

1.はじめに

気候変動や乱獲・過放牧による砂漠化が進行し、深刻な問題となっている。筆者らはこれまで砂漠化の進行を抑止するために、乾燥地地盤に耐乾性の希少な薬用植物「カンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis*)」を定植させる技術の開発を目的とした研究に取り組んでいる¹⁾。その取り組みの中で、カンゾウは元来乾燥地に自生しているが、乾燥地を模擬した地盤にカンゾウ幼苗をそのまま定植させても健全に生育できないことがわかった。従って、カンゾウ生育に必要な水分と栄養分を乾燥地地盤に付与することにより、幼苗を枯死させることなく、さらには薬用として品質の高い個体を生育させる必要がある。そのためには、地盤内水分・栄養分環境がカンゾウの成長や品質に及ぼす影響を定量的に把握しなければならない。そこで、本論文はカンゾウの成長と地盤内水分・栄養環境、特にカルシウムに関して関連性を見出し、それらの関係の評価法考案を試みた。

2. 砂漠化防止方法の提案

本論文で示す地盤環境とは、地盤内の粒度、密度、透水性や保水性等の物理的環境、交換性・水溶性陽イオン、炭酸塩、有機分等の化学的環境である。ここで 1.に記すように、乾燥地の現地盤は栄養分 (特に窒素やリンなどの有機分) が不足しているので、カンゾウ幼苗は健全に生育させることは難しい。従って、地盤に付与する肥料と地盤内水分環境に着目した。

筆者らが提案する砂漠化防止方法は図 1 のとおりである。カンゾウ栽培する際の栽培法として着目される「筒栽培」²⁾がある。この方法は、筒状の容器で生育させ、主根を効率よく成長させる方法である。この方法を応用し、初期生育に必要な栄養や水分を筒袋内の培養土から取り入れさせ、現地盤に根付くまで成長するために必要な栄養を補う。この方法を乾燥地を模擬した地盤で生育実験を行った。実験条件を 3. に示す。

3. 実験条件

本実験は、佐賀県東松浦郡玄海町にある薬用植物栽培研究所にて実施した。本実験で使用したガラスハウスは二棟であり、深さ 2.5m まで均質な砂質地盤 (硅砂 7 号) で構成されている。これを乾燥地模擬地盤とする。この地盤の粒度特性を図 2 に示す。硅砂 7 号 (Fine Sand) は、カンゾウが自生しているモンゴル乾燥地の地盤の粒度と類似しているため採用した。比較のため、カンゾウ自生地の深さ別の粒径加積曲線も図中に示している。この地盤に 2. で示した直径 6cm、長さ 25cm の筒状のビニール袋に培養土を詰め、カンゾウ幼苗を植える。これを 30cm 程度の間隔で乾燥地模擬地盤に定植させ、適宜灌水を行った。硅砂 7 号と培養土 (タキイ種苗株式会社) の栄養条件を表 1 に示す。カンゾウの成長に影響を及ぼすと思われる土壌 pH、電気伝導度 (EC)、保肥性を表す陽イオン交換容量 (CEC) また交換性陽イオンを示す。pH、EC は JGS-0211, 0212³⁾、交換性陽イオンに関しては酢酸アンモニウム溶液で抽出した土壌溶液を原子吸光法にて測定した⁴⁾。CEC は Semi-micro Shollenberger 法、NO₃-N はフェノール硫酸法、NH₄-N は Harper 法にて処理した土壌

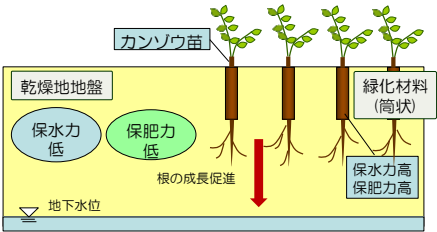


図 1. 砂漠化防止方法の概念図

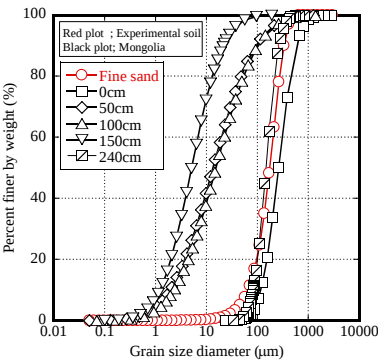


図 2. 使用した土質の粒径加積曲線

表 1. 使用した土質の初期栄養条件

Index	pH	EC	CEC	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P ₂ O ₅
Unit	-	mS/cm	cmolc/kgdry	mg/kgdry					
Fine sand	8.81	0.19	1.2	350	13	32	Lower than 0.5	0.7	110
Potting compost	6.35	1.57	21.3	1450	870	1700	391	708	400

表 2. 付与した肥料の条件

No.	添加した 栄養条件	各栄養素の添加量(g/m ²)					
		カルシウム(Ca)	マグネシウム(Mg)	カリウム(K)	窒素(N)	りん酸(P)	
1	有機肥料	7.50	3.00	12.60	8.40	13.80	
2	有機肥料1/2	3.75	1.50	6.30	4.20	6.90	
3	有機肥料1/8	0.94	0.38	1.58	1.05	1.73	
4	苦土石灰	135.00	15.00	-	-	-	
5	苦土石灰1/2	67.50	7.50	-	-	-	
6	有機肥料+苦土石灰	142.50	18.00	12.60	8.40	13.80	
7	有機石灰	133.95	0.98	0.26	0.42	0.35	

を蒸留滴定法にて測定した⁴⁾。表1より、珪砂7号はpHが高いが他の陽イオンや有機分が培養土と比較して少なく、乾燥地地盤に近い栄養状態である。さらに模擬地盤に含まれる栄養分に対するカンゾウの成長の応答を確かめるため、表2のような数種類の肥料分を付与した。肥料条件は有機分を補うためのばかし肥料と堆肥を混合したもの(有機肥料)、乾燥地の地盤環境を想定して有機石灰及び苦土石灰(いずれもCaCO₃)を付与した条件、また付与濃度を変えた条件も加え、計7条件で実験を行った。地盤内水分条件としては、地下水位を-240cmと-200cmに保った2棟のハウスにおいてそれぞれ実験を行った。

4. カンゾウの成長と品質・地盤環境の関連性

3. で示した実験条件において、幼苗の状態から実験地盤に定植してから約半年間生育させた根の成長度を示す。根の成長度は根長・根重・根径を評価指標とするが、今回は乾燥地の地下水環境において重要な根長について言及する。加えて、カンゾウは根に含まれるグリチルリチン(以下GC)を薬用成分として利用する。従って根長及びGC含有率を測定し、成長度の評価指標とした。まず、土中の水分状態と根の長さの関係を図3に示す。図中の表は各ハウスの根長の平均値とその深さまでの水分量を示している。図3より、地下水位が低い条件の方が地表面から50cm程度までの含水率が高いが、これは灌水の影響である。なお根の長さで浅い水分量は、その深さまでの体積含水率と深さの積分である。これより、根の長さで浅い水分量が多い方が根の伸びがよいことがわかる。また、地盤中に付与した有機分の一例として図4に付与した窒素分とGC含有率×根長の関係を示す。図4,5のGC含有率はHPLC(高速液体クロマトグラフィー)法にて測定した。図4より付与窒素やリン酸量とカンゾウ成長度には一意的な関係はみられない。カンゾウはマメ科の植物であり、一般的なマメ科の植物は元来土中の窒素をあまり必要としないことがわかっているが、地盤中の窒素量がカンゾウの成長に影響せず、生育には筒内の培養土の窒素分のみで十分であることが示唆された。なお、リン酸も窒素と同様に一意的な傾向は見られなかった。一方で、図5に示すCaCO₃添加量とGC含有率×根長の関係は、混合肥料の種類が異なる場合でもCaCO₃濃度が高くなるとGC×根長の値が高い傾向にある。従って、カンゾウの成長度はCaCO₃添加量が多い程高い傾向にあることが示唆された。したがって、カンゾウの成長度は大まかに、以下のような関数(1)によって評価できると考えられる。

GC × RL = f(Ca, w, α) · · · (1)

ここに、GC: GC含有率(%), RL: 根長(cm), Ca: 地盤内のCa含有量, w: 含水量, α: 気象学的要因(気温, 湿度等)

5. まとめ

本論文では砂漠化抑止技術提案のため、薬用植物カンゾウの成長と地盤内養分・水分環境の関係の定量化を試みた。その結果、1) 根の深さまでの現地盤の水分量は高い方が成長には良好であることが示唆された。2) カンゾウの成長は、地盤内に含まれる窒素やリン濃度等の有機分とは一意的な関係はなく、炭酸カルシウム含有量と強い相関があることがわかり、地盤に付与した炭酸カルシウムが多い程成長が良好な傾向にあるとわかった。

謝辞：本研究の一部は九州大学・玄海町菓草PJ、科研・基盤研究A(No. 22246064 代表者：安福規之)の支援を得て行われたものである。加えて実験を補助していただいた薬用植物研究所の職員の方々に感謝の意を表します。

【参考文献】：1) Z. Furukawa, et.al: In-situ investigation of geo-environment in arid land which Licorice grows wildly and a consideration for added value greening, Proceedings of 4th Japan-Korea Geotechnical Workshop, pp.151-154, 2011 2) 末岡昭宜ら、ビニールハウス内でのウラルカンゾウの簡栽培、第4回甘草に関するシンポジウム講演要旨集, pp.46-49 3) 地盤工学会編、土質試験の方法と解説 第一回改訂版, p.221, 2000 4) 土壌養分測定法委員会編、土壌養分分析法, 洋賢堂, pp.34-38, pp.191-192, pp.184-190, pp.239-245, 1957

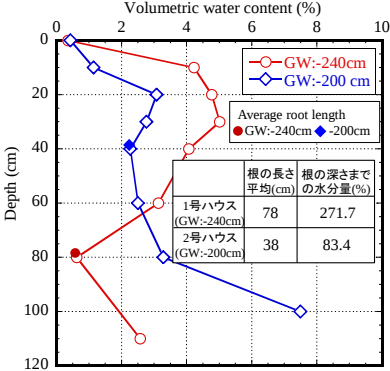


図3. 地盤内の水分量と根長の関係

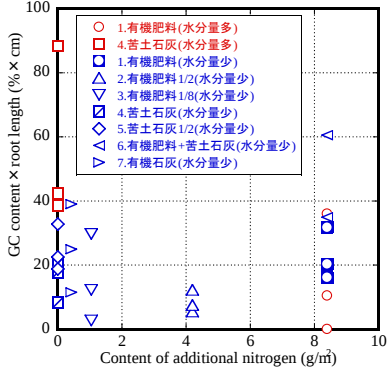


図4. 窒素添加量とGC含有率×根長関係

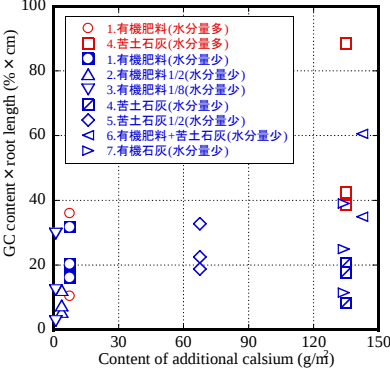


図5. CaCO₃添加量とGC含有率×根長関係