

堆積バークを原料とした成型培地資材の開発

古曳博也*・大野善隆*・石井信義*・水江 宏**・重光和夫**・
大西健二***・諸富保司***・松成 茂***

*日田産業工芸試験所・**生産技術部・***大分県農林水産研究センター花き研究所

Development of Compressed Seedbed Products made of Compost Bark

Hiroya KOHIKI*・Yoshitaka OONO*・Nobuyoshi ISHII*・Hiroshi MIZUE**・Kazuo SHIGEMITSU**・
Kenji OONISHI***・Yasushi MOROTOMI***・Shigeru MATSUNARI***

*Hita Industrial Art Research Division・**Production Engineering Division

***Oita Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Research Center Floriculture Research Institute

要 旨

スギバーク(スギ樹皮:以下バークという), でんぷん, 被覆肥料, 苦土石灰および保水剤を配合した原料を型枠内で圧縮・加熱し, 13 とおりの成型培地を作製した. 接着剤の役割を担うでんぷんを配合することにより, 約 100℃の加熱温度での成型加工が可能となった. バークのみで成型加工する場合(加熱温度約 200℃)に比べてエネルギーコストの低減に期待がもてた. また, 保水剤を配合することによって吸水時の保水力や花の根の発達に適する 0.5Mpa 程度以下の硬度に短時間で付与できることが可能となった. さらに, 2 種のパンジーを定植した生育調査では, 被覆肥料を配合していない成型培地において株張り, 開花数ともに若干劣る傾向が見受けられ(定植 79 日後の調査), 花栽培における被覆肥料配合の有効性が確認できた.

1. はじめに

林業廃棄物であるバークの県内における発生量は, 年間 280 千 m³ と推定され, そのうち約半量の 130 千 m³ が日田・玖珠地域から排出される.

バークは 1~2 年間屋外に堆積された後平均繊維長約 20mm に粉砕され, バーク堆肥の原料やイチゴ高設栽培等の培地, グラウンド資材等に利用される. しかし需用を上回る発生量により年々蓄積量が増加しているのが実情である.

園芸分野では, 土を使わずに園芸作物を栽培する養液栽培が全国的に普及し, その培地としてロックウール(岩石由来の石綿)が広く用いられるようになった. しかし栽培終了後の廃棄が困難なために使用上問題となり, 有機物由来の培地への代替要求が高まっている.

また花の総需要量は横ばいないし微減傾向にあるが, ホームユース需要については今後大きく拡大する余地がある¹⁾との見解が農林水産省生産局の『花き産業振興方針』に示されている.

これらの背景から, 堆積バークの利用拡大と生分解性培地資材の新規市場への参入, 家庭園芸愛好家をターゲットとした新しい園芸資材の提供を目的とし, 園芸資材キットの開発に着手した. このキットに用いる培地の特徴はバインダー無し²⁾または天然成分由来のバインダーを用いて, プランターや鉢等の容器形状に成型すること

である. 本年度はバークにでんぷん系の接着剤を配合して成型培地を加工することとし, 花の生育に最適な培地条件を把握する試験や量産化を見据えた加工方法の検討を行ったので, 以下報告する.

2. 実験方法

2.1 成型培地の加工

2.1.1 供試材

成型培地の原料としてバーク, でんぷん, 被覆肥料, 苦土石灰および保水剤を用いた. バークには天領エコバーク(日田資源開発事業協同組合製)を, またバークの繊維同士を接着する役目を担うでんぷんにはモチールB(島田化学工業株製)を用いた. このほか, 被覆肥料にはエコロングトータル 313-100(旭化成ケミカルズ株製), 苦土石灰にはつくみ細粒苦土石灰(津久見ドロマイト工業株製), 保水剤にはサーモゲル B0-1(株興人製)をそれぞれ用いた. 成型培地の配合例を Table 1 に示す.

2.1.2 加工方法

成型培地の加工は, 内寸縦 300×横 150×高さ 150mm の加熱成型装置(南栗山機工作所製: 試作機)を用いた. 材質はアルミニウムで, 底板, 側板および天板にはヒーターが組み込まれており部位ごとに温度制御が可能な機構となっている. また苗株挿入用の植穴を設けるために凸型の中子が所定の位置に設置されている. 加熱成型装

Table 1 成型培地の配合比

| 配合 | 樹皮：でんぷん= 40：1 | | | | | | | | 樹皮：でん=50：1 | | 樹皮：でん=60：1 | | |
|----------|---------------|------|------|------|------|------|------|------|------------|------|------------|------|------|
| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ | ⑫ | ⑬ |
| パーク (g) | 2000 | 2000 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2800 | 2800 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 |
| でんぷん (g) | 50 | 50 | 60 | 60 | 60 | 60 | 70 | 70 | 48 | 48 | 40 | 40 | 40 |
| 被覆肥料 (g) | 25 | 25 | 0 | 0 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 | 25 |
| 苦土石灰 (g) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 保水剤 (g) | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 0 | 10 | 10 |

Table 2 成型培地の加工条件

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ | ⑫ | ⑬ |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 成型投入量 (g) | 2000 | 2000 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2800 | 2800 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 | 2400 |
| 圧縮力 (Mpa) | 0.03 | 0.03 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.16 | 0.16 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 | 0.06 |
| 加熱温度 (°C) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 140 |
| 加熱時間 (分) | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 冷却時間 (分) | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |
| 乾燥 | | | | | | | | | | | | | |
| 加熱温度 (°C) | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| 加熱時間 (日) | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

置を Fig. 1 に示す。

主な加工工程は、原料の攪拌、原料の充填、圧縮、加熱、冷却、取り出し、乾燥である。Table 2 に成型培地の加工条件を示す。成型培地の仕上がり寸法は幅 300×奥行 150×厚さ 100mm で、同一条件のサンプル数は 7 個とした。

2.2 成型培地の評価

2.2.1 素性調査

圧縮・加熱後に型枠から取り出した直後の成型培地および 100°C の加熱器で 3 日間乾燥した成型培地について、重量及び寸法を計測し含水率および比重（容積重と仮比重）を次式より求めた。

$$\text{容積重 (g/cm}^3\text{)} = \text{湿物の重量 (g)} / \text{湿物の容積 (cm}^3\text{)}$$

$$\text{仮比重 (g/cm}^3\text{)} = \text{乾物の重量 (g)} / \text{湿物の容積 (cm}^3\text{)}$$

ただし、湿物は型枠から取り出した直後の成型培地を、また乾物は 100°C で 3 日間乾燥した成型培地を示す。

さらに、100°C の加熱器で 3 日間乾燥した成型培地については、山中式土壤硬度計プッシュコーン DIK-5553 型(大起理化学工業(株)製)を用いて硬度を計測した。計測

箇所は、植穴のある面を上面として成型培地の上面 2 箇所、側面上方(高さ 75mm 付近)2 箇所および側面下方(高さ 25mm 付近)2 箇所である。各条件の試験サンプル数は 6 個とした。

2.2.2 吸水性の調査(吸水量と硬度の調査)

13 リットル容量のプランターの設置底面から高さ 50mm の位置まで水を張り、その中に 100°C の加熱器で 3 日間乾燥した後に約 2 ヶ月室内で養生した成型培地を静置した。Fig. 2 に吸水試験の様子を示す。吸水 0, 1, 2, 5, 7, 15, 30 日後に成型培地の重量を計測し次式より吸水率を求めた。

$$\text{吸水率 (\%)} = (m_2 - m_1) / m_1 \times 100$$

ただし、 m_1 は水浸前の重量(g)を、 m_2 は水浸後の重量(g)を示す。

さらに吸水 0, 7, 15, 30 日後に、前述の山中式土壤硬度計を用いて成型培地の硬度を計測した。計測箇所は、植穴のある面を上面として成型培地の上面 2 箇所、植穴 1 箇所、側面上方(高さ 75mm 付近)2 箇所および側面下方(高さ 25mm 付近)2 箇所である。各条件の試験サンプル



Fig. 1 加熱成型装置



Fig. 2 吸水試験の様子

Table 3 作製した成型培地の素性

| | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ | ⑪ | ⑫ | ⑬ |
|--------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| (湿物) | | | | | | | | | | | | | |
| 重量 (g) | 1964 | 1971 | 2373 | 2374 | 2364 | 2373 | 2772 | 2772 | 2367 | 2370 | 2374 | 2376 | 2270 |
| 高さ (cm) | 9.9 | 9.9 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 9.9 |
| 含水率 (%) | 140.8 | 138.4 | 144.5 | 139.7 | 140.3 | 139.6 | 140.5 | 139.7 | 139.3 | 144.3 | 147.4 | 144.6 | 133.6 |
| 容積重 (g/cm ³) | 0.48 | 0.48 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.66 | 0.66 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.57 | 0.55 |
| (乾物) | | | | | | | | | | | | | |
| 重量 (g) | 816 | 827 | 971 | 991 | 984 | 991 | 1153 | 1157 | 989 | 970 | 960 | 971 | 973 |
| 高さ (cm) | 9.8 | 9.8 | 9.9 | 9.9 | 9.8 | 9.8 | 10 | 10 | 9.9 | 10 | 9.9 | 10 | 9.8 |
| 仮比重 (g/cm ³) | 0.2 | 0.2 | 0.23 | 0.24 | 0.24 | 0.24 | 0.28 | 0.27 | 0.24 | 0.23 | 0.23 | 0.23 | 0.24 |
| 硬度 | | | | | | | | | | | | | |
| 上面 (Mpa) | 0.67 | 0.42 | 1.71 | 1.8 | 1.44 | 1.27 | 2.69 | 3 | 1.08 | 0.94 | 0.64 | 0.64 | 1.15 |
| 側面 (Mpa) | 0.28 | 0.17 | 0.93 | 0.94 | 0.85 | 0.62 | 1.43 | 1.37 | 0.53 | 0.41 | 0.42 | 0.21 | 0.63 |

数は1個とした。

2.2.3 花(パンジー)の生育調査

13 リットル容量のプランターの設置底面から高さ50mmの位置まで水を張り、その中に100℃の加熱器で3日間乾燥した後約1ヵ月室内で養生した成型培地をさらに7日間水中に浸漬し十分に水分を含ませた状態で2個並列に詰めた。各条件の試験サンプル(プランター数)は3体である。1体のプランターには4個の植穴が存在する。3体のプランターのうち2体にはマトリックスイエロー(黄の花)を、残りの1体にはピンゴローズブロッチインプ(紫の花)を定植した。なお、比較対照として成型していない堆積パークを供試した。(定植日2005年12月27日)

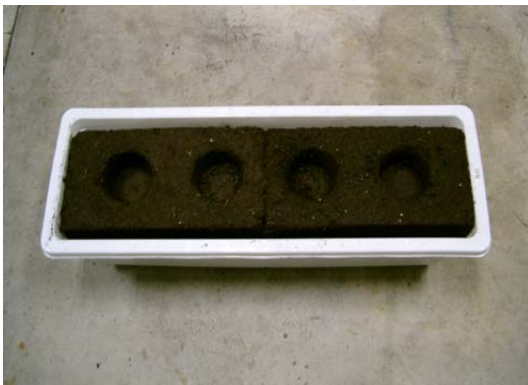


Fig. 3 成型培地の設置状況



Fig. 4 生育調査の様子

試験に供したプランターを屋外に配置し、定植20, 49, 79日後に株張り(株張り直径を0.5cm刻みで測定)および開花数を計測した。Fig.3に成型培地の設置状況を、Fig.4に生育調査の様子を示す。

3. 結果と考察

3.1 成型培地の評価

3.1.1 成型培地の素性

作製した成型培地の形状および状態をTable3に、作製した成型培地をFig.5に示す。

今回の成型培地の作製では、主原料のパークにでんぷん系の接着剤を配合した。米粉の場合、糊液の粘度が最高に達する温度が93℃付近³⁾といわれていることから、加熱温度はでんぷんが十分に糊状となる100℃または140℃に設定した。その結果、100℃以上であれば成型加工が可能となることが確認できた。

圧縮・加熱後に型枠から取り出した直後の成型培地(湿物)の含水率は140%前後を示した。所定温度(100℃または140℃)での加熱時間が5分と短いために水分の蒸発が進まなかったものと思われる。

容積重については、原料投入量によって差異が生じ、投入量2000gの①と②は0.48g/cm³、投入量2400gの③~⑥は0.57g/cm³、投入量2800gの⑦と⑧は0.66g/cm³を示した。原料投入量が多いほど圧縮変形量およびプレ



Fig. 5 作製した成型培地

ス圧縮力が大きくなるために、容積重が増すものと考えられる。同じ原料投入量でも加熱温度 100℃の⑫が 0.57g/cm³、加熱温度 140℃の⑬が 0.55g/cm³を示した。加工の際の加熱温度が高いほど水分の蒸発も進み容積重が若干低くなるものと思われる。

100℃の加熱器で3日間乾燥した成型培地(乾物)の仮比重は、投入量2000gの①と②は0.20g/cm³、投入量2400gの③～⑥は0.24g/cm³、投入量2800gの⑦と⑧は0.28g/cm³を示した。湿物の容積重と同様に、原料投入量が多いほど仮比重も高くなる傾向を示した。

硬度については、成型培地の側面に比べて上面が2倍程度硬くなる傾向を示した。原料を圧縮する方向(上面-下面方向)に特に強い圧力が加わっているためと推測される。また成型培地ごとの状況では、原料投入量が多いほど硬度も高くなる傾向を示した。これは圧縮変形量およびプレス圧縮力が大きくなったためと思われる。配合するでんぷんについては、でんぷん含有量の多い⑤が

1.44Mpa、含有量中位の⑨が1.08Mpa、含有量の少ない⑩が0.64Mpaを示した(いずれも上面の値)。でんぷん含有量が多いとパークの繊維同士がより強固に接着されているためと思われる。加工の際の加熱温度については、100℃の⑫が上面で0.64Mpa、140℃の⑬が1.15Mpaで(いずれも上面の値)、加熱温度が高いほど硬くなる傾向を示した。これは、パークの自己融着作用に大きな役割を果たすといわれるリグニン等⁴⁾の熱分解開始温度(150℃付近)に近づいてきたために、パークの繊維同士が絡みやすい状態になりつつあるからと思われる。

3.1.2 成型培地の吸水性(吸水量と硬度)

水を張ったプランターに成型培地を静置したときの吸水量の推移について、Fig. 6に保水剤の有無による状況を、Fig. 7に加熱温度の違いによる状況を示す。

保水剤を配合しない①、⑤、⑦は吸水1日後の吸水率が11.2～18.0%であるのに対し、保水剤を配合した②、⑥、⑧は148.8～196.0%を示し短期間に飛躍的な保水力が得られた。保水剤を配合していない成型培地が保水剤を配合している成型培地の吸水1日後の吸水量を得るためには、約15日間の吸水日数が必要である。加工の際の加熱温度については、100℃加熱の⑫に比べ140℃加熱の⑬のほうが吸水性能で若干劣る結果を示した。加熱温度が高くなるに従って木材を構成する元素組成のうち水素、酸素、窒素などが減少するといわれており⁵⁾、水分の吸着に関する水素や酸素量の損出によって吸水性能が若干劣っているものと推測される。

培地の硬度は花の根の発達に影響し、ある程度の軟らかさが求められる。経験的に尖った鉛筆がスムーズに突き刺すことが可能な硬さが適当といわれ、土壤硬度計の測定目盛は19mm以下⁶⁾、硬度に換算すると0.5Mpa程度以下が望ましいとされる。

特に今回の成型培地では、植穴は定植した花の根の発

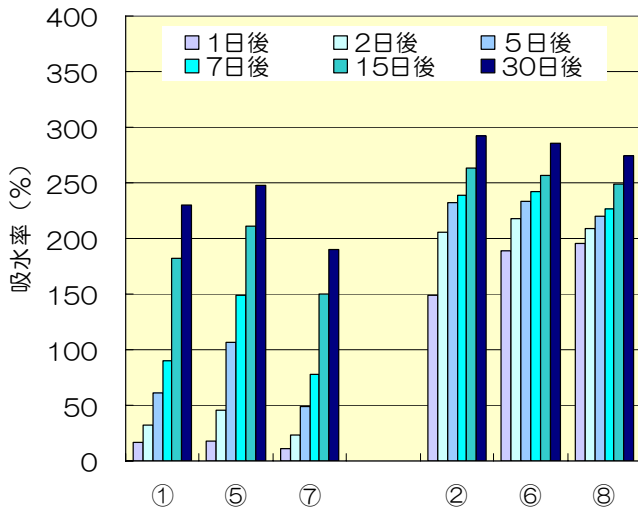


Fig. 6 成型培地の吸水率 (保水剤の有無)

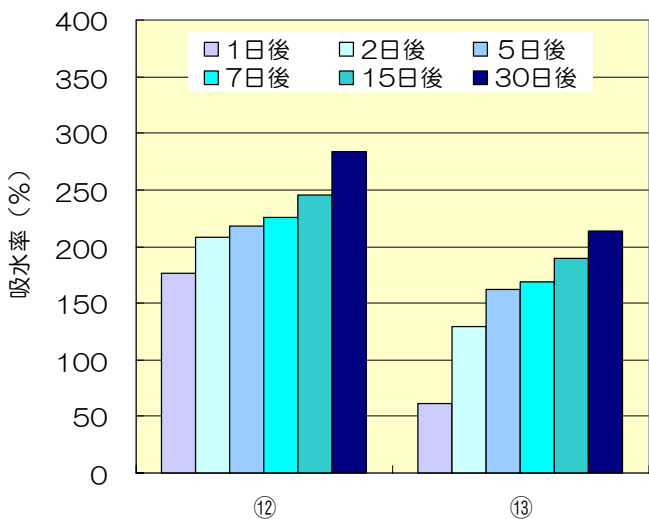


Fig. 7 成型培地の吸水率 (加熱温度の違い)

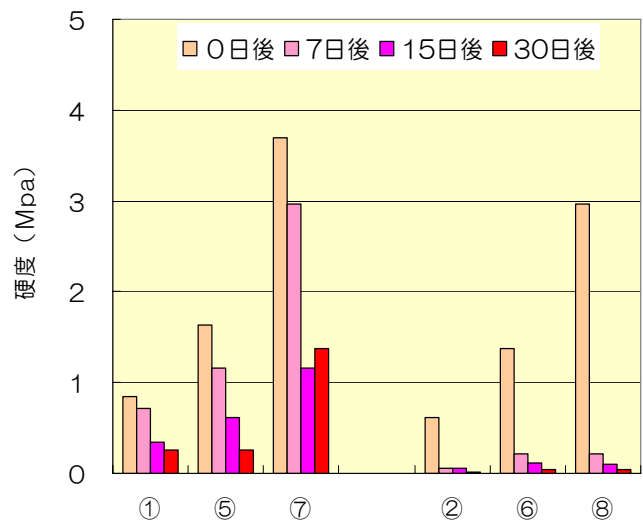


Fig. 8 成型培地の硬度 (植穴)

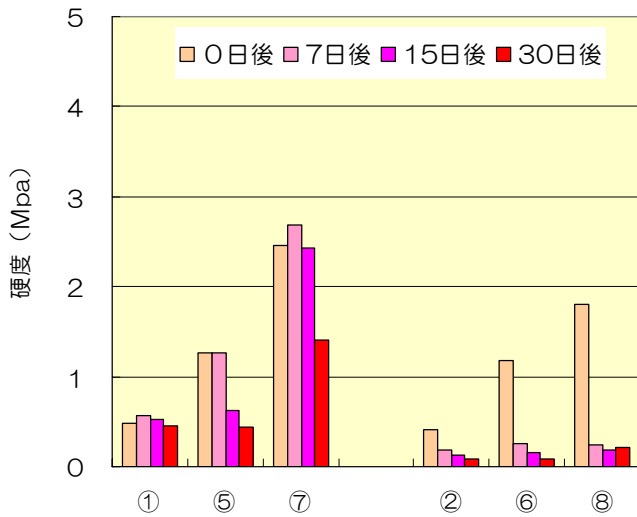


Fig. 9 成型培地の硬度 (上面)

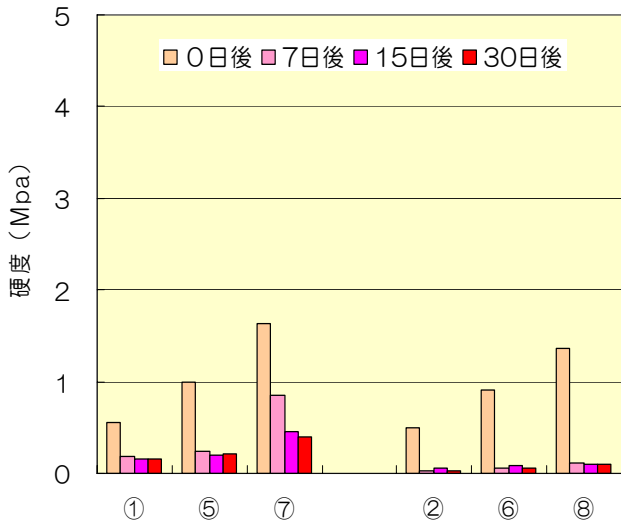


Fig. 10 成型培地の硬度 (側面下方)

達に直接影響する部位であり、吸水によってある程度の軟らかさを有することが求められる。Fig. 8 に植穴における硬度の状況を示す。原料投入量が 2000g の①, ②については保水剤の有無にかかわらずすでに吸水前において適度な硬さに近い値を示すことが確認された。しかし原料投入量が 2400g の⑤, ⑥および原料投入量が 2800g の⑦, ⑧については吸水前の値が 1.40Mpa 以上を示した。吸水による軟化状況は保水剤を配合した②, ⑥, ⑧は吸水 7 日後にはすでに 0.3Mpa 以下を示しており、短期間に適度な軟らかさを有することが確認できた。

Fig. 9 は、直接水に接触していない箇所(上面)の状況を、また Fig10 には直接水に接触している箇所(側面下方)の状況を示す。前述のとおり原料投入量が 2000g の①, ②については保水剤の有無にかかわらず吸水前においてすでに適度な硬さを有していた。保水剤を配合した場合は、直接水に接触していないにかかわらず吸水 7 日後にはすでに 0.3Mpa 以下を示しており、保水剤の効力が発揮

されていた。一方、保水剤を配合しない場合は、直接水に接触していない箇所(上面)では軟化速度が遅く、⑦については 30 日後でも 1.40Mpa の硬度であった。しかし直接水に接触している箇所(側面下方)では軟化速度も速く、同じ⑦において 7 日後に 0.85Mpa, 15 日後には 0.46Mpa を示した。

以上のことから、成型培地に保水性や軟化性を短期間に付与させるためには、常に水に接触している状態にするか、保水剤を配合することが効果的であるといえる。

3.1.3 パンジーの栽培適応性

2005年12月27日に定植した2種のパンジーについて、定植 20, 49, 79 日後の株張りの状況を Fig. 11, 開花数の状況を Fig. 12 に示す。

株張りは定植 20 日後が 11.5cm, 定植 49 日後が 12.6cm, 定植 79 日後が 14.2cm, 開花数は定植 20 日後が 0.8 輪, 定植 49 日後が 1.7 輪, 定植 79 日後が 5.0 輪(いずれも

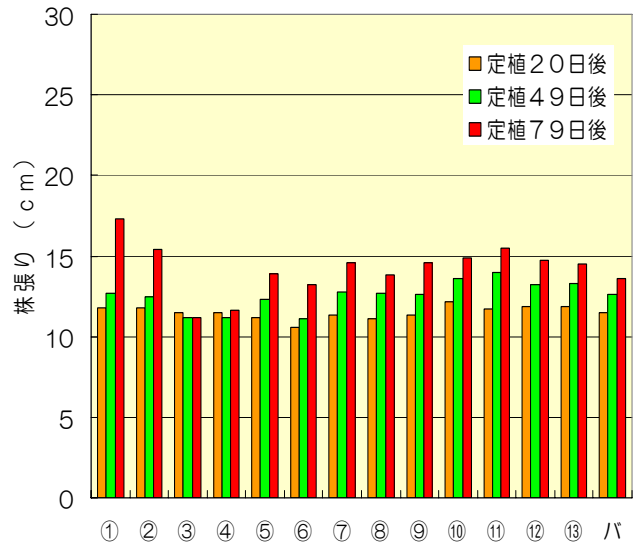


Fig. 11 株張りの状況

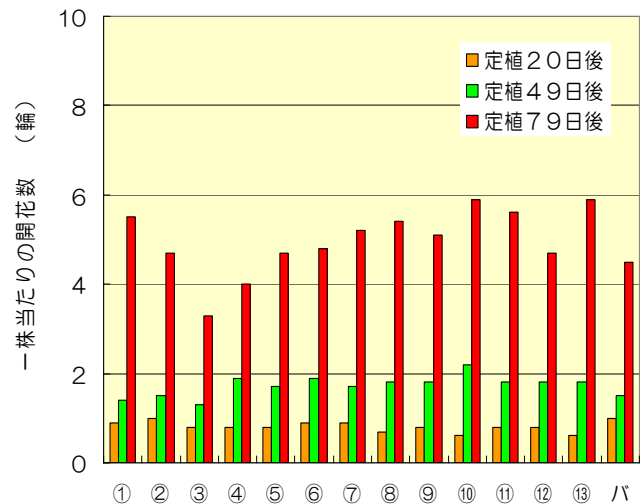


Fig. 12 開花数の状況

全体の平均値)を示した。気候が暖かくなるにつれてパンジーの生長も活発になった。成型培地の違いによる生育状況の差異については、③及び④の培地で株張り、開花数ともに若干劣る傾向が見受けられた。これらの培地には被服肥料が配合されておらず、そのことが植物の生長を遅らせる一要因と思われる。生育状況の調査は5月まで行う予定である。

4. まとめ

堆積バークの利用拡大と生分解性培地資材の新規市場への参入、家庭園芸愛好家をターゲットとした新しい園芸資材の提供を目的とし、バーク、でんぷん、被覆肥料、苦土石灰および保水剤を配合した成型培地を作製した。主な加工工程は、原料の攪拌、原料の充填、圧縮、加熱、冷却、取り出し、乾燥である。接着剤の役割を担うでんぷんを配合することにより、約100℃の加熱温度での成型加工が可能となった。バークのみで成型加工する場合(加熱温度約200℃)に比べてエネルギーコストの低減に期待がもてた。13とおりの成型培地について素性調査、吸水性調査、花(パンジー)の生育調査等を行った結果、以下のことがわかった。

- 1) 成型培地の容積重および仮比重は、原料投入量が多いほど高くなり、原料投入量が同量の場合は加工の際の加熱温度が高いほど、逆に低くなる傾向にあること。
- 2) 成型培地の硬度は、側面に比べて上面が2倍程度硬くなる傾向にあること。配合するでんぷんの含有量が多いほど、また加工の際の加熱温度が高いほど硬くなる傾向にあること。
- 3) 成型培地に吸水時の保水力や花の根の発達に適する0.5Mpa程度以下の硬度に短時間に付与させるためには、常に水に接触している状態にするか、保水剤を配合することが効果的であること。
- 4) 2005年12月27日に定植した2種のパンジーについて、定植後の栽培適応性を調べた結果、被覆肥料を配合していない成型培地において株張り、開花数ともに若干劣る傾向が見受けられたこと(定植79日後の調査)。そのことから花栽培における被覆肥料配合の有効性が確認できた。

成型培地の加工においては、生産性の向上が必要不可欠である。現在実験機を開発中で、今後実証試験を行いながら、製造企業とともに量産化を目指していく予定である。

参考文献

- 1) 農林水産省生産局：花き産業振興方針，(2005)。
- 2) 特許第3435154号
- 3) 石谷孝佑，大坪研一：米の科学，(株)朝倉書店，(1998)，49-51。

4) 秋田県立農業短期大学木材高度加工研究所：コンサイス木材百科，(財)秋田県木材加工推進機構，(1998)，176-177。

5) 農林省林業試験場：木材工業ハンドブック，丸善(株)，(1958)，824-825。

6) 松坂泰明，栗原 淳：土壌・植物栄養・環境事典，(株)博友社，(1994)，35。