薬学雑誌
YAKUGAKU ZASSHI
110 (11) 828-833 (1990)

ミシマサイコの栽培に関する研究 (第2報) 土壌強制通気の生育,
サポニン含量への影響

細田勝子, 野口 衛*

国立衛生試験所和歌山薬用植物試験場

Studies on the Cultivation of *Bupleurum falcatum* L. II.
Effect of Soil Ventilation on the Root Growth and
Saponin Content

Katsuko HOSODA and Mamoru NOGUCHI*

Wakayama Experimental Station of Medicinal Plants,
National Institute of Hygienic Sciences,
1208, Habu, Kawabe, Hidaka,
Wakayama, 649-13, Japan

(Received June 11, 1990)

For the purpose of clarifying the factors which affect the growth of *Bupleurum falcatum* L., the appearance of *Bupleurum* roots cultivated under 5 kinds of soils with or without ventilation and watering in the soil was compared. Main and hair roots grew up well in sandy loam soil, whereas main and lateral roots grew up in clay loam soil. The content of saikosaponins in the root was shown to be highest in stream or mountain sand. The number of blooming increased and time to flowering came earlier with soil ventilation. Gaseous phase in the three phase distribution of soil increased with ventilation or watering.

The yield of *Bupleurum* root also increased with soil ventilation or watering in all kinds of soils. As a result, it is concluded that the soil ventilation is a useful method for the cultivation of *B. falcatum* owing to the change in the physical properties of soils.

Keywords—*Bupleurum falcatum*; soil ventilation; watering; sandy loam soil; clay loam soil; root appearance; blooming; saikosaponin; soil hardness; gaseous phase

はじめに

ミシマサイコは、産地により染色体数が変異したり、¹⁾ 同一系統種子を播種しても、形状に地域変動が認められる²⁾など変異の多い植物である。

先に著者らは、土壌の強制通気がキキョウの生育を有意に促進することを明らかにした。³⁾ そこで今回、ミシマサイコの生育に影響を及ぼす土壌要因を明らかにすることを目的に5種の土壌に強制通気並びに散水を行い、草丈、根長、地上重、根重並びにサポニン含量、根の外部形態について比較検討したので報告する。

実験の部

実験実地場所 前報⁴⁾に同じ。

実験材料 ミシマサイコ種子は、奈良県福田真三氏より数年前に分与されたものを当場で栽培、採取した種子を用いた。肥料は、10アールあたり鶏糞 200 kg, IB 化成 (604) (N:P:K=16:10:14) 40 kg, 土壌改良剤 PX (エーザイ製) 50 kg, 並びにパークミン (川辺町農協製) 2000 kg を施用した。土壌には、近隣地区より採取した川砂、山砂、山土 (粘土質) 及び当場の畑土2種 (砂質, 粘土質) の計5種を用いた。サイコサポニンの標準品は小城製薬社製を用いた。

実験方法 1) ミシマサイコの土壌通気栽培法——試験区は、コンクリートで枠を作り (広さ 90×90 cm, 深さ 80 cm, コンクリ幅 5 cm) 地下 50 cm に暗渠配水管 (直径 10 cm) を接続, 別に集水桝を作り, 排水管末

端よりコンプレッサーで通気 (28 l/min) した (1989 年 7 月 19 日—11 月 21 日, a.m. 8:00—p.m. 5:00). この間, 散水区には雨天の日を除いて毎日正午に 1 枠毎に 5 l を散水した. 種子は殺菌せず, 各土壤に 10 cm 間隔に細い溝を掘り, 1989 年 3 月 3 日に筋蒔きし, 籾殻で被覆した. 発芽後, 6 月 9 日に 10 cm 間隔に間引いた. (1 区 $8 \times 8 = 64$ 本仕上げ) なお, 本土壤には, 前年度にキキョウを栽培した.

2) サイコの調製——ミシマサイコの根を水洗後水を切って重量を計り, 40°C で 48 時間温風乾燥した.⁵⁾

3) 開花調査, 計測, 成分分析について——8 月 7 日から 1 週間間隔で各区毎の開花本数を計測, 11 月 22 日に掘り上げ, 内 10 本について, 草丈, 根長, 地上部重, 根重を測定後温風乾燥し, その内 4 本についてサイコサポニン a, d 含量を測定した.

定量法: 試料 250 mg をエーテル脱脂後, 0.2% KOH 含有温 MeOH 20 ml で 3 回超音波抽出し, 抽出液を合わせて濃縮乾固した後, 残渣を MeOH 10 ml に溶かし濾過後 HPLC で分析した.⁴⁾

4) 土壤硬度, 土壤三相の測定——土壤三相並びに地下 30 cm までの土壤硬度³⁾を 5 cm 毎に測定した.

結 果 と 考 察

1. 外部形態

各種土壤のミシマサイコの乾燥根 (サイコ) の外部形態に及ぼす影響は Fig. 1 に示すとおりで, 川砂, 山砂区では形態が類似し, 主根が発達しており, また川砂区で一部のものが根頭から数 cm のところで枝分かれしていたが, いずれもひげ根がよく発達し, 明るい褐色を呈した. 砂質畑土区のは川砂区のものと同様で, 全体に小さく色は灰褐色であった. 一方, 粘土質畑土区のは色, 根長ともに砂質畑土区と類似するがひげ根は少ない. また, 山土 (粘土質) 区では根長は更に短く, 粘土質畑土区と同様にひげ根は少なく, また, 色は淡褐色であった.

なお, いずれの区でも通気, 散水処理の有無により, 形態に大きな変化は認められず, 種子, 肥料, 気候は同条件であることから, 根の形態は土壤の物性に強い影響を受けると考えられる.

2. 通気・散水処理の開花に及ぼす影響

開花は植物生育の重要な一段階である. そこで, 土壤処理の植物生育効果を検討するため, 収穫前の各区毎の開花本数を経時的に計測した (Fig. 2).

まず, 半数の処理区で開花数がピークを示す 9 月 22 日の数値を用いて分散分析を行った結果, 各種土壤間では $F_0 = 18.94^{**} > F_{0.01}[4, 12] = 5.41$, 土壤処理間については $F_0 = 5.79^{*} > F_{0.05}[3, 12] = 3.49$ といずれも有意の差が認められた. そこで, 母平均の差の検定を行ったところ, 開花数は山砂 $\approx$ 粘土質畑土 $\approx$ 砂質畑土区 $>$ 山土 $\approx$ 川砂

Fig. 1. *Bupleurum* Root Grown in Various Soils

A, stream-sand; B, mountain-sand; C, field-sand; D, field-clay; E, mountain-clay.

Fig. 2. Effect of Soil Treatments on the Blooming of *B. falcatum*

●, control; ▲, watering; △, ventilation and watering; □, ventilation.

Fig. 3. Effect of Soil Treatments on Plant Growth in Various Soils

A, stream-sand; B, mountain-sand; C, field-sand; D, field-clay; E, mountain-clay. ---▲---, shoot height; ---●---, shoot dry weight; ---●---, root height; ---●---, root dry weight.

区の関係にあり、また、土壌に通気を施すと開花数は有意に増加することが分かった (危険率 1%). また、通気により各区とも開花が早まった。

一般に、土壌を乾燥させると開花が促進されることが知られているが、⁹⁾ 土壌通気の開花促進機構については、今後の検討課題である。

3. 通気・散水处理の根重に及ぼす影響

収穫後の植物体各部位の収量は Fig. 3 に示す通りで、土壌の種類により相違が見られた。そこで、根重について分散分析を行ったところ土壌間で有意差が認められ ($F_0 = 9.75^{**} > F_{0.01}[4, 12] = 5.41$), 母平均の差の検定の結果、

川砂区は他の区より根重は高くなるが (危険率 1%), その他の区の間には有意の差は認められなかった。

また, 土壌処理間では分散分析で有意性は認められなかったが, 母平均の差の検定の結果, 散水及び通気散水区は対照区よりも根重は高い関係にあった (危険率 5%)。

また, 草丈と地上部重, 根長と根重, 地上部重と根重は密接な傾向を示した。

先に著者らは, 土壌通気により液相の増加する土壌でキキョウの根の収量が増大することを明らかにしたが,⁸⁾ ミシマサイコの場合, 土壌散水や通気により気相が増加する土壌で根の収量が増大した。

一般に通気による土壌の空隙構造の形成 (気相) は水分の保持, 通過にも有効に働き, 一方, 散水により土壌中に形成された水分の通路 (液相) は乾燥時には気相を形成し, 両者は土壌の乾燥状態により相互に変換する。よって, 土壌通気は土壌の気相あるいは液相の増加を通じて根類生薬の増産を計る有力な手段となるものと思われる。

4. 土壌処理後の土壌三相と土壌硬度

次に, 土壌処理の根重増大効果を土壌の物性面から解析するため, まず土壌三相を測定したところ, 通気, 通気散水, 散水处理により, いずれの土壌でも気相は増加し, 逆に液相, 固相は減少した (Fig. 4)。

先にトマトの生育調査において, 一定容積中の乾土の密度 (容積密度 bulk density) が大きくなる, つまり気相が減ると草丈, 花芽数, 乾物重が低下することが報告されている⁷⁾が, ミシマサイコの場合, 全般に通気, 散水により容積密度が減少した土壌で植物体収量は増大しており, このことから, 気相の増加は植物生育の一役を担っていると推察された。

一般に, 畑作物では土壌硬度が 14—20 kg/cm² で根の伸長が停止する⁸⁾といわれている。今回用いた土壌の硬度は砂質で低く, 粘土質で高い値を示した (Fig. 5)。また, 粘土質土壌は散水すると特に硬度が

Fig. 4. Effect of Soil Treatments on Three Phase Distribution of Soil

G, gaseous phase; L, liquid phase; S, solid phase.
●, control; ▲, watering; △, ventilation and watering;
□, ventilation.

Fig. 5. Effect of Ventilation and Watering on the Soil Hardness

□, control; ■, watering; ■, ventilation and watering; □, ventilation.

Fig. 6. Effect of Soil Treatments on the Content of Saikosaponins

I, control; II, watering; III, ventilation and watering; IV, ventilation. —●—, saikosaponin a; ---●---, saikosaponin d.

高くなる一方で根の長さは短くなり、土壌硬度は根の伸長に明らかな影響を及ぼすものと判断された。

5. 土壌とサポニン含量との関係

次にサイコサポニン含量を測定したところ、川砂、山砂区で高く、畑土区でやや低い値を示した (Fig. 6)。サイコサポニン d 含量の分散分析の結果から土壌間では $F_0 = 6.72^{**} > F_{0.01}[4,12] = 5.41$, 処理間では $F_0 = 4.53^{*} > F_{0.05}[3,12] = 3.49$ と有意の差が認められた。母平均の差の検定によると川砂、山砂区は畑土及び山土区に対し、それぞれ危険率 1%, 5% で高い値を示し、また、通気及び対照区 > 通気散水区の関係にあった。なお、サイコサポニン a とサイコサポニン d の含量の間には高い相関があり ($y = 1.1085x + 0.0851, r = 0.8469, n = 80$), いずれの土壌でもサイコサポニン d で高い値を示したが、根重とサポニン含量の間には相関は認められなかった。

結 論

1. 各種土壌でミンマサイコを栽培すると、根の収量は川砂、山砂、粘土質畑土、砂質畑土、山土 (粘土質) の順となり、また、サイコサポニン含量は、川砂、山砂で高い値を示した。なお、土壌通気により、サイコサポニン d 含量が増大した。
2. 砂質土壌でミンマサイコを栽培すると、主根とともにひげ根がよく発達し、粘土質土壌では、主根、側根ともに発達しひげ根は少ないものが得られた。なお、各土壌に通気、散水処理を施しても、根の基本的な外部形態の変化は認められなかった。
3. 土壌処理による気相の増加と開花株数の増加、土壌硬度の増大と根長の短縮等の結果から、土壌の物理性と植物生育との密接な関係が示唆された。
4. 砂質土壌には散水又は通気、粘土質土壌には通気かつ散水を施すと、サイコの増収が可能となる。

引用文献及び注

- 1) 天野明美, 藤本賢治, 大橋 裕, 佐藤美香, 水上 元, 生薬, **43**, 192 (1989).
- 2) 谿 忠人, 勝城忠久, 久保道徳, 有地 滋, 福田真三, 第 13 回生薬分析討論会要旨集, 神戸, 1984 年 7

月, p. 22.

- 3) 細田勝子, 野口 衛, 生薬, **44**, 88 (1990).
- 4) K. Hosoda, M. Noguchi, *Chem. Pharm. Bull.*, **38**, 436 (1990).
- 5) 細田勝子, 野口 衛, 薬誌, **108**, 1008 (1988).
- 6) 小西国義, “植物の生長と発育,” 養賢堂, 東京, 1982, p. 121.
- 7) 野菜園芸大事典編集委員会編, “野菜園芸大事典,” 第3版, 養賢堂, 東京, 1985, p. 322.
- 8) 土壤物理研究会編, “土壤の物理性と植物生育,” 養賢堂, 東京, 1979, p. 12.