

## 農作物の生長に及ぼす竹炭および竹酢の影響

長谷川 晴・深井 誠一・諸隈 正裕

## EFFECTS OF BAMBOO CHARCOAL AND BAMBOO VINEGAR ON GROWTH OF AGRICULTURAL PLANTS

Atsushi HASEGAWA, Seiichi FUKAI and Masahiro MOROKUMA

The effects of bamboo charcoal and bamboo vinegar on growth of some plants were examined from a practical viewpoint.

1. The rooting of *Camellia sinensis* cuttings was enhanced by the application of bamboo vinegar solution at 20-fold concentration to the rooting substrate. A tendency of increased yield and higher quality was observed in the first harvest of tea when bamboo vinegar was applied by foliar spray at 1000-fold concentration on 30 days before the harvest.
2. Bamboo vinegar did not stimulate seed germination and initial growth of some herbaceous ornamental plants. Conversely, in tulip and gladiolus, stimulated stem elongation as well as increased bulb weight when bamboo vinegar was applied.
3. A synergistic promotive effect in growth of *Ophiopogon japonicus* forma *nanus* hort. was observed when bamboo vinegar solution was applied at 1000-fold concentration into soil mixed with manure.
4. The elongation of shoot from dormant buds was enhanced in *Fagus crenata* and *Prunus mume* when 1000 ppm of the bamboo vinegar was added in a forcing solution.
5. No significant effect was observed in the application of bamboo charcoal in all experiments.

Key Words : bamboo charcoal, bamboo vinegar, *Camellia sinensis*, *Fagus crenata*, *Ophiopogon japonicus* forma *nanus* hort.

## 緒 言

木炭やその製造過程で得られる木酢は農業面で広く利用されている<sup>(1)</sup>が、竹の利用については造園や建築用としての使用が主であり<sup>(2)</sup>、炭としての利用は限られている。

最近、竹を細切して連続的に炭を造る製造機が開発され、計画的に生産される多量の竹炭と同時に採取される竹酢の用途の開発が行われるようになった。農村地域の人口の減少が進み、竹の侵入による里山の荒廃が問題となっているが、竹の新たな用途が開発されれば、竹の経済的な価値が高まり、放置されている竹林の管理が行われるようになり、里山の荒廃を防ぐ一助になると考えられる。

本研究は、竹炭と竹酢の農作物の生長に対する影響について、実用的な見地から検討したものである。

## 1. 茶樹の挿し木と茶の生産

茶樹の挿し木繁殖ではペーパーポット育苗法により深根性の苗木が得られることが明らかとなっている。しかし、一般に発根が遅いことから、本方法と竹酢液処理との組合せによる発根促進効果について検討した。また、茶の収量や品質に対する竹炭・竹酢の影響についても検討した。

## 実験1 茶樹の挿し木の発根に及ぼす竹酢の影響

## 材料および方法

1997年7月3日に‘やぶきた’の新梢を2節2葉に調整し、パーミキュライトと鹿沼土が1:1の混合土を入れたペーパーポット(直径6cm×深さ15cm)に挿した。挿し木前に挿し木床に10~2000倍に希釈した竹酢液を100ml処理した。挿し木後は黒色寒冷紗による75%遮光で育苗した。

11月13日に、各処理区10ポットにつき根乾物重、発根数を調査した。

## 実験2 茶の生産量と品質に及ぼす竹炭および竹酢の効

## 果

## 材料および方法

附属農場内の茶園の‘やぶきた’に竹酢処理としては、1997年3月上旬に竹炭(30ℓ入り)を10a当たり20袋(竹炭1)と10袋(竹炭2)施与した。竹酢処理は1000倍液を、5月上旬実施の調査日の30日前に処理する(竹酢1)と、さらに15日前に処理する(竹酢2)を設けた。

5月上旬に、30×30cmの枠摘みをして、出開度、乾物収量、新芽数、百芽重、SLW (Specific leaf weight) およびアミノ酸について調査した。SLWは上位2葉の葉面積を測定したのち乾物重を測定し、単位葉面積当たりの乾物重として求めた。アミノ酸含有率は中川・阿南(1979)<sup>(3)</sup>の方法に従い、分光学的手法による簡易定量法で測定した。標準アミノ酸はグルタミン酸を用いた。各処理区とも4反復調査し、統計処理には分散分析後、ポストホックテストとして sheffe の方法を用いた。

## 2. 観賞植物の生育に及ぼす竹酢の影響

観賞植物には多くの種類が含まれるが、いくつかの植物を用いて異なる生育段階に及ぼす竹酢の影響について検討した。

## 実験3 草花の種子発芽に及ぼす竹酢の影響

## 材料および方法

パンジー‘インペリアルパープルアンドホホワイト’、‘インペリアルゴールデンプリンセス’およびユーストマ‘ロイヤルバイオレット’、‘ロイヤルホホワイト’の種子を9cmのシャーレ内の濾紙上に50粒播種し、2%、1%、0.2%、0.1%の竹酢液を注入して25℃の連続照明条件下で発芽させた。なお、1区2反復とした。

## 実験4 パンジーの実生苗の生育に対する竹酢施与の影響

## 材料および方法

‘インペリアルパープルアンドホホワイト’の種子を用土(メトロミックス350)を充填した200穴セルトレイ2枚に播種し、播種後から一方は竹酢1000倍液を週1回与え、対照区は灌水のみとした。肥料はハイポネックス(6.5-6-19)1000倍液を発芽後から週1回、竹酢施与とは異なる日に与えた。播種後3、4、5週目に代表的な苗を両区から10本選び草丈、本葉数、地上部および地下部生体重、全乾物重を測定した。

## 実験5 チューリップの発芽および球根肥大に及ぼす竹酢液の影響

## 材料および方法

‘バレリーナ’の3~4g球を浸漬区(竹酢1000倍液に1晩浸漬)、灌水区(1000倍液を植え付け後週1回で3回灌水)および対照区の3区を設け、12月4日に1区20球としてプランターに植え付けた。

## 実験6 グラジオラスの生育に及ぼす竹酢の影響

## 材料および方法

‘トラベラー’の10cm球を竹酢区(1000倍希釈液を2回施与)と対照区に各16球バーミキュライトで置床し、25℃暗黒条件に3週間置いてその間の生育状態を調べた。

## 実験7 ジャノヒゲの生育に及ぼす竹酢施与の効果

## 材料および方法

マット育苗した‘チャボリュウノヒゲ’の母株より1芽ずつ分割調整して、1997年3月24日にマサ土のみ(マサ土区)又はマサ土と堆肥が3:1の混合土(混合土区)を入れた9cmポリ鉢に1本ずつ植え付けた。緩効性肥料(16-5-10, 100日タイプ)を1鉢当たり1g施肥し、用土につき2群に分けて一方は竹酢1000倍液を1週おきに3回施与し、他方は水を与えた。戸外で通常の灌水を続け、1年後に掘り上げて1区30株につき芽数と新鮮重を調査した。

## 実験8 ブナおよびウメの休眠枝からの新梢の伸長に及ぼす竹酢の影響

## 材料および方法

1996年3月18日に、8-HQC(8-ヒドロキシキノリン・クエン酸塩)1000ppm、シヨ糖10000ppm、GA<sub>3</sub>(ジベレリン)10ppm、IBA(インドール酪酸)1ppmからなる萌芽促進溶液と、それに吸水作用を高めると考えられる竹酢1000ppmを添加した溶液および水道水の3溶液を設け、ブナおよびウメの休眠枝の先端を20cmに切り、上位2~3芽(ブナ)あるいは枝の上部1/3の芽(ウメ)を残して調整後、それらの枝の基部を1%アンチホルミンで10分間表面殺菌して溶液に挿した。各溶液20本とし、25±1℃、16時間人工照明(350mol/m<sup>2</sup>/sec)の人工気象器内で萌芽させた。

## 結果および考察

## 実験1 茶樹の挿し木の発根に及ぼす竹酢の影響

挿し木苗の根の乾物重に対する竹酢の影響を図1に示した。根乾物重は20倍液で最も高く、10倍液では低かった。50倍以上の希釈液では一定した傾向は認められなかった。発根数は10倍液で有意に少なかったが、20倍以上の希釈液ではほとんど差がなかった(図2)。最大根長では濃度による差が認められなかった(データ省略)。

以上から、竹酢10倍液を除くと根数や根長には濃度による影響が小さいが、20倍液で根乾物重が高かったのは太根が得られた結果であると考えられた。

## 実験2 茶の生産量と品質に及ぼす竹炭および竹酢の効果

一番茶の収量・品質に対する竹炭および竹酢の影響を

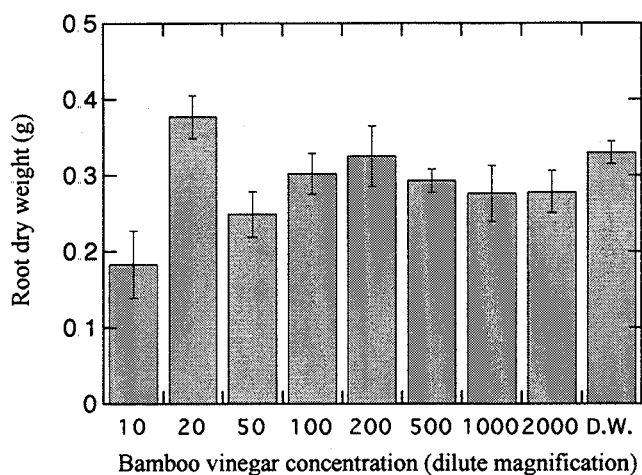


Fig.1 Effect of bamboo vinegar concentration on root dry weight per seedling. D.W.: distilled water

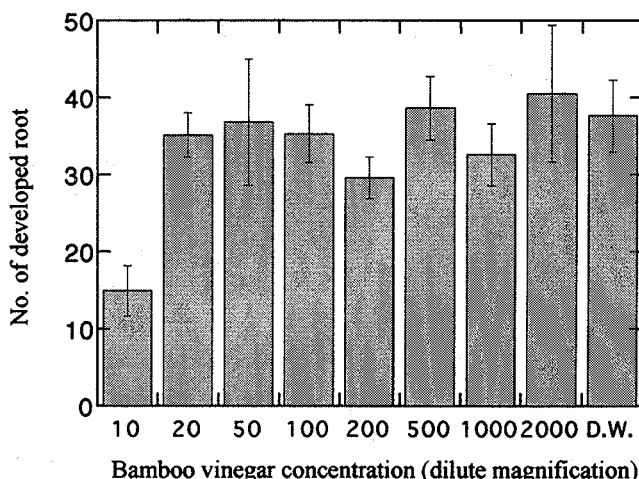


Fig.2 Effect of bamboo vinegar concentration on the number of developed root per seedling. D.W.: distilled water

Table 1 Effect of Bamboo charcoal (B.C.) and bamboo vinegar (B.V.) on yield and quality of first crop tea

Treatment	P.B.S. (%)	Dry matter yield (gm <sup>-2</sup> )	No. of new shoot (m <sup>-2</sup> )	100 new shoot weight (g)	SLW (gm <sup>-2</sup> )	Amino acid (%)
Control	62.3	144.7a	1617a	8.9a	66.5a	2.25a
B.V.1	59.0	159.0a	1650a	9.5a	65.2a	2.58a
B.V.2	56.8	145.6a	1653a	8.8a	65.9a	2.35a
B.C.1	55.5	116.7a	1486a	8.2a	67.4a	2.32a
B.C.2	59.5	141.9a	1572a	9.0a	65.5a	2.39a

- ・ Bamboo vinegar (1000 dilution) was sprayed on foliar on 30 days before harvest in B.V.1 and on 30 and 15 days before harvest in B.V.2, respectively.
- ・ Bamboo charcoal was applied 600 L per 10a in B.C.1 and 300 L per 10a in B.C.2, respectively.
- ・ Different letters denote significant difference at P<0.05.
- ・ P.B.S.: Percentage of banjhi shoots to the total
- ・ SLW: Specific leaf weight

表1に示した。出開度は各処理ほぼ一定であった。収量と百芽重は竹酢1で高い傾向がみられ、葉の厚さの指標としてのSLWでは処理区間で差がみられなかった。茶の品質の指標となるアミノ酸含有率は竹酢1で高い傾向がみられた。

以上から、竹酢1000倍液を収穫30日前に葉面散布することにより品質が向上し、収量も高まる傾向が認められた。竹炭に関しては明確な傾向が認められなかったが、今後土壌に施与する時期的な影響について検討する必要があると思われる。

### 実験3 草花の種子発芽に及ぼす竹酢の影響

竹酢のpHは、原液2.53, 2%溶液3.14, 1%溶液3.20, 0.2%溶液3.49, 0.1%溶液3.63であり、かなり強酸

性の溶液であった。パンジーおよびユーストマのいずれの品種でも、発芽は2%溶液で著しく、そして1%溶液でもやや抑制された(図3)。0.1%および0.2%溶液では、対照区の蒸留水と発芽率、発芽勢ともに差がなかった。

以上より、供試した植物では竹酢の種子発芽に対する促進の効果は認められず、濃度が高まると発芽そのものを抑制することが明らかとなった。

### 実験4 パンジーの実生苗の生育に対する竹酢施与の影響

播種3週間後は地上部の生育に大きな差は認められず、竹酢区で地下部新鮮重が対照区より大となった。その後の苗の生育は、すべての調査項目で対照区が竹酢区を優った(表2)。また外見上も竹酢区の苗は葉色がやや

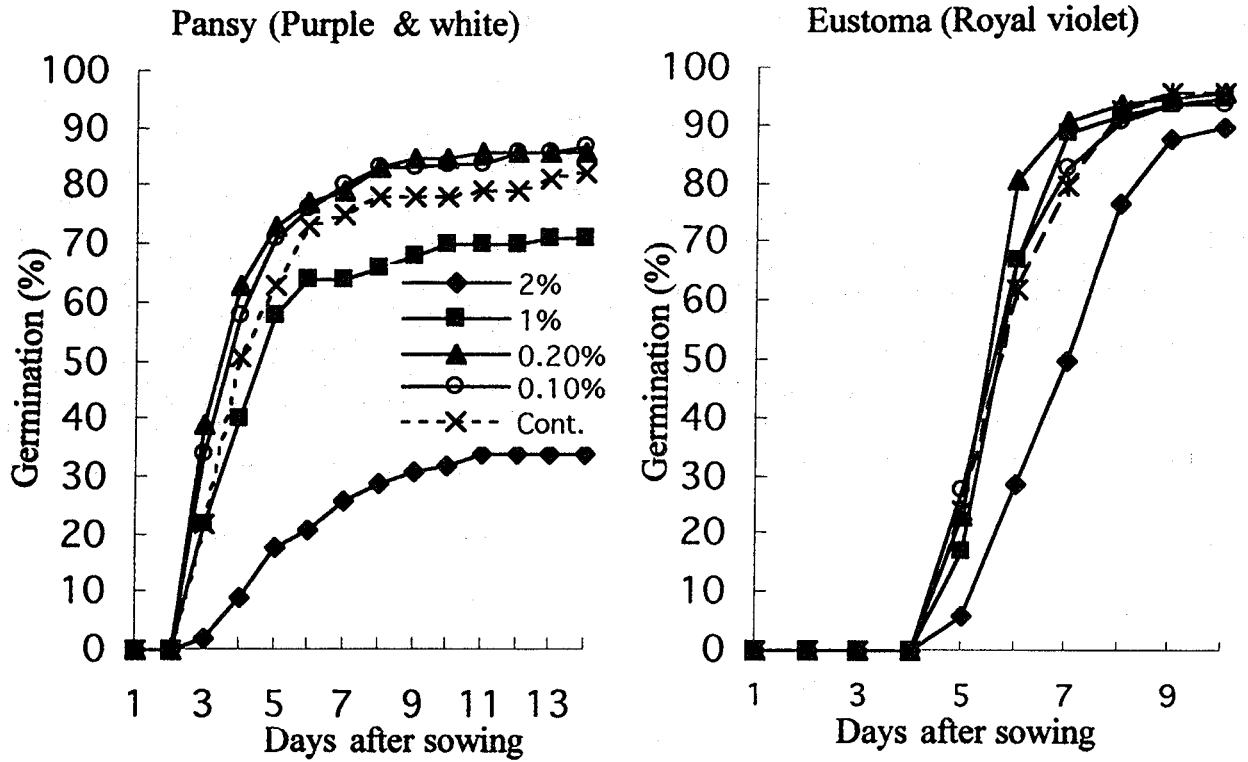


Fig.3 Effects of bamboo vinegar on seed germination.

Table 2 Effects of bamboo vinegar (b.v.) on growth of pansy seedling.

After sowing	Treatment	Height (cm)	No. of leaves	Top fresh weight (mg)	Root fresh weight (mg)	T/R	Total dry weight (mg)
3 weeks	Water	2.9±0.1	1.9±0.1	62.1±3.8	21.2±1.9	2.9	7.0
	b.v.	2.8±0.1	1.6±0.1	52.6±3.1	28.3±1.4	1.8	6.3
4 weeks	Water	4.0±0.1	2.5±0.1	144.6±6.5	80.4±6.3	1.7	21.2
	b.v.	3.5±0.1	2.4±0.1	113.6±7.4	74.1±6.3	1.5	18.6
5 weeks	Water	4.1±0.2	3.7±0.1	180.2±8.0	131.3±11.0	1.4	27.1
	b.v.	3.8±0.2	3.4±0.1	156.8±5.6	122.0±5.1	1.3	23.6

黄色みを帯び貧弱であった。

以上より、竹酢1000倍液の施与はパンジーの苗の生育を促進しなかった。

実験5 チューリップの発芽および球根肥大に及ぼす竹酢液の影響

1月下旬に発芽が観察された。浸漬区と対照区の発芽開始がやや早かったが、大差はなかった。その後灌注区の草丈が完全に葉が展開するまで他区より優り、全体として旺盛な生長を示した。掘り上げ後の総球根重は、浸漬区が対照区より劣ったが、灌注区は対照区より30%増加し(表3)、さらに大球の割合も高かった(データ省略)。

以上の結果から、チューリップの植え付け後における竹酢の灌注処理は初期生育に対して促進効果があり、球

根の生産量を増大しようと考えられる。

実験6 グラジオラスの生育に及ぼす竹酢の影響

竹酢処理区の莖長は対照区に比べ長くなり、生育も旺盛であった。一方、根長と根数に差は見られなかった(図4)。

実験7 ジャノヒゲの生育に及ぼす竹酢施与の効果

マサ土区、混合土区共に竹酢を施与することにより、増殖率が優り新鮮重も増大した(表4)。また堆肥を混合することにより、マサ土単用に比べて3芽以上の株の割合が増加し、さらにこれに竹酢施与を組み合わせることにより新鮮重の大きな株が養成できることが明らかとなった。

実験8 ブナおよびウメの休眠枝からの新梢の伸長に及ぼす竹酢の影響

Table 3 Effects of bamboo vinegar on bulb growth of tulip.

	Control	Drenching	Dipping ***
Total No. of bulb *	64	64	55
Total bulb weight(g)	92.7	123.1	79.1

\*20 bulbs were planted.

\*\* 1000 times bamboo vinegar were given three times at week interval after planting

\*\*\* Bulbs were dipped in 1000 times bamboo vinegar for 16 hrs before planting

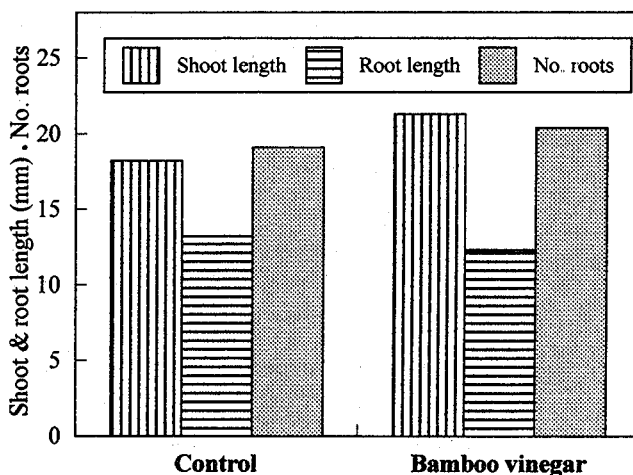


Fig.4 Effect of bamboo vinegar on early growth of gladiolus.

Table 4 Effects of bamboo vinegar (B.V.) and soil type on growth of *Ophiopogon japonicus forma nanus hort.*

Treatment	1-2 buds (%)	3 buds (%)	> 4 buds (%)	Multiplication rate (%)	Total fresh weight (g)
Masa soil *	53.3	43.3	3.3	247	5.49
Masasoil+B.V	42.9	42.9	14.2	268	6.13
Manure mix **	25.0	57.1	17.9	293	4.23
Manure mix+B.V.	23.3	56.7	20.0	300	6.72

\* Decomposed granite

\*\* Masa soil : Manure = 3 : 1

16日後の調査の結果、ブナでは萌芽促進溶液区では16本(80%)から新梢が伸長したが、その長さは短くて細かったため、挿し木には使用できなかった。水道水では4本(20%)が萌芽し新梢長は3~4.5cmであった。これに対し、竹酢添加区では19本(95%)が萌芽し、新梢長も5~7cmと長く、竹酢の効果が認められた(表5)。

ウメについての30日後の調査では、すべての区で萌芽したが、新梢の伸長は認められず、36日後の調査では、新梢の伸長が確認できたのは竹酢添加区の9本(2~6cm)だけであった(表6)。

### 総合考察

一連の実験では竹炭と竹酢の影響が明確にできなかったものがある。ダイズ、サツマイモ、フリージャ、トマトなどであるが、それらについては本論文では省略した。ただしトマトでは、高温期の施設内での栽培でも竹酢の散布により尻腐れや裂果が抑えられ、株の生存率が高まる傾向がみられた。しかし、竹炭を栽培用土に600g/10a混入すると葉色が薄くなる傾向が見られ、土壌pHの不適正が考えられた。竹炭の影響については十分に検討で

きなかったが、竹酢ではその効果が実用性をもつと判断される結果も得られた。その効果は、植物によって異なるが、木本植物の生長を促進し、球根類では茎葉の生長を促し、球根肥大を助長する傾向があるように思われる。竹酢は吸水作用を高め、長時間その状態を維持することがパピルスの切り枝で確認されている<sup>(4)</sup>が、この現象は本実験のブナとウメの休眠枝でも認められた。発根困難な樹木の挿し木の発根促進法として、植物ホルモンの使用以外に未熟枝の利用が考えられ、ポケでは緑枝挿しで発根が改善されることが明らかになっている<sup>(5)</sup>。本実験で使用したブナやウメは盆栽樹木として重要であるが挿し木繁殖が困難とされている。竹酢を添加した萌芽促進溶液で伸長させた新梢を、ポケの例に倣って挿し木すれば、発根の可能性があると考えられる。

最も実用性が高いのはジャノヒゲや類似の繁殖形態をとる宿根草の繁殖と育苗への竹酢の使用であろう。また、マサ土を用いた造成地や庭園に被覆植物として植栽する宿根草の養成にも、竹酢の効果が考えられる。

Table 5 Effect of bamboo vinegar added to a forcing solution on the elongation of shoot from dormant buds in *Fagus crenata*

Treatment	% of shoot elongated	Shoot length (cm)	Foliar number/Shoot
Tap water	0	—	—
Forcing solution (FS) *	25	4.2	4.3
FS+bamboo vinegar **	60	5.7	5.9

\* Forcing solution: 8-hydroxyquinoline citric acid (8-HQC) 1000ppm, Sucrose 10000ppm, GA3 (Gibberellic acid) 10ppm and IBA (Indolbutyric acid) 1ppm.

\*\* Bamboo vinegar concentration was 1000ppm.

Table 6 Effect of bamboo vinegar added to a forcing solution on the elongation of shoot from dormant buds in *Prunus mume*.

Treatment	% of broken bud	% of shoot elongated	Shoot length (cm)	Foliar number/Shoot
Tap water	100	0	—	—
Forcing solution (FS) *	100	0	—	—
FS+bamboo vinegar **	100	45	3.0	4.9

\* Forcing solution: 8-hydroxyquinoline citric acid (8-HQC) 1000ppm, Sucrose 10000ppm, GA3 (Gibberellic acid) 10ppm and IBA (Indolbutyric acid) 1ppm.

\*\* Bamboo vinegar concentration was 1000ppm.

## 引用文献

- (1) 岸本定吉監修：木酢・炭で減農薬。pp.92-130. 農村漁村文化協会，東京（1993）。
- (2) 工藤達郎・岩井吉彌：滋賀県南部における竹産業の展開過程，森林応用研究，6，1-4（1997）。
- (3) 中川致之・阿南豊正：茶のアミノ酸の簡易定量法，茶研報，50，56-61（1979）。
- (4) 長谷川嗜・長瀬俊史・三木政数・高木 隆：パピルス切り枝の品質保持。香川大学農学部学術報告，50（2）115-123（1998）。
- (5) 五井正憲・長谷川嗜・高山信明・庵原遜：発根困難な観賞樹のさし木繁殖II ボケ (*Chaenomeles cardinalis* CARR) の緑枝さしにおける発根。香川大学農学部学術報告，29（2）241-246（1978）。

## 摘 要

竹炭と竹酢が農作物の生長に及ぼす影響について実用的な見地から検討した。

1. 挿し木用土に竹酢20倍液を処理することで茶樹の挿し木の発根が改善され，葉の収穫30日前に竹酢1000倍液を葉面散布することで品質および収量が高まる傾向が見られた。
2. 竹酢は草花の種子発芽および初期生長に対し効果がなかったが，チューリップとグラジオラスでは茎の生長が促され球根重が増した。
3. ジャノヒゲでは竹酢1000倍液の施与が生長を促し，堆肥との組合せによりその効果は助長された。
4. 萌芽促進溶液に竹酢1000ppm添加するとブナおよびウメの休眠枝からの新梢の伸長が促進された。
5. 竹炭の明確な効果は得られなかった。