

里山における生物多様性保全のための ビオトープ作成とリジェネラティブ農業の検討

宇賀 大貴¹ 笹岡 南斗¹ 佐藤 京香¹
竹内 将人² 高木 方隆³ 村井 亮介^{4*}

(受領日：2024年5月31日)

¹ 高知工科大学大学院工学研究科基礎工学専攻社会システム工学コース
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

² 高知工科大学情報学群
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

³ 高知工科大学システム工学群
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

⁴ 高知工科大学地域連携機構
〒782-8502 高知県香美市土佐山田町宮ノ口185

*E-mail: murai.ryosuke@kochi-tech.ac.jp

要約：本稿では高知工科大学で実施されている「里山工学」で行った、ビオトープの設計、施工の手順とリジェネラティブ農業の実験について報告する。近年、人口減少や産業構造の変化にともない、かつての里山は荒廃し、生態系に影響を与えている。そこで、生き物のすみかとなるビオトープの作成に加え、不耕起・無農薬を条件としたリジェネラティブ農業の実験を行った。ビオトープは水温差を生み出すために階段状に掘削を行い、竹で壁面を補強した。完成後はオニヤンマのヤゴをはじめ、トノサマガエルやアカハライモリなど様々な生き物が生息していることが観測できた。リジェネラティブ農業では耕作条件を変えた3区画で栽培実験を行った。その結果、リジェネラティブ農業は収穫量が優れており、今後の持続可能な農法として期待できることが分かった。

1. はじめに

人の手によって管理された森林や農地は動植物の生息地となり豊かな生態環境を支えている。しかし、近年では人口減少や高齢化、産業構造の変化に伴い、かつて管理されていた里山は放置され、そこに生息していた植物や生き物の生態系に大きな影響を与えている。里山に存在した豊かな水田や畑は原生の自然ではないが、森林や草地と隣接することで

多様な生き物の生息地として利用されていた。しかし、耕作放棄地の増加に伴い植生の単純化や、水辺の変化によって生態系が崩壊し、外来種の増加などの問題が挙げられる。また、近年の科学技術発達による農業の生産性向上の反面、里山で行われていた伝統農法は衰退し、里山で栄えた生態系は対応が困難となって衰退の一方であるとともに、農薬が盛んに使用されることで生物多様性の危機が加速している。そこで、本プロジェクトでは農業と生物多様性

が密接に関係していることに着目し、持続可能な農法の検討と生物多様性の保全を目的とした。

持続可能な農法の一つとして近年注目されているのがリジェネラティブ農業である。環境再生型農業とも呼ばれ、不耕起、無農薬を条件とし、自然の力によって栽培を行うといった農法である。加えて、リジェネラティブ農業を行う農地に隣接するように生物が生息できる空間であるビオトープを作成し、互いが影響を与え合うことで生物多様性の保全を図れないか検討することとした。

2. ビオトープ設計

2.1 ビオトープの配置

対象敷地は、香美市土佐山田町中後入に位置する里山研究フィールド仮社殿下の耕作放棄地とした(図1)¹⁾。当敷地は、本プロジェクトの農地として活用する敷地の側に面し、水路からの水が流れ出している場所である。かつては水田として土地利用がなされていた。

2.2 詳細設計

ビオトープの設計に際して、水温の異なるエリアを設けることで、異なる環境条件(水温、水流)を提供する。生態系の多様性を高めることから、深さ0.80m、0.40m、および0.20mの場所を含む設計を行った(図2)。平面の大きさは2.00m×2.00mである(図3)。深さの異なる水域を設けることで、様々な生物が生息できる環境を提供することが可能である。例えば、深い場所(0.80m)は淡水植物に適しており、中程度の深さ(0.40m)は水生昆虫、浅い場所(0.20m)は陸生昆虫の生息に適している。

さらに、竹を用いて壁面を補強した(図4)。竹は自然素材であり、里山でも手に入りやすい材料である。竹は非常に強度が高く、水中でも長期間にわたり安定した構造を維持できると考え、竹を用いた壁面補強を採用した。

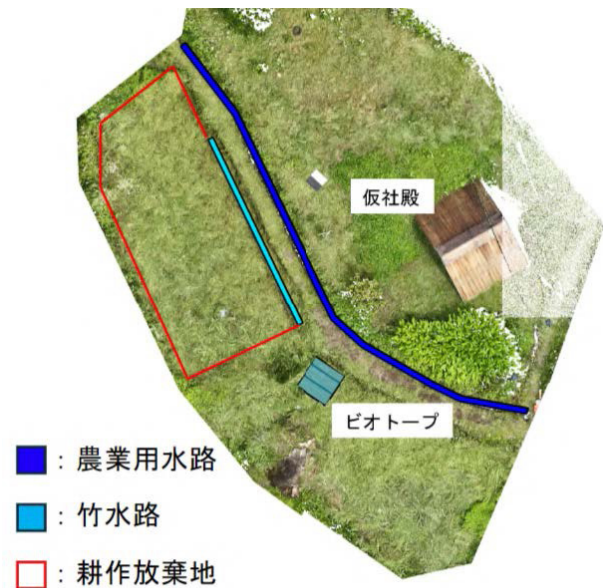


図1. ビオトープの対象範囲

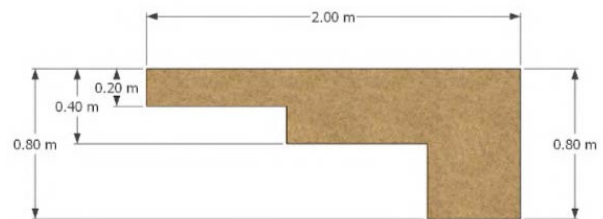


図2. ビオトープ断面図

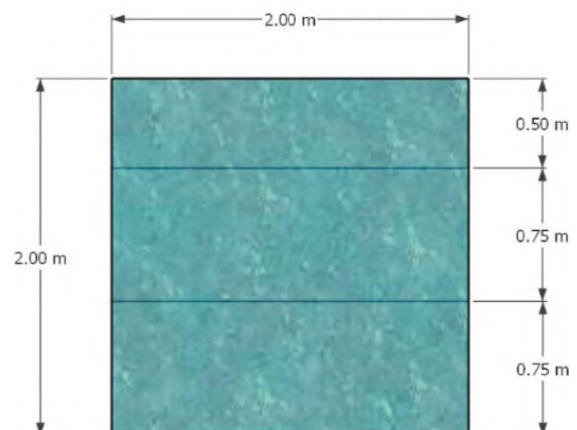


図3. ビオトープ平面図

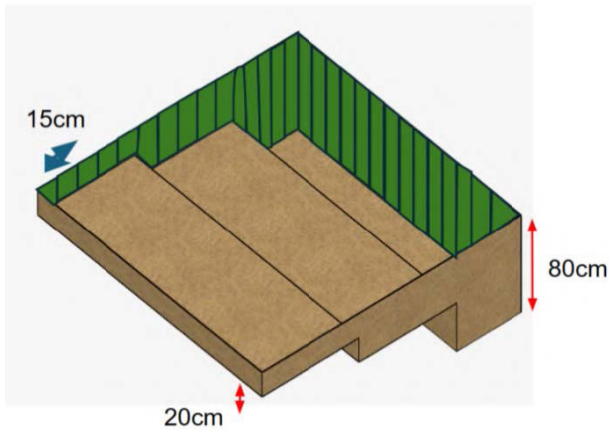
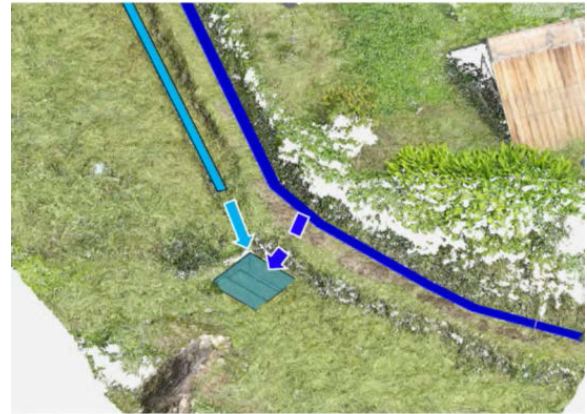


図 4. 竹を用いた壁面補強



■ : 農業用水路
■ : 竹水路

図 5. ビオトープの流入経路の確保

2.3 敷地調査

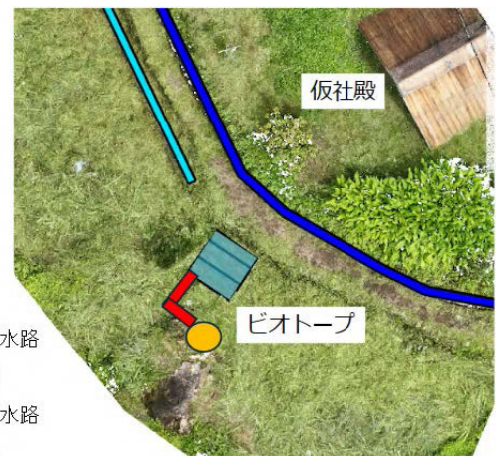
2023年10月に水生生物の専門家である特定非営利活動法人環境の杜こうち所属、石川妙子先生のご協力のもと、対象敷地の生物調査を行った。ビオトープ施工前の調査では、以下の生物を確認することができた（表1）。

表 1. 生物調査観測結果

サワガニ (<i>Geothelphusa dehaani</i>)	日本固有の淡水カニで、清流や湧水地等の水質の良い場所に生息する
シオカラトンボ (<i>Orthetrum albistylum speciosum</i>)	水辺に生息するトンボで、成虫は湿地や池の周辺でよく見られる
アキアカネ (<i>Sympetrum frequens</i>)	秋に多く見られるトンボで、田んぼや池などの水辺に生息する
ガガンボ (幼虫) (<i>Tipulidae sp</i>)	幼虫は湿地や水辺の土壌に生息し、有機物を分解する役割を持っている

2.4 流入経路の確認

ビオトープの施工の初期段階として、敷地内の排水経路の確保が必要だった。雨水や水路からの排水を適切に行えるよう、流入経路（図5）や排水経路（図6）の計画を行った。地形を利用した自然な排水経路を確保し、水の流れがスムーズになるよう計画を行った。



■ : 農業用水路
■ : 竹水路
■ : 排水用水路
● : 排水口

図 6. 排水経路を確保したビオトープ

2.5 試験的掘作

ビオトープ施工に先立ち、試験的掘作を実施することで（図7）、敷地の土壌状態や水の浸透性を確認した。掘作後は穴に水が溜まっており（図8）、排水口まで流れ出していたため、流入から排水まで計画上問題ないことが確認できた。水が溜まることは確認できたため、ビオトープの壁面は竹補強を施し、さらに土嚢袋で補強する計画に変更した。



図 7. 深さ 0.80m の試験的掘作



図 8. 掘作後の様子

2.6 竹の準備

竹はビオトープの構造を担う自然な材料として、さらに生物の生息場所として重要な役割を果たす。里山研究フィールド内で採取できる竹を選び、使用目的に応じたサイズを準備した(図9)。竹の耐久性を高めるために、採取した竹は数日間日に当てて乾燥させた(図10)。

2.7 施工手順

はじめに施工場所の草刈りを行った(図11)。その後、本施工を行い(図12)、染み出し対策(図13)や壁面の竹補強(図14)を施した後に流入口(図15)や排水口確保(図16)を行い、ビオトープは完成とした(図17)。



図 9. 里山研究フィールド内にある竹林



図 10. 数日間乾燥させた竹



図 11. ビオトープ対象敷地に広がるセキショウ



図 12. 本施工の様子



図 16. 排水口の確保



図 13. 染み出し対策



図 17. 完成図



図 14. 壁面の竹補強



図 15. 流入口の確保

2.8 施工後の生物調査結果

ビオトープ施工後は生物調査を行った。施工後から4か月が経過した生物調査では、オニヤンマのヤゴをはじめ、アメンボ、サワガニ、トノサマガエル、アカハライモリの生息が確認できた。今後ビオトープ内での生態系の繁栄が期待できる結果となった。

2.9 施工後の経過観察について

水質や水文環境が地域の生物多様性の差にどのように関連しているのか調査する必要性がある。作成したビオトープにおいて、水温や水深の違いによる水生生物の種類と個体数の比較を行い、今後生物にとって意義ある環境となるようさらなる研究を行っていく。

3. リジェネラティブ農業

3.1 リジェネラティブ農業について

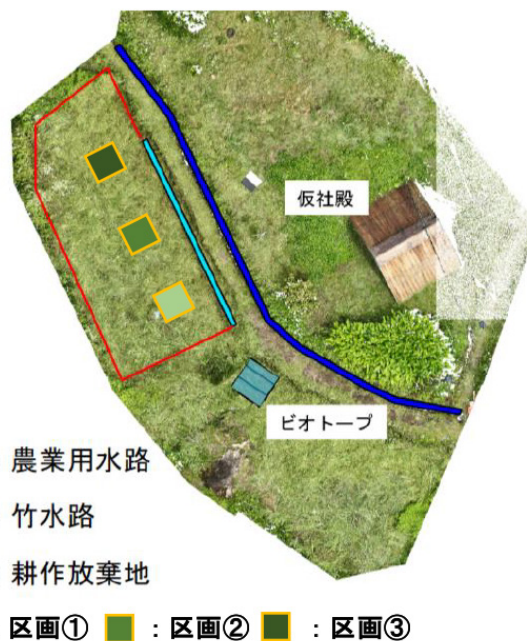
リジェネラティブ農業について文献²⁾を参考に以下にまとめる。

日本語で「環境再生型農業」とも呼ばれる。農地の土壌をただ健康的に保つのではなく、土壌を修復・改善しながら自然環境の回復に繋げることを目指す農業を指す。この農法は土を掘り起こさないことで土壌侵食が軽減され、有機物を多く含む豊かな

土壌に戻り、空気中の炭素をより多く地中に留められるようにする不耕起栽培や主作物の休閑期に土壌浸食防止や雑草の抑制などを目的として、露出する地面を覆うように植物を植える被覆作物の活用、合成肥料ではなく有機肥料を使用し、土壌の健康を改善させるため、作物にかける手間・コストを減少させることが可能である。

3.2 対象敷地

対象敷地は、香美市土佐山田町中後入に位置する里山研究フィールド仮社殿下の耕作放棄地とした(図 18)。当敷地は過去に水田として活用されていたが、現在では荒廃が進み降雨後は沼地となるような状況であった。しかし、前年度の里山工学のプロジェクト¹⁾にて竹水路を作成することで水はけの改善に成功している。そのため本プロジェクトの農地として利用することとした。



- : 農業用水路
- : 竹水路
- : 耕作放棄地
- : 区画① ■ : 区画② ■ : 区画③

図 18. 対象敷地

3.3 実験条件

耕起 3 植物種 (区画①, 図 19)、不耕起 3 植物種 (区画②, 図 20)、不耕起多植物種の 3 条件 (区画③, 図 21) を用いた (表 2)。対象エリアには、里山研究フィールド仮社殿下耕作放棄地を用い、各区画範囲を 1×1m として実験し、ハウレンソウ・コマツナ・コカブの三種の収量を比較した。条件として、耕起 3 植物種 (区画①) は一般的な農法に近い、雑草を刈り取り区画内を耕す方法で、肥料は使わないこととした。不耕起 3 植物種 (区画②) はリジェネラティブ農業の手法を活用し、区画内の雑草は刈り取るが耕さず、肥料として、対象エリア内に自生しているミゾソバやススキを刈り取り区画内を覆うように活用した。不耕起多植物種 (区画③) も区画②と同様にリジェネラティブ農業の手法を活用するが、加えてハウレンソウ・コマツナ・コカブの成長を促進する効果のあるコンパニオンプランツを植え、植物種を増やすため雑草は刈り取らないこととした。

表 2. 実験条件

	耕起 3 植物種	不耕起 3 植物種	不耕起多植物種
耕起	○	×	×
肥料	×	刈草	刈草
雑草	刈り取る	刈り取る	刈り取らない
植物	ハウレンソウ コマツナ コカブ	ハウレンソウ コマツナ コカブ	ハウレンソウ コマツナ コカブ パクチー パセリ ネギ

3.4 発芽・成長量結果

区画①では発芽速度は最も早かったが、途中から成長が止まり、最終的に虫食いの跡も見られた。事前に耕したことにより、種子が土に触れる面積が増え、発芽が促進されたが肥料を与えなかったため、十分な大きさに育たなかったと考えた (図 22)。

区画②では区画①よりも発芽は遅かったが、最終的な成長量や最大収穫サイズも最も大きくなった。刈草が乾燥することで土の菌が活発に活動し、成長



図 19. 区画①



図 20. 区画②



図 21. 区画③

に繋がったと考えられる。慣行農法に最適化された種子は、不耕起地では発芽しづらいが、刈草が土の表面を覆ったことで、土中の温度が安定し、水分量が保たれ大きく成長したと考えた（図 23）。

区画③では発芽も遅く、発芽する個体も少なくなった。区画③は雑草が強過ぎたか、草を被せ過ぎたか、雑草の種類によって影響をうけていると考えた（図 24）。

3.5 収穫量比較結果

区画ごとの収穫量比較を行った（図 25）。

結果として、ハウレンソウやコマツナでは区画②が多く、コカブは区画①が多い結果となった。コカブの区画①と区画②に収穫量の大きな差があったため合計量は結果として区画①が多くなった。区画③においては十分に成長しなかったため、種別の判断が難しく合計値のみの記載とする。



図 22. 区画①収穫時



図 23. 区画②収穫時



図 24. 区画③収穫時

3.6 最大値比較結果

区画ごとに各種収穫した中から質量が最大であった個体を選定し比較を行った（図 26）。その結果、ハウレンソウ、コマツナ、コカブの全種類で最大値は区画②が大きい結果となった。区画③は 3.5 に記載した通り成長が十分でなく計測が不可能であった。

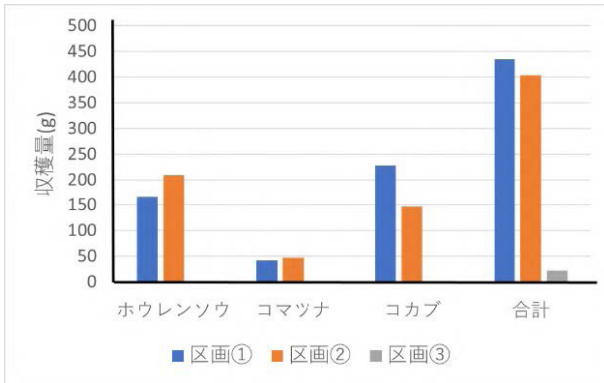


図 25. 区画ごとの収穫量比較

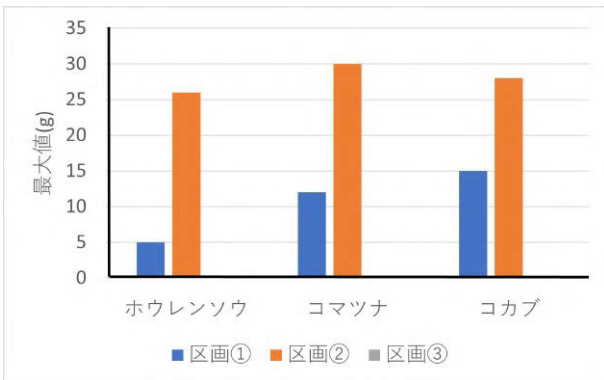


図 26. 区画ごとの最大値比較

文献

- 1) 伊藤優汰, 藤原崇真, 牧田貴一, 若吉慧門, 高木方隆, 村井亮介, “耕作放棄地における竹を活用した水路の設計・施工” 高知工科大学紀要, 第 20 巻, pp. 63-70, 2023.
- 2) ゲイルブラウン (著), 服部雄一郎 (訳) “土を育てる自然をよみがえらせる土壌革命” NHK 出版, 2022.

3.7 まとめ

今回区画を 3 つ用意し、各区画で農法を変えて栽培することで、農法による違いを観測することができた。またリジェネラティブ農業は収穫量や最大値からみても十分な結果となり、効果を実感することができた。

4. おわりに

本プロジェクトでは里山の生物多様性保全のため、生き物の豊かなすみかとしてビオトープの作成、持続可能な農業としてリジェネラティブ農業の検討を行った。ビオトープに関しては施工後、様々な生き物の生息が確認され、今後の生態系構築の期待もできる。リジェネラティブ農業では収穫量からも十分な効果が実感でき、今後の環境に配慮した農法の一つとして期待できる結果となった。

また、今回ビオトープを作成するにあたりご協力いただいた石川妙子先生をはじめ、その他多くの方にご協力いただいた。ここに感謝申し上げます。

Biotope Creation and Regenerative Agriculture for Biodiversity Conservation in “Satoyama”

Daiki Uka¹ Minato Sasaoka¹ Kyoka Sato¹
Masato Takeuchi² Masataka Takagi³ Ryosuke Murai⁴ *

(Received: May 31st, 2024)

¹ Infrastructure Systems Engineering Course,
Graduate School of Engineering, Kochi University of Technology
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782-8502, JAPAN

² School of Information, Kochi University of Technology
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782-8502, JAPAN

³ School of Systems Engineering, Kochi University of Technology
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782-8502, JAPAN

⁴ Research Organization for Regional Alliances, Kochi University of Technology
185 Miyanokuchi, Tosayamada, Kami City, Kochi 782-8502, JAPAN

*E-mail: murai.ryosuke@kochi-tech.ac.jp

Abstract: This paper reports on the biotope design and construction procedures of a biotope and regenerative agriculture experiments conducted as part of the “Satoyama Engineering” program at Kochi University of Technology. In recent years, the decline in population and changes in the industrial structure have devastated the Satoyama, affecting the once thriving ecosystem. In addition to creating a biotope as a habitat for living creatures, we conducted an experiment in regenerative agriculture under no-tillage and pesticide-free conditions. The biotope was excavated in a staircase shape to create a difference in water temperature, and the walls were reinforced with bamboo. After completion, the biotope was observed to be inhabited by a variety of creatures, including dragonfly nymphs, tree frogs, and red-bellied newts. In regenerative agriculture, cultivation experiments were conducted in three plots with different agricultural conditions. The results showed that regenerative agriculture has excellent yields and is expected to be a sustainable farming method in the future.