

人工環境下における様々な環境条件が水耕栽培甘草の光合成・蒸散速度に与える影響

Effects of Various Environmental Factors on the Photosynthesis and Transpiration Rates of Hydroponic Licorice under a Controlled Environment

工 藤 善

要 約

医薬品だけでなく化粧品や食品など多用途で用いられる甘草の水耕栽培の研究を行っている。甘草の最適あるいは許容できる範囲の栽培環境条件を見いだすために、光強度、気温、相対湿度、CO₂濃度を変化させた環境下で光合成速度及び蒸散速度の測定と評価を行った。その結果、甘草の最適な環境条件は、光強度：500~600 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ 、気温：22~24°C、相対湿度：60~65%、CO₂濃度：1200 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ 以下である。

目 次

- I. はじめに
- II. 材料及び方法
- III. 結果及び考察
- IV. おわりに

I. はじめに

甘草はマメ科カンゾウ属の多年生草本で、中国東北部・西北部、中央アジア原産である。一般的に利用されている種はウラル甘草 (*Glycyrrhiza uralensis Fischer*) (Photo 1)、またはスペイン甘草 (*Glycyrrhiza glabra L*) で、主に利用される部位は根及び根茎である¹⁾ (Photo 2)。

甘草は医薬品では抗アレルギー、抗炎症薬等として、また漢方薬原料として一般処方製剤の約70%に配合されており、重要な生薬である。そのほかにも甘味料、矯味料、医薬部外品、化粧品など様々な用途で利用されている²⁾。

甘草の薬効成分の中心となるのは、ショ糖の約150倍の甘味を有しているグリチルリチン酸で、第17改正日本薬局方ではグリチルリチン酸含量を2.0%以上と規定している³⁾。

日本では、医薬品原料として年間千数百トンが利用されているが、そのほとんどを輸入に頼っている。しかしながら、近年資源の枯渇化や原産国の輸出規制などから、甘草資源の安定供給対策が急務とされている。こうした背景から、甘草の国内栽培に向けて、様々な分野で研究・栽培試験が行われている。しかし、甘草は収穫までに一般的に3年以上と栽培期間が長く、栽培・収穫に手間が掛かる、また、薬効含量が生育環境に大きく左右されることから、国内での栽培は本格的には行われていない⁴⁾。

このような背景から筆者らは、甘草の水耕栽培による生産の実用化を目指し研究している。水耕栽培では、甘草の栽培

期間の短縮、計画的な大量・安定生産、収穫作業の簡素化、品質の安定等が期待できる。

そこで、本報告では光強度、気温、相対湿度、CO₂濃度を変化させた環境下で光合成及び蒸散速度の測定と評価を行った。光合成速度は、最適な環境条件を与えて大きくすることが求められる生理機能である。また、蒸散速度が低下するような条件では、光合成速度が低下する場合もあるので留意する必要がある⁵⁾。得られたデータにより、温室及び人工光生産施設における最適あるいは許容できる範囲の栽培環境条件を見いだすことができる。

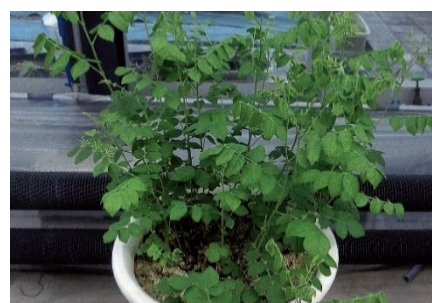


Photo 1 ウラル甘草
(Licorice Chinese)



Photo2 甘草の利用部位 (根部)
(Use Parts of Licorice (roots))

キーワード：甘草，生薬，水耕栽培，光合成，蒸散

Keywords : licorice Chinese, crude drug, hydroponics, photosynthesis, transpiration

II. 材料及び方法

光合成・蒸散速度測定には、小糸工業製 KMC-2005 型改良機を使用した (Photo 3)。チャンバーのサイズは 208mm×278mm×400mmH であった。チャンバー内に水耕栽培槽の入る容器 (185mm×230mm×115mmH) を設置し、その中に水耕栽培槽 (160mm×210mm×100mmH, 水耕液量 2L) を格納した。また、光源としてコーン型 LED 灯・昼白色・120W (TENTEN LED (株) 製) を使用した。測定中の水耕液の水温や pH, 電気伝導度 (EC) を安定させるために、装置外に水槽 (10L) を設けて、チャンバー内の水耕液をマイクロチューブポンプ (MP-1000, 東京理化器械 (株) 製) にて 2Lhr⁻¹ で循環を行った。水耕液の水温は、循環式クーラー (LX-502CX, (株)イワキ製), サーモコントローラー (TC-100, (株)イワキ製) にて調整した。

供試植物はウラル甘草の挿し木苗を水耕栽培で 30~50 日間育成した個体で、葉面積 150~250 cm² の個体であった。測定では基本となる環境条件を設定した (Table 1)。この各環境要因を変化させた場合の光合成速度と蒸散速度を 1 回の測定に 1 個体用いて、4 個体計測した。



Photo 3 光合成蒸散測定装置

(System for Measuring Photosynthesis and Transpiration)

Table 1 測定項目及び基本環境条件
(Experimental Conditions)

項目	基本条件
気温	24℃
相対湿度	60%
光強度	600μmol m ⁻² s ⁻¹
CO ₂ 濃度	400μmol mol ⁻¹
水耕液	上水 (pH7.8, EC0.25mS) に以下の肥料を添加 OAT アグリオ (株) 製 OAT ハウス1号 375mgL ⁻¹ , OATハウス2号250mgL ⁻¹ , OATハ ウス5号25mgL ⁻¹ , 添加後のEC : 0.87mS pH は 6.2 となるように, OAT アグリオ(株)製 pH 調整剤・ダウンを少量添加
水温	23℃

III. 結果及び考察

1. 光強度変化

Table 1に示す基本条件下で、光強度を0~700μmolm⁻²s⁻¹に変化させて光合成・蒸散速度測定を行った。光合成速度と呼吸量が同等となる補償点の光強度は27.5μmolm⁻²s⁻¹であった。光強度が増すに従って光合成速度も増加するが、500μmolm⁻²s⁻¹を越えると増加量は減少し、600μmolm⁻²s⁻¹以上でほぼ一定となった (Fig.1)。蒸散速度は光強度が増すに比例的に増加していった (Fig.2)。土壌での栽培条件下では、土壌中の水分量により蒸散速度が抑制されることがあるが、水耕栽培では水分供給の制限を受けることがないので蒸散速度が抑制されることがなかったと考えられる。

人工光で栽培する場合の十分な生育を得るためには、500μmolm⁻²s⁻¹が適当であると考えられる。しかしながら、葉菜類などの一般的な人工光栽培施設での光強度は150μmolm⁻²s⁻¹程度であるので、それと比較すると甘草は高光強度が必要であり、人工光環境下で全行程を栽培するのは困難であると思われる。

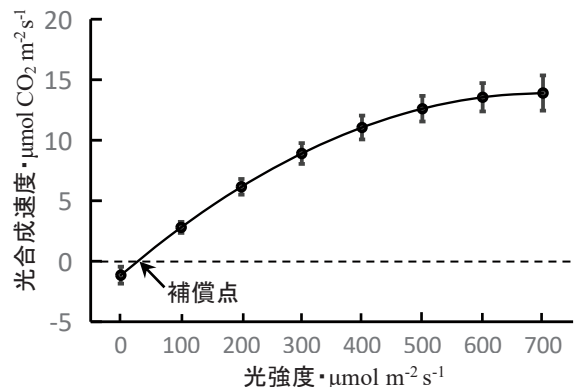


Fig.1 光強度変化時の光合成速度 (バーは標準誤差 (n=4))
(Relation between Photosynthetic Rate and Light Intensity)

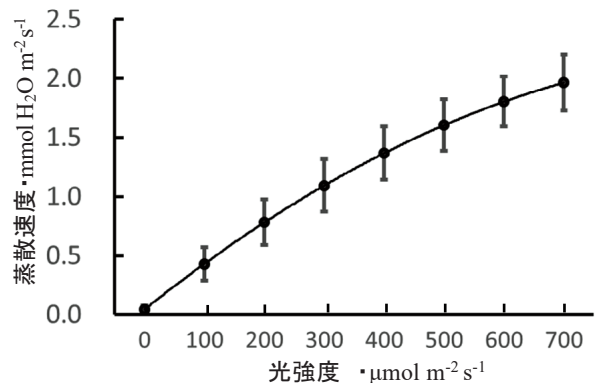


Fig.2 光強度変化時の蒸散速度 (バーは標準誤差 (n=4))
(Relation between Transpiration Rate and Light Intensity)

2. 気温変化

測定基本条件下で気温を 18~34℃に変化させて光合成・蒸散速度測定を行った。光合成速度は光強度変化と比較すれば、大きな差はないが (Fig.3), 22~24℃で最大となり, 26℃以上になると減少していく (Fig.4)。蒸散速度は, 高温になるに従って一定の割合で増加する傾向であった (Fig.5)。

この結果より気温の影響は大きくはないが, 室温制御が可能であるのならば, 28℃以下で栽培するのが好ましいと考えられる。

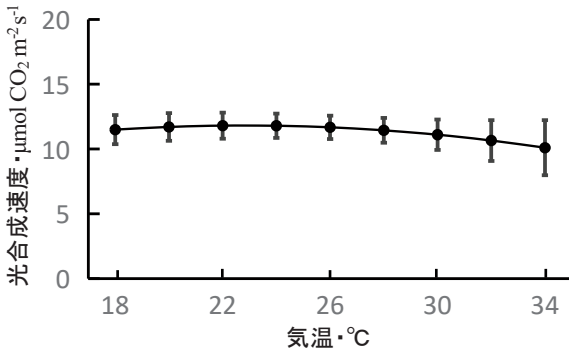


Fig.3 気温変化時の光合成速度 (バーは標準誤差 (n=4))
(Relation between Photosynthetic Rate and Air Temperature)

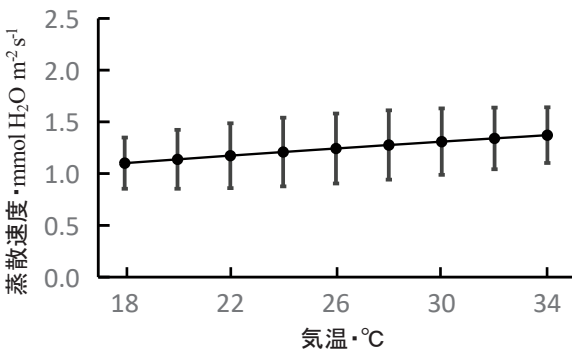


Fig.4 気温変化時の蒸散速度 (バーは標準誤差 (n=4))
(Relation between Transpiration Rate and Air Temperature)

3. 相対湿度変化

測定基本条件下で, 相対湿度を 50~90%に変化させて光合成・蒸散速度測定を行った。光合成速度は, 測定条件下では, ほぼ一定であったが (Fig.5), 詳細に見ると 65%以上では, 湿度が増加するに従い低下する傾向が見られた (Fig.6)。蒸散速度は, 相対湿度が高くなるに従って減少していった (Fig.7)。蒸散速度が低下すると水耕液の吸水速度も小さくなり, 吸収される肥料も少なくなる。したがって, 蒸散速度はある程度大きく保つことが望ましい。

この結果より, 相対湿度の影響はほとんどないが, 制御可能な場合は 60~65%で栽培するのが適当と考えられる。

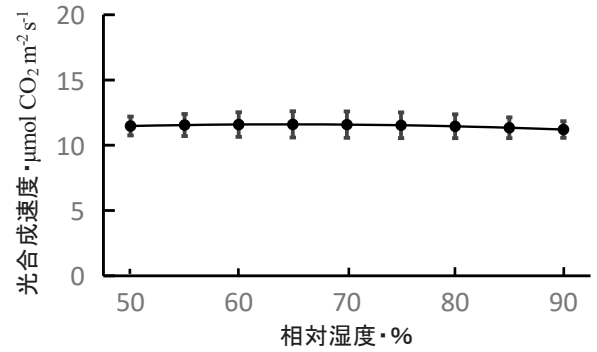


Fig.5 相対湿度変化時の光合成速度 (バーは標準誤差 (n=4))
(Relation between Photosynthetic Rate and Humidity)

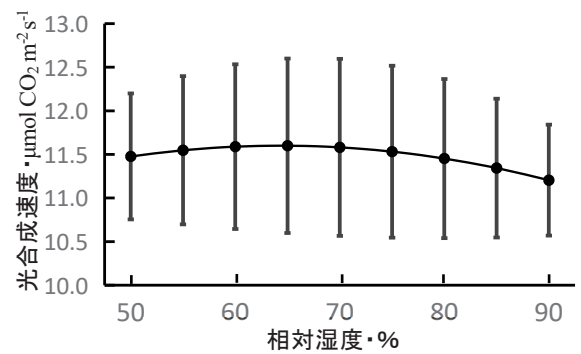


Fig.5 相対湿度変化時の光合成速度詳細
(バーは標準誤差 (n=4))
(Relation between Photosynthetic Rate and Humidity)

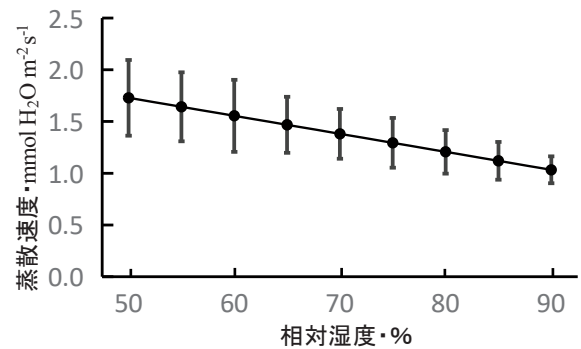


Fig.6 相対湿度変化時の蒸散速度 (バーは標準誤差 (n=4))
(Relation between Transpiration Rate and Humidity)

4. CO₂濃度変化

測定基本条件下で, CO₂濃度を 400~2,000μmol mol⁻¹に変化させて光合成・蒸散速度測定を行った。

光合成速度は, CO₂濃度が増すに従い光合成速度も増加していった (Fig.8)。CO₂濃度 1,400μmol mol⁻¹以上で一定となった (Fig.9)。蒸散速度は CO₂濃度が増すに従い減少し, 1,600μmol mol⁻¹以上で一定となった (Fig.11)。蒸散速度が減少するのは, CO₂濃度が増加すると気孔が閉じる生理反応によるものと考えられる。

1,400μmol mol⁻¹の光合成速度は大気環境である 400μmol

mol⁻¹の約 1.2 倍であるが、これは同条件で比較するとイチゴの 1.4 倍⁶⁾やキュウリの 2 倍⁷⁾に比べて小さい。また、CO₂濃度が高くなると蒸散速度が減少するので、吸水速度を考慮すると好ましくない。したがって、CO₂施肥を行う場合は、1200μmol mol⁻¹以下で行うのが妥当であると考えられる。

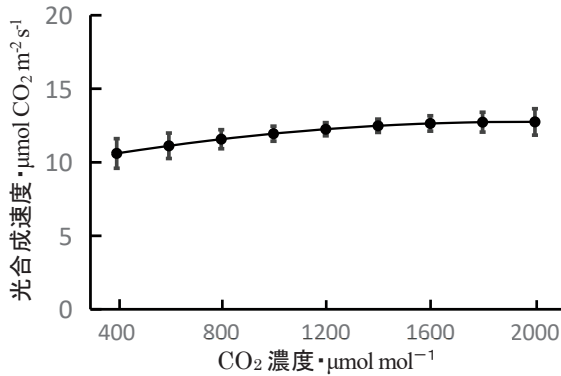


Fig.7 CO₂濃度変化時の光合成速度 (バーは標準誤差 (n=4))
(Relation between Photosynthetic Rate and CO₂ Concentration)

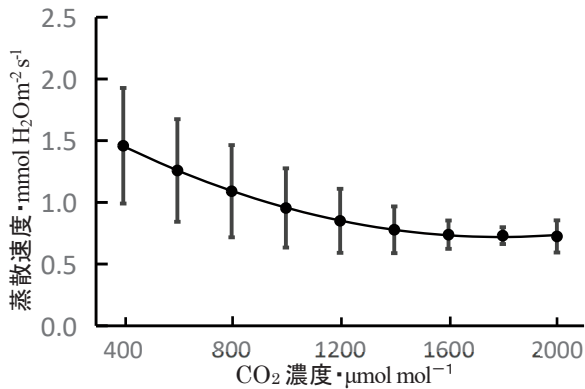


Fig.8 CO₂濃度変化時の蒸散速度 (バーは標準誤差 (n=4))
(Relation between Transpiration Rate and CO₂ Concentration)

IV. おわりに

本報告で設定した測定条件の範囲では、甘草の光合成速度に影響を及ぼす環境要素のうち影響の大きいのは光強度で、CO₂濃度、気温、相対湿度の影響は大きくないと考えられる。

甘草の光合成蒸散速度結果から設定される最適な環境条件は、光強度：500～600μmol m⁻²s⁻¹、気温：22～24℃、相対湿度：60～65%、CO₂濃度：1200μmol mol⁻¹以下である。

光合成蒸散速度測定実験により、明らかにすることができた生育に最適な環境条件を甘草の大規模生産システム構築時の環境設計や実際の栽培管理時での利用を図っていく予定である。

参考文献

- 1) 林茂樹；カンゾウの新品種育成について，特産種苗，第 16 号，2013.9，pp.28-30.
- 2) 吉松嘉代；甘草の水耕栽培，ファルマシア，Vol.49 No.2，2013，pp.141-145.
- 3) 厚生労働省；第十七改正日本薬局方，2016，pp.1774-1775.
- 4) 芝野真喜雄；ウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) の国内栽培を目指して，特産種苗，第 16 号，2013.9，pp.47-49.
- 5) 狩野敦；環境制御による成長制御，日本施設園芸協会，2019，p.452.
- 6) 工藤善ほか；人工環境下における様々な環境条件が四季成り性イチゴの光合成・蒸散速度に与える影響，鹿島技術研究所年報，第 59 号，2011.9，pp.81-86.
- 7) 狩野敦；野菜園芸大百科 1 キュウリ，農文協，1988，p.46.

Effects of Various Environmental Factors on the Photosynthesis and Transpiration Rates of Hydroponic Licorice under a Controlled Environment

Tadashi Kudo

We are studying the hydroponic cultivation of licorice, which is used not only for medicine but also for cosmetics and food products. To determine the optimum or acceptable environmental conditions for licorice cultivation, we measured and evaluated photosynthetic transpiration rates while varying light intensity, temperature, relative humidity and CO₂ concentration. As a result, the optimum environmental conditions for licorice were: light intensity: 500–600 μmol m⁻²s⁻¹, temperature: 22–24°C, relative humidity: 60–65%, and CO₂ concentration: 1200 μmol mol⁻¹ or less.