

## 二酸化炭素施用が難発根性花木ギンヨウアカシア、オリーブ、フェイジョアの挿し木発根に及ぼす影響

井樋昭宏\*・巢山拓郎

挿し木環境への二酸化炭素施用が、難発根性花木であるギンヨウアカシア (*Acacia baileyana* F. Muell.), オリーブ (*Olea europaea* L.) およびフェイジョア (*Feijoa sellowiana* Berg) の挿し木発根に及ぼす影響について調査した。挿し木方法は、殺菌処理した挿し木環境で、密閉挿しで行い、20°Cで管理した。二酸化炭素施用は、密閉容器内の濃度が1,500ppmとなるように制御した。春季における挿し木においては、いずれの品目も発根率は低いものの、二酸化炭素施用による発根率の向上が認められた。秋、冬季における挿し木においては、いずれの品目も発根率は二酸化炭素無施用では50~60%であったが、二酸化炭素を施用した場合、80~90%まで向上した。

以上の結果から、本研究に供試した花木において、挿し木環境への二酸化炭素施用は、挿し木時期に係らず発根率が向上し、有効な手段であることが明らかになった。

[キーワード: ギンヨウアカシア, オリーブ, フェイジョア, 挿し木, 二酸化炭素施用]

Carbon Dioxide Treatment Promotes Rooting of Cuttings of the Difficult-to-root Ornamental Trees Cootamundra Wattle, Olive and Feijoa. IBI Akihiro and Takuro SUYAMA (Fukuoka Agriculture and Forestry Research Center, Chikushino, Fukuoka 818-8549, Japan) *Bull. Fukuoka Agric. For. Res. Cent.* 4:117-121 (2018)

The effects of carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) treatment on rooting of cuttings of three ornamental trees – Cootamundra wattle (*Acacia baileyana*), olive (*Olea europaea*) and feijoa (*Feijoa sellowiana*) – was investigated. Semi-hardwood cuttings from each species were cultured in a sterilized closed-frame propagation bed at a constant 20°C. For CO<sub>2</sub> treatment, the ambient gas concentration was maintained at 1,500 ppm throughout the treatment period. In spring, the rooting frequency of all species without CO<sub>2</sub> treatment was low, whereas with CO<sub>2</sub> treatment the rooting percentage improved to 40–80%. In autumn and winter, the rooting percentage of all species without CO<sub>2</sub> treatment was 50–60%, and that with CO<sub>2</sub> treatment improved to 80–90%. These results showed that CO<sub>2</sub> treatment of cuttings is an effective method to improve the rooting percentage in three difficult-to-root ornamental trees regardless of the season.

[Key words: Acacia, Olive, Feijoa, cutting, carbon dioxide]

### 緒言

福岡県は全国有数の花木産地であり、出荷額が約45億円(2015年)と全国2位を誇る(農林水産省2015)。しかし、近年、花木生産は、公共事業の減少、消費者の花木離れや嗜好の多様化の影響を受け、需要が低迷しており、少量多品目生産となっている。このような状況の中、新たな需要を開拓するためには、新品目・品種の導入も考えられるが、導入コストや栽培リスクが伴うことが経営上の問題となり、取り組みが困難な状況となっている。一方、既存の品目や品種の中には、需要があるものの生産が困難なことが原因で、効率的な生産販売に至らないものが存在し、これらの生産に係る技術開発が強く望まれている。

花木生産現場においては、挿し木繁殖で増殖することがほとんどであるが、その中に、挿し木発根が不良な難発根性花木が存在する。ここで難発根性花木とは、通常の挿し木方法では発根率が最高でも30%未満と極めて低いものと定義する。これらの中でも特に発根率が低い品目・品種で特徴的に見られる現象として、挿し木期間中における穂木の腐敗が激しく発根に至らないことが挙げられる(井樋, 未発表)。

著者らは、人気が高い品目であるものの、これまで挿し木が難しいとされ(町田1974)、挿し木期間中に穂木の腐敗現象が顕著にみられるギンヨウアカシア、オリーブおよびフェイジョアの3品目について、発根率向上試験を実

施した。

その結果、挿し木適期である秋季において、穂木や挿し木環境を殺菌処理し、密閉挿しで20°C恒温で管理することにより、発根率を60~80%まで大きく向上させることが可能となった(井樋・巢山2014a, 井樋・巢山2014b)。しかし、効率的な生産を行うためには、さらなる発根率の向上が必要で、他の技術と組み合わせた新たな発根率向上技術を確立する必要がある。また、挿し木発根率は時期により異なることも知られており(大山1962, Gerrakakis and Özkaya 2005, Nikoleta-Kleio *et al.* 2012)、挿し木可能期間を拡大するためには、春および冬季の発根率も確認する必要がある。

一般に、密閉挿しにおいて、発根および根の生育不良が発生する原因として、挿し木空間の二酸化炭素不足による穂木の光合成機能の低下が考えられる。

これまでに、数種の花木において、挿し木空間に二酸化炭素を施用することで発根率が向上した事例が報告されている(Molnar and Cumming 1968, 狩野ら1992, 林ら2003, 石井ら2005, 岡田2008, 根岸ら2009, 2010)。しかし、難発根性花木品目に対する、二酸化炭素の効果は不明な点が多い。

そこで、ギンヨウアカシア、オリーブおよびフェイジョアの3品目をを用いて、挿し木期間中における二酸化炭素

施用が挿し木発根率に及ぼす影響について時期別に検討を行った。

### 材料および方法

本研究は、ギンヨウアカシア (*Acacia baileyana* F. Muell.) およびオリーブ (*Olea europaea* L.) は 2015 年、フェイジョア (*Feijoa sellowiana* Berg) は 2016 年に、それぞれ春、秋および冬季に挿し木を実施し、試験を行った。

供試品種は、ギンヨウアカシア「プルプレア」、オリーブ「ミッション」およびフェイジョア「マンモス」を用いた。供試材料の採穂樹は、ギンヨウアカシアは 3 年生挿し木地植え苗、オリーブおよびフェイジョアは 4 年生挿し木ポット苗を用いた。施肥および病害虫防除等の管理は慣行に従って適宜行った。

#### 1 春季における二酸化炭素施用が挿し木発根に及ぼす影響

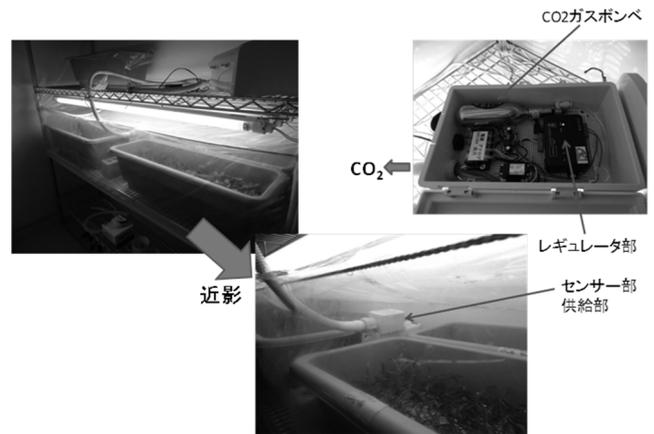
ギンヨウアカシアおよびオリーブは 2015 年 4 月 18 日、フェイジョアは 2016 年 4 月 4 日に挿し木を実施した。処理区として、挿し木期間中、挿し木空間に二酸化炭素を施用する「施用区」と二酸化炭素を施用しない「無施用区」の 2 区を設け、各品目、各処理区 30 本ずつ穂木を供試した。

挿し木方法は管挿しで行い、穂木は、新梢が 2~5cm 伸長した枝を選び、新梢部位の下部の前年の夏以降に伸長した枝の先端 1~2 節を切除して、前年夏以降に伸長した枝のみとした長さ 10 数 cm の枝を粗穂とした。その後、0.025%ペノミル水和剤溶液に 10 分間浸漬し殺菌処理を行い、水洗後に 1 時間水揚げ処理を行い、挿し木直前に 8cm の長さに調整し挿し木を行った。穂木の着葉程度については、ギンヨウアカシアは、穂木の先端から 3cm 程度の位置まで小葉を残し、オリーブおよびフェイジョアは、各穂木が同程度の葉面積となるように考慮しながら穂木の先端から完全展開葉を 2~4 枚残した。なお、挿し木に際して、発根促進剤は使用しなかった。

挿し床は、予め高圧滅菌処理 (121℃, 15 分間, 1 回処理) を施した混合用土 (容積比, ボラ土: ピートモス: 赤玉土 = 4: 2: 1) 6L を、アルコール消毒をしたプラスチックコンテナ (長さ 650×幅 210×高さ 180mm) に充填し、十分かん水を行った後、上部をポリ塩化ビニルフィルムで覆い密閉した。

挿し木後の管理は、場内の恒温室において、管理温度 20℃, 白色蛍光灯 250 $\mu$ mol/m<sup>2</sup>/s (光合成有効光量子密度), 16 時間日長条件下で行った (井樋・巢山 2014a, 2014b)。なお、施用区は、プラスチックコンテナが 4 台入る容積の密閉した空間で管理を行うため、処理開始後は、コンテナ上部の被覆を外した状態で管理した。その他温度、光条件は無施用区と同様とした。

二酸化炭素施用方法は、第 1 図に示したように、アクセス 21 社製の試作機を用いて行った。挿し木空間の二酸化炭素濃度をセンサー部で常時モニタリングし、濃度が



第 1 図 二酸化炭素制御装置

1,500ppm 以下になると、ボンベに充填された二酸化炭素ガスを供給部より一定量噴出し、濃度を 1,500ppm に保つように設定を行った。

調査は、ギンヨウアカシアおよびオリーブは 2015 年 5 月 24 日に、フェイジョアは 2016 年 6 月 3 日に、発根個体数、落葉個体数、腐敗個体数について行った。

調査基準については、鉢上げ可能となる長さ 2cm 以上の根が 1 本以上伸長しているものを発根個体とし、それ以外を未発根個体とした。また、未発根個体の中で、落葉が認められる個体を落葉個体、腐敗が認められる個体を腐敗個体とした。なお腐敗については、調査時に穂木に感染した糸状菌の菌糸を肉眼で確認できるものとした。

#### 2 秋季における二酸化炭素施用が挿し木発根に及ぼす影響

挿し木は、ギンヨウアカシアおよびオリーブは 2015 年 10 月 18 日、フェイジョアは 2016 年 10 月 17 日に行った。処理区の設定は、春季と同様で、各処理区の供試本数は、ギンヨウアカシアおよびフェイジョアは 30 本、オリーブは 31 本であった。

挿し木方法は、頂芽挿しで行い、穂木は当年春伸長枝先端から 10 数 cm の長さで採穂したものを用い、春季と同様の殺菌方法、穂木調整を実施した。その他、挿し床の環境、挿し木管理方法、および調査方法も春季と同様とした。

調査は、ギンヨウアカシアおよびオリーブは 2016 年 1 月 22 日に、フェイジョアは 2017 年 1 月 25 日に、春季と同様の方法で行った。

#### 3 冬季における二酸化炭素施用が挿し木発根に及ぼす影響

挿し木は、ギンヨウアカシアおよびオリーブは 2015 年 12 月 21 日、フェイジョアは 2016 年 12 月 19 日に行った。処理区の設定は春季と同様で、各処理区の供試本数は、ギンヨウアカシアは 32 本、オリーブは 24 本、およびフェイジョアは 30 本であった。

挿し木方法は、頂芽挿しで行い、穂木は当年夏以降伸長した枝の先端から 10 数 cm の長さで採穂したものを用い、春季と同様の殺菌方法、穂木調整を実施した。その他、挿

し床の環境、挿し木管理方法および調査方法も春季と同様とした。

調査は、ギンヨウアカシアおよびオリーブは2016年2月19日に、フェイジョアは2017年2月2日に、春季と同様の方法で行った。

## 結果

### 1 春季における二酸化炭素施用が挿し木発根に及ぼす影響

第1表に春季における二酸化炭素施用の有無が発根率に及ぼす影響について示した。無施用区の発根率は、ギンヨウアカシアが3品目の中で最も低く6.7%であった。オリーブおよびフェイジョアの発根率は、それぞれ16.7%、13.3%であった。一方、施用区の発根率は、ギンヨウアカシアが最も高く80.0%であった。オリーブは43.3%、フェイジョアは53.3%であった。すべての品目の発根率は、施用区が無施用区と比較して有意に高くなった。

また、ギンヨウアカシアでは、無施用区で落葉個体数が27となり、未発根個体のほとんどが落葉していた。

### 2 秋季における二酸化炭素施用が挿し木発根に及ぼす影響

第2表に、秋季における二酸化炭素施用の有無が発根率に及ぼす影響について示した。無施用区の発根率は、最も低いフェイジョアで53.3%、最も高いオリーブで61.3%とどの品目も同程度であった。施用区は、最も低いフェイジョアで86.7%、最も高いオリーブで93.5%であった。すべての品目において、施用区の発根率は、無施用区と比較して有意に高い値を示した。

施用区、無施用区すべての品目において落葉個体及び腐敗個体は認められなかった。

### 3 冬季における二酸化炭素施用が挿し木発根に及ぼす影響

第3表に、冬季における二酸化炭素施用の有無が発根率に及ぼす影響について示した。無施用区の発根率は、最も低いギンヨウアカシアで53.1%、最も高いオリーブで61.5%であった。施用区は、最も低いギンヨウアカシアで81.3%、最も高いオリーブで92.3%であった。すべての品目において、施用区の発根率は、無施用区と比較して有意に高い値を示した。

施用区、無施用区すべての品目において落葉個体及び腐敗個体は、秋季と同様に認められなかった。

第1表 春季における二酸化炭素施用の有無が発根率に及ぼす影響

品目	二酸化炭素	発根 個体数	未発根 個体数	落葉個 体数 <sup>1)</sup>	腐敗個 体数 <sup>1)</sup>	合計	発根率 (%)
ギンヨウアカシア	施用	24	6	1	1	30	80.0
	無施用	2	28	27	4	30	6.7
$p=7.51e-9^{**2)}$							
オリーブ	施用	13	17	2	1	30	43.3
	無施用	5	25	3	1	30	16.7
$p=0.0470^*$							
フェイジョア	施用	16	14	2	1	30	53.3
	無施用	4	26	4	2	30	13.3
$p=2.15e-3^{**}$							

1) 未発根内個体数を示す

2) 発根率について、フィッシャーの正確確率検定により、\*\*は1%で、\*は5%で有意であることを示す

第2表 秋季における二酸化炭素施用の有無が発根率に及ぼす影響

品目	二酸化炭素	発根 個体数	未発根 個体数	落葉個 体数 <sup>1)</sup>	腐敗個 体数 <sup>1)</sup>	合計	発根率 (%)
ギンヨウアカシア	施用	27	3	0	0	30	90.0
	無施用	18	12	0	0	30	60.0
$p=0.0153^{*2)}$							
オリーブ	施用	29	2	0	0	31	93.5
	無施用	19	12	0	0	31	61.3
$p=0.0050^{**}$							
フェイジョア	施用	26	4	0	0	30	86.7
	無施用	16	14	0	0	30	53.3
$p=0.0101^*$							

1) 未発根個体内数を示す

2) 発根率について、フィッシャーの正確確率検定により、\*\*は1%で、\*は5%で有意であることを示す

第3表 冬季における二酸化炭素施用の有無が発根率に及ぼす影響

品目	二酸化炭素	発根 個体数	未発根 個体数	落葉個 体数 <sup>1)</sup>	腐敗個 体数 <sup>1)</sup>	合計	発根率 (%)
ギンヨウアカシア	施用	26	6	0	0	32	81.3
	無施用	17	15	0	0	32	53.1
p=0.0319 <sup>*2)</sup>							
オリーブ	施用	24	2	0	0	26	92.3
	無施用	16	10	0	0	26	61.5
p=0.0188 <sup>*</sup>							
フェイジョア	施用	25	5	0	0	30	83.3
	無施用	17	13	0	0	30	56.7
p=0.0470 <sup>*</sup>							

1) 未発根個体内数を示す

2) 発根率について、フィッシャーの正確確率検定により、\*\*は1%で、\*は5%で有意であることを示す

## 考 察

花木の挿し木発根率向上に関する試験は、これまで様々な取り組みが行われてきた。本研究の前段として取り組んだ研究(井樋・巢山 2014a, 2014b)の狙いは、難発根性の花木で大きな発根阻害要因となる「腐敗」を、穂木にダメージを与えない程度の殺菌処理を施すことにより抑制し、発根能力を高めるということであった。さらに本研究における狙いは、これまでの方法に加え、穂木が発根するために必要なエネルギーを確保する、つまり穂木の光合成を促進するという観点から、挿し木環境に二酸化炭素を施用することにより、根の生育を促進するというものである。

今回、難発根性花木 3 品目を用いて、春、秋、冬季について挿し木を実施したが、発根率は、すべての品目および時期において、二酸化炭素を施用することにより、無施用と比較して有意に高くなった。これは、供試した 3 品目において、挿し木環境に二酸化炭素を施用することが、穂木の光合成を促進し、根の生育が促進された結果であると推察される。

また、その効果については、秋、冬季においては、どの品目もほぼ同程度であったと考えられる。一方、春季においては、品目により二酸化炭素施用の効果の程度は異なっていた。特にギンヨウアカシアにおいては、無施用区の発根率が 6.7%であるのに対し、施用区の発根率が 80%と顕著な効果を示しており、この時期のギンヨウアカシアの穂木の発根能力が、秋、冬季に近いものを保持していることが推察された。

今回挿し木を実施した 3 時期において、最も発根率が低かった時期は春季であった。一般に 4 月に挿し木を行うことはほとんどないが、この時期に、前年に伸長した枝を穂木として使用した場合、品目によっては十分に発根すると考えられる。今回供試した品目についても、前年夏以降伸長した枝を穂木として用いたが、いずれの品目においても秋および冬季では 50~60%の発根率を示した無施用区に対して、春季は数~10%台と低い発根率であっ

た。この原因については現在のところ不明である。4 月は外気温が高くなり、樹体内の生理活性が高まり、新芽が伸長する時期であることから、穂木の生理的な状態が急激に変化している状態であると考えられる。

今回の試験においては、二酸化炭素施用方法は、民間で製作された試作機を用いた。現在、二酸化炭素ガスの価格も低下し、さらに生産現場でも使用可能な安価な二酸化炭素濃度の制御機器が販売されるなど、現場において二酸化炭素施用による挿し木発根促進に取り組む環境が整いつつあると考えられる。

一方、殺菌剤として使用したベノミル水和剤については、現在、挿し木穂木の殺菌剤としての登録がなされていない。生産現場で活用されるためには、農薬としての登録を行う必要がある。

今後は、今回の試験で供試した 3 品目以外の品目において、効果の有無や程度を明らかにする必要がある。これまでに、他の品目において、二酸化炭素施用による穂木の光合成促進により、挿し木発根率の向上効果が認められた報告(Molnar and Cumming 1968, 狩野ら 1992, 林ら 2003, 石井ら 2005, 岡田 2008, 根岸ら 2009, 2010)はあるが、光合成が挿し木発根に及ぼす直接の影響は、既に分化した根を伸長することであると報告(大石ら 1982, 林ら 2003)されている。つまり、穂木の光合成促進を図るだけでは、不定根が分化しない品目においては、発根に至らない。このため、本研究の条件下において穂木の不定根の分化が可能な品目・品種は、本法の適用の有効性は高いと考えられる。

一方、これまで供試した品目において、植物ホルモンが根の分化、伸長に影響を及ぼすという報告がなされている(三木ら 1970, Poupard *et al.* 1994, 畑ら 2009, Negash 2003, Mehri *et al.* 2013)。また、Ismaili (2016) は、オリーブを用いた試験において、植物ホルモン(IBA)の形状が発根に及ぼす影響を調査し、ゲル状のものが効果が高いとしている。さらに、根岸ら(2010, 2011)の報

告によると, ユーカリにおいては, 挿し木環境への二酸化炭素施用による穂木の光合成促進に加え, 穂木内の移行性のオーキシンの存在が根の分化, 伸長に効果があるとされている。

これらの知見と本研究における挿し木方法を活用することで, 不定根を分化しない品目においても適用することが有効であることも考えられる。

## 引用文献

- Gerrakakis AC, Özkaya MT (2005). Effects of cutting size, rooting media and planting time on rooting of Domat and Ayvalik olive (*Olea europaea* L.) cultivars in shaded polyethylene tunnel (spt.). *Tarim Bilimleri Dergisi* 11 : 334-338.
- 畑 直樹・岡澤敦司・森本絹世・小埜栄一郎・佐竹 炎・小林昭雄(2009) レンギョウ緑枝挿しの発根に及ぼす IBA 浸漬処理, 液肥施用, 日長および光強度の影響. *植物環境工学* 21 : 15-23.
- 林 真紀夫・藤本正徳・河野憲司(2003) CO<sub>2</sub> 施用が挿し木バラの発根・成長促進に及ぼす効果. *植物工場学会誌* 15 : 217-223.
- 井樋昭宏・巢山拓郎(2014a) ギンヨウアカシアの穂木殺菌処理と温度が挿し木発根に及ぼす影響(短報). *福岡農試研報* 33 : 55-57.
- 井樋昭宏・巢山拓郎(2014b) 難発根性花木 3 品目における穂木殺菌処理と温度が挿し木発根に及ぼす影響. *園芸学研究* 13(別2) : 222.
- 石井克明・細井佳久・松浦邦昭(2005) 樹木の発根への炭酸ガスの影響. *日本森林学会大会発表データベース* 116 : 637.
- Ismaili H(2016) Study of Some forms of IBA in the Rooting Process of the Olive. *Int. J. Curr. Microbiol. App. Sci.* 5:239-246.
- 狩野 敦・深澤幸教・青野 守・大川 清(1992) 挿し穂の年齢, 挿し床の種類および挿し木方法が *Stephanotis floribunda* Brongn. の発根に及ぼす影響. *園学雑* 6 : 619-624.
- 町田英夫(1974) さし木のすべて. 誠文堂新光社, 東京, p192, 195, 217.
- Mehri H, Mhanna K, Soltane A, Awad EH, Rouili F, Abdelkarim M (2013) Performance of Olive Cuttings (*Olea europaea* L.) of Different Cultivars Growing in the Agroclimatic Conditions of Al-Jouf (Saudi Arabia). *Am. J. Pl. Physiol.* 8: 41-49.
- 三木隼人・三木昭二・笠井宣弘(1970) オリーブの緑枝ざしに関する研究. *香川県農試研報* 20 : 22-44.
- Molnar JM, Cumming WA (1968) Effect of Carbon Dioxide on Propagation of Softwood, Conifer and Herbaceous Cuttings. *Can. J. of Plant Sci.* 48 : 595-599.
- Negash L (2003) Vegetative propagation of the threatened African wild olive [*Olea europaea* L. subsp. *cuspidata* (Wall. ex DC.) Ciffieri]. *New Forests* 26 : 137-146.
- 根岸直希・藤井裕二・河岡明義(2009) *Eucalyptus globulus* の不定根形成に CO<sub>2</sub> が与える影響とオーキシンの役割. 第 50 回日本植物生理学会年会講演要旨集 655.
- 根岸直希・南藤和也・大石正淳・河岡明義(2010) *Eucalyptus globulus* の不定根形成にオーキシンが及ぼす影響. 第 51 回日本植物生理学会年会講演要旨集 793.
- 根岸直希・大石正淳・小川健一・河岡明義(2011) 酸化型グルタチオンは難発根性樹木 *Eucalyptus globulus* の不定根形成を促進する. 第 52 回日本植物生理学会年会講演要旨集 854.
- Nikoleta-Kleio D, Stavros NV, Peter AR (2012) The role of endogenous carbohydrates and seasonal variation in rooting ability of cuttings of an easy and a hard to root olive cultivars (*Olea europaea* L.). *Sci. Horticulture Amsterdam* 143 : 19-28.
- 農林水産省(2015) 平成 27 年花木等生産状況調査. 生産局園芸作物課花き産業・施設園芸振興室, 東京, <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/Xlsdl.do?sinfid=000031595656> (2017年6月28日公表)
- 岡田恭一(2008) 2 年生アカマツ苗木からのさし木における二酸化炭素施用と光質の影響. *愛媛県林技研報* 26 : 1-3.
- 大石 惇・塩原佳子・町田英夫・細井寅三(1982) マサキの緑枝挿しの発根における光の役割. *園学雑* 50 : 511-515.
- 大山浪雄(1962) さし木困難樹種の発根能力増進に関する研究. *林業試験場研究報告* 145 : 1-141, plate 12.
- Poupard C, Chauvière M, Monteuis O (1994) Rooting *Acacia mangium* cuttings: effects of age, within-shoot position and auxin treatment. *Silvae Genet.* 43 : 226-231.