熱融着性ポリエステル繊維で固化した培地で育苗した花壇苗の特性とこの苗を用いた簡易な壁面緑化の検討

豊原憲子¹⁾・吉川弘恭²⁾・末留 昇³⁾・後藤丹十郎⁴⁾・
南村佐保³⁾・島 浩二⁵⁾

- 1) 大阪府環境農林水産総合研究所 Res. Insti. of Envir., Agric. and Fisheries, Osaka Pref. Govt. toyohara@mbox.epcc.pref.osaka.jp
- 2) (独)近畿中国四国農業研究センター National Agric. Res. Cent. for Western Region
- 3) 京都府農業総合研究所 Kyoto Pref. Agri. Res. Insti.
- 4) 岡山大学大学院自然科学研究科 Grad. Sch. of Natural Sci. and Tech., Okayama Univ.
- 5) 和歌山県農林水産総合技術センター Wakayama Pref. Res. Cent. of Agric., Forestry and Fishery

摘要: 熱融着性ポリエステル繊維を用いて固化した培地は、ポット等の容器を用いない条件でかん水を行っても土が流亡しない特性を持っている。固化培地にセル成型苗を植え付けて栽培を行うと、植物の生長に伴い培地の結合性が強くなり、植物を植えていない状態よりも貫入抵抗値が大きくなった。観賞期間を含めた長期肥効型の被覆肥料をあらかじめ培地内に挿入することで、かん水管理だけで長期間開花を維持できた。三号鉢サイズの固化培地で栽培した花壇苗は一般的な5.5cmピッチのネットフェンスに直接挿入することができ、新たな基盤や土壌を用いずに早期に壁面を緑化することができた。屋外高温条件で培地を湿潤状態に保ちながら送風すると、緑化面付近の気温冷却効果が認められた。

キーワード: 花壇苗, 熱融着性ポリエステル繊維, 固化培地, 壁面緑化

TOYOHARA, Noriko, YOSHIKAWA, Hiroyasu, SUETOME, Noboru, GOTO, Tanjyuro, NAMURA, Sukeyasu, SHIMA, Koji : **Characteristic of the bedding flower seedlings that raised in media hardened by heat fusion polyester fiber and investigation of a simple wall greening method by use these seedlings.**

Abstract : A new media hardened by heat fusion polyester fiber has a characteristic that stanch the flow of media materials by watering. By raising bedding flower seedlings in the media, these materials were bound strongly with the growth of the plant, and penetration resistance of the media grew stronger. Pretreatment of slow release fertilizer for the media, it could keep flowering on the seedlings by only watering. 9 cm diameter size media just fitted on 5.5 cm pitch net-fence. This media was able to make wall greening quickly without using new base or soil. In summer high temperature, to keep the media wet condition and to send wind for them, the temperature of media were cold down and the ambient temperature of greening face was also cold down.

Key words : bedding flower seedlings, heat fusion polyester fiber, hardened media, wall greening

1. はじめに

1990年に大阪で行われた国際花と緑の博覧会以降、花を平面花壇だけでなく、垂直方向に装飾する立体花壇やハンギン

グバスケット等を用いた新たな緑化技術が広く普及し、都市緑化における美観の向上とともに、花壇苗需要が飛躍的に拡大した。90年代後半には景気の停滞とともに公共性の高い緑化における花壇苗需要が減少したが、ガーデニングブームに

支えられ、住宅や商業施設など私有地における花壇苗の利用が拡大した。

2001年に東京都で施設等での緑化義務に関する条例が施行されたことをはじめとして、大都市圏ではヒートアイランド現象の緩和や都市域での自然環境保全を目的とした建築物の緑化に関する条例が相次いで施行され、緑化面積として評価を受けることのできる屋上や壁面の緑化が飛躍的に拡大している⁶⁾。一年性花きを中心とした花壇苗は長期的な緑化素材としてすぐわない点があり、屋上緑化や壁面緑化に関する研究やシステム開発において取り扱われることは少ないが、それぞれの緑化場面における緑の質の向上や憩いの場の創造を目的としたニーズが認められる¹⁰⁾。特に壁面緑化は人の目に触れやすいという点から、商業施設などでは意匠性に対する要求が高いことがあり、装飾性を高める素材として、一年性花き専用の緑化手法を用いた花壇苗の利用が期待できる。

しかし、花壇苗を用いることのできる立体花壇などの現在の緑化手法は、苗を育てるための緑化基盤や容器を取り付けることのできる自立可能な壁面を設置するか、奥行きが確保できない場所には基盤の支持体を建築物の壁面に直接取り付け必要があるうえに、基盤の落下等への安全性の確保を優先するための経費や管理面での課題が多く^{8,9)}、十分な普及には至っていない。

そこで報告者らは、①植物を維持するための基盤を極力削減し、軽量化を図ることによって基盤支持のための重装備を必要としないこと、②万が一の落下物が人に対する大きな危害とならないこと、③意匠性を高めるために自由な発想で植物をレイアウトできることに焦点を絞り、これを実現するための素材として、培地が自由な形状に成型でき、軽量であり、土壌が流亡せず植物の栽培に容器を必要としない熱融着性ポリエステル繊維を用いた固化培地に着目し^{3,7)}、この培地により育成した花壇苗を独立した緑化基盤の単位としてとらえた新たな壁面緑化手法について、既存の垂直面構造物として最も一般的なネットフェンスを用いた壁面緑化の可能性について検討した。

熱融着性ポリエステル繊維を用いた培地固化技術は、栽培用土に特殊な繊維を混ぜて熱処理することで培地をスポンジ状に固めることのできる新たな技術である^{2,4)}。固化した培地の形状が長期間にわたり安定しているため、栽培、利用時にポット等の容器を必要としない。また、ポットを用いないことで培地側面からの水分気化が促されて、従来のポット苗と比べて培地温度が低下することで高温期に植物の生育が良好になることなど、これまでの培地にない特徴を有している³⁾。さらに、栽培する植物の特性や栽培方法、利用目的にあわせて様々な土壌を自由に組み合わせることで固化することができる。このため、用途拡大の他、特殊な栽培技術を必要とせず、従来の苗生産技術による栽培が可能ことから、安価で安定した苗の供給が期待できる^{1,2,4)}。

本研究では固化培地で栽培した花壇苗の特性を活かした壁面緑化での利用方法を検討するために、固化培地の基本的な性質と、利用段階での苗の生育、開花特性を調査した。また、ネットフェンスを用いた壁面緑化実証試験において、ヒートアイランド現象の緩和に寄与することのできる特性として、固化培地の培地温度が低下しやすい性質について、送風処理を行うことで培地温度の低下を促し、培地周辺温度に及ぼす影響についても検討した。

2. 材料および方法

2.1 固化培地の強度

培地固化処理によって作成した培地の外圧に対する強度を明らかにするため、土壌硬度計 (DAIKI 理化製プッシュコーン DIK-5553) を用いて、培地側面の垂直方向からの貫入抵抗値 (単位 mm) を計測した。

試験には三号鉢サイズの固化培地を用いた。固化培地は花壇苗生産において標準的に用いられることの多い、体積比でピートモス 60%、パーライト 20%、パーミキュライト 20% の割合で混合した用土に体積比 3% 量の熱融着性ポリエステル繊維を混和して、三号ポリポット内に 250mL ずつ充填し、熱処理を行って固めたものを使用した。比較対照として、繊維を混和せず固化していない同体積比の混合培地を用いた。

固化培地および固化していない培地ともに、2007 年 8 月 15 日には種したパンジー (*Viola tricolor hort.*) 園芸品種 ‘デルタ・イエローウィズブロッツ’ のセル成型苗を同年 9 月 15 日に植え付けて、花壇苗の出荷段階である開花までは生育を揃えるためにポリポットを用いた同条件で栽培し、開花が始まった後は利用時の条件を想定して、固化培地の苗はポットレスで、固化していない培地の苗についてはポットがある条件で無加温ビニル温室内において管理した。

培地の貫入抵抗値の計測は①植物を植えていない未使用の培地、②セル成型苗の植え付けから 3 ヶ月経過した後の苗、③さらに栽培を継続し、セル成型苗の定植から 5 ヶ月が経過した苗について実施した。計測時の培地水分は、十分にかん水を行った後に 1 時間放置した湿潤条件と、含水率 5% 以下の乾燥条件 (未使用培地については屋内で長期間乾燥条件で保持した状態、植物が植えてある場合には地上部にしおれが発生し、1 日が経過した状態) とした。貫入抵抗値は培地のコーン貫入面の反対側を地面に押しつけた条件で計測した。計測は試験区あたり 10 苗を供試して、各 1 カ所ずつ実施した。

さらに利用段階における落下などの衝撃に対する培地の結合力の変化を明らかにするため、未使用の固化培地および 3 ヶ月経過後の固化培地開花苗について、湿潤条件で地上部 1.5 m からアスファルト面に繰り返し自然落下させた後の貫入抵抗値を計測して、固化培地の結合状態の変化を確認した。

2.2 固化培地の水分特性

固化培地の水分保持特性を把握するために、恒温室内での培地内水分変化を計測した。土壌水分の測定には誘電率土壌水分センサー（デカゴン社製、ECH₂O EC-5）を用いて体積含有率を算出した。試験は気温 30℃、湿度 55%に設定した照度 10,000 Lx 連続照明の人工気象室内で実施した。試験には固化培地および固化していない培地について①植物を植えていない未使用の培地、②2.1 で設定した試験区と同様のセル成型苗の植え付けから3ヶ月経過した後のパンジー苗を用い、十分なかん水を行った後、固化培地はポットレスの状態のまま、固化していない培地についてはポリポットを取り除いて、培地周辺の通風が妨げられないよう 5 mm ピッチの網状トレイの上に培地を置いた。培地中央部に水分センサーを挿入して培地内水分の体積含有率変化を各試験区とも3点ずつ、15分間隔で計測し、平均値を求めた。なお、植物を植えていない固化していない培地は根鉢がないことから土が崩れやすいため、ポットを反転させてトレイの上にそっと土を置き、静かにポットを取り除いて反転した状態のままセンサーを差し込んで計測した。

2.3 培地温度低下特性

2.2 の試験と同じ環境下で、ポリポットの有無が培地温に及ぼす影響について調査した。人工気象室内でポットに入れた状態およびポットレスにした状態の固化培地を網状トレイの上に並べ、培地中央部付近2点にサーミスタ式温度記録計（ESPEC MIC 製、Thermo Recorder Mini RT-30s）を差し込んで温度計測を行った。

2.4 肥効調節型肥料が観賞性に及ぼす影響

壁面緑化において限られた根域での苗の簡易管理を実現するために、固化培地に対する肥効調節型被覆肥料による一発施肥が一年生花きの観賞性に及ぼす影響について検討した。固化培地は肥料の土壌混和が困難なこと、壁面緑化利用時には置き肥が落下しやすいことから、育苗開始時に培地にハサミで切り込みを入れて肥料を内部に挿入する方法で施肥試験を行った。1ヶ月の育苗期間と3~4ヶ月の観賞期間を考慮して140日の肥効期間を有するリニア溶出型の被覆肥料（N・P・K：13-16-10）を用いた。

施肥は、培地あたり 3 g（12 g/L）および 6 g（24 g/L）の2水準を設定した。施肥量の設定は、従来のペチュニアポット苗を使った予備試験を実施し、池田が推奨する一般的な花壇苗への窒素施肥量⁵⁾である 10~15 mg/苗/週を基準とした施肥量 2 g/L を標準として、1.5 倍、3 倍、4.5 倍施肥での結果から、標準量ではやや生育が劣り、4.5 倍量では開花が促されるが苗の初期生育が進んで徒長しやすいことなどを考慮して決定した（データ未掲載）。

供試植物としてペチュニア園芸品種（*Petunia multiflora* Juss.）‘バカラ・ピンク’を用いた。2007 年 4 月 29 日にピート主体のは種専用土を用いて 406 穴セルトレイには種し、無加温ガラス温室内でミストかん水により育苗した。同年 5 月 20 日に三号ポリポットに入った固化培地にこの苗を

移植した。移植後、ガラス温室内の底面給水マット上にポットを置いて、1 日 2 回の給水により栽培した。2007 年 6 月 13 日、開花して出荷段階に達した固化培地苗のポットを取り除き、屋外に設置した底面マット給水システム上に 20 cm 間隔で各区とも 12 苗ずつ配置し、生育、開花状況を調査した。苗は 1 日 2 回の底面かん水で管理した。調査は2週間毎に株径、葉色（SPAD 値：ミノルタ製葉緑素計、SPAD-502）、花数について行った。

2.5 ネットフェンスを用いた壁面緑化の検討

三号鉢サイズの固化培地を基盤とした緑化のための支持体として、既存の壁面の中でも面積が多く、軽量で設置や加工が容易であること、培地の大きさとの適合性が高いことから 56 mm ピッチのネットフェンスを選定した。

試験は大阪府環境農林水産研究所内ほ場（大阪府羽曳野市）及び大阪城公園芝生広場（大阪市中央区）で実施した。羽曳野市試験地内では 1.2 m 高の既存ネットフェンスを利用し 1 m×1 m の規模で、大阪城内試験地では 1.8 m×1.8 m のパネル状に加工して支柱を用いて自立させたネットフェンスを用い、1 マスおきのちどり状に苗をはめ込み（図-5）、上部からのドリップかん水により管理を行った。供試植物としてペチュニアを用い、羽曳野市内試験地では 2007 年 7 月 5 日から 8 月 5 日までの1ヶ月間、高温強日照条件に加えて、日々のかん水や降雨、台風などの気象条件の影響による、苗の落下や植物の枯死あるいは固化培地の経時劣化を観察することで壁面緑化としての適性および問題点を明らかにした。

あわせて、大阪城内試験地では7月25日から8月5日までの12日間、羽曳野市内試験地と同様の調査を実施すると共に、緑化面背後から小型ファンを用いて培地付近で約 3m/s の速度となる送風を行い、前出のサーミスタ式温度記録計を用いて培地温度および周辺温度の計測を行い、一定の風が期待できる条件での培地温低下による緑化面付近の温度への影響を明らかにした。

3. 結果および考察

3.1 固化培地の強度

未使用の固化培地の貫入抵抗値は湿潤条件で 7 mm であり、従来の花壇苗生産においてポット内で根鉢形成が進んだ固化していない培地の 5.8 mm よりも抵抗値が大きかった。セル成型苗植え付け後3ヶ月が経過した固化培地は、貫入抵抗値が 15.6 mm と飛躍的に大きくなり、5ヶ月経過後の調査ではさらに値が大きくなるなど、植物の生長に伴い培地の結合力が強くなった。一方、固化していない培地では植物の生長による培地の貫入抵抗値の増加は小さかった。これは、植物の生長に伴う根の発達による根鉢形成に加え、ポリエステル繊維による培地の結合により貫入抵抗が相乗的に高められたためであると考えられた。

固化していない培地の場合、乾燥によって貫入抵抗値がや

表-1 熱融着性ポリエステル繊維による固化処理が培地の貫入抵抗に及ぼす影響

Table 1 Effect of hardening treatment by heat fusion polyester fiber on penetration resistance of the media

	定 植 前		苗定植 3 ヶ月後		苗定植 5 ヶ月後	
	乾燥	湿潤	乾燥	湿潤	乾燥	湿潤
対照培地	0	0.5±0	7.0±1.0	5.8±0.4	—	—
固化培地	9.8±1.1	7.0±1.0	12.0±0.7	15.6±0.9	14.3±0.7	15.8±1.4

土壌硬度計 (DAIKI 理化製 DIK5553) による貫入抵抗値 (単位: mm)

図-1 落下衝撃による固化培地の貫入抵抗値の変化

Fig. 1 Changes of penetration resistance value of hardened media by drop impact

や大きくなったが、固化培地では土壌が乾燥している場合に抵抗値が小さくなり、培地の結合力は低下した (表-1)。

水分を含んだ固化培地を 1.5 m の高さから落下させて、衝撃による培地の結合力の低下を計測した結果、植物を植えていない条件では、落下ごとに培地の貫入抵抗値が小さくなり (図-1), 2 回目の落下で培地の外観に多くの隙間が生じた。植物が植えてある場合も落下を繰り返すことで培地の貫入抵抗値は小さくなったが、外観上、培地に隙間や亀裂が生じることはなく、強い衝撃に対しても形状を維持することが明らかとなった。

3.2 固化培地の水分特性

図-2 固化培地の水分保持特性

Fig. 2 Water retention characteristic of hardened media

固化培地 250 ml あたりの乾物重は 38g 前後で、これは固化していない培地 250 ml の乾物重と同じであった。また、最大保水時の培地の重さはともに 190 g から 220 g の間にあり、培地の保水量に有意差は認められなかった (データ未掲載)。一方、同じ乾物重の培地を用いて上部から強い水圧でかん水を行った場合、固化していない培地では体積がわずかに減少することに対して、固化培地では繰り返しかん水しても体積の減少は認められなかった。

固化培地は固化していない培地と比較して、やや乾きにくい傾向があった (図-2)。植物が植え付けられ、活発に葉からの蒸散が行われている場合にも、その差は小さくなるが同様の傾向が認められた。固化培地に植え付けられたパンジーは、十分なかん水後、30℃10,000 Lx 連続照明条件下で 40 時間後にしおれが発生した。

人工気象室内で設定したやや高温期の条件では、十分に吸水した培地に植えられたパンジーが 40 時間でしおれたことから、真夏の強日照、高温条件を除き、ポットレス条件では 1 日あたり 1 回程度のかん水により植物を維持できると考えられた。

3.3 培地温度低下特性

人工気象室内温度 30℃に対し、ポット内の培地は 27.5℃前後の温度で推移したが、ポットレスで培地を管理することにより、ポットがある条件よりも 4.5℃低い 23℃となり、室内温度よりも約 7℃低く推移した。ポットレスにした固化培

図-3 ポットレス管理による培地温度低下特性

Fig. 3 Cooling characteristic of potless management of media

図-4 肥効調節型肥料が固化培地で栽培した苗の観賞性に及ぼす影響

Fig. 4 Effect of response controlled fertilizer for admiration characteristics of the seedlings raised in hardened media

品種：ペチュニア ‘パカラ・ピンク’

肥料：肥効調節型被覆肥料（N-P-K:13-16-10 リニア溶出型 140 日タイプ）をセル成型苗植え付け時に培地内に挿入

2007 年 4 月 30 日は種，5 月 25 日移植，6 月 13 日にポット苗はポットに入った状態で，固化培地苗はポットを取り外して屋外底面マット給水システム上におき，以後一日 2 回のかん水で維持した。

地の培地温度は培地表面が白く乾燥し始めた試験開始 20 時間経過後から徐々に上昇し始めたが，調査期間中には急速な温度上昇には至らなかった（図-3）。

3.4 肥効調節型肥料が観賞性に及ぼす影響

屋外底面給水条件に設置して 1 ヶ月間はペチュニア苗の株径が大きくなり，その傾向は施肥量 24 g/L 区でより急速であった。しかし，7 月中旬以降，株の広がりには停滞し，施肥量による生育差がみられなくなった（図-4）。一方，開花数は施肥量にかかわらず調査終了時の 8 月 7 日まで増加し続け，施肥量が多いことで開花数がさらに多くなった。また，施肥量 12 g/L 区で最終調査時に SPAD 値の低下がみられ，葉が退色しはじめたが，施肥量 24 g/L では調査期間中一定水準の葉色を保持した。高温期における 140 日タイプの肥効調節型肥料の溶出期間は設定日数よりも短く 100~120 日程度である。この点を考慮すると施肥量 24 g/L 区では肥効期間中の観賞性を維持することができたが，12 g/L 区では観賞期間後半に肥料が不足して葉色が悪くなり観賞性が低下する結果となった。

壁面緑化における長期観賞性を高める苗の施肥について，高温期には 140 日タイプの長期肥効型被覆肥料を培地 1 L あたり 24 g を与えることで長期観賞性を維持することができ

たが，これは窒素量にして 1 苗週あたり供給量が 39 mg に相当した。地上部大きさとのバランスを考慮する必要があるが，池田が推奨する一般的な花壇苗への窒素施肥量である 10~15 mg/苗/週と比較して約 3 倍量となる。推奨値に近い 12 g/L の施肥量では後半期に葉色や開花数が劣ったが，24 g/L 施肥と比較して前半期の差が小さかった。壁面緑化では植物が想定以上に大きくなると水分管理や観賞性の面で有益であるとはいえない。このことから，今回利用した肥料よりもさらに肥効期間の長い肥料を用いて前半期の窒素量を減らしながら，後半期の肥効を維持することで全体としての施肥バランスを改善できると考えられる。なお，低温期にパンジーを用いた実証試験を実施したが，かん水管理のみにより 3 ヶ月間開花数が増加し続け，栽培期間を含めると示された肥効調節期間中の観賞性が維持された。

3.5 ネットフェンスを用いた壁面緑化の検討

56 mm ピッチのネットフェンス一目あたりの面積はおおよそ 31 cm² であり，三号鉢サイズの固化培地の底面積は 33 cm² で，わずかに力を加えて培地を縮めることでフェンスの目に挿入することができた（図-5）。

苗を挿入する際に，地上部が充分に発達していない苗や培

図-5 ネットフェンスを使った壁面緑化

Fig. 5 Wall greening of the netting fence

図-6 ポットレス培地による周辺空気の冷却効果

Fig. 6 Chilling effect for neighboring air by the potless media

地が乾燥している苗は、着脱時に一部が崩れたり割けたりした。培地高の半分以上を挿入することで、培地からフェンスに対して圧力がかかるとともに重心のバランスがよくなり、力を加えなければ苗が外れない状態となった。苗一つの最大保水時の重量は培地の重さと生長した植物の重さを合わせて 250 g 程度であったことから、図-5 のように一つとばしにネットに苗をはめ込んだ場合、1 m²あたり平均で 79.6 苗を差し込むことができるため、ネットにかかる荷重は 20 kg 程度になる。なお、ネットへの苗の配置は任意に変更することが可能であるため、状況に応じて荷重の調整ができる。

ペチュニア苗を用いた高温期の屋外実証試験を実施した結果、この期間中に 2 度台風が接近し、激しい雨と最大で風速 10 m/s 程度の風（羽曳野市試験地内気象観測データ）が計測されたが、挿入時に培地の一部が崩れた苗を含め、自然に落下する苗はなかった。試験期間中、上部からのドリップかん水によって下部まで自然に落水するかん水方式をとったが（図-5）、かん水量を少なくすると一部で水が不足して枯死した苗があるなど、改善が必要であった。

フェンスに挿入した苗は試験期間中の強風や激しい雨によって落下することはなかったが、この期間の苗の土壌硬度計による貫入抵抗値はパンジー苗での計測値と同様に 15 mm 前後を保持していた。一方、苗の生長が不十分であったり、培地が乾燥した条件ではフェンス挿入時に培地が容易に崩れたこと、苗の落下試験では一定の力が連続的に加わることで培地の結合がゆるんで強度が低下したことを考慮すると、フェンスを支持体として培地固化苗による壁面緑化を実現するためには、設置時の苗の培地は湿潤条件を保持すると共に、苗を十分に生長させて培地の結合力を高める必要があると考えられた。また、苗の抜き差しや強風条件などで外圧が加わる時にも、培地を湿潤状態に保って強度を保持する必要があると考えられた。

大阪城内試験において、培地が十分に湿った条件で緑化面背後から送風することにより、気温に対して培地温が最大で 12℃、日中の平均で 10℃低くなり、緑化面から 10 cm 前方の気温が約 6℃低下した（図-6）。

3.3 の試験結果においてポットレス条件による培地温低下特性は顕著であり、実証試験においても培地温度は有意に低下し、土壌水分の保持と積極的な送風によって壁面緑化付近の温度を下げる効果が認められたことから、この機能を活かした緑化面周辺温度低下についても今後検討の余地がある。

4. まとめ

本研究では、固化培地の基礎的な特性を把握すると共に、この培地で栽培した花壇苗の特性を活かした壁面緑化での利用方法を検討した。肥効調節型肥料の利用と 1 日 1 回程度のかん水管理により、培地の強度を保持しながら固化培地で栽培した花壇苗を一つの独立した緑化基盤として維持すること

が可能であることが明らかとなった。基盤の単位が小さいことから、壁面への重量負荷のコントロールが容易であることに加え、苗が落下しても通行者に対する安全性が高い。また、積極的な送風による培地水分の気化促進による気温冷却効果が得られたことから、壁面のすぐ前にベンチなどを設置すれば、簡易な涼空間の提供が可能となる。

ネットフェンスは既存の垂直面構造物として最も多く、安価で規格も整っていることから、今後は広く普及をはかるために、実用化に向けてさらに研究を進めたい。

引用文献

- 1) 後藤丹十郎・東 千里・島 浩二・森下照久・藤井一徳・元岡茂治・景山詳弘（2004）熱融着性ポリエステル繊維で固化した培地を用いたポットレス花壇苗生産の可能性，園学雑，73 別（1）：161.
- 2) 後藤丹十郎（2006）農業技術体系・花卉編第 2 巻，農文協，194 の 2-194 の 7.
- 3) 後藤丹十郎・大橋佑司・清水 希・森下照久・藤井一徳・石川順也・島浩二（2007）熱融着性ポリエステル繊維固化ポットレス培地で栽培したパンジーおよびプリムラの生育はウォータースペースで改善される，第 1 回日本生物環境工学会研究発表要旨集：300-301.
- 4) 後藤丹十郎・大橋佑司・清水希・森下照久・藤井一徳・石川順也・島浩二（2008）培地の形状，施肥方法，栽植密度が熱有着性ポリエステル繊維固化ポットレス培地で育てたパンジーの生育に及ぼす影響，岡大農学術報告，97：61-67.
- 5) 池田幸弘（2000）花壇苗生産の技術と経営，農文協，80-92.
- 6) 国土交通省都市・地域整備局公園緑地課緑地環境推進室（2007）全国屋上・壁面緑化施工面積調査（平成 12 年～18 年），調査結果の概要：2-5.
- 7) 末留昇・南村佐保・藤井一徳・後藤丹十郎（2007）熱融着性ポリエステル繊維で固化した屋上緑化基盤の特性，第 38 回日本緑化工学会大会研究交流発表会要旨集：20.
- 8) 豊原憲子・川本誓文・越村惣次郎・井本泰造・内山知二（2004）リサイクル基材を用いた垂直面薄層緑化基盤の開発と基盤周囲の温度特性，大阪食とみどり技セ研報 40：12-17.
- 9) 豊原憲子（2006）大阪府の都市緑化技術研究における二つの取り組み，都市緑化技術，59：34-35.
- 10) 豊原憲子・山田英嗣・内藤重之・増井良紀（2007）既存の公開型屋上緑化施設における緑化の目的と維持管理に関する考察，日本緑化工学会誌，33（1）：307-310.

（2008.7.12 受理）