

簡易・安価な緑化方法の検討（第1報）

Consideration of Easy and Inexpensive Greening Materials (I)

本田 雄一

Yuichi HONDA

要 旨

都市地域の暑熱環境は、気候変動やヒートアイランド現象により年々悪化している。都市地域の暑熱環境改善には緑化が効果的であるが、設置費用や管理コストが普及の障害となっている。そこで、香川型いちご高設バッグ式溶液栽培システムを参考に、安価な資材で作成したベンチに直接培養土の袋を設置し、自動灌水装置で管理の負担を軽減した栽培方法を開発した。

この方法でいくつかの野菜を栽培したところ、緑のカーテン等にはほとんど活用事例のなかった、おもに、空心菜が非常に有望であることがわかった。また、コンパニオンプランツのようなアレロパシーの影響を受けにくく作目を選定することで、培養土を連続で使用する二毛作が可能であることがわかり、培養土の更新や廃棄のコストをさらに低減することができると考えられた。

Abstract

Climate change and the heat island effect are causing environmental deterioration in cities. Greening is an effective way to reduce the heat in urban areas. But installation and management costs are obstacles to getting started. We developed a cultivation method that reduces the cost of management by placing potting soil bags directly on benches built by inexpensive materials and using an automatic supplying water system.

We tested some plants by this cultivate method, and it was found that Okra and water spinach is superior, which have rarely been used for green curtains. It was also found that can continue cultivation by combining companion plants. By allowing for the continuous use of potting soil, the costs of renewing and disposing of old soil could be further reduced.

キーワード：気候変動適応、栽培ベンチ、緑化資材、低コスト、ヒートアイランド、省エネルギー、熱中症予防

I はじめに

近年の気候変動による気温上昇と、特に高松市などの都市部ではヒートアイランド現象の影響を受け、夏季の最高気温が頻繁に35°Cを超過するようになってきており、これに伴って熱中症搬送者数も年々増加している¹⁾²⁾³⁾⁴⁾。

特に高齢者層は住宅内で熱中症を発症する割合が高く、その多くが一人暮らしで生活支援や年金の受給者、預貯金生活者であるなど、エアコンの適切な使用が困難であった可能性が指摘されている⁵⁾。こうしたことが、エアコンの使用を促す普及啓発活動だけでは行動変容を促すことが困難な一因と考えられる。

香川県における今後の気候変動の予測¹⁾では、最大限の努力を続けたとしても当面は気温の上昇が続くと考えられ、暑熱環境の悪化に伴って熱中症患者数も増加する

と予想されることから、エアコンの使用に消極的で普及啓発の効果が薄い層に対しても訴求できる適応策の開発が必要となっている。

香川県では、ヒートアイランド現象等によって市街地の暑熱環境の悪化が進む中でも、エアコンのエネルギーコストを低減する技術として、簡易で安価に窓の調光と断熱性を改善する装置を検討してきたが⁶⁾、今回は住宅や都市の暑熱環境改善⁷⁾に古くから用いられている緑化技術についても、より簡易で安価に実施できる方法を検討した。

II 材料及び方法

1 材料

樹脂製エアコン架台 因幡電機産業(株) LC-360N

イボ竹 $\phi 16 \times 1500\text{mm}$ 、 $\phi 16 \times 1800\text{mm}$ (ネット設置用)
 防獣ネット 1m幅 20m長 16mm 目合
 培養土 アイリスオーヤマ(株) 容量 20L 元肥入
 殺虫剤 住友化学園芸(株) オルトランDX粒剤
 アース製薬(株) ロハビ[®] 1000ml 入
 緩効性IB肥料 中島商事(株) トヨチューハチパラエース成分/N10・P10・K10-Mg 1
 ソーラー自動灌水装置 ZHMI 10W(IC006)
 ※ 灌水間隔 3、6、12時間、1回の給水時間1~30分で調節ができるもの。
 貯水タンク 容量 200L 以上で遮光性が高いもの。

2 栽培方法

オフィスビル周辺など土壌のない場所で、プランターを使用して植物を栽培する場合、植物への水の供給を安定させるためには多くの培養土が必要で、かつ、休日を含めて連日複数回の灌水作業が必須になる。また、アレロパシーによる生理障害を避けるためには、1作ごとに土を取り換えることが望ましいため、設置や維持管理の労力と費用が大きくなり、緑化推進の妨げとなっている。

そこで、栽培資材のコストを抑え、灌水作業などの労力を極力低減するため、香川型いちご高設バッグ式溶液栽培システム^⑧を参考に、市販の材料を用いた栽培装置(以下「栽培ベンチ」という。)を検討した。

栽培する植物については、緑化による被覆や遮光による熱環境改善効果だけでなく、収穫物が得られるなど、栽培のインセンティブが得られるものを選定し、連日猛暑日となるような過酷な状況下で、本法での栽培性や栽培上の問題点などについて調査した。

また、導入コストの大部分を占め、消耗物品であることから毎年更新が必要な培養土を有効に利用するため、培養土を連続使用した二毛作についても検討した。

(1) 栽培ベンチの構造

栽培ベンチの設置方法を図1に、植物への給水方法を図2に示す。

今回は上図のベンチ1基に培養土3袋を1セットとして、9セットを作成し、図3に示すように香川県環境保健研究センター建物の南側壁面(約14m)に沿って設置した。

ソーラー自動灌水装置(以下「灌水装置」という。)の給水ノズルは培養土1袋に1本ずつ、袋の中心部に設置し、12時間ごとに10分間給水を行う設定(ノズル1本

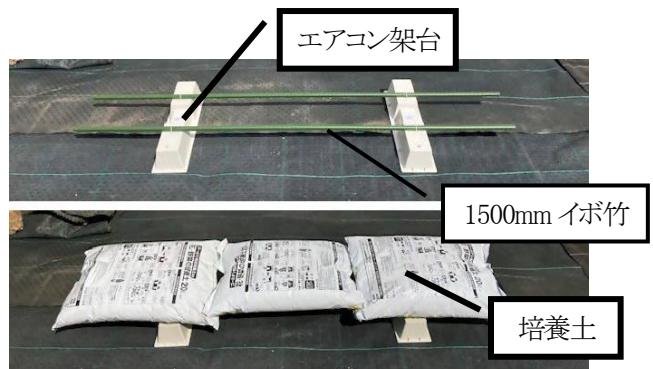


図1 栽培ベンチの設置方法

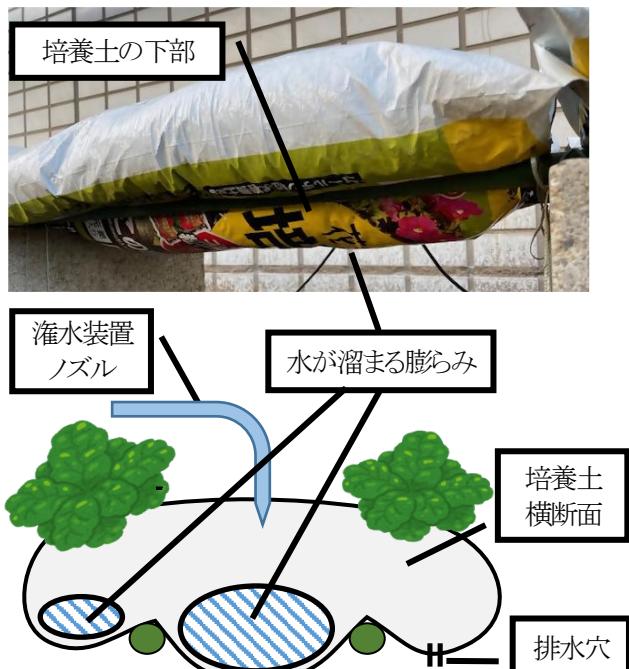


図2 植物への給水方法



図3 栽培ベンチ設置状況

あたり 0.27L/日)で栽培を開始した。

多品目を栽培した場合、植物によって生育速度や適温が違うため、それぞれに適した灌水量の設定が必要になるが、灌水装置のノズルから供給される水量は一定で調

節できないことから、水分不足の状態が顕著になった作目については、ノズルの数を2本に増やし、1回に供給される水量を増やすこととした。

(2) 移植・播種

植物の栽培性は、栽培ベンチ9基のうち8基に8種類の植物を検討し、1基は培養土の連続使用による二毛作の影響について検討した。

栽培する植物は、5月頃に容易に入手可能で、夏期を通じて栽培できそうな品目として、ピーマン、ナス、おくら、ミニトマト、かぼちゃ、四角豆、空心菜、おかひじきを選定した。

また、培養土の連続使用による二毛作の影響を調査するため、前作としてスナップエンドウを栽培し、枯死した後に空心菜を播種し、培養土の劣化やアレロパシーによる影響を調査した。空心菜はサツマイモなどと同じヒルガオ科の植物であり、サツマイモはマメ科植物と相性が良いコンパニオンプランツであることから、空心菜についても前作であるスナップエンドウの影響を受けにくいと予想されたことから選定した。

ピーマン、ナス、おくら、ミニトマト、スナップエンドウは市販のポット苗を使用し、培養土の袋の中心部に7cm程度の穴をあけ、オルトランDX粒剤 約2gを施用した上にポットの土ごと植え付けた。

かぼちゃ、四角豆、空心菜、おかひじきは種子を購入し、かぼちゃと四角豆は培養土の袋の中心部に、空心菜とおかひじきは中心とその周り4か所、計5か所に7cm程度の穴をあけ、オルトランDX粒剤 約2gとともに播種した。

今回使用した培養土には元肥が含まれているが、この肥料は生育初期で肥効が切れるため、徐々に肥効が現れる緩効性IB肥料を株穴あたり15g程度施用した。

III 結果及び考察

1 装置導入費用の比較

栽培ベンチ方式と一般的なプランターでの栽培方法で、導入に必要な物品とコストの比較を表1に示す。

一般的な栽培方法で必要な資材のコストでは、プランターと培養土が大きな比率を占めており、培養土はほぼ使い捨てにされることから、次年度以降も大きな負担となる。いっぽう、栽培ベンチ方式では貯水タンクと灌水装置のコストが大きいものの、プランターが不要で資材も安価なものを使用することと、必要な培養土が少なく

表1 各栽培方法の初期費用

プランター栽培		栽培ベンチ	
プランター 18個	18.0	エアコン架台 18個	2.7
培養土20L 36袋	36.0	いぼ竹 36本	7.2
緩効性IB肥料 5kg	2.8	培養土20L 27袋	27.0
いぼ竹 18本	3.6	緩効性IB肥料 5kg	2.8
植物ネット 1×20m	2.6	リーラー自動灌水器	10.5
殺虫剤等	2.0	給水タンク 200L	8.0
		植物ネット 1×20m	2.6
		殺虫剤等	2.0
合計(千円)	65.0		62.8

済むことでトータルの初期コストは同程度に抑えられた。

培養土の容器包装が太陽光で急激に劣化するため、同様に使い捨てになることから、どちらの方法についても再利用の方法を検討しなければならない。

2 維持管理労力の比較

装置の設置と栽培に係る作業の経過を表2に、作業に要した人数と時間を表3に示す。

表2 栽培の経過(主な作業のタイミング)

月/日	主な栽培作業
4/17	架台組み立て、培養土・給水装置設置
4/18	給水装置配管、播種・苗移植、肥料・薬剤施用
4/28	植物ネット設置
5/26	トマト、なすの給水ノズル追加
5/28	スナップエンドウ うどんこ病防除
6/30	ピーマンの給水ノズル追加
7/11	スナップエンドウの後作に空心菜を播種
8/22	カボチャの給水ノズル追加
8/27	植物の株元に緩効性肥料を15g追肥 ※ 空心菜とおかひじきは土袋あたり30g ナスのハダニ防除
9/5	装置のエラーで9/8朝まで給水停止
9/8	ナスがハダニと給水不足によりほぼ枯死

表3 作業に要した人数と時間(人工)

プランター栽培		栽培ベンチ	
設置 (2人×2時間)	4.0	設置 (2人×2時間)	4.0
施肥 (1×0.5)	0.5	施肥 (1×0.5)	0.5
播種・移植 (1×1)	1.0	播種・移植 (1×1)	1.0
灌水作業 (1×36)	36.0	灌水作業 (1×3.5)	3.5
合計(人工)	41.5		9.0

なお、果実等の収穫作業については栽培する植物によ

って大きく異なることと、プランター栽培と変わりないため、今回の作業時間の比較には含めていない。

装置の組み立て設置作業では、土をほぐしてプランターに移す作業がない代わりに、架台にイボ竹を固定する作業があるため、作業時間はほぼ同じであったが、重量のある培養土を運搬する量が少ないので、作業強度は低くすんだ。

栽培期間の作業のうち、収穫作業を除けば、最も大きい比率を占めるのが灌水作業になるが、一般的なプランター栽培では朝夕2回の灌水作業が毎日必要なため、1回の灌水作業を5分、1日2回、今回比較した栽培期間166日で計算すると約36時間となる。また、灌水作業は毎日必要なため、職場においては休日出勤が必要になり、家庭においても長期間不在にすることができるない。

いっぽう、栽培ベンチ方式では、培養土のビニール袋内に水が溜まる構造になっており、灌水装置によって最大1日8回灌水されることから、必要な作業は数日に1回貯水タンクに給水するだけでよく、1回の作業も5分程度であることから、栽培期間中約40回の給水作業で、合計の作業時間は3時間半となり、一般的な栽培方法の10分の1の作業量であった。

自動灌水装置の給水量は、植物の葉や茎が萎れた状態が見られた場合、給水量を増やすように調整した。全体の生育が遅っている間は給水の感覚を12時間ごとから6時間、3時間と短くし、それでも不足が見られる場合は給水時間を10分から20分に増やした。また、トマトやナス、ピーマン、かぼちゃについては、3時間ごとに20分の給水でも萎れが見られたため、給水ノズルを2本に増やし、供給する水量を2倍に増やす必要があった。2025年は7月から連日猛暑日となり、この際の給水装置の設定は3時間ごとに20分間の給水を行う必要があった。この時期ノズルから供給される水量は2.9L/日で、ノズルを2本にした株には5.8L/日供給されていた。

植物の生育とともに必要な灌水量が増え、猛暑日となって植物の蒸散量が最大になった時期には、貯水タンクへの給水作業が3日に1回必要になったが、土日などの週休日については管理のために出勤する必要がなくなった。また、連休やお盆など長期休暇においては、植物が枯れないレベルを維持する程度まで給水量を下げることで、4~5日間程度は給水を維持することができた。

入手の容易さと設置場所の都合から200Lと小さめの貯水タンクを使用したが、直接給水栓から供給できる灌

水タイマーや、より大型の貯水タンクを利用することで、給水作業の間隔を伸ばすことは可能である。

3 作目ごとの栽培性の特徴と収穫量

今回試験に供した植物について、栽培性の特徴を表4-1~5に、各月の収穫状況を、表5に示す。なお、栽培性については、香川県における本栽培方法による観察結果であるため、地域や環境によって変化するものと考えられる。

表4-1 オクラ

生育	苗を購入できるので育苗の手間はない。植物体全体に細かい毛があり、作業時には手袋と長袖が望ましい。
灌水	少ない水でも枯れにくいが、葉が小さく、少なくなり、実の食感が悪くなるので、生育の確保と食味の向上には水が多く必要。
病害・障害	病気・害虫に強く、生理障害も出にくく育てやすい。
収穫性	気温が高くても結実し、猛暑環境でも継続して収穫できる。収穫のタイミングが遅れるとすぐに硬くなる。認知度が高く、収穫物の利活用に優れる。
遮光性	灌水量が不十分だと頂上部の葉が小さくなり、遮光面積がやや小さくなる。1~1.5m程度の高さまで生育し、株元に分枝が多く発生して、かなり遮光される。

表4-2 空心菜

生育	気温が低いと発芽しないため、室内での苗立てが必要。株がある程度生育すれば、挿し芽でも増やせる。挿し芽はよく活着するが、猛暑の時期は水挿しで発根させてから移植する。
灌水	少ない水でも枯れにくくよく育つ。灌水量を増やすと、さらによく育つ。
病害・障害	病気・害虫に強く、生理障害も出にくく育てやすい。
収穫性	週に1回程度、伸長した茎葉を収穫する。認知度は低いが、癖がなく食べやすいため、収穫物の利活用に優れる。
遮光性	遮光面積は広く、しっかり遮光できる。草丈が0.3~0.5m程度と低いのでグランドカバープランツとして使用する。

表4-3 なす

生育	苗を購入できるので育苗の手間はない。多くの品種にトゲがあり、収穫や管理の際に手袋と長袖が望ましい。
灌水	水を多く必要とするため、栽培初期から点滴ノズルを倍にするなど、灌水量を他の作目よりも多くする工夫が必要。

病害・障害	病気・害虫にやや弱く、薬剤スプレーなどの簡易な防除が必要な場合がある。枝葉が広がると、倒伏防止の支柱が必要。
収穫性	猛暑日が続くと着果が悪くなり、収穫量が激減する。灌水量を増やすと若干改善する。秋まで長期にわたって栽培、収穫が可能。認知度が高く、収穫物の利活用に優れる。
遮光性	概ね草丈1m程度まで生育し、葉色が濃いため遮光性はよい。脇芽を処理しなければ大きく広がる。

表4-4 ピーマン

生育	苗を購入できるので育苗の手間はない。
灌水	水を好む。渴水には耐えるが、収穫量が大幅に減少する。
病害・障害	アレロバシーの影響で実が小さくなる。病気・害虫には比較的強いが、カメムシ等が発生するので、薬剤スプレーなどの簡易な防除が必要になる。
収穫性	猛暑日が続くと着花が悪くなり、収穫できなくなる。認知度が高く、収穫物の利活用に優れる。
遮光性	草丈は1m以上に生育し、葉色が濃いため遮光性はよい。

表4-5 ミニトマト

生育	苗を購入できるので育苗の手間はない。
灌水	水が少くとも生育するが、生育が早いため相対的に多くの水が必要になる。
病害・障害	近年の品種は病気・害虫に比較的強く、育てやすい。枝が果実の重みで折れるため、紐で支柱に吊るなど対策が必要になる。
収穫性	7月下旬まで連日収穫できるが、8月に枯死し始める。認知度が高く、収穫物の利活用に優れる。
遮光性	茎が1本になるよう管理すると2mくらいまで伸びるが、下葉が枯れ落ちるため遮光面積は少なくなる。分枝を残すと草丈は1~1.5m程度に留まるが、横に広がり、遮光性は高くなる。

表4-6 おかひじき

生育	種子が小さく初期成育は非常に遅いが、成長し始めるとよく繁茂して強い。
灌水	少ない水でも枯れにくく、よく育つ。
病害・障害	病気・害虫に強く、生理障害も出にくく育てやすい。
収穫性	猛暑日が続いても安定して収穫できるが、収穫部位(可食部)の見分けがつきにくく、調理時に前処理が必要。認知度が低く、僅かに渋味があるが、比較的利用しやすい。8月上旬に花芽が付き、食べられなくなる。
遮光性	葉が松葉状で遮光性が低いことと、草丈が

	0.2~0.3m程度と低いので、草丈の大きい植物と組み合わせて栽培する。
--	--------------------------------------

表4-7 四角豆

生育	気温が低いと発芽しないため、室内での苗立てが必要。
灌水	水は多めを好むが、生育が遅いため、相対的に水が少くとも育つ。
病害・障害	特に目立った病害虫は発生しないが、アレロバシーと思われる生理障害で葉枯れが散見される。花が暑さに弱く、猛暑日が続くと結実しない。
収穫性	酷暑では花が落ちて収穫が見込めない。アレロバシーによる影響も大きいと思われるが、2025年は収穫が得られないまま終了した。
遮光性	葉の生育が遅く葉色も薄いため、遮光性はやや悪い。2~4mのつるを伸ばすので、うまく誘引すれば効果的に遮光できる。

表4-8 かぼちゃ

生育	気温が低いと発芽しないため、室内での苗立てが必要。
灌水	水はかなり多めを好む。
病害・障害	特に目立った病害虫は発生しないが、肥切れや水不足で、葉がすぐに枯死する。
収穫性	初期生育が良好であれば着果するが、猛暑になると結実が極端に悪くなる。2025年は1玉だけ結実したが、極端な高温になった際に実の接地部分が壊死したため、収穫できなかった。
遮光性	つるが地這い性なので、壁面を緑化する場合は上の階のベランダから垂らす必要がある。葉が大きく遮光性が優れるが、水が少ないとすぐに葉が枯死して遮光性が悪くなる。

表5 作目ごとの月別収穫量 単位(g)

作目	6月	7月	8月	9月	合計
おくら	608	524	478	446	2,056
空心菜	238	1,281	1,420	1,423	4,361
なす	391	50	1,430	0	1,870
ピーマン	909	44	41	568	1,562
ミニトマト	1,043	1,581	48	0	2,672
おかひじき	658	764	0	0	1,422

一般的なプランターに比べ、土の量が少なく、灌水量も生育に必要な限界に近い状態で、根から放出されるアレロバシー物質を洗い流すことができないため、こうした条件への適応力の強さの違いによって、生育や収穫に大きな影響が見られた。

おくらは熱帯地域が原産で暑さに強く、栽培期間を通

じて少ない水でも安定して生育し、早い段階で草丈が1mを越えることから、一定の遮光性を確保することができた。

また、アレロパシーなどの生理障害や病害虫の影響は見られず、期間を通じて安定した収穫が得られ、今回使用した植物種の中では最も有望であった。

空心菜は一般に普及していない野菜であるが、東南アジアでは広く自生、栽培されており、高温多湿を好む性質がある。5月上旬の気温では発芽しにくいため、暖かい部屋での育苗が必要になるが、発芽した後は生育旺盛で、挿し芽で簡単に増やすことができるため、はやく広く被覆することができる。また、今回の試験では途中で灌水ノズルを増やすことなく、比較的少ない水量での栽培としたが問題なく生育したことから、渇水にもかなり耐久性が高いと考えられた。草丈が30~50cmと低いことから、用途としては地面を被覆するためのグランドカバープランツとなる。おくらと同様、アレロパシーなどの生理障害や病害虫の影響は見られず、気温が高くなつた7月以降は安定な収穫が得られ、有望であった。

なす、ピーマンはよく普及している作目であるが、おくらや空心菜に比べて灌水の要求量が多く、猛暑では結実が悪くなること、生理障害や病害虫の影響があるなど、栽培において注意しなければならないポイントが多く、栽培ベンチによる緑化資材として利用するにあたり、こうした問題への対策が必要と考えられる。

ミニトマトは今回の試験で6~7月の収穫量が最も多かったが、8月にはかなり樹勢が落ち、切り戻しを行っても回復しなかった。ある程度知識と労力が必要になるが、頻繁に芽かぎを行えば栽培期間を長くすることができると考えられるものの、「簡易な」栽培方法の観点からは有望度が低いと考えられる。

おかひじきは空心菜と同様に栽培性が優れているものの、葉が針状で遮光性が劣り、また、8月になると花芽が形成されて成長が止まるとともに、食用として利用できなくなる。認知度が低いことから利活用の点でも劣り、空心菜と比較して栽培の優位性がなかった。

四角豆は気温が高くなれば発芽、生育しないため初期生育が遅く、被覆効果があまり得られなかつたうえ、高温による影響と生理障害と思われる落花によって結実する前に9月中旬に枯死してしまい、本法での実用化はかなり困難と考えられた。

かぼちゃは気温が低い時期に培養土の袋に直接播種し

た場合、発芽が悪く初期生育が大幅に遅れることから、暖かい部屋で育苗するか、苗で購入することが望ましいと考えられる。本来、地面を匍匐しながら伸びた蔓から根を張り、水分や栄養分を吸収する性質があるが、根を張れる容量が限られ、培養土の元肥だけでは不足したらしく、葉色が薄いままで生育していたことから、雌花がほとんど形成されなかつた。僅かな雌花の一つは結実したものの、地面を被覆していた黒色の防草シートが高温になり、接触部分が壊死してしまい収穫することができなかつた。

灌水量の調節、肥料効果の維持、結実後の管理方法など、安定的に栽培するためには改良すべき点が多く、普及は困難と考えられた。

4 培養土の有効活用のための二毛作の可能性

スナップエンドウは春から初夏にかけての作目であるため、7月上旬に全体が枯死した。7月11日にスナップエンドウの残渣を除去し、培養土の袋中央の穴(除去跡)と、追加で周辺4カ所に7cm程度の穴を空け、空心菜の種を播種した。土はスナップエンドウの根で固まっているが、播種する部分だけ3cm程度の穴をあけ、周辺の土と残根を崩して覆土するだけとした。

梅雨が明け、暑くなつてからの栽培であったが、発芽に1週間程度時間がかかった。空心菜は収穫した茎を2~3日水に挿しておくだけで根が出るので、育った株があるなら、挿し芽で増やす方が早く展開できる。

その後の生育は旺盛で、前作であるスナップエンドウのアレロパシー等による生理障害は見られなかつた。株がまだ十分な大きさになつてなかつた8月の収穫量は880gであったが、9月は通常のベンチ栽培と同程度の1,448gの収穫があつた。

IV まとめ

今回検討した栽培ベンチ法では、緑化する際に大きなコストを占めているプランターを削減することができ、また培養土についても大幅に減らせることかわかつた。あわせて、培養土より重い資材がなく、作業性を大幅に改善することができた。

ソーラー自動灌水装置と給水タンクが追加コストとなるものの、その後の灌水作業を大幅に低減することができ、猛暑日が連続する場合でも3日に1度、5分程度の給水作業だけでよく、枯死しない程度まで灌水量を減ら

せば、連休日でも出勤の必要がなく、栽培管理については通常の勤務の範囲で、1人の労力で行うことができた。

今回実験した作目の中では、草丈が大きく遮光範囲を確保でき、収穫が安定している「おくら」と、被覆性が高く収穫が安定している「空心菜」が有望であった。

都市や建物の緑化方法を普及させるためには、インセンティブの強化が必要で、このためには、今後も利用できる作目の探索や、なす、ピーマンなどの問題点のある作目の栽培方法の改良を進めていく必要がある。

使用後の培養土については、前作がアレロパシーの強い作目であっても、コンパニオンプランツや影響を受けにくい作目を選定することで、継続して使用できると考えられ、さらにコストと労力の低減が可能と考えられる。

ただし、培養土の袋が紫外線に弱く、2～3年間使用すると破損するため、今後、ビニール袋を代替する栽培方法の検討が必要である。

文献

- 1) 香川県気候変動適応センター：令和5年度国民参加による気候変動情報収集・分析業務成果報告会

資料、(2024)

- 2) 高松地方気象台：香川県の気候変動リーフレット、(2025)
- 3) 香川県：第4次香川県地球温暖化対策推進計画、54、(2021)
- 4) 総務省消防庁：熱中症による救急搬送人員に関するデータ、<https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/post4.html> (2024/3/21 閲覧)
- 5) 東京大学大学院医学系研究科、東京都監察医務院：熱中症で死なせないために エアコンを使いこなせない人を取り残さないように、(2025)
- 6) 本田雄一：窓用着脱式調光シートの開発と省エネルギー効果、香川県環境保健研究センター所報、14, 38-43, (2015)
- 7) 日本ヒートアイランド学会：ヒートアイランドの事典、100-138、朝倉書店(東京都)、(2015)
- 8) 松崎朝浩：イチゴのピート栽培耕—香川型イチゴピート栽培システム、ハイドロボニックス、11, 27-29, (1997)