

熱融着性ポリエステル繊維で固化した屋上緑化基盤における一年生草本の施肥管理技術

誌名	近畿中国四国農業研究
ISSN	13476238
著者名	未留,昇 長澤,淳一 豊原,憲子 藤井,一徳 後藤,丹十郎 島,浩二
発行元	近畿中国四国農業研究協議会
巻/号	14号
巻号補足	
掲載ページ	p. 14-19
発行年月	2009年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council
Secretariat



熱融着性ポリエステル繊維で固化した屋上緑化基盤における 一年生草本の施肥管理技術

末留 昇・長澤 淳一・豊原 憲子*・藤井 一徳**・後藤丹十郎***・島 浩二****

京都府農業総合研究所 621-0806 亀岡市余部町和久成 9

*大阪府環境農林水産総合研究所 583-0862 羽曳野市尺度

**みのる産業株式会社 709-0892 赤磐市下市

***岡山大学大学院自然科学研究科 700-8530 岡山市津島中

****和歌山県農林水産総合技術センター農業試験場 640-0423 紀の川市貴志川町高尾

Fertilization Method of Annual Plants in the Base of Rooftop Greening Hardened by Heat Fusion Polyester Fiber

Noboru SUETOME, Junichi NAGASAWA, Noriko TOYOHARA*, Kazunori FUJII**,
Tanjyuro GOTO*** and Koji SHIMA****

Kyoto Prefectural Agricultural Research Institute, Kyoto 621-0806

*Research Institute of Environment, Agriculture and Fisheries, Osaka Prefectural Government, Osaka 583-0862

**Minoru Industrial Company Limited, Akaiwa, Okayama 709-0892

***Okayama University Graduate School of Natural Science and Technology, Okayama 700-8502

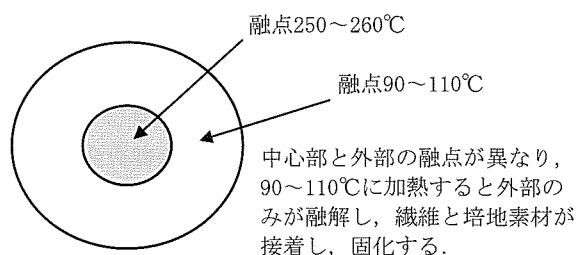
****Agricultural Experiment Station Wakayama Research Center of Agriculture, Forestry and Fisheries,
Kinokawa, Wakayama 640-0423

近年、都市部ではヒートアイランド現象による気温の上昇が認められ、その対策の一つとして屋上緑化が注目されている。2001年の東京都における屋上緑化の義務化¹⁵⁾を始めとして、近畿圏でも兵庫県、京都府、大阪府などで屋上緑化が推進されている^{6, 8, 11)}。

2007年の国土交通省による屋上緑化の現状に関する調査では、屋上緑化に使用される植物の種類は、芝生主体とセダム主体の植栽で5割を超えており、単一品目による植栽の多いことが明らかとなった⁷⁾。一方、屋上に多彩な植物を植え「憩いの場」として積極的に利用する試みもあるが、その割合は低い。種類や花色が豊富な一年生草本は、屋上を「憩いの場」とするための植物材料として利用できると考えられる。一年生草本は園芸店などで花壇苗として販売されており、そのポット苗生産に関する栽培技術の知見は多い。しかし、花壇などへの定植後の栽培管理方法について詳しく検討したものは少ない。また、屋上緑化への一年生草本の利用について、マット植物の選定⁹⁾、土壌厚と生育との関係¹⁴⁾、植物の蒸発散量¹⁰⁾ についてなどの知見はあるが、栽培管理方法の報告は見当たらない。

一年生草本の定植後の栽培管理では、早期に茎葉が地面を被覆し、長期間花が咲き続けることが求められる。また、徒長気味に生育し、草姿が乱れて摘葉や摘心などの管理が増えることは、屋上緑化におけるメンテナンス費用の増加につながり、好ましくない¹⁾。そのためは、定植直後の活着、生育を促進させ、草姿や開花を長期間維持できる管理技術を検討する必要がある。さらに、品目特性を把握し、品目に応じた管理方法を明らかにすることも重要である。

屋上緑化用の基盤として望まれる特性は、培地が軽やかなことが第一にあげられるが、その他にも屋上を緑化する場合、屋上面が地上から高くなるほど風が強くなる傾向にあり、風による資材等の飛散が問題となる。本試験



第1図 熱融着性ポリエステル繊維の断面図

で用いる屋上緑化基盤は、ピートモスやパーライトなどの培地素材に第1図の熱融着性ポリエステル繊維を混和し熱処理することで培地を成型固化したものである（以後、固化基盤とする）。この固化基盤は、水分が飽和している状態でも約40kg/m²と軽く、固化しているため風による飛散を防止でき、さらに降雨による培地の流亡がなく、屋上緑化基盤に適した条件を備えている。そのため、固化基盤はシバ類や多年草の屋上緑化基盤として注目されている。なお、熱融着性ポリエステル繊維は、不織布や紙コップなどの製造時に使用される繊維であり、安全衛生基準に適合しており、燃やしてもダイオキシンが発生しないため、環境に配慮した資材である。

この固化技術を用いたこれまでの研究において、切り花用のカーネーション、シュツコンカスミソウ、ストック、キンギョソウのセル成型苗育苗の培地として利用し、定植後の切り花品質に影響を及ぼさない^{2, 3, 4)}ことが明らかにされている。花壇苗生産では、ポット栽培時の培地を固化（以後、固化ポット培地）した場合のパンジーの栽培について、従来の固化していない培地との生育に違いはなく、また、固化ポット培地に適した灌水や施肥方法⁵⁾が報告されている。さらに、固化ポット培地の利用技術として、直径9cmのポット型の固化ポット培地で育成した一年生草本の苗をフェンスにはめ込み、簡易な壁面緑化を実現している¹⁶⁾。

固化基盤に関して、筆者らは今までに、養水分特性を明らかにし^{12, 13)}、固化基盤における一年生草本の利用を試みた。しかし、サルビアやニチニチソウで活着不良とみられる生育の不揃いが認められ¹³⁾、定植後の活着と初期生育を促す管理方法が課題として残された。

以上のことから、固化基盤で一年生草本を栽培管理する場合、定植後の活着と初期生育を促進させ、長期間にわたって草姿や開花を維持するための管理技術を検討する必要がある。そこで、本研究では、一年生草本を固化基盤に定植し、活着と初期生育を促進させる施肥方法、さらに活着後の施肥方法として省力化、メンテナンス費用の軽減を考慮し、液肥による管理方法を検討した。

なお、本研究は、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業で実施した。

1 材料および方法

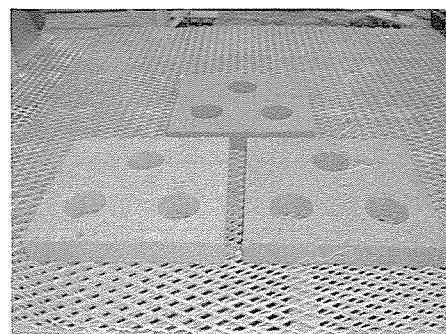
試験1 定植後の施肥方法の違いが活着と初期生育に及ぼす影響

供試品目・品種には、サルビア (*Salvia splendens* Sell ex Rome. & Schult.) ‘カラビニエールスカーレット’、ゼラニウム (*Pelargonium × hortorum* L.H.Bailey) ‘マ

ルチブルームレッド’、ニチニチソウ (*Catharanthus roseus* (L.) G.Don) ‘パシフィカブラッシュ’、パンジー (*Viola × wittrockiana* Gams) ‘デルタプレミアム イエローウィズブロッツ’、ベゴニア (*Begonia Semperflorens-cultorum* Group) ‘アンバサダースカーレット’、マリーゴールド (*Tagetes patula* L.) ‘ボナンザイエロー’の6品目・6品種を用いた。

播種はベゴニアを2007年6月5日、その他の品目を8月8日に行った。鉢上げには、熱融着性ポリエステル繊維を3% (v/v) 添加して直径9cmのポットの形に成型した固化ポット培地（ピートモス6，パーミキュライト2，パーライト2 (v/v)）を用い、ゼラニウムを8月29日、パンジーを9月4日、サルビア、ニチニチソウ、マリーゴールドを9月5日、ベゴニアを9月18日に鉢上げし、全品目を10月5日にガラス室内の栽培ベンチ上で1区6株を固化基盤2枚に定植した。供試した固化基盤は、ピートモス8，パーライト2 (v/v) に熱融着性ポリエステル繊維5%を混和したものであり、サイズが330mm×330mm×50mmで、直径75mmの円形の植穴が3カ所空いた形に成型されている（第2図）。

定植後の施肥として、置肥区と液肥区の2区を設定した。置肥区は、固形肥料1粒（錠剤タイプ、0.87g/粒、N:P₂O₅:K₂O=8:12:10）を定植時に固化ポット培地と固化基盤との間に施肥し、定植後約3週間は平日に手灌水により水のみを基盤当たり500ml/日を基盤中央部に灌水した。液肥区は、園試処方培養液（N100:P17:K129）を窒素濃度30ppmに希釈し、定植後約3週間で置肥区と窒素施用量が同じになるように設定し、置肥区と同様な方法で基盤当たり500ml/日を施用した。その後は、両区とも園試処方培養液を窒素濃度30ppmに希釈し、基盤当たり500ml/日を平日に手作業にて施用した。調査項目は、生育（草丈、株径（株の長径）、葉色（上位の完全展開葉））、地上部乾物重とした。また、マリーゴールドでは、茎径、花径、花数についても調査した。さらに、置肥区で供試した固形肥料の養分の溶出を調査するため、直径9cmのポリエチレン製ポットに固化してい



第2図 供試した固化基盤

ない培地を充填し、1粒を置肥して1日に1回100mlを頭上灌水し、鉢底から溶出した溶液のEC値を測定した。

試験2 活着後の液肥の窒素濃度の違いが生育に及ぼす影響

供試品目・品種は、試験1の中から春夏期に生育する一年生草本のサルビア、ゼラニウム、ニチニチソウ、ベゴニアの4品目・4品種を用いた。播種は、ベゴニアを2008年2月27日、その他3品目を3月11日に行った。鉢上げは、試験1と同じ固化ポット培地に、ゼラニウムを3月31日、サルビアを4月8日、ベゴニアとニチニチソウを5月7日に行った。その後、品目毎に開花株を定植し、定植日はサルビアとゼラニウムが6月6日、ニチニチソウが6月30日、ベゴニアは7月3日とした。定植方法は、露地のアスファルト路面上に、下から防水シート、排水ボード、防根シートを敷き、その上に固化基盤を設置し、さらに基盤の中央に点滴チューブを設置した(第3図)。1区9株を固化基盤3枚に定植し、その時、置肥として試験1と同じ固形肥料1粒を施用した。液肥は園試処方培養液(N100:P17:K129)を希釈して、窒素濃度30ppm, 50ppm, 70ppm(以後, N30, N50, N70)にした培養液を、6月中旬から9月中旬(調査終了時)までタイマー制御にて毎日数回に分けて給液を行った。定植後の初期生育時には150~200ml/株/日を、生育に従って給液量を増やし、梅雨明け後の最も蒸散の激しい高温期には約400ml/株/日を給液した。調査項目は、生育(草丈, 株径(株の長径), 葉色(上位の完全展開葉)), 被覆率(基盤の面積に占める茎葉の被覆割合), 地上部乾物重とした。

2 結 果

試験1 定植後の施肥方法の違いが活着と初期生育に及ぼす影響

全品目で置肥区は液肥区に比べ、草丈, 株径, 地上部乾物重が大きくなる傾向にあった(第1表)。特に、ゼラニウム, ベゴニア, マリーゴールドでは、置肥区の地上部乾物重が有意に重くなった。葉色については、サルビア, ニチニチソウの置肥区で濃くなったが、その他の品目では施肥方法の違いによる差は認められなかった。マリーゴールドでは有意差はなかったが、液肥区の茎径が小さく、蕾の発達に伴い茎への負荷が大きくなり、頭上灌水により茎が折れる品質的な問題も明らかになった(第2表)。各品目の葉色の推移は、両施肥区で同様な傾向を示したため、置肥施用による葉色の推移のみを第4図に示した。サルビアでは、他の品目と異なり、両施肥区とも定植1ヶ月後の葉色が薄くなり、肥料不足が示唆された。その他の品目では、葉色の変化が少ないか、濃くなる傾向にあった。

固形肥料を直径9cmのポットに施用した場合、肥料成分の溶出は、2回目の灌水でEC値は約2.0dS/mとなり、



第3図 固化基盤の設置方法

第1表 施肥方法の違いが生育に及ぼす影響

品目・品種	施肥	草丈 (cm)	株径 (cm)	葉色 (SPAD)	地上部乾物重 (g/株)
サルビア	置肥	22.2 n.s.	20.8 n.s.	37.2 *	2.93 n.s.
‘カラビニエールスカーレット’	液肥	20.7	18.3	33.2	1.62
ゼラニウム	置肥	14.8 **	24.2 n.s.	40.9 n.s.	5.05 **
‘マルチブルームレッド’	液肥	12.7	22.0	41.4	3.46
ニチニチソウ	置肥	13.8 n.s.	16.8 n.s.	58.2 **	2.43 n.s.
‘パシフィカブラッシュ’	液肥	12.4	16.2	51.0	2.14
パンジー	置肥	8.8 n.s.	17.8 n.s.	47.4 n.s.	1.96 n.s.
‘デルタプレミアイエローウイズ’ブロッサ’	液肥	8.6	16.0	47.9	1.42
ベゴニア	置肥	10.5 **	20.4 n.s.	37.2 n.s.	2.03 *
‘アンバサダースカーレット’	液肥	8.4	18.2	31.7	1.52
マリーゴールド	置肥	18.7 n.s.	20.0 n.s.	46.6 n.s.	5.17 **
‘ボナンザイエロー’	液肥	17.2	18.7	45.2	3.34

定植: 10月5日

調査: 草丈, 株径, 葉色11月6日, 地上部乾物重 11月8日

n.s., *, **: t検定により有意差なし, 5%および1%水準の有意差あり (n=5)

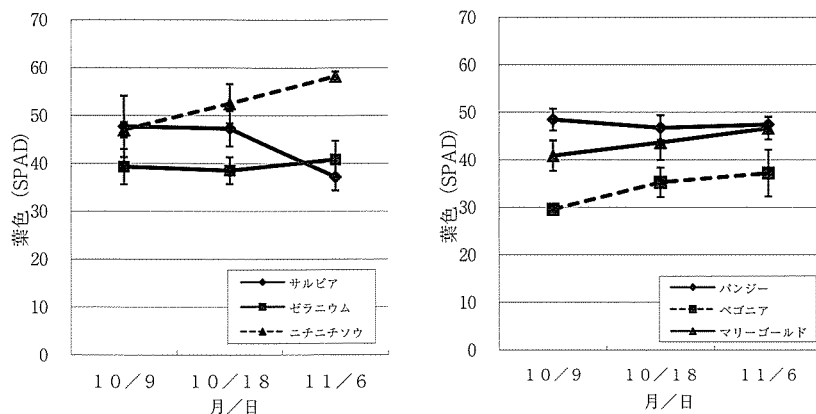
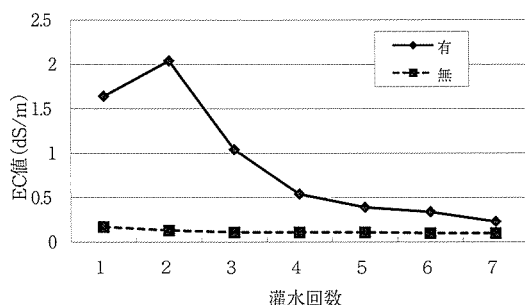
第2表 マリーゴールドの施肥方法の違いが生育に及ぼす影響

施肥	茎径 ^a (mm)	花径 (cm)	花数 (個/株)
置肥	4.7 n. s.	6.1 *	10.0 n. s.
液肥	3.8	5.5	7.6

調査日：11月6日

a：茎径は最も下から発生した分枝直下で計測した

n. s., *: t検定で5%水準で有意差なし, あり (n=5)

第4図 置肥施用による葉色の推移
(平均値±SD, n=6)

第5図 固形肥料施用の有無による灌水後の鉢底から溶出した溶出液のEC値

9cmポットに固化していない培地を詰め固形肥料を1粒施用,1回に100mlを灌水し,鉢底からの溶出液を調査した。灌水時以外は,20℃恒温室で管理した。

灌水開始後の早期に多くなることが確認された(第5図)。

試験2 活着後の液肥の窒素濃度の違いが生育に及ぼす影響

各窒素濃度区の給液量が,ほぼ同じになるように調整したが,厳密な管理は難しく,結果として6月19日から9月18日まで給液期間の窒素施用量はN30で765mg/株, N50で1,289mg/株, N70で1,952mg/株となり,濃度比のN30:N50:N70=1:1.7:2.3と比較し, N50はほぼ設定どおりに施用でき, N70は2.6倍と多くなった。露地での試験のため,給液以外に降雨による水の供給もあり,第6図に試験期間の降雨量を示した。8月上旬と9月上旬以外,降雨日数,降雨量が多く,降雨によ

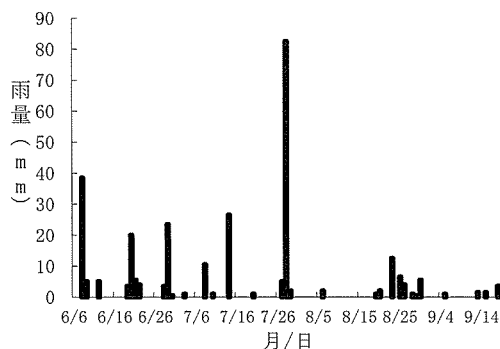
る水の供給が多かった。8月上旬と9月上旬は数mmの降雨量であったが,その他の時期は30mm以上あり,特に7月下旬は90mmの降雨量があり最も多かった。

8月上旬の生育は,ゼラニウム,ニチニチソウでは,窒素濃度が高いほど草丈,株径が大きくなり,ペゴニアでも窒素濃度が高いほど株径が大きくなった(第3表)。

しかし,サルビアでは窒素濃度と生育との間に明らかな傾向は認められなかった。葉色は窒素濃度が高いほど濃くなる傾向にあり,特にニチニチソウではN70で有意に濃くなった。

8月上旬の被覆率は,いずれの品目も窒素濃度が高いN70で最も高く,ゼラニウムを除いて,80%以上となり, N30でも70%以上であった(第7図)。ゼラニウムではN70でも約60%と低かったが,9月中旬には100%になった。しかし,9月中旬でもN30では約30%, N50で約70%と低かった。

地上部乾物重は, N30に対して, N50とN70で大きくなる傾向にあったが, N50とN70の差は,ゼラニウムを除いて,小さい傾向にあった(第8図)。特に,ニチニ



第6図 栽培期間中の降雨量(6/6~9/18)

* 研究所内での観測値

第3表 液肥の窒素濃度の違いが生育に及ぼす影響

品目	窒素濃度 (ppm)	草丈 (cm)	株径 (cm)	葉色 (SPAD)
サルビア	30	24.3 a ¹	22.5 a	44.8 a
	70	25.0 a	24.0 a	52.5 a
	50	24.0 a	23.8 a	47.5 a
ゼラニウム	30	16.0 a	12.3 a	24.8 a
	50	17.3 ab	14.3 a	28.1 a
	70	19.2 b	19.2 b	34.2 a
ニチニチソウ	30	19.8 a	24.5 a	39.4 a
	50	23.7 b	34.5 b	37.4 a
	70	25.5 b	31.8 b	45.1 b
ペゴニア	30	19.0 a	21.0 a	— ²
	50	22.0 a	22.3 ab	—
	70	20.7 a	25.7 b	—

調査日：8月8日

1：同一品目,同一カラム内で異なる異文字を付した処理間にScheffeの多重比較により有意差(p<0.05)あり(n≤6)

2：測定せず

チソウでは、N30に対して、N50とN70で有意差が認められた。ゼラニウムでは、N70がN30、N50に対して有意に重くなった。

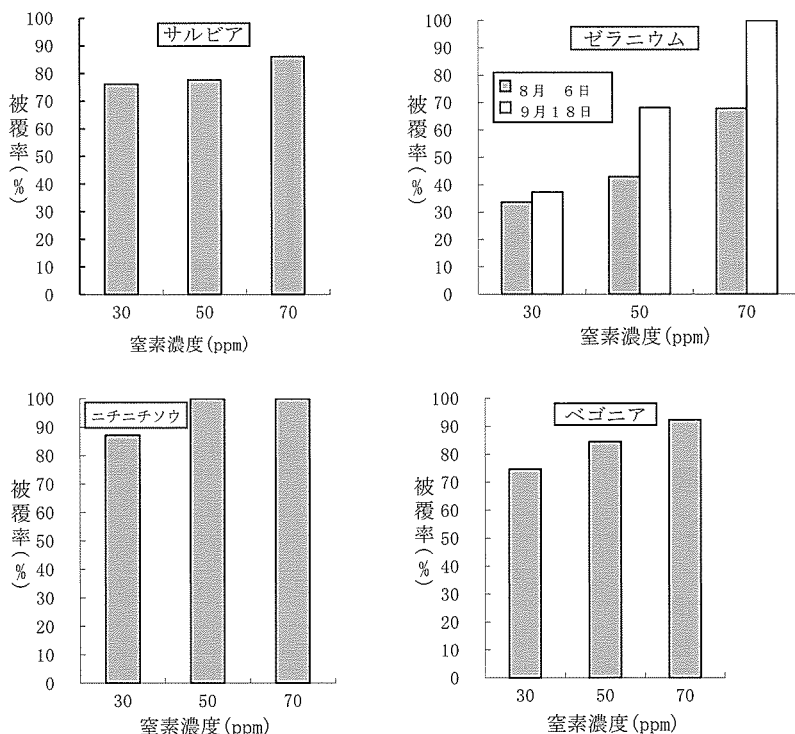
3 考 察

屋上の「癒しの場」を作り出すため、多彩な植物の植栽が所望されている。特に、季節感を醸し出す一年生草本の利用が期待されている。屋上緑化基盤として必要とされる軽量で培地が飛散しない等の条件を備えている固化基盤における一年生草本の活着を高めるため、試験1において定植後の施肥方法の違いによる活着と初期生育を調査した。

定植時に固形肥料を株元に施用した場合、液肥施用より初期生育が旺盛になった。これは、固形肥料の施肥位置が株元であり、施肥後の早期に肥効が高まったことから、養分が速やかに植物に供給されたためと考えられる。筆者らは、固化基盤の中央部に点滴チューブを配置し液肥を施用した場合、固化していない基盤に比べて、基盤中の NO_3^- 濃度は孔から5cmの距離までの差は少なかったが、10cmでは4分の1程度になり、固化基盤では肥料成分の拡散範囲が狭いことを明らかにした¹³⁾。このことから、固化基盤での定植直後の施肥方法として、活着の促進と初期生育を旺盛にするために株元近辺へ重点的に施肥する必要がある。また、株の大きさだけでなく、

マリーゴールドでは置肥施用で茎が太くなり、品質が向上した。以上のことから、一年生草本の定植直後の固形肥料の施用は、生育促進と品質向上に効果が高いことが示唆された。

屋上緑化場面では、省力化のために灌水チューブを張り巡らし、灌水や液肥による施肥が行われていることが多い。そのため、長期間の施肥管理には、液肥の施用が適していると考えられる。そこで、試験2では液肥の窒素濃度の違いによる生育への影響を検討した。サルビア以外の品目では、窒素濃度が高いほど草丈や株径が大きくなる傾向にあった。被覆率は窒素濃度が濃いほど高くなったが、ゼラニウムを除いて、その差は小さかった。地上部乾物重は、窒素濃度30ppm区に比べ、50ppm区、70ppm区で大きい傾向にあった。しかし、ゼラニウムを除いて、50ppm区と70ppm区との差は小さかった。これらの結果から、一年生草本の実用的な施肥管理は、窒素濃度50ppmの施用を基本とすることが適切であると考えられた。しかし、ゼラニウムでは窒素濃度70ppmで最も生育が旺盛であることから、50ppmでは不足していると判断できる。実際の植栽では、花壇に数種類の品目を混植しており、品目毎の肥料濃度管理は実用的でない。そこで、ゼラニウムのような多肥を好む品目も同時に植え付ける場合には、省力化を考え合わせると植え付け時の株元周辺に緩効性や遅効性の肥料を散布する方法で生育が確保できると考えている。

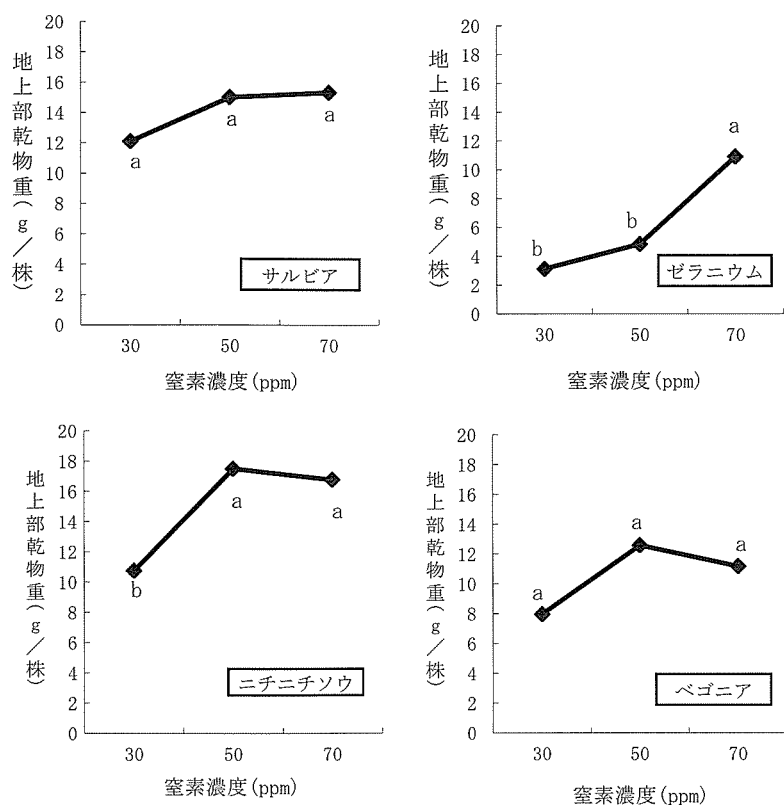


第7図 液肥の窒素濃度の違いによる被覆率

調査日：ゼラニウム以外は、8月6日に調査

緑化用草種として一年生草本を用いる場合には、植え替えが前提となる。固化基盤では、観賞が終わると植え穴から抜き取り、そこに新しい苗を植える方法を採用した。当初は、植え替え時に植え穴が崩れることを危惧したが、基盤とポットとの間をナイフ等で切れ込みを入れることで、植え穴を崩すことなく、植え替えが容易に行えた。従って、基盤ごと取り替える必要はなく、苗だけの交換で対応できることが判明した。一方、固化していない基盤では、苗を引き抜く時に根と培地が絡んで、根と培地を分ける作業に時間が掛かり、この点でも固化基盤の優位性が認められた。

さらに、屋上緑化では、コスト面や作業の省力化から同じ基盤を何年も使用することが前提となる。供試した基盤を3年間連用し、毎年新しい基盤と生育を比較しているが、生育差はほとんど認められず、今後数年に渡る連用は可能であ



第8図 液肥の窒素濃度の違いによる地上部乾物重

調査日：サルビア 9/9, ゼラニウム 9/18, ニチニチソウ, ペゴニア 8/26
 図中のアルファベットは、Tukeyの多重比較により、異文字間で有意差あり
 (ゼラニウムは1%水準, ニチニチソウは5%水準で有意差あり)

と考えられるが、連用期間については、さらに検討する必要がある。

4 摘 要

熱融着性ポリエステル繊維で固化した屋上緑化基盤を用いて、一年生草本の適切な施肥管理法を開発するために、サルビア‘カラビニエールスカーレット’、ゼラニウム‘マルチブルームレッド’、ニチニチソウ‘パシフィカブラッシュ’、パンジー‘デルタプレミアムイエローウィズブロッツ’、ペゴニア‘アンバサダースカーレット’、マリーゴールド‘ボナンザイエロー’を用いて施肥方法を検討した。定植直後の生育は、いずれの品目も、定植時に固形肥料を株元に置肥すると、液肥施用に比べて初期生育が旺盛になった。固化基盤では液肥の拡散が緩慢であるので、置肥により植物に養分が速やかに供給されたためと考えられた。その後の長期間わたって草姿を維持し、開花を持続させるためには、窒素濃度50ppmの液肥を基本的に施用し、ゼラニウムのような多肥を好む品目を同時に植え込む場合には、定植時にあらかじめ緩効性肥料や遅効性肥料を与えておく管理が適していると考えられる。

引用文献

- 1) 藤田 茂：事例に学ぶ屋上緑化，26-32，日経BP，東京，2003.
- 2) 後藤丹十郎・藤井一徳・元岡茂治・小西国義：園学研，1（4），245-248，2002.
- 3) 後藤丹十郎・藤井一徳・元岡茂治・小西国義：園学研，4（1），17-20，2005.
- 4) 後藤丹十郎：農業技術大系花卉編2，194の2-194の7，農山漁村文化協会，東京，2006.
- 5) 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：岡大農学術報告，97，61-67，2008.
- 6) 兵庫県県土整備部：環境の保全と創造に関する条例，2002.
- 7) 国土交通省都市・地域整備局公園緑地課緑地環境推進室：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，2-5，2007.
- 8) 京都府文化環境部：京都府地球温暖化対策条例，2006.
- 9) 岡澤立夫・椿真由己・吉岡孝行・橋本智明・道園美弦：農及園，83（10），1075-1080，2008.
- 10) 小野 芳・柳 雅之・工藤 善・手代木純・興水肇：日本緑化工学会誌，32（1），74-79，2006.
- 11) 大阪府環境農林水産部：大阪府自然環境保全条例に基づく建築物の敷地等における緑化を促進する制度，2006.
- 12) 末留 昇・藤井一徳・後藤丹十郎：園学研，6（別1），487，2007.
- 13) 末留 昇・南村佐保・藤井一徳・後藤丹十郎：第38回日本緑化工学会大会研究交流発表会要旨集，20，2007.
- 14) 田窪祐子・小口深志：日本緑化工学会誌，27（1），193-196，2001.
- 15) 東京都環境局：東京における自然の保護と回復に関する条例，2001.
- 16) 豊原憲子・吉川弘恭・末留 昇・後藤丹十郎・南村佐保・島 浩二：日本緑化工学会誌，34（1），103-108，2008.