

令和 2 年 7 月 13 日現在

機関番号：32635

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K00700

研究課題名（和文）震災時に人命を守る自生食用植物の都市型圃場「防災植物園」の創造

研究課題名（英文）A Food Garden for Disaster Resilience, urban edible crop cultivation to protect human lives during disasters

研究代表者

橋田 祥子（Hashida, Shoko）

大正大学・地域構想研究所・研究員

研究者番号：30398903

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,700,000円

研究成果の概要（和文）：2011年の東日本大震災は食料を栽培し備蓄する事の重要性を知らしめた。本研究では農業初心者が農作業や備蓄食料をつくる交流の場づくりを最終目的として、サツマイモ8種、キクイモ、ミニトマト、ショウガ、カボチャ等の平面と立体の粗放栽培を行った。栽培実験の結果から屋上ではプランターの軽量土壌の保水力が少なく灌水装置を作動させても収量が少なく、高温化で裂果と病害虫が多発した。サツマイモの中ではベニハルカとタマユタカが多収で長期保存できた。医用利用が注目されているキクイモは外来種で根茎が広がりすぎる事と食味が悪い点が問題であるという知見を得た。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究の意義は、既存建築屋上に資材を設置して農作物栽培を行うことは、耐震性や台風時の栽培資材の倒壊、飛散など危険かつ、屋上面の高温化で裂果や病害虫発生が多発して収量が少ないという事実を明らかにした点である。環境共生に屋上緑化は寄与するが確実に安全性を確保できる新規建築に限るとか、屋上より先ず地上のアスファルト面を土に戻して農地を増やす事こそ肝要である。

研究成果の概要（英文）：In this study, we did the cultivation experiment conducted on the rooftop, the lightweight soil in the planters had a low water-retention capacity and the yield was low despite the use of an irrigation system. Combined with high temperatures, this resulted in the frequent damage to crops. However, among the sweet potatoes, Beniharuka and Tamayutaka cultivars produced high yields. We observed that the Jerusalem artichoke, which has been grabbing attention for medical use, is problematic because the rhizome has become too widespread as an introduced species. The results clarified that installing cultivation equipment and materials on the roof of old buildings for the cultivation of agricultural products was unsafe, because the buildings may not be quake-proof and typhoons may collapse and scatter the cultivation materials. Moreover, it was clarified that the high temperatures on the rooftop cause frequent occurrences of damaged fruit and pests, resulting in low crop yields.

研究分野：建築環境学

キーワード：ヒートアイランド 都市緑地 屋上緑化 いも類 リモートセンシング

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、研究者個人に帰属されます。

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

我が国はこれまで食物の多くを輸入に依存しており、いかにして、食物を国内で自給自足することができるのかが課題になっていた。この課題は東日本大震災による食物の供給不足を契機にして改めて注目されることとなった。他方、海外に目を転じてみると、都市でも道端に市民が果樹や野菜を植える活動が広がり始めていた。日本では、ヒートアイランド緩和のために、東京都が屋上緑化を推奨して補助事業や緑のカーテンを用いた環境教育を実践しており、環境共生住宅など、屋上に自動灌水装置を設置して農園を整備し居住者の活動の場とする事例も広がりをみせている。こうした背景のもと、先行研究では都市環境における農地増加の効果が検証されてきた。都市における農地の増加は、都市の安全性、防災性、食物自給率の全てを高めることにつながるのみならず、農地による地表冷却(クールルーフ)効果(日本建築学会 2014)もあることが明らかになってきた。都市の中に農地という形で緑地を増やすことは、都市の高温化を抑制すると同時に防災や福祉やセラピー活動の場として十分に活用することの効果があることが造園学、建築学、気象学、地理学の分野で多く議論されてきた。しかし、いずれも公園緑地や街路樹、屋敷林についての実測やシミュレーション研究(三坂ら, 2007)(日本リモートセンシング学会, 2011)(森山, 1999)(Hashida.S 2015)である。では、都市の実際の建物の屋上を使って、農地と同様に野菜や果樹を栽培することはできないのだろうか。できるとしたら、どのような栽培品目であれば、本務を持つ都市生活者が週末農業などの粗放栽培でも野菜や果樹を育てることができるのか。この疑問への解答は、未だに殆ど見られていない。どのようにすれば、都市地域の屋上を利用して、農業に親しんでこなかった都市住民が、気軽に食用植物を育てることが可能になるだろうか。どのような品目が、既存建物屋上での栽培に適しており、そうした環境下で農業を行う際の問題点とは何だろうか。さらに既存の古い建築物の場合、屋上で作物を栽培できるような環境を整備できるのか否か、都市の屋上で安心・安全に栽培を行うために、明らかにしなければならない課題は山積していると考えられる。

2. 研究の目的

上述した問題意識を踏まえ、本研究では、都市環境下の屋上栽培の効果と課題を、具体的に検証することを研究目的とする。そのために本研究では、屋上と露地とで同じ品目を栽培し、効果を比較・検証する。さらに屋上で栽培する際の課題などを明らかにするため、実際に栽培した野菜や果樹を乾燥させて保存食品を試作する。栽培品目については、粗放栽培でも十分に育つことと、機能性の高い植物であること、震災時のカロリー源として飢えを凌ぐのに役立つこと、農業を専門としている農家でなくても育てやすい品目として、1年目は機能性が着目されているベリー類やミニトマト、古来より保存食として痩せた土地で栽培され食品に加工し備蓄しやすいサツマイモや近年医薬品利用が盛んになってきているキクイモ等の芋類を栽培して収量等を比較する。2年目は1年目の栽培結果で収量が多く病害虫に強く外来植物ではないものに絞って栽培を行ない、3年目は台風による被害を減らすための栽培支柱の改善方法を試みてその作業性向上を検討する。農地には、「農作物供給」のほか、「防災機能」や「ヒートアイランド緩和機能」がある。さらに農作業には未病を防ぐこと、すなわち農作業で身体を動かすことや自ら食べる物を育てる喜びや達成感、農地の景観による癒しの効果で薬にたよらず病気を治すことに申請者は着目している。「農業に親しむ作業を生活習慣にできる環境」が増えるように、農作業の実践と環境計測を行う。

3. 研究の方法

(1) 1年目(平成29年度)

都市の中のビルの屋上と郊外の農場で野菜を栽培し、育てやすく、特別なことをしなくても雨水だけでほとんど水やりをしなくても育つ粗放栽培ができる品種を探究した。まずは機能性が高く高い栄養価が期待できる作物品目として芋類(サツマイモ、サトイモ、ジャガイモ、キクイモ)ミニトマト(レッド、イエロー、グリーン)シヨウガ、ソバ、キウイ、ベリー類(ゴールデンベリー、ブラックベリー、ブルーベリー)ハーブ類を栽培した。農地と屋上で同一品目を栽培した。

(2) 2年目(平成30年度)

1年目の栽培結果から小さな種類のミニトマトは裂果が目立ったことから大型の2種類(シリアンルージュ、サンマルツァーノ)とサツマイモ8種類(タマユタカ、ベニハルカ、ベニアズマ、安納、オレンジ芋、パープルスイート、ハロウイーンスイート、紅高系、)を屋上と農地(農場の圃場)で栽培して収量を比較した。また農地のヒートアイランド効果をリモートセンシングデータ解析で明らかにする実験を並行して行った。

(3) 3年目(平成31年度)

平成30年度までの栽培結果で、葉が立体的に層を成すキクイモの地表面温度低減効果が高かったことと、農作業の際、高齢者は特に腰痛被害が多いため、作業効率や収穫のしやすさを考慮し腰を曲げて作業しなくて良い「立体栽培(空中栽培)」の検討が必要であることが示唆された。しかし、現在農業で使われている支柱とアーチとキュウリネットを組み合わせたミニトマトの「ソバージュ栽培」の耐風による倒壊が農家の台風被害で多く報告されている事に加えて農場でも前年度にソバージュ栽培の倒壊被害が見られたため、「耐風性が高い栽培立体」を組み立てて空中栽培を行い、平面的に栽培した場合との作業性を比較した。

4. 研究成果

(1) 平成 29 年度

農場ではサツマイモ、サトイモ、キクイモ、ソバ、ミニトマト、ダイズ、ショウガ、屋上ではハーブ類(ミント、タイム、ローズマリー、カモミール)、ワイルドストロベリー、果樹(イチジク、ブラックベリー、ブルーベリー、ゴールドンベリー)、ミニトマト、ゴーヤを粗放栽培した結果、農場ではサツマイモとキクイモとソバだけが旺盛に育ち、ミニトマトは原種に近い品種だが屋上の高温化が激しかったため、病害虫の被害が大きく裂果も多かった。ショウガは枯死、ダイズは無農薬で害虫が発生し収量が少なかった。キクイモは外来種で根茎の広がりや根の深さが極端に大きく栽培後に完全に除去することが困難であった。屋上ではサツマイモ、キクイモ、タイム、ブラックベリー、ブルーベリー、ゴールドンベリー、ミニトマト、ゴーヤが少量収穫できた。農場と屋上の熱環境測定結果から、作物目間の表面温度の分散分析を行い、栽培作物目間で Tukey HSD 法で種間の放射温度に有意差が確認できた。

(2) 平成 30 年度

屋上での収量は前年同様に少なく、農場ではミニトマトの加熱調理用の中玉のサンマルツアーノとシシリアンルージュが多収であった。サツマイモではタマユタカとベニハルカが多く、次いでベニアズマが多収であった。食味の比較ではタマユタカよりベニハルカ、ベニアズマが甘く、長期保存した場合の低温障害への耐性は、ベニハルカやベニアズマよりタマユタカの方が強かった。

(3) 平成 31 年度

雨水のみで平面的と立体的に栽培した結果、サツマイモについては、平面的に栽培した方が収量が多く、芋のつく場所が土中のため、スイオウのように蔓の長い品種でなかったため、栽培立体全体を葉が覆うことが無く日よけとしての効果も期待外れであった。ミニトマト(サンマルツアーノとシシリアンルージュ)、カボチャ(坊ちゃん、ころりん)については収量は立体栽培の方が多く、果実がどこに着果しているかを見つけやすく収穫しやすかった。

3年間の栽培の結果、以下の知見を得た。

都市の中の既存建物の屋上では積載荷重の制限から十分な土量を確保できないため、郊外の農地での栽培と比較すると収量も品質も劣っていた。近年積載荷重を軽減させるために屋上緑化に多用されている軽量土壌を栽培実験に用いたが水はけが良過ぎて保水力が少なく夏場に自動灌水装置を稼働させていても水分不足による成長不良で収量が少なかった。さらに、屋上コンクリート面が夏季に60℃以上に高温化し、裂果が多く、病害虫も多く発生した。都会の屋上で栽培することは耐震性が絶対前提なため植物の成長に適した水分量の確保には新たな軽量保水性土壌素材開発など工夫をしない限り無理であることが判明した。

雨水だけで生育し、収量が多く、大気を冷やす効果が大きな栽培作物目目は「芋類」で、特に葉面積指数が高いキクイモやサツマイモで土地被覆することが重要であることが示唆された。ヒートアイランド緩和(表面温度の低下)だけに注目するとキクイモとソバの効果が高いが、キクイモは外来種であること、ソバは大面積を必要とするため、食料備蓄(カロリーベース)と比較するとソバよりもサツマイモの効果が高かった。生産緑地が都市を冷やしているかどうかをリモートセンシングデータ解析と実測により明らかにした結果、品目による表面温度の差が確認できた。キクイモは外来種で根茎の広がりや根の深さが大きすぎて栽培収量後に根を取り切ることが困難で、次年度栽培を阻害するという弊害が確認された。一方、屋上でのキクイモ栽培についてはプランター以外に根が出てこず異常な繁茂が起きないことや、屋上が高温度化して他の植物が枯死してもキクイモは一度真っ黒になってもまた雨が降ると緑の葉が生えてくることを確認できたため、外来種であるが医用利用性の高いキクイモの栽培は屋上に適していることが確認できた。

屋上での積載荷重を減らすために土量を控えて面的に広げず立体的に栽培することを検討し実際に市販品の薔薇アーチ(ガゼボ)を用いてカボチャとベリー類の栽培を試みたところ、2018年の台風により薔薇アーチの支柱が一部破損して倒壊し使用できなくなった。また、自動灌水装置もホースが抜けて先端部が破損した。プランターも軽量コンクリート製であったが支柱を繋いでいた部分が支柱により破損した。

本研究成果の意義は、既存建築屋上に資材を設置して農作物栽培を行うことは、耐震性や台風時の栽培資材の倒壊、飛散など危険かつ、屋上面の高温化で裂果や病害虫発生が多発して収量が少ないという事実を明らかにした点である。環境共生に屋上緑化は寄与するが確実に安全性を確保できる新規建築に限るとか、屋上より先ず地上のアスファルト面を土に戻して農地を増やす事こそ肝要である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計0件

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 橋田祥子・矢田祐介・湯川敦之・河鱒実之
2. 発表標題 アルミ遮熱シートを用いた簡易型植物工場の冷房/暖房熱負荷シミュレーション
3. 学会等名 園芸学会（秋季大会）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 橋田祥子・橋本侑樹・大森 宏・山口和貴・井原 智彦・河鱒実之
2. 発表標題 農地のヒートアイランド緩和効果に関する実測研究
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 橋田祥子・大森 宏・山口和貴・井原 智彦・杉村俊郎・河鱒実之
2. 発表標題 農地のヒートアイランド緩和効果に関する研究-人工土地被覆と農地の環境シミュレーション-
3. 学会等名 園芸学会（春季大会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 橋田祥子・大森宏・吉田篤正
2. 発表標題 学校林とビオトープのある大学キャンパスのヒートアイランド緩和効果の評価 東京都市大学横浜キャンパスを事例として
3. 学会等名 日本建築学会
4. 発表年 2017年

1. 発表者名 橋田祥子・橋本侑樹・山口和貴・大森宏・井原智彦・河鱈実之
2. 発表標題 農地のヒートアイランド緩和効果に関する実測研究
3. 学会等名 園芸学会
4. 発表年 2017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
研究分担者	大森 宏 (Omori Hiroshi) (10282691)	東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・助教 (12601)	