなったものの、現在の取組は極めて小規模なものにとどまっている。キャンパス内には、雑草や生ごみなど有機物が、まだ大量に廃棄されている現状がある。関心を持つ学生団体（SDGs学生推進室「だいだい」、ECOキャンパスサポーターなど）や個人とゆるやかに連携しながら、実践の仕組

みをいかに作っていきけるかがこれからの課題といえる。また、土壌分析ではより低い数値が表れたものの、毎年化学肥料を投入している「慣行栽培区」での栽培は、「有機栽培区」よりも安定的な収穫をあげているように観察される。「有機栽培区」では固定種や自家採取した種から栽培していることなどの影響も考えられる。今後はより詳細に記録し、比較を行っていききたい。

第三に、コモنزとしての循環型畑の管理をめぐる課題である。キャンパス内の循環型畑は、学生と教職員に利用・管理が委ねられたコモنزである。多様な主体が関わり、特に年次ごとに世代交代していく学生が中心となる中、いかに持続的な利用・管理の仕組みと体制を構築していきけるかが重要な課題となる。これは、地域の土地・資源管理にも多くの共通点を持つ現代的課題といえるだろう。

愛媛大学における「マルチスピーシーズ・キャンパス」を目指した循環型畑づくりは、小規模ながらも、さまざまな今日の課題を実践的に学ぶ場として、多様な連携を育んできた。今後も、学際的、超学際的、そしてマルチスピーシーズな連携を楽しみながら、研究・教育・実践を深化させていきたい。

付記

本稿で論じた実践は、社会共創学部地域資源マネジメント学科農山漁村マネジメントコースをはじめとする学部・学科を超えた多くの学生との協働により可能となりました。また、関係する教職員からの協力と連携、フィールド調査等でお世話になった学外の方々からの貴重な情報や助言に深く感謝申し上げます。

参考文献

奥野克己編（2021）『モア・ザン・ヒューマン マルチスピーシーズ人類学と環境人文学』以文社
相模原市資源循環推進課「はじめよう！生ごみダイエット！」
<https://www.city.sagamihara.kanagawa.jp/kurashi/1026489/recycle/1026496/1013664/index.html>
島上宗子（2022）「暮らしを支えた『原野』—女性たちの語りにみる焼畑と山の草地利用」鈴木玲治他編『焼畑が地域を豊かにする：火入れからはじめる地域づくり』実生社、173-186 頁
徳島剣山世界農業遺産支援協議会編（2018）『カヤに恋して：「家庭菜園のすすめ」』徳島剣山世界農業遺産支援協議会
ルプレヒト研究室 HP：<https://multispecies.city/>

Aoshima, H., et al. (2006) Evaluation of soil bacterial biomass using environmental DNA extracted by slow-stirring method. *Applied Microbiology and Biotechnology* 71 (6), pp. 875-880.
Blake, G.R., & Hartge, K.H. (1986) Particle Density and Porosity. In *Methods of Soil Analysis, Part 1: Physical and Mineralogical Methods* (pp. 377-382). Soil Science Society of America.
Haraway, Donna J. (2007). *When Species Meet*. University of Minnesota Press（ダナ・ハラウェイ（2013）『犬と人が出会うとき—異種協働のポリティクス—』青土社）
Hendershot, W. H., et al. (2008) Soil pH and Electrical Conductivity Measurement Methods. In *Soil Sampling and Methods of Analysis* (2nd ed., pp. 179-185). CRC Press.
Jones, M. (2015) Elemental Analysis of Soil Samples: Techniques and Approaches. *Journal of Environmental Chemistry*, 67 (4), 89-103.
Kohn, Eduardo (2013) *How Forests Think: Towards and Anthropology Beyond the Human*. University of California Press（エドゥアルド・コーン（2016）『森は考える—一人間的なるものを超えた人類学』亜紀書房）
Rupprecht, Christoph D. D. et.al. (2020) Multispecies sustainability. *Global Sustainability*, 3, e34. 1-12 DOI: <https://doi.org/10.1017/sus.2020.28>
Star, Susan Leigh and James R. Griesmer (1989) Institutional Ecology, “Translations,” and Boundary Objects: Amateurs and Professionals in Berkeley’s Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939. *Social Studies of Science*, Vol. 19, No. 3, pp. 387-420
Tsing, Anna (2015) *The Mushroom at the End of the World: On the Possibility of Life in Capitalist Ruins*. Princeton University Press（アナ・チン（2019）『マツタケ—不確定な時代を生きる術』みすず書房）
Yoshida, Aoi and Rupprecht, Christoph D. D. (2025) Multispecies Edible Landscape Design: A Rewilding-Inspired Sustainable Campus Vision for Ehime University, Japan. *Cities and the Environment (CATE)* : Vol. 18: Iss. 1, Article 5.
DOI: 10.15365/cate.2025.180105
Available at: <https://digitalcommons.lmu.edu/cate/vol18/iss1/5>