

## めざせ！カンゾウ(甘草)の国内自給

～挿し穂の水耕発根実験、グリチルリチン酸含量分析、及び適環境条件の推定～



福島県立安積高等学校 生物部 甘草班

3年 伊藤健太 阿部航太 砂子田陽大

2年 舟木愛莉 佐藤翠柚 石塚明莉 伊原莉音 藤澤樹

1年 吉野智彩季

## めざせ！カンゾウ(甘草)の国内自給

～挿し穂の水耕発根実験、グリチルリチン酸含量分析、及び適環境条件の推定～

伊藤 健太, 阿部 航太, 砂子田 陽大, 舟木 愛莉,  
佐藤 翠柚, 石塚 明莉, 伊原 莉音, 藤澤 樹, 吉野 智彩季  
福島県立安積高等学校 生物部

### **Towards Self-sufficient Production of *Glycyrrhiza uralensis* in Japan: Hydroponic and Soil Cultivation, and Estimation of Natural Growth Conditions**

Kenta Ito, Kota Abe, Haruki Isagoda, Airi Funaki,  
Miyu Sato, Akari Ishizuka, Rido Ihara, Itsuki Fujisawa and Chisaki Yoshino  
Fukushima Prefectural Asaka High school, Biology Club

要旨：カンゾウの苗を効率的に作製することを目指して、発根を促進することが知られているインドール酪酸（IBA）を、 $10^{-4}$ M 及び  $10^{-5}$ M の濃度でカンゾウの挿し穂の下部に与えた。その結果、インドール酪酸は「頂芽あり」の挿し穂からの発根率を高めることが確かめられた。今後「頂芽なし」の挿し穂からも発根させる方法を探りたい。次に、医薬品として使用できる規格基準を満たしたカンゾウの栽培条件を探るため、カンゾウが病気になるとその根におけるグリチルリチン酸の含量が変わるのか調べた。その結果、病気のカンゾウにおけるグリチルリチン酸の含量と比較して、健康なカンゾウではその含量が高い傾向にあった。また、生き物分布推定ツールである Wallace を用い、ウラルカンゾウが実際に生息している地点の座標とその地点の気温及び降水量の気候データを組み合わせて、ウラルカンゾウの生育に適した環境条件を推定した。その結果、ビニールハウスで灌水量を調節すれば、郡山市内でもウラルカンゾウが十分に生育できると分かった。以上の実験結果をもとに、郡山市内ひいては日本国内において、カンゾウの本格的な栽培を推進したい。

キーワード：ウラルカンゾウ、頂芽、発根促進、IBA、グリチルリチン酸、種の分布モデル

Abstract : Ural licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer), which grows naturally in Central Asia, is an important herbal drug. To efficiently produce seedlings of Ural licorice, we applied indolebutyric acid (IBA), a known rooting promoter, to the base of licorice cuttings at concentrations of  $10^{-4}$ M and  $10^{-5}$ M. The results showed that IBA increased the rooting rate in cuttings including apical buds. In the future, we plan to investigate methods for rooting cuttings without apical buds. Next, to determine the cultivation conditions of Ural licorice that meet the quality standards for medicinal use, we investigated whether the amount of glycyrrhizic acid (GL) in the roots changes when the plant is diseased. Analysis conducted by a scientist at Ohu University indicated that healthy licorice plants tend to have a higher amount of GL compared to diseased plants. Additionally, using Wallace, a species distribution modeling tool, we estimated the environmental conditions suitable for the growth of Ural licorice by combining the coordinates of observed licorice growth locations with climatic data on temperature and precipitation. The estimated conditions suggested that Ural licorice can be successfully grown in Koriyama City using greenhouses, if irrigation levels are properly regulated. Based on these results, we aim to promote the cultivation of licorice in Koriyama City and throughout Japan.

Keywords: *Glycyrrhiza uralensis*, apical buds, rooting, IBA, glycyrrhizic acid, ecological niche modeling

## I はじめに

### 1-1. 研究動機

ウラルカンゾウは (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch. 以下カンゾウ) は、アジア中央部地域に生息するマメ科の薬用植物であり、重要生薬の甘草の基原植物である。カンゾウの根および走出茎には抗炎症作用や免疫調節作用を持つグリチルリチン酸が含まれ<sup>1)</sup>、根を乾燥させたものが生薬甘草として用いられる。これは、葛根湯や安中散など一般用漢方製剤の約7割に配合されている<sup>2)</sup>最重要生薬の一つである。また、グリチルリチン酸はショ糖の約200倍の甘味を持ち<sup>3)</sup>、甘味料としても利用されている。

日本国内で消費されるカンゾウの約90%は中国からの輸入に依存している<sup>4)</sup>。しかしながら、農林水産省の報告によると、乱獲によって中国に自生するカンゾウは近年減少傾向にある。そのため中国内の環境保全等のために、この採取・輸出が規制され続けており、日本国内でカンゾウを安定・安価に入手することが難しくなることが懸念されている<sup>5)</sup>。このような現状のもと、国内でのカンゾウの生産拡大および安定供給を目的とした研究が求められている<sup>6)</sup>。

カンゾウを含む薬用作物の産地化事業においては、それぞれの地域での栽培法の提示とともに、適切な種苗の供給が重要な課題となっている<sup>7)</sup>。

このことから、カンゾウの苗を効率的に増やすための方法や郡山市の気候に合わせた栽培法を探る私たちの研究は大きな意義があると考えられる。なお、この研究は、安積高校が郡山市や民間企業と連携する奥羽大学と覚書を交わして共同で行い、今後の福島の復興、および郡山市での甘草栽培を目指して実施している。

### 1-2. 昨年度までの実験

私たちは、カンゾウの国内栽培のために重要な苗を安定的に供給することが、日本の漢方薬生産の助けになると考えた。そこで、カンゾウの植物体から挿し穂を切り出し、水耕栽培でその挿し穂から発根させ、苗を効率よく作ろうとしている。

安積高校生物部が頂芽の付いている挿し穂を用いて昨年の2022年に行った実験では、挿し穂からの発根率が約7割と高かった。その一方で、頂芽の付いていない挿し穂を用い

てその後に行った実験ではほとんど発根しなかった<sup>8)</sup>。昨年度の2回目以降の実験でほとんど発根しなかった原因として、オーキシシンが挿し穂の下部の不定根発生部位へ供給されなかった可能性があるとして結論付けた。なぜならば、オーキシシンは頂芽で生合成され<sup>9)</sup>、それが極性移動して挿し穂の下部へ運ばれ<sup>10)</sup>、そのオーキシシンの作用で不定根が発生すると考えられるからだ。1回目の実験と2回目以降の実験では実施された時期が異なるため、気温や湿度などの他の要因が関係する可能性もあるが、不定根の発生に直接寄与するものとして、オーキシシンの供給不足が根本的原因であると考えた。

### 1-3. 今年度の実験

今年度は、昨年度までの実験を発展させ、頂芽を持たない挿し穂でもオーキシシンを投与することによって発根する、と仮説を立て、同様に挿し穂の発根実験を行った(実験1、実験2)。

また、ビニールハウス内で栽培していたカンゾウのうち病気になったカンゾウがあったため、その根に含まれるグリチルリチン酸の含量を調べ、カンゾウが病気になるとその根におけるグリチルリチン酸の含量が変わるのか調べた(実験3)。

さらに、ウラルカンゾウの分布情報をもとに、生き物の分布推定ツールWallace(オープンSDM)を使い、ウラルカンゾウ生育に適した環境条件を調べた(検討1)。

## II 研究方法と結果および考察

### 2-1. 実験1、実験2

植物ホルモンを用いた水耕栽培による挿し穂の発根実験

2020年6月にカンゾウのストロン苗を福島県立安積高等学校敷地内(N37° 39' 11.21" E133° 37.39")のビニールハウスに定植した。このカンゾウと水耕栽培キット「インドアガーデン」(JustSmart)を用いて実験を行った。

### 2-1-1. 実験の時期

【実験1】発根に及ぼす頂芽の有無及びIBAの影響

実験1の1回目の実験は、2023年7月11日~7月26日(7月11日に挿し穂を切り出し、7月26日に発根数をカウントした。)に行った。2回目は同年8月3日~8月11日(同様)に実験した。2回目の実験において、1週間で全ての挿し穂が枯れてしまったため、1週間で実験を終了した。

【実験2】水流と葉の枚数の条件を変更した上で、発根に及ぼす頂芽の有無及びIBAの影響

実験2は2023年8月31日~9月29日(8月31日に挿し穂を切り出し、9月29日に発根数をカウントした。)に行った。発根したので4週間後まで実験を継続した。

### 2-1-2. 水耕栽培キット「インドアガーデン」(JustSmart)の設定

照度約8000~9000ルクスの光を8時間点灯させた。水耕栽培キットは北向きの部屋内の机の上に置き、窓からの直射日光を遮断した。同キット1台に挿し穂を計8本または12本セットした。

【実験1】発根に及ぼす頂芽の有無及びIBAの影響

水耕栽培キット1台の中に、ハイポニカA,B液体肥料(協和株式会社製)を容量パーセント濃度0.4%含む水溶液5.0Lを入れた。

【実験2】水流と葉の枚数の条件を変更した上で、発根に及ぼす頂芽の有無及びIBAの影響

ポリプロピレン製50mLコニカルチューブ(アズワン株式会社製)にハイポニカA,B液体肥料(協和株式会社製)を容量パーセント濃度0.4%含む水溶液約45mLずつ入れ、挿し穂

を一本ずつコニカルチューブにセットした。

### 2-1-3. 実験で使用した植物ホルモン インドール酪酸 (IBA)

発根に関与するオーキシンはインドール酪酸 (IAA) ではあるが、発根を促進するのは IAA よりも IBA であると多くの植物で確かめられており、カンゾウの発根においても IBA が効果的だったとの報告例もあるため<sup>11)</sup>、今回の実験では IBA を用いた。

### 2-1-4. 挿し穂の準備と取り扱い

【実験 1】発根に及ぼす頂芽の有無及び IBA の影響

①朝 7 時に、ビニールハウスとその周りに植えてあるカンゾウの植物体から、頂芽を含んだ部分約 100mm 「頂芽あり」(図 1 左)、または頂芽を含まないその下部約 100mm 「頂芽なし」(図 1 真ん中)を挿し穂として、片刃のカミソリを用いて切り出した。

②挿し穂の茎の下部を 0.0mol/L (蒸留水)、 $1.0 \times 10^{-5}$ mol/L の IBA、または  $1.0 \times 10^{-4}$ mol/L の IBA の水溶液に 24 時間浸けた。また、この 24 時間浸ける操作をせずに、挿し穂を切り取ってすぐ水耕栽培キット (図 1 右) 内にセットする「対照区」の実験も行った。

③24 時間浸けた後、その挿し穂の下部を水でよく洗って、切り込みを入れたスポンジにそれぞれ挟んで固定し、それらを水耕栽培キットにセットした。水耕栽培キット内の液肥を一週間ごとに交換した。このとき、水耕栽培キットの水流機能を ON にして、「水流あり」の条件とした。

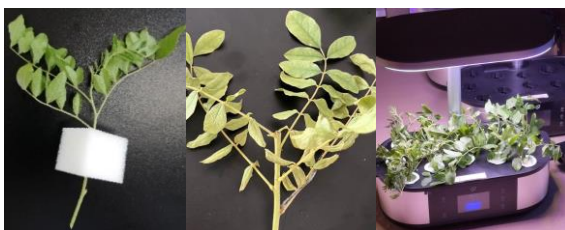


図 1 「頂芽あり」の挿し穂 (左)  
「頂芽なし」の挿し穂 (真ん中)  
水耕栽培キットの様子 (右)

【実験 2】水流と葉の枚数の条件を変更した<sup>\*1</sup>上で、発根に及ぼす頂芽の有無及び IBA の影響

実験 1 の①と同様の手順で「頂芽あり」および「頂芽なし」の挿し穂を準備し、その挿し穂の葉を剪定ばさみで切り落として 20 枚に減らした。実験 1 の②と同様の 24 時間処理を行った後、液肥を入れたプラスチックチューブに挿して挿し穂を固定し、それらを水耕栽培キットにセットした (図 2 左)。このとき、プラスチックチューブ内で水流は起きないので、「水流なし」の条件とした。

\*1 実験 1 の全く発根しなかった結果を受け、実験における水耕栽培の方法を変更した。まずは発根させて、発根率の結果を得ることを優先し、一度に水流と葉の枚数に関する二つの栽培方法を変更した。



図 2 実験 2 の様子(左) 発根した様子(右)

### 2-1-5. 測定方法

挿し穂を水耕栽培キットにセットしてから 2 週間後及び 4 週間後に、その挿し穂をスポンジごと培養液から取り出して、挿し穂ごとに発生した長さ 1mm 以上の不定根 (図 2 右) の数を記録し、発根率<sup>\*2</sup>を求めた。

\*2 発根率 (%) =  
(発根した挿し穂数 / セットした挿し穂数) × 100

### 2-1-6. 実験 1、実験 2 の結果

【実験 1】発根に及ぼす頂芽の有無及び IBA の影響

1回目および2回目の実験では、結果的に挿し穂が枯れたり、そこにカビが生えたりして、全ての実験区において全く発根しなかった。

【実験2】水流と葉の枚数の条件を変更した上で、発根に及ぼす頂芽の有無及び IBA の影響

水流と葉の枚数に関する栽培方法を変更した上で行った実験2の結果は、次のとおりである。いずれの24時間処理の内容においても、「頂芽なし」の挿し穂からは全く発根しなかった(表1)。「頂芽あり」の挿し穂において、IBAを投与した二つの実験区では2週間後から4週間後にかけて発根した挿し穂の数が増えた(表1)。また、「頂芽あり」の挿し穂において「IBA  $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 」の発根率は、「IBA  $0.0 \text{ mol/L}$ 」のそれと比較して、高かった。

そして、発根率の数字に統計上の差があるのか確かめるためにフリー統計ソフト EZR<sup>12)</sup>を用いて、フィッシャーの正確確率検定を行ったところ有意差を確認できたのは、2種類の2群のみであった。「頂芽あり」における「IBA  $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 」と「IBA  $0.0 \text{ mol/L}$ 」の間で、 $p=0.0406 < 0.05$ であり、基準としていたp値を下回っていたため、両者には有意差があった。同様に、「IBA  $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$ 」における「頂芽あり」と「頂芽なし」については  $p=0.00699 < 0.05$ であり、両者に有意差が認められた。

表1 発根に及ぼす頂芽の有無及び IBA の影響

24 h 処理	頂芽の有無	挿し穂の数(株)	2週間後の発根率(%)	4週間後の発根率(%)
なし 液体肥料 (対照区)	あり	6	33	33
	なし	6	0	0
IBA $0.0 \text{ mol/L}$ 蒸留水	あり	8	12.5	12.5
	なし	8	0	0
IBA 水溶液 $1.0 \times 10^{-5} \text{ mol/L}$	あり	8	50	75
	なし	8	0	0
IBA 水溶液 $1.0 \times 10^{-4} \text{ mol/L}$	あり	8	0	37.5
	なし	8	0	0

## 2-1-7. 実験1、実験2の考察

実験1、実験2ともに、「頂芽なし」は発根せず、今回の実験において「頂芽なし」の挿し穂はオーキシシンを用いても発根させることはできなかった。しかし、実験2の「頂芽あり」の挿し穂において、IBAは発根率を高めることが本実験でも確かめられた。

IBAを用いない実験区でも、実験1で発根しなかった一方で、実験2で発根したことから、「水流なし」の条件が発根にプラスに働いたと思われる。これは、水流がカンゾウに生理的ストレスを与えたことが発根しにくくしたのかもしれない。また、実験2では挿し穂の葉を減らしてもいたので、この条件も発根にプラスに働いたかもしれない。これは、葉から出ていく蒸散量を減らし、挿し穂内の水分量を保てたので、結果的に挿し穂は枯れずに発根できた可能性も考えられる。

## 2-2. 実験3

### 根のグリチルリチン酸(GL)含量の分析

第18改正日本薬局方では、甘草の主成分であるグリチルリチン酸(GL)を2.0%以上含まなければならないと規定している<sup>13)</sup>。しかし、日本で栽培するカンゾウはこの規格を下回るGL含量であったり、規格を満たしても栽培年数に違いはあるものの、中国の野生品よりもGL含量が少なかったりして、品質が劣るといのが現状である<sup>14)</sup>。そこで、この実験は医薬品として使用できる、上述の規格基準を満たしたウラルカンゾウの栽培法を探ることを目的としている。栽培をしていたカンゾウのうち、糸状菌を病原とする斑点病やさび病などの病気になったものがあつた<sup>15)</sup>ため、病気になるとその根におけるグリチルリチン酸含量が変わるのかを調べた。



図3 病気が現れている葉（左）  
塩ビ管で筒栽培をしている様子（右）

#### 2-2-1. 試料の前処理

安積高校内に設置したビニールハウス内に、郡山市園芸振興センターにて発芽処理したウラルカンゾウのストロン苗を2020年6月9日に定植し、約3年栽培したものを2023年12月18日に収穫した。収穫したウラルカンゾウを安積高校教室内で室温乾燥したもの（2023年12月18日～2024年1月16日）を、さらに奥羽大学にて温風乾燥を行った（1月18日～1月27日）。



図4 収穫した「筒栽培」のカンゾウの根

#### 2-2-2. ウラルカンゾウからのグリチルリチン酸の抽出

奥羽大学村田清志准教授に、HPLC（高速液体クロマトグラフィー）でグリチルリチン酸含量を分析していただいた。私たちも村田准教授に指導してもらいながら、いくつかの工程を行った。

ウラルカンゾウからのグリチルリチン酸の分析は日本薬局方に準じて行った。乳棒と乳鉢で細かく粉碎したウラルカンゾウ 0.5g を正確に測りとり、10mL の 50%メタノールを加え、ボルトックスミキサーにより懸濁（30 秒間）させ

た後、超音波をかけ（30 分間）、遠心（3,000rpm）により、上澄みを分取した。次いで、残渣に 10mL の 50%メタノールを加え、同様に操作を行った。1 回目と 2 回目の上澄み液を合一し、コスモシールを詰めた綿栓ピペットを通過させた。ろ過全量を 50mL メスフラスコに入れ、50%メタノールを用いて 50mL にメスアップした（甘草エキス 500mg/L）。調製したサンプルは、2.5mL シリンジと 0.20  $\mu$ m フィルターを用いてろ過し、HPLC 用バイアルに適量を移し入れた。

#### 2-2-3. グリチルリチン酸の HPLC 分析条件

検出器:UV(254nm)

カラム:Inertsustain(3  $\mu$ m、150× $\Phi$ 4.6mm)

カラム温度:30°C

移動相:A液:アセトニトリル(28%)

B液:酢酸アンモニウム 3.85g を超純水 720mL に溶解し酢酸 5mL を加えた溶液(72%)

（事前に二液を作製し、分析時に混合した。）

流量:0.6mL/min

注入量:10  $\mu$ L

#### 2-2-4. グリチルリチン酸の含量分析

グリチルリチン酸標準品を用いた検量線を作成し、外部標準による絶対定量法で定量した。検量線はグリチルリチン酸濃度 5mg/L、25mg/L、50mg/L、250mg/L の 4 濃度で実施した。4 濃度の点でのピーク面積値から最小二乗法による回帰曲線を算出した。（図 5）相関係数の二乗が 0.9999948 と良好な検量線が得られた。

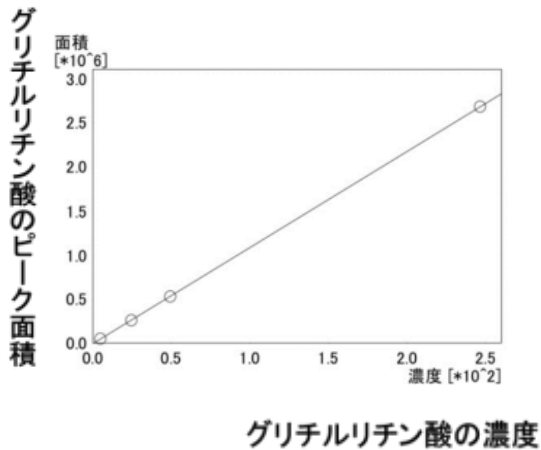


図5 グリチルリチン酸の HPLC の検量線

#### 2-2-5. 恒量測定

各ウラルカンゾウを 60°C 条件下で重さが変わらなくなるまで加熱し、その重量を恒量とした。グリチルリチン酸含量は恒量換算した後の結果で示した。

#### 2-2-6. 実験機器及び実験器具

本実験に際し TLC には、Kieselgel 60F254 (Art. 5554、0.2mm、20×20cm、Merck 社製)、あるいは Kieselgel 60RP-18F254S (0.25m、5×10cm、Merck 社製) を用いた。

HPLC には Shimadzu LC-20AD (島津製作所製) を使用した。

HPLC カラムには Inertsustain C18 (3 μm、150×4.6mm ID) を用いた。

#### 2-2-7. 実験3の結果

収穫した根のグリチルリチン酸 (GL) 含量を調べた実験3の結果は、次のとおりである。「病気」のカンゾウでは、ビニールハウス内の畝で「通常栽培」をしたものと、地面に立てた塩ビ管内で「筒栽培」をしたものでグリチルリチン酸含量に有意差はなかった (t 検定  $p=0.883 > 0.05$ ) (表2)。「健康」なカンゾウのサンプルは今回1つしか用意することができなかったが、ビニールハウス内の畝で「通常栽培」をしたカンゾウでは、「病気」の

ものよりも「健康」なカンゾウのグリチルリチン酸含量が高い傾向にあった (表2)。

表2 根のグリチルリチン酸含有量

試料	内容	GL含量	平均±標準偏差
1	健康 通常栽培	2.47%	2.47%
2	病気 通常栽培	1.62%	1.73±0.30%
3		2.07%	
4		1.51%	
5	病気 筒栽培	1.66%	1.78±0.42%
6		2.25%	
7		1.43%	

#### 2-2-8. 実験3の考察

「通常栽培」をしたカンゾウでは、「病気」のカンゾウよりも「健康」のものの方がグリチルリチン酸 (GL) 含量の高い傾向にあった。この実験で使用したカンゾウはクローン個体であり、同一の遺伝子を持つため、遺伝子の違いによる GL 含量の差は生まれない。

また、GL は植物が自分を防御するためなどに生産する物質である二次代謝物の一つである。二次代謝物は光合成を起点とする一次代謝物の最終産物であるといえる<sup>16)</sup>ので、葉に斑点が生じる病気により葉が損傷したことで日光による光合成ができず、地下部に二次代謝物の GL が蓄積しなかったと考えられる。

一方で、高等植物における二次代謝物は、往々にして環境ストレスがかかった場合に高生産になることが多く、GL 生産にも正にそれが当てはまる<sup>17)</sup>とされている。しかし、今回の実験において糸状菌などの病原性の微生物の感染がカンゾウにとって環境ストレスになっているにも関わらず、糸状菌に感染した病気のカンゾウの方が GL 含量は少なかった。このことから、この実験結果はカンゾウが生物ストレスに対して他の環境ストレスとは異なる応答を示す可能性を示唆している。

しかし、今回の実験では「健康」なカンゾウが1サンプル、「病気」のカンゾウが6サンプルと試料数が十分でないために、上述の考察が正しいとは断言することができない。今後、試料数を増やして再実験し、病気と根におけるGL含量の関係を明らかにしていきたい。

結論として、医薬品として使用できるGL含量の規格基準を満たすカンゾウの栽培法として、二次代謝物GLを高生産させるために適度なストレスを与えるべきなのか、それともいち早く病気を除去し、健康な状態に保つべきなのかを解明することが重要であると考えられる。

### 2-3. 検討1

統計モデル「Wallace(オープンSDM)」を用いたウラルカンゾウ生育に適する環境条件の推定

東北大学と国立環境研究所の研究チームによって開発された日本語ツール、生き物の分布推定ツール Wallace (オープンSDM)<sup>18)19)</sup>を使用し、実際にウラルカンゾウが生息していると観測された地点の座標情報と、気温や降水量などの環境条件を組み合わせ、適した環境条件を推定させた。

#### 2-3-1. Wallace の操作手順

- ①オンライン生物多様性データベース GBIF より、ウラルカンゾウの存在が記録された在地点のデータを取得した。
- ②分析対象の範囲を定めた。人間の観測の空間的偏りを減らすため、互いに距離が近い在地点を除去した。
- ③在地点とその周辺の環境（後述の偽不在に相当）についての気温や降水量などがまとまった bioclim 変数のデータを取得した。
- ④データを空間的に4つに分割し、機械学習アルゴリズム Maxent を利用して、それぞれから分布推定のモデルを構築した。そのモデルをもとに、説明変数である環境条件とモデルの応答（好適度）の関係を示す応答曲線を作図させた。

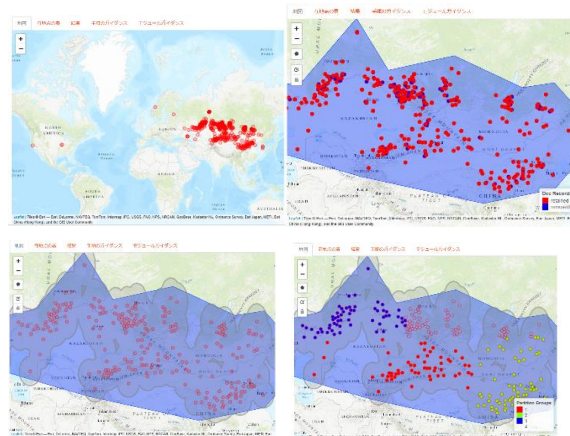


図6 Wallace を用いて上記の操作をした結果の画面

① (左上) ② (右上) ③ (左下) ④ (右下)

#### 2-3-2. 検討1の結果

作図した応答曲線の結果は次のとおりである。気温と降水量に関する、19ある bioclim 変数のうち、気候を表す代表例である年平均気温と年降水量について、それぞれウラルカンゾウ生息地としての好適度との関係を示すグラフが下のグラフである。0~1の間の値をとる好適度のうち、仮に0.8という値を基準に考えると、ウラルカンゾウ好適地は年平均気温約 $-1.5^{\circ}\text{C}$ ~ $11.5^{\circ}\text{C}$ 、年降水量は約570 mm以下と推定された。(図7)



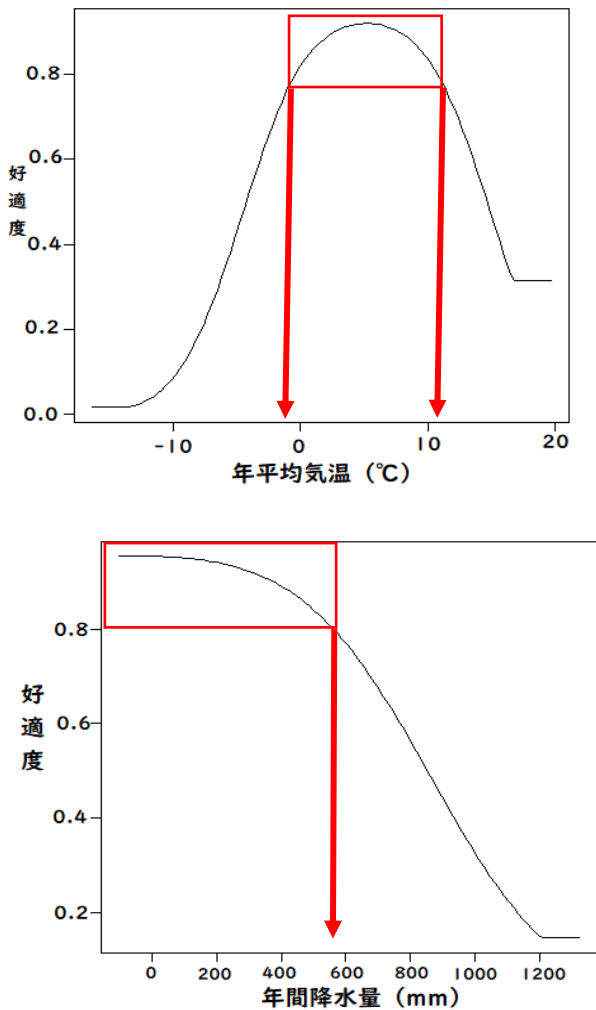


図 7 生息地としての好適度との関係を表したグラフ  
年平均気温 (°C) (上) および年間降水量 (mm)  
(下)

#### 2-3-4. 検討1の考察

ウラルカンゾウ好適地は年平均気温 $-1.5^{\circ}\text{C}$ ～ $11.5^{\circ}\text{C}$ 、年降水量は $570\text{ mm}$ 以下と推定された。年平均気温 $12.3^{\circ}\text{C}$ 、年降水量 $1,129.5\text{ mm}$  (2006～16年平均)の郡山市では、気温は特に大きな問題がなく、ビニールハウスで降雨期に雨が当たらないようにし灌水量を調節すれば、ウラルカンゾウが自生している環境に似ており、栽培しやすい環境になるといえる。

今回の検討で分析に用いた、現在のウラルカンゾウの分布範囲は、環境の好適度だけではなく、種間競争や、捕食者の存在などの他種との相互作用、氷期などの歴史的経緯により決まっ

ている。よって、種の分布推定モデルは非生物的な環境の好適度だけに依存する生育適地の潜在分布と、その他の要因により制約を受けた生育範囲の実現分布に大別できる<sup>20)</sup>。なお、私たちは国内生産拡大に向け、ウラルカンゾウの潜在分布、そして生育に適した環境条件を探ろうとしている。

今回の検討ではウラルカンゾウが自生している環境に栽培時の環境を近づけることを私たちが目的にした一方で、国、大学、民間機関は今までに日本でも旺盛に生育するいくつかのカンゾウの有望株を見出してきた<sup>6)</sup>。実際に私たちが栽培研究で使用しているカンゾウも、奥羽大学が郡山市園芸振興センターに技術を移転しながら共同作製する、カンゾウの優良株をクローン個体で増やしたものである。栽培地の環境を自生地へ寄せる、栽培地の環境に合う個体を使用するという両者の方法はアプローチが異なるが、国産カンゾウを増やすという共通の目的においてどちらも有効な手段であると考えられる。

しかしながら、このWallaceの日本語ツールの発表者である石濱史子氏は、在のみデータに特化した分布推定モデルMaxentでは最低限のデータを入力して実行するだけで見栄えのよい結果が得られてしまうが、実際には調整が必要なパラメータや分析条件が様々にある、と警告している<sup>20)</sup>。注意しなければならないことは、今回行った分布推定は調査によりウラルカンゾウが生息していると観測された地点である在情報のみを使用しており、調査がされて、かつウラルカンゾウが生息していない地点である不在情報は使用されていないことである。分布推定モデルはある生物種がその地域に分布しているのかを環境変数で説明することが基本的な構造となっており、その分布推定には在情報だけでなく不在情報が不可欠である。偽不在は分布推定結果を左右するほどの影響を持つという<sup>20)</sup>。

しかし、一般に分析に使用できるデータベ

ースは在情報のみであることは多く、今回使用した GBIF もその一つであった。よって、今回の検討では在情報のない周辺地点から無作為に不在情報に相当する偽不在の地点が抽出されている（手順③）。

このように、偽不在の取り方やその他のパラメータや分析条件は多種多様である。今回の推定結果で終わることなく、複数のモデルを試し、様々な精度評価の指標を用いて比較して、最良のモデルを探究していきたい。

### III おわりに

IBA のような植物ホルモンの用いて挿し穂の発根を促進させて効率よく苗を増やし、病気を予防しながら、水やりする量を調節することで郡山市内ひいては日本国内で、医薬品として使用できるカンゾウの本格的な栽培を推進していきたい。

### IV 謝辞

本研究を進めるにあたり、奥羽大学、郡山市農業振興センターより実験材料のカンゾウの苗をご提供いただきました。実験3では奥羽大学薬学部の村田清志准教授に収穫した根におけるグリチルリチン酸含量を HPLC (高速液体クロマトグラフィー) で分析していただきました。また、検討1では国立研究開発法人国立環境研究所の石濱史子氏、東北大学 Kass M. Jamie 准教授にご助言いただきました。また、安積高校生物部顧問の平山陽子先生から研究全体にわたりご指導をいただきました。厚く御礼申し上げます。本研究は奥羽大学と安積高校が郡山市での甘草栽培を目指し共同で実施したものです。

### V 参考文献

1) Shibata S. A drug over the millennia: Pharmacognosy, Chemistry, and pharmacology of licorice. *Yakugaku Zasshi*. 2000, vol. 120, no. 10, p. 855-859.

2) 厚生労働省医薬・生活衛生局. 一般用漢方製剤製造販売承認基準. 2017, p1-61

3) Miztani K, Kuramoto T, Tamura Y, Ohtake N, Doi S, Nakaura M, Sweetness of Glycyrrhetic Acid 3-*O*- $\beta$ -D-Monoglucuronide and the Related Glycosides. *Bioscience, Biotechnology, Biochemistry*. 1994, vol.58, no. 3, p.554-555

4) 山本豊, 磯崎隆史, 北牧侑樹, 倉田清, 平雅代, 武田修己, 山口能宏, 佐々木博. 日本における原料生薬の使用量に関する調査報告(3). *生薬学雑誌*. 2023, vol.77, no. 1, p.24-41

5) 農林水産省. 薬用作物(生薬)をめぐる事情. 2024, p11.

6) 伊藤徳家. カンゾウで福島の復興を〜「甘草(カンゾウ)」という薬用植物〜. *福島の進路*. 2021.11, vol.471, p.25-28

7) 尾崎和男. 甘草の国産化に向けた取り組みについて 3カ所の栽培事例. 2021.11, p14.

8) 福島県高等学校総合文化祭自然科学部門. 福島県高等学校総合文化祭自然科学部論文, 2021~2023.

9) 増田芳雄, 菊山宗弘. 植物生理学 放送大学教育振興会. 1996, p45.

10) 笠原博幸, 神谷勇治. 「オーキシンの生合成」植物のシグナル伝達 分子と応答. 共立出版(株), 2010, p1-7.

11) 堀越司, 本間尚治郎, 逸見誠三郎. 薬用植物の栽培実験(第1報)カンゾウの発根試験. *衛生試験所報告*, 1973, vol.91, p50-52

12) Kanda Y. Investigation of the freely available easy-to-use software 'EZR' for medical statistics. *Bone Marrow Transplantation*. 2013, vol.48, p.452-458

13) 厚生労働省. 第十八日本薬局方. 2023, p1908-1911.

14) 芝野真喜雄, 尾崎和男. 生薬・甘草の国内生産を目指して. *Bulletin of Osaka*

University of Pharmaceutical Science. 2011, vol. 5, p59-68

15) 薬用作物コンソーシアム. 薬用作物栽培の手引き ～薬用作物の国内生産拡大に向けて～ カンゾウ編. 2021, p17-22.

16) 後藤英司. 「植物環境工学の研究展望」(第四回) 環境ストレスと二次代謝. 植物環境工学(J. SHITA). 2019, vol. 31, no. 1, p7-20.

17) 鈴木章弘, 山田恵美, 原田恵, 中尾隆寛, 千々岩涼汰, 石丸幹二, 高上馬希重, 有馬進. 微生物共生による薬用植物カンゾウのグリチルリチン酸高生産. 第247回日本作物学会講演会, 2019.

18) Kass et al. Wallace: A flexible platform for reproducible modeling of species niches and distributions built for community expansion. *Methods in Ecology and Evolution*, 2021, vol. 9, p1151-1156.

19) 生き物の分布推定ツール オープンSDM01\_manual\_r1.pdf (nies.go.jp), 2018, p1-31.

20) 石濱史子. 特集, 保全科学が挑む情報のギャップ, 標本情報等の分布推定への活用とsoの実際: バイアスの除去から精度評価まで. 保全生態学研究, 2017, vol. 22, p21-40